


三亚老港区交通运输用海项目
海域使用论证报告表
(公示稿)

淇深（海南）海洋工程研究有限公司
统一社会信用代码：91460000MAD5QUJT7B

二〇二四年二月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4602042024000175		
论证报告所属项目名称	三亚老港区交通运输用海项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	淇深（海南）海洋工程研究有限公司		
统一社会信用代码	91460000MAD5QUJT7B		
法定代表人	余梅		
联系人	余梅		
联系人手机	15639010377		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
张龙豫	BH003855	论证项目负责人	张龙豫
张龙豫	BH003855	1. 项目用海基本情况 2. 项目所在海域概况 6. 项目用海合理性分析 8. 结论	张龙豫
马路京	BH003915	3. 资源生态影响分析 5. 国土空间规划符合性分析	马路京
杨风强	BH003978	4. 海域开发利用协调分析 7. 生态用海对策措施 9. 报告其他内容	杨风强
<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>			
承诺主体(公章): 			
2024年 2月 5日			

目 录

1 项目用海基本情况	1
1.1 项目论证由来	1
1.2 项目地理位置及建设规模	2
1.3 平面布置和主要结构、尺度	3
1.4 项目主要施工工艺和方法	15
1.5 项目用海需求	19
1.6 项目用海必要性	21
1.7 论证工作等级和范围	24
1.8 论证重点	25
2 项目所在海域概况	26
2.1 海洋资源概况	26
2.2 海洋生态概况	29
3 资源生态影响分析	70
3.1 资源影响分析	70
3.2 生态影响分析	74
4 海域开发利用协调分析	94
4.1 海域开发利用现状	94
4.2 项目用海对海域开发活动的影响分析	100
4.3 利益相关者界定	102
4.4 需协调部门界定	102
4.5 相关利益协调分析	103
4.6 项目用海与国防安全与国家海洋权益的协调性分析	104
5 国土空间规划符合性分析	105
5.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	105
5.2 对海域国土空间规划分区的影响分析	108
5.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析	109
6 项目用海合理性分析	111
6.1 用海选址合理性分析	111
6.2 项目用海平面布置合理性分析	113
6.3 用海方式合理性分析	115

6.4 占用岸线合理性	116
6.5 用海面积合理性分析	116
6.6 用海期限合理性分析	118
7 生态用海对策措施.....	119
7.1 项目用海主要生态问题	119
7.2 生态用海对策	119
7.2.1 生态保护对策	119
7.2.2 生态跟踪监测	123
7.3 生态保护修复措施	124
8 结论.....	125
8.1 项目用海的基本情况	125
8.2 项目用海的必要性分析结论	125
8.3 项目用海资源生态影响分析结论	125
8.4 海域开发利用协调分析结论	126
8.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析结论	126
8.6 项目用海的合理性分析结论	127
8.7 项目用海可行性结论	128

三亚老港区交通运输用海项目海域使用论证报告表

申请人	单位名称					
	法人代表	姓名		职务		
	联系人	姓名		职务		
		通讯地址				
项目用海基本情况	项目名称	三亚老港区交通运输用海项目				
	项目地址	三亚港区内港务局码头水域				
	项目性质	公益性()		经营性(√)		
	用海面积	4.7524Ha		投资金额	13242.52 万元	
	用海期限	50 年		预计就业人数	人	
	占用岸线	总长度	394m		预计拉动区域经济产值	
		自然岸线	0m			
		人工岸线	394m			
		其它岸线	0m			
	海域使用类型	交通运输用海		新增岸线	0m	
	用海方式		面积		具体用途	
	透水构筑物		2.1369ha		码头用海	
	港池、蓄水		2.6155ha		停泊水域	

1 项目用海基本情况

1.1 项目论证来由

三亚港区是三亚港的核心港区之一，位于海南省南部“大三亚”经济圈发展极的热带滨海特色城市三亚市区内，是“大三亚”经济圈建设国际旅游消费中心的核心载体和基础平台和构建国内国际双循环的战略支点，也是海南形成更高层次改革开放新格局，推进自贸港建设的重要门户。

2018年4月，中共中央国务院发布《关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》，提出“支持海南开通跨国邮轮旅游航线”。2018年12月，国家发展改革委印发《海南省建设国际旅游消费中心的实施方案》，提出“加快推进三亚向邮轮母港方向发展。支持开通环海南岛和跨国邮轮旅游航线。推动开展海上丝绸之路沿线邮轮旅游合作，在三亚等邮轮港口开展公海游航线试点。与世界著名邮轮公司合作，将海南纳入国际旅游‘一程多站’航线”。2019年5月7日，交通运输部发布《关于推进海南三亚等邮轮港口海上游航线试点的意见》，提出“基于海南海域情况及海南国际邮轮发展状况，在五星红旗邮轮投入运营前，先期在海南三亚、海口邮轮港开展中资方便旗邮轮无目的地航线试点”。2020年6月，中共中央国务院印发《海南自由贸易港建设总体方案》，提出“加快三亚向国际邮轮母港发展，支持建设邮轮旅游试验区。实施更加便利的出入境管理政策，为商务人员、邮轮游艇提供出入境通关便利，实施更加便利的免签入境措施，外国旅游团乘坐邮轮入境15天免签政策”。

三亚邮轮母港作为海南自贸港总体方案重点推进建设工作之一，亟需加强邮轮港口基础设施建设。凤凰岛二期工程拆除后，凤凰岛国际邮轮港泊位仅为8万吨级，接待能力不足，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配，难以满足10万总吨以上大型邮轮停靠。世界邮轮建造大型化的趋势日渐明显，国际上主流邮轮大都为10万吨级以上，对邮轮母港的接待能力提出了更高的要求。而三亚港现有、在建及已批复泊位规模不能满足邮轮发展要求，亟需通过新建泊位满足发展需求。为此，三亚市拟在三亚港务局码头北侧建设1个10万GT邮轮泊位，泊位长度363m，并建设相关配套设施，设计年旅客吞吐量为30万人次。

三亚市自然资源和规划局根据市政府要求，拟对三亚老港区交通运输用海项目的海域使用权通过招标、拍卖、挂牌进行出让。为保证本项目顺利实施，依据《中

《中华人民共和国海域使用管理法》《海域使用论证管理规定》和《海南省实施〈中华人民共和国海域使用管理法〉办法》的规定和要求，该项目需要进行海域使用论证。因此，受三亚市自然资源和规划局委托，淇深（海南）海洋工程研究有限公司承担该项目的海域使用论证工作。为此，我司在收集相关资料的基础上，详细分析了项目用海的特点，结合周边海域特征，经现场踏勘，客观分析项目用海的必要性、对资源和生态的影响范围与程度、与国土空间规划的符合性和利益相关者的协调性，根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)，编制了该工程项目的海域使用论证报告表。

1.2 项目地理位置及建设规模

1.2.1 项目地理位置

三亚老港区交通运输用海项目位于海南省三亚市三亚港务局码头北侧水域，区域交通便利，地理位置为东经 109°29'49"，北纬 18°14'10"。如图 1.2-1 所示。

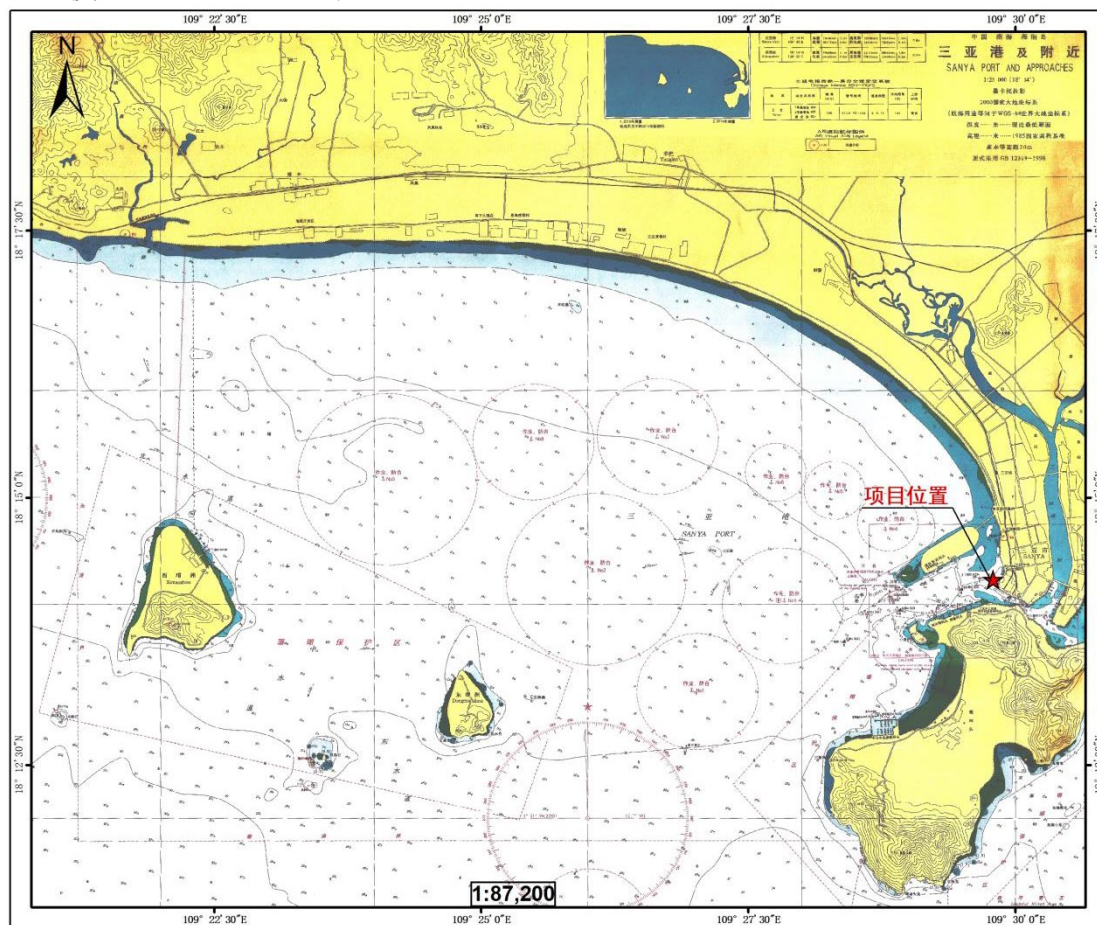


图 1.2-1 项目地理位置

1.2.2 建设规模

三亚老港区交通运输用海项目拟建设 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，码头泊位长度 363m，码头区包括新建长 363m、宽 32m 的码头工作平台、新建 2 座引桥、新建 1 个面积为 2452m² 后方平台。项目建设港池面积为 62.9 万 m²，疏浚量 243 万 m³，同时项目改造长 531.7m 的旧码头护岸。项目总施工期为 24 个月。项目建设主要指标内容见表 1.2-1。

表 1.2-1 项目建设主要技术指标表

序号	项目	单位	工程量	备注
1	设计年通过人次	万人次	30	
2	泊位	个	1	
3	码头长度	m	363	
4	引桥	座	2	长 31.9m，宽 12/15m
5	后方平台	m ²	2452.0	
6	旧码头改造	m	531.7	
7	港池水域	万 m ²	62.9	
8	疏浚量	万 m ³	243.0	
9	总投资费用	万元		

1.3 平面布置和主要结构、尺度

1.3.1 项目总平面布置

根据中交水运规划设计院有限公司 2023 年 12 月编制的《三亚老港区交通运输用海项目工程可行性研究报告》的结果，本项目平面方案主要依据项目设计船型、建设需求以及建设条件等因素，结合港区规划进行布置。项目总平面布置图见图 1.3-1。

(1) 码头布置

本项目拟利用港务局老码头 6#~7#泊位码头岸段向外侧推出约 64m，与现有码头平行布置。码头长 363m，满足 1 个 2~10 万 GT 邮轮或者 2 个 1 万 GT 邮轮同时靠泊。码头宽 32m，面高程 3.6m。码头通过 2 座引桥和平台与后方连接。1#引桥长 31.9m，宽 12m，2#引桥长 31.9m，宽 15m。

码头前沿配 1 台移动式登船机，同时拟在 2#引桥上设置人行廊道与后方联检楼相连，作为旅客上下船通道。人行廊道由后方联检楼单位统一设计，不在本次设计范围内。

(2) 水域布置

码头前方水域按照不考虑船舶转头考虑。本工程码头前沿停泊水域设计底标高为-10.2m，宽 72m。回旋水域布置于邮轮泊位西北侧，直径为 441m，底高程为-10.6m。

三亚港现有凤凰岛邮轮码头主航道长 1400m，宽 140m，水深-10.9m，方位角 68°~248°。本项目拟在现有三亚港主航道基础向北扩宽至 160m，以保障船舶安全通航。

(3) 导助航设施

拟在码头两侧端部各设置 1 座码头灯桩，并对港池、航道水域现有 5 座灯浮标进行调整。

1.3.2 主要构筑物结构、尺度

1.3.2.1 水工构筑物结构

本项目涉及的水工构筑物主要是：码头、引桥、后方平台、改造旧码头护岸。

(1) 码头结构

码头工作平台长 363m，宽 32m，码头面高程 3.6m，设计底高程为-10.2m。码头采用高桩梁板式结构。码头排架间距 8.0m，单樁排架设置 5 根直桩、3 根斜桩，桩基均采用 PHC-1000B 型桩，桩底高程-45.0m。上部结构由现浇横梁、叠合（预制加现浇）纵梁及叠合面板组成。下横梁宽 2.0m，高 1.0m；上横梁宽 0.8m，高 1.75m；预制轨道梁宽 1.0m，高 1.3m；预制纵梁宽 0.6m，高 1.3m；预制面板厚 0.30m，现浇面板厚 0.15m，磨耗层厚 0.03~0.07m。附属设施：码头前沿设置 1500kN 系船柱；前沿防撞设施采用 SC11450H 标准型一鼓一板橡胶护舷。码头结构断面图见图 1.3-2 所示。

(2) 引桥结构

码头后方布置引桥 2 座，中部引桥平面尺寸为 31.9 m×15m，端部引桥平面尺寸为 31.9 m×12m，采用高桩梁板结构。引桥排架间距为 7m，单樁排架设置 4 根（3 根）直桩，桩基均采用 PHC-1000B 型桩，桩底高程-45.0m。上部结构由现浇横梁、叠合（预制加现浇）纵梁及叠合面板组成。下横梁宽 1.8m，高 1.0m；上横梁宽 0.8m，高 1.2m；预制纵梁宽 0.6m，高 0.7m；预制面板厚 0.30m，现浇面板厚 0.15m，磨耗层厚 0.05m。引桥结构断面图见图 1.3-3 所示。

(3) 后方平台结构

后方平台面积 2452m²，采用高桩墩台结构。平台桩基采用 PHC-1000B 型桩，上部结构采用现浇墩台，墩台厚 1.5m。

(4) 改造旧码头护岸结构

码头后方护岸结构，长 531.7m，其中改建观景护岸，长 206m，宽 12m，其余为旧码头改造。

①观景护岸改造结构方案

现状观景护岸长 241m，改造长度 206m，保留北端 35m 观景平台。改造长度范围内船舶靠泊段长 138m，非靠泊段长 68m。改造段结构形式采用桩基承台结构，保留现状观景平台桩基，拆除上部结构，在平台前沿第一排桩后设置钻孔灌注排桩密排，灌注桩桩径 $\Phi 0.8\text{m}$ ，桩长 28.0m，桩间距 1.0m；桩后采用一排高压旋喷桩堵漏，旋喷桩桩径 $\Phi 0.6\text{m}$ ，无咬合；桩基上部重新浇筑墩台，墩台厚 2.9m，为减少墩台混凝土量，墩台内设置空腔；观景平台现状后排灌注桩切割后再锚入新浇墩台内。附属设施：靠泊段前沿设置 500kN 系船柱，间距 20m，靠船构件上布置 DA400H-1500L 标准反力型橡胶护舷。

②旧码头改造结构方案

旧码头改造长度为 325.7m。由于护岸南侧与已建小型游船码头衔接，为避免斜坡式护岸抛石影响游船码头水域，护岸分两段设置，北段护岸 1 长 300.7m，采用斜坡式结构，南段护岸长 25m，采用直立式拉锚板桩结构。新建护岸控制线与原码头前沿线重叠，原码头结构采用直立式拉锚板桩结构，为保证新建护岸连续性，需整体拆除原码头上部结构重新现浇钢筋砼胸墙。

a 护岸 1

护岸 1 长 300.7m，顶高程 3.6m。结构型式采用斜坡式结构，在原泥面上抛填 10~100kg 堤心石，护岸外坡度为 1: 1.5，护面采用栅栏板护面，单块尺寸 4.0m×3.2m，厚 0.5m；其下抛埋厚 0.5m 的 60~80kg 块石垫层；坡脚处设置 200~400kg 护底块石。护岸顶现浇 L 型胸墙，胸墙高 2.5m，墙下设置 0.1m 厚 C20 砼垫层和 0.52m 厚二片石垫层，墙后回填中粗砂。结构断面图见图 1.3-4。

b 护岸 2

护岸 2 长 25.0m，顶高程 3.6m。结构型式采用直立式拉锚钢板桩结构，桩基采用 Z 型钢板桩，桩顶高程 0.9m，桩底标高-18.0m，单根桩长 18.9m。钢板桩上设现浇钢筋砼胸墙；码头后方设锚碇墙，锚碇墙下铺设 0.5m 厚二片石垫层，墙前设块石增加被动土抗力；拉杆采用 $\Phi 70\text{mm}$ 钢拉杆，Q345 钢材，间距 2.7m，钢拉杆一端埋入胸墙内，一端通过螺母锚固于锚碇墙上，形成锚拉体系结构。结构断面图见图 1.3-5。

图 1.3-1b 项目码头平面布置图

图 1.3-2 项目码头结构断面图

图 1.3-3 项目引桥结构断面图

图 1.3-4 项目护岸改造结构断面图

图 1.3-5 项目护岸改造结构断面图

1.3.2.2 主要设计尺度

(1) 设计船型

表 1.3-1 设计船型一览表

船型	船型主尺度(m)			载客人数	备注
	总长	型宽	满载吃水		
10 万 GT 邮轮	294	36.0	8.5	2684~3596	设计船型
8 万 GT 邮轮	281	32.2	8.1	2154~2683	兼靠船型
5 万 GT 邮轮	251	32.2	8.1	1582~2153	兼靠船型
3 万 GT 邮轮	206	28.1	7.2	923~1581	兼靠船型
2 万 GT 邮轮	183	25.4	7.2	489~922	兼靠船型
1 万 GT 邮轮	142	20.0	5.2	≤488	兼靠船型

(2) 码头作业标准

根据《邮轮码头设计规范》（JTS170-2015），并结合项目区域自然条件，本项目邮轮作业、靠泊作业标准如下：

表 1.3-2 泊位作业标准

序号	作业阶段		风力 (级)	波高		能见度 (m)
				横浪	纵浪	
1	靠离泊		≤7	≤1.2	≤1.5	≥1000
2	上 下客	1 万~3 万 GT	≤6	0.6	0.8	——
3		3 万~5 万 GT		0.6	0.8	——
4		5 万~10 万 GT		0.8	1.0	——

风速大于 9 级时，船舶需离开码头。

(3) 码头泊位长度

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），单个泊位长度： $L_b=L+2d$ ；多个泊位布置在同一条直线上时，端部泊位长度为： $L_b=L+1.5d$ ，中间泊位长度为： $L_b=L+d$ ；式中： L_b —码头泊位长度（m）；

L —设计船长（m）； d —富裕长度（m）；

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），码头布置成折线时，其转折处的泊位长度应满足船舶靠离作业的要求，根据码头结构型式及转折角度确定，直立式岸壁折角处的泊位长度，应按下式确定：

$$L_b=\xi L+d/2$$

其中：L_b——泊位长度（m）；

ξ——船长系数；

L——设计船长（m）；D——富裕长度（m）。

表 1.3-3 一字形布置泊位富裕长度 d

L (m)	<40	41~85	86~150	151~200	201~230	231~280	281~320	>320
d (m)	5	8~10	12~15	18~20	22~25	26~28	30~33	35~40

码头与北侧规划码头前沿线夹角为 131.4°，按 DWT>5000t 双侧停船考虑，船长系数为 1.13。

表 1.3-4 泊位长度计算组合表

船型组合	L	ξ	d	计算 L _b	取值 L _b
10 万 GT 邮轮	294	1.13	30	362.7	363
8 万 GT 邮轮	281	1.13	30	348.0	
5 万 GT 邮轮	251	1.13	26	310.0	
3 万 GT 邮轮	206	1.13	22	255.1	
2 万 GT 邮轮	183	1.13	18	225.1	
1 万 GT 邮轮+1 万 GT 邮轮	142	1.13	12	326.7	

经计算，码头长度为 363m。

（4）码头前沿停泊水域

a、前沿水域底标高

码头前沿设计水深按船舶靠泊吃水进行控制。设计水深按下式计算：

$$D=T+Z_1+Z_2+Z_3+Z_4 \quad Z_2=KH4\%$$

式中：D——码头前沿设计水深（m）；

T——设计代表船型靠泊吃水（m）；

Z₁——龙骨下最小富裕深度（m）；

Z₂——波浪富裕深度（m）；

Z₃——船舶因配载不均匀而增加的船尾吃水（m）；

Z₄——备淤富裕深度（m），取 0.4m；

K——系数，顺浪取 0.3，横浪取 0.5~0.7，本工程取 0.6；

$H_{4\%}$ ——码头前允许停泊的波高。

码头前沿底高程=设计低水位-D

表 1.3-5 码头前沿停泊水域底标高计算表

船型	满载吃水 T	Z1	Z2	Z3	Z4	Dm	设计低水位	前沿底高程	取值
10 万 GT 邮轮	8.5	0.4	0.48	0	0.4	9.78	-0.33	-10.11	-10.2
8 万 GT 邮轮	8.1	0.4	0.48	0	0.4	9.38	-0.33	-9.71	
5 万 GT 邮轮	8.1	0.4	0.36	0	0.4	9.26	-0.33	-9.59	
3 万 GT 邮轮	7.2	0.4	0.36	0	0.4	8.36	-0.33	-8.69	
2 万 GT 邮轮	7.2	0.4	0.36	0	0.4	8.36	-0.33	-8.69	
1 万 GT 邮轮	5.2	0.4	0.36	0	0.4	6.36	-0.33	-6.69	

经计算，码头前沿停泊水域底高程为-10.2m。

b、码头前沿停泊水域宽度

码头前沿停泊水域取 2 倍设计船宽，德兴拖轮与华洋龙或华祥龙帮靠方式靠泊，计算结果如下表：

表 1.3-6 码头前沿停泊水域宽度

泊位等级	码头前沿停泊水域宽度 (m)
10 万 GT 邮轮	72
8 万 GT 邮轮	64.4
5 万 GT 邮轮	64.4
3 万 GT 邮轮	56.2
2 万 GT 邮轮	50.8
1 万 GT 邮轮	40

前沿停泊水域宽度为 72m。

(5) 船舶回旋水域尺度

a、船舶回旋水域直径

按《海港总体设计规范》（JTS165-2013）的相关规定，考虑到本项目配有拖轮船舶协助船舶转头、水流较小，码头前沿船舶回旋水域按 1.5 倍设计船长进行设计。

表 1.3-7 回旋水域直径计算表

泊位等级	回旋水域直径 (m)
10 万 GT 邮轮	441.0
8 万 GT 邮轮	421.5
5 万 GT 邮轮	376.5
3 万 GT 邮轮	309.0
2 万 GT 邮轮	274.5
1 万 GT 邮轮	213.0

经计算，码头前沿船舶回旋水域直径为 441m。

b、船舶回旋水域底标高

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），回旋水域设计水深可取航道设计水深，设计底标高为-10.6m（详见航道设计底标高）。

表 1.3-8 回旋水域底标高计算表

船型	T	Z0	Z1	Z2	Z3	D0	Z4	D	设计 低水位	底 高程	取 值
华洋 龙	10	0.3	0.5	0.50	0	11.30	0.4	11.70	-0.17	-11.87	-11.9
华祥 龙	10	0.25	0.4	0.50	0	11.15	0.4	11.55	-0.17	-11.72	-11.9
德兴	6.5	0.2	0.3	0.63	0	7.63	0.4	8.03	-0.17	-8.2	-11.9

经计算，回旋水域设计底高程为-11.9m。

(6) 航道设计尺度

a、航道现状

凤凰岛邮轮码头主航道长 1400m，宽 140m，水深-10.9m，方位角 68°~248°。

b、航道设计宽度

本项目采用单线航道，根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)计算，航道设计宽度按下式计算：

$$W = A + 2c$$

$$A = n(L \sin \psi + B)$$

式中：W—航道有效宽度（m）；
 A—航迹带宽度（m）； n—船舶漂移倍数；
 L—船长（m）；
 \square —风流压偏转角（°）；
 B—设计船宽（m）；
 c—船舶与航道底边间的富裕宽度（m）。

表 1.3-9 航道宽度计算表单位（m）

船型	L(m)	B(m)	n	$\gamma(^{\circ})$	A(m)	c(m)	W(m)	取值
10万GT邮轮	294	36	1.69	7	121.39	18	157.39	160
8万GT邮轮	281	32.2	1.69	7	112.29	16.1	144.49	
5万GT邮轮	251	32.2	1.69	7	106.11	16.1	138.31	
3万GT邮轮	206	28.1	1.69	7	89.92	14.05	118.02	
2万GT邮轮	183	25.4	1.69	7	80.62	12.7	106.02	
1万GT邮轮	142	20	1.69	7	63.05	10	83.05	

c、航道设计底标高

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），回旋水域设计水深可取航道设计水深，航道设计水深及底标高确定如下。

航道设计水深 $D=D_0+Z_4$

航道通航水深 $D_0=T+Z_0+Z_1+Z_2+Z_3$

航道设计底标高 $Z=设计低水位-D$

式中：D—航道设计水深；

D_0 —航道通航水深； T—设计船型满载吃水；

Z_0 —船舶航行时船体下沉增加的富裕水深； Z_1 —航行时龙骨下最小富裕深度；

Z_2 —波浪富裕水深；

Z_3 —船舶装载纵倾富裕深度，杂货船和集装箱船可不计。

表 1.3-10 航道设计底标高计算表（单位：m）

船型	T	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	D	设计低水位	底高程	取值
10 万 GT 邮轮	8.5	0.25	0.6	0.48	0	0.4	10.23	-0.33	-10.56	-10.6
8 万 GT 邮轮	8.1	0.25	0.5	0.48	0	0.4	9.73	-0.33	-10.06	
5 万 GT 邮轮	8.1	0.25	0.5	0.48	0	0.4	9.73	-0.33	-10.06	
3 万 GT 邮轮	7.2	0.25	0.4	0.48	0	0.4	8.73	-0.33	-9.06	
2 万 GT 邮轮	7.2	0.25	0.4	0.48	0	0.4	8.73	-0.33	-9.06	
1 万 GT 邮轮	5.2	0.25	0.4	0.48	0	0.4	6.73	-0.33	-7.06	

经上述计算可知，航道设计宽度为 160m，设计底高程为-10.6m，因此，本项目需对现有航道进行扩宽。

(7) 锚地

a. 锚地设计水深

根据《海港总体设计规范》（JTS 165-2013）要求，港外锚地水深不应小于设计船型满载吃水的 1.2 倍，当波高（H4%）超过 2m 时，尚应增加波浪富裕深度。综合考虑，本工程所需锚地水深取 1.25 倍的设计船型满载吃水，详细计算见下表。

b. 锚地半径

计算锚位半径时按单锚系泊考虑。每个锚位所占水域为一圆形面积，其半径可按下列公式计算：

风力≤7 级时：R=L+3h+90 风力>7 级时：R=L+4h+145

表 1.3-11 锚地尺度计算表（单位：m）

船型	总长	满载吃水	锚地水深	锚地半径	
				风力≤7 级	风力>7 级
3 万吨级邮轮	206	7.2	10.8	328.4	394.2
5 万吨级邮轮	251	8.1	12.15	377.45	444.6
8 万吨级邮轮	281	8.1	12.15	407.45	474.6
10 万吨级邮轮	294	8.5	12.75	422.25	490

考虑本项目最大靠泊船型为 10 万 GT 邮轮，到港的艘次不多，同时邮轮的准点特性也决定了其港外抛锚侯泊需求不大，因此三亚港湾口门内现有锚地能满足本项目的锚地需求。初步考虑直接利用三亚港引航检疫锚地。

锚地	锚地范围	水深	锚地	锚地
----	------	----	----	----

名称	中心位置	半径(nmile)	(m)	底质	用途
引航检疫锚地	18°11'00"N 109°26'00"E	0.54	27~30	泥底	引航、检疫



图 1.3-6 锚地位置示意图

(8) 码头高程设计

根据《海港总体设计规范》(JTS165-2013)，规定了码头前沿顶高程的计算方法。

表 1.3-12 潮位与波浪的组合标准及富裕高度表

组合情况	上水标准		受力标准		
	设计水位	富裕高度	设计水位	波浪重现期	富裕高度
基本标准	设计高水位	一般情况可取 10~15 年重现期波浪的波峰面高度，并不小于 1.0m； 掩护良好码头可取 1~2m	设计高水位	50 年	0~1m
复核标准	极端高水位	一般情况可取 2~5 年重现期波浪的波峰面高度，并不小于 0~0.5m 掩护良好码头可取 0~0.5m			

本项目码头通过引桥与后方相连，在满足结构受力的前提下，为方便码头使用，码头标高尽可能与后方陆域标高一致。根据项目后方联检楼控规方案，陆域设计标高为 3.6m，结合计算结果，本码头顶标高为 3.6m。

1.3.3 港池疏浚及疏浚土处置

根据地勘资料，疏浚土主要为淤泥和中砂。疏浚工艺拟采用 8m³ 抓斗挖泥船配泥驳作业，超宽 4.0m，超深 0.4m，开挖边坡按 1:8 控制。

推荐平面方案总疏浚量为 243 万 m³，其中，疏浚砂约为 25 万 m³，其余为淤

泥。疏浚土考虑全部外抛，外抛至三亚海洋倾倒区。三亚海洋倾倒区距施工海域约 15km。倾倒水域面积 3.14km²，平均水深 30m 以上，完全能容纳本工程的疏浚土。

1.4 项目主要施工工艺和方法

1.4.1 施工条件

工程所在地拥有较好的岸线资源；交通较为方便，有铁路、高速公路（环岛西线）贯通，且靠近三亚港、八所港；海南省有较好的施工条件和成熟的建港经验，施工力量雄厚。综上所述，拟建项目具有较好的自然条件、落实的各种外部协作条件，完善的施工设施等依托条件，建设本项目是完全可能的。

1.4.2 施工方案

1、施工总体安排

疏浚工程→水工工程→给排水、电气、生产与辅助建筑物等配套工程水上与陆上施工可考虑协同施工。

2. 主要工序的施工方法

（1）施工测量

本工程施工测量采用常规测量技术，平面定位采用高精度全站仪或经纬仪控制结构物，高程采用水准仪控制。必要时可以采用 GPS 卫星系统定位，以便提高效率、加快施工。

按照一级导线技术规范要求，在稳定性和通视效果良好的陆上，布设从首级控制网点经基线点附合到首级控制网点的附合导线，或布设从首级控制网点经基线点闭合到首级控制网点的闭合导线。

水下地形测量采用专用测量船用无验潮方法进行水下地形测量。采用 GPS 卫星定位系统时，必需在陆上设多个 GPS 参考站。

（2）港池航道开挖

港池、航道的疏浚采用 8 方抓斗式挖泥船。通过 GPS 定位系统进行疏浚开挖的测量定位，根据不同的地面高程及开挖深度进行分段分层控制推进。疏浚区域将通过 GPS 定位系统及测深装置进行开挖尺寸控制，并使其达到设计要求。疏浚物外抛至海洋倾倒区，外抛运距约 15km。

(3) PHC 桩基施工方法

打桩基线的测放采用全站仪进行，并定期对基线进行复核。打桩船配 600HP 拖轮拖带打桩船移锚驻位。

PHC 桩在工厂预制好后，用方驳拖运到施工现场。采用 GPS 全球定位系统控制桩位，用常规测量仪器进行校核。采用 D125 柴油桩锤施打，直桩、斜桩桩位的平面偏差控制规范允许范围内。

沉桩完成后，用水准仪测出桩顶标高，然后进行夹桩、铺设脚手板，进行桩头处理后方可进入下一道工序。沉桩施工工艺流程如下图 1.4-1 所示。

(4) 灌注桩施工方法

景观平台灌注桩施工首先埋设钢护筒，在钢护筒的基础上搭建施工作业平台，采用冲击钻冲孔，然后清孔，吊放钢筋笼，浇筑混凝土。

主要施工工艺流程如下图 1.4-2 所示。

图 1.4-1 沉桩施工工艺流程图

图 1.4-2 灌注桩施工工艺流程图

(5) 预制构件施工方法

预制构件在现场的预制场地完成，然后用船机吊运安装。预制构件的养护、堆存、吊运安装严格按照规范要求进行。

(6) 现浇混凝土施工方法

模板安装按照底高程线进行夹桩、吊底。底模采用钢模板，侧模板采用定型钢模板，利用钢围令和螺栓组装成型。为了减少水位对已浇筑成型混凝土的影响，组装侧模板时，拼缝处夹油毡止水。码头上部混凝土由后方泵送浇注，浇筑混凝土前应注意预埋件的埋设。

(7) 码头附属设施施工方法

码头上的系船柱、橡胶护舷等附属设施在码头建设后期进行安装，但是需提前进行系船柱、护舷等构件的选型采购，并在水工结构施工过程中预先进行附属设施的定位、预埋件的预埋。

(8) 旧码头改造施工方法

根据本工程的特点，分为砼构件预制施工和现场水工施工两条主线。为最大程度地满足施工进度要求，两条主线需同时进行，形成平行流水作业条件。

①施工工序如下：拆除部分现有结构——土工布铺设——抛填堤心石——块石垫层——栅栏板护面——现浇挡墙——后方回填恢复。

②主要施工工艺

a.抛填堤心石

采用水上施工，堤身需通过方驳或民驳进行水上抛填块石形成。并利用方驳船配合反铲进行堤心石补抛和边坡石料补足等施工。在抛填过程中，为避免因风浪而遭受破坏，应及时覆盖护面块体。

b.方驳装运抛护底块石

利用平板驳船配合反铲进行抛填，但应勤测水深，控制其抛填厚度。

c.抛填垫层块石

堤心石抛填完成并验收后，应尽快抛填垫层石，以提高堤的抗浪能力，特别是外坡。抛填垫层石采用平板驳运至坡肩卸料。反铲挖掘机负责配合将石料向堤身范围堆填。垫层石抛填后，尚需做理坡处理，理坡方式采用滑线法。水上部分由长臂反铲负责对堤身边坡进行修整。长臂反铲无法触及的水下部分由潜水员进行检查、修整，标高不足部分采用平板驳补抛。

d.护面层施工(安放栅栏板)

为避免垫层石受风浪破坏，应分段由下而上安放人工块体，及时覆盖垫层石。建议分段施工，抛完堤心石后，应尽快进行护面块石安放，以保证堤身不被破坏。

3、施工总体布置

a. 施工总体布置

本项目实施所必需的主要大型临时设施包括：梁板结构预制场、材料堆放场、临时出运码头等。

根据本工程功能区分，结合施工需要，在后方布置生产区、生活区及办公区，其中生产区主要布置预制场、混凝土搅拌站、材料堆放场、钢筋加工厂等。

b.主要施工设备

- (1) 挖泥船和运泥船
- (2) 桩基施工设备
- (3) 运输船和起重船
- (4) 抛石船
- (5) 挖掘机
- (6) 汽车吊
- (7) 运输汽车
- (8) 其它各种施工车辆、船机、施工机械等

以上各种作业机械设备应根据施工的具体要求确定其需求数量。

1.4.3 施工进度

施工进度计划见码头工程施工进度计划表，施工进度计划表按照理论工期布置安排，未考虑施工过程中其他意外影响因素。考虑施工作业面满足多作业面要求时的情况，并且认为当前的施工队伍满足上述施工条件叙述的有关要求，综合华南地区水工、土木建筑的方面的施工力量，以及当前施工市场、建筑材料供应情况的现状，经过对设计方案、本工程的工程量的分析和计算，本工程的施工工期定为 24 个月。

表 1.4-2 总施工进度表

1.5 项目用海需求

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》(自然资办发〔自然资发〔2023〕234号),本项目用海分类一级类界定为交通运输用海,二级类为港口用海。根据《海域使用分类(HY/T 123 -2009)》,本项目用海类型一级类为“交通运输用海”,二级类为“港口用海”,用海方式为“透水构筑物”、“港池、蓄水”。

结合项目平面布置,项目拟申请用海总面积为 4.7524 公顷,其中邮轮码头用海面积为 2.1369 公顷,停泊水域用海面积为 2.6155 公顷。项目拟申请用海宗海位置图、宗海界址图详见图 1.5-1、图 1.5-2。

本项目占用人工岸线长 394m。

本项目海域使用用途为邮轮码头用海,属于港口用海,根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条:港口、修造船厂等建设工程海域使用权最高期限为五十年,因此本项目拟申请海域使用权最高用海期限 50 年。



略

图 1.5-1 三亚老港区交通运输用海项目宗海位置图

略

图 1.5-2 三亚老港区交通运输用海项目宗海界址图

1.6 项目用海必要性

1.6.1 项目建设的必要性

(1) 本工程建设是提升三亚港邮轮通过能力，满足三亚邮轮发展的需要。

根据已经批复的《三亚港总体规划（2018-2030年）》以及正在进行报批流程的《三亚港三亚港区规划修订方案（2022~2035年）》，规划三亚港将形成“一港三区”的总体发展格局，即三亚港由三亚、红塘和南山三个港区组成。其中三亚港区由三亚老港区和凤凰岛邮轮客运码头区组成，随着老港区货运功能向南山港区的转移，将主要以服务国际邮轮及旅游客运为主。目前三亚港务局码头（三亚老港区）煤炭、木材等货运输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拥有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。已建的凤凰岛二期4个15~22.5万GT邮轮码头已完成拆除。

凤凰岛二期工程拆除后，凤凰岛国际邮轮港泊位仅为8万吨级，接待能力不足，难以满足10万总吨以上大型邮轮停靠。世界邮轮建造大型化的趋势日渐明显，国际上主流邮轮大都为10万吨级以上，对邮轮母港的接待能力提出了更高的要求。而三亚港现有、在建及已批复泊位规模不能满足邮轮发展要求，亟需通过新建泊位满足发展需求。因此本工程拟建设1个10万GT邮轮泊位，预计新增年旅客吞吐量30万人次，用于满足未来邮轮发展的大型化趋势，提升三亚港邮轮通过能力，同时设置栈桥与后方连接，并建设相关配套设施，满足三亚邮轮未来发展的需要。

图 1.6-1 本项目与三亚港三亚港区规划修订方案关系图

(2) 本工程建设是支撑三亚邮轮产业发展，推动建设三亚邮轮母港的需要。

2013年4月，习近平总书记在考察三亚邮轮母港时强调“加紧推进三亚国际邮轮母港建设，壮大邮轮产业，建设环南海邮轮旅游区”。2018年4月，习近平总书记在庆祝海南建省办经济特区30周年大会上的重要讲话中明确宣布在海南省建设中国特色自由贸易港。《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》提出“支持海南开通跨国邮轮旅游航线，支持三亚等邮轮港口开展公海游航线试点，加快三亚向邮轮母港方向发展”。《海南自由贸易港建设总体方案》指出“加快三亚向国际邮轮母港发展，支持建设邮轮旅游试验区，吸引国际邮轮注册”。交通运输部等有关部委支持海南全面深化改革的政策文件强调“会同相关部门研究制定中

资方便旗邮轮公海游试点政策，支持三亚等邮轮港口开展试点”。《海南省邮轮产业发展规划》将统筹海南邮轮港口、旅游资源、城市发展定位和产业空间布局，共同打造以三亚国际邮轮母港为核心，协同推进的“一母港、两基地、两中心”邮轮产业生态圈，着力打造以三亚国际邮轮母港为核心、海口港为始发港、儋州港为访问港的海南邮轮港口布局。

三亚邮轮母港作为海南自贸港总体方案重点推进建设工作之一，凤凰岛二期工程全部拆除后，三亚港区目前仅剩一个 8 万吨级的邮轮泊位，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配。而本工程的建设能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，是落实建设邮轮母港的发展定位、推动三亚建设国际邮轮母港的需要；后续度假公寓、商业、物流、娱乐等配套设施建设，是落实中央十二号文件和自贸港总体方案要求、支撑三亚邮轮产业发展的需要。

(3) 本工程建设是完善港航基础设施，助力海南交通及旅游高质量发展的需要。

“建设一流设施、一流技术、一流管理和一流服务的港口”，是习近平总书记对中国港口行业的重要指示。在邮轮经济建设中，邮轮码头基础设施建设是邮轮旅游业发展的基础，也是海南综合交通的重要组成部分，邮轮基础设施的发展直接影响着三亚邮轮旅游资源开发、城市功能完善和经济社会发展，邮轮码头本身的设施完善与否决定着旅游市场的发展方向，也代表着三亚市的城市旅游形象。海南邮轮产业涉及邮轮港口建设、邮轮交通、邮轮旅游、物资供应批发、邮轮注册登记、总部运营、金融保险等产业链环节，邮轮港口建设有利于促进农业、交通运输、旅游餐饮、酒店服务以及金融服务、航运物流、会展等多个产业的联动发展，助推海南现代产业体系建设。所以，三亚邮轮母港的建设与发展需要加强基础设施及相关配套设施建设，进一步完善邮轮母港的功能，提升游客的满意程度。

本工程的建设将解决目前三亚邮轮码头基础设施不足及落后的现状，为游客提供交通便利，实现海南交通的可持续发展，是完善三亚邮轮产业港航基础设施、助力海南交通高质量发展的需要；同时本工程的建设有利于丰富邮轮旅游产品，提升邮轮旅游安全保障水平，吸引相关的旅游服务、餐饮、娱乐等配套设施集聚，带动海南消费购物、休闲娱乐等产业的发展，是为游客提供安全、优质、便捷服务的需要，更是推进海南旅游高质量发展的需要。

(4) 本工程建设是落实海南“三区一中心”战略定位要求，打造国际旅游消费中心建设的需要。

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，明确了海南全面深化改革开放试验区、国家生态文明试验区、国际旅游消费中心和国家重大战略服务保障区的“三区一中心”战略定位，其中“一中心”指的是国际旅游消费中心。“推动海南建设具有世界影响力的国际旅游消费中心，是高质量发展要求在海南的具体体现。”而邮轮旅游作为一种相对高端的休闲旅游消费方式，符合我国消费经济发展以及居民消费结构升级的趋势，能有效促进海南生态旅游、文化体育、健康运动、商务休闲、水岸观光等海上、岸上各种业态的联动发展，为国际旅游消费中心建设提供有力支撑。旅游是三亚的支柱产业，是海南打造国际旅游消费中心的关键，三亚坚持新发展理念，积极做大做强全域全时旅游，抓紧抓实自贸港政策早期安排，逐步释放政策效应，努力在全省打造国际旅游消费标杆。

本工程建设的邮轮码头将进一步带动邮轮交通、邮轮旅游、总部运营、金融保险等产业链环节，发展邮轮产业有利于促进农业、交通运输、旅游餐饮、酒店服务以及金融服务、航运物流、会展等多个产业的联动发展，助推海南现代产业体系建设，是培育新动能、有效拉动内需、促进消费转型升级、打造海南国际旅游消费中心建设以及落实海南“三区一中心”战略定位要求的需要。

1.6.2 项目用海的必要性

凤凰岛二期工程拆除后，凤凰岛国际邮轮港泊位仅为 8 万吨级，接待能力不足，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配，难以满足 10 万总吨以上大型邮轮停靠，亟需加强邮轮港口基础设施建设。三亚港现有、在建及已批复泊位规模不能满足邮轮发展要求，亟需通过新建泊位满足发展需求。因此，在三亚港区建设三亚老港区交通运输用海项目是必要的。

根据三亚港区现状，同时满足 10 万总吨以上大型邮轮停靠要求，由此，项目需建设 1 个 10 万 GT 邮轮泊位。依据设计船型、建设需求、三亚港务局老码头现状，确定需要建设码头泊位长 363m，满足 1 个 2~10 万 GT 邮轮或者 2 个 1 万 GT 邮轮同时靠泊。依据老码头前沿水深地质情况、邮轮码头泊位游客年通过能力（30.2 万人次/年）要求、码头旅客上下船（含安检、通关等）工艺、物资及行李装卸搬运工艺等，确定了码头区码头工作平台、引桥、后方平台的尺寸规模及用海需求。因此，项

目邮轮码头用海是必要的。

为满足码头前沿停泊水域、不同船型靠泊需求，停泊水域用海是必要的。

因此，项目用海是十分必要的。

1.7 论证工作等级和范围

1.7.1 论证工作等级

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

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为交通运输用海(一级类)中的港口用海(二级类)。根据《海域使用分类》(HYT 123-2009)，本项目用海类型一级类为“交通运输用海”，二级类为“港口用海”；用海方式为透水构筑物、港池、蓄水。

项目拟申请用海总面积为 4.7524 公顷，其中邮轮码头用海面积为 2.1369 公顷、停泊水域用海面积为 2.6155 公顷，占用人工岸线长 394m。由此，确定本项目论证工作等级为三级，海域论证成果形式为海域使用论证报告表。如表 1.7-1 所示。

表 1.7-1 海域使用论证等级判定依据

本项目用海方式	本项目用海规模	论证等级判据			确定本项目论证等级
		用海规模	所在海域特征	论证等级	
透水构筑物	2.1369公顷	构筑物总长度大于(含)2000m 或用海总面积大于(含)30ha	所有海域	一	三
		构筑物总长度(400~2000)m 或用海总面积(10~30)ha	敏感海域	一	
			其他海域	二	
港池、蓄水	2.6155公顷	构筑物总长度小于(含)400m 或用海总面积小于(含)10ha	所有海域	三	
		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	

1.7.2 论证范围

根据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状，本项目论证范围为以项目用海区边缘为界，向北、西、南，含三亚港老港区域，外扩 5km 处所围成的海域，面积约 35km²，基本涵盖了项目用海可能影响到的全部区域，见图 1.7-1。

图 1.7-1 论证范围图

1.8 论证重点

根据项目用海类型和所在海域特征，依据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)中表C.1海域使用论证重点参照表，同时结合本用海项目的性质，确定本项目论证重点为：

- (1) 选址（线）合理性；
- (2) 平面布置合理性；
- (3) 用海方式合理性；
- (4) 用海面积合理性；
- (5) 资源生态影响；
- (6) 生态用海对策措施。

2 项目所在海域概况

2.1 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、岛礁资源、港口资源、生态资源、旅游资源等。

2.1.1 岸线资源

本项目论证范围内岸线长度约 22.28km，岸线资源包括人工岸线、自然岸线和其他岸线。人工岸线主要是构筑物岸线、填海造地岸线；自然岸线包括砂质岸线、基岩岸线；其他岸线为河口岸线。人工岸线长度 10.89km，其中构筑物岸线长度约 9.49km、填海造地岸线长度约 1.4km。人工岸线主要分布三亚港区沿岸岸段。自然岸线长度为 10.57km，其中，砂质岸线长度约 8.55km、基岩岸线长度约 2.02km，是论证范围内主要岸线类型。其他岸线（河口岸线）长度为 820m。论证范围内岸线类型分布图(图 2.1.1-1)。从海岸线利用类型看，论证范围内海岸线利用类型以交通运输岸线、旅游娱乐岸线、工业岸线、特殊岸线、其他岸线、未利用岸线为主，本项目论证范围内的海岸线利用类型见图 2.1.1-2。

图 2.1.1-1 论证范围内岸线类型分布图

图 2.1.1-2 论证范围内的海岸线利用类型

2.1.2 岛礁资源

论证范围内的海岛资源主要是无居民海岛。主要有白排、小青洲。

白排 (Báipái)

北纬 18°14.2'，东经 109°28.9'，基岩岛。因风浪拍击礁体，溅起排排白色浪花，故名。《中国海域地名志》（1989）、《海南省地图集》（2006）、2006 年海南省人民政府公布的第一批 108 个海岛名录、《全国海岛名称与代码》（2008）、《海南岛周边岛屿图册》（2009）均称为白排。

位于海南省三亚市，距南边岭海岸 0.90 千米，距凤凰岛 0.42 千米，岸线长度

464 米，陆域面积 2086 平方米，最高点高程 4.2 米。无植被，无水源。

为无居民海岛。岛上建有灯塔，利用太阳能供电，有简易靠泊点，靠泊点和灯塔间修筑有水泥石阶，常有游客上岛参观。

图 2.1.2-1 白排上的灯塔

小青洲 (Xiǎoqīngzhōu)

北纬 18°13.7′，东经 109°29.1′，基岩岛。曾叫大洲、西洲、小洲。原名小洲，远望岛上植被青翠茂盛而得名。《中国海域地名志》（1989）记载：“三亚港东部，原名西洲，别称小洲，为避免重名，定名小洲。”《海南省地图集》（2006）、2006 年海南省人民政府公布的第一批 108 个海岛名录、《全国海岛名称与代码》（2008）、《海南岛周边岛屿图册》（2009）、2011 年国家海洋局公布的第一批可开发利用无居民海岛名录均称为小青洲。

位于海南省三亚市,距南边岭海岸 0.26 千米，岸线长度 642 米，陆域面积 22351 平方米，最高点高程 24.0 米。岛体由花岗岩构成，地势南高北低，岛上燥红土发育，上覆灰棕色腐殖质层，长有乔木、灌木、草丛。岛南侧海域有活珊瑚分布，属三亚珊瑚礁国家级自然保护区的鹿回头片区。

为无居民海岛。岛西南侧基岩上设有小神龛，北侧填海造地 34199 平方米，用于旅游基础设施建设，南侧海域常有游客潜水。水电由岛外引入。

2.1.3 港口资源

项目论证范围内的港口资源主要是三亚港区。

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、海洋局码头。

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。已建的凤凰岛二期 4 个 15~22.5 万 GT 邮轮码头已完成拆除。

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、海洋局码头。

2.1.4 生态资源

论证范围内主要的海洋生态资源是珊瑚礁资源。已成立的三亚珊瑚礁国家级自然保护区是由亚龙湾片区、鹿回头半岛—榆林角沿岸片区、东西瑁洲片区组成，保护区用海面积为 5568 公顷，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。距离本项目最近的为鹿回头半岛—榆林角沿岸片区，其保护区边界距项目用海边界最近距离约 1.2km。

根据三亚珊瑚礁国家级自然保护区多年的生态监控资料，保护区珊瑚共有 12 科 79 种，其中亚龙湾有 51 种，西瑁州岛和鹿回头均为 48 种，小东海和大东海均为 27 种，东瑁洲岛有 26 种。保护区造礁石珊瑚在科级组成中，鹿角珊瑚科和蜂巢珊瑚科为科级优势类群；种类组成中，丛生盔形珊瑚、澄黄滨珊瑚、精巧扁脑珊瑚、鹿角杯形珊瑚、十字牡丹珊瑚、二异角孔珊瑚、秘密角蜂巢珊瑚等为主要常见种。

从造礁石珊瑚覆盖率情况来看，西瑁州岛造礁石珊瑚覆盖度最高，达到 27.05%；其他片区的覆盖率从高到底依次为：鹿回头>东瑁洲岛>亚龙湾>小东海，造礁石珊瑚覆盖率在 12.29%~21.09%之间；造礁石珊瑚覆盖率最低的是大东海，仅 9.52%。软珊瑚只有在鹿回头、亚龙湾、小东海、大东海出现，覆盖度最高的是鹿回头，达到 8.09%，其次是亚龙湾，为 6.56%，小东海和大东海软珊瑚覆盖率极低，分别仅有 0.44%和 0.52%。

珊瑚礁鱼类有 43 种，以雀鲷科、隆头鱼科、蝴蝶鱼科为主，主要优势种为黑带椒雀鲷、蓝纹高身雀鲷、六带豆娘鱼、新月锦鱼等。珊瑚礁鱼类的个体较小(体长小于 20cm)，而一些大型的有经济价值的珊瑚礁鱼类几乎没有见到，珊瑚礁鱼类平均密度为 79 尾/100m²。

2.1.5 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。

2.2 海洋生态概况

2.2.1 区域气候与气象状况

项目所在区域三亚市的气候属热带海洋性季风气候，日照时间长，平均气温较高，全年温差小，四季不分明。本报告气温、降水、风况、湿度、雷暴等资料均采用三亚市气象站自建站至 2018 年的观测资料进行统计，项目区域的海洋气象概况如下：

2.2.1.1 气温

本区气温较高，年平均气温为 25.8℃，各月平均气温都在 21℃以上，5~8 月份较高，平均气温均达到 28℃以上，12 月至翌年 2 月份较低，均不到 23.0℃。本区极端最高气温为 35.9℃(1991 年 6 月 4 日)，极端最低气温为 5.1℃(1974 年 1 月 2 日)。各月平均气温分布见表 2.2.1-1。

表 2.2.1-1 各月平均气温(单位: °C)

2.2.1.2 相对湿度

三亚气候湿润，区域年平均相对湿度 78%，全年各月相对湿度变化不大，其中 8 月份湿度最大，为 84%，12 月份气候相对干燥，但也有 70%。逐月平均相对湿度见表 2.2.1-2。

表 2.2.1-2 各月平均相对湿度(%)

2.2.1.3 降雨

三亚地区年降水量丰富，各月均有降水，年平均降水量为 1392mm，年平均降水日数为 113 天。有旱季和雨季之分，5 月~10 月为雨季，其间集中了全年 85%以上的降水量和 75%以上的降水日；11 月至翌年 4 月为旱季，降水量较少。年最大降水量为 1987.7mm(1990 年)，年最小降水量为 673.7mm(1977 年)，日最大降水量为 327.5mm(1986 年 5 月 20 日)，最长连续降水日数为 18 天，降水量 245.8mm(1967 年 9 月 13 日至 30 日)。各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布见表 2.2.1-3。

表 2.2.1-3 各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布

2.2.1.4 风况

据三亚气象站统计，三亚大风天气主要来源于冷空气和热带气旋，其中热带气旋引起的大风强度更大，三亚大于或等于 20m/s 的风速出现在 6~10 月，都是热带气旋所致，热带气旋引起的最大瞬时风速达 45m/s，全年平均风速 2.5m/s。三亚以 E、NE 和 ENE 风向为最多，一年内几乎有 8 个月的时间被上述风向控制，其余 4 个

月(5~8月)风向较乱,但以W、WSW风向为主。风玫瑰图见图2.2.1-1,各向平均风速、最大风速及频率见表2.2.1-4,逐月平均风速见表2.2.1-5,不同季节风玫瑰图见图2.2.1-2。

表 2.2.1-4 各向平均风速、最大风速及频率表

图 2.2.1-1 三亚市全年平均风向频率分布图

表 2.2.1-5 逐月平均风速

图 2.2.1-2 各季节风频率玫瑰图

2.2.1.5 雷暴

年平均雷暴日数为63天,占全年天数的17.26%。雷暴天数最多的年份可达100天,占总天数的27.4%;最少的年份雷暴日数也有51天,占总天数的13.97%。平均雷暴天数最多的8月和9月份,有13天,最多的年份可达20天,全月2/3的时间受雷暴影响。11月到翌年的2月基本没有雷暴。各月平均雷暴日数见表2.2.1-6。

表 2.2.1-6 各月平均雷暴日数

2.2.1.6 热带气旋

影响本区的极端天气主要为热带气旋,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(表2.2.1-7)。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1970~2018年热带气旋登陆时三亚实测气压<990hpa的热带气旋列于表2.2.1-8和图2.2.1-3。项目区域台风情况见表2.2.1-9。

表 2.2.1-7 登陆三亚的热带气旋按月统计频数表

表 2.2.1-8 1970~2018 年登陆（或严重影响）三亚的部分热带气旋信息统计表

表 2.2.1-9 项目附近海域近年台风登陆情况表

图 2.2.1-3 登陆(或严重影响)三亚的部分热带气旋路径图

图 2.2.1-4 2010 年至 2015 年影响三亚的热带气旋路径

2.2.2 水文动力环境概况

2.2.2.1 潮汐

(1) 基面关系

各基面关系见图 2.2.2-1。

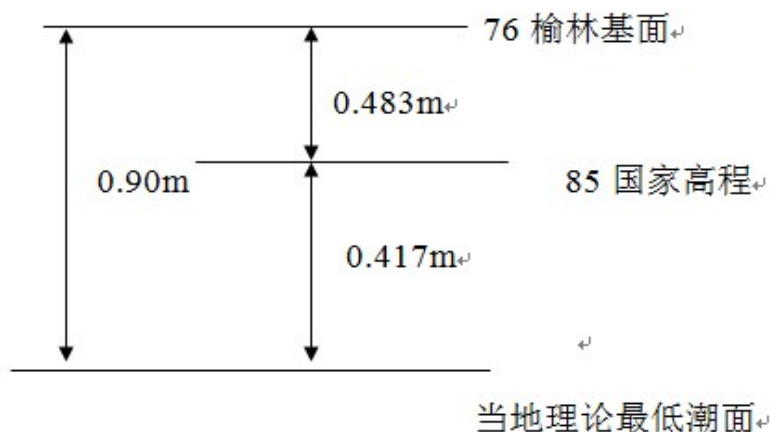


图2.2.2-1基面关系图

(2) 潮汐

项目附近海域的验潮站有国家海洋局三亚海洋环境监测站设在三亚湾的验潮站，根据国家海洋局三亚海洋环境监测站 1997 年~2014 年累计潮汐观测资料统计，

三亚湾的潮位特征值(国家 85 高程基准面)如下:

平均潮位: 72cm(国家 85 高程, 以下相同);

平均潮差: 83cm;

最大潮差: 203cm(出现日期为 2004 年 12 月 14 日);

最高潮位: 253cm(出现时间为 2012 年 11 月 17 日 00 时 35 分);

最低潮位: -43cm(出现时间为 2000 年 7 月 31 日 18 时 30 分)。

2.2.2.2 实测潮流

(1) 调查站位

根据广东安纳检测技术有限公司 2023 年 12 月编制的《港务局邮轮码头项目海洋水文动力现状调查报告》, 于 2023 年 11 月 16 日~17 日大潮期在鹿回头附近海域开展水文调查工作, 调查站位分布见表 2.2.2-1 和图 2.2.2-2。

表2.2.2-1 水文动力调查站位表

图2.2.2-2 水文动力调查站位图

(2) 潮位特征

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 2.2.2-2, 图 2.2.2-3 为大潮期各站潮位过程曲线图。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, 高、低潮潮高、潮时见表 4.1-5, 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; 从图 2.2.2-3 可看出, 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。

表 2.2.2-2 潮高、潮时统计表

图 2.2.2-3 潮位过程曲线图

(3) 海流

根据实根据大潮在观测海域潮流调查提供的结果，将实测资料整理成流速、流向报表，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 2.2.2-4~图 2.2.2-22)，并对大潮涨落潮期各层流速特征值进行统计，见表 2.2.2-3 和表 2.2.2-4。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。

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。

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。

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。

表 2.2.2-3 实测海流涨落潮期各层流速特征值统计表

图2.2.2-4 L01 号站流速、流向过程曲线图

图 2.2.2-5 L02 号站流速、流向过程曲线图

图 2.2.2-6 L03 号站流速、流向过程曲线图

图 2.2.2-7 L04 号站流速、流向过程曲线图

图 2.2.2-8 L05 号站流速、流向过程曲线图

图 2.2.2-9 L06 号站流速、流向过程曲线图

图 2.2.2-10 各站表层潮流矢量图

图 2.2.2-11 各站 0.2H 层潮流矢量图

图 2.2.2-12 各站 0.4H 层潮流矢量图

图 2.2.2-13 各站 0.6H 层潮流矢量图

图2.2.2-14 各站0.8H 层潮流矢量图

图 2.2.2-15 各站底层潮流矢量图

图 2.2.2-16 各站垂线平均潮流矢量图

图 2.2.2-17 L01 号站海流矢量时间序列

图 2.2.2-18 L02 号站海流矢量时间序列图

图2.2.2-19 L03 号站海流矢量时间序列图

图 2.2.2-20 L04 号站海流矢量时间序列图

图 2.2.2-21 L05 号站海流矢量时间序列图

图 2.2.2-22 L06 号站海流矢量时间序列

(4) 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 2.2.2-4 为大潮观测期间各站余流统计表，图 2.2.2-23 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 2.2.2-4 各站余流流速、流向统计表

图 2.2.2-23 各站余流矢量图

(5) 悬沙

各站各层含沙量特征值见表 2.2.2-5，涨落潮含沙量最大值见表 2.2.2-6，

各站含沙量分布见图 2.2.2-24~2.2.2-29。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。

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 2.2.2-5 各站各层含沙量特征值表（单位：mg/L）

表 2.2.2-6 涨、落潮含沙量最大值(单位：mg/L)

图 2.2.2-24 L01 号站含沙量分布图

图 2.2.2-25 L02 号站含沙量分布图

图 2.2.2-26 L03 号站含沙量分布图

图 2.2.2-27 L04 号站含沙量分布图

图 2.2.2-28 L05 号站含沙量分布图

图 2.2.2-29 L06 号站含沙量分布图

2.2.2.3 波浪

项目岸段无长期波浪观测资料，根据三亚湾东侧外海一周年(2007 年)波浪观测资料，年内最大有效波高接近 6m，有效波高大于 1m 的频率可达 23%。外海主要波向集中在 ENE~WSW 方向，频率均大于 2%，其中 E~ESE 方向出现频率超过 60%，但 S 向至 SW 向波浪波高明显较大。

图 2.2.2-30 三亚湾东侧外海各向波浪频率及年最大有效波高分布

另依据莺歌海海洋环境监测站 1995~2008 年共 14 年每天 08、11、14、17 时波浪观测资料进行统计(位于东经 108°40'、北纬 18°31'，测波点与测站位置的水平距离为 754m，方向 SW，水深约 12.0m)。根据统计资料可知：

项目所在海域以风浪为主，出现频率为 80%，涌浪出现频率为 41%。风浪的常

浪向为 SE，频率为 19%，次常浪向为 SSE，其频率为 12%。涌浪的常浪向为 S，其频率为 14%，次常涌浪向为 SSW，其频率为 7%。强浪向为 ESE，次强浪向是 S、SSW 和 NE。年平均波高为 0.7m，6~8 月和 3 月，平均波高偏大，其中 8 月最大，为 1.0m。年平均周期为 4.0s，8 月最大，月平均为 4.3s(图 2.2.2-32)。

图 2.2.2-31 莺歌海海洋站海浪玫瑰图

图 2.2.2-32 莺歌海海洋站各向波浪频率(左)及年最大波高(右)分布

2.2.3 地形地貌与冲淤环境

2.2.3.1 地形地貌

(1)区域地质概况

三亚地区在区域地质上属于琼南拱断隆起构造区，位于九所—陵水断裂带南侧。地质构造以华夏纬向构造体系为格架，由华夏、新华夏等构造系复合形成了本区的特征。新构造运动以不对称的穹状隆起为特点，以间歇性上升为主，局部产生断陷，形成各级夷平面台地等。琼南地区历史上发生过多地地震，但多为弱震和微震，陆上地震最高震级不超过 4.5 级，最大地震烈度不超过 6 度。

(2)区域地貌概况

三亚湾东起鹿回头半岛南端，西至肖旗港附近的角岭角，为典型的弧形海岸。南山、西瑁洲以及鹿回头外的等深线向岸靠近，水下坡度骤陡，形成 30~36m 深的深坑，如图 2.2.3-1。海湾东、西端分别有三亚河和肖旗河注入；南侧有鹿回头岭、南边岭、金鸡岭、小青洲岛等天然屏障，东南方为一条呈 NE-SW 向延伸的白排珊瑚岸礁，西南侧有东、西瑁洲岛掩护，掩护条件优良，海湾水域较为平静，泊稳条件好。三亚湾后方为沙堤（沙坝）；三亚河口内为潟湖，潟湖潮汐通道口门处为三亚港。

图 2.2.3-1 三亚湾整体地形等值线（54 坐标，中央子午线 108 经度带）

(3)沿岸地形地貌

现代三亚湾海岸由一系列复式沙坝组成，这些沙坝已改变了三亚湾原始港湾的

曲折基岩岸线和陡峭的水下岸坡，并由三亚大沙坝构成平坦的砂质海岸。沙坝的西段自肖旗河口至海坡村为海坡沙坝，沙坝高程超过 10m，宽度 200~350m，边坡较陡，多为黄色中砂或粗砂。该沙坝主体是一残留古沙坝，其中东段侵蚀陡坎发育，低潮水边线附近已有基岩出露，反映该岸段近年来一直处于缓慢侵蚀过程；三亚沙坝东段(海坡村至三亚河口)沙坝整体较低但宽度较大，高程 5m 左右，宽度可达 600~1000m。该沙坝沉积物松散，以细砂为主，富含贝壳碎屑和珊瑚砂，为新近形成的沙坝，下部有机质含量较高。

2.2.3.2 冲淤变化

根据 2014 年、2016 年和 2020 年三亚湾海区的海图资料（图 2.2.3-2），对本区近岸海域近年来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，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恢复至凤凰岛二期建设前的环境，所要说明是而且虽然拆除了水面上的部分，但是水下的部分尚未拆除，因此短期内凤凰岛两侧的水下地形尚不能恢复至凤凰岛二期建设前的状态。

2023 年 11 月又在三亚港内进行地形测量，如图 2.2.3-3 和图 2.2.3-4 为三亚港 2020 年~2023 年 11 月的冲淤分布图及各区块平均冲淤厚度统计，三亚港内冲淤呈现特点是，基本上有冲有淤，凤凰岛陆通道淤积最大，显然受波浪沿岸输沙导致，港内未疏浚水域表现为微淤，凤凰岛邮轮泊位以南疏浚区域，存在人为浚深现象。

具体而言，凤凰岛北侧的陆岛通道表现淤积，且淤积厚度为 0.13m，冲淤等值线也呈现有块状的较大冲刷，显然为人工采砂用于其他沙滩补砂；在本工程前沿为疏浚的三亚港区块，其淤积厚度为 0.013m，说明该区块在自然状态下处于微淤的状态；在凤凰岛邮轮码头开挖的港池区块，整体表现冲刷，冲刷深度为 0.08m，从等深线的变化分析，属于人工疏浚的影响；三亚河口老码头区段，码头前沿水域表现为冲刷，冲刷厚度约 0.1~0.3m 不等，平均 0.25m，在其南岸区域，以淤积为主，淤积最大超过 0.5m，平均 0.18m，三亚河口段整体基本平衡，平均淤积 0.001m。

图 2.2.3-3 凤凰岛周边海域近年冲淤环境图

图 2.2.3-4a 2023 年至 2020 年三亚港冲淤变化

图 2.2.3-4b 凤凰岛周边海域近年冲淤环境图

2.2.4 工程地质

根据中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司 2024 年 2 月 1 日编制的《三亚老港区交通运输用海项目岩土工程勘察中间资料》成果分析工程区工程地质情况。项目钻孔平面布置图 2.2.4-1、项目典型地质剖面图见图 2.2.4-2，项目典型钻孔柱状图见图 2.2.4-3。

根据本次完成的钻孔揭露，其野外特征按自上而下顺序描述如下：

①层细砂（ Q_4^m ）：褐黄色，饱和，松散-稍密状，局部中密状，主要成分为石英质，呈次圆状，层间含有淤泥质土，细砂颗粒为主，粉砂次之，级配一般。

①-1层淤泥质粉质粘土夹砂（ Q_4^m ）：灰色、灰黑色，软塑状，由粉粒、粘粒及腐殖质成分组成，局部地段夹有松散状中细砂颗粒，具有腥臭味。干强度及韧性一般，具有摇晃反应，切面稍有光泽。与①层细砂呈互层状。

②层中砂（ Q_4^m ）：褐黄色、灰白色等颜色，饱和，稍密状-中密状，石英质中砂颗粒为主，呈次圆状，粉细砂颗粒次之，颗粒级配较好，夹有薄层粉质粘土，与②-1层粗砂、②-2层粉质粘土呈互层状。

②-1层粗砂（ Q_4^m ）：褐黄色、灰黄色，饱和，稍密状，石英质粗砂颗粒为主，呈次圆状，中细砂颗粒次之，颗粒级配较好，粉粘粒含量约 25%。与②层中砂、②-2层粉质粘土呈互层状。

②-2层粉质粘土（ Q_4^m ）：灰黄色，可塑状，由粉粒、粘粒等成分组成，干强度

中等，韧性中等，无摇晃反应，切面稍有光泽。与②层中砂、②-1层粗砂呈互层状。

③层粉质粘土（ Q_3^{mc} ）：灰黄色、浅灰色等颜色，可塑状，由粉粒、粘粒等成分组成，干强度中等，韧性中等，无摇晃反应，切面稍有光泽。

④层细砂（ Q_2^{mc} ）：灰黄色、浅灰色，饱和，中密状，主要成分为石英质，呈次圆状，夹有粉土，细砂颗粒为主，粉砂次之，级配较差。

⑤层粉质粘土（ Q_1^{mc} ）：浅灰色，可塑-硬塑状，主要成分由粉粒、粘粒等组成，夹有粉土成分，干强度中等，韧性较高，无摇晃反应，切面较光滑。

⑥层粉质粘土（ Q_1^{mc} ）：灰色、灰绿色，可塑状为主，局部硬塑状，干强度中等，韧性较高，无摇晃反应，切面较光滑，局部砂含量高。

图 2.2.4-1 项目钻孔平面布置图

图 2.2.4-2a 项目所在区域典型地质剖面图

图 2.2.4-2b 项目所在区域典型地质剖面图

图 2.2.4-3a 项目所在区域典型钻孔柱状图

图 2.2.4-3b 项目所在区域典型钻孔柱状图

图 2.2.4-3c 项目所在区域典型钻孔柱状图

图 2.2.4-3d 项目所在区域典型钻孔柱状图



2.2.5 海洋生态现状

项目采用广东安纳检测技术有限公司 2024 年 01 月编制的《港务局邮轮码头项目海洋环境现状（秋季）调查报告》的调查分析结果。

广东安纳检测技术有限公司在三亚港务局码头附近海域布设水质监测站位 23 个，海洋沉积物监测站位 14 个，海洋生态环境调查站位 14，渔业资源调查站位 14 个，海洋生物质量监测站位 14 个，潮间带生物调查 3 条断面。（3）水质、沉积物、海洋生态调查时间为 2023 年 11 月 21-22 日，渔业资源调查时间为 2023 年 11 月 22-24 日，潮间带生物采样时间为 2023 年 11 月 18 日。调查站位见表 2.2.5-1 和图 2.2.5-1。

表 2.2.5-1 调查站位表

图 2.2.5-1a 水质、沉积物和海洋生态调查站位图

图 2.2.5-2b 水质、沉积物和海洋生态调查站位图（局部）

2.2.5.1 调查方法

（1）叶绿素 a 及初级生产力

采样层次：根据《海洋调查规范》GB/T 12763.6-2007 规定，样品采集层次与海水水质样品采集层次相同。

初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的下列公式估算：

式中：

$$P = \frac{Chla \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

P—现场初级生产力（mg·C/(m²·d)）

Chla—真光层内平均叶绿素 a 含量（mg/m³）

Q—不同层次同化指数算术平均值，取 3.71

D—昼长时间（h），根据季节和海区情况取 12.0 小时

E—真光层深度 (m)，取透明度(m)×2.71

(2) 浮游植物

采样层次：底—表垂直拖。

调查方法：利用浅水Ⅲ型浮游生物网采样，拖网方式为底——表垂直拖，采用5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。

(3) 浮游动物

采样层次：底—表垂直拖

调查方法：利用浅水I型浮游生物网采样，拖网方式为底——表垂直拖。采用5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

(4) 大型底栖生物

采样层次：海洋沉积物表层采样和表层拖网。

调查方法：大型底栖生物的定量采样用采泥器进行，每个站采样至少采集0.2m²。定性样品采用阿氏拖网采集，拖拽时间为10~15min，拖速为2-3节。采集样品采用75%无水乙醇固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

(5) 潮间带生物

定性采样在高、中、低潮区分别采1个样品，并尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全。

滩涂定量采样用面积为25cm×25cm的定量框，取样时先将定量框插入滩涂内，观察框内可见的生物和数量，再用铁铲清除挡板外侧的泥沙，拔去定量框，铲取框内样品，若发现底层仍有生物存在，应将采样器再往下压，直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。

对某些生物栖息密度很低的地带，可采用5m×5m的面积内计数(个数或洞穴数)，并采集其中的部分个体称重，再换算成生物量。

生物样品处理与保存

采得的所有定性和定量标本，洗净按类分开瓶装或封口塑料袋装，或按大小及个体软硬分装，以防标本损坏。

定量样品，未能及时处理的余渣，拣出可见标本后把余渣另行分装，在双筒解

剖镜下挑拣；

按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定；

对受刺激易引起收缩或自切的种类(如腔肠动物、纽形动物),先用水合氯醛或乌来糖进行麻醉后再固定，某些多毛类(如沙蚕科、吻沙蚕科)，先用淡水麻醉，挤出吻部，再用福尔马林固定，对于大型海藻，除用福尔马林固定外，最好带回一些完整的新鲜藻体，制作腊叶标本。

(6) 游泳动物

项目所在海区地形较为复杂，根据现场情况在使用单拖网渔船进行捕捞作业，拖网渔船为“琼临渔 12100”，网衣全长 20m，宽 5m，网具曳纲长度为 200m，囊网网目为 25mm。在港湾海域采用定制串联倒须笼网(地笼网)捕捞，地笼网长 50m，宽 30cm×40cm。采样按《海洋调查规范 海洋生物调查》（GB 12763.6-2007）进行。游泳动物采用底拖网生产渔船现场试捕法进行，根据调查站位现场条件，调整连续拖曳时间和拖速。渔获样品分析先将较大和稀有种类的渔获物单独挑出，然后随机采集 20kg 渔获样品供进一步分析，渔获物不足 20kg 时，则全部取样。每个站位的渔获样品，均进行生物学测定。

优势渔获物分析通过 Pinkas 等应用的相对重要性指标（IRI）来确定：

$$IRI = (N+W) \times F \times 10^4$$

N 为某种类的尾数占总渔获尾数的百分比；W 为某种类的质量占总渔获质量的百分比；F 为某种类在调查中被捕获的站位数与总调查站位数之比。本报告以 IRI 大于 100 为优势种

资源密度(kg/km²)和现存资源量(t)根据扫海面积法估算，公式如下：

$$D = Y \times 10^{-3} / (A(1-E)) \quad B = D \cdot S$$

B=现存资源量(t)，D=资源密度(kg/km²)，A=每小时扫海面积(km²/h)，

S=调查监测水域面积(km²)，Y=平均渔获率(kg/h)，E=逃逸率(这里取 0.5)。

(7) 鱼卵和仔稚鱼

采样层次：底—表垂直拖和表层拖网

调查方法：利用浅水I型浮游生物网采样，定性样品采用平行拖网采集，定量样品采用垂直拖网采集。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类

鉴定、计数、统计和分析。

2.2.5.2 评价方法

用反映生物群落特征指数，优势度、多样性指数(H')、均匀度(J)、丰富度和单纯度对所调查的生物群落结构特征进行分析。计算公式如下：

(1) 优势度 (Y)：

$$Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$$

(2) Shannon-Wiener 多样性指数：

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

(3) Pielou 均匀度指数：

$$J = H' / H_{\max}$$

式中： $P_i = n_i / N$ ； $H_{\max} = \log_2 S$ ，为最大多样性指数； n_i ：第 i 种的个体数量 (ind·m²)； N ：某站总生物数量 (ind·m²)； f_i ：某种生物的出现频率(%)； S ：出现生物总种数。

(4) 丰富度指数

$$d = (S-1) / \log_2 N$$

d 表示丰富度指数； S 表示样品中的总种数； N 表示群落中所有物种的总丰度

(5) 单纯度指数

$$C = \text{SUM}(n_i/N)^2$$

C 表示单纯度指数； N 为群落中所有物种丰度或生物量， n_i 为第 i 个物种的丰度或生物量

2.2.5.3 调查结果

(1) 叶绿素 a 与初级生产力结果

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 2.2.5-2。

表 2.2.5-2 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。

由表 2.2.5-2 可见，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 $\mu\text{g/L}$ 。调查海区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 $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

（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 2.2.5-3。

表 2.2.5-3 各站位浮游植物细胞密度（ $\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ ）

③优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=Pi\times fi$ ， fi 为第 i 种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将浮游植物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查海域浮游植物优势种为丹麦细柱藻、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 2.2.5-4。

表 2.2.5-4 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 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 2.2.5-5。

表 2.2.5-5 丰富度（D）、单纯度（C）、多样性指数（H'）和均匀度（J'）

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（0.10~190.00） $\times 10^5$ cells/m³之间，平均细胞密度为 33.59×10^5 cells/m³。

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 16.42×10^5 cells/m³，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）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(5.20~98.00)ind/m³，平均丰度为 32.69ind/m³，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 (2.97~41.10) mg/m³，平均生物量为 12.78mg/m³，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 2.2.5-6。

表 2.2.5-6 各测站浮游动物丰度 (ind/m³) 和生物量(mg/m³)

③优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=Pi \times fi$ ， fi 为第 i 种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.10 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 2.2.5-7。

表 2.2.5-7 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 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 2.2.5-8。

表 2.2.5-8 浮游动物丰富度 (D)、单纯度 (C)、多样性指数 (H') 和均匀度 (J)

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。

（4）大型底栖动物

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 2.2.5-9。

表 2.2.5-9 各站位大型底栖生物生物量(g/m²)和栖息密度(ind/m²)

注：--为未采集到。

③各类别生物量和栖息密度

调查海域大型底栖生物栖息密度以环节动物为主，平均密度为 10.31ind/m²，生物量以节肢动物为主，平均生物量为 1.42g/m²。详见表 2.2.5-10。

④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、光亮倍棘蛇尾和污铗棒螺。详见表 2.2.5-11。

表 2.2.5-10 各站位类别生物量(g/m^2)和栖息密度(ind/m^2)

注：--为未采集到生物

表 2.2.5-11 大型底栖生物的优势种和优势度

⑤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 2.2.5-12。

表 2.2.5-12 丰富度 (D)、单纯度 (C)、生物多样性指数(H')和均匀度(J)

注：0 为只采集到 1 种大型底栖生物；--为未发现

⑥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 14 个站位平均栖息密度为 $30.92\text{ind}/\text{m}^2$ ，最大值为 $54.73\text{ind}/\text{m}^2$ ；平均生物量为 $7.52\text{g}/\text{m}^2$ ，最大值为 $46.70\text{g}/\text{m}^2$ 。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 $10.31\text{ind}/\text{m}^2$ ，生物量以节肢动物为主，平均生物量为 $1.42\text{g}/\text{m}^2$ 。大型底栖生物优势种类为北部湾美人虾、光亮倍棘蛇尾和污铗棒螺。

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。

(5) 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 2.2.5-13。

表 2.2.5-13 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 2.2.5-14。

表 2.2.5-14 潮间带生物量(g/m²)和栖息密度(ind/m²)

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 3.5-3 所示，栖息密度以环节动物为主，平均密度为 3.93nd/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 0.52nd/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。详见表 2.2.5-15。

表 2.2.5-15 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

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。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 2.2.5-16。

表 2.2.5-16 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 2.2.5-17。

表 2.2.5-17 潮间带生物丰富度 (D)、单纯度 (C) 多样性指数 (H') 和均匀度 (J)

注：0 为只采集到 1 种大型底栖生物；--为未发现

⑥小结

3 个潮间带断面共捕获了 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，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/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。其中栖息密度以环节动物为主，平均密度为 3.93nd/m²；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/m²；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。

(6) 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 2.2.5-18。

表 2.2.5-18 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 2.2.5-19。

表 2.2.5-19 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。

（7）游泳动物

A.游泳动物资源现状

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 81 种，分别隶属于 14 目 39 科。其中鱼类 10 目 32 科 67 种，占有所有种类的 82.72%；甲壳类 1 目 4 科 10 种，占有所有种类的 12.34%；头足类 3 目 3 科 4 种，占有所有种类的 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 2.2.5-20。

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 2.2.5-20。

表 2.2.5-20 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

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鲈（878）、斑条鲈（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

德若鲹（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 2.2.5-21。

表 2.2.5-21 调查海域优势种类组成

B. 鱼类资源状况

① 种类组成

经鉴定，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；鲈形目 6 种；鲈形目、鲈形目 4 种；鲈形目 3 种；仙女鱼目、鳗鲡目 2 种；

其他各目均为 1 种，鲈科 9 种；鲈科 8 种；天竺鲷科 4 种；鲈科、鲈科 3 种；鲈科、鲈科、银鲈科、羊鱼科、鲈科、拟鲈科、金线鱼科、海鲈科、鲈科、鲈科、狗母鱼科、石鲈科、带鱼科 2 种，其他各科均为 1 种。

② 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 2.2.5-22。

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 2.2.5-22。

表 2.2.5-22 调查海域鱼类的渔获率和资源密度

③ 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鲈（878）、斑条鲈（607）、长圆银鲈（534）、长身马鲷（308）、黑斑卡拉鲷（275）、黄斑光胸鲷（208）、线纹鳗鲡（170）、红纹长鳍天竺鲷（147）、海兰

德若鲹（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 2.2.5-23。

表 2.2.5-23 调查海域鱼类优势种类组成

C.头足类资源状况

①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。

②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 2.2.5-24。

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。结果详见表 2.2.5-24

表 2.2.5-24 调查海域头足类的渔获率和资源密度

③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。

D.甲壳类资源状况

①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。

②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 4.2-6。

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2.2.5-25。

表 2.2.5-25 调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

③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。

E.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。

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。

长身马鲛 *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。

海兰德若鲷 *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，经常用颚须翻动泥沙，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。

F.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 2.2.5-26。

表 2.2.5-26 渔获物多样性指数值

G.主要种类幼鱼比例

根据渔获物个体长度大于其最小性成熟长度为成鱼，而小于最小性成熟长度为幼鱼的划分标准来估算幼鱼的比例。本次调查主要经济鱼类的出现频率、平均体重和幼鱼比例，主要种类幼鱼比例情况如下：

在本次调查的渔获物中，鱼类幼体约占 41.69%，主要幼鱼渔获物为黑边布氏鰨、条纹眶棘鲈、斑条鲈、长圆银鲈、长身马鲛、黑斑卡拉鰨、黄斑光胸鰨、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。结果详见表 2.2.5-27。

表 2.2.5-27 主要渔获种类幼鱼比例

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）、海兰德若鲹（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、海兰德若鲹、康氏小公鱼、日本绯鲤、无斑拟羊鱼。

2.2.6 珊瑚礁资源调查

根据三亚珊瑚礁生态研究所 2024 年 1 月编制的《三亚老港区交通运输用海项目附近海域珊瑚分布及覆盖率情况》成果，对项目区域附近珊瑚礁资源进行分析。

2.2.6.1 调查站位及内容

在工程项目用海海域及附近海域布设珊瑚调查站位 35 个，珊瑚调查 站位见表

2.2.6-1、图 2.2.6-1、图 2.2.6-2，依据水深和珊瑚礁分布情况，设置 1~3 条调查断面。

表 2.2.6-1 珊瑚礁资源调查站位

图 2.2.6-1 珊瑚礁资源调查站位

图 2.2.6-2 珊瑚礁资源调查样带

2.2.6.2 调查结果

(1) 珊瑚分布现状

调查站位珊瑚分布情况见表 5.1-1。调查海域活珊瑚平均覆盖率为 10.65%，石珊瑚的平均覆盖率为 10.25%，软珊瑚的平均覆盖率为 0.34%，柳珊瑚的平均覆盖率为 0.06%；石珊瑚平均补充量为 0.22 ind/m²。在调查的 35 个站位中，凤凰岛附近 6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 调查站位底质为淤泥底质，无珊瑚分布；其余站位均有珊瑚分布。有珊瑚分布的调查站位中，小青洲附近海域 19、20、21 调查站位石珊瑚覆盖率较高，分别为 36.80%、42.02%、36.32%；其次是 24、31、32、34 调查站位石珊瑚覆盖率范围在 22.42%~26.26%之间，2、3、4、22、33 调查站位石珊瑚覆盖率在 12.19%~19.14%之间；其余调查站位石珊瑚覆盖率均低于 10%。此次调查发现部分调查站位有软珊瑚和柳珊瑚分布，其中 20、23、28、29、31~35 站位有软珊瑚分布；28~30、32~35 站位有柳珊瑚分布。

该海域硬珊瑚主要集中在 6 m 以浅海域，6 m 以深海域底质主要以礁石或砂石底为主，有柳珊瑚和软珊瑚分布；小青洲附近海域珊瑚覆盖率较其他海域珊瑚覆盖率高，凤凰岛到鹿回头海域珊瑚覆盖率次之。

(2) 珊瑚分布范围

调查海域珊瑚礁分布面积约为 86.9 公顷，其中凤凰岛附近海域珊瑚礁分布面积约为 11.4 公顷，小青洲-半山半岛帆船港附近海域珊瑚礁分布面积约为 54.3 公顷，半山半岛帆船港-鹿回头附近海域珊瑚礁分布面积约为 21.2 公顷。经调查，珊瑚主要分布在 6 m 以浅水深的海域。珊瑚分布范围见图 2.2.6-3。

图 2.2.6-3 调查海域珊瑚分布范围

(3) 珊瑚覆盖率

调查海域35个站位石珊瑚覆盖率见图 2.2.6-4。由图可知，调查海域活珊瑚平均覆盖率为10.65%，石珊瑚的平均覆盖率为10.25%，软珊瑚的平均覆盖率为0.34%，柳珊瑚的平均覆盖率为0.06%；石珊瑚平均补充量为0.22 ind/m²。在调查的35个站位中，凤凰岛附近6、7、8、9、10、11、12、13、14、15调查站位底质为淤泥底质，无珊瑚分布；其余站位均有珊瑚分布。有珊瑚分布的调查站位中，小青洲附近海域19、20、21调查站位石珊瑚覆盖率较高，分别为36.80%、42.02%、36.32%；其次是24、31、32、34调查站位石珊瑚覆盖率范围在22.42%~26.26%之间，2、3、4、22、33调查站位石珊瑚覆盖率在12.19%~19.14%之间；其余调查站位石珊瑚覆盖率均低于10%。此次调查发现部分调查站位有软珊瑚和柳珊瑚分布，其中20、23、28、29、31~35站位有软珊瑚分布；28~30、32~35站位有柳珊瑚分布。

该海域硬珊瑚主要集中在6m以浅海域，6m以深海域底质主要以礁石或砂石底为主，有柳珊瑚和软珊瑚分布；小青洲附近海域珊瑚覆盖率较其他海域珊瑚覆盖率高，凤凰岛到鹿回头海域珊瑚覆盖率次之。

图 2.2.6-4a 调查海域石珊瑚覆盖率

图 2.2.6-4b 调查海域珊瑚覆盖率

(4) 石珊瑚补充量

调查海域35个站位石珊瑚补充量范围在0.00 ind/m²~1.73 ind/m²之间，平均值为0.22 ind/m²。其中，凤凰岛附近海域6、7、8、9、10、11、12、13、14、15调查站位底质为淤泥底质，石珊瑚补充量为0.00 ind/m²，2、4、5、16、17、18、22、23、25、26、29、30、31、33、34、35调查站位石珊瑚补充量也为0.00 ind/m²；3、21、24站位石珊瑚补充量较三亚湾其他海域石珊瑚补充量高。调查站位补充量详见图 2.2.6-5。

图 2.2.6-5 调查海域石珊瑚补充量

(5) 死亡和病害

调查结果显示，本次调查海域35个站位样带下，其中29、30、31、33站位8米深度出现珊瑚白化现象。

(6) 底质类型

调查结果显示（见图 2.2.6-6），调查海域主要以礁石底质和砂石底质为主，平均占比分别为 36.31%、32.1%；此外，6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 调查站位淤泥底质占比达 100%。

图 2.2.6-6 调查海域底质类型覆盖率（%）

（7）大型藻类

调查结果显示，该海域 28 调查站位发现大型藻类，覆盖率为 2.24%。大型藻类主要为马尾藻。大型藻类与珊瑚存在竞争关系，其覆盖率过高可能会占据珊瑚的生长空间，同时会遮挡阳光，不利于珊瑚的生长。

图 2.2.6-7 调查站位大型藻类部分图鉴

（8）珊瑚的敌害情况

本次调查过程中未发现珊瑚敌害情况。

2.2.7 水质环境现状调查

采用广东安纳检测技术有限公司 2023 年 11 月在三亚港务局码头附近海域进行的环境调查结果，项目布设水质监测站位 23 个，海洋沉积物监测站位 14 个，海洋生物质量监测站位 14 个。调查站位见表 2.2.5-1 和图 2.2.5-1。

2.2.7.1 调查项目

调查项目有水温、盐度、溶解氧、pH、COD、无机氮、SS、油类、无机磷、铜、铅、锌、镉、总铬、砷和汞等。

2.2.7.2 分析方法

海水水质分析方法采用《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》（GB17378.4-2007）中的海水分析标准方法，具体分析方法详见表 2.2.7-1。

表 2.2.7-1 海水水质分析方法

2.2.7.3 评价方法和评价标准

水质现状评价利用单项水质参数法进行评价，评价标准值见表 2.2.7-2。

① 单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{s,i}$$

式中： $S_{i,j}$ — i 污染物在 j 点的污染指数；

$C_{i,j}$ — i 污染物在 j 点的实测值；

$C_{s,j}$ — i 污染物的评价标准值，mg/L。

② DO 的标准指数为：

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

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

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

式中： DO_s —溶解氧的水质标准，mg/L；

DO_j — j 点的溶解氧，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L；

S —实用盐度符号，量纲为 1；

T —水温， $^{\circ}C$ 。

③ pH 的标准指数为：

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

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

式中： $S_{pH,j}$ —pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{su} —评价标准中 pH 值上限值；

pH_{sd} —评价标准中 pH 值下限值；

水质参数的标准指数 > 1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

表 2.2.7-2 水质评价标准值

2.2.7.4 监测结果和评价结果

海水质量监测结果见表 2.2.7-3，水质各评价因子标准指数见表 2.2.7-4。监测

结果表明，调查海域各海水水质监测要素（pH、溶解氧、化学需氧量、无机磷、无机氮、油类、铜、铅、锌、镉、总铬、砷和汞）均符合第一类海水水质标准。

表 2.2.7-3 海水水质要素分析结果统计

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 2.2.7-4 调查海域海水各评价因子单项标准指数(第一类)

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。

2.2.8 沉积物质量现状调查

采用广东安纳检测技术有限公司 2023 年 11 月在三亚港务局码头附近海域进行的环境调查结果，项目布设水质监测站位 23 个，海洋沉积物监测站位 14 个，海洋生物质量监测站位 14 个。调查站位见表 2.2.5-1 和图 2.2.5-1。

2.2.8.1 调查项目

沉积物调查项目包括粒度、有机碳、硫化物、油类、砷、汞、铜、铅、锌、镉和铬。

2.2.8.2 分析方法

海水沉积物分析方法采用《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007 中的沉积物分析标准方法，具体分析方法详见表 2.2.8-1。

表 2.2.8-1 海洋沉积物分析方法

2.2.8.3 评价标准

沉积物质量标准见表 2.2.8-2。

表 2.2.8-2 沉积物质量标准

注：引自《中华人民共和国国家标准 海洋沉积物质量 GB18668-2002》。

2.2.8.4 评价方法

采用单因子标准指数法进行评价，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数；

C_i — i 项评价因子的实测值；

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

2.2.8.5 监测结果与评价结果

项目附近海域表层沉积物监测结果见表 2.2.8-3，评价结果见表 2.2.8-4。

项目附近海域沉积物调查结果表明，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）均符合第一类海洋沉积物质量标准。

表 2.2.8-3 沉积物监测结果

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 2.2.8-4 调查海域沉积物指数表(第一类)

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。

2.2.9 海洋生物质量现状

采用广东安纳检测技术有限公司 2023 年 11 月在三亚港务局码头附近海域进行的环境调查结果，项目布设水质监测站位 23 个，海洋沉积物监测站位 14 个，海洋生物质量监测站位 14 个。调查站位见表 2.2.5-1 和图 2.2.5-1。

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（原长鳍天竺鲷、布氏石斑鱼、线纹鳗鲶、黑边布氏蝠、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 2.2.9-1。

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。（详见表 2.2.9-2）。

表 2.2.9-1 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 2.2.9-2 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 资源生态影响分析

3.1 资源影响分析

3.1.1 对海洋空间资源的影响

本项目用海总面积为 4.7524ha，即占用海洋空间资源 4.7524ha，在用海期限内对该海域其它开发利用活动具有排他性。

3.1.2 对岸线资源的影响分析

根据项目区域沿岸岸线类型分布情况，本项目用海沿岸岸线类型主要是人工岸线（构筑物），如图 2.1.1-1 所示。而从项目区域沿岸岸线利用类型分布情况看，项目用海沿岸岸线利用类型主要是交通运输岸线，如图 2.1.1-2 所示。本项目用海占用岸线 394m，占用的岸线为三亚港务局码头人工岸线，而本项目建设内容是邮轮码头，项目占用岸线符合区域沿岸岸线利用类型（交通运输岸线）的要求。本项目占用岸线属于人工岸线，但不会形成新的岸线，不改变岸线的原有形态，不影响区域沿岸分布岸线资源的开发利用。

3.1.3 对海洋生物资源的影响分析

项目用海对海洋生物资源的影响主要是施工期的影响。施工期项目用海对海洋生物资源的影响主要表现为邮轮码头施工破坏了区域底栖生物赖以生存的底质环境，并造成部分底栖生物的直接死亡；码头等施工产生的悬浮泥沙对浮游生物、游泳动物等也将产生一定的影响。

(1) 施工期底栖生物损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007) (以下简称《规程》)，对项目邮轮码头施工造成底栖生物资源的损失进行计算。

项目邮轮码头用海面积为 2.1369 公顷，根据 2023 年 11 月项目区附近海域的海洋生物调查结果，大型底栖生物的生物量平均为 $7.52\text{g}/\text{m}^2$ ，因此项目用海造成底栖生物的损失量： $2.1369 \times 10^4 \text{m}^2 \times 7.52 \text{g}/\text{m}^2 \times 10^{-3} = 160.69 \text{kg}$ 。

因此，项目用海将造成底栖生物损失量为 160.69kg，对此范围内的底栖生物将造成不可逆的损害。

底栖生物按成体生物处理，商品价格按照当地经济贝类市场价格计算（20元/kg，保守价格），则本项目造成底栖生物直接经济损失额为 $160.69 \times 20 = 3213.8$ 元。资源损害的补偿年限按 3 年计算，则项目施工造成底栖生物经济补偿额 $57.6 \times 3 = 9641.4$ 元。

(2) 施工悬浮物扩散造成的生物资源损失

项目用按照《规程》，项目施工过程中在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_i \times K_{ij}$$

式中：

M_i 为第 i 种生物资源累计损害量；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数(以年实际影响天数除以 15)，个；

D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

S_i 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

① 污染物浓度增量区面积(S_i)和分区总数(n)

根据水质影响预测结果，表 3.1.3-1 列出了各分区的面积，本工程施工产生的悬浮物浓度增量分区总数取 4。

表 3.1.3-1 本项目施工产生的悬浮物浓度增量区面积

② 生物资源损失率(K_{ij})

由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 $B_i \leq 1$ 倍、 $1 < B_i \leq 4$ 倍及 $4 < B_i \leq 9$ 倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率(详见表 3.1.3-2)。

表 3.1.3-2 本工程悬浮物对各类生物损失率

③持续周期数(T)和计算区水深

根据项目施工方案，项目码头施工工期约为 19 个月，持续周期数为 38，根据工程海域测量资料，项目区所在海域平均水深取 6.0m。

④生物资源密度(D_{ij})

根据 2023 年 11 月项目区附近海域的海洋生物调查结果，浮游植物丰度平均值为 33.59×10⁵cells/m³，浮游动物生物量平均值为 12.78mg/m³。鱼卵平均密度为 0.98 粒/m³，仔稚鱼为 0.17 尾/m³。游泳动物平均资源密度为 705.40kg/km²。

⑤悬浮泥沙扩散导致生物损失情况：

浮游植物损失量=33.59×10⁵×(0.0096×0.05+0.025×0.15+

$$0.0068 \times 0.40) \times 10^6 \times 38 \times 6 = 5.32 \times 10^{12} \text{ cells}$$

浮游动物损失量 = 12.78 × (0.0096 × 0.05 + 0.025 × 0.15 +

$$0.0068 \times 0.40) \times 10^6 \times 38 \times 6 \times 10^{-6} = 20.25 \text{ kg}$$

鱼卵损失量=0.98×(0.0096×0.05+0.025×0.17+

$$0.0068 \times 0.40) \times 10^6 \times 38 \times 6 = 1.66 \times 10^6 \text{ 粒}$$

仔鱼损失量=0.17×(0.0096×0.05+0.025×0.17+

$$0.0068 \times 0.40) \times 10^6 \times 38 \times 6 = 2.89 \times 10^5 \text{ 尾}$$

游泳动物损失量=705.40×(0.0096×0.01+0.025×0.05+

$$0.0068 \times 0.15) \times 38 = 63.42 \text{ kg}$$

⑥经济损失估算

在项目区施工过程造成的各类海洋生物资源损失量中，由于浮游生物价值量较低，不计算其经济损失。

a.直接损失计算方法

①鱼卵仔鱼经济价值按

$$M = W \times P \times E$$

式中：M 为鱼卵和仔鱼经济损失额，元；

W 为鱼卵和仔鱼损失量，个、尾；

P 为鱼卵和仔鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，%；

E 为鱼苗的商品价格，元/kg，按市场平均价格计算(0.5 元/尾)。

②成体生物资源

成体生物资源经济价值按

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中： M_i 为第 i 种生物成体生物资源经济损失额，元；

W_i 为第 i 种生物成体生物资源损失的资源量，千克 (kg)；

E_i 为第 i 种生物成体生物资源的商品价格，元/kg，按市场平均价格计算 (20 元/kg)。

b.直接经济损失

鱼卵直接经济损失= $1.66 \times 10^6 \times 0.01 \times 0.5 \times 10^{-4} = 0.83$ 万元

仔鱼直接经济损失= $2.89 \times 10^5 \times 0.05 \times 0.5 \times 10^{-4} = 0.72$ 万元

游泳生物直接经济损失= $63.42 \times 20 \times 10^{-4} = 0.13$ 万元

c.海洋生物资源损害补偿额

施工过程中因影响水质造成鱼卵、仔稚鱼及游泳生物的伤害为持续性损害，按 3 年补偿，则鱼卵、仔稚鱼及游泳生物损害补偿总额为： $(0.83+0.72+0.13) \times 3 = 5.04$ 万元。

(3) 小结

初步估算，本项目施工造成底栖生物经济补偿额为 9641.4 元，施工产生的悬浮物造成渔业资源损害补偿额为 5.04 万元。因此，本项目用海造成渔业资源补偿总额为 6.0 万元。

3.1.4 对其他海洋资源的影响

项目论证范围内其他海洋资源主要是港口资源、岛礁资源、珊瑚礁资源等。

(1) 港口资源

项目论证范围内的港口主要是三亚港区。

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、海洋局码头。

本项目处于三亚港务局码头区，由于周边码头较多，通航密度大，由此，项目施工营运都可能对三亚港区船舶的通航安全产生一定的影响，因此，需要针对本项目进行项目通航安全影响评估和分析，根据分析结果，落实通航安全影响的措施。

(2) 岛礁资源

项目论证范围内的岛礁主要是白排、小青洲等无居民海岛，距离本项目用海区相对较远，项目用海不会对上述无居民海岛产生影响。

(3) 珊瑚礁资源

项目论证范围内的珊瑚礁主要是鹿回头半岛—榆林角沿岸片区，其保护区边界距项目用海边界最近距离约 1.2km。另外根据数模计算结果，项目施工期产生的超 I、II 类水质($>10\text{mg/L}$)的悬浮泥沙，未扩散到鹿回头半岛—榆林角沿岸珊瑚生长区；项目建设后潮流场、冲淤变化主要在工程区域发生改变，未影响到鹿回头半岛—榆林角沿岸珊瑚生长海域。因此，项目用海不影响鹿回头半岛—榆林角沿岸片区内珊瑚资源及其生境。

3.2 生态影响分析

3.2.1 对潮流场环境的影响分析

根据河海大学 2024 年 1 月编写的《三亚老港区交通运输用海项目潮流泥沙数学模型试验报告》进行本项目潮流场环境影响分析。

3.2.1.1 工程前后潮流流态变化

图 3.2.1-1~图 3.2.1-4 为三亚湾及毗邻水域工程实施前后大潮涨、落急流场图，图 3.2.1-5~图 3.2.1-6 为工程前后的流速椭圆图。从图中可以看出，工程前后的流态呈现以下特征：

(1) 三亚港外的三亚湾水域涨落潮流向沿着等深线和岸线呈往复运动，涨潮向西，落潮向东，本工程前后，三亚湾水域流场无变化，说明本工程对三亚湾水动力无影响。

(2) 三亚港内流态较港外复杂，并不呈现往复流，港内水流流态落潮水流自三亚河内港的水流和从凤凰岛北侧陆岛通道灌入港池水流汇合影响，涨急时，受鹿回头影响，港内形成回旋流态。

(3) 流速椭圆图对比显示，工程前，受三亚河内港纳潮和径流影响，本工程

待疏浚区域的水域主流向东西向为主的旋转流，工程疏浚后，主流向调整为南北向的流速旋转流。

(4) 本工程码头前沿靠泊水域流态基本平行于岸线，流速较小。

图 3.2.1-1 三亚港内外水域大潮涨急流场图（现状）

图 3.2.1-2 三亚港内外水域大潮落急流场图（现状）

图 3.2.1-3 三亚港（工程后）内外水域大潮涨急流场图

图 3.2.1-4 三亚港（工程后）内外水域大潮落急流场图

图 3.2.1-5 工程前三亚港水域大潮流速椭圆图

图 3.2.1-6 工程实施后三亚港水域大潮流速椭圆图

3.2.1.2 工程前后潮流动力场分析

图 3.2.1-8~图 3.2.1-11 为工程前后三亚港及毗邻水域涨、落急流速等值线图；图 3.2.1-12 和图 3.2.1-13 为工程完成前后涨、落急流速变化等值线图，表 3.2.1-1 和表 3.2.1-2 为工程区附近水域各特征点涨落急流速值，各特征点位置如图 3.2.1-7 所表示。从图表中可以看出，工程前后的流速呈现以下特征：

(1) 现状条件下，三亚港内水域涨落急流速较港外相对小，反映三亚港内潮动力强度远小于三亚湾外水域特别是鹿回头水域的潮动力，主要受鹿回头和凤凰岛掩护导致，形成掩护水域；本工程回旋水域的涨落急最大流速基本小于 0.40m/s，待建码头前沿水域流速基本小于 0.21m/s。

(2) 受港内疏浚影响，工程后在码头前沿水域流速基本维持稳定，本工程 6#、7#泊位水域最大涨急流速和落急流速工程前后基本位置在 0.21m/s 和 0.20m/s；回旋水域涨潮增加为主，落潮减少为主，工程后回旋水域各特征点最大涨急流速 0.16m/s，最大落急流速 0.47m/s；进港航道工程后以略有减小为主，工程后涨急流速范围 0.01~0.16m/s，落急流速范围减少幅度 0.05~0.20m/s，减小幅度最大不超过 0.06m/s。港内边滩流速有增有减，变化幅度在-0.06~0.14m/s。

(3) 与工程前相比, 以最大流速变化量 0.02m/s 为标准, 本工程影响三亚港潮动力的范围基本限制在港内水域, 工程对其他水域潮动力影响有限。

图 3.2.1-7 流速分析特征点位置

图 3.2.1-8 工程前三亚港水域大潮涨急等值线图

图 3.2.1-9 工程前三亚港水域大潮落急等值线图

图 3.2.1-10 工程后三亚港水域大潮涨急等值线图

图 3.2.1-11 工程后三亚港水域大潮落急等值线图

图 3.2.1-12 工程前后大潮涨流速差异值 (单位: m/s)

图 3.2.1-13 工程前后大潮落流速差异值 (单位: m/s)

表 3.2.1-1 工程前后大潮涨、落急流速 (单位: m/s)

表 3.2.1-2 工程前后大潮涨、落急流向 (单位: 度)

3.2.1.3 横流特征

表 3.2.1-3 是泊位前沿及航道横流统计值, 图 3.2.1-14 为泊位前沿水域和航道横流过程图。从表中可以看出, 泊位前沿横流还是航道横流不超过 0.15m/s ; 工程泊位横流最小, 流速与码头岸线基本平齐, 最大压横流为 0.147m/s , 航道最大横流为 0.148m/s 。

表 3.2.1-3 最大横流统计

表 3.2.1-14 本项目方案码头前沿及航道各特征点横流过程

3.2.1.4 洪水影响

本港区位于三亚河河口, 分析洪水对本工程泊位水动力场的影响。

根据三亚河洪水流量统计结果, 三亚河百年一遇洪水入海流量为 $2524\text{m}^3/\text{s}$, 其

中西河流量为 $1662.3\text{m}^3/\text{s}$ ，东河流量为 $1097.4\text{m}^3/\text{s}$ 。

三亚河百年一遇洪水流量入海至三亚港后，潮流模型计算的三亚港流场为如图 3.2.1-15，其流速值为图 3.2.1-16。

三亚河百年一遇洪水流量入海影响后，在三亚港池形成顺时针漩涡，洪水流量从三亚河入海冲向凤凰岛东，受此顶托，在凤凰岛与本泊位之间水域形成顺时针漩涡，在本泊位前沿形成平行于岸线的流场，流速方向基本平行于码头岸线，最大流速约 0.92m/s ，在此流速影响下，最大横流约 0.2m/s ，发生在码头泊位南侧边缘位置，本工程泊位前沿其他位置横流流速小于 0.1m/s 。

图 3.2.1-15 三亚河百年一遇洪水流量入海影响下的港区流场图

图 3.2.1-16 三亚河百年一遇洪水流量入海影响下的港区流速等值线图

3.2.2 对波浪场环境的影响分析

根据河海大学 2024 年 1 月编写的《三亚老港区交通运输用海项目波浪数学模型试验报告》成果，进行本项目波浪场环境影响分析。

1、采用 Boussinesq 方程数值模型 MIKE21-BW，以近岸波浪模拟结果提供港域入射波的控制条件，对三亚港港域波浪的传播变形进行了数值模拟，模拟考虑的波浪重现期包括 50 年、10 年和 2 年一遇，其中 50 年一遇波浪与极端高水位、设计高水位、设计低水位和极端低水位组合，10 年一遇波浪与设计高水位和设计低水位组合，2 年一遇波浪与设计高水位组合；模拟的波向考虑 SE、S~SSE、SW~SSW 和 WSW 向。模拟时，对 10 年和 2 年一遇波浪，考虑港域全部结构物对波浪的反射对 50 年一遇波浪，为得到码头前沿设计波浪要素，不考虑码头自身岸线对波浪的反射。**模拟结果显示：**

1) 因三亚港进港航道引起的波浪折射影响，航道右侧边坡出现了局部的波能集中，由此造成了 1#~5#游船泊位区波浪强度明显弱于邮轮停泊区。

2) 邮轮泊位：受 50 年一遇波浪影响，极端高水位、设计高水位、设计低水位

和极端低水位下最大 H13%波高分别为 2.45m、2.42m、2.29m 和 2.21m；受 10 年一遇波浪影响，设计高水位和设计低水位的最大 H13%分别为 1.84m 和 1.74m；受 2 年一遇波浪影响，设计高水位下的最大 H13%为 1.14m。

3) 4~5#大型游船泊位：受 50 年一遇波浪影响，极端高水位、设计高水位、设计低水位和极端低水位下的最大 H13%分别为 1.35m、1.32m、1.31m 和 1.27m；受 10 年一遇波浪影响，设计高水位和设计低水位的最大 H13%分别为 1.09m 和 1.05m；受 2 年一遇波浪影响，设计高水位下的最大 H13%为 0.77m。

4) 1~3#小型游艇及游船泊位区：受 50 年一遇波浪影响，极端高水位、设计高水位、设计低水位和极端低水位下的最大 H13%分别为 1.67m、1.62m、1.53m 和 1.52m；受 10 年一遇波浪影响，设计高水位和设计低水位的最大 H13%分别为 0.86m 和 0.83m；受 2 年一遇波浪影响，设计高水位下的最大 H13%为 0.59m。

2、结合近岸波浪和港域波浪的模拟结果以及红塘湾临时波浪观测站的周年波浪观测资料，评估了三亚港 1~10 万吨级邮轮泊位、4~5#大型游船泊位以及 1~3#小艇泊位受波浪的影响情况，给出了泊位区受波浪影响的不可作业天数。**结果显示：**

(1) 对于 1~5 万吨级邮轮：按“横浪 $>0.6\text{m}$ 、纵浪 $>0.8\text{m}$ 、平均波周期 $>6.0\text{s}$ ”考虑，影响上下客作业天数为 10.8 天；对于 5~10 万吨级邮轮：按“横浪 $>0.8\text{m}$ 、纵浪 $>1.0\text{m}$ 、平均波周期 $>8.0\text{s}$ ”考虑，影响上下客作业天数为 2.9 天。

(2) 对于游艇上下岸作业按 $H1/10 > 0.25\text{m}$ 考虑：4~5#游船泊位区：不可上下岸的天数年均 55.9 天；1~3#游船泊位区：不可上下岸的天数年均 24.9 天。

3.2.3 对地形地貌与冲淤环境的影响分析

根据河海大学 2024 年 1 月编写的《三亚老港区交通运输用海项目潮流泥沙数学模型试验报告》成果，进行本项目冲淤演变的影响分析。

3.2.3.1 泥沙冲淤环境的影响分析

1、模型的建立和验证

针对工程区域的特点，综合考虑潮流、波浪等动力因素对泥沙运动的影响，采用平面二维波流作用下泥沙数学模型，分析并预测工程后周边水域的泥沙冲淤变化，从海岸泥沙运动力学角度评估陆工程方案布置的工程可行。

报告模拟了潮流和潮流波浪联合作用下工程前三亚港 2021 年 5 月~2023 年 10 月冲淤变化，如图 3.2.3-1，对应的同期实测冲淤如图 3.2.3-2。由图可知，两者的冲淤厚度及冲淤分布基本相似，凤凰岛陆岛通道位置以淤积位置，拟建的 6#7#泊位对面水域也基本上以淤积为主，回淤强度不大，根据三亚港务局历次的疏浚记录，上世纪 80 年代和 90 年代以及 2000 年后各疏浚一次，因此判断在邮轮码头港域未疏浚前，本次待建的泊位前沿水域淤积并不严重，和待建泊位前沿水域的淤积状况以及本次验证回淤结果相当，处于总体微回淤状态。从三亚河河口位置的 1#~5#泊位水域，以冲刷为主，这些分布基本与实测的冲淤分布基本相似，冲淤值相当，因此本次冲淤计算基本可靠。

2、常年冲淤结果分析

图 3.2.3-3 为常浪与潮流共同作用下，三亚港内水域海床冲淤变化分布，相应 6#~7#泊位及 1#~5#泊位拟疏浚港池区域（封闭框线范围）的回淤量统计见表 3.2.3-1。

冲淤计算结果显示，工程后，项目 6#、7#泊位水域年淤积强度 0.178 m/a 左右，总淤积量为 11.2 万 m³/a。

图 3.2.3-1 2020 年 5 月~2023 年 11 月期间地形冲淤变化计算图（单位：m）

图 3.2.3-2 2020 年 5 月~2023 年 11 月期间地形年冲淤变化实测图（单位：m）

表 3.2.3-1 港池及进港航道常年回淤计算

图 3.2.3-3 常浪作用下三亚港区项目方案水域年冲淤分布

3、大风天骤淤结果分析

图 3.2.3-4~图 3.2.3-5 为 2 年一遇和 50 年一遇 S~SSE 向波浪与潮流共同作用下工程海域海床骤冲骤淤分布，上述反映的是 2 年、50 年一遇台风浪作用 1 天后的海床冲淤变化特征，淤积量统计见表 3.2.3-2 和表 3.2.3-3。

冲淤计算结果显示，2年一遇波浪作用下，项目6#、7#泊位水域骤淤积强度0.016 m/d左右，总淤积量为1.01万 m³/d；50年一遇极值波浪作用下，项目6#、7#泊位水域骤淤积强度平均为0.052 m/d左右，港池总骤淤积量3.28万 m³/d。

表 3.2.3-2 2年一遇波浪作用下港区回淤计算

表 3.2.3-3 50年一遇波浪作用下港区回淤计算

图 3.2.3-4 2年一遇 S-SSE 方向波作用日冲淤分布

图 3.2.3-5 50年一遇 S-SSE 方向波作用日冲淤分布

3.2.3.2 悬沙回淤

工程处于相对比较开敞水域，进港航道和港池的回淤初步分析主要受悬沙和底沙影响，本次回淤计算主要依据刘家驹提出和《港口与航道水文规范》JTS145-2015（2022版）中的回淤计算方法，计算悬沙回淤量。

1、常年回淤计算

采用港池及港内航道回淤公式计算自然条件下的年均含沙量，同时考虑常年平均风速影响（取 2.7m/s），计算平常浪下，统计得到三亚湾水域全年平均含沙量为10~20mg/L，根据2019年5月在三亚湾开展的水文泥沙观测，悬沙平均值介于13.9~18.7mg/L之间；比较计算和实测结果，同时考虑平常浪、风和潮流共同作用，取年平均含沙量 0.020kg/m³；泥沙沉速沉降速度，取为 0.0004m/s。采用港外航道回淤公式计算航道常年悬沙回淤强度，采用港池及港内航道回淤计算港池回淤强度。

根据规范推荐公式对工程实施后的泥沙回淤进行预测估算，工程后，项目6#、7#泊位水域年淤积强度0.178 m/a左右，总淤积量为11.2万 m³/a。

表 3.2.3-4 港池及进港航道常年回淤计算

图 3.2.3-6 三亚港水域的年回淤强度分布

2、大风天淤积计算

大风天淤积计算仍采用上述回淤计算公式。由于本区大风天实测含沙量资料缺乏，故利用大风天气象资料采用经验公式估算，波平均流速采用公式计算，计算得出三亚港水域 50 年一遇波高下平均泥沙含沙量 0.75kg/m^3 ，2 年一遇波高下平均泥沙含沙量 0.6kg/m^3 ，统一按 24 小时淤积强度和淤积量进行计算，结果如表 3.2.3-5 和表 3.2.3-6 所示。

结果表明，2 年一遇波浪作用下，项目 6#、7#泊位水域骤淤积强度 0.015 m/d 左右，总淤积量为 $0.94\text{ 万 m}^3/\text{d}$ ；50 年一遇极值波浪作用下，项目 6#、7#泊位水域骤淤积强度基本在 0.028 m/d 左右，港池总骤淤积量 $1.76\text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。

表 3.2.3-5 2 年一遇波浪作用下港区回淤计算

表 3.2.3-6 50 年一遇波浪作用下港区回淤计算

图 3.2.3-7 2 年一遇波作用日回淤分布

图 3.2.3-8 50 年一遇波作用日回淤分布

3.2.4 对水质环境的影响分析

3.2.4.1 施工期水质环境的影响分析

(1) 施工悬浮物对水质环境的影响分析

项目施工对所在海域水质产生影响的决定因素主要是施工过程产生的悬浮泥沙的产生量和该海域的自净能力。通常，施工过程产生的悬浮沙源强越大，水质越混浊，对水质的影响也就越大。再则，其影响程度还取决于海域的环境容量（负荷限度），即海域的地理条件和水体的活跃程度。后者主要是指海流的输运、扩散能力和海水的更新率。一般来说，海域越封闭，水域容积越小，海水交换能力越弱，稀释能力越低，环境负荷能力也就越低。

环境影响预测的目的在于将上述原则与系统工程的方法联系起来，预测项目施

工所形成的悬浮物影响浓度场和定量地描述施工可能产生的环境后果，为采取防范措施提供科学依据。

①悬浮物扩散数学模式

根据《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T231-2021）及有关研究方法，建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组进行离散，得到离散方程组，根据潮流模型计算出的水位、流速，从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

二维潮流泥沙输运扩散基本方程：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (D_y \frac{\partial S}{\partial y}) + F_s / H + Q_s / H$$

$$Q_s = Q_0 - S\omega (1 - R)$$

$$R = \begin{cases} \frac{\alpha D_{50}}{\beta + D_{50}} (u_* - u_{*cr}) & (u_* \geq u_{*cr}) \\ 0 & (u_* \leq u_{*cr}) \end{cases}$$

$$u_{*cr} = 0.04 \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \sqrt{g D_{50}}$$

S 为铅直方向积分的水体含沙浓度； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数； F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数， Q_0 为海底疏浚产生的悬浮泥沙量； ρ_s 为悬砂密度(取石英密度为 1.68g/cm^3)； ρ_0 为海水密度(取为 1.035g/cm^3)； γ 为海水分子运动粘性系数(取为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$)； u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度； R 为沉降泥沙的再悬浮率($0 \leq R \leq 1$)； D_{50} 为泥沙的中值粒径。

泥沙源函数按下面方法确定：

底部切应力计算公式：

$$\tau = \rho f_b U U$$

当 $\tau \leq \tau_d$ 时,水中泥沙处于落淤状态，则：

$$F_s = \alpha \omega S (1 - \frac{\tau}{\tau_d})$$

当 $\tau_d < \tau < \tau_e$ 时,海底处于不冲不淤状态，则：

$$F_s = 0$$

当 $\tau \geq \tau_e$ 时,海底泥沙处于起动状态，则：

$$F_s = -M \left(\frac{\tau}{\tau_e} - 1 \right)$$

以上各式中：U 为平均流速；

ω 为泥沙沉降速度；

S 为水体含沙量；

α 为沉降几率；

τ_d 为临界淤积切应力；

τ_e 为临界冲刷切应力；

M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨(1998)提出的泥沙沉降速度的通用公式：

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{\nu}{d_s}\right)^2 + 1.09 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_s} - 13.95 \frac{\nu}{d_s}$$

其中， γ 、 γ_s 分别为水、泥沙的容重； d_s 为悬浮泥沙的中值粒径； ν 为黏滞系数。关于临界淤积切应力 τ_d ，这里采用窦国仁(1999)提出的计算公式：

$$\tau_d = \rho f_b U_c U_c$$

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

$$U_c = k \left[\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right] \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{\frac{1}{6}} \sqrt{3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d_s + \left(\frac{\gamma_0}{\gamma'_0} \right)^{1/2} \frac{\varepsilon_0 + gh\delta(\delta/d_s)^{1/2}}{d_s}}$$

式中： $k=0.32$ ； $d_* = 10$ ； $\varepsilon_0 = 1.75 \text{cm}^3 / \text{s}$ ，为综合泥沙粘结力，一般泥沙取该值； $\delta = 2.31 \times 10^{-5} \text{cm}$ ，是薄膜水厚度参数； γ_0 为海底泥沙干容重； γ'_0 泥沙颗粒的稳定干容重； h 为水深； ρ_s 为泥

$$d' = \begin{cases} 0.5 \text{mm} & \text{当 } d \leq 0.5 \text{mm} \text{ 时} \\ d & \text{当 } 0.5 \text{mm} \leq d \leq 10 \text{mm} \text{ 时} \\ 10 \text{mm} & \text{当 } d \geq 10 \text{mm} \text{ 时} \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{cases} 1.0 \text{mm} & \text{当 } d \leq 0.5 \text{mm} \text{ 时} \\ 2d & \text{当 } d \geq 10 \text{mm} \text{ 时} \\ 2d_*^{1/2} d^{1/2} & \text{当 } d \geq 10 \text{mm} \text{ 时} \end{cases}$$

● 定解条件

A、初始条件

$$S(x, y, t) \Big|_{t=t_0} = S_0(x, y, t_0)$$

式中： $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

B、边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有：

$$S(x, y, t)|_{\Gamma_1} = S^*(x, y, t) \quad (\text{当水流流入计算域时})$$

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t} + \frac{\partial(HSu)}{\partial x} + \frac{\partial(HSv)}{\partial y} = 0 \quad (\text{当水流流出计算域时})$$

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有：

$$\frac{\partial S}{\partial \bar{n}} = 0$$

式中： $S^*(x, y, t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值)， \bar{n} 为陆地边界的单位法向矢量，上式的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

● 数值方法

将一个时间步长分为两个半步长，在每个半时间步长内，依下述求解过程计算潮位及 x, y 方向流速。离散差分方程如下：

前半步长：

$$As1S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + Bs1S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + Cs1S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = Ds1$$

后半步长：

$$As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2$$

上式中 $As1, Bs1, Cs1, Ds1, As2, Bs2, Cs2, Ds1, Ds2$ 为已知系数。

② 悬浮泥沙源强度

根据施工方案，码头采用高桩梁板式结构。单樁排架设置 5 根直桩、3 根斜桩，桩基均采用 PHC-1000B 型桩，桩底高程-45.0m。码头后方布置引桥 2 座，采用高桩梁板结构。引桥排架间距为 7m，单樁排架设置 4 根（3 根）直桩，桩基均采用 PHC-1000B 型桩，桩底高程-45.0m。工程拟设桩基 352 根，平均桩埋深约 45m，桩基直径为 1m，每根桩基底面积为 0.785m^2 。由此可算出桩基施工过程中钻孔吸泥渣总量为 12434.4m^3 。钻渣吸泥中泥渣丢失率按 5.0%计，每天施工时间按 8 个小时计，桩基施工时间以 90 天算，悬浮泥沙干容重取 $1120\text{kg}/\text{m}^3$ ，则桩基施工过程中产生的悬浮泥沙量约为 $0.269\text{kg}/\text{s}$ 。

③ 悬浮泥沙模拟计算点

悬浮泥沙扩散的计算时间为 15 天，即包含一个完整的大、中、小潮全潮汐过程。在本项目模型中针对桩基施工期选取 80 个点作为施工过程中悬浮泥沙扩散的模拟源强点，如图 3.2.4-1 所示。

图 3.2.4-1 悬浮泥沙数值模拟计算点

④悬浮物分布的计算结果

图 3.2.4-2 为项目施工过程中大中小潮全潮周期内悬浮物扩散达到平衡后的最大浓度增值包络线分布图。泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用的影响，由于项目区域潮流为往复流，涨潮流主要是由西向东流动，落潮流主要是由东向西流动，因此，悬浮泥沙扩散范围沿桩基施工区与岸线平行方向呈南北向分布。

由于本项目桩基施工过程中，产生的悬浮泥沙源强较小，且项目区域最大落急流速在 10cm/s 左右，最大涨急流速在 5cm/s 左右，潮流动力场较弱，悬浮物受潮流影响相对较小，因此，扩散范围也主要集中在桩基施工附近海域内。根据计算结果，超I、II类水质(>10mg/L)面积为 0.96 公顷，向南往三亚河口方向扩散最远距离约 130m，向北沿三亚湾方向扩散最大距离约 35m，未出现超III类水质(>100mg/L)。见图 3.2.4-2 和表 3.2.4-1 所示。

表 3.2.4-1 悬浮泥沙 (SS) 增量包络面积 (km²)

图 3.2.4-2 施工期悬浮泥沙扩散范围等值线示意图

(2)施工期其他因素对水质环境的影响分析

①废水

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

施工船舶应设置污水收集罐，并将生活污水收集上岸外运达标处理。含油废水主要为舱底油污水，主要污染物为石油类。施工船舶禁止向施工作业海域直接排放含油污水，应设置油水分离器或装灌油污水的舱柜或容器等，并将油污水接收上岸交油污水处理单位处理。

②固体废物

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

(3) 溢油事故对水体环境的影响

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%，本项目船舶在施工或者停靠过程中由于操作失误或者碰撞导致溢油事件发生，可能会导致船舶污染事故。

本项目位于三亚河口附近海域，施工期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。在不同的风况和潮流组合条件下，针对施工期可能发生事故溢油的漂移扩散趋势进行预测（不考虑运营期 10 万 GT 邮轮泊溢油事故），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

A. 溢油地点

溢油地点选择邮轮码头施工区域，见图 3.2.4-3。

B. 溢油量及溢油方式

根据本项目的的设计，本项目工程施工船舶最大吨位为 20 吨，施工船舶在施工过程中由于操作失误或者碰撞导致溢油事件发生，可能会导致船舶溢油污染事故。在本模型计算中，模拟最大吨位的船舶的溢油事故，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)中表 C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系，载重吨位<2550t 的，燃油舱单舱燃油量<31m³，从保守角度考虑，本次模型计算的溢油量定为 2 吨。溢油点设置在亲水平台和栈道项目用海区域内，油品为柴油。

点源连续排放，持续时间为 1 小时。

C. 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)，结合项目区域所处海域位置特选择夏季主导风(E)、冬季主导风(NE)和不利风向(S)，不利风速(夏季主导风)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 3.2.4-2。

表 3.2.4-2 预测风险组合

图 3.2.4-3 溢油发生点位置图

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或者抵岸。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图 3.2.4-4—图 3.2.4-6、表 3.2.4-3。

图 3.2.4-4 东北风下油膜扩散范围示意图

图 3.2.4-5 东风下油膜扩散范围示意图

图 3.2.4-6 南风下油膜扩散范围示意图

表 3.2.4-2 油膜漂移距离、漂移速度、扫海面积、残留量等

⑤溢油影响分析

由表 3.2.4-2 可以看出：冬季东北主导风作用下，溢油漂移轨迹整体向鹿回头沿岸方向扩散。溢油发生 4 小时后抵达玛瑞纳游艇码头前方海岸，5 小时后绕过小青洲复绿公园前方海岸后少量的油粒子进入三亚珊瑚礁国家级自然保护区（鹿回头半岛—榆林角片区）。影响最远距离为 1.7km，扫海面积为 0.22 km²。

夏季东向主导风作用下，溢油漂移轨迹整体向三亚湾中部方向扩散，2 小时后抵达凤凰岛沿岸，之后继续向西扩散，最终在东瑁洲岛北侧 2.6km 海域消失，影响最远距离为 8.5km，扫海面积为 6.28km²。

北风不利条件下，溢油发生后基本沿着三亚湾海岸一路向北扩散，7 小时后抵达迎宾路对应前方海岸后消失，影响最远距离为 2.8km，扫海面积为 0.15 km²。

由此可见，在冬季东北主导风作用下，溢油发生 5 小时后少量油粒子抵达三亚珊瑚礁国家级自然保护区（鹿回头半岛—榆林角片区）将对上述保护区内珊瑚礁等保护对象造成一定影响。南风不利条件下，基本沿着三亚湾向北漂移，对该海域正常的旅游娱乐活动产生影响。夏季东向主导风作用下，溢油漂移轨迹整体向三亚湾中部方向扩散，对周边影响相对较小。因此，为了减小船只碰撞溢油事故，用海单位应制定合理的航路及采取有效的交通管理措施，确保船只通航和施工

安全。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影响。

3.2.5 对沉积物环境的影响分析

项目用海对海洋沉积物环境的影响主要是施工产生悬浮物入海对沉积物的影响，以及施工过程中污染物的排放对沉积物的影响。

项目港池疏浚等施工作业将产生悬浮泥沙，悬浮泥沙进入水体中后颗粒较大的悬浮物泥沙会直接沉降在工程区附近海域，形成新的表层沉积物环境，颗粒较小的悬浮物泥沙会随海流漂移扩散，并最终沉积在工程施工区周围的海底，将原有表层沉积物覆盖，引起局部海域表层沉积物环境的变化。由于本项目施工产生悬浮泥沙来源于施工占用海域表层沉积物，一般情况下对工程周围沉积物的改变大多是物理性质的改变，对沉积物的化学性质改变不大，对工程区既有的沉积物环境产生的影响甚微，基本不会引起海域总体沉积物环境质量的变化。

此外，工程施工期的污染主要为生产废水、生活污水及生活垃圾。施工期施工营地生活污水经化粪池处理后定期清运至污水处理厂处理；施工生活污水及船舶含油污水经收集后有资质的单位接收处理；生活垃圾经收集后由当地环卫部门集中处理；施工机械含油废水处理回用，不外排。综上分析，施工人员以及施工机械产生的污废水以及固体废物均得到妥善处理，不会向海洋环境排放，不会影响海洋沉积物环境。

3.2.6 对海洋生态的影响分析

(1)对底栖生物的影响分析

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

施工过程中产生的泥沙的沉积和悬浮物对附近水域的底栖生物也将产生一定的影响，悬浮物运移和沉积可引起贝类动物外套腔和水管受到堵塞致死。施工结束后，周边的底栖生物群落将逐步恢复并重建。

(2)对浮游植物影响分析

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

(3)对浮游动物的影响

施工作业产生的悬浮物将引起局部水域混浊，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物受到的影响较大，这是由于悬浮物会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物吞食适当粒径的悬浮颗粒会造成内部消化系统紊乱。

有关研究资料表明，水中悬浮物质含量的增加对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

比照长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物的毒性效应的试验结果，当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物的光合作用。因此，悬浮物增量超过 10mg/L 海域范围内的浮游生物会受到一定的影响。

(4)对渔业资源的影响分析

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

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

在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物生物量也相应减少，以浮游生物为食的鱼类等由于饵料的

贫乏而导致资源量下降。

根据施工期悬浮泥沙预测结果，施工产生悬浮泥沙超I、II类水质(>10mg/L)面积为0.96公顷，向南往三亚河口方向扩散最远距离约130m，向北沿三亚湾方向扩散最大距离约35m，未出现超III类水质(>100mg/L)，这种影响是暂时的，施工结束后将恢复，本项目施工对海洋渔业造成影响小。

3.2.7 对珊瑚礁资源的影响分析

本项目所在区域无珊瑚礁，距离最近的珊瑚生长区为项目西南侧的鹿回头半岛—榆林角沿岸片区，其保护区边界距项目用海边界最近距离约1.2km。另外根据数模计算结果，项目施工期产生的超I、II类水质(>10mg/L)的悬浮泥沙，超I、II类水质(>10mg/L)面积为0.96公顷，向南往三亚河口方向扩散最远距离约130m，向北沿三亚湾方向扩散最大距离约35m，未出现超III类水质(>100mg/L)。未扩散到鹿回头半岛—榆林角沿岸珊瑚生长区；项目建设后潮流场、冲淤变化主要在工程区域发生改变，未影响到鹿回头半岛—榆林角沿岸珊瑚生长海域。因此，项目用海不影响鹿回头半岛—榆林角沿岸片区内珊瑚资源及其生境。

4 海域开发利用协调分析

4.1 海域开发利用现状

4.1.1 社会经济概况

根据《2022年三亚市国民经济和社会发展统计公报》，初步核算,2022年全市地区生产总值(GDP)847.11亿元,按不变价计算,同比下降4.5%,占全省地区生产总值的比重为12.4%。其中,第一产业增加值110.33亿元,同比增长1.1%;第二产业增加值114.77亿元,同比下降10.0%;第三产业增加值622.01亿元,同比下降4.2%。三次产业结构调整为13.0:13.6:73.4。

全市实现地方一般公共预算收入98.02亿元,比上年下降(同口径计算,下同)14.1%。其中,税收收入59.74亿元,下降25.3%;非税收收入38.27亿元,增长14.0%。全年居民消费价格指数(CPI)比上年上涨2.5%。全市年末户籍人口731090人,比上年末增加20191人。

全年农林牧渔业总产值158.02亿元,按可比价计算,比上年增长2.0%。全年全市规上工业总产值80.02亿元,比上年下降29.0%。全年全市建安工程投资比上年下降12.5%。建筑业增加值91.50亿元,下降8.9%。全年全市固定资产投资比上年下降19.7%。其中,房地产投资下降31.0%;非房地产投资下降9.1%。全年全市房地产投资比上年下降31.0%。房屋施工面积1339.35万平方米。

全年全市社会消费品零售总额432.29亿元,比上年下降20.7%。全市客运量1012.30万人次,比上年下降30.6%;货运量466.50万吨,下降13.0%。全年全市邮政行业寄递业务量累计完成3462.84万件,比上年下降2.7%。

全年全市接待过夜游客人数1314.79万人次,比上年下降39.2%。其中,过夜国内游客1303.32万人次,下降39.3%;过夜入境游客11.47万人次,下降19.2%。年末全市金融机构本外币存款余额1932.44亿元,比上年同期增长10.2%。全市保险业原保险保费收入27.81亿元,比上年下降2.0%。

新增2所中小学和6所公办幼儿园,新增中小学学位3300个、幼儿园学位1560个。全市共有公共图书馆1个,文化艺术馆1个,博物馆7个,剧场(影剧院)19个,各类艺术表演团队48个。

全年城乡居民人均可支配收入 37504 元,比上年下降 0.7%。全年城镇新增就业人员 43918 人,农村劳动力转移就业 7043 人,下岗失业再就业 4403 人,就业困难人员再就业 1561 人,城镇登记失业率为 2.8%。全市城镇从业人员参保单位 32358 家,比上年增加 7124 家;城镇职工基本养老保险实际参保人数 495537 人,增加 37667 人;工伤保险参保人数 291845 人,增加 832 人;城乡居民养老保险实际参保人数 236117 人,增加 11863 人。全年完成保障性住房投资(含安居性商品房、公租房,下同)44.35 亿元。开工建设保障性住房 10900 套。

全市现有生活垃圾处理设施 14 个,城镇生活垃圾日处理能力 3150 吨。全市各类生产安全事故死亡人数 19 人,比上年下降 45.7%。全年空气质量达标(AQI≤100)365 天,达标率 100%。细颗粒物(PM_{2.5})平均浓度 11 微克每立方米,可吸入颗粒物(PM₁₀)平均浓度 21 微克每立方米。

4.1.2 海域使用现状

本项目用海位于三亚河入海口港务局码头水域,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、海底工程用海、特殊用海和其他用海。项目周边海域开发利用现状图见图 4.1.2-1。

1、旅游娱乐用海

本项目论证范围内周边海域分布有多宗旅游娱乐用海项目,主要有:

(1) 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,位于本项目西南侧约 310m,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。

(2) 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,位于本项目东侧约 0.68km,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。

(3) 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,位于本项目东侧约 0.78km,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。

(4) 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，位于本项目东侧约 1.0km，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。

(5) 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，位于本项目东南侧约 1.5km，权属于三亚旅投港航旅游发展有限公司，用海面积为 1.513 公顷、6.6888 公顷，用海方式为透水构筑物。

(6) 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，位于本项目东南侧约 1.2km，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。

(7) 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，位于本项目西北侧约 1.1km，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。

(8) 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，位于本项目西南侧约 0.86km，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。

(9) 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，位于本项目西南侧约 1.3km，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。

(10) 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，位于本项目西南侧约 1.2km，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。

(11) 三亚半山半岛帆船港项目

项目位于三亚半山半岛帆船港俱乐部近岸海域，位于本项目西南侧约 2.8km，权属于三亚鹿回头旅游区开发有限公司，用海面积为 14.0575 公顷，用海方式为非透水构筑物、港池蓄水等。

(12) 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，位于本项目西北侧约 2.7km，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。

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) 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，位于本项目西北侧约 0.44km，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。

(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，位于本项目西北侧约 0.67km，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。

(3) 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，位于本项目西北侧约 0.23km，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。

(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，位于本项目东南侧 1.3km，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) 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。

3、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，位于本项目东南侧约 0.45km，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。

4、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

项目位于三亚半山半岛帆船港项目西侧，位于本项目西南侧约 3.1km，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。

(2) 珊瑚礁生态系统观测研究样区项目

项目位于三亚半山半岛帆船港项目西侧，位于本项目西南侧约 3.5km，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。

5、其他用海

本项目论证范围内的其他用海主要三亚凤凰岛二期项目拆除工程拦污屏。项目位于三亚凤凰岛西侧海域，位于本项目西北侧约 1.0km，权属于三亚市天涯区交通运输局，用海面积为 39.1915 公顷，用海方式为专用航道、锚地及其它开放式。

6、三亚珊瑚礁国家级自然保护区

项目用海区西南侧有三亚珊瑚礁国家级自然保护区(鹿回头半岛—榆林角片区)用海，鹿回头半岛—榆林角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位于本项目用海区西南侧约

1.2km，用海面积 1627.76 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。

4.1.3 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 4.1.2-1，位于项目论证范围内海域使用权属情况见表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 论证范围内海域使用权属表

图 4.1.3-1 项目论证范围内海域开发利用现状图

4.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

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

项目论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、海底工程用海、特殊用海、其他用海，根据项目用海资源生态影响和施工工艺等分析，并结合项目周边海域开发利用现状，绘制资源生态影响范围与开发利用现状的叠置分析图，如图 4.2-1。

图 4.2-1 项目资源生态影响范围与开发利用现状的叠置

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，总共 12 宗用海，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 0.3km~2.8km 之间，与本项目相对较远，根据资源生态影响范围与开发利用现状的叠置图分析，施工期对水质环境的影响并未扩散到其用海区域。另外，分布在三亚河口、临春河口沿岸的旅游用海活动主要是游艇码头，由此，项目的施工及营运可能会对其游艇的通航安全及碍航性产生一定的影响。因此，项目建设单位应委托专业单位针对本项目进行项目通航安全影响评估和分析，根据分析结果，落实通航安全影响的措施。

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。

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：本项目施工作业船舶、营运期邮轮是利用三亚港现有凤凰岛邮轮码头主航道进出港

区，根据本项目工可方案，项目施工期需要对码头前沿海域进行港池疏浚，同时也对凤凰岛邮轮码头主航道进行拓宽，由此，项目作业船只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，可能造成区域的通航安全问题。

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：根据资源生态影响范围与开发利用现状的叠置图分析，施工期对水质环境的影响并未扩散到上述用海区域。但项目作业船只将增加区域的通航密度，交会和避让的频率增加，增加了船舶的碰撞风险，由此将对进出上述用海码头的船舶、游艇造成影响。

三亚港区现状码头：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，现状码头主要是：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。

本项目处于三亚港务局码头区，由于现状码头众多，项目施工作业和营运期邮轮通航，将增加三亚港区的通航密度，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）事故的几率会增大，可能造成三亚港区的通航安全问题。

综上，建议项目建设单位一方面应委托专业单位针对本项目用海进行通航安全影响评估的专题分析，积极落实通航安全措施，另一方面应向海事管理部门申请协商，严格遵守与海事管理部门协商的有关船舶航行和停泊的规定，并积极配合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。

3、项目对海底工程用海、特殊用海、其他用海的影响分析

根据海域使用权属现状分析，项目论证范围内的海底工程用海、特殊用海、其他用海分别是三亚河口通道工程、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、三亚凤凰岛二期项目拆除工程拦污屏。

根据资源生态影响范围与开发利用现状的叠置图分析，施工期对水质环境的影响并未扩散到上述用海区域。由于项目用海区距离上述用海项目相对较远，项目用

海对上述用海项目的用海活动影响小。

4.3 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**三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司**。具体情况见表 4.3-1，利益相关者分布图见图 4.3-1。

表 4.3-1 项目用海主要利益相关者界定表

图 4.3-1 项目区域利益相关者分布图

4.4 需协调部门界定

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 4.4-1。

表 4.4-1 项目用海利益协调部门界定表

4.5 相关利益协调分析

4.5.1 与三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司的协调分析

根据本项目工可方案，本项目施工作业船舶、营运期邮轮是利用三亚港现有凤凰岛邮轮码头主航道进出港区，同时项目施工期需要对码头前沿海域进行港池疏浚，同时也对凤凰岛邮轮码头主航道进行拓宽，如图 4.3-1 所示。由此，项目作业船只增加了凤凰岛邮轮码头港池、航道区域的通航密度，船舶进出频繁，相互干扰，交会和避让的频率增加，增加发生碰撞（触损）事故的几率，可能造成区域的通航安全问题。

建议本项目业主单位应会同三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司共同向三亚海事局申请协商，严格遵守与三亚海事局协商的有关船舶航行和停泊的规定，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。同时建议本项目业主单位应委托专业单位针对本项目用海进行通航安全影响评估的专题分析，切实执行、落实项目区域的通航安全方案和措施，避免用海冲突，降低通航安全风险。

表 4.5-1 与三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司的利益协调方案

4.5.2 与三亚海事局的协调分析

本项目处于三亚港务局码头区，项目区周边现状码头众多，工程施工过程中，施工船舶较多，对三亚港区航道往来船只（各码头船舶、游艇）的海上交通会造成一定程度的影响，施工船只的增多将给这一区域的船舶航行安全带来较大困难。各种工程船舶在运输过程中会与在这些过往船舶形成交叉会遇局面，可能会增加其他船舶的航行、避让困难。

在工程施工期间，施工作业船舶及其器械将妨碍进出港船舶的正常航行，运送工程所需重大件的船舶和其它施工船舶的存在对进出港船舶有一定的安全影响。因此，项目建设单位应将施工时间、地点、占据的区域、作业特点、施工进度、碍航特性等实际情况报至三亚海事局，根据三亚海事局的审批有序组织施工。

营运期本工程邮轮通过利用三亚港现有凤凰岛邮轮码头主航道进出港区。营运期的邮轮通航也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。

综上所述，建议业主单位尽快完成项目用海通航安全影响评估报告及专题分析，根据《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，结合通航安全影响评估报告的结论和意见，来完善通区域航安全保障措施，包括安全管理制度，不同施工阶段的施工水域划定、交通组织、通信联络方式、航道航路调整、安全警示标志设置、必要的安全措施或者警戒船配备等方面的要求。同时应向三亚海事局申请协商，严格遵守三亚海事局与项目业主单位协商的有关船舶航行和停泊的规定，业主应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。

表 4.5-2 与三亚海事局的协调方案

4.6 项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析

4.6.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

项目用海所在区域无弹药、武器实验场等军事设施，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。论证报告应限制在有关管理部门间传送，不应在社会中公开或引用发表等。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。。

4.6.2 与国家海洋权益的协调性分析

本项目地处我国海南省近岸，位于三亚港区内，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。

5 国土空间规划符合性分析

5.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

5.1.1 所在海域国土空间规划海洋功能分区情况

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

(1) 《海南省国土空间规划（2021-2035）》海洋空间功能布局

根据《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》，按照“两空间内部一红线”分区要求，构建“两空间内部一红线”近岸海域总体布局，对近岸海域开发保护功能进行引导。“两空间”包括海洋生态空间和海洋开发利用空间，“一红线”为海洋生态保护红线。本项目位于海洋开发利用空间内。项目周边有近岸海域海洋生态保护红线分布，本项目距离最近生态保护红线区约 1.0km。项目所在海域及周边海域近岸海域空间分布情况见图 5.1-1 所示。

(2) 《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》海洋功能分区情况

① 《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》海洋功能分区

《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》统筹划定了“三线”，即永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界，本项目不占用“三区三线”，如图 5.1-2 所示。

《规划》落实海洋强国战略，科学保护和利用海洋，结合新时期海洋空间管控要求及产业用海需求，划定海洋功能区，主要分为生态保护区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、渔业用海区、特殊用海区、海洋预留区等 7 个海洋功能区。

生态保护区：海岸、珊瑚礁、潟湖、重要渔业资源、海岛。

交通运输用海区：青梅港、榆林港、三亚港、红塘港、南山、南山港。

工矿通信用海区：蜈支洲岛、肖旗港-西岛、角头-东锣岛。

游憩用海区：铁炉港、青梅港、半山半岛、三亚湾、西瑁洲、牛鼻仔岭、天涯海角、红塘湾、南山、南山港、西港、崖州湾、东锣西鼓。

渔业用海区：三亚湾、南山、崖州湾、西鼓岛南部。

特殊用海区：铁炉港-榆林港、双扉石、三亚湾、南山港。

海洋预留区：红塘湾海洋预留区。

② 项目用海区与国土空间规划分区的位置关系

根据《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》海洋功能分区，本项目位于三亚港交通运输用海区（见图 5.1-2）。三亚港交通运输用海区以交通运输用海为主导用海类型，可兼顾游憩用海。

项目用海区距离西北侧游憩用海区最近距离约为 0.99km，距离西南侧生态保护区最近距离约为 1.2km。

5.1.2 所在海域国土空间生态修复规划情况

根据《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，海岸带生态保护修复区重点推动入海河口、海湾、滨海湿地、红树林、珊瑚礁、海草床等典型海洋生态类型的系统保护和修复，提升海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性，提高抵御海洋灾害的能力。重点任务包括：（1）开展典型海洋生态系统保护修复；（2）开展围填海项目生态保护修复；（3）开展海岛生态修复。重点任务分布见图 5.1-4。本项目处于三亚港区内，不占用红树林、珊瑚礁资源，本项目用海不涉及生态修复规划区。

图5.1-1 项目用海与《海南省国土空间规划（2021-2035年）》海洋空间布局叠置图

图5.1-2 项目用海与《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》三区三线叠置图

图5.1-3 项目用海与《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》海洋功能分区叠置图

图 5.1-4 项目用海区与《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的位置关系图



5.2 对海域国土空间规划分区的影响分析

5.2.1 项目对海域国土空间规划分区的利用情况

根据《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》，项目用海区位于海洋开发利用空间。由于凤凰岛二期工程拆除后，凤凰岛国际邮轮港泊位仅为 8 万吨级，接待能力不足，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配，难以满足 10 万总吨以上大型邮轮停靠，亟需加强邮轮港口基础设施建设。三亚港现有、在建及已批复泊位规模不能满足邮轮发展要求，亟需通过新建泊位满足发展需求。本工程的建设能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，是落实建设邮轮母港的发展定位、推动三亚建设国际邮轮母港的需要。

根据《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》，项目用海区海域位于三亚港交通运输用海区，三亚港交通运输用海区主要功能导向为交通运输用海，合理规划港口基础设施建设，提高码头使用效率。本项目利用三亚港务局码头建设邮轮码头，通过凤凰岛邮轮码头主航道通航，同时在码头前沿水域进行疏浚建设港池，项目用海类型为交通运输用海中的港口用海，用海方式为透水构筑物、港池蓄水，符合三亚港交通运输用海区主导功能要求。

项目施工过程中对海洋生态环境会造成一定影响和损失。建设单位将采取一系列有效防止水体环境污染的环保措施，同时补偿项目建设所造成海洋生物的损失。项目建设、运营对海洋自然属性和海洋生态环境影响可控。本项目通过采取严格的环保措施，项目用海能在利用国土空间分区的同时减小对海洋功能分区的影响。

5.2.2 项目用海对周边海域国土空间规划分区的影响

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

（1）对生态保护区的影响

本项目论证范围内的生态保护区主要是鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区。根据施工期悬浮物扩散模型预测结果，项目施工产生的悬浮泥沙未扩散到该生态保护区内。

根据项目溢油风险分析，项目施工期可能产生的事故溢油将扩散到鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁生态保护区，建设单位应制定完善的事故防范计划和应急预案，加强对船舶碰撞和溢油事故风险的防范，切实执行溢油事故风险防范措施，使溢油风险降低到最小。

(2) 对游憩用海区的影响

本项目论证范围内周边的游憩用海区主要是三亚湾游憩用海区、半山半岛游憩用海区，与本项目最近距离分别约为 1.0km、2.8km。根据施工期悬浮物扩散模型预测结果，项目施工产生的悬浮泥沙不会扩散到上述功能区内。根据项目溢油风险分析，项目施工期可能产生的事故溢油也未扩散到游憩用海区。因此，项目用海对上述游憩用海区的影响小，不影响其海洋功能的正常发挥。

5.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

5.3.1 与《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

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

根据《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》，海洋开发利用空间的管控要求为“在近岸海域依据海洋开发利用现状和适宜性，衔接海洋发展战略，划定海洋开发利用空间。海洋开发利用空间允许集中开展海洋渔业、海洋交通运输业、海洋工矿通信业、海洋旅游业等活动”。三亚邮轮母港作为海南自贸港总体方案重点推进建设工作之一，凤凰岛二期工程全部拆除后，三亚港区目前仅剩一个 8 万吨级的邮轮泊位，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配。而本工程的建设能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，是落实建设邮轮母港的发展定位、推动三亚建设国际邮轮母港的需要。本项目利用三亚港务局码头建设邮轮码头，通过凤凰岛邮轮码头主航道通航，同时在码头前沿水域进行疏浚建设港池，项目用海类型为交通运输用海中的港口用海。

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

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

《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》落实海洋强国战略，科学保护和利用海洋，结合新时期海洋空间管控要求及产业用海需求，划定海洋功能区，主要分为生态保护区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、渔业用海区、特殊用海区、海洋预留区等7个海洋功能区。

本项目用海区位于三亚港交通运输用海区。本项目利用三亚港务局码头建设邮轮码头，通过凤凰岛邮轮码头主航道通航，同时在码头前沿水域进行疏浚建设港池，本项目用海类型为交通运输用海中的港口用海，用海方式为透水构筑物、港池蓄水，符合三亚港交通运输用海区主导功能要求。项目施工过程中对海洋生态环境会造成一定影响和损失。建设单位将采取一系列有效防止水体环境污染的环保措施，同时补偿项目建设所造成海洋生物的损失。项目建设、运营对海洋自然属性和海洋生态环境影响可控。本项目通过采取严格的环保措施，项目用海能在利用国土空间分区的同时减小对海洋功能分区的影响。项目用海符合《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》的要求。

5.3.3 与生态保护红线的符合性分析

根据三亚市国土空间总体规划（三区三线版），本项目用海不占用生态保护红线，见图 5.3-1。根据“三区三线”划定成果中生态保护红线的具体名称和范围，本项目论证范围内的海洋生态保护红线主要是鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁。本项目不占用海洋生态保护红线，如图 5.3-2。

从图中可以看出，项目施工产生的悬浮泥沙未扩散到了鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁，不会对其水质环境造成影响。因此，项目用海符合海洋生态保护红线的管控要求。

图 5.3-1 项目用海与生态保护红线关系图（三亚市国土空间总体规划三区三线）

图 5.3-2 项目用海与海洋生态保护红线叠置关系图

6 项目用海合理性分析

6.1 用海选址合理性分析

6.1.1 区位和社会条件能否满足项目建设和营运的要求

6.1.1.1 区位条件适宜性

本项目选址于三亚港务局码头区域，处于三亚港区，周边码头众多，本工程海域使用、道路、供水、供电、通信、建筑材料等外部协作条件均能满足本工程建设的需要。项目区位条件是适宜的。

因此，项目选址区位条件满足项目用海建设需要。

6.1.1.2 社会条件适宜性

三亚邮轮母港作为海南自贸港总体方案重点推进建设工作之一，凤凰岛二期工程全部拆除后，三亚港区目前仅剩一个 8 万吨级的邮轮泊位，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配。而本工程的建设能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，是落实建设邮轮母港的发展定位、推动三亚建设国际邮轮母港的需要。项目与当前社会条件和管理要求非常适宜。

综上，本项目用海的区位条件和社会条件能满足项目建设和运营的要求。

6.1.2 自然资源和海洋生态适宜性

(1) 水深地形条件

本项目区域处于三亚港务局码头水域，根据三亚港港池现状地形，项目码头泊位前沿现状水深为 7.5m，港内浅滩水深在 3.0m 左右，进入本工程泊位的航道水深基本在 7.0m 左右。由凤凰岛、鹿回头半岛的遮掩，区域掩护条件优良，区域水域较为平静，泊稳条件好。因此，项目选址区水深地形条件满足项目码头的建设需求。

(2) 水动力条件

根据 2023 年 11 月 16 日~17 日在项目附近海域实测的潮流结果，项目区域为往复流，潮流流向主要集中在东北-西南方向，大潮期，项目区域的站位 L01 站海流表层涨落潮流速分别为 8.7cm/s、13.7cm/s。

项目所在海域以风浪为主，出现频率为 80%，涌浪出现频率为 41%。风浪的常

浪向为 SE，频率为 19%，次常浪向为 SSE，其频率为 12%。

因此，选址区潮流、波浪条件都是利于项目的建设。

(3)地质条件

根据钻孔揭露地层资料，本工程码头建议采用天然地基桩基础方案，桩型选用钻孔灌注桩，桩径 1000~1500mm，以⑤层粉质粘土或⑥层粉质粘土作为桩端持力层。因此，选址区域工程地质条件能满足项目码头的建设要求。

(4)泊位作业天数条件

根据波浪数模报告，对于 1~5 万吨级邮轮：按“横浪>0.6m、纵浪>0.8m、平均波周期>6.0s”考虑，影响上下客作业天数为 10.8 天；对于 5~10 万吨级邮轮：按“横浪>0.8m、纵浪>1.0m、平均波周期>8.0s”考虑，影响上下客作业天数为 2.9 天。

(5)生态环境

选址区处于交通运输用海区，项目用海属于港口用海，用海方式为透水构筑物、港池蓄水，不改变海域自然属性，不占用海洋生态红线区，项目区域现状为三亚港务局码头，项目施工过程中对海洋生态环境会造成一定影响和损失。建设单位将采取一系列有效防止水体环境污染的环保措施，同时补偿项目建设所造成海洋生物的损失。

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

6.1.3 项目用海与周边其他用海活动是否存在功能冲突

根据本报告第四章项目用海对海域开发活动的影响分析结果，论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、海底工程用海、特殊用海和其他用海。项目用海涉及到利益相关者主要三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司、三亚海事局（利益协调部门）。

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

6.1.4 是否有利于海洋产业协调发展

三亚邮轮母港作为海南自贸港总体方案重点推进建设工作之一，凤凰岛二期工

程全部拆除后，三亚港区目前仅剩一个 8 万吨级的邮轮泊位，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配。而本工程的建设能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，是落实建设邮轮母港的发展定位、推动三亚建设国际邮轮母港的需要。本工程建设的邮轮码头将进一步带动邮轮交通、邮轮旅游、总部运营、金融保险等产业链环节，发展邮轮产业有利于促进农业、交通运输、旅游餐饮、酒店服务以及金融服务、航运物流、会展等多个产业的联动发展，助推海南现代产业体系建设，是培育新动能、有效拉动内需、促进消费转型升级、打造海南国际旅游消费中心建设以及落实海南“三区一中心”战略定位要求的需要。

6.2 项目用海平面布置合理性分析

6.2.1 项目用海平面布置是否体现集约节约用海原则

本项目用海平面布置充分考虑对现状、潮流、波浪、岸滩、泥沙等自然条件的影响，充分利用港址的自然条件，结合港址的地质条件，尽量做到“深水深用、浅水浅用”和减少工程造价，合理利用规划港区岸线，水、陆域布置功能分区合理，避免相互干扰和影响，并适应未来发展形势。

根据三亚港区现状，同时满足 10 万总吨以上大型邮轮停靠要求，由此，项目需建设 1 个 10 万 GT 邮轮泊位。依据设计船型、建设需求、三亚港务局老码头现状，确定需要建设码头泊位长 363m，满足 1 个 2~10 万 GT 邮轮或者 2 个 1 万 GT 邮轮同时靠泊。依据老码头前沿水深地质情况、邮轮码头泊位游客年通过能力（30.2 万人次/年）要求、码头旅客上下船（含安检、通关等）工艺、物资及行李装卸搬运工艺等，确定了码头区码头工作平台、引桥、后方平台的尺寸规模及用海需求。由此，最终形成本项目用海平面布置。

项目用海平面布置依据方案设计、《海籍调查规范》、港务局码头现状利用的要求进行确定用海边界，未随意扩大用海平面布置。由此，项目用海平面布置体现了集约节约用海原则。

6.2.2 项目用海平面布置是否有利于生态保护，并已经避让生态敏感目标

根据项目区域生态保护红线分布，本项目用海不占用生态保护红线。为保护生态环境，项目平面布置已经避开生态保护红线区，对于鹿回头半岛-榆林角珊瑚礁红线区影响小，项目用海平面布置已经避让了生态敏感目标。

6.2.3 能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

根据潮流数学模型预测，工程后在码头前沿水域流速基本维持稳定，本工程泊位水域最大涨急流速和落急流速工程前后基本位置在 0.21m/s 和 0.20m/s；回旋水域涨潮增加为主，落潮减少为主。本工程影响三亚港潮动力的范围基本限制在港内水域，工程对其他水域潮动力影响有限。

根据波浪数学模型预测结果，受 50 年一遇波浪影响，极端高水位、设计高水位、设计低水位和极端低水位下最大 H13%波高分别为 2.45m、2.42m、2.29m 和 2.21m；受 10 年一遇波浪影响，设计高水位和设计低水位的最大 H13%分别为 1.84m 和 1.74m；受 2 年一遇波浪影响，设计高水位下的最大 H13%为 1.14m。因此，项目用海对波浪场的影响较小。

本项目采用透水构筑物、港池蓄水等用海方式，项目的建设对波浪和潮流等影响变化的仅限在港内水域，根据泥沙冲淤模型预测结果，工程后项目所在泊位水域年淤积强度 0.178 m/a 左右，总淤积量为 11.2 万 m³/a，2 年一遇波浪作用下，项目泊位水域骤淤积强度 0.016 m/d 左右，总淤积量为 1.01 万 m³/d，50 年一遇极值波浪作用下，项目泊位水域骤淤积强度平均为 0.052 m/d 左右，港池总骤淤积量 3.28 万 m³/d。因此就整体而言，本工程的建设不会改变工程周边海域的地形地貌冲淤环境状况。

因此，项目用海平面布置能最大程度减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。

6.2.4 能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

根据本报告第四章项目用海对海域开发活动的影响分析结果，论证范围内海域开发利用活动较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、海底工程用海、特

殊用海和其他用海。项目用海涉及到利益相关者主要三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司、三亚海事局（利益协调部门）。

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

6.3 用海方式合理性分析

根据《海域使用分类(HYT 123-2009)》，项目用海方式为“透水构筑物”、“港池、蓄水”。如表 6.3-1 所示。

表 6.3-1 项目用海方式

用海类型	用海方式 (一级)	用海方式(二 级)	用海原因
港口用海	构筑物	透水构筑物	邮轮码头
	围海	港池、蓄水	停泊水域

6.3.1 是否有利于维护海域基本功能

本项目用海方式属于用海方式分类中的透水构筑物、港池蓄水，遵循“尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则”。项目用海方式为透水构筑物、港池蓄水，不影响区域海域自然属性，本项目的建设能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，是落实建设邮轮母港的发展定位、推动三亚建设国际邮轮母港的需要。本项目利用三亚港务局码头建设邮轮码头，符合三亚港交通运输用海区的主导功能要求，有利于维护海域基本功能。

6.3.2 是否能保护区域海洋生态系统

根据项目资源生态影响分析结果，项目用海对周边珊瑚礁等生态敏感区的影响小，本项目用海不占用生态保护红线区。项目区域现状为三亚港务局码头，项目施工过程中对海洋生态环境会造成一定影响和损失。建设单位将采取一系列有效防止水体环境污染的环保措施，同时补偿项目建设所造成海洋生物的损失。因此，项目用海方式已最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响。

6.3.3 能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

根据潮流数学模型预测，工程后在码头前沿水域流速基本维持稳定，本工程泊位水域最大涨急流速和落急流速工程前后基本位置在 0.21m/s 和 0.20m/s；回旋水域涨潮增加为主，落潮减少为主。本工程影响三亚港潮动力的范围基本限制在港内水域，工程对其他水域潮动力影响有限。

根据波浪数学模型预测结果，受 50 年一遇波浪影响，极端高水位、设计高水位、设计低水位和极端低水位下最大 H13%波高分别为 2.45m、2.42m、2.29m 和 2.21m；受 10 年一遇波浪影响，设计高水位和设计低水位的最大 H13%分别为 1.84m 和 1.74m；受 2 年一遇波浪影响，设计高水位下的最大 H13%为 1.14m。因此，项目用海对波浪场的影响较小。

本项目采用透水构筑物、港池蓄水等用海方式，项目的建设对波浪和潮流等影响变化的仅限在港内水域，根据泥沙冲淤模型预测结果，工程后项目所在泊位水域年淤积强度 0.178 m/a 左右，总淤积量为 11.2 万 m³/a，2 年一遇波浪作用下，项目泊位水域骤淤积强度 0.016 m/d 左右，总淤积量为 1.01 万 m³/d，50 年一遇极值波浪作用下，项目泊位水域骤淤积强度平均为 0.052 m/d 左右，港池总骤淤积量 3.28 万 m³/d。因此就整体而言，本工程的建设不会改变工程周边海域的地形地貌冲淤环境状况。

因此，本项目用海方式已最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。

综上所述，项目用方式是合理的。

6.4 占用岸线合理性

本项目用海占用岸线 394m，占用的岸线为三亚港务局码头人工岸线，而本项目建设内容是邮轮码头，项目占用岸线符合区域沿岸岸线利用类型（交通运输岸线）的要求。本项目占用岸线属于人工岸线，但不会形成新的岸线，不改变岸线的原有形态，不影响区域沿岸分布岸线资源的开发利用。

6.5 用海面积合理性分析

6.5.1 用海面积合理性

三亚港现有、在建及已批复泊位规模不能满足邮轮发展要求，亟需通过新建泊位满足发展需求。由此，在三亚港区建设三亚老港区交通运输用海项目是必要的。

根据三亚港区现状，同时满足 10 万总吨以上大型邮轮停靠要求，由此，项目需建设 1 个 10 万 GT 邮轮泊位。依据设计船型、建设需求、三亚港务局老码头现状，确定需要建设码头泊位长 363m，满足 1 个 2~10 万 GT 邮轮或者 2 个 1 万 GT 邮轮同时靠泊。依据老码头前沿水深地质情况、邮轮码头泊位游客年通过能力（30.2 万人次/年）要求、码头旅客上下船（含安检、通关等）工艺、物资及行李装卸搬运工艺等，确定了码头区码头工作平台、引桥、后方平台的尺寸规模及用海需求。由此，最终形成本项目用海平面布置范围。

根据《海籍调查规范》，项目用海范围以实际设计、使用的范围为界来确定，由此，项目申请用海总面积为 4.7524 公顷，其中邮轮码头用海面积为 2.1369 公顷，停泊水域用海面积为 2.6155 公顷。

因此，本项目用海面积根据项目建设内容、规模、主要平面设计尺度信息，按照相关行业标准及规范进行界定，能满足产业用海面积控制指标的相关要求，能满足项目基本功能用海需求，项目用海面积是合理的。

6.5.2 宗海图绘制

宗海图的绘制根据《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）绘制，坐标系为 CGCS2000，深度基准为当地理论最低潮面，高程基准为 85 高程，投影采用高斯-克吕格投影，中央经线为东经 109°30'。

(1)项目用海范围的界定：以项目平面布置方案为基础，结合项目周边用海现状，根据《海籍调查规范》的有关规定进行确定的。其中，各内部单元的界址点是由项目用海方案的总平面布置图(2000 国家大地坐标系，111°中央经线)导入 ARCGIS 软件中计算得到的。各内部单元的面积是借助于 ARCGIS10.8 软件按照中央经线 109°30'、CGCS2000 坐标系、高斯-克吕格投影后自动求得的。

(2)《海籍调查规范》界址界定：本项目是港口用海项目，根据《海籍调查规范》中第 5.4.3.1 节规定，“以透水或非透水方式构筑的码头（含引桥），以码头外缘线为界”，“开敞式码头港池(船舶靠泊和回旋水域)用海，以码头前沿线起垂直向外不少于 2 倍设计船长且包含船舶回旋水域的范围为界”。

(3) **项目宗海界址**：根据《海籍调查规范》对于本项目用海范围的界址界定，结合项目平面布置方案，由此确定形成 1 宗用海。即三亚老港区交通运输用海项目宗海界址图。

项目宗海界址图中：界址线 1-2-...-6-9-1 围成的界址范围是邮轮码头的用海范围；界址线 6-7-8-9-6 围成的界址范围是停泊水域的用海范围。

本项目最终宗海位置图、宗海界址图见图 6.5-1、图 6.5-2。

图 6.5-1 三亚老港区交通运输用海项目宗海位置图

图 6.5-2 三亚老港区交通运输用海项目宗海界址图

6.5.3 用海面积量算

根据《海域使用面积测量规范》采用坐标解析法进行计算，根据确定的界址点确定的项目用海范围，借助于 ARCGIS10.8 软件直接求得用海面积。经量算，项目拟申请用海总面积为 4.7524 公顷，其中邮轮码头用海面积为 2.1369 公顷，停泊水域用海面积为 2.6155 公顷。以上项目用海的界址范围的界定和面积量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》的要求。

6.6 用海期限合理性分析

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

本项目用海属于港口用海，港口工程用海海域使用权最高期限为 50 年。

根据本项目工可报告及设计方案，项目码头结构设计使用年限不低于 50 年。

因此，本项目用海申请最高期限 50 年是合理的。

7 生态用海对策措施

7.1 项目用海主要生态问题

项目用海属于港口用海，用海方式为透水构筑物、港池蓄水，不改变海域自然属性，不占用海洋生态红线区，项目区域现状为三亚港务局码头。项目用海类型一级类为“交通运输用海”，二级类为“港口用海”；用海方式包括透水构筑物、港池蓄水，不改变海域自然属性，对所在海域的水文动力环境、地形地貌与冲淤环境的影响小。

项目占用的岸线为三亚港务局码头人工岸线，而本项目建设内容是邮轮码头，项目占用岸线符合区域沿岸岸线利用类型（交通运输岸线）的要求。本项目占用岸线属于人工岸线，但不会形成新的岸线，不改变岸线的原有形态，不影响区域沿岸分布岸线资源的开发利用。

项目码头桩基占用海域的底栖生物完全被破坏，施工期间产生的悬沙会不同程度影响作业点周围的生物，附近的游泳生物被驱散，浮游动、植物的生长受到影响。但产生悬浮物增量的这种影响是暂时的，可随施工结束而消失，项目区海域潮流流速小，悬浮物扩散范围较小，对海洋生物的影响也较小。

项目施工过程中对海洋生态环境会造成一定影响和损失。建设单位将采取一系列有效防止水体环境污染的环保措施，同时补偿项目建设所造成海洋生物的损失。

因此，根据项目海域使用类型、用海方式、所在海域特征以及现场踏勘情况，本项目存在的生态问题主要为：

- (1)项目邮轮码头区域底栖生物的损失。
- (2)项目施工产生的悬浮物对项目用海区域的水质环境造成短期不利影响。

7.2 生态用海对策

7.2.1 生态保护对策

1、污染防治对策措施

(1) 海上污水处理与防治措施

①悬浮泥沙污染防治措施

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

②生活污水污染防治措施

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

③含油污水污染防治措施

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

(2) 海上固体废物污染防治措施

①生活垃圾

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

②含油废物

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

(3) 其它环境保护措施

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

②保持船舶燃油发动机的良好性能，确保尾气中硫氧化物和颗粒物排放达标。

③施工机械采用清洁型燃料，在施工机械设备排气口加装废气过滤器，同时保持有关设备化油器、空气滤清器等部位的清洁。加强机械的保养。

2、海洋生态保护对策措施

(1) 施工期海洋生态保护对策措施

本项目施工对海洋生物造成主要损失的是施工产生的悬浮泥沙造成的海洋生物资源损失和码头桩基占用海域等，项目的建设对项目所在的海域生态环境及生态服务工程造成了一些负面影响。为了缓解和减轻工程对所在海域生态环境和水生生物的不利影响，建设单位采取以下生态保护措施：

a 工程建设要坚持“预防为主、保护优先”的原则，把工程施工对海洋生态环境带来的不利影响控制到最低程度。

b 合理安排施工期。对整个施工工期进行合理规划，尽量缩短工期。尽量避开对海洋生态影响较大的施工阶段同时开工，减小叠加影响效应。

c 施工前，对施工海域游泳能力较强的底栖生物和海域中下层的仔稚鱼进行驱赶，最大程度减少底栖生物和仔稚鱼的受损量。

d 施工过程中密切注意施工区及周边水域的水质变化。如发现因施工引起水质变化而对周围水域水生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时暂时停工。

e 加强对施工船舶的管理，船舶要安装防污设备和器材。对施工人员制定严格的管理规定，施工人员的生活污水、生活垃圾等污染物处理处置去向明确；

f 加强施工对施工污废水处理和管理，严禁向海域排放污废水，减小施工对海洋生态环境的影响。

(2) 运营期海洋生态保护对策措施

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

3、碰撞事故风险防范措施

● 风险防范措施

在本项目实施过程中，为了防止船舶相互碰撞发生溢油污染风险事故。本报告建议采取以下措施：

①在施工过程中，增加了该海域来往船只的密度，将会对附近往来船舶航行产生影响，施工单位应合理安排施工作业面。

②严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船舶进入施工作业区，并提前、定时发布公告。

③本项目运营期间，必须设置警戒警示标识，避免其他船舶误闯码头作业区。

● 应急救援措施

两船发生严重碰撞时，应按照《中华人民共和国海上交通安全法》第三十七条规定“发生碰撞事故的船舶，设施应当互通名称、国籍和登记港，并尽一切可能救助遇难人员。在不严重危及自身安全的情况下，当事船舶不得擅自离开事故现场。”

①.检查本船有无沉没危险之后，应立即驶靠被碰船协助抢救，在黑夜应开启照明设备，以免船员在黑暗中造成混乱。

②.进行紧急部署，竭力抢救。

③.求救：情况危急，如本船无法挽救有沉没的危险也来不及请示上级时，则可以立即发出求救信号，以便船舶迅速前来救援。

④.救助人员：根据船舶的危险情况，组织人员穿好救生衣，有秩序地放下救生艇和救生设备，送往安全地方。

⑤.当船首撞入他船船舷内时，切不可倒车后退，避免对方迅速进水，反而应慢车顶住，不使其脱开，等采取紧急措施后才离开。

⑥.及时报告海事处和上级领导部门

● 船舶油污应急措施

①.各施工船舶如发生溢油突发险件后，首先启动应急预案积极开展对突发事件的处理。用高频通知附近机动船舶和船舶调度，接到险情电话的船舶要迅速做好准备，拖轮备好车，随时投入抢险工作。

②.以此同时，船舶调度或发生溢油船舶要迅速用手提电话报告应急救助指挥小组领导，并简要的将船舶所处海域和溢油情况加以说明。

③.救助应急指挥小组领导接到险情报告后，立即根据实际情况，调动相应的拖轮或其他船舶赶赴现场全力进行抢险，将溢油事件降至最低。

④.应急抢险船舶及要求

应急抢险值班船舶：各拖轮、交通船配备必要的化油剂及吸纸。各拖轮及各交通船日、夜间必须留有足够船员在船上，确保船舶处适航状态。当接到应急抢险指

令后，拖轮应在30分钟内到达现场进行抢险。

⑤.船舶排放油污水、生活污水，必须符合船舶污染物排放标准。船舶进入内河和港口的不得排放含油污水和生活垃圾。船舶的残油、废油必须回收，禁止排入水体。排放含油压舱、洗舱和机舱污水须经过油水分离器，且距岸12n mile，浓度小于15PPM；船舶的废油、残油不得排入水体，应当按有关规定收集并移交给有资质的回收部门。

⑥.发生水、海洋污染的，应向当地海事部门报告，寻求他们的协助和支援，并提前与当地的有关机构取得联系,并订立有关处理协议。

7.2.2 生态跟踪监测

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制订本项目的生态跟踪监测计划：

1、海洋环境监测

(1) 监测点位

项目用海区邻近范围内布置 18 个监测点，详见表 7-1 和图 7-1。

表 7-1 监测站位一览表

(2) 监测内容

海水水质：pH值、盐度、透明度、水温、悬浮物、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。

沉积物：粒度、有机碳、硫化物、石油类、重金属（铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷）。

海洋生态：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、鱼卵仔鱼、大型底栖生物、游泳生物、生物体质量、珊瑚礁等。

(3) 监测频率

建议施工前监测一次，施工期选取春季或秋季进行一次监测，施工结束后进行一次后评估监测。

图 7-1 项目监测站位图

2、岸滩水下地形监测

(1) 水下地形

- ①监测内容：项目区水下地形变化。
- ②监测范围：项目区及周边海域。监测范围具体位置见表7-2、见图7-2。
- ③监测频率：施工前进行一次，全部施工完成后进行一次。

表 7-2 水下地形监测范围边界点表

(2) 岸滩冲淤动态监测

①监测内容：剖面地形重复测量，根据重复监测资料分析本项目建设前后冲淤变化趋势；剖面水下地貌侧扫，分析本项目建设前后地貌演化特征；沿剖面采集表层样，分析本项目建设前后剖面上底质变化趋势。

②剖面布设：共布设3条岸滩冲淤动态监测剖面。未来若断面冲淤演变趋势较不利，可再加密监测断面。剖面布设具体位置见图7-2。

③监测频率：与水下地形监测同步。

图 7-2 水下地形监测范围和岸滩冲淤监测剖面图

7.3 生态保护修复措施

由于凤凰岛国际邮轮港泊位仅为 8 万吨级，接待能力不足，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配，难以满足 10 万总吨以上大型邮轮停靠，亟需加强邮轮港口基础设施建设。三亚港现有、在建及已批复泊位规模不能满足邮轮发展要求，亟需通过新建泊位满足发展需求。本项目通过三亚港务局码头建设邮轮码头，能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，是落实建设邮轮母港的发展定位、推动三亚建设国际邮轮母港的需要。

因此，本项目无需采取生态保护修复措施。

8 结论

8.1 项目用海的基本情况

为解决三亚港现有、在建及已批复泊位规模不能满足邮轮发展要求，三亚市拟在三亚港务局码头北侧建设 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，泊位长度 363m，并建设相关配套设施，设计年旅客吞吐量为 30 万人次。

本项目用海类型一级类为“交通运输用海”，二级类为“港口用海”，用海方式为“透水构筑物”、“港池、蓄水”。项目拟申请用海总面积为 4.7524 公顷，其中邮轮码头用海面积为 2.1369 公顷，停泊水域用海面积为 2.6155 公顷。本项目占用人工岸线长 394m。本项目海域使用用途为邮轮码头用海，属于港口用海，本项目拟申请海域使用权最高用海期限 50 年。

8.2 项目用海的必要性分析结论

凤凰岛二期工程拆除后，凤凰岛国际邮轮港泊位仅为 8 万吨级，接待能力不足，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配，难以满足 10 万总吨以上大型邮轮停靠，亟需加强邮轮港口基础设施建设。三亚港现有、在建及已批复泊位规模不能满足邮轮发展要求，亟需通过新建泊位满足发展需求。因此，在三亚港区建设三亚老港区交通运输用海项目是必要的。

根据三亚港区现状，同时满足 10 万总吨以上大型邮轮停靠要求，由此，项目需建设 1 个 10 万 GT 邮轮泊位。依据设计船型、建设需求、三亚港务局老码头现状，确定需要建设码头泊位长 363m，满足 1 个 2~10 万 GT 邮轮或者 2 个 1 万 GT 邮轮同时靠泊。依据老码头前沿水深地质情况、邮轮码头泊位游客年通过能力（30.2 万人次/年）要求、码头旅客上下船（含安检、通关等）工艺、物资及行李装卸搬运工艺等，确定了码头区码头工作平台、引桥、后方平台的尺寸规模及用海需求。因此，项目邮轮码头用海是必要的。

为满足码头前沿停泊水域、不同船型靠泊需求，停泊水域用海是必要的。

因此，项目用海是十分必要的。

8.3 项目用海资源生态影响分析结论

项目用海方式为透水构筑物、港池蓄水，不改变海域自然属性，对所在海域的

水文动力环境、地形地貌与冲淤环境的影响小。

本项目用海占用岸线 394m，占用的岸线为三亚港务局码头人工岸线，而本项目建设内容是邮轮码头，项目占用岸线符合区域沿岸岸线利用类型（交通运输岸线）的要求。本项目占用岸线属于人工岸线，但不会形成新的岸线，不改变岸线的原有形态，不影响区域沿岸分布岸线资源的开发利用。

项目码头桩基占用海域的底栖生物完全被破坏，施工期间产生的悬沙会不同程度影响作业点周围的生物，附近的游泳生物被驱散，浮游动、植物的生长受到影响。但产生悬浮物增量的这种影响是暂时的，可随施工结束而消失，项目区海域潮流流速小，悬浮物扩散范围较小，对海洋生物的影响也较小。

项目施工过程中对海洋生态环境会造成一定影响和损失。建设单位将采取一系列有效防止水体环境污染的环保措施，同时补偿项目建设所造成海洋生物的损失。项目用海对周边珊瑚礁资源影响小，项目用海不占用生态红线保护区，总体上，项目用海对区域海洋生态环境的影响小。

8.4 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较多，主要包括旅游娱乐用海、交通运输用海、海底工程用海、特殊用海和其他用海。项目用海涉及到利益相关者主要三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司、三亚海事局（利益协调部门）。

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

8.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析结论

根据《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》，本项目位于海洋开发利用空间内。三亚邮轮母港作为海南自贸港总体方案重点推进建设工作之一，凤凰岛二期工程全部拆除后，三亚港区目前仅剩一个 8 万吨级的邮轮泊位，能级与三亚建设国际邮轮母港的定位严重不对等、不匹配。而本工程的建设能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，是落实建设邮轮母港的发展定位、推动三亚建设国际邮轮母港的需要。本项目利用三亚港务局码头建设邮轮码头，通过凤凰岛邮轮码头主航道通航，同时在码头前沿水域进行疏浚建设港池，项目用海类型为交通运输用海中的港

口用海。

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

根据《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》，三亚港交通运输用海区。本项目利用三亚港务局码头建设邮轮码头，通过凤凰岛邮轮码头主航道通航，同时在码头前沿水域进行疏浚建设港池，本项目用海类型为交通运输用海中的港口用海，用海方式为透水构筑物、港池蓄水，符合三亚港交通运输用海区主导功能要求。项目施工过程中对海洋生态环境会造成一定影响和损失。建设单位将采取一系列有效防止水体环境污染的环保措施，同时补偿项目建设所造成海洋生物的损失。项目建设、运营对海洋自然属性和海洋生态环境影响可控。本项目通过采取严格的环保措施，项目用海能在利用国土空间分区的同时减小对海洋功能分区的影响。另外，根据三亚市国土空间总体规划（三区三线版），本项目用海不占用生态保护红线。因此，项目用海符合《三亚市国土空间总体规划(2021-2035年)》的要求。

综上，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)》。

8.6 项目用海的合理性分析结论

项目选址在区位上符合相关规划的要求，满足项目运营的要求，有利于海洋产业协调发展。通过项目海域水深、地形、地质、水动力等条件分析，项目选址与自然资源和海洋生态相适宜。项目用海能与周边用海活动相适应。因此，项目用海选址合理。

本项目用海平面布置充分考虑对现状、潮流、波浪、岸滩、泥沙等自然条件的影响，充分利用港址的自然条件，结合港址的地质条件，尽量做到“深水深用、浅水浅用”和减少工程造价，合理利用规划港区岸线，水、陆域布置功能分区合理，避免相互干扰和影响，并适应未来发展形势。

项目用海平面布置依据方案设计、《海籍调查规范》、港务局码头现状利用的要求进行确定用海边界，未随意扩大用海平面布置。项目用海未改变海域自然属性，对潮流、波浪等水文动力环境和冲淤环境影响较小，因此项目用海平面布置是合理的。

本项目用海方式为透水构筑物、港池蓄水，遵循“尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则”。项目用海方式不影响区域海域自然属性，本项目的建设能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，是落实建设邮轮母港的发展定位、推动三亚建设国际邮轮母港的需要。本项目利用三亚港务局码头建设邮轮码头，符合三亚港交通运输用海区的主导功能要求，有利于维护海域基本功能。项目用海方式能最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。因此，项目用海方式合理。

本项目设计尺度满足项目用海需求，同时符合行业相关技术规范。宗海单元界址点界定、用海面积的量算符合《海籍调查规范》；设计单位在进行项目用海规划时遵循节约用海原则，严格控制征海范围；各项用海单元界址线确定原则清晰并符合《海籍调查规范》和项目实际。项目申请用海总面积为 4.7524 公顷，其中邮轮码头用海面积为 2.1369 公顷，停泊水域用海面积为 2.6155 公顷。

项目用海属于《中华人民共和国海域使用管理法》中的港口用海，申请期限不得超过五十年，本项目申请用海期限为 50 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定。

8.7 项目用海可行性结论

本项目建设能为三亚港区提供 1 个 10 万 GT 邮轮泊位，项目将解决目前三亚邮轮码头基础设施不足及落后的现状，实现海南交通的可持续发展，是完善三亚邮轮产业港航基础设施、助力海南交通高质量发展的需要。

项目用海符合《海南省国土空间规划（2021-2035）》和《三亚市国土空间总体规划(2021-2035 年)》。项目所在区域的社会条件、自然资源、环境条件满足项目用海要求，项目用海平面布置、用海方式、用海面积、用海期限合理。项目占用岸线合理，不进行围填海，项目用海对周边用海活动影响较小，与周边利益相关者和利益协调部门具有可协调性。在切实落实了本论证报告提出的生态用海对策措施，切实落实了利益相关者的协调措施的前提下，从海域使用角度考虑，该项目用海是可行的。