

海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目

海域使用论证报告书


(公示稿)

海域海岛(海南)规划咨询有限公司

统一社会信用代码: 91460000MAD5QUJT7B

二〇二四年九月

论证报告编制信用信息表

| | | | |
|---|------------------------------|--|-----|
| 论证报告编号 | 4602032024001608 | | |
| 论证报告所属项目名称 | 海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目海域使用论证报告书 | | |
| 一、编制单位基本情况 | | | |
| 单位名称 | 海域海岛（海南）规划咨询有限公司 | | |
| 统一社会信用代码 | 91460106MADDE6QX06 | | |
| 法定代表人 | 张齐 | | |
| 联系人 | 张齐 | | |
| 联系人手机 | 17657886069 | | |
| 二、编制人员有关情况 | | | |
| 姓名 | 信用编号 | 本项论证职责 | 签字 |
| 朱麟霏 | BH004411 | 论证项目负责人 | 朱麟霏 |
| 朱麟霏 | BH004411 | 1. 概述 2. 项目用海基本情况 3. 项目所在海域概况 7. 项目用海合理性分析 9. 结论 | 朱麟霏 |
| 姚锦芮 | BH004412 | 4. 资源生态影响分析 5. 海域开发利用协调分析 6. 国土空间规划符合性分析 | 姚锦芮 |
| 张韶华 | BH004413 | 8. 生态用海对策措施 10. 报告其他内容 | 张韶华 |
| <p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p style="text-align: center;">承诺主体(公章): </p> <p style="text-align: right;">月 日</p> | | | |



统一社会信用代码
91460106MADDE6QX06

营业执照



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

名称 海域海岛（海南）规划咨询有限公司
类型 有限责任公司（自然人独资）

注册资本 叁佰万圆整

成立日期 2024年03月11日

法定代表人 张齐

住所 海南省海口市龙华区龙昆北路36号
海外大厦7楼A4房-T18号

经营范围
许可项目：测绘服务；建设工程勘察；国土空间规划编制；拍卖业务（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

一般项目：海洋环境保护监测；环境保护监测；资产评估；自然资源系统保护管理；工程造价咨询业务；技术推广服务；技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；信息咨询服务（不含许可类信息咨询服务）；生态修复及生态保护服务；基础地质勘查工程管理服务；环保咨询服务；生态资源监测；房地产评估；水环境污染防治服务；土地调查评估服务；海洋服务（除许可业务外，可自主依法经营法律法规非禁止或限制的项目）

登记机关 海南省市场监督管理局

2024年03月11日

数字签名：MEUClQC65b90P4p3EjZhJYLM7nInAosq6yN88uM84JMGH3QJgbMh3+teVjrwF0Owqu0+OJp0czZH6dF/v01dHbTszA=

目 录

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 摘 要 | I |
| 1 概述 | 1 |
| 1.1 论证工作来由 | 1 |
| 1.2 论证依据 | 2 |
| 1.3 论证工作等级和范围 | 6 |
| 1.4 论证重点 | 7 |
| 2 项目用海基本情况 | 8 |
| 2.1 用海项目建设内容 | 8 |
| 2.2 总平面布置和主要结构、尺度 | 8 |
| 2.3 项目主要施工工艺和方法 | 12 |
| 2.4 项目用海需求 | 18 |
| 2.5 项目用海必要性 | 21 |
| 3 项目所在海域概况 | 25 |
| 3.1 海洋资源概况 | 25 |
| 3.2 海洋生态概况 | 25 |
| 4 资源生态影响分析 | 29 |
| 4.1 资源影响分析 | 29 |
| 4.2 生态影响分析 | 33 |
| 5 海域开发利用协调分析 | 54 |
| 5.1 海域开发利用现状 | 54 |
| 5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析 | 60 |
| 5.3 利益相关者界定 | 63 |
| 5.4 需协调部门界定 | 63 |
| 5.5 利益相关者协调分析 | 64 |
| 5.6 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析 | 65 |
| 6 国土空间规划符合性分析 | 66 |
| 6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况 | 66 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| 6.2 项目用海对海域国土空间规划分区的影响分析 | 67 |
| 6.3 项目用海与国土空间规划分区的符合性分析 | 69 |
| 7 项目用海的合理性分析 | 73 |
| 7.1 用海选址合理性 | 73 |
| 7.2 用海平面布置合理性 | 75 |
| 7.3 用海方式合理性分析 | 77 |
| 7.4 占用岸线合理性分析 | 78 |
| 7.5 用海面积合理性分析 | 78 |
| 7.6 用海期限合理性分析 | 81 |
| 8 生态用海对策措施 | 84 |
| 8.1 生态用海对策 | 84 |
| 8.2 生态保护修复措施 | 86 |
| 9 结论 | 87 |
| 9.1 项目用海的基本情况 | 87 |
| 9.2 项目用海的必要性分析结论 | 87 |
| 9.3 项目用海资源生态影响分析结论 | 87 |
| 9.4 海域开发利用协调分析结论 | 88 |
| 9.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析结论 | 89 |
| 9.6 项目用海的合理性分析结论 | 89 |
| 9.7 项目用海可行性结论 | 90 |

摘 要

一、项目用海基本情况

2024年7月26日，本项目成功入选第九批国家级海洋牧场建设名单之一。计划在已投放人工鱼礁3.645万空立方米的基础上，项目新增人工鱼礁570个，即3.648万空立方米，单个鱼礁为64空立方米(4m×4m×4m)。开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计60万粒或尾的资源增殖放流。新建一个海上休闲渔业平台(40m趸船)和2艘休闲渔船(船长23.98米，宽5.2米，功率2×294KW及功率2×158KW,玻璃钢材质)的海上休闲渔业园。规划投资总额6896.0万元，已完成投资2896.0万元，项目实施周期为3年。

本项目用海类型一级类为“渔业用海”，二级类为“增养殖用海”，用海方式为“透水构筑物”、“开放式养殖”。项目申请总用海面积为116.2367公顷，其中申请人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积32.5245公顷，趸船停泊区(透水构筑物)0.2100公顷，申请自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海面积83.5022公顷。本项目不占用海岸线。本项目主导用海类型为渔业用海，拟申请海域使用权最高用海期限15年。

二、项目立项情况

本项目实施方案已经通过全国水产技术推广总站、中国水产学会组织的专家审查(农渔技学函[2024]43号)。

三、项目用海必要性

本项目建设是推进国家级海洋牧场建设的需要；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；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；有利于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；有利于推进热带珊瑚岛礁资源养护与休闲旅游型海洋牧场的建设。根据《海南省三亚农投三亚湾海域国家级海洋牧场实施方案》，海南省三亚湾海域农投海洋牧场依托已开展三亚湾海洋生态修复工程项目申请用海面积为116.2367公顷海域开展国家级海洋牧场建设，项目用海是十分必要的。

四、规划符合性

根据《海南省国土空间规划(2021-2035年)》，本项目位于海洋开发利用空间内；根据《三亚市国土空间规划(2021-2035年)》，本项目利用的国土空间功能分区为三亚湾渔业用海区，项目用海符合管控要求中空间准入的主导功能；项目不占用生态保护红线，对周边的生态保护红线基本没有影响；项目实施符合国土空间规划分区的生态修要求。因此，通过对项目所在海域国土空间规划分区的管控要求、生态保护红线管控要求和生态修复要求的符合性分析，同时结合项目用海对所在海域国土空间规划分区的利用情况及对周边海域国土空间规划分区的影响情况，本项目用海符合《海南省国土空间规划(2021-2035年)》《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》《海南省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》等。

五、占用岸线情况

本项目用海位于三亚湾渔业用海区，位于三亚湾中部，本项目不占用海岸线，也没有新增人工岸线。对三亚市自然岸线保有率没有影响。

六、利益相关者协调情况

根据项目用海对所在海域开发活动的影响分析结果和资源生态影响范围与开发利用现状的叠置分析图，以及现场的勘察和历史资料的搜集，结合项目用海资源生态影响分析内容以及上述分析内容，项目用海涉及到利益相关者主要是海南高速公路股份有限公司、三亚市农业农村局、三亚农业投资集团有限公司、三亚环境投资集团有限公司、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处。因此，项目用海单位应协调好与上述利益相关者的关系,积极主动协调利益相关者以达成一致协调意见。在切实落实本报告利益相关者分析提出的协调方案、要求落实与利益相关者达成的协调协议或方案的前提下，本项目用海与周边利益相关能够具有很好的协调性，对保障和谐的用海具有积极意义。

七、资源生态影响及生态保护修复措施

1、资源生态影响

根据水动力数模结果，本项目人工鱼礁对投放所在区域的流速影响很小，对流速的影响幅度最大约为6cm/s，流向的影响幅度最大不超过2°，且受影响的海域大部分位于项目用海范围以内，对所在海域主流向以及水动力的影响不明显。

人工鱼礁完成以后，投放鱼礁位置由于流速增大，从而造成轻微的冲刷，但冲

刷强度不大，最大约为 4cm/a，人工鱼礁周边邻近海域会有轻微的淤积，最大约为 1cm/a。淤积变化超过 0.5cm/a 的海域主要集中在项目用海范围内，项目用海范围以外大部分海域冲淤环境无明显变化。

根据数模计算结果，人为悬浮泥沙浓度增量超过一、二类海水水质标准(浓度增量超过 10mg/L)的 NE-SW 向最大扩散距离为 153m、SE-NW 向最大扩散距离为 94m，面积为 82.8 公顷，人为悬浮泥沙超三类水质标准范围(浓度增量超过 100mg/L)NE-SW 向最大扩散距离为 28m、SE-NW 向最大扩散距离为 21m，面积为 13.3 公顷。

本项目所在区域无珊瑚礁，本项目用海边界距离保护区边界最近距离为 1.1km。施工期产生的悬浮泥沙、项目建设对周边潮流场、波浪场的改变以及运营期都不会影响到西瑁洲珊瑚资源及其生境。

本项目施工产生悬浮沙共计造成浮游植物 0.97×10^{13} 个，浮游动物 479.63kg，游泳生物 267.73kg，鱼卵 2.53×10^7 粒，仔鱼 2.93×10^6 尾受损；人工鱼礁、平台施工占用海床底土及生态资源空间造成底栖生物损失量 15.75kg。本项目用海为海洋牧场建设项目，项目实施本就是渔业资源养护的作用。

2、生态保护修复措施

本项目为海洋牧场项目，2024年7月26日，本项目成功入选第九批国家级海洋牧场。目前在已投放人工鱼礁3.645万空立方米的基础上，项目新增人工鱼礁570个，即3.648万空立方米，单个鱼礁为64空立方米(4m×4m×4m)。开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计60万粒或尾的资源增殖放流。项目本身就是区域生态修复措施的具体实施，项目建成后对本海域渔业资源增殖养护具有重要的作用。

八、项目用海合理性

1、用海选址合理性

本项目位于三亚湾渔业用海区内，是在三亚湾海洋生态修复工程的基础上建设国家级海洋牧场项目，项目选址区位和社会条件能满足项目建设和运营的要求；项目选址能与自然资源和海洋生态相适宜的；项目用海单位在与利益相关者、需协调部门切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动相适应；项目建设有利于海洋产业协调发展。

2、用海平面布置合理性

本项目平面布置充分利用已开展三亚湾海洋生态修复工程项目，在不增加人工鱼礁用海范围的前提下，实现了鱼礁投放量的增加，扩大现有礁群规模，满足项目运营需要，项目平面布置体现了集约、节约用海原则。项目用海平面布置有利于生态保护，并已经避让生态敏感目标。项目平面布置能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。项目用海单位在与利益相关者、需协调部门切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动相适应。

3、用海方式合理性

本项目用海方式与三亚湾海洋生态修复工程项目相同，均为透水构筑物 and 开放式养殖。新增礁体用海范围与原礁体确权范围一致，仅增加了趸船停泊区为透水构筑物。没有采用填海、非透水构筑物等用海方式，采用的是透水式、开放式的用海方式。

4、用海面积合理性

本项目在现有礁区基础上，在不增加人工鱼礁用海面积的前提下，在原来鱼礁区内新增 4 个礁群共 114 个鱼礁，人工鱼礁用海面积仍旧为 32.5245 公顷。由于在原开放式养殖用海面积 83.7122 公顷扣除泵船用海面积 0.21 公顷后，本项目开放式养殖用海面积为 83.5022 公顷；泵船用海面积 0.21 公顷，总用海面积仍为 116.2367 公顷。本项目用海面积和各功能单元在满足国家级海洋要求的基础上，符合相关的行业设计标准和规范；在满足国家级海洋牧场建设需要的前提下，本项目用海面积没有减少的可能。

5、用海期限合理性

本项目用海类型为渔业用海，按照用海类型以及项目用海的设计年限要求，项目申请最高用海期限为 15 年是合理的。

九、项目用海可行性结论

2024 年 7 月 26 日，本项目在三亚湾海洋生态修复工程项目基础上成功入选第九批国家级海洋牧场建设名单之一，计划 5 年内将海南省三亚农投三亚湾海洋牧场升级成为集资源养护和休闲渔业相结合的热带休闲旅游型海洋牧场的典范。项目用海符合《海南省国土空间规划(2021-2035 年)》和《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》。项目所在区域的社会条件、自然资源、环境条件满足项目用海要求，项目用海平面布置、用海方式、用海面积、用海期限合理。项目不占用海岸线，对三亚市

自然岸线保有率没有影响，项目用海对周边用海活动影响较小，与周边利益相关者和利益协调部门具有可协调性。在切实落实了本论证报告提出的生态用海对策措施，切实落实了利益相关者的协调措施的前提下，从海域使用角度考虑，该项目用海是可行的。

1 概述

1.1 论证工作来由

海南拥有海域面积约 200 万平方公里，约占我国海域面积三分之二。其中，深远海是海南海洋经济发展的最大特色。近年来，海南省大力建设现代化海洋牧场，加大海南沿海的珊瑚、珊瑚礁的种植、修复，并探索结合海南自由贸易港建设，将休闲型海洋牧场作为一种结合生态修复的发展渔业经济的模式，初步形成以现代海洋渔业、海洋旅游业、海洋交通运输业、海洋科研教育管理服务业为支柱的特色现代海洋产业体系。

海南已陆续出台了多个政策文件，支持海洋牧场稳固、高效发展。2021 年至 2030 年，海南省现代化海洋牧场发展规划明确，未来在海南岛近岸海域将选址布局海洋牧场 50 处，其中包含近岸布局 31 处，其中养护型 9 处、增殖型 9 处、休闲型 13 处。在未来 5 年，依托相关试点实施方案，海南将建设一批具有生态保护、休闲垂钓、养殖、渔业增殖、观光旅游功能的海洋牧场。到 2026 年，海南将建设完成 15 个海洋牧场，其中包括 5 个养护型、3 个增殖型和 7 个休闲型海洋牧场。

《国家级海洋牧场示范区建设规划(2017-2025 年)》中明确要求截止到 2025 年，规划共在南海区建设 45 个国家级海洋牧场示范区，为海南省建立国家级海洋牧场示范区提供了良好机会。《海南省海洋经济发展“十四五”规划》，“十四五”期间，海南将积极引导渔民“往岸上走、往深海走、往休闲渔业走”，促进渔业转型升级。到 2025 年，重点建设 12 个现代化海洋牧场，争创 5 个国家海洋牧场示范区，

《海南省现代化海洋牧场发展规划》(2021—2030 年)，规划提出“统筹海南省现代化海洋牧场发展，打造“四片、七区、五十处、五十园、四十六基地、五配套”的海洋牧场发展空间格局”，“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 处(养护型 21 处、增殖型 9 处、休闲型 20 处)、33353 公顷(养护型 13638 公顷、增殖型 10832 公顷、休闲型 8883 公顷)，每处海洋牧场至少建设海洋牧场 1 个”，“2023~2027 年重点发展阶段，按照海南岛沿海各市县各选择 1 处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 处海洋牧场开展建设。

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、三亚深水区等处 14 海洋牧场”。

《海南省人民政府关于促进现代渔业发展的意见》(琼府〔2016〕116号)要求,“制定并实施海洋牧场和人工鱼礁建设规划,严格按照规划开展近海海洋牧场、人工鱼礁建设和渔业增殖放流,促进水生生物资源和海洋生态环境修复”;“扩大渔业增殖放流、人工鱼礁建设和海洋牧场建设规模,带动增殖渔业发展”;“在三亚、海口、三沙、万宁、文昌和临高等市县推行‘增殖放流+人工鱼礁+贝藻底播’为主的海洋牧场建设”。

为了进一步落实《国家级海洋牧场示范区建设规划(2017-2025年)》和《海南省现代化海洋牧场发展规划》,三亚农业投资集团有限公司拟在已开展三亚湾海洋生态修复工程项目投礁的基础上打造国家级海洋牧场示范区,2024年7月26日,三亚农投集团管理维护的海南省三亚湾海域农投海洋牧场成功入选第九批国家级海洋牧场。由于项目占用一定海域,为保证本项目顺利实施,依据《中华人民共和国海域使用管理法》《海域使用论证管理规定》和《海南省实施<中华人民共和国海域使用管理法>办法》的规定和要求,该项目需要进行海域使用论证。因此,受三亚农业投资集团有限公司委托,海域海岛(海南)规划咨询有限公司承担该项目的海域使用论证工作。为此,我司在收集相关资料的基础上,详细分析了项目用海的特点,结合周边海域特征,经现场踏勘,客观分析项目用海的必要性、对资源和生态的影响范围与程度、与国土空间规划的符合性和利益相关者的协调性,根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023),编制了该工程项目的海域使用论证报告书。

1.2 论证依据

1.2.1 国家法律法规

(1)《中华人民共和国海域使用管理法》(第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议,自2002年1月1日起施行);

(2)《中华人民共和国海洋环境保护法》(第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议,自2017年11月5日实施);

(3)《中华人民共和国环境保护法》(第十二届全国人民代表大会常务委员会第八

次会议修订，自 2015 年 1 月 1 日起施行)；

(4)《中华人民共和国渔业法》(2013 年 12 月 28 日第十二届全国人民代表大会常务委
员会第六次会议第四次修正)；

(5)《中华人民共和国海上交通安全法》(2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代
表大会常务委员会第二十八次会议修订)；

(6)《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》(国务院令第
61 号文，自 1990 年 8 月 1 日起施行)；

(7)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2018 年 3 月 19 日《国
务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订)；

(8)《中华人民共和国防治防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》
(2018 年 3 月 19 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第三次修订)；

(9)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(第十三届全国人民代表大会常
务委员会第十七次会议于 2020 年 4 月 29 日修订通过，2020 年 9 月 1 日起施行)；

(10)《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2017 年 3 月 1 日《国务院关于修改和
废止部分行政法规的决定》第五次修订)；

(11)《中华人民共和国自然保护区条例》，2017 年 10 月 7 日《国务院关于修改
部分行政法规的决定》第二次修订；

(12)《建设项目环境保护管理条例》(2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设
项目环境保护管理条例〉的决定》修订)；

(13)《中华人民共和国港口法》(2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会
常务委员会第七次会议第三次修正)；

(14)《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，交海发[2007]165 号，自 2007 年
5 月 1 日施行；

(15)《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资源部，自然
资规[2021]1 号，2021 年 1 月 8 日实施；

(16)《国家生态文明试验区(海南)实施方案》(中央办公厅、国务院办公厅 2019
年 5 月)。

1.2.2 地方法律法规

(1) 《海南省实施〈中华人民共和国海域使用管理法〉办法修正案(二)》，海南省第六届人民代表大会常务委员会第三次会议于 2018 年 4 月 3 日通过，自 2018 年 5 月 15 日起施行；

(2) 《海南省自然保护区条例》，海南省第五届人民代表大会常务委员会第十次会议于 2014 年 9 月 26 日修订，2014 年 12 月 1 日起施行；

(3) 《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》，2016 年 11 月 30 日海南省第五届人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2017 年 1 月 1 日起施行；

(4) 《海南省海洋环境保护规定》，2016 年 3 月 31 日海南省第五届人民代表大会常务委员会第二十次会议通过修订；

(5) 《海南省实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》，2015 年 7 月 31 日海南省第五届人民代表大会常务委员会第十六次会议第二次修订；

(6) 《海南省生态保护红线管理规定》，2022 年 5 月 31 日海南省第六届人民代表大会常务委员会第三十六次会议《关于修改〈海南省生态保护红线管理规定〉的决定》修正；

(7) 《关于海南省“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》(琼办发〔2021〕7 号)。

(8) 《海南省国土空间规划(2021-2035 年)》(国务院，2023 年 09 月 20 日)；

(9) 《三亚市国土空间规划(2021-2035 年)》(琼府函〔2023〕188 号)；

(8) 《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021 2030 年)》琼农字〔2021〕37 号；

(9) 《海南省海洋经济发展“十四五”规划》海南省自然资源和规划厅，2021 年 6 月)；

(10) 《海南省“十四五”生态环境保护规划》琼府办〔2021〕36 号；

(11) 《海南省休闲渔业发展规划(2019 2025 年)》琼发改产业〔2019〕1058 号)；

(12) 《海南省养殖水域滩涂规划(2018 2030)》琼农字〔2019〕103 号；

(13) 《关于海南省“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》琼办发〔2021〕7 号；

(14) 《海南省海域使用权审批出让管理办法》琼府〔2022〕41 号。

1.2.3 标准规范

(1)《海域使用论证技术导则》(GB/T42361-2023,国家市场监督管理总局和国家标准化管理委员会,自2023年07月01日起施行);

(2)《海域使用分类》(HY/T123-2009,国家海洋局,自2009年5月1日起施行);

(3)《海籍调查规范》(HY/T124-2009,国家海洋局,自2009年5月1日起施行);

(4)《海域使用面积测量规范》(HY070-2003,国家海洋局,自2003年10月1日起施行);

(5)《海滨观测规范》(GB/T14914-2006,国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会,自2006年8月1日起施行);

(6)《海洋监测规范》(GB17378-2007;国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会,自2008年5月1日起施行);

(7)《海洋调查规范》(GB12763-2007;国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会,自2008年2月1日起施行);

(8)《海水水质标准》(GB3097-1997,国家环境保护局,自1998年7月1日起施行);

(9)《海洋生物质量》(GB18421-2001,国家质量监督检验检疫总局,自2002年3月1日起施行);

(10)《渔业水质标准》(GB11607-1989,国家环境保护局,自1990年3月1日起施行);

(11)《海洋沉积物质量》(GB18668-2002,国家质量监督检验检疫总局,自2002年10月1日起施行);

(12)《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T231-2-2021,交通运输部,自2021年7月1日起施行);

(13)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(HJ/T 169—2004,国家环境保护总局,自2004年12月11日起施行);

(14)《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局,自2002年4月1日起施行);

(15)《农业农村部办公厅关于印发<人工鱼礁建设项目管理细则>的通知》(农办渔〔2018〕66号);

(16)《人工鱼礁建设项目验收工作规范(试行)》(农渔资环函〔2019〕90号);

- (17) 《国家级海洋牧场示范区管理工作规范》(农办渔〔2019〕29号);
- (18) 《海洋牧场建设技术指南》(GB/T 40946-2021);
- (19) 《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T 9416 2014);
- (20) 《人工鱼礁资源养护效果评价技术规范》(SC/T 9417 2015);
- (21) 《海洋牧场在线监测信息化建设技术规范》(T/SCSF0002 2020);
- (22) 《人工鱼礁礁体制作技术规范》(T/SCSF0005 2020);
- (23) 《人工鱼礁礁体运输、投放技术规范》(T/SCSF0006 2020);
- (24) 《人工鱼礁建设工程质量评价技术规范》(T/SCSF0001 2020)。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023), 海域使用论证工作实行论证等级划分制度, 按项目的用海方式、用海规模和所在海域特征划分为一级、二级、三级。

本项目用海内容主要是人工鱼礁投礁区用海面积 32.5245 公顷、趸船停泊区用海面积 0.2100 公顷和自然增殖区用海面积 83.5022 公顷, 共计 116.2367 公顷。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》, 本项目用海类型为渔业用海(一级类)中的增养殖用海(二级类)。根据《海域使用分类》(HYT 123-2009), 本项目用海类型一级类为“渔业用海”, 二级类为“人工鱼礁用海和开放式养殖用海”; 涉及的用海方式为人工鱼礁、透水构筑物、开放式养殖。根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023), 分析人工鱼礁、透水构筑物和开放式养殖用海规模, 同一项目用海按不同用海方式、用海规模所判定的等级不一致时, 采用就高不就低的原则确定论证等级, 最终确定本项目论证工作等级为二级。

1.3.2 论证工作范围

根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)的要求, 论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定, 应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下, 论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定, 二级论证向外扩展 8km。

结合项目用海资源环境影响的最大范围，确定本项目论证范围以项目用海区边缘为界，向东、西、南外扩 8km 处所围成的海域，面积约 288km²，基本涵盖了项目用海可能影响到的全部区域。

1.4 论证重点

根据《海域使用论证技术导则》附录 C 论证重点参照表(见表 1.4-1)，依据本工程用海类型(渔业用海)、用海方式(人工鱼礁、透水构筑物、开放式养殖)和用海规模(用海面积为 116.2367 公顷)，结合海域资源环境现状等特点，确定本用海项目论证重点为：

- (1)项目用海的选址(线)合理性分析；
- (2)用海面积合理性；
- (3)海域开发利用协调分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

项目名称：海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目

项目性质：新建

投资主体：三亚农业投资集团有限公司

地理位置：海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目位于三亚市三亚湾西瑁洲岛西部海域，地理范围为 109°20'14.40"； 18°12'40.26"； 109°19'37.86"； 18°13'39.24"； 109°19'37.92"； 18°13'3.54"； 109°20'12.18"； 18°13'3.24"。

建设内容及规模：海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目依托已开展三亚湾海洋生态修复工程项目申请用海面积为 116.2367 公顷，规划鱼礁建设规模 7.165 万空方，目前在已投放人工鱼礁 3.645 万空立方米的基础上，项目新增人工鱼礁 570 个，即 3.648 万空立方米，单个鱼礁为 64 空立方米(4m×4m×4m)。开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计 60 万粒或尾的资源增殖放流。新建一个海上休闲渔业平台(40m 趸船)和 2 艘休闲渔船(船长 23.98 米，宽 5.2 米，功率 2×294KW 及功率 2×158KW, 玻璃钢材质)的海上休闲渔业园。规划投资总额 6896.0 万元，已完成投资 2896.0 万元，项目实施周期为 3 年。

2.2 总平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目平面布置及主要结构、尺度

本示范区将基于前期(三亚湾海洋生态修复工程项目)的建设工程，继续推进人工鱼礁区建设，拓展并优化礁区布局，丰富并完善不同海洋牧场区域的各项功能。主要包括人工鱼礁区建设、底播增殖放流、休闲潜水与海钓基地建设三个板块。

2.2.1.1 人工鱼礁区建设

海南省三亚农投三亚湾海域国家级海洋牧场总体规划面积 116.2367 公顷，主要为资源养护型人工鱼礁区。目前已投放人工鱼礁 36450 空立方米的基础上，项目新

增人工鱼礁 570 个，即 3.648 万空立方米。单个鱼礁为 64 空立方米(4m*4m*4m)，单个鱼礁造价约 2.96 万元，合计 1630.73 万元左右。

1.人工鱼礁礁体选型

在现有礁区基础上，补充投放新型混凝土构件礁，推荐两种类型的人工鱼礁，C 型和 D 型。扩大现有礁群规模，增加礁区的集鱼效果。开展底播增殖放流，增加鱼类、珍珠贝、扇贝、鲍、海参等资源量。

综合考虑本项目选用 D 型鱼礁，鱼礁结构尺寸为 4.0m(长)×4.0m(宽)×4.0m(高)，空方量为 64m³，混凝土方量为 8.775m³，重量为 21.94t。礁体底梁相交处延伸底板形成三角区域，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)和《人工鱼礁建设技术规范》SC/T9416-2014 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。

2.人工鱼礁布局

在原来鱼礁区内投放，共分为五个区，每个区新增 4 个礁群共 114 个鱼礁，总计新增鱼礁 570 个。

2.2.1.2 资源增殖放流

未来 3 年，公司将加大资源增殖放流力度，筛选适宜的本地经济鱼类和底栖贝类等物种开展增殖放流。海南省农投三亚湾海洋牧场区为了保护鱼类生物多样性，重点是养护增殖野生经济鱼类，同时结合适量的鱼类增殖放流，主要包括青石斑鱼苗、紫红笛鲷育苗(体长≥5cm)等，增殖放流 50 万条鱼苗。

2.2.1.3 休闲渔业海上基地建设

公司在未来 3 年将重点依托于海洋牧场示范区，在海南省农投三亚湾海洋牧场新建海上休闲渔业园：一个海上休闲渔业平台(40m 趸船)和 2 艘休闲渔船(船长 23.98 米，宽 5.2 米，功率 2×294KW 及功率 2×158KW,玻璃钢材质)，陆域基地拟配套建设休闲渔业的交通、停车场、安全、休闲渔业物产、食宿指引宣传橱窗，酒店、供水

供电通讯设施。将海南省农投三亚湾海洋牧场建设成为休闲垂钓、潜水观光、潜水狩猎体验、海岛游览、海上休闲渔业服务、海鲜品尝、海产品购物等为一体的国内顶级休闲渔业基地。

(1)海上休闲渔业平台(40m 趸船)

40 米长度的趸船构建的海洋休闲渔业平台具有不但具有海洋牧场管理和维护等功能，而且具有休闲娱乐的功能，如进行海钓、海上观光、海上娱乐和海鲜品尝等，充分地发挥海上休闲渔业的作用。

(2)休闲海钓渔船 2 艘

休闲渔船主要用于水上垂钓、体验式捕捞等休闲渔业活动，并且限定在海洋牧场内。其设计与制造符合海南省休闲渔船的要求；休闲渔船配备自动识别系统(AIS)船载设备、渔业船舶船载北斗终端、渔业船用甚高频无线电装置(VHF)及其他按规定应当配备的通讯导航设备，在航行期间全程开启上述设施设备并确保正常运行。

2.2.1.4 资源环境监测平台建设

公司将依托前期建成的监测系统，针对拓展的海洋牧场功能区进一步增加海上监测分站点，增设监控浮标系统，拓展监控系统覆盖面；岛上增设部分关键基站设备，并着手构建海南省农投三亚湾海洋牧场资源环境与运营大数据库，实现海洋牧场运营的数字化和网络化。

公司将投入 180 万元，建设 1 个人工鱼礁智能监控系统。在所指定区域搭建基于水上浮标方式、实现实时监控网络，对示范区内的海洋物体及生物状况进行全面、准确、实时的监控，实现所指定区域的可看、可测、可控目标，推动监测区向监控数据支撑下的生态化、可控化的生态区域，切实保障监测区生态和经济的长期持续发展。

1. 系统方案简述

(1)选择水质清澈，生态状况具有代表性的位置，安装实时在线监控点，监控水下视频、图像等海域信息；

(2)浮标水下观测：

采用浮标式在线观测系统。观察点使用的海上浮标，采用多点锚固方式(如遇台风等极端天气，可在解除锚系缆绳后拖回避风港，确保浮标及设备的安全)；

浮标上安装有太阳能电源系统，能够为浮标上的各种仪器设备持续提供电源，确保监测区域的按需按时在线监控；并配有定位系统等预警功能；

在 5G 覆盖区域，通过 5G 无线设备与所指定区域的无线接入站连接，联入高速互联网，通过互联网与陆地中控室连接。

(3)室外展示：

搭建一套展示系统，在室内操作间中放置一台联网电脑，并与展示大屏连接，将物联网系统视频与数据实时显示到展示大屏上，以供展示。

2.系统功能特点

(1)立体多源监测(数据采集，视频信息的加入)；

(2)5G 无线高速传输(实时图像，密集数据)；

(3)传感器网络(智能化预处理，高效带宽利用)；

(4)灵活模块(自研设备，成本可控，规模可控，定制化可控)；

(5)信息融合(不同来源、不同类型、不同尺度的数据融合为更具有评估意义的结论数据)；

(6)自主知识产权(核心软硬件自主研发)；

(7)形成体系标准(接口、协议、结构、质量标准化)；

(8)产学研合作团队(大数据及其应用)；

(9)优质服务(依托企业，本地服务团队，高素质服务人员)。

3.浮标式在线观测系统

系统包括：

(1)海上浮标。用于搭载水上设备，无线通讯设备，定位系统及其附属设施。

(2)太阳能电源系统。能够为浮标和海底基座的各种仪器设备持续提供电源，确保监测区域的按需实时监控。此系统部署于海上浮标上。

(3)海上采用 5G 覆盖无线传输。使用 5G 设备将监测浮标的设备数据传回所指定区域接入站，通过互联网发往监控数据中心，并将监控数据中心的控制命令发往海上设备。

(4)定点监控系统—水底观测平台，在海床平台基座上搭载生态信息感知与采集单元，同时配备有数据预处理和动作执行模块，用于观察和采集冬季码头区域水上

水下各种海洋生态与渔业资源信息，实现融合采集、处理、控制的智能节点功能。拟在观测点 3#，4#—水底观测平台中分别配置 2 路水下观察设备-三合一数字水下摄像机。

(5)数据中心。采用高速监控服务器，用于接收和存储海上传感器数据和图像，并向外网用户提供展示、搜索、查看、分析、控制等各项系统功能。

(6)增值服务。物联网监控系统(据采集的数据进行分析，将分析结果展示给用户)、大数据分析(实现实现各类数据的统计分析、智能报表、智能查询、智能分析等功能)、智能影像云计算中心(实现视频的云端采集、多终端预览)

(7)会议室演示。与浮标设备控制，也可通过互联网在其他场所进行机动展示，展示海域情况进行数据收集和分析。

2.2.2 人工渔礁预制场选址及机械设备

2.2.2.1 预制场

本项目选用 D 型鱼礁，鱼礁结构尺寸为 4.0m(长)×4.0m(宽)×4.0m(高)，空方量为 64m³，混凝土方量为 8.775m³，重量为 21.94t，总计新增鱼礁 570 个。由于场地有限，选定红塘湾预制场地及堆存场地：预制场位置设在离码头较近位置。面积占地约为 2 万平方米，包括预制本项目所有鱼礁及存放场地、钢筋模板堆放及加工场地。场地条件较好，硬化后可满足预制需求。

2.2.2.2 临时码头

本工程施工船舶临时停靠码头位于红塘湾莲花岛，距离本工程直线距离最近约 12km。该码头也作为鱼礁成品出运码头以及海上施工人员上、下船位置。

为保障项目的顺利实施、项目的正常生产、加强相关领域的基础调查、监测、跟踪评价等，本项目配备了管理快艇、潜水设备、导航定位设施等相应设备等。本项目主要投入的施工设备见下表。

警戒船拟采用具有吨位小、航速高、机动灵活等特点的船舶，同时需熟悉该片水域情况，利于相关工作的开展。

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 施工条件

1、交通

工程所在港区的对外交通要求。施工水域较为开阔，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。

2、外部协作条件

(1)水电条件

本工程建设场地涉及三亚市，供电根据当地公共供电系统情况，通过业主提供的供电接点接入；供水在本工程施工期间可依托当前供水设施。

(2)通信条件

本工程后方市政基础设施比较完善，有线和无线通信条件良好，移动通信已经覆盖整个地区。本工程所需要的有线电话可以通过室外通信电缆或者光缆从港区外接引。

(3)场地条件

本项目预制构件的预制场地由于场地有限，选定红塘湾预制场地及堆存场地：预制场位置设在离码头较近位置。面积占地约为2万平方米，包括预制本项目所有鱼礁及存放场地、钢筋模板堆放及加工场地。场地条件较好，硬化后可满足预制需求。可见，本工程的外部协作条件十分良好，足以满足工程建设的需求。

3、建设材料

预制构件所需的材料，其存放场地可布置在预制场，主要材料供应如钢筋、水泥、碎石、砂等可在当地就近采购，根据施工进度计划及材料使用计划分批陆运到预制现场；而工程现场施工所需的块石、片石、碎石、砂等材料，可根据施工进度计划及材料使用计划分批直接陆运到施工现场。施工材料均供应充足，能够满足本工程的需求。

4、施工能力

本工程的水工结构方案设计施工均很成熟，华南地区港口建设施工力量较强，有多家建港专业施工单位，承担过很多水工项目的施工服务，施工能力强、水上施工经验丰富，因此完全有能力承接本工程的施工任务。

2.3.2 施工工艺流程

根据施工现场实际情况，配备充足资源，统筹安排，科学调度，拉开施工阶梯确保安全、环保、优质、快速的完成工程施工。

浮标及监测系统在岸上组装好后与鱼礁一同装船，然后在设计位置投放，浮标及监测系统投放时间很短，本项目主要为预制礁体施工，施工总体安排如下

在以上流程中，鱼礁、浮标、监测系统海上出运到工程现场、投放等内容为涉水工程，鱼礁预制为陆上工程，装船为码头岸边工程。

1. 预制礁体吊装及运输及投放

按整个项目平面布置位置，莲花岛临时码头距离人工鱼礁工程区域约为 12 公里，到凤凰岛珊瑚修复区约 23 公里。礁体陆运采用载重汽车运输，海运采用海上运输驳船做为礁体运输及投放工具。预制礁体吊装采用四点起吊，强度须达到设计要求，吊装前应对场地进行整平压实；吊装预制礁体时，应采取必要的保护措施，不得对礁体构件造成损坏综合考虑鱼礁预制以及施工工期要求等各方面因素，本项目采用“100t 履带吊吊运及安装鱼礁工艺”。100t 履带吊放置于 5000t 平板驳上，用于安装鱼礁。

运输途中密切监视航道、风浪、天气等情况，船舶控制好不偏离航道，避免搁浅，在不影响船机安全工作性能的前提下运输至安装现场。

2. 预制礁体投放

工程预制鱼礁安装采用 100T 履带吊进行，由 5000t 平板驳直接从临时码头将礁体运至设计位置进行投放安装，航行过程约需 2 小时。根据施工现场的施工条件，以及作业区海域潮位。潮位、风浪允许的情况下，每船运输约 100 件鱼礁，每天至少可完成 25 件鱼礁安装，每船运输投放周期为 5 天。

人工鱼礁投放包括多个独立鱼礁和多个单位鱼礁，每个独立鱼礁由单个鱼礁单体组成，每个单位鱼礁由一个鱼礁单体组合而成；先投放独立鱼礁的鱼礁单体，再投放单位鱼礁的鱼礁单体。在投放单位鱼礁的鱼礁单体时，将一个单位鱼礁中的色礁单体全部投放完毕后再投放下一单位鱼礁的鱼礁单体；各独立鱼礁按沿潮流方向的逆向依次投放。

2.3.2 施工方案

严格按照设计标准进行人工礁体的成型预制。由项目单位组织具有建设资质的鱼礁制作公司负责人工鱼礁的建造任务,鱼礁制作公司负责将礁体制作成型并负责礁体养护, 养护结束后按项目规划布局将其运输到指定地点装船投放。同时鱼礁制作公司需对礁体的成分组成及放射性进行取样检测,对礁体的强度进行抽样检测, 以确保礁体强度满足要求, 确保对海洋环境无污染。可根据人工鱼礁的制作、运输成本调整鱼礁投放量, 需填表记录人工鱼礁制作、养护时间、造礁数量、责任人等, 保留礁体标本。

(2)人工渔礁堆存

鱼礁预制完成后堆存于红塘湾临时预制场区域, 场地平坦开阔, 具备存放条件, 承载力可满足堆存要求,

(3)人工渔礁运输

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。

(4)人工鱼礁投放

海上运输航行由具有船运资格的船员操作, 船员应严格按照海上航行的有关规程。船员负责海上寻找目标海域和事先测量人员做好的海面标记定点锚定, 吊装操作人员负责实施投放。

1)礁体投放前按照投放方案, 报行政主管部门和海事部门, 由海事部门核准发布航行公告。投放方案应包括投放海域、投放时间、运输路线和作业船舶等内容。

2)在投放区边缘布置浮标灯, 直到礁体投放完成或特别指定的时间。

3)鱼礁单体的投放步骤如下:

①) 设定鱼礁单体拟投点的 GPS 坐标, 并根据设定的 GPS 坐标将装载有定位设备的定位船逆流驶至拟投点;

②)先利用定位船上的定位设备在船首找到拟投点的坐标位置, 再将定位船沿水流方向的逆向驶至船身离开拟投点的坐标位置后将定位船锚泊, 然后利用定位船上的

定位设备记录船尾的 GPS 坐标位置,并计算出拟投点的坐标位置和船尾的 GPS 坐标位置之间的间距,然后再将一系有浮绳的浮球标志物放入水中并持续放绳,直至浮球标志物沿水流方向飘至与船尾的间距等于拟投点的坐标位置和船尾的 GPS 坐标位置之间的间距;

③将装载有鱼礁单体及吊放设备的投放船逆流驶至吊放设备与浮球标志物之间的水平间距小于吊放设备的吊臂长度,而且浮球标志物位于船体首尾之间的中间位置,浮球标志物与船体之间的间距大于准备投放的鱼礁单体的宽度,然后将投放船以首尾抛锚方式锚泊;

④ 将投放船上的一个鱼礁单体固定在吊放设备的吊钩上,并使该鱼礁单体着地后能自动脱钩,然后将该鱼礁单体慢速吊离甲板,并使其起吊后保持平衡;⑤ 将吊起的鱼礁单体慢速平移至浮球标志物的正上方;

⑥ 缓慢匀速的将鱼礁单体向下投放至水中,直至鱼礁单体着地并脱离吊钩;其中,在鱼礁单体投放之前先测量水深,并根据所测水深在鱼礁单体投放至其底部接近海底时减缓投放速度,以确保鱼礁单体安全着地:

⑦慢速收起吊钩的缆绳;

⑧ 若投放的是由一个以上的鱼礁单体组成的单位鱼礁,则依次重复执行步骤②、步骤④、步骤⑤、步骤⑥、步骤⑦,直至该单位鱼礁中的鱼礁单体投放完毕;⑨重复步骤①至步骤⑧,直至所有鱼礁单体投放完毕。保证整个工程质量达到设计要求。

4) 礁体投放时,由潜水员潜入礁区海底检查礁体是否沉降或倾斜,查明礁体的位置和分布状况。

5)礁体投放完毕后,应清除所有的临时设施,包括浮标灯。整理礁体投放结果(礁体的实际投放位置及编号),绘制平面布局示意图,并明确标注礁区四至界标,礁区建成后,必须在礁区边角设置渔业标志。

(5)其他注意事项

1)人工鱼礁投放后,要进行多波束勘测和水下影像数据的采集,若发现破损礁体,导致人工鱼礁无法满足额定空方要求,该礁体无效,需重新投放。

2)监理人员需要对人工鱼礁实际落水点进行记录,在人工鱼礁组装、装船、运输、投放等过程均需要由监理人员进行拍照;记录船舶进出港、装船、投放时间;清点每船

的鱼礁类型、数量。

3)鱼礁单体采用吊运安装，鱼礁单体结构强度必须达到设计强度才能吊运安装。

4)装运预制礁体前，须对预制礁体进行检查、验收，不符合技术要求时应予修整清理。

5)吊运预制礁体时，须采取必要的保护措施,礁体与礁体之间、礁体与驳船之间不得碰撞，不得对构件造成损坏。

6)鱼礁单体水上运输应采用驳船，并应配套有鱼礁临时出运码头，且鱼礁预制场应尽量靠近鱼礁临时出运码头布置。7)鱼礁单体所有吊装过程必须采用4个点吊，投放时施工单位必须配备GPS定位仪，投放误差不大于5，且鱼礁单体必须下放到海床底坐床后才能脱钩。

8)用于鱼礁单体的吊装、运输、投放的驳船、起重船、拖轮、载重平板车、履带吊车均必须性能良好、船机和人员证照齐全。

9)礁体投放施工跨台风季时，施工前应做好防台预案。

(6)浮标施工

本项目共设置浮标4个，安放位置在人工鱼礁区各端点处，海洋牧场海上警示浮标主要构成内容包括:浮筒、锚链、太阳能供电系统和灯具等。

浮标投放时将浮标运输到指定位置后，将锚链固定在一块人工鱼礁上，用锚链将人工鱼礁缓慢放入海底。

具体安装步骤:

- 1)、测量平潮时水位高程及标志点处水域水深;
- 2)、复核标志点处经纬度或坐标并定设临时浮标;
- 3)、根据测时水位高程及水深推算沉石到临时浮标的水平距离及锁定锚链的工作长度;
- 4)、调整安装船舶沉石位置进行沉石;
- 5)、安装浮标船体锁定沉石与浮标锚链;
- 6)、进行浮标及锚链微调定点;
- 7)、复查浮标定位经纬度或坐标;
- 8)、锁定浮标定位系统;

9)、安装侧浮一体化航标灯、无源雷达反射器及遥测遥控终端设备

10)、调试运行。

2.3.3 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 24 个月，并力争在 18 个月内完成。

2.4 项目用海需求

2.4.1 项目申请用海面积

按《海域使用分类》(HY/T123 2009)，本项目用海的海域使用类型为一级类“渔业用海”，二级类“开放式养殖、人工鱼礁用海”。按《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南 试行》本项目用海的海域使用类型为一级类“渔业用海”，二级类“增养殖用海”。详见表2.4-1所示。

根据项目总平面布置图、《海籍调查规范》，拟申请项目总用海面积为116.2367公顷，其中包括申请人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积32.5245公顷，趸船停泊区(透水构筑物)0.2100公顷，申请自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海面积83.5022公顷。

2.4.2 项目申请占用岸线情况

本项目位于三亚湾中部的三亚湾农渔业区海域内，根据海南省最新海岸线修测成果，本项目不占用岸线，也不形成新的岸线。

2.4.3 项目申请用海期限

本项目主导用海类型为渔业用海，用海方式为透水构筑物、开放式养殖，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，养殖用海最高期限为15年，因此本项目拟申请海域使用权最高用海期限15年。

海南省三亚农投三亚湾海域国家级海洋牧场项目宗海位置图

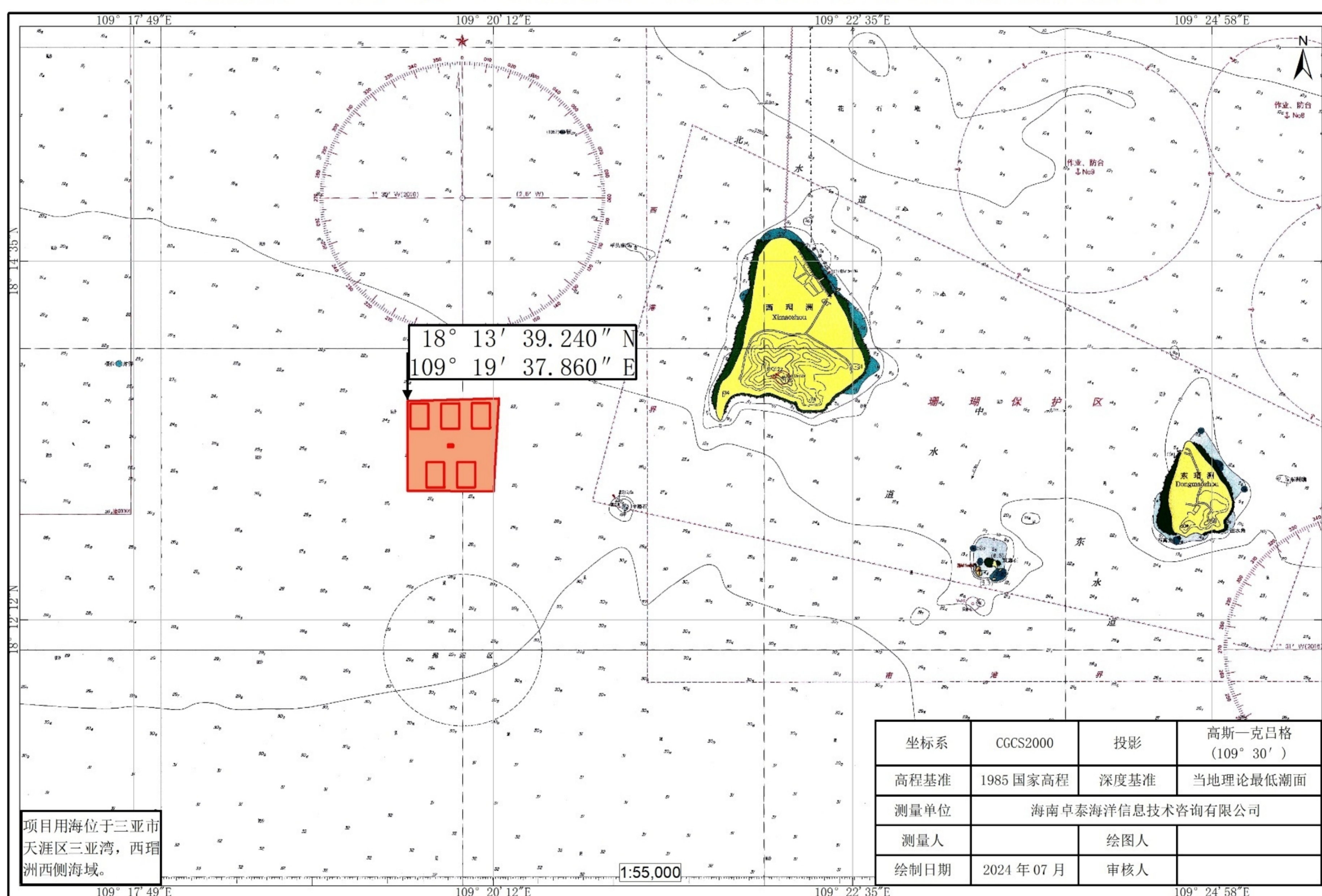


图2.4-1 海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目宗海位置图

海南省三亚农投三亚湾海域国家级海洋牧场项目宗海界址图

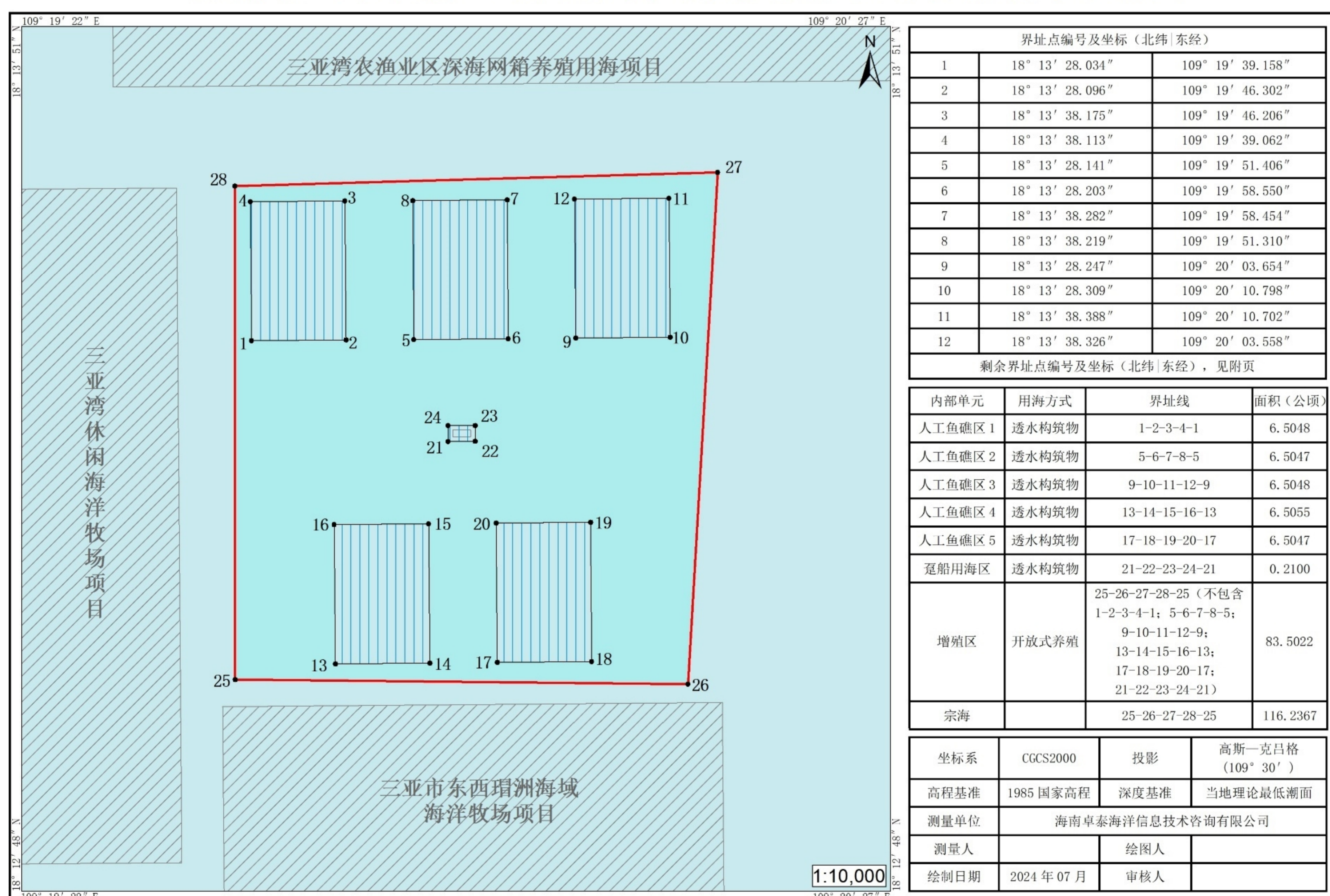


图2.4-2 海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目宗海界址图

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设的必要性

(1)本项目的建设是推进国家级海洋牧场建设的需要

按照农业农村部、财政部关于实施渔业发展支持政策推动渔业高质量发展和开展国家级海洋牧场建设工作的有关通知要求，7月26日，农业农村部渔业渔政管理局印发通知，对拟批准的第九批国家级海洋牧场名单进行公示。由三亚农投集团管理维护的海南省三亚湾海域农投海洋牧场成功入选。三亚农投集团将以此次入选国家级海洋牧场为契机，持续深化海洋牧场建设与管理，拟通过继续新增人工鱼礁570个、3.648万空方，增殖放流不低于50万条鱼苗，建设1套人工鱼礁智能监控系统，配套1座海上休闲渔业平台与休闲渔船等措施，以更加数字化和网络化的运营模式不断提升三亚湾农投海洋牧场的生态效益、社会效益和经济效益，推动海洋经济多元化发展，为海南省乃至全国的海洋经济发展注入新的活力。

(2)本项目的建设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

习近平总书记在“4·13 重要讲话”中明确要求：“海南是海洋大省，要坚定走人海和谐、合作共赢的发展道路，提高海洋资源开发能力，加快培育新兴海洋产业，支持海南建设现代化海洋牧场，着力推动海洋经济向质量效益型转变。要发展海洋科技，加强深海科学技术研究，推进“智慧海洋”建设，把海南打造成海洋强省。”2017年中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》(中办发[2017]56号)要求“推进海洋牧场建设”，“改革渔业补贴政策、支持捕捞渔民减船转产、海洋牧场建设、增殖放流等资源养护措施”。2018年颁发的《中共中央国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》(中发[2018]12号)提出，“支持建设现代化海洋牧场”。2019年4月13日出台的《中共海南省委关于高标准高质量建设全岛自由贸易试验区为建设中国特色自由贸易港打下坚实基础的意见》，要求“大力发展新兴海洋产业，建设现代化海洋牧场，打造海洋强省”。为更好地发挥国家级海洋牧场示范区的综合效益和示范带动作用，推动全国海洋牧场建设，2019年农业农村部修订并印发了《国家级海洋牧场示范区建设规划(2017-2025年)》，规划建设国家级海洋牧场示范区200个，包括156片海域，其中海南岛周边11个海域，

三亚湾近岸海域位于规划范围内。高起点、高标准建设海洋牧场，是海南省贯彻落实国家海洋牧场发展战略、养护海洋渔业资源和保护海洋生态环境、促进海洋渔业可持续发展的迫切需要。

因此，建设海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目，实现从传统人工鱼礁投放和增殖放流向现代化海洋牧场转型升级，实现从资源养护向综合利用、休闲渔业转变，是三亚市切实贯彻落实习近平总书记“4·13 重要讲话”，是促进海南省和三亚市海洋生态文明建设的必要措施，将有效地提高海洋资源开发利用水平，把生态优势变为发展优势，在有效保护海洋生态的基础上促进渔业转型升级。

(3)本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

人工鱼礁即人为在水域中设置构造物，以改善修复和优化水生生物栖息环境，为鱼类等生物提供索饵、繁殖、生长发育等场所，达到保护、增殖资源和提高渔获质量的目的，其海洋生态修复机理是通过人工鱼礁对藻类的吸附作用、鱼礁附着生物的滤食作用、鱼礁区大量生物摄食对赤潮引发因子的抑制作用以及礁体阻碍海底有机物的释放等功能机理，降低水体富营养化程度，起到净化水质与减少赤潮发生的效用。人工鱼礁对生态环境修复与改善，保护和诱集鱼类、促进渔业增产，防止海岸侵蚀、保护沙滩，同时促进旅游垂钓、海底潜水、休闲生态旅游发展等方面具有重要的意义。建设人工鱼礁所带来的巨大生态环境效益、经济效益已在发达国家如美国、日本及我国的香港、台湾得到了充分的验证。

2006 年 5 月 15 日农业部发布了“农业部关于贯彻实施《中国水生生物资源养护行动纲要》做好当前渔业重点工作的意见”(农渔发[2006]17 号)。2006 年 11 月 7 日农业部在《全国渔业发展第十一个五年规划(2006-2010 年)》(农渔发[2006]37 号)中确定了八个重点工程，其中“水生生物资源养护工程”中就有建设水生生物与水域生态保护区、海洋大型人工鱼礁群等五个的重点建设项目。两个文件的远期目标是经过长期不懈努力，到本世纪中叶，水域生态环境明显改善，水生生物资源实现良性、高效循环利用，濒危水生野生动植物和水生生物多样性得到有效保护，水生生态系统处于整体良好状态。基本实现水生生物资源丰富、水域生态环境优美的奋斗目标。

海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目的建设，将有效利用人工鱼礁对生态环境修复与改善，进一步保护和诱集鱼类，在修复、促进区域渔业资源恢复的基础上，适时开展观光、海钓、船钓等休闲渔业活动，从而促进当地渔业经济可持续发展。

(4)本项目的建设有利于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

渔业资源衰退的日趋严重，渔业生态环境的日趋恶化，已成为三亚市渔业发展的主要矛盾，要求政府加快渔业产业结构调整和建设人工鱼礁。项目建设区位于三亚市三亚湾近岸海域，沿海自然景观优美，休闲渔业发展潜力很大。通过实行海洋“牧场”战略，有利于海洋渔业经济结构的调整，将使海洋水产养殖不再跟陆地争空间，为三亚腾出了更多的陆地空间，过去那种通过在陆地上建高位池等养殖水产品的传统养殖方式将逐步退出，海域空间得到更充分的利用，同时通过海洋“牧场”发展渔业，将大大减少因养殖带来的环境污染。海洋“牧场”是以全生态的养殖方式，依靠自然营养，基本上不投放人工饵料，既减少污染，还能达到节能减排的作用，符合低碳经济发展要求；发展海洋“牧场”战略还有利于渔民的转产、专业，依托人工鱼礁逐步开发出诸如海钓、观光、采集、渔家乐等休闲渔业模式，丰富开发区海上旅游观光的内容，推动全区渔业从第一产业向第三产业过渡，促进广大渔民增收。依托人工鱼礁建设发展休闲渔业，能有效解决渔业转产就业问题，有利推进三亚市海洋渔业结构的调整与升级。

(5)本项目的建设有利于推进热带珊瑚岛礁资源养护与休闲旅游型海洋牧场的建设

发展现代化海洋牧场已成为国家开展近海渔业资源恢复的重要手段。2015年至2022年，农业部先后审核通过了7批共计169个国家级海洋牧场示范区，推动了以海洋牧场建设为主要形式的区域性渔业资源养护、生态环境保护和渔业综合开发，但其中位于热带海域的仅有24家(广东15家、广西4家、广东5家)，广西和海南的国家级海洋牧场示范区相对较少，西沙、中沙和南沙广阔的热带岛礁海域尚无成熟的示范区入选。

热带海域建设海洋牧场不仅有利于局部渔业资源恢复，而且在珊瑚礁生态系统

的保护以及国家海洋权益的维护等方面均能发挥重要作用。例如，三亚市海棠湾蜈支洲岛海洋牧场基于珊瑚礁生态系统，通过多年的人工鱼礁建设，限制了周边拖网作业，有效养护了鱼类资源，保护了珊瑚礁生态系统，同时配合严格的资源环境管理和保护措施以及有限开发的旅游模式，实现了“在保护中开发，在开发中保护”的良好模式，为我国热带珊瑚岛礁的保护提供了有效借鉴，也为南海三沙岛礁的保护与可持续利用提供了重要参考。在三沙建设热带岛礁休闲旅游型海洋牧场更可实现“屯鱼戍边”，维护国家海洋权益的功效。本项目三亚湾海洋牧场通过国家级海洋牧场示范区建设，可进一步提升海洋牧场区的建设水准，完善各项配套单元与设施建设，并推动二期建设，最终使三亚湾海洋牧场成为南海热带珊瑚岛礁资源养护与休闲旅游型海洋牧场的示范性工程。

综上，本项目建设非常必要。

2.5.2 项目用海的必要性

2024年7月26日，三亚农投集团管理维护的海南省三亚湾海域农投海洋牧场成功入选第九批国家级海洋牧场。根据《海南省三亚农投三亚湾海域国家级海洋牧场申请书》，海南省三亚湾海域农投海洋牧场依托已开展三亚湾海洋生态修复工程项目申请用海面积为116.2367公顷，规划鱼礁建设规模7.165万空方，目前在已投放人工鱼礁3.645万空立方米的基础上，项目新增人工鱼礁570个，即3.648万空立方米，单个鱼礁为64空立方米(4m×4m×4m)。开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计60万粒或尾的资源增殖放流。新建一个海上休闲渔业平台(40m趸船)和2艘休闲渔船(船长23.98米，宽5.2米，功率2×294KW及功率2×158KW,玻璃钢材质)的海上休闲渔业园。根据海籍调查规程，本项目需要申请总用海面积为116.2367公顷，其中包括申请人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积32.5245公顷，趸船停泊区(透水构筑物)0.2100公顷，申请自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海面积83.5022公顷。

因此，项目用海是十分必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

略

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

略

3.2.2 水文动力

略

3.2.3 地形地貌与冲淤环境

3.2.3.1 区域地形地貌

(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地地震，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

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。南山、西瑁洲以及鹿回头外的等深线向岸靠近，水下坡度骤陡，形成 30~36m 深的深坑，如图 3.2.3-1。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，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。

(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。

3.2.3.2 区域水下地形

略

3.2.4 工程地质概况

根据三亚市水利水电勘测设计院有限公司《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》本项目场地共布置钻探 18 个钻孔，孔深约 5.00~10.00m，总进尺 135.00m。

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)。

3.2.5 海洋生态现状

略

3.2.6 珊瑚礁资源调查

3.2.6.1 调查站位及内容

略

3.2.7 水质环境现状调查

略

3.2.9 海洋自然灾害分析

(1)热带气旋

项目所在地区的主要灾害天气是热带气旋。影响该地区的热带气旋主要来自西北太平

洋和南海海域，统计 1949 年~2006 年共 58 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 65 个，平均每年约有 1.1 个。登陆三亚的台风 10 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。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。

因此，一方面，项目在工程设计施工要充分考虑热带气旋、风暴潮的影响，严格按照设计方案进行施工，以免由于工程质量问题而造成事故。另一方面，项目在施工阶段，应避免热带气旋影响季节施工，做好防台风和风暴潮的各项工作，应制定防台应急措施。

(2) 风暴潮

据统计，三亚的风暴潮发生次数和强度与海南岛北部岸段接近，但成灾次数很少，1971 年的 7126 号台风在榆林港引发的风暴潮，迭加在天文高潮位上，潮水淹没榆林港码头面约 10cm，据调查该次台风过程最大增水 1.11m，最高潮位 2.60m。8906、8926、8928 号台风在三亚登陆或经过三亚附近海面，一个月内有连续三个台风影响，在三亚有热带气旋记录以来，实属罕见。三个台风均在三亚造成一定增水，8926 号台风从海南岛南部登陆，8928 号台风使榆林验潮站的实测潮位比正常潮位偏高 1.24m，8928 号台风使实测潮位比正常潮位偏高 1.38m。

由于三亚海岸朝向基本为 SE-S-SW，热带气旋在三亚以北的区域登陆，登陆前刮北风，在三亚沿岸基本上是离岸风，并不利于三亚市沿岸的风暴增水；气旋登陆后，开始刮 S-SW 风，有利于三亚沿岸的风暴增水，但此时气旋往往已经开始减弱；直接登陆三亚的热带气旋由于低气压作用及强风作用，三亚有较明显增水。根据统计与分析，登陆三亚的热带气旋所引发的增水以单峰型为主，峰值通常在热带气登陆时或登陆后 5h 以内，登陆前则有小幅的增减水波动，9612、0016、0518 号台风引发的风暴潮都表现出该特征。

(3) 地震

根据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)》的资料，三亚区域第三纪以来的新构造运动继承了早期构造运动的特点，依然受东西向、北东向及北西向构造的控制，但也有其独特性：1)第三纪以来本区地壳以缓慢上升为主；2)新构造运动继承

了早期构造的控制作用，并继续活动，如地震、热泉等均分布在东西向构造带上，但强度较弱；3)本区现今构造活动性较弱。

本区地震活动较弱，除崖县田独历史上有 4 级地震(1752)、崖县高峰近期有 4.1 级地震(1982)外，基本没有大的地震活动。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，拟建工程区地震动峰值加速度为 0.05g，对应地震基本烈度为 6 度，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

综上，项目区现今构造活动性较弱，没有大的地震活动，区域稳定性较好，对本工程影响较小。

4 资源生态影响分析

4.1 资源影响分析

4.1.1 对海洋空间资源的影响

(1)对海域空间资源的影响

本项目申请用海总面积为116.2367公顷，其中申请人工鱼礁区用海面积为32.5245公顷，申请趸船停泊区(透水构筑物)0.2100公顷，申请自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海面积83.5022公顷。即占用海洋空间资源116.2367公顷。

(2)对岸线资源的影响

本项目位于三亚湾中部的三亚湾海域内，根据海南省最新海岸线修测成果，本项目不占用岸线，也不形成新的岸线。

4.1.2 对海洋生物资源的影响

根据本项目性质、规模及施工组织等方面的分析，项目用海对海洋生物资源的影响主要是(1)人工鱼礁占用海域，导致底栖生物的直接损失；(2)人工鱼礁投放产生的悬浮物导致浮游生物、游泳生物、鱼卵仔鱼的影响导致的间接损失。

根据《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》)进行生物资源损失补偿计算

4.1.2.1 人工鱼礁占用海域造成的底栖生物损失计算

人工鱼礁的建设将破坏建设区域底栖生物的生境，按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i 为第*i*种生物资源受损量，单位为尾、个或千克(kg)，此处仅考虑底栖生物资源受损量；

D_i 为评估区域内第*i*种生物资源密度，单位为尾/km²或个/km²或千克(kg)/km²，此处为底栖生物的平均生物量；

S_i 为第*i*种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km²，此处为人工鱼礁直接占用海底面积。

根据设计施工方案，本项目人工鱼礁直接占用海底的面积为 0.88×10⁴m²。选取2021年9月项目用海区附近的生物现状调查结果，项目附近海域底栖生物平均生物

量为 1.79g/m²。

经计算人工鱼礁建设造成底栖生物损失量： $0.88 \times 10^4 \times 1.79 \times 10^{-3} = 15.75\text{kg}$

4.1.2.2 悬浮物扩散范围内海洋生物资源损害计算

按照《规程》，水工作业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：

$$M_i = W_i \cdot T$$

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \cdot S_j \cdot K_{ij}$$

式中：

M_i ——第*i*种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克(kg)；

W_i ——第*i*种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克(kg)；

T ——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)，单位为个。

D_{ij} ——某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源密度，单位为尾平方千米、个平方千米或千克平方千米(kg/km²)；

S_j ——某一污染物第*j*类浓度增量区面积，单位为平方千米(km²)；

K_{ij} ——某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源损失率，单位为百分之(%)；

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

(1) 污染物浓度增量区面积(S_i)和分区总数(n)

根据水质影响预测结果，表 4.1.2-1 列出了各分区的面积，本工程施工叠加产生的悬浮物浓度增量分区总数取 4。。

表 4.1.2-1 悬浮物浓度增量区面积(km²)

| 浓度(mg/L) | 10~20 | 20~50 | 50-100 | 100-150 |
|----------|-------|-------|--------|---------|
| 悬浮泥沙扩散 | 0.30 | 0.23 | 0.16 | 0.13 |

(2) 生物资源损失率(K_{ij})

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，因此近似认为该浓度增量对海洋生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 $B_i \leq 1$ 倍、 $1 < B_i \leq 4$ 倍及 $4 < B_i \leq 9$ 倍损失率范围的中值及 $B_i \geq 9$ 倍损失率范围的低值确定本工程增量区的各类生物损失率(详见表 4.1.2-2)

表 4.1.2-2 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) | 各污染区的面积 (km ²) | 各类生物损失率(%) | | | |
|------|---------------|-----------|----------------------------|------------|------|--------|------|
| | | | | 浮游植物 | 浮游动物 | 鱼卵和仔稚鱼 | 游泳动物 |
| I区 | 10~20 | Bi≤1 倍 | 0.30 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| II区 | 20~50 | 1<Bi≤4 倍 | 0.23 | 15 | 15 | 17 | 5 |
| III区 | 50~100 | 4<Bi≤9 倍 | 0.16 | 40 | 40 | 40 | 15 |
| IV区 | >100 | Bi≥9 倍 | 0.13 | 50 | 50 | 50 | 20 |

(3)持续周期数(T)和计算区水深

根据项目施工方案，人工鱼礁投放施工工期为 5 个月，算得污染物浓度增量影响的持续周期数别为 10。根据工程海域测量资料，项目所在海域平均水深取 25m，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。

(4)生物资源密度(D_{ij})

根据生物现状调查，浮游植物丰度平均值为 10.83×10⁵cells/m³，浮游动物生物量平均值为 53.74mg/m³。鱼卵平均密度为 2.76 枚/m³，仔稚鱼为 0.32 尾/m³，游泳生物为 415.081kg/km²

(5)资源损失量

$$\text{浮游植物损失量} = 10.83 \times 10^5 \times (0.3 \times 0.05 + 0.23 \times 0.15 + 0.16 \times 0.40 + 0.13 \times 0.50) \times 10^6 \times 10 \times 5 = 0.97 \times 10^{13} \text{ cells}$$

$$\text{浮游动物损失量} = 53.74 \times 10^{-6} \times (0.3 \times 0.05 + 0.23 \times 0.15 + 0.16 \times 0.40 + 0.13 \times 0.50) \times 10^6 \times 10 \times 5 = 479.63 \text{ kg}$$

$$\text{鱼卵损失量} = 2.76 \times (0.3 \times 0.05 + 0.23 \times 0.17 + 0.16 \times 0.40 + 0.13 \times 0.50) \times 10^6 \times 10 \times 5 = 2.53 \times 10^7 \text{ 粒}$$

$$\text{仔鱼损失量} = 0.32 \times (0.3 \times 0.05 + 0.23 \times 0.17 + 0.16 \times 0.40 + 0.13 \times 0.50) \times 10^6 \times 10 \times 5 = 2.93 \times 10^6 \text{ 尾}$$

$$\text{游泳动物损失量} = 415.081 \times (0.30 \times 0.01 + 0.23 \times 0.05 + 0.16 \times 0.15 + 0.13 \times 0.20) \times 10 = 267.73 \text{ kg}$$

4.1.2.3 海洋生物资源损失总量

通过以上分析，本项目施工产生悬浮沙共计造成浮游植物 0.97×10¹³ 个，浮游动物 479.63kg，游泳生物 267.73kg，鱼卵 2.53×10⁷ 粒，仔鱼 2.93×10⁶ 尾受损；人工鱼礁、

平台施工占用海床底土及生态资源空间造成底栖生物损失量 15.75kg。

本项目用海中 83.5022 公顷的区域作为增殖放流区，开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计 60 万粒或尾的资源增殖放流，项目实施本就有渔业资源养护的作用，相对于项目建成后对本海域渔业资源增殖养护的作用，项目建设所造成的渔业资源损失是可接受的。

4.1.3 对其他海洋资源的影响

项目论证范围内其他海洋资源主要是港口资源、旅游资源、岛礁资源、珊瑚礁资源。

(1) 港口资源

论证范围内港口资源主要有担油港(红塘港)和肖旗港。本项目用海距离红塘港、肖旗港相对较远，分别为 9.5km 和 7.4km。项目施工船舶不会在红塘港、肖旗港通航、锚泊，项目施工产生的悬浮泥沙扩散范围较小，不会扩散到上述港口区内。因此，本项目用海对于红塘港、肖旗港影响较小。

(2) 旅游资源

本项目位于三亚湾海域的东西冒洲海洋牧场区域内，北距天涯海角景区约 7.3km，东距西瑁洲约 2.6km，未占用景区资源。项目实施后，项目周边海域的水体仍能保持一类海水水质，满足区域内旅游娱乐用海所需水质要求。由于距离周边景区较远，不影响周边景区开展海上旅游娱乐用海活动。项目距离三亚湾和西瑁洲较远，项目实施后对三亚湾和西岛景区的海上景观影响较小。

(3) 岛礁资源

本项目论证范围海岛主要有西瑁洲岛、东瑁洲岛、牛鼻仔岭、双扉石、双扉西、叠石、鸡母石、石离角、白排、小青洲等海岛。距离本项目用海区相对较远，项目用海不会对上述无居民海岛产生影响。

(3) 珊瑚礁资源

本项目所在区域无珊瑚礁，距离最近的珊瑚生长区为项目东侧的三亚珊瑚礁国家级自然保护区的东西瑁洲片区，本项目用海边界距离保护区边界最近距离为 1.2km。另外根据数模计算结果，项目施工期产生的超I、II类水质(>10mg/L)的悬浮泥沙，仅局限于项目用海区域内，距保护区边界最近距离为 1.4km，未扩散到西瑁洲珊瑚生长

区；项目建设后潮流场主要在工程区域发生局部改变，未影响到西瑁洲珊瑚生长海域。因此，项目用海基本不影响东西瑁洲片区内珊瑚资源及其生境。

4.2 生态影响分析

4.2.1 工程前后潮流场的变化和分析

4.2.1.1 工程前后潮流流态变化

根据《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T231-2021)的要求，建立工程海域二维潮流模型。用有限体积元方法对二维潮流运动基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，从而得出流速、流向、潮位。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。

(1)数值模型和计算方法

质量守恒方程：

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial (hu)}{\partial x} + \frac{\partial (hv)}{\partial y} = 0$$

动量方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho}{\rho_0} e_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\rho}{\rho_0} e_x \frac{\partial u}{\partial y} \right) + fv + \frac{gu\sqrt{u^2+v^2}}{C_z^2 H} &= -g \frac{\partial z}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho}{\rho_0} e_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\rho}{\rho_0} e_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + fu + \frac{gv\sqrt{u^2+v^2}}{C_z^2 H} &= -g \frac{\partial z}{\partial y} \end{aligned}$$

式中：z —— 水位；

h —— 静水深；

H —— 总水深，H=h+z；

u、v 分别为 x、y 方向垂向平均流速；

g —— 重力加速度；

f —— 科氏力参数($f = 2\omega \sin j$ ，j 为计算海域所处地理纬度)；

C_z —— 谢才系数， $C_z = \frac{1}{n} H^{\frac{1}{6}}$ ，n 为曼宁系数；

e_x 、 e_y —— x、y 方向水平涡动粘滞系数。

(2)定解条件

初始条件：

$$\begin{cases} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} = \zeta(x, y, t_0) = 0 \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} = v(x, y, t)|_{t=t_0} = 0 \end{cases}$$

边界条件:

固定边界取法向流速为零, 即 $\mathbf{V} \cdot \mathbf{n} = 0$; 在潮滩区采用动边界处理, 水边界采用预报潮位控制: $z = A_0 + \sum_{i=1}^N H_i F_i \cos[s_i t - (v_0 + u)_i + g_i]$, A_0 为平均海面, F_i 、 $(v_0 + u)_i$

为天文要素, H_i 、 g_i 为某分潮调和常数, 即振幅与迟角。

4.2.1.2 计算域和网格设置

1) 计算域设置及模拟方案

本项目所建立的海域数学模型计算域范围见图 4.2.1-1, 坐标范围为东经 $109^{\circ}11'00'' \sim 109^{\circ}37'10''$, 北纬 $17^{\circ}53'00'' \sim 18^{\circ}18'22''$ 。模拟采用非结构三角网格。

为了能清楚了解本项目前后附近海域的潮流状况, 将本项目附近海域进行局部加密, 整个模拟区域内由 11235 个节点和 21605 个三角单元组成, 最小空间步长约为 2m。

2) 水深和岸界

水深和岸界均选用项目附近实测水深地形和岸线测量资料。

3) 大海域模型水边界输入

开边界: 引用多年潮位观测资料调和求得的 M_2 、 S_2 、 K_1 和 O_1 四个主要分潮调和常数值输入计算。

$$z = \sum_{i=1}^N \{ f_i H_i \cos[s_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i] \}$$

这里, f_i 、 s_i 是第 i 个分潮(这里共取四分潮: M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1) 的交点因子和角速度; H_i 和 G_i 是调和常数, 分别为分潮的振幅和迟角; $V_{oi} + V_i$ 是分潮的幅角。

闭边界: 以大海域和工程周边岸线作为闭边界。

4) 计算时间步长和底床糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整, 确保模型计算稳定进行, 最大时间步长为 120s, 最小时间步长 0.1s。底床糙率通过曼宁系数进行控制。

5)水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算水平涡粘系数，表达式如下：

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

式中： c_s 为常数， l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$, ($i, j=1, 2$) 计算得到。

4.2.1.3 模型验证

潮位、潮流验证采用 2021 年 3 月 8 日 12:00~2021 年 3 月 9 日 13:00 在本项目周边海域进行的 L1~L6 共 6 个站位 26 小时潮流同步连续观测资料。

验证结果表明，除个别站位流向模拟结果与实测值存在一定误差外，对应观测点上潮位和潮流模拟结果与实测潮位和潮流资料基本吻合，说明该模式能较好的再现该海区的实际潮流状况。

4.2.1.4 项目周边海域现状潮流场

(1)涨潮急时刻流场分析

模拟结果中给出的流场图中的涨落潮时刻均以工程区的潮汐变化为参照时间。

根据模拟结果，工程周边海域潮流大致为 NW-SE 向，近岸海域流速整体较小，一般不超过 20cm/s，西岛西北侧附近潮流流速较大，最大流速可达 90cm/s，西岛和东岛之间流速较小。

(2)落潮急时刻流场分析

根据模拟结果，工程周边海域潮流方向与涨潮急时刻相反，大致为 SE-NW 向，近岸海域流速整体较小，一般不超过 20cm/s，西岛西北侧附近潮流流速较大，最大流速可达 80cm/s，西岛和东岛之间流速较小。

4.2.1.5 工程对潮流场的影响分析

鉴于本项目人工鱼礁工程改变了工程区的水深条件，势必导致附近海域的水动

力环境发生变化，为了清楚了解人工鱼礁投放前后的水动力变化，给出投放前后涨急和落急时刻流速、流向绝对变化等值线图。

涨潮急时刻，流速变化主要集中在投放鱼礁及其毗邻区，其中，投放鱼礁区域的流速呈增大趋势，最大变化约为 6cm/s；人工鱼礁周边部分海域海流呈减少的趋势，最大减小幅度约为 1cm/s；通过上述分析可知，本项目对该海域涨急时刻的流速影响相对较小。

与涨潮急时类似，流速变化主要集中在投放鱼礁及其毗邻海域，投放鱼礁区域的流速呈增大趋势，增大幅度小于涨潮急时刻增幅，最大变化约为 4cm/s；人工鱼礁周边部分海域海流呈减少的趋势，最大减小幅度约为 1cm/s。通过上述分析可知，本项目的建设对该海域落潮急时刻的流速影响也相对较小。

流向变化方面，涨急及落急时流向变化均不明显，最大流向变化幅度不超过 2°。

综上，本项目人工鱼礁对投放所在区域的流速影响很小，对流速的影响幅度最大约为 6cm/s，流向的影响幅度最大不超过 2°，且受影响的海域大部分位于项目用海范围以内。因此，本项目对所在海域主流向以及水动力的影响不明显。

4.2.2 项目用海对地形地貌与冲淤环境的影响

4.2.2.1 泥沙运移趋势

海岸地貌是在河流、海洋动力作用下，在既定地质基础上所产生的侵蚀或堆积作用的产物。

(1) 海岸带泥沙运动规律

海岸带附近泥沙来源有四个方面①河流来沙；②由邻近岸滩搬运而来；③由当地崖岸侵蚀而成；④海底来沙。

沙质海岸的泥沙运移形态有推移和悬移两种。淤泥沙海岸的泥沙运移形态以悬移为主，底部可能有浮泥运动或推移运动。海岸带泥沙运动方式可分为与海岸线垂直的纵向运动和与海岸线平等的横向运动。

(2) 影响海底泥沙冲淤变化的动力因素

海底泥沙冲淤变化是在波浪和海流等动力因素综合作用下的结果。

a. 波浪的作用

在沙质海岸，波浪是造成泥沙运动的主要动力。大部分泥沙运动发生在波浪破碎区以内。当波浪的传播方向与海岸线斜交时，波浪破碎后所产生的沿岸流将带动泥沙顺岸移动。沿岸泥沙流若遇到突堤等水工建筑物则将从其上游根部开始淤积。

在粉砂淤泥质海岸，波浪掀起的泥沙除随潮流进出湾外，在风后波浪减弱的过程中会形成浮泥。此种浮泥除自身可能流动外，又易为潮流掀扬，转化为悬移质，增加潮流进港和航道的泥沙数量。

b. 海流的作用

在淤泥质海岸，潮流是输沙的主要动力，在波浪较弱的海岸区，潮流可能是掀沙的主要因素，潮流携带泥沙入港和航道后，由于动力因素减弱，降低了携沙能力，导致落淤。在沙质海岸的狭长海湾等特定地形条件下，海流流速较大，可对泥沙运动起主导作用。这里的海流不仅起输沙作用，还起着掀沙作用。

4.2.2.2 泥沙运动控制方程

数学模型采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

泥沙控制方程为：

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\rho c h D_x}{\rho} \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\rho c h D_y}{\rho} \frac{\partial c}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S$$

式中，

c —水深平均悬浮泥沙浓度(kg/m³);

S —沉积/侵蚀源汇项(kg/m³/s);

Q_L —单位水平区域内点源排放量(m³/s/m²);

C_L —点源排放浓度(kg/m³)。

4.2.2.3 沉积物沉积和侵蚀计算公式

(1)粘性土沉积和侵蚀

沉积速率根据 Krone (1962)等提出的方法计算粘性土沉积，公式如下

$$S_D = w c_b p_d$$

式中， S_D —沉积速率;

w —沉降速度(m/s);

c_b —底层悬浮泥沙浓度(kg/m³);

p_d —沉降概率。

沉降速度计算公式

$$w = \begin{cases} kc^g & c \leq 10\text{kg/m}^3 \\ w_r \left(\frac{c}{c_{gel}} \right)^{w_n} & c > 10\text{kg/m}^3 \end{cases}$$

式中, c —体积浓度;

k, g —系数, g 取值介于 1~2 之间;

w_r —沉降速度;

w_n —组分能量常数;

c_{gel} —泥沙絮凝点。

$$\text{沉降概率公式: } p_d = \begin{cases} 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}} & \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0 & \tau_b > \tau_{cd} \end{cases}$$

τ_b —海底剪切应力(N/m²);

τ_{cd} —沉积临界剪切应力(N/m²)。

泥沙浓度分布计算包括 2 种方法

A. Teeter 公式

$$c_b = \bar{c}b$$

式中,

$$b = 1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75p_b^{2.5}}$$

$$P_e = \frac{w_s h}{D_z} = \frac{6w_s}{kU_f}$$

k —Von Karman 常数(0.4);

U_f —摩擦速度, $U_f = \sqrt{\tau_b / \rho}$ 。

B. Rouse 公式

$$-e \frac{dc}{dz} = wc \quad e = kU_f z \left(\frac{z}{h} \right)^{-e} \quad c = c_a \frac{h-a}{z} \left(\frac{h-z}{h-a} \right)^R, a \leq z \leq h$$

$$R = \frac{W}{kU_f}$$

底层悬浮泥沙浓度公式： $c_a = \frac{\bar{c}}{Rc}$

式中， e —扩散系数；

z —垂向笛卡尔坐标；

c_a —深度基准面处的悬浮泥沙浓度；

a —深度基准面；

\bar{c} —水深平均浓度；

R —Rouse 参数。

底床侵蚀根据底床密实程度，侵蚀计算可以分为 2 种方式

A. 密实、固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \left[\frac{t_b}{t_{ce}} - 1 \right]^n, t_b > t_{ce}$$

式中，

E —底床侵蚀度(kg/m²/s)；

t_b —底床剪切力(N/m²)；

t_{ce} —侵蚀临界剪切力(N/m²)；

n —侵蚀能力。

B. 软、部分固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \exp[a(t_b - t_{ce})^{1/2}], t_b > t_{ce}$$

a —参考系数。

(2)非粘性土沉积和侵蚀

根据 Van Rijn (1984)等提出的方法计算非粘性土再悬浮，确定无量纲颗粒参数公式如下

$$d^* = d_{50} \frac{\rho(s-1)g}{\rho n^2 \bar{u}^3}$$

式中：

S —颗粒比重；

g —重力加速度；

ν —粘滞系数；

d_{50} —中值粒径。

底床临界起动流速

泥沙悬浮的判定通过实际摩擦流速 U_f 和临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 的比较得以实现。其主要通过两种方式，一种是利用泥沙运移阶段参数 T ；另一种是利用临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值。

A. 泥沙运移阶段参数 T

$$T = \begin{cases} \frac{U_f}{U_{f,cr}} - 1, & U_f > U_{f,cr} \\ 0, & U_f \leq U_{f,cr} \end{cases}$$

$$U_f = \sqrt{ghI} = \frac{\sqrt{g}}{C_z} |V|$$

式中， I —能量梯度；

C_z —谢才系数($m^{1/2}/s$)($=18\ln(4h/d_{90})$)。

B. 临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值

$$\frac{U_{f,cr}}{w} = \begin{cases} \frac{4}{d^*}, & 1 < d^* \leq 10 \\ 0.4, & d^* > 10 \end{cases}$$

沉降速度

非粘性土沉降速度公式：

$$w = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, & d \leq 100mm \\ \frac{10\nu}{d} + \frac{0.01(s-1)gd^{3/2}}{v^2} - 1, & 100 < d \leq 1000mm \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, & d > 1000mm \end{cases}$$

式中，

d —非粘性土颗粒粒径；

$s = \frac{\rho_s}{\rho}$ 。

悬移质运移

悬移质泥沙平衡浓度计算公式：

$$\bar{c}_e = \frac{q_s}{\bar{u}h} \quad q_s = \int_a^h c dy \quad a = k_s = 2d_{50}$$

式中,

\bar{u} —水深平均流速(m/s);

q_s —悬移质运移量(kg/m/s);

c —距离底床 y (m)处的悬浮泥沙浓度(kg/m³);

u —距离底床 y (m)处的流速(m/s);

a —底床分层厚度(m);

k_s —等效粗糙高度(m)。

非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布主要取决于湍流扩散系数 e_s 和沉降速度 w 。

A. 湍流扩散系数计算公式为:

$$e_s = bF e_f$$

$$b = \begin{cases} 1 + \frac{w_s}{U_f} \frac{e_f}{\sigma} & , \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, 0.5 & \text{且} \frac{w_s}{U_f} < 0.25 \\ \text{不悬浮} & , \frac{w_s}{U_f} > 2.5 \end{cases}$$

式中,

b —扩散因子;

F —阻尼系数。

B. 非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布由 Peclet 系数 P_e 确定 $P_e = \frac{C_{rc}}{C_{rd}}$

式中,

C_{rc} —Courant 对流系数(= $w_s Dt / h$);

C_{rd} —Courant 扩散系数(= $e_f Dt / h^2$);

e_f —水深平均流体扩散系数。

非粘性土沉积

$$S_d = -\frac{\rho_e \bar{c} - \bar{c} \bar{\rho}}{\rho_e t_s} < \bar{c}$$

$$t_s = \frac{h_s}{w_s}$$

$$\bar{c}_e = 10^6 F C_a s$$

$$F = c / c_a$$

式中， \bar{c}_e —平衡浓度；

s —取 2.65。

非粘性土侵蚀

$$S_e = -\frac{\rho_e \bar{c} - \bar{c} \bar{\rho}}{\rho_e t_s} > \bar{c}$$

$$S_e = -\frac{\rho_e \bar{c} - \bar{c} \bar{\rho}}{\rho_e t_s} > \bar{c}$$

4.2.2.4 输入参数确定

(1) 沉积物类型、粒度特征参数

根据该区近期和历史表层沉积物调查资料，本项目数值模拟中值粒径取 0.10mm。

(2) 风的资料输入

根据项目附近海域风资料的统计结果，模拟工程区周边海域的蚀淤变化情况。

4.2.2.5 项目实施对冲淤环境影响分析

根据海底地形测量结果，本海域海床稳定，基本为冲淤平衡状态，项目附近海域现状冲淤效果图见下图。

项目附近海域本项目在海域中投放人工鱼礁，改变了水深条件，势必导致附近海域的水动力环境发生变化，从而也对冲淤环境造成了一定的影响，本项目对冲淤环境的具体影响见下图。

人工鱼礁完成以后，投放鱼礁位置由于流速增大，从而造成轻微的冲刷，但冲刷强度不大，最大约为 4cm/a，人工鱼礁周边邻近海域会有轻微的淤积，最大约为 1cm/a。淤积变化超过 0.5cm/a 的海域主要集中在项目用海范围内，项目用海范围以外大部分海域冲淤环境无明显变化。

由于本海区水体中泥沙含量较小，项目建设本身不带来泥沙，也没有外源泥沙

输入，因此项目建设基本不改变海域泥沙含量。根据海底地形测量结果，本海域海床稳定，基本为冲淤平衡状态；人工鱼礁采用框架结构，整体较为稳定，人工鱼礁投放后在鱼礁体附近会出现短时间的冲刷和淤积，但很快将达到冲淤平衡，因此从整个人工礁群来分析，人工礁群建设对工程区海底地形地貌和冲淤环境影响较小。

4.2.3 项目用海对水质环境的影响

4.2.3.1 施工期水质环境的影响分析

本工程在施工期间会产生悬浮泥沙，在海洋水动力的作用下扩散、输运和沉降，形成悬浮泥沙浓度场，对海域环境产生影响。通过预测求得悬沙扩散的浓度场，然后依据相关海水水质标准，评价其对周围环境的影响程度。

4.2.3.1.1 泥沙扩散方程

泥沙在海水中的沉降、输运、扩散过程，可以由三维对流、扩散方程表示：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + U \frac{\partial S}{\partial x} + V \frac{\partial S}{\partial y} + W \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} (DK_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (DK_y \frac{\partial S}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (\frac{K_H}{D} \frac{\partial S}{\partial z}) + Q$$

式中：U、V为水体水平流速；

W为水体垂直流速；

W_g 为重力沉降速度；

S为悬浮泥沙浓度；

D为水深；

K_x 、 K_y 为水平紊流扩散系数；

K_H 为垂直紊流扩散系数；

Q为源强度。

4.3.2 边界条件

(1)取土设

1)在闭边界上没有物质通量，即 $\frac{\partial S}{\partial n} = 0$

$$2) \text{流出边界满足 } \frac{\partial S}{\partial t} + V_n \frac{\partial S}{\partial n} = 0$$

$$3) \text{流入边界清洁水满足 } S(x, y, k, t) = 0$$

$$4) \text{初始浓度场 } S(x, y, k, t_0) = 0$$

$$5) \text{海面边界条件 } w|_{s=0} = 0, w_g S|_{s=0} = 0, k_H \frac{\partial S}{\partial s}|_{s=0} = 0$$

$$6) \text{海底边界条件 } w|_{s=-1} = 0, -(w_g S + k_H \frac{\partial S}{\partial s})|_{s=-1} = Q_B$$

其中， S 为悬浮泥沙浓度； V_n 为水体流速的法向分量； K_H 为垂直紊流扩散系数； w 为水体垂直流速； w_g 为重力沉降速度； Q_B 是悬浮物海底垂直通量，包括悬浮物的沉降与再悬浮两项。

4.3.3 施工期悬浮泥沙影响预测

(1) 入海悬浮泥沙发生点位置

本工程产生悬浮泥沙的环节主要是施工期礁体抛填和趸船抛锚。

根据施工环节的施工位置和特点以及趸船抛锚位置，模拟中选取代表点进行模拟预测，泥沙发生点位置如图 4.3-1。

(1) 入海悬浮泥沙源强

本工程施工期间，礁体的投放过程会搅动产生部分悬浮泥沙，投放礁体挤淤形成的颗粒物悬浮源强按下式计算：

$$S_1 = (1 - q_1) \times r_1 \times a_1 \times P$$

式中： S_1 为抛石挤淤的悬浮物源强(kg/s)， q_1 为沉积物天然含水率(%)， r_1 为淤泥中颗粒物湿密度(g/cm³)， a_1 为泥沙中悬浮物颗粒所占百分率(%)，平均挤淤强度 P 。

$$q_1=40\%, r_1=1400\text{kg/m}^3, a_1=45\%, P=0.0031(\text{m}^3/\text{s})$$

$$\text{则： } S_1=(1-0.4) \times 1400 \times 0.45 \times 0.0031=1.20\text{kg/s}$$

趸船抛锚时铁锚主要与底质表层接触，悬浮泥沙主要在底部扩散，故施工过程中对泥沙扰动很小；且锚碇块是一个投放完毕再投放下一个，因此产生的悬浮泥沙浓度小，随着施工期的结束，悬浮泥沙影响会逐渐消失；目前几乎无抛锚固定作业带来的悬沙扩散源强的相关文献资料研究，根据其作业方式与抛石施工接近，因此

借鉴抛石过程的源强进行悬浮泥沙扩散的预测。抛石产生的水体悬浮物包括两部分，一部分为块石自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物，一部分为抛填块石时扰动底床产生的悬浮物。趸船使用的铁锚本身无携带泥土，该部分悬浮物产生量为 0m^3 ，铁锚按照规格体积 $1.5\text{m}^3/\text{个}$ 计算，则每个锚块投放过程中搅动产生的悬浮泥沙量为 0.0075m^3 。每个锚块投放时间约 5min ，悬浮泥沙干容重取 $1380\text{kg}/\text{m}^3$ ，类比分析得到抛锚块过程中搅动产生的悬浮泥沙量为 $0.034\text{kg}/\text{s}$ 。

数值模拟时在悬浮泥沙发生区域选择有代表性的典型预测点，分别预测各点最大的浓度增量分布，连接各点不同浓度增量预测值最外沿，做出悬浮泥沙增量的最大包络线图。

4.3.4 悬浮泥沙综合影响范围

从图中可以看出，悬浮泥沙主要扩散方向与项目所在海域潮流主方向一致，呈 NE-SW 向，预测结果显示：人为悬浮泥沙浓度增量超过一、二类海水水质标准(浓度增量超过 $10\text{mg}/\text{L}$)的 NE-SW 向最大扩散距离为 153m 、SE-NW 向最大扩散距离为 94m ，面积为 82.8hm^2 ，人为悬浮泥沙超三类水质标准范围(浓度增量超过 $100\text{mg}/\text{L}$)NE-SW 向最大扩散距离为 28m 、SE-NW 向最大扩散距离为 21m ，面积为 13.3hm^2 。

表 4.3-2 悬浮泥沙影响距离和最大包络线面积

| 悬浮物浓度 (mg/L) | 扩散距离(m) | | 扩散范围 (hm^2) |
|-----------------|---------|---------|---------------------------|
| | SE-NW 向 | NE-SW 向 | |
| ≥ 10 | 153 | 94 | 82.8 |
| ≥ 20 | 92 | 45 | 52.6 |
| ≥ 50 | 64 | 27 | 29.3 |
| ≥ 100 | 28 | 21 | 13.3 |

4.3.4.2 施工期其他因素对水环境的影响分析

(1) 废水

本项目水上施工作业需要施工船舶，其产生的废水主要为施工船舶生活污水和船舶含油废水。本项目共需投入 5 艘不同用途的作业船舶，不同作业阶段投入船舶数量不一，施工船舶的吨位较小，配备的施工人员数量不多，因此施工期施工船舶产生的含油污水量和施工人员每日产生的生活污水量都不大，可通过收集处理的方式减小对海洋水环境的污染。

施工船舶应设置污水收集罐，并将生活污水收集上岸外运达标处理。含油废水

主要为舱底油污水，主要污染物为石油类。施工船舶禁止向施工作业海域直接排放含油污水，应设置油水分离器或装灌油污水的舱柜或容器等，并将油污水接收上岸交油污水处理单位处理。

(2) 固体废物

施工期的固体废物主要有施工人员的生活垃圾和施工机械设备产生的残油、废油等。生活垃圾以有机污染物为主，应及时收集上岸，由环卫部门统一外运处置。施工船舶、机械设备作业产生的残油、废油等废物，统一交由有资质的单位将其安全处置。固体废物收集上岸处置后，不会对海洋水质产生影响。

4.3.4.3 溢油事故对水体环境的影响

项目施工或运营时时可能因船舶发生意外碰撞事故造成大量溢油。溢油泄漏将造成附近海域海洋生物生存环境污染，从而引起生物种类数量、种群结构等发生不同程度的变化、生物质量下降。

4.4.1 溢油漂移扩散模式

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生不断变化。本工程二维溢油模型拟采用的是国际上得到广泛应用的“油粒子”模型，该模型可以很好地模拟上述物理化学过程，另外，“油粒子”模型是基于拉格朗日体系具有高稳定性和高效率的特点。“油粒子”模型就是把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是由这些大量的油粒子所组成的“云团”。首先计算各个油粒子的位置变化、组分变化、含水率变化，然后统计各网格上的油粒子数和各组分含量可以模拟出油膜的浓度时空分布和组分变化。

假设包括背景流场和波浪净流在内的表层流已知流速分量为 U_b ， V_b ，而不确定方法表示湍流的随机扩散由随机游动速度 U' 和 V' 表示，则每一个油粒子的漂移速度为

$$\begin{aligned} U &= U_b + U' \\ V &= V_b + V' \end{aligned} \quad (1)$$

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移则可表示为:

$$\begin{aligned} x^{n+1} &= x^n + U_b^{n+\frac{1}{2}}Dt + x\sqrt{6K_H Dt} + O(Dt^2) \\ y^{n+1} &= y^n + V_b^{n+\frac{1}{2}}Dt + y\sqrt{6K_H Dt} + O(Dt^2) \end{aligned} \quad (2)$$

对时间 t 方向上采用中心差分, 能够保证上述差分方程的二阶精度。上式中 ξ , K_H 分别代表 $[-1,1]$ 区域上的均匀分布随机数和水平方向上的湍流涡动粘性系数。

波浪净流的量值较小, 因为溢油油膜的覆盖使海面变得较为平坦。它可根据二阶 Stokes 波理论由下式给出:

$$u_{wave} = \frac{K\omega H^2}{8sh^2(Kd)} ch(2Kz_0) \quad (3)$$

式中 K , ω , H , d , z 分别代表波数, 波圆频率、波高、水深和油粒子所处的深度。

波浪的主要作用并不在于波浪净流, 因为它较背景流场要小得多。波浪作用主要在于搅动水面, 及由破碎引起溢油入水。溢油入水体积可写为:

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{C_2 t H_s^2 / L} \quad (4)$$

其中, V_0 , t , H_s , L 分别为溢油初始体积, 时间, 有效波高和波长。 C_2 为常数, 取作 $-2.53 \times 10^{-3} / V_0^{0.62}$ 。

溢油入水后化作比油粒子更小的油滴来模拟其垂向运动。油滴的垂向运移仍由确定的背景场垂向流速分量 W_b 及浮力作用下的上浮速度 W_L 和不确定的垂向湍流扩散来计算。垂向运移距离

$$Dz = (W_b + W_L)Dt + x\sqrt{6K_v Dt} \quad (5)$$

依 Johanson- Ichiye 的公式, 垂向涡动扩散系数由下式计算:

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{C_2 t H_s^2 / L} \quad (6)$$

H_s, T, Z, K, C 分别为有效波高, 周期, 深度, 波数和常数。上浮速度分量依据油滴直径大小分别计算。设浮力作用下, 油滴临界直径为 d_e , 则有

$$de = \frac{9.52n^{2/3}}{g^{1/3}(1 - r_o / r_w)^{1/3}} \quad (7)$$

对 $d_i < d_e$, 由 Stokes 定律

$$W_L = gd_i^2(1 - r_o / r_w) / 18n \quad (8)$$

对 $d_i > d_e$

$$W_L = \left[\frac{8}{3} gd_i(1 - r_o / r_w) \right]^{1/2} \quad (9)$$

式中 $g, d_i, \nu, \rho_o, \rho_w$ 分别为重力加速度, 油滴直径, 运动粘性系数, 油密度和水密度, 油滴垂向运移的中心差分公式:

$$z^{n+1} = z^n + (W_b + W_L)^{n+1/2} Dt + x\sqrt{6K_v Dt} + o(Dt^2) \quad (10)$$

溢油的挥发乳化与油品特性有关。

挥发率可写为:

$$F_V = \ln \left[1 + B' \left(\frac{T_G}{T} \right) q' e^{(A' - B' \frac{T_0}{T})} \right] \frac{T}{B' T_G} \quad (11)$$

式中 $A'=6.3, B'=10.3, T$ 为油温, T_G 为油的沸点曲线梯度, T_0 为油的初始沸点温度, θ' 为挥发系数由下式确定:

$$q' = CW^{0.78} tA / V_o \quad (12)$$

C 为常数, W 风速, t 时间, A 油膜面积, V_o 初始溢油体积。乳化程度由含水率 Y_w 表示, 依据 Mackay(1980),

$$Y_w = \frac{1}{K_B} [1 - e^{-K_A K_B (1+W)^2 t}] \quad (13)$$

其中 Y_w 为乳化物含水量(%), K_A 取 4.5×10^{-6} , K_B 取 $1/Y_w^F$, Y_w^F 为最终含水量, 取 1.25。

则水面油粒子体积应为

$$V_i = V_o (1 - F_{V_i}) / (1 - Y_{w_i}) \quad (14)$$

设乳化前油密度为 ρ_o , 水密度为 ρ_w , 则乳化后油密度

$$r_* = (1 - Y_w) r_o + Y_w \rho_w \quad (15)$$

蒸发对油密度的影响为

$$r = (0.6r_o - 0.34)F_v + r_o \quad (16)$$

综合挥发、乳化影响，油密度表示为：

$$r = (1 - Y_w)[(0.6r_o - 0.34)F_v + r_o] + Y_w \times r_w \quad (17)$$

忽略油粘性随温度的变化，即仅考虑乳化、挥发的影响，乳化将增加油的粘性：

$$n_* = n \times \exp[2.5Y_w / (1 - 0.654Y_w)] \quad (18)$$

挥发对油粘性的影响为

$$n = n_o \times 10^{4F_v}$$

综合挥发、乳化作用，油粘性变化表示为：

$$n = n_o \times 10^{4F_v} \times \exp[2.5Y_w / (1 - 0.654Y_w)] \quad (19)$$

其中 n_o 为初始时油膜的运动粘性系数。

4.4.2 溢油模型中有关参数的设定

(1) 溢油位置及源强

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录B，油类物质临界量为2500t。项目涉及的危险物质主要为施工期船舶碰撞发生溢油，根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》附录4.1中的规定，非油轮船舶燃油最大携带量也可用船舶总吨推算，根据船型不同，一般取船舶总吨的8%~12%。本项目保守按12%计算，则施工船舶燃油最大携带量为 $(350+350+20) \times 12\% = 86.4t$ ，因此最大柴油贮存量为86.4t。故项目危险物质与临界量比值 $Q=0.035 < 1$ ，该项目环境分析潜势为I。

本次模拟采用连续点源的方式，根据项目施工期的船舶资料，最大载油量约为86.4吨，在此假设86.4吨燃油在3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432kg的燃油。模拟溢油点选取1个，位于礁石投放的中间位置。

(2) 溢油工况

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；根据前面气象资料可知，本海区每年9月至次年4

月盛行NE向风，5至8月盛行WSW向风，分别考虑两种情况下的平均风和大风状况。

(3)溢油模拟时间

本次预测选取 48h 作为溢油预测的时段，若油膜全部登陆，则停止计算。

4.4.3 溢油模拟结果

(1)静风情况下

大潮涨潮初期发生溢油时，溢油 48 小时后，油膜主要在三亚湾内近岸漂移，最大漂移距离约 8.3km，扫海面积为 58.9km²。

大潮落潮初期发生溢油时，溢油 48 小时后，油膜主要在三亚湾内近岸漂移，最大漂移距离约 12.8km，扫海面积为 73.5km²。

(2) NE 风情况下

大潮涨潮初期发生溢油时，溢油 48 小时后，油膜主要向 SW 方向漂移，最大漂移距离约 56.3km(平均风速)和 79km(六级大风)，扫海面积为分别为 455km²(平均风速)和 540km²(六级大风)。

大潮落潮初期发生溢油时，溢油 48 小时后，油膜主要向 SW 方向漂移，最大漂移距离约 56.4km(平均风速)和 63.9km(六级大风)，扫海面积为分别为 392km²(平均风速)和 249km²(六级大风)。

(3) WSW 风情况下

大潮涨潮初期发生溢油时，溢油 48 小时后，油膜主要向 ENE 方向漂移，最大漂移距离约 17.5km(平均风速)和 17.3km(六级大风)，扫海面积为分别为 13.5km²(平均风速)和 19.3km²(六级大风)。

大潮落潮初期发生溢油时，溢油 48 小时后，油膜主要向 ENE 方向漂移，最大漂移距离约 16.8km(平均风速)和 17.3km(六级大风)，扫海面积为分别为 16.5km²(平均风速)和 20.3km²(六级大风)。

4.4.4 油膜扫海面积及最大漂移距离

表 4.4-3 不同工况下溢油预测结果

| 风向/风速(m/s) | 静风/0 | | NE/3.1 | | NE/10.8 | | WSW/3.5 | | WSW/10.8 | |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 涨潮 初期 | 落潮 初期 | 涨潮 初期 | 落潮 初期 | 涨潮 初期 | 落潮 初期 | 涨潮 初期 | 落潮 初期 | 涨潮 初期 | 落潮 初期 |
| 溢油时间 | | | | | | | | | | |
| 油膜抵岸时间(h) | / | / | / | / | / | / | 46.0 | 25.0 | 14.5 | 21.5 |
| 最大漂移距离(km) | 8.3 | 12.8 | 56.3 | 56.4 | >79.0 | >63.9 | 17.5 | 16.8 | 17.3 | 17.3 |
| 扫海面积(km ²) | 58.9 | 73.5 | 455 | 392 | >540 | >249 | 13.5 | 16.5 | 19.3 | 20.3 |

注：NE 向风，六级大风时，油膜在 48h 内会扩散至计算域以外的区域

在发生溢油时，应当及时采取相应措施防止溢油扩散，最大限度地减少溢油污染对海洋环境的影响。控制和减轻溢油事故所造成的损害程度的进一步扩散的最合理时间是在溢油发生后 2 小时内，采用必要的消油或围油措施防止油膜范围扩大。

4.2.3 项目用海对沉积物环境的影响

本项目主要是人工鱼礁投放的施工过程中会扰动表层沉积物产生悬浮泥沙。根据 4.3.3.3 的悬浮泥沙数值模拟结果可知：超 I、II 类水质(>10mg/L)面积为 0.520292km²，没有超 III 类水质(>100mg/L)和超 IV 类水质(>150mg/L)。由于项目用海区域水深较深，且潮流流速较大，悬浮泥沙稀释扩散较快，水质超标面积较小。超 I、II 类水质扩散范围距人工鱼礁西北侧的最远距离约为 90m、距人工鱼礁西南侧的最远距离约为 80m、距人工鱼礁东北侧的最远距离约为 60m。可见本项目施工产生的悬浮泥沙影响范围相对较小，基本不会对周边海域沉积物环境产生较大影响。

项目人工鱼礁采用广泛使用的钢筋混凝土鱼礁，因此本项目施工过程中外来沉积物混入量很少，不会改变原有沉积物的理化性质。施工期产生的生活污水、含油污水以及固废等不得向海域排放，要采取相应的环保措施收集处理处置。

本项目用海主要是人工鱼礁和增殖放流，营运期没有任何海上活动。因此项目用海不会对海洋沉积物造成明显影响。。

4.2.4 项目用海对海洋生物的影响

(1)对底栖生物的影响分析

工程建设改变了该海域局部区域底栖生物的栖息环境，导致底栖生物被掩埋致死，因此底栖生物资源受到一定影响。但是，由于本项目邮轮码头为透水构筑物属于不改变用海区域自然属性的工程项目，码头泊位范围内损失的底栖生物相对较小。

施工过程中产生的泥沙的沉积和悬浮物对附近水域的底栖生物也将产生一定的

影响，悬浮物运移和沉积可引起贝类动物外套腔和水管受到堵塞致死。施工结束后，周边的底栖生物群落将逐步恢复并重建。

(2)对浮游植物影响分析

施工区悬浮物增加将造成水体透明度下降，削弱了水体的真光层厚度，溶解氧降低，直接对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长。浮游植物生物量降低导致局部水域内初级生产力水平降低。

(3)对浮游动物的影响

施工作业产生的悬浮物将引起局部水域混浊，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物受到的影响较大，这是由于悬浮物会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物吞食适当粒径的悬浮颗粒会造成内部消化系统紊乱。有关研究资料表明，水中悬浮物质含量的增加对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。悬浮物增量超过 10mg/L 海域范围内的浮游生物会受到一定的影响。

(4)对渔业资源的影响分析

鱼类等水生生物对骤变的环境反应敏感。施工作业引起水体悬浮物质含量变化，并造成水体混浊度增加，其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等游泳生物行动的改变，鱼类将避开混浊区，产生“驱散效应”。

水中悬浮物质含量过高会使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。同时，鱼类吞食适当粒径的悬浮颗粒会造成内部消化系统紊乱。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关实验数据，含量为 6000mg/L 时，鱼类最多能存活 1 周；悬浮物含量为 300mg/L 水平，每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的含量在 200mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。

浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物生物量也相应减少，以浮游生物为食的鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。根据施工期悬浮泥沙预测结果，施工产生悬浮泥沙超I、II类水质(>10mg/L)面积为 108.89 公顷，向南扩散最远距离约 0.30km，这种影响是暂时的，施工结束后将恢复，本项目施工对海洋

渔业造成影响小。

4.2.5 对珊瑚礁资源的影响分析

本项目所在区域无珊瑚礁，距离最近的珊瑚生长区为项目东侧的三亚珊瑚礁国家级自然保护区的东西瑁洲片区，本项目用海边界距离保护区边界最近距离为1.1km。根据数模计算结果，项目施工期产生的超I、II类水质($>10\text{mg/L}$)的悬浮泥沙距离未超出本项目用海范围，未扩散到西瑁洲珊瑚生长区；项目建设后潮流场、波浪场主要在工程区域发生改变，工程后流速最大减小6cm/s左右，未影响到西瑁洲珊瑚生长海域；运营期不产生污染物。可见，由于本项目距离珊瑚生长区较远，施工期产生的悬浮泥沙、项目建设对周边潮流场、波浪场的改变以及运营期都不会影响到西瑁洲珊瑚资源及其生境。

4.2.6 项目用海通航安全影响分析

本项目人工鱼礁投放区域水深变化范围约为-24m~-28m(1985 国家高程基准面)，投放的人工渔礁高度为4m，即人工鱼礁投放后鱼礁区水深约在-20m~-24m。本项目位于三亚湾西瑁洲西侧海域，该区水域宽阔，常有游艇、渔船等船舶在此海域航行。根据在该海域常出现的船舶类型和吨位，其吃水深度远小于21m，在最低潮面时人工渔礁投放海域对船舶的航行影响很小。根据海南省航道布局规划，项目用海距离周边规划航道较远，如距离环岛运输小船航路和大三亚滨海观光旅游外航路约4.4km，距离红塘港区主航道约11.5km，距离大三亚滨海观光旅游内航路约6.8km，距离三亚港区主航道约8.8km，因此，项目建设不影响周边港区船舶和环岛运输小船正常航行，对周边通航安全影响较小。

项目施工投礁时，施工船只从红塘湾预制场地运输预制人工鱼礁至项目区投放，船只航行可能穿越三亚各港区规划航道，给周边海域通航安全风险带来一定影响，因此，礁体投放前应按照投放方案，报行政主管部门和海事部门，由海事部门核准发布航行公告。投放方案应包括投放海域、投放时间、运输路线和作业船舶等内容。在投放人工渔礁的过程中，应在人工渔礁投放区边缘布置浮标灯；礁体投放完毕后，应清除所有临时设施，包括浮标灯；礁区建成后，必须在礁区边角设置渔业标志。

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

根据《2023年三亚市国民经济和社会发展统计公报》，初步核算,2023年全市地区生产总值(GDP)971.34亿元，按不变价计算，同比增长12.0%，占全省地区生产总值的比重为12.9%。其中，第一产业增加值110.89亿元，同比增长3.5%；第二产业增加值132.64亿元，同比增长13.0%；第三产业增加值727.81亿元，同比增长13.0%。三次产业结构为11.4:13.7:74.9。

全市实现地方一般公共预算收入147.42亿元，同比增长(按新口径计算，下同)23.4%。其中，税收收入105.96亿元，同比增长30.6%；非税收收入41.45亿元，同比增长8.3%。税收收入中，增值税21.55亿元，同比增长151.2%；企业所得税12.64亿元，同比下降7.9%；土地增值税29.80亿元，同比增长20.4%；契税19.49亿元，同比增长103.0%；房产税5.57亿元，同比下降15.2%；城镇土地使用税3.04亿元，同比下降19.8%；城市维护建设税4.16亿元，同比增长12.5%；个人所得税5.69亿元，同比下降17.7%。全市地方一般公共预算支出232.50亿元，同比增长1.5%。其中，卫生健康支出25.92亿元，同比下降24.5%；教育支出26.74亿元，同比增长8.4%；节能环保支出2.34亿元，同比下降68.6%；社会保障和就业支出21.83亿元，同比增长48.3%；城乡社区支出21.73亿元，同比下降50.6%。

全年农林牧渔业总产值159.32亿元，按可比价计算，同比增长4.1%。其中，农业产值117.00亿元，同比增长4.0%；林业产值1.66亿元，同比下降2.2%；牧业产值7.81亿元，同比增长11.5%；渔业产值23.85亿元，同比增长4.2%；农林牧渔专业及辅助性活动产值9.00亿元，同比增长10.4%。

全年全市社会消费品零售总额492.88亿元，同比增长14.0%。按消费类型分，餐饮收入38.72亿元，同比增长42.3%；商品零售额454.16亿元，同比增长12.1%。从限上单位零售情况看，粮油、食品类同比增长7.7%；服装、鞋帽、针织品类同比增长54.6%；日用品类同比增长15.2%。限上单位汽车零售额61.42亿元，同比增长23.5%。其中，新能源汽车零售额25.77亿元，同比增长74.2%。离岛免税销售实现零售额273.14亿元，同比增长17.1%。

凤凰机场旅客吞吐量 2177.58 万人次，同比增长 128.9%。其中进港 1094.60 万人次，同比增长 129.1%。凤凰机场飞行 134716 班次，同比增长 82.2%。

全年全市接待过夜游客人数 2571.18 万人次，同比增长 95.6%。其中，过夜国内游客 2541.47 万人次，同比增长 95.0%；过夜入境游客 29.72 万人次，同比增长 159.1%。全年旅游总收入 896.64 亿元，同比增长 106.3%，其中国内旅游收入 887.22 亿元，同比增长 105.6%；旅游外汇收入 13182.05 万美元，同比增长 172.5%。旅游饭店平均开房率为 68.2%，同比增长 27.2 个百分点。全市列入统计的旅游宾馆(酒店)289 家，拥有客房 60838 间，与上年持平；拥有床位 100655 张，与上年持平。全市共有 A 级及以上景区 14 处，其中，5A 景区 3 处，4A 景区 5 处。

全年城乡居民人均可支配收入 39799 元，同比增长 6.1%。从收入来源看，工资性收入 23391 元，同比增长 5.7%；经营净收入 7386 元，同比增长 10.9%；财产净收入 4337 元，增长 3.8%；转移净收入 4685 元，同比增长 3.4%。按常住地分，城镇常住居民人均可支配收入 45877 元，同比增长 5.7%。其中，工资性收入 28324 元，同比增长 5.2%；经营净收入 6748 元，同比增长 12.6%；财产净收入 5353 元，同比增长 3.4%；转移净收入 5452 元，同比增长 3.0%。农村常住居民人均可支配收入 22990 元，同比增长 8.5%。其中，工资性收入 9747 元，增长 10.0%；经营净收入 9149 元，同比增长 7.7%；财产净收入 1529 元，同比增长 7.7%；转移净收入 2565 元，同比增长 6.3%。

全市现有生活垃圾处理设施 9 个，城镇生活垃圾日处理能力 3150 吨。城镇生活垃圾无害化处理率 100%；生活垃圾渗滤液达标处理率 100%。拥有污水处理厂 17 个，城镇生活污水集中处理达标量 12908.26 万吨，城镇生活污水集中处理率 100%。

全年空气质量达标(AQI≤100)364 天，达标率 99.7%。细颗粒物(PM_{2.5})平均浓度 11 微克/立方米，可吸入颗粒物(PM₁₀)平均浓度 23 微克/立方米。全市自然保护区 7 个，其中国家级 1 个，省级 1 个。自然保护区总面积 12354.74 公顷，其中国家级保护区 8500 公顷，省级保护区 1844.60 公顷。造林面积 142.31 公顷。其中，人工造林 42.87 公顷；更新造林 91.24 公顷。

5.1.2 海域使用现状

根据本项目用海位于三亚湾西瑁州岛西侧海域，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，论证范围内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。

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 8.6km 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，权属 三亚新机场投资建设有限公司。

(2)北侧距离约 7.1km 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、游乐场用海，总用海面积为 51.5598 公顷，权属三亚市天涯海角旅游发展有限公司。

(3)北侧距离约 8.2km 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、栈桥、港池，总用海面积为 2.6648 公顷，权属三亚旅游文化投资集团有限公司。

(4)东北侧距离约 6.8km 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 公顷，权属三亚西岛旅游开发有限公司。

(5)东北侧距离分别约 2.6km、3.0km 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

项目用海区周边主要的交通运输用海有：

(1)西北侧距离约 10.0km 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，用海方式为透水构筑物，用海面积为 20 公顷，权属海南石油太平洋有限责任公司。

(2)距离约 6.5km 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，权属三亚市天涯海角旅游发展有限公司。

3、渔业用海

项目用海区周边主要的渔业用海分别为：

(1)北侧距离约 201m 的三亚湾农渔业区深海网箱养殖用海项目，为开放式养殖用海，用海面积为 660.5484 公顷，权属三亚农业投资集团有限公司。

(2)西侧距离约 1.1km 的三亚湾海洋生态修复工程项目(西岛及附近海域)，总用海面积为 297.1509 公顷，其中申请人工鱼礁区用海面积为 27.1348 公顷，申请增殖放流区(用海方式为开放式养殖)用海面积为 270.0161 公顷，权属三亚环境投资集团有限公司。

(3) 西侧距离约 121m 的三亚湾休闲海洋牧场项目，项目总用海面积为 149.8850 公顷，其中包括人工鱼礁投礁区(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。权属海南高速公路股份有限公司。

(4) 南侧距离约 41m 的三亚市东西瑁洲海域海洋牧场项目，项目总用海面积为 103.4901 公顷，其中包括人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积 23.9820 公顷，自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海面积 79.5081 公顷，权属三亚市农业农村局。

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 10.9km 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，权属中国船舶重工集团公司第七二五研究所(洛阳船舶材料研究所)。

(2)东北侧距离约 7.5km 的三亚湾西段砂质海岸保护修复项目，用海方式透水构筑物，总用海面积约为 1.9772 公顷，权属三亚市自然资源和规划局。

(3)西北侧距离约 5.3km 的三亚湾西段砂质海岸保护修复项目，专用航道、锚地及其他开放式用海 59.0237 公顷，珊瑚礁修复区透水构筑物用海 4.1037 公顷，苗圃培育区用海

| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

根据项目用海资源生态影响分析内容，项目用海对周边海域开发活动的影响一方面是项目施工产生悬浮泥沙对用海活动区的海水水质的影响；另一方面项目用海对项目毗邻的用海活动的影响。

项目论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、渔业用海和特殊用海，根据项目用海资源生态影响和施工工艺等分析，并结合项目周边海域开发利用现状，绘制资源生态影响范围与开发利用现状的叠置分析图。

1、项目对旅游娱乐用海项目的影响分析

根据海域使用权属现状分析，本项目论证范围内的旅游娱乐用海项目较多，旅游娱乐用海项目主要分布在红塘湾—天涯海角—三亚湾沿岸，总共 4 宗用海，主要的用海方式为透水构筑物、非透水构筑物、建设填海造地、游乐场、浴场用海等，与本项目距离在 6.8km~8.6km 之间，与本项目相对较远，根据资源生态影响范围与开发利用现状的叠置图分析，施工期对水质环境的影响并未扩散到其用海区域，因此，本项目实施不会对红塘湾--天涯海角--三亚湾沿岸旅游娱乐用海产生影响。

与本项目距离较近的有约 2.6km 的三亚西岛水上训练基地项目(三亚西岛旅游开发有限公司)和距离约 3.0km 的三亚西岛海洋文化旅游区项目旅游娱乐用海项目(三亚西岛大洲旅业有限公司)，位于西瑁州岛附近海域，用海类型为旅游基础设施用海，用海方式包括游乐场、浴场、码头及平台(透水构筑物)用海，用海面积分别为 16.0147 公顷和 15.5201 公顷。根据叠置图可知，人为悬浮泥沙浓度增量超过一、二类海水水质标准(浓度增量超过10mg/L)的NE-SW向最大扩散距离为153m、SE-NW向最大扩散距离为94m，距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用海区约2.7km，施工期对水质环境的影响并未扩散到其用海区域，因此，本项目实施不会对西瑁洲周边的旅游娱乐用海项目产生影响。

2、项目对交通运输用海项目的影响分析

项目论证范围内的交通运输用海主要有距离约10km的海南石油太平洋有限责任公司油码头用海，码头为“T”行结构，栈桥引桥长383m，宽6m，码头长度275m，

最大宽度20m，码头前沿水深9.1m，港池直径375m，水深10m，可靠泊1万吨级游船，该码头为三亚凤凰国际机场配套工程。距离本项目约6.5km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，该用海为天涯海角游览区配套项目，根据数模分析，人为悬浮泥沙浓度增量超过一、二类海水水质标准(浓度增量超过10mg/L)的NE-SW向最大扩散距离为153m、SE-NW向最大扩散距离为94m，本项目的实施不会对其产生影响。项目礁体预制拟定在红塘湾预制场地，人工鱼礁投礁施工期间，施工船舶会增加附近海域的通航密度，与港口运油船舶及往来该海域的渔船、旅游船只等难免发生相互干扰，也增加了船舶碰撞几率，存在一定的交通安全隐患。项目在实施过程中，要提前与海上交通管理部门做好联系和协调，避免项目施工船只对周边码头船舶航行的影响，并加强风险控制，制定完善的风险应急处置措施，一旦发生溢油风险事故，及时启动应急预案，避免造成较大的污染事故。

3、项目对附近渔业用海项目的影响分析

本项目用海区周边海域有 4 宗渔业用海，其中三亚湾农渔业区深海网箱养殖用海项目为深水网箱开放式养殖用海，根据本项目施工期悬浮泥沙扩散叠置范围图，本项目用海实施影响范围未达到其用海区域，对上述用海活动区的水质环境影响较小。

另外有 3 宗渔业用海分别为三亚湾海洋生态修复工程项目(西岛及附近海域)、三亚湾休闲海洋牧场项目、三亚市东西瑁洲海域海洋牧场项目。

三亚湾休闲海洋牧场项目位于本项目用海西侧约121m。三亚湾休闲海洋牧场项目目前正在施工建设中，其用海内容包括人工鱼礁投放、深水网箱养殖、海上休闲娱乐和休闲渔业养殖等。根据本项目资源环境影响范围叠置分析，施工期悬浮泥沙扩散范围未达到其用海区域。

三亚市东西瑁洲海域海洋牧场项目位于本项目用海南侧41m，该项目为已批待建，其用海建设内容主要是进行人工鱼礁投放和底播增养殖，根据本项目资源环境影响范围叠置分析，施工期悬浮泥沙扩散范围未达到其用海区域。三亚湾海洋生态修复工程项目(西岛及附近海域)位于本项目用海西侧1.1km，三亚湾海洋生态修复工程项目(西岛及附近海域)主要是渔业资源保护工程，具体包括人工鱼礁

建设和增殖放流。项目建设海域呈“L”形布置，南北长约2075m、东西长约2223m，总占用海面积约为297.1509 公顷。项目用海范围内建设总用海面积为27.1348 公顷的4个鱼礁群的人工鱼礁区，共投放人工鱼礁数量为320个，共69120 空方。人工鱼礁区外的海域为增殖放流区，其用海面积为270.0161公顷，依据本项目资源生态影响内容分析，本项目用海所产生的资源生态影响范围未达到上述2宗渔业用海项目区，因此，项目用海对上述渔业用海项目影响较小。

但需要关注的是本项目人工鱼礁施工，施工船舶会增加邻近海域的通航密度，而如果本项目与其他渔业用海项目施工时间存在交叉重叠，施工期船只相互间干扰造成海上交通安全的影响。因此，建议业主单位与上述用海单位积极沟通协调，错开时间施工。同时施工前，需制定好施工船舶的航线航路，统一调配，指定锚泊点和作业区，严格加强对施工期的各方船舶的监管，避免事故发生。由此需要海事部门的监督管理，制定统一的通航秩序制度，保证通航安全。

4、项目对特殊用海项目的影响分析

项目用海附近的特殊用海有国防武器装备浅表海水环境试验用海项目，距离本项目10.9km，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。国防武器装备浅表海水环境试验用海项目主要通过海水试验特种材料的抗腐蚀性等特性，本项目施工产生的悬浮泥沙均未扩散至该用海区域，不会对其产生影响。

三亚市自然资源和规划局在三亚湾实施岸滩保护修复工程，主要通过修筑构筑物对沿岸岸滩进行保护与修复，其用海为特殊用海，本项目用海距离其用海活动较远，约 7.5km，项目用海对其影响较小。

在本项目东侧约 1.2km 为海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区(东西瑁州片区)用海，用海面积 2850.37 公顷。西瑁洲海域珊瑚礁资源丰富，生态环境良好。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。根据数模计算结果，本项目施工产生的悬浮泥沙不会扩散至保护区用海区域内，对保护区水质及珊瑚礁生境的影响较小。需要注意的是，根据资源生态影响分析，项目用海可能产生的事故溢油将会扩散到该珊瑚礁自然保护区，从而可能会对其生长环境造成影响。应当及时采取相应

措施防止溢油扩散，最大限度地减少溢油污染对海洋环境的影响。

本项目东南侧约1.0km 为三亚倾倒入区。本项目用海施工期产生的悬浮泥沙不会扩散至三亚倾倒入区内，对倾倒入区水质环境没有影响，同时项目用海运营期没有污染物产生，对三亚倾倒入区也没有不利于影响。需要关注的是倾倒入区对本项目用海的影响。由于本项目与其倾倒入区距离较近，某次倾倒入活动产生的悬浮泥沙及其他污染物有可能扩散到项目区，对本项目人工鱼礁用海活动产生一定的影响。

5.3 利益相关者界定

根据项目用海对所在海域开发活动的影响分析结果和资源生态影响范围与开发利用现状的叠置分析图，以及现场的勘察和历史资料的搜集，结合项目用海资源生态影响分析内容以及上述分析内容，项目用海涉及到利益相关者主要是海南高速公路股份有限公司(三亚湾休闲海洋牧场项目的用海单位)、三亚市农业农村局(三亚市东西瑁洲海域海洋牧场项目)、三亚农业投资集团有限公司(三亚湾农渔业区深海网箱养殖用海项目)、三亚环境投资集团有限公司(三亚湾海洋生态修复工程项目(西岛及附近海域))、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处(保护区用海单位)。具体情况见表 5.3-1，利益相关者分布图见图 5.3-1。

表 5.3-1 项目用海主要利益相关者界定表

| 序号 | 用海项目 | 位置及距离 | 主要利益相关者 | 主要利益相关 | 是否利益相关 |
|----|------|-------|---------|--------|--------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

5.4 需协调部门界定

由于项目用海可能对海上施工需要三亚海事局进行协调，同时本项目距离三亚倾倒入区较近，因此，本项目用海需要协调的部门为三亚海事局、三亚市生态环境局。具体情况见表 5.4-1。

表 5.4-1 项目用海利益协调部门界定表

| 序号 | 附近开发用海项目 | 位置及距离 | 协调部门 | 主要利益协调内容 |
|----|----------|-------|------|----------|
| | | | | |

5.5 利益相关者协调分析

5.5.1 与海南高速公路股份有限公司、三亚农业投资集团有限公司、三亚环境投资集团有限公司和三亚市农业农村局的协调分析

根据上节分析，项目用海对海南高速公路股份有限公司、三亚农业投资集团有限公司、三亚环境投资集团有限公司和三亚市农业农村局用海的影响主要是体现在施工期船只通航安全影响方面，因此，项目用海与其利益协调也集中在上述方面。具体协调内容见表 5.5-1。

表 5.5-1 与本项目用海区域内的用海单位的利益协调内容

| 利益相关者 | 影响内容 | 协调人 | 协调方案 | 协调结果要求 |
|-------|------|-----|------|--------|
| | | | | |

5.5.2 与海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处的协调分析

本项目用海区没有珊瑚生长，与东侧的三亚珊瑚礁国家级自然保护区东西瑁洲片区最近距离约 1.2km(从保护区边缘量算)。根据资源生态影响分析，悬浮泥沙会增加海水的浑浊度，减薄水体的真光层厚度。理论上，当悬浮泥沙均值超过 10mg/L 会对珊瑚造成不利影响，长期超过此值则会珊瑚造成严重的胁迫。根据三亚湾的水质历史调查资料，该海域的水体悬浮物基本都在 10mg/L 以上，但西岛周边珊瑚礁生态系统并未因此受到影响。本项目实际施工时，人工鱼礁投放施工，悬浮泥沙量较少，施工停止后会很快沉降，施工期悬浮泥沙扩散范围较小，不会扩散至该保护区水域，因此悬浮泥沙对保护区珊瑚礁生态环境影响有限。

但是项目区域施工作业船只碰撞导致的事故溢油对周围海域水体环境的影响，进而破坏西瑁洲周边生长的珊瑚礁及其生境。

考虑到项目用海区位于保护区附近，项目用海应更好地做好施工期环境保护措施，避免发生溢油风险。建议业主单位应与保护区管理部门进行协商，并向其报备项目产生事故溢油的实际情况，制定各项安全、环保措施和溢油应急预案。积极参与三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处相关珊瑚礁修复的公益活动，协助管理处保护和恢复受损珊瑚礁资源等。具体的协调详见表 5.5-2。

表 5.5-2 与海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处的利益协调内容

| 利益相关者 | 影响内容 | 协调人 | 协调方案 | 协调结果要求 |
|-------|------|-----|------|--------|
| | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

5.5.3 与三亚海事局的协调分析

本项目建设施工期间，人工鱼礁投放施工船舶占用一定的海域空间，一方面对项目海域来往航行船舶和周边养殖作业船只的航行会造成一定的不利影响，另一方面加大了该海区的通航密度，与其他进出该海域的船舶难免发生相互干扰，存在一定的交通安全隐患，给用海区通航环境带来一定的不利影响。

根据上述影响，项目用海单位应该积极联系海事管理部门，做好通航安全评估和相关措施，防范出现意外碰撞的可能性。

表 5.5-3 与三亚海事局的利益协调内容

| 利益相关者 | 影响内容 | 协调人 | 协调方案 | 协调结果要求 |
|-------|------|-----|------|--------|
| | | | | |

5.5.4 与三亚市生态环境局的协调分析

鉴于三亚倾倒区内的倾倒活动可能会对本项目用海人工鱼礁海洋牧场建设效果产生不利于影响，用海单位应积极与三亚市生态环境局保持沟通与联系，关注生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局发布的倾倒许可证核发情况公告，做好水质监测，监控倾倒活动对本项目用海活动的影响。并在三亚市生态环境局的协调下，建议倾倒单位选择在落潮时倾倒。如倾倒产生的悬浮泥沙及其他污染物确实严重影响项目用海区水质环境，应及时采取布设相关防护设施等减小影响的措施。

表 5.5-4 与三亚市生态环境局的利益协调内容

| 利益相关者 | 影响内容 | 协调人 | 协调方案 | 协调结果要求 |
|-------|------|-----|------|--------|
| | | | | |

5.6 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

5.6.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

略。

5.6.2 对国家海洋权益的协调性分析

略。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

6.1.1 所在海域国土空间规划海洋功能分区情况

2023年9月15日国务院批复了《海南省国土空间规划(2021-2035年)》，2023年12月26日，海南省人民政府批复了《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》。本报告以《海南省国土空间规划(2021-2035年)》和《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》来说明项目所在海域分区情况。

(1) 《海南省国土空间规划(2021-2035年)》海洋空间功能布局

根据《海南省国土空间规划(2021-2035年)》，按照“两空间内部一红线”分区要求，构建“两空间内部一红线”近岸海域总体布局，对近岸海域开发保护功能进行引导。“两空间”包括海洋生态空间和海洋开发利用空间，“一红线”为海洋生态保护红线。本项目位于海洋开发利用空间内。项目周边有近岸海域海洋生态保护红线分布，本项目距离最近生态保护红线区约1.2km。

(2) 《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》海洋功能分区情况

根据《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》海洋功能分区，本项目位于三亚湾渔业用海区。三亚湾渔业用海区以渔业用海为主导用海类型，可兼顾游憩用海和工矿通信用海，允许适度开展休闲渔业和海洋牧场活动。

6.1.2 所在海域国土空间生态修复规划情况

根据《海南省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》(以下简称《生态修复规划》)，修复分区突出海南岛自然地理何生态系统的完整性、连通性，以重点流域、区域、海域等为基础单元，划分中部山地生态保护修复区、海岸带生态保护修复区、台地平原生态修复区、流域生态廊道生态保护修复区4类国土空间生态修复分区。根据《生态修复规划》，三亚市海岸带生态修复重点项目包括7类项目17个子项目，本项目周边海域的修复项目有河口潟湖海湾生态系统修复重点项目-9 三亚市三亚湾生态保护修复综合项目和珊瑚礁生态系统修复重点项目-5 三亚市三亚湾西岛东南侧珊瑚礁生态系统修复项目。

本项目是在三亚湾海洋生态修复工程的基础上建设国家级海洋牧场项目，市政府专题会议〔2022〕167号已经同意实施。三亚湾海洋生态修复工程人工鱼礁

类透水构筑物用海面积为 32.5245hm²，开放式养殖用海面积为 83.7122m²，目前已投放人工鱼礁 36450 空立方米，开展增殖放流 20000 尾。本项目计划新增人工鱼礁 570 个，即 3.648 万空立方米，在现有礁区基础上，补充投放新型混凝土构件礁，选择人工鱼礁 C 型和 D 型的两种类型。扩大现有礁群规模，增加礁区的集鱼效果。继续开展底播增殖放流，增加鱼类、珍珠贝、扇贝、鲍、海参等资源量。因此，本项目与三亚市三亚湾生态保护修复综合项目相符合。

6.2 项目用海对海域国土空间规划分区的影响分析

6.2.1 项目用海对海域国土空间规划分区的利用情况

根据《海南省国土空间规划(2021-2035 年)》，项目用海区位于海洋开发利用空间。海洋开发利用空间即为在近岸海域依据海洋开发利用现状和适宜性，衔接海洋发展战略，划定海洋开发利用空间。海洋开发利用空间允许集中开展海洋渔业、海洋交通运输业、海洋工矿通信业、海洋旅游业等活动。本项目总体定位为热带资源养护与休闲旅游有机结合为特色的海洋生态牧场。牧场区以恢复和提升三亚湾海洋生态系统为核心，坚持生态保护与可持续开发并重，综合人工生态鱼礁和增殖放流，基于优异的海洋生态系统景观和丰富的资源量及生物多样性为广大游客提供高质量的旅游体验。

根据《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》，项目用海区海域位于三亚湾渔业用海区，三亚湾渔业用海区主导功能为渔业用海，兼顾游憩用海和工矿通信用海，允许适度开展休闲渔业和海洋牧场活动，严格限制改变海域自然属性；保护珊瑚礁及其生态系统，保护渔业资源及产卵场。根据《海南省三亚农投三亚湾海域国家级海洋牧场申请书》，海南省三亚湾海域农投海洋牧场依托已开展三亚湾海洋生态修复工程项目申请用海面积为 116.2367 公顷，规划鱼礁建设规模 7.165 万空方，目前在已投放人工鱼礁 3.645 万空立方米的基础上，项目新增人工鱼礁 570 个，即 3.648 万空立方米，单个鱼礁为 64 空立方米(4m×4m×4m)。开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计 60 万粒或尾的资源增殖放流。新建一个海上休闲渔业平台(40m 趸船)和 2 艘休闲渔船(船长 23.98 米，宽 5.2 米，功率 2×294KW 及功率 2×158KW,玻璃钢材质)的海上休闲渔业园。海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目依托已开展三亚湾海洋生态修复工程项目，以更加数字化和网络化的运营模式不断提升三亚湾农投海洋牧场的生态效益、社会效益

和经济效益，推动海洋经济多元化发展，为海南省乃至全国的海洋经济发展注入新的活力。符合三亚湾渔业用海区主导功能要求。

6.2.2 项目用海对周边海域各国土空间规划分区的影响

根据《海南省国土空间规划(2021-2035年)》和《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》，论证范围内周边的主要海洋功能分区从海洋空间方面来说分布有海洋开发利用空间和近岸海域海洋生态保护红线；从具体的海洋功能分区方面来说，项目周边主要是生态保护区、游憩用海区、交通运输用海区、特殊利用区、工矿通信用海区和预留区。

根据前面章节分析，结合资源生态影响分析结果，本项目实施基本不会造成资源生态影响，本项目的实施对周边国土空间规划分区影响很小，与各国土空间规划分区管控要求的影响分析见表 6.2-1。

表 6.2-1 用海与周边各功能分区管控要求影响分析表

| 功能区名称 | 管控要求 | 影响分析 |
|--------------|------|------|
| 三亚湾游憩用海区 | | |
| | | |
| | | |
| 东西瑁洲珊瑚礁生态保护区 | | |
| | | |
| | | |
| 西瑁洲游憩用海区 | | |
| | | |
| | | |
| 牛鼻仔岭游憩用海区 | | |
| | | |
| | | |
| 三亚港交通运输用海区 | | |
| | | |
| | | |
| 三亚湾特殊用海区 | | |
| | | |
| | | |
| 双扉石特殊用海区 | | |
| | | |
| | | |
| 肖旗港-西岛工矿通 | | |
| | | |

| | | | |
|-------------------|--|--|--|
| 信用海区 | | | |
| 天涯海角游憩用海区 | | | |
| 天涯海角海岸生态保护区 | | | |
| 红塘港交通运输用海区 | | | |
| 红塘湾游憩用海区 | | | |
| 红塘湾海洋预留区 | | | |
| 海南岛西南部重要渔业资源生态保护区 | | | |

通过对本项目用海与周边功能区用途管制中的空间准入、利用方式、保护要求等分析，本项目用海不会对周边各功能区(三亚湾游憩用海区、东西瑁洲珊瑚礁生态保护区、西瑁洲游憩用海区、牛鼻仔岭游憩用海区、三亚港交通运输用海区、三亚湾特殊用海区、双扉石特殊用海区、肖旗港-西岛工矿通信用海区、天涯海角游憩用海区、天涯海角海岸生态保护区、红塘港交通运输用海区、红塘湾游憩用海区、红塘湾海洋预留区和海南岛西南部重要渔业资源生态保护区)管控要求产生影响。

6.3 项目用海与国土空间规划分区的符合性分析

6.3.1 与《海南省国土空间规划(2021-2035年)》的符合性分析

根据《海南省国土空间规划(2021-2035年)》，按照“两空间内部一红线”分区要求，构建“两空间内部一红线”近岸海域总体布局，对近岸海域开发保护功能进行引导。“两空间”包括海洋生态空间和海洋开发利用空间，“一红线”为海洋生态保护红线。本项目位于海洋开发利用空间内。

根据《海南省国土空间规划(2021-2035年)》，海洋开发利用空间的管控要求为“在近岸海域依据海洋开发利用现状和适宜性，衔接海洋发展战略，划定海

洋开发利用空间。海洋开发利用空间允许集中开展海洋渔业、海洋交通运输业、海洋工矿通信业、海洋旅游业等活动”。本项目是第九批国家级海洋牧场(海南省三亚湾海域农投海洋牧场)重点建设项目，通过农投海洋牧场的示范效应，集团将扎实推动海洋渔业产业的转型升级，促进渔旅深度融合，探索海洋经济新增长点，项目用海类型为渔业用海。

因此，项目用海符合《海南省国土空间规划(2021-2035年)》海洋开发利用空间允许集中开展海洋渔业的管控要求。

6.3.2 与《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》的符合性分析

本项目用海区位于三亚湾渔业用海区。其主导用海类型为渔业用海，兼顾游憩用海和工矿通信用海，允许适度开展休闲渔业和海洋牧场活动。严格限制改变海域自然属性。保护珊瑚礁及其生态系统；保护渔业资源及产卵场。

根据《海域使用分类》(HY/T123-2009)，本项目用海的海域使用类型为一级类“渔业用海”，二级类“人工鱼礁用海、开放式养殖用海”。按《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》本项目用海的海域使用类型为一级类“渔业用海”，二级类“增养殖用海”。符合空间准入中的主导功能。

三亚湾渔业用海区利用方式严格限制改变海域自然属性，而本项目用海方式为人工鱼礁、透水构筑物 and 开放式养殖，用海方式不改变海域属性，符合用途管制中的利用方式。

三亚湾渔业用海区的保护要求为“保护珊瑚礁及其生态系统；保护渔业资源及产卵场。”本项目用海方式为人工鱼礁、透水构筑物和开放式养殖，根据前面章节分析，施工过程不会对周边珊瑚礁及其生态系统产生影响，项目定位为休闲型海洋牧场，项目的主要建设内容为人工鱼礁、自然增殖开放式养殖，项目用海类型是开放式养殖用海，项目建设的目的是在修复海洋生物栖息地、保护海洋生态、增殖和恢复渔业资源，同时通过开展垂钓、船钓、观光等休闲渔业活动。根据水质调查结果，项目所在海域满足所在海域的水质、沉积物质量标准。施工期产生的悬浮泥沙源强较小，区域潮流流速相对较大，易于悬浮物稀释扩散，且扩散范围较小，对所在功能区的环境影响小；运营期不产生污染物，可见，本项目的实施符合管控要求中的保护要求。

综上，项目用海符合《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》的要求。

6.3.3 与生态保护红线的符合性分析

根据“三区三线”划定成果中生态保护红线的范围，本项目用海不占用生态保护红线，。论证范围内的生态保护红线有重要渔业资源产卵场、珊瑚礁(海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区)和海岸防护物理防护极重要区，距离最近的海洋生态保护红线(重要渔业资源产卵场)和珊瑚礁(海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区)分别约 1.3m 和 1.2km。

本项目用海方式按海域使用分类(HY/T123-2009)主要是开放式养殖、透水构筑物用海。项目的主要建设内容为人工鱼礁、增殖放流开放式养殖。通过人工鱼礁的投放和自然增殖恢复，对修复海洋生物栖息地、保护海洋生物多样性、增殖和恢复渔业资源，打造国家级海洋牧场，促进渔业资源的可持续发展和生态旅游观光。项目施工期严禁船舶生活污水、含油废水和固体废物直接排入海中，通过数模计算分析，施工期产生的悬浮泥沙源强较小，区域潮流流速相对较大，易于悬浮物稀释扩散，且扩散范围较小，悬浮物基本不会扩散到周边生态红线区内。

运营期不产生污染物，对生态保护红线不会产生影响，因此，本项目符合生态保护红线管控要求，可见，本项目的实施基本不会对周边生态保护红线产生影响，符合国土空间规划分区的生态保护红线管控要求。

6.3.4 与《三亚市海域使用详细规划》的符合性分析

根据《三亚市海域使用详细规划》，本项目用海位于海洋牧场用海(代码为 1804-02)。

海洋牧场用海的用途管控为“主导功能为通过人工鱼礁、增殖放流等措施对海域生态环境修复，渔业资源增殖的海洋牧场功能，兼顾浅海底播养殖用海、筏式养殖用海、深水网箱养殖用海、深远海网箱养殖用海及开展海钓等休闲渔业活动用海，允许通航、海缆管线等线性穿越，禁止捕捞”，本项目的建设内容为人工鱼礁、增殖放流开放式养殖。通过人工鱼礁的投放和自然增殖恢复，对修复海洋生物栖息地、保护海洋生物多样性、增殖和恢复渔业资源，打造国家级海洋牧场，促进渔业资源的可持续发展和生态旅游观光，符合该区的用途管控要求。

海洋牧场用海的用海方式为“为透水构筑物、开放式养殖、深水网箱养殖、深远海网箱养殖、休闲渔业养殖、海底人工鱼礁增殖等用海；除必要的海域、海岛生态修复工程以外，禁止填海造地、非透水构筑物等和其他对主导功能造成

不可逆影响的用海方式”。本项目的用海方式为本项目用海方式为人工鱼礁、透水构筑物和开放式养殖，用海方式不改变海域属性，用海方式满足要求。

海洋牧场用海的使用规划为“通过投放资源保护礁、增殖礁、或废旧船舶等各类礁体，结合渔业资源增殖放流，修复海洋生态环境，恢复渔业资源，兼顾发展休闲渔业活动，如海钓、深潜、游船观光等海上娱乐项目、科研教育活动，也可以作为游艇旅游活动的目的地”。本项目通过人工渔礁的投放和自然增殖恢复，对修复海洋生物栖息地、保护海洋生物多样性、增殖和恢复渔业资源，打造国家级海洋牧场，促进渔业资源的可持续发展和生态旅游观光，符合使用规划要求。

6.3.5 项目用海与国土空间规划分区的生态修复要求符合性分析

根据《海南省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》，三亚市海岸带生态修复重点项目包括7类项目17个子项目，本项目周边海域的修复项目有河口潟湖海湾生态系统修复重点项目-9 三亚市三亚湾生态保护修复综合项目和珊瑚礁生态系统修复重点项目-5 三亚市三亚湾西岛东南侧珊瑚礁生态系统修复项目，本项目所在区域位于西岛附近海域，该海域在国土空间规划分区中为三亚湾渔业用海区，本项目依托已开展三亚湾海洋生态修复工程项目申请用海面积为116.2367公顷，规划鱼礁建设规模7.165万空方，目前在已投放人工鱼礁3.645万空立方米的基础上，项目新增人工鱼礁570个，即3.648万空立方米，单个鱼礁为64空立方米(4m×4m×4m)。开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计60万粒或尾的资源增殖放流。是三亚市三亚湾生态保护修复的延伸和拓展因此，本项目的实施符合国土空间规划分区的生态修复要求。

7 项目用海的合理性分析

7.1 用海选址合理性

7.1.1 区位和社会条件能否满足项目建设和营运的要求

本项目位于三亚湾渔业用海区内，东距离西瑁洲岛约 2.8km。本项目是在三亚湾海洋生态修复工程的基础上建设国家级海洋牧场项目，市政府专题会议〔2022〕167 号已经同意实施。三亚湾海洋生态修复工程人工鱼礁类透水构筑物用海面积为 32.5245hm²，开放式养殖用海面积为 83.7122m²，目前已投放人工鱼礁 36450 空立方米，开展增殖放流 20000 尾。本项目计划新增人工鱼礁 570 个，即 3.648 万空立方米，在现有礁区基础上，补充投放新型混凝土构件礁，选择人工鱼礁 C 型和 D 型的两种类型。扩大现有礁群规模，增加礁区的集鱼效果，继续开展底播增殖放流，增加鱼类、珍珠贝、扇贝、鲍、海参等资源量。项目选址于《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030 年)》中划定的东西瑁洲海洋牧场区域内(该区域规划建设休闲性海洋牧场)，区位上符合相关规划的要求，满足项目运营的要求。

从项目建设条件看，项目用海区水域开阔，水上施工的水域面积较大，有利开展多个作业面。项目投放的人工鱼礁礁体为预制构件，选定南山港港区内空地作为预制场地及堆存场地。供电、供水、有线通信等均可依托三亚市现有设施。当地盛产项目建设所需的砂、石料，材质优良，供应充足，交通便利，可满足工程建设需要。此外，海南地区常驻多家专业施工队伍，技术力量雄厚，施工设备、机具齐全、经验丰富，完全能承担本项目的施工。本工程可具备良好的施工条件。

7.1.2 自然资源和海洋生态适宜性

人工鱼礁礁址选择关系到鱼礁设置后发挥作用的大小，鱼礁使用寿命、鱼礁对其他作业的影响等，鱼礁选址是人工鱼礁投放的前提。本项目选址与自然资源和生态环境的适宜性分析见表 7.1-1。

表 7.1-1 项目选址与自然资源和生态环境适宜性分析

| 序号 | 选址条件 | 海域情况 | 适宜性 |
|----|------|------|-----|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |

综上，本项目用海选址综合考虑了区域的水下地形地貌、水动力环境、工程地质条件、泊位作业天数、生态环境等多方面因素，项目选址能与自然资源和海洋生态相适宜的。

7.1.3 项目用海与周边其他用海活动是否存在功能冲突

根据第五章项目用海对海域开发活动的影响分析结果，论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、渔业用海和特殊用海。项目用海涉及到利益相关者主要有海南高速公路股份有限公司(三亚湾休闲海洋牧场项目的用海单位)、三亚市农业农村局(三亚市东西瑁洲海域海洋牧场项目)、三亚农业投资集团有限公司(三亚湾农渔业区深海网箱养殖用海项目)、三亚环境投资集团有限公司(三亚湾海洋生态修复工程项目(西岛及附近海域))、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处(保护区用海单位)、三亚海事局(海上交通安全协调部门)和三亚市生态环境局(三亚倾倒区协调部门)。

项目用海单位在与利益相关者、需协调部门切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动相适应。

7.1.4 项目用海是否有利于海洋产业协调发展

项目选址于《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030年)》中划定的东西瑁洲海洋牧场区域内(该区域规划建设休闲性海洋牧场)，区位上符合相关规划的要求。2024年7月26日，由三亚农投集团管理维护的海南省三亚湾海域农投海洋牧场成功入选第九批国家级海洋牧场。三亚农投集团将以此次入选国家级海洋牧场为契机，持续深化海洋牧场建设与管理，拟通过继续新增人工鱼礁570个、3.648万空方，增殖放流不低于50万条鱼苗，建设1套人工鱼礁智能监控系统，配套1座海上休闲渔业平台与休闲渔船等措施，以更加数字化和网络化的运营模式不断提升三亚湾农投海洋牧场的生态效益、社会效益和经济效益，推动海洋经济多元化发展，为海南省乃至全国的海洋经济发展注入新的活力。本项目选址及建设内容均符合规划中要求发展休闲型海洋牧场并投放人工集鱼礁的要求。

7.2 用海平面布置合理性

7.2.1 项目用海平面布置是否体现集约节约用海原则

本项目用海平面布置充分利用已开展三亚湾海洋生态修复工程项目，原项目海域论证报告已经通过行政部门组织的专家评审，平面布置基本合理。原用海平面布置依据《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T9416-2014)要求：“集游泳类生物为主的休闲生态型人工鱼礁，单位鱼礁间隔不超过 1000m。”；“单位鱼礁按间隔 100~200m 排列在一起成为鱼礁群，鱼礁群是人工鱼礁渔场的基本规模般达到 2000~5000 m² 空，以形成独立渔场；鱼礁群按间隔 400~1000m 配置形成鱼礁带。”单位鱼礁之间应设置一定开放式海域，以利于鱼类及其它海洋生物的生长。原项目在设计投放方案时，根据前期人工鱼礁投放经验，并本着节约用海的原则，确定单位鱼礁间距约 150m-410m，每个鱼礁群外轮廓形状为长方形，边长 210m×310m，每个礁群内布置 9 个单位鱼礁，单位鱼礁沿垂直水流方向间距 30m，沿平行水流方向间距 105m，每个单位鱼礁内安放 30 个鱼礁块体，分为 A 型和 B 型，均匀布置，块体间距为 4.5m。符合《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T9416-2014)。

本项目在现有礁区基础上，一方面考虑到原有鱼礁布置的很规整，间距也比较大，可以适当增加礁体密度，而较近的鱼礁布置可以给鱼类提供更安全的环境；另一方面，在不增加人工鱼礁用海范围的前提下，在原来鱼礁区内投放，共分为五个区，每个区新增 4 个礁群共 114 个鱼礁，总计新增鱼礁 570 个，实现了鱼礁投放量的增加，扩大现有礁群规模。既能保证建设人工鱼礁取得较好的聚鱼效果，又能保证项目建设的经济效益和生态效益。

综上所述，本项目平面布置充分利用已开展三亚湾海洋生态修复工程项目，在不增加人工鱼礁用海范围的前提下，实现了鱼礁投放量的增加，扩大现有礁群规模，满足项目运营需要，项目平面布置体现了集约、节约用海原则。

7.2.2 项目用海平面布置是否有利于生态保护，并已经避让生态敏感目标

本用海项目充分考虑原用海平面布置，在不增加人工鱼礁用海范围的前提下，在原来鱼礁区内投放，共分为五个区，每个区新增 4 个礁群共 114 个鱼礁，总计新增鱼礁 570 个。对周边用海区和三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)等生态敏感目标不产生较大影响。本项目可实现渔业资源的自然增殖和人工增殖，可提

升所在海域的渔业资源密度，改善渔业环境，有利于渔业资源恢复和增殖，项目为加强生态和环境保护而建设。

7.2.3 项目用海平面布置能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

根据项目的平面布置，本项目人工鱼礁高度为 4m，即工程后人工投礁区的水深均减少 4m。根据水动力数模结果，本项目人工鱼礁对投放所在区域的流速影响很小，对流速的影响幅度最大约为 6cm/s，流向的影响幅度最大不超过 2°，且受影响的海域大部分位于项目用海范围以内，对所在海域主流向以及水动力的影响不明显。

人工鱼礁完成以后，投放鱼礁位置由于流速增大，从而造成轻微的冲刷，但冲刷强度不大，最大约为 4cm/a，人工鱼礁周边邻近海域会有轻微的淤积，最大约为 1cm/a。淤积变化超过 0.5cm/a 的海域主要集中在项目用海范围内，项目用海范围以外大部分海域冲淤环境无明显变化。

综上，项目平面布置能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

7.2.4 项目用海平面布置能否最大程度地减少周边其他用海活动的影响

论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、渔业用海和特殊用海。

本项目原用海区域早于三亚湾休闲海洋牧场项目、三亚市东西瑁洲海域海洋牧场项目、三亚湾农渔业区深海网箱养殖用海项目、三亚湾海洋生态修复工程项目(西岛及附近海域)，本项目新增礁体是在原礁区范围内投放，项目在施工期对水质环境的影响并未扩散到周边旅游娱乐用海区域、已批的渔业用海项目和特殊用海项目区，与其用海活动相适应。

项目施工期间，投礁施工船舶会增加附近海域的通航密度，与港口运油船舶及往来该海域的渔船、旅游船只等难免发生相互干扰，也增加了船舶碰撞几率，存在一定的交通安全隐患。本项目用海平面布置与三亚湾休闲海洋牧场项目、三亚市东西瑁洲海域海洋牧场项目、三亚湾海洋生态修复工程项目(西岛及附近海域)没有权属冲突，同时用海内容均为海洋牧场建设，之间有相互促进的积极影响。因此，项目施工过程中需要关注船只交通安全的影响。项目用海单位在与利

益相关者、需协调部门切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动相适应。

7.3 用海方式合理性分析

根据海域使用分类体系中用海方式的界定方法，项目用海的用海方式为透水构筑物、开放式养殖。

7.3.1 用海方式是否遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则

海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目依托已开展三亚湾海洋生态修复工程项目申请用海面积为 116.2367 公顷，规划鱼礁建设规模 7.165 万空方，目前在已投放人工鱼礁 3.645 万空立方米的基础上，项目新增人工鱼礁 570 个，即 3.648 万空立方米，单个鱼礁为 64 空立方米(4m×4m×4m)。开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计 60 万粒或尾的资源增殖放流。新建一个海上休闲渔业平台(40m 趸船)和 2 艘休闲渔船(船长 23.98 米，宽 5.2 米，功率 2×294KW 及功率 2×158KW,玻璃钢材质)的海上休闲渔业园。

本项目用海方式与三亚湾海洋生态修复工程项目相同，均为透水构筑物和开放式养殖。新增礁体用海范围与原礁体确权范围一致，仅增加了趸船停泊区为透水构筑物。没有采用填海、非透水构筑物等用海方式，采用的是透水式、开放式的用海方式。

因此，项目用海方式遵循用海方式遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则。

7.3.2 用海方式能否最大程度地减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能

本项目位于三亚湾渔业用海区的国土空间规划分区，主导用海类型为主导功能为渔业用海，兼顾游憩用海和工矿通信用海，允许适度开展休闲渔业和海洋牧场活动。严格限制改变海域自然属性；保护珊瑚礁及其生态系统，保护渔业资源及产卵场。本项目用海方式为透水构筑物、开放式养殖用海，基本不会对海域的主导功能产生影响，不改变海域自然属性，另外，人工鱼礁也是对渔业资源恢复起到积极作用，符合该区的主导功能。本项目在生态修复项目的基础上继续扩大

礁体投放和实施增殖放流，其实施基本不会对生态环境产生影响，项目用海不会改变海域的基本属性，符合并有利于维护三亚湾渔业用海区基本功能。

7.3.3 用海方式能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响

本项目施工期间对海洋生物将产生直接和间接的影响，一是投放的人工鱼礁会占用部分底栖生物生境，直接损毁底栖生物资源；二是透水构筑物海上施工时产生的悬浮泥沙对海洋生物及其生境造成的间接影响。

2024年7月26日，三亚农投集团管理维护的海南省三亚湾海域农投海洋牧场成功入选第九批国家级海洋牧场，通过采用人工鱼礁透水构筑物用海方式和自然增殖的开放式养殖用海方式，为渔业资源、海洋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。因此，相对于项目实施过程中造成的少量渔业资源的损失，项目建设对区域海洋生态系统的恢复和保护的作用更大，具有更重要的积极意义。

7.3.4 用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

根据水动力数模结果，本项目人工鱼礁对投放所在区域的流速影响很小，对流速的影响幅度最大约为6cm/s，流向的影响幅度最大不超过2°，且受影响的海域大部分位于项目用海范围以内，对所在海域主流向以及水动力的影响不明显。

人工鱼礁完成以后，投放鱼礁位置由于流速增大，从而造成轻微的冲刷，但冲刷强度不大，最大约为4cm/a，人工鱼礁周边邻近海域会有轻微的淤积，最大约为1cm/a。淤积变化超过0.5cm/a的海域主要集中在项目用海范围内，项目用海范围以外大部分海域冲淤环境无明显变化。因此，项目用海方式能最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。

7.4 占用岸线合理性分析

本项目用海位于三亚湾渔业用海区，位于三亚湾中部，本项目不占用海岸线，也没有新增人工岸线。对三亚市自然岸线保有率没有影响。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 用海面积合理性分析

7.5.1.1 项目用海面积及各功能单元是否符合相关行业设计标准和规范

原项目(三亚湾海洋生态修复工程项目)依据《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T9416-2014),确定人工鱼礁占据海域面积 32.5245 公顷,开放式养殖用海面积为 83.7122 公顷,总用海面积为 116.2367 公顷。本项目在现有礁区基础上,在不增加人工鱼礁用海面积的前提下,在原来鱼礁区内新增 4 个礁群共 114 个鱼礁,人工鱼礁用海面积仍旧为 32.5245 公顷。由于在原开放式养殖用海面积 83.7122 公顷扣除泵船用海面积 0.21 公顷后,本项目开放式养殖用海面积为 83.5022 公顷,泵船用海面积 0.21 公顷,总用海面积仍为 116.2367 公顷。

因此,本项目用海面积和各功能单元在满足国家级海洋要求的基础上,符合相关的行业设计标准和规范。

7.5.1.2 项目用海面积是否符合产业用海面积控制指标要求

项目选址于《海南省现代化海洋牧场发展规划(2021-2030 年)》中划定的东西瑁洲海洋牧场区域内(该区域规划建设休闲性海洋牧场)。东西瑁洲海洋牧场为休闲型海洋牧场,东西长 3365m,南北宽 2080m,总面积 700 公顷。目前该区除了本项目建设外,正在建设的有三亚湾休闲海洋牧场项目面积(149.8850 公顷),三亚市东西瑁洲海域海洋牧场项目面积(103.5 公顷),三亚湾海洋生态修复工程项目(西岛及附近海域)(297.1509 公顷)。本项目用海面积与原项目(三亚湾海洋生态修复工程项目)用海面积相同,未扩大用海范围,确保项目用海面积符合海南省海洋牧场产业发展规划面积的控制指标要求。本项目以生态渔业为主要目标,通过建设国家级的海洋牧场,可以实现高生物量水平的生态平衡,并辐射优化周边海区环境,保障近海海洋资源健康可持续利用与开发。因此,本项目用海符合三亚市用海控制性指标要求。

7.5.1.3 项目用海面积的确定及减少的可能性分析

本项目在三亚湾海洋生态修复工程项目基础上建设国家级海洋牧场,用海面积与原批准用海面积一致,没有扩大用海规模。且在现有礁区基础上,不增加人工鱼礁用海面积的前提下,在原来鱼礁区内新增 4 个礁群共 114 个鱼礁,确保人工鱼礁用海面积仍旧为 32.5245 公顷。在满足国家级海洋牧场建设需要的前提下,本项目用海面积没有减少的可能。

7.5.2 宗海图绘制

本项目宗海图主要采用海南卓泰海洋信息技术咨询有限公司 2024 年 7 月的测绘成果。宗海图的绘制根据《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018)绘制,坐标系为 CGGS2000,深度基准为当地理论最低潮面,高程基准为 85 高程,投影采用高斯-克吕格投影,中央经线为东经 109°30'。

本项目用海类型为渔业用海。项目用海范围的界定,是以海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目实施方案和原项目用海边界确定的,人工鱼礁透水构筑物与原宗海界址点坐标一致。根据《海籍调查规范》第 5.4.1.4 节,“以废弃船、堆石、人工块体及其他投弃物形成的人工鱼礁用海,以被投弃的海底人工礁体外缘顶点的连线或主管部门批准的范围为界”。人工鱼礁礁群共 4 块,具体折线界址点见宗海界址图,确定人工鱼礁区用海面积 32.5245 公顷。

增殖放流区根据《海籍调查规范》第 5.4.1.3 节,“无人工设施的人工投苗或自然增殖的人工管养用海,以实际使用或主管部门批准的范围为界”,根据原审批用海的边界确定宗海界址图中折线 25-26-27-28-25 (不包括鱼礁区和泵船区)围成的区域为增殖放流区,确定用海面积为 83.5022 公顷。

泵船用海区根据《海籍调查规范》中第 5.4.4.2 节,透水构筑物以泵船外缘线为界,外扩 10m,因此,最终确定了项目宗海界址线,并确定界址点,确定用海面积为面积 0.21 公顷。

本项目宗海位置图和宗海界址图见图 7.5-1、图 7.5-2 和表 7.5-2。

7.5.3 用海面积量算

根据《海域使用面积测量规范》采用坐标解析法进行计算,根据确定的界址点确定的项目用海范围,利用地理信息系统软件直接求得用海面积。经量算,项目申请总用海面积为 116.2367 公顷,其中:申请人工鱼礁区用海面积为 32.5245 公顷,包括鱼礁群 1 区(用海方式为透水构筑物)用海面积 6.5048 公顷,鱼礁群 2 区(用海方式为透水构筑物)用海面积 6.5047 公顷,鱼礁群 3(用海方式为透水构筑物)用海面积 6.5048 公顷,鱼礁群 4(用海方式为透水构筑物)用海面积 6.5055 公顷,鱼礁群 5(用海方式为透水构筑物)用海面积 6.5047。申请增殖放流区(用海方式为开放式养殖)用海面积为 83.5022 公顷。申请泵船用海面积 0.21 公顷。

以上项目用海的界址范围的界定和面积量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》的要求。

7.6 用海期限合理性分析

1、海域法的规定

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，海域使用权最高期限，“养殖用海十五年；拆船用海二十年；旅游、娱乐用海二十五年；盐业、矿业用海三十年；公益事业用海四十年；港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

本项目用海属于渔业用海的养殖用海，可申请养殖用海的最高期限 15 年。

2、项目结构设计使用年限

根据本项目设计要求，人工鱼礁单体的设计使用寿命不宜小于 30 年。项目人工鱼礁设计使用年限大于 30 年。

3、本项目申请用海期限

综上所述，为加强海域使用管理，以及项目用海实际需求和用海性质，本项目申请用海期限 15 年是合理的。

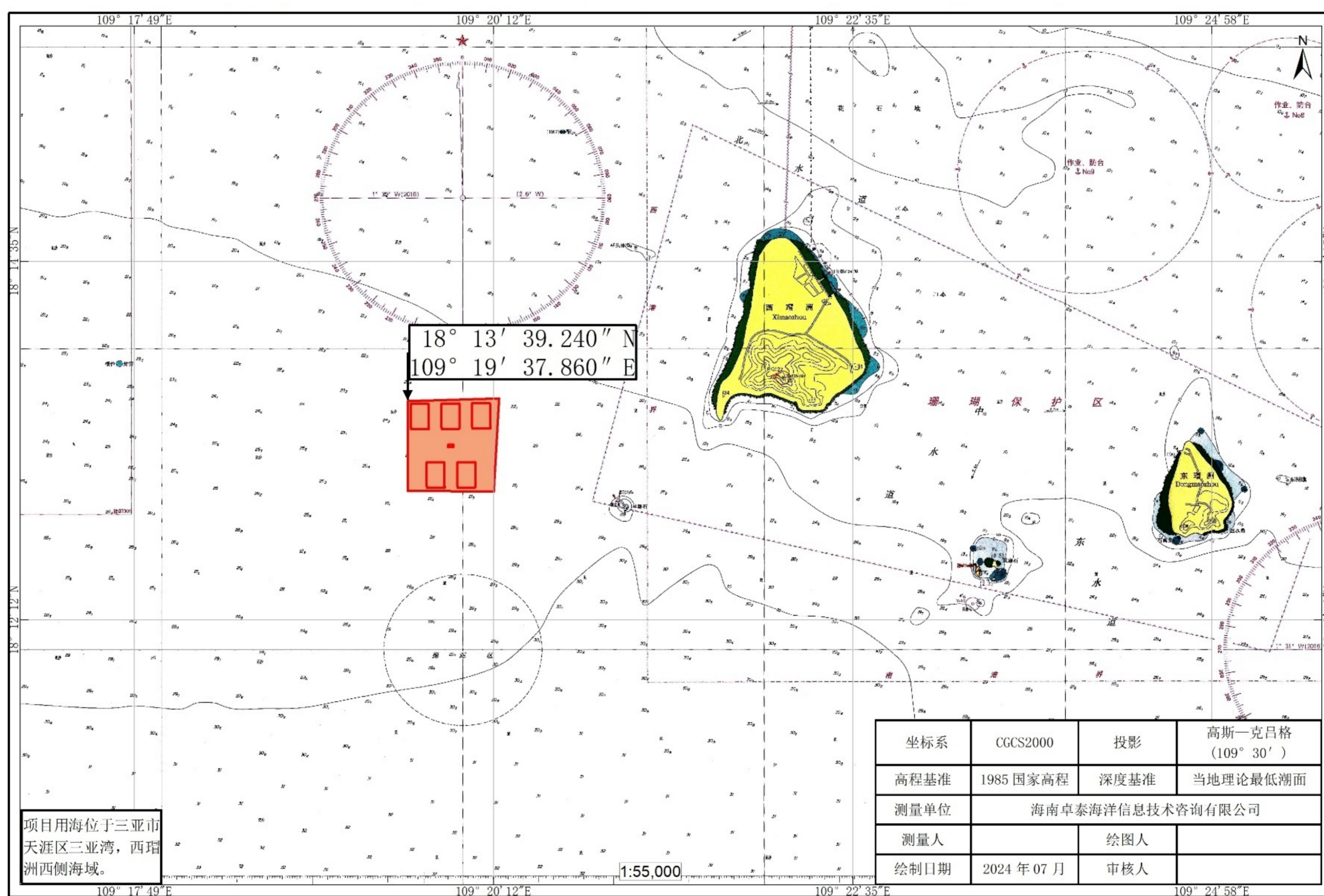


图 7.5-1 海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目宗海位置图

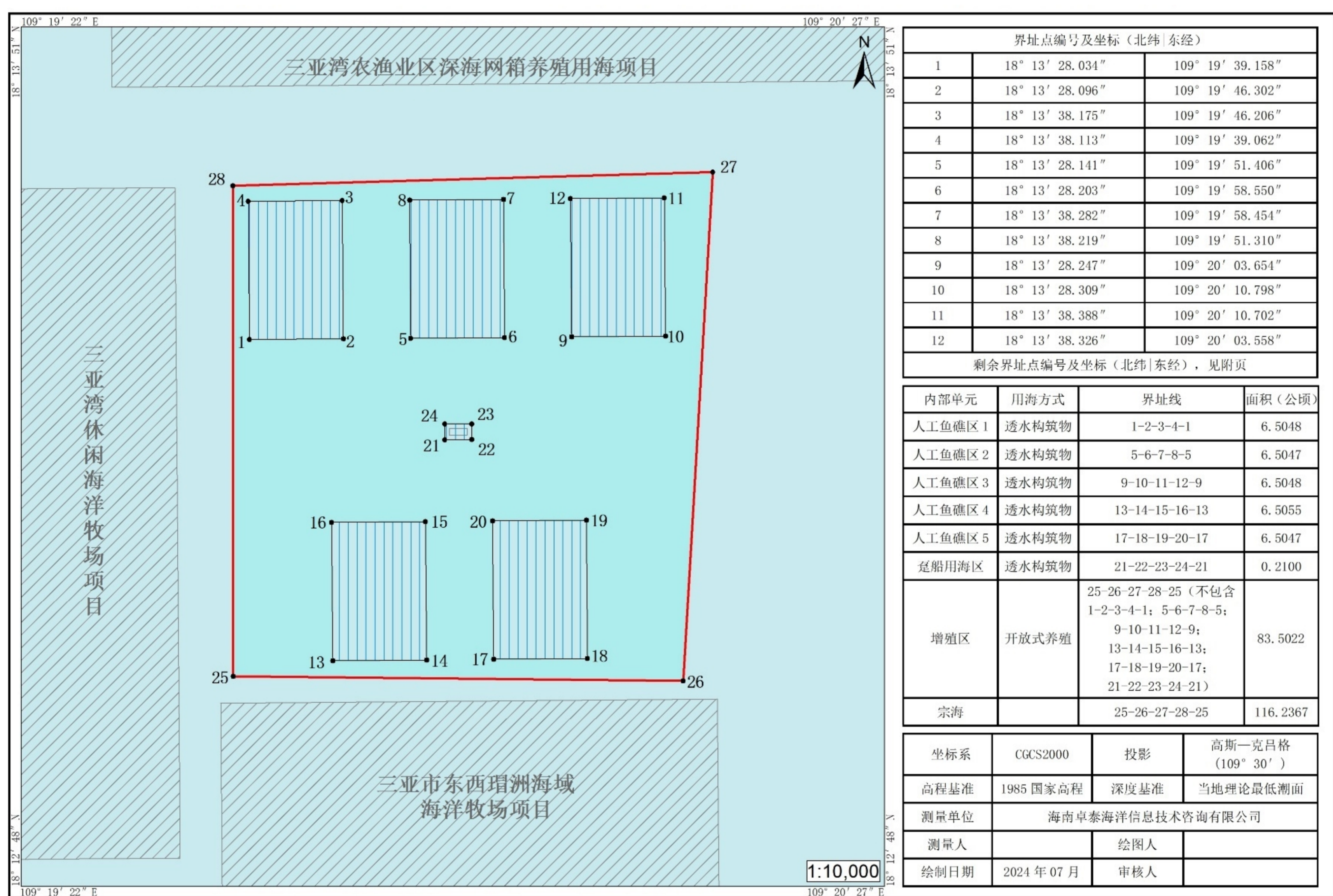


图 7.5-2 海南省三亚湾海域农投国家级海洋牧场项目宗海界址图

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

8.1.1 生态保护对策

1、水污染防治对策措施

(1)本项目人工鱼礁投放施工过程中将产生悬浮泥沙，应采用先进的施工工艺和设备，选择海况好时间施工，采取相关的防护设施，以减小悬浮物的产生量和扩散范围，降低对水环境的污染。

(2)根据工程分析，本项目施工期产生的生活污水主要来源船舶工作人员产生的生活污水。船舶工作人员生活污水统一排入集污舱，全部收集上岸处理，不排海。

(3)严格管理施工船舶、施工机械和运营期作业船舶，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，船舶应设置油水分离器或装灌油污水的舱柜或容器等，集中收集和贮存。机械设备发生作业操作性或事故性的残油、废油应及时盛接，再交由有资质单位接收到岸上处理。

2、固体废物污染防治措施

(1)施工船舶上设置固体废物收集箱，工作人员生活垃圾放入收集箱中，集中装箱运回陆地，严禁随意丢弃入海，岸上集中收集所有船只产生的固体废物，然后由环卫部门统一清运集中处理。

(2)施工船舶及平台上日常作业、维修可能产生含油抹布等固体污染物，根据《国家危险废物名录(2021年)》，废弃的含油抹布全过程不按危险废物管理，因此，含油抹布在船舶或平台上收集后，与生活垃圾统一运走处理，不排放入海。施工机械设备发生作业操作性的残油、废油应及时收集，与生活垃圾中分拣出来的危险废物交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

3、大气污染防治措施

(1)根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》，采用符合规定的船用轻柴油燃油，排放污染物符合相应排放限值要求。

(2)保持船舶燃油发动机的良好性能，确保尾气中硫氧化物和颗粒物排放达标。

(3)施工机械采用清洁型燃料，在施工机械设备排气口加装废气过滤器，同时保

持有关设备化油器、空气滤清器等部位的清洁。加强机械的保养

2、海洋生态保护对策措施

本项目施工对海洋生物造成主要损失的是施工产生的悬浮泥沙造成的海洋生物资源损失和人工鱼礁占用海域等，项目的建设对项目所在的海域生态环境及生态服务工程造成了一些负面影响。为了缓解和减轻工程对所在海域生态环境和水生生物的不利影响，建设单位采取以下生态保护措施：(1)工程建设要坚持“预防为主、保护优先”的原则，把工程施工对海洋生态环境带来的不利影响控制到最低程度。(2)合理安排施工期。对整个施工工期进行合理规划，尽量缩短工期。尽量避开对海洋生态影响较大的施工阶段同时开工，减小叠加影响效应。(3)施工前，对施工海域游泳能力较强的底栖生物和海域中下层的仔稚鱼进行驱赶，最大程度减少底栖生物和仔稚鱼的受损量。(4)施工过程中密切注意施工区及周边水域的水质变化。如发现因施工引起水质变化而对周围水域水生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时暂时停工。(5)加强对施工船舶的管理，船舶要安装防污设备和器材。对施工人员制定严格的管理规定，施工人员的生活污水、生活垃圾等污染物处理处置去向明确。(6)加强施工对施工污废水处理和管理，严禁向海域排放污废水，减小施工对海洋生态环境的影响。

运营期的海洋生态保护措施重点为生态环境跟踪监测措施，建议采取以下生态保护措施：运营期间对项目附近的生态环境进行监测，监测应有针对性，建议在工程附近海域、以及必要的环境敏感区附近设置监测点，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取及时必要措施。

8.1.2 生态跟踪监测

本项目施工期除水工作业产生的悬沙对邻近小范围的水体环境产生短期不利影响，施工期各类污水和垃圾均得到合理处置，不外排，对项目区海域环境的影响小，施工期和运营期落实相应的环保措施可有效减小工程对环境的影响。建议用海单位应制定具体的海域使用动态监测计划。监测计划的实施由用海单位委托具备 CMA 计量认证资质的单位开展，技术要求按照有关环境监测规范的规定执行。

(1) 地形及礁体稳定监测

监测项目：礁体投放位置，礁体沉降量、礁体倾斜程度及地形测量。监测周期：

整个礁体投放施工期，投放后每年监测 1 次。

监测方法：项目用海单位应委托当地有海洋测绘资质的单位承担，按照《全球定位系统(GPS)测量规范》规定的有关方法进行。

(2) 海洋牧场建设效果评估

①鱼礁投放完毕后，项目用海单位应及时将礁型、礁群平面布置示意图，礁区边角和中心位置的经纬度等材料报农业农村和交通等管理部门备案。

②建议项目用海单位按照《人工鱼礁资源养护效果评价技术规范》(SC/T 9417 2015)等技术规范要求对项目海洋牧场的建设效果进行评估，了解项目建设后渔业资源恢复水平。

8.2 生态保护修复措施

本项目为海洋牧场项目，2024年7月26日，本项目成功入选第九批国家级海洋牧场。目前在已投放人工鱼礁3.645万空立方米的基础上，项目新增人工鱼礁570个，即3.648万空立方米，单个鱼礁为64空立方米(4m×4m×4m)。开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计60万粒或尾的资源增殖放流。项目本身就是区域生态修复措施的具体实施，项目建成后对本海域渔业资源增殖养护具有重要的作用。

9 结论

9.1 项目用海的基本情况

2024年7月26日，本项目成功入选第九批国家级海洋牧场建设名单之一。计划在已投放人工鱼礁3.645万空立方米的基础上，项目新增人工鱼礁570个，即3.648万空立方米，单个鱼礁为64空立方米(4m×4m×4m)。开展包括华贵栉孔扇贝、珍珠贝、鲍等贝类共计60万粒或尾的资源增殖放流。新建一个海上休闲渔业平台(40m趸船)和2艘休闲渔船(船长23.98米，宽5.2米，功率2×294KW及功率2×158KW,玻璃钢材质)的海上休闲渔业园。规划投资总额6896.0万元，已完成投资2896.0万元，项目实施周期为3年。

本项目用海类型一级类为“渔业用海”，二级类为“增养殖用海”，用海方式为“透水构筑物”、“开放式养殖”。项目申请总用海面积为116.2367公顷，其中申请人工鱼礁投礁区(用海方式为透水构筑物)用海面积32.5245公顷，趸船停泊区(透水构筑物)0.2100公顷，申请自然增殖区(用海方式为开放式养殖)用海面积83.5022公顷。本项目不占用海岸线。本项目主导用海类型为渔业用海，拟申请海域使用权最高用海期限15年。

9.2 项目用海的必要性分析结论

本项目建设是推进国家级海洋牧场建设的需要；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；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；有利于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；有利于推进热带珊瑚岛礁资源养护与休闲旅游型海洋牧场的建设。

根据《海南省三亚农投三亚湾海域国家级海洋牧场实施方案》，海南省三亚湾海域农投海洋牧场依托已开展三亚湾海洋生态修复工程项目申请用海面积为116.2367公顷海域开展国家级海洋牧场建设。因此，项目用海是十分必要的。

9.3 项目用海资源生态影响分析结论

根据水动力数模结果，本项目人工鱼礁对投放所在区域的流速影响很小，对流速的影响幅度最大约为6cm/s，流向的影响幅度最大不超过2°，且受影响的海域大部

分位于项目用海范围以内，对所在海域主流向以及水动力的影响不明显。

人工鱼礁完成以后，投放鱼礁位置由于流速增大，从而造成轻微的冲刷，但冲刷强度不大，最大约为 4cm/a，人工鱼礁周边邻近海域会有轻微的淤积，最大约为 1cm/a。淤积变化超过 0.5cm/a 的海域主要集中在项目用海范围内，项目用海范围以外大部分海域冲淤环境无明显变化。

根据数模计算结果，人为悬浮泥沙浓度增量超过一、二类海水水质标准(浓度增量超过 10mg/L)的 NE-SW 向最大扩散距离为 153m、SE-NW 向最大扩散距离为 94m，面积为 82.8 公顷，人为悬浮泥沙超三类水质标准范围(浓度增量超过 100mg/L)NE-SW 向最大扩散距离为 28m、SE-NW 向最大扩散距离为 21m，面积为 13.3 公顷。

本项目所在区域无珊瑚礁，本项目用海边界距离保护区边界最近距离为 1.1km。施工期产生的悬浮泥沙、项目建设对周边潮流场、波浪场的改变以及运营期都不会影响到西瑁洲珊瑚资源及其生境。

本项目施工产生悬浮沙共计造成浮游植物 0.97×10^{13} 个，浮游动物 479.63kg，游泳生物 267.73kg，鱼卵 2.53×10^7 粒，仔鱼 2.93×10^6 尾受损；人工鱼礁、平台施工占用海床底土及生态资源空间造成底栖生物损失量 15.75kg。本项目用海为海洋牧场建设项目，项目实施本就是渔业资源养护的作用。相对于项目建成后对海域渔业资源增殖养护的重要作用，项目建设所造成的渔业资源损失是可接受的。

9.4 海域开发利用协调分析结论

根据项目用海对所在海域开发活动的影响分析结果和资源生态影响范围与开发利用现状的叠置分析图，以及现场的勘察和历史资料的搜集，结合项目用海资源生态影响分析内容以及上述分析内容，项目用海涉及到利益相关者主要是海南高速公路股份有限公司、三亚市农业农村局、三亚农业投资集团有限公司、三亚环境投资集团有限公司、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处。因此，项目用海单位应协调好与上述利益相关者的关系，积极主动协调利益相关者以达成一致协调意见。在切实落实本报告利益相关者分析提出的协调方案、要求落实与利益相关者达成的协调协议或方案的前提下，本项目用海与周边利益相关能够具有很好的协调性，对保障和谐的用海具有积极意义。

9.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析结论

根据《海南省国土空间规划(2021-2035年)》，本项目位于海洋开发利用空间内；根据《三亚市国土空间规划(2021-2035年)》，本项目利用的国土空间功能分区为三亚湾渔业用海区，项目用海符合管控要求中空间准入的主导功能；项目不占用生态保护红线，对周边的生态保护红线基本没有影响；项目实施符合国土空间规划分区的生态修要求。因此，通过对项目所在海域国土空间规划分区的管控要求、生态保护红线管控要求和生态修复要求的符合性分析，同时结合项目用海对所在海域国土空间规划分区的利用情况及对周边海域国土空间规划分区的影响情况，本项目用海符合《海南省国土空间规划(2021-2035年)》《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》《海南省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》等。

9.6 项目用海的合理性分析结论

本项目位于三亚湾渔业用海区内，是在三亚湾海洋生态修复工程的基础上建设国家级海洋牧场项目，项目选址区位和社会条件能满足项目建设和运营的要求；项目选址能与自然资源和海洋生态相适宜的；项目用海单位在与利益相关者、需协调部门切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动相适应；项目建设有利于海洋产业协调发展。

本项目平面布置充分利用已开展三亚湾海洋生态修复工程项目，在不增加人工鱼礁用海范围的前提下，实现了鱼礁投放量的增加，扩大现有礁群规模，满足项目运营需要，项目平面布置体现了集约、节约用海原则。项目用海平面布置有利于生态保护，并已经避让生态敏感目标。项目平面布置能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。项目用海单位在与利益相关者、需协调部门切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动相适应。

本项目用海方式与三亚湾海洋生态修复工程项目相同，均为透水构筑物和开放式养殖。新增礁体用海范围与原礁体确权范围一致，仅增加了趸船停泊区为透水构筑物。没有采用填海、非透水构筑物等用海方式，采用的是透水式、开放式的用海方式。

本项目用海位于三亚湾渔业用海区，位于三亚湾中部，本项目不占用海岸线，也没有新增人工岸线。对三亚市自然岸线保有率没有影响。

本项目在现有礁区基础上，在不增加人工鱼礁用海面积的前提下，在原来鱼礁区内新增 4 个礁群共 114 个鱼礁，人工鱼礁用海面积仍旧为 32.5245 公顷。由于在原开放式养殖用海面积 83.7122 公顷扣除泵船用海面积 0.21 公顷后，本项目开放式养殖用海面积为 83.5022 公顷，泵船用海面积 0.21 公顷，总用海面积仍为 116.2367 公顷。本项目用海面积和各功能单元在满足国家级海洋要求的基础上，符合相关的行业设计标准和规范；在满足国家级海洋牧场建设需要的前提下，本项目用海面积没有减少的可能。

本项目用海类型为渔业用海，按照用海类型以及项目用海的设计年限要求，项目申请最高用海期限为 15 年是合理的。

9.7 项目用海可行性结论

2024 年 7 月 26 日，本项目在三亚湾海洋生态修复工程项目基础上成功入选第九批国家级海洋牧场建设名单之一，计划 5 年内将海南省三亚农投三亚湾海洋牧场升级成为集资源养护和休闲渔业相结合的热带休闲旅游型海洋牧场的典范。项目用海符合《海南省国土空间规划(2021-2035 年)》和《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》。项目所在区域的社会条件、自然资源、环境条件满足项目用海要求，项目用海平面布置、用海方式、用海面积、用海期限合理。项目不占用海岸线，对三亚市自然岸线保有率没有影响，项目用海对周边用海活动影响较小，与周边利益相关者和利益协调部门具有可协调性。在切实落实了本论证报告提出的生态用海对策措施，切实落实了利益相关者的协调措施的前提下，从海域使用角度考虑，该项目用海是可行的。