

湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目
海域使用论证报告表
(公示稿)

广州陆海生态科技有限公司

(统一社会信用代码: 91440101MA9XU29N8A)

二零二四年七月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4408822024001064		
论证报告所属项目名称	湛江市企水1号海域现代化海洋牧场建设项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	广州陆海生态科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA9XU29N8A		
法定代表人	刘晨		
联系人	李子程		
联系人手机	15002030371		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
张新洲	BH003352	论证项目负责人	张新洲
张新洲	BH003352	1. 项目用海基本情况	张新洲
史登福	BH003369	2. 项目所在海域概况	史登福
林小虾	BH003135	3. 资源生态影响分析	林小虾
李子程	BH002113	4. 海域开发利用协调分析	李子程
叶映仪	BH004335	5. 国土空间规划符合性分析	叶映仪
陈少娜	BH004336	6. 项目用海合理性分析	陈少娜
黄伟铖	BH004337	7. 生态用海对策措施 8. 结论	黄伟铖
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p>			
承诺主体(公章): 			
2024年7月5日			

目 录

1	项目用海基本情况.....	1
1.1	论证工作由来.....	1
1.2	论证依据.....	2
1.2.1	法律法规.....	2
1.2.2	标准规范.....	5
1.2.3	项目技术资料.....	5
1.3	论证等级和范围.....	6
1.3.1	论证等级.....	6
1.3.2	论证范围.....	6
1.4	论证重点.....	7
1.5	项目建设内容及规模.....	7
1.6	平面布置和主要结构、尺度.....	9
1.6.1	总平面布置.....	9
1.6.2	主要水工结构、尺度.....	16
1.7	项目主要施工方法养殖工艺.....	20
1.7.1	施工方案.....	20
1.7.2	主要养殖方案与工艺.....	24
1.8	项目用海需求.....	31
1.8.1	项目用海面积需求.....	31
1.8.2	项目拟申请用海情况.....	31
1.9	项目用海必要性.....	37
1.9.1	项目建设必要性.....	37
1.9.2	项目用海必要性.....	42
2	项目所在海域概况.....	43
2.1	海洋资源概况.....	43
2.1.1	矿产资源.....	43
2.1.2	渔业生产资源.....	43
2.2	海洋生态概况.....	44

2.2.1	区域气候与气象.....	44
2.2.2	海洋水文动力状况.....	45
2.2.3	海域地形地貌与冲淤状况.....	53
2.2.4	工程地质.....	55
2.2.5	海洋环境质量现状调查.....	56
2.2.6	海洋沉积物质量现状调查.....	64
2.2.7	海洋生物质量现状调查.....	67
2.2.8	海洋生态现状调查.....	69
2.2.9	海洋自然保护区.....	83
2.2.10	珍稀海洋生物资源.....	87
2.2.11	“三场一通道”分布情况.....	88
2.2.12	海洋自然灾害.....	89
3	资源生态影响分析.....	92
3.1	生态影响分析.....	92
3.1.1	对水动力环境影响分析.....	92
3.1.2	地形地貌与冲淤环境影响分析.....	92
3.1.3	对水质环境影响分析.....	92
3.1.4	对沉积物环境影响分析.....	94
3.1.5	对海洋生物的影响分析.....	95
3.2	资源影响分析.....	97
3.2.1	对海洋空间资源的影响.....	97
3.2.2	对海洋生物资源的影响.....	97
3.2.3	对渔业资源的影响分析.....	98
3.2.4	对其他资源的影响分析.....	99
4	海域开发利用协调分析.....	100
4.1	海域开发利用现状.....	100
4.1.1	社会经济概况.....	100
4.1.2	海域使用现状.....	102
4.1.3	海域权属现状.....	102

4.2	项目用海对海域开发活动的影响分析.....	103
4.3	利益相关者的界定.....	103
4.4	需协调部门界定.....	103
4.5	相关利益协调分析.....	103
4.6	项目用海与国防安全与国家海洋权益的协调性分析.....	104
4.6.1	与国防安全和军事活动的协调性分析.....	104
4.6.2	与国家海洋权益的协调性分析.....	104
5	国土空间规划符合性分析.....	105
5.1	与国土空间规划符合性分析.....	105
5.1.1	所在海域国土空间规划分区基本情况.....	105
5.1.2	对周边海域国土空间规划分区的影响分析.....	109
5.1.3	项目用海与国土空间规划的符合性分析.....	111
5.2	项目用海与海洋功能区划符合性分析.....	111
5.3	与“三区三线”的符合性分析.....	113
5.4	与相关规划的符合性分析.....	116
5.4.1	《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析....	116
5.4.2	与《广东省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》的符合性分析.....	117
5.4.3	与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》的符合性分析	118
5.4.4	与《湛江市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》的符合性分析.....	119
6	项目用海合理性分析.....	121
6.1	用海选址合理性分析.....	121
6.1.1	区位和社会条件适宜.....	121
6.1.2	自然资源和海洋生态条件适宜性.....	121
6.1.3	与周边海域开发活动的适宜性.....	122
6.2	用海平面布置合理性分析.....	123
6.3	用海方式合理性分析.....	125

6.4	占用岸线合理性分析.....	126
6.5	用海面积合理性分析.....	126
6.5.1	用海面积合理性.....	126
6.5.2	宗海图绘制.....	128
6.5.3	宗海面积量算.....	134
6.5.4	立体分层设权合理性.....	135
6.6	用海期限合理性分析.....	138
7	生态用海对策措施.....	140
7.1	生态用海对策.....	140
7.1.1	生态保护对策.....	140
7.1.2	生态跟踪监测.....	141
7.2	生态保护修复措施.....	143
8	结论.....	145

申请人	单位名称	湛江市农业发展集团有限公司				
	法人代表	姓名	李剑君	职务	董事长	
	联系人	姓名	梁红玉	职务	项目负责人	
		通讯地址	湛江市海滨大道北 216 号沿海星岸公馆 3 楼			
项目用海基本情况	项目名称	湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目				
	项目地址	广东省湛江市雷州市企水镇西侧海域				
	项目性质	公益性 ()		经营性 (√)		
	用海面积	693.2344 公顷		投资金额	11097.12 万元	
	用海期限	15 年		预计就业人数	--人	
	占用岸线	总长度	0m		预计拉动区域经济产值	--万元
		自然岸线	0m			
		人工岸线	0m			
		其他岸线	0m			
	海域使用类型	渔业用海中的开放式养殖用海		新增岸线	0m	
	用海方式	面积		具体用途		
	开放式养殖	693.2344 公顷		筏式养殖、网箱养殖、底播养殖		

1 项目用海基本情况

1.1 论证工作由来

广东省海洋经济生产总值约占全省经济总量 1/6。实现经济高质量发展，离不开海洋经济的发展壮大。“世界渔业看中国，中国渔业看广东”，广东省海洋自然资源禀赋十分突出，水产品总产量和水产养殖产量稳居全国第一，水质环境和气候条件优良，水产品市场需求量大，建设现代化海洋牧场的条件得天独厚。其中，依托大力实施“粤强种芯”工程，广东培育了金鲳、花鲈、军曹、石斑鱼、鮠鱼、章红等一系列高品质高价值现代化海洋牧场养殖品种，省海水鱼苗占全国逾 40%，居全国首位。因此，建设现代化海洋牧场，向海洋要资源、要粮食，加快构建多元化食物供给体系，着力打造“粤海粮仓”，是落实粮食安全战略、践行大食物观的重要举措。

现代化海洋牧场建设，符合全球海洋渔业进入全面科学管理时代的发展趋势，是国际上现代渔业发展的战略方向。现代化海洋牧场建设是落实粮食安全战略、践行大食物观的重要举措，是推动经济高质量发展的重要突破口。大力发展深远海养殖，对优化水产养殖空间布局、促进海洋渔业转型升级、确保国家粮食安全均具有重要意义。

2023 年 7 月，湛江市委市政府印发实施了《湛江市现代化海洋牧场建设行动方案（2023-2035 年）》，明确总体目标是把湛江打造成区域代表性强、生态功能突出、具有典型示范和辐射带动作用的全国现代化海洋牧场示范市。雷州市，地处雷州半岛腹部，东临南海，西濒北部湾，北接遂溪与麻章，南通海南，沿岸多优良海湾，还有很多大小岛屿、沙洲，海域资源丰富。湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场位于雷州市企水镇，即北部湾东侧近岸海域。湾内盛产鱼类及虾、海蜇等。湾内海洋渔业资源丰富，开发利用海洋资源历史悠久。

湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场作为湛江市现代化海洋牧场发展规划的项目之一，推动海洋生态环境保护和渔业资源开发利用有机统一。本项目的建设将提升水产品质量效益，加快推动了吉兆湾、硇洲海域、湛江湾、雷州湾、北部湾、流沙湾、粤琼协作区 7 个现代化海洋牧场组团建设。

湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场位于企水镇西侧近岸海域，平面呈菱形布置，从东到西分别布置有 1 个重力式深水网箱养殖区、1 个底播增殖区、1 个筏式延绳养殖区和 1 个筏式栅架养殖区。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》《海域使用权管理规定》《广东省海域使用管理条例》等相关法律法规，湛江市农业发展集团有限公司委托广州陆海生态科技有限公司承担湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目的海域使用论证工作。广州陆海生态科技有限公司根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）等的要求编制完成《湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目海域使用论证报告表海域使用论证报告表》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国海域使用管理法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第六十一号，2002 年 1 月 1 日施行）；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（全国人民代表大会常务委员会，全国人民代表大会常务委员会令第九号，2023 年 10 月 24 日第二次修订）；

(3) 《中华人民共和国海上交通安全法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第七十九号，2021 年 9 月 1 日施行）；

(4) 《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，中华人民共和国主席令第一〇二号，2022 年 6 月 1 日施行）；

(5) 《中华人民共和国港口法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第五号，2018 年 12 月 29 日第三次修正）；

(6) 《中华人民共和国渔业法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第三十四号，2013 年 12 月 28 日第四次修订）；

(7) 《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，中华人民共和国国务院令 475 号，2018 年 3 月 19 日第二次修订）；

(8) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院，中华人民共和国国务院令 62 号，2018 年 3 月 19 日第三次修订）；

- (9) 《中华人民共和国自然保护区条例》(国务院, 中华人民共和国国务院令 第 167 号, 2017 年 10 月 7 日第二次修订);
- (10) 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》(交通运输部, 中华人民共和国交通运输部令 2021 年第 24 号, 2021 年 8 月 25 日施行);
- (11) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(国家发展和改革委员会, 中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号, 自 2024 年 2 月 1 日起施行);
- (12) 《市场准入负面清单(2022 年版)》(国家发展改革委 商务部, 发改体改规〔2022〕397 号, 2022 年 3 月 12 日);
- (13) 《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)》(自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局, 自然资发〔2022〕142 号, 2022 年 8 月 16 日);
- (14) 《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》(自然资源部办公厅, 自然资办函〔2022〕2207 号, 2022 年 10 月 14 日);
- (15) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》(自然资源部, 自然资规〔2021〕1 号, 2021 年 1 月 8 日);
- (16) 《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》(自然资源部办公厅, 自然资办函〔2021〕2073 号, 2021 年 11 月 10 日);
- (17) 《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, 自然资发〔2023〕89 号, 2023 年 6 月 13 日);
- (18) 《自然资源部关于印发<国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南>的通知》(自然资源部, 自然资发〔2023〕234 号, 2023 年 11 月);
- (19) 《全国海洋功能区划(2011—2020 年)》(国务院, 2012 年 4 月 1 日);
- (20) 《广东省海域使用管理条例》(广东省人民代表大会常务委员会, 广东省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 92 号, 2021 年 9 月 29 日修正);
- (21) 《广东省湿地保护条例》(广东省人民代表大会常务委员会, 广东省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 124 号, 2022 年 11 月 30 日第三次修正);
- (22) 《广东省海域使用金征收使用管理办法》(广东省财政厅 广东省自

然资源厅 国家税务总局广东省税务局,粤财规(2024)1号,2024年6月14日);

(23) 《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》(广东省人民政府,粤府函〔2016〕328号,2016年10月11日修订);

(24) 《广东省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》(广东省人民政府,粤府〔2021〕28号,2021年4月6日);

(25) 《广东省海域使用金征收标准(2022年修订)》(广东省财政厅 广东省自然资源厅,粤财规〔2022〕4号,2022年6月17日);

(26) 《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);

(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》(广东省自然资源厅,粤自然资规字〔2023〕3号,2023年7月1日);

(28) 《广东省现代化海洋牧场项目用海申请指引》(广东省自然资源厅,2024年3月29日);

(29) 《广东省国土空间规划(2021-2035年)》(广东省人民政府,2023年8月8日);

(30) 《广东省国土空间生态修复规划(2021-2035年)》(广东省自然资源厅,2023年5月10日);

(31) 《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,粤府〔2017〕120号,2017年10月);

(32) 《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》(广东省人民政府办公厅,粤府办〔2021〕31号,2021年9月29日);

(33) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》(广东省生态环境厅,粤环〔2021〕10号,2021年11月9日);

(34) 《广东省推进农业农村现代化“十四五”规划》(广东省人民政府,粤府〔2021〕56号,2021年9月7日);

(35) 《广东省养殖水域滩涂规划(2021-2030年)》(广东省农业农村厅,粤农农〔2021〕354号,2021年12月27日);

(36) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》(广东省人民政府办公厅,

粤府办〔2021〕33号，2021年9月30日)；

(37) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》(广东省生态环境厅，粤环〔2022〕7号，2022年5月6日)；

(38) 广东省人民政府关于《湛江市国土空间总体规划(2021-2035年)》的批复(广东省人民政府，粤府函〔2023〕248号，2023年10月12日)；

(39) 湛江市人民政府办公室关于印发《湛江市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》的通知(湛江市人民政府办公室，湛府办函〔2019〕32号，2019年4月20日)；

(40) 《湛江市现代化海洋牧场建设行动方案(2023-2035年)》(湛江市人民政府)；

(41) 《湛江市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》(湛江市人民政府，湛府〔2021〕36号，2021年8月7日)。

1.2.2 标准规范

(1) 《海域使用论证技术导则》，GB/T 42361-2023；

(2) 《海域使用分类》，HY/T 123-2009；

(3) 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；

(4) 《海洋监测规范》，GB17378-2007；

(5) 《海洋调查规范》，GB/T12763-2007；

(6) 《海水水质标准》，GB 3097-1997；

(7) 《海洋生物质量》，GB 18421-2001；

(8) 《海洋沉积物质量》，GB 18668-2002；

(9) 《渔业水质标准》，GB 11607-1989；

(10) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，中华人民共和国水产行业标准，SC/T 9110-2007；

(11) 《中国地震动参数区划图》，GB 18306-2015；

(12) 《宗海图编绘技术规范》，HY/T 251-2018。

1.2.3 项目技术资料

(1) 《湛江市企水1号海域现代化海洋牧场建设项目(初稿)》，广州打

捞局，2024年1月；

(2) 《湛江市企水1号海域现代化海洋牧场建设项目冬季水文调查数据》，中国水产科学研究院南海水产研究所，2023年12月；

(3) 《湛江市企水1号海域现代化海洋牧场建设项目资源环境调查测流报告》，中国水产科学研究院南海水产研究所，2023年12月；

(4) 《湛江市企水1号海域现代化海洋牧场建设项目海洋环境现状调查监测报告》，中国水产科学研究院南海水产研究所，2023年12月。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

根据《自然资源部关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南〉的通知》（自然资发〔2023〕234号），本项目海域使用类型为渔业用海中的增养殖用海；根据《海域使用分类》（HY/T123 2009），本项目用海类型为“渔业用海”（一级类）的“开放式养殖用海”（二级类），用海方式为“开放式”（一级方式）的“开放式养殖”（二级方式），用海面积为692.2344公顷。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），“开放式养殖”用海面积小于700公顷，论证等级为三级。本项目不占用海岸线。因此，本项目论证等级为三级。

表 1.3.1-1 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
开放式	开放式养殖	用海面积大于（含）700ha	所有海域	二
		用海面积小于700ha	所有海域	三
论证等级判定				三级

注：引自《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的表1。

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），本项目论证等级为三级，论证范围按工程外缘线外扩5km范围为界，确定论证范围面积为179.36km²。

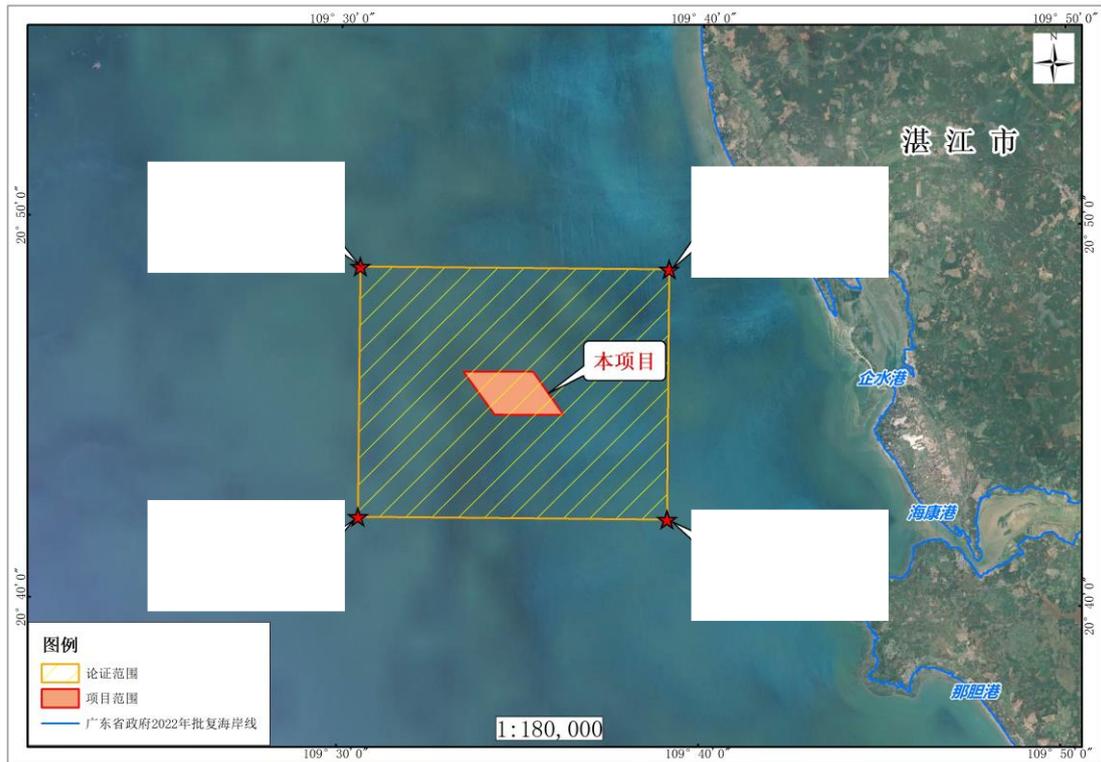


图 1.3.2-1 论证范围示意图

表 1.3.2-1 论证范围坐标点

点号	东经		北纬	
1				
2				
3				
4				

1.4 论证重点

根据项目用海具体情况和所在海域特征，本报告论证重点为：

- (1) 海域开发利用协调分析；
- (2) 国土空间规划符合性分析；
- (3) 用海面积合理性。

1.5 项目建设内容及规模

- (1) 项目名称：湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目
- (2) 建设单位：湛江市农业发展集团有限公司
- (3) 项目性质：新建
- (4) 投资额：11097.12 万元

(5) 项目地理位置：位于雷州市企水镇北部湾东侧近岸海域，即企水镇企水港西部海域，距离陆地最近约 13.8km。

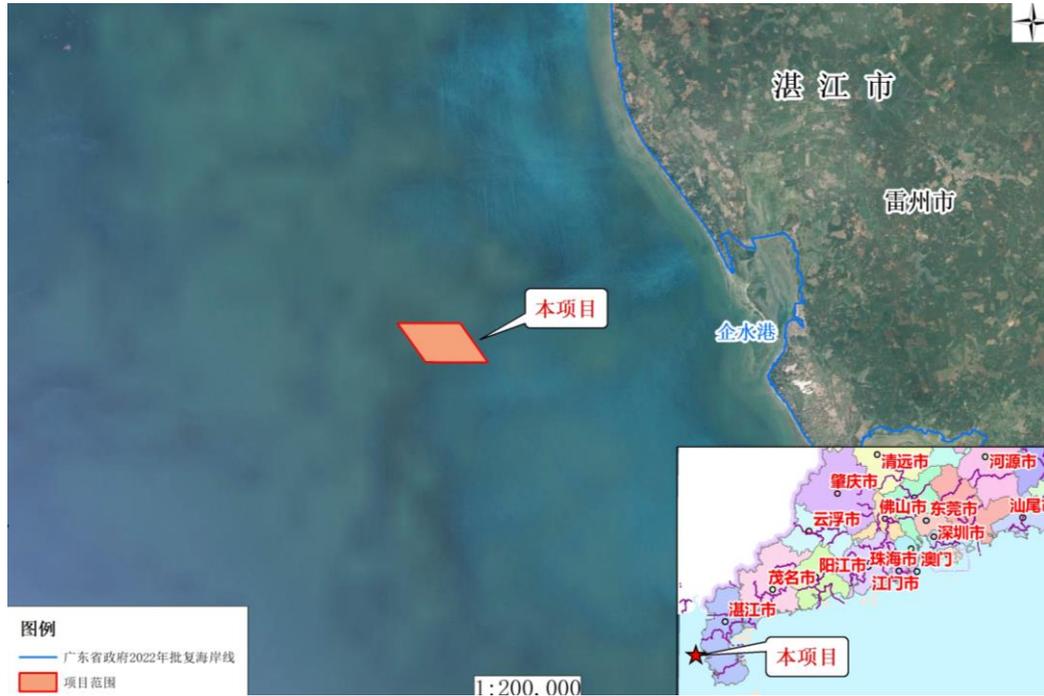


图 1.5-1 项目地理位置图

(6) 项目建设内容及规模：

本项目拟建设养殖区位于北部湾东侧近岸海域，平面呈菱形布置，从东到西分别布置有 1 个重力式深水网箱养殖区、1 个底播增殖区、1 个筏式延绳养殖区和 1 个筏式栅架养殖区，其中重力式深水网箱养殖区总面积 28.776 公顷，底播增殖区总面积为 275.798 公顷，延绳式浮筏养殖区总面积为 196.686 公顷，栅架式浮筏养殖区总面积为 114.965 公顷。

本项目重力式深水网箱养殖区选择金鲳鱼作为主养品种；延绳式浮筏养殖区和栅架式浮筏养殖区选择太平洋牡蛎作为主养品种；底播增殖区选择西施舌作为本项目底播增殖区的底播品种。

表 1.5-1 主要技术指标及工程量表

序号	项目名称	规格	单位	数量
一	重力式深水网箱养殖区	25 个 HDPE C80 深水网箱	公顷	28.776
1	网箱浮力装置	HDPE（高密度聚乙烯）	组	25
1.1	扶手管	圆柱状环形空心管	组	25
1.2	主浮管抗风浪装置	圆柱状环形空心管，内外各 1 圈，周长 80m。	套	50
1.3	支架		组	25

序号	项目名称	规格	单位	数量
2	网箱网衣	PA（聚酰胺），一般最小网目为5cm/2a，网衣入水深度应为10m。	个	25
3	网衣稳定装置	网片力纲材料为PE（聚乙烯）；吊件为混凝土块件，每个重35kg，直径250mm，高350mm。	个	200
4	网箱锚碇装置	水泥锚重4t，尺寸为：1.8m×1.2m×1.0m，锚绳长80m。	个	150
二	延绳式浮筏养殖区	59个养殖单元	公顷	196.686
1	木桩	直径×长度 120mm×4.5m	个	11800
2	桩绳	直径×长度 18mm×25m	条	11800
3	纵主绳	直径×长度 10mm×80m	条	5900
4	横主绳	直径×长度 18mm×4m	条	5900
5	吊苗绳	直径×长度 10mm×4m	条	147500
6	苗绳	直径×长度 3mm×2.5m	条	1180000
7	纵向浮子	500克/只	只	295000
8	横向浮子（挡浪浮子）	3000克/只	只	59000
三	栅架式浮筏养殖区	394个栅架式浮筏组	公顷	114.965
1	水泥锚	重4吨	个	3152
2	锚绳	直径×长度 20mm×30m	条	3152
3	大毛竹	长16m	条	4728
4	小毛竹	长8m	条	19700
5	苗绳	直径×长度 5mm×1.2m	条	551600
6	泡沫浮筒	3000克/只	只	7880
四	底播养殖区		公顷	275.798
五	交通船	/	艘	8

1.6 平面布置和主要结构、尺度

1.6.1 总平面布置

1.6.1.1 总平面布置方案

本项目拟建设现代化海洋牧场位于北部湾东侧近岸海域，平面呈菱形布置，从东到西分别布置有1个重力式深水网箱养殖区、1个底播增殖区、1个延绳式浮筏养殖区和1个栅架式浮筏养殖区，养殖水域总面积为616.225公顷，其中重力式深水网箱养殖区总面积28.776公顷，底播增殖区总面积为275.798公顷，延绳式浮筏养殖区总面积为196.686公顷，栅架式浮筏养殖区总面积为114.965公顷。

重力式深水网箱养殖区与底播养殖区距离 200m, 与延绳式浮筏养殖区距离 170m; 延绳式浮筏养殖区与栅架式浮筏养殖区距离 100m。

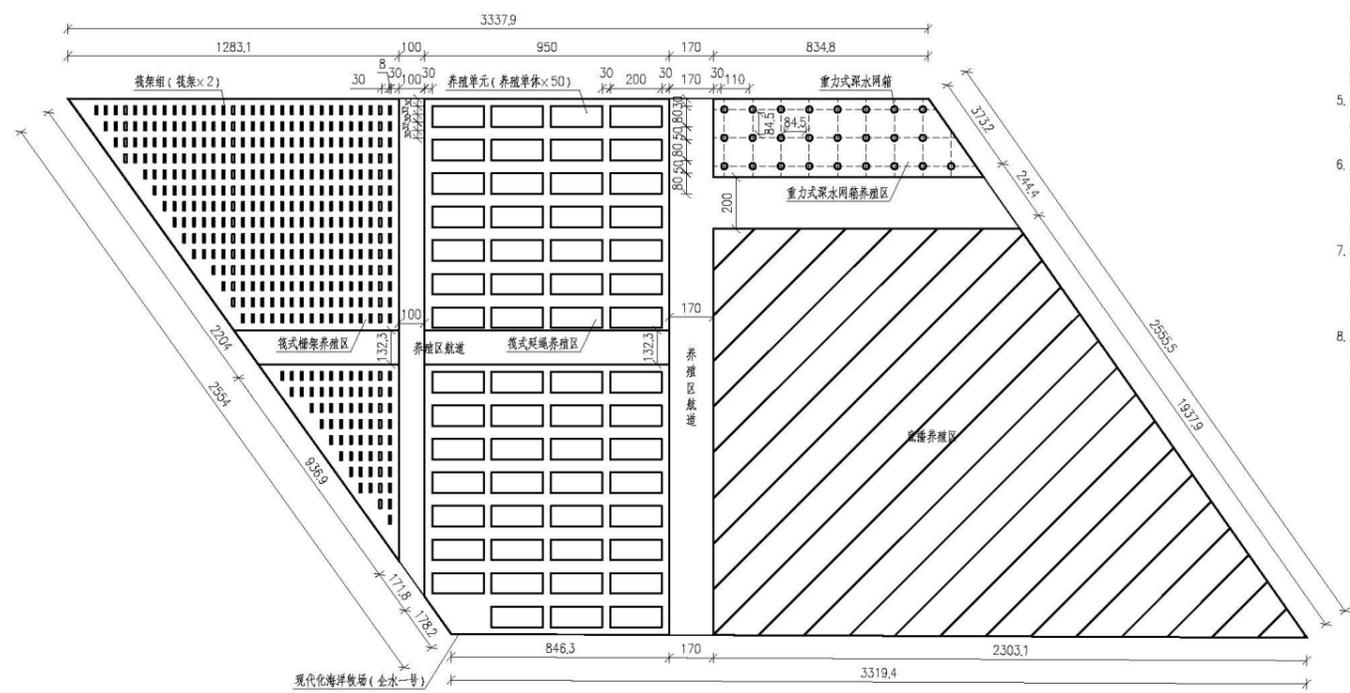
本项目预留了 100~170m 的横、纵向主航道, 保证养殖生产通道的同时保障海水水体交换畅通。实际养殖布置可能根据水流、水深、周边现状等因素做适当调整。

项目总平面布置图见图 1.6.1-1。



说明:

1. 图中尺寸、高程单位均以米计;
2. 高程系统采用当地理论最低潮面;
3. 平面坐标系采用国家大地2000坐标系;
4. 本项目拟建设养殖区位于北御湾东侧近岸海域, 平面呈菱形布置, 从东到西分别布置有1个重力式深水网箱养殖区、1个底播增养殖区、1个延绳式浮筏养殖区和1个棚架式浮筏养殖区, 养殖水域总面积为692.607公顷, 其中重力式深水网箱养殖区总面积28.776公顷, 底播增养殖区总面积为275.798公顷, 延绳式浮筏养殖区总面积为196.686公顷, 棚架式浮筏养殖区总面积为114.965公顷;
5. 重力式深水网箱养殖区呈直角梯形布置, 拟布置25个重力式深水网箱, 每个网箱独立成一组, 按照三横八纵进行平面布置, 网箱之间的横、纵向间距为84.5m;
6. 延绳式浮筏养殖区基本呈矩形布置, 拟布置59个养殖单元, 2950个养殖单体, 每个养殖单元为200m×80m, 养殖单元间距50m, 纵间距30m, 周边留出空闲海域作为航道使用;
7. 棚架式浮筏养殖区呈直角梯形布置, 拟布置394组棚架式浮筏, 788个棚架式浮筏, 每组棚架式浮筏为32m×8m, 每组浮筏间距, 纵间距30m, 周边留出空闲海域作为航道使用;
8. 本项目预留了100~170m的横、纵向主航道, 保证养殖生产通道的同时保障海水水体交换畅通, 实际养殖布置可能根据水流、水深、周边现状等因素做适当调整。



主要技术指标一览表

序号	项目	单位	数量	备注
1	现代化海洋牧场	个	1	692.607公顷
2	重力式深水网箱养殖区	个	1	28.776公顷
3	底播养殖区	个	1	275.798公顷
4	延绳式浮筏养殖区	个	1	196.686公顷
5	棚架式浮筏养殖区	个	1	114.965公顷

主要构筑物一览表

序号	项目	单位	数量	备注
1	重力式深水网箱	个	25	
2	延绳式养殖单元	个	59	2950个养殖单体
3	棚架式浮筏组	组	394	788个棚架式浮筏

003 总平面布置图

图 1.6.1-1 总平面布置方案

1.6.1.2 重力式深水网箱养殖区平面布置

重力式深水网箱养殖区呈直角梯形布置，养殖网箱按照从西到东、从南到北方式进行布置，养殖区内共布置 25 个 HDPE C80 深水网箱，每个网箱独立成一组，按照三横八纵进行平面布置。网箱之间的横、纵向间距为 84.5m。每个网箱采用 6 个重 4t 的水泥锚固定，网箱锚绳直径 34mm 聚乙烯绳索，净长度 60m。

HDPE C80（网箱周长 80m）的圆形网箱直径约为 25.5m。25 个养殖网箱总面积为： $S=25 \times 3.14 \times 25.5 \times 25.5 / 4 = 12761.2\text{m}^2$ 。

网箱养殖区按直角梯形布置，四个边边长分别为 834.83m（北边）、373.21m（东边）、1049.25m（南边）、305.56m（西边），养殖区面积为 28.776 公顷。

在考虑了网箱水泥锚碇绳索长度和网箱之间预留船行通道后，HDPE C80 网箱间横、纵间距为 84.5m。

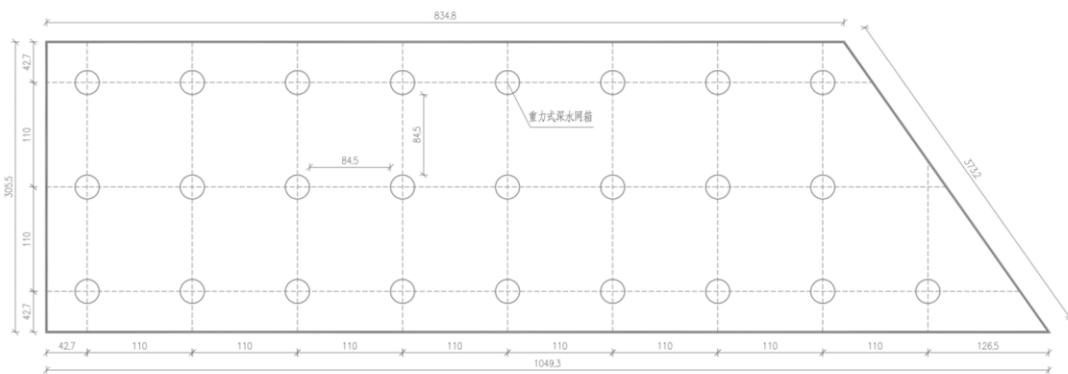


图 1.6.1-2 重力式深水网箱养殖区平面布置图

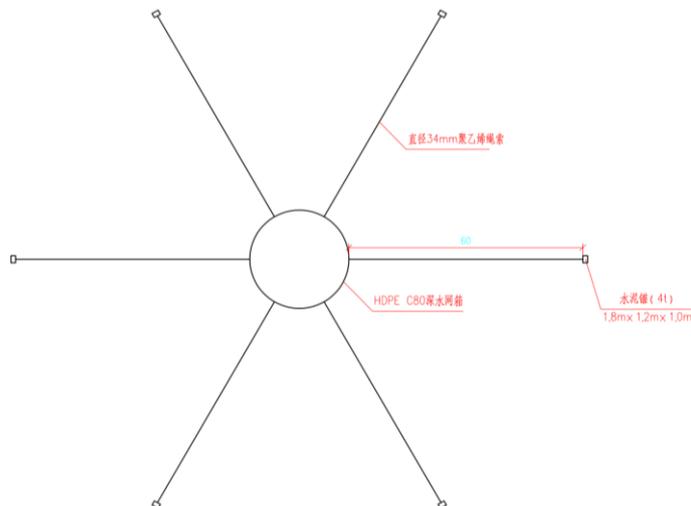


图 1.6.1-3 单个网箱锚碇平面示意图

1.6.1.3 延绳式浮筏养殖区平面布置

延绳式浮筏养殖区基本呈矩形布置，养殖区总面积为 196.686 公顷。按照从西到东、从南到北方式进行布置，养殖区内共布置 59 个养殖单元，每个养殖单元为 200m×80m，按照四横十五纵进行平面布置。养殖单元间横间距 50m，纵间距 30m，周边留出空闲海域作为航道使用。

每 50 个养殖单体为一个养殖单元，共 2950 个养殖单体。延绳式浮筏由聚乙烯绳索组成，80m（纵主绳）×4m（横主绳）为一养殖单体，纵向（沿 80m 的主绳）每隔 1.6m 挂一根吊苗绳，吊苗绳的两端连接两根纵主绳，每个养殖单体可以连接 50 根吊苗绳。吊苗绳是用来拴挂采苗器，每两根吊苗绳间平挂采苗器 8 串（采苗器长 2.5m，每串贝壳 20 片），每一养殖单体挂采苗器 400 串。每个养殖单体纵主绳系结纵向浮子 100 只，横主绳系结横向浮子 20 只。纵向浮子约 500 克/只，横向浮子主要用于挡浪，约 3.0 千克/只。延绳式浮筏排列方向根据海域深浅、缓流、急流、涨潮走向与退潮走向确定。

养殖单体四角用木桩、桩绳固定，要求入桩 2 米以上，每个养殖单体共 4 支桩，顺流定置于海区。

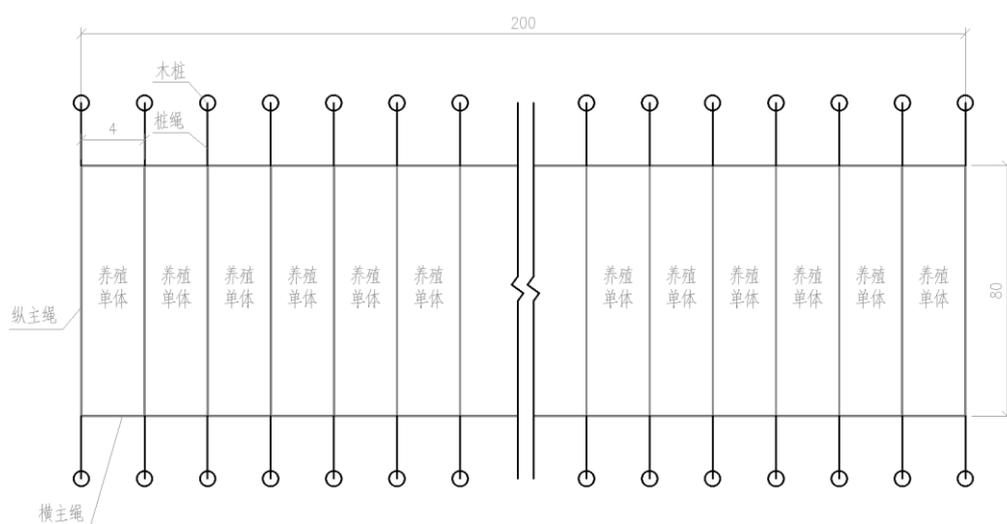


图 1.6.1-4 养殖单元平面布置图

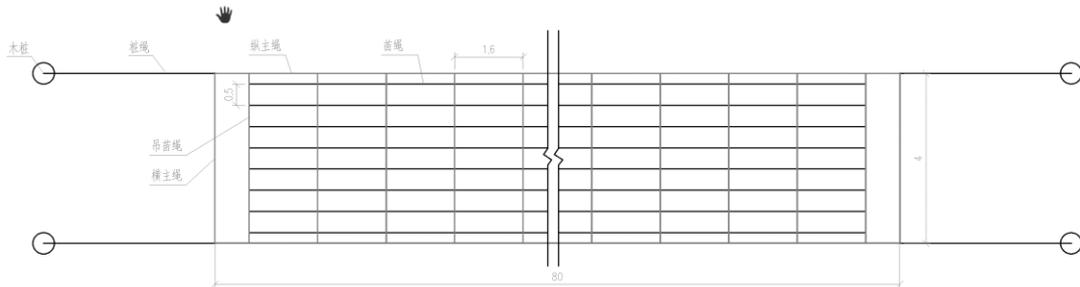


图 1.6.1-5 养殖单体平面布置图

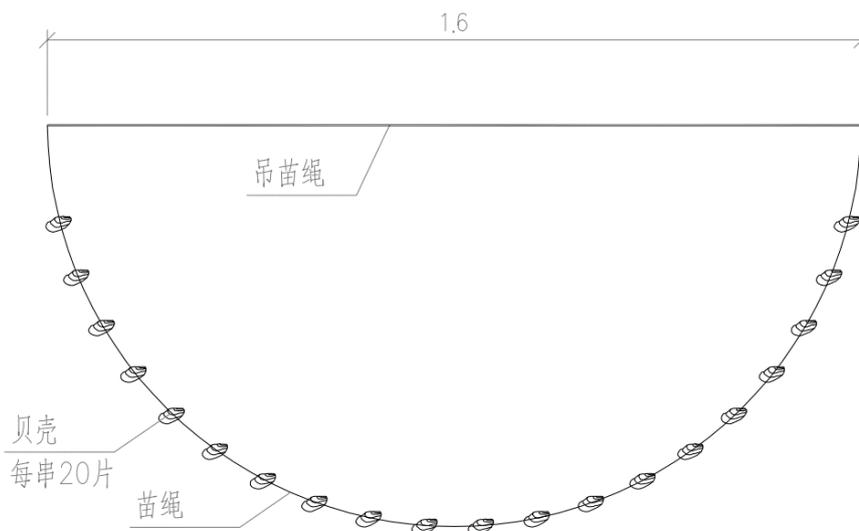


图 1.6.1-6 延绳式浮筏吊养示意图

1.6.1.4 栅架式浮筏养殖区平面布置

栅架式浮筏养殖区呈三角形布置，养殖区总面积为 114.965 公顷。按照从西到东、从南到北方式进行布置，养殖区内共布置 394 组栅架式浮筏，每组栅架式浮筏为 32m×8m。每组浮筏间横、纵间距 30m，周边留出空闲海域作为航道使用。

每 2 个栅架式浮筏为一组，共 788 个栅架式浮筏。栅架式浮筏用大毛竹捆扎成矩形，浮筏大小为 16m×8m，中间纵向用 3 列大毛竹加固，横向用较小的毛竹加固并做挂苗载体，横向 25 排。排间距为 0.6m，每排挂长 1.2 米的贝壳串 28 条，间距 0.30m，每筏 700 条。用 10 个泡沫浮筒（重 3kg）固定在筏架四周增加浮力。栅架式浮筏排列方向根据海域深浅、缓流、急流、涨潮走向与退潮走向确定。筏架两端用水泥锚固定。

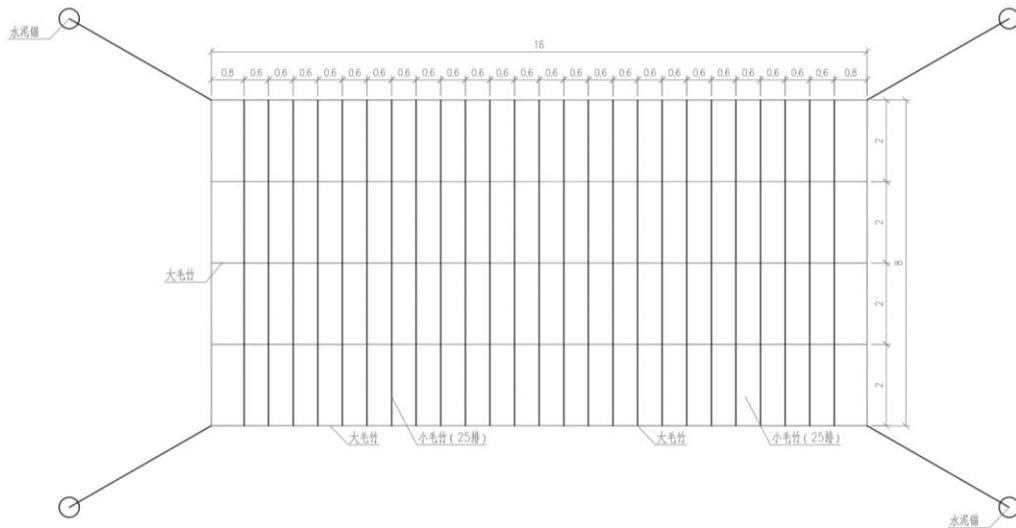


图 1.6.1-7 栅架式浮筏平面布置图

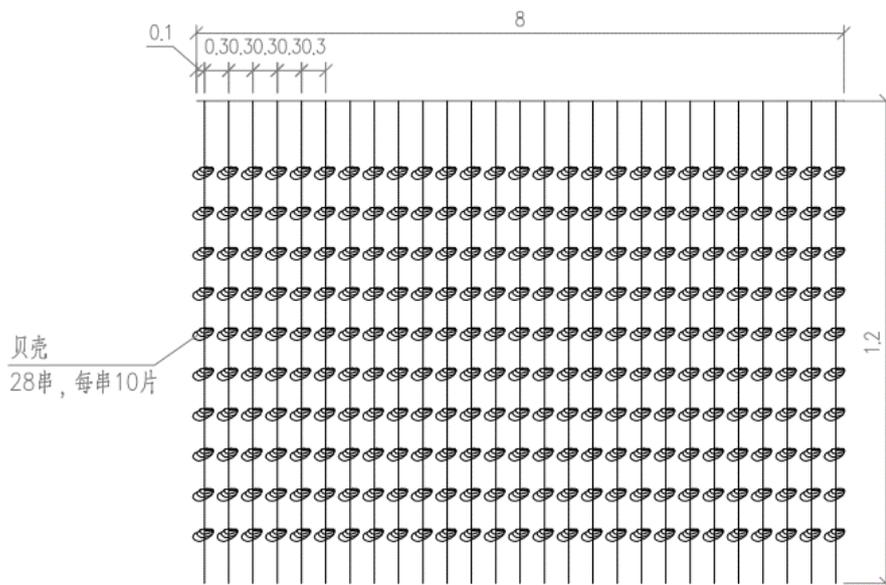


图 1.6.1-8 栅架式浮筏吊养示意图

1.6.1.5 底播增殖区平面布置

底播养殖区按直角梯形布置，四个边边长分别为 1189.64m（北边）、1937.94m（东边）、2303.09m（南边）、1575.72m（西边），养殖区面积为 275.798 公顷。拟建所在海区底质主要为淤泥质和泥沙质，适合在接近自然或完全自然的条件下进行底播增殖，本项目可在整个底播增殖区进行底播增殖。

1.6.2 主要水工结构、尺度

本项目拟建设现代化海洋牧场位于北部湾东侧近岸海域，平面呈菱形布置，从东到西分别布置有 1 个重力式深水网箱养殖区、1 个底播增殖区、1 个延绳式浮筏养殖区和 1 个栅架式浮筏养殖区，其中底播养殖区无养殖设施结构，其余养殖设施结构如下：

1.6.2.1 重力式深水网箱

(1) 网箱

高密度聚乙烯 HDPE C80 网箱采用 DN355 管材，壁厚 26.1mm，周长为 80m 的网箱框架，每个网箱框架为一组，每组网箱之间的间隔 84.5m。单只网箱固定，每只网箱采用 6 个 4 吨重的水泥锚。网箱锚绳采用直径 34mm 聚乙烯绳索，有效长度 60m。



图 1.6.2-1 HDPE C80 型深水养殖网箱图

(2) 网衣（网囊）

本项目采用圆台形状抗流网衣（网囊），见下图。网口周长为 80m，网深 8m。

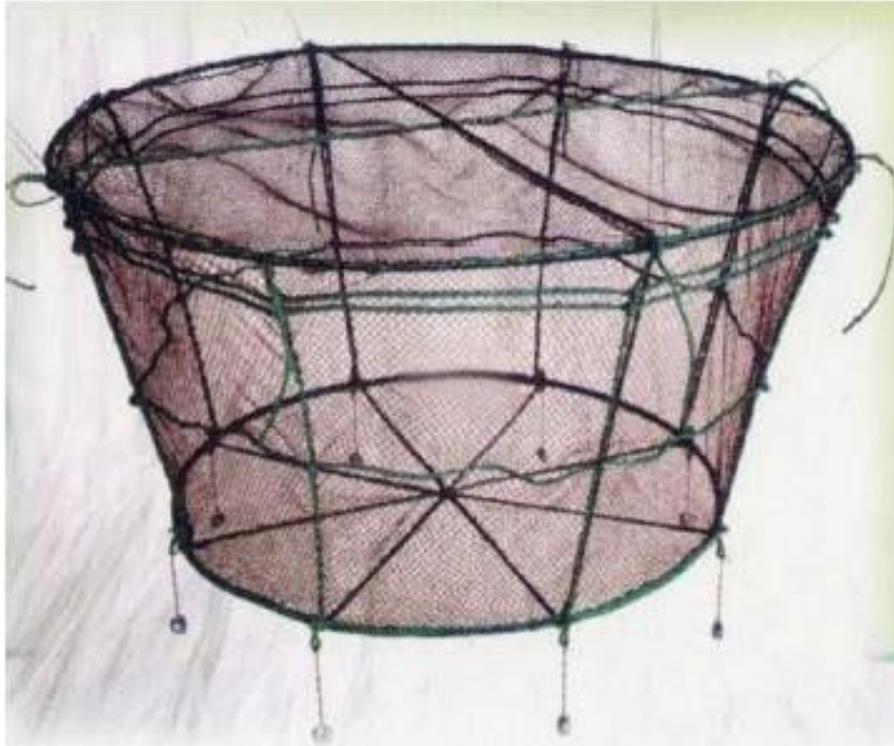


图 1.6.2-2 圆台形状抗流网衣（网囊）示意图

（3）水泥吊块

每个网箱底部需要吊装 8 个水泥吊块，起稳定网箱作用。每个水泥吊块直径 250mm，高 350mm，重量约 35kg。水泥吊块中间预埋 16mm 粗的绳子打结，外露部分套橡胶管保护。



图 1.6.2-3 网箱水泥吊块示意图

表 1.6.2-1 重力式深水网箱工程量一览表（单个网箱）

序号	材料名称	规格	单位	数量
1	网箱浮力装置	HDPE（高密度聚乙烯）	组	1
1.1	扶手管	圆柱状环形空心管	组	1
1.2	主浮管抗风浪装置	圆柱状环形空心管，内外各 1 圈，周长 80m。	套	2
1.3	支架		组	1
2	网箱网衣	PA（聚酰胺），一般最小网目为 5cm/2a，网衣入水深度应为 8m。	个	1
3	网衣稳定装置	网片力纲材料为 PE（聚乙烯）；吊件为混凝土块件，每个重 35kg，直径 250mm，高 350mm。	个	8
4	网箱锚碇装置	水泥锚重 4t，尺寸为：1.8m×1.2m×1.0m，锚绳长 80m。	个	6

1.6.2.2 延绳式浮筏

延绳式浮筏由木桩、桩绳、纵主绳、横主绳、吊苗绳、苗绳、纵向浮子以及横向浮子（挡浪浮子）组成，绳索均以聚乙烯绳材质为主，要求结实、经济、耐用，各部分规格参数如下：

（1）木桩：本项目采用木桩，直径×长度为 120mm×4.5m，常用的有竹桩、木桩和水泥桩，也有采用石陀和铁锚代替。

（2）桩绳：直径为 18mm-20mm 聚乙烯材质，其长度一般是养殖海区高潮时水深的 2 倍，风浪大、流急的海区可长些。

（3）主绳：纵主绳直径为 18mm-20mm 左右，横主绳直径为 18mm-20mm 左右。均为聚乙烯材质

（4）吊苗绳：为 3mm-5mm 左右。

（5）苗绳：苗绳的长度根据设置浮筏的海区深度而定，本项目养殖区水深为 10m-15m，苗绳的长度设为 2.5m。采用 14 号半碳钢线或 8 号镀锌铁线，将采苗时的贝壳串采苗器拆开，重新把各个附苗器的间距扩大到 20 厘米串在苗绳上，也可将附有牡蛎的贝壳，夹在绳里，垂挂在筏架上进行养成。苗绳上的第一个附苗器在水面下约 20cm，各串苗绳的间距为 0.4m。

（6）浮子：又称浮漂，球形，常使用的有玻璃浮子和塑料浮子，直径 0.3m 左右，本养殖区浮球全部使用符合环保要求的生态浮球。浮子系于绳索上。1 个养殖单体纵主绳系结纵向浮子 100 只，横主绳系结横向浮子 20 只。纵向浮子约 500 克/只，横向浮子主要用于挡浪，约 2.5 千克/只~3.0 千克/只。

表 1.6.2-2 延绳式浮筏工程量一览表（每养殖单体）

材料名称	规格	数量
木桩	直径×长度 120mm×4.5m	4 个
桩绳	直径×长度 18mm×30m	4 条
纵主绳	直径×长度 10mm×80m	2 条
横主绳	直径×长度 18mm×4m	2 条
吊苗绳	直径×长度 10mm×4m	50 条
苗绳	直径×长度 5mm×2.5m	400 条
纵向浮子	500 克/只	100 只
横向浮子（挡浪浮子）	2500 克/只~3000 克/只	20 只

1.6.2.3 栅架式浮筏

栅架式浮筏由水泥锚、锚绳、大毛竹、小毛竹、苗绳、泡沫浮筒组成，绳索均以聚乙烯绳材质为主，要求结实、经济、耐用，各部分规格参数如下：

（1）水泥锚：本项目采用水泥锚，水泥锚重 4t，尺寸为：1.8m×1.2m×1.0m，也有采用铁锚代替。

（2）锚绳：直径为 20mm 聚乙烯材质，其长度一般是养殖海区高潮时水深的 2 倍，风浪大、流急的海区可长些。

（3）大毛竹：大毛竹长 16m 左右。

（4）小毛竹：小毛竹长 8m 左右。

（5）苗绳：苗绳的长度根据设置浮筏的海区深度而定，本项目养殖区水深为 10m-15m，苗绳的长度设为 1.2m。采用 14 号半碳钢线或 8 号镀锌铁线，将采苗时的贝壳串采苗器拆开，重新把各个附苗器的间距扩大到 20 厘米串在苗绳上，也可将附有牡蛎的贝壳，夹在绳里，垂挂在筏架上进行养成。苗绳上的第一个附苗器在水面下约 20cm，各串苗绳的间距为 0.3m。

（6）泡沫浮筒：又称浮漂，球形，常使用的有玻璃浮子和塑料浮子，直径 0.3m 左右，本养殖区浮球全部使用符合环保要求的生态浮球。约 3.0 千克/只。

表 1.6.2-3 栅架式浮筏工程量一览表（每浮筏）

序号	材料名称	规格	单位	数量
1	水泥锚	重 4 吨	个	4
2	锚绳	直径×长度 20mm×30m	条	4

3	大毛竹	长 16m	条	6
4	小毛竹	长 8m	条	25
5	苗绳	直径×长度 5mm×1.2m	条	700
6	泡沫浮筒	3000 克/只	只	10

1.7 项目主要施工方法养殖工艺

1.7.1 施工方案

1.7.1.1 施工条件

(1) 拟建工程地点交通条件较好，工程主要原材料可通过公路运至企水渔港后通过船舶运至工程区，或水路直接运至拟建工程区，水、陆路交通十分方便。

(2) 本工程所在区全年无冰冻期，但受风、雨、高温的影响，特别是受台风的影响，年施工作业天数可达 320 天以上。

(3) 拟建项目属常规的结构或式样，广东省及湛江地区均拥有多支专业施工队伍，其技术力量雄厚，施工设备、机具齐全，经验丰富，可择优选择承担本工程的施工任务。

(4) 广东省内水运事业发达、海洋牧场建设施工单位多，有众多技术人员和成熟的施工经验，能确保建设项目的质量要求。

总之，本工程施工干扰小，除施工应避开热带气旋期外，其它各方面施工条件均已具备，施工条件良好。

1.7.1.2 施工方法

(1) 网箱安装施工方法

1) 主要施工流程

主要施工流程如下：

网箱采购→网箱陆域装配→锚碇系统投放→网箱→投放→安装配套设施

2) 施工方式

在陆地场地上组装好产品后，用船将其运至养殖区施工现场。用 DGPS 定位，投放系统框架、锚定后，安装网衣。

①从半成品到组装

将从网箱生产厂家购买的材料（半成品）在陆地开阔的场地进行组装，周长 80m 的网箱组装场地至少需要 85~90m 长。将半成品组成圆形，加热熔接（每条管长 10m）8 条组成 80m 长，将两条接好的 PE 管套入工字架园熔接，再套入扶手。

②从组装到安装投放、固定

成品安装需要水泥锚、铁链、PE 绳、水泥沉块，四合一连接。通过采用差分式定位仪（DGPS）进行深水网箱精确定位、定锚。在每只网箱投放固定后再将水泥沉块绑在网箱底部作为风浪调整。完成后可投放网衣进行养鱼。

（2）延绳式浮筏安装施工方法

1) 工具准备

GPS 定位仪、工作船。

2) 投放木桩及安装浮漂

每个养殖单体共 4 支木桩，顺流定置于海区，养殖单体四角用木桩、桩绳固定本项目养殖锚泊结构简单，采用桩长 4.5m，直径 0.12m 的木桩。施工船为 100HP 船舶，施工时将简易打桩机置于两条并行的施工船中间，施工船采用载波相位差分技术（RTK）精确定位后，将木桩绑好桩绳由打桩机抓取打入土层深度不小于 2m，桩绳要绑在橛子的下端五分之三或二分之一处，以防拔橛。

施工应使用合法合规船舶，严格禁止三无船舶参与整个作业过程，以确保环境保护以及人员安全。施工前应将施工船舶、频次、期限、航线等信息等告知海事等有关部门，便于加强附近海域通航安全管理。工作船舶应按要求配备相关的导助航设备和生活污水、油污水等的防污染设备。木桩施工船采用偏心轴震动器和辅助 3 吨电动葫芦进行配合施工，配合一定的潜水组：或者用小型打桩船。

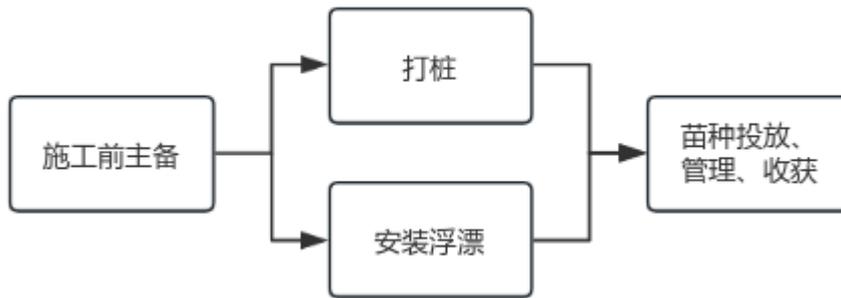


图 1.7.1-1 延绳式养殖施工顺序

(3) 栅架式浮筏安装施工方法

1) 施工流程

预制水泥锚→毛竹采购→锚碇系统投放→安装筏架→安装配套设施

2) 工具准备

GPS 定位仪、工作船。

3) 投放水泥锚及安装筏架

每个筏架顺流定置于海区，筏架四角用水泥锚、锚绳固定，本项目养殖锚泊结构简单，采用重 4t 的水泥锚。施工时，施工船采用载波相位差分技术（RTK）精确定位后，将水泥锚绑好锚绳后抛入预定位置，筏架由毛竹捆扎成型并安装泡沫浮筒。

施工应使用合法合规船舶，严格禁止三无船舶参与整个作业过程，以确保环境保护以及人员安全。施工前应将施工船舶、频次、期限、航线等信息告知海事等有关部门，便于加强附近海域通航安全管理。工作船舶应按要求配备相关的导助航设备和生活污水、油污水等的防污染设备。

1.7.1.3 主要施工机械设备

本项目施工拟投入的主要机械设备见下表。

表 1.7.1-1 项目拟投入的主要施工机械设备一览表

序号	名称	型号	数量
1	工作船	100HP	10 艘
2	养护船	100HP	8 艘

3	GPS 定位仪		2 太
4	其他运输船舶		2 艘
5	运输车辆		2 辆

1.7.1.4 施工进度计划

企水港区后方陆域广阔，有足够的场地面积进行组装网箱框架，在网箱生产厂家的现场指导下，可保证工程的施工质量和工期要求。

根据工程的建设规模以及现场的施工条件和主要工程数量。本工程实施工期计划安排如下：

表 1.7.1-2 网箱施工进度一览表

序号	名称	月数					
		1月	2月	3月	4月	5月	6月
1	工程准备	■	■				
2	网箱制作、鱼苗购买		■	■			
3	网箱投放			■	■	■	
4	投饵养殖						■

表 1.7.2-3 延绳式施工进度一览表

序号	名称	月份					
		1	2	3	4	5	6
1	施工准备	■	■				
2	养殖设施购置		■	■			
3	养殖设施安装		■	■	■	■	■
4	养殖苗种投放					■	■

表 1.7.1-4 栅架式施工进度一览表

序号	名称	月份					
		1	2	3	4	5	6
1	施工准备	■	■				
2	养殖设施购置		■	■			
3	养殖设施安装		■	■	■	■	■
4	养殖苗种投放					■	■

1.7.2 主要养殖方案与工艺

1.7.2.1 主要养殖方案

1、网箱养殖技术方案

(1) 海区选择

养殖金鲳鱼的网箱应选择具有一定挡风屏障或风浪较小、水流畅通、水体交换充足、不受内港淡水和污染源影响、水质清爽、水质环境相对稳定的海区。水深一般要求 10~15m（指落潮后），一般最低潮落时，网箱底至海底的距离至少要保证 1.5m 以上。

(2) 网箱准备

养殖金鲳鱼的网箱一般由聚乙烯材料制成的网线编结而成，网目为 2.5~3cm，网箱规格可根据苗的大小和实际情况进行调整，本项目采用 HDPE C80 深水网箱进行养殖。根据网箱的大小、潮流、波浪的不同情况，单个网箱可以单点固定，或者多个网箱可以构成网排，多个网箱构成的网排必须保持适当的间隔，一般要求在 3 米以上，保证水流畅通，

(3) 放养规格和密度

网箱养殖面积不应超过养殖海区面积的 15%。网箱养殖区连续养殖 3 年后，宜休养 1 年以上。本项目重力式深水网箱养殖区总面积为 28.776 公顷，养殖区内共布置 25 个 HDPE C80 深水网箱，根据养殖密度要求，重力式深水网箱养殖区可设置深水网箱面积为 $28.776 \times 10000 \times 15\% = 43164\text{m}^2$ ，本项目重力式深水网箱总面积为： $S = 25 \times 3.14 \times 25.5 \times 25.5 / 4 = 12761.2\text{m}^2$ ，满足密度的要求。

当年人工孵化的金鲳鱼鱼苗一般在 10 厘米左右进行投放。金鲳鱼的放养密度应根据海区水质环境条件、养殖技术和日常管理水平、饵料来源和产量及规格要求指标等情况灵活把握。一般来说，大约 10 厘米长的鱼苗可以放在 40-50 尾/立方米的水中。

2、延绳式养殖技术方案

(1) 延绳式浮筏制作与挂苗

延绳式浮筏由聚乙烯绳索组成，80m（纵主绳）×4m（横主绳）为一养殖单体，纵向（沿 80m 的主绳）每隔 1.6m 挂一根吊苗绳，吊苗绳的两端连接两根纵主绳，每个养殖单体可以连接 50 根吊苗绳。吊苗绳是用来拴挂采苗器，每两根

吊苗绳间平挂采苗器 8 串（采苗器长 2.5m，每串贝壳 20 片），每一养殖单体挂采苗器 400 串。

（2）延绳式浮筏固定与设置

划分海区并确定位置，留出航道。延绳式浮筏应顺风浪、潮流设置，四角用木桩、桩绳固定。一般 50 个单体为一养殖单元（80m×200m），养殖单体间纵主绳可共用，每养殖单元横向间隔 50m，纵向间隔 30m。

（3）延绳式养殖密度

每公顷水面可养 10 个~16 个养殖单体。在养殖区域需要留出足够的水体流动以提高浮游生物性饵料来源，以保证牡蛎的饵料充足和连续性。每一养殖单体挂采苗器 400 串，每串贝苗 18 片~20 片。

本项目延绳式浮筏养殖区总面积为 196.686 公顷，共设置养殖单元 59 个，养殖单体 2950 个。根据养殖密度要求，延绳式浮筏养殖区可设置养殖单体为 $196.686 \times (10-16) = 1967 \sim 3147$ 个，本项目拟建养殖单体 2950 个，满足养殖密度的要求。

3、栅架式殖技术方案

（1）筏架搭建与挂苗

浮筏大小为 16m×8m，用大毛竹捆扎成矩形，中间纵向用 3 列大毛竹加固，横向用较小的毛竹加固并做挂苗载体，横向 25 排。排间距为 0.6m，每排挂长 1.2 米的贝壳串 28 条，间距 0.30m，每筏 700 条。用 10 个泡沫浮筒（重 3kg）固定在筏架四周增加浮力。

（2）筏架的固定与设置

划分海区并确定位置，留出航道。筏架应顺风浪、潮流设置，筏架两端用水泥锚固定。一般 2 筏架为 1 组，每组间距纵横各 30m。

（3）栅架式养殖密度

每公顷水面可养殖 10 筏架~16 筏架。在养殖区域需要留出足够的水体流动以提高浮游生物性饵料来源，以保证牡蛎的饵料充足和连续性。每一筏架挂苗 700 串，每串贝苗 10 片。

本项目栅架式浮筏养殖区总面积为 114.965 公顷，养殖区内共布置 394 组栅架式浮筏，788 个栅架式浮筏。根据养殖密度要求，栅架式浮筏养殖区可设置养

殖单体为 $114.965 \times (10^{-16}) = 1150 \sim 1839$ 个，本项目栅架式浮筏 788 个，满足养殖密度的要求。

4、底播养殖技术方案

(1) 苗种的底播

苗种底播前，先让潜水员潜水了解海底底质详细情况，并进行 GPS 定位，根据底质情况测算出每个小区域可底播苗种的数量以及各种类苗种的配搭比例。苗种播放时，根据预先计划，以 GPS 定位进行播苗，并让潜水员潜水观察苗种分布情况，并对苗种分布进行适当调整。使苗种底播后能得到适宜的附着基附着，提高底播种类的成活率。

(2) 底播密度

底播贝类养殖容量是在维持养殖区域生态系统健康基础上，系统所能承受的最大养殖活动扰动。水生养殖系统生态健康是水生系统既能满足人类社会合理要求又能自我维持与更新的能力。用包含系统抗性和系统结构的生态系统健康临界状态的评价方法，并在此基础上尝试确定系统的养殖总容量（海湾各向同性时，所能承受的最大养殖容量）。依据健康评价，确定项目海域所能承受的最大养殖压力。

海洋生态系的能量和物质，通过食物链的传递，按一定效率由低营养层次的生物向高营养层次的生物流动，营造各层次的生物，形成生态金字塔。金字塔中的各营养层次的生物量以某一渐进值处于相对平衡状态（即生态平衡）。也就是说一个生态系统的生物群落结构，即生物种类及其数量处在一个相对平衡状态。因此在特定的海域中各层次生物的生物量基本不变。同一营养层次的生物中，一种生物增加了，必然引起另一种生物的减少，但是它们的总生物量基本不变。基于这个原理即可应用营养动态模型和沿岸海域能量分析模型，估算海域贝类的生态容量（生产量），进而估计贝类的养殖容量。

本项目采用 Parsons TR&Takahashi M 营养动态模式系统估算养殖区域内生态系统中不同营养阶层贝类生物的生产量，模型表达式为： $p = BEn$ 。计算获得贝类生物组织的生产量后，再用模型 $P = (BEn)^k$ 估算贝类含壳重生产量，从而估算获得贝类养殖容量。式中 P 为估算贝类含壳重的生产量； B 为浮游植物的生产量（鲜重），采用年初级产碳量除以浮游植物鲜重含碳率求得； E 为生态效率； n

为贝类营养阶层；k 为贝类带壳鲜重与软组织鲜重比值。

根据本项目附近海域调查资料，项目附近海域初级生产力（C）平均值为 $376.36\text{mg/m}^2\cdot\text{d}$ ，本项目所占海域面积为 275.798ha ，计算获得海域内的年初级产碳量为 378.87t 。浮游植物鲜重有机碳含量的百分率常数为 8.0154% ，换算获得项目海域内浮游植物年生产量为 4726.78t 。通常情况下，海域生态效率按 15.4% 计算，营养阶层（营养级）取 1.05 级。根据模型 $p=\text{BEn}$ 估算出项目海域内贝类鲜组织产量为 662.92t 。已有的研究证明牡蛎、缢蛏、菲律宾蛤仔、翡翠贻贝、泥蚶等贝类含壳重与鲜组织重之比值通常为 5.8797 ，则通过模型 $P=(\text{BEn})\cdot k$ 可计算出项目使用海域内贝类的含壳重年产量为： $662.92\times 5.8797=3897.77\text{t}$ 。

根据上述容量控制，考虑到不同品种的成活率，本项目拟养殖海洋生物的数量控制为： 195000 万粒。

为了使底播种类对海区底部生态环境不造成不良影响，采取合理放养密度的措施。每平方米底播生物数不超过 200 个个体。即底播增值区底播量不超过 55159.6 万粒。本项目底播增值区拟养殖量为 30000 万粒。

1.7.2.2 养殖工艺

1、网箱养殖工艺

（1）鱼种及饲养

①质量

种类优良、体质健壮、规格整齐、无病、无伤、无畸形。外购的苗种，应经过当地有关检疫部门检疫。

②规格

当年人工孵化的金鲳鱼鱼苗一般在 10 厘米左右进行投放。

③放养

选择潮流平缓时放养。金鲳鱼的放养密度应根据海区水质环境条件、养殖技术和日常管理水平、饵料来源和产量及规格要求指标等情况灵活把握。一般来说，大约 10 厘米长的鱼苗可以放在 $40-50$ 尾/立方米的水中。

④饲料

人工饲料有硬颗粒饲料、软颗粒饲料和膨化饲料。人工饲料应营养齐全，在水中稳定性好。

(2) 日常管理

① 饲料投喂

日投喂 1~2 次，小潮汛期在清晨和傍晚投饲，大潮汛期应选择平潮或缓潮时投饲，阴雨天可隔日投喂，水温低于 20℃以下少投或不投饲。

② 换网及分箱

根据水温、网目堵塞和鱼体生产情况，及时换洗网箱，同时进行大小筛选分箱和鱼体消毒。

③ 巡查

每天定期观测水温、盐度等理化因子和鱼的活力、摄食、病害与死亡情况，巡箱检查网箱设施安全情况，发现问题及时采取相应措施。

④ 环境保护

海水养殖用药应当符合国家和地方有关农药、渔药安全使用的规定和标准，不得使用国家或者地方明令禁止使用的农药、渔药、防止对海洋环境造成污染。每个独立的网箱区在连续养殖 3 年后，应收上挡流装置及网箱，休养 1 年以上。

2、延绳式和栅架式养殖工艺

延绳式和栅架式养殖牡蛎，其主要生产工艺为：苗种选择→苗种投放→日常管理→收获。各生产环节的具体措施如下：

(1) 苗种选择

养殖场从渔业行政主管部门批准的种苗场，购买大小均匀、色泽光亮褐色、苗体没有白烂和其他杂藻附生的优质牡蛎苗种。

(2) 苗种投放

放苗前进行苗种检疫，杜绝将不健康或带病原的苗种投放到海区中，以免引起疾病的流行和传染。根据牡蛎的特性和当年的气候状况，选择适宜投苗期。

(3) 日常管理

在投苗后，针对牡蛎的生长特点，派专人加强管理。计划安排船 8 艘、人员 32 名定期对养殖海区进行巡视管理，具体如下：

① 调节养殖水层：在高温期及附着生物大量附着的季节，应适当调至深水层如光照强时，养殖水层调节在 0.5m~1m；光照较弱时，养殖水层调节在水表层；附着生物大量繁殖季节，适当加深吊养水层。

②及时添加浮子，防沉：经常检查、加固养殖设施，及时检查苗绳和浮筏的牢固程度，每台筏架的松紧要一致，要求整齐，以保证生产安全，受光均匀。随着牡蛎的生长，应及时增补浮漂，以免牡蛎生长增重后筏架下沉，牡蛎脱泥死亡。

③防风：台风对于养殖设施破坏性很大，还会卷起泥土埋没固着器及牡蛎。因此，台风来临前，做好加固、转移等工作：台风过后，要及时抢救，扶植被埋没的固着器材。

④清除附着物：及时捕捉清除肉食性腹足类及甲壳类，洗刷清除附着生物等确保养殖区水流畅通。红螺、荔枝螺等肉食性腹足类对牡蛎的危害极为严重，而藤壶、海鞘、苔藓虫等与牡蛎争夺附着器和食物，影响牡蛎的附着和生长；其他如锯缘青蟹、虾类和一些科鱼类对牡蛎的危害，也相当严重，要定期进行清除。

⑥应急处理：当毗连或养殖海区发生有害赤潮、溢油或其他污染事件时，应及时采取措施，避免牡蛎受到污染。受到污染的牡蛎应销毁处理。

(4) 收获

经过 1 年的养殖，牡蛎肥满度达到标准即可收获加工。11 月、12 月、1 月是收获量最大的时期，到 4 月底，牡蛎基本全部养成收获。本项目采收后的牡蛎上岸后直接出售交由第三方公司处置，不设置另外的牡蛎产品处理的场地和牡蛎壳堆放场地。

(5) 生态养殖

牡蛎通过摄食水体中的浮游生物以及颗粒有机物为食，整个养殖期间无需投喂人工饵料，属于绿色健康养殖。牡蛎的滤食效率很高，通过过滤大量的水体以获得足够的饵料。因此，需要通过水体流动加快养殖区与周边水体交换，以补充浮游生物饵料。

(6) 维护、回收

经常检查、加固养殖设施，及时检查苗绳和浮筏的牢固程度，每台筏架的松紧要一致，要求整齐，以保证生产安全，受光均匀。随着牡蛎的生长，应及时增补浮漂，大风浪来临前，应将整个筏架下沉或进行吊漂养殖。当台风过后，要及时抢救，扶植被埋没的固着器材，能回收利用尽量回收利用，若不能回收利用当固废交由环卫部门处理，筏架拆除回收工艺与投放工艺基本相反。

3、底播养殖工艺

底播增殖应选择生态环境良好，无或不直接受工业“三废”及农业、城镇生活、医疗废弃物污染的水（地）域。养殖区域内及上风向、灌溉水源上游，没有对产地环境构成威胁的（包括工业“三废”、农业废弃物、医疗机构污水及废弃物、城市垃圾和生活污水等）污染源。潮流通畅、风浪小、浮泥少，饵料生物丰富的海区。

（1）海区底质调查

底播增殖区域的底质应无工业废弃物和生活垃圾，无大型植物碎屑和动物尸体，无异色、异臭，自然结构。因此，本项目将派出潜水员在使用海区进行全面的海底底质调查，以 GPS 定位仪确定海区底质种类与区域分布，选择底质为泥质或泥沙质进行底播增殖。

（2）底播种类与数量区划

根据使用海区底质调查结果，规划出适宜底播贝类的面积与方位，并计算出各区域合理的底播种类的数量，绘制出各种增殖种类底播平面图。

（3）苗种的选择与暂养

根据底播的规划培育苗种或购买苗种。使用于底播的苗种应进行严格的选择，规格大小应达到要求，体质健壮，无病虫害。苗种运输到底播海区后，应进行 7-10 天的休养，等待底播生物体质恢复和准备工作完全具备后才进行底播。

（4）苗种的底播方法

底播苗种时间选择早上或傍晚进行，苗种干露时间控制在 2 小时之内。苗种运输船应设遮阳棚，避免苗种日晒或雨淋。苗种运到底播区域后，使用 GPS 定位仪确定各种苗种底播方位与数量，然后用人工往海区撒播苗种。同时派潜水员观察底播情况并反馈信息，使底播区域与数量较为准确。苗种底播后，作业人员潜水对底播于不适宜底质的苗种进行转移，并定期潜水观察底播苗种的存活与生长情况。如出现苗种被敌害生物食害现象，及时采取诱捕措施，减少敌害生物造成的死亡。

（5）日常管理

加强对底播增殖区的管理，禁止渔船进入增殖区拖网。禁止往增殖区域内倾倒筏上的杂贝、杂藻等杂物，避免恶化环境，损害贝苗，同时也避免招致海星聚集和侵害。做好对增殖区域内敌害生物的调查，了解敌害生物的危害程度，及时

人工采捕驱除海星、海盘车等敌害生物，防止漂油污染和其它污染物流入增殖区。对底播增殖区播放的贝苗每半个月至一个月定区、定点进行跟踪观测，掌握贝苗密度、分布、移动、生长与存活情况。

(6) 收获

壳长达到商品规格，根据市场的需求进行收获，采取捕大留小，轮捕轮放的方式，由潜水员手工采捕或利用桁拖网捕捞。

1.8 项目用海需求

1.8.1 项目用海面积需求

(1) 项目用海需求

本项目为湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目，拟建设现代化海洋牧场位于北部湾东侧近岸海域，平面呈菱形布置，从东到西分别布置有 1 个重力式深水网箱养殖区、1 个底播增殖区、1 个延绳式浮筏养殖区和 1 个栅架式浮筏养殖区，养殖水域总面积为 616.225 公顷，其中重力式深水网箱养殖区总面积 28.776 公顷，底播增殖区总面积为 275.798 公顷，延绳式浮筏养殖区总面积为 196.686 公顷，栅架式浮筏养殖区总面积为 114.965 公顷。

因此，本项目用海需求为 616.225 公顷。

(2) 用海立体空间需求

根据《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8 号）和《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5 号），本项目用海类型为开放式养殖用海，养殖用海可考虑立体分层设权。因此，根据筏式养殖、网箱养殖和底播养殖的用海特征，本项目筏式养殖、底播养殖用海立体空间需求为水体，底播养殖用海立体空间需求为海床。

1.8.2 项目拟申请用海情况

根据《自然资源部关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南〉的通知》（自然资发〔2023〕234 号），本项目海域使用类型为渔业用海中的增养殖用海；根据《海域使用分类》（HY/T123 2009），本项目用海类型为“渔业

用海”（一级类）的“开放式养殖用海”（二级类），用海方式为“开放式”（一级方式）的“开放式养殖”（二级方式）。

本项目平面呈菱形布置，从东到西分别布置有 1 个重力式深水网箱养殖区、1 个底播增殖区、1 个延绳式浮筏养殖区和 1 个栅架式浮筏养殖区，养殖水域总面积为 616.225 公顷，根据《海籍调查规范》（HY /T 124-2009）“开放式养殖用海中的筏式和网箱养殖用海。单宗用海以最外缘的筏脚（架）、桩脚（架）连线向四周扩展 20m~30m 连线为界”“无人工设施的人工投苗或自然增殖的人工管养用海，以实际使用或主管部门批准的范围为界。”同时考虑本项目预留了 100~170m 的横、纵向主航道，保证养殖生产通道的同时保障海水水体交换畅通。本项目筏式养殖区、网箱养殖区用海范围界定以筏脚、网箱外缘线向外扩 30m 范围为界，底播养殖以实际使用的范围申请用海，因此本项目需申请用海面积为 692.2344 公顷。

根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》“对于浮筏养殖、底播养殖、海底电缆管道、温（冷）排水等涉及使用某一特定海域空间层的项目，高程范围可采用文字描述，如‘现状海床高程’‘实际设计或使用高程’等。本项目筏式养殖、网箱养殖用海空间层为水体，立体分层设权高程范围为养殖设备下缘高程~平均海平面；底播养殖用海空间层为海床，立体分层高程范围为现状海床高程~底播养殖实际设计高程。

本项目用海不占用海岸线，不新增海岸线。

本项目拟申请用海宗海界址图、宗海位置图见图 1.8.2-1~图 1.8.2-2。

根据《海域使用管理法》，本项目属于养殖用海，海域使用权最高期限为十五年。本项目申请用海期限 15 年。

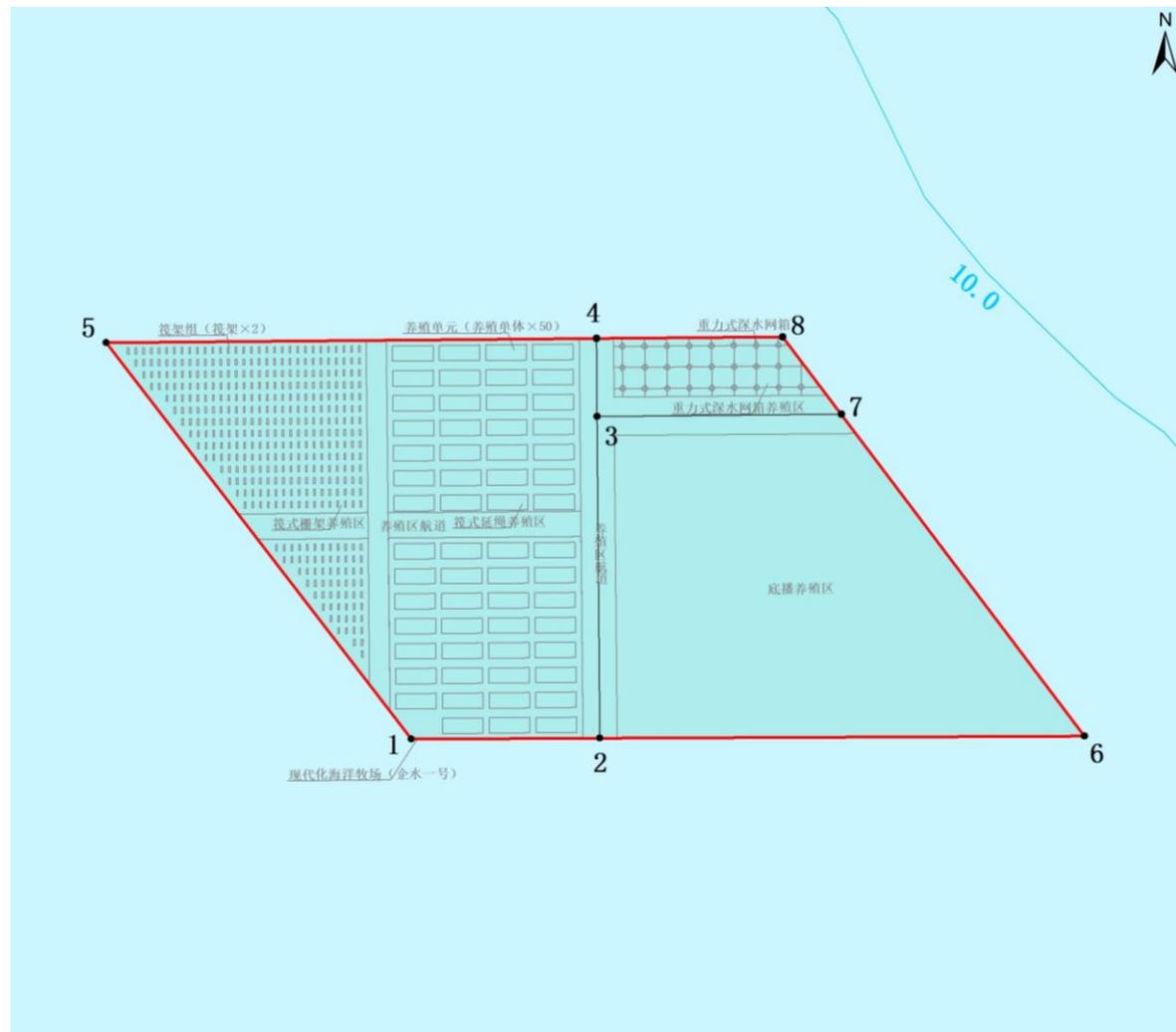


图 1.8.2-1 项目宗海界址图

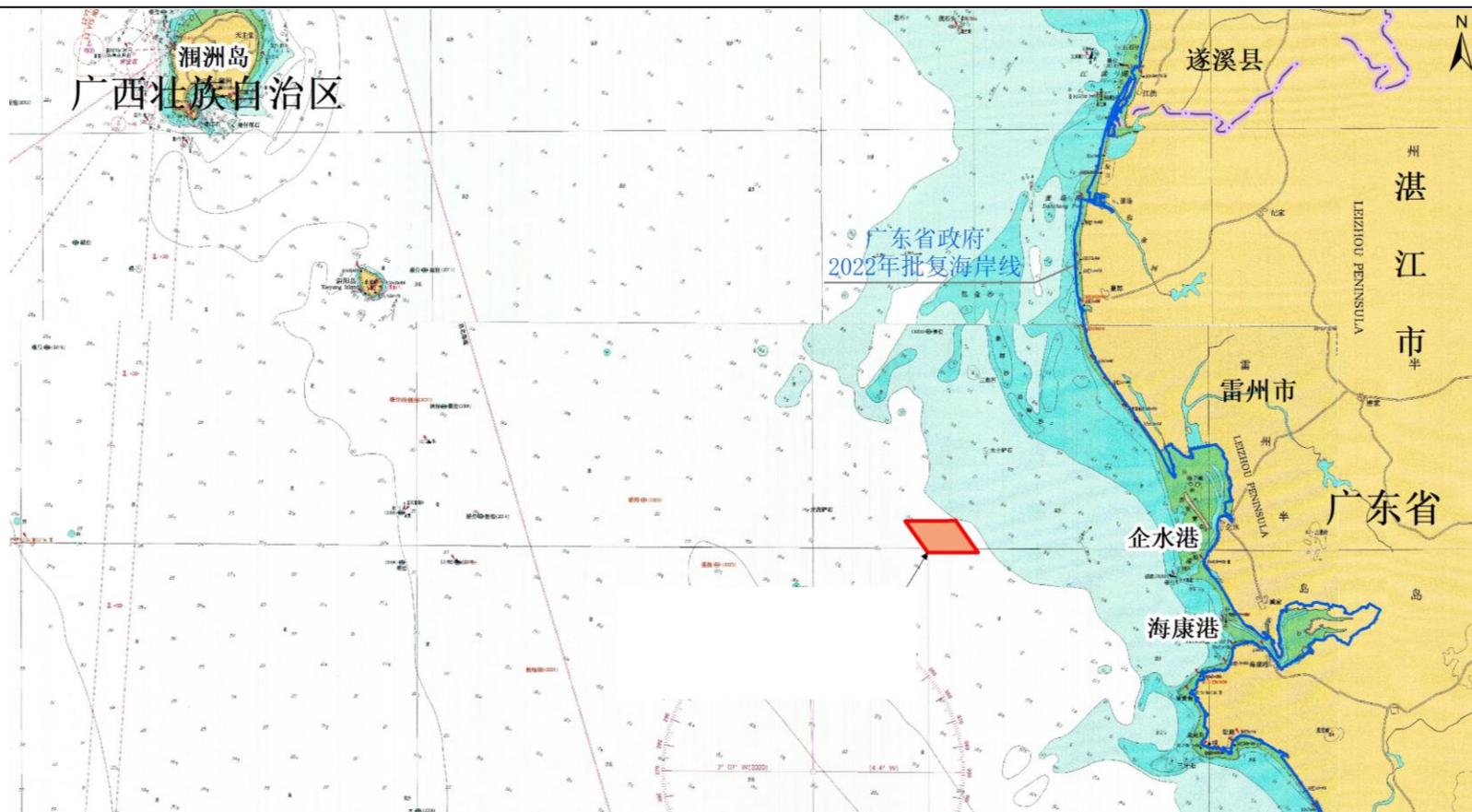


图 1.8.2-2 项目宗海位置图

湛江市企水1号海域现代化海洋牧场建设项目（网箱和筏式养殖区）宗海立体空间范围示意图

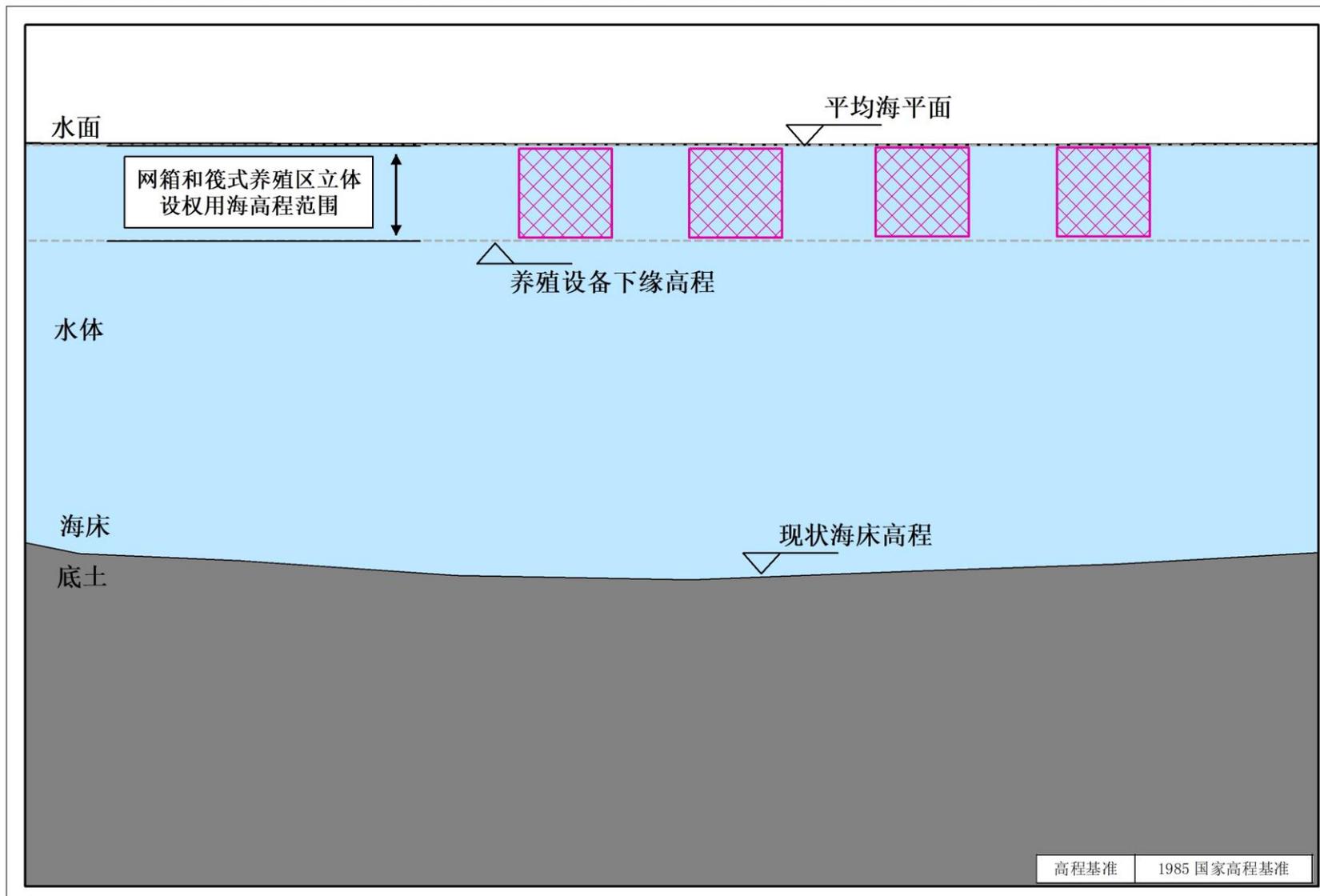


图 1.8.2-3 筏式养殖、网箱养殖宗海立体空间范围示意图

湛江市企水1号海域现代化海洋牧场建设项目（底播养殖区）宗海立体空间范围示意图

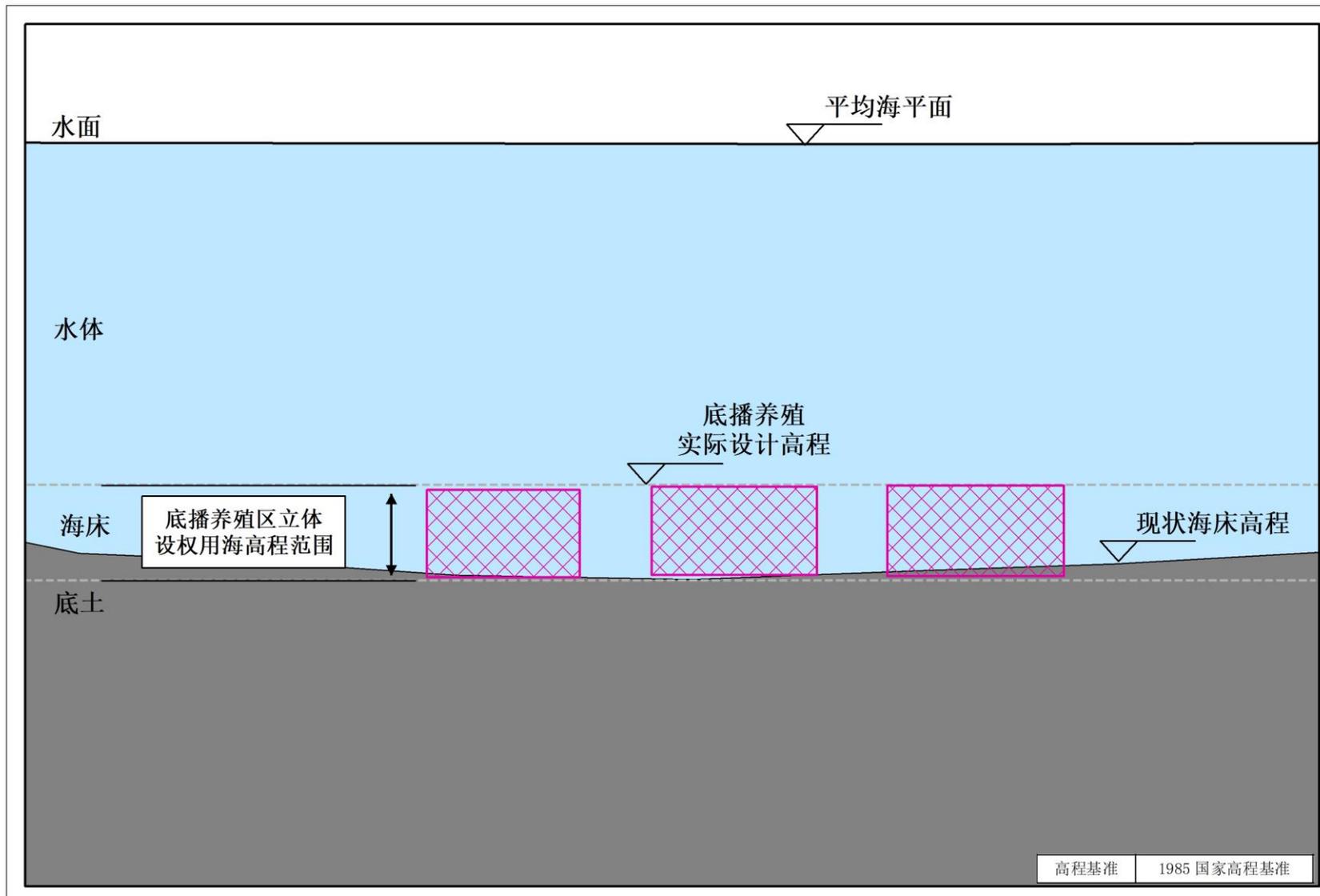


图 1.8.2-4 底播养殖宗海立体空间范围示意图

1.9 项目用海必要性

1.9.1 项目建设必要性

1.9.1.1 项目建设符合相关行业规划发展需求

1、符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》

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 14. 现代畜牧业及水产生态健康养殖：淡水与海水健康养殖及产品深加工，淡水与海水渔业资源增殖与保护，海洋牧场”。

2、符合《广东省推进农业农村现代化“十四五”规划》发展需求

《广东省推进农业农村现代化“十四五”规划》提出，推动渔业转型升级。落实养殖水域滩涂规划制度和养殖证核发，科学保障水产养殖发展空间。开展水产健康养殖和生态养殖示范区创建，大力推广健康生态水产养殖模式，健康养殖示范面积比重达 65%以上，规模养殖比例达到 80%以上。布局珠三角沿海和粤东粤西两翼深水网箱产业集聚区、海洋牧场示范区建设，打造“粤海粮仓”，强化渔港建设、管理及区域经济联动，串珠成链打造陆海岛统筹、港产城融合、渔工贸游牧一体化发展的渔港经济区。

《广东省推进农业农村现代化“十四五”规划》在专栏 8 中提出“菜篮子”保障能力提升工程。渔业转型升级。新增国家水产健康、生态养殖示范县（区）10 个、水产健康养殖示范场 200 个。支持水产养殖大县开展池塘标准化改造。支持建设一批远洋渔业基地、深水网箱养殖基地、现代化海洋牧场、水产特色养殖示范基地、休闲渔业示范基地、稻渔综合种养基地等，重点建设海洋牧场 5 个，试点建设海洋牧场观测平台。

湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场的建设和营运，可以有效带动雷州地区的水产品加工行业 and 商品流通行业的发展，形成完整的产业链，促进雷州市社会经济的发展，推动新农村建设、增加农民收入、改善居民食品结构，提高人民的生活水平。预计在项目建成投产后，可有力地推动当地渔业养殖，有效优化湛江市渔业产出结构，提高渔获产量和交易量，进一步提升了渔业产业的发展，繁荣了地区的经济，增加了就业机会，增加了地方税收，使本地区海洋经济产业结构

和农业经济进一步优化和发展。

3、符合《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》发展需求

《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》（以下简称《规划》）提出，坚持生态优先，充分对接广东省水域滩涂承载能力和未来人民生活需求，优化养殖水域滩涂布局，科学协调养殖与生产建设空间，加快养殖品种优化和生产方式变革，提高养殖科技创新能力，提升水产品质量和经济效益，调整养殖产业结构，促进渔业一二三产业融合发展，大力推进水产品供给侧改革，构建广东省现代养殖产业体系，努力在构建推动经济，高质量发展体制机制，建设现代化经济体系，形成全面开放新格局，营造共建共治共享社会治理格局上走在全国前列。

《规划》将全省水域滩涂划分禁止养殖区、限制养殖区、养殖区等三类一级区。其中海域养殖区面积 34304 平方公里，占全省水域滩涂总面积的 45.15%。本项目海洋牧场位于养殖区（图 1.9.1-1）。

《规划》提出，以传统养殖区为依托，充分发挥各地水域养殖滩涂优势，优化海水和淡水养殖空间格局，形成全省现代养殖新格局。养殖区中的**粤西深蓝渔业区**，包括湛江、茂名、阳江等 3 个地市。提升养殖效益，促进养殖高质量发展，重点建设海陵湾增养殖基地、博贺增养殖基地、**雷州半岛增养殖基地建设**，大力发展对虾、罗非鱼、湛江南珠、阳江蚝、**热带特色贝类养殖等**。大力发展深蓝渔业，支持深水抗风浪网箱养殖技术发展，推动湛江、阳江、茂名等深水网箱养殖的**产业化、集群化**，打造成**高标准、高水平、高效益的深水网箱产业园区**。促进养殖与捕捞协调发展，发展水产品精深加工和综合利用，发展休闲渔业，建设现代渔业产业体系。

本项目为开放式养殖，根据本报告分析，项目建设不涉及生态保护红线。本养殖用海项目依据《湛江市养殖水域滩涂规划》（2018-2030），严格按照规划要求，在养殖区域开展一定规模的网箱养殖、延绳式养殖和底播养殖，不会对周边海域产生较大影响。

本项目充分利用雷州地区沿海水质资源优势，转变渔业发展方式，推动雷州市养殖产业发展，能结合区域环境容量等环保要求，限定水产养殖规模和密度，区域内养殖用水符合《渔业水质标准》（GB11607-89）要求。项目营运后，当地养殖效益将进一步增长，培育本地区渔业经济新的增长点，对增加本地区渔（农）

民收入，壮大渔业经济产生积极作用。

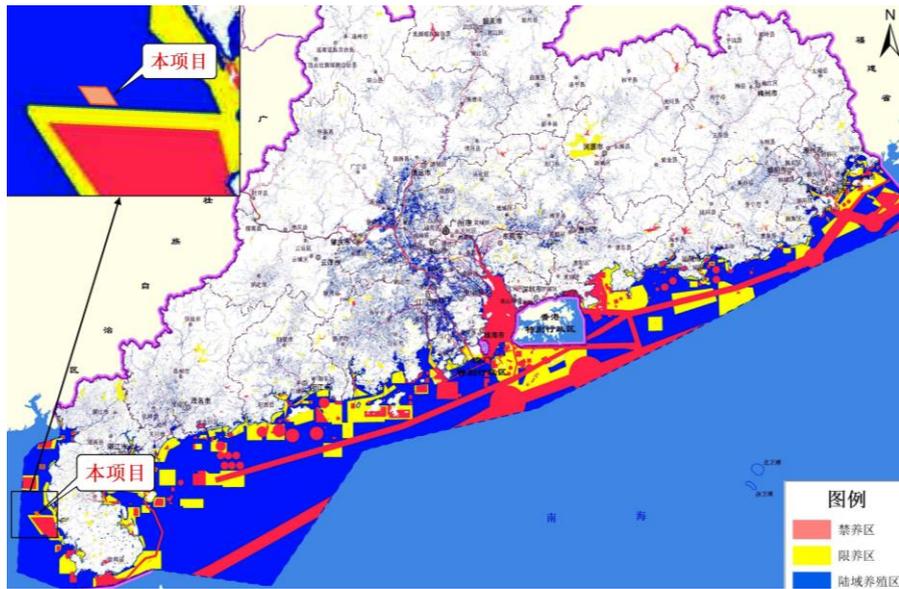


图 1.9.1-1 广东省养殖水域滩涂规划图

4、符合《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》发展需求

《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》要求，通过优化养殖布局，划定禁养区、限养区和养殖区，维护养殖水域滩涂空间，稳定基本养殖面积，强化养殖与其他生产建设活动的空间协调，为科学开发和合理利用水域滩涂、保护养殖水域及养殖者的合法权益、加强渔业行业规范化管理提供制度化保障，同时为全市构建现代水产养殖业产业体系、建设海洋强市提供科学依据和行动方案指导。

根据《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，湛江市养殖水域划分为：禁止养殖区、限制养殖区、养殖区等三类一级区。其中海域养殖区面积 1193362.14 公顷，占全市水域滩涂总面积的 73.38%。本项目位于海域养殖区（图 1.9.1-2）。

规划提出，至 2030 年规划海水养殖面积达到 72390 公顷，比 2017 年增长 40.4%，主要增加海上养殖面积 12276 公顷，增长 101.87%，用于发展深水网箱养殖、浅海贝类养殖。

湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场位于海域养殖区，根据相关规定，向有关部门申请水域滩涂养殖证后可开展养殖活动，符合《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》要求。

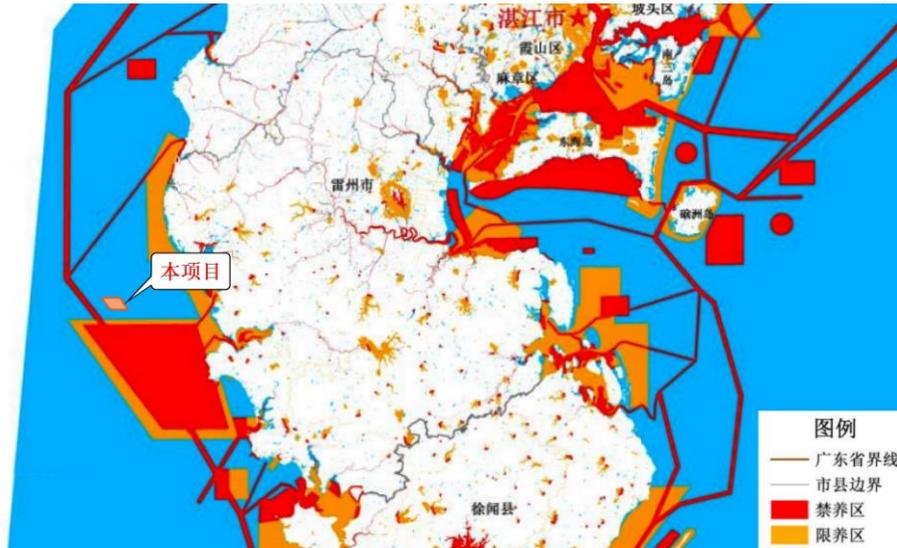


图 1.9.1-2 湛江市养殖水域滩涂规划图

5、符合《湛江市现代化海洋牧场建设行动方案（2023-2035 年）》发展需求

2023 年 7 月，湛江市委市政府印发实施了《湛江市现代化海洋牧场建设行动方案（2023-2035 年）》，明确总体目标是把湛江打造成区域代表性强、生态功能突出、具有典型示范和辐射带动作用的全国现代化海洋牧场示范市，形成“一核四圈七组团”的现代化海洋牧场高质量发展格局，成为国际水产交易中心和科技创新中心，建成国际水产种苗繁育基地、水产养殖与加工基地、装备与饲料生产基地。重点以工业化、生态化、数字化融合发展理念贯彻现代化海洋牧场建设全产业链，全力打造现代化海洋牧场建设示范市。重点实施推进海洋牧场绿色养殖行动、水产种业提升行动、深远海装备制造及升级改造行动、“海洋牧场+”建设行动、渔港经济区建设行动、海洋牧场精深加工产业提升行动、海洋牧场冷链物流建设行动、海洋牧场科技人才培育行动、海洋牧场市场主体培育行动、智慧渔业实施行动等现代海洋牧场建设等“十大行动”。

湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场作为湛江市现代化海洋牧场发展规划的项目之一，推动海洋生态环境保护和渔业资源开发利用有机统一。本项目的建设将提升水产品质量效益，加快推动了吉兆湾、硇洲海域、湛江湾、雷州湾、北部湾、流沙湾、粤琼协作区 7 个现代化海洋牧场组团建设。因此，本项目的建设满足《湛江市现代化海洋牧场建设行动方案（2023-2035 年）》的要求。

1.9.1.2 项目建设必要性

1、可持续性提供优质海产品，支撑广东现代化海洋牧场布局

面对人口增长、生态环境恶化和资源短缺的严峻挑战，人类不可避免地要向地球表面 71% 的海洋索取资源，发展海洋经济，拓展生存空间。其中，作为海洋经济重要组成部分的海洋渔业为解决世界食品供应和提供高质量做出了重要贡献。然而，由于环境变化和捕捞过度等影响，世界范围内渔业资源的不足和衰退已成为全球性的严重问题。在全球气候变化、渔业生产力过度发展、渔业资源严重衰退、危及渔民生计的大背景下，如何实现渔业的可持续发展成为摆在人们面前的重大命题。湛江是海洋大市、渔业大市，发展现代化海洋牧场条件得天独厚，湛江水产总产量和总产值连续 20 多年居全省首位。通过海洋牧场建设成为沿海地区大力发展海洋经济的重要措施和任务。本项目计划通过网箱养殖金鲳鱼、吊养太平洋牡蛎和底播西施舌等品种，为区域可持续提供了大量优质海产品。因此，湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目对于保护和合理开发海洋渔业资源，发展海洋渔业经济非常重要，是推进广东省高标准现代化海洋牧场建设布局的需要。

2、完善居民饮食结构的多元化，助力大食物观的树立

习近平总书记指出，要树立大食物观，既向陆地要食物，也向海洋要食物，耕海牧渔，建设海上牧场、“蓝色粮仓”。水产品是重要农产品，能够增加食物总量，缓解主粮和畜禽产品供给压力。过去 30 年我国渔业发展取得巨大成就，水产品总产量从 1989 年的 1333 万吨增加到 2020 年的 6549 万吨，年均增速 5.27%；人均水产品占有量从 11.82 公斤增加到 46.38 公斤，年均增速 4.51%。养殖水产品为总量增加做出了主要贡献。1989-2020 年，我国水产养殖产量从 693 万吨增加到 5224 万吨，年均增长率为 6.73%，而同期捕捞产量年均增长率仅为 1.80%。32 年间，水产养殖产量增加了 6.5 倍以上，养殖捕捞比从 1989 年 52：48 提升到 2020 年的 80：20，水产养殖业成为我国水产品供应的主要来源。

在大食物观的视域下，辽阔的海洋就是蓝色的粮仓、丰茂的牧场。随着经济社会快速发展，受环境污染、海洋工程建设以及过度捕捞等因素影响，我国近海渔业资源出现衰退，海域生态环境日益恶化，传统海洋渔业发展方式难以为继。作为一种新兴的海洋渔业发展模式，发展海洋牧场不仅是养护海洋渔业资源、修复海域生态环境的重要手段，也是拓展渔业发展空间、优化产业布局，促进近海渔业可持续发展的有效举措。湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目的实

施将新增六百多公顷养殖用海，所养殖的品种也是我国居民所偏好的金鲳鱼、太平洋牡蛎和西施舌等。因此，湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目可完善居民饮食结构的多元化，助力大食物观的树立。

3、“碳汇渔业”的重要途径，修复海洋环境，促进湛江市绿色健康发展

海洋是地球上最大的活跃碳库，通过“溶解度泵”和“生物泵”储存了全球约 93%的二氧化碳。海洋碳汇具有碳固存容量大、储存时间长的显著优势，可有效缓解 CO₂ 排放产生的温室效应，在应对全球气候变化中发挥着不可替代的作用。渔业是人类利用海洋的基础生产活动，对近海碳循环过程具有重要的影响，渔业碳汇是海洋碳汇不可或缺的组成部分。海洋牧场作为一种以水域栖息地修复、水生生物资源养护为主旨的新型渔业模式，通过增殖水生生物资源量，提升生物固碳量，实现渔业对海洋碳汇的扩增。

湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目主要是以贝类养殖为主。在鱼、虾、贝、藻的海水养殖品种中，贝类和藻类是重要的碳汇渔业养殖品种。碳酸钙是贝壳的主要成分，约占 95%。海水贝类通过直接吸收海水中的碳酸氢根形成碳酸钙的方式来汇碳。此外，贝类滤食能力强，能够从海水中滤食微藻、有机物颗粒等，满足自身软体组织生长需求，这个过程固定了微藻和有机物颗粒中的碳。因此，建设现代化海洋牧场是发展“碳汇渔业”的重要途径，将是湛江的又一片“蓝海”，是向海图强，打造现代化海洋牧场先行示范市，闯出一条具有湛江特色的现代化海洋牧场发展之路的必然选择。

1.9.2 项目用海必要性

随着《湛江市现代化海洋牧场建设行动方案（2023-2035 年）》印发实施，水产养殖作为海洋牧场建设的重要类型之一。湛江是海洋大市、渔业大市，发展现代化海洋牧场条件得天独厚，湛江水产总产量和总产值连续 20 多年居全省首位。为保障大食物观的树立，完善居民多元化饮食结构，应加快本项目实施建设，有助于尽早发挥项目的经济生态效益，项目建设是必要的。

本项目为湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目，选址在企水镇企水港西部海域，距离陆地最近约 13.8km，所在海域生态环境良好，浮游生物丰富，底质多为泥沙，水深在 10m~15m 左右，水温适宜，潮流畅通，适宜贝类、鱼类养殖。本项目为开放式养殖，用海是必要的。

2 项目所在海域概况

2.1 海洋资源概况

本项目位于雷州市企水镇北部湾东侧近岸海域，即企水镇企水港西部海域，距离陆地最近约 13.8km，论证范围为工程外缘线外扩 5km 范围。项目论证范围不涉及海岸线资源、滩涂资源、岛礁资源、港口航道资源和旅游资源，本节不对上述资源进行论述。

2.1.1 矿产资源

湛江市地形上呈向南突出的半岛。以近东西向遂溪断裂为界，可分为南、北两个构造单元。北部的廉江、吴川、遂溪（北部）和湛江坡头区（北部）位于粤西云开隆起区，属粤西成矿带；南部的遂溪（南部）、湛江市区、雷州、徐闻位于雷琼断陷区，属雷琼成矿带。

在不同成矿背景和成矿条件下，南、北部形成的矿产也截然不同。北部地区主要有铁、铅、锌、钨、金、银、高岭土、石灰岩、饰面用花岗岩、建筑用花岗岩、矿泉水等；南部地区主要有滨海砂矿（钛、锆（锆英石砂）、轻重稀土等）、玻璃用石英砂、高岭土、硅藻土、膨润土、泥炭、建筑用玄武岩、建筑用砂（含海砂）、地热等。

全市共发现矿产种类 41 种，矿产地（点）348 处。截至 2020 年底，已查明资源储量的矿产种类 19 种，矿产地 65 处。

2.1.2 渔业生产资源

根据《雷州年鉴 2023》，2022 年，雷州市水产品总产量 22.1 万吨，比上年增长 0.1%。其中，对虾养殖产量突破 3 万吨，比上年增长 1%；石斑鱼增长 9%，产量 1.16 万吨；金鲳鱼产量 2.8 万吨，增长 20.1%；罗非鱼产量 1.8 万吨，增长 4.4%。

2022 年，企水镇有证渔船 373 艘，镇管船舶 1024 艘；水产品总产量 3.66 万吨，其中海水产品 3.65 万吨，淡水产品 155 吨。海水养殖面积 667.87 公顷，产量 2745.65 吨，产值 1.15 亿元。

2.2 海洋生态概况

2.2.1 区域气候与气象

本本节主要收集湛江气象站（经纬度：110° 17' 59.06" E，21° 8' 59.82" N）近 20 年（2003~2022 年）的主要气候统计资料，代表项目区域的气候与气象特征。

表 2.2.1-1 湛江气象站近 20 年（2003~2022 年）的主要气候资料统计结果

项目	数值
年平均风速（m/s）	3.2
最大风速（m/s）及出现的时间	52.7 相应风向：ESE 出现时间： 2015 年 10 月 4 日
年平均气温（℃）	23.5
极端最高气温（℃）及出现的时间	38.4 出现时间：2015 年 5 月 30 日
极端最低气温（℃）及出现的时间	2.7 出现时间：2016 年 1 月 25 日
年平均相对湿度（%）	82.6
年均降水量（mm）	1617.3
年最大降水量（mm）及出现的时间	2190 出现时间：2015 年
年最小降水量（mm）及出现的时间	1068.5 出现时间：2004 年
年平均日照时数（h）	1882
近五年平均风速（m/s）（2018~2022 年）	2.82

2.2.1.1 气温

湛江市多年平均温度为 23.5℃。4-10 月的月平均气温均高于多年平均值，其它月份均低于多年平均值。7 月份平均气温最高，为 28.8℃，1 月份平均温度最低为 15.7° C。

2.2.1.2 降水

湛江市 2003~2022 年年平均降雨量在 1617.3mm。年最大降水量为 2190mm，出现在 2015 年。年最小降水量为 1068.5mm，出现在 2004 年。

2.2.1.3 风况

湛江市多年平均风速为 3.2m/s，3 月份平均风速最大为 3.7m/s，6、8 月份平均风速最小为 2.7m/s。根据近 20 年资料分析，湛江气象站风速呈现下降趋势，2004 年年平均风速最大（4.2 米/秒），2011 年年平均风速最小（2.6 米/秒）。

该地区全年盛行风向为 E、ESE、N 风，年均频率合计为 45.5%。夏季偏东南风，冬季盛行偏北风或偏东风，静风年均频率为 1.1%。

表 2.2.1-2 湛江累年各月平均风速 (m/s) (统计年限: 2003~2022 年)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
风速	3.5	3.6	3.6	3.4	3	2.6	3	2.7	2.8	3.1	3.4	3.4

表 2.2.1-3 湛江累年各风向频率 (%) (统计年限: 2003~2022 年)

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
风频%	11.0	6.2	6.8	9.7	17.9	15.5	8.1	4.3	2.9
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	最多风向
风频%	1.5	1.7	1.7	1.6	2.2	2.6	4.7	1.6	E

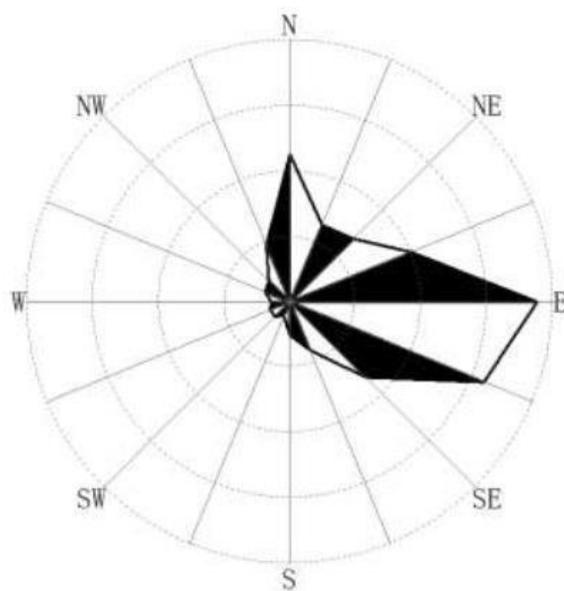


图 2.2.1-1 湛江气象站风向玫瑰图 (统计年限: 2003~2022 年)

2.2.2 海洋水文动力状况

本节引用《湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目资源环境调查测流报告》(中国水产科学研究院南海水产研究所, 2023 年 12 月), 由中国水产科学研究院南海水产研究所于 2023 年 12 月在项目附近海域进行的大潮水文观测资料。

2.2.2.1 调查概况

2023年12月5日11时至7日16时，在湛江市企水附近海域进行了海流现场观测，在草潭 S16、草潭 S19、S5、S7、S14 和 S16 六个测站使用声学多普勒 Flowquest 海流剖面仪连续进行了 25 小时海流观测，海流测量在锚泊的渔船上进行，由笔记本电脑、固定支架和 Flowquest 海流剖面仪组成测量系统，按照《海洋调查规范—海洋水文观测》（GB 12763.2—2007）执行，分表、中、底三层观测，表层深度为水面下 1m，中层深度为现场测量水深的 0.6 倍，底层为离海底 1m，仪器每 30 秒观测一次并记录数据。

表 2.2.2-1 水文观测站位坐标表

站位	东经	北纬	海洋水文
S5			√
S7			√
S14			√
S16			√
草潭 S16			√
草潭 S19			√

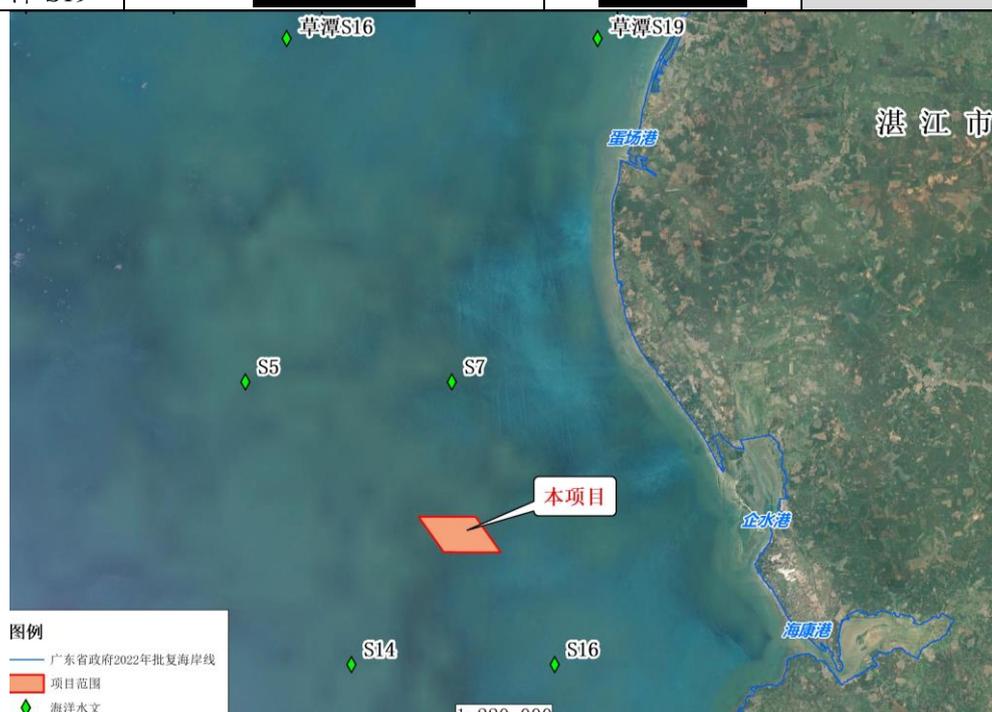


图 2.2.2-1 水文观测站位图

2.2.2.2 实测海流分析

图 2.2.2-1~图 2.2.2.12 是 6 个测站在观测期间的实测海流过程线。草潭 S19 测站距离岸边较近，草潭 S16、S5 和 S14 测站离岸较远。从流速上来看，S7、S14 和 S16 测站的流速较大，草潭 S16 和草潭 S19 测站流速较小，除了 S14 测站

外，其余测站都是表层流速最大、表层次之、底层最小，这个主要是受到风、水深及岸线地形的影响；从流向上来看，草潭 S19、S7、S14 和 S16 测站能看出明显的往复流全日潮的特征，其余测站收地形、风等影响，特征不是特别明显。观测海域是全日潮流海域，但受到季风、水深和地形岸线等因素的影响，部分区域潮流特征被破坏。

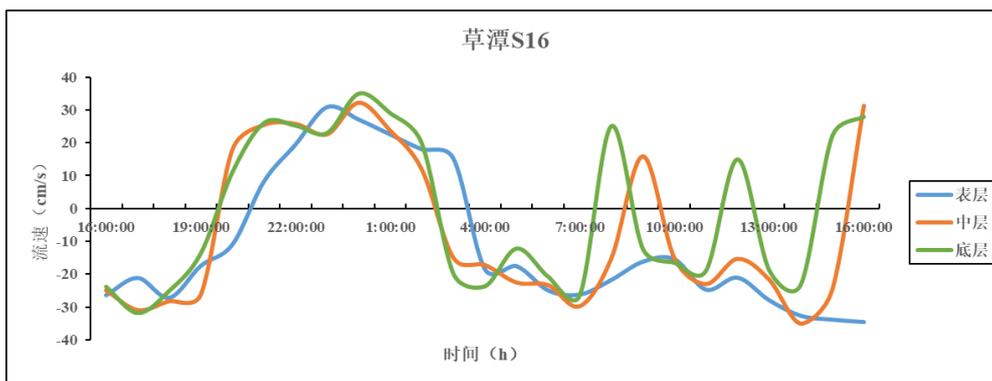


图 2.2.2-2 草潭 S16 实测海流流速过程图

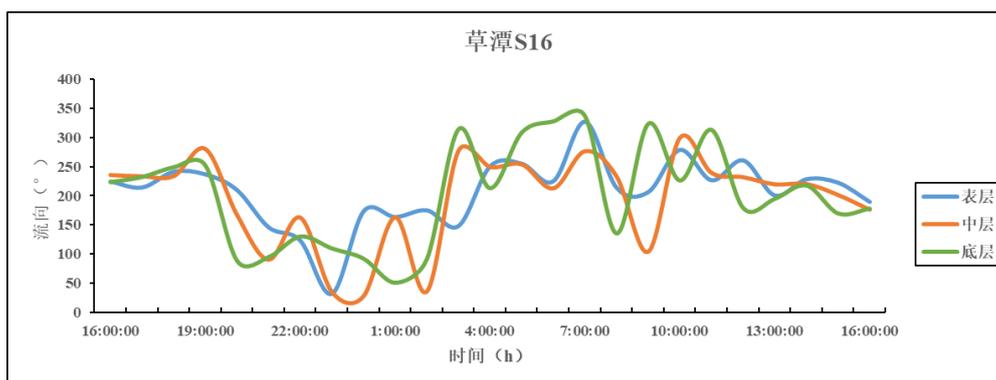


图 2.2.2-3 草潭 S16 实测海流流向过程图

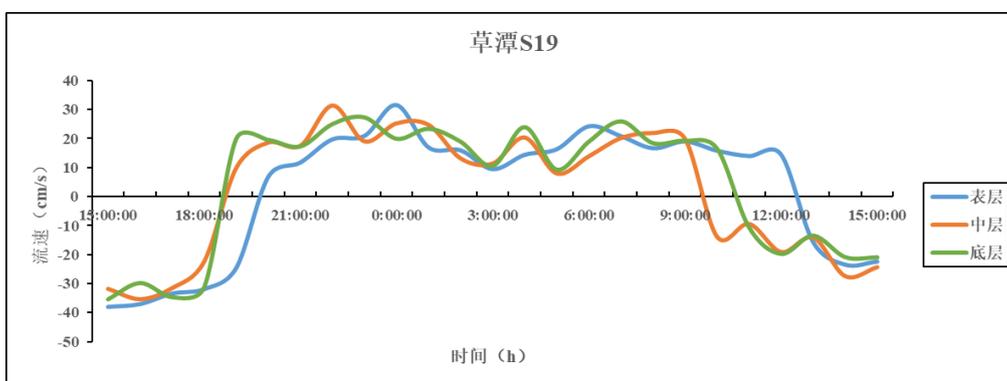


图 2.2.2-4 草潭 S19 实测海流流速过程图

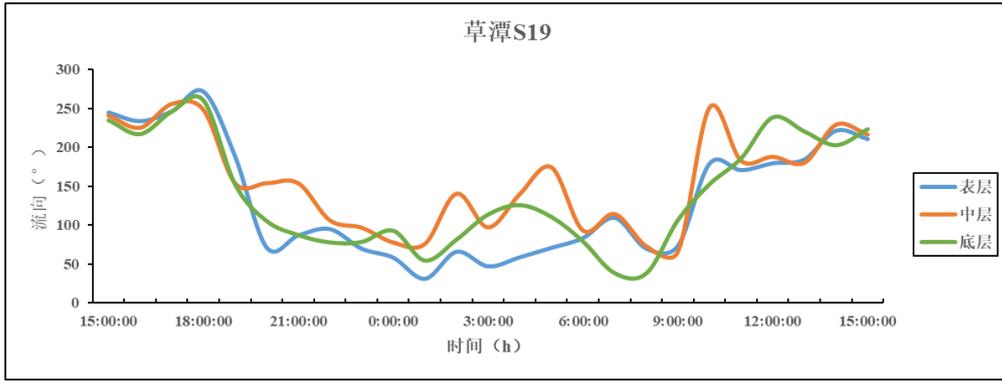


图 2.2.2-5 草潭 S19 实测海流流向过程图

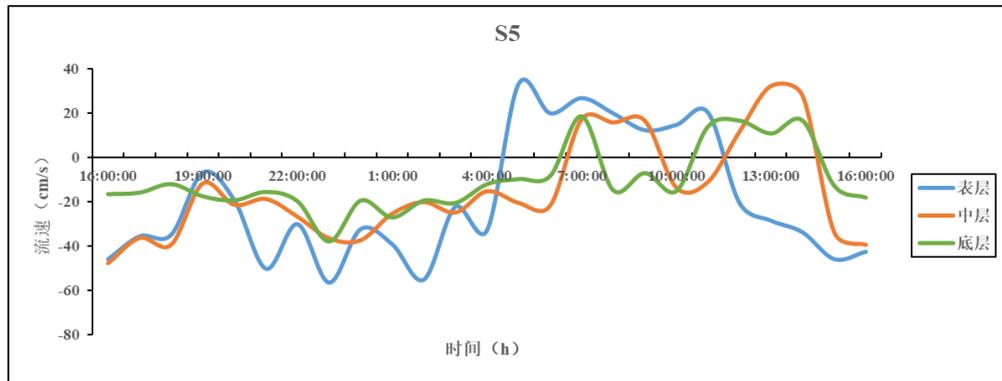


图 2.2.2-6 S5 测站实测海流流速过程图

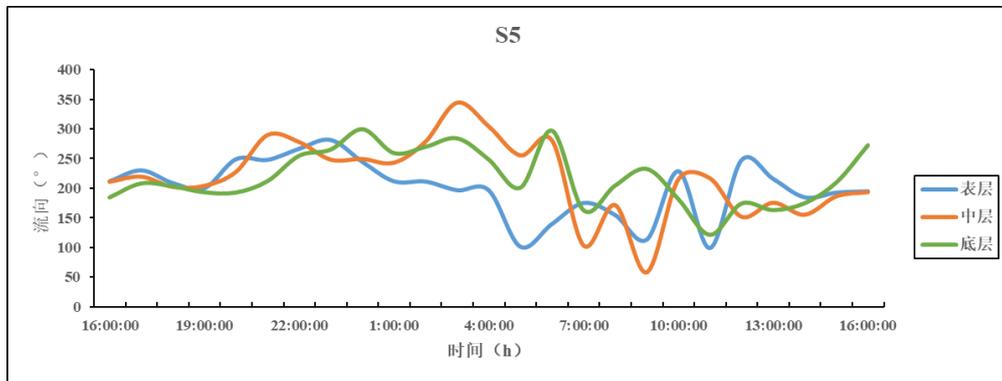


图 2.2.2-7 S5 测站实测海流流向过程图

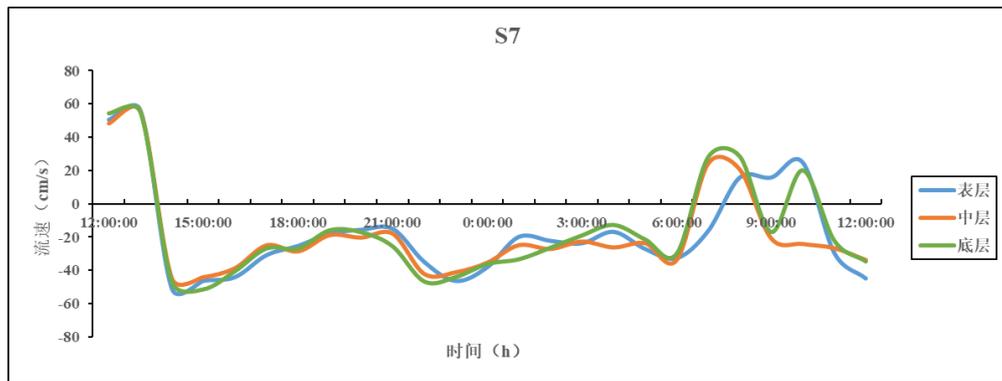


图 2.2.2-8 S7 测站实测海流流速过程图

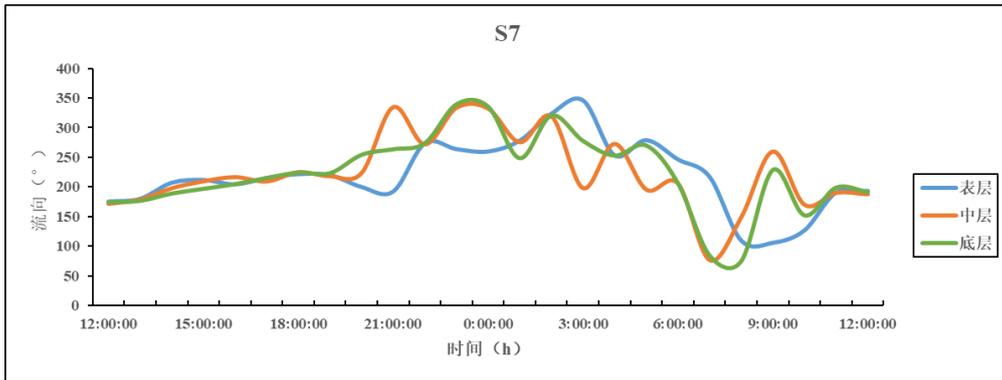


图 2.2.2-9 S7 测站实测海流流向过程图

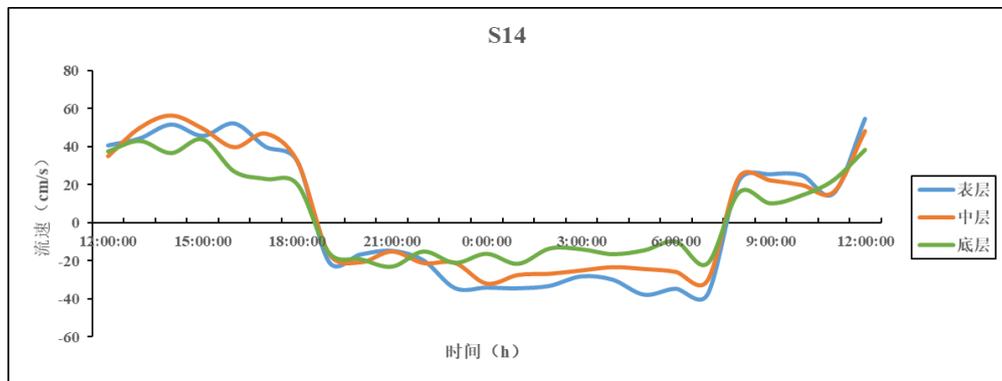


图 2.2.2-10 S14 测站实测海流流速过程图

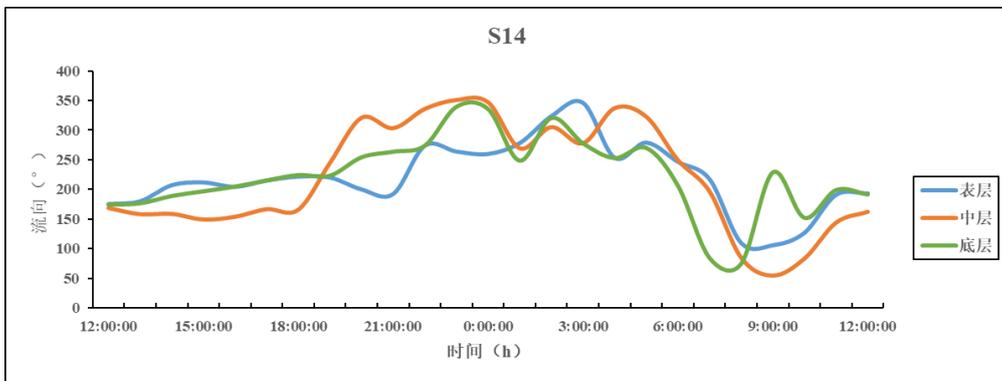


图 2.2.2-11 S14 测站实测海流流向过程图

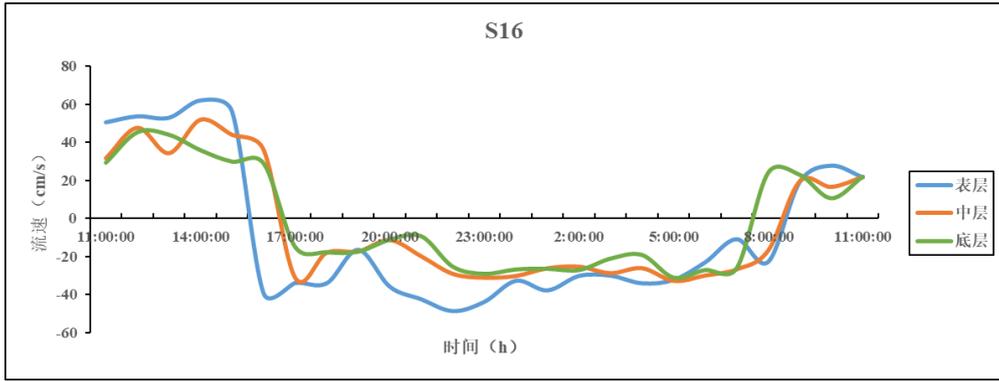


图 2.2.2-12 S16 测站实测海流流速过程图

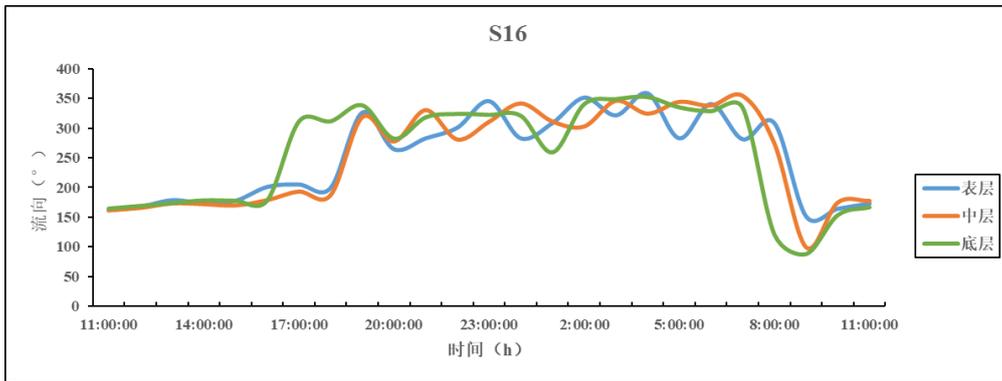


图 2.2.2-13 S16 测站实测海流流向过程图

(内容不公示)

图 2.2.2-14 6 测站表层实测海流矢量图

(内容不公示)

图 2.2.2-15 6 测站中层实测海流矢量图

(内容不公示)

图 2.2.2-16 6 测站底层实测海流矢量图

图 2.2.2-14~图 2.2.2-16 为六个测站各层实测海流矢量图,结果显示该地区的表主要受到风、海底地形及岸线的影响,底层主要受地形的影响。表层最大流速出现在 S16 测站,流速流向为: 56.24 cm/s, 178.24° ; 中层最大流速出现在 S14 测站,流速流向为: 56.31 cm/s, 158.78° ; 底层最大流速出现在 S7 测站,流速流向为: 55.09 cm/s, 176.96° 。S16 测站表层平均流速最大, S7 测站中层和底层平均流速最大。

表 2.2.2-2 各站实测流速表

(内容不公示)

2.2.2.3 余流

图 2.2.2-17~图 2.2.2-19 湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目 6 个测站各层的余流分布。从流速上来看 S5 和 S7 测站余流较大，其余测站余流较小，并且表层余流都大于底层余流。从流向上来看，表层大部分流向为西南方向，草潭 S19 测站为东南方向；中层流向大部分也为西南方向，草潭 S19 和 S14 测站为偏南方向；底层，S5 和 S7 测站为西南方向，草潭 S16、草潭 S19 和 S14 为偏南方向，S16 测站为偏西方向。

(内容不公示)

图 2.2.2-17 各测站表层余流

(内容不公示)

图 2.2.2-18 各测站中层余流

(内容不公示)

图 2.2.2-19 各测站底层余流

2.2.2.4 波浪

琼州海峡南岸的波浪主要受风场控制，涌浪频率较低。波浪具有季节性变化特点。冬季以 NE、ENE 浪向为主，其中 12 月份 NE 浪向频率可达 65%以上，波高也大；夏季以 S 向风浪为主，6 月份 S 向浪频率达 60%以上，波高值较小。

该区域根据附近三塘测波站（测波点水深-10 米）的实测波浪资料统计分析得出：该海域波型以风浪为主，涌浪为辅，最多风浪向 E、NNE 向、频率 14.6%、13.1%，次波向 SE、SSE 向，频率 10.4%、11%。

根据涠洲岛站 1995 年~2004 年波浪观测资料，涠洲岛全年平均波高为 0.59m，最大波高 3.9m。其强浪向为 SW，次强浪向为 ENE；常浪向为 NNE，频率为 22%，次常浪向为 NE，频率为 12%。各月平均周期为 7 月份最大，为 3.5s，3 月和 9 月份最小，为 2.3s。各月最大的周期变化为 5.4~7.5s。

涠洲岛站各月和各方向波浪情况见表 2.2.2-3 和表 2.2.2-4。

表 2.2.2-3 各月主要波浪要素（1995~2004 年）

月份 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均波高 (m)	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.8	1.0	0.7	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6

最大波高 (m)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	3.3	3.9	3.7	3.3	3.3	3.1	1.8	3.9
平均周期 (s)	2.5	2.6	2.3	2.4	2.4	3.1	3.5	2.8	2.3	2.5	2.7	2.6	2.64
最大周期 (s)	6.0	6.2	6.5	6.2	7.0	6.1	6.7	7.5	6.0	6.6	5.4	6.4	7.5

表 2.2.2-4 各方向波浪统计特征值 (1995~2004 年)

波 向 项 目	N	N N E	N E	E N E	E	ES E	SE	SS E	S	SS W	S W	W S W	W	W N W	N W	N N W
平均 波高 (m)	0. 6	0. 6	0. 6	0. 7	0. 6	0. 6	0. 7	0. 8	0. 9	1. 2	1. 1	0. 8	0. 6	0. 8	0. 6	0.6
最大 波高 (m)	2. 0	2. 1	2. 2	3. 3	3. 2	2. 4	2. 2	3. 2	3. 4	3. 9	3. 9	2. 3	1. 6	2. 2	1. 9	1.8
平均 周期 (s)	2. 7	2. 7	2. 7	2. 8	2. 8	2. 8	2. 9	3. 0	3. 3	3. 7	3. 5	3. 0	2. 8	2. 9	2. 9	2.8
频率	13	22	12	9	8	6	7	5	4	9	3	1	0	0	0	1

表 2.2.2-5 和图 2.2.2-20 分别是涠洲岛站各向各级波高频率统计表和玫瑰图。常浪向 NNE 和 NE 出现的频率分别为 17.1%和 14.9%。

表 2.2.2-5 1992 年各向各级波高统计频率 (%)

波 向 波 高	N	N NE	N E	E N E	E	ES E	S E	SS E	S	SS W	S W	WS W	W	WN W	N W	NN W
<0. 5	4. 56	7.6	8. 77	5	1. 37	1. 78	2. 05	1. 37	1. 4	1.9 2	1. 64	0.3 4	0. 21	0.1 4	0. 21	0.4 2
0.5 ~ 1.4	3. 15	9.3 8	6. 16	5.7 5	3. 97	3. 36	3. 7	3. 77	3. 63	5	1. 99	0.4 1	0	0.1 4	0. 14	0.3 4
1.5 ~ 2.9	0	0.0 7	0	0.0 7	0	0. 21	0. 21	0. 14	0. 07	1.1 6	0. 21	0	0	0	0	0
3.0 ~ 4.9	0	0	0	0	0	0. 21	0. 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	7. 71	17. 1	14 .9	10. 8	5. 34	5. 56	6. 03	5. 28	5. 14	8.0 8	3. 84	0.7 5	0. 21	0.2 8	0. 35	0.7 8
C	7.87															

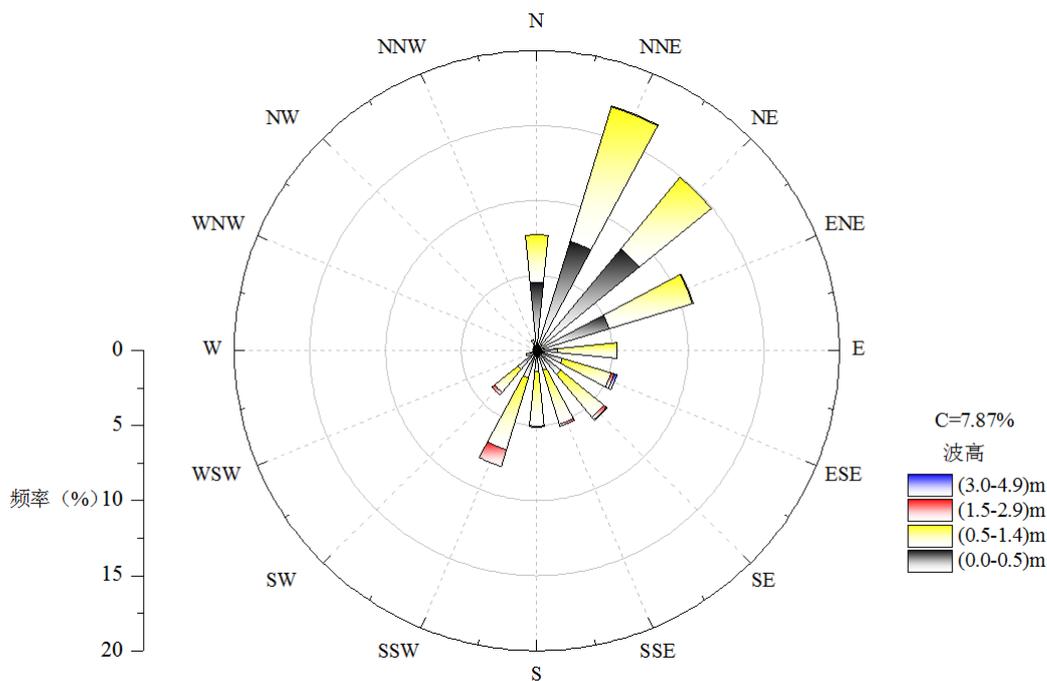


图 2.2.2-20 波浪玫瑰图

2.2.3 海域地形地貌与冲淤状况

2.2.3.1 海底地形地貌

雷州半岛西部近岸地貌多属于侵蚀-堆积岸坡，是水下堆积岸坡与侵蚀岸坡之间的过渡型岸坡。沉积物除部分源于大河补给外，主要来自近岸中、小河流和沿岸侵蚀物质。岸坡堆积作用和侵蚀作用之强弱，与沉积物供给状况和波浪作用强度相关。一般在沿岸流途经范围堆积作用发育，其余则大多以侵蚀作用为主，坡面底质相应出现细（泥质粉砂）和粗（砂、泥质砂）的变化。雷州半岛及海南岛周边的水下侵蚀-堆积岸坡主要分布在环海南岛近岸海域，以及琼州海峡沿岸海域、雷州半岛西部近岸海域。水下岸坡相对较陡，呈斜坡状，受波浪和近岸水流影响较大，海洋动力的改造作用较强，海底面常见中小型波痕存在。

受雷州半岛陆域掩护，由 NNE、E、SE、S 向等风向和台风作用引起的波浪甚弱，沿岸输沙活动不剧烈，湾口海积地貌不甚发育。各海湾间有岬角存在，潮间带有巨砾堆积，对岸线起了保护作用，使得岸线没有大规模的蚀退现象而处于相对稳定状况。因此该段海岸具有台地溺谷型海岸地貌的特征，属于台地溺谷型海岸地貌，岸段陆域均由玄武岩构成。

内陆架平原属于现代海底沉积地貌单元，其范围为水下岸坡下界到 50m 等深线范围，其宽度在 10.0km~120.0km 之间，比降 .35%~0.3%。大多数内陆平原比较平坦，个别地段稍陡。由于内陆架平原陆源物质比较丰富，因此，现代沉积作用比较强盛，主要沉积物类型为粘土质粉砂和细砂，有砂砾沉积。由于海面变化和动力影响，在该地貌单元内形成了繁多的地貌形态。包括海底沙波、潮流沙脊、水下三角洲等。

2.2.3.2 海底底质特征

北部湾的沉积物主要是陆源碎屑物质，陆源碎屑主要由广西沿岸、雷州半岛西岸和海南岛北岸的入海河流贡献。沿华南大陆的粤西沿岸流携珠江流域物质终年自 NE 流向 WS，一部分进入北部湾，与红河流域的泥沙一起加入到全年逆时针流动的北部湾环流，影响到北部湾海域的物质沉积；此外，沿海南岛西岸向北的南海水团以及北部湾的沿岸水系也会对该区域的物质沉积产生一定作用。

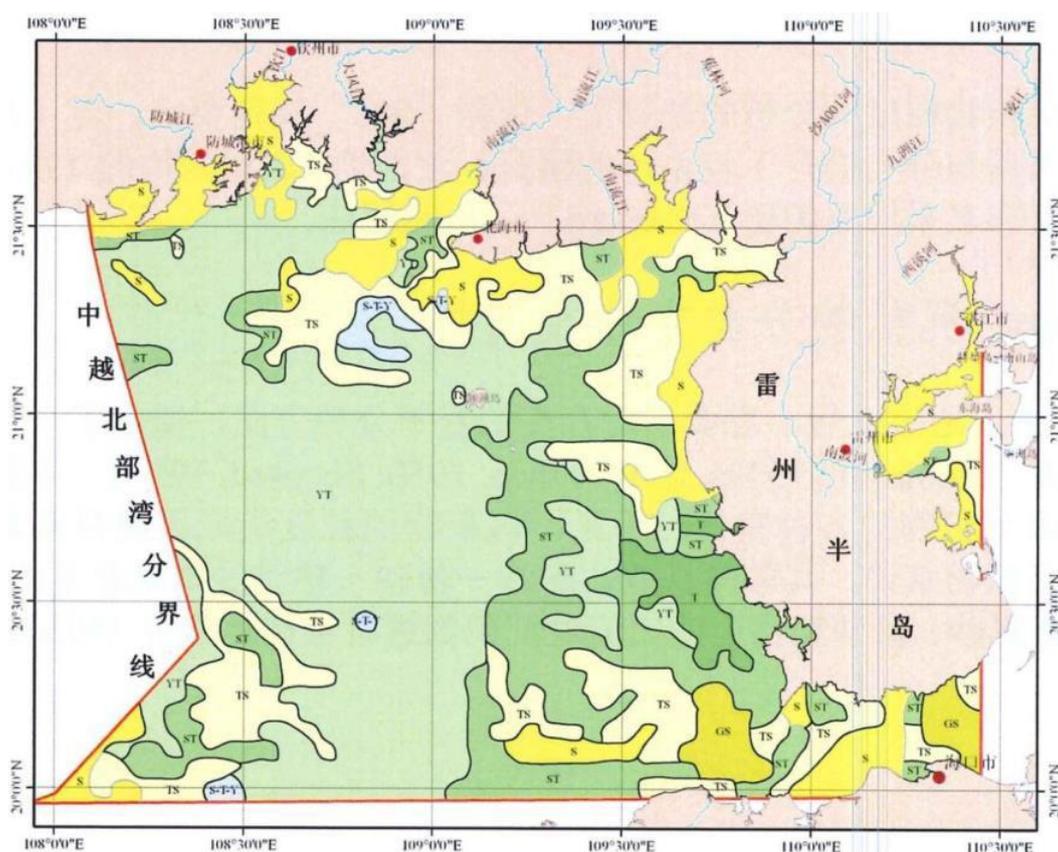


图 2.2.3-1 北部湾海底地质分布图

结合海底地形和沉积物平均粒径的分布来看，沉积物类型从粒径最大的砾石到粒径最小的粘土质软泥均有分布，但以粉砂为主，大范围的砂质沉积物，粗砂、

中沙、粉砂和细砂均有分布，具有岸边粒度较细，中央海域粒度较粗的特征。在湾内的不同海区，表层沉积物也存在很大差异。北部湾中部为古滨岸浅滩沉积，主要是细砂分布区，是一个底部平坦的-40m~-50m的水下阶地，这片砂质沉积物分布区在陆架折处消失，并在出口处形成小型陆架扇；在环绕雷州半岛西侧为在波浪作用形成的水下岸坡砂砾质沉积带，在该带外侧为粘土质粉砂沉积的狭窄泥质沉积带。

2.2.4 工程地质

2.2.4.1 工程地质概况

地层岩性主要为第四系地层及喜山期玄武岩。

区内出露的地层全为第四系，依成因类型可分为三角洲相、洪积冲积相、海湾相、海成风成相、现代海相、河流冲积相及坡残积成因。根据其组成物质性质、分布高度和形成条件分述如下：

(1) 全新统 (Q₄)

①现代海漫滩堆积 (Q₄^m)

广泛分布于海岸、海湾地带。由灰白、黄白色粉细砂、细砂及灰黑色淤泥组成，海湾多为灰黑色、黑色淤泥和淤泥质砂，厚 1-4m。

②现代河流沉积 (Q₄^{al})

见于测区内各河流之河谷低地，岩性大致相同。为灰黑、褐灰色淤泥质粉质粘土、粉质粘土及中细砂，厚 1~2.5m。湛江地区河谷沉积物为灰、灰黑、灰褐色淤泥质粘土、粉质粘土及石英砂砾和中细砂，厚 0.5~3m。

③近代海成风成堆积 (Q₄^{meol})

沿海岸带呈条带分布，上部为米黄色、灰白色细砂、中细砂，含少量贝壳碎屑，下部为棕红色~桔黄色细砂、中粗砂及含砾亚砂土，成分以石英为主，含少量暗色矿物及铁豆砂，厚度 2~15 米。

④近代海湾及三角洲沉积 (Q₄^{m+al})

多为后期沉积物所覆盖，以灰及黑灰色淤泥质粘土及粘土为主，局部为淤泥质粉质粘土，见炭化木屑及植物根茎。一般中间厚度较大，总厚 1~42m。平行不整合覆盖于湛江组之上。

⑤中更新统北海组 (Q₁^{bplal})

北海组属洪积冲积堆积,岩性可分为上下两部分。下部为棕黄、灰白色局部带棕红色砾石,常夹有薄层含砾亚砂土,底部常有一至数层铁皮层或铁豆砂。砾石成分以乳白色或无色半透明石英为主,少量砂岩,粒径一般 4-10 毫米,部分达 20 毫米,呈圆状或椭圆状,滚圆度以 0 级为主,次为 1-2 级。砾石层北面厚,层次多,粒径大,成分较复杂;而南面较薄,趋于单层,粒径小,成分单一。从砾石扁平面的倾向看,多数与河流流向呈斜交或近于垂直。上部为棕红色-棕黄色亚砂土,具有大孔隙,垂直节理发育。本组纵厚 3~15m。覆盖于湛江组之上,呈平行不整合接触。

⑥下更新统湛江组 (Q₁^{zmal})

湛江组地层地表出露面积不大,在线路终点覃斗镇局部见有成片出露,呈星状分布。岩性为浅黄、灰白、紫红等杂色砂砾岩、粉质粘土、粘土及层状粘土互层,在纵向上呈现出明显的沉积韵律,在横向上呈现出物质颗粒自北向南由粗变细的趋势。为一套杂色的河流三角洲相沉积。砂层中普遍见到河床相斜交层理及河漫滩相斜坡,缓坡层理等,并见有水下冲刷面及环状水流沉积象。厚度北厚南薄,湛江地区厚度 104m~250m,与下伏岩层的接触面均见有烘烤现象。湛江组总厚度大于 250m。平行不整合于上第三系上新统之上。

(2) 喜山期 (β₆) 岩浆岩

项目区岩浆活动剧烈,主要为喜山期 (β₆) 橄榄玄武岩、凝灰角砾岩、层凝灰岩等喷出岩。喷出岩上覆于北海组、湛江组地层,区内分布广泛。

2.2.4.2 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2015),项目区抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度值为 0.10g。

2.2.5 海洋环境质量现状调查

本节调查资料引用《湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目海洋环境现状调查监测报告》(中国水产科学研究院南海水产研究所,2023 年 12 月),由中国水产科学研究院南海水产研究所于 2023 年 11 月~12 月在项目附近海域进行的海洋环境现状调查数据。

潮间带生物、底栖生物、鱼卵仔鱼、浮游动物、浮游植物调查时间为 2023 年 12 月，水质、沉积物、叶绿素 a 与初级生产力调查时间为 2023 年 11 月，共设水质调查站位 20 个，沉积物调查站位 10 个，海洋生物生态 12 个、生物体质量和渔业资源调查站位 12 个，具体调查站位详见表 2.2.5-1 和图 2.2.5-1。

表 2.2.5-1 海洋环境现状调查站位

站位	东经	北纬	海水水质	沉积物	叶和初、浮植、浮动、底栖生物	鱼卵仔鱼、游泳生物	潮间带生物
S1			√				
S2			√	√	√	√	
S3			√	√	√	√	
S4			√				
S5			√		√	√	
S6			√	√	√	√	
S7			√	√	√	√	
S8			√	√	√	√	
S9			√	√	√	√	
S10			√		√	√	
S11			√	√	√	√	
S12			√	√	√	√	
S13			√	√			
S14			√				
S15			√		√	√	
S16			√				
S17			√				
S18			√				
S19			√	√	√	√	
S20			√				
C1~ C6							√
C2~ C7							√
C3~ C8							√



图 2.2.5-1 海洋环境现状调查站位图

2.2.5.1 水质调查项目

水深、水温、透明度、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮（硝态氮、亚硝氮、氨氮）、重金属（铜、铅、锌、镉、汞）、悬浮物、石油类。

2.2.5.2 采样和分析方法

(1) 采样方法

按照《海洋监测规范》（GB 17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）中的要求执行。

(2) 分析方法

水质样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）进行，各项目的分析方法如 2.2.5-2。

表 2.2.5-2 海水调查项目及分析方法

序号	调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法
1	水深	现场测定	重锤或测深仪
2	水温	现场测定	表层温度计法
3	透明度	现场测定	透明度盘
4	盐度	现场测定	盐度计法
5	pH	现场测定	pH 计法
6	溶解氧(DO)	加 1 mL MnCl ₂ 和 1 mL KI-NaOH 溶液固定，现场测定	碘量滴定法

序号	调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法
7	化学需氧量(COD _{Mn})	现场测定	重氮-偶氮法
8	营养盐	现场用 0.45μm, φ60mm 微孔滤膜过滤、现场测定或过滤后-20℃冷冻保存	亚硝酸盐
9			硝酸盐
10			铵盐
11			活性磷酸盐
12	悬浮物(SS)	0.45 μm, φ60mm 微孔滤膜现场过滤	重量法
13	石油类(TPHs)	正己烷萃取	紫外分光光度法
14	铜 (Cu)	用 0.45μm, φ60mm 微孔滤膜过滤加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
15	铅 (Pb)	用 0.45μm, φ60mm 微孔滤膜过滤加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
16	锌 (Zn)	用 0.45μm, φ60mm 微孔滤膜过滤加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
17	镉 (Cd)	用 0.45μm, φ60mm 微孔滤膜过滤加 HNO ₃ 至 pH<2 低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
18	汞 (Hg)	加 HNO ₃ 至 pH<2	原子荧光法

2.2.5.3 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单因子指数法对海水水质现状进行评价, 污染指数大于 1 表示超过了规定的水质标准。各监测项目的污染指数计算公式如下:

除 pH、DO 外的其它污染物的标准指数:

环境质量现状评价采用单项标准指数法。计算公式为:

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

式中: $S_{i,j}$ —i 污染物在 j 点的污染指数;

$C_{i,j}$ —i 污染物在 j 点的实测浓度, mg/L;

$C_{s,i}$ —i 污染物的评价标准, mg/L。

溶解氧的标准指数为:

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

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

式中: $S_{DO,j}$ —溶解氧的标准指数, 大于 1 表明该水质因子超标;

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值, mg/L;

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值, mg/L;

DO_f —饱和溶解氧浓度, mg/L, 对于河流, $DO_f = 468 / (31.6 + T)$, 对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域, $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$;

S —实用盐度符号，量纲一；

T —水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

pH 的标准指数为：

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

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

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

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{su} —pH 评价标准的上限值；

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值。

(2) 评价标准

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020 年)》，各监测站位执行标准见表 2.2.5-3。

表 2.2.5-3 各站位执行的标准要求一览表

调查站位	功能区名称	标准要求
S1、S2、S3、S5、S6、S7、S9、S10、S11、S12、S13、S14、S18	湛江-珠海近海农渔业区	执行海水水质第一类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准
S15、S16、S17、S19、S20	企水-乌石海洋保护区	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
S4、S8	英罗港-海康港农渔业区	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准



图 2.2.5-3 调查站位所处广东省海洋功能区示意图

海域水质现状评价依据标准《海水水质标准》(GB3097-1997), 见表 2.2.5-4。

表 2.2.5-4 海水水质标准 单位: mg/L (pH 除外)

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
2	溶解氧 (DO) >	6	5	4	3
3	化学需氧量 (COD) ≤	2	3	4	5
4	无机氮≤ (以 N 计)	0.20	0.30	0.40	0.50
5	活性磷酸盐≤ (以 P 计)	0.015	0.030		0.045
6	石油类≤	0.05		0.30	0.50
7	汞 (Hg) ≤	0.00005	0.0002		0.0005
8	镉 (Cd) ≤	0.001	0.005	0.010	
9	铜 (Cu) ≤	0.005	0.010	0.050	
10	锌 (Zn) ≤	0.020	0.050	0.10	0.50
11	铅 (Pb) ≤	0.001	0.005	0.010	0.050

2.2.5.4 海洋水质调查结果与评价

(1) 调查结果

各站位水质监测结果见表 2.2.5-5 (a) ~表 2.2.5-5 (c)。

调查海域站位水深变化范围为 4.5~22m, 平均水深为 14.62 m, 其中最大水深为 S18 号站, 最小水深为 S4 号站。

调查海域站位透明度变化范围为 0.5~1.6m, 平均透明度为 0.94 m, 其中最大透明度站为 S3 号站, 最小透明度为 S12 号站。

调查海域海水温度变化范围为 22.6~24℃，平均水温为 23.50 ℃，其中表层最高值为 S14 号站，最低值为 S2 号站，底层最高值为 S14 号站，最低值为 S3 号站。

调查海域海水盐度变化范围为 30.2~31.8，平均盐度为 31.18，其中表层最高盐度为 S2 号站，最低盐度为 S11 号站，底层最高盐度为 S1 号站，最低盐度为 S11 号站。

调查海域海水 pH 值变化范围为 7.65~8.01，平均值为 7.82，其中表层最大值为 S19 号站，最小值为 S3 号站，底层最大值为 S16 号站，最小值为 S1 号站。

调查海域海水 DO 变化范围为 6.7~7.6 mg/L，平均值为 7.08 mg/L，表层最大值为 S4 号站，最小值为 S6 号站，底层最大值为 S3 号站，最小值为 S6 号站。

调查海域海水 COD 变化范围为 0.23~1.28 mg/L，平均值为 0.66 mg/L，其中表层最大值为 S4 号站，最小值为 S15 号站，底层最大值为 S17 号站，最小值为 S10 号站。

调查海域海水无机氮含量的变化范围为 0.026~0.257 mg/L，平均值为 0.1465 mg/L，表层最大值为 S2 号站，最小值为 S8 号站，底层最大值为 S15 号站，最小值为 S3 号站。

调查海域海水磷酸盐含量的变化范围为 0.0105~0.0648 mg/L，平均值为 0.0227 mg/L，其中表层最大值为 S2 号站，最小值为 S8 号站，底层最大值为 S18 号站，最小值为 S14 号站。

调查海域海水石油类含量变化范围为 0.0047~0.111 mg/L，平均值为 0.0285 mg/L，最大值为 S3 号站，最小值为 S2 号站。

调查海域海水表层悬浮物含量变化范围为 7.4~10.6 mg/L，平均值为 8.47 mg/L，表层最大值为 S1 号站，最小值为 S2 号站，底层最大值为 S15 号站，最小值为 S9 号站。

调查海域海水重金属铜含量的变化范围为 0.00457~0.0083 mg/L，平均值为 0.00578 mg/L，表层最大值为 S4 号站，最小值为 S15 号站，底层最大值为 S3 号站，最小值为 S15 号站。

调查海域海水重金属铅含量的变化范围为 0.00254~0.0199 mg/L，平均值为 0.00855 mg/L，表层最大值为 S5 号站，最小值为 S4 号站，底层最大值为 S11 号站，最小值为 S14 号站。

调查海域海水重金属锌含量的变化范围为 0.00717~0.0258 mg/L，平均值为 0.01246 mg/L，表层最大值为 S2 号站，最小值为 S16 号站，底层最大值为 S3 号站，最小值为 S14 号站。

调查海域海水重金属镉含量的变化范围为 0.00003~0.00041 mg/L，平均值为 0.00011 mg/L，表层最大值为 S13 号站，最小值为 S12 号站，底层最大值为 S11 号站，最小值为 S15 号站。

调查海域海水重金属汞含量未检出。

(2) 评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 2.2.5-6 (a) ~表 2.2.5-6 (b)。

调查海域执行海水水质第一类标准要求的站位有 18 个调查站位：S1、S2、S3、S5、S6、S7、S9、S10、S11、S12、S13、S14、S15、S16、S17、S18、S19、S20。由监测结果及标准指数表结果可知，调查海域各站溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD)、石油类、重金属镉、汞均符合第一类海水水质标准。pH、磷酸盐、无机氮、铜、锌部分站位超出第一类海水水质标准，超标率分别为 61%、82%、12%、85%、6%。铅的超标率为 100%。

调查海域执行海水水质第二类标准要求的站位有 2 个调查站位：S4、S8。由监测结果及标准指数表结果可知：调查海域各站 pH、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD)、磷酸盐、无机氮、重金属铜、锌、镉、汞均符合第二类海水水质标准。石油类、铅部分站位超出第二类海水水质标准，超标率为 50%。

表 2.2.5-5 (a) 调查海水水质调查结果

(内容不公示)

表 2.2.5-5 (b) 调查海水水质调查结果

(内容不公示)

表 2.2.5-5 (c) 调查海水水质调查结果

(内容不公示)

表 2.2.5-6 (a) 调查海水水质质量指数 (海水第二类标准)

(内容不公示)

表 2.2.5-6 (b) 调查海水水质质量指数 (海水第一类标准)

2.2.6 海洋沉积物质量现状调查

海洋沉积物现状调查资料引用《湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目海洋环境现状调查监测报告》(中国水产科学研究院南海水产研究所, 2023 年 12 月), 由中国水产科学研究院南海水产研究所于 2023 年 11 在项目附近海域进行的海洋沉积物现状调查数据。具体调查站位详见表 2.2.5-1 和图 2.2.5-1。

2.2.6.1 调查项目

pH、铜、铅、锌、镉、汞、油类、有机碳、粒度。

2.2.6.2 采样与分析方法

(1) 采样方法

根据《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 中的要求, 进行沉积物样品的采集、保存与运输。

(2) 分析方法

用大洋 50 型采泥器采集调查海域共计 10 个调查站 (S2、S3、S6、S7、S8、S9、S11、S12、S13、S19 站, 即对应现场记录站位 22、23、26、27、28、29、31、32、33、39 站) 的海底表层沉积物, 仅取表层样 (0~10cm), 取样后现场分装编号, 用于常规测定分析 (表 2.2.6-1)。

表 2.2.6-1 海底表层沉积物分析方法一览表

序号	调查项目	样品采集、预处理及保存方法	样品测定方法
----	------	---------------	--------

1	油类	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	紫外分光光度法
2	有机碳	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	重铬酸钾氧化-还原容量法
3	铜 (Cu)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
4	铅 (Pb)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
5	锌 (Zn)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	火焰原子吸收分光光度法
6	镉 (Cd)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	无火焰原子吸收分光光度法
7	汞 (Hg)	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	原子荧光法
8	pH	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	pH 值测定 (电位法)
9	粒度	采集表层样品放置阴暗处低温冷藏	沉积物粒度分析筛析法

2.2.6.3 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，即应用公式：

$$P_i = C_i / C_{si}$$

式中： P_i 为第 i 种评价因子的质量指数；

C_i 为第 i 种评价因子的实测值；

C_{si} 为第 i 种评价因子的标准值。

沉积物评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项指标已超过了规定的沉积物质量标准。

(2) 评价标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，各监测站位执行的沉积物质量标准见表 2.2.6-2。

表 2.2.6-2 各沉积物质量调查站位执行的标准要求一览表

调查站位	功能区名称	标准要求
S1、S2、S3、S5、S6、S7、S9、S10、S11、S12、S13、S14、S18	湛江-珠海近海农渔业区	海洋沉积物质量 第一类标准
S15、S16、S17、S19、S20	企水-乌石海洋保护区	
S4、S8	英罗港-海康港农渔业区	

采用现状评价依据标准《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）进行评价，见表 2.2.6-3。

表 2.2.6-3 海洋沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	油类 \leq	500.0	1000.0	1500.0
2	有机碳 \leq	2.0	3.0	4.0
3	镉($\times 10^{-6}$) \leq	0.50	1.50	5.00
4	铅($\times 10^{-6}$) \leq	60.0	130.0	250.0
5	锌($\times 10^{-6}$) \leq	150.0	350.0	600.0
6	铜($\times 10^{-6}$) \leq	35.0	100.0	200.0
7	汞($\times 10^{-6}$) \leq	0.2	0.5	1.0

注：均以干重计。

2.2.6.4 海洋沉积物质量调查结果与评价

(1) 调查结果

1) 海洋沉积物质量监测结果见表 2.2.6-4。

调查结果显示海底表层沉积物 pH 的变化范围为 7.84~8.33, 平均值为 8.08, S6 站最高, S8 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物油类含量的变化范围为 11.9~64.5, 平均值为 32.89, S2 站最高, S13 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物有机碳含量的变化范围为 0.1~0.97, 平均值为 0.48, 其中 S9 站最高, S8 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物铜含量的变化范围为 2.2~10.2, 平均值为 6.99, 其中 S19 站最高, S6 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物铅含量的变化范围为 5.6~24.3, 平均值为 14.59, 其中 S9 站最高, S3 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物锌含量的变化范围为 13.7~67.4, 平均值为 35.26, 其中 S19 站最高, S8 站最低。

调查结果显示海底表层沉积物镉 S19 站为 0.05, 其余站位镉含量未检出。

调查结果显示海底表层沉积物汞含量的变化范围为 0.003~0.057, 平均值为 0.024, 其中 S9 站最高, S13 站最低。

表 2.2.6-4 海底表层沉积物调查结果

(内容不公示)

2) 海底表层沉积物粒度结果如表 2.2.6-5 所示。

表 2.2.6-5 海底表层沉积物粒度 单位: %

(内容不公示)

调查结果显示海底表层沉积物主要为粉砂质砂(3 站)、粉砂质粘土(2 站)、砂质粉砂(5 站), 其中粉砂质粘土中 0.000~0.004mm 的粘土占比最高, 粉砂质砂中 0.063~2.000mm 的沙粒所占比重较高, 砂质粉砂中 0.004~0.063mm 的沙粒所占比重最高。

(2) 评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 2.2.6-6。

评价结果显示，调查海域海底表层沉积物各项评价指标中，油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、汞的评价指标均达到第一类海洋沉积物质量标准，未发现超标现象。

表 2.2.6-6 海底表层沉积物质量指数

(内容不公示)

2.2.7 海洋生物质量现状调查

本节调查资料引用《湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目海洋环境现状调查监测报告》(中国水产科学研究院南海水产研究所，2023 年 12 月)，由中国水产科学研究院南海水产研究所于 2023 年 12 月在项目附近海域进行的海洋环境现状调查数据，具体调查站位详见表 2.2.5-1 和图 2.2.5-1。

2.2.7.1 调查项目

铜、铅、锌、镉、汞、砷、石油烃。

2.2.7.2 采样与分析方法

(1) 采样方法

根据《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 和《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007) 中的要求，在项目海域指定站点使用拖网等方式采集生物体后，选取具有代表性的样品进行分析检测。

(2) 分析方法

生物体样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》(GB 17378.6-2007) 进行，各项目的分析方法如表 2.2.7-1。

表 2.2.7-1 海洋生物质量调查项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
1	石油烃	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/13	荧光分光光度法	0.2mg/kg
2	汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
3	镉	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/8.1	电感耦合等离子体质谱法	0.03 μg/kg
4	铅	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/7.1	电感耦合等离子体质谱法	0.03 μg/kg
5	砷	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/11.1	电感耦合等离子体质谱法	0.10 μg/kg
6	铜	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/6.1	电感耦合等离子体质谱法	0.08 μg/kg
7	锌	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/9.1	电感耦合等离子体质谱法	1.66 μg/kg

2.2.7.3 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单项参数标准指数法计算生物的质量指数，即应用公式 $P_i=C_i/C_{si}$ 。

式中： P_i 为第*i*种评价因子的质量指数；

C_i 为第*i*种评价因子的实测值；

C_{si} 为第*i*种评价因子的标准值。

生物评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项指标已超过规定的生物质量标准。

(2) 评价标准

调查采集到的鱼类、甲壳类和软体类的生物体内污染物质含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。砷、铬没有相应的标准以及甲壳类无石油烃评价标准，因此只做本底监测，不做评价。

表 2.2.7-2 海洋生物体评价标准（鲜重，mg/kg）

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃	引用标准
鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的生物质量评价标准
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	/	
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20	

2.2.7.4 海洋生物质量调查结果与评价

(1) 调查结果

生物体监测结果见表 2.2.7-3。

表 2.2.7-3 生物体监测结果

(内容不公示)

(2) 评价结果

采用上述单项指数法,对现状监测结果进行标准指数计算,各监测点生物体评价因子的标准指数见表 2.2.7-4。

采集到的鱼类、甲壳类的污染物含量均达到《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》及《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中的标准限值要求。

表 2.2.7-4 海洋生物监测站位各要素标准指数

(内容不公示)

2.2.8 海洋生态现状调查

2.2.8.1 调查概况

本节调查资料引用《湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目海洋环境现状调查监测报告》(中国水产科学研究院南海水产研究所,2023 年 12 月),由中国水产科学研究院南海水产研究所于 2023 年 12 月在项目附近海域进行的海洋环境现状调查数据,具体调查站位详见表 2.2.5-1 和图 2.2.5-1。

2.2.8.2 采集和分析方法

1、采样方法

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

1) 叶绿素 a

用容积为 5L 的有机玻璃采水器,在各相应调查站位分表层(0.5m)、和底层(离底 1m)2 层采集样品,用 WatermanGF/C 25mm 滤膜现场过滤并冷冻保存。

2) 初级生产力

在各相应调查站位进行水深和透明度调查,基于叶绿素 a 含量分析。

(2) 浮游植物

采用浅水 III 型浮游生物网,在各相应调查站位自底至表垂直拖网取样,自海底 0.5m 向上拖取到水表层。根据水流速度和风浪大小,使用重量为 10~40kg 的铅制沉锤,落网速度为 0.5 m/s,起网速度为 0.5~0.8 m/s,样品用 5%福尔马林

固定。

(3) 浮游动物

采用浅水 I 型浮游生物网，在各相应调查站位自底至表垂直拖网取样，自海底 0.5m 向上拖取到水表层。根据水流速度和风浪大小，使用重量为 10~40kg 的铅制沉锤，落网速度为 0.5 m/s，起网速度为 0.5~0.8 m/s，样品用 5%福尔马林固定。

(4) 底栖生物

用大洋 50 型采泥器，在各相应调查站位采取泥样，每站采 3 个平行样。泥样用底栖动物漩涡分选装置和三层套筛进行生物分选，上层网目为 2.0mm，中层网目为 1.0mm，下层网目为 0.5mm。样品用 5%福尔马林固定。

(5) 潮间带生物

断面采集一个定性样品，共采集 12 个样品进行定性定量分析。

潮间带生物的采集和分析均按《海洋监测规范》(GB17378.1—2007)和《海洋调查规范—海洋生物调查》(GB12763.6—2007)中有关潮间带生物的规定执行。

样品用中性甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%，带回实验室分析鉴定和计数。

(6) 鱼卵仔鱼

利用浅水 I 型浮游生物网，在各相应调查站位进行水平拖网方式采样调查，水平拖网时网具于海水表层 (0~3m) 水平拖曳取样，拖网采样船速 1~2kn，拖网时长 10~15min。样品用 5%福尔马林固定。

(7) 渔业资源

采用拖网和刺网，在各相应调查站位进行现场调查。

用拖网调查时，拖网时长 30 min，同时记录船号、放网时间、起网时间、网口长度、网口宽度、网具长度、网眼大小。

用刺网调查时，各站放网长度不少于 200m，同时记录船号、放网时间、起网时间、网具规格 (每张网的网目尺寸、长度和高度)、放网张数、放网位置等参数。

每网样品按种分类，各站的渔获样品均在现场进行初步分析和测定；渔获样品较少 (<20kg) 时，将全部样品进行分析测定；渔获物较多时，先挑选个体较

大和稀有种类的样品，其余小杂鱼样品随机取样，再进行分析测定；当不能进行现场分析和测定时，将样品按类别装于聚乙烯袋中，冷冻保存带回实验室分析和测定。

(7) 分析方法

表 2.2.8-1 海洋生物调查分析方法

序号	监测项目	样品预处理及保存方法	样品测定方法
1	叶绿素 a	0.45μm 微孔滤膜过滤，滤膜对折，冷冻避光保存	分光光度法
2	初级生产力	——	根据叶绿素 a 同化系数换算
3	浮游植物	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	显微镜鉴定；浓缩计数法计数
4	浮游动物	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	计数框计数；体视显微镜鉴定；湿重法测定生物量
5	鱼卵仔稚鱼	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	计数框计数；体视显微镜鉴定；计算丰度
6	底栖生物	加入占样品体积 5% 的甲醛溶液固定	人工鉴定种类、计数、测定生物量和栖息密度
7	渔业资源	现场分析和测定或者装入聚乙烯袋中冷冻保存	人工鉴定种类、计数、测定生物量

2.2.8.3 计算方法

1) 初级生产力：测量水体透明度，根据该处水体叶绿素 a 的含量计算初级生产力。初级生产力以叶绿素 a 含量按 Cadée 公式进行估算：

$$P = C_a Q L t / 2$$

式中：P——初级生产力 (mg·C/m²·d)；

C_a——叶绿素 a 含量 (mg/m³)；

Q——同化系数 (mg·C/(mgChl-a·h))；

L——真光层的深度 (m)；

t——白昼时间 (h)。

2) 浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物的优势度计算采用如下公式：

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

式中：Y——优势度；

n_i——第 i 种的个体数；

N——总个体数；

f_i ——该种在各采样站中出现的频率。

3) 浮游植物、浮游动物、底栖生物的多样性指数采用 Shannon-Weaner 指数分析, 其计算公式为:

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

式中: H' ——种类多样性指数;

S ——样品中的种类总数;

P_i ——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

4) 采用 Pielou 均匀度分析浮游植物、浮游动物、底栖生物的均匀度, 其计算公式为:

$$J = H'/\log_2 S$$

式中: J ——均匀度;

H' ——种类多样性指数;

S ——样品中的种类总数。

5) 渔业资源生物拖网渔业资源密度采用扫海面积法估算, 公式为:

$$D = \frac{C}{qa}$$

式中: D ——渔业资源密度, 单位为尾每平方千米 (尾/ km^2) 或千克每平方千米 (kg/km^2);

C ——平均每小时拖网渔获量, 单位为尾每网每小时 (尾/网·h) 或千克/小时 ($\text{kg}/\text{网}\cdot\text{h}$);

A ——每小时网具取样面积, 单位为平方千米每网每小时 ($\text{km}^2/\text{网}\cdot\text{h}$);

q ——网具捕获率 (通常取 0~1)。

6) 渔业资源生物刺网渔获率采用单位时间刺网面积渔获量法估算, 公式为:

$$D = \frac{C}{LHt}$$

式中: D ——刺网渔获率, 单位为尾每公顷小时 (尾/ hm^2h) 或千克每公顷小时 ($\text{kg}/\text{hm}^2\text{h}$);

C ——刺网总渔获量, 单位为尾 (尾) 或千克 (kg);

L ——刺网长度, 单位为千米 (km);

H ——刺网高度, 单位为千米 (km);

t ——刺网放网时长, 单位为小时 (h)。

2.2.8.4 海洋生态调查结果

1、叶绿素 a 和初级生产力

(1) 叶绿素 a

本次调查海域, 表层叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.96\sim 2.66\text{ mg/m}^3$, 平均值为 2.06 mg/m^3 , 表层叶绿素 a 含量最高出现于 S8 号站 (2.66 mg/m^3), 其次为 S2 号站 (2.54 mg/m^3), 最低出现于 S10 号站 (0.96 mg/m^3)。底层叶绿素 a 含量的变化范围为 $1.09\sim 2.71\text{ mg/m}^3$, 平均值为 1.90 mg/m^3 , 底层叶绿素 a 含量最高出现于 S2 号站 (2.71 mg/m^3), 其次为 S5 号站 (2.46 mg/m^3), 最低出现于 S10 号站 (1.09 mg/m^3)。

调查海域叶绿素 a 含量的平面分布有一定的差异, 水平分布总体表现为无规则的变化状态, 表层叶绿素最高值约为最低值的 2.77 倍, 底层叶绿素最高值约为最低值的 2.49 倍。

(2) 初级生产力

本次调查海域, 初级生产力水平的变化范围为 $56.15\sim 222.11\text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, 平均值为 $117.54\text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, 其中 S3 号站初级生产力水平最高 ($222.11\text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$), 其次为 S2 号站 ($200.67\text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$), S12 号站初级生产力水平最低 ($56.15\text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)。初级生产力分布状况与叶绿素 a 的平面分布情况相似又有所差异, 初级生产力最高值约为最低值的 3.96 倍。

比较 12 个调查站位表底层的叶绿素 a 含量与初级生产力水平发现, 叶绿素 a 与初级生产力分布的最低站位及最高站位及整体变化趋势来说, 两者的分布状况具有一定相似性, 但同时存在一定差异, 两者的水平变化均呈现无规则的分布状况。综合分析显示, 调查海域的叶绿素 a 含量及初级生产力水平中等。

2、浮游植物

(1) 浮游植物密度和分布

调查监测结果显示, 平均密度为 $91.82\times 10^4\text{ cells}/\text{m}^3$, 其数量以硅藻类占优势, 其密度为 $82.12\times 10^4\text{ cells}/\text{m}^3$, 占总密度的 89.44%; 其次为甲藻类, 其密度为 $8.31\times 10^4\text{ cells}/\text{m}^3$, 占总密度的 9.05%; 其它为蓝藻和黄藻, 其密度为 1.39×10^4

cells/m³, 占总密度的 1.51%。

水平分布方面, 各站位密度差异不大, 最高密度出现在 S9 号站, 其密度为 132.80×10⁴ cells/m³; 其次为 S12 号站, 其密度为 121.38×10⁴ cells/m³; 最低则出现在 S6 号站, 其密度为 71.62×10⁴ cells/m³, 最高密度是最低密度的 1.9 倍, 其余调查监测站位的密度分布范围在 72.62×10⁴ cells/m³~105.45×10⁴ cells/m³ 之间。

(2) 浮游植物的种类组成

1) 出现种类情况

本次浮游植物调查经初步鉴定有硅藻、甲藻、蓝藻和黄藻共 4 大门类 18 科 80 种。其中硅藻门的种类最多, 有 9 科 56 种, 占总种类数的 70.00%; 其次是甲藻门, 有 6 科 19 种, 占总种类数的 23.75%; 蓝藻类有 2 科 3 种, 占 3.75%; 黄藻类有 1 科 2 种, 占总种类数的 2.50%。最多主要是硅藻类的角毛藻属 *Chaetoceros* 和甲藻类的角藻属 *Ceratium*, 分别出现 8 种, 其次是硅藻类的圆筛藻属 *Coscinodiscus*, 出现 6 种。

2) 硅藻类

硅藻类出现的主要代表种有中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、颗粒直链藻 *Melosira granulata*、蛇目圆筛藻 *Coscinodiscus argus*、中华盒形藻 *Biddulphia sinensis*、太平洋海链藻 *Thalassiosira pacifica*、克氏星脐藻 *Asterom phalus cleveanus*、膜质半管藻 *Hemiaulus membranaceus*、旋链角毛藻 *Chaetoceros curvisetus*、窄隙角毛藻 *Chaetoceros affinis*、密聚角毛藻 *Chaetoceros coarctatus*、笔尖形根管藻 *Rhizosolenia styliformis*、日本星杆藻 *Asterionella japonica*、扭鞘藻 *Streptothecae thamesis*、肘状针杆藻 *Synedra ulna*、优美伪菱形藻 *Pseudonitzschia delicatissima*、异极藻 *Gomphonema sp.* 和尖刺菱形藻 *Nitzschia pungens* 等, 这些种类在本水域有广泛的分布, 出现频率高, 生物量较大, 是本水域浮游植物群落的主要组成部份。

3) 甲藻类

甲藻类出现的主要有夜光藻 *Noctiluca scintillans*、具尾鳍藻 *Dinophysis caudata*、纺锤角藻 *Ceratium fusus*、纤细角藻 *Ceratium tenue*、三叉角藻 *Ceratium Trichoceros*、大角角藻 *Ceratium macrocero*、具齿原甲藻 *Prorocentrum dentatum*、五角多甲藻 *Peridinium pentagonum* 和扁平多甲藻 *Peridinium depressum* 等, 但数

量相对较少。

4) 其他藻类

蓝藻类出现的主要代表种有中华尖头藻 *Raphidiopsis sinensia*、红海束毛藻 *Trichodesmium erythraeum* 和颤藻 *Oscillatoria* sp. 等，而黄藻类则出现了小型黄丝藻 *Tribonema minus* 和黄丝藻 *Tribonema*，它们在本调查水域也广泛出现，但数量相对较少。

(3) 生物多样性及均匀度

本次调查海域站位样方内浮游植物平均出现种类数为 21 种，种类多样性指数分布范围在 2.91~3.51 之间，平均为 3.23；多样性指数的分布方面，最高出现在 S6 号站，其次为 S12 号站，最低则出现在 S9 号站；种类均匀度方面，其分布范围在 0.68~0.80 之间，平均为 0.74，且分布趋势与多样性指数相似。

(4) 优势种

以优势度 (Y) 大于 0.02 为判断标准，本调查水域在调查期间浮游动物的优势种是笔尖形根管藻、尖刺菱形藻、窄隙角毛藻、旋链角毛藻、密聚角毛藻和中肋骨条藻所组成，其优势度指数在 0.03~0.19 之间。本调查海区浮游植物的最大优势种是中肋骨条藻，主要分布在 S2、S3、S6、S7、S8、S11、S12、S15 和 S19 采样站，密聚角毛藻主要分布在 S2、S7、S12 和 S15 采样站，旋链角毛藻主要分布在 S5、S6 和 S9 采样站，窄隙角毛藻主要分布在 S10、S11 和 S12 采样站，尖刺菱形藻主要分布在 S3 和 S5 采样站，笔尖形根管藻主要分布在 S5、S8、S10 和 S19 采样站。

3、浮游动物

(1) 种类组成

本次调查的浮游动物经鉴定有 4 个生物类群，共 30 种，其中枝角类 3 种，桡足类 17 种，毛颚类 4 种，浮游幼虫 6 种。本调查区浮游动物以热带、暖温带种类占多数，如桡足类的中华哲水蚤、小拟哲水蚤、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、微驼背隆哲水蚤、微刺哲水蚤、叉胸刺水蚤、瘦尾胸刺水蚤、丹氏纺锤水蚤、毛颚类的肥胖箭虫、强壮箭虫等。

(2) 浮游动物生物量、密度及分布

本次调查结果显示，本水域各采样站浮游动物生物量分布不均匀，变化幅度

为 320.00~795.00mg/m³，平均生物量为 567.25mg/m³。在密度分布方面，变化幅度为 338.16~715.91ind/m³，平均密度为 586.72ind/m³。在整个调查区中，生物量最高为 795.00mg/m³，出现在 S6 号采样站，其次为 752.00mg/m³，出现在 S5 号采样站，最低为 320.00mg/m³，出现在 S9 号采样站，最高生物量是最低生物量的 2.48 倍；而最高密度为 715.91ind/m³，出现在 S2 号采样站，其次为 714.00ind/m³，出现在 S9 号采样站，最低密度为 338.16ind/m³，出现在 S10 号采样站，最高密度是最低密度的 2.12 倍。

(3) 浮游动物主要类群分布

浮游幼虫类 浮游幼虫类平均密度为 80.37ind/m³，占浮游动物总个体数的 12.32%，是本海域浮游动物的主要组成部分，成为主导本海域浮游动物数量的主要类群。其中最为密集分布于 S2 号采样站，密度为 131.06ind/m³，其次是 S9 号采样站，密度为 120.00ind/m³，其余 10 个采样站的密度在 26.05~110.34ind/m³ 的范围之间变化。

桡足类 桡足类平均密度为 459.65ind/m³，占浮游动物总个体数的 46.93%。其中主要分布于 S9 号采样站，密度为 570.00ind/m³，其次是 S3 号采样站，密度为 567.27ind/m³，其余 10 个采样站的密度在 274.21~525.00ind/m³ 的范围之间变化。

其他种类如枝角类、毛颚类等，它们大部分属南海区系的普通种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内分布也较为广泛。

(4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查水域站位的浮游动物平均出现种类为 21 种，各站平均出现个体数量为 1029 个，多样性指数分布范围为 3.43~4.19 之间，平均为 3.88，最高出现在 S8 号采样站，其次为 S11 号采样站，最低则出现 S7 号采样站；种类均匀度的分布趋势与多样性指数相似，其分布范围在 0.78~0.95 之间，平均为 0.88，最高出现在 S8 号采样站，其次为 S12 号采样站，最低出现在 S7 号采样站。

(5) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查水域在调查期间浮游动物的优势种是由桡足类的中华哲水蚤、亚强次真哲水蚤、瘦尾胸刺水蚤、驼背隆哲水蚤、丹氏纺锤水蚤和浮游幼虫类的桡足类幼虫组成，其优势度指数在 0.05~0.14 之间。本调

查海域的最大的优势种是桡足类的中华哲水蚤，主要分布在 S5、S6、S7、S15 号采样站；桡足类的亚强次真哲水蚤，主要分布在 S5、S6、S10 号采样站，桡足类幼虫主要分布在 S2、S6、S8 号采样站。

4、底栖生物

(1) 种类组成和生态特征

本次底栖生物的定量调查，出现包括刺胞动物、纽形动物、环节动物、星虫动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和脊索动物共 8 门 23 科 25 种。其中环节动物 8 科 9 种，占总种类数的 36.00%；软体动物 5 科 5 种，占总种类数的 20.00%；节肢动物 3 科 4 种，占总种类数的 16.00%；刺胞动物和脊索动物各 2 科 2 种，各占总种类数的 8.00%；纽形动物、星虫动物和棘皮动物各 1 科 1 种，各占总种类数的 4.00%。

(2) 优势种和优势度

本次调查，出现的 25 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种 4 种，分别为棒锥螺、光滑倍棘蛇尾和似海笔（未定种），这 3 种生物出现站位数和出现数量范围分别为 4~9 站和 12~159 个，优势度范围为 0.0200~0.5470；其他 22 种生物出现站位数和数量范围分别为 1~3 站和 1~3 个，优势度均小于 0.02。

(3) 生物量及栖息密度

1) 平均生物量及栖息密度

本次调查，底栖生物的平均生物量为 157.26g/m²，平均栖息密度为 181.67 个/m²。生物量的组成以软体动物最高，生物量为 127.80g/m²，占总生物量的 81.27%；其次为刺胞动物，生物量为 16.81g/m²，占总生物量的 10.69%；其他 6 类生物的生物量较低，均未超过总生物量的 4.00%。栖息密度方面，以软体动物较高，栖息密度为 137.50/m²，占总栖息密度的 75.69%；其次为刺胞动物、环节动物和棘皮动物，分别占总栖息密度的 6.42%、5.96%和 5.50%；其他 4 类生物的生物量相对较低，均未超过总栖息密度的 4.00%。其他详见表 2.2.8-2。

表 2.2.8-2 底栖生物的平均生物量及栖息密度

(内容不公示)

2) 生物量及栖息密度的水平分布

本次调查，各站位底栖生物的生物量差异较大，最高生物量出现在 S19 号

站，其生物量为 1306.50g/m²；最低的是 S3 号站，为 4.00g/m²；最高生物量是最低生物量的 326.63 倍。栖息密度方面，最高出现在 S10 号站，为 860.00 个/m²；最低栖息密度出现在 S3、S8 号站，均为 40.00 个/m²；最高栖息密度是最低栖息密度的 21.50 倍。其它详见表 2.2.8-3。

表 2.2.8-3 底栖生物的生物量及栖息密度分布

(内容不公示)

3) 生物多样性指数及均匀度指数

本次调查，采泥底栖生物多样性指数变化范围在 0.4318~2.5850，平均为 1.4134；均匀度分布范围在 0.1859~1.0000，平均为 0.6835。

5、潮间带生物

(1) 种类组成和生态特征

本次潮间带生物的定性定量调查，出现包括刺胞动物、环节动物、软体动物和节肢动物共 4 门 14 科 18 种。其中软体动物 6 科 9 种，占总种类数的 50.00%；环节动物 4 科 5 种，占总种类数的 27.78%；节肢动物 3 科 3 种，占总种类数的 16.67%；刺胞动物 1 科 1 种，占总种类数的 5.56%。

(2) 优势种和优势度

本次定量调查，共出现 16 种生物，优势度在 0.02 以上的优势种有 3 种，分别为等边浅蛤、蝾螺和长腕和尚蟹，这 3 种生物出现站位数和出现数量范围分别为 3~7 站和 11~56 个，优势度范围为 0.0397~0.3541；其他 13 种生物出现站位数和数量范围分别为 1~2 站和 1~6 个，优势度均小于 0.02。

(3) 生物量及栖息密度

1) 平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物的平均生物量为 130.41g/m²，平均栖息密度为 72.89 个/m²。生物量的组成以节软体动物较高，生物量为 109.37g/m²，占总生物量的 83.86%；其次为节肢动物，其生物量为 14.35g/m²，占总生物量的 11.00%；其他 2 类动物的生物量较低，均未超过占总生物量的 4.00%。栖息密度方面，以节肢动物较高，栖息密度为 36.15 个/m²，占总栖息密度的 49.59%；其次为软体动物和环节动物，分别占总栖息密度的 37.40%和 12.20%；刺胞动物的的栖息密度相对稍低，未超过总栖息密度的 1.00%。

2) 生物量及栖息密度的水平分布

本次调查,各站位潮间带生物的生物量差异较大,最高生物量出现在 C2 断面的低潮区,其生物量为 $627.95\text{g}/\text{m}^2$,最低的是 C3 断面的高潮区,为 $0.85\text{g}/\text{m}^2$,最高生物量是最低生物量的 735.88 倍。栖息密度方面,最高出现在 C1 断面的高潮区,为 128.00 个/ m^2 ;最低栖息密度出现在 C3 断面的高潮区,为 5.33 个/ m^2 ,最高栖息密度是最低栖息密度的 24.00 倍。其它详见表 2.2.8-4。

表 2.2.8-4 潮间带生物的生物量及栖息密度分布

(内容不公示)

3) 调查断面和垂直分布比较

在调查断面中,生物量高低排序为 C2 断面>C1 断面>C3 断面,栖息密度高低排序为 C1 断面=C2 断面>C3 断面。在垂直分布上,生物量高低排序为低潮区>中潮区>高潮区,栖息密度高低排序为高潮区>低潮区>中潮区。其它详见表 2.2.8-5。

表 2.2.8-5 潮间带生物各断面和垂直分布

(内容不公示)

4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查,潮间带生物多样性指数变化范围在 $0.2864\sim 2.5778$,平均为 1.6139 ;均匀度分布范围在 $0.2864\sim 0.9473$,平均为 0.7863 。

2.2.8.5 渔业资源调查结果

1、鱼卵仔鱼

(1) 水平拖网调查结果

1) 种类组成及数量分布

本次水平拖网调查,共捕获鱼卵 555ind、仔稚鱼 129ind;经鉴定隶属于 1 门 15 科 24 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类,主要是石首鱼科、鲱科、鰕虎鱼科、龙头鱼科、鲳科、鲷科、鲈科、鲹科、天竺鲷科、鰻科、鳀科、鳗鰕虎鱼科、鳗鲡科、金线鱼科、篮子鱼科。

本次水平拖网调查,捕获鱼卵 555 ind,分属 14 科 18 种,分别为石首鱼科白姑鱼属(未定种) 74ind 和叫姑鱼属(未定种) 17ind、鰕虎鱼科鰕虎鱼科(未

定种) 69ind、鲱科鳊属(未定种) 59ind 和鱮属(未定种) 9ind、鲳科银鲳 57ind、龙头鱼科龙头鱼 52ind、鲷科鲷科(未定种) 42ind、鲈科鲈科(未定种) 40ind、鳓科鳓科(未定种) 33ind、天竺鲷科天竺鱼属(未定种) 23ind 和天竺鲷属(未定种) 7ind、鰺科鰺属(未定种) 27ind、鳀科黄鲫 18ind 和棱鳀属(未定种) 8ind、金线鱼科金线鱼属(未定种) 7ind、篮子鱼科黄斑篮子鱼 7ind、鳗鲡科鳗鲡 6ind。

本次水平拖网调查, 捕获仔稚鱼 129 ind, 分属 8 科 9 种, 分别为鲱科鳊 27ind、石首鱼科白姑鱼 14ind 和大头白姑鱼 13ind、鳗鲡虎鱼科孔鳗虎鱼 21ind、龙头鱼科龙头鱼 15ind、鲷科二长棘鲷 14ind、鳗虎鱼科矛尾鳗虎鱼 14ind、鲳科银鲳 6ind、鳗鲡科鳗鲡 5ind。

2) 鱼卵密度分布

本次水平拖网调查, 整个调查海区鱼卵捕获数量范围为 15~71 ind/net, 平均为 46.25 ind/net。

3) 仔鱼密度分布

本次水平拖网调查, 整个调查海区仔稚鱼捕获数量范围为 0~48 ind/net, 平均为 10.75 ind/net。

(2) 垂直拖网调查结果

1) 鱼卵和仔鱼的种类组成及数量分布

本次垂直拖网调查, 共捕获鱼卵 27 ind、仔稚鱼 21 ind; 经鉴定隶属于 1 门 7 科 11 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类, 主要是鲱科、鳗虎鱼科、鲷科、龙头鱼科、鳗鳗虎鱼科、石首鱼科、鲳科。

本次垂直拖网调查, 捕获鱼卵 21 ind, 分属 6 科 6 种, 分别为鳗虎鱼科鳗虎鱼科(未定种) 8ind、鲱科鳊属(未定种) 7ind、鲷科鲷科(未定种) 4ind、鲳科银鲳 3 ind、龙头鱼科龙头鱼 3ind、石首鱼科白姑鱼属(未定种) 2ind。

本次垂直拖网调查, 捕获仔稚鱼 21ind, 分属 6 科 7 种, 分别为鲱科鳊 7ind、鳗鳗虎鱼科孔鳗虎鱼 5ind、龙头鱼科龙头鱼 3ind、石首鱼科白姑鱼 2ind 和大头白姑鱼 1ind、鲷科二长棘鲷 2ind、鲳科银鲳 1 ind、。

2) 密度分布

①鱼卵的密度分布

本次垂直拖网调查, 鱼卵捕获数量范围为 1~7 ind/net, 平均为 2.25 ind/net;

密度变化范围为 $578 \times 10^{-3} \sim 2000 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$ ，平均为 $801 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$ ，最高出现在 S8 站位；其他详见表 2.2.8-6。

表 2.2.8-6 垂直拖网调查各采样站鱼卵的密度分布

(内容不公示)

②仔稚鱼的密度分布

本次垂直拖网调查,仔稚鱼捕获数量范围为 $0 \sim 5 \text{ ind/net}$,平均为 1.75 ind/net ;密度变化范围为 $0 \times 10^{-3} \sim 1337 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$,平均为 $557 \times 10^{-3} \text{ ind/m}^3$ 。其他详见表 2.2.8-7。

表 2.2.8-7 垂直拖网调查各采样站仔稚鱼的密度分布

(内容不公示)

2、渔业资源

(1) 种类组成

1) 种类组成和分布

游泳生物拖网采样,调查 12 站位,有效站位 12 次,共捕获渔业资源游泳生物种类 14 目 50 科 78 属 106 种,其中鱼类的种类最多,达 65 种、占总种数的 61.32%,虾类 12 种、占总种数的 11.32%,蟹类 16 种、占总种数的 15.09%,虾蛄类 4 种、占总种数的 3.77%,头足类 9 种,占总种数的 8.49%。

调查各站位总渔获种数范围为 $20 \sim 42$ 种,平均每站位渔获 30 种,最低渔获种数出现在 S3 号站位,最高渔获种数出现在 S15 号站位。鱼类出现 12 个站位,出现站位渔获种数范围为 $13 \sim 28$ 种,各站位平均渔获 18 种,最低渔获种数出现在 S3 号站位,最高渔获种数出现在 S15 号站位。虾类出现 12 个站位,出现站位渔获种数范围为 $1 \sim 7$ 种,各站位平均渔获 4 种,最低渔获种数出现在 S3 号站位,最高渔获种数出现在 S15 号站位。蟹类出现 12 个站位,出现站位渔获种数范围为 $1 \sim 8$ 种,各站位平均渔获 5 种,最低渔获种数出现在是 S6 号站位,最高渔获种数出现在 S8 号站位。虾蛄类出现 11 个站位,出现站位渔获种数范围为 $1 \sim 3$ 种,各站位平均渔获 2 种,最低渔获种数出现在 S5、S7、S8、S19 号站位,最高渔获种数出现在 S10、S11、S12 号站位。头足类出现 10 个站位,出现站位渔获种数范围为 $1 \sim 3$ 种,各站位平均渔获 2 种,最低渔获种数出现在是 S8、S10、S11、S15、S19 号站位,最高渔获种数出现在 S2、S3、S9 号站位。

2) 多样性指数和均匀度

游泳生物的多样性指数分布范围在 1.979~3.613 之间, 平均为 2.904, 多样性指数最低值出现在 S9 号站位, 最高出现在是 S15 号站位; 均匀度分布范围在 0.377~0.718 之间, 平均为 0.596, 均匀度最低出现在 S9 号站位, 最高值出现在 S19 号站位。

3) 优势种类和主要经济种类

按渔获率大小顺序, 鱼类的优势种为龙头鱼、鹿斑鲷、孔鰕虎鱼、菊黄东方鲀、黄鳍鲷、鳓、银鲳、细纹鲷、海鳗、二长棘鲷、黄鲫、长颌棱鲉等, 虾类的优势种为宽突赤虾、近缘新对虾、中华管鞭虾、长毛对虾、细巧仿对虾等, 蟹类优势种为矛形梭子蟹、三疣梭子蟹、胜利黎明蟹、远海梭子蟹、直额蟳等, 虾蛄类优势种为脊条褶虾蛄、口虾蛄等, 头足类优势种为杜氏枪乌贼等。

综合考虑各品种出现站位数、优势度、12 个站位平均渔获率大小、12 个站位平均尾数渔获率大小、经济价值高低和生物类型代表性, 的主要经济种类为龙头鱼、宽突赤虾、矛形梭子蟹、孔鰕虎鱼、菊黄东方鲀、近缘新对虾、黄鳍鲷、三疣梭子蟹、鳓、银鲳、胜利黎明蟹、远海梭子蟹、月腹刺鲀、长毛对虾、海鳗、脊条褶虾蛄等。

2、渔获率分布

游泳生物调查 12 个站位, 总渔获量共 176.491kg、20055 尾, 总平均渔获率为 14.708kg/h, 总平均尾数渔获率为 1671ind/h。各类游泳生物的平均渔获率由高到低依次为鱼类、蟹类、虾类、头足类、虾蛄类。各类型游泳生物的平均尾数渔获率由高到低依次为虾类、鱼类、蟹类、虾蛄类、头足类。

表 2.2.8-8 游泳生物调查各站位渔获率 (kg/h)

(内容不公示)

表 2.2.8-9 游泳生物调查各站位尾数渔获率 (ind/h)

(内容不公示)

单种平均渔获率最高为龙头鱼的 1.616kg/h, 占总平均渔获率的 10.988%, 最低为钝孔鰕虎鱼的 0.001kg/h, 占总平均渔获率的 0.008%; 单种平均尾数渔获率最高为宽突赤虾的 403.3ind/h、占总平均尾数渔获率的 24.134%, 最低为紫隆背蟹等的 0.1ind/h, 占总平均尾数渔获率的 0.005%。

3、渔业资源密度分布

游泳生物调查总平均资源密度为 $606.277\text{kg}/\text{km}^2$ ，总平均资源尾数密度为 $68576.4\text{ind}/\text{km}^2$ 。各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、蟹类、虾类、虾蛄类、头足类；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次为虾类、鱼类、蟹类、虾蛄类、头足类。

表 2.2.8-10 各站位游泳生物资源密度 (kg/km^2)

(内容不公示)

表 2.2.8-11 各站位游泳生物资源尾数密度 (ind/km^2)

(内容不公示)

游泳生物调查，单种平均资源密度最高为龙头鱼的 $67.085\text{kg}/\text{km}^2$ ，占总平均资源密度的 11.065%，最低为钝孔鰕虎鱼的 $0.049\text{kg}/\text{km}^2$ ，占总平均渔获资源密度的 0.008%；单种平均资源尾数密度最高为宽突赤虾的 $16554.1\text{ind}/\text{km}^2$ ，占总平均资源尾数密度的 24.140%，最低为紫隆背蟹等的 $3.4\text{ind}/\text{km}^2$ ，占总平均资源尾数密度的 0.005%。

2.2.9 海洋自然保护区

2.2.9.1 广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区于 2008 年 1 月由国务院批准为国家级自然保护区，位于广东省中心渔港企水港至国家级中心渔港乌石港之间，是我国大陆沿海保护最完好、生态类型最为丰富的热带典型生态系统之一。保护区总面积 46864.67 公顷，其中核心区面积 18527 公顷，缓冲区面积 13664 公顷，实验区面积 14673.67 公顷。主要保护对象包括国家一级保护动物儒艮、中华白海豚；国家二级保护动物大珠母贝（白蝶贝）、白氏文昌鱼、绿海龟、棱皮龟、玳瑁、斑海豹、热带点斑原海豚、宽吻海豚、江豚等珍稀水生动物，以及珊瑚礁、海草场等生态系统。保护区内水生动物资源丰富，有 7 门 18 纲 57 目 209 科 599 种。已记录的 559 种大型水生动物种物，有大珠母贝、白氏文昌鱼、绿海龟等 9 种国家二级保护动物，共有 30 种水生动物受到国家法律或国际公约保护，还有列入中国濒危物种红皮书和世界自然保护联盟红皮书的极危、濒危、易危物种名录 40 种，是我国最为重要的热带近海珍稀水生动物的避难

所。

本项目距离广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区最近约 0.54km，详见图 2.2.9-1。

2.2.9.2 广东湛江红树林国家级自然保护区

早在 1990 年 1 月，广东省人民政府以粤办函[1990]13 号文批准成立湛江红树林省级自然保护区，1997 年 12 月 8 日，国务院国函[1997]109 号文批准建立广东湛江红树林国家级自然保护区。保护区呈带状散式分布在广东省西南部的雷州半岛沿海滩涂上，跨湛江市的徐闻、雷州、遂溪、廉江四县（市）及麻章、坡头、东海、霞山四区，面积 1.9 万公顷，是我国现存红树林面积最大的一个自然保护区。保护区主要保护对象为红树林及海水渔业资源生态系统。

保护区西北以高桥片（高桥红树林）为主，地理坐标为东经 $109^{\circ} 44' 9'' \sim 109^{\circ} 56' 10''$ ，北纬 $21^{\circ} 9' 19'' \sim 21^{\circ} 4' 15''$ ；东北以官渡片为主，地理坐标为东经 $110^{\circ} 21' 51'' \sim 110^{\circ} 38' 19''$ ，北纬 $21^{\circ} 6' 29'' \sim 21^{\circ} 27' 27''$ ；最东以湖光片为主，地理坐标为东经 $110^{\circ} 6' 35'' \sim 110^{\circ} 30' 19''$ ，北纬 $20^{\circ} 48' 5'' \sim 21^{\circ} 7' 53''$ ；东南以和安片为主，地理坐标为东经 $110^{\circ} 17' 49'' \sim 110^{\circ} 27' 40''$ ，北纬 $20^{\circ} 34' 11'' \sim 20^{\circ} 43' 48''$ ；西南片以角尾片为主，地理坐标为东经 $109^{\circ} 41' 20'' \sim 110^{\circ} 12' 15''$ ，北纬 $20^{\circ} 14' 6'' \sim 20^{\circ} 52' 19''$ 。

核心区：核心区主要集中在廉江市高桥德耀、遂溪县北潭、麻章太平县等海域。经统计，核心区面积共约 6613.0ha，占保护区总面积的 32.6%。突出特征是红树林湿地生态系统稳定，均为天然林或天然次生林，红树林种类多、生长茂盛且集中连片，是湛江红树林生态系统的精华所在，区内没有居民点，人为干扰极少。

缓冲区：缓冲区面积约 1712.0ha，占保护区总面积的 8.5%。区域沿海滩涂外还分布有一定面积的天然或人工更新的有林地，林分质量低，分布较分散，生态功能较脆弱，区内无居民点。实验区：实验区范围包括现有苗圃用地、红树林修复与重建地和生态旅游用地，主要包括苗圃地、实验性林地和未生长有红树林的滩涂（除核心区、缓冲区外的滩涂）。

实验区面积为 11953.8ha，占保护区总面积的 58.9%。实验区的主要功能是

人工促进红树林生态系统的修复,开展科学实验,培育红树苗木,开展森林旅游、多种经营和教学实习活动。

该保护区有红树林 15 科 25 种, 7000 多公顷, 鸟类 194 种, 有贝类 3 纲 41 科 76 属 130 种, 有鱼类 15 目 60 科 100 属 139 种, 是中国大陆海岸红树林种类最多的地区。其中分布最广、数量最多的为白骨壤、桐花树、红海榄、秋茄和木榄, 主要森林植被群落有白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄纯林群落和白骨壤+桐花树、桐花树+秋茄、桐花树+红海榄等群落, 林分郁闭度在 0.8。记录有鸟类达 194 种, 是广东省重要鸟区之一, 保护区既是留鸟的栖息、繁殖地, 又是候鸟的加油站、停留地, 是国际候鸟主要通道之一。此外, 贝类有 3 纲 41 科 76 属 130 种, 鱼类有 15 目 60 科 100 属 139 种。贝类以帘蛤科种类最多, 达 20 种。鱼类以鲈形目居绝对优势, 27 科 49 属 65 种。有重要经济价值的贝类 28 种、鱼类 32 种。

本项目距离广东湛江红树林国家级自然保护区最近约 14.30km, 详见图 2.2.9-1。

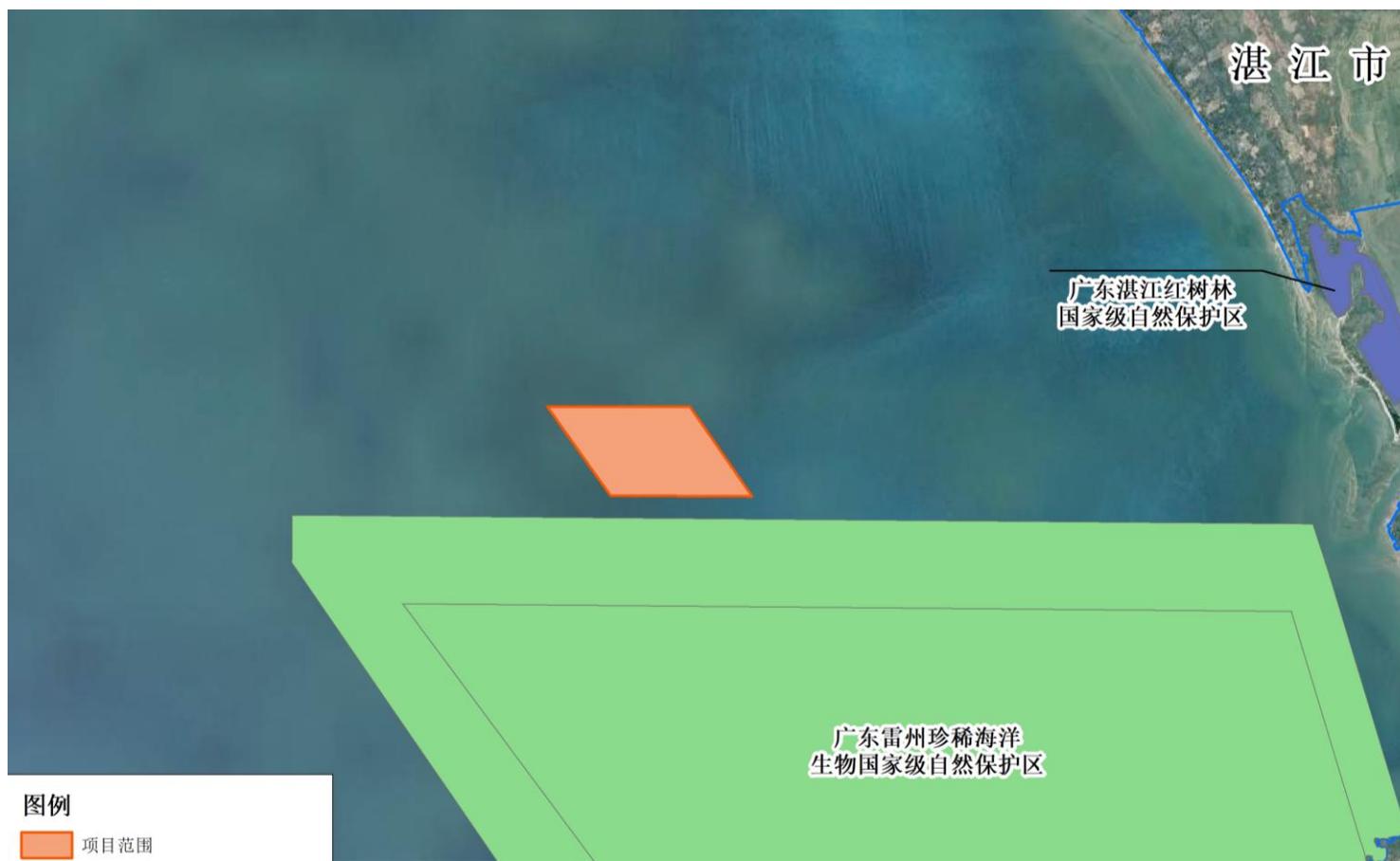


图 2.2.5-1 项目周边海洋自然保护区

2.2.10 珍稀海洋生物资源

1、文昌鱼

文昌鱼是一种半穴居滤食性的动物，喜栖在水流较为平缓，水深为 8-16 米之间，盐度在 20-31，pH 在 8.1-8.2 之间，具有粗中沙混合的底质，水质清澈，浮游生物丰富的浅海海域中，活动能力较弱，平时很少活动，文昌鱼幼仔、稚鱼营浮游生活后，成体则终身营半底埋的底栖生活，仅头部露出砂底，以便呼吸和滤食，其滤食对象主要以硅藻和原生动物为主。夜间较为活跃，从沙中游出，凭借其体侧肌节的交错收缩呈直立状做波动形运动，或将体一侧横卧在水底沙上，遇刺激即钻入沙中，疏松的海底适合文昌鱼的钻砂和有充分的溶解氧。文昌鱼对栖息环境的要求极为严格，底质是影响文昌鱼分布的最主要环境因子，文昌鱼仅分布粗砂中混有中砂的疏松、有机质含量低的砂质海底，泥质、砂质泥和粉砂质泥都无文昌鱼分布。

文昌鱼在广东沿海主要分布于粤东的南澎列岛、汕头广澳外、惠州考洲洋湾口外、粤西阳江海陵岛南部、茂名放鸡岛海域、湛江吴川鉴江口、湛江港口外以及东海岛南部，以及硇洲岛海域等海域，但其密集区位于茂名放鸡岛附近海域。2023 年 12 月在底栖生物 S3 站位、S8 站位、S9 站位、S10 站位发现文昌鱼。

2、中华白海豚

中华白海豚 (*Sousa chinensis*)，也曾称为印度太平洋驼背豚 (*Indo-Pacific humpback dolphin*)，为国家一级重点保护野生动物。

根据《琼州海峡北岸防台应急锚地工程中华白海豚观测专题研究报告》(广东海洋大学, 2022 年 11 月), 广东海洋大学于 2022 年 10 月在项目附近海域进行了中华白海豚监测, 结合文献调研及渔民走访, 近年来该海域有鲸豚类迁移途径, 偶见江豚, 该海域的历史资料缺乏, 基于本项目的海上观测未目击到中华白海豚个体或群体出现, 仅见一江豚个体。

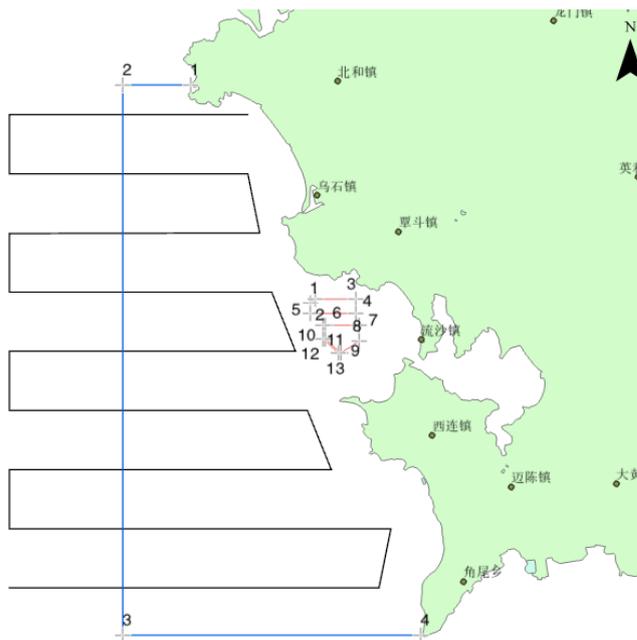


图 2.2.10-1 流沙湾白海豚观测路线图

2.2.11 “三场一通道”分布情况

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 2.2.11-1 和图 2.2.11-2，本工程海域不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、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 2.2.11-3)，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）二长棘鲷幼鱼保护区

二长棘鲷幼鱼保护区位于北部湾洲岛北端的北纬 21° 05'线以北海域连接涠洲岛南至海康县流沙港以西 20 米水深以内海域（图 2.2.11-4），保护期为每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日。本项位于二长棘鲷幼鱼保护区内。

(内容不公示)

图 2.2.11-1 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

(内容不公示)

图 2.2.11-2 南海中上层鱼类产卵场示意图

(内容不公示)

图 2.2.11-3 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

(内容不公示)

图 2.2.11-4 二长棘鲷幼鱼保护区

2.2.12 海洋自然灾害

2.2.12.1 热带气旋

由于雷州市地处北纬 $20^{\circ} 26' \sim 21^{\circ} 11'$ ，东经 $109^{\circ} 44' \sim 110^{\circ} 23'$ ，所以经常受到产生于菲律宾附近的西太平洋台风和产生于西沙、中沙群岛附近的南海台风的袭击。一般始于 5 月，11 月份结束。7、8、9 月台风最多，风力也最大。湛江市是受热带气旋影响最多和最严重的地区之一，年均有 3.7 个热带气旋登陆或影响湛江市。

根据中国气象局编气象出版社出版的台风年鉴 1949~2012 年的资料统计，平均每年有 1.9 个热带气旋影响湛江地区；年最多为 5 个(1965、1973 和 1974 年)；没有热带气旋影响的有 7 年。热带气旋 8 月出现最多，占 27%，其次是 9 月，占 24%，且特别严重危害湛江的台风多数也发生在 7~9 月份。每年的 5~11 月均有热带气旋影响湛江地区，1949~2012 年间，热带气旋达到超强台风的有 16 个，强台风 21 个，台风 35 个。据中国天气台风网统计，2013 至 2017 年 5 年间共有 7 个台风造成粤西海域或陆地 10 级以上风力，其中影响最为严重的是 2014 年湛江沿海登陆的台风“威马逊”，造成 16 级大风；以及 2015 年湛江沿海登陆的台风“彩虹”，造成 15 级大风。

2018 年 6 月 6 日 6 时 25 分，台风艾云尼在广东湛江市徐闻县新寮镇沿海第 1 次登陆，登陆时中心附近最大风力 8 级。“百里嘉”于 2018 年 9 月 13 日 8 时 30 分前后在广东省湛江市坡头区沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 10 级

(25m/s)。2018年8月15日，第16号台风“贝碧嘉”的中心在广东省雷州市沿海附近登陆，登陆时中心风力达9级（23米/秒），登陆时由强热带风暴级减弱为热带风暴级，中心最低气压985百帕。

“韦帕”于2019年8月1日17时40分许在广东省湛江市坡头区沿海再次登陆，登陆时中心附近最大风力仍有9级（23m/s）。

2021年10月13日15时40分前后，台风“圆规”在海南省琼海市沿海登陆，登陆时中心附近最大风力12级（33米/秒），中心最低气压为975百帕。

2022年8月10日10时50分前后，台风“木兰”在湛江徐闻沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力9级（23米/秒），中心最低气压992百帕。

2.2.12.2 风暴潮

湛江海域风暴潮发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大。风暴增水多出现于4~12月，8月份和9月份是发生次数最多的月份。台风在湛江港及其西南方向登陆时，主要造成正的风暴增水；台风在湛江港东面登陆时，造成的正增水比较小，通常情况下，台风登陆后，湛江港出现负增水。2011~2022年对湛江影响较大的风暴潮如下表2.2.12-1。

表 2.2.12-1 2011~2022 年对湛江影响较大的风暴潮情况表

年份	名字	登陆点	登陆时间	风级	风暴增水
2011年	1117 纳沙	海南省文昌市翁田镇	2011-9-29 (14时)	14级 (42m/s)	南渡站(399cm)、湛江站 (超过300cm)
2012年	1213 启德	湛江市麻章区湖光镇	2012-8-17 (12时)	13级 (38m/s)	湛江站(260cm)、台山站 (104cm)、北津站 (140cm)、闸坡站 (106cm)、水东站 (184cm)、硇洲站 (172cm)、南渡站 202cm)
2013年	1306 温比亚	湛江市东海岛	2013-07-02 (05时)	28m/s (10级)	珠江口以西沿岸 (38~182cm)、湛江站 (159cm)
2013年	1311 尤特	阳江市阳西县	2013-08-14 (16时)	42m/s (14级)	阳江北津站(183cm)、三灶站 (131cm) 台山站 (120cm)
2014年	1409 威马逊	湛江市徐闻县	2014-07-18 (20时)	55m/s (16级)	南渡站(392cm)、硇洲站 (260cm)、湛江站 (256cm)

2014年	1415 海鸥	湛江市徐闻县	2014-09-16 (13时)	40m/s (13级)	南渡站 (495cm)、碓洲站 (388cm)、湛江站 (433cm)
2015年	1522 彩虹	湛江市坡头区	2015-10-04 (13时)	50m/s (15级)	湛江站 (超过 100cm)、南渡站 (超过 100cm)
2016年	1608 电母	湛江市徐闻县	2016-08-18 (15时)	20m/s (8级)	广西沿海 (30~80cm)
2017年	1720 卡努	湛江市徐闻县	2017-10-16 (03时)	25m/s (10级)	南渡站 (121cm)
2018年	1804 艾云尼	湛江市徐闻县新寮镇	2018-06-06 (6时)	8级 (20m/s)	雷州半岛东岸 (40~70cm)
2018年	1816 贝碧嘉	雷州市东里镇	2018-08-15 (21时)	23m/s (9级)	广东珠江口到雷州半岛东岸沿海 (30~100cm)
2019年	1907 韦帕	海南省文昌市、湛江市坡头区、广西防城港市	2019-08-01 (1时)、 2019-08-01 (17时)、 2019-08-01 (1时)、 2019-08-02 (21时)	23m/s (9级)	广东珠江口到雷州半岛东岸沿海 (30~100cm)
2021年	2107 查帕卡	阳江市江城区沿海	2021-7-20 (21时)	33m/s (12级)	粤西沿岸各海洋站 (35-40cm)
2021年	2118 圆规	海南省琼海市沿海	2021-10-13 (15时)	33m/s (12级)	海安站 (94cm)
2022年	2203 暹芭	茂名市电白区沿海	2022-7-2 (15时)	35m/s (12级)	湛江站 (101cm)、南渡站 (154cm)、碓洲站 (100cm)
2022年	2209 马鞍	茂名市电白区沿海	2022-8-25 (10时)	33m/s (12级)	湛江站 (79cm)、南渡站 (155cm)、碓洲站 (58cm)

3 资源生态影响分析

3.1 生态影响分析

3.1.1 对水动力环境影响分析

本项目养殖类型包括重力式深水网箱养殖、底播增殖、筏式延绳养殖和筏式栅架养殖，用海方式为开放式养殖用海。项目筏式延绳养殖四角通过木桩固定；筏式栅架养殖和深水网箱养殖通过水泥锚进行固定；底播养殖不布设构筑物，不需要竖杆，不需要挂网。项目木桩、水泥锚和网箱网衣减小了海域水流通断面面积，会对周边的流场产生一定影响，但木桩、水泥锚和网箱网衣占用海域空间面积较小，对水动力环境产生的影响较小。建议严格控制养殖密度，合理布局养殖设施，使每个养殖单体间留有一定的间距，保证养殖海域水流通畅。

总体上看，项目实施后，项目不会对周边海域水动力环境产生明显影响。

3.1.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目为开放式养殖，未明显改变所在海域岸界、地形或水深条件，本项目筏式延绳养殖木桩插打、拔除以及筏式栅架养殖和网箱养殖水泥锚固定时会产生少量悬浮泥沙，但基本不会改变海底地形地貌。就整体而言，冲淤变化主要集中在养殖区附近且影响较小，本工程建设不会改变工程周边海域的冲淤环境状况。

综上，项目建设对周边地形地貌与冲淤环境影响基本不产生影响。

3.1.3 对水质环境影响分析

3.1.3.1 施工期水质环境影响分析

本项目在施工期对水质的影响主要来自筏式延绳养殖的木桩插桩、拔桩以及筏式栅架养殖和网箱养殖水泥锚固定施工过程，主要包括施工产生的悬浮泥沙、施工船舶含油污水、施工人员生活污水等。

①悬浮物：本项目养殖在木桩插桩、拔桩和水泥锚固定时会产生少量悬浮泥沙，本项目位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对水质环境影响很小，

且这种影响随着木桩插桩、拔桩、水泥锚固定结束而逐渐消失。

②含油污水：本项目施工中将使用船舶，因此施工期将产生一定量的船舶含油污水，施工船舶含油污水严禁排放入海，应收集后交由有资质单位处理；严格执行相关管理措施和选用合格的燃油。

③施工期生活污水主要来自施工现场施工人员的生活污水，生活污水集中收集后交由有资质的单位处理，含油污水、生活污水经过有效的处理，不直接排放，对周围环境影响很小。

3.1.3.2 运营期水质环境影响分析

本项目运营期对水质的影响主要来源于船舶含油污水、工作人员生活污水及养殖品种的代谢产物。运营期船舶生活污水和船舶含油污水收集后交由有资质单位处理，均不外排入海，不会对周边海域水环境造成影响。此外，需要注意对这些作业船舶加强管理、维修保养，避免油料跑冒滴漏污染海域水质，并防范船舶发生碰撞导致事故溢油污染水体环境。

本项目重力式深水网箱养殖区选择金鲳鱼作为主养品种；延绳式浮筏养殖区和栅架式浮筏养殖区选择太平洋牡蛎作为主养品种；底播增殖区选择西施舌作为底播品种。

（1）网箱养殖

网箱养殖每日需进行饲料投喂，网箱安装时已布置饵料网兜，可避免饵料残渣入海对周边海域造成影响，网衣根据实际情况，每隔一段时间会进行清洗，也会对饵料残渣进行清理。同时在日常管理中，网箱养殖区病鱼、死鱼等不得直接丢弃于养殖海区，应设收集容器，专人负责收集处理。网箱养殖对水环境的主要污染负荷为氮、磷、COD、铜、锌等，本项目网箱养殖以金鲳鱼为主，参考《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》，卵形鲳鲹（金鲳鱼）产生的总氮、总磷、COD等产污系数分别为76.472g/kg、12.774g/kg、154.341g/kg。网箱养殖易造成水体的富营养化，增加水体中有机质的含量，降低透明度和溶氧量，从而影响鱼类生长和食用品质。

（2）浮筏式养殖

延绳式浮筏养殖和栅架式浮筏养殖选择太平洋牡蛎作为主养品种，牡蛎在养殖过程中不需要投喂饵料，是通过贝类的滤食功能进行摄食，期间会通过生物沉

积作用和呼吸排泄作用对环境产生影响，主要表现在增加了环境中的氮、磷含量和耗氧。由于浮筏式养殖过程中不投饵，以自然海水中的有机碎屑和藻类为食，因此，合理的牡蛎养殖密度是有利于降低海水中总氮、总磷含量。

(3) 底播养殖

本项目西施舌底播养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为贝类生长过程中产生的分泌排泄物。项目底播贝类品种属于滤食性生物，通过吸收水体中以悬浮颗粒状态存在的有机碳，维持自身机体的生长及发育。合理的养殖密度下不会对周边海域环境造成不良影响。

综上，项目养殖主要是网箱养殖鱼类总氮、总磷、COD 等对周边水质的影响，因此项目需采取必要措施以减少排泄物对周边海域水质的影响，例如合理布设网箱，控制网箱养殖规模，选择合适的饵料，正确进行投喂，加强监控管理等。项目通过合理科学控制养殖密度，能够有效减小养殖设施对水体交换能力的影响，保证海域水体交换畅通，从而不会对水质产生负面影响。

3.1.4 对沉积物环境影响分析

根据养殖工艺和实际情况，运营期网箱养殖过程中，残饵及代谢物中的有机物质有相当部分流失于水中，但不可溶解部分会沉积在海底，影响养殖区的底质，而且对底质的影响是长期的。养殖过程能够改变底质的运输和沉积方式及溶氧状态，使底泥中 C、N、P 的含量和耗氧量比周围水体沉积物中的含量要明显高出很多。有研究表明，水产养殖过程中，输入水体的总氮、总磷和颗粒物分别有 24%、84%和 93%沉积在底泥里，而富集在底泥里的这些污染物，在一定条件下又会重新释放出来，污染水体，成为水体污染的最重要的内源。残饵和排泄物在底质堆积，促使了微生物活动的加强，也加速了营养盐的再生。在缺氧的条件下，底质中有机质分解产生大量的硫化氢、甲烷、氨及有机酸等，从而导致底质化学特性的改变。本项目位于开阔海域，水动力交换能力较强，海水流动性大，饵料残渣和鱼类排泄物能随海水扩散，能够得到自然净化，对海洋沉积物的影响较小。

浮筏式养殖过程中不需要进行投饵，且由于养殖产生的废物会随海流飘走直至分解，基本不会沉降至海底，因此浮筏式养殖不会对海洋沉积物产生明显影响。牡蛎成品收获时工作人员作业过程产生的生活污水和渔船产生的舱底油污水均

统一收集后上岸，不向海域排放，对海域沉积物环境影响不大。

底播养殖在养殖过程中不会对海洋沉积物产生明显影响。底播养殖以西施舌为主要养殖品种，采用人力或带铁耙的网具捕捞，正常情况下，底播养殖运营期基本不会对沉积物造成影响。

本项目养殖期间均在养殖专业技术人员的指导下，针对养殖鱼类确定合理的药剂和用量，杜绝过量用药，对周边沉积物环境影响较小。

3.1.5 对海洋生物的影响分析

3.1.5.1 对浮游生物的影响

(1) 施工期影响分析

本项目锚碇装置布设产生的悬浮泥沙会引起项目海区及周边海域的局部水域水质混浊，透明度降低，使海水的光线透射率下降，溶解氧降低，对浮游动物和浮游植物产生不同程度的影响。

总体来说，尽管海水中悬浮物的增加对浮游生物产生了不利影响，但这种影响是暂时的、局部的，海洋的自净能力强，水体浑浊现象将逐渐消失，水质将逐渐恢复，随之而来的便是生物的重新植入，根据资料表明，浮游生物的重新建立所需时间较短，一般只需几周时间，因此对浮游生物的影响是可以在短时间内消失的，又由于本项目浮筏式养殖和网箱建设施工期较短，施工结束后影响可在短时间内消失，因此对该海域浮游生物的影响不大。

(2) 运营期影响分析

网箱养殖的饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的蛋白成分被排泄到水体中，残饵中的蛋白也会被遗留在水体中，从而造成水体中氮含量的累积，而氮是生物所必需的元素，也是海洋生态系或富营养生态系的限制性元素之一。水体中有丰富的无机氮，能促进浮游植物生长旺盛。根据《网箱养殖对水环境的影响及解决办法》文献研究表明，浮游植物数量与总氮、总磷、氮磷比都呈显著相关，水中的总磷每增加 0.01mg/L，浮游植物数量就要增加 3.53×10^5 个/L。至于养殖对浮游动物的影响，一般认为养殖区的浮游动物数量显著减少，原因是浮游动物穿过网衣时被网衣内的鱼摄食。而附近的浮游动物数量与总氮呈显著相关，水中总氮量每增加 0.01mg/L，浮游动物数量也要增加 1.06×10^3 个/L。

本项目浮筏式养殖和底播海域自然饵料充足、不需人工投饵，不使用化学药物，采取生态养殖方式、严格控制养殖密度，贝类代谢物量较少，因此，项目用海对浮游生物是在可控制范围内，基本上不会影响其正常生长。

3.1.5.2 对底栖生物的影响

(1) 施工期对底栖生物的影响分析

本工程用于固定筏式养殖和网箱养殖的锚碇装置将占用一定的海底，实施后将掩埋所占海域的底栖生物。用于固定浮筏、网箱的木桩和锚块面积较小，占用底栖生境面积小，对底栖生物的影响有限。本项目用海造成的底栖生物资源直接损失量为 1.14t，本项目建设对所在海域的底栖生物损耗量较小。

(2) 营运期对底栖生物的影响分析

本项目为开放式养殖用海，养殖不会改变海域自然属性，不会改变底质环境，因此不会对底栖生物产生明显影响。但研究认为网箱养殖由于大量未消化饵料的堆积，造成网衣下方沉积物处于缺氧或低氧状态，使底栖动物数量减少，但在种类上没有显著变化。如黑龙滩水库的研究发现网箱内外底栖动物种类无明显差别，但现存量网箱区明显少于非网箱区，距网箱越近，底栖动物现存量就越少。

总体来说，项目养殖使营养物质增加，导致周围底栖动物的数量增加，但在网衣下方，营养物质大量堆积，溶解氧下降，水质恶化，底栖动物数量可能会减少。

3.1.5.3 对鱼类的影响

本项目对鱼类的影响主要有以下两方面。一方面，可增加水体中营养物质的积累，为鱼类的生长提供丰富的饵料基础，使鱼类的生长率和成活率提高。有利于浮游生物种类多样性的保存和生物量的增加，从而为网衣外其他鱼类提供更多的饵料生物，增加鱼产量。但另一方面，可能导致天然鱼类种群生长率、丰度和成活率改变。另外对天然鱼类群落的影响还表现在鱼群出逃后引起的变化，从网衣中出逃的或有意移植的鱼类可能会通过掠食或摄食竞争造成当地种群灭绝、与当地种群杂交、破坏生境和引发流行病等。本项目养殖期间将采用定期巡察方式识别破网，并进行及时准确的维修，最大限度防止鱼群逃逸。

3.1.5.4 对自然保护区的影响分析

本项目论证范围内保护区为广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，位于本项目约 0.54km 处。该保护区主要保护对象包括国家一级保护动物儒艮、中华白海豚；国家二级保护动物大珠母贝（白蝶贝）、白氏文昌鱼、绿海龟、棱皮龟、玳瑁、斑海豹、热带点斑原海豚、宽吻海豚、江豚等珍稀水生动物，以及珊瑚礁、海草场等生态系统。

项目筏式延绳养殖四角通过木桩固定，网筏式栅架养殖和深水网箱养殖通过水泥锚进行固定，木桩和水泥锚占用海域面积较小，对水动力环境、冲淤环境产生的影响较小。本项目施工期水泥锚固定时会产生少量悬浮泥沙，但项目位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对水质环境影响很小，且这种影响随着水泥锚固定结束而逐渐消失。施工期船舶含油污水和生活污水均收集处理，不直接排放入海，对周围水质环境影响很小。本项目运营期养殖通过合理科学控制养殖密度，能够有效减小养殖设施对水体交换能力的影响，保证海域水体交换畅通，从而不会对水质产生负面影响。因此，项目建设基本不会对周边珍稀海洋生物以及栖息环境、珊瑚礁、海草场等生态系统造成明显不利影响，因此基本不会对广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区造成影响。

3.2 资源影响分析

3.2.1 对海洋空间资源的影响

本项目规划养殖用海总面积为 692.2344 公顷，包括重力式深水网箱养殖、底播增殖、筏式延绳养殖和筏式栅架养殖。本项目的建设将占用一定面积的海域，对海域资源的影响主要表现为筏式延绳养殖的木桩插打、筏式栅架养殖和深水网箱养水泥锚固定对海洋空间资源的直接占用，以及对海洋生物生存环境、种类、数量等的影响等。

本项目用海远离海岸线，不占用自然海岸线资源。

3.2.2 对海洋生物资源的影响

本项目养殖模式包括重力式深水网箱养殖、底播增殖、筏式延绳养殖和筏式栅架养殖，其中筏式延绳养殖的木桩、筏式栅架养殖和深水网箱养水泥锚实际占

用的海域面积较小,对生活在该区域的底栖生物影响在可接受范围内,项目建设期对海洋生物资源的影响主要表现在浮筏式养殖木桩插打占用海底面积对底栖生物资源造成损耗。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)(以下简称《规程》),底栖生物资源损害量按如下公式计算:

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中: W_i ——第 i 种生物资源受损量,单位为尾或个或千克(kg),在这里指潮间带生物或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)/ km^2 、尾(个)/ km^3 、 kg/km^2 。在此为海洋生物资源密度。

S_i ——第 i 种生物占用的水域面积或体积,单位为平方千米(km^2)或立方千米(km^3),在此处桩基所占面积。

根据报告第2章可知,底栖生物的平均生物量为 $157.26\text{g}/\text{m}^2$ 。重力式深水网箱养殖和筏式栅架养殖利用水泥锚固定,水泥锚尺寸为 $1.8\text{m} \times 1.2\text{m} \times 1.0\text{m}$,数量分别为150个和3152个;筏式延绳养殖利用木桩固定,木桩尺寸为 $120\text{mm} \times 4.5\text{m}$,数量为11800根,因此项目养殖锚碇装置占用海域面积为 $1.8 \times 1.2 \times 3302 + (0.12/2)^2 \times \pi \times 11800 = 7266\text{m}^2$ 。

则本项目水泥锚、木桩占海引起的底栖生物损失量为:

$$157.26\text{g}/\text{m}^2 \times 7266\text{m}^2 \times 10^{-6} = 1.14\text{t}$$

因此,本项目用海造成的底栖生物资源直接损失量为1.14t,本项目建设对所在海域的底栖生物损耗量很小。

3.2.3 对渔业资源的影响分析

本项目工程实施期间产生的悬浮泥沙增加引起施工区域局部海域海水浊度增加,间接影响了游泳生物的觅食环境。悬浮泥沙的增加也会直接影响海洋生物的存活率,不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同,一般说来仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度要比成体低。工程实施期间造成渔业资源的损失影响时,主要考虑悬浮泥沙浓度增加对鱼卵、仔稚鱼及幼体的直接损害。建议建设单位避开3~6月份的鱼类产卵期进行施工,减小对鱼卵、仔稚鱼的损害。

网箱养殖对养殖区自然鱼群的影响存在着正反两个方面。由于有丰富的食物,

网箱附近有大量的捕食性和非捕食性的鱼类存在，海区野生鱼类的种群结构及生物量也会发生相应的改变。首先是提高了鱼类的补充率，其次野生鱼类的生长速度与养殖鱼类相差不大，养殖场附近的鱼类的平均大小也比其它沿海区的鱼类要大。另外，大量的营养物质输入引起低营养级生物的生物量变化，改变了种群的生物多样性。因此，在养殖过程中应选择对海洋环境影响最小的饵料，合理科学控制养殖密度。

3.2.4 对其他资源的影响分析

本项目在用海范围进行深水网箱养殖、底播增殖、筏式延绳养殖和筏式栅架养殖，除锚定施工、木桩插打、拔除外，无其他构筑物施工，根据论证范围内资源分布，项目用海对岛礁资源、港口资源和旅游资源等其他海洋资源基本没有影响。

4 海域开发利用协调分析

4.1 海域开发利用现状

4.1.1 社会经济概况

4.1.1.1 湛江市社会经济概况

湛江位于粤、琼、桂三省区交界，是中国西南各省的主要出海口，亦是中国大陆通往东南亚、非洲、欧洲和大洋洲海上航道最短的重要口岸，为粤西及北部湾中心城市之一，具有热带风光的现代化新兴港口工业城市。湛江市总面积13263平方公里，下辖4个市辖区、2个县，代管3个县级市。2022年末，全市常住人口703.54万人，其中城镇常住人口332.84万人。

根据《2023年湛江国民经济和社会发展统计公报》（湛江市统计局 国家统计局湛江调查队，2024年4月），经广东省统计局统一核算，2023年湛江实现地区生产总值（初步核算数）3793.59亿元，比上年增长3.0%。其中，第一产业增加值706.91亿元，增长3.8%，对地区生产总值增长的贡献率为25.5%；第二产业增加值1454.62亿元，增长0.5%，对地区生产总值增长的贡献率为6.1%；第三产业增加值1632.06亿元，增长4.5%，对地区生产总值增长的贡献率为68.4%。三次产业结构比重为18.6：38.3：43.1。人均地区生产总值53757元（按年平均汇率折算为7629美元），增长2.6%。

2023年年末，全市常住人口707.84万人，比上年末增加4.30万人，全年出生人口7.42万人，出生率10.51‰；死亡人口3.54万人，死亡率5.02‰；自然增长人口3.88万人，自然增长率5.49‰。全年城镇新增就业6.35万人，城镇失业人员再就业3.45万人。

全年居民消费价格比上年上涨0.1%；全年工业生产者出厂价格比上年下降2.6%；高技术制造业增加值比上年下降1.3%，占规模以上工业增加值比重1.2%。全市空气质量优良天数比例为97.3%，市区空气质量综合指数（AQI）为2.5%。

4.1.1.2 雷州市社会经济概况

雷州市地处雷州半岛腹部，东临南海，西濒北部湾，北接遂溪与麻章，南通海南，素有“天南重地”之称。雷州市土地面积 3664.4 平方公里（不包括湛江奋勇高新区），管辖雷城、新城、西湖 3 个街道，白沙、附城、南兴、龙门、英利、调风、东里、雷高、北和、乌石、企水、唐家、纪家、杨家、客路、沈塘、覃斗、松竹 18 个镇，475 个村委会（社区居委会），2276 条自然村。2022 年末，全市常住人口 132.48 万人，其中城镇常住人口 43.79 万人。

根据《2023 年雷州市国民经济和社会发展统计公报》（雷州市统计局 国家统计局雷州调查队，2024 年 5 月），经湛江市统计局统一核算，2023 年雷州实现地区生产总值（初步核算数）386.42 亿元，比上年增长 3.6%。其中，第一产业增加值 161.81 亿元，增长 3.9%，对地区生产总值增长的贡献率为 45.7%；第二产业增加值 47.72 亿元，增长 5.6%，对地区生产总值增长的贡献率为 18.9%；第三产业增加值 176.89 亿元，增长 2.8%，对地区生产总值增长的贡献率为 35.4%。三次产业结构比重为 41.9：12.3：45.8，第二产业比重提高 0.2 个百分点。人均地区生产总值 29156 元，增长 3.5%。

2023 年末，全市常住人口 132.59 万人，比上年末增加 0.11 万人，其中城镇常住人口 44.98 万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）33.92%，比上年末提高 0.87 个百分点。

全年城镇新增就业 5263 人，城镇失业人员实现再就业 3498 人。

4.1.1.3 湛江海洋牧场发展现状

2022 年湛江水产总产量 125.5 万吨，总产值 274.6 亿元，连续 20 多年居全省首位。湛江计划在 5 年内建成 6000 个重力式深水网箱、30 个桁架式养殖平台，建设 4 个国家级海洋牧场示范区。截至目前，湛江市已投产重力式深水网箱 3500 多个、半潜式桁架智能养殖平台 1 个，拟在流沙、乌石等海区新建 205 个重力式深水网箱和 2 个半潜式桁架智能养殖平台。其中，第一批现代化海洋牧场项目“海威 2 号”正在加快建设，平台设计养殖水体 3 万立方米，可养殖石斑鱼、金鲳鱼、蟹鱼、军曹鱼等，单个养殖周期可收获超 100 万斤优质海鱼；全球首例深远海智能渔业养殖平台“湛江湾 1 号”预计 2024 年下水运作。种业支撑方面，湛江现有水产种苗场 480 多家，各类水产种苗年产量 2000 多亿尾；拥有南美白

对虾遗传育种中心 1 家，国家级良种场 2 家，省级良种场 16 家，经农业农村部审定的湛江南美白对虾新品种占全国的 50%。科研助力方面，粤西有其首个省实验室—湛江湾实验室，设立后围绕深远海自然资源开发利用、深远海养殖“海洋牧场”建设和湛江水产产业结合开发研究现代化智能装备，为湛江深远海养殖发展和转型升级提供技术支撑和装备基础。

4.1.2 海域使用现状

本项目位于雷州市企水镇，即北部湾东侧近岸海域。项目相关人员对选址及周边海域进行了现场踏勘，结合搜集到的资料和遥感影像，本项目论证范围内开发利用现状主要为广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，位于项目南侧约 0.54km 处。该保护区主要保护对象包括国家一级保护动物儒艮、中华白海豚；国家二级保护动物大珠母贝（白蝶贝）、白氏文昌鱼、绿海龟、棱皮龟、玳瑁、斑海豹、热带点斑原海豚、宽吻海豚、江豚等珍稀水生动物，以及珊瑚礁、海草场等生态系统。自然保护区详情见报告 2.2.5.1 章节。

项目所在海域开发利用活动现状见图 4.1.2-1。



图 4.1.2-1 项目周边开发利用现状图

4.1.3 海域权属现状

根据收集到的资料，本项目论证范围内无已确权紧邻的用海活动。

4.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

本项目论证范围内开发利用现状仅有广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，位于本项目约 0.54km 处。

项目筏式延绳养殖四角通过木桩固定，网筏式栅架养殖和深水网箱养殖通过水泥锚进行固定，木桩和水泥锚占用海域面积较小，对水动力环境、冲淤环境产生的影响较小。本项目施工期水泥锚固定时会产生少量悬浮泥沙，但项目位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对水质环境影响很小，且这种影响随着水泥锚固定结束而逐渐消失。施工期船舶含油污水和生活污水均收集处理，不直接排放入海，对周围水质环境影响很小。本项目运营期养殖通过合理科学控制养殖密度，能够有效减小养殖设施对水体交换能力的影响，保证海域水体交换畅通，从而不会对水质产生负面影响。因此，项目建设基本不会对周边珍稀海洋生物以及栖息环境、珊瑚礁、海草场等生态系统造成明显不利影响，因此不会对广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区造成影响。

4.3 利益相关者的界定

利益相关者指受到项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人。界定的利益相关者应该是与用海项目存在利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

通过对本项目周边用海现状的调查，本项目论证范围内无具体的开发利用活动，因此界定本项目无利益相关者。

4.4 需协调部门界定

本项目为现代化海洋牧场建设项目，根据前述章节分析，本项目施工期及运营期不会对项目区域水动力环境、地形地貌与冲淤环境以及水质环境等产生不利影响，因此不会对广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区造成明显不利影响。

综上，界定本项目无协调责任部门。

4.5 相关利益协调分析

本项目无利益相关者，无协调责任主管部门，因此本节不进行相关利益协调分析。

4.6 项目用海与国防安全 and 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

本项目建设不涉及军事设施或军事禁地，对国防安全和军事活动无不良影响，故本项目不会对国防安全和军事活动产生不利影响。

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。

本工程不存在损害国家权益的问题，项目实施不会涉及领海基点，也不会涉及国家机密，对国家海洋权益没有影响。海域属国家所有，单位和个人经营性使用海域，必须按规定交纳海域使用金。本项目用海属经营性用海，按国家有关规定缴纳海域使用金，不损害国家权益。

5 国土空间规划符合性分析

5.1 与国土空间规划符合性分析

5.1.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

5.1.1.1 《广东省国土空间规划（2021-2035年）》

《广东省国土空间规划（2021-2035年）》（以下简称《省国土规划》）提出，实施海域分区管理。坚持生态用海、集约用海，陆海协同划定海洋“两空间内部一红线”。在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线，加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区，按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。

《省国土规划》要求，提升海岸带品质和功能。推进海洋生态修复和环境治理，构建通山达海、城海相融的滨海景观体系，统筹航运交通、能源矿产、**渔业养殖**、基础设施布局，增强海岸带综合承载力，推动海岸带高质量发展。拓展蓝色发展空间。发展深远海养殖，**推动海洋牧场规模化发展**。优近用远完善用海布局。推动海上风电项目、海洋养殖向深水区布局，促进海上风电与海洋油气开发、深水养殖综合开发利用。

《省国土规划》提出，引导岭南优势特色农业集聚发展。依托辽阔海域和密集水网，提升渔业基础设施水平，建设渔港经济区、现代渔业产业园区，**支持国家级水产健康养殖和生态养殖示范区、国家级海洋牧场示范区建设**。严格保护水产种质保护区，加强重要渔业资源产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道的保护，强化近海养殖用海科学调控，鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设，确保农林渔业用岛、渔业基础设施用海和增养殖用海规模。

通过将项目用海范围与《省国土规划》的附图叠加分析，本项目位于《省国土规划》中的海洋开发利用空间，项目用海范围不涉及海洋生态保护空间和海洋生态保护红线（图 5.1.1-1）。

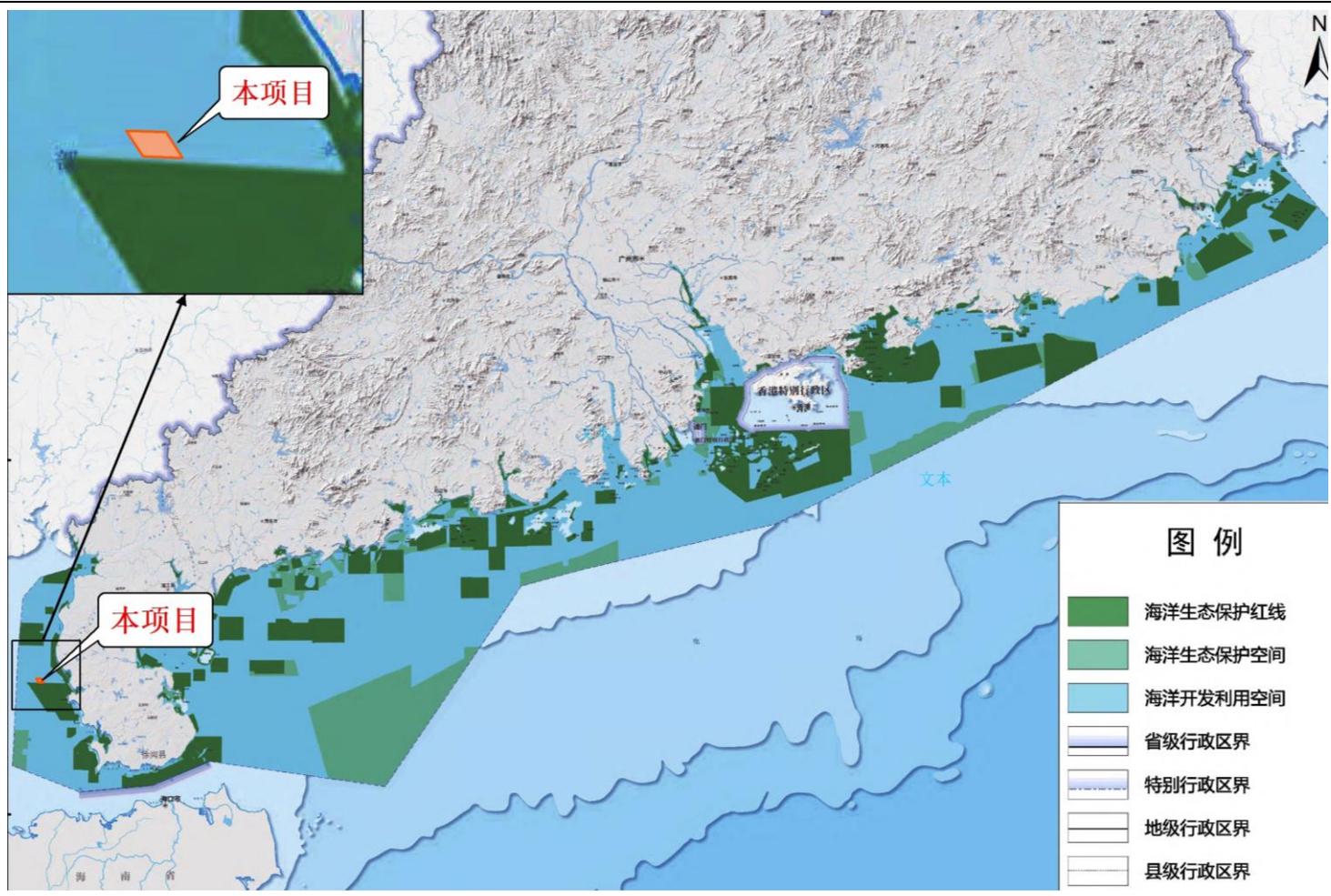


图 5.1.1-1 海洋空间布局图

5.1.1.2 《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》

《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》（以下简称《规划》）是国土空间规划的重要专项规划，是一定时期省域国土空间生态修复任务的总纲和空间指引，是实施国土空间生态保护修复的重要依据。《规划》以筑牢生态安全屏障，构建具有全球意义的生物多样性保护网络和支撑高质量发展为愿景，着力将广东建设成为“全球生物多样性保护实践区，我国山水林田湖草沙系统治理示范区，人与自然和谐共生现代化先行区”，推进国土空间的生态保护、修复与价值转换。

《规划》提出，以河口海湾为重点，保护修复海洋生态系统。坚持陆海统筹，以海岸线为轴，串联重要河口、海湾和海岛，以美丽海湾建设为重要抓手，以万亩级红树林示范区建设为重点，加强典型生态系统保护修复、海洋生物多样性保护、生态海堤与沿海防护林体系建设，打造具有海岸生态多样性保护和防灾减灾功能的蓝色海岸带生态屏障。

通过将项目范围与《规划》的附图叠加分析本项目位于《规划》中的“雷州半岛西部滨海湿地和热带季雨林保护修复”单元（图 5.1.1-2）。其生态修复任务是：加强雷州半岛西部现有红树林生态系统保护修复，提升红树林生态系统质量，推进互花米草防治，在适合红树林生长的区域营造红树林。完善沿海防护林体系，提升海岸带安全防护能力。加强流沙湾海草床、徐闻珊瑚礁等生态系统的保护修复，加强鸟类栖息地的保护，开展岸线生态修复与海堤生态化建设。开展安浦港环境综合整治修复工程。建设三墩港美丽海湾。保护修复廉江市石角、和寮、塘蓬、鹤地水库等水源涵养林，修复北部湾东部徐闻县和雷州市热带季雨林地带性植被。改善雷州半岛河流生态流量。

5.1.1.3 《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》

根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035）》，湛江市的发展目标是广东省域副中心城市、现代化沿海经济带重要发展极、宜业宜居宜游的生态型海湾城市。

规划强调，加强陆海功能协调，总体目标是严格保护自然岸线，维护自然岸线生态功能；限制建设项目占用自然岸线，坚持集约节约利用海岸线，合理安排岸线利用；整治修复受损岸线，拓展公众亲海空间。在海洋生态重要性评价和开发适宜性评价的基础上，充分保障国家重大战略需求，合理配置空间资源，利用划定海洋生态空间和海洋开发利用空间。规划将湛江市海洋空间划分为渔业用海区、工矿通信用海区、交通运输用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区。

将项目位置与本规划的附图叠加分析，本项目位于渔业养殖区，不占用生态保护区和生态控制区（图 5.1.1-3）。

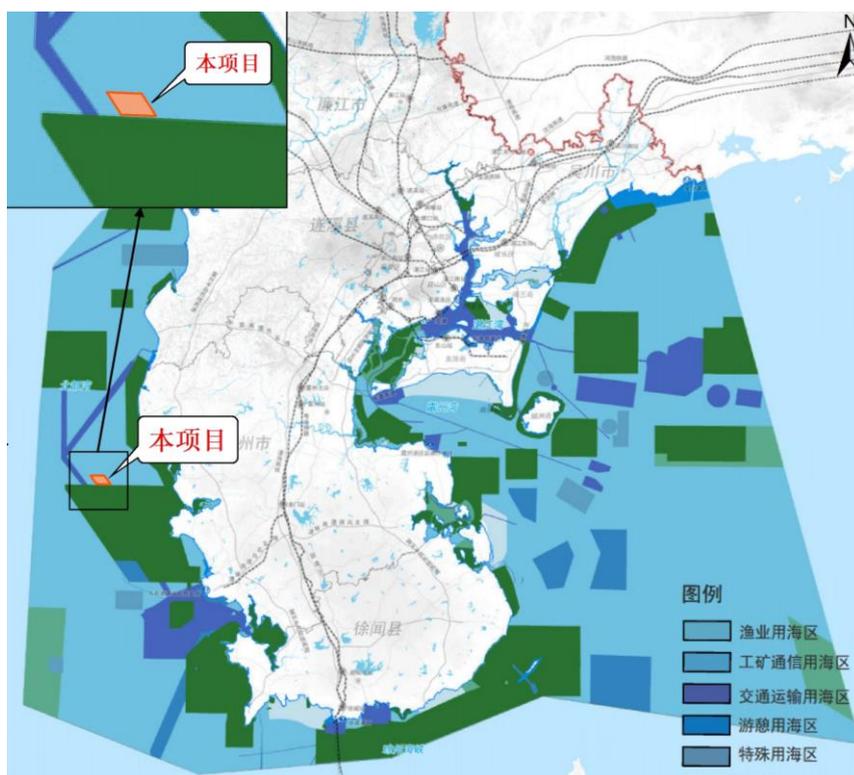


图 5.1.1-3 湛江市域海洋规划分区图

5.1.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

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），用海方式为开放式（一级方式）的开放式养殖（二级方式）。

5.1.2.1 对《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的影响分析

本项目养殖用海区域位于《省国土规划》中的海洋开发利用空间，不涉及海洋生态保护空间和海洋生态保护红线。

项目位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对周边海域水质环境影响很小，施工期对水环境产生污染的主要为木桩过程中产生的悬浮物。这些悬浮物污染是暂时的，木桩施工影响范围较小，随着施工结束，海水水质会逐渐得到恢复，悬浮物对水环境的影响也会逐渐消失。施工期生活污水集中收集后交由有资质的单位处理，含油污水、生活污水经过有效的处理，不直接排放，对周围环境影响很小。本项目运营期船舶生活污水和船舶含油污水收集后交由有资质单位处理，均不外排入海，不会对周边海域水环境造成影响。

在运营期间，网箱安装时已布置饵料网兜，可避免饵料残渣入海对周边海域造成影响，网衣根据实际情况，每隔一段时间会进行清洗，也会对饵料残渣进行清理。牡蛎排泄物量较小，通过水体的自净能力，水生环境将很快得到恢复，通过船舶自带的污水处理装置处理达标后按有关规定排放或由有资质的船舶污染物接收企业接收处理，不外排，不会对海洋开发利用空间水质产生负面影响。

5.1.2.2 对《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的影响分析

本项目位于“雷州半岛西部滨海湿地和热带季雨林保护修复”单元，项目用海方式为开放养殖，养殖用海位于养殖规划中的养殖区，为开阔海域，距离海岸线及红树林、沿海防护林区域较远，不会影响到“雷州半岛西部滨海湿地和热带季雨林保护修复”单元内各项整治修复工程的实施。

5.1.2.3 对《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》的影响分析

本项目养殖用海位于渔业用海区，不涉及生态保护区和生态控制区，不占用岸线资源。如前所述，项目位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对周边海域水质环境影响很小，通过合理科学控制养殖密度，就能有效减小养殖设施对水体交换能力的影响，保证海域水体交换畅通，从而不会对渔业用海区的水质产生负面影响。

5.1.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

本项目为开放式养殖用海，项目建设本项目所在海域位于各级养殖规划明确的养殖区范围。项目所在海域水体交换通畅，根据不同区域水文特征、自然环境、底质和水质条件，饵料生物丰度等，可以开展底播、延绳式或筏架式贝类吊养、传统风箱和深水抗风浪网箱养殖。本项目海洋牧场主要开展重力式深水网箱养殖、底播养殖、筏式养殖等，对周边海域环境影响较小。

本项目将严格按照海水养殖标准，严控养殖规模，密切监测水质动态变化。由于本养殖项目属于开放式水域，水体交换能力较好，不会对区域水质产生较大影响。项目可通过控制合理养殖密度，降低海水中总氮、总磷含量，防止造成水域的环境污染，属于绿色、生态的养殖模式，对所在海域的海水水质、沉积物及生物质量影响不大。

综上分析，本项目建设和运营不会影响到“雷州半岛西部滨海湿地和热带季雨林保护修复”单元内的各项生态修复工程的实施，符合《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的要求，并与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》发展深远海养殖的规划目标相符合，同时也符合《湛江市国土空间总体规划（2021-2035）》渔业用海区的功能定位。

5.2 项目用海与海洋功能区划符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目位于湛江-珠海近海农渔业区，相适宜的海域使用类型为渔业用海，执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

本项目用海方式为开放式养殖用海，无海上永久性构筑物，项目用海活动均严格在《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》划定的范围内。项目不位于生态保护红线范围，项目运营期对水质的影响主要来源于船舶含油污水、工作人员生活污水及饵料、养殖品种的代谢产物。本项目将严格按照海水养殖标准，严控养殖规模，密切监测水质动态变化。由于本养殖项目属于开放式水域，水体交换能力较好，不会对区域水质产生较大影响；运营期船舶生活污水和船舶含油污水收集后交由有资质单位处理，均不外排入海，不会对周边海域水环境造成影响。项目与湛江-珠海近海农渔业区的符合性分析可见表 5.2-1。

表 5.2-1 项目用海与功能区划的符合性分析一览表

名称	功能区划管理要求	影响分析	是否符合
湛江-珠海近海农渔业区	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海；	本项目为渔业用海。	符合
	2. 禁止炸岛等破坏性活动；	本项目为开放式养殖，没有炸岛活动。	符合
	3. 40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序；	本项目位于《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》中的养殖区，采用开放式养殖方式，没有捕捞作业。	符合
	4. 经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求；	本项目位于养殖区，不涉及保护区范围，对其他产业用海需求没有影响。	符合
	5. 优先保障军事用海需求。	本项目位于规划中的养殖区，不涉及军事用海区域。	符合
海洋环境保护要求	1.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	项目位于开阔海域，水动力交换能力较强，海水流动性大，饵料残渣和贝类排泄物能随海水扩散，能够得到自然净化，对海洋水质影响较小。运营期船舶生活污水和船舶含油污水收集后交由有资质单位处理，均不外排入海，不会对周边海域水环境造成影响，可满足各类质量标准要求。	符合



图 5.2-1 广东省海洋功能区划图（项目周边）

5.3 与“三区三线”的符合性分析

自然资源部办公厅在 2022 年 10 月 14 日发布的《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》中明确：“广东省完成了‘三区三线’划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。”

根据《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），生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许该文件中明确的 10 类对生态功能不造成破坏的有限人为活动。

通过将项目与“三区三线”中的生态保护红线叠加图件分析，本项目不位于生态保护红线范围，养殖区域邻近的生态保护红线为广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，距离约 0.54km（见图 5.3-1）。

参考《广东省海洋生态保护红线》中关于“雷州珍稀海洋生物自然保护区限制类红线区”的管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》《国务院办公厅关于做好自然保护区管理有关工作的通知》等相关法律法规和保护区管理规定。除科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动外，禁止进行其他活动。禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废，改善海洋环境质量。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。执行第一类海水水质标准，第一类海洋沉积物标准和第一类海洋生物标准

项目位于省、市各级养殖水域滩涂规划中明确的养殖区，用海方式为开放式养殖用海，项目建设和营运期不会排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，也不会新设污染物集中排放口。施工期对水环境产生污染的悬浮物污染是暂时的，随着施工结束，海水水质会逐渐得到恢复，悬浮物对水环境的影响也会逐渐消失。项目船舶含油污水和生活污水由有资质的污染物接收船接收、处理，固体废弃物污染源主要有船舶工作人员生活垃圾和船舶的维修垃圾，通过收集后回填利用、分类堆存、定时集中清运至垃圾处理厂处置，

不会对区域环境产生不利影响。在营运期，养殖品种排泄物量较小，通过水体的自净能力，水生环境将很快得到恢复，可满足各类质量标准要求。

因此，本项目的建设和营运对周边生态保护红线没有影响，符合“三区三线”中的生态保护红线的管理要求。



图 5.3-1 项目与生态保护红线位置图

5.4 与相关规划的符合性分析

5.4.1 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》为了严格海岸线管控和构建海岸带基础空间布局，划定了海域“三线”和海域“三区”。其中海域“三线”分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线等，海域“三区”为海洋生态空间、海洋生物资源利用空间和建设用海空间。

本项目为开放式养殖用海，拟建设养殖区位于雷州企水镇企水港西侧海域，平面呈菱形布置，项目用海远离海岸线，不占用任何岸线，不会对岸线资源产生影响。

本项目养殖用海位于规划中明确的“生态空间”。海洋生态空间实行分级管控。海洋生态保护红线内的海洋生态空间，保护脆弱海洋生态系统、珍稀濒危生物和经济物种；保持自然岸线、水动力环境、水质环境、地形地貌等稳定。对于海洋生态保护红线外的海洋生态空间，在保持自然岸线、地形地貌、底质等稳定的基础上，经相关管理机构批准，可在限定的时间和范围内适当开展观光型旅游、科学研究、教学实习等活动，以及依法批准的其他用海活动。海洋生态空间应实施动态监测制度，及时掌握和评估海域自然资源和环境的变化。

本项目属于开放式养殖，可通过合理布设网箱，控制网箱养殖规模，选择合适的饵料，正确进行投喂，加强监控管理等措施减小养殖设施对水体交换能力的影响，保证海域水体交换畅通，不会对周边海域产生较大影响。本项目对于保护和合理开发海洋渔业资源、完善居民饮食结构、发展“碳汇渔业”和促进湛江市绿色健康发展等方面都具有重要的意义。项目的实施将有助于推进广东省高标准现代化海洋牧场建设布局，树立大食物观，实现渔业可持续发展，为湛江市向海图强、打造现代化海洋牧场先行示范市提供有力支撑

综上，本项目的建设符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

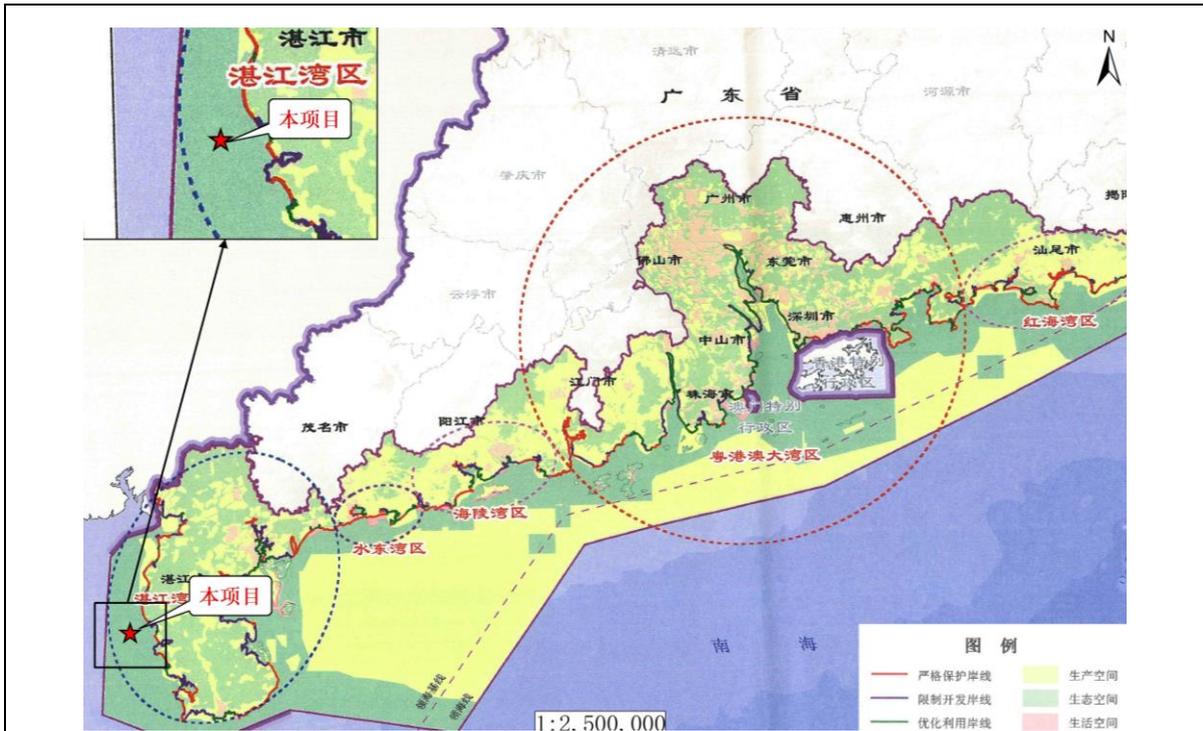


图 5.4.1-1 广东省海岸带三生空间规划图

5.4.2 与《广东省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》的符合性分析

《广东省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》（以下简称《省十四五规划》）要求，坚持陆海统筹、综合开发，优化海洋空间功能布局，提升海洋资源开发利用水平，积极拓展蓝色经济发展空间。聚焦近海向陆区域，合理开展能源开发和资源利用，重点发展现代海洋渔业、滨海旅游、海洋油气、海洋交通运输等产业，加大海洋矿产和珠江口盆地油气资源勘探和开采力度。实施海洋渔业基础能力提升工程，建设一批现代渔港经济区，优化海水养殖结构和布局，高标准建设智能渔场、海洋牧场、深水网箱养殖基地；扶持远洋渔业发展，支持建设海外渔业基地，提高海产品加工能力，积极打造“粤海粮仓”。

广东省海洋自然资源禀赋十分突出，水产品总产量和水产养殖产量稳居全国第一，建设现代化海洋牧场，向海洋要资源、要粮食，加快构建多元化食物供给体系，着力打造“粤海粮仓”，是广东省在十四五时期落实粮食安全战略、践行大食物观的重要举措。现代化海洋牧场建设是落实粮食安全战略、践行大食物观的重要举措，是推动经济高质量发展的重要突破口。大力发展深远海养殖，对优

化水产养殖空间布局、促进海洋渔业转型升级、确保国家粮食安全均具有重要意义

湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场是湛江市现代化海洋牧场发展规划的项目之一，项目建设将有力提升水产品质量效益，加快推动广东省现代化海洋牧场组团建设。本项目养殖方式为开放式养殖，在开敞条件下进行养殖生产，充分利用了附近海域的渔业资源，本项目的建设对当地的海水增养殖起到推进作用，同时可带动周边渔业养殖发展和经济效益提升，促进当地渔业经济的发展，推进海洋经济强市建设，符合市场发展需求。

因此，项目符合《广东省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》高标准建设海洋牧场的规划目标。

5.4.3 与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》的符合性分析

《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》要求科学划定生态保护红线。按照依据科学、实事求是、应划尽划、不预设比例的原则划定生态保护红线，形成陆海生态保护红线“一张图”，确保陆域和海域生态保护红线面积不低于 5 万平方千米。优化海域资源配置方式，严格用海控制指标，推进海域混合分层利用，盘活闲置低效用海，不断提高海域资源节约集约利用水平。

规划提出，提质增效海洋传统产业。加快技术研发和产品升级，延伸拓展产业链条，增强产业规模与能级，提升海洋传统产业的附加值、高技术含量和核心竞争力。高质量建设“粤海粮仓”，高标准建设智能渔场、海洋牧场和深水网箱养殖基地，打造现代海洋渔业产业集群。

随着《湛江市现代化海洋牧场建设行动方案（2023—2035 年）》印发实施，水产养殖作为海洋牧场建设的重要类型之一。湛江是海洋大市、渔业大市，发展现代化海洋牧场条件得天独厚，湛江水产总产量和总产值连续 20 多年居全省首位。根据分析，牡蛎等水产品未来市场仍存在缺口，为保障大食物观的树立，完善居民多元化饮食结构，应加快项目实施建设，有助于尽早发挥项目的经济生态效益。湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场位于雷州市企水镇，濒临北部湾，海上水文条件与风浪条件较好，湾内海洋渔业资源丰富。本项目建设可以带动雷州市海水增养殖产业发展。本工程利用雷州市沿海的资源条件，发展海水增养殖，

带动水产养殖产业各环节发展，增加就业岗位，为实行转产转业的渔民提供就业机会，提高渔民经济收入，有利于乡村振兴，同时可以充分利用海域资源，有效提高养殖效益，有利于海洋生态环境保护，助力“粤海粮仓”高质量建设。

本项目没有大规模、高强度的工业和城镇建设，利用海域自然资源进行开放式养殖，不涉及生态保护红线，项目周围水质、大气和噪声环境质量良好，环境承载力足够容纳项目施工和营运带来的少量污染物。项目营运后污染物排放量少，对大气和水环境影响较小。总体来说，项目土地和资源要素保障条件良好，符合生态环保原则。

因此，本项目建设与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》高标准建设海洋牧场的要求相符合。

5.4.4 与《湛江市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》的符合性分析

《湛江市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》（以下简称《市十四五规划》）提出，加快发展现代渔业。把海洋牧场作为现代渔业发展的核心，推动传统渔业向现代渔业转型、近海滩涂养殖向深海网箱养殖转变。实施海洋渔业基础提升工程，提高雷州、遂溪、吴川、徐闻、麻章等水产种业园区建设水平。到 2025 年，海洋渔业总产值达到 300 亿元左右，水产品总产量达到 160 万吨左右。

湛江是海洋大市、渔业大市，发展现代化海洋牧场条件得天独厚，湛江水产总产量和总产值连续 20 多年居全省首位。根据分析，牡蛎等水产品未来市场仍存在缺口，为保障大食物观的树立，完善居民多元化饮食结构，应加快项目实施建设，有助于尽早发挥项目的经济生态效益。湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场位于雷州市企水镇，濒临北部湾，海上水文条件与风浪条件较好，湾内海洋渔业资源丰富，开发利用海洋资源历史悠久。通过实施湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目，可有效调整当地的产业结构，优化当地渔业发展结构，提高渔业资源产量和渔业资源品质。同时，提高渔业资源的利用效率，增加当地渔民的收入来源，促进渔业的可持续发展。

因此，项目建设符合《湛江市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》加快发展现代渔业的要求。

小结:

本项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《湛江市国土空间规划（2021-2035年）》等国土空间规划文件的要求。

项目与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》、“三区三线”中的生态保护红线、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省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》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《湛江市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》等的管控要求相符合。

6 项目用海合理性分析

6.1 用海选址合理性分析

6.1.1 区位和社会条件适宜

湛江是海洋大市、渔业大市，发展现代化海洋牧场条件得天独厚，湛江水产总产量和总产值连续 20 多年居全省首位。目前，湛江已投产重力式深水网箱 3500 多个、半潜式桁架智能养殖平台 1 个，约占全省总数的 70%。湛江市已创建 3 个国家级海洋牧场示范区，海洋牧场装备制造能力突出，网箱网具销售量约占全国的 60%。湛江市具有建设现代化海洋牧场的良好基础，当前，湛江也正以竞标争先立潮头之势，大力发展现代化海洋牧场。湛江企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目位于湛江企水镇西侧海域，即北部湾东侧近岸海域，湾内海洋渔业资源丰富，开发利用海洋资源历史悠久，湾内盛产鱼类及虾、海蜇等。

项目拟建海域水、陆交通条件便利，工程主要原材料可通过公路运至企水渔港后通过船舶运至工程区，或水路直接运至拟建工程区。拟建项目属常规的结构或式样，广东省内水运事业发达、海洋牧场建设施工单位多，其技术力量雄厚，有众多技术人员和成熟的施工经验，施工设备、机具齐全，经验丰富，能确保建设项目的质量要求。

因此，开展湛江企水 1 号海域现代化海洋牧场建设项目具有良好的发展前景和社会、区位条件。

6.1.2 自然资源和海洋生态条件适宜性

1、气象气候条件适宜性

本项目位于湛江雷州北部湾海域，地处祖国大陆南部，属南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足，全年无冰冻期，适宜海水养殖产业发展，但受台风影响频繁，营运期间需做好热带气旋应急措施。

2、水动力条件适宜性

项目所在海域雷州北部湾海域，潮汐主要表现为全日潮，潮流运动形式以往复流为主，观测海域内大潮余流相对较小，整个测验期间的大潮期平均余流为

56.31cm/s，对应流向 158.78°。水动力条件较好，适宜布置海洋牧场。

3、地形地貌及工程地质条件适宜性

项目位于雷州市西部沿海平原地区，全线以海积平原为主，间夹海漫滩、冲积海积三角洲平原。地形平缓，起伏小。根据海图，所在海域水深约 10~15m。

地层岩性主要为第四系地层及喜山期玄武岩，依成因类型可分为三角洲相、洪积冲积相、海湾相、海成风成相、现代海相、河流冲积相及坡残积成因。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-20015)，项目区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g。

4、海洋环境质量条件适宜性

项目所在海域海水水质环境状况一般，根据海洋环境现状调查结果，部分站位无机氮、铜、锌、铅等超出所在海洋功能区的要求标准，但超标率较低；所在海域海洋沉积物环境状况良好，未发现超标现象；此外，本次调查的海洋生物体质量中采集的鱼类、甲壳类未发现超标现象，因此，本项目所在海域海洋环境质量总体良好，适宜本项目开展海洋牧场建设。

5、海洋生态条件适宜性

本项目为海洋牧场工程，建设主要内容有筏式养殖、网箱养殖和底播，用海方式为开放式养殖。用海方式不涉及改变海域自然属性，对海洋生态环境的影响很小。项目建设过程中基本不产生悬浮泥沙，对周边的海域的影响很小，施工结束时，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失；施工期间产生的生活污水、含油污水、生活垃圾等统一收集处理，不在海域内排放。

本项目位于开阔的近海水域，水体交换条件好、水流流速平稳，项目养殖区域合理布局、科学控制养殖密度，养殖对海洋水质环境的影响很小。项目营运期间不会产生有毒有害物质，不存在重大危险源。

因此，本项目对周边海域环境的影响较小，不会对区域生态环境产生大的影响，海洋生态条件适宜。

6.1.3 与周边海域开发活动的适宜性

本项目周边海域开发利用现状主要为广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，项目施工期及营运期不会对项目区域水动力环境、地形地貌与冲淤环境以及水质环境等产生不利影响，基本不会对广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护

区造成影响。

本项目建设所在海域及附近海域无国防、军事设施和场地，其项目建设、生产经营不会对国防产生不利影响，不涉及领海基点和国家秘密，对国家海洋权益无碍。本项目的建设及周边其它用海活动不存在功能冲突，因此，本项目用海与周边其他用海活动是相适宜的。

综上所述，本项目选址区位和社会条件适宜，所在海域气象条件、地形地貌及工程地质条件、海洋环境质量等自然资源条件适宜，项目建设对生态环境影响较小，与周边其他用海活动的影响具有较好的协调性。因此，项目选址是合理的。

6.2 用海平面布置合理性分析

本项目平面布置呈菱形布置，从东到西分别布置有 1 个重力式深水网箱养殖区、1 个底播增殖区、1 个延绳式浮筏养殖区和 1 个栅架式浮筏养殖区。总平面布置总体上符合现代化海洋牧场规划以及渔港产业、用海、环保等相关规划的要求，各不同养殖区之间统筹安排、合理布局，合理利用自然条件，并充分利用已有设施，减少工程量和降低维护费用，做到养殖与保护的协调发展，做到科学性和示范性相结合。

1、尽量体现节约集约用海原则

项目总平面布置呈菱形布置，从东到西分别布置有 1 个重力式深水网箱养殖区、1 个底播增殖区、1 个延绳式浮筏养殖区和 1 个栅架式浮筏养殖区。重力式深水网箱区共布置 25 个 HDPE C80 深水网箱，每个网箱独立成一组，按照三横八纵进行平面布置，面积约 28.776 公顷，符合《深水网箱养殖技术规范》(DB/44/T 742-2010) 的要求。底播养殖区按直角梯形布置，养殖区面积为 275.798 公顷。延绳式浮筏养殖区按照从西到东、从南到北方式进行布置，养殖区内共布置 59 个养殖单元，每个养殖单元为 200m×80m，按照四横十五纵进行平面布置，面积约 196.686 公顷。栅架式浮筏养殖区按照从西到东、从南到北方式进行布置，养殖区内共布置 394 组栅架式浮筏，每组栅架式浮筏为 32m×8m，面积约 114.965 公顷。

本项目延绳式浮筏养殖区基本呈矩形布置，养殖区内共布置 59 个养殖单元，每个养殖单元为 200m×80m，按照四横十五纵进行平面布置；栅架式浮筏养殖区呈三角形布置，养殖区内共布置 394 组栅架式浮筏，每组栅架式浮筏为 32m×

8m；重力式深水网箱采用单网箱锚定方式布设，每个网箱采用 6 个重 4t 的水泥锚固定，在保障安全的前提下，本项目采用的锚定方式极大地节约用海空间，科学的锚定方式既保证了网箱的安全稳定，在有效利用水域面积的同时又增大了网箱养殖的安全性。

本项目用海平面布置根据水深和水动力环境要求，科学、合理地划定了重力式深水网箱、浮筏养殖区、底播养殖区的用海区块范围。同时，预留了 100~170m 的横、纵向主航道，保证养殖生产通道的同时保障海水水体交换畅通。用海面积体现了节约集约用海的原则。

2、是否有利于生态环境保护，并已避让生态敏感目标

本项目位于湛江企水镇西侧海域，即北部湾东侧近岸海域，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目处于湛江-珠海近海农渔业区，项目不占用生态保护红线，距离广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区约 0.54km，最大程度避让了生态敏感目标。项目为开放式养殖，平面布置设计严格控制养殖规模和养殖密度，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，建设完成后对区域水动力环境、地形地貌与冲淤环境以及水质环境等的影响很小，基本不会对生态环境产生不利影响。

3、是否最大程度减小对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目重力式深水网箱养殖区内共布置 25 个 HDPE C80 深水网箱，每个网箱独立成一组，按照三横八纵进行平面布置，网箱之间的横、纵向间距为 84.5m。筏式养殖单体四角用木桩、桩绳固定，要求入桩 2 米以上，每个养殖单体共 4 支桩，顺流定置于海区。项目平面布置设计严格控制养殖规模和养殖密度，各养殖设施间距大，可以保持养殖区海域水流通畅，水深网箱采用水泥块锚定，筏式养殖用木桩、桩绳固定，整体来说已最大程度减小对水文动力环境和冲淤环境的影响。

4、能否最大程度减少对周边其他用海活动的影响

本项目选址距离陆地约 13.8km，平面布置不涉及周边海域开发活动，不涉及广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，已最大程度减小对周边海域开发活动的影响。

5、立体空间布置的合理性

海域是包括水面、水体、海床和底土在内的立体空间。对排他性使用海域特定立体空间的用海活动，同一海域其他立体空间范围仍可继续排他使用的，可仅对其使用的相应海域立体空间设置海域使用权。

在不影响国防安全、海上交通安全、工程安全及防灾减灾等前提下，鼓励对跨海桥梁、养殖、温（冷）排水、海底电缆管道、海底隧道等用海进行立体分层设权，生产经营活动存在冲突的除外。其他用海活动经严格论证具备立体分层设权条件的，也可进行立体分层设权。

本项目建设海洋牧场，主要建设筏式养殖、网箱养殖、底播等，根据《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》相关文件，海洋牧场内的礁体和贝类养殖可考虑立体分层设权。通常情况下底播养殖占用海域空间层为海床，筏式养殖和网箱养殖占用海域空间层为水体。根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》“对于浮筏养殖、底播养殖、海底电缆管道、温（冷）排水等涉及使用某一特定海域空间层的项目，高程范围可采用文字描述，如“现状海床高程”“实际设计或使用高程”等。因此，本项目筏式养殖、网箱养殖用海立体分层设权高程范围为养殖设备下缘高程~平均海平面；底播养殖用海立体分层设权高程范围为现状海床高程~底播养殖实际设计高程。

综上，项目平面布置合理。

6.3 用海方式合理性分析

根据《自然资源部关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南〉的通知》（自然资发〔2023〕234号），本项目海域使用类型为渔业用海中的增养殖用海；根据《海域使用分类》（HY/T123 2009），本项目用海类型为“渔业用海”（一级类）的“开放式养殖用海”（二级类），用海方式为“开放式”（一级方式）的“开放式养殖”（二级方式）。

本项目布置重力式深水网箱、筏式以及底播养殖，深水网箱、筏式栅架养殖采用水泥块锚定，筏式延绳养殖用木桩、桩绳固定，严格控制养殖规模和养殖密度，各养殖设施间距大，可以保持养殖区海域水流通畅，对周边海域水文动力环境、地形地貌与冲淤环境的影响很小。

本项目用海方式为开放式养殖，不会改变海域自然属性，有利于维护海域基本功能，项目建设符合湛江-珠海近海农渔业区的控制要求，不会对项目海域的

海洋环境造成不可逆转的改变；本项目不占用海岸线，用海方式为开放式养殖，不建设构筑物，不会对海岸线造成影响，有利于保持自然岸线和海域自然属性，有利于保护和保全区域海洋生态系统。

综上，项目用海方式是合理的。

6.4 占用岸线合理性分析

本项目位于湛江企水镇西侧海域，即北部湾东侧近岸海域，距离陆地最近约13.8km，不占用海岸线资源，无需落实海岸线占补。

6.5 用海面积合理性分析

6.5.1 用海面积合理性

6.5.1.1 用海面积是否满足项目用海需求

本项目平面呈菱形布置，从东到西分别布置有1个重力式深水网箱养殖区、1个底播增殖区、1个延绳式浮筏养殖区和1个栅架式浮筏养殖区。其中，重力式深水网箱养殖区总面积28.776公顷，底播增殖区总面积为275.798公顷，延绳式浮筏养殖区总面积为196.686公顷，栅架式浮筏养殖区总面积为114.965公顷。

1、重力式深水网箱养殖区

重力式深水网箱养殖区按照从西到东、从南到北方式进行布置，养殖区内共布置25个HDPE C80深水网箱，每个网箱独立成一组，按照三横八纵进行平面布置。网箱之间的横、纵向间距为84.5m。HDPE C80（网箱周长80m）的圆形网箱直径约为25.5m。25个养殖网箱总面积为： $S=25 \times 3.14 \times 25.5 \times 25.5/4=12761.2m^2$ 。

网箱养殖区按直角梯形布置，四个边边长分别为834.83m（北边）、373.21m（东边）、1049.25m（南边）、305.56m（西边），养殖区面积为28.776公顷。

2、延绳式浮筏养殖区

延绳式浮筏养殖区基本呈矩形布置，按照从西到东、从南到北方式进行布置，养殖区内共布置59个养殖单元，每个养殖单元为200m×80m，按照四横十五纵进行平面布置，养殖区总面积为196.686公顷。

3、栅架式浮筏养殖区

栅架式浮筏养殖区呈三角形布置，按照从西到东、从南到北方式进行布置，养殖区内共布置 394 组栅架式浮筏，每组栅架式浮筏为 32m×8m，养殖区总面积为 114.965 公顷。每组浮筏间横、纵间距 30m，周边留出空闲海域作为航道使用。

4、底播养殖区

底播养殖区按直角梯形布置，四个边边长分别为 1189.64m（北边）、1937.94m（东边）、2303.09m（南边）、1575.72m（西边），养殖区面积为 275.798 公顷。

此外，重力式深水网箱养殖区与底播养殖区距离 200m，与延绳式浮筏养殖区距离 170m；延绳式浮筏养殖区与栅架式浮筏养殖区距离 100m。通过预留航道保证养殖生产通道的同时保障海水水体交换畅通，养殖区用海总面积为 616.225 公顷。

本项目用海面积根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.4.1.3 节“筏式和网箱养殖用海。单宗用海以最外缘的筏脚（架）、桩脚（架）连线向四周扩展 20m~30m 连线为界，参见附录 C.36；多宗相连的筏式和网箱养殖用海（相邻业主的台筏或网箱间距小于 60m）以相邻台筏、网箱之水域中线为界，参见附录 C.37。其间存在共用航道的，按双方均分航道空间的原则，收缩各自的用海界线。”

“无人工设施的人工投苗或自然增殖的人工管养用海，以实际使用或主管部门批准的范围为界。”。本项目筏式养殖区、网箱养殖区用海范围界定以筏脚、网箱外缘线向外扩 30m 范围为界，底播养殖以实际使用的范围申请用海，网箱养殖、筏式养殖、底播养殖之间的航道平均分配。最终确定本项目申请用海总面积 692.2344 公顷，其中筏式养殖区申请用海面积 347.7659 公顷，网箱养殖区申请用海面积 43.0431 公顷，底播养殖区申请用海面积 301.4254 公顷。

因此本项目申请用海面积 692.2344 公顷可以满足用海需求。

6.5.1.2 与《海籍调查规范》（HY/T124-2009）和《海域使用面积测量规范》相符合

本项目用海方式为开放式养殖用海，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中 5.4.1 节“筏式和网箱养殖用海。单宗用海以最外缘的筏脚（架）、桩脚（架）连线向四周扩展 20m~30m 连线为界”“无人工设施的人工投苗或自然增殖的人

工管养用海，以实际使用或主管部门批准的范围为界。”本项目筏式和网箱养殖用海以最外缘的筏脚（架）、网箱连线向四周扩展 30m 为界，底播养殖以实际使用范围为界。

按照《海域使用面积测量技术规范》，本次论证项目拟申请用海面积是根据坐标解析法进行计算的，即利用已有的各点平面坐标计算面积，借助于软件计算功能直接求得用海面积为 692.2344 公顷。

因此，本项目拟申请用海面积的界定符合相关规范的要求。

6.5.1.3 用海面积是否满足产业用海面积控制指标

本项目不涉及围填海，因此对《产业用海面积控制指标》（HY/T 0306-2021）的符合性不作进一步的分析。

6.5.1.4 减少用海面积的可能性

根据建设单位的实际用海需求，结合总平面布置进行量算，项目用海范围和界址点的选择均参照《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中关于面积界定及面积计算的规定，以及考虑养殖之间的航道设置，预留了 100~170m 的横、纵向主航道，保证养殖生产通道的同时保障海水水体交换畅通，拟申请用海面积可以满足用海需求，体现了节约集约用海的原则，目前已无减少用海面积的可能性。

6.5.2 宗海图绘制

以建设单位提供的设计方案为基础，依据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）和《宗海图编绘技术规范》，完成了本项目宗海图的绘制。本项目宗海位置图见图 6.5.2-1，宗海界址图见图 6.5.2-2。

（1）宗海位置图的绘制方法

宗海位置图主要采用中华人民共和国海事局出版的海图《洋浦港至海康港》作为底图，海图比例尺 1:150000，坐标系为 2000 国家大地坐标系（CGCS2000），深度...米...理论最低潮面，高程...米...1985 国家高程基准，地图投影为墨卡托投影（20° 13' N），图式采用 GB12319-1998。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》（HY/T124-2009）上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图，见图

6.5.2-1。

(2) 宗海界址图的绘制方法

利用委托方提供的项目平面布置图及数字化地形图作为宗海平面图的基础数据，矢量化地形图作为宗海界址图的底图，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）《宗海图编绘技术规范》对宗海和宗海内部单元的界定原则，形成不同用海单元的界址范围。宗海界址图见图 6.5.2-2。

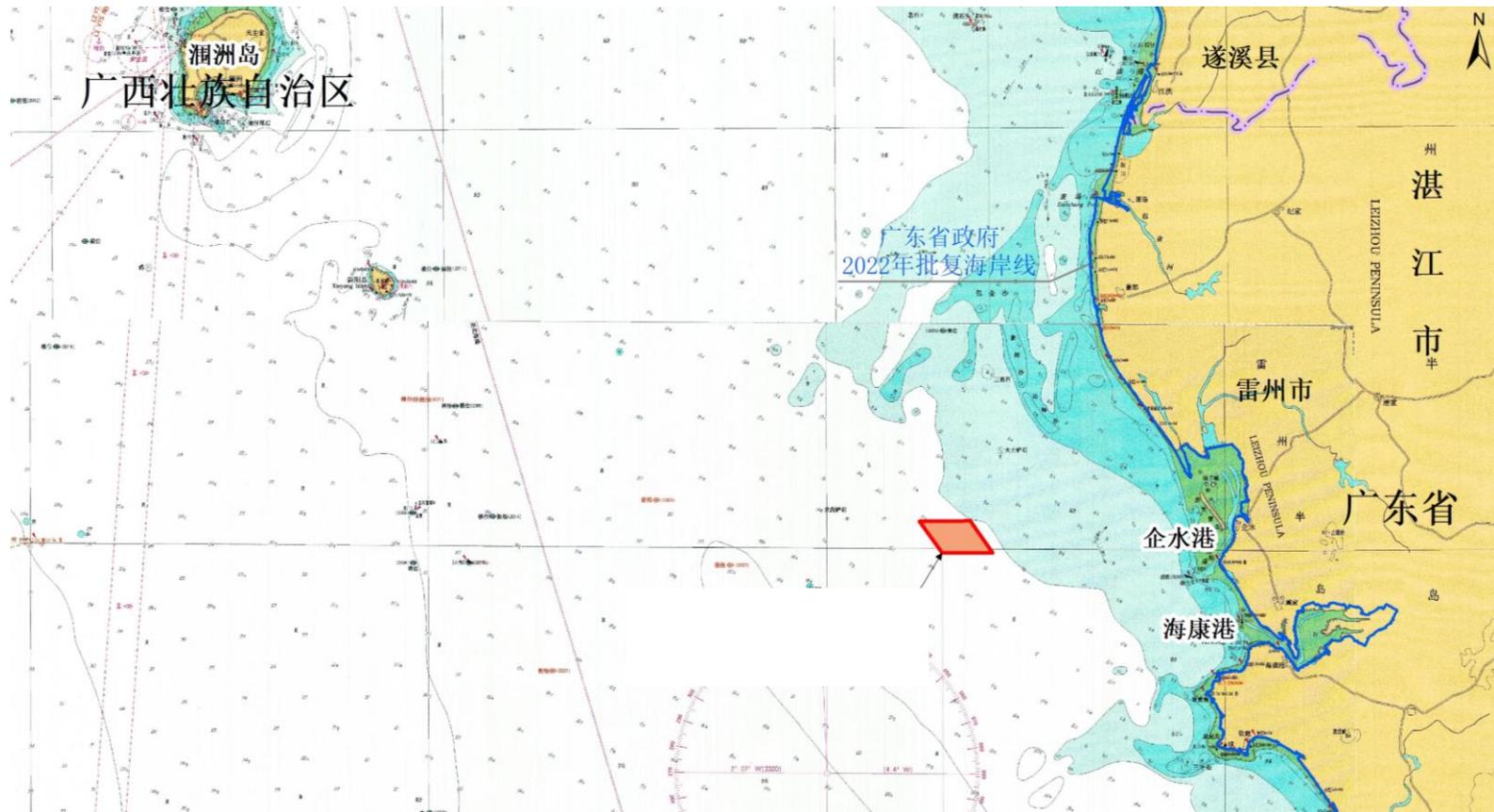


图 6.5.2-1 项目宗海位置图

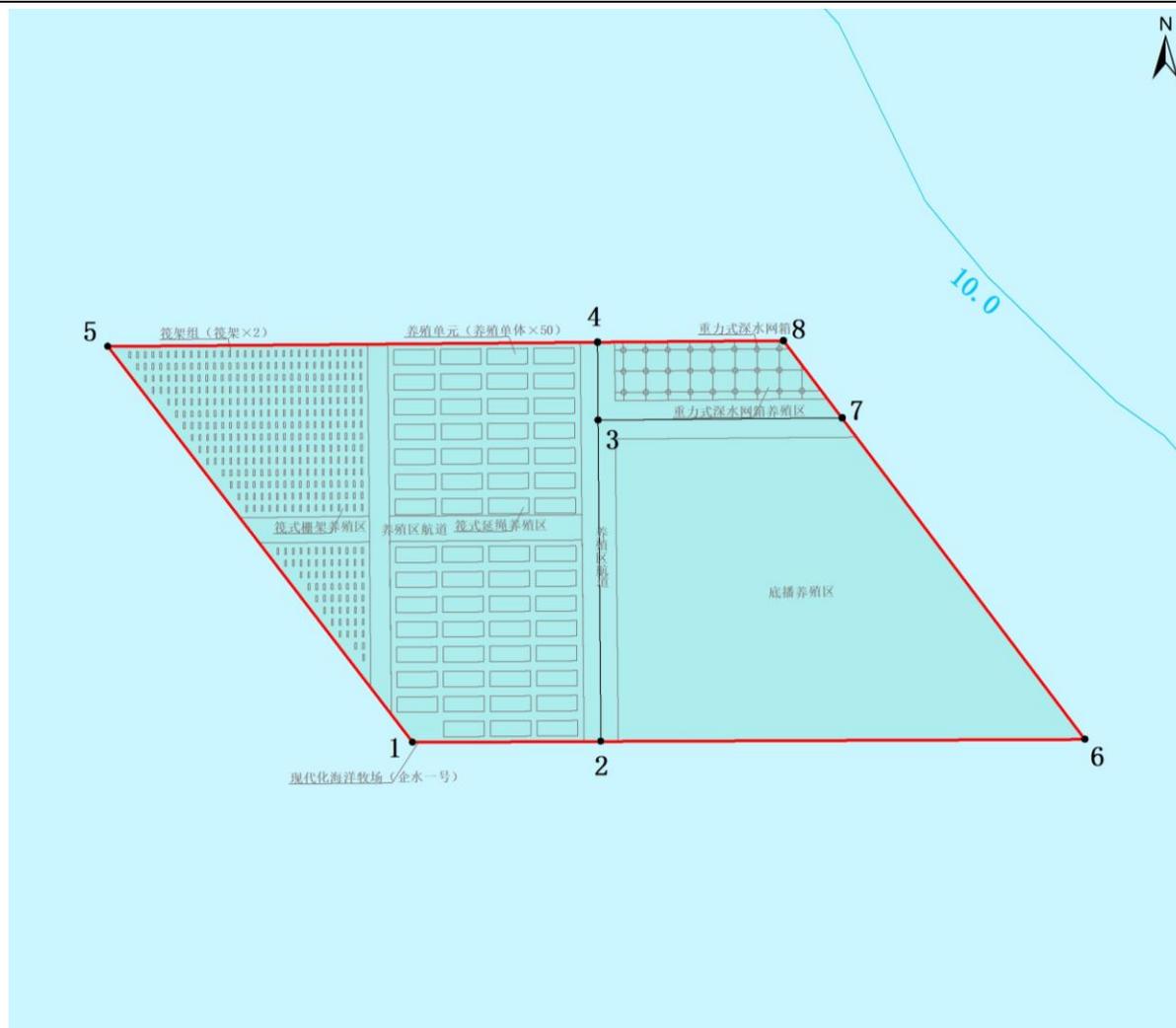


图 6.5.2-2 项目宗海界址图

湛江市企水1号海域现代化海洋牧场建设项目（网箱和筏式养殖区）宗海立体空间范围示意图

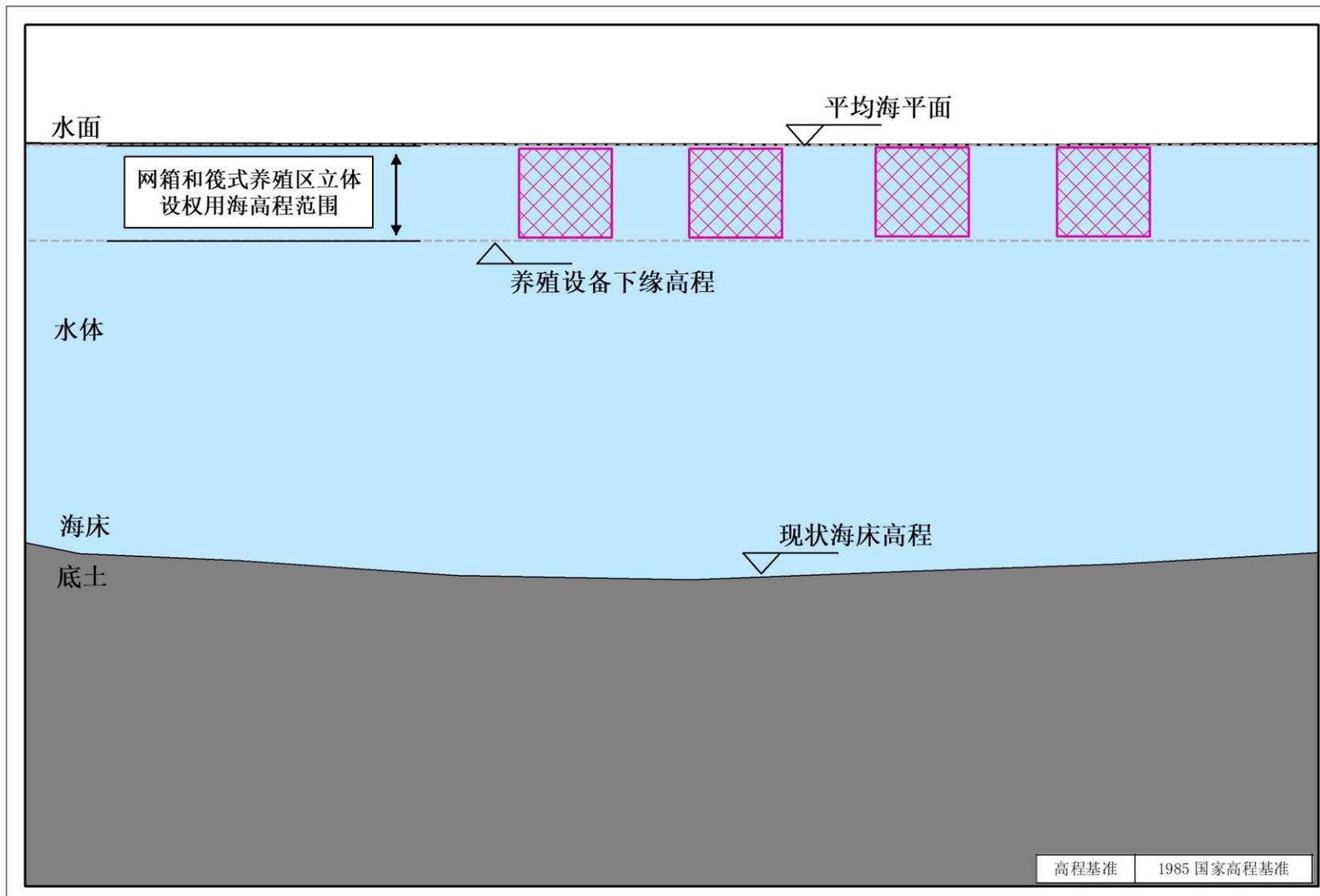


图 6.5.2-3 筏式养殖、网箱养殖宗海立体空间范围示意图

湛江市企水1号海域现代化海洋牧场建设项目（底播养殖区）宗海立体空间范围示意图

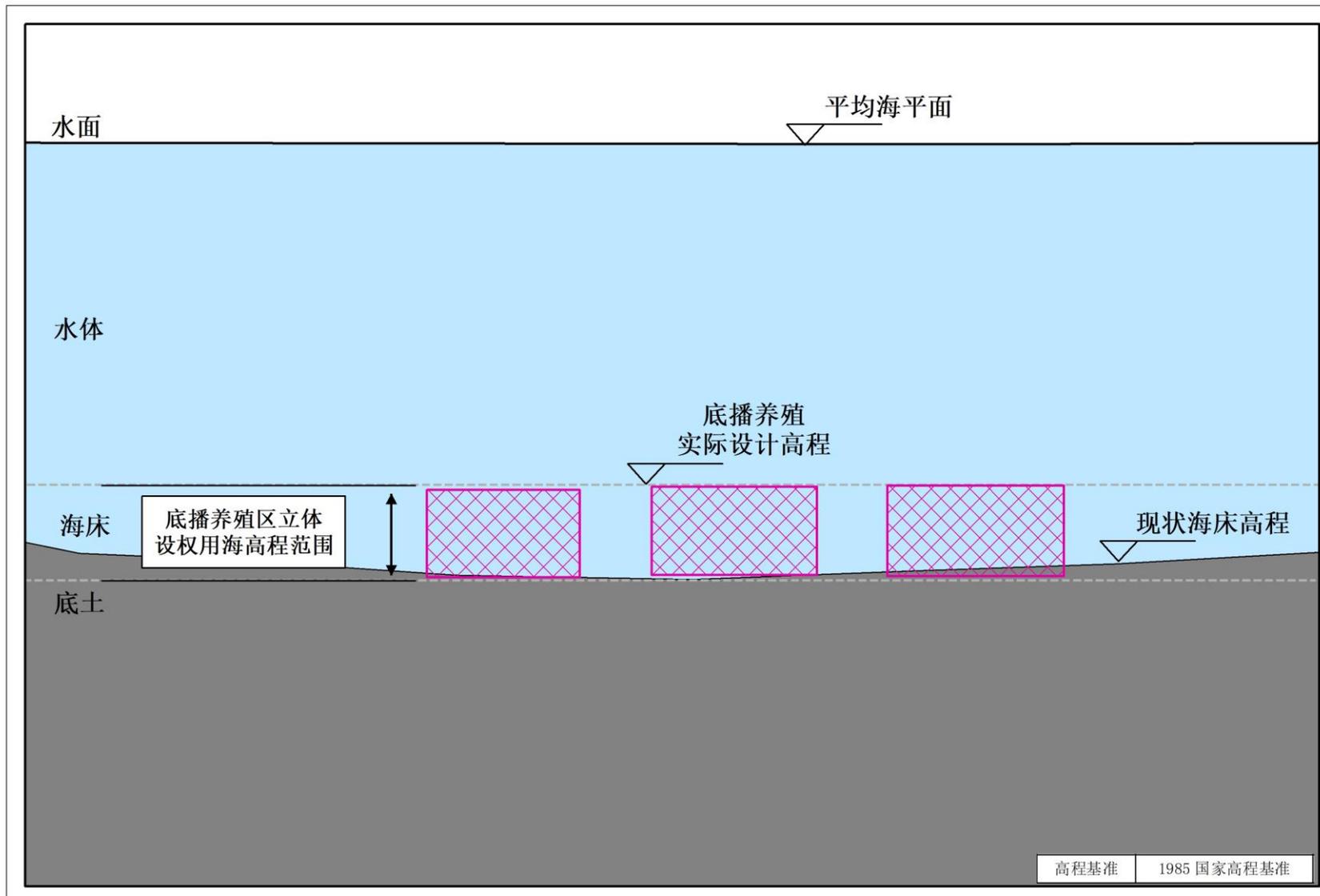


图 6.5.2-4 底播养殖宗海立体空间范围示意图

6.5.3 宗海面积量算

6.5.3.1 宗海界址点的确定

本项目用海方式为开放式养殖，项目宗海界址点确定根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中开放式养殖用海的界址界定方法“筏式和网箱养殖用海。单宗用海以最外缘的筏脚（架）、桩脚（架）连线向四周扩展 20m~30m）连线为界，参见附录 C.37；无人工设施的海底人工投苗或自然增殖生产用海，以实际设计或使用的范围为界。”

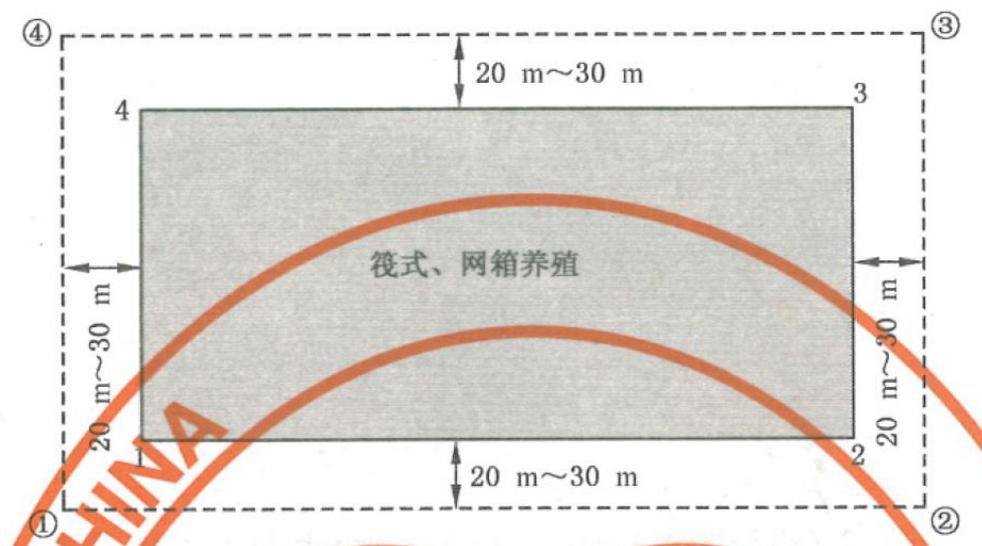


图 6.5.3-1 筏式、网箱养殖界定方法

本项目筏式养殖区、网箱养殖区用海范围界定以筏脚、网箱外缘线向外扩 30m 范围为界，底播养殖以实际设计使用的范围为界，最终确定了项目用海面积。

6.5.3.2 宗海界址点坐标的确定

宗海界址点在制图软件中绘制属于高斯投影下的平面坐标，高斯投影平面坐标转化为大地坐标（经纬度）即运用了高斯反算过程所使用的高斯反算公式算出。根据数字化宗海平面图上所载的界址点 CGCS2000 大地坐标系，利用相关测量专业的坐标换算软件，输入必要的转换条件，自动将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影、109°30'为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。

高斯投影反算公式：

$$l = \frac{1}{\cos B_f} \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{6} (1 + 2t_f^2 + \eta_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{120} (5 + 28t_f^2 + 24t_f^4 + 6\eta_f^2 + 8\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

$$B = B_f - \frac{t_f}{2M_f} y \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{12} (5 + 3t_f^2 + \eta_f^2 - 9\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{360} (61 + 90t_f^2 + 45t_f^4) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

6.5.3.3 用海面积的计算

本次论证项目申请的用海面积，是按照《海籍调查规范》(HY/T124-2009)，用坐标解析法计算的。面积计算采用如下公式：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

式中：

S 为宗海面积 (m²)；

x_i、y_i 为第 i 个界址点坐标 (m)。

本项目用海类型为“渔业用海”（一级类）的“开放式用海”（二级类），用海方式为“开放式”的“开放式养殖”。项目拟申请用海面积 692.2344 公顷。

6.5.4 立体分层设权合理性

6.5.4.1 立体分层用海情况

本项目海洋牧场内建设筏式养殖、网箱养殖和底播养殖，根据《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》，可考虑立体分层设权。

根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》“对于浮筏养殖、底播养殖、海底电缆管道、温（冷）排水等涉及使用某一特定海域空间层的项目，高程范围可采用文字描述，如‘现状海床高程’‘实际设计或使用高程’”因此，本项目筏式养殖、网箱养殖用海立体分层设权高程

范围为养殖设备下缘高程~平均海平面；底播养殖用海立体分层设权高程范围为现状海床高程~底播养殖实际设计高程。

表 6.5.4-1 海底电缆立体空间分层信息表

序号	用海项目	用海空间层	高程范围 (1985 国家高程基准)	备注
1	筏式养殖	水体	养殖设备下缘高程~平均海平面	高程范围采用文字描述
2	网箱养殖	水体	养殖设备下缘高程~平均海平面	高程范围采用文字描述
3	底播养殖	海床	现状海床高程~底播养殖实际设计高程	高程范围采用文字描述

6.5.4.2 立体分层设权必要性分析

根据《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号）和《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5号），明确了可以立体分层设权的用海活动范围：

在不影响国防安全、海上交通安全、工程安全及防灾减灾等前提下，鼓励对跨海桥梁、养殖、温（冷）排水、海底电缆管道、海底隧道等用海进行立体分层设权，生产经营活动存在冲突的除外。其他用海活动经严格论证具备立体分层设权条件的，也可进行立体分层设权。

完全改变海域自然属性的填海，排他性较强或具有安全生产需要的海砂开采等开发活动不予立体分层设权。

本项目养殖用海仅占用了海床、水体空间层资源，对于下方的底土和上方的水面海域空间资源基本未利用。本项目养殖用海所利用的海床、水体空间与下方底土、上方海域空间资源不冲突，可同时开发利用。为满足同一海域空间不同空间层用海需求，开展海域立体分层设权是缓解用海矛盾、提高资源利用效率的必然选择，对于促进海域资源节约集约利用具有重要意义。

综上，本项目开展立体设权是必要的。

6.5.4.3 立体设权合理性

1、符合海域管理政策

根据《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号），“在不影响国防安全、海上交通安全、工程安全及防灾减灾等前提下，鼓励对跨海桥梁、养殖、温（冷）排水、海底电缆管道、海底隧道等用海

进行立体分层设权，生产经营活动存在冲突的除外。”《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5号）提出“可实施立体分层设权管理的用海活动包括但不限于：主要使用水面（含上覆空间）的跨海桥梁、桩基式海上光伏等用海；主要使用水体的温（冷）排水、污水达标排放等用海；主要使用海床的底播养殖等用海；主要使用底土的海底电缆管道、海底隧道等用海。”

2、符合《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》

根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》：

（1）“筏式和网箱养殖的用海方式为开放式养殖，用海立体空间层界定为水面和水体，立体设权用海高程范围为养殖设备下缘至平均海平面，或根据实际情况界定为现状海床高程至平均海平面。”

（2）“底播养殖属于无人工设施的海底人工投苗或自然增殖生产用海，用海方式为开放式养殖，用海立体空间层界定为海床，立体设权用海高程范围为现状海床高程至底播养殖实际设计或使用的高程。”

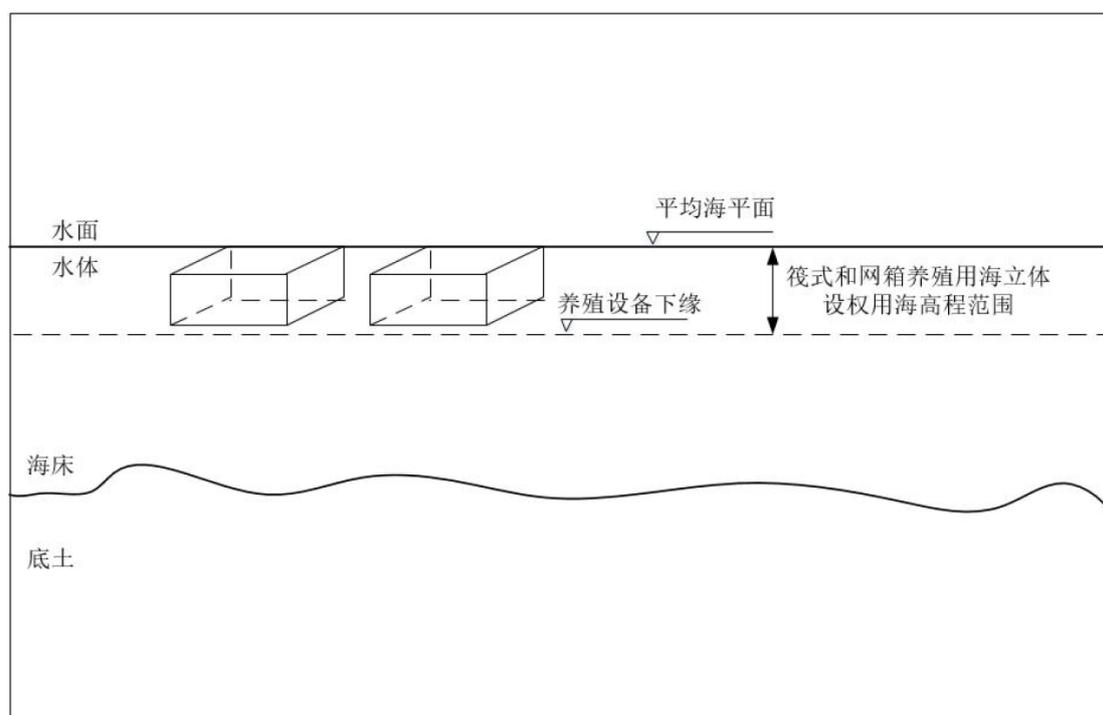


图 6.5.4-1 筏式和网箱养殖立体分层设权范围示意图

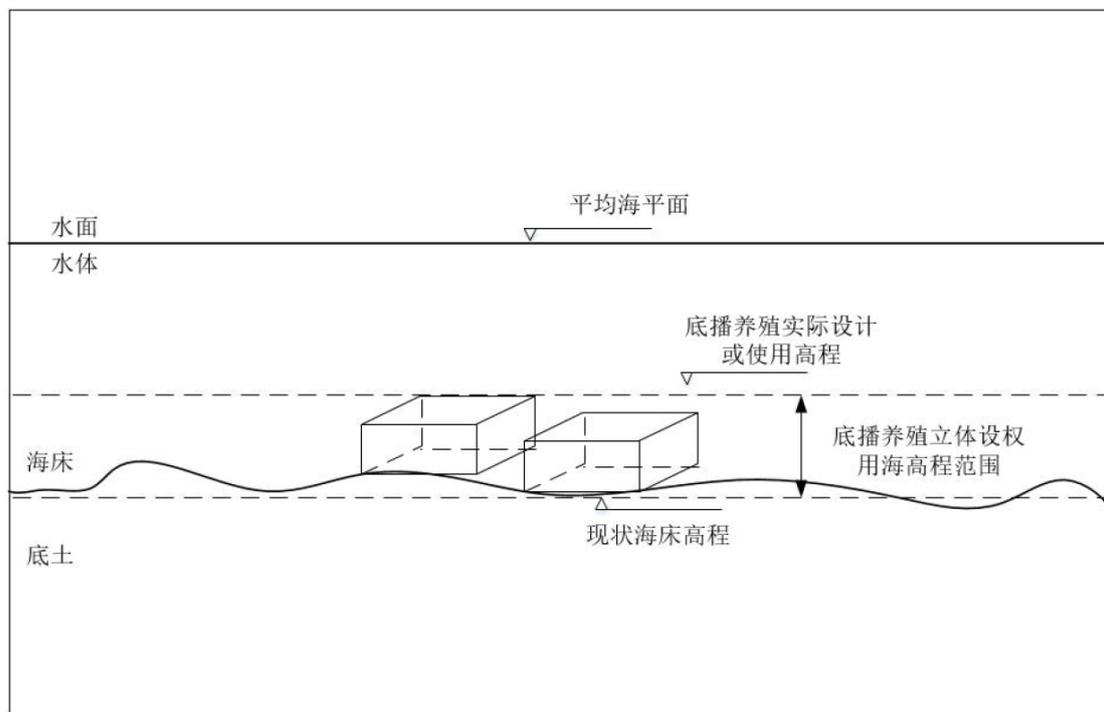


图 6.5.4-2 底播养殖立体分层设权范围示意图

本项目养殖用海排他性使用海域的特定层空间（海床、水体），且不妨碍其他层空间继续使用，与拟确权用海项目兼容，立体空间布置合理，符合《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5号）《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》等相关海域管理政策要求，本项目开展立体设权有利于提高资源利用效率、促进海域资源节约集约利用。

综上，本项目采取立体设权合理。

6.6 用海期限合理性分析

本项目申请用海类型为渔业用海（一级类）的开放式养殖用海（二级类），用海方式为开放式（一级方式）中的开放式养殖（二级方式）。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条“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”。本项目拟申请用海期限为 15 年，项目使用的网箱框架以及筏架式养殖结构使用寿命均在 5 年以上，一旦框架与筏架式结构出现问题，应立即更换，网衣需定期进行更换，以满足使用要求。

本项目申请用海年限符合《中华人民共和国海域使用管理法》要求。

项目用海期限届满之后，若本项目用海需求和规模没有发生改变，项目申请

人仍需使用该海域，应依法申请继续使用。根据《海域使用管理法》第二十六条，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。

7 生态用海对策措施

7.1 生态用海对策

7.1.1 生态保护对策

7.1.1.1 设计阶段生态保护对策

本项目设计体现了生态化理念，避让了生态敏感目标。本项目布置在企水镇企水港西部海域，项目选址避让了广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，本项目不涉及占用生态保护红线，尽可能减少项目对海洋自然资源的占用。

本项目设计阶段也考虑项目建设内容遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则，本次用海方式为开放式养殖。

7.1.1.2 施工阶段生态保护对策

(1) 合理安排施工顺序和进度，最大限度地控制水泥锚、水泥吊块、木桩施工水下作业对底泥的搅动，尽量缩短工期，减少桩基施工产生的悬浮物对水质的影响。

(2) 做好施工设备的日常维修检查工作，保持设备的良好运行和密闭性，发生故障后应及时予以修复。

(3) 生活污水和船舶污水统一收集交给有资质的单位处理，均不排放入海。

(4) 提高防患意识，在恶劣天气条件下，如风暴潮、台风及暴雨时，提前做好安全防护工作。重点地段应采取加固措施，保证有足够的强度抵御风浪。

(5) 加强对施工用水的管理，教育工作人员节约用水，减少含油污水和生活污水的产生量。

(6) 在施工过程中将尽可能选择中、小潮、海况好的时间施工，以减少悬浮物的扩散范围。

(7) 工作船舶人员产生的生活垃圾将做好日常的收集、分类与储存工作，上岸后交由环卫部门处置。

(8) 施工所用材料、旧料和其它杂物等应尽可能的回用，不能利用的应有计划、有步骤的搬运或堆存，不得随意抛弃。

(9) 加强对施工单位监督管理，禁止将施工垃圾倾倒入项目附近海域中。

7.1.1.3 运营阶段生态保护对策

(1) 运营期，禁止管护船舶含油污水排入项目附近海域。

(2) 在严格控制养殖密度、合理控制养殖结构的前提下，严格控制投喂饵料，减少有机质的输入，在专业技术人员指导下正确使用鱼药等措施。

(3) 使用能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态的颗粒饵料，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。

(4) 在养殖区四角处按照国家相关规定设置警示灯，防止渔船进入养殖区内。

(5) 养殖单位应根据养殖品种科学规划养殖周期，建议每年实行 1~3 个月的休养期，以减少养殖污染物排放，有利于养殖区水体环境自净，加强区域的水质质量监视监测。

(6) 在养殖过程中，养殖单位应采取措施收集、清运和处理生活垃圾，定期监测养殖区附近水质和沉积物的特征污染物，根据监测结果调整防控对策。

(7) 养殖户应加强对养殖区水质和赤潮生物的监测工作，及时有效地开展养殖区赤潮灾害预防、控制和治理。

(8) 建议设立牡蛎壳定点专用容器，统一收集；可由牡蛎壳加工企业统一收购，进行资源化利用。

7.1.2 生态跟踪监测

本项目生态跟踪监测方案包括生态监测内容，站位、频次等具体内容。

7.1.2.1 施工期环境监测

(1) 监测范围及站位

施工期监测范围主要选择在项目区域附近海域进行监测，施工期对海水水质、沉积物质量、海洋生物质量、海洋生态进行监测，如有问题应及时采取防治措施。建设单位应委托有资质的单位开展施工期环境监测。监测过程中可视情况做适当

的调整。

(2) 检测项目及方法

水质监测因子：pH 值、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、石油类、悬浮物、COD 等；

沉积物监测因子：有机碳、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、石油类等；

海洋生态监测因子：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物；

渔业资源监测因子：鱼卵、仔鱼种类组成、数量分布；渔获物种类组成；渔获物生物学特征；优势种分布；渔获量分布和现存相对资源密度。

各监测项目的具体采样及监测分析按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求进行。

(3) 监测时间与频率

水质：施工中期进行一次监测。施工结束后进行一次后评估监测。

沉积物：施工中期进行一次监测。施工结束后进行一次后评估监测。

生态：施工中期进行一次大潮期的监测。施工结束后进行一次后评估监测。

渔业资源：施工中期进行一次大潮期的监测。施工结束后进行一次后评估监测。

7.1.2.2 运营期环境监测

(1) 监测范围、站位与内容

运营期的环境监测与施工期的监测站位一致。

水质监测因子：pH 值、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、石油类、悬浮物、COD 等；

沉积物监测因子：有机碳、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、石油类等；

海洋生态监测因子：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物；

渔业资源监测因子：鱼卵、仔鱼种类组成、数量分布；渔获物种类组成；渔获物生物学特征；优势种分布；渔获量分布和现存相对资源密度。

(2) 监测时间与频率

水质：项目建成后每年监测 1 次（春季或秋季）。

沉积物：项目建成后每年监测 1 次（春季或秋季）。

海洋生态：项目建成后每年监测 1 次（春季或秋季）。

渔业资源：项目建成后每年监测 1 次（春季或秋季）。

7.1.2.3 生态跟踪监测评价

根据生态跟踪监测结果，进行现状评价，将各类监测数据与本论证报告采用的现状调查数据进行比较，对是否突破相应指标合理变化范围进行评价。在监测完成后，开展趋势评价，结合生态本底调查数据和长期监测数据，就各类指标的变化趋势、特别是逐步恶化趋势作出评价。在完成现状评价和趋势评价后，应进行综合评价，综合生态本底调查数据、各监测要素的现状评价和趋势评价结论，对项目周边海域的海洋生态和环境存在的问题、潜在风险进行评估。

本项目应严格执行生态跟踪检测，根据实际情况可适度调整部分站位，全面监督和检查各施工单位环境保护措施的落实和效果，根据评价结果，及时监督、处理和解决施工过程中出现的环境问题，保证项目环境保护措施得以全面落实并达到预期效果，并通过生态跟踪监测和评价，检验海洋生态修复措施的可行性和有效性。

7.2 生态保护修复措施

根据第 3 章分析，项目施工造成了海洋生物资源损失，其中，造成底栖生物直接损失 1.14t。本项目主要生态问题为项目建设造成海洋生物资源损失。因此项目采取海洋生物资源恢复的修复措施将对海洋生物受损的影响降到最低。为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的有关规定，对项目附近海域的生物资源恢复作出经济补偿。

本项目养殖模式包括重力式深水网箱养殖、底播增殖、筏式延绳养殖和筏式栅架养殖，对海洋资源生物资源的影响主要为筏式延绳养殖的木桩、筏式栅架养殖和深水网箱养水泥锚占海对底栖生物造成的损失，项目建设造成的海洋生物资源损失小。

鉴于本项目造成的海洋生物损失量较小，且本项目为海洋牧场项目，项目的建设可实现渔业资源的增殖，在环境容量允许的前提下，可提升所在海域的渔业

资源密度，改善渔业环境，实现渔业资源恢复和增殖，对所在海域的海洋生态环境有一定的正面效应。因此，本次论证不提出生态保护修复措施。

8 结论

1、项目概况

湛江市企水 1 号海域现代化海洋牧场位于雷州市企水镇企水港西部海域，养殖区内布置 1 个重力式深水网箱养殖区、1 个底播增殖区、1 个筏式延绳养殖区和 1 个筏式栅架养殖区。根据《自然资源部关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南〉的通知》（自然资发〔2023〕234 号），本项目海域使用类型为渔业用海中的增养殖用海；根据《海域使用分类》（HY/T123 2009），项目用海类型为“渔业用海”（一级类）的“开放式养殖用海”（二级类），用海方式为“开放式”（一级方式）的“开放式养殖”（二级方式），拟申请用海面积为 692.2344 公顷，其中筏式养殖区申请用海面积 347.7659 公顷，网箱养殖区申请用海面积 43.0431 公顷，底播养殖区申请用海面积 301.4254 公顷。申请用海期限 15 年。本项目筏式养殖、网箱养殖用海立体分层设权高程范围为养殖设备下缘高程~平均海平面；底播养殖用海立体分层设权高程范围为现状海床高程~底播养殖实际设计高程。

项目不占用海岸线资源。

2、项目用海必要性

本项目建设符合国家产业政策及产业发展需求，本项目建设对于保护和合理开发海洋渔业资源、完善居民饮食结构、发展“碳汇渔业”和促进湛江市绿色健康发展等方面都具有重要的意义。项目的实施将有助于推进广东省高标准现代化海洋牧场建设布局，树立大食物观，实现渔业可持续发展，为湛江市向海图强、打造现代化海洋牧场先行示范市提供有力支撑。项目建设是必要的。本项目用海类型为渔业用海，用海方式为开放式养殖，用海面积根据《海籍调查规范》进行申请，用海是必要的。

3、项目用海资源生态影响分析结论

本项目木桩、水泥锚和网箱网衣减小了海域水流过水断面面积，会对周边的流场产生一定影响，但木桩、水泥锚和网箱网衣占用海域空间面积较小，对水动力环境、地形地貌与冲淤环境产生的影响较小。

本项目养殖在木桩插桩、拔桩和水泥锚固定时会产生少量悬浮泥沙，本项目

位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对水质环境影响很小，且这种影响随着木桩插桩、拔桩、水泥锚固定结束而逐渐消失。

运营期间，网箱安装时已布置饵料网兜，可避免饵料残渣入海对周边海域造成影响，网衣根据实际情况，每隔一段时间会进行清洗，也会对饵料残渣进行清理。牡蛎排泄物量较小，通过水体的自净能力，水生环境将很快得到恢复，通过船舶自带的污水处理装置处理达标后按有关规定排放或由有资质的船舶污染物接收企业接收处理，不外排，对海洋生态环境的影响很小。

4、海域开发利用协调分析结论

本项目无利益相关者，无协调责任部门。项目建设对国防安全 and 国家海洋权益基本无影响。

5、国土空间规划符合性分析结论

本项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《湛江市国土空间规划（2021-2035年）》等国土空间规划文件的要求。

项目与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》、“三区三线”中的生态保护红线、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省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》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《湛江市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》等的管控要求相符合。

6、用海面积合理性分析结论

本项目位于雷州市企水镇企水港西部海域，水、陆交通条件便利，项目建设符合国家产业政策要求，用海选址与所在海域的自然资源和生态条件相适宜，项目建设无利益相关者，用海选址合理。

本项目用海方式为开放式（一级方式）中的开放式养殖（二级方式），用海平面布置和用海方式既考虑了项目的需求，又体现了集约节约用海的原则，同时最大程度地减小对水文动力环境、冲淤环境的影响，与周边用海活动相适应。用海平面布置和用海方式合理。

本项目用海面积根据建设单位实际使用面积以及相关规范要求的养殖密度要求、《海籍调查规范》等确定用海面积692.2344公顷，项目用海面积满足本项

目用海需要。

本工程的用海申请使用期限为 15 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的要求。

7、项目用海可行性结论

本项目建设符合国家产业政策和产业发展需求，建设是必要的，用海也是必要的，项目用海对周边资源环境的影响较小，项目用海选址合理，不涉及利益相关者，用海方式和平面布置、用海面积合理，在建设单位切实落实本论证报告提出的海洋生态保护措施等前提下，从海域使用角度考虑，该项目用海是可行的。