

三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）
海域使用论证报告书

（公示稿）

海南省海洋与渔业科学院

统一社会信用代码：12460000097687020C

二〇二四年八月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4602042024000161		
论证报告所属项目名称	三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）		
一、编制单位基本情况			
单位名称	海南省海洋与渔业科学院		
统一社会信用代码	12460000097687020C		
法定代表人	王道儒		
联系人	邱立国		
联系人手机	13876784166		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
庞勇	BH001187	论证项目负责人	庞勇
刘建波	BH001530	8. 生态用海对策措施	刘建波
纪桂红	BH001183	7. 项目用海合理性分析	纪桂红
丁翔宇	BH001527	10. 报告其他内容	丁翔宇
庞勇	BH001187	1. 概述 2. 项目用海基本情况 9. 结论	庞勇
余扬晖	BH001528	3. 项目所在海域概况	余扬晖
宋长伟	BH002585	6. 国土空间规划符合性分析	宋长伟
韩有定	BH001529	5. 海域开发利用协调分析	韩有定
叶翠杏	BH001984	4. 资源生态影响分析	叶翠杏
<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>承诺主体(公章)</p> <p>2024年8月1日</p>			

项目基本情况表

项目名称	三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）			
项目地址	三亚鹿回头半岛近岸海域			
项目性质	公益性（ ）	经营性（√）		
用海面积	15.9814ha	投资金额	43467.2 万元（总）	
用海期限	12 年 6 个月	预计就业人数	人	
占用岸线	总长度	491m	邻近土地平均价格	万元/ha
	自然岸线	3 m	预计拉动区域经济产值	万元
	人工岸线	488m	填海成本	万元/ha
	其他岸线	0 m		
海域使用类型	《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为游憩用海(一级类)中的文体休闲娱乐用海(二级类)；根据《海域使用分类》(HYT 123-2009)，本项目用海类型为旅游娱乐用海(一级类)中的旅游基础设施用海(二级类)；		新增岸线	0 m
用海方式		面积	具体用途	
根据《海域使用分类》(HYT 123-2009)及海域使用金征收标准：用海方式包括非透水构筑物、透水构筑物及其港池、蓄水等用海；	非透水构筑物	5.6963ha	东防波堤及西防波堤	
	透水构筑物	9.7932ha	平台、游艇泊位及口岸查验	
	港池、蓄水等	0.4919ha	港池	
注：邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值				

目 录

摘 要.....	I
1 概述.....	1
1.1 论证工作来由.....	1
1.2 论证依据.....	3
1.3 论证工作等级和范围.....	9
1.4 论证重点.....	11
2 项目用海基本情况.....	12
2.1 用海项目建设内容.....	12
2.2 总平面布置和主要结构、尺度.....	14
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	26
2.4 项目运营期现状.....	31
2.5 项目用海需求.....	31
2.6 项目用海必要性.....	41
3 项目所在海域概况.....	45
3.1 海洋资源概况.....	45
3.2 海洋生态概况.....	50
4 资源生态影响分析.....	125
4.1 生态评估.....	125
4.2 资源影响分析.....	132
4.3 生态影响分析.....	142
5 海域开发利用协调分析.....	157
5.1 海域开发利用现状.....	157
5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析.....	167
5.3 利益相关者界定.....	170
5.4 利益相关者协调分析.....	171
5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析.....	172
6 国土空间规划符合性分析.....	173
6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况.....	173

6.2 项目用海对周边海域国土空间规划分区的影响分析	177
6.3 项目用海与国土空间规划分区的符合性分析	178
7 项目用海的合理性分析	183
7.1 项目用海选址合理性分析	183
7.2 项目用海平面布置合理性分析	184
7.3 用海方式合理性分析	185
7.4 占用岸线合理性	186
7.5 用海面积合理性分析	186
7.6 用海期限合理性分析	188
8 生态用海对策措施	198
8.1 生态用海对策	198
8.2 生态保护修复措施	201
9 结论	202
9.1 项目用海的基本情况	202
9.2 项目用海的必要性结论	203
9.3 项目用海资源生态影响分析结论	204
9.4 海域开发利用协调分析结论	205
9.5 项目用海与国土空间规划的符合性结论	205
9.6 项目用海的合理性结论	206
9.7 项目用海可行性结论	208

摘 要

一、项目用海基本情况

三亚半山半岛帆船港项目的建设是为 2011~2012 年度沃尔沃国际帆船赛事提供场所，借助沃尔沃国际帆船赛事，提升海南旅游岛的国际知名度，拓展海南旅游活动国际化程度、落实海南省国际旅游岛的建设战略，项目运营以来承接了沃尔沃环球帆船赛 2011-12 赛季和 2014-15 赛季中国赛区唯一指定经停港。

2011 年 12 月 9 日取得了原国家海洋局关于三亚半山半岛帆船港项目用海的批复（国海管字[2011]852 号），批复用海面积 16.9471 公顷，其中非透水构筑物（防波堤和护岸）6.1800 公顷，透水构筑物（平台区）1.8749 公顷，港池 8.8922 公顷。2021 年 6 月 15 日，三亚鹿回头旅游区开发有限公司取得三亚市自然资源和规划局关于帆船港项目续用海域的批复（三自然资海[2021]208 号），续用海域面积为 14.0575 公顷，占用海岸线 1051.3 米，非透水构筑物面积为 5.1862 公顷，港池、蓄水等用海面积 8.8713 公顷。2022 年 3 月 22 日取得该项目不动产权证（琼（2022）三亚市不动产权第 005257 号），续用海域面积仍为 14.0575 公顷。根据现场实测结果，叠加最新修测岸线，本项目续期用海主要为防波堤、亲水平台、游艇存放平台及游艇泊位和港池等，总用海面积为 15.9814 公顷（续用海域 15.9465 公顷，口岸查验 0.0349 公顷），东防波堤及西防波堤（非透水构筑物）用海面积为 5.6963 公顷，平台及游艇泊位（透水构筑物）用海面积为 9.7583 公顷，港池（港池、蓄水等）用海面积为 0.4919 公顷，三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷，根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为游憩用海（一级类）中的文体休闲娱乐用海（二级类）；根据《海域使用分类》（HYT 123-2009），本项目用海类型为旅游娱乐用海（一级类）中的旅游基础设施用海（二级类），用海方式包括非透水构筑物、透水构筑物及其港池、蓄水等用海。

三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）属于经营性旅游娱乐用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，旅游娱乐用海项目海域使用权最高期限为 25 年，结合法律法规及本项目特点，此次续用海域申请按照旅游娱乐用海最高年限减去已使用年限（已使用 12 年 6 个月），即此次续用申请年限为 12 年 6 个月，即 2024 年 6 月 26 日至 2036 年 12 月 26 日。

二、项目立项情况

2010年2月10日取得三亚市海洋与渔业局关于同意三亚半山半岛帆船港建设的复函；2010年11月23日取得海南省发展和改革委员会关于核准三亚半山半岛沃尔沃赛事经停港项目的函，明确项目建设地点、业主单位和建设规模；2010年12月6日取得海南省港航管理局关于三亚半山半岛帆船港沃尔沃赛事经停港建设使用岸线的批复；2011年7月11日取得国家海洋局关于同意在海南三亚鹿回头沿岸进行岸滩整治与珊瑚培育和珊瑚礁生态修复暨鹿回头湾帆船文化体育基地建设的批复；2011年10月18日取得三亚市海洋与渔业局关于对《三亚半山半岛帆船港建设项目海洋环境影响报告书》的批复；2011年12月9日取得原国家海洋局关于三亚半山半岛帆船港项目用海的批复，并于2011年12月26日取得本项目海域使用权证；2012年12月6日取得三亚市海洋与渔业局关于对三亚半山半岛帆船港建设项目海洋工程环境保护设施审查验收的批复；2017年6月12日取得原三亚市海洋与渔业局关于三亚鹿回头旅游开发有限公司续用海域的批复；2021年6月15日取得三亚市自然资源和规划局关于三亚鹿回头旅游开发有限公司续用海域的批复；2022年3月12日取得三亚市自然资源和规划局关于三亚鹿回头旅游开发有限公司三亚半山半岛帆船港建设项目海域续用的批复，并取得不动产权证书；2023年10月18日取得三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目不动产权证书。

三、项目用海必要性

本次续期用海海域使用论证，充分考虑用海现状，叠加最新修测岸线，并对构筑物进行实测，确定本项目续用海域面积，最总确定本项目续用海域面积为15.9465公顷（不包括口岸查验0.0349公顷），其中非透水构筑物用海面积为5.6963公顷，透水构筑物用海面积为9.7583公顷，港池用海面积为0.4919公顷，各功能区块均为原来首次申请内容。由于构筑物边界为实测，加之已申请用海的三亚半山半岛帆船港设施设备建设项目，各区块面积略有变化。根据多年的运行情况反馈，所涉及用海单元能够满足项目需求。综合考虑项目用海区域的水深、潮差、波浪、地质等自然条件，续用海域需要维持原来首次申请海域的各种功能区块才能港池内船舶的泊稳和安全，同时为了海南自由贸易岛封关运作，口岸查验设施设备建设项目用海也是必要的。因此，续用海域非透水构筑物、透水构筑物及港池、蓄水等用海是必要的。

四、规划符合性

根据《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）》，本项目用海区域位于半山半岛游憩用海区和鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区范围内，项目为已建项目，作为续批用海项目对周边国土空间分区影响较小。项目的实施符合半山半岛游憩用海区和鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区的管控要求中的空间准入、利用方式、保护要求等相关管理规定，与《海南省生态保护红线管理规定》不冲突，涉及红线区域均为水下外缘线，实际运营过程不会对红线的性质和功能产生影响，所涉及的区域仍是保持海域属性，本项目所在位置均纳入后期编制的海南省国土空间规划及三亚市国土空间总体规划的布局之中，符合省市国土空间规划；项目符合《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区游憩体验方案（2023-2030年）》。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，本项目续用用海符合《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）》等相关规划。

五、占用岸线情况

根据项目申请用海情况、海南省 2019 年岸线修测成果和《全国海岸线修测技术规程（2019年）》中海岸线分类和界定要求，本项目续期用海占用岸线总长 491m，其中占用人工岸线（构筑物）488m，占用自然岸线（砂质岸线）3m，涉及自然岸线未实质占用，仅水下外缘线涉及，不影响岸线的自然属性，不会对三亚市自然岸线保留率不造成影响。

六、利益相关者协调情况

根据项目用海对海域开发活动的影响分析结果，项目续用用海涉及到利益相关者主要有海南三亚国宾馆有限责任公司、中国科学院（深海科学与工程研究所和南海海洋研究所）、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处(保护区管理单位)、自发性开展海上活动的周边游艇(游客)。需要协调的部门为三亚海事局。根据利益相关者协调分析结论，本项目续用用海与利益相关者和利益协调部门具有很好的协调性，且在运营多年以来相互关系良好，续期用海利益相关者具有很多协调性。

七、资源生态影响及生态保护修复措施

（1）资源影响

本项目作为已建工程项目的续批用海，项目用海资源环境影响分析主要关注项

项目建设前后周边海域岸线资源、生物资源、水文动力环境、水质环境、生态环境（包括典型海洋生态系统）的变化情况。根据最新修测岸线，本项目续用海域占用人工岸线 488m，其中防波堤水下外缘线占用砂质岸线 3m，根据现场踏勘情况，占用的砂质岸线并非实质占用，所对应的区域人为砂质岸滩，仅在水下外缘线涉及，因此，本项目续用海域对岸线资源影响很小。本项目续用用海总面积为 15.9465 公顷，加之三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海 0.0349 公顷，即占用海洋空间资源 15.9814 公顷，海洋生物资源基本稳定。

（2）生态影响

①项目建设对周边海域的潮流影响较小，自帆船港项目 2011 年建成至今已，对潮流场有局部影响的非透水构筑物防波堤没有任何形式的改变或扩建，项目对周边的潮流场影响已基本趋于稳定，不会因为本项目继续运营而对周边潮流场再产生其他的影响。

②项目自 2012 年建成以后，根据业主提供资料和历年来对港池及周边区域水深测量结果，港池内未进行任何疏浚作业，水深仍能满足项目运营要求，周边地形稳定，说明项目区域对周边地形地貌冲淤影响相对较小。且本项目已成功运营 10 几年，项目对周边的地形地貌影响已基本消除，新的冲淤环境已经重新建立，基本不会因为本项目继续运营对周边地形地貌冲淤环境产生影响。

③通过历年调查海域水质各监测指标的对比，海水各监测指标有一定波动，但总体呈稳定趋势，监测数据变化未见明显异常，表明本项目建设 and 运营对附近海域水质环境的影响不大，海水水质状况总体上保持良好。监测海域沉积物质量状况良好，均符合海洋沉积物质量一类标准，总体变化不大，说明项目运营对附近海域海洋沉积物环境影响不大。项目区附近海域海洋生物质量状况良好，一定程度上也表明项目运营对附近海域海洋生物的影响较小。

④根据 2010 年珊瑚资源本底调查资料显示，鹿回头海域珊瑚覆盖率为 15.08%，项目位置附近珊瑚覆盖率可以达到 17%。根据 2013-2023 年珊瑚礁调查资料，项目建成后，项目运营对整个鹿回头海域的珊瑚生态影响不大，该区珊瑚生态系统相对稳定。

综上，本项目为已建项目，运营以来严格执行环境保护政策，从 2013 年开始每年对项目及其周边进行跟踪监测，达到了较好的效果，并在 2016 年投放人工鱼礁，

同时 2022 年开始着手珊瑚礁生态修复工作，可见，项目运营以来采取的各项环境保护措施，总体上是有效，运营以来对生态的影响属于可接受的范围。

（3）生态保护修复措施

本项目运营以来，业主单位每年委托资质单位对项目区域的生态环境进行跟踪监测，评价项目建设对周边环境的影响情况，并在在 2016 年 12 月在港池内投放了 17 个人工鱼礁，以促进生态环境的恢复，对受损的海洋生物资源、水产资源进行补偿。目前，业主正在委托中国科学院南海海洋研究所编制了《三亚半山半岛帆船港建设项目珊瑚礁生态修复方案》，本项目续用海域的生态保护修复按照修复方案开展。

八、项目用海合理性

（1）用海选址合理性

本项目续期用海延用了原来的用海方案，项目选址具有唯一性，项目区位和社会条件能满足项目建设和营运要求。项目建成以来港池内未进行任何疏浚作业，水深仍能满足项目运营要求，周边地形稳定，说明项目区域对周边地形地貌冲淤影响相对较小。续期用海不改变用海平面布置和规模，对周边海域的冲淤环境影响较小。项目续期用海与自然资源和生态环境相适宜。用海单位运营十三年来，制定了合理的航路、采取有效的交通管理措施及防台应急措施等预案，确保游艇通航安全，至今未发生溢油事故。因此，项目续期用海在继续落实利益相关协调内容，本项目续期用海能与周边用海活动相适宜，项目用海选址合理。

（2）平面布置合理性

本项目的平面布置在原来的项目用海申请与延续经营申请的过程中，得到了原国家海洋局、原三亚市海洋与渔业局等不同级别的管理部门的认可、批复，并多次经生态评估后取得续期用海批复，其平面布置是合理的。

（3）用海方式合理性

游艇港内必须满足合适的平稳度，港内水域也应尽量避免波浪反射或采取消浪措施。因此，在充分考虑常风向、波浪、潮流、泥沙运动影响的条件下，为确保游艇安全进出口门，需要进行防波堤建设。工程建设的东侧和西侧防波堤，将该海湾形成半封闭水域，从而具备航池和帆船下海的能力，满足船舶停靠和人员登岸的要求。因此，防波堤用海方式采用非透水构筑物。游艇存放平台及亲水平台采用高桩式结构，用海方式为透水构筑物。游艇停放的港池以及回旋水域采用港池、蓄水等用海方式。

帆船港 2011 年建成以来，总体平面布置未发生改变，没有改扩建。项目成功运营至今已 13 年，非透水构筑物的建设对周边的潮流场影响已基本消除。周边海域潮流场的不会因为本项目续期用海而产生影响。项目用海方式最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，项目用海方式合理。

（4）占用岸线合理性

根据项目申请用海情况、海南省 2019 年岸线修测成果，和《全国海岸线修测技术规程（2019 年）》中海岸线分类和界定要求，本续期用海项目占用岸线总长 491m，其中占用人工岸线（构筑物）488m，占用自然岸线（砂质岸线）3m，占用自然岸线为实质占用，仅水下外缘线涉及，不影响岸线的自然属性。本续期用海项目用海平面布置与上一期不动产权的范围保基本持一致，不会对三亚市自然岸线保留率不造成影响，占用岸线合理，

（5）用海面积合理性

本项目为续期用海项目，项目在满足帆船港建设需要的前提下，最大限度的发挥项目所在海域资源效益最大化的基础上，同时满足自由贸易岛封关运作，确定了本项目的用海类型和用海边界，因而本项目用海面积是合理的、适宜的。

（6）用海期限合理性

本项目续期用海属于经营性旅游娱乐用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，旅游娱乐用海项目海域使用权最高期限为 25 年，结合法律法规及本项目特点，此次续用海域申请按照旅游娱乐用海最高年限减去已使用年限（已使用 12 年 6 个月），即此次续用申请年限为 12 年 6 个月，即 2024 年 6 月 26 日至 2036 年 12 月 26 日，是合理的。

九、项目用海可行性

三亚半山半岛帆船港项目的建设是为 2011~2012 年度沃尔沃国际帆船赛事提供场所，借助沃尔沃国际帆船赛事，提升海南旅游岛的国际知名度，拓展海南旅游活动国际化程度、落实海南省国际旅游岛的建设战略，项目运营以来承接了沃尔沃环球帆船赛 2011-12 赛季和 2014-15 赛季中国赛区唯一指定经停港。用海内容主要为防波堤、亲水平台、游艇存放平台及游艇泊位和港池等，三亚半山半岛帆船港项目（续期用海）总用海面积 15.9465 公顷，东其中防波堤及西防波堤（非透水构筑物）用海面积 5.6963 公顷，平台及游艇泊位（透水构筑物）用海面积 9.7583 公顷，港池（港池、

蓄水等）用海面积 0.4919 公顷。另外，三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷。

本项目作为续用海域，项目用海符合《海南省国土空间规划(2021-2035)》《三亚市国土空间总体规划（2021-2035）》，符合《海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区游憩体验方案（2023-2030 年）》，经过多年运营，与利益相关者具有较好的协调性，选址区域的社会条件、自然资源、环境条件满足项目用海需求；平面布置、用海方式、面积、期限较为合理。在续期用海单位应继续落实本论证报告提出的生态用海对策措施前提下，从海域使用角度分析，项目用海是可行的。

1 概述

1.1 论证工作来由

三亚半山半岛帆船港项目的建设是为 2011~2012 年度沃尔沃国际帆船赛事提供场所，借助沃尔沃国际帆船赛事，提升海南旅游岛的国际知名度，对拓展海南旅游活动国际化程度、落实海南省国际旅游岛的建设战略有重要意义。三亚半山半岛帆船港建设项目是鹿回头沿岸岸滩整治与珊瑚培育和珊瑚礁生态修复暨鹿回头帆船文化体育基地（航海文化主题公园）建设的重要组成部分，项目建成后既可以满足《三亚珊瑚礁国家级自然保护区保护与发展规划》确定的对鹿回头湾珊瑚及生态系统的保护目标，又可以达到三亚国际化旅游城市发展和《三亚市城市总体规划》鹿回头湾旅游发展的要求。在三亚市委市政府和海洋行政主管部门的共同努力下，一定能将鹿回头湾建设成为高档次滨海旅游与生态保护和谐发展、海洋及海岸生态景观优美、海洋生态资源得到有效保护和恢复的典范。项目运营以来承接了沃尔沃环球帆船赛 2011-12 赛季和 2014-15 赛季中国赛区唯一指定经停港。

2011 年 8 月 24 日，原国家海洋局同意三亚鹿回头旅游区开发有限公司提交的三亚半山半岛帆船港项目海域使用申请（附件 2，海管函[2011]307 号），三亚鹿回头旅游区开发有限公司委托国家海洋信息中心开展了《三亚半山半岛帆船港建设项目海域使用论证报告书》，2011 年 09 月 26 日，通过了国家海洋局海洋咨询中心主持召开了《三亚半山半岛帆船港项目海域使用论证报告》专家评审会。2011 年 12 月 9 日取得了原国家海洋局关于三亚半山半岛帆船港项目用海的批复（附件 3，国海管字[2011]852 号），批复用海面积 16.9471 公顷，其中非透水构筑物（防波堤和护岸）6.1800 公顷，透水构筑物（平台区）1.8749 公顷，港池 8.8922 公顷。2011 年 12 月 26 日，三亚鹿回头旅游区开发有限公司取得了三亚半山半岛帆船港项目的海域使用权证，证书编号为国海证 111100116 号，终止日期为 2014 年 12 月 26 日（附件 4）；2017 年 6 月 12 日，三亚鹿回头旅游区开发有限公司取得三亚市海洋与渔业局关于帆船港项目续用海域的批复（附件 5，三海渔函[2017]246 号），2017 年 11 月 23 日取得该项目不动产权证（琼（2017）三亚市不动产权第 0026771 号），使用期限为 2014 年 12 月 26 日至 2017 年 12 月 26 日，见附件 6，续用海域面积与 2011 年批复面积一致；2021 年 6 月 15 日，三亚鹿回头旅游区开发有限公司取得三亚市自然资源和规划

局关于帆船港项目续用海域的批复（附件 7，三自然资海[2021]208 号），2021 年 6 月 29 日取得该项目不动产权证（琼（2021）三亚市不动产权第 0011922 号），使用期限为 2017 年 12 月 26 日至 2021 年 6 月 26 日，见附件 6，续用海域面积为 14.0575 公顷，占用海岸线 1051.3 米，非透水构筑物面积为 5.1862 公顷，港池、蓄水等用海面积 8.8713 公顷，导致续用海域面积减少的原因是法定海岸线变化所致，原来透水平台在 2016 版海南省岸线中，将其纳入陆域，导致需用海域面积减小；2022 年 3 月 12 日，三亚鹿回头旅游区开发有限公司取得三亚市自然资源和规划局关于帆船港项目续用海域的批复（附件 8，三自然资海[2022]105 号），2022 年 3 月 22 日取得该项目不动产权证（琼（2022）三亚市不动产权第 005257 号），使用期限为 2021 年 6 月 26 日至 2024 年 6 月 26 日，见附件 9，续用海域面积和占用海岸线与三自然资海[2021]208 号批复一致。

2023 年，由于最新修测岸线与 2016 年海南省公布岸线出现一定变化，2016 版岸线将原来建设的亲水平台界定为陆域，最新修测岸线恢复具有透水性质的亲水平台为海域，2023 年，为了海南自由贸易岛封关运作，在原来的亲水平台部分区域变更用途，建设口岸查验设施设备，原来的亲水平台在不动产权证（琼（2022）三亚市不动产权第 005257 号）中为陆域，而最新修测岸线则该区域为海域，因此，业主单位申请三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目，用海的不动产证书见附件 10（琼（2023）三亚市不动产权第 0022847 号），申请过程中未进行海域使用论证，以原来宗海图及海域论证报告加之两次修测岸线进行表述，以致于在海南省自然资源和规划厅 2024 年对 2023 年度全省新审批项目用海海域使用论证报告质量检测过程中，发现本项目论证报告超过有效期用于审批，根据《海南省自然资源和规划厅关于 2023 年度海域使用论证报告质量检测结果的通报》（琼自然资函[2024]858 号），见附件，就失效的海域使用论证报告书用于审批用海问题进行整改，重新组织论证。根据收集的资料及现场实测，三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）涉及用海方式主要包括透水构筑物、非透水构筑物和港池、蓄水等，其中透水构筑用海面积为 9.7583 公顷，非透水构筑物用海面积为 5.6963 公顷，港池、蓄水等用海面积为 0.4919 公顷，续用海域总面积为 15.9465 公顷。口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷（透水构筑物）。续用海域宗海图见附件 12，2023 年申请宗海图见附件 13。本项目三亚半山半岛帆船港建设项目续期用海宗海面积为 15.9465 公顷，三亚半

山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷，纳入本项目论证范围内，但不计入本次续用海域宗海面积。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》及《海南省自然资源和规划厅关于 2023 年度海域使用论证报告质量检测结果情况的通报》（琼自然资函[2024]858 号）的规定和要求，为完善续用海域审批手续，合法、科学、有效地利用海洋国土资源，本项目三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）需重新进行海域使用论证。由此，我院受三亚鹿回头旅游区开发有限公司委托就“三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）”用海开展海域使用论证工作。为此，我院根据项目工程的现场踏勘、搜集资料、影响评估、论证分析等，依照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）要求，编制了《三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）海域使用论证报告书》（送审稿）报送行政主管部门。

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）《中华人民共和国环境保护法》(第七届全国人民代表大会常务委员第十一次会议，自 1989 年 12 月 26 日起施行。中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员第八次会议修订通过，自 2015 年 1 月 1 日起施行)；

（3）《中华人民共和国海洋环境保护法》(2023 年 10 月 24 日第十四届全国人民代表大会常务委员第六次会议表决通过了新修订的海洋环境保护法，自 2024 年 1 月 1 日起施行)；

（4）《中华人民共和国自然保护区条例》，第 687 号中华人民共和国国务院令通过修改，2017 年 10 月 7 日实施；

（5）《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第七次会议第三次修正)；

（6）《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第六次会议第四次修正)；

（7）《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)；

(8) 《中华人民共和国环境影响评价法》(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二次修正)；

(9) 《中华人民共和国海岛保护法》(中华人民共和国第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，自2010年3月1日起施行)；

(10) 《防治海洋工程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)；

(11) 《中华人民共和国防治防治海岸工程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)；

(12) 《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)；

(13) 《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)；

(14) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院，1998年11月29日起施行。国务院令682号文，《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》2017年6月21日国务院第177次常务会议通过，自2017年10月1日起施行)；

(15) 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》(交通运输部令2019年第2号，2019年5月1日施行)；

(16) 《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；

(17) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》(2017年5月修订)；

(18) 《海岸线保护与利用管理办法》(国家海洋局，2017年1月19日起施行)；

(19) 《海洋自然保护区管理办法》(1995年5月29日国家海洋局发布施行)；

(20) 国家海洋局《关于进一步规范海洋自然保护区内开发活动管理的若干意见》(国海发〔2006〕26号)；

(21) 《财政部、国家海洋局关于加强海域使用金征收管理的通知》，财综)

[2007]10号，财政部、国家海洋局，2007年3月1日实施；

(22) 《中华人民共和国湿地保护法》，2022年6月1日修订；

(23) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，2017年10月7日修订；

(24) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2018年10月26日修订；

(25) 《国家重点保护野生动物名录》，2021年2月1日；

(26) 《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；

(27) 《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）；

(28) 《中华人民共和国海南自由贸易港法》，第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，2021年6月10日；

(29) 自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）（自然资发〔2022〕142号），2022年8月16日；

(30) 自然资源部办公厅关于北京等省(区、市)启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函（自然资办函〔2022〕2207号），2022年10月14日；

(31) 自然资源部关于印发《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》的通知自然资发〔2023〕234号，2023年11月22日；

(32) 国务院关于《海南省国土空间规划（2021-2035年）》的批复（国函〔2023〕97号），2023年9月15日。

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) 《海南省实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》(海南省人民代表大会常务委员会，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)；

(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）《海南省环境保护条例》（海南省人民代表大会常务委员会，2017年7月21日修订）；

（6）《海南省人民政府关于印发海南省海域使用权审批出让管理办法的通知》，琼府〔2022〕41号，海南省人民政府，2022年11月16日；

（7）《海南省人民代表大会常务委员会关于实施海南省总体规划的决定》，海南省人民政府，2018年4月3日海南省第六届人民代表大会常务委员会第三次会议通过；

（8）《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》，2018年4月11日；

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

（10）《国务院关于印发〈中国（海南）自由贸易试验区总体方案〉的通知》（国发〔2018〕34号，2018年9月24日；

（11）《海南自由贸易港建设总体方案》，2020年6月1日；

（12）《海南省海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025）》（2021年6月）；

（13）《海南国民经济和社会发展第“十四”五年（2021-2025）规划和二零三五远景目标纲要》（2021年1月28日海南省第六届人民代表大会第四次会议审查批准）；

（14）《海南省生态环境厅关于印发〈海南省“十四五”海洋生态环境保护规划〉的通知》（海南省生态环境厅2021年12月31日）；

（15）《海南省人民政府办公厅关于印发海南省“十四五”生态环境保护规划的通知》（琼府办〔2021〕36号）；

（16）《海南省海洋主体功能区规划》，海南省人民政府，2018年3月；

（17）《海南经济特区海岸带保护与利用管理实施细则》，海南省人民政府，2022年6月10日；

（18）《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；

(19) 《海南省湿地保护条例》，2023年11月24日由海南省第七届人民代表大会常务委员会第七次会议于修订通过，自2024年1月1日起施行。

(20) 《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)；

(21) 《关于三亚市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》(三办发〔2021〕42号)

(22) 《海南省人民政府办公厅关于印发海南省生态保护红线准入管理目录(修订)的通知》(琼府办〔2023〕4号)；

(23) 《海南省生态保护补偿条例》(2020年12月2日)；

(24) 《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》(琼府函〔2023〕188号)；

(25) 《三亚市国土空间规划管理规定》，2023年5月5日三亚市第八届人民代表大会常务委员会第十一次会议通过，2023年5月24日海南省第七届人民代表大会常务委员会第四次会议批准，自2023年7月1日起施行；

(26) 《三亚市海域使用详细规划》(三亚市自然资源和规划局，2023年5)。

1.2.3 标准规范

(1) 《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)(国家市场监督管理总局/国家标准化委员会，2023年3月17日发布，2023年7月1日实施)；

(2) 《海域使用分类》(HY/T 123-2009，国家海洋局，自2009年5月1日起施行)；

(3) 《海籍调查规范》(HY/T 124-2009，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》(HY/T 070-2022，自然资源部，自2022年9月1日起施行)；

(5) 《海洋观测规范》第2部分：海滨观测(GB/T 14914.2-2019，国家市场监督管理总局，自2019年10月1日起施行)；

(6) 《海洋监测规范》(GB 17378-2007；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) 《海洋监测技术规程》(HY/T 147-2013，国家海洋局，自 2013 年 5 月 1 日起施行)；

(8) 《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007；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)；

(9) 《海水水质标准》(GB 3097-1997，国家环境保护局，自 1998 年 7 月 1 日起施行)；

(10) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001，国家质量监督检验检疫总局，自 2002 年 3 月 1 日起施行)；

(11) 《渔业水质标准》(GB 11607-1989，国家环境保护局，自 1990 年 3 月 1 日起施行)；

(12) 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002，国家质量监督检验检疫总局，自 2002 年 10 月 1 日起施行)；

(13) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018，环境保护部，自 2018 年 7 月 1 日起施行)；

(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) 《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T 231-2-2021，交通运输部，自 2021 年 7 月 1 日起施行)；

(16) 《污水综合排放标准》(GB 8978-1996，国家环境保护总局，自 1998 年 1 月 1 日起施行)；

(17) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110—2007，中华人民共和国农业部，自 2008 年 3 月 1 日起施行)；

(18) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022，环境保护部，2022 年 7 月 1 日起实施)；

(19) 《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)；

(20) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》(自然资源部，自然资办发〔2023〕234 号)；

(21) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018, 自然资源部, 2018年7月30日发布, 2018年11月1日实施);

(22) 《海港水文规范》(JTS 145-2-2013);

(23) 《海港总体设计规范》(JTS165-2013)。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

本项目为三亚半山半岛帆船港建设项目续期用海, 用海区域位于鹿回头半岛鹿回头湾。建设内容主要为防波堤、游艇存放平台(含加油泊位)、亲水平台及护岸, 其中的建设规模为防波堤长 1134.4m、护岸长 441.5m、亲水平台 445m、游艇存放平台面积为 17066m², 加油泊位长 67.4m, 港池及其附属设施等。其中西防波堤长为 473.4m, 东防波堤长为 661m, 呈倒“L”型, 东西堤相距为 445m。堤头段局部加大, 做成圆形, 两个堤头中心位置均各设置一座灯塔。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》, 本项目为游憩用海中的文体休闲娱乐用海用海, 根据《海域使用分类》(HYT 123-2009), 结合海南省最新修测岸线, 本项目用海为旅游娱乐用海中的旅游基础设施用海, 用海方式非透水构筑物、透水构筑物和港池、蓄水, 其中非透水构筑物包括东西防波堤, 用海面积为 5.6963 公顷, 透水构筑物包括亲水平台、游艇存放平台及游艇泊位, 用海面积为 9.7583 公顷, 港池、蓄水为用海面积为 0.4919 公顷, 口岸检验设施设备建设项目面积为 0.0349 公顷(透水构筑物, 长约 68 米), 非透水构筑物长度约 1191m(其中东防波堤长 681m、西防波堤长 510m), 透水构筑物长度约 491m。根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023), 按项目的用海方式、规模和所在海域特征划分为一级、二级、三级。本项目防波堤用海方式为构筑物(一级类)中的非透水构筑物, 长度超过 500m, 所有海域论证等级均为一级, 亲水平台、游艇存放平台及游艇泊位用海方式为构筑物(一级类)中的透水构筑物, 项目处于敏感海域, 长度超过 400m, 论证等级为一级, 港池用海方式为围海(一级类)中港池用海, 用海面积小于 100 公顷, 论证等级为三级, 本报告论证等级按照各用海方式的用海规模进行判定, 因此, 最终确定本项目论证工作等级为一级, 详见表 1.3-1。

表 1.3-1 海域使用论证等级判定依据

本项目	论证等级判据
-----	--------

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	用海规模	所在海域特征	论证等级	确定项目论证等级
构筑物	非透水构筑物	面积为5.6963ha, 长度约为1191m。	构筑物总长度大于（含）500m 或用海面积大于（含）10ha	所有海域	一	一
			构筑物总长度（250-500m）或 用海面积（5-10）ha	敏感海域	一	
				其他海域	二	
	透水构筑物	面积为9.7932 ha（平台9.7583ha, 口岸查验设施0.0349ha），长度约为491m（平台423m, 口岸查验设施68m）。	构筑物总长度大于（含）2000m 或用海面积大于（含）30ha	所有海域	一	
				构筑物总长度（400-2000m）或 用海面积（10-30）ha	敏感海域	
			构筑物总长度小于（含）400m 或用海面积小于（含）10ha		其他海域	
				三		
围海	港池	用海面积为0.4919	用海面积大于（含）100ha	所有海域	二	
			用海面积小于100ha	所有海域	三	

1.3.2 论证工作范围

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，一级论证向外扩展15km。根据项目用海情况、项目特征和《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)的要求，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用海边界分别向东包含三亚珊瑚礁国家级自然保护区亚龙湾片区部分区域，外扩约18km；向西包含三亚珊瑚礁国家级自然保护区东西帽洲片区部分区域，外扩约15km、南外扩15km与陆边界围成的海域，论证范围面积630km²，见图1.3-1。



图 1.3-1 项目论证范围图

1.4 论证重点

通过本项目使用海域及附近海域海洋自然条件、资源和环境的调查，按照海域使用论证技术导则的要求进行分析、研究、论证，本项目为游憩用海中的文体休闲娱乐用海，主要为文体休闲娱乐基础设施用海，根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)附录C表C.1，游憩用海中的文体休闲娱乐基础设施用海，将选址（线）合理性、用海方式合理性、用海面积合理性和资源生态影响列为论证重点（工程实施对三亚珊瑚礁国家级自然保护区及珊瑚礁生态的影响分析）；而本项目为续用海域，项目已建成多年，资源生态影响中应重点对项目建设后的资源生态影响分析，同时将建设多年以来的用海对策措施进行分析，判别项目实施后用海对策措施落实情况，因此将生态用海对策措施列为本项目论证重点，因此，本项目论中重点包括以下几个方面：

- (1) 选址合理性；
- (2) 用海方式合理性；
- (3) 用海面积合理性；
- (4) 资源生态影响（工程实施对珊瑚礁生态的影响分析）；
- (5) 生态用海对策措施。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

项目名称：三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）

项目性质：续用海域，经营性，文体休闲娱乐基础设施用海

建设单位：三亚鹿回头旅游区开发有限公司

地理位置：项目位于三亚鹿回头半岛，三亚珊瑚礁国家级自然保护区鹿回头片区的实验区内，项目所在地理位置见图 2.1-1。

建设内容及规模：本项目的建设内容主要为防波堤、游艇存放平台（含加油泊位）、亲水平台及护岸，其中的建设规模为防波堤长 1134.4m、护岸长 441.5m、亲水平台 445m（包括三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目 68m）、游艇存放平台面积为 17066m²，加油泊位长 67.4m，港池及其附属设施等。其中西防波堤长为 473.4m，东防波堤长为 661m，呈倒“L”型，东西堤相距为 445m。堤头段局部加大，做成圆形，两个堤头中心位置均各设置一座灯塔。西防波堤内侧水域布置游艇泊位，共布置了 325 个泊位，南区布置船长 10~20m 游艇，北区布置船长 18~40m 游艇，包括浮码头泊位、固定码头泊位，东堤堤头段内侧布置 30m 长加油泊位一个，港池南区游艇码头布置亲水平台与护岸相接；东防波堤内侧布置游艇存放平台，包括干船存放区、上下水港池及检修港池区、游艇仓库区。按照码头要求的建筑在陆域建造包括游艇俱乐部、管理调度监控塔楼，以及帆船、游艇展示的设施，按照其功能依次划分为管理区、休闲区、赛事区、技术服务区等。工程建设主要内容见表 2-2，效果图见图 2-2。

项目总投资及资金来源：本项目工程总投资 43467.2 万元。

项目建设情况：项目于 2010 年 9 月 28 日开工建设，2011 年 11 月 24 日完成建设，2012 年 12 月 6 日取得三亚市海洋与渔业局关于对三亚半山半岛帆船港建设项目海洋工程环境保护设施审查验收的批复（三海渔〔2012〕511 号，附件 2）。

表 2.2-1 工程建设主要内容

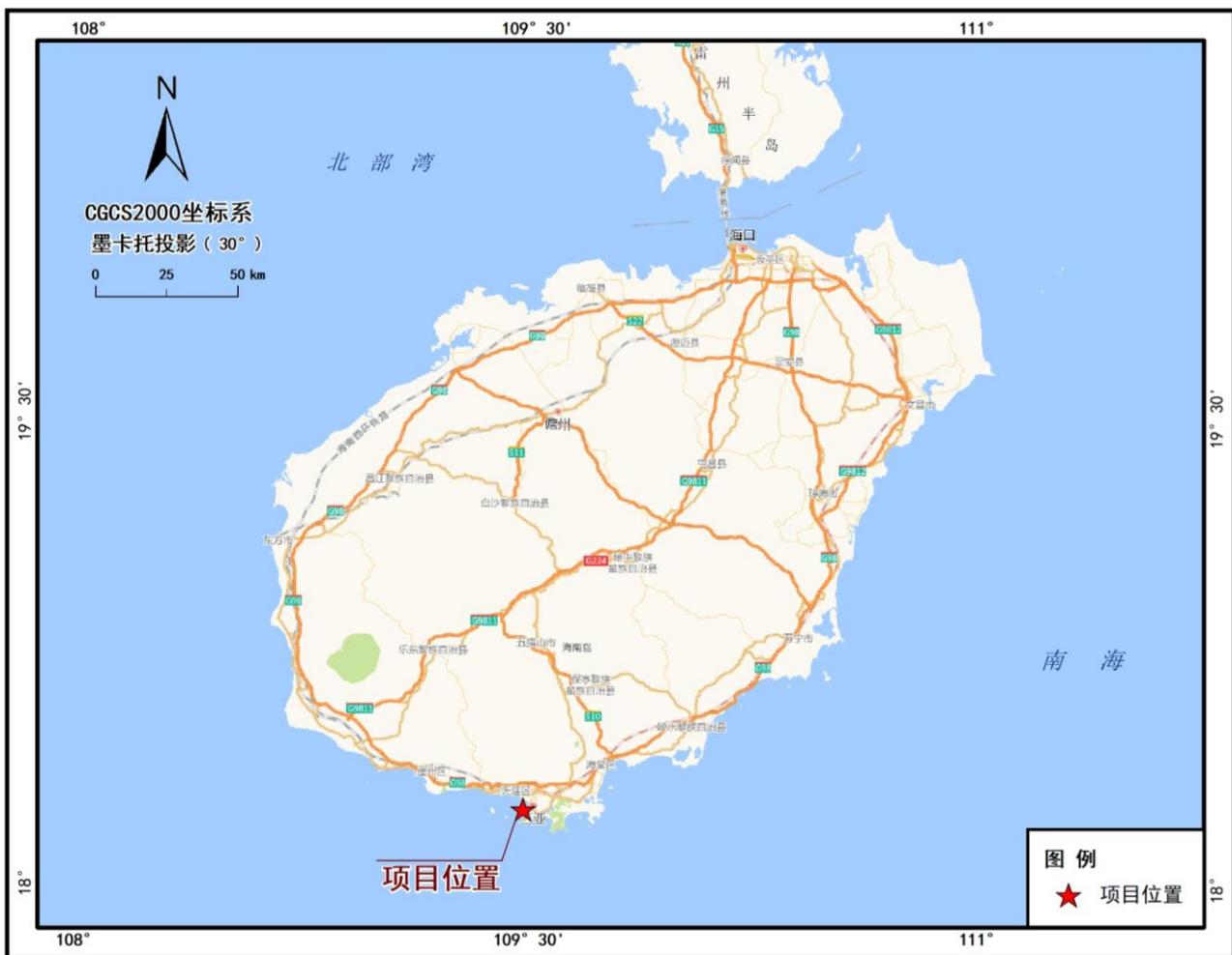


图 2.1-1a 项目地理位置图



图 2.1-1b 项目位置图 a

图 2.1-1c 项目与三亚珊瑚礁国家级自然保护区鹿回头片区关系图

图 2.1-2 项目总评吗布置效果图

2.2 总平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总平面布置

2.2.1.1 水域布置

根据《三亚半岛帆船港总体规划》和《三亚半岛帆船港可行性研究报告》推荐方案，水域平面布置如下图 2.2-1。

由于游艇港池对泊稳条件的特殊要求，游艇基地一般均需配套建设防波堤以确保港池的平稳度。防波堤的平面布置根据游艇基地的使用要求、游艇基地的建设规模、船型和当地自然条件（主要是风况、波浪、潮流、工程地质、泥沙运动），经技术经济论证后确定。其规划规模为帆船及游艇泊位 400 个，干船位 100 个，从而实现不仅为码头的游艇提供泊位，还可以为外来游艇提供泊位和相应的服务设施。游艇码头区由两条防波堤抱拢而形成近 10.62 万 m^2 的港内水域，港区内水域底标高为 -6.0m 和 -3.5m 两种。水域东侧为游艇陆域停泊区，场地标高 +2.80m，通过游艇搬运机的功能实现游艇、帆船的上下水。

防波堤由东西防波堤合抱而成，转角连接处均为圆弧处理，其中西防波堤长为 473.4m，东防波堤长为 661m，呈倒“L”型，东西堤相距为 445m。堤头段局部加大，做成圆形，两个堤头中心位置均各设置一座灯塔。防波堤顶面高程为 2.80m，挡浪墙顶面高程为 4.00m。

西防波堤内侧水域布置游艇泊位，共布置了 322 个泊位，涉及船长 10~40m，吃水 1.8~5.2m。水域分南北区，南区布置船长 10~20m 游艇，港池底高程均为 -3.5m，水工建筑物顶面高程为 2.80m；北区布置船长 18~40m 游艇，包括浮码头泊位、固定码头泊位，港池底高程均为 -6.0m，水工建筑物顶面高程为 2.80m，固定码头泊位顶面高程为 2.50m，东堤堤头段内侧布置 30m 长加油泊位一个。港池回旋水域为直径 60m 的回旋圆，水域使用面积约为 106200 m^2 。

港池南区游艇码头布置亲水平台与护岸相接，亲水平台长为 359.6m，宽为 19.5m，与新护岸相接，面积为 7012 m^2 。新建护岸长为 445m。

东防波堤内侧布置游艇存放平台，场地使用面积约为 17066 m^2 ，包括干船存放区、上下水港池及检修港池区、游艇仓库区，其中干船存放区面积为 1932 m^2 ，上下水港池及检修港池面积为 2719 m^2 ，船舶仓库区面积为 12415 m^2 。

2.2.1.2 陆域布置

配合游艇码头建设，陆域所有建筑单体按功能和使用流线依次划分为赛事区、水上技术服务区、公共活动及展示区、观光休闲餐饮区、运动员生活区及管理区等，见图 2.2-2 陆域功能分区图。

公共活动及展示区位于基地中区，靠近城市道路，两侧分别布置船艇维护服务及休闲餐饮生活等设施。东侧与码头工作区紧邻，以赛事活动、技术维护和码头配套为主。基地西侧面面向港池，环境优美、视野开阔，集中布置了各类休闲、生活设施。各分区各相对独立但联系便利，各设相对独立出入口，保证了赛事期间各种活动的场地需要，同时各类休闲公共活动也可不受影响。

（1）指挥中心

位于整个码头东南角，处于码头的主入口处，且临近沃尔沃帆船赛事专用场地，更有利于码头的管理以及赛事期间的各项活动管理。

地上建筑面积 2590m²，地下建筑面积 509m²，地上 8 层地下 1 层的现代建筑，其丰富的形体变化，采用逐层退进，各层退台均可利用为休息空间。内有管理，指挥控制，海关检查，接待等功能。

（2）海员俱乐部

位于商业街的中心位置，面向码头，背临商业街，建筑面积约为 6199m²，建筑为 3 层，内部设有酒吧，游戏区，休息区，咖啡区，图书阅览等功能。

（3）运动员接待中心

位于沿海地段，东邻码头，北面大海，地上建筑面积 7200m²，地下建筑面积 2878m²，包括接待大厅，酒吧，餐厅，游泳池等服务设施，设有客房 100 间。

（4）餐饮、商业街

位于景观道两侧，以精品店、餐饮为主。是基地的公共活动、休闲、消费中心。

（5）游艇展示中心

位于主入口中心广场，面向城市道路。是整个基地的门户，用作游艇的展示和销售。建筑造型新颖，以玻璃、钢材、缆绳做外围护材料，风格现代、淳朴。

（6）其他设施（管理、办公、公共服务、停车）

其他设施主要是后勤配套建筑。包括：服务管理中心、办公楼、停车场等，主要功能是为整个一半山半岛帆船港项目的正常运行提供后勤保障。

2.2.1.3 配套工程

（1）供电与照明

防波堤上照明电源引自陆域电力设施，采用一路电源供电，照明的配电电压 380/220V。

防波堤主要用电负荷为防波堤上路灯照明，路灯用电容量为 5kW。380/220V 低压配电线路采用额定电压 1kV 交联聚乙烯绝缘钢带铠装聚氯乙烯护套电力电缆。防波堤上供电线路采用电缆沟敷设，路灯采用电缆排管或穿镀锌钢管直埋敷设，直线段间隔 70m 及转弯处均设电缆穿线手孔井。路灯照明箱应选用户外防腐防水防尘型产品。照度标准按照《港口装卸区域照明照度及测量方法》JT/T557-2004 及《城市道路照明设计标准》CJJ45-2006 要求设计。防波堤道路照明采用 8m 路灯照明，设置于道路一侧，20m 设置一根。光源选用长寿命高光效无极荧光灯，照度均匀度为 0.4~0.6。灯具配置无极荧光灯电子镇流器。

（2）通信

在防波堤上设置电缆沟，为教练艇、工作艇和预留泊位上通信设施预留管线通路。游艇泊位设置信息配线箱，信息配线箱内设电话和电视接口。

（3）给水排水

①给水系统

a.给水水源

本工程给水水源接自运动基地的给水管网，接水点给水管管径 DN110，水压 0.30MPa，水质符合生活饮用水标准，水量和水压能满足本码头的各项用水要求。

b.给水系统

本工程防波堤、浮码头只考虑游艇用水；给水干管敷设于防波堤水电管沟内，管网呈支状敷设；干管采用钢丝网骨架塑料复合管，电熔连接，支管采用 PPR 给水管，热熔连接；给水干管管径为 DN110，支管管径为 DN50；浮码头上设供水箱，间距为 8m，设置水龙头为游艇给水接口。给水干管与支管接口处设有节点阀门，便于维修；井盖和盖座均应满足基地荷载的要求。

②排水系统

a.防波堤及浮码头排水

防波堤边缘预埋雨水散排管，间距为 2m，雨水直接排放入海。浮码头面积小，雨水直接散流入港池。

b.游艇污水收集及处理

项目是在护岸以及游艇维修平台上布设若干个纳污池收集污水，通过管道送至岸上，和岸上餐饮等服务设施的污水汇合后，统一交给鹿回头污水厂集中处理，保证不得向海排放。要求用海单位定期检测污水收集管道，防止污水溢漏入海。

项目已获得三亚市水务局给出的项目地块排水许可。

（4）消防

本工程在防波堤上每隔 30m 设置一个室内消火栓箱，并在浮码头上每隔 30m 设置一个消防箱，配置二氧化碳灭火器和干粉灭火器各 2 只。基地内配备 1~2 辆轻型消防车，并配备移动泡沫灭火装置，防备油类或玻璃纤维类火灾。

图 2.2-1 项目总平面布置图（水域部分）

2.2.2 项目主要结构、尺度

2.2.2.1 水工建筑物结构

(1) 防波堤结构

防波堤分西堤和东堤，总长为 1134.2m（见图 2.2-3 东、西防波堤平面图）。防波堤挡浪墙顶高程为 4.0m，堤顶道路高程为 2.8m。西防波堤长 473.2m，堤顶设 3.0m 宽的旅游观光车通道，堤头宽 8.5m，堤顶在海侧设 C40 挡浪墙，港侧设 1.0m 宽管沟；东防波堤长 661m，东堤北侧堤顶道路宽 7.1m（包括行车通道、错车道、停车位及人行道），堤头宽 20m，堤顶在海侧设 C40 挡浪墙，港侧设 1.2m 宽管沟，东堤东侧堤顶道路宽度为 5.3m，堤顶在港侧设 1.2m 宽管沟。

防波堤结构形式采用斜坡堤，护面结构港侧为栅栏板，海侧除堤脚为栅栏板，其余均采用四脚空心方块，西堤堤头为 3T 四脚空心方块，其余均为 2T 四脚空心方块。护面坡度港侧和海侧均为 1: 1.5。抛石棱体港侧为 100~200kg 块石，海侧除西堤堤头为 300~600kg 块石外均选用 200~400kg 块石，海侧护底块石选用 80~150kg 块石。

防波堤沿线地质条件差异较大，防波堤断面结构形式有较大变化，以下对防波堤不同部位分别说明。

①堤头

西堤堤头受风浪较大，结构采用对称布置，其所在堤头段顶面宽度为拟定 8.5m。护面块体拟选用 3t 四角空心方块，垫层块石选用 150~300kg，厚度为 900mm~1000mm 大块石，坡度 1: 1.5。抛石棱体均选用 300~600kg 块石，顶宽为 3.0m，顶高程为-8.5m。护脚块石选用 80~150kg 块石，顶宽为 5.0m，顶高程为-11.00m。基础开挖至-15.50m，回填中粗砂。

东堤堤头段顶宽为 20m。由于受西堤掩护受风浪影响较小，海侧护面块体选用 2t 四角空心方块，垫层块石选用厚度为 800mm~900mm 的 100~200kg 块石，坡度 1: 1.5。抛石棱体选用的 200~400kg 块石，顶宽 3m，顶标高-7.5m。护脚块石选用 80~150kg 块石，顶宽 5m，顶标高-10.5m。港侧护面采用 400mm~500mm 厚栅栏板，护面垫层为 500mm 厚的 50~100kg 块石，护脚结构均采用 200~300kg 抛石棱体。抛石棱体顶标高为-7.5m。

②堤身

堤身海侧堤心石选用 5~300kg 块石，护面块体选用 2t 四角空心方块，垫层块石选用厚度为 800mm 的 100~200kg 块石，坡度 1: 1.5。抛石棱体选用的 200~400kg 块石，顶宽 3m。护脚块石选用 80~150kg 块石，厚度约为 1m，顶宽为 5m。

西堤转弯段受风浪较大，海侧护面块体选用 2t 四角空心方块，垫层块石选用厚度为 800mm 的 100~200kg 块石。抛石棱体选用 200~400kg 块石。压脚采用 200~300kg 块石。另

外，该段所在段地质存在 10m 左右淤泥质粉质粘土层，表层又有较厚中粗砂层，为满足整体滑弧稳定要求，在两侧抛填 20m 宽块石压脚，顶标高-8.0m。

③堤脚

西堤堤脚开挖至-16.0m，回填中粗砂至港池底标高-6.0m。东、西堤脚堤心石选用 5~300kg 块石，护面块体选用 500mm 厚栅栏板，垫层块石选用 50~100kg 块石，坡度 1: 1.5。抛石棱体选用 200~400kg 块石，顶宽 3m。护脚块石选用 80~150kg 块石，厚 1m。防波堤断面见图 2.2-4。

（2）游艇存放平台及加油泊位结构

游艇存放平台及加油泊位由北侧防波堤、东侧防波堤和南侧护岸环绕，总长 253.2m。根据业主使用要求平台整体分为两部分：北侧干船存放区长 111.4m，宽 18m，面积为 1892m²，分为两个结构段，长度分别为 55.7m；南侧游艇仓库区长 141.8m，宽 85.4m，面积为 12110m²，分为三个结构段，其中船舶上下水港池和检修港池区沿纵向长 40.5m，其它两个结构段长分别为 46.5m，54.8m。场地顶面高程为 2.8~3.0m。

桩基全部为直桩，采用 $\phi 500$ 、 $\phi 600$ 管桩。上部结构由现浇钢筋砼横梁、纵梁和面板构成。根据两个区域使用用途的不同，业主提供各区域的荷载要求。游艇仓库区平均桩长 39m，共 517 根；现浇横、纵梁均为矩形断面，断面尺寸为 1.45m \times 0.8m；现浇面板厚 450mm。干船堆放区平均桩长 35m，共 82 根；现浇横、纵梁均为矩形断面，断面尺寸为 1.25m \times 0.8m；现浇面板厚 400mm。平台面磨耗层平均厚 50mm。

游艇存放平台平面布置见图 2.2-5，断面结构见图 2.2-6。

（3）亲水平台结构

根据该区域的地质条件及景观要求，亲水平台采用高桩梁板结构型式。亲水平台面积 8675m²，长 445m；前平台宽 6.0m，高程为 2.8m；后平台宽 10.6m，高程为 3.62m。前后平台设坡道和钢梯供行人与小汽车行走。根据业主要求，平台考虑 10kpa 的均布荷载。桩基采用 $\phi 500$ PHC 管桩，全部为直桩，平均桩长为 35m。桩基与上部结构相连，上部结构由现浇钢筋砼横梁、纵梁和面板构成。现浇横、纵梁均为矩形断面，断面尺寸分别为 1.0 \times 0.6m；现浇面板厚 300mm，上部磨耗层厚 50mm。平台沿纵向分为 12 个结构段，共 9 个标准段结构段长度为 36m，排架间距 5.7m；第 10 个结构段长度为 35.6m，排架间距 5.7m，其它两个结构段长度分别为 40m 和 45.4m，排架间距 4.7m，与游艇存放平台相连。亲水平台与护岸间用现浇简支板相接，简支板宽 2.9m，纵向长度 12 左右，分段与护岸挡土墙胸墙分段一致。

亲水平台断面结构见图 2.2-7。

（4）护岸结构

新建护岸结构形式采用斜坡式，护岸总长为 441.5m，顶部标高为 3.62m。

护岸堤身结构采用浆砌块石挡墙，挡土墙底宽 2.2m、高 2.7m。挡墙上设高 800mm 的 C30 混凝土压顶，挡墙上采用单排布置 $\phi 100\text{mm}$ 排水管，间距为 2 米。挡墙下设 10~100kg 块石基床，基床上设 300mm 厚二片石垫层找平。挡墙底至基床后设混合倒滤层，墙后回填港池、防波堤开挖沙土。挡墙前为抛石护坡，护坡坡度为 1:3，护坡采用 50~100kg 块石 700mm，压脚块石采用 50~100kg 块石，护底厚 1.5m，宽约 2.5m。

上部砼压顶与亲水平台相连，施工时基床应做好预留沉降量的工作。护岸位置和结构见图 2.2-8。

（5）浮码头结构

水域部分规划布置 400 个浮码头泊位，为浮式栈桥结构。

游艇码头主要组成部分：主栈桥、辅栈桥、浮体和供水供电照明装置等。主栈桥、辅栈桥面板采用防腐木板；浮体采用热固性树脂，防止水生物附生，内用闭孔泡沫填充；供水供电照明装置为四孔箱。浮码头各处通水通电，配置游艇码头水电接口。

码头部分的设计采用比较流行的定型产品梳型栈桥式码头，该产品安建速度很快，只需打好栈桥定位桩，进行安装即可。

（6）生物通道结构

为了海洋生态保护的目，根据国家有关规定，在防波堤上每隔 500m 应在海底部位设一个直径不小于 100cm 的“生态通道”，本工程在东西防波堤各布设 2 个生物通道，其位置见总平面布置图 2.2-1 中标示的位置。其采用 $\Phi 800$ 的管道布设在防波堤内，其结构件图 2.2-9。

2.2.2.2 主要尺寸

本工程拟建 322 个游艇泊位及相关配套设施，由于游艇使用受波浪影响较大，故拟建东西防波堤，合抱成游艇码头使用水域，港池水域面积约为 10.62 万 m^2 。港池最大船舶船长为 40m，防波堤口门宽为 $1.0L=40\text{m}$ ，回旋水域尺寸为 $1.5L=60\text{m}$ 回旋圆，水工建筑物顶面高程为 2.80m，港池底高程南侧为-3.5m、北侧为-6.0m。

（1）水域主尺寸

①泊位长度

游艇泊位长度应根据设计游艇船型、港池避风条件确定，目前国内无现成规范，参照日本及美国规范，取泊位长度 $L_b = (1.0) L$ 游艇长度。

②回旋水域的布置

游艇内航道及回旋水域尺度取 1.5L 艇长。

回旋水域设计底高程同航道底高程，取-6.0m。

③防波堤口门

为确保游艇停靠区的安全与舒适，抵御风浪，在外围建造全包围式防波堤（预留进出口航道）。防波堤因口门位置朝东，分为西防波堤和东防波堤，还有南侧的护岸，其中西防波堤长为 473.2m，东防波堤长为 661m，护岸长为 445m。根据《海港总平面设计规范》JTJ211-99，防波堤口门宽度取 $1.0L=40m$ 。内港池防护标准按 $H1/3<0.5m$ 作为防波堤设计标准。

（2）高程设计

①码头前沿设计泥面高程

游艇泊位前沿设计底高程按下式计算：

$$D=T+Z1+Z2+Z3+Z4$$

式中：D——游艇泊位前沿设计水深（m）；T——设计船型满载吃水（m）；Z1——龙骨下最小富裕深度（m）；Z2——波浪富裕深度（m）；

Z3——船舶因配载不均匀增加的船尾吃水（m）；Z4——备淤富裕深度（m）。游艇泊位前沿设计底高程=设计低水位-D

经计算，各类游艇泊位前沿设计底高程见下表：

表 2.2-1 泊位前沿底高程

由于南区游艇泊位停靠船型吃水均小于 2.9m，北区游艇泊位停靠船型吃水均小于 5.2m，故根据以上计算，游艇泊位前沿设计底高程分别为-3.48m 和-5.78m，根据业主要求，为了方便港区船舶操作及延长维护周期，南区游艇泊位前沿设计底高程均取-3.50m，北区游艇泊位前沿设计底高程均取-6.0m。

②码头面高程

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），结合业主要求，水工建筑物顶面高程取为 2.80m。

③泊位规模

根据建设方对该项目的规划要求，半山半岛帆船港将按奥运会和沃尔沃环球帆船赛事的标准建设成为中国乃至亚洲最大的游船中心之一，可承办各类国际帆船赛事的码头。其规划规模为帆船及游艇泊位 322 个、干船位 100 个，可以为游艇提供泊位和相应的服务设施。鉴于项目已开工修建，依据泊位布置图（见图 2.2-10）分析，建设水上泊位 322 个。

图 2.2-3 (a) 东防波堤平面布置图

图 2.2-3 (b) 西防波堤平面布置图

图 2.2-4 (a) 防波堤断面 1-1

图 2.2-4 (b) 防波堤断面图 2-2

图 2.2-5 游艇存放平台平面图

图 2.2-6 游艇存放平台断面图 5-5

图 2.2-7 亲水平台断面图

图 2.2-8 护岸位置和断面图

图 2.2-9 生物通道结构

图 2.2-10 项目泊位布置图

2.2.2.3 主要工程量

本工程的建设内容主要为防波堤、游艇存放平台（含加油泊位）、亲水平台及护岸，其中的建设规模为防波堤长 1134.4m（西防波堤长 473.4m，东防波堤长 661m）、护岸长 441.5m、亲水平台 445m、游艇存放平台面积为 17066m²，加油泊位长 67.4m，港池及其附属设施等。具体工程量如下：

（1）防波堤

本工程防波堤采用斜坡堤结构形式。防波堤需挖基槽全长 879.8m，原泥面高程 0.1~-12m，底高程-15~-22m 不等，可得出最大置换深度达 15 米，基槽底宽 4~30m 之间，基槽开挖放坡坡度为 1：3，经计算基槽挖泥开挖总方量为 358555.5m³，见下表。

表 2.2-2 防波堤工程量

（2）游艇存放平台

游艇平台采用桩基结构，其工程量见下表 2.2-3。

表 2.2-3 游艇存放平台方工程量

注：上部结构砼和钢筋用量待业主确定吊机设备后做相应调整

（3）亲水平台工程量

根据区域的地质条件及景观要求，亲水平台采用高桩梁板结构型式，其工程量见表 2.2-4。

表 2.2-4 亲水平台工程量(宽平台方案)

注：此表中未计入栏杆、人行阶梯、连接墩等平台面附属设施

（4）护岸工程量

新建护岸结构形式采用斜坡式，护岸总长为 441.5m，顶部标高为 3.62m，其工程量见表 2.2-5。

表 2.2-5 新建护岸及回填工程量

2.2.3 上下水工艺

2.2.3.1 主要技术参数

（1）设计代表船型

根据业主提供的设计代表船型，船型尺度见下表：

表 2.2-1 设计代表船型

2.2.3.2 游艇上下水工艺布置及流程

（1）上下水工艺布置

拟建游艇码头主要装卸工艺由游艇上岸下水作业、水平运输作业和堆放场地搬运作业三个环节组成。各个环节的工艺形式应根据设计兼顾艇型、数量、堆放场地等因素综合考虑。

游艇型宽 3.0 至 4.5m 的上岸下水起重设备选用叉车，兼作游艇在港区的水平运输，水平运输作业和堆放场地搬运设备也选用叉车；型宽 4.5 至 7.5m 的游艇上岸下水起重设备选用轮胎式游艇搬运机，兼作游艇在港区的水平运输，水平运输作业和堆放场地搬运设备选用叉车；型宽 7.5 至 15m 的游艇上岸下水起重设备选用汽车起重机，兼作游艇在港区的水平运输，水平运输作业和堆放场地搬运设备也选用汽车起重机；由于受场地的限制，拟建工程本次设计不考虑维修车间，仅作游艇上岸后清洗，简单例行保养，电路、水路及机械等工作，且均在游艇堆放场露天进行。当遇到喷漆、玻璃钢维修等专业维修和深度保养时，依托社会力量解决。游艇保管措施包括游艇堆放场和艇架，需要牵引游艇经陆路离开，可借助社会化服务，租赁牵引车与游艇专用拖车进行。

（2）流程

整个装卸工艺流程如下

型宽 3.0 至 4.5m 游艇（港池）←→叉车←→堆场（游艇存放场及艇架）

型宽 4.5 至 7.5m 游艇（港池）←→轮胎式游艇搬运机←→轮胎式游艇搬运机或叉车←→堆场（游艇存放场及艇架）

型宽 7.5 至 15m 游艇（港池）←→汽车起重机←→堆场（游艇存放场及艇架）

2.2.3.3 主要装卸机械设备参数和数量

（1）轮胎式游艇搬运机

额定起重量：75t；

起升高度：10m；

跨度：8.89m；

轮压：255kN。

（2）汽车起重机

额定起重量：90t；

最大起升高度：35m；

最大幅度：38m；

(3) 叉车

额定起重量：32t；

起升高度：10m。

表 2.2-2 主要装卸机械设备配置表

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 施工工序和总体流程

2.3.1.1 施工工序

施工总体安排上考虑防波堤与护岸及游艇存放平台施工三条作业线同时并进施工。防波堤为抛石斜坡结构，按由岸及海的方向推进施工，向防波堤北侧合拢；游艇存放平台、亲水平台作为独立的施工工作面展开施工。

本工程的施工主要工序如下：

施工准备→护岸→防波堤基槽开挖→平台桩基施工→护岸护面块石抛填→港池开挖→护岸挡浪墙施工→护岸后方回填→抛填防波堤堤心块石→防波堤两侧抛填块石棱体→安放防波堤护面块体→平台上部结构施工→现浇防波堤挡浪墙及胸墙→附属设施安装→水电配套设施安装→设备调试→竣工验收

2.3.1.2 施工总体流程

图2.3-1 施工总体流程

2.3.2 施工工艺

2.3.2.1 基槽开挖及港池疏浚

本工程防波堤基槽挖泥开挖总方量为 358555.5m³，需挖基槽全长 879.8m，原泥面高程 0.1~-12m，底高程-15~-22m 不等，基槽底宽 4~30m 之间，基槽开挖放坡坡度为 1：3，开挖土层主要为淤泥质珊瑚礁和淤泥质粉质粘土。

港池疏浚 315193m³，底标高分别为-6.0m/-4.5m/-3.5m，开挖土层主要为淤泥质珊瑚礁和淤泥质粉质粘土。工程疏浚平面布置见图 2.3-2

图2.3-2 项目水域疏浚平面图

(1) 施工工艺流程

图2.3-3 基槽挖泥施工工艺流程图

（2）施工方法

①根据本工程的特点，基槽淤泥开挖采用13m³抓斗挖泥船配1000m³自航泥驳进行施工。该船最大挖深30m，完全满足本工程的需要。挖泥船施工工艺如下图所示：

图2.3-4 挖泥船作业工艺示意图

②分条分层开挖：挖泥船平行基槽，开挖采用分段、分层、分条方式进行施工。分段长度约50~60m，分段开挖的基槽至少有3m的搭接长度，防止施工回淤。每层厚度2m，每条宽度约10m，条与条间重叠2m。平均超深按规范规定执行，并根据施工断面图形、实时接收的潮位变化情况及时调整下斗深度，合理控制挖深。分条分层开挖如所示：

图2.3-5 分条分层开挖工艺示意图

③边坡控制：按设计坡度分台阶施工，达到边坡设计要求并有效控制超开挖量，开挖槽面不留浅点。使用船载导航、定位、定点、定深电子控制系统控制平面位置及开挖深度。边坡阶梯开挖如下图所示：

图2.3-6 边坡阶梯开挖示意图

④基槽开挖过程中及时进行施工过程检测，绘制施工过程基槽开挖断面图，了解基槽开挖情况。

⑤疏浚土抛至距离本项目最近的抛泥区，位于项目西侧15km位置，即西瑁洲南侧3km位置，该抛泥区中心坐标为东经109°20′，北纬18°12′。

图2.3-7 项目施工抛泥区

2.3.2.2 回填砂

本工程东、西防波堤泥面以下回填砂292443.5m³，护岸回填中粗砂24471m³。防波堤基槽开挖后即开始进行原泥面以下回填砂（中粗砂），实施分段施工，根据

现场施工情况，拟采用外购砂（购砂见附件26），用抽砂船（500-100m³）运至现场，现场设置定位船，利用抛卸到设计要求范围的施工工艺。

护岸在挡土墙及后方混合到滤层完成后进行回填珊瑚礁混砂施工，具体可用自卸汽车进行倒运。

2.3.2.3 防波堤堤心石抛填和理坡施工

（1）石料用量及施工顺序

本工程东、西防波堤堤心石用量为 211123.8m³，依据现场施工条件，本工程块石抛填全部采用陆上填筑的施工工艺。其中防波堤堤心石抛填与基槽挖泥后抛砂形成流水作业，对回填砂后及时回填堤心石，主要分两个工作面同时施工（东防波堤堤心石抛填施工推进方向为先由南向北，后由东向西，西防波堤堤心石抛填施工推进方向为先由南向北，后西向东）。

（2）施工工艺

①陆上回填堤心石施工

本工程堤心石顶宽 6 米到 24 米不等，东、西防波堤在靠岸两端采用自卸汽车进行直接回填，装载机及推土机推平，反铲挖掘机进行整理坡面。整个堤心石回填施工采用平铺方式，先抛宽，后加高，在断面形式上要保持全断面均匀上升。施工过程中根据现场抛填情况和沉降、位移等监测数据，堤心石的抛填应分层进行，为保证堤心稳定逐渐加高。

图2.3-8 堤心石回填施工示意图

②理坡施工

当堤心石回填出一定长度后，即开始进行理坡。理坡原则上优先采用陆上反铲挖掘机进行理坡。根据工程需要也可采用水上方驳+反铲进行堤心石的理坡施工。

图2.3-9（a） 海上堤心石理坡施工示意图

图2.3-9（b） 陆上堤心石理坡施工示意图

2.3.2.4 抛石棱体、护底块石和垫层块石施工

护岸堤心石施工完成后，需进行抛石棱体、护底块石抛填、垫层块石、内坡二片

石等项目的施工。块石规格分为 80~150kg、100~200kg、200~300kg、300~600kg 和 50~100kg 不等。

本工程所用的各种石料均为外购，运至现场后陆上抛填的石料直接抛填，需水上抛填的石料运至上料码头堆放存贮，然后再将石料装船运至施工现场进行水上抛填。

（1）施工顺序

施工顺序为：外坡抛石棱体→外坡护底块石→内坡护底块石抛填→内外垫层块石抛填

（2）护底块石施工

①100m³ 自航开体驳抛石施工

基础块石、棱体块石和护底块石粗抛采用 100m³ 自航开体抛石船直接抛填。具体的施工步骤如下：

抛前测量→装石→定位→抛填→抛后测量→循环抛填

②30m³ 小型开体驳抛填施工

水上抛填采用定位船定位，30m³ 自航小型开体抛石船靠定位船定位抛填的工艺施工。具体的施工步骤如下：

抛前测量→装石→定位船定位→小抛石船定位抛填→抛后测量

（3）垫层块石施工方法

①垫层块石的抛填方法

垫层块石的抛填同上优先考虑陆上抛填施工，必要时考虑水上抛填作业。

a.陆上自卸汽车+反铲抛填施工方法

施工前由测量人员设立边线导标，导标随施工进度前移，施工时严格按照导标进行抛填。抛填时，陆上部分由测量人员对标高进行测量和控制，在抛填过程中抛石人员指挥反铲抛到指定的位置，由自卸汽车给反铲供料，每抛填 50m 及时进行理坡。

b.水下 1000t 方驳+反铲抛填施工方法

利用施工控制网根据方驳船宽将施工区域分为若干网格，船舶垂直于堤轴线方向驻位。利用船上两台 GPS 控制船驻位于施工网格。反铲移至船舷一侧，挖取石料向外侧抛填，随石料抛填，当船舷处水深不能达到船吃水要求时，向外侧移船，再抛填，直至石料抛净，并测量水深做出标记。抛填到设计断面，抛填完毕后，移船进行下一网格抛填。

②理坡

块石垫层采用长臂反铲进行坡面粗理，不足石料部分由堤顶补充石料，高出的多余石料，存放到堤顶。水下部分由潜水员配合理坡。

(4) 块石垫层及混合倒滤层施工

二片石垫层与混合倒滤层施工的方法与上面垫层块石施工的方法基本一样，都是优先考虑陆上施工，必要时才考虑水陆结合一起施工。陆上采用自卸汽车+反铲抛填施工，水下采用 1000t 方驳+反铲抛填施工。

2.3.2.5 挡浪墙施工

本工程防波堤及护岸挡浪墙结构为现浇钢筋混凝土挡浪墙，防波堤 C40 混凝土挡浪墙 DLQ1 为 2072.4m³，C40 混凝土挡浪墙 DLQ2 为 1002.3m³；护岸挡土墙 C30 压顶砼量为 323m³。

图2.3-10 现浇钢筋混凝土胸墙施工工艺流程图

2.3.2.6 浆砌块石施工

本工程东、西防波堤浆砌块石共 811.2m³，挡土墙长 441.5m，浆砌块石共 1303m³。

块石垫层验收→测量放线→浆砌块石→检查、验收

2.3.2.7 PHC 管桩施打

游艇存放平台及加油泊位和亲水平台基础均采用 PHC 管桩基础。游艇存放平台及加油泊位由北侧防波堤、东侧防波堤和南侧护岸环绕，总长 253.2m。该平台分为北侧干船存放区长和南侧游艇仓库区，面积为 12110m²，桩基全部为直桩，采用 φ500 和 φ600AB 型的 PHC 管桩。其中，φ500 为 606 根，φ600 为 18 根。

亲水平台桩基采用 φ500AB 的 PHC 管桩，全部为直桩，每排四根，共 89 排，共计 356 根。

PHC 桩施工工艺流程见下图

图2.3-11 PHC桩施工工艺流程图

2.3.3 土石方平衡

根据工程概况，外部的防浪堤将近 300m 长，三分之一在 10m 深的水中，在内侧的防浪堤将近 300m 在 5m 深的水中，200m 的堤坝有 1m 的深度。码头区为了满

足船舶海水深度所做的清理和挖掘时会有一定的砂石正土方量，约为 346000m³，将用于岸上三处基地回填。

(1) 陆地上为国际帆船赛事使用的开阔场地为 20000m²，为了地面排水和观看比赛产生一定的坡度，在竖向设计中平均垫出 500mm 高。这一区域大约需要 10000m³。

(2) 原来岸边有两个池塘，这也需要回填，其面积分别为 9930m² 和 6520m²，其平均深度为 2m，总土方量为 32900m³。

(3) 如仍有剩余，码头区后面是航海主题公园，由于地势很平，也需要一些土方和岩石制造地形园景大约需要 303100m³。

本工程的土石方满足要求。

图2.3-12 土石方平衡图

2.3.4 工程进度及工期

从施工过程、工程数量、作业时间以及受自然条件的影响程度等方面分析，在施工中，力求同一性质的工作连续施工，不同性质的工作尽可能组织搭接施工。

根据本工程的规模和施工特点，本工程总工期 12 个月，见表 2.3-1。

表2.3-1 施工进度计划表

2.4 项目运营期现状

2.4.1 项目运营期主要活动

三亚半山半岛帆船港建成后主要功能是为沃尔沃帆船赛提供帆板、帆船赛场，同时赛后可作为帆板运动、游艇度假及滨海旅游综合区，为游客提供集运动、休闲、娱乐为一体的运动休闲场所，创造人与自然相映成趣，舒适的环境。

帆船港开业以来举办过的大型活动（赛事），2021年与2022年受疫情影响，未举办大型活动。

2.4.2 项目现状

根据现场踏勘情况，本项目目前运营正常，其独特的地理位置及停靠条件，码头停泊游艇相对较多，详见现场踏勘照片。

图2.3-11 三亚半山半岛帆船港现状

2.5 项目用海需求

根据《三亚半山半岛帆船港建设项目海域使用论证报告书（报批稿）》，本项目的建设内容主要为防波堤、游艇存放平台（含加油泊位）、亲水平台及护岸，防波堤

长1134.4m、护岸长441.5m、亲水平台445m、游艇存放平台面积为17066m²，其中西防波堤长为473.4m，东防波堤长为661m，项目2011年12月26日申请用海面积为16.9471公顷，其中非透水构筑物6.1800公顷，透水构筑物1.8749公顷，港池8.8922公顷，截止到2017年续用海域申请时，本项目的用海面积保持不变；由于2017年开始使用2016年修测岸线，本项目用海范围内的护岸及平台等设施在修测岸线时纳入陆域，致本项目用海范围在2017年12月26日至2021年6月26日期间中，用海面积为14.0575公顷，其中非透水构筑物面积为5.1862公顷，港池用海面积为8.8713公顷。到2022年续用海域时，仍使用2016版修测岸线，在2021年6月26日至2024年6月26日用海期限中，用海面积仍为14.0575公顷。

根据现场实测结果，叠加最新修测岸线，本项目用海内容主要为防波堤、亲水平台、游艇存放平台及游艇泊位和港池等，总用海需求为15.9814公顷，东防波堤及西防波堤（非透水构筑物）用海需求为5.6963公顷，平台及游艇泊位（透水构筑物）用海需求为9.7583公顷，港池（港池、蓄水等）用海需求为0.4919公顷。三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海需求0.0349公顷，根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为游憩用海(一级类)中的文体休闲娱乐用海(二级类)；根据《海域使用分类》(HYT 123-2009)，本项目用海类型为旅游娱乐用海(一级类)中的旅游基础设施用海(二级类)，用海方式包括非透水构筑物、透水构筑物及其港池、蓄水等用海。

三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）属于经营性旅游娱乐用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，旅游娱乐用海项目海域使用权最高期限为25年，本项目首次申请用海于2011年12月26日，根据原国家海洋局《关于进一步加强自然保护区海域使用管理工作的意见》（国海函[2006]3号）中“自然保护区内的有关活动用海，一次批准海域使用权的期限应当与自然保护区行政主管部门批准的活动许可期限一致，最长不得超过3年”，首次申请期限为2011年12月26日至2014年12月26日；根据2019年6月26日自然资源部关于公布第一批已废止或者失效的规范性文件目录的公告（2019年第30号），国海函[2006]3号文件已废止，因此，结合法律法规及本项目特点，此次续用海域申请按照旅游娱乐用海最高年限减去已使用年限（已使用12年6个月），即此次续用申请年限为12年6个月，即2024年6月26日至2036年12月26日。本项目续用海域拟申请宗海图见图2.4-1至图2.4-4，三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目宗海图见图2.4-5和图2.4-6。



图2.4-1 三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）拟申请宗海位置图

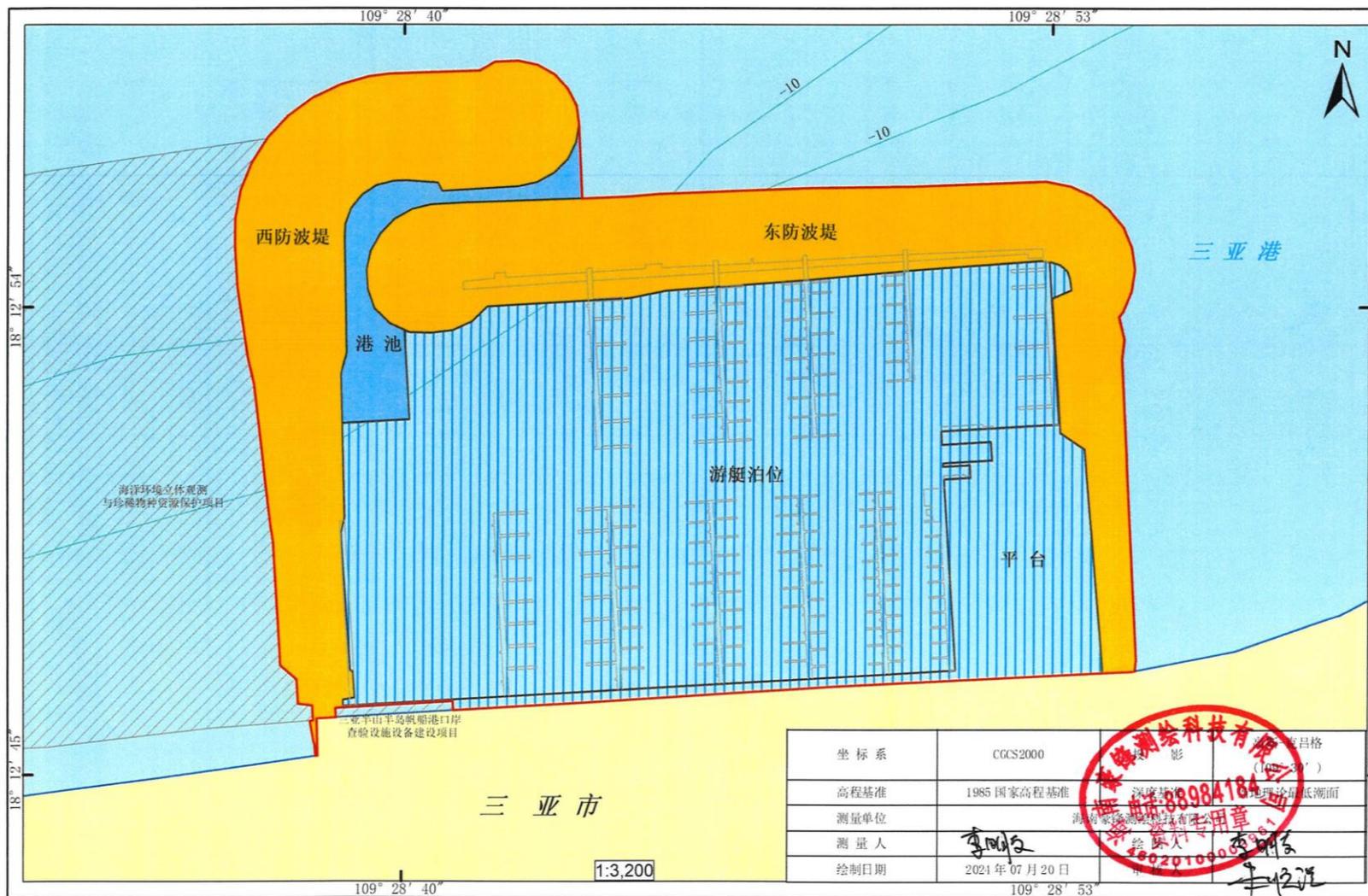


图2.4-2 三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）拟申请宗海平面布置图

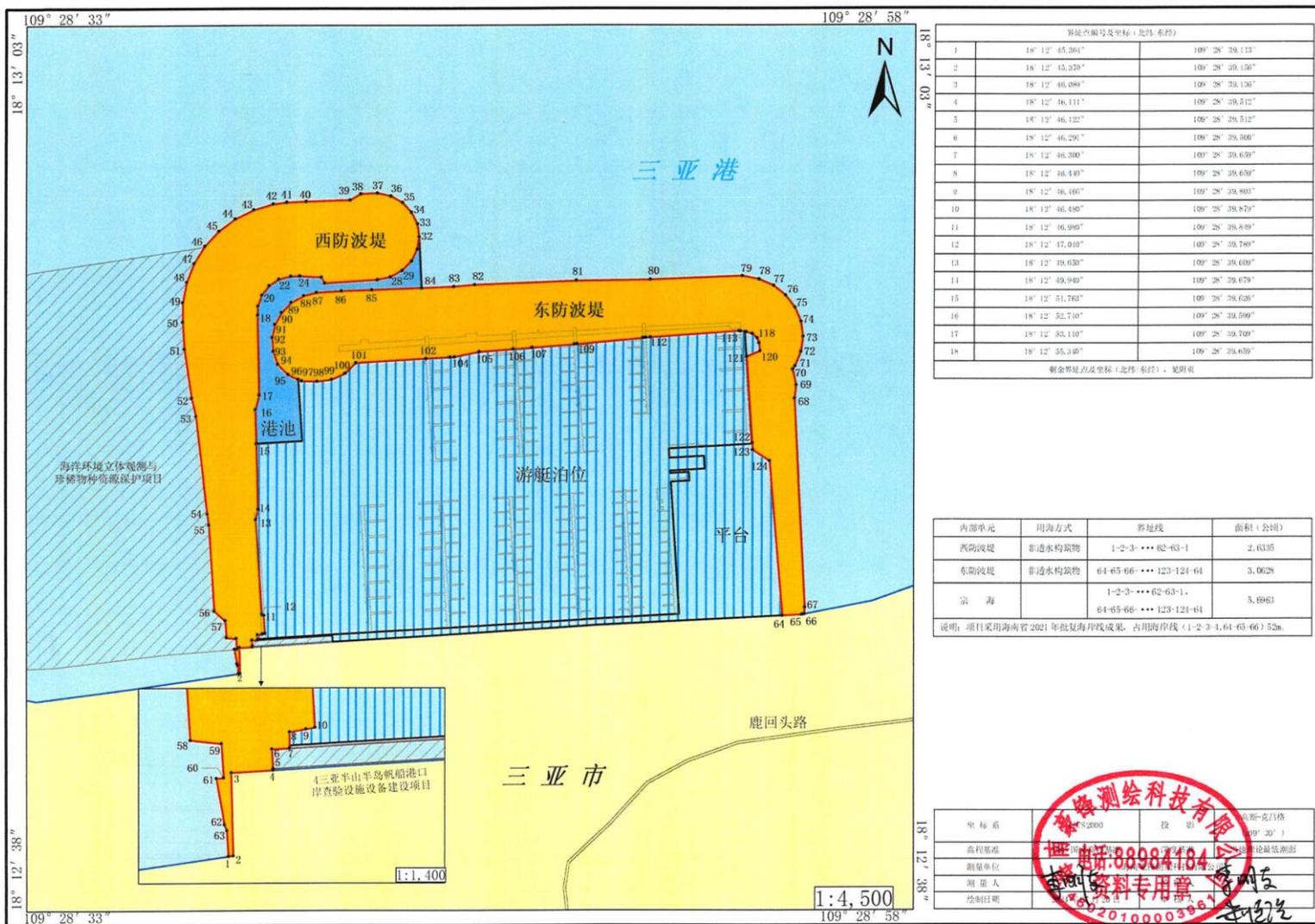


图2.4-3 三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）（防波堤）拟申请宗海界址图

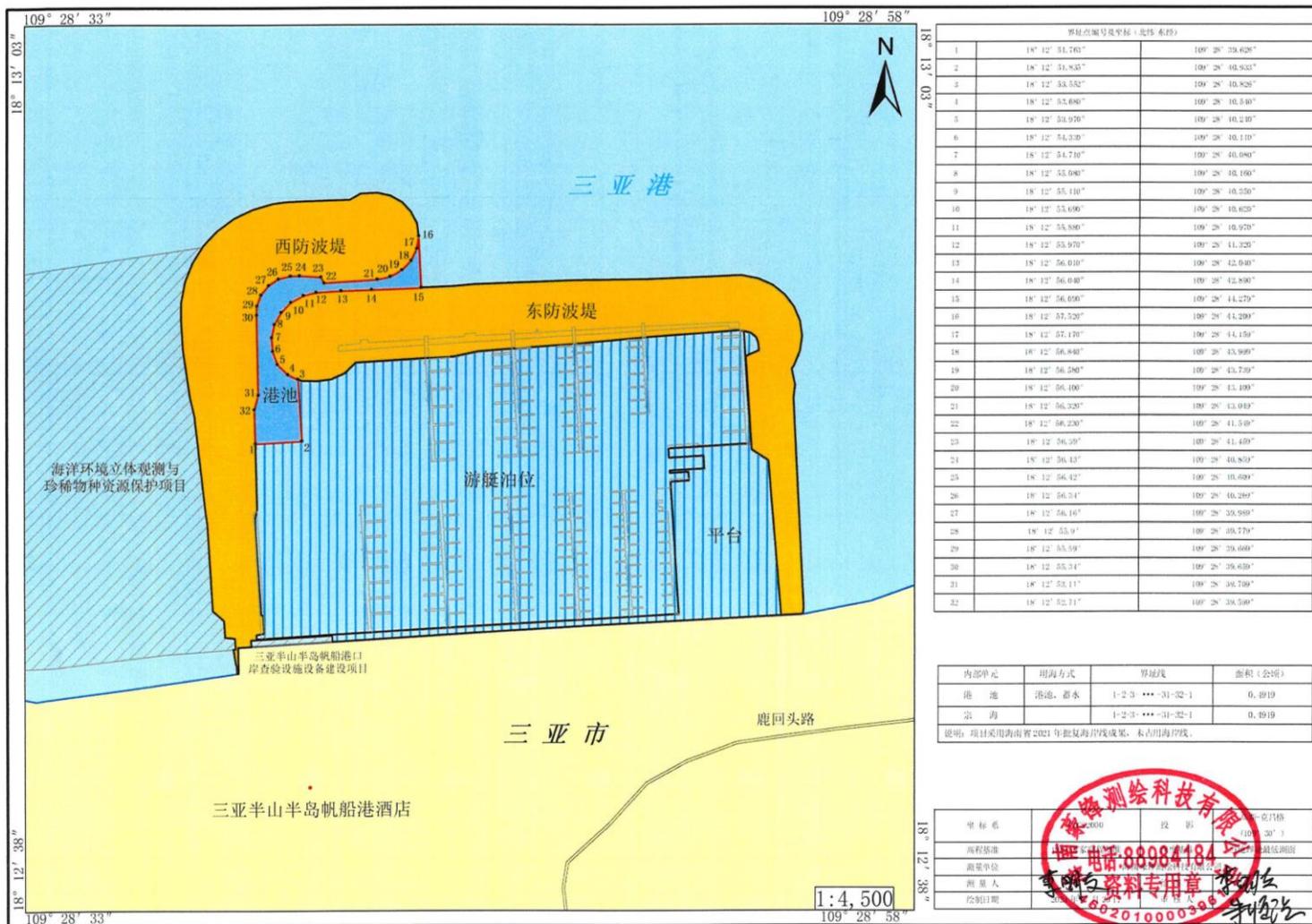


图2.4-4 三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）（港池）拟申请宗海界址图

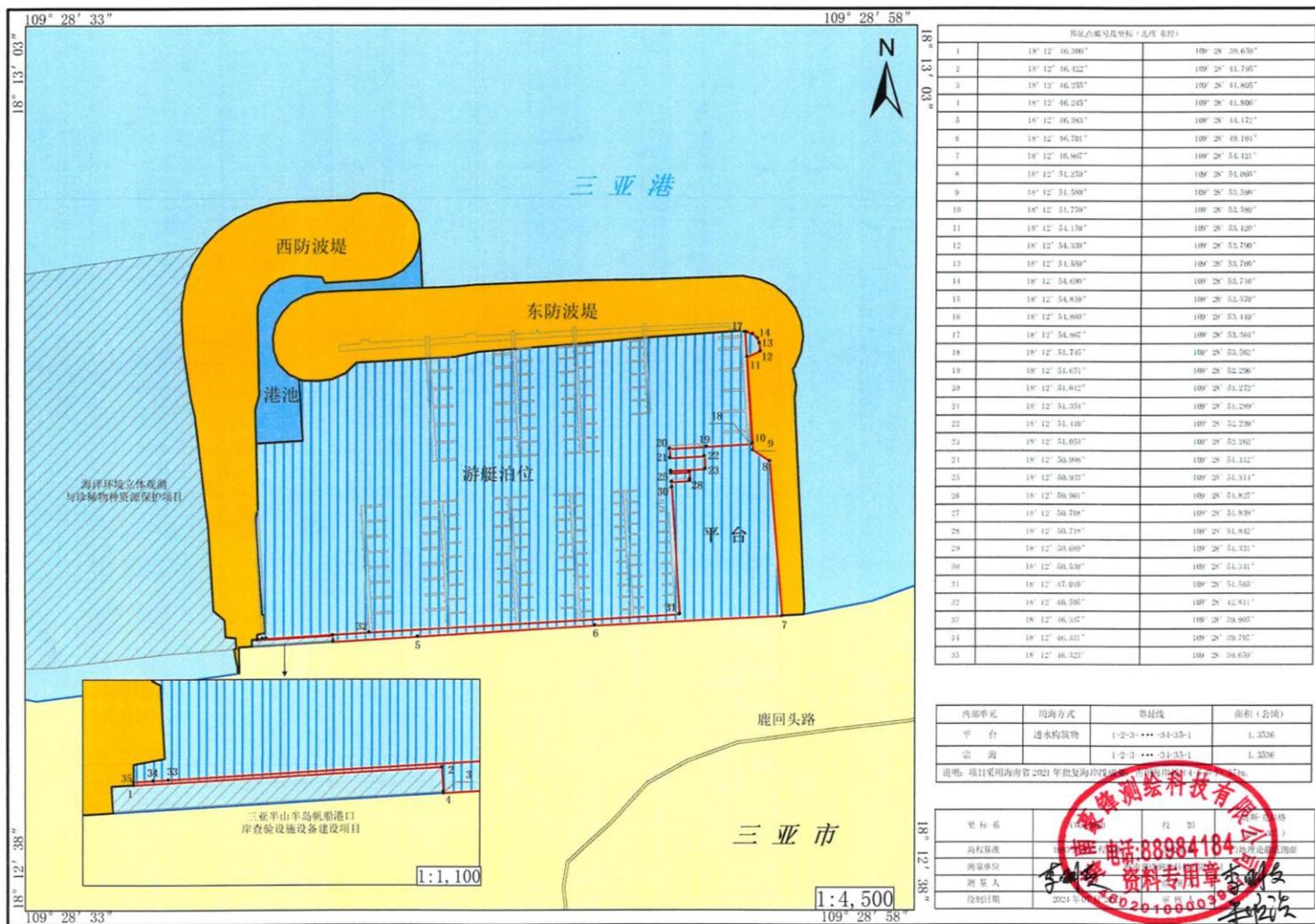


图2.4-4 三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）（平台）拟申请宗海界址图

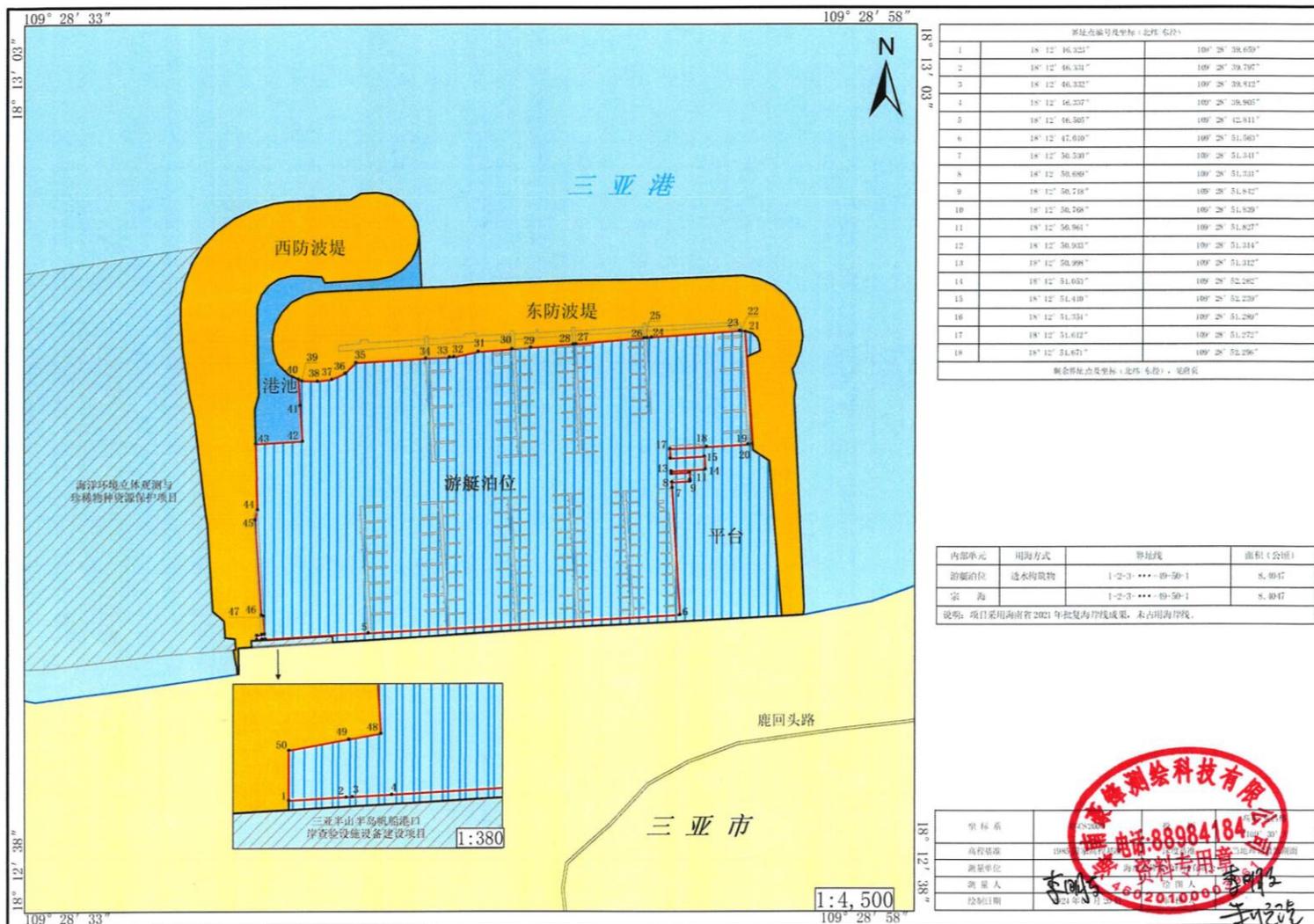


图2.4-4 三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）（游艇泊位）拟申请宗海界址图

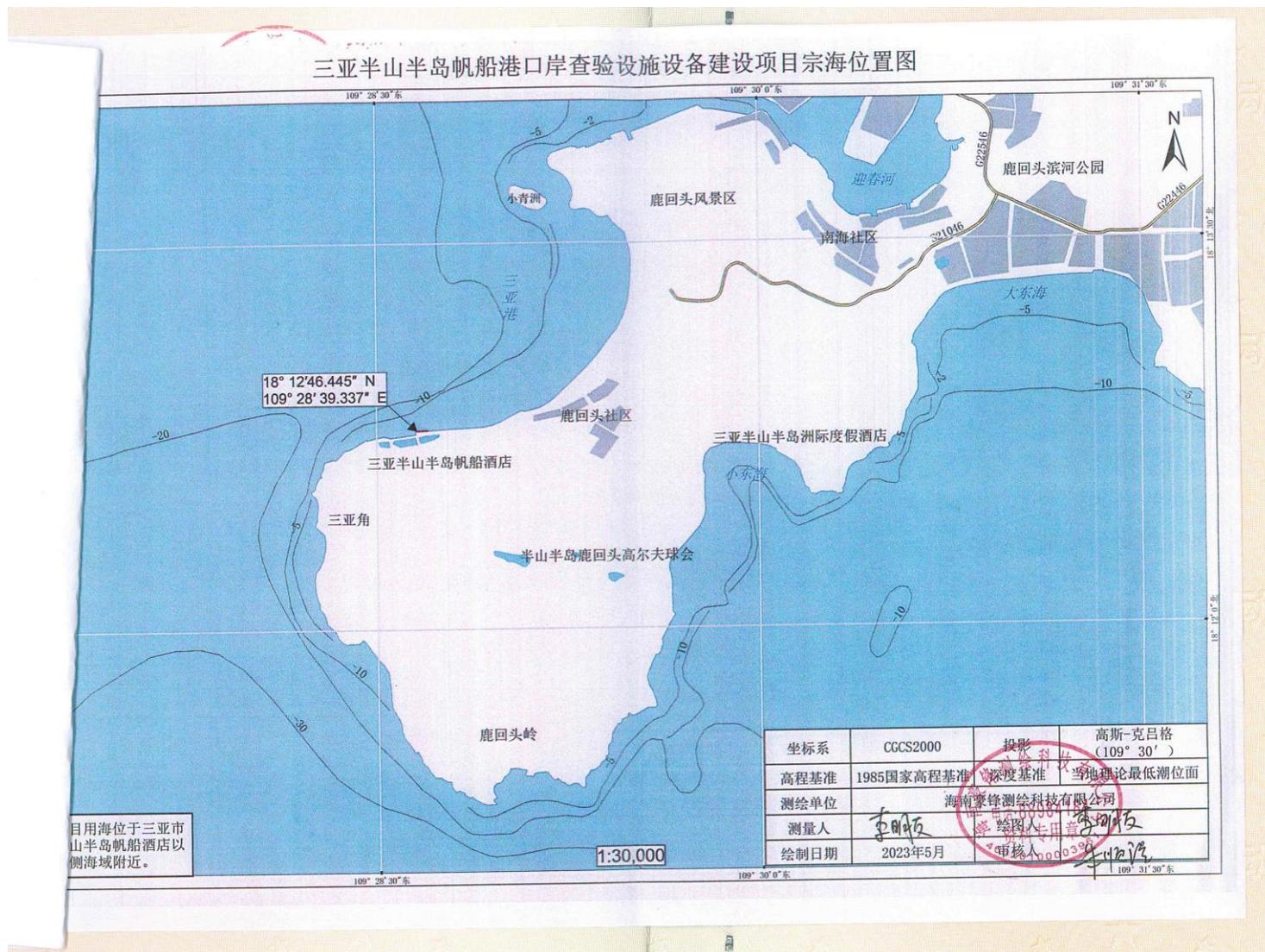


图2.4-5 三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目宗海位置图

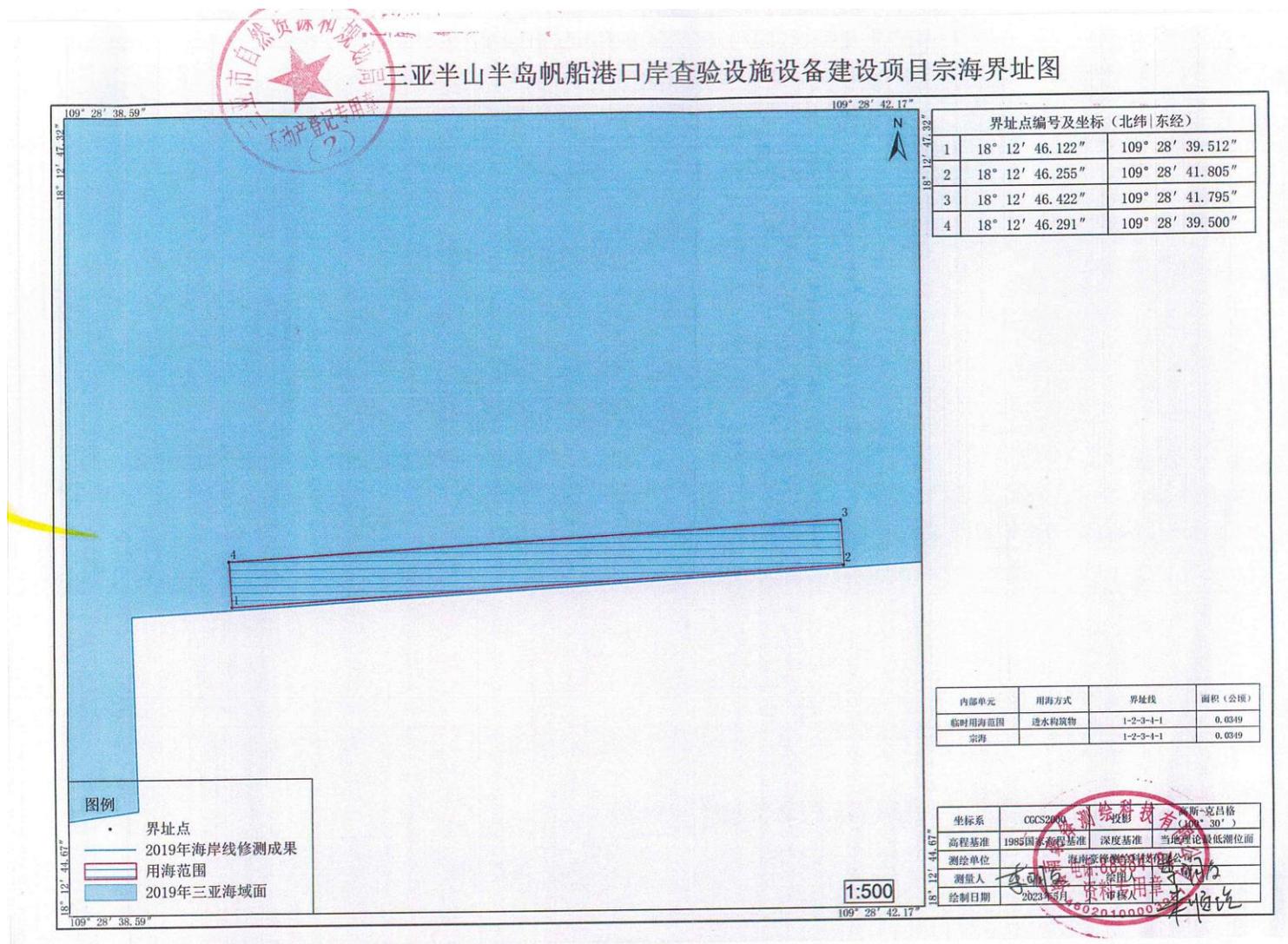


图2.4-6 三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目宗海界址图

2.6 项目用海必要性

2.6.1 项目建设的必要性

（1）符合国家旅游发展产业政策

2010年国务院批复了《海南国际旅游岛规划》。海南省委、省政府也明确指出，要把三亚建设成为世界著名的旅游目的地，未来将会有更多的海洋旅游开发项目将要落户到三亚市，因此三亚半岛帆船港建设项目落户三亚完全符合国家、海南省对三亚市发展旅游产业的战略定位。

海南省委、省政府、三亚市委、市政府高度重视帆船港的建设，主要领导都做过重要批示，强调要立足于国际视野，实施高端发展战略，希望通过本项目进一步提升三亚国际知名度，推进三亚旅游形象国际化、营销国际化、品牌国际化，加快三亚旅游由国内知名向国内一流、由国内一流向亚洲一流、由亚洲一流向国际一流转型步伐，最终建成国际一流的热带滨海度假旅游目的地。

（2）与海南国际旅游岛建设相辅相成

根据海南省得天独厚的自然景观资源，海南省确定了在2012年左右建成国际旅游岛的目标，实施旅游业硬件设施提升、服务水平提升，开展有国际影响力地推广宣传活动。

本项目的建成，并成为2011-2012年度沃尔沃杯环球帆船赛亚洲唯一的停靠港，那将是海南省的一大盛事。届时全球将有上百家各种媒体、赛事赞助商以及上万名欧美帆船赛爱好者进入，并在海南逗留三周以上。借助沃尔沃国际帆船赛事，必将提升海南旅游岛的国际知名度，必将对拓展海南旅游活动国际化程度、建设海南国际旅游岛起到巨大的推进作用。

（3）将大大提高三亚市的整体形象和城市品位，优化投资和旅游环境，健全三亚旅游产业服务设施的需要

三亚地处海南岛的最南端，南侧与东南亚各个国家隔南海相望，是我国东南沿海对外开放黄金海岸线上最南端的重要口岸，是中国通向世界的门户之一。在三亚建设一个世界级的游艇码头，从地理位置上来讲，拥有独特的优势，鹿回头湾也具有建设世界级游艇码头的有利自然条件，具备了建设国际帆船游艇码头必需的基础。

工程的建设以国际帆船赛为契机，提供全方位整体设施及服务，进一步优化其旅游环境，带动和提升鹿回头半岛的旅游开发建设向更高层次发展、提升三亚旅游项目

国际化程度，对建设海南国际旅游城将会起到极大的促进作用。

（4）有利于提高三亚城市综合竞争力

三亚海域终年温暖，风平浪静，适合进行帆板、游泳、滑水等水上运动。鹿回头位于该地区三亚市南侧 3 公里处，其交通便捷，半岛至三亚凤凰国际机场距离为 20km 左右，且无过境交通穿越该区，为营造该区域安静怡人的休闲旅游氛围提供了良好的条件。

根据《三亚市城市总体规划》，鹿回头规划为旅游度假用地的集中区，将展现滨海城市的景观特点。随着三亚市国际性旅游城市的发展，三亚市滨海都将成为景观美化的区域，位于三亚市中心地带鹿回头湾旅游开发已成为必然。工程在鹿回头湾建设帆船游艇基地娱乐设施，建设后将使三亚具备了举办国际性海上运动赛事的条件，大运赛后将可积极举办国际国内赛事，拓展城市知名度，增加对外全方位的交流，增加国际影响力，通过这类富有特色的城市营销活动，提高城市的综合竞争力，从而加快三亚市旅游事业和三亚市城市建设步伐，促进三亚的长久发展及持续繁荣。

（5）为 2011~2012 年度沃尔沃国际帆船赛事提供场所

沃尔沃环球帆船赛 1973 年 9 月由英国皇家海军航海协会创办，是全世界第一个环球航海帆船赛事，赛事每 4 年举办一次，迄今已有 36 年历史。它是为数不多的全球性体育赛事——比赛跨越 4 大洲，因其漫长、艰难、危险，被喻为航海界的“珠穆朗玛峰”。作为赛事所在的城市，帆船赛的启程和到达都是重要的事件，主办方和所在城市会举办各类宣传庆祝活动，吸引全球众多媒体和帆船赛爱好者的关注。所有本次赛程停靠的城市和港口都将一同加入宣传活动，向世界展示自己，宣传自己的国家、城市、港口、人民和文化。

海南是中国唯一的热带岛屿省份，地处国际海运航线要道。三亚自然风光优美，建港条件优越，而且三亚举办过多项世界大赛，具有丰富的办赛经验和一流的接待能力，综合地理位置、气候条件、海域航道、景观资源、地区经济基础、商贸环境、基础设施条件等各方面的因素，三亚无疑是亚洲地区少数最适宜游艇帆船运动的城市之一，非常适合作为沃尔沃环球帆船赛停靠港。

工程建设将为 2011~2012 年度沃尔沃帆船赛事提供中国站的比赛场所，届时帆船赛船队将于 2 月份停靠中国，那时三亚的气候、水温、风力等更加适合举办帆船赛，为赛事的顺利举办提供有利保障；那时也是海南旅游的黄金季节，国内外游客众

多，这也有利于提升赛事的影响力。

（6）为大力发展我国航海运动增添重要的硬件条件

受经济社会发展水平所限制，我国海上运动发展较晚，不仅群众普及率低，受关注程度也较低，目前国内除青岛和日照以外，尚未有具备举办国际赛事的设施场地出现，由于海上运动的开展需要较大的财力作为支撑，随着我国经济的腾飞，帆船、帆板、摩托艇等航海多项作为世界流行的高端休闲运动在不远的未来将会在我国拥有其相应的群众基础和发展空间，海南三亚作为中国重要口岸，以及优越的地理条件和气候环境，率先发展高端运动设施是符合科学发展逻辑的，本项目的建设将完善三亚的体育设施，有利于推动三亚的水上体育事业的发展，同时能充分发挥体育产业的带动效应，促进旅游、服务等相关产业的健康发展。本项目将为大力发展我国的航海运动增添重要的硬件条件。

基于上述理由，三亚半山半岛帆船港项目在其建设时期具有重要意义，其必要性和迫切性显而易见。

2.6.2 项目续用海域的必要性

根据前面章节表述，本项目首次申请时采用 2008 年岸线修测成果，用海面积为 16.9471 公顷，2016 版岸线后，续用海域申请面积为 14.0575 公顷，至 2024 年 6 月 26 日（琼（2022）三亚市不动产权第 0005257 号），海域使用面积 14.0575 公顷。本次续期用海海域使用论证，充分考虑用海现状，叠加最新修测岸线，并对构筑物进行实测，确定本项目续用海域面积，最总确定本项目续用海域面积为 15.9814 公顷，其中非透水构筑物用海面积为 5.6963 公顷（东西防波堤），透水构筑物用海面积为 9.7932 公顷（亲水平台、游艇存放平台及游艇泊位、口岸查验设备），港池用海面积为 0.4919 公顷，各功能区块均为原来首次申请内容，无新增用海功能区块。由于构筑物边界为实测，加之已申请用海的三亚半山半岛帆船港设施设备建设项目，各区块面积略有变化，其中非透水构筑物比首次申请面积（6.1800 公顷）略减小 0.4837 公顷；透水构筑物比首次申请面积（1.8749 公顷）增加 7.8834 公顷，港池面积比首次申请面积（8.8922 公顷）减小 8.4003 公顷，透水构筑物增大区域主要按照游艇码头界定规范，以透水方式构筑的游艇码头用海，游艇码头和游艇停泊水域作为一个用海整体界定，致本次透水构筑物面积较大幅度增加，港池面积减小。

为阻断波浪的冲击力、围护港池、维持水面平稳以保护港口免受坏天气影响、以便港内停泊的小型无动力帆船安全，港池外需设防波堤。防波堤可以保证即使在异常天气的波况条件下，港内也能获得所需的平稳度，确保游艇安全航行对视野的要求和不妨碍帆船张帆航行。根据多年的运行情况反馈，所涉及用海单元能够满足项目需求。综合考虑项目用海区域的水深、潮差、波浪、地质等自然条件，续用海域需要维持原来首次申请海域的各种功能区块才能港池内船舶的泊稳和安全，同时为了海南自由贸易岛封关运作，口岸查验设施设备建设项目用海也是必要的。因此，续用海域非透水构筑物、透水构筑物及港池、蓄水等用海是必要的。

综上所述，本项目续用海域是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

项目所在的海域论证范围内海洋资源主要有岸线资源、滩涂资源、岛礁资源、港口资源、渔业资源、旅游资源、珊瑚礁资源、红树林资源及海草资源等。

3.1.1 岸线资源

论证范围内海岸线东至亚龙湾中部，西北天涯海角西侧，岸线长度约 113.03km，岸线资源包括人工岸线、自然岸线和其他岸线。人工岸线主要有围海、构筑物和填海造地岸线；自然岸线包括砂质岸线、基岩岸线、生物岸线和泥质岸线；其他岸线为河口岸线。人工岸线长度 41.96km，其中，围海岸线长度约 4.89km、构筑物岸线长度约 29.47km，填海造地岸线长度约 7.60km，人工岸线中构筑物岸线主要分布三亚河口区域及榆林湾所在海域，围海岸线也主要分布在榆林湾内，主要为养殖围海岸线，填海造地岸线分布比较零散，项目附近主要为小青州附近。自然岸线长度为 69.41km，其中，砂质岸线长度约 37.70km、基岩岸线长度约 26.17km，生物岸线长度约 6.39km，泥质岸线长度约 0.16km。本项目论证范围内的岸线类型见图 3.1.1-1。

从海岸线利用类型看，论证范围内海岸线利用类型以未利用岸线、旅游娱乐岸线为主，旅游娱乐岸线主要分布在三亚湾、大小东海及亚龙湾，而未利用岸线主要为基岩岸线分布区域。本项目论证范围内的海岸线利用类型见图 3.1.1-2。根据三亚市严格保护、限制开发和优化利用类别分布图，本项目所在海域主要严格保护岸线，三类岸线分布图见图 3.1.1-3。

图 3.1.1-1 论证范围内沿岸岸线类型分布

图 3.1.1-2 论证范围内海岸线利用类型分布图

图 3.1.1-3 项目位置与严格保护、限制开发和优化利用类别分布叠加图

3.1.2 滩涂资源

本项目论证范围内的滩涂资源类型主要为砂质滩涂和岩质滩涂，仅有少量泥质滩涂分布。项目区域西侧至鹿回头及三亚湾、大东海、亚龙湾主要为沙质滩涂；本项目东侧

至小东海有岩质滩涂分布，虎头岭至白虎岭一带主要分布岩质滩涂，仅在榆林湾顶有少量泥质滩涂分布，本项目用海范围主要的滩涂资源详见图 3.1.2-1。

图 3.1.2-1 本项目西侧至小青州一带沙质滩涂现状

3.1.3 岛礁资源

论证范围内的岛礁资源较多，主要包括人工岛、有居民海岛及无居民海岛。其中人工岛为凤凰岛，有居民海岛为西瑁洲岛，无居民海岛在论证范围有 21 个，主要分布在天涯海角、东西瑁洲、三亚河口及榆林湾虎头岭至亚龙湾一带，距离本项目较近的无居民海岛主要有小青洲、白排、东瑁洲、石离角、双扉石、双扉西以及西瑁洲岛南侧的牛鼻仔岭。岛礁分布见图 3.1.3-1。

图 3.1.3-1 论证范围内的无居民海岛分布图

3.1.4 港口资源

论证范围内港口资源主要有三亚港区和肖旗港。

(1) 三亚港区

三亚港区位于三亚河入海口处，目前以客运功能为主，货运功能已基本搬迁至南山港区，主要由以下码头组成：三亚港务局码头、凤凰岛国际邮轮码头、三亚凤凰岛国际客运码头、三亚海榆渔民专业合作社游艇码头、三亚水上救助基地码头、三亚救捞局救捞码头、海警码头、三亚玛瑞纳酒店游艇码头。

三亚港务局码头(三亚老港区)位于三亚河入海口处，煤炭、木材等货运功能已基本搬迁至南山港区，拥有 5000 吨级和 3000 吨级杂货泊位各 2 个，设计年通过能力 62 万 t。

凤凰岛国际邮轮码头位于三亚市河口外，由三亚凤凰岛发展有限公司投资建设。目前已建成 8 万 GT 泊位 1 个，码头岸线总长 370m，设计年通过能力 60 万人次。

三亚河口外东侧、南侧建有三亚海榆渔民专业合作社游艇码头、三亚水上救助基地码头、三亚救捞局救捞码头、海警码头、三亚玛瑞纳酒店游艇码头。

(2) 肖旗港

本项目西北侧的港口为肖旗港，肖旗港是三亚湾景观带的西大门，城市主要的标志和景观之一。肖旗港不仅承担西岛旅游配套渡船码头功能、三亚市西部旅游的客运码头和游艇码头功能，同时又是三亚市西部城市区域性的生态休闲、文化、娱乐和公共活动

中心。

2012年三亚西岛景区荣膺国家4A级景区，为了进一步促进西岛观光旅游、休闲度假与专项旅游的发展，三亚西岛旅游开发有限公司申请在原有的基础上对肖旗港码头进行改扩建。目前肖旗港东西两侧修建了总长约1831m、宽约20m的防波堤及长约427m的护岸，形成半封闭条件后的港池可布置290个不同尺寸的游艇码头及游艇上下水泊位3个；在肖旗港西侧占用岸线452m进行填海造地，填海面积约2.8088公顷，作为游艇维修、存放、展览等后勤配套服务区。使其成为三亚湾中心区游艇基地、三亚湾重要的游艇旅游服务港，并与天涯海角、南山等景区形成整体西部观光旅游区，助力海南自贸区的发展。

西瑁洲因开发为西岛海洋文化旅游区，为方便游客上下岛，在岛北部建有冬季、夏季两个交通码头，以及在岛东侧有一由原部队码头改造的西岛公司交通码头。该码头有港池，可停靠游艇，岛上渔民的渔船避风也多停靠于此。

3.1.5 渔业资源

三亚市南邻南海，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。三亚渔汛渔场是海南岛周围海域三大著名渔汛渔场之一，渔场面积1.4万 km^2 ，盛产红鱼、马鲛鱼、鲳鱼、海参、龙虾、鱿鱼、鲍和大珠母贝等四十多种优质海产品，主要经济鱼类是带鱼、鲳鱼、鲷、鳓鱼、远东拟沙丁鱼、蓝圆鲹、海鳗、石斑鱼、金线鱼、鲐鱼、鲅鱼、金枪鱼、马面鲀等。据相关统计资料估计，三亚渔汛渔场年捕捞量在4.88万吨左右，是海洋捕捞的黄金海域。由于近年来小型作业船只在近海狂捞滥捕，近岸海区渔业资源已利用过度，渔业资源有所降低；外海区渔业资源属中等利用程度，尚有一定开发潜力。

3.1.6 旅游资源

三亚市地处祖国大陆最南端，具有热带海洋季风气候条件及热带海滨旅游景观和热带海岛风情，滨海旅游资源丰富，自然景色奇美，名胜古迹众多，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。

三亚市著名的旅游景点有亚龙湾、大东海、鹿回头、天涯海角、海山奇观、西瑁洲、

蜈支洲等，其中天涯海角、大东海、亚龙湾风景区被评为全国四十个著名风景点之一，亚龙湾被国务院批准为全国十一个国家级旅游度假区之一。此外，还有崖州古城和鉴真和尚东渡日本的避风登陆遗址、雕像以及南山寺等人文景观。经过多年开发，三亚湾度假旅游区基础设施完善，国内外知名度逐年提高，接待游客逐年增加。目前，东部以海棠湾为核心打造国际休闲度假旅游区，中部以亚龙湾和三亚湾为核心打造特色滨海旅游度假区，西部以南山和大小洞天为核心打造宗教文化旅游区。随着旅游景点不断开发旅游商品品种增加，旅游设施条件明显改善，旅游管理逐步规范有序化。

项目用海区附近的鹿回头风景区坐落在三亚市西南端鹿回头半岛内，共有大小五座山峰，最高海拔 181 米，是国家 4A 级旅游景区。公园三面环海，一面毗邻三亚市区，是登高望海、观看日出日落与俯瞰三亚市全景的佳处。鹿回头风景区是三亚市历史文化的源泉，是三亚市得名“鹿城”的由来，也是三亚市的文化标志和历史记忆。景区的“鹿回头”雕塑，高 15 米，长 10 米，宽 5 米，是海南岛内极负盛名的花岗岩雕塑。

项目论证范围内的西岛海洋文化旅游区位于西瑁洲上，与东瑁洲恰似在碧波中鼓浪而行的两只玳瑁，“波浮双玳”自古便是三亚的一道胜景。西岛海洋文化旅游区以其秀美的山体，迷人的珊瑚礁，清澈的海水和松软的海滩，成为三亚旅游观光、休闲度假的胜地之一。西岛海洋文化旅游度假区由西岛海上游乐世界和牛王岭游览区两大版块组成。西岛海上游乐世界是一个汇聚了汇聚海上运动、潜水观光、天然浴场、沙滩娱乐、椰林休闲的动静皆宜的立体海岛景区；

牛王岭游览区是一座与西瑁洲几近相连的袖珍小岛，拥有最原始的海岛风光，可以欣赏到壮阔的海天一色、鬼斧神工的礁石景观、雄浑的日出日落以及星罗棋布的军事遗迹。具体位置见图 3.1.6-1。

图 3.1.6-1 项目论证范围内主要旅游资源分布图

3.1.7 珊瑚礁资源

论证范围内珊瑚礁资源分布的区域主要为凤凰岛、小青洲和鹿回头附近海域。

根据 2018 年 9 月调查数据，凤凰岛附近海域造礁石珊瑚种类 14 种，主要优势种为肾形陀螺珊瑚、鹿角杯形珊瑚、鹿角珊瑚、菊花珊瑚、浅薄沙珊瑚。

鹿回头附近海域造礁石珊瑚种类 33 种，主要优势种为澄黄滨珊瑚、普哥滨珊瑚、丛生盔形珊瑚、角孔珊瑚、鹿角杯形珊瑚、龟岛蔷薇珊瑚。

小青洲附近海域造礁石珊瑚种类 35 种，主要优势种为角孔珊瑚、丛生盔形珊瑚、肾形陀螺珊瑚、斯氏角孔珊瑚、变形蔷薇珊瑚、澄黄滨珊瑚。

根据广东汇通检测技术有限公司于 2023 年 7 月 5 日至 7 月 9 日在三亚半山半岛帆船港项目区及周边海域进行珊瑚礁资源调查，项目附近海域共发现造礁石珊瑚 15 科 28 属 67 种，优势种为牡丹珊瑚、中间鹿角珊瑚、丛生盔形珊瑚、滨珊瑚等。小青洲附近海域主要的优势种为丛生盔形珊瑚、滨珊瑚、蔷薇珊瑚等；国宾馆周边海域主要优势种为角孔珊瑚、滨珊瑚、丛生盔形珊瑚等；鹿回头中部及港池东外侧主要优势种为中间鹿角珊瑚、澄黄滨珊瑚、牡丹珊瑚等。项目论证范围内珊瑚礁分布示意图见图 3.1.7-1。

图 3.1.7-1 论证范围内珊瑚礁及红树林资源分布图

3.1.8 红树林资源

本项目论证范围红树分布主要在三亚河及亚龙湾青梅港内。

三亚河为强感潮河，河滩多为深厚的河口冲积疏浚物，少数地区为盐渍砂土，常受海潮涨落的影响，表面呈微酸性，含丰富有机质，有利于海生生物生长。因此在三亚河流域下游长度十余千米河道（包括三亚河支流东河下游），拥有大面积珍稀的红树林。退潮时，红树林的根裸露在外面就像一个鸡笼；涨潮时，红树林部分被河水淹没，翠绿的树冠随波荡漾，如同壮观的海上森林。三亚河红树林自然保护区由三亚河段和临春河段组成，三亚河段以金鸡岭桥南为起点至下游三亚大桥北止，临春河段以丹州桥南为起点至潮见桥北止，地理坐标介于东经 109°29'21"~109°30'59"，北纬 18°14'05"~18°16'42"，保护区总面积 185.89hm²，主要保护对象为红树林及湿地生态系统和候鸟及其栖息地。从海陆分界上，三亚河红树林自然保护区属于陆域。红树林群落类型包括白骨壤群落和红树群落；主要的植物种类有红树、白骨壤、杯萼海桑、榄李、木果楝、桐花树、海漆、老鼠筋、卤蕨、尖叶卤蕨、黄槿、杨叶肖槿、苦郎树。

青梅港红树林自然保护区位于亚龙湾国家级旅游度假区内，是三亚市红树林植被保存较好、面积较大的自然保护区，现有红树林面积 752.8 亩。保护区共发现真红树植物 10 科 11 属 13 种(其中 1 种为引种)，为卤蕨、木果楝、海漆、杯萼海桑、木榄、红海榄、正红树、角果木、榄李、卵叶海桑、桐花树、白骨壤和瓶花木，占中国真红树植物种类的 54%，三亚真红树植物种类的 68%；半红树植物 6 科 6 属 6 种，为水黄皮、黄槿、海檬果、苦郎树、海滨猫尾木和阔苞菊，占中国半红树植物种类的 50%，三亚半红树植

物种类的 60%。其中，有 10 种真红树植物、1 种半红树植物被列入《海南省省级重点保护野生植物名录》(2006 年 12 月公布)。青梅港现有红树林种群以榄李和角果木两个真红树种类占绝对优势，其他种类的真红树林所占比例很小，半红树植物所占比例更小。红树林林缘常见的植物有鱼藤、过江藤、络实、长春花、露兜、仙人掌、木麻黄、马甲子、刺裸实、含羞草、龙珠果、车桑子、筋仔树、苦楝、腰果、倒地玲、灰叶、蓖麻、长叶茅膏菜、竹节树、细叶桉、飞机草、台湾相思等。

3.1.9 海草资源

本项目论证范围内的海草主要分布的区域有鹿回头海域、小东海海域、西瑁洲海域、铁炉港及后海海域，海草分布图见图 3.1.9-1。

根据陈石泉等 2014 年对海南岛南部海草资源的现状调查分析，本项目附近鹿回头海域及小东海海域主要分布的海草种类为泰莱藻，小东海海草床分布在沿岸礁坪沙质底质上，分布面积不大，2008 年泰莱藻成片状或斑块状分布，沿岸礁坪外侧破浪带珊瑚礁中生长着大量延管螺（能做成装饰品“螺化玉”），退潮时，大量螺化玉爱好者用凿子、锤子对珊瑚礁石进行敲打，开采延管螺，长年累月无节制的开采导致珊瑚礁碎石越来越多，并通过海浪作用，被卷上海草分布区将海草直接掩埋，目前小东海海草分布面积只有岸边仅 0.0036km²，植株多残缺不全，成斑块状或零星分布，已到消失边缘。西瑁洲岛在三亚国家自然保护区管辖范围内，且为离岸岛，海草分布面积与种类组成变化不大；同在三亚国家自然保护区管辖范围内的鹿回头泰莱藻长势较好，成斑块状，虽然分布面积不大，但分布面积略有增加，已由原来的 0.36km²增到 0.38km²，在部分珊瑚礁分布区内发现了海草与珊瑚礁相互间生。鹿回头与西瑁洲岛海草盖度略有上升，成斑块状分布；小东海只有一小块泰莱藻，成斑块状分布。

图 3.1.9-1 论证范围内海草分布示意图

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

三亚市地处低纬度，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，冬季多东北向风，夏季多偏西南向风。由于海洋调节，水气丰富，空气湿润。

（1）气温

区域年平均气温26.2℃，平均极端最高气温35.0℃，平均极端最低气温13.4℃，各月平均气温均在21℃以上，5~8月气温较高，平均气温均达到28℃以上，12月至翌年2月份气温较低，均不到23.0℃。

表3.2.1-1 逐月平均气温（℃）

（2）降水

三亚地区年降水量丰富，各月均有降水，年平均降水量为1392mm，年降水日数平均为113天。有旱季和雨季之分，5~10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3.2.1-2。

表3.2.1-2 各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布（1995-2019年）

（3）风况

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风速瞬间达45m/s（SW），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，其余四个月（5~8月）风向较乱，但以W、WSW风向为主。

图3.2.1-1 各风向频率玫瑰图

表3.2.1-3 各月平均风速（单位：m/s）

（4）相对湿度

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3.2.1-4。

表3.2.1-4 各月平均相对湿度（%）

3.2.2 水文动力环境

3.2.2.1 2023年秋季水文调查资料

（1）调查方案

2023年11月对项目海域进行了水文动力现状调查，共设置6个海流（含悬沙）站位、

2个潮位站位，海洋水文动力监测站位坐标详细见表3.2.2-1和图3.2.2-1。

表3.2.2-1 海洋水文动力监测站位及内容

图3.2.2-1 海洋水文动力监测站位图

(2) 调查内容及技术要求

2023年11月秋季调查内容及技术要求见表3.2.2-2。

表3.2.2-2 海洋水文动力监测内容和技术要求一览表

(3) 潮汐

根据实测潮位数据，通过水准测量，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3.2.2-3，图3.2.2-2为大潮期各站潮位过程曲线图。

图3.2.2-2 潮位过程曲线图

表3.2.2-3 潮高、潮时统计表

根据表3.2.2-3和图3.2.2-2，分析本海区潮汐特征如下：

大潮观测期间潮汐仅有一个高潮和一个低潮，观测时段L01号站高潮时出现于16日23:30，潮高为平均海平面以上1.69m，低潮时出现于17日8:50，潮高为平均海平面以下0.08m，最大涨潮潮差1.57m，最大落潮潮差1.77m；L03号站高潮时出现于17日1:00，潮高为平均海平面以上1.65m，低潮时出现于16日9:10，潮高为平均海平面以下0.21m，最大涨潮潮差1.61m，最大落潮潮差1.86m；潮汐的涨、落潮历时不相等，经过统计L01号站涨潮历时为15小时40分，落潮历时为9小时20分；L03号站涨潮历时为16小时50分，落潮历时为8小时10分。

(4) 海流

L01、L02、L05、L06号站采取潮位L01号站整点观测资料，L03、L04号站采取潮位L03号站整点观测资料，绘制出大潮各站流速、流向分布图、各层潮流矢量图以及海流矢量时间序列图（图3.2.2-3~图3.2.2-21），并对大潮涨落潮期各层流速特征值进行统计，见表3.2.2-4。

表3.2.2-4 实测海流涨落潮期各层流速特征值统计表

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类型为往复流，L01、L04 号站潮流流向主要集中在东北-西南方向，L02、L03、L06 号站潮流流向集中在东南-西北方向，L05 号站潮流流向集中在东南-西南方向。

②从潮流流速平面分布上看，大潮期 L02、L06 号站潮流流速远大于 L01、L03、L04、L05 号站潮流流速；各站表、中、底流速随潮型的不同略有差异。

③大潮期涨潮最大流速为 98.4cm/s，流向为 WSW 向，出现在 L02 号站 0.6H 层。落潮最大流速为 89.8cm/s，流向为 SSE 向，出现在 L06 号站 0.2H 层。各站表层流速介于 7.2cm/s~98.3cm/s 之间，0.2H 层流速介于 7.3cm/s~93.8cm/s 之间，0.4H 层流速介于 7.3cm/s~95.5cm/s 之间，0.6H 层流速介于 5.3cm/s~98.4cm/s 之间，0.8H 层流速介于 5.4cm/s~91.1cm/s 之间，底层流速介于 4.3~89.8cm/s 之间。

④从流速最大值来看，L02、L04 号站涨潮各层流速最大值大于落潮各层流速最大值，L03、L06 号站落潮各层流速最大值大于涨潮各层流速最大值，涨、落潮潮流流速最大值最大相差 16.5cm/s，出现在 L06 号站 0.6H 层；从各站潮流平均流速上看，L02、L03、L06 号站位落潮各层流速平均值均略强于涨潮各层流速平均值，涨、落潮各层潮流流速平均值最大相差 13.2cm/s，出现在 L02 号站表层。

图3.2.2-3 L01号站流速、流向过程曲线图

图3.2.2-4 L02号站流速、流向过程曲线图

图3.2.2-5 L03号站流速、流向过程曲线图

图3.2.2-6 L04号站流速、流向过程曲线图

图3.2.2-7 L05号站流速、流向过程曲线图

图3.2.2-8 L06号站流速、流向过程曲线图

图3.2.2-9 各站表层潮流矢量图

图3.2.2-10 各站0.2H层潮流矢量图

图3.2.2-11 各站0.4H层潮流矢量图

图3.2.2-12 各站0.6H层潮流矢量图

图3.2.2-13 各站0.8H层潮流矢量图

图3.2.2-14 各站底层潮流矢量图

图3.2.2-15 各站垂线平均潮流矢量图

图3.2.2-16 L01号站海流矢量时间序列

图3.2.2-17 L02号站海流矢量时间序列图

图3.2.2-18 L03号站海流矢量时间序列图

图3.2.2-19 L04号站海流矢量时间序列图

图3.2.2-20 L05号站海流矢量时间序列图

图3.2.2-21 L06号站海流矢量时间序列

（5）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 3.2.2-5 为大潮观测期间各站余流统计表，图 3.2.2-22 为大潮观测期间各站余流玫瑰图。现根据调查资料，分析本次观测该海区余流特征如下：

各站余流差异较大，季节因素和潮型对其影响较多。大潮期，从垂线平均来看，L01、L05 号站余流流向为 WSW 向，L02 号站余流流向为 SSW 向，L03、L06 号站余流流向为 ESE 向，L04 号站余流流向为 NE 向；垂线余流流速最大为 13.2cm/s，出现在 L02 号站；最小为 3.6cm/s，出现在 L01 号站。各站表层余流流速在 4.6~23.2cm/s 之间，0.2H 层流速介于 3.8~17.8cm/s，0.4H 层流速介于 3.7~14.0cm/s，0.6H 层流速介于 2.5~10.0cm/s 之间，0.8H 层流速介于 2.3~11.2cm/s 之间，底层流速介于 1.2~12.0cm/s 之间。

表3.2.2-5 各站余流流速、流向统计表

图3.2.2-22 各站余流矢量图

（6）悬沙

各站各层含沙量特征值见表 3.2.2-6，涨落潮含沙量最大值见表 3.2.2-7，各站含沙量分布见图 3.2.2-24~3.2.2-28。分析工程区含沙量有如下特征：

①观测期间含沙量浓度最大值出现在 L06 号站 0.4H 层，为 48.90mg/L，最小值出现在 L02 号站表层，为 7.60mg/L。

②观测期间含沙量平均值介于 18.19~29.17mg/L 之间，最大值出现在 L06 号站底层，最小值出现在 L03 号站 0 表层，L06 号站平均含沙量略大于其它站位。

表3.2.2-6 各站各层含沙量特征值表（单位：mg/L）

表3.2.2-7 涨、落潮含沙量最大值（单位：mg/L）

图3.2.2-23 L01号站含沙量分布图

图3.2.2-24 L02号站含沙量分布图

图3.2.2-25 L03号站含沙量分布图

图3.2.2-26 L04号站含沙量分布图

图3.2.2-27 L05号站含沙量分布图

图3.2.2-28 L06号站含沙量分布图

（7）小结

2023年11月16日~17日大潮期鹿回头附近海域水文特征如下：

①大潮观测期间潮汐仅有一个高潮和一个低潮，观测时段 L01 号站高潮潮高为平均海平面以上 1.69m，低潮潮高为平均海平面以下 0.08m，最大涨潮潮差 1.57m，最大落潮潮差 1.77m；L03 号站高潮潮高为平均海平面以上 1.65m，低潮潮高为平均海平面以下 0.21m，最大涨潮潮差 1.61m，最大落潮潮差 1.86m；L01 号站涨潮历时为 15 小时 40 分，落潮历时为 9 小时 20 分；L03 号站涨潮历时为 16 小时 50 分，落潮历时为 8 小时 10 分。

②观测海域潮流类型为往复流，L01、L04 号站潮流流向主要集中在东北-西南方向，L02、L03、L06 号站潮流流向集中在东南-西北方向，L05 号站潮流流向集中在东南-西南方向。

③L02、L06 号站潮流流速远大于 L01、L03、L04、L05 号站潮流流速；大潮期涨潮最大流速为 98.4cm/s，流向为 WSW 向，出现在 L02 号站 0.6H 层。落潮最大流速为 89.8cm/s，流向为 SSE 向，出现在 L06 号站 0.2H 层。

④从垂线平均来看，L01、L05 号站余流流向为 WSW 向，L02 号站余流流向为 SSW 向，L03、L06 号站余流流向为 ESE 向，L04 号站余流流向为 NE 向。

⑤观测期间含沙量平均值介于 18.19~29.17mg/L 之间，L06 号站平均含沙量略大于其它站位。

3.2.2.2 2022 年春季水文调查资料

（1）调查方案

2022 年春季水文动力调查共设置 6 个海流站位、2 个潮位站位，海洋水文动力监测站位坐标详见表 3.2.2-8 和图 3.2.2-29。

表3.2.2-8 海洋水文动力监测站位及内容

图3.2.2-29 海洋水文动力监测站位图

(2) 潮位调查结果

① 基准面

本项目理论最低潮面与国家 85 高程基准、76 榆林基面换算关系如图所示：

图 3.2.2-30 基准面关系图

② 潮位时间变化

潮位观测时间为 2022 年 4 月 21 日至 22 日，观测时在岸边和 C4 站设立临时潮位站。图 3.2.2-31 分别是两站国家 85 高程潮位过程线，观测时间从 4 月 21 日 10:00 时至 4 月 22 日 11:00 时。岸边站潮位 85 高程高潮潮高为 145cm；低潮潮高为-9cm，潮差为 154cm。C4 站 85 高程高潮潮高是 127cm；低潮潮高是-35cm，对应的潮差是 162cm。岸边站涨潮历时约为 16 个小时，落潮历时约为 9 小时；C4 站涨潮历时约为 16 小时，落潮历时约为 9 小时，两站涨落潮历时有着明显混合型全日潮的特征，两站时间变化趋势基本相同。

图 3.2.2-31 4 月 21 日-22 日岸边站、C4 站潮位过程线

③ 潮汐准调和分析

基于采样数据，对岸边潮位与 C4 站数据进行了准调和分析，选用了 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 、 M_4 、 MS_4 、 $2MK_5$ 、 $3MK_7$ 、 M_3 等 9 个分潮进行分析。分析结果如下表 3.2.2-9，经计算 $(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}$ 后（式中 H_{K1} 是 K_1 分潮的振幅； H_{O1} 是 O_1 分潮的振幅； H_{M2} 是 M_2 分潮的振幅），可得调查期间岸边站 F 值为 3.13，C4 站 F 值为 2.87，可知该区域的潮汐半日潮类型是典型不规则全日潮。

表 3.2.2-9 潮汐准调和分析结果

(3) 潮流调查结果

① 潮流与潮汐

根据各个测流站位与潮位站就近的对应原则，调查期间期各站海流实测资料，结合岸边站与 C4 站潮位站的数据，对各站垂向平均后流速流向与对应的涨落潮阶段进行分析。表 3.2.2-10a、表 3.2.2-10b 是调查期间两次涨潮，一次落潮期间内平均流速与最大流速结果。C1、C2、C3 站对应岸边潮位数据，第一段涨潮时间（当日 10:00-14:00）的平均流速在 3.88cm/s~4.64cm/s 之间，流向在 103.39°~122.68°，即北偏西-东偏南流向（正北为 0°）；C4、C5、C6 站对应 C4 站潮位结果，在第一段涨潮期间（当日 10:00-13:00），

平均流速在 28.49~67.09cm/s 之间，流向在 289.71°~329.94°之间，自南偏东向北偏西流动。

在 C1、C2、C3 站落潮期间（当日 14:00-23:00），平均流速在 4.21~10.19cm/s 之间，流向在 162.12~267.14°；C4、C5、C6 站（当日 13:00-22:00），流速在 22.25~26.05cm/s，流向在 107.78~138.50°。

第二次涨潮期间，C1、C2、C3 站（23:00-次日 11:00），平均流速在 3.86~1.37cm/s，流向在 104.07~335.35°；C4、C5、C6 站（22:00-次日 11:00），平均流速在 7.46~18.46cm/s，流向在 283.81~332.18°。受地形岸线影响，C4、C5、C6 站在三亚湾水域开阔区域，平均流速明显大于 C1、C2、C3 三站，调查水域内，站位区域越开阔流速相对越大，C4、C6 站涨潮流速大于落潮流速。

以同样区分涨落潮阶段的方法，分析 C1~C6 站垂向平均后的最大流速流向（表 3.2.2-10b）可知，C1~C3 站涨潮最大流速出现在 C2 站（12.36cm/s，流向 98.40°），落潮三站最大流速出现在 C3（13.94cm/s，流向 166.81°）。C4~C6 站涨潮最大流速出现在 C6 站（84.97cm/s，流向 307.14°）；落潮阶段，最大流速仍然出现在 C6 站（83.67cm/s，流向 123.21°）。C4~C6 站涨落潮流速显著大于 C1~C3 站。

表 3.2.2-10a 4月21日至22日涨落潮平均流速流向

表 3.2.2-10b 4月21日至22日涨落潮最大流速流向

②**流速流向**根据4月21至22日，C1~C6站海流实测资料，表层、0.6H层、底层实测流速矢量空间变化见图3.2.2-32~图3.2.2-34。从图中可见，C1、C2、C3 各层潮流矢量较小；C4、C5、C6三个站潮流往复性十分明显。以下流速空间分布图以50cm/s作为参照。

图 3.2.2-32 表层流速矢量

图 3.2.2-33 0.6H 流速矢量

图 3.2.2-34 底层流速矢量

为方便比对不同站位的流速流向随时间的变化情况，C1-C3 站与岸边站潮位数据对应，各站流速流向与潮位随时间变化结果（黑色曲线为流速流向，蓝色曲线为潮位），见图 3.2.2-35。C4-C6 站结果见图 3.2.2-36。可知各站流速值的高峰出现在涨急与落急时刻，转流时刻出现在涨憩与落憩期间。

图 3.2.2-35 C1-C3 站垂向平均流速流向随时间变化

图 3.2.2-36 C4-C6 站垂向平均流速流向随时间变化

③余流

余流是由浅海中多种因素引起的，主要有潮汐余流（因摩阻数、海底地形、边界形状种种原因使得潮流非线性现象所致）、风生流、密度流等。要把上述流动逐个分开是十分困难的，所以在这里描述的是基于周日观测实测的由各种因素流动合成的余流。通过欧拉余流公式：

$$\bar{V}_E(x,y) = \frac{1}{T} \int_0^T \bar{V}(x,y) dt$$

式中 $\bar{V}_E(x,y)$ 代表欧拉余流， T 表示时间， $\bar{V}(x,y)$ 表示潮流。各个站水层的余流进行计算，结果如下表 3.2.2-11 所示，各个站的表层余流在 0.97cm/s 到 14.62cm/s 之间，最大表层余流出现在 4 号站；0.6H 层与底层的余流流速较大值出现在 C4 站与 C6 站。各站 0.6H 层、底层余流流速值低于 10cm/s。

表 3.2.2-11 余流流速流向

下图是调查期间，各个站各水层余流示意图。从图中可以看出，C4 站因位置比较特殊，余流较大，0.6H 层与底层的余流流速较大值出现在 C4 站与 C6 站。C1 余流表层与 0.6H、底层不同，很可能因地形作用，0.6H 层、底层水流堆积上涌，导致 C1 位置表层余流方向指向海湾外侧。

图 3.2.2-37 表层余流矢量示意图

图 3.2.2-38 6H 层余流矢量示意图

图 3.2.2-39 底层余流矢量示意图

④潮流调和分析与潮流运动形式

通常以主要分潮流最大流速的比值作为潮流类型划分的依据，其标准是：

$$0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 0.5 \text{ 为正规半日潮流}$$

$$0.5 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 2.0 \text{ 为不正规半日潮流}$$

$$2.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 4.0 \quad \text{为不正规日潮流}$$

$$4.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \quad \text{为正规日潮流}$$

其中， W_{M_2} 、 W_{K_1} 、 W_{O_1} 看分别为主太阴半日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴日分潮流的椭圆长半轴。利用潮流类型分类判别标准，根据调和计算结果，算得潮流性质比值。

大、中、小潮各个站点，各个水层流速 U 和 V 的 M_2 ， S_2 ， K_1 ， O_1 ， M_4 ， MS_4 分潮潮流椭圆要素与潮流旋转率值 K' 在下表中。潮流调和分析的目的是从实际观测资料中求出各主要分潮流的调和常数，从而确定潮流的性质和特征。各个分潮的 K' 的绝对值小于 0.25，呈现往复流特征，如果大于 0.25 则呈现旋转流的特点，如果符号为正则说明潮流逆时针运动，符号为负则说明潮流顺时针运动。前文潮汐准调和分析我们得知，该区域混合型全日潮特征明显，单从 K_1 分潮潮流旋转率 K' 的结果来看，各个站、层的结果的绝对值小于 0.25，即往复流的特征十分明显。

根据表 3.2.2-12 中 M_2 、 K_1 、 O_1 三个分潮的结果，经计算各层潮流的特征值 F （表 3.2.2-13），各站各层的 F 值小于大于 2 的结果达 14 个（各站各层共 18 个结果），呈明显的不规则全日潮流特征。

表 3.2.2-12 4 月 21 日至 22 日各站各层水深椭圆要素与旋转率

表 3.2.2-13 各层潮流特征值 F

(4) 最大可能流速

对规则半日潮流海区，潮流的可能最大流速 \vec{V}_{max} 公式：

$$\vec{V}_{max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4}$$

对规则全日潮流海区，潮流的可能最大流速 \vec{V}_{max} 公式：

$$\vec{V}_{max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1}$$

不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，应采用以上两式中的大值。

式中 W_{M_4} 和 W_{MS_4} 分别为太阴 1/4 分潮流和太阴太阳 1/4 分潮流的椭圆长半轴矢量。

基于上表 3.2.2-14 的结果，本区域主要是非正规全日潮潮流，根据《港口与航道水文规范》（JTS145-2015），根据表 3.2-10 的结果，特征值 F 小于 2 的层，分别计算半日潮与全日潮最大可能流速的结果，取较大值； F 大于 4 的水层，则使用全日潮潮流的公式计算。结果详见下表 3.2.2-14。C1、C2、C3 号站最大可能流速在 12.76~27.8cm/s 之

间。C4、C5、C6 站，各层最大可能流速在 71.16~148.91cm/s。

表 3.2.2-14 各层最大可能潮流流速流向

3.2.2.2 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。

根据三亚湾东岛浮标 2016 年 1 月~2018 年 9 月的波浪资料，具体观测位置为 18.219520N, 109.432852E，该浮标在东瑁洲的东侧，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。

图 3.2.2-40 波浪观测点位置图

表 3.2.2-15 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 3.2.2-16 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 3.2.2-17 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 H_s 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 3.2.2-40 东岛浮标测点波浪玫瑰图

表 3.2.2-15 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)

表 3.2.2-16 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)

表 3.2.2-17 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)

3.2.3 海域地形地貌与冲淤环境

3.2.3.1 海域地形地貌

论证范围内三亚沿岸海岸处于九所~陵水东西向断裂南侧，并受一系列北东和北西断裂分割、控制，中生代燕山期花岗岩侵入体构成了沿岸山丘，岬角展布，塑造了曲折岸线的轮廓。冰后期海侵过程，在基岸岬角之间岸段发育了潟湖-潮汐通道-沙嘴、沿岸沙堤、连岛沙洲等复杂地貌类型，并有较为典型的珊瑚岸礁和海滩岩。

在中生代燕山期强烈的构造活动期，沿东西向断裂构造带喷发或侵入的中酸性岩浆构成沿岸花岗岩低山和丘陵，论证范围内分布有鹿回头岭、南边岭、马岭等滨海山丘。其间形成诸多海湾：亚龙湾、榆林湾、大东海、三亚湾等诸多海湾。三亚湾岸边形成宽阔的海滩和沿岸沙堤，沙堤上多有起伏的风成沙丘，在三亚湾西部后滨海地带，风成沙丘堆积体高达 15~22m。西部岸外海滨还裸露海底岩礁和浪蚀陡崖。

当冰后期海侵过程和沙堤塑造时，近岸海域逐渐被分隔开，沙堤内侧形成潟湖，而现存三亚河潟湖保留了原来的基本轮廓。由于波浪的冲蚀作用，加之组成的岩性和断裂构造的不同，形成奇特的海蚀地貌，如亚龙湾西侧的白虎角。

项目所在的鹿回头半岛海域，潮间带有珊瑚岸礁分布，宽度达 400m。

3.2.3.2 近 20 年项目附近海域冲淤环境变化特征

(1) 三亚湾附近海域冲淤变化特征

论证范围内覆盖三亚湾、大东海、榆林湾和亚龙湾，考虑到本区沿岸地形地貌和水文动力的分布特征，本节主要根据 2005 年、2014 年和 2018 年三亚湾海区的海图资料，对本项目建设前后近二十年的冲淤环境演变进行分析。

从图可以看出，三亚湾内 0m、2m、5m 等深线基本与岸线走向平行；由于西瑁洲、东瑁洲和鹿回头半岛的掩护作用，10m 等深线在三亚湾西部呈现 SE-NW 走向的深槽，肖旗港和西瑁洲之间形成一 10m 深的水道。近 20 年来，总体上未发生大冲大淤（图 3.2.3-1）。等深线冲淤变化相对较大的海域集中在三亚河口和鹿回头半岛西部海区。

(2) 三亚河口附近海域冲淤变化特征

如前所述，三亚河口附近海域为项目附近海域近 20 年来冲淤变化相对较大的海域之一。该区为受人类活动影响较大的海域。本节根据 2014 年、2016 年和

2020 年的海图资料，对三亚河口附近海域冲淤环境演变进行分析。

2014 年 4 月，凤凰岛二期（即凤凰岛国际邮轮港工程）开工建设，2016 年完成填海工程。对比 2014 年和 2020 年凤凰岛北侧海域等深线图（图 3.2.3-2），凤凰岛跨海大桥根部北侧约 350m 的范围内，0m 等深线向海淤进，最大淤进幅度约 30m；2m 等深线由于岛陆通道的存在，泥沙仍存在向南运输的趋势，形成泥沙净流失，2m 等深线向陆蚀退，最大蚀退幅度约 130m；凤凰岛二期的建设使本区形成了新的岬角，凤凰岛北侧海域为新岬角的遮蔽段，根据弧形海岸演变特征，该区将出现缓慢淤积的趋势，5m、10m 等深线亦反映了这种变化趋势：5m 等深线向海淤进最大幅度约 60m、10m 等深线向海淤进最大幅度约 250m。2014 年和 2020 年凤凰岛南侧海域，由于邮轮港工程进港航道建设需要，进行了人工疏浚开挖，开挖至超 10m 水深。

2021 年 8 月，为落实中央环保督察组的两轮督察整改工作，凤凰岛二期开拆，至 2022 年 3 月，凤凰岛二期已基本拆除。拆除后，凤凰岛两侧的水动力环境将缓慢恢复至凤凰岛二期建设前的环境。

（3）鹿回头半岛西部海域冲淤变化特征

项目所在的鹿回头半岛西部海域，亦为受人类活动影响较大的海域。该区沿岸有珊瑚岸礁分布，北部有无居民海岛小青洲（又称小洲岛）。

2003 年，凤凰岛人工岛（一期）填海 36.53 公顷竣工。2010 年 10 月，半山半岛帆船港动工兴建。2012 年，小洲岛及其峡道整治工程，在南边岭西侧填海造地 8.7805 公顷，在小洲岛东北侧填海造地 4.3877 公顷，形成海岛保护与恢复区。2014 年 4 月，凤凰岛二期（即凤凰岛国际邮轮港工程）开工建设，2016 年完成填海工程。为贯彻落实国家海洋督察反馈意见整改方案，2021 年 7 月，凤凰岛二期拆除工程启动，至 2022 年 3 月，凤凰岛二期基本完成拆除（图 3.2.3-3）。

可见，近 20 年来，本区的地形地貌冲淤环境受人类活动扰动频繁。通过收集比对 2005~2018 年海图水深数据。鹿回头半岛西部海域，小洲岛及其峡道整治工程完成后，束窄了原有的潮汐通道，相比 2005 年，2014 年的 0m 等深线在小青洲东南部海域向海淤进 150m（图 3.2.3-4），且淤积的底质为砂；5m 等深线在中南部略有侵蚀，10m 等深线向海淤进最大幅度约 280m。2018 年，受凤凰岛二期人工岛建设影响，中部 5m 等深线向海淤进，最大淤进幅度约 110m。

根据 2005 年~2018 年海图水深数据在 GIS 软件中建立 DEM 高程模型，再

在鹿回头半岛西部海域选取 5 个断面（图 3.2.3-5）。断面的变化亦反映了上述的冲淤变化特征。

（4）工程附近海域冲淤环境

项目用海单位在项目建设前后于多次开展工程附近海域水下地形勘察，包括 2011 年、2018 年、2021 年和 2024 年。本节将水深数据统一到当地理论最低潮面后，插值并进行叠置分析。

根据叠置分析结果，防波堤边界区域，由于插值精度的原因，呈现较大的“冲、淤”幅度。2011~2018 年，帆船港港池外海域总体上呈现为略有淤积的状态，淤积幅度小于 0.5m，港池内的海域总体上有冲有淤，略有侵蚀面积相对较大；2018~2021 年间，帆船港港池内外海域均表现为冲淤相间，总体上为港池外略有淤积，港池内冲淤相对平衡（图 3.2.3-6）。

2021 年~2024 年，帆船港港池外海域总体上呈现为略有侵蚀，港池内有冲有淤，基本平衡（图 3.2.3-7）。

因此，从 2011~2024 年的水下地形跟踪调查看，帆船港港池外海域呈现为略有淤积，港池内水域有冲有淤，基本平衡；港池出海航道中心航线水深维持较好。且项目已建成运营 13 年，项目建设对周边的地形地貌影响已基本消除，新的冲淤环境已经重新建立，基本不会因为本项目继续运营对周边地形地貌冲淤环境产生影响。

图 3.2.3-3a 项目附近海域近 20 年岸线变迁（2002 年~2012 年）

图 3.2.3-3b 项目附近海域近 20 年岸线变迁（2016 年~2023 年）

图 3.2.3-4 鹿回头半岛西部海域近年冲淤环境图
(底图为 2018 年海图)

图 3.2.3-5 项目附近鹿回头半岛西部海域冲淤剖面图

图 3.2.3-6 帆船港周边海域 2011~2021 年冲淤变化图

图 3.2.3-7 帆船港周边海域 2011~2024 年冲淤变化图

3.2.3.3 工程地质

3.2.3.3.1 地质构造

鹿回头半岛所在的三亚沿海地区在构造上以断裂构造为主，主要有近东西向、北西向、北东向和南北向四组断裂。区内广泛出露燕山期花岗岩体，沉积岩层以下古生界地层较为发育，上古生界和中生界地层发育不全，新生界地层中，第三系地层发育不全，第四系地层发育较好。

在鹿回头半岛，南边岭-火岭山体由寒武系中统大茅群地层和奥陶系地层组

成，鹿回头岭则由寒武系中统大茅群地层和燕山期花岗岩体构成。南边岭与鹿回头岭之间的鹿回头连岛沙坝为第四纪沉积地层，组成砂坝的物质成分主要是珊瑚碎屑和砂砾，在鹿回头连岛沙坝中部的人工洼坑中亦见有大茅群地层出露。南边岭西侧的西洲小岛主体由奥陶系地层组成。

3.2.3.3.2 工程地质调查结果

本项目建设前，三亚市水文地质工程地质勘察院于 2009 年 7 月在工程区域进行了岩土工程初步勘察，采用海南平面坐标系、1985 国家高程为基准，其勘探点坐标见表 3.2.3-1，勘探点平面布置见图 3.2.3-5。

表 3.2.3-1 工程勘探点坐标一览表

(1) 地层

本次勘察初步查明，在勘探所达深度内，场地地层主要为第四系滨海沉积层(Q_4^m)、坡积层(Q_2^{dl})。依据地基土岩性结构与物理力学性质及其差异性，自上而下可分为 4 工程地质层，分述如下，其柱状图见图 3.2.3-6。

第①层珊瑚碎屑混砂(Q_4^m)：灰色色，松散，饱和，土质不均匀，主要成份为珊瑚碎屑和粉砂，珊瑚碎屑为棱角状， $d=1\sim 6\text{cm}$ ，局部岩芯呈柱状，含少量贝壳碎屑。该层在整个场地均有分布，直接出露于地表，标高 $-11.30\text{m}\sim -0.28\text{m}$ ，厚度 $7.00\text{m}\sim 11.80\text{m}$ ，平均厚度 9.52m 。

第②层淤泥混珊瑚碎屑 (Q_4^m)：深灰色，流~软塑状，干强度及韧性低，切面稍有光滑，无摇晃反应，混含少量珊瑚碎屑，下部夹粉砂。该层除 ZK1 和 ZK4 外，其余钻孔均有揭露，其顶板埋深 $7.00\sim 11.80\text{m}$ ，标高 $-12.13\sim -9.51\text{m}$ ，厚度 $2.00\sim 8.10\text{m}$ ，平均厚度 5.60m 。

第③层砾砂 (Q_4^m)：灰黄色，饱和，中密状，颗粒成份主要为石英质，细粒土含量约 10%，ZK1 和 ZK4 混含卵石，亚圆形， $d=1\sim 4\text{cm}$ 。该层仅在 ZK1、ZK4、ZK6 有

分布，其顶板埋深 8.20~13.80m，标高-19.50~-11.08m，厚度 1.90~7.50m，平均厚度 4.87m。

第④层粉质粘土（ Q_2^{dl} ）：黄褐色、灰色，硬塑，干强度高，韧性中等，切面稍有光滑，无摇晃反应，ZK6 下部夹碎石，次棱角状， $d=1\sim 3\text{cm}$ 。该层在整个场地均有分布，其顶板埋深 15.10~16.00m，标高-27.00~-16.03m，揭露厚度 4.10~ 14.90m，揭露平均厚度 8.47m。因钻孔深度限制，未揭穿层底。

（2）地震

本项目建设前，根据中国地震烈度区划图（1990），三亚市地震基本烈度为 6 度。根据历史上的地震资料，三亚所处的琼南地区陆上曾经发生的最大地震震级为 4.1 级。影响到三亚地区的烈度小于 6 度。按照三亚市人民政府（1992）252 号《关于新建工程抗震设防暂行规定》，以及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）（2008 年）附录 A，A.0.19 条规定，结合工程情况，场地抗震设防烈度属 6 度区，设计地震分组为第一组，设计基本地震加速度值为 0.05g，地震作用和抗震措施应符合 6 度的抗震设防要求。

图 3.2.3-5 工程勘察点平面布置图

图 3.2.3-6a 典型钻孔柱状图

图 3.2.3-6b 典型钻孔柱状图

图 3.2.3-6c 典型钻孔柱状图

图 3.2.3-6d 典型钻孔柱状图

3.2.4 海洋水环境

3.2.4.1 调查方案

(1) 调查站位

共布设海水监测站位 23 个站点，海水水质、海洋沉积物以及海洋生态设置情况见表 3.2.4-1 和图 3.2.4-1、图 3.2.4-2 所示。

表3.2.4-1 海水、海洋沉积物、海洋生态监测站位及内容

注：生态监测站包括：叶绿素 a、浮游生物、大型底栖生物。

图3.2.4-1 调查海域附近海洋环境监测站位示意图

图3.2.4-2 调查海域附近海洋环境监测站位示意图（局部）

(2) 监测内容与分析方法

本次调查的水质要素包括水深、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）、无机磷、油类、悬浮物（SS）、重金属（汞（Hg）、铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、总铬（Cr）、砷（As）等。分析方法见表 3.2.4-2。

表3.2.4-2 分析方法一览表

(3) 评价标准与方法

根据《海南省近岸海域环境功能区划（2010 年修编）》要求，各调查站位根据所在功能区的环境管理要求，执行相应的海洋环境质量标准，详见表 3.2.4-3。根据监测结果，采用《环境影响评价导则 地表水环境》（HJ/T2.3-2018）所推荐的水质指数法进行评价。

表3.2.4-3 各调查站位海洋环境质量标准要求

3.2.4.2 监测结果与评价

(1) 2024 年春季现状调查结果与评价

1) 调查结果

① 水温

调查海域，海水水温变化范围为 21.5~25.8℃，平均值为 23.6℃。

② 盐度

调查海域，海水盐度变化范围为 33.360~33.983，平均值为 33.768。最低值出现在 S09 号站位 32.9m 层，最高值出现在 S20 号站 12.0m 层。

③pH

调查海域，海水 pH 变化范围为 8.04~8.32，平均值为 8.17。

④溶解氧（DO）

调查海域，海水溶解氧含量变化范围为 6.61~7.66mg/L，平均值为 7.07mg/L，最低值出现在 S18 号站位 0.5m 层，最高值出现在 S19 号站 64.9m 层。

⑤化学需氧量（COD）

调查海域，海水 COD 含量变化范围为 0.30~0.68mg/L，平均值为 0.44mg/L，最低值出现在 S06 号站位 0.5m 层，最高值出现在 S16 号站 0.5m 层。

⑥无机磷

调查海域，海水无机磷含量变化范围为 0.003~0.008mg/L，平均值为 0.005mg/L。

⑦无机氮（DIN）

调查海域，海水无机氮含量变化范围为 0.032~0.072mg/L，平均值为 0.051mg/L，最低值出现在 S06 号站位 58.8m 层，最高值出现在 S11 号站 0.5m 层。

⑧油类

调查海域，海水油类含量变化范围为 0.0050~0.0190mg/L，平均值为 0.0101mg/L。

⑨悬浮物

海水悬浮物含量变化范围为 9~26mg/L，平均值为 14mg/L。最低值出现在 S18 号站 56.3m 层，最高值出现在 S20 号站 12m 层。

⑩铜

调查海域，海水铜含量变化范围为未检出~4.6μg/L，平均值 1.2μg/L。

⑪铅

调查海域，海水铅含量变化范围为 0.04~0.96μg/L，平均值 0.37μg/L。

⑫镉

调查海域，海水镉含量变化范围为未检出~0.21μg/L，平均值为 0.03μg/L。

⑬锌

调查海域，海水锌含量变化范围为 13.3~16.8μg/L，平均值 15.0μg/L。

⑭总铬

调查海域，海水总铬含量变化范围为未检出~0.7μg/L，平均值为 0.2μg/L。

⑮砷、汞

调查海域，海水砷、汞样品检测结果均为未检出。

2) 现状评价

调查海域 2024 年春季水质监测结果见表 3.2.4-4, 各评价因子的标准指数见表 3.2.4-5。调查结果表明, 本次调查海域水质为一类海水水质标准, 水质良好, 满足调查海域内各海洋功能区对水质的要求。

表3.2.4-4 调查海域水质要素监测结果统计（2024年春季）

备注：——按规范不进行监测、统计，低于检出限的测试结果，应报“未检出”既“nd”，但在区域性监测检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分可分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参加统计运算。

表3.2.4-5 调查海域海水各评价因子单项标准指数（2024年春季）

备注：按规范不进行监测、统计，低于检出限的测试结果，应报“未检出”既“nd”，但在区域性监测检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分可分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参加统计运算。

（2）2023 年秋季现状调查结果与评价

1) 调查结果

①水温

调查海域，海水水温变化范围为 26.5~27.6℃，平均值为 27.1℃。

②盐度

调查海域，海水盐度变化范围为 31.295~32.581，平均值为 32.222。最低值出现在 S03 号站位表层，最高值出现在 S14 号站 0.5m 层。

③pH

调查海域，海水 pH 变化范围为 8.10~8.21，平均值为 8.17。

④溶解氧（DO）

调查海域，海水溶解氧含量变化范围为 6.69~7.19mg/L，平均值为 6.90mg/L，最低值出现在 S07 号站位 0.5m 层，最高值出现在 S14 号站 10m 层。

⑤化学需氧量（COD）

调查海域，海水 COD 含量变化范围为 0.31~0.59mg/L，平均值为 0.41mg/L，最低值出现在 S10 号站位 44.1m 层，最高值出现在 S02 号站 0.5m 层。

⑥无机磷

调查海域，海水无机磷含量变化范围为 0.003~0.007mg/L，平均值为 0.005mg/L。

⑦无机氮（DIN）

调查海域，海水无机氮含量变化范围为 0.020~0.059mg/L，平均值为 0.038mg/L，最低值出现在 S04 号站位 30.5m 层，最高值出现在 S12 号站 0.5m 层。

⑧油类

调查海域，海水油类含量变化范围为 0.0114~0.0213mg/L，平均值为 0.0176mg/L。

⑨悬浮物

海水悬浮物含量变化范围为 10~17mg/L，平均值为 13mg/L。最低值出现在 S05 号站 10m 层，最高值出现在 S07 号站 0.5m 层。

⑩铜

调查海域，海水铜含量变化范围为 0.6~4.1μg/L，平均值 1.9μg/L。

⑪铅

调查海域，海水铅含量变化范围为未检出~0.61μg/L，平均值 0.21μg/L。

⑫镉

调查海域，海水镉含量变化范围为 0.02~0.25 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.08 $\mu\text{g/L}$ 。

⑬ 锌

调查海域，海水锌含量变化范围为 6.5~19.8 $\mu\text{g/L}$ ，平均值 14.4 $\mu\text{g/L}$ 。

⑭ 总铬

调查海域，海水总铬含量变化范围为未检出~1.4 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.2 $\mu\text{g/L}$ 。

⑮ 砷、汞

调查海域，海水砷、汞样品检测结果均为未检出。

2) 现状评价

调查海域 2023 年秋季水质监测结果见表 3.2.4-6, 各评价因子的标准指数见表 3.2.4-7。调查结果表明，本次调查海域水质为一类海水水质标准，水质良好，满足调查海域内各海洋功能区对水质的要求。

表3.2.4-6 调查海域水质要素监测结果统计（2023年秋季）

备注：——按规范不进行监测、统计，低于检出限的测试结果，应报“未检出”或“nd”，但在区域性监测检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分可分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参加统计运算。

表3.2.4-7 调查海域海水各评价因子单项标准指数（2023年秋季）

备注：——按规范不进行监测、统计，低于检出限的测试结果，应报“未检出”或“nd”，但在区域性监测检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分可分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参加统计运算。

3.2.5 海洋沉积物环境

3.2.5.1 调查方案

调查海域沉积物共采集 14 个站位表层样，海洋沉积物调查点位坐标如表 3.2.4-1 所示，采样点分布图如图 3.2.4-1、图 3.2.4-2 所示。

海洋沉积物监测内容为粒度、有机碳、硫化物、油类、砷、汞、铜、铅、锌、镉和铬。分析方法见表 3.2.5-1。

表 3.2.5-1 分析方法

3.2.5.2 监测结果与评价

(1) 2024 年春季现状调查结果与评价

1) 调查结果

①油类

调查海域沉积物中油类的含量变化范围为 $4.0 \sim 110 (\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $27.8 (\times 10^{-6})$ 。

②有机碳

调查海域沉积物中有机碳的含量变化范围为 $0.084 \sim 0.800 (\times 10^{-2})$ 之间，平均值为 $0.547 (\times 10^{-2})$ 。平面分布上，S17 号站位沉积物有机碳含量最高。

③硫化物

调查海域沉积物中硫化物的含量变化范围为未检出 $\sim 13.1 (\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $1.71 (\times 10^{-6})$ 。

④锌

调查海域沉积物中锌的含量变化范围为 $39.8 \sim 90.0 (\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $68.4 (\times 10^{-6})$ 。平面分布上，S06 号站位锌含量最高。

⑤铅

调查海域沉积物中铅的含量变化范围为 $8.1 \sim 21.9 (\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $14.3 (\times 10^{-6})$ ，

⑥铜

调查海域沉积物中铜的含量变化范围为 $3.0 \sim 27.0 (\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $11.7 (\times 10^{-6})$ 。平面分布上，S07 号站位沉积物中铜含量最高。

⑦镉

调查海域沉积物中镉的含量变化范围为未检出 $\sim 0.05 (\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $0.02 (\times 10^{-6})$ 。

⑧砷

调查海域沉积物中砷的含量变化范围为 $3.95\sim 9.52(\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $7.26(\times 10^{-6})$ 。

⑨ 铬

调查海域沉积物中铬的含量变化范围为 $15.0\sim 59.5(\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $40.3(\times 10^{-6})$ 。

⑩ 总汞

调查海域沉积物总汞的含量变化范围为 $0.026\sim 0.066(\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $0.039(\times 10^{-6})$ 。

2) 现状评价

2024 年春季海洋沉积物调查结果见表 3.2.5-2，各评价因子的标准指数见表 3.2.5-3。本次调查结果表明：调查海域各站位表层沉积物各监测要素（硫化物、有机碳、油类、砷、汞、锌、铜、镉、铅和铬）均符合海洋功能区划要求的相应沉积物标准。

(2) 2023 年秋季现状调查结果与评价

1) 调查结果

① 油类

调查海域沉积物中油类的含量变化范围为 $4.6\sim 457(\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $101.5(\times 10^{-6})$ 。

② 有机碳

调查海域沉积物中有机碳的含量变化范围为 $0.480\sim 1.34(\times 10^{-2})$ 之间，平均值为 $0.740(\times 10^{-2})$ 。平面分布上，S02 号站位沉积物有机碳含量最高。

③ 硫化物

调查海域沉积物中硫化物的含量变化范围为未检出 $\sim 21.2(\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $7.6(\times 10^{-6})$ 。

④ 锌

调查海域沉积物中锌的含量变化范围为 $22.5\sim 61.9(\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $37.3(\times 10^{-6})$ 。平面分布上，S02 号站位锌含量最高。

⑤ 铅

调查海域沉积物中铅的含量变化范围为 $7.9\sim 18.4(\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $12.3(\times 10^{-6})$ 。

⑥ 铜

调查海域沉积物中铜的含量变化范围为 $8.0\sim 34.6(\times 10^{-6})$ 之间，平均值为 $20.1(\times 10^{-6})$ 。平面分布上，S02 号站位沉积物中铜含量最高。

⑦ 镉

调查海域沉积物中镉的含量变化范围为 0.02~0.09 ($\times 10^{-6}$) 之间, 平均值为 0.06 ($\times 10^{-6}$)。S02 号站位沉积物中镉含量最高。

⑧ 砷

调查海域沉积物中砷的含量变化范围为 5.01~9.74 ($\times 10^{-6}$) 之间, 平均值为 7.87 ($\times 10^{-6}$)。

⑨ 铬

调查海域沉积物中铬的含量变化范围为 12.6~44.3 ($\times 10^{-6}$) 之间, 平均值为 26.4 ($\times 10^{-6}$)。

⑩ 总汞

调查海域沉积物总汞的样品均为未检出。

2) 现状评价

2023 年春季海洋沉积物调查结果见表 3.2.5-4, 各评价因子的标准指数见表 3.2.5-5。本次调查结果表明: 调查海域各站位表层沉积物各监测要素 (硫化物、有机碳、油类、砷、汞、锌、铜、镉、铅和铬) 均符合海洋功能区划要求的相应沉积物标准。

表 3.2.5-2 调查海域沉积物质量调查结果（2024 年春季）

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 3.2.5-3 调查海域沉积物指数表（2024 年春季）

表 3.2.5-4 调查海域沉积物质量调查结果（2023 年秋季）

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 3.2.5-5 调查海域沉积物指数表（2023 年秋季）

3.2.6 海洋生态环境

3.2.6.1 调查方案

在项目区附近海域设置海洋生态环境调查站位 14 个、渔业资源调查站位 14 个、潮间带生物调查 3 条断面，见表 3.2.4-1 和图 3.2.4-1、3.2.4-2。具体监测项目详表见表 3.2.6-1。

表 3.2.6-1 监测项目

3.2.6.2 2024 年春季生态现状调查结果

3.2.6.2.1 叶绿素 a 与初级生产力

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照按联合国教科文组织(UNESCO)推荐的下列公式： $P=Chla*Q*D*E/2$ 计算，其结果见表 3.2.6-2。

调查海区叶绿素 a 含量范围是（0.8~1.2） $\mu\text{g/L}$ ，平均值 1.0 $\mu\text{g/L}$ ；初级生产力变化范围是（258.79~849.37） $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，平均值是 575.51 $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

表 3.2.6-2 调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

注：符号“-”为水深不到采集层次。

3.2.6.2.2 浮游植物

（1）种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 48 属 132 种（包括变型及变种）。其中，硅藻门 35 属 102 种，占浮游植物种类数的 77.27%；甲藻门 10 属 26 种，占种类数的 19.69%；蓝藻门 1 属 2 种，占种类数的 1.52%；金藻门 2 属 2 种，占种类数的 1.52%。

（2）细胞密度

各调查站位浮游植物的细胞密度介于（0.20~24.91） $\times 10^6\text{cells}/\text{m}^3$ 之间，平均细胞密度为 5.62 $\times 10^6\text{cells}/\text{m}^3$ ；最大值出现在 S01 号站，最小值出现在 S18 号站。详见表 3.2.6-3。

（3）优势种

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中肋骨条藻、尖刺拟菱形藻、丹麦细柱藻、劳氏角毛藻、菱形海线藻。其中，中肋骨条藻的优势度最大，平均密度为 1.52 $\times 10^6\text{cells}/\text{m}^3$ ，占总细胞数的 27.06%，优势度为 0.27。优势种见表 3.2.6-4。

表 3.2.6-3 各站位浮游植物细胞密度

表 3.2.6-4 浮游植物优势种和优势度

（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，调查期间各站位的浮游植物丰富度指数（D）介于 2.37~3.34 之间，平均值为 2.90；单纯度指数（C）介于 0.07~0.33 之间，平均值为 0.16；多样性指数（H'）介于 2.89~4.68 之间，平均值为 3.89；均匀度指数（J'）介于 0.47~0.78 之间，平均值为 0.66。丰富度指数最高出现在 S14 号站，最低出现在 S17 号站；单纯度指数最高出现在 S03 号站，最低出现在 S05、S12 号站；多样性指数最高出现在 S05 号站，最低出现在 S03 号站；均匀度指数最高值出现在 S05 号站位，最低值出现在 S03 号站位。结果见表 3.2.6-5。

表 3.2.6-5 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

（5）小结

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 48 属 132 种（包括变型及变种）。各调查站位浮游植物的细胞密度介于 $(0.20\sim 24.91)\times 10^6\text{cells/m}^3$ 之间，平均细胞密度为 $5.62\times 10^6\text{cells/m}^3$ 。

调查海域浮游植物优势种为中肋骨条藻、尖刺拟菱形藻、丹麦细柱藻、劳氏角毛藻、菱形海线藻。其中，中肋骨条藻的优势度最大，平均密度为 $1.52\times 10^6\text{cells/m}^3$ ，占总细胞数的 27.06%，优势度为 0.27。

调查期间各站位的浮游植物丰富度指数（D）介于 2.37~3.34 之间，平均值为 2.90；单纯度指数（C）介于 0.07~0.33 之间，平均值为 0.16；多样性指数（H'）介于 2.89~4.68 之间，平均值为 3.89；均匀度指数（J'）介于 0.47~0.78 之间，平均值为 0.66。

3.2.6.2.3 浮游动物

（1）种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 13 类 52 属 67 种，桡足类有 20 属 30 种，占浮游动物总种数的 44.78%；水螅虫有 12 属 13 种，占浮游动物总种数的 19.40%；栉水母类、端足类各有 2 属 2 种，均占浮游动物总种数的 2.99%；毛颚类有 4 属 4 种，占浮游动物总种数的 5.97%；浮游软体类、被囊类各有 3 属 5 种，均占浮游动物总种数的 7.46%；被囊类有 4 属 4 种，占浮游动物总种数的 5.88%；介形类、原生动物、原足类、十足类、枝角类、多毛类均有 1 属 1 种，各占浮游动物总种数的 1.49%；另有 10 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。

（2）生物量和丰度

本次调查浮游动物丰度范围为 $(8.80\sim 768.06)\text{ind./m}^3$ ，平均丰度为 143.97ind./m^3 ，其

中最高丰度出现在 S02 号站位，最低为 S23 号站位；生物量范围为(3.30~703.25)mg/m³，平均生物量为 90.64mg/m³，其中最高生物量出现在 S02 号站位，最低为 S23 号站位。结果详见表 3.2.6-6。

表 3.2.6-6 各测站浮游动物丰度和生物量

(3) 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=P_i \times f_i$ ， f_i 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 ≥ 0.10 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为肥胖软箭虫、微刺哲水蚤、间型莹虾、河螺赢蜚。结果详见表 3.2.6-7。

表 3.2.6-7 浮游动物优势种和优势度

(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在 1.92~6.51 之间，平均值为 4.17，最高出现在 S06 号站位，最低在 S01 号站位；单纯度指数范围在 0.09~0.56 之间，平均为值 0.20，最高出现在 S02 号站位，最低在 S06 号站位；多样性指数范围在 1.71 ~4.15 之间，平均值为 3.23，最高值出现在是 S06 号站位，最低在 S02 号站位；均匀度指数范围在 0.40~0.89 之间，平均值为 0.71，最高出现在 S17 号站位，最低在 S02 号站位。结果详见表 3.2.6-8。

表 3.2.6-8 浮游动物丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

(5) 小结

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 13 类 52 属 67 种，桡足类有 20 属 30 种，水螅虫有 12 属 13 种，栉水母类、端足类各有 2 属 2 种，毛颚类有 4 属 4 种，浮游软体类、被囊类各有 3 属 5 种，被囊类有 4 属 4 种，介形类、原生动物、原足类、十足类、枝角类、多毛类均有 1 属 1 种，另有 10 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。

本次调查浮游动物丰度范围为(8.80~768.06) ind./m³，平均丰度为 143.97ind./m³；生物量范围为(3.30~703.25) mg/m³，平均生物量为 90.64mg/m³。调查期间该海域浮游动物优势种类为肥胖软箭虫、微刺哲水蚤、间型莹虾、河螺赢蜚。

该水域浮游动物丰富度指数范围在 1.92~6.51 之间，平均值为 4.17；单纯度指数范围在 0.09~0.56 之间，平均为值 0.20；多样性指数范围在 1.71~4.15 之间，平均值为 3.23；均匀度指数范围在 0.40~0.89 之间，平均值为 0.71。

3.2.6.2.4 大型底栖生物

（1）种类组成

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 9 门 51 科 71 种（包括定性及定量样品），刺胞动物有 2 科 2 种，占种类数的 2.82%；环节动物有 7 科 10 种，占种类数的 14.08%；棘皮动物有 5 科 7 种，占种类数的 9.86%；脊索动物有 7 科 9 种，占种类数的 12.68%；节肢动物有 14 科 23 种，占种类数的 32.39%；纽形动物、苔藓动物和星虫动物均有 1 科 1 种，占种类数的 1.41%；软体动物有 13 科 17 种，占种类数的 23.94%。

表 3.2.6-9 各站位大型底栖生物生物量和栖息密度

注：--为未采集到。

（2）生物量和栖息密度

调查海域 14 个站位平均栖息密度为 22.03ind./m²，最大值出现在 S01 号站位，为 74.63ind./m²；平均生物量为 37.46g/m²，最大值出现在 S01 号站位，为 214.12g/m²。见表 3.2.6-9。

（3）优势种

本次调查将大型底栖生物的优势度 ≥ 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生物优势种类为北部湾美人虾和光滑倍棘蛇尾。详见表 3.2.6-10。

表 3.2.6-10 大型底栖生物的优势种和优势度

（4）丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

该海域的定量样品丰富度范围为 0~1.13，平均为 0.39，最大值为 S07 号站位；单纯度范围为 0.16~1.00，平均为 0.59，最小值为 S07 号站位；多样性指数范围为 0~2.75，平均为 1.09，最大值为 S07 号站位；均匀度指数范围为 0~1.00，平均为 0.59。详见表 3.2.6-11。

表 3.2.6-11 丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

注：0 为只采集到 1 种大型底栖生物；--为未发现

（5）小结

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 5 门 47 科 59 种（包括定性及定量样品），环节动物有 1 科 1 种，脊索动物有 3 科 4 种，节肢动物有 11 科 17 种，软体动物有 4 科 4 种。

14 个站位平均栖息密度为 22.03ind./m²，最大值为 74.63ind./m²；平均生物量为 37.46g/m²，最大值为 214.12g/m²。调查海域大型底栖生物栖息密度以节肢动物为主，平均密度为 8.88ind./m²，生物量以软体动物为主，平均生物量为 12.67g/m²。

大型底栖生物优势种类为北部湾美人虾和光滑倍棘蛇尾。

定量样品丰富度范围为 0~1.13，平均为 0.39；单纯度范围为 0.16~1.00，平均为 0.59；

多样性指数范围为 0~2.75，平均为 1.09；均匀度指数范围为 0~1.00，平均为 0.59。

3.2.6.2.5 游泳动物

(1) 种类组成

本次调查采用单拖底拖网采样方式，分析评价该项目海域游泳动物的种类组成。经鉴定，共捕获游泳动物 80 种，分别隶属于 14 目 35 科。其中鱼类 10 目 27 科 60 种，占有所有种类的 75.00%；甲壳类 2 目 6 科 18 种，占有所有种类的 22.50%；头足类 2 目 2 科 2 种，占有所有种类的 2.50%。

(2) 渔获率和现存资源密度

本次调查共采集到游泳动物的渔获量总重量有 122.44kg，其中，鱼类重量为 118.91kg，占总渔获量的 97.11%；甲壳类重量为 3.07kg，占总渔获量的 2.51%；头足类重量为 0.47kg，占总渔获量 0.38%。个体数量计，共采集到个体有 16796ind.，鱼类为 16610ind.，占总个体渔获数量的 98.89%；甲壳类为 176ind.，占总个体渔获数量的 1.05%；头足类为 10ind.，占总个体渔获量的 0.06%。

游泳动物重量渔获率范围为 0.013kg/h~23.09kg/h，游泳动物的平均重量渔获率为 8.71kg/h。各站位中重量渔获率以 S06 号站最高，为 23.09kg/h；渔获率较高的站位还有 S09 号站，渔获率为 17.00kg/h；S01、S02、S03 号站最低，为 0.013kg/h。各类中鱼类重量渔获率为 8.48kg/h，占渔获游泳动物的 97.34%；甲壳类重量渔获率为 0.20kg/h；占渔获游泳动物的 2.27%；头足类重量渔获率为 0.03kg/h；占渔获游泳动物的 0.39%。按个体计，评价区游泳动物的个体渔获率范围为 0.29ind./h~3956ind./h，平均个体渔获率为 1197ind./h。各站位中个体渔获率以 S06 号站最高，为 3956ind./h；依次为 S09 号站，为 3550ind./h；S02 号站最低，为 0.29ind./h。各类中鱼类个体渔获率为 1184ind./h，占渔获游泳动物的 98.92%；甲壳类个体渔获率为 12ind./h，占渔获游泳动物的 1.02%；头足类个体渔获率为 1ind./h，占渔获游泳动物的 0.06%。其他各站渔获率见表 3.2.6-12。

表 3.2.6-12 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

调查海域中外海海域游泳动物的重量资源密度为 498.56kg/km²。各类中鱼类重量资源密度为 485.42kg/km²，甲壳类重量资源密度为 11.22kg/km²，头足类重量资源密度为 1.92kg/km²。各站中以 S06 号站重量资源密度最高（1038.82kg/km²），S09 号站次之（764.96kg/km²），S05 号站较低（80.08kg/km²）；按个体计，游泳动物的资源密度约为 68542ind./km²。各类中鱼类个体资源密度为 67805ind./km²，甲壳类个体资源密度为 695ind./km²，头足类个体资源密度为 41ind./km²。各站位中个体资源密度以 S06 号站最高

(178006ind./km²)，S09 号站次之 (159737ind./km²)，S18 号站最低 (6929ind./km²)。其他各站资源密度见表 3.2.6-12；资源密度（重量、个体）平面分布图如图 3.2.6-1 和图 3.2.6-2 所示。

图 3.2.6-1 重量资源密度

图 3.2.6-2 个体资源密度

(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，黑边布氏鲷的 IRI 最高，为 5001；其它优势种依次为小牙鲷 (1840)、鹿斑仰口鲷 (1171)、短棘鲷 (1148)、短吻鲷 (733)、细纹鲷 (343)、黑斑卡拉鲷 (289)、长体蛇鲷 (211)、康氏小公鱼 (182)、长圆银鲈 (114)。优势渔获物甲壳类没有优势种。优势渔获物头足类没有优势种。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 3.2.6-13。

表 3.2.6-13 调查海域优势种类组成

(4) 鱼类资源状况

种类组成：经鉴定，本次调查共捕获鱼类 60 种，分隶于 10 目 27 科。以鲈形目的种类数最多，共有 38 种；鳗鲡目、鲹形目 5 种；鲷形目 3 种；仙女鱼目、鲉形目、鲱形目 2 种；其他各目均为 1 种，鲷科 8 种；天竺鲷科、鲹科 5 种；鲈科 4 种；鲷科、银鲈科、舌鳎科、鲱科、金线鱼科、海鲢科、狗母鱼科 2 种，其他各科均为 1 种。

渔获率与资源密度分布：本次调查底拖网渔获的鱼类总重量为 118.91kg，平均重量渔获率为 8.48kg/h。各站位中以 S06 号站重量渔获率最高，为 22.89kg/h；S02 号站重量渔获率最低，为 0.0005kg/h。按个体计，鱼类的平均个体渔获率为 1184ind./h。各站位中以 S06 号站个体渔获率最高，为 3939ind./h，S02 号站个体渔获率最低，为 0.07ind./h。结果详见表 3.2.6-14。

调查海域中外海海域目前鱼类的平均重量资源密度为 485.42kg/km²。各站位中以 S06 号站重量资源密度最高，为 1030.01kg/km²；S05 号站重量资源密度最低，为 58.59kg/km²。按个体计，鱼类的平均个体资源密度为 67805ind./km²。各站位中以 S06 号站个体资源密度最高，为 177241ind./km²；S18 号站个体资源密度最低，资源密度为 5805ind./km²。结果详见表 3.2.6-14。

表 3.2.6-14 调查海域鱼类的渔获率和资源密度

表 3.2.6-15 调查海域鱼类优势种类组成

鱼类优势种：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，黑边布氏鲷的 IRI 最高，为 5001；其它优势种依次为小牙鲷（1840）、鹿斑仰口鲷（1171）、短棘鲷（1148）、短吻鲷（733）、细纹鲷（343）、黑斑卡拉鲷（289）、长体蛇鲷（211）、康氏小公鱼（182）、长圆银鲈（114）。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 3.2.6-15。

（5）头足类资源状况

种类组成：本次调查共渔获头足类 2 种，隶属 2 目 2 科，其中，乌贼目、枪形目 1 种，其他各科均为 1 种。

渔获率和资源密度分布：本次调查，头足类的重量渔获率范围为 0~0.16kg/h，平均 0.03kg/h，按个体计，个体渔获率范围为 0~3ind./h，平均 1ind./h。

采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区外海海域目前头足类的平均重量资源密度为 1.92kg/km²。各站位中以 S12 号站重量资源密度最高，为 7.05kg/km²；S05、S09、S14、S18、S21 号站重量资源密度最低，为 0kg/km²。按个体计，平均个体资源密度为 41ind./km²。各站位中以 S12 号站个体资源密度最高，为 135ind./km²；S05、S09、S14、S18、S21 号站个体资源密度最低，为 0ind./km²。结果详见表 3.2.6-16。

表 3.2.6-16 调查海域头足类的渔获率和资源密度

头足类优势种：根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内头足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。优势渔获物头足类没有优势种。

（6）甲壳类资源状况

种类组成：经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 18 种，分属 2 目 6 科。其中，十足目 15 种；口足目 3 种，梭子蟹科 8 种；对虾科 4 种；虾蛄科 3 种；其他各科均为 1 种。

渔获率和资源密度分布：调查海域甲壳类重量渔获率范围为 0.005kg/h~0.92kg/h，平均 0.20kg/h。按个体计，甲壳类的个体渔获率范围为 0.07ind./h~27ind./h，平均 12ind./h。结果详见表 3.2.6-17。

评价外海海域目前甲壳类的平均重量资源密度约为 11.22kg/km²。各站位中以 S14 号站重量资源密度最高，为 41.22kg/km²；S17 号站重量资源密度最低，为 0.66kg/km²。按个体计，甲壳类的平均个体资源密度为 695ind./km²。各站位中以 S05 号站个体资源密度最高，为 1215ind./km²；S09 号站个体资源密度最低，为 90ind./km²。结果详见表 3.2.6-17。

表 3.2.6-17 调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

甲壳类优势种：根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内甲壳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，优势渔获物甲壳类没有优势种。其它相对重要指数均小于 100。

(7) 主要种类及其生物学和生态学特性

根据调查优势种分析，项目附近海域主要渔业资源种类为黑边布氏鲷、小牙鲷、鹿斑仰口鲷、短棘鲷、短吻鲷、细纹鲷、黑斑卡拉鲷、长体蛇鲷、康氏小公鱼、长圆银鲈。

黑边布氏鲷 *Eublekeria splendens*

分布于印度-西太平洋区，西起非洲东岸，北至琉球群岛，南迄澳洲北部。中国各沿海均有产。栖所生态主要栖息于砂泥底质的沿海地区，亦可生活于河口区。群游性，一般皆在底层活动，活动深度较浅。肉食性，以小型甲壳类、多毛类及二枚贝为食。

小牙鲷 *Gazza minuta*

分布于印度-中西太平洋区，西起非洲东岸、红海，东至密克尼西亚群岛，北自琉球群岛，南迄澳洲、大溪地。台湾以西部、南部之砂泥底质水域、河口区及南海沿海为主。栖息水深在 1-40 公尺之间；以小鱼、虾蟹或多毛类为食；适温 26~29℃；产卵期时，会游入河口区产卵。

鹿斑仰口鲷 *Secutor ruconius*

分布于中国、日本、菲律宾、印尼、澳洲、新几内亚、马绍尔群岛、马绍尔群岛、帕劳、密克罗尼西亚、所罗门群岛、诺鲁等海域。属于小型热带沿岸肉食性鱼类，岸边至近海的沙泥地皆可发现其踪迹。游泳能力差，常聚集成群，缓慢的在海床上觅食。以浮游动物，如桡脚类、大型甲壳类的幼生期及稚鱼为食。

短棘鲷 *Leiognathus equulus*

分布于印度-西太平洋的热带和亚热带海域。中国产于东海、台湾和南海。为暖水性中下层鱼类。栖息于泥沙底质的近海和港湾，有时也会进入河口区，通常在底层活动。喜结群。以小型甲壳类、多毛类等底栖动物为食。最大体长可达 24cm。

短吻鲷 *Leiognathus brevirostris*

分布于印度洋和太平洋。中国见于南海与东海。暖水性鱼类。栖息于近岸海区。一般体长为 30~100 毫米。生活在浅水域向下至深度大约 40 公尺，主要在底部的附近，成群出现。常出现在河口的咸水域，捕食小型甲壳类、多毛类维生。

细纹鳊 *Leiognathus berbis*

分分布于印度洋北部沿岸、红海，东至印度尼西亚。中国产于南海、台湾海峡。为热带、亚热带近海暖水性鱼类。多活动于水体上层。摄食小型浮游生物。偶见于福建南部沿海。

黑斑卡拉鳊 *Karalla daura*

分布于印度-西太平洋区，中国产于南海海域等。暖水性近岸底层小型鱼类，喜集群，昼、夜均在水面活动，也进入河口；以小型浮游生物为食。

长体蛇鲻 *Saurida elongata*

分布于太平洋热带海域，包括台湾南、北、西部海域，南海海域等。喜栖息在沿岸的浅海沙泥海床。游泳能力不强，常停栖于沙地上或半埋于沙中，遇猎物经过则跃起捕食。肉食性，以小鱼及小型底栖无脊椎动物为主。产浮性卵。

康氏小公鱼 *Stolephorus commersoni*

分布于东海、台湾海峡、南海、印度洋、西太平洋。生活在近海海湾和咸淡水交汇处，水深 50m 以内的中上层水域。喜结群。具昼夜垂直移动习性，白天栖息在水层较深处。

长圆银鲈 *Gerres oblongus*

分布于印度-西太平洋区，西起红海、非洲东岸，西至所罗门群岛，北达琉球群岛，南迄新加勒多尼亚。中国产于台湾和南海。栖息在沿岸沙泥地，生殖季时可发现于珊瑚礁区周围之沙地，以沙泥地中的无脊椎动物为食。礁区、砂泥底、河口、近海沿岸。

(8) 物种多样性分析

项目海域渔获物重量密度多样性指数 (H') 均值为 2.33 (0.25~3.58)，均匀度指数 (J') 均值为 0.64 (0.25~0.93)，单纯度指数 (C) 均值为 0.31 (0.12~0.92)，丰富度指数 (d) 均值为 2.03 (0.08~3.27)。渔获物个体密度多样性指数 (H') 均值为 1.79 (0.31~3.11)，均匀度指数 (J') 均值为 0.50 (0.29~0.81)，单纯度指数 (C) 均值为 0.44 (0.16~0.90)，丰富度指数 (d) 均值为 1.05 (0.05~1.85)。结果详见表 3.2.6-18。

表 3.2.6-18 渔获物多样性指数值

(9) 主要种类幼鱼比例

在本次调查的渔获物中，鱼类幼体约占 51.01%，主要幼鱼渔获物为黑边布氏鳊、小

牙鳐、鹿斑仰口鳐、短棘鳐、短吻鳐、细纹鳐、黑斑卡拉鳐、长体蛇鳐、康氏小公鱼、长圆银鲈。结果详见表 3.2.6-19。

表 3.2.6-19 主要渔获种类幼鱼比例

(10) 小结

本次调查共渔获游泳动物 80 种，其中鱼类 60 种，头足类 2 种，甲壳类 18 种。游泳动物的平均渔获率为 8.71kg/h 和 1197ind./h。其中，鱼类为 8.48kg/h 和 1184ind./h，头足类的平均渔获率为 0.03kg/h 和 1ind./h，甲壳类的平均渔获率为 0.20kg/h 和 12ind./h。根据扫海面积法估算，评价区外海海域目前游泳动物的资源密度约为 498.56kg/km² 和 68542ind./km²，其中鱼类约为 485.42kg/km² 和 67805ind./km²，头足类 1.92kg/km² 和 41ind./km²，甲壳类约为 11.22kg/km² 和 695ind./km²。

本次调查的优势渔获物鱼类共有 10 种。其中，黑边布氏鳐的 IRI 最高，为 5001；其它优势种依次为小牙鳐（1840）、鹿斑仰口鳐（1171）、短棘鳐（1148）、短吻鳐（733）、细纹鳐（343）、黑斑卡拉鳐（289）、长体蛇鳐（211）、康氏小公鱼（182）、长圆银鲈（114）。优势渔获物甲壳类没有优势种。优势渔获物头足类没有优势种。其它种类的相对重要性指数小于 100。

项目海域渔获物重量密度多样性指数（H'）均值为 2.33（0.25~3.58），均匀度指数（J'）均值为 0.64（0.25~0.93），单纯度指数（C）均值为 0.31（0.12~0.92），丰富度指数（d）均值为 2.03（0.08~3.27）。渔获物个体密度多样性指数（H'）均值为 1.79（0.31~3.11），均匀度指数（J'）均值为 0.50（0.29~0.81），单纯度指数（C）均值为 0.44（0.16~0.90），丰富度指数（d）均值为 1.05（0.05~1.85）。

在本次调查的渔获物中，鱼类幼体约占 51.01%，主要幼鱼渔获物为黑边布氏鳐、小牙鳐、鹿斑仰口鳐、短棘鳐、短吻鳐、细纹鳐、黑斑卡拉鳐、长体蛇鳐、康氏小公鱼、长圆银鲈。

3.2.6.2.6 潮间带生物

(1) 种类组成

3 个潮间带断面共采获了 11 个生物类别中的 63 科 111 种生物（包含定性样品）。其中刺胞动物、绿藻门、棘皮动物、尾索动物各有 1 科 1 种，均占总种类数的 0.90%；褐藻门、星虫动物各有 2 科 2 种，均占总种类数的 1.80%；红藻门有 2 科 3 种，占总种类数的 2.70%；环节动物有 10 科 15 种，占总种类数的 13.51%；脊索动物有 3 科 5 种，占总种类数的 4.50%；节肢动物有 17 科 33 种，占总种类数的 29.73%；软体动物门有 23 科 47 种，

占总种类数的 42.34%。

3 个断面出现的种类数范围在（13~61）种生物，生物种类最多的断面为 C01，出现 61 种生物；最少为 C03 断面，出现 13 种生物。详见表 3.2.6-20。

表 3.2.6-20 不同断面出现的生物种类数

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 0.78ind./m²，平均生物量为 1.28g/m²；中潮区平均栖息密度为 29.78ind./m²，平均生物量为 23.46g/m²；低潮区平均栖息密度为 151.33ind./m²，平均生物量为 9.43g/m²。详见表 3.2.6-21。

表 3.2.6-21 潮间带生物量和栖息密度

注：--为未发现

（3）类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 3.2.6-23 所示，栖息密度以软体动物为主，平均密度为 53.56nd./m²；其次为节肢动物，平均密度为 3.74ind./m²，最低为星虫动物，平均密度为 0.15ind./m²。生物量以软体动物为主，平均生物量为 8.07g/m²；其次为节肢动物，平均生物量为 2.51g/m²，最低为星虫动物，平均生物量为 0.01g/m²。

（4）优势种

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为蛄螺。结果详见表 3.2.6-22。

表 3.2.6-22 潮间带生物的优势种

表 3.2.6-23 潮间带生物的种类组成生物量 (g/m^2) 与栖息密度 (ind/m^2)

注：--为未发现

（5）丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

3 个断面高潮区丰富度范围在 0~1.71 之间，平均为 0.94；单纯度范围在 0.52~1.00 之间，平均为 0.68；多样性指数范围在 0~0.97 之间，平均为 0.64；均匀度范围在 0~0.97 之间，平均为 0.64。中潮区丰富度范围在 0.46~2.54 之间，平均为 1.41；单纯度范围在 0.13~0.48 之间，平均为 0.28；多样性指数范围在 1.23~3.42 之间，平均为 2.30；均匀度范围在 0.78~0.96 之间，平均为 0.86。低潮区丰富度范围在 0.23~0.96 之间，平均为 0.54；单纯度范围在 0.36~0.94 之间，平均为 0.60；多样性指数范围在 0.21~1.88 之间，平均为 1.09；均匀度范围在 0.13~0.81 之间，平均为 0.56。见表 3.2.6-24。

表 3.2.6-24 潮间带生物丰富度、单纯度多样性指数和均匀度

注：0 为只采集到 1 种大型底栖生物；--为未发现

（6）小结

3 个潮间带断面共采集了 11 个生物类别中的 63 科 111 种生物（包含定性样品）。其中刺胞动物、绿藻门、棘皮动物、尾索动物各有 1 科 1 种，褐藻门、星虫动物各有 2 科 2 种，红藻门有 2 科 3 种，环节动物有 10 科 15 种，脊索动物有 3 科 5 种，节肢动物有 17 科 33 种，软体动物门有 23 科 47 种。

3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 0.78ind./m²，平均生物量为 1.28g/m²；中潮区平均栖息密度为 29.78ind./m²，平均生物量为 23.46g/m²；低潮区平均栖息密度为 151.33ind./m²，平均生物量为 9.43g/m²。其中栖息密度以软体动物为主，平均密度为 53.56ind./m²；其次为节肢动物，最低为星虫动物。生物量以软体动物为主，平均生物量为 8.07g/m²；其次为节肢动物，最低为星虫动物。

海域的潮间带生物优势种类为蜆螺。

丰富度、单纯度、均匀度和多样性指数分析表明，3 个断面高潮区丰富度范围在 0~1.71 之间，平均为 0.94；单纯度范围在 0.52~1.00 之间，平均为 0.68；多样性指数范围在 0~0.97 之间，平均为 0.64；均匀度范围在 0~0.97 之间，平均为 0.64。中潮区丰富度范围在 0.46~2.54 之间，平均为 1.41；单纯度范围在 0.13~0.48 之间，平均为 0.28；多样性指数范围在 1.23~3.42 之间，平均为 2.30；均匀度范围在 0.78~0.96 之间，平均为 0.86。低潮区丰富度范围在 0.23~0.96 之间，平均为 0.54；单纯度范围在 0.36~0.94 之间，平均为 0.60；多样性指数范围在 0.21~1.88 之间，平均为 1.09；均匀度范围在 0.13~0.81 之间，平均为 0.56。

3.2.6.2.7 鱼卵与仔稚鱼

（1）种类组成

在采集的 28 个样品中共鉴定出 29 个种类，隶属于 21 科。其中鉴定到属的有 12 种，鉴定到种的有 9 种，其余鉴定到科，部分未鉴定出种类。从发育阶段来看，鱼卵出现的种类 24 种、仔、稚鱼出现的种类有 16 种。

水平拖网共捕获鱼卵 255 粒，仔、稚鱼 110 尾。其中鳎鱼卵最多，占总数的 36.86%，其次为隆头鱼科一种鱼卵，占总数的 19.61%；黄鲫仔、稚鱼最多，占总数的 67.27%。鱼卵的优势种为鳎，仔、稚鱼的优势种为黄鲫。见表 3.2.6-25。

表 3.2.6-25 鱼卵和仔鱼种类组成

（2）密度分布

本次垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围（0~8.06）粒/m³，平均值为 2.48 粒/m³，最大值出现在 S01 号站位。采集到的仔、稚鱼密度范围（0~2.40）尾/m³，平均值为 0.41 尾/m³，最大值出现在 S17 号站位。详见表 3.2.6-26。

表 3.2.6-26 鱼卵和仔鱼调查结果

（3）小结

在采集的 28 个样品中共鉴定出 29 个种类，隶属于 21 科。其中鉴定到属的有 12 种，鉴定到种的有 9 种，其余鉴定到科，部分未鉴定出种类。从发育阶段来看，鱼卵出现的种类 24 种、仔、稚鱼出现的种类有 16 种。

水平拖网共捕获鱼卵 255 粒，仔、稚鱼 110 尾。其中鳎鱼卵最多，占总数的 36.86%，其次为隆头鱼科一种鱼卵，占总数的 19.61%；黄鲫仔、稚鱼最多，占总数的 67.27%。鱼卵的优势种为鳎，仔、稚鱼的优势种为黄鲫。

本次垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围（0~8.06）粒/m³，平均值为 2.48 粒/m³，最大值出现在 S01 号站位。采集到的仔、稚鱼密度范围（0~2.40）尾/m³，平均值为 0.41 尾/m³，最大值出现在 S17 号站位。

3.2.6.3 2023 年秋季生态现状调查结果

3.2.6.3.1 叶绿素 a 与初级生产力

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的下列公式： $P=Chla*Q*D*E/2$ 计算，其结果见表 3.2.6-27。

表 3.2.6-27 调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

注：符号“-”为水深不到采集层次。

调查海区叶绿素 a 含量范围是 (0.6~2.8) $\mu\text{g/L}$ ，平均值 1.0 $\mu\text{g/L}$ ；初级生产力变化范围是 (164.69~506.73) $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，平均值是 277.23 $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

3.2.6.3.2 浮游植物

(1) 种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 44 属 117 种（包括变型及变种）。其中，硅藻门 32 属 84 种，占浮游植物种类数的 71.79%；甲藻门 10 属 30 种，占浮游植物种类数的 25.64%；蓝藻门 1 属 2 种，占浮游植物种类数的 1.71%；定鞭藻门 1 属 1 种，占浮游植物种类数的 0.86%。

(2) 细胞密度

各调查站位浮游植物的细胞密度介于 (0.10~190.00) $\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 之间，平均细胞密度为 33.59 $\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 。详见表 3.2.6-28。

表 3.2.6-28 各站位浮游植物细胞密度

(3) 优势种

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丹麦细柱藻、尖刺拟菱形藻、大角管藻、翼根管藻、覆瓦根管藻、膜质半管藻、奇异棍型藻。其中，丹麦细柱藻的优势度最大，平均密度为 16.42 $\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ ，占总细胞数的 48.89%，优势度为 0.38。优势种见表 3.2.6-29。

表 3.2.6-29 浮游植物优势种和优势度

(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，调查期间各站位的浮游植物丰富度指数 (D) 介于 1.58~4.76 之间，平均值为 3.19；单纯度指数 (C) 介于 0.07~0.32 之间，平均值为 0.15；多样性指数 (H') 介于 2.60~4.59 之间，平均值为 3.87；均匀度指数 (J') 介于 0.49~0.79 之间，平均值为 0.68。丰富度指数最高出现在 S18 号站，最低出现在 S01 号站；单纯度指数最高出现在 S02 号站，最低出现在 S06、S10、S23 号站；多样性指数最高出现在 S10 号站，最低出现在 S01、S02 号站；均匀度指数最高出现在 S06、S10 号站，最低出现在 S01、S02 号站。结果见表 3.2.6-30。

表 3.2.6-30 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

（5）小结

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 44 属 117 种（包括变型及变种）。各调查站位浮游植物的细胞密度介于 $(0.10\sim 190.00)\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 之间，平均细胞密度为 $33.59\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 。

调查海域浮游植物优势种为丹麦细柱藻、尖刺拟菱形藻、大角管藻、翼根管藻、覆瓦根管藻、膜质半管藻、奇异棍型藻。其中，丹麦细柱藻的优势度最大，平均密度为 $16.42\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ ，占总细胞数的 48.89%，优势度为 0.38。

调查期间各站位的浮游植物丰富度指数 (D) 介于 1.58~4.76 之间，平均值为 3.19；单纯度指数 (C) 介于 0.07~0.32 之间，平均值为 0.15；多样性指数 (H') 介于 2.60~4.59 之间，平均值为 3.87；均匀度指数 (J') 介于 0.49~0.79 之间，平均值为 0.68。

3.2.6.3.3 浮游动物

（1）种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 10 类 38 属 51 种，桡足类有 17 属 27 种，占浮游动物总种数的 52.94%；水螅虫有 10 属 12 种，占浮游动物总种数的 23.53%；毛颚类、被囊类各有 3 属 3 种，均占浮游动物总种数的 5.88%；浮游软体类有 2 属 3 种，占浮游动物总种数的 5.88%；栉水母类、钵水母类、介形类、原生动物、十足类、多毛类均有 1 属 1 种，各占浮游动物总种数的 1.96%；另有 8 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。

（2）生物量和丰度

本次调查浮游动物丰度范围为 $(5.20\sim 98.00)\text{ind.}/\text{m}^3$ ，平均丰度为 $32.69\text{ind.}/\text{m}^3$ ，其中最高生物量出现在 S10 号站位，最低为 S21 号站位；生物量范围为 $(2.97\sim 41.10)\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均生物量为 $12.78\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中最高生物量出现在 S10 号站位，最低为 S07 号站位。结果详见表 3.2.6-31。

表 3.2.6-31 各测站浮游动物丰度和生物量

（3）优势种

本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.10 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为间型莹虾、肥胖软箭虫、叉胸刺水蚤、亚强次真哲水蚤、微刺哲水蚤。结果详见表 3.2.6-32。

表 3.2.6-32 浮游动物优势种和优势度

（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在 2.26~5.64 之间，平均值为 3.74，最高出现在 S14 号站位，最低在 S02 号站位；单纯度指数范围在 0.11~0.31 之间，平均值为 0.18，最高出现在 S17 号站位，最低在 S07、S14、S23 号站位；多样性指数范围在 2.36 ~ 3.78 之间，平均值为 3.13，最高值出现在是 S14 号站位，最低在 S21 号站位；均匀度指数范围在 0.62~0.95 之间，平均值为 0.77，最高出现在 S07 号站位，最低在 S10 号站位。结果详见表 3.2.6-33。

表 3.2.6-33 浮游动物丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

(5) 小结

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 10 类 38 属 51 种，桡足类有 17 属 27 种，水螅虫有 10 属 12 种，毛颚类、被囊类各有 3 属 3 种，浮游软体类有 2 属 3 种，栉水母类、钵水母类、介形类、原生动物、十足类、多毛类均有 1 属 1 种，另有 8 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。。

本次调查浮游动物丰度范围为 (5.20~98.00) ind./m³，平均丰度为 32.69ind./m³；生物量范围为 (2.97~41.10) mg/m³，平均生物量为 12.78mg/m³。调查期间该海域浮游动物优势种类为间型莹虾、肥胖软箭虫、叉胸刺水蚤、亚强次真哲水蚤、微刺哲水蚤。

该水域浮游动物丰富度指数范围在 2.26~5.64 之间，平均值为 3.74；单纯度指数范围在 0.11~0.31 之间，平均值为 0.18；多样性指数范围在 2.36~3.78 之间，平均值为 3.13；均匀度指数范围在 0.62~0.95 之间，平均值为 0.77。

3.2.6.3.4 大型底栖生物

(1) 种类组成

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 9 门 54 科 84 种（包括定性及定量样品），刺胞动物、纽虫动物、苔虫动物和星虫动物均有 1 科 1 种，占总种类数的 1.19%；环节动物有 16 科 19 种，占总种类数的 22.62%；棘皮动物有 4 科 6 种，占总种类数的 7.14%；脊索动物有 6 科 10 种，占总种类数的 11.90%；节肢动物有 9 科 28 种，占总种类数的 33.33%；软体动物有 15 科 17 种，占总种类数的 20.24%。

(2) 生物量和栖息密度

调查海域 14 个站位平均栖息密度为 30.92ind./m²，最大值出现在 S17 号站位，为 54.73ind./m²；平均生物量为 7.52g/m²，最大值出现在 S05 号站位，为 46.70g/m²。见表 3.2.6-34。

表 3.2.6-34 各站位大型底栖生物生物量和栖息密度

注：--为未采集到。

（3）优势种

本次调查将大型底栖生物的优势度 ≥ 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生物优势种类为北部湾美人虾、光亮倍棘蛇尾和污铯棒螺。详见表 3.2.6-35。

表 3.2.6-35 大型底栖生物的优势种和优势度

（4）丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

该海域的定量样品丰富度范围为 0~1.39，平均为 0.73，最大值为 S17 号站位；单纯度范围为 0.11~1.00，平均为 0.34，最小值为 S17 号站位；多样性指数范围为 0~2.81，平均为 1.90，最大值为 S21 号站位；均匀度指数范围为 0~1.00，平均为 0.85。详见表 3.2.6-36。

表 3.2.6-36 丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

注：0 为只采集到 1 种大型底栖生物；--为未发现

（5）小结

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 9 门 54 科 84 种（包括定性及定量样品），刺胞动物、纽虫动物、苔虫动物和星虫动物均有 1 科 1 种；环节动物有 16 科 19 种；棘皮动物有 4 科 6 种；脊索动物有 6 科 10 种；节肢动物有 9 科 28 种；软体动物有 15 科 17 种。

14 个站位平均栖息密度为 30.92ind./m^2 ，最大值为 54.73ind./m^2 ；平均生物量为 7.52g/m^2 ，最大值为 46.70g/m^2 。调查海域大型底栖生物栖息密度以环节动物为主，平均密度为 10.31ind./m^2 ，生物量以节肢动物为主，平均生物量为 1.42g/m^2

大型底栖生物优势种类为北部湾美人虾、光亮倍棘蛇尾和污铯棒螺。

定量样品丰富度范围为 0~1.39，平均为 0.73；单纯度范围为 0.11~1.00，平均为 0.34；多样性指数范围为 0~2.81，平均为 1.90；均匀度指数范围为 0~1.00，平均为 0.85。

3.2.6.3.5 游泳动物

（1）种类组成

本次调查采用单拖底拖网采样方式，分析项目周边海域游泳动物的种类组成。经鉴定，共捕获游泳动物 81 种，分别隶属于 14 目 39 科。其中鱼类 10 目 32 科 67 种，占有种类的 82.72%；甲壳类 1 目 4 科 10 种，占有种类的 12.34%；头足类 3 目 3 科 4 种，占有种类的 4.94%。

（2）渔获率和现存资源密度

本次调查共采集到游泳动物的渔获量总重量有 108.22kg, 其中, 鱼类重量为 107.24kg, 占总渔获量的 99.10%; 甲壳类重量为 0.69kg, 占总渔获量的 0.64%; 头足类重量为 0.29kg, 占总渔获量 0.26%。个体数量计, 共采集到个体有 6438ind, 鱼类为 6383ind., 占总个体渔获数量的 99.14%; 甲壳类为 34ind., 占总个体渔获数量的 0.53%; 头足类为 21ind., 占总个体渔获量的 0.33%。

游泳动物重量渔获率范围为 0.006kg/h~22.75kg/h, 游泳动物的平均重量渔获率为 7.70kg/h。各站位中重量渔获率以 S05 号站最高, 为 22.75kg/h; 渔获率较高的站位还有 S07 号站, 渔获率为 18.20kg/h; S02 号站最低, 为 0.006kg/h。各类中鱼类重量渔获率为 7.64kg/h, 占渔获游泳动物的 99.15%; 甲壳类重量渔获率为 0.04kg/h; 占渔获游泳动物的 0.58%; 头足类重量渔获率为 0.02kg/h; 占渔获游泳动物的 0.27%。按个体计, 评价区游泳动物的个体渔获率范围为 0.13ind./h~1374ind./h, 平均个体渔获率为 459ind./h。各站位中个体渔获率以 S14 号站最高, 为 1374ind./h; 依次为 S07 号站, 为 1368ind./h; S03 号站最低, 为 0.13ind./h。各类中鱼类个体渔获率为 455ind./h, 占渔获游泳动物的 99.16%; 甲壳类个体渔获率为 2ind./h, 占渔获游泳动物的 0.51%; 头足类个体渔获率为 2ind./h, 占渔获游泳动物的 0.33%。其他各站渔获率见表 3.2.6-37。

调查海域中外海海域游泳动物的重量资源密度为 705.40kg/km²。各类中鱼类重量资源密度为 699.49kg/km², 甲壳类重量资源密度为 4.03kg/km², 头足类重量资源密度为 1.88kg/km²。各站中以 S05 号站重量资源密度最高 (1638.00kg/km²), S07 号站次之 (1310.55kg/km²), S17 号站较低 (209.02kg/km²); 按个体计, 游泳动物的资源密度约为 42084ind./km²。各类中鱼类个体资源密度为 41730ind./km², 甲壳类个体资源密度为 216ind./km², 头足类个体资源密度为 137ind./km²。各站位中个体资源密度以 S14 号站最高 (98920ind./km²), S07 号站次之 (98488ind./km²), S23 号站最低 (6983ind./km²)。其他各站资源密度见表 3.2.6-37; 资源密度 (重量、个体) 平面分布图如图 3.2.6-3 和图 3.2.6-4 所示。

表 3.2.6-37 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

图 3.2.6-3 重量资源密度

图 3.2.6-4 个体资源密度

(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 13 种。其中,黑边布氏鲷的 IRI 最高,为 7078;其它优势种依次为条纹眶棘鲷(878)、斑条鲷(607)、长圆银鲷(534)、长身马鲷(308)、黑斑卡拉鲷(275)、黄斑光胸鲷(208)、线纹鳗鲶(170)、红纹长鳍天竺鲷(147)、海兰德若鲷(133)、康氏小公鱼(132)、日本绯鲤(121)、无斑拟羊鱼(107)。优势渔获物甲壳类没有优势种。优势渔获物头足类没有优势种。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 3.2.6-38。

表 3.2.6-38 调查海域优势种类组成

(4) 鱼类资源状况

种类组成:本次调查共捕获鱼类 67 种,分隶于 10 目 32 科。以鲈形目的种类数最多,共有 43 种;鲷形目 6 种;鲈形目、鲹形目 4 种;鲱形目 3 种;仙女鱼目、鳗鲡目 2 种;其他各目均为 1 种,鲷科 9 种;鲷科 8 种;天竺鲷科 4 种;鲷科、鲈科 3 种;鲷科、鲷科、银鲷科、羊鱼科、鲷科、拟鲷科、金线鱼科、海鲷科、鲷科、鲷科、狗母鱼科、石鲷科、带鱼科 2 种,其他各科均为 1 种。

渔获率与资源密度分布:本次调查底拖网渔获的鱼类总重量为 107.24kg,平均重量渔获率为 7.64kg/h。各站位中以 S05 号站重量渔获率最高,为 22.72kg/h;S03 号站重量渔获率最低,为 0.005kg/h。按个体计,鱼类的平均个体渔获率为 455ind./h。各站位中以 S14 号站个体渔获率最高,为 1371ind./h, S03 号站个体渔获率最低,为 0.06ind./h。结果详见表 3.2.6-39。

调查海域中外海海域目前鱼类的平均重量资源密度为 699.49kg/km²。各站位中以 S05 号站重量资源密度最高,为 1635.38kg/km²;S17 号站重量资源密度最低,为 204.98kg/km²。按个体计,鱼类的平均个体资源密度为 41730ind./km²。各站位中以 S14 号站个体资源密度最高,为 98704ind./km²;S23 号站个体资源密度最低,资源密度为 6407ind./km²。结果详见表 3.2.6-39。

表 3.2.6-39 调查海域鱼类的渔获率和资源密度

鱼类优势种: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 13 种。其中,黑边布氏鲷的 IRI 最高,为 7078;其它优势种依次为条纹眶棘鲷(878)、斑条鲷(607)、长圆银鲷(534)、长身马鲷(308)、黑斑卡拉鲷(275)、黄斑光胸鲷(208)、线纹鳗鲶(170)、红纹长鳍天竺鲷(147)、海兰德若鲷(133)、

康氏小公鱼（132）、日本绯鲤（121）、无斑拟羊鱼（107）。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 3.2.6-40。

表 3.2.6-40 调查海域鱼类优势种类组成

（5）头足类资源状况

种类组成：本次调查共渔获头足类 4 种，隶属 3 目 3 科，其中，乌贼目 2 种；八腕目、枪形目种 1 种，乌贼科 2 种；其他各科均为 1 种。

渔获率和资源密度分布：本次调查，头足类的重量渔获率范围为 0~0.07kg/h，平均 0.02kg/h，按个体计，个体渔获率范围为 0~5ind./h，平均 2ind./h。结果详见表 3.2.6-41。

采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区外海海域目前头足类的平均重量资源密度为 1.88kg/km²。各站位中以 S23 号站重量资源密度最高，为 5.26kg/km²；S07、S12、S17 号站重量资源密度最低，为 0kg/km²。按个体计，平均个体资源密度为 137ind./km²。各站位中以 S21 号站个体资源密度最高，为 360ind./km²；S07、S12、S17 号站个体资源密度最低，为 0ind./km²。结果详见 3.2.6-41。

表 3.2.6-41 调查海域头足类的渔获率和资源密度

头足类优势种：根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内头足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。优势渔获物头足类没有优势种。

（6）甲壳类资源状况

种类组成：经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 10 种，分属 1 目 4 科。其中，十足目 10 种，梭子蟹科 7 种；其他各科均为 1 种。

渔获率和资源密度分布：调查海域甲壳类重量渔获率范围为 0kg/h~0.21kg/h，平均 0.04kg/h。按个体计，甲壳类的个体渔获率范围为 0ind./h~10ind./h，平均 2ind./h。结果详见表 3.2.6-42。

评价外海海域目前甲壳类的平均重量资源密度约为 4.03kg/km²。各站位中以 S10 号站重量资源密度最高，为 15.23kg/km²；S05、S06、S07 号站重量资源密度最低，为 0kg/km²。按个体计，甲壳类的平均个体资源密度为 216ind./km²。各站位中以 S17 号站个体资源密度最高，为 720ind./km²；S05、S06、S07 号站个体资源密度最低，为 0ind./km²。结果详见表 3.2.6-42。

表 3.2.6-42 调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

甲壳类优势种：根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内甲壳类的相对

重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，优势渔获物甲壳类没有优势种。其它相对重要指数均小于 100。

（7）主要种类及其生物学和生态学特性

根据调查优势种分析，项目附近海域主要渔业资源种类为黑边布氏鲷、条纹眶棘鲈、斑条鲈、长圆银鲈、长身马鲷、黑斑卡拉鲷、黄斑光胸鲷、线纹鳗鲡、红纹长鳍天竺鲷、海兰德若鲈、康氏小公鱼、日本绯鲤、无斑拟羊鱼。

黑边布氏鲷 *Eublekeria splendens*

分布于印度-西太平洋区，西起非洲东岸，北至琉球群岛，南迄澳洲北部。中国各沿海均有产。栖所生态主要栖息于砂泥底质的沿海地区，亦可生活于河口区。群游性，一般皆在底层活动，活动深度较浅。肉食性，以小型甲壳类、多毛类及二枚贝为食。

条纹眶棘鲈 *Scolopsis taeniopterus*

分布于印度尼西亚至中国，包括南海、台湾海峡南部等海域。为暖水性中下层中小小型鱼类，栖息于砂泥底质近海水域，以底层小鱼、甲壳类、软体动物为食。

斑条鲈 *Sphyraena jello*

分布于印度洋和太平洋。中国仅产于南海。由红海、非洲东南部至万那杜，北至日本南部，南至新加勒多尼亚。台湾四周海域亦均有产。体延长，近圆筒形。吻长，口裂大。下颌突出，稍长于上颌。

长圆银鲈 *Gerres oblongus*

分布于印度-西太平洋区，西起红海、非洲东岸，西至所罗门群岛，北达琉球群岛，南迄新加勒多尼亚。中国产于台湾和南海。栖息在沿岸沙泥地，生殖季时可发现于珊瑚礁区周围之沙地，以沙泥地中的无脊椎动物为食。礁区、砂泥底、河口、近海沿岸。

长身马鲷 *Equulites elongatus*

分布于印度-西太平洋区，西起非洲东岸，东至琉球群岛。台湾各沿海均有产，其中以西部及澎湖沿海较多。栖所生态主要栖息于砂泥底质的沿海地区，亦可生活于河口区。群游性，一般皆在底层活动，深度在 40 公尺左右，有时会进入较深水域。杂食性，以小型甲壳类、多毛类及藻类为食。

黑斑卡拉鲷 *Karalla daura*

分布于印度-西太平洋区，中国产于南海海域等。暖水性近岸底层小型鱼类，喜集群，昼、夜均在水面活动，也进入河口；以小型浮游生物为食。

黄斑光胸鲷 *Photopectoralis bindus*

分布于印度-中西太平洋区，西起非洲东岸、红海，东至密克尼西亚群岛，北自琉球群岛，南迄澳洲。台湾各沿海均有产。为群游性生物，通常在底层水域活动，活动深度约在 10-40 公尺之间，有时会进入较深水域。肉食性，以小型甲壳类、多毛类、及二枚贝为食。主要栖息于砂泥底质的沿海地区，亦可生活于河口区。

线纹鳗鲶 *Plotosus lineatus*

分布于印度-太平洋海域，中国产于东海、台湾和南海。为近海暖水性小型底层鱼类。栖息于近海岩礁区或河口水域。喜结群。主要摄食短尾类、长尾类、口足类、腹足类等小型底栖动物和小鱼。一般体长 150~200mm。背鳍和胸鳍的硬棘具毒腺。

红纹长鳍天竺鲷 *Archamia fucata*

分布于印度-太平洋区，中国产于台湾和南海。暖水性近岸底层小型鱼类，通常栖息于近岸岩礁或珊瑚礁周围。以浮游动物或底栖无脊椎动物为食。

海兰德若鲹 *Carangoides hedlandensis*

分布于印度-太平洋区，中国产于台湾和南海。主要栖息于沿岸大陆棚区，属于底栖性鱼类。中、小型鱼则偶尔发现于内湾或开放性的泻湖内。肉食性，以小鱼及无脊椎动物为食。

康氏小公鱼 *Stolephorus commersoni*

分布于东海、台湾海峡、南海、印度洋、西太平洋。生活在近海海湾和咸淡水交汇处、水深 50m 以内的中上层水域。喜结群。具昼夜垂直移动习性，白天栖息在水层较深处。

日本绯鲤 *Upeneus moluccensis*

分布于西太平洋海域，从日本至中国南海。中国产于黄海南部，东海，台湾和南海。近海暖水性小型底层鱼类。栖息于沿岸及近海泥沙底质海区。喜集群，经常用颏须翻动泥沙，捕食底栖甲壳类或软体动物。食用经济鱼类。

无斑拟羊鱼 *Mulloidichthys vanicolensis*

分布于太平洋西部、东至太平洋夏威夷群岛、北至日本琉球群岛、中国南海、台湾岛以及西沙群岛等，常栖息于热带珊瑚礁以及通常生活于沙滩浅水处。成小群活动。肉食性，以触须搜寻泥砂里的底栖性动物为食物。成小群活动。肉食性，以触须搜寻泥砂里的底栖性动物为食物。

（8）物种多样性分析

项目海域渔获物重量密度多样性指数 (H') 均值为 2.58 (1.00-3.60)，均匀度指数

(J') 均值为 0.71 (0.38-1.00), 单纯度指数 (C) 均值为 0.28 (0.12-0.61), 丰富度指数 (d) 均值为 1.97 (0.08-2.97)。渔获物个体密度多样性指数 (H') 均值为 2.09 (1.00-3.34), 均匀度指数 (J') 均值为 0.63 (0.24-1.00), 单纯度指数 (C) 均值为 0.39 (0.12-0.73), 丰富度指数 (d) 均值为 1.15 (0.06-1.74)。结果详见表 3.2.6-43。

表 3.2.6-43 渔获物多样性指数值

(9) 主要种类幼鱼比例

在本次调查的渔获物中, 鱼类幼体约占 41.69%, 主要幼鱼渔获物为黑边布氏鲷、条纹眶棘鲈、斑条鲷、长圆银鲈、长身马鲷、黑斑卡拉鲷、黄斑光胸鲷、线纹鳗鲶、红纹长鳍天竺鲷、海兰德若鲈、康氏小公鱼、日本绯鲤、无斑拟羊鱼。结果详见表 3.2.6-44。

表 3.2.6-44 主要渔获种类幼鱼比例

(10) 小结

本次调查共渔获游泳动物 81 种, 其中鱼类 67 种, 头足类 4 种, 甲壳类 10 种。游泳动物的平均渔获率为 7.70kg/h 和 459ind./h。其中, 鱼类为 7.64kg/h 和 455ind./h, 头足类的平均渔获率为 0.02kg/h 和 2ind./h, 甲壳类的平均渔获率为 0.04kg/h 和 2ind./h。根据扫海面积法估算, 评价区外海海域目前游泳动物的资源密度约为 705.40kg/km² 和 42084ind./km², 其中鱼类约为 699.49kg/km² 和 41730ind./km², 头足类 1.88kg/km² 和 137ind./km², 甲壳类约为 4.03kg/km² 和 216ind./km²。

本次调查的优势渔获物鱼类共有 13 种。其中, 黑边布氏鲷的 IRI 最高, 为 7078; 其它优势种依次为条纹眶棘鲈 (878)、斑条鲷 (607)、长圆银鲈 (534)、长身马鲷 (308)、黑斑卡拉鲷 (275)、黄斑光胸鲷 (208)、线纹鳗鲶 (170)、红纹长鳍天竺鲷 (147)、海兰德若鲈 (133)、康氏小公鱼 (132)、日本绯鲤 (121)、无斑拟羊鱼 (107)。优势渔获物甲壳类没有优势种。优势渔获物头足类没有优势种。其它种类的相对重要性指数小于 100。

项目海域渔获物重量密度多样性指数 (H') 均值为 2.58 (1.00-3.60), 均匀度指数 (J') 均值为 0.71 (0.38-1.00), 单纯度指数 (C) 均值为 0.28 (0.12-0.61), 丰富度指数 (d) 均值为 1.97 (0.08-2.97)。渔获物个体密度多样性指数 (H') 均值为 2.09 (1.00-3.34), 均匀度指数 (J') 均值为 0.63 (0.24-1.00), 单纯度指数 (C) 均值为 0.39 (0.12-0.73), 丰富度指数 (d) 均值为 1.15 (0.06-1.74)。

在本次调查的渔获物中, 鱼类幼体约占 41.69%, 主要幼鱼渔获物为黑边布氏鲷、条

纹眶棘鲈、斑条鲈、长圆银鲈、长身马鲛、黑斑卡拉鲈、黄斑光胸鲈、线纹鳗鲶、红纹长鳍天竺鲷、海兰德若鲈、康氏小公鱼、日本绯鲤、无斑拟羊鱼。

3.2.6.3.6 潮间带生物

(1) 种类组成

3 个潮间带断面共采获了 6 个生物类别中的 20 科 26 种生物（包含定性样品）。其中刺胞动物和星虫动物各有 1 科 1 种，均占总种类数的 1.52%；环节动物有 7 科 7 种，占总种类数的 10.61%；脊索动物有 2 科 3 种，占总种类数的 4.55%；节肢动物有 13 科 20 种，占总种类数的 30.30%；软体动物门有 21 科 34 种，占总种类数的 51.52%。

3 个断面出现的种类数范围在（8~42）种生物，生物种类最多的断面为 C01，出现 18 种生物；最少为 C03 断面，出现 8 种生物。详见表 3.2.6-45。

表 3.2.6-45 不同断面出现的生物种类数

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 0.27ind./m²，平均生物量为 0.74g/m²；中潮区平均栖息密度为 6.85ind./m²，平均生物量为 9.66g/m²；低潮区平均栖息密度为 16.67ind./m²，平均生物量为 8.15g/m²。详见表 3.2.6-46。

表 3.2.6-46 潮间带生物量和栖息密度

(3) 类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 3.2.6-47 所示，栖息密度以环节动物为主，平均密度为 3.93ind./m²；其次为软体动物，平均密度为 3.48ind./m²，最低为节肢动物，平均密度为 0.52ind./m²。生物量以软体动物为主，平均生物量为 5.04g/m²；其次为环节动物，平均生物量为 0.62g/m²，最低为节肢动物，平均生物量为 0.53g/m²。

表 3.2.6-47 潮间带生物的种类组成生物量与栖息密度

注：--为未发现

（4）优势种

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为狭氏斧蛤。结果详见表 3.2.6-48。

表 3.2.6-48 潮间带生物的优势种

（5）丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

3 个断面高潮区均只采集到 1 种生物，丰富度、多样性指数、均匀度均为 0，单纯度为 1.00。中潮区丰富度范围在 0~1.39 之间，平均为 0.46；单纯度范围在 0.24~1.00 之间，平均为 0.75；多样性指数范围在 0~2.42 之间，平均为 0.81；均匀度范围在 0~0.86 之间，平均为 0.29。低潮区丰富度范围在 0~1.16 之间，平均为 0.53；单纯度范围在 0.22~1.00 之间，平均为 0.59；多样性指数范围在 0~2.37 之间，平均为 1.17；均匀度范围在 0~0.92 之间，平均为 0.55。见表 3.2.6-49。

表 3.2.6-49 潮间带生物的丰富度、单纯度多样性指数和均匀度

注：0 为只采集到 1 种大型底栖生物；--为未发现

（6）小结

3 个潮间带断面共采集了 6 个生物类别中的 20 科 26 种生物（包含定性样品）。其中刺胞动物和星虫动物各有 1 科 1 种，环节动物有 7 科 7 种，脊索动物有 2 科 3 种，节肢动物有 13 科 20 种，软体动物门有 21 科 34 种。

3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 0.27ind./m^2 ，平均生物量为 0.74g/m^2 ；中潮区平均栖息密度为 6.85ind./m^2 ，平均生物量为 9.66g/m^2 ；低潮区平均栖息密度为 16.67ind./m^2 ，平均生物量为 8.15g/m^2 。其中栖息密度以环节动物为主，平均密度为 3.93ind./m^2 ；其次为软体动物，最低为节肢动物。生物量以软体动物为主，平均生物量为 5.04g/m^2 ；其次为环节动物，最低为节肢动物。

海域的潮间带生物优势种类为狭氏斧蛤。

丰富度、单纯度、均匀度和多样性指数分析表明，3 个断面高潮区均只采集到 1 种生物，丰富度、多样性指数、均匀度均为 0，单纯度为 1.00。

3.2.6.3.7 鱼卵与仔稚鱼

（1）种类组成

在采集的 28 个样品中共鉴定出 15 个种类，隶属于 12 科。其中鉴定到属的有 6 种，鉴定到种的有 4 种，其余鉴定到科，部分未鉴定出种类。从发育阶段来看，鱼卵出现的种类 11 种、仔、稚鱼出现的种类有 6 种。

水平拖网共捕获鱼卵 127 粒,仔、稚鱼 21 尾。其中黄鳍鲷鱼卵最多,占总数的 54.33%,其次为鳎鱼卵,占总数的 25.20%;黄鳍鲷仔、稚鱼最多,占总数的 85.71%。鱼卵和仔、稚鱼的优势种均为黄鳍鲷。见表 3.2.6-50。

表 3.2.6-50 鱼卵和仔鱼种类组成

(2) 密度分布

本次垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围(0~7.14)粒/m³,平均值为 0.98 粒/m³,最大值出现在 S01 号站位。采集到的仔、稚鱼密度范围(0~1.43)尾/m³,平均值为 0.17 尾/m³,最大值出现在 S01 号站位。详见表 3.2.6-51。

表 3.2.6-51 鱼卵和仔鱼调查结果

(3) 小结

在采集的 28 个样品中共鉴定出 15 个种类,隶属于 12 科。其中鉴定到属的有 6 种,鉴定到种的有 4 种,其余鉴定到科,部分未鉴定出种类。从发育阶段来看,鱼卵出现的种类 11 种、仔、稚鱼出现的种类有 6 种。

水平拖网共捕获鱼卵 127 粒,仔、稚鱼 21 尾。其中黄鳍鲷鱼卵最多,占总数的 54.33%,其次为鳎鱼卵,占总数的 25.20%;黄鳍鲷仔、稚鱼最多,占总数的 85.71%。鱼卵和仔、稚鱼的优势种均为黄鳍鲷。

本次垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围(0~7.14)粒/m³,平均值为 0.98 粒/m³,最大值出现在 S01 号站位。采集到的仔、稚鱼密度范围(0~1.43)尾/m³,平均值为 0.17 尾/m³,最大值出现在 S01 号站位。

3.2.6.4 珊瑚礁资源调查

3.2.6.4.1 海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区珊瑚资源概况

(1) 保护区内造礁石珊瑚的种类和分布

在整个保护区出现并且可以鉴定识别的造礁石珊瑚物种数合计有 12 科 33 属 118 种,其中海棠湾 85 种,三亚湾 85 种,榆林湾 55 种,亚龙湾 54 种,红塘湾 23 种,崖州湾 51 种。最常见的造礁石珊瑚是:角孔珊瑚、丛生盔形珊瑚、澄黄滨珊瑚、蔷薇珊瑚、鹿角杯形珊瑚、细柱滨珊瑚、膨胀蔷薇珊瑚、变形蔷薇珊瑚、秘密角蜂巢珊瑚和疣状杯形珊瑚。

(2) 保护区造礁石珊瑚的分布特点和覆盖率

①鹿回头湾和小东海海域造礁石珊瑚分布特点和覆盖率

鹿回头区域造礁石珊瑚的平均覆盖率为 16.17%,多为礁石和砂质底。帆船港及鹿回头村附近海域石珊瑚覆盖率较低,底质沙化明显。石珊瑚造礁石珊瑚的种类有 33 种,主要

优势种为：澄黄滨珊瑚、普哥滨珊瑚、丛生盔形珊瑚、角孔珊瑚、鹿角杯形珊瑚、龟岛蔷薇珊瑚。生物：管虫、海胆、海参较多。

小东海区域造礁石珊瑚的平均覆盖率为 6.06%，底质为礁石和沙混合底质。珊瑚退化明显。造礁石珊瑚的种类有 34 种，主要优势种为：膨胀蔷薇珊瑚、蔷薇珊瑚、多曲杯形珊瑚、疣状杯形珊瑚、鹿角杯形珊瑚、指状蔷薇珊瑚。生物：长棘海胆、管虫、海百合较多，有大的马蹄螺，鱼较少。敌害：核果螺。

②大东海海域造礁石珊瑚分布特点和覆盖率

造礁石珊瑚的平均覆盖率为 3.61%，底质为礁石或者沙底。死亡珊瑚覆盖率较高，珊瑚退化严重。造礁石珊瑚有 27 种。主要的优势种为：丛生盔形珊瑚、鹿角杯形珊瑚、疣状杯形珊瑚、多曲杯形珊瑚、腐蚀刺柄珊瑚、多孔鹿角珊瑚。生物：部分站点海百合、管虫、藤壶和蜒管螺较多，偶见珍珠贝和海参。

③东、西瑁洲海域造礁石珊瑚分布特点和覆盖率

造礁石珊瑚的平均覆盖率为 20.08%，底质多数为礁石或者岩石，少数岩石和沙质混合。东西瑁洲两岛西、南部石珊瑚覆盖率均高于东北部。造礁石珊瑚的种类有 69 种，主要优势种为：丛生盔形珊瑚、鹿角杯形珊瑚、蔷薇珊瑚、膨胀蔷薇珊瑚、变形蔷薇珊瑚、角孔珊瑚。生物：核果螺、寄居蟹、管虫较多，有海胆、江珧。

④东西排海域造礁石珊瑚覆盖率

造礁石珊瑚的平均覆盖率为 12.30%，底质为礁石或者岩石。造礁石珊瑚的种类有 55 种。主要优势种为：丛生盔形珊瑚、火焰滨珊瑚、澄黄滨珊瑚、疣状杯形珊瑚、脉状蔷薇珊瑚、鹿角杯形珊瑚。生物：软珊瑚覆盖率较高，有长棘海胆、海百合和管虫非常多。

（3）保护区软珊瑚的种类和分布特点

软珊瑚属于八放珊瑚亚纲、软珊瑚目、软珊瑚亚目的珊瑚门类，目前已在南海记录的软珊瑚有 8 属 50 余种。软珊瑚没有坚硬的骨骼，所以体形柔软，别具特色。

常见的软珊瑚属有：豆荚软珊瑚（*Lopophytum*）、多棘软珊瑚（*Spongodes*）、短指软珊瑚（*Sinularia*）等。因软珊瑚的种类鉴定必须采样看骨骼，只能大致分类到属。软珊瑚易受风浪的破坏，大部分分布在破浪带以下 5~12m 的水深范围，调查中在小东海、大东海、西瑁洲、东瑁洲、双帆石都有软珊瑚分布，双帆石海域分布较多，一般多分布于海岛的东北、东侧和东南侧。软珊瑚与石珊瑚争夺生长空间，软珊瑚多的地方一般石珊瑚分布相对较少。由于软珊瑚目前没有受人为采摘的影响，保护区内的软珊瑚群落基本未受破坏。

3.2.6.4.2 项目附近海域珊瑚资源现状

（1）站位布设

广东汇通检测技术有限公司于 2023 年 07 月 05 日至 07 月 09 日在三亚半山半岛帆船港项目区及周边海域进行珊瑚礁资源调查，共设置珊瑚礁断面调查站位 11 个。调查站位见图 3.2.6-5、图 3.2.6-6 和表 3.2.6-52。

图3.2.6-5 项目附近海域珊瑚礁调查站位布设图（7个断面调查站位）

图3.2.6-6 项目位置珊瑚礁调查站位布设图（4个断面调查站位）

表3.2.6-52 项目及周边珊瑚礁资源调查站位

（2）调查方法

珊瑚礁生物调查方法结合《珊瑚礁生态监测技术规程》（HY/T082-2005）中断面线监测法和国际珊瑚礁调查方法截线样条法（LIT）的要求执行。主要根据照相、摄像的资料对珊瑚种类、活珊瑚覆盖率、死亡造礁珊瑚覆盖率、珊瑚病害、造礁珊瑚补充量、大型底栖生物、珊瑚礁鱼类等珊瑚礁生态监测指标进行分析。

（3）项目附近海域珊瑚礁现状

项目附近海域的 7 个调查站位(站位 1-7)均有珊瑚分布,珊瑚覆盖率为(5.9~39.4)%,平均覆盖度为 25.1%。平均珊瑚补充量为 1.8ind./m²。调查结果表明位于项目附近海域的珊瑚呈带状分布,从小青州至三亚角,水深 3 米至 6 米左右珊瑚覆盖最大。整体看来该海域珊瑚覆盖率较高。底质以砂、礁石、岩石为主,其中活硬珊瑚平均覆盖度 24.7%,软珊瑚平均覆盖度 0.5%,死珊瑚平均覆盖率为 0.1%;砂占各底质类型的 38.9%,礁石占 18.8%,岩石占 15.3%,其他生物的平均覆盖率为 1.8%。

图3.2.6-7 项目附近海域活硬珊瑚覆盖率

图3.2.6-8 项目附近海域底质类型比例

表3.2.6-53 项目附近海域7个站位珊瑚礁覆盖率及底质情况

（4）项目附近海域珊瑚种类

① 活硬珊瑚种类

本次调查在项目附近海域共发现造礁石珊瑚 15 科 28 属 67 种，主要优势种为牡丹珊瑚、中间鹿角珊瑚、丛生盔形珊瑚、滨珊瑚等。小青州附近（站位 1、2）海域主要的优势种为丛生盔形珊瑚、滨珊瑚、蔷薇珊瑚等；国宾馆周边海域（站位 3）主要优势种为角孔珊瑚、滨珊瑚、丛生盔形珊瑚等；鹿回头中部（站位 4、5）及港池东外侧（站位 8）主要优势种为中间鹿角珊瑚、澄黄滨珊瑚、牡丹珊瑚等；港池西外侧（站位 11）主要优势种为丛生盔形珊瑚、滨珊瑚等；三亚角外侧（站位 6、7）主要优势种为滨珊瑚；港池内（站位 9、10、12）珊瑚覆盖率极低。详见表 3.2.6-54。

表3.2.6-54 项目附近海域硬珊瑚名录

② 活软珊瑚种类

本次调查观察到的软珊瑚种类不多，出现的主要种类为指形软珊瑚、柳珊瑚等，7 号站位软珊瑚覆盖率最高，达到 2.1%。

（5）项目附近海域珊瑚病害

本次调查过程观察到少量珊瑚白化，未观察到到核果螺和长棘海星啃食珊瑚现象，珊瑚礁保护区（1-7 号站位）刚发生白化的珊瑚平均覆盖率为 0.1%，其余站位未观察到珊瑚白化现象。

（6）项目附近海域礁区大型底栖生物

调查海域的大型底栖生物十分丰富，有刺冠海胆、砗磲、水媳虫、海百合、海葵、苔藓虫、海绵等多种生物。此外小青州附近（站位 1、2）海域有较多贝类残骸，据了解为人工放流所产生。

（7）项目附近海域珊瑚礁鱼类

珊瑚礁生态系统复杂，珊瑚礁是众多珊瑚礁鱼类索饵和育肥场所，其鱼类物种多样性也较明显。影响物种多样性的因素是多方面的,包括海域的地形、地貌、水文环境以及人为因素等。

在此次调查过程中共发现珊瑚礁鱼类 10 科 19 种，以雀鲷科为主，主要优势种为蓝黑新雀鲷(详见表 3.2.6-55)。珊瑚礁鱼类个体普遍较小，体长在 10~20cm 之间占绝大多数，港池内珊瑚礁鱼类密度较港池外侧鱼类密度大。

表3.2.6-55 项目附近海域珊瑚礁鱼类名录

3.2.6.4.3 帆船港区珊瑚资源现状

（1）帆船港区珊瑚礁现状

根据广东汇通检测技术有限公司于 2023 年 7 月 5 日至 7 月 9 日对项目区周边珊瑚礁现状调查结果，半山半岛帆船港项目区的 4 个站位活造礁石珊瑚覆盖率为(0.2~16.9)%，平均覆盖度为 5.9%。调查结果表明位于半山半岛帆船港项目区港池内（9、10 号站）的珊瑚密度极低，位于帆船港池外东侧

的 8 号站珊瑚覆盖度较高。整体看来该海域珊瑚覆盖率较低，平均珊瑚补充量为 0.5ind./m²。

该海域底质类型除了活造礁石珊瑚，还有砂、死珊瑚、岩石、软泥。8 号站位底质以砂和礁石为主，9、10 号站位底质以软泥为主，11 号站位主要以砂底质为主。4 个站位整体看，底质类型比例中软泥占各底质类型比例最高，为 47.6%，其次为砂，占比为 33.3%，礁石和硬珊瑚分别占 9.9%和 5.9%，其他生物占 2.4%。详见图 3.2.6-9、图 3.2.6-10 和表 3.2.6-56)。

图3.2.6-9 帆船港区底质类型比例

图3.2.6-10 帆船港区活硬珊瑚覆盖率

表3.2.6-56 帆船港区珊瑚礁底质情况

备注：死亡2年以上的珊瑚，算作礁石底质单独计算。

（2）帆船港区珊瑚种类

① 活硬珊瑚种类

本次调查在三亚半山半岛帆船港项目区海域共发现造礁石珊瑚13科21属35种（详见表3.2.6-57），港池内（站位9、10）珊瑚覆盖率极低；港池东外侧（站位8）主要优势种为中间鹿角珊瑚、澄黄滨珊瑚、牡丹珊瑚等；港池西外侧（站位11）主要优势种为丛生盔形珊瑚、滨珊瑚等。

表3.2.6-57 硬珊瑚名录

② 活软珊瑚种类

本次调查海域范围未观察到软珊瑚。

（3）珊瑚病害

本次调查过程观察到少量珊瑚白化，未观察到到核果螺和长棘海星啃食珊瑚现象。

（4）大型底栖生物

调查海域的大型底栖生物十分丰富，有阿文绶贝、砗磲、刺冠海胆、翡翠贻贝、海百合、海菊蛤、海葵、海绵、蓝指海星、梅氏长海胆等多种大型底栖生物。

（5）珊瑚礁鱼类

帆船港区海域共发现珊瑚礁鱼类8科13种，以雀鲷科为主，主要优势种为蓝黑新雀鲷(详见表3.2.6-58)。珊瑚礁鱼类个体普遍较小，密度较高，体长在5~10cm之间占绝大多数，港池内的9、10号站位的鱼类密度较高。未观察到大型的有经济价值的珊瑚礁鱼类(如石斑鱼等)。

表3.2.6-58 鱼类名录

3.2.6.4.4 项目周边海域珊瑚礁资源回顾评估

（1）收集资料概况

工程竣工后，为了更好的评价项目运营对附近珊瑚礁资源的影响，三亚半山半岛帆船港有限责任公司先后委托相关技术单位在项目及附近海域进行珊瑚礁资源调查，珊瑚礁调查站位见下图 3.2.6-11 和表 3.2.6-59。

图3.2.6-11a 历年珊瑚礁调查站位图（三亚珊瑚礁国家级自然保护区）

图3.2.6-11b 珊瑚礁调查站位布设图（项目区）

表3.2.6-59a 2013年珊瑚礁调查站位

表3.2.6-59b 2014、2015、2020~2023年珊瑚礁调查站位

表3.2.6-59c 2016~2019 年珊瑚礁调查站位

表3.2.6-59d 2013~2023年珊瑚礁调查站位（项目区）

(2) 种类

2010年本底调查发现造礁石珊瑚9科24属47种，2013年调查发现造礁石珊瑚13科25属54种，2014年调查共发现造礁石珊瑚13科25属45种，2015年调查共调查到造礁石珊瑚13科29属54种。2016年共调查到造礁石珊瑚11科24属41种。2017年共调查到造礁石珊瑚12科24属51种。2018年共调查到造礁石珊瑚12科22属49种。2019年共调查到13科23属51种。2020年调查共发现造礁石珊瑚13科27属54种。2021年调查共发现造礁石珊瑚16科32属57种。2022年调查共发现造礁石珊瑚13科26属54种。2023年调查共发现造礁石珊瑚15科28属67种。

项目建设前后造礁石珊瑚种属数量变化见图3.2.6-12，对比历年造礁石珊瑚种属数量可以看出，2023年造礁石珊瑚种属数量最高，为67种，2016年造礁石珊瑚种属数量最低，为41种，其余年度均在45~57之间波动。由于某些年度的珊瑚调查站位有所不同，调查到的珊瑚种类也会有所变化，同时也跟调查时的海况有关，海况好，海水透明度高，照片和录像拍摄的比较清楚，容易分辨，海况不好，透明度低，照片和录像不容易辨识。总体来说，半山半岛帆船港项目建成后，附近海域造礁石珊瑚的种类数量各年度变化幅度不大，整体较为稳定。

图3.2.6-12 历年珊瑚礁种类数量变化

(3) 覆盖率

根据2010年的本底资料显示，鹿回头海域珊瑚覆盖率为15.08%，项目位置附近珊瑚覆盖率可以达到17%。2013年鹿回头海域的珊瑚覆盖率在25%左右，而项目位置附近海域的珊瑚覆盖率在26.7%。2014年调查鹿回头海域的珊瑚覆盖率在33.06%，项目位置附近珊瑚覆盖率可以达到10.12%。2015年调查鹿回头海域的珊瑚覆盖率为25.44%，项目位置附近珊瑚覆盖率可以达到19.65%。2016年调查数据显示鹿回头海域的珊瑚覆盖率为26.13%，项目位置附近的珊瑚覆盖率为13.08%。2017年数据显示鹿回头海域的珊瑚覆盖率为18.56%，项目位置附近的珊瑚覆盖率为6.08%。2018年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为21.63%，项目位置的珊瑚覆盖率为11.25%。2019年调查数据显示鹿回头海域的珊瑚覆盖率为20.25%，项目位置的珊瑚覆盖率为10.00%。2020-2021年调查数据显示鹿回头海域的珊瑚覆盖率为24.5%，项目位置的珊瑚覆盖率为4.2%。2021-2022年调查数据显示鹿回头海域的珊瑚覆盖率为20.3%，项目位置的珊瑚覆盖率为4.4%。2022年

调查数据显示鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 17.4%，项目位置的珊瑚覆盖率为 2.8%。2023 年调查数据显示鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 25.1%，项目位置的珊瑚覆盖率为 7.8%。

根据近几年珊瑚礁调查资料，2014 年调查鹿回头海域的珊瑚覆盖率为历年最高，覆盖率为 33.06%，2014 年鹿回头海域珊瑚礁覆盖率达最高值后，2015 年~2023 年珊瑚礁覆盖率在 17.4%~25.44%之间波动，2017 年和 2022 年珊瑚礁覆盖率低于 20%，分别为 18.56%和 17.4%。项目区海域珊瑚礁覆盖率 2013 年最高，为 26.7%，2014 年有所降低，而后各年度项目区海域珊瑚礁覆盖率变化不大，较为稳定，具体见图 3.2.6-13 历年珊瑚礁覆盖率对比。

由于鹿回头海域某些年度的珊瑚调查站位有所不同，调查到的珊瑚覆盖率也会有所变化，总体上近年来鹿回头海域的珊瑚覆盖率基本都在 20%左右，且项目建成后造礁石珊瑚覆盖率回升并超过工程建设前的水平，珊瑚礁生态系统比较稳定。

项目区的珊瑚种类主要是十字牡丹珊瑚、指状蔷薇珊瑚占绝对优势，也有少量的杯型珊瑚、角孔珊瑚、滨珊瑚生长。业主单位于 2016 年 12 月在港池内投放了 17 个人工鱼礁，并有珊瑚附着生长，说明港池区域的环境也适合珊瑚生长。2019 年之前，项目区珊瑚礁覆盖率基本保持在 10%左右，2020 年至 2022 年项目区珊瑚礁覆盖率降低到 5%以下，2023 年项目区珊瑚礁覆盖率又有所回升。与鹿回头海域的珊瑚生态系统相比，项目区珊瑚礁生态系统受人类活动的影响更大。

图3.2.6-13 历年珊瑚覆盖率对比

3.2.7 海洋生物质量

3.2.7.1 调查方案

(1) 站位布设

在项目区附近海域设置海洋生物质量监测站位 14 个，见表 3.2.4-1 和图 3.2.4-1、图 3.2.4-2 所示。

(2) 调查项目、分析方法

分别选取鱼类、甲壳类、软体类、贝类的常见种各 1~2 种，分袋、冰冻保存，取可食部分进行分析。具体监测项目详表见表 3.2.7-1。

表 3.2.7-1 监测项目及分析方法

(3) 评价标准与方法

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（Hg、As、Zn、Pb、Cd、Cu、Cr）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。各评价因子的评价标准值见表 3.2.7-2。

表 3.2.7-2 生物体内污染物评价标准 （单位： $\times 10^{-6}$ ）

3.2.7.2 2024 年春季生态现状调查结果

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。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 14 个生物质量监测站位，获取调查项目附近海域的游泳动物（黑边布氏鲷、日本蟳、黄斑光胸鲷、小牙鲷、长圆银鲈、长体蛇鲻、虎斑乌贼、远洋梭子蟹、斑条鲈、食蟹豆齿鳗、短棘鲷）。

根据监测结果，采集到的 14 个站位中有鱼类 8 种、甲壳类 2 种、头足类（软体类）1 种，石油烃含量在 $4.3\sim 19.0$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均为 10.5 ($\times 10^{-6}$)；铜含量在未检出 ~ 8.7 ($\times 10^{-6}$) 之间，平均为 1.5 ($\times 10^{-6}$)；铅含量在 $0.02\sim 0.43$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均为 0.18 ($\times 10^{-6}$)；砷含量在未检出 ~ 1.1 ($\times 10^{-6}$) 之间，平均为 0.3 ($\times 10^{-6}$)；总汞含量在 $0.010\sim 0.038$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均为 0.023 ($\times 10^{-6}$)；锌含量在 $3.7\sim 32.6$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均为 12.2 ($\times 10^{-6}$)；镉含量在未检出 ~ 0.120 ($\times 10^{-6}$) 之间，平均为 0.011 ($\times 10^{-6}$)，铬含量在 $0.45\sim 0.94$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均为 0.73 ($\times 10^{-6}$)，详见表 3.2.7-3。

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、铬、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。

表 3.2.7-3 2024 年春季生物体样品中总石油烃、重金属元素含量

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 3.2.7-4 2024 年春季生物体样品中总石油烃、重金属含量标准指数

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。

3.2.7.3 2023 年秋季现状调查结果与评价

在项目区附近海域布设了 14 个生物质量监测站位，获取调查项目附近海域的游泳

动物（原长鳍天竺鲷、布氏石斑鱼、线纹鳗鲶、黑边布氏鲷、日本瞳鲷、无斑拟羊鱼、长圆银鲈、康氏小公鱼、斑条鲈、斑柄鹦天竺鲷、条纹眶棘鲈、长蛸）。

根据监测结果，采集到的 14 个站位中有鱼类 11 种、头足类（软体类）1 种，石油烃含量在 $7.0\sim 17.8 (\times 10^{-6})$ 之间，平均为 $11.7 (\times 10^{-6})$ ；铜含量在未检出 $\sim 6.3 (\times 10^{-6})$ 之间，平均为 $1.1 (\times 10^{-6})$ ；铅含量在 $0.07\sim 0.82 (\times 10^{-6})$ 之间，平均为 $0.42 (\times 10^{-6})$ ；砷含量在未检出 $\sim 1.6 (\times 10^{-6})$ 之间，平均为 $0.2 (\times 10^{-6})$ ；总汞含量在 $0.004\sim 0.022 (\times 10^{-6})$ 之间，平均为 $0.010 (\times 10^{-6})$ ；锌含量在 $5.0\sim 20.5 (\times 10^{-6})$ 之间，平均为 $10.2 (\times 10^{-6})$ ；镉含量在未检出 $\sim 0.033 (\times 10^{-6})$ 之间，平均为 $0.011 (\times 10^{-6})$ ，铬含量在未检出 $\sim 0.26 (\times 10^{-6})$ 之间，平均为 $0.10 (\times 10^{-6})$ ，详见表 3.2.7-5。

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、铬、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。

表 3.2.7-5 2023 年秋季生物体样品中总石油烃、重金属元素含量

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 3.2.7-6 2023 年秋季生物体样品中总石油烃、重金属含量标准指数

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。

3.2.8 海洋自然灾害

(1) 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。

表3.2.8-1 各月平均雷暴日数

(2) 灾害性海浪

海南省夏、秋季产生灾害性海浪的因素主要为热带气旋，春、冬季产生灾害性海浪的因素主要为冷空气。2010~2018 年期间，南海出现巨浪（浪高大于 4m）的年平均日数为 64.1 天，出现大浪（浪高大于 3m）的年平均日数为 142 天。其中，2015 年出现灾害性海浪的日数较少，大浪日数为 116 天，巨浪日数为 47 天；2011 年出现灾害性海浪的日数较多，大浪日数为 167 天，巨浪日数为 91 天，其中，因热带气旋影响产生的巨浪日数为 19 天；因冷空气影响产生的巨浪日数为 62 天。

表3.2.8-2 2010~2018年南海灾害性海浪日数分布表（天）

(3) 热带气旋

2010~2018 年间，西北太平洋和南海共生成 223 个热带气旋，平均每年生成 27.9 个。有 69 个热带气旋进入南海或在南海生成，有 13 个登陆海南岛。其中，1002 号台风“康森”于 2010 年 7 月 16 日 19 时 50 分左右在海南岛三亚亚龙湾一带沿海登陆。按月份统计，7 月登陆次数最多，6 月和 8 月为其次，1 月~4 月和 12 月没有热带气旋登陆三亚，登陆三亚的热带气旋按月统计频数见下表。

表3.2.8-3 登陆三亚的热带气旋按月统计频数表

以三亚站的气压为指标，根据各热带气旋对三亚市的影响严重程度，摘录 2000~2019 年热带气旋登陆时三亚实测气压<990hpa 的热带气旋列于下表。

表3.2.8-4 2000~2019年登陆（或严重影响）三亚的部分热带气旋信息统计表

(4) 风暴潮

三亚海域风暴潮现象主要是由热带气旋影响期间在沿岸引发不同程度的风暴增水造成的。2010~2018 年间，三亚海域共出现 6 次较明显的风暴潮过程，分别为：1108 号强热带风暴“洛坦”影响期间，三亚站最高潮位 227cm，未超当地警戒潮位；1117 号强台风“纳沙”影响期间，三亚验潮站最高潮位 256cm，接近当地警戒潮位；1119 号强台风“尼格”影响期间，三亚海洋验潮站最高潮位 273cm，接近当地警戒潮位；1213 号台风“启德”影响期间，三亚湾验潮站最大增水 36cm，最高潮位 220cm；1719 号强台风“杜苏芮”影响期间，三亚验潮站最大增水 67cm，最高潮位 275cm，超蓝色警戒潮位 7cm；1809 号热带风暴“山神”影响期间，三亚验潮站最大增水 60cm，最高潮位为 159cm。2021 年，影响三亚市的台风主要有 2104 小熊以及 2107 查帕卡。受 2104 号“小熊”的影响，6 月 12 日前后海南岛东南部海面有热带低压生成，6 月 11 日 08 时~14 日 08 时三亚降雨 100~200mm，局地 200mm 以上。受 2107 号“查帕卡”的影响，7 月 21 日~22 日，三亚市近海和南部海面，风力 5~7 级、雷雨时阵风 7~9 级；21 日 08 时~24 日 08 时过程累积雨量达 25~50mm。

(5) 地震

本区自第三纪以来的新构造运动是以地壳缓慢上升为主，伴有局部下降且没有大的地震活动。现今构造活动性较弱，区域稳定性较好，无特殊性岩土及地质灾害。

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），工程所在区域抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，设计地震分组为第一组。

4 资源生态影响分析

4.1 生态评估

本项目论证等级为一级论证，根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)的要求，开展本项目的生态评估。由于本项目为续批用海，因此只有一个用海方案，即现状用海。

4.1.1 重点和关键因子确定

本帆船港项目于 2011 年 11 月建成，运营至今约 13 年，由项目建设引起的水动力环境的变化已趋于稳定。项目运营期生活污水排入市政污水管，最终进入污水处理厂进行处理，不排海。运营期含油污水统一收集，交由相关含油废水处理单位处理，不外排。固体废物统一收集由环卫部门处理。从 2013 年开始，本项目每年均开展跟踪监测和生态评估工作。根据历年的跟踪监测结果，工程后项目附近水质均保持一类海水水质标准，表层沉积物均保持一类沉积物质量标准。

由于本项目位于三亚珊瑚礁国家级自然保护区鹿回头片区的实验区内，油类对珊瑚及其生境的危害和影响很大，本项目运营期在做好日常污染物收集处理处置的基础上，还要关注和预防突发性的溢油事故，防止其对珊瑚及其生境造成影响。

因此本报告的生态评估重点和关键因子选取生态环境中的珊瑚礁种类和覆盖率；水动力环境中工程建成后（现状）海域的流速、流向；水环境中的溢油风险。

4.1.2 水动力重点和关键预测因子的数值计算

【本小节主要根据 2010 年中国海洋大学编制的《三亚半山半岛帆船港建设项目海洋环境影响报告书》（2011 年 10 月 18 日取得批复(三海渔〔2011〕294 号)和国家海洋信息中心编制的《三亚半山半岛帆船港建设项目海域使用论证报告书》（2011 年 12 月 9 日取得批复(国海管字〔2011〕852 号)）相关结论进行概况总结分析】。

4.1.2.1 项目区域潮流场情况

三亚半山半岛帆船港项目位于三亚湾东端的鹿回头湾内，三亚湾内潮流较弱，属于弱流区，项目附近前沿水域潮流呈现出往复流的特征，其流向基本为 NE 和

SW 向，涨潮过程中受鹿回头岭掩护，项目附近潮流场相对较小，根据原报告数值模拟计算结果，项目所在的三亚湾涨潮和落潮流速均较小，约为 0.1~0.4m/s 之间。

根据《三亚半山半岛帆船港建设项目海洋环境影响报告书》和《三亚半山半岛帆船港建设项目海域使用论证报告书》，项目建设对周边潮流场影响的主要结论是：工程建设东西两侧防波堤结构为非透水，由于工程附近潮流主要流向为 NE 和 SW 向，东西两侧非透水式防波堤将阻挡防波堤东西两侧的潮流，潮流在防波堤的前沿海域产生的调流，但对防波堤口门附近的潮流影响很小，加之项目前沿的水动力条件较弱——涨落潮潮流最大流速均没有超过 40cm/s，故潮流流速的变化较小，但由于东西两侧的防波堤没有向海伸入过长（340m 左右），同时工程东西两侧的防波堤基本是建设在滩涂礁盘之上。因此，虽然东西两侧防波堤的建设阻挡了东西两侧的潮流，但其影响仍然较为有限。项目附近海域潮流动力条件较弱，对比工程前后海域潮流流态和结果，可认为工程建设对本区的潮流流态和潮流结构影响较小，项目建设对周边海域的潮流影响较小。

图 4.1.2-1 项目区域落潮流场分布图

图 4.1.2-2 项目区域涨潮流场分布图

本报告给出目前项目附近区域涨落潮流场分布情况，由图 4.1.2-1 和图 4.1.2-2 可知：落潮时，潮流方向整体由西北向东南，项目所在的鹿回头湾受到凤凰岛和小青洲等海岛陆域地形掩护，整个鹿回头湾流速基本都在 0.2m/s 以内；涨潮时，潮流方向整体由东南向西北，受到鹿回头岭的掩护，鹿回头湾和三亚湾东端流速也基本都在 0.2m/s 以内。实际上，受周边地形影响，项目区域潮流场动力较弱，涨潮和落潮流速非常小，均不超过 0.2m/s，相比较整个鹿回头湾东西防波堤建设基本不会对该区域地形产生较大影响，进而对该区域的潮流场也不会形成较大影响。

4.1.2.2 项目用海对地形地貌冲淤环境的影响

根据工程区岩土调查的结果，工程区第①层由珊瑚碎屑混砂(Q4m)组成，灰色色，松散，饱和，土质不均匀，主要成份为珊瑚碎屑和粉砂，珊瑚碎屑为棱角状， $d=1\sim 6\text{cm}$ ，局部岩芯呈柱状，含少量贝壳碎屑。该层在整个场地均有分布，

直接出露于地表，标高-11.30m~-0.28m，厚度 7.00m~11.80m，平均厚度 9.52m。因此除三亚河口输入的悬浮泥沙外，工程区域不存在泥沙重新悬浮的问题。

根据数值模拟的结果，本工程实施后，对潮位和潮流的影响不大，只是在防波堤和港池附近潮流有所改变，这些变化引起的冲淤变化经计算，整个港池水域开挖后淤积强度在 1cm~3cm/a 左右，港区内绝大多数海域淤积强度在 1~3cm/a 之间，虽然防波堤的建设改变了海域自然属性，而且港池疏浚工程改变了海域自然水深，项目建成后将会引起工程区局部水动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化，在防波堤内侧的西北角和东北角淤积强度相对较大，最大淤积强度达到约 2~5cm/a，港区其他海域水体含沙量小，淤积强度较小。总体来讲本项目的建设对该海域的冲淤环境影响不大。

4.1.3 水环境重点和关键预测因子的数值计算

【本小节主要根据 2010 年中国海洋大学编制的《三亚半山半岛帆船港建设项目海洋环境影响报告书》（2011 年 10 月 18 日取得批复(三海渔〔2011〕294 号)和国家海洋信息中心编制的《三亚半山半岛帆船港建设项目海域使用论证报告书》（2011 年 12 月 9 日取得批复(国海管字〔2011〕852 号)）相关结论进行概况总结分析】。

4.1.3.1 溢油事故

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，事故性污染是指船舶碰撞、搁浅、触礁等突发性事故造成的污染；操作性污染是指加油作业以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油等造成的污染。溢油发生后，油膜在海面上漂浮扩散，阻止海气交换，将对海洋水环境和景观造成影响。根据 1997~2002 年我国码头溢油事故的统计资料，事故性溢油污染约占 18%，即船只发生撞船事故并造成石油泄漏的几率很小，发生量也较小，石油入海一般在 0.2t~0.6t。而操作性溢油污染约占 82%，本项目游艇在码头前沿附近海域因为大风浪等原因发生碰撞或搁浅等事故沉没导致溢油事件发生，可能会导致船舶污染事故。

本项目位于三亚湾东段的鹿回头湾内，运营期游艇进出港及过往船只数量相对较多，使得通航环境变得更加复杂，船艇发生碰撞导致溢油的风险事故概率也随之增加。由于项目区位于珊瑚礁自然保护区内，应特别注意对万一发生船舶碰撞和沉没造成的燃油泄漏对周围珊瑚的影响，因此，本报告在不同的风况和潮流

组合条件下，对可能发生事故溢油的漂移扩散趋势进行预测，为海上溢油制订应急计划提供依据。

（1）溢油漂移趋势预测模型

溢油在海洋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湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩散过程持续时间很短，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，这两种过程总是同时存在，通常称为“平流—扩散”问题。本报告主要采用“油粒子”方法来模拟溢油在海洋环境中的时空行为。用确定性方法模拟平流过程，采用“油粒子”随机走动方法模拟湍流扩散过程。

a、溢油运动的模拟

● 漂移

根据拉格朗日观点，单个粒子在 Δt 时段内由漂移过程引起的位移可表达为：

$$\overline{\Delta S}_i = (\overline{U}_i + \overline{U}_w) \Delta t$$

式中： $\overline{\Delta S}_i$ ——第 i 粒子的位置；

\overline{U}_i ——质点初始位置处的平流速度；

\overline{U}_w ——风应力直接作用在油膜上的风导速度。输移介质的平流 \overline{U}_i 是潮流、风海流的合成流。平流所引起的每个油粒子在 x 方向和 y 方向的位移容易求得：

$$\Delta x_i = u_i \cdot \Delta t$$

$$\Delta y_i = v_i \cdot \Delta t$$

式中： u_i 、 v_i —— \overline{U}_i 在 x 方向和 y 方向的分量；

Δt ——时间步长。

风导输移是引起平流输移的另一重要因素，风对海面上溢油的作用除了风生海流外，还有一部分是风应力直接作用在油膜上。风对溢油输移的直接作用可用下式来表示：

$$\overline{U}_w = f \cdot W$$

式中： W ——风速向量；

f ——风因子矩阵，风导速度一般为风速的 0.8~5.8%，偏角在 0~45°之间，本文近似取为 0.03。

● 水平扩散过程

溢油入海后即漂浮于海面，迅速扩散成油膜，并随风逐渐漂移，随着油膜的变薄及易挥发物质的逸出，油膜厚度减至大约 $10^{\mu m}$ 后在破碎波和海流的作用下，连续油膜破碎，在海水紊流的作用下，油膜小碎片向四处飘散，形成更大的污染区。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》中推荐的 Blokker 油膜扩散经验公式。

$$D_t^3 - D_0^3 = 24k(\rho_w - \rho_0) \frac{\rho_0}{\rho_w} \cdot \frac{V \cdot t}{\pi}$$

式中： D_t ——扩散到 t 时的油膜直径(m)；

D_0 ——初始时刻油膜直径(m)；

V ——溢油体积(m^3)；

t ——时间(min)；

ρ_0 ——油的密度；

ρ_w ——海水密度；

k ——经验系数，根据 Jeffery 的经验数据， k 的平均值为 216。

Blokker 公式为静水经验公式，没有考虑湍流扩散过程，近年来，许多学者采用随机走步方法来模拟这一过程，油膜用若干“油粒子”来代表，“油粒子”随机扩散过程可以用下式描述。

$$\overline{\Delta\alpha} = R \cdot \sqrt{6k_\alpha \Delta t}$$

式中： $\Delta\alpha$ —— α 方向上的湍动扩散距离(α 代表 x 、 y 坐标)；

R ——[-1,1]之间的均匀分布随机数；

k_α —— α 方向上的湍流扩散系数；

Δt ——时间步长。

因此，单个粒子在 Δt 时段内的位移可表示为：

$$\overline{\Delta\gamma_i} = (\overline{U_i} + \overline{U_w})\Delta t + \overline{\Delta\alpha}$$

b、溢油挥发模型

本文海面溢油主要考虑的是柴油，其质量传递速率主要由风引起，可根据《建设项目环境风险评价技术导则》规定的 Suttion 公式计算：

$$Q_l = a \left[\frac{P_s M}{RT_s} \right] \cdot u^{(2-n)/(2+n)} \cdot r^{(4+n)/(2+n)}$$

式中：

Q_l ——质量蒸发速度(kg/s)；

P_s ——液体表面蒸汽压(Pa)；

M ——分子量；

R ——气体常数(8.314J/mol·K)；

T_s ——大气温度(K)，计算时取 25°C(即 298K)；

u ——风速(m/s)；

r ——液池半径(m)；

a, n ——大气稳定度系数。一般在计算时取中性稳定度对应的 a 和 n 值(取值参考《建设项目环境风险评价技术导则》)。

(2) 油粒子扩散边界条件处理

油粒子在漂移的过程中可能到达陆地的边界，这时，认为这些粒子粘附在陆地上，在计算中该粒子退出计算程序，不再参与计算。这种处理方法有一定的局限性，因为登陆的油粒子有可能在湍流的作用下重新回到水中，但目前还无法对这些过程进行合理的定量描述。

(3) 溢油预测参数选取

①溢油地点

溢油地点选择半山半岛帆船港口门附近区域，见图 4.1.3-1。

②溢油量及溢油方式

帆船港内目前停靠的最大尺寸游艇为 146 尺的游艇，其油箱的最大燃油储量在 40450L 左右（不同型号游艇携带燃油略有区别），假设该类游艇在码头前沿附近海域因为大风浪等原因发生碰撞或搁浅等事故沉没，并且导致燃油泄漏，其燃油的泄漏量按照船舶搁浅时的平均泄漏量 24%计算，大约会泄漏游艇用燃

油（柴油）9708 升，会造成港口附近以及珊瑚礁保护区核心区大片海域表因此，模型计算的溢油量定为 8t，以此作为船舶发生溢油事故的预测源强。

点源连续排放，持续时间为 1 小时。

③风场

据三亚气象站统计，三亚地区盛行风向为 E、NE 和 ENE，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。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017），特选择夏季主导风（SW）、冬季主导风（NE）和不利风向（西侧为珊瑚礁保护区和西瑁洲岛，西北侧为三亚湾，特选择 E 和 SE），不利风速（夏季主导风）三种工况组合进行溢油数值模拟，预测溢油后其扩散漂移轨迹、扫海面积、残留量等指标，工况组合见表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 预测风险组合

图 4.1.3-1 溢油 生点位置图

（4）溢油预测结果分析

由计算可知，在不同风向作用下，油膜经一定时间可经蒸发、乳化等作用消失在计算域内。以下是在上述预测风险组合条件下，预测点溢油，油膜的扩展面积、扫海面积及残留量等。不同风向下油膜扩散范围见表 4.1.3-2 和图 4.1.3-2~图 4.1.3-5。

表 4.1.3-2 油膜漂移距离、漂移速度、扫海面积、残留量等

图 4.1.3-2 西南风下油膜扩散范围示意图

图 4.1.3-3 东北风下油膜扩散范围示意图

图 4.1.3-4 东风下油膜扩散范围示意图

图 4.1.3-5 东南风下油膜扩散范围示意图

（5）溢油影响分析

由表 4.1.3-2 可以看出：由于溢油量为 8t，且主导平均风速在 3~4m/s 之间，风速较小，因此，油膜扩散距离和范围也相对较小。

夏季主导西南风作用下，溢油漂移轨迹整体向小青洲方向扩散。溢油发生 7

小时后抵达小青洲附近沿岸，扫海面积为 0.25 km^2 。冬季主导东北风作用下，溢油漂移轨迹整体向项目区域西南方向扩散，经过鹿回头岭沿岸吸附后，绕过鹿回头岭后，呈东南西北方向往复漂移后，最终在距项目区域 9.7 km 附近海域蒸发消失，扫海面积为 17.3 km^2 。

东风不利条件下，溢油发生 48 小时后抵达东瑁洲附近海域，60 小时后抵达东瑁洲沿岸，扫海面积为 9.5 km^2 。东南方不利条件下，溢油发生 10 小时内基本在鹿回头湾内徘徊向西北方向移动，进入三亚湾后，38 小时后抵达三亚湾中部沿岸，扫海面积为 4.8 km^2 。

由于项目位于珊瑚礁保护区内，溢油发生后将对珊瑚礁保护区的保护对象、周边度假旅游区和附近海洋生态环境产生较大影响。在溢油发生后，应在最短的时间内，根据溢油应急预案提前作好防范措施，减少对周围水体环境质量的影响，尤其是对周边珊瑚礁生态系统的影响。

根据现场调查，业主单位在十几年的运营期间，制定了合理的航路、采取有效的交通管理措施及防台应急措施等预案，确保游艇通航安全，至今未发生溢油事故。建议业主单位在后期继续运营期间，继续完善各种规章制度和应急预案，确保溢油零事故发生。

4.1.4 资源生态影响程度、范围

根据水动力的重点和关键因子数值计算的结果，由于东西两侧防波堤的阻挡作用，潮流在防波堤的前沿海域产生调流，但对防波堤口门附近的潮流影响很小，加之拟建项目前沿的水动力条件较弱，故潮流流速的变化较小。即项目建设对周边海域的潮流影响很小，影响范围主要集中在项目附近。

根据水环境的重点和关键因子数值计算的结果，在夏季主导风（SW）、冬季主导风（NE）和不利风向（E 和 SE），不利风速（夏季主导风）三种工况组合下，溢油可能影响的范围为西瑁洲以东、鹿回头角以北，与三亚湾围成的海域。

选取水动力和水环境重点和关键因子的最大影响面积，即西瑁洲以东、鹿回头角以北，与三亚湾围成的海域，作为本项目对资源生态影响的主要范围。

4.2 资源影响分析

本项目位于鹿回头半岛的鹿回头湾近岸海域，论证范围内分布有珊瑚礁资源、海洋生物资源（含渔业资源）和岛礁资源等。本项目是已建成的海上帆船

游艇基地，项目用海是为了给帆船、游艇等提供靠泊，涉海建设内容为防波堤、游艇存放平台（含加油泊位）、亲水平台及护岸，于 2010 年 9 月开工建设，已于 2011 年 11 月建成。

作为已建工程项目的续批用海，项目用海资源环境影响分析内容应有别于一般未建项目，因此本节主要关注项目建设前后周边海域岸线资源、生物资源、水文动力环境、水质环境、生态环境（包括典型海洋生态系统）的变化情况。

本节主要根据《三亚半山半岛帆船港建设项目海洋环境影响报告书》（以下简称项目环评报告）、《三亚半山半岛帆船港建设项目海域使用论证报告书》（以下简称项目海域论证报告）和项目建成后 2013-2023 年项目后评估报告等相关资料进行分析。

4.2.1 对岸线资源的影响分析

根据 2009 年、2010 年项目区域遥感影像（图 4.2-1）可以看出，项目建设前所在区域岸线类型为养殖区、基岩和珊瑚礁岸线。。

根据 2012 年、2016 年、2019 年、2023 年项目区域遥感影像（图 4.2-2）可以看出，项目建成后，东防波堤、西防波堤、护岸采用斜坡式结构，均为非透水构筑物，形成人工岸线 491m，改变岸线原有形态和影响生态功能，对岸线资源的影响较大；游艇存放平台及亲水平台采用高桩式结构，为透水构筑物，也改变了岸线原有形态和影响生态功能，对岸线资源的影响也较大，可见，本项目建设过程对附近的岸线有一定影响。

根据 2019 年海南省岸线修测时，将项目建设区域的岸线类型界定为构筑物岸线（人工岸线），周边岸线类型为砂质岸线。本项目续用海域占用人工岸线 491m，其中防波堤水下外缘线占用砂质岸线 3m，根据现场踏勘情况，占用的砂质岸线并非实质占用，所对应的区域人为砂质岸滩，仅在水下外缘线涉及，因此，本项目续用海域对岸线资源影响很小。

图 4.2-1 项目建设前岸线情况

图 4.2-2 项目建设后岸线变化情况

4.2.2 对海域空间资源的影响分析

本项目用海总面积为 15.9465ha，加之三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海 0.0349 公顷，即占用海洋空间资源 15.9814ha，在用海期限内

对该海域其它开发利用活动具有排他性。

为保障船艇进出港的安全和海域其他开发活动的顺利实施，西防波堤堤头处建有航标灯塔，港口举行活动期间向海事部门申请协助，提前发出航行通告和航行警告，确定安全警戒范围，实施海上交通管制，并安排现场巡逻。

4.2.3 对海洋生物资源（包括渔业资源）的影响分析

4.2.3.1 项目建设前海洋生物资源情况

项目建设前浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼等海洋生物资源情况引自项目环评报告中 2009 年 12 月 7~9 日在三亚鹿回头湾附近海域开展的海洋生物资源调查资料。

（1）浮游植物

2009 年调查海域检出浮游植物 72 种（包括硅藻 61 种、甲藻 10 种、蓝藻 1 种），优势种为劳氏角毛藻（*Chaetoceros lorenzianus*）、旋链角毛藻（*Chaetoceros curvisetus*）、拟旋链角毛藻（*Chaetoceros pseudocurvisetus*）和热带骨条藻（*Skeletonema tropicum*）；丰度分别在 $(0.25\sim 13.0)\times 10^6$ 个/ m^3 ，平均为 4.77×10^6 个/ m^3 ；生物多样性指数为 3.55~4.21，平均为 3.93；均匀度在 0.70~0.91 之间，平均为 0.79；丰富度指数在 2.95~4.22 之间，平均为 3.52。

（2）浮游动物

2009 年调查海域检出浮游动物 39 种（类）（包括原生动物 1 种、浮游被囊类 1 种、节肢动物 21 种、毛颚动物 2 种、浮游幼虫 12 类、鱼卵和仔鱼各 1 种），主要优势种为拟长腹剑水蚤（*Oithona similis*）、驼背隆哲水蚤（*Acrocalanus gibber*）、小拟哲水蚤（*Paracalanus parvus*）、肥胖箭虫（*Sagitta enflata*）；丰度在 $(1.06\sim 21.68)\times 10^3$ 个/ m^3 ，平均 4.55×10^3 个/ m^3 ；生物量在 $(0.11\sim 4.11)$ g/ m^3 ，平均 1.36g/ m^3 ；生物多样性指数在 1.93~3.00，平均为 2.63；均匀度在 0.46~0.71，平均为 0.62；丰富度指数在 1.14~1.95，平均为 1.54。

（3）底栖生物

2009 年调查海域检出底栖生物 20 种（包括环节动物 12 种、软体动物 1 种、节肢动物 7 种），主要优势种是细丝鳃虫（*Serpula* sp.）和不倒翁虫（*Sternaspis scutata*）；生物量在 $(0.91\sim 4.36)$ g/ m^2 ，平均 2.57g/ m^2 ；丰度在 $(100\sim 347)$ 个/ m^2 ，平均 198 个/ m^2 ；生物多样性指数在 1.85~2.92，平均为

2.43；均匀度在 0.80~0.93，平均为 0.87；丰富度在 0.87~1.68，平均为 1.25。

（4）潮间带生物

2009 年调查海域检出潮间带底栖生物 27 种（包括软体动物 6 种、节肢动物 15 种、腔肠动物和棘皮动物各 1 种），主要优势种是贪精武蟹（*Parapanope euagona*）和鳞笠藤壶（*Tetraclita squamosa*）；生物量在（8.6~50.7）g/m²，平均 32g/m²；丰度在（24~424）个/m²，平均 113 个/m²；生物多样性指数在 0.92~3.12，平均为 2.03；均匀度在 0.87~0.97，平均为 0.92；丰富度在 0.63~1.86，平均为 1.28。

（5）鱼卵与仔鱼

2009 年调查海域检出鱼卵的平均丰度为 4.15 个/m³，仔鱼的平均丰度为 0.30 个/m³。

4.2.3.2 项目建成后海洋生物资源情况

根据前述 3.2.6 节，项目建成后浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼等海洋生物资源情况采用 2024 年 3 月、2023 年 11 月在亚龙湾至三亚湾一带海域开展的海洋生物资源调查资料。

（1）浮游植物

①种类

2024 年调查海域检出浮游植物 4 门 48 属 132 种（包括变型及变种），其中硅藻门 35 属 102 种、甲藻门 10 属 26 种、蓝藻门 1 属 2 种、金藻门 2 属 2 种。

2023 年调查海域检出浮游植物 4 门 44 属 117 种（包括变型及变种），其中硅藻门 32 属 84 种，甲藻门 10 属 30 种，蓝藻门 1 属 2 种，定鞭藻门 1 属 1 种。

②优势种

2024 年调查海域浮游植物优势种为中肋骨条藻、尖刺拟菱形藻、丹麦细柱藻、劳氏角毛藻、菱形海线藻；

2023 年调查海域浮游植物优势种为丹麦细柱藻、尖刺拟菱形藻、大角管藻、翼根管藻、覆瓦根管藻、膜质半管藻、奇异棍型藻。

③细胞密度

2024 年调查海域浮游植物细胞密度介于（0.20~24.91）×10⁶cells/m³之间，

平均为 $5.62 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ 。

2023 年调查海域浮游植物细胞密度介于 $(0.10 \sim 190.00) \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 之间，平均细胞密度为 $33.59 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 。

④丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度

2024 年调查海域浮游植物丰富度指数 (D) 介于 2.37~3.34 之间，平均值为 2.90；单纯度指数 (C) 介于 0.07~0.33 之间，平均值为 0.16；多样性指数 (H') 介于 2.89~4.68 之间，平均值为 3.89；均匀度指数 (J') 介于 0.47~0.78 之间，平均值为 0.66。

2023 年调查海域浮游植物丰富度指数 (D) 介于 1.58~4.76 之间，平均值为 3.19；单纯度指数 (C) 介于 0.07~0.32 之间，平均值为 0.15；多样性指数 (H') 介于 2.60~4.59 之间，平均值为 3.87；均匀度指数 (J') 介于 0.49~0.79 之间，平均值为 0.68。

(2) 浮游动物

①种类

2024 年调查海域浮游动物共有 13 类 52 属 67 种，其中桡足类有 20 属 30 种，水螅虫有 12 属 13 种，栉水母类、端足类各有 2 属 2 种，毛颚类有 4 属 4 种，浮游软体类、被囊类各有 3 属 5 种，被囊类有 4 属 4 种，介形类、原生动物、原足类、十足类、枝角类、多毛类均有 1 属 1 种，另有 10 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。

2023 年调查海域浮游动物共有 10 类 38 属 51 种，其中桡足类有 17 属 27 种，水螅虫有 10 属 12 种，毛颚类、被囊类各有 3 属 3 种，浮游软体类有 2 属 3 种，栉水母类、钵水母类、介形类、原生动物、十足类、多毛类均有 1 属 1 种，另有 8 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。

②优势种

2024 年调查海域浮游动物优势种类为肥胖软箭虫、微刺哲水蚤、间型莹虾、河螺赢蜚。

2023 年调查海域浮游动物优势种类为间型莹虾、肥胖软箭虫、叉胸刺水蚤、亚强次真哲水蚤、微刺哲水蚤。

③丰度和生物量

2024 年调查海域浮游动物丰度范围为 $(8.80 \sim 768.06) \text{ind/m}^3$ ，平均丰度为

143.97ind/m³，生物量范围为（3.30~703.25）mg/m³，平均生物量为90.64mg/m³。

2023年调查海域浮游动物丰度范围为（5.20~98.00）ind/m³，平均丰度为32.69ind/m³；生物量范围为（2.97~41.10）mg/m³，平均生物量为12.78mg/m³。

④丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度

2024年调查海域浮游动物丰富度指数范围在1.92~6.51之间，平均值为4.17；单纯度指数范围在0.09~0.56之间，平均为值0.20；多样性指数范围在1.71~4.15之间，平均值为3.23；均匀度指数范围在0.40~0.89之间，平均值为0.71。

2023年调查海域浮游动物丰富度指数范围在2.26~5.64之间，平均值为3.74；单纯度指数范围在0.11~0.31之间，平均为值0.18；多样性指数范围在2.36~3.78之间，平均值为3.13；均匀度指数范围在0.62~0.95之间，平均值为0.77。

（3）大型底栖生物

①种类

2024年调查海域大型底栖生物采集鉴定到9门51科71种（包括定性及定量样品），其中刺胞动物有2科2种，环节动物有7科10种，棘皮动物有5科7种，脊索动物有7科9种，节肢动物有14科23种，纽形动物、苔藓动物和星虫动物均有1科1种，软体动物有13科17种。

2023年调查海域大型底栖生物共采集鉴定到9门54科84种（包括定性及定量样品），其中刺胞动物、纽虫动物、苔虫动物和星虫动物均有1科1种，环节动物有16科19种，棘皮动物有4科6种，脊索动物有6科10种，节肢动物有9科28种，软体动物有15科17种。

②优势种

2024年调查海域大型底栖生物优势种类为北部湾美人虾和光滑倍棘蛇尾。

2023年调查海域大型底栖生物优势种类为北部湾美人虾、光亮倍棘蛇尾和污铯棒螺。

③栖息密度和生物量

2024年调查海域大型底栖生物栖息密度范围在(4.98~74.63) ind/m²，平均栖

息密度为 22.03ind/m²；生物量范围在（0.03~214.12）g/m²，平均生物量为 37.46g/m²。

2023 年调查海域大型底栖生物栖息密度范围在（9.95~54.73）ind/m²，平均栖息密度为 30.92ind/m²；生物量范围在（0.18~46.70）g/m²，平均生物量为 7.52g/m²。

④丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度

2024 年调查海域大型底栖生物丰富度范围为 0~1.13，平均为 0.39；单纯度范围为 0.16~1.00，平均为 0.59；多样性指数范围为 0~2.75，平均为 1.09；均匀度指数范围为 0~1.00，平均为 0.59。

2023 年调查海域大型底栖生物丰富度范围为 0~1.39，平均为 0.73；单纯度范围为 0.11~1.00，平均为 0.34；多样性指数范围为 0~2.81，平均为 1.90；均匀度指数范围为 0~1.00，平均为 0.85。

（4）游泳动物

①种类

2024 年调查海域共捕获游泳动物 14 目 35 科 80 种，其中鱼类 10 目 27 科 60 种，甲壳类 2 目 6 科 18 种，头足类 2 目 2 科 2 种。

2023 年调查海域共捕获游泳动物 14 目 39 科 81 种，其中鱼类 10 目 32 科 67 种，甲壳类 1 目 4 科 10 种，头足类 3 目 3 科 4 种。

②优势渔获物的优势种

2024 年调查海域优势渔获物鱼类共有 10 种，为黑边布氏鲷、小牙鲷、鹿斑仰口鲷、短棘鲷、短吻鲷、细纹鲷、黑斑卡拉鲷、长体蛇鲷、康氏小公鱼、长圆银鲈；优势渔获物甲壳类没有优势种；优势渔获物头足类没有优势种。

2023 年调查海域优势渔获物鱼类共有 13 种，为黑边布氏鲷、条纹眶棘鲈、斑条鲈、长圆银鲈、长身马鲷、黑斑卡拉鲷、黄斑光胸鲷、线纹鳗鲶、红纹长鳍天竺鲷、海兰德若鲹、康氏小公鱼、日本绯鲤、无斑拟羊鱼；优势渔获物甲壳类没有优势种，优势渔获物头足类没有优势种。

③平均渔获率和资源密度

2024 年调查海域游泳动物的平均渔获率为 8.71kg/h 和 1197ind/h。其中，鱼类为 8.48kg/h 和 1184ind/h，头足类的平均渔获率为 0.03kg/h 和 1ind/h，甲壳类的平均渔获率为 0.20kg/h 和 12ind/h。根据扫海面积法估算，调查区外海海域目

前游泳动物的资源密度约为 $498.56\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $68542\text{ind}/\text{km}^2$ ，其中鱼类约为 $485.42\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $67805\text{ind}/\text{km}^2$ ，头足类 $1.92\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $41\text{ind}/\text{km}^2$ ，甲壳类约为 $11.22\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $695\text{ind}/\text{km}^2$ 。

2023 年调查海域游泳动物的平均渔获率为 $7.70\text{kg}/\text{h}$ 和 $459\text{ind}/\text{h}$ 。其中，鱼类为 $7.64\text{kg}/\text{h}$ 和 $455\text{ind}/\text{h}$ ，头足类的平均渔获率为 $0.02\text{kg}/\text{h}$ 和 $2\text{ind}/\text{h}$ ，甲壳类的平均渔获率为 $0.04\text{kg}/\text{h}$ 和 $2\text{ind}/\text{h}$ 。根据扫海面积法估算，评价区外海海域目前游泳动物的资源密度约为 $705.40\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $42084\text{ind}/\text{km}^2$ ，其中鱼类约为 $699.49\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $41730\text{ind}/\text{km}^2$ ，头足类 $1.88\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $137\text{ind}/\text{km}^2$ ，甲壳类约为 $4.03\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $216\text{ind}/\text{km}^2$ 。

④ 丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度

2024 年调查海域渔获物重量密度多样性指数 (H') 均值为 2.33 (0.25~3.58)，均匀度指数 (J') 均值为 0.64 (0.25~0.93)，单纯度指数 (C) 均值为 0.31 (0.12~0.92)，丰富度指数 (d) 均值为 2.03 (0.08~3.27)。渔获物个体密度多样性指数 (H') 均值为 1.79 (0.31~3.11)，均匀度指数 (J') 均值为 0.50 (0.29~0.81)，单纯度指数 (C) 均值为 0.44 (0.16~0.90)，丰富度指数 (d) 均值为 1.05 (0.05~1.85)。

2023 年调查海域渔获物重量密度多样性指数 (H') 均值为 2.58 (1.00-3.60)，均匀度指数 (J') 均值为 0.71 (0.38-1.00)，单纯度指数 (C) 均值为 0.28 (0.12-0.61)，丰富度指数 (d) 均值为 1.97 (0.08-2.97)。渔获物个体密度多样性指数 (H') 均值为 2.09 (1.00-3.34)，均匀度指数 (J') 均值为 0.63 (0.24-1.00)，单纯度指数 (C) 均值为 0.39 (0.12-0.73)，丰富度指数 (d) 均值为 1.15 (0.06-1.74)。

(5) 潮间带生物

① 种类

2024 年调查海域 3 个潮间带断面采获了 11 个生物类别中的 63 科 111 种生物 (包含定性样品)。其中刺胞动物、绿藻门、棘皮动物、尾索动物各有 1 科 1 种，褐藻门、星虫动物各有 2 科 2 种，红藻门有 2 科 3 种，环节动物有 10 科 15 种，脊索动物有 3 科 5 种，节肢动物有 17 科 33 种，软体动物门有 23 科 47 种。

2023 年调查海域 3 个潮间带断面共采获了 6 个生物类别中的 20 科 66 种生物 (包含定性样品)。其中刺胞动物和星虫动物各有 1 科 1 种，环节动物有 7 科 7 种，脊索动物有 2 科 3 种，节肢动物有 13 科 20 种，软体动物有 21 科 34 种。

②优势种

2024 年调查海域潮间带生物的优势种类为蝾螺。

2023 年调查海域潮间带生物的优势种类为狭氏斧蛤。

③栖息密度和生物量

2024 年调查海域 3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 $0.78\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $1.28\text{g}/\text{m}^2$ ；中潮区平均栖息密度为 $29.78\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $23.46\text{g}/\text{m}^2$ ；低潮区平均栖息密度为 $151.33\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $9.43\text{g}/\text{m}^2$ 。其中栖息密度以软体动物为主，平均密度为 $53.56\text{nd}/\text{m}^2$ ；其次为节肢动物，最低为星虫动物。生物量以软体动物为主，平均生物量为 $8.07\text{g}/\text{m}^2$ ；其次为节肢动物，最低为星虫动物。

2023 年调查海域 3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 $0.27\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $0.74\text{g}/\text{m}^2$ ；中潮区平均栖息密度为 $6.85\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $9.66\text{g}/\text{m}^2$ ；低潮区平均栖息密度为 $16.67\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $8.15\text{g}/\text{m}^2$ 。其中栖息密度以环节动物为主，平均密度为 $3.93\text{nd}/\text{m}^2$ ；其次为软体动物，最低为节肢动物。生物量以软体动物为主，平均生物量为 $5.04\text{g}/\text{m}^2$ ；其次为环节动物，最低为节肢动物。

④丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度

2024 年调查海域 3 个断面高潮区丰富度范围在 $0\sim 1.71$ 之间，平均为 0.94 ；单纯度范围在 $0.52\sim 1.00$ 之间，平均为 0.68 ；多样性指数范围在 $0\sim 0.97$ 之间，平均为 0.64 ；均匀度范围在 $0\sim 0.97$ 之间，平均为 0.64 。中潮区丰富度范围在 $0.46\sim 2.54$ 之间，平均为 1.41 ；单纯度范围在 $0.13\sim 0.48$ 之间，平均为 0.28 ；多样性指数范围在 $1.23\sim 3.42$ 之间，平均为 2.30 ；均匀度范围在 $0.78\sim 0.96$ 之间，平均为 0.86 。低潮区丰富度范围在 $0.23\sim 0.96$ 之间，平均为 0.54 ；单纯度范围在 $0.36\sim 0.94$ 之间，平均为 0.60 ；多样性指数范围在 $0.21\sim 1.88$ 之间，平均为 1.09 ；均匀度范围在 $0.13\sim 0.81$ 之间，平均为 0.56 。

2023 年调查海域 3 个断面高潮区均只采集到 1 种生物，丰富度、多样性指数、均匀度均为 0，单纯度为 1.00。

(6) 鱼卵与仔鱼

①种类

2024 年调查海域采集的 28 个样品中共鉴定出 29 个种类，隶属于 21 科。其

中鉴定到属的有 12 种，鉴定到种的有 9 种，其余鉴定到科，部分未鉴定出种类。从发育阶段来看，鱼卵出现的种类 24 种、仔、稚鱼出现的种类有 16 种。

2023 年调查海域采集的 28 个样品中共鉴定出 15 个种类，隶属于 12 科。其中鉴定到属的有 6 种，鉴定到种的有 4 种，其余鉴定到科，部分未鉴定出种类。从发育阶段来看，鱼卵出现的种类 11 种、仔、稚鱼出现的种类有 6 种。

②优势种

2024 年调查海域鱼卵的优势种为鳎，仔、稚鱼的优势种为黄鲫。

2023 年调查海域鱼卵和仔、稚鱼的优势种均为黄鳍鲷。

③密度分布

2024 年调查海域水平拖网共捕获鱼卵 255 粒，仔、稚鱼 110 尾。其中鳎鱼卵最多，占总数的 36.86%，其次为隆头鱼科一种鱼卵，占总数的 19.61%；黄鲫仔、稚鱼最多，占总数的 67.27%。2024 年调查海域垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围（0~8.06）粒/m³，平均值为 2.48 粒/m³；采集到的仔、稚鱼密度范围（0~2.40）尾/m³，平均值为 0.41 尾/m³。

2023 年调查海域水平拖网共捕获鱼卵 127 粒，仔、稚鱼 21 尾。其中黄鳍鲷鱼卵最多，占总数的 54.33%，其次为鳎鱼卵，占总数的 25.20%；黄鳍鲷仔、稚鱼最多，占总数的 85.71%。鱼卵和仔、稚鱼的优势种均为黄鳍鲷。2023 年调查海域垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围（0~7.14）粒/m³，平均值为 0.98 粒/m³；采集到的仔、稚鱼密度范围（0~1.43）尾/m³，平均值为 0.17 尾/m³。

4.2.3.3 项目建设前后海洋生物资源变化情况

根据 2009 年、2023 年、2024 年亚龙湾至三亚湾一带海域的海洋生物资源调查数据，分析项目建成前后该区域海洋生物资源变化情况。

（1）浮游植物变化情况

从表 4.2-1 可看出，亚龙湾至三亚湾一带海域浮游植物种类较为丰富，以硅藻为主。

表 4.2-1 调查海域浮游植物种类组成

从表 4.2-2 可看出，亚龙湾至三亚湾一带海域浮游植物优势种差异较明显，丰度差别不大，多样性指数和均匀度指数均较高，表明调查海域浮游植物种类丰富，种间比例较为均匀，群落结构较为稳定。

总体而言，项目建成后，该海域浮游植物种类仍丰富，种类数有所增

加，丰度差别不大，群落结构较为稳定。

表 4.2-2 调查海域浮游植物情况

（2）浮游动物变化情况

从表 4.2-3 和表 4.2-4 可看出，亚龙湾至三亚湾一带海域浮游动物种类组成存在明显差异，优势种差异不明显。相较于 2009 年，2023 年、2024 年该海域浮游动物丰度和生物量呈上升趋势；均匀度、丰富度和多样性指数均保持着较高水平。由此表明亚龙湾至三亚湾一带海域浮游动物的生物多样性整体较好。

表 4.2-3 调查海域浮游动物种类组成

表 4.2-4 调查海域浮游动物情况

（3）底栖生物变化情况

从表 4.2-5 和表 4.2-6 可看出，项目建成后，亚龙湾至三亚湾一带海域底栖环境发生了变化，种类有所增加，优势种有明显的差异，栖息密度下降，但生物量有所增加，多样性指数、均匀度指数和丰富度指数均有所下降。

表 4.2-5 调查海域底栖生物种类组成

表 4.2-6 调查海域底栖生物情况

（4）潮间带生物变化情况

从表 4.2-7 和表 4.2-8 可看出，项目建成后，亚龙湾至三亚湾一带海域潮间带底栖环境也发生了变化，种类数明显增加，优势种差异明显，高潮区生物多样性较差。

表 4.2-7 调查海域潮间带生物种类组成

表 4.2-8 调查海域潮间带生物情况

4.3 生态影响分析

4.3.1 对潮流动力环境的影响分析

【本小节主要参考国家海洋信息中心编制的《三亚半山半岛帆船港建设项目海域使用论证报告书》（2011 年 12 月 9 日取得批复(国海管字〔2011〕852 号)）工程建设后相关影响结论】。

三亚湾内潮流较弱，属于弱流区，拟建工程前沿水域潮流呈现出往复流的特

征,其流向基本为 NE 和 SW 向,三亚湾涨潮和落潮流速均较小,约为 0.1~0.4m/s 之间。在工程建成后,虽然修建了东西两侧防波堤(非透水式),对防波堤东西两侧来流起到了一定的阻碍作用,但由于东西两侧的防波堤没有向海伸入过长,且东西两侧的防波堤部分修建于滩涂之上,故项目建设对于项目周边海域的潮流影响较为有限,由于本项目防波堤的工程量相对较小,项目海域潮流动力环境较弱,对比项目建设前所在海域潮流流态和结构,项目建设对项目区域的潮流流态和潮流结构影响较小。

图 4.3.1-1 (a) 工程建成后大潮涨急时表层流场

图 4.3.1-1 (b) 工程建成后大潮落急时表层流场

图 4.3.1-2 (a) 工程后大潮低潮时表层流场

图 4.3.1-2 (b) 工程后大潮高潮时表层流场

图 4.3.1-2 (c) 工程后大潮落急时表层流场

图 4.3.1-2 (d) 工程后大潮涨急时表层流场

本项目东西两侧防波堤结构为非透水,由于项目区域附近潮流主要流向为 NE 和 SW 向,故东西两侧非透水式防波堤将阻挡防波堤东西两侧的潮流,由于东西两侧防波堤的阻挡作用,潮流在防波堤的前沿海域产生的调流,但对防波堤口门附近的潮流影响很小,加之项目前沿的水动力条件较弱——涨落潮潮流最大流速均没有超过 40cm/s,故潮流流速的变化较小,同时,项目东西两侧的防波堤基本是建设在滩涂之上,因此,虽然东西两侧防波堤的建设阻挡了东西两侧的潮流,但其影响仍然较为有限。项目海域潮流动力条件较弱,透水式防波堤的建设对于项目周边海域的潮流影响很小。

4.3.2 对地形地貌与冲淤环境的影响分析

根据第 3.2.3 章节分析,三亚湾内 0m、2m、5m 等深线基本与岸线走向平行;由于西瑁洲、东瑁洲和鹿回头半岛的掩护作用,10m 等深线在三亚湾西部呈现 SE-NW 走向的深槽,肖旗港和西瑁洲之间形成一 10m 深的水道。近 20 年来,总体上未发生大冲大淤,等深线冲淤变化相对较大的海域集中在三亚河口和鹿回

头半岛西部海区。

2014年4月，凤凰岛二期（即凤凰岛国际邮轮港工程）开工建设，2016年完成填海工程。对比2014年和2020年凤凰岛北侧海域等深线图，凤凰岛跨海大桥根部北侧约350m的范围内，0m等深线向海淤进，最大淤进幅度约30m；2m等深线由于岛陆通道的存在，泥沙仍存在向南输运的趋势，形成泥沙净流失，2m等深线向陆蚀退，最大蚀退幅度约130m；凤凰岛二期的建设使本区形成了新的岬角，凤凰岛北侧海域为新岬角的遮蔽段，根据弧形海岸演变特征，该区将出现缓慢淤积的趋势，5m、10m等深线亦反映了这种变化趋势：5m等深线向海淤进最大幅度约60m、10m等深线向海淤进最大幅度约250m。2014年和2020年凤凰岛南侧海域，由于邮轮港工程进港航道建设需要，进行了人工疏浚开挖，开挖至超10m水深。2021年8月，为落实中央环保督察组的两轮督察整改工作，凤凰岛二期开拆，至2022年3月，凤凰岛二期已基本拆除。拆除后，凤凰岛两侧的水动力环境将缓慢恢复至凤凰岛二期建设前的环境。

近20年来，本区的地形地貌冲淤环境受人类活动扰动频繁。通过收集比对2005~2018年海图水深数据。鹿回头半岛西部海域，小洲岛及其峡道整治工程完成后，束窄了原有的潮汐通道，相比2005年，2014年的0m等深线在小青洲东南部海域向海淤进150m，且淤积的底质为砂；5m等深线在中南部略有侵蚀，10m等深线向海淤进最大幅度约280m。2018年，受凤凰岛二期人工岛建设影响，中部5m等深线向海淤进，最大淤进幅度约110m。

2011~2018年，帆船港港池外海域总体上呈现为略有淤积的状态，淤积幅度小于0.5m，港池内的海域总体上有冲有淤，略有侵蚀面积相对较大；2018~2021年间，帆船港港池内外海域均表现为冲淤相间，总体上为港池外略有淤积，港池内冲淤相对平衡。2021年~2024年，帆船港港池外海域总体上呈现为略有侵蚀，港池内有冲有淤，基本平衡。

因此，从2011~2024年的水下地形跟踪调查看，帆船港港池外海域呈现为略有淤积，港池内水域有冲有淤，基本平衡；港池出海航道中心航线水深维持较好。且项目已建成运营13年，项目建设对周边的地形地貌影响已基本消除，新的冲淤环境已经重新建立，基本不会因为本项目继续运营对周边地形地貌冲淤环境产生影响。

4.3.3 对水质环境的影响分析

4.3.3.1 项目建设前水质环境状况

项目建设前水质环境状况引自项目环评报告中 2009 年 12 月 7~8 日在三亚鹿回头湾附近海域开展的水质环境调查资料。该次调查在项目附近海域布设 21 个站位（表 4.3.3-1 和图 4.3.3-1），调查项目包括 pH、盐度、溶解氧、化学需氧量（COD）、营养盐（NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-P）、石油类、悬浮物、铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）等 14 项。

表 4.3.3-1 鹿回头海域调查站位布设（2009 年 12 月）

图 4.3.3-1 鹿回头海域调查站位布设（2009 年 12 月）

2009 年 12 月鹿回头海域海水水质监测结果详见表 4.3.3-2~表 4.3.3-4。选用 pH、COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、汞、石油类等作为评价因子，以《海水水质标准》（GB3097-1997）一类水质标准作为评价标准，采用单因子指数评价法，评价结果详见表 4.3-5~表 4.3-6。

表层海水污染指数 pH 在 0.00~0.49，平均 0.10；溶解氧在 0.65~0.80，平均 0.74，无机氮污染指数在 0.21~1.14，平均 0.41，只有河口 21#站位超标，超标率为 4.8%；活性磷酸盐在 1.36~2.74，平均 1.83，超标率在 100%，从活性磷酸盐的分布规律来看，污染的来源主要是河流输入。石油类在 0.09~1.11，平均 0.38，超标站位出现在河口，表明污染物的主要来源是河口的船舶污染。

底层海水污染指数 pH 在 0.03~0.71，平均 0.18；溶解氧在 0.71~0.80，平均 0.76；COD 在 0.16~0.68，平均 0.33；无机氮在 0.25~0.65，平均 0.041；活性磷酸盐在 1.47~2.88，平均 2.07。

海水重金属铜污染指数在 0.08~0.75，平均 0.22；铅污染指数在 0.26~1.05，平均 0.74；锌污染指数在 0.01~0.03，平均 0.02；镉污染指数在 0.35~0.70，平均 0.50。重金属的分布趋势是河口区浓度较高，自然保护区浓度较低，监测结果表明该海域除了位于河口的 19#站位有轻度的铅污染外（河口区在海洋功能区划中为港口区），海水质量状况良好，基本达到该海域海水水质的要求。从河口区铅浓度相对较高来看，说明铅的污染主要来源于河流的输入。

表 4.3.3-2 鹿回头海域底层海水水质监测结果（2009 年 12 月）

表 4.3.3-3 鹿回头海域表层海水水质监测结果（2009 年 12 月）

表 4.3.3-4 鹿回头海域海水重金属监测结果（2009 年 12 月）

表 4.3.3-5 鹿回头海域海水水质质量指数（2009 年 12 月）

表 4.3.3-6 鹿回头海域海水重金属质量指数（2009 年 12 月）

4.3.4.2 项目建成后水质环境状况

工程竣工后，为了更好地评价项目运营对附近海域生态环境的影响，三亚半山半岛帆船港有限责任公司先后委托国家海洋局海口海洋环境中心站于 2012 年 3 月对本项目工程竣工后的海洋环境影响进行跟踪评价，委托海南省海洋开发规划设计研究院分别于 2013 年 3 月、2013 年 8 月和 2014 年 10 月，委托海南安纳检测技术有限公司于 2015 年 12 月、2016 年 12 月、2017 年 10 月、2018 年 11 月、2019 年 12 月、2020 年 12 月、2021 年 12 月、2022 年 11 月，委托广东汇通检测技术有限公司于 2023 年 7 月在项目及附近海域进行海洋环境质量调查。历年水质调查站位布设详见表 4.3-7 和图 4.3-2。

表 4.3.3-7 项目海域历年水质、沉积物监测站位

图 4.3.3-2 项目历年水质、沉积物监测站位

从表 4.3.3-7 可以看出，项目后评估调查站位以 2013 年 8 个站位为基础，后续站位有所增加，并基本保持一致，因此监测结果具有较高的可比性。

调查海域历年水质监测结果（表 4.3.3-8）可以看出，绝大多数评价因子均符合海水水质一类标准要求，仅个别站位部分测项超出海水水质一类标准；根据前述 3.2.4 节，2023 年 11 月、2024 年 3 月亚龙湾至三亚湾一带海域水质调查结果发现，溶解氧（DO）、pH 值、化学需氧量（COD）、无机氮、无机磷、油类、重金属（汞（Hg）、铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、总铬（Cr）、砷（As）等评价因子均符合海水水质一类标准要求，由此表明项目海域水质状况良好。

4.3.4.3 项目建设前后水质环境变化情况

2009 年、2013 年~2023 年水质调查站位基本位于鹿回头近岸海域，调查数据具有较高的可比性。调查海域历年水质监测数据统计详见表 4.3.3-8。

以历年不同要素的各站位平均值作为对比（图 4.3.3-3~4.3.3-15），据此分析项目建设前后水质环境变化情况。

（1）pH

从年度变化趋势图可知，pH 平均值年度变化较小，除 2018 年 pH 平均值最小为 7.89 外，其余各年份都保持在 8.0 以上，2020 年 pH 平均值最高，为 8.32，整体稳定，且均符合第一类海水水质标准。

（2）DO

溶解氧含量平均值年度变化较大，2018 年溶解氧含量平均值最低为 5.80mg/L，符合第二类海水水质标准，其余年度溶解氧含量均符合第一类海水水质标准；2012 年、2013 年 3 月和 2015 年 12 月溶解氧含量平均值较高，均高于 7.0mg/L。

（3）化学需氧量

海水 COD 的平均浓度变化幅度不大，各年度监测值均满足第一类海水水质标准。2013 年 3 月海水 COD 含量平均值最低，为 0.27mg/L，2023 年 7 月海水 COD 含量平均值最高，为 1.04mg/L。

（4）无机氮

2017 年来，无机氮整体水平变化不大，其含量较为稳定，并有下降趋势，符合第一类海水水质标准，低于施工前后水平。

（5）活性磷酸盐

2014 年活性磷酸盐含量超一类海水水质标准，符合二类海水水质标准，但低于施工前海水活性磷酸盐含量；2015 年以来，活性磷酸盐含量较为稳定，均符合符合第一类海水水质标准，较施工前活性磷酸盐含量有极大的降低。

（6）悬浮物

施工前悬浮物含量较高，可能受陆源径流影响较大，之后几年监测悬浮物含量平均值较施工前有所下降。2020 年 12 月监测值有所增加，2021 年 12 月后海水悬浮物浓度明显降低，2022 年 11 月海水悬浮物浓度略有升高，2023 年悬浮物浓度降低，且低于 2020 年。

（7）石油类

各年度石油类含量的监测值都在第一类海水水质标准范围内，并且 2020 年至今呈逐渐降低的趋势，可见项目的建设和运营并没有对项目海域海水石油类含量产生较大的影响。

（8）重金属

重金属铜含量呈现先降低后增加再降低的趋势，2018 年升高后降低，但整

体年度变化不大，各年度均符合第一类海水水质标准。锌含量施工后至 2015 年变化较为平稳，2016 年有所降低，整体波动不大，各年度锌含量均符合第一类海水水质标准。重金属镉含量施工后降低，2013 年~2023 年镉含量均维持在较低水平，符合第一类海水水质标准。汞和砷为于 2015 年开始增加的指标，2015 年~2023 年两个指标监测值都较低，年变化不大，均符合一类海水水质标准。

通过历年调查海域水质各监测指标的对比，海水各监测指标有一定波动，但总体呈稳定趋势，监测数据变化未见明显异常，表明本项目建设和运营对附近海域水质环境的影响不大，海水水质状况总体上保持良好。

图 4.3.3-3 项目海域海水 pH 值年度变化趋势

图 4.3.3-4 项目海域海水溶解氧年度变化趋势

图 4.3.3-5 项目海域海水化学需氧量年度变化趋势

图 4.3.3-6 项目海域海水无机氮年度变化趋势

图 4.3.3-7 项目海域海水活性磷酸盐年度变化趋势

图 4.3.3-8 项目海域海水悬浮物年度变化趋势

图 4.3.3-9 项目海域海水石油类年度变化趋势

图 4.3.3-10 项目海域海水金属铜年度变化趋势

图 4.3.3-11 项目海域海水金属铅年度变化趋势

图 4.3.3-12 项目海域海水金属锌年度变化趋势

图 4.3.3-13 项目海域海水金属镉年度变化趋势

图 4.3.3-14 项目海域海水金属汞年度变化趋势

图 4.3.3-15 项目海域海水金属砷年度变化趋势

表 4.3.3-8 帆船港及附近海域水质监测历史数据统计表

4.3.4 对沉积物环境的影响分析

4.3.4.1 项目建设前沉积物环境状况

项目建设前水质环境状况引自项目环评报告中 2009 年 12 月 7~8 日在三亚鹿回头湾附近海域开展的沉积物环境调查资料。该次调查在项目附近海域布设 15 个站位（表 4.3.3-1 和图 4.3.3-1），调查项目包括铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）和石油类等 5 项。

2009 年 12 月鹿回头海域表层沉积物监测结果详见表 4.3.4-1。选用铜、铅、锌、镉和石油类作为评价因子，以《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）一类标准作为评价标准，采用单因子指数评价法，评价结果详见表 4.3.4-1。

评价结果表明，该海域沉积物均达到一类沉积物质量标准，调查海域沉积物质量状况良好。

表 4.3.4-1 调查海域沉积物调查结果统计表

4.3.4.2 项目建成后沉积物环境状况

本工程竣工后，自 2013 年开始，业主单位每年均委托相关单位开展项目海域的环境跟踪监测工作，历年沉积物调查站位布设与水质一样，详见表 4.3.3-7 和图 4.3.3-2。

调查项目包括总汞、铜、铅、锌、镉、砷、石油类、硫化物和有机碳中的 5 项~9 项（表 4.3-10）。

表 4.3.4-2 历年海洋表层沉积物监测项目

调查海域历年沉积物监测结果（表 4.3-11）可以看出，各评价因子均符合海洋沉积物质量一类标准要求；根据前述 3.2.5 节，2023 年 11 月、2024 年 3 月在亚龙湾至三亚湾一带海域沉积物调查结果发现，有机碳、硫化物、油类、砷、汞、铜、铅、锌、镉和铬等评价因子均符合海洋沉积物一类标准要求，由此表明项目海域沉积物环境状况良好。

4.3.4.3 项目建设前后沉积物环境变化情况

调查海域历年沉积物监测数据统计详见表 4.3.4-3。以历年不同要素的各站位平均值作为对比（图 4.3.4-1~4.3.3-9），据此分析项目建设前后沉积物环境变化情况。

根据海洋沉积物各监测指标年度变化趋势图，项目海域沉积物石油类含量较低，最高为 2017 年，石油类含量为 128.4mg/kg，远低于第一类海水水质标准，沉积物石油类含量整体年度变化不大，各年度石油类含量均满足第一类海洋沉积物质量标准。

有机碳和硫化物于 2015 年开始监测，调查海域沉积物有机碳含量在 2018 年后开始

降低；硫化物含量总体较低，硫化物含量 2017 年为历年最高，其余年度均维持在稳定水平。项目海域沉积物中有机碳和硫化物含量年变化不大且均符合第一类海洋沉积物质量标准。

调查海域沉积物中重金属铜、铅、锌、镉、汞含量均符合第一类海洋沉积物质量标准。其中，重金属铅的含量较低，年变化幅度不大；铜的含量较低，2009-2021 年变化幅度不大，2022 年和 2023 年铜含量较高，分别为 13.1mg/kg 和 15.5mg/kg；重金属锌含量最高点为 2023 年，为 82.20mg/kg，整体各年度变化幅度不大，无较大波动。

总汞和砷于 2015 年开始监测，两项指标监测值均较低，其中，总汞含量最高为 0.09mg/kg，出现在 2021 年，砷含量最高为 2020 年（9.22mg/kg），但均符合第一类海洋沉积物质量标准。

总体上看，监测海域沉积物质量状况良好，均符合海洋沉积物质量一类标准，总体变化不大，说明项目运营对附近海域海洋沉积物环境影响不大。

图 4.3.4-1 项目海域沉积物石油类年度变化趋势

图 4.3.4-2 项目海域沉积物有机碳年度变化趋势

图 4.3.4-3 项目海域沉积物硫化物年度变化趋势

图 4.3.4-4 项目海域沉积物金属铜年度变化趋势

图 4.3.4-5 项目海域沉积物金属铅年度变化趋势

图 4.3.4-6 项目海域沉积物金属锌年度变化趋势

图 4.3.4-7 项目海域沉积物金属镉年度变化趋势

图 4.3.4-8 项目海域沉积物金属总汞年度变化趋势

图 4.3.4-9 项目海域沉积物金属砷年度变化趋势

表 4.3-11 项目海域海洋沉积物历史数据统计表

4.3.5 对海洋生态的影响分析

4.3.5.1 项目建设前后附近海域生态环境变化情况

根据前述 4.2.3.3 节，通过 2009 年、2023 年和 2024 年项目及附近海域的海洋生物生态调查数据进行对比，可以看出项目建成后，该海域浮游植物种类仍丰富，种类数有所增加，丰度差别不大，群落结构较为稳定；浮游动物种类、丰度和生物量呈上升趋势，均匀度、丰富度和多样性指数均保持着较高水平；底栖环境发生了一定的变化，种类有所增加，优势种有明显的差异，栖息密度下降，但生物量有所增加，多样性指数、均匀度指数和丰富度指数均有所下降；潮间带底栖环境也发生了变化，种类数明显增加，优势种差异明显，高潮区生物多样性较差。

由此表明，项目建成后，经过多年海洋生态系统的自我恢复和调节，项目运营对附近海域浮游生物的影响不大，但底栖环境发生了变化，优势种差异明显，生物多样性有所下降。

4.3.5.2 项目建设前后附近海域海洋生物质量变化情况

根据《2009 年海南省海洋环境状况公报》，三亚湾近岸海域海洋贝类体内残留的石油类、总汞、镉、砷、铅、666、DDT 含量均符合一类海洋生物质量标准。

根据前述 3.2.7 节，2024 年春季、2023 年秋季项目区附近海域布设的 14 个站位采集到的 8 种鱼类、2 种甲壳类、1 种软体类生物体样品中，石油烃、重金属（总汞、铅、镉、铜、铬、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。

由此可看出，项目区附近海域海洋生物质量状况良好，一定程度上也表明项目运营对附近海域海洋生物的影响较小。

4.3.6 对珊瑚生态的影响分析

4.3.6.1 项目建设前珊瑚生态状况

（1）站位和断面布设

项目建设前珊瑚礁资源状况引自项目环评报告中海南省海洋开发规划设计研究院 2008 年 4 月、2010 年 11 月 22 日~2010 年 12 月 1 日和中国海洋大学 2009 年 12 月在三亚鹿回头湾附近海域开展的珊瑚礁调查资料。

2008 年、2010 年调查站位布置根据珊瑚的生长分布状况、沿岸环境、海底地形、涨落潮引起的水深改变等条件，在鹿回头湾设定 400m×100m 站位，一般选择在珊瑚礁集中、并能反映出该区的珊瑚礁状况区域。

2008年、2010年调查站位布置分别详见表 4.3.6-1、表 4.3.6-2 和图 4.3.6-1。

在鹿回头湾，由于沿岸珊瑚分布较长，设定平行和垂直岸线的断面各 2 条，每一断面长约 300m。

表 4.3.6-1 2008 年鹿回头海域珊瑚监测站位

表 4.3.6-2 2010 年鹿回头海域珊瑚监测站位

图 4.3.6-1 鹿回头湾珊瑚调查站位分布图

(2) 调查结果

1) 珊瑚分布状况

鹿回头湾曾经生长有大片珊瑚，但其原群落自 60 年代以后至近几年来，持续遭到人为破坏。根据实地勘察，2008 年调查发现鹿回头湾国宾馆海域海底珊瑚分布具有以下特点（见图 4.3.6-2 和图 4.3.6-3）：

①从滩涂带主要为中粗砂和砾石，过度到内侧的珊瑚礁平台，水深大约至 1.5m。礁平上有小块的礁石、珊瑚碎屑和泥沙沉积物所不完全覆盖，并有少数的大的原生礁裸露，礁石大小一般以直径 20~30cm 居多。此带地势平坦，长约为 300m，基本没珊瑚分布，在水深 0.8~1.5m 的水深地段，局部有零星稀疏的泰莱草分布。

②水深约 1.5m~2m 主要为外侧的珊瑚礁平台，表面亦有不完全覆盖的泥沙、礁石和珊瑚碎屑，其中以珊瑚碎屑居多，说明该处曾经分布有丰富的分枝形态珊瑚群落。此带大约 150m，现仅有稀疏活珊瑚分布。

③2m~3m 水深处，局部有砂质底，为珊瑚生长的过渡地段，所以该处分布有少量的活珊瑚，底质上很少有珊瑚碎屑。

④3m~6m 水深处，为现代活珊瑚生长的主要地段，分布有多种造礁石珊瑚和部分软珊瑚。6~8m 地段，珊瑚分布就逐渐减少。

三亚鹿回头湾在水深 1.5m 至 8m 范围内活珊瑚平均覆盖度为 7.85%，其中以 3m~5m 水深为珊瑚生长最好地带，活珊瑚平均覆盖度为 10%~20%，最高可达 40%。该海域死珊瑚相对较少，大礁石较多，死珊瑚覆盖度仅为 0.6%，而大礁石覆盖度为 14.9%，小礁石、珊瑚屑不完全覆盖的砂质底占底质的 76.68%（见表 4.3.6-3）。

图 4.3.6-2 鹿回头湾珊瑚礁平面分布

图 4.3.6-3 鹿回头湾珊瑚分布垂直剖面图

表 4.3.6-3 鹿回头湾海域珊瑚分布状况

2010 年鹿回头湾造礁石珊瑚覆盖率、死亡珊瑚覆盖率、病害珊瑚覆盖率与底质情况详见表 4.3.6-4。

表 4.3.6-4 鹿回头湾造礁石珊瑚覆盖率、死亡、病害与底质情况

2010 年调查发现鹿回头湾活的造礁石珊瑚覆盖率在 0~28.33，平均为 15.08%，最高值出现在 S11 站。近期死亡的珊瑚覆盖率平均为 0.92%，早期死亡的珊瑚覆盖率平均为 22.69%。

2) 造礁石珊瑚种类

2008 年三亚鹿回头湾调查到的造礁石珊瑚共 10 科 18 属 40 种（表 4.3.6-5），主要优势种是澄黄滨珊瑚。

表 4.3.6-5 2008 年鹿回头海域珊瑚礁种类名录

2010 年调查海域共检出造礁珊瑚 49 种（表 4.3.6-6），其中滨珊瑚科最多，为 25 种，其次为鹿角珊瑚科，为 12 种。主要优势种为丛生盔形珊瑚、橙黄滨珊瑚、叶状蔷薇珊瑚、中华变脑珊瑚、蔷薇珊瑚（表 4.3.6-7）。

表 4.3.6-6 2010 年鹿回头海域珊瑚礁名录

表 4.3.6-7 2010 年鹿回头海域各站位造礁石珊瑚主要优势种

3) 项目区海域珊瑚分布状况

根据 2009 年 12 月 9 日对潮间带 1#和 2#断面的潜水调查结果表明，在位于项目区的 1#断面处珊瑚存活率很低，海水透明度在 2.0m 以内，水中悬浮颗粒很多，并且有数量较多的海胆存在，整个珊瑚群落处于消亡状态（图 4.3.6-4）。在潮间带 2#断面附近，珊瑚的存活率相对较高，海胆的密度相对较小，但也存在着海水透明度仅限于 2.0m 左右、海水中悬浮物颗粒很多的现象（图 4.3.6-5）。

图 4.3.6-4 潮间带 1#断面附近潮下带珊瑚礁的现状与海胆

图 4.3.6-5a 潮间带 2#断面附近潮下带珊瑚礁的现状与海胆

图 4.3.6-5b 潮间带断面 2#附近潮下带珊瑚礁状况

由此可看出，项目海域珊瑚生态系统正在处于衰退过程中，其原因主要是海水悬浮物浓度的增加所导致的海水透明度下降，其次是海胆的捕食。整个海区的海水透明度一般在 2.0m 以内，使水深多余 2m 的造礁珊瑚难以生存。项目区域位于三亚河河口附近，相距约 1.2km，海水悬浮物主要来源于三亚河河流有机物与无机悬浮颗粒的输入。

4.3.6.2 项目建成后珊瑚生态状况

本工程竣工后，自 2013 年开始，业主单位每年均委托相关单位对项目附近海域的珊瑚礁资源进行调查（与水质、沉积物调查同期开展）。历年珊瑚礁调查站位布设如图 4.3.6-6 和表 4.3.6-8。

图 4.3.6-6a 历年珊瑚礁调查站位图（三亚珊瑚礁国家级自然保护区）

图 4.3.6-6b 珊瑚礁调查站位布设（项目区）

表 4.3.6-8a 2013 年珊瑚礁调查站位

表 4.3.6-8b 2013~2023 年珊瑚礁调查站位（项目区）

（1）种类

2010 年鹿回头海域本底调查发现造礁石珊瑚 9 科 24 属 47 种，2013 年调查发现造礁石珊瑚 13 科 25 属 54 种，2014 年调查共发现造礁石珊瑚 13 科 25 属 45 种，2015 年调查共调查到造礁石珊瑚 13 科 29 属 54 种。2016 年共调查到造礁石珊瑚 11 科 24 属 41 种。2017 年共调查到造礁石珊瑚 12 科 24 属 51 种。2018 年共调查到造礁石珊瑚 12 科 22 属 49 种。2019 年共调查到 13 科 23 属 51 种。2020 年调查共发现造礁石珊瑚 13 科 27 属 54 种。2021 年调查共发现造礁石珊瑚 16 科 32 属 57 种。2022 年调查共发现造礁石珊瑚 13 科 26 属 54 种。2023 年调查共发现造礁石珊瑚 15 科 28 属 67 种。历年珊瑚礁种类数量变化情况详见表 4.3.6-9。

项目建设前后造礁石珊瑚种属数量变化见表 4.3.6-9 和图 4.3.6-7，对比历年造礁石珊瑚种属数量可以看出，2023 年造礁石珊瑚种属数量最高，为 67 种，2016 年造礁石珊瑚种属数量最低，为 41 种，其余年度均在 41~67 种之间波动。总体来说，项目建成后，附近海域造礁石珊瑚的种类数量各年度变化幅度不大，整体较为稳定。

表 4.3.6-9 历年珊瑚礁种类数量变化

图 4.3.6-7 历年珊瑚礁种类数量变化

(2) 覆盖率

2013 年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 25%左右，而项目位置附近海域的珊瑚覆盖率为 26.7%。2014 年调查鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 33.06%，项目位置附近珊瑚覆盖率为 10.12%。2015 年调查鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 25.44%，项目位置附近珊瑚覆盖率为 19.65%。2016 年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 26.13%，项目位置附近的珊瑚覆盖率为 13.08%。2017 年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 18.56%，项目位置附近的珊瑚覆盖率为 6.08%，均有所下降。2018 年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 21.63%，项目位置的珊瑚覆盖率为 11.25%，较 2017 年有所上升。2019 年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 20.25%，项目位置的珊瑚覆盖率为 10.00%，与 2018 年接近。2020 年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 24.5%，项目位置的珊瑚覆盖率为 4.2%，明显下降。2021 年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 20.3%，项目位置的珊瑚覆盖率为 4.4%，与 2020 年差别不大。2022 年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 17.4%，项目位置的珊瑚覆盖率仅为 2.8%。2023 年鹿回头海域的珊瑚覆盖率为 25.1%，项目位置的珊瑚覆盖率为 7.8%，有所上升。历年珊瑚礁覆盖率变化情况详见表 4.3.6-10。

根据 2013-2023 年珊瑚礁调查资料，鹿回头海域的珊瑚覆盖率在 17.4%~33.06%之间，2014 年为历年最高值，2022 年为历年最低值，2017 年为历年次低值，其他调查年份珊瑚覆盖率均达到 20%以上；项目区海域珊瑚覆盖率在 2.8%~26.7%之间，2013 年为历年最高值，其他调查年份珊瑚覆盖率均低于 20%，甚至绝大部分调查年份珊瑚礁覆盖率均在 15%以下，2022 年为历年最低值，2020 年、2021 年珊瑚覆盖率在 5%以下。

表 4.3.6-10 历年珊瑚礁覆盖率

图 4.3.6-8 历年珊瑚覆盖率对比

4.3.6.3 项目建设前后珊瑚生态变化情况

根据 2010 年珊瑚资源本底调查资料显示，鹿回头海域珊瑚覆盖率为 15.08%，项目位置附近珊瑚覆盖率可以达到 17%。根据 2013-2023 年珊瑚礁调查资料，鹿回头海域的珊瑚覆盖率在 17.4%~33.06%之间，除了 2017 年（18.56%）、2022 年（17.4%）与工程建设前的相差不大外，其他调查年份珊瑚覆盖率均达到 20%以上，超过工程建设前的水平。同时，鹿回头海域的珊瑚种属数量整体上也保持稳定。因此，项目建成后，项目运营对整个鹿回头海域的珊瑚生态影响不大，该区珊瑚生态系统相对稳定。

根据 2013-2023 年珊瑚礁调查资料，项目区海域珊瑚覆盖率在 2.8%~26.7%之间，除

了 2013 年达到历年最高值、2015 年出现次高值（19.65%）外，其他调查年份均低于工程建设前的水平。项目区海域珊瑚礁覆盖率自 2016 年呈明显下降趋势，2020-2022 年甚至低于 5%，珊瑚生态系统出现退化。

业主单位于 2016 年 12 月在港池内投放了 17 个人工鱼礁，并有珊瑚附着生长，说明港池区域的环境也适合珊瑚生长。但受频繁的人类活动影响，项目区海域珊瑚生态修复成效较慢。

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 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

本项目用海位于三亚市鹿回头半岛西北侧海域，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、海底工程用海、特殊用海、保护区用海。项目周边海域开发利用现状图见图 5.1.2-1。

图 5.1.2-1a 项目用海区海域开发利用现状图

图 5.1.2-1b 项目用海区海域开发利用现状图(局部放大)

1、旅游娱乐用海

本项目论证范围内周边海域分布有多项旅游娱乐用海，主要有：

（1）游艇自发性海上娱乐用海活动

根据现场调查发现，帆船港口门外至小青州间的海域，每天都聚集着大量的游艇临时停泊，这些游艇每天早上由三亚市各大游轮靠泊码头驶出，停泊在该水域后，会组织游客在海面上开展摩托艇、香蕉船、水上跑车、充气划水等水上运动娱乐项目，晚上会驶回各码头停靠。这些游艇多为自发性，数量较多。该海域位于保护区实验区内，未确权用海。现状照片见图 5.1.2-2。

图 5.1.2-2 帆船港口门北侧游艇自发性用海活动

（2）海南三亚国宾馆有限责任公司在三亚珊瑚礁国家级保护区内旅游项目续期用海

项目位于三亚市鹿回头海湾，位于本项目东北侧约 0.75km，权属于海南三亚国宾馆有限责任公司，用海面积为 16.5806 公顷，用海方式为透水构筑物、浴场、专用航道、锚地及其它开放式、港池蓄水等。现状照片见图 5.1.2-3。

图 5.1.2-3 三亚国宾馆旅游项目用海

（3）三亚小洲岛及其峡道整治工程

项目位于三亚湾东南侧的三亚河出海口与鹿回头湾处，位于本项目东北侧约 1.4km，权属于三亚小洲岛酒店投资管理有限公司，用海面积为 4.3877 公顷，用海方式为建设填海造地。现状照片见图 5.1.2-4。

图 5.1.2-4 三亚小洲岛及其峡道整治工程用海

（4）三亚玛瑞纳酒店有限公司娱乐用海项目

项目位于海洋局码头东侧，位于本项目东北侧约 1.9km，权属于三亚玛瑞纳酒店有限公司，用海面积为 0.942 公顷，用海方式为游乐场、透水构筑物。现状照片见图 5.1.2-5。

图 5.1.2-5 三亚玛瑞纳酒店有限公司娱乐用海

（5）三亚海榆渔民合作社滨海旅游娱乐项目

项目位于三亚市神洲龙王庙沿岸海域，位于本项目东北侧约 2.4km，权属于三亚海榆渔民专业合作社，项目用海面积为 0.2795 公顷，用海方式为透水构筑物、港池蓄水等。现

状照片见图 5.1.2-6。

**图 5.1.2-6 三亚海榆渔民合作社滨海旅游娱乐项目用海
(右侧码头, 左侧为救助局码头)**

(6) 凤凰岛美化利用白排礁工程项目

项目位于三亚湾白排礁与凤凰岛之间海域, 位于本项目北侧约 2.4km, 权属于三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司, 用海面积为 6.8715 公顷, 用海方式为浴场。现状照片见图 5.1.2-7。

图 5.1.2-7 凤凰岛美化利用白排礁工程项目用海

(7) 三亚河下游出海口西侧游艇码头工程

项目位于三亚河下游出海口西侧海域, 位于本项目东北侧约 2.9km, 权属于三亚鸿洲国际游艇会有限公司, 用海面积为 3.1943 公顷, 用海方式为透水构筑物。现状照片见图 5.1.2-8。

图 5.1.2-8 三亚河下游出海口西侧游艇码头工程用海

(8) 三亚鸿洲国际游艇码头三期工程

项目位于三亚河下游出海口西侧海域, 位于本项目东北侧约 2.9km, 权属于三亚鸿洲国际游艇会有限公司, 用海面积为 6.3778 公顷, 用海方式为透水构筑物。现状照片见图 5.1.2-9。

图 5.1.2-9 三亚鸿洲国际游艇码头三期工程用海

(9) 三亚鸿洲国际游艇会码头

项目位于三亚市西边入海口处, 即三亚市港口下村地块西侧, 位于本项目东北侧约 2.9km, 权属于三亚鸿洲国际游艇会有限公司, 用海面积为 1.753 公顷, 用海方式为透水构筑物、港池蓄水等。现状照片见图 5.1.2-10。

图 5.1.2-10 三亚鸿洲国际游艇会码头用海

(10) 三亚市南边海国际游艇码头项目

项目位于三亚市临春河入海口南侧沿岸海域, 位于本项目东北侧约 2.8km, 权属于三亚商务区开发建设有限公司, 用海面积为 11.7782 公顷, 用海方式为透水构筑物。现状照片见图 5.1.2-11。

图 5.1.2-11 三亚市南边海国际游艇码头项目用海

(11) 三亚鹿回头广场游船游艇码头工程项目

项目位于三亚市临春河入海口东侧沿岸海域，位于本项目东北侧约 3.3km，权属于三亚旅投港航旅游发展有限公司，用海面积分别为 1.513 公顷和 6.6888 公顷，用海方式为透水构筑物。现状照片见图 5.1.2-12。

图 5.1.2-12 三亚鹿回头广场游船游艇码头工程项目用海

(12) 三亚湾路段滨海公园贯通绿道用海工程

项目位于三亚市临春河入海口西侧沿岸海域，位于本项目东北侧约 3.7km，权属于三亚城投置业有限公司，用海面积为 0.4941 公顷，用海方式为透水构筑物。

(13) 三亚珊瑚礁国家级自然保护区大东海旅游活动用海项目

项目位于三亚大东海沿岸海域，位于本项目东侧约 3.0km，权属于三亚旅游文化投资集团有限公司，用海面积为 26.0849 公顷，用海方式为游乐场、透水构筑物。

(14) 海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目

项目位于三亚亚龙湾中部海域，位于本项目东侧约 15.2km，权属于海南亚龙湾海底世界旅游有限公司，用海面积为 11.85 公顷，用海方式为游乐场。现状照片见图 5.1.2-13。

图 5.1.2-13 海底世界公司在东排海域的潜水平台

(15) 亚沙会比赛场地三亚湾段水球与游泳海上栈桥项目

项目位于三亚湾近岸海域，位于本项目北侧约 5.1km，权属于三亚旅游文化投资集团有限公司，用海面积为 0.6098 公顷，用海方式为透水构筑物。

(16) 三亚肖旗港游艇码头改扩建工程

项目位于三亚肖旗港海域，位于本项目西北侧约 13.9km，权属三亚西岛旅游开发有限公司，用海面积为 44.6614 公顷，用海方式为建设填海造地、非透水构筑物及透水构筑物用海。

(17) 三亚西岛海洋文化旅游区项目

项目位于三亚西岛海域，位于本项目西侧约 11.7km，权属三亚西岛大洲旅业有限公司，用海面积为 15.5201 公顷，用海方式为游乐场、非透水构筑物、透水构筑物用海、港池蓄水等。

(18) 三亚西岛水上训练基地项目

项目位于三亚西岛海域，位于本项目西侧约 12.3km，权属三亚西岛旅游开发有限公司，用海面积为 16.0147 公顷，用海方式为游乐场。

（19）三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目

项目位于三亚是天涯海角景区沿岸海域，位于本项目西北侧约 16.0km，权属三亚市天涯海角旅游发展有限公司，用海面积为 30.8176 公顷，用海方式为游乐场、浴场。

（20）三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目浴场及西区浮桥用海

项目位于三亚是天涯海角景区沿岸海域，位于本项目西北侧约 17.4km，权属三亚市天涯海角旅游发展有限公司，用海面积为 20.6853 公顷，用海方式为透水构筑物、浴场。

2、交通运输用海

本项目论证范围内周边海域交通运输用海主要有：

（1）交通运输部南海救助局交通运输用海项目

项目位于三亚市神洲龙王庙西侧沿岸海域，位于本项目东北侧约 2.4km，权属于交通运输部南海救助局，用海面积为 2.3592 公顷，用海方式为非透水构筑物、港池蓄水等。现状照片见图 5.1.2-14。

图 5.1.2-14 交通运输部南海救助局交通运输用海项目
(左侧码头，右侧为渔民合作社码头)

（2）三亚凤凰岛客运码头

项目位于三亚凤凰岛南侧近岸海域，位于本项目北侧约 2.5km，权属于三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司，用海面积为 4.643 公顷，用海方式为专用航道。现状照片见图 5.1.2-15。

图 5.1.2-15 三亚凤凰岛客运码头用海

（3）三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司交通运输用海

项目位于三亚凤凰岛南侧近岸海域，位于本项目北侧约 2.6km，权属于三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司，用海面积为 5.2724 公顷，用海方式为透水构筑物、港池蓄水等。

（4）三亚鸿洲国际游艇会游艇码头项目

项目位于三亚市潮见桥下时代海岸一侧对应海域，位于本项目东北侧 3.2km，权属于三亚鸿洲国际游艇会有限公司，用海面积为 1.8035 公顷，用海方式为透水构筑物、专用航道、锚地及其它开放式。

（5）缉私码头用海

项目位于三亚市南边海海外新村，位于本项目东北侧约 2.8km，权属于中华人民共和

国三亚海关，用海面积为 0.051 公顷，用海方式为非透水构筑物。

（6）三亚港区现状

三亚港区位于三亚河入海口处，目前以客运功能为主，货运功能已基本搬迁至南山港区，主要由以下码头组成：三亚港务局码头、凤凰岛国际邮轮码头、三亚凤凰岛国际客运码头、三亚海榆渔民专业合作社游艇码头、三亚水上救助基地码头、三亚救捞局救捞码头、海警码头、三亚玛瑞纳酒店游艇码头、海洋局码头。

三亚港区航道锚地区主要分布在三亚河口门外的三亚港外港，主要是三亚港航道、三亚港锚地、三亚国际客运港回旋水域和航道。

（7）红沙大桥

项目位于三亚市红沙镇红沙码头附近海域，位于本项目东侧约 8.6km，权属于三亚市城市投资建设有限公司，用海面积为 3.394 公顷，用海方式为跨海桥梁、海底隧道等。

（8）六道渔港道路建设

项目位于红沙至六道渔港附近海域，位于本项目东侧约 7.8km，权属于三亚市交通局，用海面积为 17.185 公顷，用海方式为建设填海造地。

（9）天涯海角游览区配套旅游娱乐用户项目船只适航区

项目位于三亚市天涯海角景区对应海域，位于本项目西北侧约 16.1km，权属于三亚市天涯海角旅游发展有限公司，用海面积 93.375 公顷，用海方式为专用航道、锚地及其他开放式。

3、渔业用海

本项目论证范围内周边海域渔业用海主要是三亚湾农渔业区深海网箱养殖用海项目项目位于三亚市三亚湾西侧海域，位于本项目西侧约 14.7km，权属于三亚农业投资集团有限公司，用海面积为 660.5484 公顷，用海方式为开放式养殖用海。

4、海底工程用海

本项目论证范围内的海底工程用海主要是三亚河口通道工程。项目位于三亚河入海口，隧道北岸接河西片区，南岸接鹿回头南边海路，位于本项目东北侧约 2.8km，权属于三亚商务区开发建设有限公司，用海面积为 0.4637 公顷，用海方式为跨海桥梁、海底隧道等。

5、特殊用海

本项目论证范围内的特殊用海主要有：

（1）海洋环境立体观测与珍稀物种资源保护

项目位于紧靠本项目西侧，权属于中国科学院深海科学与工程研究所，用海面积为 19.5565 公顷，用海方式为专用航道、锚地及其它开放式、海底电缆管道。现状照片见图 5.1.2-16。

（2）珊瑚礁生态系统观测研究样区项目

项目位于紧靠本项目西侧，权属于中国科学院南海海洋研究所，用海面积为 3.308 公顷，用海方式为专用航道、锚地及其它开放式。现状照片见图 5.1.2-16。

图 5.1.2-16 中国科学院特殊用海

（3）三亚湾人工补沙实验段沙堤工程

项目位于三亚湾东侧凤凰岛连接桥处，位于本项目北侧约 3.9km，权属于三亚市海洋与渔业监测中心，用海面积为 0.0853 公顷，用海方式为透水构筑物和非透水构筑物。

（4）三亚湾西段砂质海岸保护修复项目

项目位于三亚湾沿岸海域，位于本项目西北侧约 11.4km，权属于三亚市自然资源和规划局，用海面积为 1.9772 公顷，用海方式为透水构筑物。

（5）亚龙湾瑞吉酒店岸滩治理应急防护工程项目

项目位于亚龙湾瑞吉酒店沿岸海域，位于本项目西侧约 13.5km，权属于三亚市自然资源和规划局，用海面积为 0.9121 公顷，用海方式为非透水构筑物。

（6）亚龙湾西段人工补沙项目

项目位于亚龙湾瑞吉酒店沿岸海域，位于本项目西侧约 13.7km，权属于三亚市自然资源和规划局，用海面积为 1.3883 公顷，用海方式为非透水构筑物。现状照片见图 5.1.2-17。

图 5.1.2-17 亚龙湾西段人工补沙项目用海现状(拍摄时间：2023 年 6 月)

6、三亚珊瑚礁国家级自然保护区

项目用海区位于三亚珊瑚礁国家级自然保护区(鹿回头半岛—榆林角片区)实验区内。鹿回头半岛—榆林角海域珊瑚礁资源丰富，生态环境良好。项目用海西侧为三亚珊瑚礁国家级自然保护区(东西瑁州片区)，距离约 5km，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。

鹿回头半岛—榆林角片区珊瑚礁自然保护区片区用海面积 1627.76 公顷。东西瑁洲珊瑚

自然保护区片区用海面积 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，支持建立了鹿回头半岛—榆林角片区监察分站，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。

5.1.3 海域使用权属

根据收集的历史资料及现场勘查，并结合海南省海洋动管中心查询到的数据，项目周边海域使用现状见图 5.1.2-1，位于项目论证范围内海域使用权属情况见表 5.1.3-1。

表 5.1-1 论证范围内海域使用权属表

5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

本项目用海是已建成项目续期用海，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主要是运营期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、海底工程用海、渔业用海、特殊用海，根据项目用海资源生态影响分析，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，如图 5.2-1。

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三亚河口、临春河口—三亚港区—鹿回头半岛沿岸、大东海、西瑁洲岛，总共 19 宗确权用海，主要的用海方式为透水构筑物、专用航道、锚地及其它开放式、港池蓄水等、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 0.75km~17.4km 之间，与本项目相对较远，项目用海对其基本没有影响。需要特别注意的是，项目用海口门外的游艇自发性停靠开展海上运动娱乐用海活动，由于这些游艇大量聚集临时停泊在本项目用海区邻近海域，同时其在海面上摩托艇、香蕉船等运动型项目，随机性很大，速度很快，经常占用本项目进出港航道，有的甚至就在进出港口门区开展活动，对本项目游船进出港及双方船只海上航行安全都带来极大的隐患。另外根据本项目溢油事故发生后漂移扩散趋势预测，溢油发生后油粒子将扩散至项目用海北侧的海南三亚国宾馆有限责任公司旅游项目用海区，对其水质环境带来不利影响。

2、项目对交通运输用海项目的影响分析

根据海域使用权属现状分析，项目论证范围内的交通运输用海项目主要是三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司交通运输用海、三亚凤凰岛客运码头、交通运输部南海救助局交通运输用海项目、三亚鸿洲国际游艇会游艇码头项目等。本项目用海距离这些项目用海从 2.4km 到 16.1km 之间，用海间距离较远，项目对这些交通运输用海没有影响。

3、项目对渔业用海的影响分析

本项目距离三亚湾农渔业区深海网箱养殖用海项目约 14.7km，距离较远，对其没有影响。

4、项目对海底工程用海的影响分析

本项目用海距离三亚河口通道工程用海约 2.8km，距离较远，对其没有影响。

5、项目对特殊用海的影响分析

根据海域使用权属现状分析，项目论证范围内的特殊用海分别是海洋环境立体观测与

珍稀物种资源保护、珊瑚礁生态系统观测研究样区项目、三亚湾人工补沙实验段沙堤工程、三亚湾西段砂质海岸保护修复项目、亚龙湾瑞吉酒店岸滩治理应急防护工程项目、亚龙湾西段人工补沙项目。

海洋环境立体观测与珍稀物种资源保护和珊瑚礁生态系统观测研究样区项目权属于中国科学院，主要用于科研观测与研究，项目用海紧靠本项目西防波堤。鉴于本项目用海为已建成项目续期用海，项目对其用海的影响可能是运营期对周边海域水质环境的影响。根据本项目多年运营情况来看，业主单位做好运营期产生的生活污水和游艇等船只产生的含油污水、维修废水处理，对邻近的海洋环境立体观测与珍稀物种资源保护和珊瑚礁生态系统观测研究样区项目用海影响较小。根据本项目溢油事故发生后漂移扩散趋势预测，溢油发生后油粒子将扩散至中国科学院的海洋环境立体观测与珍稀物种资源保护、珊瑚礁生态系统观测研究样区项目用海区，对其水质环境带来不利影响。

本项目与其他的特殊用海项目距离较远，对其没有影响。

6、项目对三亚珊瑚礁国家级自然保护区(鹿回头半岛—榆林角沿岸片区)的影响分析

本项目用海位于三亚珊瑚礁国家级自然保护区(鹿回头半岛—榆林角沿岸片区)实验区的北部边缘。本项目为已建成项目用海续期，对保护区的影响主要关注建成后运营期间对保护区珊瑚、水质环境的影响。根据项目建成后多年（2013~2023年）对保护区珊瑚生态影响的后评估报告，三亚半山半岛帆船港项目建设对海洋环境影响较小，所采取的各项环保措施可行，项目运营期间对项目区水质、沉积物和珊瑚礁生态系统无明显影响。因此，项目用海对三亚珊瑚礁国家级自然保护区(鹿回头半岛—榆林角沿岸片区)的影响较小。根据本项目溢油事故发生后漂移扩散趋势预测，溢油发生后油粒子将扩散至鹿回头半岛的北侧、西侧和南侧海域，甚至会往东漂移扩散至保护区的东西瑁洲片区内，对保护区水质环境带来不利影响。

图5.2-1 资源生态影响范围与海域开发利用现状叠置

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三亚国宾馆有限责任公司、中国科学院（深海科学与工程研究所和南海海洋研究所）、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处(保护区管理单位)、自发性开展海上活动的周边游艇(游客)。具体情况见表5.3-1，利益相关者分布图见图5.3-1。

根据项目用海对周边海域开发活动的影响分析及项目用海性质，本项目用海需要协调的部门为：三亚海事局。具体情况见表 5.3-1。

表5.3-1 项目用海主要利益相关者界定表

表 5.3-1 项目用海利益协调部门界定表

图 5.3-1 项目用海利益相关者分布图

5.4 利益相关者协调分析

5.4.1 与海南三亚国宾馆有限责任公司的协调分析

鉴于本项目运营期间溢油事故发生后油粒子将扩散至海南三亚国宾馆有限责任公司旅游项目用海区，对其水质环境带来不利影响，因此，本项目用海业主单位将做好溢油风险防范，制定溢油应急预案，避免溢油风险事故对海南三亚国宾馆有限责任公司用海产生不利影响。

表 5.4-1 与海南三亚国宾馆有限责任公司的利益协调方案

5.4.2 与中国科学院（深海科学与工程研究所和南海海洋研究所）的协调分析

中国科学院深海科学与工程研究所和南海海洋研究所的海洋环境立体观测与珍稀物种资源保护和珊瑚礁生态系统观测研究样区项目用海紧靠本项目用海西防波堤，项目对其用海的影响主要是运营期间对水质环境的影响，根据项目建成后多年（2013~2023 年）的后评估报告，三亚半山半岛帆船港项目建设对海洋环境影响较小，对项目区水质、沉积物环境无明显影响。因此，总体上本项目对中国科学院深海科学与工程研究所和南海海洋研究所的影响是较小的。

在后续用海过程中，业主单位还应继续做好运营期生活污水和游艇等船只产生的含油污水、维修废水处理，做好溢油风险防范，避免对中国科学院（深海科学与工程研究所和南海海洋研究所）的项目用海产生不利影响。

表 5.4-2 与中国科学院（深海科学与工程研究所和南海海洋研究所）的利益协调方案

5.4.3 与海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处的协调分析

本项目用海位于三亚珊瑚礁国家级自然保护区实验区内。根据多年（2013~2023 年）珊瑚礁生态影响后评估，项目用海对保护区的影响较小。

在后续用海过程中，业主单位还应继续做好运营期生活污水和游艇等船只产生的含油污水、维修废水处理，做好溢油风险防范，继续开展每年一次的珊瑚礁生态影响后评估，及时评估和监测项目用海对保护区的影响，同时业主单位应积极参加保护区管理处相关珊瑚礁修复的公益活动，制度和实施珊瑚礁生态修复工程等。具体的协调详见表 5.5-3。

表 5.4-3 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

5.4.4 与周边游艇（游客）的协调分析

根据现场调查，项目用海区北侧海域有大量游船、游艇停泊，组织游客开展摩托艇、香蕉船等海上运动娱乐活动，摩托艇经常穿梭于游艇及本项目用海口门区，速度很快，随机性很大，对本项目船出港船只和区域海上交通带来极大的安全隐患。该游艇基本都是白

天聚集停泊该海域，也未办理海域使用权证，规范管理难度大。

建议本项目业主单位在本港船只进出港时应积极上报三亚海事部门，由三亚海事部门向各游艇发布进出港公告，提醒口门外停泊的游艇注意避让，并积极配合三亚海事部门建立完善科学的海上安全监督管理系统和船舶交通管理系统。同时，严格遵守船舶航行和停泊的规定，行驶过程中加强瞭望，减速慢行，必要时鸣笛警示，避免发生船舶碰撞事故。

表 5.4-4 与周边游艇（游客）的利益协调方案

5.4.5 与三亚海事局的协调分析

本项目邻近三亚港区，项目区周边交通运输用海较多，有凤凰岛邮轮码头、鸿洲游轮码头以及海警、救捞码头等，特别是项目用海口门外聚集性停泊的游艇，增加了区域的通航密度，船舶进出频繁，相互干扰，交会和避让的频率增加，发生碰撞(触损)事故的几率会随之增大，造成区域的通航安全问题。

本项目业主单位应与三亚海事局积极协调沟通，协调规范该区域的游艇停泊管理和用海，同时及时上报本港船只进出港动态，与三亚海事部门建立完善科学的海上安全监督管理系统和船舶交通管理系统。

表 5.4-5 与三亚海事局的协调方案

5.5 项目用海对国防安全和国家海洋权益的协调性分析

5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

项目拟用海域东侧的榆林湾内设有军事港口基地，工程距离其较远，且本项目用海不涉及到军队的私密资料，根据论证材料来源的密级规定及该海域所处的地位，本报告中所使用的资料确定为内部使用，对军事区没有影响。在海域使用方面，项目用海对国防安全和军事活动不会产生影响。

5.5.2 对国家海洋权益的协调性分析

本项目地处我国海南省近岸，位于三亚市鹿回头近岸海域，远离领海基线附近海域；本项目用海区及临近也没有对国家海洋权益有特殊意义的海上构造物、标志物，本项目用海不会对国家海洋权益产生影响。

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

(1) 《海南省国土空间规划（2021-2035年）》

《海南省国土空间规划（2021-2035年）》以资源环境承载力和国土空间开发适宜性评价为基础，服务自由贸易港建设等国家战略需要，按照陆海统筹、生态优先的原则，将全省陆域划分为城市化发展区、农产品主产区、重点生态功能区，将近岸海域划分为海洋生态空间（内部一红线）、海洋开发利用空间，即“两空间内部一红线”。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。构建“陆海相辅相成、协同有序”的海岸带开发利用格局，优化空间功能布局，节约集约利用浅海近岸，有序开拓利用深水远岸，推动形成沿海区域发展新局面。海洋生态空间即在近岸海域将“双评价”中生态保护“极重要”的区域、部分生态保护“重要”但无矛盾冲突的区域划入海洋生态保护空间。海洋生态空间重点恢复海洋典型生态系统，加大重要海洋生物资源及其栖息地保护力度。本项目主体工程位于海洋开发利用空间内，极小部分工程位于海洋生态空间的生态保护红线内。见图 6.1-1、图 6.1-2 所示。

图 6.1-1 《海南省国土空间规划（2021-2035年）》-海洋空间功能布局图

图 6.1-2 《海南省国土空间规划（2021-2035年）》-生态保护红线图

(2) 《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》

《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“滨海湿地生态系统修复重点项目-12 三

亚市三亚河湿地生态系统修复项目”和“红树林生态系统修复重点项目-7 三亚市红树林生态系统修复项目”，生态保护修复重大工程布局图详见图 6.1-3，本项目所在区域不属于三亚市生态保护修复重大工程区。

（3）《三亚市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

《三亚市国土空间总体规划（2021-2035 年）》在基于国土空间规划分区体系上，继承和优化原海洋功能区划分区体系，从保护与利用目标出发，结合新时期海洋空间管控要求及各类产业用海需求等，划定海洋功能分区。将海洋空间划分为生态保护区、生态控制区和海洋发展区，并将海洋发展区细分为渔业、交通运输、工矿通信、旅游娱乐、特殊用海、预留用海等功能分区。加强海洋功能区的管控，按照海洋功能区划管理和利用海域资源，保护海洋生态环境，统筹海洋资源的综合利用，优先保障海域使用的主导功能，适度兼顾、兼容功能。在不影响主导功能和兼容功能正常使用的情况下，可适当考虑其他功能的用海需求。

本项目为已建项目，建设内容主要为防波堤、游艇存放平台、亲水平台及护岸，其中的建设规模为防波堤长 1134.4m、护岸长 441.5m、亲水平台 445m、游艇存放平台面积为 17066m²，加油泊位长 67.4m，港池及其附属设施等。其中西防波堤长为 473.4m，东防波堤长为 661m，呈倒“L”型，东西堤相距为 445m。堤头段局部加大，做成圆形，两个堤头中心位置均各设置一座灯塔。西防波堤内侧水域布置游艇泊位，共布置了 325 个泊位，南区布置船长 10~20m 游艇，北区布置船长 18~40m 游艇，包括浮码头泊位、固定码头泊位，东堤堤头段内侧布置 30m 长加油泊位一个，港池南区游艇码头布置亲水平台与护岸相接；东防波堤内侧布置游艇存放平台，包括干船存放区、上下水港池及检修港池区、游艇仓库区。按照码头要求的建筑在陆域建造包括游艇俱乐部、管理调度监控塔楼，以及帆船、游艇展示的设施，按照其功能依次划分为管理区、休闲区、赛事区、技术服务区等。本项目为已建成项目续期用海，打造鹿回头湾高档次滨海旅游与生态保护和谐发展、海洋及海岸生态景观优美、海洋生态资源有效保护与恢复的典范。根据现场实测结果，叠加最新修测岸线，本项目用海面积 15.9814 公顷，东防波堤及西防波堤（非透水构筑物）用海面积 5.6963 公顷，平台及游艇泊位（透水构筑物）用海面积 9.7583 公顷，港池（港池、蓄水等）用海面积 0.4919 公顷，另外三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷（透水构筑物）。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项

目用海类型为游憩用海(一级类)中的文体休闲娱乐用海(二级类)；根据《海域使用分类》(HYT 123-2009)，本项目用海类型为旅游娱乐用海(一级类)中的旅游基础设施用海(二级类)，用海方式包括非透水构筑物、透水构筑物及其港池、蓄水等用海。

根据《三亚市市国土空间总体规划（2021-2035年）》，本项目用海区域位于半山半岛游憩用海区（代码 F0030）、鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区（A0057）范围内。项目用海论证范围内周边海域的功能区主要有 23 个，分别为：天涯海角海岸生态保护区(代码 A0060)、天涯海角游憩用海区(代码 F0034)、肖旗港-西岛工矿通信用海区(代码 E0007)、三亚港交通运输用海区(代码 D0021)、榆林港潟湖生态保护区(代码 A0056)、榆林港交通运输用海区(代码 D0020)、榆林港生态控制区(代码 B0006)、坎秧湾珊瑚礁生态保护区(代码 A0055)、亚龙湾珊瑚礁生态保护区(代码 A0053)、青梅港生态控制区(代码 B0005)、青梅港潟湖生态保护区(代码 A0054)、青梅港游憩用海区(代码 F0029)、青梅港交通运输用海区(代码 D0019)、牛车湾-亚龙湾海岸生态保护区(代码 A0050)、三亚湾渔业用海区(代码 C0033)、东西瑁洲珊瑚礁生态保护区(代码 A0059)、西瑁洲游憩用海区(代码 F0032)、牛鼻仔岭游憩用海区(代码 F0033)、三亚湾特殊用海区(代码 G0013)、双扉石特殊用海区(代码 G0012)、海南岛西南部重要渔业资源生态保护区(代码 A0058)、铁炉港-榆林港特殊用海区(代码 G0011)、海南岛近海渔业用海区(代码 C0070)。项目用海范围与功能区的位置关系详见图 6.1-4。项目所在及周边各功能区管控要求等相关内容见表 6.1-1。

图 6.1-3 生态保护修复重大工程布局图

图 6.1-4 项目论证范围内项目所在及周边海域功能区分布图

表 6.1-1a 项目所在半山半岛游憩用海区功能区登记表

表 6.1-1b 项目所在鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区功能区登记表

表 6.1-1c 项目所在区域和周边海域功能区登记表

6.2 项目用海对周边海域国土空间规划分区的影响分析

本项目位于鹿回头半岛鹿回头湾，为已建成项目续期用海，项目建设主要内容包括：水上泊位 325 个，泊位长度共计 4140 米，与泊位配套建造干船位停放小型游艇，共计干船位 100 个，以及与码头配套的建筑物，包括游艇俱乐部、管理调度监控塔楼，以及帆船、游艇展示的设施等。

项目用海类型为旅游娱乐用海，用海方式为非透水和透水构筑物以及港池用海。项目总用海面积 15.9814 公顷，东防波堤及西防波堤（非透水构筑物）用海面积 5.6963 公顷，平台及游艇泊位（透水构筑物）用海面积 9.7583 公顷，港池（港池、蓄水等）用海面积 0.4919 公顷。另外三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷（透水构筑物）。

工程建成有利于进一步丰富该旅游区旅游娱乐项目和提供高档旅游服务设施，丰富三亚滨海旅游度假的内涵，更好地带动当地滨海旅游业的发展，为海南建设海南自由贸易港增添绚丽一笔。项目的实施对周边国土空间规划分区影响较小，项目拟用海域的东侧榆林湾内设有军事港口基地，工程距离其较远，且项目不涉及到军事机密，对军事区没有影响。

本项目用海论证范围内周边海域的功能区主要有 23 个，通过项目用海与周边功能区用途管制中的空间准入、利用方式、保护要求等管理规定的对照分析，可以得出，本项目用海与周边各功能区管控要求不冲突，项目用海的实施基本不会对周边海洋功能区产生影响。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 用海与周边各功能区用途管制符合性分析表

6.3 项目用海与国土空间规划分区的符合性分析

根据《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）》，本项目用海占用的国土空间规划分区为：半山半岛游憩用海区（代码F0030）、鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区（A0057）。

游憩用海区是指开发利用滨海和海上旅游资源，开展海上娱乐活动的海域及无居民海岛，应按生态环境承载能力控制旅游发展强度和游客人数，旅游基础设施建设需注意河口防洪影响，保护沙咀沙坝地貌、海岸自然景观、沙滩资源及珊瑚礁、红树林和海草床等海洋生态系统。船艇观光及运动娱乐旅游须制定油污回收和泄漏油应急处理方案，严格实行污水达标排放和生活垃圾回收处理。生态保护区是具有特殊重要生态功能或生态敏感脆弱且必须强制性严格保护的海洋自然区域，也是海洋生态保护红线划定的区域。

项目用海与国土空间规划分区的符合性分析主要从国土空间规划分区的管控要求、生态保护红线管控要求以及生态修复要求等三个方面进行分析。

6.3.1 项目用海与国土空间规划分区的管控要求符合性分析

本项目建设内容主要包括建设非透水构筑物防波堤、透水构筑物码头以及港池，东防波堤及西防波堤（非透水构筑物）用海面积 5.6963 公顷，平台及游艇泊位（透水构筑物）用海面积 9.7583 公顷，港池（港池、蓄水等）用海面积 0.4919 公顷，项目总用海面积 15.9465 公顷，另外三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷（透水构筑物）。项目的建设部分改变了海域原有属性和利用方式。防波堤、港池和码头，设计充分考虑了减少工程建设对波浪、潮流的水动力环境的影响，其用海方式在一定程度上降低了对海域资源的不利影响，符合区域社会和自然条件，且充分利用该海域自然水深，有效合理使用自然岸线。

项目用海与所在国土空间规划分区用途管制的符合性分析见下表 6.3-1。

表 6.3-1 用海与所在国土空间规划分区用途管制符合性分析表

综上所述，本项目的实施符合半山半岛游憩用海区的管控要求中的空间准入、利用方式、保护要求等相关管理规定；基本符合鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区的管控要求中的空间准入、利用方式、保护要求等相关管理规定。

6.3.2 项目用海与海南省生态保护红线的符合性分析

海南省生态保护红线划定方案于 2016 年公布，通过划定生态保护红线，坚持保护优先、自然恢复为主，全面提升自然生态系统稳定性和生态服务功能，为推进生态系统治理体系和治理能力现代化、加快建设国家生态文明(海南)试验区、美丽中国海南篇章奠定坚实生态基础。

在最初公布的版本之后，海南省生态保护红线的划定方案经历过 3 次重要的调整，3 个版本分别是 2018 年校核优化版、2021 年评估调整版和 2022 年“三区三线”版。目前，海南省已完成“三区三线”的划定，划定成果通过自然资源部的审核，可作为建设项目用地用海组卷报批的依据。“三区三线”是国土空间规划的核心内容，包含了农业空间、生态空间、城镇空间三种类型空间，以及分别对应划定的永久基本农田保护红线、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线。现行海南省生态保护红线划定方案采用“三区三线”划定成果中生态保护红线的范围。

本项目于 2010 年 9 月 28 日开工建设，2011 年 11 月 24 日完成建设，生态保护红线划定始于 2016 年，划定时，本项目应建设完成多年，在红线划定过程中，根据遥感影响，已扣除本项目东西防波堤环抱的用海范围，见图 6.3-1b 遥感影响及红线位置关系图，由图可见，在红线划定时根据东西防波堤范围预留一定空间，但未根据动管系统中用海范围进行划定，以致于在叠加用海范围内，由于防波堤水下外缘线有些区域就落入在红线内，根据“三区三线”划定成果中生态保护红线的范围，本工程用海中的东防波堤与西防波堤的外缘线的部分区域占用了生态保护红线的“其他区域”，最大宽度处仅为 30 米，占用的区域极小，见图 6.3-1c。根据《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通过），关于“其他区域”的管控要求明确规定：“严格禁止开发性、生产性建设活动，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的下列人为活动”，本项目已建设完成，并已运营多年，为已建成项目续期用海，项目实施过程中进行了珊瑚礁生态补偿，采取了各项事故应急、监督管理、规范运营、跟踪监测等各项措施，项目的实施不会对生态红线不产生影响，而本项目属于早于红线划定，且涉及红线区域均为水下外缘线，

实际运营过程不会对红线的性质和功能产生影响，所涉及的区域仍是保持海域属性，其红线面积本质上不减少、性质和功能不破坏，由此可得出，本项目涉及区域不会海洋生态保护红线产生影响。而红线划定及海南省生态保护红线管理规定均属于项目建设完成多年后实施，可见本项目与海洋生态保护红线及红线管理规定不存在较大冲突。而本项目所在位置均纳入后期编制的海南省国土空间规划及三亚市国土空间总体规划的布局之中，符合省市国土空间规划。

图 6.3-1a 本项目与生态保护红线位置关系图

图 6.3-1b 本项目与生态保护红线位置关系图（放大）

图 6.3-1c 本项目用海范围（防波堤）与生态保护红线位置关系图

6.3.3 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中涉及到三亚河附近的修复项目主要有“滨海湿地生态系统修复重点项目-12 三亚市三亚河湿地生态系统修复项目”和“红树林生态系统修复重点项目-7 三亚市红树林生态系统修复项目”。

本项目所在区域位于鹿回头海域，项目所在海域在国土空间规划分区中为半山半岛游憩用海区以及小部分的鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区，而三亚市三亚河湿地生态系统修复项目和红树林生态系统修复重点项目均在潮见桥及三亚大桥上游，本项目不涉及以上两个生态修复项目。本项目已建多年的项目，不影响三亚市生态修复项目的实施，且本项目业主单位正在开展珊瑚礁生态修复工作，已委托中国科学院南海海洋研究所编制了《三亚半山半岛帆船港建设项目珊瑚礁生态修复方案》，方案明确珊瑚礁修复区域及规模等内容，目前该修复工作正在开展中。

综上，本项目符合国土空间规划分区的生态修复要求。

6.3.4 项目用海与《海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区游憩体验方案（2023-2030 年）》符合性分析

海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区以习近平生态文明思想为指导，坚持绿水青山就是金山银山理念，以保护珊瑚礁生态系统和生物多样性为核心，坚持“保护优先、规划先行、科学管理、可持续利用”的方针，倡导“绿色、科学、文明”

的游憩体验理念，因地制宜地开展丰富多彩的具有自然保护区特色的游憩体验活动，探索自然保护事业和当地社区经济社会可持续发展的有效途径，协同促进保护区资源的有效保护，将自然保护区建设成为生态保护、科普教育和资源可持续发展的示范基地。海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区管理处依照保护优先、绿色发展，服务人民、科学利用，统筹考虑、协同发展，注重科普、强调宣传的原则，制定了《海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区游憩体验方案（2023-2030年）》。

游憩体验项目及布局主要包括东西瑁洲片区、鹿回头半岛-榆林角片区和亚龙湾片区。本项目为三亚半山半岛帆船港项目，位于游憩方案中的鹿回头半岛-榆林角片区内，详见图 6.3-2，本项目位于该区的 B1 区内，B1 区用海面积为 36.92 公顷，主要用于科研教学用海，兼顾游艇交通码头、海上观光等游憩体验功能。本项目为已建多年项目，为游艇交通码头，属于典型的游憩用海区域，在体验方案中也明确针对 B1 区的任务要求是维护保持。

综上，本项目半山半岛帆船港项目续用海域符合《海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区游憩体验方案（2023-2030年）》。

图 6.3-2 本项目与保护区游憩体验方案鹿回头半岛-榆林角片区的位置关系图

6.3.5 项目用海与国土空间规划符合性分析结论

根据《海域使用分类》（HYT123-2009），项目用海类型为旅游娱乐用海，用海方式为非透水和透水构筑物以及港池用海。东防波堤及西防波堤（非透水构筑物）用海面积 5.6963 公顷，平台及游艇泊位（透水构筑物）用海面积 9.7583 公顷，港池（港池、蓄水等）用海面积 0.4919 公顷，项目总用海面积 15.9465 公顷。另外三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷（透水构筑物）。

本项目利用的国土空间功能分区为半山半岛游憩用海区（代码 F0030）、鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区（A0057）。通过上述分析，项目用海符合半山半岛游憩用海区用途管制的要求；项目用海基本符合鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区用途管制的要求，同时对周边海洋功能区基本没有影响；项目实施与生态保护红线及海南省生态保护红线管理规定不冲突。

因此，通过对项目所在海域国土空间规划分区的用途管制、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周边海域国土空间规划分区的影响情况，结合本项目特征，本项目已建设完成多年，且正常运营多年，

且运营过程中着重跟踪监测及生态修复工作。另外，本项目续用海域符合《海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区游憩体验方案（2023-2030年）》。总体上可以得出结论：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）》等相关规划。

7 项目用海的合理性分析

7.1 项目用海选址合理性分析

7.1.1 区位条件和社会条件适宜性

半山半岛帆船港项目建设初期因承办 2011~2012 年沃尔沃环球帆船赛而建设，其填补了当时国内没有接待、停泊大型帆船、游艇专用码头的空白。同时借助沃尔沃国际帆船赛事，提升了海南旅游岛的国际知名度和拓展海南旅游活动国际化程度，对建设海南国际旅游岛起到推进作用。

项目选址得到海南省发展和改革委员会（琼发改审批函〔2010〕2342 号）核准、海南省港航管理局（琼港航发〔2010〕182 号）和原国家海洋局的批复（国海环字〔2011〕465 号）。

项目建成后，于 2011~2012 年、2014~2015 年两届国际沃尔沃环球帆船赛三亚站指定经停港，2018 年被评为亚洲首家“白金五金锚”游艇码头，并于 2024 年 3 月再次荣获国际“白金五金锚”码头认证。

综上所述，本项目续期用海延用了原来的用海方案，项目选址具有唯一性，项目区位和社会条件能满足项目建设和营运要求。

7.1.2 自然资源和海洋生态适宜性

帆船港工程竣工后，为了更好的评价项目运营对附近海洋环境的影响，2012~2023 年十二年间，三亚半山半岛帆船港有限责任公司每年均委托有资质的单位进行海洋环境和珊瑚礁资源调查。

根据 2012~2023 年海水水质调查结果表明，工程竣工后，海水水质各监测指标有一定波动，但总体呈稳定趋势，监测数据变化未见明显异常，说明本项目建设 and 运营对附近海域水质环境的影响不大，海水水质状况总体上保持良好。

根据 2012~2023 年沉积物质量调查结果表明，监测海域沉积物质量状况良好，均在第一类海洋沉积物质量标准内，总体变化不大，说明项目运营对海洋沉积物环境影响不大。

根据 2012~2023 年珊瑚礁资源跟踪调查结果，近年来鹿回头海域的珊瑚覆盖率基本都在 20%左右，且项目建成后造礁石珊瑚覆盖率回升并超过工程建设前的水平，珊瑚礁生态系统比较稳定。用海单位于 2016 年 12 月在港池内投放了 17 个人工鱼礁，并有珊瑚附着生长，说明港池区域的环境也适合珊瑚生长。2019 年

之前，项目区珊瑚礁覆盖率基本保持在 10%左右，2020 年至 2022 年项目区珊瑚礁覆盖率降低到 5%以下，2023 年项目区珊瑚礁覆盖率又有所回升。与鹿回头海域的珊瑚生态系统相比，项目区珊瑚礁生态系统受人类活动的影响更大。

对比工程前后周边海域 2005 年、2014 年和 218 年的海图水深数据，和用海单位 2011 年、2018 年、2021 年和 2024 年在帆船港港池内外的扫海测深数据，帆船港建设未引起周边海域的冲淤趋势，项目建成以来港池内未进行任何疏浚作业，水深仍能满足项目运营要求，周边地形稳定，说明项目区域对周边地形地貌冲淤影响相对较小。续期用海不改变用海平面布置和规模，对周边海域的冲淤环境影响较小。

项目续期用海与自然资源和生态环境相适宜。

7.1.3 与周边其他用海活动适宜性分析

本项目用海位于三亚市鹿回头半岛西北侧海域，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、海底工程用海、特殊用海、保护区用海。根据前文第 5 章海域开发利用协调内容，项目用海涉及到利益相关者主要是海南三亚国宾馆有限责任公司、中国科学院（深海科学与工程研究所和南海海洋研究所）、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处(保护区管理单位)、自发性开展海上活动的周边游艇(游客)。

根据现场调查，用海单位运营十三年来，制定了合理的航路、采取有效的交通管理措施及防台应急措施等预案，确保游艇通航安全，至今未发生溢油事故。因此，项目续期用海在继续落实利益相关协调内容，本项目续期用海能与周边用海活动相适宜。

7.2 项目用海平面布置合理性分析

本项目在 2011 年申请用海设计阶段，采用顺岸（靠岸）式和离岸式两种总平面布置，经比选，采用了顺岸式平面布置方案。用海总平面布置方案包括了防波堤、游艇码头、平台和港池。

游艇码头通常要求游艇在港内避风、浪，因此，游艇港内必须满足合适的平稳度，港内水域也应尽量避免波浪反射或采取消浪措施。所以，为阻断波浪的冲击力、围护港池、维持港池内部水面平稳，以保护港池内船舶免受恶劣天气影响，港池外应设防波堤。

防波堤的平面布置根据帆船港基地的使用要求、游艇基地的建设规模、船型和当地自然条件（主要是风况、波浪、潮流、工程地质、泥沙运动），经技术经济论证后确定。为确保游艇停靠区的安全与舒适，抵御风浪，帆船港在外围建造全包围式防波堤，采用左右环抱的布局。口门位置朝东，分为内防波堤与外防波堤，即东西各一个手臂形堤坝向海面伸出，呈倒 L 型。

东西侧防波堤环抱形成港池掩护水域。为提高护面消浪效果和美观性，防波堤外侧采用斜坡式结构，内侧采用沉箱重力式墙，该方案防波堤有石料需求少，占地面积少、空心方块内侧可供船舶靠泊，水域利用率高的优点。

因游艇维修、保养及干仓需要，在港池东侧设置陆上停放区，平面尺度为 95×88m，可停放 100 艘游艇。为方便游艇维修，在内航道东侧的陆上停放区设置检修港池，平面尺度 15m×15m，设置两个检修泊位。游艇下水采取 30t 游艇提升机或坡道下水，下水港池平面尺度 30m×8m。

帆船港项目已建成运营 13 年，项目采用的靠岸平面布置方案，受地形的屏蔽作用小，港区的避风、避浪条件好，确保了港池内游艇、帆船的泊位稳定安全性。距离三亚港主航道较远，在已举办过的帆船赛事期间，确保了通航安全。

因此，本项目的平面布置在原来的项目用海申请与延续经营申请的过程中，得到了原国家海洋局、原三亚市海洋与渔业局等不同级别的管理部门的认可、批复，并多次经生态评估后取得续期用海批复，其平面布置是合理的。

7.3 用海方式合理性分析

游艇港内必须满足合适的平稳度，港内水域也应尽量避免波浪反射或采取消浪措施。因此，在充分考虑常风向、波浪、潮流、泥沙运动影响的条件下，为确保游艇安全进出口门，需要进行防波堤建设。工程建设的东侧和西侧防波堤，将该海湾形成半封闭水域，从而具备航池和帆船下海的能力，满足船舶停靠和人员登岸的要求。因此，防波堤用海方式采用非透水构筑物。

游艇存放平台及亲水平台采用高桩式结构，用海方式为透水构筑物。游艇停放的港池以及回旋水域采用港池、蓄水等用海方式。

帆船港 2011 年建成以来，总体平面布置未发生改变，没有改扩建。项目成功运营至今已 13 年，非透水构筑物的建设对周边的潮流场影响已基本消除。周

边海域潮流场的不会因为本项目续期用海而产生影响。项目用海方式最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

7.4 占用岸线合理性

根据项目申请用海情况、海南省 2019 年岸线修测成果，和《全国海岸线修测技术规程（2019 年）》中海岸线分类和界定要求，本续期用海项目占用岸线总长 423m，其中占用人工岸线（构筑物）420m，占用自然岸线（砂质岸线）3m。需要指出的是本项目涉及的自然岸线（砂质岸线）并非实质性占用，岸滩仍为砂质岸滩，见图 7.4-1，仅防波堤水下外缘线涉及到岸线区域，可见，水下外缘线涉及 3m 自然岸线，但砂质岸线的功能和形态均不改变，对三亚市自然岸线保留率不造成影响。因此，本项目续用海域占用岸线是合理的。

图 7.4-1 续期用海项目涉及自然岸线现状

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 宗海图绘制

按照《海域使用分类》（HY/T 123-2009）相关规定，判定东防波堤和西防波堤的二级用海方式为非透水构筑物，平台和游艇泊位的二级用海方式为透水构筑物，港池的二级用海方式为“港池、蓄水”。另外，按照《海域使用金征收标准》相关规定，判定东防波堤和西防波堤的用海方式为非透水构筑物，平台和游艇泊位的用海方式为透水构筑物，港池的用海方式为港池、蓄水。

依据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）“5.3.2.1 非透水构筑物用海 岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界”；“5.3.2.2 透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线的基础上，外扩不小于 10m 保护距离为界”；“5.3.3 围海用海 岸边以围海前的海岸线为界，水中以围堰、堤坝基床外侧的水下边缘线及口门连线为界”。本项目宗海的范围主要根据最新的海岸线修测成果和现场实测，并结合竣工图来界定。

（1）东防波堤和西防波堤用海

依据现场实测数据和竣工图防波堤水下外缘线，确定界址点“4-5-6-...-62-63-1”和“66-67-68-...-122-123-64”；依据最新修测的海岸线，防波堤有两段与海岸线重合，确定界址点“1-2-3-4”和“64-65-66”。东防波堤用海由界址点“1-2-3-...-62-63-1”逆时针方向闭合而成。西防波堤用海由界址点“64-65-66-...-122-123-64”逆时针

方向闭合而成。

（2）平台用海

依据最新修测的海岸线，确定界址点“5-6”；依据现场实测，确定界址点“18-19-20-...-44-45”；依据相邻宗海（三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目）确定界址点“2-3-4”；依据相邻东防波堤和西防波堤用海范围确定界址点“46-1”和“7-8-9-...-16-17”。平台用海由界址点“1-2-3-...-45-46-1”逆时针方向闭合而成。

（3）游艇泊位用海

依据现场实测，确定界址点“2-3-4-...-29-30”；依据相邻东防波堤和西防波堤用海范围确定界址点“31-32-33-...-46-47”和“53-54-...-58-59-1”。依据游艇泊位前沿线外扩3倍设计船长，确定界址点“48-49-50-51-52”；游艇泊位用海由界址点“1-2-3-...-58-59-1”逆时针方向闭合而成。

（4）港池用海

依据相邻游艇泊位用海范围确定界址点“1-2-3-4-5”；依据相邻东防波堤和西防波堤用海范围确定界址点“6-7-8-...-34-35”，其中“18-19”为口门连线。港池用海由界址点“1-2-3-...-34-35-1”逆时针方向闭合而成。

7.5.2 用海面积量算

本项目宗海图采用2000国家大地坐标系(CGCS2000)，高斯-克吕格投影，中央经线为东经109°30′。按照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），本次申请用海面积，是根据界址点坐标解析法进行面积计算，即利用已有的各点平面坐标计算面积，借助于GIS软件计算功能直接求得的，最后确定各宗海内部单元用海面积见下表7.5-1。

本项目最终确定的宗海位置图、宗海平面布置图、宗海界址图见图7.5-1至图7.5-5，宗海界址点见表7.5-2至表7.2-4。

表 7.5-1 各宗海内部单元用海面积表

宗海	用海方式	面积
西防波堤	非透水构筑物	2.6335
东防波堤	非透水构筑物	3.0628
港池	港池、蓄水	0.4919
平台	透水构筑物	1.3536
游艇泊位	透水构筑物	8.4047
合 计		15.9465

7.5.3 用海面积合理性

7.5.3.1 历次用海申请面积

本项目2011年12月26日获原国家海洋局批复同意，用海总面积为16.9471公顷，有效期为3年（至2014年12月26日）。此后，用海期限到期前均获得续期用海批复。2017年12月26日，根据海南省岸线修测成果调整（岸线位置有变动），在用海平面布置未改变的前提下，用海面积为14.0575公顷。2023年申请口岸查验设施设备建设项目（透水构筑物）0.0349公顷，具体见表7.5-5。

表 7.5-5 历次用海面积一览表

7.5.3.2 用海面积合理性

项目在满足帆船港建设需要的前提下，最大限度的发挥项目所在海域资源效益最大化的基础上，同时满足自由贸易岛封关运作，确定了本项目的用海类型和用海边界，因而本项目用海面积是合理的、适宜的。

7.6 用海期限合理性分析

按照《中华人民共和国海域使用管理法》规定，使用某一固定海域连续三个月以上的排他性开发利用活动都需提出海域使用申请。海域使用的对象为从海底到海面所构成的海域空间，包括水面、水体、海床和底土。

本项目续期用海属于经营性旅游娱乐用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，旅游娱乐用海项目海域使用权最高期限为25年，本项目首次申请用海于2011年12月26日，根据原国家海洋局《关于进一步加强自然保护区海域使用管理工作的意见》（国海函[2006]3号）中“自然保护区内的有关活动用海，一次批准海域使用权的期限应当与自然保护区行政主管部门批准的活动许可期限一致，最长不得超过3年”，首次申请期限为2011年12月26日至2014年12月26日；根据2019年6月26日自然资源部关于公布第一批已废止或者失效的规范性文件目录的公告（2019年第30号），国海函[2006]3号文件已废止，因此，结合法律法规及本项目特点，此次续用海域申请按照旅游娱乐用海最高年限减去已使用年限（已使用12年6个月），即此次续用申请年限为12年6个月，即2024年6月26日至2036年12月26日，是合理的。另外，三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目目前仍在有效期限内，待到期后，可按照本项目续用海域申请期限继续申请用海。



图 7.5-1 三亚半山半岛帆船港项目（续期用海）宗海位置图

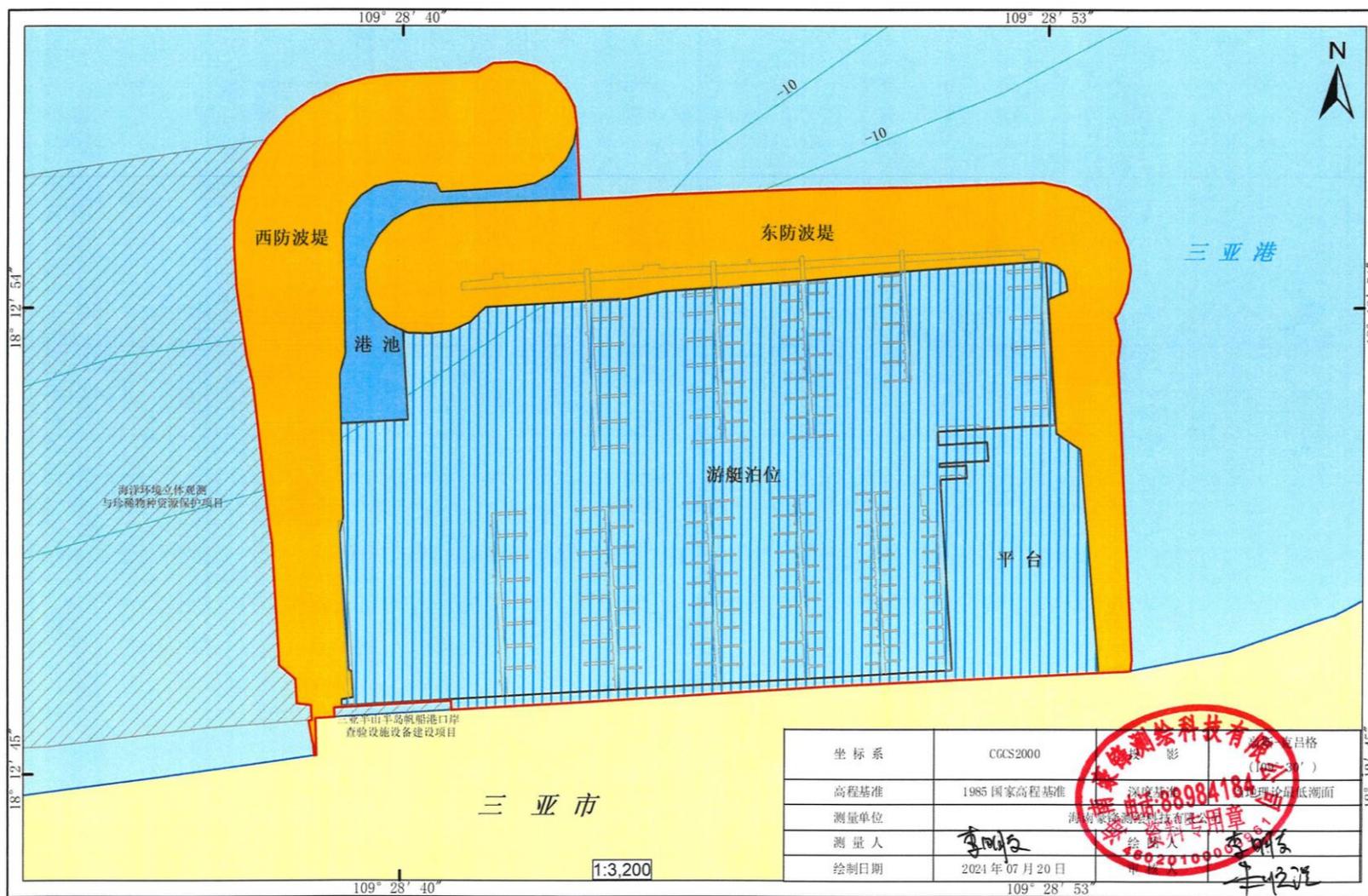


图 7.5-2 三亚半山半岛帆船港项目（续期用海）宗海平面布置图

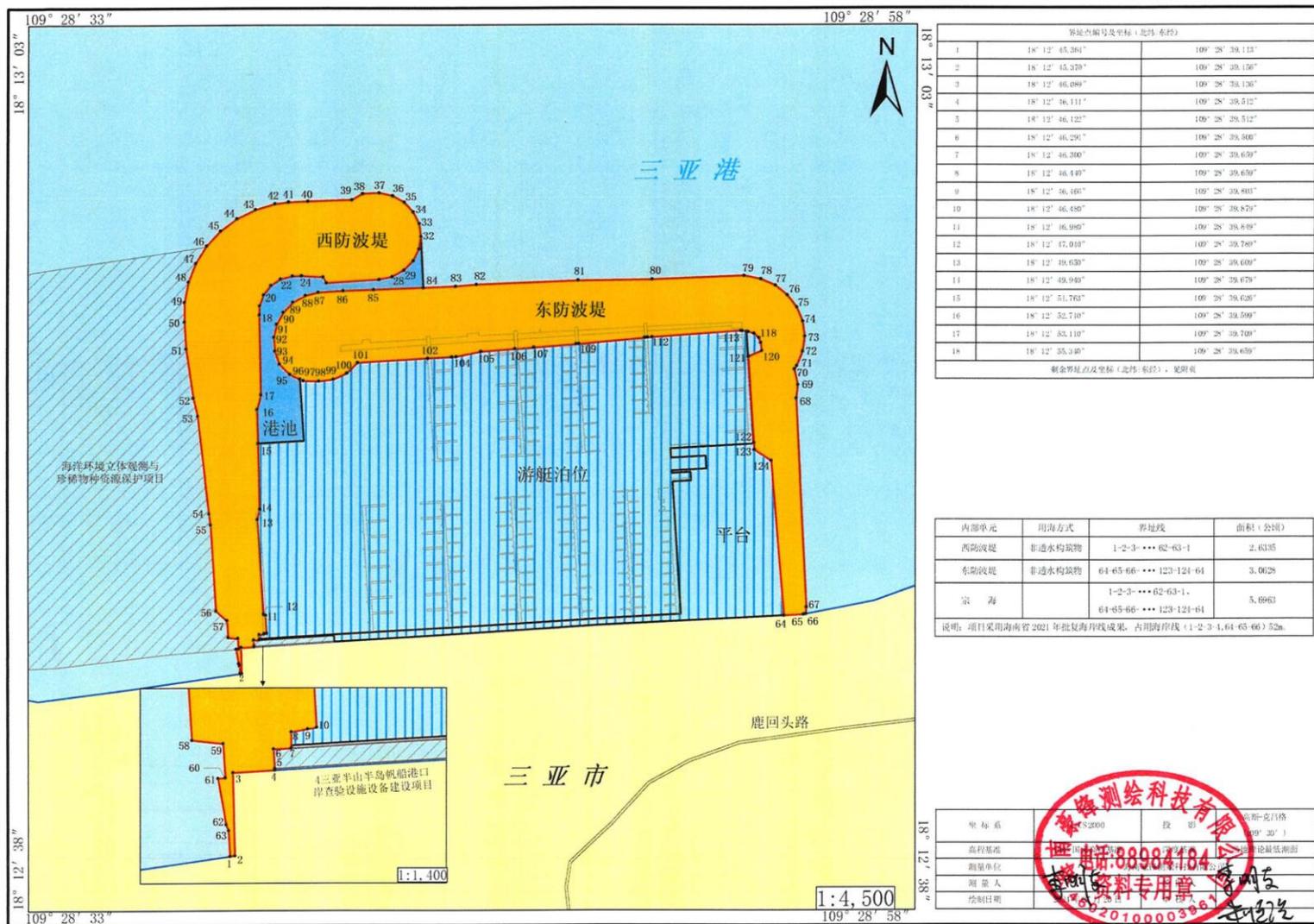


图 7.5-3 三亚半山半岛帆船港项目（续期用海）（防波堤）宗海界址图

表 7.5-3 三亚半山半岛帆船港建设项目（防波堤）（续期用海）宗海界址点
（续）

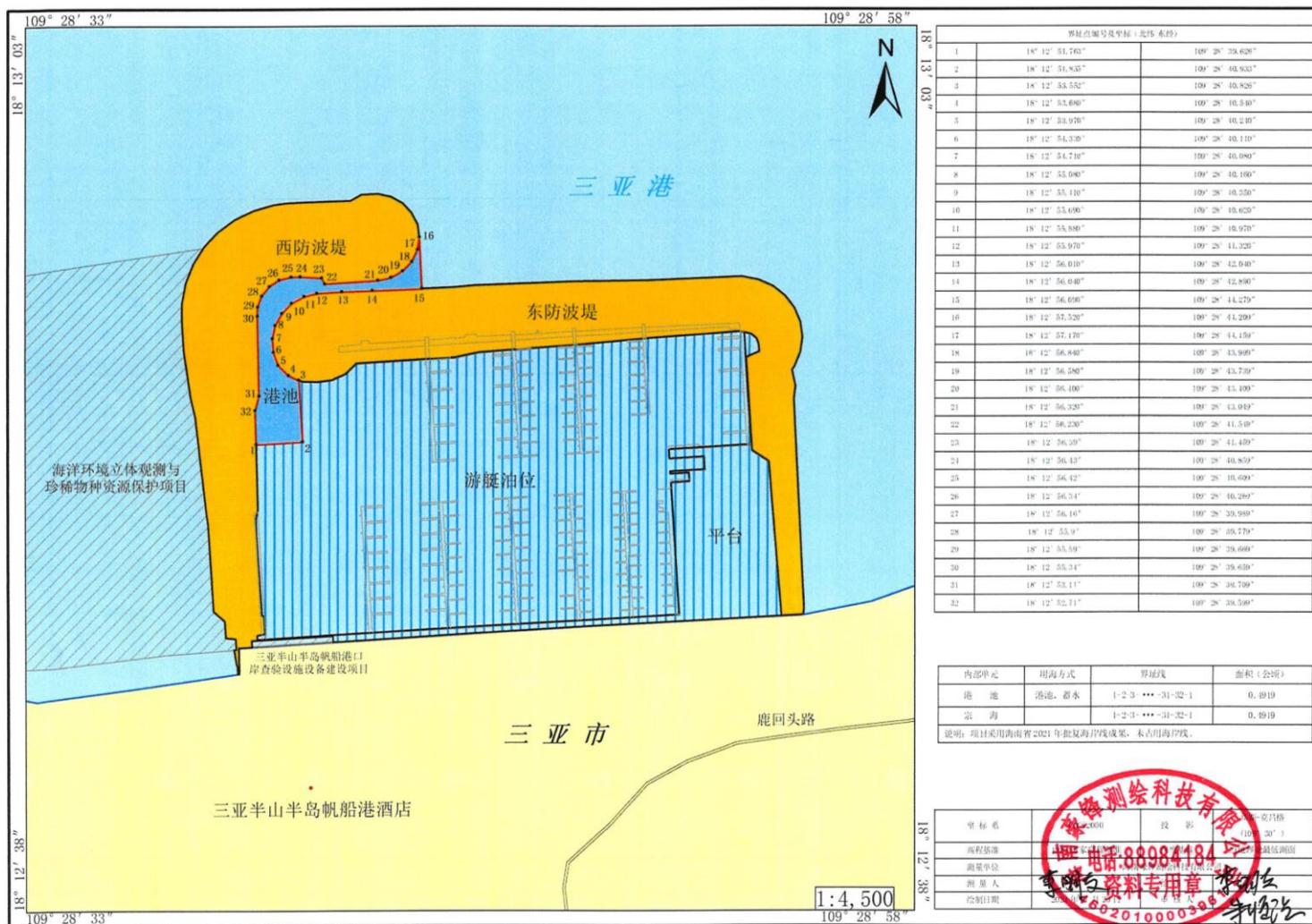


图 7.5-4 三亚半山半岛帆船港建设项目（港池）（续期用海）宗海界址图

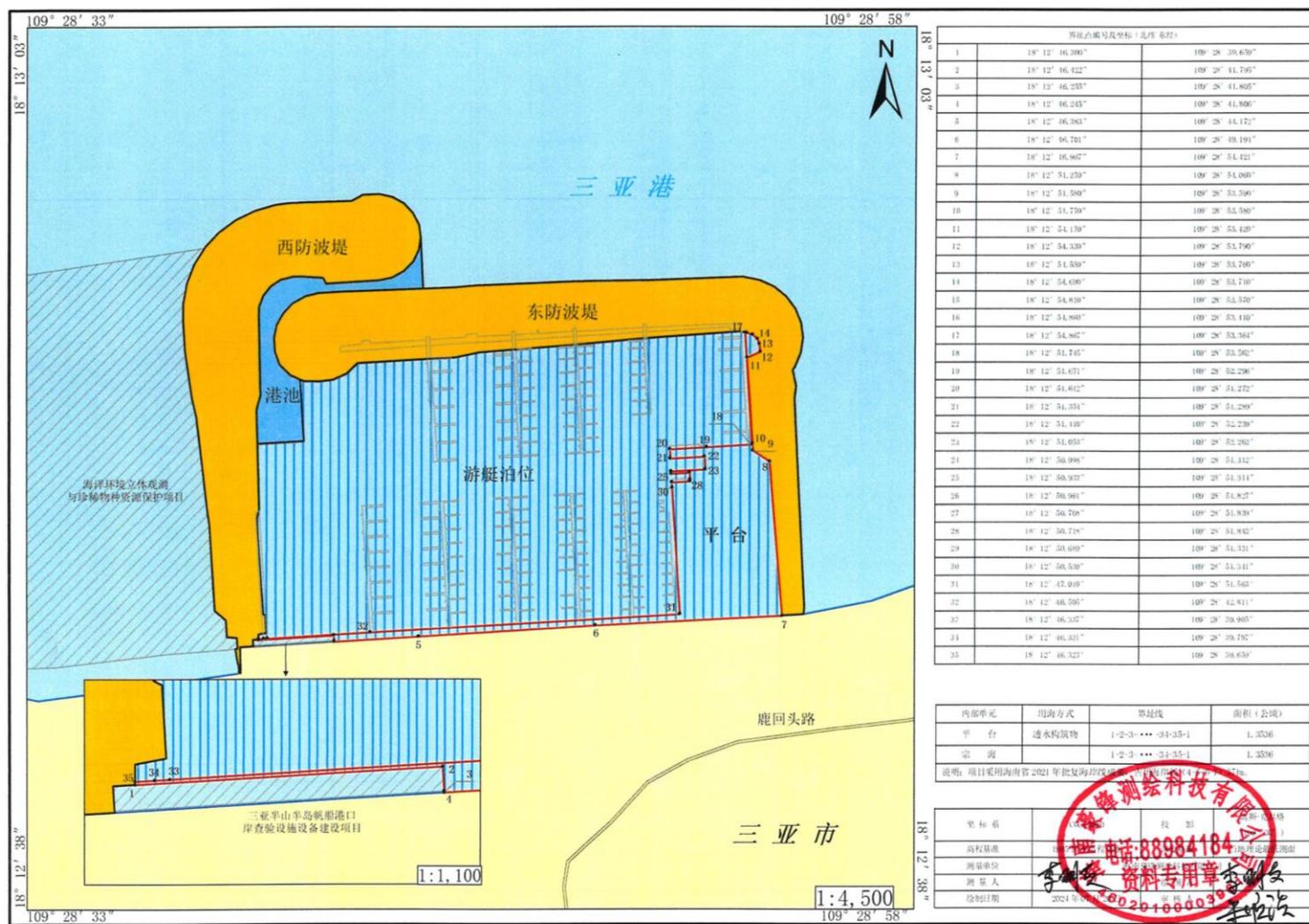


图 7.5-5 三亚半山半岛帆船港项目（平台）（续期用海）宗海界址图

表 7.5-4 三亚半山半岛帆船港建设项目（平台）宗海界址点（续）

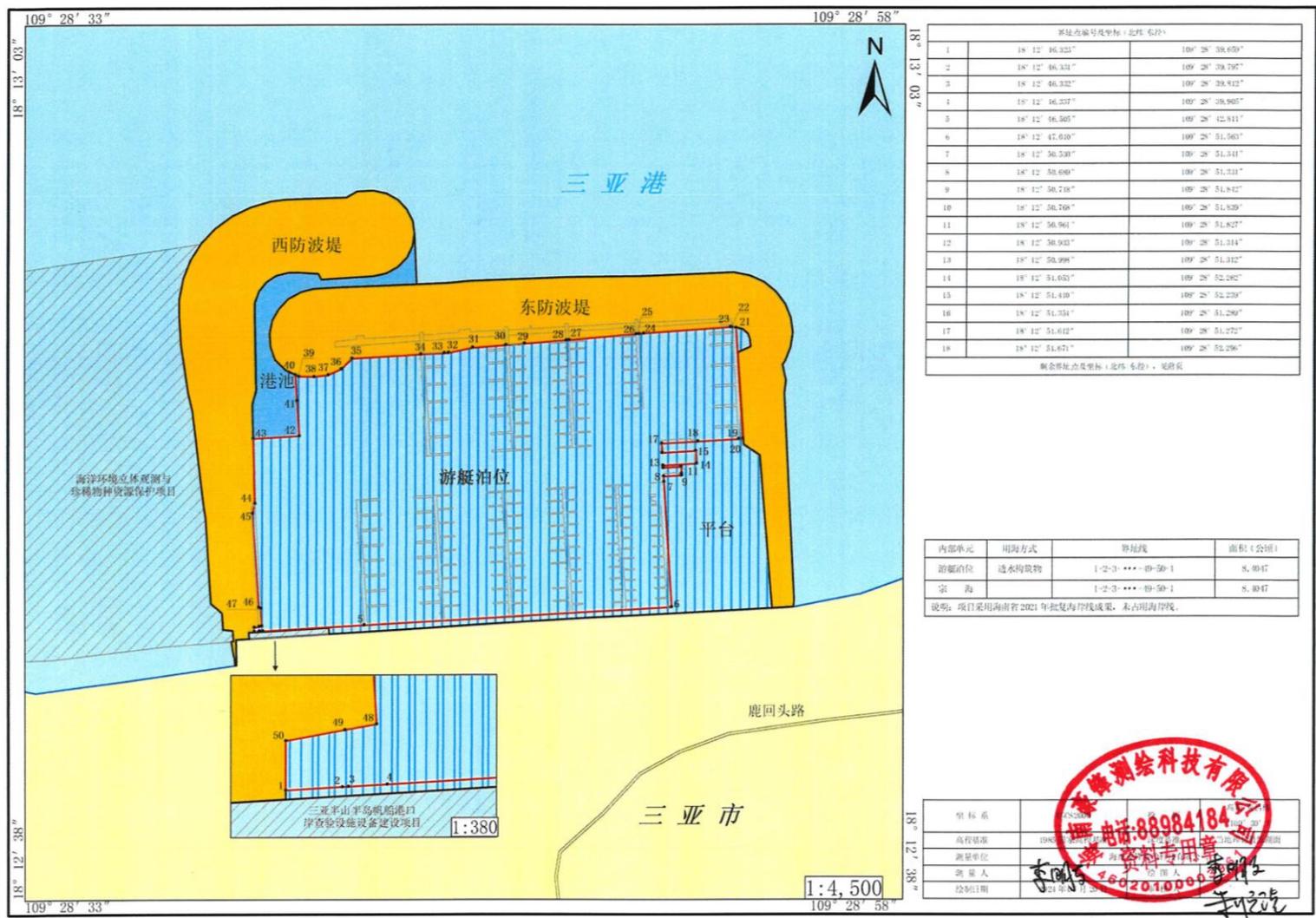


图 7.5-6 三亚半山半岛帆船港项目（游艇泊位）（续期用海）宗海界址图

表 7.5-7 三亚半山半岛帆船港建设项目（游艇泊位）（续期用海）宗海界址点（续）

8 生态用海对策措施

三亚半山半岛帆船港项目（续期用海）属于经营性用海，根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为游憩用海(一级类)中的文体休闲娱乐用海(二级类)；根据《海域使用分类》(HYT 123-2009)，本项目用海类型为旅游娱乐用海(一级类)中的旅游基础设施用海(二级类)，用海方式包括非透水构筑物、透水构筑物及其港池、蓄水等用海。本项目为已建多年的项目，施工对周边的海域资源及生态影响基本完全消失，建设后，对周边水动力环境及冲淤环境的影响也基本达到了平衡，针对续用海域来说，基本对周边水动力及冲淤环境影响很小。目前在续用海域论证过程中，主要关注现有生态保护措施、原来的生态保护措施落实情况及开展的生态保护修复情况。

因此，本项目为续用海域，根据项目海域使用类型、用海方式及原来建设所在海域特征，本项目主要关注的生态问题主要为：

- (1) 项目实施对该海域珊瑚礁生态环境的影响。
- (2) 现有生态环保措施落实情况。
- (3) 生态保护修复工作开展情况。

8.1 生态用海对策

8.1.1 生态保护对策

(1) 施工期环境保护措施

①防波堤建设与港池疏浚施工水污染防治措施

a.在防波堤建设过程中，抛石用的石料和水泥预制件应尽量避免含有泥土颗粒，减少抛石过程中悬浮物的来源，为了进一步减轻防波堤建设产生的悬浮物向自然保护区核心区的扩散，抛石作业应选择在涨潮时段进行。

b.在港池水域疏浚的施工过程中，严格遵守施工程序，减少海域污染。施工单位应合理安排施工工程车数量、位置，设计好挖掘进度，以尽量避免疏浚作业对港池外海水水质的影响，降低对自然保护区的影响。

c.防波堤建设和疏浚过程中，应实施悬浮物监控计划，控制悬浮泥砂的浓度和扩散范围。

d.避开大风浪季节施工，尽可能选择在海流平静的潮期，进行疏浚作业减少对海域的污染影响。施工期间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。

【施工期防波堤建设与港池疏浚各种环保措施落实到位，未产生生态环保事故。】

②船舶产生的含油污水防治措施

各种船机要防止漏油，禁止在运转过程中产生的油污未经处理就直接排放，或维修机械时油污直接排放，施工船舶含油污水经收集集中处理。

【施工过程船舶管理到位，未产生船舶污染事故，业主单位也委托武汉理工大学航运学院编制了《三亚半山半岛帆船港工程船舶污染海洋环境风险评估报告》，并获得了海南海事局同意备案的函（琼海便函[2014]）151号，见附件】

③陆域施工废水污染防治措施

施工期施工人员严格管理和节约施工用水、生活用水，降低单位 GDP 的能耗。

④环境空气污染防治措施

工程施工用水泥、沙、石料等建筑材料在使用与堆放时，建材的运输及场地的平整等过程将会产生一定数量的粉尘，从而使施工区附近大气环境质量有所下降。因此，施工期环境空气污染防治措施应重点针对施工粉尘，具体如下：

a.严格执行对粉状易起尘及混凝土拌和等建筑材料必须加盖封闭运输，否则严禁上路的规定。同时控制行车速度，减少装卸落差。

b.加强施工现场的科学管理，合理安排施工作业，合理堆放施工材料，尽量减少搬运过程，对易起尘的材料实行库内存放。

【施工过程均严格按照防治措施落实，未发生污染事故及投诉事件】

（2）营运期污染防治对策措施

①水污染防治措施及对策

a.对市政管网延伸，进行污水接入工程施工，于2021年5月10日获得城镇污水排入排水管网许可证，帆船港生活污水排入市政污水管，进入污水处理厂。

b.帆船为非机动船几乎不产生含油废水，运行过程中的游艇，产生的含油废水数量也非常少，营运期间，游艇运行中产生的油污水统一收集，到码头后交由三亚华利清污有限公司统一处置。

②固体废物处理措施

本工程营运期间产生的固体废物主要为游客、工作人员产生的生活垃圾，统一收集后交由环卫部门统一处理。

③生态保护措施

2016年在港池内投放了人工鱼礁，以促进生态环境的恢复，对受损的海洋生物资源、水产资源进行补偿。

目前，本项目业主单位正在开展珊瑚礁生态修复工作，已委托中国科学院南海海洋研究所编制了《三亚半山半岛帆船港建设项目珊瑚礁生态修复方案》，方案明确珊瑚礁修复区域及规模等内容，目前该修复工作正在开展中。

8.1.2 生态跟踪监测

（1）项目营运以来的生态跟踪监测情况

本项目运营以来，业主单位分别委托相关技术单位对项目区域的生态环境进行跟踪监测，详见表 8.1.2-1。跟踪监测内容报告海水水质、海洋沉积物及珊瑚礁生态等内容，并对其进行评估，对保护区及珊瑚礁生态影响评估采用前后对比法和定量分析预测，前后对比法是将项目运营前后的海洋环境和珊瑚礁生态现状进行比较，以确定项目的实际环境影响。定量分析预测是通过定量与定性评价相结合的方法，系统的评价海洋工程建设对水质、沉积物和珊瑚礁的影响。

表 8.1.2-1 生态环境进行跟踪监测信息表

（2）生态跟踪监测方案

【由于本项目为续用海域，跟踪监测方案采用原来跟踪监测方案，监测方案包括海水水质、海洋沉积物和珊瑚礁生态】

①海水、沉积物监测

a. 站位布设

水质、沉积物监测的主要区域为三亚半山半岛帆船港及附近海域，共设置 14 个水质调查站位，7 个沉积物调查站位。站位及坐标见图 8.1.2-1 和表 8.1.2-2。

图 8.1.2-1 水质、沉积物调查站位图

表 8.1.2-2 水质、沉积物调查站位坐标

b. 监测项目

水质监测项目为水温、pH、盐度、溶解氧、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、石油类、悬浮物、铜、铅、锌、镉、汞、砷等。

沉积物监测项目为总汞、铜、铅、锌、镉、砷、石油类、硫化物和有机碳。

②珊瑚礁监测

a. 站位布设

根据珊瑚分布的密度、均匀度、优劣情况以及海底地形，围绕项目周边及项目位置处布设珊瑚礁调查断面。在海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区及三亚半山半岛帆船港周边海域共设置珊瑚礁断面调查站位 11 个。调查站位见图 8.1.2-2、表 8.1.2-3。

图 8.1.2-2a 珊瑚礁调查区域站位布设图（三亚珊瑚礁国家级自然保护区）

图 8.1.2-2b 珊瑚礁调查站位布设图（项目区）

表 8.1.2-3 项目珊瑚礁资源调查站位

b. 调查方法

珊瑚礁生物调查方法结合《珊瑚礁生态监测技术规程》中断面线监测法和国际珊瑚礁调查方法截线样条法（LIT）的要求执行。主要根据照相、摄像的资料对珊瑚种类、活珊瑚覆盖率、死亡造礁珊瑚覆盖率、珊瑚病害、造礁珊瑚补充量、大型底栖生物、珊瑚礁鱼类等珊瑚礁生态监测指标进行分析。

8.2 生态保护修复措施

本项目业主单位在 2016 年 12 月在港池内投放了 17 个人工鱼礁，以促进生态环境的恢复，对受损的海洋生物资源、水产资源进行补偿。根据调查，投放的人工鱼礁已经有珊瑚附着，但调查过程中观察到较多死亡时间 1-2 年的珊瑚及白化珊瑚，死珊瑚的平均覆盖率达 2%，珊瑚平均死亡率为 63.5%，珊瑚白化及死亡现象可能是由于海水长时间高温导致的。2022 年业主单位着手珊瑚礁生态修复工作，委托中国科学院南海海洋研究所编制了《三亚半山半岛帆船港建设项目珊瑚礁生态修复方案》，本项目续用海域的生态保护修复主要按照此方案进行。

9 结论

9.1 项目用海的基本情况

三亚半山半岛帆船港项目的建设是为 2011~2012 年度沃尔沃国际帆船赛事提供场所，借助沃尔沃国际帆船赛事，提升海南旅游岛的国际知名度，拓展海南旅游活动国际化程度、落实海南省国际旅游岛的建设战略，项目运营以来承接了沃尔沃环球帆船赛 2011-12 赛季和 2014-15 赛季中国赛区唯一指定经停港。2011 年 12 月 9 日取得了原国家海洋局关于三亚半山半岛帆船港项目用海的批复（国海管字[2011]852 号），批复用海面积 16.9471 公顷，其中非透水构筑物（防波堤和护岸）6.1800 公顷，透水构筑物（平台区）1.8749 公顷，港池 8.8922 公顷。2021 年 6 月 15 日，三亚鹿回头旅游区开发有限公司取得三亚市自然资源和规划局关于帆船港项目续用海域的批复（三自然资海[2021]208 号），续用海域面积为 14.0575 公顷，占用海岸线 1051.3 米，非透水构筑物面积为 5.1862 公顷，港池、蓄水等用海面积 8.8713 公顷，导致续用海域面积减少的原因是法定海岸线变化所致，原来透水平台在 2016 版海南省岸线中，将其纳入陆域，导致需用海域面积减小；2022 年 3 月 22 日取得该项目不动产权证（琼（2022）三亚市不动产权第 005257 号），续用海域面积仍为 14.0575 公顷。根据现场实测结果，叠加最新修测岸线，本项目用海内容主要为防波堤、亲水平台、游艇存放平台及游艇泊位和港池等，总用海面积为 15.9465 公顷，东防波堤及西防波堤（非透水构筑物）用海面积为 5.6963 公顷，平台及游艇泊位（透水构筑物）用海面积为 9.7583 公顷，港池（港池、蓄水等）用海面积为 0.4919 公顷。三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷，根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为游憩用海(一级类)中的文体休闲娱乐用海(二级类)；根据《海域使用分类》(HYT 123-2009)，本项目用海类型为旅游娱乐用海(一级类)中的旅游基础设施用海(二级类)，用海方式包括非透水构筑物、透水构筑物及其港池、蓄水等用海。

三亚半山半岛帆船港建设项目（续期用海）属于经营性旅游娱乐用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，旅游娱乐用海项目海域使用权最高期限为 25 年，本项目首次申请用海于 2011 年 12 月 26 日，根据原国家海洋局《关于进一步加强自然保护区海域使用管理工作的意见》（国海函[2006]3 号）中“自然保护区内的有关活动用海，一次批准海域使用权的期限应当与自然保护区行政主管

部门批准的活动许可期限一致，最长不得超过3年”，首次申请期限为2021年12月26日至2014年12月26日；根据2019年6月26日自然资源部关于公布第一批已废止或者失效的规范性文件目录的公告（2019年第30号），国海函[2006]3号文件已废止，因此，结合法律法规及本项目特点，此次续用海域申请按照旅游娱乐用海最高年限减去已使用年限（已使用12年6个月），即此次续用申请年限为12年6个月，即2024年6月26日至2036年12月26日。

9.2 项目用海的必要性结论

本项目为续期用海项目，项目于2010年9月28日开工建设，2011年11月24日完成建设，运营以来，承接2011-2012沃尔沃环球帆船赛和2015-2016沃尔沃环球帆船赛。截止到2023年已举办国内外活动50余场。本项目首次申请时采用2008年岸线修测成果，用海面积为16.9471公顷，2016版岸线后，续用海域申请面积为14.0575公顷，至2024年6月26日（琼（2022）三亚市不动产权第0005257号），海域使用面积14.0575公顷。本次续期用海海域使用论证，充分考虑用海现状，叠加最新修测岸线，并对构筑物进行实测，确定本项目续用海域面积，最总确定本项目续用海域面积为15.9465公顷，其中非透水构筑物用海面积为5.6963公顷（东西防波堤），透水构筑物用海面积为9.7583公顷（亲水平台、游艇存放平台及游艇泊位），港池用海面积为0.4919公顷，各功能区块均为原来首次申请内容，无新增用海功能区块。由于构筑物边界为实测，加之已申请用海的三亚半山半岛帆船港设施设备建设项目，各区块面积略有变化，其中非透水构筑物比首次申请面积（6.1800公顷）略减小0.4837公顷；透水构筑物比首次申请面积（1.8749公顷）增加7.8834公顷，港池面积比首次申请面积（8.8922公顷）减小8.4003公顷，透水构筑物增大区域主要按照游艇码头界定规范，以透水方式构筑的游艇码头用海，游艇码头和游艇停泊水域作为一个用海整体界定，致本次透水构筑物面积较大幅度增加，港池面积减小。

根据多年的运行情况反馈，所涉及用海单元能够满足项目需求。综合考虑项目用海区域的水深、潮差、波浪、地质等自然条件，续用海域需要维持原来首次申请海域的各种功能区块才能港池内船舶的泊稳和安全，同时为了海南自由贸易岛封关运作，口岸查验设施设备建设项目用海也是必要的。因此，续用海域非透水构筑物、透水构筑物及港池、蓄水等用海是必要的。

综上所述，本项目续用海域是必要的。

9.3 项目用海资源生态影响分析结论

（1）生态评估

由于本项目为续批用海，生态评估重点和关键因子选取生态环境中的珊瑚礁种类和覆盖率；水动力环境中工程建成后（现状）海域的流速、流向；水环境中的溢油风险。项目建设对周边海域的潮流影响很小，影响范围主要集中在项目附近，生态影响主要针对项目建设生态环境后评估情况。

（2）资源影响

本项目作为已建工程项目的续批用海，项目用海资源环境影响分析主要关注项目建设前后周边海域岸线资源、生物资源、水文动力环境、水质环境、生态环境（包括典型海洋生态系统）的变化情况。根据最新修测岸线，本项目续用海域占用人工岸线 420m，其中防波堤水下外缘线占用砂质岸线 3m，根据现场踏勘情况，占用的砂质岸线并非实质占用，所对应的区域人为砂质岸滩，仅在水下外缘线涉及，因此，本项目续用海域对岸线资源影响很小。本项目用海总面积为 15.9465ha，加之三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海 0.0349 公顷，即占用海洋空间资源 15.9814ha；海洋生物资源基本稳定。

（3）生态影响

①项目建设对周边海域的潮流影响较小，自帆船港项目 2011 年建成至今已，对潮流场有局部影响的非透水构筑物防波堤没有任何形式的改变或扩建，项目对周边的潮流场影响已基本趋于稳定，不会因为本项目继续运营而对周边潮流场再产生其他的影响。

②项目自 2012 年建成以后，根据业主提供资料和历年来对港池及周边区域水深测量结果，港池内未进行任何疏浚作业，水深仍能满足项目运营要求，周边地形稳定，说明项目区域对周边地形地貌冲淤影响相对较小。且本项目已成功运营 10 几年，项目对周边的地形地貌影响已基本消除，新的冲淤环境已经重新建立，基本不会因为本项目继续运营对周边地形地貌冲淤环境产生影响。

③通过历年调查海域水质各监测指标的对比，海水各监测指标有一定波动，但总体呈稳定趋势，监测数据变化未见明显异常，表明本项目建设 and 运营对附近海域水质环境的影响不大，海水水质状况总体上保持良好。监测海域沉积物质量状况良好，均符合海洋沉积物质量一类标准，总体变化不大，说明项目运营对附近海域海洋沉积

物环境影响不大。项目区附近海域海洋生物质量状况良好，一定程度上也表明项目运营对附近海域海洋生物的影响较小。

④根据 2010 年珊瑚资源本底调查资料显示，鹿回头海域珊瑚覆盖率为 15.08%，项目位置附近珊瑚覆盖率可以达到 17%。根据 2013-2023 年珊瑚礁调查资料，鹿回头海域的珊瑚覆盖率在 17.4%~33.06%之间，除了 2017 年(18.56%)、2022 年(17.4%)与工程建设前的相差不大外，其他调查年份珊瑚覆盖率均达到 20%以上，超过工程建设前的水平。同时，鹿回头海域的珊瑚种属数量整体上也保持稳定。因此，项目建成后，项目运营对整个鹿回头海域的珊瑚生态影响不大，该区珊瑚生态系统相对稳定。

综上，本项目为已建项目，运营以来严格执行环境保护政策，从 2013 年开始每年对项目及其周边进行跟踪监测，达到了较好的效果，并在 2016 年投放人工鱼礁，同时 2022 年开始着手珊瑚礁生态修复工作，可见，项目运营以来采取的各项环境保护措施，总体上是有效，运营以来对生态的影响属于可接受的范围。

9.4 海域开发利用协调分析结论

根据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主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、渔业用海、海底工程用海、特殊用海、保护区用海。项目用海涉及到利益相关者主要有海南三亚国宾馆有限责任公司、中国科学院（深海科学与工程研究所和南海海洋研究所）、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处(保护区管理单位)、自发性开展海上活动的周边游艇(游客)。需要协调的部门为三亚海事局。根据利益相关者协调分析结论，本项目续用用海与利益相关者和利益协调部门具有很好的协调性，且在运营多年以来相互关系良好，续期用海也需继续与相关利益者处理好相关关系，取得利益相关者的同意和支持，避免续用海域过程中产生冲突，保障用海秩序。

9.5 项目用海与国土空间规划的符合性结论

本项目利用国土空间功能分区为海洋开发利用空间内，极小部分工程位于海洋生态空间的生态保护红线内，根据《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）》，本项目用海区域位于半山半岛游憩用海区（代码 F0030）、鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区（A0057）范围内，项目为已建项目，作为续批用海项目对周边国土空间分区影响较小。项目的实施符合半山半岛

游憩用海区的管控要求中的空间准入、利用方式、保护要求等相关管理规定，基本符合鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区的管控要求中的空间准入、利用方式、保护要求等相关管理规定；项目与《海南省生态保护红线管理规定》不冲突，涉及红线区域均为水下外缘线，实际运营过程不会对红线的性质和功能产生影响，所涉及的区域仍是保持海域属性，其红线面积本质上不减少、性质和功能不破坏，本项目所在位置均纳入后期编制的海南省国土空间规划及三亚市国土空间总体规划的布局之中，符合省市国土空间规划；项目符合《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》。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，本项目续用用海符合《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）》，同时符合《海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区游憩体验方案（2023-2030年）》。

9.6 项目用海的合理性结论

（1）用海选址合理性

本项目续期用海延用了原来的用海方案，项目选址具有唯一性，项目区位和社会条件能满足项目建设和营运要求。项目建成以来港池内未进行任何疏浚作业，水深仍能满足项目运营要求，周边地形稳定，说明项目区域对周边地形地貌冲淤影响相对较小。续期用海不改变用海平面布置和规模，对周边海域的冲淤环境影响较小。项目续期用海与自然资源和生态环境相适宜。用海单位运营十三年来，制定了合理的航路、采取有效的交通管理措施及防台应急措施等预案，确保游艇通航安全，至今未发生溢油事故。因此，项目续期用海在继续落实利益相关协调内容，本项目续期用海能与周边用海活动相适宜。

因此，项目用海选址合理。

（2）平面布置合理性

本项目的平面布置在原来的项目用海申请与延续经营申请的过程中，得到了原国家海洋局、原三亚市海洋与渔业局等不同级别的管理部门的认可、批复，并多次经生态评估后取得续期用海批复，其平面布置是合理的。

（3）用海方式合理性

游艇港内必须满足合适的平稳度，港内水域也应尽量避免波浪反射或采取消浪措施。因此，在充分考虑常风向、波浪、潮流、泥沙运动影响的条件下，为确保游艇

安全进出口门，需要进行防波堤建设。工程建设的东侧和西侧防波堤，将该海湾形成半封闭水域，从而具备航池和帆船下海的能力，满足船舶停靠和人员登岸的要求。因此，防波堤用海方式采用非透水构筑物。游艇存放平台及亲水平台采用高桩式结构，用海方式为透水构筑物。游艇停放的港池以及回旋水域采用港池、蓄水等用海方式。

帆船港 2011 年建成以来，总体平面布置未发生改变，没有改扩建。项目成功运营至今已 13 年，非透水构筑物的建设对周边的潮流场影响已基本消除。周边海域潮流场的不会因为本项目续期用海而产生影响。项目用海方式最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。因此，项目用海方式合理。

（4）占用岸线合理性

根据项目申请用海情况、海南省 2019 年岸线修测成果和《全国海岸线修测技术规程（2019 年）》中海岸线分类和界定要求，本续期用海项目占用岸线总长 423m，其中占用人工岸线（构筑物）420m，占用自然岸线（砂质岸线）3m，占用自然岸线未实质占用，仅水下外缘线涉及，不影响岸线的自然属性。本续期用海项目用海平面布置与上一期不动产权的范围保基本持一致，不会对三亚市自然岸线保留率不造成影响。

因此，占用岸线合理，

（5）用海面积合理性

本项目为续期用海项目，项目在满足帆船港建设需要的前提下，最大限度的发挥项目所在海域资源效益最大化的基础上，同时满足自由贸易岛封关运作，确定了本项目的用海类型和用海边界，因而本项目用海面积是合理的、适宜的。

（6）用海期限合理性

本项目续期用海属于经营性旅游娱乐用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，旅游娱乐用海项目海域使用权最高期限为 25 年，本项目首次申请用海于 2011 年 12 月 26 日，根据原国家海洋局《关于进一步加强自然保护区海域使用管理工作的意见》（国海函[2006]3 号）中“自然保护区内的有关活动用海，一次批准海域使用权的期限应当与自然保护区行政主管部门批准的活动许可期限一致，最长不得超过 3 年”，首次申请期限为 2011 年 12 月 26 日至 2014 年 12 月 26 日；根据 2019 年 6 月 26 日自然资源部关于公布第一批已废止或者失效的规范性文件目录的公告（2019 年第 30 号），国海函[2006]3 号文件已废止，因此，结合法律

法规及本项目特点，此次续用海域申请按照旅游娱乐用海最高年限减去已使用年限（已使用 12 年 6 个月），即此次续用申请年限为 12 年 6 个月，即 2024 年 6 月 26 日至 2036 年 12 月 26 日，是合理的。

9.7 项目用海可行性结论

三亚半山半岛帆船港项目的建设是为 2011~2012 年度沃尔沃国际帆船赛事提供场所，借助沃尔沃国际帆船赛事，提升海南旅游岛的国际知名度，拓展海南旅游活动国际化程度、落实海南省国际旅游岛的建设战略，项目运营以来承接了沃尔沃环球帆船赛 2011-12 赛季和 2014-15 赛季中国赛区唯一指定经停港。用海内容主要为防波堤、亲水平台、游艇存放平台及游艇泊位和港池等，三亚半山半岛帆船港项目（续期用海）总用海面积 15.9465 公顷，东其中防波堤及西防波堤（非透水构筑物）用海面积 5.6963 公顷，平台及游艇泊位（透水构筑物）用海面积 9.7583 公顷，港池（港池、蓄水等）用海面积 0.4919 公顷。另外，三亚半山半岛帆船港口岸查验设施设备建设项目用海面积 0.0349 公顷。

本项目作为续用海域，项目用海符合《海南省国土空间规划(2021-2035)》《三亚市国土空间总体规划（2021-2035）》，符合《海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区游憩体验方案（2023-2030 年）》，经过多年运营，与利益相关者具有较好的协调性，选址区域的社会条件、自然资源、环境条件满足项目用海需求；平面布置、用海方式、面积、期限较为合理。在续期用海单位应继续落实本论证报告提出的生态用海对策措施前提下，从海域使用角度分析，项目用海是可行的。