

湛江恒海渔业有限公司东海岛网箱养殖基地 环境影响报告表

建设单位：湛江恒海渔业有限公司

编制单位：广州星图环境科技有限公司

2021 年 1 月

目 录

1	建设项目基本情况.....	3
2	工程概况及分析.....	5
	2.1 工程位置	5
	2.2 建设内容	5
	2.3 建设方案	6
	2.4 养殖技术和管理	6
	2.5 施工安排	7
	2.6 工程用海情况	8
	2.7 项目实施符合性分析	8
3	污染与非污染要素分析.....	10
	3.1 工程各阶段污染环节分析	10
	3.2 非污染损害要素分析	14
	3.3 环境影响要素和评价因子的分析与识别	14
4	项目所在海域概况.....	16
	4.1 区域自然概况	16
	4.2 环境质量现状调查与评价	22
	4.3 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析	78
5	环境敏感区 and 环境保护目标分析.....	84
6	环境影响预测分析与评价.....	86
	6.1 水动力环境影响分析	86
	6.2 地形地貌与冲淤环境影响分析	86
	6.3 水质环境影响分析	86
	6.4 沉积物环境影响分析	87
	6.5 生态环境影响分析	88
	6.6 对敏感目标的影响分析	91
	6.7 对通航环境的影响分析	93
	6.8 大气环境影响分析	94
	6.9 声环境影响分析	94
	6.10 项目用海风险事故分析	94

7	环境保护对策措施.....	97
	7.1 施工期污染防治措施	97
	7.2 运营期污染防治措施	98
	7.3 风险防范对策措施	100
	7.4 海洋生态保护措施	101
	7.5 环境监测计划	102
8	环境影响评价结论.....	105
	8.1 工程概况与工程分析	105
	8.2 环境质量现状调查与评价结论	105
	8.3 环境影响分析结论	107
	8.4 环境敏感目标的影响评价结论	108
	8.5 环境保护对策措施的合理性、可行性结论	108
	8.6 项目的环境影响综合评价与可行性结论	108

1 建设项目基本情况

建设项目名称	湛江恒海渔业有限公司 东海岛网箱养殖基地	建设单位	湛江恒海渔业有限公司
法人代表	梁土兴	建设地点	湛江市东海岛南部西南 侧 5km 处海域
通讯地址	湛江市经济技术开发区 绿华路华都汇 7 号综合 楼 1608 号办公室	联系人	张星文
邮政编码	524076	联系电话	0759-29708XX
电子邮箱	-	传真	-
项目性质	新建	工程总投资	500 万元
其中环保投资	1.5	所占比例	0.3%
报告表编制单位	广州星图环境科技有限公司		
建设规模（工程性质可增减下列内容）			
海域使用面积	60 公顷	占用岸线	0 米
总工程量	建设周长 80-120m、网深 6~8 米 HDPE 框架深水 抗风浪网箱 50 个	新形成岸线	0 米

项目简介：

湛江恒海渔业有限公司东海岛网箱养殖基地（以下简称“本项目”）所在海域位于湛江市东海岛南部西南侧 5km 处海域，拟在 11~13 米等深线间的海域设计建设周长 80-120 米、网深 6~8 米 HDPE 框架深水抗风浪网箱 50 个，用海面积 60 公顷。

本项目用海方式为“开放式养殖用海”，根据 2018 年 4 月 28 日起施行的《建设项目环境影响评价分类管理名录》的要求，本项目属“三、渔业 04-4-海水养殖 0411-用海面积 1000 亩以下 300 亩及以上的网箱养殖、海洋牧场（不含海洋人工鱼礁）、苔筏养殖

等、”，应编制项目环境影响评价报告表。

湛江恒海渔业有限公司委托广州星图环境科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作，并编制环境影响报告表。接受委托后，评价单位项目组按《中华人民共和国环境影响评价法》等有关规定，对拟建项目进行了现场踏勘，在认真研究建设单位提供的项目工程可行性研究报告等资料、现场踏勘资料及收集的评价区已有工作资料的基础上，根据国家有关建设项目环境影响评价和海洋工程环境影响评价工作的法律法规和技术规范，编制了《湛江恒海渔业有限公司东海岛网箱养殖基地环境影响报告表》。

2 工程概况及分析

2.1 工程位置

本项目位于湛江市东海岛南部西南侧5km处海域，用海范围在东经110°26'31.500"~110°27'56.982"，北纬20°54'02.578"~20°54'13.562"。本项目地理位置详见下图。

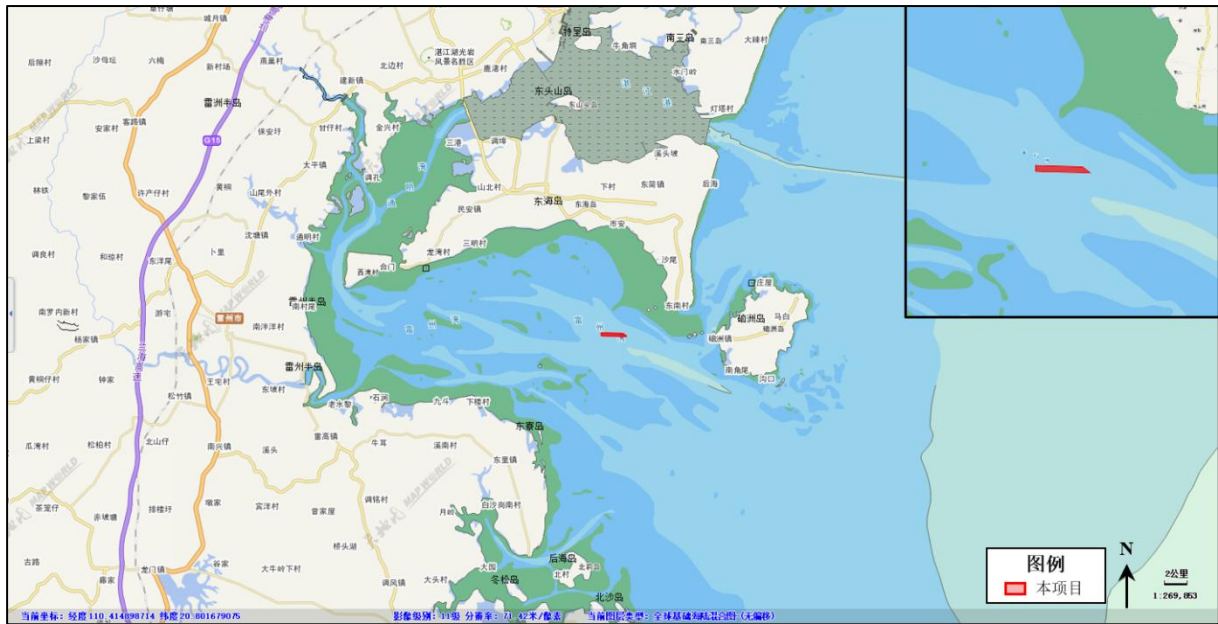


图2.1-1 项目地理位置示意图

2.2 建设内容

本项目在11~13m等深线间的海域，拟设计建设周长80-120米、网深6~8米HDPE框架深水抗风浪网箱50个。本项目主要工程内容及规模见下表所示。

表2.2-1 本项目主要工程内容及规模一览表

序号	设备名称	规格	单位	数量
1	深水网箱	-	个	50
2	HDPE主框架	周长80-120m	个	50
3	网衣	网目1.2~6.5cm、深6~8米	张	300
4	网箱锚固定系统		套	50
5	养殖船	-	台	5
6	潜水服	-	套	50
7	对讲机	-	台	30
8	起网机	-	套	5

2.3 建设方案

1、总平面布置

项目总体为一块长条四边形海域，共计60公顷，考虑到整个养殖规划区的布局，也是为了协调航道用海安全。网箱选取周长80-120m的HDPE双浮管浮式抗风浪网箱，单口网箱独立设置，网箱间距约为100m（视作业地点海底地形及海况可适当调整）。本项目网箱所占海域面积较小，养殖密度在用海面积的10%以下。

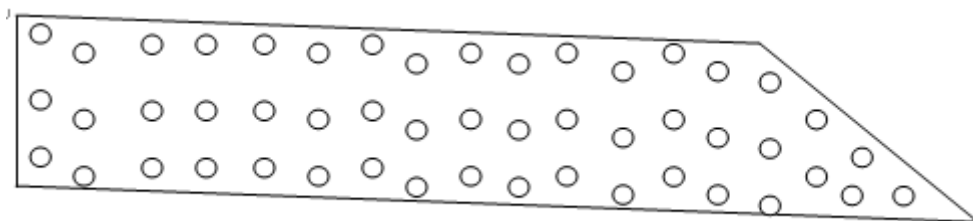


图2.3-1 项目平面布置图

2、网箱及结构尺寸

本项目选用周长80-120m的HDPE双浮管浮式抗风浪网箱，网深6~8m、浮力管规格 $\Phi 315-400\text{mm}$ 、连接件采用L315-400型。海水网箱由高强度HDPE管材构成。这种管材具有良好的强度和韧性，通过框架链接方式，具有抗击台风巨浪的能力，并进行了抗紫外线老化、抗海水腐蚀的高科技处理工艺，使用寿命10年以上。

3、养殖网箱网衣选用聚酰胺无节网，采用国际上先进编织工艺，经抗紫外线工艺处理的无结网片缝制而成，网目为1.2~6.5cm，可以根据鱼苗的大小及实际情况进行调整。

4、固泊系统采用锚泊配合先进的张力缓冲结构，利用主副缆绳把网箱受的力均匀分散到各点上，保障网箱在恶劣的环境下最大限度的减少风浪对网箱的冲击。

2.4 养殖技术和管理

1、投放鱼苗：本项目计划以金鲳鱼为主要养殖对象。在池塘或近岸小网箱内培育大规格育苗，当育苗个体重为100~150g时，4月份左右水温稳定在18℃以上时，投放鱼种。一般来说，体长10cm左右的鱼苗，可放为20尾/ m^3 ~25尾/ m^3 水体，鱼种放养前要用淡水或0.15mg/L的高锰酸钾的溶液浸洗鱼体10分钟；放养后要加强对鱼苗早期的营养，壮苗，增强抗应激能力。

2、投放饲料：选用金鲳鱼专用人工配合饲料。放苗两个小时后即进行投喂，日投2次，在6~8月份日投饵量为鱼体重的20%以上，每天投喂两次，在其它时间可以根据情

况适当降低投饵量。为加快生长速度，可加大日投饵量为鱼体重的40%左右，投喂次数增加到3~4次甚至5次。选用国内自行设计生产的远程多路自动投饵系统，根据气候、水质、潮流等实际情况，通过计算机适当调整投饵时间和投饵量，实现全自动投喂饲料。

3、日常管理：为防止逃鱼，要经常对网箱进行检查。在台风过后，检查网箱有无破损、逃鱼的现象发生。网箱下海一段时间，有污损生物附着在网箱主浮管和网衣上，要及时清除或换网。每天要对水温、盐度，鱼摄食情况，死鱼情况，天气、潮流变化情况，鱼病情况等作详细的记录。

4、养殖病害防治：病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。放养时苗种要经过杀菌消毒；养殖过程中，要坚持巡视，特别留意察看鱼群的游动、摄食情况，一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化（如深埋等）处理，严禁随便将病、死鱼扔出网箱外，使病害传播蔓延，造成更大的损害。

5、网箱的清洗和更换：在海水中浸泡了一定时间的网箱系统，会或多或少地附着藤壶、牡蛎等贝类和各种藻类，这在一定程度上阻碍了水流的畅通和水体的交换，从而影响了卵形鲳鲹的生长和加重了网箱系统的下沉力。因此，在日常管理工作中，要根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况进行换网和清洗，清洗及更换频率一般2月/次。

6、安全生产措施：在海水网箱养殖卵形鲳鲹的过程中要经常检查网箱的安全。应采用水面、水中(潜水)观察相结合的方法经常检查网箱系统的附着情况，网箱有否破损、各种缆绳骨有否磨损、网箱系统的固定设施是否牢固坚硬等，发现问题采取相应措施及时处理，防患于未然。在灾害性天气出现之前应采取在加盖网；检查和调整锚、桩索的拉力，加固网箱的拉绳和固定绳；检查框架、锚、桩的牢固性；养殖人员、船只迁移至避风港等措施进行防范。

7、养殖周期：一年。

2.5 施工安排

1、施工设备及人员

本项目施工过程拟安排3艘作业船进行网箱的运输、抛锚下沉和固定，施工高峰期施工人员可达6人。

2、施工方法

为保障水流畅通、鱼料及鱼类排泄物及时随海水扩散，设计网箱面积占整个养殖海域面积的10%以下。HDPE框架抗风浪网箱在陆地上用热焊机焊接组装完成后，渔船运

输至指定位置，抛锚下沉网箱。单口网箱独立设置，用固定缆绳绑定铁锚固定住网箱。

3、施工时间

本项目计划施工工期约为2个月。

2.6 工程用海情况

本项目用海类型为“渔业用海”中的“开放式养殖用海”，用海方式为“开放式”中的“开放式养殖”，申请用海面积60公顷，申请用海期限为10年。本项目宗海界址图见图2.6-1。

本项目不占用海岸线和滩涂。

2.7 项目实施符合性分析

1、自然环境适宜性

湛江市海洋生态环境状况基本稳定。湛江湾湾外海域水质状况较好，各监测指标符合第一类或第二类海水水质标准；雷州湾、流沙湾、雷州半岛西南近岸海域除活性磷酸盐和无机氮外，各项监测指标均符合第一类或第二类海水水质标准；海洋功能区中海水增养殖区环境质量综合评价等级为优良，旅游休闲娱乐区环境状况优良。

湛江海域的初级生产力较高，大多数港湾盐度适中，风浪小，饵料生物丰富，为海洋生物产卵、孵化提供了天然场所。

2、社会条件适宜性

开发利用海洋、发展海洋经济是湛江的一大优势，也是社会经济建设最具有潜力的领域。湛江海洋产业发展迅猛，发展潜力巨大；海运业快速发展，初步构建“南方大港”；产学研相结合，海洋科教实力雄厚；海洋综合管理水平稳步提升。从我国海洋开发的全局来看，湛江多方面的显著优势。

一是区位优势：湛江处于连接中国西南与东部地区的结合部，是粤、桂、琼通衢的战略要地，大西南出海的主要出海口，也是我国大陆通往东南亚、非洲、欧洲和大洋洲航距最短的重要口岸。

二是海洋资源丰富：包括海域空间资源（湛江市各县（市、区）均面临海洋，海岸线总长2043公里（含岛屿岸线），占全国海岸线总长的6.7%，广东的36.4%。港湾密布，全市有港湾101处，较大的有湛江港湾，海域面积1419平方公里；雷州湾，海域面积900平方公里。全市滩涂面积99平方公里，沿海有岛屿134多个（不含沙洲、礁石），其中有

居民住的12个，较大的岛屿均分布在市区沿海)、海洋生物资源(湛江市地处热带、亚热带地区，海洋生物种类繁多，拥有全省乃至全国保存最完好的红树林、珊瑚礁和海底草场三大海洋生态系统)、滨海旅游资源(湛江滨海旅游资源丰富多样，且原生态特质保存良好，蓝天、碧海、沙滩、岩石、林带、鱼群、珊瑚等构成了迷人旖旎的南亚热带海滨风光，并形成了海洋气息浓厚的建筑、民俗样式和港口文化，发展潜力较大)、能源矿产和盐业资源(湛江市矿产资源相当丰富，已探明的总储量高达525万吨，优势矿产有滨海稀有稀土砂矿、南海石油及天然气等)、港口资源。

3、产业结构适宜性

本项目属于《产业结构调整指导目录》中“海水养殖及产品深加工，海洋渔业资源增殖与保护”的海水养殖产业，是国家鼓励发展的产业。

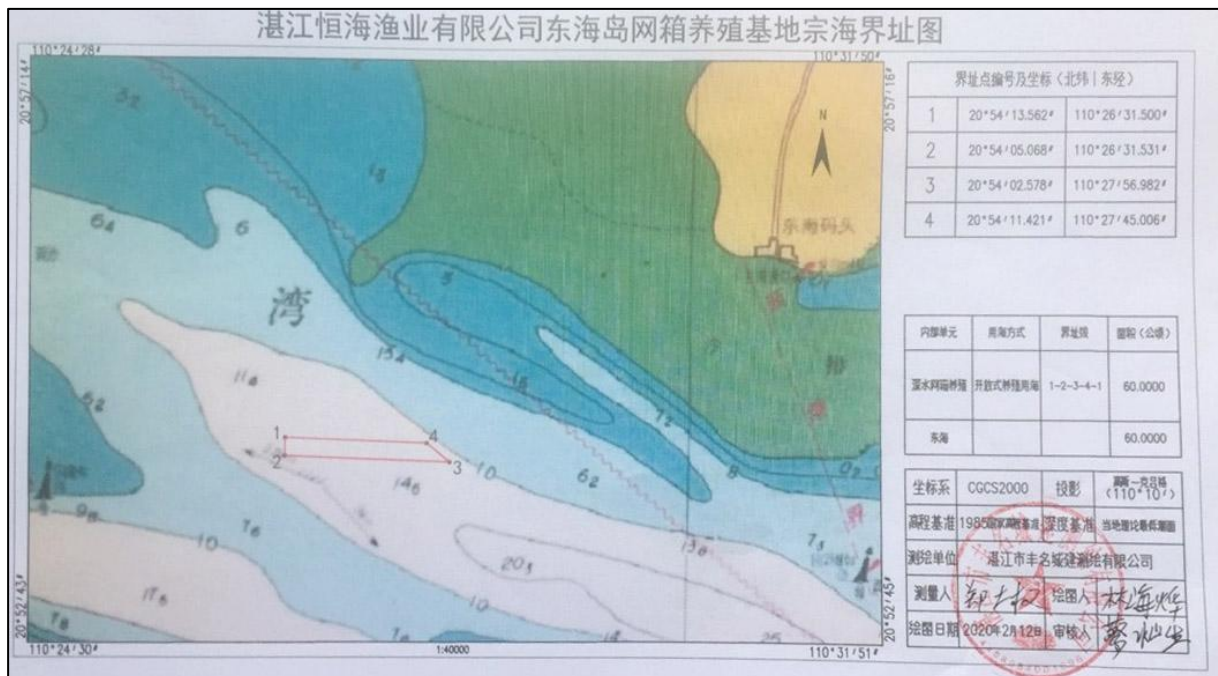


图2.6-1 项目宗海界址图

3 污染与非污染要素分析

3.1 工程各阶段污染环节分析

1、施工期污染环节分析

本项目属于金鲳鱼养殖工程，施工期除利用船舶进行网箱的投放及抛锚固定外，海上基本没有其它施工内容。根据本工程施工特点，结合工程附近海域的环境特征和开发利用现状，按照重点保护生态环境以及施工海域环境保护目标的原则，本项目施工期间海洋环境污染因素主要有：

- (1) 固定锚施打时产生的悬浮物；
- (2) 施工船舶产生的含油污水；
- (3) 施工队伍产生的生活污水；
- (4) 施工船舶、机械产生的尾气
- (5) 施工队伍产生的生活垃圾；
- (6) 施工机械产生的噪声。

2、运营期污染环节分析

本项目运营期的影响主要是投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便，这些物质的排放可能造成网箱所在海区水质富营养化。此外，养殖人员的日常管理活动和养殖活动也会产生一定的污水和固体废物，海洋环境污染因素主要有：

- (1) 投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便等养殖污染物；
- (2) 运营工作船舶产生的含油污水；
- (3) 养殖日常管理人员产生的生活污水；
- (4) 养殖船产生的尾气；
- (5) 养殖日常管理人员产生的生活垃圾；
- (6) 养殖船产生的噪声。

3.1.1 施工期污染物排放情况

1、水污染物

(1) 悬浮物

项目网箱需用混凝土锚块和铁锚进行沉箱、固定，锚块抛沉及铁锚施打时会使海底产生一定的扰动，可能会造成海底沉积物再悬浮，但由于项目拟采用的锚块及铁锚尺寸

较小，且本养殖海区平均水深大于 10m，且养殖区以泥砂质为主，所以单个锚抛沉、固定时，产生的悬浮物源强较小，除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对海洋环境不会产生大的影响，且这种影响随着施工的结束而逐渐消失。

（2）施工期生活污水

本工程施工人员高峰期可达 6 人，施工人员用水定额按 100L/人·d，排污系数按 85% 计，则施工人员生活污水产生量约 0.51m³/d。污水中主要污染因子特征浓度：COD：250mg/L，BOD₅：150mg/L，SS：220mg/L，氨氮 40mg/L。则 COD 的产生量约为 0.128kg/d，BOD₅ 为 0.077kg/d，SS 为 0.112kg/d，氨氮 0.0204kg/d。船舶施工人员生活污水经船舶中的污水收集装置集中收集后，运回陆地集中处理，不排入海里。

（3）施工船舶含油污水

本工程水上施工强度最大时为 3 艘养殖设施安装工作船同时作业，船舶总吨位在 500t 以下。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），500t 级以下船舶舱底油污水发生量以 0.14t/d 艘计，则每天共产生油污水 0.42t。机舱油污水的含油量为 2000～20000mg/L，按 10000mg/L 估算，则施工期石油类污染物的产生量共约为 4.2kg/d。本项目施工船舶含油污水将严格进行收集，收集上岸后交由有资质的单位处理。

2、大气污染物

施工废气主要有机械和运输设备尾气，养殖材料运输过程中会产生的扬尘。机械施工主要污染物为 NO_x、SO₂、烟尘等。

3、固体废物

项目施工过程中产生的固体废物主要为生活垃圾。

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），施工船舶垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，本工程船舶施工人员最多为 6 人，则施工船舶工作人员的生活垃圾产生量为 9kg/d。生活垃圾集中收集上岸，由市政环卫部门统一收集处理。

4、噪声

在施工过程，施工机械（运输车辆，装卸设备和船舶）会产生噪声，产生的影响随施工结束而消失。各类机械以吊装机械噪声最高，噪声在 75dB(A)～100dB(A)之间。

本工程施工期各类污染物及其产生情况详见下表。

表 3.1-1 项目施工期主要污染物排放情况一览表

序号	种类	污染源	产生量	主要污染物	环保措施及排污去向
----	----	-----	-----	-------	-----------

1		固定锚施工	很少	SS	少量	加强施工管理，间断自然排海
2	废水	生活污水	0.51m ³ /d	COD	0.128kg/d	污水储存桶（船舶）收集，集中收集上岸后处理
				BOD ₅	0.077kg/d	
				SS	0.112kg/d	
				氨氮	0.0204kg/d	
3		船舶含油污水	0.42t/d	石油类	4.2kg/d	收集上岸后交由有资质单位处理
4	废气	机械和运输设备尾气	少量	NO _x 、SO ₂ 、烟尘	少量	无组织排放
5	固废	-	-	生活垃圾	9kg/d	收集上岸交环卫部门处理
6	噪声	施工机械	-	机械噪声	75~100dB(A)	-

3.1.2 运营期污染物产生情况

1、水污染物

(1) 养殖污染物

主要是网箱养殖鱼类产生的有机废物。项目的网箱养殖设施在运营期，如管理不当，将有可能对环境造成不利影响。主要的影响是投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便，这些物质的排放可能造成网箱所在海区水质富营养化。本项目主要养殖金鲳鱼、石斑鱼等经济鱼类物种，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》，由于没有金鲳鱼的排污系数，参考石斑鱼海水网箱养殖业产污系数与排污系数，如下表：

表 3.1-2 石斑鱼海水网箱养殖业产/排污系数

品种代码	养殖品种	使用区域	产/排污系数 (g/kg)				
			总氮	总磷	COD	铜	锌
S39	石斑鱼	全国	76.472	12.774	154.341	0.0012	0.0410

本项目主要养殖金鲳鱼，按每个网箱放养 7 万尾金鲳鱼，鱼苗重量约为 200g/尾，50 个网箱的初始重量约 210t；产量按 40 吨/箱计，50 个网箱总产量 600t，则周期（一年）养殖增产量为 390t。排污系数参照石斑鱼，则过剩饵料等因素污染情况见下表：

表 3.1-3 本项目网箱养殖污染物排放情况一览表（吨/年）

养殖增产量	总氮	总磷	COD	铜	锌
390	29.824	4.982	60.193	4.68×10^{-4}	0.016

由于网箱处于 11~13m 等深线间的海水域，潮流在 1m/秒左右，残饵和排泄物一般会被海流冲出网箱外，经过海流扩散稀释、溶化分解，氮、磷等污染物排放到海水中，网箱周边局部水域污染物浓度增加，对海水水质造成一定的影响。在采取生态养殖措施、控制网箱养殖规模的情况下，残饵和排泄物排放对海水水质的影响是有限的，不会造成

水质明显恶化变质。

(2) 船舶含油污水

本项目运营期共拟配备养殖生产用船 3 艘, 根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018), 船舶舱底油污水发生量取 0.14t/d 艘, 石油类含量在 2000~20000mg/L, 则项目运营期船舶舱底油污水发生量为 0.42t/d。含油污水浓度按 10000mg/L 估算, 则石油类污染物的发生量共约为 4.2kg/d。

本项目运营期船舶含油污水将严格进行收集, 收集上岸后由有资质单位接收处理。

(3) 生活污水

本工程运营期间有 15 名工作人员在海上进行日常管理, 人均用水量按 100L/人 d 计, 排水系数取 0.85, 则废水产生量为 1.275m³/d。污水中主要污染因子特征浓度: COD: 250mg/L, BOD₅: 150mg/L, SS: 220mg/L, 氨氮 40mg/L。则 COD 的产生量约为 0.319kg/d, BOD₅ 为 0.192kg/d, SS 为 0.281kg/d, 氨氮 0.051kg/d。生活污水经船舶中的污水收集装置集中收集后, 运回陆地集中处理, 不排入海里。

2、大气污染物

本项目对大气环境的影响主要是运营船舶废气, 运营船舶尾气中主要污染物为 SO_x 和 NO_x。船舶废气排放量根据英国劳氏船级社推荐的计算方法进行估算, 即每 1t 燃油产生的 NO₂、SO₂ 排放量为 7.2kg、10kg。项目运营船舶最大使用量 3 艘, 按每天用油 0.36t 计算, NO₂、SO₂ 排放量为 2.592kg/d 和 3.6kg/d。

3、固体废物

本项目运营期间产生的固体废物主要为死鱼、饵料废袋和生活垃圾。

本项目日常管理工作人员为 15 人, 按生活垃圾产生率 1.0kg/人 d 计, 生活垃圾产生量约为 15kg/d, 集中分类收集后, 交由环卫部门进行收集处置。

死鱼和饵料废袋应及时进行清理并回收上岸后交由环卫部门进行收集处置。

4、噪声

本项目噪声主要由养殖船舶产生。声源的声级范围在 80~95dB(A)。

表 3.1-4 项目运营期主要污染物排放情况一览表

序号	种类	污染源	产生量	主要污染物		环保措施及排污去向
1	废水	养殖污染物	-	总氮	29.824t/a	控制养殖密度, 自然排海
				总磷	4.982t/a	
				COD	60.193t/a	
				铜	4.68×10 ⁻⁴ t/a	

				锌	0.016t/a	
2		船舶含油污水	0.42t/d	石油类	4.2kg/d	收集上岸后交由有资质单位处理
3		生活污水	1.275m ³ /d	COD	0.319kg/d	污水储存桶（船舶）收集，集中收集上岸后处理
				BOD ₅	0.192kg/d	
				SS	0.281kg/d	
				氨氮	0.051kg/d	
4	废气	船舶尾气	-	NO ₂	2.592kg/d	无组织排放
				SO ₂	3.6kg/d	
5	固废	-	-	生活垃圾	15kg/d	收集后交由环卫部门处理
		-	-	死鱼、饵料废袋	-	
6	噪声	运营船舶	-	船舶噪声	80~95dB(A)	-

3.2 非污染损害要素分析

本项目建设过程中的主要非污染环境影响为：

- 1）项目养殖设施的布置和日常的养殖活动，将会对海流造成一定程度的影响，引起养殖区内海域水动力条件的改变；
- 2）项目固定锚将直接压占部分海底区域，直接减少底栖生物的栖息地，部分底栖生物受损；
- 3）项目施工期间施工船舶进出施工海域及运营期间船舶进出养殖区将占用部分水域、增加周边海域的通航密度，对过往船舶造成一定影响。

3.3 环境影响要素和评价因子的分析与识别

按照工程分析识别施工期和运营期对环境影响的污染和非污染要素，并结合环境敏感目标和重点保护对象筛选评价因子。

3.3.1 环境影响要素的识别

通过对本项目各项工程施工期间和运营期间对海洋环境的影响分析，本工程环境影响要素的识别结果见下表。

表 3.3-1 环境影响要素和评价因子分析一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	分析评价内容所在章节
施工期	海水水质、沉积物	悬浮泥沙	固定锚抛沉、施打	+	6.3.1
		生活污水	施工人员	+	6.3.1
		船舶含油污水	施工船舶	+	6.3.1
		固体废物	施工人员生活垃圾	+	3.1.1

运营期	海洋生态	底栖生物	固定锚掩埋底栖生物	++	6.5.4
		游泳生物	施工产生的悬浮泥沙损	+	6.5.3
		鱼卵仔鱼	害海洋生物生存环境	+	6.5.3
	水文动力	潮流	项目占用海域	+	6.1
	地形地貌与冲淤环境	地貌演变及冲淤环境变化	水动力改变引起地形地貌和冲淤环境变化	+	6.2
	海水水质、沉积物	生活污水	来自日常管理人员	+	6.3.2
		船舶含油污水	来自日常管理船舶	+	6.3.2
		固体废物	日常管理人员产生的生活垃圾	+	3.1.2

注：①+表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；②++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；③+++环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响预测。

3.3.2 评价因子筛选

通过对工程附近海域的环境质量现状调查，结合环境影响要素识别和本工程特点，对环境影响评价因子进行了筛选，确定本项目的环境影响评价因子为：

（1）海水水质

现状评价因子：水温、盐度、悬浮物、pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮、磷酸盐、总汞、砷、锌、镉、铅、铜等 15 项。

（2）海洋沉积物

现状评价因子：有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、砷和汞等共 9 项。

（3）海洋生态

现状评价因子：叶绿素 a 与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、生物残毒、渔业资源（包括鱼卵与仔稚鱼和游泳生物）。

其中生物残毒的现状评价因子为：石油烃、总汞、镉、铅、铜、锌 6 项。

预测因子：海洋生物的损失量

（4）其他非污染要素

现状评价因子：水动力环境之潮流场、冲淤环境。

4 项目所在海域概况

4.1 区域自然概况

4.1.1 气候特征

本项目位于湛江市东海岛南部西南侧 5km 处海域，地处北回归线以南的低纬地带，属亚热带海洋性季风气候，阳光充足，热量丰富，全年温暖，终年无霜，水热同季，降雨、气温和太阳辐射的高峰期大致相同，都出现在 5 月~10 月。受季风的影响，冬季盛行东北风，夏季盛行东南风，风速的季节性变化比较明显，风速特点是东部沿海地区风速较大，越往西部内陆区域风速越小。

1、气温

湛江地处于北回归线以南的低纬地区，日照强，属热带北缘季风气候（简称北热带季风气候），且东南西三面受海洋围抱，故终年高温、长夏无冬、春早秋迟。温度的年变化不大，日变化也小。

根据湛江市气象观测站 2000~2012 年的观测资料统计，气温特征值如下：多年平均气温：23.3℃，多年最高平均气温：24.4℃，多年最低平均气温：22.4℃，历年极端最高气温：38.1℃（1990 年 8 月 23 日），历年极端最低气温：3.6℃（1975 年 12 月 14 日）。

根据附近硃洲岛海洋站多年观测资料，工程附近海域全年气温较高，累年平均气温为 23.4℃，气温年变幅不大，平均年较差为 12.6℃。最热月份为 7 月，多年月平均气温为 28.7℃，其次是 6 月和 8 月，多年月平均气温分别为 28.2℃ 和 28.4℃；最冷月份为 1 月，多年月平均气温为 16.1℃。累年最高气温为 36.8℃，最低气温为 4.5℃。

2、降水

湛江湾位于亚热带-热带湿润季风气候区，常受海洋暖湿气流影响，具有相对充足的水汽来源和水汽输送条件，降水主要由来自中纬度的锋面、低槽和源自热带的热带气旋、台风波、热带辐合带等多种系统引起。因此，湛江地区年降水量相对丰富，各月均有降水，集中在 4~10 月。

根据湛江市气象观测站 2000~2012 年的观测资料统计显示湛江站年平均降水日数为 180 天。降水日数年际变化较大，年最多降水日数为 227 天（2012 年），年最少降水日数为 150 天（2007 年），雨季降水日数最多，雨季的 5~9 月的平均降水日数为 14 天以上，其中 8 月最多，月平均降水日数达 17.1 天。旱季的 11 月至翌年 1 月降水日数最少，

月平均 6~8 天。降雨特征值如下：年平均降雨量 1698.9 mm，年最大降雨量 2314.5mm（2001 年），年最小降雨量 1068.5 mm（2004 年），日最大降雨量 297.5mm（2000 年 5 月 10 日）。

3、风况

根据湛江市气象站 2000~2012 年的统计资料分析，湛江的风向深受季节变化的影响，季风的转换导致风向的季节变化，其变化趋势是冬半年盛行偏北风，夏半年盛行偏南风。湛江市气象站 2000~2012 年各风向特征值统计见表 4.1-1，风向玫瑰图见图 4.1-1。

湛江站的大风主要出现在夏、秋季台风活动期，冬季寒潮及强冷空气影响也能产生大风，湛江站大风日数年平均为 6.8 天，年最多日数为 18 天。

表 4.1-1 湛江气象站 2000~2012 年分风向风特征值（单位：m/s）

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
平均值（m/s）	3.52	3.00	2.69	3.05	3.63	3.70	3.18	3.04
最大值（m/s）	5.0	4.1	3.6	4.0	4.8	5.1	4.4	4.0
频率（%）	10.15	8.77	7.31	8.77	17.00	15.38	8.54	3.85
	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
平均值（m/s）	2.76	2.50	2.65	2.61	2.32	2.40	2.50	3.68
最大值（m/s）	3.7	3.4	3.6	3.2	3.0	3.7	3.2	5.6
频率（%）	3.0	1.23	2.00	1.31	1.70	1.62	2.08	4.54

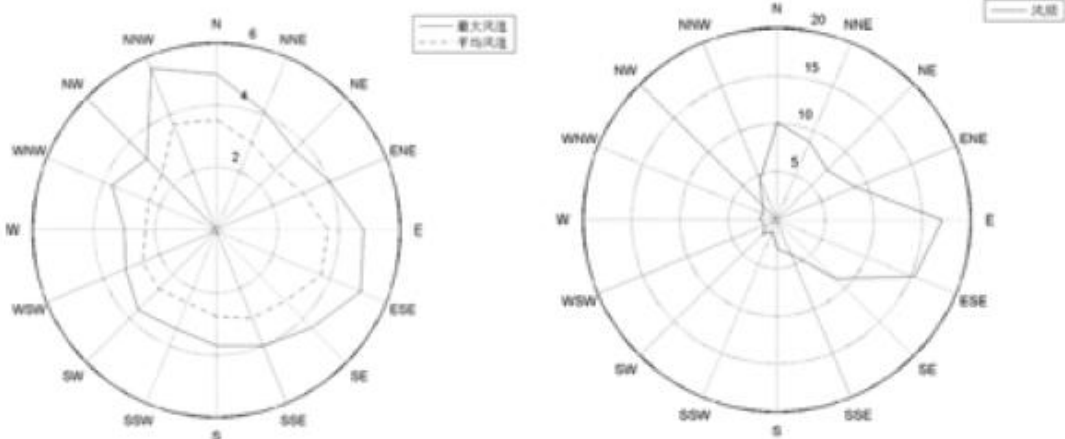


图 4.1-1 湛江气象站 2000~2012 年风玫瑰图

4、雾况

湛江三面环海，属多雾区，雾多为海雾，属平流雾。

据湛江气象站 2000~2012 年统计，湛江地区雾日较多，平均每月都有轻雾出现，主要集中在 12 月至翌年 4 月。全年大雾日数平均为 30 天，其中 3 月份大雾日最多。雾日数的年际变化较大。

5、相对湿度

湛江地处滨海，常年受到来自海洋的气流影响，故湿度相对较大，年平均相对湿度为 81.8%。受海洋气团和大陆气团的季节性变化影响，湛江湾相对湿度有明显的季节性变化特征，11 月至次年 2 月盛行干、冷的东北季风，多晴朗天气，降雨少，为干季；4 月至 9 月，温、湿的偏南气流带来大量的降水，为雨季，为湿季。其中最大相对湿度出现在春节左右，3、4 月份相对湿度接近 90%；最小相对湿度出现在秋末冬初季节，秋高气爽，11、12 月相对湿度较小，分别为 74.6%和 74.3%。

4.1.2 水文特征

1、水温

本项目所在海区无长期水温观测资料，可利用硃州岛海洋站 1960~1991 年的水温观测资料，以这些资料统计得各月平均水温如下表。

表 4.1-2 硃洲站多年统计个月平均水温（℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均水温	17.5	17.4	19.4	24.1	27.2	28.7	29.0	29.0	28.8	26.5	23.3	19.6	24.1

2、盐度

表 4.1-3 硃洲站多年统计个月平均盐度（‰）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均水温	31.21	31.14	30.94	30.52	29.26	29.22	31.28	30.65	28.84	28.20	29.91	30.89	30.17

3、波浪

本项目所在海域全年的波浪以风浪为主，年风浪频率达 90%，受季风的影响，最多风浪向为 ENE 和 E，频率分别为 22%和 17%。5 月和 8 月为偏 SE 向，10 月至次年 3 月为 ENE 向，4 月和 9 月则为 E 向受热带风暴的影响，往往出现巨大的波浪。

国家海洋局南海预报中心广东省海洋预报台根据硃洲海洋站 1982~2004 年的波浪资料进行统计分析。波型：该海域波浪是以风浪为主，年出现频率约为 80%；涌浪出现频率较少，约为 20%。硃洲岛海域的常浪向与强浪向基本一致，均出现在 ENE~ESE 方位内。H1/10>3.0m 的方向是 ENE~SE 方位内；H1/10>5.0m 的方向出现在 N、ENE 和 ESE 方位。

根据硃洲岛海域 1982~2004 年累年各向波高绘制波浪玫瑰图如下：

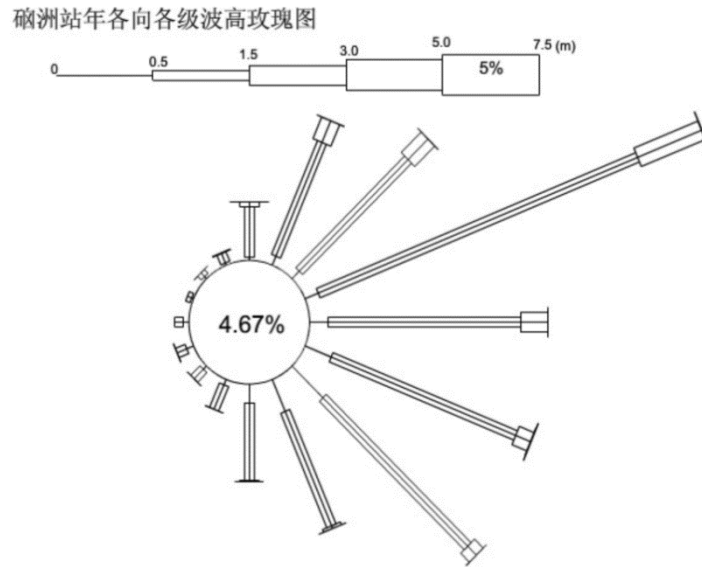


图 4.1-2 硇洲海洋站全年（1982~2004）波浪玫瑰图

4、潮汐

①以湛江港潮位站和硇洲岛潮位站以往资料，以及本次全潮观测所设临时潮位站资料，工程附近海域潮性系数在 0.88~1.04 之间，属于不正规半日潮，其特征是一太阴日有两次高潮和两次低潮，随着月球赤纬的增大，半日周期相邻两潮期的高潮或低潮高度不相等的现象逐渐显著，至月球到赤纬到北或南最大，日不等最大；随着月球赤纬的变小，日不等也变小。由于受地形的影响，外海潮波从湾口进入湾内后发生变形，高潮位逐渐增高，低潮位逐渐降低，潮差也逐渐增大。

②本海区潮流类型以不正规半日潮为主，浅海分潮流比较明显。本海域 M2 半日潮流占主导，其次为 K1 日潮分潮，潮流运动形式为具有旋转性的往复流，潮流旋转方向以逆时针旋转为主。本海域余流主要受季风、地形及外海环流制约，秋季和冬季存在稳定的偏西南方向余流，春季为南海环流转换期，余流不稳定，夏季以偏南或偏东方向的余流为主。

③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。工程水域的风暴增水年均约 3.9 次(其中台风增水约 2 次)，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。

4.1.3 海洋自然灾害

1、热带气旋和台风

统计 1961-2011 年南海北部 105-121 °E, 15-23 °N 的热带气旋分布, 出现频数最多的海域位于海南岛东南, 30-48 个; 其次是 19-20 °N, 113-118 °E 附近海域, 30-38 个; 阳江至海南岛文昌一带海域也较多, 30-39 个。

影响较大主要是中心风速大于 32.4m/s 的台风、强台风和超强台风(统称台风)。统计区域, 粤闽交界处至海南的文昌, 进入该区域范围内的台风为影响广东省近海的台风。1960-2011 年登陆广东或离岸 100km 范围达到 32.4m/s 以上的台风共 97 个, 其中超强台风 2 个, 分别为 197911(197908)和 196907(196903), 强台风 24 个, 台风 71 个。

4-11 月广东近海均会有台风出现, 主要集中在 7-9 月, 52 年间分别出现 23-25 个; 其次是 6 月和 10 月, 分别为 9 和 11 个; 4 月和 11 月仅出现过 1 次。其中超强台风只出现在 7、8 月份, 强台风 9 月最多, 52 年间出现过 10 个。

2、雷暴

本项目所在区域位于低纬度地区, 是华南沿海雷暴的多发区, 是我国三大雷害区之一。据历史资料记载, 雷州半岛的雷暴灾害自解放以来居全国首位, 其中雷州半岛就是以此地雷暴多而命名的。平均全年雷暴日为 96d, 最多年达 120d (1973 年)。一年四季均有雷暴发生, 主要发生在每年 5~9 月, 其中 8 月最多。近年来雷击灾害时有发生, 对供电设施(变压器)、家用电器(电脑、电视机等)、人畜等造成过危害。

4.1.4 地形地貌

本项目位于琼州海峡东出口三角洲地区。琼州海峡东口三角洲由内、外两组浅滩和其间的浅槽组成, 形态复杂, 规模小, 其总的延伸方向呈指状伸展, 外组浅滩外缘已由北东东转为北东向。浅滩水深小, 大部分浅滩顶部水深为 0.2~0.5m, 罗斗沙已出露水面。内组浅滩基底为基岩, 表层复沙, 浅槽底为砾砂、粗砂, 外组浅滩为中细砂、粉砂。沉积物的机械分异规律和水流流速变化基本一致。该三角洲除潮流刨蚀海峡底部和两岸物质外, 还有沿岸流携带雷东浅滩的细砂至东口沉积, 参与三角洲的建造。潮流是形成东口三角洲的重要因素, 然而这一带的波浪和沿岸流对三角洲东缘浅滩的形成和发育极为有利, 也是东口三角洲发育中不可忽视的因素。该三角洲除局部地段地貌形态随着季节性水动力因素的变化外, 其总轮廓是比较稳定的。

4.1.5 环境质量现状概况

1、根据《2020 年春季湛江市海水质量分析报告》, 2020 年春季湛江市近岸海域共有国控海水水质监测点位 34 个(含 11 个考核点位), 经综合分析, 采用点位法评价, 湛江市 34 个国控点位优良水质比例为 76.4%, 11 个考核点位优良水质比例为 72.7%,

非优良点位主要分布在湛江港和雷州湾。具体情况如下：

34 个国控点位水质情况：采用《海水水质标准》(GB3097-1997)进行评价，34 个国控点位中一类 15 个（占比 44.1%）、二类 11 个（占比 32.3%）、三类 2 个（占比 5.9%）、四类 2 个（占比 5.9%）、劣四类 4 个（占比 11.8%）。优良点位（一、二类）共 26 个，优良点位比例为 76.4%。非优良点位主要分布在湛江港和雷州湾，三类点位主要分布雷州湾，超标因子为无机氮（1 个）和铅（1 个）；四类和劣四类点位主要分布在湛江港和雷州湾，超标因子为无机氮（4 个）和活性磷酸盐（5 个）。

11 个考核点位水质情况：湛江市的考核点位数为 11 个，考核方法为点位法（一、二类水质点位与 11 个考核点位比值），考核项目包括 pH 值、无机氮、活性磷酸盐、化学需氧量、石油类、溶解氧、铜、汞、镉、铅，共 10 项指标。水质评价情况：11 个考核点位中一类 2 个（占比 18.2%）、二类 6 个（占比 54.5%）、三类 1 个（占比 9.1%）、四类 0 个（占比 0）、劣四类 2 个（占比 18.2%）。优良点位共 8 个，优良点位比例为 72.7%，非优良点位主要集中在湛江港和雷州湾，其中三类点位分布在雷州湾，超标因子为铅（1 个）；2 个劣四类点位主要分布在湛江港，超标因子为无机氮（2 个）、活性磷酸盐（2 个）。

2、根据《湛江市环境质量年报简报（2019 年）》，2019 年湛江市空气质量为优的天数有 209 天，良的天数 127 天，轻度污染天数 29 天，优良率 92.1%。二氧化硫、二氧化氮年浓度值分别为 $9\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $14\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM10 年浓度值为 $39\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，一氧化碳（24 小时平均）全年第 95 百分位数浓度值为 $1.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中一级标准限值；PM2.5 年浓度值为 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，臭氧（日最大 8 小时平均）全年第 90 百分位数为 $156\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，均低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准限值。降尘年均浓度 2.66 吨/平方千米·月，低于广东省 8 吨/平方千米·月的标准限值。

2019 年湛江市 8 条主要江河的 13 个常规监测断面中，II 类水质断面 1 个，占总断面数的 7.7%；III 类水质断面 11 个，占总断面数 84.6%；IV 类水质断面 1 个，占总断面数的 7.7%。

2019 年全市监测的 2 个湖库中，湖光岩湖水质类别为 II 类，水质优，达到 II 类水质功能目标；鹤地水库水质类别为 III 类，水质良好，未达到 II 类水质功能目标，未达标项目为高锰酸盐指数及总磷。

2019 年全市 3 个开展常规监测的入海河口断面中，鉴江黄坡断面、袂花江大山江断面及九洲江营仔断面水质类别均为 III 类，水质状况良好。与上年相比，鉴江黄坡断面，

袂花江大山江断面，九洲江营仔断面水质状况均无明显变化。

2019 年湛江市近岸海域水质状况总体优良，我市近岸海域共布设的 43 个海水质量监测点位，点位水质优良率为 83.7%。其中一类海水点位占比 25.6%，二类 58.1%、三类 9.3%、四类为 2.3%、劣四类为 4.7%。未达到三类水质的点位，主要污染物为无机氮和活性磷酸盐。

2019 年全市 15 个功能区声环境监测达标率分别为：1 类区昼间为 66.7%，夜间为 66.7%；2 类区昼间为 75.0%，夜间为 75.0%；3 类区昼间为 100%，夜间为 100%；4 类区昼间为 100%，夜间为 50.0%。

湛江市共有 198 个区域环境噪声监测点位。2019 年，市区昼间区域环境噪声等效声级为 55.6dB(A)，符合《环境噪声监测技术规范城市声环境常规监测》(HJ 640-2012)中城市区域环境噪声总体水平等级划分中昼间二级标准，声环境质量处于“一般”级别。与上年相比，昼间等效声级上升了 0.2dB(A)，区域声环境质量状况变化不大。

4.2 环境质量现状调查与评价

本次海洋环境质量现状评价所利用的水动力、海水水质、沉积物、海洋生态、渔业资源等相关数据来源如下：

引用《宝钢湛江钢铁有限公司原料场扩建填海工程海洋环境影响报告书》中 2017 年 4 月和 2017 年 6 月份调查成果，调查站位为大连华信理化检测中心有限公司，7 个潮流测站，临时潮位站 2 个。

引用《宝钢湛江钢铁三高炉系统项目环境影响报告书》中于 2018 年 4 月份在项目附近海域共布设 23 个调查站位，其中，水质调查站位 23 个，沉积物调查站位 16 个，生态调查站位 23 个；另设潮间带生物调查断面 3 条，生物质量调查断面 6 个；渔业资源 6 个站位，每站进行渔业生物底拖网作业；鱼卵仔鱼 23 个调查站位。

4.2.1 水文动力环境现状调查与评价

1、站位设定和监测时间

2017 年 4 月 25~26 日（大潮期）以及 2017 年 6 月 9~10 日（大潮期），在附近周围海域设 7 个潮流测站，临时潮位站 2 个。具体位置见下图和下表。本次潮位观测采用的潮高基准面为 1956 黄海高程系。

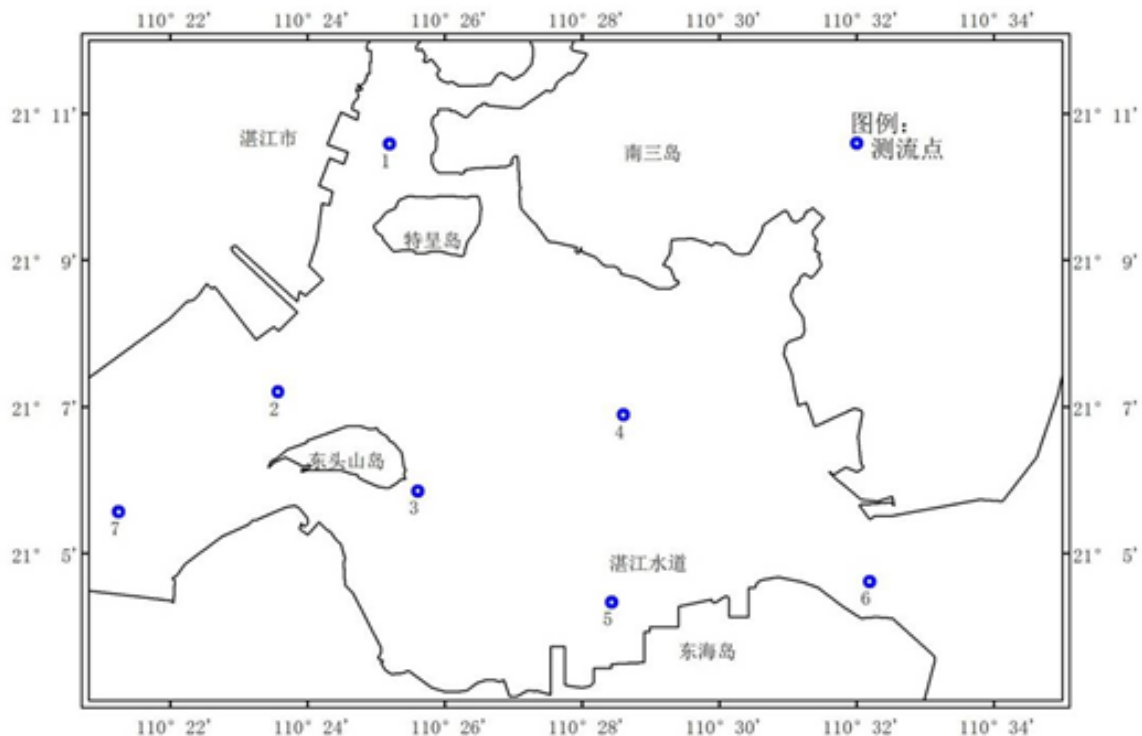


图 4.2-1 2017 年 4 月以及 2017 年 6 月附近海域水文调查站位图

表 4.2-1 2017 年 4 月以及 2017 年 6 月水文同步观测站位

站号	北纬	东经	调查项目
1	21°10'35.42"	110°25'11.29"	潮流（流速、流向）、悬沙
2	21°7'12.55"	110°23'33.61"	潮流（流速、流向）、悬沙
3	21°5'51.56"	110°25'36.13"	潮位、潮流（流速、流向）、悬沙
4	21°6'53.80"	110°28'35.6"	潮流（流速、流向）、悬沙
5	21°4'20.65"	110°28'25.40"	潮位、潮流（流速、流向）、悬沙
6	21°4'37.60"	110°32'11.10"	潮流（流速、流向）、悬沙
7	21°5'34.36"	110°21'14.23"	潮流（流速、流向）、悬沙

2、潮汐

本区海流主要由潮流和风海流组成，其中潮流占绝对优势。根据特征值

$$F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$$
 计算结果，各站层的 F 值为 $F \leq 0.5$ 或者当 $0.5 < F \leq 2.0$ 两种情况，说明本海区的潮流属于规则或不规则半日潮流区。

据以往的观测资料，湛江湾海区的潮汐类型属不规则半日潮型。涨潮历时大于落潮历时，平均涨潮历时 6 时 50 分，平均落潮历时 5 时 30 分。本次的观测结果与这些结论一致。根据 5 号站的资料计算出该站潮位的一些基本特征：

最高潮位：271cm；

最低潮位：-120cm；

平均高潮位：162cm；

平均低潮位：-61cm。

从 5 号站的潮位过程还可以看出，海区的潮不等现象比较明显。2017 年 4 月和 6 月两次调查的潮位过程线见下图。

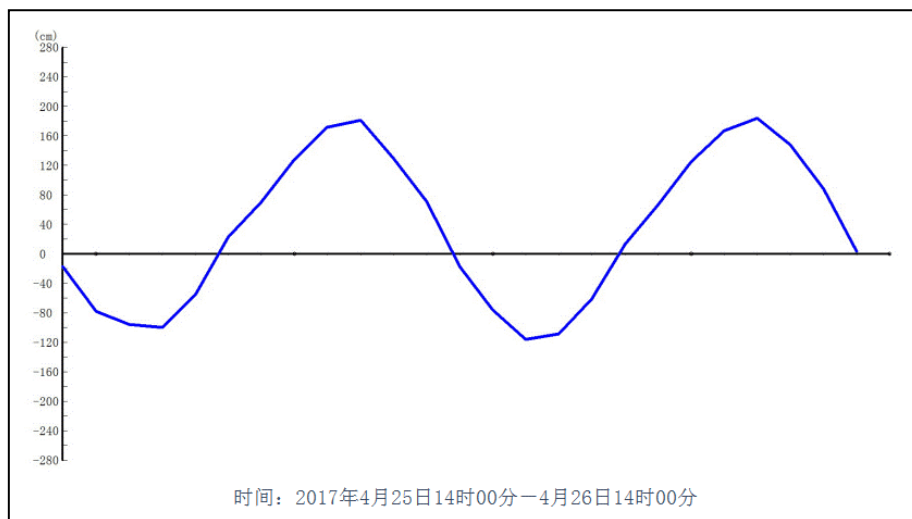


图 4.2-2 2017 年 4 月潮位过程线图（3 号站）

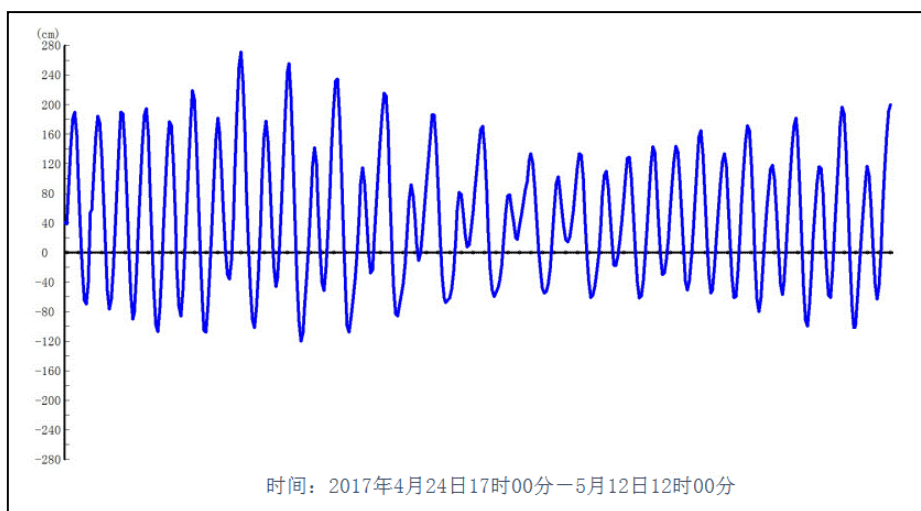


图 4.2-3 2017 年 4 月潮位过程线图（5 号站）

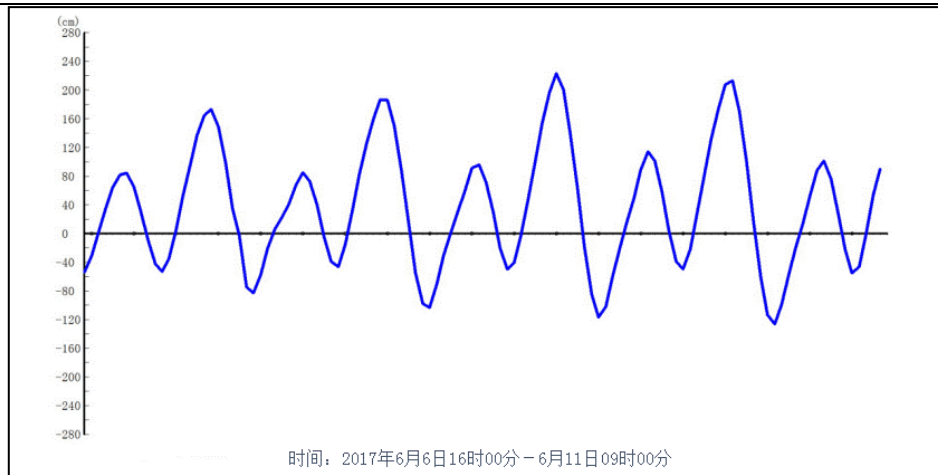


图 4.2-4 2017 年 6 月潮位过程线图（3 号站）

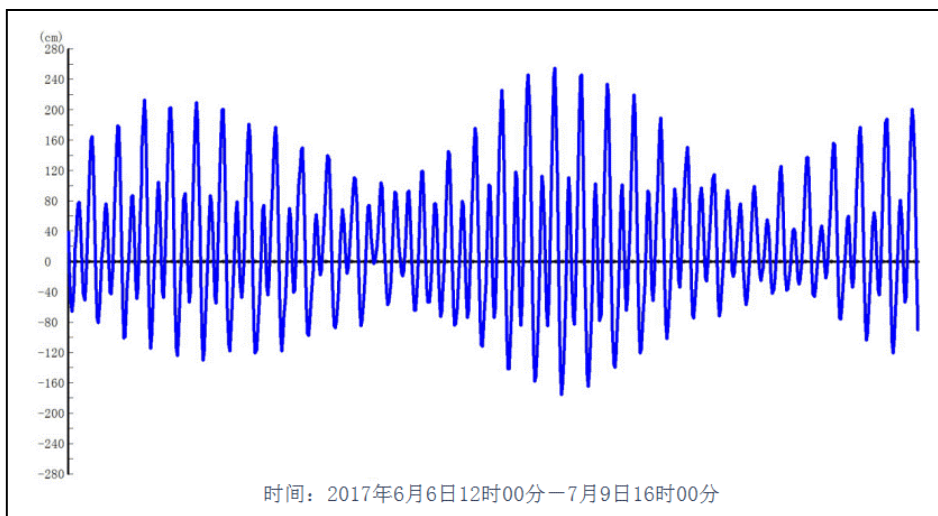


图 4.2-5 2017 年 6 月潮位过程线图（5 号站）

3、实测流场分析

第一航次：第一航次海流观测于 2017 年 4 月 25~26 日期间。

1 号站位于湛江市东侧的麻斜航道水域。潮流主流向为东北-西南向，涨潮流向东北，落潮流向西南。受地形影响，潮流主流向基本与航道走向一致。落潮流强于涨潮流。落潮最大流速为 94cm/s。表层流速明显大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

2 号站位于东头山岛的西北侧水道。潮流主流向为西南-东北向，涨潮流向西南，落潮流向东北。潮流主流向基本与水道走向一致。落潮流略强于涨潮流。落潮最大流速为 73cm/s。表层流速略大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

3 号站位于东头山岛的东侧，石头角航道西侧，测站的东侧水域较为开阔。潮流主流向为东-西向，涨潮流向西，落潮流向东。落潮流略强于涨潮流。落潮最大流速为 73cm/s，表层流速略大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

4号站位于港湾中腹的开阔水域。潮流主流向为西北-东南向，涨潮流向西北，落潮流向东南。落潮流强于涨潮流。落潮最大流速为 56cm/s。表层流速略大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

5号站位于东海岛北侧，南三岛西航道附近，其北侧海域较为开阔。潮流主流向为西偏北-东偏南向，涨潮流向西偏北，落潮流向东偏南。落潮流明显强于涨潮流。落潮最大流速为 81cm/s。表层流速大于中层流速，中层流速大于底层流速。各层流向基本一致。

6号站位于湛江水道东段的狭窄水域，南侧为东海岛，北侧为南三岛。潮流主流向为西北-东南向，涨潮流向西北，落潮流向东南。落潮流强于涨潮流。落潮最大流速为 116cm/s。表层流速大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

7号站位于盐田西侧海域，为浅水区。潮流主流向为西偏南-东偏北向，涨潮流向西偏南，落潮流向东偏北。落潮流略强于涨潮流。落潮最大流速为 37cm/s。表层流速大于中层流速，中层流速大于底层流速。各层流向基本一致。

第二航次：第二航次观测日期为 2017 年 6 月 9~10 日。

1号站，潮流主流向为北偏东-南偏西向，涨潮流向北偏东，落潮流向南偏西。受地形影响，潮流主流向基本与航道走向一致。落潮流强于涨潮流。落潮最大流速为 96cm/s。表层流速明显大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

2号站，潮流主流向为西南-东北向，涨潮流向西南，落潮流向东北。潮流主流向基本与水道走向一致。落潮流略强于涨潮流。落潮最大流速为 69cm/s。表层流速略大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

3号站，潮流主流向为东-西向，涨潮流向西，落潮流向东。落潮流略强于涨潮流。落潮最大流速为 82cm/s。表层流速略大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

4号站，潮流主流向为西北-东南向，涨潮流向西北，落潮流向东南。落潮流强于涨潮流。落潮最大流速为 62cm/s。表层流速略大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

5号站，潮流主流向为西偏北-东偏南向，涨潮流向西偏北，落潮流向东偏南。落潮流明显强于涨潮流。落潮最大流速为 74cm/s。表层流速大于中层流速，中层流速大于底层流速。各层流向基本一致。

6号站，潮流主流向为西北-东南向，涨潮流向西北，落潮流向东南。落潮流强于涨潮流。落潮最大流速为 138cm/s。表层流速大于中层和底层流速。各层流向基本一致。

7号站，潮流主流向为西偏南-东偏北向，涨潮流向西偏南，落潮流向东偏北。落潮

流略强于涨潮流。落潮最大流速为 40cm/s。表层流速大于中层流速，中层流速大于底层流速。各层流向基本一致。

从表 4.2-2 以及表 4.2-3 中可以看出，两个航次的潮流特征基本一致。各站潮流受海岸线和海底地形的制约，涨、落潮流主流向的走向基本与岸线或者水道的轴向相一致。深水区潮流较强，浅水区潮流较弱。落潮流强于涨潮流。最大流出现在 6 号站第二航次的落潮期，流速达 138cm/s。7 号站潮流最弱。流速的垂线分布比较均匀，表层流大于中层流，中层流大于底层流。

各站、层落潮流流速明显大于涨潮流流速。最大落潮流发生于第二航次的 6 号站表层，流速达 138cm/s；流向为 108° ；最大涨潮流亦发生于第二航次的 6 号站表层，流速达 86cm/s；流向为 280° 。

表 4.2-2 4 月最大实测涨落潮流流速流向（流速：cm/s；向：度）

站号	项目		层次		
			表层	中层	底层
1	涨潮	流速	46.0	44.0	40.0
		流向	28.0	16.0	14.0
	落潮	流速	94.0	57.0	43.0
		流向	198.0	194.0	190.0
2	涨潮	流速	55.0	48.0	37.0
		流向	232.0	230.0	226.0
	落潮	流速	73.0	56.0	43.0
		流向	58.0	58.0	68.0
3	涨潮	流速	56.0	49.0	45.0
		流向	274.0	274.0	268.0
	落潮	流速	73.0	66.0	57.0
		流向	90.0	94.0	92.0
4	涨潮	流速	42.0	45.0	36.0
		流向	282.0	278.0	278.0
	落潮	流速	60.0	57.0	52.0
		流向	120.0	140.0	100.0
5	涨潮	流速	43.0	46.0	46.0
		流向	288.0	284.0	268.0
	落潮	流速	81.0	69.0	54.0
		流向	94.0	96.0	92.0
6	涨潮	流速	80.0	82.0	88.0
		流向	294.0	296.0	288.0
	落潮	流速	116.0	97.0	91.0

站号	项目		层次		
			表层	中层	底层
		流向	116.0	102.0	138.0
7	涨潮	流速	43.0	40.0	35.0
		流向	248.0	252.0	252.0
	落潮	流速	37.0	33.0	33.0
		流向	80.0	73.0	50.0

表 4.2-3 6 月最大实测涨落潮流流速流向（流速：cm/s；向：度）

站号	项目		层次		
			表层	中层	底层
1	涨潮	流速	55.0	37.0	29.0
		流向	28.0	20.0	24.0
	落潮	流速	96.0	71.0	55.0
		流向	190.0	198.0	210.0
2	涨潮	流速	43.0	39.0	36.0
		流向	220.0	224.0	234.0
	落潮	流速	69.0	53.0	42.0
		流向	74.0	78.0	90.0
3	涨潮	流速	51.0	48.0	45.0
		流向	292.0	288.0	288.0
	落潮	流速	82.0	77.0	50.0
		流向	98.0	104.0	102.0
4	涨潮	流速	38.0	36.0	33.0
		流向	294.0	294.0	300.0
	落潮	流速	62.0	57.0	45.0
		流向	130.0	138.0	132.0
5	涨潮	流速	39.0	31.0	33.0
		流向	282.0	264.0	280.0
	落潮	流速	74.0	69.0	66.0
		流向	96.0	106.0	114.0
6	涨潮	流速	86.0	78.0	62.0
		流向	280.0	296.0	294.0
	落潮	流速	138.0	119.0	80.0
		流向	108.0	110.0	122.0
7	涨潮	流速	30.0	33.0	25.0
		流向	260.0	256.0	264.0
	落潮	流速	40.0	40.0	27.0
		流向	84.0	84.0	84.0

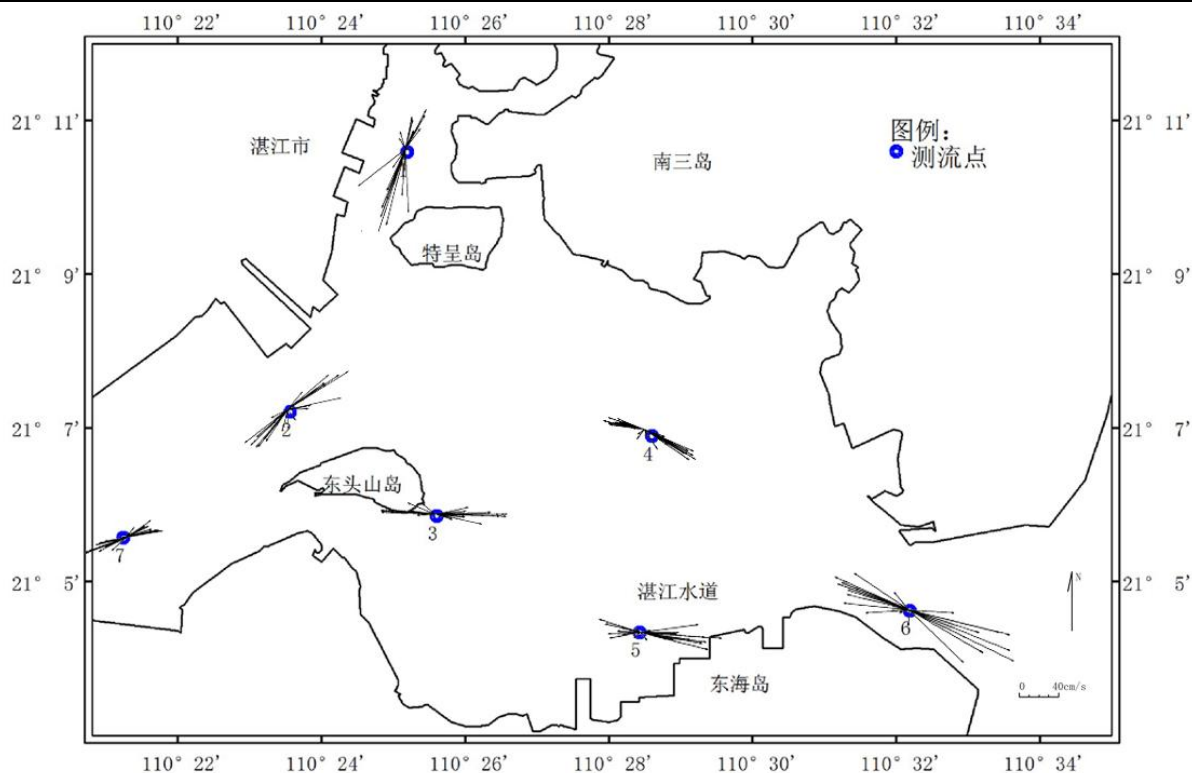


图 4.2-6 4 月实测海流矢量图（表层）

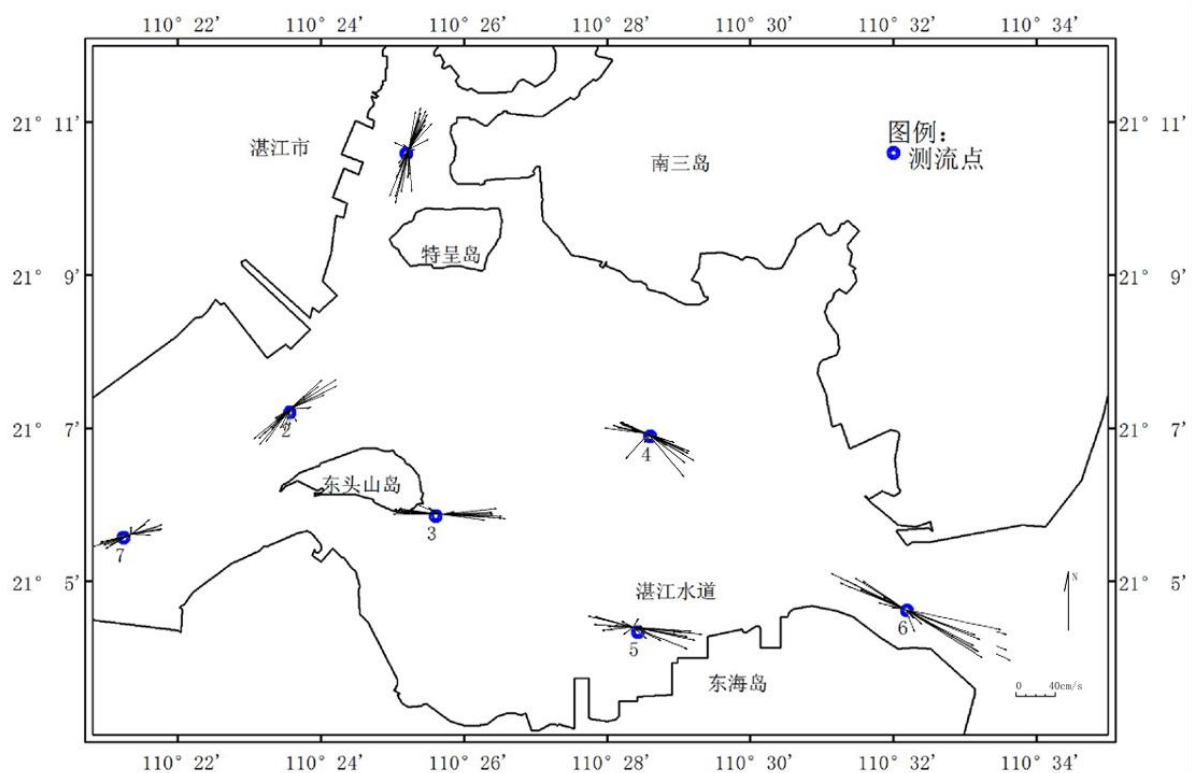
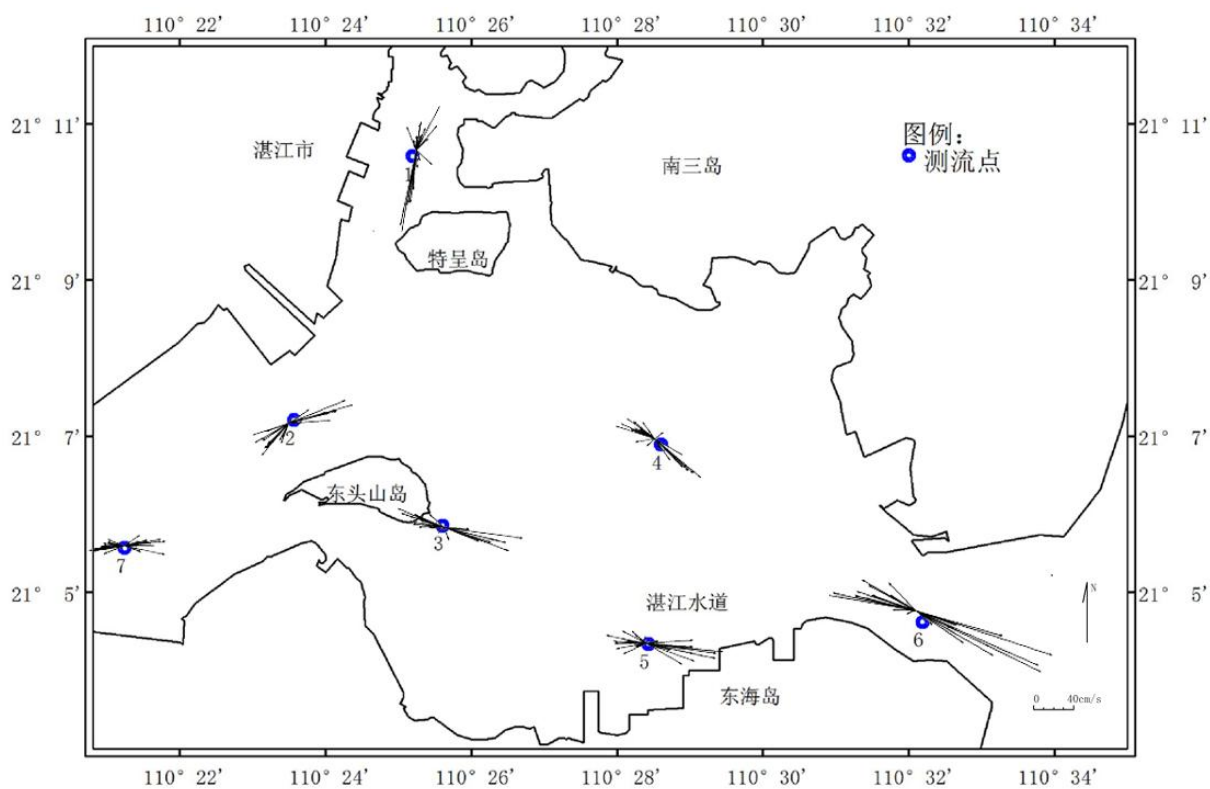
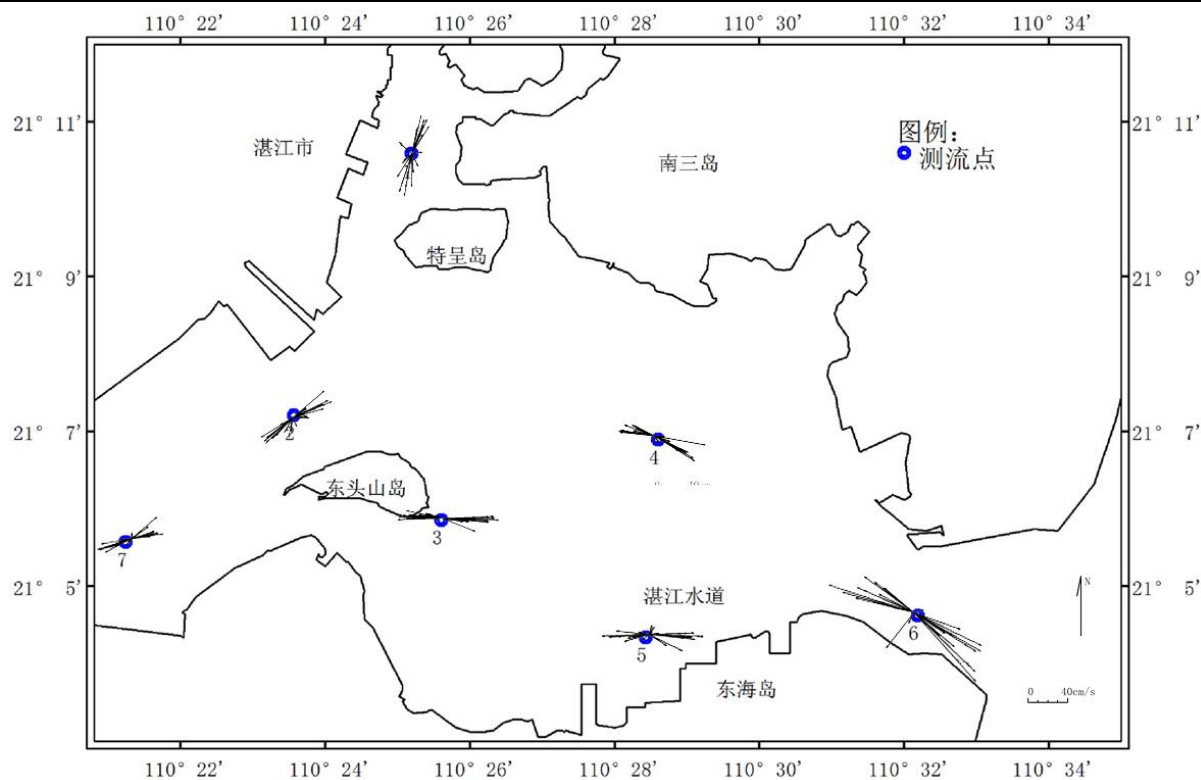


图 4.2-7 4 月实测海流矢量图（中层）



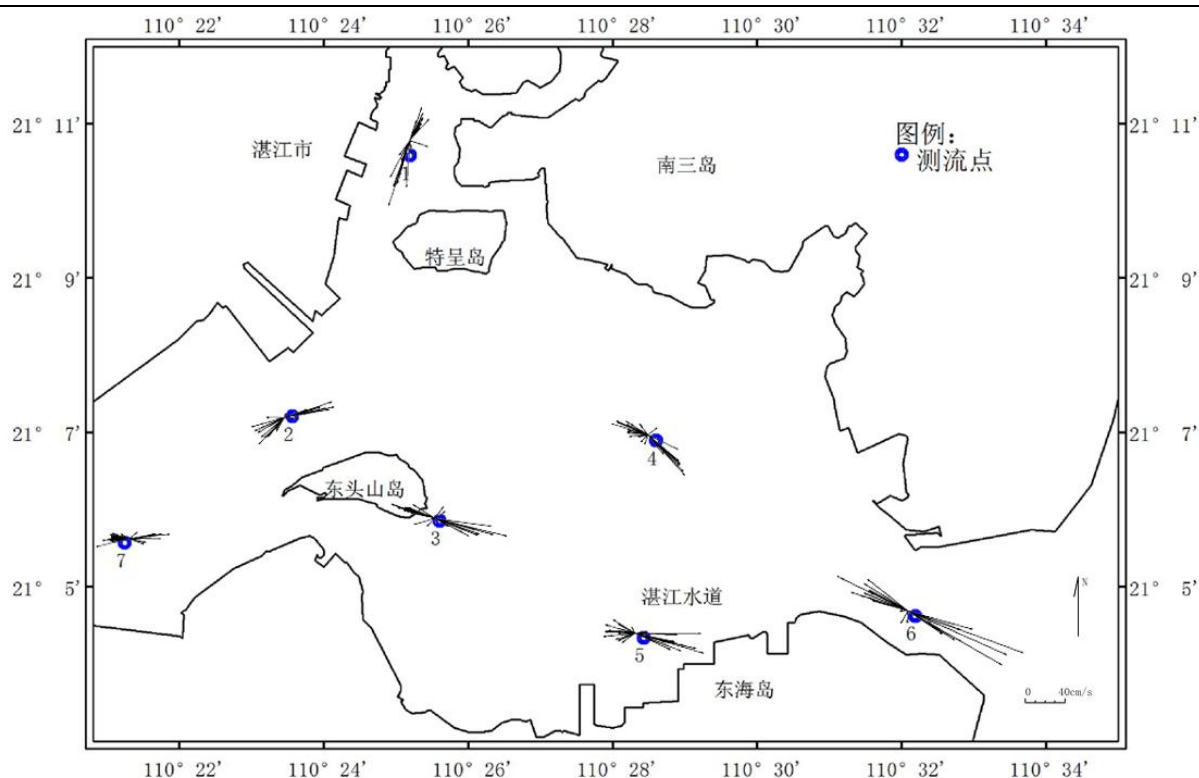


图 4.2-10 6 月实测海流矢量图（中层）

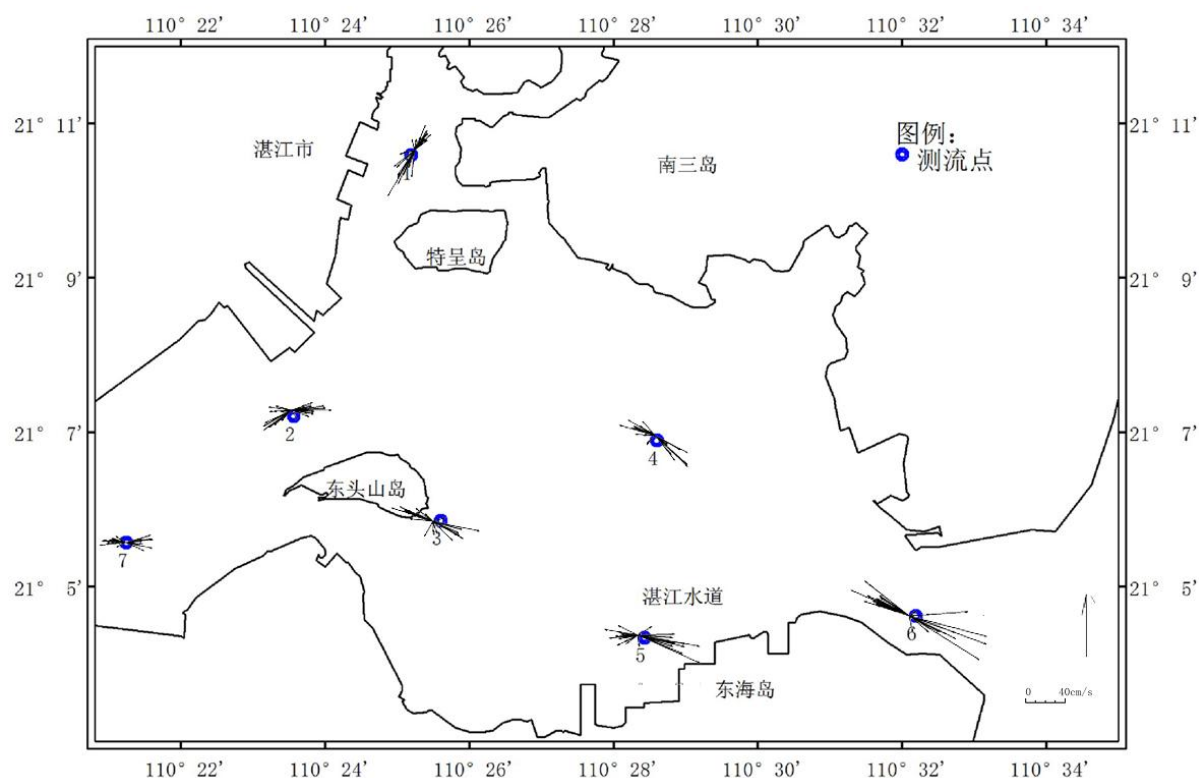


图 4.2-11 6 月实测海流矢量图（底层）

4、潮流分析

(1) 潮流调和和分析成果

潮流按其性质可分为正规的、非正规的半日潮流或全日潮流。其判别标准为全日潮

流振幅之和($W_{01}+W_{k1}$)与主太阴半日分潮流振幅(W_{m2})之比值:

$$F = \frac{W_{01} + W_{k1}}{W_{m2}}$$

当 $F \leq 0.5$ 时, 为规则半日潮流; 当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时, 为不规则半日潮流; 当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时, 为不规则全日潮流。

表 4.2-4 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

站号	层次		
	表层	中层	底层
1	0.36	0.31	0.33
2	0.35	0.38	0.43
3	0.32	0.39	0.26
4	0.39	0.35	0.29
5	0.50	0.45	0.45
6	0.44	0.46	0.49
7	0.31	0.39	0.42

上表 4.2-4 中可见, 各站层的 F 值为 $F \leq 0.5$ 或者当 $0.5 < F \leq 2.0$ 两种情况, 说明本海域的潮流属于规则或不规则半日潮流区。

鉴于本区太阴半日潮流占绝对支配地位, 因此可以用 M2 分潮流的椭圆率 ϵ (短半轴比长半轴)来判别潮流运动形式。椭圆率的符号用以判断潮流的旋转方向: 当 $\epsilon \geq 0$ 时, 潮流按逆时针方向旋转, 当 $\epsilon < 0$ 时, 潮流按顺时针方向旋转。椭圆率的绝对值用以判断潮流的运动形式: 当 $|\epsilon| \leq 0.25$ 时, 潮流的运动形式为往复流; 当 $|\epsilon| > 0.25$ 时, 潮流的运动形式为旋转流。

下表 4.2-5 清楚表明, 各站层 M2 分潮流椭圆率绝对值的最大值为 0.13, 符合 $|\epsilon| \leq 0.25$, 因此, 各站层的潮流皆为往复流。椭圆率的符号有正有负, 说明各站层潮流的旋转方向不尽一致, 有逆时针方向, 也有顺时针方向。

表 4.2-5 各站 M2 分潮流椭圆率统计

站号	层次		
	表层	中层	底层
1	-0.00	-0.10	-0.13
2	0.09	0.09	0.06
3	0.03	-0.02	-0.04
4	-0.08	-0.10	-0.07
5	-0.03	-0.01	0.04
6	0.01	-0.03	0.05
7	-0.05	-0.04	-0.07

(2) 大潮平均最大潮流和最大可能潮流

据《港口工程技术规范》JTJ 213—98 中规定, 对于规则半日潮流海区大潮期间的潮流平均最大流速矢量取公式 (3) 计算, 对于规则半日潮流海区可能最大潮流流速矢

$$\vec{W} = \vec{W}_{m2} + \vec{W}_{s2} \quad (3)$$

$$\vec{W}_{\max} = 1.295\vec{W}_{m2} + 1.245\vec{W}_{s2} + \vec{W}_{O1} + \vec{W}_{k1} + \vec{W}_{m4} + \vec{W}_{ms4} \quad (4)$$

量取公式 (4) 计算:

计算结果示于下表 4.2-6~表 4.2-7。由该表可见, 各测站大潮平均最大潮流与最大可能潮流是一致的。平均最大潮流强的站、层其最大可能潮流亦强。流速由表层至底层逐渐递减, 且各水层流向与其所对应的 M2 分潮流椭圆长轴的走向基本一致。

表 4.2-6 大潮平均最大潮流流速流向 (流速: cm/s; 流向: 度)

站号	层次					
	表层		中层		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
1	56.0	198	44.0	197	35.0	196
2	54.0	51	45.0	52	36.0	56
3	63.0	92	55.0	93	48.0	930
4	45.0	113	41.0	114	36.0	111
5	47.0	95	46.0	99	39.0	91
6	88.0	112	81.0	116	70.0	118
7	35.0	69	32.0	71	28.0	69

表 4.2-7 可能最大潮流流速流向 (流速: cm/s; 流向: 度)

站号	层次					
	表层		中层		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
1	106.3	194	78.3	195	60.0	203
2	95.0	54	83.2	45	62.1	49
3	100.0	84	88.8	85	80.9	83
4	80.9	71	67.1	53	58.5	66
5	97.9	81	82.2	74	73.4	77
6	135.7	64	112.0	64	98.7	57
7	55.9	69	6 向与其所对应的 M ₂	64	53.2	62

(3) 大潮期间潮流水质点平均最大运移距离及最大可能运移距离

据交通部《港口工程技术规范》JTJ 213—98 中规定, 对于规则半日潮流海区大潮期间的潮流水质点平均最大运移距离取公式 (5) 计算, 对于规则半日潮流海区大潮期

间的潮流水质点最大可能运移距离取公式（6）计算：

$$\vec{L}_{Ms} = 142.3\vec{W}_{m2} + 137.5\vec{W}_{s2} \quad (5)$$

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{m2} + 171.2\vec{W}_{s2} + 274.3\vec{W}_{k1} + 295.9\vec{W}_{o1} + 71.2\vec{W}_{m4} + 69.9\vec{W}_{ms4} \quad (6)$$

计算结果示于下表 4.2-8~表 4.2-9。

表 4.2-8 各站潮流水质点平均最大运移距离（距离：m；方向：度）

站号	层次					
	表层		中层		底层	
	距离	方向	距离	方向	距离	方向
1	8028	195	6545	198	5045	202
2	7603	56	6463	58	5018	64
3	8808	97	7773	98	6231	100
4	6376	117	5949	118	5334	116
5	7137	96	6895	99	5891	94
6	13460	111	11799	115	9744	116
7	4888	75	4416	78	3801	77

表 4.2-9 各站潮流水质点最大可能运移距离（距离：m；方向：度）

站号	层次					
	表层		中层		底层	
	距离	方向	距离	方向	距离	方向
1	15324	192	11907	194	9312	205
2	14572	59	12454	63	10214	61
3	16560	79	15552	82	11002	77
4	12474	55	11002	52	9583	56
5	15158	81	14088	81	12040	81
6	27411	68	24084	66	20254	64
7	9047	78	87325	77	7602	79

5、余流分析

所谓余流通常指实测海流中去除潮流后剩余部分的总称。其中包括冲淡水流及风海流，也包括潮汐引起的长周期或定常的流动。

由下表 4.2-10~表 4.2-11 可见，2017 年 4 月各站、层的余流流速介于 1.4cm/s~13.9cm/s 之间。各站、层余流流向比较分散。余流场在很大程度上受海面风场支配，平均余流随季风而有季节变化。故而，上述余流仅能代表观测期间的余流分布。

表 4.2-10 2017 年 4 月调查海域各站大潮余流(单位：cm/s，°)

站号	层次					
	表层		中层		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向

1	11.1	199	3.0	112	2.7	40
2	6.7	142	6.5	161	5.6	158
3	3.0	312	2.5	320	1.4	287
4	7.7	152	6.6	160	3.9	149
5	13.9	96	11.1	104	7.1	102
6	5.3	142	4.9	130	7.8	174
7	5.2	251	3.3	240	2.4	251

表 4.2-11 2017 年 6 月调查海域各站大潮余流(单位: cm/s, °)

站号	层次					
	表层		中层		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
1	12.3	177	7.3	168	3.3	217
2	7.2	142	5.3	141	4.9	184
3	4.0	105	2.0	101	2.8	251
4	5.9	165	6.0	177	5.4	199
5	10.2	102	8.9	114	9.7	119
6	8.3	133	3.7	138	2.5	53
7	1.0	291	1.7	337	1.2	330

两次调查余流分布图详见图图 4.2-12~图 4.2-13。

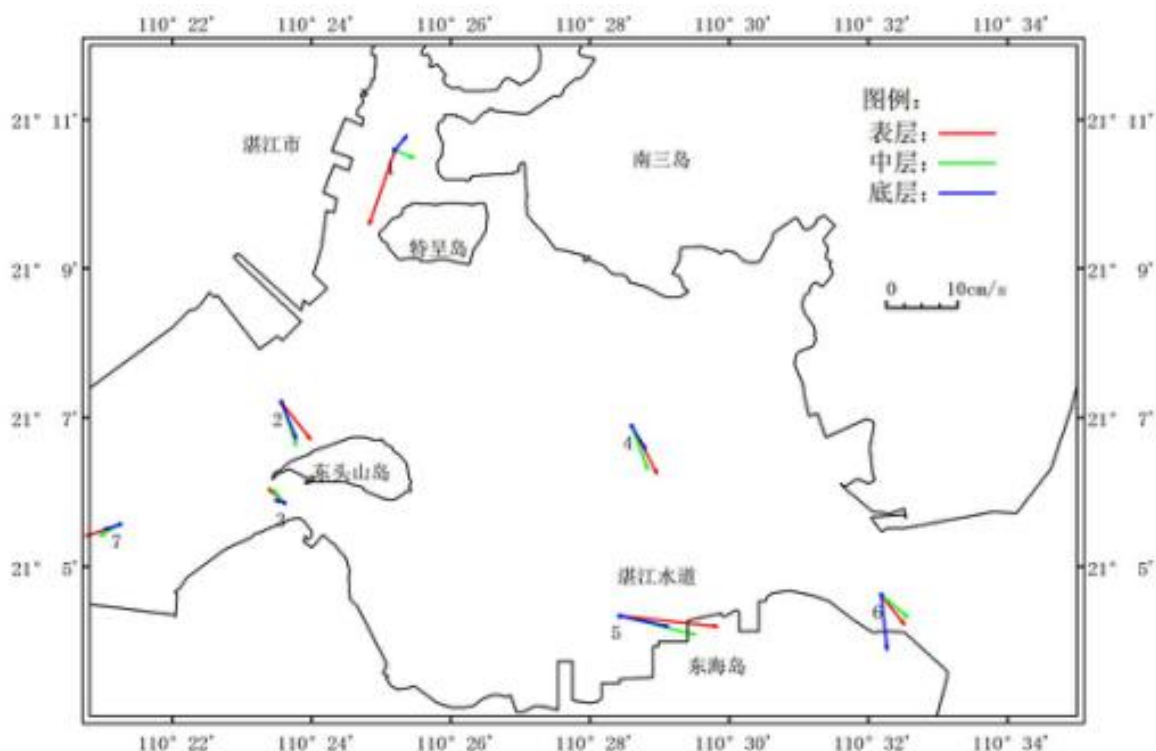


图 4.2-12 2017 年 4 月湛江湾海域余流分布图

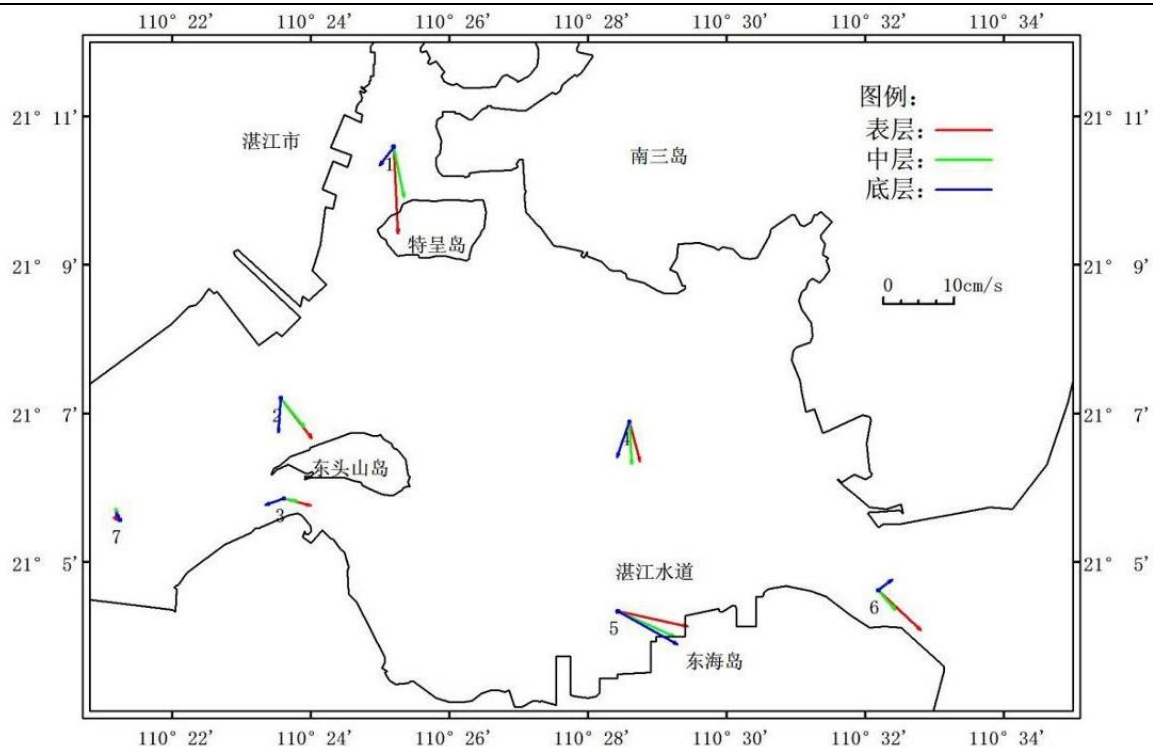


图 4.2-13 2017 年 6 月湛江湾海域余流分布图

4.2.2 海洋水环境质量现状调查与评价

1、调查站位布设

共布设 23 个调查站位，其中，水质调查站位 23 个，沉积物调查站位 16 个，生态调查站位 23 个；另设潮间带生物调查断面 3 条，生物质量调查断面 6 个，如图 4.2-14 所示，站位坐标详见表 4.2-12 和表 4.2-13。

表 4.2-12 2018 年 4 月海水水质、沉积物、生态环境质量调查站位

站位编号	经度	纬度	调查内容		
			水质	沉积物	生态
P1	110°32'23.40"E	20°57'24.80"N	★	★	★
P2	110°34'43.93"E	20°57'04.58"N	★		★
P3	110°37'44.37"E	20°56'46.98"N	★	★	★
P4	110°32'42.46"E	20°59'06.72"N	★	★	★
P5	110°35'22.61"E	20°59'04.22"N	★	★	★
P6	110°38'17.96"E	20°59'01.03"N	★	★	★
P7	110°33'28.15"E	21°01'07.11"N	★		★
P8	110°38'44.73"E	21°00'55.67"N	★		★
P9	110°33'59.57"E	21°03'02.65"N	★		★
P10	110°36'20.58"E	21°04'01.08"N	★	★	★
P11	110°34'56.08"E	21°05'32.12"N	★		★
P12	110°36'21.75"E	21°07'58.13"N	★		★

站位编号	经度	纬度	调查内容		
			水质	沉积物	生态
P13	110°39'31.98"E	21°06'57.50"N	★		★
P14	110°31'54.25"E	21°04'44.30"N	★	★	★
P15	110°29'36.81"E	21°04'33.76"N	★	★	★
P16	110°29'47.11"E	21°06'05.06"N	★	★	★
P17	110°35'52.25"E	21°00'46.73"N	★	★	★
P18	110°26'46.22"E	21°03'51.81"N	★	★	★
P19	110°27'10.88"E	21°05'54.19"N	★	★	★
P20	110°27'33.37"E	21°07'35.92"N	★	★	★
P21	110°24'29.67"E	21°05'38.02"N	★	★	★
P22	110°24'45.71"E	21°07'08.02"N	★	★	★
P23	110°25'01.86"E	21°08'40.19"N	★	★	★
C1	110°31'04.06"E	21°04'42.00"N	潮间带生物		
C2	110°25'19.00"E	21°06'05.00"N			
C3	110°32'45.00"E	21°02'13.00"N			

表 4.2-13 2018 年 4 月生物质量调查起止坐标

断面	起点坐标	终点坐标	断面长度 (km)
y1	21°08'40.19"N 110°25'01.86"E	21°07'35.92"N 110°27'33.37"E	4.9
y2	21°06'05.06"N 110°29'47.11"E	21°07'58.13"N 110°36'21.75"E	4.1
y3	21°04'33.76"N 110°29'36.81"E	21°07'08.02"N 110°24'45.71"E	8.3
y4	21°03'51.81"N 110°26'46.22"E	21°05'38.02"N 110°24'29.67"E	5.3
y5	21°01'07.11"N 110°33'28.15"E	20°59'06.72"N 110°32'42.46"E	3.7
y6	20°59'04.22"N 110°35'22.61"E	21°00'46.73"N 110°35'52.25"E	3.3

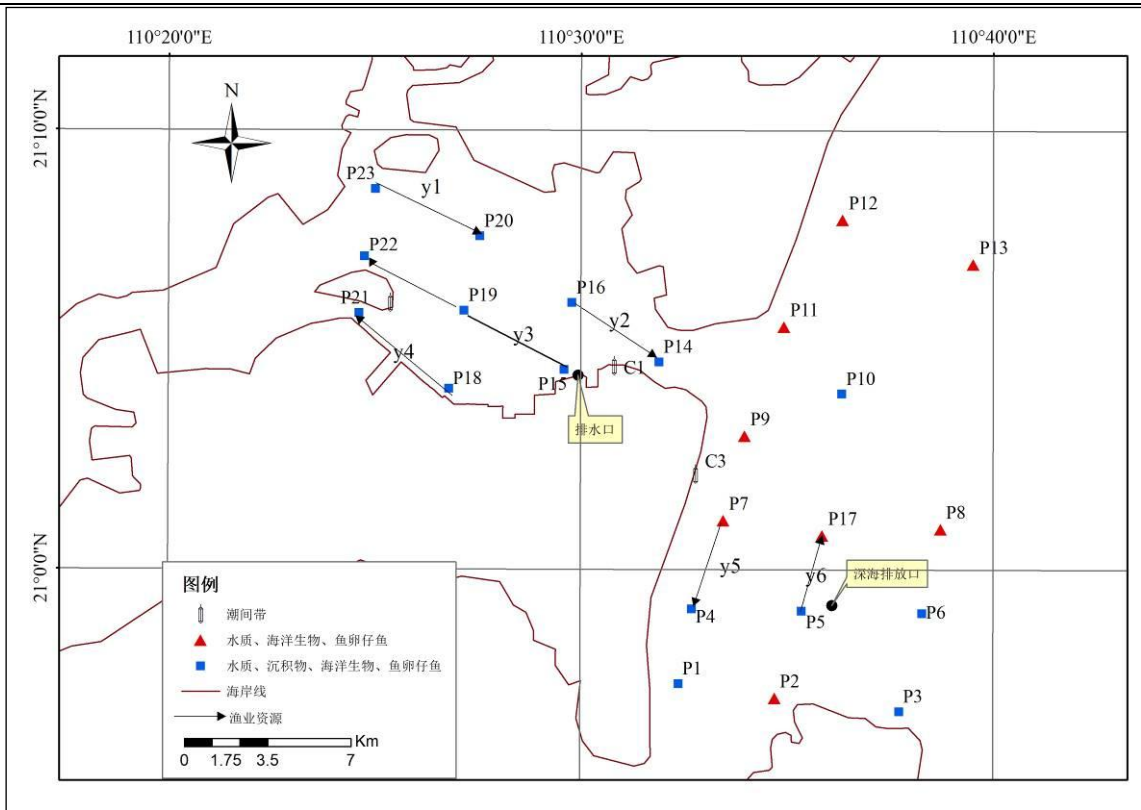


图 4.2-14 2018 年 4 月调查站位布点图

2、海水水质环境调查项目与分析方法

水质调查于 2018 年 4 月 16 日至 17 日进行,采样层次依现场水深决定,当水深<10m 时,只采取表层样;当水深≥10m, <20m 时,采表层和底层水样;当水深≥20m,采表层、10 米水层、底层水样。

水质监测分析项目包括: 水温、盐度、pH、溶解氧 (DO)、浊度、悬浮物 (SS)、化学需氧量 (COD_{Mn})、生化需氧量 (BOD₅)、石油类、硫化物、挥发酚、氰化物、氟化物、游离氯、硫酸盐、无机氮 (亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮)、活性磷酸盐、重金属 (汞、镉、铅、铬、砷、铜、锌、镍), 计 27 项。

水质指标的现场测定、海水样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)、《海洋调查规范》(GB12763-2007) 执行。水质监测项目分析方法如下表 4.2-14 所示。

表 4.2-14 2018 年 4 月水质监测项目及分析方法

监测项目	分析方法	依据	检出限
温度	多参数水质仪 (HACH-HQ40d multi)		0.1
盐度	多参数水质仪 (HACH-HQ40d multi)		0.1
pH	多参数水质仪 (HACH-HQ40d multi)		0.01
DO	多参数水质仪 (HACH-HQ40d multi)		0.01mg/L

监测项目	分析方法	依据	检出限
浊度	浊度计法	GB17378.4/30.1-2007	-
悬浮物	重量法	GB 17378.4/27-2007	0.1mg/L
COD _{Mn}	碱性高锰酸钾法	GB 17378.4/32-2007	0.15mg/L
BOD ₅	5 日培养法	GB 17378.4/33.1-2007	-
石油类	紫外分光光度法	GB 17378.4/13.2-2007	3.5µg/L
挥发酚	4-氨基安替比林分光光度	GB 17378.4/19-2007	4.8µg/L
硫化物	离子选择电极法	GB 17378.4/18.2-2007	8.1µg/L
氟化物	离子选择电极法	GB/T 7484-1987	0.02mg/L
氰化物	异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	GB17378.4/20.1-2007	2.1µg/L
游离氯	N, N-二乙基-1, 4-苯二胺分光光度法	HJ 586-2010	4µg/L
硫酸盐	重量法	GB11899-1989	0.2mg/L
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	GB17378.4/37-2007	0.3µg/L
硝酸盐	镉柱还原法	GB17378.4/38.1-2007	0.6µg/L
氨氮	次溴酸盐氧化法	GB17378.4/36.2-2007	0.4µg/L
活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	GB17378.4/39.1-2007	1.4µg/L
汞	原子荧光法	GB 17378.4/5.1-2007	0.007µg/L
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4/8.1-2007	0.01µg/L
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4/7.1-2007	0.03µg/L
铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4/10.1-2007	0.4µg/L
砷	原子荧光法	GB 17378.4/11.1-2007	0.5µg/L
铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4/6.1-2007	0.2µg/L
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4/9.1-2007	3.1µg/L
镍	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4/42-2007	0.03µg/L

3、海水水质环境现状调查结果

海水水质调查结果表 4.2-15~表 4.2-16 所示。

表 4.2-15 2018 年 4 月海水水质调查结果

站位	水层	水温 ℃	盐度	pH 值	溶解氧 mg/L	浊度	SS mg/L	余氯 mg/L	COD mg/L	BOD mg/L	石油类 mg/L	硫化物 μg/L	挥发酚 μg/L	硫酸盐 mg/L	氟化物 mg/L	氰化物 μg/L
P01	表	23.3	30.8	8.09	8.55	5.14	29.7	0.015	1.43	1.58	0.041	18.15	1.22	2233	0.91	0.78
P02	表	23.2	31.5	8.11	8.70	2.92	10.6	0.009	1.15	2.38	0.047	9.11	1.33	2280	0.94	1.16
P03	表	23.2	31.5	8.15	8.36	2.64	10.0	0.023	0.95	2.17	0.030	12.86	1.24	2354	0.97	1.45
P04	表	20.0	31.3	8.18	9.29	4.03	4.8	0.030	1.47	2.30	0.044	15.44	1.04	2251	0.97	1.69
P05	表	22.6	31.0	8.14	8.98	2.64	10.8	0.012	1.35	3.44	0.047	13.18	1.61	2326	0.99	1.59
P06	表	22.8	31.6	8.24	9.52	2.36	2.8	0.019	1.15	2.07	0.039	10.08	1.76	2247	1.00	1.90
P07	表	22.7	31.0	8.10	9.15	2.08	4.2	0.016	1.59	2.11	0.044	15.97	1.83	2311	0.98	1.37
P08	表	23.5	31.4	8.26	9.15	6.81	9.6	0.015	1.51	2.57	0.036	23.60	1.36	2355	0.97	2.51
P09	表	22.3	30.7	8.07	8.51	4.03	7.2	0.014	2.42	1.26	0.039	18.46	2.32	2235	1.04	1.73
P10	表	23.2	30.5	8.09	8.21	6.25	11.8	0.016	1.91	1.19	0.033	12.56	2.23	2223	1.03	0.98
P11	表	23.0	30.8	8.14	8.93	5.69	21.4	0.014	2.64	2.81	0.027	18.44	1.45	2166	1.00	1.11
P12	表	22.6	30.2	8.29	9.72	4.03	4.0	0.026	1.99	2.73	0.024	32.11	1.61	2193	0.98	2.13
P13	表	21.2	30.5	8.35	9.79	5.97	2.6	0.019	1.87	2.23	0.021	12.14	1.46	2293	0.95	1.94
P14	表	21.9	30.3	7.93	8.63	2.92	1.4	0.016	2.98	2.23	0.053	19.66	1.74	2190	1.11	1.36
P14	中	23.4	30.1	8.02	7.87	4.58	6.4	0.019	2.70	1.27	0.096	22.81	1.80	2223	1.18	1.75
P14	底	22.8	30.2	8.10	7.74	4.03	5.2	0.017	2.58	0.72	0.173	19.22	1.46	2283	1.08	1.65
P15	表	22.6	30.5	8.00	7.92	6.53	6.6	0.023	3.62	1.57	0.153	32.79	1.39	2246	1.17	2.56
P15	中	22.5	30.2	7.96	7.83	9.03	6.6	0.011	3.81	2.03	0.161	16.50	1.53	2210	1.13	2.30
P15	底	22.6	30.4	8.00	7.77	14.31	10.8	0.016	3.06	1.44	0.264	13.78	1.52	2210	1.09	1.48
P16	表	23.3	30.2	7.92	7.65	16.53	16.2	0.017	3.93	1.53	0.076	22.37	1.98	2238	1.19	2.97
P17	表	23.0	31.4	8.25	9.03	2.64	13.6	0.019	1.19	2.98	0.047	8.82	1.53	2315	0.96	2.11
P18	表	22.9	30.3	7.97	7.67	5.42	6.6	0.013	2.30	1.54	0.056	27.21	1.50	2096	1.25	1.37
P19	表	23.4	30.2	7.97	7.64	8.19	12.2	0.021	3.34	0.90	0.078	18.61	1.40	2221	1.20	1.25

站位	水层	水温 ℃	盐度	pH 值	溶解氧 mg/L	浊度	SS mg/L	余氯 mg/L	COD mg/L	BOD mg/L	石油类 mg/L	硫化物 μg/L	挥发酚 μg/L	硫酸盐 mg/L	氟化物 mg/L	氰化物 μg/L
P20	表	22.3	29.9	7.91	7.23	19.31	14.4	0.019	3.97	2.50	0.093	47.01	1.58	2165	1.19	0.70
P21	表	22.9	29.3	7.75	7.53	5.69	6.6	0.016	3.42	1.89	0.124	14.46	1.59	2013	1.33	0.96
P22	表	21.4	30.1	7.88	7.64	11.81	3.6	0.023	2.15	0.81	0.173	17.36	1.48	2099	1.42	0.85
P23	表	23.1	29.6	7.86	7.53	5.42	9.2	0.019	3.89	1.54	0.141	24.70	1.40	2041	1.26	1.69
最大值		23.5	31.6	8.35	9.79	19.31	29.65	0.030	3.97	3.44	0.264	47.01	2.32	2355	1.42	2.97
最小值		20.0	29.3	7.75	7.23	2.08	1.40	0.009	0.95	0.72	0.021	8.82	1.04	2013	0.91	0.70
平均值		22.7	30.6	8.06	8.39	6.33	9.22	0.018	2.36	1.92	0.080	19.16	1.57	2223	1.08	1.60

表 4.2-16 2018 年 4 月海水水质调查结果（续表）

站位	水层	活性磷酸盐 mg/L	NO ₃ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NH ₄ -N mg/L	无机氮 mg/L	Cr μg/L	Cu μg/L	Zn μg/L	As μg/L	Cd μg/L	Hg μg/L	Pb μg/L	Ni μg/L
P01	表	0.009	0.056	0.008	0.174	0.238	2.3	8.2	37.6	2.9	0.13	0.04	0.84	1.05
P02	表	0.005	0.069	0.011	0.164	0.244	2.1	6.8	33.4	3.6	0.08	0.12	0.94	0.95
P03	表	0.013	0.061	0.012	0.148	0.220	2.4	7.1	19.1	2.7	0.11	0.04	0.85	0.92
P04	表	0.020	0.057	0.009	0.167	0.233	2.6	6.3	43.6	3.1	0.12	0.13	1.18	0.93
P05	表	0.011	0.062	0.007	0.156	0.225	2.4	5.8	28.2	2.3	0.10	0.14	0.74	0.94
P06	表	0.012	0.055	0.008	0.175	0.238	2.6	6.0	21.3	2.6	0.09	0.03	0.60	0.93
P07	表	0.023	0.054	0.010	0.173	0.237	2.6	7.0	17.8	3.3	0.07	0.12	0.53	1.04
P08	表	0.009	0.053	0.008	0.143	0.205	2.1	5.4	31.4	2.7	0.08	0.04	1.04	0.95
P09	表	0.026	0.049	0.008	0.172	0.229	2.1	3.1	20.9	3.3	0.06	0.10	0.67	1.00
P10	表	0.024	0.060	0.008	0.174	0.242	3.2	4.8	32.0	3.0	0.11	0.03	1.10	0.99
P11	表	0.028	0.061	0.008	0.164	0.233	2.6	8.3	37.6	3.2	0.07	0.04	1.08	1.02
P12	表	0.024	0.061	0.001	0.175	0.237	2.4	3.9	20.1	3.2	0.09	0.04	0.47	1.13
P13	表	0.022	0.062	0.007	0.179	0.248	2.7	4.5	28.7	3.1	0.08	0.04	0.60	1.09
P14	表	0.091	0.061	0.010	0.179	0.250	3.3	7.9	39.7	3.6	0.12	0.10	1.14	1.26

站位	水层	活性磷酸盐 mg/L	NO ₃ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NH ₄ -N mg/L	无机氮 mg/L	Cr μg/L	Cu μg/L	Zn μg/L	As μg/L	Cd μg/L	Hg μg/L	Pb μg/L	Ni μg/L
P14	中	0.036	0.066	0.009	0.173	0.247	2.1	3.1	15.9	2.8	0.06	0.05	0.45	1.49
P14	底	0.049	0.067	0.008	0.175	0.250	2.9	5.5	45.1	3.6	0.14	0.15	1.63	1.42
P15	表	0.057	0.058	0.013	0.131	0.202	1.8	2.9	19.9	2.9	0.07	0.07	0.40	1.43
P15	中	0.077	0.073	0.010	0.146	0.229	3.6	2.8	15.8	3.5	0.08	0.08	0.61	1.48
P15	底	0.050	0.060	0.009	0.143	0.213	1.7	7.1	30.2	3.5	0.09	0.10	0.95	1.57
P16	表	0.036	0.064	0.009	0.153	0.226	1.8	2.4	12.1	3.3	0.09	0.07	0.87	1.58
P17	表	0.006	0.059	0.008	0.164	0.231	2.9	5.8	19.1	3.2	0.10	0.05	0.46	1.61
P18	表	0.056	0.068	0.009	0.167	0.244	2.6	5.6	35.7	3.1	0.11	0.10	1.18	1.59
P19	表	0.049	0.066	0.009	0.141	0.217	2.4	3.8	19.2	2.6	0.08	0.11	0.42	1.73
P20	表	0.067	0.077	0.011	0.172	0.261	1.5	2.7	16.5	3.7	0.07	0.06	0.34	1.69
P21	表	0.079	0.074	0.013	0.198	0.285	3.5	6.6	33.5	3.5	0.12	0.08	0.82	1.46
P22	表	0.072	0.077	0.013	0.181	0.271	2.1	7.3	32.9	3.0	0.12	0.12	0.98	1.75
P23	表	0.080	0.072	0.014	0.194	0.280	2.6	6.1	35.6	3.0	0.13	0.07	0.66	1.68
最大值		0.091	0.077	0.014	0.198	0.285	3.6	8.3	45.1	3.7	0.14	0.15	1.63	1.75
最小值		0.005	0.049	0.001	0.131	0.202	1.5	2.4	12.1	2.3	0.06	0.03	0.34	0.92
平均值		0.038	0.063	0.009	0.166	0.238	2.5	5.4	27.5	3.1	0.10	0.08	0.80	1.28

4、评价结果

水质评价选择 pH、DO、COD_{Mn}、BOD₅、无机氮、活性磷酸盐、汞、镉、铅、铬、砷、铜、锌、镍、氰化物、硫化物、挥发酚、石油类等计 18 项。采用单因子标准指数法，依据《广东省海洋功能区划》（2011~2020 年）和《湛江市近岸海域环境功能区划》（粤办函[2007]344 号、粤环函[2007]551 号）核定各测站水质管理目标要求，按《海水水质标准》（GB3097-1997）中的相应类别标准（详见表 4.2-17）进行评价，本次评价 P01、P02、P03、P04、P06、P07、P08、P09、P10、P11、P12、P13、P17 站执行《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准；P05、P14、P15、P16、P18、P19、P20、P21、P22、P23 站执行《海水水质标准》（GB3097-1997）三类标准。

表 4.2-17 海水水质评价标准（单位：mg/L(pH 除外)）

指标	一类标准	二类标准	三类标准
PH	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8~8.8
DO	>6	>5	>4
COD	≤2	≤3	≤4
BOD	≤1	≤3	≤4
无机氮	≤0.20	≤0.30	≤0.40
活性磷酸盐	≤0.015	≤0.030	≤0.030
汞	≤0.00005	≤0.0002	≤0.0002
镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010
铅	≤0.001	≤0.005	≤0.010
铬	≤0.05	≤0.10	≤0.20
砷	≤0.020	≤0.030	≤0.050
铜	≤0.005	≤0.010	≤0.050
锌	≤0.020	≤0.050	≤0.100
镍	≤0.005	≤0.010	≤0.020
氰化物	≤0.005	≤0.005	≤0.10
硫化物	≤0.02	≤0.05	≤0.10
挥发酚	≤0.005	≤0.005	≤0.01
石油类	≤0.05	≤0.05	≤0.30

某评价因子的标准指数： $P_i = C_i / C_{i0}$

式中： P_i —即单因子污染指数；

C_i —某污染因子的实测浓度；

C_{i0} —某污染因子的评价标准；

溶解氧的标准指数按下式计算：

$$I_i(\text{DO}) = |\text{DO}_f - \text{DO}| / (\text{DO}_f - \text{DO}_s) \quad \text{DO} \geq \text{DO}_s$$

$$I_i(\text{DO}) = 10 - 9\text{DO}/\text{DO}_s \quad \text{DO} < \text{DO}_s$$

$$\text{DO}_f = 468 / (31.6 + T)$$

式中：DO_f—现场水温及氯度条件下，水样中氧的饱和含量

DO_s—溶解氧标准值

DO—溶解氧测定值

T 为水温，℃

pH 值的标准指数按下式计算：

$$S_{\text{pH}} = (7.0 - \text{pH}) / (7.0 - \text{pH}_{\text{sd}}) \quad \text{pH} \leq 7.0$$

$$S_{\text{pH}} = (\text{pH} - 7.0) / (\text{pH}_{\text{su}} - 7.0) \quad \text{pH} > 7.0$$

式中：S_{pH}—pH 的污染指数；

pH—本次调查实测值；

pH_{su}—海水 pH 标准的上限值；

pH_{sd}—海水 pH 标准的下限值。

海水水质评价结果表 4.2-18 和表 4.2-19 所示。

表 4.2-18 2018 年 4 月海水水质评价结果（二类区）

站位	水层	pH 值	溶解氧	COD	BOD5	石油类	硫化物	挥发酚	氰化物	活性磷 酸盐	无机氮	Cr	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb	Ni
P01	表	0.73	0.01	0.48	0.53	0.83	0.36	0.24	0.16	0.30	0.79	0.45	0.82	0.75	0.10	0.03	0.19	0.17	0.10
P02	表	0.74	0.05	0.38	0.79	0.94	0.18	0.27	0.23	0.16	0.81	0.42	0.68	0.67	0.12	0.02	0.58	0.19	0.10
P03	表	0.77	0.05	0.32	0.72	0.60	0.26	0.25	0.29	0.44	0.73	0.48	0.71	0.38	0.09	0.02	0.20	0.17	0.09
P04	表	0.79	0.05	0.49	0.77	0.88	0.31	0.21	0.34	0.68	0.78	0.51	0.63	0.87	0.10	0.02	0.63	0.24	0.09
P06	表	0.83	0.25	0.38	0.69	0.77	0.20	0.35	0.38	0.40	0.79	0.51	0.60	0.43	0.09	0.02	0.16	0.12	0.09
P07	表	0.73	0.15	0.53	0.70	0.88	0.32	0.37	0.27	0.78	0.79	0.51	0.70	0.36	0.11	0.01	0.58	0.11	0.10
P08	表	0.84	0.19	0.50	0.86	0.71	0.47	0.27	0.50	0.30	0.68	0.42	0.54	0.63	0.09	0.02	0.20	0.21	0.09
P09	表	0.71	0.05	0.81	0.42	0.77	0.37	0.46	0.35	0.88	0.76	0.42	0.31	0.42	0.11	0.01	0.51	0.13	0.10
P10	表	0.73	0.09	0.64	0.40	0.66	0.25	0.45	0.20	0.80	0.81	0.63	0.48	0.64	0.10	0.02	0.17	0.22	0.10
P11	表	0.76	0.10	0.88	0.94	0.54	0.37	0.29	0.22	0.93	0.78	0.51	0.83	0.75	0.11	0.01	0.21	0.22	0.10
P12	表	0.86	0.30	0.66	0.91	0.49	0.64	0.32	0.43	0.79	0.79	0.48	0.39	0.40	0.11	0.02	0.20	0.09	0.11
P13	表	0.90	0.24	0.62	0.74	0.43	0.24	0.29	0.39	0.73	0.83	0.54	0.45	0.57	0.10	0.02	0.19	0.12	0.11
P17	表	0.83	0.13	0.40	0.99	0.94	0.18	0.31	0.42	0.21	0.77	0.57	0.58	0.38	0.11	0.02	0.24	0.09	0.16
最大值		0.90	0.30	0.88	0.99	0.94	0.64	0.46	0.50	0.93	0.83	0.63	0.83	0.87	0.12	0.03	0.63	0.24	0.16
最小值		0.71	0.01	0.32	0.40	0.43	0.18	0.21	0.16	0.16	0.68	0.42	0.31	0.36	0.09	0.01	0.16	0.09	0.09
平均值		0.79	0.13	0.55	0.73	0.73	0.32	0.31	0.32	0.57	0.78	0.50	0.59	0.56	0.10	0.02	0.31	0.16	0.10

表 4.2-19 2018 年 4 月海水水质评价结果（三类区）

站位	水层	pH 值	溶解氧	COD	BOD5	石油类	硫化物	挥发酚	氰化物	活性磷 酸盐	无机氮	Cr	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb	Ni
P05	表	0.63	0.07	0.34	0.86	0.16	0.13	0.16	0.02	0.35	0.56	0.24	0.12	0.28	0.05	0.01	0.72	0.07	0.05
P14	表	0.52	0.02	0.75	0.56	0.18	0.20	0.17	0.01	3.05	0.63	0.33	0.16	0.40	0.07	0.01	0.49	0.11	0.06
P14	中	0.57	0.14	0.68	0.32	0.32	0.23	0.18	0.02	1.20	0.62	0.21	0.06	0.16	0.06	0.01	0.27	0.05	0.07
P14	底	0.61	0.19	0.65	0.18	0.58	0.19	0.15	0.02	1.63	0.63	0.29	0.11	0.45	0.07	0.01	0.76	0.16	0.07
P15	表	0.56	0.15	0.90	0.39	0.51	0.33	0.14	0.03	1.91	0.51	0.18	0.06	0.20	0.06	0.01	0.36	0.04	0.07
P15	中	0.53	0.18	0.95	0.51	0.54	0.17	0.15	0.02	2.58	0.57	0.36	0.06	0.16	0.07	0.01	0.42	0.06	0.07
P15	底	0.56	0.19	0.76	0.36	0.88	0.14	0.15	0.01	1.68	0.53	0.17	0.14	0.30	0.07	0.01	0.52	0.09	0.08

P16	表	0.51	0.19	0.98	0.38	0.25	0.22	0.20	0.03	1.20	0.56	0.18	0.05	0.12	0.07	0.01	0.33	0.09	0.08
P18	表	0.54	0.20	0.58	0.39	0.19	0.27	0.15	0.01	1.87	0.61	0.26	0.11	0.36	0.06	0.01	0.48	0.12	0.08
P19	表	0.54	0.19	0.83	0.23	0.26	0.19	0.14	0.01	1.63	0.54	0.24	0.08	0.19	0.05	0.01	0.57	0.04	0.09
P20	表	0.51	0.31	0.99	0.63	0.31	0.47	0.16	0.01	2.24	0.65	0.15	0.05	0.16	0.07	0.01	0.30	0.03	0.08
P21	表	0.42	0.23	0.85	0.47	0.41	0.14	0.16	0.01	2.62	0.71	0.35	0.13	0.33	0.07	0.01	0.40	0.08	0.07
P22	表	0.49	0.25	0.54	0.20	0.58	0.17	0.15	0.01	2.39	0.68	0.21	0.15	0.33	0.06	0.01	0.62	0.10	0.09
P23	表	0.48	0.23	0.97	0.39	0.47	0.25	0.14	0.02	2.67	0.70	0.26	0.12	0.36	0.06	0.01	0.34	0.07	0.08
最大值		0.63	0.31	0.99	0.86	0.88	0.47	0.20	0.03	3.05	0.71	0.36	0.16	0.45	0.07	0.01	0.76	0.16	0.09
最小值		0.42	0.02	0.34	0.18	0.16	0.13	0.14	0.01	0.35	0.51	0.15	0.05	0.12	0.05	0.01	0.27	0.03	0.05
平均值		0.53	0.18	0.77	0.42	0.40	0.22	0.16	0.02	1.93	0.61	0.24	0.10	0.27	0.06	0.01	0.47	0.08	0.08

评价海域内二类区各测站各项评价因子标准指数均小于 1.0。评价海域内二类区各测站海水水质符合所属海洋功能区《海水水质标准》(GB3097-1997) 二类标准要求；二类区各评价因子站间平均标准指数序为：pH 值>无机氮>BOD>石油类>Cu>活性磷酸盐>Zn>COD>Cr>氰化物>硫化物>挥发酚>Hg>Pb>溶解氧>Ni>As>Cd。其中 pH 值、无机氮、BOD、石油类、Cu、活性磷酸盐、Zn、COD、铬等 9 项，其平均标准指数大于等于 0.5。在二类区有 100%的测站 pH 值、无机氮标准指数大于 0.5；有 85%的测站 BOD、石油类标准指数大于 0.5；有 69%的测站铜标准指数大于 0.5；有 54%的测站活性磷酸盐、锌、COD、铬标准指数大于 0.5。说明二类区各海洋功能区海水水质已受到上述 9 项因子的影响。

评价海域内三类区 10 个测站 14 份海水样品中，有 13 份样品活性磷酸盐标准指数大于 1.0，超三类标准；。其余各项评价因子的标准指数均小于 1.0，符合《海水水质标准》(GB3097—1997) 三类标准。三类区各测站，活性磷酸盐标准指数 0.3~3.05，以 P14 站最高，P05 站最低，平均 1.93，最大超标倍数 2.05，站位超标率 90%。超标站位全部分布在湾内，以口门处最高。超三类样品中有 84.6%超过四类标准。评价海域内三类区各测站海水水质超《海水水质标准》(GB3097-1997) 三类标准，不符合所属海洋功能区《海水水质标准》(GB3097-1997) 三类标准要求，实处于劣四类状态，主要污染物为活性活性磷酸盐。三类区各评价因子站间平均标准指数序为：活性磷酸盐>COD>无机氮>pH 值>Hg>BOD>石油类>Zn>Cr>硫化物>溶解氧>挥发酚>Cu>Pb>Ni>As>氰化物>Cd。在三类区，除活性磷酸盐外，COD、无机氮、pH 值等 3 项，其平均标准指数大于等于 0.5。在三类区，90%的测站 COD 标准指数大于 0.5；100%的测站无机氮标准指数大于 0.5；70%的测站 pH 值标准指数大于 0.5。

5、小结

评价海域内二类区各测站海水水质符合所属海洋功能区《海水水质标准》(GB3097-1997) 二类标准要求；评价海域三类区主要超标指标为活性磷酸盐，活性磷酸盐超标现象较为普遍，绝大多数测站无机氮、COD、pH 值标准指数大于 0.5，说明湛江湾内海域各海洋功能区海水水质已受到活性磷酸盐污染和无机氮、COD、pH 值的影响，评价海域水环境质量异质性明显，湾外水环境质量好，湾内质量较差。

4.2.3 沉积物质量现状调查与评价

1、调查站位布设

在项目附近海域设沉积物调查站位 16 个，详见图 4.2-14 所示，站位坐标详见表 4.2-12。

2、调查项目及分析方法

沉积物环境质量调查于 2018 年 4 月 16 日至 17 日进行，与水质调查同步实施。监测项目包括：汞、镉、铅、铬、砷、铜、锌、有机碳、硫化物、石油类、粒度、氧化还原电位 Eh、盐度、pH 值，计 14 项。沉积物样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行。沉积物监测项目及分析方法见表 4.2-20。

表 4.2-20 沉积物监测项目及分析方法

监测项目	分析方法	依据	检出限($\times 10^{-6}$)
汞	原子荧光法	GB 17378.5/5.1-2007	0.002 $\times 10^{-6}$
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5/8.1-2007	0.04 $\times 10^{-6}$
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5/7.1-2007	1.0 $\times 10^{-6}$
铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17376.5/10.1-2007	2.0 $\times 10^{-6}$
砷	原子荧光法	GB 17378.5/11.1-2007	0.06 $\times 10^{-6}$
铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5/6.1-2007	0.5 $\times 10^{-6}$
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5/9.1-2007	6.0 $\times 10^{-6}$
有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	GB 17378.5/18.1-2007	0.03 $\times 10^{-2}$
硫化物	离子选择电极法	GB 17378.5/17.2-2007	0.2 $\times 10^{-6}$
石油类	紫外分光光度法	GB 17378.5/13.2-2007	3.0 $\times 10^{-6}$
粒度	激光粒度分析仪	GB/T 12763.8/6.3-2007	-
Eh	电位法	GB 17378.5/20-2007	0.1mV
pH 值	pH 计法	GB/T 12763.8/6.7.2-2007	0.01

3、调查结果

沉积物质量监测结果如表 4.2-21 所示。实测沉积物粒度分析结果如表 4.2-22 所示，调查区域沉积物非均质性分布，由粘土质粉砂到砾砂均有分布，呈斑块状水平分布。

表 4.2-21 2018 年 4 月沉积物监测结果

站位	温度	盐度	pH	Eh	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn	硫化物	石油类	有机碳
					10-6									10-2
P01	21.2	31.0	7.37	580.7	0.056	0.049	37.55	75.94	6.62	19.11	66.39	0.4	11.98	0.36
P03	22.0	31.5	7.30	534.5	0.051	0.046	24.22	41.69	4.90	11.03	45.74	15.9	89.60	0.32
P04	21.7	31.3	8.05	585.9	0.064	0.052	39.35	39.66	5.24	19.96	73.18	8.7	52.58	0.37
P05	22.2	31.1	7.65	550.9	0.074	0.047	37.34	83.19	5.99	17.27	59.61	38.0	87.32	0.54
P06	21.7	31.7	7.30	580.1	0.061	0.036	25.87	68.90	5.08	15.80	47.09	11.3	101.49	0.76
P10	22.6	30.7	7.61	588.5	0.059	0.058	18.34	79.20	8.34	22.35	53.38	0.7	188.95	0.11
P14	21.8	30.2	7.24	587.5	0.037	0.068	11.13	51.87	5.40	8.85	21.86	5.1	12.42	0.19
P15	22.1	30.4	7.68	587.5	0.066	0.074	22.90	98.05	5.08	34.56	63.04	7.8	54.00	0.53
P16	22.2	30.2	7.28	585.5	0.099	0.032	32.08	113.76	6.13	17.96	38.45	23.2	323.52	0.60
P17	22.2	31.5	7.65	545.5	0.049	0.045	25.43	72.41	5.76	13.14	29.95	11.7	69.98	0.24
P18	21.5	30.2	7.37	587.5	0.173	0.158	42.87	88.49	10.33	13.51	51.44	7.6	159.91	0.79
P19	21.7	30.3	7.82	569.5	0.172	0.128	41.75	44.08	8.24	11.43	29.22	51.8	310.76	0.94
P20	22.1	29.9	7.45	587.5	0.131	0.034	37.15	64.73	3.84	9.64	33.61	21.7	58.30	0.31
P21	21.9	29.2	7.62	565.9	0.076	0.024	47.45	63.53	2.17	10.82	43.65	88.8	77.41	0.37
P22	21.7	30.1	7.29	588.4	0.083	0.036	41.15	65.18	3.15	11.45	84.71	14.5	440.87	0.30
P23	21.8	29.5	7.47	578.6	0.068	0.055	34.93	91.23	4.59	19.48	82.94	19.2	147.04	0.53
最大值	22.6	31.7	8.05	588.5	0.173	0.158	47.45	113.76	10.33	34.56	84.71	88.8	440.87	0.94
最小值	21.2	29.2	7.24	534.5	0.037	0.024	11.13	39.66	2.17	8.85	21.86	0.4	11.98	0.11
平均值	21.9	30.6	7.54	576.0	0.088	0.065	33.35	73.86	5.95	17.11	53.47	24.4	154.53	0.48

表 4.2-22 2018 年 4 月沉积物粒度分析结果

站 位	粒组含量（%）				粒度系数							土的名称	
	砾 G	砂 S	粉砂 T	粘土 Y	平均粒径	中值粒径	偏态值	峰态值	分选系数	曲率系数	不均匀系数		
	mm: >2	2~0.063	0.063~0.004	<0.004								分类标准: GB/T12763.8-2007	
	φ: <-1.0	-1.0~4.0	4.0~8.0	>8.0	Mz	Md	Skf	Kg	σi	Cc	Cu		
	%	%	%	%	Φ	Φ	-	Φ	Φ	-	-	定名	代号
P01	0.0	49.8	39.4	10.8	4.201	3.998	0.163	1.241	2.772	2.086	26.480	粉砂质砂	TS
P02	1.7	62.7	23.2	12.4	3.835	3.123	0.335	1.065	3.143	2.754	77.237	粉砂质砂	TS
P04	0.0	76.4	14.8	8.8	3.863	3.345	0.588	2.741	1.882	7.960	19.997	极细砂	VFS
P05	0.0	53.0	37.7	9.3	4.416	3.891	0.387	1.704	2.177	2.377	16.658	粉砂质砂	TS
P07	0.0	93.7	3.9	2.4	2.644	2.716	0.115	2.248	1.281	1.232	2.327	细砂	FS
P11	0.3	96.9	1.2	1.6	1.495	1.372	0.178	0.795	1.141	0.659	3.554	细砂	FS
P12	0.0	88.4	3.8	7.8	3.028	2.964	0.383	3.519	1.562	9.735	21.466	细砂	FS
P15	0.0	16.4	55.1	28.5	6.641	6.697	-0.064	1.119	2.719	1.264	14.080	粘土质粉砂	YT
P16	23.2	56.5	9.6	10.7	1.914	1.046	0.345	1.361	3.981	14.795	205.578	粗砂	CS
P18	29.3	33.6	19.6	17.5	2.718	2.708	0.056	0.617	4.703	0.405	282.702	砾砂	GS
P19	4.6	53.0	23.2	19.2	3.995	2.754	0.393	0.776	3.867	0.605	177.561	粉砂质砂	TS
P20	8.3	73.1	9.4	9.2	2.170	1.025	0.520	2.035	3.329	18.653	131.598	粗砂	CS
P21	1.2	79.7	13.2	5.9	2.587	1.823	0.575	2.010	2.315	8.996	42.113	中砂	MS
P22	5.5	77.5	6.9	10.1	2.069	1.335	0.488	2.234	2.922	23.143	123.920	粗砂	CS
P23	2.3	74.5	10.8	12.4	3.806	2.694	0.524	2.611	2.918	32.475	82.677	细砂	FS

注：23 个站位均进行了底栖生物调查，每个站位都进行了底泥采样，由于有些站位底泥采样量不够，在进行沉积物环境质量分析测试和底栖生物分析后，不够沉积物粒度分析，所以沉积物环境质量分析站位和粒度分析站位不是完全一致。

4、评价结果

沉积物环境质量评价选择有机碳、石油类、硫化物、汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷等 10 个因子，依据《广东省海洋功能区划》（2011～2020 年）核定各测站所在环境功能区及沉积物管理目标要求。采用单因子标准指数法，本着就高不就低的原则，按《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）相应类别标准（详见表 4.2-23）分类别进行评价。

本次评价 P01、P03、P04、P06、P10、P17 站位执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）一类标准；P05、P14、P15、P16、P18、P19、P20、P21、P22、P23 站位执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）二类标准。

标准指数按下式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i —— i 项污染物的质量指数；

C_i —— i 项污染物的实测浓度；

S_i —— i 项污染物评价标准。

表 4.2-23 沉积物评价因子及评价标准

指标	一类标准	二类标准
汞	≤ 0.20	≤ 0.50
镉	≤ 0.50	≤ 1.50
铅	≤ 60.0	≤ 130.0
铬	≤ 80.0	≤ 150.0
锌	≤ 50.0	≤ 350.0
铜	≤ 35.0	≤ 100.0
砷	≤ 20.0	≤ 65.0
有机碳	≤ 2.0	≤ 3.0
硫化物	≤ 300.0	≤ 500.0
石油类	≤ 500.0	≤ 1000.0

注：除有机碳质量分数为 10^{-2} ，其余均为 10^{-6} 。

评价结果表明：各测站沉积物样品各项评价因子标准指数均小于 1.0，评价海域沉积物质量符合所在海洋功能区沉积物质量管理要求的《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）相应类别标准，沉积物质量评价结果如表 4.2-24 所示。

沉积物各评价因子标准指数序：一类区为 $Cr > Cu > Pb > Zn > As > Hg > 有机碳 > 石油类 > Cd > 硫化物$ ；二类区为 $Cr > Pb > Hg > 石油类 > 有机碳 > Cu > Zn > As > 硫化物 > Cd$ ；全海域为 $Cr > Pb > Cu > Hg > Zn > 有机碳 > 石油类 > As > Cd > 硫化物$ 。

表 4.2-24 2018 年 4 月沉积物单因子评价结果

	站位	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn	有机碳	硫化物	石油类
一类区	P01	0.28	0.10	0.63	0.95	0.33	0.55	0.44	0.18	0.00	0.02
	P03	0.26	0.09	0.40	0.52	0.24	0.32	0.30	0.16	0.05	0.18
	P04	0.32	0.10	0.66	0.50	0.26	0.57	0.49	0.18	0.03	0.11
	P06	0.31	0.07	0.43	0.86	0.25	0.45	0.31	0.38	0.04	0.20
	P10	0.30	0.12	0.31	0.99	0.42	0.64	0.36	0.06	0.00	0.38
	P17	0.24	0.09	0.42	0.91	0.29	0.38	0.20	0.12	0.04	0.14
	最大值	0.32	0.12	0.66	0.99	0.42	0.64	0.49	0.38	0.05	0.38
	最小值	0.24	0.07	0.31	0.50	0.24	0.32	0.20	0.06	0.00	0.02
	平均值	0.29	0.10	0.48	0.76	0.30	0.50	0.38	0.19	0.02	0.18
二类区	站位	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn	有机碳	硫化物	石油类
	P05	0.15	0.03	0.29	0.55	0.09	0.17	0.17	0.18	0.08	0.09
	P14	0.07	0.05	0.09	0.35	0.08	0.09	0.06	0.06	0.01	0.01
	P15	0.13	0.05	0.18	0.65	0.08	0.35	0.18	0.18	0.02	0.05
	P16	0.20	0.02	0.25	0.76	0.09	0.18	0.11	0.20	0.05	0.32
	P18	0.35	0.11	0.33	0.59	0.16	0.14	0.15	0.26	0.02	0.16
	P19	0.34	0.09	0.32	0.29	0.13	0.11	0.08	0.31	0.10	0.31
	P20	0.26	0.02	0.29	0.43	0.06	0.10	0.10	0.10	0.04	0.06
	P21	0.15	0.02	0.37	0.42	0.03	0.11	0.12	0.12	0.18	0.08
	P22	0.17	0.02	0.32	0.43	0.05	0.11	0.24	0.10	0.03	0.44
	P23	0.14	0.04	0.27	0.61	0.07	0.19	0.24	0.18	0.04	0.15
	最大值	0.35	0.11	0.37	0.76	0.16	0.35	0.24	0.31	0.18	0.44
	最小值	0.07	0.02	0.09	0.29	0.03	0.09	0.06	0.06	0.01	0.01
	平均值	0.20	0.05	0.27	0.50	0.08	0.15	0.14	0.17	0.05	0.18
全海域	最大值	0.35	0.12	0.66	0.99	0.42	0.64	0.49	0.38	0.18	0.44
	最小值	0.07	0.02	0.09	0.29	0.03	0.09	0.06	0.06	0.00	0.01
	平均值	0.23	0.06	0.35	0.61	0.17	0.28	0.22	0.17	0.04	0.17

5、小结

2018 年 4 月各测站沉积物样品各项评价因子标准指数均小于 1.0，评价海域沉积物质量符合所在海洋功能区沉积物质量管理要求的《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）相应类别标准，沉积物环境质量良好。

4.2.4 海洋生态环境质量现状调查与评价

1、调查站位布设

2018 年 4 月调查，共布设生态调查站位为 23 个，详见图 4.2-14 所示，站位坐标详见表 4.2-12 和表 4.2-13。

2、调查项目及分析方法

生态调查项目包括叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、和潮间带生物。生态调查项目各类样品的采集与分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB12763-2007)进行。

表 4.2-25 生态调查项目分析方法

项目	分析方法	依据
叶绿素 a	分光光度法 (检出限 0.01 µg/L)	GB 17378.7/8.2-2007
初级生产力	同化系数估算法	-
浮游植物	个体计数法、群落组成数量性质分析法	GB 17378.7/5 -2007
浮游动物	个体计数法、群落组成数量性质分析法	GB 17378.7/5 -2007
底栖生物	个体计数法、群落组成数量性质分析法	GB 17378.7/6-2007
潮间带生物	个体计数法、群落组成数量性质分析法	GB 17378.7/7-2007

浮游生物、底栖生物、潮间带生物的群落特征分析采用群落特征数进行。

各生物群落特征指数：按下列公式计算。

多样性 (Shannon-Weaver) 指数：

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

式中：H'——多样性指数；

s ——样品中的种类总数；

P_i ——第 i 种的个体数 (n_i) 与总个体数 (N) 的比值(n_i/N)。

均匀度 (Pielou) 指数：

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

式中：J ——均匀度指数；

H'——种类多样性指数值；

H_{max}——为 log₂S，表示多样性指数的最大值，S 为样品中总种类数。

丰富度 (Margalef) 指数：

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

式中：d ——丰度指数；

S ——样品中的种类总数；

N ——样品中的生物个体数。

优势度 (Berger-Parker) 指数：

$$D = (N_1 + N_2) / N$$

式中：D——优势度指数；

N_1 ——样品中第一个优势种的个体数；

N_2 ——样品中第二个优势种的个体数；

N ——样品中的总个体数。

3、叶绿素 a 与初级生产力

本次调查，各测站叶绿素 a 含量变化范围 0.17~2.68 $\mu\text{g/L}$ ，以 P01 站最高，P07 站最低，平均 1.02 $\mu\text{g/L}$ ；呈斑块状水平分布，在 P01、P08、P17 存在三个高值点，在 P05、P06 一带和 P12、P13 一带以及口门处存在较高值区，其它区域较低在平均含量以下。初级生产力水平在 16.65~362.30 $\text{mgC/m}^2 \text{d}$ ，以 P08 站最高，P11 站最低，平均 93.03 $\text{mgC/m}^2 \text{d}$ 。初级生产力水平站间差异较大，呈斑块状水平分布，与叶绿素 a 的分布特征基本一致。详见表 4.2-26。

表 4.2-26 2018 年 4 月叶绿素 a 与初级生产力

站位	chl a ($\mu\text{g/L}$)	初级生产力 ($\text{mgC/m}^2 \text{d}$)
P01	2.68	144.55
P02	0.24	25.53
P03	0.71	95.75
P04	0.24	25.36
P05	1.19	127.66
P06	1.87	301.41
P07	0.17	18.72
P08	2.24	362.30
P09	0.47	38.30
P10	0.95	51.06
P11	0.44	16.65
P12	1.50	80.81
P13	1.70	183.49
P14	1.70	137.36
P15	0.47	38.30
P16	0.65	24.43
P17	2.31	211.23
P18	0.44	28.65
P19	0.88	71.36
P20	0.68	36.64
P21	0.82	44.00
P22	0.61	42.98
P23	0.47	33.19
最大值	2.68	362.30

站位	chl _a (µg/L)	初级生产力 (mgC/m ² d)
最小值	0.17	16.65
平均值	1.02	93.03

4、浮游植物

本次调查,共鉴定浮游植物 3 门 44 属 63 种。其中,硅藻 26 属 50 种;甲藻 7 属 12 种,金藻 1 种。以硅藻门角毛藻属种类数最多为 9 种,占种类总数的 14.29%;硅藻门圆筛藻属次之为 7 种,占种类总数的 11.11%。各测站浮游植物种类数 7~23 种,以 P05 站最多,P22 站最少,平均 16 种。水平分布,湾内站位平均种类丰度低于湾外(表 4.2-27)。各测站浮游植物细胞密度 $4.73 \times 10^4 \text{cell/m}^3 \sim 372.24 \times 10^4 \text{cell/m}^3$,以 P15 站最高,P11 站最低,平均 $126.16 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。浮游植物细胞密度站间差异较大,呈斑块状水平分布。P10、P11、P12、P17 一带和 P02、P05 一带密度相对较高(表 4.2-27)。

表 4.2-27 2018 年 4 月浮游植物调查结果

站位	种类数	密度 (10^4cell/m^3)	H'	J	d	D
P01	18	93.21	3.23	0.78	1.98	0.43
P02	20	338.91	2.95	0.68	2.14	0.53
P03	13	21.04	2.79	0.76	1.84	0.55
P04	17	82.41	2.83	0.69	2.11	0.59
P05	23	235.29	3.09	0.69	2.26	0.45
P06	16	119.29	2.56	0.64	1.60	0.64
P07	20	129.94	3.65	0.84	2.31	0.32
P08	17	150.71	3.03	0.74	1.71	0.49
P09	17	219.13	3.56	0.87	2.14	0.33
P10	16	274.26	2.92	0.73	1.89	0.54
P11	21	372.24	3.12	0.71	2.29	0.48
P12	17	320.71	2.83	0.69	1.87	0.52
P13	13	86.44	2.31	0.62	1.40	0.65
P14	16	7.81	3.09	0.77	2.02	0.49
P15	19	4.73	2.64	0.62	2.19	0.64
P16	15	19.99	3.08	0.79	1.99	0.50
P17	15	204.90	3.06	0.78	1.46	0.42
P18	11	10.97	3.06	0.88	1.76	0.47
P19	13	12.43	3.05	0.82	1.86	0.52
P20	16	100.10	3.25	0.81	2.14	0.38
P21	9	27.69	2.66	0.84	1.47	0.51
P22	7	11.20	1.48	0.53	0.88	0.81
P23	10	58.28	1.68	0.50	1.23	0.84

站位	种类数	密度 (10^4 cell/m^3)	H'	J	d	D
最大值	23	372.24	3.65	0.88	2.31	0.84
最小值	7	4.73	1.48	0.50	0.88	0.32
平均值	16	126.16	2.87	0.73	1.85	0.53

浮游植物群落种类组成数量分析结果如上表 4.2-27 所示。各测站浮游植物群落多样性指数 1.48~3.65，以 P07 站最高，P23 站最低，平均 2.87。均匀度指数 0.50~0.88，以 P18 站最高，P23 站最低，平均 0.73。丰富度指数 0.88~2.31，以 P07 站最高，P22 站最低，平均 1.85。优势度指数 0.32~0.84，以 P23 站最高，P07 站最低，平均 0.53。群落特征数站间差异较大，呈斑块状水平分布，提示群落结构相异性较大。

浮游植物群落种类组成的性质分析结果如下表 4.2-28 错误！未找到引用源。所示。浮游植物群落主要优势种有夜光藻 (*Noctiluca scintillans* (Macartney) Ehrenberg)、尖刺伪菱形藻 (*Pseudo-nitzschia pungens* (Grunow ex Cleve) Hasle)、翼鼻状藻 (*Proboscia alata* (Brightwell) Sundström)、柔弱伪菱形藻 (*Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden et al)。此外尚有中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum* (Greville) Cleve)、劳氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus* Grunow)、旋链角毛藻 (*Chaetoceros curvisetus* Cleve)、并基角毛藻 (*Chaetoceros decipiens* Cleve)。

表 4.2-28 2018 年 4 月浮游植物群落优势种分析

种名	检出率 f	比例 Ni/N	Yi 值	优势种站位	次优势种站位
夜光藻	1.0000	0.1913	0.1913	P01、P04、P07、P09、P10、P13、P15、P16	P11、P14、P19
尖刺伪菱形藻	0.9130	0.1396	0.1275	P02、P03、P12	P04、P05、P06、P09、P21
翼鼻状藻	0.7826	0.1612	0.1261	P05、P06、P08、P17	P01
柔弱伪菱形藻	0.9130	0.1127	0.1029	P11、P14、P18	P07、P10、P12、P13、P17
中肋骨条藻	0.6087	0.0743	0.0452	-	P08、P18、P20、P23
劳氏角毛藻	0.5652	0.0533	0.0301	-	P02、P03
旋链角毛藻	0.2609	0.0416	0.0109	P19、P20、P22、P23	P15
并基角毛藻	0.0870	0.0033	0.0003	P21	-

结果表明：评价海域，有 52.17%的测站浮游植物群落多样性指数 ≥ 3.0 ，有 39.13%的测站 < 3.0 ，有 8.70%的测站 < 2.0 ，平均多样性指数 2.87，平均均匀度、优势度尚可，丰富度较高。各测站间群落特征数有一定的差异，优势种站间差异大，表明浮游植物群落生境片段化，差到优良站位都有存在，呈水平镶嵌性分布。评价海域浮游植物群落生境总体质量一般。

5、浮游动物

本次调查，共鉴定浮游动物 46 种。其中：节肢动物最多为 25 种，占浮游动物种数总数的 54.35%；其次为浮游幼虫 13 种，占 28.26%；毛颚动物 3 种，占 6.52%；刺胞动物 2 种，占 4.35%；原生动物、栉水母动物、尾索动物各 1 种，各占 2.17%。如表 4.2-29 和所示。

表 4.2-29 2018 年 4 月浮游动物种类组成

类别	原生动物	刺胞动物	栉水母动物	节肢动物	毛颚动物	尾索动物	浮游幼虫	合计
种类数	1	2	1	25	3	1	13	46
%	2.17	4.35	2.17	54.35	6.52	2.17	28.26	100

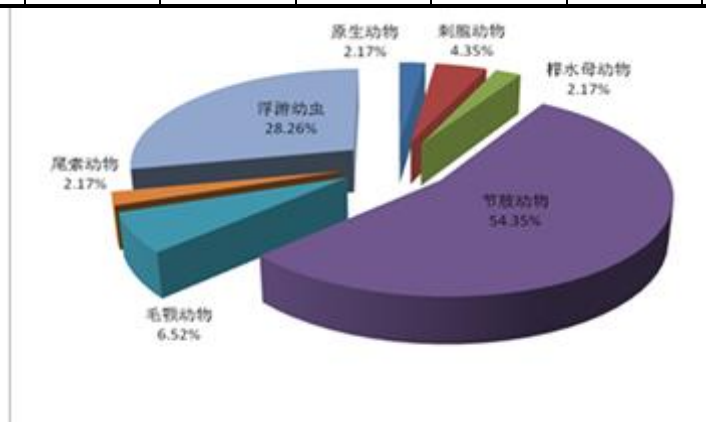


图 4.2-15 2018 年 4 月浮游动物种类组成

各测站浮游动物种类数 7~25 种，以 P15、P16 站最多，P02 站最少，平均 16 种。水平分布，湾内站位平均种类丰度高于湾外。各测站浮游动物密度 100~8830ind/m³，以 P10 站最高，P19 站最低，平均 1261ind/m³。浮游动物密度站间差异较大，呈斑块状水平分布，湾外 P10、P11、P12 一带存在一高密度区（表 4.2-30）。各测站浮游动物生物量 33.94~830.00mg/m³，以 P20 站最高，P14 站最低，平均 167.40mg/m³。浮游动物生物量站间差异较大，呈斑块状水平分布，在 P20、P21 站一带和 P10、P11 站一带存在两个高值区（详见表 4.2-30）。浮游动物群落种类组成的数量分析结果如表 4.2-30 所示。各测站多样性指数 0.23~3.33，以 P20 站最高，P11 站最低，平均 1.66。均匀度指数 0.06~0.75，以 P20 站最高，P11 站最低，平均 0.41。丰富度指数 0.84~2.69，以 P22 站最高，P07 站最低，平均 1.69。优势度指数 0.45~0.98，以 P11 站最高，P01 站最低，平均 0.79。群落特征数站间差异较大，呈斑块状水平分布，提示群落结构相异性较大。

表 4.2-30 2018 年 4 月浮游动物调查结果

站位	种数	密度 (ind/m ³)	生物量 (mg/m ³)	H'	J	d	D
P01	21	517	118.57	3.10	0.71	2.11	0.45

P02	7	104	53.75	1.22	0.43	0.94	0.90
P03	16	113	138.00	2.96	0.74	2.20	0.48
P04	11	1769	86.00	0.86	0.25	0.93	0.97
P05	14	605	65.00	1.22	0.32	1.34	0.97
P06	19	722	84.12	1.92	0.45	1.75	0.79
P07	8	828	170.00	0.53	0.18	0.84	0.97
P08	14	649	80.00	1.42	0.37	1.32	0.89
P09	13	153	57.50	0.92	0.25	1.51	0.91
P10	23	8830	420.00	2.44	0.54	1.87	0.69
P11	15	4650	295.00	0.23	0.06	1.29	0.98
P12	16	3220	192.19	0.43	0.11	1.36	0.97
P13	13	929	60.00	0.58	0.16	1.16	0.95
P14	17	318	33.94	0.73	0.18	1.48	0.94
P15	25	167	34.75	2.84	0.61	2.40	0.57
P16	25	458	97.86	2.76	0.59	2.57	0.58
P17	11	955	190.00	1.61	0.47	1.17	0.90
P18	22	1543	107.50	0.83	0.19	1.93	0.93
P19	13	100	76.19	2.03	0.55	1.72	0.72
P20	22	1110	830.00	3.33	0.75	2.69	0.49
P21	21	643	352.50	1.80	0.41	2.50	0.80
P22	19	390	115.71	1.67	0.39	1.98	0.81
P23	14	235	191.67	2.81	0.74	1.82	0.54
最大值	25	8830	830.00	3.33	0.75	2.69	0.98
最小值	7	100	33.94	0.23	0.06	0.84	0.45
平均值	16	1261	167.40	1.66	0.41	1.69	0.79

浮游动物群落种类组成的性质分析结果如表 4.2-31 所示。浮游动物群落主要优势种有夜光虫 (*Noctiluca scientillans* Kofoid et Swezy)，该种的站位检出率高达 100%，并在 86.96%的站位上以优势种出现，在除 P01 站以外的 95.65%的站位上以优势种或次优势种出现，成为调查海域主要的全局优势种。其次为鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris* Dana)、该种的站位检出率亦较高为 69.57%，并在 39.13%的站位上以优势种或次优势种出现。此外，尚有瘦尾胸刺水蚤 (*Centropages tenuiremis* Thompson et Scott)、刺尾纺锤水蚤 (*Acartia spinicauda* Giesbrecht)、长尾住囊虫 (*Oikopleura longicauda* (Vogt)) 在局部站位以次优势种出现。结果表明：浮游动物群落优势种站间相异性小，结构复杂化程度低。

调查期一些浮游幼虫，比如短尾类溞状幼虫 (*Brachyura zoea larva*)、蔓足类无节幼虫 (*Nauplius larva* (Cirripedia)) 等站位检出率亦较高，甚至在个别站位上具数量优势。

表 4.2-31 2018 年 4 月浮游动物群落优势种分析

种名	检出率 f	比例 Ni/N	Yi 值	优势种站位	次优势种站位
夜光虫	1.0000	0.6624	0.6624	除 P01、P06、P08 以外的站位	P06、P08
鸟喙尖头蚤	0.6957	0.1128	0.0785	P01、P06、P08	P04、P05、P07、P09、P11、P17
短尾类蚤状幼虫	0.9565	0.0551	0.0527	-	P01、P03、P11、P15、P16、P20、P21、P22
瘦尾胸刺水蚤	0.8696	0.0465	0.0404	-	P10、P14、P18、P19
刺尾纺锤水蚤	0.6087	0.0103	0.0063	-	P19、23
长尾住囊虫	0.7391	0.0052	0.0039	-	P02
蔓足类无节幼虫	0.3913	0.0053	0.0021	-	P12、P13

综上, 评价海域有 8.70%的测站浮游动物群落多样性指数 ≥ 3.0 , 有 26.09%的测站 < 3.0 , 有 30.43%的测站 < 2.0 , 有 34.78%的测站 < 1.0 , 平均多样性指数 1.66, 平均均匀度偏低、优势度偏高, 丰富度较高。各测站间群落特征数有一定的差异, 优势种站间差异大, 表明浮游动物群落生境片段化, 极差到优良站位都有存在, 呈水平镶嵌性分布。评价海域浮游动物群落生境总体质量差。

6、底栖生物

本次调查, 共鉴定底栖生物 124 种。其中: 环节动物最多为 66 种, 占底栖生物种类总数的 53.23%; 软体动物 26 种, 占 20.97%; 甲壳动物 25 种, 占 20.16%; 棘皮动物 2 种, 占 1.61%; 纽形动物、星虫动物、曳鳃动物、蠕虫动物、扁形动物各 1 种, 各占 0.81%。如表 4.2-32 和图 4.2-16 所示。

表 4.2-32 2018 年 4 月底栖生物种类组成

类别	纽形动物	星虫动物	软体动物	曳鳃动物	蠕虫动物	甲壳动物	棘皮动物	扁形动物	环节动物	合计
种类数	1	1	26	1	1	25	2	1	66	124
%	0.81	0.81	20.97	0.81	0.81	20.16	1.61	0.81	53.23	100

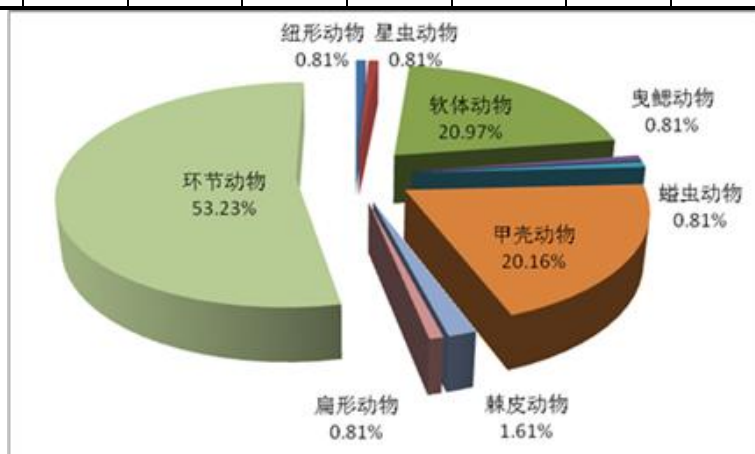


图 4.2-16 2018 年 4 月底栖生物种类组成

各测站底栖生物种类数 11~39 种，以 P06 站最多，P14 站最少，平均 27 种。种类丰度站间差异较大，呈斑块状水平分布，口门及附近种类数相对较少，湾外南部海域和湾内 P15、P18 站一带近岸种类数相对较多（详见表 4.2-33）。

各测站底栖生物栖息密度 220~2130ind/m²，平均 803ind/m²；生物量 2.4~86.8g/m²，平均 28.8g/m²。栖息密度和生物量均以 P01 站最高，P17 站最低。栖息密度和生物量均有较大的站间差异性，均呈较复杂的斑块状水平分布（详见 4.2-33）。

表 4.2-33 2018 年 4 月底栖生物调查结果

站位	种数	密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)	H'	J	d	D
P01	37	2130	86.8	4.23	0.81	4.65	0.30
P02	26	890	23.8	3.87	0.82	3.86	0.37
P03	33	750	25.2	4.46	0.88	5.14	0.25
P04	33	1100	47.9	4.48	0.89	4.72	0.24
P05	38	750	28.7	4.81	0.92	5.94	0.20
P06	39	840	29.5	4.79	0.91	5.94	0.20
P07	29	970	18.5	4.04	0.83	4.24	0.38
P08	32	750	14.9	4.37	0.87	4.98	0.29
P09	27	750	13.6	4.16	0.88	4.17	0.29
P10	20	540	10.6	3.72	0.86	3.30	0.39
P11	14	360	7.8	3.10	0.81	2.51	0.50
P12	21	790	10.7	3.97	0.90	3.17	0.29
P13	26	650	67.1	4.05	0.86	4.15	0.37
P14	11	390	6.9	3.04	0.88	1.89	0.46
P15	35	900	10.8	4.56	0.89	5.24	0.26
P16	29	1090	52.1	4.04	0.83	4.14	0.36
P17	13	220	2.4	3.44	0.93	2.69	0.36
P18	34	1140	14.6	4.26	0.84	4.83	0.34
P19	20	300	4.6	4.12	0.95	3.87	0.23
P20	22	560	19.3	4.04	0.91	3.62	0.29
P21	30	600	76.1	4.07	0.83	4.91	0.42
P22	28	1110	31.4	3.78	0.79	3.97	0.45
P23	31	890	58.3	3.66	0.74	4.63	0.34
最大值	39	2130	86.8	4.81	0.95	5.94	0.50
最小值	11	220	2.4	3.04	0.74	1.89	0.20
平均值	27	803	28.8	4.05	0.86	4.20	0.33

底栖生物群落种类组成数量分析结果如上表 4.2-33 所示。底栖生物群落多样性指数 3.04~4.81，以 P20 站最高，P11 站最低，平均 4.05。均匀度指数 0.75~0.95，以 P20 站最

高，P11 站最低，平均 0.86。丰富度指数 1.89~5.94，以 P22 站最高，P07 站最低，平均 4.20。优势度指数 0.20~0.50，以 P11 站最高，P06 站最低，平均 0.33。多样性指数、均匀度指数、优势度指数站间相对差异不大，丰富度指数站间相对差别较大。

底栖生物群落种类组成性质分析结果如下表 4.2-34 所示。结果表明：底栖生物群落优势种组成复杂，站间相异性高，水平结构镶嵌性明显。

主要优势种类有短角双眼钩虾（*Ampelisca brevicornis*）、亮钩虾（*Photis* sp.）、洼颚倍棘蛇尾（*Amphioplus depressus*）、中蚓虫（*Mediomastus* sp.）等站位检出率较高，在较多站位上以优势种或次优势种出现。此外，在局部站位上以优势种或次优势种出现过的种类，尚有拟特须虫（*Paralacydonia paradoxa*）、稚齿虫（*Prionospio* sp.）等 10 余种（详见表 4.2-34）。

表 4.2-34 2018 年 4 月底栖生物群落优势种分析

种名	检出率 f	比例 Ni/N	Yi	优势种站位	次优势种站位
短角双眼钩虾	0.8696	0.1040	0.0904	P11、P13、P16、P18、P20	P01、P02、P10、P12、P14、P22
亮钩虾	0.8696	0.0796	0.0692	P02、P08、P09、P12、P14、P17	P03、P07
洼颚倍棘蛇尾	0.6087	0.0693	0.0422	P03、P04、P07、P10	P06、P13
中蚓虫	0.7826	0.0531	0.0415	P06、P15	P08、P09、P11、P19
拟特须虫	0.8696	0.0406	0.0353	-	P10
稚齿虫	0.7391	0.0357	0.0264	-	P19
菲律宾蛤仔	0.5217	0.0363	0.0189	P21、P22	-
背蚓虫	0.4783	0.0309	0.0148	P01	-
杓形小囊蛤	0.4348	0.0200	0.0087	P05	-
角沙蚕	0.3043	0.0244	0.0074	-	P05
多丝独毛虫	0.3478	0.0189	0.0066	-	P23
锥稚虫	0.1739	0.0238	0.0041	-	P16、P18
不倒翁虫	0.3478	0.0114	0.0040	P19	-
异蚓虫	0.2174	0.0173	0.0038	-	P15
独指虫	0.3913	0.0092	0.0036	-	P17
蛇杂毛虫	0.0435	0.0087	0.0004	P23	-
背棘麦杆虫	0.0435	0.0038	0.0002	-	P21
叉毛豆维虫	0.0435	0.0038	0.0002	-	P20

综上，评价海域 100%的测站底栖生物群落多样性指数 ≥ 3.0 ，平均多样性指数 4.05，各测站底栖生物群落具高均匀度、高丰富度、低优势度特征。评价海域底栖生物群落生境总体质量优良。

7、潮间带生物

本次调查，共鉴定潮间带生物 79 种。其中：环节动物最多为 29 种，占潮间带生物种类总数的 36.71%；软体动物 25 种，占 31.65%；甲壳动物 21 种，占 26.58%；腔肠动物 2 种，占 2.53%；纽形动物、星虫动物各 1 种，各占 1.27%。如表 4.2-35 和图 4.2-17 所示，详见附录 4。

表 4.2-35 2018 年 4 月潮间带生物种类组成

类别	环节动物	腔肠动物	甲壳动物	纽形动物	软体动物	星虫动物	合计
种数	29	2	21	1	25	1	79
%	36.71	2.53	26.58	1.27	31.65	1.27	100

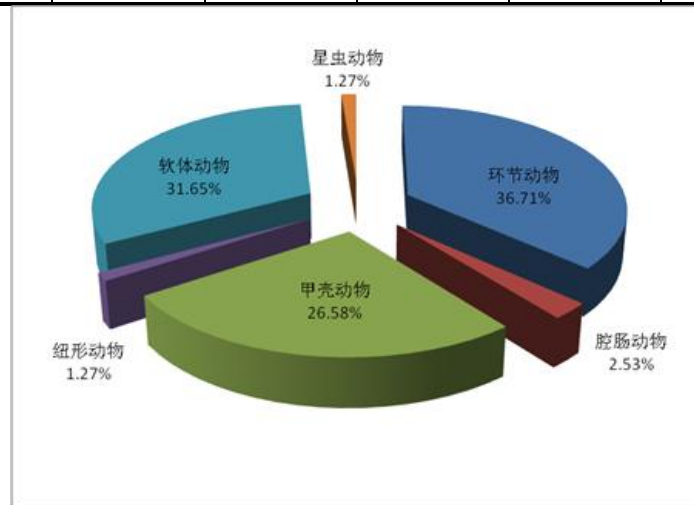


图 4.2-17 2018 年 4 月潮间带生物种类组成

各测站潮间带生物种类数 10~23 种，以 C1 断面低潮区最多，C3 断面高潮区最少，平均 18 种。种类丰度在 C1、C3 断面口为低潮区>中潮区>高潮区；在 C2 中潮区>高潮区>低潮区（详见表 4.2-36）。

各测站潮间带生物栖息密度 256~1328ind/m²，以 C2 断面中潮区最高，C3 断面高潮区最低，平均 659ind/m²。栖息密度在 C1、C3 断面口为低潮区>中潮区>高潮区；在 C2 中潮区>高潮区>低潮区（详见表 4.2-36）。

各测站潮间带生物生物量 14.63~396.24g/m²，以 C2 断面低潮区最高，C1 断面中潮区最低，平均 94.79g/m²。生物量在 C1 断面口为低潮区>高潮区>中潮区；在 C2 低潮区>中潮区>高潮区；在 C3 断面口为中潮区>低潮区>高潮区（表 4.2-36）。

表 4.2-36 2018 年 4 月潮间带生物调查结果

站位	种数	密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)	H'	J	d	D
C1 高	14	292	41.75	2.95	0.78	1.94	0.42
C1 中	19	947	14.63	3.12	0.73	2.14	0.48
C1 低	23	514	71.56	3.09	0.68	2.92	0.59
C2 高	21	833	40.57	3.01	0.69	2.43	0.48

站位	种数	密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)	H'	J	d	D
C2 中	22	1328	166.51	3.25	0.73	2.36	0.43
C2 低	19	642	396.24	3.01	0.71	2.29	0.58
C3 高	10	256	21.88	2.46	0.74	1.38	0.63
C3 中	14	597	58.17	2.50	0.66	1.68	0.64
C3 低	16	472	41.81	2.50	0.62	2.02	0.70
最大值	23	1328	396.24	3.25	0.78	2.92	0.70
最小值	10	256	14.63	2.46	0.62	1.38	0.42
平均值	18	653	94.79	2.88	0.70	2.13	0.55

潮间带生物群落种类组成数量分析结果如上表 4.2-36 所示。潮间带生物群落多样性指数 2.46~3.25, 以 C2 断面中潮区最高, C3 断面高潮区最低, 平均 2.88。均匀度指数 0.62~0.78, 以 C1 断面高潮区最高, C3 断面低潮区最低, 平均 0.70。丰富度指数 1.38~2.92, 以 C1 断面低潮区最高, C3 断面高潮区最低, 平均 2.13。优势度指数 0.42~0.70, 以 C3 断面低潮区最高, C1 断面低潮区最低, 平均 0.55。各群落特征数存在站间相异性。

潮间带生物群落种类组成性质分析结果如下表 4.2-37 所示。结果表明: 潮间带生物群落优势种组成复杂, 站间相异性高, 缺乏全局优势种, 水平镶嵌性明显。

在潮间带测站上以优势种或次优势种出现过的种类有亮钩虾 (Photis sp.)、锥稚虫 (Anoides oxycephala)、菲律宾蛤仔 (Ruditapes philippinarum)、尖锥虫 (Scoloplos armiger)、大脚玻璃钩虾 (Hyale grandicornis)、黑褐新糠虾 (Neomysis awastschensis)、腺带刺沙蚕 (Neanthes glandicincta)、螺赢蜚 (Corophium sp.) 狭氏斧蛤 (Donax dysoni)、小头虫 (Capitella capitata)、鳞腹钩虫 (Scolelepis squamata)。

表 4.2-37 2018 年 4 月潮间带生物群落优势种分析

种名	检出率 f	比例 Ni/N	Yi	优势种站位	次优势种站位
亮钩虾	0.8889	0.1752	0.1558	C1 低、C2 中	C2 低
锥稚虫	0.8889	0.0817	0.0726	C2 低	-
菲律宾蛤仔	0.7778	0.0704	0.0547	-	C1 低、C2 中
尖锥虫	0.5556	0.0614	0.0341	-	C2 高
大脚玻璃钩虾	0.4444	0.0704	0.0313	C3 高	C3 中
黑褐新糠虾	0.3333	0.0761	0.0254	C3 中、C3 低	-
腺带刺沙蚕	0.3333	0.0605	0.0202	C1 中	C1 高
螺赢蜚	0.3333	0.0553	0.0184	C2 高	-
狭氏斧蛤	0.3333	0.0487	0.0162	-	C3 高、C3 低
小头虫	0.3333	0.0420	0.0140	-	C1 中
鳞腹钩虫	0.3333	0.0165	0.0055	C1 高	-

综上, 评价潮滩的潮间带生物群落多样性指数断面间、潮区间均有一定的差别, C2

断面各潮区和 C1 断面中、低潮区，多样性指数均大于 3.0，而 C3 断面各潮区和 C1 断面高潮区，多样性指数均大于 2.0 小于 3。潮间带生物平均多样性指数 2.88 总平均水平小于 3.0。评价潮滩潮间带生物群落生境质量总体一般。

5、小结

2018 年 4 月，各测站叶绿素 a 含量变化范围 $0.17\sim 2.68\text{mg/m}^3$ ，初级生产力水平在 $16.65\sim 362.30\text{mgC/m}^2\text{d}$ ，水平站间差异较大，呈斑块状水平分布。

2018 年 4 月共鉴定浮游植物 3 门 44 属 63 种，密度 $4.73\times 10^4\text{cell/m}^3\sim 372.24\times 10^4\text{cell/m}^3$ ，以硅藻门角毛藻占优。评价海域浮游植物群落生境总体质量一般。

2018 年 4 月共鉴定浮游动物 46 种，各测站浮游动物生物量 $33.94\sim 830.00\text{mg/m}^3$ 。评价海域浮游动物群落生境总体质量一般。

2018 年 4 月共鉴定底栖生物 124 种，生物量 $2.4\sim 86.8\text{g/m}^2$ 。总体上评价海域底栖生物群落生境总体质量优良。

2018 年 4 月共鉴定潮间带生物 79 种，各测站潮间带生物生物量 $14.6\sim 396.24\text{g/m}^2$ 。评价区潮滩潮间带生物群落生境质量总体一般。

4.2.5 海洋生物质量调查与评价

1、调查站位布设

在拟建项目附近海域共布设生物质量调查断面 6 个，如图 4.2-14 和表 4.2-13 所示。

2、调查项目与方法

生物质量调查生态调查同步实施，样品的采集、保存、运输与分析均按《海洋调查规范》(GB12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)进行。分析项目为重金属（总汞、镉、铅、铬、砷、铜、锌）和石油类。分析方法表 4.2-38 所示。

表 4.2-38 生物质量分析项目和方法

项目	分析方法	方法依据	检出限（ $\times 10^{-6}$ ）
总汞	原子荧光法	GB17378.6/5.1-2007	0.002
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6/8.1-2007	0.005
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6/7.1-2007	0.04
铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6/10.1-2007	0.04
砷	原子荧光法	GB17378.6/11.1-2007	0.2
铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6/6.1-2007	0.4
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6/9.1-2007	0.4
石油类	紫外分光光度法	GB17378.6/13-2007	2.0

3、生物质量调查结果

本次调查，在计划的 6 个生物质量调查站位上，共获得可分析生物质量样品 3 类 10 种 18 份。其中：贝类 3 种 6 份；甲壳类 3 种 7 份；鱼类 4 种 5 份。监测结果如表 4.2-39 所示，结果表明：

生物体平均汞含量贝类>鱼类>甲壳类

生物体平均镉含量甲壳类>鱼类>贝类

生物体平均铅含量甲壳类>贝类>鱼类

生物体平均铬含量贝类>鱼类>甲壳类

生物体平均砷含量贝类>甲壳类>鱼类

生物体平均铜含量甲壳类>贝类>鱼类

生物体平均锌含量贝类>甲壳类>鱼类

生物体平均石油类含量贝类>甲壳类>鱼类

贝类体内各污染物平均含量锌>石油类>铜>砷>铬>铅>镉>汞

甲壳动物体内各污染物平均含量锌>铜>石油类>砷>铬>镉>铅>汞

鱼类体内各污染物平均含量锌>石油类>铜>铬>砷>镉>铅>汞

表 4.2-39 2018 年 4 月生物质量监测结果 (10^{-6})

站位	贝类	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn	Oil
Y1	菲律宾蛤仔	0.037	0.18	0.41	0.35	1.23	1.91	18.7	7.52
Y3	菲律宾蛤仔	0.017	0.16	0.37	0.47	1.21	2.33	15.9	5.83
Y4	菲律宾蛤仔	0.028	0.17	0.12	0.41	1.48	1.28	19.3	6.24
Y5	杓形小囊蛤	0.012	0.13	0.09	0.27	1.13	1.12	12.6	5.08
Y6	杓形小囊蛤	0.015	0.11	0.08	0.24	1.03	1.09	11.5	5.28
Y5	彩虹明樱蛤	0.013	0.13	0.1	0.31	1.16	1.17	12.9	5.21
	最大值	0.037	0.18	0.41	0.47	1.48	2.33	19.3	7.52
	最小值	0.012	0.11	0.08	0.24	1.03	1.09	11.5	5.08
	平均值	0.020	0.15	0.20	0.34	1.21	1.48	15.15	5.86
站位	甲壳动物	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn	Oil
Y1	虾蛄	0.006	0.44	0.03	0.65	2.85	5.72	16.06	5.89
Y3	虾蛄	0.014	0.37	0.03	0.25	0.54	5.24	2.15	3.87
Y4	虾蛄	0.016	0.49	0.05	0.25	0.39	6.36	16.45	5.22
Y6	虾蛄	0.015	0.47	0.03	0.35	0.77	7.64	19.24	2.73
Y2	晶莹鲎	0.003	0.03	0.12	0.32	0.34	0.54	14.07	5.25
Y3	晶莹鲎	0.016	0.23	0.07	0.65	0.86	3.64	17.25	3.13
Y5	三疣梭子蟹	0.002	0.07	0.54	0.25	0.54	5.40	17.25	4.27
	最大值	0.016	0.49	0.54	0.65	2.85	7.64	19.24	5.89

最小值		0.002	0.03	0.03	0.25	0.34	0.54	2.15	2.73
平均值		0.010	0.30	0.13	0.39	0.90	4.94	14.64	4.34
站位	鱼类	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn	Oil
Y1	条鳮	0.003	0.73	0.24	0.23	0.36	1.00	33.55	3.37
Y2	褐篮子鱼	0.002	0.03	0.03	0.23	0.07	0.06	9.30	4.30
Y3	双带天竺鲷	0.018	0.01	0.03	0.44	0.23	0.46	8.11	2.06
Y4	双带天竺鲷	0.026	0.12	0.03	0.32	0.12	0.43	10.10	2.01
Y5	卵鲷	0.008	0.08	0.15	0.32	0.39	1.39	12.08	2.22
最大值		0.026	0.73	0.24	0.44	0.39	1.39	33.55	4.30
最小值		0.002	0.01	0.03	0.23	0.07	0.06	8.11	2.01
平均值		0.011	0.19	0.09	0.31	0.23	0.67	14.63	2.79

4、生物质量评价方法

生物质量评价，选择石油类、铬、铜、锌、砷、镉、汞、铅 8 项作为评价因子。其中贝类（双壳类）评价，依据《广东省海洋功能区划》（2011~2020 年）核定各测站所在海洋功能区生物质量管理目标要求，按功能区分类别进行评价。贝类采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）中相应的类别标准进行评价，本次评价 Y1、Y2、Y3、Y4 站位贝类执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）二类标准，Y5、Y6 执行一类标准。软体动物、鱼类、甲壳类、头足类体内污染物质含量（除石油烃外）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。生物质量各评价因子标准值见表 4.2-40。

表 4.2-40 海洋生物质量标准值（鲜重）（单位：mg/kg）

项目	贝类* 一类标准	贝类* 二类标准	软体动物**	甲壳类**	鱼类**
铬≤	0.5	2.0	5.5	1.5	1.5
铜≤	10	15	100	100	20
锌≤	20	50	250	150	40
砷≤	1.0	5.0	10	8	5
镉≤	0.2	2.0	5.5	2.0	0.6
总汞≤	0.05	0.10	0.3	0.2	0.3
铅≤	0.1	2.0	10	2.0	2.0
石油类	15	50	20	20	20

*引用《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的标准

**引用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准，石油类引用《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

标准指数按下式计算：

$$I_i = C_i / S_{ij}$$

式中： I_i —— i 测项的污染指数；

C_i —— i 测项的实测浓度或指标值；

S_{ij} 就—— i 测项的 j 类生物质量标准值。

生物体质量评价结果

生物质量评价结果如表 4.2-41。结果表明：

贝类体内各评价因子标准指数砷>锌>汞>铬>石油类>铅>镉>铜

甲壳动物体内各评价因子标准指数铬>石油类>镉>砷>锌>铅>汞>铜

鱼类体内各评价因子标准指数锌>镉>铬>石油类>砷>铅>汞>铜

汞标准指数贝类>甲壳类>鱼类

镉标准指数鱼类>甲壳类>贝类

铅标准指数贝类>甲壳类>鱼类

铬标准指数甲壳类>鱼类>贝类

砷标准指数贝类>甲壳类>鱼类

铜标准指数贝类>甲壳类>鱼类

锌标准指数鱼类>贝类>甲壳类

石油类标准指数甲壳类>鱼类>贝类

表 4.2-41 2018 年 4 月生物质量评价结果

站位	贝类	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn	Oil
Y1	菲律宾蛤仔	0.37	0.09	0.21	0.18	0.25	0.08	0.37	0.15
Y3	菲律宾蛤仔	0.17	0.08	0.19	0.24	0.24	0.09	0.32	0.12
Y4	菲律宾蛤仔	0.28	0.09	0.06	0.21	0.30	0.05	0.39	0.12
Y5	杓形小囊蛤	0.12	0.07	0.05	0.14	0.23	0.04	0.25	0.10
Y6	杓形小囊蛤	0.30	0.55	0.80	0.48	1.03	0.11	0.58	0.35
Y5	彩虹明樱蛤	0.26	0.65	1.00	0.62	1.16	0.12	0.65	0.35
最大值		0.37	0.09	0.21	0.24	0.30	0.09	0.39	0.15
最小值		0.12	0.06	0.04	0.12	0.21	0.04	0.23	0.10
平均值		0.20	0.07	0.10	0.17	0.24	0.06	0.30	0.12
站位	甲壳动物	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn	Oil
Y1	虾蛄	0.03	0.22	0.01	0.43	0.36	0.06	0.11	0.29
Y3	虾蛄	0.07	0.18	0.01	0.17	0.07	0.05	0.01	0.19
Y4	虾蛄	0.08	0.25	0.03	0.17	0.05	0.06	0.11	0.26
Y6	虾蛄	0.07	0.24	0.01	0.24	0.10	0.08	0.13	0.14

Y2	晶莹鲳	0.01	0.02	0.06	0.21	0.04	0.01	0.09	0.26
Y3	晶莹鲳	0.08	0.12	0.04	0.43	0.11	0.04	0.11	0.16
Y5	三疣梭子蟹	0.01	0.04	0.27	0.17	0.07	0.05	0.11	0.21
最大值		0.08	0.25	0.27	0.43	0.36	0.08	0.13	0.29
最小值		0.01	0.02	0.01	0.17	0.04	0.01	0.01	0.14
平均值		0.05	0.15	0.06	0.26	0.11	0.05	0.10	0.22
站位	鱼类	Hg	Cd	Pb	Cr	As	Cu	Zn	Oil
Y1	条鲳	0.01	1.21	0.12	0.15	0.07	0.05	0.84	0.17
Y2	褐篮子鱼	0.01	0.06	0.01	0.15	0.01	0.00	0.23	0.21
Y3	双带天竺鲷	0.06	0.02	0.01	0.29	0.05	0.02	0.20	0.10
Y4	双带天竺鲷	0.09	0.20	0.01	0.21	0.02	0.02	0.25	0.10
Y5	卵鲷	0.03	0.13	0.07	0.21	0.08	0.07	0.30	0.11
最大值		0.09	1.21	0.12	0.29	0.08	0.07	0.84	0.21
最小值		0.01	0.02	0.01	0.15	0.01	0.00	0.20	0.10
平均值		0.04	0.32	0.05	0.20	0.05	0.03	0.37	0.14

注：贝类 Y1、Y2、Y3、Y4 站位执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）二类标准，Y5、Y6 执行一类标准；其它类（除石油类外）执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准，石油类执行《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

5、小结

评价海域海洋贝类生物 Y5、Y6 站位贝类砷含量超一类标准，符合二类标准要求，其余站位贝类标准指数均小于 1.0，不超过所在站位海洋生物质量标准要求；甲壳类和鱼类生物体质量除 Y1 站位的“条鲳”镉含量超标外，区域均符合《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》（第二分册）中规定的生物质量标准。

4.2.6 海洋渔业资源现状调查与评价

1、调查时间和站位布设

渔业资源调查时间为 2018 年 4 月 15 日至 4 月 16 日，共设 6 个渔业资源站位，每站进行渔业生物底拖网作业；鱼类浮游生物共设 23 个调查站位，各调查站位地理位置见表 4.2-42、表 4.2-43，站位布设参见图 4.2-14。

表 4.2-42 调查海域渔业资源拖网调查站位

站位	起点坐标		终点坐标		断面长度 (km)
y1	110°25'01.86"E	21°08'40.19"N	110°27'33.37"E	21°07'35.92"N	4.9
Y2	110°29'47.11"E	21°06'05.06"N	110°36'21.75"E	21°07'58.13"N	4.1
y3	110°29'36.81"E	21°04'33.76"N	110°27'10.88"E	21°05'54.19"N	4.9
y4	110°26'46.22"E	21°03'51.81"N	110°24'29.67"E	21°05'38.02"N	5.3
y5	110°33'28.15"E	21°01'07.11"N	110°32'42.46"E	20°05'9.72"N	3.7

y6	110°35'22.61"E	20°59'04.22"N	110°35'52.25"E	21°00'46.73"N	3.3
----	----------------	---------------	----------------	---------------	-----

表 4.2-43 调查海域鱼类鱼卵仔鱼浮游生物拖网调查站位

站位	纬度	经度
1	20°57'24.80"N	110°32'23.40"E
2	20°57'04.58"N	110°34'43.93"E
3	20°56'46.98"N	110°37'44.37"E
4	20°59'06.72"N	110°32'42.46"E
5	20°59'04.22"N	110°35'22.61"E
6	20°59'01.03"N	110°38'17.96"E
7	21°01'07.11"N	110°33'28.15"E
8	21°00'55.67"N	110°38'44.73"E
9	21°03'02.65"N	110°33'59.57"E
10	21°04'01.08"N	110°36'20.58"E
11	21°05'32.12"N	110°34'56.08"E
12	21°07'58.13"N	110°36'21.75"E
13	21°06'57.50"N	110°39'31.98"E
14	21°04'44.30"N	110°31'54.25"E
15	21°04'33.76"N	110°29'36.81"E
16	21°06'05.06"N	110°29'47.11"E
17	21°00'46.73"N	110°35'52.25"E
18	21°03'51.81"N	110°26'46.22"E
19	21°05'54.19"N	110°27'10.88"E
20	21°07'35.92"N	110°27'33.37"E
21	21°05'38.02"N	110°24'29.67"E
22	21°07'08.02"N	110°24'45.71"E
23	21°08'40.19"N	110°25'01.86"E

2、调查内容及调查方法

调查内容包括鱼卵和仔稚鱼种类组成和数量分布，渔获物种类组成、渔获物生物学特征、优势种分布、渔获量分布和资源密度（生物量资源密度单位为 kg/km^2 、丰度资源密度单位为 $10^3\text{ind.}/\text{km}^2$ ）以及鱼类浮游生物种类组成。

渔业资源拖网调查方法采用底拖网方式进行采样，使用的船只为粤湛渔 10128，马力数 240 马力，网口在海中张开时宽 6m，高 4m。按照《海洋水产资源调查手册》规范操作，利用底拖网在选定站点进行拖网作业，每站拖网 30min，平均拖速 3 节，记录站点坐标、作业时间、记录全部渔获物总质量，并对渔获物样品进行种类鉴定和定量分析，记录各种类的名称、重量、尾数、样品最小、最大体长（mm）和最小、最大体重（g）。根据网口宽度（作业时）、拖时和拖速等参数计算扫海面积，以各站次、各种类的渔获

数据为基础，计算各站次、各种类的渔获组成、渔获率或渔业资源密度等相关参数。依据调查海域物种分布情况，本次调查海域渔获物主要分为鱼类、甲壳类、贝类和其它类等 4 大类群进行分别叙述。

鱼类浮游生物调查采用大型浮游生物网进行采样（网口内径*网衣长度*网孔径分别为 0.8m*2.8m*0.505mm），水平拖网每站拖曳 10 min，拖速 2 节，样品用 5%海水甲醛溶液固定以后带回实验室，在光学解剖镜和光学显微镜下将鱼卵、仔稚鱼挑出，据其形态特征，进行分类鉴定、计数。

3、渔业资源密度（重量、尾数）估算方法

本次调查水域各测站拖网资源密度的估算采用扫海面积法（唐启升，2006）。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），本报告设定拖网网具鱼类、虾类、蟹类和其它类（尾数、重量）逃逸率均为 0.5。渔业资源密度以各站拖网渔获量（重量、尾数）和拖网扫海面积来估算，计算式为：

$$\rho_i = C_i / a_{iq}$$

式中： ρ_i ——第 i 站的资源密度（重量：kg/km²；尾数：103 ind./km²）；

C_i ——第 i 站的每小时拖网渔获量（重量：kg/h；尾数：ind./h）；

a_i ——第 i 站的网具每小时扫海面积（km²/h）（网口水平扩张宽度(km)×拖曳距离(km)），拖曳距离为拖网速度（km/h）和实际拖网时间（h）的乘积；

q——网具捕获率（可捕系数，即 1 减逃逸率），其中：鱼类、虾类、蟹类和其它类 q 都取 0.5。

4、渔业资源生物生态环境评价方法

群落物种多样性的高低，除了受取样大小、数量的分布影响外，主要依赖于群落中种类数多少和种间个体分布是否均匀。在游泳动物生态研究中，重量多样性和尾数多样性具有不同的生物学含义（金显仕和邓景耀，2000），因而分别计算和分析。

丰富度（D）、均匀度（J'）和物种多样性 Shannon-Weaver（H'）指数计算公式如下：

①Shannon-Wiener 多样性指数：

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

②Pielou 均匀度指数：

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

③种类丰富度指数：

$$D=(S-1)/\ln W$$

式中： H' 为物种多样性指数，重量多样性指数计算中 $P_i = w_i/W$ ， w_i 为第 i 种生物的重量， W 为拖网渔获物总重量；尾数多样性指数计算中 $P_i = n_i/N$ ， n_i 为第 i 种生物的尾数， N 为拖网渔获物总尾数； $H_{\max} = \log_2 S$ 为最大多样性指数； S ：出现生物总种类数。

5、渔业资源生物底拖网调查结果

(1) 种类组成

2018 年 4 月调查水域拖网调查共鉴定渔业资源生物 42 种，其中鱼类 19 种，占总资源生物种类数的 45.23%；甲壳类 17 种，占总资源生物种类数的 40.48%；头足类 0 种；其它类 6 种，占总资源生物种类数的 14.29%（表 4.2-44）。渔获物主要以鱼类为主，鱼类的重量密度占总重量密度的 74.79%，尾数密度占总尾数密度的 72.91%。

表 4.2-44 2018 年 4 月调查海域渔获物种类数组成及百分比

类群	种类数	种类百分比 (%)	重量百分比 (%)	尾数百分比 (%)
鱼类	19	45.23	74.79	72.91
甲壳类	17	40.48	14.21	13.69
头足类	0	0	0	0
其它类	6	14.29	11	13.40
合计	42	100	100	100

(2) 资源密度（重量、尾数）

调查海域渔业资源各站位总重量密度的变化范围为 (20.70-105.89) kg/km^2 ，站位平均值为 73.02 kg/km^2 ；渔业资源各站位总尾数密度的变化范围 (2.40-12.06) $10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ，平均值 6.91 ($10^3\text{ind}/\text{km}^2$)，渔获物总重量和总尾数密度空间分布见图 2-1~2-2，其中重量密度最大值为 105.89 kg/km^2 ，出现在 3 号站位，尾数密度最大值为 12.06 ($10^3\text{ind}/\text{km}^2$)，出现在 3 号站位。各站位重量密度和尾数密度见表 4.2-45、表 4.2-46。

表 4.2-45 2018 年 4 月调查海域渔获物重量密度组成 (kg/km^2)

站位	鱼类	甲壳类	其他类	头足类	总重量密度
y1	85.48	6.69	1.41		93.58
y2	72.55	19.42			91.97
y3	96.77	9.12			105.89
y4	69.39	7.44	1.77		78.59
y5	3.49	11.76	32.14		47.40
y6		7.83	12.87		20.70
合计	327.68	62.26	48.19	0	438.13

表 4.2-46 2018 年 4 月调查海域渔获物尾数密度组成 ($10^3\text{ind}/\text{km}^2$)

站位	鱼类	甲壳类	其它	贝类	总重量密度
----	----	-----	----	----	-------

y1	10.21	1.17	0.10		11.47
y2	2.16	1.15			3.31
y3	11.28	0.78			12.06
y4	6.12	0.72	0.24		7.08
y5	0.45	1.26	3.42		5.13
y6		0.60	1.80		2.40
合计	30.21	5.67	5.55	0	41.44

鱼类重量和尾数密度第 3 站鱼类重量密度最大, 为 $96.77\text{kg}/\text{km}^2$, 第 3 站鱼类尾数密度最大, 为 $11.28 (10^3\text{ind.}/\text{km}^2)$ 。

甲壳类重量和尾数密度第 2 站重量密度最大, 为 $19.42\text{kg}/\text{km}^2$, 第 5 站尾数密度最大, 为 $1.26 (10^3\text{ind.}/\text{km}^2)$ 。

其他类重量和尾数密度第 5 站重量密度最大, 为 $32.14\text{kg}/\text{km}^2$, 第 5 站尾数密度最大, 为 $3.42 (10^3\text{ind.}/\text{km}^2)$ 。

(3) 优势种分析

运用相对重要性指数 (Index of Relative Importance, IRI) 对渔业资源生物种类组成进行分析, 以确定优势种类、重要种类和主要种类的成分。IRI 的计算公式如下:

$$\text{IRI} = (\text{N} \% + \text{W} \%) \text{ F} \% \quad (1)$$

N 为某一种类的尾数占总尾数的百分比 (%); W 为某一种类的质量占总质量的百分比 (%); F 为某一种类出现的站数占调查总站数的百分比 (%). 取 $\text{IRI} > 500$ 的种类为优势种; $500 > \text{IRI} > 100$ 的种类为重要种类; $100 > \text{IRI} > 10$ 的种类为主要种类; $10 > \text{IRI} > 1$ 的种类为常见种类。

拖网渔获物 (重量、尾数) 优势种及重要种类如下表 4.2-47 所示。本文分别列出鱼类、虾蟹类 IRI 值排名前十位的生物以及头足类、其它类全部生物 IRI 值, 见下表 4.2-47~表 4.2-50。其中条鳎相对重要性指数值最高, 达 1785.17, 重量密度百分比为 13.01%, 尾数密度百分比为 22.69%; 单就鱼类分析, 优势种有 4 种, 为条鳎、条纹叫姑鱼、双带天竺鲷和沙塘鳢, 重要种类有 3 种, 为黄带绯鲤、黄鳍鲷和犬牙细棘虾虎鱼 (表 4.2-48)。

单就甲壳类分析, 无优势种, 重要种类有 3 种, 分别为虾蛄寄居蟹和晶莹蟳 (表 4.2-49); 其他类中优势种 1 种, 为蛇尾, 重要种类有 1 种, 为脉红螺 (表 4.2-50)。

表 4.2-47 2018 年 4 月调查海域渔业资源生物优势种与重要种类 IRI 值及其比重

种类	IRI	重量百分比 %	尾数百分比 %
条鳎	1785.17	13.01	22.69
条纹叫姑鱼	1729.77	18.22	7.73

双带天竺鲷	1664.21	20.32	12.97
沙塘鳢	1082.28	5.69	15.96
蛇尾	585.12	8.08	9.48
虾蛄	315.92	2.49	2.24
脉红螺	288.86	3.28	2.49
黄带绯鲤	269.29	3.14	2.24
寄居蟹	187.88	3.39	2.24
黄鳍鲷	162.61	1.26	2.00
犬牙细棘虾虎鱼	137.09	1.00	1.75
晶莹螳	121.76	2.90	0.75

表 4.2-48 2018 年 4 月调查海域鱼类优势种与重要种类 IRI 值及其比重

种类	IRI	重量密度百分比 %	尾数密度百分比 %
条鳎	1785.17	13.01	22.69
条纹叫姑鱼	1729.77	18.22	7.73
双带天竺鲷	1664.21	20.32	12.97
沙塘鳢	1082.28	5.69	15.96
黄带绯鲤	269.29	3.14	2.24
黄鳍鲷	162.61	1.26	2.00
犬牙细棘虾虎鱼	137.09	1.00	1.75
中华单角鲀	96.00	1.17	0.75
卵鲷	74.30	0.98	1.25
鲷属	56.64	0.70	1.00

表 4.2-49 2018 年 4 月调查海域虾蟹类优势种与重要种类 IRI 值及其比重

种类	IRI	重量密度百分比 %	尾数密度百分比 %
虾蛄	315.92	2.49	2.24
寄居蟹	187.88	3.39	2.24
晶莹螳	121.76	2.90	0.75
须赤虾	81.83	0.46	2.00
长指鼓虾	70.74	1.12	1.00
奥氏刺珠蟹	23.42	0.41	1.00
三疣梭子蟹	20.55	0.49	0.75
变态螳	16.74	0.26	0.75
羊球绒螯蟹	16.33	0.73	0.25
远海梭子蟹	14.07	0.59	0.25

表 4.2-50 2018 年 4 月调查海域其他类优势种与重要种类 IRI 值及其比重

种类	IRI	重量密度百分比 %	尾数密度百分比 %
蛇尾	585.12	8.08	9.48
脉红螺	288.86	3.28	2.49

白龙骨乐飞螺	14.40	0.37	0.50
秀丽织纹螺	13.68	0.07	0.75
海葵	13.03	0.28	0.50
线纹玉螺	6.29	0.13	0.25

(4) 多样性分析

调查海域渔获物重量和尾数多样性指数 (H') 分别为 3.90 和 3.91, 均大于 3, 丰富度 (D) 分别达到 4.94 和 6.84, 均匀度 (J') 分别为 0.72 和 0.72。调查海域中出现的物种数较多, 优势种明显, 种间分布比较均匀, 群落结构较稳定, 各个站位的群落物种多样性指数见表 4.2-51。

表 4.2-51 2018 年 4 月调查海域各站渔业资源重量及尾数多样性指数

站位	物种数	重量多样性指数			尾数多样性指数		
	S	D	J'	H'	D	J'	H'
y1	6	2.62	0.80	3.40	3.77	0.78	3.30
y2	10	0.93	0.63	1.78	1.91	0.66	1.86
y3	9	2.14	0.70	2.81	3.11	0.69	2.75
y4	12	2.00	0.78	2.97	3.19	0.78	2.99
y5	15	1.60	0.67	2.30	2.47	0.77	2.68
y6	16	0.97	0.75	1.94	1.67	0.66	1.72

6、鱼卵鱼仔调查结果

(1) 种类组成

2018 年 4 月调查水域水平拖网共采集鱼卵 10 种, 其中 2 种鉴定到种, 2 种鉴定到属, 6 种鉴定到科; 仔稚鱼 7 种, 其中 1 种鉴定到种, 6 种鉴定到科, 幼鱼 1 种, 为鲱鱼; 共采集鱼卵 422 粒, 仔稚鱼 36 尾。

(2) 数量分布及优势种

每站鱼卵、仔稚鱼的个体数除以滤水量得到每站的密度, 以每 10 立方米水体中出现的个体数 (粒或 ind/10m³) 表示。根据优势度 (Y) 确定鱼卵、仔稚鱼的优势种:

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

其中, Y 为优势度, N 为所有种类总密度, n_i 为第 i 种鱼卵 (仔稚鱼) 的密度, f_i 为该种在所有站位中出现的频率。 $Y \geq 0.02$ 的种类确定为优势种。

各站位垂直网鱼卵平均密度为 5.39 粒/10m³, 最大密度为 35.16 粒/10m³, 优势种为多鳞鳢、舌鳎科和石首鱼科的鱼卵, 其平均密度分别为 3.11 粒/10m³、0.38 粒/10m³ 和

0.48 粒/10m³；仔稚鱼平均密度为 0.60ind/10m³，最大密度为 1.99ind/10m³，优势种为虾虎鱼科和鳢科的仔稚鱼，平均密度分别为 0.35ind/10m³ 和 0.12 ind/10m³（表 4.2-52）。

表 4.2-52 2018 年 4 月鱼卵和仔稚鱼各种类密度（ind/m³）及出现频率（%）

	鱼卵		仔稚鱼	
种类	密度	出现频率	密度	出现频率
鲷科	0.23	4.35		
多鳞鳢	71.56	52.17		
鲱科	8.85	26.09	0.51	4.35
狗母鱼科	1.22	17.39		
日本鳀	3.84	17.39		
舌鳎科	8.68	34.78		
石首鱼科	11.00	39.13		
鳎科	7.12	17.39		
鳎属	0.80	8.70		
小公鱼属	10.76	17.39		
鳀科			1.11	4.35
鳎科			2.46	8.70
鳢科			1.50	21.74
虾虎鱼科			5.99	39.13
鲻			0.56	8.70
鲻科			1.57	8.70

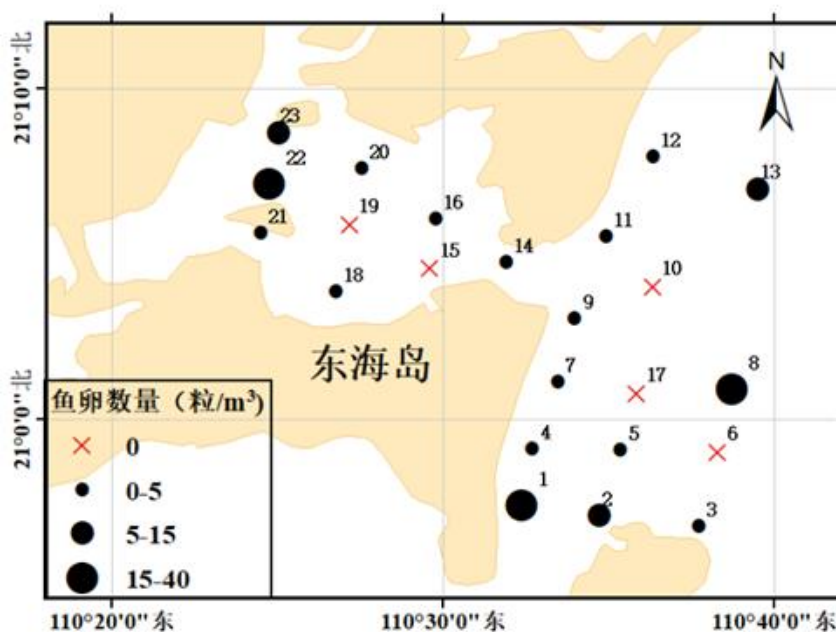


图 4.2-18 2018 年 4 月鱼类浮游生物鱼卵分布（粒/10m³）

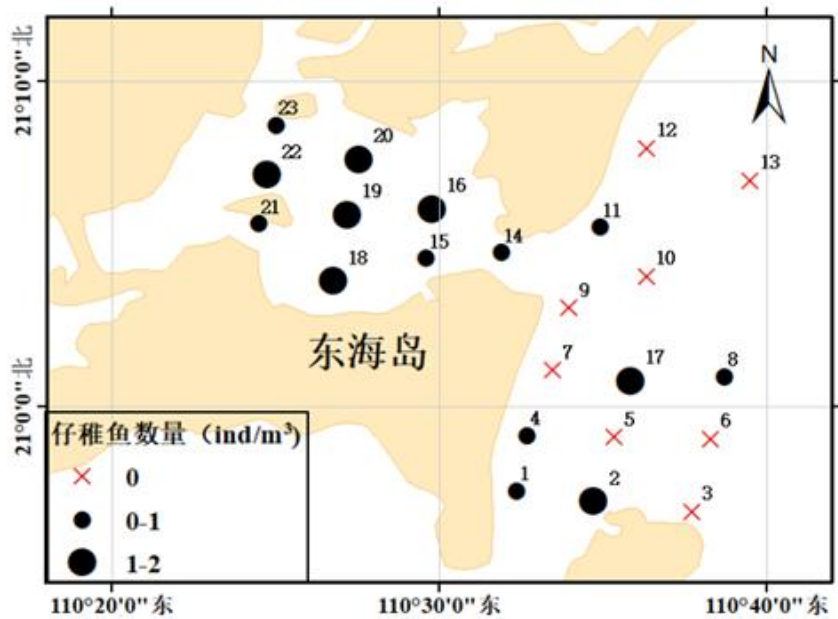


图 4.2-19 2018 年 4 月鱼类浮游生物网仔稚鱼分布 (ind/10m³)

表 4.2-53 2018 年 4 月鱼卵和仔稚鱼各种类密度 (ind/10m³) 及出现频率 (%)

种类	鱼卵		仔稚鱼	
	密度	出现频率	密度	出现频率
鲷科	0.23	4.35		
多鳞鱖	71.56	52.17		
鲱科	8.85	26.09	0.51	4.35
狗母鱼科	1.22	17.39		
日本鳀	3.84	17.39		
舌鳎科	8.68	34.78		
石首鱼科	11.00	39.13		
鳎科	7.12	17.39		
鲆属	0.80	8.70		
小公鱼属	10.76	17.39		
鳀科			1.11	4.35
鲷科			2.46	8.70
鱖科			1.50	21.74
虾虎鱼科			5.99	39.13
鲱			0.56	8.70
鲱科			1.57	8.70

表 4.2-54 2018 年 4 月各站位鱼卵密度 (粒/10m³)

站位	种类										总计
	鲷科	多鳞鱖	鲱科	狗母鱼科	日本鳀	舌鳎科	石首鱼科	鳎科	鲆属	小公鱼属	
1		11.61		0.24	1.90			1.90			15.64

2		6.12	2.55		0.51	0.51	1.53				11.23
3							3.32	0.66			3.98
4						1.66					1.66
5		0.51		0.51	1.02						2.04
6											0
7						0.83					0.83
8		4.42		0.18		1.66	1.11	1.66		9.58	18.61
9		0.27					0.14				0.41
10											0
11		0.87	0.29	0.29		0.58	2.60				4.62
12		0.27				0.27			0.14		0.68
13		1.66	2.49		0.41	2.49		2.90		0.41	10.37
14							0.74				0.74
15											0
16							0.66				0.66
17											0
18							0.31			0.31	0.61
19											0
20		0.55									0.55
21	0.23	1.14	0.92			0.69				0.46	3.43
22		32.51	1.99						0.66		35.16
23		11.62	0.61				0.61				12.84

 表 4.2-55 2018 年 4 月各站位仔稚鱼密度 (ind/10m³)

站位	种类							总计
	鲱科	鳀科	鲷科	鱈科	虾虎鱼科	鲻	鲻科	
1			0.47					0.47
2	0.51				0.51			1.02
3								0
4					0.55			0.55
5								0
6								0
7								0
8					0.18			0.18
9								0
10								0
11				0.29				0.29
12								0
13								0
14					0.37		0.37	0.74

15				0.25	0.25			0.49
16				0.33	1.33			1.66
17			1.99					1.99
18					1.53			1.53
19							1.21	1.21
20		1.11						1.11
21						0.23		0.23
22				0.33	0.66	0.33		1.33
23				0.31	0.61			0.92

7、小结

2018 年 4 月，调查海域中渔获物重量多样性指数（H'）和尾数多样性指数（H'）值大于 3。综合各项生态指标可见，该海域渔业生态环境质量较好，渔业资源生物物种相对丰富，资源密度较高，优势物种优势度明显，种间分布比较均匀，水域群落结构稳定，适合渔业资源生物生长、繁育，同时也有较多鱼种于该海域进行产卵。

本调查期间没有发现珍稀或濒危生物物种。

4.3 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

4.5.1 与海洋功能区划的符合性

本规划用海位于湛江市东海岛南部西南侧 5km 处海域，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在功能区为雷州湾农渔业区，周边海域的海洋功能区主要有东海岛旅游休闲娱乐区、硇洲岛东海洋保护区、硇洲岛南海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区、东海岛南部工业与城镇用海区，详见表 4.5-1 和图 4.5-1。

表 4.5-1 本项目周边海域海洋功能区划

编号	海洋功能区名称	与本项目的方位关系及最短距离	功能区
1	雷州湾农渔业区	项目所在	农渔业区
2	东海岛旅游休闲娱乐区	东北，6.8km	旅游休闲娱乐区
3	硇洲岛东海洋保护区	东，15.9km	海洋保护区
4	硇洲岛南海洋保护区	东南，8.7km	海洋保护区
5	东里海洋保护区	南，4.5km	海洋保护区
6	南渡河口海洋保护区	西南，25.1km	海洋保护区
7	东海岛南部工业与城镇用海区	北，3.2km	工业与城镇用海区

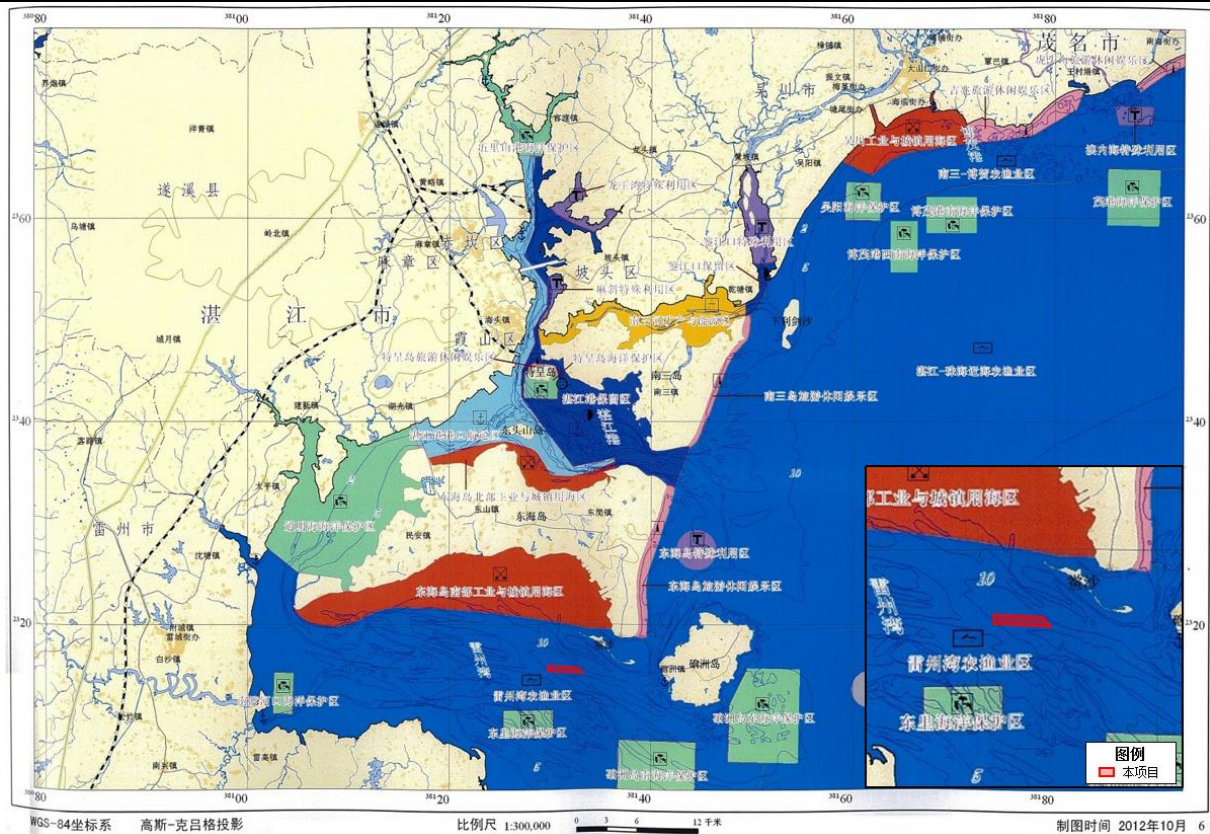


图 4.5-1 项目附近海洋功能区划图

农渔业区指适于拓展农业发展空间和开发利用海洋生物资源，可供围垦、渔港和育苗场等渔业基础设施建设，海水增养殖和捕捞生产，以及重要渔业品种养护的海域。包括农业围垦区、养殖区、增殖区、捕捞区、水产种质资源保护区、渔业基础设施区等二级类功能区。

按照提升近海、开发深海、拓展远洋的原则，优化配置现代海洋渔业发展用海。重点支持深水网箱养殖基地、人工鱼礁和现代海洋牧场建设，切实保障传统渔民生产用海、渔业基础设施建设用海。科学控制海湾养殖规模和密度。防止养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵。严格控制近海捕捞强度。加强水生生物产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道保护，保持海洋生态系统结构与功能的稳定。严格执行农渔业区海水水质标准。

本项目属于深水网箱养殖，采用科学管养方式，对环境影响较小，可以满足海洋环境保护要求。本项目建设符合该海域的主导功能，符合该海域的自然属性和社会属性，对于促进海域资源恢复、促进该区域经济发展具有积极作用，其建设符合广东省海洋功能区划。

4.5.2 与相关规划符合性分析

1、与《广东省海洋生态红线》的符合性

根据 2017 年 9 月 29 日发布的《广东省海洋生态红线》，共划定 13 种类型的海洋生态红线区 268 个，总面积 18163.98 平方公里，占全省管辖海域总选划面积的 28.07%。其中，禁止类红线区 47 个，总面积 2425.05 平方公里，占总选划海域面积的 3.75%；限制类红线区 221 个，总面积 15738.93 平方公里，占总选划海域面积的 24.32%。禁止类红线区和限制类红线区分别占广东省海洋生态红线区总面积的 13.35%和 86.65%

对于禁止类红线区实行严格的禁止与保护，禁止围填海，禁止一切损害海洋生态的开发活动；对于限制类红线区，禁止围填海，但可在保护海洋生态的前提下，限制性地批准对生态环境没有破坏的公共或公益性涉海工程等项目。

根据广东省海洋生态红线分布示意图，详见下图，本项目用海不属于禁止类红线区，也不属于限制类红线区，故本项目的建设符合广东省海洋生态红线。

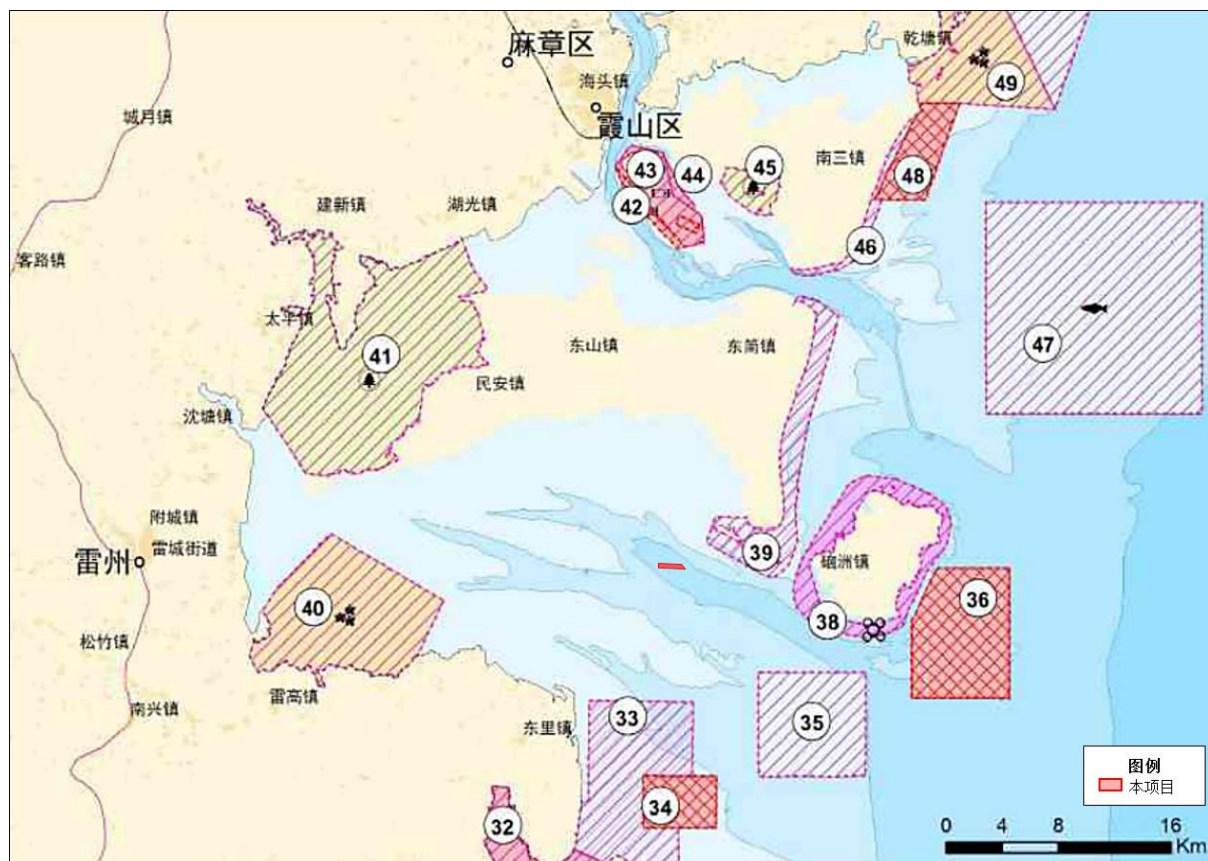


图 4.5-2 项目附近生态红线分布示意图

2、与《广东省海洋经济发展“十三五”规划》的符合性

根据规划，广东省目标打造具有国际竞争力的现代海洋产业体系。转型升级养殖业，发展设施渔业，推行科技型、生态型养殖方式，发展深水抗风浪网箱养殖，推动水产养殖工厂化、牧场化、深远化。控制近海养殖密度，严格控制近海捕捞强度，严格执行

禁渔制度,养护渔业资源,划定近岸海域限制养殖区,拓展海洋离岸养殖和集约化养殖,构建深远海大型养殖平台,提高设施装备水平和组织化程度,建设沿海深水网箱养殖产业园。

本项目属于深水网箱养殖项目,对于推进广东省海洋经济可持续发展具有重大的意义,符合广东省海洋经济发展“十三五”规划要求。

3、与《湛江市海洋经济发展“十三五”规划》的符合性

根据规划,目标构建多元化、现代化、高科技含量的渔业产业体系,加快转变海洋渔业发展方式,严格控制近海捕捞强度,逐步压减捕捞能力,推广和发展海洋生态增养殖业及特色渔港经济,建立起捕捞渔业协会、渔委会、捕捞专业合作社等相关的海洋基层组织。调整优化全市养殖业布局,以环境承载量和养殖容量为基础,科学划分养殖区域,全面提高全市养殖效益,规划建设 3-5 个以深水网箱养殖为主体的海上产业基地,创建 20-30 个健康养殖示范基地。优化全市水产养殖的品种结构,积极推广新品种,大力发展湛江水产养殖的名特优品种,不断提升湛江水产品种质量,至 2020 年,建设 3 个国家级珍珠贝良种场和 25 个省级良种场。推动水产品加工产业升级转型,加快发展海洋水产品精深加工,鼓励发展水产品批发市场,以雷州乌石、徐闻渔港建设项目为重点建设平台,延长海洋渔业产业链,带动港区水产品交易、加工等相关产业发展,培育 10-15 家高起点、上规模的水产品精深龙头企业。

调整优化全市养殖业布局,以环境承载量和养殖容量为基础,科学划分养殖区域,完善养殖水域滩涂规划,明确禁养区和限养区,严格控制限制养殖区养殖规模,合理规划近海养殖结构和布局,大力发展外海抗风浪网箱养殖和海洋牧场;转变养殖方式,深入推进水产标准化健康养殖,创建水产健康养殖示范场和示范县;升级池塘高效健康养殖模式,加快推进池塘养殖的标准化模式,大力普及水产养殖标准化规范,积极宣传和推广健康养殖模式和技术,科学设置养殖模式,提高养殖效益,促进湛江现代养殖产业全面优化升级。

本项目属于深水网箱养殖项目,对于促进湛江市养殖产业的升级和发展具有重大的意义,符合湛江市海洋经济发展“十三五”规划要求。

4、与《湛江市外海深水网箱养殖发展规划(2015~2020 年)》的符合性

根据规划,传统网箱养殖促进了渔业经济的发展,但无序、无度、无偿的发展也带来一系列问题,主要有:(1)造成网箱养殖海区富营养化。养殖过程中吃剩饵料及粪便产生的有机和无机废物量大大地超过了养殖海区自身的自净能力,养殖海区出现不同程

度的恶化，其对环境的影响范围在网箱区周围几百米至 1.2 公里左右。(2) 养殖水产品质量安全堪忧。养殖海区的自身污染，频频暴发流行性鱼病。为了防病、治病，养殖户大量投放渔药，甚至投放硝基呋喃类等违禁药物，造成药物对环境的污染，给鱼产品质量安全带来极大的隐患。(3) 挤占港湾内航道、影响城市景观。因此港湾内传统网箱必需进行清理、整顿，引导传统网箱养殖从浅海港湾向离岸深海发展，鼓励更多的人去发展深水网箱养殖。

深水网箱选址在港湾外的开放海区，水体交换量大，生物众多，相对港湾网箱养殖造成的污染小，维护沿海渔业的稳定，促进渔业可持续发展。深水网箱是一个复杂、庞大的系统工程，也是一个巨大的产业群。深水网箱作为产业群的较链重要一环，可带动相关产业的群体性发展。

湛江市深水网箱规划用海面积 3551 公顷（53265 亩），规划放置深水网箱的海域 7 个。

其中本项目位于第 6 个选址地点“东海岛东南海域”内，该位置位于东海岛南面，近东南码头海域，面积 486 公顷(7290 亩)，规划网箱数 640 只。该区界址如下：坐标 1：E110°25'31.57"，N20°55'10.60"，坐标 2：E110°26'02.62"，N20°54'02.66"，坐标 3：E110°28'07.40"，N20°53'59.02"，坐标 4：E110°27'08.20"，N20°54'42.73"。位置如下图所示。

本项目属于深水网箱养殖项目，对于促进湛江市促进渔业结构战略性调整具有重大的意义，深水网箱养殖改变了传统网箱养殖对环境的损害，是经济效益与生态效益、眼前利益与长远利益、局部利益与整体利益的协调统一，符合湛江市外海深水网箱养殖发展规划要求。

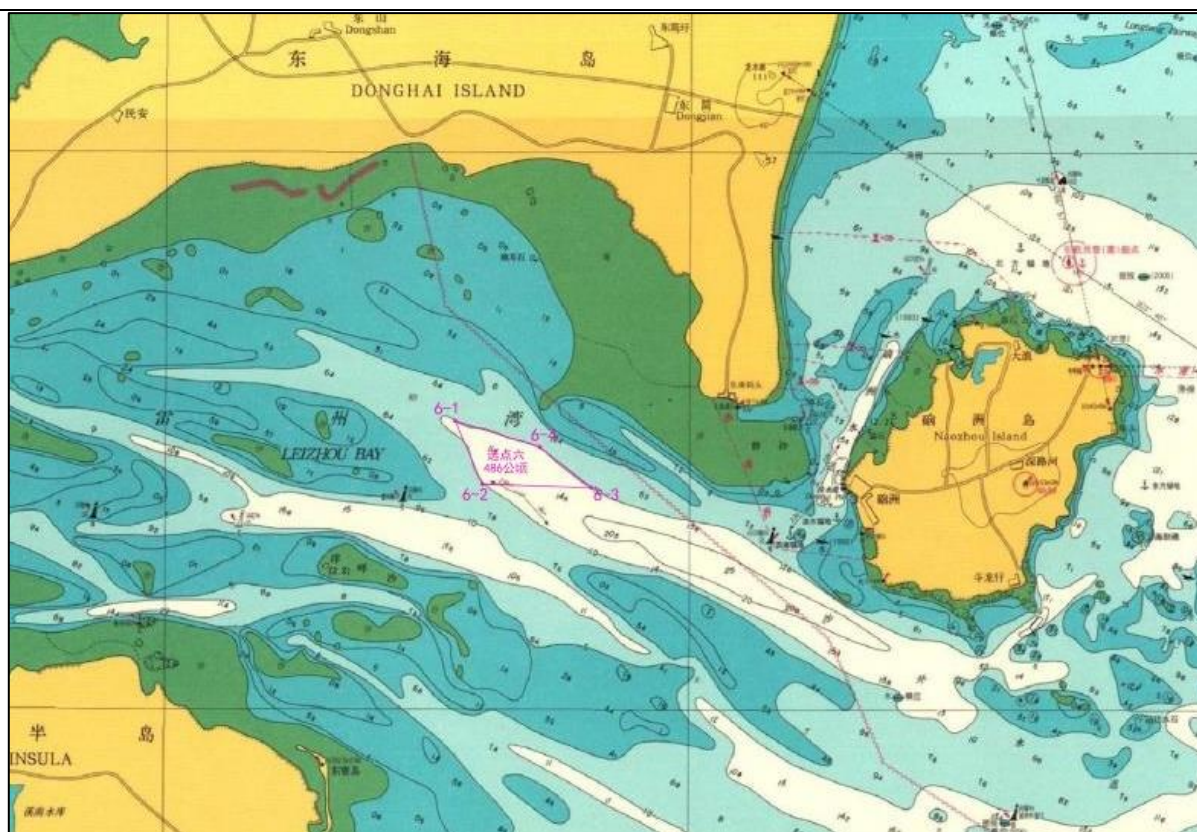


图 4.5-3 湛江市外海深水网箱养殖发展规划选址六

5 环境敏感区和环境保护目标分析

根据《广东省海洋功能区划》，本项目位于湛江东海岛南部西南侧 5km 处海域，附近分布有农渔业区、海洋保护区、工业与城镇用海区、旅游有限娱乐区等。通过现场踏勘，项目周边无海水养殖项目。根据海洋功能区划，结合项目建设特点及周边海域海岛状况，确定本项目的海洋环境敏感目标为周边硃洲岛东海洋保护区、硃洲岛南海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区和海洋生态红线区（湛江硃洲岛海珍资源自然保护区禁止类红线区、硃洲南人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区、雷州湾中华白海豚市级自然保护区禁止类红线区、雷州东里栉江玳沙源保护海域限制类红线区、南渡河重要河口生态系统限制类红线区）。

表 5-1 主要环境影响目标

编号	海洋环境敏感目标	与本项目相对位置	保护内容	海洋环境管理要求
1	雷州湾农渔业区	项目所在	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类
2	东海岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	东北，2km	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类
3	硃洲岛重要滨海旅游区限制类红线区	东，7.6km	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类
4	硃洲岛东海洋保护区（湛江硃洲岛海珍资源自然保护区禁止类红线区）	东，15.9km	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类
5	硃洲岛南海洋保护区（硃洲南人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区）	东南，8.7km	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类
6	东里海洋保护区	南，4.5km	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类
7	雷州湾中华白海豚市级自然保护区禁止类红线区	南，15.0km	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类
8	雷州东里栉江玳沙源保护海域限制类红线区	南，9.7km	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类
9	南渡河重要河口生态系统限制类红线区	西南，15.5km	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类
10	南渡河口海洋保护区	西南，25.1km	水质，沉积物、生态	水质不劣于一类、沉积物和海洋生物一类

85

6 环境影响预测分析与评价

6.1 水动力环境影响分析

根据本项目的特点和工程所在海域的自然环境状况，项目对海洋水文动力环境的影响分析主要采用定性分析的方式进行评价。本项目为开放式养殖，采用网箱养殖，网箱为透空式，不会对海域水流形成阻断，不会改变海域的自然属性，因此对附近海域流场流态没有大的影响。此外，由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，石斑鱼养殖密度不高，且网箱面积占申请用海分区面积的 10%以下，养殖分区间距较宽。由于项目所在海域开阔，水深较深，且用海方式为开放式用海，因此工程建设后对附近潮流场影响很小。对项目所在海域的水文动力环境影响较小。

6.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，项目不涉及到海岸线和岛岸线的占用，也不会形成新的岸线，项目养殖对水文动力环境的影响很小，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会造成岸滩的冲淤变化。项目为开放式用海，泥沙冲淤的影响可能主要体现在锚泊系统所需的锚固锚桩周围，但是由于锚桩数量较少，规格较小，因此本项目对于周边海域的地形地貌与冲淤环境影响较小。

6.3 水质环境影响分析

6.3.1 施工期水质环境影响分析

本工程施工对水质影响主要考虑网箱固定锚施工产生的悬浮物。本项目在进行混凝土锚块抛沉和铁锚施打插入施工时，悬浮物将对周围海水产生一定的影响，因此，在进行锚块、铁锚施工时，应按照施工管理，减少悬浮物的扬起和对周围海水水质的影响。锚块、铁锚施工悬浮物影响范围主要集中在养殖用海区，对周边的农渔业区、养殖区水质影响较小。加之项目施工时间短，锚块、铁锚施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

本项目施工船舶上施工人员产生的生活污水拟经船舶中的污水收集装置集中收集后，运回陆地集中处理，不排入海里。施工船舶舱底油污水应严格实行收集，禁止向沿海海域排放油类污染物，收集上岸后应交由有资质的单位处理。由此可见，项目施工船舶产生的废水都将进行有效处理，不在施工海域排放，对海水水质环境的影响很

小。

6.3.2 运营期水质环境影响分析

本项目运营期污染物主要是网箱养殖鱼类产生的有机废物。项目的网箱养殖设施在运营期，如管理不当，将有可能对环境造成不利影响。主要的影响是投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便，氮、磷等污染物排放到海水中，会局部增加水域污染物浓度，对海水水质造成一定的影响。

从项目养殖区现状来看，本项目网箱设置在 11~13m 等深线附近的海域，潮流较大，由于网箱设置的间距较大，可保证网箱养殖区的潮流畅通。通过控制适宜的养殖密度和饲料投喂量，大部分残饵和粪便会被海流冲出网箱外，并被网箱外的浮游生物和其他鱼、虾类所利用，会降低对海域环境的污染程度，形成一个相对稳定的生态系统，有效减少残饵和粪便对环境的影响。

从项目养殖技术来看，项目网箱设置的密度和养殖密度较低，网衣采用经防污处理的无结网，勤洗网换网可保证网箱内水流通畅；应用自动投喂技术，使用优质人工配合饲料，可保证饲料投放科学合理，提高饲料的转化率，有效减少投喂过程中产生剩余饲料和鱼类排泄的粪便。

运营期会产生一定的死鱼和饵料废袋，在运维船只及时清理收集上岸处理后，对海水水质没有影响。

生活污水通过收集至岸上污水处理设施进行处理，工作船舶污水按相关规定进行封铅处理，并收集上岸后交给有资质单位统一处理，不会对周边海洋水质环境造成污染。

6.4 沉积物环境影响分析

6.4.1 施工期沉积物环境影响分析

本工程施工过程对海洋沉积物的可能影响主要来自混凝土锚块和铁锚施打作业产生的悬浮泥沙的扩散和沉降。施工产生的悬浮泥沙对沉积物影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于施工点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降，随着粒度较小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。

根据本项目工程特点，本工程混凝土锚块和铁锚施工工程量较小，施工期引起的悬浮泥沙量和影响范围较小，影响范围仅集中在工程附近。混凝土锚块和铁锚占用海

域的沉积物特征将在施工期间受到彻底破坏，但由于工程施工过程产生的悬浮物主要来自本海区，因此，经扩散和沉降后，项目附近海域的沉积物环境不会发生明显变化，且施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，一旦施工完毕，这种影响将不再持续。

6.4.2 运营期沉积物环境影响分析

本项目运营期养殖工作人员生活污水和船舶污水等均拟统一收集处理，不排入海域水体中，对周围水体的沉积物环境产生轻微影响。工作人员产生的生活垃圾经收集后运至陆上垃圾处理场处理，垃圾均不入海，对周边海洋沉积物环境基本没有影响。养殖过程中产生的残饵、排泄物和残体会沉降至底质中，对沉积物环境造成一定的影响，但经采取生态养殖措施、控制网箱养殖规模等措施后，产生量较少，通过养殖工作人员的定期清理，也不会对沉积物环境产生大的影响。

6.5 生态环境影响分析

6.5.1 施工期海洋生态影响分析

1、对底栖生物的影响分析

海洋工程建设对底栖生物最主要的影响是毁坏了底栖生物的栖息地，栖息空间受到了影响，但是在施工悬浮物扩散区域生物的恢复很快。5~6 个月后，竣工工程周边海域底栖生物群落的主要结构参数（种数、丰富度及多样性等）将与施工前或邻近的未施工水域基本一样，但物种组成仍有显著的差异，要彻底恢复，则需要更长的时间。

施工期对底栖生物受影响的地区分为 2 个典型的不同类型：

第 I 类型：占海工程将永久性的占用部分海域，在导致当年该区域及附近一定范围内底栖生物全部损失的同时，将长期占用该水域底栖生物的生存空间，导致一定区域范围内底栖生物的永久损失。

第 II 类型：悬浮物扩散区的影响主要是施工引起局部海域悬浮物增加，降低海水透明度引起的，透明度降低会使底栖生物正常的生理过程受到影响，一些敏感种会受损、甚至消失，但施工停止后，可以恢复到接近正常水平。

通过分析可以看出，本项目在工程建设中，由于网箱固定混凝土锚块和铁锚施工作业，混凝土锚块和铁锚占用海域范围内的部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类将因为躲避不及而被损伤或掩埋，且混凝土锚块和铁锚占用海域内的底栖生物栖息环境将被彻底破坏，而且是永久的、不可恢复的。锚桩施工产生的悬浮泥沙也会引起工程附近的底栖生物栖息环境发生改变，使得部分底栖生物逃亡他处，但因施工活动引起的工程附近的底栖生物栖息环境改变属于暂时性的，施工期结束后一段时期栖

息环境将逐渐恢复。

2、对浮游生物的影响分析

根据对本工程建设过程的分析，施工期对浮游植物最主要的影响是水体中增加的悬浮物质影响了水体的透光性，进而影响了浮游植物的光合作用。已有很多国内外学者对光照强度与浮游植物的光合作用之间的关系进行了研究，并且证明光强对浮游植物的光合作用有很强的促进作用。但是，海洋工程建设过程中造成悬浮物浓度增加，水体透光性减弱，光强减少，将对浮游植物的光合作用起阻碍作用。

一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响，而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会收到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，浮游植物基本上无法生存。当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响。

从现状调查结果可知，项目所处海域浮游植物群落相对稳定。项目施工期产生的悬浮泥沙对浮游生物将产生影响，但由于项目施工期悬沙源强小，影响范围也仅在施工点位附近，且悬沙影响只是暂时的，施工结束后将逐渐恢复，施工对浮游生物的影响较小。

施工建设对浮游动物最主要的影响是水体中增加的悬浮物质增加了水体的浑浊度。悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等有关。由于悬浮颗粒物的浓度增加，造成以滤食性为主的浮游动物摄入粒径合适的泥沙，从而使浮游动物因内部系统紊乱，因饥饿而死亡。某些桡足类动物，具有依据光线强弱变化而进行昼夜垂直迁移的习性，水体的透明度降低，会引起这些动物生活习性的混乱，破坏其生理功能。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、密度、生产量及群落结构等方面。浮游动物受影响程度和范围与浮游植物的相似。

同时，浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的印制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

3、对渔业资源的影响分析

本项目对渔业资源的影响主要包括两个方面：一是悬浮物对渔业资源的影响，二是占海减少了供鱼卵、仔鱼觅食的活动空间。

本项目施工期短，且混凝土锚块和铁锚施工产生的悬浮泥沙主要扩散在项目周围

海域，因此，游泳生物会由于施工影响范围内的 SS 增加而游离施工海域，施工作业完成后在很短的时间内，SS 的影响将消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个施工过程，但施工结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，但短期内会造成渔业资源一定量的损失。

近岸海域是鱼卵、仔鱼生长发育以及索饵觅食的理想场所，本项目用海在一定程度上阻挡了鱼卵仔鱼的流动性，另一方面减少了供鱼卵、仔鱼觅食的空间，可能对一部分鱼卵仔鱼的生长发育产生一定的不利影响。

4、海洋生物资源损失影响分析

本项目对海洋资源生物量产生影响的主要为网箱固定混凝土锚块和铁锚占海对底栖生物造成的损失。

(1) 生物受损量计算

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），本项目建设占用海域造成的底栖生物资源损害量评估按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

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

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

S_i ——第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。在此为锚桩占用的面积。

根据设计方案，本项目养殖区混凝土锚 120 个，铁锚 120 个，每个混凝土和铁锚合计占用海域面积约为 5m²，则项目混凝土锚和铁锚总的占用面积约为 120*5=600m²。根据海洋生物现状调查结果，2017 年 7 月底栖生物平均生物量为 28.8g/m²。采用上述公式计算，计算得本项目锚桩施工过程中造成的底栖生物量损失为 17.28kg。相对而言，本工程对底栖生物资源造成的损失很小。

(2) 生物损失经济价值计算

按《规程》，生物经济损失计算公式：

$$M_i = W_i \times E$$

式中：

M_i ——经济损失额，单位为元，在此指底栖生物的经济损失额。

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

E ——生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，单位为元每千克 (元/kg)。

使用本计算公式，按海洋捕捞产值和产量的均值 16.0 元/kg 计算，项目占海永久性损失生物价值为 $16 \text{ 元/kg} \times 17.28 \text{ kg/年} = 276.5 \text{ 元/年}$ 。

(3) 对海洋生物资源的影响分析及措施

按照《规程》规定，各类工程施工对水域生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的步长年限均按不低于 20 年计算，一次性生物资源或者低于 3 年的持续性损害的损害补偿为损害额的 3 倍。本项目占海造成水域生态系统不可逆影响，生物资源损害补偿为损害额的 20 倍，因此本项目造成的生物资源损害的补偿金额为 $553 \text{ 元/年} \times 20 \text{ 年} = 5530 \text{ 元}$ 。

6.5.2 运营期海洋生态影响分析

本项目使用的海域为 11~13m 等深线附近的海域，拟申请使用海域面积 60 hm^2 ，为开放式养殖用海，本项目未占用岸线，项目建成也未形成新的岸线。

本项目网箱中饲料的投放，会吸引周围鱼类过来进食，而鱼类产生的排泄物及过剩饲料的腐烂势必会引发浮游生物的群集。由于网箱设置在 11~13m 等深线附近的海域，潮流较大，潮流会把投喂过程中产生的剩余饲料冲出网箱外，吸引其它鱼类前来摄食；此外，潮流还将网箱中养殖鱼类排泄的粪便冲出箱外并顺潮流扩散，被其它浮游生物和小型鱼、虾所利用，浮游生物和小型鱼、虾又被大型鱼类捕食。因此，在合理设置网箱密度和投放鱼苗密度的前提下，项目对海区生物的生存与生长是有利的。

从国内外深水网箱养殖的经验来看（参考《深水网箱养殖行为与海洋环境效应关系的研究——养殖行为对海洋环境的影响》，浙江海洋学院，王婕妤；《国内外深水网箱养殖的现状》，中国水产科学研究院南海水产研究所，刘晋、郭根喜），深水网箱养殖相比与传统网箱养殖对海洋环境的不利影响很小。本项目网箱选址和布局科学，采用较先进的养殖设施和技术，可以有效减小养殖活动对周边海洋环境的影响。

6.6 对敏感目标的影响分析

本项目的海洋环境敏感目标分布见图 5-1 和表 5-1，主要为硇洲岛东海洋保护区、硇洲岛南海洋保护区、东里海洋保护区、南渡河口海洋保护区和海洋生态红线区（湛江硇洲岛海珍资源自然保护区禁止类红线区、硇洲南人工鱼礁重要渔业海域限制类红

线区、雷州湾中华白海豚市级自然保护区禁止类红线区、雷州东里栉江珧沙源保护海域限制类红线区、南渡河重要河口生态系统限制类红线区)。

东里海洋保护区(本项目南侧 4.5km 处)位于湛江市东里镇附近岸带海域,面积约 200hm²。保护对象为雷州东里栉江珧及其生境,该区域主要水产品有花蟹、沙虫、多鳞鱚、乌贼、对虾、中国鲎等。

硇洲南海洋保护区(本项目东南侧 8.7km 处)位于硇洲岛东南海域,丛礁林立,海藻资源丰富,面积达 6000 多 hm²,是附近海域水产资源的繁殖、生长、越冬、索饵的重要栖息场所。保护区管理海域总面积 7646hm²。硇洲岛附近海域水产种类丰富、区系复杂、类型多样,具有亚热带种类特色。由于属离岛,远离大陆,生态环境基本保持着原始状态,很少受人为活动干扰,有稳定的自然生态系统,发挥着保存种源、维护环境等重要作用。因此,硇洲岛是进行海洋生态学、鱼类学、海洋植物学、海洋环境学和生物多样性等学科观察、研究的天然标本园和重要基地。记录水生生物种类达 1366 种,是我省大黄鱼的重要产卵场、杂色鲍的原种场,国家和省级重点保护动物中华白海豚、文昌鱼、中国龙虾、中国鲎等珍稀资源的栖息地。因此,该保护区主要保护品种有中国龙虾、中国鲎、杂色鲍、江珧、大黄鱼和中华白海豚等。

雷州湾中华白海豚市级自然保护区禁止类红线区(本项目南侧 15km 处),其相适宜的海域使用类型为特殊用海,严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理;在环境保护方面,其严格保护中华白海豚及其生境,加强保护区海洋生态环境监测,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。

1、对敏感目标影响分析

本项目距离各敏感目标距离较远 2~25.1km,且本项目施工过程仅混凝土锚和铁锚施工会产生少量的悬浮物,不会对项目所在海域及附近海域的水质产生明显的不良影响。且项目施工时间短,施工结束后,工程区水体悬沙含量将迅速恢复到本底水平;此外,项目施工期和营运期产生的生活污水、舱底底油污水将分别经收集上岸后集中处理和交有资质的单位处理;项目营运期目选址区域水深约 11~13m,有利于布置大型深水抗风浪网箱,有利于养殖污染物的稀释扩散,养殖活动产生的污染影响较小,对周边海域水质、沉积物环境影响较小。因此项目的建设对周边敏感目标的影响较小。

2、对白海豚影响分析

中华白海豚是世界上七十八种鲸类品种之一;为统一起见,各地学者都称它们为「印度太平洋驼背豚」(学名为 *Sousa chinensis*),而「中华白海豚」只是中国香港及中

国内地居民给它们的本地称号。中华白海豚属于鲸类的海豚科，是宽吻海豚及杀人鲸的近亲。项目区域不涉及白海豚的洄游路线，但项目周边可能会有白海豚出现，项目应针对白海豚提出专门的保护措施：

1、加强宣传教育，向所有参与施工的人员宣传保护白海豚的重要性，在施工人员中国树立生态环境保护意识。

2、向有关部门了解白海豚的生活习性，掌握它们的活动规律，了解白海豚的活动特点。在施工期间施工船上的人员必须加强瞭望，如发现白海豚在施工区域内游动，应马上报告施工人员并暂停施工，当确认施工区域 1000m 范围内无白海豚游动时方可继续施工。

6.7 对通航环境的影响分析

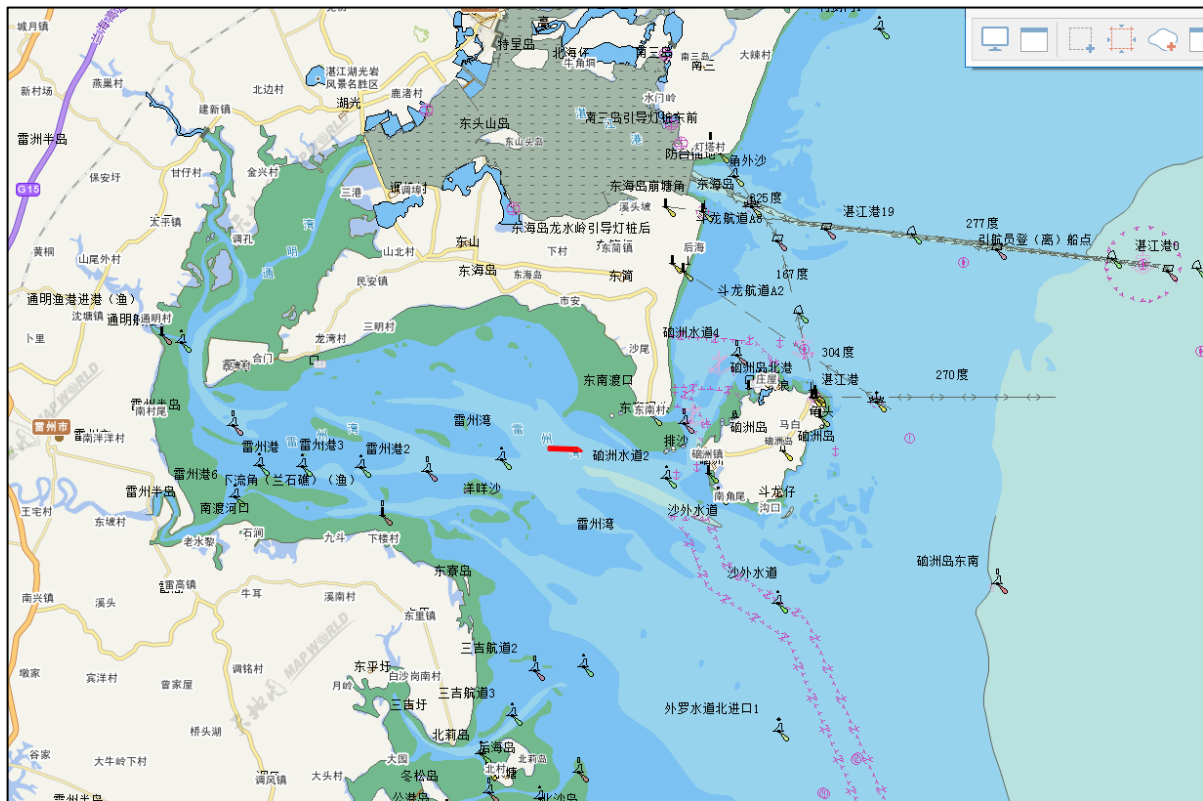


图 6.7-1 项目周边航道分布图

由图 6.7-1 可以看出，本项目所在海域周边与周边其它航线以及航道、锚地的距离很远。本项目区域水深在 11~13m，项目由大型圆形网箱组成，养殖设施浮于水面，易于识别，项目建成后，养殖区四周均会设置明细标识，禁止船舶穿越养殖区内，因此本项目建设对周边船舶通航环境造成的影响很小。

但是，项目周边可能有渔船通航，需要采取一定的安全管理措施，如在施工时，在养殖区四周设置警示标识，避免船舶穿越等，可以较好的避让周边渔船。

6.8 大气环境影响分析

本项目产生的大气污染物主要为船舶产生的废气。施工期船舶及机械尾气产生量较少，且影响随施工结束而消失。运营期船舶的 NO_2 、 SO_2 排放量分别为 2.592kg/d 和 3.6kg/d。

船舶排放废气属于无组织排放，由于项目位于开阔海面，通风良好，且周边无大气环境敏感目标，因此，项目施工期和运营期不会对大气环境造成明显的影响。

6.9 声环境影响分析

本项目产生的噪声主要由养殖作业船舶产生，船舶噪声值约 80~95dB，为点声源，其噪声影响随距离增加而逐渐衰减。噪声衰减公式如下：

$$L_r = L(r_0) - 20 \lg(r/r_0)$$

式中：

L_r ——距声源为 r 处的声级，dB；

L_{r_0} ——参考位置 r_0 处的声级，dB；

r ——预测点距声源的距离，m；

r_0 ——参考位置距声源的距离，m。

根据噪声衰减预测计算，船舶周边昼间 17.78m 及夜间 100m 范围外可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）4 类声环境功能区噪声排放限值（昼间噪声限值为 70dB(A)，夜间噪声限值为 55dB(A)）。项目周边无声环境敏感点，项目运营不会对周边声环境产生明显的影响。

6.10 项目用海风险事故分析

6.10.1 事故风险识别

本项目为海水网箱养殖项目，项目建设及使用期间不会产生有毒有害及可燃和易燃的危险品物质，项目不存在重大危险源，项目存在的风险物质为施工船舶携带的燃油，发生碰撞后可能会产生泄露，污染海洋环境，依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），油类物质临界点 Q 为 2500t，本项目所涉及船舶都为小型船舶，携带油量远远小于 2500t，则 $Q < 1$ ，该项目环境风险潜势为 I，根据导则要求，本项目的风险评价等级定为简单分析。

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2018）的要求，对事故影响进行简要分析，提出防范、减缓和应急措施。

根据本项目特点，本项目的环境风险来自两方面，其主要为自然、人为事故和项

目建设引起的风险。项目船舶在恶劣天气时，可能发生船舶碰撞等事故，同时，深水网箱也会受自然灾害的影响。另外就是养殖自身也存在风险及养殖鱼类流行病风险。针对本项目的建设内容和所在海区的自然、社会条件，可能存在的风险主要有船舶碰撞发生溢油事故风险、自然灾害和养殖鱼流行病风险等。

6.10.2 船舶溢油风险分析

从类比的溢油在涨潮和落潮漂移路径上看，溢油将会影响项目所在的农渔业区。其他敏感目标均距离较远，基本没有影响。

（1）事故溢油发生对环境的影响

溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用，使一部分以油滴形式进入水形成分散油，另外，由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油和水激烈混合，形成油包水乳物和水包油乳物化。这两种作用都将增加水质的油类浓度，特别是上层水中的浓度将明显增加。

据有关资料及室内的模拟实验表明，油膜由分散作用和乳化作用而引起的水面上层海水中油类浓度增加值可超过 0.10mg/L 的一、二类海水水质标准。在近岸水域，由于粘附在岩石沙滩上油在波浪的往复作用，水质中油类浓度将大大增加，将超过 0.50mg/L 的三类海水水质标准。

同时，溢油后，油的重组分可自行沉积，或粘附在海区悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。从而对底质造成影响。

（2）事故溢油发生对海洋生物的影响

石油类对海洋生物的影响是多方面的，其中最明显的是直接致死效应。不同种类的海洋生物及不同生命阶段对石油类的敏感性和耐受能力亦不尽相同。一般来讲，石油类对大部分成体海洋鱼、虾、贝类的致死浓度为 $1\sim 100\text{mg/L}$ ，对较敏感的仔、幼体阶段的致死浓度为 $0.1\sim 1\text{mg/L}$ ，大多数浮游藻类在 $0.1\sim 1\text{mg/L}$ 浓度中细胞死亡。某些藻类在 0.0001mg/L 浓度中都会死亡。

因此，油膜扫过海洋生物仔、幼体和浮游藻类及表面游泳生物都将受严重影响。

由于溢油的影响可持续一段时间，除急性致死效应影响外，还可能发生亚致死效应。该效应的作用机制主要表现为：生理和行为效应，主要表现为麻醉效应、干扰基础生物化学机制、降低浮游植物光合作用和生长率、影响视觉感觉及诱变效应等。据文献报到，石油浓度在 $0.001\sim 0.1\text{mg/L}$ 范围时，即会出现上效应；①生态效应，较长期曝露于 $0.0\sim 0.1\text{mg/L}$ 石油浓度中，可造成生态群落结构的破坏，群落结构中某些对石油敏感的种类消失或减少，代之以嗜污种类增加，使不同营养级生物比例失调而导致局

部海域海洋生物链（网）的破坏；②异味效应，海洋生物具有从栖息环境中积累石油烃的能力，富集系数可达 102~107（因种类而异），导致生物质量产生异味，失去其经济价值。

（3）事故溢油发生对渔业资源的影响

油污染海洋水环境给渔业带来的损害是多方面的。首先污染能引起当时水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡，使渔场破坏，造成捕捞渔获量的直接减产，其次表现为产值损失，即由于商业水产品的品质下降及市场供求关系的改变，导致了市场价格下降。另外，溢油发生的时间和位置不同，渔业损失相当悬殊。如果油污染发生在产卵盛期和污染区正处于产卵中心，因鱼类早期生命发育阶段的胚胎和仔鱼是整个生命周期中对各种污染物最为敏感的阶段，油污染使产卵成活率低、孵化仔鱼的畸形率和死亡率高，所以能影响种群资源延续，造成资源补充量明显下降。

溢油事故如未得到及时处理，对渔业资源的中、长期影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在水域环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异。一般在近岸、封闭海湾或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。

6.10.3 自然灾害风险分析

项目所在区域气象水文条件较差，处于热带气旋及雷雨多发区，暴雨集中，建设工程场区潜在发生海浪侵蚀现象等灾害的可能性，同时，风暴潮也会对拟建工程造成危害。区内气象水文条件对工程建设影响程度中等，工程建设时应做好防台风、雷暴雨及风暴潮工作。

虽然本项目深水网箱按照抗 12 级台风的高标准建设，但是也存在发生特大台风的风险，或者其他风险，如果不能提前准备，可能存在一定的台风损失风险，甚至是网衣破损导致成鱼逃逸风险，固定缆绳断裂造成养殖排筏、网箱飘移等不可预知的风险。

6.10.4 养殖鱼流行病风险分析

虽然该项目采用高新养殖技术进行养殖管理，但是由于养殖品种受环境变化等各种因素影响可能发生病害，造成养殖品种发病甚至死亡，若网箱养殖鱼类大规模死亡后不及时清理，可能对海区环境造成较大影响。

7 环境保护对策措施

7.1 施工期污染防治措施

7.1.1 水污染防治措施

根据建设项目工程分析，施工期排放的水污染物主要为悬浮泥沙、施工船舶（设备）含油污水、施工人员生活污水等。为保护施工海域的海洋环境，必须在施工过程中采取有效的水污染防治措施，严格管理，认真实施。

（1）减少悬浮泥沙污染的对策措施

①合理制定施工计划，尽量缩短工期，减少网箱锚固定沉桩时施工产生的悬浮物对水质的影响。施工期间必须避开繁殖期和幼鱼、幼虾生长期等生长繁育关键阶段，因此需做好施工时间安排。

②应采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度，选择中、小潮、海况好的时间，文明施工，以减小底泥扰动的影响范围。

③建立严格的施工操作制度，开工前应对施工设备，尤其是网箱安装工作、船桩锚固定沉桩时采取减少悬浮泥沙产生的操作方法，做好施工设备的日常维修检查工作。

④提高防患意识，密切关注天气预报，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业。

（2）控制施工船舶（设备）水污染防治对策

①作业船只应执行《中华人民共和国防止船舶污染海域条例》。规范船舶污染物处理、船舶废弃物及垃圾处理、船舶清舱和洗舱作业活动，防止船舶操作性污染事故的发生。

②船舶要防止船舶的溢油事故的发生。一旦发生事故，立即采取措施，收集溢油，缩小溢油的污染范围。

③施工船舶、设备冲洗和维护保养废水主要含有 SS、COD、石油类等水污染物。为防止废水直接入海产生局部水污染问题，含油污水将严格进行收集，交由有资质的单位处理。同时应加强设备保养与维护，杜绝跑、冒、滴、漏。

（3）减少生活污水污染防治对策

施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸统一处理。

7.1.2 大气污染防治措施

施工船舶燃油产生的废气，污染物主要为 SO₂、NO₂ 等，可以选用耗油低，污染排

放少的发动机等方面加强控制。选用高效低耗的优质燃料，尽量减少废气排放量。

7.1.3 固体废弃物处理措施

施工期产生的固体废物主要由施工人员产生的生活垃圾及施工过程中的建筑材料构成。固体废物作为一种累积性污染物，若不加以妥善处理处置或随意堆放，将会对周围大气、土壤、水体环境造成污染，因此对固体废物的处置是重要的环保措施。

(1) 强化施工期的环境管理，倡导文明施工。施工期间产生的建筑、生活垃圾不得随意堆放和抛弃，应定点堆放收集、及时清运。禁止向海域随意倾倒垃圾和废弃材料。

(2) 废弃塑料、渔网、包装材料等经分类收集，实现综合利用。

(3) 船舶生活垃圾收集并分类，待船舶靠岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。

7.1.4 噪声污染防治措施

(1) 加强施工船舶的维修、保养工作，使其始终保持正常运行，杜绝因机械不正常运转时产生的高噪声现象。

(2) 选择噪声低、能耗低的设备或发动机，以减小噪声源的声级。

7.2 运营期污染防治措施

7.2.1 水污染防治措施

根据工程分析，运营期间的污水主要为来自于工作船舶的生活污水和船舶含油污水等。建议采取以下措施降低污染物对海洋环境的影响。

(1) 生活污水经船舶中的污水收集装置集中收集后，运回陆地集中处理，不排入海里。

(2) 船舶含油污水将严格进行收集后并交由有资质的单位处理。

7.2.2 网箱养殖污染防治措施

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。针对上述问题，提出以下几点污染防治对策：

(1) 合理布设网箱

进行网箱养殖，首先要选取合理的水域，禁止在旅游区、主航道和锚地区投放网箱，并尽可能在自净能力强的水域布设，而且要考虑底质类型、水位变化、水流等方面的因素。底质类型不同，对污染物的吸附和释放能力也不同，砂质底质在释放污染物方面大于粉砂和粘土，所以应为首选。并且要选择水流畅通，流速达 0.5 m/s 的水域。

另外水位变化不宜过于剧烈，一般为 1~2m。水不能太浅(>8m)，要保证箱底始终不接触底泥，以便箱内残饵及鱼的粪便随时排出箱外。养殖水深一般要求在 10m~15m 之间，一般要保证在最低潮时，网箱底到海底的距离至少在 2m 以上。本项目网箱养殖区水域水深大于 10m，位于东海岛以南海域，水体交换自净能力较好，水流通畅，箱底距离海底大于 2m，有利于养殖污染的净化，可满足养殖要求。

（2）控制网箱养殖规模

对网箱设置数量的多少要根据海区情况及养殖容量的调查研究进行，在合理的范围内养殖生产，以减少养殖自身污染的发生。为了确定其养殖容量，了解网箱养殖对环境影响的效应，必须对养殖环境中的营养负荷、耗氧进行量化的研究。网箱养殖密度过高，不仅达不到高产的目的，而且有时候甚至会限制养鱼的经济效益。因为养殖密度太高，鱼的摄食量超过了浮游植物的繁殖，使浮游植物数量偏低，供应不了所增加鱼类的食物需求，致使单产下降。所以不论是从养殖的可持续发展方面来说，还是从养殖的经济效益来看，都必须在大力发展网箱养殖的同时，严格控制网箱养殖规模。根据现有的网箱养殖技术，放养鱼养殖密度大概为 25 尾/立方米~50 尾/立方米之间。本项目网箱养殖密度大约为 20~25 尾/立方米，远低于现有行业内一般的养殖密度，因此，本项目已在较大程度上控制了养殖的规模和密度，进行生态养殖，控制养殖污染。

（3）优化养殖环境

在养殖过程中，必须保持养殖海域的良好环境，如使用防污网衣，洗网换网，以减少网衣附着生物的危害；保持网箱内水流畅通，营造良好的养殖环境。

（4）缩短养殖时间

研究表明，长期（一般 5 年以上）网箱养殖会使营养盐对其间海水造成污染，而短期养殖则影响较小。本项目养殖期限较短，建议建设单位控制在 3 年左右，网箱养殖污染的影响也会较小。

（5）选择合适的饵料，正确进行投喂，避免饲料浪费对水体造成污染

根据养殖的鱼种、密度、鱼类的生长情况、季节水温以及网箱的规格等因素，在饲料选择上，尽量选用粉料较少、保水时间长的饲料或浮性颗粒饲料，提高饵料利用率，尽量避免饵料过剩和流失；在投饵技术上，一方面改进投饵设备，避免过量投喂，另外箱底最好要设置收集残饵和粪便的装置。

（6）在专业技术人员指导下正确使用鱼药

由于网箱养殖的高密度、集约化方式，在生产中病害也十分严重，因此所用药物的种类和剂量日益增多。然而这些药物在杀灭病虫害的同时，也使水中浮游生物、有

益生物受到抑制，杀伤或致死，造成微生态失衡。更严重的是，一些低浓度、性质稳定的药物残留，经食物链的传递后可能会在一些水生生物体内积累并增多，对整个水域生态系统乃至人体造成危害。但在实际养殖过程中，一些养殖户为了减少损失，尽快控制鱼病，往往不经过专业技术人员的指导，过量使用一些短期见效，但长期对鱼类和水体造成巨大污染的药物。为了杜绝此类事件的发生，这就要求防治鱼病，必须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。

（7）加强水质监测和养殖管理

在特定区域安装自动水质监测设备，密切注意养殖区域及周边水域的水质变化。如发生鱼类等死亡现象，应尽快将死亡个体从养殖场清理到工作船上，转送到陆地进行无害化处理，严禁直接在海上抛弃。做好日常养殖巡查、监视监测工作，一旦发生异常，应立即通知相关主管部门和技术单位进行相应的处理。

7.2.3 大气污染防治措施

运营船舶燃油产生的废气，污染物主要为 SO_2 、 NO_2 等，可以选用耗油低，污染排放少的发动机等方面加强控制。选用高效低耗的优质燃料，尽量减少废气排放量。

7.2.4 固体废物处理措施

根据工程分析，运营期间的固体废弃物污染源主要为来自养殖过程中产生的死鱼、饵料废袋和工作船舶工作人员产生的生活垃圾。建议采取以下措施降低污染物对海洋环境的影响

（1）在工作船舶上的工作人员产生的生活垃圾等集中收集上岸，打包后交由环卫部门处置。

（2）运维船只发现死鱼和饵料废袋应及时收集上岸处理。

（3）对于项目运营后如产生属于《危险废物名录》管理中的固废处置，应通过当地危险废物管理中心进行最终处置。

7.2.5 噪声污染防治措施

（1）加强工作船舶的维修、保养工作，使其始终保持正常运行，杜绝因机械不正常运转时产生的高噪声现象。

（2）选择噪声低、能耗低的设备或发动机，以减小噪声源的声级。

7.3 风险防范对策措施

施工期间和运营期间溢油事故的发生，有很大部分是由于人为因素造成的，这部分事故可通过严格的质量控制和完善的管理给予防范。但是，由于存在着多种不可预

见因素，突发性事故是不可避免的。溢油事故一旦发生，将对海洋环境造成严重影响，必须制定相应的事故防范措施、控制措施和应急预案。

（1）风险事故防范措施

①根据施工区周围的水域布置及安全要求，加强施工面的规划布置，从施工方案设计上避免溢油风险事故的发生。

②选择有相应施工资质、有相关工程经验的施工单位进行现场施工。

③建设单位应加强对施工单位的管理和要求，根据海域船舶动态，合理安排施工船舶的作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。

④加强施工人员的业务培训和安全教育，树立良好的风险防范和安全生产意识，避免人为事故，或把人为因素导致的溢油事故的发生概率降至最低程度。

⑤严禁施工单位擅自扩大施工作业安全区，禁止与施工无关的船舶进入事先设定的施工作业区，及时申请发布航行公告。

⑥施工作业船舶和运营期作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

⑦所有施工船舶和运营期作业船舶须按照国际信号管理规定显示信号。

⑧遇到风暴潮、台风、大雾等恶劣天气时，应停止施工作业，提前做好安全防护工作，避免发生船只碰撞、翻船等事故。

（2）溢油控制措施

目前，国际上采用较多的溢油处理方法主要有物理清除法和化学清除法两种。物理清除法主要机械设备是围油栏和回收设备，首先是利用围油栏将溢油围在一定的区域内，然后采用回收装置回收溢油；化学清除法则是向浮油喷洒化学药剂—消油剂，使溢油分解消散，一般物理清除法不能使用的情况下使用。

当溢油发生后，应根据溢油量的大小、溢油的扩散方向、气象及海况条件等，迅速围控溢油方向和面积，缩小围圈，用收油船最大限度地回收海上溢油，减轻其对海域的污染。

7.4 海洋生态保护措施

7.4.1 施工期海洋生态保护对策措施

本工程在施工过程中会对海洋生物栖息地造成彻底的破坏，施工产生的污染物也会对损害海域水体生境，具体生态保护对策如下：

（1）施工期可能造成的泥沙悬浮、排放船舶含油污水、生活污水以及垃圾向海域

倾倒，都将对附近海洋生态环境产生一定影响，因此应按照有关环境保护措施中提出的具体要求加以实施，认真落实，严格管理。

（2）施工机械和船舶应日常检查和定期维护保养，保持正常的工作状态，避免有故障的机械作业。

（3）施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，组织施工人员学习《中华人民共和国海洋环境保护法》等有关法律法规，增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识；注意对白海豚的驱赶和保护措施。

（4）施工期间和工程建成后，应对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

7.4.2 运营期海洋生态保护对策措施

（1）建设单位须对工作船舶进行严格管理，杜绝溢油事故的发生，做好溢油风险的防范措施和应急预案，并加强运营期海洋环境质量状况的跟踪监测，一旦发生危机海洋生态环境的情况，立即采取相关措施，保护好海域的水质环境和生态环境；运营期船舶含油废将严格进行收集后，并交由有资质的单位处理；在工作船舶上的工作人员产生的生活污水、生活垃圾等集中收集上岸，生活污水收集上岸后统一处理，生活垃圾等固废打包交由环卫部门处置。

（2）切实落实本报告提出的运营期废水、交通船舶含油废水和固体废物等污染物的防治措施，禁止直接排海，可减轻对附近海域生态环境的破坏。

（3）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。因此，建设单位应采取措施控制网箱养殖规模和养殖密度，选择合适的饵料，正确进行投喂，避免饲料浪费并对水体造成污染。

7.5 环境监测计划

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其施工期和运营期对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先制度性监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

施工期和运营期的环境监测项目如有可能应与当地海洋环境监测部门的年度监测相结合，并纳入到相关部门的环境计划中去。以充分利用现有资源并便于和整个海区的环境质量变化情况相对照。

结合工程施工特点和项目周围的环境敏感目标，提出以下施工期和运营期间海洋环境监测方案。

7.5.1 施工期环境监测

(1) 监测范围、站位与内容

施工期环境监测主要选择在施工区域附近海域进行，共布设 6 个监测站位，其中水质监测站位 6 个，沉积物、海洋生态监测站位 2 个，工程施工期监测站位应根据施工和运营期实际的资源情况进行具体布设。

(2) 监测项目

水质分析项目：pH、DO、COD、SS、无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、粪大肠菌群和石油类共 12 个项目；监测重点为 SS、石油类、活性磷酸盐和无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）

沉积物：Cu、Pb、Cd、Zn、石油类、硫化物

海洋生物：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物等

其他：水深。

(3) 监测时间与频率

施工期内监测 1 次。

在工程完工后，进行一次后评估监测，对水质作涨、落潮时二次采样；沉积物、海洋生物不分潮时作一次采样。

(4) 数据分析测试与质量保证

数据分析测试与质量保证应按《海洋监测规范（GB 17378.2~7）》、《海洋调查规范（GB 12763.7）》里的标准要求。

(5) 分析方法、评价标准和评价方法

分析方法、引用标准、评价标准和评价方法与本次进行全面监测和评价时相同。

7.5.2 运营期环境监测

运营期的环境监测项目如有可能应与当地海洋环境监测部门的年度监测相结合，以充分利用现有资源并便于和整个海区的环境质量变化情况相对照。主要区域内的海水环境、海底沉积物、海洋生态进行监测，其监测计划如下：

(1) 监测范围、站位与内容

运营期环境监测主要选择在工程区域附近海域进行，监测站位同施工期。

(2) 监测项目

水质分析项目：pH、DO、COD、SS、无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）、

活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、粪大肠菌群和石油类共 12 个项目；监测重点为 SS、石油类、活性磷酸盐 and 无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）

沉积物：Cu、Pb、Cd、Zn、石油类、硫化物

海洋生物：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、生物质量。

（3）监测时间与频率

运营期前三年每年监测一次。

（4）数据分析测试与质量保证

数据分析测试与质量保证应按《海洋监测规范（GB 17378.2~7）》、《海洋调查规范（GB 12763.7）》里的标准要求。

（5）分析方法、评价标准和评价方法

分析方法、引用标准、评价标准和评价方法与本次进行全面监测和评价时相同。

8 环境影响评价结论

8.1 工程概况与工程分析

项目位于湛江市东海岛南部西南侧 5km 处海域，用海范围在东经 110°26'31.500"~110°27'56.982"，北纬 20°54'02.578"~20°54'13.562"。

本项目在 11~13m 等深线间的海域，拟设计建设周长 80-120 米、网深 6~8 米 HDPE 框架深水抗风浪网箱 50 个。

本项目属于金鲳鱼养殖工程，施工期除利用船舶进行网箱的投放及抛锚固定外，海上基本没有其它施工内容。根据本工程施工特点，结合工程附近海域的环境特征和开发利用现状，按照重点保护生态环境以及施工海域环境保护目标的原则，本项目施工期间海洋环境污染因素主要有：

- (1) 固定锚施打时产生的悬浮物；
- (2) 施工船舶产生的含油污水；
- (3) 施工队伍产生的生活污水；
- (4) 施工船舶、机械产生的尾气
- (5) 施工队伍产生的生活垃圾；
- (6) 施工机械产生的噪声。

本项目运营期的影响主要是投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便，这些物质的排放可能造成网箱所在海区水质富营养化。此外，养殖人员的日常管理活动和养殖活动也会产生一定的污水和固体废物，海洋环境污染因素主要有：

- (1) 投喂饲料过程中产生的残料、网箱内鱼类排放的粪便等养殖污染物；
- (2) 运营工作船舶产生的含油污水；
- (3) 养殖日常管理人员产生的生活污水；
- (4) 养殖船产生的尾气；
- (5) 养殖日常管理人员产生的生活垃圾；
- (6) 养殖船产生的噪声。

8.2 环境质量现状调查与评价结论

本次海洋环境质量现状评价所利用的水动力、海水水质、沉积物、海洋生态、渔业资源等相关数据来源如下：

引用《宝钢湛江钢铁有限公司原料场扩建填海工程海洋环境影响报告书》中 2017 年 4 月和 2017 年 6 月份调查成果，调查站位为大连华信理化检测中心有限公司，7 个潮流测站，临时潮位站 2 个。

引用《宝钢湛江钢铁三高炉系统项目环境影响报告书》中于 2018 年 4 月份在项目附近海域共布设 23 个调查站位，其中，水质调查站位 23 个，沉积物调查站位 16 个，生态调查站位 23 个；另设潮间带生物调查断面 3 条，生物质量调查断面 6 个；渔业资源 6 个站位，每站进行渔业生物底拖网作业；鱼卵仔鱼 23 个调查站位。

评价海域内二类区各测站海水水质符合所属海洋功能区《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准要求；评价海域三类区主要超标指标为活性磷酸盐，活性磷酸盐超标现象较为普遍，绝大多数测站无机氮、COD、pH 值标准指数大于 0.5，说明湛江湾内海域各海洋功能区海水水质已受到活性磷酸盐污染和无机氮、COD、pH 值的影响，评价海域水环境质量异质性明显，湾外水环境质量好，湾内质量较差。

各测站沉积物样品各项评价因子标准指数均小于 1.0，评价海域沉积物质量符合所在海洋功能区沉积物质量管理要求的《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）相应类别标准，沉积物环境质量良好。

各测站叶绿素 a 含量变化范围 $0.17\sim 2.68\text{mg/m}^3$ ，初级生产力水平在 $16.65\sim 362.30\text{mgC/m}^2\text{d}$ ，水平站间差异较大，呈斑块状水平分布。共鉴定浮游植物 3 门 44 属 63 种，密度 $4.73\times 10^4\text{cell/m}^3\sim 372.24\times 10^4\text{cell/m}^3$ ，以硅藻门角毛藻占优。评价海域浮游植物群落生境总体质量一般。共鉴定浮游动物 46 种，各测站浮游动物生物量 $33.94\sim 830.00\text{mg/m}^3$ 。评价海域浮游动物群落生境总体质量一般。共鉴定底栖生物 124 种，生物量 $2.4\sim 86.8\text{g/m}^2$ 。总体上评价海域底栖生物群落生境总体质量优良。共鉴定潮间带生物 79 种，各测站潮间带生物生物量 $14.63\sim 396.24\text{g/m}^2$ 。评价区潮滩潮间带生物群落生境质量总体一般。

评价海域海洋贝类生物 Y5、Y6 站位贝类砷含量超一类标准，符合二类标准要求，其余站位贝类标准指数均小于 1.0，不超过所在站位海洋生物质量标准要求；甲壳类和鱼类生物体质量除 Y1 站位的“条鳎”镉含量超标外，区域均符合《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》（第二分册）中规定的生物质量标准。

调查海域中渔获物重量多样性指数（ H' ）和尾数多样性指数（ H' ）值大于 3。综合各项生态指标可见，该海域渔业生态环境质量较好，渔业资源生物物种相对丰富，资源密度较高，优势物种优势度明显，种间分布比较均匀，水域群落结构稳定，适合渔

业资源生物生长、繁育，同时也有较多鱼种于该海域进行产卵。本调查期间没有发现珍稀或濒危生物物种。

8.3 环境影响分析结论

(1) 本项目为开放式养殖，采用网箱养殖，网箱为透空式，不会对海域水流形成阻断，不会改变海域的自然属性，因此对附近海域流场流态没有大的影响。此外，由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，金鲳鱼养殖密度不高，且网箱面积占申请用海分区面积的 10%以下，养殖分区间距较宽。由于项目所在海域开阔，水深较深，且用海方式为开放式用海，因此工程建设后对附近潮流场影响很小。对项目所在海域的水文动力环境影响较小。

(2) 由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，项目不涉及到海岸线和岛岸线的占用，也不会形成新的岸线，项目养殖对水文动力环境的影响很小，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会造成岸滩的冲淤变化。项目为开放式用海，泥沙冲淤的影响可能主要体现在锚泊系统所需的锚固锚桩周围，但是由于锚桩数量较少，规格较小，因此本项目对于周边海域的地形地貌与冲淤环境影响较小。

(3) 本工程施工对水质影响主要考虑养殖浮筏浮球锚泊固定系统锚固锚桩施工产生的悬浮物。本项目在进行锚桩施打插入施工时，悬浮物将对周围海水产生一定的影响，因此，在进行锚桩施工时，应按照施工管理，减少悬浮物的扬起和对周围海水水质的影响。锚桩施工悬浮物影响范围主要集中在养殖用海区，对周边的农渔业区、养殖区水质影响较小。加之施工时间短，锚桩施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

(4) 项目生活污水和船舶产生的废水都通过有效收集处理，不在施工海域排放，对海水水质环境的影响很小。

(5) 本项目位于开阔的近海水域，水体交换好、水流流速平稳，在采取生态养殖措施、控制网箱养殖规模的情况下，残饵和排泄物排放对海水水质的影响是有限的，不会造成水质明显恶化变质。另外，残饵和排泄物也可以被网箱外的其他鱼类和浮游生物所利用，会降低对海域环境的污染程度，而且残饵和排泄物作为营养物质还有利于其他海洋生物的生长，对海域生态环境有正面的作用。

(6) 生态影响途径可以包括直接影响和间接影响两个方面。项目建设施工期直接影响主要限定在施工范围内，锚固锚桩占海直接掩埋生物栖息地；间接影响是由于施

工悬浮物扩散导致施工局部水域悬浮物增加，对附近海域水生生物造成影响。

(7) 本项目造成的生物损失为总的补偿经费 5530 元。由于本项目建成后可以起到保护和增殖渔业资源的作用，因此对于项目造成的生物资源损失可以通过增殖放流的措施进行补偿。

8.4 环境敏感目标的影响评价结论

本项目距离各敏感目标距离较远 2~25.1km，且本项目施工过程仅混凝土锚和铁锚施工会产生少量的悬浮物，不会对项目所在海域及附近海域的水质产生明显的不良影响。且项目施工时间短，施工结束后，工程区水体悬沙含量将迅速恢复到本底水平；此外，项目施工期和营运期产生的生活污水、舱底底油污水将分别经收集上岸后集中处理和交有资质的单位处理；项目营运期目选址区域水深约 11~13m，有利于布置大型深水抗风浪网箱，有利于养殖污染物的稀释扩散，养殖活动产生的污染影响较小，对周边海域水质、沉积物环境影响较小。因此项目的建设对周边敏感目标的影响较小。

8.5 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

施工期间，应实施悬浮物监控计划，控制悬浮泥沙的浓度和扩散范围，避开大风浪季节施工，减少对海域的污染影响。施工期应作好恶劣天气条件下的防护准备，6 级以上大风应停止作业，进行间断性施工，避免连续作业造成周边海域悬浮泥沙浓度过高和扩散影响范围过大等措施。施工船舶含油污水及生活污水手机后上岸后处理。施工期垃圾由施工单位负责分类处置再由环卫部门收集后统一处置，并加强监督教育；因此，施工期各类污染物均得到有效收集处理。

生态保护措施严格按照批准的用海范围、用海方式进行施工，不得超范围施工，尽量减少超范围的施工活动。要注意选择适当的施工期和施工方式以保护渔业资源，并避开鱼虾产卵期和休渔季节，使工程对渔业、水产养殖业的影响降低到最低程度。施工季节及作业周期选择，尽量避免鱼类的迁徙期和产卵孵化期，无法避免时须配以综合治理手段以保证对环境的影响控制在最小程度，如选择合适潮期作业时间及周期。对工程区及其相邻海域受施工影响的渔业资源应重点保护；已破坏的应按照相关要求并在当地海洋渔业管理部门的指导下进行补偿等。

8.6 项目的环境影响综合评价与可行性结论

项目选址与所在区域的社会条件、自然环境条件、区域生态系统相适宜，与周边其他用海活动相适应。

根据项目对各海洋要素影响的评价结果：项目按照其设计要求，落实报告书提出的环境保护措施，进行合理施工和科学管理，则其对海洋环境的影响程度和对海洋生态环境造成的损失不大，其影响也是可以接受的。施工期产生的各类污染物对附近环境敏感区和重点保护目标产生的影响较小；同时，本项目有着良好的社会效益，社会基础条件良好，项目用海符合广东省海洋功能区划的要求，地理位置合适，选址合理。正常工况下，施工过程中充分落实报告中提出的各项环保措施，工程结束后在适当的时机进行生态补偿，则工程建设所带来的环境负影响可降到最低程度，工程的环境影响可控制在能够接受的水平，则该项目建设从海洋环境保护角度考虑是可行的。

预审意见：

经办人

公章
年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

经办人

公章
年 月 日

审批意见：

经办人

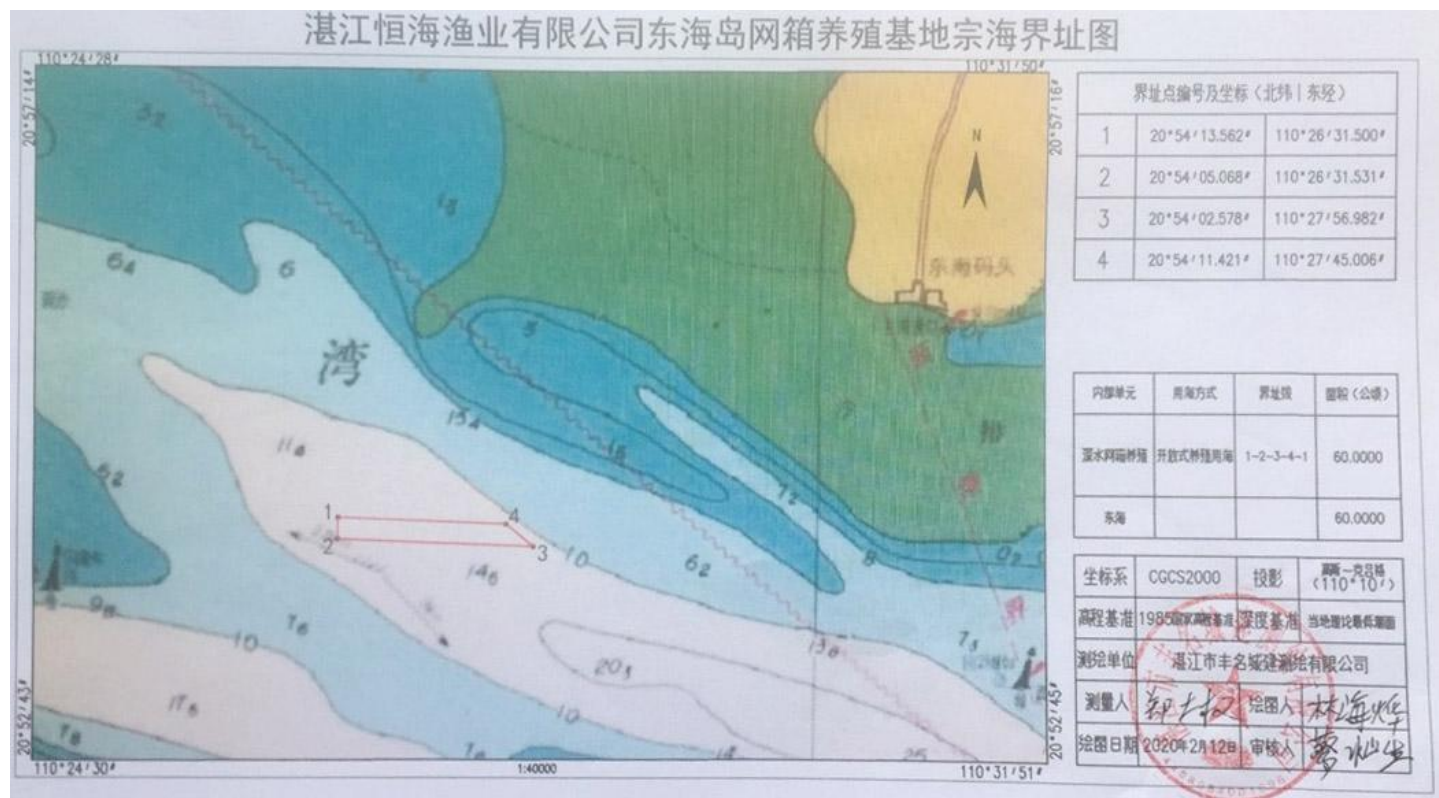
公 章
年 月 日

附件 1 法人身份证

附件 2、营业执照



附件 3 养殖基地宗海界址图



附件 4 发展规划选址图

湛江市外海深水网箱养殖发展规划选址六

