

汕尾华电现代化海洋牧场项目 海域使用论证报告表

(公示稿)



国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站

(统一社会信用代码: 121000004569093433)

二零二四年九月

论证报告编制信用信息表

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4415812024001542		
论证报告所属项目名称	汕尾华电现代化海洋牧场项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站		
统一社会信用代码	121000004569093433		
法定代表人	蒋俊杰		
联系人	刘凌峰		
联系人手机	18211369602		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
刘凌峰	BH003516	论证项目负责人	刘凌峰
刘凌峰	BH003516	1. 项目用海基本情况 9. 报告其他内容	刘凌峰
付静	BH003520	2. 项目所在海域概况	付静
程乔曦	BH003941	3. 资源生态影响分析	程乔曦
赵晨辉	BH003517	4. 海域开发利用协调分析	赵晨辉
李发明	BH003522	5. 国土空间规划符合性分析	李发明
蔡一枝	BH003987	6. 项目用海合理性分析 7. 生态用海对策措施 8. 结论	蔡一枝
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。 承诺主体(公章):  2024年9月13日			

论证单位营业执照



事业单位法人证书

统一社会信用代码 121000004569093433

名称 国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站 法定代表人 蒋俊杰

宗旨和 为海洋事业发展提供海洋监测与预报服务。 海洋观测 海洋潮汐观测 海洋水温观测 海洋盐度观测 海洋降水观测 海洋气压观测 海洋湿度观测 海洋雾观测 海面有效能见度观测 海洋水文气象基本参数观测 海洋营养盐类监测 海洋有害物质监测 海洋沉积物基本参数监测 海洋生物体基本参数监测 海浪预报 风暴潮预报 海温预报 海洋潮汐预报 海洋赤潮预报 海洋水质预报 海洋资料开发利用

经费来源 财政补助

业务范围 海洋观测 海洋潮汐观测 海洋水温观测 海洋盐度观测 海洋降水观测 海洋气压观测 海洋湿度观测 海洋雾观测 海面有效能见度观测 海洋水文气象基本参数观测 海洋营养盐类监测 海洋有害物质监测 海洋沉积物基本参数监测 海洋生物体基本参数监测 海浪预报 风暴潮预报 海温预报 海洋潮汐预报 海洋赤潮预报 海洋水质预报 海洋资料开发利用

开办资金 ¥128万元

住所 广东省汕尾市区兴业东路东段盐田地段 举办单位 国家海洋局南海分局

登记机关

此件与原件相符，仅供 汕尾华电现代化海洋牧场项目海域使用论证报告使用，再复印无效。

有效期 自2022年02月09日 至2027年02月09日

请于每年3月31日前向登记机关报送上一年度的年度报告



国家事业单位登记管理局监制

测绘单位资质证书:



目 录

1 项目用海基本情况	1
1.1 项目地理位置.....	1
1.2 建设内容.....	2
1.3 平面布置和主要结构尺度.....	3
1.3.1 平面布置.....	3
1.3.2 主要结构、尺度.....	4
1.4 主要施工工艺与方法.....	9
1.4.1 开放式养殖区.....	9
1.4.2 综合平台.....	10
1.4.3 海底电缆.....	12
1.5 项目用海需求.....	24
1.6 项目用海必要性.....	25
1.6.1 建设必要性.....	25
1.6.2 用海必要性.....	28
1.7 项目论证情况.....	28
1.7.1 论证依据.....	28
1.7.2 论证等级.....	33
1.7.3 论证范围.....	33
1.7.4 论证重点.....	34
2 项目所在海域概况	35
2.1 海洋资源概况.....	35
2.1.1 岸线资源.....	35
2.1.2 岛礁资源.....	35
2.1.3 港口资源.....	37
2.1.4 航道资源.....	37
2.1.5 锚地资源.....	39
2.1.6 渔业资源.....	40

2.1.7 矿产资源.....	42
2.1.8 旅游资源.....	42
2.1.9“三场一通道”	43
2.2 自然环境概况.....	46
2.2.1 气候与气象特征.....	46
2.2.2 水文动力特征.....	48
2.2.3 地形地貌与工程地质.....	63
2.3 海洋环境现状.....	69
2.3.1 调查概况.....	69
2.3.2 海水、海洋沉积物、海洋生物体质量现状调查与分析.....	71
2.3.3 海洋生态环境现状调查与分析.....	74
3 资源生态影响分析	82
3.1 资源影响分析.....	82
3.1.1 对海域空间资源的影响分析.....	82
3.1.2 对岸线资源的影响分析.....	83
3.1.3 对海洋生物资源的影响分析.....	83
3.2 生态影响分析.....	86
3.2.1 水文动力环境影响分析.....	86
3.2.2 地形地貌和冲淤环境影响分析.....	92
3.2.3 水质环境影响分析.....	99
3.2.4 运营期养殖排污影响分析.....	103
3.3 项目用海对通航环境影响分析.....	104
3.4 养殖造成生态风险分析.....	105
4 海域开发利用协调分析	106
4.1 开发利用现状.....	106
4.1.1 社会经济概况.....	106
4.1.2 海域开发利用现状.....	108
4.1.3 海域使用权属现状.....	110

4.2	项目用海对海域开发活动的影响.....	111
4.2.1	项目用海对周边公共航路和锚地的影响分析.....	111
4.2.2	对海洋生态保护红线区的影响.....	113
4.2.3	对开放式养殖用海活动的影响.....	113
4.2.4	对广东陆丰核电站 5、6 号机组项目的影响分析.....	114
4.2.5	对陆丰海纳金滩海水浴场项目的影响分析.....	114
4.2.6	对广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域海砂开采项目的影响分析	114
4.3	利益相关者界定.....	115
4.4	需协调部门界定.....	117
4.5	利益相关者协调分析.....	117
4.6	项目用海与国防安全和国家海洋权益的协调性分析.....	118
4.6.1	与国防安全和军事活动的协调性分析.....	118
4.6.2	与国家海洋权益的协调性分析.....	118
4.6.3	对国家海洋权益的影响分析.....	118
5	国土空间规划符合性分析	118
5.1	与国土空间规划的符合性分析.....	118
5.1.1	与《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》的符合性分析.....	118
5.1.2	与《汕尾市国土空间总体规划（2020—2035 年）》（公示稿）的 符合性分析.....	119
5.1.3	与《广东省海岸带综合保护与利用规划》的符合性分析.....	119
5.1.4	与《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》的符合性 分析.....	119
5.2	与海洋功能区划符合性分析.....	119
5.2.1	项目所在海域及周边海域海洋功能区.....	120
5.2.2	项目用海对周边海洋功能区的影响.....	121
5.2.3	与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析 ...	121
5.3	与生态保护红线的符合性分析.....	121

5.3.1	项目所在海域及周边海域生态保护红线.....	121
5.3.2	项目用海对生态保护红线的影响.....	122
5.4	与相关规划符合性分析.....	122
5.4.1	与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析.....	122
5.4.2	与《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的符合性分析	123
5.4.3	与《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）》的符合性分析	123
5.4.4	与《汕尾港总体规划（2021-2035）》的符合性分析	123
5.4.5	与《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年 远景目标纲要》的符合性分析.....	124
5.4.6	与《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析	124
5.4.7	与《汕尾市沿海经济带综合发展规划（2021-2035 年）》的符合性 分析.....	124
5.4.8	与《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析 ..	124
5.4.9	与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析	124
5.5	与产业政策符合性分析.....	125
6	项目用海合理性分析	126
6.1	用海选址合理性分析.....	126
6.1.1	自然资源和海洋生态的适宜性.....	126
6.1.2	区位和社会条件的适宜性.....	128
6.1.3	周边用海活动适宜性.....	129
6.2	用海平面布置合理性分析.....	130
6.2.1	是否体现集约节约用海的原则.....	130
6.2.2	是否有利于生态和环境保护.....	131
6.2.3	能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响.....	131
6.2.4	是否与周边其他用海活动相适应.....	131

6.3 用海方式合理性.....	132
6.3.1 是否有利于维护海域基本功能.....	132
6.3.2 能否最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响.....	133
6.3.3 是否有利于保护和保全区域海洋生态系统.....	133
6.4 占用岸线合理性分析.....	134
6.5 用海面积合理性分析.....	134
6.5.1 是否符合相关行业的设计标准和规范.....	134
6.5.2 是否满足产业用海面积指标要求.....	135
6.5.3 是否满足项目基本功能用海需求.....	135
6.6 界址点的选择和面积量算的合理性分析.....	136
6.6.1 项目海域使用测量说明.....	136
6.6.2 宗海界址点的确定.....	137
6.6.3 宗海图的绘图方法.....	137
6.6.4 宗海界址点坐标及面积的量算.....	138
6.7 用海期限合理性分析.....	138
7 生态用海对策措施	139
7.1 主要生态问题.....	139
7.2 生态用海对策.....	139
7.3 生态保护修复措施.....	141
8 结论	141
8.1 项目用海基本情况.....	141
8.2 用海资源环境影响分析结论.....	142
8.3 海域开发利用协调分析结论.....	144
8.4 项目用海与国土空间规划符合性结论.....	144
8.5 用海合理性分析结论.....	145
8.6 项目用海可行性结论.....	146
8.7 建议.....	146
附件	148

附件 1 委托书.....	148
附件 2 项目现场踏勘表.....	148
附件 3 检验检测机构资质认定证书.....	148
附件 4 调查资料 CMA 封面	148
附录	149
附录 I: 浮游植物种名录	149
附录 II: 浮游动物种名录	149
附录 III: 底栖生物种名录.....	149
附录 IV: 潮间带生物种名录	149
附录 V: 游泳动物名录.....	149
附录 VI: 鱼类浮游生物名录	149

申请人	单位名称	汕尾华电能源有限公司			
	法人代表	姓名	魏汝华	职务	党支部书记、董事长
	联系人	姓名	谢森亮	职务	工程技术部主任
		通讯地址	汕尾市城区海滨大道中中鑫大厦南梯 5 楼		
项目用海基本情况	项目名称	汕尾华电现代化海洋牧场项目			
	项目地址	碣石湾海域			
	项目性质	公益性 ()		经营性 (☒)	
	用海面积	44.1911 ha		投资金额	约 2 亿元
	用海期限	20 年 (综合平台、游乐场区、海底电缆); 15 年 (开放式养殖用海)。		预计就业人数	100 人
	占用岸线	总长度	0m	预计拉动区域经济产值	10865 万元 (其中养殖方式产值约 6120 万/年, 娱乐约 4745 万元/年)
		自然岸线	20.1 m (底土穿越)		
		人工岸线	0m		
		其他岸线	0m		
	海域使用类型	渔业用海		新增岸线	0m
	用海方式	面 积	具体用途		
	开放式养殖用海	19.1202 ha	重力式网箱养殖		
	透水构筑物用海	0.6111 ha	综合平台		
	开放式游乐场用海	13.9823 ha	游艇靠泊、摩托艇游戏等		
	海底电缆	10.4775 ha	海底电缆		

1 项目用海基本情况

1.1 项目地理位置

汕尾市位于广东省东南部，地处粤港澳大湾区、深圳先行示范区、深莞惠汕河经济圈、深汕特别合作区的辐射区，全市海域总面积 7220 平方千米（含深汕特别合作区），拥有红海湾、碣石湾两大海湾，大陆海岸线总长 455.2 千米（含深汕特别合作区）。

汕尾华电现代化海洋牧场项目位于碣石湾，分为开放式养殖区和接力养殖区。开放式养殖区位于碣石湾口，在汕尾市海洋牧场碣石南海域启动区 05 区内，距离陆丰碣石镇西南侧约 5 公里左右海域，其东侧与西桔礁相邻，水深约 17 m（高程基准为国家 1985 高程基准，坐标系统为 2000 国家大地坐标系，下同），地理位置中心坐标为 $115^{\circ}45'19.369''\text{E}$ 、 $22^{\circ}43'4.655''\text{N}$ ；接力养殖区分为开放式游乐区、综合平台和电缆，地理位置中心坐标为 $115^{\circ}40'22.835''\text{E}$ 、 $22^{\circ}48'34.287''\text{N}$ ，其中开放式游乐区和综合平台位于碣石湾北部，距离陆丰金厢镇南侧虎尾山 5.2 公里海域，水深约 9 m，供电海底电缆连接综合平台，在陆丰金厢镇南侧虎尾山登陆，登陆点坐标为 $115^{\circ}41'53.867''\text{E}$ 、 $22^{\circ}51'00.000''\text{N}$ ，如图 1.1-1 所示。

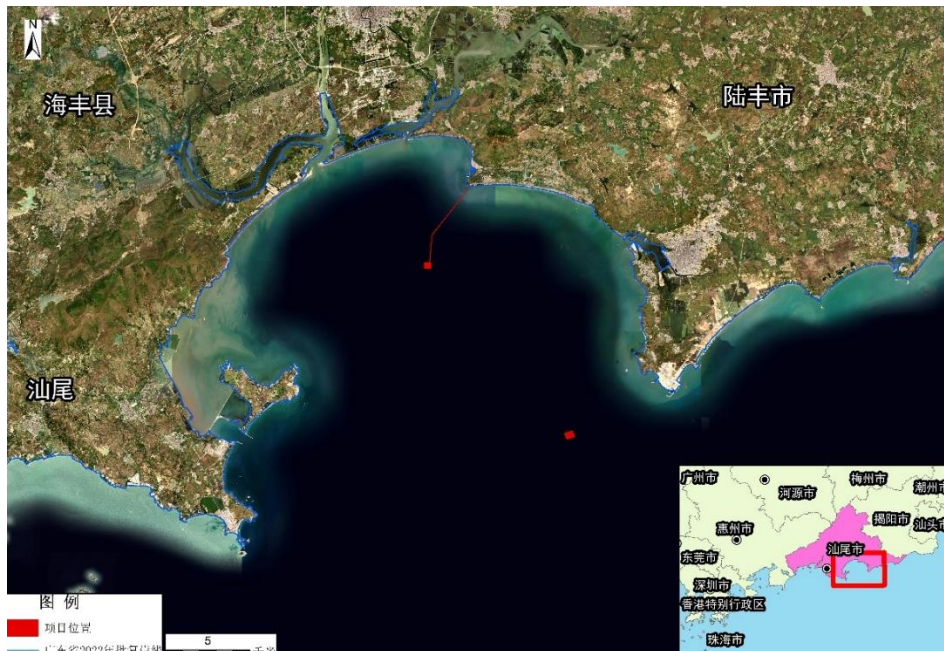


图 1.1-1 项目位置示意图

1.2 建设内容

为深入贯彻广东省委“1310”具体部署和市委关于乡村振兴连带成片规划提升工作要求，推动乡村振兴连带成片高质量发展，汕尾华电能源有限公司将着力打造一座融合海洋渔业、休闲观光、生态修复、科技发展、爱国教育为一体的现代化海洋牧场，成为大湾区具有国际影响力的海上亮点。

汕尾华电现代化海洋牧场项目计划在陆丰碣石湾海域打造一座融合海洋渔业、旅游观光、科普研学、爱国教育等多功能融合的项目。计划采用 1+N 模式（一座桁架式网箱+N 个重力式网箱）达到净养殖水体约 6 万 m^3 ，同步建设一条海底电缆至金乡镇，总体投资约 2 亿元人民币，计划建设周期 18 个月。该项目申请用海面积 44.1911 公顷，建设内容主要包括：

1、开放式养殖区：布置 6 个重力式网箱，网箱周长 100 m，直径 31.83 m，水深 11 m，网箱水体合计 5 万 m^3 。

2、接力养殖区：由一座中央建筑、扩展平台、登陆点码头、养殖网箱和旅游娱乐区构成。中央平台和扩展平台形成整体，平面俯视形成海螺形状。

（1）中央平台直径 38 m，总共 6 层，高度 24 m，建筑面积 6900 m^2 。中央平台水上部分以文娱休闲功能为主，水下部分以鱼类养殖为主。规划建筑空间为文旅休闲、居住、餐饮等，可同时容纳 100 人游乐、30 人居住。首层设污水处理站及电房等配套设施。

（2）扩展平台包含登陆点码头（客运、补给泊位）、观光平台、景观环廊、消防和生活水箱设备房、及装卸工艺设施等。扩展平台总宽约 108 m，总长约 124 m，扩展平台顶高程+10.0 m，总面积 5250 m^2 。

（3）登陆点码头，为双泊位靠泊，客运泊位和补给泊位各一个，总面积约 250 m^2 ，可容纳 27 m 客船靠泊。码头上设装卸运输设备，方便客人货物、渔业养殖补给运输。登陆点码头及防波堤顶高程+3.0 m，通过钢格栅爬梯与扩展平台连接。

（4）中央平台采用桩基间设置网衣，网箱直径约 34 m；扩展平台 3 个养殖水体采用桩基间设置网衣，养殖水体直径分别为 14/11/9 m，养殖水体合计 1 万 m^3 。

3、海底电缆：项目拟铺设一条 5.7 公里的海底电缆，连接渔旅综合平台和陆上供电塔基。

拟建项目为一座现代化海洋牧场，分为开放式养殖区、渔旅综合平台、游乐区、海底电缆等 4 个部分（图 1.3.1-1）。开放式养殖用海区在接力养殖区南侧 12 公里处，位于汕尾市海洋牧场碣石南海域启动区 05 区内，布置 6 个周长 100 m 的重力式网箱，网箱水体合计 5 万 m^3 。接力养殖区位于碣石湾北部，包括渔旅综合平台（中央建筑和扩展平台），中央平台直径 38m，总共 6 层，高度 24 m，建筑面积 6900 m^2 ；扩展平台总宽约 108 m，总长约 124 m，扩展平台顶高程+10.0 m；总面积 5250 m^2 ；在综合平台周围布置数片游乐区，用于灯光展示、游艇停泊和游戏等。敷设一条海底电缆连接渔旅综合平台和陆上供电塔基。

图 1.3.1-1 平面布置图

1.3.2 主要结构、尺度

1、开放式养殖区

根据广东省《深水网箱养殖技术规范》（DB44T 742-2010），网箱养殖面积不应超过可养殖海区面积的 5%；根据《广东省农业农村厅关于印发<现代化海洋牧场生态养殖工作指引（试行）>的通知》（粤农农函〔2023〕915 号），重力式深水网箱、桁架类深水网箱的养殖投影面积不宜超过养殖用海的 10%。结合本项目周边海域的水深条件，选择周长 100m 的重力式高密度聚乙烯（HDPE）圆形养殖网箱（C100 网箱）6 口，网箱单体面积 800 m²，网箱养殖总面积为 4800 m²，占可养殖海区面积的 2.5%，满足规范要求。

（1）重力式 HDPE 养殖网箱的固定。单体网箱沿圆周方向均匀布置 12 根系泊缆绳，每根缆绳抛锚距离为 80 米（5 倍水深），安装形式如下图所示，中间圆结构为网箱，其余为连接锚缆和锚系系统。

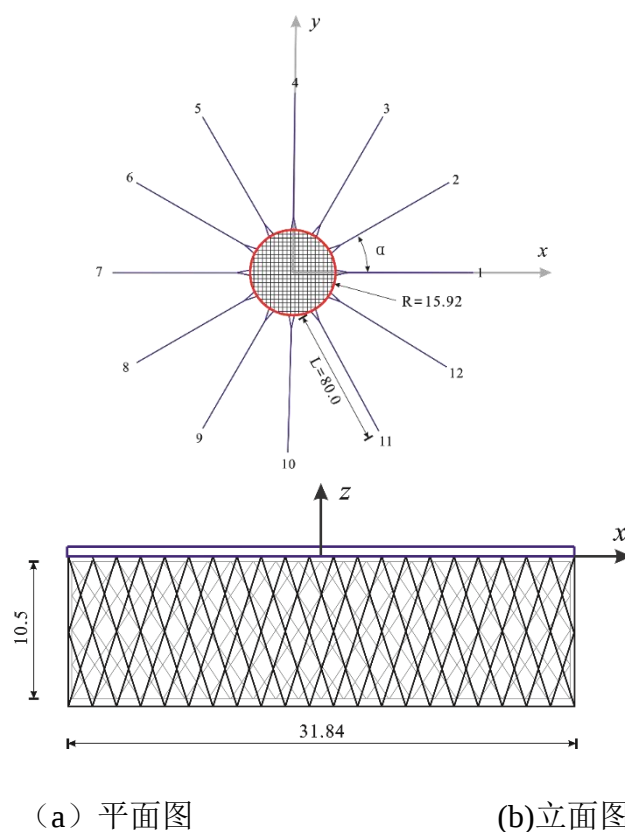


图 1.3.2-1 网箱及其系泊系统布置示意图（单位：米）

（2）重力式 HDPE 养殖网箱的结构。HDPE 养殖网箱是一种广泛使用的海

洋养殖设施，主要用于深海养殖。这种网箱的设计利用了 HDPE 材料的浮力和强度，结合了网衣、框架系统和锚泊系统，形成了一个可以在水中固定并用于养殖鱼类或其他水生动物的封闭空间。

网箱主要包括浮架、网衣和锚绳系统。

浮架包括双排浮管，浮管采用 $\phi 350$ mm 的高密度聚乙烯 HDPE 管，壁厚为 30 mm。

网箱网体为双层式结构，网体层与层之间相互独立，其中内网体上网纲采用绳环连接在浮架内圈下部，下网纲采用绳环与底钢圈连接；外网体上网纲采用绳环连接在浮架外圈下部，下网纲采用绳环与配重块体连接。

外网体网绳线径 6mm，网目边长 20cm。内层网体为绞编网或有结编织网，网目边长 3.5cm，网绳线径 3mm；加强筋采用 $\phi 16$ mm 的超高分子量聚乙烯绳，间隔距离是 2m。

网体上网盖和网体下网盖采用相同的规格尺寸，共有 8 条加强筋将网盖分成角度约为 45° 的扇形。

网箱结构采用斜拉锚固定，总共 12 个斜拉锚（双齿梨锚），每个锚重量 1000 kg，锚绳采用尼龙材质，线径 $\phi 40$ mm。抛锚距离按实际水深的 5 倍计算，如水深为 16 米，即抛锚位置距离网箱框架 80 m。

（3）重力式 HDPE 养殖网箱的特点和优势。

1) 结构形式多样：重力式网箱从结构上来看，可以是方形、圆形、球型、蝶形和船型等，以适应不同的养殖需求和海况条件。

2) 抗风浪能力强：与传统网箱相比，大型深水网箱具有更强的抗风浪能力，能够抵抗较大风浪的影响，保证养殖的稳定性。抗风浪性能达 14 级台风、6 级波浪，耐流能力达 1.96 节。养殖海域水深 15~40 米，流速在 0.65 米/秒以内最佳。使用寿命可达 15 年以上。躲避更大级别的台风网箱需要进行下潜。

3) 养殖容量大：深水网箱的养殖水体可以达到 700-20000 立方米，单网箱的产量可以达到 8-600 吨鱼，远高于传统近海小型网箱。

4) 操作方便：部分网箱设计有升降功能，可以根据需要调节深度，特别是在台风或赤潮来临时，能够快速将网箱下沉至水下较深处，以避免灾害影响。

5) 经济性好: HDPE 材质的重力式网箱造价相对较低, 适合大规模推广应用。

项目选用周长为 100 米的重力式 HDPE 网箱作为方案选项, 这个尺寸的网箱在安装、网衣清洗、收鱼等操作中具备优势, 可以提高效率, 减轻劳动强度。

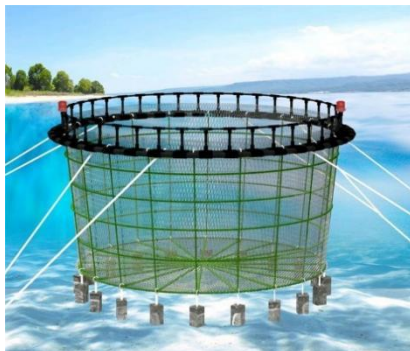


图 1.3.2-2 重力式网箱示意图

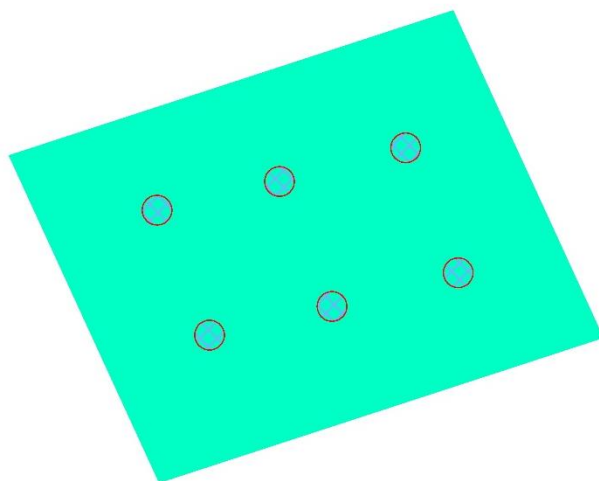


图 1.3.2-3 重力式网箱分布示意图



图 1.3.2-4 重力式网箱双齿梨锚

2、综合平台

综合平台分为中央平台和扩展平台，它们在结构上是融为一体的，平面布置图见图 1.3.2-3，PHC 桩的参数见表 1.3.2-1，桩柱结构见图 1.3.2-4。

图 1.3.2-3 综合平台平面布置图

表 1.3.2-1 综合平台 PHC 桩参数

图 1.3.2-4 综合平台桩柱结构图

(1)中央平台。中央平台可使用总面积 6941.6m²，主要设计参数见表 1.3.2-2。

中央平台（建筑）水上部分，是展现在观者面前的最直接对象，直接影响观者的第一印象。水上部分主要为文娱休闲和住宿，其中大体量中庭（梦幻舞台），能为运营期的运营商提供近千平米高净空楼面面积及观摩露台；居住空间（客房）采用落地玻璃，大面积露台，层叠无遮挡，采用高端住宅跃层式设计，可以打造豪华、高档的立体居住体验，同时配置足够数量的大床房，双床房，以及预留扩展户型面积；室外娱乐（无边泳池）是宽敞的屋面露台，可供运营商打造无边际泳池（、也可为后期运营商预留出户外游乐、大排档美食街等空间；亦可承办户外文娱节目，如“印象海洋”系列综艺节目，乐队演出、歌手比赛等多样文娱节目。

表 1.3.2-2 水上部分各层功能和面积表

(2) **扩展平台。**扩展平台整体造型形似顺时针放置的响螺，以凸显渔业在当地的重要经济地位。中央平台位于响螺中心，旋转上升的主体楼层花瓣模块顺势溢出，形成同顺的响螺螺臂。扩展平台的设计参数见表 1.3.2-7

表 1.3.2-7 扩展平台主要参数

(3) **网衣养殖**

中央平台利用桩基布设网衣形成养殖区域，网衣埋入海底，网衣形成的养殖区域直径约 34m，占用海底面积约 1000 平米；扩展平台利用桩基布设网衣形成养殖区域，网衣埋入海底，网衣形成的养殖区域直径分别为 20m，15m，12m；占用海底面积分别为 320 平米，180 平米，120 平米。

3、游乐区

在综合平台周围的开阔海域布置数片游乐区，用于灯光展示、游艇停泊和游戏。

4、海底电缆

海底电缆长 5.7 km，直径约 10cm，采用定向钻的方式穿越岸线。

10kV 海底电缆初拟选用交联聚乙烯绝缘，分相铅护套，钢丝铠装，光电复合，三芯海底电缆，电缆截面为 $3 \times 70\text{mm}^2$ 。考虑海缆与光纤系统同时进行敷设，根据平台上的设备情况配置 48 芯光纤，电缆型号为 $3 \times 70\text{ mm}^2 + \text{SM48C}$ 。

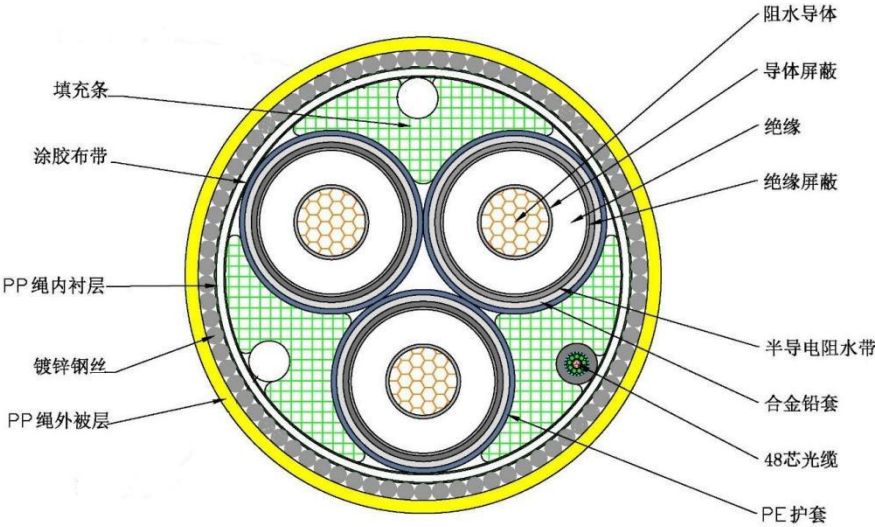


图 1.3.2-5 海底电缆剖面图

1.4 主要施工工艺与方法

1.4.1 开放式养殖区

1、施工流程

①工具准备：GPS 定位仪、工作船、运输平台、安装船

②网箱组装：在陆上将网箱的各个部件进行组装，形成完整的网箱结构。组装过程中需注意网片的连接牢固性和密封性。将组装好的网箱下水，并使用锚链或锚桩将其固定在海底。下水过程中需注意平台的稳定性和安全性。

③锚位预定：

a.按照总平面布置图锚位点选择原则，标示出网箱所有锚位预定点。

b.在工作船上用绳子将沉子与浮球连接，连接绳的长度与锚投放处水深相近，采用 GPS 定位仪，指挥工作船驶至锚位预定点，依顺序逐一投放，使浮球在纵、横向均排列整齐，最后可将定位浮球在水面的位置作为投锚时的参考投放位置。

④铁锚投放：指挥运输平台驶至网箱的第一个锚位点投放铁锚，按顺序均匀投放。

⑤网箱固定：

a.铁锚全部投放完成后，即用安装船将网箱框架拖至固定系统的区域内，用锚绳将网箱框架固定，并收紧绳索。

b.锚泊系统安装完毕后，依框架在水面的状态，通过锚绳的松紧进行调节，使其在水面排列整齐。

2、主要施工方法

①网箱安装前的准备

盆底调查（安装区域的平均水深，最深点和最浅点；海流情况；区域内的重要风向；季节最大风力、风向；近年的水文记录和台风情况；水质调查）；安装船。

②固定系统安装前的准备

用全球定位系统（GPS）选定锚位点。

在辅助小艇上用绳子将沉子与浮球连接，连接绳的长度与锚投放处水深相近，

投下沉子作为第一个网箱锚位点。根据网箱固定锚泊系统的布局及锚位间距，依次重复以上步骤，按顺序投放锚位点。依水面上定位浮球位置和锚位点位置坐标进行校正。最后可将定位浮球在水面的位置即作为投锚时的参考投放位置。

③抛锚作业

应选择顺风流合压差方向安装作业，平潮时选择顺风方向进行固定系统安装作业，风力影响不大时在顺流向安装作业。

④框架安装前的准备

场地要求，根据网箱规格大小，即场地长度按网箱的周长×宽即按网箱直径尺寸在平缓沙滩或近水的平地；220V，30A 的交流电源。

3、施工机械船舶

本工程的拟投入的施工机械如下所示：

表 1.4.1-1 拟投入的主要机械船舶一览表

1.4.2 综合平台

1、PHC 桩施工方案

PHC 管桩，即预应力高强度混凝土管桩。是采用先张预应力离心成型工艺，并经过 10 个大气压（1.0Mpa 左右）、180℃ 左右的蒸汽养护，制成一种空心圆筒型混凝土预制构件，实物如图 1.4.2-1 所示。



图 1.4.2-1 PHC 管桩实物图

2、PHC 桩施工工艺流程

该类管桩在陆地和海工中有大量应用实例，本项目设计的此类管桩为常规系列，打入方式也是常规工艺，风险低、资源多，项目大致施工流程如图 1.4.2-2 所示。



①沉桩



②桩帽底模安装



③桩帽浇筑



④横纵梁预制



⑤纵横梁安装



⑥面板预制

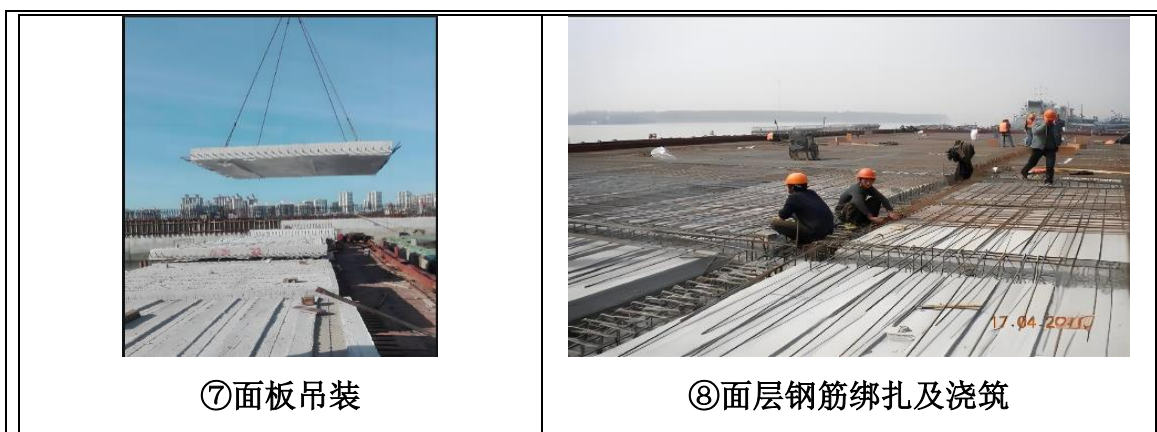


图 1.4.2-2 PHC 管桩海上施工流程图

1.4.3 海底电缆

海底电缆敷设包括海缆埋设和定向钻施工。

1、海缆埋设施工

海底电缆埋设深度约 3 m，其中航道汇交处埋设深度为 4 m。

（1）埋设犁投放

海缆放入入水槽后，船头海缆装入埋设犁腹部，关上门板，采用 40t 巴杆吊机将埋设犁缓缓吊入水中，搁置在海床面上。严格按照埋设犁的投放操作规程作业：

- 1)埋设犁起吊，脱离停放架；
- 2)海缆装入埋设犁腹部，关上门板并在埋设犁海缆出口处设置吊点，保证投放埋设犁时海缆的弯曲半径；
- 3)埋设犁缓缓搁置海床面；
- 4)潜水员水下检查海缆与埋设犁相对位置，并解除吊点；
- 5)启动 2 台高压海水泵；
- 6)启动埋深监测系统；
- 7)启动牵引卷扬机；
- 8)施工船起锚，开始牵引埋设作业。



图 1.4.3-1 投放埋设犁图

(2) 埋设调节与控制

埋设犁的埋设速度由卷扬机的绞缆线速度来决定，并由连接于卷扬机的变频器来控制与调节，埋设速度一般控制在 3-8m/min。

在施工过程中，海缆埋设深度可通过调节牵引速度、水泵压力、牵引力以及埋设犁姿态等手段来控制。本工程采用 2 台高压水泵，最大流量可以达到 240m³/h，工作压力达到 2.2Mpa，确保施工船的牵引速度在 10m/min 时，海缆的最大埋设深度可达到 3.5 米。另外增配 2 台高压水泵，确保达到设计埋设深度 3 米。

海缆埋设时，施工船易偏离路由轴线，拟采用拖轮及锚艇，在施工船背水侧或背风侧进行顶推，以纠正埋深施工船的航向偏差。考虑到施工区域潮流流速较快，施工时提前抛设领水锚，防止船舶偏离路由距离过大，以确保本次施工路由偏差控制在左右 3 米范围内。

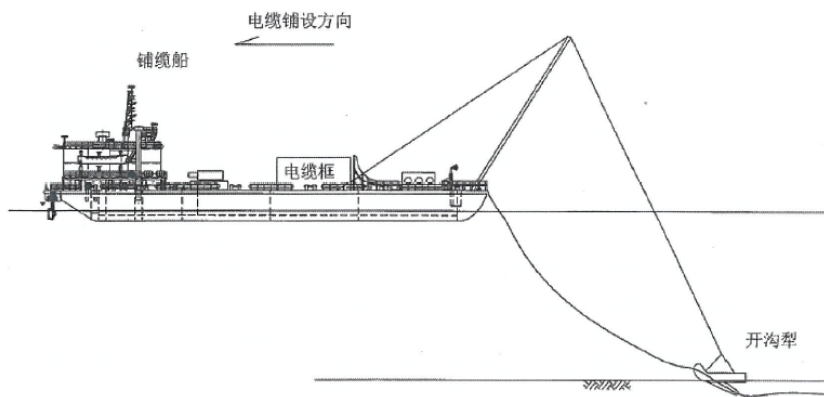


图 1.4.3-2 埋设过程示意图

(3) 埋设犁的回收



图 1.4.3-3 埋设犁回收

待施工船施工至海陆缆转换平台时，需将埋设犁回收至施工船甲板上，然后才能进行末端登陆上平台。

抛设四只“八”字开锚以固定船位，然后进行埋设犁的回收操作。严格按照以下操作规程操作：

- 1)调整牵引钢缆和埋设犁起吊索具，将埋设犁移至距左舷甲板 7m 处；
- 2)采用卷扬机将埋设犁吊出水面，调整牵引钢缆及起吊索具将埋设犁放置在专用存放架上；
- 3)将海缆从埋设犁海缆通道内取出并放入入水槽中。将海缆从海缆通道内取出时，在埋设犁尾部海缆出口处设置 2 个吊点保证海缆足够的弯曲半径。

(4) 海缆截断封堵

在海缆终端登陆前，需完成终端登陆的施工准备工作。利用测距仪、皮尺等

测量器具测量计算所需登陆的距离，在施工船上截下余缆，并对截断海缆两端进行铅包封堵工作，防止海缆截断后，外界环境对其电气性能及绝缘性能造成影响。

1) 登陆平台段

海缆在近平台段采用穿 J 型管施工方式，具体描述如下：

海缆末端登陆平台

海缆引入海陆缆转换平台前，考虑到以后更换海缆终端和基础冲刷，在进入海陆缆转换平台前采用大“S”形沉放至海床上，弯曲半径不小于海缆直径 20 倍，并按照设计要求预留一定长度。

施工船靠近海陆缆转换平台后，进行海缆末端登陆平台施工。海缆自 J 型管喇叭口起始计算登录海陆缆转换平台所需的长度，需在喇叭口处的海缆作标识，方便后续弯曲限制器和中心夹具安装，并在施工船甲板上按照“8”字型盘出海缆，使海缆头位于上方。

（1）海缆穿 J 型管登陆施工前，需要在拼装完成的 J 型管内穿一根转换绳索，在用于把连接海缆的正式牵引钢丝绳引出管口。转换绳索可采用 $\phi 12\text{mm}$ 的尼龙绳，分别把从上口与下口引出的绳索共同绑在 J 型管的中间位置，方便在正式登陆施工的时候拿取。



图 1.4.3-4 海缆连接牵引钢丝绳

（2）复合海缆引上海陆缆转换平台，首先应释放牵引绳，此时将海缆牵引头系于预先铺设在海缆终端平台的钢丝绳上，通过机械作业，复合缆穿过海陆缆

转换平台 J 型管下端口，并由牵引设备牵拉至预定位置，此时，释放海缆到达之前作标记处开始安装中心夹具及弯曲限制器，按照本方案规定安装。安装完成后，继续重复以上步骤牵引海缆，直到海缆牵引出来的长度达到之前计算的长度后，此时牵引力度加大，通过潜水员下水探摸，确保中心夹具完全进入喇叭口后停止牵引。然后通过海缆锚固装置、夹具等将复合缆固定于海陆缆转换平台上。在锚固装置位置处剥铠，将海缆与光缆分离，海缆全程缠绕防火包带及锚固后 1.5 米范围内刷防火涂料，后安装波纹管保护，按照预留长度引至海陆缆转换接头位置；分离后的光缆需接入光缆接续盒内，完成与尾纤光纤熔接工作。



图 1.4.3-5 中心夹具和弯曲限制器安装

2、定向钻施工

登陆点位于砂质岸线，为最大程度的保护自然岸线不受影响，登陆段采用定向钻施工的方式进行登陆，定向钻入土点位于离岸约 300m 左右空地位置（便于施工临时用地），出土点位于离岸 200m 海中段（水深在 3m 左右），定向钻总施工长度 500m 左右，最大施工深度 12m 左右。路由拐点坐标见表 1.4.3-1。

表 1.4.3-1 路由拐点坐标

序号	拐点	经度	纬度	路由长度(km)	依据
1	A0	115°41'58.274"E	22°51'9.081"N	0	定向钻入土点
2	A1	115°41'53.830"E	22°51'0.000"N	0.3	登陆点
3	A2	115°41'50.992"E	22°50'54.190"N	0.5	定向钻出土点
4	A3	115°40'38.854"E	22°49'27.627"N	3.86	避让确权养殖区
5	A4	115°40'33.550"E	22°48'28.191"N	5.7	平台登陆点

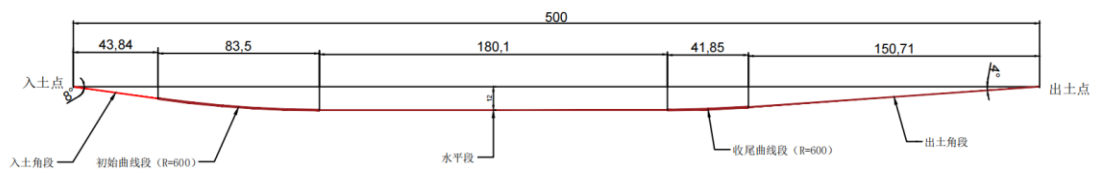


图 1.4.3-6 定向钻剖面施工示意图



图 1.4.3-7 定向钻平面施工示意图

定向钻穿越施工主要包括测量放线、入钻坑（锚固井）、泥浆配置、控向、预扩孔、回拖和泥浆处理等工艺流程。

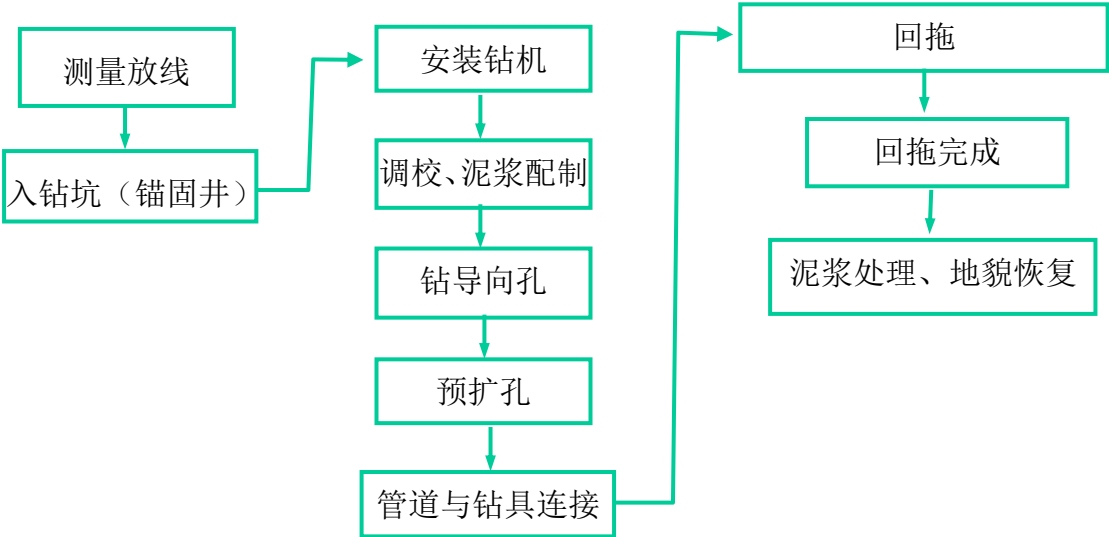


图 1.4.3-8 定向钻施工工艺流程图

（1）测量放线

测量按质完成本工程的首要保证条件之一。正确无误地做好施工测量工作，在施工测量中不能出现差错，各项测量误差必须在允许值以内，决不能产生由于测量出现差错造成返工或工程隐患。

（2）入钻坑（锚固井）

挖入钻坑 1 个。四周用钢板桩支护，内侧采用混凝土预制，钻机场地锚箱尺寸为 8m×2m×1.5m，为切实保证地锚的稳定性，采用了地锚挡板（12m×2m×20mm）与水泥地锚相结合安装的方式，并在地锚挡板之前夯入起加强作用的 20A # 槽钢，在水泥地锚内安装好地锚箱之后，可确保钻机承受回拖时的巨大拉力，处于稳固的工作状态。具体的安装示意图如下图所示：

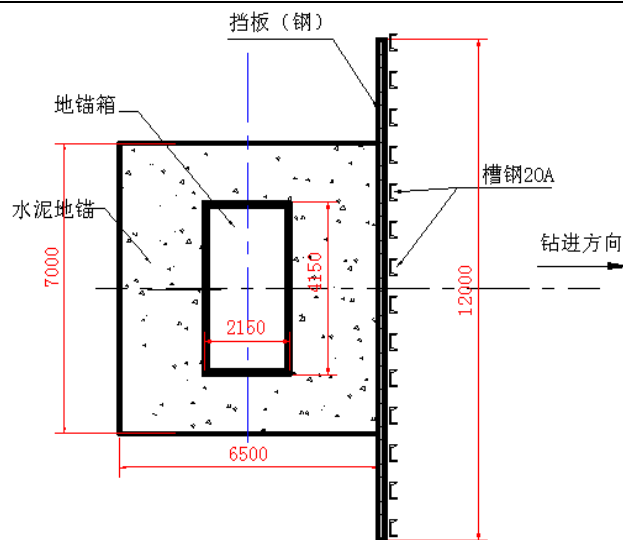


图 1.4.3-9 地锚预制图

(3) 泥浆配置

1) 泥浆配置

因附近缺乏淡水，施工时需要使用海水进行配置泥浆。泥浆配比是否合理，是穿越中的关键因素，对成孔起决定性作用。一般的操作步骤及配比如下：

a.按照事先确定好的泥浆配比用海水专用膨润土加上泥浆添加剂，配出符合要求的泥浆。

b.使用海水专用泥浆添加剂：降失水剂、提粘剂和防塌润滑剂等。

c.为了确保泥浆的性能，使膨润土有足够的膨化时间，在用量不变的情况下，采取两套泥浆储存罐，延长循环周期的措施。

2) 泥浆回收

钻机场地有一个泥浆收集池，入钻处及卸压井处反出的泥浆通过泥浆池收集，再经过泥浆回收系统回收再使用。



图 1.4.3-10 泥浆回收装置

(4) 控向

本次穿越水面较多，无线控向很难跟踪测量。控向设备采用地磁有线控向系统。为保障导向数据的精确性、曲线的准确度，拟采用雪威控向系统和无线磁靶地面控向技术相结合，这样能保证信号的接收，从而确保导向孔能够按照设计曲线准确施工。

无线磁靶通过船载的方式在海面上按固定点位停留的方式进行配合雪威软件测量数据。

磁靶是一个单机磁场源，该磁场源具有高达 80m 范围的有效工作范围。磁场由两根沿导向方向相互垂直的水平线圈产生。这种设置能产生一个有方向的磁场，该磁场可被控向工具里的三个磁传感器测量。软件程序使用这些测量后可以计算出个三维矢量来表示磁靶和控向工具之间的距离，因为已知磁靶线圈的磁场强度，位置以及方向，则可计算出控向工具的绝对位置。



图 1.4.3-11 地磁有线控向系统

钻具连接：钻机 ——> 钻杆 ——> 6 米无磁探棒仓 ——> 泥浆马达 ——> 牙轮钻头

在施工中，要严格按照施工规范，确保每根钻杆的操作符合设计所规定的曲率半径范围。钻进过程中，要根据泥浆返流情况及时做出正确的判断，掌握地层的实际情况，合理利用泥浆的润滑、护壁作用，防止沉砂、塌孔、包钻、卡钻。

穿越控向图中的标注应规范，对穿越情况和运行设置应有详尽的描述。

在感觉地磁精确不够的情况下要根据实际情况布置人工磁场,消除因地磁与外界磁源对钻机的干扰,以达到控向的精确度。

导向孔根据设计好的轨迹线路,每根钻杆(6m)转角约为1.5度。导向孔钻进曲线严格按照穿越施工规范和设计图纸曲线要求,根据钻孔轨迹和数据记录,确定此导向孔是否可用。其中,导向孔实际穿越曲线与设计穿越曲线的偏移量半径不应大于0.5m;出土点沿设计轴线的纵向偏差不大于穿越长度的1%,且不大于3m,横向偏差不大于穿越长度的1%,且不大于0.5m。

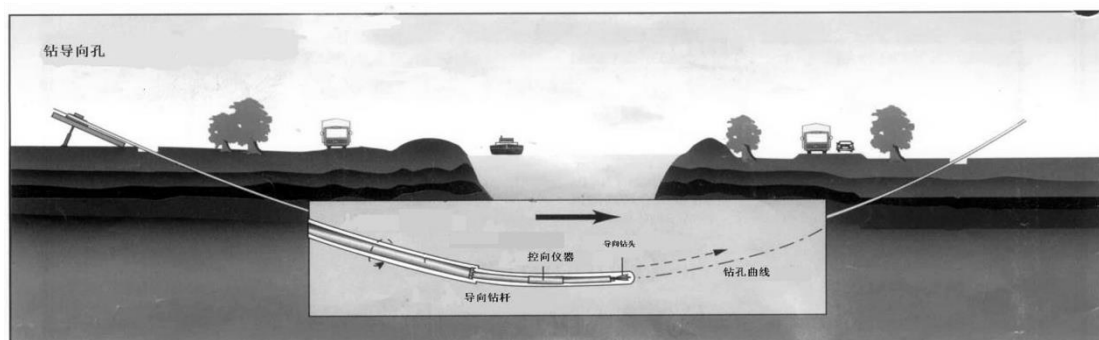


图 1.4.3-12 导向孔钻进示意图

(5) 预扩孔

当导向孔作业完成后,仔细分析导向孔实际曲线,确定导向孔曲线能够满足标准规范和扩孔、回拖作业的要求后,由专业潜水员采用钢丝软绳栓至导向钻头牵引到搭建的钢板平台上,由平台上的吊车牵制导向钻头的软绳,把钻头牵制到平台上,换扩孔器连接扩孔器后方钻杆,用吊车把换好的钻杆、扩孔器放置海底。

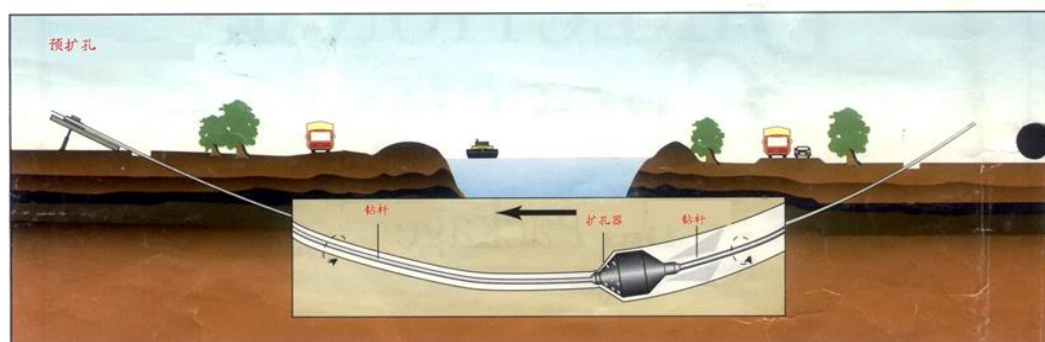


图 1.4.3-13 预扩孔示意图

穿越管道直径为: $\phi 400$ mm; 根据穿越扩孔的要求: 扩孔直径达到管径的1.3-1.5倍,而根据地质报告描述,此次定向钻穿越的主要地层是细砂,确定预扩孔工艺为三级扩孔。为 $\phi 300$ mm、 $\phi 500$ mm、 $\phi 700$ mm 扩孔。

在扩孔过程中,根据各地层的不同变化灵活的控制扭矩,尽可能保证扩孔速度的均匀和泥浆排量、泥浆压力的均匀,保持井口返浆容量较大和流速基本不变,避免返浆倒灌入孔道内。若扩孔时局部扭矩过大,应当立即降低扩孔进尺速度,同时加大泥浆排量和泥浆压力,确定扩孔器重新切削后逐步降低泥浆流量和压力到平均速度。

扩孔完成后,根据扩孔情况确定是否需要进行洗孔。洗孔采用 $\phi 600\text{mm}$ 扩孔器。在洗孔时,增加泥浆流量 $20\%\sim 30\%$,尽量携带多的砂屑,并在遇到局部塌方地段,重新扩孔成形。若一次清孔未能降低扭矩和推拉力,可以进行第二次洗孔。

(6) 回拖

管线回拖时按以下顺序进行钻进与管道连接:

钻杆—扩孔器—旋转接头—U形环—管道

回拖管线完成后锯下拖头、封堵管口,进行管口保护。

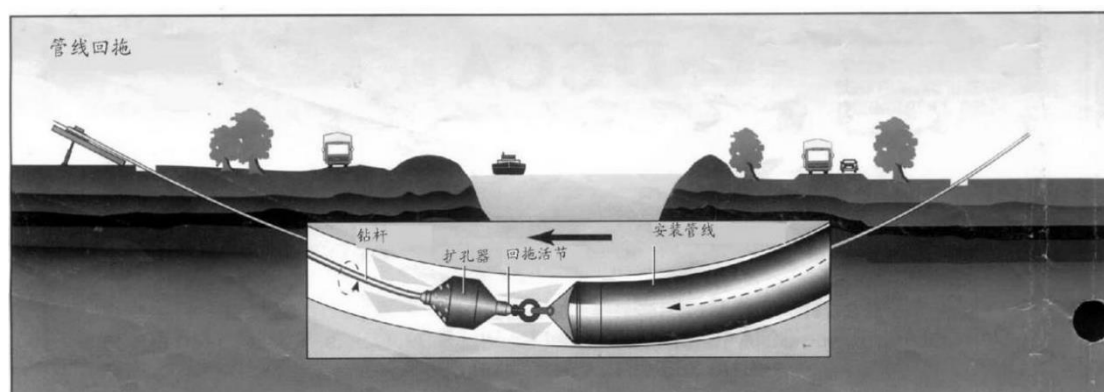


图 1.4.3-14 管道回拖示意图

(7) 泥浆的处理

1) 泥浆回收处理

泥浆回收处理再利用是泥浆处理的主要措施,也是降低施工成本的主要措施。

- a.自然沉淀。在钻机前、出土点附近挖一个沉浆池,使从地下返出的废泥浆流入沉浆池,使废泥浆中的钻屑自然沉淀。
- b.利用污泥泵,将经过初步沉淀的废泥浆抽到泥浆振动筛上。
- c.利用泥浆振动筛将废泥浆进行第一级除砂处理。
- d.利用除砂清洁器将废泥浆进行第二级除砂处理。

e.利用除泥清洁器将废泥浆进行第三级除砂处理。

f.在穿越施工中，废泥浆一般经过以上三级处理即可满足施工要求，重复再利用。

2) 泥浆外运

回收废泥浆时分离出来的泥沙等，设专门的堆放场地。穿越施工完成后，对剩余泥浆和回收废浆时分离出来的泥砂的处理方法：

a.回收废泥浆时分离出来的泥沙等，设专门的堆放场地。

b.施工完成后，对剩余泥浆和回收废泥浆时分离出来的泥砂运送到当地垃圾填埋场。

c.剩余泥浆外运，都要征得相关部门同意，不可造成环境污染。剩余泥浆外运时要使用密封好的罐车运输，防止运输过程中泥浆洒落到路途上。

1.5 项目用海需求

项目用海类型及方式。本项目申请用海内容包括网箱养殖用海、透水构筑物用海、旅游娱乐用海、海底电缆用海，综合考虑项目性质、用海面积分配比和产值比，本项目以养殖用海为主。根据《海域使用分类》(HY/T-2009)和《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(2023 年 11 月)》，本项目海域使用类型为增养殖用海。根据《海域使用分类》(HY/T123-2009)和《海籍调查规范》(HY/T124-2009)，项目海域使用类型为“渔业用海”(一级类)中的“开放式养殖用海”(二级类)；根据《海域使用论证技术导则》(GB/T52361-2023)和《广东省自然资源厅关于加强海洋资源要素保障促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》(粤自然资规字〔2023〕3 号)，本项目用海方式包括：(1)“开放式”用海(一级方式)中的“开放式养殖”用海(二级方式)，面积 19.1202 公顷；(2)“开放式”用海(一级方式)中的“游乐场”用海(二级方式)，面积 13.9823 公顷；(3)“构筑物”用海(一级方式)中的“透水构筑物”用海(二级方式)，面积 0.6111 公顷；(4)“其他方式”用海(一级方式)中的“海底电缆”用海(二级方式)，面积 10.4775 公顷。

项目用海位置及面积。项目分为 2 个区块，分别是位于碣石湾南侧的养殖区，位于碣石湾北的游乐区和综合平台，项目宗海位置见图 1.6-1，项目平面布置见图 1.6-2。其中养殖区宗海图界址图见图 1.6-3，申请海域使用面积为 19.1202 公

顷；游乐区及综合平台宗海图界址图见图 1.6-4，申请海域使用面积分别为 13.9823 公顷和 0.6111 公顷；海底电缆（路由）宗海图界址图见图 1.6-5，申请海域使用面积 10.4775 公顷。

项目用海期限。根据《中华人民共和国海域使用管理法》，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。”本项目用海年限为 20 年的共 3 宗，分别为综合平台、游乐场区、海底电缆；用海年限为 15 年的共 1 宗，为开放式养殖用海区。

本项目综合平台不占用岸线；海底电缆登陆点以顶管的方式通过岸线，占用岸线 20.1 m。

图 1.6-1 项目宗海位置图

图 1.6-2 项目平面布置图

图 1.6-3 项目宗海界址图（养殖区）

图 1.6-4 项目宗海界址图（游乐区及综合平台）

图 1.6-5 项目宗海界址图（路由）

1.6 项目用海必要性

1.6.1 建设必要性

1、大力推进现代化海洋牧场建设，是国家重大战略部署，是促进地方海洋经济高质量发展的新抓手。

党的二十大做出了发展海洋经济、加快建设海洋强国的重大部署，2023 年“中央一号文件”提出“建设现代化海洋牧场，发展深水网箱、养殖工船等深远海养殖”。海洋牧场，即在一定海域内，基于生态学原理营造多营养层级的海洋生态环境，

充分利用自然生产力，开展生物资源养护和海水增养殖生产的渔场。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》中提出建设现代海洋产业体系，围绕海洋工程、海洋资源、海洋环境等领域突破一批关键核心技术。培育壮大海洋工程装备、海洋生物医药产业，推进海水淡化和海洋能规模化利用，提高海洋文化旅游开发水平。优化近海绿色养殖布局，建设海洋牧场，发展可持续远洋渔业。

2022 年，农业农村部印发了《农业农村部关于加强水生生物资源养护的指导意见》(农渔发〔2022〕23 号)，提出要推进现代化海洋牧场建设，创新海洋牧场管护运营，推动建立多元化投入机制，探索海洋牧场与深远海养殖、旅游观光、休闲垂钓等产业融合发展。2021 年，财政部联合农业农村部印发《关于实施渔业发展支持政策推动渔业高质量发展的通知》(财农〔2021〕41 号)，重点“支持深水网箱和大型智能养殖装备等深远海养殖设施装备建设”，为我国海水养殖业发展提供了财政保障。

2023 年，广东省政府工作报告明确要求“大力发展海洋牧场和深远海养殖”，将其作为发展海洋经济的新抓手。当前，广东正加快推进现代化海洋牧场建设，着力培育万亿级现代化海洋牧场产业集群。为贯彻落实省委、省政府关于深入实施“百县千镇万村”高质量发展工程和全面建设海洋强省的工作部署，加快推动广东省现代化海洋牧场高质量发展，广东省自然资源厅印发了《关于加强海洋资源要素保障促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》(粤自然资规字〔2023〕3 号)。

本项目是响应国家《国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》、广东省政府大力发展海洋经济、全力推进百县千镇万村高质量发展战略，以汕尾市“海洋强市、融湾先行”为指导思想的重点海上渔旅融合项目。

2、建设汕尾市现代化海洋牧场，有利于推动汕尾海洋经济高质量发展

发展海洋经济是汕尾实现高质量发展的必由之路、光明之路。根据《汕尾市海洋经济发展十四五规划》，加快汕尾市海洋经济振兴发展，要创新发展海洋牧场，推动汕尾市海洋养殖由浅海向深远海发展，打造湾区“粤海粮仓”。围绕海洋牧场平台拓展、“养殖+休闲”网箱优化、生态型鱼礁设计等领域，构建多功能、智慧化的现代化海洋牧场，向海洋要资源、要粮食，推动汕尾海洋经济高质量发

展。本项目是南海区第一个“养殖+休闲”的现代化海洋牧场，创新性的融合了两个同属海上经济发展重要方向的既相关又矛盾的行业，深化了当地的海洋文化旅游开发水平和深海渔业的可持续性。项目的实施有利于推动汕尾市渔业经济和旅游经济齐头并进，实现海洋经济高质量发展目标。

3、项目的实施，有利于促进当地渔业产业结构调整、优化改造升级

传统的海产品养殖方式存在着养殖环境污染、养殖难度大、生产效率低下、产品质量不稳定等问题。随着市场需求的不断提高和科技的进步，在海洋养殖行业，养殖效率、产品质量、环保要求等方面的需求也在逐步升级，已成为当下行业发展的主要趋势。

现代化海洋牧场的建设引入了先进技术，采用高效、环保、智能的养殖技术和先进的管理模式，坚固、耐久的养殖设备和机器，可大大提高养殖的效率和成品率，延长了海产品的保鲜期，使产出的产品品质更加卓越，满足消费者对高品质海产品的需要。

本项目要建设的是一座集安全高效渔业养殖装备、绿色环保的低碳建筑、科幻优美的外观设计、梦幻新奇的文旅体验于一身的现代化的“3.0 版”的海洋牧场。是在广东省推动海洋渔业转型升级，促进现代化海洋牧场高质量发展的政策背景下诞生的新一代现代化海洋牧场，为传统渔业带来高效的工作效率的同时，优化了传统渔业的工作环境，增加了渔民的收入，也为传统海上旅游业带来了新的模式和范例。

4、项目紧扣汕尾市“百千万工程”“连带成片”示范片区规划

为深入贯彻落实广东省委“1310”具体部署和市委关于乡村振兴连带成片规划提升工作要求，推动乡村振兴连带成片示范片区高质量发展。汕尾市政府提出了“百千万工程”“连带成片”示范片区规划。陆丰示范片区作为“百千万工程”头号攻坚行动，紧扣产业、文化、风貌、绿美、设施等 5 个要素谋划“魅力滨河”“浪漫海湾”两个示范片区。规划总面积约 284 平方公里，涵盖金厢镇、碣石镇、上英镇和东海街道四个镇街。示范区的总体愿景是以“漫城滨海”旅游度假带连接“魅力滨河”和“浪漫海湾”示范片区，重点打造海口新溪、三六九墟、乌坎渔港、金厢海滨、十二岗海岸、碣石卫城、碣石内港和浅澳渔村等八个项目。项目所在

海域为陆丰碣石湾对开海域，紧邻碣石镇，直面金厢滨海，将与对岸的“魅力滨河”“浪漫海湾”两个示范片区相呼应，互相促进，相得益彰，用各自不同的特色共同为汕尾的海洋渔业和海上文旅事业添砖加瓦。

综上所述，本工程的建设是必要的、符合发展需求的。

1.6.2 用海必要性

本项目拟建造一座“海洋牧场+文旅”模式的现代化“3.0 版”海洋牧场，申请用海内容包括网箱养殖用海、透水构筑物用海、旅游娱乐用海、海底电缆用海等，用海方式包括：（1）“开放式”用海(一级方式)中的“开放式养殖”用海(二级方式)；（2）“开放式”用海(一级方式)中的“游乐场”用海(二级方式)；（3）“构筑物”用海(一级方式)中的“透水构筑物”用海(二级方式)；（4）“其他方式”用海(一级方式)中的“海底电缆”用海(二级方式)。如上节所述，从国家重大战略部署、海洋经济高质量发展、当地渔业产业优化升级、促进渔旅事业发展等角度分析，本项目建设是十分必要的。现代化海洋牧场符合当前的产业政策和发展方向，项目对汕尾市乃至南海区现代化海洋牧场的转型升级具有良好的示范、推广作用，对汕尾市的海洋经济、对海洋生态养殖产业化发展，项目具有良好的社会效益、经济效益和产业集群效益。因此，本项目占用海域是不可避免，也是必要的。

综上所述，本项目用海是必要的。

1.7 项目论证情况

1.7.1 论证依据

1.7.1.1 法律法规

本项目海域使用论证报告表的编制依据主要有下列相关的国家和部门的法律法规，以及其它涉海部门和地方的海域使用和海洋环境保护等管理规定。

（1）《中华人民共和国海域使用管理法》，2001 年 10 月 27 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过；

（2）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月 24 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修订；

（3）《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日十二届人大常委会第

十六次会议第四次修正；

（4）《中华人民共和国海上交通安全法》，2016年11月7日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议修正；

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

（6）《中华人民共和国防洪法》，2015年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议第二次修订；

（7）《中华人民共和国防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院令 第475号），国务院，2006年；《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》（国务院令 第676号）修改，国务院，2017；

（8）《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006年；

（9）《海域使用权登记办法》，国家海洋局，2006年；

（10）《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年；

（11）《财政部、国家海洋局印发<关于调整海域无居民海岛使用金征收标准>的通知》，财综〔2018〕15号，财政部、国家海洋局，2018年3月13日；

（12）《国家海洋局关于进一步规范海域使用论证管理工作的意见》（国海规范〔2016〕10号），国家海洋局，2016年12月27日；

（13）《中华人民共和国湿地保护法》，全国人民代表大会常务委员会，自2022年6月1日起施行；

（14）《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知自然资规》（自然资规〔2021〕1号），自然资源部，2021年1月；

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

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

（17）《广东省海域使用管理条例》，2021年9月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正；

- (18) 《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》，2018 年 11 月 29 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正；
- (19) 《广东省渔业管理条例》，2015 年 12 月 30 日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十二次会议第二次修正；
- (20) 《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》，粤府办〔2017〕62 号，2017 年 10 月 27 日；
- (21) 《广东省环境保护条例》，2019 年 11 月 29 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十五次会议第二次修正；
- (22) 《广东省湿地保护条例》，广东省人民代表大会常务委员会，2020 年 11 月 27 日；
- (23) 《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》，广东省自然资源厅办公室，2022 年 2 月 22 日；
- (24) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71 号）；
- (25) 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的通知》（自然资办函〔2022〕640 号），自然资源部办公厅，2022 年；
- (26) 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》，自然资源部，2023 年 6 月 13 日；
- (27) 《广东省自然资源厅关于加强海洋资源要素保障 促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》（粤自然资规字〔2023〕3 号），广东省自然资源厅，2023 年 7 月 1 日；
- (28) 《广东省生态环境厅 关于优化环境影响评价管理促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》（粤环函〔2023〕418 号），广东省生态环境厅，2023 年 8 月 4 日；
- (29) 《广东省海域使用金征收标准（2022 年修订）》（粤财规〔2022〕4 号），2022 年 6 月 17 日；
- (30) 《广东省农业农村厅关于印发<现代化海洋牧场生态养殖工作指引（试行）>的通知》（粤农农函〔2023〕915 号），广东省农业农村厅，2023 年

8月22日。

1.7.1.2 技术标准和规范

海域使用论证执行的技术规范和标准主要有：

- (1) 《海域使用论证技术导则》，GB/T 42361-2023；
- (2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T 19485-2014；
- (3) 《海域使用分类》，HY/T 123-2009；
- (4) 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；
- (5) 《宗海图编绘技术规范》，HY/T 251-2018；
- (6) 《全球定位系统（GPS）测量规范》，GB/T18314-2009；
- (7) 《海洋观测规范 第2部分：海滨观测》，GB/T14914.2-2019；
- (8) 《深水网箱养殖技术规范》（DB44T 742-2010）；
- (9) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T 9110-2007；
- (10) 《海洋监测规范》，GB 17378-2007；
- (11) 《海洋调查规范》，GB/T 12763-2007；
- (12) 《海水水质标准》，GB3097-1997；
- (13) 《海洋生物质量》，GB18421-2001；
- (14) 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002；
- (15) 《渔业水质标准》，GB11607-1989；
- (16) 《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》；
- (17) 《无公害食品 海水养殖用水水质》，NY 5052。

1.7.1.3 政策及规划依据

(1) 《“十四五”海洋经济发展规划》，国家发展改革委、自然资源部，发改地区〔2021〕1148号；

(2) 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，国务院，2012年11月；

(3) 《广东省海洋生态文明建设行动计划（2016-2020）》，广东省海洋与渔业局，2016年11月；

(4) 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知（粤环〔2022〕7号）》，广东省生态环境厅，2022年4月27日；

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

(6) 《广东省海洋主体功能区规划》，广东省海洋与渔业厅、广东省发展和改革委员会，2017 年 12 月；

(7) 《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》；

(8) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（2021 年 9 月）；

(9) 《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》，广东省人民政府，2017 年 10 月 27 日；

(10) 《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》，国务院，2023 年 8 月；

(11) 《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》，广东省海洋与渔业局，2011 年 8 月；

(12) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，广东省人民政府、国家海洋局，2017 年 12 月；

(13) 《汕尾市国土空间总体规划（2020—2035 年）》（公示稿）；

(14) 《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》

(15) 《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）》

(16) 《汕尾港总体规划（2021-2035）》

(17) 《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

(18) 《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》

(19) 《汕尾市沿海经济带综合发展规划（2021-2035 年）》

(20) 《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》

(21) 《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》

1.7.1.4 项目基础资料

(1) 《汕尾华电现代化海洋牧场项目可行性研究报告（收口版）》，中集海洋工程研究院有限公司，2024年5月；

(2) 与项目相关的其他资料。

1.7.2 论证等级

根据《海域使用分类》(HY/T-2009))、《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(2023 年 11 月)》《海域使用论证技术导则》(GB/T52361-2023)和《广东省自然资源厅关于加强海洋资源要素保障促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》(粤自然资规字〔2023〕3 号)，本项目用海方式包括：（1）“开放式”用海(一级方式)中的“开放式养殖”用海(二级方式)，面积 19.1202 公顷；（2）“开放式”用海(一级方式)中的“游乐场”用海(二级方式)，面积 13.9823 公顷；（3）“构筑物”用海(一级方式)中的“透水构筑物”用海(二级方式)，面积 0.6111 公顷；（4）“其他方式”用海(一级方式)中的“海底电缆”用海(二级方式)，面积 10.4775 公顷。

根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)中关于海域使用论证等级判据（见表 1.7.2-1），项目海域使用论证**按三级开展**，编制项目海域使用论证报告表。

表 1.7.2-1 海域使用论证等级判据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	透水构筑物	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
开放式	开放式养殖	用海面积小于 700ha	所有海域	三
	浴场、游乐场	用海面积小于 500ha	所有海域	三
其他方式	海底电（光）缆	所有规模	敏感海域	二
			其他海域	三

1.7.3 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)，“一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15 km，二级论证 8 km，三级论证 5 km；跨海桥梁、海底管线、航道等线性工程项目用海的论证范围划定，一级论证每侧向外扩展 5 km，二级论证 3 km，三级论证 1.5 km。”本项目论证等级为三级，论证范围以项目用海外缘线为起点向外扩展 5 km（海底电缆 3 km），由于本项目包含两个厂址和海底电缆，且两个厂址相距离 12.67 km，

为避免论证范围出现割裂的情况，本次论证范围将略有扩大，以包含两个厂址和海底电缆所外扩范围。本次论证范围的坐标为 $115^{\circ}37'26.609''\sim 115^{\circ}49'17.821''\text{E}$ ， $22^{\circ}39'30.23''\sim 22^{\circ}51'49.038''\text{N}$ ，论证范围面积约 408.18km^2 ，见图 1.7.3-1。



图 1.7.3-1 论证范围图

1.7.4 论证重点

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求，结合项目用海所在的海域实际情况，本项目海域使用论证重点确定如下：

- （1）选址（线）合理性分析；
- （2）用海方式合理性；
- （3）用海面积合理性；
- （4）海域开发利用协调分析
- （5）资源生态影响。

2 项目所在海域概况

2.1 海洋资源概况

2.1.1 岸线资源

汕尾拥有碣石湾、红海湾两大海湾，全市海岸线长 455.2 公里，占全省岸线 11.06%，居全省第二位、粤东地区第一位，尚可开发岸线 221.2 公里，占总长 48.59%，具有较大发展空间。拥有海岛 881 个，居全省第一，其中 500 平方米以上岛屿 133 个（含东沙岛）。较大岛屿有龟龄、屿仔、江牡、芒屿、菜屿、金屿等。沿岸拥有小漠、鲘门、马宫、汕尾、捷胜、遮浪、大湖、乌坎、金厢、碣石、湖东和甲子 12 座渔港。近岸海域水质总体良好，大部分检测项目指标值均在国家海水水质二类标准之内，局部区域受陆源污染影响，个别站位活性磷酸盐含量符合第四类海水水质标准，油类含量符合第三类海水水质标准。

2.1.2 岛礁资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。

汕尾市海岛共 428 个，为全省最多，约占全省海岛总数的 21.8%，其中包括有居民海岛 2 个，无居民海岛 426 个。根据行政区划，全市 2 个有居民海岛均属于村级岛，即小岛和施公寮岛。

全市全市海岛总面积约 14 平方千米，占全省海岛总面积的 1.0%，其中面积大于 1 万平方米的海岛共 23 个。全市海岛岸线总长约 107 千米，占全省海岛岸线总长度的 4.5%。

（1）江牡岛

江牡岛位于汕尾市红海湾中部，马宫港西面，距陆地直线距离 3.7 公里，地理坐标为北纬 22°44'16"~22°44'41"，东经 115°10'53"~115°11'29"。江牡岛位于项目西南侧。江牡岛面积 45.6904 公顷。汕尾江牡岛土地类型主要为基岩山地，最高海拔 31 米，位于海岛东北部。由花岗岩构成，有山峰 3 座，东西走向，东北高西南低，表层的乔木和灌丛茂盛，覆盖率约 85%。岛岸曲折陡峭，多为石质，南岸多峭壁。汕尾江牡岛的岸线总长度 4716 米。按海岛岸线类型分，汕尾江牡岛的岸线由基岩、砂质和构筑物组成。其中汕尾江牡岛主要岸线类型为基岩，

长度 4466 米，占全岛岸线的 94.7%；砂质岸线长度 107 米，占全岛岸线的 2.3%；构筑物岸线长度 143 米，占全岛岸线的 3.0%。

江牡岛海产有马鲛、鲳鱼、石斑、海胆、海藻等。20 世纪六十年代，马宫镇渔民及居民曾到岛上开荒造田，种植作物，开办农场。岛上有淡水。汕尾江牡岛已进行一定程度的渔业开发利用，包括西南侧登岛码头、沿岸防护栏、海岛小路、科研养殖公司、海洋观察室、西北侧扇贝养殖场、西北侧破损码头、太阳能装置等；海岛周边海域南侧有开放式养殖用海权属、北侧及西北侧有大量开放式养殖及海洋牧场等。

（2）南澳半岛

南澳半岛，又称遮浪半岛，是红海湾和碣石湾交界的突出部，濒临南海，素称“粤东麒麟角”，是汕尾八景之一，全省十大最迷人的滨海旅游景区之一，是汕尾市旅游龙头景区。音乐大师马思聪、书画大家赖少其、革命文学先驱者丘东平、民俗学大师钟敬文、中国散文诗泰斗柯蓝、音乐家施光南等文化名流曾到此揽胜采风，触发创作灵感。

（3）龟龄岛

该岛造型奇特，地貌丰富。岛上两座同峰分踞东西两侧，东侧主峰海拔 53.6m，山体形若龟背，并向东南蜿蜒入海，极象龟背；西端为次高峰，海拔 22.8m，状若龟头，其下侧有一高出海面面积约为 3m² 的海蚀平台。次峰为花岗岩，风化形成巨石垒叠，形象逼真的风景地貌有：南天门、羊回头、卧佛、蘑菇石等。

（4）莱屿岛

莱屿岛座落于汕尾市遮浪角西南，红海湾东南角。为汕头至广州、香港航线必经地。由竹竿屿、妈屿、东屿、白担、内已仔、大印、印仔 7 岛和众多礁石组成，岛屿总面积 0.4km²。

（5）金屿岛

金屿岛，又称神秘岛，位于红灯海湾开发区遮浪东北面。岛上怪石嶙峋，壁崖陡峭，隐蔽处的天然石涧形似小屋，可容数人，常年流淌着甘甜、清澈的泉水；西北距大陆 3.44km，东北侧与小金屿相邻，长 800m，最宽 440m，最窄 90m，面积 0.1767km²，由花岗岩构成，表层为黄沙粘土，岛上三峰，主峰海拔高 36.7m。

(6) 遮浪岩岛

遮浪岩岛，又称灯塔岛，座落在遮浪(南澳)半岛的东南端，距国际航道仅海里，是红海湾与碣石湾的分割点，与南澳半岛一衣带水，仅隔一条 0.16km 宽的海峡，宛如与南澳半岛相依相伴的一颗明珠。

2.1.3 港口资源

汕尾港位于广东省东南沿海，分布在红海湾和碣石湾内。该港地处汕头港至珠江口之间海岸线的中部，地理位置优越。东距汕头港 117 海里；西距香港维多利亚港 81 海里、广州港黄埔港区 163 海里，地理位置优越，是粤东地区重要的对外贸易口岸和渔业基地之一。

汕尾市目前有汕尾港区、汕尾新港区（红海湾）、海丰港区和陆丰港区共 4 个港区，截至 2013 年，该港拥有各类生产泊位 28 个。汕尾港具有航道短、波浪小、泥沙少、岸线稳定等特点，港口设备完善，陆上交通便利，附近有很多可利用的港湾。

汕尾市作为连接珠三角和粤东地区的重要沿海港口城市，是全国首批对外开放的 16 个港口之一，国家一类港口，是广东沿海重要外贸口岸和物资集散枢纽，港口经济发展条件优越。从地理位置上看，本项目与汕尾各港区码头距离较远，相互影响不大。

2.1.4 航道资源

根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013 年 5 月），汕尾港航道主要有汕尾作业区航道（自 1#航标~5#航标）、汕尾作业区内航道、马宫作业区航道、鲗门作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道和乌坎作业区航道。航道具体情况见图 2.1.4-1 所示。

汕尾市港口目前共有 7 条航道：

（1）汕尾港航道：汕尾港航道分外航道和港内航道两部分；①汕尾港外航道：自引航锚地至三点金灯桩东南 0.5 海里处，为人工疏浚航道，全长 2.55 海里，设计航道底宽 75m，基准水深-5.2~-7.0m，可供 5000 吨级船舶进出港。②汕尾港内航道：由沙舌北端至港内东端码头之间的水道（即涨落潮流冲刷的深槽线），

可航水域宽 100m~200m，泥沙底，设有港内引航灯桩。自然航道，基准水深在 -3.5~-7.0m。

（2）马宫港航道：自然航道，基准水深-3.0~-4.5m，可航水域宽度 120m，泥沙底；

（3）鲎门港航道：自然航道，基准水深-2.8~-4.5m，可航水域宽 120m，泥沙底；

（4）甲子港航道：长度为 1.46 海里，水深最浅处为-2.8m，可航水域最窄处约为 60m，泥沙底；

（5）碣石港航道：长度为 2.8 海里，水深最浅处为-5.1m，可航水域最窄处为 60m，泥沙底；

（6）乌坎港航道：航道为人工疏浚航道，自 22°52'26"N/115°39'42"E 处入口至乌坎码头总长度为 1.13 海里，基准水深-2.7~-6.0m，泥沙底。

（7）红海湾发电厂码头航道：航道总长 2.22 海里，其中外航道（北拦沙堤堤头以外）1.72 海里，内航道（北拦沙堤堤头至港池）0.5 海里，航道水深 15.7m，宽 300m。



图 2.1.4-1 项目附近航道图

2.1.5 锚地资源

汕尾港总体规划现有锚地与规划锚地一致，共 15 个锚地，锚地信息列表见表 2.1.4-1，汕尾港 1~15 号锚地位置如图 2.1.5-1 所示。项目区域不涉及规划锚地和现存锚地。

表 2.1.5-1 项目附近锚地规划表

序号	名称	中心地点	半径/海里	用途
1	大型船舶临时避风锚地	115°13'00.00"， 22°37'00.00"	2	避风、防台
2	过驳锚地	115°17'30.00"， 22°40'00.00"	2	侯泊、过驳、防台
3	引航锚地	115°13'00.00"， 22°44'30.00"	1	引航、防台
4	检疫锚地	115°16'30.00"， 22°45'30.00"	0.5	检疫、防台
5	装运危险货物船舶锚地	115°17'36.00"， 22°46'18.00"	0.5	装运危险货物船舶侯泊
6	检疫锚地	115°09'00.00"， 22°45'60.00"	0.5	检疫、防台
7	装运危险货物船舶	115°07'48.00"， 22°45'60.00"	0.5	装运危险货物

序号	名称	中心地点	半径/海里	用途
	锚地			船舶侯泊
8	引航检疫锚地	115°31'60.00", 22°38'00.00"	1	引航、检疫、防台
9	大型船舶临时避风锚地	115°41'00.00", 22°40'00.00"	2	避风、防台
10	过驳锚地	115°41'00.00", 22°45'00.00"	2	过驳、侯泊、防台
11	引航检疫锚地	115°45'00.00", 22°47'00.00"	0.5	引航、检疫、防台
12	引航检疫锚地	115°40'00.00", 22°49'60.00"	0.5	引航、检疫、防台
13	引航检疫锚地	116°04'23.00", 22°49'54.00"	0.5	引航、检疫、防台
14	引航检疫锚地	115°07'40.00", 22°38'60.00"	0.5	引航、检疫、防台
15	引航检疫锚地	115°09'00.00", 22°36'00.00"	1	引航、检疫、防台



图 2.1.5-1 项目附近锚地位置图

2.1.6 渔业资源

(1) 海洋渔业资源

海域渔业资源极为丰富，在海洋捕捞渔获产量中，鱼类居首位，约占渔获总量的 64%，其次是甲壳类、头足类、贝类和藻类等。鱼类主要种类有金线鱼、带鱼、沙丁鱼、海鳗、鲷、白姑鱼、马面鲀、石斑鱼、小黄鱼、鲳鱼、鲱鱼、大黄鱼、竹荚鱼、鲱鱼等；甲壳类主要有毛虾、对虾、虾蛄、梭子蟹、青蟹等；头足类有乌贼、鱿鱼、章鱼等。海洋捕捞方式有拖网、刺网、围网、张网和钓业等，其中拖网作业产量约占总捕捞量的 77.6%。

（2）海水养殖资源

海水养殖水域主要有滩涂和海上养殖，养殖方式主要有池塘、吊笼、网箱。养殖种类有鱼类、甲壳类、贝类、藻类，其中鱼类主要有：鲈鱼、石斑鱼等；甲壳类有：南美白对虾、斑节对虾、中国对虾、日本对虾、青蟹；贝类有：牡蛎、杂色鲍、螺、蚶、贻贝、江珧、扇贝、文蛤等；藻类主要有海带、裙带菜、紫菜、江蓠等；其它主要有海参和海胆等。淡水养殖主要是池塘养殖，养殖种类主要有：鱼类、甲壳类和贝类。其中鱼类主要有：鲢鱼、鲤鱼、青鱼、草鱼、鲫鱼、鳊鱼、鳙鱼、鳊鱼、泥鳅、淡水白鲳、鳊鱼、罗非鱼、鲈鱼等；甲壳类有：罗氏沼虾、青虾、南美白对虾、河蟹；贝类有：河蚌、螺、蚬；以及龟、鳖、蛙等。

根据《2021 年广东农村统计年鉴》统计：

①2020 年汕尾市渔业经济总产值 2095611.93 万元，其中海洋捕捞产值 385657.88 万元，海水养殖 603662.71 万元。

②渔业人口与从业人员：2020 年，汕尾市共有海洋渔业乡镇 19 个，海洋渔业村 83 个，海洋渔户 28728 户，海洋渔业人口 142682 人。其中，从事海洋捕捞和海水养殖的专业劳动力分别有 24839 人和 8834 人。

③捕捞渔船情况：2020 年，汕尾市拥有机动渔船 4490 艘，总吨位 94715t，总功率 276356kw。其中养殖机动渔船 15 艘，总吨位 23t，总功率 103kw；捕捞机动渔船 181 艘，总吨位 5166t，总功率 24631kw。

④海洋捕捞情况：2020 年，汕尾市海洋捕捞 183644 吨，其中鱼类 120897 吨，甲壳类 39015 吨，贝类 5557 吨，藻类 868 吨，头足类 15640 吨，其他 1667 吨，捕捞方式主要为拖网、围网、刺网等。

⑤海水养殖情况：2020 年，汕尾市海水养殖总产量 353831 吨，总面积 14180

公顷；其中鱼类 87686 吨，面积 3342 公顷；甲壳类 56649 吨，面积 4635 公顷；贝类 208984 吨，面积 6143 公顷；藻类 512 吨，面积 60 公顷。

2.1.7 矿产资源

初步探明汕尾市有矿产资源 6 类 17 种，即有色金属、贵重金属、稀土稀有金属、燃料、黑色金属、金属。主要的矿产是锡、花岗岩、海河砂、硫铁矿、玻璃砂、矿泉水、地下热水。其中储量较大的锡矿，主要分布在海丰县的长埔、吉水门、银瓶山，陆丰市的博美等地。境内各地都有花岗岩；硫铁矿在海陆丰交界的官田；玻璃砂主要分布在市城区、红海湾的遮浪和陆丰的沿海一带；陆丰市的大安及海丰大湖有丰富的高岭土，陆丰市有丰富储量的钛铁和独居石及锆英。此外，全市还蕴藏优质的地热水、矿泉水和相当可观的钨、铜、铅、锌、金属铍、水晶石、钾长石等的矿产资源。

2.1.8 旅游资源

汕尾市海岸线上分布着众多沙滩、奇岩、岛礁、古迹等滨海迷人风光，“神、海、沙、石”兼备，具有“阳光、沙滩、海水、空气、绿色”5 个旅游资源基本要素，历史、人文内容也十分丰富，适于开发观光旅游、购物旅游、宗教旅游。金厢、遮浪、捷胜等地海滩连绵，安全系数高、沙质细软，海水水质好，开发滨海旅游条件得天独厚，是海水浴场、日光浴场、水上运动场优良场所，其中以遮浪和金厢旅游资源开发潜力最大。遮浪山、海、湖、角风光旖旎，是国家重点海水浴场之一；观音岭金厢滩沙白、水清、浪小，岭前奇石众多，是一个理想的滨海度假胜地。龟龄岛、小岛等海岛风光旅游资源也具有很大的开发潜力。

红海湾旅游资源分为如下的 8 个主类、28 个亚类、78 个基本类型。基本类型中人文活动、地文景观、水域风光占有较大的优势。旅游资源单体共 119 个，其中建筑与设施类 43 个位居第一层次：地文景观 22 个、人文活动 19 个、遗迹遗址 14 个、水域风光 8 个和天象与气候 5 个，位居第二层次：旅游商品和生物景观各个，单体较少湾交接处突入海的一个半岛，素称“粤东麒麟角”，又称岩岛，因为它名副其实是由礁岩构成的。景点位于红海湾旅游区位于汕尾市区以东 18km 处，湾内有多洁白柔软的沙滩，还有神秘岛、龟龄岛等数个秀丽的岛屿。

海滨自然景光迷人，风光旖旎，区内有唐公墓，郑祖嬉纪念庙古迹。遮浪半岛突入海面，有如屏障似地挡住了东西两面风浪，在半岛两侧不管风向何方，景象迥然不同，当一边波涛滚滚，巨浪排空，万马奔腾，另一边则风平浪静，一碧万顷，波光粼粼，遮浪因而得名。半岛南面有灯塔岛，建有国际航标灯塔；半岛两侧海滩各连绵约 2km，沙白水清，是海水浴理想处。

此外，旅游景点还有水底山温泉庄园、日月湖度假村、天空滑翔伞基地、羊蹄峻岭、小漠湾文旅小镇、壮帝居等，旅游资源丰富、种类多样。

2.1.9“三场一通道”

广东沿海的渔业资源虽种类丰富多样，并有广温性种类出现，但大多数主要经济鱼种以地方性种群为主，常见的多是进行近海至沿岸或在一个海湾、河口作较短距离生殖和索饵洄游的群体，大多数中上层和近底层鱼类有产卵和索饵集群的特征，但不作远距离的洄游，只是随着季节的更替、水系的消长，鱼群由深水处往近岸浅水处往复移动，各种类的分布移动并不一致，因而在大陆架广阔海域可捕到同一种类，地方性特征十分明显。常年栖息于沿岸、浅近海进行索饵、产卵繁殖的种类有赤鼻棱鲷龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲷、圆腹鲱、丽叶鲹、裘氏小沙丁鱼、中华小沙丁鱼、鰺、印度鰺、黄鲫、鳗鲡、黄鳍鲷、大黄鱼、四指马鲛、六指马鲛、银牙鲷、斜纹大棘鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、日本金线鱼、中国鲳、灰鲳等等，其它大多数海水鱼类广泛分布于大陆架海域以内海域，如多齿蛇鲭、花斑蛇鲭、蓝圆鲹、短尾大眼鲷、竹荚鱼、大甲鲹、海鳗、乌鲳、刺鲳、带鱼、鲨鱼、鳐类等。头足类中除火枪乌贼、田乡枪乌贼、柏氏四盘耳乌贼和湾斑蛸等分布于沿岸、河口之外，其他大多数种分布范围较广，可分布至大陆架海域以内。因此，广东省沿岸海域是主要经济物种的产卵场和索饵场。

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下：

（1）南海鱼类产卵场

南海鱼类产卵场分布见图 2.1.9-1 和图 2.19-2，本项目所在海域不位于南海中上层鱼类产卵场内，也不位于南海底层、近底层鱼类产卵场内。

（2）南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域(图 2.1.9-3)，保护期为 1-12 月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

(3) 南海区幼鱼、幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。如图 2.1.9-4，本项位于南海区幼鱼、幼虾保护区内。该保护区主要功能为渔业水域，保护内容为水质和生态。保护区性质为幼鱼幼虾保护区非水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。

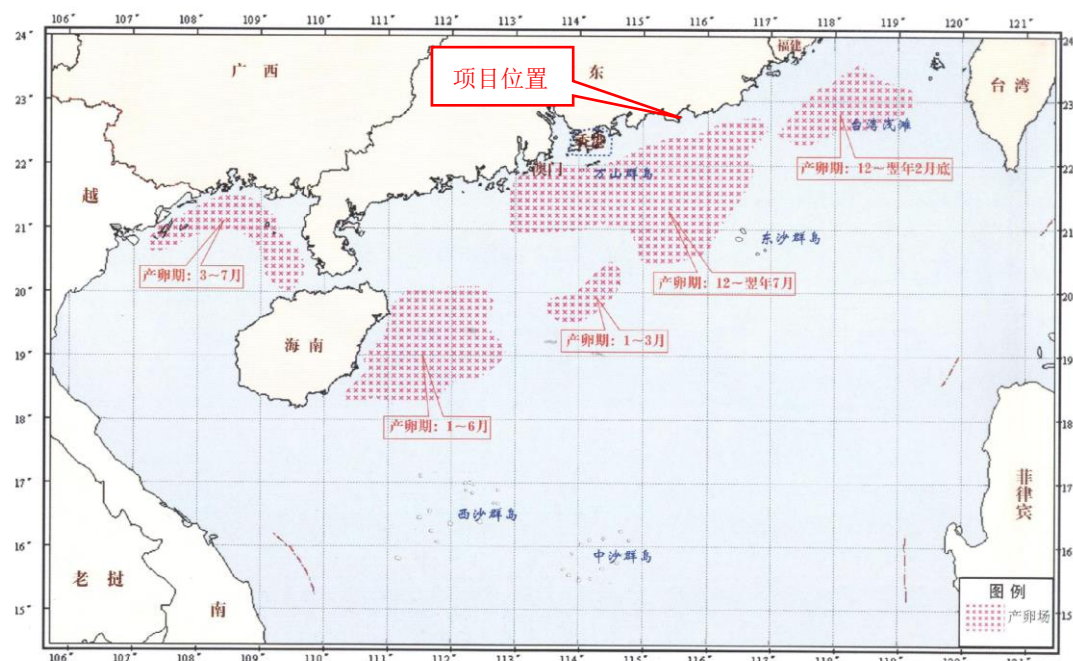


图 2.1.9-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

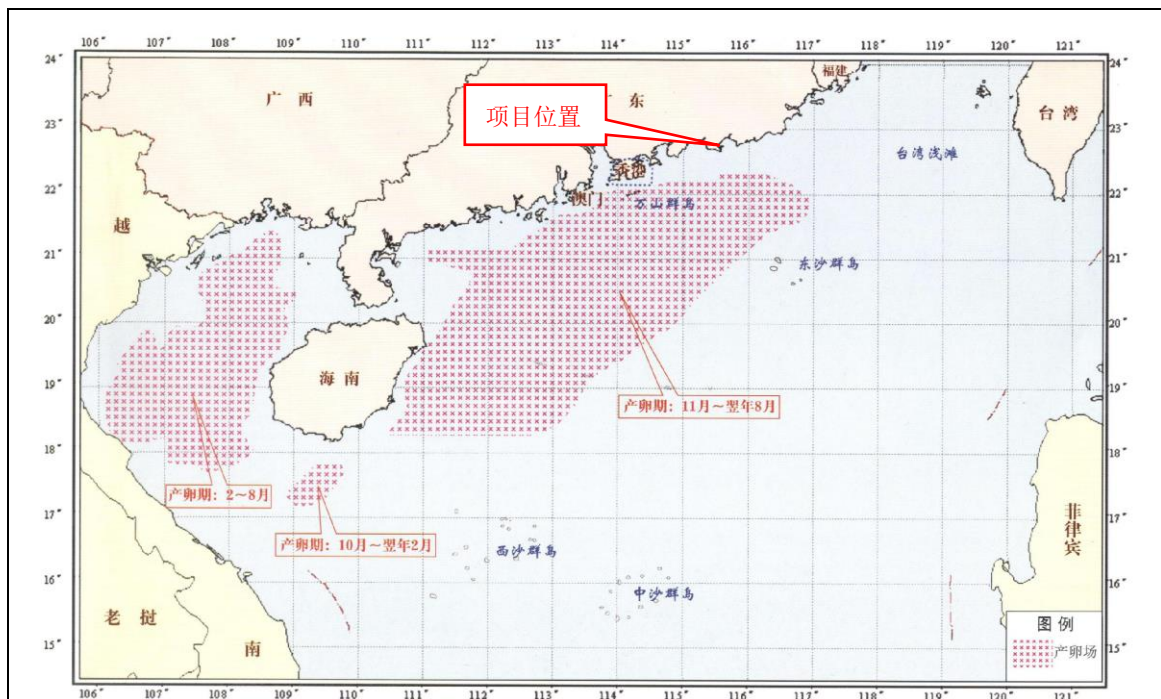


图 2.1.9-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

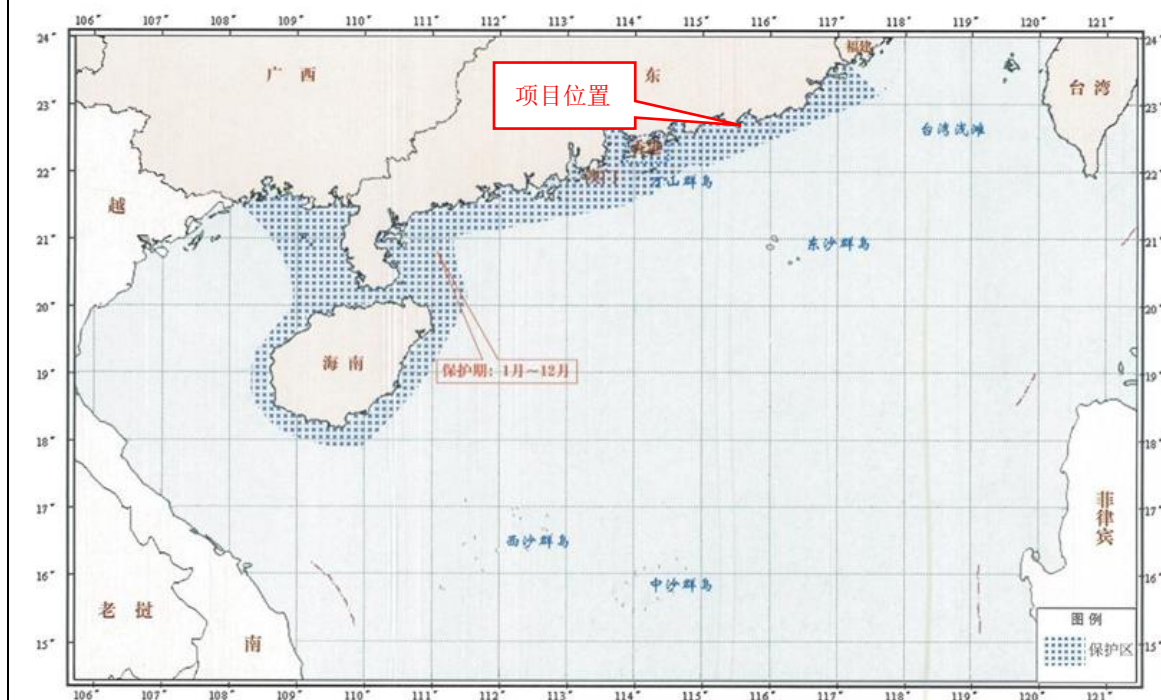


图 2.1.9-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图



图 2.1.9-4 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

2.2 自然环境概况

2.2.1 气候与气象特征

项目位于汕尾碣石湾海域，属广东省东部沿海，其气候属于典型的亚热带季风气候，海洋性气候明显。本节引用遮浪海洋站资料，遮浪站位于广东省汕尾市红海湾遮浪半岛的南澳山上，地理坐标为东经 115°34′，北纬 22°39′。遮浪海洋站属于国家全球海洋立体观测网，拥有长期的水文气象观测资料，以下资料根据 2003-2022 年气象数据统计分析。

表 2.2.1-1 遮浪海洋站常规气象项目统计（2003-2023）

（1）气温

1) 月平均气温与极端气温

遮浪海洋站 7 月气温最高（28.4℃），1 月气温最低（15.3℃），近 20 年极端最高气温出现在 2015 年 8 月 8 日（36.8℃），近 20 年极端最低气温出现在 2005 年 1 月 30 日（1.1℃）。

2) 温度年际变化趋势与周期分析

遮浪海洋站近 20 年气温呈现上升趋势，2015 年年平均气温最高（23.4℃），

2011 年年平均气温最低 (21.2°C)

(2) 降水

1) 月平均降水与极端降水

遮浪海洋站 6 月降水量最大(444.2 毫米),12 月降水量最小(25.3 毫米),近 20 年极端最大日降水出现在 2020 年 6 月 8 日 (282.6 毫米)。

2) 降水年际变化趋势与周期分析

遮浪海洋站近 20 年年降水总量无明显变化趋势,2006 年年总降水量最大(2649 毫米),2009 年年总降水量最小(1111.5 毫米),无明显周期。

(3) 相对湿度

1) 月相对湿度分析

遮浪海洋站 5 月平均相对湿度最大 (94.0%),12 月平均相对湿度最小 (72.9%)。

2) 相对湿度年际变化趋势与周期分析

遮浪海洋站 20 年年平均相对湿度呈现上升趋势,2016 年年平均相对湿度最大 (84.5%),2009 年年平均相对湿度最小 (79.7%)。

(4) 风况

1) 月平均风速

遮浪海洋站 12 月平均风速最大 (7.4 米/秒),5 月风最小 (5.7 米/秒)。

2) 风向特征

遮浪海洋站主要风向为 NW、ENN 和 N,其中以 ENN 为主风向,风向玫瑰图见图 2.2.1-1。

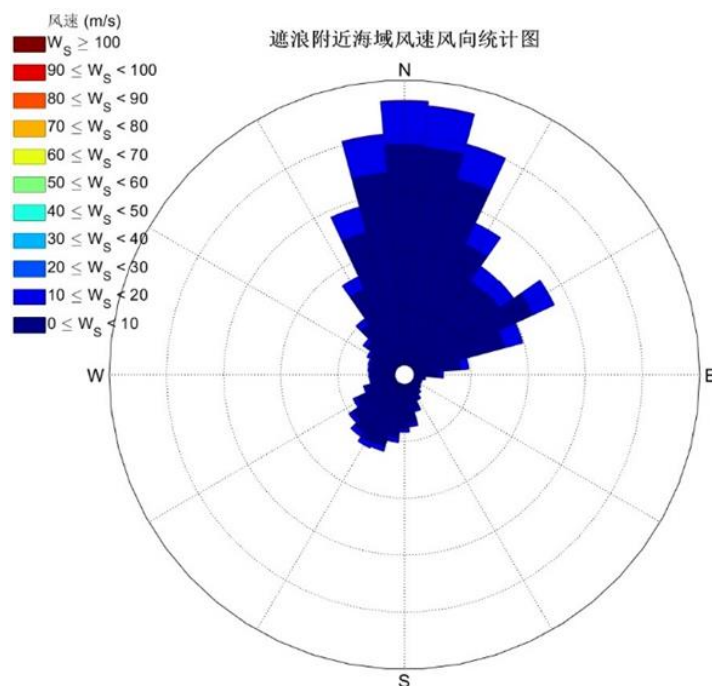


图 2.2.1-1 遮浪附近海域风向风速玫瑰图

3) 风速年际变化特征与周期分析

根据近 20 年资料分析，遮浪海洋站风速呈现下降趋势，2005 年年平均风速最大（8.8 米/秒），2016 年年平均风速最小（6.0 米/秒）。

2.2.2 水文动力特征

2.2.2.1 海洋水文

项目所在海区位于广东沿岸，属于南海北部陆架海域，该海域的环流特征主要包括南海北部陆坡流、南海暖流、广东沿岸流、夏季南海北部上升流、冬季下降流等要素（图 2.2.2-1），而本项目位于汕尾近岸海区，其海流的主要驱动力为周期性的潮流和广东沿岸流。根据以往的水文观测及研究成果，粤东沿岸流受南海季风的影响显著，流向随季风风向变化，冬季为西南向流，夏季为东北向流；另一方面，夏季珠江径流量增大，珠江冲淡水在强西南季风的驱动下得以向东扩展，对粤东近岸的海流和盐度分布产生影响。

项目所在海区的表层水温年度变化范围约为 19-29℃，海水盐度通常在 32-33，夏季在强西南季风的影响下盐度可能会受到珠江冲淡水的影响，使表层盐度等值线向外海扩展移动，项目海区的盐度值可降至 31 左右。此外，夏季西南季风和

粤东沿岸地形均有利于在汕尾至福建沿海区域产生上升流，上升流可驱动深层冷水向岸爬升，进而影响海水温度和盐度的垂向分布。

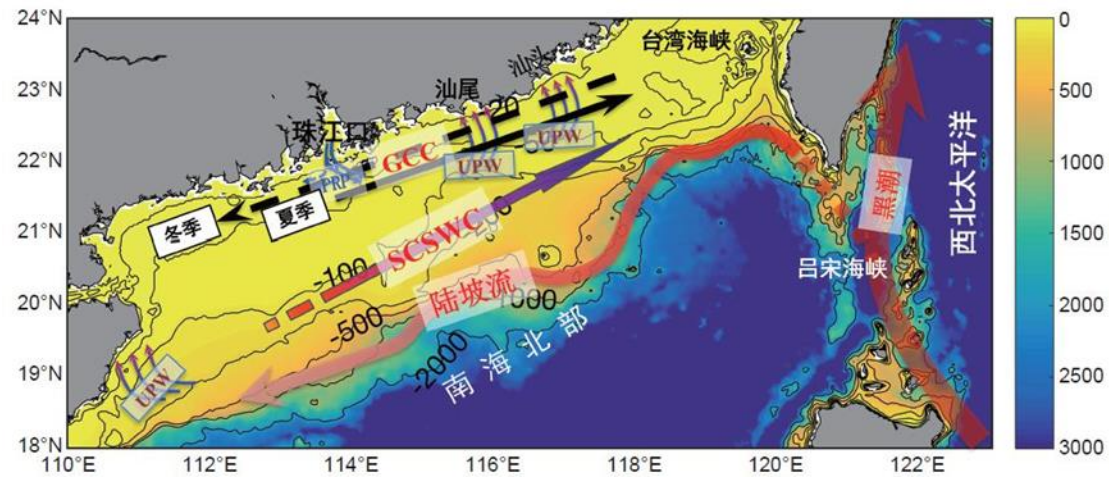


图 2.2.2-1 南海北部流系示意图

项目海域实测海洋水文状况主要根据广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 5 月在项目附近海域观测的潮位、海流和悬沙资料编写。基于项目所在位置及其所属海域的地理特点，本次夏季水文观测共布设潮位站 2 个，定点连续海流观测站 6 个（见表 2.2.2-1 及图 2.2.2-2）。夏季水文观测开展于 2021 年 5 月 27 日至 5 月 29 日，其中潮位站记录潮位数据连续变化，定点连续观测站获取大潮期间各水层流速、流向、温度、盐度、悬沙含量的变化。长周期潮位资料采用项目临近海域具有代表性的遮浪站（东经 115°33.994′，北纬 22°39.002′）的历史观测资料统计而来。以上数据作为本报告的海流、泥沙等海洋水文条件的主要依据。

在理论最低潮面上 0.623m，85 国家高程在理论最低潮面上 0.465m，本节除特别说明外，潮位基面均基于平均海平面。见图 2.2.2-3。

图 2.2.2-3 汕尾站基面关系图（单位：m）

（2）潮位特征

根据 2021 年 5 月 27 日~29 日大潮期间项目海区附近 2 个站位 SWC3 和 SWC4 的实测潮位资料以及 2017 年 12 月遮浪站历史潮位数据（潮位基面为平均海平面，以下潮位值未作特殊说明的均是采用此基面）统计得出项目海区潮位特征值如表 2.2.2-2 所示，SWC3 和 SWC4 站实测潮位变化如图 2.2.2-4 所示。平均高潮位以 SWC3 站为最高，为 0.78m，遮浪站最低，为 0.64m；平均低潮位以遮浪站最高，为 -0.48m，SWC3 站最低，为 -0.74m；最大潮差以遮浪站最大，为 1.84m，SWC4 站最小，为 1.49m；平均潮差以 SWC3 站最大，为 1.59m，遮浪站最小，为 1.13m；观测海域的平均涨潮历时大于落潮历时，在 3 个潮位站中，遮浪站的平均涨潮历时和平均落潮历时差距最大，分别为 14.50h 和 9.50h。各潮位站的潮位数据日周期变化明显，并在其上叠加有半日周期的小幅振荡，长期站遮浪站约 14 天周期的大小潮变化显著。项目海区各站潮差均较小，属于弱潮海区。

表 2.2.2-2 各潮位站潮位特征值（单位：m）

图 2.2.2-4 2021 年 5 月 27~29 日调查站位实测潮位变化

（3）潮汐性质

本海区潮汐主要是由太平洋潮波经巴士海峡和巴林塘海峡进入南海而形成的。对 SWC3 和 SWC4 两个潮位站短期潮位观测资料进行调和分析，得到该海区的主要分潮为 K_1 、 O_1 、 M_2 、 S_2 以及浅水分潮 M_4 、 MS_4 。主要分潮调和常数见表 2.2.2-3，计算得到 SWC3 和 SWC4 两个站的潮性系数 F 值($F = (H_{K1} + H_{O1})/H_{M2}$) 分别为 2.164 和 2.159，属于全日潮为主的混合潮类型。混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从潮位过程曲线可以看到，碣石湾湾口附近海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 2.2.2-3 潮位站主要分潮调和常数表

2.2.2.3 潮流

根据 2021 年 5 月 27 日 22 时至 28 日 23 时大潮期间项目附近海区 6 个站位的同步海流周日全潮连续观测资料分析该海区的海流特征。实测海流流场主要包括潮流和余流两部分，它能更客观地反映调查海域在潮流、径流、风生流等综合作用下的实际流动状况。具体观测站位见图 2.2.2-2 和表 2.2.2-1。

（1）调查期间风况

由观测期间 SW2-2 和 SW2-5 站位风速、风向实测资料分析得出海洋水文调查期间海区风况，观测期间以 S~SW 风为主，SW 风频率最高，达 60%，最大风速 5.6 m/s，发生于湾内项目附近的 SW2-2 站（2021/5/27 22:00），平均风速 4.7 m/s，其次为 S 风，频率为 30%，最大风速 7.5 m/s，同样发生于 SW2-2 站（2021.5.28 16:00），平均风速 6.4 m/s。其他风向频率均较低。

（2）实测海流分析

大潮期间的实测涨落潮最大值流速和流向统计表见表 2.2.2-4，实测海流矢量图见图 2.2.2-5~图 2.2.2-10，图 2.2.2-11~图 2.2.2-14 为各站各层海流玫瑰图。

表 2.2.2-4 海流观测站最大流速、流向统计

从表 2.2.2-4 可以看出, 各站最大流速或发生于大潮期的落急时刻, 或于涨急时刻。从各站流速极值的垂向分布特征来看, 除施公寮东北侧近岸的 SW2-1 站底层极值流速最大和 SW2-3 站中层极值流速最大外, 其他站位均表现为由表向底先减小后增大的趋势, 表层极值流速最大。极值流速垂向分层流向分布来看, 施公寮东南侧项目所在区域 SW2-2 站底层朝向 WNW、表中层朝向 ESE, 碶石湾口门外西南侧海域 SW2-4 站和 SW2-5 站中层朝向 NE、表底层朝向 SSW, 碶石湾内湾顶东、西侧 SW2-3 站和 SW2-1 站表中底层分别整体朝向 SW 和 W, 碶石湾湾口东侧外海站位 SW2-6 站表中底层整体朝向 ESE~ENE。

整体来看, 调查期间项目海区各站落潮极值流速整体大于涨潮, 表现出较强的落潮优势, 尤其是湾内表、中层流速落潮极值流速普遍大于涨潮, 而湾口外侧站位涨落潮极值流速基本相当。虽然上游螺河径流量较小, 但是这在一定程度上反映了湾内近岸站位受上游冲淡水影响, 加强了落潮流, 而外海站位几乎不受上游河口冲淡水影响。

从流速的空间分布来看, 项目东北侧沿岸的 SW2-3 站流速最小, 西北侧施公寮岛东北沿岸的 SW2-1 站次之, 各层最大流速均不超过 38cm/s; 项目位置所在的 SW2-2 站次之, 各层最大流速均不超过 46cm/s; 其余各站最大流速均有大于 50cm/s 的测层。观测期间, 表层最大流速出现于 SW2-4 和 SW2-5 站, 流速为 65.9cm/s, 流向为 197°; 中、底层最大流速均出现于 SW2-4 站, 流速分别为 58.9 cm/s、60.9 cm/s, 流向分别为 39°、201°。可见, 项目附近海域流速整体较小, 主流向呈 NW~SE, 而碶石湾外侧遮浪岬角外侧海域流速明显增强较大, 主流向呈 NE~SW, 主要受南侧外海较强的东北-西南向潮流以及西南季风和上升流的作用。

SW2-3、SW2-4 和 SW2-5 调查站位表、中、底层海流流向的变化具有较高的一致性, 各站流向表现出了较明显的往复流特征, SW2-4 和 SW2-5 站呈现出涨潮向东北、落潮向西南的往复流性质。但沿岸的 SW2-1、SW2-2 和 SW2-6 站的表、中、底层海流流向变化的一致性相对较差, 流向在垂向上表现出了一定的旋转流特征, SW2-6 站表、中、底层海流流向表现出了较明显的旋转流特征。潮

流玫瑰图显示该海区海流主要受到地形及南海环流的影响，SW2-1、SW2-3 站 2 个站离岸较近，受地形影响较大，主流向和近岸地形走向较为接近，其余各站受外海传入的潮波和沿岸上升流的影响较大，主流向近似垂直于地形走向。

图 2.2.2-5 海流矢量时间变化序列图（SW2-1 站）

图 2.2.2-6 海流矢量时间变化序列图（SW2-2 站）

图 2.2.2-7 海流矢量时间变化序列图（SW2-3 站）

图 2.2.2-8 海流矢量时间变化序列图（SW2-4 站）

图 2.2.2-9 海流矢量时间变化序列图（SW2-5 站）

图 2.2.2-10 海流矢量时间变化序列图（SW2-6 站）

图 2.2.2-11 表层海流矢量玫瑰图

图 2.2.2-12 中层海流矢量玫瑰图

图 2.2.2-13 底层海流矢量玫瑰图

图 2.2.2-14 垂向平均海流矢量玫瑰图

（3）潮流调和分析

根据潮流调和分析原理，能够互相分离的分潮之间的最小频率间隔与观测时段的长度有关，当分潮之间的会合周期显著大于观测时段长度时，必须引入已知

的关系进行分析（陈宗镛，1980）。在准调和分析中，可以有两种办法，一种是进行两次以上周日观测，以便得到 4 个以上的求解方程——不引入差比关系方法；另一种办法是进行一次周日观测，同时在两个分潮流之间引入某种关系（差比关系）以获得求解的方程——引入差比关系方法（方国洪等，1986）。本次观测采用的是一周日的观测，因此通过引入差比数的方法计算各站位表层、中层、底层的 O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2 、 M_4 、 MS_4 六个主要分潮流的调和常数、椭圆要素、余流。按照《海洋调查规范-海洋调查资料处理》中关于“引入差比关系的准调和分析方法”的规定，此处选取距离项目位置相对较近的验潮站的长周期的历史潮位观测资料的调和结果得到的差比数，对海流观测资料进行分析计算，进一步计算潮流椭圆各参数。图 2.2.2-15~图 2.2.2-20 给出了各站各测层六个主要分潮流的潮流椭圆及其长半轴分布图；表 2.2.2-5 给出了各观测站各层的 O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2 、 M_4 与 MS_4 六个主要分潮流的椭圆要素。可以看出：

各测站椭圆要素中， M_2 分潮流量值最大， K_1 分潮流次之，为主要分潮流； S_2 和 M_4 分潮流量值次之， O_1 与 MS_4 分潮流量值较小。 M_2 分潮潮流椭圆长半轴中、底层最大值均出现于 SW2-4 站，分别为 20.4 cm/s、18.9 cm/s，倾角分别为 35°、33°；表层最大值出现于 SW2-5 站，为 20.3 cm/s，倾角为 40°。

近岸站点 SW2-1、SW2-2、SW2-3 和 SW2-6 站受地理位置影响， M_2 分潮流的长轴向基本与等深线和邻近岸线平行，而外海站点 SW2-4 和 SW2-5 站 M_2 分潮流的长轴向近似与等深线和邻近岸线垂直。

各站各分潮流椭圆率/旋转率有正（潮流矢量随时间增加按逆时针旋转）有负（潮流矢量顺时针旋转），说明潮流旋转方向不尽一致，且每个站各分潮以及各层旋转方向也有所不同，无较一致的规律。

由各站 M_2 分潮流的椭圆率来看，SW2-1、SW2-2 和 SW2-3 站表现为旋转流特征，其它各站以往复流为主。

图 2.2.2-15 各测站 O_1 分潮流分布图

图 2.2.2-16 各测站 K_1 分潮流分布图

图 2.2.2-17 各测站 M_2 分潮流分布图

图 2.2.2-18 各测站 S_2 分潮流分布图

图 2.2.2-19 各测站 M_4 分潮流分布图

图 2.2.2-20 各测站 MS_4 分潮流分布图

表 2.2.2-5 各测站主要分潮流及椭圆率（单位：cm/s ， °）

表 2.2.2-5 各测站主要分潮流及椭圆率（单位：cm/s ， ° ， 续上表）

(4) 实测潮流性质

依据潮流潮型数 $K = (W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$ (W 为分潮流的长半轴) 作为判断潮流特性的指标, 表 2.2.2-6 列出了各海流观测站各层的潮流特性。除 SW2-2 和 SW2-3 站个别层潮流属不规则全日潮流外, 其他均为不规则半日潮流和规则半日潮流, 其中外海站位 SW2-4 和 SW2-5 站表、中、底层潮流均属规则全日潮流。观测海区潮流性质以不规则半日潮流为主。表明项目附近近岸海域潮流以不规则半日潮流为主。

表 2.2.2-6 各站位、层的潮流特征值

(5) 理论最大可能潮流和潮流水质点的可能最大运移距离

根据《海港水文规范》(JTS 145—2—2013) 的规定, 对于正规半日潮流的海区, 最大可能潮流 V_{max} 按式 (1) 计算; 对于正规全日潮流的海区, 最大可能潮流 V_{max} 按式 (2) 计算; 对于不正规半日潮流和不正规全日潮流的海区, 最大可能潮流 V_{max} 取式 (1) 和式 (2) 计算中的较大值:

$$\vec{V}_{MAX} = 1.295\vec{W}_{M2} + 1.245\vec{W}_{S2} + \vec{W}_{K1} + \vec{W}_{O1} + \vec{W}_{M4} + \vec{W}_{MS4} \quad (1)$$

$$\vec{V}_{MAX} = \vec{W}_{M2} + \vec{W}_{S2} + 1.600\vec{W}_{K1} + 1.450\vec{W}_{O1} \quad (2)$$

式中 W 为分潮流的最大流矢量。由上计算可知, 工程海区属于不规则半日潮流海区, 故采用式 (1) 和式 (2) 中的较大值作为分潮流最大可能潮流值。计算结果列于表 2.2.2-7。

根据《海港水文规范》的规定, 对于正规半日潮流的海区, 潮流水质点的可能最大运移距离 L_{max} 按式 (3) 计算; 对于正规全日潮流的海区, 水质点的可能最大运移距离 L_{max} 按式 (4) 计算; 对于不正规半日潮流和不正规全日潮流的海区, 水质点的可能最大运移距离 L_{max} 取式 (3) 和式 (4) 计算中的较大值:

$$\vec{L}_{MAX} = 184.3\vec{W}_{M2} + 171.2\vec{W}_{S2} + 274.3\vec{W}_{K1} + 295.9\vec{W}_{O1} + 71.2\vec{W}_{M4} + 69.9 \quad (3)$$

$$\vec{L}_{MAX} = 142.3\vec{W}_{M2} + 137.5\vec{W}_{S2} + 438.9\vec{W}_{K1} + 429.1\vec{W}_{O1} \quad (4)$$

式中 W 为分潮流的最大流矢量。由上计算可知, 工程海区属于不规则半日潮流海区, 故采用式 (3) 和式 (4) 中的较大值作为潮流水质点的可能最大运移

距离。计算结果列于表 2.2.2-8。

根据计算结果，本海区内最大可能潮流流速和对应的流向受地形影响各有不同：理论最大可能潮流流速的最大值出现在 SW2-4 站中层，达 47.2 cm/s，流向为 36.5°，即 NNE 向。潮流水质点的可能最大运移距离的最大值同样出现在 SW2-4 站中层，达 6.78 km，流向为 39.8°，即 NNE 向。

表 2.2.2-7 潮流最大可能流速及流向

表 2.2.2-8 潮流水质点的可能最大运移距离及其方向

(6) 余流分析

余流是指实测海流分离出潮流后的水体运动，它是一种综合流动，主要包括风海流、地转流、河口径流、上升流、盐淡水交汇引起的密度流等，是由热盐效应和风等因素引起，岸线和地形对它有显著影响。余流对于水体及其携带物质的运移具有重要意义。表 2.2.2-9 列出了各站各层的余流统计情况，图 2.2.2-21 为各站余流分布图。

调查海区观测期间各层余流流向变化较为复杂，规律性不强。余流主要介于 2.35~30.52 cm/s。表、中、底层余流最大值均出现于 SW2-6 测站，分别为 30.52、15.44、24.60 cm/s，流向分别为 99°、92°、86°，均指向东，基本与岸线平行。项目位置附近，即 SW2-2 站余流表层较大，为 12.67cm/s，中、底层均较小，垂向上表、中层余流和底层的流向基本相反，表、中层指向东南，底层流向西北，整体呈现为与等深线垂直。靠近施公寮岛东北沿岸的 SW2-1 站的余流流向与近岸岸线走向不一致，表层指向南，中底层指向西南，流向垂向差异较大，说明受沿岸复杂岛屿地形影响较明显。其余站位表中底层余流流向基本一致。

余流流速大小的垂向变化较为明显，整体表现为由表至底先减小后增大的特点。除了湾外的 SW2-4 和 SW2-5 站余流流向表现出一定程度向湾内输运物质的趋势，其余站余流均呈现向外海输运的相反趋势。

表 2.2.2-9 各站余流统计

图 2.2.2-21 各站余流分布图

2.2.2.3 波浪

项目附近海域波况采用项目西南侧遮浪海洋站(东经 115°34′, 北纬 22°39′) 1986 年 1 月至 2015 年 12 月的观测资料分析。本海域累年最多浪向为东北东向和东北向, 年频率分别为 24%和 19%; 其中 8 月至翌年 5 月盛行东北东向浪, 月频率在 28 %以上; 而 6~7 月份盛行西南及西浪向, 月频率在 16%以上, 见表 2.2.2-10。

累年最多涌向为东南向和东南东向, 年频率分别为 24%和 20%; 其中 1~12 月份盛行东南、东南东、东涌向, 月频率在 21%以上, 见表 2.2.2-11。

本站近岸海域由于水深和地形的影响, 从季节上看, 波高的季节变化, 冬半年月平均波高大于夏半年, 平均波高年均值为 1.2 米, 秋冬两季稍大, 春夏两季略小。一般月平均波高最小值出现于季风转换时期, 而年极值波高出现于热带气旋影响期间。各月份平均波高, 10 月至翌年 03 月稍高为 1.3 米以上; 04~09 月份稍低为 1.1 米及以下; 其中 5、7~8 月份最低, 仅为 1.0 米。各月份最大波高, 05~09 月份较大均在 7.0 米以上; 其中 09 月份最高达 8.6 米; 而其余月份均在 5.9 米及以下; 其中 04 月份最低, 仅为 4.4 米。历年最大波高均在 3.3 米以上。历年最大波高主要出现在 2、5~12 月份热带气旋及冷空气影响期间。2011 年期间, 本站最大波高极值为 8.6 米, 出现在 2011 年 09 月 29 日, 见表 2.2.2-12。

表 2.2.2-10 遮浪站累年各月(年)最多风浪向及频率(单位: %)

表 2.2.2-11 遮浪站各月(年)涌浪向(单位: %)

表2.2.2-12 遮浪站各月（年）波高（单位：m）

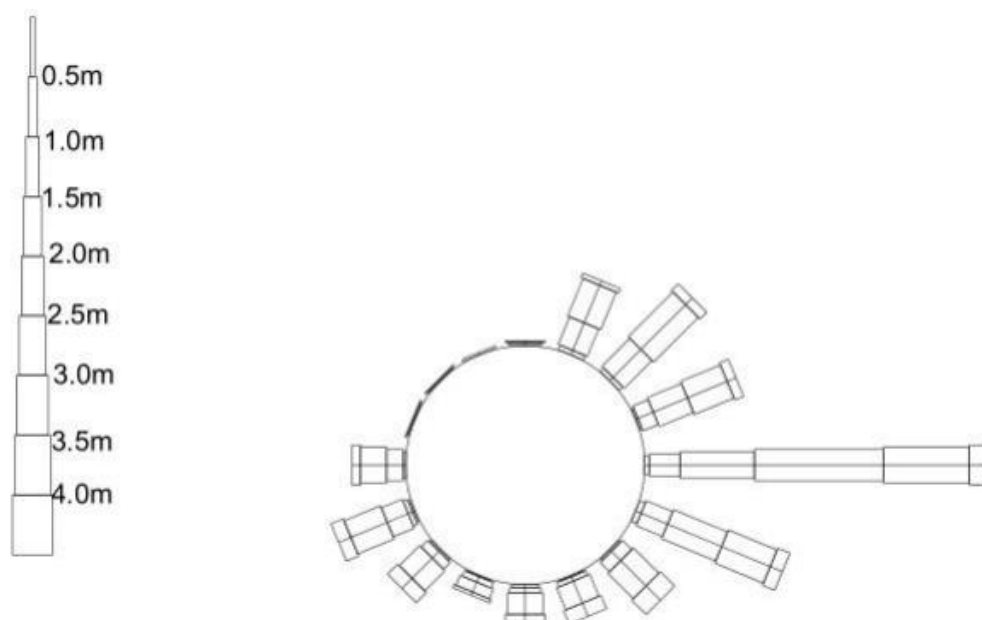


图 2.2.2-22 遮浪站年 $H_{1/10}$ 波高玫瑰图

2.2.2.4 泥沙

项目所在海域悬沙状况根据广州海兰图检测技术有限公司在项目附近海区的泥沙含量调查数据确定，调查站位同海流调查站位，观测时间为 2021 年 5 月天文大潮期间，悬沙采样工作与测流同步进行，采样频率为每小时一次，按照调查规范，采样层次设置为表、中、底三层，站位分布见表 2.2.2-1 及图 2.2.2-2。悬沙含量与水流强弱及风浪大小密切相关。由各站位实测含沙量统计，及图 2.2.2-23~28 所示悬沙量周日曲线图可见，除了 SW2-4 和 SW2-5 站在部分憩流时刻悬沙浓度增大外，悬沙量与流速变化趋势基本一致，在流速较大的急流时刻，悬沙量亦出现较大值，并且悬沙量变化较流速变化有一定的滞后性。表层和中层底层最大含沙量均位于 SW2-2 站，分别为 0.0540 和 0.0525 kg/m^3 ，底层最大含沙量位于 SW2-5 站，为 0.0535 kg/m^3 。总体来说，SW2-1、SW2-2、SW2-3 和 SW2-6 站底层含沙量大于表、中层含沙量，说明其悬沙主要由再悬浮作用引起，而 SW2-4、SW2-5 站中层含沙量略大于表层和底层，说明其悬沙主要由底部泥沙再悬浮和平

流输运作用引起。各站垂线平均含沙量均大于 0.032 kg/m^3 ，含沙量相对较大。

图 2.2.2-23 SW2-1 测站潮位与含沙量变化过程图

图 2.2.2-24 SW2-2 测站潮位与含沙量变化过程图

图 2.2.2-25 SW2-3 测站潮位与含沙量变化过程图

图 2.2.2-26 SW2-4 测站潮位与含沙量变化过程图

图 2.2.2-27 SW2-5 测站潮位与含沙量变化过程图

图2.2.2-28 SW2-6测站潮位与含沙量变化过程图

表 2.2.2-13 悬沙浓度特征值统计表 (kg/m^3)

从各站悬沙通量分布看，最大通量值出现于碣石湾湾口东南侧的 SW2-6 站，其表、中、底层悬沙通量方向和量值基本一致，指向东，底层通量最大，可达 $0.0095 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ ，因此，垂向平均的净泥沙通量同样向东输运，达 $0.0085 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ 。项目位置附近的 SW2-2 站表、中层悬沙通量远大于底层，方向一致性较好，整体指向东东南，垂向平均的净泥沙通量指向东东南，为 $0.002 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ ，相对较小。项目西北侧沿岸 SW2-1 站悬沙通量值最小，整体指向西南。SW2-3、SW2-4、SW2-5 站悬沙通量表、中、底层悬沙通量方向一致性较好，垂向平均的净泥沙通量值相当，分别为 0.0044 、 0.0039 、 $0.0053 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ ，分别指向东南、东东北、东东北。整体来看，调查海域在调查时段内悬沙通量较小，呈现出 SW2-4、SW2-5 站向湾内输运，其余站位向湾外输运的趋势。

表2.2.2-14 各站层净悬沙通量 ($\text{kg/m}^2/\text{s}$) 和方向 ($^\circ$)

图 2.2.2-29 各测站悬沙通量分布图

2.2.3 地形地貌与工程地质

2.2.3.1 地形地貌

汕尾市位于广东省东南部沿海，东临揭阳，西联惠州，北接河源梅州，南濒南海，距深圳直线距离约 150km，距广州约 250km，距河源 140km，距梅州 240km，距汕头 160km，处于珠三角经济区和海西经济区的地理中点。汕尾市域东西宽 132 公里，南北长 90 公里，总面积 5271 平方公里，下辖城区、陆丰市、海丰县和陆河县和红海湾经济开发试验区、华侨管理区两个经济管理区。

汕尾市背山面海，由于历次地壳运动褶皱、断裂和火山岩隆起的影响，造成境内山地、台地、丘陵、平原、河流、滩涂和海洋各种地形类兼有的复杂地貌。本地区位于莲花山南麓，其山脉走势为东北向西南倾斜。莲花山脉由闽粤边界的铜鼓岭向东南经汕尾跨惠阳到香港附近入海。地形为北部高丘山地，山峦重叠，千米以上的高山有 23 座，最高峰为莲花山，海拔 1337.3 米，位于海丰县西北境内。中部多丘陵、台地。南部沿海多为台地、平原。全市境内山地、丘陵面积比例大，约占总面积的 43.7%。

汕尾地区地层、岩浆出露情况较好，中东部平原区大部分为燕山期岩浆岩（包括火山岩）和第四系覆盖。出露地层较简单，以中生代地层为主，且仅见晚三叠统大顶（小坪）组、下侏罗统金鸡组 and 上侏罗统高基坪群。地层普遍受不同区域动力变质作用具有片理化。岩石主要有花岗岩、砂页岩及第四系冲积砂砾层等组成。经过大自然和人类活动的作用，构成复杂的土壤类型。土壤类型有：水稻土、南方山地草甸土、黄壤、红壤、赤红壤、菜园土、潮沙泥土、滨海盐渍沼渍土、海滨沙土、石质土等 10 多种土类，40 多个土属，70 多个土种。

本项目位于红海湾江牡岛附近海域，红海湾位于南海北部粤东沿岸中段，西部大星山和东部汕尾半岛两岬角向海突出，从大星山至遮浪角的湾口宽约 69.3km。全湾均位于 20m 等深线以内水域，10m 等深线以内浅海面积约 300 km²，散布有莱屿、龟岭岛、江牡岛、芒屿岛、鸡心石等数十个岛屿和干出礁。沿岸无较大的河流注入，自西向东分布向陆伸入的考洲洋、九龙湾、海头埔、长沙湾和品清湖。湾内岸线曲折，以岩礁生境为主，暗礁广布，水下地形局部起伏大岸线。

2.2.3.2 区域地质

本区域构造划在东南沿海断褶皱带内的紫惠坳断东（三级）中部偏东端，主要构造线方向为北东向，燕山期断裂和褶皱构成了本区地质构造的主体，北东向纵断裂和北西向横断裂成斜交断裂相互交切，沿大断裂有大面积的火山喷出岩分布，加之后期多次大规模的岩浆活动，破坏了早期的构造形态，形成了本区特殊的断块构造。

根据区域资料，该区主构造带为早期新华夏系莲花山断裂构造带，该构造带以强大的断裂束及其所夹持的动力变质带为主；晚期新华夏系构造带主要有北东向的紫金—惠东断裂及华阳—平海断裂构造穿插其中，顺线尚有北西向松坑—惠东压扭性断裂存在。由于第四系覆盖层较厚，难于作进一步地质构造调查，图 2.2.3-1 揭示，未发现断裂构造穿越项目用海海域；且根据本次钻孔及周边地方钻探资料，未发现工程区内断裂构造活动的迹象。



图 2.2.3-1 项目附近断裂分布图（广东省地震局，2000）

2.2.4 主要海洋灾害

灾害性天气是指对人民生命财产有严重威胁，对工农业生产、交通运输和资源环境等会造成重大损失的天气。如干旱、大风、暴雨、热带气旋、沙尘暴、冰雹、龙卷风、寒潮和强冷空气活动、霜冻、降雪、大雾等。可发生在不同季节，

一般具有突发性。灾害性天气是造成海洋灾害的直接原因。研究灾害性天气的形成机理和变化规律，监测灾害性天气形成发展过程，是进行海洋灾害预测预报、防灾减灾的前提和基础。

中国地域辽阔，自然条件复杂，而且属于典型的季风气候区，因此灾害性天气种类繁多，不同地区又有很大差异。而南海是台风、季风潮等热带天气系统活跃的区域，灾害性天气频繁发生，其中影响我国的热带气旋有 50% 以上都是在南海生成或经过南海北上的。南海区域的灾害性天气对南海沿岸省份海洋经济发展、南海海洋资源开发、海洋捕捞、海岸带滩涂养殖和海上运输构成较大威胁。

2.2.4.1 热带气旋

汕尾沿岸海岛海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋来自西太平洋和南海，热带气旋分为热带低压（TD）、热带风暴（TS）、强热带风暴（STS）、台风（TY）、强台风（STY）和超强台风（SuperTY）六个等级。

以遮浪海洋站风速达 6 级，台风中心位置进入 $20.9^{\circ}\text{N}\sim 24.9^{\circ}\text{N}$ ， $114.3^{\circ}\text{E}\sim 118.3^{\circ}\text{E}$ 区域内为影响标准，根据台风年鉴资料统计，1949~2019 年期间，登陆或影响本海域的热带气旋共有 195 个，年平均 2.7 个，年最多为 9 个（1999 年），71 年间仅 1989 年没有热带气旋登陆或影响本海域。热带气旋 7~8 月出现最多，占 24%，其次是 9 月占 23%，最早出现在 4 月 10 日（受 6701 强台风影响），最晚出现在 12 月 2 日（受 7427 强台风影响），1 月至 3 月没有热带气旋影响本海域，1949 年~2019 年期间，热带气旋登陆时达到超强台风的有 23 个，强台风 24 个，台风 36 个，强热带风暴 38 个，热带风暴 54 个，见表 2.2.4-1。

表 2.2.4-1 (1949~2019)热带气旋中心经过 114.3~118.3°E、20.9~24.9°N 的个数统计

注：01~热带低压、02~热带风暴、03~强热带风暴、04~台风、05~强台风、06~超强台风、07~合计、08~年平均、09~频率(%)

1949~2019 年期间，对汕尾沿岸海岛海域最具影响的热带气旋有 10 个，遮浪海洋站记录的风速均在 33 m/s 以上，分别是 6903、7908、8805、9009、9509、2000 年 13 号、2003 年 13 号台风、2013 年 19 号台风、2017 年 13 号台风和 2018 年 22 号台风。

影响汕尾沿岸海岛海域的西太平洋台风，7908 号台风是建国以来登陆广东省台风中较强的一次西太平洋台风，其特点是：风力强、范围广、移速快。1979 年 8 月 2 日 13~14 时，7908 号台风在广东省深圳市沿海登陆，登陆时中心风速达 55m/s，中心气压 940hPa（资料来自上海台风研究所），1979 年 8 月 1 日 24 时~2 日 12 时，汕尾沿岸海岛海域平均风力 12 级以上（遮浪海洋站 1979 年 8 月 2 日实测风速 61m/s，风向东北，汕尾气象站实测阵风风速 60.4m/s），8 级以上大风时间持续 24 个小时，12 级大风时间持续 12 个小时。汕尾港妈屿站出现 3.81 米（当地水尺）暴潮水位，比正常潮位高出 1.78 米，妈屿站最大增水 2.51 米，出现在 1979 年 8 月 2 日 10 时 00 分，汕尾市区大部分街道受浸，水深 0.3~1.0 米，7908 号台风给汕尾沿岸海岛造成重大经济损失和人员伤亡。

9509 号台风是另一个严重影响汕尾沿岸海岛海域的台风（见图 2.2.4-1），其特点是：也是风力强、范围广、破坏力强。1995 年 8 月 31 日 15 时前后，9509 号台风在广东省海丰与惠东县沿海登陆，登陆时遮浪海洋站实测风速 59.7m/s，风向东北，汕尾市 46.0m/s，海丰、惠东县 39.0m/s，惠来 35.0m/s，惠阳 34.0m/s，澄海 31.0m/s。这个台风影响范围之广，破坏力之大，为近年所罕见，台风所到之处输电线被吹断，树木、工棚被毁、沿海海堤被打坏，受 9509 号台风影响，国民经济直接损失 38.62 亿元和重大人员伤亡。

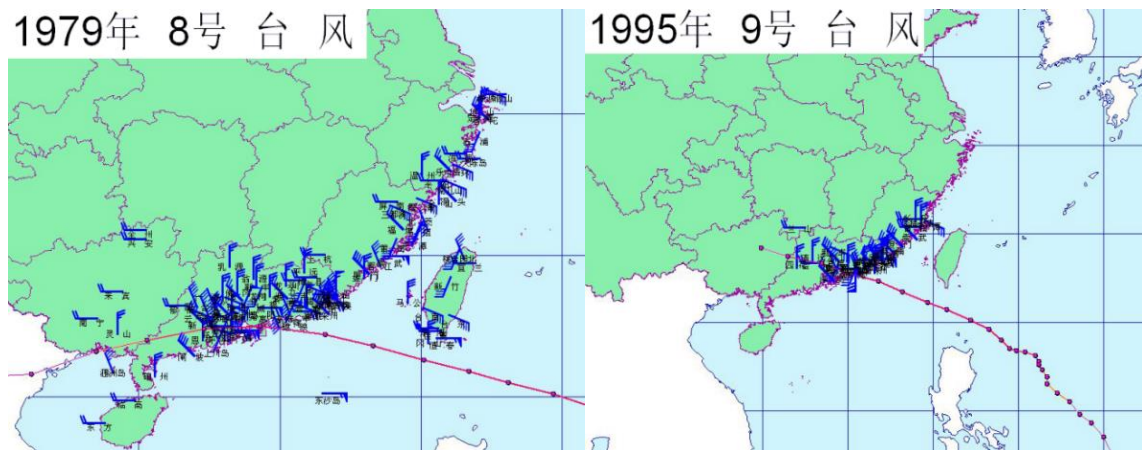


图 2.2.4-1 对汕尾沿岸海岛海域最具影响的热带气旋路径图

2.2.4.2 风暴潮

风暴潮灾害是由台风强烈扰动造成的潮水位急剧升降，是一种严重的海洋灾害，主要危害沿海地区。在广东地区，台风风暴潮灾害的特点是：发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大，且主要危害经济发达的沿海地区。影响工程水域的台风平均每年出现 2 次左右，一般多出现于 7~9 月。

通常为天文潮、风暴潮、海啸及其它长波振动引起海面变化的综合特征。观测期间影响本海区的台风主要有：莲花、浪卡、莫拉菲、天鹅、莫拉克、巨爵和凯撒娜。经过实测潮位值与天文潮的对比，得到它们引起的增水情况列于下表。

表 2.2.4-2 台风引起的增水

2.2.4.3 大风

由于汕尾沿岸海岛地处南海的北部，1995 年 07 月~2019 年 12 月，一年四季均可出现大风（ ≥ 8 级），大风日数年平均 8.1 天，2008 年出现大风的大风日数最多达 17 天。虽然风能丰富，但大风造成的灾害也是严重的。

2.2.4.4 雷暴

汕尾沿岸海岛，全年各月均有雷暴发生，年际和季节变化明显，雷暴日数主要集中在 4~9 月，汕尾沿岸海岛历年平均发生雷暴 52.9 天。

2.2.4.5 寒潮及低温阴雨

根据《广东省各类主要灾害性天气标准》的规定，单站寒潮指标为：日平均气温在 24h 内下降 8℃或其以上（或 48h 内下降 10℃或其以上），同时过程最低气温≤5℃，寒潮出现后天气回暖到日平均气温≥12℃，同时极端最低气温>5℃，作为寒潮结束。遮浪海洋站有气象记录以来有寒潮过程记录，发生在 1991 年 12 月 27~31 日，24 小时内日平均气温下降了 10.9℃，过程最低气温 3.9℃。汕尾气象站，24 小时内日平均气温下降了 11.8℃，过程最低气温也是 3.9℃，其降温幅度和最低温度均达到了寒潮过程的标准。

气象上表征低温阴雨天气有下列标准：（1）日平均气温≤12℃，连续 3d 或 3d 以上；凡在 2 月 1 日（可上跨）至 4 月 30 日期间，出现的天气过程符合上述要求，即统计为一次低温阴雨过程。汕尾沿岸海岛的低温阴雨天气出现次数，累年平均低温阴雨过程为 0.7 次，平均每次过程持续 5.7 天，最长为 17 天（1968 年 2 月），最短为 3 天，最多的年份有 3 次（1968 年），低温阴雨最早为 2 月 1 日，最晚为 3 月 3 日，有 24 年没有出现低温阴雨天气，约 51%年份会出现低温阴雨天气。汕尾沿岸海岛倒春寒天数最长的是 1970 年，共计 8 天。

2.3 海洋环境现状

2.3.1 调查概况

数据来自国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站于 2023 年春季在项目所在海域碣石湾开展的海洋环境质量现状调查资料。

本次调查共设水质调查站位 14 个，沉积物调查站位 10 个，海洋生物质量、生态与渔业资源调查站位 8 个，潮间带生物调查断面 2 个，游泳动物断面 4 条，具体调查站位详见表 2.3.1-1 和图 2.3.1-1。

表 2.3.1-1 监测站位经纬度及内容

序号	站位	东经（E）	北纬（N）	监测类别
1	J1	115°38'23.72"	22°49'13.00"	水质、沉积物、生物生态
2	J2	115°38'24.75"	22°44'21.07"	水质
3	J3	115°38'23.72"	22°39'36.33"	水质、沉积物、生物生态

序号	站位	东经 (E)	北纬 (N)	监测类别
4	J5	115°41'59.58"	22°50'05.42"	水质
5	J6	115°41'59.58"	22°46'47.03"	水质、沉积物、生物生态
6	J7	115°41'59.58"	22°43'10.14"	水质
7	J8	115°41'59.58"	22°39'36.33"	水质、沉积物、生物生态
8	J10	115°44'56.60"	22°47'16.33"	水质
9	J11	115°45'37.50"	22°46'49.09"	水质、沉积物、生物生态
10	J12	115°45'36.48"	22°44'05.65"	水质、沉积物、生物生态
11	J13	115°45'37.50"	22°41'04.74"	水质、沉积物、生物生态
12	J14	115°45'37.50"	22°38'24.38"	水质、沉积物、生物生态
13	J16	115°49'11.31"	22°43'11.17"	水质、沉积物、生物生态
14	J17	115°49'13.37"	22°39'36.33"	水质、沉积物、生物生态、
15	CJ1	115.572508°	22.830424°	潮间带生物
		115.572663°	22.830233°	
		115.572765°	22.830109°	
16	CJ2	115.727215°	22.851024°	潮间带生物
		115.727116°	22.851662°	
		115.727178°	22.850732°	
17	DJ1	115°38.300'	22°48.820'	渔业资源（游泳动物）
		115°41.225'	22°49.875'	
18	DJ2	115°38.000'	22°40.100'	渔业资源（游泳动物）
		115°41.180'	22°39.305'	
19	DJ3	115°44.900'	22°46.555'	渔业资源（游泳动物）
		115°42.035'	22°45.305'	
20	DJ4	115°44.122'	22°38.583'	渔业资源（游泳动物）
		115°47.285'	22°39.610'	

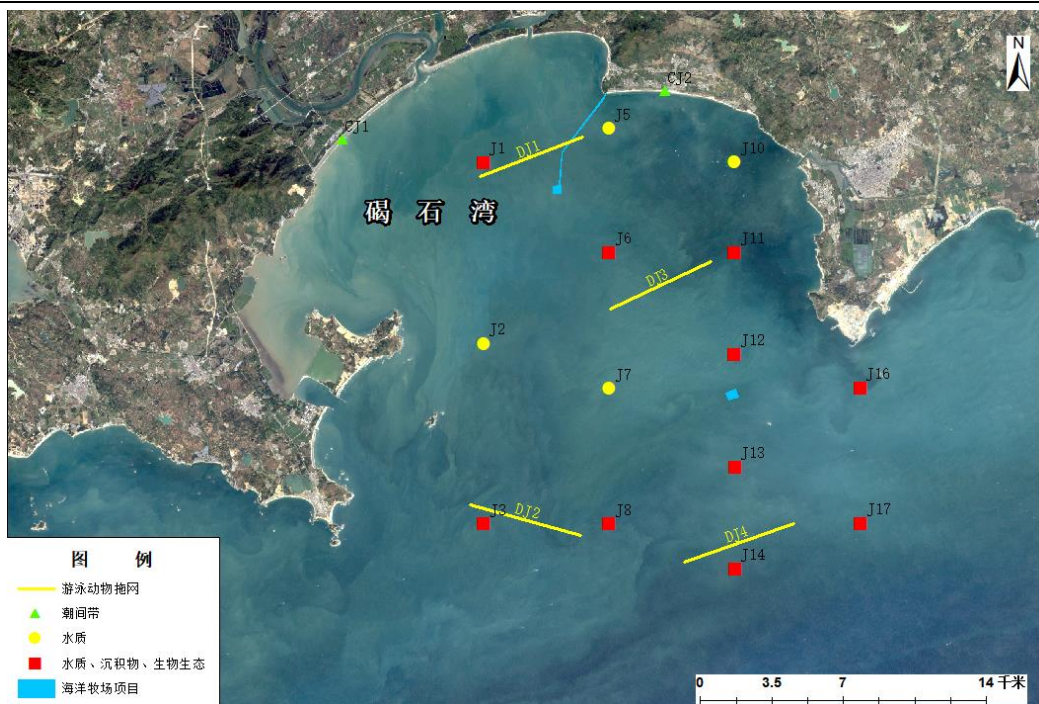


图 2.3.1-1 监测站位分布图

2.3.2 海水、海洋沉积物、海洋生物体质量现状调查与分析

2.3.2.1 调查内容

海洋水文：海水温度、海水盐度、水深、透明度、水色、海况（海浪）

海水：pH、溶解氧、化学需氧量、无机磷、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、悬浮物、油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷、生化需氧量

海洋沉积物：粒度、pH、有机碳、硫化物、总汞、砷、铬、铜、锌、铅、镉、石油类、氧化还原电位

海洋生物体质量：铜、铅、锌、镉、总汞、砷、石油烃

2.3.2.2 采样要求

2.3.2.3 分析方法

2.3.2.4 评价方法

2.3.2.5 评价因子及评价标准

2.3.2.6 调查与评价结果

(1) 海水

海水调查结果见表 2.3.2-9，评价结果见表 2.3.2-10。

由表可知，项目所在海区海水 pH、DO、COD、BOD₅、油类、无机氮、无机磷、锌、镉、铜、汞、砷均符合所在海域海洋功能区环境质量标准要求，仅海水铅超标率为 14.3%。

（2）海洋沉积物

海洋沉积物调查结果见表 2.3.2-11，评价结果见表 2.3.2-12。

由表可知，项目所在海区海洋沉积物有机碳、油类、硫化物、锌、镉、铅、铜、铬、汞、砷均符合所在海域海洋功能区划环境质量标准要求。

（3）海洋生物体质量

调查结果见表 2.3.2-13，评价结果见表 2.3.2-14。

由表可知，项目所在海区海洋生物体质量中，鱼类、甲壳类、软体类的锌、镉、铅、铜、总汞、石油烃均符合相关评价标准。

表 2.3.2-9 海水各监测站位各要素测试结果表

表 2.3.2-10 海水各监测站位各要素标准指数

表 2.3.2-11 海洋沉积物各监测站位各要素测试结果表

表 2.3.2-12 海洋沉积物各监测站位各要素标准指数

表 2.3.2-13 海洋生物体质量测试结果表

表 2.3.2-14 海洋生物体质量标准指数

2.3.3 海洋生态环境现状调查与分析

2.3.3.1 调查内容

海洋生物生态：叶绿素 a 和初级生产力、粪大肠杆菌、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、鱼类浮游生物（鱼卵仔稚鱼）、游泳动物、潮间带生物。

2.3.3.2 采样要求

2.3.3.3 分析方法

2.3.3.4 评价标准

2.3.3.5 调查与评价结果

（1）粪大肠菌群

10 个调查站位粪大肠菌群密度均小于 20 个/L，满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中供人生食的贝类增殖养殖水质要求（ ≤ 140 个/L），表明海水水质良好。

（2）叶绿素 a 和初级生产力

本次调查共采集 10 个站位的叶绿素 a 样品。各站位表层海水中叶绿素 a 含量为（0.75~2.17） mg/m^3 ，均值为 1.31 mg/m^3 ；中层海水中仅 1 个站位叶绿素 a 含量为 1.38 mg/m^3 ；底层海水中叶绿素 a 含量为（0.36~1.40） mg/m^3 ，均值为 1.00 mg/m^3 。整体看来，海水中叶绿素 a 含量表现为：表层>底层>中层。

各站位初级生产力范围为（270.13~1353.89） $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，均值为 777.53 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。见表 2.3.3-2。

表 2.3.3-2 各站位叶绿素 a 含量及初级生产力

（3）浮游植物

调查中，共鉴定浮游植物 4 门 127 种（含变种、变型），详见附录I。其中，

硅藻种类最多,97 种,占总种类数的 76.38%;甲藻 27 种,占总种类数的 21.26%,金藻 1 种,蓝藻 2 种。

调查中,各站位浮游植物种类数的变化范围为 40~60,平均每个站位的种类数为 49 种,最大值出现在 J8 站位,最小值出现在 J1 站位,见表 2.3.3-3。

调查中,各站位浮游植物细胞密度的变化范围为 (79.95~3082.30) $\times 10^3$ cell/m³,平均每个站位的浮游植物细胞密度为 714.83 $\times 10^3$ cell/m³,最大值出现在 J6 站位,最小值出现在 J3 站位,见表 2.3.3-3。

表 2.3.3-3 各站位浮游植物主要生态参数

调查结果显示:浮游植物优势种共 8 种,硅藻 7 种,甲藻 1 种。日本星杆藻 (*Asterionella japonica*) 为调查海区的第一优势种,见表 2.3.3-4。

表 2.3.3-4 浮游植物优势种及优势特征

调查海域浮游植物单纯度的变化范围为 0.06~0.16,均值为 0.09;多样性指数的变化范围为 3.56~4.79,均值为 4.21;均匀度的变化范围为 0.62~0.84,均值为 0.75;丰富度的变化范围为 1.83~3.44,均值为 2.64,见表 2.3.3-3。

(4) 浮游动物

浮游动物经鉴定共有 98 种(包括属以上),分类学上隶属于 12 个类群,详见附录 II。此次调查中,桡足类最多,25 种,占总种类数的 25.51%;水母类 16 种,占总种类数的 16.33%;被囊类 10 种,多毛类、毛颚类、翼足类各 4 种,原生动物、介形类、樱虾类、枝角类、异足类各 2 种。此外,共鉴定浮游幼体(包括鱼卵仔稚鱼)25 种。

调查中,各站位浮游动物种类数的变化范围为 40~73,平均每个站位的种类数为 61 种,最大值出现在 J12 站位,最小值出现在 J1 站位,见表 2.3.3-5。

调查中,各站位浮游动物总密度的变化范围为 (101.33~368.57) ind./m³,平均每个站位的浮游动物密度为 184.46 ind./m³,最大值出现在 J12 站位,最小值

出现在 J6 站位，见表 2.3.3-5。

调查中，各站位浮游动物生物量的变化范围为（101.94~1535.40）mg/m³，均值为 321.05 mg/m³。最大值出现在 J14 站位，最小值出现在 J16 站位，具体见表 2.3.3-5。

表 2.3.3-5 各站位浮游动物主要生态参数

浮游动物优势种共 7 种（类）。其中，桡足类 3 种，原生动物、枝角类、毛颚类、浮游幼体各 1 种。鸟喙尖头蚤（*Penilia avirostris*）为调查海区第一优势种。见表 2.3.3-6。

表 2.3.3-6 浮游动物优势种及优势特征

调查中，各站位浮游动物单纯度的变化范围为 0.07~0.35，均值为 0.16；多样性指数的变化范围为 2.93~4.63，均值为 3.99；均匀度的变化范围为 0.49~0.87，均值为 0.68；丰富度的变化范围为 5.50~10.46，均值为 8.15，具体见表 2.3.3-5。

（5）大型底栖生物

在定量样品分析中，调查海域共获底栖生物 8 大类 18 种，详见附录 III。其中，环节动物 6 种，节肢动物 4 种，软体动物、棘皮动物各 2 种，动物 6 种，刺胞动物、纽形动物、星虫动物、螯虫动物各 1 种。

调查海域底栖生物各站位定量样品分析中，平均生物量为 10.02 g/m²，组成以棘皮动物为主，其中，棘皮动物>螯虫动物>环节动物>节肢动物>软体动物>星虫动物>刺胞动物>纽形动物。平均栖息密度为 36.1 ind./m²，组成以棘皮动物为主，其中，棘皮动物>环节动物>节肢动物>星虫动物>软体动物=纽形动物>螯虫动物>刺胞动物。见表 2.3.3-7、2.3.3-8。

表 2.3.3-7 各站位底栖生物的生物量（g/m²）和栖息密度（ind./m²）

表 2.3.3-8 底栖生物各类群平均生物量 (g/m²) 和栖息密度 (ind./m²) 及其所占百分比

底栖生物优势种共 2 种 (类)。其中, 棘皮动物、环节动物各 1 种。光滑倍棘蛇尾 (*Amphioplus laevis*) 为调查海区绝对优势种。见表 2.3.3-9。

表 2.3.3-9 底栖生物优势种及优势特征

调查海域底栖生物单纯度的变化范围为 0.14~1.00, 均值为 0.51; 多样性指数的变化范围为 0.54~2.92, 均值为 1.69; 均匀度的变化范围为 0.54~1.00, 均值为 0.91; 丰富度的变化范围为 0.17~1.15, 均值为 0.53, 见表 2.3.3-10。

表 2.3.3-10 各站位底栖生物主要生态参数

备注: “/”表示只出现一种, 无法进行计算。

(6) 潮间带生物

本次潮间带生物监测定量样品经鉴定共有 3 门 11 种, 详见附录 IV。种类组成以软体动物为主, 6 种, 节肢动物 3 种, 环节动物 2 种。

定量调查中, 平均栖息密度为 54.8 ind./m², 软体动物最高, 为 47.3 ind./m², 节肢动物为 6.0 ind./m², 环节动物为 1.6 ind./m²; 平均生物量为 70.10 g/m², 软体动物最高, 为 69.63 g/m², 节肢动物为 0.19 g/m², 环节动物为 0.28 g/m²。水平分布上, 潮间带断面生物栖息密度、生物量均表现为 CJ2>CJ1; 垂直分布上, 潮间带断面生物栖息密度表现为高潮带>低潮带>中潮带, 生物量表现为低潮带>中潮带>高潮带。见表 2.3.3-11、表 2.3.3-12。

表 2.3.3-11 各断面潮间带生物栖息密度(ind./m²)和生物量(g/m²)的水平分布

表 2.3.3-12 潮间带生物栖息密度(ind./m²)和生物量(g/m²)的垂直分布

定量调查中, 监测区域潮间带生物的优势种共 8 种。其中, 软体动物 5 种, 节肢动物 2 种, 环节动物 1 种。紫藤斧蛤 (*Donax semigranosus*) 为该调查区域第一优势种。见表 2.3.3-13。

表 2.3.3-13 潮间带生物优势种及优势度

定量调查中，潮间带生物各断面种类数的变化范围为 5~9，均值为 7；单纯度的变化范围为 0.29~0.36，均值为 0.33；多样性指数的变化范围为 1.76~2.17，均值为 1.97；均匀度的变化范围为 0.69~0.76，均值为 0.73；丰富度的变化范围为 0.88~1.24，均值为 1.06。见表 2.3.3-14。

表 2.3.3-14 潮间带生物主要生态参数

(7) 渔业资源

调查海区内共捕获游泳生物 16 种，其中鱼类隶属于 2 目 8 科 11 种，甲壳类隶属于 2 目 2 科 4 种，头足类隶属于 1 目 1 科 1 种，渔获种类名录见附录 V。

游泳生物的总渔获量为 32.835 kg，平均渔获率为 8.209 kg·h⁻¹。其中，DJ1 站位渔获率最高，为 9.925 kg·h⁻¹；DJ4 站位渔获率最低，为 6.635 kg·h⁻¹。见表 2.3.3-15。

甲壳类的平均渔获率为 5.685 kg·h⁻¹，总渔获量为 22.740 kg，占 69.3%。鱼类的平均渔获率为 2.011 kg·h⁻¹，总渔获量为 8.045 kg，占游泳动物总渔获量的 24.5%。头足类的平均渔获率为 0.513 kg·h⁻¹，总渔获量为 2.050 kg，占 6.2%。

甲壳类在渔获物中占优势，鱼类次之，头足类最少。调查海区出现的主要经济种类有口虾蛄（*Oratosquilla oratoria*）、白姑鱼（*Argyrosomus argentatus*）、长蛇鲻（*Saurida elongata*）、中国枪乌贼（*Loligo chinensis*）、拟矛尾虾虎鱼（*Parachaeturichthys polynema*）、善泳螳（*Charybdis natator*）等。

调查采用扫海面积法（密度指数法），估算评价海区的资源密度，求算公式为：

$$D=C/Q \cdot A$$

其中：D——渔业资源密度，单位为 kg/km²；

C——平均每小时拖网渔获量，单位为 kg/网·h；

A——每小时网具取样面积，单位为 km²/网·h；

Q——网具渔获率（取 0.5）。

表 2.3.3-15 游泳生物渔获率分布

本次调查各站位游泳生物尾数获率范围为（194~329）ind.h⁻¹，平均尾数渔获率为 261 ind.h⁻¹；各站位游泳生物重量渔获率为（6.635~9.925）kg·h⁻¹，平均重量渔获率为 8.209 kg·h⁻¹。各站位尾数资源密度范围为（3.880~6.580）×10³ ind.km⁻²，平均尾数资源密度为 5.220×10³ ind.km⁻²；各站位重量资源密度范围为（132.7~198.5）kg·km⁻²，平均重量资源密度为 164.2 kg·km⁻²。见表 2.3.3-15。

根据公式估算，调查海区游泳生物的平均重量资源密度为 164.2 kg·km⁻²。因为中上层鱼类、贝类和螺类未在此次采样范围，故调查结果低于本地区实际渔业资源密度。其中，资源密度最大值出现于 DJ1 站位，最小值出现于 DJ4 站位。

利用相对重要性指数 IRI 分析渔获物在群体数量组成中的生态地位，依次确定优势种。公式如下：

$$IRI = (N + W) \cdot F$$

式中：N——某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比；

W——某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F——某一种类出现的频率。

监测海区渔获物中 IRI 大于 1000 的优势种 3 种，IRI 大于 100 小于 1000 的重要种 8 种，IRI 大于 10 小于 100 的常见种 5 种。口虾蛄为绝对优势种。

表 2.3.3-16 渔获重量和个体数量渔获率及组成

各站位重量资源密度组成见表 2.3.3-17。

海区共捕获鱼类 11 种，分属于 2 目 8 科。以鲈形目的种类数最多，共捕获 10 种。

鱼类的平均重量资源密度为 40.2 kg·km⁻²。其中，DJ2 站位鱼类的重量资源密度最高，为 56.4 kg·km⁻²；DJ1 站位鱼类重量资源密度最低，为 26.2 kg·km⁻²。大部分站位主要由白姑鱼、长蛇鲻组成。

调查中,长蛇鲻的平均重量渔获率为 $0.723 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 占总渔获量的 8.80%, 渔获重量居第 3 位; 其平均个体渔获率为 $10.3 \text{ ind}\cdot\text{h}^{-1}$, 占总渔获数量的 3.93%。

调查中,白姑鱼的平均重量渔获率为 $0.303 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 占总渔获量的 3.68%; 其平均个体渔获率为 $7.0 \text{ ind}\cdot\text{h}^{-1}$, 占总渔获数量的 2.68%。

表 2.3.3-17 各站位重量资源密度 ($\text{kg}\cdot\text{km}^{-2}$) 组成

海区共捕获甲壳类 4 种, 分属于 2 目 2 科。十足目种类数最多, 捕获 3 种。

甲壳类的平均重量资源密度为 $113.7 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}$ 。其中, DJ1 站位甲壳类的重量资源密度最高, 为 $172.3 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}$; DJ4 站位甲壳类重量资源密度最低, 为 $63.8 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}$ 。大部分站位主要由口虾蛄组成。

调查中,口虾蛄为调查海区游泳动物绝对优势种。平均渔获率为 $4.425 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 占总渔获量的 53.90%, 渔获重量居第 1 位。平均个体渔获率为 $170.0 \text{ ind}\cdot\text{h}^{-1}$, 占总渔获数量的 65.13%, 渔获数量居第 1 位。

海区共捕获头足类 1 种, 为中国枪乌贼。

头足类的平均资源密度为 $10.3 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}$ 。其中, DJ2 站位头足类资源密度最高, 为 $22.0 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}$, DJ1 站位未捕获到头足类。

调查中,中国枪乌贼平均渔获率为 $0.513 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, 占总渔获重量的 6.24%, 渔获重量居第 3 位。平均个体渔获率为 $11.8 \text{ ind}\cdot\text{h}^{-1}$, 占总渔获数量的 4.50%, 渔获数量居第 3 位。

(8) 鱼类浮游生物

本次调查水平拖网中捕获鱼卵 4 种 (包括属以上) 376 粒。各站位鱼卵数量变化范围为 (0~159) 粒, 均值为 38 粒。最大值出现在 J16 站位。垂直拖网中捕获鱼卵 5 种 (包括属以上) 68 粒。各站位鱼卵密度变化范围为 (0.664~5.000) ind/m^3 , 均值为 $2.320 \text{ ind}/\text{m}^3$, 最大值出现在 J11 站位。见表 2.3.3-18。

本次调查水平拖网中捕获仔稚鱼 4 种 (包括属以上) 25 尾。各站位仔稚鱼数量变化范围为 (0~10) 尾, 均值为 3 尾。最大值出现在 J16 站位。垂直拖网

中采获仔稚鱼 4 种（包括属以上）16 尾。各站位仔稚鱼密度变化范围为（0.000～1.351）ind./m³，均值为 0.494 ind./m³，最大值出现在 J3 站位。见表 2.3.3-18。

表 2.3.3-18 鱼类浮游生物各站位分布

项目所在海区海水 pH、DO、COD、BOD₅、油类、无机氮、无机磷、锌、镉、铜、汞、砷均符合所在海域海洋功能区环境质量标准要求，仅海水铅超标率为 14.3%。

项目所在海区海洋沉积物有机碳、油类、硫化物、锌、镉、铅、铜、铬、汞、砷均符合所在海域海洋功能区环境质量标准要求。

项目所在海区海洋生物体质量中，鱼类、甲壳类、软体类的锌、镉、铅、铜、总汞、石油烃均符合相关评价标准。

本次调查，各站位表层海水中叶绿素 a 均值为 1.31 mg/m³，底层海水中叶绿素 a 均值为 1.00 mg/m³。各站位初级生产力范围均值为 777.53 mg·C/(m²·d)。

本次调查，各站位粪大肠菌群满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中供人生食的贝类增殖养殖水质要求。

本次调查，共鉴定浮游植物 4 门 127 种（含变种、变型）。其中，硅藻 97 种，甲藻 27 种。各站位平均种类数为 49 种，平均细胞密度为 714.83×10³ cell/m³。优势种共 8 种，日本星杆藻为第一优势种。调查海域浮游植物单纯度、多样性指数、均匀度、丰富度均值分别为 0.09、4.21、0.75、2.64。

本次调查，共鉴定浮游动物 12 个类 98 种（包括属以上）。各站位平均种类数为 61 种，平均密度为 184.46 ind./m³，平均生物量为 321.05 mg/m³。优势种共 7 种，鸟喙尖头蚤为第一优势种。调查海域浮游动物单纯度、多样性指数、均匀度、丰富度均值分别为 0.16、3.99、0.68、8.15。

本次调查，底栖生物共捕获 8 大类 18 种。定量样品分析中，平均生物量为 10.02 g/m²，平均栖息密度为 36.1 ind./m²，优势种共 2 种（包括属以上），光滑倍棘蛇尾为绝对优势种。调查海域底栖生物单纯度、多样性指数、均匀度、丰富

度均值分别为 0.51、1.69、0.91、0.53。

本次调查，潮间带生物共鉴定 3 门 11 种。定量调查中，平均栖息密度为 54.8 ind./m²，平均生物量为 70.10 g/m²，优势种共 8 种，紫藤斧蛤为第一优势种。调查海域潮间带生物单纯度、多样性指数、均匀度、丰富度均值分别为 0.33、1.97、0.73、1.06。

本次调查，游泳生物共捕获 16 种，其中鱼类 2 目 8 科 11 种，甲壳类 2 目 2 科 4 种，头足类 1 目 1 科 1 种。游泳生物的总渔获量为 32.835 kg，平均渔获率为 8.209 kg·h⁻¹。甲壳类的平均渔获率为 5.685 kg·h⁻¹，鱼类的平均渔获率为 2.011 kg·h⁻¹，头足类的平均渔获率为 0.513 kg·h⁻¹。各站位平均尾数渔获率为 261 ind·h⁻¹，平均重量渔获率为 8.209 kg·h⁻¹，平均尾数资源密度为 5.220×10³ ind.km⁻²，平均重量资源密度为 164.2 kg·km⁻²。口虾蛄为绝对优势种。调查海区出现的主要经济种类有口虾蛄、白姑鱼、长蛇鲻、中国枪乌贼、拟矛尾虾虎鱼、善泳螳等。

本次调查，水平拖网捕获鱼卵 4 种（包括属以上）376 粒，各站位鱼卵均值为 38 粒；垂直拖网中捕获鱼卵 5 种（包括属以上）68 粒，各站位鱼卵密度均值为 2.320 ind./m³。水平拖网中捕获仔稚鱼 4 种（包括属以上）25 尾，各站位仔稚鱼数量均值为 3 尾；垂直拖网中捕获仔稚鱼 4 种（包括属以上）16 尾，各站位仔稚鱼密度均值为 0.494 ind./m³。

3 资源生态影响分析

3.1 资源影响分析

3.1.1 对海域空间资源的影响分析

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，多种用途，其分布是立体式多层状的，其特点决定了该海域是多功能区，根据各功能的重要程度排出的功能顺序，其首位功能为主导功能。

本工程占用的海洋功能区为珠海-潮州近海农渔业区。项目申请用海方式为开放式养殖用海、透水构筑物用海、开放式游乐场用海和海底电缆用海，其网箱养殖、渔旅综合平台和海底电缆等占用了红海湾海域部分海域空间海域，该部分

占用的海域平面资源具有排他性，但从空间立体方面来看，其上方的空间资源仍具有可他用性。项目建设利用了项目海区的海洋空间资源，网箱养殖活动在养殖结束后可根据需要拆除网箱等设施。因此，此项目用海不会对海洋的空间资源产生较大的影响。

3.1.2 对岸线资源的影响分析

本项目为离岸式开放式养殖网箱、平台透水构筑物类型以及海底电缆用海。海底电缆登录段占用岸线 20.1m，以定向钻方式穿越，不改变岸线自然属性和自然风貌，有利于维持岸线的原有形态和生态功能。

登陆点施工下穿海岸带，对沙滩岸线不造成长久性影响，对岸线的使用没有严格排他性，登陆区域禁止打桩、抛锚、挖砂等，是对岸线资源的有序利用，能充分发挥此处岸线的有利作用，也能禁止其他破坏行为破坏此处沙滩。对周边海岛岸线的生态功能基本无影响。

3.1.3 对海洋生物资源的影响分析

3.1.3.1 底栖生物损失量

平台承重柱长期占压海域底质，海缆敷设破坏底质环境，对底栖生物及生态系统造成了长久或短期影响。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），锚碇设施彻底破坏了底栖生物的生境，按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i ——第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里指底栖生物资源受损量。

D_i ——评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物或潮间带生物密度。

S_i ——第 i 种生物占用的水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

本项目综合平台的承重是通过混凝土 PHC 桩将荷载传递到海底，其中主体

平台有 16 根桩，直径为 1500mm，扩展平台有 130 根桩支承，直径为 1200mm。则平台承重柱占用海域面积为 17523m²。

本项目海缆施工造成底栖生物损失得面积为海缆长度（5.7km）×（底栖生物破坏宽度 10m）=5.7hm²。则海缆施工造成的底栖生境破坏的面积约为 5.7hm²。

结合项目污染影响范围及项目周边环境特点，底栖生物生物量选用项目附近站位（J1、J6、J11 站）的底栖生物平均生物量的平均值 51.23g/m²。则本项目承重柱造成底栖生物损失量为：

平台承重柱造成的底栖生物损失量：17523×51.23×10⁻⁶=0.9t

海缆施工造成底栖生物损失量：5.7×10⁴×51.23×10⁻⁶=2.92t

因此，项目平台承重柱造成底栖生物直接损失 0.9t，海缆施工造成底栖生物直接损失 2.92t。

3.1.3.2 渔业资源损失量

本工程海缆铺设和平台施工工期超过 15 天，按照《规程》，工程在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

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

T ——污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

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

S_j ——某以污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

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

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

根据下一节水质环境影响预测，项目施工产生的悬浮泥沙对渔业资源的影响主要是考虑施工悬浮泥沙扩散范围，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积为 1.95km²；施工悬沙浓度大于 20mg/L 的水域面积为 1.12km²；施工悬沙浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.82km²；施工悬沙浓度大于 100mg/L 的水域面积 0.68km²，悬浮物浓度增量分区数为 4。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中的“污染物对各类生物损失率”，施工过程中悬浮泥沙增量超标倍数、超标面积和在区内各类生物损失率如表 3.1.3-1 所示，生物损失率按《规程》中的数值进行内插，小于 10mg/L 增量浓度范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 3.1.3-1 本工程悬浮物对各类生物损失率参数（参照《规程》相关规定）

悬沙增值浓度 (mg/L)	污染物 i 的超 标倍数 (Bi)	平均扩散面积 (km ²)	各类生物损失率 (%)	
			鱼卵和仔稚鱼	成体
10~20	Bi≤1 倍	0.83	5	1
20~50	1<Bi≤4 倍	0.30	10	5
50~100	4<Bi≤9 倍	0.14	30	15
>100	Bi≥9 倍	0.68	50	40

本项目施工时间为平台打桩 30 天，海缆敷设 15 天，其污染物浓度增量影响的持续周期数按 3 来计算（15 天为 1 个周期）。据水深测量资料，悬浮悬沙扩散范围内的海域平均水深以 9m 计算。渔业资源密度根据 2023 年春季在项目附近海域进行的海洋生态现状调查数据，取游泳生物的平均重量密度为 164.2kg/km²、鱼卵的平均密度为 2.32ind/m³、仔稚鱼的平均密度为 0.494ind/m³。

则项目施工悬浮泥沙造成渔业资源损失量为：

$$\text{游泳生物} = 164.2 \times 3 \times (0.83 \times 1\% + 0.3 \times 5\% + 0.14 \times 15\% + 0.68 \times 40\%) \times 10^{-3} = 0.156\text{t}$$

$$\text{鱼卵} = 2.32 \times 10^6 \times 3 \times 9 \times (0.83 \times 1\% + 0.3 \times 5\% + 0.14 \times 15\% + 0.68 \times 40\%) \times 10^6 = 1.98 \times 10^7 \text{粒}$$

$$\text{仔稚鱼} = 0.494 \times 10^6 \times 3 \times 9 \times (0.83 \times 1\% + 0.3 \times 5\% + 0.14 \times 15\% + 0.68 \times 40\%) \times 10^6 = 4.22 \times 10^6 \text{尾}$$

因此，项目施工造成渔业资源直接损失量为：游泳生物 0.156t、鱼卵 1.98×

10^7 粒、仔稚鱼 4.22×10^6 尾。

3.2 生态影响分析

3.2.1 水文动力环境影响分析

3.2.1.1 水动力模型简介

本报告对渔旅综合平台和网箱带来的水动力环境的影响采用平面二维数值模型来进行预测与分析。该模型采用非结构三角网格剖分计算域，三角网格能较好的拟合陆边界，网格设计灵活且可随意控制网格疏密，该软件具有算法可靠、计算稳定、界面友好、前后处理功能强大等优点。采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

(1) 模型控制方程

质量守恒方程：

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

动量方程：

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

式中： ζ ——水位；

h ——静水深；

H ——总水深， $H=h+\zeta$ ；

u 、 v ——分别为 x 、 y 方向垂向平均流速；

g ——重力加速度；

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

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

ε_x 、 ε_y —— x 、 y 方向水平涡动粘滞系数。

(2) 定解条件

初始条件:

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

开边界: 全球模型调和求得开边界的 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 、 N_2 、 P_1 、 K_2 、 Q_1 八个分潮调和常数值输入计算。

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

这里, f_i 、 σ_i 是第 i 个分潮 (这里共取 8 个分潮: M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 、 N_2 、 P_1 、 K_2 、 Q_1) 的交点因子和角速度; H_i 和 G_i 是调和常数, 分别为分潮的振幅和迟角; $V_{oi}+V_i$ 是分潮的幅角。

3.2.1.2 计算域和网格设置

(1) 计算域设置

本项目所建立的海域数学模型计算域范围见图 3.2.1-1。模拟采用三角网格, 用动边界的方法对干、湿网格进行处理。整个模拟区域内由 10042 个节点和 18949 个三角单元组成, 最小空间步长约为 5m。数值模拟计算海域网格分布见图 3.2.1-1。为了能清楚了解本工程附近海域的潮流状况, 将本工程附近海域进行局部多次加密, 加密区域见图 3.2.1-2。

(2) 水深和岸界

水深: 选取中国人民解放军海军航海保证部制作的海图以及工程附近海域水深地形测量资料。

岸界: 采用以上海图中岸界及工程附近海岸线勘测资料。

(3) 大海域模型水边界输入

开边界: 利用潮波模型求得的 M_2 、 S_2 、 K_1 和 O_1 四个主要分潮调和常数值输入计算。

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

式中:

f_i 、 σ_i —第 i 个分潮 (这里共取四分潮: M_2 、 S_2 、 O_1 和 K_1) 的交点因子和角

速度；

H_i 和 G_i 是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角；

$V_{oi} + V_i$ 一分潮的幅角。

闭边界：以大海域和工程周边岸线作为闭边界。

(4) 计算时间步长和底床糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，最小时间步长 1s。底床糙率通过曼宁系数进行控制，曼宁系数 n 取 60~80m^{1/3}/s。

(5) 水平涡动粘滞系数

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

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

式中：

c_s —常数；

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

图 3.2.1-1 数值模拟计算域及网格

图 3.2.1-2 加密区域网格分布

3.2.1.3 潮流数值模型及验证

(1) 潮位验证

潮位验证采用 2021 年 5 月 27 日~29 日（大潮）用海区周边海域 2 个站位同步连续观测数据，模拟区内潮位验证点表 3.2.1-1，潮位验证曲线见图 3.2.1-3 和图 3.2.1-4。

表 3.2.3-1 潮位和潮流验证点坐标

测点	北纬	东经	观测项目
SW2-1	22.782512°	115.555916°	潮流
SW2-2	22.7195°	115.6389°	潮流
SW2-3	22.779347°	115.737877°	潮流
SW2-4	22.64665°	115.554199°	潮流
SW2-5	22.647918°	115.64312°	潮流
SW2-6	22.649502°	115.744057°	潮流
SWC3	22.662492°	115.563469°	潮位
SWC4	22.850867°	115.699425°	潮位

图 3.2.1-3 潮位验证曲线（SWC3）

图 3.2.1-4 潮位验证曲线（SWC4）

(2) 潮流验证

潮流验证采用广州海兰图检测技术有限公司于 2011 年 5 月 27 日~28 日（大潮）用海区周边海域 6 个站位 25 小时单周日海流同步连续观测数据，站位见图 3.2.1-5。通过潮流对比，模拟数据与实测数据验证较好。

以上潮位和潮流验证结果表明，相应验证点上潮位和潮流模拟结果与实测潮位和潮流资料基本吻合，符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》（JTS/T231-2-2010）的要求，能够较好地反映用海区周边海域潮流状况。

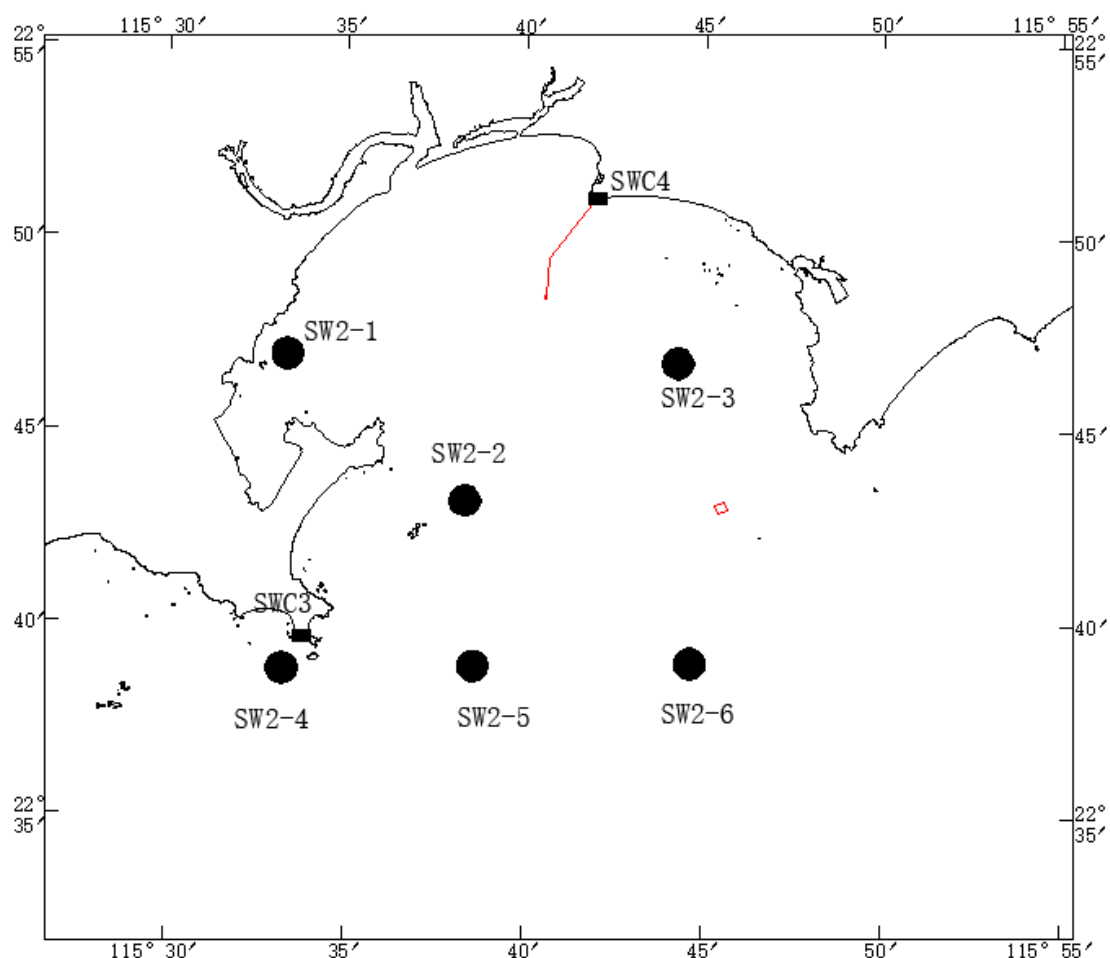


图 3.2.1-5 潮流验证点位置图

3.2.1.4 项目海域现状潮流计算结果分析

大海域潮流场数值模拟分析结果如下，分析中潮位时刻采用工程附近海域潮位时刻。

（1）大海域潮流场数值模拟

图 3.2.1-7 是海域大潮期间涨潮中间时刻潮流场，计算域内潮流整体由 NE 向 SW 流，流速较小，基本在 40cm/s 以下，在湾内流速更小，基本在 15cm/s 以下。

图 3.2.1-8 是大海域大潮期间落潮中间时刻潮流场，计算域内潮流整体由 SW 向 NE 流，流速基本和涨潮基本一致，方向相反，基本在 40cm/s 以下，在湾内流速更小，基本在 15cm/s 以下。

图 3.2.1-7 大海域计算潮流场（涨潮中间时，大潮期）

图 3.2.1-8 大海域计算潮流场（落潮中间时，大潮期）

（2）工程海域潮流场现状数值模拟

图 3.2.1-9 是工程海域涨潮中间时潮流场，涨潮中间时，工程区流速在 0.60-0.75m/s 之间，模拟区内潮流基本上东南流。

图 3.2.1-10 是工程海域落潮中间时潮流场，工程区流速在 0.55-0.65m/s 之间，模拟区内潮流整体西北向流。

图 3.2.1-9 工程海域现状潮流场（涨潮中间时）

图 3.2.1-10 工程海域现状潮流场（落潮中间时）

3.2.1.5 对周边海域潮流场的影响分析

为说明工程建设对工程附近流速的影响，选择工程前后涨急和落急时刻进行对比分析，流速变化曲线见图 3.2.1-11。由图可知，在工程海域 180 米外侧流速基本上没有变化；在工程区内最大流速变化幅度 5cm/s，在桩基根部由于挑流作用流速有所增加，主要在桩周边 20m 范围内。在桩基东西两侧由于桩的阻挡作用有所减小，在桩基南北两侧流速略有增加。

图 3.2.1-11a 涨急时刻工程前后流速变化曲线（单位 m/s）

图 3.2.1-11b 落急时刻工程前后流速变化曲线（单位 m/s）

本项目主要建设内容为综合平台、网箱养殖和海底电缆铺设。综合平台主要

采用钢管桩进行承重，直径较小；对流场的影响，主要考虑承重柱迎水面和背水面海域流速出现一定程度减缓，侧面流速稍有所增加，流向变化不明显，可见施工实施对潮汐动力影响主要出现在承重柱附近，且影响很小。

网箱养殖主要由网箱浮架装置、网箱网衣和锚绳系统等组成，对流场的影响主要考虑网箱网衣及锚固设施。项目网箱养殖设施均为透空式结构，固定网箱的锚链及桩基直径较小，不会显著影响周边海域的潮流场。项目实施后，由于网箱养殖设施均为透空式结构，水流可以通过，其周边海域涨落急流向仍维持不变，仅对网箱及附近的流速产生一定影响。

海底电缆埋设于海床，施工完成后，海床可在波浪潮流共同作用下逐渐恢复到原状，因此不对潮流动力产生影响。综上所述，项目建设及运营对周边海域潮流影响几乎无影响。

3.2.2 地形地貌和冲淤环境影响分析

研究利用沉积物取样分析、海流观测等方法，结合水深地形、工程地质、风速资料，运用冲淤模型模拟潮流、波浪（施加风）作用条件下工程周围海域海底地形的演化。

3.2.2.1 泥沙运动控制方程

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

泥沙控制方程为：

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

式中：

$\bar{c}$ ——水深平均悬浮泥沙浓度（g/m³）；

u, v ——水深平均流速（m/s）；

D_x, D_y ——分散系数（m²/s）；

h ——水深（m）；

S ——沉积/侵蚀源汇项（g/m³/s）；

Q_L ——单位水平区域内点源排放量 ($m^3/s/m^2$) ;

C_L ——点源排放浓度 (g/m^3) 。

3.2.2.2 沉积物沉积和侵蚀计算公式

(1) 粘性土沉积和侵蚀

1) 沉积速率

根据 Krone (1962)等提出的方法计算粘性土沉积, 公式如下:

$$S_D = w_s C_b p_d$$

式中:

S_D ——沉积速率;

w_s ——沉降速度 (m/s) ;

C_b ——底层悬浮泥沙浓度 (kg/m^3) ;

p_d ——沉降概率;

沉降速度计算公式:

$$w_s = \begin{cases} kc^\gamma, & c \leq 10 kg / m^3 \\ w_{s,r} \left(1 - \frac{c}{c_{gel}} \right)^{w_{s,n}}, & c > 10 kg / m^3 \end{cases}$$

式中:

c ——体积浓度;

k, γ ——系数, γ 取值介于 1~2 之间;

$w_{s,r}$ ——沉降速度系数;

$w_{s,n}$ ——组分能量常数;

C_{gel} ——泥沙絮凝点。

沉降概率公式:

$$P_1 = \begin{cases} 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, & \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0, & \tau_b > \tau_{cd} \end{cases}$$

τ_b ——海底剪应力 (N/m^2) ;

τ_{cd} ——沉积临界剪应力 (N/m^2) 。

2) 泥沙浓度分布

泥沙浓度分布计算包括 2 种方法:

①Teeter 公式

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

式中:

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

$$p_e = \frac{w_s h}{D_z} = \frac{6 w_s}{k U_f}$$

k——Von Karman 常数 (0.4) ;

U_f ——摩擦速度, $\sqrt{\tau_b / \rho}$ 。

②Rouse 公式

$$-\varepsilon \frac{dC}{dz} = w_s C \quad \varepsilon = k U_f z \left(1 - \frac{z}{h} \right) \quad C = C_a \left[\frac{a}{h-a} \frac{h-z}{z} \right]^R, a \leq z \leq h$$

$$R = \frac{w_s}{k U_f}$$

底层悬浮泥沙浓度公式:

$$c_b = \frac{\bar{c}}{RC}$$

式中:

ε ——扩散系数;

C——悬浮泥沙浓度;

z——垂向笛卡尔坐标。

h——水深;

C_a ——深度基准面处的悬浮泥沙浓度;

a——深度基准面；

$\bar{c}$ ——水深平均浓度；

R——Rouse 参数。

3) 底床侵蚀

根据底床密实程度，侵蚀计算可以分为 2 种方式：

①密实、固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \tau_b > \tau_{ce}$$

式中：

E——底床侵蚀度（kg/m²/s）；

τ_b ——底床剪切力（N/m²）；

τ_{ce} ——侵蚀临界剪切力（N/m²）；

n——侵蚀能力。

②软、部分固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \exp \left[\alpha (\tau_b - \tau_{ce})^{1/2} \right], \tau_b > \tau_{ce}$$

α ——参考系数。

（2）非粘性土沉积和侵蚀

1) 无量纲颗粒参数的确定

根据 Van Rijn (1984)等提出的方法计算非粘性土再悬浮，公式如下：

$$d^* = d_{50} \left[\frac{(s-1)g}{\nu^2} \right]^{1/3}$$

式中：

S——颗粒比重；

G——重力加速度；

ν ——粘滞系数；

d_{50} ——中值粒径。

2) 底床临界起动流速

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

①泥沙运移阶段参数 T

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

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

式中：

I ——能量梯度；

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

$|\vec{V}|$ ——流速 (m/s)。

②临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值

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

3) 沉降速度

非粘性土沉降速度公式：

$$w_s = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, & d \leq 100\mu m \\ \frac{10\nu}{d} \left\{ \left[1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, & 100 < d \leq 1000\mu m \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, & d_b > 1000\mu m \end{cases}$$

式中：

d ——非粘性土颗粒粒径；

s ——非粘性土密度；

ν ——粘滞度；

g ——重力加速度。

4) 悬移质运移

悬移质泥沙平衡浓度计算公式：

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

式中：

$\bar{u}$ ——水深平均流速（m/s）；

q_s ——悬移质运移量（kg/m/s）；

c ——距离底床 y （m）处的悬浮泥沙浓度（kg/m³）；

u ——距离底床 y （m）处的流速（m/s）；

h ——水深（m）；

a ——底床分层厚度（m）；

k_s ——等效粗糙高度（m）；

d_{50} ——中值粒径。

5) 非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布主要取决于湍流扩散系数 ε_s 和沉降速度 w_s 。

①湍流扩散系数计算公式为：

$$\varepsilon_s = \beta \Phi \varepsilon_f$$
$$\beta = \begin{cases} 1 + \left(\frac{w_s}{U_f} \right)^2, & \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, & 0.5 \leq \frac{w_s}{U_f} < 0.25 \\ \text{不悬浮}, & \frac{w_s}{U_f} \geq 2.5 \end{cases}$$

式中：

β ——扩散因子；

Φ ——阻尼系数。

②非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布由 Peclet 系数 P_e 确定：

$$P_e = \frac{C_{rc}}{C_{rd}}$$

式中：

C_{rc} ——Courant 对流系数（ $= w_s \Delta t / h$ ）；

C_{rd} ——Courant 扩散系数（ $= \varepsilon_f \Delta t / h^2$ ）；

ε_f ——水深平均流体扩散系数。

6) 非粘性土沉积

$$S_d = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e < \bar{c}$$

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

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

$$F = c / c_a$$

式中：

$\bar{c}_e$ ——平衡浓度；

s——相对密度，取 2.65。

7) 非粘性土侵蚀

$$S_e = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e > \bar{c}$$

3.2.2.3 输入参数确定

沉积物类型、粒度特征参数根据该区近期和历史表层沉积物调查资料选取。

3.2.2.4 工程建设前后对地形地貌环境的影响分析

根据预测，工程前后工程海域冲淤变化见图 3.2.2-1。由模拟结果可知：由于工程需安放综合平台和网箱进行活动，工程建设对地形地貌影响很小，由于工程建设对局部流速的轻微影响，导致桩基在主潮流方向上海域略为淤积，最大不超过 1cm/a，桩基根部两侧海域以冲刷为主，年冲刷变化量在 1cm/a 以下。

图 3.2.2-1 本工程建设前后工程区域年冲淤变化

本项目海底海缆所在海域工程前后海床基本不变，海缆敷设对其所在海域潮汐动力和冲淤变化基本不影响，工程实施对海域冲淤影响主要出现平台桩基附近。工程建设后，使得局部水流条件稍有改变，从而引起海床冲淤变化。主要是在桩基背水面和迎水面海域，有一定程度的淤积；桩基侧面流速稍有增加，该区域会出现轻微冲刷情况。但由于平台桩基直径较小且数量不多，整体上来看，冲淤范围仅局限于桩基附近海域，周边临近海域的冲淤基本不受工程影响。

项目养殖区域位于开放性海域，距离碣石镇西南侧约 5 公里左右海域，其东侧与西桔礁相邻，所在海域水深约为 17m，养殖区海水交换能力强，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会造成岸滩的冲淤变化。网箱养殖由网箱浮力装置、网箱网衣、网衣稳定装置、锚固设施（铁桩和锚链）等组成，网箱漂浮于水中，用锚固结构固定于海底。本项目可能会从两方面对地形地貌与冲淤环境产生影响，一是由于网箱布放造成的水流速减缓，形成泥沙沉积；二是网箱固定桩的投放，造成其周围局部发生冲淤变化。由于本项目网箱养殖设施均为透空式结构，对周边海域的流速流向影响不大，故而造成悬浮泥沙沉积的可能性较小；锚固用的铁桩投放后，其周边小范围内的水域流速可能出现不同程度的变化，在涨急落急时，桩脚流速增大，造成其局部底泥的冲刷。本项目网箱数量较少，且所占用海域面积较小，造成的冲刷和淤积相对很小。

因此就整体而言，本项目海底电缆、平台桩基、网箱养殖用海对周边海域的海流有一定的影响，但影响较小，对所在海域地形地貌与冲淤环境基本没有影响。

3.2.3 水质环境影响分析

3.2.3.1 水质预测模型

潮流是海域污染物进行稀释扩散的主要动力因素，在获得可靠的潮流场基础上，通过添加水质预测模块（平面二维非恒定的对流—扩散模型），可进行水质预测计算。

（1）二维水质对流扩散控制方程：

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}\left(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y}\right) - F \cdot h \cdot c + s$$

式中：D_x、D_y为x、y方向的扩散系数，扩散系数 $D_t = K_t \frac{\Delta x^2}{\Delta t}$ ，Δx为空间步长（30m~520m），Δt为时间步长（0.5s~30s），k_t为系数，其取值范围为0.003~0.075，模拟中网格采用三角形非结构网格，每个网格时间步长和空间步长差异较大，故其扩散系数差异较大，模型中通过设置的时间步长和空间步长进行自主计算分配；c为悬浮泥沙浓度；F为衰减系数， $F=p \cdot w_s$ ，p为沉降概率，w_s为沉降速度；s为悬浮泥沙排放源强， $s=Q_s C_s$ ，式中Q_s为排放量，C_s为悬浮泥沙排放浓度。

（2）边界条件

岸边界条件：浓度通量为零；

开边界条件：

入流： $C|_{\Gamma} = P_0$ ，式中Γ为水边界，P₀为边界浓度，模型仅计算增量影响，取P₀=0。

出流： $\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n^w} = 0$ ，式中U_n边界法向流速，n为法向。

（3）初始条件

$$C(x, y)|_{t=0} = 0$$

3.2.3.2 模拟参数设置

（1）悬浮泥沙源强计算

①平台打桩悬浮沙

本项目中央平台和扩展平台基础采用钢管桩，共146根。其中，Φ1500mm，Q390B钢管桩16根；Φ1200mm，Q390B钢管桩130根。桩基施工过程中会扰动局部水域，产生一定量的悬浮泥沙，悬浮沙影响主要发生在沉桩过程中，沉桩时振动锤击打桩身会对作业点周边表层沉积物造成冲击扰动，造成悬浮泥沙浓度增大。该过程中产生的悬浮泥沙可按下式进行计算：

$$Q = (\pi \times d \times h \times \varphi \times \rho \times \alpha) / t$$

其中，Q为悬浮泥沙发生量，kg/s；d为桩直径，平台基础采用的桩直径最大为1.4m；h为沉桩引起的桩基周边表层沉积物细颗粒悬浮范围，取约0.2m；φ为钢管桩外壁振动引起的细颗粒起悬距离，取约2m；ρ为附着泥层密度，取1300kg/m³；α为起悬率，无量纲；t为打桩时间，本次数值计算中取0.5h。经计算，本工程钢栈桥和钢平台的钢管桩施打产生的悬浮物源强约为0.15kg/s。

②海底电缆埋设悬浮沙

根据对电缆埋设施工过程分析，采用如下经验公式计算各作业阶段引起的悬浮沙增量：

$$Q=L \times A \times \gamma_s \times P$$

式中：Q（kg/s）为海底悬浮泥沙强度，kg/s；L为扰动进度，m/s；A为海缆挖沟扰动横截面，m²；γ_s为泥沙干密度，kg/m³；P为悬浮泥沙所占挖沙量比例，无量纲。

本工程海底电缆敷设深度不小于泥面以下3m，取3.0m进行悬沙计算，海缆沟槽底宽约0.3m，顶宽约0.5m，即海缆挖沟扰动横截面积为1.2m²；电缆正常铺设速度约3~5m/min，即扰动进度为0.05~0.08m/s，本次取0.065 m/s；悬浮泥沙所占挖沙量比例，即起沙率根据类似工程施工经验取15%。电缆铺设区底质泥沙密度参考本工程场址区钻孔取样结果选取，经测，场址区表层底质样品天然湿密度1.78 g/cm³，含水率39.4%，据此计算底质泥沙干密度1.28 g/cm³，即1280kg/m³。由此计算电缆埋设过程中悬浮沙源强为：Q=0.065×1.2×1280×15%=14.98 kg/s。

（2）悬浮泥沙源强位置

电缆铺设为线性工程，受地形和潮流条件影响，不同点位施工产生的悬浮物影响范围不同。根据电缆布置和桩基位置，选取20个代表点，预测不同点位施工的悬浮物最大影响范围，电缆敷设和桩基位置悬浮物预测点位见图3.2.3-1。

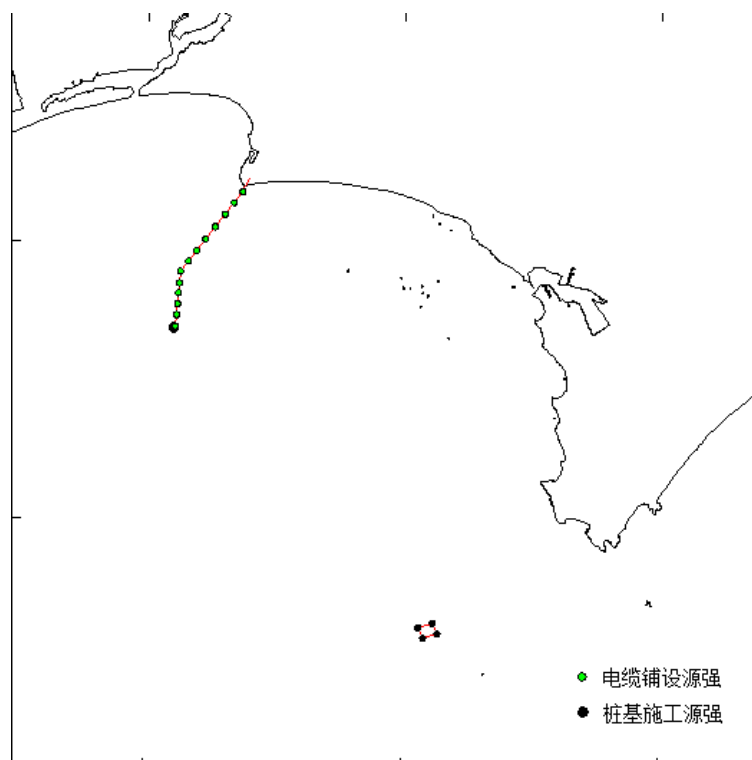


图 3.2.3-1 悬浮泥沙发生代表点位置图

3.2.3.3 悬浮泥沙影响的预测结果

计算工况考虑大潮、小潮和全潮期，预测在不同潮期电缆敷设和桩基施工产生悬浮物的扩散范围和浓度，统计分析悬浮物的最大影响范围。

由于桩基施工源强比较小，不会产生 10mg/L 以上的悬沙。图 3.2.3-2 为根据悬浮物单点预测结果绘制的悬浮物影响包络线，由最大包络范围图可知，电缆敷设悬浮物浓度增量大于 10mg/L 影响范围叠加约为 1.95km²，悬浮物浓度大于 20mg/L 影响范围叠加约为 1.12km²，悬浮物浓度增量大于 50mg/L 的影响范围为 0.82km²，悬浮物浓度增量大于 100mg/L 的影响范围为 0.68km²，悬浮物浓度增量大于 150mg/L 的影响范围为 0.27km²。

表 3.2.3-1 施工悬浮物增量影响范围单位：km²

项目	≥10mg/L	≥20mg/L	≥50mg/L	≥100mg/L	≥150mg/L
电缆敷设	1.95	1.12	0.82	0.68	0.27

图 3.2.3-2 电缆敷设不同作业点悬浮物影响范围（全潮）

本项目养殖区域共设置 6 个圆形网箱，网箱直径 31.84 m，周长 100 m，高度 10.5 m，单个网箱养殖体积为 8750 m³，网箱的安装海域水深为 16 m。网箱沿圆周方向均匀布置 12 根系泊缆绳，每根缆绳抛锚距离为 80 米（5 倍水深）。

施工期对海水水质的影响主要为，网箱安装时设置锚固定扰动海底沉积物，会产生少量的悬浮泥沙，以及施工船舶的污水排放。

由于本养殖海区水深约为 16m，水深较深，设施锚碇设施时主要是与底层产生接触，施工过程产生的悬浮泥沙主要在底部扩散，浓度较小，对海洋中、上层水质影响不大，对海洋环境不会产生大的影响。此外，由于本项目施工期短，单个锚块固定所占面积较小，施工产生的悬浮泥沙扩散范围局限在工程作业点附近，影响程度非常有限，随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以快速恢复。

施工船舶污水主要包括船舶舱底油污水和船舶生活污水。本项目施工船舶产生的含油污水、生活污水均集中收集，上岸交由有资质单位接收处理，不外排。因此施工期基本不会对项目及周边水质环境产生影响。

本节对悬浮物扩散范围预测为保守考虑，根据施工规划，敷设完毕的电缆段区域悬浮物浓度增量可较短时间内减低至 10mg/L 以内。因此，电缆敷设实际影响是暂时的，随着工程结束，悬浮物对水环境的影响也将消失。

3.2.4 运营期养殖排污影响分析

（1）饵料对水质的影响分析

网箱养殖系统是一种人工营养型的养殖系统，在这个系统中，饲料成为它的主要能量来源。网箱所投的饲料大部分为养殖的鱼类所摄食，小部分流失出网箱。流失的饵料部分为野生鱼类所摄食，部分沉降到海底。沉降到海底的部分为底栖生物所摄食、分解。鱼类所摄食饵料，部分为鱼类消化吸收，不消化部分最终转化为粪便沉降到海底。消化吸收的饵料部分转化为鱼类组织蛋白，部分由鱼类代谢，代谢的终产物以排泄物的形式排到海里。由于饲料系无毒的营养物质，在热

带开阔海域，其初级生产力较低，经过海洋浮游动植物的分解，残饵对海域的水质环境的影响很小。

(2) 鱼类排泄物对水质的影响

本项目网箱养殖主要适养鱼种包括高体鰺、大黄鱼、卵形鲳鲹。养殖水体总包容水体约6万m³，其中海洋综合平台下部（中央平台和扩展平台）养殖包容水体约1万m³，开敞水域重力式网箱养殖区包容水体合计5万 m³。按每年生产一季、单位水体产出15公斤计算，则本项目每年总产出鱼类产品90万公斤，其中海洋综合平台下部鱼类产品产量为15万公斤/年，开敞水域重力式网箱养殖区鱼类产品产量为75万公斤/年。

在正常养殖情况下，污染物排放区域小，量级不大，且随着不断输移扩散，污染物的浓度逐渐趋向于0，海域水体逐渐恢复到自然状态。因此，营运期鱼类排泄物对所在海域水环境影响小，不会对周围海域水质产生大的影响。

(3) 工作人员污水对水质的影响

本工程运营期将船舶工作人员的生活污水配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至市区污水处理厂处理。本项目工作船舶上工作人员产生的生活污水，采取上述处理措施后对项目所在海域水环境造成的影响很小。

根据文献《海水网箱养殖污染的环境经济学分析与治理对策》，海水网箱养殖只有在养殖密度过大，水体交换不佳和饵料投入量过大的情况下，产生的养殖污水量（主要是残饵、渔药和鱼类排泄物）超过天然水体自净能力的极限才会对环境造成污染。本项目海域水深较深，海域开阔，有利于污染物扩散；在营运期，建议控制养殖密度、选择合规的饵料，正确进行投喂，并在专业技术人员指导下正确使用鱼药等，最大程度地避免对周围水体环境造成严重污染。

3.3 项目用海对通航环境影响分析

项目施工期间由于施工船舶的往来，客观上会使该海域海上通航密度增大，增加了过往船舶的航行与避让难度，将对过往船舶通航安全产生影响，但该影响仅限于施工期，待施工期结束，影响就会消失。在项目运营期间，投饵船、工作船往来养殖区网箱和码头之间，可能会使用周边的航道，对周边航道往来船只的

海上交通会造成一定程度的影响，建设单位将会在养殖区附近设置相应的警示浮标和警示牌，因此，本项目运营期对过往船只的通航影响较小。但仍建议建设单位与相关部门进行沟通协调，进一步加强通航的安全性。

3.4 养殖造成生态风险分析

1.养殖自身污染风险

网箱养殖对增加水体悬浮物，再加之投饵，常会造成局部水域透明度下降，从而间接影响水体溶氧量、底栖生物的生长等各方面。集中式的网箱养殖使网箱区的溶解氧严重不足，由于局部投饵的结果，网箱内营养物质的含量明显高于网箱外，若所投的营养物质不能被鱼体完全消化吸收，将会对水体造成局部乃至大面积影响。

投饵网箱养鱼输出的众多废物对水环境产生富营养化的影响主要来自未食饲料、粪便和排泄物中含有的营养物质。这些营养物质大量进入水体，使藻类及其他水生生物过量繁殖，水体透明度下降，溶解氧降低，水质恶化，从而使生态系统和功能受到损害和破坏，一旦发生赤潮，水质腐败发臭，病原微生物大量出现，造成鱼类大量死亡，而且网箱内水体的恶化往往会被波及到附近水域的水质。

因此，要根据水区情况及养殖容量的调查研究，选定网箱的数量，在合理的范围内养殖生产，合理确定网围、网箱面积、网箱密度等，还应优化养殖环境、饵料营养组成及投喂方式，使水域保持良好环境，实现对养殖水体的可持续利用，以防养殖自身污染的发生。

2.外来物种入侵风险

本项目养殖品种为南海常见鱼类，主养品种为高体鰺、大黄鱼、卵形鲳鲹，因此不会引起外来物种入侵。

3.病害风险

本项目主要开展金鲳鱼热带名贵鱼类的深海抗风浪网箱养殖，总体而言，这种养殖方式是在接近自然或完全自然的条件下进行的，病害发生风险相对较小。不过，本项目用海为开放性海域，项目北侧及东南侧深水网箱养殖区已开展一段按时间的深海抗风浪网箱养殖，病害现象可能发生，因此，在今后的养殖过程中，应重点坚持“以防为主、防治结合”的原则，防止重大流行性疾病的爆发。

本项目为避免周边海域环境的污染,对于养殖病害的处理采用淡水浸浴方法,尽量避免使用各种药剂,配合及时的预防和清理措施,对防止养殖病害的发生和减轻海域污染有一定效果。

4 海域开发利用协调分析

4.1 开发利用现状

4.1.1 社会经济概况

汕尾市辖 1 区、2 县, 代管 1 市, 另设 2 个管理区或功能区 (1 个区: 市城区; 2 个县: 海丰县、陆河县; 1 个代管市: 陆丰市; 2 个管理区或功能区: 广东汕尾红海湾经济开发区、汕尾华侨管理区); 辖区设有 40 个镇、14 个街道办事处, 共有 150 个社区居委会、723 个村委会。汕尾市位于广东省东南部沿海, 莲花山南麓, 珠江三角洲东岸, 与台湾一水之隔, 为海峡西岸经济区连接粤港澳大湾区桥头堡。汕尾市东邻揭阳市惠来县, 西连惠州市惠东县, 南濒南海, 临红海湾和碣石湾, 北接梅州市五华县和河源市紫金县, 总面积 4865.05 平方公里 (包括深汕合作区)。大陆沿海岸线 (包括深汕合作区) 长 455.2 公里, 占全省岸线长度的 11.1%。大陆架内 (即 200 米水深以内) 海域面积 (包括深汕合作区) 2.39 万平方公里, 相当于陆地面积的 4.5 倍。

根据《2023 年汕尾经济运行简况》(汕尾市人民政府门户网站) 中广东省地区生产总值统一核算结果, 2023 年, 汕尾市地区生产总值为 1430.84 亿元, 同比增长 5.0%。其中, 第一产业增加值为 192.50 亿元, 增长 3.0%; 第二产业增加值为 563.89 亿元, 增长 5.7%; 第三产业增加值为 674.45 亿元, 增长 4.9%。

2023 年, 汕尾实现农林牧渔业总产值 320.93 亿元, 同比增长 5.0%。分行业看, 农业产值 120.70 亿元, 增长 3.4%; 林业产值 7.72 亿元, 增长 10.4%; 牧业产值 34.82 亿元, 增长 5.9%; 渔业产值 139.59 亿元, 增长 5.4%; 农林牧渔专业及辅助性活动产值 18.10 亿元, 增长 9.9%。主要产品产量稳定增长。粮食产量 43.53 万吨, 下降 2.1%; 水果产量 39.17 万吨, 增长 6.6%; 花生产量 3.47 万吨, 增长 0.7%; 水产品产量 63.14 万吨, 增长 5.4%; 海水产品产量 57.86 万吨, 增

长 5.8%。

2023 年，全市规模以上工业实现增加值 167.78 亿元，同比下降 12.3%。从轻重工业看，轻工业下降 27.5%，重工业增长 3.4%。电气机械和器材制造业增长 53.2%，纺织服装、服饰业下降 45.7%。从现代产业看，产业结构进一步优化，高技术制造业增加值 57.58 亿元，增长 11.2%；先进制造业增加值 71.26 亿元，下降 11.1%。从用电情况看，全社会用电量 82.92 亿千瓦时，增长 9.9%；其中工业用电量 27.47 亿千瓦时，增长 6.3%。

2023 年，汕尾服务业增加值 674.45 亿元，同比增长 4.9%。其中接触性聚集性服务业增速良好。批发和零售业增加值增长 4.5%，住宿和餐饮业增加值增长 6.7%，交通运输、仓储和邮政业增加值增长 42.2%。公路客运量 948 万人，增长 63.5%；公路旅客周转量 9.83 亿人公里，增长 58.7%。公路货运量 3308 万吨，增长 2.7%；公路货物周转量 27.29 亿吨公里，增长 0.3%。港口货物吞吐量 1851 万吨，增长 5.7%。规模以上服务业较快增长，1-11 月，汕尾规模以上服务业企业实现营业收入 107.16 亿元，增长 11.2%。其中营利性服务业企业实现营业收入 38.77 亿元，增长 14.2%。

2023 年，汕尾固定资产投资同比下降 3.3%。分行业看，第一产业投资下降 16.9%，第二产业投资增长 4.7%，第三产业投资下降 8.1%。分领域看，基础设施投资下降 15.4%，工业投资增长 4.6%，工业技改投资增长 52.3%。房地产开发投资下降 9.7%。商品房销售面积 230.93 万平方米，下降 7.9%。商品房销售额 165.64 亿元，下降 2.9%。

2023 年，汕尾社会消费品零售总额 491.45 亿元，同比增长 3.2%。按消费类型分，餐饮收入 68.56 亿元，增长 14.4%；商品零售 422.89 亿元，增长 1.5%。按经营所在地分，城镇消费品零售额 357.63 亿元，增长 3.7%；乡村消费品零售额 133.82 亿元，增长 1.7%。从限额以上单位商品零售看，粮油、食品类商品零售额增长 0.7%，日用品类下降 0.9%，烟酒类增长 6.2%，中西药品类增长 29.5%，石油及制品类增长 12.5%，汽车类下降 21.4%。

2023 年，汕尾进出口总额 206.3 亿元，同比增长 27.5%。其中出口额 131.8

亿元，增长 34.0%；进口额 74.5 亿元，增长 17.5%。实际利用外商直接投资 3.27 亿元，增长 15.1%。

2023 年，汕尾一般公共预算收入 66.51 亿元，同比增长 8.5%。其中，税收收入 31.73 亿元，增长 24.8%；非税收入 34.78 亿元，下降 3.0%。一般公共预算支出 266.47 亿元，下降 10.1%。2023 年末，汕尾金融机构本外币存款余额 1145.02 亿元，增长 7.7%；金融机构本外币贷款余额 1135.13 亿元，增长 15.4%。

2023 年，汕尾居民人均可支配收入 30757 元，同比增长 6.0%。按常住地分，城镇居民人均可支配收入 36595 元，增长 5.3%；农村居民人均可支配收入 22741 元，增长 7.1%。

2023 年，汕尾居民消费价格同比上涨 0.2%。其中，食品烟酒类上涨 0.7%，衣着类下降 0.2%，居住类下降 0.8%，生活用品及服务类下降 1.1%，交通和通信类下降 2.3%，教育文化和娱乐类上涨 1.6%，医疗保健类上涨 1.8%，其他用品和服务类上涨 2.1%。

根据《2023 年汕尾市政府工作报告》显示，汕尾在粤东率先“拿海即开工”2 个大型现代化海洋牧场项目，创下多项国内省内“首个”。中电建、恒炜烨、中奕环保等重点项目落地投产，全球最大单机容量海上风电机组在汕尾下线。动工建设汕尾新港区白沙湖作业区公用码头，与深圳港集团签订战略合作协议，实现汕尾新港区与盐田港、小漠港协同规划。陆丰核电 5、6 号机组累计完成工程总量占比 24.6%，红海湾电厂 5、6 号机组和陆河抽水蓄能电站加快建设。省管海域红海湾场址 200 万千瓦海上风电项目正式获准建设。全面建成域内 500 千伏粤港澳大湾区外环东、粤东中南通通道和陆丰输变电 3 项重点电网工程，供电项目投资增长 9.9%。水利基础设施建设规模、强度均创历史新高，连续 3 年增速超 20%。生态环境状况指数保持“一类”级别，全市 5 个国考断面和 4 个省考断面水质全部达到优良标准。

总的来看，2023 年汕尾经济继续保持平稳的发展态势。

4.1.2 海域开发利用现状

经过管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，本项目周边海域开发利用

活动较少，现状主要有航道航路、锚地、海洋生态保护红线、开放式养殖用海、核电项目、海砂开采项目、海水浴场项目等。项目所在海域周边开发利用现状详见图 4.1.2-1。

图 4.1.2-1 项目周边海域使用现状图

(1) 航道航路

本项目附近的航道主要有乌坎东线航道、乌坎西线航道、碣石航道、大星山甲子航道粤东沿海近岸航路以及汕尾港进出港航路。其中，乌坎东线航道与本项目海底电缆路由交越，本项目海上平台及养殖区距离乌坎东线航道最近，距离均约 3.0 km。

(2) 锚地

项目周边有 4 个锚区，分别为 9#锚地、10#锚地、11#锚地、12#锚地。其中，12#锚地距离本项目海上平台最近，约 1.8 km，10#锚地距离本项目养殖区最近，约 4.5 km。12#锚地距离本项目海底电缆路由最近，约 0.5 km。本项目无需占用锚地。

(3) 海洋生态保护红线

本项目附近海域有碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场、金厢重要渔业资源产卵场、金厢海岸防护物理防护极重要区、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区、乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区，重点保护海洋生物资源和海岛景观。其中，碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场距离本项目海上平台及海底电缆距离最近，距离分别约为 0.2 km、0.5 km；金厢海岸防护物理防护极重要区距离本项目海缆登陆点较近，约为 0.2 km；金厢重要渔业资源产卵场距离本项目海底电缆路由约 1.2 km。

(4) 开放式养殖用海

项目周边海域存在 8 个开放式养殖用海项目，包括：广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目、陆丰市新立渔农业专业合作社海上养殖项目、陆丰市碣石德顺养殖场海上养殖项目、陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养

示范基地项目、陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目、陆丰盛风蚝业水产养殖项目、陆丰蚝之发水产科技养殖项目、陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区等多个开放式养殖用海项目。其中，陆丰盛风蚝业水产养殖项目距离本项目海上平台最近，距离约为 1.2 km；陆丰市碣石德顺养殖场海上养殖项目距离本项目养殖区最近，约为 7.9 km。

（5）核电项目

项目东侧有广东陆丰核电站 5、6 号机组项目，其排水隧洞距离本项目海上养殖区最近约 4.3 km。

（6）海水浴场

项目东北侧有陆丰海纳金滩海水浴场项目，项目距离海底电缆距离最近约为 5.3 km。

（7）海砂开采项目

项目西南侧有广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH21-09 区块海砂开采项目、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH22-03 区块海砂开采、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH21-08 区块海砂开采项目，广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH22-03 区块海砂开采项目距离本项目海上平台和养殖区距离均最近，距离海上平台 8.7 km，距离海上养殖区 10.2 km。

4.1.3 海域使用权属现状

根据本项目周边海域使用权属状况的资料收集情况及走访调查结果，本项目论证范围内已确权用海活动有广东陆丰核电站 5、6 号机组项目、中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH21-08 区块海砂开采、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH22-03 区块海砂开采、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH21-09 区块海砂开采、陆丰蚝之发水产科技养殖项目、陆丰盛风蚝业水产养殖项目、陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养示范基地项目、陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目、陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区、陆丰市新立渔农业专业合作社海上养殖项目、陆丰市碣石德顺养殖场海上养殖项目、广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目、陆丰

海纳金滩海水浴场项目，其位置示意图见图 4.1.3-1，相关权属信息见表 4.1.3-1。项目申请用海范围与周边用海项目不存在权属重叠。

图 4.1.3-1 项目周边海域使用权属项目现状

表 4.1.3-1 项目周边海域使用权属信息一览表

4.2 项目用海对海域开发活动的影响

项目用海对周边海域开发活动的影响一方面是施工产生的悬浮泥沙对用海活动区的海水水质影响；另一方面是项目区占用海域对毗邻用海活动的影响。

根据前文，本项目海域使用类型为“渔业用海”(一级类)中的“开放式养殖用海”(二级类)；项目用海方式包括：（1）“开放式”用海(一级方式) 中的“开放式养殖”用海 (二级方式)，面积 19.1202 公顷；（2）“开放式”用海(一级方式) 中的“游乐场”用海 (二级方式)，面积 12.9823 公顷；（3）“构筑物”用海(一级方式) 中的“透水构筑物”用海 (二级方式)，面积 0.6111 公顷；（4）“其他方式”用海(一级方式) 中的“海底电缆”用海 (二级方式)，面积 10.4775 公顷。

本项目距离较近的海域开发活动主要为航道航路、锚地、海洋生态保护红线区、广东陆丰核电站 5、6 号机组项目以及陆丰盛风蚝业水产养殖项目等多个开放式养殖项目等。项目施工期产生增量超过 10mg/L 的悬浮泥沙与附近现状开发利用项目叠加图见图 4.2-1。

图 4.2-1 项目周边海域使用现状与超过 10mg/L 的悬浮泥沙扩散叠加图

4.2.1 项目用海对周边公共航路和锚地的影响分析

本项目海上平台及养殖区域位置不涉及规划航道、锚地和现存航道、锚地，本工程布置 6 个重力式网箱，网箱周长 100m，直径 31.83m，水深 11m，网箱水体合计 5 万立方米。目前项目周边区域出入较多的均为中小型渔船，吃水不深。根据《2011 年全国沿海船舶定线制总体规划》、《广东省航道发展规划（2018 年~2035 年）》、《汕尾港总体规划（2021~2035）》可知，本项目海底电缆路由部分与乌坎东线航道交越，海底电缆距离西北侧 12#锚地最近处为 0.5 km，距

离南侧 10#锚地距离为 2.6 km，其余航道锚地距离较远。项目海上平台区距离乌坎东线航道约 3.0 km，距离乌坎西线航道约 3.5 km，距离碣石航道约 7.3 km，距离北侧 12#锚地最近处为 1.2 km，距离南侧 10#锚地 2.4 km，距离东南侧 11#锚地为 6.8 km，其余航道锚地距离较远。项目海上养殖区东侧距离乌坎东线航道 3.0 km，南侧距离粤东沿海近岸航路 3.1km，西侧距离汕尾港进出港航路 5.0 km，北侧距离碣石航道 5.3 km，西北侧距离 10#锚地 4.5 km，北侧距离 11#锚地 3.6 km，其余航道锚地均距离较远（图 4.2.1-1）。

本项目海底电缆部分与乌坎东线航道交越，但这种交越引起的通航影响仅限于施工期间，施工期间，由于施工船舶的往来，客观上会使该海域海上通航密度临时性增大，增加了过往船舶的航行与避让难度，将对过往船舶通航安全产生临时性影响，但该种影响仅限于施工期，待施工期结束，影响随即消失。在项目建设期间，建议建设单位在工程区附近设置相应的警示浮标和警示牌。加强与相关部门进行沟通协调，严格按照相关航行线路及标识进行投放，船舶施工需要按照相关水上施工相关规范进行，进一步加强通航安全性。在项目运营期间，投饵船、工作船、运输船等往来养殖区海上工作平台和码头之间，可能会使用周边的航道，增加航道船只航行密度，对周边航道来往船只的海上交通造成一定程度的影响，建议建设单位在养殖附近设置相应的警示浮标和警示牌。同时，本项目在船舶施工和运营期间应及时在船讯网等网站做好登记，提前告知其他船舶出行计划，避免发生碰撞事件，加上本项目施工运营期间所用船舶规模较小，在做好各种准备措施的前提下，项目对通航环境不会造成较大影响。此外，建议工程建设导助航设施，起到警示作用，降低工程建设造成船舶航行触礁的可能性。因此，工程基本不会对通航安全产生影响。

建议建设单位与相关部门进行沟通协调，严格按照相关航行线路及标识进行施工、养殖生产，船舶施工、船舶运输按照相关水上施工相关规范进行，加强船舶管理，进一步加强通航安全性。

图 4.2.1-1 项目周边主要公共航路及锚地分布示意图

4.2.2 对海洋生态保护红线区的影响

根据 4.1.2 节的介绍，项目的海上养殖区与周边海洋生态保护红线区均距离较远，工程对其基本无影响。但项目的海上平台区距离碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场距离最近，约为 0.2 km，距离金厢重要渔业资源产卵场距离约 2.5km；项目登陆点距离金厢海岸防护物理防护极重要区 0.2 km。项目施工期产生增量超过 10mg/L 的悬浮泥沙包络图显示（图 4.2-1），超 10mg/L 的悬浮泥沙扩散范围均在海洋生态保护红线区外，因此项目对海洋生态保护红线区影响微弱。

4.2.3 对开放式养殖用海活动的影响

本项目海上平台区与陆丰盛风蚝业水产养殖项目距离最近，距离约为 1.2 km；陆丰市碣石德顺养殖场海上养殖项目距离本项目养殖区最近，约为 7.9 km。根据包络图（图 4.2-1）显示，施工过程产生的悬浮泥沙影响范围主要集中在项目海底电缆用海区域附近，基本不会对广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目、陆丰市新立渔农业专业合作社海上养殖项目、陆丰市碣石德顺养殖场海上养殖项目、陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养示范基地项目、陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目、陆丰盛风蚝业水产养殖项目、陆丰蚝之发水产科技养殖项目、陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区等多个开放式养殖用海项目的水质产生影响。另外，项目施工期施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，进入化粪池预处理后，再经市政污水管网送至城市污水处理厂处理。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。因此，项目施工废水和固体废物均经收集后处理，不排海，不会对上述两个项目周边区域的水质环境产生不利影响。

项目运营期产生的污水通过污水系统接收收集处理，不直接外排海域；船舶含油废水将集中收集后，交由有资质的单位处理。项目运营产生的各类污染物均不直接排放入海，则经采取措施后，对周边养殖项目的水质环境基本无影响。

4.2.4 对广东陆丰核电站 5、6 号机组项目的影响分析

本项目东侧有广东陆丰核电站 5、6 号机组项目，距离最近约 4.3 km。本项目施工过程中产生的悬浮泥沙影响范围主要集中在项目用海区域附近，且范围较小，而广东陆丰核电站 5、6 号机组项目不在悬沙增量 10mg/L 的包络线范围内，且该影响仅存在于施工阶段，是暂时性的，伴随着施工结束影响随即消失，因此本工程施工时基本不会对其产生影响。另外，项目施工期施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，进入化粪池预处理后，再经市政污水管网送至城市污水处理厂处理。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。因此，项目施工废水和固体废物均经收集后处理，不排海，基本不会对广东陆丰核电站 5、6 号机组项目产生不利影响。项目运营期产生的污水通过污水系统接收收集处理，不直接外排海域；船舶含油废水将集中收集后，交由有资质的单位处理。项目运营产生的各类污染物均不直接排放入海，则经采取措施后，对广东陆丰核电站 5、6 号机组项目区域的水质环境基本无影响。但两个项目的施工期较为接近，在项目施工及后期运营中，海上使用的船舶密度增大，船舶碰撞和事故溢油风险增加，可能会对广东陆丰核电站 5、6 号机组项目的施工及后期运营船舶造成一定的影响。

4.2.5 对陆丰海纳金滩海水浴场项目的影响分析

本项目海底电缆与陆丰海纳金滩海水浴场项目距离约为 5.3 km，距离较远，不在悬浮扩散影响范围内，因此，本项目对陆丰海纳金滩海水浴场项目基本无影响。

4.2.6 对广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域海砂开采项目的影响分析

项目西南侧有广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH21-09 区块海砂开采项目、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH22-03 区块海砂开采、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH21-08 区块海砂开采项目。本项目海上平台和养殖区距离广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH22-03 区块海砂开采项目相对最近，分别为

8.7 km、10.2 km，距离均较远，且海砂开采项目均已开工，因此，本项目对广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域多个区块的海砂开采项目基本无影响。

4.3 利益相关者界定

利益相关者是指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发者、利益者，即与论证项目存在利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。根据项目用海对所在海域开发活动的影响分析结果以及现场的勘察和历史资料的搜集，结合项目用海资源环境影响分析内容，本项目涉及到的利益相关者界定如表 4.3.1-1 所示。

表 4.3-1 利益相关者的分析界定表

编号	海域开发活动	与项目的相对位置、最短距离	权属/协调单位（或个人）	利益相关内容	是否为利益相关者
1	乌坎东线航道	交越	海事部门	通航安全	是
2	乌坎西线航道	西侧 3.6 km	海事部门	通航安全	否
3	碣石航道	北侧 5.4 km	海事部门	通航安全	否
4	大星山甲子航道	南侧 5.3 km	海事部门	通航安全	否
5	粤东沿海近岸航道	南侧 3.3 km	海事部门	通航安全	否
6	汕尾港进出港航路	西南侧 5.0 km	海事部门	通航安全	否
7	9#锚地	西南侧 5.5 km	海事部门	通航安全	否
8	10#锚地	北侧 4.5 km	海事部门	通航安全	否
9	11#锚地	北侧 6.3 km	海事部门	通航安全	否
10	12#锚地	西北侧 0.5 km	海事部门	通航安全	是
11	碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场	西侧 0.2 km	——	海水水质质量	否
12	金厢重要渔业资源产卵场	东侧 1.2 km	——	海水水质质量	否
13	金厢海岸防护物理防护极重要区	西侧 0.2 km	——	海水水质质量	否
14	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	西侧 4.7 km	——	海水水质质量	否

15	乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区	西北侧 5.4 km	——	海水水质质量	否
16	广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目	东侧 3.2 km	陆丰市农业农村局	海水水质质量	否
17	陆丰市新立渔农业专业合作社海上养殖项目	北侧 8.0 km	陆丰市新立渔农业专业合作社	海水水质质量	否
18	陆丰市碣石德顺养殖场海上养殖项目	北侧 7.9 km	陆丰市碣石德顺养殖场	海水水质质量	否
19	陆丰市裕洲农业生蚝标准化养殖示范基地项目	东侧 8.0 km	陆丰市裕洲农业科技发展有限公司	海水水质质量	否
20	陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目	东侧 7.9 km	陆丰启晖种养发展有限公司	海水水质质量	否
21	陆丰盛风蚝业水产养殖项目	南侧 1.2 km	陆丰市盛风蚝业水产养殖有限公司	海水水质质量	否
22	陆丰蚝之发水产科技养殖项目	南侧 1.8 km	陆丰市蚝之发水产养殖有限公司	海水水质质量	否
23	陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区项目	东侧 7.5 km	陆丰市茂潮种养专业合作社	海水水质质量	否
24	广东陆丰核电站5、6号机组	东侧 1.4 km	中广核陆丰核电有限公司	海水水质质量	否
25	陆丰海纳金滩海水浴场项目	东侧 5.3 km	陆丰市海纳金滩旅游有限公司	海水水质质量	否
26	广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域JH21-09区块海砂开采项目	西南侧 8.9 km	中电建(汕尾)绿色建材有限公司	海水水质质量	否
27	广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域JH22-03区块海砂开采项目	西侧 8.7 km	中电建(汕尾)绿色建材有限公司	海水水质质量	否
28	广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域	西侧 10.7 km	汕尾市投资控股有限公司	海水水质质量	否

	JH21-08 区块海砂 开采项目				
--	----------------------	--	--	--	--

4.4 需协调部门界定

本项目施工及营运有船舶进出项目及周边海域，会对所在海域的船舶通行产生一定影响。同时，该项目海底电缆与乌坎东线航道交越，距离 12#锚地较近，因此项目需协调的单位主要为海事部门。

4.5 利益相关者协调分析

项目周边分布有较多的航道、锚地：乌坎东线航道、碣石航道、粤东沿海近岸航路以及汕尾港进出港航路、9#锚地、10#锚地、11#锚地、12#锚地等。本项目海底电缆部分与乌坎东线航道交越，距离12#锚地距离较近，但这种通航影响仅限于施工期间。施工期间，由于施工船舶的往来，客观上会使该海域海上通航密度临时性增大，增加了过往船舶的航行与避让难度，将对过往船舶通航安全产生临时性影响，但该种影响仅限于施工期，待施工期结束，影响随即消失。因此，本项目在施工前需取得海事部门、航道部门的施工通航许可文件。在项目施工期间，建议建设单位在海底电缆铺设工程区附近设置相应的警示浮标、警示灯、警示牌，协调安排好船舶进出港的次序，加强建设工程附近海域的海上交通管理，维护好海上交通秩序。由于工程区周围来往船舶多为小型渔船，在充分采取航行安全措施的情况下，运送锚碇、网箱等养殖设施的船舶航行按照当地海事部门规定的航路航行，本项目在施工和作业过程中对周围渔船航行安全影响较小。

本工程建成营运后养殖区位于开阔的海上，运营期间，本项目应均匀布置浮标、闪光灯和提示牌，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。同时，项目建设单位应积极配合渔业主管部门建立完善科学的海上交通监督管理系统和船舶交通管理系统，大大增强渔业主管部门对该海域的船舶交通管理力度，最大限度保证船舶交通安全，将运营期的通航风险降至最低。

综上，在当地海事部门指导下，项目在建设与营运期间严格执行相关海上安全规程，本工程建设可以协调。

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

建议建设单位充分征求国防安全部门和军事部队意见。

4.6.2 与国家海洋权益的协调性分析

海域是国家的资源，任何方式的使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。

本项目用海不涉及领海基点和国家秘密，不影响国家海洋权益的维护。因此，本项目不会对国家海洋权益产生影响。

4.6.3 对国家海洋权益的影响分析

海域是国家的资源，任何方式的使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。

本项目用海不涉及领海基点和国家秘密，不影响国家海洋权益。因此，本项目不会对国防安全和国家海洋权益产生影响。

5 国土空间规划符合性分析

5.1 与国土空间规划的符合性分析

5.1.1 与《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》的符合性分析

《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的“第四章 第三节优化南粤精细农业的空间布局”提出开展国家级海洋牧场示范区建设；第五章的第五节“助力实现碳达峰和碳中和”中提出支持可持续性海洋牧场建设，有序发展海水立体综合养殖，巩固提升海洋生态系统碳汇能力；第七章的第二节“支撑建设高质量发展战略要地”中提出，要发展深远海养殖，推动海洋牧场规模化发展。本项目计划采用 1+N 的模式（一座桁架式网箱+N 个重力式网箱）打造一座融合海洋渔业、观光休闲、科普研学、爱国教育等多功能融合项目，属于现代化海洋牧场项目，

符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》中对海洋牧场建设的要求。

图 5.1.1-1 广东省海洋空间功能布局图

5.1.2 与《汕尾市国土空间总体规划（2020—2035 年）》（公示稿）的符合性分析

本项目为建设现代化海洋牧场示范区工程，建设内容为海洋牧场，因此项目建设符合《汕尾市国土空间总体规划（2020-2035 年）（征求意见稿）》的要求。

图 5.1.2-1 汕尾市海洋国土空间规划功能分区（依据《汕尾市国土空间总体规划（2020-2035 年）》（征求意见稿））

5.1.3 与《广东省海岸带综合保护与利用规划》的符合性分析

本项目建设符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的管理要求。

图 5.1.3-1 项目登陆点所在岸线示意图

5.1.4 与《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》的符合性分析

本项目为现代化海洋牧场建设项目，属于增养殖型海洋牧场，将有利于保护碣石湾内重要生物物种多样性，提升重要物种栖息地质量等，符合《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》的要求。

5.2 与海洋功能区划符合性分析

《广东省自然资源厅关于明确市县级国土空间总体规划数据库启用条件及使用规则的通知》（粤自然资函〔2023〕630 号）明确在《广东省海岸带综合保护与利用规划（修编）》启用前，原海洋功能区划、海岛保护规划继续作为用海用岛审批的依据。由于目前当地国土空间规划还未正式发布，具体管控要求无法获取，因此在国土空间规划符合性分析的基础上补充项目用海与海洋功能区划的符合性分析。

5.2.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区

根据《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年），本项目所在海域的海洋功能区划为“珠海-潮州近海农渔业区”，周边海域海洋功能区有：田尾山工业与城镇用海区、碣石湾农渔业区和田尾山-石碑山农渔业区。项目周边各功能区的分布详见图 5.2.1-1 及表 5.2.1-1，广东省海洋功能区登记表见表 5.2.1-2。

表 5.2.1-1 项目周边海洋功能区分布情况

序号	海洋功能区名称	与本项目的方位关系及最短距
1	珠海-潮州近海农渔业区	养殖区所在
2	碣石湾农渔业区	旅游区及综合平台、海底电缆所在
3	田尾山工业与城镇用海区	养殖区东侧约 2.7 公里
4	金厢旅游休闲娱乐区	海底电缆登陆点东侧约 1.1 公里

5.2.2 项目用海对周边海洋功能区的影响

本项目在施工和营运的过程中不会对周围的海洋功能区产生大的影响。项目建设和营运需高度重视通航安全问题，防止溢油等风险事故发生，以保护相邻功能区的环境安全。项目建设和营运必须按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2011年）有关的要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行。

图 5.2.2-1 项目施工期悬浮泥沙扩散对周边海洋功能区的影响

5.2.3 与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析

本项目位于《广东省海洋功能区划》中的珠海-潮州近海农渔业区和碣石湾农渔业区，项目用海类型为渔业用海，用海方式包括开放式养殖用海、透水构筑物用海、开放式游乐场用海和海底电缆用海等，不存在填海、围海、非透水构筑物用海、炸岛炸礁等改变海域自然属性的用海活动，符合海洋功能区的海域使用管理和环境保护要求，具体分析见表 5.2.3-1。

5.2.3-1 项目与广东省海洋功能区划的符合性分析表

综上，项目建设内容符合所在功能区的基本功能定位，用海方式与海域功能相协调，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求，项目用海符合海洋功能区划。

5.3 与生态保护红线的符合性分析

5.3.1 项目所在海域及周边海域生态保护红线

根据“三区三线”中生态保护红线，本项目拟申请用海范围不占用生态保护红线，距离项目最近的生态保护红线有碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场（旅游区及综合平台西侧约 200m），金厢海岸防护物理防护极重要区（登陆点东侧约 150m）以及金厢重要渔业资源产卵区（约 1.2km），本项目与周边生态保护红线位置关系详见图 5.3.1-1。

图 5.3.1-1 项目周边海洋生态保护红线分布情况示意图

5.3.2 项目用海对生态保护红线的影响

本项目不占用海洋生态保护红线，项目旅游区及综合平台与碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场分布区距离约为 200 m。本项目建设对水动力和冲淤环境的影响很小，因此对碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场分布区不会产生影响。根据施工期悬浮泥沙对水质的影响分析（图 5.3.2-1），项目海底电缆铺设施工期间引起的悬浮泥沙增加的 10mg/L 包络线未扩散至临近的生态保护红线区，其他区域施工作业过程中，由于平台打桩和养殖网箱铁锚固定所占面积很小，产生的悬浮泥沙很少，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。施工船舶的生活污水与含油污水不得在施工区域超标排放，均收集岸上处理，不会对项目所在海域及附近海域的水质产生明显的影响。项目营运期，船舶工作人员的生活污水和接卸的部分船舶等生活污水，均配备专门的容器集中收集后，上岸后经市政污水运输车运输至市区污水处理厂处理，对水质环境基本不造成影响。项目施工期和营运期均不会对生态保护红线区产生影响。

项目海底电缆登陆点与金厢海岸防护物理防护极重要区距离约 150m，且施工工艺采用定向钻底土穿越岸线的方式，不改变海岸线原有形态和生态功能，不造成海岸线位置、类型变化，也不会影响金厢海岸防护物理防护极重要区的砂质海岸。

综上，项目建设不占用生态保护红线，项目施工期和营运期均不会对生态保护红线区产生影响，因此，项目建设符合生态保护红线的管控要求。

图 5.3.2-1 施工期悬浮泥沙对周边生态保护红线的影响

5.4 与相关规划符合性分析

5.4.1 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

本项目为海洋牧场，属于开放式养殖用海项目，大力发展深海网箱养殖的健

康养殖模式，符合限制开发区域的“推动海洋牧场建设”功能定位，符合项目所在的广东省海洋主体功能区规划。

表 5.4.1-1 广东省海洋主体功能区规划图

5.4.2 与《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的符合性分析

汕尾现代化海洋牧场拟选址均在深海养殖开发区内，养殖方式主要以人工鱼礁为主，养殖品种以鱼类、贝类为主，与规划中深海养殖区重点发展品种一致，符合规划中渔业发展目标，因此，项目建设符合《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》。

图 5.4.2-1 海洋牧场选址与汕尾市养殖水域滩涂规划的叠合情况

5.4.3 与《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）》的符合性分析

本项目拟选址位置位于先行利用发展区中的碣石南海域增养殖用海发展规划（图 5.4.3-1），，发展方向为：进行深水经济养殖开发，重点发展深水网箱养殖、并结合西桔礁等岛礁资源发展岛礁融合类海洋牧场。本项目为海洋牧场，重点发展深水网箱养殖，适度发展渔旅融合产业，与先行利用发展区发展方向一致，因此项目建设符合《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）》的要求。

图 5.4.3-1 汕尾海洋牧场所处海洋功能区

5.4.4 与《汕尾港总体规划（2021-2035）》的符合性分析

本项目选址位置有效避开了汕尾港区的现有锚地、规划锚地，以及广东沿海主要公共航路，不影响汕尾港的通航。因此，项目建设符合《汕尾港总体规划（2021-2035）》要求。

图 5.4.4-1 汕尾港作业区、锚地及广东省沿海主要公共航路分布示意图

5.4.5 与《汕尾市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析

本项目为海洋牧场项目，建设现代海洋牧场，是落实国家粮食安全战略、践行大食物观的重要举措，与规划中重大项目“建设汕尾市城区省级（水产）现代农业产业园”的要求一致，与规划中“推进红海湾、碣石湾等规模化海洋牧场建设”的发展方向一致，项目建设符合《汕尾市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》。

5.4.6 与《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

本项目建设海洋牧场位于碣石湾，与规划中在近海海域经济带重点发展现代海洋渔业的要求一致，与规划中加快推进碣石湾等规模化海洋牧场建设的要求一致，项目建设符合《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》。

5.4.7 与《汕尾市沿海经济带综合发展规划（2021-2035 年）》的符合性分析

本项目建设海洋牧场，与规划中沿海经济带“两带一轴六组团”发展总体格局一致，与规划中稳步建设现代化海洋牧场的发展方向一致，项目建设符合《汕尾市沿海经济带综合发展规划（2021-2035 年）》。

5.4.8 与《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

本项目建设的海水养殖去拟选址在碣石湾 15m 等深线以深区域，拟采取生态海洋牧场建设措施，有效控制养殖规模、密度和结构，将有利于恢复汕尾市近岸海域的生态功能。因此，项目建设符合《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》。

5.4.9 与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

本项目主体工程位于珠海-潮州近海农渔业区（87），属于一般管控单元，见图 5.4.9-1。珠海-潮州近海农渔业区的管控要求：1-1.以保护海洋生态为前提，合理保障渔业用海，交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及

保护区等用海需求；1-2.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。海洋牧场属于渔业用海，本项目选址符合区域布局管控要求，在开展海水养殖活动前应办理环评手续并严格落实环评要求，做好污染物排放的管理，因此项目建设符合《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》。

图 5.4.9-1 汕尾市环境管控单元图

5.5 与产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“第一类 鼓励类”中的“一、农林牧渔业”中“14、现代畜牧业及水产生态健康养殖”中的“海洋牧场”。因此，本项目的建设符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相符。

根据《汕尾市优先发展产业目录（2019 年版）》，本项目属于汕尾市优先发展产业目录中的“（六）海洋经济”中的“1.现代海洋渔业”。因此，本项目的建设符合《汕尾市优先发展产业目录（2019 年版）》相符。

综上，项目的建设符合国家及地方产业政策。

6 项目用海合理性分析

6.1 用海选址合理性分析

6.1.1 自然资源和海洋生态的适宜性

(1) 气候条件适宜性分析

项目所在海域地处北回归线以南的低纬度地带，南海北部的粤东沿海，属于典型的亚热带海洋季风气候区，常年气温较高，雨量充沛，相对湿度高，降雨、高温天气都出现在 5~10 月。受季风的影响，冬季盛行东北风，夏季盛行东南风。汕尾沿岸海岛海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋有两类，一类是来自西太平洋的热带气旋，另一类是在南海生成的热带气旋（又称南海台风）。另外项目所在区域处于热带气旋及雷雨多发区。项目建设、运营时应做好防台风、雷暴雨及风暴潮、热带气旋的工作。

虽然热带气旋、风暴潮等灾害性天气可能会对本项目养殖区和旅游活动产生一定的影响。但灾害性天气一般持续时间较短，只需对网箱采取一定的加固措施，做好旅游应急预案，则可将影响降至最低。

(2) 工程地质条件适宜性分析

根据区域地质资料，项目所处该区主构造带为早期新华夏系莲花山断裂构造带，该构造带以强大的断裂束及其所夹持的动力变质带为主；晚期新华夏系构造带主要有北东向的紫金—惠东断裂及华阳—平海断裂构造穿插其中，顺线尚有北西向松坑—惠东压扭性断裂存在。根据本次钻孔及周边地方钻探资料揭露，未发现工程区内有大的构造迹象存在，适宜于本项目建设。

(3) 水文动力条件适宜性分析

潮汐、潮流、波浪、悬沙、海水温度、盐度等海洋水文和海水理化特点，决定了鱼、虾、贝、藻等海洋生物生存、栖息和活动情况，是开展海水养殖要考虑的重要因素。深水网箱拟养殖区需要一定的流速，以利于减少自身污染、改善水质、提高养殖品种的品质，但流速不能过大，以免损害养殖设施、减少有效养殖水体、损害养殖物种、影响养殖生产。对于圆形网箱和浮绳式网箱而言，根据《深水网箱养殖技术规范》（DB44T742-2010）及经验数据，最大流速一般不超过

0.8m/s。本项目现场观测结果表明,观测期平均流速值在 9.7cm/s~65.9cm/s 之间,最大流速测得为 65.9cm/s,因此,拟选海域的水流条件适宜开展深水网箱养殖。本项目综合平台(场址一)所在海域水深约 7~9m,开放式养殖区(场址二)所在海域水深约 16~18m,水流条件开敞,水体交换能力强,海水环境容量大,适合开展深水网箱养殖。

在台风季节,网箱顶部加盖网盖,使网箱形成封闭状态防止鱼群逃逸。深水网箱抗风能力为 12 级以上,能抗击 6~7m 的大浪冲击,能有效避免台风带来的危害。因此,拟选海域的风浪条件总体上适宜开展深水网箱养殖。

(4) 项目水温和盐度的适宜性分析

根据《深水网箱养殖技术规范》(DB44T742-2010),适宜开展深水网箱养殖海域的水环境因子要求为:水温 12~32℃,盐度 13~32;根据 2021 年 5 月项目周边海域调查结果,水温为 25.4~29.7℃;盐度为 31.05~33.86,均满足规范要求,为适宜鱼类生长的水温盐度范围,本海区海洋经济水产品种类丰富,数量较多,因此项目的选址是适宜的。

(5) 水质环境及生物资源条件

《深水网箱养殖技术规范》(DB44T742-2010)中要求,水质环境应符合《无公害食品海水养殖用水水质》(NY5052)的规定,根据规定,石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌等项目的标准限值均宽松于国家海水二类水质标准的限值。根据 2021 年 4 月对项目周边海域海水水质的调查结果显示,以上项目均满足国家海水二类水质标准,优于《无公害食品海水养殖用水水质》(NY5052)标准,因此水质环境良好,适宜开展深水网箱养殖;《深水网箱养殖技术规范》

(DB44T742-2010)中要求,水环境 pH 值应符合 7.8~8.6,本项目周边海域 pH 值为 8.08~8.33,满足海水养殖需求。根据 2021 年 4 月沉积物调查结果,该海域表层海洋沉积物检测项目结果符合所在海洋功能区沉积物质量标准要求,均低于沉积物一类标准限值,海洋沉积物质量状况良好。

选址区域所在海域是传统的鱼类作业区。初级生产力和生物多样性程度较高,有利于海水养殖。由此,选址区域水质环境及生物资源满足海水养殖需求。

6.1.2 区位和社会条件的适宜性

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目所在海域的海洋功能区划为珠海-潮州近海农渔业区，项目主体作为开放式养殖用海项目，与农渔业区中相适宜的海域使用类型为渔业用海的海域管理要求一致，所以项目用海与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的功能定位相一致。项目选址符合海洋功能区划要求。

根据《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》，重力式深水网箱型现代化海洋牧场原则上布设在 15 米等深线以深或离岸（大陆海岸线）3 公里以上的海域。本项目综合平台（场址一）距离汕尾市陆丰市金厢镇蕉园村西南侧约 5 公里，开放式养殖区（场址二）距离汕尾市陆丰市碣石镇浅澳村西南侧约 6.2 公里，位于 15 米等深线以深海域，均符合上述《标准》要求。

此外，本项目的选址建设也符合“三区三线”中生态保护红线的要求，符合《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》、《汕尾市国土空间总体规划（2020—2035 年）》（公示稿）、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》、《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》、《广东省海洋主体功能区规划》、《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》、《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）》、《汕尾港总体规划（2021-2035）》、《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》、《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》、《汕尾市沿海经济带综合发展规划（2021-2035 年）》、《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》、和《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》等相关规划的要求。

项目电缆陆点位于陆丰市金厢镇南侧，现状为基岩岸线，有大型礁石和植被分布，东侧为砂质岸线，岸滩宽度约 40~50m，岸滩较为平滑。登陆点东侧分布有多处养殖场所，距离海边距离在 50m 左右，距离最近的养殖场位于登陆点东约 200m。

电缆登陆点位于自然岸线，施工工艺采用定向钻底土穿越方式，对自然岸线及周边海域的影响较小，有利于集约节约利用海域和海岸线资源。同时登陆点附

近区域供水、供电、公用通信设施等都可保证工程施工的需要，水陆交通条件良好，配套设施齐全。登陆点选址合理。

同时，本项目所在海域开阔，水上施工的水域面积较大，各类施工船舶干扰较少，有利于开展多个作业面。广东省内水运事业发达、水运工程施工单位多，有大量的各级技术人员，有成熟的施工经验，能确保所建项目的质量要求。综上所述，本项目选址是经过多方论证确定的安全、经济、合理的，项目选址区位和社会条件较适宜。

6.1.3 周边用海活动适宜性

根据项目与周边开发利用活动的位置关系，本项目综合平台（场址一）附近的海洋开放利用活动有陆丰盛风蚝业水产养殖项目、陆丰蚝之发水产科技养殖项目和陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目，直线距离分别约 1 公里、2 公里和 4 公里。开放式养殖区（场址二）附近的海洋开发利用活动为“陆丰核电”项目，直线距离约为 4.3 公里。本项目包括网箱养殖用海、透水构筑物用海、旅游娱乐用海、海底电缆用海，均不改变海域自然属性，养殖区对区域水文动力、冲淤环境的改变较小，施工及运营产生的悬浮物等影响较小，施工及运营期生活污水和固体废物均经收集后处理，不直接外排海域，对周边用海项目产生的影响较小。

项目施工及营运有施工船舶进出项目及周边海域，会对所在海域的船舶通行产生一定影响，项目施工期、营运期间往来陆地和养殖区船舶可能会对海上的通航环境产生一定程度的影响。因此，项目建设单位必须做好通航和安全保障措施，与海事部门做好协调，按照海事部门的要求做好通航保障工作。在此前提下，本项目的建设周围的利益相关者具有可协调性。另外，项目选址区域附近不存在军事设施、海底管线、海洋自然保护区等敏感目标，与周边用海活动协调性好。

本项目外部配套条件完备，交通条件便利，社会经济、科技产业支撑条件良好，水域自然条件良好，海水水质一、二类水质≥80%，项目社会、经济条件、自然、资源条件符合项目实施要求，符合项目实施的条件。项目的实施是可行的，项目的实施将产生良好社会、经济、文化效益，具有较好的示范辐射带动作用。

综上所述，本项目与周边利益相关者及海域开发活动具有良好的协调性，项目所在海域具有建设养殖区的条件，项目选址是合理的、可行的。

6.2 用海平面布置合理性分析

在平面布置设计过程中主要统筹考虑与节约集约用海、生态保护、水文动力环境、地形地貌和冲淤环境、周边海域开发活动等适宜性。

6.2.1 是否体现集约节约用海的原则

本项目分为牧场+文旅综合平台、游乐区、开放式养殖区、海底电缆等 4 个部分。其中，场址一中央平台直径 38m，建筑面积 6900 平方米，中央平台桩基间设置网衣，网箱直径约 34m，水深约 7m，扩展平台总宽约 108m，总长约 124m，桩基间设置网衣布置 3 个养殖水体，养殖水体直径分别为 14、11、9m，水深约 7m。场址二开放式养殖区布置 6 个重力式网箱，网箱周长 100m，直径 31.83m，水深 11m。

本项目总平面布置采用“观光文旅+海洋牧场”多业态融合的创新模式，在中央平台和拓展平台桩基间设置网衣进行海水养殖，有效利用水域面积，极大地节约用海空间。场址一透水构筑物用海、旅游娱乐用海面积均符合《建设项目用海面积控制指标（试行）》（国家海洋局，2017 年 5 月）有关要求。

根据《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》，重力式深水网箱型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上当水深小于等于 20 米时，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷以内，当水深大于 20 米时，水深每增加 1 米，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制用海面积增加 1 公顷。本项目场址二 6 个重力式网箱垂直投影面积为 4800 m^2 ，申请海域使用面积 19.1202 公顷。

本项目海底电缆路由在充分考虑海域自然环境、社会条件、海洋开发活动等因素的基础上，通过现场踏勘和与设计单位沟通，初步选取以下路由方案：从中央平台出发，向北避开陆丰市碣石湾海域金厢片区开放式养殖用海项目后到达 A3 号点，随后向东北偏移后到达金厢镇金厢角东南侧，全长约 5.7km。该方案登陆点位于自然岸线，占用岸线长度 20.1m，采用定向钻施工工艺底土穿越岸线，

不改变岸线自然形态和生态功能。该方案经济性较优、线路长度较短，用海面积较小，并充分避开了锚地及红线区，体现了集约节约用海原则。

综上，本项目平面布置充分考虑了周边用海活动现状，遵从和体现了集约、节约用海的原则。

6.2.2 是否有利于生态和环境保护

本项目综合平台（场址一）、开放式养殖区（场址二）和海底电缆均不穿越生态保护红线，已充分避让生态敏感目标。根据项目施工期悬浮物数值模拟结果，桩基施工源强比较小，不会产生 10mg/L 以上的悬沙。同时施工过程中将采取拦污屏施工工艺，将有效降低悬浮物的扩散，因此项目施工对海洋生态环境影响不大。

项目建成后，综合平台运营期生活污水和固体废物均经收集后处理，不直接外排海域，对海洋生态环境影响不大。项目养殖规模和养殖密度较小，各养殖设施间距大，可以保持养殖区海域水流通畅，营造良好的养殖环境，科学确定适宜的投饲量、投饲时间，减少残饵和散饵的数量，从而减少残饵对周围环境的影响。在特定区域安装自动水质监测设备，密切注意养殖区域及周边水域的水质变化可降低安全事故发生的风险。

因此，项目平面布置有利于海洋生态和环境保护。

6.2.3 能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目中央平台（场址一）为透水构筑物，项目用海对区域潮流场、波浪场的影响较小，工程实施后，涨落潮平均流速流向变化幅度很小，项目的实施基本不会对水动力环境产生影响；开放式养殖区（场址二）所在海区海域开阔，水深条件适宜，项目养殖规模较小，且网箱养殖设施均为透空式结构，固定网箱锚链的桩基及锚泊系统根部直径较小，对周边水动力环境和地形地貌和冲淤环境影响很小。

6.2.4 是否与周边其他用海活动相适应

本项目周边用海活动主要为航道、锚地等，项目不改变海域自然属性，养殖区对区域水文动力、冲淤环境的改变较小，施工及运营产生的悬浮物等影响很小，

且项目施工及运营期废水和固体废物均经收集后处理，不直接外排海域，对周边用海项目产生的影响较小。

由于本项目养殖区位于开阔的海上，项目施工期、营运期间往来陆地和养殖区船舶可能会对海上的通航环境产生一定程度的影响。因此，项目建设单位必须做好通航和安全保障措施，按照海事部门的要求做好通航保障工作。本项目养殖用海平面布置于《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》中划定的养殖区，能够满足网箱养殖建设布局的需求。项目离岸距离相对较远，与其他用海活动没有冲突。因此，本项目的建设与周围的利益相关者具有可协调性。

通过前述章节的分析，本项目用海平面布置是合理的，能与周边其他用海活动相适应。

6.3 用海方式合理性

6.3.1 是否有利于维护海域基本功能

本项目项目用海方式属于网箱养殖用海、透水构筑物用海、旅游娱乐用海、海底电缆用海，不改变海域自然属性。根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目位于珠海-潮州近海农渔业区和碣石湾农渔业区，海域使用管理要求是：相适宜的海域使用类型为渔业用海，本项目主体为海水养殖，项目建设符合所在海洋功能区的管理要求。工程方案设计时，已充分考虑了项目实际建设需要及用海要求。工程用海在保障工程建设技术要求的前提下，采用了多种用海方式，尽可能的少占用海域，提高了海域资源利用效益，体现了集约用海的原则和海域利用的合理性。

中央平台建设打桩和网箱锚固施工会产生一定的悬浮泥沙，但根据施工期悬浮物数值模拟结果，项目施工过程中不会产生大于 50mg/L 的浓度区，同时施工过程中将采取拦污屏施工工艺，将有效降低悬浮物的扩散，影响范围比较小。运营期综合平台运营期生活污水和固体废物均经收集后处理，不直接外排海域，对周边水质环境产生影响较小。养殖过剩的料饵和鱼排出的粪便等分泌物对周边海域水质环境产生一定影响，运营期将科学确定适宜的投饲量，减小过剩料饵、分泌物对海域环境的污染。此外，本项目位于开阔水域，利于养殖水体的水流交换，

确保海域水体自净。因此，项目建设不会对海洋生态系统造成大的影响和破坏，不会改变海洋自然属性，项目的用海方式有利于维护海域基本功能。

6.3.2 能否最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目场址一为透水构筑物，水下部分采用围网的方式形成养殖空间，不设底网，每两个桩之间的网衣下部埋入泥面一定深度，并在下方使用锚链防止鱼类逃逸，网衣对水流几乎无阻碍作用，水动力环境的影响很小。场址二为开放式养殖，成排的养殖网箱对海流有一定的阻碍作用，使流速有所降低，引起养殖区内海域水动力条件的改变，对附近海域水动力环境产生一定的影响。由于网箱养殖设施均为透空式结构，固定网箱锚链及锚泊系统根部直径较小，水流可以自由通过，且养殖区水域开阔、天然条件好，水流状况稳定，海域水深较深，因此，本项目网箱养殖对水动力环境的影响很小。运营期由于海流往复作用，可能会在锚碇处形成冲刷坑；另外排泄物和残余饵料常年在网箱下方沉积，可能造成养殖区域“海底上升”，这些因素都可能对养殖区域小范围的地形地貌有一定的影响。但网箱数量很少，且项目所在水域开阔，水深较深，网箱养殖用海对地形地貌冲淤环境环境影响很小。

综上所述，项目建设后对周边水动力环境和地形地貌和冲淤环境影响都很小，项目的用海方式是合理的。

6.3.3 是否有利于保护和保全区域海洋生态系统

本项目场址一采用不低于 SK75 带 PU 涂层的龟甲网，场址二采用 HDPE 圆形网箱，网箱、网衣、网边选用高强度优质聚乙烯材料，有利于抵抗风浪，使用寿命可达 15 年以上，养殖设施对海洋环境基本不造成影响。中央平台桩基及平台施工、网箱安装固定系统铁锚施工过程中会产生悬浮泥沙，平台施工时将采取拦污屏施工工艺，最大限度降低悬浮物扩散，网箱规模较小，铁锚固定所占面积较小，产生的悬浮泥沙少。项目所在海域为开阔水域，随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以快速恢复。

项目所在海域开阔，水体交换条件好，养殖产生的过剩的料饵和鱼排出的粪

便会被藻类、贝类吸收，既能够提高局部区域的初级生产力水平，又改善因过剩饵料、分泌物污染海域环境出现海水富营养化。同时，通过科学确定适宜的投饲量、投饲时间，减少残饵和散饵的数量，从而减少残饵对周围环境的影响。

由此可见，本项目用海方式有利于保护和保全区域海洋生态系统。

6.4 占用岸线合理性分析

本项目海底电缆登录段占用基岩岸线，占用长度为 20.1m，以定向钻方式穿越，不改变岸线自然属性和自然风貌。

根据《广东省自然资源厅关于进一步做好海岸线占补台账管理的通知》（粤自然资海域〔2023〕149 号），用海项目从空中跨越或底土穿越海岸线，不改变海岸线原有形态和生态功能，不造成海岸线位置、类型变化的，可免于落实海岸线占补。本项目海底电缆登陆采用定向钻底土穿越方式，不改变岸线的原有形态和生态功能，因此可免于落实海岸线占补。

6.5 用海面积合理性分析

根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）、《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目的海域使用类型为“渔业用海”（一级类）中的“开放式养殖用海”（二级类）；用海方式为“开放式”用海（一级方式）中的“开放式养殖”用海（二级方式）。项目申请海域使用面积为 44.1911 公顷。

根据项目的建设规模、平面布置、设计要求、《海籍调查规范》的规定，确定用海界址点，同时按照《海域使用面积测量技术规范》的要求，申请项目总用海面积为 44.1911 公顷，其中开放式养殖申请用海 19.1202 公顷，中央平台申请透水构筑物用海 0.6111 公顷，游乐场申请用海 13.9823，海底电缆申请用海 10.4775 公顷。

6.5.1 是否符合相关行业的设计标准和规范

本项目场址一中央平台网箱直径约 34m，水深约 7m；扩展平台 3 个养殖水体直径分别为 14m、11m 和 9m，水深约 7m；综合平台养殖水体合计 1 万 m³。场址二布置 6 个重力式网箱，网箱周长 100m，直径 31.83m，水深 11m，网箱水体合计 5 万 m³。项目总共养殖水体约 6 万 m³。

根据《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》，重力式深水网箱型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上当水深小于等于 20 米时，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷以内，当水深大于 20 米时，水深每增加 1 米，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制用海面积增加 1 公顷。本项目场址二网箱垂直投影面积为 4800m^2 ，申请海域使用面积 19.1202 公顷。

本项目场址二设计中同时考虑国家通用规范、行业规范对本项目进行论证分析，确保结构安全、经济、适用并满足安全性、抗灾害性等要求。根据 6.2 节分析，项目用海平面布置是合理的，满足集约节约用海要求，同时为了保障网箱安全和管理运营的需要，网箱之间保留了不少于 138m 的安全距离，满足《深水网箱养殖技术规范》（DB44T742-2010）中“间隔 100m 以上宽度”的要求，有利于保护周边海域的海洋生态环境。

本项目用海界址点测量和用海面积量算还符合《海域使用面积测量规范》《宗海图编绘技术规范》等规范。因此，项目用海面积在满足用海需求的基础上，符合行业标准和规范。

6.5.2 是否满足产业用海面积指标要求

根据《深水网箱养殖技术规范》(DB44/T742-2010)，网箱养殖面积不应超过可养殖海区面积的 5%。本项目场址二拟布设周长 100m 的圆形网箱 6 个，网箱养殖最大面积 4800m^2 ，占可养殖海区面积 2.5%。因此，本项目用海拟设置的网箱数量在可养网箱数之内，可使养殖水域保持相对可行的自净能力，满足规范要求。

6.5.3 是否满足项目基本功能用海需求

本工程论证在内外业作业过程中，均执行了《海籍调查规范》（HYT 124-2009），且本项目没有填海、不改变自然岸线属性，所以海域使用率和岸线利用率均符合《建设项目用海面积控制指标（试行）》（国家海洋局，2017 年 5 月）。项目用海面积设计符合有关的设计标准和规范，符合《中华人民共和国海域使用管理法》等有关法律法规要求。

网箱养殖需要一定的空间以保证水体交换通畅，畅通的水流可确保网箱养殖水体的含氧量，同时也可带走养殖鱼类的残饵和排泄物，实现养殖水体自净。本项目网箱采用单箱锚固的方式锚固在海面上，但在波浪和潮流的作用下，网箱之间也需要一定的空间距离以免发生碰撞。在本项目网箱养殖过程中，会定期对箱体、网衣进行清洗、维护和更换，放苗和分鱼时移动网箱等施工工艺也需要一定的管理空间。

综上，本项目用海面积是合理的。

6.6 界址点的选择和面积量算的合理性分析

6.6.1 项目海域使用测量说明

（1）宗海测量相关说明

根据《海域使用分类》、《海籍调查规范》进行本工程海域使用测量。国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站（测绘资质编号：乙测资字 44503420）负责本项目宗海图绘制工作，绘图人员聂光裕，图件审核人员李发明。

（2）执行的技术标准

《海域使用面积测量规范》（HY070-2022）；

《海域使用分类》（HY/T123-2009）；

《海籍调查规范》（HY/T124-2009）；

《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）。

（3）采用与参考资料

在海域海岛动态监管系统查询到的周边已确权项目包括：广东陆丰核电站 5、6 号机组项目、中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH21-08 区块海砂开采、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH22-03 区块海砂开采、广东省汕尾市红海湾施公寮岛海域 JH21-09 区块海砂开采、陆丰蚝之发水产科技养殖项目、陆丰盛风蚝业水产养殖项目、陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养示范基地项目、陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目、陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区、陆丰市新立渔农业专业合作社海上养殖项目、陆丰市碣石德顺养殖场海上养殖项目、广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示

范区人工鱼礁建设项目、广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目、陆丰海纳金滩海水浴场项目等。

海岸线采用的是 2022 年广东省人民政府批复的海岸线。

6.6.2 宗海界址点的确定

(1) 测绘基准

坐标系：CGCS2000 坐标系；

投影：高斯投影，中央经线 115.5°；

高程基准：1985 国家高程基准；

深度基准：当地理论最低潮面。

(2) 用海界定说明

本项目 4 宗海，共 4 个用海单元。

根据《海籍调查规范》，本项目海底电缆宗海界址以电缆外缘线向两侧外扩 10m 距离为界，开放式养殖用海区、旅游娱乐用海区、综合平台区的宗海界址以项目红海外缘线为界，从而确定界址点。宗海界址点坐标见表 6.6.2-1。

表 6.6.2-1 宗海界址点坐标（CGCS2000）

6.6.3 宗海图的绘图方法

(1) 宗海界址图的绘制

项目宗海界址图是以海图为底图，根据 6.6.2 节确定的宗海界址点坐标，根据《宗海图编绘技术规范（HY/T251-2018）》的要求，在 ArcGIS 软件下生成项目界址点，将各界址点按序号相连形成闭合的用海范围界址线，根据闭合的界址线在 ArcGIS 软件下生成项目用海单元；以海岸线、陆域、海洋、标注等要素作为底图数据。在 ArcGIS 软件下，根据以上基础数据和底图数据，将界址点、界址线、用海单元、毗邻宗海信息以及其他制图要素叠加到底图数据上，设置合适的比例尺绘制宗海界址图。

(2) 宗海位置图的绘制

宗海位置图采用中国海事局图幅为 15010 的海图，图式采用 GB12319-1998，

2000 国家大地坐标系， 1985 年国家高程基准，比例尺为 1:1500000(22°)。

将上述图件作为宗海位置图的底图，根据海图上附载的方格网经纬度坐标，将用海位置叠加之上述图件中，并填上《海籍调查规范》上要求的其他海籍要素，设置合适的比例尺形成宗海位置图。

6.6.4 宗海界址点坐标及面积的量算

(1) 宗海界址点坐标的计算方法：

将 6.6.2 节确定的宗海界址点坐标，导入 ArcGIS 软件，按照技术规范的要求，确定项目 191 个界址点，利用 ArcGIS 软件自动生成界址点 CGCS2000 大地坐标。

(2) 宗海面积的计算方法：

根据上述确定的界址点，利用 ArcGIS 软件工具形成闭合的用海单元，按照 115.5°中央经线进行高斯投影，在 ArcGIS 软件中自动计算用海单元面积。

(3) 宗海面积计算结果：

根据《海籍调查规范》及本项用海的实际用海类型，界定本项用海共 3 宗海，4 个用海单元：

项目海域使用宗海位置图见图 1.6-1，平面布置图见图 1.6-2，宗海界址图见图 1.6-3 至图 1.6-5。

6.7 用海期限合理性分析

根据项目设计寿命和《中华人民共和国海域使用管理法》，本项目用海年限为 20 年的共 3 宗，分别为综合平台、游乐场区、海底电缆；用海年限为 15 年的共 1 宗，为开放式养殖用海区。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》中“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。”的规定，本项目申请用海期限不超过（三）（一）规定的年限，符合《中华人民共和国海域使用管理法》和项目建设单位用海需求。

若用海年限到期之后，本项目用海需求和规模没有发生改变，需要继续用海，可根据《中华人民共和国海域使用管理法》第四章第二十六条规定：“海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期；除根据公共利益或国家安全需要收回海域使用权的外，原批准用海的人民政府应当批准续期；准予续期的，海域使用权人应当依法缴纳续期的海域使用金。”

因此项目拟申请用海期限是合理的。

7 生态用海对策措施

7.1 主要生态问题

参考前面章节对项目用海资源生态影响分析结果，本项目用海引起的生态问题主要有：海上打桩及现场浇筑施工过程中将引起局部海水悬浮物增加，影响浮游植物光合作用和浮游动物摄食，进而导致浮游动物生物量和鱼类生物的资源量减少；打桩将造成一定区域内底栖生物被掩埋、覆盖及死亡，沉积物环境受到破坏，底栖生物资源量减少；水下打桩施工噪声可能会对鱼类的交流、行为、觅食和避敌产生短期的有害影响；建设期施工船舶工作人员产生的生活污水及固废排放对水环境产生不利影响；运营期餐饮、住宿等生活污水及固体废物，露天游泳池交换水，养殖网箱残余饵料及养殖物种的排泄物对水环境产生不利影响等。

7.2 生态用海对策

针对项目用海的主要资源生态问题，坚持保护优先的原则，提出以下生态保护对策。

（1）本项目设计体现了生态化理念，避让了生态敏感目标。项目选址避让了生态红线保护区、航道和锚地等，与岛礁保持了一定的安全距离，尽可能减少项目对海洋自然资源的占用。

（2）针对海上打桩及现场浇筑施工过程中可能造成环境生态破坏的问题，本项目采取以下生态环保措施：①采用拦污屏工艺施工，防止施工扰动导致泥土扩散污染周边养殖水域。②开工前对桩基 1km 保护范围内的海龟和海洋哺乳动物（如有）尽可能地驱赶。在进行 PHC 管桩打桩前派遣巡逻船只巡查，确认施

工保护范围有无海洋哺乳动物活动。③鉴于施工期的打桩噪声具有强度高、时间相对短的特点，海上施工期应对每日预计打桩数量（即最高数量）、打桩的持续时间做出控制，在时间上控制一次一桩。③优化施工方案，加强科学管理，避免恶劣天气，在保证施工质量的前提下尽可能缩短海上作业时间，避免悬浮物剧烈扩散。

（3）针对建设期施工船舶工作人员产生的生活污水及固废排放可能造成环境生态破坏的问题，本项目采取以下生态环保措施：① 合理规划施工周期，控制施工作业强度；② 严格控制施工作业水域范围，降低施工对周边海洋生态环境的扰动程度；③ 施工过程中密切关注、重点防控可能发生的泥沙、油污水泄漏外溢风险；④ 施工期的所有污水和固废，均统一集中收集，上岸交由有资质单位接收处理，不外排入海；⑤ 统一收集船舶含油污水委托有资质单位处理，不排放入海；⑥ 加强对施工人员的管理，禁止将施工、生活废弃物丢入水域。

（4）针对运营期运营期餐饮、住宿等生活污水及固体废物、露天泳池交换水等可能对水环境产生不利影响，本项目采取以下生态环保措施：①根据平台营运人员数量及预期时间设置足够容量的集污舱，留存阶段内所产生的所有生活污水，经处理后通过污水接排船输送至陆上市政管网；②优化泳池设计，在取水、池水循环过滤、池水消毒、池水加热各环节中，采用健康环保的工艺，降低对水环境的不利影响；③强化固废精细化管理，配置足量垃圾分类、减量、储存设备，设置餐饮厨余垃圾粉碎机、处理站、废弃处理单元等专业设备，所有垃圾打包排岸处理，禁止任何垃圾直接排放入海。

（5）针对运营期残余饵料及养殖物种的排泄物对水环境产生的不利影响，本项目网箱养殖采取自动投饲及人工投饲相结合的方式，科学确定适宜的投饲量，提高饵料的利用率，避免饵料的过度投放造成水质污染。此外，网箱与网箱之间保留了不小于 138m 的通道，此平面布局有利于水体的自然流通，提升水体自净能力，极大降低了项目运营对水质环境的不利影响。

（4）针对赤潮风险，采取以下生态防范措施：① 项目正常运营中进行科学的养殖，严格控制养殖密度，合理的进行饵料的投喂，减少海水中氮、磷等营养物质的污染；② 开展海洋赤潮灾害的宣传和普及工作，提高养殖工作人员对赤

潮灾害的认识和防范意识；③ 配合地方相关主管部门建立健全的赤潮灾害监视监测与预警预报网络，本项目养殖人员纳入到赤潮监视志愿者网络中。接受有赤潮监测资质的单位的技术指导，对项目养殖海域赤潮进行监视监测；④ 养殖人员一旦发现赤潮发生迹象，及时报告相关主管部门，在其指导下开展应急措施。

7.3 生态保护修复措施

依据本项目用海引起的主要生态问题，本着“预防为主，修复为辅”、“自然恢复为主、人工修复为辅”的基本原则，本项目生态保护修复重点为海洋生物资源，具体为通过科学组织增殖放流弥补项目周边海域生物资源损失。

本项目占用海域及施工过程造成的海洋生物资源损害补偿量为底栖生物 3.82t，鱼卵 1980 万粒，仔稚鱼（折算成商品鱼苗）422 万尾，游泳生物 0.156t，补偿金额合计 14.3 万元。

因此采取增殖放流的方式恢复海洋生物资源密度和生物多样性，确保工程前后海洋生物资源总量和生物多样性没有显著差异。根据项目所在海域海洋资源概况，调查海区出现的主要经济种类有口虾蛄、白姑鱼、长蛇鲻、中国枪乌贼、拟矛尾虾虎鱼、善泳蟳等。根据汕尾市周边海域近年来增殖放流情况，放流的主要品种鱼类为黄鳍鲷、黑鲷、金鲳鱼、乌头鱼、红立鱼、青斑鱼、篮子鱼等；虾类为长毛对虾、斑节对虾等。建议放流物种可根据工程附近海域主要经济物种并参考周边海域放流苗种历史来确定。放流地点可选择在工程附近水域，具体实施以前，建设单位应向农业农村行政主管部门征询邻近海域当年增殖放流计划，在行政主管部门计划框架和指导下实施放流工作。

8 结论

8.1 项目用海基本情况

汕尾华电现代化海洋牧场项目位于碣石湾，分为开放式养殖区和接力养殖区。养殖区位于碣石湾口，在汕尾市海洋牧场碣石南海域启动区 05 区内，地理位置中心坐标为 115°45'19.369"E、22°43'4.655"N；接力养殖区分为开放式游乐区、综合平台和电缆，地理位置中心坐标为 115°40'22.835"E、22°48'34.287"N，电缆连接综合平台，在陆丰金厢镇南侧虎尾山登陆。

本项目申请用海内容包括网箱养殖用海、透水构筑物用海、旅游娱乐用海、海底电缆用海等，用海方式包括：（1）“开放式”用海(一级方式)中的“开放式养殖”用海(二级方式)；（2）“开放式”用海(一级方式)中的“游乐场”用海(二级方式)；（3）“构筑物”用海(一级方式)中的“透水构筑物”用海(二级方式)；（4）“其他方式”用海(一级方式)中的“海底电缆”用海(二级方式)。综合平台、游乐场区、海底电缆申请用海年限为 20 年；开放式养殖用海区申请用海年限为 15 年的。项目总投资约 2 亿元人民币。

8.2 用海资源环境影响分析结论

（1）水动力环境影响分析

本项目主要建设内容为综合平台、网箱养殖和海底电缆铺设。综合平台主要采用钢管桩进行承重，直径较小；网箱养殖设施均为透空式结构，固定网箱的锚链及桩基直径较小，不会显著影响周边海域的潮流场。项目实施后，由于网箱养殖设施均为透空式结构，水流可以通过，其周边海域涨落急流向仍维持不变，仅对网箱及附近的流速产生一定影响。海底电缆埋设于海床，施工完成后，海床可在波浪潮流共同作用下逐渐恢复到原状，对水动力环境不产生影响。

总体上看，项目不会对所在海域水动力环境产生明显影响。

（2）地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目海底海缆所在海域工程前后海床基本不变，海缆敷设对其所在海域潮汐动力和冲淤变化基本不影响，项目虽占用岸线，但采用定向钻施工工艺，对自然岸线不产生明显影响。网箱养殖区位于开放性海域，且网箱数量较少，占用海域面积较小，造成的冲刷和淤积很小。

整体而言，本项目海底电缆、平台桩基、网箱养殖用海对周边海域地形地貌与冲淤环境的影响很小。

（3）水环境影响

本项目施工期产生的施工人员生活污水由施工船舶统一集中收集上岸后，送往市政污水处理厂统一处理，不外排海域。施工期桩基施工源强比较小，不会产生 10mg/L 以上的悬沙，同时施工过程中将采取拦污屏施工工艺，将有效降低悬

浮物的扩散，投放网箱及锚块产生的悬浮泥沙主要在底部扩散，浓度较小，对海洋中、上层水质影响不大，且施工期时间短，随着施工结束，其影响会很快消散，因此对周边海洋环境不会产生大的影响。

项目建成后，综合平台运营期生活污水和固体废物均经收集后处理，不直接外排海域，对海洋生态环境影响不大。项目养殖规模和养殖密度较小，各养殖设施间距大，可以保持养殖区海域水流通畅，同时营造良好的养殖环境，科学确定适宜的投饲量、投饲时间，减少残饵和散饵的数量，降低残饵对周围环境的影响。

综合前述分析，本项目施工及运营期不会对所在海域的海水水质产生大的不利影响。

(4) 沉积物环境影响

本项目桩基施工、网箱锚链施工和电缆敷设将引起的部分区域悬浮泥沙增加，但影响范围较小，且施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，施工结束后将逐渐恢复。

运营期对沉积物环境的影响主要是网箱养殖对沉积物环境的影响，但本项目网箱数量少，网箱间的距离较大，养殖密度较小，且所在海域开阔，扩散稀释能力强，对沉积物质量的影响很小。

整体上，本项目施工及运营期不会对所在海域的沉积物质量产生大的不利影响。

(5) 海洋生态环境影响分析

本项目占用海域及施工过程造成的海洋生物损失为底栖生物 3.82 t，鱼卵 1980 万粒，仔稚鱼 422 万尾，游泳生物 0.156t，可通过科学组织增殖放流弥补项目周边海域生物资源损失。

项目运营期的饵料残渣及鱼类排泄物会一定程度上增大周边海域的富营养程度，但由于养殖面积小，规模也较小，因此产生的生态影响不大；运营期产生的废水、固体废物等污染物均拟采取有效的污染防治措施，不排入海域中，因此，项目运营期污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

总的来说，本项目对附近海域的生态环境的影响整体可控。

8.3 海域开发利用协调分析结论

根据本报表第 4 章的分析，项目所在海域附近的开发活动主要有航道航路、锚地、海洋生态保护红线、开放式养殖用海、核电项目、海砂开采项目、海水浴场项目等。本项目海底电缆路由部分与乌坎东线航道交越，海底电缆距离西北侧 12#锚地最近处为 0.5 km，其余航道锚地距离较远。海底电缆敷设期间，施工船舶的往来，会使该海域海上通航密度临时性增大，将对过往船舶通航安全产生一定影响。项目综合平台区距离碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场距离较近，登陆点距离金厢海岸防护物理防护极重要区约 0.2 km，施工期产生增量超 10mg/L 的悬浮泥沙扩散范围均在海洋生态保护红线区外，电缆将采用定向钻施工工艺底土穿越岸线，项目对海洋生态保护红线区影响较小。此外，项目施工期、营运期往来陆地和综合平台（开放式养殖区）船舶会对海上的通航环境产生一定程度的影响。因此，项目建设单位须做好通航和安全保障措施，按照海事部门的要求做好通航保障工作，在申请用海界址线均匀布置浮标、闪光灯和提示牌，提示船只远离。通过采取以上措施，本项目的建设及与周围的利益相关者具有可协调性。

8.4 项目用海与国土空间规划符合性结论

本项目计划采用 1+N 的模式（一座桁架式网箱+N 个重力式网箱）打造一座融合海洋渔业、观光休闲、科普研学、爱国教育等多功能融合项目，属于现代化海洋牧场项目，符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》中对海洋牧场建设的要求；经分析项目与《汕尾市国土空间总体规划（2020-2035 年）（征求意见稿）》的分区及相关要求，项目旅游区及综合平台、养殖区位于海洋发展区中的渔业用海区，海底电缆路由穿越海洋发展区中的渔业用海区和休憩用海区，符合规划征求意见稿中“坚持陆海统筹、港产联动，推动建设特色鲜明的渔港经济区，打造现代海洋渔业基地，大力发展远洋捕捞、海洋牧场、休闲渔业、水产品加工业等产业”的精神内涵，与《汕尾市国土空间总体规划（2020-2035 年）（征求意见稿）》具有相符性。

同时，本项目的选址建设也符合“三区三线”的要求，符合《广东省海岸带综合保护与利用规划》《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》《广

东省海洋功能区划》（2011-2020 年）《广东省海洋主体功能区规划》《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）》《汕尾港总体规划（2021-2035）》《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》《汕尾市沿海经济带综合发展规划（2021-2035 年）》和“三线一单”等相关规划的要求。

8.5 用海合理性分析结论

本项目选址的区位和社会条件满足项目建设和营运的需求，与项目所在海域的气候、地质、水文水质等自然资源和生态环境相适宜，本项目所在海域的自然条件适宜工程建设，具备较好的交通条件，工程建设对周边海洋资源环境的影响在可接受范围内，符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和相关规划，在严格执行本报表提出生态用海对策、协调好利益相关者关系的前提条件下，项目无潜在的、重大的安全和环境风险，与其它用海活动和海洋产业相协调，其选址是合理的。

本项目分为牧场+文旅综合平台、游乐区、开放式养殖区、海底电缆等 4 个部分，用海方式网箱养殖用海、透水构筑物用海、旅游娱乐用海、海底电缆用海，均不改变海域自然属性；项目用海对区域潮流场、波浪场的影响较小，项目施工过程中产生悬浮泥沙影响范围较小，对区域地形地貌和冲淤环境影响都很小。因此，本项目用海方式是合理的。

项目总平面布置充分考虑到工程区域海流、潮汐、波浪、地质条件等因素，同时结合海洋经济高质量发展、渔业产业优化升级、渔旅事业协同发展需求，科学布局“海洋牧场+文旅”活动。综合平台集海水养殖、休憩娱乐为一体，开放式养殖区均匀布置 6 个重力式网箱，所在区域均为开阔海域，水体扩散和净化能力强，项目在施工和营运的过程中均不会对周围的海洋环境产生大的影响。因此，本项目平面布置也是合理的。

本项目预申请用海面积为 44.1911 公顷，满足项目用海需求。项目用海面积符合《深水网箱养殖技术规程》等相关行业的设计标准和规范；界址点测量和用

海面积量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》。因此本项目用海面积是合理的。

本项目为开放式养殖用海项目，根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定要求，综合平台、游乐场区、海底电缆可申请用海期限为 20 年，养殖用海最高可申请用海期限为 15 年。因此，本项目申请用海期限是合理的。

8.6 项目用海可行性结论

本项目是融合海洋渔业、休闲观光为一体的现代化海洋牧场工程，项目建设与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》相符合；项目实施对推动海洋渔业转型升级，促进现代化海洋牧场高质量发展具有一定积极意义，将进一步促进汕尾市海洋渔业和海上文旅事业发展。项目的建设与该区域自然条件和社会条件相适应；项目用海选址、用海方式和平面布置合理，用海面积适宜，用海期限符合相关法律要求，与相关利益方具有协调性。项目建设具有良好的社会效益，能够较好地发挥该海域的自然环境和社会条件优势。

综上所述，项目建设单位在切实落实海域使用管理对策措施、用海风险应急对策措施和环境事故应急预案的前提下，从海域使用的角度考虑，本项目的海域使用是可行的。

8.7 建议

1、施工前做好项目建设内容、施工方式和施工进度等的公示，使项目建设顺利进行。

2、建议尽量避免在南海区幼鱼、幼虾保护期（每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日）施工。

3、建议建设单位在海域使用过程中，落实各项生态用海对策措施，加强生活污水、船舶含油污水及固废的管理，减少工程施工和营运中对海洋生态环境造成的影响。

4、建设单位密切关注天气变化及网箱设施状况，及时对网箱等设施进行检修或更新，在台风等极端天气来临前，应对网箱进行加固，以降低损失。

5、做好旅游应急预案并严格落实，配置足量垃圾分类、减量、储存设备，

严禁垃圾直接排放入海。

6、做好船舶溢油风险防范措施和应急预案，杜绝用海风险事故的发生。

附件

附件 1 委托书

附件 2 项目现场踏勘表

附件 3 检验检测机构资质认定证

附件 4 调查资料 CMA 封面

附录

附录 I：浮游植物种名录

附录 II：浮游动物种名录

附录 III：底栖生物种名录

附录 IV：潮间带生物种名录

附录 V：游泳动物名录

附录 VI：鱼类浮游生物名录