建设项目环境影响报告表

（生态影响类）

（送审稿）

**项目名称：三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示**

**范区创建项目**

**建设单位（盖章）： 三亚市农业农村局**

**编制日期： 2023年01月**

中华人民共和国生态环境部制

**编制单位人员情况表**

**环评工程师证书承诺书**

**承诺书**

**承诺书**

**编制情况承诺书**

**项目名称：三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目**

**建设单位：三亚市农业农村局**

**文件类型：环境影响报告表**

**法人代表/委托代理人：张光星**

**评价单位：海南正永生态工程技术有限公司**

目 录

[一、建设项目基本情况 1](#_Toc29005)

[二、建设内容 14](#_Toc7170)

[三、生态环境现状、保护目标及评价标准 77](#_Toc13592)

[四、生态环境影响分析 169](#_Toc32132)

[五、主要生态环境保护措施 229](#_Toc22038)

[六、生态环境保护措施监督检查清单 241](#_Toc25616)

[七、结论 244](#_Toc19285)

[附表 245](#_Toc24154)

[附图 259](#_Toc5504)

[附件 263](#_Toc32601)

一、建设项目基本情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 建设项目名称 | | 三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目 | | |
| 项目代码 | |  | | |
| 建设单位联系人 | | #### | 联系方式 | 0898-######## |
| 建设地点 | | 海南省三亚市三亚湾西瑁洲西南侧海域 | | |
| 地理坐标 | | （北纬18度12分47.065秒，东经109度19分56.080秒） | | |
| 建设项目  行业类别 | | 渔业04-海水养殖0411底播养殖；五十四-海洋工程-海洋人工鱼礁工程 | 用海面积（m2）/长度（km） | 用海总面积为100顷(1500亩)，其中人工鱼礁面积24公顷(360亩)，底播增养殖区76公顷（1140亩）；人工鱼礁固体物质（虚方）为32460立方米 |
| 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） | | 2081.28 | 环保投资（万元） | 185.568 |
| 环保投资占比（%） | | 8.92 | 施工工期 | 12个月 |
| 是否开工建设 | | ■否  □是： | | |
| 专项评价设置情况 | | 无 | | |
| 规划情况 | | **《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》，海南省农业农村厅，琼农字[2021]37号。** | | |
| 规划环境影响  评价情况 | | 无 | | |
| 规划及规划环境影响评价符合性分析 | **1.与《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》的符合性分析**  根据《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》，在海南岛近岸海域及三沙群岛海域，选址布局海洋牧场共 50 个（养护型 21 个、休闲型 29 个）、33353 公顷（养护型 13638 公顷、休闲型 19715 公顷），其中在海南岛近岸海域选址布局休闲型海洋牧场 22 个，分别位于西海岸、东海岸、潮滩鼻、青葛、龙湾、潭门、博鳌、甘蔗岛、神州半岛、加井岛、日月湾、香水湾、南湾猴岛、蜈支洲、**东西瑁洲**、龙栖湾、莺歌海、四更、峨蔓、马袅湾、昌江深水区、三亚湾深水区，海域面积合计 18515 公顷。海南岛近岸海域的休闲型海洋牧场，分为休闲垂钓型海洋牧场和渔业观光型海洋牧场，具有垂钓、潜水、海上观光、赶海采贝、休闲平台等休闲渔业功能。  根据《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》的实施进度安排，2023～2027 年重点发展阶段，按照海南岛沿海各市县各选择 1个地理区位和资源环境条件相对较好的海洋牧场的原则、西沙群岛中和中沙群岛中选择距离海南岛距离较近的原则、南沙群岛中选择距离被其他国家所占岛礁距离较远受影响较小的原则，选择 22 个海洋牧场开展建设。包括海南岛近岸海域的潮滩鼻、龙湾、潭门、博鳌、甘蔗岛、南湾猴岛、**东西瑁洲**、莺歌海、四更、海尾—海头、大铲礁、马袅湾以及昌江深水区、三亚深水区等个 14 海洋牧场，西沙群岛的西沙洲、永兴岛、东岛和银屿等 4 个海洋牧场，中沙群岛的指掌暗沙1 个海洋牧场，南沙群岛的渚碧岛、永暑岛和华阳岛等 3 个海洋牧场。《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》海洋牧场规划图见图1-1a，本项目叠置图见图1-1b。  本项目选址位于三亚湾西瑁洲海洋牧场区界限范围内，属于海南省海洋牧场规划布局重点发展阶段的建设任务之一，项目用海选址、建设内容均符合《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》。    **本项目位置**  **图1-1a 海洋牧场规划图**    **图1-1b 本项目与海洋牧场规划叠置图**    **图1-1c 本项目与相邻海洋牧场规划叠置图** | | | |
| 其它符合性 | **1.与海洋功能区划的符合性分析**  根据《海南省总体规划（空间类2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目用海所在海域的海洋功能区为“三亚湾农渔业区”，见附图1-2。功能区管控措施和要求见表1-1。  根据《海南省总体规划（空间类2015-2030）》海洋功能区划和海岛专篇对三亚湾农渔业区的用途管制要求是：“主导用海类型为开放式养殖用海，可兼顾旅游娱乐用海，开展休闲渔业活动；涉海工程建设需征求相关部门意见”。本项目三亚市东西帽洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目属于开放型人工鱼礁，投放公益性人工鱼礁，不设置其他构筑物，项目用海区分为人工鱼礁建设区和自然增殖区两个区域，本项目的建设有利于保障海域的主导用海类型，同时人工鱼礁的建设，为后期开发海域的兼顾功能（旅游娱乐及休闲渔业）打下扎实基础，后期开发相关用海类型可采用立体确权的方法充分利用海域资源，可见，从本项目目前的用海情况看，本项目的实施是符合海域的主导用海功能，符合三亚湾农渔业区的用途管制要求。  三亚湾农渔业区的用海方式控制要求是：“允许适度改变海域自然属性”。本项目为三亚市东西帽洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目，用海方式包含透水构筑物和开放式养殖，不改变海域自然属性。因此，项目用海符合三亚湾农渔业区的用海方式控制要求。  三亚湾农渔业区的海域整治要求是：“合理规划增养殖规模、密度和结构，防止渔业资源过度开发”，重点保护目标要求是：“保护海域自然生态环境。”本项目包含透水构筑物、开放式养殖用海方式，项目投放的人工鱼礁具有改善环境的作用，当鱼礁投入海后，可使原来荒芜的海底变成繁盛的鱼类栖息场、索饵场、产卵场和繁殖场，保护了区域自然生态环境。项目用海能符合三亚湾农渔业区的海域整治要求和重点保护目标的要求。  根据水质、沉积物现状调查表明，调查区域海水未受到污染物的影响，均达到国家第一类海水水质标准，调查海域水质优良；沉积物质量也达到第一类沉积物质量标准，调查海域的沉积物质量较好。项目投放人工鱼礁可能会对水质环境造成一定影响，为了防止鱼礁投放对水环境造成污染，建议采取以下几种方式：①选择适当的礁体投放方式，投放后不在水底拖放移动，确保最少泥沙释放量，以保护水质不受扰动产生的悬浮泥沙的影响。②选择适当的鱼礁体投放时间，即选择海水流速较小时投放，进一步减少对水质和海洋资源的不利影响。③投放鱼礁船只应保持机件工作良好状态，避免溢油等事故发生对海洋水质和海洋资源进行影响。  通过采取上述措施和方法后，项目用海能符合三亚湾农渔业区的环境保护要求。  **综上所述，项目用海符合“三亚湾农渔业区”海域基本功能定位，符合其海域使用管理要求，因此，项目用海符合**《海南省总体规划（空间类2015-2030）》海洋功能区划和海岛专篇。  **表1-1 三亚湾农渔业区功能区管控措施和要求**   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **代码** | **功能区名称** | **用途管制** | **用海方式** | **海域整治** | **重点保护目标** | **环境保护要求** | | B1-05 | 三亚湾农渔业区 | 主导用海类型为开放式养殖用海，可兼顾旅游娱乐用海，开展休闲渔业活动；涉海工程建设需征求相关部门意见。 | 允许适度改变海域自然属性。 | 合理规划增养殖规模、密度和结构，防止渔业资源过度开发。 | 保护海域自然生态环境。 | 执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。 |     **图1-2 项目用海与《海南省总体规划（空间类2015-2030）》海洋功能区划专篇叠加示意图**  **2.与海洋生态保护红线的符合性分析**  根据2016年海南省生态保护红线，本项目用海区位于海洋Ⅱ类生态保护红线区内，对于Ⅱ类生态保护红线区，其管控要求是：“禁止工业、矿产资源开发、商品房建设、规模化养殖及其它破坏生态和污染环境的建设项目”。。  “2018年海南省生态保护红线校核优化”成果已通过省政府常务会，并上报国务院待批。根据该校核优化工作成果，三亚湾农渔业区已调出生态保护红线区。  “2020年海南省生态保护红线评估调整”工作已经完成，目前最新的“三区三线”技术成果已通过国家相关部分审查，本项目用海区域的生态保护红线与“2018年海南省生态保护红线校核优化”保持一致，即三亚湾农渔业区不在红线内。  另外，本项目人工鱼礁区与海南省（本岛）海洋生态保护红线-重要渔业资源产卵场最近距离约585m，距离海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区（一般控制区）约1260m，距离天涯海角海岸防护物理防护极重要区约6835m，本项目投放人工鱼礁，其目的是改善所在海域的生态环境，保护和增殖所在海域的渔业资源，因此，本项目的实施是有利于所在海域的渔业资源改善的，不会影响重要渔业资源产卵场，可能在人工鱼礁投放过程中会产生少量悬浮泥沙，但这种悬浮泥沙的产生量很小，也只是存在投放过程中的短暂时段，完成投放后，这种影响将很快消失，即悬浮泥沙也不会对海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区（一般控制区）和天涯海角海岸防护物理防护极重要区产生影响。  可见，从目前正在进行的生态保护红线调整成果来看，将来项目用海区域将不涉及到海洋生态保护红线的问题，对附近的海洋生态红线的影响也是非常小的。因此，本项目与海南省生态保护红线是相符合的。项目与生态红线关系图如1-3所示。  叠加生态保护红线  **图1-3 项目用海与海洋生态红线区的关系图**  **3.与《海南省休闲渔业发展规划（2019－2025年）》符合性分析**  根据《海南省休闲渔业发展规划（2019－2025年）》，规划构建‚一圈、两极、三区、一点‛的热带休闲渔业发展格局，其中：以“海澄文”一体化综合经济圈与“大三亚”旅游经济圈为南北两极，充分发挥两极在全省休闲渔业发展中的引领示范作用。  规划三亚市重点打造三亚崖州休闲渔业产业聚集示范区，发展三亚湾、后海区域。加强蜈支洲海洋牧场投入与维护，加快**东西瑁洲**、东锣西鼓海洋牧场的规划建设，发展海上牧场休闲垂钓、渔事观光体验、水上运动等活动。  本项目选址位于东西瑁洲海洋牧场区界限范围内，属于规划重点项目清单内。因此，本项目的选址、建设内容均符合《海南省休闲渔业发展规划（2019－2025年）》。    **本项目位置**  **图1-4 海南省休闲渔业发展规划--海洋牧场布局示意图**  **4.与《三亚市总体规划****（空间类2015-2030）》符合性分析**  根据《三亚市总体规划（空间类2015-2030）》，三亚的目标定位为：海上丝绸之路的战略支点、双港支撑的国际门户、国际热带海滨旅游精品城市；发展目标为：到2030年，在全省率先实现现代化，南海自由港和国际旅游城基本建成。三亚城市远景发展采取“西拓、北进、东精、中优、南联”的空间实施战略，最终形成“一带三城区、一主两副、一环两楔、多点”的空间结构。  海洋产业空间布局为“三区、六岛”两大板块。三区，即以亚龙湾风景区至野猪岛连线东分界线，天涯海角风景区至西瑁洲岛连线为西分界线，将三亚陆域和海域划分为东部、中部、西部三个海洋经济发展区。其中，西部重点发展海洋旅游、邮轮游艇产业、海洋渔业、海洋运输物流业、深海产业、临空产业、海洋信息、海洋环保业、海洋生物产业和海水资源利用。六岛，即蜈支洲、西瑁洲、椰子洲、东锣、西鼓、小青洲，重点发展海洋旅游、海岛休闲度假、海洋运动、休闲渔业、海水综合利用。  本项目选址位于西瑁洲岛的西侧，属于西部海洋经济发展区内，建设海洋牧场，改善海域生态环境及渔业资源，可为后期该区域海洋经济发展提供基础支撑，属于规划的重点发展项目清单内。因此，本项目的选址、建设内容均符合《三亚市总体规划（空间类2015-2030）》。  3-1市域城镇体系规划图（空间结构）  **本项目位置**  **图1-5 三亚市城市总体规划—空间结构示意图**  **5.与《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》的符合性分析**  根据《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》，养殖水域滩涂指海南岛及近岸海域范围内已经进行水产养殖开发利用和目前尚未开发但适于水产养殖开发利用的所有（全民、集体）水域、滩涂，共划定养殖水域滩涂一级类功能区3 类，包括禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。根据项目所在位置可知，项目用海区域属于养殖区，详见图1-6。  《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》明确提出，按照“生态优先、技术驱动、市场主导、经济高效”的要求，积极发展和推广循环高效、立体综合养殖、大水面生态养殖、稻田稻渔菜渔综合种养等节水减排养殖技术，构建适应生态渔业发展的技术支撑体系。建设循环水工厂化养殖产业园区、实施生态养殖池塘改造，大力推广海水鱼虾贝混养、淡水大水面生态养殖，适度发展稻渔菜渔综合种养模式，引导发展深远海网箱养殖和智能渔场建设，积极开发、推广全价人工配合饲料，逐步替代冰鲜幼杂鱼。通过合理布局养殖生产，科学使用投入品，采用先进的生产技术和管理措施，降低生产耗能和排放，建设生态、安全、优质、高效的现代水产养殖业，保护渔业水域环境，提供高品质水产品，促进水产养殖转型升级。本项目选址位于规划的海上养殖区内，规划管控要求为：应控制养殖规模，合理布局设施建设；近海海域可适当布置深水网箱、人工鱼礁等开放式养殖用海，但应严格控制规模和数量，避免影响该海域的传统捕捞生产；执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。  因此，本项目的选址、建设内容均符合《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》。    **本项目位置**  **图1-6a 本项目与海南省养殖水域滩涂规划位置关系图（总图）**    **本项目位置**  **图1-6b 本项目与海南省养殖水域滩涂规划位置关系图（三亚）**  **6.与《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》符合性分析**  根据《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，三亚市共划定养殖水域滩涂一级类功能区3类，包括禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。  其中：禁止养殖区划定二级类功能区15类，包括极重要水源保护与水源涵养红线区、河滨带保护及防洪安全红线区、极重要生物多样性保护红线区、极重要水土保持红线区、海岸带自然岸段防护区、海洋保护区、其他禁止养殖区、有毒有害物质超过规定标准的海域、港口航运区、工业与城镇用海区、渔业基础设施区、海洋旅游休闲娱乐区、特别保护海岛周边海域、特殊保护海岛、未批准利用的无居民海岛。限制养殖区划定二级类功能区10类，包括重要水源保护与水源涵养红线区、重要生物多样性保护红线区、重要水土保持红线区、旅游功能保护红线区、珍稀濒危物种集中分布区、重要渔业水域、重要滨海湿地、生态保留区、已批准开展旅游活动的无居民海岛、其他限制养殖区。养殖区划定二级类功能区2类，包括海水养殖区和淡水养殖区，三级类功能区5类，包括海上养殖区、沿海陆地养殖区、池塘（坑塘）养殖区、水库养殖区、其他养殖区。  本项目选址位于规划的海上养殖区内，规划管控要求为：应控制养殖规模，合理布局设施建设；近海海域可适当布置深水网箱、人工鱼礁等开放式养殖用海，但应严格控制规模和数量，避免影响该海域的传统捕捞生产；执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。  因此，本项目的选址、建设内容均符合《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》。    **本项目位置**  **图1-7a 养殖水域滩涂规划图（总图）**    **图1-7b 养殖水域滩涂规划图（分区）**  **6.与《海南省海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》的符合性分析**  根据《海南省海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》，用足用好自由贸易港政策，构建结构接力、相互协同、竞争力较强的现代化海洋产业体系。其中优化升级海洋传统产业中明确指出，要建设高标准现代化海洋牧场，以修复海洋渔业资源和生态环境为前提，根据海域特点、相关功能规划及渔民转产转业需要，因地制宜，以人工鱼礁和海草场、海藻床为载体，底播增殖为手段，增殖放流为补充，智能化信息系统为支撑，高标准建设一批兼具生态保护、休闲垂钓、观光旅游、增养殖功能的热带海域特色的养护型、休闲型和增殖型海洋牧场。鼓励社会资本参与深远海生态牧场建设，培育一批海洋生态牧场综合体，创建国家级海洋牧场示范区。其中，争创海口东海岸、儋州峨蔓、临高头洋湾、文昌冯家湾、万宁洲仔岛、三亚蜈支洲等6个国家海洋牧场示范区。重点推动琼海潭门、东方四更、昌江棋子湾、文昌铜鼓岭、文昌铺前湾、文昌潮滩鼻、澄迈马袅、海口西海岸等12个现代化海洋牧场建设。本项目位于三亚东西帽洲规划的海洋牧场范围内，属于12个重点推动建设的海洋牧场之一，符合《海南省海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》。  **7.与《三亚市海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》的符合性分析**  根据《三亚市海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》，“十四五”期间，三亚市海洋经济以海洋旅游业为主导、深海科教产业为支撑、现代海洋服务业为引领、加速海洋渔业转型升级、加快海洋新兴产业发展进程，形成产业集聚效应突出、功能清晰、特色鲜明、重点区域发展成效明显的“双核、两翼、多岛、南海联动”现代海洋经济空间格局。规划加快海洋渔业产业结构转型升级，依托三亚市地理环境优势，充分挖掘三亚市海洋牧场和休闲渔业发展潜力，建设集生态修复、耕海牧渔以及信息化技术等功能于一体，具有三亚特色的生态化、标准化、规模化、景观化、品牌化、信息化的现代化海洋牧场。“十四五”时期，重点推进2处人工鱼礁项目工程建设，主要分布崖州湾海洋牧场海域与东西瑁洲岛海洋牧场建设区，促进海洋渔业资源开发与保护，培育海底生态环境，对维持海洋可持续发展具有重大的意义。  本项目选址位于规划的东西瑁洲岛海洋牧场建设区内，属于“十四五”时期规划重点建设项目。因此，本项目的选址、建设内容均符合《三亚市海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》。  1626662468(1)  **图1-8 海洋渔业规划布局**  **8.与海南省近岸海域环境功能区划的符合性分析**  本项目离岸距离7.0km，根据《海南省近岸海域环境功能区划》（2010年修编），区划的范围为海南岛周边2海里以内海域，本项目用海位置不在区划范围内,距离本项目较近的环境功能区为三亚国家级珊瑚礁自然保护区（HN011AⅠ）和三亚倾废区（HN103DⅣ），三亚国家级珊瑚礁自然保护区位于三亚东西瑁洲岛，鹿回头、大小东海、亚龙湾一带海域，总面积85平方公里，主导功能为珊瑚礁保护，执行一类海水水质保护目标。三亚倾废区位于三亚，以109°29′00″E，18°12′00″N为中心，以0.5海里为半径范围内，面积2.7平方公里，主导功能为倾倒疏浚物，倾废区边界水质控制为二类。海南省近岸海域环境功能区划的目的是结合近岸海域开发利用规划，确定近岸海域环境功能区水质保护目标，并建立近岸海域环境功能区管理措施体系和保障措施体系，使近岸海域环境功能区划能适应社会经济发展需求，推进我省近岸海域污染防治和环境保护，促进近岸海域的可持续发展。海南省近岸海域环境功能区划主要着重方向是环境保护，实施污染物总量控制及水质分类管理，使近岸海域环境保护工作走上“管理有依据、控制有目标，从技术防治转向规划防治”的新台阶。本项目作为深水鱼礁养殖项目，不在近岸海域环境功能区划的区划范围内，与之最近的为三亚国家级珊瑚礁自然保护区（HN011AⅠ）和三亚倾废区（HN103DⅣ），本项目为开放式用海，本项目施工过程中会产生少量的悬浮泥沙，但这种悬浮泥沙产生量很小，对水质基本不产影响，本项目位于开阔海域，水体交换能力强，不会对海洋环境造成影响，可见本项目的实施与近岸海域环境功能区划的环境保护目标相符合的。  因此，项目用海符合《海南省近岸海域环境功能区划》。    **本项目位置**  **图1-9a 海南省近岸海域环境功能区划图**    **本项目位置**  **图1-9b 海南省近岸海域环境功能区划图（三亚部分）**  **9.与《海南省海洋主体功能区规划》符合性分析**  根据《海南省省海洋主体功能区规划》，项目所在海域属于重点开发区域。如图1-10，海洋重点开发区域是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。三亚市重点开发区域范围为向陆一侧以三亚市海岸线为界，东起三亚与陵水的海域勘界线，西至三亚与乐东海域勘界线，包括铁炉港潟湖海域，向海一侧以海口市近岸海域外部边线为界。面积3151.73平方千米，占海南岛周边海域规划面积的13.30%。该区域以滨海旅游业为重点，重点保护三亚沿岸的珊瑚礁、红树林生态系统；三亚南山、天涯海角海岸地貌，海岛地貌及其生态系统；加强国防建设，确保国防安全。**开发方向主要为**发展滨海旅游服务业，完善亚龙湾国家旅游度假区配套度假设施，提高配套服务水平，建设海棠湾“国家海岸”成为世界级的集滨海度假、休闲娱乐、疗养休闲等为一体的滨海度假区。治理大东海、鹿回头湾、三亚湾等中心城区滨海度假区旅游环境，加快三亚西海岸旅游区的开发建设。加快建设邮轮码头，完善配套设施和服务，推进国际邮轮母港发展，建设三亚公共游艇基地，开展邮轮游艇旅游。加快崖州中心渔港建设，发展休闲渔业，优化渔业产业结构。本项目为海洋牧场项目，通过海洋牧场的建设，能够带领渔民转产转业，改善休闲渔业的旅游基础设施，发展滨海特色旅游业与休闲渔业相关产业的综合开发，符合其功能定位和开发方向的。  因此，项目实施符合《海南省海洋主体功能区划》。  **D:\旧电脑\2016生态红线\xin\xin+xin\审查会后修改稿\海南省海洋主体功能区规划201706\13、海南省海洋主体功能区分区图—海南岛周边海域.jpg**  **本项目位置**  **图1-10a 海南省海洋主体功能区分区图-海南岛周边海域**    **本项目位置**  **图1-10b 海南省海洋主体功能区分区图-海南岛南部海域**  **10.与《海南省"十四五"生态环境保护规划》符合性分析**  2021年7月，海南省政府发布了《海南省"十四五"生态环境保护规划》（以下简称《规划》），《规划》锚定“两个领先”，明确了发展目标，建设“美丽海湾”先行示范区，到2025年，12个美丽海湾建设走在全国前列，形成美丽海湾建设、评估、宣传长效管理机制，全面带动和促进我省海洋生态环境持续改善提升。本项目所在的三亚湾，属于美丽海湾先行示范区建设的海湾，本项目作为人工鱼礁项目，不仅能够有利于恢复海域渔业资源，还能兼顾三亚湾旅游娱乐功能，同时对生态环境的恢复起到积极作用，因此，本项目的实施是符合《海南省"十四五"生态环境保护规划》的。  **11.与产业政策符合性分析**  根据《产业结构调整指导目录(2019年本)》修正版“第一类鼓励类”第一、农林业——12、远洋渔业、人工鱼礁、渔政渔港工程。本项目符合产业结构调整指导目录(2019年本)》的规定。  **12.“三线一单”符合性分析**  **（1）三线一单对照分析**  根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环评〔2016〕150 号）、《关于海南“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》和《三亚市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》分析本项目与其符合性。项目建设与“三线一单”（即生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和负面清单）进行对照分析，如下表1-2。  **表1-2 项目“三线一单”对照分析情况**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **序号** | **三线一单内容** | | **本项目对照分析情况** | | 1 | 生态保护红线 | | **符合。**本项目用海区域为三亚湾农渔业区，不在红线内。本项目人工鱼礁区与海南省（本岛）海洋生态保护红线-重要渔业资源产卵场最近距离约320m，距离海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区（一般控制区）约1.2km，距离天涯海角海岸防护物理防护极重要区约6.7km，本项目投放人工鱼礁，其目的是改善所在海域的生态环境，保护和增殖所在海域的渔业资源，因此，本项目的实施是有利于所在海域的渔业资源改善的，不会影响重要渔业资源产卵场，可能在人工鱼礁投放过程中会产生少量悬浮泥沙，但这种悬浮泥沙的产生量很少，不会对周边的生态保护红线产生影响。 | | 2 | 环境质量底线 | 大气环境 | **符合。**项目所在区域为海域，环境空气质量可按照二类功能区，根据三亚市环境空气质量年报，三亚市环境质量总体较好，本项目的实施不会对大气环境产生影响。 | | 水环境 | **符合。**根据监测结果均表明，调查海域的pH 值、化学需氧量、活性磷酸盐、溶解氧、无机氮、铜、锌、铅、镉、总铬、汞、砷含量均符合海洋功能区划要求的相应海水水质标准要求。石油类含量个别站点存在超标样品，经分析，可能是过往船只排污导致的偶然性超标。总体而言，调查海域总体海水水质良好。本项目施工期废水经收集和处理，不外排。运营期不产生任何污染物。 | | 声环境 | **符合。**项目所在区域为2类声环境功能区，项目周边无固定居民区，本项目通过采用低噪声机械设备等措施减少噪声的产生。本项目产生噪声对周边声环境质量影响较小，且施工噪声对环境的不利影响是暂时的，随着项目施工结束，施工噪声的影响将不再存在。而人工鱼礁运营期不会对周边声环境产生影响。因此本项目建设符合声环境质量底线要求。 | | 3 | 资源利用上线 | | **符合。**项目水、电用量均较小，远低于资源利用上线。且项目为海洋牧场人工鱼礁项目，不占用岸线资源。符合资源利用上线。 | | 4 | 负面清单 | | **符合。**根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本），本项目属于鼓励类，符合国家产业政策的要求。从空间布局约束来看，项目选址和建设规模符合海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》《海南省总体规划（2015-2030 年）》《海南省养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》。从污染物排放管控来看，大气污染物排放强度低，水污染物收集处理，采取报告中所列的环境污染防治措施后，大气环境和水环境影响可接受。本阶段项目环境风险物质主要是施工船舶携带的燃油，本报告针对施工期溢油事故风险组合进行预测，并提出了风险防范措施和风险应急计划，采取各类风险控制措施后，环境风险可控。本项目水资源、能源符合清洁生产的要求，不会造成较大的水消耗和能源消耗。 |   **（2）与《海南省生态环境准入清单（2021 年版）》和《关于三亚市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》的符合性分析**  依据《海南省生态环境准入清单（2021 年版）》，本项目所在地三亚市属于南部片区，本项目与片区总体生态环境管控要求符合性分析详见表1-3，经分析可知本项目能够满足其原则要求。  根据“海南省三线一单成果发布系统”分析叠图，项目所选海域涉及1个近岸海域一般管控单元，为海南省三亚市近岸海域一般管控区8（HY46020030008），见附件《“三线一单”综合查询报告书》。项目所在片区生态环境管控要求及本项目与管控要求的符合性见表1-4。  **表1-3 与总体生态环境管控要求符合性分析**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 总体生态环境管控要求 | 本项目情况 | 符合性 | | 1 | 加快基础设施建设。在三亚市、陵水县建设跨区域生活垃圾焚烧发电厂。加强农业面源污染防治。城镇新建排水管网实行雨污分流。提高污水收集处理率，推进污水处理厂尾水深度处理净化。 | 本项目不涉及相关内容 | / | | 2 | 优化交通运输结构，加快推行新能源车替代燃油车，强化施工和道路扬尘管控。 | 本项目不涉及相关内容 | / | | 3 | 优化水资源配置，改善供水条件，提高供水保障水平，保证高峰期用水需求。 | 本项目不涉及相关内容 | / | | 4 | 禁止明显破坏生态环境的建设活动。 | 本项目为海洋牧场示范区项目，为生态修复类项目，项目建设能够恢复生态环境和渔业资源。 | / | | 5 | 扎实推进热带雨林国家公园建设。 | 本项目不涉及相关内容 | 符合 | | 6 | 实施严格的围填海总量控制制度和规范审批程序，除国家和省重大基础设施建设、重大民生项目和重点海域生态修复治理项目外，严禁围填海。 | 本项目为海洋牧场示范区项目，主要进行人工鱼礁增殖渔业资源，为透水构筑物，不存在围填海，主要施工内容为人工鱼礁的抛投，对周边环境产生影响较小。 | 符合 | | 7 | 三亚市全面实施生活垃圾分类。其他市县积极开展生活垃圾分类试点，到2022 年所辖范围内全面推行生活垃圾分类。 | 本项目不涉及相关内容 |  | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **表1-4 本项目所涉及及管控单元的相关管控要求（近岸海域管控分区）**   | 环境管控单元编码 | 管控单元名称 | 管控区类型 | 管控维度 | 管控要求 | 本项目情况 | 符合性 | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | HY46020030008 | 海南省三亚市近岸海域一般管控区8 | 一般管控 | 空间布局约束 | 1、允许适度改变海域自然属性。2、合理规划增养殖规模、密度和结构，防止渔业资源过度开发。 | 1.本项目为国家级海洋牧场示范区建设项目，用海方式为开放式用海和透水构筑物（人工鱼礁），人工鱼礁用海基本不改变海域的自然属性，符合允许适度改变海域自然属性。2.本项目约76公顷为自然增养殖区，不会规划新增养殖，本项目的实施意在恢复所在海域的渔业资源，符合相关管控要求。 | 符合 |     **图1-11 “海南省三线一单成果发布系统”分析叠图** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 根据中共三亚市委办公室三亚市人民政府办公室印发《关于三亚市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》的通知，项目选址与三亚市生态环境分区管控方案符合性详见表1-5及图**1-12**。  **表1-5 项目与分区管控方案符合性**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **管控区** | **管控要求** | **项目情况** | **符合性分析** | | 总体生态环境管控要求 | 突出区域发展与生态环境保护战略要求，强化生态系统保护和环境污染治理，加强生态空间分区管控。严格北部生物多样性维护和水源涵养功能区、海岸带及近岸海域生物多样性功能区等生态保护；统筹水生态、水环境、水资源系统化管控，有序推进宁远河、三亚河和藤桥河等重点流域、城镇内河（湖）和近岸海域水污染整治；加大产业结构、能源结构和交通输运结构调整力度，加强氮氧化物与挥发性有机控制；实施农用地分类管理和污染地块分用途管理，重点加强基本农田、南繁基地土壤环境风险防控；强化岸线开发管控，加强岸线生态修复。 | 本项目为海洋牧场项目，项目的实施基本不会对近岸海域水质环境带来影响，尽在人工鱼礁抛投产生一定的悬浮泥沙，施工的影响时间短、范围小，海洋牧场项目是对海域生态环境的有效修复措施之一，符合总体生态华景管控要求 | 符合 | | 分类生态环境管控要求 | 全市共划分优先保护、重点管控、一般管控三类174个环境管控单元，其中陆域环境管控单元117个，海岛环境管控单元15个，近岸海域环境管控单元42个。确定优先保护单元、重点管控单元、一般管控单元的生态环境管控要求。20个。**本项目涉及一般管控单元一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求，加强生活污水和农业面源污染治理，推动区域环境质量持续改善。** | 本项目涉及到的分类管控单元为一般管控单位，本项目作为海洋牧场项目，符合一般管控单元的管控要求。 | 符合 | | 分区域生态环境管控要求 | 在全市总体生态环境管控要求的基础上，突出区域生态环境特征、发展定位及未来环境压力等，确定各分区的差异化生态环境管控要求。**天涯区：严格保护近岸海域珊瑚礁和红树林生态系统，严格保护砂质岸线资源和沿海基干防护林带，严格控制围填海活动和岸线开发利用强度。** | 本项目为人工鱼礁用海，用海方式为透水构筑物用海。用海区域没有珊瑚礁和红树生长，不占用岸线资源，不涉及围填海及岸线开发活动。 | 符合 | | 湾区生态环境管控要求 | **三亚湾：**严格控制海岸线开发、海上游乐活动强度和开发建设退岸距离，治理城镇面源污染，大力推进三亚河水质提升，完善陆域环境基础设施，加强近岸海域及港口码头、船舶环境污染控制和风险防控。 | 本项目为为人工鱼礁用海，用海方式为透水构筑物用海。不涉及岸线开发，本项目人工鱼礁抛投过程中，加强船舶管理，防止船舶污染排放，同时做好风险防控，尤其做好施工船舶碰撞及溢油风险防控。 | 符合 |     **图1-12 三亚市海域环境管控单元分布图** |

二、建设内容

|  |  |
| --- | --- |
| 地理位置 | 项目位于三亚市南部三亚湾与红塘湾之间的海域，位于三亚湾农渔业区内。项目北侧为天涯海角景区，距离约7km；东侧为半路石、西瑁洲岛(西岛)，距离约2.5km；南侧和西侧为南海，具体地理位置见图2.1-1。    **图2.1-1a 项目位置图**    **本项目位置**  **图2.1-1b 项目位置图** |
| 项目组成及规模 | **项目由主体工程、辅助工程、环保工程和依托工程组成，具体项目组成一览表见表2.2-1。**  **1、主体工程**  本项目为三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目，用海范围为1100×900m的矩形，总用海面积为100公顷（1500亩），用海范围内共设六个鱼礁区，礁区呈“田”字形布置，北侧设三个礁群，礁群之间的间距为100m；南侧同样设三个礁群，礁群之间的间距为100m。六个礁群区的用海面积均为4公顷（60亩），总用海面积为24公顷（360亩），总投放的人工鱼礁数量为702个，总空方量为32460方，自然增殖总用海面积为76公顷（1140亩）。项目建设周期计划需要12个月，项目总投资为2081.28万元，建设资金中的2000万元拟申请中央资金，81.28万元拟采用地方政府配套资金。  **2、辅助工程**  本项目辅助工程主要为施工期鱼礁预制场，鱼礁的存放场地应符合靠近制作点或安装现场地势平坦，有足够存放面积和承载力，综合影响较小。本项目计划租用南山港后方面积约25000平方的空地作为施工材料堆放、加工及鱼礁存放场地。预制场分为办公区、搅拌站、材料堆放场、鱼礁浇筑区和鱼礁存放区，搅拌站采用HZS25混凝土搅拌站，水泥采用水泥罐存放，砂石料仓硬化后分隔存放，搅拌水采用自来水。  **3、环保工程**  本项目施工期主要涉及礁体制作及输运投放过程，在临时预制场设置生活污水收集设施，设置临时移动厕所；施工废水采用收集沉淀，综合利用，多余的施工废水经沉淀处理后用于南山港区绿化；预制场设置生活垃圾收集设置，大件固体废物交由环卫部门处置利用。船舶施工人员所有的生活污水、含有废水均统一收集，定期清运，交由资质单位统一处置，船舶设置生活垃圾收集设置，定期交由环卫部门处置，船舶设置费油收集设置，交由资质单位统一处置。  运营期主要为鱼礁运营看护人员及船舶产生的生活污水及生活垃圾，本项目运营期间依托三亚港码头，目前，三亚港码头众多，主要为旅游码头，如鸿洲游艇码头，还有很多公务码头，三亚港各码头配套设施齐全，各项环保设施比较完善，看护船舶一般为公务船舶，船舶有较高的环保设施配置，能够有效收集生活垃圾及生活污水，每到港均到固定区域对其进行抽吸处置，生活垃圾统一收集处理。  **4、依托工程**  本项目施工期主要的依托工程为南山港码头（人工鱼礁的预制及运输），南山港码头满足出运所需条件，且南山港有充足的区域设置预制场地；运营期主要对人工鱼礁进行看护及可视监控设备维护，距离三亚港较近，可充分利用三亚港区位优势和三亚港众多的码头及配套设施，能够有效保障本项目的运营。  **表2.2-1 项目组成一览表**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **工程组成** | **工程名称** | **主要内容** | | 主体工程 | 人工鱼礁 | 本项目申请用海面积为100公顷（1500亩），用海范围内共设六个鱼礁区，礁区呈“田”字形布置，北侧设三个礁群，礁群之间的间距为100m；南侧同样设三个礁群，礁群之间的间距为100m。六个礁群区的用海面积均为4公顷（60亩），总用海面积为24公顷（360亩），总投放的人工鱼礁数量为702个，总空方量为32460方，自然增殖总用海面积为76公顷（1140亩）。 | | 辅助工程 | 临时预制场 | 本项目辅助工程主要为施工期鱼礁预制场，计划租用南山港后方面积约25000平方的空地作为施工材料堆放、加工及鱼礁存放场地。 | | 依托工程 | 依托码头 | 项目施工期主要的依托工程为南山港码头（人工鱼礁的预制及运输），南山港码头满足出运所需条件，且南山港有充足的区域设置预制场地；运营期主要对人工鱼礁进行看护，距离三亚港较近，可充分利用三亚港区位优势和三亚港众多的码头及配套设施，能够有效保障本项目的运营。 | | 环保工程 | 船舶生活污水收集设施、生活垃圾收集设施 | 施工期施工船舶须配备生活污水收集设施和必要的生活垃圾收集设施，施工产生的生活污水及生活垃圾纳入施工单位自身的污水处理处置方案中，由施工单位统一对其妥善处置。 | | 船舶油污水收集、处置设施 | 施工船舶均配备油污水收集设置，油污水经收集后由施工单位交由与施工单位签订相关协议的处理单位进行处置，纳入施工单位油污水处置方案中，针对本项目而言，在施工过程中必须要配备相关的收集设施。 | | 预制场环保工程 | 在临时预制场设置生活污水收集设施，设置临时移动厕所，定期由专业清污公司进行处置；施工废水采用收集沉淀，综合利用，多余的施工废水经沉淀处理后用于南山港区绿化；预制场设置生活垃圾收集设置，大件固体废物交由环卫部门处置利用；进出预制场应设置过水设施，做好物料的环境保护措施，尤其针对预制物料，做好防尘防漏措施，同时在预制场周边设置隔音屏障等设施。 | |
| 总平面及现场布置 | **1、礁区规划布局**  人工鱼礁渔场是具有渔业生产功能的鱼礁群或鱼礁带水域，主要由鱼礁单体、单位鱼礁、鱼礁群和鱼礁带构成。如下图2.3-1所示。  3  **图2.3-1 人工鱼礁渔场组成图**  单体鱼礁是建造人工鱼礁的单个构件，是组成单位鱼礁的构造物。  单位鱼礁是由一个或多个单体鱼礁组成的鱼礁集合，它的形式通常是小型鱼礁单体的集合物，也可以是大型组合鱼礁与小型鱼礁单体的组合体。  鱼礁群是单位鱼礁的有序集合，通常由相互关联的若干个单位鱼礁(群体礁)所构成的鱼礁集合体。  鱼礁带是由两个和两个以上鱼礁群构成的带状鱼礁群的有序集合。  **1.1鱼礁布局思路**  人工鱼礁在礁区的布局对鱼礁效果的影响很大。不同类型鱼礁的布置形式也有所不同，如养殖型鱼礁中的海参礁需要选址在海藻茂密区，鱼礁根据海藻生长位置进行围圈布局；旅游鱼礁需要尽量分散布置，使游客在各个鱼礁周边游玩时互不干扰；增殖型鱼礁需要密集型投放，鱼礁采用组团型布置；渔获型鱼礁采取带状排列，鱼礁带之间需预留较宽的距离，以便于捕捞渔船作业留出空间。  鱼礁群内宜交叉布置繁育型、饵料型和庇护型三种单位鱼礁，使其在功能和作用上形成互补。鱼礁的布置方向宜与海流方向交叉，以此阻碍潮流运动而产生特殊的涡流流场，从而滞留更多喜欢栖息于涡流中缓和区的鱼类，同时涡流也会造成浮游生物和甲壳类的聚集，为周边鱼类提供饵料。  **1.2礁区平面布置方案**  综合考虑项目选址区域的规划、海洋水文动力、地形地貌、生物条件等因素，结合项目的需求，本报告提出了以下礁区的平面布置方案。  本方案用海范围为1100×900m的矩形，总用海面积为100公顷（1500亩），用海范围内共设六个鱼礁区，礁区呈“田”字形布置，北侧设三个礁群，礁群之间的间距为100m；南侧同样设三个礁群，礁群之间的间距为100m；考虑到本项目用海区域距离倾倒区较近，鱼礁区整体偏北布置，南边鱼礁区距离倾倒区约400m；南、北侧的礁群之间的距离为100m，满足技术规范中“鱼礁群的最大间距不应超过1000m”的要求。六个礁群区的用海面积均为4公顷（60亩），总用海面积为24公顷（360亩），总投放的人工鱼礁数量为702个，总空方量为32460方；除礁区外的海域拟用于自然增殖，以促进项目海域渔业生态资源的恢复，自然增殖总用海面积为76公顷（1140亩）。  **2.人工鱼礁建设方案**  **2.1单体鱼礁设计方案**  **2.1.1人工鱼礁的作用与聚鱼机制**  **（一）人工鱼礁的海洋学机制**  人工鱼礁投入到海中之后，无论是沉式鱼礁、悬浮式鱼礁或浮式鱼礁，都会使其周围的流场发生一定的变化。就沉式鱼礁而言，迎流面一般都会产生上升流，背流面产生涡流。同自然水域的上升流区通常是良好渔场（主要指中上层鱼类渔场）一样，人工鱼礁形成的上升流区，同样也是鱼类喜欢聚居的地方，尽管其范围比较小。由于上升流区域的上、下层水体之间交换比较活跃，表层高氧海水容易潜入到下层，甚至底层；而下层富于营养的海水则容易上升到上层，这样就形成了海洋初级生产力较为繁盛的区域。在背流面的涡流区，浮游饵料生物由于动力学的原因，往往被凝聚成密度较大的小区域，引诱鱼类聚集。此外，幼鱼特别喜欢在鱼礁周围索饵。这样，不同营养层的物种聚到鱼礁周围，形成了一个小型的人工生态系。总的来说，人工鱼礁生态系统的形成，可分为流场效应，饵料效应和避敌效应等三个层面来理解。这就是人工鱼礁的海洋学机制。  **（二）人工鱼礁的聚鱼原理**  （1）鱼礁提供了广大的礁体表面积，适宜许多附着生物生长，培养了许多鱼类赖以为生的饵料生物，鱼类为了摄食方便自然争相聚集；  （2）礁体本身的结构、堆放后的重叠效应，以及它表面生长着茂密如林的附着生物都构成了许多大小的孔隙、洞穴、适宜许多稚鱼的庇护成长，为鱼类栖息提供场所和活动空间；  （3）鱼礁表面也可以提供许多粘着性鱼卵、乌贼卵等的附着和孵化环境，浮游性鱼卵孵化之后的稚鱼也可获得庇护成长的环境；  （4）中上层的洄游鱼类多半有聚集在海底礁等上层的习性，因此人工鱼礁同样会吸引大群洄游性鱼类在其上层巡游聚集；  （5）鱼礁改变了海水流态的时候，也改变了海水的声学效应，因此，海水在输送过程中遇到礁体形成涡动进而产生声波时，声波可传到更远的地方，这对鱼礁趋礁行为的发生是十分有利的。  （6）鱼礁形成的光、味环境对鱼类的诱集起到一定的生物学效应。鱼礁的材质多种多样，有些材质的鱼礁在投放后会溶出水溶性物质，礁体上及其周围的生物所产生的分泌物和有机分子的扩散，也直接影响鱼礁下流方向的气味环境。  **2.1.2人工鱼礁的类型与设计原则**  人工鱼礁的类型较多，按礁体的材料，可分为钢筋混凝土鱼礁、石碓鱼礁、钢鱼礁、玻璃钢鱼礁、竹木鱼礁和废弃物鱼礁等。  混凝土或钢筋混凝土人工鱼礁目前使用最广，由于组成混凝土的凝胶材料品种多，如有机的、无机的，气硬性的、水硬性的，有活性的，惰性的，纳米级超细微粒的，还有数十毫米尺度的大颗粒凝胶等。这种鱼礁的可塑性强，可制成不同的形状，如立方体形、金字塔形、管状、块状等。混凝土鱼礁不仅耐腐蚀，而且对鱼类的诱集性能也较好。  石堆礁体在香港等地一直都在采用，具有能够提供较大的表面积，适宜许多附着生物的生长。石碓礁体从表面积、阻水面积、所产生的上升流都比同等价格的混凝土礁体要大；石块对海洋生物珊瑚、藻类、附着性生物、底栖鱼类，特别是龙虾、鲍鱼有很大的亲和性，喜欢附着、栖息在石块礁体附近，在沉积淤泥的海底，投放石块后5 年内即可长出珊瑚，相对而言混凝土礁显得非常空洞。因此，初步判断石块礁体效果不逊于混凝土礁体。  钢鱼礁是在工厂制作好部件后，运输至码头，然后再进行现场组装与投放。钢质材料适合于制造投放于深海域的大个体鱼礁，钢鱼礁坚固，能够抵抗风浪，并且不会滑动。钢鱼礁的成本高，需要解决好防锈蚀问题，在钢材价格高涨的背景下，普及推广难。  竹木鱼礁，材料易得，加工容易，运输方便，但其抗风浪性差，加上易被腐蚀等因素，使这种鱼礁使用较少。本项目拟也不采用此类鱼礁。  废弃物鱼礁是用废旧轮胎、废旧汽车、废旧船体等堆放形成的人工鱼礁，这种人工鱼礁可以使废品重复利用，成本低。船礁能够产生上升流，在雷诺数比较大的时候能够产生湍流和涡流，水越深，产生的湍流强度就越小，集鱼效果就越低；单体船礁比方体鱼礁和三角形鱼礁更容易产生上升流和背涡流；大礁体更容易产生湍流。利用废旧船舶、汽车和轮胎等制成的鱼礁。这类礁体的制作可以变废为宝，但在投放之前必须进行清洗、去污等处理，否则会对海洋生态环境产生一定的污染。本项目计划吸纳一部分三亚渔民转产转业后废旧钢制渔船。  混合型鱼礁：由多种材料制成，如由混凝土构件、木材、钢铁、石块、瓦片、贝壳等组成的礁体。多材料混合已逐渐成为鱼礁礁体设计的一个新的方向，可适当发挥不同材料的作用，起到最佳的综合效果。  由于人工鱼礁的材料要求具有耐久性、经济性、稳定性以及生态性，同时不能有任何污染环境的物质渗漏，因此材料综合化是人工鱼礁建设的一大趋势。我国目前造礁途径主要有三种类型：利用废旧渔船建设人工鱼礁、利用天然石料建设人工鱼礁和利用钢筋混凝土（或混凝土）建设人工鱼礁。  综合考虑项目投资及后期维护成本等因素，结合鱼礁类型的实用性，本项目人工鱼礁礁体材料拟采用混凝土鱼礁。  **2.1.3人工鱼礁礁体选型**  **（一）人工鱼礁礁体设计原则**  （1）应保证礁体构件的运输、组装和投放过程切实可行，投放安全。  （2）不同高度的礁体配合投放。较低的礁体适合于底栖鱼类，较高的礁体适合于浮游鱼类。在同一个礁区内可通过布置高低不同的礁体，以适应不同种类海洋生物的需要。  （3）良好的透空性。礁体内空隙的数量、大小和形状将影响礁体周围生物的种类和数量的多寡。应尽量将礁体设计成多空洞、缝隙、隔壁、悬垂物结构，使礁体结构有很好的透空性。  （4）增大礁体的表面积。礁体表面积的大小直接关系到礁体上附着生物的数量，着生在礁体表面的海洋生物是鱼类的重要饵料之一，这对于高度较小的深水鱼礁尤其重要，在礁体的设计中应尽量增大礁体的表面积。  （5）具有良好的透水性。只有保证礁体内有充分的水体交换，才能使礁体的表面积得到有效利用，确保礁体表面固着生物的养料供给。  （6）具有良好的耐久性。鱼礁结构在海中需要长期保持预定的形状，人工鱼礁单体的设计使用寿命不宜小于30年。  **（二）人工鱼礁工程设计与结构优化的准则**  针对礁体的物理特性，确定的选比准则并没有引入礁体生态聚集效应的相关研究成果，但在实际应用中应对其加以考虑。根据抗倾覆抗滑移技术、物理环境功能造成技术和礁群（区）配置组合技术的研究结果，得出人工鱼礁工程设计与结构优化的两项准则：安全准则和效益准则。在选比准则的确定过程中，应首先对拟建人工鱼礁区的流速、波浪、海床底质及坡度和天气情况进行本底调查。  **（1）安全准则。**参考本底调查中获得的水文、海床等条件，通过模型试验和数值计算，判断礁体和礁群的抗滑移抗倾覆能力，并根据交通运输部颁布实施的港口工可有关规定，选择安全的投放区域和水深。在具体实施中，应根据礁体的设计原型制作模型礁，进行模型试验，通过相似原则进行礁体抗倾覆和抗滑移能力判断，同时，可通过数值计算的手段，对礁体和礁群在一般波浪条件和极端波浪条件下的安全性进行校核。  **（2）效应准则。**效益准则是指礁体、礁群及礁区的设计、配置和布局模式对物理环境的影响能力，需考虑单个礁体造成的上升流及背涡流范围、礁群间距与流场变动之间的关系以及礁区布局对整体水交换的影响等方面的因素。由于礁体-礁群-礁区的尺度不同，应用效应准则的方法各有不同；对尺度较小的单礁或组合礁，可使用模型试验与数值计算相结合进行研究；但由于礁群和礁区尺度相对较大，一般引入数值模拟的研究手段。    **图2.3-2 人工鱼礁礁体（群）配置组合总体设计思路**  **（三）人工鱼礁礁体-单体结构设计**  鱼礁单体是用于建造鱼礁场的单个构造物，是构成单位鱼礁的最基本的单元。鱼礁单体形状多种多样，大小和材质也不同，其构造必须具备良好的流场效应、生物效应，能够有效地增殖资源、诱集鱼类的功能。迄今为止，已开发出来的鱼礁单体，其种类达到数百种。鱼礁单体需考虑其水动力性能、生物附着性能、聚集鱼类性能。人工鱼礁单体的设计与材料虽没有统一的标准，但需要综合考虑经济实惠、安全耐用、多空间与表面积、制造与投放方便等因素。    **图2.3-3 人工鱼礁礁体设计与结构优化技术**  **（1）礁体大小**  鱼礁的外形尺寸取决于水深、流速及鱼种。鱼礁的高度因鱼种而异，目前尚无统一的标准，但要根据海况、水深、底质、资源状况、海上交通、礁体功能等情况综合考虑，在20～40m水深海域投礁，日本通常采用的礁体高度为水深的1/10～1/5。也有人认为，若不考虑海上交通因素，礁体高度可高些，离海面3～5m也可以，因为这样有利于诱集不同水深的生物，日本35m以上的大型人工鱼礁就是基于这一因素而设计的。对于表层、中层鱼种，一般可取1/10水深作为鱼礁的高度。鱼礁的宽度可根据雷诺数Re来确定。由流体力学已知Re=Bu/v，B为鱼礁宽度，u为海水流速，v为海水粘滞系数。流体由层流过渡为紊流时的界限可由雷诺数Re加以判定，在一般情况下，Re＞104时，便有层流向紊流过渡现象发生。因此，当海水流速已知时，即可由Bu/v ＞104求出鱼礁的宽度B。  当礁高与水深之比为1:10，佛劳德数为0.09，则产生最佳的地形波。  佛劳德数可用下式表示：  ，  式中：—流速；  —重力加速度；  —水深；  —海水密度比；  、—上层、底层海水密度。  当流速增大，>0.32时，地形波就流动，在鱼礁背后形成流影。  本项目根据以上设计要求结合当地的海况等自然条件,确定鱼礁高度为3～4m，宽度也为3m～4m左右（立方礁）。  **（2）人工鱼礁礁体技术指标**  鱼礁设计的一些技术指标要求有：  **①礁体表面积与礁体体积之比**  即，在相同礁体体积情况下，增大表面积，则值就增大。由于附着生物量增多，所以对增殖类海洋生物鱼礁有利。  **②礁体空方体积与礁体体积之比**  即，在相同礁体体积情况下，增大空方体积，则就增大，由于有较大流态效应，所以对诱集鱼类型的鱼礁有利，但不一定所有类型的鱼礁有利，如对游钓型鱼礁来说，由于此礁空洞太多，容易造成钩挂钓钩、钩线，进而影响游钓乐趣。  **③礁体覆盖区**  指的是一座鱼礁底部所占的水平面积。对于尺寸相似的礁体而言，直径较小的单独配置的礁体，由于表面积有限，所以对恢复或补充无脊椎动物和鱼类资源就少。而对于栖息在礁体底部四周的种类，或是利用礁体作为避难所在礁体周围觅食的种类来说，就会受益于单体鱼礁，而且单位鱼礁也方便渔船进入礁区生产捕鱼。  **④礁体结构**  如果人工鱼礁的目的是增殖型的，那么它的构造最优设计是：A礁体基部或较低部位应配置较多材料；B工程设计要有突出结构，以便吸引更多生物栖息；C底层建筑以上要有较高构造。同时，建筑的形状还决定于它在风浪作用下的恢复力，而且礁体结构也会影响渔民和潜水者能否有效利用的重要因素。  **⑤颜色与差异**  礁体颜色及其对比度会影响礁体建筑的可见度，许多鱼类受鱼礁的吸引是根据可见的参照物或微生物在水流中移动方向来寻找鱼礁的，但这种颜色差异不是一个长期因素，因为随时间的推移，当地海区的物体会把礁体覆盖而改变颜色。  **⑥朝向**  一座人工鱼礁与主要水流的定向关系，会影响到整体效果。一般而言，与海水主流方向成垂直状态时为最好。这种方位的配置可以在礁体背流面为鱼类创造最大空间的庇护所，还有一些种类在流经礁体形成的紊流里觅食和生存。这种礁方位还可减缓水流速度，使佩戴水下呼吸器的潜水者受益。  **⑦适宜性**  如果鱼礁建造的目的是为了提高钓鱼条件，那么选择材料和设计构造时就要注重为钓鱼创造条件，而不是障碍，否则就会造成钓钩、钓线纠缠于障碍物而影响钓鱼效果。  **(3)人工鱼礁礁体优化选型**  尽管至今为止人们对人工鱼礁的生态诱集技术的研究已取得一些成果，但是人工鱼礁在礁型、礁体结构、建筑材料以及礁体组合和布局等方面应该如何搭配才能达到其最佳效果，目前尚不清楚。目前只是在实验室内通过模拟自然环境条件，利用礁体模型进行了鱼类生态诱集技术的系统性研究和定性定量研究。根据国内对礁体模型试验获得的一些成果作为本次人工鱼礁礁体优化选型的依据。  结合当地海底地形、地质情况，对礁体进行初步的抗沉、抗滑和抗倾计算，设计了以下较为常用的2种礁体型式：长方体箱型和镂空框架型，各礁体的形状、特点见下表2.3-1。  表2.3-1 推荐礁体型式表   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 礁体方案 | 型式 | 空方体积  （m³） | 重量  （t） | | 1 | 方案一 | 钢筋砼结构（长方体箱型3.4\*3.4\*4m） | 46.24 | 18.25 | | 2 | 方案二 | 钢筋砼结构（镂空框架型3.5\*3.5\*3.5m） | 42.875 | 23.57 |   **①长方体箱型鱼礁**  长方体框架箱型鱼礁属于庇护型鱼礁单体，兼顾繁育型。该型鱼礁具有保护鱼类的功能，鱼礁区的存在可以使得大型渔具不敢靠近，鱼礁区自然而然地形成了禁渔区和鱼类避难所，从而保护了礁区的鱼类和各种生物资源。鱼类在幼体阶段，随时都有被吞食的可能，因此鱼类除了摄食的行动以外还时刻注意着栖息避敌环境。庇护型鱼礁为鱼类营造了安全、良好的居室和庇护所。由于有鱼礁作为庇护所，所以能使得大量幼鱼逃过被凶猛鱼类和其他敌害捕食的厄运，从而提高了幼鱼的存活率，使鱼类资源得以安全、健康繁殖。长方体箱型鱼礁呈现出空方体积较高、稳定性较好、施工较方便、实际使用效果较好等优点。该礁型缺点是耗费混凝土材料较多，制作相对复杂。    **图2.3-4 长方体箱型鱼礁单体示意图**  **②镂空框架型鱼礁**  镂空框架型鱼礁由上下两个底面和两个对角构件组成，礁体内部结构复杂，能产生相当规模的背涡流，非常有利于各种鱼类的栖息、避敌、索饵作用，能充分产生阴影和改变流向，即同时从遮蔽效应和流场效应两方面起到聚集和增殖鱼类的效果。镂空框架型鱼礁的优点是整个礁体能较好的为，重心较低，鱼礁单体稳定性较强。制作相对简单，表面积最大，可作为恋礁性鱼礁和藻类附着的海洋生物礁体，同时为底栖类、贝类、幼鱼和小型鱼类等提供蔽护空间。缺点是鱼礁单体空方较小，常使用于较浅海域，礁体周围海水流态相对较为单一。    3.5m  3.5m  3.5m  **图2.3-5 镂空框架型鱼礁单体示意图**  **③推荐鱼礁方案**  综合考虑本项目选用的鱼礁单体为长方体箱型鱼礁，鱼礁结构尺寸为3.4m（长）×3.4m（宽）×4.0m（高），表面积为96.86m2，空方量为 46.24m3，混凝土方量为7.45m3，重量为18.25t。礁体底梁向外加宽至40cm，加厚至25cm，一方面是增加礁体底面积、减缓礁体泥沙底质环境的沉降速度，另一方面有利于礁体的抗倾抗滑；鱼礁的设计按照《混凝土结构设计规范》GB50010-2010(2015版)的要求实施，应确保结构牢固，同时要有尽可能多的空方结构。钢筋类别采用Ⅱ级以上，水泥标号采用425#以上，受力钢筋混凝土保护层厚度要求≥45mm，混凝土强度要求达到C20以上。  表2.3-2 长方体箱型鱼礁技术指标表   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **项目** | **单位** | **数量** | **备注** | | 空方体积 | m³ | 46.24 |  | | 材料体积 | m³ | 7.45 |  | | 空方比ε | % | 81.14 |  | | 重量 | t | 18.25 |  |   **（四）人工鱼礁礁体结构稳定性计算**  人工鱼礁礁体的结构稳定性计算在现行的规范中没有具体明确，本报告主要参考孙满昌主编的《海洋渔业工程学》（中国农业出版社，2015）中有关内容进行计算。  礁体在水中的稳定性主要涉及滑动安全性和滚动安全性两个方面，因此，礁体的设计应从这两个方面着手：  **（1）滑动安全性**  礁体不被水流冲击而发生滑动，此时需满足礁体与海底间的静摩擦力大于流体作用力。 可得理想滑动安全系数的计算式如下：  （2.3-1）  式中：F—礁体与海底间的最大静摩擦力（N）  —礁体材料的密度(kg／m3)；  V—礁体的实体体积(m3)；  一海水密度(kg／m3)；—礁体与海底间的静摩擦系数，取0.5~0.6  一礁体所受的流体作用力(N)  若校验结果>1．2，则满足稳定条件。  以上计算并未考虑礁体陷入海底泥沙中的情况，若礁体陷入沙中，则礁体底面必受到泥沙的压力作用，此压力值须添加到理想安全系数计算式的分子中去，即  （2.3-2) 式中：一泥沙对礁体的压力的相当值(N)，其值为=；  —受动土压系数，其值为  一泥沙的密度(kg／m3)；  h—礁体陷入泥沙中的高度(m)；  —泥沙内部的摩擦角；  —受压礁体(板)与泥沙的摩擦角。  同理，若校验结果>1.2，则满足稳定条件。  **（2）滚动安全性**  要求礁体不被水流冲至翻滚，在理想状态下(假设礁体未陷入泥沙)需满足礁体的阻抗转矩大于流体作用力对礁体产生的动转矩(图2.3-6)。可得理想滚动安全系数的计算式如下：  (2.3-3)  式中：—流体作用力的最大作用高度(m)；  一礁体重心至可能回转中心的水平距离(m)。  若校验结果>1.2，则满足稳定条件。    **图2.3-6 滚动安全系数计算示意图**  表2.3-4 人工鱼礁稳定性计算表   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 礁体类型 | A(m2) | Vm（m/s） | F0(N) | |  | | --- | | 滑动 | | 滚动 | 校验结果 | | 1 | 立方箱型礁体 | 16.0 | 0.85 | 48489 | 2.82 | 5.13 | 稳定 |   **2.2单位鱼礁设计方案**  鱼礁的有效范围与流速、流向有关，而流速流向又往往是处于经常变化之中，所以要充分了解设礁地点的水流情况，才能最有效地利用水流的作用。流体实验结果表明(见图2.3-7)，当水流碰到一个物体时就产生加速区，在物体的后面形成3种不同流区，即非粘性流区(层流区)、粘性流区(紊流区)和涡流区(逆流区)。从流速坐标上可见，流速在流影边界附近开始变慢，而且逐渐趋向于0，当到达0点时，流向就转向逆流方向，流速逐渐增大，但逆流流速小于层流流速。  9  **图2.3-7 物体后方的流影图**  单体鱼礁在水流中，其横向的影响(即与水流垂直的方向)为礁体高度的1.5倍，其纵向影响(即顺着流的方向)为礁体高度的6倍以上。如果小于此数，可将其附近的鱼礁作为一个整体鱼礁看待。因此在考虑各单位鱼礁的间距时，一般要求其净距离需大于礁体高度的6倍以上。  单位鱼礁的布置形式一般以矩阵分布为宜，并尽量选择不同形状、类型和材料的礁体有序的间隔分布，这样有利于发挥各类礁体的优势，对于小型鱼礁，分散布置对底层鱼类较为有利，但若过于分散，则会降低鱼礁效果。  根据《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T 9416-2014）有关规定，资源保护型人工鱼礁单位鱼礁规模宜大于3000空方，休闲生态型人工鱼礁单位鱼礁规模宜大于400空方，资源增殖型人工鱼礁单位鱼礁规模宜大于300空方。相邻单位鱼礁之间的间距不超过200m。  综合以上因素，考虑本项目采用的单位鱼礁类型为休闲生态型，拟选用的单位鱼礁尺寸为15×15m，由9个单体鱼礁构成，呈3行3列矩阵分布，每个单体鱼礁占据5m×5m的空间区域，单体鱼礁之间净距约2m，视为一个整体，单位鱼礁的空方数为416.16方。    **图2.3-8 单位鱼礁布置图**  **2.3人工鱼礁礁区设计方案**  根据《人工鱼礁建设技术规范》（DB37/T2090-2012），增殖固着生物和附着生物为主的资源增殖型人工鱼礁，单位鱼礁的边缘间距不应超过200m；诱集游泳类生物为主的休闲生态型人工鱼礁，可适当扩大单位鱼礁边缘间距，但最大不应超过1000m。单位鱼礁按照一定排列方式组合配置，鱼礁投影面积与鱼礁设置范围面积比例以5%～10%为宜。  本项目的礁区采用200×200m的方形布置，以方便进行礁区管理和标示。礁区内由13个单位鱼礁构成，平面呈5行5列矩阵分布，礁区总空方数为5410.08方。礁区中单位鱼礁的总投影面积为2925㎡，占礁区设置范围面积的比例为7.31%，满足《人工鱼礁建设技术规范》的要求。    **图2.3-9 礁区布置图**  **3.海底实时在线可视化监测系统建设方案**  **3.1建设目的**  通过在三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁区建设海洋牧场生态环境岸基海底有缆在线监测系统1套，实现海洋牧场海底温度、盐度、深度、溶解氧、叶绿素、pH值、浊度等参数实时在线监测，以及水下人工鱼礁周围环境和生物生活习性的实况视频监控，同时对观测数据和视频进行网络同步展示发布、备份存储及统计分析，真正意义实现对海洋牧场生态环境的可视、可测、可控。  **3.2基本构成及功能**  按照系统组成及结构功能划分，海洋牧场岸基海底有缆在线监测系统包括海底观测平台、岸基控制系统、电力信息传输系统和数据展示分析系统。海底观测平台通过分布式控制技术实现多传感器的管控以及数据采集，并通过电力信息传输系统将观测数据传输至岸基控制系统，实现了观测数据的长距离高带宽传输；在完成质量控制后经由地面网络将数据传输至云服务器数据展示分析系统进行网络展示发布，系统建设总体指标如下：  （1）最大离岸距离：10km；  （2）最大布放深度：600m；  （3）最大可提供功率：300W；  （4）最大传输速率：5.6Mbps；  （5）最大可集成仪器数量：16个，集成4台仪器，并具备2个备用仪器接口；  （6）观测要素及频次：温盐深、溶解氧、叶绿素、PH值、浊度（1min）、水下高清视频（连续）；  （7）系统维护周期：6个月。    **图2.3-10 系统工作示意图**    **图2.3-11 网络传输示意图**  **3.3系统设计技术方案**  **（一）海底观测平台**  海底观测系统是系统整体长期连续、稳定可靠运行的关键，负责仪器设备的集成搭载与数据采集控制、海底电缆的接入连接与安装固定，根据系统结构组成，主要包括搭载平台、密封控制舱（内含数据采集控制系统）、水下免维护式全景摄像头、多参数水质仪和剖面式海流计等监视监测设备等组成。由于海底监测系统非强制24小时不间断监控要求，在设备检修或线路中断情况下，海底观测平台数据采集是允许暂时停止的，数据采集和传输在系统恢复后重新开始。  **（1）海底搭载平台**  海底搭载平台主要负责观测仪器、密封控制腔的安装固定，平台尺寸1.7m×1.7m×0.6m ，水中重量不小于150Kg，平台采用316L材料，不低于两层结构，具备防淤泥、防拖曳、防生物附着、耐腐蚀设计，各仪器设备具备独立的固定装置，并预留声学等扩展仪器安装空间，参考如下图。    **图2.3-12 海底搭载平台**  **（2）密封控制舱**  密封控制舱设计耐压6MPa，内部用于安装数据采集控制系统电路板，采用散热区与普通区前后设计，其中散热区安装高功耗电路板， 通过金属扇面紧贴控制舱筒壁与端盖及海水形成散热回路，普通区则安装低功耗电路板，如下图所示。    **图2.3-13 密封控制舱**  在密封舱内部数据采集控制系统设计方面，通过对目前通用的传感器集成控制方式进行分析验证，借鉴863海底观测网及山东省海洋牧场观测网的关键技术，创新引进现场CAN总线分布式集成、模块化控制技术，具备以下技术特点：  ①稳定可靠：关键控制模块及仪器供电模块进行物理双冗余备份；  ②扩展集成：具备标准化的水密接口，能够灵活扩展接入其他仪器设备；  ③故障隔离：单台仪器设备的漏水或损坏不影响系统整体稳定工作；  ④状态监控：能够全面实现对搭载仪器设备的在线控制（含上断电及命令控制）及状态监测（含电压、温度信息）。  **a、岸基控制系统**  岸基控制系统负责回收观测数据，在完成时数据质量控制后，经由地面以太网通信网络传输至监测控制中心数据展示分析系统，同时，负责转发中心控制指令。    **图2.3-13 密封控制舱**  岸基控制系统通常就近选择部署在岸基建筑物或独立防水箱内，需要具备AC220V市电及以太网接入，同时配备60寸大屏进行水文水质监测要素及高清视频在线展示，主要技术指标如下：  岸基输入电压AC220V，电压波动+7%，-5%；  ①岸基输出电压DC300V，最大功率300W；  ②数据备份储存不小于6个月；  ③现场无人值守具备加电自启动进行数据处理、存储、传输功能；  ④具备防潮、防盐雾、防雷击处理。  **b、电力信息传输系统**  海底观测平台电池系统拟配备4组400Wh锂电池组，用于系统的供电。按摄像系统每天工作1小时、水质数据每隔1小时测量一次计算，电池系统可确保系统连续运行60天  **c、数据展示分析系统**  云服务器数据展示分析系统通过配套运行一系列人机交互软件及后台应用软件，负责进行日常维护操作，实现监测数据接收、存储、预处理以及视频解码、存储、网络直播等功能，主要包括后台监测控制软件、在线展示网站、视频处理软件等，在线展示网站参考下图。    **图2.3-15 数据展示分析系统**  在线展示网站主要功能如下：  ①备份存储：能够进行不低于1年的观测数据与视频备份存储；  ②远程控制：能够远程实时对水下各仪器设备进行电源管理与数据采集控制；  ③数据展示：能够以曲线、表格等形式在线网络展示发布生态环境数据、气象数据等；  ④状态监控：能够对多参数水质仪、摄像头等仪器设备的电压温度信息进行展示；  ⑤在线分析：能够对观测数据进行天平均、周平均、月平均等处理，并对水温、溶解氧、叶绿素等进行变化趋势在线预测；  ⑥预警报：能够对水温、溶解氧、叶绿素、PH值等观测异常变化数据进行预警报并通知；  ⑦视频点直播：能够在线观测播放海底高清实况视频并进行精彩剪辑视频。  **3.4监测系统施工、调试及验收**  **（一）监测系统施工建设**  在海洋牧场单位配合下，派遣当地有经验的、对周围水下地形环境熟悉的潜水员，前往人工渔礁区进行海底观测平台布设点现场选址勘察；  组织专业施工队，完成海底观测平台现场组装调试，利用作业船及专门布放工具进行海底电缆及海底观测平台布放，并进行适当电缆防护；  接入岸基控制系统及数据展示分析系统，进行全系统全链路联调测试，并投入试运行。  **（二）系统调试、验收及业务化运行**  系统经过1个月正常试运行期，达到功能规格需求书进行最终验收。由业主组建验收小组，对项目进行验收，验收测试合格后，双方签署初验合格协议，系统进入业务化运行期。  **4.** **辅助设施建设方案**  **4.1海上警示浮标**  为标示本项目人工鱼礁区的边界位置，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。本项目海上警示浮标采用直径1.5m、高1.0m的浮鼓，水平高1.62m的塔身，塔顶配渔业礁区标牌及太阳能警示灯。浮标标身根据航标规定为黄色。海上警示浮标按设计图纸的要求成套购买并安装。浮标配备相应锚链和锚块，整体装配如见图。  本项目计划在人工鱼礁区的4个界点，建设海上警示浮标4个。    **图2.3-16 浮标效果示意图**  **4.2陆上标示牌和石碑**  国家级海洋牧场示范区标示牌和石碑，制作竖立于海洋牧场所在海域附近陆地显著位置，宣示示范区位置、人工鱼礁建设情况等情况， 以加强礁区保护和社会宣传，也利于保障通航的安全。参照《关于公布国家级海洋牧场示范区标示牌和石碑式样的函》（农渔资环便〔2017〕280号）的国家级海洋牧场示范区标示牌式样、国家级海洋牧场示范区石碑式样，进行海洋牧场标示牌和石碑建设。  标示牌采用白底上下带蓝色海浪的设计模式，长0.9m、宽0.7m， 标明海洋牧场人工鱼礁区名称、范围、建设内容、建设时间、建设单位等。  石碑拟采用底座加碑体的设计模式，底座高0.85m、宽1.75m、中间厚15cm，上下端厚35cm，雕刻海浪图案；碑体高1m、宽1.5m、厚15cm，正面标明海洋牧场人工鱼礁区名称、范围、建设内容、建设时间、建设单位等，反面对海洋牧场相关情况进行简单介绍，包括海洋牧场是什么、有哪些作用、海洋牧场建设情况以及覆盖海域面积、经纬度四至范围、投礁建设、养护对象、增殖品种和管理维护单位等信息。可根据实际情况，在海洋牧场附近陆上选址设置标示牌1个和石碑1个。    **图2.3-17 浮标国家级海洋牧场示范区标示牌式样（农渔资环便〔2017〕280号）**    **图2.3-18 国家级海洋牧场示范区石碑式样（正面）（农渔资环便〔2017〕280号）**    **图2.3-19 国家级海洋牧场示范区石碑式样（背面、侧面）（农渔资环便〔2017〕280号）** |
| 施工方案 | **1.施工条件**  （1）自然条件  三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目区海域水深条件良好，水深变化不大，1985国家高程基准面水深在-25～-30m之间。总体看来，调查区域水深由东北向西南逐渐加深，等深线大致呈西北—东南走向，调查区域平均坡降较大，约为2.5‰。人工鱼礁投放的海水深度对人工鱼礁的集鱼效果和渔业资源的增值效果也较大，但不能浅于-15m，选址区域水深能满足要求。  （2）交通条件  本项目水域开阔，水上施工的水域面积较大，各类施工船舶干扰较少，有利开展多个作业面。因此，项目建设依托交通条件十分理想。  （3）外部协作条件  a.场地条件  本项目的礁体为预制混凝土构件，业主需要征用较大面积的空旷场地，才能完全满足本工程建设临设用地的需求，如混凝土搅拌站、块石砂土、礁体等的制作、堆放场地。预制场拟设在三亚南山港码头后方空地，面积暂定为25000平方米，包括预制本项目全部鱼礁及存放场地、钢筋模板堆放及加工场地。  b.水电、通信条件  南山港区的供水、供电、通信系统基础设施完备，项目预制件制作用过程中水、电及通信均可由三亚市政网络直接接入。  可见，本工程的外部协作条件十分良好，足以满足项目建设的需求。  （4）建设材料  项目预制件所需的材料如水泥、碎石、砂等，可根据施工进度计划及材料使用计划分批直接通过水运或陆运至预制场。  （5）施工能力  该地区已有大量类似的工程，海南省及周边地区有多家技术力量雄厚、施工设备齐全、水上施工经验丰富的航务工程专业施工队伍，完全可以承担本项目的施工。  **2.施工方案**  **(1)施工方法**  本工程项目施工，主要是钢筋混凝土预制礁体浇筑、运输和装船海运至指定海域抛投两个大部分。整个流程必须按照设计要求和进度要求同时推进施工。施工流程图见图2.4-1。  **图2.4-1 施工流程图**  **(2)** 海上运输线路  本工程人工鱼礁的预制场地拟租用三亚南山港码头后方空地，鱼礁预制完成并达到强度后，可采用工程船运至拟建项目海域投放，出运码头距离项目海域约30km，运输线路见图2.4-2。  IMG_256  **运输线路**  **南山港码头**  **项目位置**  **图2.4-2 海上运输路线图**  **(3)施工顺序**  机械、人员及临建布置→预制场选址→礁体制作→礁体码头装运→船舶选用及吊装→海上运输至指定海域→抛投至指定海域→警示浮标和标牌安装→场地清理→竣工验收  **①钢筋砼礁体制作运输**  预制场地平整→模板钢筋加工→礁体预制→礁体养护→礁体装船出运。  **②鱼礁投放**  船舶定位抛锚→安设解钩装置→礁体定位→安放鱼礁→检查调整  船舶定位抛锚：船舶到达现场后在施工范围内先进行锚泊，使用GPS 卫星定位仪，小艇配合，再定点投放锚，系上浮标，基本圈定投放范围。在每一投点，按施工图标示的坐标进行精确定位；  安设解钩装置：为加快投放速度，在陆地装驳时，可以安装自动解钩装置，提高投放速度；  礁体定位：按图纸设计要求，逐个定位投放，起锚时先起锚头，避免锚缆扫到已安放好的人工鱼礁；  安放鱼礁：注意安全措施，慢起轻放，严防人工鱼礁碰撞，六级以上风力停止作业，严格按照拖轮作业技术要求，确保航行安全；  检查调整：礁体投放后，潜水检查，发现倾斜、倒置、移位等情况要及时调整处理。  **(3)施工方案**  **①机械、人员及临建布置**  在施工前，联系所需要的机械、施工人员和临建场所的布置。  **②预制场选址**  鱼礁的存放场地应符合靠近制作点或安装现场地势平坦，有足够存放面积和承载力，综合影响较小。本项目计划租用南山港后方面积约25000平方的空地作为施工材料堆放、加工及鱼礁存放场地。  预制场分为办公区、搅拌站、材料堆放场、鱼礁浇筑区和鱼礁存放区，搅拌站采用HZS25混凝土搅拌站，水泥采用水泥罐存放，砂石料仓硬化后分隔存放，搅拌水采用自来水。    **图2.4-3 预制场选址位置图**    **图2.4-4 预制场平面布置图**  **③礁体预制**  严格按照设计标准进行人工礁体的成型预制。在施工过程中，制定专门人员对模具的定制、清理、加固，钢筋的弯曲、焊接、绑扎，混凝土的搅拌、捣振、养护等全过程进行质量检查与跟踪，确保预制钢筋混凝土人工礁体达到设计的成型要求和强度要求。  混凝土浇筑用模具按设计要求选择专业模具制作单位进行定制加工。选用的钢筋使用前要检查是否合格产品。在钢筋加工过程中如发现脆断、焊接性能不正常时，应进行化学成分检验并停止使用。钢筋下料前必须进行表面除锈。钢筋在弯曲成型时，必须保证尺寸和形状正确，弯点处不能有裂缝。接头焊接和绑扎均应符合国家有关规范和设计要求。在混凝土浇筑前，要清理垫层、模板内的泥土、垃圾、木屑、积水和钢筋上的油污等杂物，修补嵌填模板缝隙，加固好模板支撑，以防漏浆。要备足足够数量，以满足混凝土连续浇筑的需要。浇筑混凝土应连续进行，如必须间歇，其间歇时间应尽量缩短，并应在前层混凝土凝结之前将次层混凝土浇筑完毕。浇筑混凝土时应经常观察模板、钢筋、预留孔洞等有无移动、变形或堵塞情况，发现问题应立即处理，并应在已浇筑的混凝土凝结前修正完好。  **a制作方法**  鱼礁预制场拟布置地沟，地沟内设置水电管线，用于振捣和养护,满足车辆运输砼和出运块体要求。    **图2.4-5 鱼礁预制流程图**  **b预制流程**  **模板结构：**鱼礁预制件的成型方式采用立式，模板采用全钢模，沿顶面纵向对称轴将侧模板分成两块，拼模时用螺栓紧固，从上口下灰浇注，片与片之间的拼缝处设橡胶条防止漏浆。鱼礁模板底部作三个支撑轮，便于模板移动。  **模板加工制作：**模板在专业模板加工厂加工制作，模板及支架的材料应符合相应的国家现行规范标准的规定。加工好的模板须具有足够的强度、刚度和稳定性，加工验收严格按水运工程质量检验标准进行，验收合格的模板需清除浮锈，喷涂防锈漆，并编号。  **模板清理：**在浇注混凝土前，模板表面应彻底清理干净，并检查橡胶条有无脱落，如有脱落及时更换。清理合格后涂刷脱模剂，脱模剂应涂刷均匀，不得污染混凝土。  **模板支立：**模板必须按施工图进行放样，正确安装，精准就位，重要部位应多设控制点，以利检查校正，模板应支立牢固、拼装时拼缝平顺、严密、不得漏浆。模板安装完成后进行自检，自检合格报监理工程师进行验收。  **拆模：**构件浇筑完成，根据气温情况合理确定模板的拆除时间，具体根据试件强度确定。拆模用千斤顶缓慢进行，当模板脱离混凝土5cm左右时，施工人员从模板两侧将模板抬出，然后将模板运到下一底胎上。拆下的模板及配件，应将表面的灰浆、污垢清除干净，并及时进行维修整理，增加模板的周转次数，提高浇筑质量。模板安装完成后进行自检，自检合格报监理工程师进行验收，合格后进行下一道工序施工。  **c砼工程**  **运输：**混凝土水平运输采用8m³砼罐车进行，混凝土运输过程中应避免发生离析、漏浆、泌水和塌落度损失较大等现象。为满足预制需要，计划配备10辆砼罐车运输砼，砼罐车直接卸料入模浇注。  **振捣：**采用插入式振捣密实，不碰撞模板，采用快插慢拔、上下抽动的方式，保证上下混凝土结合成整体。振捣程度以混凝土表面呈现水泥浆和不再沉落为度。  **二次振捣：**混凝土一次浇筑到顶，成型后，在混凝土初凝前，进行二次振捣和二次抹面，以防砼松顶。  **养护：**鱼礁预制件成品在模板拆除后及时进行土工布包裹洒水养护，并连续保持其表面潮湿养护14天。  **预制构件制作注意以下事项：**  鱼礁礁体制作应先确定混凝土配合比，浇筑混凝土前，应检查模板、支架钢筋和预埋件位置的正确性，应将模板内的木屑、水泥和钢筋埋件上的灰浆、油污清除干净。  混凝土浇筑完毕后应及时加以覆盖，结硬后保湿养护 10 天以上。加挂钢筋所涉的钢筋焊接均应采用双面搭接满焊，焊接质量应符合钢筋混凝土施工规范中对钢筋焊接的相关要求。  a.所有钢筋混凝土构件的数量、尺寸、混凝土强度等级应严格按照设计图纸中相关内容执行。  b.混凝土浇筑前必须严格检查所有钢筋、预埋件等的规格、数量和位置，确定无误后方可浇筑。构件预制质量必须满足现行《港口工程混凝土施工规范》的相关要求。  c.预制构件起吊强度  构件吊运时混凝土强度，应满足设计和规范的要求，对于没有明确规定吊运时混凝土强度的，按不低于构件设计强度的75%控制。  d.预制构件起吊  **预制构件起吊应注意以下事项：**  a.吊点的强度复核  施工前，承包人应根据吊装工艺，验算吊钩强度，保证吊运安全可靠。吊装工艺应保证吊运平稳，各吊点受力均匀，吊绳与构件水平面所成的夹角应大于或等于45°。并应根据构件特性及吊装工艺，采取有效措施保证吊装工作顺利完成。  b.预制板的起吊要求  考虑到预制板的厚度小、面积大、粘接力占自重比例比较大，因此，设计提出板底应用效果较好的脱模剂，在预制板起吊之前，应采取措施尽量减小预制板与预制场地间的粘接力，以保证板的起吊安全。  c.构件存放  存放构件的场地应平整稳定，具有足够的承载力。支承构件的垫木，应能均匀支撑构件重力，以防止地基不均匀沉降对构件的不利影响。不同规格的构件，应分别存放。  构件的堆放层数，承包人可以根据施工组织设计及构件强度验算，提出堆存层数及相关措施，报监理工程师批准。  e.预制构件存进贮存场，仍应按规定继续进行养护，以保证混凝土质量。  f.用驳船装运预制构件时，应符合下列规定：  驳船甲板面上应均匀铺设垫木，并适当布置通楞。垫木顶面应保持在同一平面上，并用木楔调整垫实，预制构件宜均匀对称地搁置于垫木上，保持驳船自身平稳。  按支点位置布置垫木时，其位置偏差不得超过±200mm。  装运多层预制构件时，各层垫木应在同一垂直面上。  在陆上运输预制构件时，各支点位置应符合设计要求，并防止强烈的震动。在斜坡上运送时，滑道应平整以保持构件的平稳。  **④礁体陆运至码头**  根据鱼礁体预制场与专用码头之间的距离、路况、场地等实际情况，配备运输车和起重吊机对礁体进行陆上装载与运输。所有机械均配备专人驾驶操作，确保工程进度和设备和人员的安全运行。码头装卸有专人负责，按设计要求将人工预制礁体理选堆放，并预留出装载机械运行通道，保证装船工序的顺利进行。本项目出运码头为南山港，预制场为南山港后方空地，陆运距离短，能较好的合理安排运输。  **⑤船舶选用及吊装**  工程船选择为海上大型工程船(载重量为3000吨)，使用起重船吊装和投放。  **⑥海上运输与投放**  鱼礁的运输与投放，投放船配备载重大于50吨的船用吊车，配备较为精确的GPS定位系统，在鱼礁投放高峰期间，可长期锚泊于鱼礁投放区。另外1艘或多艘为运输船，负责礁体的运输，要求机动灵活，甲板开阔平坦，便于鱼礁的摆放。  鱼礁单体采用吊运安装投放。礁体未吊装上船前，所有工作人员必须全部配备救生衣、安全帽等安全工具才能进入施工现场。在装运安过程中，礁体必须达到设计强度才能吊运安装。吊运时必须清理鱼礁上所有杂物。投放时船上所有工作人员穿好安全衣、戴好安全帽。投放时，鱼礁单体所有吊装过程必须采用4点吊，由投放船上的GPS定好全方位，投放时再由施工人员利用手动 GPS 定位仪定位，投放误差不大于2m，礁体下落到水底才能脱钩。  为了保证鱼礁投放位置的准确度，应尽量选择小潮期的憩流时段以及风浪小的天气，可利用适宜的天气、潮流等，按单位鱼礁特点分批投放。  投放时以GPS定位仪定位为主，同时结合小艇释放临时浮标定位来确定已投放礁区的准确位置。投放后在礁区设置明显的永久性浮标来标示礁区范围。  根据单位鱼礁的大小，合理的调整锚位，在保证投礁定位准确的前提下，尽量减少调整锚位的次数，以减少工作量，单位鱼礁尽量一次性投放完毕，如有特殊情况，要做好区域标识工作，保证下次继续投放的准确性。以下投放的具体步骤：  步骤1：利用投礁船GPS定位仪和辅助渔船手持GPS协助，找到单位鱼礁单位鱼礁位置，用临时浮标标记；  步骤2：将投礁船驶至临时浮标处，以船所在位置为圆心，在圆心处投放鱼礁；  步骤3：操作完成后，投放浮标标识；  步骤4：按照同样的方法，以就近的原则，找到其他单位鱼礁位置进行铺设，依次用临时浮标进行标识；  步骤5：所有单位鱼礁铺设完后，收回临时浮标，换以正规浮标。  照片 843照片 845  **图2.4-6 投放浮标（示意图）**  DSC04326  **图2.4-7 工程船装载礁体（示意图）**  1626664959(1)  **图2.4-8 汽车吊（轮胎吊）在投放礁体（示意图）**  **3施工机械配备**  本项目主要投入的施工船机设备见表2.4-1。  **表2.4-1 拟投入的主要施工船机设备**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 机械设备名称 | 单位 | 数量 | 规格型号 | 用途 | | 1 | 甲板货船 | 艘 | 1 | 3000t | 礁体海上运输 | | 2 | 汽车起重机 | 辆 | 2 | 55t | 礁体吊装 | | 3 | 龙门吊 | 台 | 1 | 50t | 礁体吊装 | | 4 | 切断机 | 台 | 3 | GQ40 | 礁体预制 | | 5 | 弯曲机 | 台 | 2 | GW-40 | 礁体预制 | | 6 | 电焊机 | 台 | 1 | BXG | 礁体预制 | | 7 | 砼搅拌站 | 台 | 1 | HZS25 | 礁体预制 | | 8 | 振动棒 | 台 | 5 | HZ-50 | 礁体预制 |   **4施工进度计划**  由于本工程项目施工条件好，结构较为简单，根据工程建设的内容及工序安排，总工期预计需要12个月。施工进度初步计划见表2.4-2。  **表2.4-2 施工进度计划表**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 年度 | 总工期1年（12个月） | | | | | | | | | | | | | 月份  主要工程项目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | 施工准备及预制场建设 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 礁体分批预制 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 礁体制作阶段性验收 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 陆上运输至指定码头 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 礁体海上运输及投放 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 监测系统安装、调试  陆上标志牌施工 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 项目验收 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| 其他 | 无 |

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 生态环境现状 | **1.主体功能区规划和生态功能区划**  **1.1《海南省海洋主体功能区规划》**  根据《海南省省海洋主体功能区规划》，项目所在海域属于限制开发区域，根据前面章节分析，本项目符合所在的限制开发区域的功能定位和开发方向。  **1.2大气环境功能区划**  本项目建设海域为三亚湾农渔业区，距离人工鱼礁区3.8km有三亚珊瑚礁国家级自然保护区。保护区执行一类环境空气功能，由于本项目距离相对较近，根据《环境空气质量标准（GB3095-2012）》，项目所在海域参照一类大气环境功能区。  **1.3声环境功能区划**  本项目位于三亚湾农渔业区海域，预制场位于南山港，本项目参照执行《声环境质量标准》中的2类声环境功能区。  **1.4近岸海域环境功能区划**  根据《海南省近岸海域环境功能区划(2010年修编)》，区划的范围为海南岛周边2海里以内海域，本项目用海位置不在区划范围内,距离本项目较近的环境功能区为三亚国家级珊瑚礁自然保护区（HN011AⅠ）和三亚倾废区（HN103DⅣ），本项目为生态恢复项目，意在恢复三亚湾渔业资源，符合《海南省近岸海域环境功能区划(2010年修编)》功能定位。  **1.5海洋环境功能区划**  根据《海南省总体规划（空间类2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目用海所在海域的海洋功能区为“三亚湾农渔业区”，主导用海类型为开放式养殖用海，可兼顾旅游娱乐用海，开展休闲渔业活动。三亚湾农渔业区环境保护要求为执行第二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。  **1.6生态环境**  根据《海南省生态功能区划》。项目所在的三亚湾附近为I-3-2三亚旅游与城镇发展生态功能区。见图3.1-1。  海南省生态功能区划  项目位置  **图3.1-1 项目在海南省生态功能区划中的位置**  **2. 自然环境简况**  **2.1 气象概况**  项目所在区域三亚市的气候属热带海洋性季风气候，日照时间长，平均气温较高，全年温差小，四季不分明。本报告气温、降水、风况、湿度、雷暴等资料均采用三亚市气象站自建站至2018年的观测资料进行统计，项目区域的海洋气象概况如下：  **(1)气温**  本区气温较高，年平均气温为25.8℃，各月平均气温都在21℃以上，5～8月份较高，平均气温均达到28℃以上，12月至翌年2月份较低，均不到23.0℃。本区极端最高气温为35.9℃(1991年6月4日)，极端最低气温为5.1℃(1974年1月2日)。各月平均气温分布见表3.1-1。  **表3.1-1 各月平均气温(单位：℃)**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 月份 | l | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 全年 | | 平均气温 | 21.6 | 22.5 | 24.6 | 26.9 | 28.4 | 28.8 | 28.5 | 28.1 | 27.5 | 26.4 | 24.3 | 22.1 | 25.8 |   **(2)相对湿度**  三亚气候湿润，区域年平均相对湿度78%，全年各月相对湿度变化不大，其中8月份湿度最大，为84%，12月份气候相对干燥，但也有70%。逐月平均相对湿度见表3.1-2。  **表3.1-2 各月平均相对湿度(%)**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **月份** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **平均** | | 相对湿度 | 74 | 76 | 78 | 79 | 80 | 82 | 83 | 84 | 83 | 78 | 72 | 70 | 78 |   **(3)降雨**  三亚地区年降水量丰富，各月均有降水，年平均降水量为1392mm，年平均降水日数为113天。有旱季和雨季之分，5月～10月为雨季，其间集中了全年85%以上的降水量和75%以上的降水日；11月至翌年4月为旱季，降水量较少。年最大降水量为1987.7mm(1990年)，年最小降水量为673.7mm(1977年)，日最大降水量为327.5mm(1986年5月20日)，最长连续降水日数为18天，降水量245.8mm(1967年9月13日至30日)。各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布见表3.1-3。  **表3.1-3 各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 月份 | 降水量(mm) | 降水日数(天)(R≥0.lmm) | 平均大雨(天)(R≥25mm) | 平均暴雨(天)(R≥50mm) | | l | 8 | 3 | 0 | 0 | | 2 | 12.8 | 4 | 0 | 0 | | 3 | 19.2 | 4 | 0 | 0 | | 4 | 43.3 | 6 | 0 | 0 | | 5 | 142.3 | 10 | 2 | 1 | | 6 | 197.5 | 14 | 2 | 1 | | 7 | 192.6 | 14 | 2 | 1 | | 8 | 221.5 | 16 | 2 | 1 | | 9 | 251.4 | 17 | 3 | 1 | | 10 | 234.5 | 14 | 3 | 1 | | 11 | 58.2 | 7 | 1 | 0 | | 12 | 10.7 | 4 | 0 | 0 | | 全年 | 1392 | 113 | 15 | 6 |   **(4)风况**  据三亚气象站统计，三亚大风天气主要来源于冷空气和热带气旋，其中热带气旋引起的大风强度更大，三亚大于或等于20m/s的风速出现在6～10月，都是热带气旋所致，热带气旋引起的最大瞬时风速达45m/s，全年平均风速2.5m/s。三亚以E、NE和ENE风向为最多，一年内几乎有8个月的时间被上述风向控制，其余4个月(5～8月)风向较乱，但以W、WSW风向为主。风玫瑰图见图3.1-2，各向平均风速、最大风速及频率见表3.1-4，逐月平均风速见表3.1-5，不同季节风玫瑰图见图3.1-3。  **表3.1-4 各向平均风速、最大风速及频率表**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **方位** | **最大风速(m/s)** | **平均风速(m/s)** | **频率(%)** | | N | 12.0 | 1.7 | 5.5 | | NNE | 23.0 | 2.2 | 7.6 | | NE | 20.0 | 3.1 | 13.6 | | ENE | 18.0 | 3.4 | 10.8 | | E | 23.0 | 3.0 | 13.2 | | ESE | 17.0 | 3.1 | 6.6 | | SE | 17.0 | 2.8 | 6.6 | | SSE | 16.0 | 3.2 | 5.8 | | S | 13.0 | 3.3 | 4.4 | | SSW | 19.0 | 2.9 | 0.9 | | SW | 20.0 | 3.2 | 2.2 | | WSW | 18.0 | 3.5 | 3.4 | | W | 20.0 | 3.4 | 3.2 | | WNW | 12.0 | 3.0 | 1.1 | | NW | 30.0 | 2.0 | 1 | | NNW | 11.0 | 1.5 | 1.1 |     **图3.1-2 三亚市全年平均风向频率分布图**  **表3.1-5 逐月平均风速**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **月份** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **全年** | | 风速 | 2.6 | 2.7 | 2.6 | 2.5 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 2.3 | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 2.5 |     **A、春季 B、夏季**    **C、秋季 D、冬季**  **图3.1-3 各季节风频率玫瑰图**  **(5)** **雷暴**  年平均雷暴日数为63天，占全年天数的17.26%。雷暴天数最多的年份可达100天，占总天数的27.4%；最少的年份雷暴日数也有51天，占总天数的13.97%。平均雷暴天数最多的8月和9月份，有13天，最多的年份可达20天，全月2/3的时间受雷暴影响。11月到翌年的2月基本没有雷暴。各月平均雷暴日数见表3.1-6。  **表3.1-6 各月平均雷暴日数**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **月份** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **全年** | | 日数(天) | 0 | 0 | 1 | 3 | 9 | 9 | 10 | 13 | 13 | 5 | 0 | 0 | 63 |   **(6)热带气旋**  影响本区的极端天气主要为热带气旋，统计1949年～2014年共66年间中心进入18.1°N～18.8°N、110°E～108°E的矩形区域内的热带气旋为70个，平均每年约有1个。登陆三亚的台风11个、强热带风暴或热带风暴7个，热带低压3个。按月份统计，热带气旋5月和10月登陆次数最多，7月和8月为其次，1月～4月和12月没有热带气旋登陆(表3.1-7)。  **表3.1-7 登陆三亚的热带气旋按月统计频数表**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 月份 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 合计 | | 个数/个 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 21 | | 比例% | 19.05 | 9.5 | 14.3 | 14.3 | 14.3 | 19.05 | 9.5 | 100 |   近三年来，登陆三亚的热带气旋等极端天气相对较少，以2012年山神台风(编号201223)，2013年海燕台风(编号201330)这两次台风对三亚影响最大，见图3.1-4和图3.1-5所示，山神台风中心离项目最近距离约为90km，海燕台风中心离项目最近距离约为60km，影响三亚时均加强为强台风，最大风力达14级。另外，在2016年的台风银河台风（编号201603）对三亚也有一点影响，银河台风中心离本用海区域最近距离约67km。    **图3.1-4 2012年 山神台风**    **图3.1-5 2013年 海燕台风**    **图3.1-6 2016年 银河台风**  本报告统计了近年来登录或影响海南的台风情况，2018年，西北太平洋和南海共生成29个台风，较常年(1981年～2015年)平均值25.5个多3.5个；有9个台风进入南海或在南海生成，其中强热带风暴级别以上有5个，有2个台风登陆海南岛。  QQ截图20190226162701  **图3.1-7 2018年进入南海的热带气旋**  2018年进入南海的台风个数较2017年少，强度偏弱，引发的巨浪及以上日数较2017年明显减少。  2019年至2020年进入海南台风相对较少，2019年主要有韦帕、木恩、麦德姆、杨柳、剑鱼等，2020年主要有鹦鹉、森克拉、海高斯、红霞及莲花，主要的台风路径详见图3.1-8至图3.1-9。    **图3.1-8 2019年台风韦帕、木恩、麦德姆路径**    **图3.1-9 2019年台风杨柳、剑鱼路径**    **图3.1-10 2019年台风红霞及莲花路径**    **图3.1-11 2020年台风鹦鹉、森克拉、海高斯路径**  综上，在三亚沿岸登录的台风数量相对较多，项目实施工程中须加强防范。  **【该海域海洋气象环境优良，本项目作为国家级海洋牧场示范区创建项目，充分利用三亚湾优良区位优势及渔业资源，合理布局人工鱼礁，发展海洋经济，可见，本项目在该海域的建设是比较适宜的。】**  **2.2****水文条件**  **2.2.1 潮汐特征**  **（1）基面关系**  本区域76榆林基准面、1985国家高程基准、理论最低潮面间的转换关系见图3.1-12。    **图3.1-12 基准面及转换关系图**  **（2）潮汐性质和潮型**  本海区潮汐同时受南海和北部湾两潮汐系统的影响。潮波主要表现为前进波性质，潮波从南海传至湾口东南水域，继续向西传播，一部分为潮波向西北偏西方向传向北部湾，一部分向北进入三亚湾和三亚港水域。  三亚湾的主要日潮与半日潮潮位振幅比为2.88，属不规则全日潮。一年中约有1/2的天数是半日潮，1/2天数是日潮。多年平均潮差0.79m，为弱潮海区。  **（3）潮位特征值**  三亚湾海洋观测站有十几年的历史资料，根据国家海洋局三亚海洋环境监测站1997～2011年实测潮汐资料统计，三亚湾的潮位特征值(国家85基面)如下：  平均潮位：72cm（国家85高程，以下相同）  平均潮差：83 cm  最大潮差：203 cm（出现日期为2004年12月14日）  最高潮位：216 cm（出现时间为2011年10月4日3时43分）  最低潮位：-43 cm（出现时间为2000年7月31日18时30分）  平均涨潮历时：10.47h  平均落潮历时：7.63h 。  **2.2.2 实测潮流**  **（1）潮汐**  为了解项目附近潮流情况，引用海南安纳检测技术有限公司于 2021年03月08日～09日大潮期间所开展的潮位、海流调查资料，，并进行了分析(图3.1-13)。根据实测潮位数据，通过水准测量，将潮高基面统一转化到1985 国家高程基准，得到潮位观测结果。摘取高、低潮位资料统计大潮期间各站潮汐特征值，见表3.1-8，图3.1-14、图3.1-15为各站潮位过程曲线图。分析本海区潮汐特征如下：  观测期间潮汐为全日潮潮型，一个观测周日内有一个高潮一个低潮，高、低潮潮高、潮时见表3.1-9。从图3.1-14可看出，经过统计，L1 站涨潮历时为14小时20分，落潮历时为10小时40分，涨潮历时大于落潮历时，高低潮潮差为1.17m；从图3.1-15可看出，L3站涨潮历时为14小时30分，落潮历时为10小时30分，涨潮历时大于落潮历时，高低潮潮差为1.32m。涨潮历时均大于落潮历时，潮汐日不等现象显著。    **图3.1-13 水文观测站位图**  **表3.1-8 潮高、潮时统计表**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 站位 | 高潮 | | 低潮 | | 潮差  (m) | | 潮时 | 潮高 (m) | 潮时 | 潮高 (m) | | L1 | 08 日 17:40 | 1.09 | 09 日 4:20 | -0.08 | 1.17 | | L3 | 08 日 17:30 | 1.21 | 09 日 4:20 | -0.11 | 1.32 |     **图3.1-14 L1站观测期间潮位过程曲线图**    **图3.1-15 L3观测期间潮位过程曲线图**  **(2)实测潮流**  根据大潮期在观测海域进行潮流调查提供的结果，将实测资料流速、流向进行整理分析，其中 L1、L2、L5、L6 取 L1 站潮位整点观测资料，L3、L4取L3 站潮位整点观测资料，绘制出大潮期各站流速、流向分布图及大潮期各层潮流玫瑰图(图3.1-16~图3.1-34)，并对涨落潮期各层流速特征值进行统计，见表3.1.2-2，分析观测期间工程海域潮流特征如下：  ①观测海域不同站位潮流流向基本一致，基本为往复流动，L1、L3、L5 站往复流特征较明显，L2、L4、L6 站受地形波浪等影响，潮流流向较发散。  ②从潮流流速平面分布上看，L2、L4、L6 站潮流流速明显大于位于 L1、L3、L5 站的潮流流速；从流速垂线分布上看，各站表、中、底流速虽然随潮型的不同略有差异，表层略大于中层和底层，但差值不大。  ③涨潮最大流速为78.7cm/s，流向为WNW 向，出现在L6站0.4H 层。落潮最大流速为74.2cm/s，流向为 ESE 向，出现在L6站0.6H 层，各站表层流速介于6.1cm/s～71.9cm/s之间，0.2H 层流速介于6.9cm/s～78.4cm/s之间，0.4H 层流速介于7.7cm/s～78.7cm/s之间，0.6H 层流速介于4.9cm/s～74.2cm/s之间，0.8H 层流速介于6.8cm/s～71.1cm/s之间，底层流速介于4.8～68.0cm/s之间。  ④从流速最大值来看，L1、L5站涨潮流速各层最大值均大于落潮流速最大值，各站涨、落潮流强度相差不大。涨、落潮潮流流速最大值最大相差17.6cm/s，出现在 L6 站 0.2H层；从各站潮流平均流速上看，L1、L2、L4、L5 站位涨潮流流速各层平均值均略强于落潮流速平均值。涨、落潮潮流流速平均值最大相差16.5cm/s，出现在L6站表层。    **图3.1-16 L1站流速过程曲线图**    **图3.1-17 L1站流向过程曲线图**    **图3.1-18 L2站流速过程曲线图**    **图3.1-19 L2站流向过程曲线图**    **图3.1-20 L3站流速过程曲线图**    **图3.1-21 L3站流向过程曲线图**    **图3.1-22 L4站流速过程曲线图**    **图3.1-23 L4站流向过程曲线图**    **图3.1-24 L5站流速过程曲线图**    **图3.1-25 L5站流向过程曲线图**    **图3.1-26 L6站流速过程曲线图**    **图3.1-27 L6站流向过程曲线图**  biao  **图3.1-28 大潮期各站表层潮流玫瑰图**  0.2H  **图3.1-29 大潮期各站 0.2H 层潮流玫瑰图**  0.4H  **图3.1-30 大潮期各站 0.4H 层潮流玫瑰图**  0.6H  **图3.1-31 大潮期各站 0.6 层潮流玫瑰图**  0.8H  **图3.1-32 大潮期各站 0.8 层潮流玫瑰图**  di  **图3.1-33 大潮期各站底层潮流玫瑰图**  chui  **图3.1-34 大潮期各站垂线平均潮流玫瑰图**  **表3.1-9 实测海流涨落潮期各层流速特征值统计表**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 站号 | 参数值 | 潮段 | 表层 | | 0.2H 层 | | 0.4H 层 | | 0.6H 层 | | 0.8H 层 | | 底层 | | | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | | L1 | 最小值 | 涨潮 | 9.5 | 189 | -- | -- | -- | -- | 10.3 | 234 | -- | -- | 9.6 | 114 | | 落潮 | 10.8 | 187 | -- | -- | -- | -- | 7.2 | 205 | -- | -- | 4.8 | 224 | | L2 | 涨潮 | 21.8 | 182 | 15.4 | 211 | 16.2 | 224 | 14.6 | 216 | 11.4 | 184 | 19.5 | 62 | | 落潮 | 15.8 | 252 | 11.9 | 293 | 12.2 | 172 | 9.5 | 233 | 9.2 | 275 | 5.9 | 187 | | L3 | 涨潮 | 8.8 | 174 | 8.9 | 162 | 7.7 | 165 | 4.9 | 195 | 6.8 | 212 | 4.8 | 216 | | 落潮 | 7.0 | 141 | 10.6 | 152 | 10.1 | 140 | 10.0 | 89 | 9.0 | 127 | 9.2 | 120 | | L4 | 涨潮 | 19.1 | 203 | 24.9 | 292 | 19.0 | 321 | 14.4 | 188 | 11.7 | 27 | 14.1 | 29 | | 落潮 | 14.2 | 119 | 14.2 | 63 | 14.2 | 225 | 14.2 | 163 | 13.5 | 251 | 8.6 | 251 | | L5 | 涨潮 | 11.0 | 162 | -- | -- | -- | -- | 10.5 | 134 | -- | -- | 10.6 | 58 | | 落潮 | 7.1 | 222 | -- | -- | -- | -- | 9.3 | 218 | -- | -- | 9.3 | 216 | | L6 | 涨潮 | 19.1 | 211 | 13.3 | 213 | 14.4 | 142 | 12.0 | 224 | 9.2 | 274 | 4.5 | 178 | | 落潮 | 6.1 | 199 | 6.9 | 206 | 9.3 | 204 | 11.3 | 283 | 11.1 | 266 | 8.3 | 300 | | L1 | 最大值 | 涨潮 | 55.9 | 272 | -- | -- | -- | -- | 50.5 | 270 | -- | -- | 44.4 | 273 | | 落潮 | 45.6 | 92 | -- | -- | -- | -- | 38.5 | 93 | -- | -- | 40.8 | 90 | | L2 | 涨潮 | 63.0 | 122 | 62.1 | 118 | 62.4 | 282 | 63.2 | 114 | 62.6 | 119 | 65.2 | 125 | | 落潮 | 59.4 | 120 | 58.7 | 116 | 62.4 | 115 | 65.3 | 115 | 66.9 | 122 | 62.2 | 122 | | L3 | 涨潮 | 30.0 | 307 | 26.4 | 297 | 23.6 | 297 | 19.1 | 308 | 19.8 | 244 | 17.9 | 173 | | 落潮 | 22.7 | 132 | 24.5 | 133 | 22.8 | 123 | 22.4 | 128 | 22.4 | 129 | 19.3 | 113 | | L4 | 涨潮 | 46.6 | 109 | 57.8 | 296 | 61.4 | 297 | 65.0 | 292 | 63.1 | 297 | 59.4 | 294 | | 落潮 | 40.7 | 283 | 58.0 | 278 | 54.8 | 277 | 56.8 | 268 | 57.1 | 270 | 57.9 | 290 | | L5 | 涨潮 | 35.1 | 275 | -- | -- | -- | -- | 36.3 | 275 |  |  | 38.3 | 252 | | 落潮 | 28.1 | 108 | -- | -- | -- | -- | 27.9 | 93 |  |  | 35.1 | 83 | | L6 | 涨潮 | 71.9 | 290 | 78.4 | 287 | 78.7 | 286 | 72.8 | 289 | 65.8 | 282 | 68.0 | 91 | | 落潮 | 60.5 | 103 | 60.7 | 119 | 67.8 | 116 | 74.2 | 101 | 71.1 | 126 | 63.2 | 118 | | L1 | 平均值 | 涨潮 | 36.3 | -- | -- | -- | -- | -- | 34.8 | -- | -- | -- | 30.8 | -- | | 落潮 | 30.4 | -- | -- | -- | -- | -- | 28.5 | -- | -- | -- | 25.5 | -- | | L2 | 涨潮 | 39.9 | -- | 44.2 | -- | 44.6 | -- | 42.9 | -- | 39.9 | -- | 39.5 | -- | | 落潮 | 37.1 | -- | 38.3 | -- | 39.1 | -- | 41.5 | -- | 39.8 | -- | 34.6 | -- | | L3 | 涨潮 | 20.4 | -- | 16.8 | -- | 14.9 | -- | 13.2 | -- | 12.5 | -- | 10.6 | -- | | 落潮 | 16.4 | -- | 17.0 | -- | 17.5 | -- | 17.4 | -- | 16.2 | -- | 15.6 | -- | | L4 | 涨潮 | 33.0 | -- | 41.7 | -- | 41.0 | -- | 42.9 | -- | 41.5 | -- | 37.2 | -- | | 落潮 | 27.5 | -- | 34.3 | -- | 34.7 | -- | 36.9 | -- | 39.1 | -- | 36.1 | -- | | L5 | 涨潮 | 23.2 | -- | -- | -- | -- | -- | 24.3 | -- | -- | -- | 25.6 | -- | | 落潮 | 18.3 | -- | -- | -- | -- | -- | 19.1 | -- | -- | -- | 22.6 | -- | | L6 | 涨潮 | 49.7 | -- | 51.9 | -- | 50.6 | -- | 47.6 | -- | 43.1 | -- | 38.1 | -- | | 落潮 | 33.2 | -- | 39.3 | -- | 41.3 | -- | 41.7 | -- | 39.9 | -- | 38.5 | -- |   **(3)余流**  余流主要是由热盐效应、风和地形等因素引起的流动，它是从实测海流资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。表3.1-10为观测期间各站余流分析成果表，[图](#_bookmark71)3.1-35给出了观测期间各站的余流玫瑰图。现根据调查资料，分析本次观测该海区的余流特征如下：  各站余流差异较大，季节因素和潮型对其影响较多。从垂线平均来看，L1、L5余流流向为 WSW向，L2余流流向为 SSW 向，L3余流流向为 ESE 向，L4、L6余流流向为WNW向，余流流速最大为9.8cm/s，出现在L1站；最小为0.6cm/s，出现在L3 站。各站表层余流流速在 1.8～11.1cm/s之间，0.2H 层流速介于1.5～10.2cm/s之间，0.4H 层流速介于1.0～8.0cm/s之间，0.6H 层流速介于2.9～11.5cm/s之间，0.8H 层流速介于 2.3～8.3cm/s之间，底层流速介于0.7～8.2cm/s之间。  **表3.1-10 各站余流流速、流向统计表**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 站号 | 表层 | | 0.2H 层 | | 0.4H 层 | | 0.6H 层 | | 0.8H 层 | | 底层 | | 垂线平均 | | | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | 流速  cm/s | 流向  ° | | L1 | 10.8 | 260 | -- | -- | -- | -- | 10.5 | 263 | -- | -- | 8.2 | 275 | 9.8 | 265 | | L2 | 1.8 | 80 | 2.0 | 296 | 4.6 | 200 | 6.6 | 192 | 5.1 | 177 | 3.9 | 182 | 3.1 | 189 | | L3 | 3.8 | 281 | 1.5 | 251 | 1.0 | 152 | 2.9 | 95 | 2.3 | 94 | 3.0 | 106 | 0.6 | 119 | | L4 | 7.1 | 304 | 12.3 | 312 | 11.4 | 292 | 11.5 | 268 | 8.3 | 272 | 8.0 | 300 | 9.4 | 291 | | L5 | 7.2 | 253 | -- | -- | -- | -- | 7.5 | 254 | -- | -- | 6.4 | 254 | 7.0 | 254 | | L6 | 11.1 | 304 | 10.2 | 299 | 8.0 | 298 | 5.7 | 265 | 4.6 | 269 | 0.7 | 299 | 6.5 | 292 |   yu  **图3.1-35 大潮期各站余流玫瑰图**  **(3)悬沙**  根据大潮期在观测海域进行悬沙调查提供的结果，各站各层含沙量特征值见表3.1-11，各站涨落潮含沙量分布见表3.1-12，各站含沙量分布见图3.1-36~图3.1-41，各站平均含沙量分布见图3.1-42。分析工程区含沙量有如下特征：  (1)观测期间工程区含沙量平均值介于16.3～38.5mg/L 之间，L3、L4、L5涨、落潮期含沙量平均值略大于 L1、L2、L6 涨、落潮期含沙量平均值；  (2)观测站含沙量浓度最大出现在L3站底层，为56.9mg/L，最小值出现在L6站表层，为6.9mg/L；  (3)垂线上，各站含沙量平均值相差不大；平面上，L3、L4、L5站含沙量平均值略大于L1、L2、L6站含沙量平均值。  **表3.1-11 各站各层含沙量特征值表(单位：mg/L)**   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 站号 | 特征值 | 表层 | 0.2H | 0.4H | 0.6H | 0.8H | 底层 | | L1 | 最小值 | 13.9 | -- | -- | 12.2 | -- | 11.9 | | 最大值 | 23.4 | -- | -- | 22.5 | -- | 22.0 | | 平均值 | 17.7 | -- | -- | 17.4 | -- | 17.7 | | L2 | 最小值 | 12.8 | 11.5 | 11.1 | 10.8 | 13.4 | 11.5 | | 最大值 | 23.3 | 26.3 | 24.3 | 23.5 | 25.6 | 24.7 | | 平均值 | 17.8 | 17.8 | 16.8 | 17.2 | 17.5 | 17.6 | | L3 | 最小值 | 23.0 | 19.9 | 25.1 | 25.5 | 23.9 | 23.6 | | 最大值 | 51.0 | 53.6 | 55.5 | 50.6 | 47.0 | 56.9 | | 平均值 | 38.5 | 37.7 | 36.2 | 38.1 | 35.9 | 36.9 | | L4 | 最小值 | 23.0 | 20.5 | 23.5 | 20.9 | 22.8 | 21.0 | | 最大值 | 47.8 | 44.0 | 47.1 | 49.2 | 46.4 | 45.1 | | 平均值 | 36.2 | 34.7 | 36.9 | 36.6 | 36.2 | 35.9 | | L5 | 最小值 | 13.3 | -- | -- | 14.1 | -- | 12.7 | | 最大值 | 41.6 | -- | -- | 39.8 | -- | 39.7 | | 平均值 | 24.6 | -- | -- | 24.2 | -- | 24.2 | | L6 | 最小值 | 6.9 | 8.2 | 8.5 | 8.9 | 7.3 | 8.7 | | 最大值 | 30.6 | 29.9 | 32.1 | 25.6 | 28.8 | 25.1 | | 平均值 | 18.8 | 17.2 | 18.6 | 16.3 | 18.1 | 16.5 |   **表3.1-12 涨落潮期含沙量最大值(单位：mg/L)**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 站号 | 涨、落潮期 | 最大含沙量 | 出现位置 | 平均含沙量 | | L1 | 涨潮 | 23.4 | 表层 | 17.5 | | 落潮 | 22.5 | 0.6H 层 | 17.7 | | L2 | 涨潮 | 26.3 | 0.2H 层 | 17.5 | | 落潮 | 23.4 | 0.6H 层 | 17.3 | | L3 | 涨潮 | 55.5 | 0.4H 层 | 37.1 | | 落潮 | 56.9 | 底层 | 37.3 | | L4 | 涨潮 | 49.2 | 0.6H 层 | 38.9 | | 落潮 | 47.4 | 0.6H 层 | 32.3 | | L5 | 涨潮 | 41.6 | 表层 | 41.6 | | 落潮 | 39.7 | 底层 | 25.3 | | L6 | 涨潮 | 30.6 | 表层、0.4H层 | 18.0 | | 落潮 | 32.1 | 0.4H 层 | 17.0 |     **图3.1-36 L1站大潮期含沙量分布图**    **图3.1-37 L2站大潮期含沙量分布图**    **图3.1-38 L3站大潮期含沙量分布图**    **图3.1-39 L4站大潮期含沙量分布图**    **图3.1-40 L5站大潮期含沙量分布图**    **图3.1-41 L6站大潮期含沙量分布图**    **图3.1-42 各站平均含沙量分布图**  **（7）波浪**  三亚湾东部有鹿回头半岛屏障，湾口朝向西南，掩护条件较好，S至W向波浪对湾内影响较大。由于该海域的优势风为NE向和SE向，NE向风对于三亚湾来说属于离岸风，SE向浪又受到鹿回头半岛的掩护，仅对开敞的海湾西部作用明显，湾内波高不大。只有海区强浪向(SW~WSW)波浪作用时湾内波高较大。  工程附近的波浪测点包括东岛浮标站 (引用三亚市生态环境局布设的波浪浮标)。测站的地理位置见图3.1-43。    **图3.1-43 波浪观测站位置示意图**  东岛测点观测自2016年1月~2018年9月，每日24小时连续观测，考虑到测波资料中部分数据有异常，本报告选取2017年6月~2018年6月完整一周年的资料进行分析。  表3.1-13分别列出了该站一周年各方向、不同级别有效波高按频率的统计结果；表3.1-14分别列出了该站一周年各方向、不同级别有效波周期按频率的统计结果；表3.1-15分别列出了该站一周年波高和波高联合分布的统计结果。  从该站一整年的波浪统计结果，可以看出：  1)该站波浪主要出现在SE~SSW方向，出现频率最多的波浪方向是SSE方向，这个方向出现的频率达48.1%，其次是S和SE方向，频率分别是24.8%和17.6%，SSW方向波浪出现频率不多，仅为4.5%。  2)从波浪大小来看，观测期间波浪大部分时间小于1.0m，有效波高大于1.0m的波浪出现频率仅为5%左右。  3)从出现大浪的来波方向来看，S~SSE方向出现有效波高Hs大于3.0m以上的波浪，最大值为3.05m。  4)统计结果来看，SE~SSW方向的有效波高年平均值为0.52m。  5)从波浪均周期来看，观测期间波浪平大部分介于2~6s之间，大于6s的概率仅为1.3%左右。  6)从波高与波周期联合分布来看，波高越大波周期也大；有效波高为0.2~1.0m、平均波周期在4~6s区间内的波浪频率为92%。    **图3.1-44 东岛浮标测点波浪玫瑰图**  **表3.1-13 东岛波浪浮标有效波高-波向分级频率统计表(频率：%；有效波高：m；2017.6~2018.6)**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Dir/Hs | 0~0.2 | 0.2~0.4 | 0.4~0.6 | 0.6~0.8 | 0.8~1 | 1~1.2 | 1.2~1.4 | 1.4~1.6 | 1.6~1.8 | 1.8~2 | >2 | SUM | Mean | Max | | N | - | 0.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0 | 0.21 | 0.21 | | NNE | 0.0 | 0.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0 | 0.29 | 0.38 | | NE | - | 0.0 | 0.1 | 0.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.50 | 0.63 | | ENE | - | 0.0 | 0.1 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | 0.2 | 0.56 | 0.78 | | E | - | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.52 | 0.81 | | ESE | 0.0 | 1.1 | 1.1 | 0.3 | 0.1 | - | 0.0 | - | - | 0.0 | - | 2.7 | 0.47 | 1.89 | | SE | 0.1 | 6.0 | 8.0 | 2.7 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.6 | 0.50 | 2.01 | | SSE | 1.3 | 21.3 | 14.9 | 6.3 | 2.9 | 0.9 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 48.1 | 0.48 | 3.05 | | S | 0.7 | 6.7 | 4.8 | 6.1 | 4.2 | 1.8 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 24.8 | 0.62 | 3.01 | | SSW | 0.4 | 1.4 | 0.9 | 0.9 | 0.6 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | - | 0.0 | 0.1 | 4.5 | 0.58 | 2.58 | | SW | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | - | - | - | - | 1.0 | 0.44 | 1.23 | | WSW | - | 0.2 | 0.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | 0.38 | 0.56 | | W | - | 0.0 | 0.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.44 | 0.58 | | WNW | - | - | 0.1 | 0.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.1 | 0.57 | 0.63 | | NW | 0.0 | 0.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.0 | 0.23 | 0.28 | | NNW | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | SUM | 2.6 | 37.4 | 30.5 | 16.7 | 8.3 | 3.1 | 0.8 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 100 | 0.52 | 3.05 |   **表3.1-14 东岛波浪浮标平均周期-波向分级频率统计表(频率：%；平均周期：S；2017.6~2018.6)**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Dir/Tmean | 0~2 | 2~4 | 4~6 | 6~8 | 8~10 | 10~ | SUM | Mean | Max | | N | - | 0.0 | - | - | - | - | 0.0 | 3.0 | 3.0 | | NNE | - | 0.0 | - | - | - | - | 0.0 | 2.4 | 2.5 | | NE | - | 0.1 | - | - | - | - | 0.1 | 2.8 | 2.8 | | ENE | - | 0.2 | - | - | - | - | 0.2 | 2.9 | 3.1 | | E | - | 0.3 | - | - | - | - | 0.3 | 3.0 | 3.6 | | ESE | - | 2.7 | - | - | - | - | 2.7 | 3.1 | 4.0 | | SE | - | 14.0 | 3.4 | 0.2 | - | - | 17.6 | 3.7 | 8.0 | | SSE | - | 26.6 | 20.8 | 0.8 | - | - | 48.1 | 4.1 | 7.8 | | S | - | 10.9 | 13.6 | 0.3 | - | - | 24.8 | 4.2 | 6.9 | | SSW | - | 2.0 | 2.5 | 0.0 | - | - | 4.5 | 4.1 | 6.2 | | SW | - | 0.8 | 0.2 | - | - | - | 1.0 | 3.4 | 4.5 | | WSW | - | 0.3 | 0.0 | - | - | - | 0.3 | 3.2 | 4.1 | | W | - | 0.1 | - | - | - | - | 0.1 | 3.5 | 3.9 | | WNW | - | 0.1 | - | - | - | - | 0.1 | 3.1 | 3.2 | | NW | - | 0.0 | - | - | - | - | 0.0 | 3.1 | 3.7 | | NNW | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | SUM | - | 58.2 | 40.4 | 1.3 | - | - | 100 | 4.0 | 8.0 |   **表3.1-15 东岛波浪浮标有效波高-平均周期频率统计表(频率：%；有效波高：m；平均周期：s；2017.6~2018.6)**   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Hs/Tmean | 0~2 | 2~4 | 4~6 | 6~8 | 8~10 | 10~ | SUM | | 0~0.2 | % | 2.2 | 0.4 | % | % | % | 2.6 | | 0.2~0.4 | % | 28.7 | 8.6 | 0.1 | % | % | 37.4 | | 0.4~0.6 | % | 19.7 | 10.5 | 0.3 | % | % | 30.5 | | 0.6~0.8 | % | 5.9 | 10.2 | 0.6 | % | % | 16.7 | | 0.8~1 | % | 1.3 | 6.8 | 0.2 | % | % | 8.3 | | 1~1.2 | % | 0.3 | 2.7 | 0.1 | % | % | 3.1 | | 1.2~1.4 | % | 0.1 | 0.7 | 0.0 | % | % | 0.8 | | 1.4~1.6 | % | 0.0 | 0.2 | % | % | % | 0.2 | | 1.6~1.8 | % | % | 0.1 | % | % | % | 0.1 | | 1.8~2 | % | 0.0 | 0.1 | 0.0 | % | % | 0.1 | | 2~2.2 | % | 0.0 | 0.1 | % | % | % | 0.1 | | 2.2~2.4 | % | % | 0.1 | 0.0 | % | % | 0.1 | | 2.4~2.6 | % | % | % | 0.0 | % | % | 0.0 | | 2.6~2.8 | % | % | 0.0 | 0.0 | % | % | 0.0 | | 2.8~3 | % | % | % | % | % | % | % | | >3 | % | % | 0.0 | 0.0 | % | % | 0.0 | | SUM | % | 58.2 | 40.4 | 1.3 | % | % | 100 |   **2.3地形地貌**  **(1)区域地质概况**  三亚地区在区域地质上属于琼南拱断隆起构造区，位于九所—陵水断裂带南侧。地质构造以华夏纬向构造体系为格架，由华夏、新华夏等构造系复合形成了本区的特征。新构造运动以不对称的穹状隆起为特点，以间歇性上升为主，局部产生断陷，形成各级夷平面台地等。琼南地区历史上发生过多次地震，但多为弱震和微震，陆上地震最高震级不超过4.5级，最大地震烈度不超过6度。  **(2)区域地貌概况**  项目用海范围及附近海域及陆域包括三亚湾西部区域(图3.1-27)和红塘湾。  三亚湾东起鹿回头半岛南端，西至肖旗港附近的角岭角，为典型的弧形海岸(图3.1-45)。海湾东、西端分别有三亚河和肖旗河注入；南侧有鹿回头岭、南边岭、金鸡岭、小青洲岛等天然屏障，东南方为一条呈NE～SW向延伸的白排珊瑚岸礁(现为凤凰人工岛)，西南侧有东、西瑁洲岛掩护，掩护条件优良，海湾水域较为平静，泊稳条件好。三亚湾后方为沙堤(沙坝)；三亚河口内为潟湖，潟湖潮汐通道口门处为三亚港。三亚湾西端肖旗河河口为肖旗港。  红塘湾介于南山岭前沿的南山角与马岭前沿的天涯海角之间。本项目西北侧有海拔288m左右的塔岭向海延伸，局部为基岩临海。自塔岭前沿岬角至天涯海角的红塘湾湾口宽约10km，海湾纵深仅约1km，岸线较为平直，湾型不明显，基本为开敞的平直砂质海岸。    **图3.1-45 三亚湾地貌概况**  **(3)沿岸地形地貌**  现代三亚湾海岸由一系列复式沙坝组成，这些沙坝已改变了三亚湾原始港湾的曲折基岩岸线和陡峭的水下岸坡，并由三亚大沙坝构成平坦的砂质海岸。沙坝的西段自肖旗河口至海坡村为海坡沙坝，沙坝高程超过10m，宽度200～350m，边坡较陡，多为黄色中砂或粗砂。该沙坝主体是一残留古沙坝，其中东段侵蚀陡坎发育，低潮水边线附近已有基岩出露，反映该岸段近年来一直处于缓慢侵蚀过程；三亚沙坝东段(海坡村至三亚河口)沙坝整体较低但宽度较大，高程5m左右，宽度可达600～1000m。该沙坝沉积物松散，以细砂为主，富含贝壳碎屑和珊瑚砂，为新近形成的沙坝，下部有机质含量较高。  红塘湾塔岭至天涯海角陆侧为高程达3～7m的高大沙坝，沙坝前沿为狭长的沙滩，沙滩坡度较陡，沙滩组成物质以中值粒径0.5～2.0mm的粗砂为主，局部有砾石和贝壳碎屑分布。沙滩前沿多有海滩岩出露，仅低潮时可见局部分布。  本工程位于三亚市西岛西南侧海域，距离西岛垂直距离约3km，距海岸线垂直距离约8.00km。项目区海底标高-27.82～-29.73m，地势平缓，地貌类型为大陆架。  **(4)区域水下地形**  水下地形资料采用海事局2020年出版的“三亚港及附近海图”(编号03201)，其水下地形测量年份为2018年(图3.1-46)。项目用海附近海域，5m、2m等深线基本与岸线平行。10m等深线围合的海域，红塘湾中部和东部海域水下岸坡较缓；肖旗港口门外形成一向东南延伸的舌状水下岸坡，其与西瑁洲岛之间受潮流冲刷作用，形成深约14m的“北水道”。项目区域10m以深西部海域，水下岸坡坡度总体较缓，仅在西瑁洲岛和双扉石、东瑁洲岛之间的水域受潮流冲刷影响，20m、30m等深线密度较大，形成“中水道”和“东水道”。本项目用海区水深介于20m～30m等深线(理论最低潮面)之间。  项目用海区水下地形采用海口万水测绘科技有限公司于2022年7月15日~18日在本项目用海区周边区域进行勘察测量，通过单波束水深测量了解该区域水下地形情况；通过浅地层剖面探测和侧扫声呐探测，调查该区域海底浅层沉积层的分布及海底面障碍物分布情况等。  根据调查结果：项目用海区域内水深变化范围约为-23m~-28m(1985国家高程基准)，水深向南逐渐增加，平均水深约-26.0m，地形变化相对较平缓，起伏小，无明显的地形突变地带，海底面地层走向大致为东西方向，地势呈北高南低，海底地形示意图如图3.1.3-2所示    **图3.1-46 项目及附近海域内水下地形 图3.1-47 项目用海区等深线图**  **(5)地形冲淤变化特征**  本节采用历史海图对比的方法(包括2003年、2014年、2018年海图)，统一到理论最低潮面，进行用海范围及附近海域内水下岸坡近20年的冲淤变化的分析(图3.1-48)。可见，项目用海区附近海域，20m等深线总体上呈现西部略有侵蚀，东部略有淤积；项目用海区南侧的30m等深线总体上呈现出淤积的趋势，究其原因，一来应与本区具流塑~软塑的淤泥混砂表层沉积物有关—淤泥层具有一定的流动性，二来应与倾倒区(抛泥区)的存在有关—人为抛泥行为导致本区呈淤积态势。    **图3.1-48 项目附近海域2003～2018年等深线比对图**  **(6)表层沉积物特征**  本节根据收集到的表层沉积物调查资料分析项目附近海域的表层沉积物特征。  沉积物调查站位分布图和结果见图3.1-49和附表Ⅷ。其中SY-05至SY-11站位为海南省海洋与渔业科学院2011年11月在项目附近进行布设的站位，P12、P13和P20站位为三平环保咨询(北京)有限公司2019年4月在项目附近进行布设的站位。  可见，项目附近海域（三亚湾西部海域5m等深线范围内），表层沉积物以砂质为主；肖旗港口门和西岛之间海域，表层沉积物以粉砂为主；其余10m等深线以深海域，由于波浪潮流的动力较弱，海底表层沉积物以粉砂为主(图3.1-49)。    **图3.1-49 项目附近海域水下地形剖面和沉积物采样点分布图**  **(7)** **工程地质**  本项目紧邻三亚湾海洋生态修复工程项目南侧水域，工程地质资料引用三亚市水利水电勘测设计院有限公司2022年6月编制的《三亚湾海洋生态修复工程项目(原凤凰岛二岛及附近海域)岩土工程勘察报告(施工图阶段)(中间成果)》。  **①地层岩性及岩土特征**  根据本次勘察的野外钻探、原位测试及室内土工试验资料结果，本场地在勘探深度范围内所分布的地层自上而下分2个层组。自上而下依次为：①淤泥混砂（*Q4m*）；②粉质粘土（*Q4m*）。各地层的埋藏分布具体情况详见《工程地质剖面图》和《钻孔柱状图》，本次勘察所揭露的各地层分布及主要特征如下表。  **表3.1-16 各地层的分布及主要特征一览表**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **地层**  **编号** | **地层**  **名称** | **地层**  **年代**  **及**  **成因** | **分布**  **范围** | **层面**  **埋深**  **（m）** | **层厚 （m）** | | **层顶 高程 （m）** | **层底 高程 （m）** | **地层描述及特征** | | 范围值 | 平均值 | 范围值 | 范围值 | | ① | 淤泥混砂 | *Q*4*m* | 全场分布 | 0.00 | 1.0～4.40 | 1.92 | -29.73～-24.50 | -31.76～-25.58 | 灰黑，流塑~软塑，局部混有少量砂粒及贝壳碎屑。 | | ② | 粉质粘土 | 全场地 | 最大4.40 | / | / | -31.76～-25.58 | / | 棕黄色，灰色,可塑,切面光滑，局部夹少量砂粒，干强度中等，韧性中等。 |   **②特殊性岩土**  根据钻探资料，本工程区特殊性岩土主要为①淤泥混砂（*Qm*）。①淤泥混砂在全场均有分布，主要分布于场地的表层，厚度1.00～4.40m，平均厚度1.92m，其下为可塑状粉质粘土层。该地层为海相沉积而成，呈流塑~软塑状，局部夹少量砂粒及贝壳碎屑，土质不均匀，欠固结，承载力低，压缩性高。  **③岩土层评价**  根据勘察成果，并结合拟建场地具体情况和拟建物工程特点等综合分析，对拟建工程场地地基土的工程特性评价如下：  1）淤泥混砂（Q4*m*）：海相沉积，流塑~软塑状，局部夹少量砂粒及贝壳碎屑，且砂粒分布不均匀，土质不均匀，*f*ak=40kPa，*Es*1-2=1.86MPa，承载力低，压缩性高，该层工程性能极差，不可作为构筑物基础持力层。  2）粉质粘土（Q4*m*）：可塑状，局部夹少量砂粒，干强度中等，韧性中等，中等压缩性，*f*ak=180kPa，*Es*1-2=6.0MPa，该层工程性能较好，且在空间分布上稳定，可作为构筑物基础持力层，该层局部段埋深较深，当采用桩基础时，可作为桩端持力层。  **④勘察报告结论**  1）项目区域地质构造稳定，场地稳定性评价为稳定场地，场地地基基本稳定，抗震地段类型为不利地段，适宜性为适宜性差。  2）场地岩土层主要为①淤泥混砂、②粉质粘土层，①淤泥混砂呈流塑~软塑状，为软土层，*f*ak=40kPa，*Es*1-2=1.86MPa，承载力低，压缩性高，工程性能极差；②粉质粘土呈可塑状，*f*ak=180kPa，*Es*1-2=6.0MPa，承载力高，中等压缩性，工程性能好。  3）场地地基为均匀地基。  4）项目区环境水对混凝土结构具弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性，应做好相应的防腐蚀措施。  5）项目区勘探深度内特殊土为①淤泥混砂，该层具低承载性及高压缩性，工程性能极差，未经处理不可作为构筑物基础持力层。  6）未发现有活动性断裂带构造痕迹，四周堤防无堤岸坍塌现象，周边亦未发现有崩塌、滑坡、泥石流以及地面沉陷等不良地质现象。  7）拟建项目场地抗震设防烈度为6度，所属的设计地震分组为第一组，设计基本地震加速度值为0.05g，反应谱特征周期为0.35s。场地土类型划分为中软土场地，属建筑抗震不利地段，场地类别划分为Ⅱ类。  8）本工程建设内容为人工鱼礁，人工鱼礁为预制钢筋混凝土框架结构，设计基底压力40kPa，对地基要求较低，①淤泥混砂层呈流塑~软塑状，层厚1.0～4.4m，*f*ak=40kPa，*Es*1-2=1.86MPa，承载力低，压缩性高，未经处理不可作为基础持力层，②粉质粘土层呈可塑状，勘察深度范围未揭穿，*f*ak=180kPa，*Es*1-2=6.0MPa，为中等压缩性，可作为人工鱼礁基础持力层。对于①淤泥混砂层较薄地段，可将①淤泥混砂挖除，以②粉质粘土为基础持力层，可采用天然地基，基础形式可采用条形基础。  **图3.1-50 工程地质平面**  ZK12_00  **图3.1-51 ZK12钻孔柱状图**  ZK14_00  **图3.1-52 ZK14钻孔柱状图**  ZK17_00  **图3.1-53 ZK17钻孔柱状图**  ZK18_00  **图3.1-54 ZK18钻孔柱状图**  **3. 海洋环境质量现状**  **3.1 海水环境现状调查与评价**  海水水质现状资料收集到海南安纳检测技术有限公司于2021年03月在项目附近海域进行的水质、沉积物、生态调查资料，其中水质、沉积物、海洋生态调查时间为2021年03月11-12日，潮间带生物采样时间为2021年03月10-11日。在项目区附近海域设置水质监测站位23个，海洋沉积物监测站位12个，海洋生态环境调查站位12，渔业资源调查站位12个，海洋生物质量监测站位12个，潮间带生物调查3条断面，具体调查站位详见表3.1-17和图3.1-55。  **表3.1-17 2021年3月项目附近海域环境状况调查站位**   | **站号** | **北纬** | **东经** | **调查内容** | **所处海洋功能区划** | **水质执行标准** | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | X1 | 18°17′58.216″ | 109°16′50.353″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 天涯海角旅游  休闲娱乐区 | 二类 | | X2 | 18°15′43.651″ | 109°16′50.585″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 红塘湾工业与城镇用海区 | 三类 | | X3 | 18°13′12.246″ | 109°16′51.821″ | 水质 | 红塘湾工业与城镇用海区 | 三类 | | X4 | 18°10′6.233″ | 109°16′53.675″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 海南岛西南部保留区 | 一类 | | X5 | 18°17′56.826″ | 109°19′41.147″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 天涯海角旅游  休闲娱乐区 | 二类 | | X6 | 18°15′37.935″ | 109°19′43.697″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 三亚湾农渔业区 | 二类 | | X7 | 18°13′8.383″ | 109°19′47.404″ | 水质 | 三亚湾农渔业区 | 二类 | | X8 | 18°10′4.225″ | 109°19′49.876″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 海南岛西南部保留区 | 一类 | | X9 | 18°17′11.095″ | 109°22′35.882″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 三亚湾旅游休闲娱乐区 | 二类 | | X10 | 18°17′10.863″ | 109°22′52.490″ | 水质 | 三亚湾旅游休闲娱乐区 | 二类 | | X11 | 18°14′34.746″ | 109°22′37.426″ | 水质 | 三亚珊瑚礁海洋保护区(鹿回头片区和东西瑁洲片区) | 一类 | | X12 | 18°11′51.290″ | 109°22′37.890″ | 水质 | 双扉石特殊利用区 | 一类 | | X13 | 18°8′59.878″ | 109°22′39.667″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 海南岛西南部保留区 | 一类 | | X14 | 18°13′28.699″ | 109°23′43.087″ | 水质 | 三亚珊瑚礁海洋保护区(鹿回头片区和东西瑁洲片区) | 一类 | | X15 | 18°16′59.508″ | 109°25′23.586″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 三亚湾旅游休闲娱乐区 | 二类 | | X16 | 18°14′32.429″ | 109°25′25.131″ | 水质 | 三亚湾旅游休闲娱乐区 | 二类 | | X17 | 18°11′41.24835″ | 109°25′25.595″ | 水质 | 海南岛西南部保留区 | 一类 | | X18 | 18°8′51.14908″ | 109°25′31.929″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 海南岛西南部保留区 | 一类 | | X19 | 18°15′55.244″ | 109°28′11.909″ | 水质 | 三亚湾旅游休闲娱乐区 | 二类 | | X20 | 18°13′21.367″ | 109°28′13.145″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 三亚港港口航运区 | 三类 | | X21 | 18°10′24.624″ | 109°28′14.690″ | 水质 | 海南岛西南部保留区 | 一类 | | X22 | 18°7′40.859″ | 109°28′16.544″ | 水质、生态、沉积物、渔业资源 | 海南岛近海农渔业区 | 一类 | | X23 | 18°14′6.087″ | 109°29′46.537″ | 水质 | 三亚港港口航运区 | 三类 | | C01 | 18°17′21.174″ | 109°22′35.794″ | 潮间带生物 |  |  | | C02 | 18°14′59.413″ | 109°29′47.348″ | 潮间带生物 |  |  | | C03 | 18°16′59.936″ | 109°27′17.584″ | 潮间带生物 |  |  | | **注： 1、水质监测站包括水文气象项目；**  **2、生态监测站包括：叶绿素a、浮游生物、大型底栖生物。** | | | | | |     **图3.1-55 2021年项目附近海域海洋环境状况调查站位**  （1）调查项目  2021年3月水质调查项目包括水深、透明度、水温、盐度、溶解氧(DO)、pH值、化学需氧量(COD)、无机氮(氨、亚硝酸盐、硝酸盐)、活性磷酸盐、石油类、悬浮物(SS)、砷(As)、总汞(Hg)、铜(Cu)、铅(Pb)、锌(Zn)、镉(Cd))等要素，共19项。  （2）分析方法  各调查项目的采样、分析方法按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB12763-2007)的规定进行，详见表3.1-18。  **表3.1-18 海水水质分析方法**   | **检测项目** | **分析方法** | **方法最低检出限** | | --- | --- | --- | | pH值 | pH计法 | --- | | 水温 | 表层温度表法 | --- | | 悬浮物 | 重量法 | --- | | 透明度 | 透明度盘法 | --- | | 盐度 | 盐度计法 | --- | | DO | 碘量法 | --- | | 化学需氧量 | 碱性高锰酸钾法 | --- | | 硝酸盐 | 镉柱还原法 | --- | | 亚硝酸盐氮 | 萘乙二胺分光光度法 | --- | | 氨氮 | 靛酚蓝分光光度法 | --- | | 活性磷酸盐 | 磷钼蓝分光光度法 | --- | | 石油类 | 紫外分光光度法 | 3.5μg/L | | 硫化物 | 亚甲基蓝分光光度法 | 0.2μg/L | | 铜 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.2μg/L | | 铅 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.03μg/L | | 镉 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.01μg/L | | 锌 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 3.1μg/L | | 汞 | 原子荧光法 | 0.007μg/L | | 砷 | 原子荧光法 | 0.5μg/L |   （3）评价标准  依据《海南省总体规划(空间类2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，本次调查的站位所属海洋功能区详见表3.1-19。根据《海南省总体规划(空间类2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇的海洋环境保护目标管理要求可知，本项目的X1、X4、X5、X8、X11、X12、X13、X14、X17、X18、X21和X22号站执行一类海水水质标准；X6、X7、X9、X10、X15、X16、X19号站执行二类海水水质标准；X2、X3、X20和X23号站执行三类海水水质标准。  根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)要求，所有调查站位水质评价均从海水水质一类标准开始，当某类环境要求超评价标准时，继续评价至符合(或劣于)最大类别的标准。  **表3.1-19 调查海域海洋功能区划海洋环境保护要求**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **序号** | **站号** | **所属功能区名称** | **代码** | **环境保护要求** | | 1 | X1、X5 | 天涯海角旅游休闲娱乐区 | A5-32 | 执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。 | | 2 | X2、X3 | 红塘湾工业与城镇用海区 | B3-01 | 执行三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。 | | 3 | X4、X8、X13、X17、X18、X21 | 海南岛西南部保留区 | B8-04 | 海水水质标准、海洋沉积物质标准、海洋生物质量标准应维持现状、经论证改变功能类型后，根据开发类型确定其水质标准。 | | 4 | X12 | 双扉石特殊利用区 | B7-02 | 根据特殊用途执行相应的水质标准、沉积物质量标准、海洋生物质量标准。 | | 5 | X9、X10、X15、X16、X19 | 三亚湾旅游休闲娱乐区 | A5-31 | 执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。 | | 6 | X6、X7 | 三亚湾农渔业区 | B1-05 | 执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。 | | 7 | X11、X14 | 三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区) | A6-11 | 执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。 | | 8 | X20、X23 | 三亚港港口航运区 | A2-09 | 执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。 | | 9 | X22 | 海南岛近海农渔业区 | B1-07 | 执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。 |   （4）评价方法  采用《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)所推荐的单项水质参数法进行评价。  ①一般性水质因子(随着浓度增加而水质变差的水质因子)的指数计算公式：  ***Sij*=*Cij*/*Csi***  式中：*Sij*——评价因子*i*的水质指数，大于1表明该水质因子超标；  *Cij*——评价因子*i*在*j*点的实测统计代表值，mg/L；  *Csi*——评价因子*i*的水质评价标准限值，mg/L。  ②溶解氧(DO)的指数计算公式：  {F`88`93P(A044[QID9HD]8  式中：*SDO，j*——溶解氧的标准指数，大于1表明该水质因子超标；  *DOj*——溶解氧在*j*点的实测统计代表值，mg/L；  *DOs*——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；  *DOf*——饱和溶解氧浓度，mg/L，对于盐度比较高的入海河口、近岸海域，*DOf*=(491-2.65*S*)/(33.5+*T*)；  *S*——实用盐度符号，量纲一；  *T*——水温，℃。  ③pH值标准指数的计算可用下式：  U~IO[O5N{@~73TPLS5W{_99  式中：*SpHj*——pH值的指数，大于1表明该水质因子超标；  *pHj*：pH值实测统计代表值；  *pHsd*：评价标准中pH值的下限值；  *pHsu*：评价标准中pH值的上限值。  （5）监测结果和评价结果  2021年3月项目附近海域海水质量监测结果附表Ⅱ，水质各评价因子标准指数见附表Ⅲ。监测结果表明，23个海水水质调查站位各监测要素(pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、SS、石油类、铜、铅、锌、镉、砷和汞均符合第一类海水水质标准，调查海域水质质量良好。  **【本项目为海洋牧场项目，鱼礁投放施工会产生一定的悬浮泥沙，对项目周边海域的水质会产生一定影响，根据数值模拟可知，施工产生的悬浮泥沙相对较小，基本仅在用海范围内扩散，根据2021年春季的调查结果，项目区域海域海水水质质量较好，由于项目区东侧的西瑁洲岛附近海域有珊瑚礁资源，珊瑚生长对水质质量要求很高，悬浮泥沙会影响珊瑚礁的生长繁殖，因此，建设单位在施工必须做好水污染措施，保证项目建设过程中不会使区域海域的水质恶化，建议加强施工期水质的监测频率，如果发现区域海水水质异常变化，应及时有效的采取措施，改善区域水质质量。】**  **3.2 海洋沉积物环境现状调查与评价**  引用海南安纳检测技术有限公司于2021年03月11-12日在项目附近海域进行的12个站位的沉积物调查资料，具体调查站位详见表3.1-17和图3.1-55。  （1）调查项目  2021年3月沉积物调查项目包括有机碳、硫化物、油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As，共9项。  （2）分析方法  各调查项目的采样、分析方法按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB12763-2007)的规定进行。采用抓斗式采泥器采集表层沉积物样品，样品经自然风干、研磨和过筛(80目)后，按照表3.1-20的方法进行分析。  **表3.1-20 海洋沉积物分析方法**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **监测项目** | **分析方法** | **检出限** | | 有机碳 | 重铬酸钾氧化-还原法 | -- | | 硫化物 | 亚甲基蓝分光光度法 | 0.3mg/kg | | 油类 | 紫外分光光度法 | 3.0mg/kg | | 总汞 | 原子荧光法 | 0.002mg/kg | | 砷 | 原子荧光法 | 0.06mg/kg | | 铜 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.5mg/kg | | 铅 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 1.0mg/kg | | 镉 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.05mg/kg | | 锌 | 无火焰原子吸收分光光度法 | 6.0mg/kg |   （3）评价标准  根据《海南省总体规划(空间类2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇的环境保护要求和《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)分类标准，除位于三亚港港口航运区和红塘湾工业与城镇用海区的X2、X3、X20和X23号站执行第二类沉积物标准，其他站位均执行第一类沉积物标准。  所有调查站位现状评价均按一类沉积物标准执行，超标站位再根据其相应所在功能区的要求执行标准进行评价。  （4）评价方法  采用单因子标准指数法进行评价，公式如下：  *Ii=Ci/Si*  式中：*Ii*—*i*项评价因子的标准指数；  *Ci*—*i*项评价因子的实测值；  *Si*—*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。  （5）监测结果与评价结果  2021年3月项目附近海域表层沉积物监测结果见表3.1-21，评价结果见表3.1-22。  2021年3月项目附近海域沉积物调查结果表明，各站位表层沉积物各监测要素(硫化物、有机碳、石油类、砷、汞、锌、铜、镉、铅和铬)均符合第一类海洋沉积物质量标准，调查海域沉积物质量优良。  **表3.1-21 2021年3月项目附近海域沉积物监测结果**  **(有机碳：**10-2**；其他：**×10-6**)**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 站号 | 硫化物 | 石油类 | 有机碳 | 砷 | 总汞 | 锌 | 铅 | 铜 | 镉 | | X01 | 3.1 | 77.8 | 0.91 | 7.88 | 0.037 | 76.8 | 9.6 | 6.9 | 0.05 | | X02 | 3.6 | 6.4 | 0.56 | 11.20 | 0.016 | 77.8 | 13.8 | 8.4 | 0.16 | | X04 | 2.7 | 11.7 | 0.72 | 9.16 | 0.014 | 91.7 | 18.9 | 11.7 | 0.18 | | X05 | 3.3 | 30.0 | 0.70 | 9.51 | 0.025 | 71.8 | 24.4 | 10.3 | 0.17 | | X06 | 4.3 | 33.5 | 0.44 | 7.63 | 0.012 | 47.6 | 20.4 | 6.5 | 0.10 | | X08 | 3.6 | 15.9 | 0.87 | 7.85 | 0.018 | 85.0 | 30.7 | 18.6 | 0.23 | | X09 | 0.9 | 4.4 | 0.26 | 8.44 | 0.003 | 43.6 | 14.9 | 3.2 | 0.10 | | X13 | 2.4 | 6.8 | 0.58 | 6.31 | 0.008 | 104.0 | 24.4 | 11.2 | 0.24 | | X15 | 2.9 | 41.3 | 0.46 | 9.76 | 0.025 | 50.9 | 23.1 | 6.4 | 0.19 | | X18 | 1.9 | 13.4 | 0.84 | 9.75 | 0.020 | 92.5 | 23.4 | 10.6 | 0.16 | | X20 | 10.6 | 78.2 | 0.81 | 9.66 | 0.010 | 62.4 | 24.4 | 14.6 | 0.14 | | X22 | 3.2 | 7.1 | 0.84 | 10.80 | 0.011 | 87.6 | 22.2 | 13.0 | 0.17 | | 最小值 | 0.9 | 4.4 | 0.26 | 6.31 | 0.003 | 43.6 | 9.6 | 3.2 | 0.05 | | 最大值 | 10.6 | 78.2 | 0.91 | 11.20 | 0.037 | 104.0 | 30.7 | 18.6 | 0.24 | | 平均值 | 3.5 | 27.2 | 0.67 | 9.00 | 0.017 | 74.3 | 20.9 | 10.1 | 0.16 | | 检出率(%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |   **表3.1-22 海洋沉积物评价指数表(第一类)**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **站号** | **硫化物** | **石油类** | **有机碳** | **砷** | **总汞** | **锌** | **铅** | **铜** | **镉** | | X01 | 0.01 | 0.16 | 0.46 | 0.39 | 0.19 | 0.51 | 0.16 | 0.20 | 0.10 | | X02 | 0.01 | 0.01 | 0.28 | 0.56 | 0.08 | 0.52 | 0.23 | 0.24 | 0.32 | | X04 | 0.01 | 0.02 | 0.36 | 0.46 | 0.07 | 0.61 | 0.32 | 0.33 | 0.36 | | X05 | 0.01 | 0.06 | 0.35 | 0.48 | 0.13 | 0.48 | 0.41 | 0.29 | 0.34 | | X06 | 0.01 | 0.07 | 0.22 | 0.38 | 0.06 | 0.32 | 0.34 | 0.19 | 0.20 | | X08 | 0.01 | 0.03 | 0.44 | 0.39 | 0.09 | 0.57 | 0.51 | 0.53 | 0.46 | | X09 | 0.00 | 0.01 | 0.13 | 0.42 | 0.02 | 0.29 | 0.25 | 0.09 | 0.20 | | X13 | 0.01 | 0.01 | 0.29 | 0.32 | 0.04 | 0.69 | 0.41 | 0.32 | 0.48 | | X15 | 0.01 | 0.08 | 0.23 | 0.49 | 0.13 | 0.34 | 0.39 | 0.18 | 0.38 | | X18 | 0.01 | 0.03 | 0.42 | 0.49 | 0.10 | 0.62 | 0.39 | 0.30 | 0.32 | | X20 | 0.04 | 0.16 | 0.41 | 0.48 | 0.05 | 0.42 | 0.41 | 0.42 | 0.28 | | X22 | 0.01 | 0.01 | 0.42 | 0.54 | 0.06 | 0.58 | 0.37 | 0.37 | 0.34 | | 最大值 | 0.04 | 0.16 | 0.46 | 0.56 | 0.19 | 0.69 | 0.51 | 0.53 | 0.48 | | 最小值 | 0.00 | 0.01 | 0.13 | 0.32 | 0.02 | 0.29 | 0.16 | 0.09 | 0.10 | | 超标率(%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |   **注：样品检出率大于大于等于1/2时，未检出按检出限的1/2量值参与统计；样品检出率小于1/2时，未检出按检出限的1/4量值参与统计**  **【本项目为海洋牧场项目，鱼礁投放施工会产生的一定的悬浮泥沙，对本项目区域的沉积物环境有一定影响，但这种影响很小，不会改变本项目区域的沉积物质量，因此，在加强防污染措施的同时，对区域海洋沉积物环境进行监测，保证本项目的建设不改变海域沉积物环境质量。】**  **3.3海洋生物质量现状调查与评价**  引用海南安纳检测技术有限公司于2021年03月11-12日在项目附近海域进行的12个站位生态调查资料。  **3.3.1调查方法**  分别选取鱼类、软体类、贝类的常见种各1～2种，包括双壳类、甲壳类、鱼类、大型藻类等，分袋、冰冻保存，取可食部分进行分析。  **(1)样品采集**  样品选取渔业资源调查的优势种和潮间带调查的优势种。  **(2)样品制备**  ①贝类样品的制备  用塑料刀或塑料刷除去贝壳外部所有的附作物，用蒸馏水或清洁海水漂洗每一个样品个体，让其自然流干，拉出足丝。用天平称个体全重，并记下重量。用另一把塑料刀插入足丝神出口，切断闭合肌，打开贝壳。用蒸馏水或清洁海水洗贝壳内的软组织，用塑料刀和镊子取出软组织，让水流尽。  单个样品：按上述步骤将至少10个个体的软组织放入已称重的塑料容器内，再称重，记下鲜重。盖紧，贴上标签。用尺子测量并记录贝壳长度。  多个样品：按上述步骤将至少10个个体的软组织放入已知重量的塑料容器中，称重，记下鲜重。于匀浆器中匀化样品，将匀浆样放回原塑料容器，再称重，并记录总重量，计算匀浆样重。贴上样品标签。  各生物个体大小应相近，并在取出生物组织前分别测量其个体长度和总重量。  ②单个样品用尺子量虾体长，将虾放在聚乙烯称样膜上，称重，记下长度和鲜重。用塑料刀将腹部和头胸部及尾部分开，小心将其内脏从腹部取出。腿全部切除。将腹部翻下，用塑料刀沿腹部外甲边缘切开，用塑料镊子取出肌肉。检查性腺，记录所鉴别的性别。用镊子将肌肉移入塑料容器中，称重并记录鲜重。盖紧容器，标上号码。将几个容器一起放入同一塑料袋中，并附样品登记清单，结紧袋口，低温冰箱中保存。  多个样品按上述方法制备样品，仔细地记录各个个体长度、鲜重、腹部肌肉重和性别。每个样品须包括6个以上性别相同、大小相近的个体肌肉。将样品放入匀浆器中匀化腹部肌肉，转入已知重量的塑料容器中盖紧，标上号码，称重，记下鲜重和其他数据。将几个容器放在同一塑料袋中，并附上样品登记清单，结紧袋口，在低温冰箱中保存。  ③中小型鱼样制备  单个个体样品先测量鱼的叉长，并于聚乙烯称样膜上称重。鉴定性腺性别，记下叉长和体重。用蒸馏水或清洁海水洗涤鱼样，将它放在工作台上，用塑料刀切除胸鳍并切开背鳍附近自头至尾部的鱼皮。在鳃附近和尾部，横过鱼体各切一刀；在腹部，鳃和尾部两侧各切一刀。四刀只切在鱼体一侧，且不得切太深，以免切开内脏，玷污肉片。用镊子将鱼皮与肉片分离，谨防外表皮玷污肉片。用另一把塑料刀将肌肉与脊椎分离，并用镊子取下肌肉。将组织盛于塑料容器中，称重并记录重量。若一侧的肌肉量不能满足分析用量，取另一侧肌肉补充。盖紧容器，贴上标签或记号，做好记录，于低温冰箱中保存。  多个体样品要仔细记下各个体长、鲜重。肌肉重。个体数不应少于6个，且性别应相同，大小相近。用匀浆器匀化鱼组织，将匀浆样转入已知重量的塑料容器中，盖紧，贴上标签并称重，记下匀浆样重和其他数据。置于低温冰箱中存放。  ④大型鱼样制备  若必要，将现场采集的样品放在-2℃-4℃冰箱中过夜，使部分解冻以便于切片。用蒸馏水或清洁海水洗涤鱼样。将鱼样置于清洁的工作台上，剔除残存的皮和骨，用塑料刀切去表层，再用另一把塑料刀重复操作一次。留下不受污染的肌肉组织。将肌肉组织放入塑料容器中，盖紧，贴上标签，称重，将数据记入记录表，样品存于低温冰箱中。  **3.3.2评价方法**  海洋生物质量评价因子有石油烃、铜、铅、锌、镉、总汞、砷。  海洋生物质量(双壳贝类)评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的标准值；其它甲壳类、鱼类和软体类目前国家尚未颁布统一的评价标准，生物体内污染物质(Hg、Zn、Pb、Cd、Cu)含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃和As采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。各评价因子的评价标准值见表3.1-23。  **表3.1-23 生物体内污染物评价标准 (单位：×10-6)**   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 生物类别 | 汞(Hg) | 铜(Cu) | 铅(Pb) | 镉(Cd) | 锌(Zn) | 砷(As) | 石油烃 | | 贝类(一类) | 0.05 | 10 | 0.1 | 0.2 | 20 | 1.0 | 15 | | 贝类(二类) | 0.10 | 25 | 2.0 | 2.0 | 50 | 5.0 | 50 | | 贝类(三类) | 0.3 | 50  **(牡蛎100)** | 6.0 | 5.0 | 100  **(牡蛎500)** | 8.0 | 80 | | 甲壳类 | 0.2 | 100 | 2.0 | 2.0 | 150 | 8.0 | 20 | | 鱼类 | 0.3 | 20 | 2.0 | 0.6 | 40 | 5.0 | 20 | | 软体类 | 0.3 | 100 | 10 | 3.7 | 250 | 10 | 20 |   **3.3.3调查结果**  由于目前调查海域大型底栖生物的生物量较小，通过阿氏拖网调查获取的大型底栖生物的生物量已不能满足生物质量样品分析的要求，因此本次生物质量样品的主要来自于游泳动物。通过渔业资源围网调查方式，在设定的大型底栖生物站位上获取的具有代表性的鱼类、甲壳类和软体类的本地经济种类、本地常见和优势种类。  在项目区附近海域布设了12个生物质量监测站位，调查项目附近海域的游泳动物(黑边布氏鲾、游鳍叶鯵、中国枪乌贼、长圆银鲈、虎斑乌贼、皮氏叫姑鱼、远洋梭子蟹、克氏棘赤刀鱼、须赤虾、无齿鰶、珍鲹、多齿蛇鲻)。  根据监测结果，采集到的12个站位中有鱼类8种、甲壳类2种、软体类2种，石油烃含量在2.6～8.4(×10-6)之间，平均为4.6(×10-6)；铜含量在0.2～10.3(×10-6)之间，平均为2.3(×10-6)；铅含量在0.03～0.34(×10-6)之间，平均为0.10(×10-6)；砷含量在0.3～4.2(×10-6)之间，平均为2.0(×10-6)；总汞含量在0.008～0.137(×10-6)之间，平均为0.061(×10-6)；锌含量在2.7～23.4(×10-6)之间，平均为9.6(×10-6)；镉含量在0.013～0.139(×10-6)之间，平均为0.041(×10-6)，详见表3.1-24。  调查结果表明：调查海域中的各生物体样品中的石油烃、重金属(总汞、铅、镉、铜、砷和锌)均达到《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)和《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准(详见表3.1-25)。  **表3.1-24 生物体样品中总石油烃、重金属元素含量**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **站位** | **样品类型** | **测试结果(单位：×10-6)** | | | | | |  | | **石油烃** | **Cu** | **Pb** | **Zn** | **Cd** | **Hg** | **As** | | X01 | 黑边布氏鲾 | 3.2 | 0.3 | 0.14 | 4.7 | 0.014 | 0.137 | 1.1 | | X02 | 游鳍叶鯵 | 2.8 | 1.5 | 0.04 | 8.0 | 0.024 | 0.058 | 0.8 | | X04 | 中国枪乌贼 | 6.3 | 2.3 | 0.04 | 11.2 | 0.099 | 0.024 | 3.8 | | X05 | 长圆银鲈 | 3.2 | 0.6 | 0.15 | 3.1 | 0.025 | 0.128 | 0.8 | | X06 | 虎斑乌贼 | 8.4 | 6.7 | 0.34 | 22.4 | 0.139 | 0.070 | 0.3 | | X08 | 皮氏叫姑鱼 | 4.5 | 0.2 | 0.03 | 2.7 | 0.019 | 0.087 | 0.9 | | X09 | 远洋梭子蟹 | 6.0 | 10.3 | 0.03 | 23.4 | 0.017 | 0.087 | 4.2 | | X13 | 克氏棘赤刀鱼 | 2.6 | 0.4 | 0.18 | 3.8 | 0.022 | 0.008 | 1.4 | | X15 | 须赤虾 | 7.5 | 3.2 | 0.04 | 17.8 | 0.068 | 0.036 | 3.8 | | X18 | 无齿鰶 | 4.2 | 1.1 | 0.05 | 6.6 | 0.021 | 0.034 | 3.3 | | X20 | 珍鲹 | 3.2 | 0.3 | 0.05 | 5.1 | 0.013 | 0.036 | 3.0 | | X22 | 多齿蛇鲻 | 3.4 | 0.2 | 0.05 | 5.8 | 0.028 | 0.028 | 0.8 | |  | 最小值 | 2.6 | 0.2 | 0.03 | 2.7 | 0.013 | 0.008 | 0.3 | |  | 最大值 | 8.4 | 10.3 | 0.34 | 23.4 | 0.139 | 0.137 | 4.2 | |  | 平均值 | 4.6 | 2.3 | 0.10 | 9.6 | 0.041 | 0.061 | 2.0 |   **注：样品检出率大于等于1/2时，未检出按检出限的1/2量值参与统计；样品检出率小于1/2时，未检出按检出限的1/4量值参与统计**  **表3.1-25 生物体样品中总石油烃、重金属含量标准指数**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 站位 | 类型 | 石油烃 | Cu | Pb | Zn | Cd | Hg | As | | X01 | 黑边布氏鲾 | 0.16 | 0.02 | 0.07 | 0.12 | 0.02 | 0.46 | 0.22 | | X02 | 游鳍叶鯵 | 0.14 | 0.08 | 0.02 | 0.20 | 0.04 | 0.19 | 0.16 | | X04 | 中国枪乌贼 | 0.32 | 0.02 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 0.08 | 0.38 | | X05 | 长圆银鲈 | 0.16 | 0.03 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.43 | 0.16 | | X06 | 虎斑乌贼 | 0.42 | 0.07 | 0.03 | 0.09 | 0.03 | 0.23 | 0.03 | | X08 | 皮氏叫姑鱼 | 0.23 | 0.01 | 0.02 | 0.07 | 0.03 | 0.29 | 0.18 | | X09 | 远洋梭子蟹 | 0.30 | 0.10 | 0.02 | 0.16 | 0.01 | 0.44 | 0.53 | | X13 | 克氏棘赤刀鱼 | 0.13 | 0.02 | 0.09 | 0.10 | 0.04 | 0.03 | 0.28 | | X15 | 须赤虾 | 0.38 | 0.03 | 0.02 | 0.12 | 0.03 | 0.18 | 0.48 | | X18 | 无齿鰶 | 0.21 | 0.06 | 0.03 | 0.17 | 0.04 | 0.11 | 0.66 | | X20 | 珍鲹 | 0.16 | 0.02 | 0.03 | 0.13 | 0.02 | 0.12 | 0.60 | | X22 | 多齿蛇鲻 | 0.17 | 0.01 | 0.03 | 0.15 | 0.05 | 0.09 | 0.16 |   **注：样品检出率大于等于1/2时，未检出按检出限的1/2量值参与统计；样品检出率小于1/2时，未检出按检出限的1/4量值参与统计。**  **【根据2021年春季航次的海洋生物质量监测结果看，所有的监测生物各指标均未超标，本项目施工建设和运营不会直接产生污染物排向海域，不会加剧区域海洋生物质量的下降，因此，在加强防污染措施的同时，定期对区域海洋生物质量进行监测，保证本项目的建设不改变海域海洋生物质量。】**  **3.4 海洋生态环境现状**  引用海南安纳检测技术有限公司于2021年03月11-12日在项目附近海域进行的12个站位生态调查资料，2021年03月10-11日进行的3条断面潮间带生物调查资料。具体调查站位详见表3.1-17和图3.1-55。珊瑚礁现状资料引用海南省海洋与渔业科学院2019年12月对西瑁洲珊瑚礁的调查结果。  **3.4.1调查方法**  **(1)浮游植物**  采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007中的有关浮游生物调查的规定进行。利用浅水Ⅲ型浮游生物网采样，拖网方式为底—表垂直拖。采用5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。  **(2)浮游动物**  采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007中的有关浮游生物调查的规定进行，利用浅水Ⅰ型浮游生物网采样，拖网方式为底—表垂直拖。采用5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。  **(3)鱼卵与仔稚鱼**  采样方法是按《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007中的有关鱼类浮游生物调查的规定进行，利用浅水Ⅰ型浮游生物网采样，定性样品采用平行拖网采集，定量样品采用底—表垂直拖网采集。采用5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。  **(4)大型底栖生物**  大型底栖生物的定量采样用张口面积为0.067m2的采泥器进行，每个站采样3次。定性样品采用阿氏拖网采集，拖拽时间为10～15min，拖速为2-3节。采集样品采用75%无水乙醇固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。  **(5)游泳动物**  项目所在海区地形较为复杂，根据现场情况在使用单拖网渔船进行捕捞作业，拖网渔船为“琼临渔 00419”，网衣全长45m，宽15m，网具曳纲长度为300m，囊网网目为50mm。现场调查采样方法按《海洋监测规范》(GB17378.5-2007)、《海洋调查规范海洋生物调查》(GB 12763.6-2007)进行。游泳动物采用底拖网生产渔船现场试捕法进行，根据调查站位现场条件，调整连续拖曳时间和拖速。渔获样品分析先将较大和稀有种类的渔获物单独挑出，然后随机采集20kg渔获样品供进一步分析，渔获物不足20kg时，则全部取样。每个站位的渔获样品，均进行生物学测定。  优势渔获物分析通过Pinkas等应用的相对重要性指标(IRI)来确定：  *IRI=(N+W)×F×104*  N为某种类的尾数占总渔获尾数的百分比；W为某种类的质量占总渔获质量的百分比；F为某种类在调查中被捕获的站位数与总调查站位数之比。本报告以IRI大于100为优势种资源密度(kg/km2)和现存资源量(t)根据扫海面积法估算，公式如下：  *D=Y×10-3/(A(1-E))*  *B=D·S*  B=现存资源量(t)，D=资源密度(kg/km2)，A=每小时扫海面积(km2/h)，S=调查监测水域面积(km2)，Y=平均渔获率(kg/h)，E=逃逸率(这里取0.5)。  **(6)潮间带生物**  **①生物样品的采集方法**  定性采样在高、中、低潮区分别采1个样品，并尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全。  滩涂定量采样用面积为25cm×25cm的定量框，取样时先将定量框插入滩涂内，观察框内可见的生物和数量，再用铁铲清除挡板外侧的泥沙，拔去定量框，铲取框内样品，若发现底层仍有生物存在，应将采样器再往下压，直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。  对某些生物栖息密度很低的地带，可采用5m×5m的面积内计数(个数或洞穴数)，并采集其中的部分个体称重，再换算成生物量。  **②生物样品处理与保存**  采得的所有定性和定量标本，洗净按类分开瓶装或封口塑料袋装，或按大小及个体软硬分装，以防标本损坏。  定量样品，未能及时处理的余渣，拣出可见标本后把余渣另行分装，在双筒解剖镜下挑拣；  按序加入5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定；  对受刺激易引起收缩或自切的种类(如腔肠动物、纽形动物)，先用水合氯醛或乌来糖进行麻醉后再固定，某些多毛类(如沙蚕科、吻沙蚕科)，先用淡水麻醉，挤出吻部，再用福尔马林固定，对于大型海藻，除用福尔马林固定外，最好带回一些完整的新鲜藻体，制作腊叶标本。  **(7)珊瑚礁**  珊瑚礁主要采用断面法调查(Line intercept transect)，珊瑚礁鱼类调查采用带状断面目测法。利用水下数码摄像机和水下照相机进行摄像和拍照，然后室内根据照片、摄像和现场调查记录的真实资料进行分析。  根据珊瑚分布的密度、均匀度、优劣情况以及海底地形，在每一调查站位布置50m×0.6m的条形带状断面2～3条。断面分别在1～3m浅水地段和4～8m深水地段，沿着珊瑚礁长轴方向布设，且断面布设不能重复，尽量均匀，能反映出该监测区域珊瑚礁分布、生态现状。使用一条长50m带刻度(1cm)的皮尺在断面较平坦的地段上布设，用水下数码摄像机从断面上尺的一端沿着皮尺拍摄，水下摄影、拍照完后，用GPS测定坐标，为下次监控提供准确位置。回到实验室后在电脑上进行判读，观察记录皮尺下活珊瑚的绳长，小于5cm的不记，记下断面线下活珊瑚、死珊瑚的总长度及珊瑚礁病害等，并对断面上的各种造礁珊瑚种类进行鉴定。如果断面线下有砂质或礁石等底质，记录其所占的长度，计算出各底质类型覆盖度。  每一监控区，根据站位和断面的布设范围，选定好珊瑚礁鱼类监测区域，然后分别在1～3m和4～5m水深处，各设置50m长断面1条。沿着断面游向断面的另一端，记录断面两侧各1m宽的范围内常见种类的个体数量；并记录每条鱼的种类名称、体长范围(＜5cm，5～10cm，10～20cm，20～30cm，30～40cm，＞40cm)。  ①珊瑚种类鉴定  珊瑚种类主要根据所拍珊瑚相片鉴定，并结合拍摄图像、现场调查观察记录和采集标本鉴定方式。  ②活石珊瑚覆盖度  断面活珊瑚覆盖度%＝活珊瑚所占尺长cm/5000cm  ③底质类型覆盖度  断面底质类型覆盖度%＝底质类型长度cm/5000cm  ④石珊瑚死亡情况判断  a、石珊瑚死亡率  石珊瑚死亡率是判断硬珊瑚死亡情况的一种方法，其可通过影像资料测定断面上硬珊瑚总个数及死亡个数，并估计死亡时间。  石珊瑚死亡率=断面上石珊瑚死亡个数/断面上石珊瑚总个数  b、死珊瑚覆盖度  死珊瑚覆盖度也是判断石珊瑚死亡情况的一种方法。断面上，一定个数的石珊瑚都存在一定的长度，多次取平均值可以以珊瑚长度来表征珊瑚个数，因此死珊瑚覆盖度也是判断硬珊瑚死亡情况的一种方法。  断面死珊瑚覆盖度%＝死珊瑚所占尺长cm/5000cm  活珊瑚都呈现不同的颜色，判断死亡珊瑚的标准是珊瑚的颜色为白色或黑色，早期死亡的为黑色，死亡时间超过1.5a的珊瑚已辨认不清珊瑚体，近期死亡的为白色，死亡时间判别标准如下：  30d以内：珊瑚单体骨骼白色、完整清晰；  0.5a以内：珊瑚单体被小型藻类或薄层沉积物覆盖；  1a～2a之内：珊瑚单体结构轻微腐蚀，但仍然能分辨出珊瑚的属级分类单位；  2a以上：珊瑚单体结构消失，或单体上的附着生物(藻类、无脊椎动物等)已经很难取下。  ⑤石珊瑚补充量调查方法  根据拍摄的录像，统计每一断面上各种造礁石珊瑚的石珊瑚补充量；即单位面积上，高度＜5cm，直径＜5cm的新长造礁石小珊瑚个数。  石珊瑚补充量(ind/m2)=断面新长珊瑚个数/断面面积  ⑥珊瑚礁病害  珊瑚礁病害主要通过颜色的改变来判断，白化病在全球范围内都有发生。应对白化病及其它颜色的异常进行监测并拍照，只统计每个珊瑚“头部”平面上颜色的异常状况。分枝珊瑚，白死亡区域集中在每个分枝的边缘部分。记录每个珊瑚颜色异常状况；B为白化病，BB为黑边病，WB为白带病，RW为侵蚀病，YB为黄斑病，RB为红带病，并对病害情况进行现场拍照。  珊瑚发病率%=断面上发病珊瑚个数/断面上珊瑚总个数。  **3.4.2评价方法**  **①初级生产力**  采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7-2007 中有关叶绿素a调查的规定进行。使用紫外分光光度计测定叶绿素a的含量。  初级生产力的估算采用叶绿素a法，按联合国教科文组织(UNESCO)推荐的下列公式估算：  C:\Users\Ivy\AppData\Local\Temp\1629362627(1).png  式中：  P—现场初级生产力(mg·C/(m2·d))  Chla—真光层内平均叶绿素a含量(mg/m3)  Q—不同层次同化指数算术平均值，取3.71  D—昼长时间(h)，根据季节和海区情况取12.0小时  E—真光层深度(m)，取透明度(m)×2.71  **②优势度、多样性指数、均匀度、丰富度和单纯度**  用反映生物群落特征指数，优势度、多样性指数(H′)、均匀度(J′)、丰富度和单纯度对所调查的生物群落结构特征进行分析。计算公式如下：   * **优势度(Y)**      * **Shannon-Wiener多样性指数**      * **Pielou均匀度指数**     式中：Pi＝ni/N；Hmax＝log2S，为最大多样性指数；ni：第i种的个体数量(ind.·m-3)；N：某站总生物数量(ind.·m-3)；fi：某种生物的出现频率(%)；S：出现生物总种数。   * **丰富度指数**   d=(S-1)/log2N  式中：d表示丰富度指数；S表示样品中的总种数；N表示群落中所有物种的总丰度。   * **单纯度指数**   C=SUM(ni/N)2  式中：C表示单纯度指数；N为群落中所有物种丰度或生物量，ni为第i个物种的丰度或生物量。  **3.4.3调查结果**  **3.4.3.1 叶绿素a与初级生产力**  初级生产力采用叶绿素a法，其结果见表3.1-25。  由表3.1-25可见，2021年调查海区叶绿素a含量范围是(0.32～4.28)μg/L，平均值为0.84μg/L。调查海区初级生产力变化范围是(105.69～605.96)mg·C/m2·d，平均值为242.56mg·C/m2·d。  **表3.1-25 2021年调查海区叶绿素a含量和初级生产力**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **站号** | **透明度(m)** | **叶绿素a含量(μg/L)** | | | **初级生产力**  **mg·C/(m2·d)** | | **表层** | **10m** | **底层** | | X01 | 3.5 | 1.00 | -- | -- | 211.14 | | X02 | 5.7 | 1.00 | -- | 0.78 | 306.03 | | X04 | 6.2 | 0.56 | 0.44 | 0.56 | 194.49 | | X05 | 3.2 | 0.78 | -- | -- | 150.57 | | X06 | 5.6 | 0.56 | -- | 0.94 | 253.36 | | X08 | 6.5 | 0.44 | 0.78 | 0.44 | 216.97 | | X09 | 2.4 | 0.73 | -- | -- | 105.69 | | X13 | 6.7 | 0.44 | 0.32 | 0.34 | 148.20 | | X15 | 2.2 | 1.01 | -- | -- | 134.04 | | X18 | 7.0 | 0.88 | 0.66 | 0.78 | 326.56 | | X20 | 3.5 | 4.28 | -- | 1.46 | 605.96 | | X22 | 7.2 | 0.66 | 0.46 | 0.66 | 257.71 | | 范围 | | 0.44～4.28 | 0.32～0.78 | 0.34～1.46 | 105.69～605.96 |   **注：符号“--”为水深不到采集层次**  **3.4.3.2 浮游植物**  **(1)种类组成**  调查海域共鉴定到浮游植物3门22属54种(包括变型及变种)(附表Ⅰ)。其中，硅藻18属39种，占浮游植物种类数的53.70%；甲藻门3属13种，占种类数的24.07%；蓝藻门1属2种，均占种类数的3.70%。  **(2)细胞密度**  各调查站位浮游植物的细胞密度介于(0.51～7.40)×104cells/m3之间，平均细胞密度为2.45×104cells/m3。详见表3.1-26。  **表3.1-26 浮游植物细胞密度(×104cells/m3)**   |  |  | | --- | --- | | **站位** | **细胞密度(×104cells/m3)** | | X01 | 6.08 | | X02 | 1.79 | | X04 | 0.51 | | X05 | 2.28 | | X06 | 1.37 | | X08 | 0.67 | | X09 | 7.40 | | X13 | 0.84 | | X15 | 4.51 | | X18 | 1.17 | | X20 | 1.49 | | X22 | 1.29 | | 平均值 | 2.45 |   **(3)优势种**  优势种的确定由优势度决定，计算公式：Y=Pi×fi，fi为第i种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将浮游植物的优势度≥0.02的种类作为该海域的优势种类。  调查海域浮游植物优势种为：标志星杆藻、新月菱形藻、双角角管藻、三角新角藻、洛氏菱形藻、夜光藻、覆瓦根管藻、波状新角藻、卡氏新角藻、叉状新角藻。优势种见表3.1-27。  **表3.1-27 2021年项目附近海域浮游植物优势种和优势度**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **优势种** | **拉丁文名** | **平均密度(×104cells/m3)** | **占总密度的比例(%)** | **出现频率(%)** | **优势度** | | 标志星杆藻 | *Asterionella notata* | 0.55 | 22.58 | 83.00 | 0.19 | | 新月菱形藻 | *Nitzschia closterium* | 0.22 | 8.94 | 92.00 | 0.08 | | 双角角管藻 | *Cerataulina bicornis* | 0.18 | 7.19 | 100.00 | 0.07 | | 三角新角藻 | *Neoceratium tripos* | 0.14 | 5.77 | 100.00 | 0.06 | | 洛氏菱形藻 | *Nitzschia lorenziana var. lorenziana* | 0.15 | 6.07 | 83.00 | 0.05 | | 夜光藻 | *Noctiluca scintillans* | 0.13 | 5.22 | 83.00 | 0.04 | | 覆瓦根管藻 | *Rhizosolenia imbricata var.*  *imbricata* | 0.10 | 4.14 | 83.00 | 0.03 | | 波状新角藻 | *Neoceratium trichoceros* | 0.06 | 2.25 | 92.00 | 0.02 | | 卡氏新角藻 | *Neoceratium karstenii* | 0.08 | 3.40 | 67.00 | 0.02 | | 叉状新角藻 | *Neoceratium furca* | 0.06 | 2.39 | 83.00 | 0.02 |   **(4)丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度**  浮游植物多样性反映其种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系，均匀度则反映其种类数量的分配情况，可以作为水质监测的参数。  计算结果表明，2021年调查期间各站位的浮游植物丰富度指数(D)介于0.83～1.85之间，平均值为1.35；单纯度(C)指数介于0.07～0.46之间，平均值为0.15；多样性指数(H′)介于2.08～4.09之间，平均值为3.53；均匀度指数(J′)介于0.52～0.91之间，平均值为0.82。结果见表3.1-28。  **表3.1-28 浮游植物丰富度(D)、单纯度(C)、多样性指数(H′)和均匀度(J′)**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **站位** | ***D*** | ***C*** | ***H′*** | ***J′*** | | X01 | 0.94 | 0.46 | 2.08 | 0.52 | | X02 | 1.70 | 0.11 | 3.83 | 0.82 | | X04 | 1.46 | 0.09 | 3.82 | 0.90 | | X05 | 0.83 | 0.32 | 2.46 | 0.66 | | X06 | 1.46 | 0.10 | 3.69 | 0.84 | | X08 | 1.49 | 0.10 | 3.72 | 0.86 | | X09 | 1.30 | 0.07 | 4.07 | 0.91 | | X13 | 1.23 | 0.10 | 3.67 | 0.90 | | X15 | 1.03 | 0.11 | 3.57 | 0.87 | | X18 | 1.85 | 0.08 | 4.09 | 0.87 | | X20 | 1.51 | 0.09 | 3.92 | 0.88 | | X22 | 1.39 | 0.13 | 3.39 | 0.78 | | 平均值 | 1.35 | 0.15 | 3.53 | 0.82 |   **3.4.3.3 浮游动物**  **(1)种类组成**  据本次调查所采集到的标本鉴定，2021年调查海域浮游动物共有11类50属58种(附表Ⅱ)，不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼。其中，桡足类最多，有25属32种，占浮游动物总种数55.17%；水螅水母类有6属7种，占浮游动物总种数的12.07%；毛颚类有3属3种，占浮游动物总种数5.17%；被囊类和端足类均有4属4种，占浮游动物总种数的6.90%；介形类和枝角类均有2属2种，占浮游动物总种数的3.45%；十足类、原足类、浮游软体类和原生动物类均有1属1种，占浮游动物总种数的1.72%；另有11个类别浮游幼体和鱼卵  **(2)生物量和丰度**  调查海域浮游动物的丰度范围为(34.44～117.00)ind/m3，平均丰度为95.68ind/m3，其中丰度最大值出现在X13号站位，最小值出现在在X15号；生物量范围为(5.78～1099.66)mg/m3，平均生物量为277.11mg/m3，其中生物量最大值出现在X08号站位，最小值出现在X15号站位。结果详见表3.1-29。  **表3.1-29 各测站浮游动物丰度(ind/m3)和生物量(mg/m3)**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **站位** | **丰度(ind/m3)** | **生物量(mg/m3)** | | X01 | 166.92 | 481.38 | | X02 | 49.72 | 154.69 | | X04 | 107.00 | 336.42 | | X05 | 114.00 | 203.80 | | X06 | 52.67 | 126.57 | | X08 | 239.20 | 1099.66 | | X09 | 40.00 | 7.50 | | X13 | 117.00 | 533.60 | | X15 | 34.44 | 5.78 | | X18 | 106.80 | 190.86 | | X20 | 80.00 | 116.75 | | X22 | 40.40 | 68.34 | | 平均值 | 95.68 | 277.11 |   **(3)优势种**  优势种的确定由优势度决定，计算公式：Y=Pi×fi，fi为第i种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度≥0.02的种类作为该海域的优势种类。调查期间该海域浮游动物优势种类有肥胖软箭虫、中华哲水蚤、凶型猛箭虫、鸟喙尖头溞和锥形宽水蚤。结果详见表3.1-30。  **表3.1-30 浮游动物优势种和优势度**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **优势种** | **拉丁文** | **平均丰度**  **(ind/m3)** | **比例**  **(%)** | **出现频率**  **(%)** | **优势度** | | 肥胖软箭虫 | *Flaccisagitta enflata* | 31.80 | 33.23 | 55.00 | 0.18 | | 中华哲水蚤 | *Calanus sinicus* | 10.32 | 10.78 | 55.00 | 0.06 | | 凶型猛箭虫 | *Ferosagitta ferox* | 6.86 | 7.17% | 50.00 | 0.04 | | 鸟喙尖头溞 | *Penilia avirostris* | 3.49 | 3.65 | 60.00 | 0.02 | | 锥形宽水蚤 | *Temora turbinata* | 3.53 | 3.69 | 55.00 | 0.02 |   **(4)丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度**  调查期间该水域浮游动物丰富度指数范围为1.37～6.18，平均值为3.80，最大值出现在X22号站位，最小值出现在X15号；单纯度指数范围为0.06～0.38，平均值为0.19，最大值出现在X08号站位，最小值出现在X05号站位；多样性指数范围为2.04～4.37，平均值为3.33，最大值出现在X05号站位，最小值出现在X13号；均匀度指数范围为0.46～0.91，平均值为0.74，最大值出现在X09号站位，最小值出现在X13号站位。结果详见表3.1-31。  **表3.1-31 丰富度(D)、单纯度(C)、多样性指数(H′)和均匀度(J)**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **站位** | **丰富度(D)** | **单纯度(C)** | **多样性指数**  **(H′)** | **均匀度指数(J)** | | X01 | 4.74 | 0.11 | 4.07 | 0.79 | | X02 | 5.32 | 0.14 | 3.70 | 0.75 | | X04 | 3.41 | 0.25 | 2.98 | 0.65 | | X05 | 4.39 | 0.06 | 4.37 | 0.88 | | X06 | 3.32 | 0.12 | 3.57 | 0.83 | | X08 | 2.66 | 0.38 | 2.17 | 0.49 | | X09 | 1.50 | 0.16 | 2.87 | 0.91 | | X13 | 2.91 | 0.45 | 2.04 | 0.46 | | X15 | 1.37 | 0.27 | 2.39 | 0.80 | | X18 | 5.34 | 0.15 | 3.64 | 0.70 | | X20 | 4.43 | 0.10 | 3.86 | 0.80 | | X22 | 6.18 | 0.08 | 4.27 | 0.84 | | 平均 | 3.80 | 0.19 | 3.33 | 0.74 |   **3.4.3.4 大型底栖生物**  **(1)种类组成**  调查海域大型底栖动物共采集鉴定到8门72科123种(附表Ⅲ)，其中肢动物有21科47种，占总种类数的38.21%；脊索动物有15科24种，占总种类数的19.51%；软体动物有17科24种，占总种类数的19.51%；环节动物有12科17种，占总种类数的13.82%；棘皮动物有3科7种，占总种类数的5.69%；腔肠动物有2科2种，占总种类数的1.63%；纽形动物、螠虫动物均有1科1种，均占总种类数的0.81%  **(2)生物量和栖息密度**  各站位底栖生物栖息密度的幅度为(9.95～49.75)ind/m2，平均密度为25.70ind/m2，最高出现在X08号站位，最低出现在X02、X06号站位；生物量的幅度为(0.06～58.14)g/m2，平均生物量为17.64g/m2，最高出现在X08号站位，最低出现在X06号站位。见表3.1-32。  **表3.1-32 各站位大型底栖生物生物量(g/m2)和栖息密度(ind/m2)**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **站位** | **栖息密度** | **生物量** | | X01 | 19.90 | 1.27 | | X02 | 9.95 | 1.89 | | X04 | 29.85 | 5.35 | | X05 | 19.90 | 8.86 | | X06 | 9.95 | 0.06 | | X08 | 49.75 | 58.14 | | X09 | 24.88 | 24.53 | | X13 | 29.85 | 28.01 | | X15 | 19.90 | 21.11 | | X18 | 39.80 | 44.14 | | X20 | 14.93 | 9.73 | | X22 | 39.80 | 8.63 | | 平均值 | 25.70 | 17.64 |   注：--为未采集到  **(3)各类别生物量和栖息密度**  调查海域大型底栖动物栖息密度主要以软体动物为主，平均密度为9.95ind/m2；其次为环节动物，平均密度为8.29ind/m2；最低为螠虫动物，平均密度为0.41ind/m2。生物量以软体动物为主，平均生物量为11.20g/m2；其次为节肢动物，平均生物量为3.07g/m2；螠虫动物最低，平均生物量为0.06g/m2。详见附表Ⅳ。  **(4)优势种**  优势种的确定由优势度决定，计算公式：Y=Pi×fi，fi为第i种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将大型底栖动物的优势度≥0.01的种类作为该海域的优势种类。  调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种有衣硬篮蛤、铜色巢沙蚕、衣角蛤、海南色雷西蛤、铲形胡桃蛤、纳加斯索沙蚕。详见表3.1-33。  **表3.1-33 大型底栖生物的优势种和优势度**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **优势种** | **拉丁文名** | **平均栖息密度(ind/m2)** | **比例(%)** | **出现频率(%)** | **优势度** | | 衣硬篮蛤 | *Solidicorbula tunicata* | 2.90 | 11.29% | 33.33% | 0.04 | | 铜色巢沙蚕 | *Diopatra cuprea* | 2.49 | 9.68% | 33.33% | 0.03 | | 衣角蛤 | *Angulus vestalis* | 2.49 | 9.68% | 25.00% | 0.02 | | 海南色雷西蛤 | *Thracia hainanensis* | 0.83 | 3.23% | 16.67% | 0.01 | | 铲形胡桃蛤 | *Nucula cumingii* | 0.83 | 3.23% | 16.67% | 0.01 | | 纳加斯索沙蚕 | *Sergioneris nagae* | 0.83 | 3.23% | 16.67% | 0.01 |   **(5)丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度**  各站丰富度的幅度为0.30～1.32，平均值为0.70，最高值出现在X22号站位，最低值出现在X02、X06号站位；各站单纯度的幅度为0.13～0.50，平均值为0.28，最高值出现在X02、X06号站位，最低值出现在X22号站位；各站多样性指数的幅度为1.00～3.00，平均值为1.97，最高值出现在X22号站位，最低值出现在X02、X06号站位；各站底栖生物均匀度的幅度为0.93～1.00，平均值为0.99，最高值出现在X01、X02、X04、X05、X06、X13、X15、X20、X22号站位，最低值出现X08、X09站位。详见表3.1-34。  **表3.1-34 丰富度(*D*)、单纯度(*C*)、生物多样性指数(*H′*)和均匀度(*J*)**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **站位** | **丰富度(*D*)** | **单纯度(*C*)** | **多样性指数(*H′*)** | **均匀度指数(*J*)** | | X01 | 0.70 | 0.25 | 2.00 | 1.00 | | X02 | 0.30 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | | X04 | 1.02 | 0.17 | 2.58 | 1.00 | | X05 | 0.70 | 0.25 | 2.00 | 1.00 | | X06 | 0.30 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | | X08 | 0.71 | 0.24 | 2.17 | 0.93 | | X09 | 0.65 | 0.28 | 1.92 | 0.96 | | X13 | 0.41 | 0.33 | 1.58 | 1.00 | | X15 | 0.70 | 0.25 | 2.00 | 1.00 | | X18 | 1.13 | 0.16 | 2.75 | 0.98 | | X20 | 0.51 | 0.33 | 1.58 | 1.00 | | X22 | 1.32 | 0.13 | 3.00 | 1.00 | | 平均值 | 0.70 | 0.28 | 1.97 | 0.99 |   **注：0为只采集到1种大型底栖生物；--为未发现**  **3.4.3.5 游泳动物**  **(1)种类组成**  本次调查共渔获游泳动物109种，分别隶属于18目57科(附表Ⅴ)。其中，鱼类13目48科79种，占所有种类的72.48%；甲壳类2目5科23种，占所有种类的21.10%；头足类3目4科7种，占所有种类的6.42%。  **(2)渔获率和现存资源密度**  本次调查游泳动物的平均渔获率为15.32kg/h和2823ind/h。其中，鱼类为13.18kg/h和2735ind/h，头足类的平均渔获率为1.79kg/h和40ind/h，甲壳类的平均渔获率为0.35kg/h和48ind/h。  根据扫海面积法估算，评价调查海域目前游泳动物的资源密度约为367.73kg/km2和67752ind/km2，其中鱼类约为316.25kg/km2和65633ind/km2，头足类43.00kg/km2和967ind/km2，甲壳类约为8.48kg/km2和1152ind/km2。  各站游泳动物渔获率和资源密度详见表3.1-35。  **(3)优势种**  根据相对重要性指数(IRI)公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标(IRI)，并以IRI大于100作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获物鱼类共有10种。其中，黑边布氏鲾的IRI最高，为2008；其它优势种依次为蓝圆鲹(1125)、仰口鲾(606)、短棘鰏(535)、长棘银鲈(398)、多齿蛇鲻(236)、大头银姑鱼(159)、皮氏叫姑鱼(158)、长圆银鲈(154)、无齿鰶(120)。优势渔获物甲壳类没有种优势种。优势渔获物头足类有2种优势种，中国枪乌贼(518)、拟目乌贼(173)。其它种类的相对重要性指数小于100。优势种渔获率及百分比组成见表3.1-36  **表3.1-35 调查海域游泳动物渔获率和资源密度**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **站位** | **渔获率** | | **资源密度** | | | **重量渔获率(kg/h)** | **个体渔获率(ind/h)** | **重量资源密度(kg/km2)** | **个体资源密度(ind/km2)** | | X01 | 28.69 | 397 | 688.59 | 9523 | | X02 | 9.82 | 443 | 233.78 | 10639 | | X04 | 3.43 | 285 | 82.43 | 6847 | | X05 | 25.43 | 345 | 610.29 | 8286 | | X06 | 6.27 | 151 | 150.46 | 3612 | | X08 | 28.00 | 15449 | 671.99 | 370734 | | X09 | 57.36 | 14958 | 1376.65 | 358956 | | X13 | 2.07 | 215 | 49.79 | 5153 | | X15 | 3.98 | 412 | 95.40 | 9882 | | X18 | 12.74 | 438 | 305.75 | 10501 | | X20 | 3.37 | 468 | 80.76 | 11241 | | X22 | 2.71 | 319 | 65.07 | 7654 | | 平均值 | 15.32 | 2823 | 367.73 | 67752 |   **表3.1-36 调查海域优势种类组成**   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **种类** | **种** | **拉丁文名** | **N** | **W** | **F** | **IRI** | | 鱼类 | 黑边布氏鲾 | *Eubllekeria splendens* | 22.61% | 17.56% | 50.00% | 2008 | | 蓝圆鲹 | *Decapterus maruadsi* | 35.90% | 9.09% | 25.00% | 1125 | | 仰口鲾 | *Secutot ruconius* | 11.35% | 6.84% | 33.33% | 606 | | 短棘鰏 | *Leiognathus equulus* | 19.09% | 12.99% | 16.67% | 535 | | 长棘银鲈 | *Gerres filamentosus* | 0.38% | 4.94% | 75.00% | 398 | | 多齿蛇鲻 | *Saurida tumbil* | 0.59% | 1.98% | 91.67% | 236 | | 大头银姑鱼 | *Pennahia macrocephalus* | 1.02% | 1.71% | 58.33% | 159 | | 皮氏叫姑鱼 | *Johnius belengerii* | 1.03% | 1.68% | 58.33% | 158 | | 长圆银鲈 | *Gerres oblongus* | 0.37% | 3.33% | 41.67% | 154 | | 无齿鰶 | *Anodontostoma chacunda* | 0.18% | 4.63% | 25.00% | 120 | | 头足类 | 中国枪乌贼 | *Loligo chinensis* | 1.34% | 3.84% | 100.00% | 518 | | 拟目乌贼 | *Sepia lycidas* | 0.03% | 6.91% | 25.00% | 173 |   **(4)物种多样性分析**  调查海域渔获物重量密度多样性指数(H')均值为3.24(1.49-4.18)，均匀度指数(J')均值为0.75(0.34-0.97)，单纯度指数(C)均值为0.20(0.07-0.60),丰富度指数(d)均值为4.56(1.92-6.08)。渔获物个体密度多样性指数(H')均值为3.28(0.16-4.38)，均匀度指数(J')均值为0.76(0.04-1.01)，单纯度指数(C)均值为0.22(0.07-0.97)，丰富度指数(d)均值为2.31(0.89-3.48)。结果详见表3.1-37。  **表3.1-37 渔获物多样性指数值**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **站位** | **个体评价指标** | | | | **重量评价指标** | | | | | ***H'*** | ***J'*** | ***C*** | ***d*** | ***H'*** | ***J'*** | ***C*** | ***d*** | | X01 | 4.38 | 1.01 | 0.09 | 3.48 | 3.66 | 0.85 | 0.13 | 5.14 | | X02 | 3.76 | 0.87 | 0.13 | 2.66 | 4.11 | 0.95 | 0.08 | 5.05 | | X04 | 3.04 | 0.70 | 0.20 | 2.10 | 3.41 | 0.79 | 0.14 | 4.73 | | X05 | 4.08 | 0.94 | 0.10 | 2.87 | 3.18 | 0.73 | 0.17 | 4.21 | | X06 | 2.87 | 0.66 | 0.29 | 1.85 | 3.10 | 0.72 | 0.16 | 3.22 | | X08 | 0.16 | 0.04 | 0.97 | 0.89 | 1.49 | 0.34 | 0.60 | 1.92 | | X09 | 1.66 | 0.38 | 0.35 | 1.66 | 1.91 | 0.44 | 0.33 | 3.07 | | X13 | 4.24 | 0.98 | 0.07 | 2.31 | 4.11 | 0.95 | 0.08 | 5.70 | | X15 | 4.13 | 0.96 | 0.07 | 2.66 | 4.18 | 0.97 | 0.07 | 5.99 | | X18 | 2.97 | 0.69 | 0.20 | 2.11 | 2.29 | 0.53 | 0.37 | 3.61 | | X20 | 3.93 | 0.91 | 0.09 | 2.58 | 3.78 | 0.87 | 0.11 | 6.08 | | X22 | 4.10 | 0.95 | 0.08 | 2.54 | 3.70 | 0.86 | 0.13 | 6.06 | | 平均值 | 3.28 | 0.76 | 0.22 | 2.31 | 3.24 | 0.75 | 0.20 | 4.56 |   **(5)主要种类幼鱼比例**  根据渔获物个体长度大于其最小性成熟长度为成鱼，而小于最小性成熟长度为幼鱼的划分标准来估算幼鱼的比例。本次调查主要经济鱼类的出现频率、平均体重和幼鱼比例，主要种类幼鱼比例情况如下：  在本次调查的渔获物中，鱼类幼体约占96.63%，主要鱼获物半线天竺鲷、大鳞舌鳎、大头狗母鱼、大头银姑鱼、带纹躄鱼、单棘豹魴鮄、单角革鲀、短棘鰏、短尾大眼鲷、多鳞短额鲆、多鳞鱚、多须鼬鳚、黑口鳓、横带棘线鲬、画眉笛鲷、箕作布氏筋鱼、尖尾鳗、剑唇鱼、截尾天竺鲷、金线鱼、康氏小公鱼、孔虾虎鱼、鳓。结果详见表3.1-38。  **表3.1-38 主要渔获种类幼鱼比例**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **种名** | **出现频率(％)** | **体长范围(cm)** | **幼鱼比例** | | 半线天竺鲷 | 66.67 | 7.0-8.0 | 100.00% | | 大鳞舌鳎 | 41.67 | 10.0-14.0 | 91.67% | | 大头狗母鱼 | 33.33 | 10.0-15.0 | 100.00% | | 大头银姑鱼 | 58.33 | 7.0-12.0 | 100.00% | | 带纹躄鱼 | 25.00 | 10.0-7.0 | 100.00% | | 单棘豹魴鮄 | 16.67 | 15.0-11.0 | 100.00% | | 单角革鲀 | 16.67 | 8.0-30.0 | 50.00% | | 短棘鰏 | 16.67 | 10.0-15.0 | 100.00% | | 短尾大眼鲷 | 25.00 | 10.012.0 | 100.00% | | 多鳞短额鲆 | 33.33 | 6.0-8.0 | 100.00% | | 多鳞鱚 | 25.00 | 7.0-14.0 | 100.00% | | 多须鼬鳚 | 8.33 | 13.0 | 100.00% | | 黑口鳓 | 16.67 | 10.0-11.0 | 100.00% | | 横带棘线鲬 | 16.67 | 7.0-11.0 | 100.00% | | 画眉笛鲷 | 8.33 | 8.0-10.0 | 100.00% | | 箕作布氏筋鱼 | 16.67 | 15.0-16.0 | 100.00% | | 尖尾鳗 | 16.67 | 17.0-11.0 | 100.00% | | 剑唇鱼 | 25.00 | 12.0-15.0 | 100.00% | | 截尾天竺鲷 | 66.67 | 7.0-10.0 | 100.00% | | 金线鱼 | 8.33 | 17.0 | 100.00% | | 康氏小公鱼 | 8.33 | 7.0-8.0 | 100.00% | | 孔虾虎鱼 | 16.67 | 10.0-13.0 | 100.00% | | 鳓 | 16.67 | 10.0-16.0 | 100.00% |   **3.4.3.6 潮间带生物**  **(1)种类组成**  3个潮间带断面共采获了2个生物类别中的4科7种生物(包含定性样品)(附表Ⅵ)。其中，节肢动物有2科3种，占总种类数的42.86%；软体动物有2科4种，占总种类数的57.14%。  C01出现1种生物，C02有3种生物，C03有6种生物。不同断面出现的生物种类数详见表3.1-39。  **表3.1-39 不同断面出现的生物种类数**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **门类** | **C01** | **C02** | **C03** | | 节肢动物 | 1 | 1 | 3 | | 软体动物 | -- | 2 | 3 | | 合计 | 1 | 3 | 6 |   **注：--表示未发现该生物类型**  **(2)生物量和栖息密度**  3条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为0.11ind/m2，平均生物量为0.06g/m2；中潮区平均栖息密度为6.28ind/m2，平均生物量为4.03g/m2；低潮区平均栖息密度为2.67ind/m2，平均生物量为2.40g/m2。详见表3.1-40。  **表3.1-40 潮间带生物量(g/m2)和栖息密度(ind/m2)**   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **断面** | **栖息密度(ind/m2)** | | | **生物量(g/m2)** | | | | **高滩** | **中滩** | **低滩** | **高滩** | **中滩** | **低滩** | | C01 | 0.08 | 0.16 | 0 | 0.05 | 0.07 | 0 | | C02 | 0.04 | 2.67 | 0 | 0.02 | 1.77 | 0 | | C03 | 0.20 | 16.00 | 8.00 | 0.10 | 10.24 | 7.20 | | 平均值 | 0.11 | 6.28 | 2.67 | 0.06 | 4.03 | 2.40 |   **注：--为未发现**  **(3)类别生物量和栖息密度**  潮间带生物各类别生物的生物量和栖息密度如表3.1-41所示，节肢动物的平均栖息密度为1.59ind/m2,，平均生物量为0.38g/m2；软体动物的平均栖息密度为2.57ind/m2,，平均生物量为2.53g/m2。  **表3.1-41 潮间带生物的类别组成生物量与栖息密度**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | |  | **断面** | **C01** | | | **C02** | | | **C03** | | | **平均值** | | **高** | **中** | **低** | **高** | **中** | **低** | **高** | **中** | **低** | | 栖息  密度(ind/m2) | 节肢动物 | 0.08 | 0.16 | - | 0.04 | -- | - | 0.2 | 5.33 | 4.0 | 1.59 | | 软体动物 | -- | - | - | -- | 2.67 | - | -- | 10.67 | 4.0 | 2.57 | | 总量 | 0.08 | 0.16 | - | 0.04 | 2.67 | - | 0.2 | 16.00 | 8.0 | 3.99 | | 生物量  (g/m2) | 节肢动物 | 0.05 | 0.07 | - | 0.02 | -- | - | 0.1 | 0.99 | 1.3 | 0.38 | | 软体动物 | -- | -- | - | -- | 1.77 | - | -- | 9.25 | 5.9 | 2.53 | | 总量 | 0.05 | 0.07 | - | 0.02 | 1.77 | - | 0.1 | 10.24 | 7.2 | 2.91 |   **注：--为未发现**  **(4)优势种**  优势种的确定由优势度决定，计算公式：Y=Pi×fi，fi为第i种在各个站位出现的频率。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度>0.05种类作为该区域的优势种类。  该海域的潮间带生物优势种类有狭氏斧蛤和痕掌沙蟹。结果详见表3.1-42。  **表3.1-42 潮间带生物的优势种**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **优势种** | **拉丁文名** | **平均栖息密度**  **(ind/m2)** | **比例**  **(%)** | **出现频率**  **(%)** | **优势度** | | 狭氏斧蛤 | *Donax dysoni* | 1.41 | 46.66 | 33.33 | 0.16 | | 痕掌沙蟹 | *Ocypode stimpsoni* | 0.28 | 9.14 | 53.76 | 0.05 |   **(5)丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度**  3个断面高潮区都只有1种，丰富度范围为0；单纯度为1.00；多样性指数为0；均匀度为0。中潮区丰富度范围在0～0.71，平均为0.40，最高为C02；单纯度范围在0.46～1.00之间，平均为0.65，最低为C03；多样性指数范围在0～1.28之间，平均为0.76，最高为C02；均匀度范围在0～1.00之间，平均为0.33，最高为C03。低潮区C03丰富度为1.00，平均值为0.33；C03单纯度为0.25，平均值为0.08；C03多样性为2.00，平均值为0.67；C03均匀度为1.00，平均值为0.33。(C01、C02低潮区未采集到样品)。详见表3.1-43。  **表3.1-43 潮间带生物的丰富度(D)、单纯度(C)多样性指数(H′)和均匀度(J)**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **断面** | **丰富度 *D*** | | | **单纯度 *C*** | | | **多样性指数 *H`*** | | | **均匀度 *J*** | | | | **高** | **中** | **低** | **高** | **中** | **低** | **高** | **中** | **低** | **高** | **中** | **低** | | C01 | 0 | 0 | -- | 1.0 | 1.0 | -- | 0 | 0 | -- | 0 | 0 | -- | | C02 | 0 | 0.71 | -- | 1.0 | 0.5 | -- | 0 | 1.0 | -- | 0 | 1.0 | -- | | C03 | 0 | 0.50 | 1.0 | 1.0 | 0.46 | 0.25 | 0 | 1.28 | 2.0 | 0 | 0.81 | 1.0 | | 平均值 | 0 | 0.40 | 0.33 | 1.0 | 0.65 | 0.08 | 0 | 0.76 | 0.67 | 0 | 0.60 | 0.33 |   **3.4.3.7 鱼卵与仔稚鱼**  **(1)种类组成**  在采集的24个样品中共鉴定出7个种类(附表Ⅶ)，隶属于7科，除此之外还有部分的鱼卵、仔稚鱼未能确定种类。其中鉴定到种的有1种，属的有2种，其余鉴定到科  从发育阶段来看，鱼卵出现的种类有6种，仔稚鱼出现的种类有4种。  水平拖网共采获鱼卵1353粒，仔稚鱼15尾。鱼卵数量以鲾科鱼卵占绝对优势，占总数的33.33%；其次为小沙丁鱼属鱼卵，占总数的20.18%。仔鱼数量以小沙丁鱼属最多，占41.67%。本次调查鱼卵优势种为鲾科鱼卵、仔稚鱼优势种为小沙丁鱼属。见表3.1-44。  **表3.1-44 鱼卵和仔鱼种类组成**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **鱼卵** | | **仔鱼** | | | **种类** | **所占比例(%)** | **种类** | **所占比例(%)** | | 小沙丁鱼属 | 20.18 | 小沙丁鱼属 | 41.67 | | 小公鱼属 | 8.57 | 白氏银汉鱼 | 33.33 | | 鲻科 | 4.51 | 鲻科 | 8.33 | | 多鳞鱚 | 15.74 | 多鳞鱚 | 16.67 | | 鲾科 | 33.33 |  |  | | 舌鳎科 | 6.58 |  |  | | 未定种 | 11.09 |  |  |   **表3.1-45 鱼卵和仔鱼调查结果**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 站位 | 鱼卵(粒/m3) | 仔鱼(尾/m3) | | X01 | 0.77 | 6.15 | | X02 | 0.56 | 0.56 | | X04 | 1.40 | 0.40 | | X05 | 3.00 | 4.00 | | X06 | 2.00 | 0 | | X08 | 0.40 | 0 | | X09 | 3.33 | 11.67 | | X13 | 0.60 | 0.40 | | X15 | 4.44 | 2.22 | | X18 | 0.60 | 0.40 | | X20 | 2.50 | 2.50 | | X22 | 0.60 | 0.40 | | 平均值 | 1.68 | 2.39 |   **(2)密度分布**  本次垂直拖网调查，采集到的鱼卵密度范围为(0.40～4.44)粒/m3，平均密度为1.68粒/m3，最大值出现在X15号站位，最小值出现在X08号站位。采集到仔稚鱼密度范围为(0～11.67)尾/m3，平均密度为2.39尾/m3，最大值出现在X09号站位，X06、X08号站位未采集到仔稚鱼。详见表3.1-45。  **3.4.3.8 珊瑚礁现状调查**  本项目水深在-25m~-30m(1985国家高程基准)，底质类型为淤泥混砂。根据地质钻探资料，该区地层特征是灰黑，流塑~软塑，局部混有少量砂粒及贝壳碎屑，未见珊瑚礁碎屑。因此，从珊瑚生长条件和地质钻探情况来看，项目用海区域内没有珊瑚礁分布。距离项目最近的珊瑚礁资源主要分布在西瑁洲岛周边海域。  (1)调查站位  本章节引用海南省海洋与渔业科学院于2019年12月5～6日在西瑁洲岛周边海域布设14个站位进行珊瑚礁资源调查，站位布设详见表3.1-46和图3.1-56。  **表3.1-46 三亚西瑁洲岛附近珊瑚调查站位**   | **站号** | **经度** | **纬度** | **断面** | | --- | --- | --- | --- | | 1 | 109°22′30.98″ | 18°14′19.56″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 2 | 109°22′27.84″ | 18°14′26.07″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 3 | 109°22′17.40″ | 18°14′38.58″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 4 | 109°22′16.96″ | 18°14′41.86″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 5 | 109°22′14.28″ | 18°14′42.01″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 6 | 109°22′4.87″ | 18°14′45.13″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 7 | 109°22′0.64″ | 18°14′43.70″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 8 | 109°21′55.31″ | 18°14′39.03″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 9 | 109°21′55.08″ | 18°14′36.58″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 10 | 109°21′54.07″ | 18°14′31.89″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 11 | 109°21′52.72″ | 18°14′22.77″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 12 | 109°21′49.30″ | 18°14′4.60″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 13 | 109°21′47.76″ | 18°13′56.15″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m | | 14 | 109°23′29.90″ | 18°12′33.94″ | 1～2条断面：1-3m,4-6m |     **图3.1-56 西瑁洲岛附近海域珊瑚调查站位图**  (2)调查结果  ①造礁石珊瑚种类  2019年西瑁洲岛海域共发现造礁石珊瑚13科27属62种(表3.1-47和图3.1-57)，主要优势属为鹿角珊瑚属、盔形珊瑚属，主要优势种为丛生盔形珊瑚、多孔鹿角珊瑚、精巧扁脑珊瑚等。  **表3.1-47 西瑁洲岛海域珊瑚种类名录**   |  | | --- | | **珊瑚种类** | | **杯形珊瑚科Pocilloporidae** | | 鹿角杯形珊瑚*Pocillopora damicornis* | | 疣状杯形珊瑚*PocilloporaVerrucosa* | | 埃氏杯形珊瑚*Pocilloporaeydouxi* | | **鹿角珊瑚科Acroporidae** | | 圆突蔷薇珊瑚*Montiporadanae* | | 壁垒蔷薇珊瑚*Montiporacircumvallata* | | 叶状蔷薇珊瑚*Montiporafoliosa* | | 指状蔷薇珊瑚*Montipora digitata* | | 平展蔷薇珊瑚*Montiporasolanderi* | | 粗野鹿角珊瑚*Acropora humilis* | | 花鹿角珊瑚*Acropora florida* | | 强壮鹿角珊瑚*Acropora valida* | | 芽枝鹿角珊瑚*Acropora gemmifera* | | 指形鹿角珊瑚*Acropora digitifera* | | 佳丽鹿角珊瑚*Acropora pulchra* | | 单独鹿角珊瑚*Acroporasolitaryensis* | | 细枝鹿角珊瑚*Acropora nana* | | 壮实鹿角珊瑚*Acropora robusta* | | 伞房鹿角珊瑚*Acropora corymbosa* | | 中间鹿角珊瑚*Acropora intermedia* | | 多孔鹿角珊瑚*Acropora millepora* | | 风信子鹿角珊瑚*Acropora hyacinthus* | | 浪花鹿角珊瑚*Acropora cytherea* | | 松枝鹿角珊瑚*Acropora brueggemanni* | | **石芝珊瑚科** | | 壳形足柄珊瑚*Podabacia crustacea* | | **铁星珊瑚科Siderastreidae** | | 毗邻沙珊瑚*Psammocoracontigua* | | 吞蚀筛珊瑚*Coscinaraeaexesa* | | 柱形筛珊瑚*Coscinaraeacolumna* | | **菌珊瑚科Agariciidae** | | 十字牡丹珊瑚*Pavona decussata* | | 叶状牡丹珊瑚 *Pavona frondifera* | | **滨珊瑚科Poritidae Gray** | | 扁枝滨珊瑚*Porites andrewsi* | | 澄黄滨珊瑚*Porites lutea* | | 扁缩滨珊瑚*Porites compressa* | | 火焰滨珊瑚*Porites rus* | | 二异角孔珊瑚*Goniopora duofasciata* | | 小角孔珊瑚*Goniopora minor* | | **枇杷珊瑚科Oculinidae** | | 丛生盔形珊瑚*Galaxeafascicularis* | | **裸肋珊瑚科Merulinidae** | | 腐蚀刺柄珊瑚*Hydnophoraexesa* | | 邻基刺柄珊瑚*Hydnophoracontignatio* | | 阔裸肋珊瑚*Merulinaampliata* | | **蜂巢珊瑚科Faviidae** | | 帛琉蜂巢珊瑚*Favia palauensis* | | 标准蜂巢珊瑚*Favia speciosa* | | 黄癣蜂巢珊瑚*Faviafavus* | | 翘齿蜂巢珊瑚*Faviamatthaii* | | 秘密角蜂巢珊瑚*Favites abdita* | | 五边角蜂巢珊瑚*Favitespentagona* | | 梳状菊花珊瑚*Goniastreapectinata* | | 网状菊花珊瑚*Goniastrearetiformis* | | 锯齿刺星珊瑚*Cyphastreaserailia* | | 多孔同星珊瑚*Plesiastreacurta* | | 宝石刺孔珊瑚*Echinoporagemmacea* | | 同双星珊瑚*Diploastreaheliopora* | | 中华扁脑珊瑚*Platygyra sinensis* | | 交替扁脑珊瑚*Platygyracrosslandi* | | 精巧扁脑珊瑚*Platygyradaedalea* | | 费利吉亚肠珊瑚*Leptoria Phrygia* | | **褶叶珊瑚科Mussidae** | | 伞房叶状珊瑚*Lobophytliacorymbosa* | | 赫氏叶状珊瑚*Lobophytliahemprichii* | | 华贵合叶珊瑚*Symphyllia nobilis* | | 菌状合叶珊瑚*Symphylliaagaricia* | | **梳状珊瑚科 Pectiniiidae** | | 粗糙刺叶珊瑚*Echinophyllia* | | **丁香珊瑚科Caryophylliidae** | | 缨真叶珊瑚*Euphyllia fimbriata* | | **木珊瑚科Dendrophylliidae** | | 小星陀螺珊瑚*Turbinaria strllulata* |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\87])YPGR42IAAICF6@%X_9L.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\E9]NBNY@5_QJK5Q$4M%8S67.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\QBZL1D]6`B{LYVIYLN%VQHH.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\YMOBZ@IJ7@UTDX[623E8WWV.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\REYUY4JLN[X$NX@K{(W6}KH.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\TE9LI4EP8946QIY5OCE{B{5.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\K%@2`O@OWY8[FD@{S~]0Y[8.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\}TEHHTW2V7E@BP19[$F@7L4.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\MEL5P}PT{A%CAV[$)W[JEI0.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\2T(73N]B%J{`4_8)NFH[)XQ.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\X7{ZJB_VUCE6OO[RD4$7DIF.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\RZZ3HS{WZXSM)QF}@IDGI2C.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\J2S@(CNOW~N(A@4LBP6JAL4.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\DUO[U5FUJPO8H4XZ$6LUG@4.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\)AV(EF55(@%~{VKGCIWK%`V.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\3~E}(~VT4BTUBMAEQYD[SNC.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\12X5{HF@)J@{GN%F[_J_(NU.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\E2IDB9GX`L6($XOLVRW0$TI.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\36WWXI8A{2(Z`L37S_G7Z~A.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\]NF1UL_68XEWV83ZPJQKLWF.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\AZ)R}0RZHDM2TOO{TH@0OTG.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\[30C96E{K5TIJ93$XV@D7GY.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\1N61ML2])_~D`_)V]UFO)$4.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\(}6_JG2DW3W)XN~{7IAZ@TF.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\[JB0M7EP_DC$]YZ6D5U`M)7.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\LR~V@0%QYF$(A)BM1$3V3X4.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\}(~$B1@TD$A4HWEDD_KJP3W.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\0D4}WK_2_V6}6D%JUMI3EV8.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\F~IHMASV6}2FDDK6O_HA@RH.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\9D`C{4S@(BZZX$)${NQCKJ3.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\{}$BV~$F8F{}_ZPBVXDJG)8.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\KD}0@SCC{L8Q{4U}9}_[[GC.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\9PH35JU(2(MJCPFVRYFNN~S.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\JFGOWUS{0QSYF42F(633KZV.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\I[FLGCH(T_8%X@WLSXP8JI3.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\AU1N]J7K_]TQO793WYD8]8D.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\$Q66E]U0SYYVG$OQHZR)FDA.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\(6JNR73(@@VK{9_TWFPYT_A.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\K$M5P@F$7PR2W593[91$$VG.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\TDIEXZQ7~%BK{DRGS8Q[6UI.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\3~R`HNQ%S7C79T2)(4J~7SV.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\T$3N$M)JS8VISID7TRAR9IA.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\W{@FZ`IS9M9]EF}4Z1TCG0N.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\I$JX6H9K5`]V%CCB@O(MKE5.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\JXDD$(P@2NT$@YUGYA(7WN9.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\NUJSWTC_OGH(S~}T]B7ALQ2.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\A4ZRMB9%QV%OI`$[G1MP3O7.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\_`OWDW}P34RKYPA0AZ[W)5R.png | | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\ANU]IEGAO5DE]LY4[YEEV69.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\%CA0OC%U(8UEX3$DXK86}6V.png | C:\Users\lenovo\AppData\Roaming\Tencent\Users\1215625259\QQ\WinTemp\RichOle\MHGAWIH9MWX3RLX13UFR8C3.png |   **图3.1-57 西瑁洲岛海域造礁石珊瑚种类**  ②珊瑚资源总体分布情况  2019年西瑁洲岛海域珊瑚覆盖率为23.04%，其中造礁石珊瑚平均覆盖度为22.96%，软珊瑚覆盖率0.08%，死珊瑚平均覆盖度为0.85%，硬珊瑚补充量为1.06 ind/m2，大型藻类覆盖度为1.50%，见表3.1-48所示。在调查过程未发现珊瑚常见病害情况，也未见敌害生物长棘海星。  **表3.1-48 西瑁洲岛海域珊瑚分布情况**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 站位 | 对应 | 造礁石珊瑚覆盖度(%) | | 底质覆盖度(%) | | 硬珊瑚补充量(ind/m2) | 软珊瑚覆盖度(%) | 藻类覆盖度(%) | | 区域 | 活珊瑚 | 死珊瑚 | 礁石 | 砂 | | 1 | A1 | 6.00 | 0.00 | 84.00 | 10.00 | 0.80 | 0.00 | 10.00 | | 2 | B1 | 20.00 | 0.00 | 77.00 | 3.00 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | | 3 | A21 | 6.00 | 0.00 | 49.00 | 45.00 | 1.10 | 0.00 | 2.00 | | 4 | C1 | 0.00 | 0.00 | 20.00 | 80.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 5 | B2 | 20.00 | 0.00 | 80.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 1.00 | | 6 | C2 | 13.50 | 1.00 | 73.00 | 12.50 | 1.15 | 1.00 | 1.50 | | 7 | D2 | 48.00 | 0.00 | 52.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 1.00 | | 8 | A22 | 37.00 | 1.00 | 52.00 | 10.00 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | | 9 | E21 | 29.50 | 4.00 | 66.50 | 0.00 | 1.40 | 0.00 | 0.00 | | 10 | E22 | 32.00 | 4.00 | 64.00 | 0.00 | 1.10 | 0.00 | 2.00 | | 11 | F2 | 26.00 | 1.00 | 67.00 | 6.00 | 1.20 | 0.00 | 2.00 | | 12 | D1 | 32.50 | 0.00 | 62.50 | 5.00 | 1.40 | 0.00 | 0.00 | | 13 | E1 | 28.00 | 0.00 | 64.00 | 8.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | 平均值 | | 22.96 | 0.85 | 62.38 | 13.81 | 1.06 | 0.08 | 1.50 |   本次调查珊瑚主要分布在西瑁洲岛西侧，而西瑁洲岛东侧珊瑚覆盖率相对较低。珊瑚分布多在6m以浅区域，深水区珊瑚分布较少，且底质类型逐渐由礁石变为泥沙。  整体来看，西瑁洲岛海域的珊瑚补充量相对较高，其中西侧珊瑚补充量相对东侧和北侧较高，大多都能保持在1.00个/㎡。  ③大型藻类  西瑁洲岛海域的大型藻类覆盖度在1.50%左右，主要是马尾藻、总状蕨藻、喇叭藻等(图3.1-59)。   |  |  |  | | --- | --- | --- | | B3FZ8QPC49EL_QZ{}ZM[CPV | EZ9(D4`ZLGV2VJ_2P%%1XMA | UL`TA~YRU]`H58{~%JYU%BT | | ))I)Q[6QA5D]`KUVGND[K`H | C[UO6RMPP$RF[T4]][IN9UJ | N3]UM%JX~~R1(S{J_U5R8I0 |   **图3.1-58 西瑁洲岛海域海底大型藻类**  ④珊瑚礁鱼类  本次调查到珊瑚礁鱼类种类共19种(见表3.1-49)，主要以雀鲷科、篮子鱼科为主，主要优势种为褐斑篮子鱼、网纹宅泥鱼、五代豆娘鱼等，种类不算多，且名贵鱼类较少。  西瑁洲岛海域珊瑚礁鱼类密度不大，都不超过50条/100㎡，其中西侧珊瑚礁鱼类密度相对较高。鱼类体长基本都在10～20cm，具有经济价值的鱼类较少，多为观赏性的珊瑚礁鱼类。  **表3.1-49 西瑁洲岛海域珊瑚礁鱼类种类名录**   |  |  | | --- | --- | | **种名** | **拉丁文** | | 黑带椒雀鲷 | *Plectroglyphidodon dickii* | | 黑边豆娘鱼 | *Pomachromis richardsoni* | | 黄尾光鳃鱼 | *Chromis xanthurus* | | 单斑豆娘鱼 | *Abudefduf uniocellatus* | | 库氏天竺鲷 | *Apogon cookii* | | 花斑短鳍蓑鲉 | *Dendrochirus zebra* | | 蓝纹高身雀鲷 | *Stegastes fasciolatus* | | 两色光鳃雀雕 | *Chromis albomaculata* | | 黑边单鳍鱼 | *Pempheris oualensis* | | 黑副雀雕 | *Neoglyphidodon melas* | | 裂唇鱼 | *Labroides dimidiatus* | | 六带豆娘鱼 | *Abudefduf sexfasciatus* | | 五带豆娘鱼 | *Abudefduf vaigiensis* | | 白尾雀雕 | *Pomacentrus chrysurus* | | 网纹宅泥鱼 | *Dascyllus reticulatus* | | 新月锦鱼 | *Thalassoma lunare* | | 杂色尖嘴鱼 | *Gomphosus varius* | | 褐斑篮子鱼 | *Siganus fuscescens* | | 二带双锯鱼 | *Amphiprion bicinctus* |   **3.4.4 “三场一通道”**  **①中上层鱼类产卵场**  根据农业部公告第189号《中国海洋渔业水域图》（第一批），南海中上层鱼类产卵场示意图，项目附近的产卵场主要为：蓝圆鲹粤西外海区产卵场的位置位于约为东经110°30′～112°40′，北纬18°15′～20°05′，水深约为70～180m，产卵期4～6月；北部湾产卵场：东经107°15′～109°40′，北纬20°～20°30′，为水深40m以内海域，产卵期3～7月。本工程距离该产卵场较远。  鲐鱼粤西外海区产卵场的位置位于约东经110°15′～113°50′，北纬18°15′～19°20′，水深约为90～200m，产卵期1～6月。本工程距离该产卵场最近约100km。    项目位置  **图3.1-59 南海中上层鱼类产卵场示意图**  **②底层、近底层鱼类产卵场**  南海底层、近底层鱼类产卵场主要包括金线鱼、深水金线鱼、二长棘鲷、红笛鲷、绯鲤类、短尾鳍大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。其中，金钱鱼产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场；二长棘鲷产卵场位于北部湾东经107°20′~109°15′，北纬20°至近岸，水深60米以浅海区，产卵期1~3月。红笛鲷产卵场有二处，均位于北部湾。绯鲤类产卵场包括：①珠江口近海产卵场、②海南岛以东近海产卵场、③珠江口一粤西外海产卵场、④北部湾产卵场。深水金线鱼产卵场在南海北部的分布范围很广，从海南岛东岸东经110°30′以东一直延伸到东经177°00′的水深90~200m范围内均有分布，主要产卵期3~9月。短尾鳍大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场，共有二处、③北部湾产卵场。深水金线鱼产卵场在南海北部的分布范围很广，从海南岛东岸东经110°30′以东一直延伸到东经177。短尾鳍大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场，共有二处。长尾大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场，②北部湾产卵场。长尾大眼鲷产卵期5~7月。脂眼鲱产卵场位于海南岛以东近海，东经110°45′~111°30′，北纬18°50′~19°50′，水深40~100m，产卵期5~8月。黄鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②海南岛南部产卵场。  以上产卵场距离本工程距离较远。    **项目位置**  **图3.1-60 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图**  **③幼鱼幼虾保护区**  南海区幼鱼、幼虾保护区共有4处，一为广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海20m水深以内的海域，保护期为每年的3月1日至5月31日；二为海南省东部沿岸文昌县木栏头浅滩东北至抱虎角40m水深以内海域。保护期为每年的3月1日至6月15日；三为海南省万宁县大洲岛至陵水县赤岭湾50m水深以内海域。保护期为每年的3月1日至5月31日；四为海南省临高县临高角至东方县八所港20m水深以内海域。保护期为每年的3月1日至6月15日。  **④南海北部幼鱼繁育场保护区：**位于南海北部及北部湾沿岸40m等深线、17个基点连线以内水域，保护期为1～12月。17个基点的地理位置见表3.1-50、图3.1-61。**项目所在海域为幼鱼幼虾保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区。**  **表3.1-50**  **幼鱼繁育区17个几点地理位置表**   | 基点编号 | 东经 | 北纬 | 基点编号 | 东经 | 北纬 | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 第一基点 | 117°40′ | 23°10′ | 第十基点 | 109°00′ | 18°00′ | | 第二基点 | 117°25′ | 23°00′ | 第十一基点 | 108°30′ | 18°20′ | | 第三基点 | 115°10′ | 22°05′ | 第十二基点 | 108°20′ | 18°45′ | | 第四基点 | 114°50′ | 22°05′ | 第十三基点 | 108°20′ | 19°20′ | | 第五基点 | 114°00′ | 21°30′ | 第十四基点 | 109°00′ | 20°00′ | | 第六基点 | 111°20′ | 21°00′ | 第十五基点 | 108°50′ | 20°50′ | | 第七基点 | 111°35′ | 20°00′ | 第十六基点 | 108°30′ | 21°10′ | | 第八基点 | 110°40′ | 18°30′ | 第十七基点 | 108°30′ | 21°31′ | | 第九基点 | 109°50′ | 17°50′ |  |  |  |     **项目位置**  **图3.1-61 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图**  **⑤经济鱼类繁育场保护区**  1）珠江口经济鱼类繁育场保护区  从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北；番禺的莲花山止东莞的新沙二点连线以南的水域。禁渔期：农历四月二十日至七月二十日。  2）崖门经济鱼类繁育场保护区  南面由台山县广海口的鸡罩山角起点至少鹅咀对开二浬处，再经大襟西南角及小芒直到南水西南角的连线。禁渔期：农历四月二十日至七月二十日。  **⑥调查海区主要经济鱼类的产卵期**  根据历年调查所掌握的资料，将调查水域主要经济鱼类的产卵期列于表3.1-51。从表可知，各种鱼类的产卵期主要集中与2月～7月份。  《中国海洋渔业水域图》显示：项目周边南海中上层鱼类产卵场为蓝圆鲹粤西外海区产卵场和鲐鱼粤西外海区产卵场，这两个产卵场与本工程距离较远；底层、近底层鱼类产卵场分别为绯鲤类海南岛以东近海产卵场、深水金线鱼产卵场、位于海陵岛南部南海北部长尾大眼鲷产卵场、位于海南岛以东近海脂眼鲱产卵场，以上产卵场距离本工程较远。  **表3.1-51 主要经济鱼类的产卵期**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 种 名 | 产卵期 | 种 名 | 产卵期 | | 黄带绯鲤 | 3月～5月 | 平鲷 | 2月～4月 | | 白姑鱼 | 5月～8月 | 鲐 | 2月～7月 | | 黑鲷 | 3月～9月 | 斑点马鲛 | 1月～3月 | | 银鲳 | 10月翌年3月 | 多齿蛇鲻 | 2月～10月 | | 黄鳍鲷 | 10月翌年2月 | 刺鲳 | 1月～7月 | | 丽叶鲹 | 5月～8月 | 斑鰶 | 1月～2月 | | 鳓 | 4月～6月 | 蓝圆鲹 | 2月～5月 | | 中国鲳 | 4月～7月 | 黄鲫 | 3月～7月 | | 海鳗 | 3月～4月 | 皮氏叫姑鱼 | 3月～7月 | | 带鱼 | 3月～11月 | 日本金线鱼 | 5月～7月 | | 鯻 | 2月～6月 | 孔鰕虎鱼 | 5月～8月 | | 黄吻棱鳀 | 3月，7月～8月 | 六指马鲅 | 2月～5月 | | 长棘银鲈 | 3月～5月 |  |  |   **⑦小结**  根据《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》(环发[2013]86号)与《建设项目对水生生物国家级自然保护区影响专题评价管理规范》(农渔发〔2009〕4号)要求，分析讨论本项目附近海域重要水生物种资源及其关键栖息地的分布状况。本项目位置附近海域位于幼鱼幼虾保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区。虽然从本次调查鱼卵仔鱼的结果看，本项目位置附近海域有一定数量的鱼卵分布，但是从图3.1-59可知，本项目附近调查海域没有发现中上层鱼类产卵场，从图3.1-60可知，本项目附近海域在北部湾的底层鱼类产卵场和海南岛南部的底层鱼类产卵场之间，即未发现底层鱼类产卵场分布在本项目位置海域。未见报道关于海南岛周边海域重要水生生物物种的索饵场、越冬场和洄游通道等重要栖息地，不能确定本项目位置海域是否存在水生生物物种的索饵场、越冬场和洄游通道。**所以，在项目周边海域未发现重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道关键栖息地及经济鱼类繁育场保护区。**  **4. 环境空气质量现状**  根据三亚市生态环境局发布的三亚市各区环境空气质量月报(2022年10月)，三亚市2022年10月全市环境空气质量有效监测天数31天，空气质量AQI指数优良率为100%。其中，空气质量AQI指数属一级（优）的天数共16天，占本月有效监测天数的51.6%；空气质量AQI指数属二级（良）的天数共15天，占本月有效监测天数的48.4%。  2022年10月，三亚市吉阳区、天涯区、海棠区、崖州区环境空气质量排名统计及6项监测项目月均值情况见表3.1-52。  **表3.1-52 三亚市各区环境空气质量排名统计表**    另根据三亚市生态环境局发布的2021年三亚市生态环境状况公报，三亚市环境空气质量优良率为100%、优良天数为365天，空气质量指数（AQI）范围为14~90、年均值为36。2021年我市环境空气质量有效监测天数共365天，其中，全年空气质量指数AQI属一级（优）的天数共316天，占全年有效监测天数的86.6%，属二级（良）的天数共49天，占全年有效监测天数的13.4%。二氧化硫（SO2）日平均浓度范围为2～7微克/立方米，年平均浓度为4微克/立方米；二氧化氮（NO2）日平均浓度范围为4～28微克/立方米，年平均浓度为8微克/立方米；可吸入颗粒物（PM10）日平均浓度范围为8～118微克/立方米，年平均浓度为24微克/立方米；细颗粒物（PM2.5）日平均浓度范围为3～62微克/立方米，年平均浓度为12微克/立方米；一氧化碳（CO）日平均浓度范围为0.2～0.7毫克/立方米，日平均浓度第95百分位数为0.6毫克/立方米；臭氧（O3）日最大8小时平均浓度范围为27～148微克/立方米，日最大8小时平均浓度第90百分位数为106微克/立方米。  与2020年相比，空气质量优良率持平；主要污染物NO2浓度下降1微克/立方米，SO2浓度、CO日平均浓度第95百分位数持平，PM10浓度、PM2.5浓度、O3日最大8小时平均浓度第90百分位数分别上升1、1、7微克/立方米。  **5.环境噪声现状监测与评价**  根据项目特征，本项目用海区域距离岸线约7.0km，距离相对较远，本项目项目未对项目用海区域的环境噪声进行现状监测，且预制场位于南山港闲置场地，周边无声环境敏感区目标，因此，也未对预制场进行环境噪声监测。  **6.海域开发利用现状**  本项目用海区距海岸线约7.0公里，本项目用海位于三亚湾西瑁州西侧海域，项目周边海域开发利用程度相对较高，根据现场勘查和资料收集分析，项目位置附近海域开发利用活动主要是旅游娱乐用海、交通运输用海、渔业用海和特殊用海。海域现状见图3.1-64和表3.1-53。  **(1)旅游娱乐用海**  本项用海位置位于西瑁州西侧的农渔业区内，周边海域都分布有多家旅游娱乐用海，主要有：(1)西北侧距离约9.61km的三亚新机场临空旅游产业园项目一期工程项目旅游娱乐用海，主要的用海方式包括透水构筑物及建设填海造地用海，总用海面积为49.6879公顷；(2)北侧距离约7.72km的三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目，主要的用海方式为浴场用海，总用海面积为20.7048公顷；(3)北侧距离约9.29km的三亚市天涯海角海上巴士码头工程项目用海，主要用海类型为旅游基础设施用海，包括码头和栈桥，总用海面积为2.5973公顷；(4)东北侧距离约7.99km的三亚肖旗港游艇码头改扩建工程旅游娱乐用海，为旅游基础设施用海，包括游乐场、建设填海造地、非透水构筑物及透水构筑物用海，总用海面积为44.6614工期；(5)东北侧距离约3.04km的三亚西岛水上训练基地项目和三亚西岛海洋文化旅游区项目旅游娱乐用海，为旅游基础设施用海，包括游乐场、浴场、码头及平台用海，总用海面积中三亚西岛旅游开发有限公司用海16.0147公顷，三亚西岛大洲旅业有限公司用海面积为15.5201公顷。  **(2)交通运输用海**  项目用海区主要的交通运输用海有：(1)西北侧距离约10.97km的海南石油太平洋有限责任公司油码头用海，用海类型为港口用海，用海方式为非透水构筑物，用海面积为20公顷；(2)距离约7.72km的三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目航道用海，主要的用海方式为航道用海，总用海面积为93.375公顷。  **(3)渔业用海**  项目用海区主要的渔业用海分别为：(1)东北侧距离约2.27km的三亚市水产总公司深水网箱养殖基地项目，为开放式养殖用海，用海面积为33.36公顷；(2)东北侧距离约2.39km的三亚海宝近海养殖专业合作社深水网箱养殖项目，为开放式养殖用海，用海面积为29.739公顷。(3)东侧距离约1.45km的三亚海珍疍家渔民专业合作社三亚湾33.36公顷深水网箱养殖项目，为开放式养殖用海，用海面积为33.36公顷；(4)北侧紧靠的三亚环境投资集团有限公司三亚湾海洋生态保护修复工程项目(待批)，总用海面积为116.2367公顷，其中人工鱼礁类透水构筑物用海面积32.5245公顷，开放式养殖用海面积83.7122公顷。(5)西北侧紧靠的海南高速公路股份有限公司三亚湾休闲海洋牧场项目(已批未建)，总用海面积为149.8850公顷，其中人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积4.5345公顷，浮式深水网箱养殖区(用海方式为深水网箱养殖)用海面积32.6531公顷，半潜式深远海网箱养殖区(用海方式为深远海网箱养殖)用海面积22.1589公顷，休闲渔业养殖区(用海方式为休闲渔业养殖等)用海面积62.5100公顷，海上休闲旅游平台区(用海方式为透水构筑物)用海面积为2.7289公顷，海上休闲旅游娱乐区(用海方式为开放式游乐场)用海面积为25.2996公顷。见图3.1-62和3.1-63。    **图3.1-62 项目用海区附近现有的网箱养殖用海**    **图3.1-62 项目用海区附近现有的网箱养殖用海**  **(4)特殊用海**  项目用海区主要的特殊用海有：(1)西北侧距离约11.74km国防武器装备浅表海水环境试验用海项目，用海方式包括专用航道、锚地及其它开放式，非透水构筑物及透水构筑物，总用海面积约为2公顷；(2)北侧距离约10.31km的红塘湾岸滩修复与防护工程项目，用海方式包括非透水构筑物及透水构筑物，总用海面积约为0.3296公顷；(3)东北侧距离约8.62km的三亚湾西段砂质海岸保护修复项目，用海方式为透水构筑物，总用海面积约为1.9772公顷。  项目用海区东侧有三亚珊瑚礁国家级自然保护区(东西瑁州片区)用海，西瑁洲海域珊瑚礁资源丰富，生态环境良好。1990年三亚珊瑚礁自然保护区被批准为国家级海洋自然保护区，由三个片区组成，东、西瑁洲片区、鹿回头半岛—榆林角片区和亚龙湾片区，主要保护对象为各种浅海造礁石珊瑚，软珊瑚及其他珊瑚、珊瑚礁及和其他生物构成的生态系统、相关的海洋生态环境。  东西瑁洲珊瑚自然保护区片区位于本项目用海区东侧约1.2km，用海面积2850.37公顷。保护区管理部门采取政府与企业相结合，企业开展珊瑚生态景观资源可持续利用的旅游观光活动，从收入中提取部分资金用于珊瑚生态资源保护，支持建立了东西瑁洲片区监察分站，配备巡航监视的设备，支付管理人员工资，使保护区的管理工作走上正轨，有效制止采集珊瑚、炸鱼、捕鱼等破坏珊瑚资源的行为，促进了珊瑚生态资源的保护。水下旅游采取区域半年轮换的方式，使海底珊瑚礁得以恢复，同时在水下设置定点、定时生态监测站，开展珊瑚礁生态监测和环境监测活动，加强了珊瑚礁保护与管理。    **图3.1-63 三亚国家级珊瑚礁保护区截图**    **图3.1-64 项目周边海域开发利用现状**  **表3.1-53 项目周边海域使用权属表**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **序号** | **用海项目** | **权属人** | **用海类型** | **用海方式** | **用海面积** | **用海期限** | **与项目位置关系** | **使用状况** | | 1 | 国防武器装备浅表海水环境试验 | 中国船舶重工集团公司第七二五研究所 | 特殊用海 | 开放式用海、非透水构筑物及透水构筑物用海 | 2.0016公顷 | 未过期 | 项目用海区西北侧，约11.74km。 | 已经使用 | | 2 | 油码头 | 海南石油太平洋有限责任公司 | 交通运输用海 | 构筑物 | 20.8063公顷 | 未过期 | 项目用海区西北侧，约10.97km。 | 已经使用 | | 3 | 三亚新机场临空旅游产业园项目一期工程 | 三亚新机场投资建设有限公司 | 旅游娱乐用海 | 建设填海造地、构筑物 | 49.6879公顷 | 未过期 | 项目用海区西北侧，约9.61km。 | 已经使用 | | 4 | 三亚市天涯海角海上巴士码头工程项目 | 三亚市交通运输局 | 旅游基础设施用海 | 港池、蓄水等 | 2.5973公顷 | 未过期 | 项目用海区北侧，约9.29km。 | 已经使用 | | 5 | 三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目 | 三亚市天涯海角旅游发展有限公司 | 旅游基础设施用海、交通输运用海 | 浴场、航道用海 | 114.0798公顷 | 未过期 | 项目用海区北侧，约7.72km。 | 已经使用 | | 6 | 三亚肖旗港游艇码头改扩建工程 | 三亚西岛旅游开发有限公司 | 旅游基础设施用海 | 游乐场、建设填海造地、非透水构筑物及透水构筑物用海 | 44.6614公顷 | 未过期 | 项目用海区东北侧，约7.99km。 | 已经使用 | | 7 | 红塘湾岸滩修复与防护工程项目 | 三亚市自然资源和规划局 | 特殊用海 | 非透水构筑物  、透水构筑物 | 0.3296公顷 | 未过期 | 项目用海区西北侧，约10.31km | 已经使用 | | 8 | 三亚湾西段砂质海岸保护修复项目 | 三亚市自然资源和规划局 | 特殊用海 | 透水构筑物 | 1.9772公顷 | 未过期 | 项目用海区东北侧，约8.19km。 | 已经使用 | | 9 | 西瑁洲旅游娱乐用海 | 三亚西岛旅游开发有限公司 | 旅游基础设施、游乐场、浴场用海 | 非透水构筑物、开放式用海 | 16.0147公顷 | 未过期 | 项目用海区东北侧，约3.04km。 | 已经使用 | | 10 | 西瑁洲旅游娱乐用海 | 三亚西岛大洲旅业有限公司 | 旅游基础设施、游乐场、浴场用海 | 透水构筑物、开放式用海 | 15.5201公顷 | 未过期 | 项目用海区东北侧，约4.22m。 | 已经使用 | | 11 | 三亚市水产总公司深水网箱养殖基地项目 | 三亚市水产总公司 | 渔业用海 | 开放式养殖用海 | 33.36公顷 | 未过期 | 项目用海区东北侧，约2.27km。 | 已经使用 | | 12 | 三亚海宝近海养殖专业合作社深水网箱养殖项目 | 三亚海宝近海养殖专业合作社 | 渔业用海 | 开放式养殖用海 | 29.739公顷 | 未过期 | 项目用海区东北侧，约2.39km。 | 已经使用 | | 13 | 三亚湾33.36公顷深水网箱养殖项目 | 三亚海珍疍家渔民专业合作社 | 渔业用海 | 开放式养殖用海 | 33.36公顷 | 未过期 | 项目用海区东侧，约1.45km。 | 已经使用 | | 14 | 三亚湾海洋生态保护修复工程项目 | 三亚环境投资集团有限公司 | 渔业用海 | 人工鱼礁类透水构筑物、开放式养殖用海 | 116.2367公顷 | 待批 | 项目用海区北侧，紧靠。 | 未使用 | | 15 | 三亚湾休闲海洋牧场项目 | 海南高速公路股份有限公司 | 渔业用海、旅游娱乐用海 | 人工鱼礁类透水构筑物、开放式养殖用海等 | 149.8850公顷 | 已批未建 | 项目用海区西北侧，紧靠。 | 未使用 | |
| 与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题 | 无 |
| 生态环境保护目标 | **1. 环境保护目标**  根据项目用海资源影响分析内容以及项目以后运营情况分析，项目用海对周边海域开发活动的影响主要是项目用海施工对周边海域旅游娱乐用海、养殖用海及环境的影响。本项目海洋牧场人工鱼礁属于开放型人工鱼礁，项目用海的具体用途是将人工鱼礁投放在适宜恢复渔业资源的水域，其目的是为恢复三亚湾渔业资源，改善三亚湾生态环境。  本项目用海方式属于透水构筑物，不改变海域自然属性，项目投放的人工鱼礁具有改善环境的作用，当鱼礁投入海后，可使原来荒芜的海底变成繁盛的鱼类栖息场、索饵场、产卵场和繁殖场，保护了区域自然生态环境。本项目对区域潮流场、波浪场的改变较小，基本不会对区域海域潮流场、波浪场造成较大影响。  本项目距离较近海域开发活动为三亚海珍疍家渔民专业合作社（三亚湾33.36公顷深水网箱养殖项目）、三亚市水产总公司和三亚海宝近海养殖专业合作社的深水网箱养殖用海，在项目施工期，鱼礁投放的施工船舶增加了碰撞深水网箱的风险，需要严格按照相关航行线路及标识进行投放，船舶施工需要按照相关水上施工相关规范进行。另外，鱼礁的投放会使投放区域局部的悬浮泥沙含量增加，由于深水网箱养殖区域距离本项目较近，不正确的投放方式可能会影响区域海水水质，从而影响深水网箱养殖，因此，在鱼礁投放时，需要周全考虑，尽量减小对区域水质环境的影响，避免对深水网箱养殖产生影响。  距离本项目鱼礁区约3.2km（最近距离）的西瑁洲岛有大量的旅游娱乐用海，主要的用海类型为旅游基础设施、游乐场和浴场用海，用海方式为非透水构筑物、透水构筑物和开放式用海，是三亚著名的海上旅游胜地，而这些旅游活动的主要的依靠就是西瑁洲岛优良的海水和丰富的珊瑚礁资源，施工对海水水质会产生一定影响，可能对西瑁洲岛的旅游资源产生影响，虽然这种影响只是局部的，但是也必须做好防范措施，减小施工对周边环境产生的不利影响。另外，本项目鱼礁区距离三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)约1.2km，距离相对较近，保护区主要保护对象为造礁珊瑚、非造礁珊瑚、珊瑚礁及其生态系统和生物多样性，对水质的要求很高，项目施工对周边海域水质产生一定影响，可能对保护区内水质环境产生一定影响。  施工期鱼礁的投放采用船舶施工投放，船舶施工可能会产生一定船舶污染物，可能会对区域海域的环境产生一定影响，因此，施工期间必须加强船舶管理，严格按照标准的施工工艺及相关规定进行施工，保证施工不会对区域环境产生较大变化。  **表3.3-1 工程区域环境敏感区与环境保护目标**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **编号** | **环境敏感区及敏感目标** | | **与工程区相对位置** | **环境保护目标** | | **1** | 附近养殖用海项目 | 三亚海珍疍家渔民专业合作社三亚湾33.36 公顷深水网箱养殖 | 东北侧约1.4km | 水质、生态环境、用海冲突（养殖活动） | | **2** | 三亚市水产总公司深水网箱养殖基地 | 北侧约2.2km | | **3** | 三亚海宝近海养殖专业合作社深水网箱养 | 东北侧约2.4km | | 4 | 海洋功能区 | 三亚湾农渔业区 | 小范围占用 | 保护海域自然生态环境 | | 5 | 三亚珊瑚礁海洋保护区（东西瑁洲片区） | 东侧约1.2km | 保护珊瑚礁及其生态环境；保护海洋生物多样性；保护海底管线 | | 6 | 海南岛西南部保留区 | 南向，鱼礁区距离560m，最近距离270m； | 保护海域自然生态环境、水质、生态环境 | | 7 | 天涯海角旅游休闲娱乐区 | 北侧侧约5.1km | 保护沙滩、砾石滩、沿岸地质地貌和水质；保护旅游资源 | | 8 | 保护区 | 三亚珊瑚礁国家级自然保护区 | 东侧约1.2km | 珊瑚礁及其生境 | | 9 | 生态红线区 | 海南省（本岛）海洋生态保护红线-珊瑚礁（保护区） | 西侧约1.2km（一般控制区），1.4km（核心区） | 珊瑚礁及其生境、水质及生态环境质量 | | 10 | 海南省（本岛）海洋生态保护红线-重要渔业资源产卵场 | 南向约320m | 水质及生态环境质量 | | 11 | 海南省（本岛）海洋生态保护红线-海岸防护物理防护极重要区 | 北侧约6.7km | 特殊地形地貌及海岸防护 | | 12 | 重要物种生长区 | 珊瑚礁生长区 | 礁区东北侧约2.6km | 珊瑚礁及生境 | | 13 | 水质监控点 | 省控点（HNN02013）、国控点（HNN02008）、国控点（HNN02006） | 最近为东北侧4.8km（西岛另一侧） | 海水水质 |   **图3.3-1 工程区域环境敏感区与环境保护目标**  **图3.3-2 工程区域海洋功能区**  **2. 主要环境保护目标概况**  **（1）养殖用海项目**  根据现状踏勘情况，目前在三亚西帽洲岛西侧有深水网箱养殖活动，根据收集到的资料显示，其深水网箱为三家养殖企业，分别为三亚海珍疍家渔民专业合作社三亚湾33.36 公顷深水网箱养殖用海、三亚市水产总公司深水网箱养殖基地用海和三亚海宝近海养殖专业合作社深水网箱养用海，根据最新的养殖用海调查结果，该海域的网箱位置与批海范围有一定偏差，因此，本项目实施过程中加强对附近海域深水网箱的关注。  **（2）海洋功能区**  根据《海南省总体规划（空间类2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇，本项目附近的海洋功能区主要为三亚湾农渔业区、三亚珊瑚礁海洋保护区（东西瑁洲片区）、天涯海角旅游休闲娱乐区和海南岛西南部保留区，其中本项目利用三亚湾农渔业区基本功能，采用人工鱼礁的形式恢复所在海域的渔业资源和生态环境，目前该功能区计划布置海洋牧场、深水网箱等；三亚珊瑚礁海洋保护区（东西瑁洲片区）目前为国家级珊瑚礁自然保护区，分核心区和一般控制区，目前该功能区内有西岛旅游区，开发旅游娱乐活动，本项目用海范围距离该功能区1.2km，鱼礁区距离该功能区约1.3km。天涯海角旅游休闲娱乐区内有天涯海角风景旅游区，距离本项目约为5.0km。海南岛西南部保留区与本项目用海范围最近距离为290m，鱼礁区距离保留区约580m。  **（3）保护区**  项目周边海域的保护区主要是海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区，是1990年9月经国务院批准建立的国家级海洋类型自然保护区之一，位于海南省三亚市南部近岸及海岛四周海域，距离项目区最近距离为1.2km，项目施工投放人工鱼礁产生悬浮物泥沙较少，不改变海域自然属性，由此，不影响保护区内珊瑚生长环境，项目建设营运不进行养殖等人为性质活动，主要采取自然增殖，恢复海域渔业资源和生态环境，并不会涉及和占用该保护区，因此，项目用海不影响海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区(东西瑁洲片区)海洋功能的正常发挥。  **（4）生态红线区**  本项目不占用海洋生态保护红线，本项目附近的海洋生态保护红线有海南省（本岛）海洋生态保护红线-珊瑚礁、重要渔业资源产卵场和海岸防护物理防护极重要区，其中珊瑚礁与保护区（海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区）重叠，保护区包括核心区和一般控制区，重要渔业资源产卵场和海岸防护物理防护极重要区为一般控制区。本项目距离保护区一般控制区最近距离为1.2km，距离核心区1.4km；项目距离重要渔业资源产卵场较近，约320m；距离海岸防护物理防护极重要区相对较远，约6.7km。本项目实施不会对周边海洋生态保护区红线产生影响。  **（5）重要物种生长区（珊瑚礁）**  根据收集到的资料显示，在西帽洲周边海域有珊瑚礁生长区，详见图3.6-1，国际旅游岛建设以来，西帽洲旅游开发强度不断增加，西帽洲周边珊瑚礁也受到一定影响，近年来由于保护意识的增强，西帽洲附近的珊瑚礁分布趋于向好。另外在本项目北侧天涯海角岸段和红塘湾岸段，均有珊瑚礁生长分布，由于填海工程的影响，该区域的珊瑚礁有一定影响，近年来严控填海工程，加上人工对珊瑚礁的修复，珊瑚礁生长区正在逐步恢复。  **（6）水质监控点**  根据收集的资料显示，三亚湾附近海域有省控点三个，其中一个位于三亚河口区域，一个位于南山风景区附近海域，一个位于西帽洲岛附近海域，距离本项目最近为西帽洲附近的省控点（HNN02013）；另外在三亚湾附近还有三个国控点，三亚湾有两个，红塘湾天涯海角附近有一个，距离本项目较远。本项目的实施不会对省控点及国控点水质质量产生影响。 |
| 评价标准 | 1.环境质量标准 **（1）大气环境**  本项目所在海域为农渔业区，预制场位于南山码头闲置区域，项目区大气环境质量参照执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准；NH3、H2S执行《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录D中其他污染物空气质量浓度参考限值见表3.4-1。  **表3.4-1 环境空气质量标准（GB3095-2012）**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **污染物名称** | **取值时间** | **浓度限值** | | **浓度单位** | **备注** | | **一级** | **二级** | | 二氧化硫  （SO2） | 年平均 | 20 | 60 | ug/m³ | 《环境空气质量标准》（GB3095-2012） | | 24小时平均 | 50 | 150 | | 1小时平均 | 150 | 500 | | 二氧化氮  （NO2） | 年平均 | 40 | 40 | | 24小时平均 | 80 | 80 | | 1小时平均 | 200 | 200 | | 一氧化氮  （CO） | 24小时平均 | 4 | 4 | mg/m³ | | 1小时平均 | 10 | 10 | | 臭氧  （O3） | 日最大8小时平均 | 100 | 160 | ug/m³ | | 1小时平均 | 160 | 200 | | 颗粒物  (粒径小于等于10um) | 年平均 | 40 | 70 | | 24小时平均 | 50 | 150 | | 颗粒物  (粒径小于等于2.5um) | 年平均 | 15 | 35 | | 24小时平均 | 35 | 75 | | 总悬浮颗粒物  （TSP） | 年平均 | 80 | 200 | | 24小时平均 | 120 | 300 | | 氮氧化物  （NOx） | 年平均 | 50 | 50 | | 24小时平均 | 100 | 100 | | 1小时平均 | 250 | 250 | | H2S | 1小时平均 | 10 | | ug/m³ | 《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）附录D | | NH3 | 1小时平均 | 200 | | ug/m³ |   **（2）声环境**  本项目所在海域为农渔业区，项目所在区域参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类功能区。预制场位于码头区域，根据《三亚市城市规划区声环境功能区划分方案》不设3类声环境功能区，因此预制场参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的2类功能区。  **表3.4-2 声环境质量标准单位：dB（A）**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **类别** | | **适用区域** | **昼间** | **夜间** | | 0 | | 疗养院、高级别墅区、高级宾馆区等特别需要安静区域 | 50 | 40 | | 1 | | 单位文教机关为主的区域（乡村居住环境可参照执行） | 55 | 45 | | 2 | | 居住、商业、工业混杂区 | 60 | 50 | | 3 | | 工业区 | 65 | 55 | | 4 | 4a | 城市中的道路交通干线两侧区域等 | 70 | 55 | | 4b | 铁路干线两侧区域 | 70 | 60 |   **（3）海水水环境质量标准**  根据《海南省总体规划（空间类2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目用海所在海洋功能区为三亚湾农渔业区，海水水质执行《海水水质标准》(GB3097-1997)中的第二类标准。水环境质量标准摘录见表3.4-3。  **表3.4-3 《海水水质标准》(GB3097-1997) 单位：mg/L（pH 除外）**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **序号** | **项目** | **标准限值** | | | | **一类** | **二类** | **三类** | | 1 | DO> | 6 | 5 | 4 | | 2 | pH | 7.8～8.5 | | 6.8～8.8 | | 3 | COD≤ | 2 | 3 | 4 | | 4 | 无机氮≤ | 0.20 | 0.30 | 0.40 | | 5 | 活性磷酸盐≤ | 0.015 | 0.030 | | | 6 | SS(人为增量)≤ | 10 | | 100 | | 7 | 石油类≤ | 0.05 | | 0.30 | | 8 | Pb≤ | 0.001 | 0.005 | 0.010 | | 9 | Cu≤ | 0.005 | 0.010 | 0.050 | | 10 | Zn≤ | 0.020 | 0.050 | 0.10 | | 11 | Cd≤ | 0.001 | 0.005 | 0.010 | | 12 | Hg≤ | 0.00005 | 0.0002 | | | 13 | Cr≤ | 0.05 | 0.10 | 0.20 | | 14 | As≤ | 0.020 | 0.030 | 0.050 |   **（4）沉积物环境**  根据《海南省总体规划（空间类2015-2030）》海洋功能区划专篇，项目用海所在海洋功能区为三亚湾农渔业区，沉积物执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中的一类标准。具体详见表3.4-4。  **表3.7-4 沉积物质量标准(GB18668-2002)(×10-6，有机质为×10-2)**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **污染因子** | **石油类** | **Pb** | **Zn** | **Cu** | **Cd** | **Hg** | **As** | **有机质** | **硫化物** | | 一类标准≤ | 500.0 | 60.0 | 150.0 | 35.0 | 0.50 | 0.20 | 20.0 | 2.0 | 300.0 | | 二类标准≤ | 1000.0 | 130.0 | 350.0 | 100.0 | 1.50 | 0.50 | 65.0 | 3.0 | 500.0 | | 三类标准≤ | 1500.0 | 250.0 | 600.0 | 200.0 | 5.00 | 1.00 | 93.0 | 4.0 | 600.0 |   **（5）生物质量评价标准**  贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的第二类标准值；其它甲壳类和鱼类生物体内污染物质(Hg、Zn、Pb、Cd、Cu)含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。各指标标准限值见表3.4-5、表3.4-6。  **表3.4-5 海洋生物质量标准(GB18421-2001)(湿重，×10-6)**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 监测项目 | | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 总汞 | 砷 | 石油烃 | 六六六 | 滴滴涕 | | 双壳软体类 | 第一类 | **10** | **0.1** | **20** | **0.2** | **0.5** | **0.05** | **1.0** | **15** | **0.02** | **0.01** | | 第二类 | **25** | **2.0** | **50** | **2.0** | **2.0** | **0.10** | **5.0** | **50** | **0.15** | **0.10** | | 第三类 | **50(100)** | **6.0** | **100(500)** | **5.0** | **6.0** | **0.30** | **8.0** | **80** | **0.50** | **0.50** | | 非双壳软体类 | | **100** | **10** | **250** | **5.5** | **—** | **0.3** | **1.0** | **20** | **2.0** | **0.2** | | 鱼类 | | **20** | **2.0** | **40** | **0.6** | **—** | **0.3** | **1.0** | **20** | **2.0** | **1.0** | | 甲壳类 | | **100** | **2.0** | **150** | **2.0** | **—** | **0.2** | **1.0** | **20** | **1.0** | **0.1** |   **表3.4-6 鱼类、甲壳类、软体类海洋生物质量评价标准 单位：mg/kg**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 项目 | 标准值 | | | 备注 | | 鱼类 | 甲壳类 | 软体类 | | Cu | 20 | 100 | 100 | 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（海洋出版社）（1986年）  《全国海岛资源综合调查简明规程》（海洋出版社）（1993年）“海洋生物体内污染物评价标准”引自《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，其中鱼类体内锌的评价值误作4.0 | | Pb | 2.0 | 2.0 | 10 | | Zn | 40 | 150 | 250 | | Cd | 0.6 | 2.0 | 5.5 | | Hg | 0.3 | 0.2 | 0.3 | | 666 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | | DDT | 1.0 | 0.1 | 0.2 | | 石油烃 | 20 | 20 | 20 | 《第二次全国海洋污染基线调查报告》  （国家海洋局）（2004年5月）  “生物质量评价标准” | | Hg | 0.3 | 0.3 | 0.3 | | Cd | 1.0 | — | 2.0 | | Pb | 1.0 | 1.0 | 1.0 | | As | 1.0 | 1.0 | 1.0 | | DDT | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | PCB | 0.2 | 0.2 | 0.2 |  2.污染物排放标准 **（1）大气污染物排放标准**  项目预制场车辆运输粉尘等无组织排放的颗粒物及运输车辆尾气中的SO2、NOx、非甲烷总烃排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2中无组织排放浓度监控限值。具体标准值详见表3.4-7。混凝土预制件生产产生的颗粒物排放执行《水泥工业污染控制标准》（DB 46/524-2021）表3 大气污染物无组织排放限值。具体标准值详见表3.4-8。  用柴油机施工机械废气执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）》（GB 20891-2014）修改单中相关要求，其中非道路移动柴油机械排气烟度限值执行《非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法》（GB 36886-2018）中的Ⅱ类限值。具体标准值详见表3.4-9和表3.4-10。  施工期船舶废气排放执行《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、二阶段)》（GB15097-2016）排放限值标准，见表3.4-11和表3.4-12。根据《海南省交通运输厅海南海事局关于印发海南省实施船舶大气污染物排放控制区的通告》（琼交管运[2019]290号），2022年1月1日起，应使用硫含量不大于0.1%m/m的船用燃油。2020年3月1日起，未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施的船舶进入排放控制区只能装载和使用《实施方案》规定的船用燃油。  **表**3.4**-7 大气污染物排放执行标准一览表**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **污染物项目** | **最高允许排放浓度mg/m3** | **最高允许排放速率** | | **无组织排放限值mg/m3** | **执行标准** | | **排气筒m** | **数值 kg/h** | | 颗粒物 | 120 | 15 | 3.5 | 1.0 | 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2中无组织排放浓度监控限值 | | SO2 | / | / | / | 0.40 | | NOx | / | / | / | 0.12 |   **表**3.4**-8 水泥工业污染排放限值（单位：mg/m3）**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **污染物项目** | **限值** | **限值含义** | **无组织排放监控位置** | | 颗粒物 | 0.5 | 监控点与参照点总悬浮颗粒物 （TSP） 1 小时浓度值的差值 | 厂界外20m处上风向设参照点，下风向设监控点 |   **表**3.4**-9 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值**  **aa1716c09be393f2d7ecce22ee12185**  **表**3.4**-10 非道路移动柴油机械排气烟度限值**  **b5357d130bb9630d53d6a76762b547b6db34cdcef5a5124dd050910c606591表**3.4**-11 船舶废气排放标准（第一阶段）**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **船机类型** | **单杠排量（SV）**  **（L/缸）** | **额定净功率（P）**  **（kW）** | **HC+NOx**  **（g/kWh）** | **PM**  **（g/kWh）** | | 第一类 | SV＜0.9 | P≥37 | 7.5 | 0.40 | | 0.9≤SV＜1.2 | | 7.2 | 0.30 | | 1.2≤SV＜5 | | 7.2 | 0.20 | | 第二类 | 5≤SV＜15 | | 7.8 | 0.27 | | 15≤SV＜20 | P＜3300 | 8.7 | 0.50 | | P≥3300 | 9.8 | 0.50 | | 20≤SV＜25 | | 9.8 | 0.50 | | 20≤SV＜30 | | 11.0 | 0.50 |   **表**3.4**-12 船舶废气排放标准（第二阶段）**   | **船机类型** | **单杠排量（SV）**  **（L/缸）** | **额定净功率（P）**  **（kW）** | **HC+NOx**  **（g/kWh）** | **PM**  **（g/kWh）** | | --- | --- | --- | --- | --- | | 第一类 | SV＜0.9 | P≥37 | 5.8 | 0.3 | | 0.9≤SV＜1.2 | | 5.8 | 0.14 | | 1.2≤SV＜5 | | 5.8 | 0.12 | | 第二类 | 5≤SV＜15 | P＜2000 | 6.2 | 0.14 | | 2000≤P＜3700 | 7.8 | 0.14 | | P≥3700 | 7.8 | 0.27 | | 15≤SV＜20 | P＜2000 | 7.0 | 0.34 | | 2000≤P＜3300 | 8.7 | 0.50 | | P≥3300 | 9.8 | 0.50 | | 20≤SV＜25 | P＜2000 | 9.8 | 0.27 | | P≥2000 | 9.8 | 0.50 | | 20≤SV＜30 | P＜2000 | 11.0 | 0.27 |   **（2）水污染物排放标准**  本项目施工期废水主要为施工人员生活污水和施工产生的含油废水，生活污水纳入南山港污水管道，施工废水经沉淀池处理后回用。施工船舶生活污水按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，见表3.4-13。  **表3.4-13 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **船舶含油污水** | **排放在船舶航行中** | **石油类指标≤15mg/L** | | | **或收集并排入接收设施** | | | | 船舶生活污水 | 利用船载收集装置收集，排入接收设施 | | | | 在距最近陆地3海里以内（含）海域，利用船载生活污水处理装置处理的船舶生活污水中污染物排放限值 | BOD5（mg/L） | ≤25 | | SS（mg/L） | ≤35 | | 耐热大肠菌群数（个/L） | ≤1000 | | CODCr（mg/L） | ≤125 | | pH值（无量纲） | 6~8.5 | | 总氯（总余氯）（mg/L） | ＜0.5 | | 3海里＜与最近陆地间距离≤12海里的海域 | 同时满足下列条件：  （1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；  （2）船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。 | | | 与最近陆地间距离＞12海里的海域 | 船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。 | |   **（3）噪声**  施工期拟采用的预制场噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的噪声限值标准，见表3.4-14。  **表3.4-14 环境噪声排放限值**   | **污染物名称** | **标准值dB（A）** | | **标准来源** | | --- | --- | --- | --- | | 施工期 | 昼间 | 70 | 《建筑施工场界环境噪声排放标准》  （GB12523-2011） | | 夜间 | 55 |   **（4）固体废物**  ①《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599－2020）中相关要求。  ②危险废物转运执行《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012），处理处置执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001）及其2013年标准修改单（环境保护部公告 2013年第36号）。  ③船舶垃圾  施工期船舶垃圾排放执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关排放控制要求。  **表3.4-15 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）（节选）**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **船舶垃圾类型** | **海域范围** | **排放控制要求** | | 塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾 | 任何海域 | 收集并接入接收设施 | | 食品废弃物 | 在距陆地3海里（含）以内 | 收集并接入接收设施 | | 距陆地3海里至12海里（含）以内 | 粉碎或磨碎至直径不大于25mm后方可排放 | | 距陆地12海里以外 | 可排放 | |
| 其他 | 1.总量控制指标 **（1）主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量**  按国家对污染物排放总量控制指标的要求，在核算污染物排放量的基础上提出工程污染物总量控制建议指标，是建设项目环境影响评价的任务之一，污染物总量控制建议指标应包括国家规定的指标和项目的特征污染物。  国家规定的“十四五”期间污染排放总量控制指标有：  ①大气环境污染物：氮氧化物。  ②水环境污染物：化学需氧量，氨氮。  ③区域性污染物、重点地区重点行业挥发性有机物、重点地区总氮、总磷。  本项目施工产生的污染物对环境的主要影响表现在水质和生态两方面，主要污染物种类为废水和固体废物，产污环节主要在施工阶段，包括有悬浮泥沙、含油污水、生活污水、生活垃圾、施工噪声等。  **（2）污染物的排放消减方法**  施工船舶含油污水、施工队伍生活污水通过经收集委托资质单位接收处理；生活垃圾经收集后交由环卫部门清运处理；预制场污染物纳入南山港港区管理；投礁作业产生的悬浮物，根据施工实际情况采取相应的削减措施，最大限度降低SS含量。  **（3）污染物排放总量控制方案与建议**  根据本项目特点，项目涉及总量控制指标的主要为船舶生活污水，船舶生活污水均交由有资质船舶污水接收单位接收处理，其总量控制纳入其接受单位，预制场所产生的污染物纳入南山港港区处置。建议本项目不分配总量控制指标。 |

四、生态环境影响分析

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 施工期  生态环境影响分析 | **1.项目施工期对水文动力环境的影响分析**  本项目拟建海洋牧场所在的三亚湾西岛附近海域的潮流具有顺时针的环流特征，落急时刻流向为东南方向，涨急时刻为西北方向；涨急时最大流速在50cm/s左右，落急时刻最大流速在55cm/s左右，落急流速略大于涨急流速。平均流速只有30cm/s左右，潮流动力较弱。施工期主要影响水动力环境为鱼礁的抛投，本项目施工期鱼礁抛投为逐个抛投，抛投过程会对所在海域的水动力有一定影响，但由于所在海域的水深相对较深，抛投过程不会对所在海域的水动力环境产生较大的影响。    **图4.1-1 工程前涨急流场图**    **图4.1-2 工程前落急流场图**  **2. 项目实施对地形地貌与冲淤环境的影响分析**  项目用海范围内水深基本为-25～-30m之间（1985国家高程基准），施工期为12个月，主要的施工过程为鱼礁的抛投，鱼礁为透水构筑物用海，在施工过程采用逐个抛投的方式，可较好的保持该海域自然属性，但由于鱼礁是逐个抛投形成鱼礁群，会出现局部改变海底地形（鱼礁群），但由于鱼礁的透水性，对周边的地形地貌冲淤环境基本没有影响。  **3. 项目实施对海水水质环境的影响分析**  **3.1 施工悬沙生态环境影响分析**   * **二维潮流泥沙输运方程**   **(1)数值方程**  根据《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T231-2021）及有关研究方法，建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，根据潮流模型计算出的水位、流速，从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。  二维潮流泥沙输运扩散基本方程：  (4.1-1)  式中：c为污染物浓度；u、v为x、y方向的速度分量（m/s）；h为水深（m）；Dx、Dy为x、y方向的扩散系数（m2/s），悬沙紊动扩散系数和可取与相应的水流紊动粘性系数，相同数值，其取值范围为2～10m2/s，本模型取5m2/s；F为衰减系数（）；S为源漏项（m3/s/m2）；u、v和h由水动力模型提供。  采用三阶有限差分格式进行离散，上述解的定解条件为：  初始条件：；  陆边界条件：（沿法线方向的浓度梯度为零）；  水边界条件：（流入）、计算值（流出）。  **(2)数值方法**  将一个时间步长分为两个半步长，在每个半时间步长内，依下述求解过程计算潮位及x，y方向流速。离散差分方程如下：  前半步长：  (4.1-2)  后半步长：  (4.1-3)  上式中As1,Bs1,Cs1,Ds1,As2,Bs2,Cs2,Ds1,Ds2为已知系数。   * **悬浮泥沙（SS）影响分析**   **（1）悬浮物排放源强和模拟工况**  在人工鱼礁的投放过程中，鱼礁触底将会掀起部分海底泥沙，其过程与人工岛围堰抛石类似，因此，在此参考人工岛围堰抛石的计算方法进行人工鱼礁投放过程中的悬浮泥沙估算。  人工鱼礁抛石产生的水体悬浮泥沙为礁体投放时扰动底床产生的悬浮泥沙。本项目海洋牧场礁体投放总量为32460m3，工程区底质为细砂，细颗粒的沉积物较少，抛石过程中搅动产生的悬浮泥沙量按礁体投放量的1%计，为324.6m3。以每天施工8个小时计，礁体投放施工时间以3个月计，悬浮泥沙干容重取800kg/m3，则礁体投放工序产生的悬浮泥沙量约为0.10kg/s。  悬浮泥沙的扩散范围和方向受水动力的影响，不同的水动力条件下其扩散范围和方向不同。在此选取一个完整的全潮周期（8天）进行模拟。人工鱼礁礁体投放的模拟源点位于海洋牧场鱼礁区，6个区域共设置48个人工鱼礁礁体投放源点。48个源点位置见图4.1-3。另外，在此仅考虑人工鱼礁礁体投放产生的悬浮泥沙增量的影响，因此，潮流对底床作用产生的泥沙将不计算。  悬沙扩散计算源强：人工鱼礁礁体投放引起的悬沙扩散源点为海洋牧场鱼礁区，源强0.10kg/s。  **（2）悬浮物分布的计算结果及分析**  图4.1-4是大中小潮全潮周期内悬浮物扩散达到平衡后的最大浓度增值包络线分布图。泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用的影响，因此泥沙的扩散方向基本与潮流方向相同，悬沙扩散范围顺着水流方向呈长条型分布。  从图4.1-4可以看出，由于项目所在海区流速较小，悬浮物扩散缓慢，悬浮泥沙增量影响的水域面积统计见表4.1-1。  人工鱼礁礁体投放过程中各源点叠加悬浮泥沙增量大于10mg/L（超I、II类海水水质）、大于20mg/L、大于50mg/L、大于100mg/L（超III类海水水质）、大于150mg/L（超IV类海水水质）的海域面积最大值分别为**0.468 km2、0.163 km2、0.0 km2、0.0km2、0.0km2**。  由扩散面积可见礁体投放过程中引起的悬浮泥沙影响很小，未出现超III和IV类水体；超I类、II类海海水质的面积也很小，最大面积只有0.468km2，悬浮泥沙的扩散范围仅局限于海洋牧场周边的小范围内。  需要指出的是，上述计算结果是在未采取任何防护措施的情况下得出的，如在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在礁体投放时设置防污帘，可以最大限度的控制SS扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内（2个小时以内）也就结束。  施工期水环境悬浮泥沙来源是鱼礁安装固定系统施工过程中产生的悬浮泥沙。产生量较小，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值。因此，只要采用合理的施工工艺，加强项目管理，悬浮泥沙对该海域水质环境质量的影响较小。  **表4.1-1 悬浮泥沙（SS）增量包络面积（km2）**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 浓度  分区 | >10mg/L  (超Ⅰ、Ⅱ类水质) | >20mg/L | >50mg/L | >100mg/L  (超III类水质) | >150mg/L  (超IV类水质) | | 代表源点1 | 0.011 | 0.002 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 代表源点2 | 0.010 | 0.001 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 代表源点3 | 0.012 | 0.002 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | 48个源点叠加 | **0.468** | **0.163** | **0.0** | **0.0** | **0.0** |     **图4.1-3 悬浮泥沙源点位置示意图**  **图4.1-4a** 悬浮物扩散包络范围（代表源点1）**）**  **图4.1-4b** 悬浮物扩散包络范围（代表源点2）  **图4.1-4c** 悬浮物扩散包络范围（代表源点3）  **图4.1-4d 悬浮物扩散包络范围（48个源点叠加）**  **3.2施工期污水对水质影响分析**  施工期施工人员产生的生活污水中**，**船舶上工作人员每日生活污水量约为1.0625m³，预制场工作人员每日生活污水量约为3.1875m³，所产生的污水量均妥善处置，不外排，不会对所在海域的水质环境产生影响。甲板货船船舱底油污水产生量按0.81t/d·艘计，按照施工3个月计算，产生的船舶油污水总量为72.9t，主要污染物为石油类，浓度取2000mg/L，石油类产生量约为145.8kg。所产生含油污水均统一收集，交由资质单位处置。不会对海域水质环境产生影响。可见，施工期各类污水均妥善处置，对海域的水质环境影响很小。  **4.项目施工对海洋沉积物环境的影响分析**  项目施工期采用抛锚的定位方式，扰动的悬浮泥沙量极小，不破坏海洋沉积物的理化性质，施工期产生的水污染物和固体废弃物均能得到有效处理，不影响海域沉积物质量。  **5.项目施工对海洋生态的影响分析**  **（1）对生物环境的影响**  在人工鱼礁投放过程中，产生的悬浮泥沙可以使水体中悬浮物含量增加，导致海水透明度和光照下降，影响水体中初级生产力和浮游植物的生长与繁殖。由于浮游生物和游泳生物具有一定的回避性和迁移性，水体中悬浮物含量的增加对它们的影响较小。鱼礁的投放使部分原来在这片海域生长的生物失去的栖息地，部分栖居生物被礁体埋没而死亡，但礁体海底覆盖面积较小，故礁体投放对生物影响较小。  **（2）对渔业资源的影响**  在人工鱼礁礁体运输和投放期间，可能是因为部分海洋生境的扰动，以及人为干扰因素的影响，会在短期内对海洋生物产生一定的影响如减少食物摄取量，减少繁殖量等，从而影响海洋渔业资源，但是随着工程的竣工，这一影响就会消失。人工鱼礁对渔业资源有很好的聚鱼效果，能够更有效促进三亚湾农渔业区渔业资源的恢复。  **（3）海洋生态损失**  **①项目建设对底栖生物的影响**  工程建设将占用和破坏海洋生物的栖息环境，主要表现在礁体占用海域对底栖生物造成的较大的影响。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程(SC/T 9110-2007)》(以下简称《规程》)，底栖生物的资源损失按以下公式进行计算：  *Wi = Di ×Si*  式中：  *Wi*为第*i*种生物资源受损量；  *Di*为评估区域内第*i*种生物资源密度；  *Si*为第*i*种生物占用的渔业资源水域面积。  本项目计划投放人工鱼礁702个，为长方体箱型结构，尺寸为3.4（长）×3.4（宽）×4.0（高），每个人工鱼礁投放后需要占用海底面积4.6m2，项目共占用海底面积3257.28m2，根据对该海区的海洋生物现状调查结果及评价，项目所在海域的底栖生物生物量相对较高，平均生物量为17.64g/m2。经估算本工程用海造成的底栖的损失量：  礁体造成底栖生物损失量：17.64×3257.28×10-3=57.46kg  底栖生物按成体生物处理，商品价格按照当地经济贝类市场价格计算（20元/kg，保守价格），则本项目建设造成底栖生物直接经济损失额为57.46kg×20＝1149.2元。  当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。鱼礁占用海域区域对生物资源造成不可逆影响，资源损害的补偿年限应不低于20年，按20年计算，则鱼礁占用海域造成生物资源经济补偿额为1149.2元×20＝2.298万元。  **②施工对浮游生物及游泳生物的影响分析**  按照《规程》，人工鱼礁抛投产生的水体悬浮泥沙为礁体投放时扰动底床产生的悬浮泥沙，在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：  *Mi = Wi ×T*    式中：  *Mi*为第i种生物资源累计损害量；  *Wi*为第i种生物资源一次性平均损失量；  *T*为污染物浓度增量影响的持续周期数(以年实际影响天数除以15)，个；  *Dij*为某一污染物第j类浓度增量区第i种类生物资源密度；  *Si*为某一污染物第j类浓度增量区面积；  *Kij*为某一污染物第j类浓度增量区第i种类生物资源损失率；  *n*为某一污染物浓度增量分区总数。  上述各参数的取值如下：  a污染物浓度增量区面积(*Si*)和分区总数(*n*)  根据水质影响预测结果，表4.1-2列出了各分区的面积，本工程施工产生的悬浮物浓度增量分区总数取4。  **表4.1-2 鱼礁抛投施工产生的悬浮物浓度增量区面积**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 浓度(mg/L)  面积(km2) | 10～20 | 20～50 | 50～100 | ≥100 | | 鱼礁抛投产生的悬沙增量区 | 0.305 | 0.163 | 0.0 | 0.0 |   b生物资源损失率(*Kij*)  由于悬沙浓度增量小于10mg/L对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数B*i*≤1倍、1＜Bi≤4倍及4＜Bi≤9倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率(详见表4.5-2)。  **表4.1-3 本工程悬浮物对各类生物损失率**   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 分区 | 浓度增量范围  (mg/L) | 超标倍数  (Bi) | 各类生物损失率(%) | | | | | 浮游动物 | 浮游植物 | 鱼卵和  仔稚鱼 | 游泳动物 | | Ⅰ区 | 10～20 | Bi≤1倍 | 5 | 5 | 5 | 1 | | Ⅱ区 | 20～50 | 1＜Bi≤4倍 | 20 | 20 | 17 | 5 | | Ⅲ区 | 50～100 | 4＜Bi≤9倍 | 40 | 40 | 40 | 15 | | Ⅳ区 | ≥100 | Bi≥9倍 | ≥50 | ≥50 | ≥50 | ≥20 |   c持续周期数(T)和计算区水深  根据项目施工方案，鱼礁投放施工工期约为3个月，算得污染物浓度增量影响的持续周期数分别为6，根据工程海域测量资料，项目区所在海域水深在25-30m之间，由于鱼礁投放产生的悬浮泥沙不会扩散至中、上层水域，基本在底层扩散，影响范围按5m计算。  d生物资源密度(*Dij*)  根据生物现状调查，浮游植物丰度平均值为2.45×104cells/m3，浮游动物生物量平均值为277.11mg/m3。鱼卵平均密度为1.68枚/m3，仔稚鱼为2.39尾/m3，游泳生物为367.73kg/km2。  e悬浮泥沙扩散导致生物损失情况：  仔稚鱼为2.39尾/m3，游泳生物为367.73kg/km2。  浮游植物损失量=(0.305×0.05+0.163×0.20)×106×2.45×104×6×**5**  ≈3.52×1010cells  浮游动物损失量＝(0.305×0.05+0.163×0.20)×106×277.11×10-6×6×**5**  ≈397.87kg  鱼卵损失量=1.68×6.0×5×(0.305×0.05+0.163×0.17)×106  ≈2.165×107粒  仔鱼损失量=0.02×6×5×(0.305×0.05+0.163×0.17)×106  ≈3.08×106尾  游泳生物损失量=367.73×5×(0.305×0.01+0.163×0.05)  ≈20.59kg  f 经济损失估算  鱼卵仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，按下述公式进行计算：    式中：  *M——*鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元；  *W——*鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个和尾；  *P——*鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按1％成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按5％成活率计算，单位为百分比（％）；  *V——*鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元/尾。  取鱼苗价格为0.5元/尾，则  鱼卵仔稚鱼直接损失额=（2.165×107×0.01+3.08×106×0.05）×0.5≈18.53万元；  游泳生物直接损失额=20.59×30＝617.7元；  则施工造成渔业资源的直接经济损失共计约为18.59万元  当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。施工对海洋生物产生持续性影响的年限小于3年的，资源损害的补偿年限按3年计算，因此，渔业资源损害补偿额为18.59万元×3＝55.77万元。  初步估算，本项目造成生物损失经济补偿额为(2.298+55.77)= 58.068万元。  本着损害多少，补偿多少的原则，建议采取人工放流当地生物物种的生态恢复和补偿措施，缓解和减轻工程对所在海域生态环境的不利影响。应在工程结束后由建设单位在工程影响水域投放海洋生物，从而保护海域生态环境的平衡，放流品种以当地优势种为主，放流地点为工程附近的水域。同时，为了解工程实施后渔业资源恢复情况，同时了解放流后是否达到预期效果，建议在项目实施或放流工作实施1年后由建设单位委托相关单位对该海域海洋生物（渔业资源）情况进行跟踪监测。  **6.项目施工对大气环境影响分析**  大气污染源主要为船舶尾气及柴油发电机废气，在鱼礁堆存过程中的风蚀起尘，预制过程产生粉尘、SO2、NO2，该污染源为无组织排放，项目施工期施工船舶、工作船舶产生燃油废气主要污染物为THC、CO、NOX，项目工作船舶数量较少，产生的污染物量很小，排放的废气可被海面的风迅速扩散、稀释后，对环境影响不大。由于污染物的排放源强是随机性较强的排放状态，对大气环境造成的影响属于暂时性的，当施工结束后这种暂时性的影响将逐步消除，大气环境质量可以得到恢复。预制场大气环境的主要污染因子是粉尘。产生污染环节主要为汽车运输过程物料洒落和道路二次扬尘。根据同类建筑工地类比调查资料，在施工现场无防尘设施情况下，施工时下风向的影响较大，污染范围在150 m范围内，在下风向20m处TSP浓度增加量最高为1.30 mg/m3。在有防尘措施情况下（施工现场围挡风板），施工现场粉尘污染范围在50m内，在下风向20 m处TSP浓度增加量为0.82 mg/m3，可以达到《大气污染物综合排放标准》中无组织排放界外监控浓度限值要求。因此，预制场周边没有大气环境敏感保护目标，且随着施工结束而消失，因此，预制场对大气环境影响较小。  综上，本项目实施对大气环境影响较小。  **7.项目施工对声环境影响分析**  **7.1 主要噪声源**  本项目施工过程中主要噪声源来至运输车辆及预制场施工产生的噪声，其噪声值大约为88 dB（A）。  **7.2 噪声影响预测**  由于工程施工是分阶段进行的，各施工阶段主要机械作业时也需要一定的作业空间和工作间距，因此大部分情况下其噪声影响可按下式进行计算。  室外点声源在传播距离r处的噪声级：  式中：LA(r)、LA(r0)：距噪声源r(m)和r(m)处的A声级；  ΔL：噪声传播路径上因遮挡物、空气和地面状况引起的附加衰减。  根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），筑施工场界环境噪声排放限值昼间为70分贝，夜间为55分贝。预制场及单位鱼礁卸运码头均在南山港海域，施工区域附近距离居民区较远，施工期噪声对附近居民无影响。  **8.项目用海对周围环境敏感目标的影响分析**  **（1）对周边养殖用海项目的影响分析**  目前，与本项目较近的养殖用海活动有三亚海珍疍家渔民专业合作社三亚湾33.36 公顷深水网箱养殖用海、三亚市水产总公司深水网箱养殖基地用海和三亚海宝近海养殖专业合作社深水网箱养用海，均在本项目北侧，最近距离约为1.4km，根据调查显示，以上三个项目均为深水网箱养殖项目，且实际网箱分布于审批用海范围有一定差异，但也距离本项目有至少1.0km以上的距离，本项目施工期由船舶运输至项目海域对鱼礁实施抛投，船舶运输及抛投过程须在预定线路及区域内进行，避免误入附近网箱养殖区，影响或破坏网箱及养殖活动，项目施工过程应完全按照审批用海范围内进行。同时，根据抛投产生的悬浮泥沙分布情况可知，抛投产生的悬浮泥沙范围很小，基本上均分布在底层海域，本项目人工鱼礁采用逐个抛投的形式，实际产生的悬浮泥沙范围比模拟结果还小很多，因此，施工产生的悬浮泥沙也不会对周边的养殖用海活动产生影响。另外，根据收集的资料显示，在项目周边目前也正在规划海洋牧场人工鱼礁项目，由于与本项目性质一致，目前也仍然在规划中，建议业主单位在施工过程加强协调，避免发生冲突。  因此，本项目施工过程中，按照规模的施工程序和方法，不会对周边养殖用海项目产生影响。  **（2）对海洋功能区的影响分析**  本项目附近的海洋功能区主要为三亚湾农渔业区、三亚珊瑚礁海洋保护区（东西瑁洲片区）、天涯海角旅游休闲娱乐区和海南岛西南部保留区。本项目利用三亚湾农渔业区，恢复所在海域的渔业资源和生态环境根据前面章节分析，本项目建设符合海洋功能区划；周边距离最近的海洋功能区为三亚珊瑚礁海洋保护区（东西瑁洲片区）和海南岛西南部保留区，根据施工过程产生的悬浮泥沙分布情况，未出现超III和IV类水体，超I类、II类海海水质的面积也很小，最大面积只有0.468km2，悬浮泥沙的扩散范围仅局限于海洋牧场周边的小范围内，并未扩散至三亚珊瑚礁海洋保护区（东西瑁洲片区）和海南岛西南部保留区，从悬浮泥沙的角度分析，项目施工不会对海洋保护区及保留区产生影响。但需要指出的是，本项目施工过程有使用到船舶，需要做好风险事故预案，避免发生船舶碰撞事故而引发溢油风险。因此，施工期在做好风险防范措施的基础上，对附近海洋功能区的影响很小。  **（3）对保护区的影响分析**  本项目距离海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区最近距离为1.2km，项目施工投放人工鱼礁产生悬浮物泥沙较少，不改变海域自然属性，根据施工过程产生的悬浮泥沙分布情况，未出现超III和IV类水体，超I类、II类海海水质的面积也很小，最大面积只有0.468km2，悬浮泥沙的扩散范围仅局限于海洋牧场周边的小范围内，并未扩散至三亚珊瑚礁国家级自然保护区，实际施工时，是不可能同时投放如此多的鱼礁的的，人工鱼礁是一个投放完毕再投放下一个，实际扩散到保护区的悬浮泥沙增量相较于该海域悬浮泥沙的原有浓度是很小的，不会对保护区珊瑚礁生态环境造成影响。不论是扩散范围还是影响程度，产生的悬浮泥沙对周边海域影响相对较小，施工时可以选择在涨潮时刻投放鱼礁，产生的悬浮泥沙主要朝西北方向运移，可避免影响珊瑚生境。  因此，本项目不影响保护区内珊瑚生长环境，项目建设不进行养殖等人为性质活动，主要采取自然增殖，恢复海域渔业资源和生态环境，并不会涉及和占用该保护区，因此，本项目的实施不会影响海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区。  **（4）对生态红线区的影响分析**  项目附近的海洋生态保护红线有海南省（本岛）海洋生态保护红线-珊瑚礁、重要渔业资源产卵场和海岸防护物理防护极重要区，其中珊瑚礁与保护区（海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区）重叠，保护区包括核心区和一般控制区，重要渔业资源产卵场和海岸防护物理防护极重要区为一般控制区。根据施工过程产生的悬浮泥沙分布情况，施工产生的悬浮泥沙扩散范围较小，未出现超III和IV类水体，超I类、II类海海水质的面积也很小，最大面积只有0.468km2，并未扩散至以上红线区内，不会影响以上红线区保护目标及相关环保要求。需要引起注意的是，由于附近红线区对溢油较为敏感，另外，需要在施工过程中加强风险管控，避免发生船舶碰撞事故引起溢油风险事故。  因此，本项目施工过程中加强风险管控的基础上，对周边的海洋生态保护红线影响很小。  **（5）对重要物种生长区（珊瑚礁）的影响分析**  根据调查资料，西瑁洲岛海域共发现造礁石珊瑚13科27属62种，主要优势属为鹿角珊瑚属、盔形珊瑚属，主要优势种为丛生盔形珊瑚、多孔鹿角珊瑚、精巧扁脑珊瑚等。珊瑚覆盖率为23.04%，其中造礁石珊瑚平均覆盖度为22.96%，软珊瑚覆盖率0.08%，死珊瑚平均覆盖度为0.85%，硬珊瑚补充量为1.06 ind/m2。本项目施工期产生的悬浮泥沙扩散范围较小，未扩散至珊瑚礁生长区（西帽洲），不会对其产生影响，另外，天涯海角及红塘湾岸段珊瑚礁生长区距离本项目很远，本项目施工过程不会对其产生影响。  在施工过程中加强风险管控，避免发生船舶碰撞事故引起溢油风险事故。因此，本项目施工过程中加强风险管控的基础上，对珊瑚礁生长区的影响很小。  **（6）对水质监控点的影响分析**  本项目距离海水水质省控点和国控点均较远，不会对其产生影响，根据目前省控和国控的监测频次，每年进行三次监测，虽然本项目施工时间短，但也需要做好施工船舶的管理，避免船舶任意抛锚，尤其尽量避开水质监控点监测时段。  可见，本项目不会对水质省控点和国控点产生影响，但为了减小对其影响的可能，需加强对船舶施工人员及船舶的管理，避免对周边水质环境产生影响。  **图4.1-5 环境敏感目标与悬浮物扩散包络线叠置图**  **9.项目用海对风险影响分析**  参照《建设项目环境风险评价技术导则》，分析其环境风险的可接受程度，提出减少风险的事故应急措施，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以期达到降低用海风险，减少海洋环境损害的目的。  本项目的风险主要来自两个方面。一方面是用海项目自身引起的突发或缓发事件导致对海域资源、环境造成的危害，发生于施工期居多，尤其是在鱼礁预制及抛投过程；另一方面是由于自然灾害对本项目鱼礁预制及鱼礁区鱼礁造成的损坏。  具体来说，本项目用海风险主要有以下几个方面：①用海区域可能遭受热带气旋、风暴潮等自然灾害对预制唱及鱼礁造成的损坏；②人为事故风险；③溢油事故。  **（1）自然灾害风险分析**  由工程项目直接引发的对周边自然环境灾害可能性较小，而外部的自然环境灾害可能对工程主体会产生一定的影响。对该工程直接造成不利影响的自然灾害主要是热带气旋、风暴潮、台风浪、海啸、地震等。  **①热带气旋灾害风险分析**  本海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋有两类，一类是来自西太平洋的热带气旋，另一类是在南海生成的热带气旋(以下简称南海台风)。  据统计，影响本海域的热带气旋平均每年1.0个。热带气旋一般出现在每年的4～11月，主要集中在7～9月，当热带气旋影响本海区时，会出现大风并常伴有暴雨，海面出现巨浪或风暴潮，对海岸工程和近岸用海产业常造成很大的危害。  热带气旋引起的大浪是对鱼礁区安全的主要威胁，当热带气旋影响时，可能对预制场造成损害，因此建设单位在施工过程中应采取切实有效的防台风措施，尤其是预制场物料堆存区域；同时密切注意天气预报，严格禁止热带气旋影响期间进行项目施工。业主单位必须采取相应的防范和应急预案，以降低热带气旋对项目损害可能产生的风险，运营期间，台风过境后，应对鱼礁区进行检查，并对可视监控设备进行维护。  **②风暴潮灾害风险分析**  风暴潮系指由于强烈的大气扰动引起的海面异常升高现象。本海域位于亚热带海洋性季风气候区，夏秋季常受热带气旋影响，该区域的风暴潮主要是由于热带气旋所引起。  据统计，海南省风暴潮灾害损失平均每年1.44亿元，造成海南岛风暴潮的多是进入南海西行的西北太平洋热带气旋，或是南海生成的热带气旋移向海南岛所致。由于热带气旋路径及其影响强度的多变性，以及海南岛沿岸地形的多样性，形成海南岛北部增水最强，东部次之，南部再次之，西部最弱的地理分布特征。项目用海区域为海南岛东北部的开阔海域，可能形成（台）风潮潮增水的地形条件不具备，因此（台）风暴潮增水的机率较低。为防患于未然，项目在施工期间，业主单位应密切注意天气预报，避免台风期间进行施工作业，同时制定和采取相应的防范、应急措施，以抵御热带气旋和台风，降低风暴潮可能带来的危害。  ③对项目本身的风险分析  根据本项目海洋牧场的平面布置，人工鱼礁群区域设置3个，本项目建设在平均水深约-25以深区域，海域宽阔，四周无遮蔽物，海上施工期间受气候影响非常明显，尤其在热带气旋、台风影响期间，在风暴潮和巨浪的共同作用下，项目的鱼礁群设施可能受到破坏。  因此，基于极端天气尤其是热带气旋、台风天气期间的危害，建议业主单位建设单位作好以下措施：  1)在鱼礁设计阶段要充分考虑海洋自然条件的特点，严格按海洋工程规范进行设计，施工阶段保证保海上构筑物工程施工质量，确保其达到抗风、抗浪、抗震标准。  2)施工期遇热带气旋影响及大风、大浪、大雾、大雨等恶劣天气时，应按相关规定进行操作，必要时应停止作业。  3)台风过境后加强对鱼礁区的检查，对可视监控设备进行维护。  **（2）人为事故风险**  项目施工期间，尤其是大雾天气期间，有可能发生船只碰撞事故，应做好防范并采取应急措施。尽量避免天气不好时出海作业，船只应遵循船只安全生产准则，将发生碰撞的概率降至最低，在施工过程中，建议每位工作人员都穿上救生衣，避免因意外落水对人员安全造成影响。同时重视对船员的管理和培训，尤其是提高船员安全生产的高度责任感和责任心，增强对潜在事故风险的认识，提高实际操作应变能力，避免人为因素，以减少风险事故的发生与危害。  根据上面分析，本项目所在海域往来船舶较多，本项目运营期间需要建设必要的近视标识，禁止船舶任意抛锚和拖网，造成鱼礁的损坏。另外，本项目运营期间，积极向海事部门报备，尽量在最新航行海图上进行鱼礁区的标注。  **（3）溢油事故**  重大溢油事故的原因主要是轮船突遇恶劣天气，风大、流急、浪高、轮机失控，造成轮船触礁、碰撞和搁浅而引起的重大溢油污染事故。在施工作业中溢油风险的概率极低。运营期间因管理不严、措施不当均可能引起环境污染等事故，主要是船舶碰撞后出现的意外漏油事故。   * 不可溶物在海上的运动形态及其归宿   不可溶泄漏物多为油状液体，密度比水轻，在空气的蒸发或挥发以及在水中溶解性都很小。因此，不可溶泄漏物溢出到海面以后，存在以下几种运动形态：  ①扩展由于油品比水轻，将漂浮于水面。在初期阶段由于受重力和表面张力的作用而在水面上向四周散开，范围越扩越大。这个过程称为油的扩展。  ②漂移是指油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。  ③分散油品在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油品以油滴形式进入水中形成分散油。一部分油滴重新上升到水面，也有部分油滴从海面逸出而挥发到大气中。  ④乳化由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油品和水激烈混合，形成油包水乳化物和水包油乳化物。  ⑤吸附沉淀部分油品粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。  ⑥生物降解海洋环境中的微生物对水中的油品有降解作用。  油品在海洋环境中的归宿问题是个复杂的问题，由于受到各种环境条件(温度、盐度、风、波浪、悬浮物、地理位置和本身的化学组成等)的影响，每一次事故溢出物的归宿也不尽相同。其主要的影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。  溢油在水体中的运动主要表现为两种过程：在平流作用下的整体位移和在剪流与湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩展过程持续时间很短，而持续时间较长的运动形式主要表现为平流输运和湍流扩散。平流和湍流两种运动模式同时存在，通常称为“平流—扩散”问题。以往的多数的研究方法都是基于各种类型的平流扩散方程的数值求解，这类数值方法的困难在于数值扩散问题，即数值离散引进的一种与物理扩散无关的伪扩散效应，可能存在数值扩散完全掩盖物理扩散的现象，使所得到的数值结果完全失真，不能描述真实的物理过程。  本次模拟采用“油粒子”方法来模拟溢油在海洋环境中的形成，即把溢油分成许多离散的小油滴（或小斑块）来模拟溢油在水体中的输运扩散过程。采用“粒子—扩散”概念的方法可以真实地重现许多实际观测到的溢油扩散特征。例如潮流和风将油膜拉长，波浪导致油膜的破裂等特征。模拟的粒子个数为200个。  “粒子扩散”的概念，是把浓度场模拟为由大量的粒子组成的“云团”，其个每一个粒子携带一定数据的示踪物质，采用拉格朗日法模拟油粒子在特定的流场条件下发生平移和位移的过程。再迭加油粒子在湍流场中的随机运动，即采用同时考虑到平流和湍流的扩散模式。   * 模拟工况组合   根据潮流状况与盛行风况的条件确定预测组合。潮流分涨潮初始时刻和落潮初始时刻两种时刻发生溢油的状况；本海区冬半年盛行东北风，夏半年盛行西南风，所以考虑两种情况下的平均风状况。模拟工况组合情况如表4.1-4。  本次模拟采用连续点源的方式，在此假设溢油量为5吨，假设5吨燃油在1个小时内流失，模拟的油粒子个数为200个，即每个油粒子大约代表25kg的燃油。模拟溢油点位于海洋牧场申请区的中部，模拟时长为72小时。模拟溢油点位于海洋牧场申请区的中部区域。溢油模拟扩散结果见图4.1-6。  **表4.1-4 溢油模拟工况**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 工况 | 溢油时刻 | 风向 | 风速(m/s) | 海洋牧场区 | | 1 | 大潮涨潮初期 | 常风向NE | 4.3 | 鱼礁抛投区 | | 2 | 大潮落潮初期 | | 3 | 大潮涨潮初期 | 常风向SW | | 4 | 大潮落潮初期 |     **图4.1-6a 大潮期冬季NE向风，溢油发生在涨潮初期的油膜范围（工况1）**    **图4.1-6b 大潮期冬季NE向风，溢油发生在落潮初期的油膜范围（工况2）**    **图4.1-6c 大潮期冬季SW向风，溢油发生在涨潮初期的油膜范围（工况3）**    **图4.1-6d 大潮期冬季SW向风，溢油发生在落潮初期的油膜范围（工况4）**  由图4.1-6可知，油粒子的扩散受潮流和风应力的共同作用。冬季NE风作用时，油粒子的扩散受潮流和风应力的共同作用。冬季NE风作用时，油粒子表现为呈“S”形向西南方向离岸扩散，对于近岸海洋环境的影响小；夏季SW风时，油粒子表现为向呈“S”形向东北方向扩散。冬季风作用时的影响范围主要是离岸外海海；而夏季风作用时油粒子会影响到近岸海域，如工况3主要影响到天涯海角附近海域；工况4主要影响到东岛、天涯海角以东的三亚湾海域。  各种工况油膜扩散的影响范围见表4.1-5。  **表4.1-5 平均风下油膜漂移扩散影响范围(km2)**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 溢油后时间(h) | 涨潮初期 | 落潮初期 | 涨潮初期 | 落潮初期 | | 3 | 0.004 | 0.008 | 0.006 | 0.004 | | 6 | 0.021 | 0.034 | 0.030 | 0.021 | | 9 | 0.051 | 0.080 | 0.051 | 0.057 | | 12 | 0.095 | 0.110 | 0.061 | 0.082 | | 15 | 0.186 | 0.209 | 0.076 | 0.114 | | 18 | 0.224 | 0.243 | 0.080 | 0.112 | | 21 | 0.357 | 0.323 | 0.106 | 0.141 | | 24 | 0.424 | 0.361 | 0.099 | 0.150 | | 27 | 0.475 | 0.378 | 0.099 | 0.141 | | 30 | 0.521 | 0.378 | 0.106 | 0.152 | | 33 | 0.536 | 0.437 | 0.141 | 0.158 | | 36 | 0.629 | 0.464 | 0.160 | 0.154 | | 39 | 0.646 | 0.542 | 0.152 | 0.152 | | 42 | 0.709 | 0.648 | 0.152 | 0.141 | | 45 | 0.747 | 0.698 | 0.192 | 0.192 | | 48 | 0.819 | 0.715 | 0.253 | 0.213 | | 51 | 1.013 | 0.762 | 0.264 | 0.243 | | 54 | 1.053 | 0.650 | 0.344 | 0.268 | | 57 | 1.137 | 0.669 | 0.420 | 0.302 | | 60 | 1.161 | 0.713 | 0.464 | 0.312 | | 63 | 1.156 | 0.734 | 0.464 | 0.325 | | 66 | 1.182 | 0.785 | 0.546 | 0.329 | | 69 | 1.274 | 0.933 | 0.492 | 0.367 | | 72 | 1.177 | 0.952 | 0.397 | 0.348 | |
| `\ |
| 运营期生态环境影响分析 | **1. 项目用海对水文动力环境的影响分析** 根据《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T231-2021）的要求，建立项目工程附近海域的潮流数值模型，以预测本项目工程对海洋环境的影响。数值模型采用有限体积元方法对二维潮流运动基本方程组进行离散，得到离散方程组，从而得出流速、流向、潮位。考虑到滩地随涨、落潮或淹没或露出，因此采用活动边界技术，以保证模型计算的精度和连续性。（1）控制方程 选用一个固着于“f-平面”上的直角坐标系(XOY平面)和静止海面重合，组成右手坐标系，Z轴向上为正，于是描述正压海洋的深度平均运动方程组为：  (4.2-1)  (4.2-2)  (4.2-3)  式中：——从平均海平面算起的水面高度；  ——水深(为从平均海平面算起的水体深度)；  ——科氏系数(为地球自转角速度，为地球纬度)；  g = 9.81m/s2——重力加速度；  ——对应于轴的流速分量；  ——时间坐标；  ——Chezy系数(cm1/2/sec)；  ——海底摩擦系数；  ,——风对自由水面的剪切力在X、Y方向的分量；  ，  式中：——为风阻力系数；  ——为空气密度；  ——风速在X、Y方向的分量。 （2）边界条件和初始条件 A边界条件  在本研究采用的数值模式中，需给定两种边界条件，即闭边界条件和开边界条件。  所谓开边界条件即水域边界条件，可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案，计算域外海开边界条件给定潮汐调和常数。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加，分潮振幅(H)和专用迟角(g)只与地点有关，称潮汐调和常数。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M2、S2、K1、O1分潮最大，其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供，并根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整。开边界条件由流量进行控制。  所谓闭边界条件即水陆交界条件，计算域与其它水域相通的开边界上有：  (4.2-4)  或  (4.2-5)  计算水域与陆地交界的固边界上有：  (4.2-6)  式中：为固边界法向；、和为已知值(实测或准实测或分析值)。式(4.2-6)中的为流速矢量()，其物理意义为流速矢量沿固边界的法向分量为零。  B初始条件  (4.2-7)  式中：、和为初始时刻的已知值。  C活动边界处理  本模型采用干湿点判断法处理潮滩活动边界，在岸边界处，将邻近计算点的水位等值外推，根据潮滩“淹没”与“干出”过程同潮位变化的相关关系，当水深时，潮滩露出，当水深时，潮滩淹没。如果在某一时刻一节点干出，那么将此格点从有效计算域中去掉，同时，对流速做瞬时垂直壁处理，将与此水位点相邻的流速点设置为零流速；如果某个水位点判断为淹没，则将此点归入计算域。为了确保潮流方程不失去物理意义，选取一个最小水深hmin作为判断值，若，则认为格点干出。 （3）计算域的确定及网格剖分 从满足工程研究需要出发，选定计算域为三亚以南海域。具体范围为：纬度16°46′N至17°40′N，经度107°48′E至111°42′E，东西长约433km，南北宽约223km。  本模型采用三角形网格剖分计算区域，三角形网格节点数为16397个，三角形个数为31177个，相邻网格节点最大间距为5400m，位于外海边界处；最小间距为40m，位于项目工程区域附近。网格剖分见图4.2-1和图4.2-2（局部放大）。  模型水深和岸线由以下海图确定：2016年6月出版图号为10016(香港至海防，比例尺:1:1000000)海图，2015年3月出版图号为16341(三亚港附近，比例尺:1:25000)海图，2018年出版图号为16170(大洲岛至三亚港，比例尺:1:150000)。项目区域水深由2021年实测的1:500水下地形测量资料插值后取得。所有水深都转化至平均海平面再插值至网格点上，项目区域计算水深分布和网格剖分见图4.2-3。  计算域外海开边界条件根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供，采用分潮（四个主要分潮：O1、K1、S2、M2）边界，并根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整。由于没有实测风速资料，在此只模拟了计算域内的潮流场。  大范围模型网格剖分见图4.2-1，工程区域剖分网格见图4.2-2。项目附近海域水深见图4.2-3。  Grid-Big  **图4.2-1 大范围模型计算网格**    **图4.2-2 工程区域剖分网格（局部放大）**    **图4.2-3 工程区域计算水深** （4）模型验证 项目附近海区的实测海流资料为2021年4月20日至2021年4月21日，模型的计算时间步长为30s，每隔半个小时输出网格点的水位和流速、流向用于模型的验证。  **潮流的验证**：本项目工程的水文现状调查设置了4个海流测站（调查站位见图1-4）。由于实测流速为表层、0.6H、底层共三层，而本模型为二维模型，因此采用垂向平均实测流速、流向资料进行验证。  **潮位的验证**：潮位资料采用2021年4月20日12:00～2021年4月21日13:00（大潮期）的1个站点（A4站，站点位置图见图4.2-4），潮位验证曲线见图4.2-5。  根据潮位验证曲线（图4.2-5）分析显示，模型计算潮位过程与实测潮位过程吻合良好，潮位验证的平均绝对误差为6.4cm，模型计算潮位基本可以反映实际潮位过程。  根据流速、流向验证曲线（图4.2-6至图4.2-9）分析显示，模型计算流速、流向与实测流速、流向基本吻合，仅在涨急、落急最大流速过程，模型计算值略小于实测值，这可能与本数值模型未考虑风应力和浅水分潮等因素有关，使得纯潮流作用下的最大流速小于实测最大流速。  综上分析可知，模型计算潮位、潮流流速、流向与实测值基本吻合，验证效果较好，因此，本报告中采用模型基本可以反映工程海域的流场状况，可用于本项目工程的动力场和物质输运分析。    **图4.2-4 测流站点和验潮点位置示意图**    **图4.2-5 A4号站潮位验证**      **图4.2-6 大潮期，A1站流速流向验证（2021年4月20-21日）**      **图4.2-7 A2站流速流向验证（2021年4月20-21日）**      **图4.2-8 大潮期，A3站流速流向验证（2021年4月20-21日）**      **图4.2-9 大潮期，A4站流速流向验证（2021年4月20-21日）** （5）潮流场模拟结果 潮位实测期间属于不正规半日潮，潮差为0.9m左右，在一天之中有两次涨潮和两次落潮，落潮最大流速要大于涨潮最大流速。  本项目拟在三亚湾西岛西南侧建设海洋牧场，投放透水人工鱼礁后将水下地形视为未改变，工程后投放人工鱼礁相当于增大了海底粗糙度，因此将工程后的底摩擦增加进行数值模拟，而水深条件不变。本章节利用已经通过验证的数值模型，预测本项目实施前、后项目海域的水文动力场环境的改变。  为反映项目区域海域潮流特征，本报告给出潮汐动力较强的大潮情况下落急与涨急时刻的潮流特征，工程前后的流场分布见图4.2-10和图4.2-11。流场的数值计算结果表明：  ①本项目拟建海洋牧场所在的三亚湾西岛附近海域的潮流具有顺时针的环流特征，落急时刻流向为东南方向，涨急时刻为西北方向；涨急时最大流速在50cm/s左右，落急时刻最大流速在55cm/s左右，落急流速略大于涨急流速。平均流速只有30cm/s左右，潮流动力较弱。  ②将工程后的流速大小减去工程前的流速绘制工程前后流速大小改变图见图1-12，由图4.2-12可知，工程前后流速的改变值很小，最大改变幅度只有-3cm/s左右，这是由于人工鱼礁所在的区域水深在20m～30m之间，工程后底摩擦增大仅仅改变了底层的流速，在二维平均流速上的改变很小。  总体来说，项目所在的三亚湾西岛西南侧海区潮流动力弱，工程前后流速的改变幅度很小，工程后流速最大减小3cm/s左右，流速改变的范围仅限于海洋牧场区及周边的小范围内，对周边的海洋动力环境影响很小。    **图4.2-10 工程后涨急流场图**    **图4.2-11 工程后落急流场图**    **图4.2-12a 工程前后涨急流速改变等值线图**    **图4.2-12a 工程前后落急流速改变等值线图**  **2. 项目用海对地形地貌与冲淤环境的影响分析**  **2.1 计算公式**  根据2021年水文测验的同步分层悬沙采样分析结果：  统计分析结果表明：X1号站潮周期平均浓度35.0mg/l；X2号站潮周期平均浓度32. 8mg/l；X3号站潮周期平均浓度34.9mg/l。  悬沙含量的分布特征为：项目海域总体含沙量较低。各站悬浮泥沙垂向浓度分布大体随水深增加浓度增大趋势。  为了定量地研究本项目工程完成以后周边近岸区的泥沙回淤情况，在完成潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响进行计算分析。回淤强度的计算采用公式（1）进行计算：  （1）  式中，ω为泥沙沉速，单位m/s，根据2017年实测悬沙含量和粒度分析资料，三亚湾所在海域所含悬沙为粘土质粉砂和粉砂，平均粒径为0.012mm，在此取粘土质粉砂的沉速为0.05cm/s。  **2.2 计算参数的确定**  为沉降几率，取0.67；  t为年淤积历时，单位取秒（S），一年即为31557600秒；  为水体平均悬沙含量，取6个站的平均悬沙含量32.6mg/L，即0.0326kg/m3，单位：kg/m3；  为泥沙干容重，按照公式计算，单位为kg/m3，D50为泥沙中值粒径；  V1，V2分别为数值计算工程前、工程后全潮平均流速，单位为m/s，全潮平均流速的取值采用流速大小绝对值的平均值；  M根据当地的流速与含沙量的关系近似取作1。  根据以上的设定和潮流数值模拟计算的结果，计算得到工程后采砂坑内泥沙每年回淤强度情况，绘制出冲淤强度等值线图(图4.2-22) (-表示淤积，+表示冲刷)。    **图4.2-22 项目工程附近冲淤图**  **2.3 计算结果分析**  由图4.2-22可以看出，海洋牧场建设完成后，由于人工鱼礁礁体增大了海底摩擦系数，使得海洋牧场建设区的流速略有减小，因此，泥沙将在海洋牧场建设区落淤，但由流速改变幅度很小，海水悬沙含量也小，因此海洋牧场区的年淤积强度最大值也只有0.03m/a，即3cm/a左右。  因此，总体而言，本项目工程后引起冲淤的范围较小，主要集中在海洋牧场建设区，冲淤幅度也较小，最大值在±3cm/a左右。  **3. 项目运营期对海水水质环境的影响分析**  （1）营运期污水对水质的影响分析  项目营运期污水主要来源于游客和工作人员的生活污水及游钓船、工作船含油废水，本项目运营期间工作人员每日生活污水量约为1.26m³，每天游船人员产生的污水为4.25t，生活污水经收集上岸处理，不外排。船舶含油废水主要是机舱主副机、泵、管系等渗漏到机舱而形成的，项目产生的含油污水产生量为0.46t/d，含油污水定期接收上岸委托资质单位接收处理。故项目污水均得到合理有效的处置，不排入区域海域，对区域海洋环境影响较小。  （2）营运期鱼礁及底播养殖对水质的影响分析  人工鱼礁采用钢筋混凝泥礁，对水环境的潜在污染影响极低，而且投入运营后将对水质起到净化作用，人工鱼礁投放后所形成的新流场使礁区周围的生物种类和数量均发生明显的变化。礁体投放几天后就开始有浮游生物聚集，礁体上有藻类附着,海藻的生长需要大量吸收海水中的氮、磷、微量元素等营养物质，同时，藻类在生长过程中的进行光合作用，吸收二氧化碳，释放氧气，起到净化水质环境的作用。底播养殖也能较好的净化所在海域的水质环境。礁体上有藻类附着后，并逐渐出现贻贝、牡蛎之类的附着生物，而且生长速度很快，年后几乎覆盖整个礁体表面。有研究表明，每吨贻贝或牡蛎要从海水中消耗掉大约32.5 公斤的碳、6.6 公斤的氮和0.5 公斤磷，这样也可降低海水中的氮、磷含量，起到净化水质的作用。可见，鱼礁及底播养殖不仅不会影响水质环境，还能起到净化水质，改善所在海域的环境质量。  **4. 项目用海对海洋沉积物环境的影响分析**  **（1）鱼礁对沉积物环境的影响方式**  本项目计划投放人工鱼礁702个，为长方体箱型结构，尺寸为3.4（长）×3.4（宽）×4.0（高），每个人工鱼礁投放后需要占用海底面积4.6m2，项目共占用海底面积3257.28m2，鱼礁预制过程均采用符合环保要求的相关材料，对沉积物质量基本没有影响。  **（2）本项目运营期对海洋沉积物环境的影响**  根据收集的《海南（三亚）鸿洲海洋牧场浅地层剖面勘察项目物探技术报告》（海南晟图测绘有限公司，2011年5月），本项目所在海域从上到下依次为①淤泥质粉质粘土、②中砂、③砾砂。沉积物的有机物污染和水体的富营养化的自然修复主要靠水相和沉积物中微生物的矿化和硝化、反硝化等分解作用。而本项目地址中微生物含量比普通海域的含量要高，鱼礁聚鱼后鱼群的粪便进行矿化、消化和反硝化，且项目所在海域水域开阔，有利于污染物的稀释和扩散。  项目选址海南省三亚西瑁洲西侧海域，所在海域水动力条件良好，水流通畅，水质清新，因此项目实施对沉积物环境的底质厚度影响较小，发生有机物污染、水体富营养化等的可能性很小。  因此，项目运营期养殖活动对沉积物环境的影响均较小。  **5. 项目运营对海洋生态的影响分析**  **（1）营造新的生态环境**  礁体投放海中后，形成新的生态环境，对水生生物的繁殖和成长起着重要作用。礁体对其周围以及内部的流速形态直接产生影响，礁体的外部形状及内部构造不同，其影响程度也不同，由于礁体周围流速的变化，礁体根部流速较快区域的细沙土被移出，使礁体周围的海底地质变粗，被移出的细沙土又在流速减弱处堆积，从而引起局部海底形态的改变，由于许多底栖生物的分布对泥沙粒径有选择性，所以底泥粒径的变化对底栖生物，特别是环节动物的分布产生了影响。  海中投放鱼礁后，周围光、味、音环境也发生变化。在光线到达的范围内，礁体的周围形成光学阴影，随着照度的增强，在水中形成暗区，暗区的大小、与礁体的大小成正比。礁体上及周围的生物所产生的分泌物、有机物分子的扩散，直接影响礁体下流方向的味环境。礁体受到流的冲击所产生的固有振动和附着在礁体上的生物以及聚集在周围的生物的发声，可传到离礁几百米元的地方。礁体的存在改变了海水中的声学效应(声场)，即提高了对声波的反射效率。当海水由于礁体产生涡动而发声声波或者有声波碰到礁体被反射后，声波便可以沿水中“声道”传到很远的地方，为鱼类趋礁行为提供了“向导”。  **（2）对生物环境的影响**  礁体投放后形成的上升流，将海底深层的营养盐类带到光照充足的上层，促进了浮游生物的繁殖，提高了海洋初级生产力，同时，礁体作为一种基质，附着着生物开始在其表面着生，礁体周围的底栖生物和浮游生物的种类、数量、分布发生变化。以往的调查研究表明，随着植物的着生量受水深、透明度的影响。一般情况下，由于礁体的上面及侧面上部光照充分，所以着生量大，水浅的水域着生量也较大。随着动物的着生量，在透明度高、底质较粗、流速较快的水域中较大，附着生物总量，在一定时间内逐渐增大。船礁的内部和后方聚集着许多动物，其中，桡足类主要分布在礁后面，糠虾类多分布在鱼礁内部，桡足类在流速快的时候，集中于鱼礁后的流影处。流速慢的时候活跃在鱼礁体的后面。  可见，礁体的设置，首先为附着生物的栖息、繁殖提供了全新的场所，接着为其他动物提供栖息地，而这些动物又成了鱼类的食物，为新的动物群落奠定了基础。  **（3）对渔业资源的影响**  在人工鱼礁礁体投放后，由于海流变缓、生物附着面积进一步增大，海洋生物的种类与密度将有显著增大。为鱼类生存提供更多的食物，有益于海洋鱼类的生长、单位面积海域鱼类的产量将显著提高。  人工鱼礁渔业是“海上牧场化”的渔业，它不投饵，所诱集的主要对象是游泳生物，其排泄物污染在渔场中影响是极其轻微的，况且本人工鱼礁区周围水体交换畅通，所以人工鱼礁对渔场不构成损害。同时人工鱼礁会限制底拖捕捞作业，符合我国海洋渔业产业调整政策。  **（4）对渔场的影响**   1. 礁体投放海里一段时间后在其表面上都会吸附着许多附着生物，附着生物的种类多、数量大、生长迅速，除了能诱集鱼类外，还大大增加了海域的次级生产力，加速了海域有机物的积累和循环。礁体的投放通过架起的阴影空间产生阴影效应，可使喜阴鱼类聚集并成鱼类庇护场所，既适合海藻类、附着生物、浮游生物的生长，达到吸引、诱集周边鱼类聚集的目的，又可为幼鱼提供产卵和庇护场所。同时这些鱼礁作为海底的突出物，不仅使海水在这里产生涡流，还能因阻流作用而形成上升流，把底层的营养物带到中上层，为浮游生物的生长创造良好的条件，总之鱼礁投放后会形成小型渔场。 2. 建设人工鱼礁是保护渔业资源的有利措施。所谓对渔场的影响是指在一些水流不畅通、水交换率低的浅水内湾，如果人工鱼礁布点过密，容易引起湾内自身污染。本项目位于开阔海域，人工鱼礁渔场不投饵，诱集的主要对象是游泳生物，不构成污染。   **（5）对“三场一通道”的影响**   1. 根据现状调查及资料收集，在项目周边海域未发现重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道关键栖息地及经济鱼类繁育场保护区。本项目作为海洋牧场项目，从渔业经济发展的角度，能够减轻捕捞对渔业资源带来的巨大压力，更加有利于渔业资源的恢复，海洋牧场有利于附近渔业资源的索饵，因此，本项目的实施不会对鱼类“三场一通道”产生影响，而是更加有利于渔业资源的恢复。   **（6）对其他资源的影响**  本项目位于海南省海南省三亚西瑁洲西侧海域内，属于海洋牧场用海，用海方式为透水构筑物用海和开放式养殖用海（自然增殖），没有填海、非透水构筑物等永久性构筑物，未占用海岸线、海涂、海岛等海洋空间资源，但将占用部分海域空间资源，项目申请用海面积为100公顷。  **6. 项目运营期对大气环境影响分析**  本项目的建设目标是通过人工鱼礁建设投放，构建现代化海洋牧场示范区，在东西瑁洲海域为渔业资源生物营造良好的栖息地和索饵场，促进当地野生经济生物的资源恢复，项目建设后不开展养殖或旅游等开发活动，因此，本项目运营期不会对大气环境产生影响。本项目在鱼礁区安装可可视监控系统，基本不需要对鱼礁区进行巡查，仅可视监控系统出现问题，才对其进行维护，而维护采用一般公务船舶，燃油符合海南省相关标准，燃油废气主要污染物为THC、CO、NOX，且产生的废气很小，是随机性较强的排放状态，对大气环境造成的影响属于暂时性的，针对本项目而言，几乎可以忽略不计。因此，本项目的运营对大气环境影响基本没有影响。  **7.项目运营对声环境影响分析**  运营期仅有可视监控设备在鱼礁区域，基本不产生噪声，另外如可视监控设备发生异常，对其进行维护采用公务船舶，而鱼礁区距离西帽洲在3.0km以上，周边没有其他声环境敏感目标，可见项目运营期对声环境影响较小。  **8.项目运营期对周围环境敏感目标的影响分析**  本项目周边的环境敏感目标主要有周边养殖用海项目、海洋功能区、保护区、海洋生态保护红线区、重要物种生长区（珊瑚礁）和水质监控点。本项目运营期人工鱼礁自然诱鱼聚鱼，基本没有人为活动，不会都周边的环境敏感区及环境敏感目标产生影响。 |
| 选址选线环境合理性分析 | **1.项目选址区位和社会条件的合理性分析**  本项目选址于三亚湾西瑁洲西侧海域，距离西瑁洲岛约3.0km，位于三亚湾农渔业区内。本项目水域开阔，水上施工的水域面积较大，各类施工船舶干扰较少，有利开展多个作业面。本项目投放的人工鱼礁的礁体为预制混凝土构件，由此需要建设临时用地，如混凝土搅拌站、块石砂土、礁体等的制作、堆放场地。礁体预制场拟租用南山港内空地。市政供水、供电、通信系统基础设施完备，项目预制件制作用过程中水、电及通信均可由市政网络直接接入。项目所在区位条件已能满足项目建设施工要求。  本项目营运期采用人工鱼礁自然诱鱼聚鱼，运营期基本不存在任何人为活动影响。项目选址区位于三亚珊瑚礁国家级自然保护区(东西瑁洲片区)西侧，距离西瑁洲约3.0km，与《海南省现代化海洋牧场发展规划（2021-2030年）》规划的东西瑁洲海洋牧场的规划地址范围一致。另外，项目选址区处于三亚湾农渔业区的海洋功能区域，能满足项目进行底播养殖的要求。因此，项目选址能满足项目营运要求。  因此，项目选址区位和社会条件能满足项目建设和营运要求。  **2.用海选址自然环境和生态环境适宜性分析**   * 水深条件   根据调查显示，项目位置水深变化不大，1985国家高程基准面水深在-25～-30m之间。总体看来，调查区域水深由东北向西南逐渐加深，等深线大致呈西北—东南走向，调查区域平均坡降较大，约为2.5‰。人工鱼礁投放的海水深度对人工鱼礁的集鱼效果和渔业资源的增值效果也较大，但不能浅于-15m，选址区域水深能满足要求。   * 海底地形及表层沉积物条件   项目选址所在区域受季风、地理位置以及洋流影响，海底表层以细砂为主，海底平滑。区域内水深东北浅西南深，成平滑过渡，局部水深高差不大，没有凸起及凹坑在调查区域内出现，亦未发现灾害性地貌在调查资料中体现。选址区域所在的表层沉积物组成主要以粘土质粉砂—粉细砂为主。该沉积层埋藏厚度在2.0-2.8m之间，层厚变化不大。由此，选址区域海底地形及沉积层结构能满足人工鱼礁投放要求的。   * 水文动力条件   **潮流：**流速影响人工鱼礁的增殖效果和稳定性。流速过大、水循环导致的洗掘现象会是礁体和底土层脱离；流速过小，会导致较大的沉积，可能造成人工鱼礁被掩盖，失去聚集鱼类的效果。一般认为流速不超过每秒0.8m为宜，根据项目区实测潮流表底层流速均小于0.8m/s。  **波浪：**选址区域高频率的波向主要是E～ESE方向，但由于东侧西瑁洲岛的遮挡，大大降低因风、浪、流对礁体移位和破坏的影响。   * 水质环境及生物资源条件   根据水质沉积物调查结果，调查区域海水未受到污染物的影响，均达到国家第一类海水水质标准，调查海域水质优良；沉积物质量也达到第一类沉积物质量标准，调查海域的沉积物质量较好。  选址区域所在海域是传统的鱼类作业区，盛产石斑鱼、鲷科鱼类、海胆等恋礁类生物资源。初级生产力丰富，生物多样性程度高，有利于形成人工鱼礁区生态系。由此，选址区域水质环境及生物资源满足人工鱼礁建设需求。   * 其他环境条件   选址区域远离航道、锚地区、海底管道区，避开倾倒区、排污区，环境条件在三亚湾是相对较好的。  **3.项目用海存在的潜在重大安全和环境风险**  根据项目用海风险分析，对本工程的影响的风险主要是自然灾害性风险(如台风等)对人工鱼礁礁体的稳定性影响、人工鱼礁对通航安全的影响。建设单位和施工单位根据实际情况采用合理科学安全的施工方法，施工期应使用相关的防护措施，保证项目工程建设的安全性。同时人工鱼礁在实施过程中，应在人工渔礁投放区显著标记，人工渔礁投放后，要发布公告，建议标明人工渔礁的所在位置及礁体最高点距海面的高度。另外，项目投放人工鱼礁可能会对水质环境造成一定影响，为了防止鱼礁投放对水环境造成污染，应采取相应防护措施。  **4.项目用海与周边其他用海活动功能可能存在的冲突**  项目所在海域用海活动主要是靠近西帽洲岛的旅游娱乐用海、项目北侧的养殖用海以及保护区用海。根据前面章节的分析，项目用海对周边用海活动的影响较小，项目用海能与周边其他用海活动相适应的。  **5.** **选址方案比选**  本项目选址区域的选择主要是从以下几方面确定的：  (1)《海南省现代化海洋牧场发展规划（2021-2030年）》中规划建设“东西瑁洲”等22个休闲型海洋牧场。由此，项目选址区域必须与上述22个海洋牧场区域其中之一保持一致。  (2)《海南省现代化海洋牧场发展规划（2021-2030年）》中规划的实施进度，2023年～2027年为重点发展阶段，规划选择**东西瑁洲、**三亚深水区等22处海洋牧场开展建设，本项目海洋牧场性质是采用自然诱鱼聚鱼的形式，恢复三亚湾渔业资源，本项目选址确定于东西瑁洲区域范围内。  (3)在确定了选址于西岛附近区域后，再从以下几点确定具体的位置：  ①海底宽阔平坦，泥沙淤积少、底质坚硬、沙带泥或有贝壳的混合海底。人工鱼礁工程所处海域海底地形变化不宜过大，一般情况下单个礁体范围内海底坡度i≤1/30。  ②人工鱼礁宜布置在泥沙来源较少、活动较小的区域，一般情况下礁体处泥沙年淤积平均强度应小于30mm，以避免礁体被覆盖。  ③水深20～60m。海水透明度好，不混浊，受风浪影响较小。  ④不受污染和不是河口的区域。人工鱼礁礁体最终沉降控制在500mm以内。为保证人工鱼礁礁体的稳定性，礁体宜布置在海底表层有一定锚抓力的海域。  ⑤距离最近的天然礁区在(500-1000m)0.5n mile以上。  ⑥流速不宜过急，以不超过105n mile／h(约77cm／s)为原则。  ⑦有地方性、岩礁性鱼类栖息或有洄游性鱼类通过的海区。  ⑧不与水利、海上开采、航运、海底管线及其他涉海项目和海洋功能区划相冲突的海区。本项目选址的合理性见表4.3-1。  基于以上几点确定了项目选址区域，项目选址于三亚珊瑚礁国家级自然保护区(东西瑁洲片区)西侧，距离西瑁洲约3.0km，位于三亚湾农渔业区内，项目选址是合理的。  **表4.3-1 选址符合性分析**   | 序号 | 选址条件 | 海域情况 | 适宜性 | | --- | --- | --- | --- | | 1 | 水深条件：人工鱼礁建设地点一般应离岸500ｍ 以上，海区一般水深在10～30ｍ之间。 | 本项目位于三亚湾近岸海域，距离岸约7km，海水水深主要介于25～30m之间，满足投礁型海洋牧场的建设要求。 | 适宜 | | 2 | 地形条件：海底地形变化不宜过大，一般情况下单个礁体范围内海底坡度i≤1/30。 | 根据本项目的水下地形图，该海域平均坡降较小，海底地形坡度均在1‰以内。 | 适宜 | | 3 | 地质条件：海底宽阔平坦，泥沙淤积少、底质坚硬、沙带泥或有贝壳的混合海底，地基承载力在40Kpa以上。 | 根据本项目的岩土工程勘察报告，项目区域的表层土层为淤泥质粉质粘土，其地基承载力分别为90Kpa，满足鱼礁的承载力要求。 | 适宜 | | 4 | 水动力条件：水体交换通畅，流速宜≤1.5m/s，年淤积强度小于30mm，淤泥厚度不宜超过0.6m，受风浪影响较小。 | 根据实测水文资料，该海域潮流流速较小，最大流速仅59cm/s，水体含沙量很低，以悬移质为主，平均含沙量均在0.002kg/m3左右，随涨潮流入湾的泥沙，绝大部分被落潮流带走。 | 适宜 | | 5 | 海水水质条件：海水透明度好，符合二类以上的海水水质标准。 | 根据水质调查资料，该海域的水质评价因子均达到一类海水水质标准，水环境质量较好。 | 适宜 | | 6 | 海洋生态条件：海底沉积物符合Ⅰ类海洋沉积物质量标准，有一定量的浮游植物、浮游动物和底栖生物。 | 根据海洋生态环境调查资料，该海域沉积物调查因子均符合第Ⅰ类海洋沉积物质量标准，沉积物质量良好。浮游植物多样性指数和均匀度指数均较高，种类丰富，分布均匀，结构稳定。浮游动物共多样性指数较高。底栖生物以软体类动物出现率最高，其次为甲壳类、多毛类、头索类。 | 适宜 | | 7 | 渔业资源条件：海洋生物总量大，且生物群体分布密集的海域，尤其是初级生产力发达和叶绿素ａ含量较高的海域，以此满足生物链的规律。 | 三亚市渔业资源丰富，海洋生物种类繁多，鱼类品种有1064种，虾类350种，蟹类325种，软体动物700种，其中经济价值较高的有402种。 | 适宜 | | 8 | 休闲旅游资源条件：旅游资源丰富，休闲渔业发展前景较好。 | 三亚市滨海旅游资源丰富，自然景色奇美，是国内热带滨海旅游资源最密集的地区，聚集着阳光、海水、沙滩、气候、森林、动物、温泉、岩洞、风情、田园十大风景旅游资源于一体，是世界上热带海洋旅游资源最密集的地区之一，是开展滨海旅游的最佳场所。 | 适宜 | | 9 | 周边涉海项目条件：不与水利、海上开采、航运、海底管线及其他涉海项目和海洋功能区划相冲突的海区。 | 本项目海域属于“三亚湾农渔业区”(代码：B1-05)，周边无排污区，远离锚地区、航道区、港口区、海底管道区和倾倒区，不与其他涉海项目和海洋功能区划相冲突。 | 适宜 | |

五、主要生态环境保护措施

|  |  |
| --- | --- |
| 施工期生态环境保护措施 | **1. 施工期水污染防治对策措施**  **（1）礁体预制过程的水环境防治污染措施**  ①施工现场道路保持通畅，排水系统处于良好的使用状态，使施工现场不积水。  ②合理规划施工场地的临时供、排水设施，采取有效措施消除跑、冒、滴、漏现象。  ③严格管理和节约施工用水、生活用水。  ④施工机械维修产生的含油污水应予以妥善收集处理，应设临时隔油处理装置，严禁随意倾倒。  ⑤鱼礁预制施工现场设置施工废水处理设施，在施工场地四周做流水槽，将滴漏浆水或者雨水等收集至浆水池中；通过简易的砂石分离机，浆水进入澄清池。澄清池的清水可重复利用。  **（2）礁体运输及吊运投放水环境防治污染措施**  ①在礁体投放安装过程中，应实施悬浮物监控计划，控制悬浮泥沙的浓度和扩散范围。本项目鱼礁投放方式为吊装，产生的悬浮泥沙量及范围都很小，只要规范操作，不会悬浮泥沙增加影响海域水质环境。  ②避开大风浪季节施工，减少对海域的污染影响。施工期应作好恶劣天气条件下的防护准备，6级以上大风应停止作业。  ③礁体投放作业季节及作业周期选择：项目施工期虽不会影响到敏感区，但仍注意尽量避免鱼类的产卵孵化期，无法避免时须配以综合治理手段以保证对环境的影响控制在最小程度，如选择合适潮期作业时间及周期。  ④礁体投放进行间断性施工，避免连续作业造成周边海域悬浮泥沙浓度过高和扩散影响范围过大。  ⑤施工单位应建立施工废水管理和处理计划，不允许随意排放。若施工船本身无能力处理机舱油污水，则应将污水由海事局认可的有资质单位接收并处理。  **（3）减小施工生活污水影响的措施**  施工期施工人员产生的生活污水，主要污染物为CODcr、BOD5、粪大肠菌群、悬浮物等。建设单位充分利用南山港的基础设施，如不能满足要求，应建设临时厕所，生活污水定期由相关资质单位接收处理。施工期生活污水不外排。  **（4）防止施工船舶污染物污染水域的措施**  施工船舶产生的生活污水交由陆上接收处理；含油污水予以实行“铅封”管理，含油污水不得在工程附近海域内排放，含油污水将交由海事局认可的有资质单位接收处理，船舶含油污水对环境的影响较小。  **2.施工期环境空气污染防治措施**  （1）对施工现场场地进行硬化处理，现场场地和道路平坦通畅，以减少施工现场道路运输车辆因颠簸而产生空气污染。未能做到硬化的部分施工场地要定期压实地面和洒水、清扫，减少扬尘污染。  （2）制定严格的洒水降尘制度（定时、定点、定人），施工队配备洒水车，并配备专人清扫场地和施工道路。  （3）施工垃圾应及时清运、适量洒水，以减少扬尘。  （4）出预制厂车辆需经过水带，以减少车辆将泥土带出工程区。  （5）选用尾气排放合格的施工车辆、机械。  （6）施工厂界设立2.5m高的围挡。  （7）建议使用商品混凝土。  **3.施工期噪声污染防治措施**  （1）车辆运输路线应尽量远离居民区集中区域，尽量避免夜间施工，减少交通噪声挠民，选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆，加强机械、车辆的维修、保养工作，使其始终保持正常运行，避免因失修而产生的交通噪声。  （2）做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，控制车辆速度，降低交通噪声。  **4.施工期固体废物处置措施**  （1）施工队伍的生活垃圾和零星建筑垃圾实行袋装化，收集后由市政环卫部门统一处置。  （2）设置垃圾箱和卫生责任区，并确定责任人定期清除固废。  （3）加强对施工人员的管理，禁止将施工、生活废弃物丢弃水域。  （4）加强对预制材料的管理，避免混凝土泄露，同时做好混凝土废渣的处置。  **5.其它环保措施**  （1）在礁体运输及吊放安装等各种工程施工过程中，加强施工队伍的组织和管理，努力避免发生施工区其他用海设施的破坏。  （2）要注意选择适当的施工期和施工方式以保护渔业资源，并避开鱼虾产卵期和休渔季节，使工程对渔业的影响降低到最低程度。  （3）建设单位在项目实施过程中，认真落实各项污染治理措施，使建设项目的污染物排放达到环境保护的要求。 |
| 运营期生态环境保护措施 | 本项目运营期基本没有人为活动，主要依靠人工鱼礁诱鱼聚鱼，恢复所在海域渔业资源和生态环境，运营期基本不会对所在海域的生态环境产生影响。 |
| 其他 | **1.海洋生态和生物环境保护对策措施**  工程建成后对当地生态修复的作用途径主要分为以下几个方面：  （1）人工鱼礁沉没于海底后，可在礁体周围形成涡流，促使浮游性水生物和附着性水生物在此繁衍生长，从而吸引属于食物链较上层的鱼群聚集，扩展成一个小型的生态圈。  （2）人工鱼礁可以改造、修复海洋生态环境，增殖渔业资源，使原本生产力较低、鱼种较少的沙泥底质环境改变成生产力较高、鱼种较多的岩礁渔场，有助于渔民开发新渔场，有益于渔业资源的可持续发展。  （3）人工鱼礁可提供幼鱼庇护及鱼类栖息、索饵和产卵的场所，同时可保护渔场环境。投放形体特殊的礁体后，可防止使用破坏性渔具的渔船，尤其沿岸近海底拖网渔船进入礁区或禁渔区内滥捕，避免破坏渔业资源。  （4）人工鱼礁设计结构复杂，孔隙、洞穴繁多，具有空间效应，可以提供各种鱼类栖息，形成空间层次分布，成为洄游性或底栖性鱼类作为它们摄食、避难、定居、繁殖的适宜场所。礁体的孔隙、洞穴也是鱼类产卵的温床，而在礁体内孵化不久的鱼苗也可以在礁体的保护之下有较安全的空间，不致任意遭到大鱼吞噬，从而有效地保护了鱼类资源。  **2.环境风险防范对策措施**  **（1）自然灾害风险防范措施**  因项目所在地为海南省三亚湾海域，台风登陆相对较多。指定热带气旋灾害应急预案，并建议采取如下措施进行防范：  ①人工鱼礁预制选择优良材质，合理施工，以更好的抵御风浪。  ②施工期间应充分考虑热带气旋强风和巨浪的影响，在热带气旋来临前，及时做好预制件的加固等工作，并组织人员撤离。  ③制定台风预警方案，应随时收听天气预报，在收到热带气旋生成警报后，密切关注其发展动态，并根据其发展情况做好施工场地避风防台工作，同时加强值班，密切监视施工设施的的安全，直到警报解除。  ④及时做好灾后处理和灾后复产工作。  ⑤积极联系相关技术单位，寻求新技术、新方法的应用。在鱼礁固定方面寻求更好的解决方案。  ⑦建议业主单位制定完善的应急管理制度，包括救生员制度等，确保施工人员安全，同时制定应对复杂气候天气应急预案。  **（2）人为事故防范措施**  ①船舶碰撞及溢油事故  项目施工期，施工船舶在项目所在海域进出，尤其是大雾天气期间，有可能发生船只相撞的事故，应该做好防范和采取应急措施。  项目附近水深较深，船只较少，一般情况下不会发生碰撞事故造成的溢油事故。因此除一些不可抗拒的自然因素外，绝大部分是由于操作不当或违章作业等人为原因引起的。尽管溢油事故发生概率不大，但一旦发生，油膜漂浮在海面上，阻止海气交换，对周围水环境会造成很大的影响。  建议施工单位在执行施工任务的时候要求工作人员严格遵守《海上交通安全法》，遵守各项法律法规，并对船只进行定期检查，排除安全隐患，制定相应的《水上生产安全责任书》，督促船只和其他工作人员执行到位。  尽量避免天气不好时施工作业。施工船舶应遵循船只安全生产准则，将发生碰撞的概率降至最低。另外在施工过程中，建议每位工作人员都穿上救生衣，避免因意外落水对人员安全造成影响。  建议业单位采取如下防范措施：  A.施工单位和施工船舶必须根据附近船舶动态，合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。  B.施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。  C.施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。  D.严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船舶进入施工作业水域，并提前、定时发布航行公告。  E.鱼礁投放后，用海申请单位应在鱼礁区周围设置警示标志，防止经过的船舶拖网与鱼礁发生碰撞引发安全事故。  F.施工作业船舶运输应遵照航道部门的有关规定进行安全航行，一定要注意航道安全，要制定相应的安全措施，并在指定水域靠泊，避免出现影响航道正常运行的事故，确保用海安全。  G.一旦发生事故，事故方应迅速采取可能做到的防范措施，如关闭阀门、堵漏、驳油等，防止溢油源继续溢出；根据溢油源的类型、数量、地点、原因，评价溢油事故的规模确定反应方案；调度应急防治队伍和应急防治船舶、设备、器材以及必要的后勤支援；可能发生火情时，立即通知有关方面起动消防应急预案；派遣船舶对溢油源周围实施警戒，并监视溢油在水上的扩散；根据溢油区域的气象、风向、水流、潮流等情况，控制溢油扩散方向；对溢油进行跟踪监测，以掌握环境受污染情况，获取认证资料，供领导决策及事故处理。  H.一旦发生溢油事故，建议采取如下应急措施：  为防止工程作业过程可能出现的溢油风险事故，用海申请单位应设立事故应急机构，平时协助港航监督部门进行安全生产监督、检查，及时发现并排除事故。协助相关部门作好船舶的调度工作，严格执行有关操作规程，避免船舶的碰撞。制定严格的作业制度和操作规程，尽量杜绝事故的发生。制订必要的事故应急程序，一旦溢油事故发生，立即启动应急程序，并及时与当地海事部分取得联系，对溢油进行清除，将溢油造成的损失降至最低。配备必要的应急设备，溢出油品若是纯净的，则可设法回收。无法回收的，则送至污油处理池进行油水分离处置，可盛放在储油罐里，吸油废弃物应堆放在指定地点，集中由施工单位统一送处置单位进行焚烧或它法处置。  ②应急救援措施  a海南省溢油应急物资  与项目用海区距离较近的为三亚海事局，项目可以联合三亚海事局进行溢油应急，除了海事部门、码头企业配备的溢油应急物资外，海南辖区还有一些专业清污公司，也配备了一定数量的溢油应急物资。这些公司配备了专业清污人员，并参加了专业培训，具备比较好的专业技能，能够比较熟练的操作各类溢油应急设备。  b海南油污应急反应联系单位及联系方式：  海南省海上搜救中心(总值班室)24小时值班电话：12395、0898-68653899  海南海事局危防处：0898-68626028  针对项目施工期使用的船舶与附近海域船只碰撞等引发的溢油风险，本项目除了依托三亚海事局（电话0898-63328159）的围油栏、收油机、消油剂等应急设备外，建议项目施工船舶还应配备应急设备如表5-1。  **表5-1 项目施工船舶的溢油应急设备一览表**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 海上溢油应急设备 | 数量 | 应用对象 | | ①围油栏 | 400m/艘（游客运输船舶） | 溢油 | | ②吸附材料 | 10张（80cm\*30m\*3mm） | 溢油 |   **（3）其他风险防范对策措施**  ①鱼礁移位、失落或损毁  由于选点或礁体选用时忽视了区域的海洋动力学条件，对台风浪和海流的巨大作用力估计不足，鱼礁被投放以后几个月甚至更短的时间内就已经消失或者损毁，甚至被移位，影响附近渔船的正常通航。  本海域所在海域潮流流速小，并且受台风的影响概率较低，人工鱼礁发生移位、失落和损毁的概率较低。但在项目施工过程中及施工结束后也应定期进行探查，检查鱼礁是否移位损坏。加强项目运营期对人工鱼礁监测，对人工鱼礁生态变化、水下礁体位置、沉降、生物附着、底质变化进行监测，建议每年对项目进行一次后评估。  ②被淤泥掩埋鱼礁失效  有些鱼礁被投放后不到一年就被淤泥掩埋一半甚至被淹没而失效。因此鱼礁工程的选点投放，不应只为了避免上述第一个问题的发生而一味选择缓流区，要考虑到水体泥沙含量和海底淤积速度。大多数的人工鱼礁有效期应达到30年左右。  ③其他环境保护对策措施  为避免项目投放鱼礁礁体对航行的影响，建议建设单位采取如下两点措施：  a.人工鱼礁区的准确位置记录在案，发布航海公告，并在最新的海图上标明；  b.鱼礁投放后要定期作工程跟踪，潜水观察礁体是否移位，如发生移位，则要重新记录在案，并发布公告。  **3.环境监测计划**  环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握施工期和营运期周围海域的环境变化情况，从而反馈给工程决策部门，为本项目的环境管理提供科学依据。本次评价环境监测包括施工期和营运期环境监测。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制订本次评价的环境监测计划。  **1、施工期**  施工期主要对水质进行监测，如有问题应及时采取防治措施，采样监测工作由当地海洋环境监测站承担。监测采样、分析方法按常规环境监测要求执行。  ①监测站位布设：在项目附近海域布设3个断面，每个断面设3个站位，共9个站位，站位布置见表5-2及图5-1。  ②监测项目：SS、透明度、石油类、无机氮、活性磷酸盐、COD。  ③监测频率：在施工开始前采样监测一次，礁体抛投过程中进行取样检测一次，施工结束后再进行采样监测一次。发现异常情况及时通知有关部门，采取相应对策措施。  ④监测数据的管理：根据工程施工进度，按监测计划进行监测，若有异常情况应及时通知当地海洋环境保护部门，以便采取相应的对策措施。  **2、营运期**  营运期的环境监测项目如有可能应与当地海洋环境监测部门的年度监测相结合，以充分利用现有资源并便于和整个海区的环境质量变化情况相对照。主要对鱼礁区内的海水环境、海底沉积物、海洋生态进行监测，其监测计划如下：  （1）监测项目  海水水质：SS、无机氮、透明度、活性磷酸盐、COD。  海底沉积物：铜、铅、镉、石油类（鱼礁区的沉积物环境）。  海洋生态：叶绿素a、浮游植物、浮游动物（含鱼卵仔鱼）、底栖生物及渔业资源等。  其他：礁体沉降量、礁体倾斜程度测量。  （2）站位布设  同施工期。  （3）监测频次  海水水质：每年进行1次监测，每次监测分别进行大潮期的监测，再根据监测结果确定是否需要进行长期定时监测。  海底沉积物：每1年进行1次监测，再根据监测结果确定是否需要进行长期定时监测。  海洋生态：每年进行1次监测，再根据监测结果确定是否需要进行长期定时监测。  施工期、运营期环境监测应委托具有环境监测资质的单位进行。环境监测结果可报送海洋环境保护行政主管部门，为管理部门执行各项环境法规、标准、开展环境管理工作提供可信的监测数据与资料。建设单位在制定环境监测计划时，应同时制定环境监测资料的存贮、建档与上报的计划，并接受有关海洋环境保护行政主管部门的检查和指导。另外，由于项目所在海域有其他海洋牧场分布，建议跟踪监测与其他海洋牧场统筹协调，尽量统筹考虑，避免资源浪费。  **表5-2 海洋环境监测站位表**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **站号** | **经度（E）** | **纬度（N）** | **监测内容** | | 1 | 109°20′59.015″ | 18°13′50.064″ | 水质、沉积物、生态 | | 2 | 109°20′58.667″ | 18°13′04.480″ | 水质、沉积物、生态 | | 3 | 109°20′59.015″ | 18°11′58.714″ | 水质、沉积物、生态 | | 4 | 109°19′57.077″ | 18°13′50.412″ | 水质、沉积物、生态 | | 5 | 109°19′56.381″ | 18°12′47.082″ | 水质、沉积物、生态 | | 6 | 109°19′56.729″ | 18°11′59.410″ | 水质、沉积物、生态 | | 7 | 109°18′56.530″ | 18°13′50.760″ | 水质、沉积物、生态 | | 8 | 109°18′56.182″ | 18°12′47.430″ | 水质、沉积物、生态 | | 9 | 109°18′55.834″ | 18°11′58.714″ | 水质、沉积物、生态 |     **图5-1 项目区监测站位图**  **3、海洋牧场实时监测系统**  构建海洋牧场实时监测系统与辅助决策技术信息平台，及时对海洋牧场生态环境、资源状况进行跟踪监测，实现海洋牧场建设和管理的现代化、标准化、信息化。建议业主单位建立海洋牧场水下监控系统，监测指标包括：水下视频（立体摄像）和水质参数（温度、盐度、溶解氧、pH），以便更好掌握海洋牧场最实时数据。 |
| 环保投资 | **（1）环保投资**  本报告拟采取的污染防治措施主要针对会对海洋环境造成影响的水污染和固体废物污染，并提出了相应的环境保护措施，比较清楚、具体，可以有效执行，能够达到环境保护的要求。经计算，项目各污染防治措施的实施费用为185.568万元（按照用海年限15年计算），每年的环保投资仅为12.37万元，项目总投资2081.28万元，占总投资的8.92%，从经济角度评价，每年的环境保护措施投资对业主是可接受的，从环境保护角度而言，该项目的环境保护措施也是可行的。本次评价所提出各项污染防治措施费用见表5-3。  **表5-3 环保投资估算表**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 项目 | 环保设施 | 预期效果 | 投资  (万元) | 实施阶段 | 备注 | | 水 | 含油污水收集灌1个，污水收集罐1个。 | 污水收集上岸处置，不排海 | 10 | 施工期 | 污水清运费按5.0万元/年计。 | | 施工期卫生设施 | 5 | | 污水清运费 | 5 | | 固废 | 垃圾收集设施 | 经收集后，交由环卫部门统一清运处理。 | 5 | 施工期和 | 施工期 | | 事故风险 | 围油栏（采用全包围式，全包围式围油栏长度为船长的4-5倍） | 减小溢油事故对海洋环境的影响 | 5 | 施工期 | 施工期 | | 吸附材料（每艘配备10张，暂定规格80cm\*30m\*3mm） | 2.5 | 施工期 | 施工期 | | 海上跟踪监测（包括日常监测费用） | | 对项目用海及周边海域进行跟踪监测，预防海洋环境污染。 | 90 | 施工期和运营期 | 根据监测方案估算，监测费按6万元/年计，按照用海期限15年计。 | | 生态损失补偿 | | 58.068 | 运营期 | 运营期 | | 环境监理 | | 5.0 | 施工期 | 施工期 | | 合计 | |  | 185.568 |  |  |   **（2）环保验收清单**  根据《建设项目环境保护管理条例》，建设项目竣工后，建设单位应当按照生态环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收表。建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况；对各项环保工程措施“三同时”的落实情况、效果以及工程建设对环境的影响进行调查。本项目环保验收内容见表5-4。  **表5-4 环保验收内容清单**   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **阶段** | **环境要素** | **污染源** | **主要污染物防治措施及验收内容** | **预期效果** | **实施地点** | **运行机制** | | 施工期 | 水环境 | 船舶机舱含油污水、机修油污水 | 船舶设置油水分离器，签署协议，委托接收处置 | 可委托三亚相关公司接收处理 | 施工船舶 | 施工单位委托专业机构进行 | | 船舶生活污水 | 设置污水收集设施（含油污水收集灌1个，污水收集罐1个） | | 固体  废物 | 施工船舶 | 船舶设置垃圾桶（每船必须配备垃圾桶及垃圾打包袋） | 上岸后由市政环卫部门统一处理 | | 风险 | 溢油风险 | 应急预案（围油栏和吸附材料）（每艘船舶配备400m的围油栏及10张，暂定规格为80cm\*30m\*3mm） | 增强施工期船舶溢油风险应急能力 | -- | | 跟踪监测 | -- | 跟踪监测报告（包括施工期前中后） | 监测预警，确保养殖水质质量 | -- | 业主单位委托资质单位进行 | | 运营期 | 跟踪监测 | -- | 跟踪监测报告（根据监测方案开展跟踪监测） | 监测预警，确保水质安全 | -- | 业主单位委托资质单位进行 | |

六、生态环境保护措施监督检查清单

| 内容  要素 | 施工期 | | 运营期 | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 环境保护措施 | 验收要求 | 环境保护措施 | 验收要求 |
| 陆生生态 | / | / | / | / |
| 水生生态 | ①在礁体投放安装过程中，应实施悬浮物监控计划，控制悬浮泥沙的浓度和扩散范围。②避开大风浪季节施工，减少对海域的污染影响。③礁体投放作业季节及作业周期选择，尽量避免鱼类的产卵孵化期。④礁体投放进行间断性施工，避免连续作业造成周边海域悬浮泥沙浓度过高和扩散影响范围过大。⑤施工单位应建立施工废水管理和处理计划，不允许随意排放。若施工船本身无能力处理机舱油污水，则应将污水由海事局认可的有资质单位接收并处理。 | 各项措施落实是否落实，是否对环境产生影响。 | / | 各项措施落实是否落实，是否对环境产生影响。 |
| 地表水环境 | ①施工现场道路保持通畅，排水系统处于良好的使用状态，使施工现场不积水。②合理规划施工场地的临时供、排水设施，采取有效措施消除跑、冒、滴、漏现象。③严格管理和节约施工用水、生活用水。④施工机械维修产生的含油污水应予以妥善收集处理。⑤鱼礁预制施工现场设置施工废水处理设施，在施工场地四周做流水槽，将滴漏浆水或者雨水等收集至浆水池中；通过简易的砂石分离机，浆水进入澄清池。澄清池的清水可重复利用。 | 各项措施落实是否落实，是否对环境产生影响。 | / | / |
| 地下水及土壤环境 | / | / | / | / |
| 声环境 | 采用低噪声设备和施工船舶；加强管理，禁止夜间施工；做好施工船舶的调度和交通疏导工作，减少鸣笛，降低噪声；车辆运输路线应尽量远离居民区集中区域，避免夜间施工，选择低振动的施工机械和运输车辆，加强机械、车辆、船舶的维修、保养工作，使其始终保持正常运行，避免因失修而产生的交通噪声；做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，控制车辆速度，降低交通噪声。 | 各项措施落实是否落实，是否对环境产生影响。 | / | / |
| 振动 | / | / | / | / |
| 大气环境 | 对施工现场场地进行硬化处理，现场场地和道路平坦通畅，以减少施工现场道路运输车辆因颠簸而产生空气污染。施工场地要定期洒水、清扫；制定严格的洒水降尘制度（定时、定点、定人）；出预制厂车辆需经过水带，以减少车辆将泥土带出工程区；选用尾气排放合格的施工车辆、机械；施工厂界设立2.5m高的围挡；建议项目使用商品混凝土。 | 各项措施落实是否落实，是否对环境产生影响。 | / | / |
| 固体废物 | 施工队伍的生活垃圾和零星建筑垃圾实行袋装化，收集后由市政环卫部门统一处置；设置垃圾箱和卫生责任区，并确定责任人定期清除固废；强对施工人员的管理，禁止将施工、生活废弃物丢弃水域。 | 各项措施落实是否落实，是否对环境产生影响。 | / | / |
| 电磁环境 | / | / | / | / |
| 环境风险 | 制定风险应急预案 | 是否制定风险应急预案 | / | / |
| 环境监测 | 施工期进行一次海水水质、沉积物、生态调查 | 跟踪监测落实到位 | 每年一次海水水质、积物及生态调查 | 跟踪监测落实到位 |
| 其他 | / | / | / | / |

七、结论

|  |
| --- |
| 三亚市东西瑁洲海域国家级海洋牧场示范区创建项目位于海南省三亚市三亚湾西瑁洲西侧海域，本项目总用海面积为100公顷，项目用海范围内设总用海面积为24公顷的六个鱼礁礁区，礁区内总投放的人工鱼礁数量为702个，总空方量为32460方；礁区外的海域为自然增殖区，其用海面积为76公顷；用海区域四角设4套警示浮标；同时建设海底实时在线可视化监测系统一套，在陆地根据实际情况建设标示牌和石碑一套。本项目预申请用海期限15年。  本项目的实施是是落实习近平总书记关于海南建设现代化海洋牧场要求和国家相关政策的需要，项目的建设有利于进一步改善周边海域生态环境，促进当地渔业资源可持续发展，进一步推动三亚市海洋经济的发展，推进三亚市海洋渔业结构的调整与升级和推动渔业供给侧改革。  本项目建设符合《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》《海南省总体规划（空间类2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇，符合《海南省总体规划（空间类2015-2030）》生态保护红线专篇。同时，符合《海南省休闲渔业发展规划（2019－2025年）》《三亚市总体规划（空间类2015-2030）》《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》《三亚市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》《海南省海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》《三亚市海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》《海南省近岸海域环境功能区划》《海南省海洋主体功能区规划》《海南省"十四五"生态环境保护规划》等相关规划，符合当地“三线一单”的相关规定要求。  本项目用海方式为开放式养殖用海和透水构筑物用海，不会改变海域自然属性，项目实施产生的各类废水、固体废物经过妥善处置后，对项目区海域水体环境和生态环境的影响小，对各个环境敏感保护目标的影响也较小。本项目发生的环境风险可控制在较低的水平，处于可接受范围内。  本项目实施社会效益、生态效益显著，项目施工过程对工程区域环境造成一定的不利影响，但这种影响很小，认真落实报告提出的各项环保对策和建议，加强环保管理，所产生的不利影响可以得到有效控制，能够达到可持续发展的战略目标和较好的生态环境效益。**因此，从环境保护角度考虑，本项目的建设是可行的。** |

**附表**

**附表I 调查海域浮游植物名录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **中文名** | **拉丁文名** |  | **站位** | | | | | | |  |  |  |  |  |
| **X01** | **X02** | **X04** | **X05** | **X06** | **X08** | **X09** | **X13** | **X15** | **X18** | **X20** | **X22** |
| 硅藻门 | **Bacillariophyceae** |  |  | | | | | | |  |  |  |  |  |
| 日本星杆藻 | *Asterionella japonica* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |
| 标志星杆藻 | *Asterionella notata* |  | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ |  | √ | √ | √ | √ |
| 派格棍形藻 | *Bacillaria paxillifera* |  | √ | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 双角角管藻 | *Cerataulina bicornis* |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 窄隙角毛藻 | *Chaetoceros affinis var. affinis* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
| 紧挤角毛藻 | *Chaetoceros coarctatus* |  | √ | √ |  |  | √ |  | √ |  |  | √ |  |  |
| 旋链角毛藻 | *Chaetoceros curvisetus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
| 密连角毛藻 | *Chaetoceros densus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
| 齿角毛藻 | *Chaetoceros denticulatus denticulatus* | *f.* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 远距角毛藻 | *Chaetoceros distans* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 罗氏角毛藻 | *Chaetoceros lauderi* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 劳氏角毛藻 | *Chaetoceros lorenzianus* |  |  | √ | √ |  |  |  |  |  | √ | √ |  | √ |
| 窄面角毛藻 | *Chaetoceros paradaxus* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 威利圆筛藻 | *Coscinodiscus wailesii* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  | √ |  |  |
| 强氏圆筛藻 | *Coscinodiscus janischii* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
| 琼氏圆筛藻 | *Coscinodiscus jonesianus* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
| 虹彩圆筛藻 | *Coscinodiscus oculus-iridis* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 细弱圆筛藻 | *Coscinodiscus subtilis subtilis* | *var.* |  |  | √ |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |
| 蜂腰双壁藻 | *Diploneis bombus* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |
| 唐氏藻 | *Donkinia sp.* |  |  |  | √ |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 薄壁几内亚藻 | *Guinardia flaccida* |  |  | √ |  |  | √ | √ |  | √ |  | √ |  | √ |
| 哈氏半盘藻 | *Hemidiscus hardmannianus* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 丹麦细柱藻 | *Leptocylindrus danicus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
| 具槽直链藻 | *Melosira sulcata* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
| 膜状舟形藻 | *Navicula membranacea* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 新月菱形藻 | *Nitzschia closterium* |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |
| 长菱形藻 | *Nitzschia longissima* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |
| 洛氏菱形藻 | *Nitzschia lorenziana lorenziana* | *var.* | √ | √ | √ | √ |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |
| 菱形藻 | *Nitzschia* sp. |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ | √ |  |  |  |
| 羽纹藻 | *Pinnularia* sp. |  | √ | √ | √ | √ |  |  | √ |  |  | √ |  |  |
| 曲舟藻 | *Pleurosigma* sp. |  | √ | √ |  |  | √ | √ |  | √ |  | √ | √ |  |
| 尖刺拟菱形藻 | *Pseudo-nitzschia pungens* |  | √ |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 翼根管藻 | *Rhizosolenia alata* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ |
| 翼根管藻细径变种 | *Rhizosolenia alata f. gracillima* |  |  | √ | √ |  |  |  |  | √ |  |  | √ | √ |
| 覆瓦根管藻 | *Rhizosolenia imbricata var. imbricata* |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ | √ | √ |  |
| 覆瓦根管藻细径变种 | *Rhizosolenia imbricata var.schrubsolei* |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  | √ | √ | √ |
| 中华根管藻 | *Rhizosolenia sinensis* |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
| 笔尖形根管藻 | *Rhizosolenia styliformis var. styliformis* |  |  | √ | √ |  | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ |
| 针杆藻 | *Synedra sp.* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  | √ |  |  |
| 覆瓦根管藻 | *Rhizosolenia imbricata var.*  *imbricata* |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ | √ | √ |  |
| 覆瓦根管藻细径变种 | *Rhizosolenia imbricata var.schrubsolei* |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  | √ | √ | √ |
| 甲藻门 | **Dinophyceae** |  |  | | | | | | | | | | | |
| 具尾鳍藻 | *Dinophysis caudate* |  |  |  |  | √ | √ | √ |  | √ |  | √ | √ |  |
| 偏转新角藻 | *Neoceratium deflexum* |  |  | √ | √ |  | √ | √ |  | √ |  |  | √ | √ |
| 镰状新角藻 | *Neoceratium falcatum* |  |  |  |  |  |  | √ | √ |  |  |  |  | √ |
| 叉状新角藻 | *Neoceratium furca* |  | √ | √ |  | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ | √ | √ |
| 梭状新角藻 | *Neoceratium fusus* |  | √ | √ | √ |  |  | √ |  | √ |  | √ | √ | √ |
| 卡氏新角藻 | *Neoceratium karstenii* |  |  | √ | √ |  | √ | √ |  | √ |  | √ | √ | √ |
| 新月新角藻 | *Neoceratium lunula* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
| 大角新角藻 | *Neoceratium macroceros* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  | √ |  |
| 反转新角藻 | *Neoceratium massiliense* |  |  |  | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
| 波状新角藻 | *Neoceratium trichoceros* |  | √ | √ |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 三角新角藻 | *Neoceratium tripos* |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 短角新角藻 | *Neoceratium breve* |  |  | √ | √ |  | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ |
| 夜光藻 | *Noctiluca scintillans* |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ |
| 蓝藻门 | **Cyanobacteria** |  |  | | | | | | | | | | | |
| 汉氏束毛藻 | *Trichodesmium hildebrandtii* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  | √ | √ | √ |
| 铁氏束毛藻 | *Trichodesmium thiebautii* |  |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |

注：“√”为出现种类

**附表Ⅱ调查海域浮游动物名录**

| **门类** | **中文名** | **拉丁文名** | **站位** | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **X01** | **X02** | **X04** | **X05** | **X06** | **X08** | **X09** | **X13** | **X15** | **X18** | **X20** | **X22** |
| 桡足类 |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  | 太平洋纺锤水蚤 | *Acartia pacifica* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ | √ |
|  | 驼背隆哲水蚤 | *Acrocalanus gibber* |  |  | √ |  |  | √ |  | √ | √ | √ |  |  |
|  | 椭形长足水蚤 | *Calanopia elliptica* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 中华哲水蚤 | *Calanus sinicus* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ | √ | √ |
|  | 伯氏平头水蚤 | *Candacia bradyi* |  | √ |  |  | √ |  |  | √ |  | √ | √ | √ |
|  | 微刺哲水蚤 | *Canthocalanus pauper* | √ | √ | √ |  |  | √ |  | √ |  | √ | √ |  |
|  | 瘦胸刺水蚤 | *Centropages gracilis* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 奥氏胸刺水蚤 | *Centropages orsinii* | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 瘦尾胸刺水蚤 | *Centropages tenuiremis* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 长尾基齿水蚤 | *Clausocalanus arcuicornis* |  | √ |  | √ |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 奇浆水蚤 | *Copilia mirabilis* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 美丽大眼水蚤 | *Corycaeua (corycaeua) speciosus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 灵巧大眼水蚤 | *Corycaeus (Onychocorycaeus) catus* | √ | √ |  |  |  | √ |  |  |  |  |  | √ |
|  | 亮大眼水蚤 | *Corycreus (ditrichocorycaeus) andrewsi* | √ |  | √ | √ |  | √ |  | √ |  | √ | √ |  |
|  | 红大眼水蚤 | *Corycreus (Ditrichocorycaeus) erythraeus* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |
|  | 精致真刺水蚤 | *Euchaeta concinna* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ |
|  | 后截唇角水蚤 | *Labidocera detruncata* | √ |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 小唇角水蚤 | *Labidocera minuta* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 短角长腹剑水蚤 | *Oithona brevicornis* | √ | √ |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 长腹剑水蚤属一种 | *Oithona* sp. |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 丽隆水蚤 | *Oncaea venusta* | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ |  | √ | √ | √ |
|  | 小拟哲水蚤 | *Paracalanus parvus* | √ |  | √ |  | √ | √ |  | √ |  | √ |  | √ |
|  | 细拟真哲水蚤 | *Paraucalanus attenuatus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ |  |
|  | 叉刺角水蚤 | *Pontella chierchiae* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 莫氏小角水蚤 | *Pontellina morii* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 瘦尾简角水蚤 | *Pontellopsis tenuicauda* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |
|  | 黑点叶水蚤 | *Sapphirina nigromaculata* |  |  |  | √ |  |  |  | √ |  | √ |  |  |
|  | 丹氏厚壳水蚤 | *Scolecithrix danae* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 亚强次真哲水蚤 | *Subeucalanus subcrassus* | √ | √ | √ | √ |  | √ |  | √ |  | √ | √ | √ |
|  | 异尾宽水蚤 | *Temora discaudata* | √ | √ | √ |  | √ | √ |  | √ |  | √ | √ | √ |
|  | 锥形宽水蚤 | *Temora turbinata* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |
|  | 普通波水蚤 | *Undinula vulgaris* |  | √ | √ |  | √ | √ |  | √ |  | √ |  |  |
| 水螅虫类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 半球美螅水母 | *Clytia hemisphaerica* | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 马来美螅水母 | *Clytia malayense* | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 双生水母 | *Diphyes chamissonis* | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  | √ | √ |
|  | 细腺和平水母 | *Eirene tenuis* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 间腺梅尔水母 | *Mayeri intergona* | √ | √ |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 曲膝薮枝螅水母 | *Obelia geniculata* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 斑点蝶水母 | *Ocyropsis crystallina* | √ |  |  |  |  | √ |  |  |  | √ |  | √ |
| 毛颚类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 凶型猛箭虫 | *Ferosagitta ferox* | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ |  | √ | √ | √ |
|  | 肥胖软箭虫 | *Flaccisagitta enflata* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ | √ | √ |
|  | 百陶带箭虫 | *Zonosagitta bedoti* | √ | √ | √ | √ | √ |  |  |  |  | √ | √ | √ |
| 十足类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 间型莹虾 | *Lucifer intermedius* | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  |  |  | √ |  |
| 被囊类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 软拟海樽 | *Dolioletta gegenbauri* |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |  | √ |  |
|  | 小齿海樽 | *Dolioum denticulatum* | √ | √ |  | √ |  |  |  | √ |  | √ | √ | √ |
|  | 异体住囊虫 | *Oikopleura dioica* | √ |  |  | √ | √ |  |  |  |  | √ |  | √ |
|  | 殖包囊虫 | *Stegosoma magnum* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |
| 端足类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 贪婪短腿狼(虫戎) | *Brachyscelus rapax* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 蜾蠃蜚科一种 | Corophiidae…gen sp. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 孟加蛮(虫戎) | *Lestrigonus bengalensis* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ |  |
|  | 细尖小涂氏(虫戎) | *Tullbergella cuspidata* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ |  |
| 枝角类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 鸟喙尖头溞 | *Penilia avirostris* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|  | 肥胖三角溞 | *Pseudevadne tergestina* |  | √ |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
| 介形类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 小型海萤 | *Cypridina nana* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 针刺真浮萤 | *Euconchoecia aculeata* |  | √ |  |  | √ |  |  |  |  | √ |  |  |
| 原足类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 细螯小原足虫 | *Leptochelia dubia* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 原生动物类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 大囊海眼虫 | *Haliomma macrodoras* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  | √ |
| 浮游软体类 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 马蹄螔螺 | *Limacina trochiformis* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
| 浮游幼体 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 海星幼体 | Asteroidea larva |  |  | √ |  |  | √ |  | √ |  |  |  | √ |
|  | 短尾类幼体 | Brachyura larva | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ |  | √ | √ | √ | √ |
|  | 桡足类幼体 | *Copepodid larva* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 海胆幼体 | Echinoidea larva |  |  | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 腹足类幼体 | Gastropod larva | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 水螅水母幼体 | Hydroidomedusa larva |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | (虫戎)幼体 | Hyperiidea larva |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 长尾类幼体 | Macrura larva | √ | √ | √ | √ |  |  |  |  | √ | √ | √ | √ |
|  | 无节幼体 | Nauplius | √ |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 海蛇尾幼体 | Ophiuroidea larva |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 多毛类幼体 | *Polychaeta larva* | √ |  |  | √ | √ |  | √ |  |  | √ |  | √ |
| 其他 |  |  |  | | | | | | | | | | | |
|  | 鱼卵 | Fish egg | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|  | 仔鱼 | Fish larva | √ | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ |

注：“√”为出现种类

**附表Ⅲ调查海域大型底栖生物名录**

| **门类** | **科名** | **中文名字** | **拉丁文名** | **站位** | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **X01** | **X02** | **X04** | **X05** | **X06** | **X08** | **X09** | **X13** | **X15** | **X18** | **X20** | **X22** |
| 软体动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 色雷西蛤科 | 海南色雷西蛤 | *Thracia hainanensis* | √ |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 樱蛤科 | 拟深海樱蛤 | *Bathytellina abyssicola* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 笔螺科 | 环肋笔螺 | *Neocancilla circula* | √ |  | √ |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 乌贼科 | 罗氏乌贼 | *Sepia madokai* | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 笋螺科 | 方格笋螺 | *Terebra cumingi* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 乌贼科 | 短腕乌贼 | *Sepia elliptica* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 蚶科 | 球蚶 | *Potiarca pilula* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 锥螺科 | 笋锥螺 | *Turritella terebra* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 截蛏科 | 狭仿螠蛏 | *Azorinus coarctata* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 蚶科 | 联球蚶 | *Anadara consociata* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 蚶科 | 双纹须蚶 | *Barbatia bistrigata* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 蛤蜊科 | 瑞氏光蛤蜊 | *Mactrinula reevesii* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 扭螺科 | 网纹扭螺 | *Distorsio reticularis* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 鸭嘴蛤科 | 鸭嘴蛤 | *Laternula anatina* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 吻状蛤科 | 凸云母蛤 | *Yoldia serotina* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 帘蛤科 | 波纹巴非蛤 | *Paphia undulata* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 胡桃蛤科 | 铲形胡桃蛤 | *Nucula cumingii* |  |  |  |  | √ | √ |  |  |  | √ |  |  |
|  | 竹蛏科 | 短竹蛏 | *Solen dunkerianus* |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 帘蛤科 | 美叶雪蛤 | *Clausinella calophylla* |  |  |  |  | √ |  |  | √ | √ |  |  |  |
|  | 鸟蛤科 | 泡状薄壳鸟蛤 | *Fulvia aperta* |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  | √ |  |
|  | 樱蛤科 | 小亮樱蛤 | *Nitidotellina minuta* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 樱蛤科 | 衣角蛤 | *Angulus vestalis* |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  | √ |
|  | 篮蛤科 | 衣硬篮蛤 | *Solidicorbula tunicata* |  |  | √ | √ |  | √ |  | √ |  | √ |  | √ |
|  | 鸟蛤科 | 中华鸟蛤 | *Vepricardium sinense* |  |  |  | √ | √ |  |  |  | √ |  |  |  |
| 环节动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 索沙蚕科 | 纳加斯索沙蚕 | *Sergioneris nagae* |  |  | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 海稚虫科 | 后指虫 | *Laonice cirrata* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 锥头虫科 | 简稚虫属一种 | *Leitoscoloplos* sp. | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 矶沙蚕科 | 环须珠沙蚕 | *Eunice annulicirrata* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 龙介虫科 | 征蛰虫属一种 | *Nicolea* sp. |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 欧努菲虫科 | 福建欧努菲虫 | *Onuphis fukianensis* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 齿吻沙蚕科 | 双鳃内卷齿蚕 | *Aglaophamus dibranchis* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 吻沙蚕科 | 中锐吻沙蚕 | *Glycera rouxi* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 矶沙蚕科 | 矶沙蚕科一种 | Eunicidae...gen sp. |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 竹节虫科 | 等须虫属一种 | *Isocirrus* sp. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 竹节虫科 | 中华竹节虫 | Sabaco sincicus |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 仙虫科 | 黄斑海毛虫 | *Chloeia flava* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 蛰龙介科 | 树蛰虫 | *Pista cristata* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 蛰龙介科 | 扁蛰虫 | *Loimia medusa* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 海稚虫科 | 海稚虫科一种 | Spinoidae...gen sp. |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 锡鳞虫科 | 日本强鳞虫 | *Sthenolepis japonica* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 欧努菲虫科 | 铜色巢沙蚕 | *Diopatra cuprea* |  |  | √ |  |  | √ |  | √ |  | √ | √ | √ |
| 纽形动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 无刺纲 | 纽虫 | Nemertea und. |  |  | √ |  | √ | √ |  |  |  | √ |  | √ |
| 腔肠动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 磷海鳃科 | 海鳃 | *Pennatula fimbriata* |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |
|  | 沙箸海鳃科 | 沙箸 | *Virgularia* sp. |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
| 脊索动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 文昌鱼科 | 白氏文昌鱼 | *Branchiostoma belcheri* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 舌鳎科 | 斑头舌鳎 | *Cynoglossus puncticeps* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 鱼衔科 | 丝鳍斜棘鱼衔 | *Repomucenus virgis* | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
|  | 鲬科 | 日本瞳鲬 | *Inegocia japonica* |  | √ |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 躄鱼科 | 带纹躄鱼 | *Antennarius striatus* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 孔虾虎鱼科 | 孔虾虎鱼 | *Trypauchen vagina* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 海鳝科 | 海鳝科一种 | Gymnothorax ...gen sp. |  |  | √ |  | √ |  |  | √ |  | √ |  |  |
|  | 虾虎鱼科 | 南方沟虾虎鱼 | *Oxyurichthy visayamus* |  |  | √ |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 鲆科 | 小头左鲆 | *Laeops parviceps* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 棘鲆科 | 短鲽 | *Brachypleura novaezeelandiae* |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 舌鳎科 | 大鳞舌鳎 | *Cynoglossus macrolepidous* |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 狗母鱼科 | 大头狗母鱼 | *Trachinocephalus myops* |  |  |  | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 鳎科 | 卵鳎 | *Solea ovata* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 虾虎鱼科 | 小鳞沟虾虎鱼 | *Oxyurichthys microlepis* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 孔虾虎鱼科 | 大鳞孔虾虎鱼 | *Trypauchen taenia* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 毛背鱼科 | 毛背鱼 | *Trichonotus setiger* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 鲆科 | 青缨鲆 | *Crossorhombus azureus* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 鱼衔科 | 李氏鱼衔 | *Callionymus richardsoni* |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |
|  | 六棱箱鲀科 | 棘箱鲀 | *Kentrocapros aculeatus* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 鳎科 | 网纹栉鳞鳎 | *Aseraggodes kaianus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 舌鳎科 | 九带无线鳎 | *Symphurus novemfasciatus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 鳗虾虎鱼科 | 拉氏狼牙虾虎鱼 | *Odontamblyopus lacepedii* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |
|  | 犀鳕科 | 澎湖犀鳕 | *Bregmaceros pescadorus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 鲆科 | 纤羊舌鲆 | *Arnoglossus tenuis* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 虾虎鱼科 | 云斑裸颊虾虎鱼 | *Yongeichthys nebulosus* |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |
| 节肢动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 蝼蛄虾科 | 依洛瓦底原蝼蛄虾 | *Gebicula irawadyensis* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 马尔他钩虾科 | 马尔他钩虾科一种 | Melitidae…gen sp. |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 双眼钩虾科 | 双眼钩虾科一种 | Ampeliscidae...gen sp. |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 玻璃虾科 | 海南细螯虾 | *Leptochela hainanensis* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 蜘蛛蟹科 | 有疣英雄蟹 | *Achaeus tuberculatus* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 美人虾科 | 美人虾科一种 | Gallianassidae...gen sp. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 蝼蛄虾科 | 伍氏奥蝼姑虾 | *Austinogebia wuhsienweni* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 梭子蟹科 | 银光梭子蟹 | *Portunus argentatus* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 梭子蟹科 | 红星梭子蟹 | *Portunus sanguinolentus* | √ |  |  | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 玉蟹科 | 球形拳蟹 | *Philyra globulosa* | √ |  |  | √ |  |  |  |  | √ |  |  |  |
|  | 关公蟹科 | 熟练新关公蟹 | *Neodorippe callida* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 梭子蟹科 | 假矛形梭子蟹 | *Portunus pseudohastatoides* | √ | √ |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 梭子蟹科 | 疾进蟳 | *Charybdis vadorum* | √ |  |  |  | √ | √ |  | √ |  |  |  |  |
|  | 对虾科 | 六突拟对虾 | *Parapenaeus sextuberculatus* | √ |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 梭子蟹科 | 矛形梭子蟹 | *Portunus hatatoides* | √ | √ |  | √ | √ |  | √ |  | √ |  | √ |  |
|  | 玉蟹科 | 七刺栗壳蟹 | *Arcania heptacantha* |  | √ | √ |  | √ |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 对虾科 | 扁足异对虾 | *Atypopenaeus stenodatylus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 扇蟹科 | 疾行毛刺蟹 | *Pilumnus cursor* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 活额寄居蟹科 | 守护活额寄居蟹 | *Diogenes custos* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 鼓虾科 | 日本鼓虾 | *Alpheus japonicus* |  |  | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 弓蟹科 | 异足倒颚蟹 | *Astenognatus inaequipes* |  |  | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 馒头蟹科 | 卷折馒头蟹 | *Calappa lophos* |  |  |  | √ |  |  | √ |  | √ |  |  |  |
|  | 对虾科 | 角突仿对虾 | *Parapenaeopsis cornuta* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 长脚蟹科 | 阿氏强蟹 | *Eucrate alcocki* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 梭子蟹科 | 香港蟳 | *Charybdis hongkongensis* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 梭子蟹科 | 直额蟳 | *Charybdis truncaa* |  |  |  |  |  | √ | √ |  |  |  |  | √ |
|  | 梭子蟹科 | 大亚湾梭子蟹 | *Portunus dayawansis* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 对虾科 | 中华仿对虾 | *Parapenaeopsis sinica* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  | 1 |
|  | 美人虾科 | 日本和美虾 | *Nihonotrypaea japonica* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  | √ |  |  |
|  | 浪漂水虱科 | 日本游泳水虱 | *Natatolana japonensis* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
|  | 梭子蟹科 | 薄氏梭子蟹 | *Portunus brockii* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
|  | 虾蛄科 | 孟买绿虾蛄 | *Carinosquilla bombayensis* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 扇蟹科 | 马氏毛粒蟹 | *Pilumnopeus makiana* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 长臂虾科 | 葛氏长臂虾 | *Palaemon gravieri* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  | √ |
|  | 对虾科 | 细巧仿对虾 | *Parapenaeopsis tenella* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 馒头蟹科 | 逍遥馒头蟹 | *Calappa philargius* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
|  | 玉蟹科 | 鸭额玉蟹 | *Leucosia anatum* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
|  | 短眼蟹科 | 豆形短眼蟹 | *Xenophthalmus pinnotheroides* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
|  | 菱蟹科 | 疣背紧握蟹 | *Lambrus tuberculosus* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
|  | 梭子蟹科 | 日本蟳 | *Charybdis japonica* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 菱蟹科 | 长刺菱蟹 | *Parthenope Rhinolambrus) longispinis* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 扇蟹科 | 微红滨花瓣蟹 | *Carpilodes erythrus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 虾蛄科 | 断脊小口虾蛄 | *Oratosquilla interrupta* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 梭子蟹科 | 变态蟳 | *Charybdis variegata* |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |  |  |
|  | 蜘蛛蟹科 | 慈母互蟹蟹 | *Hyastenus pleione* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 虾蛄科 | 条尾近虾姑 | *Anchisquilla fasciata* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |
|  | 对虾科 | 须赤虾 | *Metapenaeopsis barbata* |  | √ |  | √ | √ |  |  |  | √ |  |  |  |
| 螠虫动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 螠科 | 绛体管口螠 | *Ochetostoma erythrogrammon* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
| 棘皮动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 阳遂足科 | 滩栖阳遂足 | *Amphiura vadicola* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 阳遂足科 | 日本倍棘蛇尾 | *Amphioplus japonicus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 槭海星科 | 镶边海星 | *Craspidaster hesperus* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 槭海星科 | 多棘槭海星 | *Astropecten polyacanthus* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 槭海星科 | 单棘槭海星 | *Astropecten monacanthus* | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 玛丽羽枝科 | 掌丽羽枝 | *Lamprometra palmata palmata* |  |  | √ |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 阳遂足科 | 滩栖阳遂足 | *Amphiura vadicola* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 阳遂足科 | 日本倍棘蛇尾 | *Amphioplus japonicus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 槭海星科 | 镶边海星 | *Craspidaster hesperus* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 阳遂足科 | 光滑倍棘蛇尾 | *Amphioplus laevis* |  |  |  |  | √ | √ |  |  | 1 |  |  |  |

注：“√”为出现种类

**附表Ⅳ2021年各站位大型底栖生物类别生物量(g/m2)和栖息密度(ind/m2)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **门类** | **X01** | **X02** | **X04** | **X05** | **X06** | **X08** | **X09** | **X13** | **X15** | **X18** | **X20** | **X22** | **平均值** |
| 生物量 | 软体动物 | 1.21 | 0.00 | 0.90 | 6.59 | 0.00 | 55.19 | 0.29 | 26.66 | 11.34 | 24.07 | 4.14 | 4.05 | 11.20 |
| 节肢动物 | 0.05 | 0.00 | 2.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.24 | 0.00 | 9.62 | 0.22 | 0.00 | 0.45 | 3.07 |
| 环节动物 | 0.01 | 1.20 | 2.19 | 2.27 | 0.00 | 2.95 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 4.93 | 3.79 | 2.12 | 1.88 |
| 棘皮动物 | 0.00 | 0.69 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.14 |
| 螠虫动物 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.78 | 0.06 |
| 纽形动物 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 14.93 | 0.00 | 0.33 | 1.28 |
| 总量 | 1.27 | 1.89 | 5.35 | 8.86 | 0.06 | 58.14 | 24.53 | 28.01 | 21.11 | 44.14 | 9.73 | 8.63 | 17.64 |
| 栖息密度 | 软体动物 | 9.95 | 0.00 | 4.98 | 4.98 | 0.00 | 34.83 | 14.93 | 19.90 | 9.95 | 9.95 | 4.98 | 4.98 | 9.95 |
| 节肢动物 | 4.98 | 0.00 | 9.95 | 4.98 | 4.98 | 0.00 | 9.95 | 0.00 | 4.98 | 4.98 | 0.00 | 9.95 | 4.56 |
| 环节动物 | 4.98 | 4.98 | 14.93 | 9.95 | 0.00 | 14.93 | 0.00 | 9.95 | 0.00 | 19.90 | 9.95 | 9.95 | 8.29 |
| 棘皮动物 | 0.00 | 4.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.98 | 0.00 | 0.00 | 4.98 | 1.24 |
| 螠虫动物 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.98 | 0.41 |
| 纽形动物 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.98 | 0.00 | 4.98 | 1.24 |
| 总量 | 19.90 | 9.95 | 29.85 | 19.90 | 9.95 | 49.75 | 24.88 | 29.85 | 19.90 | 39.80 | 14.93 | 39.80 | 25.70 |

**附表Ⅴ调查海域游泳动物种类名录**

| **编号** | **中文名字** | **拉丁文名** | **站位** | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **X01** | **X02** | **X04** | **X05** | **X06** | **X08** | **X09** | **X13** | **X15** | **X18** | **X20** | **X22** |
| 1 | 斑点马鲛 | *Scomberomorus guttatus* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  | √ |  |  |
| 2 | 斑节对虾 | *Penaeus monodon* |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |
| 3 | 半线天竺鲷 | *Apogon semilineatus* |  | √ | √ |  |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 4 | 大海鲢 | *Megalops cyprinoides* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 大鳞舌鳎 | *Cynoglossus macrolepidous* | √ | √ |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ |  |
| 6 | 大头狗母鱼 | *Trachinocephalus myops* |  |  |  | √ | √ |  |  | √ |  |  |  | √ |
| 7 | 大头银姑鱼 | *Pennahia macrocephalus* |  |  | √ |  |  | √ |  | √ | √ | √ | √ | √ |
| 8 | 大牙斑鲆 | *Pseudorhombus arsius* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 | 带纹躄鱼 | *Antennarius striatus* |  |  |  |  | √ |  |  |  | √ |  | √ |  |
| 10 | 单棘豹魴鮄 | *Dactyloptena peterseni* | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | 单角革鲀 | *Aluterus monoceros* |  | √ |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 | 短颌宝刀鱼 | *Chirocentrus dorab* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 | 短棘鰏 | *Leiognathus equulus* |  | √ |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 14 | 短尾大眼鲷 | *Priacanthus macracanthus* | √ |  |  |  |  |  |  | √ | √ |  |  |  |
| 15 | 断脊小口虾蛄 | *Oratosquilla interrupta* |  |  |  |  |  | √ |  | √ | √ |  |  | √ |
| 16 | 钝魣 | *Sphyraena obtusata* | √ | √ |  | √ |  | √ |  |  |  | √ |  |  |
| 17 | 多齿蛇鲻 | *Saurida tumbil* | √ | √ | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 18 | 多鳞短额鲆 | *Engyprosopon multisquama* |  |  |  | √ |  |  |  |  | √ | √ |  | √ |
| 19 | 多鳞鱚 | *Sillago sihama* | √ |  |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 | 多须鼬鳚 | *Brotula multibabata* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
| 21 | 哈氏仿对虾 | *Parapenaeopsis hardwickii* |  |  | √ |  |  |  |  | √ | √ |  | √ | √ |
| 22 | 褐篮子鱼 | *Siganus fuscescens* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23 | 黑斑绯鲤 | *Upeneus tragula* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
| 24 | 黑边布氏鲾 | *Eubllekeria splendens* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |  |  |  |  |
| 25 | 黑棘鲷 | *Acanthopagrus schlegeli* | √ |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 26 | 黑口鳓 | *Ilisha melastoma* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
| 27 | 横带棘线鲬 | *Grammoplites scaber* |  |  |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 28 | 红线黎明蟹 | *Matuta planipes* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 29 | 红星梭子蟹 | *Portunus sanguinolentus* | √ |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
| 30 | 红鲬 | *Bembrasjaponicus* | √ | √ |  | √ |  |  | √ |  |  | √ | √ |  |
| 31 | 画眉笛鲷 | *Lutjanus vitta* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 32 | 黄鳍棘鲷 | *Acanthopagrus latus* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
| 33 | 环蛸 | *Octopus maculosa* |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ | √ |  | √ |
| 34 | 黄鳍棘鲷 | *Acanthopagrus latus* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |
| 35 | 箕作布氏筋鱼 | *Bleekeria mitsukurii* |  |  |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 36 | 尖尾鳗 | *Uroconger lepturus* | √ |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
| 37 | 尖嘴魟 | *Dasyatis zugei* | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38 | 剑唇鱼 | *Xiphocheilus typus* |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  | √ |  |
| 39 | 角突仿对虾 | *Parapenaeopsis cornuta* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
| 40 | 截尾天竺鲷 | *Apogon truncate* | √ |  | √ |  |  | √ |  | √ | √ | √ | √ | √ |
| 41 | 金线鱼 | *Nemipterus virgatus* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 42 | 近缘新对虾 | *Metapenaeus affinis* | √ | √ | √ |  | √ |  | √ |  |  | √ |  |  |
| 43 | 看守长眼蟹 | *Podophthalmus vigil* |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  | √ |  |
| 44 | 康氏小公鱼 | *Stolephorus commersonii* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 45 | 克氏棘赤刀鱼 | *Acanthocepola krusensternii* | √ |  | √ | √ |  |  | √ |  | √ | √ | √ | √ |
| 46 | 孔虾虎鱼 | *Trypauchen vagina* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
| 47 | 口虾蛄 | *Oratosquilla fabricii* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ | √ |
| 48 | 蓝圆鲹 | *Decapterus maruadsi* |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  | √ | √ |
| 49 | 勒氏蓑鮋 | *Pterois russelli* | √ | √ |  | √ |  |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 50 | 鳓 | *sillago japonica* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  | √ |  |  |
| 51 | 李氏䲗 | *Callionymus richardsoni* |  |  |  | √ | √ |  |  | √ |  |  |  | √ |
| 52 | 鳞烟管鱼 | *Fistularia petimba* | √ |  |  |  |  |  | √ |  | √ | √ | √ |  |
| 53 | 卵蛸 | *Octopus ovulum* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 54 | 卵形鲳鲹 | *Trachinotus ovatus* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
| 55 | 罗氏乌贼 | *Sepia madokai* | √ | √ |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 56 | 猛虾蛄 | *Harpiosquilla harpax* | √ |  |  |  |  | √ |  | √ | √ |  | √ | √ |
| 57 | 拟矛尾鰕虎鱼 | *Parachaeturichthys polynema* | √ |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  | √ |
| 58 | 拟目乌贼 | *Sepia lycidas* | √ |  |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 59 | 皮氏叫姑鱼 | *Johnius belengerii* |  |  | √ |  |  | √ |  | √ | √ | √ | √ | √ |
| 60 | 平线若鲹 | *Carangoides ferdau* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 61 | 裘氏小沙丁鱼 | *Sardinella jussieu* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 62 | 青石斑鱼 | *Epinephelus awoara* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |
| 63 | 犬牙缰虾虎鱼 | *Amoya caninus* |  |  |  |  |  |  | √ | √ |  |  |  |  |
| 64 | 日本带鱼 | *Trichiurus japonicus* | √ | √ |  |  | √ |  |  |  |  | √ |  |  |
| 65 | 日本绯鲤 | *Upeneus japonicus* | √ | √ |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 66 | 日本金线鱼 | *Nemipterus japonicus* | √ | √ |  |  |  |  | √ |  |  | √ |  |  |
| 67 | 日本瞳鲬 | *Inegocia japonica* | √ | √ | √ | √ |  |  | √ |  | √ |  | √ |  |
| 68 | 日本银鲈 | *Gerres japonicus* |  | √ | √ |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 69 | 善泳蟳 | *Charybdis natator* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 70 | 沙带鱼 | *Lepturacanthus savala* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 71 | 少鳞鰧 | *Uranoscopus oligolepis* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |
| 72 | 食蟹豆齿鳗 | *Pisodonophis cancrivorus* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 73 | 少鳞鱚 | *Sillago japonica* |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 74 | 少牙斑鲆 | *Pseudorhombus oligodon* | √ |  |  | √ |  |  |  |  | √ | √ |  |  |
| 75 | 双喙耳乌贼 | *Sepiola birostrata* | √ |  | √ |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 76 | 四线天竺鲷 | *Apogon quadrifasciatus* |  | √ | √ |  | √ | √ |  | √ |  |  |  | √ |
| 77 | 条鳎 | *Zebrias quagga* | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 78 | 伪装关公蟹 | *Dorippe facchina* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  | √ |  |
| 79 | 无齿鰶 | *Anodontostoma chacunda* |  |  |  |  | √ |  |  |  | √ | √ |  |  |
| 80 | 武士蟳 | *Charybdis miles* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |  |
| 81 | 细巧仿对虾 | *Parapenaeopsis tenella* |  |  |  |  |  |  |  | √ | √ |  |  | √ |
| 82 | 细条天竺鲷 | *Apogon lineatus* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 83 | 细纹鲾 | *Leiognathus berbis* | √ | √ | √ | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 84 | 线纹鳗鲶 | *Plotosus lineatus* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 85 | 纤手梭子蟹 | *Portunus gracilimanus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
| 86 | 逍遥馒头蟹 | *Calappa philargius* | √ |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 87 | 锈斑蟳 | *Charybdis feriatus* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  | √ |
| 88 | 须赤虾 | *Metapenaeopsis barbata* | √ | √ | √ |  |  | √ |  | √ | √ | √ | √ | √ |
| 89 | 眼斑豹鳎 | *Pardachirus pavoninus* |  |  |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |
| 90 | 眼斑拟鲈 | *Parapercis ommatura* | √ | √ |  | √ | √ |  | √ |  |  |  |  |  |
| 91 | 仰口鲾 | *Secutot ruconius* |  | √ |  |  |  |  | √ |  | √ |  | √ |  |
| 92 | 银光梭子蟹 | *Portunus argentatus* | √ |  |  | √ |  | √ |  |  |  |  |  |  |
| 93 | 印度无齿鲳 | *Ariomma indica* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ | √ | √ |
| 94 | 鹰爪虾 | *Trachypenaeus curvirostris* |  |  | √ |  |  | √ |  | √ | √ | √ | √ | √ |
| 95 | 云海裸颊虾虎鱼 | *Yongeichthys nebulosus* | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 96 | 羽鳃鲐 | *Rastrelliger kanagurta* |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 97 | 鲬 | *Platycephalus indicus* |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 98 | 游鳍叶鯵 | *Atule mate* | √ | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 99 | 远洋梭子蟹 | *Portunus pelagicus* |  | √ |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 100 | 匀斑裸胸鳝 | *Gymnothorax reevesii* |  |  |  | √ |  |  | √ |  |  |  |  |  |
| 101 | 杂斑狗母鱼 | *Synodus variegatus* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 102 | 长棘银鲈 | *Gerres filamentosus* | √ | √ | √ | √ | √ |  | √ | √ |  |  | √ | √ |
| 103 | 长吻丝鲹 | *Alectis indica* |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 104 | 长毛对虾 | *Fenneropenaeus penicillatus* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
| 105 | 长蛸 | *Octopus variabilis* |  |  |  | √ | √ |  | √ |  |  |  |  |  |
| 106 | 长圆银鲈 | *Gerres oblongus* |  |  |  | √ |  |  | √ | √ |  |  | √ | √ |
| 107 | 珍鲹 | *Carangoides ignobilis* |  | √ |  |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
| 108 | 直额鲟 | *Charybdis truncaa* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  | √ |
| 109 | 中国枪乌贼 | *Loligo chinensis* | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 110 | 棕斑兔头鲀 | *Lagocephalus spadiceus* | √ | √ | √ | √ |  |  |  |  | √ | √ | √ | √ |

**注：“√”表示在该站位采集到**

**附表Ⅵ调查海域潮间带生物名录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **门类** | **科名** | **中文名** | **拉丁文名** | **C01** | | | **C02** | | | **C03** | | |
| **高** | **中** | **低** | **高** | **中** | **低** | **高** | **中** | **低** |
| 节肢动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 活额寄居蟹科 | 闪光活额寄居蟹 | *Diogenes nitidimanus* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |
|  | 沙蟹科 | 韦氏毛带蟹 | *Dotilla wichmanni* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 沙蟹科 | 痕掌沙蟹 | *Ocypode stimpsoni* | √ | √ |  | √ |  |  | √ |  | √ |
| 软体动物 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 斧蛤科 | 狭氏斧蛤 | *Donax dysoni* |  |  |  |  | √ |  |  | √ | √ |
|  | 斧蛤科 | 豆斧蛤 | *Donax faba* |  |  |  |  | √ |  |  |  |  |
|  | 斧蛤科 | 微红斧蛤 | *Donax incarnatus* |  |  |  |  |  |  |  | √ |  |
|  | 蛤蜊科 | 粗蛤蜊 | *Mactra aphrodina* |  |  |  |  |  |  |  |  | √ |

注：“√”为出现种类

**附表Ⅶ调查海域鱼卵与仔稚鱼种类名录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **科名** | **中文名** | **拉丁文名** | **发育阶段** | **站位** | | | | | | | | | | | |
| **X01** | **X02** | **X04** | **X05** | **X06** | **X08** | **X09** | **X13** | **X15** | **X18** | **X20** | **X22** |
| 银汉鱼科 | 白氏银汉鱼 | Allanetta bleekeri | 仔稚鱼 |  | √ | √ |  |  |  |  |  |  | √ |  | √ |
| 鲾科鱚科 | 鲾科多鳞鱚 | Leiognathidae…gen sp.  Sillago sihama | 鱼卵 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 鱼卵 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
|  |  |  | 仔稚鱼 |  |  |  |  |  |  | √ |  |  |  | √ |  |
| 舌鳎科 | 舌鳎科 | Cynoglossidae…gen sp. | 鱼卵 |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 鳀科 | 小公鱼属 | Stolephorus sp. | 鱼卵 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 鲱科 | 小沙丁鱼属 | Sadinella sp. | 鱼卵 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |  |
| 仔稚鱼 |  | √ |  |  | √ |  | √ |  |  |  | √ |  |
| 鲻科 | 鲻科 | Mugilidae…gen sp. | 鱼卵 |  | √ | √ | √ | √ |  | √ | √ | √ | √ | √ | √ |
| 仔稚鱼 |  |  |  | √ |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 未定种 | 未定种 | Unidentified species | 鱼卵 | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ | √ |

**附表Ⅷ2021年3月项目附近海域水质监测结果**

| **站位** | **层次** | **水温**  **(℃)** | **pH** | **盐度** | **DO(mg/L)** | **COD(mg/L)** | **NO3-N (mg/L)** | **NO2-N (mg/L)** | **NH3-N (mg/L)** | **DIN(mg/L)** | **PO4-P (mg/L)** | **石油类**  **(mg/L)** | **SS(mg/L)** | **As(μg/L)** | **Hg(μg/L)** | **Cu(μg/L)** | **Pb(μg/L)** | **Zn**  **μg/L)** | **Cd(μg/L)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X01 | 表层 | 26.4 | 8.32 | 32.940 | 7.00 | 0.71 | 0.014 | 0.0021 | 0.0097 | 0.026 | 0.0021 | 0.0104 | 25.1 | 1.0 | 0.032 | 0.7 | 0.36 | 13.3 | 0.08 |
| X02 | 表层 | 26.7 | 8.33 | 32.758 | 7.12 | 0.86 | 0.021 | 0.0016 | 0.0043 | 0.027 | 0.0013 | 0.0069 | 32.5 | 1.1 | 0.013 | 0.9 | 0.26 | 5.0 | 0.08 |
| 底层 | 26.5 | 8.36 | 32.798 | 7.11 | 0.88 | 0.013 | 0.0014 | 0.0060 | 0.020 | 0.0007 | -- | 37 | 1.1 | 0.011 | 0.7 | 0.31 | 13.4 | 0.12 |
| X03 | 表层 | 26.8 | 8.36 | 32.804 | 6.83 | 0.95 | 0.008 | 0.0010 | 0.0041 | 0.013 | 0.0013 | 0.0087 | 36.3 | 1.2 | 0.011 | 1.2 | 0.15 | 7.8 | 0.19 |
| 底层 | 26.6 | 8.36 | 32.793 | 7.13 | 0.89 | 0.009 | 0.0012 | 0.0067 | 0.017 | 0.0021 | -- | 28.2 | 1.1 | 0.014 | 0.7 | 0.26 | 5.6 | 0.16 |
| X04 | 表层 | 27.1 | 8.37 | 32.456 | 7.17 | 0.60 | 0.012 | 0.0012 | 0.0050 | 0.018 | 0.0021 | 0.0065 | 32.5 | 1.2 | 0.009 | 1.4 | 0.15 | 13.3 | 0.14 |
| 10m | 27.0 | 8.37 | 32.770 | 7.13 | 0.73 | 0.013 | 0.0010 | 0.0056 | 0.020 | 0.0007 | -- | 34.4 | 1.2 | 0.013 | 0.5 | 0.15 | 7.8 | 0.09 |
| 底层 | 26.8 | 8.37 | 32.881 | 7.16 | 0.76 | 0.018 | 0.0012 | 0.0046 | 0.024 | 0.0007 | -- | 37.1 | 1.2 | 0.013 | 1.7 | 0.26 | 7.8 | 0.09 |
| X05 | 表层 | 25.9 | 8.37 | 32.871 | 7.00 | 0.80 | 0.010 | 0.0013 | 0.0089 | 0.020 | 0.0016 | 0.0083 | 42 | 1.2 | 0.011 | 0.8 | 0.36 | 7.8 | 0.12 |
| X06 | 表层 | 25.5 | 8.38 | 32.864 | 7.01 | 0.88 | 0.014 | 0.0020 | 0.0111 | 0.027 | 0.0022 | 0.0067 | 30.4 | 1.2 | 0.014 | 0.8 | 0.31 | 8.4 | 0.12 |
| 底层 | 25.2 | 8.37 | 32.791 | 7.13 | 0.68 | 0.010 | 0.0016 | 0.0094 | 0.021 | 0.0018 | -- | 30.4 | 1.2 | 0.012 | 0.8 | 0.15 | 11.1 | 0.09 |
| X07 | 表层 | 27.0 | 8.36 | 32.751 | 7.17 | 1.05 | 0.010 | 0.0015 | 0.0060 | 0.018 | 0.0019 | 0.0068 | 28.2 | 1.2 | 0.013 | 0.8 | 0.26 | 11.1 | 0.08 |
| 10m | 26.9 | 8.36 | 32.769 | 7.05 | 0.97 | 0.018 | 0.0016 | 0.0104 | 0.030 | 0.0024 | -- | 37.3 | 1.3 | 0.015 | 0.8 | 0.15 | 8.9 | 0.11 |
| 底层 | 26.8 | 8.36 | 32.749 | 7.19 | 1.03 | 0.005 | 0.0015 | 0.0071 | 0.014 | 0.0013 | -- | 34.5 | 1.3 | 0.014 | 0.6 | 0.15 | 5.6 | 0.11 |
| X08 | 表层 | 27.3 | 8.37 | 32.637 | 7.20 | 0.53 | 0.005 | 0.0010 | 0.0032 | 0.009 | 0.0010 | 0.0082 | 29.5 | 1.3 | 0.013 | 1.2 | 0.15 | 14.4 | 0.14 |
| 10m | 27.2 | 8.37 | 32.240 | 7.20 | 0.88 | 0.008 | 0.0013 | 0.0052 | 0.015 | 0.0010 | -- | 29.9 | 1.0 | 0.013 | 1.2 | 0.26 | 12.2 | 0.12 |
| 底层 | 27.0 | 8.37 | 32.675 | 7.09 | 0.76 | 0.018 | 0.0008 | 0.0043 | 0.023 | 0.0007 | -- | 32.6 | 1.0 | 0.015 | 0.9 | 0.15 | 6.7 | 0.11 |
| X09 | 表层 | 23.5 | 8.38 | 32.839 | 6.98 | 0.72 | 0.018 | 0.0016 | 0.0074 | 0.027 | 0.0010 | 0.0084 | 30.8 | 1.0 | 0.012 | 1.6 | 0.15 | 11.1 | 0.12 |
| X10 | 表层 | 23.5 | 8.39 | 32.840 | 6.84 | 0.65 | 0.005 | 0.0014 | 0.0119 | 0.018 | 0.0021 | 0.0064 | 28.8 | 1.0 | 0.011 | 1.2 | 0.26 | 8.9 | 0.14 |
| X11 | 表层 | 25.8 | 8.38 | 32.829 | 6.85 | 0.65 | 0.015 | 0.0025 | 0.0054 | 0.023 | 0.0021 | 0.0101 | 31.5 | 1.0 | 0.010 | 1.0 | 0.26 | 8.9 | 0.14 |
| 底层 | 25.6 | 8.38 | 32.815 | 6.79 | 0.67 | 0.018 | 0.0033 | 0.0019 | 0.023 | 0.0013 | -- | 27 | 1.1 | 0.010 | 0.8 | 0.15 | 10.0 | 0.12 |
| X12 | 表层 | 25.7 | 8.39 | 32.906 | 6.96 | 0.92 | 0.009 | 0.0027 | 0.0027 | 0.014 | 0.0021 | 0.0066 | 28.2 | 1.1 | 0.010 | 1.5 | 0.26 | 15.6 | 0.16 |
| 10m | 25.6 | 8.38 | 32.896 | 7.05 | 0.76 | 0.002 | 0.0024 | 0.0021 | 0.007 | 0.0010 | -- | 32.1 | 1.1 | 0.009 | 1.2 | 0.15 | 15.6 | 0.08 |
| 底层 | 25.5 | 8.38 | 32.742 | 7.04 | 0.53 | 0.008 | 0.0024 | 0.0027 | 0.013 | 0.0004 | -- | 27.1 | 1.1 | 0.008 | 0.9 | 0.26 | 13.3 | 0.11 |
| X13 | 表层 | 27.1 | 8.37 | 32.636 | 7.11 | 0.92 | 0.008 | 0.0010 | 0.0056 | 0.015 | 0.0021 | 0.0065 | 23.8 | 1.1 | 未检出 | 1.1 | 0.20 | 13.8 | 0.10 |
| 10m | 27.0 | 8.38 | 32.614 | 7.13 | 0.88 | 0.012 | 0.0010 | 0.0052 | 0.018 | 0.0026 | -- | 30.6 | 1.1 | 未检出 | 0.8 | 0.15 | 3.8 | 0.04 |
| 底层 | 26.9 | 8.36 | 32.644 | 7.07 | 0.62 | 0.011 | 0.0014 | 0.0086 | 0.021 | 0.0016 | -- | 31.9 | 1.1 | 未检出 | 0.8 | 0.15 | 3.8 | 0.04 |
| X14 | 表层 | 25.7 | 8.38 | 32.937 | 6.92 | 0.82 | 0.005 | 0.0039 | 0.0025 | 0.011 | 0.0010 | 0.0084 | 38.2 | 1.1 | 0.021 | 1.5 | 0.15 | 3.3 | 0.14 |
| 底层 | 25.5 | 8.38 | 32.835 | 6.72 | 0.80 | 0.009 | 0.0054 | 0.0019 | 0.016 | 0.0016 | -- | 25.8 | 1.1 | 0.021 | 0.7 | 0.15 | 5.6 | 0.16 |
| X15 | 表层 | 25.1 | 8.38 | 32.805 | 6.87 | 0.54 | 0.010 | 0.0015 | 0.0114 | 0.023 | 0.0018 | 0.0154 | 27.1 | 1.2 | 0.022 | 0.9 | 0.31 | 9.4 | 0.15 |
| X16 | 表层 | 26.0 | 8.38 | 32.803 | 6.72 | 1.16 | 0.007 | 0.0017 | 0.0016 | 0.010 | 0.0016 | 0.0066 | 30.9 | 1.1 | 0.023 | 1.7 | 0.26 | 8.9 | 0.16 |
| 底层 | 25.8 | 8.39 | 32.779 | 6.80 | 0.89 | 0.003 | 0.0014 | 0.0031 | 0.008 | 0.0024 | -- | 23.2 | 1.1 | 0.029 | 1.7 | 0.36 | 13.3 | 0.09 |
| X17 | 表层 | 26.8 | 8.37 | 32.966 | 6.87 | 0.87 | 0.011 | 0.0046 | 0.0071 | 0.023 | 0.0010 | 0.0082 | 26.6 | 1.1 | 0.019 | 1.3 | 0.36 | 10.0 | 0.16 |
| 底层 | 26.6 | 8.36 | 33.071 | 6.86 | 1.06 | 0.016 | 0.0052 | 0.0046 | 0.026 | 0.0021 | -- | 32.4 | 1.1 | 0.015 | 1.4 | 0.26 | 10.0 | 0.04 |
| X18 | 表层 | 23.5 | 8.39 | 32.828 | 6.87 | 0.66 | 0.009 | 0.0025 | 0.0024 | 0.014 | 0.0036 | 0.0066 | 32.7 | 1.1 | 0.019 | 1.2 | 0.26 | 15.6 | 0.08 |
| 10m | 25.2 | 8.38 | 32.875 | 7.13 | 0.66 | 0.005 | 0.0041 | 0.0039 | 0.013 | 0.0016 | -- | 23.4 | 0.9 | 0.021 | 1.2 | 0.26 | 10.0 | 0.06 |
| 底层 | 25.0 | 8.39 | 32.932 | 6.91 | 0.57 | 0.007 | 0.0020 | 0.0031 | 0.012 | 0.0016 | -- | 25.8 | 1.0 | 0.022 | 0.6 | 0.15 | 11.1 | 0.09 |
| X19 | 表层 | 25.0 | 8.38 | 32.848 | 6.94 | 0.68 | 0.004 | 0.0011 | 0.0070 | 0.012 | 0.0019 | 0.0064 | 32.3 | 1.0 | 0.023 | 1.0 | 0.26 | 8.9 | 0.09 |
| X20 | 表层 | 24.9 | 8.39 | 32.407 | 7.00 | 0.88 | 0.006 | 0.0028 | 0.0042 | 0.013 | 0.0013 | 0.0083 | 36.2 | 1.0 | 0.025 | 1.2 | 0.20 | 8.9 | 0.06 |
| 底层 | 24.7 | 8.39 | 32.988 | 6.78 | 0.60 | 0.008 | 0.0035 | 0.0030 | 0.015 | 0.0021 | -- | 21.6 | 1.0 | 0.026 | 1.0 | 0.20 | 7.2 | 0.09 |
| X21 | 表层 | 25.0 | 8.38 | 32.912 | 6.92 | 0.73 | 0.009 | 0.0027 | 0.0024 | 0.014 | 0.0013 | 0.0068 | 25.2 | 1.2 | 未检出 | 1.2 | 0.26 | 10.0 | 0.11 |
| 10m | 24.9 | 8.39 | 32.977 | 7.16 | 0.74 | 0.003 | 0.0023 | 0.0017 | 0.007 | 0.0019 | -- | 30.1 | 1.2 | 未检出 | 1.0 | 0.26 | 8.9 | 0.11 |
| 底层 | 24.7 | 8.39 | 32.949 | 6.87 | 0.46 | 0.005 | 0.0031 | 0.0017 | 0.010 | 0.0016 | -- | 35.6 | 1.2 | 未检出 | 0.9 | 0.36 | 16.7 | 0.08 |
| X22 | 表层 | 25.1 | 8.38 | 33.285 | 7.23 | 0.99 | 0.007 | 0.0031 | 0.0009 | 0.011 | 0.0007 | 0.0066 | 29.1 | 1.2 | 未检出 | 1.0 | 0.15 | 11.1 | 0.12 |
| 10m | 25.0 | 8.37 | 33.359 | 6.91 | 0.92 | 0.002 | 0.0014 | 0.0013 | 0.005 | 0.0016 | -- | 27.3 | 1.2 | 未检出 | 0.6 | 0.15 | 12.2 | 0.17 |
| 底层 | 24.8 | 8.38 | 33.378 | 6.91 | 0.82 | 0.003 | 0.0028 | 0.0017 | 0.008 | 0.0021 | -- | 23.2 | 1.2 | 未检出 | 1.8 | 0.26 | 11.1 | 0.12 |
| X23 | 表层 | 24.9 | 8.34 | 30.098 | 6.57 | 0.65 | 0.004 | 0.0027 | 0.0171 | 0.024 | 0.0090 | 0.0098 | 28.2 | 1.2 | 0.032 | 1.0 | 0.26 | 11.1 | 0.12 |
| 最小值 | | 24.7 | 8.32 | 30.098 | 6.57 | 0.46 | 0.002 | 0.0008 | 0.0009 | 0.005 | 0.0004 | 0.0064 | 21.6 | 0.9 | 未检出 | 0.5 | 0.15 | 3.3 | 0.04 |
| 最大值 | | 27.3 | 8.39 | 33.378 | 7.23 | 1.16 | 0.021 | 0.0054 | 0.0171 | 0.030 | 0.0090 | 0.0154 | 42.0 | 1.3 | 0.032 | 1.8 | 0.36 | 16.7 | 0.19 |
| 平均值 | | 25.9 | 8.37 | 32.773 | 6.99 | 0.78 | 0.009 | 0.0021 | 0.0053 | 0.017 | 0.0018 | 0.0080 | 30.3 | 1.1 | 0.014 | 1.1 | 0.23 | 10.0 | 0.11 |
| 检出率(%) | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80.85 | 100 | 100 | 100 | 100 |

**附表Ⅸ2021年3月项目附近海域水质标准指数**

| **站位** | **层次** | **pH** | **DO** | **COD** | **DIN** | **PO4-P** | **石油类** | **As** | **Hg** | **Cu** | **Pb** | **Zn** | **Cd** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| X01 | 表层 | 0.486 | 0.35 | 0.36 | 0.13 | 0.14 | 0.21 | 0.05 | 0.64 | 0.14 | 0.36 | 0.67 | 0.08 |
| X02 | 表层 | 0.514 | 0.57 | 0.43 | 0.13 | 0.09 | 0.14 | 0.06 | 0.26 | 0.18 | 0.26 | 0.25 | 0.08 |
| 底层 | 0.600 | 0.51 | 0.44 | 0.10 | 0.05 | -- | 0.06 | 0.22 | 0.14 | 0.31 | 0.67 | 0.12 |
| X03 | 表层 | 0.600 | 0.18 | 0.48 | 0.07 | 0.09 | 0.17 | 0.06 | 0.22 | 0.24 | 0.15 | 0.39 | 0.19 |
| 底层 | 0.600 | 0.56 | 0.45 | 0.08 | 0.14 | -- | 0.06 | 0.28 | 0.14 | 0.26 | 0.28 | 0.16 |
| X04 | 表层 | 0.629 | 0.71 | 0.30 | 0.09 | 0.14 | 0.13 | 0.06 | 0.18 | 0.28 | 0.15 | 0.67 | 0.14 |
| 10m | 0.629 | 0.66 | 0.37 | 0.10 | 0.05 | -- | 0.06 | 0.26 | 0.10 | 0.15 | 0.39 | 0.09 |
| 底层 | 0.629 | 0.66 | 0.38 | 0.12 | 0.05 | -- | 0.06 | 0.26 | 0.34 | 0.26 | 0.39 | 0.09 |
| X05 | 表层 | 0.629 | 0.25 | 0.40 | 0.10 | 0.11 | 0.17 | 0.06 | 0.22 | 0.16 | 0.36 | 0.39 | 0.12 |
| X06 | 表层 | 0.657 | 0.19 | 0.44 | 0.14 | 0.15 | 0.13 | 0.06 | 0.28 | 0.16 | 0.31 | 0.42 | 0.12 |
| 底层 | 0.629 | 0.28 | 0.34 | 0.11 | 0.12 | -- | 0.06 | 0.24 | 0.16 | 0.15 | 0.56 | 0.09 |
| X07 | 表层 | 0.600 | 0.72 | 0.53 | 0.09 | 0.13 | 0.14 | 0.06 | 0.26 | 0.16 | 0.26 | 0.56 | 0.08 |
| 10m | 0.600 | 0.52 | 0.49 | 0.15 | 0.16 | -- | 0.07 | 0.30 | 0.16 | 0.15 | 0.45 | 0.11 |
| 底层 | 0.600 | 0.69 | 0.52 | 0.07 | 0.09 | -- | 0.07 | 0.28 | 0.12 | 0.15 | 0.28 | 0.11 |
| X08 | 表层 | 0.629 | 0.84 | 0.27 | 0.05 | 0.07 | 0.16 | 0.07 | 0.26 | 0.24 | 0.15 | 0.72 | 0.14 |
| 10m | 0.629 | 0.76 | 0.44 | 0.07 | 0.07 | -- | 0.05 | 0.26 | 0.24 | 0.26 | 0.61 | 0.12 |
| 底层 | 0.629 | 0.59 | 0.38 | 0.12 | 0.05 | -- | 0.05 | 0.30 | 0.18 | 0.15 | 0.34 | 0.11 |
| X09 | 表层 | 0.657 | 0.13 | 0.36 | 0.14 | 0.07 | 0.17 | 0.05 | 0.24 | 0.32 | 0.15 | 0.56 | 0.12 |
| X10 | 表层 | 0.686 | 0.88 | 0.33 | 0.09 | 0.14 | 0.13 | 0.05 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.45 | 0.14 |
| X11 | 表层 | 0.657 | 0.05 | 0.33 | 0.11 | 0.14 | 0.20 | 0.05 | 0.20 | 0.20 | 0.26 | 0.45 | 0.14 |
| 底层 | 0.657 | 0.88 | 0.34 | 0.12 | 0.09 | -- | 0.06 | 0.20 | 0.16 | 0.15 | 0.50 | 0.12 |
| X12 | 表层 | 0.686 | 0.17 | 0.46 | 0.07 | 0.14 | 0.13 | 0.06 | 0.20 | 0.30 | 0.26 | 0.78 | 0.16 |
| 10m | 0.657 | 0.26 | 0.38 | 0.03 | 0.07 | -- | 0.06 | 0.18 | 0.24 | 0.15 | 0.78 | 0.08 |
| 底层 | 0.657 | 0.22 | 0.27 | 0.07 | 0.03 | -- | 0.06 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.67 | 0.11 |
| X13 | 表层 | 0.629 | 0.64 | 0.46 | 0.07 | 0.14 | 0.13 | 0.06 | 0.07 | 0.22 | 0.20 | 0.69 | 0.10 |
| 10m | 0.657 | 0.64 | 0.44 | 0.09 | 0.17 | -- | 0.06 | 0.07 | 0.16 | 0.15 | 0.19 | 0.04 |
| 底层 | 0.600 | 0.54 | 0.31 | 0.11 | 0.11 | -- | 0.06 | 0.07 | 0.16 | 0.15 | 0.19 | 0.04 |
| X14 | 表层 | 0.657 | 0.12 | 0.41 | 0.06 | 0.07 | 0.17 | 0.06 | 0.42 | 0.30 | 0.15 | 0.17 | 0.14 |
| 底层 | 0.657 | 0.89 | 0.40 | 0.08 | 0.11 | -- | 0.06 | 0.42 | 0.14 | 0.15 | 0.28 | 0.16 |
| X15 | 表层 | 0.657 | 0.87 | 0.27 | 0.11 | 0.12 | 0.31 | 0.06 | 0.44 | 0.18 | 0.31 | 0.47 | 0.15 |
| X16 | 表层 | 0.657 | 0.89 | 0.58 | 0.05 | 0.11 | 0.13 | 0.06 | 0.46 | 0.34 | 0.26 | 0.45 | 0.16 |
| 底层 | 0.686 | 0.88 | 0.45 | 0.04 | 0.16 | -- | 0.06 | 0.58 | 0.34 | 0.36 | 0.67 | 0.09 |
| X17 | 表层 | 0.629 | 0.25 | 0.44 | 0.11 | 0.07 | 0.16 | 0.06 | 0.38 | 0.26 | 0.36 | 0.50 | 0.16 |
| 底层 | 0.600 | 0.21 | 0.53 | 0.13 | 0.14 | -- | 0.06 | 0.30 | 0.28 | 0.26 | 0.50 | 0.04 |
| X18 | 表层 | 0.686 | 0.87 | 0.33 | 0.07 | 0.24 | 0.13 | 0.06 | 0.38 | 0.24 | 0.26 | 0.78 | 0.08 |
| 10m | 0.657 | 0.28 | 0.33 | 0.07 | 0.11 | -- | 0.05 | 0.42 | 0.24 | 0.26 | 0.50 | 0.06 |
| 底层 | 0.686 | 0.01 | 0.29 | 0.06 | 0.11 | -- | 0.05 | 0.44 | 0.12 | 0.15 | 0.56 | 0.09 |
| X19 | 表层 | 0.657 | 0.04 | 0.34 | 0.06 | 0.13 | 0.13 | 0.05 | 0.46 | 0.20 | 0.26 | 0.45 | 0.09 |
| X20 | 表层 | 0.686 | 0.07 | 0.44 | 0.07 | 0.09 | 0.17 | 0.05 | 0.50 | 0.24 | 0.20 | 0.45 | 0.06 |
| 底层 | 0.686 | 0.88 | 0.30 | 0.07 | 0.14 | -- | 0.05 | 0.52 | 0.20 | 0.20 | 0.36 | 0.09 |
| X21 | 表层 | 0.657 | 0.02 | 0.37 | 0.07 | 0.09 | 0.14 | 0.06 | 0.07 | 0.24 | 0.26 | 0.50 | 0.11 |
| 10m | 0.686 | 0.27 | 0.37 | 0.04 | 0.13 | -- | 0.06 | 0.07 | 0.20 | 0.26 | 0.45 | 0.11 |
| 底层 | 0.686 | 0.07 | 0.23 | 0.05 | 0.11 | -- | 0.06 | 0.07 | 0.18 | 0.36 | 0.84 | 0.08 |
| X22 | 表层 | 0.657 | 0.41 | 0.50 | 0.06 | 0.05 | 0.13 | 0.06 | 0.07 | 0.20 | 0.15 | 0.56 | 0.12 |
| 10m | 0.629 | 0.03 | 0.46 | 0.02 | 0.11 | -- | 0.06 | 0.07 | 0.12 | 0.15 | 0.61 | 0.17 |
| 底层 | 0.657 | 0.01 | 0.41 | 0.04 | 0.14 | -- | 0.06 | 0.07 | 0.36 | 0.26 | 0.56 | 0.12 |
| X23 | 表层 | 0.543 | 0.91 | 0.33 | 0.12 | 0.60 | 0.20 | 0.06 | 0.64 | 0.20 | 0.26 | 0.56 | 0.12 |
| 最大值 | | 0.686 | 0.91 | 0.58 | 0.15 | 0.6 | 0.31 | 0.07 | 0.64 | 0.36 | 0.36 | 0.84 | 0.19 |
| 最小值 | | 0.486 | 0.01 | 0.23 | 0.02 | 0.03 | 0.13 | 0.05 | 0.07 | 0.1 | 0.15 | 0.17 | 0.04 |
| 超标率 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

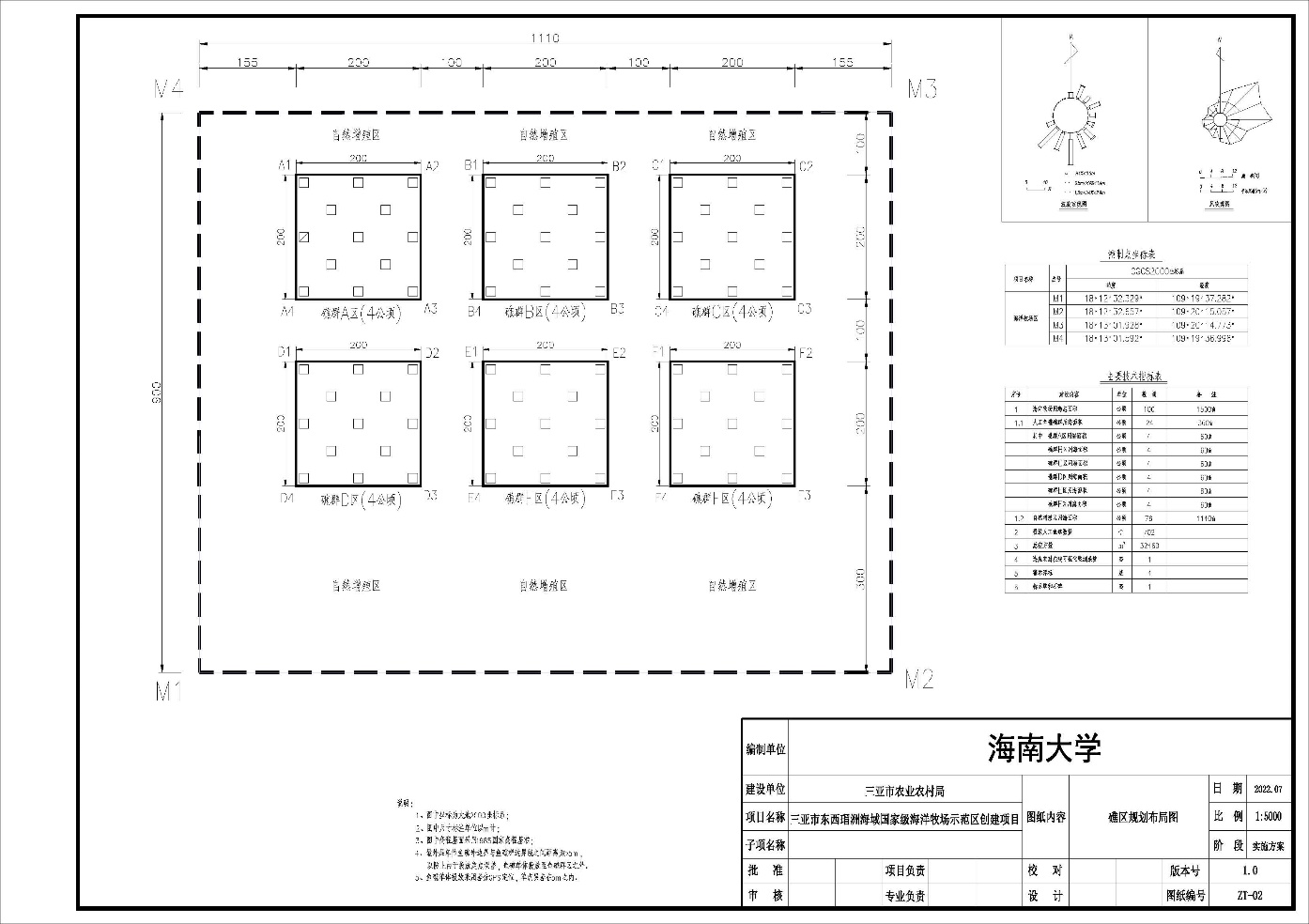
**注：样品检出率大于1/2时，未检出按检出限的1/2量值参与统计；样品检出率小于1/2时，未检出按检出限的1/4量值参与统计**。

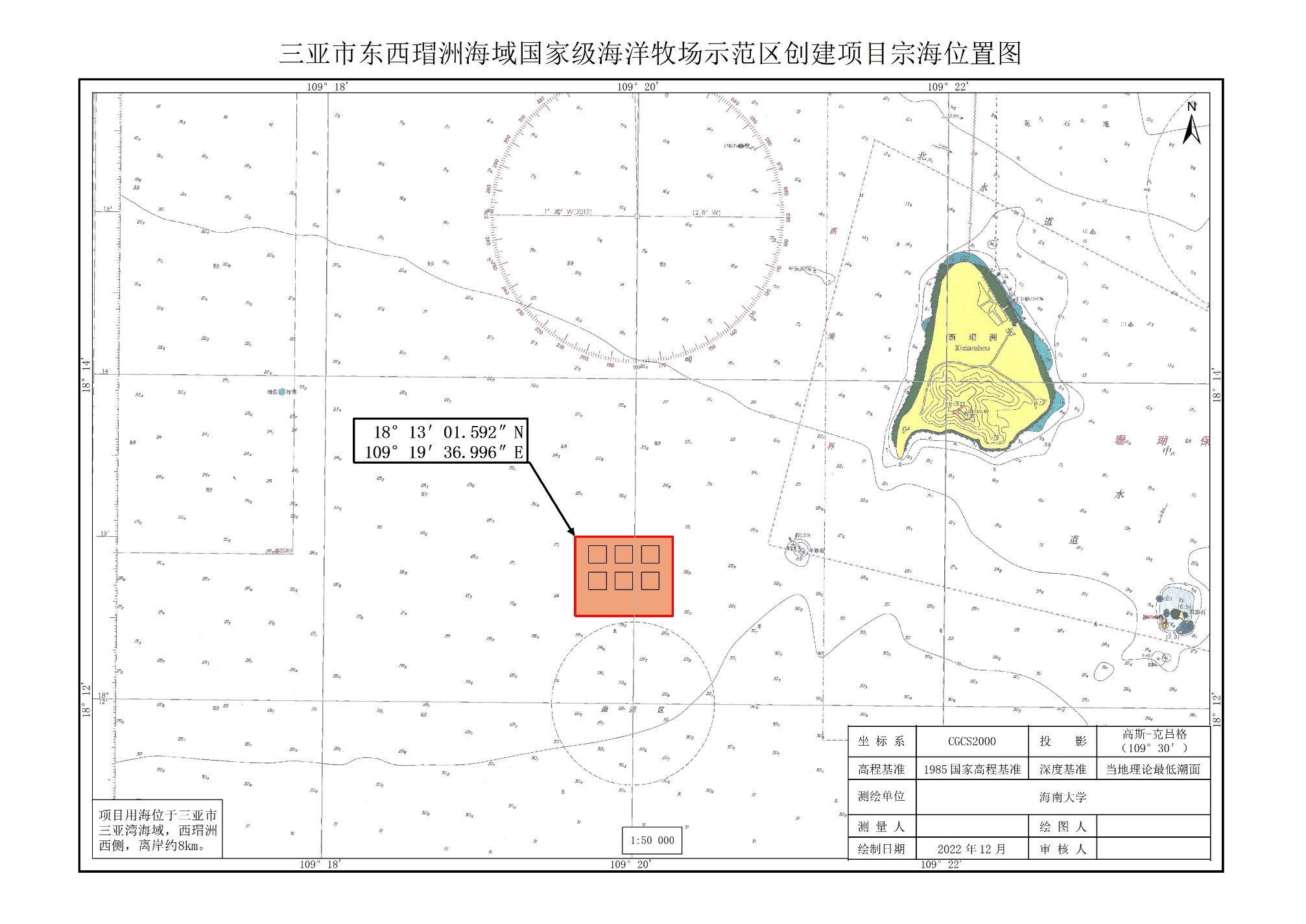
**附表Ⅹ表层沉积物调查站位坐标和粒度分析表**

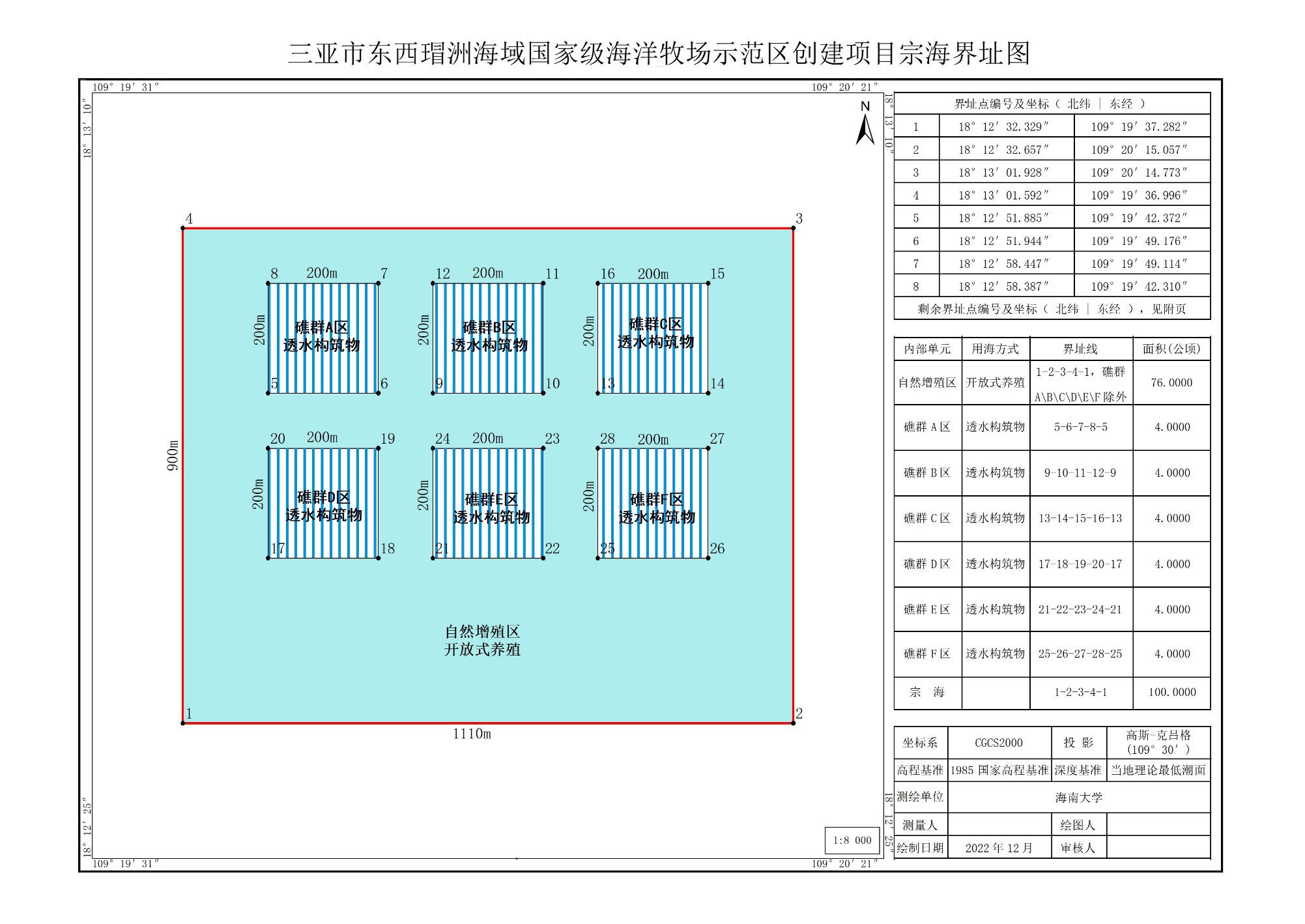
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 站  号 | 东经/° | 北纬/° |  | 砾石(G) | | 砂(S) | | | | | 粉砂 | | | | 粘土 | | | 粒度系数 | | | | | 质量分数% | | | | 沉积物名称 |
|  | 细砾 | | 极粗砂 | 粗砂 | 中砂 | 细砂 | 极细砂 | 粗粉砂 | 中粉砂 | 细粉砂 | 极细  粉砂 | 粗粘土 | | 细粘土 | 平均  粒径  Mz(mm) | 中值  粒径 Md(mm) | 偏态值Skf | 峰态值Kg | 分选 系数 σi (φ) | 砾石 | 砂 | 粉砂 | 粘土 |
| 粒径/mm | 8～4 | 4～2 | 2～1 | 1～0.5 | 0.5  ～  0.25 | 0.25  ～0.125 | 0.125  ～  0.063 | 0.063  ～  0.032 | 0.032  ～  0.016 | 0.016  ～  0.008 | 0.008  ～  0.004 | 0.004  ～  0.002 | 0.002  ～  0.001 | ＜0.001 |
| Φ值 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| SY-5 | 109.4270 | 18.24392 |  |  |  |  |  |  |  |  | 6.24 | 26.93 | 26.65 | 25.18 | 7.71 | 4.33 | 2.96 | 17.12 | 9.97 | 0.05 | 1.18 | 1.35 |  | 0.00 | 84.99 | 15.01 | 粉砂 |
| SY-6 | 109.4096 | 18.24456 |  |  |  |  |  |  |  |  | 2.47 | 22.17 | 27.39 | 29.71 | 10.24 | 4.9 | 3.12 | 14.2 | 8.77 | 0.08 | 1.40 | 1.32 |  | 0.00 | 81.75 | 18.25 | 粉砂 |
| SY-7 | 109.3871 | 18.24344 |  |  |  |  |  |  |  |  | 0.32 | 16.6 | 29.6 | 32.69 | 12.14 | 5.34 | 3.31 | 11.89 | 8.2 | 0.22 | 1.62 | 1.22 |  | 0.00 | 79.21 | 20.79 | 粘土质粉砂 |
| SY-8 | 109.3647 | 18.24867 |  |  |  |  |  |  |  | 0.2 | 8.01 | 25.24 | 26.18 | 25.47 | 7.09 | 4.56 | 3.25 | 17.63 | 9.86 | 0.02 | 1.20 | 1.39 |  | 0.20 | 84.90 | 14.90 | 粉砂 |
| SY-9 | 109.3700 | 18.26847 |  |  |  |  |  |  |  |  | 3.66 | 13.85 | 29.78 | 33.98 | 10.4 | 5.01 | 3.32 | 13.59 | 8.4 | 0.07 | 1.71 | 1.29 |  | 0.00 | 81.25 | 18.75 | 粉砂 |
| SY-10 | 109.3657 | 18.28728 |  |  |  |  |  |  |  |  | 6.86 | 26.44 | 24.95 | 26.42 | 8.38 | 4.16 | 2.79 | 17.03 | 9.7 | 0.02 | 1.16 | 1.34 |  | 0.00 | 84.66 | 15.34 | 粉砂 |
| SY-11 | 109.3863 | 18.28803 |  |  |  | 0.03 | 0.72 | 50.43 | 41.4 | 7.16 | 0.09 | 0 | 0 | 0.14 | 0.01 | 0.02 |  | 294.52 | 230.99 | 0.09 | 0.96 | 0.54 |  | 99.74 | 0.23 | 0.03 | 砂 |
| 12# | 109.3817 | 18.28164 |  | 0.00 | 2.72 | 3.30 | 26.86 | 22.21 | 29.38 | 10.04 | 0.47 | 1.26 | 1.68 | 1.20 | 0.51 | 0.20 | 0.18 | 0.3871 | 0.2894 | 0.50 | 0.99 | 0.32 | 2.72 | 91.79 | 4.61 | 0.88 | 砂 |
| 13# | 109.3818 | 18.2447 |  | 1.18 | 5.55 | 6.50 | 27.77 | 43.56 | 4.55 | 0.73 | 0.77 | 2.17 | 3.00 | 2.33 | 1.09 | 0.41 | 0.38 | 0.5296 | 0.4309 | 0.56 | 2.50 | 0.53 | 6.74 | 83.11 | 8.27 | 1.88 | 砂 |
| 20# | 109.3113 | 18.18526 |  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.47 | 9.15 | 12.87 | 19.60 | 23.13 | 18.06 | 8.43 | 3.25 | 3.05 | 0.0217 | 0.0130 | 0.68 | 1.61 | 0.03 | 0.00 | 11.62 | 73.66 | 14.73 | 粉砂 |

**附图**

**附图1 平面布置图**



**附图2 项目宗海位置图**

**附图3项目宗海界址图**

**附件**

**附件1 委托书**

**附件2 《“三线一单”综合查询报告书》**

