巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程环境影响报告书

上海勘测设计研究院有限公司

2021年11月

打印编号：1636353290000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	2dib64
建设项目名称	巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程
建设项目类别	54—154围填海工程及海上堤坝工程
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司
统一社会信用代码	914408007592391137
法定代表人（签章）	杨利荣
主要负责人（签字）	蔡博深
直接负责的主管人员（签字）	梁文津
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	上海勘测设计研究院有限公司
统一社会信用代码	91310109425010781E
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
余科平	2017035310350000003511310349	BH014422	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
郑磊夫	审核	BH013585	
张琴	概述、总则、工程环境可行性分析、环境管理与监测计划、评价结论及建议	BH011341	
丁玲	审核	BH011366	
俞士敏	审查	BH013252	

骆蓓菁	区域自然环境和社会环境概况、环境质量现状调查与评价、环境质量回顾评价	BH018005	骆蓓菁
陈命男	概述、总则、工程概况、工程分析	BH014421	陈命男
张蒙生	环境质量现状调查与评价、环境质量回顾评价	BH013248	张蒙生
叶丽君	环境保护对策措施、工程生态用海方案分析、环境经济损益分析	BH013251	叶丽君
余科平	环境影响分析与评价、环境事故风险分析与评价、审核	BH014422	余科平

目　录

1　概述 1
1.1　项目背景 1
1.2　项目概况 4
1.3　环境影响评价工作过程 4
1.4　分析判定相关情况 5
1.5　项目关注的主要环境问题及评价目的 6
1.6　报告书主要结论 7
2　总则 8
2.1　编制依据 8
2.2　环境影响评价和环境质量标准 14
2.3　评价工作等级 23
2.4　评价范围与评价重点 25
2.5　环境敏感保护目标 29
2.6　评价对象 38
2.7　评价工作程序 38
3　工程概况 40
3.1　工程概述 40
3.2　工程地理位置 40
3.3　项目相关背景介绍 43
3.4　工程区域现状 48
3.5　工程内容 54
3.6　工程施工 62
3.7　工程用海必要性分析 67
3.8　占用（利用）岸线、海域情况 70
3.9　依托工程 75
4　工程分析 77
4.1　施工工序及产污环节分析 77
4.2　工程各阶段环境影响分析 77

4.3 环境影响要素识别和评价因子筛选.....85
5 区域自然环境和社会环境概况.....87
5.1 区域自然环境概况.....87
5.2 区域社会环境概况.....95
5.3 渔业生产概况.....96
5.4 区域海洋资源和海域开发利用与保护概况.....101
6 环境质量现状调查与评价.....133
6.1 水文动力环境现状调查与评价.....133
6.2 地形地貌与冲淤环境调查与评价.....147
6.3 海水水质现状调查与评价.....164
6.4 沉积物环境质量现状调查与评价.....176
6.5 海洋生态环境现状调查与评价.....177
6.6 海洋渔业资源（生产）现状调查与评价.....203
6.7 鸟类及滩涂植被生境现状调查评价.....216
6.8 其他环境要素现状调查与评价.....232
7 环境质量回顾评价.....255
7.1 工程施工前环境质量回顾评价.....255
7.2 工程施工期间环境质量回顾评价.....282
7.3 工程后环境质量回顾评价.....304
7.4 工程前后环境质量回顾分析结论.....350
8 环境影响分析与评价.....367
8.1 水文动力影响模拟分析与评价.....367
8.2 地形地貌与冲淤环境影响模拟分析与评价.....404
8.3 海水水质影响模拟与评价.....408
8.4 海洋沉积物环境影响与评价.....413
8.5 海洋生态和渔业资源环境影响分析与评价.....413
8.6 对环境敏感保护目标的影响分析.....422
8.7 围填海生态评估主要结论.....428
8.8 其他环境影响分析.....428
9 环境事故风险分析与评价.....437

9.1 评价目的和内容.....437
9.2 环境风险识别.....437
9.3 环境事故频率分析.....437
9.4 环境事故影响评价.....438
9.5 风险事故防范措施和应急对策.....438
10 环境保护对策措施 442
10.1 施工期.....442
10.2 运行期.....445
11 工程生态用海方案分析 447
11.1 存在的生态问题.....448
11.2 生态修复与补偿方案.....449
11.3 生态修复与补偿措施可行性分析.....461
11.4 生态修复监测及效果评估.....464
12 环境经济损益分析 466
12.1 社会经济效益分析.....466
12.2 环境损益分析.....466
12.3 环境保护设备与环境保护投资估算.....467
13 工程环境可行性分析 468
13.1 工程建设的政策符合性.....468
13.2 与海洋功能区划的符合性分析.....481
13.3 与区域和行业规划及政策的符合性.....485
13.4 环境影响可接受性分析.....490
14 环境管理与监测计划 491
14.1 环境管理.....491
14.2 生态修复跟踪监测计划.....492
14.3 环保验收清单.....493
15 评价结论及建议 495
15.1 工程概况.....495
15.2 工程分析.....495
15.3 环境质量现状调查与评价.....497

15.4 环境质量回顾评价.....502
15.5 环境影响分析.....502
15.6 环境风险分析.....505
15.7 主要生态问题及生态修复措施.....505
15.8 环境损益分析及环保投资.....509
15.9 海洋工程环境可行性分析.....509
15.10 公众参与调查结论.....511
15.11 综合评价结论.....511
15.12 建议.....511

附件：

附件 1 委托函

附件 2《自然资源部办公厅关于湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海历史遗留问题处理方案备案意见的复函》（自然资办函[2019]509 号）

附件 3 湛江经济技术开发区海洋与渔业局《关于巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程项目用海范围非法填海查处情况的说明》

附件 4 广东湛江红树林国家级自然保护区管理局关于《征求巴斯夫新型一体化石化基地项目填海造地工程用海意见》的复函，粤湛红保函[2019]32 号

附件 5 国家海洋局关于湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划的批复（国海管字[2012]883 号）

附件 6 国家海洋局海洋环境保护司关于对湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章审查意见的函（海环函[2012]418 号）

附件 7 《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态评估报告》与《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态保护修复方案》评审意见

附件 8 广东省自然资源厅关于巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程用海预审意见的函（粤自然资函[2021]212 号）

附件 9 建设单位名称核准变更登记通知书

附图：

附图 1 工程地理位置

附图 2 填海总平面布置

附图 3 环境敏感目标分布

附图 4 预制场地理位置及布置

附图 5 工程前工程区域水下地形图

附图 6 工程前大范围水下地形图

附图 7 2020 年湛江港航道实测地形图

附图 8 2021 年 10 月本工程实测地形图

1 概述

1.1 项目背景

当前，以乙烯为代表的资源依赖型基础石化原料国内供应不足，2017 年国内乙烯产能达到 2381 万吨/年，当量自给率仅 50.3%。2018 年 7 月，李克强总理访问德国期间，与默克尔总理共同见证了中方与德国巴斯夫签署谅解备忘录，巴斯夫决定对华投资 100 亿美元，建设 100%独资精细化工一体化基地。2019 年 1 月，巴斯夫与广东省政府签署框架协议（见附件 1），进一步明确巴斯夫在中国广东建立智慧一体化基地的规划细节，2019 年 1 月 10 日，巴斯夫与湛江市签署投资协议，进一步明确巴斯夫在广东湛江建设智慧一体化基地的投资建设内容。

广东省湛江经济技术开发区东海岛石化产业园属于重化工业产业区、湛江石化基地的一部分，是发展循环经济、建设临港产业的重点区域之一，处于广东省沿海重化产业带的西部起点位置，是沿海重化产业带的一个重要组成部分。园区重点发展炼油和乙烯产业链、焦炉煤气和氮气利用产业链、氯碱和聚氨酯产业链、丙烯酸产业链、碳四产业链、芳烃及其后加工产业链和精细化工产业链等 7 个石化产业链。

2018 年 10 月 25 日，国家发改委在北京组织召开了广东省国家重大外资项目（埃克森美孚、巴斯夫等项目）协调推进沟通会，国家发改委将对以上项目予以重点督查督办，确保项目按进度推进。巴斯夫项目于 2018 年 7 月 23 日纳入了经国务院常务会议审议通过的《石化产业规划布局方案（修订版）》，属国务院确定的全国 7 个重大外商投资项目之一。

巴斯夫项目作为国家重大战略项目，将在广东省湛江经济技术开发区东海岛石化产业园 A4 区，建设包括 100 万吨/年乙烯生产装置在内的数个石油和化工项目，即巴斯夫（广东）一体化石化项目。该项目计划在 2030 年左右完工，项目投资总额预计将达到 100 亿美元，而第一批装置最晚将于 2026 年竣工。

巴斯夫（广东）一体化石化项目（以下简称巴斯夫一体化项目）共需用地 8.68km^2，其中包括东海岛上 5.93 km^2 和东头山岛上的 2.75 km^2，项目分期建设，选址范围示意图详见图 1.1-1，用海情况见图 1.1-2。

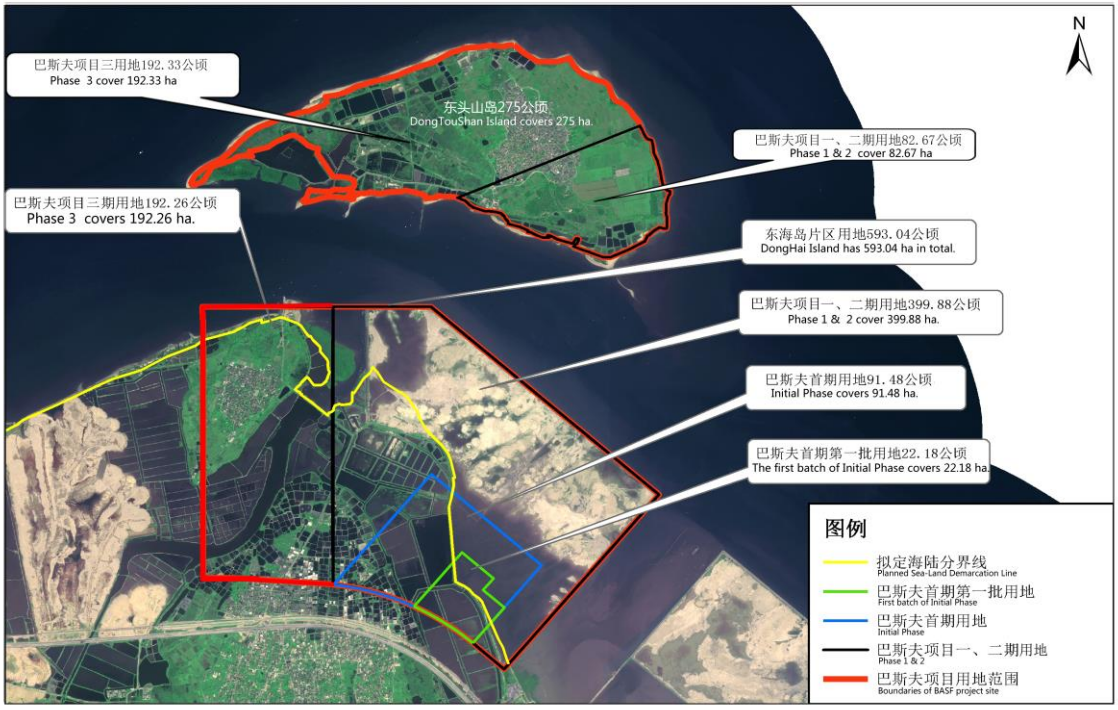


图 1.1-1　　巴斯夫湛江一体化石化项目选址范围示意图

图 1.1-2　　巴斯夫湛江一体化石化项目用海情况

目前，巴斯夫一体化项目范围中已批（环评和海域用地均已审批）已填成陆区域 100.1872hm²（含坡脚约 105.3835hm²），已填未批用海面积为 66.7689hm²。因此巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程拟申请填海面积 66.7689hm²（图 1.1-2 中黄色部分），填海工程由湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司（原湛江经济技术开发区新域基础设施建设投资有限公司）负责，场地填海申请后，除地块周边的配套市政设施、道路和绿地外，厂区围墙内填海形成的土地由政府出让给实际用地的巴斯夫一体化基地（广东）有限公司进行工厂建设。

按照《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24 号）要求，对违法违规围填海项目，“省级人民政府负责依法依规严肃查处，并组织有关地方人民政府开展生态评估，根据违法违规围填海现状和对海洋生态环境的影响程度，责成用海主体认真做好处置工作，进行生态损害赔偿和生态修复”。同时根据自然资源部关于进一步明确围填海历史遗留问题处理有关要求的通知（自然资规〔2018〕7 号），明确依法处置未取得海域使用权的围填海项目的流程：（一）开展生态评估和生态保护修复方案；（二）按要求报送具体处理方案；（三）进行完整性、合规性和一致性审查；（四）办理用海申请手续；（五）组织开展生态修复。

因此，按照国发〔2018〕24 号及自然资规〔2018〕7 号等相关文件要求，为妥善处理湛江东海岛石化产业园区围填海项目历史遗留填海问题，湛江经济技术开发区管理委员会委托广东海兰图环境技术研究有限公司编制《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态评估报告》和《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态保护修复方案》（以下简称《评估报告》和《修复方案》），《评估报告》和《修复方案》于 2019 年 1 月 16 日通过专家评审会，《评估报告》结论为：“建议湛江市东海岛石化产业园区 A4 区历史填海项目维持现状，不需要拆除”。《评估报告》和《修复方案》完成报批并获自然资源部复函（附件 2），要求对未获批准的围填海项目加快办理用海申请手续。为此，湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司（以下简称建设单位）委托上海勘测设计研究院有限公司（以下简称我院）承担巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程海洋环境影响评价工作，评价对象为巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程，填海造地后，后续为东海岛石化产业园区提供建设用地，由政府出让给实际用地的巴斯夫公司进行工厂建设，不在本评价范围内。根据《建设项目环境影响评价分类管理

名录》（2021 年版），巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程应编制环境影响报告书。

1.2 项目概况

（1）工程名称：巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程。

（2）工程位置：工程位于湛江东海岛北部已填 A4 区的 A4-2 区域。

（3）建设单位：湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司。

（4）工程性质：已建未批。未批先填问题全部已经市、区海洋部门立案处罚并结案。

（5）工程内容：巴斯夫项目选址湛江市东海岛石化产业园区 A4 区，其中 A4-2 区现状成陆。本工程位于 A4-2 区内，拟申请填海面积 66.7689hm^2，设计吹填顶标高 7.0m（除特殊说明外，本报告均采用当地理论最低潮面）围堤堤顶取 7.5m。本工程吹填 1 区起围高程为-0.5~-2m，吹填 12 区起围高程为-1.5~-2m。

1.3 环境影响评价工作过程

在接受建设单位委托后，我院组织技术人员对工程区域进行了实地查勘，并广泛收集了本工程前后工程所在海域的水文动力、海洋水质、沉积物、生态环境及渔业资源历史及现状调查资料、中华白海豚等海洋保护生物相关资料、工程设计施工相关资料等，委托广东省生物资源应用研究所（原广东省科学院动物研究所）开展了工程区域鸟类、植被调查及评价专题工作，结合《评估报告》和《修复方案》，按照有关法律法规、环境影响评价技术导则和相关技术规范要求，开展了工程分析、环境质量现状及环境质量影响回顾评价、环境影响回顾评价及数模模拟分析、环境风险评价、环境保护对策措施、环境管理和监测计划等报告书相关内容编制，于 2020 年 12 月完成本《巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程环境影响报告书》（征求意见稿），期间不断听取有关部门、专家对《报告书》的意见和建议，最终形成此《巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程环境影响报告书》（送审稿）。

1.4 分析判定相关情况

根据《自然资源部办公厅关于湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海历史遗留问题处理方案备案意见的复函》（自然资办函[2019]509 号），对本项目用海意见如下：

（1）原则同意将湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海成陆区域作为历史遗留问题进行处理.

（2）坚持节约优先原则，引导符合国家产业政策的项目落地，高效集约利用已填成陆区域，依法依规办理用海手续，加快盘活存量，形成有效投资。

（3）切实加强生态保护修复，落实生态修复措施，确保达到预定的修复目标。同时，在后续东海岛及湛江港海域围填海历史遗留问题处理工作中，应深化生态评估和生态保护修复方案编制工作，研究提出以自然恢复为主的切实有效修复措施，通过岸线退让与生态化、打通潮汐通道、滨海湿地修复等措施，最大程度恢复海洋水动力环境和生物多样性。

（4）严格限制围填海用于房地产开发、低水平重复建设旅游休闲娱乐项目及污染海洋生态环境的项目。

本工程为巴斯夫一体化项目的填海工程，旨在为巴斯夫一体化项目提供土地资源用于生产乙烯等石化原料，填海工程完成后引进项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展改革委 2019 年第 29 号令）中第一类鼓励类中的十一、石化化工类的“10、乙烯-乙烯醇共聚树脂、聚偏氯乙烯等高性能阻隔树脂，聚异丁烯、乙烯-辛烯共聚物、茂金属聚乙烯等特种聚烯烃，高碳 α 烯烃等关键原料的开发与生产，液晶聚合物、聚苯硫醚、聚苯醚、芳族酮聚合物、聚芳醚醚腈等工程塑料生产以及共混改性、合金化技术开发和应用，高吸水性树脂、导电性树脂和可降解聚合物的开发与生产，长碳链尼龙、耐高温尼龙等新型聚酰胺开发与生产”，因此，本工程填海后上部项目符合国家产业政策。

本工程已按要求编制完成《评估报告》和《修复方案》，并通过了专家和自然资源部审查，在严格落实《评估报告》和《修复方案》中提出的生态保护修复措施的前提下，本工程符合《国务院关于加强滨海湿地保护 严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕 24 号）有关规定和《自然资源部办公厅关于湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海历史遗留问题处理方案备案意见的复函》（自然资

办函[2019]509 号）的有关要求。

工程选址不涉及海洋生态红线区，与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》《广东省海洋生态环境保护规划》等相关区划、规划相符，根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府[2020]71 号），本工程符合省级以上工业园区重点管控单元的要求，湛江市生态环境总体准入清单中的空间布局约束，污染物排放管控、环境风险防控和资源利用效率要求。

1.5 项目关注的主要环境问题及评价目的

1.5.1 主要环境问题

因本工程为已建工程，因此主要关注的环境问题如下：

（1）可能改变湛江湾水文动力、地形冲淤环境，减小湛江湾纳潮量，从而对水交换带来不利影响；

（2）工程占用海域对海水水质、沉积物、海洋生态环境的影响及对海洋生物资源的损失；

（3）工程占用红树林，造成红树林生境损失；

（4）工程取土、填海施工悬浮物扩散对海域水质、沉积物及海洋生态环境的影响，工程取土施工造成底栖生境的破坏；

（5）工程施工期及运行期对中华白海豚、文昌鱼等海洋生物造成的影响。

1.5.2 评价目的

（1）对工程评价区域历史及环境质量现状进行系统调查，了解工程海域的环境特征，包括环境质量现状、环境质量变化情况等。

（2）通过环境质量变化情况对本工程造成的环境影响进行回顾性分析评价；通过对工程建设过程的回顾性分析，确定工程主要环境影响因子及其污染源强，进而对工程施工过程产生的环境影响进行回顾性分析评价；

（3）通过数值模拟，对本工程建设后造成的水文动力及冲淤环境进行影响模拟分析与评价。结合回顾性影响分析评价，给出本工程环境影响是否可接受的结论。

（4）针对本工程造成的生态环境影响及问题，提出工程下阶段环境监测计

划、生态修复措施以及合理化建议，为建设单位实施环境保护措施和环境管理部门监督管理提供依据。

1.6 报告书主要结论

本工程属于东海岛石化产业园区 A4-2 区海域围填海工程的一部分，为已建工程。工程建设中已采取了一定的环境保护措施，未对工程海域生态环境造成重大影响，不存在制约性重大环境因素，主要环境影响为工程占用海域对局部海域水动力条件、地形冲淤变、海域水质、沉积物及海洋生态环境的影响，在落实本报告提出的环保措施及生态修复措施前提下，从环境影响角度分析，本工程建设可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 法律、法规及部门规章

《中华人民共和国环境保护法》，2015.1.1（修订）；

《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017.11.5（修正）；

《中华人民共和国环境影响评价法》，2018.12.29（修正）；

《中华人民共和国水污染防治法》，2018.1.1（修正）；

《中华人民共和国噪声污染防治法》，2018.12.29（修正）；

《中华人民共和国大气污染防治法》，2018.10.26（修正）；

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020.9.1 施行；

《中华人民共和国渔业法》，2013.12.28（修正）；

《中华人民共和国野生动物保护法》，2018.10.26（修正）；

《中华人民共和国野生植物保护条例》2017.10.7（修订）；

《海洋工程环境影响评价管理规定》，2017.4.27；

《中华人民共和国防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院令第 475 号，2018.3.19（修订）；

《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》，1990.8.1；

《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》，2017.3.1（修订）；

《建设项目环境保护管理条例》，2017.10.1（修订）；

《中华人民共和国自然保护区条例》，2017.10.7（修订）；

《中华人民共和国水产资源繁殖保护条例》，1979.2.10；

《中华人民共和国海洋倾废管理条例实施办法》，国土资源部，2017.12.27（修正）；

《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》，交通运输部，2018.9.27（修正）；

《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》，交通运输部令，2017.5.23；

《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定（试行）》，2008.11；

《海洋自然保护区管理办法》，1995.5.29；

《近岸海域环境功能区管理办法》，1999.12.10；

《全国生态保护“十三五”规划纲要》，环生态[2016]151 号，2016.10.27；

《海洋功能区划管理规定》，国海发[2007]18 号，2007.8.1；

《国务院关于进一步加强海洋管理工作若干问题的通知》，国发[2004]24 号，2004.9.19；

《国务院办公厅关于加强湿地保护管理的通知》，2004.6.26；

《国家重点保护野生动物名录》，国务院，2021.2.1；

《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》，环发[2013]86 号，2013.8.5；

《环境影响评价公众参与办法》，2019.1.1；

《关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》，国发[2018]24 号，2018.7.14；

《国家发展改革委关于明确涉及围填海的国家重大项目范围的通知》，发改投资[2020]740 号，2020 年 5 月 12 日；

《关于印发〈围填海管控办法〉的通知》，国海发〔2017〕9 号；

《关于印发〈贯彻落实《围填海管控办法》的指导意见〉和〈贯彻落实《围填海管控办法》的实施方案〉的通知》，国海发〔2017〕16 号；

《海岸线保护与利用管理办法》国家海洋局，2017 年 3 月 31 日；

《关于加强“未批先建”建设项目环境影响评价管理工作的通知》，环办环评[2018]18 号，2018.2.24；

《关于建设项目“未批先建”违法行为法律适用问题的意见》，环政法函[2018]31 号，2018.2.22；

《关于加强“未批先建”海洋工程建设项目环境影响评价管理工作的通知》，环办海洋函[2018]705 号，2018.7.20；

《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），部令第 16 号，生态环境部，2020.11.30。

2.1.2 地方性法规

《广东省环境保护条例》，2019.11.29（修正）；

《广东省海域使用管理条例》，2007.3；

《广东省湿地保护条例》2021.1.1 施行；

《广东省渔业管理条例》2015.12.30（第二次修正）；

《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》，2018.11.29（第二次修正）；

《广东省大气污染防治条例》，2019.3.1 施行；

《广东省实施<中华人民共和国环境噪声污染防治法>办法》，2018.11.29（第三次修正）；

《广东省固体废物污染环境防治条例》，2019.3.1 施行；

《广东省近岸海域污染防治实施方案（2018—2020 年）》，粤环函〔2018〕1158 号；

《关于印发加强我省填海造地管理的通知》，粤海渔〔2004〕146 号。

2.1.3 规划与区划

《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》，2012.4；

《全国海洋主体功能区规划》，2015.8；

《全国生态保护“十三五”规划纲要》，2016.10.27；

《全国海洋经济发展“十三五”规划》，2017.4；

《广东省海洋主体功能区规划》，2017.12.8；

《广东省海洋环境保护"十三五"规划》，2016.9；

《广东省海洋经济发展"十三五"规划》，2017.6；

《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，2012；

《广东省近岸海域环境功能区划》，1999.7；

《广东省海洋生态红线》，2017.9；

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，2017.10.27；

《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》，2017.11；

《广东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》；

《湛江市近岸海域环境功能区划》，2007.7；

《湛江市区环境空气质量功能区划调整技术报告》，2011.10；

《湛江市城市声环境功能区划》，2011.6；

《东海岛城市总体规划 2013-2030》，2016.2；

《湛江市东海岛分区规划》，2007.8；

《湛江市东海岛临港工业区域建设用海规划》，2012.12。

2.1.4 技术依据

2.1.4.1 规程规范

《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T19485-2014；

《建设项目环境影响评价技术导则　总纲》，HJ2.1-2016；

《环境影响评价技术导则　大气环境》，HJ2.2-2018；

《环境影响评价技术导则　地表水环境》，HJ/T2.3-2018；

《环境影响评价技术导则　声环境》，HJ2.4-2009；

《环境影响评价技术导则　生态影响》，HJ19-2011；

《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ 169-2018；

《水上溢油环境风险评估技术导则》，JT/T 1143-2017；

《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T9110-2007；

《海洋监测规范》GB17378.1~7-2007；

《海洋调查规范》GB12763.1~8-2007；

《近岸海域环境监测规范》HJ442-2008；

《海洋生物质量》（GB18421-2001)；

《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（海洋出版社，1986）；

《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；

《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》，2018.11；

《围填海项目生态评估技术指南（试行）》，2018.11。

2.1.4.2 环境标准

《海水水质标准》（GB3097-1997）；

《渔业水质标准》（GB11607-89）；

《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；

《海洋生物质量》（GB18421-2001）；

《围填海工程填充物质成分限值》（GB30736-2014）；

《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

《城市污水再生利用　城市杂用水水质》（GB/T18920-2002），现已废止；

《船舶污染物排放标准》（GB3552-83），现已废止；

《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；

《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；

《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）；

《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

2.1.4.3　相关技术文件

（1）工程设计及勘察文件

《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程可行性研究报告》，广东省综合交通勘察设计院有限公司，2011 年；

《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程施工组织设计》，中国铁建港航局集团有限公司，2011 年；

《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程施工图设计文件》（报批稿），中铁建港航局集团勘察设计院有限公司，2014 年 5 月；

《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程 A4-2 区、B 区竣工报告》，中铁建港航局集团勘察设计院有限公司，2014 年 11 月；

《巴斯夫项目场地填土与地基处理咨询》，广东省交通规划设计研究院股份有限公司，2019 年 1 月；

《湛江巴斯夫填海工程工程可行性研究测量技术报告》，中交华南勘察测绘科技有限公司，2019 年 1 月；

《湛江巴斯夫填海勘察项目岩土工程勘察报告（可行性研究阶段）》，中交广州水运工程设计研究院有限公司，2019 年 2 月；

《巴斯夫（湛江）一体化项目可行性研究报告（01 版）》，中化国际咨询公司，2019 年 9 月；

《巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程可行性研究报告》，中交广州水运工程设计研究院有限公司，2020 年 12 月。

（2）工程施工相关资料

《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程（A4-2 区、B 区）竣工报告》，中国铁建港航局集团有限公司湛江市东海岛石化园区围堰工程项目经理部，2014 年 11 月 8 日；

《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程施工监理月报（2013 年 7 月~10 月）》，西安铁一院、广州粤科监理联合体；

《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程（A4-2 区和 B 区）监理工作总结报告》，西安铁一院、广州粤科监理联合体，2015 年 6 月；

2014 年 2 月中国铁建港航局集团有限公司对湛江市石化产业园区东海岛围堰工程项目环境保护工作检查表及整改通知书、整改回复单；

2013 年 3 月、2013 年 6 月、10 月、12 月中铁建湛江开发有限公司对湛江市石化产业园区东海岛围堰工程项目环境保护工作检查表及整改通知书、整改回复单；

2013 年 3 月、2013 年 6 月、9 月、11 月中铁建湛江东海岛工程建设指挥部对湛江市石化产业园区东海岛围堰工程项目环境保护工作检查表及整改通知书、整改回复单。

（3）环境现状引用资料

《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》，国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院，2012 年 9 月；

《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》，上海勘测设计研究院有限公司，2017 年 10 月；

《湛江开发区工程塑料生产基地项目填海工程海域使用论证报告书》（报批稿），广东海兰图环境技术研究有限公司，2019 年 2 月；

《湛江开发区工程塑料生产基地项目填海工程海洋环境影响报告书》（报批稿），上海勘测设计研究院有限公司，2019 年 7 月。

（4）相关专题资料

《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程通航安全影响论证报告》，广东省航

海学会，2012 年 7 月；

《湛江巴斯夫新型一体化项目填海造地工程水文水动力泥沙冲淤专题报告》，河海大学，2019 年 2 月；

《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态评估报告》（报批稿），湛江经济技术开发区管理委员会，2019 年 1 月；

《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态保护修复方案》（报批稿），湛江经济技术开发区管理委员会，2019 年 1 月；

《巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程海域使用论证报告书》（报批稿），广东海兰图环境技术研究有限公司，2020 年 11 月。

2.2 环境影响评价和环境质量标准

2.2.1 环境质量标准

2.2.1.1 海洋环境

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本工程主体位于东海岛北部工业与城镇用海区，评价范围还涉及特呈岛海洋保护区、湛江港保留区、湛江港港口航运区、南三岛旅游休闲娱乐区、特呈岛旅游休闲娱乐区、东海岛旅游休闲娱乐区和湛江-珠海近海农渔业区等，本工程所在海洋功能区划见图 2.2-1。

根据《广东省近岸海域环境功能区划（粤府办[1999]68 号）》、《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函[2007]551 号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函[2007]344 号）》，本工程所在的近岸海域功能区划为湛江港四类区(GDG11DⅢ)，见图 2.2-2，水质功能区类别为四类，但水质执行第三类海水标准。

图 2.2-1　　本工程所在海洋功能区划位置图

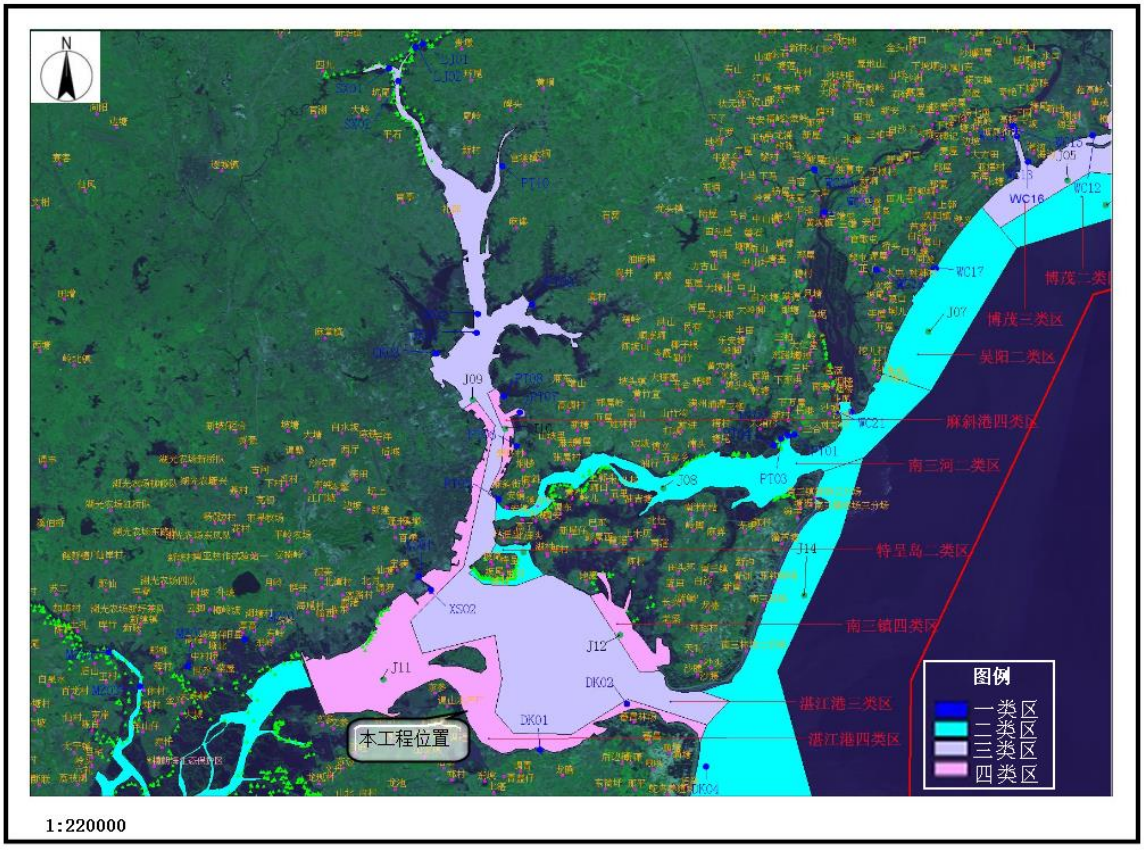


图 2.2-2　　本工程所在近岸海域环境功能区划图

（1）海水水质

本工程位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的东海岛北部工业与城镇用海区，位于《湛江市近岸海域环境功能区划》的湛江港四类区(GDG11DⅢ)，海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第三类标准；湛江港保留区按维持现状和三类就高执行；特呈岛海洋保护区、特呈岛旅游休闲娱乐区海水水质执行二类标准；湛江港港口航运区海水水质执行三类标准；湛江-珠海近海农渔业区海水水质执行一类标准，详见表 2.2-1。

表 2.2-1　　各功能区执行的海水水质评价标准

海洋功能区	近岸海域环境功能区划	评价标准
东海岛北部工业与城镇用海区（三类）	湛江港四类区（水质执行三类）	三类
湛江港港口航运区（四类）	湛江港三类区	三类
湛江港港口航运区（四类）	湛江港四类区（水质执行三类）	三类
湛江港保留区（维持现状）	湛江港三类区	现状和三类就高
湛江港保留区（维持现状）	南三镇四类区（水质执行三类）	现状和三类就高
特呈岛海洋保护区（二类）	特呈岛二类区	二类
东海岛旅游休闲娱乐区（二类）	南三岛-龙海天二类区	二类
湛江-珠海近海农渔业区（一类）	南三岛-龙海天二类区	一类

表 2.2-2　　海水水质标准　　单位：mg/L（pH 除外）

污染物名称	标准类别			
	一类	二类	三类	四类
pH	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8~8.8	6.8~8.8
DO	>6	>5	>4	>3
COD	≤2	≤3	≤4	≤5
BOD_5	≤1	≤3	≤4	≤5
非离子氨（以 N 计）	≤0.020			
无机氮（以 N 计）	≤0.2	≤0.3	≤0.4	≤0.5
活性磷酸盐（以 P 计）	≤0.015	≤0.030	≤0.030	≤0.045
SS（人为增加量）	≤10	≤10	≤100	≤150
石油类	≤0.05	≤0.05	≤0.30	≤0.50
铜	≤0.005	≤0.010	≤0.050	
铅	≤0.001	≤0.005	≤0.010	≤0.050
锌	≤0.020	≤0.050	≤0.10	≤0.50
镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010	
汞	≤0.00005	≤0.0002		≤0.0005
砷	≤0.020	≤0.030	≤0.050	
总铬	≤0.05	≤0.10	≤0.20	≤0.50
硫化物（以 S 计）	≤0.02	≤0.05	≤0.10	≤0.25

（2）海洋沉积物

本工程位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的东海岛北部工业与城镇用海区，海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002)中第二类标准；湛江港保留区维持现状；湛江-珠海近海农渔业区、特呈岛海洋保护区、特

呈岛旅游休闲娱乐区海洋沉积物质量执行第一类标准；湛江港港口航运区海洋沉积物质量执行第三类标准。

表 2.2-3　　海洋沉积物质量

项目	标准值		
	一类	二类	三类
汞（10^{-6}）	0.2	0.5	1.0
镉（10^{-6}）	0.50	1.50	5.00
铅（10^{-6}）	60.0	130.0	250.0
铜（10^{-6}）	35.0	100.0	200.0
锌（10^{-6}）	150.0	300.0	600.0
铬（10^{-6}）	80.0	150.0	270.0
砷（10^{-6}）	20.0	65.0	93.0
硫化物（10^{-6}）	300.0	500.0	600.0
石油类（10^{-6}）	500.0	1000.0	1500.0
有机碳（10^{-2}）	2.0	3.0	4.0

（3）海洋生物质量

本工程位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的东海岛北部工业与城镇用海区，海洋生物（贝类）质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001)中的第二类标准；湛江港保留区维持现状；湛江-珠海近海农渔业区、特呈岛海洋保护区、特呈岛旅游休闲娱乐区海洋生物质量执行第一类标准；湛江港港口航运区海洋生物质量执行第三类标准。其它类（双壳类、鱼类和甲壳类）生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《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。

表 2.2-4　　海洋生物质量（双壳类）

项目	标准值		
	一类	二类	三类
总汞（mg/kg）≤	0.05	0.10	0.30
镉（mg/kg）≤	0.2	2.0	5.0
铅（mg/kg）≤	0.1	2.0	6.0
铬（mg/kg）≤	0.5	2.0	6.0
砷（mg/kg）≤	1.0	5.0	8.0
铜（mg/kg）≤	10	25	50(牡蛎 100)
锌（mg/kg）≤	20	50	100(牡蛎 500)
石油烃（mg/kg）≤	15	50	80

表 2.2-5　　鱼类、甲壳类、软体类海洋生物质量评价标准（鲜重：$\times10^{-6}$）

生物类别	总汞	Cu	Pb	Cd	Zn	石油烃	备注
甲壳类	0.2	100	2	2	150	20	石油烃执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册），其余指标执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》
鱼类	0.3	20	2	0.6	40	20	
软体动物	0.3	100	10	5.5	250	20	

2.2.1.2　环境空气

本工程位于东海岛石化产业园区内，根据《湛江市区环境空气质量功能区划调整（2011 年 10 月）》（图 2.2-3），本工程填海区及施工场地均位于湛江市东海岛环境空气功能二类区。环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，具体见表 2.2-6。

表 2.2-6　　环境空气质量标准

序号	项目	平均时间	浓度限值	
			一级	二级
1	SO_2（μg/m³）	年平均	20	60
		24 小时平均	50	150
		1 小时平均	150	500
2	NO_2（μg/m³）	年平均	40	40
		24 小时平均	80	80
		1 小时平均	200	200
3	CO（mg/m³）	24 小时平均	4	10
		1 小时平均	4	10
4	O_3（μg/m³）	日最大 8 小时平均	100	160
		1 小时平均	160	200
5	PM_{10}（μg/m³）	年平均	40	70
		24 小时平均	50	150
6	$PM_{2.5}$（μg/m³）	年平均	15	35
		24 小时平均	35	75

图 2.2-3　　本工程所在区域大气环境功能区划图

2.2.1.3 声环境

本工程位于东海岛石化产业园区内，根据《湛江市城市声环境功能区划》（2011 年 6 月），本工程填海区和堆场区位于声环境功能三类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准；施工场地未划定声环境功能区，由于预制场周边有居民区，因此预制场执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区标准。具体见表 2.2-7。

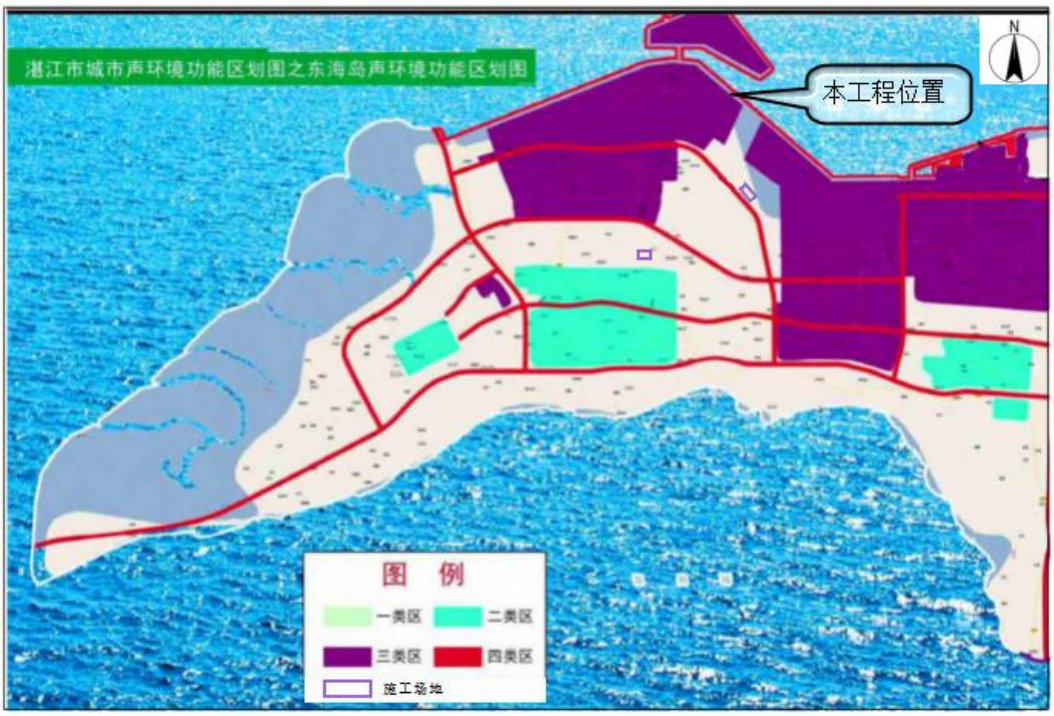


图 2.2-4 本工程所在区域声环境功能区示意图

表 2.2-7 声环境质量标准

类别	适用区域	标准值（dB(A)）	
		昼间	夜间
2	预制场所在区域	60	50
3	填海所在区域	65	55

2.2.2 污染物排放标准

2.2.2.1 污水

本工程已于 2014 年完工，根据项目代建单位中铁建港航局集团有限公司提供的《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程施工组织设计》、环境保护安全技术交底、施工环保管理方案等材料，本工程施工污废水排放废水、排放去向、排放标准如下：

（1）施工期施工船舶均安装了生活污水收集舱（柜），生活污水待船舶停靠港口时运上码头后，由环卫部门统一处理；预制场、项目部人员生活污水经二级化粪池处理后纳管排放，纳管标准执行《广东省污水综合排放标准》（DB4426-2001）；填海区施工人员生活污水经移动厕所收集后由环卫部门定期清运。

（2）施工期船舶油污水排放严格执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》和《船舶污染物排放标准》(GB3552-83)，禁止排入海域，见表 2.2-8。船舶油污水收集后委托湛江奇若船舶服务有限公司接收处理。

（3）施工期陆上施工场地施工废水排入沉淀池，经二次沉淀后，回收用于洒水降尘，多余废水排入市政污水管线。施工废水回用执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002），见表 2.2-9，纳管排放标准执行《广东省污水综合排放标准》（DB4426-2001）。

表 2.2-8　　船舶污染物排放标准

污染物种类	排放区域	排放浓度（mg/L）或规定	备注
污压载水、洗舱水、泵舱舱底水	距最近陆地 50 海里以上海域	航行途中，瞬间油量排放率不超过 30 升/海里	73/78 防污公约
	距最近陆地 50 海里以内海域	禁排	
机舱所处的舱底含油污水	排放口铅封处理，定期交海事部门指定的处理单位处理		铅封管理规定
船舶生活污水	距最近陆地 4 海里以内	生化需氧量不大于 50 悬浮物不大于 150 大肠菌群不大于 250 个/100 毫升	船舶污染物排放标准
	距最近陆地 4~12 海里	无明显悬浮物固体 大肠菌群不大于 1000 个/100 毫升	
船舶垃圾	沿海	塑料制品:禁止投入水域 漂浮物：距最近陆地 25 海里以内，禁止投入水域 食品废弃物及其它垃圾：未经粉碎的禁止在距最近陆地 12 海里以内投弃入海。经过粉碎颗粒直径小于 25 毫米时，可允许在距最近陆地 3 海里之外投弃入海	

表 2.2-9　　施工废水回用标准

项目及执行标准	污染指标	单位	限值
《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）	pH	无量纲	6～9
	浊度	NTU	20
	五日生化需氧量	mg/L	15
	氨氮		20
	溶解氧		1.0

2.2.2.2　固废

施工期船舶生活垃圾执行《船舶污染物排放标准》（GB3552-83），禁止排入海域，待船舶停靠港口时运至码头环卫部门指定地点统一处理。

预制场及其他陆上施工场地施工人员生活垃圾在施工区收集后由环卫部门定时清运。

此外，施工期船舶、施工车辆维修等会产生一定废机油，属于危险废物，由施工船舶和车辆委托有资质的专业单位外运处理。

2.2.2.3　废气、扬尘

本工程大气污染物主要为施工过程中产生的扬尘和施工机械、车辆无组织排放的废气，执行《广东省大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）二级标准，见表 2.2-10。

表 2.2-10　　《广东省大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）

污染物		最高允许排放浓度(mg/m^3)	最高允许排放速率(kg/h)		无组织排放监控浓度限值(mg/m^3)
			排气筒高度(m)	二级标准	
SO_2		500	35	15.3	0.4
			60	45	
			80	84	
NO_x		120	35	4.5	0.12
			80	26	
颗粒物	炭黑尘	18	20	0.7	肉眼不可见
			40	4.8	
	其他	120	15	2.9	1.0
			20	4.8	
			25	11.9	
			30	19	
			35	25.5	
			55	59.5	
			60	70	
			80	124	

2.2.2.4 噪声

本工程施工场地噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），见表 2.2-11。

表 2.2-11 建筑施工场界环境噪声排放限值 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

2.3 评价工作等级

2.3.1 海洋环境影响评价等级

本工程填海造地规模为 66.7689hm^2，大于 50hm^2，工程周边涉及特呈岛海洋保护区等生态环境敏感区。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）的规定，结合工程规模及所在海域环境特征，确定本工程水文动力环境、水质环境、沉积物、生态环境和海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级均为一级，详见表 2.3-1~表 2.3-3。

表 2.3-1 海洋水文动力、海洋水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源影响评价等级判据

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境特征	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
围海、填海、海上堤坝类工程	城镇建设用海、工业与基础设施建设用海，区域（规划）开发填海，填海造地，填海围垦，海湾改造填海，滩涂改造填海，人工岛填海等填海工程	**50×10^{4}m^{2}以上**	**生态环境敏感区**	**1**	**1**	**1**	**1**
			其他海域	1	2	2	1
		50×10^{4}m^2～30×10^{4}m^2	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	2	2	2
		30×10^{4}m^2～及其以下	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	3	3	2

表 2.3-2　　海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工程类型和工程内容
1	**面积 $50\times10^4m^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；连片和单项海砂开采工程；其他类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目**
2	面积 $50\times10^4m^2$～$30\times10^4m^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km～1km）等工程；其他类型海洋工程中较严重改岸线、滩涂、海床自然性状和产生较冲刷、淤积的工程项目
3	面积 $30\times10^4m^2$～$20\times10^4m^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km～0.5km）等工程；其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目

2.3.2　环境风险评价等级

本工程施工期涉及的风险物质主要为施工船舶燃料油，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B，油类物质的临界量为 2500t。本工程施工期船舶载油量最大约为 400t，油类物质数量与临界值比值 Q<1，则本工程环境风险潜势为 I。本工程施工已于 2014 年完成，施工期间未发生溢油事故环境污染事件，综合考虑，环境风险评价等级为简单分析。

2.3.3　其他环境影响评价等级

（1）大气环境

本工程施工期产生的扬尘及施工机械、车辆排放的废气量不大，对大气环境影响较小，工程运行期无大气污染物排放，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》，大气环境影响评价等级为三级评价。

（2）声环境

本工程施工期施工机械、车辆产生噪声，运行期不涉及噪声排放，按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），工程填海区及堆场位于为声环境功能区 3 类区，预制场位于 2 类区，施工期间评价范围内敏感目标噪声级增高量在不大于 3dB(A)，受影响人口数量基本无变化，因此，声环境影响评价等级综合为二级评价。

（3）陆域生态环境

本工程占地为陆域预制场和堆场，预制场总面积 5.9hm^2，堆场面积约 1 hm^2，

工程施工临时用地位于生态敏感性一般区域，故陆域生态环境影响评价等级为三级。

表 2.3-3　　本工程评价等级汇总

序号	评价内容	评价等级
1	海洋水文动力环境	1
2	海洋水质环境	1
3	海洋沉积物环境	1
4	海洋生态环境	1
5	海洋地形地貌与冲淤环境	1
6	环境风险	简单分析
7	大气环境	三级
8	声环境	二级
9	陆域生态环境	三级

2.4 评价范围与评价重点

2.4.1 评价范围

2.4.1.1　海域评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》，水文动力 1 级评价，评价范围纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍，垂向（垂直于工程所在海区中心点潮流主流向）距离一般不小于 5km。地形地貌与冲淤环境、水质和沉积物评价范围与水文动力环境影响评价范围一致。本工程建设对海洋生态的影响主要来自填海工程造成的海陆生境改变及施工期悬浮物扩散影响，确定海洋生态环境评价范围与海洋水文动力评价范围相同。根据工程海域的涨落潮流速情况，综合考虑工程特性及周围环境特征，确定水文动力、海洋水质评价范围横向（南北）为本工程填海边缘至湛江湾北岸，距离为 15km，纵向（东西）距离约 26km，其中西至不透水构筑物东海大桥，东至湛江湾口门，评价范围总面积约 215km^2。工程海域评价范围见图 2.4-1，各拐点坐标见表 2.4-1。

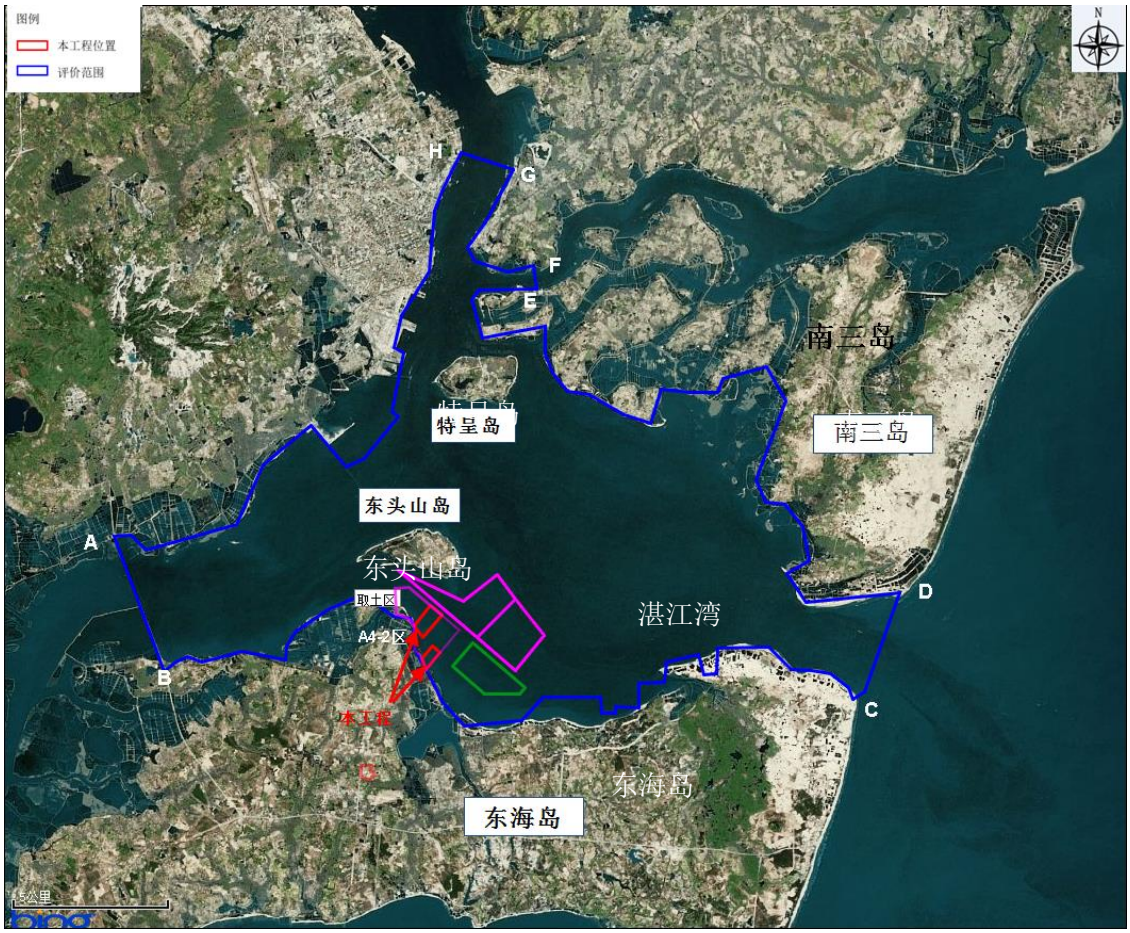


图 2.4-1　　海域环境影响评价范围示意图

表 2.4-1　　评价范围拐点坐标

序号	纬度	经度
A	21°6′29.53″	110°18′58.05″
B	21°4′12.01″	110°19′55.52″
C	21°2′43.49″	110°33′13.02″
D	21°5′38.80″	110°34′24.71″
E	21°10′57.47″	110°27′9.50″
F	21°11′22.75″	110°27′6.41″
G	21°13′5.52″	110°26′42.15″
H	21°13′24.46″	110°25′41.36″

2.4.1.2　陆域评价范围

（1）大气环境

按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），三级评价项目可不设置大气环境影响评价范围。

（2）声环境

按照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），声环境影响评价范围为填海区域边界向外 200m、预制场及其周围 200m 内陆域范围。

（3）陆域生态环境

本工程施工主要为海上施工，陆上施工仅涉及混凝土扭王块预制和堆场转运，因此，陆域生态环境影响主要为预制场和堆场对生态环境产生的影响。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011），评价范围定为预制场及其周围 200m 内陆域范围和堆场及其周围 200m 内陆域范围，见图 2.4-2。

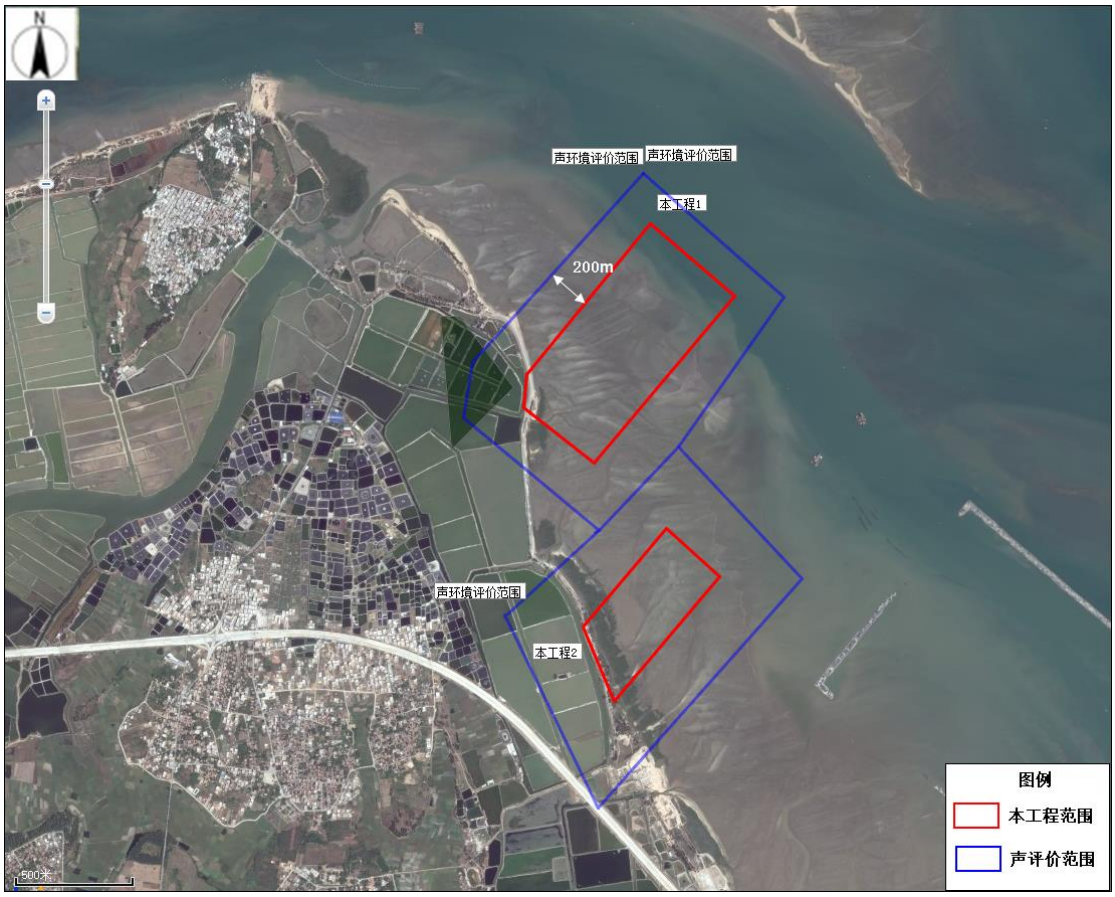


图 2.4-2a　　陆域环境影响评价范围示意图

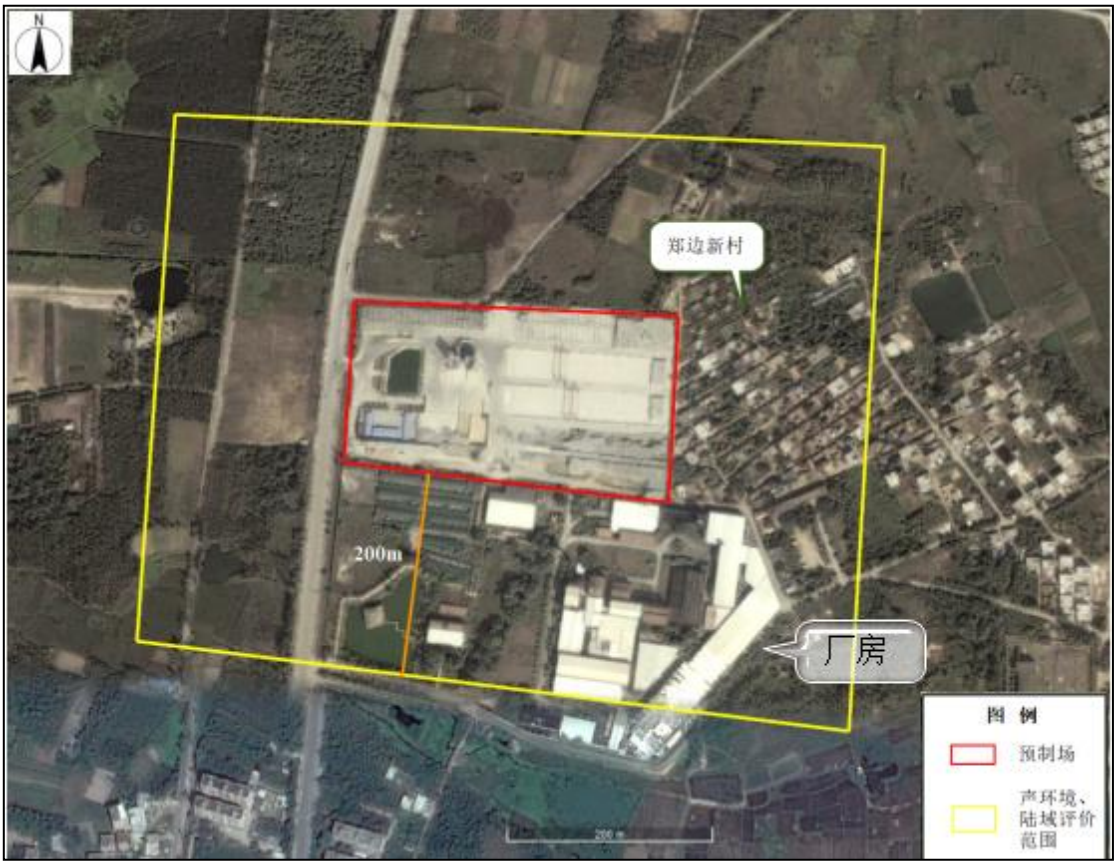


图 2.4-3b　　陆域环境影响评价范围示意图（2013 年底图）

图 2.4-2c　　陆域环境影响评价范围示意图（2013 年底图）

2.4.2 评价重点

根据本工程特点和本工程所在区域环境特征以及环境影响要素识别和评价因子筛选结果，确定本工程环境影响评价重点为：

（1）通过环境质量变化情况对本工程施工过程及完工后造成的海水水质、沉积物、海洋生态环境影响进行回顾性分析评价；

（2）工程建设对湛江湾水文动力（包括纳潮量和水交换）、地形冲淤环境的影响分析和评价；

（3）工程施工及占用海域对海水水质、沉积物、海洋生态环境及对海洋生物资源的损失；

（4）工程占用红树林，造成红树林生境损失影响；

（5）工程施工期及运行期对中华白海豚、文昌鱼等海洋生物造成的影响。

（6）工程海域海洋生态环境保护措施落实情况，生态保护修复方案及落实情况。

2.5 环境敏感保护目标

本工程评价范围涉及的环境敏感区主要包括海洋保护区、生态红线区、旅游区、港口航运区等，此外，在围堤北侧近东头山岛海域分布有零星的养殖区，围堤西北侧东参村排洪沟及围堤东南侧分布有少量红树林，本工程区域是中华白海豚可能的活动区域，因此敏感目标还需考虑中华白海豚，详见表 2.5-1 和图 2.5-1。

根据广东省海洋生态红线海岛自然岸线分布，本工程周边海岛自然岸线主要分布在东海岛、周边东头山岛、特呈岛、南三岛等，本工程不涉及海岛自然岸线，距东海岛自然岸线最近约 1.8km。

本工程填海区距离陆域环境敏感目标较远，距离最近的东参村、西仔村约 700m，预制场紧邻郑边新村，堆场周边 200m 范围内无敏感目标，陆域环境敏感见表 2.5-2 和图 2.5-2。

表 2.5-1　　海洋环境敏感目标

序号	敏感目标		位置关系	概况	保护要求	敏感要素
	类型	名称				
1	保护区	广东特呈岛国家级海洋公园（禁止类红线区）	东北侧约4.0km	东至:110°28′13.67″，西至:110°24′44″，南至:21°6′13″，北至:21°9′21″面积4.86km^2。保护目标为海岛及海洋生态系统。	管控措施：执行《海洋特别保护区管理办法》等相关规定，禁止实施各种与保护无关的工程建设活动，禁止实施改变区内自然生态条件的生产活动和任何形式的工程建设活动。禁止围填海。 环境保护要求：按照海洋环境保护法、海岛保护法等法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海岛、海域排放污染物，改善海域海岛环境质量，执行不低于一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。	水文动力、地形冲淤环境、海水水质、沉积物、生态环境
2		广东特呈岛国家级海洋公园（限制类红线区）	东北侧约4.6km	东至:110°28′25″，西至:110°24′44″，南至:21°6′16.9″，北至:21°10′9″，面积14.51km^{2}保护目标为海岛及海洋生态系统。	管控措施：执行《海洋特别保护区管理办法》等相关规定，禁止围填海、采挖海砂。禁止新增入海工业排污口，入海排污口达标率100%。鼓励生态整治与修复，恢复海洋生态、资源与关键生境。严格限制改变海域自然属性。实行垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。 环境保护要求：按照海洋环境保护法、海岛保护法等法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域、海岛排放污染物，改善海洋、海岛环境质量，执行二类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。	水文动力、冲淤环境、海水水质、沉积物、生态环境
3		霞山特呈岛海洋生态自然保护区（限制类红线区）	东北侧约6.6km	东至:110°28′0.61″，西至:110°26′45.62″，南至:21°7′40.26″，北至:21°9′42.42″，面积1.71km^2。保护目标为海洋生态系统。	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规和保护区管理规定。除科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、	

序号	敏感目标		位置关系	概况	保护要求	敏感要素
	类型	名称				
					濒危野生动物等活动外，禁止进行其他活动。禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，改善海洋环境质量。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。执行一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。	
4		特呈岛海洋保护区	北侧约 5.3km	东至:110°26′45″，西至:110°24′51″，南至:21°08′07″，北至:21°09′26″，面积6.73km^2。保护目标为海岛及海洋生态系统。	海域使用管理要求：相适宜的海域使用类型为特殊用海；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。 海洋环境保护要求：严格保护红树林及其生态系统；加强保护区海洋生态环境监测；执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	水文动力、地形冲淤环境、海水水质、沉积物、生态环境
5		幼鱼幼虾保护区	项目所在海域	《中国海洋渔业水域图(第一批)》	保护要求：保护期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船以及捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。	海洋水质、沉积物、生态环境、渔业资源
6		黄花鱼幼鱼保护区			保护要求：保护期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船以及捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产	
7		南海北部幼鱼繁育场保护区			保护要求：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。	
8	红树林	南三岛红树林限制类红线区	东北侧约9.7km	东至:110°31′31.75″，西至:110°29′5.14″，南至:21°7′29.4″，北至:21°9′44.1″，面积	管控措施：禁止围填海、毁林挖塘及其他破坏可能红树林资源的各类开发活动，保护现有红	水文动力、地形冲淤环境、海洋水质、沉积物、生态环境

序号	敏感目标		位置关系	概况	保护要求	敏感要素
	类型	名称				
				10.78km^2。保护目标为红树林、湿地生态系统。	树林资源及其生态系统，加强对受损红树林生态系统的修复，加强海漂垃圾整治，禁止新设排污口，禁止排放其他有毒有害物质。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和废弃物，已建集中排污口适时退出，改善海洋、湿地环境质量，执行不低于二类海水水质标准、海洋沉积物标准和一类海洋生物标准。	
9		东参村排洪沟红树林	西北侧约1.2km	非红树林保护区	保护红树林生境条件，当无法就地保护时，应予以异地补偿。	
10		围堤东南侧红树林	东南侧紧邻	非红树林保护区		
11	养殖区	湛江恒兴渔业有限公司	北侧 7.4km	养殖用海	工程建设应避免对养殖区造成明显不利影响，造成影响的应予以补偿。	海洋水质、沉积物、生态环境、渔业资源
12		贝类养殖区	西北侧 8.0km			
13		A 区围堤外侧零星养殖区	西北侧约1.8km			
14	旅游区	南三岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（南三岛旅游休闲娱乐区）	东北侧约12.2km	东至:110°37′10.81″，西至:110°31′59.76″，南至:21°5′10.13″，北至:21°11′22.66″，面积7.34km^2。保护目标为沙滩、海洋环境。	管控措施：禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧500米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，加强对受损砂质岸线的修复，加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的	水文动力、地形冲淤环境、海洋水质、沉积物、生态环境

序号	敏感目标		位置关系	概况	保护要求	敏感要素
	类型	名称				
					污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，改善海洋环境质量。执行一类海水水质标准、二类海洋沉积物质量和海洋生物质量。	
15		东海岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（东海岛旅游休闲娱乐区）	东侧约 12.2km	东至:110°33′55.59″，西至:110°28′31.84″，南至:20°53′37.6″，北至:21°4′22.42″，面积38.20km^2。保护目标为沙滩、海洋环境。	管控措施：禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧500米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，加强对受损砂质岸线的修复，加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，改善海洋环境质量。执行一类海水水质标准、二类海洋沉积物质量和海洋生物	
16		特呈岛旅游休闲娱乐区	北侧 7.5km	东至:110°26′45″ 西至:110°24′51″ 南至:21°09′26″ 北至:21°09′59″	海域使用管理要求：相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海；保护砂质海岸，禁止建设永久性构筑物；依据生态环境的承载力，合理控制旅游开发强度。 海洋环境保护要求：保护红树林；生产废水、生活污水须达标排海；执行海水水质二类标	

序号	敏感目标		位置关系	概况	保护要求	敏感要素
	类型	名称				
					准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	
17	码头、港航设施	湛江港航道	北侧约 2.7m	湛江港进出港主航道等级为30万吨级，航道底宽310m、设计底标高外航道-21.6m，内航道-21.9m，边坡均为1:5，外航道38.2km，内航道16.7km，全长54.9km。	保护航道、码头、锚地等正常使用功能。	水文动力、地形冲淤环境
18		湛江港#8~#16 号锚地	东北侧 2.8km	/		
19		大王庙渔港码头	东北侧 10.7km	/		
20		湛江港东海岛港区散货码头	东侧 7.6km	/		
21		湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头	东侧 6.9km	/		
22		湛江港东海岛港区通用杂货码头	东侧 4.5km	/		
23		湛江港东海岛港区杂货码头	东侧 1.7km	/		
24		湛江东海岛 LPG 冷冻储存库配套 5 万吨级码头	东侧紧邻	/		
25		特呈岛生态农家乐、渔家乐（码头）	北侧 8.2km	/		
26		湛江港石化码头	北侧 7.0km			
27		湛江港集团（港池、码	北侧 4.9km	/		

序号	敏感目标		位置关系	概况	保护要求	敏感要素
	类型	名称				
		头）				
28		东参砂石码头	西侧 1.5km	/		
29		日光通用码头项目	西侧 6.8km	/		
30		湛江工业品物流中心项目、湛江市京翔项目、顺江集团、宝江贸易、京湛贸易、海昌贸易码头	西侧约 6.7km	/		
31	保护动物	中华白海豚	湛江湾为中华白海豚可能活动的区域	非中华白海豚保护区	施工期避免对中华白海豚造成伤害，运行期不影响其栖息、觅食等	海洋水质、沉积物、生态环境、渔业资源

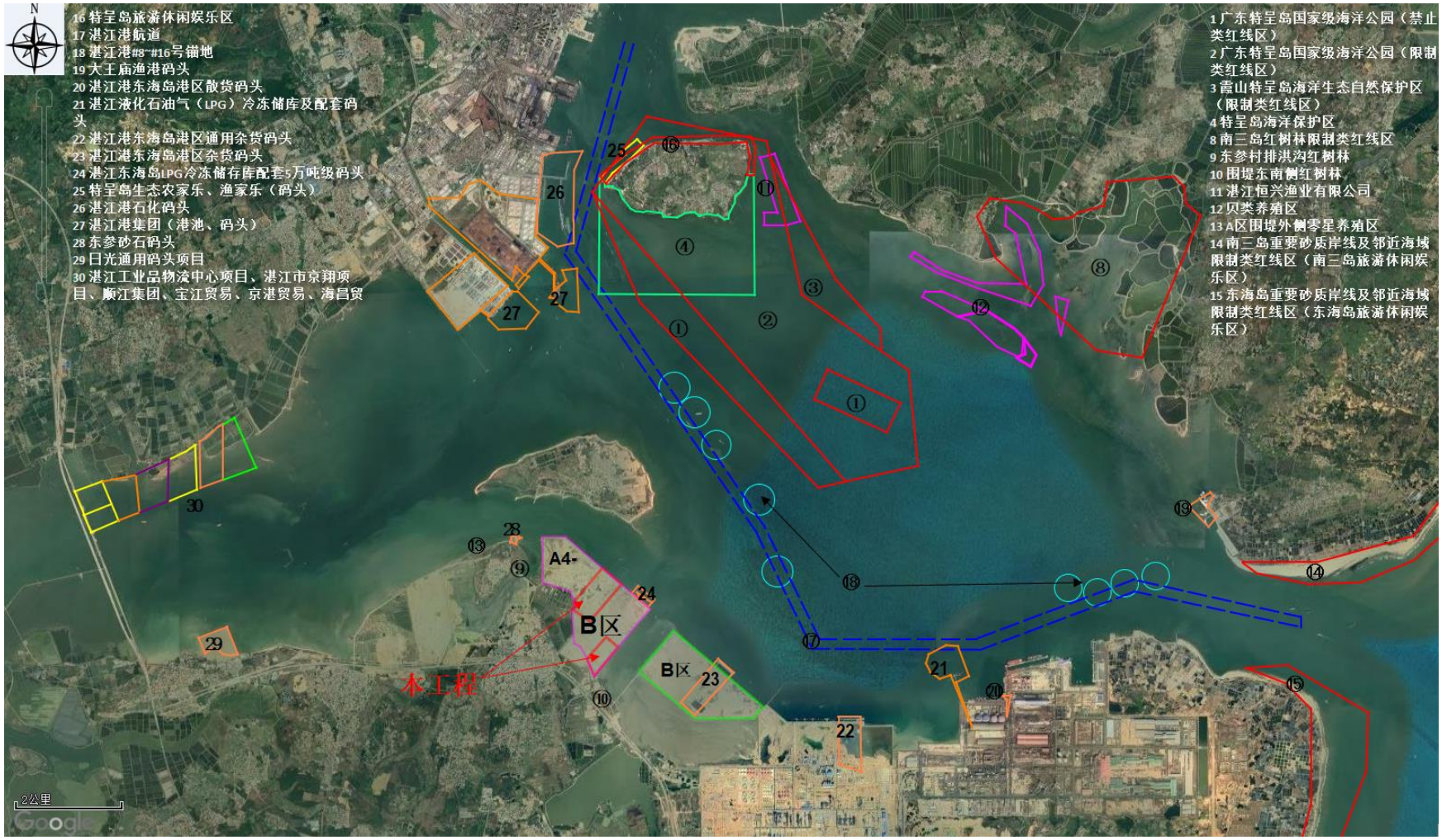


图 2.5-1　　环境敏感目标分布图

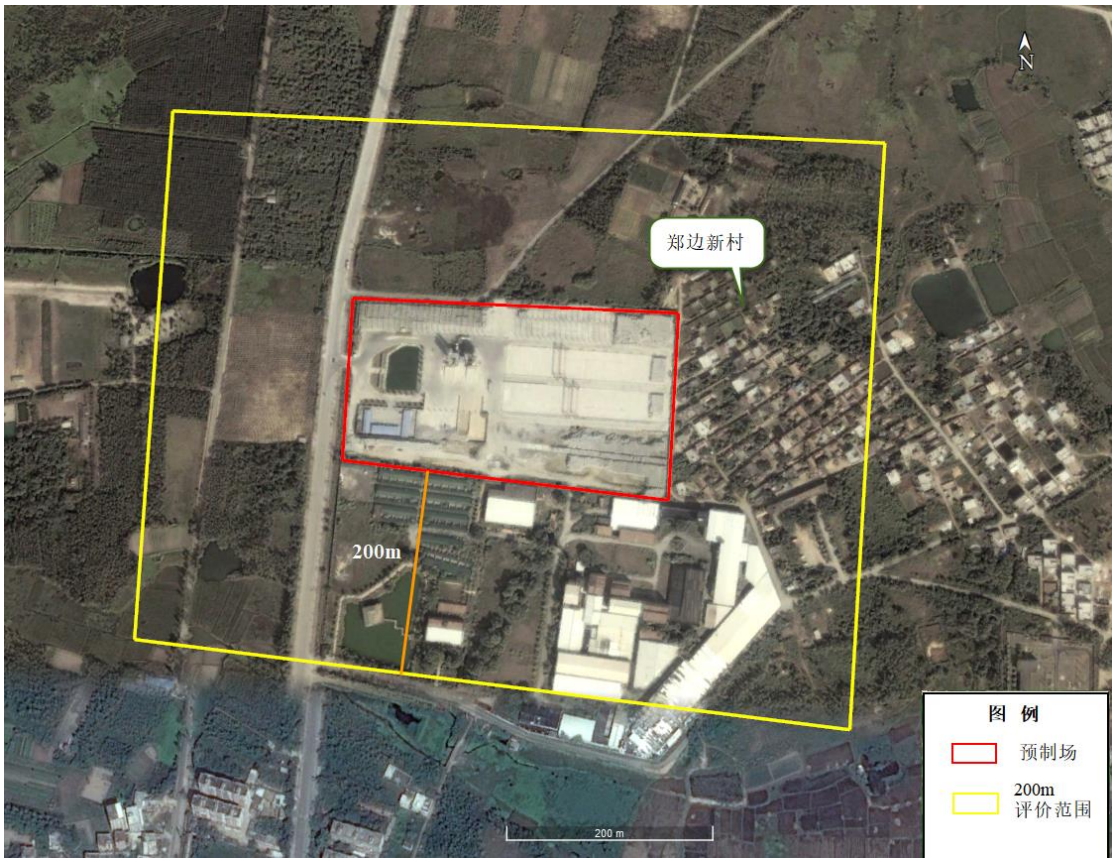


图 2.5-2a　　本工程预制场周边敏感目标情况（2013 年底图）

图 2.5-2b　　本工程预制场周边敏感目标情况（2013 年底图）

表 2.5-2　本工程陆域敏感保护目标情况

序号	敏感目标		位置关系	最近距离	敏感要素
	类型	名称			
1	居民区	郑边新村	预制场东侧	紧邻	环境空气、声环境，声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区标准、大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

2.6 评价对象

本报告评价对象为填海造地工程，后续场地地基处理以及上部巴斯夫（广东）一体化项目建设不在报告评价范围内。

2.7 评价工作程序

本工程环境影响评价工作程序见图 2.7-1。

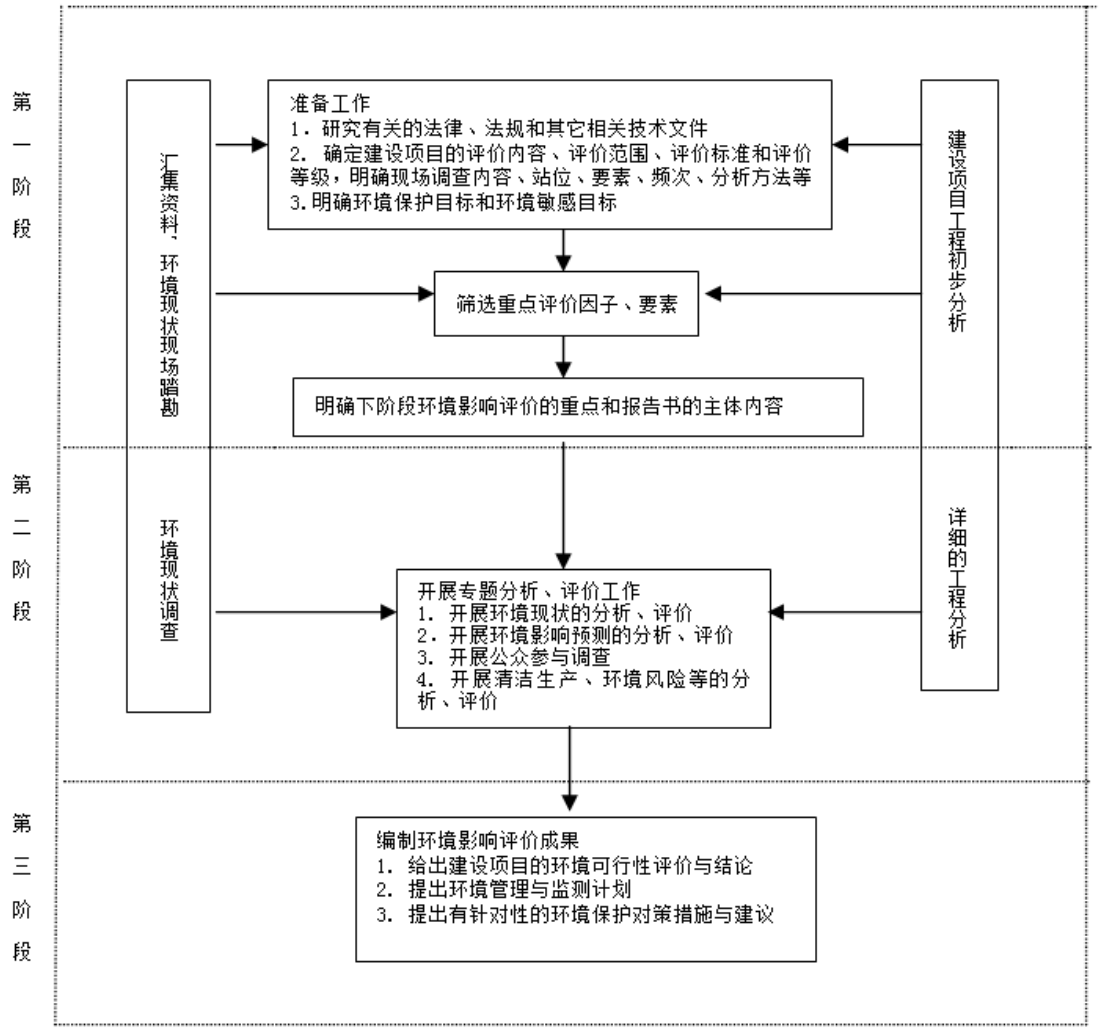


图 2.7-1　　本工程环境影响评价工作程序框图

3 工程概况

3.1 工程概述

（1）工程名称：巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程

（2）工程位置：湛江东海岛北部已填 A4-2 海域

（3）建设单位：湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司

（4）工程性质：已建，根据工程监理总结报告，本工程开工时间为 2011 年 11 月 18 日，完工日期为 2014 年 6 月 20 日。

（5）工程内容：本工程位于湛江市东海岛石化产业园区 A4-2 区内，现状已成陆，申请填海面积 66.7689hm^2，海堤设计吹填顶标高 7.0m。场地原始地貌为沿海滩涂，经吹填疏浚土形成陆域，现状地面标高约 5.5～7.5m。本工程吹填 1 区起围高程为-0.5~-2m，吹填 2 区起围高程为-1.5~-2m。

（6）工程投资：工程总投资为 47786.3 万元。

3.2 工程地理位置

本工程位于东海岛石化产业园区内，与东山头岛隔海湾相望，距离湛江市区约 40km。东海岛石化产业园区位于东海岛经济开发试验区红星水库以西，南至东成大道，北至规划的港口岸线，面积约 30.4km^2。石化产业园区主要生产石化下游产品。

本工程位于东海岛石化产业园区已填 A4-2 区内，具体位置见图 3.2-1，平面布置见图 3.2-2。

图 3.2-1　　工程地理位置示意图

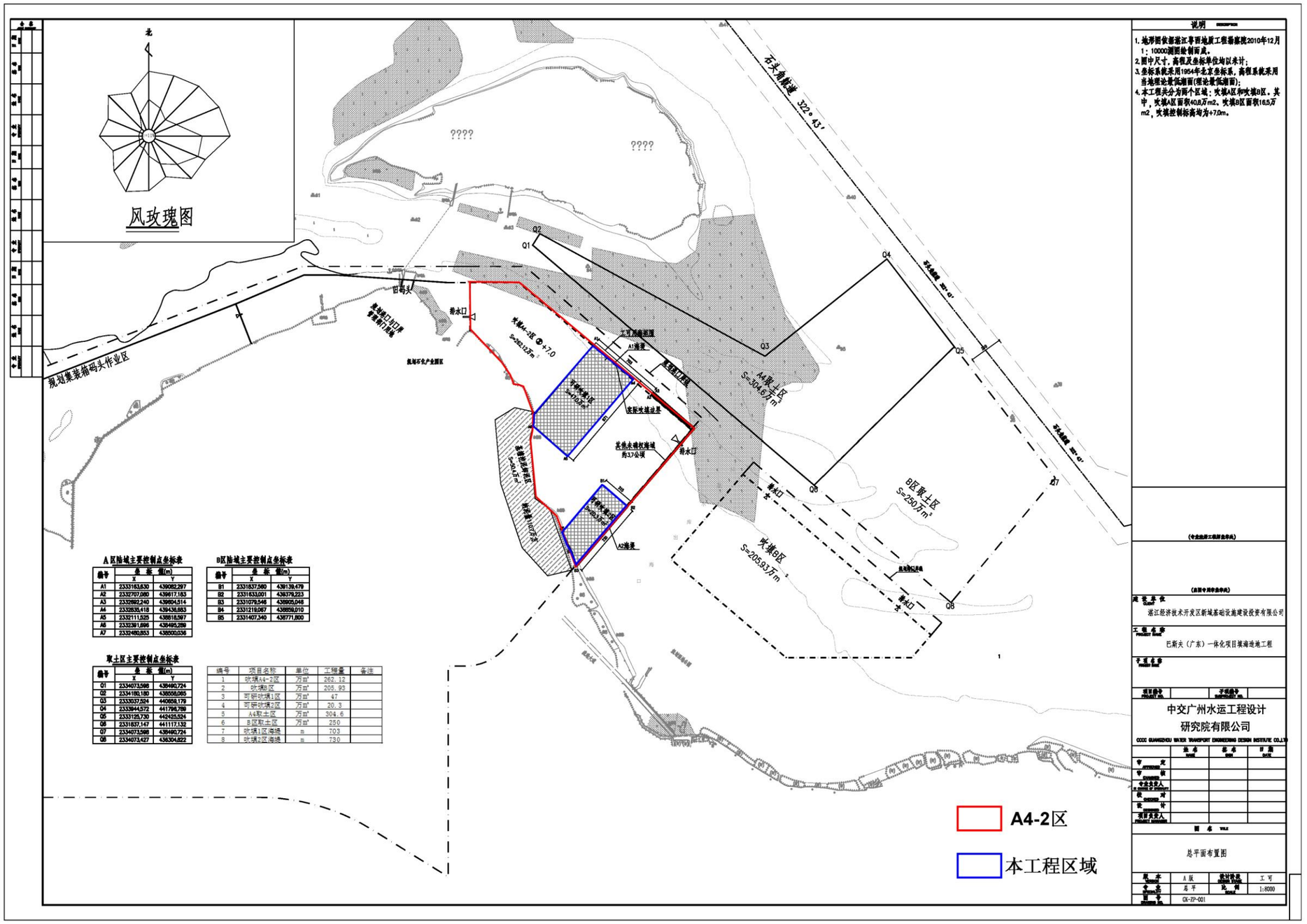


图 3.2-2　　A4-2 区围填海工程平面布置图

3.3 项目相关背景介绍

3.3.1 巴斯夫一体化项目填海造地工程项目用海情况

湛江市东海岛石化产业园区填海工程分 A 区、B 区（见图 3.2-1），根据地形和规划要求，A 区分了 A1~A4 共 4 个吹填区。本工程位于 A4 区的 A4-2 区域。

湛江市东海岛石化产业园区 A4 区的 A4-2 区域于 2013 年组织实施填海，2014 年 6 月已通过围填海形成陆域，现状填海面积约 255.1028hm^2，其中已获批准已填海面积 151.0421hm^2，未批已填海域面积约 104.0607hm^2。

A4-2 区用海审批情况见表 3.3-1。其已发海域使用权证面积包括湛江经济技术开发区易旭物业有限公司石化仓储物流项目实际填海 8.6301hm^2、湛江经济技术开发区新月发展有限公司石化仓储物流项目 35.3504hm^2、湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司石化仓储物流项目 40.4216hm^2、广东鹏尊能源开发有限公司 LPG 冷冻储存库 20.0000hm^2、湛江东海岛 30 万吨/年丙烷脱氢制丙烯 46.6400hm^2（简称鹏尊 30 万吨）和湛江开发区工程塑料生产基地项目 32.1580hm^2（已换发土地证）。

巴斯夫项目所选场地已于 2011 年年底统一实施填海造地，2014 年完工。为节约总投资，节省总施工工期，项目场地已与周边场地一并吹填形成陆域，部分属于已批已填海域，已填成陆面积 100.1872hm^2（含坡脚约 105.3835hm^2），部分属于未批已填海域，已填未批用海面积为 66.7689hm^2。本工程为为东海岛石化产业园区提供建设用地，由政府出让给实际用地的巴斯夫公司进行工厂建设。巴斯夫以进口石脑油和正丁烷为主要原料，建设包括 100 万吨/年乙烯生产在内的 26 套化工装置，其产品方案包括基础化学品、高性能塑料、新材料、专用化学品等为广东省转型升级服务的产品，是中国目前“含金量”最高的乙烯联合项目；其主要建设内容生产工艺装置、配套的辅助工程和公用工程设施等。

表 3.3-1　　A4-2 区围填海工程审批情况

序号	围填海工程名称	批准填海面积（hm^2）	实填海面积（hm^2）	本工程计划使用面积（hm^2）	环评及海域审批情况
1	易旭	16.3217	8.6301	8.6301	关于核准湛江经济技术开发区易旭物业有限公司仓储物流项目海洋环境影响报告书的函（粤海渔函[2011]823 号）； 已批海域权证
2	新月	35.3504	35.3504	35.3504	关于核准湛江经济技术开发区新月发展有限公司石化仓储物流项目海洋环境影响报告书的函（粤海渔函[2011]821 号）； 已批海域权证
3	新域	40.4216	40.4216	40.4216	关于核准湛江经济技术开发区新域基础设施建设投资有限公司石化仓储物流项目海洋环境影响报告书的函（粤海渔函[2011]822 号）； 海域权证已注销
4	鹏尊 30 万吨	46.64	46.64	约 14.68	关于核准广东鹏尊能源开发有限公司 30 万吨/年丙烷脱氢制丙烯及下游加工项目海洋环境影响报告书的函（粤海渔函[2011]10 号）； 海域权证已注销
5	鹏尊 LPG 冷冻储存库	20	20	约 6.30	关于核准广东鹏尊能源开发有限公司 LPG 冷冻储存库和 5 万吨码头搬迁重建项目海洋环境影响报告书的函（粤海渔函[2011]9 号）； 海域权证已注销
6	本次报批工程	/	66.7689	66.7689	已取得用海预审意见，环评本次报批
7	其他	/	5.1338hm^2	/	暂未处理

图 3.3-1　　巴斯夫一体化项目选址范围用海项目审批情况示意图

3.3.2　东海岛未批先填海范围及行政处罚的情况

（1）东海岛未批先填海范围

湛江经济技术开发区东海岛开发投资有限公司在东海岛未经批准进行围填海建设项目包括：1、原湛江液体化工库区新建项目填海 46.9090hm^2，2、原 15 万吨/年密封胶项目填海 12.1012hm^2，3、原 150 万 m^3 成品油库填海 43.6899hm^2，4、原东北角护坡填海 1.3606hm^2，共 104.0607hm^2 海域。

序号	项目名称	结案时间	处罚面积（公顷）	总处罚金额（元）	每公顷处罚金额（元）	处罚倍数
1	湛江液化工库区新建项目	2017年10月9日	46.9090	492544500	10500000	10倍
2	15万吨/年密封胶项目	2017年10月9日	12.1012	127062600	10500000	10倍
3	150万立方米成品油库项目	2017年10月9日	43.6899	458743950	10500000	10倍
4	东北角护坡	2019年1月24日	1.3606	15714930	11550000	11倍
合计			104.0607	1094065980		
备注：本次申请用海部分均在查处范围内且已完成查处并结案。						

图 3.3-2　　东海岛周边项目用海示意图

（2）行政处罚的情况

湛江经济技术开发区海洋与渔业局分别于 2017 年 9 月、2019 年 1 月对上述未批先填海项目立案处罚（见附件 3）。具体处罚如下：

湛江液体化工库区新建项目填海 46.9090hm^2：责令退还非法占用的海域，恢复海域原状，并处非法占用海域期间该海域面积应缴纳的海域使用金 10 倍罚款人民币肆亿玖仟贰佰伍拾肆万肆仟伍佰元整（￥492,544,500 元整）；

15 万吨/年密封胶项目填海 12.1012hm^2：责令退还非法占用的海域，恢复海域原状，并处非法占用海域期间该海域面积应缴纳的海域使用金 10 倍罚款人民币壹亿贰仟柒佰零陆万贰仟陆佰元整（￥127,062,600 元整）。

150 万立方米成品油库填海 43.6899hm^2：责令退还非法占用的海域，恢复海域原状，并处非法占用海域期间该海域面积应缴纳的海域使用金 10 倍罚款人民币肆亿伍仟捌佰柒拾肆万叁仟玖佰伍拾元整（￥458,743,950 元整）。

东北角护坡填海 1.3606hm^2：责令退还非法占用的海域，恢复海域原状，并处非法占用海域期间该海域面积应缴纳的海域使用金 11 倍罚款人民币壹仟伍佰

柒拾壹万肆仟玖佰叁拾元整（￥1571.493 万元整）。

湛江经济技术开发区东海岛开发投资有限公司已于 2017 年 10 月和 2019 年 1 月缴清上述罚款共壹拾亿零玖仟肆佰零陆万伍仟玖佰捌拾元整（￥1094,065,980 元整），上述案件已于 2017 年 10 月和 2019 年 1 月结案。

以上处罚，依据《中华人民共和国海域使用管理法》第四十二条处非法占用海域期间该海域面积应缴纳海域使用金 10 倍以上罚款，由当时湛江开发区海洋与渔业部门执行，海域管理和海洋环境影响管理都在该部门。另，根据现行《中华人民共和国行政处罚法》第二十四条“对当事人的同一个违法行为，不得给予两次以上罚款的行政处罚。”（2021 年修订版第二十九条增加“同一个违法行为违反多个法律规范应当给予罚款处罚的，按照罚款数额高的规定处罚”）。和第二十九条第一款“违法行为在二年内未被发现的，不再给予行政处罚；涉及公民生命健康安全、金融安全且有危害后果的，上述期限延长至五年。法律另有规定的除外”。第二款“前款规定的期限，从违法行为发生之日起计算；违法行为有连续或者继续状态的，从行为终了之日起计算。”以上案件处罚已按应缴纳海域使用金 10 倍以上罚款，从重处罚，远远超出《中华人民共和国环境影响评价法》处罚数额，并且距结案之日至今已超过二年时间，不适合再处罚。

同时，根据自然资源部《关于进一步明确围填海历史遗留问题处理有关要求的通知》（自然资规[2018]7 号），湛江市东海岛石化产业园区 A4 区属于围填海历史遗留问题，处理方案于 2019 年 4 月 1 日获自然资源部批复备案，并按程序办理用海手续。

3.3.3 未批先填海区域环评审批情况

上述未批先填海区域 104.0607hm^2 环评审批情况如下：湛江开发区工程塑料生产基地项目申请 32.1580hm^2（已审批）、巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程项目申请 66.7689hm^2（本次申请）、暂未处理 5.1338hm^2。

（1）湛江开发区工程塑料生产基地项目

湛江开发区工程塑料生产基地项目用海面积包含原 15 万吨/年密封胶项目全部填海面积 12.1012hm^2 和原 150 万 m^3 成品油库填海 43.6899hm^2 部分面积，共 32.1580hm^2。该项目已于 2019 年 4 月取得用海审批，并于 2019 年 8 月取得环评批复（《广东省生态环境厅关于湛江开发区工程塑料生产基地项目填海工程海洋

环境影响报告书的批复（粤环审[2019]442 号）》）。

（2）巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程项目（本次评价对象）

本次巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程项目申请已填未批用海面积 66.7689hm^2 主要包含原东海岛石化产业园 A 区原湛江液体化工库区新建项目填海 46.9090hm^2、原 150 万 m^3 成品油库填海 43.6899hm^2 部分面积和原东北角护坡填海 1.3606hm^2 部分面积。

3.4 工程区域现状

本工程区域现状已成陆域，目前尚未进行地基处理。工程区工程前后遥感图见图 3.4-1 和图 3.4-2；工程南侧及北侧区域现状见图 3.4-3，围堤现状见图 3.4-4。

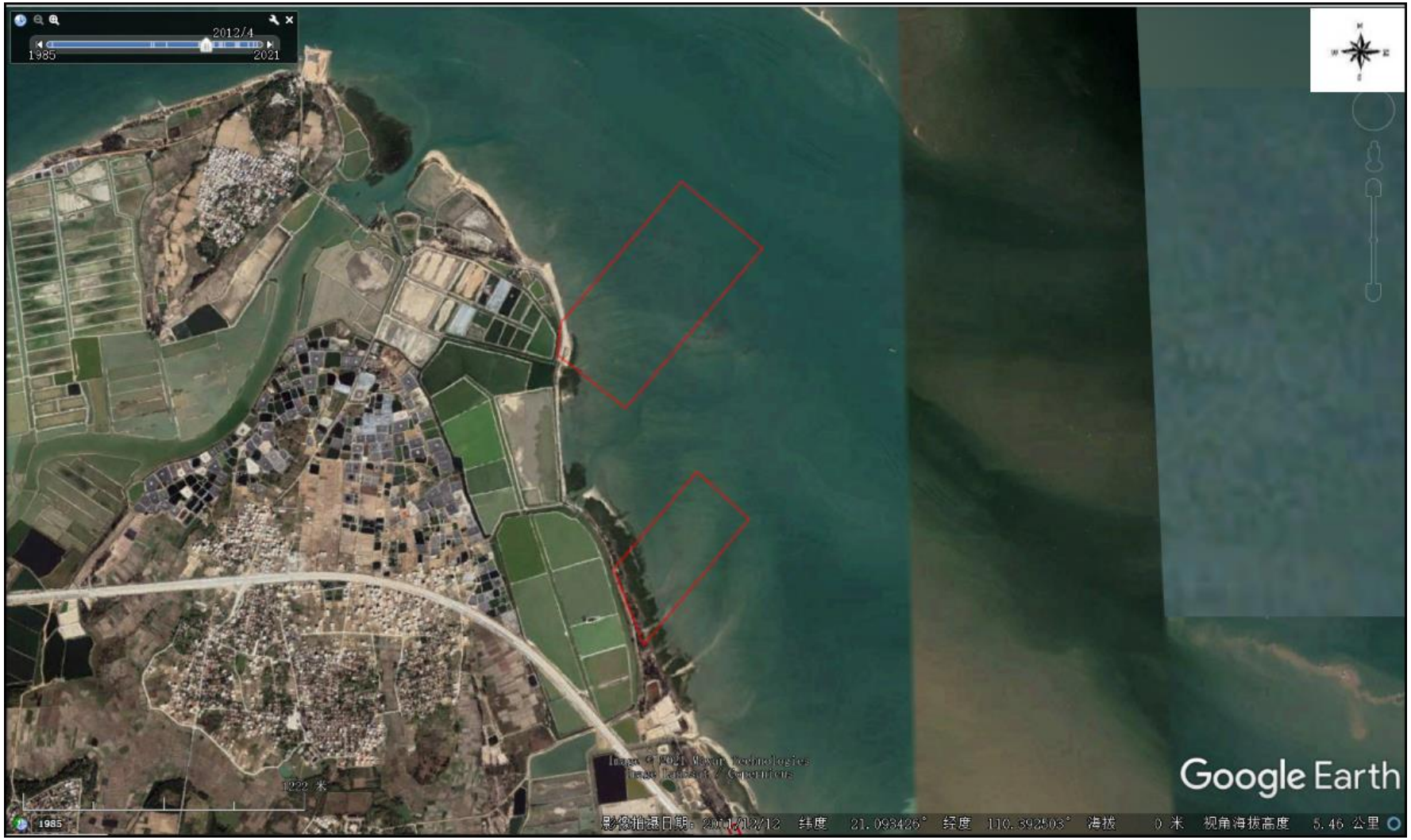


图 3.4-1　本工程所在海域历史遥感图（时间 2011 年 12 月，红框为本工程区域）

图 3.4-2　本工程所在海域现状遥感图（时间 2020 年 10 月，红框为本工程区域）

A4
区
B
区

图 3.4-3　本工程所在海域航拍图（时间 2019 年 5 月）

A4-2 西侧围堤

A4-2 北侧围堤

A4-2 东侧围堤

图 3.4-4　　围堤现状

3.5 工程内容

3.5.1 平面布置方案

本工程位于 A4-2 填海区内，工程在实际施工时，与 A4-2 区其他围填海项目同步施工，因此本工程平面布置以 A4-2 区整体介绍。

A4-2 区平面方案按相对石化园区规划岸线后退 150 米与将来岸线前沿建设无相互影响进行考虑。

A4-2 区填海造陆总面积约 262.12 万 m^2，海堤总长度为 5044.4m，本工程总面积约 67.3 万 m^2，分为 1、2 两个区，其中吹填 1 区面积约 47.0 万 m^2，吹填 2 区面积约 20.3 万 m^2，总平面布置图如图 3.2-2 所示。吹填标高在综合考虑规划的使用标高要求、预留结构层厚度、预留沉降量的情况后综合确定。同时，结合周边已建工程陆域现状标高为 7.0m，确定其设计吹填标高 7.0m，围堤堤顶取 7.5m。本工程吹填 1 区起围高程为 0.5~2m，吹填 12 区起围高程为 1.5~2m。

A4-2 区采用整体吹填形成方式，外侧新建海堤与旧海堤形成围闭区域，进行整体吹填，场区左右两侧各设置一组排水口，如图 3.2-2 所示。

3.5.1.1 海堤实施方案

本工程海堤共分为两段，分别吹填 1 区的 A1 段海堤（长 703m）和吹填 2 区的 A2 段（长 730m），总长 1433m，海堤结构为斜坡式，堤顶标高 7.5m。

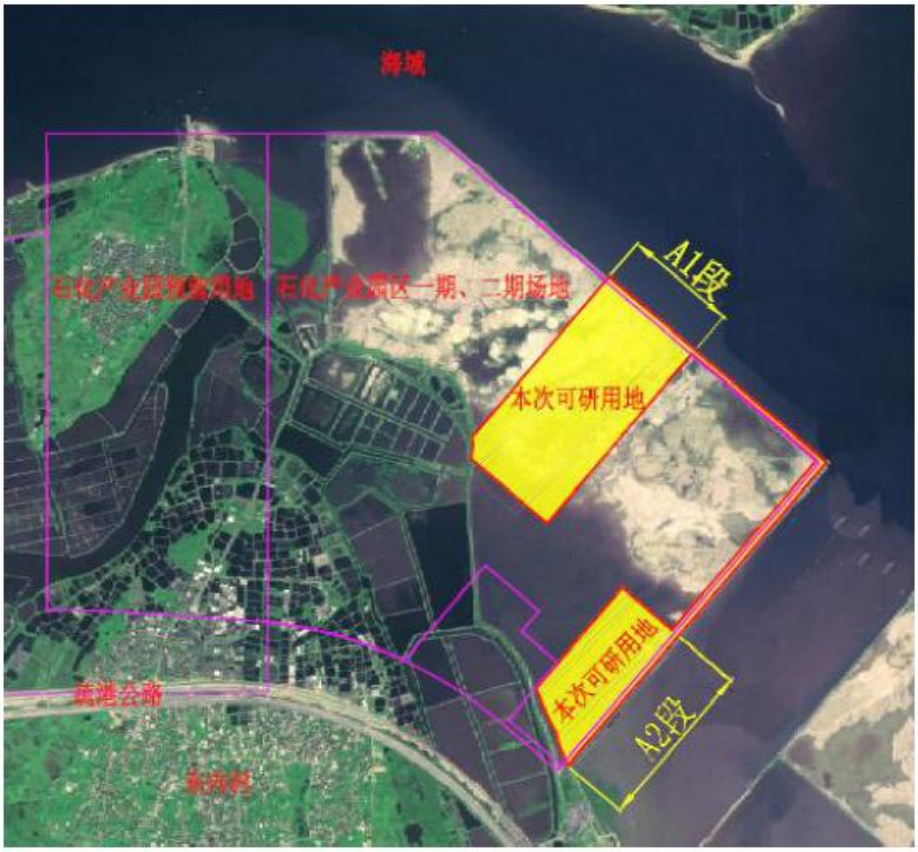


图 3.5-1　海堤分区图

3.5.1.2　结构方案

（1）堤心

护岸堤心采用充填大砂袋结构，即用土工织物制作大型充填袋，袋内充填细砂或粉细砂分层铺设形成斜坡堤堤心。堤心外坡坡比为 1:2.0，内坡坡比为 1:1.0。外坡采用二片石及混合碎石倒滤层作为倒滤结构，并铺设土工布一层，袋装砂后吹填回填料形成陆域。

（2）护面结构

依据不同的波浪设计要素，不同段围堤采用不同的护面结构，具体如下：

① A1 段护面

A1 段围堤采用 3t 扭王字块护面结构，坡比为 1:2.0，垫层采用 150～300kg 块石，厚度 0.97m，坡脚采用 2 块扭王字块压脚；护底采用抛填 60～100kg 块石，宽度 10.0m（15.0m），厚度 0.6m（1.5m），护底块石下采用二片石，厚 0.3m（0.5m）。A1 段海堤典型断面图如图 3.5-2 所示。

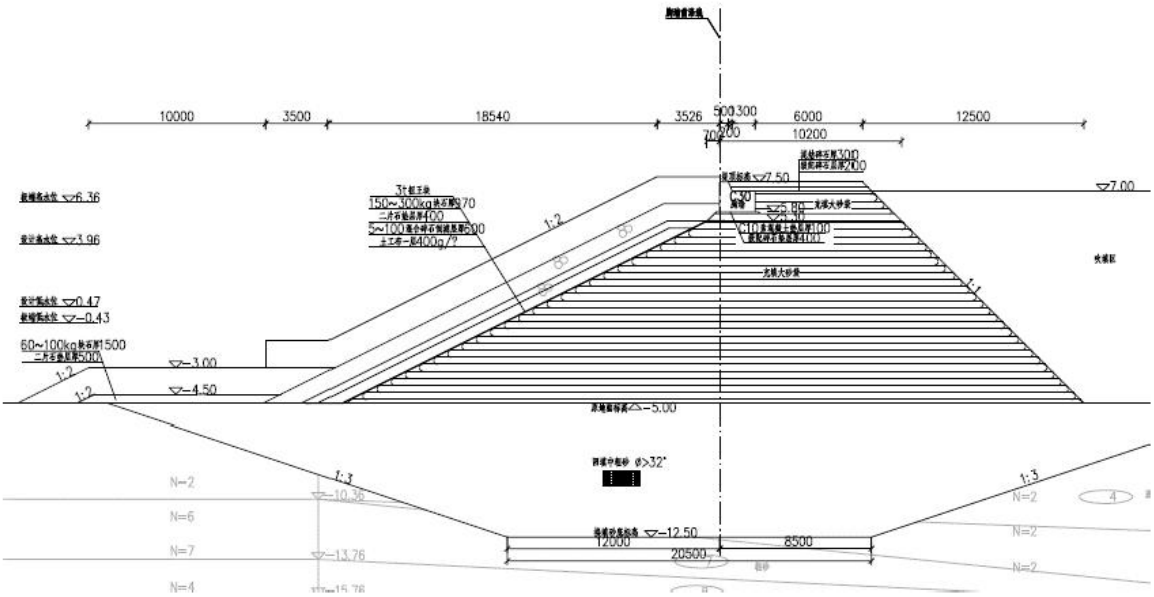


图 3.5-2　　A1 段海堤典型断面图

② A2 段护面

A2 段围堤采用大于 300kg 块石护面，厚度 0.97m，坡比为 1:2.0，垫层块石采用 0.4m 厚二片石；护底采用抛填 60～100kg 块石，宽度为 10.0m，厚度 0.6m，护底块石下抛填二片石，厚 0.5m。A2 段海堤典型断面图如图 3.5-3 所示。

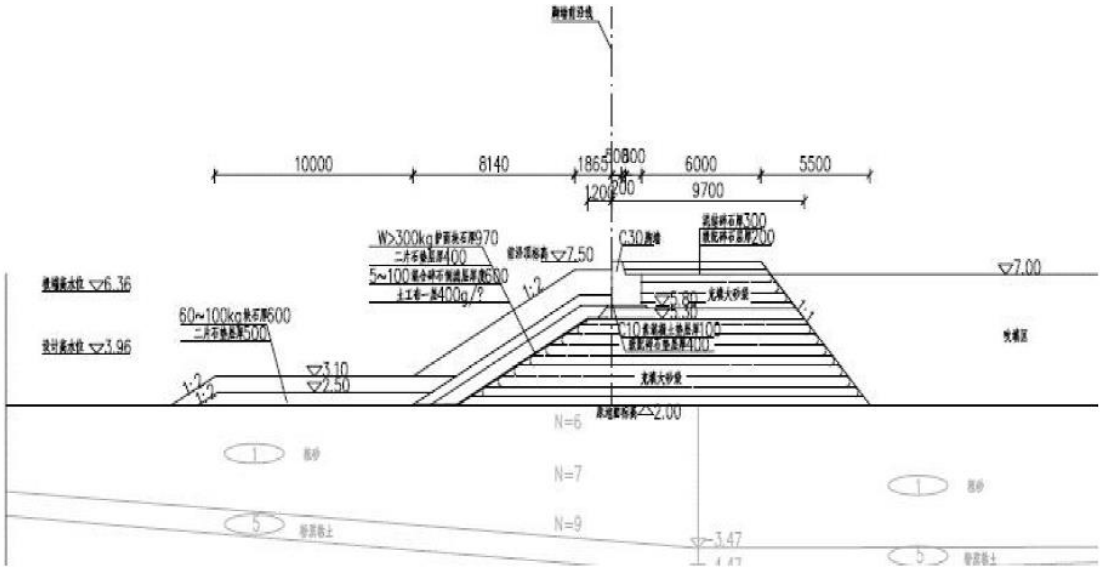


图 3.5-3　　A2 段海堤典型断面图

（3）胸墙

墙顶标高 7.5m，墙底标高 5.3m，底宽 2.0m，顶宽 0.5m，采用现浇 C30 混凝土结构，下铺设 0.4m 厚级配碎石垫层和 0.1m 厚 C10 素砼垫层。

（4）地基处理

地基处理方案采用换填中粗砂方案，边坡开挖坡度为 1:3。基槽挖泥采用陆抛方式上岸，至场区后方渔塘区。

3.5.1.3 工程量

表 3.5-1 海堤工程量

序号	项目内容	单位	工程量		备注
			A4-2 区	本工程	
1	基槽挖泥	m^3	585816.99	172230.20	陆抛
2	袋装砂堤心	m^3	849498.39	249752.53	取土区
3	混合碎石倒滤层	m^3	41285.6024	12137.97	外购
4	二片石垫层（坡面）	m^3	29393.1703	8641.59	外购
5	浆砌块石	m^3	7673.0528	2255.88	外购
6	棱体块石	m^3	50471.0525	14838.49	外购
7	护底碎石垫层	m^3	14619.45	4298.12	外购
8	护底块石	m^3	29238.9	8596.24	外购
9	挡土墙二片石垫层	m^3	4904.408	1441.90	外购
10	素混凝土垫层	m^3	1186.1615	348.73	
11	挡土墙	m^3	17396.815	5114.66	
12	级配碎石	m^3	7391.6675	2173.15	外购
13	泥结碎石面层	m^3	10868.2095	3195.25	外购
14	垫层块石	m^3	62275.49	18308.99	外购
15	3t 扭王块	块	37127	10915.00	预制
16	回填中粗砂垫层	m^3	585816.99	172230.20	外购
17	土工布	m^2	88848.48	26121.45	外购

3.5.2 陆域形成

本工程已于 2014 年 5 月与 A4-2 区、B 区其他围填海项目同步吹填成陆，一次性完成，因此本工程内容与 A4-2 区和 B 区一并描述。

本工程范围内涉及吹填造地总面积约 67.3 万 m^2，分为吹填 1 区和吹填 2 区两块场地，其中吹填 1 区面积约 47.0 万 m^2，吹填 2 区面积约 20.3 万 m^2。

3.5.2.1 吹填材料来源

取土区布置按照就近吹填取土的原则，基本位于吹填区的东北侧海域，见图 3.5-4。其中 A4 区取土面积约为 304.5 万 m^2，B 区取土区约为 250 万 m^2，平均取土深度约为 6~7m。部分取土区位于湛江港航道内。

3.5.2.2 陆域填筑方案

根据围堰进度分顶标高+3m、+5m 和+7m 三层吹填。吹填期间，石化产业园

区整个围堰各个工序同步推进。选用大型绞吸船（吹填能力 4000m^3/h 和 3000m^3/h 以上）进行吹填，A4-2 区吹填量 1830.07 万 m^3。B 区实际吹填土方量约为 1810.42 万 m^3。其中本工程吹填量约为 456.3 万 m^3。

3.5.2.3 排水口布置

根据吹填施工的需要，在 A4-2 东侧和西侧（平面位置见图 3.2-2）设置 2 个排水口，排水口采用溢流堰式，见图 3.5-5 和图 3.5-6。吹填过程中，根据吹填余水浓度调节排水口堰顶水位，减少吹填流失。

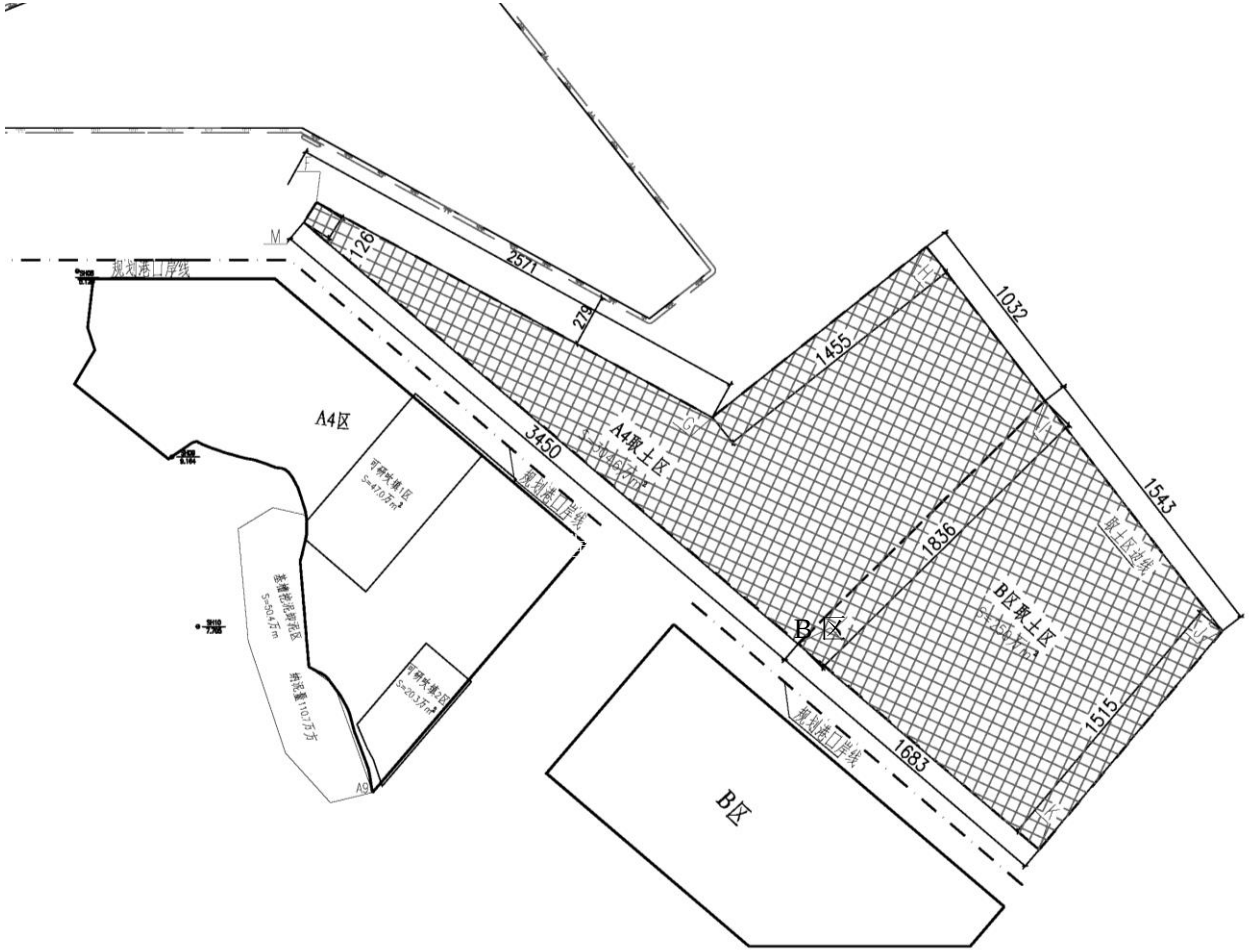


图 3.5-4　　取土区平面布置图

图 3.5-5　　A4-2 西侧溢流口现状

图 3.5-6　　A4-2 东侧溢流口现状

3.6 工程施工

本工程施工单位为中国铁建港航局集团有限公司。工程在实际施工时，与A4-2 区其他围填海项目同步施工，一次性完成，施工条件、施工流程和施工机械为统一设置。因此在工程施工章节中，本工程与 A4-2 区域一起分析。

3.6.1 施工条件

（1）交通：施工地点一面临水，一面与陆地相连且有一条小土路与主干道连接。本工程的大部分材料从陆路运输，船机设备及船上人员从水路进入施工现场。

（2）供电：临时用电可从附近村镇引接。

（3）通讯：采用对讲机和无线电话进行通讯，现场办公室建好后，安装固定电话。

（4）供水：预制场现场没有可供利用的水源，拟在现场打井取水，主要用于搅拌站施工，现场生活办公用水可接附近厂区用水。水上施工船舶人员用水采用自有 400t 淡水供应船提供。

（5）材料：砂石料由湛江附近砂石供应点供应，其它材料可在建材市场上采购由陆路运至现场使用。

（6）施工用地

本工程施工期间设预制场和堆场各 1 座，考虑到预制场要兼顾 A4-2 区和 B 区填海，因此预制场设置在距离 B 区和 A 区均较近的东山镇郑边新村旁，距离本工程填海区约 3.7km，预制场原址为废旧工厂（原为广东湛江东海欧艺美电器有限公司工厂），占地面积约 5.9 万 m^2，见图 3.6-1，预制场设 2 条生产线生产混凝土扭王块，扭王块采用地上立式预制法，一批预制周期为 3 天，周转 4 次，平均每天 533 块，每块重量约 2~3t。另设现场办公区、设备车辆区、钢筋加工区、砂石水泥区等，具体平面布置见附图 4。

堆场位于 B 区填海区西南侧的红星水库桥下，主要用于扭王块二次转运，见图 2.4-2。

项目部办公用房及施工人员生活区租赁附近东山街道民房，距离预制场约 600~700m，项目部设各部门办公室、会议室、食堂等。

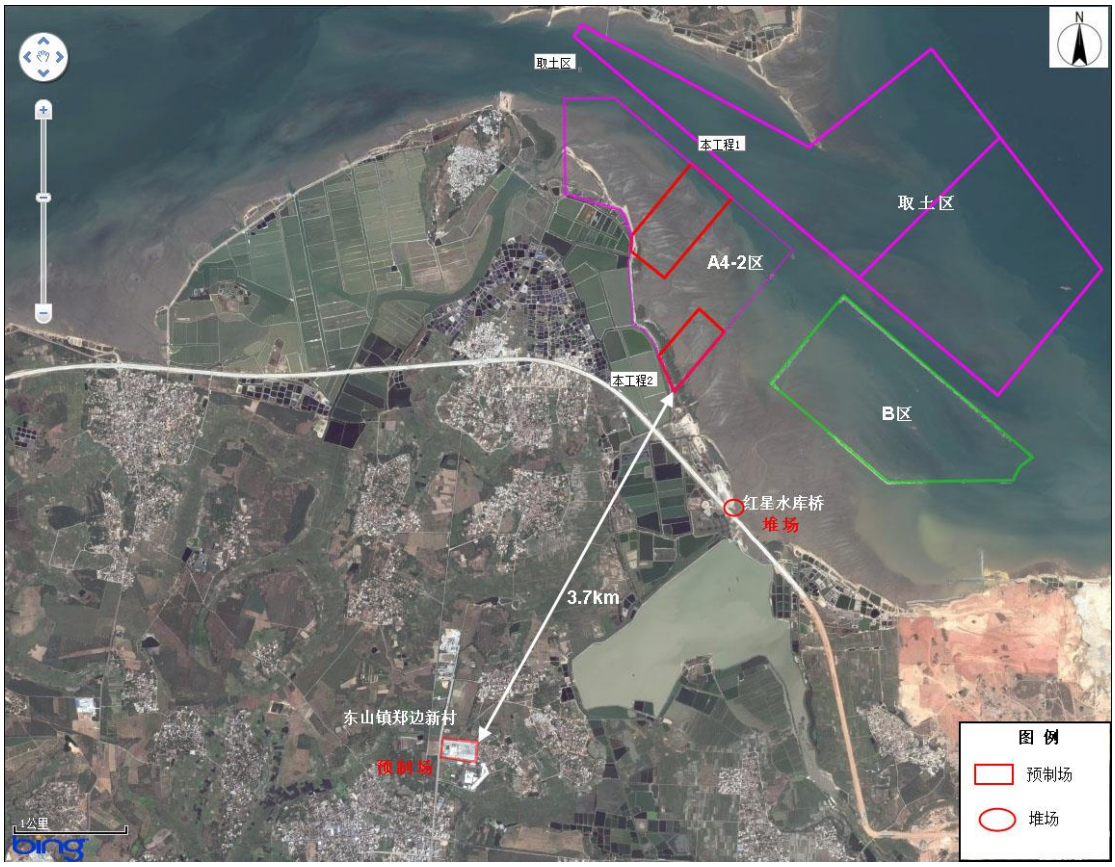


图 3.6-1　　本工程施工场地位置示意图

3.6.2　施工方案

本工程主要施工内容有：围堰基槽水下挖泥及地基换砂、充填大砂袋筑堤、土工布铺设及混合碎石倒滤层抛填、二片石垫层抛填、抛填块石护坡、安装砼扭王块防护结构、现浇 C30 胸墙、摊铺级配碎石基层及泥结碎石面层，围堰陆域吹填。

图 3.6-2　　施工工艺流程图

3.6.2.1　围堤施工

（1）围堰基槽挖泥及换填施工

挖泥船安装工 DGPS 定位仪，并与装有《疏浚工程电子图形控制系统》软件的计算机联合使用，通过计算机以图形的形式实时显示并控制挖泥船在施工区的相对位置。同时，还可在计算机的屏幕上显示开挖区不同标高的泥面。

本工程采用 3 组 8m^3 抓斗船组，每天按工作 16 小时计算，挖泥船的产能为 6400m^3。分区同步进行围堰基槽开挖。泥浆运输采用 6 艘 500m^3 泥驳，运至卸泥区近岸水域，通过 2 台泥浆泵泵送至纳泥区，单台泵送效率 200m^3/h。卸泥区位于旧海堤内侧已征的鱼塘区范围，依托原有塘梗形成卸区，塘底标高约 0.0m，塘梗标高约 3m，面积约 50.2 万 m^2，A4 区和 B 区基槽总挖泥量 146.25 万 m^3，地基换砂总方量为 146.25 万 m^3，纳泥平均厚度 2.2m。挖泥采用泥驳运输，无余水排放。

基槽开挖完成后，及时进行验槽，合格后马上进行换填砂施工，换填砂采用皮带船配合抓斗船回填工艺。地基换填砂工作面采用 6 条皮带泵砂船，泵砂效率 300m^3/h，基槽开挖验收合格后，运输外购砂至施工现场，皮带船定位卸砂，通

过船机皮带机输送至水下，抓斗船配合平整。

（2）充填大砂袋筑堤

本工程围堤采用充填大砂袋填充而成。充填袋由土工织物布制作而成，编织袋采用长方形，袋的尺寸视围堰不同高度上的断面宽度再加上退档尺寸缝制，模袋放线由全站仪定位，将模袋搬运到围堰轴线上，并使模袋摊滚方向为围堰轴向；将砂袋充砂袖口与砂泵出管口相连，砂泵管口缠一层无纺布，再将管口插入充砂袖口，并用铁丝绑牢，开启砂泵，向袋内充砂，单层充填厚度为 0.5~0.6m。

充填大砂袋施工主要分为 3 个阶段，第一阶段为+3.5m 以下砂袋充填，第二阶段为+3.5m~+5.3m 砂袋充填，第三阶段为+5.7m~+7m 砂袋充填。

（3）围堰坡面防护施工

坡面防护结构包括铺设无纺土工布、混合碎石倒滤层、二片石垫层、护面块石（垫层块石）、护底块石（棱体块石）、扭王块安装等分项；当中铺设无纺土工布 15.44 万 m^2，混合碎石倒滤层为 9.7 万 m^3，二片石垫层为 7.01 万 m^3，护面块石（垫层块石）为 17.47 万 m^3 护面块石（垫层块石），护底块石（棱体块石）为 20.51 万 m^3，安装扭王字块 68878 件。

①土工布采用人工铺设(原泥面较低处需趁低潮施工)，部分深水区采用工作驳船配合人工进行铺设。

②坡面石料（混合碎石、二片石、块石）和坡脚护坦（棱体）块石抛填施工采用水上与陆上结合施工的方法，水上采用 500t 驳船结合 1.6m^3 反铲挖掘机进行石料抛卸，陆上反铲挖掘机配合施工。当水深较浅无法通过水上方式运输石料时，只能采用陆上运输，将石料抛卸在围堰顶部临时路面上，然后通过挖掘机进行抛卸和理坡。

③围堰外坡的混凝土 3t 扭王块在陆上采用履带吊及汽车起重机进行安装。3t 扭王块预制在后方大型预制场集中预制堆放，安装时由载重汽车转运。

3.6.2.2 陆域吹填施工

选用大型绞吸船进行吹填。工程吹填区设计容量较大，A4-2 区和 B 区两个施工区域基本同时施工，吹填总方量约为 3640.49 万 m^3，A4-2 区吹填量 1830.07 万 m^3。本工程吹填量约为 456.3 万 m^3。

陆域吹填施工采用 2 艘 4000m^3/h 和 7 艘 3000m^3/h 的绞吸式挖泥船进行施工。

根据工作面安排 5 艘绞吸船进场进行施工以满足施工要求。

3.6.2.3 现浇 C30 砼墙施工

围堰顶部胸墙每 10m 为一个浇筑段，采取分段跳仓浇筑。混凝土采用罐车运输，卸料平台布料入仓浇筑。胸墙模板采用大片钢膜结构，采用 16t 汽车吊完成模板的安装和拆除。

3.6.2.4 堤顶路面施工

堤顶路面施工包括级配碎石基层和泥结碎石面层。采用自卸汽车进行运输，由于现场碾铺宽度较窄，汽车运料至现场后应倒着行至围堰顶面卸料。采用压路机进行碾压平整，其中压路机采用大于 12t 压路机，碾压 2~3 遍，由于砂袋围堰不适宜承受较大的振动荷载，施工过程中应控制振动频率。

3.6.3 主要施工机械和船舶

围填海工程投入的主要施工机械和船舶见下表。

表 3.6-1 主要施工设备表

序号	设备名称	型号及规格	功率（马力）	数量	备注
1	绞吸式挖泥船	3000~4000m^3/h	11000~12000	9 艘	吹填施工
2	运砂船	900m^3/d	600	10 艘	运砂
3	泵沙船	500m^3/d		67 艘	填砂袋
4	拖轮		720	12 艘	
5	抛石船	400-600m^3/d		32 艘	围堰
6	运石船	2000m^3/d		18 艘	
7	汽车吊	25t		2 台	预制场吊运扭王块
8	挖掘机	PC-820	275KW	45 台	
9	推土机	HD160-3		4 台	
10	自卸汽车	20t		14 台	
11	履带吊	50t		10 台	
12	履带吊	80t		8 台	
13	砼搅拌车	8m^3		6 台	预制场

3.6.4 施工进度

根据石化产业园区围堰工程竣工报告，2011 年 11 月 18 日，本工程正式开工。各施工内容施工进度如下：

（1）围堰基槽开挖及换填：基槽挖泥与地基换砂施工时间 2012 年 2 月 29

日～2012 年 11 月 18 日。

（2）围堰填充大砂袋：填充大砂袋施工主要分为三个阶段，第一阶段为+3.5m 下砂袋填充，第二阶段为+3.5m～+5.3m 砂袋填充，第三阶段为+5.7m～+7m 砂袋填充；填充大砂袋施工开始于 2011 年 11 月 20 日，结束时间为 2013 年 12 月 18 日。

（3）围堰坡面防护结构：围堰坡面块石防护施工时间段为 2013 年 5 月 28 日～2014 年 5 月 20 日，坡面扭王字块安装防护施工开始于 2013 年 6 月 8 日，完成时间为 2013 年 11 月 6 日。

（4）陆域吹填：根据围堰进度分顶标高+3m、+5m 和+7m 三层吹填，吹填施工开始于 2　停止吹填。

（5）现浇 C30 砼胸墙：现浇砼胸墙的施工时间段为 2013 年 7 月 16 日～2013 年 11 月 12 日。

（6）围堰顶路面：级配碎石基层铺筑施工，施工时段为 2013 年 12 月 22 日～2014 年 5 月 7 日；泥结碎石面层施工，施工时段为 2014 年 4 月 26 日～2014 年 5 月 20 日。

3.6.5 土石方平衡

本工程吹填料、海堤堤心填料均来自取土区，其他砂石料外购。本工程的土石方量根据 A4-2 区、B 区的土石方量进行折算，土石方平衡如下：

表 3.6-2　　土石方平衡表（单位：万 m^3）

项目	吹填料	基槽挖泥	垫层砂料	规格石料	总计
海堤工程	24.98	17.22	17.22	8.09	50.29（不含基槽挖泥）
陆域形成工程	456.3	/	/	/	456.3
取土区提供	481.28	/	/	/	481.28
外购	/	/	17.22	8.09	25.31
外抛	/	17.22	/	/	17.22

备注：海堤工程吹填料是指堤心管带砂，陆域形成工程是指场区填料。

3.7 工程用海必要性分析

3.7.1 项目建设必要性

（1）推动中国石化产业高质量发展的需要

2018 年 7 月，国务院常务会议通过了《石化产业规划布局方案（修订版）》，

要求安全环保优先，并支持民营和外资企业独资或控股投资，促进产业升级。本项目被列为《方案》储备项目，支持项目依法开展前期工作。本项目的建设，有利于进一步加大产业对外开放力度，发挥外资企业资源、技术、管理等优势，在保障国家产业安全的前提下，推动高端石化产品发展，促进产业结构调整和转型升级。

（2）进一步扩大开放的需要

中国改革开放 40 年来所取得的经济社会发展成就与开放密不可分，在新的历史时期，进一步扩大开放是中国必然的战略选择，深化各项改革、激发市场活力、优化发展环境、推动高质量发展，都必须通过更高水平的开放来带动。

吸引外资是扩大开放的重要方面，对于经济发展和稳定就业具有重要意义。在当前国内经济下行压力加大、投资增速放缓的大背景下，李克强总理亲自推动巴斯夫等跨国公司在中国投资大型石化项目，向国内外释放了最大的改革决心、开放诚意，也向市场释放了积极信号和预期。

（3）缓解国内基础石化原料短缺的需要

当前，以乙烯为代表的资源依赖型基础石化原料国内供应依然不足。2017 年，国内乙烯产能达到 2381 万吨/年，产量达到 2303 万吨，同比增长 6.4%；乙烯单体净进口量达到 215.1 万吨，同比大幅增长 30.5%。下游聚乙烯、乙二醇等产品进口增长强劲，拉动下游折乙烯当量净进口创下历史新高 2070 万吨，同比大幅增长 15.0%；乙烯当量消费量达到 4588 万吨，同比增长 11.1%，当量自给率回落至 50.3%。

巴斯夫项目的建设可提升乙烯等大宗基础原料型产品国内保障能力。

（4）扩大高端化工产品供应的需要

中国高端工程塑料、精细化工产品等高端产品供应能力明显偏低，发展水平与国外先进国家相比仍有较大差距，主要表现在：国内企业现有产品以通用、中低端牌号为主，高端牌号仍需进口；部分产品在国内尚属空白；部分关键配套原料国内尚未产业化，应用技术开发不足，自主创新能力仍亟待提高。

巴斯夫是全球领先的化工公司，本项目引进行业先进技术，生产高技术含量、高附加值的高端化工产品，减少中国市场对高端产品的进口依赖，有利于缓解国内高端化工产品供应结构性短缺问题。

（5）避免原油进口依存度过快攀升

尽管轻烃/乙烷裂解、煤（甲醇）制烯烃等烯烃原料多元化产业取得快速进展，产业规模不断扩大，但为进一步提高国内乙烯保障能力，基于大型炼化一体化的乙烯项目仍需适度新建，由此，带来原油大量进口以及成品油供需失衡的问题。

自 1993 年从原油出口国变为原油净进口国后，国内原油进口量快速增长。2017 年，原油进口量 4.20 亿吨，同比增长 10.2%，对外依存度高达 68.4%。2017 年，国内汽油表观消费量达到 1.22 亿吨，汽油消费增速再创历史新低，增幅仅有 2.3%，且曾一度出现负增长；国内柴油表观消费量达到 1.67 亿吨，柴油消费止降转增，但增幅不足 1.5%；在航空运输业繁荣推动下，煤油消费保持较快增长，增幅 8.7%，较上年略有回落。

本项目以外购石脑油为原料，经蒸汽裂解路线生产烯烃等化工产品，避免国内原油进口依存度过快攀升。

综上所述，巴斯夫（广东）一体化项目的建设，是十分必要的。

3.7.2 工程用海必要性

（1）石化产业园区土地资源的限制

东海岛地区新增建设用地指标有限，难以满足大规模开发需要。受现有土地政策及军事特殊用地的束缚，土地资源的优势难以直接释放出来。在长远寻求土地政策突破的同时，需将现有零散分布于各个村镇的可开发土地资源进行空间整合，但仍难满足发展需要。

通过开展的土地利用现状调查显示，东海岛适宜建设的用地难以满足石化园区规模化发展的需求，未来园区空间主要通过“下海”进行扩展。结合东海岛土地空间整合的需要，确定东海岛石化产业和临港产业区未来建设用地发展的主要方向是向北部发展。东海岛北侧拥有丰富的港口资源，随着海洋经济的快速发展，合理开发利用海域资源已是促进东海岛建设发展的唯一途经。本工程作为湛江东海岛石化产业园区的重要组成部分，工程用海是必要的。

（2）是科学用海、满足海域管理要求的需要

区域建设用海规划的编制，是国家海洋局实现对海洋管理的一个探索和尝试，区域内用海项目开发建设应按照近远期结合、一次规划、分期实施的原则，

合理安排和控制区域用海开发时序和强度。同时，通过对项目实施过程中的跟踪、监测、管理，发现在用海规划实施过程中，因累积效应对环境和生态产生明显不利影响，可以尽快查明原因，采取改进措施，并提出规划用海调整方案。本项目的实施，是区域用海总体规划管理手段管理海域使用的实践，为国家实现高效、合理的管理海洋资源提供经验。

根据国家发展和改革委员会、国家海洋局联合发布的《关于加强围填海规划计划管理的通知》（发改地区[2009]2976 号），“经批准后的区域建设用海规划，由市、县人民政府统一组织实施，规划区内的单个用海项目应按照规定的程序和审批权限办理用海手续。”本工程作为湛江东海岛石化产业园区建设用海范围内用海项目，应按照相关要求办理相关用海手续。

东海岛石化产业园区 A4-2 已整体完成，巴斯夫项目落户于东海岛石化产业园区，本项目是巴斯夫（广东）一体化项目填海工程，是巴斯夫（广东）一体化项目顺利推进的前置条件及基地未来发展的保障，也致力于将湛江东海岛石化产业园区打造成世界级石化一体化基地，因而项目用海也是必要的。

3.8 占用（利用）岸线、海域情况

本工程海域使用类型为造地工程用海（一级类）中的城镇建设填海造地用海（二级类），用海方式为填海造地（一级方式）的建设填海造地（二级方式）。本项目拟申请填海面积为 66.7689hm^2，拟申请填海面积占用岸线 356m。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》规定，用海项目最高申请年限为 50 年，故本工程申请用海期限 50 年。填海改变海域的自然属性，其用海属于永久性用海，即原海域自然属性在工程后将完全改变成陆地。

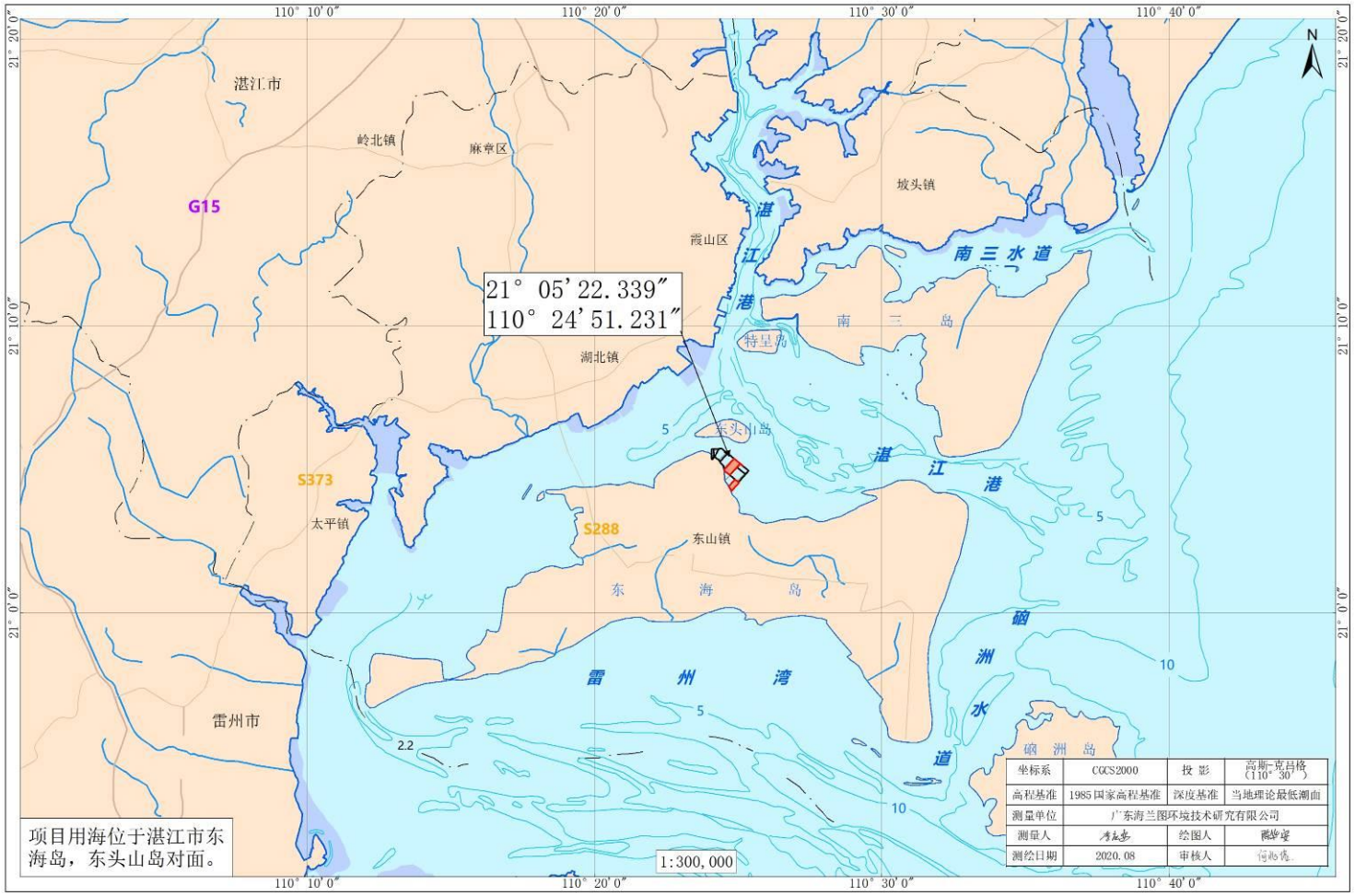


图 3.8-1　　项目宗海位置图

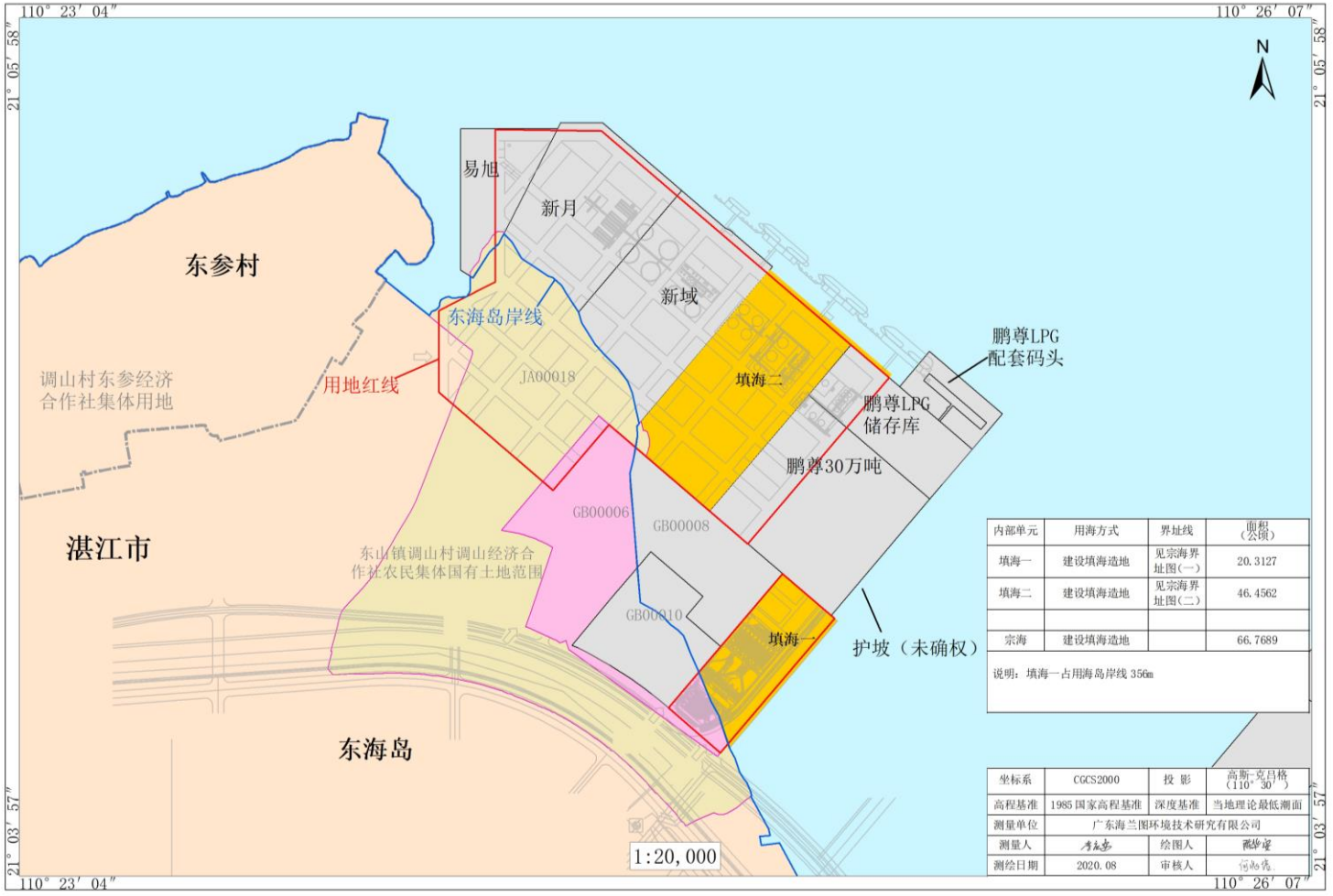
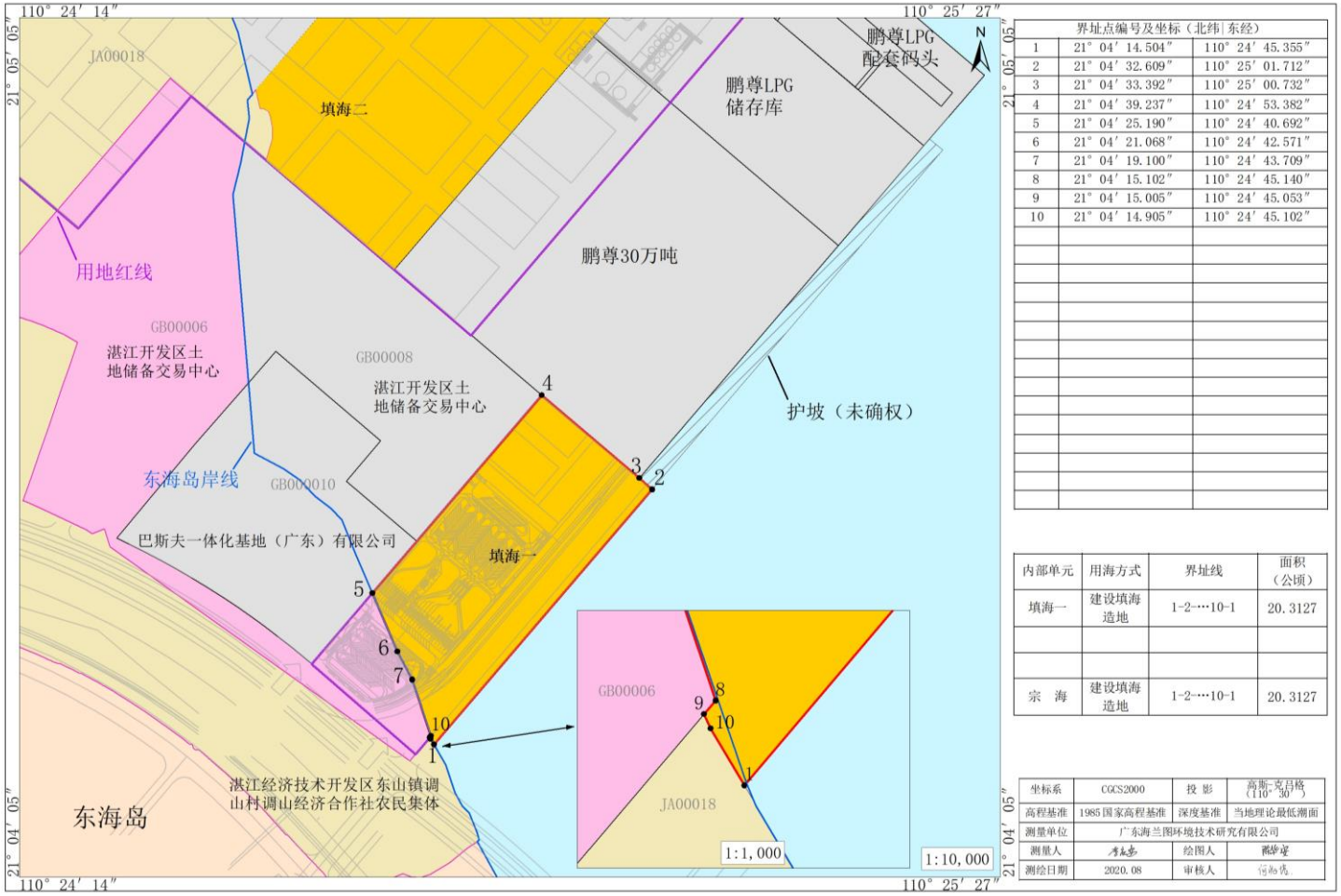


图 3.8-2　　宗海界址图（总图）

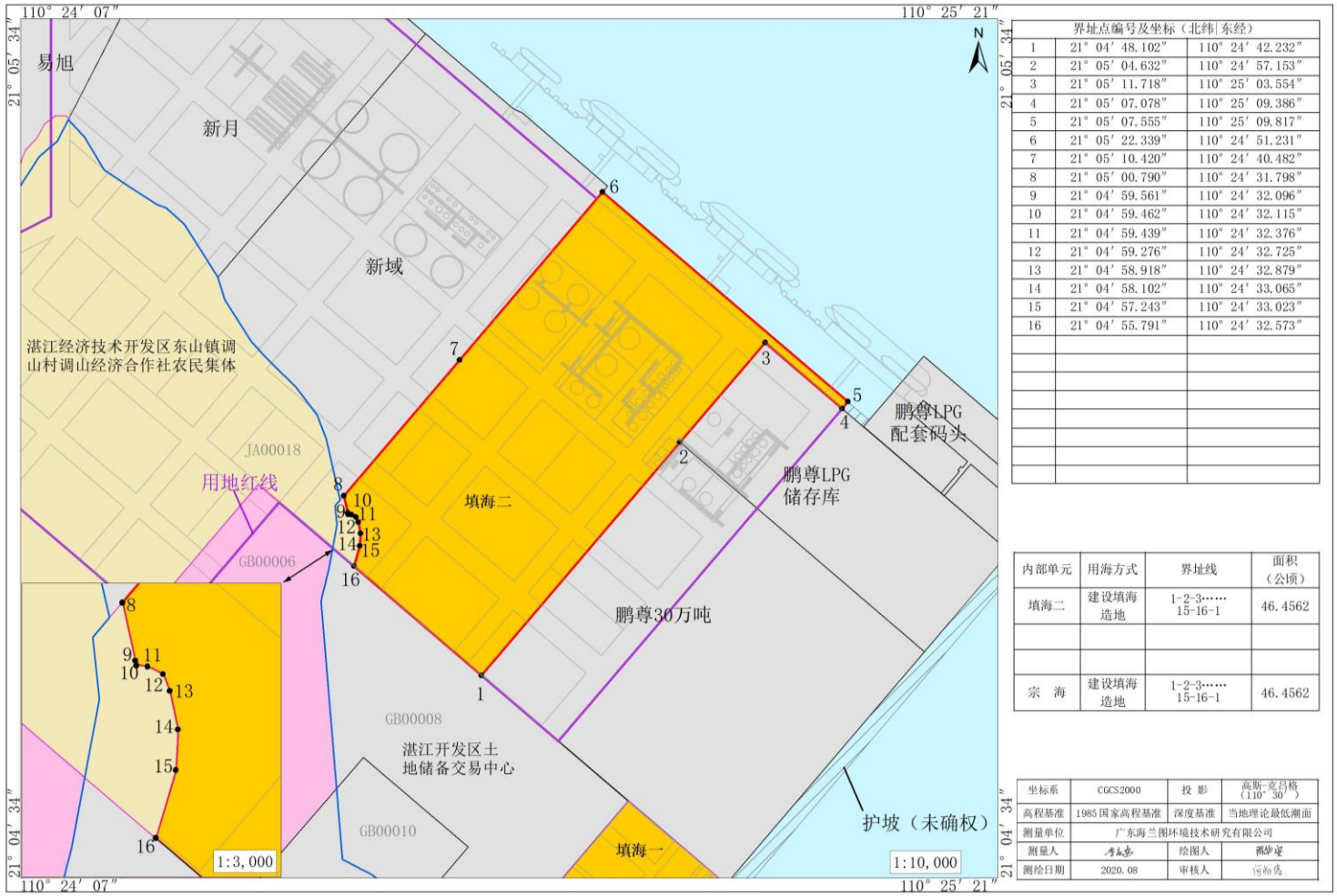


界址点编号及坐标（北纬|东经）		
1	21° 04′ 14.504″	110° 24′ 45.355″
2	21° 04′ 32.609″	110° 25′ 01.712″
3	21° 04′ 33.392″	110° 25′ 00.732″
4	21° 04′ 39.237″	110° 24′ 53.382″
5	21° 04′ 25.190″	110° 24′ 40.692″
6	21° 04′ 21.068″	110° 24′ 42.571″
7	21° 04′ 19.100″	110° 24′ 43.709″
8	21° 04′ 15.102″	110° 24′ 45.140″
9	21° 04′ 15.005″	110° 24′ 45.053″
10	21° 04′ 14.905″	110° 24′ 45.102″

内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
填海一	建设填海造地	1-2…10-1	20.3127
宗　海	建设填海造地	1-2…10-1	20.3127

坐标系	CGCS2000	投 影	高斯-克吕格（110° 30′）
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测量单位	广东海兰图环境技术研究有限公司		
测量人		绘图人	
测绘日期	2020.08	审核人	

图 3.8-3　　宗海界址图（填海一）



界址点编号及坐标（北纬|东经）		
1	21° 04′ 48.102″	110° 24′ 42.232″
2	21° 05′ 04.632″	110° 24′ 57.153″
3	21° 05′ 11.718″	110° 25′ 03.554″
4	21° 05′ 07.078″	110° 25′ 09.386″
5	21° 05′ 07.555″	110° 25′ 09.817″
6	21° 05′ 22.339″	110° 24′ 51.231″
7	21° 05′ 10.420″	110° 24′ 40.482″
8	21° 05′ 00.790″	110° 24′ 31.798″
9	21° 04′ 59.561″	110° 24′ 32.096″
10	21° 04′ 59.462″	110° 24′ 32.115″
11	21° 04′ 59.439″	110° 24′ 32.376″
12	21° 04′ 59.276″	110° 24′ 32.725″
13	21° 04′ 58.918″	110° 24′ 32.879″
14	21° 04′ 58.102″	110° 24′ 33.065″
15	21° 04′ 57.243″	110° 24′ 33.023″
16	21° 04′ 55.791″	110° 24′ 32.573″

内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
填海二	建设填海造地	1-2-3……15-16-1	46.4562
宗　海	建设填海造地	1-2-3……15-16-1	46.4562

坐标系	CGCS2000	投　影	高斯-克吕格（110° 30′）
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测量单位	广东海兰图环境技术研究有限公司		
测量人		绘图人	
测绘日期	2020.08	审核人	

图 3.8-4　　宗海界址图（填海二）

3.9 依托工程

施工期施工船舶停靠码头为工程北侧的东参码头，见图 3.9-1，该码头无可利用污水处理设施和固废接收设施。本工程船舶靠岸后，船舶生活污水上岸后交由环卫部门处理，油污水由施工单位委托湛江奇若船舶服务有限公司接收处理。

本工程项目部办公用房及施工人员生活区租赁附近东山街道民房，距离预制场约 600m~700m，项目部设各部门办公室、会议室、食堂等，预制场、项目部人员生活污水经二级化粪池处理后纳入位于预制场西侧的湛林路市政污水管网，生活垃圾收集后由环卫部门清运处置。

图 3.9-1　　东参码头位置示意图

4 工程分析

4.1 施工工序及产污环节分析

4.1.1 陆域形成工程

本工程是东海岛石化产业园 A4-2 区域整体填海工程的一部分，与 A4-2 区域作为一个整体施工，因此，陆域形成工程产污环节的分析对象为 A4-2 区域整体填海工程。

本工程陆域形成主要包括基槽开挖、围堰施工、陆域吹填等工序，陆域吹填根据围堰施工高程分 3 层吹填，各工序和产污环节见图 4.1-1。

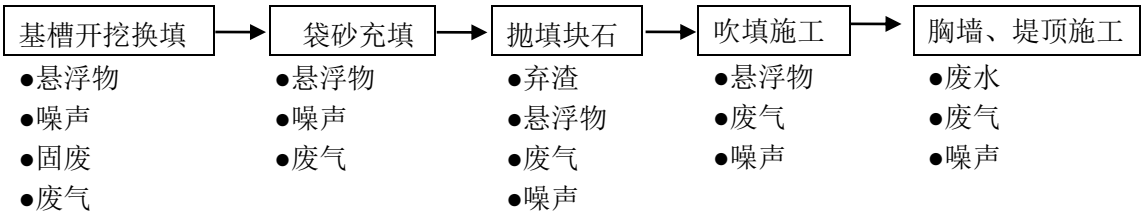


图 4.1-1　　施工工序及产污环节

4.1.2 施工场地处理

预制场采用素砼浇筑地面，堆放区只对场地进行平整。施工期间，预制场主要产污场所为混凝土生产线，产生的主要污染物为施工废水、噪声和废气，主要生态影响是对土壤和植被的影响。

4.2 工程各阶段环境影响分析

4.2.1 施工期

4.2.1.1　对海域水质及沉积物的影响

本工程施工期间对海域水质及沉积物的影响主要来源于基槽开挖、围堤施工、陆域吹填溢流等产生的悬浮泥沙，以及施工生产废水、施工人员生活污水排放等。

（1）施工悬浮泥沙

①基槽开挖

基槽开挖作业过程中，由于挖泥船机械扰动，导致底泥的悬浮，使作业区附近水域水体混浊度增加。本工程基槽开挖产生的悬浮泥沙发生量参照《港口建设项目

环境影响评价规范》中疏浚作业悬浮物发生量公式：

$$Q = \frac{R}{R_0} \bullet T \bullet W_0 \qquad (4.1\text{-}1)$$

Q—悬浮物发生量（t/h）；

W_0—悬浮物发生系数（t/m^3）；

R_0—指定发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比（%）；

R—现场流速中 SS 临界粒子的粒径累计百分比（%）；

T—挖泥船疏浚效率，m^3/h。

根据本工程施工工艺，本工程采用 3 组 8m^3 的抓斗船组进行开挖，工作效率约为 400m^3/h，W_0 取值为 0.038t/m^3。本评价从保守角度考虑，R 取 89.2%，R_0 取 80.2%，则单点悬浮泥沙发生量 Q=400*0.038*89.2/80.2*1000/3600=4.7kg/s。

②抛石施工

抛石施工作业时产生的悬浮泥沙产生量可按下式计算：

$$Q = E \times c \times \alpha \times \rho \qquad (4.1\text{-}2)$$

式中：Q——围堰（或护岸）抛石作业悬浮泥沙产生生量，kg/h；

E——围堰（或护岸）抛石作业效率，m^3/h；

c——石料中泥土含量，%（体积）；

α——泥土进入海水后悬浮泥沙产生系数，以 10%计；

ρ——泥土密度，取 1450kg/m^3。

本工程日抛石量约为 1948m^3，根据施工组织设计，本工程设置 2 个抛石作业面，单个作业面抛石效率为每小时 100m^3，石料中泥土含量取 10%，则根据上式计算结果可知，抛石施工时，悬浮泥沙源强约为 Q=100×1450×0.1×0.1/3600=0.40kg/s。

③换填砂施工

地基换填砂采用 6 条皮带泵砂船，泵砂效率 300m^3/h，基槽开挖验收合格后，运输外购砂至施工现场，皮带船定位卸砂。外购砂为中粗砂，含泥量小于 5%，容易沉降，进入海水后悬浮泥沙产生系数不大于 20%，Q=300 × 5% × 20% × 1450/3600=1.21kg/s。

④围堰充填沙袋施工

本工程围堤充泥管袋吹填采用 500m^3/d 泵砂船进行砂袋填充，在每个作业面布置 6 条泵砂船，每天工作 8h，则每艘泵砂船的工作效率为 62.5m^3/h。泥浆含水率约

为 30%。根据有关土工布反滤研究成果表明，吹泥时约有 95％的泥沙留在土工布内，仅有少量细微土颗粒随泄水外排。外排的泥沙以 5％计，按照每条船满负荷吹填量计算，则每个吹填点的泄漏量 S=62.5*6*（1-30%）*5%*1450/3600=5.29kg/s。

⑤溢流

本工程围内吹填将产生一定量的吹填作业尾水，根据类似工程溢流口吹填尾水排放浓度经验资料，在采取了相关环保措施之后，尾水中悬浮泥沙排放浓度在 1000mg/L 左右。根据设计文件，安排 2 艘 4000m^3/h 和 7 艘 3000m^3/h 的绞吸式挖泥船，A4-2 区和 B 区分别设置 2 个溢流口，共计 4 个溢流口，溢流口溢流排水量按泥水比例为 1:4 计算，则本工程在施工过程中单个溢流口悬浮泥沙排放源强为 S=（2*4000+7*3000）/0.2*1000/1000/3600/4=10.07kg/s。

⑥取土

本工程取土采用绞吸式挖泥船作业，由于挖泥船机械扰动，导致底泥的悬浮，使作业区附近水域水体混浊度增加。本工程挖泥船的悬浮泥沙发生量参照《港口建设项目环境影响评价规范》中疏浚作业悬浮物发生量公式，见式 4.1-2。

根据本工程施工工艺，本工程采用效率为 4000m^3/h 和 3000m^3/h 的绞吸式挖泥船进行施工。根据文献《挖泥船疏浚悬浮物源强及环境影响对比分析》（曾建军，环境保护与循环经济，2016(11)：40-42）中相关内容选取，针对绞吸式挖泥船 W_0 本次取 5.0kg/m^3。本评价从保守角度考虑，按照 4000m^3/h 绞吸式挖泥船计算，R 取 89.2%，R_0 取 80.2%，则单点悬浮泥沙发生量

Q=4000*5*89.2/80.2/3600=6.18kg/s。

（2）施工机械、车辆冲洗废水

各类施工机械、运输车辆冲洗及维护过程产生废水，废水中含有大量的泥沙与悬浮颗粒物，另有少量油污，主要污染物为 SS、石油类，其中石油类约 30~50mg/L，SS 约 1000~6000mg/L。本工程施工高峰期主要需要冲洗的施工机械约 89 台，主要是砼搅拌车、自卸汽车、挖掘机、推土机等，分布在各个施工工段。根据模拟调查，冲洗废水量约 250L/台，大约 3 天冲洗一次，估算本工程每天产生的冲洗废水约 7.4m^3，浓度按最大值计算，则 SS 和石油类产生量分别约为 44.4kg/d 和 0.37kg/d。

（3）混凝土养护废水

混凝土的养护和冲洗过程中会产生废水，pH 值在 9~12 之间，SS 浓度约

2000~5000mg/L。本工程预制场设 2 条生产线生产混凝土扭王块，扭王块采用地上立式预制法，一批预制周期为 3 天，周转 4 次，平均每天 533 块，每块重量约 2~3t，按浇筑 1t 混凝土产生 0.05m^3 废水计，则日混凝土废水最大产生量为 79.95m^3，按平均浓度计算，SS 产生量约 279.83kg/d。

（4）船舶油污水

船舶油污水主要是拖轮、船舶及海缆敷设船等产生的残油、废油及机舱油污水，其主要污染因子为石油类。施工船舶数量按施工高峰计算，主要为绞吸式挖泥船、运砂船、泵沙船，高峰期每天约 100 艘，吨位不超过 500t。根据《港口工程环境保护设计规范》（JTS149-1-2007）船舶舱底油污水水量表，计算船舶油污水产生量见表 4.2-1，本工程施工船舶油污水产生量为 14t/d，含油量根据规范可取 2000mg/L~20000mg/L，按 10000mg/L 计算，则石油类产生量为 140kg/d。施工期船舶均设置了油污水处理装置，排放严格执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》和《船舶污染物排放标准》(GB3552-83)的要求。

表 4.2-1　　船舶油污水产生量

船舶吨级（t）	船舶数量（艘）	舱底油污水产生量（t/d·艘）	油污水产生总量（t/d）
500	100	0.14	14
合计			14

（5）生活污水

根据《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程施工监理月报（2013 年 7 月~10 月）》，本工程围填海施工高峰期施工人员 1063 人，其中海上人员 536 人，陆上人员 527 人，平均施工人员约 662 人，其中海上人员约 346 人，陆上人员约 316 人。陆上施工人员按每人每天生活用水 100L、污水排放系数 0.8 折算，高峰期每日约排放生活污水 42.16m^3/d，平均每日约排放生活污水 27.68m^3/d；海上施工人员按每人每天生活用水 50L、污水排放系数 0.8 折算，高峰期每日约排放生活污水 21.44m^3/d，平均每日约排放生活污水 13.84m^3/d。

生活污水主要污染物为 COD_{Cr}、BOD_5、NH_3-N 和动植物油等，生活污水处理前浓度见表 4.2-2。则高峰期 COD_{cr}、BOD_5、氨氮、动植物油和 SS 的产生量分别为 19.08kg/d、9.54kg/d、1.59kg/d、1.91kg/d 和 9.54kg/d，平均 COD_{cr}、BOD_5、氨氮、SS 和动植物油的产生量分别为 12.46kg/d、6.23kg/d、1.04kg/d、1.25kg/d 和 6.23kg/d。施工期污染源汇总情况见表 4.2-3。

表 4.2-2　　生活污水浓度单位：mg/L

成份	COD_{Cr}	BOD_5	NH_3-N	动植物油	SS
浓度	300	150	25	30	150

表 4.2-3　　施工期污染源汇总

序号	类别		源强
1	悬浮物源强	基槽开挖源强	4.7kg/s
		抛石作业源强	0.40kg/s
		地基换填砂施工源强	1.21kg/s
		围堰充填沙袋施工源强	5.29kg/s
		溢流口源强	10.07kg/s
		取土施工源强	6.18kg/s
2	施工机械、车辆冲洗废水		7.4m^3/d
3	混凝土养护废水		79.95m^3/d
4	船舶油污水		14t/d
5	海上施工人员生活污水		高峰 21.44m^3/d，平均 13.84m^3/d
6	陆上施工人员生活污水		高峰 42.16m^3/d，平均 27.68m^3/d

4.2.1.2　对生态环境影响

本工程施工期对海洋生态环境的影响主要包括以下四方面。

（1）工程造成潮间带和底栖生境破坏及生物损失

本工程填海区域属于潮间带，填海后改变所在海域原有的海底底质环境，对潮间带生物生境产生不可逆影响，永久影响面积 66.7689hm^2；取土区位于潮下带，取土施工将对底栖生境造成破坏，除游泳能力强的生物如底栖鱼类等在施工期间由于受到施工干扰逃离外，大部分底栖生物种类被掩埋、覆盖，从而造成底栖生物损失，但取土区影响为临时影响，施工结束后可恢复，影响面积约 754.5hm^2。

（2）施工过程中悬浮物对海洋生态环境的影响

填海施工过程产生的悬浮物引起局部海域水体浑浊，降低阳光的透射率，从而导致局部海域内海洋初级生产力下降，游泳生物迁移，浮游生物也受到不同程度的影响，尤其是对滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物的影响较大。海域水体混浊水质下降，也鱼类及渔业资源造成一定的影响。

（3）施工对鸟类及生境影响

受到施工活动的驱赶，鸟类及陆生动物逃离施工区域，填海施工破坏原有滩涂生境，压占破坏原有红树林等滩涂植被，并破坏以此为生境的鸟类及陆生动物的生存环境。

（4）施工对海洋哺乳动物和红树林的影响

本工程西南侧有雷州湾中华白海豚自然保护区，施工过程可能会对中华白海豚造成栖息、觅食、洄游产生影响。工程附近分布有红树林，施工过程会对红树林造成一定影响。

（5）施工场地对陆域生态环境的影响

施工期间运输道路采用已有道路，填海施工主要为海上施工，因此陆域生态环境影响主要为预制场和堆场对土壤和植被的影响。

4.2.1.3 声环境影响

（1）海域施工噪声

本工程填海海域施工过程中主要施工设备有挖掘机、装载机、汽车吊等，另外施工船舶也会产生噪声。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）附录 A 中“表 A.2 常见施工设备噪声源不同距离声压级”以及《噪声与振动控制工程手册》（马大猷主编，机械工业出版社）2 篇“噪声源”章节 2.6“建筑施工机械噪声”中的数据，主要施工设备噪声污染源强见表 4.1-4。依据施工阶段、施工类型的不同，使用的各种机械设备类型不同，产生的噪声强度不同；同时，由于各种施工设备的运作一般都是间歇性的，因此施工过程产生的噪声具有间歇性和短暂性的特点。在多台施工机械设备同时作业时，噪声会产生叠加。工程施工对周边最近的敏感点西仔村和东参村以及施工运输道路两侧的居民点产生一定影响。

此外还有施工船舶的噪声影响。施工船舶水下噪声源强在 160dB(A)左右，详见表 4.2-4。

（2）陆域施工噪声

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》，陆域土石、砂料等运输涉及多种施工机械车辆，其 10m 处的噪声源强为 82~90dB(A)之间，砼搅拌车 10m 处的噪声源强为 82~84dB(A)之间。

表 4.2-4　　主要施工设备产生噪声影响值　单位：dB(A)

序号	施工设备名称	距声源 10m 处 dB(A)
1	汽车吊	74~82
2	挖掘机	75~83
3	推土机	80~85
4	自卸汽车	78~86
5	砼搅拌车	82~84
6	运输汽车	82~90
7	混凝土泵车	84~90

表 4.2-5　　海上施工噪声源强　　单位：dB（A）

机械类型	产生量	水下排放量	排放方式
1000t 方驳	2 艘	160dB	移动点源

4.2.1.4　大气环境影响

本工程施工过程中对环境空气的影响主要来自材料堆放、土石料装卸、运输、抛石、吹填等施工期间在风力影响下表面砂土产生扬尘的，以及施工机械车辆、船舶排放的燃油废气，对工程区域环境空气质量产生影响。

（1）施工期扬尘

工程施工阶段中材料堆放、土石料装卸、运输、抛石、吹填等均会产生扬尘，会对工程周围的大气环境产生污染。尤其是在风速较大或汽车行驶较快的情况下，扬尘的污染更为突出。根据类似工程环评报告测量数据，运输车辆下风向 50m 处 TSP 浓度为 11.62mg/m^3，下风向 100m 处为 9.69mg/m^3，下风向 150m 处为 5.09mg/m^3。其中不同风速、不同大气稳定度条件下，距离堆场 100m 处最大浓度为 3.02mg/m^3，200m 处最大浓度为 2.00mg/m^3，300m 处最大浓度为 1.64mg/m^3。其它作业环节在正常风况下，一般可控制在施工现场 50~100m 范围内。通过洒水降尘，设置简易隔离围屏降低扬尘浓度后，施工扬尘对周边环境影响较小。

（2）施工机械尾气

本工程燃油施工机械主要有挖掘机、推土机、自卸汽车等，燃油机械作业排放的废气对周边大气环境将产生一定的污染，其主要污染物为 SO_2、NOx、CO 等。根据《工业交通环保概论（王肇润编着）》，每耗 1L 油料，排放大气污染物 SO_2 3.24g、NOx 9g、CO 7g。由于工程施工作业具有流动性和间歇性的特点，这部分污染物排放强度不大。

4.2.1.5 固体废弃物环境影响

本工程施工期产生的固体废弃物主要来源于施工弃土弃渣及施工人员生活垃圾。本工程弃土弃渣量较小，且大部分直接用于围填海。陆上按人均日产生生活垃圾 1kg 计，海上按人均日产生生活垃圾 0.5kg 计，则围填海施工高峰期每天产生的生活垃圾总量约 795kg/d，日常平均每天产生的生活垃圾总量约 489kg/d。生活垃圾定点集中收集后由环卫部门清运处置。

此外，施工期船舶、施工车辆维修等会产生一定废机油，属于危险废物，由施工船舶和车辆委托有资质的专业单位外运处理。

4.2.2 运行期

4.2.2.1 对水文动力及冲淤环境的影响

本工程改变工程海域地形及海陆属性，造成工程前沿局部海域水文动力条件的一定改变，并对工程海域地形地貌及冲淤环境发生一定的影响。

4.2.2.2 对生态环境的影响

（1）对湿地植被的影响

工程围填海直接减少湿地植被的生存环境，工程区域由湿地生境转变为陆地生境，对区域原有植被产生一定影响。

（2）对滩涂底栖生物的影响

本工程围填海成陆后，在滩涂环境下生活的生物不适应在陆域环境中生存，对滩涂底栖生物资源造成一定的损失。

（3）对渔业资源的影响

围填海直接压占海域，引起湛江湾海域渔业资源一定的损失。另一方面工程围填海一方面占用渔业生产空间，对渔业生产产生一定不利影响。

（4）对海洋生态系统服务功能的影响

围填海完成后，用海区域生态系统发生变化，直接导致其服务功能（生态系统的产物和服务）的丧失，主要体现在以下几个方面：①海洋供给服务价值损失；②海洋调节服务价值损失；③废物处理功能价值损失；④海洋文化服务价值损失；⑤海洋支持功能价值损失。

4.2.2.3 其他环境的影响

本工程运行期环境影响主要为土地硬化前的扬尘影响。陆域形成后，上部工程建设另行评价，运行期其他环境影响如水环境、大气环境、声环境影响另行评价，不在本评价范围内。

4.3 环境影响要素识别和评价因子筛选

4.3.1 环境影响要素识别

综合前述，本工程施工期和运行期环境影响要素识别汇总见表 4.3-1。

表 4.3-1 环境影响要素识别表

建设时段	影响要素		影响原因	影响程度	影响范围	影响时间	是否可逆	累积性
施工期	自然环境	海水水质	基槽开挖、围堰施工、吹填溢流、抛石等产生的悬浮物	-3P	R	S	Y	×
		沉积物环境	取土区施工对沉积物环境造成扰动，填海施工对潮间带造成破坏	-2P	M	S	Y	×
		环境空气	施工扬尘，施工机械、车船排放的尾气	-1P	M	S	N	×
		声环境	施工机械、车船排放的噪声	-1P	M	S	Y	×
		固体废弃物	施工人员生活垃圾和施工弃渣	-1P	M	S	Y	×
	生态环境	滩涂植被/底栖生物	围填海施工直接压占滩涂湿地及底栖生境	-2P	M	L	N	√
		海洋生态	局部海域海水水质和地形地貌、水文动力条件的变化	-3P	M	S	Y	×
		陆域生态	施工场地对土壤和植被的影响	-2P	M	S	Y	×
运行期	自然环境	水文动力	围填海及取土施工造成的水文动力条件的变化、纳潮量和水交换变化	-1P	M	L	N	√
		地形冲淤	围填海及取土施工造成的地形冲淤影响	-1P	M	L	N	√
		海水水质	雨水径流入海	-1P	R	L	N	√
		环境空气	填海区风致扬尘	-1P	M	S	N	×
	社会环境	社会经济	区域经济发展	+2P	R	L	N	√
		渔业生产	渔业生产海域面积	-1P	M	L	N	√
		防洪安全	堤防防洪等级	+1P	M	L	N	√

注：“+”表示有利影响，“-”表示不利影响；“1P”表示轻度影响，“2P”表示中等影响，“3P”表示较大影响；“M”表示局部影响，“R”表示区域影响；“L”表示长期影响，“S”表示短期影响；“Y”表示可逆影响，“N”表示不可逆影响

4.3.2 评价因子筛选

根据本工程特点和工程海域环境特征、环境敏感保护目标分布以及相关环境影响评价技术导则要求，本次评价的评价因子筛选结果见表 4.3-2。

表 4.3-2　　评价因子筛选结果一览表

项目	现状评价因子	影响评价因子
海水水质	pH、COD、DO、无机氮、活性磷酸盐、重金属（总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷）、挥发酚、悬浮泥沙、石油类	pH、COD、DO、无机氮、活性磷酸盐、重金属（总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷）、挥发酚、悬浮泥沙、石油类
沉积物	有机碳、石油类、总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、硫化物	有机碳、石油类、总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、硫化物
海洋生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量	叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量
渔业资源	鱼卵仔鱼、游泳生物、渔业生产	鱼卵仔鱼、游泳生物、渔业生产
水文动力、冲淤	潮位、流速、流向、地形冲淤	潮位、流速、流向、纳潮量和水交换变化、地形冲淤
陆域生态	滩涂植被、陆生动物（含鸟类）	滩涂植被、陆生动物（含鸟类）
环境空气	SO_2、NO_2、PM_{10}、TSP	PM_{10}、TSP
声环境	Leq（A）	Leq（A）

5 区域自然环境和社会环境概况

5.1 区域自然环境概况

5.1.1 气候特征

湛江属南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富，气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

5.1.1.1 气温

本区全年气温较高，多年年平均气温为 24.3℃，气温年变幅不大，平均年较差为 4.3℃。最热的月份出现在 6~9 月份，多年月平均气温为 28.8℃之上；5 月次之，多年月平均气温为 28.8℃；最冷的月份出现在 12 月至翌年 2 月份，多年月平均气温为 18.2℃以下。平均最高气温出现在 6 月份，多年月平均最高气温为 32.4℃。平均最低气温出现在 1 月份，多年月平均最低气温为 14.0℃。历年最高气温为 39.6℃，出现在 2015 年 5 月 30 日；历年最低气温为 6.0℃，出现在 2011 年 1 月 12 日。

日最高气温≥35.0℃的天气出现在 4~9 月，年均出现日数为 15.0 天。日最高气温≥30.0℃的天气出现在 3~11 月，以 6~7 月最多, 其月份平均日数为 26.0 天，年均出现日数为 128.9 天。日最低气温≤10.0℃的天气出现在 11 月至翌年 3 月，以 1 月份最多，年均出现日数为 6.3 天；日最低气温≤5.0℃的天气没有出现。

5.1.1.2 降水

（1）平均降水量

湛江海洋站年降水量充沛，累年平均降水量为 1789.7mm，历年降水量最多为 4292.3mm（2010 年），历年降水量最少为 560.8mm(2014 年)。季节变化也非常明显，有雨季和旱季之分。每年的 4～9 月为雨季，累年月平均降水量均在 104mm 以上，受季风和热带气旋的影响，8～9 月降水最多，累年月平均降水量为 362mm 以上，整个雨季月平均降水量共 1473.0mm，占全年降水量的 82％。10 月至翌年 3 月为旱季，月平均总降水量为 316.7mm，只占全年降水量的 18％。日最大降水量为 224.7mm，出现在 2010 年 7 月 22 日，暴雨及大暴雨也主要出现在雨季的 6～9 月。

（2）降水量日数

湛江海洋站日降水量不少于 0.1mm 的降水日数年平均 128.0 天。降水日数年际变化和季节变化较大，降水日数的季节变化与降水量的季节变化一致，雨季降水日数最多，其中雨季的 4～9 月份平均降水日数均在 10 天以上。降水日数的月际变化与降水量变化基本一致；旱季的 10 月至翌年 3 月降水日数最少，月平均只有 5～9 天，夏季降水日数较多，冬季较少。

湛江海洋站区域降水日数与降水强度密切相关，（R≥10.0mm）的年平均降水日数 40.3 天，雨季的 4～9 月份的降水日数都在 3 天以上，其中 8～9 月最多，累年月平均都在 6 天以上，暴雨及大暴雨多出现在夏季。

连续降水时间最长和连续降水量最大出现于夏季，其中月份连续降水时间最长出现在 2010 年 08 月 15 日至 31 日，为 17 日，降水量达 1475.2mm；连续降水量最大出现在 2010 年 08 月 15 日至 09 月 13 日，降水量达 2876.3mm。

月份连续时间最长无降水日数出现于 10 月至翌年 4 月，而历年最长连续无降水日数为 47 天，出现在 2014 年 09 月 19 日至 11 月 04 日。

5.1.1.3 风况

湛江海洋站地处季风区，累年平均风速 3.7m/s，年主导风向为东南东和东向，出现频率为 24%和 18%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季基本上盛行东向风，春季仍以东南东风居多，夏季盛行偏南季风，偏南风频率较大，达 35%。累年各月份平均风速变化不大，其平均值在 3.0m/s～4.3m/s 之间，其中 8 月份平均风速最小，多年平均值为 3.0m/s。历年最大风速为 29.4m/s，风向南南东，出现在 2013 年 7 月 02 日。

湛江海洋站强风向为南南东，最大风速为 29.4m/s，次强风向为东北，最大风速为 24.8m/s；常年风向为东南东，年出现频率为 24％，其对应风向的平均风速为 4.3m/s，对应风向的最大风速为 27.0m/s。最少风向是南南西、西南、西南西和西北西，其出现频率为 0％，对应风向的平均风速分别为 1.2m/s、0.9m/s、1.0m/s、1.4m/s，对应风向的最大风速为 6.1m/s、8.0m/s、3.4m/s、22.0m/s。

湛江海洋站大风（≥8 级）日数，一年四季只有 3～9、11 月份可出现大风，其余各月没有出现大风，累年大风日数年平均为 7.1 天。

工程海域（湛江市东部海区）受季风环流影响，风况有明显的季节性变化，其

中夏季盛行东南风（SE），月平均风速 4.5m/s，冬季盛行东北偏东风（NEE），平均风速 5.6m/s。

根据湛江气象站 1982 年-2007 年的资料统计，风玫瑰图见图 5.1-1。

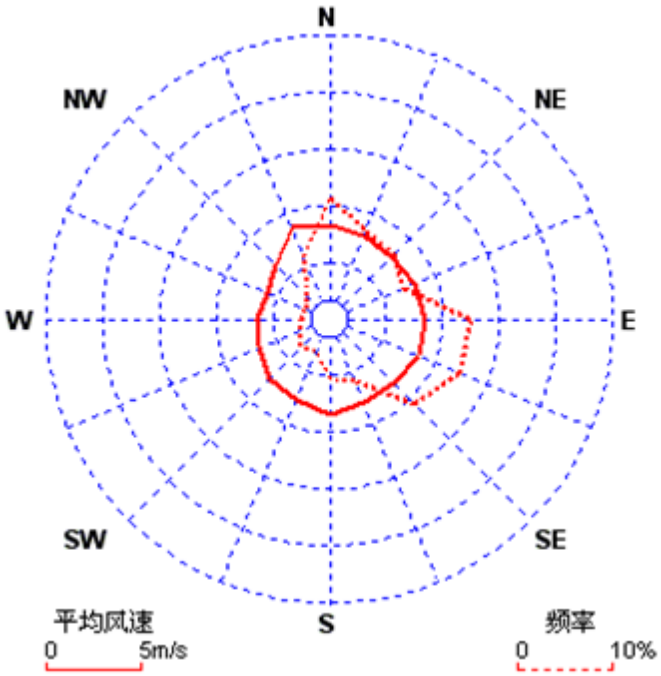


图 5.1-1　　湛江湾风玫瑰图

5.1.1.4　相对湿度

湛江海洋站海域相对湿度较高，多年相对湿度平均值为 80％，其中 1～6 月相对湿度较大，多年月平均都在 80％以上，2 月相对湿度最大，多年月平均为 89％，7 月至 12 月相对湿度较小，多年月平均在 79％以下，10 月相对湿度最小，多年月平均为 73％，其次是 12 月，多年月平均为 74％，湛江海洋站观测到极端最小相对湿度为 20％，出现在 2009 年 1 月 12 日。

5.1.1.5　热带气旋

本区是西北太平洋和南海台风、热带风暴活动和登陆的主要地区之一，因此主要的气象灾害是热带气旋引起的极端大风。热带气旋是破坏性颇为严重的灾害性天气系统，位居当今危害全球的十大自然灾害之首。影响本路由区域的热带气旋产生的源地有两个：一是菲律宾以东洋面，一是南海本地。据历史资料统计，来自菲律宾以东洋面的热带气旋占总数的 56％，南海本地生成的占 44%。热带气旋资料的统计均按国际规定划分为：

热带低压：风力 6~7 级（风速 10.8~17.1 m/s）；

热带风暴：风力 8~9 级（风速 17.2~24.4 m/s）；

强热带风暴：风力 10~11 级（风速 24.5~32.6 m/s）；

台 风：风力 12 级~13 级（风速 32.7 ~41.4 m/s）；

强 台 风：风力 14~15 级（风速 41.5~50.9 m/s）；

超强台风：风力≥16 级（风速≥51.0 m/s）。

根据中国台风网“CMA－STI 热带气旋最佳路径数据集”最新数据统计，1949 年至 2014 年的 67 年间，共有 144 个热带气旋影响路由海域，其中热带低压 32 个，热带风暴 30 个，强热带风暴 37 个，台风 34 个，强台风 9 个，超强台风 2 个。热带气旋多发生在 6 月~10 月，该时间段内发生次数占 90%以上，8 月份发生次数最多，为 39 次，7 月和 9 月次之，均为 31 次，1 月~3 月发生次数均为 0。

表 5.1-1　　热带气旋各月统计表（1949-2014）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
热带低压					2	2	6	8	8	3	3		32
热带风暴						5	9	8	4	3	1		30
强热带风暴				1	1	6	3	11	6	5	3	1	37
台风						4	10	9	9	1	1		34
强台风							2	3	4				9
超强台风							1			1			2
合计	0	0	0	1	3	17	31	39	31	13	8	1	144

5.1.2 海洋水文

5.1.2.1 潮汐

湛江港潮位站（位置：21°10′N，110°24′E）建于 1952 年，其水尺零点在航总 BM1（国家二等水准点）点下 10.8m，与其它有关基准面的关系如图 5.1-2（单位：m）。

图 5.1-2　　湛江港潮位站与有关基准面关系图

根据湛江港潮位站历年资料，湛江港潮汐属不规则半日潮型。由于南三岛、东海岛及其跨海大堤使湛江湾形成半封闭型海域，受地形影响，外海潮流由湛江湾口(进港航道)涌入湾内后发生变形，大小潮的高潮位逐渐增高，低潮位逐渐降低，潮差逐渐增大。涨潮历时大于落潮历时，落潮流速大于涨潮流速。

湛江港海域潮汐主要是受太平洋潮波经巴士海峡和巴林塘海峡进入南中国海后影响自湾口传入湾内形成。由于地形等方面的影响，发生高潮的时间由湾外向湾内推延，硇洲岛 10.9h，湛江港 11.1h。依据国家海洋局南海海洋调查中心 1995 年全年的资料分析到本海区的潮型比值为 0.97，因此，潮汐均属不正规半日潮性质，即在一个太阴日内发生两次高潮和两次低潮，但具有明显的日不等现象。两次高潮和两次低潮潮差相差较大，涨、落潮历时也不相等，一年中 12、6 月是太阳北(南)赤纬最大的月份，此时潮汐日不等现象最明显，3 月和 9 月太阳的赤纬最小，潮汐日不等现象较不明显。

据湛江港潮位站多年统计资料统计，潮位特征值：年最高潮位 6.64m，年最低潮位-0.73m，平均高潮位 3.04m，平均低潮位 0.87m；最大潮差(落潮)4.51m，平均涨潮历时 6 时 50 分，平均落潮历时 5 时 30 分。

5.1.2.2　潮流

在湛江湾口及湾内，受地形影响，潮流呈往复流。涨潮时潮流进入湛江湾后主要往西北方向流动，到大黄江锚地分成两股，一股沿航道方向流至东头山南面又分成二支：一支顺主航道方向流动，另一支绕过东头山南面转向东北到东头山航道与前支汇合后北上进港。另一股在大黄江锚地依旧航道沿特呈岛进入特呈由东流至港区与第一股汇合后流向湾顶。另外，南三河还有一股水流来自南海，涨潮时由东向

西流入港区，在麻斜航道口与湛江湾进来的水流汇合。退潮时则向相反方向流出湛江湾，而有少量顺南三河流出。

潮流流速一年四季有所不同，秋季较大，春季较小。湾内航道流速的一般特点是：落潮流速大于涨潮流速，表层流速大于底层流速，落潮历时小于涨潮历时。调顺岛附近海区流速较大，涨、落潮最大流速分别为 47cm/s 和 63cm/s；该区域的涨潮流向主要向北，落潮流向主要向南。湛江湾麻斜以南至湾口海区是本湾海域最宽的区域，深槽、浅滩地形分布较多，流速、流向差异较大，实测涨潮垂向平均流速为 41.5cm/s～77.2cm/s，落潮垂向平均流速为 46.3cm/s～163.0cm/s。深槽区是湛江湾潮流强度较大的区域，其中特呈岛西侧深槽涨潮最大流速为 55cm/s，落潮最大流速为 77cm/s；东海岛北侧深槽，涨潮最大流速为 76cm/s，落潮最大流速为 138cm/s；湛江湾口门深槽潮流强度最大，实测涨潮最大流速为 79cm/s，落潮最大流速可达 183cm/s。由于湛江湾潮汐通道的走向在总体上呈向西南凸出的弓状弧形，受其影响，潮流运动方向在湾口处由东向西，主轴线偏向湛江湾南侧，然后转为西北一东南向，经特呈岛后以南北向为主。

5.1.2.3 波浪

湛江湾由南三岛、东海岛和硇洲岛构成一狭长的天然良好水域，湾内掩护条件良好，湾口最窄处约 2km，一般情况下（除台风期），风浪不大。湾外为开敞海区，受波浪影响较小，全年以风浪为主。湛江港开口向东，外海波浪可由口门向湾内传递，对湾内波浪分布有一定的影响。

1、硇洲岛海域波浪情况

根据硇洲海洋站 1982 年~2004 年的波浪资料进行统计分析，硇洲岛海域波浪情况如下：

①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%。

②波向：风浪是由风直接作用于海面形成的波浪，其波向主要取决于风向，波向的变化主要随风向而定。该海域是受季风气候影响区，冬季盛行偏北风，夏季盛行偏南风，季节变化十分明显，与此相应的波浪向与盛行风向颇为一致。硇洲岛海域 1982~2004 年各级波高的波向频率统计见表 5.1-2。

表 5.1-2　　硇洲岛海域 1982~2004 年各级波高的波向频率　　单位：%

波高	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
＜0.5m	0.15	0.49	0.54	0.74	0.94	1.48	2.27	1.75
0.5~1.4m	2.57	6.23	7.97	17.9	9.98	10.3	10.6	6.26
1.5~2.9m	0.25	1.18	1.46	3.59	1.43	0.82	0.63	0.14
3.0~4.9m	0	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01
5.0~7.4m	0.01	0	0	0.01	0	0.01		0
≥7.5m	0				0			
波高	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
＜0.5m	0.94	0.29	0.23	0.38	0.33	0.09	0.14	0.12
0.5~1.4m	3.92	1.34	0.67	0.53	0.4	0.24	0.27	0.52
1.5~2.9m	0.04	0.01	0.02	0.01	0	0	0.01	0.04
3.0~4.9m	0.01	0	0	0	0	0	0	0
5.0~7.4m	0							0
≥7.5m								

注：C=2.67%

硇洲岛海域的常浪向与强浪向基本相一致，均出现在 ENE~ESE 方位内。$H_{1/10}$＞3.0m 的方向是 ENE~SE 方位内；$H_{1/10}$＞5.0m 的方向出现在 N、ENE 和 ESE 方位。

③波高和周期：硇洲岛海域 1982~2004 年累年各向波高和周期见表 5.1-3。

表 5.1-3　　硇洲岛海域 1982~2004 年累年各向波高(m)和周期(s)

方位 要素	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
$H_{1/10}$	0.9	1.0	1.1	1.1	0.9	0.8	0.7	0.7
T	4.0	4.0	4.0	4.0	3.8	4.1	4.1	3.8
$H_{1/10}max$	2.1	3.0	4.0	3.7	3.2	6.0	4.5	2.8
$T_{1/10}max$	4.8	5.6	6.1	13.0	6.5	7.1	6.8	5.7
H_{max}	2.7	3.5	6.5	4.6	7.0	7.0	5.0	3.1
T_{max}	6.3	5.2	5.5	5.0	5.0	5.9	5.6	5.9
$H_{1/10}$	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6
T	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1	3.2	3.0	3.7
$H_{1/10}max$	2.1	1.5	2.5	1.1	1.3	1.1	0.8	1.6
$T_{1/10}max$	5.4	4.8	6.6	5.8	4.4	5.0	4.7	5.5
H_{max}	2.4	1.9	2.9	1.4	1.6	1.3	1.1	1.8
T_{max}	4.9	4.5	5.5	4.7	4.5	4.2	4.7	5.5

上述统计结果表明，偏东向波浪明显大于偏西向，强浪方向在 NNE~SE 的偏东方位内。

④波高玫瑰图

根据硇洲海洋站 1982~2004 年历年各向波高绘制波浪玫瑰图如下：

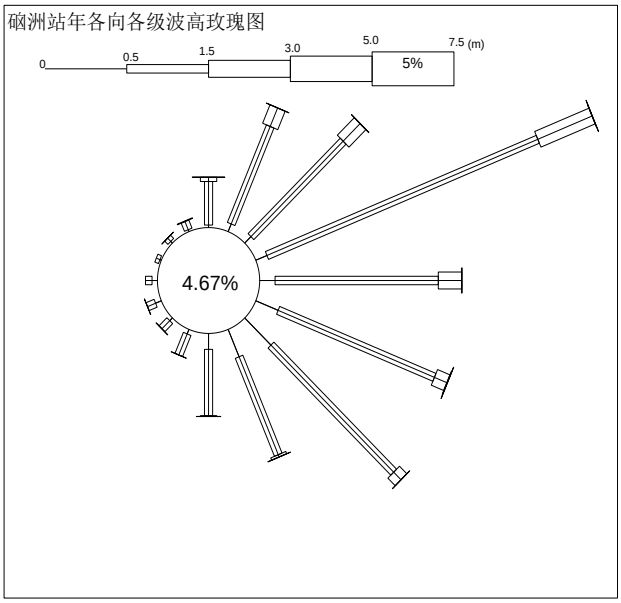


图 5.1-3　　硇洲海洋站（1982~2004 年）波浪玫瑰图

2、工程海区波浪情况

为了对工程海区的波况进行评估，中交第四航务工程勘察设计院使用了湛江气象台 1991 年、1992 年的风速、风向观测资料和硇洲岛海洋站 1981 年到 1982 年的风速、风向观测资料，计算工程海区各方位不同水深的波高、周期，波向（即风向）。然后，对计算出的波浪资料进行统计分析，给出工程海区的波况。经分析认为，硇洲岛的风速、风向资料代表性较湛江的要好。计算中对测风高度和地理环境影响进行了订正。

用两年的风资料逐次计算出的 $H_{1/10}$ 波高的最大值是 1.4m，波向为 ENE。湛江港水域虽然较广，但除了航道一带，绝大部分海图水深在 2m 以下，不利于小风区浪的成长，这是风浪较小的原因。湛江港地形被不同水深的水道分割、主航道附近水深变化大、海底坡度很陡，在计量不同水深段的小风区长度时，以使计量结果有利于小风区浪的成长为原则。计算结果可以代表码头及船舶调头区范围内的小风区浪。

由于 ENE 方位由外海浪的传入，为了使统计工作更具有代表性，根据湾口外 ENE、E、ESE 三个方位的浪传入后，因受地形折射而成为 ENE 向，且两年一遇的大浪的衰减系数大于等于 0.5，在用硇洲岛海洋站 1981 年到 1982 年间的风速、风向资料逐次计算风资料对应的波高、周期时，凡是风向为 ENE、且硇洲岛海洋站的同步波向属 ENE、E、ESE，而波高的一半又大于由风速计算的波高时，则采用硇洲岛海洋站的实测波高乘以 0.5 的衰减系数、而不采用由风速计算的结果。

根据上述计算结果，工程海区常浪向为 ENE，频率 28.54%；次常浪向为 E，频率为 16.48%；强浪向为 ENE 和 ESE；$H_{1/10}$ 最大波高 1.4m。

表 5.1-4　　工程海区波高、波向、平均周期联合分布（全年）

	N		NNE		NE		ENE		E	
$H_{1/10}$(m)	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%
0.00-0.19	0.64	1.34	0.81	3.43	0.62	2.68	0.67	1.2	0.53	14.73
0.20-0.39	1.49	1.34	1.58	2.64	1.48	2.16	1.04	5.56	1.48	1.75
0.40-0.59	2.13	0.24	2.33	0.27	2.19	0.27	1.43	10.85		
0.60-0.79			2.88	0.07	2.82	0.03	1.88	7.52		
0.80-0.99			3.2	0.03			2.33	2.75		
1.00-1.19							2.62	0.58		
1.20-1.39							3.14	0.07		
TOTAL	1.15	2.92	1.23	6.46	1.08	5.15	1.55	28.54	0.63	16.48
	ESE		SE		SSE		S		SSW	
$H_{1/10}$(m)	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%
0.00-0.19	0.48	12.29	0.42	9.38	0.26	3.64	0.26	1.89	0.26	0.96
0.20-0.39	1.6	0.45	1.34	0.27	1.51	0.1				
0.40-0.59	2.05	0.03	2.19	0.03						
0.60-0.79	3.05	0.03								
0.80-0.99										
1.00-1.19										
1.20-1.39										
TOTAL	0.53	12.81	0.45	9.68	0.3	3.74	0.26	1.89	0.26	0.96
	SW		WSW		W		WNW		NW	
$H_{1/10}$(m)	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%
0.00-0.19	0.36	1	0.66	1.34	0.52	0.72	0.75	0.79	0.59	0.86
0.20-0.39			1.56	0.41	1.28	0.55	1.4	0.17	1.64	0.14
0.40-0.59					2.3	0.07				
0.60-0.79										
0.80-0.99										
1.00-1.19										
1.20-1.39										
TOTAL	0.36	1	0.87	1.75	0.92	1.34	0.86	0.96	0.74	1
	NNW		TOTAL							
$H_{1/10}$(m)	Tz(s)	P%	Tz(s)	P%						
0.00-0.19	0.71	1.48	0.48	60.92						
0.20-0.39	1.52	0.55	1.34	16.11						
0.40-0.59	2.26	0.1	1.49	11.88						
0.60-0.79			1.89	7.66						
0.80-0.99			2.34	2.78						
1.00-1.19			2.62	0.58						
1.20-1.39			3.14	0.07						
TOTAL	1	2.13	0.91	100						

5.2 区域社会环境概况

5.2.1 社会环境概况

湛江市全市面积 1.32 万 km^2，人口约 778 万人。现辖雷州、廉江、吴川 3 个县

级市，遂溪、徐闻 2 个县，赤坎、霞山、麻章、坡头 4 个区和湛江经济技术开发区、东海岛经济开发试验区，共有 85 个镇、2 个乡、34 个街道办事处、287 个居委会、1501 个村委会，拥有 1 个国家级经济技术开发区和 6 个省级经济开发区（试验区、工业区）。

东海岛经济开发试验区目前管理东海岛、硇洲岛、东头山岛，辖东山、民安、东简和硇洲 4 镇，总面积 491.21km^2，总人口 20.73 万人。其中东海岛面积 286km^2，为我国第五大岛，广东第一大岛，位于雷州半岛东部、湛江市区南部，陆域面积约 286km^2，最长处 32km，最宽处 11km，呈带状。东海岛与赤坎－霞山片区隔海相望，通过长约 6.8km 的东北大堤与霞山相连，陆距 22km，海距 10~14km。

5.2.2 社会经济发展现状

根据《2019 年湛江市国民经济和社会发展统计公报》，2019 年湛江市实现生产总值（GDP）3064.72 亿元，按可比价计算比上年增长 4.0%。其中，第一产业增加值 585.24 亿元，增长 4.2%，对 GDP 增长贡献率为 17.5%；第二产业增加值 1055.00 亿元，下降 0.8%，对 GDP 增长贡献率为-7.4%；第三产业增加值 1424.48 亿元，增长 8.0%，对 GDP 增长贡献率为 89.9%。三次产业结构为 19.1:34.4:46.5。全市人均 GDP 为 41720 元，比上年增长 3.6%。

5.3 渔业生产概况

根据《广东农村统计年鉴 2020》，湛江市渔业从业人员 262804 人，海洋捕捞产量 224250t，海水养殖面积 56223ha，海水养殖产量 843558t。

5.3.1 渔业从业人员

2019 年，湛江市海洋渔业从业人员合计 262804 人。

表 5.3-1　　湛江市渔业从业人员（人）

专业从业人员	兼业从业人员	临时从业人员	渔业从业人员合计
163003	78219	21582	262804

5.3.2 海洋捕捞

海洋捕捞产量合计为 224250t，其中鱼类为 159053t，甲壳类为 38026t，贝类 12177t，头足类 9033t，藻类 641t，其它类 5320t，拖网海洋捕捞产量最高。

表 5.3-2　　2019 年湛江市海洋捕捞产量（t）

海洋捕捞（包括外海）	鱼类	甲壳类			贝类	藻类	头足类	其他
			虾	蟹				
224250	159053	38026	26607	11419	12177	641	9033	5320

表 5.3-3　　2019 年湛江市按作业方式分的海洋捕捞产量（t）

合计	拖网	围网	刺网	张网	钓业	其他
224250	114984	3127	66600	998	13183	25358

5.3.3　海水养殖面积

海水养殖总面积为 56223ha，其中甲壳类最多，其次是贝类，鱼类，其它和藻类。

表 5.3-4　　2019 年湛江市海水养殖面积（ha）

合计	鱼类	甲壳类			贝类	藻类	其他
			虾	蟹			
56223	8710	28283	27339	944	17507	33	1691

5.3.4　海水养殖产量

海水养殖总产量为 843558t，其中，贝类最高，其次是甲壳类、鱼类和藻类，其它类最少。

表 5.3-5　　2019 年湛江市海水养殖产量（t）

合计	鱼类	甲壳类			贝类	藻类	其他
			虾	蟹			
843558	110187	208817	200767	8050	523678	638	238

5.3.5　“三场一通道”情况

主要经济鱼类的 “三场一通道”为越冬场、产卵场、索饵场和洄游通道。

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），粤西南海中上层鱼类产卵场主要为：蓝圆鲹产卵场位于东经 110°30′～112°40′，北纬 8°15′~20°05′，水深 70~180m，产卵期 4~6 月；鲐鱼产卵场的位置位于东经 110°15′~113°50′，北纬 18°15′~19°20′，水深 90~200m，产卵期 1~6 月。粤西底层、近底层鱼类产卵场主要为：金线鱼产卵场由海南岛东岸一直延伸至汕尾附近（东经 111°45′~115°45′，水深 25~107m，主要是 40~80m，产卵期 3~8 月；绯鲤类产卵场位于东经 110°40′~112°00′，北纬 19°00′～19°30′，水深 53~123m，产卵期 3~6 月。以上产卵场距离本工程距离很远，最小距离约 25km。详见图 5.3-1 和图 5.3-2。

冬天主要经济鱼类游向水较深的海域进行越冬，因调查海域是近岸浅水区域，故调查区域并不是主要经济鱼类的越冬场。

参考《湛江湾 30 万吨级航道改扩建工程环境影响报告书》（中国科学院南海海洋研究所，2018 年 4 月）相关结论，除个别种类如带鱼和海鳗有固定的洄游移动路径外，大多数主要经济鱼类的洄游虽有的随环境的变化而作移动，但只呈现在浅近海作短距离移动，或只做水深的深浅移动，总体来说，洄游路径不甚清淅。

表 5.3-6　　主要经济鱼类的产卵期

种名	产卵期（月份）	种名	产卵期（月份）
斑鰶	12~翌年 2	乌鲳	3~8
鰤	4~9	皮氏叫姑鱼	3~7
杜氏棱鳀	4~8	白姑鱼	5~7
汉氏棱鳀	6~7	大黄鱼	2~4，10~12
大头狗母鱼	1~3	长棘银鲈	3~5
多齿蛇鲻	3~8	二长棘鲷	1~3
花斑蛇鲻	4~6，9~11	真鲷	5~7
龙头鱼	3~5	日本金线鱼	5~7
海鳗	3~4	鲬	4~6
油魟	6~8	斑点鸡笼鲳	3~5
鲻	11~翌年 1	黄斑蓝子鱼	4~5
六指马鲅	2~5	带鱼	3~11
多鳞鳙	3~4	中国鲳	4~7
蓝圆鲹	12~翌年 4	灰鲳	4~5
丽叶鲹	5~8	银鲳	8~翌年 4
竹荚鱼	12~翌年 1	孔鰕虎鱼	5-8
金色小沙丁鱼	12~翌年 4	斑鰶	12~翌年 2
黄鲫	3~7	红狼牙鰕虎鱼	4~5，10~11

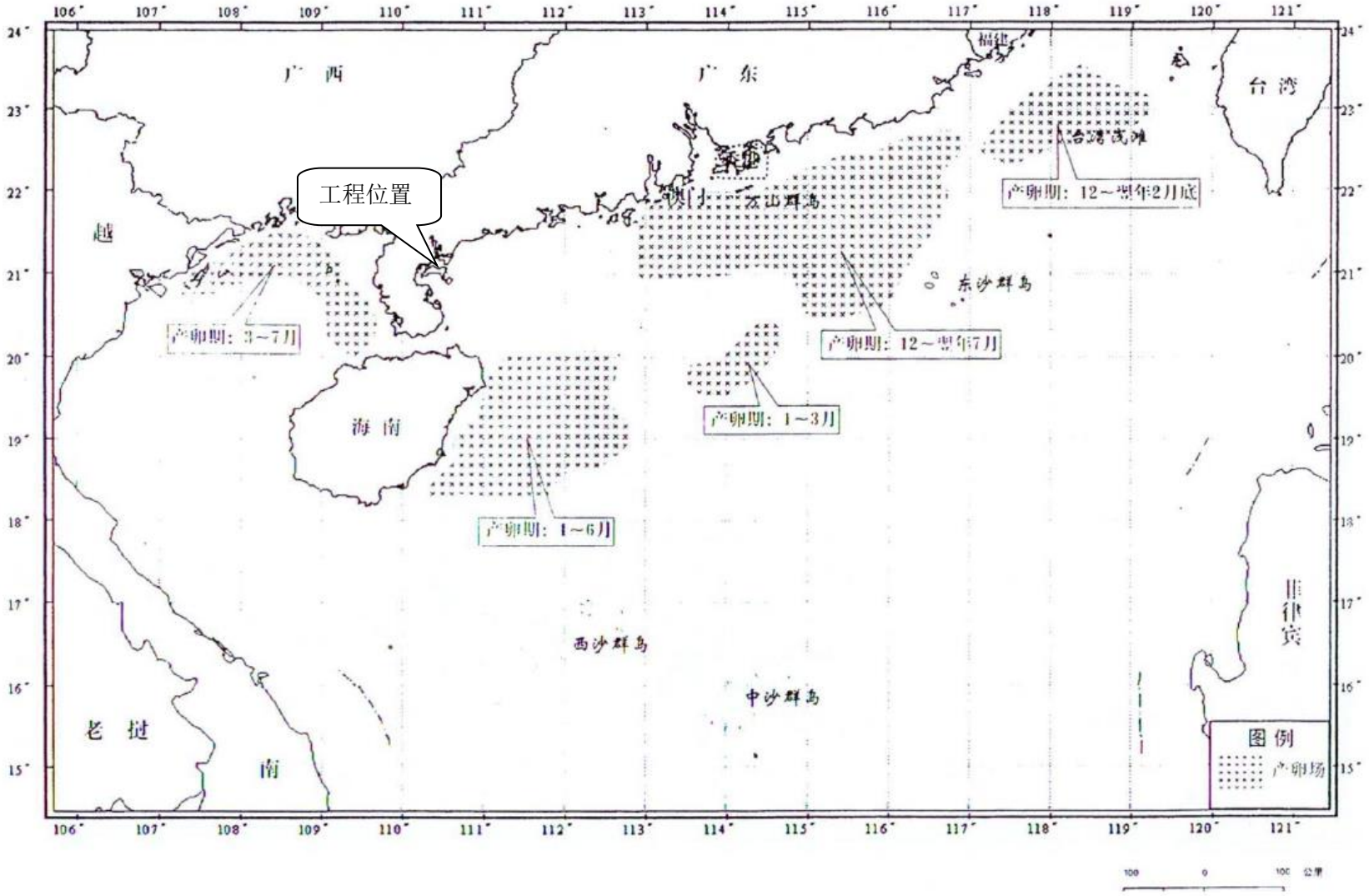


图 5.3-1　　南海中上层鱼类产卵场示意图

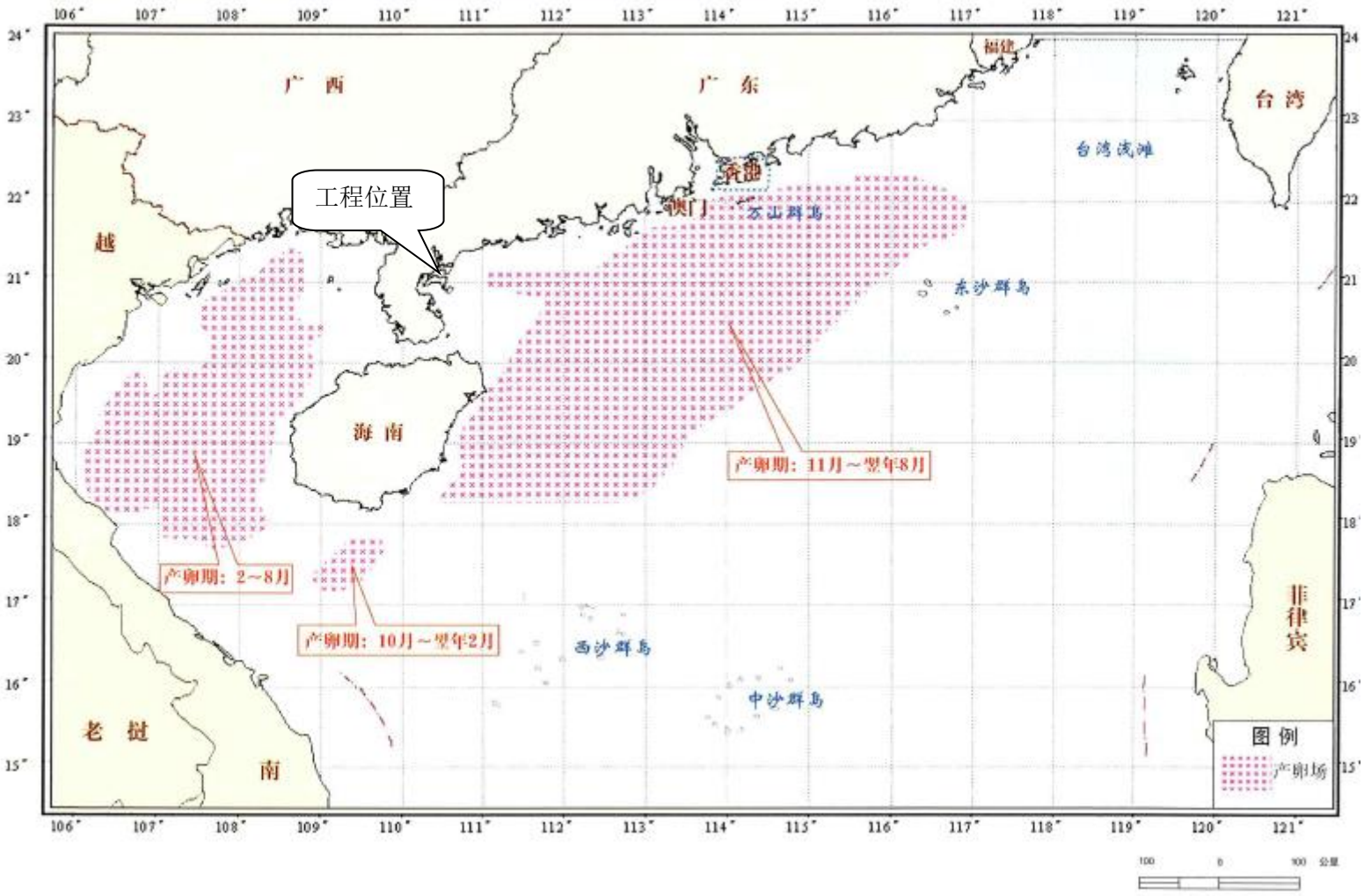


图 5.3-2　　南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

5.4 区域海洋资源和海域开发利用与保护概况

5.4.1 海域开发利用现状

本工程评价范围内的海域开发利用现状分工程所在东海岛岸段的海域开发利用、东海岛北侧海域开发和东海岛西侧海域开发，具体开发利用现状见表 5.4-1 和图 5.4-1。因东海岛北侧及西侧开发利用用海与本工程距离较远，受本工程影响较小，因此仅对工程所在东海岛岸线的海域开发利用现状进行详细介绍，具体见图 5.4-2。

工程所在东海岛岸段的开发利用现状有湛江开发区工程塑料生产基地项目、湛江经济技术开发区易旭物业有限公司石化仓储物流项目、湛江经济技术开发区新月发展有限公司石化仓储物流项目、湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司石化仓储物流项目、湛江东海岛 LPG 冷冻储存库配套 5 万吨级码头、广东鹏尊能源开发有限公司 LPG 冷冻储存库、湛江东海岛 30 万吨/年丙烷脱氢制丙烯、铁路通明海特大桥和红星水库特大桥、湛江港东海岛港区杂货码头工程、中科合资广东炼油化工一体化项目（在建）、湛江港东海岛港区通用杂货码头工程、湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头、湛江港东海岛港区散货码头项目、广东湛江钢铁基地项目、红树林、红星水库、东参村排洪沟、A 区围堤外零星养殖、东海岛至东头山岛海底电缆等项目。

除广东湛江钢铁基地项目外，其余开发利用活动均位于湛江市东海岛石化产业园区（湛江市东海岛临港工业区）范围，湛江市东海岛临港工业区分为 A 区和 B 区，B 区开发利用活动有湛江港东海岛港区通用杂货码头工程、中科合资广东炼油化工一体化项目、湛江港东海岛通用杂货码头工程、湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头和湛江港东海岛港区散货码头项目。

表 5.4-1　　本工程所在海域开发利用现状情况汇总表

编号	分类	项目名称	方位关系及最近距离	用海方式	备注
1.	工程所在东海岛岸段的海域开发利用活动	湛江开发区工程塑料生产基地项目	紧邻	填海造地	位于湛江市东海岛临港工业区规划范围，已确权
2.		湛江经济技术开发区易旭物业有限公司石化仓储物流项目	西北 1km	填海造地	
3.		湛江经济技术开发区新月发展有限公司石化仓储物流项目	西侧 0.5km	填海造地	

编号	分类	项目名称	方位关系及最近距离	用海方式	备注
4.		湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司石化仓储物流项目	紧邻	填海造地	
5.		湛江东海岛 LPG 冷冻储存库配套 5 万吨级码头	紧邻	码头港池	
6.		广东鹏尊能源开发有限公司 LPG 冷冻储存库	紧邻	填海造地	
7.		湛江东海岛 30 万吨/年丙烷脱氢制丙烯	紧邻	填海造地	
8.		铁路通明海特大桥和红星水库特大桥	东南侧 1.2km	跨海桥梁	
9.		湛江港东海岛港区杂货码头工程	东侧 1.7km	填海造地	
10.		中科合资广东炼油化工一体化项目	东侧 2.6km	填海造地	
11.		湛江港东海岛港区通用杂货码头工程	东侧 6.6km	填海造地	
12.		湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头	东侧 6.9km	码头用海	
13.		湛江港东海岛港区散货码头	东侧 7.6km	填海造地	
14.		广东湛江钢铁基地项目	东侧 6.3km	填海造地	已确权
15.		红星水库	东南侧 1.4km	-	
		东参村排洪沟红树林	西北侧约 1.2km	-	不属于红树林自然保护区
17.		围堤东南侧红树林	东南侧紧邻	-	
18.		东参村排洪沟	西侧 1km	-	
19.		A 区围堤外零星养殖	北侧 3.5km	养殖用海	围堤已形成，由现状填、围堤与工程相隔
20.		东海岛至东头山岛海底电缆	北侧 4.0km	海底电缆	
21.	工程所在东海岛的北侧海域开发利用活动	湛江港航道	西北侧 2.6km	开放式用海	
22.		大王庙渔港码头	东北侧 10.7km	码头港池用海	
23.		广东特呈岛国家级海洋公园	北侧 4.1km	-	
24.		湛江港集团项目（包含湛江港务局码头（港池）、湛江港新建成品油码头、湛江港霞山区散货码头、湛江港霞山港区港池、湛江港 25 万吨级航道吹填区、湛江港宝满集装箱码头等）	北侧 4.9km	填海造地、透水、港池等	
25.		湛江港石化码头	北侧 7.0km	填海造地、透水、港池等	
26.		湛江恒兴渔业有限公司	北侧 7.4km	养殖用海	
27.		贝类养殖区	西北侧 8.0km	养殖用海	
28.	工程所在东海	日光通用码头项目	西侧 6.8km	填海造地	已发海域使用权证，拟建
29.		湛江疏港公路	西侧 9.3km	填海造地	

编号	分类	项目名称	方位关系及最近距离	用海方式	备注
30.	岛的西侧海域开发利用活动	湛江工业品物流中心项目	西北侧 9.2km	填海造地	
31.		湛江市京翔项目	西北侧 8.6km	填海造地	
32.		湛江市京湛贸易	西北侧 8.2km	填海造地	
33.		湛江市顺江集团等	西北侧 8.3km	填海造地	

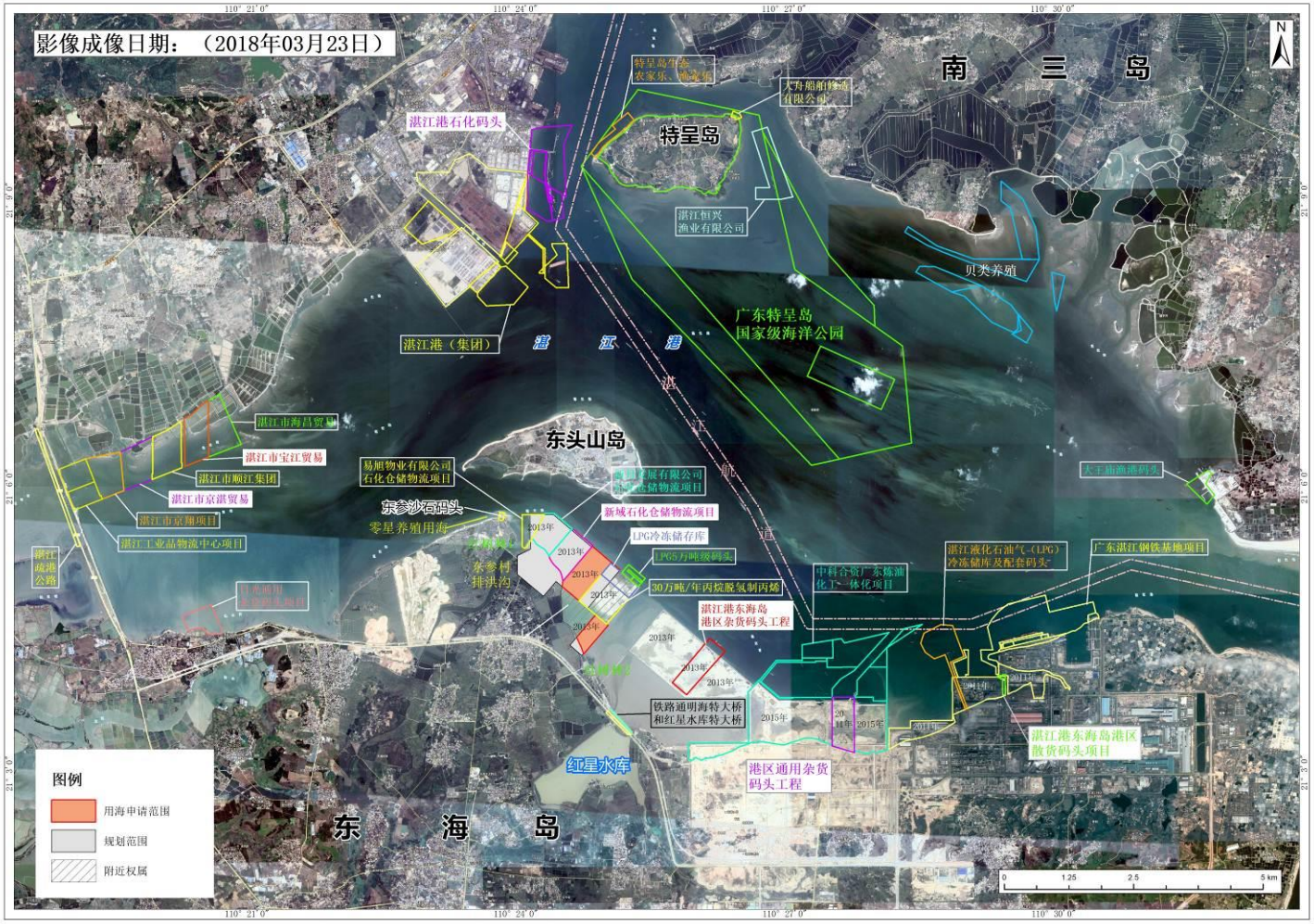


图 5.4-1　　工程所在海域开发利用现状图

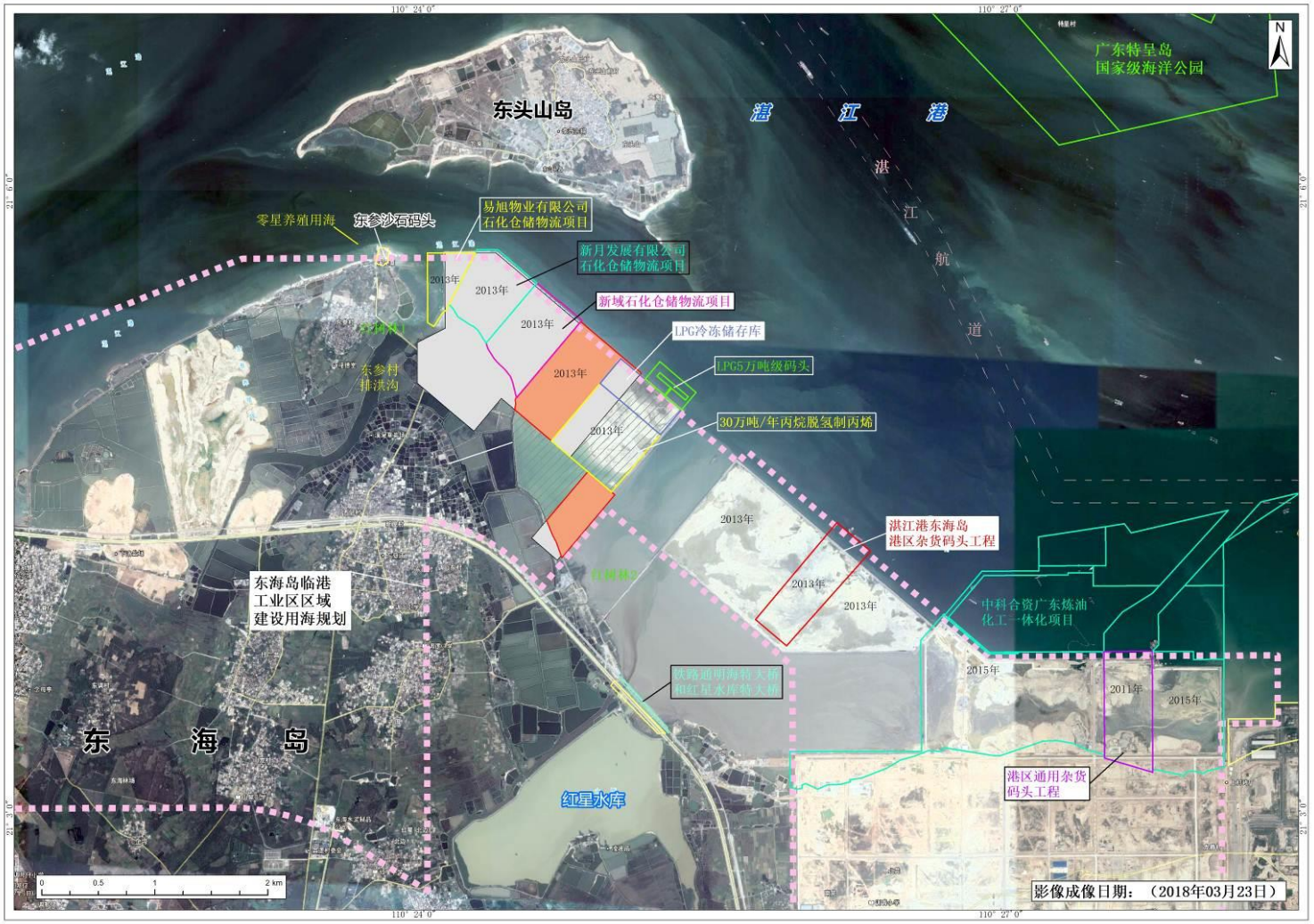


图 5.4-2　　工程所在海域开发利用现状图（局部放大）

2011 年 4 月，湛江市人民政府组织编制完成了《广东省湛江市东海岛石化产业园区区域建设用海规划》，并上报海洋主管部门提出审查请求。2011 年 12 月，根据国家、省海洋主管部门相关指导意见，结合园区内实际建设内容，考虑到该规划的用海主要是用于港口和临港工业的建设，同时也服务于产业园区内其它临港工业，将《广东省湛江市东海岛石化产业园区》更名为《湛江市东海岛临港工业区》。2012 年 12 月 21 日，国家海洋局批复《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》（以下简称用海规划）（国海管字〔2012〕883 号），规划用海总面积为 1699.00hm^2，其中填海面积 1085.06hm^2，透水构筑物用海面积 27.21hm^2，港池用海面积 586.73hm^2。东海岛临港工业区位于广东省湛江市东海岛中北部，红星水库的两侧，与湛江市主城区隔湾相望。《东海岛临港工业区用海规划》经国家海洋局批复后统一组织实施区域围堰填海。截至 2014 年 6 月，用海规划范围围堰填海整体工程完成，填海面积约 467hm^2。《东海岛临港工业区用海规划》的规划范围全部在东海岛石化产业园区内。石化产业园区填海工程分 A 区、B 区，本项目位于石化产业园区 A 区。

（1）石化产业园区 A 区填海（其中 7 个已取得海域使用证，2014 年已完成围堰填海）。具体为：

①湛江开发区工程塑料生产基地项目

湛江开发区工程塑料生产基地项目为湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司投资建设，海域权证批准填海面积 32.1580hm^2。于 2019 年 5 月获批复。

②湛江经济技术开发区易旭物业有限公司石化仓储物流项目

湛江经济技术开发区易旭物业有限公司石化仓储物流项目已获批准填海 16.3217hm^2，目前 2013 年已填 8.6301hm^2，尚有 7.6919hm^2 未填。

③湛江经济技术开发区新月发展有限公司石化仓储物流项目

湛江经济技术开发区新月发展有限公司石化仓储物流项目已获批准填海 35.3504hm^2，2013 年已完成陆域回填工程。

④湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司石化仓储物流项目

湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司石化仓储物流项目已获批准填海 40.4216hm^2，2013 年已完成陆域回填工程。

⑤广东鹏尊能源开发有限公司 LPG 冷冻储存库项目及 5 万吨级码头

广东鹏尊能源开发有限公司 LPG 冷冻储存库项目已获批准填海 20hm^2，2013 年已完成陆域回填工程。

⑥湛江东海岛 30 万吨/年丙烷脱氢制丙烯

湛江东海岛 30 万吨/年丙烷脱氢制丙烯业主为广东鹏尊能源开发有限公司，已获批准填海 46.64hm^2，2013 年已完成陆域回填工程。

⑦红星水库

根据《湛江市环境保护规划（2006～2020 年）》，东海岛红星水库规划为饮用水水源保护区。然而长期以来，红星水库主要以农灌为主，没有真正作为饮用水源使用，水库至今没有饮用水取水口；为满足东海岛发展的用水需求，湛江市目前正在实施鉴江向东海岛输水工程，包括对红星水库进行堤围加高加固扩容，扩容后水库将失去自生产能力，成为仅有蓄水能力的大型蓄水池，主要作为工业用水，东海岛居民用水则直接由鉴江输水管送至自来水厂。湛江市政府 2009 年 12 月取消了红星水库饮用水水源保护区功能。

⑧东参村排洪沟

项目西侧 1km 为东参村排洪沟，为东参村村用防洪排涝的水道。

⑨零星养殖

零星养殖位于 A 区围堤外海域附近，为周边村民的养殖区区域。

图 5.4-3　　现围堤外海域附近零星养殖

⑩东海岛至东头山岛海底电缆

东海岛至东头山岛海底电缆是连接东参码头至东头山岛码头的海底电缆，用来供给东头山岛居民基本用电需求。

（2）临港工业园区 B 区开发利用活动

①湛江港东海岛港区杂货码头工程

湛江港东海岛港区杂货码头工程建设 2 个 2 万吨级码头（水工结构按 7 万吨级设计）通用杂货泊位，使用岸线长约 392m，设计任务吞吐量为 200 万吨，码头设计年通过能力 201 万吨。码头性质为通用杂货泊位，项目码头将主要为湛江市经济技术开发区东海岛新区的企业提供原料及产品的水路集疏运服务，同时也为湛江东海岛的其他企业发展提供原料及产品的水路集疏运服务，近期装卸货种计划为杂货，远期随着港口需求变化情况适当考虑部分其它货种。项目目前正在建设中。

②中科合资广东炼油化工一体化项目

中科合资广东炼油化工一体化项目总用地面积约 12.26 km^2。

③湛江港东海岛通用杂货码头工程

湛江港东海岛通用杂货码头工程，计划建设 2 个 2 万吨级通用杂货码头及件杂货堆场、生产及生活辅助建筑区。项目目前正在建设中。

④湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头

湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头港池，目前已建成运营。

⑤湛江港东海岛港区散货码头项目

湛江港东海岛港区散货码头项目建设 2 个 10 万吨级通用散货泊位(结构 20 万吨级)，以及相应的配套设施，年设计吞吐量为 950 万吨。目前已建成运营。

（3）湛江钢铁基地项目

湛江钢铁基地项目厂区规划用地面积为 1285hm^2，其中 155.26hm^2（成地面积）为填海造地形成。项目占用原有海岸线长 9158m，建成后形成有效岸线（泊位岸线）总长 6460m。

5.4.2 海洋保护区

5.4.2.1 霞山区特呈岛海洋生态自然保护区

霞山区特呈岛海洋生态自然保护区范围为 673hm^2，保护范围东至 110°26′45″，西至 110°24′51″，南至 21°08′07″，北至 21°09′26″，保护对象主要为红树林及其生态系统。

特呈岛为我国热带亚热带地区典型的海岛生态系统，有海岛陆地次生季雨林、红树林、海草床和人工鱼礁生态系统，有种子植物 112 科 393 属 556 种，其中红树植物 11 种；大型海藻 25 种；贝类 54 种；虾蟹类 37 种；两栖动物 7 种；鸟类 144 种，其中，国家重点保护动物 16 种，国际贸易公约保护鸟类 14 种，国家“三有”保护鸟类 87 种，广东省重点保护鸟类 5 种，中日候鸟协定保护鸟类 65 种，中澳候鸟协定保护鸟类 28 种。

特呈岛红树林主要的组成群落有白骨壤群落、红海榄群落、海漆群落和桐花树群落等。

霞山区特呈岛海洋生态自然保护区见图 5.4-4，本工程位于霞山区特呈岛海洋生态自然保护区西南方向，最近距离约 6.6km。

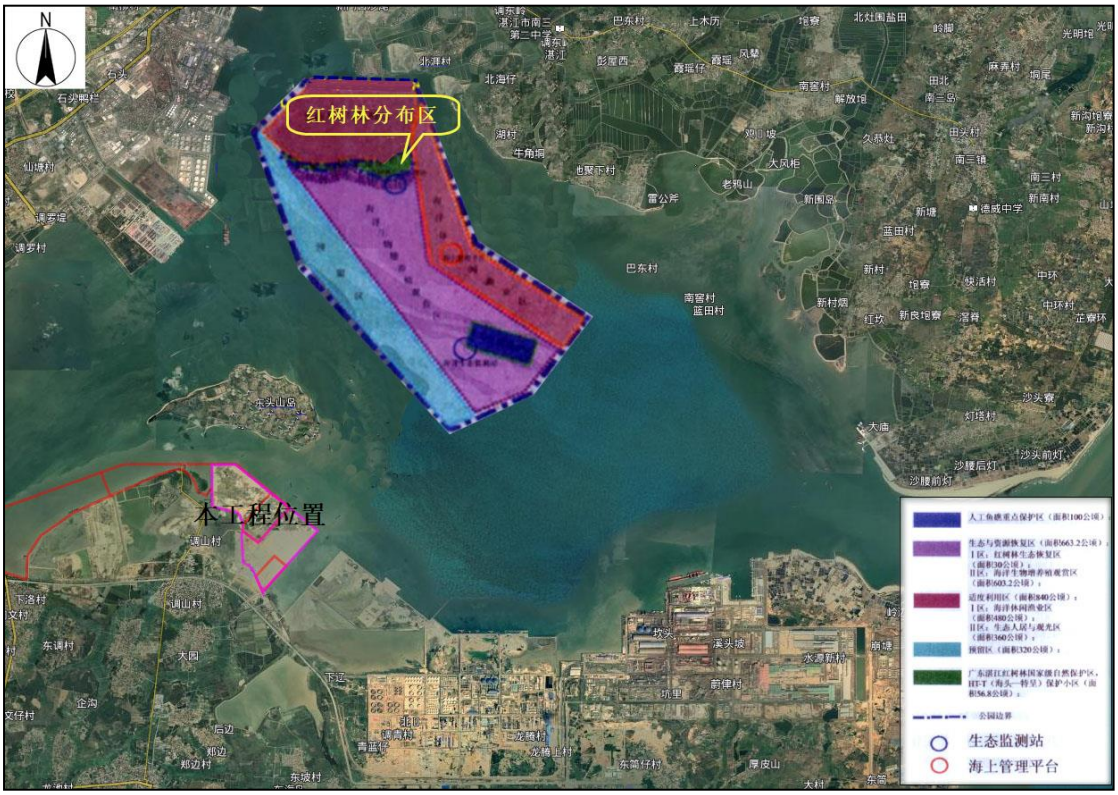


图 5.4-4 红树林分布示意图

白骨壤群落：此群落是特呈岛主要的红树林群落，分布于近岸潮间带上，总面积 25ha，其中一半左右为人工造林。林相灰绿色，胸径 12~25cm，林冠高 3~6m，最高达 7m，郁闭度为 0.85~1.00。

白骨壤和红海缆混交群落：主要分布于滩涂上，林相灰绿色与绿色相间，两树种呈镶嵌状态，林冠高 2.0~3.5m，郁闭度为 0.85~1.00，以白骨壤占优势，面积约 3hm^2。

红海榄群落：分布于近岸潮间带上，为天然林，林相绿色，林冠高 3.5m，郁闭度为 0.95 左右。

海漆群落：见于东村海岸一小冲蚀内沟两侧和部分海岸。由 2~4 株组成小群落，最高达 11m，郁闭度为 0.70~0.95，面积约 0.5 hm^2。

桐花树群落：见于坡尾村海岸近岸中高潮间带，为一小片分布，高 1.0~1.3m，郁闭度 0.30~0.75，呈残存群落。

5.4.2.2 广东特呈岛国家级海洋公园

广东特呈岛国家级海洋公园是由国家海洋局于 2011 年 5 月批准建立的国家级海洋特别保护区。保护区位于广东省湛江市湛江港湾，包括特呈岛陆地及其周边海域。地理坐标介于东经 110°24'44″~110°28'25″，北纬 21°06'13″~21°10'09″之间。广东特呈岛国家级海洋公园包括特呈岛陆地及其南侧海域，保护区总面积为 1893.2hm^2，其中海域面积为 1533.2hm^2。包括重点保护区 100hm^2，生态与资源恢复区 633.2hm^2。适度利用区 840hm^2 和预留区面积 320hm^2。主要保护对象为海岛、红树林及生态和人工鱼礁。自 2011 年底开始，保护区进行清理拆除养殖网箱及各种非法养殖设施、碍航物，红树林生态系统得到有效保护；每年进行的增殖放流活动使海洋经济鱼类品种与数量不断增加。

本工程位于特呈岛国家级海洋公园西南方向，最近距离约 4.6km。

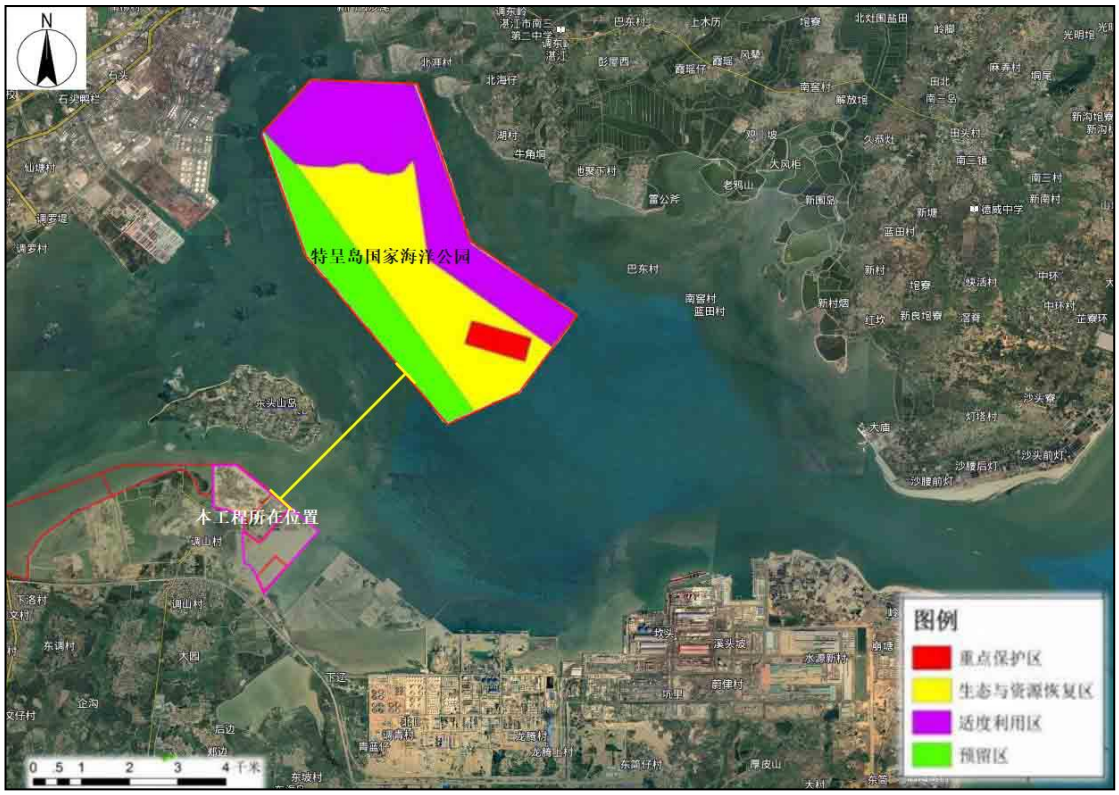


图 5.4-5　　本工程与广东特呈岛国家级海洋公园位置关系示意图

5.4.2.3　　特呈岛海洋保护区

根据《广东省海洋功能区划（2011–2020 年）》，特呈岛海洋保护区位于本工程北侧约 5.3km，范围东至：110°26′45″，西至:110°24′51″，南至:21°08′07″，北至:21°09′26″，面积 6.73km^2。保护目标为海岛及海洋生态系统。具体位置图见图 2.5-1。

5.4.2.4　　雷州湾中华白海豚市级自然保护区

雷州湾的中华白海豚是在中国沿岸新发现的一个种群。2007 年，湛江市政府批准建立雷州湾中华白海豚市级自然保护区（湛府函[2007]169 号）。根据《湛江市养殖水域滩涂规划（2008-2015）》，保护区基本信息见表 5.4-2。

表 5.4-2　　雷州湾中华白海豚市级自然保护区概况

名称	四至坐标（WGS-84）		面积 hm^2	基本情况	重点保护品种
雷州湾中华白海豚自然保护区	E	N	1927	沙泥质底，水流畅通，水质好，天然分布的主要经济品种：江珧、文蛤和鲷科鱼类等	中华白海豚
	110°25'60.0" 110°28'60.0"	20°43'60.0" 20°46'0.0"			

保护区总面积 1927hm^2，其中：核心区面积 686hm^2、占保护区总面积的 33.3%；缓冲区面积 1372hm^2、占保护区总面积的 66.6%。主要保护品种：中华白海豚、文昌鱼、中国鲎、大黄鱼和其它海洋哺乳动物及海洋生态环境。

本工程位置离雷州湾中华白海豚自然保护区较远，最近距离约 38km，位置关系示意图见图 5.4-6。

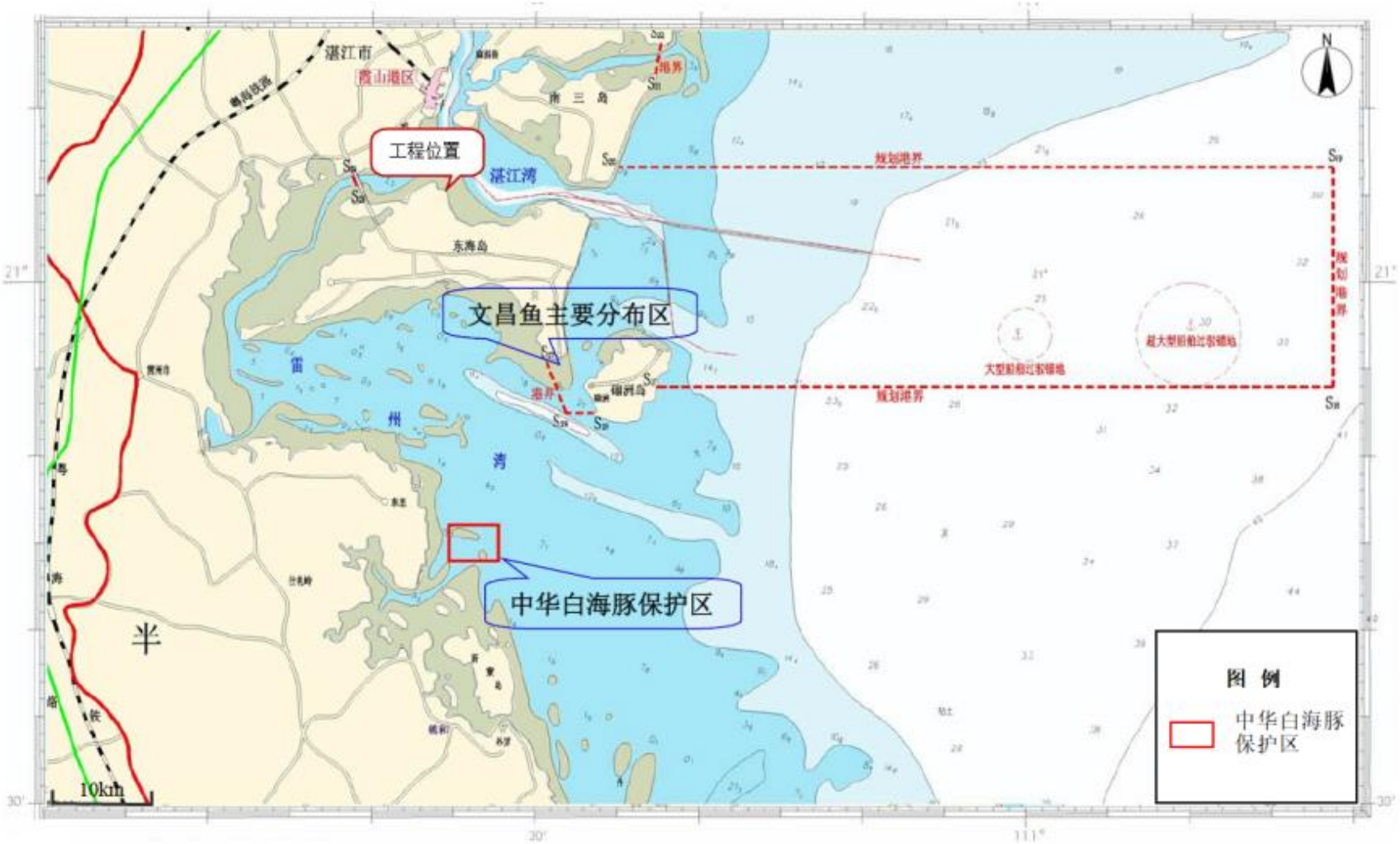


图 5.4-6　　本工程与中华白海豚保护区位置关系示意图

5.4.2.5 幼鱼幼虾保护区

根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（农业部第 189 号公告）中的图 4（南海国家级及省级保护区分布示意图）（见图 5.4-7）和图 6（南海北部幼鱼繁育场保护区示意图）（见图 5.4-8），本项目所处海域属幼鱼幼虾保护区、黄花鱼幼鱼幼虾保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区。

幼鱼幼虾保护区：范围为南澳岛至雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，保护期间禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入上述海域内生产，防止或减少对渔业资源的损害。

黄花鱼幼鱼保护区：范围为湛江港口至硇洲岛周围 20m 水深以内海域，主要保护对象为黄花鱼幼鱼渔业资源，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船以及捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。

南海北部幼鱼繁育场保护区：位于南海北部及北部湾沿岸 40 米等深线，17 个基点连线以内水域，保护期为 1-12 月。保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。

表 5.4-3 南海北部幼鱼繁育场保护区基点地理位置表

基点编号	东经	北纬	基点编号	东经	北纬
第一基点	117°40′	23°10′	第十基点	109°00′	18°00′
第二基点	117°25′	23°00′	第十一基点	108°30′	18°20′
第三基点	115°10′	22°05′	第十二基点	108°20′	18°45′
第四基点	114°50′	22°05′	第十三基点	108°20′	19°20′
第五基点	114°00′	21°30′	第十四基点	109°00′	20°00′
第六基点	111°20′	21°00′	第十五基点	108°50′	20°50′
第七基点	111°35′	20°00′	第十六基点	108°30′	21°00′
第八基点	110°40′	18°30′	第十七基点	108°30′	21°31′
第九基点	109°50′	17°50′			

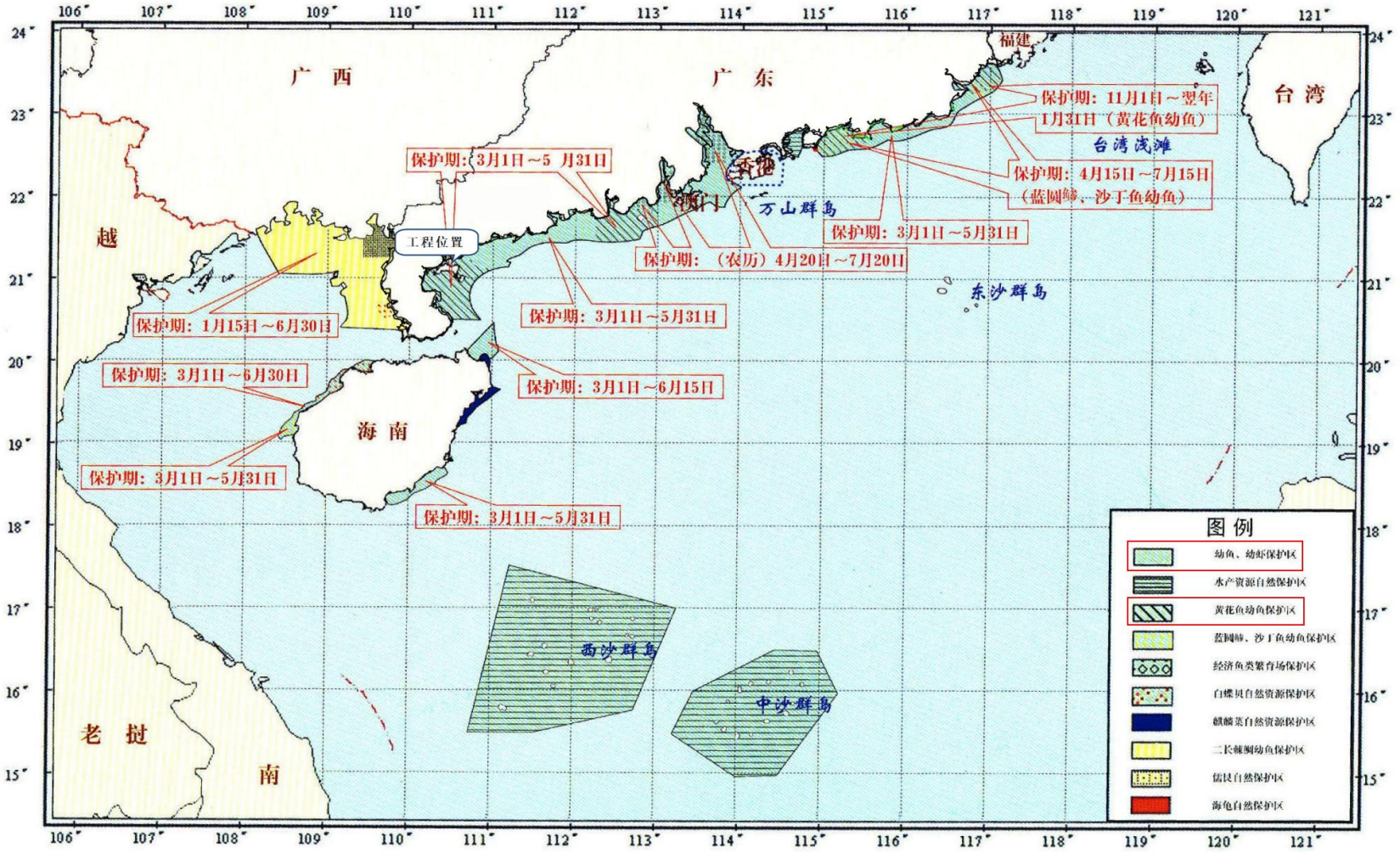


图 5.4-7　　本工程与幼鱼幼虾保护区位置关系示意图

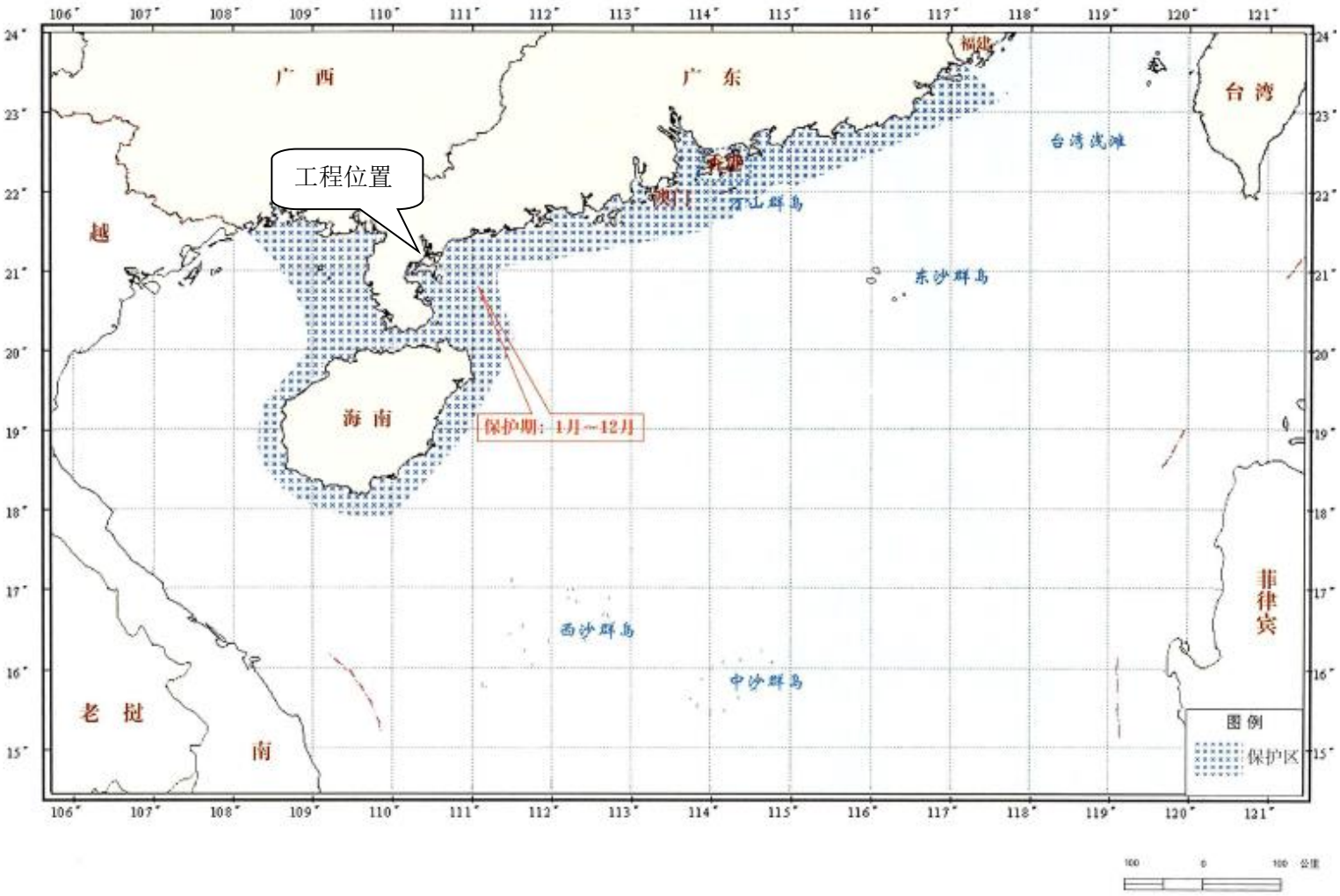


图 5.4-8　　南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

5.4.2.6 湛江红树林国家级自然保护区特呈岛红树林保护区

湛江市红树林国家级保护区特呈岛红树林保护小区为湛江红树林国家级自然保护区实验区，与特呈岛海洋保护区和广东特呈岛国家级海洋公园有重叠。本工程部位与红树林保护区内（见附件 4）。

湛江红树林国家级自然保护区位于广东省湛江市境内，1990 年经广东省人民政府批准建立，1997 年经《国务院关于发布芦芽山等国家级自然保护区名单的通知》（国函〔1997〕109 号）晋升为国家级自然保护区。保护面积 20278 hm^2，其水域面积大于 30%。主要保护对象为红树林生态系统。湛江红树林保护区由散布在广东省西南部雷州半岛 1556 公里海岸线上 72 个保护小区组成，这些保护小区由红树林群落、滩涂以及相关的潮间带栖息地组成。

广东湛江红树林国家级自然保护区呈带状散式分布在广东省西南部的雷州半岛沿海滩涂上，跨湛江市的徐闻、雷州、遂溪、廉江四县（市）及麻章、坡头、东海、霞山四区，地理坐标为东经 109°40′~110°35′，北纬 20°14′~21°35′（见图 5.4-14），面积 1.9 万 hm^2。核心区主要集中在廉江市高桥德耀、遂溪县北潭、遂溪县界炮安塘、雷州市企水湾、麻章太平镇至东海区民安镇海域。核心区面积共有 6613.00 hm^2，占保护区总面积的 32.61%；是湛江红树林资源种类最为丰富的区域，最突出的特征是红树林湿地生态系统稳定，均为天然林或天然次生林，红树林种类多、生长茂盛且集中连片，是湛江红树林生态系统的精华所在。区内没有居民点，人为干扰极少。缓冲区面积 1711.95 hm^2，占保护区总面积的 8.44%。区内除沿海滩涂外还分布有一定面积的天然或人工更新的有林地，林龄尚幼，树种较单纯，分布较分散，生态功能较脆弱。区内无居民点。湛江红树林国家级自然保护区核心区、缓冲区距工程最近距离约 16km。

湛江红树林国家级自然保护区将现有苗圃用地、红树林修复与重建地区和生态旅游用地划为实验区，主要包括苗圃地、试验性林地和未生长有红树林的滩涂（除核心区、缓冲区外的滩涂）。该区面积为 11953.86 hm^2，占保护区总面积的 58.95%。实验区的主要功能是人工促进红树林生态系统的修复、恢复，开展科学实验，培育红树苗木，开展森林旅游、多种经营和教学实习活动。实验区又进行了二级区划，划分为旅游区、科普教育区和多种经营区，在保证生态功能稳定的前提下开展各项科学研究、生产经营工作。

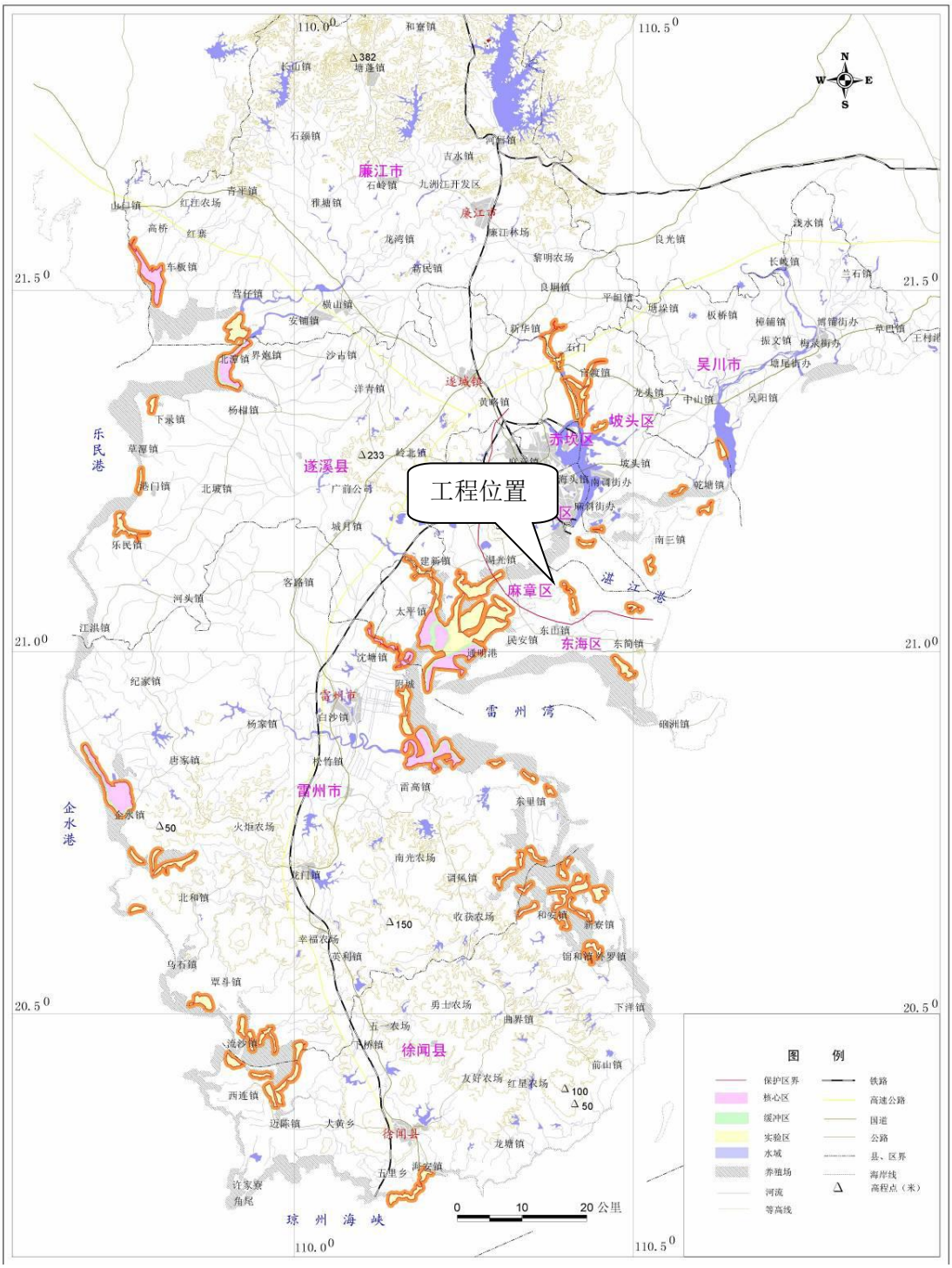


图 5.4-9　　本工程与湛江红树林国家级自然保护区位置关系示意图

5.4.3　海域敏感保护生物

5.4.3.1　　中华白海豚

（1）中华白海豚特征

中华白海豚，属国家一级保护动物。中华白海豚（Sousa chinensis Osbeck 1765）是一种沿岸定居性的小型齿鲸类，属海洋哺乳动物，是世界上 85 种鲸类之一，国际上习惯称之为印度太平洋驼背豚（Indo-Pacific humpback dolphin）。

中华白海豚生活在热带、亚热带温暖水域，栖息地类型包括开放的近海海域、海湾、港湾、沿海环礁湖、岩石或珊瑚礁海域、红树林湿地海域和河口地区，很少到离岸几千米远的地方，唯一到达远离岸边的活动区域限于浅海（＜10m）海域，因此中华白海豚分布范围限定在了大陆架上。它们有时也会进入河流，但是溯游到达的位置一般都在潮汐可以影响到的地方，很少会逆流而上几千米远。

中华白海豚身体修长呈纺锤型，喙突出狭长，刚出生的白海豚约 1m 长，性成熟个体体长 2.0~25m，最长达 2.7m，体重 200~250kg；背鳍突出，位于近中央处，呈后倾三角形；胸鳍较圆浑，基部较宽，运动极为灵活；尾鳍呈水平状，健壮有力，以中央缺刻分成左右对称的两叶，有利于其快速游泳。眼睛乌黑发亮，上、下颌的每侧都有 20~37 枚圆锥形的同型齿（上颌齿数=30~36 枚；下颌齿数=24~37），齿列稀疏。吻部狭、尖而长，长度不到体长的十分之一。喙与额部之间被一道“ψ形沟明显地隔开。脊椎骨相对较少，椎体较长。鳍肢上具有 5 指。全身都呈象牙色或乳白色，背部散布有许多细小的灰黑色斑点，有的腹部略带粉红色，短小的背鳍、细而圆的胸鳍和匀称的三角形尾鳍都是近似淡红色的棕灰色。

中华白海豚不集成大群，常 3~5 只在一起，或者单独活动。除了母亲及幼豚，白海豚组群不会有固定的成员。它们的群居结构非常的有弹性，而组群的成员也时常更换。根据记录，组群最多可有 23 条白海豚，而平均为 4 条。性情活泼，在风和日丽的天气，常在水面跳跃嬉戏，有时甚至将全身跃出水面近 1m 高。游泳的速度很快，有时可达每小时 12 海里以上。在各种渔船中，白海豚特别喜欢在双拖船后觅食，而在双拖船后的海豚组群也比其他的大很多。中华白海豚与陆生哺乳动物一样肺部发达，用肺呼吸，呼吸的时间间隔很不规律，有时为 3~5 秒钟，有时为 10~20 秒，也有时长达 1~2 分钟以上。外呼吸孔呈半月形开放于头额顶端，呼吸时头部与背部露出水面，直接呼吸空气中的氧气，并发出“Chi-Chi-”的喷气声。

（2）中华白海豚分布

中华白海豚在中国主要分布于东海、南海、台湾西部和北部湾水域(图 1-1)。2003 年在黄海北部辽宁省庄河市发现中华白海豚个体(韩家波等，2003)，是中华白海豚在中国水域发现最北分布记录，可能是漫游个体。在长江口川沙县、江苏省如皋县沙滩上均有捕获和搁浅记录(王丕烈和韩家波，1996；周开亚等，1997)。在长江口和进入长江约 200 km 的位置发现中华白海豚，但仍认为这是偶然现象，并非长时期在该水域活动。在浙江沿岸乐清市也发现 1 头搁浅个体(王丕烈和韩家波，1996)。但目前国内已知的只有 5 个种群：闽南种群、台湾西部种群、珠江口种群、湛江东部种群和北部湾种群 (Jefferson, 2000; Zhou et al., 2007; Wang et al., 2007; 刘文华和黄宗国，2000)。

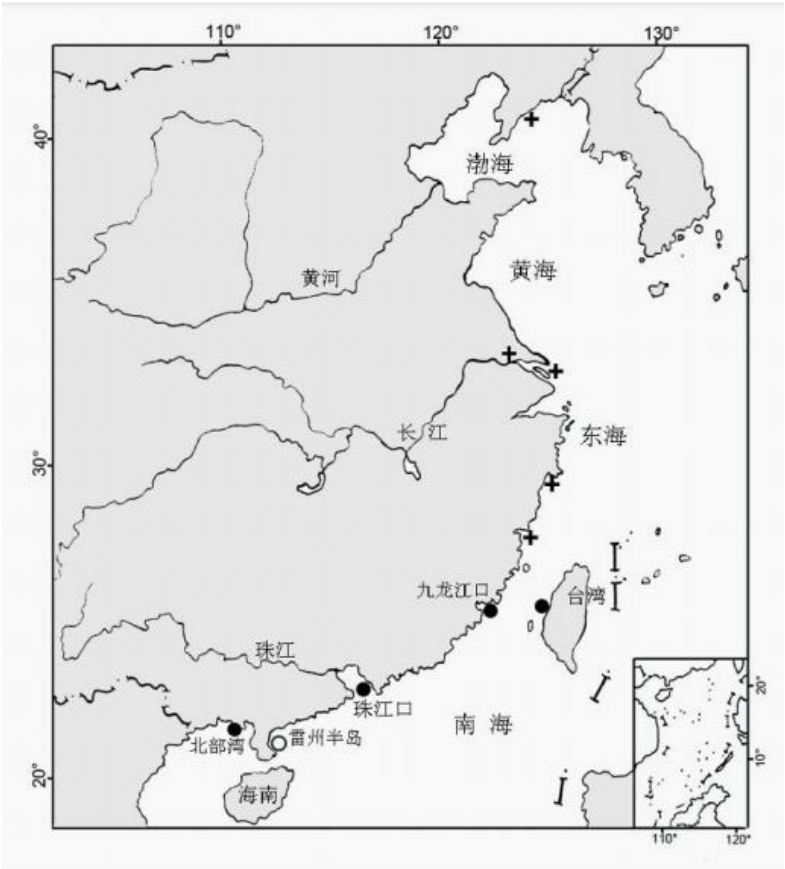


图 5.4-10　　中华白海豚在中国水域的分布

（注：实心圆圈表示小种群，空心圆圈表示大种群，＋表示报道出现过）

黄文几等（1978）报道湛江东部海域雷州湾有中华白海豚存在，此后没有人在该海域做过系统调查。直到 2003 年周开亚教授主持在中国广东省沿岸进行海兽搁浅调查和搁浅网络建设项目，根据调查收集的信息推测雷州半岛东部沿岸水域可能存在一个中华白海豚种群。根据《雷州湾中华白海豚的分布和数量》（新

西兰动物学杂志；2007，34 卷：35-42），2005 年 6 月~9 月，周开亚等对湛江海域中华白海豚种群情况开展探索性考察，并确认在雷州湾存在着一个中华白海豚种群。研究期间在 51 天进行了海上考察，共计 275 个小时。总航程约 1756km（948 海里）。在雷州湾部分区域观察到了海豚，共 96 群次，发现识别个体 38 头，采用重捕法初步估算雷州湾水域中华白海豚种群大小为 237 头，为中国水域种群大小仅次于珠江口的第二大种群。最北端目击的地点为 A1 区，在 20°54N，110°28E：最南端的为 E1 区，在 20°39N，110°27E。沿后葛村到新寮岛北部的一小条（约 2~l0km 宽，25km 长）沿岸的浅水区为海豚的密集区。

在此初步考察的基础上，从 2006 年 7 月~2008 年 11 月，张振华等（湛江东部海域中华白海豚的数量和分布，南京师范大学, 2009.）在湛江东部海域进行了为期 222 天的系统考察，调查范围及样线图见图 5.4-11，调查结果见图 5.4-12 和图 5.4-13。根据其相关文献，调查期间累计发现中华白海豚 351 群次，2955 头次。拍摄照片 40683 张，识别个体累计达 298 头。

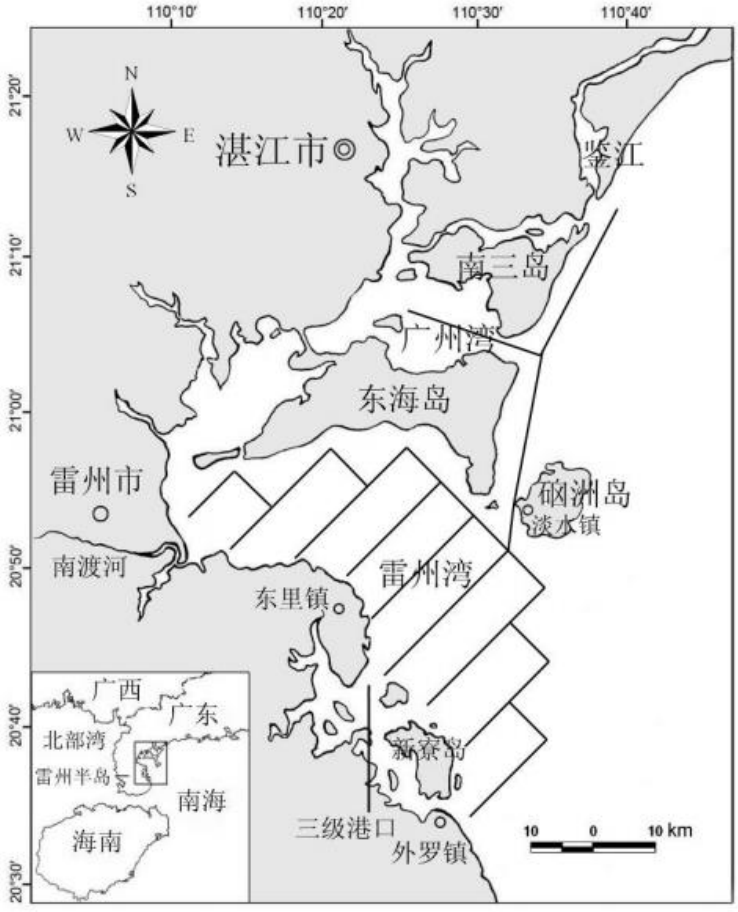


图 5.4-11　　张振华等在湛江东部海域中华白海豚调查范围及样线图

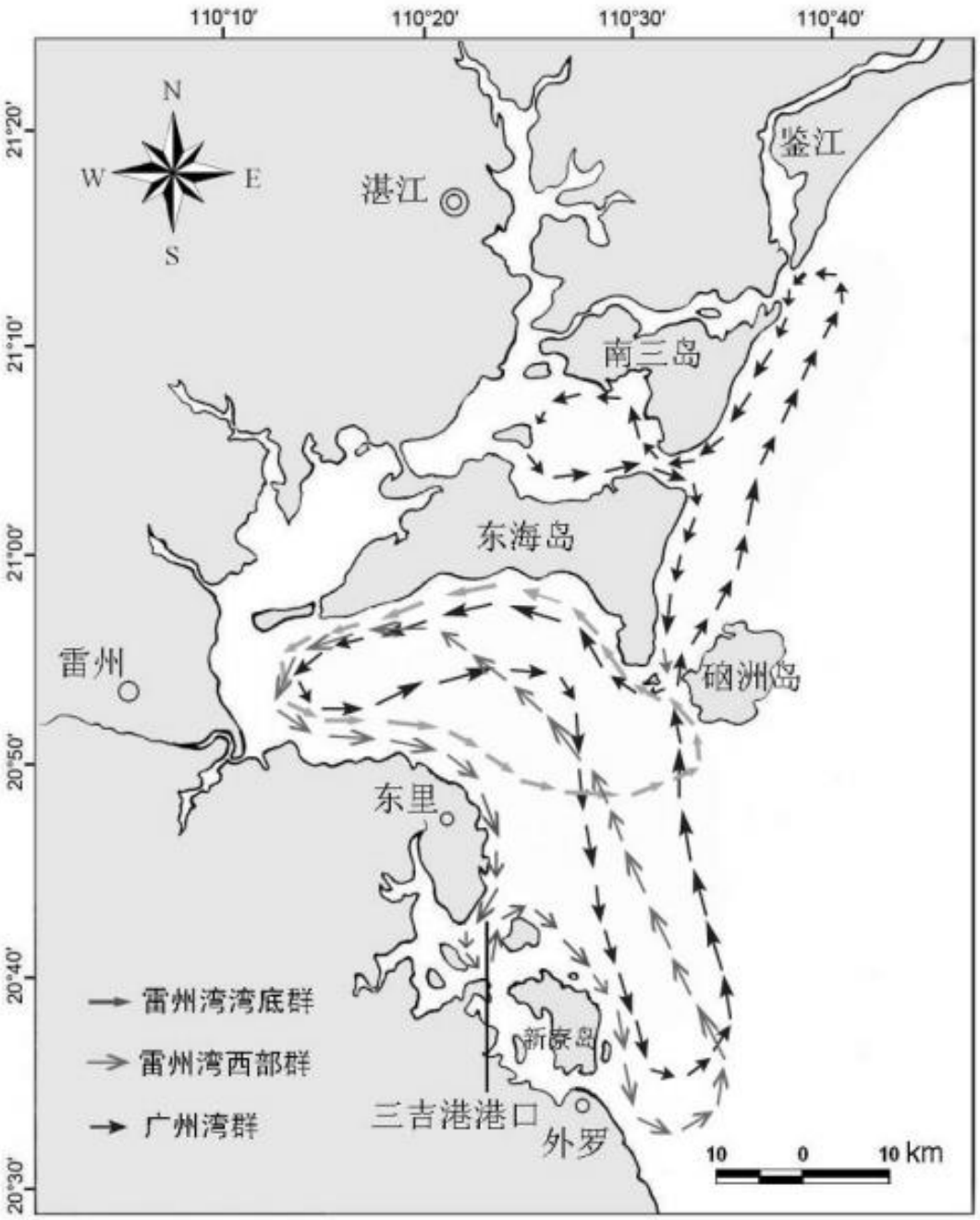


图 5.4-12　　湛江东部海域中华白海豚活动路线图（张振华, 2009.）

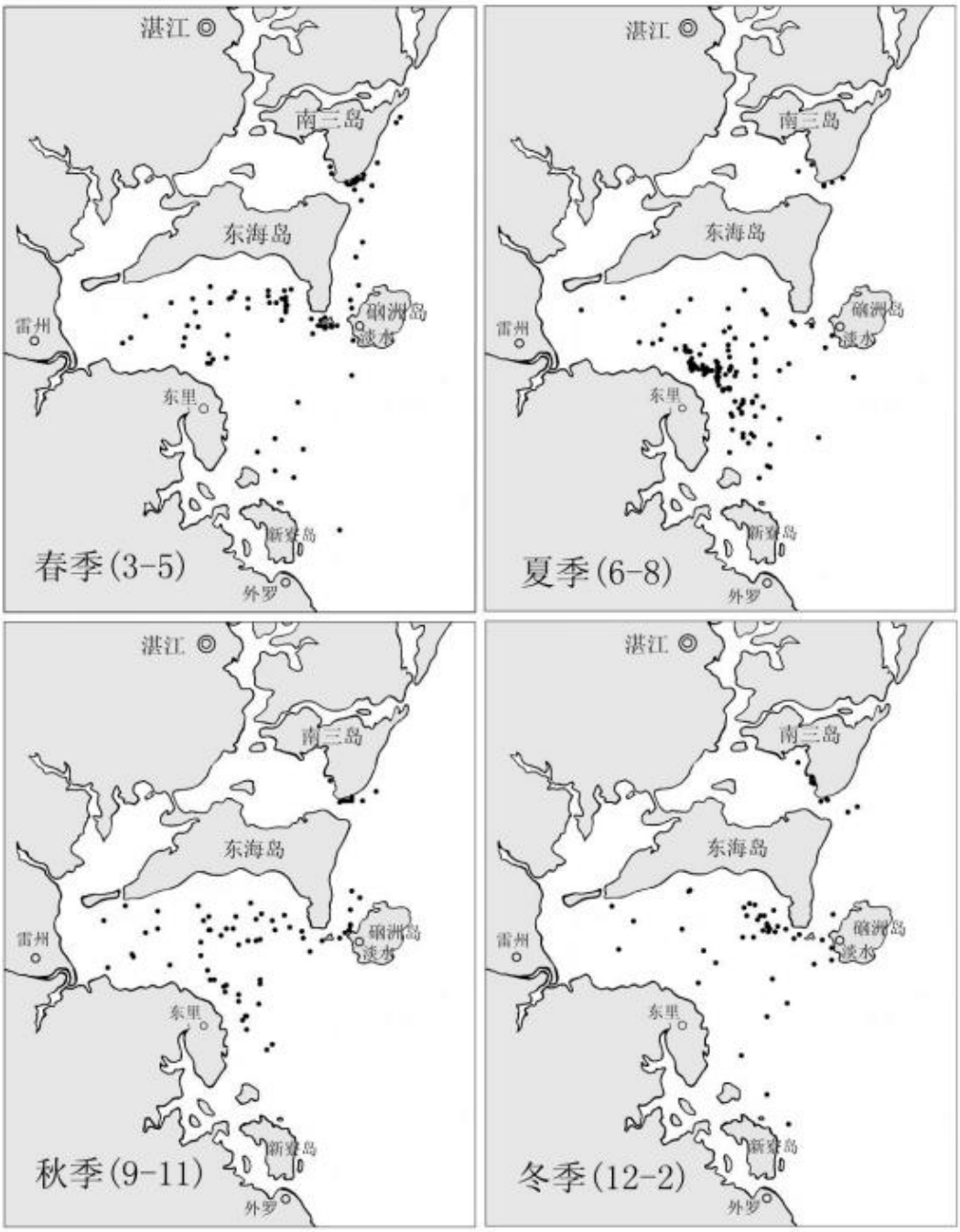


图 5.4-13　　中华白海豚的季节分布格局（张振华, 2009.）

从图 5.4-13 可以看出，东海岛南部海域是中华白海豚的主要活动区域，湛江港口门处至大黄江口处也分布有白海豚，在调查期间，本工程区域未发现有白海豚活动。

南京师范大学于 2014 年 7 月至 2015 年 6 月进行了调查，中华白海豚出现区域如图 5.4-14 和图 5.4-15 所示。调查显示中华白海豚主要在保护区邻近活动。

除科学调查外，湛江港附近海域几次报道发现中华白海豚：

2006 年 10 月 14 日，在湛江港湾南三岛近岸发现 10 余头紫黑色的幼豚和白色的成年豚在游弋。

2009 年 10 月 23 日，3 头中华白海豚出现在广东湛江市东海岛龟头村附近海域（东海岛南面海域）。

2011 年、2014 年在湛江港海域出现。

2021 年 8 月 21 日，广东湛江海事局开展海上巡航检查时，在湛江港大黄江口附近水域发现数只中华白海豚。

（正方形的区域表示有中华白海豚分布）

图 5.4-14　　雷州湾中华白海豚调查分布图（南京师范大学 2014~2015 年调查）

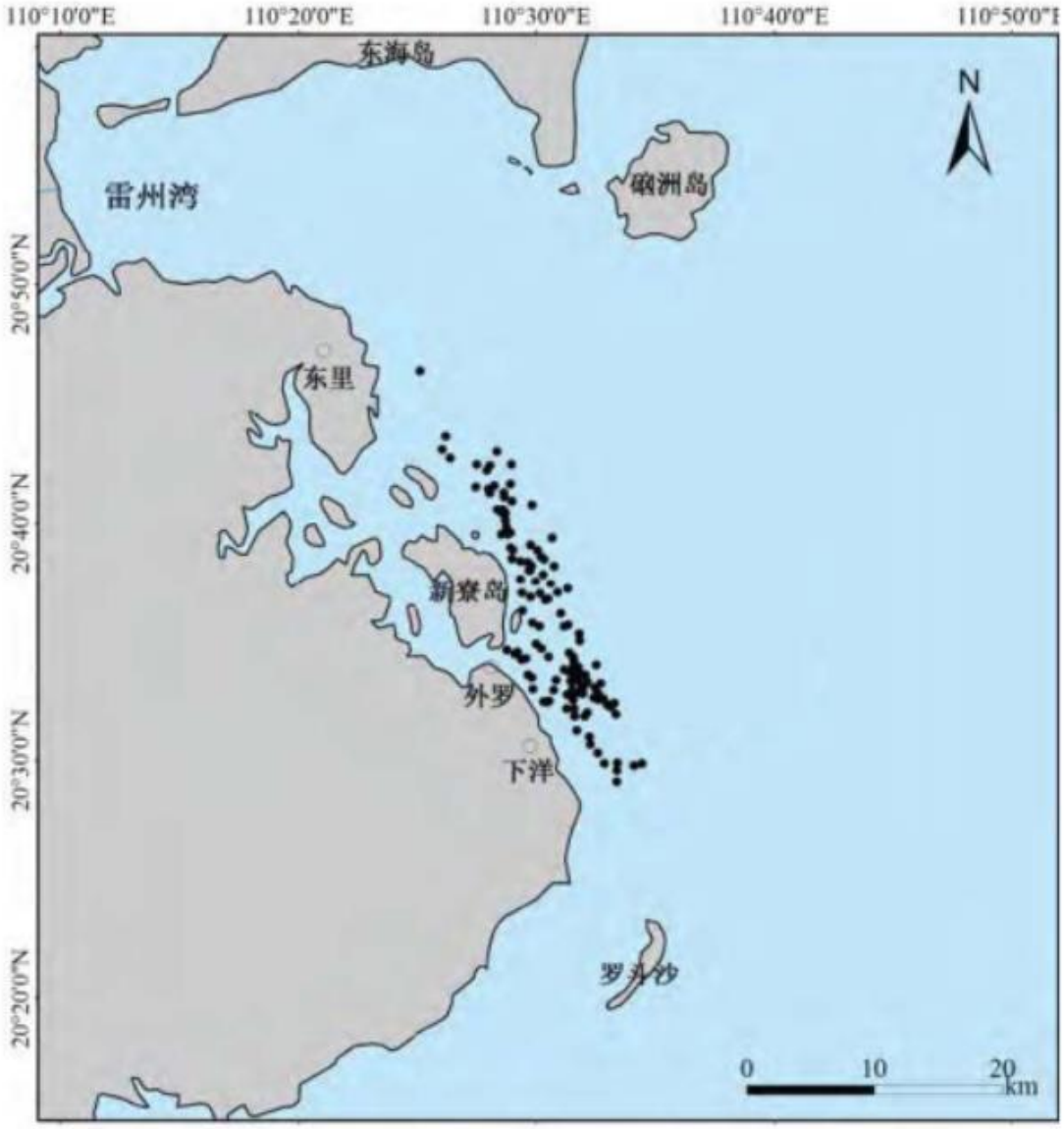


图 5.4-15　　中华白海豚分布（南京师范大学 2014~2015 年调查）

5.4.3.2　　文昌鱼

（1）文昌鱼特征

文昌鱼为脊索动物，外形像小鱼，体侧扁，长约 5cm，半透明，头尾尖，体内有一条脊索，有背鳍、臀鳍和尾鳍。生活在沿海泥沙中，吃浮游生物。

文昌鱼体长 3~5cm，外表看起來像鱼类。身体半透明。同脊椎动物一样，文昌鱼具有一条沿背部下行的神经索，并具有呈条带状的肌节。然而，和脊椎动物不同的是，文昌鱼的背神经索不是由骨骼所保护，而是由许多柱状细胞所在组成的具有韧性的膜状结构所紧密包围，这种起支撑作用的结构比脊椎简单得多，又被称为脊索（notochord）。文昌鱼的脊索和脊椎动物的脊椎不同，它一直延伸进

入头部，故文昌鱼所属的亚门被称作头索动物亚门（Cephalochordata），其中“cephalo‐”意思就是“与头部相连”。文昌鱼于头部被称为脑室的神经索部份比较粗大，但並不是脑部。文昌鱼嘴的前端长有口笠触手（oral cirri），起到感觉器官和过滤进入口中的海水的作用。文昌鱼拥有血管系统，但沒有心脏，血液由一部份血管的脉动带动。

文昌鱼成熟个体平均体长大约 5cm 左右，分布于各大洋低、中纬度海域的近岸浅水区。它们对底质要求比较严格，通常仅在有机质含量较低的粗中砂和中砂中大量出现。幼体运动能力弱，营浮游生活；成体在沙质的浅海中营半穴居生活，身体埋入砂中，仅前端外露，用于进行呼吸和滤食水体中的硅藻。

（2）湛江市文昌鱼分布

文昌鱼主要分布在东海岛东南与硇洲岛之间的海域，见图 5.4-6。

湛江市海洋与渔业局于 2006 年 3～12 月对硇洲岛海域的文昌鱼及其栖息环境进行调查（冯波等，硇洲岛海域文昌鱼生长与繁殖特性，生态学杂志，2008，27(8)：1327—1331），调查结果显示：硇洲岛海域的文昌鱼主要集中分布以 20°55.35′N，110°31.5′E 为中心，水深 2~5m 周边 4.08km^2 的狭小范围内的沙质海滩；其平均资源密度约为 209ind/m^2，最高达到 1053ind/m^2，平均生物量为 40.8g/m^2，最高达到 424g/m^2；体长组成具明显的季节变动；3～6 月为该海域文昌鱼的繁殖期；秋冬季节是文昌鱼的主要补充季节；性腺成熟度和性别比例在不同季节和生长阶段具明显的差异，春季性成熟个体占的比重最大达 51%，50%性成熟体长为 54mm；在 30~55mm 时，体长范围内雌雄个体的性比接近 1，体长>55mm 雌性个体数量明显多于雄性；当体长达到 60mm 后文昌鱼资源群体尾数减少系数为 0.361cm^{-1}。

本评价 2020 年 4 月和 2020 年 11 月的海洋生态生物资源现状调查、收集的 2013 年、2014 年、2016 年、2017 年的环境调查资料中均未发现文昌鱼。

5.4.3.3 红树林

红树林是热带、亚热带海岸潮间带特有的胎生木本植物群落，突出特征是根系发达、能在海水中生长，红树林生态系统是世界上最富多样性、生产力最高的海洋生态系统之一。

（1）A4-2 区填海工程实施前工程区域红树林分布情况

本工程不在红树林保护区内，但本工程区域分布有天然形成的红树林，见图5.4-21。根据2012年4月高分辨率遥感地图解译得到项目及周边范围红树林面积共14.04hm^2（非红树林保护区），见图5.4-16，物种以白骨壤为主，混合秋茄和桐花树。

（2）A4-2区填海工程实施后工程区域红树林分布情况

本工程附近现状红树林分布情况见图 5.4-17~图 5.4-19，现状本工程附近红树林主要有2处，分别位于西北侧的东参村排洪沟、和围堤东南侧的红星水库出口附近。根据高分辨率遥感地图解译 A4-2 区填海工程共占用红树林面积约10.10hm^2，其中本工程占用红树林面积约3.98hm^2（见图5.4-20）。

根据遥感图片测量，东参村排洪沟红树林位于本工程西北侧1.2km，面积约为 0.12km^2，围堤红树林紧邻本工程东南侧，面积约为 0.08km^2，上述红树林均为天然形成，根据广东省科学院动物研究所2019年的调查结果，该区域红树林的高度在1.2m~1.6m左右，胸径在10cm~40cm左右。

图 5.4-16　　A4-2 区围填海实施前工程区域红树林分布情况

图 5.4-17　　A4-2 区围填海实施后工程区域红树林分布情况

图 5.4-18　　东参村排洪沟附近红树林现场图（2019 年拍摄）

图 5.4-19　　红星水库附近红树林（2019 年拍摄）

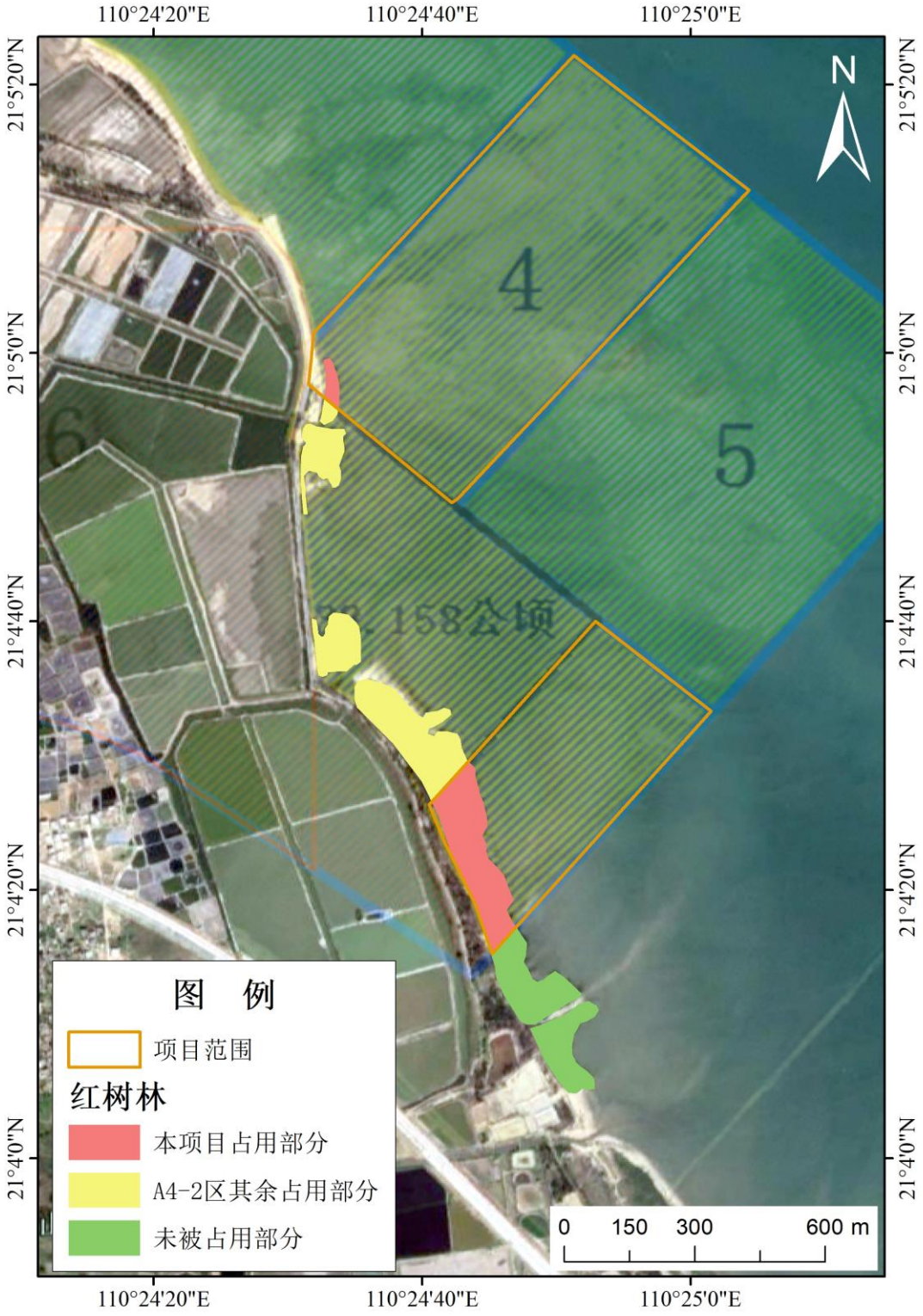


图 5.4-20　　工程区域红树林分布及占用情况

6 环境质量现状调查与评价

6.1 水文动力环境现状调查与评价

本节引用《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》（上海勘测设计研究院有限公司，2017 年 10 月）中的相关内容。

6.1.1 调查时间和站位

大连华信理化检测中心有限公司于 2017 年 4 月 25~26 日（大潮期）和 2017 年 6 月 9～10 日（大潮期）对工程海域开展了水文动力环境调查，在工程海域设 7 个潮流测站，临时潮位站 2 个，具体位置见图 6.1-1 和表 6.1-1。

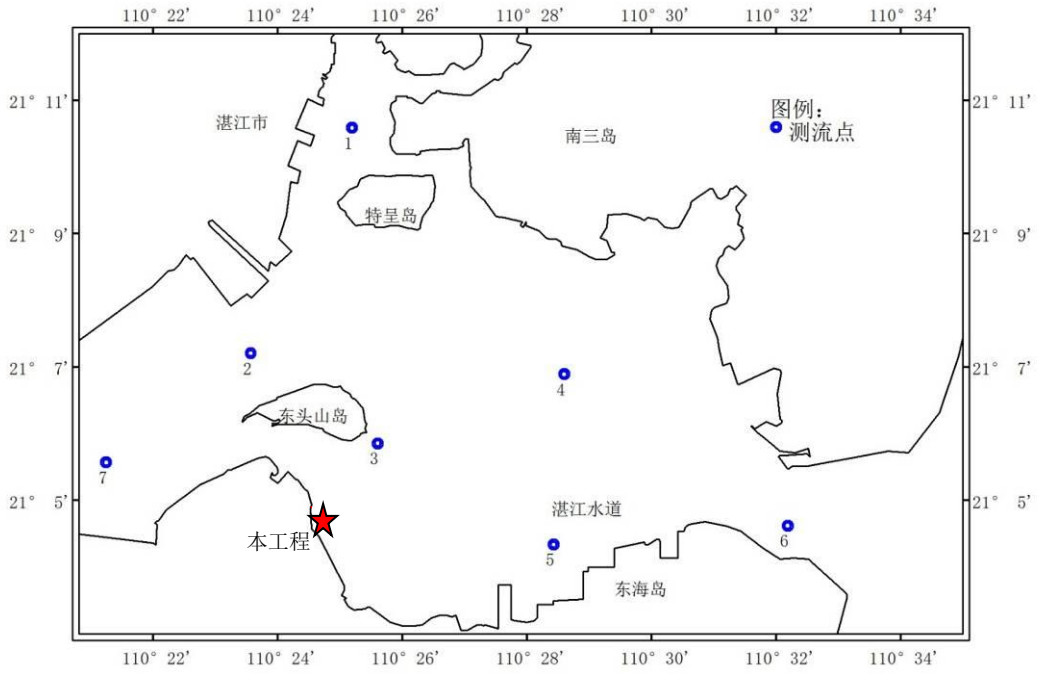


图 6.1-1　　2017 年 4 月、6 月工程海域水文调查站位图

表 6.1-1　　2017 年 4 月、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

6.1.2　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≤0.5 或者当 0.5＜F≤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。

6.1.3　潮流

6.1.3.1　2017 年 4 月

本次海流观测于 2017 年 4 月 25～26 日期间。

1 号站位于特呈岛北部水域。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。

表 6.1-2　　4 月最大实测涨落潮流流速流向（流速：cm/s；流向：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

站号	项目		层次		
			表层	中层	底层
		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
		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

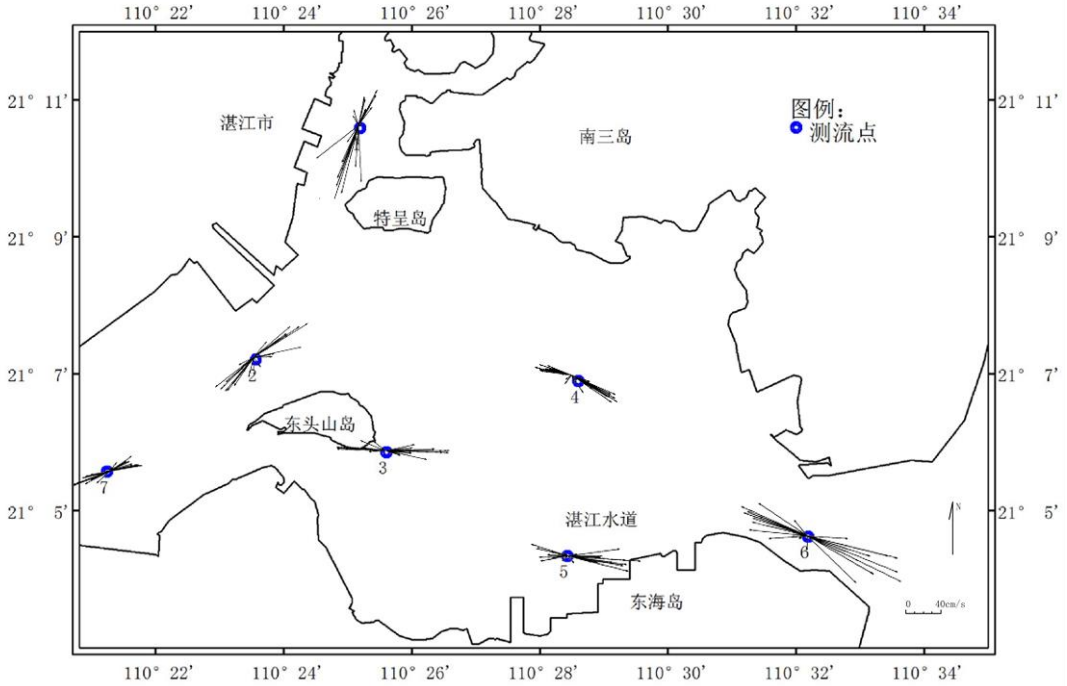


图 6.1-2　　4 月实测海流矢量图（表层）

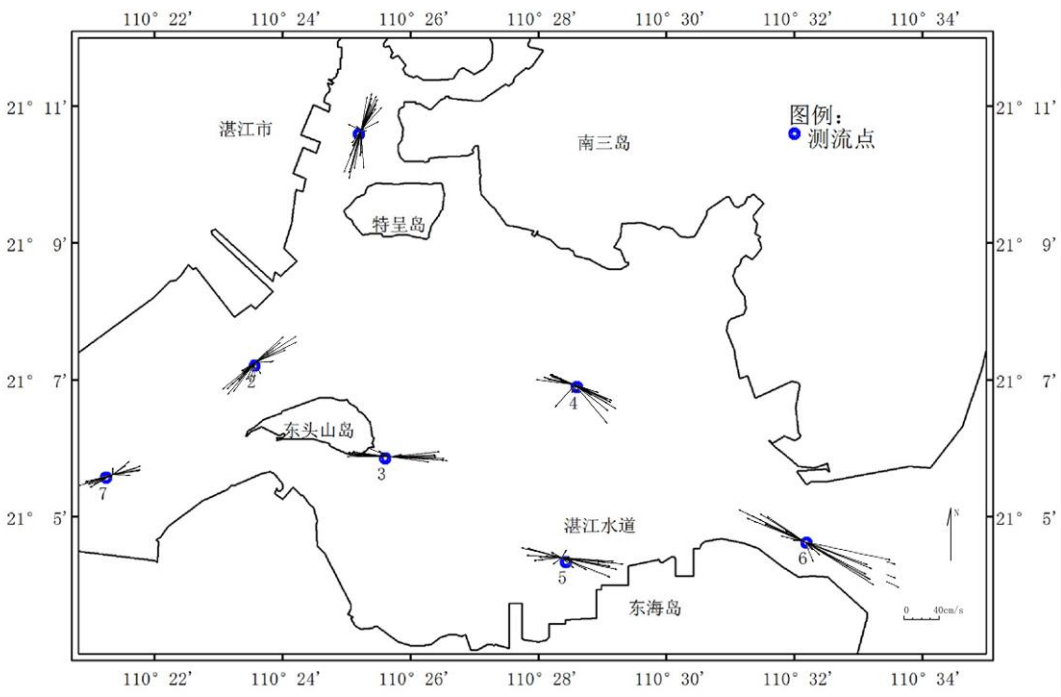


图 6.1-3　　4 月实测海流矢量图（中层）

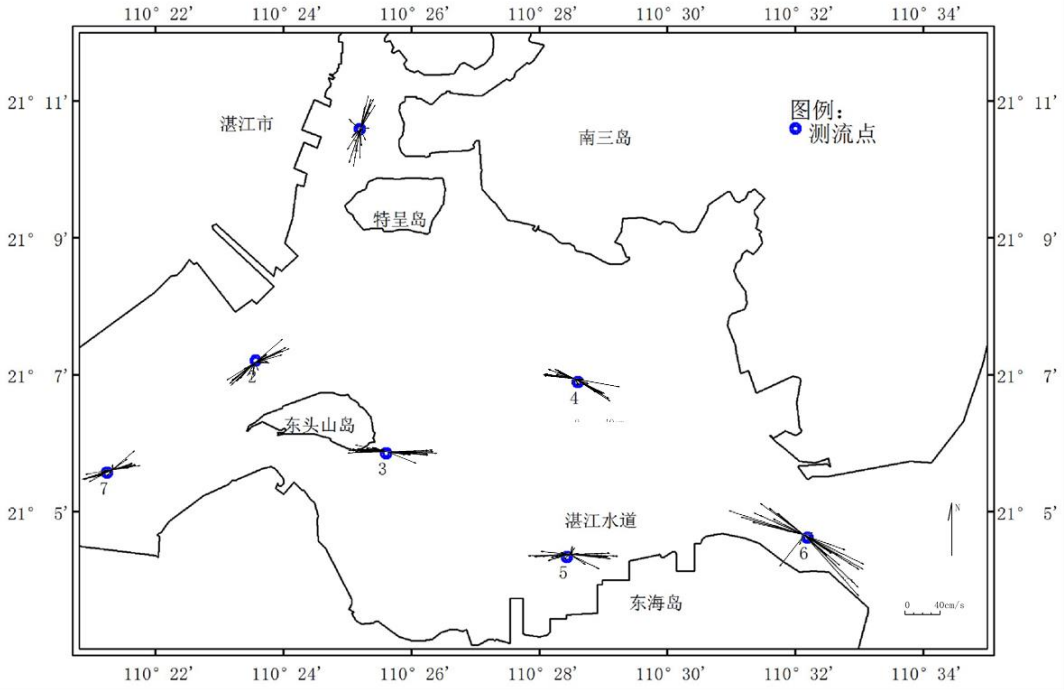


图 6.1-4　　4 月实测海流矢量图（底层）

6.1.3.2　2017 年 6 月

本次观测日期为 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。

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 6.1-3　　6 月最大实测涨落潮流流速流向（流速：cm/s；流向：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

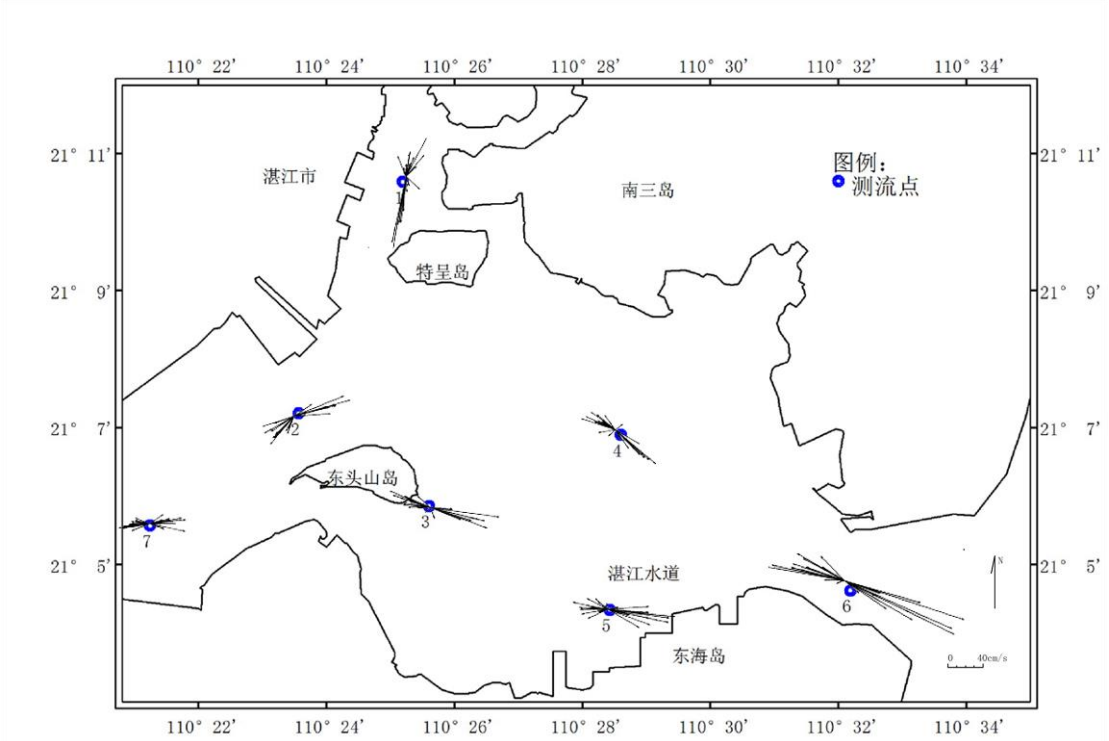


图 6.1-5　　6 月实测海流矢量图（表层）

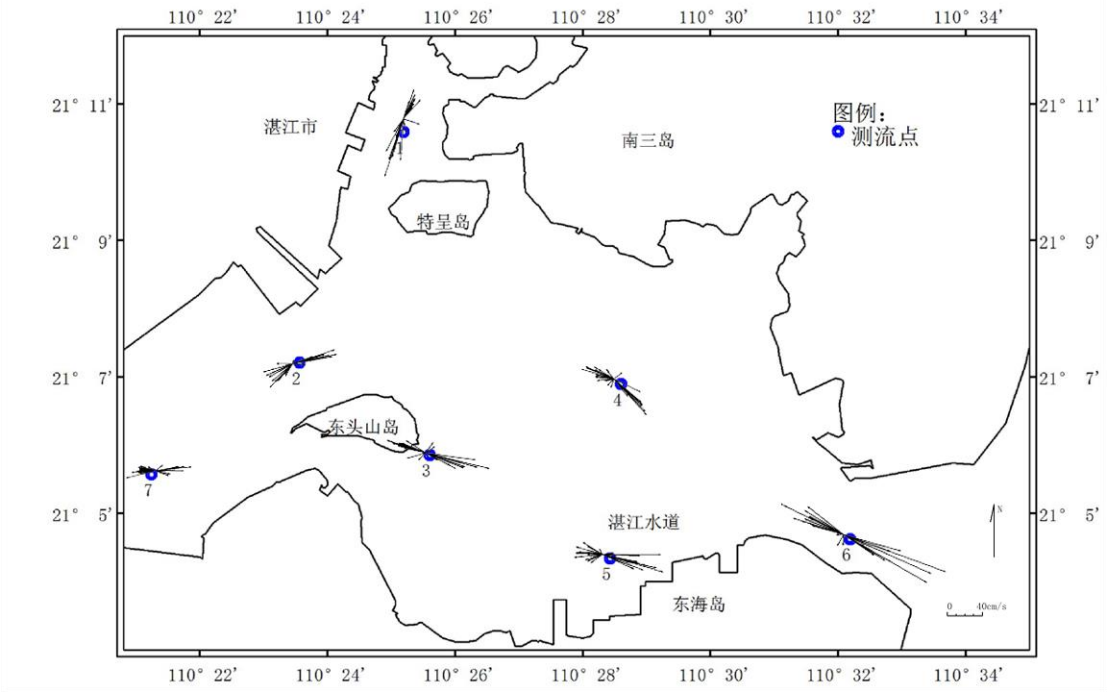


图 6.1-6　　6 月实测海流矢量图（中层）

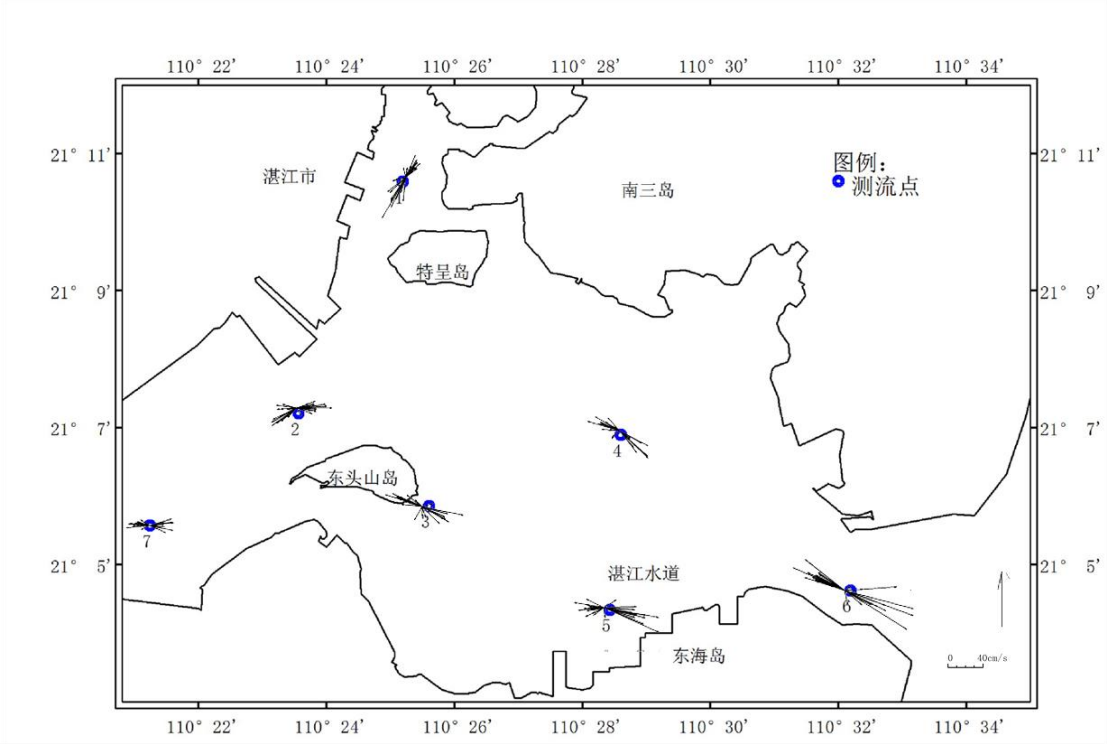


图 6.1-7　　6 月实测海流矢量图（底层）

6.1.4　余流

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。

由表 6.1-4、表 6.1-5 可见，2017 年 4 月各站、层的余流流速介于 1.4cm/s～13.9cm/s 之间，2017 年 6 月各站、层的余流流速介于 1.0cm/s～12.3cm/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 6.1-4　　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 6.1-5　　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

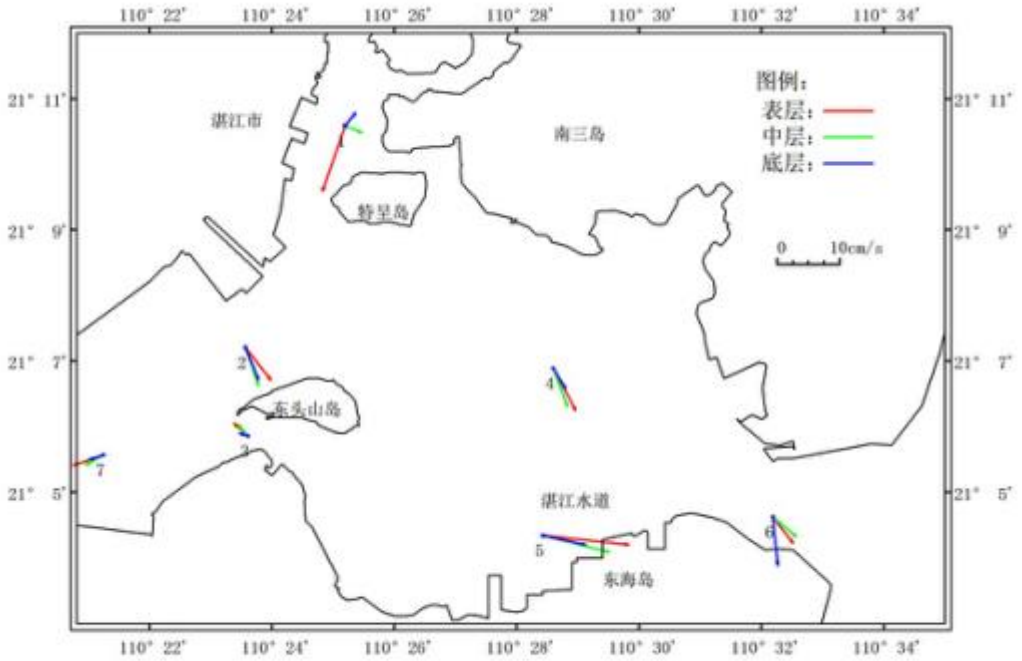


图　　湛江湾海域余流分布图（第一航次）

图 6.1-8　　2017 年 4 月余流分布图

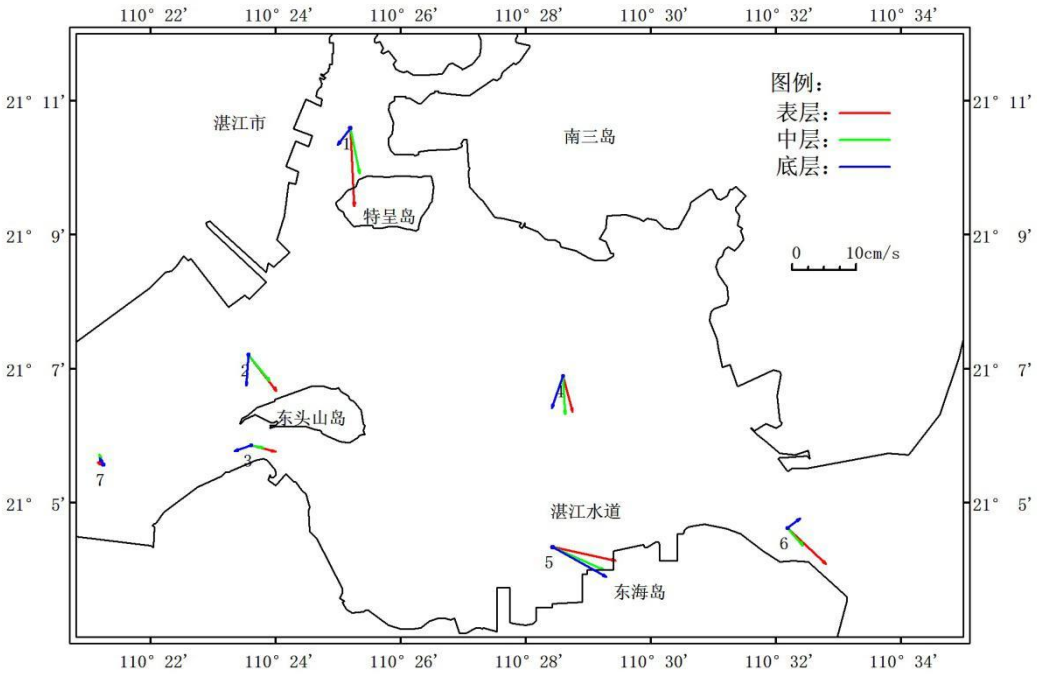


图　　湛江湾海域余流分布图（第二航次）

图 6.1-9　　2017 年 6 月余流分布图

6.1.5　悬沙

6.1.5.1　2017 年 4 月

根据工程海域 2017 年 4 月的悬沙观测成果，工程海域含沙量较小，各站悬浮泥沙平均含量为 21.7mg/L，悬浮体含量最大值为 58.8mg/L。悬浮物评价结果平均值见表 6.1-6。

表 6.1-6　　2017 年 4 月悬浮物调查结果平均值 mg/L

站位	表层	中层	底层
1#	13.8	16.3	22.6
2#	17.4	19.8	58.8
3#	18.4	17.2	18.4
4#	15.7	18.0	19.9
5#	25.0	23.5	20.5
6#	19.5	23.4	29.6
7#	15.4	19.7	21.9

6.1.5.2　2017 年 6 月

根据工程海域 2017 年 6 月的悬沙观测成果，工程海域含沙量较小，各站悬浮泥沙平均含量为 10.4mg/L，悬浮体含量最大值为 14.5mg/L。悬浮物调查结果平均值见表 6.1-7。

表 6.1-7　　2017 年 6 月悬浮物调查结果平均值 mg/L

站位	表层	中层	底层
1#	5.8	6.7	9.8
2#	13.0	13.4	14.5
3#	8.5	8.9	11.8
4#	11.1	12.0	13.0
5#	10.0	10.7	11.4
6#	7.9	8.6	9.1
7#	9.3	9.9	12.0

6.1.6　底质

湛江湾底质粒径资料引用《湛江港 30 万吨级航道改扩建工程环境影响报告书》（中国科学院南海海洋研究所，2018 年 4 月）和《湛江东海岛区域建设用海水文泥沙专题研究报告》（国家海洋局南海预报中心，2012 年 3 月）相关结果。

根据《湛江港 30 万吨级航道改扩建工程环境影响报告书》中国科学院南海海洋研究所于 2015 年 11 月 21 日~23 日在湛江湾海域进行表层沉积物粒径调查结果，本报告引用其 1#、3#、4#、6#测站数据，点位图见图 6.1-10。根据其调查，湛江湾内表层沉积物粒度组分偏粗，以砂和粉砂为主，其中砾含量介于 0%~44.741%之间，砂含量介于 1.176%~94.312%，粉砂含量在 2.828%~62.678%之间，粘土含量在 1.781%~39.487%之间。各站表层沉积物粒度差异较大，中值粒径 Φ_{50} 介于 0.366~7.538 之间。

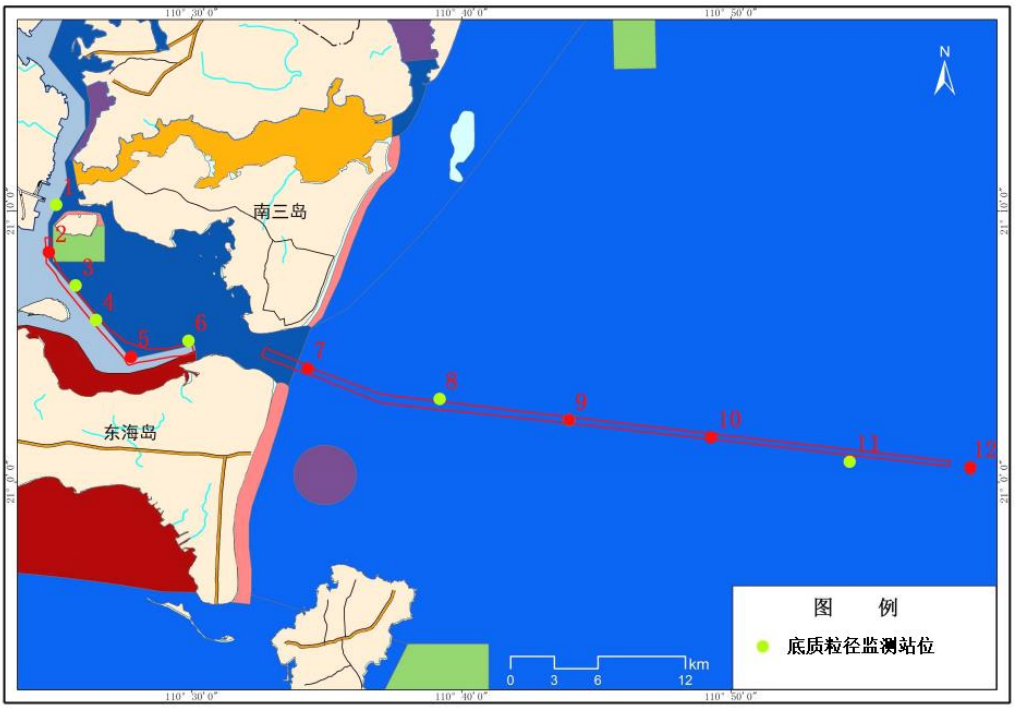


图 6.1-10　　底质粒径监测站位

表 6.1-8　　表层沉积物粒度组成及类型（2015 年 11 月）

站号	粒组含量%				粒度系数	
	砾	砂	粉砂	粘土	平均粒径 Mz（φ）	中值粒径 Md（φ）
1		5.083	60.258	34.659	7.299	7.271
3	17.362	74.328	6.529	1.781	1.087	1.243
4	44.741	41.689	11.489	2.081	0.334	0.366
6		1.176	62.678	36.145	7.443	7.375

根据《湛江东海岛区域建设用海水文泥沙专题研究报告》（国家海洋局南海预报中心，2012 年 3 月），2010 年 8 月中科院南海所在湛江湾海域布设了 12 个沉积物取样站点；2010 年 11 月布设了 10 个沉积物取样站点。两次调查站位见图 6.1-11 和图 6.1-12。

根据中科院南海所的调查，调查区沉积物粒度组成以砂为主，砂粒级含量变化范围较大，为 15.761%~73.454%，平均含量为 54.484%，其高值出现在调查区南部 Z11#站位，最低值出现在调查区西部 Z20#站位；粉砂粒级是沉积物粒度组成的次要组分，除 20#站位粉砂粒级含量较多为 54.293%外，其余站位粉砂粒级含量差别不大，变化范围在 14.383～37.196%之间；此外为少量的砾石和粘土粒级，粘土粒级在所有站位的沉积物中均有出现，含量变化范围为 3.550～29.947%，平均含量为 10.855%。砾石粒级出现在 Z6、Z10、Z12、Z14、Z16、Z18#站位的沉积物中，含量变化范围为 3.550～29.947%，平均含量为 12.631%（表 8.5-1）。

调查区沉积物的中值粒径 Md (D_{50})变化在 0.856～6.829Φ 之间，平均值为 2.983Φ，说明调查区沉积物的粒度组成不均匀。沉积物的分选系数为 2.263～3.156，表明沉积物的分选性差，说明沉积物中粘土、粉砂、砂以及砾砂等不同粒级混杂，难于分选。

表 6.1-9　　表层沉积物粒度组成及类型（2010 年）

站号	粒组含量%				粒度系数		分选系数
	砾	砂	粉砂	粘土	平均粒径 Mz（φ）	中值粒径 Md（φ）	
最大值	23.575	73.454	54.293	29.947	6.656	6.829	3.156
最小值	6.092	15.761	14.383	3.550	1.460	0.856	2.263
平均值	12.631	54.484	27.082	10.855	3.559	2.983	2.821

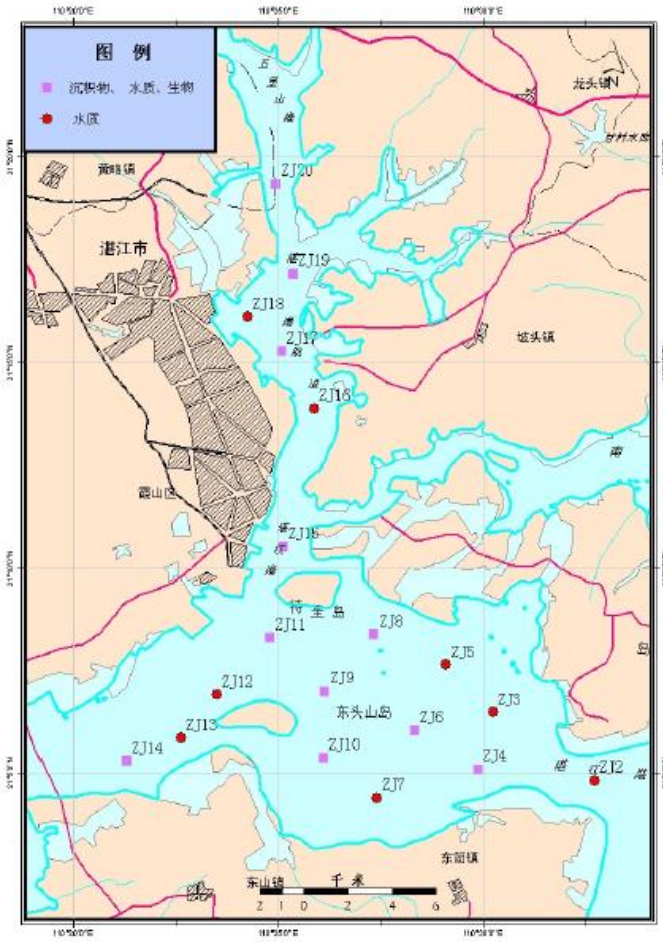


图 6.1-11　　调查站位布置图（2010 年 8 月）

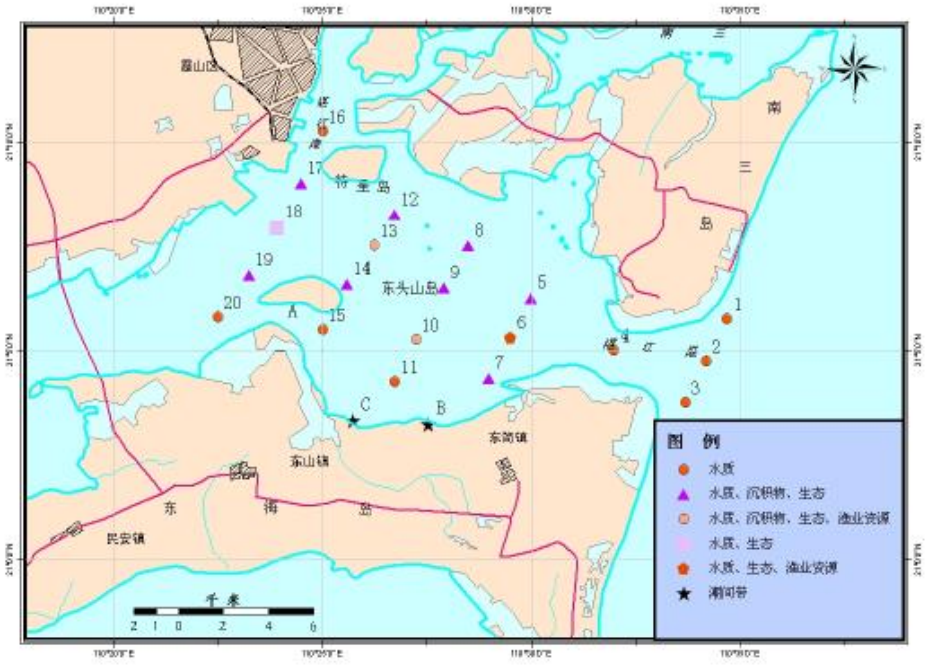


图 6.1-12　　调查站位布置图（2010 年 11 月）

调查区底质类型可分为粉砂质砂、粘土质粉砂、砾砂、砂和中细砂等五种类型，其中粉砂质砂主要分布在港内中央的 Z2、Z10、Z14、Z15 和 Z18 站位；砂及中细砂主要出现在 Z11、Z12 和 Z16 站位，主要分布在接近陆地的海域，表明其主要是陆源砂。粘土质粉砂和砾砂的分布有限，粘土质粉砂近出现在 Z20 站位，砾砂出现在 Z6 站位，需要注意的是 Z6 站位的砾级组分主要为贝壳及生物碎片，为原地生物成因砾砂。

综上所述，调查区沉积物类型以粉砂质砂为主，粘土质粉砂、砾砂和砂为辅，粒度参数表明调查区的水动力搬运作用不强或沉积物的来源有多途径，导致粘土、粉砂、砂以及少量砾粒级组分等混杂，沉积物表现出粒度组成不均匀、分选性差等特点。

6.2 地形地貌与冲淤环境调查与评价

6.2.1 区域地质构造

湛江地区在地质构造上属华南地槽褶皱系，位于雷琼新生代断陷区（二级构造单元）之雷北隆起（三级构造单元）东北部的湛江凹陷，出露地层主要有晚更新统玄武岩，中更新统北海组及早更新统湛江组地层，其下还有未出露的深厚的第三系地层；地跨湛江断凹和坡头断凸两个四级构造单元；湛江地区经历了由地槽－淮地台－大陆边缘活动带三个发展阶段，区内断裂构造发育主要有走向东北及北西向断裂、次为东西向和南北向断裂组成的网状隐伏基岩断裂。本项目即处于湛江断凹的南部。影响本区的深大断裂主要有：

（1）近东西向的遂溪断裂（F2）、涠洲－硇州断裂（F3），该组断裂属潜伏的基底断裂，除切割深外，其生成时代也早，大多数已在加里东运动期已具雏形，力学性质为压性，燕山运动晚期至喜马拉雅运动期间复活并显示张性活动特征。

（2）北东向的南三－海康港断裂（F1），该断裂是吴川－四会断裂的西南延伸部分，强烈活动于燕山期，在第四纪以来活动有所减弱。

（3）北西的杨柑－沈塘断裂（F5），该断裂在中更新世～晚更新世有明显活动。

6.2.2 工程地质概况

根据广东省地质物探工程勘察院编制的《湛江市东海岛石化产业园区围堰工

程可行性研究阶段工程地质勘察报告》，工程勘察共布置钻孔 150 个，其中技术孔 70 个，鉴别孔 70 个，单孔深均为 25m，控制性钻孔 10 个，单孔深 40m。

据钻孔揭露，上部为第四系全新统海相沉积层，中下部为第四系下更新统湛江组海陆交互河控三角洲相沉积层。按其土性及工程地质特征，自上而下可划分为 14 层，现按其层序分述于下：

1 层中砂：零星分布，属软弱土层。

2 层淤泥及淤泥质粘土：分布不稳定，厚度变化大，不透水性、高孔隙比、高压缩性、低承载力等特性，对基础易产生沉陷不良工程性质。

3 层细、中砂混淤泥：分布不稳定，厚度变化大，为软弱土层，具液化性能。

4 层淤泥及淤泥质粘土：局部分布，厚度变化大，性能同 2 层。

5 层软塑黄色粘土及粉质粘土：分布不稳定，厚度变化大，具震陷、不透水、高压缩性、低承载力、固结低等特点，对拟建物产生长期的沉降现象。

6 层软塑灰色粘土：分布局部厚度变化，性能同 5 层。以上土层为现（近）代沉积的欠固结软弱土层，具有显著不良的工程性质，当上部加荷时，会引起严重的不均匀沉降和侧向滑移，故不宜直接作为基础底面的土层，而 1、3、5、6 层可作堰基持力层。

7 层中砂及细砂：分布局部，厚度变化大，呈稍密状，有一定的承载力。

8 层软塑黄色粘土及粉质粘土：分布零星，厚度变化大，承载力较低。

9 层可塑黄色粘土及粉质粘土：分布局部，厚度变化大，具一定的承载力。

10 层中砂：分布零星，厚度变化大，大部分呈稍密状，具一定的承载力。以上 7～10 层，局部分布，厚度变化大，层面起伏较大，不宜做桩端持力层。

11 层灰色粘土及粉质粘土：分布较稳定，厚度一般较大～大，大部分呈可塑状，具一定的承载力。

12 层中砂：局部分布，厚度变化大，大部分呈稍密状，具一定的承载力。

13 灰色粘土、粉质粘土：分布局部，厚度变化大，呈可塑状，具一定的承载力。

14 层中砂：仅两孔揭露，呈中密状，承载力较大。

以上 11～14 层为中软土层，工程性质较好，其联层可作深基持力层。

总的来说，本工程地块适宜各类工程项目建设，由于工程地质条件良好，而

且临近天然良港，所以是大型物流仓储项目较为理想的选择地。

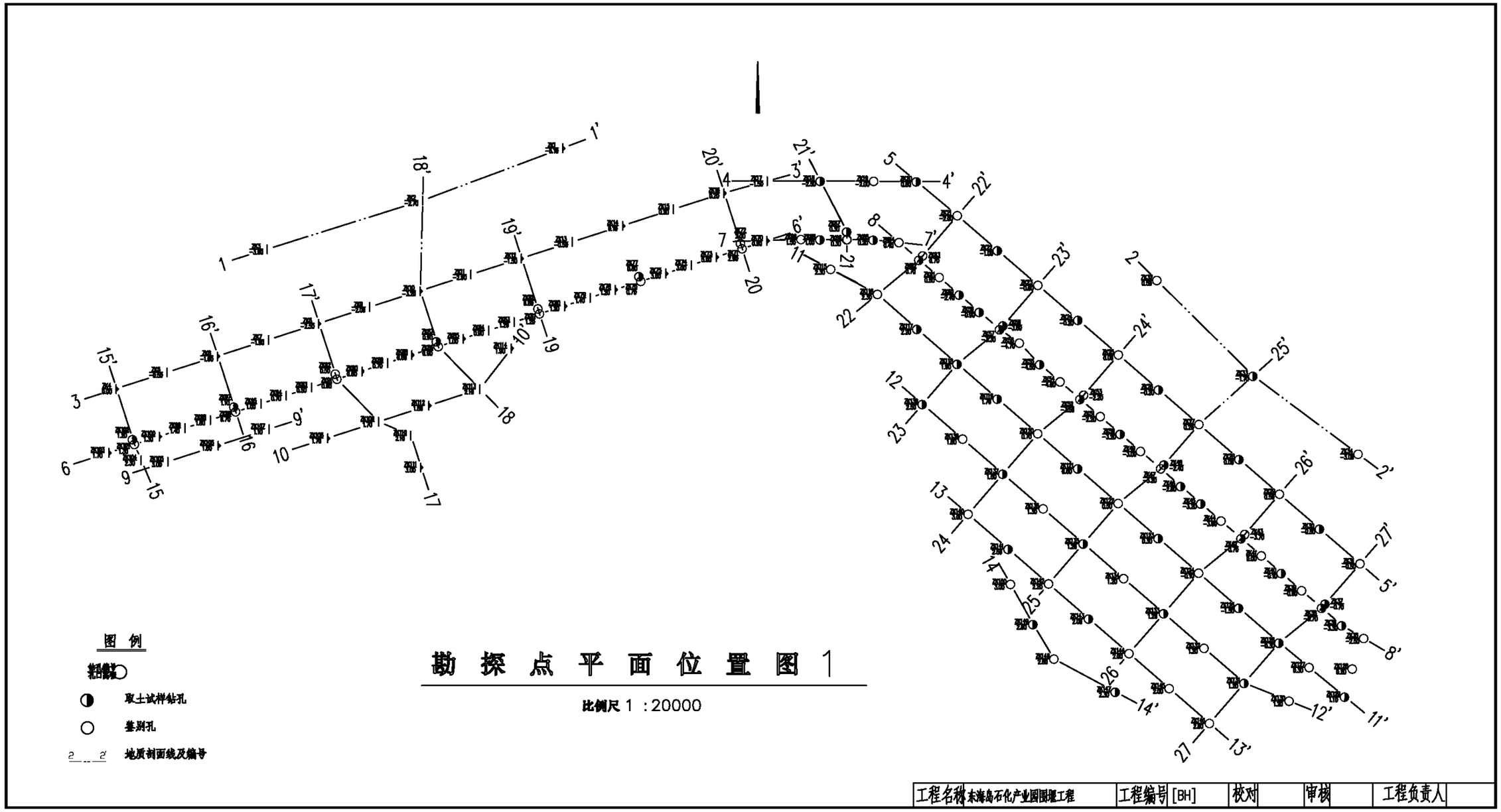


图 **6.2-1**　　工程区域地质勘探点平位置图

6.2.3 湛江湾地形地貌特征

湛江湾位于雷州半岛东北侧，西北临湛江市，北临南三岛，南临东海岛，海湾中有特呈岛和东头山岛，湾北端有遂溪河汇入。海湾水域南北约 15km，东西约 24km，纳潮面积约海湾面积 270km^2。

湛江港是在遂溪河谷的基础上，经全新世中期海侵发育起来的一个规模较大的溺谷型潮汐汊道，其范围可分为三部分：湛江港段(湾口至霞山，旧称广州湾)、麻斜海段(霞山至调顺岛)，五里山港段(调顺岛至石门)，全长超过 50km。湛江湾主要通过 2km 宽的大黄江口通道与外海沟通，成为一个半封闭的沉溺型港湾，海底一级地貌为溺谷，二级地貌单元分海底堆积平原和岛礁区两大类型，三级地貌是在二级地貌单元的堆积平原中形成的地貌实体，包括水下浅滩、陡坎、暗礁、沙波、洼地、海底冲蚀槽等；口门以外形成一个规模的落潮三角洲，三角洲地形主要由潮流深槽、边缘沙坝、心滩和拦门浅滩组合构成，形成一潮汐通道地貌体系。

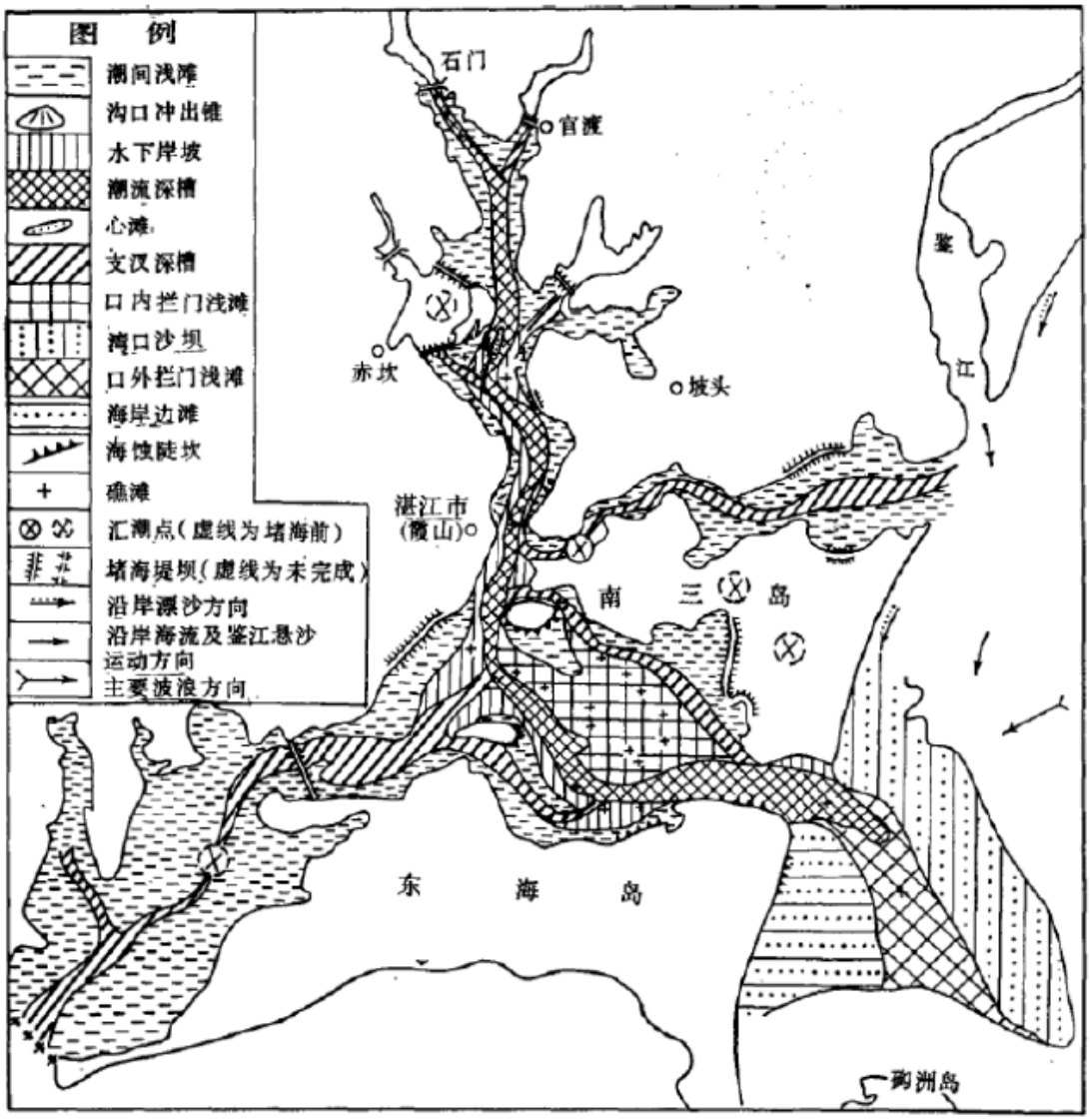


图 6.2-2　　湛江港地貌图（湛江港 30 万吨级航道改扩建工程环境影响报告书，中国科学院南海海洋研究所，2018 年 4 月）

（1）湾口潮流深槽

湛江湾口在东海岛与南三岛之间，口门水道最窄 2.1km，水深在 20m 以上，最深达 48m。在强大的涨落潮流作用下，20m 及 10m 等深线沿东及东南向伸出口门外 2km 及 5.5km。长期以来，水深稳定，是一条天然深水航道。

（2）口外两侧水下浅滩

①东北部浅滩

位于深槽东北部，走向受制于潮流动力，呈 NW-SE 向。5.0m 水深滩长 5.5km，平均宽度 2km。低潮时滩顶局部露出水面构成沙岛或沙洲。此外还有 2.0m 浅滩若干处，形态不甚稳定。浅滩东北侧坡度平缓，西南侧较陡，是北部鉴江入

海泥沙在东北向风浪，西南向沿岸流及口门强大的落潮流共同作用下的产物。

②南部浅滩

位于湾口南侧，呈 NW-SE 向延伸至斗龙村北航道西侧，长约 5km，地势自西北向东南倾斜，为落潮三角洲。是湛江湾内边坡冲刷物质及东海岛冲蚀下来泥沙随落潮流在湾口下方堆积的结果。目前该浅滩北侧因沙源不足处于缓慢的冲刷状态。

（3）出海水道

①斗龙村北航道

斗龙村航道为湛江港目前出海辅航道，自口门深槽东南 10m 等深线末端开始，沿 167°至硇洲岛北部，为人工维护航道，底宽 200m，维护水深-9.8m。

②龙腾航道

位于口门深槽东南 10m 等深线末端开始，长约 6.4km（10m 线范围），宽约 1.8km（5m 线之间）。中段原有水深 6m 以浅的篮坛浅滩。该水道 10 万吨级航道一期工程于 2000 年 4 月开工，同年 11 月竣工；二期工程于 2001 年 7 月动工，2002 年 4 月竣工；25 万吨级航道于 2003 年 7 月开工，2005 年 12 月竣工；30 万吨级航道于 2008 年 10 月底建成，为目前大型船舶进出港的主航道。

6.2.4 湛江湾泥沙特征

6.2.4.1 泥沙沉积特征

湛江湾海区底质泥沙主要为粗、细两大类，粘土质沙分布最广，连续大面积出现，为本区主要沉积物。它分布于航道深槽，沙级组分含量达 40~70%，粘土组分为 20~40%，砾级含量约 0.5~6%；沙级类型沉积物主要为细沙。沙级组分含量在 50%以上，粘土级含量小于 20%，此外有少量细砾，分选较好；主要分布在调顺岛以北海区和湾口深槽底部。细颗粒沉积物，主要为粘土，粉砂质粘土分布于湾内汊道和波影、汇流地区，沙质粘土以小块状分布在湾内东侧沿岸；在海湾的西侧，则分布较广，往往出现于浅滩与深槽的过渡地段。

通过收集相关泥沙资料分析，外海区表层底质以砂为主，其中斗龙村北航道淤积物为砂-粉砂-粘土。

（1）表层底质分布

中粗砂——以粗砂（粒径 2~0.5mm）为主，含>20%的中砂及<20%的细砂，中值粒径>0.5mm，松散，磨圆度差。分布在湾口深槽及斗龙村北航道西侧 5m 水深以浅的浅滩。

中细沙——以细砂（粒径 0.025~0.0063mm）为主，含>20%且<50%的中砂，松散，分选好。分布在龙腾水道西段及其北部浅滩区。

细砂——细砂含量在 80%以上，疏松，分选良好。分布在龙腾水道拦门沙浅滩及以东、以南的近海区。

粉砂质砂——以砂为主，含>20%的粉砂和<20%的粘土，分选较差。分布在龙腾水道东部 9m 等深线以外的海区。

（2）斗龙村北航道淤积物

斗龙村北航道淤积物为细砂-粉砂-粘土，三种成分各占 30%左右。中值粒径 0.0203mm，不仅远比洲尾浅滩的泥沙细，而且比水深 15m 的外海的沉积物（d50=0.076mm）也要细得多。

（3）湛江湾口外的龙腾拦门沙段淤积物

该段滩面沉积物的有关参数变化表现如下特征：a.总体上自内向外底质由粗转细，-10m（理论最低潮面，下同）等深线以内，除个别点外，d50 介于 0.123mm~1.666mm；-10~-20m 等深线之间，除个别点外，d50 均介于 0.010mm~1.133mm；-20m 以外的 d50 为 0.012mm~0.023mm。b.航道以南的滩面物质（d50 自内向外介于 1.666mm~0.012mm）粗于北侧滩面物质（d50 自内向外介于 0.379mm~0.009mm）。c.大约以-13m 等深线为界，其内的物质分选程度，除两个泥样分选中等，一个泥样分选好外，其余均属分选很好；以外，分选程度明显下降，分选好和分选很好分别仅出现一次，其余均为分选中等。

（4）拦门沙航道的底质粒径，从总体看与 1992 年的底质（d50 介于 0.290mm~0.083mm）相比趋于粗化。这一变化可能与挖泥施工初期两侧边坡及航道上口门滩面部分粗物质的进入有关，而非航道的淤积物，即航道竣工后，其物质应趋于细化。

6.2.4.2 泥沙来源

（1）鉴江来沙

鉴江口位于湛江湾口以北 20km，年入海沙量为 197 万吨，曾是本区泥沙的

主要来源。

本区常浪向为 ENE 及 NE。常浪向及强浪向与本区岸线呈 40.5°~18°的夹角，是泥沙自北向南运动的主要动力，根据波能法运沙公式计算资料，每年总输沙量为 26~49 万 m^3，净输沙方向向南，与悬沙输移方向一致。鉴江口及鉴江塘尾分洪入海口的沙咀走向均偏向 SW，成为泥沙运动的示踪方向。

龙腾水道北侧浅滩 5m 等深线成梳状分布及 5m 等深线几乎东西连通的小潮水通道（宽约 200~300m）的存在，反映南下泥沙量有限。塘尾分洪后，由于分洪入海口位于河口东北 19km，即距湛江湾口 39km，加之泥沙大量在口外堆积，1972 年至 1977 年，口外沙咀堆积总量为 660 万吨，年均 132 万吨，占鉴江年入海沙量的 69%。

（2）湛江湾内来沙

湛江湾伸入内陆达 50 多 km，湾顶有遂溪河注入，年输沙量 23.7 万吨。湾内两侧地势低平，阶地环布，表土疏松，植被稀疏。遇大雨及暴雨，暴流和散流使侵蚀和剥蚀的泥沙进入湾内。上述泥沙大部分就地沉积下来，小部分随落潮流流出湾口。

（3）海岸侵蚀来沙

本区属沙质海岸，海面开阔，波浪侵蚀的物质，成为本区泥沙来源之一。

南三岛海岸：因北部鉴江入海口南下沙量大减，致使东部海岸出现微蚀现象。所侵蚀的物质有限，对本区影响很小。

海岛海岸：除东北角湾口附近有局部冲刷以外，由北向南呈冲淤平衡至微蚀状态，湾口冲刷下来的物质，主要在附近浅滩堆积。

6.2.4.3 水体含沙量

湛江港口外海区径流影响小，悬沙含量低。

根据工程海域悬沙观测成果，工程海域含沙量较小，2017 年 4 月各站悬浮泥沙平均含量为 21.7mg/L，悬浮泥沙含量最大值为 58.8mg/L，2017 年 6 月各站悬浮泥沙平均含量为 10.4mg/L，悬浮体含量最大值为 14.5mg/L。

6.2.5 地形演变特征

6.2.5.1 湛江湾历史地形演变特征

湛江湾内泥沙运动主要为潮流输沙，湾口则潮流波浪兼有。鉴江南泄的泥沙，在南三岛东则形成大片的浅滩，同时悬沙沿岸南下。由于湛江湾的巨大纳潮量，在涨潮时这些沿岸南下的泥沙有部分会被“吸入”湾内，落潮时则被“吐出”。所以鉴江下泄的泥沙在浪和流的输送下，沿岸南下，再有湛江湾潮流的“吞吐”，被转移到湾口的下游侧，造成雷州湾附近的大量淤积。

湛江湾内有南三岛、特呈岛、东头山岛和东海岛环绕，呈树枝状自南向北伸入内陆 50 多公里，湾内潮汐通道-10m 深槽向北可延伸至调顺岛附近。该湾在低海面时期曾为陆上河谷，冰后期海浸淹没河谷变成现状海湾形态。

1961 年东海岛联陆大堤建成前，湾内由于泥沙来源少，深槽动力强且稳定，长期以来，海湾形态变化不大，深槽维持有冲、有淤，略有淤积的相对稳定状态。

（1）东海大堤建成后初期地形变化

从湛江湾口门段深槽及湾内地形冲淤的变化看，东海大堤的修建，使湛江湾潮流状况发生了根本的改变。湾内滩槽的冲淤变化，自 1961 年东海大堤修建后，原本经东海岛西侧进出的涨、落潮量随之消失，从而导致东海大堤以东的沙湾水道发生严重淤积，1965~1978 年约 14 年间平均淤积厚度共达 4.4m，平均每年淤厚约为 0.31m。

与之相反，原经东海岛西侧进出的潮量，则改由东海岛东侧口门进出，也就是增加了广州湾口门的过水量，致使水流动力增大而出现冲刷。其中：1953～1965 年期间，因东北大堤建成之初，冲刷量较大，12 年累计冲深达 1.32m，每年平均冲深约为 0.11m。

（2）湛江湾内长周期地形演变

根据 1965 年、1989 年和 2002 年 1:10000 测图进行比较，计算深槽容积的变化和沿程冲淤分布。比较范围从调顺岛（21° 15′ 38″ N）至湾口，比较对象是-5m 深槽和-10m 深槽。在此范围内，根据主槽形态的纵向变化取 17 个断面，划分 16 个区段（见图 6.2-3），逐一计算每个断面-5m、-10m 深槽容积，得出其容积变化量和变幅，以及冲淤厚度和平均年冲淤强度。

1965~1989 年期间，调顺岛至大黄江湾口-5m 深槽内平均每年淤积 63 万 m^3，年淤积厚度 1.3cm；-10m 深槽内平均每年淤积 58 万 m^3，年淤积厚度 1.9cm。

1989~2002 年期间，东头山岛以北-5m 深槽内平均每年淤积 117 万 m^3，年淤积厚度 2.1cm；-10m 深槽内平均每年淤积 70 万 m^3，年淤积厚度 1.6cm。东头山岛以南-5m 深槽内平均每年冲刷 78 万 m^3，年冲刷厚度 0.8cm；-10m 深槽内平均每年冲刷 75 万 m^3，年冲刷厚度 0.9cm。

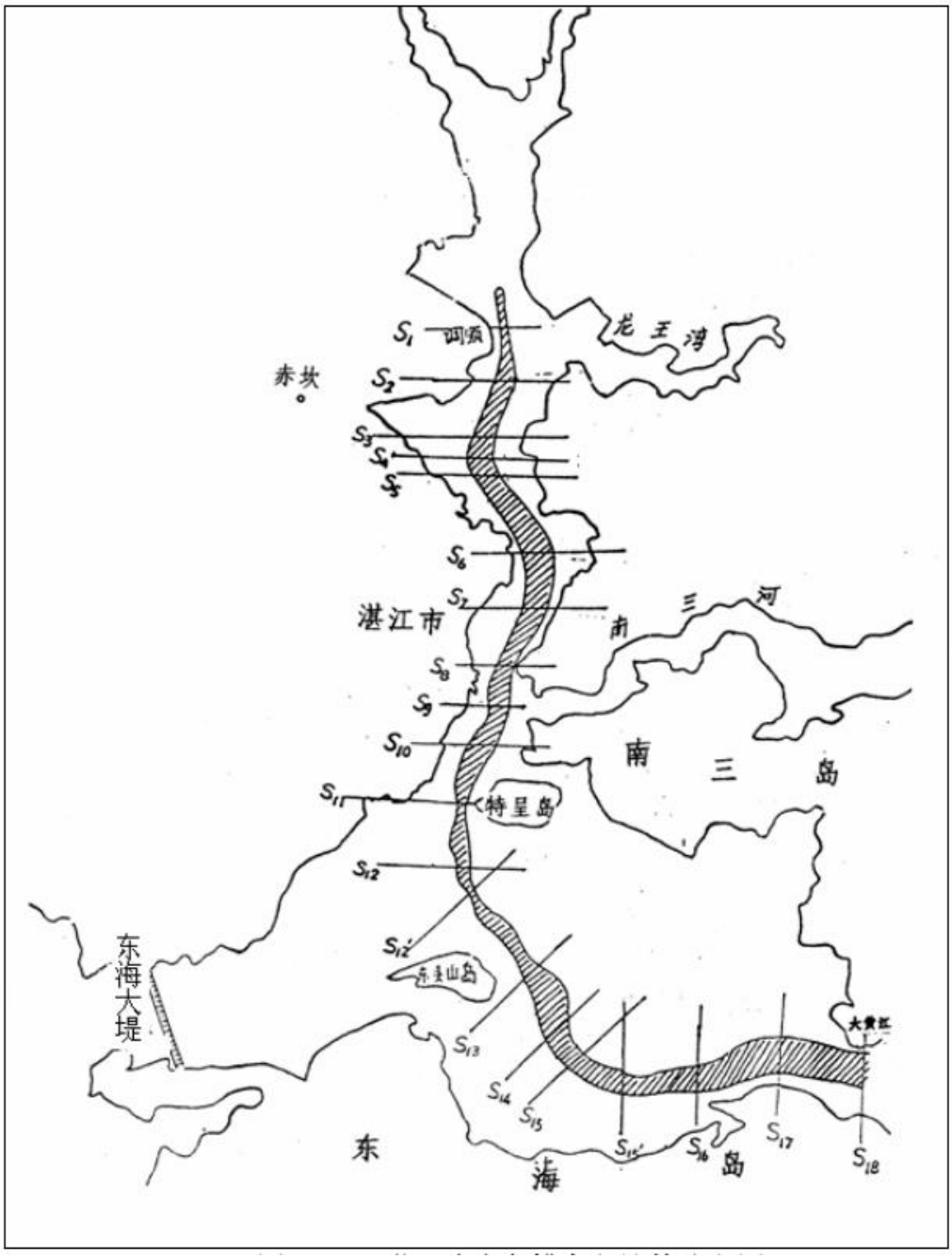


图 6.2-3　　湛江湾计算深槽分布图

从 1995-与 2002 年 0m、-2m、-5m、-10m、-20m 等深线变化（图 6.2-4）可

以看出，各等深线的形态重合性较好，表明在 1995 至 2002 年间，尽管冲淤有别，但是湾内滩槽形态并没有产生大幅度的迁移，这也说明湛江湾内在现状边界条件下已处于动态平衡状态。根据 1995～2002 年水深对比，12 年间浅滩地形总淤积厚度为 0.20m，折合年均为 1.7cm。

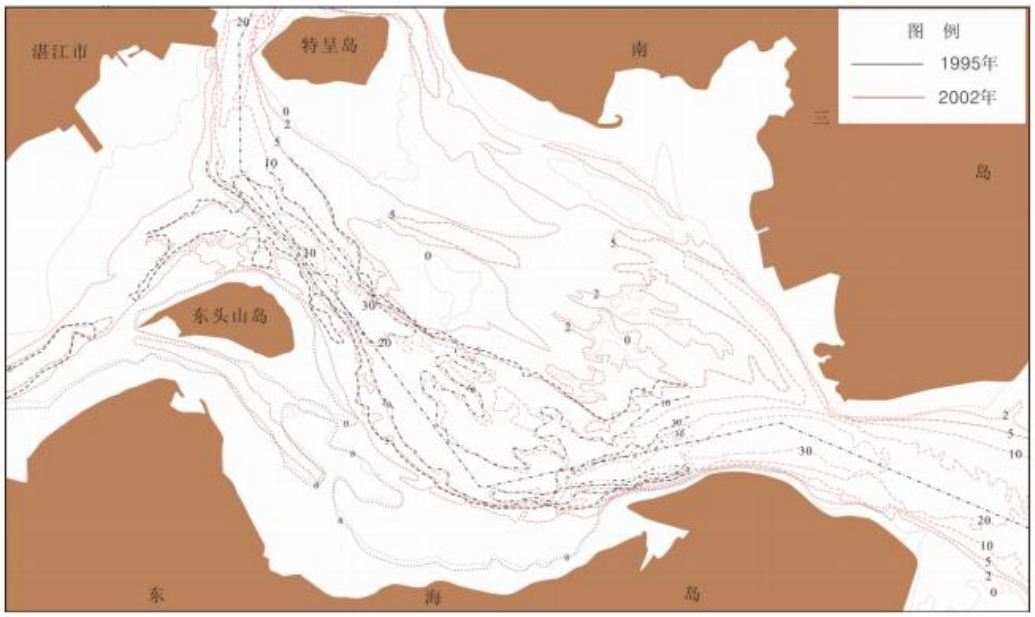


图 6.2-4　　工程区附近等深线变化对比图(1995-2002 年)

另根据 1994-2006 年海图对东海岛北部水域进行等深线叠加（图 6.2-5），分析其近年来的水下地形变化。可见，0m 等深线在东头山岛以及特呈岛区域整体上相对较稳定，东头山岛区域仅东南侧少部分略有冲刷，蚀退幅度为 28-260m，同时以东头山岛区域为界，其东侧近岸的 0m 等深线基本稳定，变化较小，而西侧 0m 等深线冲淤变化明显，淤涨幅度为 76-512m，而蚀退幅度为 64-700m。该海区 5m 等深线变化不大，仅在东头山岛西侧区域局部有冲刷后退，蚀退幅度较小。海区 10m 等深线的冲淤变化主要体现在湛江湾东南区域，由于湛江湾东南沿岸潮流作用较强，加上波浪的共同作用，对海底底坡冲刷，整体上 10m 等深线蚀退幅度为 40-150m。而对于海区 20m 和 30m 等深线，其冲淤变化主要集中于湛江湾东南区域，20m 等深线基本处于淤涨态势，淤涨幅度为 20-120m，而 30m 等深线蚀退幅度为 25-280m。

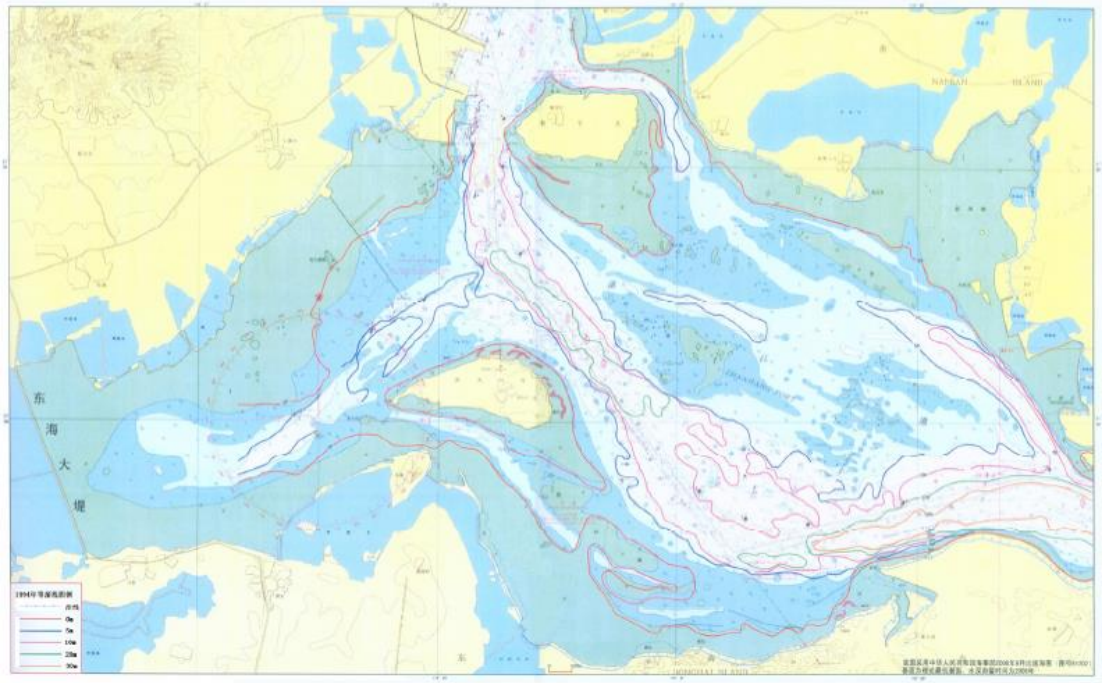


图 6.2-5　　工程区附近等深线变化对比图(1994-2006 年)

根据 2002 年和 2011 年水深资料对比（图 6.2-6），工程区附近与东海岛紧临的槽沟呈淤浅变化，淤浅了约 0.5m；中间槽沟的下段呈发育变化，其中 2002 年-2m 等深线断开，2011 年已贯通，宽度由 2002 年的 75m 增加至 2011 年的 125m，最大水深也由 2.8m 增深至 3.5m；最北部的潮沟由 2002 年的钩状发育成 2011 年直通状；受湛江港深水港航道开挖影响，湛江港深槽-20m 等深线贯通；-5m、-10m 等深线基本呈稳定状态。

从整体来看，1995-2011 年期间，湛江湾内滩槽形态并没有产生大幅度的迁移，局部受东海岛北岸液体散货及通用散货等港区围海造陆等工程的影响，工程区附近南向分流减少，水流动力轴线北移，滩槽呈南部萎缩北部发育的格局，同时受东海大堤修建影响，湛江湾内湾口段深槽受到冲刷，但随着时间的延续，槽区水深也逐步稳定，基本上处于动态平衡、略偏淤积的态势。

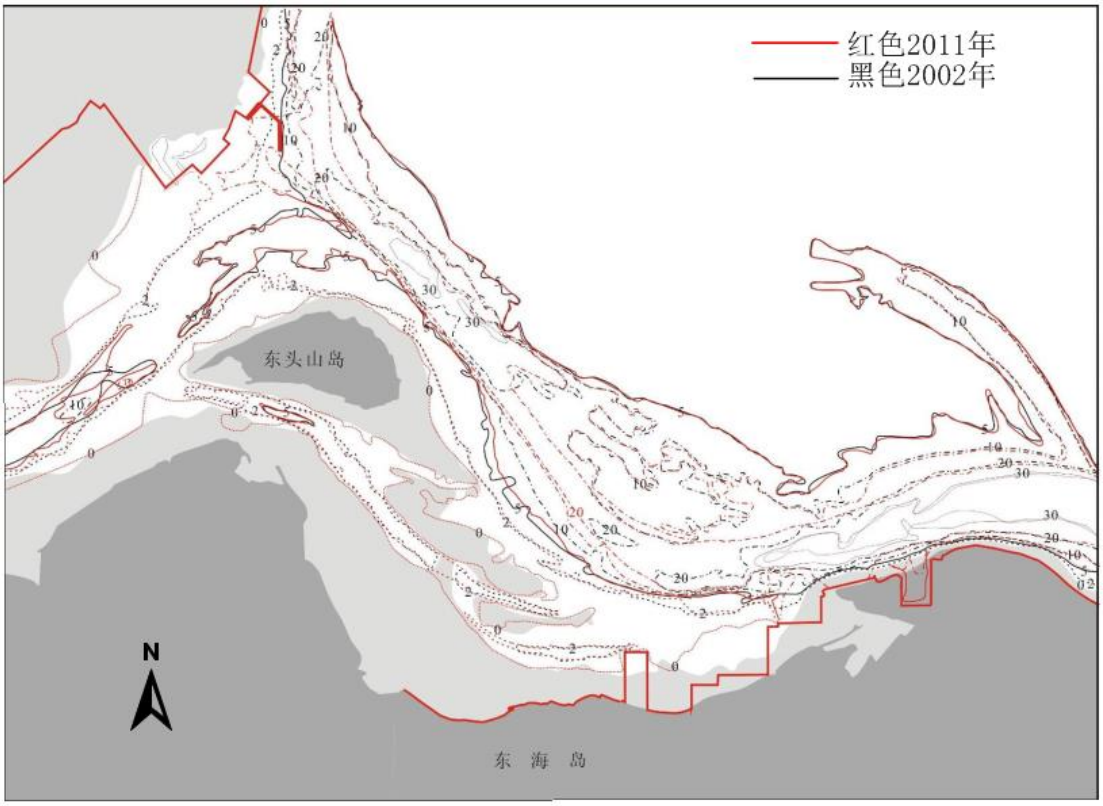


图 6.2-6　　2002-2011 年工程区附近地形变化情况

6.2.5.2　工程区域岸线演变分析

根据 1985 年 12 月、2011 年 12 月、2014 年 12 月和 2021 年 8 月 Google 遥感影像资料给出工程所在东海岛北侧岸线演变过程，见图 6.2-7。

可以看出，东海岛北侧岸线受人类建设工程活动的影响逐渐外扩。1985~2011 年期间，东海岛北侧岸线基本保持一致，无明显变化；2012~2014 年随着东海岛石化产业园围填海工程的建设，工程位置附近岸线向海推进，新形成的岸线更加顺直，变化较明显；2014~2017 年期间，仅填海 B 区发生较明显改变，全部填海成陆，2017 年后工程附近岸线基本稳定。

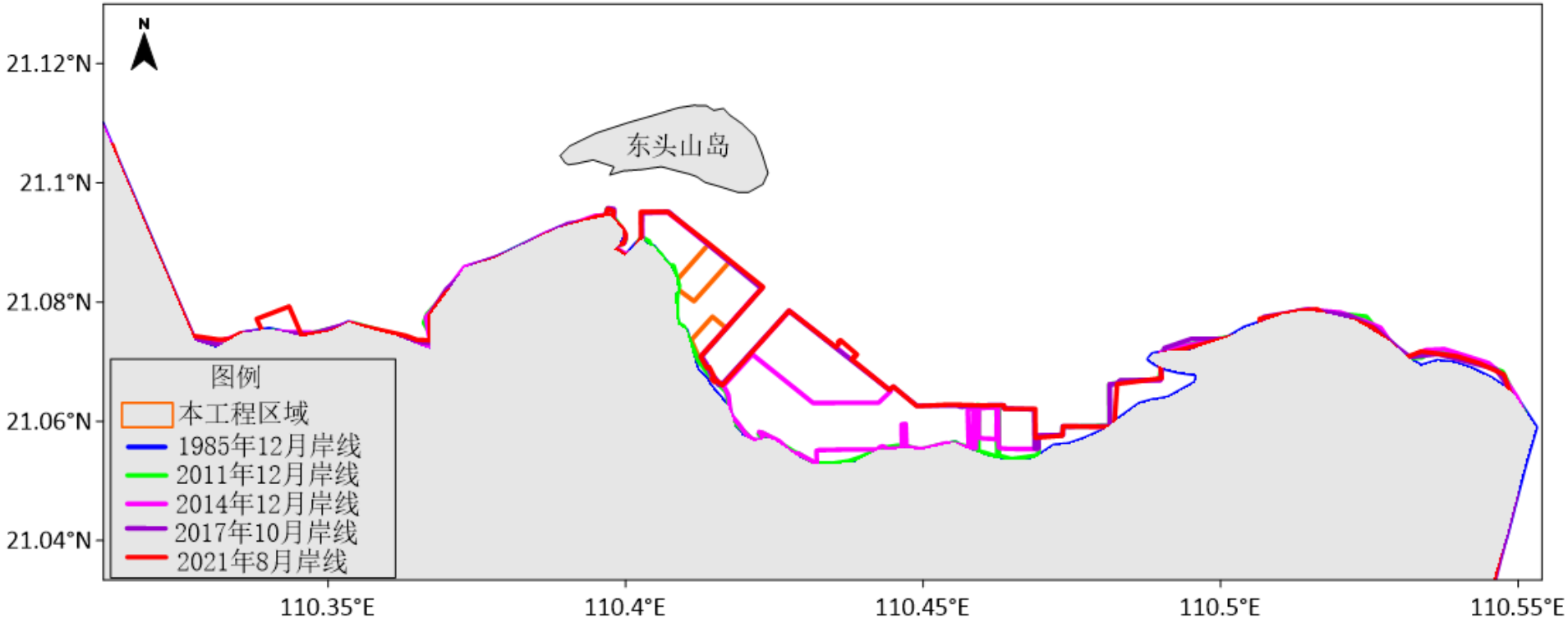


图 6.2-7　　工程区域岸线演变过程图

6.2.5.3 工程区域地形演变分析

为了解本工程建设对局部地形冲淤的影响，收集了工程前 2010 年 12 月实测地形（当地理论最低潮面）、2020 年 12 月湛江港航道实测地形（当地理论最低潮面）及 2021 年 10 月本工程实测地形（1985 国家高程），其中工程前地形包括东头山岛往西 7km、东头山岛往西南侧 5.8km 范围，涵盖面积约 70.5km2，工程后地形包括东头山岛往西 2km、东头山岛往西南侧 4.8km 范围，涵盖取土区和工程前沿北区域，地形数据见附图 6~附图 8。

对工程建设前后工程区域实测地形等深线对比分析，如图 6.2-8 所示，图中实线为工程前，虚线为工程后。可以看出，工程前，填海区域高程在-2m~-1m 之间，工程前沿高程在-2m 左右，取土区高程在-5m~0m（本工程取土深度约为 6~7m），大部分区域在-2m~0m，取土区东北侧存在深槽，高程在-20m~-10m；东头山岛西南水道高程也基本在-2m~0m；工程南侧堤前沿附近高程在-2m 左右。工程后，工程堤线高程在 0m 左右，工程前沿高程平均在-4m 左右，受湛江港航道持续挖深影响，位于湛江港航道区域的取土区高程在-20m~-10m，取土区南侧高程在-2m~0m；东头山岛西南水道高程也基本在-5m~-2m；工程南侧堤前沿附近高程在-2m~0m。

因此，工程后，随着岸线向海移动，0m 等深线也向海移动，工程前沿明显受到冲刷，由工程前的-2m 冲刷至-4m 左右；除位于湛江港航道区域的取土区外，其余取土区回淤至-2m~0m，基本回淤至工程前状态，最大回淤量达 6~7m，年回淤量在 0.6m 左右；工程南侧堤前沿附近发生淤积，最大淤积幅度约 1.5m；东头山岛至本工程之间水道及水道西侧 2km 范围内明显冲刷，最大冲刷幅度在 3m 左右，年冲刷量在 0.3m 左右。

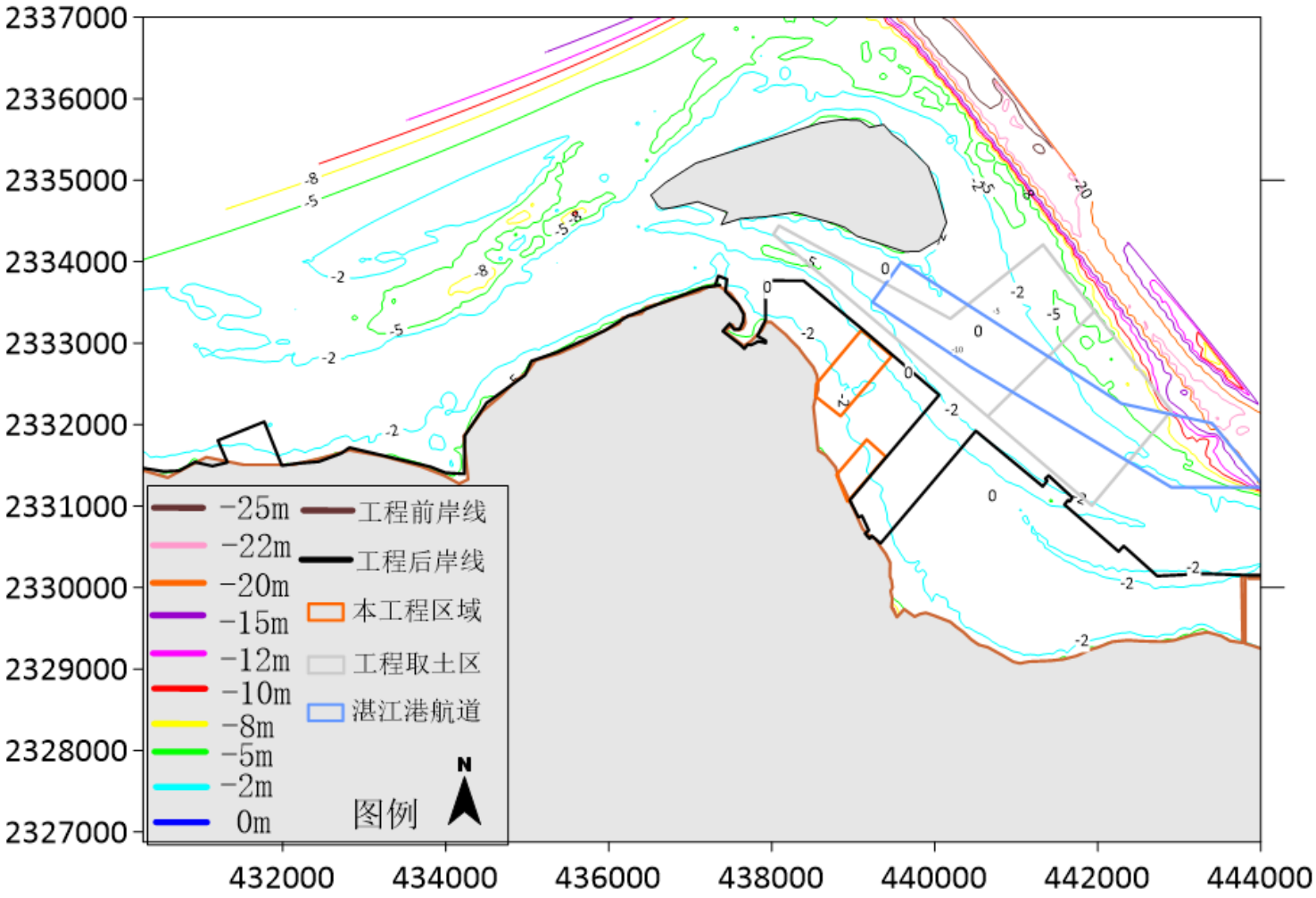


图 6.2-8　　工程前后地形对比（当地理论最低潮面）

6.3 海水水质现状调查与评价

6.3.1 调查时间及站位

为了解工程海域海水水质现状，本报告收集了中国科学院南海海洋研究所2020年4月和2020年11月在工程海域开展的海水水质、沉积物（2020年4月）、海洋生态（含渔业资源）、潮间带生物调查资料。

（1）2020年4月

中国科学院南海海洋研究所于2020年4月25日~27日对工程海域海洋水质进行了春季调查，共布设测站20个。其中水质站20个、沉积物站12个、海洋生态站12个、潮间带断面3条。调查站位坐标及调查内容见表6.3-1和图6.3-1。

（2）2020年11月

中国科学院南海海洋研究所于2020年11月19日~20日对工程海域海洋水质进行了秋季调查，调查内容主要为海水水质、生态（含渔业资源）等。调查站位坐标及调查内容见表6.3-1和图6.3-1。

表6.3-1　　2020年4月、11月调查站位坐标及调查内容

调查站位	纬度(N)	经度(E)	调查项目
1	21° 4.754'	110°20.475'	水质
2	21° 6.045'	110°21.316'	水质
3	21° 5.526'	110°22.098'	水质、沉积物、海洋生态
4	21° 7.009'	110°22.842'	水质
5	21° 5.895'	110°23.256'	水质、沉积物、海洋生态
6	21° 7.556'	110°23.537'	水质、沉积物、海洋生态
7	21° 5.797'	110°24.328'	水质、沉积物、海洋生态
8	21° 9.695'	110°24.483'	水质、沉积物、海洋生态
9	21° 7.663'	110°24.985'	水质
10	21° 8.841'	110°25.882'	水质、沉积物、海洋生态
11	21° 8.876'	110°26.819'	水质
12	21° 5.319'	110°25.268'	水质、沉积物、海洋生态
13	21° 4.658'	110°26.386'	水质、沉积物、海洋生态
14	21° 6.418'	110°26.761'	水质、沉积物、海洋生态
15	21° 7.497'	110°27.349'	水质
16	21° 4.295'	110°27.839'	水质、沉积物、海洋生态
17	21° 5.451'	110°28.510'	水质
18	21° 6.597'	110°28.874'	水质
19	21° 5.013'	110°29.728'	水质、沉积物、海洋生态
20	21° 5.071'	110°31.481'	水质、沉积物、海洋生态
C1	21° 5.595'	110°23.582'	潮间带生物
C2	21° 5.939'	110°25.003'	潮间带生物
C3	21° 6.623'	110°24.170'	潮间带生物

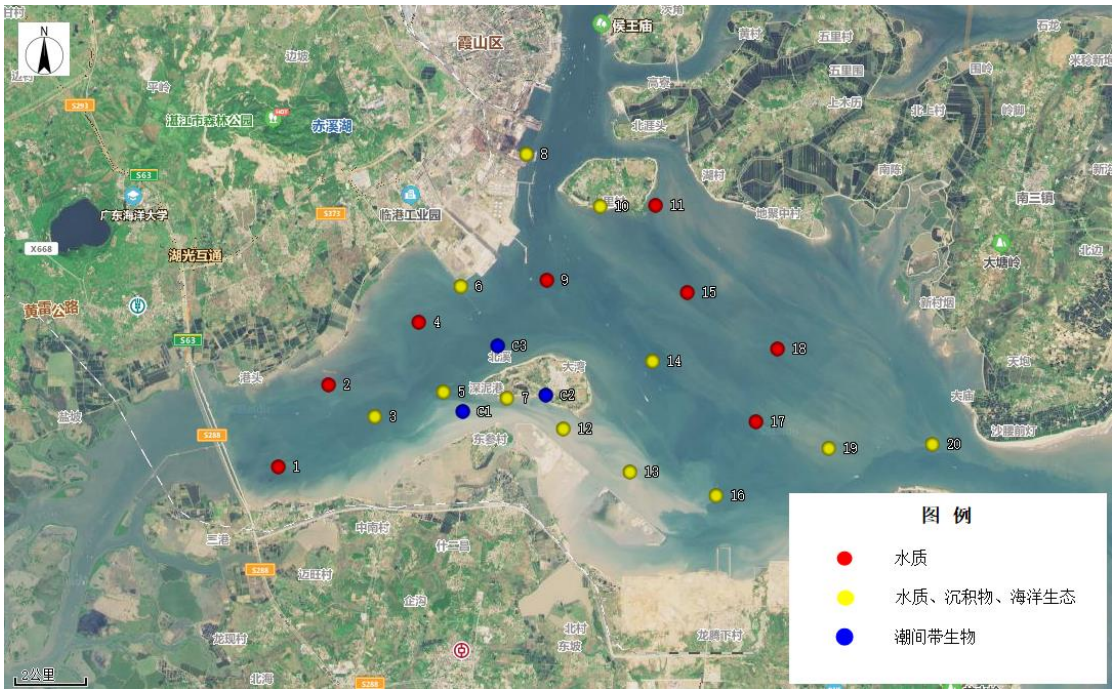


图 6.3-1　　2020 年 4 月、11 月调查站位布设示意图

6.3.2　调查内容及方法

6.3.2.1　调查内容

调查内容包括水深、水温、盐度、溶解氧、化学需氧量、pH、石油类、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、汞、铜、铅、锌、镉、砷。

6.3.2.2　采样及分析方法

现场调查采样按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）相关技术规程进行样品的采集、保存和实验室分析测试。

6.3.3　评价方法与标准

（1）评价标准：《海水水质标准》（GB3097-1997）。

（2）评价方法：单因子标准指数法。

根据《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（粤环函[2007]551 号）》，2020 年 4 月、2020 年 11 月各调查站位评价标准件表 6.3-2。

表 6.3-2　　各调查站位所在海洋功能区和水质评价标准

调查站位	海洋功能区	近岸海域环境功能区划	评价标准
6、9、13、16	湛江港港口航运区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
2、3、4、5、7、8、12	湛江港港口航运区	湛江港四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
14、15、17、18、19、20	湛江港保留区	湛江港三类区	水质三类，沉积物和生物质量维持现状
10、11	特呈岛海洋保护区	特呈岛二类区	水质二类、沉积物一类、生物质量一类
1	东海岛北部工业与城镇用海区	湛江港四类区	水质三类、沉积物二类、生物质量二类

图 6.3-2　　2020 年 4 月、11 月调查站位与海洋功能区划位置关系图

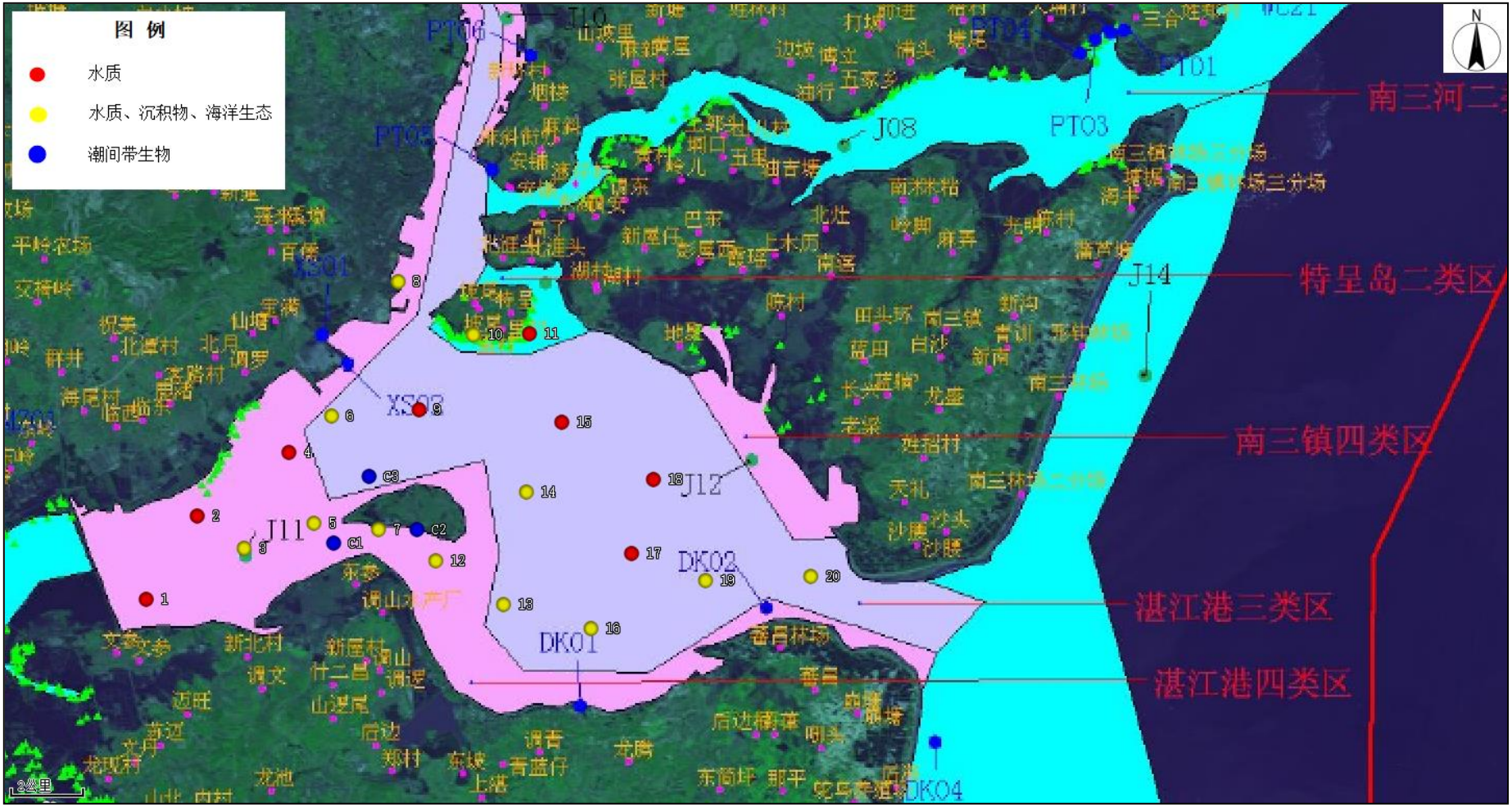


图 6.3-3　　2020 年 4 月、11 月调查站位与近岸海域功能区划位置关系图

6.3.4 调查结果及评价

6.3.4.1 调查结果

2020 年 4 月、11 月水质监测统计结果见表 6.3-3 和表 6.3-4。

表 6.3-3 2020 年 4 月水质监测统计结果

监测项目		最大值	最小值	平均值
水温（℃）	表层	23.95	22.03	23.50
	底层	23.82	23.62	23.73
盐度	表层	28.52	26.26	27.93
	底层	28.66	28	28.45
溶解氧（mg/L）	表层	7.74	6.03	6.96
	底层	7.55	6.46	6.88
COD（mg/L）	表层	1.19	0.78	0.99
	底层	1.08	0.89	1.002
pH	表层	8.05	7.85	7.99
	底层	8.02	7.99	8.01
石油类（mg/L）	表层	0.058	0.007	0.027
悬浮物（mg/L）	表层	25.7	14.7	19.99
	底层	29	19.7	23.94
无机氮（mg/L）	表层	0.847	0.447	0.700
	底层	0.751	0.583	0.650
活性磷酸盐（mg/L）	表层	0.066	0.034	0.049
	底层	0.044	0.025	0.037
汞（mg/L）	表层	0.017	0.017	0.017
	底层	0.017	0.017	0.017
铜（mg/L）	表层	3.2	1.3	1.88
	底层	2.5	1	1.5
铅（mg/L）	表层	0.42	0.06	0.22
	底层	0.25	0.06	0.16
锌（mg/L）	表层	24.4	4.8	12.64
	底层	19.1	7.6	13.22
镉（mg/L）	表层	0.12	0.02	0.04
	底层	0.04	0.03	0.04
砷（mg/L）	表层	1.8	0.7	1.28
	底层	1.5	1	1.24

表 6.3-4 2020 年 11 月水质监测统计结果

监测项目		最大值	最小值	平均值
水温（℃）	表层	24.86	24.27	24.61
	底层	24.59	24.04	24.22
盐度	表层	28.56	25.28	26.92

监测项目		最大值	最小值	平均值
	底层	29	27.73	28.41
溶解氧（mg/L）	表层	7.71	5.84	6.67
	底层	7.37	6.08	6.72
COD（mg/L）	表层	0.99	0.33	0.68
	底层	0.71	0.66	0.68
pH	表层	8.06	7.93	7.99
	底层	8.06	8.01	8.04
石油类（mg/L）	表层	0.029	0.015	0.02
悬浮物（mg/L）	表层	35.7	12.7	21.27
	底层	30.3	22.3	24.98
无机氮（mg/L）	表层	0.9035	0.3434	0.62
	底层	0.6259	0.3182	0.47
活性磷酸盐（mg/L）	表层	0.075	0.026	0.04
	底层	0.041	0.023	0.03
汞（mg/L）	表层	0.013	0.013	0.01
	底层	0.013	0.013	0.01
铜（mg/L）	表层	3.7	1	2.00
	底层	2.3	0.9	1.70
铅（mg/L）	表层	0.48	0.03	0.22
	底层	0.36	0.12	0.21
锌（mg/L）	表层	25	13	17.06
	底层	17.7	9.1	14.23
镉（mg/L）	表层	0.05	0.01	0.03
	底层	0.03	0.02	0.03
砷（mg/L）	表层	3.2	1.8	2.46
	底层	2.9	2	2.38

6.3.4.2 水质评价

（1）2020 年 4 月水质评价

2020 年 4 月水质现状评价结果见表 6.3-5 和表 6.3-6。监测结果表明：调查海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 100%和 92.3%，超标原因与北侧河流入海污染源有关。其余各指标所有站位监测结果均符合所在功能区类别要求。

表 6.3-5　　2020 年 4 月各评价因子单项标准指数

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
二类	10	表	0.04	0.32	0.62	0.42	**2.54**	**1.87**	0.003	0.28	0.06	0.10	0.01	0.04
	11	表	0.05	0.30	0.65	20.37	**2.45**	**2.07**	0.003	0.17	0.07	0.23	0.008	0.05
三类	1	表	0.53	0.30	0.56	0.09	**1.28**	**1.50**	0.003	0.04	0.03	0.23	0.01	0.03
	2	表	0.55	0.27	0.47	0.18	**1.53**	**1.70**	0.003	0.04	0.01	0.16	0.005	0.03
	3	表	0.66	0.24	0.55	0.10	**1.94**	**1.73**	0.003	0.04	0.00	0.10	0.003	0.03
	4	表	0.66	0.20	0.55	0.06	**1.86**	**1.73**	0.003	0.03	0.01	0.12	0.003	0.03
	5	表	0.60	0.26	0.56	0.11	**1.77**	**1.47**	0.09	0.03	0.02	0.24	0.004	0.03
	6	表	0.56	0.22	0.56	0.07	**1.84**	**2.20**	0.003	0.03	0.00	0.08	0.002	0.02
	7	表	0.57	0.25	0.56	0.07	**1.65**	**1.67**	0.003	0.06	0.01	0.15	0.005	0.03
	8	表	0.56	0.22	0.56	0.08	**1.90**	**1.73**	0.003	0.03	0.00	0.11	0.003	0.03
	9	表	0.60	0.29	0.58	0.08	**1.93**	**2.00**	0.003	0.04	0.00	0.08	0.005	0.02
		底	0.56	0.21	0.57	0.01	**1.88**	**1.60**	0.003	0.02	0.00	0.13	0.003	0.03
	12	表	0.55	0.28	0.56	0.14	**1.74**	**1.47**	0.003	0.06	0.00	0.15	0.004	0.02
		底	0.08	0.24	0.55	0.01	**1.63**	**1.47**	0.09	0.02	0.01	0.19	0.003	0.03
	13	表	0.60	0.25	0.55	0.12	**1.91**	**1.53**	0.09	0.04	0.04	0.15	0.003	0.03
	14	表	0.15	0.20	0.55	0.19	**1.68**	**1.43**	0.003	0.04	0.01	0.08	0.004	0.04
	15	表	0.59	0.26	0.54	0.03	**1.89**	**1.60**	0.003	0.04	0.03	0.14	0.004	0.02
	16	表	0.58	0.29	0.56	0.02	**1.69**	**1.33**	0.003	0.03	0.00	0.16	0.002	0.01
		底	0.59	0.26	0.56	0.01	**1.62**	**1.27**	0.003	0.03	0.02	0.08	0.004	0.02
	17	表	0.61	0.23	0.56	0.04	**1.57**	**1.50**	0.09	0.03	0.00	0.14	0.003	0.03
		底	0.62	0.22	0.56	0.01	**1.58**	**1.37**	0.003	0.02	0.00	0.13	0.004	0.03
	18	表	0.58	0.26	0.55	0.05	**1.47**	**1.60**	0.09	0.03	0.00	0.07	0.003	0.03
	19	表	0.02	0.25	0.56	0.11	**1.76**	**1.17**	0.003	0.03	0.01	0.07	0.002	0.02
		底	0.57	0.27	0.57	0.01	**1.70**	**1.20**	0.09	0.03	0.00	0.14	0.001	0.03
	20	表	0.59	0.24	0.56	0.11	**1.86**	**1.13**	0.003	0.03	0.03	0.15	0.004	0.02
		底	0.61	0.26	0.57	0.01	**1.59**	0.83	0.003	0.05	0.02	0.12	0.001	0.02
最小值			0.02	0.20	0.47	0.01	1.28	0.83	0.003	0.02	0.00	0.07	0.001	0.01
最大值			0.66	0.32	0.65	00.42	2.54	2.20	0.09	0.28	0.07	0.24	0.01	0.05
超标率（%）			0.00	0.00	0.00	0.00	100	96.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：未检出的按检出限的一半计算

表 6.3-6　　2020 年 4 月海水水质评价结果

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
二类	10	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	11	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
三类	1	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	2	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	3	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	4	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	5	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	6	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	7	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	8	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	9	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	12	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	13	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	14	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	15	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	16	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	17	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	18	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	19	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	20	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
超标站数			0	0	0	0	26	25	0	0	0	0	0	0
超标率（%）			0.00	0.00	0.00	0.00	100	96.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

（2）2020 年 11 月水质评价

根据水质调查结果，各调查点位评价结果见表 6.3-7 和表 6.3-8。

由表可知，调查海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 87.5%和 87.5%，超标原因与北侧河流入海污染源有关。。其余各指标所有站位均符合所在功能区水质类别的要求。

表 6.3-7　　2020 年 11 月各评价因子单项标准指数

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
二类	10	表	0.21	0.21	0.64	0.38	**2.04**	**1.83**	0.07	0.17	0.03	0.30	0.01	0.07
	11	表	0.76	0.16	0.63	0.10	**1.41**	**1.40**	0.07	0.03	0.02	0.18	0.002	0.05
三类	1	表	0.55	0.24	0.62	0.08	**1.94**	**1.43**	0.003	0.07	0.04	0.17	0.004	0.05
	2	表	0.56	0.21	0.52	0.09	**1.62**	**1.77**	0.003	0.03	0.02	0.20	0.01	0.04
	3	表	0.56	0.21	0.52	0.07	**1.62**	**1.33**	0.003	0.04	0.01	0.19	0.002	0.06
	4	表	0.66	0.17	0.53	0.06	**1.86**	**1.40**	0.003	0.07	0.05	0.15	0.002	0.04
	5	表	0.65	0.25	0.56	0.06	**2.09**	**1.10**	0.07	0.03	0.02	0.18	0.003	0.06
	6	表	0.60	0.19	0.53	0.06	**2.09**	**2.37**	0.00	0.06	0.03	0.20	0.001	0.05
	7	表	0.62	0.18	0.53	0.08	**2.08**	**1.13**	0.07	0.03	0.05	0.15	0.002	0.05
	8	表	0.61	0.17	0.53	0.08	**1.45**	**2.50**	0.07	0.05	0.01	0.16	0.00 3	0.04
	9	表	0.59	0.08	0.54	0.07	**1.59**	**1.43**	0.003	0.03	0.01	0.25	0.001	0.06
		底	0.60	0.18	0.56	0.01	**1.45**	**1.37**	0.07	0.05	0.01	0.18	0.003	0.06
	12	表	0.58	0.19	0.54	0.08	**1.67**	**1.30**	0.07	0.03	0.003	0.14	0.004	0.05
	13	表	0.63	0.12	0.57	0.07	**1.33**	**1.13**	0.003	0.05	0.01	0.18	0.01	0.05
	14	表	0.66	0.16	0.57	0.06	**1.41**	**1.27**	0.003	0.03	0.03	0.17	0.004	0.05
	15	表	0.68	0.18	0.57	0.08	**1.37**	**1.47**	0.07	0.05	0.04	0.20	0.003	0.04
	16	表	0.58	0.17	0.58	0.05	**1.24**	**1.37**	0.003	0.03	0.01	0.13	0.002	0.06
		底	0.59	0.17	0.57	0.01	**1.15**	**1.27**	0.07	0.05	0.04	0.09	0.003	0.04
	17	表	0.60	0.09	0.58	0.05	**1.67**	**1.33**	0.07	0.04	0.01	0.14	0.002	0.04
	18	表	0.65	0.20	0.57	0.05	**1.53**	**1.20**	0.003	0.04	0.0015	0.19	0.002	0.04
	19	表	0.60	0.13	0.58	0.05	0.87	0.87	0.003	0.03	0.02	0.13	0.003	0.05
		底	0.05	0.17	0.59	0.01	0.89	0.77	0.003	0.03	0.02	0.13	0.003	0.04
	20	表	0.42	0.22	0.59	0.07	**1.01**	**1.07**	0.003	0.02	0.01	0.15	0.003	0.05
		底	0.00	0.17	0.59	0.01	0.79	0.90	0.003	0.02	0.02	0.18	0.002	0.05
最小值			0.00	0.08	0.52	0.01	0.79	0.79	0.003	0.02	0.0015	0.09	0.001	0.04
最大值			0.76	0.25	0.64	0.38	2.09	2.09	0.07	0.17	0.05	0.30	0.01	0.07
超标率（%）			0.00	0.00	0.00	0.00	87.5	87.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注：未检出的按检出限的一半计算

表 6.3-8　　2020 年 11 月海水水质评价结果

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
二类	10	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	11	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
三类	1	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	2	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	3	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	4	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	5	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	6	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	7	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	8	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	9	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	12	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	13	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	14	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	15	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	16	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	17	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	18	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	19	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	20	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
超标站数			0	0	0	0	21	21	0	0	0	0	0	0
超标率（%）			0.00	0.00	0.00	0.00	87.5	87.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

6.4 沉积物环境质量现状调查与评价

6.4.1 调查时间及站位

调查时间为2020年4月25日~27日，具体站位布设详见6.3.1节。

6.4.2 调查内容及方法

6.4.2.1 调查内容

调查内容包括石油类、汞、铜、铅、锌、镉、砷、硫化物、有机碳、石油类。

6.4.2.2 采样及分析方法

沉积物调查采样及分析方法根据《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）进行。

6.4.3 评价方法与标准

（1）评价标准：《海洋沉积物质量》（GB18668-2002)。

（2）评价方法：采用单项污染指数法，即第i项污染指数Si=Ci/C。式中Ci为第i项调查值，C为沉积物标准值。

根据《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（粤环函[2007]551号）》，2020年4月各调查站位评价标准件表6.4-1。

表 6.4-1　　沉积物调查站位所在海洋功能区及评价标准

调查时间	站位	海洋功能区	评价标准
2020年4月	3、5、7、8、12	湛江港港口航运区	三类
	6、13、16	湛江港港口航运区	三类
	10	特呈岛海洋保护区	一类
	12	东海岛北部工业与城镇用海区	二类
	14、19、20	湛江港保留区	维持现状（一类）

6.4.4 调查结果及评价

6.4.4.1 调查结果

2020年4月工程海域沉积物调查结果见表6.4-2。

表 6.4-2　　工程海域沉积物调查结果

（除有机碳单位为（×10^{-2}）外，其余均为（×10^{-6}））

站位	汞	铜	铅	锌	镉	砷	硫化物	有机碳	石油类
3	0.069	16.4	38.9	97.6	0.08	11.34	77.3	1.01	40.1
5	0.029	20.1	36.6	98.3	0.11	7.95	275.1	1.16	857.6
6	0.078	17.2	50.3	88.8	0.26	11.82	35.7	0.84	62.1
7	0.014	6.5	24.8	46.1	0.02	10.86	12.1	0.46	27.7
8	0.058	16.2	33.1	92.9	0.05	18.39	20.4	1.00	85.1
10	0.0025	1	6.1	14.1	0.34	5.59	9.2	0.07	7.0
12	0.023	8.2	25.1	61.2	0.05	8.41	62.7	0.76	81.3
13	0.022	5.3	22.2	48.7	0.02	8.36	24.9	0.41	11.8
14	0.007	7.3	22.3	49.8	0.02	6.98	8.4	0.48	15.9
16	0.063	18.6	39.9	92.0	0.14	11.79	117.2	1.14	214.0
19	0.0025	3.5	22.5	51.7	0.02	7.11	4.7	0.52	28.8
20	0.023	7.2	21.7	55.3	0.05	8.33	65.7	0.62	41.3
最大值	0.078	20.1	50.3	98.3	0.34	18.39	275.1	1.16	857.6
平均值	0.03	10.63	28.64	66.39	0.10	9.75	59.45	0.71	122.73

6.4.4.2　评价结果

根据上述调查结果，各点位评价结果见表 6.4-3。由表可知，2020 年 4 月海洋沉积物调查结果均可满足相应功能区沉积物标准要求，工程区域海洋沉积物状况良好。

表 6.4-3　　各调查站位沉积物评价结果

执行标准	站位	汞	铜	铅	锌	镉	砷	硫化物	有机碳	石油类
一类	10	0.01	0.01	0.10	0.02	0.67	0.28	0.03	0.04	0.01
维持现状（一类）	14	0.04	0.21	0.37	0.33	0.04	0.35	0.03	0.24	0.03
	19	0.01	0.10	0.37	0.34	0.04	0.36	0.02	0.26	0.06
	20	0.12	0.21	0.36	0.37	0.10	0.42	0.22	0.31	0.08
三类	3	0.07	0.08	0.16	0.16	0.02	0.12	0.13	0.25	0.03
	5	0.03	0.10	0.15	0.16	0.02	0.09	0.46	0.29	0.57
	6	0.08	0.09	0.20	0.15	0.05	0.13	0.06	0.21	0.04
	7	0.01	0.03	0.10	0.08	0.00	0.12	0.02	0.12	0.02
	8	0.06	0.08	0.13	0.15	0.01	0.20	0.03	0.25	0.06
	12	0.02	0.04	0.10	0.10	0.01	0.09	0.10	0.19	0.05
	13	0.02	0.03	0.09	0.08	0.00	0.09	0.04	0.10	0.01
	16	0.06	0.09	0.16	0.15	0.03	0.13	0.20	0.29	0.14

6.5 海洋生态环境现状调查与评价

6.5.1 调查时间及站位

海洋生态与海水水质同步开展春、秋两季调查，调查站位布设见 6.3.1 节。

6.5.2 调查及评价方法

（1）叶绿素 a（Chl-a）和初级生产力

用容积为 5L 的有机玻璃，现场过滤，滤膜用保温壶冷藏，带回实验室测定。

初级生产力以叶绿素 a 含量按 Cadée 公式进行估算：

$$P = C_a QLt / 2$$

式中：P ——初级生产力（mg·C/m²·d）；

C_a——叶绿素 a 含量（mg/m³）；

Q ——同化系数（mg·C/(mgChl-a·h)）；据中国水产科学研究院南海水产研究所以往调查结果，这里取 3.12；

L ——真光层的深度（m）；

t ——白昼时间（h）。根据南海水产研究所以往调查结果，取 12.5。

（2）浮游植物

浮游植物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378－2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB12763.6－2007）中规定的方法进行。

利用浮游生物浅水Ⅲ型浮游生物网，网口面积 0.1m^2，采用垂直拖网法，站位水深范围在 23.0～25.0m 之间。样品现场用鲁哥氏液固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，整片计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（cells/m^3）。

浮游植物优势度（Y）应用以下公式计算：

$$Y=n_i/N*f_i$$

式中：n_i 为第 i 种的个体数；f_i 是该种在各站中出现的频率；N 为所有站每个种出现的总个体数。

采用 Shannon-Wiener 指数测定浮游植物的多样性指数，其计算公式为：

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

式中：H' ——种类多样性指数

S——样品中的种类总数

Pi——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

采用 Pielou 均匀度测定浮游植物的均匀度，其公式为：

$$J′=H′/\log 2S$$

式中：*J′*——均匀度

H′——种类多样性指数

S——样品中的种类总数

采用马卡列夫丰富度指数大小表示群落（或样品）中种类丰富程度。一般而言，健康的环境，种类丰富度高，污染环境则相反。

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

式中：D——丰富度；

N——样品中的生物总个体数；

S——样品中的种类总数

（3）浮游动物

浮游动物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378－2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB/T12763.6－2007）中规定的方法进行。

利用浅水 II 型浮游生物网采样，网口面积 0.08m^2，每个调查站从底至表垂直拖曳 II 型网，样品现场用 5%甲醛溶液固定保存，带回实验室进行种类鉴定，总生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法，栖息密度分布采用个体计数法，然后根据滤水量换算为每立方米水体的浮游动物数量。

（4）大型底栖生物

底栖生物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378－2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB/T12763.6－2007）中规定的方法进行。

采泥底栖生物调查方法是采用抓斗式采泥器进行定量取样，取样面积为 0.05m^2，每个站均采样 4 次。样品用中性甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%，带回实验室分析鉴定和计数。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数等。

（5）生物质量

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/T-2007)执行。生物样品的污染物分析方法按国家标准《海洋生物质量》（GB18421-2001）的有关规定进行。其中总汞分析用原子荧光光度法，石油烃用荧光分光光度法，其余项目用原子吸收分光光度法。

（6）潮间带生物

潮间带生物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378－2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB/T12763.6－2007）中规定的方法进行。

样品用中性甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%，带回实验室分析鉴定和计数。测定分析种类组成、数量、分布、优势度、多样性指数等。

6.5.3 叶绿素 a 和初级生产力

6.5.3.1 2020 年 4 月

本次调查海域，叶绿素 a 浓度变化范围为 0.40~1.87mg/m^3，平均值为 0.96mg/m^3；底层叶绿素 a 浓度均为 0.40mg/m^3。初级生产力水平的变化范围为 14.47 mg·C/(m^2·d)~143.89 mg·C/(m^2·d)，平均值为 67.22 mg·C/(m^2·d)，调查海域初级生产力水平中等。

6.5.3.2 2020 年 11 月

本次调查海域，秋季表层叶绿素 a 浓度变化范围为 0.19~0.54mg/m^3，平均值为 0.37mg/m^3；底层叶绿素 a 浓度变化范围为 0.13~0.82mg/m^3，平均值为 0.41mg/m^3。初级生产力水平的变化范围为 10.14mg·C/(m^2·d) ~55.97mg·C/(m^2·d)，平均值为 28.18 mg·C/(m^2·d)。

参考美国环保总署（USEPA）有关标准对海域富营养化评价如下：Chla>10 mg/m^3，富营养化；4 mg/m^3<Chla<10 mg/m^3，中营养化；Chla<4 mg/m^3，贫营养化。根据这个标准，项目附近海域春、秋两季平均值均为贫营养化水平。

6.5.4 浮游植物

6.5.4.1 2020 年 4 月

（1）种类组成

本次浮游植物调查共有硅藻、甲藻、蓝藻 3 大门类 69 种(含 1 个变种)。其中硅藻门的种类最多，有 55 种，占总种类数的 79.71%；其次是甲藻门，有 13 种，占总种类数的 18.84%；蓝藻类有 1 种，占 1.45%。主要是硅藻类的圆筛藻属 *Coscinodiscus* 的种类最多，出现了 9 种。

表 6.5-1　　2020 年春季海域浮游植物种类分类统计

类群	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	55	79.71
甲藻	13	18.84
蓝藻	1	1.45
合计	69	100.00

（2）栖息密度和分布

调查结果显示，浮游植物平均密度为 332.68×10^4cells/m^3，其数量以硅藻类占优势，其密度为 305.64×10^4cells/m^3，占总密度的 91.87%；其次为甲藻类，其密度为 25.74×10^4cells/m^3，占总密度的 7.74%；蓝藻密度为 1.30×10^4cells/m^3，占总密度的 0.39%。

水平分布方面，各站位密度差异较大，最高密度出现在 10#站位，其数量达 2310.9×10^4cells/m^3；其次为 8#站位，其密度为 556.63×10^4cells/m^3；最低则出现在 20#站位，其密度为 7.59×10^4cells/m^3，其余调查监测站位的密度分布范围在 13.45×10^4cells/m^3～429.14×10^4cells/m^3 之间。

表 6.5-2　　浮游植物栖息密度统计结果（2020 年 4 月)(×10^{4}cells/m^3)

站位	总丰度	其中		
		硅藻	甲藻	蓝藻
3#	194.32	186.66	7.66	0.00
5#	429.14	289.14	140.00	0.00
6#	160.80	148.51	12.29	0.00
7#	32.31	27.83	4.48	0.00
8#	556.63	540.79	15.83	0.00
10#	2310.90	2287.50	23.40	0.00
12#	23.66	14.62	9.04	0.00
13#	106.11	53.32	39.83	12.96
14#	112.64	100.47	9.52	2.65
16#	44.59	9.77	34.82	0.00
19#	13.45	6.63	6.83	0.00
20#	7.59	2.47	5.12	0.00

（3）优势种

以优势度（*Y*）大于0.02为判断标准，2021年春季调查水域在调查期间浮游植物的优势种是甲藻门的夜光藻和硅藻门的中肋骨条藻、拟旋链角毛藻、奇异棍形藻。其中中肋骨条藻优势度最高，为0.50，出现频率为100%；其次为拟旋链角毛藻，优势度均为0.31，出现频率为100%；夜光藻优势度为0.075，出现频率为100%；奇异棍形藻优势度为0.035，出现频率为91.67%

表 6.5-3　　浮游植物的优势种及优势度（2020 年 4 月)

优势种	拉丁文	优势度
中肋骨条藻	*Skeletonema costatum*	0.50
拟旋链角毛藻	*Chaetoceros pseudocurvisetus*	0.31
奇异棍形藻	*Bacillaria paradoxa*	0.035
夜光藻	*Noctiluca scintillans*	0.075

（4）多样性指数、均匀度和丰富度

2020年春季调查海域浮游植物平均出现种类数为22种，多样性指数分布范围在0.81～2.40之间，平均为1.65；均匀度指数变化范围在0.18～0.60之间，平均值为0.387；丰富度指数变化范围在1.08～3.20之间，平均值为2.17。

表 6.5-4　　浮游植物总体多样性指数、均匀度及丰富度（2020 年 4 月）

站点	物种数（S)	多样性指数（*H*')	丰富度指数（d)	均匀度指数（*J*）
3#	31	1.45	2.75	0.29
5#	14	1.80	1.08	0.47
6#	19	1.66	1.69	0.39
7#	20	2.21	2.28	0.51
8#	22	0.82	1.69	0.18
10#	33	1.01	2.21	0.20
12#	24	2.15	2.92	0.47
13#	16	2.40	1.49	0.60
14#	26	1.88	2.47	0.40
16#	14	1.28	1.48	0.34
19#	21	1.70	2.83	0.39
20#	21	1.45	3.20	0.33

（5）小结与评价

①浮游植物共出现了硅藻、甲藻、蓝藻3大门类69种(含1个变种)，其中以硅藻门的种类最多，其次是甲藻门。

②本海域浮游植物平均密度为332.68×10^4cells/m^3，其数量以硅藻类占优势，其密度为305.64×10^4cells/m^3，占总密度的91.87%；其次为甲藻类，其密度为25.74×10^4cells/m3，占总密度的7.74%；蓝藻密度为1.30×10^4cells/m^3，占总密度的0.39%。

③浮游植物的优势种是甲藻门的夜光藻和硅藻门的中肋骨条藻、拟旋链角毛藻、奇异棍形藻。

④春季调查海域浮游植物平均出现种类数为22种，多样性指数分布范围在0.81～2.40之间，平均为1.65；均匀度指数变化范围在0.18～0.60之间，平均值为0.387；丰富度指数变化范围在1.08～3.20之间，平均值为2.17。

6.5.4.2 2020 年 11 月

（1）种类组成

2020年秋季浮游植物调查共有硅藻、甲藻2大门类63种。其中硅藻门的种类最多，有47种，占总种类数的74.60%；其次是甲藻门，有16种，占总种类数的25.40% 。主要是甲藻类多甲藻属*Protoperidinium*最多，出现了8种；其次为硅藻类的圆筛藻属*Coscinodiscus*和角毛藻属*Chaetoceros*，各出现了7种。

表 6.5-5 2020 年秋季海域浮游植物种类组成

类群	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	47	74.6
甲藻	16	25.4
合计	63	100.00

（2）栖息密度和分布

2020年秋季调查监测结果显示，浮游植物平均密度为1031.18×10^4cells/m^3，其数量以硅藻类占优势，其密度为1030.88×10^4cells/m^3，占总密度的99.73%；其次为甲藻类，其密度为0.30×10^4cells/m^3，占总密度的0.03%。

水平分布方面，各站位密度差异较大，最高密度出现在12#站位，其数量达8778.80×10^4cells/m^3；其次为7#站位，其密度为1174.64×10^4cells/m^3；最低则出现在20#站位，其密度为14.54×10^4cells/m^3，其余调查监测站位的密度分布范围在68.90×10^4cells/m^3～909.38×10^4cells/m^3之间。

表 6.5-6 2020 年秋季浮游植物密度分布及组成 单位：10^4 cells/m^3

站位	总丰度	其中	
		硅藻	甲藻
3#	4520.11	4517.62	2.49
5#	861.37	860.28	1.09
6#	9093.75	9090.00	3.75
7#	11746.35	11740.58	5.78
8#	1354.57	1353.62	0.95
10#	719.94	719.40	0.54
12#	87788.00	87774.00	14.00
13#	3590.00	3587.30	2.71
14#	2205.15	2202.90	2.25
16#	1027.78	1026.85	0.93
19#	689.04	687.68	1.36
20#	145.44	144.99	0.45

（3）优势种

以优势度（*Y*）大于0.02为判断标准，2020年秋季调查水域在调查期间浮游植物

的优势种是硅藻门的中肋骨条藻、柔弱海链藻、拟弯角毛藻、菱形海线藻、洛氏角毛藻和并基角毛藻。其中拟弯角毛藻优势度最高，为0.45，出现频率为100%；其次为柔弱海链藻，优势度均为0.20，出现频率为100%；菱形海线藻优势度为0.14，出现频率为100%；中肋骨条藻和洛氏角毛藻优势度为0.065，出现频率为100%；并基角毛藻优势度为0.039，出现频率为100%。

表 6.5-7　　2020 年秋季海域浮游植物优势种及优势度

优势种	拉丁文	优势度
拟弯角毛藻	*Chaetoceros pseudocurvisetus*	0.45
柔弱海链藻	*Thalassiosira tenera*	0.20
菱形海线藻	*Thalassionema nitzschioides*	0.14
中肋骨条藻	*Bacteriastrum varians Lauder*	0.065
洛氏角毛藻	*Chaetoceros lorenzianus*	0.065
并基角毛藻	*Chaetoceros decipiens*	0.039

（4）多样性指数、均匀度和丰富度

2020年秋季调查海域浮游植物平均出现种类数为27种，多样性指数分布范围在0.91～1.60之间，平均为1.18；均匀度指数变化范围在0.19～0.34之间，平均值为0.249；丰富度指数变化范围在1.16～3.05之间，平均值为1.85。

表 6.5-8　　2020 年秋季海域浮游植物的多样性指数

站点	物种数（S)	多样性指数（*H'*)	丰富度指数（d)	均匀度指数（*J*）
3#	26	1.60	1.62	0.34
5#	28	0.94	2.07	0.19
6#	31	1.29	1.82	0.26
7#	27	1.08	1.54	0.23
8#	29	1.29	2.04	0.27
10#	17	0.97	1.25	0.24
12#	24	1.09	1.16	0.24
13#	26	0.91	1.65	0.19
14#	23	1.25	1.52	0.28
16#	29	1.14	2.10	0.23
19#	32	1.24	2.43	0.25
20#	33	1.40	3.05	0.28

（5）小结与评价

①浮游植物共出现了硅藻、甲藻2大门类63种，其中以硅藻门的种类最多，其次是甲藻门。

②本海域浮游植物平均密度为1031.18×10^4cells/m^3，其数量以硅藻类占优势，其

密度为1030.88×10^{4}cells/m^3，占总密度的99.73%；其次为甲藻类，其密度为0.30×10^{4}cells/m^3，占总密度的0.03%。

③浮游植物的优势种是硅藻门的中肋骨条藻、柔弱海链藻、拟弯角毛藻、菱形海线藻、洛氏角毛藻和并基角毛藻。

④春季调查海域浮游植物平均出现种类数为27种，多样性指数分布范围在0.91～1.60之间，平均为1.18；均匀度指数变化范围在0.19～0.34之间，平均值为0.249；丰富度指数变化范围在1.16～3.05之间，平均值为1.85。

6.5.5 浮游动物

6.5.5.1 2020 年 4 月

（1）种类组成

2020年春季调查的浮游动物经鉴定有桡足类、浮游幼虫、毛颚类、腔肠动物、十足类、被囊类、糠虾类、软体动物和枝角类共计9个生物类群53种。其中桡足类种类数相对较多，为29种，占种类总数的54.72%；其次为浮游幼虫，为13种，占种类总数的24.53%；毛颚类、十足类、腔肠动物和被囊类各2种，占种类总数的3.77%；糠虾类、软体动物、枝角类各1种，占种类总数的1.99%。

（2）优势种和优势度

2020年春季调查，出现的53种浮游动物中，优势度在0.02以上的优势种有5种，分别拟长腹剑水蚤、强额孔雀哲水蚤、桡足类幼体、蔓足类幼体和介形类幼体。其中强额孔雀哲水蚤优势度最高，为0.376，出现频率为100%；其次为拟长腹剑水蚤，优势度均为0.132，出现频率为91.67%；桡足类幼体优势度为0.063，出现频率为100%；蔓足类幼体优势度为0.208，出现频率为100%；介形类幼体优势度为0.031，出现频率为91.67%

表 6.5-9　　2020 年春季调查海域浮游动物的优势种及优势度

优势种	拉丁文	优势度
拟长腹剑水蚤	*Oithona similis*	0.132
强额孔雀哲水蚤	*Parvocalanus crassirostris*	0.376
桡足类幼体	*Copepoda* larvae	0.063
蔓足类幼体	*Cirripedia* larvae	0.208
介形类幼体	*Ostracoda* larvae	0.031

（3）生物量与栖息密度

2020年春季调查结果显示，本水域各站位浮游动物生物量分布不均匀，变化幅

度为76.92～4147.73mg/m^3，平均生物量为768.72mg/m^3。在栖息密度分布方面，变化幅度为1834.68～39073.88ind./m^3，平均密度为15338.3ind/m^3。在整个调查区中，生物量最高出现在13#站位，为4147.73mg/m^3；其次为6#站位，生物量为1869.05mg/m^3；生物量最低出现在7#站位，为76.92 mg/m^3。栖息密度最高出现在13#站位，为39073.88 ind./m^3；其次为10#站位，为35083.33 ind./m^3；栖息密度最低值出现在20#站位，为1834.68 ind./m^3。

表 6.5-10　　2020 年春季海域浮游动物生物量及密度

站点	栖息密度 ind/m^3	生物量 mg/m^3
3#	16160.10	228.07
5#	22758.96	312.50
6#	19839.34	1869.05
7#	7188.47	76.92
8#	13887.46	672.92
10#	35083.33	208.33
12#	3955.12	639.96
13#	39073.88	4147.73
14#	11491.25	610.47
16#	8657.69	268.32
19#	4129.65	108.15
20#	1834.68	82.23
平均值	15338.33	768.72

（4）主要类群分布

2020年春季调查结果显示，浮游动物的主要类群包括桡足类和浮游幼虫。

桡足类：桡足类平均密度为9861.67ind./m^3，占浮游动物总个体数的64.29%，是本海域浮游动物的主要组成部分，成为主导本海域浮游动物数量的主要类群。其中主要分布于13#站位，密度为28363.66ind./m^3，其次是10#站位，密度为22666.65ind./m^3，其余10#站位的密度在1575.43～13857.17ind./m^{3}的范围之间变化。

浮游幼虫：浮游幼虫类平均密度为5400.99ind./m^3，占浮游动物总个体数的35.21%。其中主要分布于10#站位，密度为12375.01ind./m^3，其次是13#站位，密度为28363.66ind./m^3，其余站位的密度在224.63～9695.18ind./m^{3}的范围之间变化。

其他种类如糠虾类、毛颚动物、腔肠动物、软体动物、十足类、被囊类和枝角类，它们大部分属南海区系的普通种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内分布也较为广泛。

（5）生物多样性指数

2020年春季调查结果显示，调查海域浮游动物平均出现种类为25种，浮游动物多样性指数变化范围在2.29～3.19之间，平均值为2.91；均匀度指数变化范围在0.53～0.69之间，平均值为0.62；丰富度指数变化范围在1.19～2.76之间，平均值为1.84。

表 6.5-11　　春季调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站点	物种数（S)	多样性指数（*H'*)	丰富度指数（d)	均匀度指数（*J*）
3#	19	2.30	1.29	0.54
5#	24	2.45	1.59	0.53
6#	25	2.84	1.68	0.61
7#	26	2.73	1.95	0.58
8#	23	2.82	1.60	0.62
10#	19	2.80	1.19	0.66
12#	25	3.19	2.01	0.69
13#	27	3.01	1.70	0.63
14#	29	3.05	2.08	0.63
16#	24	3.07	1.76	0.67
19#	32	3.31	2.58	0.66
20#	31	3.32	2.77	0.67

（6）小结

①2020年春季调查的浮游动物经鉴定有桡足类、浮游幼虫、毛颚类、腔肠动物、十足类、被囊类、糠虾类、软体动物和枝角类共计9个生物类群53种。

②优势种分别拟长腹剑水蚤、强额孔雀哲水蚤、桡足类幼体、蔓足类幼体和介形类幼体。

③春季调查浮游动物平均生物量为768.72mg/m^3，平均密度为15338.3ind/m^3。

④浮游动物的主要类群包括桡足类和浮游幼虫，桡足类平均密度为9861.67ind./m^3，浮游幼虫类平均密度为 5400.99ind./m^3。

⑤调查海域浮游动物平均出现种类为 25 种，浮游动物多样性指数变化范围在2.29～3.19 之间，平均值为 2.91；均匀度指数变化范围在 0.53～0.69 之间，平均值为0.62；丰富度指数变化范围在 1.19～2.76 之间，平均值为 1.84。

6.5.5.2　2020 年 11 月

（1）种类组成

2020 年秋季调查的浮游动物经鉴定有桡足类、浮游幼虫、毛颚类、腔肠动物、十足类、被囊类、糠虾类、软体动物、介形类和枝角类共计 10 个生物类群 57 种。其中桡足类种类数相对较多，为 23 种，占种类总数的 40.35%；其次为腔肠动物，为 12 种，占种类总数的 21.05%；浮游幼虫 6 种，占种类种数的 10.53%；毛颚类、十

足类各 4 种，各占种类总数的 7.02%；被囊类、介形类、软体动物各 2 种，占种类总数的 3.51%；糠虾类、磷虾类各 1 种，占种类总数的 1.75%。

（2）优势种和优势度

2020 年秋季调查，出现的 57 种浮游动物中，优势度在 0.02 以上的优势种有 13 种，分别丹氏纺缍水蚤、肥胖箭虫、红纺缍水蚤、精致真刺水蚤、毛颚类幼虫、桡足类幼虫、瘦尾胸刺水蚤、驼背隆哲水蚤、微刺哲水蚤、微驼背隆哲水蚤、小拟哲水蚤、小哲水蚤和亚强次真哲水蚤。其中驼背隆哲水蚤优势度最高，为 0.20，出现频率为 100%；其次为亚强次真哲水蚤，优势度均为 0.07，出现频率为 90.91%。

表 6.5-12　　2020 年秋季调查海域浮游动物的优势种及优势度

优势种中文名称	拉丁文	优势度
丹氏纺缍水蚤	*Acartia danae Giesbrecht*	0.07
肥胖箭虫	*Sagitta enflata*	0.02
红纺缍水蚤	*Acartia erythraea*	0.02
精致真刺水蚤	*Euchaeta conainna*	0.03
毛颚类幼虫	*Chaetognatha* larva	0.03
桡足类幼虫	*Copepoda* larva	0.07
瘦尾胸刺水蚤	*Centropages tenuiremis*	0.07
驼背隆哲水蚤	*Acrocalanus gibber*	0.20
微刺哲水蚤	*Canthocalanus pauper*	0.03
微驼背隆哲水蚤	*Acrocalanus gracilis*	0.04
小拟哲水蚤	*Paracalanus parvus*	0.03
小哲水蚤	*Nannocalanus minor*	0.06
亚强次真哲水蚤	*Subeucalanus subcrassus*	0.07

（3）生物量及栖息密度

2020 年秋季调查结果显示，本水域各采样站浮游动物生物量分布较均匀，变化幅度为 35.60～302.50mg/m^3，平均生物量为 136.14mg/m^3。在密度分布方面，变化幅度为 59.03～756.27ind/m^3，平均密度为 468.45ind/m^3。在整个调查区中，生物量最高为 302.50mg/m^3，出现在 20#站位，其次为 243.50mg/m^3，出现在 10#站位，最低为 35.60mg/m^3，出现在 14#站位。栖息密度最高出现在 6#站位，为 756.27ind./m^3；其次为 7#站位，为 720.00 ind./m^3；栖息密度最低值出现在 8#站位，为 59.03 ind./m^3。

表 6.5-13　　2020 年秋季海域浮游动物生物量及密度

站点	栖息密度 ind/m^3	生物量 mg/m^3
3#	471.29	95.50
5#	389.41	56.20
6#	756.27	201.00
7#	720.00	220.00
8#	59.03	101.00
10#	666.00	243.50
12#	570.00	42.00
14#	700.00	35.60
16#	327.80	120.00
19#	347.13	80.20
20#	146.04	302.50

（4）主要类群分布

2020 年秋季调查结果显示，浮游动物的主要类群包括桡足类和浮游幼虫。

桡足类：桡足类平均密度为 355.74ind./m^3，占浮游动物总个体数的 75.94%，是本海域浮游动物的主要组成部分，成为主导本海域浮游动物数量的主要类群。各站位桡足类分布较均匀，桡足类栖息密度在 41.82～642.50ind./m^3 的范围之间变化。

浮游幼虫：浮游幼虫平均密度为 70.65ind./m^3，占浮游动物总个体数的 15.08%。其中主要分布于 6#站位，密度为 165.63ind./m^3，其次是 12#站位，密度为 130.00ind./m^3，其余 10#站位的密度在 0～115.00ind./m^3 的范围之间变化。

其他种类如毛颚类、腔肠动物、十足类、被囊类、糠虾类、软体动物、介形类和枝角类，它们大部分属南海区系的普通种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内分布也较为广泛。

（5）生物多样性指数

2020 年秋季调查结果显示，调查海域浮游动物平均出现种类为 18 种，浮游动物多样性指数变化范围在 3.14～4.54 之间，平均值为 3.82；均匀度指数变化范围在 0.69～0.92 之间，平均值为 0.85；丰富度指数变化范围在 1.38～5.15 之间，平均值为 2.73。

表 6.5-14　　2020 年秋季海域浮游动物的多样性指数

站点	物种数（S)	多样性指数（*H'*)	丰富度指数（d)	均匀度指数（*J*）
3#	25	4.19	2.70	0.90
5#	23	3.14	2.56	0.69
6#	20	3.81	1.99	0.88
7#	19	3.17	1.90	0.75
8#	28	4.31	4.59	0.90
10#	20	3.78	2.03	0.88
12#	14	3.49	1.42	0.92
14#	14	3.40	1.38	0.89
16#	29	4.23	3.35	0.87
19#	26	3.98	2.96	0.85
20#	38	4.54	5.15	0.86

（6）小结

①2020年秋季调查的浮游动物经鉴定有桡足类、浮游幼虫、毛颚类、腔肠动物、十足类、被囊类、糠虾类、软体动物、介形类和枝角类共计10个生物类群57种。

②优势种分别丹氏纺缍水蚤、肥胖箭虫、红纺缍水蚤、精致真刺水蚤、毛颚类幼虫、桡足类幼虫、瘦尾胸刺水蚤、驼背隆哲水蚤、微刺哲水蚤、微驼背隆哲水蚤、小拟哲水蚤、小哲水蚤和亚强次真哲水蚤。

③秋季调查浮游动物平均生物量为136.14mg/m^3，平均密度为468.45ind/m^3。

④浮游动物的主要类群包括桡足类和浮游幼虫，桡足类平均密度为355.74ind./m^3，浮游幼虫平均密度为 70.65ind./m^3。

⑤调查海域浮游动物平均出现种类为 18 种，浮游动物多样性指数变化范围在 3.14～4.54 之间，平均值为 3.82；均匀度指数变化范围在 0.69～0.92 之间，平均值为 0.85；丰富度指数变化范围在 1.38～5.15 之间，平均值为 2.73。

6.5.6　底栖生物

6.5.6.1　2020 年 4 月

（1）种类组成

2020 年春季定量调查，出现包括腔肠动物、纽形动物、多毛类、软体动物、甲壳类和棘皮动物共 6 类 52 种。其中环节动物种类数相对较多，为 28 种，占种类总数的 53.85%；甲壳类 14 种，占种类总数的 26.92%；软体动物 7 种，占种类总数的 13.49%；腔肠动物、棘皮动物和纽形动物各 1 种，各占种类总数的 1.92%。

（2）优势种和优势度

2020 年春季调查，出现的 52 种底栖动物中，优势度在 0.02 以上的优势种有 3

种，分别丝异须虫、拟特须虫和滑指矶沙蚕，其中滑指矶沙蚕优势度最高，为 0.058，丝异须虫和拟特须虫优势度均为 0.034。拟特须虫和滑指矶沙蚕出现频率为 41.67%，丝异须虫现频率为 33.33%。

（3）生物量及栖息密度

①总平均生物量和总栖息密度

2020 年春季调查，底栖生物的总平均生物量为 2.36g/m^2，平均栖息密度为 59.58ind/m^2。生物量的组成以多毛类最大，生物量为 1.11g/m^2，占总生物量的 66.68%，其次为软体动物，生物量为 0.79g/m^2，占总生物量的 33.54%，甲壳类生物量为 0.41g/m^2，占总生物量的 17.26%；其他 3 类生物的生物量较低，均未超过总生物量的 2.00%。栖息密度方面，以多毛类和甲壳类较高，栖息密度分别为 35.83ind/m^2 和 15.83ind/m^2，分别占总栖息密度的 60.14%和 26.57%；其他 4 类生物的栖息密度较低，均未超过总栖息密度的 7.00%。

表 6.5-15　　2020 年春季底栖生物各类群平均生物量及栖息密度

类群	栖息密度（ind./m^2)	占总栖息密度百分比（%）	生物量（g/m^2)	占生物量百分比（%）
多毛类	35.83	60.14	1.11	66.68
软体动物	4.58	7.69	0.09	5.61
甲壳类	15.83	26.57	0.41	24.60
棘皮动物	2.08	3.50	0.01	0.83
腔肠动物	0.42	0.70	0.04	2.14
纽形动物	0.83	1.40	0.00	0.16
合计	59.58	100	1.67	100

②生物量及栖息密度的水平分布

2020 年春季调查区海域内各站位底栖生物的生物量无显著差异，最高生物量出现在 19 号站，其生物量为 5.563g/m^2，其次为 6 号站，生物量为 4.687g/m^2，最低生物量出现在 10 号站，生物量仅为 0.001g/m^2。栖息密度方面，最高出现在 19 站，栖息密度为 165ind./m^2，其次为 5 号站，生物量为 160 ind. /m^2，最低栖息密度出现在 10 号站，为 10ind./m^2。

表 6.5-16　　2020 年春季底栖生物量及栖息密度分布 单位：g/m^2，ind./m^2

站位	项目	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	腔肠动物	纽形动物
3#	栖息密度	10	30	5	0	0	0
	生物量	1.125	0	0.144	0	0	0
5#	栖息密度	80	5	65	5	0	5
	生物量	2.841	0.86	0.057	0	0	0

站位	项目	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	腔肠动物	纽形动物
6#	栖息密度	10	5	0	5	0	0
	生物量	4.19	0	0.07	0	0.427	0
7#	栖息密度	10	5	10	0	0	0
	生物量	0.007	0.088	0.019	0	0	0
8#	栖息密度	40	0	10	0	5	0
	生物量	1.135	0	0.51	0	0	0
10#	栖息密度	0	0	15	0	0	0
	生物量	0	0.001	0	0	0	0
12#	栖息密度	10	0	0	0	0	0
	生物量	0.004	0.005	0	0	0	0
13#	栖息密度	100	0	10	5	0	5
	生物量	0.304	0.166	0.025	0	0	0.031
14#	栖息密度	25	5	0	0	0	0
	生物量	0.073	0.001	1.262	0	0	0
16#	栖息密度	10	5	5	5	0	0
	生物量	0.301	0	0.029	0	0	0
19#	栖息密度	100	0	60	5	0	0
	生物量	3.346	0	2.051	0.166	0	0
20#	栖息密度	35	0	10	0	0	0
	生物量	0.005	0	0.751	0	0	0

（4）生物多样性指数

2020 年春季调查结果显示，调查海域底栖生物多样性指数变化范围在 0～3.33 之间，平均值为 2.16；均匀度指数变化范围在 0.64～1.00 之间，平均值为 0.92；丰富度指数变化范围在 0～1.90 之间，平均值为 0.95。

表 6.5-17　　2020 年春季底栖生物多样性指数

站点	物种数（S)	多样性指数（*H'*)	丰富度指数（d)	均匀度指数（*J*）
3#	4	1.66	0.55	0.83
5#	12	2.31	1.50	0.64
6#	4	2.00	0.69	1.00
7#	5	2.32	0.86	1.00
8#	8	2.73	1.21	0.91
10#	1	0	0	-
12#	2	1.00	0.30	1.00
13#	12	3.17	1.59	0.89
14#	6	2.58	1.02	1.00
16#	5	2.32	0.86	1.00
19#	15	3.32	1.90	0.85
20#	6	2.50	0.91	0.97

（5）小结及评价

①2020 年春季定量调查，出现包括腔肠动物、纽形动物、多毛类、软体动物、甲壳类和棘皮动物共 6 类 52 种。

②优势度在 0.02 以上的优势种有 3 种，分别丝异须虫、拟特须虫和滑指矶沙蚕。

③底栖生物的总平均生物量为 2.36 g/m^2，平均栖息密度为 59.58 ind/m^2。

④调查海域底栖生物多样性指数变化范围在0～3.33之间，平均值为2.16；均匀度指数变化范围在0.64～1.00之间，平均值为0.92；丰富度指数变化范围在0～1.90之间，平均值为0.95。

6.5.6.2 2020 年 11 月

（1）种类组成

2020 年秋季定量调查，出现包括腔肠动物、纽形动物、多毛类、星虫动物、软体动物、甲壳类、棘皮动物和脊索动物共 8 类 47 种。其中多毛类 16 种，占总种类数的 34.04%；软体动物 14 种，占总种类数的 34.04%；甲壳类 9 种，占总种类数的 19.15%；棘皮动物 2 种，占总种类数的 4.26%；腔肠动物、纽形动物、星虫动物和脊索动物各一种，各占总种类数的 2.13%。

（2）优势种和优势度

2020 年秋季调查，出现的 47 种底栖动物中，优势度在 0.02 以上的优势种有 2 种，分别白色吻沙蚕和奇异稚齿虫，其中奇异稚齿虫优势度最高，为 0.087，出现频率为 41.67%，白色吻沙蚕优势度为 0.023，出现频率为 33.33%。

（3）生物量及栖息密度

①总平均生物量和总栖息密度

2020 年秋季调查底栖生物的平均生物量为 43.02g/m^2，平均栖息密度为 130.83 个/m^2。生物量的组成以软体动物最高，生物量为 24.47g/m^2，占总生物量的 56.86%；其次是甲壳类和棘皮动物，分别占总生物量的 17.57%和 13.15%；其他 5 类生物的生物量较低，未超过总生物量的 8%。栖息密度方面，以多毛类最高，栖息密度分别为 70.00ind. /m^2，占总栖息密度 53.5%；其次为软体动物，栖息密度分别为 29.17ind./m^2，占总栖息密度 22.29%，甲壳类栖息密度分别为 16.67ind./m^2，占总栖息密度 12.74%；棘皮动物栖息密度分别为 11.67ind./m^2，占总栖息密度 8.92%；其他 4 类生物的栖息密度较低，均未超过总栖息密度的 1.00%。

表 6.5-18　　2020 年秋季底栖生物的平均生物量及栖息密度

	栖息密度（ind./m^2)	占总栖息密度百分比（%）	生物量（g/m^2)	占生物量百分比（%）
多毛类	70.00	53.50	2.25	5.23
软体动物	29.17	22.29	24.47	56.86

	栖息密度（ind./m²)	占总栖息密度百分比（%）	生物量（g/m²)	占生物量百分比（%）
甲壳类	16.67	12.74	7.56	17.57
棘皮动物	11.67	8.92	5.66	13.15
腔肠动物	0.83	0.64	3.01	6.99
星虫动物	0.83	0.64	0.02	0.05
纽形动物	0.83	0.64	0.02	0.04
脊索动物	0.83	0.64	0.05	0.10

②生物量及栖息密度的水平分布

2020 年秋季调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异较大，最高生物量出现在 12 号站，其生物量为 159.29g/m²，原始是该站为出现了个体较大的美女白樱蛤，最低的是 14 号站，为 5.5g/m²。栖息密度方面，最高出现在 10 号站，为 250ind. /m²；其次为 19 号站位，为 210250ind. /m²；最低栖息密度出现在 16 号站，为 50 ind. /m²。

表 6.5-19　　2020 年秋季底栖生物量及栖息密度分布 单位：g/m²，ind./m²

站位	项目	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	腔肠动物	星虫动物	纽形动物	脊索动物
3#	栖息密度	90	30	10	0	0	0	0	0
	生物量	4.14	1.41	2.33	0	0	0	0	0
5#	栖息密度	40	40	40	0	0	0	0	0
	生物量	1.02	33.3	22.11	0	0	0	0	0
6#	栖息密度	40	50	40	0	0	0	0	10
	生物量	1.67	5.18	9.26	0	0	0	0	0.54
7#	栖息密度	40	0	0	40	0	0	0	0
	生物量	0.64	0	0	31.96	0	0	0	0
8#	栖息密度	100	50	10	20	0	0	0	0
	生物量	5	2.47	0.38	13.52	0	0	0	0
10#	栖息密度	150	30	10	60	0	0	0	0
	生物量	4.3	36.75	28.59	21.84	0	0	0	0
12#	栖息密度	70	10	0	20	0	0	0	0
	生物量	2.61	156.1	0	0.58	0	0	0	0
13#	栖息密度	80	10	10	0	0	0	0	0
	生物量	1.62	4.22	4.83	0	0	0	0	0
14#	栖息密度	40	0	30	0	0	10	0	0
	生物量	1.68	0	3.56	0	0	0.26	0	0
16#	栖息密度	30	20	0	0	0	0	0	0
	生物量	0.81	13.22	0	0	0	0	0	0
19#	栖息密度	100	60	40	0	10	0	0	0
	生物量	2.15	31.1	19.21	0	36.1	0	0	0
20#	栖息密度	60	50	10	0	0	0	10	0
	生物量	1.38	9.84	0.43	0	0	0	0.23	0

（4）生物多样性指数

2020 年秋季调查结果显示，调查海域底栖生物多样性指数变化范围在 1.40～3.04

之间，平均值为 2.38；均匀度指数变化范围在 0.75～0.98 之间，平均值为 0.88；丰富度指数变化范围在 0.62～1.42 之间，平均值为 0.84。

表 6.5-20　　2020 年秋季底栖生物多样性指数

站点	物种数（S)	多样性指数（*H'*)	丰富度指数（d)	均匀度指数（*J*）
3#	6	2.03	0.71	0.79
5#	8	2.26	1.01	0.75
6#	9	3.04	1.12	0.96
7#	3	1.41	0.32	0.89
8#	7	2.28	0.80	0.81
10#	6	1.94	0.63	0.75
12#	6	2.45	0.75	0.95
13#	6	2.32	0.75	0.90
14#	7	2.75	0.95	0.98
16#	4	1.92	0.53	0.96
19#	12	3.18	1.43	0.89
20#	9	3.03	1.14	0.95

（5）小结及评价

①2020 年秋季定量调查，出现包括腔肠动物、纽形动物、多毛类、星虫动物、软体动物、甲壳类、棘皮动物和脊索动物共 8 类 47 种。

②优势度在 0.02 以上的优势种有 2 种，分别白色吻沙蚕和奇异稚齿虫。

③底栖生物的平均生物量为 43.02g/m^2，平均栖息密度为 130.83 个/m^2。

④调查海域底栖生物多样性指数变化范围在 1.40～3.04 之间，平均值为 2.38；均匀度指数变化范围在 0.75～0.98 之间，平均值为 0.88；丰富度指数变化范围在 0.62～1.42 之间，平均值为 0.84。

6.5.7 生物质量

6.5.7.1 评价方法和标准

采用单因子标准指数法对生物质量进行评价。

贝类执行表 6.5-21 所示标准。鱼类和甲壳类残毒（除石油烃外）的评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃的评价标准采用《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。

表 6.5-21　　各调查站位所在海洋功能区和水质评价标准

调查站位	评价标准
3、5、6、7、8、12、13、16	《海洋生物质量》（GB18421-2001）第三类
14、19、20	维持现状
10	《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类

6.5.7.2　调查结果

2020 年春季在调查海域采集到生物质量样品 12 份，种类有圆吻海鰶、高体棱鳀、前鳞骨鲳、中华小沙丁鱼、花鰶、钝缀锦蛤、短吻鳐、琴文蛤、僧帽牡蛎、截尾白姑鱼、尖吻小公鱼、花斑蛇鲻和中国枪乌贼，生物质量监测结果见附录 2。

2020 年秋季在调查海域采集到生物质量样品 12 份，种类有短蛸、猛虾蛄、金带细鲹、斑鰶、近江牡蛎、翡翠贻贝、缢蛏、前鳞骨鲳、中华海鲇、孔虾虎鱼、龙头鱼、海鳗、线纹鳗鲡、长毛对虾和杂色蛤仔，生物质量监测结果见附录 2。

6.5.7.3　评价结果

（1）2020 年 4 月

2020 年 4 月评价结果见表 6.5-22。

表 6.5-22　　生物体残毒标准指数（2020 年 4 月）

站位	种类	类别	汞	铜	铅	锌	镉	砷	石油烃
3	圆吻海鰶	鱼类	0.58	0.11	0.14	**1.24**	0.04	0.42	0.08
	高体棱鳀	鱼类	0.19	0.12	0.06	**1.51**	0.06	0.59	0.15
5	圆吻海鰶	鱼类	0.18	0.13	0.11	**1.28**	0.04	0.49	0.06
	前鳞骨鲳	鱼类	0.36	0.23	0.37	**1.46**	0.36	0.65	0.04
6	圆吻海鰶	鱼类	0.98	0.14	0.13	**1.68**	0.06	0.41	0.03
	高体棱鳀	鱼类	0.46	0.11	0.05	**1.81**	0.06	0.74	0.09
7	圆吻海鰶	鱼类	0.12	0.16	0.08	**1.25**	0.06	0.54	0.02
	中华小沙丁鱼	鱼类	0.32	0.23	0.16	**2.43**	0.25	0.79	0.01
	钝缀锦蛤	软体动物	0.33	0.05	0.01	0.38	0.12	**1.01**	**1.18**
8	中华小沙丁鱼	鱼类	0.87	0.33	0.13	**3.28**	0.30	**1.21**	0.01
	花鰶	鱼类	0.11	0.44	0.32	**1.36**	0.08	**1.33**	0.12
	钝缀锦蛤	软体动物	0.21	0.05	0.01	0.31	0.12	0.91	**1.11**
10	中华小沙丁鱼	鱼类	0.46	0.35	0.14	**2.87**	0.31	**1.13**	0.01
	短吻鳐	鱼类	0.76	0.18	0.10	**2.60**	0.14	0.89	0.12
	琴文蛤	软体动物	0.19	0.07	0.05	0.34	0.08	0.67	**1.25**
12	圆吻海鰶	鱼类	0.36	0.16	0.07	**1.43**	0.05	0.58	0.01
	短吻鳐	鱼类	**1.48**	0.17	0.06	**2.48**	0.14	0.88	0.08
	僧帽牡蛎	软体动物	0.62	**1.97**	0.03	**2.48**	0.36	0.86	0.62
13	中华小沙丁鱼	鱼类	0.73	0.26	0.17	**2.36**	0.28	0.91	0.01
	短吻鳐	鱼类	0.84	0.20	0.06	**3.02**	0.17	**1.06**	0.16
14	截尾白姑鱼	鱼类	0.14	0.12	0.08	0.66	0.05	0.55	0.03
	尖吻小公鱼	鱼类	0.38	0.22	0.10	**1.69**	0.18	0.53	0.04
	琴文蛤	软体动物	0.08	0.09	0.06	0.40	0.11	0.78	**1.34**

站位	种类	类别	汞	铜	铅	锌	镉	砷	石油烃
16	高体棱鳀	鱼类	0.17	0.16	0.06	**1.87**	0.05	0.61	0.06
	尖吻小公鱼	鱼类	0.18	0.15	0.08	**1.23**	0.12	0.40	0.02
19	圆吻海鲡	鱼类	0.48	0.13	0.05	0.99	0.04	0.41	0.03
	中华小沙丁鱼	鱼类	0.53	0.24	0.14	**1.98**	0.21	0.79	0.01
20	花斑蛇鲻	鱼类	0.27	0.11	0.10	0.92	0.09	0.44	0.04
	中国枪乌贼	软体动物	0.05	0.32	0.02	0.30	0.06	0.54	0.27

2020 年 4 月的调查结果表明：调查范围内大部分站位鱼类、软体类中锌含量超标严重，站位 7 软体动物中砷和石油烃含量超标，站位 12 鱼类中汞含量、软体动物铜含量超标；站位 8、10、13 鱼类及站位 10 软体动物中砷含量超标；站位 7、8、10、14 软体动物中石油烃含量超标。其余站位鱼类、软体类各指标均符合《全国海岸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。

调查海域鱼类、软体动物类体内锌、砷含量大量超标可能与近年来陆源排污影响有关，水体和沉积物中很多重金属和持久性有机污染物含量超标，会在水体生物，如鱼类、浮游动物等体内积累富集。因此，随着湛江港和湛江沿海高度的工业化和城市化发展，对其毗邻的海域及水生生物产生的影响不容忽视。

（2）2020 年 11 月

2020 年 11 月调查生物体质量指数见表 6.5-23。

表 6.5-23　　各类生物体内重金属质量指数

站位	种类	类别	汞	铜	铅	锌	镉	砷	石油烃
3	短蛸	软体动物	0.90	0.29	0.01	0.54	0.01	0.30	0.11
	猛虾蛄	甲壳类	**1.80**	**1.29**	**0.19**	**1.66**	**1.65**	**1.39**	0.23
5	金带细鲹	鱼类	0.83	0.55	0.30	**1.84**	0.97	**1.60**	0.11
	斑鰶	鱼类	0.77	0.47	0.12	0.97	0.07	**1.92**	0.07
6	斑鰶	鱼类	0.47	0.61	0.09	**1.23**	0.22	**1.32**	0.17
	近江牡蛎	软体动物	**1.70**	0.44	0.20	**2.27**	0.36	0.60	0.66
7	短蛸	软体动物	0.77	0.28	0.02	0.45	0.02	0.58	0.17
	金带细鲹	鱼类	0.60	0.17	0.35	0.87	0.08	**1.00**	0.20
8	金带细鲹	鱼类	0.80	0.20	0.20	**2.79**	0.03	0.96	0.14
	翡翠贻贝	软体动物	0.43	0.18	0.18	0.36	0.15	**1.62**	0.72
10	缢蛏	软体动物	0.80	0.18	0.05	0.42	0.05	0.64	0.15
	前鳞骨鲻	鱼类	0.50	0.25	0.01	0.84	0.05	**3.08**	0.12
12	中华海鲇	鱼类	0.47	0.31	0.04	**1.47**	0.01	0.90	0.02
	孔虾虎鱼	鱼类	0.77	0.05	0.07	**1.69**	0.01	**1.00**	0.01
13	龙头鱼	鱼类	0.53	0.14	0.10	0.40	0.08	**1.08**	0.08
	海鳗	鱼类	0.90	0.15	0.04	0.83	0.02	**1.52**	0.11
14	前鳞骨鲻	鱼类	0.40	0.18	0.03	0.39	0.02	**1.80**	0.19
	近江牡蛎	软体动物	0.67	0.48	0.09	0.96	0.63	**1.66**	0.43

站位	种类	类别	汞	铜	铅	锌	镉	砷	石油烃
16	龙头鱼	鱼类	0.50	0.19	0.05	0.30	0.06	0.80	0.10
	线纹鳗鲡	鱼类	**1.83**	0.15	0.04	0.62	0.06	0.86	0.07
19	近江牡蛎	软体动物	**1.07**	0.36	0.09	0.67	0.47	0.47	0.64
	斑鰶	鱼类	0.67	0.42	0.03	0.97	0.07	**2.90**	0.04
20	长毛对虾	甲壳类	**1.05**	0.18	0.01	0.33	0.01	0.66	0.25
	杂色蛤仔	软体动物	0.73	0.09	0.04	0.34	0.59	**2.81**	0.27

2020 年 11 月调查结果显示，站位 3 的甲壳类中汞、铜、铅、锌、镉、砷含量超标；站位 5 的鱼类中锌和砷含量超标；站位 6 的鱼类中锌、砷含量超标，软体动物中汞和锌含量超标；站位 7 的鱼类中砷含量超标；站位 8 的鱼类中锌含量超标，软体动物中砷含量超标；站位 10 的鱼类中砷含量超标；站位 12 的鱼类中锌和砷含量超标；站位 13 的鱼类中砷含量超标；站位 14 的鱼类、软体类中砷含量超标；站位 16 的鱼类中汞含量超标；站位 19 的鱼类中砷含量超标，软体类中汞含量超标；站位 20 的软体类中砷含量超标，甲壳类中汞含量超标。其他指标均符合相应的质量标准。

总体来看，鱼类、甲壳类、软体类中的砷含量超标情况较严重，可能与湛江港和湛江沿海近年来高度的工业化和城市化发展及陆源排污有关。其余各项重金属含量基本符合《海洋生物质量》、《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》以及《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中相应标准。

6.5.8 潮间带生物

6.5.8.1 2020 年 4 月

（1）生物种类组成

2020 年春季潮间带生物的定量调查，共出现潮间带生物 4 类 37 种。其中多毛类 20 种，占种类总数的 54.05%；软体动物 9 种，占种类总数的 24.32%；甲壳类 7 种，占种类总数的 18.92%；星虫动物 1 种，占种类总数的 2.70%。

（2）优势种和优势度

2020 年春季 3 条断面 9 个站位的潮间带生物定量调查，共出现 37 种底栖生物。优势度在 0.02 以上的有 4 种，分别为粗糙滨螺、长节刀钩虾、花冈钩毛虫和短须角沙蚕。其中粗糙滨螺优势度最高，为 0.046；其次为长节刀钩虾，优势度为 0.041；花冈钩毛虫优势度均为 0.038，短须角沙蚕优势度为 0.021。粗糙滨螺和长节刀钩虾出现频率为 33.33%，花冈钩毛虫和短须角沙蚕出现频率为 22.22%

（3）生物量及栖息密度

2020 年春季的定量调查，潮间带生物平均生物量为 18.14g/m^2，平均栖息密度为 168.00ind./m^2。生物量的组成以软体动物最大，生物量为 12.89g/m^2，占总生物量的 71.06%；其次为甲壳类，生物量为 4.91 g/m^2，占总生物量的 27.07%；多毛类和星虫动物的生物量较低，未超过总生物量的 4.00%。栖息密度以多毛类最高，栖息密度为 68.44 ind./m^2，占总栖息密度的 40.74%；其次为软体动物，栖息密度为 51.56ind./m^2，占总栖息密度的 30.69%；甲壳类栖息密度为 47.11ind./m^2，占总栖息密度的 28.04%；星虫动物占总栖息密度的 0.53%。

表 6.5-24　2020 年春季潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	多毛类	软体动物	甲壳类	星虫动物
生物量(g/m^2)	0.34	12.89	4.91	0.002
生物量百分比（%）	1.86	71.06	27.07	0.01
栖息密度(ind/m^2)	68.44	51.56	47.11	0.89
栖息密度百分比（%）	40.74	30.69	28.04	0.53

2020 年春季 3 条断面 9 个站位定量采样，生物量以 C3 断面的高潮区采样点最高，其生物量为 77.28g/m^2；其次是 C1 断面的中潮区采样点，其生物量为 42.21 g/m^2，以 C4 断面的低潮区采样点最低，其生物量为 1.96 g/m^2；栖息密度以 C3 断面的低潮区最高，栖息密度为 398.00 ind./m^2；其次是 C1 断面的中潮区采样点，栖息密度为 312.00 ind./m^2；以 C4 断面的低潮区的栖息密度最低，栖息密度为 24.00 ind/m^2。

表 6.5-25　2020 年春季潮间带生物分布（g/m^2、ind./m^2）

站位	项目	多毛类	软体动物	甲壳类	星虫动物
C1 高	栖息密度	72	8	40	0
	生物量	0.13	1.856	0.021	0
C1 中	栖息密度	256	32	24	0
	生物量	0.536	6.832	34.846	0
C1 低	栖息密度	224	8	0	0
	生物量	1.193	0.838	0	0
C3 高	栖息密度	0	152	0	0
	生物量	0	77.28	0	0
C3 中	栖息密度	16	0	24	0
	生物量	0.19	0	3.406	0
C3 低	栖息密度	48	0	336	8
	生物量	0.993	0	5.923	0.022
C4 高	栖息密度	0	88	0	0
	生物量	0	4.704	0	0
C4 中	栖息密度	0	152	0	0
	生物量	0	22.564	0	0
C4 低	栖息密度	0	24	0	0
	生物量	0	1.955	0	0

2020 年春季调查断面中，生物量高低排序为 C3 断面＞C1 断面＞C4 断面,栖息密度的高低排序为 C1 断面＞C3 断面＞C4 断面。在垂直分布上，生物量高低排序为高潮区＞中潮区＞低潮区；栖息密度高低排序为低潮区＞中潮区＞高潮区。

表 6.5-26　2020 年春季潮间带底栖生物各断面和垂直分布（g/m^2、ind./m^2）

项目	C1 断面	C3 断面	C4 断面	高潮带	中潮带	低潮带
生物量	46.25	87.81	29.22	83.99	68.37	10.92
栖息密度	664.00	584.00	264.00	360.00	504.00	648.00

（4）生物多样性指数

2020 年春季调查结果显示，潮间带底栖生物多样性指数变化范围在 0～2.88 之间，平均值为 1.59；均匀度指数变化范围在 0.49～0.96 之间，平均值为 0.78；丰富度指数变化范围在 0～1.69 之间，平均值为 0.65。

表 6.5-27　2020 年春季潮间带生物多样性指数

站点	物种数（S)	多样性指数（*H'*)	丰富度指数（d)	均匀度指数（*J*）
C1 高	7	2.28	0.87	0.81
C1 中	15	2.88	1.69	0.74
C1 低	11	2.60	1.27	0.75
C3 高	1	0	0.00	-
C3 中	4	1.92	0.56	0.96
C3 低	8	2.14	0.81	0.71
C4 高	2	0.85	0.15	0.85
C4 中	3	0.77	0.28	0.49
C4 低	2	0.92	0.22	0.92

（5）小结及评价

①2020 年春季潮间带生物的定量调查，共出现潮间带生物 4 类 37 种。优势度在 0.02 以上的有 4 种，分别为粗糙滨螺、长节刀钩虾、花冈钩毛虫和短须角沙蚕。

②潮间带生物平均生物量为 18.14 g/m^2，平均栖息密度为 168.00 ind./m^2。

③2020 年春季调查断面中，生物量高低排序为 C3 断面＞C1 断面＞C4 断面,栖息密度的高低排序为 C1 断面＞C3 断面＞C4 断面。在垂直分布上，生物量高低排序为高潮区＞中潮区＞低潮区；栖息密度高低排序为低潮区＞中潮区＞高潮区。

④多样性指数变化范围在 0～2.87 之间，平均值为 1.59；均匀度指数变化范围在 0.49～0.96 之间，平均值为 0.78；丰富度指数变化范围在 0～1.68 之间，平均值为 0.65。

6.5.8.2　2020 年 11 月

（1）生物种类组成

2020 年秋季潮间带生物的定量调查，共出现潮间带生物 4 类 31 种。其中多毛类 6 种，占种类总数的 19.35%；软体动物 18 种，占种类总数的 58.06%；甲壳类 6 种，占种类总数的 19.35%；星虫动物 1 种，占种类总数的 3.23%。

（2）优势种和优势度

2020 年秋季 3 条断面 9 个站位的潮间带生物定量调查，共出现 31 种底栖生物。优势度在 0.02 以上的有 3 种，分别为大脚玻璃钩虾、红树拟蟹守螺和珠带拟蟹守螺。其中珠带拟蟹守螺优势度最高，为 0.043；其次为大脚玻璃钩虾，优势度为 0.037；红树拟蟹守螺优势度均为 0.036。珠带拟蟹守螺和红树拟蟹守螺出现频率为 44.44%，大脚玻璃钩虾出现频率为 33.33%。

（3）生物量及栖息密度

2020 年秋季的定量调查，潮间带生物平均生物量为 64.17g/m^2，平均栖息密度为 59.56 ind./m^2。生物量的组成以软体动物最大，生物量为 53.82 g/m^2，占总生物量的 83.87%；其次为甲壳类，生物量为 9.74g/m^2，占总生物量的 15.19%；多毛类和星虫动物的生物量较低，未超过总生物量的 1.00%。栖息密度以软体动物最高，栖息密度为 34.22 ind./m^2，占总栖息密度的 57.46%；其次为甲壳类，栖息密度为 16.44 ind./m^2，占总栖息密度的 27.61%；多毛类栖息密度为 8.44ind./m^2，占总栖息密度的 14.18%；星虫动物占总栖息密度的 0.44%。

表 6.5-28　　2020 年秋季潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	多毛类	软体动物	甲壳类	星虫动物
生物量(g/m^2)	0.45	53.82	9.74	0.16
生物量百分比（%）	0.70	83.87	15.19	0.25
栖息密度(ind/m^2)	8.44	34.22	16.44	0.44
栖息密度百分比（%）	14.18	57.46	27.61	0.75

3 条断面 9 个站位定量采样，生物量以 C4 断面的低潮区采样点最高，其生物量为 171.61g/m^2；其次是 C3 断面的低潮区采样点，其生物量为 113.74g/m^2，以 C4 断面的高潮区采样点最低，其生物量为 17.59g/m^2；栖息密度以 C4 断面的中潮区最高，栖息密度为 96.00ind./m^2；其次是 C1 断面的低潮区采样点，栖息密度为 84.00ind./m^2；以 C3、C4 断面的高潮区的栖息密度最低，栖息密度均为 24.00 ind./m^2。

表 6.5-29　　2020 年秋季潮间带生物分布（g/m²、ind./m²）

站位	项目	多毛类	软体动物	甲壳类	星虫动物
C1 高	栖息密度	32	0	4	0
	生物量	2.57	0	19.05	0
C1 中	栖息密度	0	24	52	0
	生物量	0	33.46	22.39	0
C1 低	栖息密度	0	36	48	0
	生物量	1.193	0.838	0	0
C3 高	栖息密度	0	20	4	0
	生物量	0	19.91	1.19	0
C3 中	栖息密度	8	24	12	0
	生物量	0.25	22.64	9.05	0
C3 低	栖息密度	12	56	12	0
	生物量	0.26	113.08	0.39	0
C4 高	栖息密度	4	16	0	4
	生物量	0.12	16.02	0	1.45
C4 中	栖息密度	12	80	4	0
	生物量	0.58	51.91	4.29	0
C4 低	栖息密度	8	52	12	0
	生物量	0.24	163.61	7.76	0

2020 年秋季调查断面中，生物量高低排序为 C4 断面＞C3 断面＞C1 断面,栖息密度的高低排序为 C1 断面＞C4 断面＞C3 断面。在垂直分布上，生物量高低排序为低潮区＞中潮区＞高潮区；栖息密度高低排序为低潮区＞中潮区＞高潮区。

表 6.5-30　　2020 年秋季潮间带生物各断面和垂直分布（g/m²、ind./m²）

项目	C1 断面	C3 断面	C4 断面	高潮带	中潮带	低潮带
生物量	164.76	166.78	245.99	60.32	144.58	372.63
栖息密度	196.00	148.00	192.00	84.00	216.00	236.00

（4）生物多样性指数

2020 年秋季调查结果显示，潮间带底栖生物多样性指数变化范围在 0.50～3.00 之间，平均值为 2.09；均匀度指数变化范围在 0.50～1.00 之间，平均值为 0.82；丰富度指数变化范围在 0.19～1.41 之间，平均值为 0.82。

表 6.5-31　　2020 年秋季潮间带生物多样性指数

站点	物种数（S)	多样性指数（*H'*)	丰富度指数（d)	均匀度指数（*J*）
C1 高	2	0.50	0.19	0.50
C1 中	5	1.15	0.64	0.50
C1 低	10	3.00	1.41	0.90
C3 高	4	1.92	0.65	0.96
C3 中	6	2.30	0.92	0.89
C3 低	9	3	1	1
C4 高	4	1.92	0.65	0.96

站点	物种数（S)	多样性指数（*H'*)	丰富度指数（d)	均匀度指数（*J*）
C4 中	8	2.67	1.06	0.89
C4 低	7	2.52	0.97	0.90

（5）小结及评价

①2020 年秋季潮间带生物的定量调查，共出现潮间带生物 4 类 31 种。优势度在 0.02 以上的有 3 种，分别为大脚玻璃钩虾、红树拟蟹守螺和珠带拟蟹守螺。

②潮间带生物平均生物量为 64.17g/m2，平均栖息密度为 59.56 ind./m2。

③秋季调查断面中，生物量高低排序为 C4 断面＞C3 断面＞C1 断面,栖息密度的高低排序为 C1 断面＞C4 断面＞C3 断面。在垂直分布上，生物量高低排序为低潮区＞中潮区＞高潮区；栖息密度高低排序为低潮区＞中潮区＞高潮区。

④潮间带底栖生物多样性指数变化范围在 0.5～3.00 之间，平均值为 2.09；均匀度指数变化范围在 0.50～1.00 之间，平均值为 0.82；丰富度指数变化范围在 0.19～1.41 之间，平均值为 0.82。

6.6 海洋渔业资源（生产）现状调查与评价

6.6.1 调查时间及站位

渔业资源调查与海洋生态调查同步进行，详见 6.3.1 节。

6.6.2 调查内容及方法

（1）调查内容

海洋生物：鱼卵仔稚鱼、游泳生物。

鱼卵仔稚鱼：种类组成、数量分布（时间和空间的分布）、优势种，并提供其种类名录；

游泳生物：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（重量、尾数），以及渔业生产情况。

（2）采样方法

渔业资源调查游泳生物的采样和分析均按《海洋监测规范》（GB17378－2007）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB/T12763.6－2007）中规定的方法进行。

1）游泳生物海上调查采样

游泳生物调查使用的网具为底拖网。每网次采样均分别测定和记录放网和起网时间、船位（经纬度）、平均拖速（节）和水深等参数。各网次采样的拖速按生产习

惯拖速，尽量保持恒定，记取平均拖速。

各站位渔获样品在现场进行分析和测定。渔获样品较少（<20kg）时，将全部样品进行分析测定；渔获物较多时，先挑出大个体和稀有种类的样品，其余小杂鱼样品随机取样，再进行分析测定。各站位的游泳生物渔获样品均鉴定到种。渔获样品的分析按站位进行，分别测定和记录各渔获种类的重量、尾数和体长范围、体重范围，对各站位的主要经济种类进行生物学测定。

2）鱼卵仔鱼调查采样

每个调查站采用水平拖网方法和垂直拖网两种方法，网具均采用浅海浮游生物 I 型网，水平拖网于表层水平拖曳 5 分钟取得，拖速保持在 2 节左右，共获得 12 个鱼卵仔鱼样品。垂直拖网每个调查站从底至表垂直拖曳 I 型网，获得 12 个鱼卵仔鱼样品。海上采得的浮游生物样品按体积 5%的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

（3）调查资料分析处理

① 游泳生物数据处理与分析

采样记录和样品分析数据经整理、核对和种名编码后采用 Excel 电子表格录入。录入数据在进行初步处理后进行计算和分析。将渔获物分为鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类和头足类等生物类型进行分析。以各站位各种类的渔获数据为基础，计算各站位、各种类的渔获组成、渔获率及渔业资源密度等参数。研究游泳生物种类如鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类和头足类的种类组成、生物量组成、数量分布、优势度、多样性指数、均匀度、经济种类的分布及生物学特性，进行渔业资源评估等。

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、甲壳动物类和头足类的尾数、重量逃逸率均为 0.5。调查水域各测站拖网资源密度的估算采用扫海面积法，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：

$$\rho_i = \frac{C_i}{a_i \times q}$$

式中：ρ_i——第 i 站的资源密度（重量：kg/km^2；尾数：尾/km^2）；

C_i——第 i 站的每小时拖网渔获量（重量：kg/h；尾数：尾/h）；

a_i——第 i 站的网具每小时扫海面积（km^2/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，=1-逃逸率），其中：q 均取 0.5。

② 游泳生物的优势度、多样性指数和均匀度

游泳动物优势种的确定需要考虑数量和重量上占居显著比例的成分属性，相对重要性指数能较好地刻划鱼类优势种特征。相对重要性指数计算公式如下：

$$IRI=（N\% + W\%）\times F\%$$

式中，IRI——相对重要性指数；N%——某一物种尾数占总尾数的百分比；W％——该物种重量占总重量的百分比；F%——某一物种出现的站数占调查总站数的百分比（即出现频率）。本报告取 IRI≥1000 为优势种。

采用 Shannon-Weaner 指数测定游泳生物的多样性指数，其计算公式为：

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

式中：H' 为种类多样性指数；S 为样品中的种类总数；P_i 为第 i 种的个体数与总个体数的比值。

采用 Pielou 均匀度测定游泳生物的均匀度，其公式为：

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

式中：J 为均匀度；H' 为种类多样性指数；S 为样品中的种类总数。

6.6.3 渔卵、仔稚鱼调查结果

6.6.3.1 2020 年 4 月

（1）种类组成

2020 年春季调查水平拖网和垂直拖网共出现鱼卵仔鱼 17 种，其中鳗形目、鲽形目、银汉鱼目、鲈形目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种和鲉形目鉴定出 6 种。

表 6.6-1　　调查海域鱼卵仔鱼种类组成

种类		拉文种名	鱼卵	仔鱼
鲱形目	小公鱼	*Stolephorus* sp.	+	+
	小沙丁鱼	*Sadinella* sp.	+	+
鲉形目	鳗属	*Leiognathus* sp.	+	-
	多鳞鱚	*Sillago sihama*	+	+
	石首鱼科	Sciaenidae	-	+
	鰕虎鱼科	Gobidae	-	+

种类		拉文种名	鱼卵	仔鱼
	眶棘双边鱼	*Ambassis gymnocephalus*	-	+
	美肩鳃鳚	*Omobranchus elegans*	-	+
鲻形目	鲻科	Mugilidae	+	+
鲽形目	舌鳎科	Cynoglossidae	+	-
银汉鱼目	白氏银汉鱼	*Allanetta bleekeri*	-	+
鲉形目	鲬	*Platycephalus indicus*	-	+
	未定种	*Unidentified*	+	-

（2）数量分布

本次垂直拖网调查共采到鱼卵 35 个，仔鱼 18 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 12.15ind./m^3，采获鱼卵数量密度最高为 10 号站，为 100.00ind./ m^3，调查期间 7 个测站中均采到鱼卵，鱼卵出现率为 58.33%，鱼卵密度变化范围在 0~100.00ind./m^3。

仔鱼在 12 个监测站中均有出现，出现率为 100.00%，仔鱼的平均密度为 2.52 尾/m^3。

表 6.6-2　　2020 年 4 月鱼类浮游生物密度及其分布（垂直拖网）

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵（ind./ m^3）	仔鱼（尾/m^3）
3#	0	0.88
5#	17.86	0
6#	11.90	3.57
7#	3.85	1.54
8#	2.50	1.67
10#	100.00	16.67
12#	0.70	0.35
13#	9.09	2.27
14#	0	1.16
16#	0	1.14
19#	0	0.74
20#	0	0.31
平均值	12.15	2.52

（3）主要种类的数量分布

鳀属是本次调查的主要种类，在本次调查垂直拖网中该种鱼卵出现有一定数量，鳀属的鱼卵密度在 0.00~66.67 ind./m^3 之间，其鱼卵在 12 个调查站中 6 个站有出现，出现频率为 50.00%。其中鱼卵密度最高出现在 10 号站，其次为 5 号站，密度为 10.71 ind./m^3，平均密度 7.26 ind./m^3，占本次调查鱼卵总数的 59.77%。

鰕虎鱼科也是本次垂直拖网调查中出现的主要种类，在本次调查垂直拖网中该仔鱼出现有一定数量。其中，鰕虎鱼科仔鱼的密度在 0.00~16.67 尾/m^3 之间，仔鱼在 12 个调查站中 3 个站出现，出现频率为 25.00%。其中仔鱼密度最高出现在 10 号站，鰕虎鱼科仔鱼的平均密度为 1.46ind./m^3，占本次调查鱼卵总数的 58.07%。

6.6.3.2 2020 年 11 月

（1）种类组成

2020 年秋季调查水平拖网和垂直拖网共出现鱼卵仔鱼 14 种，其中鲻形目、鲽形目、银汉鱼目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种和鲈形目鉴定出 4 种。

表 6.6-3 调查海域鱼卵仔鱼种类组成

种类		拉文种名	鱼卵	仔鱼
鲱形目	小公鱼	*Stolephorus* sp.	+	+
	小沙丁鱼	*Sadinella* sp.	+	+
鲈形目	鳊属	*Leiognathus* sp.	+	-
	多鳞鱚	*Sillago sihama*	+	-
	石首鱼科	Sciaenidae	-	+
	鲷科	Sparidae	+	+
鲻形目	鲻科	Mugilidae	+	+
鲽形目	舌鳎科	Cynoglossidae	+	-
银汉鱼目	白氏银汉鱼	*Allanetta bleekeri*	-	+
	未定种	*Unidentified*	+	-

（2）数量分布

本次垂直拖网调查共采到鱼卵 8 个，仔鱼 1 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 0.083ind./m^3，采获鱼卵数量密度最高为 13 号站，为 2.22ind./ m^3，调查期间 6 个测站中均采到鱼卵，鱼卵出现率为 50.00%，鱼卵密度变化范围在 0~2.22ind./ m^3。

仔鱼在1个监测站中均有出现，出现率为8.33%，仔鱼的平均密度为0.064尾/m^3。

表 6.6-4 2020 年 11 月鱼类浮游生物密度及其分布（垂直拖网）

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵（ind./ m^3）	仔鱼（尾/m^3）
3#	0	0
5#	0	0
6#	0	0.77
7#	0	0
8#	0.36	0
10#	0	0
12#	1.00	0
13#	2.22	0
14#	1.00	0
16#	0.20	0
19#	0	0
20#	0.06	0
平均值	0.083	0.064

（3）主要种类的数量分布

本次调查出现了鳊科、鲷科和小公鱼科三种鱼卵，鳊科的鱼卵密度在 0.00~1.48ind./m^3 之间，鲷科和小公鱼的鱼卵密度在 0.00~1.00ind./m^3 之间；鳊科和鲷

科鱼卵在 12 个调查站中 3 个站有出现，出现频率为 25.00%，小公鱼鱼卵在 12 个调查站中 1 个站有出现，出现频率为 8.33%。鳀科的鱼卵平均密度为 0.170ind./m^3，占本次调查鱼卵总数的 42.13%；鲷科的鱼卵平均密度为 0.180ind./m^3，占本次调查鱼卵总数的 37.19%；小公鱼科的鱼卵平均密度为 0.083ind./m^3，占本次调查鱼卵总数的 20.66%。

本次调查出现了鲷科一种仔鱼。鲷科仔鱼仅在 10 号站出现 0.769 ind./m^3，平均密度为 0.064ind./m^3。

6.6.4 游泳动物调查结果

6.6.4.1 2020 年 4 月

（1）渔获物种类组成

2020 年春季调查共捕获渔业资源游泳生物 60 种，其中鱼类的种类最多，为 32 种，占总种数的 53.33%；甲壳类 24 种，占总种数的 40.00%；头足类 4 种，占总种数的 6.67%。

2020 年春季调查各站位总渔获种数范围为 11～27 种，平均每站位渔获 19 种，最低渔获种数出现在 14 号站位，最高渔获种数出现在 20 号站位。鱼类在各个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 5～12 种，各站位平均渔获 9.2 种，最低渔获种数出现在 14 号站位，最高渔获种数出现在 13 号和 20 号站位。甲壳类在各个站位均有出现，出现站位甲壳类种数范围为 4～11 种，各站位平均渔获种数 7.3 种，最低渔获种数出现在 14 号站位，最高渔获种数出现在 11 号站位。头足类在各个站位均有出现，出现站位头足类种数范围为 1～4 种，各站位平均渔获种数 2.5 种，最低渔获种数出现在是 1 号站位，最高渔获种数出现在 3、7、10、12、13 号站位。

表 6.6-5 2020 年 4 月各站位出现种类统计结果

站位	甲壳类（种）	头足类（种）	鱼类（种）	总计
3	8	3	10	21
5	6	2	9	17
6	8	2	10	20
7	8	3	9	20
8	8	2	7	17
10	6	3	11	20
12	6	3	6	15
13	10	3	12	25
14	4	2	5	11
16	6	2	9	17

站位	甲壳类（种）	头足类（种）	鱼类（种）	总计
19	6	1	11	18
20	11	4	12	27

（2）渔获率分布

2020年春季渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为15.39 kg/h和1699.5 ind./h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为4.89kg/h和355.50 ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为31.86%和21.37%；头足类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为2.57 kg/h和300.00 ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为9.75%和12.64%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为7.92 kg/h和1044.00 ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为58.38%和65.98%。

表 6.6-6　　2020 年 4 月各站位的重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

站位	总个体渔获率 ind./h	总重量渔获率 kg/h	类群			类群		
			甲壳类	头足类	鱼类	甲壳类	头足类	鱼类
			个体渔获率(ind./h)			重量渔获率(kg/h)		
			个体渔获比例(%)			重量渔获比例(%)		
3	1260.00	14.16	396.00	126.00	738.00	4.47	1.97	7.72
			31.43	10.00	58.57	31.59	13.90	54.51
5	1098.00	12.83	162.00	126.00	810.00	2.83	0.88	9.11
			14.75	11.48	73.77	22.09	6.89	71.01
6	1404.00	14.23	342.00	108.00	954.00	4.09	0.78	9.36
			24.36	7.69	67.95	28.76	5.51	65.73
7	1152.00	11.74	288.00	108.00	756.00	4.47	0.54	6.74
			25.00	9.38	65.63	38.05	4.58	57.37
8	1512.00	10.63	522.00	90.00	900.00	4.86	0.47	5.30
			34.52	5.95	59.52	45.69	4.45	49.86
10	1764.00	10.16	198.00	144.00	1422.00	2.93	0.64	6.59
			11.22	8.16	80.61	28.83	6.33	64.85
12	1278.00	8.84	252.00	126.00	900.00	2.34	0.83	5.67
			19.72	9.86	70.42	26.50	9.38	64.12
13	1692.00	12.26	378.00	144.00	1170.00	3.85	0.89	7.52
			22.34	8.51	69.15	31.40	7.24	61.36
14	1764.00	11.64	360.00	108.00	1296.00	5.29	0.96	5.39
			20.41	6.12	73.47	45.46	8.21	46.33
16	2016.00	11.06	360.00	180.00	1476.00	2.80	1.04	7.22
			17.86	8.93	73.21	25.34	9.38	65.28
19	1728.00	10.30	252.00	90.00	1386.00	2.77	0.34	7.19
			14.58	5.21	80.21	26.92	3.30	69.78
20	3726.00	56.82	756.00	2250.00	720.00	18.00	21.54	17.28
			20.29	60.39	19.32	31.67	37.91	30.41

2020年春季各站位幼体个体渔获率，鱼类最高，虾类次之，蟹类最低，平均幼体个体渔获率为911.00 ind./h。各断面幼体个体数占所有渔业资源个体数的比例，虾类幼体所占比例最高，其次是鱼类，而蟹类最少，幼体的平均比例为69.00%。

表 6.6-7　　春季各站位幼体个体渔获率及所占比例

站位	总幼体渔获率 ind./h	总幼体渔获比例 %	幼体类群			幼体所占比例		
			鱼类	虾类	蟹类	鱼类	虾类	蟹类
			个体渔获率(ind./h)			个体渔获比例(%)		
3	557	61.93	639.00	188.00	64.00	73.96	64.83	60.38
5	451	61.06	664.00	91.00	31.00	70.94	77.12	70.45
6	695	60.89	785.00	188.00	64.00	73.92	75.20	69.57
7	202	65.49	613.00	150.00	51.00	70.95	71.09	66.23
8	307	66.10	633.00	272.00	93.00	63.94	71.20	66.43
10	52	73.78	1127.00	107.00	36.00	71.97	73.79	67.92
12	232	65.54	636.00	133.00	45.00	61.99	72.28	66.18
13	67	65.98	932.00	211.00	72.00	70.93	76.17	71.29
14	210	51.65	884.00	171.00	58.00	62.96	65.02	59.79
16	193	68.13	1126.00	174.00	59.00	68.00	66.16	60.82
19	343	72.72	929.00	116.00	39.00	62.94	63.04	57.35
20	505	80.21	2227.00	377.00	129.00	74.98	68.05	63.86

（3）优势种

2020年春季鱼类的优势种为短吻鳐、尾纹双边鱼、尖吻小公鱼、中华小沙丁鱼、短吻鳐、圆吻海鰶和高体棱鳀，甲壳类的优势种为红星梭子蟹、变态蟳，头足类的优势种为杜氏枪乌贼。

（4）渔业资源密度

2020 年春季调查各站位总平均资源密度为 1038.74 kg/km^2，站位资源密度变化范围为 596.63～3835.17kg/km^2，最低资源密度出现在 12 号站位，最高资源密度出现在 20 号站位。各站位平均资源尾数密度为 114.70×10^{3}ind/km^2，站位资源尾数密度变化范围为 74.11～251.48 ×10^{3}ind/km^2，最低资源尾数密度出现在 5 号站位，最高资源尾数密度出现，20 号站位。鱼类各站位平均资源密度为 534.80kg/km^2，平均资源尾数密度为 70.47×10^{3}ind/km^2；甲壳类各站位平均资源密度为 330.24 kg/km^2，平均资源尾数密度为 23.99×10^{3}ind/km^2；头足类各站位平均资源密度为 173.69 kg/km^2，平均资源尾数密度为 20.25×10^{3}ind/km^2。各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、甲壳类、头足类；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次为鱼类、甲壳类、头足类。

表 6.6-8　　2020 年春季游泳生物资源密度（kg/km²）

站位	总渔获	鱼类	甲壳类	头足类
3	955.41	520.78	301.84	132.79
5	865.82	614.85	191.29	59.69
6	960.61	631.43	276.27	52.91
7	792.61	454.73	301.59	36.3
8	717.73	357.85	327.96	31.92
10	685.58	444.58	197.63	43.37
12	596.63	382.54	158.12	55.97
13	827.56	507.82	259.83	59.91
14	785.63	363.96	357.18	64.49
16	746.78	487.5	189.26	70.01
19	695.3	485.17	187.19	22.94
20	3835.17	1166.42	1214.77	1453.98

表 6.6-9　　2020 年春季资源尾数密度（×10³ind/km²）

站位	总渔获	鱼类	甲壳类	头足类
3	85.04	49.81	26.73	8.5
5	74.11	54.67	10.93	8.5
6	94.76	64.39	23.08	7.29
7	77.75	51.03	19.44	7.29
8	102.05	60.75	35.23	6.07
10	119.06	95.98	13.36	9.72
12	86.26	60.75	17.01	8.5
13	114.2	78.97	25.51	9.72
14	119.06	87.47	24.3	7.29
16	136.07	99.62	24.3	12.15
19	116.63	93.55	17.01	6.07
20	251.48	48.6	51.03	151.86

（5）多样性指数

2020年春季游泳生物的多样性指数分布范围在2.70～3.62之间，平均为3.21；均匀度分布范围在0.64～0.89之间，平均为0.78；丰富度分布范围在1.09～2.57之间，平均为1.90。

表 6.6-10　　2020 年春季游泳生物的多样性指数

站位	物种数（S)	Shanon-Wiener 多样性指数（H')	Marglef 丰富度指数(d)	Pielou 均匀度指数（J）
3	17	3.62	1.87	0.89
5	16	3.31	1.77	0.83
6	18	3.39	1.94	0.81
7	19	3.47	2.12	0.82

站位	物种数（S)	Shanon-Wiener 多样性指数（H')	Marglef 丰富度指数(d)	Pielou 均匀度指数（J）
8	17	3.23	1.78	0.79
10	20	3.27	2.07	0.76
12	15	2.85	1.58	0.73
13	24	3.42	2.57	0.75
14	11	2.70	1.09	0.78
16	17	3.09	1.71	0.76
19	18	3.23	1.85	0.77
20	25	2.99	2.40	0.64

6.6.4.2 2020 年 11 月

（1）渔获物种类组成

2020 年秋季调查共捕获渔业资源游泳生物 84 种，其中鱼类的种类最多，为 54 种，占总种数的 64.29%；甲壳类 27 种，占总种数的 32.14%；头足类 3 种，占总种数的 3.57%。

2020 年秋季调查各站位总渔获种数范围为 10～31 种，平均每站位渔获 22.5 种，最低渔获种数出现在 10 号站位，最高渔获种数出现在 3 号站位。鱼类在各个站位均有出现，出现站位渔获种数范围为 3～19 种，各站位平均渔获 11.7 种，最低渔获种数出现在 13 号站位，最高渔获种数出现在 19 号和 20 号站位。甲壳类在各个站位均有出现，出现站位甲壳类种数范围为 2～17 种，各站位平均渔获种数 10.6 种，最低渔获种数出现在 10 号站位，最高渔获种数出现在 3 号站位。头足类仅在 3、12、14、16 和 19 号站位出现，各站位均出现一种。

表 6.6-11 2020 年秋季各站各类游泳生物渔获种数分布

站位	甲壳类（种）	头足类（种）	鱼类（种）	总计
3	17	1	13	31
5	14	0	16	30
6	14	0	10	24
7	6	0	7	13
8	12	0	11	23
10	2	0	8	10
12	10	1	15	26
13	11	0	3	14
14	10	1	12	23
16	15	1	7	23
19	7	1	19	27
20	9	0	19	28

（2）渔获率分布

2020 年秋季渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为

6.82kg/h 和 489.16 ind./h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 3.00kg/h 和 315.83 ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 39.66%和 60.39%；头足类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 6.66 kg/h 和 4.02 ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 5.55%和 3.35%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 717.40 kg/h 和 471.25 ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 59.78%和 39.27%。

表 6.6-12　　秋季各站位重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

站位	总个体渔获率 ind./h	总重量渔获率 kg/h	类群			类群		
			鱼类	甲壳类	头足类	鱼类	甲壳类	头足类
			重量渔获率(kg/h)			个体渔获率(ind./h)		
			重量渔获比例(%)			个体渔获比例(%)		
3	900	9.13	4.34	4.66	0.14	240	658	2
			47.47	51.00	1.53	26.67	73.11	0.22
5	738	8.66	4.72	3.93	0	258	480	0
			54.56	45.44	0	34.96	65.04	0
6	1142	15.28	6.55	8.73	0	278	864	0
			42.88	57.12	0	24.34	75.66	0
7	308	2.74	2.12	0.62	0	80	228	0
			77.46	22.54	0	25.97	74.03	0
8	464	3.40	1.85	1.55	0	94	370	0
			54.38	45.62	0	20.26	79.74	0
10	70	0.69	0.64	0.05	0	58	12	0
			93.04	6.96	0	82.86	17.14	0
12	354	4.42	3.47	0.93	0.01	202	146	6
			78.63	21.05	0.32	57.06	41.24	1.69
13	102	1.38	0.95	0.43	0	30	72	0
			69.04	30.96	0	29.41	70.59	0
14	406	5.11	1.55	3.45	0.11	112	290	4
			30.27	67.54	2.19	27.59	71.43	0.99
16	284	6.82	1.83	4.89	0.10	72	210	2
			26.82	71.72	1.47	25.35	73.94	0.70
19	472	15.62	11.14	4.29	0.18	286	184	2
			71.35	27.50	1.15	60.59	38.98	0.42
20	630	8.63	6.17	2.46	0.00	354	276	0
			71.50	28.50	0.00	56.19	43.81	0

2020 年秋季各站位幼体个体渔获率，鱼类最高，虾类次之，蟹类最低，平均幼体个体渔获率为 583.00 ind./h。各断面幼体个体数占所有渔业资源个体数的比例，蟹类幼体所占比例最高，其次是虾类，而鱼类最少，幼体的平均比例为 67.00%。

表 6.6-13　　秋季各站位幼体个体渔获率(ind/h)及所占比例(%)

站位	总幼体渔获率ind./h	总幼体渔获比例%	幼体类群			幼体所占比例		
			鱼类	虾类	蟹类	鱼类	虾类	蟹类
			个体渔获率(ind./h)			个体渔获比例(%)		
3	557	61.93	240	54.37	496	67.16	162	57.9
5	451	61.06	258	55.1	100	66.32	380	63.73
6	695	60.89	278	30.71	210	77.09	654	68.51
7	202	65.49	80	57.04	218	68.2	10	74.06
8	307	66.10	94	57.14	338	68.05	32	71.89
10	52	73.78	58	73.87	12	73.33	0	71.69
12	232	65.54	202	58.62	134	78.43	12	70.85
13	67	65.98	30	74.56	56	60.37	16	69.51
14	210	51.65	112	54.48	210	43.61	80	71.38
16	193	68.13	72	64.85	88	68.7	122	70.78
19	343	72.72	286	68.05	148	82.31	36	74.4
20	505	80.21	354	82.69	194	79.31	82	71.65

（3）优势种

2020 年秋季鱼类的优势种为孔虾虎鱼、皮氏叫姑鱼，甲壳类的优势种为近缘新对虾、晶莹鼸。

（4）渔业资源密度

2020 年秋季调查各站总平均资源密度为 890.12kg/km^2，站次资源密度变化范围为 90.02～2037.31kg/km^2，最低站次资源密度出现在 10 号站，最高站次资源密度出现在 19 号站（表 6.5-11）。各站平均资源尾数密度为 63.82×10^{3}ind/km^2，站次资源尾数密度变化范围为 9.13～148.99 ×10^{3}ind/km^2，最低站次资源尾数密度出现在 10 号站，最高站次资源尾数密度出现在 6 号站。鱼类各站位平均资源密度为 492.89 kg/km^2，平均资源尾数密度为 22.44×10^{3}ind/km^2；甲壳类各站位平均资源密度为 391.29 kg/km^2，平均资源尾数密度为 41.20×10^{3}ind/km^2；头足类各站位平均资源密度为 5.94 kg/km^2，平均资源尾数密度为 0.17×10^{3}ind/km^2。各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、甲壳类、头足类；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次为甲壳类、鱼类、头足类。

表 6.6-14　2020 年秋季游泳生物资源密度（kg/km^2）

站位	总渔获	鱼类	甲壳类	头足类
3	1191.65	565.69	607.70	18.26
5	1129.55	616.31	513.24	0.00
6	1994.00	855.06	1138.94	0.00
7	357.08	276.58	80.50	0.00
8	443.84	241.36	202.48	0.00
10	90.02	83.76	6.26	0.00

站位	总渔获	鱼类	甲壳类	头足类
12	576.39	453.23	121.33	1.83
13	179.52	123.94	55.58	0.00
14	666.41	201.70	450.10	14.61
16	890.28	238.75	638.49	13.05
19	2037.31	1453.62	560.21	23.48
20	1125.38	804.70	320.68	0.00

表 6.6-15　　2020 年秋季资源尾数密度（$\times10^3$ind/km^2）

站位	总渔获	鱼类	甲壳类	头足类
3	117.42	31.31	85.84	0.26
5	96.28	33.66	62.62	0
6	148.99	36.27	112.72	0
7	40.18	10.44	29.75	0
8	60.53	12.26	48.27	0
10	9.13	7.57	1.57	0
12	46.18	26.35	19.05	0.78
13	13.31	3.91	9.39	0
14	52.97	14.61	37.83	0.52
16	37.05	9.39	27.40	0.26
19	61.58	37.31	24.01	0.26
20	82.19	46.18	36.01	0

（5）多样性指数

2020 年秋季游泳生物的多样性指数分布范围在 1.14～3.12 之间，平均为 1.98；均匀度分布范围在 0.25～0.76 之间，平均为 0.45；丰富度分布范围在 1.65～3.40 之间，平均为 2.81。

表 6.6-16　　2020 年秋季游泳生物的多样性指数

站位	物种数（S)	Shanon-Wiener 多样性指数（H')	Marglef 丰富度指数（d)	Pielou 均匀度指数（J）
3	31	1.95	3.40	0.39
5	30	1.47	3.40	0.30
6	24	1.16	2.51	0.25
7	13	1.42	1.65	0.38
8	23	1.42	2.80	0.31
10	10	2.52	1.75	0.76
12	26	2.88	3.35	0.61
13	14	1.75	2.29	0.46
14	23	2.03	2.87	0.45
16	23	1.14	3.08	0.25
19	27	2.91	3.30	0.61
20	28	3.12	3.25	0.65

6.7 鸟类及滩涂植被生境现状调查评价

本节引用广东省科学院动物研究所编制的《巴斯夫（广东）一体化项目填海造地工程项目野生动植物资源调查报告》（2021 年 3 月）。广东省科学院动物研究所在搜集工程及周边区域陆生动物（含鸟类）及其栖息地历史资料的基础上，开展了陆生动物（含鸟类）及其栖息地现状专项调查，包括主要陆生动物（含鸟类）资源种类和数量、分布情况与区域生境质量、季节类型、国家级重点保护陆生动物（含鸟类）、主要陆生动物（含鸟类）的栖息地特征等内容。

6.7.1 调查方法

6.7.1.1 调查对象

调查对象是陆生野生脊椎动物，即两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类，重点考虑：

——《世界自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN）》收录物种（更新日期截止至 2018.10）；

——《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》（2013）收录物种；

——《国家重点保护野生动物名录》（2003）收录物种；

——《中国生物多样性红色名录》（2015）收录物种；

——《广东省重点保护陆生野生动物》（2001）收录物种；

——国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物（2000）；

——我国特有种、环境指示种、旗舰种、伞护种及生态关键种等。

各纲采用的鉴别依据和分类系统是：两栖纲采用《广东两栖动物和爬行动物》，费梁等 2012 年出版的《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》及最新的有关研究文献；爬行纲采用赵尔宓等 1999 年出版的《中国动物志·爬行纲（第二卷. 蜥蜴亚目）》、赵尔宓 2006 年出版的《中国蛇类（上）》和蔡波等 2015 年发表的论文《中国爬行纲动物分类厘定》，同时参考了最新有关研究文献；鸟纲采用《中国鸟类野外手册》（马敬能等，2000）和郑光美 2011 年出版的《中国鸟类分类与分布名录》第二版；哺乳纲参考《中国兽类野外手册》（Smith 和解焱，2009）和《中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全》、《Mammal Species

of the World（第 3 版）》（Wilson 和 Reeder，2005）的分类系统，动物踪迹辨认参考《中国兽类踪迹指南》。

6.7.1.2 调查方法依据和样地布设

陆生野生脊椎动物调查依据为 2014 年颁布的生物多样性观测技术导则 HJ 710，其中所包含的两栖动物、爬行动物、鸟类和陆生哺乳动物等四类动物的调查方法。采用实地调查、访问与查阅资料相结合的方法展开调查，并根据区内实际情况进行修正。

调查方法主要采用样线法和文献检索法，辅以样方法和访问法。根据地形地貌特征、水文条件、植被条件、生境类型及实际布设可能性等进行样地的布设，根据所调查类群调整方法参数。采用 GPS 手持定位仪对采集到的或观察到的动物进行定位，记录其经纬度、海拔高度、生境特征、样线长度，并用相机对物种及生境拍照，供物种鉴定时参考。根据各样线、样点和样方上观察记录的野生动物实体或痕迹数，利用数理统计和 GIS 空间分析技术估算调查区域内各物种的野生种群规模和分布。

在掌握实地调查资料的同时注重间接资料的采集，并访问当地人员或周边地区长期生活的居民，对访问结果加以核实，确保考察结果的真实性。

6.7.1.3 两栖类和爬行类调查方法

两栖类和爬行类的调查方法主要有野外调查法以及访问调查法。由于爬行类和两栖类动物的生境和活动时间都具有特殊性和季节性，因此调查时间主要针对其代表性生境和时间段。调查地点主要为其典型生境，包括路边、村落、农田、水利设施等。一般上午、下午及夜间这三个时间段为爬行类和两栖类动物活动高峰期，因此调查时间包括日间及夜间（上午 9:00-12:00，下午 14:00-16:00，夜间 20:00-23:00）。

调查方法主要采用样线法进行，根据野生动物的活动范围、生态习性、栖息地类型设置样线。样线单侧宽度为 15 m，步行调查，速度 1-2 km/h。在样线范围内，采取目视遇测法（Visual Encounter Surveys），在调查范围内搜索爬行类和两栖类动物信息，包括动物的活体和尸体、留下的痕迹，如蛇蜕、洞穴、卵等；并对每条样线在不同时段重复调查 2 次。

夜间调查采用头灯、强光电筒等照明工具寻找，调查路线包括公路、水塘

及岸边，特别注意路线两旁的枯叶堆、石块下、倒木下、树洞、石洞等，这些是两栖类和爬行类动物喜欢躲藏的小生境。同时要通过观察、采集样本来记录动物的数量和种类，并详细记录样线内的生境类型等。

访问调查过程中，用“非诱导”的方法，对周边社区群众进行访问，然后凭野外经验、查阅资料和实地考察确定访问到的物种。

6.7.1.4 鸟类调查方法

项目主要鸟类生境为海岸湿地，主要使用分区直数法对湿地集群鸟类进行观测。对湿地区域进行分区，每小区选择可以观测全区范围的地点，逐一统计各个分区中的鸟类和数量，得出观测区域的鸟类总种数和个体数量。在项目周边的农田、养殖塘和居民区使用样线法进行补充调查，沿样线布设样点，选在晴朗、风力不大的天气条件下进行。调查时间主要在 7:00 到 10:30 和 15:00-17:30。样线单侧宽度为 30 m，以步行调查，行走速度 1-2 km/h，使用 GPS 手持定位仪进行样线轨迹记录和距离测量，调查时，先目测、寻叫声，使用 10 倍双筒望远镜巡视，辅以鸟类鸣叫、飞行姿势、生态习性和羽毛等辨认。在条件允许情况下，以长焦镜头的照相机拍摄动物的图片，以供记录或识别。记录发现鸟类的名称、数量、距中线的距离、地理位置等信息，同时记录生境状况和威胁因素。

访问法：对当地人进行无诱导式访问调查，让被访问者描述出他所知的野生动物种类及其鉴别特征、生态习性及分布状况，对访问调查所得信息综合分析，判断出物种分布情况。

6.7.1.5 哺乳类调查方法

大多野生哺乳类动物都是中小型的，善于隐蔽，昼伏夜出。因此往往难以直接观测到，需要根据粪便、脚印或其他痕迹来判断具体物种。

地栖小型兽类(鼩形目、啮齿目)采用夹日法、飞行性小型兽类(翼手目)采用鸣声计数和网捕法进行调查。调查样方设置在两栖、爬行动物样线附近，便于与之结合进行，每条样线安放鼠夹 20-30 个，视具体情况架设雾网 1-2 张。次日清晨检查捕获情况并记录物种信息，每样地均置夹 1 个工作日。

大中型兽类以及白天活动的小型兽类主要采用样线法进行调查。在调查区域随机布设样线，样线单侧宽度为 20-25 m，步行速度 1-2km/h，发现动物实体

或其痕迹时，记录动物名称、动物数量、痕迹种类及距离中线距离、地理位置等信息。同时记录生境状况和威胁因素。

访问法：对当地人进行无诱导式访问调查，让被访问者描述出他所知的野生动物种类及其鉴别特征、生态习性及分布状况，对访问调查所得信息综合分析，判断出物种分布情况。

6.7.1.6 动物栖息地植被及变化调查方法

对项目调查场地植被现状进行调查，并则通过对比 2012 年卫片影像资料、结合开展周边类似植被状况的调查，获得该区域植被历史状况。参照中国生态系统研究网络的标准方法（LY/T 1626-2005），设置调查样方。于 2019 年 01 月，在东海岛项目场址（中心坐标北纬 21°04′44.96″，东经 110°24′38.21″），以及东参村以东的潮间带滩涂开展工作（中心坐标北纬 21°05′8.48″，东经 110°24′32.21″）。现场视植物分布区域的面积大小，于低潮时进入滩涂高程较高或滩涂后的陆地位置，设置 3 个 100 m^2 的样地（乔木植物）和 3 个 1 m^2 样地（草本植物），用手持 GPS 确定样地地理位置。在样线涉及到的范围两侧各 20 m 范围，观察记录植物种类，同时在样线沿线典型的植被分布区域设置样方，采用测绳和卷尺设置样方，用于乔/灌木层和草本层植被的调查。具体指标如下：

（1）植物群落特征——在所设置的样方内统计乔木、灌木植株种类和株数，并使用卷尺对乔木植物测量胸径（DBH）、高度（H），并估算植株的盖度、群落的郁闭度；

（2）植物生物量——在每个样方内，以测量的乔木、灌木形态参数，采用生物量基本通用公式进行估算；草本植物则通过直接收割法获得生物量。根据异速生长方程法（allometric equational method）估算植物和群落的生物量，采用的生物量方程式进行换算公式，计算各样方内各植物地上部生物量 W_{ABG}（Above ground biomass）及地下部的生物量 W_{BGB}（Below ground biomass），获得样方各植物的总生物量 W（Total biomass）。各计算公式详情如下：

$$W_{AGB} = 0.251\rho D^{2.46}$$

$$W_{BGB} = 0.199\rho D^{2.22}$$

$$W = W_{AGB} + W_{BGB}$$

式中，ρ 为植物木材密度，通过野外采集各树种的部分枝干带回实验室采用气干密度法实测获得；D 为树木胸高直径（DBH）。草本植物则直接采用收割法，在随机划出的 1 m×1 m 样方中，对该范围内现存草本植物收割、挖根后，带回实验室以 105℃烘至恒重后，称量重量得到生物量。

6.7.2 野生动物资源概述

根据两期实地调查和历史资料收集，项目及其周边区域共有野生陆生脊椎动物 16 目 44 科 91 种，其种数占广东省 928 种的 9.8%。其物种组成为两栖类 1 目 7 科 13 种，爬行 1 目 6 科 10 种，鸟类 11 目 27 科 58 种，哺乳类 3 目 4 科 10 种。在动物栖息地共记录到海岸陆生、潮间带高等植物 10 科 13 属 13 种。

表 6.7-1　　项目野生陆生脊椎动物物种组成

动物类群	目	科	种	广东省种数	占广东省比例(%)
两栖类	1	7	13	75	17.3
爬行类	1	6	10	156	6.4
鸟类	11	27	58	553	10.5
哺乳类	3	4	10	144	6.9
合计	16	44	91	928	9.8

根据各种野生动物在《世界自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN）》（以下简称 IUCN）、《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》（以下简称 CITES）、《国家重点保护野生动物名录》（以下简称国重保护）、《中国生物多样性红色名录》（以下简称红色名录）、《广东省重点保护陆生野生动物》（以下简称省级保护）以及国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物（以下简称“三有”动物）的记录状况，将记录到的 86 种野生动物进行保护物种及其级别的分析汇总（表 6.7-2）。结果显示，该调查区域内的野生陆生脊椎动物有 76.7%为“三有”动物，9.3%为省级保护动物，4.7%为国家重点保护动物，9.3%为中国红色名录物种，2.3%为 IUCN 红色名录物种，3.5%为 CITES 物种。按照分类阶元进行划分，鸟类的受保护动物种数最高，其后依次为两栖类、爬行类，哺乳类没有受保护动物，这也是 4 个类群物种数量的客观反映。

表 6.7-2　野生陆生脊椎动物保护物种统计*

动物类群	省级	国重	三有	红色	IUCN	CITES
两栖类	1	0	13	3	0	0
爬行类	0	0	10	2	0	0
鸟类	8	7	46	3	2	3
哺乳类	0	0	0	0	0	0
合计	9	7	69	8	2	3
占全部记录动物种数比例	9.9%	7.7%	75.8%	8.8%	2.2%	3.3%

* 三有指“三有动物”，省级指《广东省重点保护陆生野生动物》列明物种，国重指《国家重点保护野生动物名录》列明物种，红色指《中国生物多样性红色名录》列明物种，IUCN 指《世界自然保护联盟濒危物种红色名录（IUCN red list）》列明物种，CITES 指《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》列明物种。

6.7.3　两栖类和爬行类现状调查评价

6.7.3.1　种类构成

（1）种类构成

两栖动物在该区域调查发现有 1 目 7 科 10 属共 13 种，详见附录 3 表 1，均为无尾目（*Anura*）物种，其中以姬蛙科(*Microhylidds*)种类最多，包含 2 属 4 种，占该区域调查发现两栖动物物种数的 30.8%。该区域 13 种两栖动物均为东洋界物种，属于本地自然分布类群。此外，调查中遇见频次较高的主要为陆生生境中优势种有黑眶蟾蜍（*Duttaphrynus melanostictus*）、斑腿泛树蛙（*Polypedates megacephalus*）、花姬蛙（*Microhyla pulchra*），濒水生境中优势种主要为泽陆蛙（*Fejervarya multistriata*）。本次调查在临海水塘边缘发现了海陆蛙（*Fejervarya cancrivora*），但数量较少。

爬行动物在该区域调查发现有 1 目 6 科 9 属共 10 种，详见附录 3 表 2，均为有鳞目（*SQUAMATA*）物种，各科属物种的种类数量相似，10 种爬行动物均为东洋界物种。调查遇到频次较高的优势种为壁虎（*Gekko chinensis*）和变色树蜥（*Calotes versicolor*），主要出没于农田、荒地、路边等处草丛、树干上。本次调查发现蛇类仅 4 种，且每种仅见到 1~2 条，估计种群数量较少，这可能与该区域内植被较为单一，且缺少较为连续成片的高大植被覆盖有关，虽然该区域小型两栖爬行动物和啮齿动物数量较多，但缺少蛇类隐蔽和休憩的安全场所。

（2）保护物种

本次调查中发现的两栖动物有《中国红色物种名录》中定为濒危物种 1 种：海陆蛙（*Fejervarya cancrivora*）；定为近危物种 2 种：台北纤蛙（*Hylarana taipehensis*）和圆蟾舌蛙（*Phrynoglossus martensii*）。调查发现的 13 种两栖动物均属于国家“三有”动物。属于广东省重点保护陆生野生动物 1 种：沼蛙（*Boulengerana guentheri*）。

本次调查中发现的爬行动物有《中国红色物种名录》中定为濒危物种 1 种：银环蛇（*Bungarus multicinctus*）；易危物种 1 种：铅色水蛇（*Enhydris plumbea*）。调查发现的 10 种爬行动物均属于国家“三有”动物。

6.7.3.2 栖息地分布及特征

围垦前该区域主要为潮间带为主的滩涂，以咸水区域为多。调查发现两栖和爬行动物仅分布于毗邻该区域的荒地、农田、淡水沟渠和水塘以及居民区附近。围垦后植被自然进行演替，盖度依然较低，由于食物和隐蔽条件较差或不够稳定持续，两栖和爬行动物均不可能快速扩散至该区域内并形成小种群。但建筑施工设计和实施中，一方面要尽可能文明环保的施工，建筑垃圾、废弃材料及生活垃圾等一定要妥善即时处理，以免滋生蚊虫，并引来两栖和爬行动物前来觅食。名录见附录 3。

6.7.4 鸟类现状调查评价

6.7.4.1 种类构成

（1）种类构成

根据文献资料及两期现场调查结果，项目及周边区域共有鸟类 11 目 27 科 58 种，名录见附录 3 表 3。以雀形目（*PASSERIFORMES*）占较大比例（共 26 种），但种数最多的科为鸻形目（*CHARADRIIFORMES*）的鹬科（*Scolopacidae*），有 6 属 11 种，其次为鹳形目（*CICONIIFORMES*）鹭科（*Ardeidae*），有 6 属 7 种，以上两科均为水鸟，种数共占总物种数的 31.0%。雀形目中较多的为鹎鸽科（*Motacillidae*）、鹎科（*Pycnonotidae*）、扇尾莺科（*Cisticolidae*）的物种，分别有 2 属 3 种、1 属 3 种、2 属 3 种，三个科合计占总种数的 15.5%。野外调查主要在冬季开展，以小鸻鹬（*Tachybaptus ruficollis*）、大白鹭（*Ardea alba*）、白鹭（*Egretta garzetta*）、环颈鸻（*Charadrius alexandrinus*）、黑腹滨鹬（*Calidris*

alpina）、白鹡鸰（*Motacilla alba*）、田鹨（*Anthus richardi*）、八哥（*Acridotheres cristatellus*）、白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）、白喉红臀鹎（*Pycnonotus aurigaster*）、棕背伯劳（*Lanius schach*）、黄腹山鹪莺（*Prinia flaviventris*）、纯色山鹪莺（*Prinia inornata*）、长尾缝叶莺（*Orthotomus sutorius*）、暗绿绣眼鸟（*Zosterops japonicus*）等较为常见。上述种类主要为喜欢海岸和农田湿地的种类，其中在项目区域以白鹡鸰、田鹨等喜开阔草地的种类最为常见。

（2）保护物种

按资料搜集结果分析，在项目及周边记录的鸟类有多种属于保护物种范畴：列入广东省重点保护陆生野生动物名录的有苍鹭（*Ardea cinerea*）、大白鹭、白鹭、牛背鹭（*Bubulcus ibis*）、池鹭（*Ardeolabacchus*）、绿鹭（*Butorides striata*）、夜鹭（*Nycticoraxnycticorax*）、黑水鸡（*Gallinulachloropus*）等 7 种；国家重点保护动物包括黑鸢（*Milvus migrans*）、普通鵟（*Buteo buteo*）、红隼（*Falco tinnunculus*）、白腰杓鹬（*Numenius arquata*）、翻石鹬（*Arenaria interpres*）、褐翅鸦鹃（*Centropus sinensis*）和白胸翡翠（*Halcyon smyrnensis*）等共 7 种，保护等级均为 II 级；国家“三有”动物共有 46 种，而在《中国红色物种名录》中调查区域的鸟类未有被认定为极危（CR）或濒危（EN）级别的种类，近危（NT）有 3 种，分别为罗纹鸭（*Anas falcata*）、黑鸢和白腰杓鹬（*Numenius arquata*）；被 IUCN 红色名录收录的物种为罗纹鸭和白腰杓鹬，均为近危（NT）级别；被收录在《濒危野生动植物种国际贸易公约（CITES）》附录 II 中的为黑鸢、普通鵟和红隼等 3 种。

6.7.4.2 栖息地分布及特征

鸟类对环境的适应力较强，从内陆干旱区到滨海湿地，从高山到平原，从荒野到城镇居住区，均有它们的踪迹。按照对生境的需求和行为习性划分，鸟类可以分为游禽、涉禽、攀禽、走禽、猛禽、鸣禽六大生态型。在调查区域范围内，围填海工程实施以前生境以潮间带滩涂和少量红树林为主，鸟类群落以偏好湿地生境的游禽、涉禽种类相对较多，而栖居于林地、园圃、居民区的种类则相对较少，体现了调查区域原来以湿地为主的生境特性。其中，栖居于近海浅海水域、滩涂的鸟类以游禽为主；而出现在潮间带滩涂或周边养殖塘生境的鸟类则以涉禽为主；攀禽、走禽、猛禽、鸣禽等类群则少量地出现在沿岸的白骨壤+秋茄红树

林生境中。现阶段围填海工程实施以后，原有的潮间带湿地、红树林生境已经被陆生生境的草丛取代，湿地完全转变为陆地，偏好湿地生境的游禽和涉禽已基本无法利用现有的生境，取而代之的是适应陆地生境的小型鸣禽为主，辅以攀禽、走禽、猛禽等类群。生境的大规模转变，使得项目内鸟类的栖息和觅食空间发生了较大的变化，生产区、道路、仓储区等硬底化生境的出现，将永久改变自然生境的属性。尽管某些对人类聚居活动区适应能力较强的种类，如红耳鹎、白头鹎、长尾缝叶莺、麻雀等受到的影响较小，但对大多数栖居于自然生境的、以游禽和涉禽为代表的种类将受到生境永久丧失的影响而被迫迁移至其他周边生境中。此外，项目建设和投入运营后，将存在部分人工管理的生境，包括人工林、绿化园圃等，植被的周期性改造会导致鸟类活动生境被临时挤占，其影响的程度和范围，可能是较轻微的（如日常除草、灌溉等），也可能是较重度的（如修剪、砍伐、移栽等），人工管理生境的操作强度和面积是鸟类群落受影响的决定因素。

6.7.5 哺乳类现状调查评价

6.7.5.1 种类构成

（1）种类构成

该区域本次调查中发现哺乳动物有 3 目 4 科 6 属 10 种，分别为鼩形目 1 科 1 属 1 种、翼手目 2 科 2 属 3 种和啮齿目 1 科 2 属 6 种，详见附录 3 表 4。其中啮齿目物种数量占 60%，为该区域优势类群。物种数量较多的优势种为臭鼩（*Suncus murinus*）、普通伏翼（*Pipistrellus pipistrellus*）、褐家鼠（*Rattus norvegicus*）和黄毛鼠（*Rattus losea*）。该区域哺乳动物中的普通伏翼、东亚伏翼（*Pipistrellus abramus*）以及褐家鼠等 3 种为古北界物种，其余物种均为东洋界物种，这三种动物皆为分布广泛的物种，虽为古北界物种，但其扩散适应能力较强，早已成为几乎全球分布的常见物种。调查期间未见到大中型野生兽类个体及其活动踪迹等。

（2）保护物种

该区域调查发现的哺乳动物均非濒危受保护物种，也无物种属于“三有”动物种类。但调查中发现一定数量的黄胸鼠（*Rattus tanezumi*），该物种是三大家鼠之一，而湛江地区是历史鼠疫疫源地，且黄胸鼠是最为重要的疫源动物，因

此应当注意监测、控制和防范。

6.7.5.2 栖息地分布及特征

本次调查发现的小型哺乳动物主要分布在居民区、养殖塘周围，而在红树林和滩涂区由于海水长期浸泡，或者随潮水涨退较为短暂的暴露，均不适宜哺乳动物栖居，但退潮时在高潮带区域可以捕获臭鼩、褐家鼠、黄毛鼠和黄胸鼠等个体，应该仅是其觅食的活动范围，因为附近看不到其开挖的洞穴。即使蝙蝠类物种，也主要在居民区或养殖塘附近上空觅食，很少深入近海的红树林或滩涂上空。

围垦前该区域主要为潮间带为主的滩涂，调查发现哺乳动物仅分布于毗邻该区域的荒地、农田、淡水沟渠和水塘以及居民区附近。围垦后植被自然进行演替，盖度依然较低，由于食物和隐蔽条件较差，哺乳动物均不会快速扩散至该区域内，因此工程建设对动物的干扰和影响不大。但建筑施工设计和实施中，一方面要尽可能文明环保的施工，建筑垃圾、废弃材料及生活垃圾等一定要妥善即时处理，以免滋生蚊虫，并引来小型兽类前来觅食；另一方面，一定要注意管线和库房的鼠害防治，因该区域自然分布有多种野鼠，因其具有啃咬硬物磨牙的习性，所以凡是暴露在外的管线，均需要做好防鼠措施，房屋建筑等墙壁要采用硬质材料，门窗等均要加固，防治害鼠入侵造成财物损失。

6.7.6 植被分布及变化情况

6.7.6.1 植物群落概况

调查样地及周边范围主要生境是陆地草本、潮间带光滩和红树林植被，其中以东参村沿岸滩涂红树林为参考的项目场址历史（指 2012 年卫片影像时期，下同）植被为潮间带红树林，而现有填海后的陆地范围内主要为陆生草本植被。在调查期间共记录到海岸陆生、潮间带高等植物 10 科 13 属 13 种（详见附录 3 表 5）。按照各种植物常见生境及生态习性划分，可将其分为真红树植物（*true mangrove*）、红树林伴生植物（*associates*）和陆生植物（*terrestrial plants*）三大类；其中真红树植物有 3 种，伴生植物有 2 种，陆生植物则为 8 种。其中，真红树植物因为生长的环境盐度较高、底质偏沙质的缘故，大多呈小乔木至灌木状，包括秋茄 (*Kandelia obovata*)、桐花树 (*Aegiceras corniculatum*)和白骨壤

(*Avicennia marina*)，它们是构成评估区域范围内历史上最主要植被类型的几个优势树种。其中，白骨壤所占的比例最高，其植株外观为灰绿色至浅绿色，林下层密布指状呼吸根，从渍水的底质中伸出土表，用于呼吸和通气。红树林伴生植物则分布在历史上分布的红树林边缘、潮水一个月内偶尔能影响到的位置，包括南方碱蓬 (*Suaeda australis*)和海马齿 (*Sesuvium portulacastrum*)两种。上述植物叶片大多呈肉质化增厚，可储存大量水分，以适应海岸高盐、高温、高辐射的生态环境。伴生植物分布不如红树植物集中，多零散、呈线状分布于红树林后缘与陆地之间的过渡地带。陆生植物则主要见于历史上大堤后缘养殖塘的塘埂上，面积较小，包括木麻黄 (*Casuarina equisetifolia*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon*)、龙爪茅 (*Dactyloctenium aegyptium*)。现项目评价填海形成的陆地，则主要被陆生草本植物群落取代，主要种类为蓝花耳草 (*Hedyotis* sp.)、鬼针草 (*Bidens pilosa*)、厚藤 (*Ipomoea pes-carpae*)、狗牙根、龙爪茅、铺地黍 (*Panicum repens*)、盐地鼠尾粟 (*Sporoborus virginicus*)。其中木麻黄是人工种植的海岸防护林树种，用于抵御台风，在调查区域内，只有零星数株分布于历史上的养殖塘塘埂处；其他植物均为陆生杂草性草本，广泛分布在养殖塘塘埂、海堤以及现有填海成陆的荒地等处。

调查区域的植物种类较为贫乏，一方面是因为海岸生境的高温、高辐射、干热环境，使得能适应生长在里面的植物种类较少；滩涂潮间带环境缺乏充足的淡水输入，高盐、周期性淹浸环境导致只有少数真红树植物能在上面定居；另一方面，堤岸后的养殖塘环境由于长期人为生产劳作，以及填海成陆后的荒地水肥条件较差，均只有少数杂草性的物种分布在养殖塘塘埂或陆地表面上。综上所述，调查区域的植物物种多样性较低，物种较为匮乏，体现了该生境自然条件的严苛性。

6.7.6.2 植物群落的生物量及其变化估算

对调查区域选择的 3 个典型红树林样地（东参村沿岸，作为现有项目填海区域原有红树林植被的参考）和 1 个草本植物样地（现有项目填海区域形成陆地的草本植被）进行生物量的估算调查，样方统计表详见表 6.7-3。

样方 1~样方 4 的 3 个红树植物以及 1 个草本植物样方的总生物量数据分别为 146.81 $t \cdot hm^{-2}$、134.37 $t \cdot hm^{-2}$、133.99 $t \cdot hm^{-2}$ 和 1.61 $t \cdot hm^{-2}$；而地上部/地下部

生物量比值分别为 2.14、2.18、2.19 和 3.74。郁闭度较高、植株密度较大的样方，其生物量更高。其中，东参村东部沿岸白骨壤在各红树植物样方中占据绝对优势，是本调查区域历史上曾经分布的红树林植被的主要生物量贡献者；此外，秋茄在该群落中为零星偶见的种类，出现于极个别样方中，且数量较少。现阶段填海成陆后的植被则以狗牙根、盐地鼠尾粟等耐盐、耐旱、耐瘦瘠的先锋性禾本科草本植物为主，其生物量与原有的红树林相比差异较大。此外，植被生物量地上部/地下部比值的增加，反映了评价区域原有植被相对于现有植被水土环境的优越性，植物群落倾向于将更多的生物量分配至地下部分。现有填海成陆区域的水土环境则相对较差，植物倾向于增加地面以上的生物量。

表 6.7-3　　生态调查范围植物群落调查表

样方编号：1				群落名称：白骨壤群落			
经纬度：21°05′36.10″N 110°23′55.82″ E				地点：东参村大堤东侧			
地形：潮间带冲积滩涂				植被类型：红树林			
干扰程度：轻度							
	编号	种名	株数	高度(m)	胸周长(cm)	盖度(%)	备注
乔木层	1	白骨壤	23	1.23	28.4	75	郁闭度 0.8
	2	秋茄	1	1.50	11.8	5	
样方编号：2				群落名称：白骨壤群落			
经纬度：21°05′31.92″N 110°23′59.06″ E				地点：东参村大堤东侧			
地形：潮间带冲积滩涂				植被类型：红树林			
干扰程度：轻度							
	编号	种名	株数	高度(m)	胸周长(cm)	盖度(%)	备注
乔木层	1	白骨壤	18	1.37	30.4	65	郁闭度 0.6
样方编号：3				群落名称：白骨壤群落			
经纬度：21°05′26.73″N 110°24′0.68″ E				地点：东参村大堤东侧			
地形：潮间带冲积滩涂				植被类型：红树林			
干扰程度：轻度							
	编号	种名	株数	高度(m)	胸周长(cm)	盖度(%)	备注
乔木层	1	白骨壤	17	1.32	31.1	75	郁闭度 0.7
样方编号：4				群落名称：狗牙根+盐地鼠尾粟群落			
经纬度：21°04′45.20″N 110°24′35.30″ E				地点：项目场址评价范围中央			
地形：填海成陆荒地				植被类型：草丛			
干扰程度：重度							
	编号	种名	株数	高度(m)	胸周长(cm)	盖度(%)	备注
草本层	1	狗牙根	-	0.30	-	35	盖度 50%
	2	盐地鼠尾粟	-	0.50	-	10	
	3	龙爪茅	-	0.40	-	5	

表 6.7-4　　调查植物样方单位生物量组成状况

生物量(t hm^{-2})	样方 1	样方 2	样方 3	样方 4
地上部生物量	100.01	92.05	91.94	1.27
地下部生物量	46.80	42.32	42.04	0.34
总生物量	146.81	134.37	133.99	1.61
地上/地下比	2.14	2.18	2.19	3.74

沼蛙

黑眶蟾蜍（尸体）

变色树蜥

白鹭

小鸊鹈

白腰杓鹬

黑腹滨鹬

白鹭群

青脚鹬

棕背伯劳

家燕

白喉红臀鹎

东参村参考样地 1 概貌

东参村参考样地 2 概貌

东参村参考样地 3 概貌

围填海后的荒地概貌

图 6.7-1　　调查图集

6.8 其他环境要素现状调查与评价

6.8.1 大气环境调查与评价

大气环境评价引用广东宇南检测技术有限公司为湛江开发区塑料生产基地项目填海工程所做的环境监测资料。

6.8.1.1 监测点位

在工程邻近的西仔村设置 1 个环境空气监测点位，具体点位详见图 6.8-1 和表 6.8-1。

表 6.8-1 环境空气及噪声监测点位

监测站位	名称	纬度	经度	监测项目
N1	工程北边界	21° 5'16.29"	110°24'56.34"	噪声
N2	工程南边界	21° 4'34.90"	110°24'32.25"	噪声
N3	西仔村	21° 4'41.10"	110°23'52.63"	噪声、大气
N4	东参村	21° 5'24.07"	110°23'48.26"	噪声

图 6.8-1 大气及环境噪声监测点位分布图

6.8.1.2 监测项目

环境空气监测项目包括：SO_2、NO_2、CO、O_3、PM_{10}、$PM_{2.5}$ 共 6 项指标。

6.8.1.3 监测时间和频率

广东宇南检测技术有限公司于 2019 年 1 月 21 日~1 月 28 日开展了一期监测，连续监测 7 天。其中，SO_2、NO_2 监测小时浓度值和日均浓度值，PM_{10}、$PM_{2.5}$ 监测日均浓度值，CO 和 O_3 监测小时浓度值。日平均浓度监测值符合 GB3095 对数据的有效性规定，监测时 1 小时浓度监测值至少获取北京时间 02、08、14、20 时 4 个小时浓度值，采样时间 1 小时；日均值每天采样 1 次，连续采样不小于 24 小时。同步监测和记录风速、风向、气温、气压等气象条件。

6.8.1.4 监测结果

2019 年 1 月空气环境监测结果见表 6.8-2~表 6.8-9。

表 6.8-2 SO_2 小时平均浓度现状监测结果统计表 单位：mg/m^3

监测点位	一小时浓度范围	小时浓度标准值	超标率（%）	最高值超标倍数
西仔村	0.009~0.030	0.5	0	—

表 6.8-3 NO_2 小时平均浓度现状监测结果统计表 单位：mg/m^3

监测点位	一小时浓度范围	小时浓度标准值	超标率（%）	最高值超标倍数
西仔村	0.010~0.037	0.2	0	—

表 6.8-4 SO_2 日平均浓度现状监测结果统计表 单位：mg/m^3

监测点位	日均浓度范围	日均浓度标准值	超标率（%）	最高值超标倍数	平均浓度
西仔村	0.010~0.015	0.15	0	—	0.011

表 6.8-5 NO_2 日平均浓度现状监测结果统计表 单位：mg/m^3

监测点位	日均浓度范围	日均浓度标准值	超标率（%）	最高值超标倍数	平均浓度
西仔村	0.016~0.025	0.08	0	—	0.021

表 6.8-6 CO 小时平均浓度现状监测结果统计表 单位：mg/m^3

监测点位	一小时浓度范围	小时浓度标准值	超标率（%）	最高值超标倍数
西仔村	0.8~1.2	10	0	—

表 6.8-7　　O_3 小时平均浓度现状监测结果统计表　　单位：mg/m^3

监测点位	一小时浓度范围	小时浓度标准值	超标率（%）	最高值 超标倍数
西仔村	0.065~0.165	0.2	0	—

表 6.8-8　$PM_{2.5}$ 现状监测结果统计表　　单位：mg/m^3

监测点位	日均浓度范围	日均浓度标准值	超标率（%）	最高值 超标倍数	平均浓度
西仔村	0.045~0.067	0.075	0	—	0.054

表 6.8-9　PM_{10} 现状监测结果统计表　　单位：mg/m^3

监测点位	日均浓度范围	日均浓度标准值	超标率（%）	最高值 超标倍数	平均浓度
西仔村	0.060~0.083	0.15	0	—	0.072

6.8.1.5　评价方法

单项污染指数法

$$I_i = \frac{C_i}{C_{oi}}$$

评价方法采用“单项污染指数法”，分项进行达标率评价，评价标准选用《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，评价公式如下：

其中：　Ii —— 第i项空气污染物分指数；

Ci——　第i项污染物小时或日均实测浓度值，mg/m^3；

C_{0i}——第i项污染物评价标准值，mg/m^3。

Ii≤1 表明能符合空气质量评价标准的要求，Ii>1 说明超过规定的评价标准。

6.8.1.6　现状评价结果

空气环境各污染因子单项指数计算结果见表6.8-10和表6.8-11。

表 6.8-10　各污染因子小时均值单项指数计算结果

监测站位	污染因子	小时均值（mg/m^3）		单项指数
西仔村	SO_2	最大值	0.030	0.060
		最小值	0.009	0.018
	NO_2	最大值	0.037	0.185
		最小值	0.010	0.050
	CO	最大值	1.2	0.120
		最小值	0.8	0.080
	O_3	最大值	0.165	0.825
		最小值	0.065	0.325

表 6.8-11　各污染因子日均值单项指数计算结果

监测站位	污染因子	日均值（mg/m³）		单项指数
西仔村	SO_2	最大值	0.015	0.100
		最小值	0.010	0.067
	NO_2	最大值	0.025	0.313
		最小值	0.016	0.200
	$PM_{2.5}$	最大值	0.067	0.893
		最小值	0.045	0.600
	PM_{10}	最大值	0.083	0.553
		最小值	0.060	0.400

由计算结果可见，在空气环境现状监测期间，各监测点的 NO_2、SO_2、CO、O_3、$PM_{2.5}$、PM_{10} 浓度均未超标，工程区域环境空气质量状况良好，均可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

6.8.2 声环境调查与评价

声环境评价引用广东宇南检测技术有限公司为湛江开发区塑料生产基地项目填海工程所做的环境监测资料。

6.8.2.1 监测点位

在工程南北边界和邻近的西仔村、东参村各设置 1 个声环境监测点位，具体点位详见图 6.8-1 和表 6.8-1。

6.8.2.2 声环境监测结果与评价

各监测点昼夜声环境现状监测及评价结果见表 6.8-12。

表 6.8-12　　声环境质量监测结果

监测点位置	监测时段	监测时间	结　果	声环境功能区划	评价标准	达标分析
			L_{eq}		dB(A)	
工程北边界	2019.1.24	昼间（10：27）	43.4	3 类区	65	达标
		昼间（15：13）	44.8			达标
		夜间（22：13）	43.7		55	达标
		夜间（01：27）	41.7			达标
	2019.1.25	昼间（09：30）	43.2		65	达标
		昼间（14：38）	42.9			达标
		夜间（22：06）	41.1		55	达标
		夜间（02：14）	41.9			达标
工程南边界	2019.1.24	昼间（11：12）	46.7		65	达标
		昼间（15：51）	47.0			达标

监测点位置	监测时段	监测时间	结　果	声环境功能区划	评价标准	达标分析
			L_{eq}		dB(A)	
		夜间（22：54）	39.0		55	达标
		夜间（02：24）	39.2			达标
	2019.1.25	昼间（10：25）	45.6		65	达标
		昼间（15：15）	46.8			达标
		夜间（22：50）	39.5		55	达标
		夜间（03：49）	39.1			达标
西仔村	2019.1.24	昼间（12：18）	46.8		65	达标
		昼间（16：34）	46.7			达标
		夜间（23：39）	39.5		55	达标
		夜间（03：11）	38.9			达标
	2019.1.25	昼间（10：54）	46.4		65	达标
		昼间（15：57）	46.8			达标
		夜间（23：39）	39.9		55	达标
		夜间（03：49）	39.2			达标
东参村	2019.1.24	昼间（13：25）	46.5		65	达标
		昼间（17：25）	46.3			达标
		夜间（00：27）	39.5		55	达标
		夜间（03：48）	39.3			达标
	2019.1.25	昼间（11：38）	46.8		65	达标
		昼间（16：30）	45.2			达标
		夜间（00：38）	39.9		55	达标
		夜间（04：37）	39.1			达标

由表 6.8-12 可知，监测期间，工程区域各声环境监测点昼间、夜间噪声监测值均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类功能区标准要求，西仔村、东参村昼间、夜间噪声监测值均符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类功能区标准要求。

6.8.3 工程围填海填充物质成分检测及分析

6.8.3.1 检测点位

本节引用广东宇南检测技术有限公司为湛江开发区塑料生产基地项目填海工程所做的围填海填充物理化性质结果。广东宇南检测技术有限公司于 2019 年 1 月 21 日~1 月 22 日根据《围填海工程填充物质成分限制》（GB 30736-2014）中的相关要求，在围堤工程区设置 6 个填充物采样点，其中 3 个采样点取表层样，3 个采样点取柱状样；在填海工程区设置 8 个填充物采样点位，其中 4 个采样点取表层样，4 个采样点取柱状样。表层采样深度为 0-20cm，柱状样自表层采样层向下，每 50cm 设置一个采样层次，不足 50cm 的仍为一个采样层次。

围堤采样避开表层砂石路面。采样点位见表 6.8-13 和图 6.8-2。

表 6.8-13　　填充物采样点位一览表

检测区域	监测站位	采样层数	北纬	东经
围堤工程区	2#	16	21°04'42.55"	110°25'10.16"
	5#	16	21°05'30.12"	110°24'40.24"
	7#	16	21°05'32.80"	110°24'10.01"
	8#	1	21°04'23.88"	110°24'52.60"
	9#	1	21°05'09.28"	110°25'06.68"
	10#	1	21°05'41.65"	110°24'17.58"
填海工程区	1#	15	21°04'25.56"	110°24'44.26"
	3#	15	21°04'54.87"	110°25'09.60"
	4#	15	21°04'53.18"	110°24'53.43"
	6#	15	21°05'20.49"	110°24'33.65"
	11#	1	21°04'37.82"	110°24'34.81"
	12#	1	21°04'41.89"	110°24'59.87"
	13#	1	21°05'10.23"	110°24'44.20"
	14#	1	21°05'32.28"	110°24'21.51"

图 6.8-2　　采样点位布设图

6.8.3.2　检测项目及方法

检测项目包括：汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷、硫化物、石油类、多氯联

苯、γ 辐射剂量率、有机碳、六六六、滴滴涕、粪大肠菌群、相对密度共 16 项指标。填充物理化性质检测方法按照 GB30736-2014 进行。

6.8.3.3 检测结果

工程围填海填充物质成分检测结果见表 6.8-14。

表 6.8-14　　工程围填海填充物质成分检测结果

采样点位	采样深度（cm）	有机碳（%）	硫化物 ($\times10^{-6}$)	六六六 ($\times10^{-6}$)	滴滴涕 ($\times10^{-6}$)	多氯联苯 ($\times10^{-6}$)	石油类 ($\times10^{-6}$)	粪大肠菌群 (个/g湿重)	汞 ($\times10^{-6}$)	砷 ($\times10^{-6}$)	铜 ($\times10^{-6}$)	铅 ($\times10^{-6}$)	镉 ($\times10^{-6}$)	锌 ($\times10^{-6}$)	铬 ($\times10^{-6}$)	相对密度	γ辐射剂量率 (nGy/h)
1#	0-20	0.50	9.7	0.014	ND	0.006	27.2	未检出	0.102	19.6	45.1	3.1	0.06	69.8	69.6	2.5	44
	50-80	0.53	9.9	0.022	ND	0.006	23.0	未检出	0.103	19.4	25.1	3.3	0.07	68.6	67.9	2.5	69
	100-140	0.78	15.5	0.009	ND	0.007	111	未检出	0.139	15.2	8.2	4.7	0.04	107	76.2	2.4	51
	150-180	0.79	13.7	0.007	ND	0.009	170	未检出	0.082	12.9	7.0	4.8	0.06	108	67.8	2.5	57
	200-230	1.01	37.6	0.015	ND	0.010	105	未检出	0.114	16.8	8.9	4.9	0.07	116	78.4	2.4	81
	250-280	1.10	38.6	0.009	ND	0.007	197	未检出	0.064	17.1	8.4	4.6	ND	105	76.4	2.2	88
	300-330	1.03	16.9	0.002	ND	0.009	232	未检出	0.119	12.3	5.8	3.2	ND	69.6	58.3	2.5	79
	350-380	0.35	17.7	0.019	ND	0.006	18.7	未检出	0.068	12.7	4.9	2.8	0.05	48.4	20.6	2.6	80
	400-430	0.85	36.7	0.018	ND	0.008	54.5	未检出	0.032	5.31	3.5	2.9	ND	44.3	34.8	2.5	56
	450-480	1.68	52.1	0.008	ND	0.009	488	未检出	0.059	14.4	3.9	2.5	ND	50.6	46.0	2.1	75
	500-580	0.77	62.3	0.021	ND	0.007	207	未检出	0.137	15.1	6.9	3.5	ND	60.7	48.1	2.6	67
	550-580	0.68	5.5	0.013	ND	0.008	47.5	未检出	0.091	12.2	3.6	2.2	ND	48.0	50.9	2.6	70
	600-630	0.82	2.9	0.010	ND	0.007	8.7	未检出	0.114	9.51	4.3	3.8	ND	46.6	36.9	2.6	45
	650-680	0.88	0.8	0.004	ND	0.008	10.1	未检出	0.109	11.7	3.7	3.5	ND	44.2	34.8	2.6	81
	700-730	0.92	0.6	0.016	ND	0.008	9.2	未检出	0.077	6.36	4.5	5.5	ND	41.6	35.5	2.6	88

采样点位	采样深度（cm）	有机碳（%）	硫化物 ($\times10^{-6}$)	六六六 ($\times10^{-6}$)	滴滴涕 ($\times10^{-6}$)	多氯联苯 ($\times10^{-6}$)	石油类 ($\times10^{-6}$)	粪大肠菌群 (个/g湿重)	汞 ($\times10^{-6}$)	砷 ($\times10^{-6}$)	铜 ($\times10^{-6}$)	铅 ($\times10^{-6}$)	镉 ($\times10^{-6}$)	锌 ($\times10^{-6}$)	铬 ($\times10^{-6}$)	相对密度	γ辐射剂量率 (nGy/h)
2#	0-20	0.31	1.9	0.006	ND	0.010	ND	未检出	0.029	3.59	5.4	3.3	0.05	93.3	66.5	2.7	72
	50-80	0.16	3.3	0.011	ND	0.007	3.1	未检出	0.083	8.42	83.0	2.0	0.10	102	70.5	2.6	85
	100-140	0.39	1.6	0.020	ND	0.007	ND	未检出	0.016	6.72	10.8	2.2	0.16	45.7	33.1	2.6	65
	150-180	0.11	1.9	0.015	ND	0.005	ND	未检出	0.053	6.71	5.7	1.5	0.14	28.7	65.4	2.6	57
	200-230	0.59	1.4	0.007	ND	0.007	8.6	未检出	0.065	4.98	27.3	1.5	0.30	66.5	74.4	2.7	62
	250-280	0.38	1.7	0.016	ND	0.008	26.1	未检出	0.088	3.28	41.2	1.7	0.29	54.7	72.0	2.6	77
	300-330	0.81	1.5	0.026	ND	0.008	ND	未检出	0.108	2.63	29.7	1.7	0.26	33.8	28.5	2.6	77
	350-380	0.73	1.9	0.020	ND	0.008	10.8	未检出	0.042	4.25	29.8	1.6	0.25	36.4	39.5	2.6	70
	400-430	0.46	2.5	0.011	ND	0.007	9.5	未检出	0.061	6.39	29.9	2.1	0.31	44.9	39.5	2.6	81
	450-480	0.35	3.5	0.022	ND	0.008	ND	未检出	0.028	3.80	5.6	1.4	ND	25.6	27.2	2.6	83
	500-580	0.42	2.8	0.007	ND	0.010	ND	未检出	0.051	4.75	4.1	2.0	ND	36.6	26.5	2.6	67
	550-580	0.28	3.1	0.019	ND	0.007	ND	未检出	0.120	3.15	3.4	1.7	ND	34.5	27.5	2.6	80
	600-630	0.82	4.0	0.014	ND	0.006	5.6	未检出	0.125	2.62	5.3	2.0	ND	32.4	25.2	2.6	54
	650-680	0.47	4.5	0.007	ND	0.007	ND	未检出	0.144	4.58	5.4	1.7	ND	34.1	29.4	2.6	43
	700-730	0.43	7.3	0.014	ND	0.006	3.5	未检出	0.055	6.02	23.0	1.8	ND	37.8	24.4	2.6	74
	750-780	0.32	6.7	0.007	ND	0.005	ND	未检出	0.040	1.78	3.3	1.6	ND	45.7	27.5	2.6	62

采样点位	采样深度（cm）	有机碳（%）	硫化物 ($\times10^{-6}$)	六六六 ($\times10^{-6}$)	滴滴涕 ($\times10^{-6}$)	多氯联苯 ($\times10^{-6}$)	石油类 ($\times10^{-6}$)	粪大肠菌群 (个/g湿重)	汞 ($\times10^{-6}$)	砷 ($\times10^{-6}$)	铜 ($\times10^{-6}$)	铅 ($\times10^{-6}$)	镉 ($\times10^{-6}$)	锌 ($\times10^{-6}$)	铬 ($\times10^{-6}$)	相对密度	γ辐射剂量率 (nGy/h)
3#	0-20	0.11	1.2	0.022	ND	0.006	20.9	未检出	0.146	1.46	18.9	3.0	0.04	51.2	59.6	2.5	48
	50-80	0.27	0.9	0.015	ND	0.006	12.4	未检出	0.050	5.49	12.0	2.4	ND	45.5	46.2	2.6	51
	100-140	0.55	1.4	0.016	ND	0.007	7.7	未检出	0.067	8.95	4.8	1.8	ND	42.6	31.7	2.6	86
	150-180	0.45	1.8	0.009	ND	0.007	10.5	未检出	0.153	5.96	3.8	2.5	ND	47.2	29.2	2.5	57
	200-230	0.70	4.3	0.007	ND	0.009	73.7	未检出	0.088	9.81	33.1	2.8	ND	47.8	29.2	2.5	63
	250-280	0.30	3.8	0.018	ND	0.009	19.3	未检出	0.153	5.07	5.7	2.6	ND	40.3	24.2	2.5	80
	300-330	0.40	4.2	0.012	ND	0.007	66.2	未检出	0.072	10.9	8.7	2.9	ND	51.0	33.6	2.5	53
	350-380	0.70	4.6	0.008	ND	0.009	41.7	未检出	0.054	11.8	11.0	3.8	ND	58.0	43.8	2.3	79
	400-430	0.64	5.1	0.015	ND	0.008	18.7	未检出	0.050	6.44	3.6	3.2	ND	59.5	36.2	2.5	68
	450-480	0.18	4.6	0.022	ND	0.007	11.3	未检出	0.062	9.95	4.4	3.5	ND	61.3	36.9	2.5	48
	500-580	0.90	2.9	0.034	ND	0.007	4.7	未检出	0.123	11.2	5.3	2.0	0.08	31.6	33.4	2.6	67
	550-580	0.09	2.4	0.013	ND	0.007	3.1	未检出	0.070	2.56	2.5	1.8	ND	32.3	35.2	2.6	71
	600-630	0.10	1.1	0.014	ND	0.006	3.1	未检出	0.040	2.18	2.4	1.8	ND	31.1	29.9	2.6	88
	650-680	0.28	1.9	0.016	ND	0.010	4.9	未检出	0.059	3.85	4.8	3.5	ND	62.0	40.2	2.6	61
	700-730	0.40	3.5	0.005	ND	0.008	40.5	未检出	0.063	1.83	3.1	1.9	ND	34.2	22.5	2.5	89

采样点位	采样深度（cm）	有机碳（%）	硫化物 (×10^{-6})	六六六 (×10^{-6})	滴滴涕 (×10^{-6})	多氯联苯 (×10^{-6})	石油类 (×10^{-6})	粪大肠菌群 (个/g湿重)	汞 (×10^{-6})	砷 (×10^{-6})	铜 (×10^{-6})	铅 (×10^{-6})	镉 (×10^{-6})	锌 (×10^{-6})	铬 (×10^{-6})	相对密度	γ辐射剂量率 (nGy/h)
4#	0-20	0.60	2.1	0.020	ND	0.008	6.7	未检出	0.023	11.6	13.5	2.7	0.06	23.9	39.2	2.5	91
	50-80	1.20	3.7	0.021	ND	0.008	4.9	未检出	0.025	12.6	3.1	2.1	ND	40.9	26.1	2.4	64
	100-140	1.19	2.8	0.011	ND	0.008	11.8	未检出	0.064	17.8	23.5	1.7	0.12	14.5	22.2	2.6	49
	150-180	0.74	3.8	0.014	ND	0.010	3.1	未检出	0.022	13.5	7.4	4.6	0.08	54.9	39.3	2.5	52
	200-230	0.54	3.6	0.015	ND	0.008	9.5	未检出	0.010	12.1	6.3	2.8	ND	44.7	29.9	2.6	61
	250-280	1.34	4.1	0.010	ND	0.005	7.2	未检出	0.039	9.69	5.9	3.3	ND	56.4	41.1	2.6	66
	300-330	0.69	3.2	0.020	ND	0.008	7.2	未检出	0.090	16.6	11.6	3.2	0.18	60.4	41.8	2.6	63
	350-380	0.60	4.9	0.012	ND	0.008	8.2	未检出	0.013	18.3	7.5	2.5	0.18	57.6	40.3	2.6	69
	400-430	0.91	3.8	0.018	ND	0.007	5.4	未检出	0.018	19.1	3.0	1.4	0.07	31.7	24.8	2.7	65
	450-480	0.56	3.0	0.043	ND	0.008	8.6	未检出	0.071	18.2	3.1	1.7	0.10	37.6	25.8	2.5	68
	500-580	0.84	2.9	0.005	ND	0.006	16.4	未检出	0.064	17.6	2.3	1.8	ND	27.8	28.1	2.5	71
	550-580	0.44	4.5	0.024	ND	0.007	21.2	未检出	0.132	12.8	1.5	1.2	ND	24.8	20.9	2.6	75
	600-630	0.64	5.0	0.018	ND	0.007	ND	未检出	0.033	6.51	2.1	2.0	ND	46.4	31.3	2.5	77
	650-680	0.47	5.5	0.046	ND	0.007	ND	未检出	0.031	4.53	0.7	0.8	ND	30.3	14.9	2.6	74
	700-730	0.56	4.4	0.014	ND	0.006	6.7	未检出	0.132	4.66	2.4	1.6	ND	22.2	17.8	2.6	78

采样点位	采样深度（cm）	有机碳（%）	硫化物 (×10^{-6})	六六六 (×10^{-6})	滴滴涕 (×10^{-6})	多氯联苯 (×10^{-6})	石油类 (×10^{-6})	粪大肠菌群 (个/g湿重)	汞 (×10^{-6})	砷 (×10^{-6})	铜 (×10^{-6})	铅 (×10^{-6})	镉 (×10^{-6})	锌 (×10^{-6})	铬 (×10^{-6})	相对密度	γ辐射剂量率 (nGy/h)
5#	0-20	0.28	ND	0.046	ND	0.004	8.3	未检出	0.035	0.88	82.0	1.1	0.35	107	59.6	2.8	44
	50-80	0.29	1.2	0.027	ND	0.006	9.1	未检出	0.038	10.7	22.7	3.0	0.18	64.0	67.6	2.6	45
	100-140	0.17	0.5	0.012	ND	0.007	19.8	未检出	0.026	9.35	34.9	3.2	0.25	85.5	72.8	2.6	44
	150-180	0.21	0.4	0.018	ND	0.007	39.7	未检出	0.036	11.3	20.9	2.9	0.16	48.1	53.4	2.6	49
	200-230	0.11	ND	0.018	ND	0.006	16.5	未检出	0.066	10.1	3.5	3.0	ND	38.8	31.3	2.6	48
	250-280	0.16	ND	0.018	ND	0.008	6.3	未检出	0.141	10.5	2.4	2.5	ND	35.2	29.4	2.6	51
	300-330	0.26	0.5	0.016	ND	0.006	3.4	未检出	0.085	13.4	6.4	2.5	ND	27.3	37.0	2.6	55
	350-380	0.35	ND	0.024	ND	0.008	3.5	未检出	0.108	7.80	1.7	2.2	ND	20.7	27.0	2.6	58
	400-430	0.25	ND	0.054	ND	0.006	10.9	未检出	0.131	8.45	1.3	1.4	ND	23.8	19.1	2.6	59
	450-480	0.06	0.5	0.019	ND	0.007	5.4	未检出	0.126	9.08	58.0	2.7	0.18	52.2	39.2	2.6	57
	500-580	0.11	0.5	0.027	ND	0.008	ND	未检出	0.127	2.84	8.1	2.2	0.16	31.1	30.8	2.6	55
	550-580	0.18	0.4	0.020	ND	0.007	3.5	未检出	0.119	4.18	6.9	1.9	0.19	26.0	29.0	2.6	62
	600-630	0.10	0.4	0.017	ND	0.006	ND	未检出	0.039	2.94	4.5	2.1	0.05	25.1	30.2	2.6	65
	650-680	0.19	ND	0.024	ND	0.008	ND	未检出	0.107	1.85	2.0	2.4	0.20	23.1	26.4	2.5	67
	700-730	0.14	0.4	0.013	ND	0.008	8.1	未检出	0.107	2.45	6.3	3.4	0.12	67.5	67.1	2.6	63
	750-780	0.12	0.3	0.017	ND	0.007	ND	未检出	0.118	2.89	4.0	2.5	ND	24.8	27.0	2.6	65

采样点位	采样深度（cm）	有机碳（%）	硫化物 ($\times10^{-6}$)	六六六 ($\times10^{-6}$)	滴滴涕 ($\times10^{-6}$)	多氯联苯 ($\times10^{-6}$)	石油类 ($\times10^{-6}$)	粪大肠菌群 (个/g湿重)	汞 ($\times10^{-6}$)	砷 ($\times10^{-6}$)	铜 ($\times10^{-6}$)	铅 ($\times10^{-6}$)	镉 ($\times10^{-6}$)	锌 ($\times10^{-6}$)	铬 ($\times10^{-6}$)	相对密度	γ辐射剂量率 (nGy/h)
6#	0-20	0.30	1.5	0.015	ND	0.009	5.9	未检出	0.109	12.2	6.1	4.7	ND	86.7	64.1	2.4	66
	50-80	0.26	3.6	0.036	ND	0.011	ND	未检出	0.126	7.92	3.6	3.4	ND	36.5	42.6	2.6	61
	100-140	0.13	1.3	0.064	ND	0.007	3.5	未检出	0.113	6.54	2.3	1.8	ND	24.5	26.9	2.6	71
	150-180	0.45	1.2	0.020	ND	0.013	11.4	未检出	0.105	13.7	3.0	2.3	ND	39.8	37.9	2.6	66
	200-230	0.64	1.1	0.014	ND	0.008	10.4	未检出	0.101	9.32	10.5	2.5	0.12	34.1	29.9	2.6	72
	250-280	0.15	1.4	0.012	ND	0.008	7.3	未检出	0.121	16.9	17.7	3.8	0.10	47.6	58.0	2.6	75
	300-330	0.13	4.8	0.011	ND	0.008	11.0	未检出	0.051	16.7	7.5	4.7	ND	74.4	63.3	2.6	73
	350-380	0.21	4.6	0.013	ND	0.009	6.3	未检出	0.025	14.8	17.3	2.3	0.11	43.0	30.8	2.6	77
	400-430	0.27	3.4	0.017	ND	0.006	7.6	未检出	0.144	7.41	6.0	1.6	0.09	25.7	27.3	2.6	79
	450-480	0.11	4.5	0.019	ND	0.009	4.0	未检出	0.100	12.9	1.7	1.6	ND	16.6	25.1	2.6	80
	500-580	0.67	9.5	0.017	ND	0.008	14.3	未检出	0.039	3.25	4.6	2.9	ND	116	65.5	2.5	72
	550-580	0.50	4.6	0.022	ND	0.008	3.7	未检出	0.116	6.48	3.2	2.0	ND	41.7	18.0	2.6	79
	600-630	0.19	6.0	0.064	ND	0.008	16.6	未检出	0.043	15.5	3.5	2.9	ND	75.0	39.0	2.7	82
	650-680	0.10	4.4	0.005	ND	0.009	10.9	未检出	0.064	6.23	2.4	2.3	ND	38.6	9.4	2.6	84
	700-730	0.32	3.6	0.007	ND	0.010	6.3	未检出	0.034	7.45	1.7	2.4	ND	30.2	28.9	2.6	86

采样点位	采样深度（cm）	有机碳（%）	硫化物 (×10^{-6})	六六六 (×10^{-6})	滴滴涕 (×10^{-6})	多氯联苯 (×10^{-6})	石油类 (×10^{-6})	粪大肠菌群 (个/g湿重)	汞 (×10^{-6})	砷 (×10^{-6})	铜 (×10^{-6})	铅 (×10^{-6})	镉 (×10^{-6})	锌 (×10^{-6})	铬 (×10^{-6})	相对密度	γ辐射剂量率 (nGy/h)
7#	0-20	0.15	ND	0.005	ND	0.007	12.4	未检出	0.035	4.83	2.0	2.1	ND	26.6	29.1	2.6	49
	50-80	0.27	ND	0.037	ND	0.007	6.3	未检出	0.033	4.31	3.5	1.8	0.05	45.4	19.7	2.6	47
	100-140	0.34	ND	0.005	ND	0.008	15.4	未检出	0.032	3.74	3.4	1.4	0.05	26.2	20.2	2.6	45
	150-180	0.67	ND	0.013	ND	0.007	9.0	未检出	0.016	4.77	6.5	0.9	0.11	15.5	18.1	2.6	50
	200-230	0.24	0.4	0.015	ND	0.007	5.8	未检出	0.034	3.00	22.4	1.4	0.18	23.4	24.6	2.6	53
	250-280	0.32	0.5	0.019	ND	0.007	10.8	未检出	0.074	3.28	23.7	1.7	0.10	28.9	28.4	2.6	57
	300-330	0.75	1.8	0.020	ND	0.010	14.4	未检出	0.078	12.2	5.6	4.2	ND	118	18.8	2.2	59
	350-380	0.21	0.6	0.011	ND	0.007	5.3	未检出	0.102	2.85	3.4	1.5	ND	13.6	19.0	2.6	56
	400-430	0.27	0.6	0.016	ND	0.010	4.4	未检出	0.016	1.76	2.8	1.2	ND	21.0	6.0	2.6	58
	450-480	0.39	1.2	0.012	ND	0.008	15.9	未检出	0.026	1.74	4.6	1.4	0.04	15.1	19.2	2.6	71
	500-580	0.29	0.6	0.021	ND	0.011	6.3	未检出	0.061	3.59	1.6	1.4	ND	19.7	6.8	2.6	63
	550-580	0.23	0.7	0.009	ND	0.009	6.7	未检出	0.023	1.29	1.3	1.3	ND	20.2	16.6	2.6	68
	600-630	0.28	0.5	0.005	ND	0.007	9.0	未检出	0.030	2.25	11.4	1.1	ND	17.0	20.9	2.6	81
	650-680	0.25	0.6	0.012	ND	0.007	15.4	未检出	0.020	2.28	1.6	1.5	ND	16.9	16.1	2.6	88
	700-730	0.12	0.8	0.015	ND	0.007	3.5	未检出	0.054	6.64	1.0	1.2	ND	18.3	13.7	2.6	79
	750-780	0.21	1.6	0.011	ND	0.006	4.5	未检出	0.124	3.84	8.6	1.9	ND	22.0	28.4	2.6	73

采样点位	采样深度（cm）	有机碳（%）	硫化物 (×10^{-6})	六六六 (×10^{-6})	滴滴涕 (×10^{-6})	多氯联苯 (×10^{-6})	石油类 (×10^{-6})	粪大肠菌群 (个/g湿重)	汞 (×10^{-6})	砷 (×10^{-6})	铜 (×10^{-6})	铅 (×10^{-6})	镉 (×10^{-6})	锌 (×10^{-6})	铬 (×10^{-6})	相对密度	γ辐射剂量率 (nGy/h)
8#	0-20	0.39	ND	0.005	ND	0.008	ND	未检出	0.019	3.29	10.5	2.0	ND	53.9	69.3	2.6	58
9#	0-20	0.18	ND	0.031	ND	0.010	3.5	未检出	0.030	2.13	9.8	1.8	ND	53.2	72.9	2.6	41
10#	0-20	0.09	ND	0.018	ND	0.009	5.3	未检出	0.024	6.64	8.6	1.8	0.09	23.5	33.4	2.7	65
11#	0-20	0.21	0.5	0.010	ND	0.008	7.1	未检出	0.026	3.63	2.1	1.0	ND	13.9	19.9	2.6	72
12#	0-20	0.30	ND	0.021	ND	0.006	5.9	未检出	0.041	12.0	3.4	3.0	ND	39.5	52.8	2.5	54
13#	0-20	0.20	ND	0.037	ND	0.008	3.5	未检出	0.020	3.19	1.6	1.7	ND	20.8	16.2	2.6	48
14#	0-20	0.48	4.8	0.012	ND	0.007	17.3	未检出	0.079	12.0	15.2	4.2	0.06	95.2	72.8	2.5	83
备注			1.“ND”表示未检出或小于方法检出限，检出限值见分析方法附表；2.以上检测结果为干基含量（除粪大肠菌群：湿重）。														

6.8.3.4 评价标准

本工程位于东海岛北部工业与城镇用海区，沉积物质量要求为二类。根据《围填海工程填充物质成分限制》要求，围堤工程区和填海工程区填充物质成分均应满足第二类围填海填充物质标准，见表 6.8-15。

表 6.8-15 围填海工程填充物成分限值

序号	指标	第一类	第二类	第三类
1	材质	不应含有冶金废料、采矿废料、燃料废料、化工废料、城市生活垃圾(惰性拆建物料除外)、危险废物、农业垃圾、木质废料、明显的大型植物碎屑和动物尸体等损害海洋环境质量的物质		
2	气味	无异味、异臭		
3	块体大小	单块体重量符合围海工程中堤坝或围堰的设计要求		
4	相对密度	大于施工海域的海水相对密度		
5	ω_d(Hg)($\times10^{-6}$)	0.20	0.50	1.20
6	ω_d(Cd)($\times10^{-6}$)	0.50	1.50	6.00
7	ω_d(Pb)($\times10^{-6}$)	60.0	130.0	300.0
8	ω_d(Zn)($\times10^{-6}$)	150.0	350.0	720.0
9	ω_d(Cu)($\times10^{-6}$)	35.0	100.0	240.0
10	ω_d(Cr)($\times10^{-6}$)	80.0	150.0	324.0
11	ω_d(As)($\times10^{-6}$)	20.0	65.0	112.0
12	ω_d(OC)($\times10^{-2}$)	2.0	3.0	5.0
13	ω_d(S^{2-})($\times10^{-6}$)	300.0	500.0	720.0
14	ω_d(oil)($\times10^{-6}$)	500.0	1 000.0	1 800.0
15	ω_d(666)($\times10^{-6}$)	0.50	1.00	1.80
16	ω_d(DDT)($\times10^{-6}$)	0.02	0.05	0.12
17	ω_d(PCB_s)($\times10^{-6}$)	0.02	0.20	0.72
18	大肠菌群湿重比个数/(个/g,湿重)	200		
19	γ辐射剂量率/(nGy/h)	不大于围填海工程实施前一定区域范围γ辐射剂量率的环境背景值		

6.8.3.5 评价结果

根据工程围填海填充物质成分检测结果，采用单因子标准指数法评价，评价结果见表 6.8-16。

表 6.8-16　　工程围填海填充物质成分评价结果

采样点位	采样深度（cm）	有机碳	硫化物	六六六	多氯联苯	石油类	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
1#	0-20	0.1667	0.0194	0.0140	0.0300	0.0544	0.2040	0.3015	0.4510	0.0238	0.0400	0.1994	0.4640
	50-80	0.1767	0.0198	0.0220	0.0300	0.0460	0.2060	0.2985	0.2510	0.0254	0.0467	0.1960	0.4527
	100-140	0.2600	0.0310	0.0090	0.0350	0.2220	0.2780	0.2338	0.0820	0.0362	0.0267	0.3057	0.5080
	150-180	0.2633	0.0274	0.0070	0.0450	0.3400	0.1640	0.1985	0.0700	0.0369	0.0400	0.3086	0.4520
	200-230	0.3367	0.0752	0.0150	0.0500	0.2100	0.2280	0.2585	0.0890	0.0377	0.0467	0.3314	0.5227
	250-280	0.3667	0.0772	0.0090	0.0350	0.3940	0.1280	0.2631	0.0840	0.0354	ND	0.3000	0.5093
	300-330	0.3433	0.0338	0.0020	0.0450	0.4640	0.2380	0.1892	0.0580	0.0246	ND	0.1989	0.3887
	350-380	0.1167	0.0354	0.0190	0.0300	0.0374	0.1360	0.1954	0.0490	0.0215	0.0333	0.1383	0.1373
	400-430	0.2833	0.0734	0.0180	0.0400	0.1090	0.0640	0.0817	0.0350	0.0223	ND	0.1266	0.2320
	450-480	0.5600	0.1042	0.0080	0.0450	0.9760	0.1180	0.2215	0.0390	0.0192	ND	0.1446	0.3067
	500-580	0.2567	0.1246	0.0210	0.0350	0.4140	0.2740	0.2323	0.0690	0.0269	ND	0.1734	0.3207
	550-580	0.2267	0.0110	0.0130	0.0400	0.0950	0.1820	0.1877	0.0360	0.0169	ND	0.1371	0.3393
	600-630	0.2733	0.0058	0.0100	0.0350	0.0174	0.2280	0.1463	0.0430	0.0292	ND	0.1331	0.2460
	650-680	0.2933	0.0016	0.0040	0.0400	0.0202	0.2180	0.1800	0.0370	0.0269	ND	0.1263	0.2320
	700-730	0.3067	0.0012	0.0160	0.0400	0.0184	0.1540	0.0978	0.0450	0.0423	ND	0.1189	0.2367
2#	0-20	0.1033	0.0038	0.0060	0.05	ND	0.0580	0.0552	0.0540	0.0254	0.0333	0.2666	0.4433
	50-80	0.0533	0.0066	0.0110	0.035	0.0062	0.1660	0.1295	0.8300	0.0154	0.0667	0.2914	0.4700
	100-140	0.1300	0.0032	0.0200	0.035	ND	0.0320	0.1034	0.1080	0.0169	0.1067	0.1306	0.2207
	150-180	0.0367	0.0038	0.0150	0.025	ND	0.1060	0.1032	0.0570	0.0115	0.0933	0.0820	0.4360
	200-230	0.1967	0.0028	0.0070	0.035	0.0172	0.1300	0.0766	0.2730	0.0115	0.2000	0.1900	0.4960

采样点位	采样深度（cm）	有机碳	硫化物	六六六	多氯联苯	石油类	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
2#	250-280	0.1267	0.0034	0.0160	0.04	0.0522	0.1760	0.0505	0.4120	0.0131	0.1933	0.1563	0.4800
	300-330	0.2700	0.0030	0.0260	0.04	ND	0.2160	0.0405	0.2970	0.0131	0.1733	0.0966	0.1900
	350-380	0.2433	0.0038	0.0200	0.04	0.0216	0.0840	0.0654	0.2980	0.0123	0.1667	0.1040	0.2633
	400-430	0.1533	0.0050	0.0110	0.035	0.0190	0.1220	0.0983	0.2990	0.0162	0.2067	0.1283	0.2633
	450-480	0.1167	0.0070	0.0220	0.04	ND	0.0560	0.0585	0.0560	0.0108	ND	0.0731	0.1813
	500-580	0.1400	0.0056	0.0070	0.05	ND	0.1020	0.0731	0.0410	0.0154	ND	0.1046	0.1767
	550-580	0.0933	0.0062	0.0190	0.035	ND	0.2400	0.0485	0.0340	0.0131	ND	0.0986	0.1833
	600-630	0.2733	0.0080	0.0140	0.03	0.0112	0.2500	0.0403	0.0530	0.0154	ND	0.0926	0.1680
	650-680	0.1567	0.0090	0.0070	0.035	ND	0.2880	0.0705	0.0540	0.0131	ND	0.0974	0.1960
	700-730	0.1433	0.0146	0.0140	0.03	0.0070	0.1100	0.0926	0.2300	0.0138	ND	0.1080	0.1627
	750-780	0.1067	0.0134	0.0070	0.025	ND	0.0800	0.0274	0.0330	0.0123	ND	0.1306	0.1833
3#	0-20	0.0367	0.0024	0.0220	0.03	0.0418	0.2920	0.0225	0.1890	0.0231	0.0267	0.1463	0.3973
	50-80	0.0900	0.0018	0.0150	0.03	0.0248	0.1000	0.0845	0.1200	0.0185	ND	0.1300	0.3080
	100-140	0.1833	0.0028	0.0160	0.035	0.0154	0.1340	0.1377	0.0480	0.0138	ND	0.1217	0.2113
	150-180	0.1500	0.0036	0.0090	0.035	0.0210	0.3060	0.0917	0.0380	0.0192	ND	0.1349	0.1947
	200-230	0.2333	0.0086	0.0070	0.045	0.1474	0.1760	0.1509	0.3310	0.0215	ND	0.1366	0.1947
	250-280	0.1000	0.0076	0.0180	0.045	0.0386	0.3060	0.0780	0.0570	0.0200	ND	0.1151	0.1613
	300-330	0.1333	0.0084	0.0120	0.035	0.1324	0.1440	0.1677	0.0870	0.0223	ND	0.1457	0.2240
	350-380	0.2333	0.0092	0.0080	0.045	0.0834	0.1080	0.1815	0.1100	0.0292	ND	0.1657	0.2920
	400-430	0.2133	0.0102	0.0150	0.04	0.0374	0.1000	0.0991	0.0360	0.0246	ND	0.1700	0.2413
	450-480	0.0600	0.0092	0.0220	0.035	0.0226	0.1240	0.1531	0.0440	0.0269	ND	0.1751	0.2460
	500-580	0.3000	0.0058	0.0340	0.035	0.0094	0.2460	0.1723	0.0530	0.0154	0.0533	0.0903	0.2227
	550-580	0.0300	0.0048	0.0130	0.035	0.0062	0.1400	0.0394	0.0250	0.0138	ND	0.0923	0.2347

采样点位	采样深度（cm）	有机碳	硫化物	六六六	多氯联苯	石油类	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
3#	600-630	0.0333	0.0022	0.0140	0.03	0.0062	0.0800	0.0335	0.0240	0.0138	ND	0.0889	0.1993
	650-680	0.0933	0.0038	0.0160	0.05	0.0098	0.1180	0.0592	0.0480	0.0269	ND	0.1771	0.2680
	700-730	0.1333	0.0070	0.0050	0.04	0.0810	0.1260	0.0282	0.0310	0.0146	ND	0.0977	0.1500
4#	0-20	0.2000	0.0042	0.0200	0.0400	0.0134	0.0460	0.1785	0.1350	0.0208	0.0400	0.0683	0.2613
	50-80	0.4000	0.0074	0.0210	0.0400	0.0098	0.0500	0.1938	0.0310	0.0162	ND	0.1169	0.1740
	100-140	0.3967	0.0056	0.0110	0.0400	0.0236	0.1280	0.2738	0.2350	0.0131	0.0800	0.0414	0.1480
	150-180	0.2467	0.0076	0.0140	0.0500	0.0062	0.0440	0.2077	0.0740	0.0354	0.0533	0.1569	0.2620
	200-230	0.1800	0.0072	0.0150	0.0400	0.0190	0.0200	0.1862	0.0630	0.0215	ND	0.1277	0.1993
	250-280	0.4467	0.0082	0.0100	0.0250	0.0144	0.0780	0.1491	0.0590	0.0254	ND	0.1611	0.2740
	300-330	0.2300	0.0064	0.0200	0.0400	0.0144	0.1800	0.2554	0.1160	0.0246	0.1200	0.1726	0.2787
	350-380	0.2000	0.0098	0.0120	0.0400	0.0164	0.0260	0.2815	0.0750	0.0192	0.1200	0.1646	0.2687
	400-430	0.3033	0.0076	0.0180	0.0350	0.0108	0.0360	0.2938	0.0300	0.0108	0.0467	0.0906	0.1653
	450-480	0.1867	0.0060	0.0430	0.0400	0.0172	0.1420	0.2800	0.0310	0.0131	0.0667	0.1074	0.1720
	500-580	0.2800	0.0058	0.0050	0.0300	0.0328	0.1280	0.2708	0.0230	0.0138	ND	0.0794	0.1873
	550-580	0.1467	0.0090	0.0240	0.0350	0.0424	0.2640	0.1969	0.0150	0.0092	ND	0.0709	0.1393
	600-630	0.2133	0.0100	0.0180	0.0350	ND	0.0660	0.1002	0.0210	0.0154	ND	0.1326	0.2087
	650-680	0.1567	0.0110	0.0460	0.0350	ND	0.0620	0.0697	0.0070	0.0062	ND	0.0866	0.0993
	700-730	0.1867	0.0088	0.0140	0.0300	0.0134	0.2640	0.0717	0.0240	0.0123	ND	0.0634	0.1187
5#	0-20	0.0933	ND	0.0460	0.0200	0.0166	0.0700	0.0135	0.8200	0.0085	0.2333	0.3057	0.3973
	50-80	0.0967	0.0024	0.0270	0.0300	0.0182	0.0760	0.1646	0.2270	0.0231	0.1200	0.1829	0.4507
	100-140	0.0567	0.0010	0.0120	0.0350	0.0396	0.0520	0.1438	0.3490	0.0246	0.1667	0.2443	0.4853
	150-180	0.0700	0.0008	0.0180	0.0350	0.0794	0.0720	0.1738	0.2090	0.0223	0.1067	0.1374	0.3560
	200-230	0.0367	ND	0.0180	0.0300	0.0330	0.1320	0.1554	0.0350	0.0231	ND	0.1109	0.2087

采样点位	采样深度（cm）	有机碳	硫化物	六六六	多氯联苯	石油类	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
5#	250-280	0.0533	ND	0.0180	0.0400	0.0126	0.2820	0.1615	0.0240	0.0192	ND	0.1006	0.1960
	300-330	0.0867	0.0010	0.0160	0.0300	0.0068	0.1700	0.2062	0.0640	0.0192	ND	0.0780	0.2467
	350-380	0.1167	ND	0.0240	0.0400	0.0070	0.2160	0.1200	0.0170	0.0169	ND	0.0591	0.1800
	400-430	0.0833	ND	0.0540	0.0300	0.0218	0.2620	0.1300	0.0130	0.0108	ND	0.0680	0.1273
	450-480	0.0200	0.0010	0.0190	0.0350	0.0108	0.2520	0.1397	0.5800	0.0208	0.1200	0.1491	0.2613
	500-580	0.0367	0.0010	0.0270	0.0400	ND	0.2540	0.0437	0.0810	0.0169	0.1067	0.0889	0.2053
	550-580	0.0600	0.0008	0.0200	0.0350	0.0070	0.2380	0.0643	0.0690	0.0146	0.1267	0.0743	0.1933
	600-630	0.0333	0.0008	0.0170	0.0300	ND	0.0780	0.0452	0.0450	0.0162	0.0333	0.0717	0.2013
	650-680	0.0633	ND	0.0240	0.0400	ND	0.2140	0.0285	0.0200	0.0185	0.1333	0.0660	0.1760
	700-730	0.0467	0.0008	0.0130	0.0400	0.0162	0.2140	0.0377	0.0630	0.0262	0.0800	0.1929	0.4473
	750-780	0.0400	0.0006	0.0170	0.0350	ND	0.2360	0.0445	0.0400	0.0192	ND	0.0709	0.1800
6#	0-20	0.1000	0.0030	0.0150	0.0450	0.0118	0.2180	0.1877	0.0610	0.0362	ND	0.2477	0.4273
	50-80	0.0867	0.0072	0.0360	0.0550	ND	0.2520	0.1218	0.0360	0.0262	ND	0.1043	0.2840
	100-140	0.0433	0.0026	0.0640	0.0350	0.0070	0.2260	0.1006	0.0230	0.0138	ND	0.0700	0.1793
	150-180	0.1500	0.0024	0.0200	0.0650	0.0228	0.2100	0.2108	0.0300	0.0177	ND	0.1137	0.2527
	200-230	0.2133	0.0022	0.0140	0.0400	0.0208	0.2020	0.1434	0.1050	0.0192	0.0800	0.0974	0.1993
	250-280	0.0500	0.0028	0.0120	0.0400	0.0146	0.2420	0.2600	0.1770	0.0292	0.0667	0.1360	0.3867
	300-330	0.0433	0.0096	0.0110	0.0400	0.0220	0.1020	0.2569	0.0750	0.0362	ND	0.2126	0.4220
	350-380	0.0700	0.0092	0.0130	0.0450	0.0126	0.0500	0.2277	0.1730	0.0177	0.0733	0.1229	0.2053
	400-430	0.0900	0.0068	0.0170	0.0300	0.0152	0.2880	0.1140	0.0600	0.0123	0.0600	0.0734	0.1820
	450-480	0.0367	0.0090	0.0190	0.0450	0.0080	0.2000	0.1985	0.0170	0.0123	ND	0.0474	0.1673
	500-580	0.2233	0.0190	0.0170	0.0400	0.0286	0.0780	0.0500	0.0460	0.0223	ND	0.3314	0.4367
	550-580	0.1667	0.0092	0.0220	0.0400	0.0074	0.2320	0.0997	0.0320	0.0154	ND	0.1191	0.1200

采样点位	采样深度（cm）	有机碳	硫化物	六六六	多氯联苯	石油类	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
6#	600-630	0.0633	0.0120	0.0640	0.0400	0.0332	0.0860	0.2385	0.0350	0.0223	ND	0.2143	0.2600
	650-680	0.0333	0.0088	0.0050	0.0450	0.0218	0.1280	0.0958	0.0240	0.0177	ND	0.1103	0.0627
	700-730	0.1067	0.0072	0.0070	0.0500	0.0126	0.0680	0.1146	0.0170	0.0185	ND	0.0863	0.1927
7#	0-20	0.0500	ND	0.0050	0.0350	0.0248	0.0700	0.0743	0.0200	0.0162	ND	0.0760	0.1940
	50-80	0.0900	ND	0.0370	0.0350	0.0126	0.0660	0.0663	0.0350	0.0138	0.0333	0.1297	0.1313
	100-140	0.1133	ND	0.0050	0.0400	0.0308	0.0640	0.0575	0.0340	0.0108	0.0333	0.0749	0.1347
	150-180	0.2233	ND	0.0130	0.0350	0.0180	0.0320	0.0734	0.0650	0.0069	0.0733	0.0443	0.1207
	200-230	0.0800	0.0008	0.0150	0.0350	0.0116	0.0680	0.0462	0.2240	0.0108	0.1200	0.0669	0.1640
	250-280	0.1067	0.0010	0.0190	0.0350	0.0216	0.1480	0.0505	0.2370	0.0131	0.0667	0.0826	0.1893
	300-330	0.2500	0.0036	0.0200	0.0500	0.0288	0.1560	0.1877	0.0560	0.0323	ND	0.3371	0.1253
	350-380	0.0700	0.0012	0.0110	0.0350	0.0106	0.2040	0.0438	0.0340	0.0115	ND	0.0389	0.1267
	400-430	0.0900	0.0012	0.0160	0.0500	0.0088	0.0320	0.0271	0.0280	0.0092	ND	0.0600	0.0400
	450-480	0.1300	0.0024	0.0120	0.0400	0.0318	0.0520	0.0268	0.0460	0.0108	0.0267	0.0431	0.1280
	500-580	0.0967	0.0012	0.0210	0.0550	0.0126	0.1220	0.0552	0.0160	0.0108	ND	0.0563	0.0453
	550-580	0.0767	0.0014	0.0090	0.0450	0.0134	0.0460	0.0198	0.0130	0.0100	ND	0.0577	0.1107
	600-630	0.0933	0.0010	0.0050	0.0350	0.0180	0.0600	0.0346	0.1140	0.0085	ND	0.0486	0.1393
	650-680	0.0833	0.0012	0.0120	0.0350	0.0308	0.0400	0.0351	0.0160	0.0115	ND	0.0483	0.1073
	700-730	0.0400	0.0016	0.0150	0.0350	0.0070	0.1080	0.1022	0.0100	0.0092	ND	0.0523	0.0913
	750-780	0.0700	0.0032	0.0110	0.0300	0.0090	0.2480	0.0591	0.0860	0.0146	ND	0.0629	0.1893
8#	0-20	0.1300	ND	0.0050	0.0400	ND	0.0380	0.0506	0.1050	0.0154	ND	0.1540	0.4620
9#	0-20	0.0600	ND	0.0310	0.0500	0.0070	0.0600	0.0328	0.0980	0.0138	ND	0.1520	0.4860
10#	0-20	0.0300	ND	0.0180	0.0450	0.0106	0.0480	0.1022	0.0860	0.0138	0.0600	0.0671	0.2227
11#	0-20	0.0700	0.0010	0.0100	0.0400	0.0142	0.0520	0.0558	0.0210	0.0077	ND	0.0397	0.1327

采样点位	采样深度（cm）	有机碳	硫化物	六六六	多氯联苯	石油类	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
12#	0-20	0.1000	ND	0.0210	0.0300	0.0118	0.0820	0.1846	0.0340	0.0231	ND	0.1129	0.3520
13#	0-20	0.0667	ND	0.0370	0.0400	0.0070	0.0400	0.0491	0.0160	0.0131	ND	0.0594	0.1080
14#	0-20	0.1600	0.0096	0.0120	0.0350	0.0346	0.1580	0.1846	0.1520	0.0323	0.0400	0.2720	0.4853

根据广东宇南检测技术有限公司于 2019 年 1 月 21 日~1 月 22 日对工程围填海填充物理化性质的检测结果，本工程区域γ辐射剂量率在 41-91nGy/h 之间，均值为 66.1nGy/h。γ 辐射剂量率评价标准为不大于围填海工程实施前一定范围内的γ辐射剂量率环境背景值。根据《2017 全国辐射环境质量报告》，2017 年距离本工程最近的茂名连续监测站γ辐射剂量率年均值为 88 nGy/h，因而工程所在位置的γ辐射剂量率低于区域环境背景值，满足γ辐射剂量率评价标准。

结合表 6.8-16 及γ辐射剂量率评价结果可知，填充物物质成分满足《围填海工程填充物质成分限值》（BG30736-2014）以及《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）第二类标准的要求。

7 环境质量回顾评价

7.1 工程施工前环境质量回顾评价

7.1.1 海洋水文动力环境回顾评价

7.1.1.1 调查时间和站位

为了解工程海域工程前水文动力环境情况，本报告收集了《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》（国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院，2012 年 9 月）中 2010 年 11 月中国科学院南海海洋研究所对工程海域开展的水文动力环境调查资料，测站布设位置见图 7.1-1。

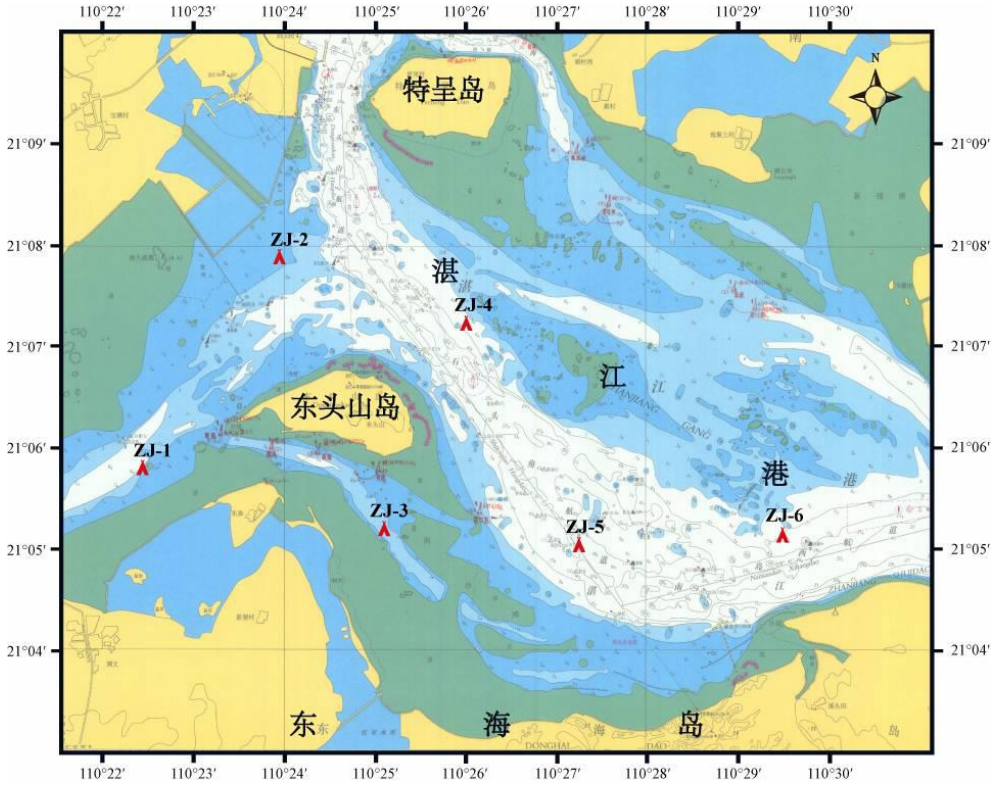


图 7.1-1　　2010 年 11 月测站布设位置图

7.1.1.2 潮流

根据中国科学院南海海洋研究所 2010 年 11 月的水文动力环境调查结果，实测涨落潮流历时、平均流速、最大值流速和流向统计表见表 7.1-1。统计资料分析显示，湛江湾内潮流主要表现为往复流，潮流与潮位有 90°的相位差，潮波在海湾内有驻波的性质，即最大张潮流或落潮流发生在中潮位。各站流向与潮位涨、落对应较好，

有明显的涨落流区分，潮流日不等现象也明显，涨潮历时一般大于落潮历时（ZJ-6 站位最明显），平均落潮流速基本大于平均涨潮流速，涨、落潮流最大流速基本相当，最大流速及平均流速沿铅直方向上流速分布基本随着水深的增加而减小。涨落潮流的流向相对集中。ZJ-5、ZJ-6 两个站位流速较大，而湾内其他站流速中等，实测最大流速出现在 ZJ-5 站的落潮时，流速最大分别为 120.8cm/s、110.0cm/s、65.4cm/s，流向为 136°、135°、134°。图 7.1-2~图 7.1-4 为各站层海流玫瑰图。

表 7.1-1　　测站涨潮流、落潮流表

测站	项目		层次		
			表层	中层	底层
ZJ-1	涨潮	流速	83.30	78.20	69.70
		流向	233.0	235.0	227.0
	落潮	流速	102.00	88.80	75.30
		流向	53.0	55.0	54.0
ZJ-2	涨潮	流速	27.40	26.20	25.00
		流向	232.0	228.0	278.0
	落潮	流速	37.80	37.70	31.50
		流向	51.0	53.0	51.0
ZJ-3	涨潮	流速	54.40	48.70	44.20
		流向	324.0	330.0	330.0
	落潮	流速	59.80	48.90	44.10
		流向	134.0	138.0	141.0
ZJ-4	涨潮	流速	47.90	44.46	39.30
		流向	324.0	318.0	309.0
	落潮	流速	65.10	56.82	49.40
		流向	132.0	142.4	136.0
ZJ-5	涨潮	流速	56.30	43.40	40.50
		流向	297.0	315.0	316.0
	落潮	流速	120.80	110.00	65.40
		流向	136.0	135.0	134.0
ZJ-6	涨潮	流速	92.80	85.20	89.00
		流向	257.0	260.0	262.0
	落潮	流速	90.20	81.50	59.20
		流向	109.0	100.0	99.0

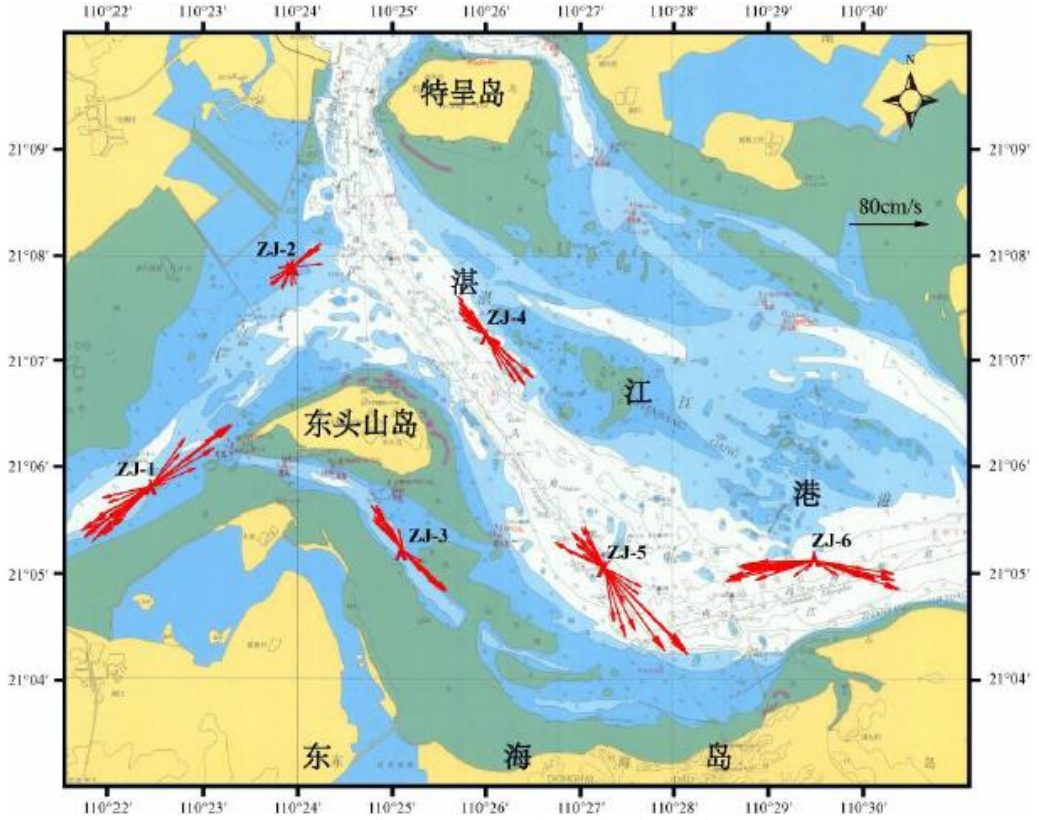


图 7.1-2　　大潮观测期表层海流玫瑰图

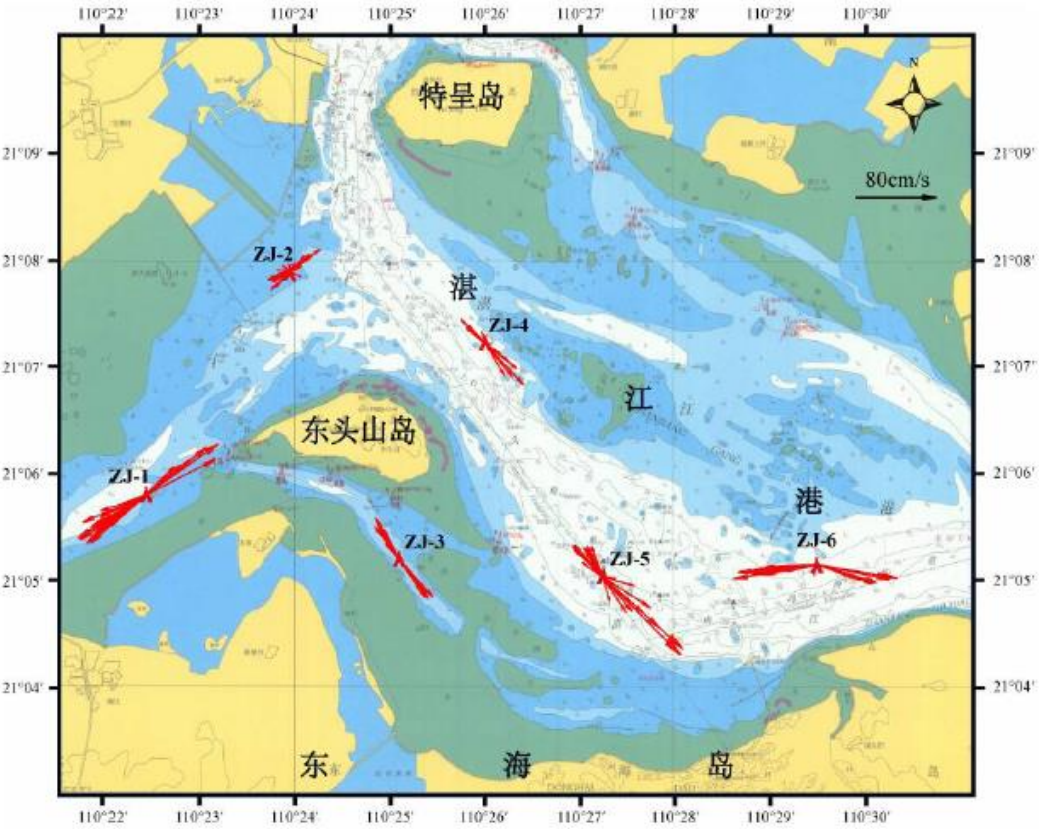


图 7.1-3　　大潮观测期中层海流玫瑰图

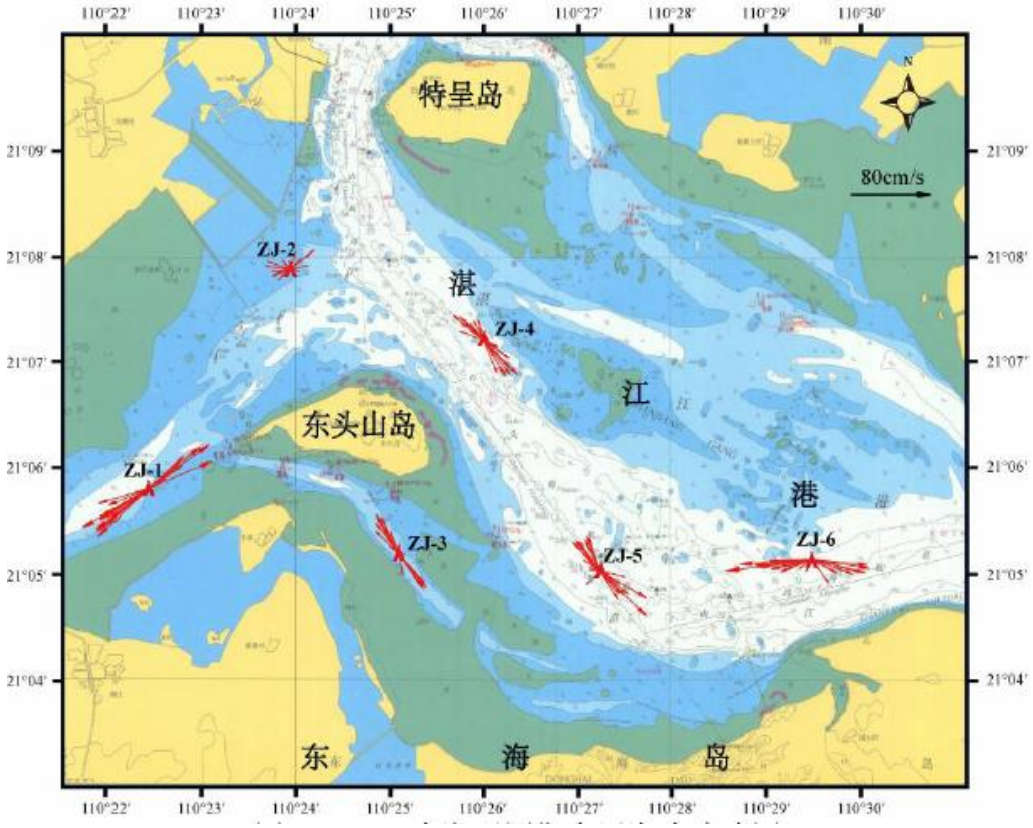


图 7.1-4　　大潮观测期底层海流玫瑰图

根据此次湛江东海岛各站主要分潮流及椭圆率给出了各站层的 K 值，介于 0.426~0.734 之间，属于规则半日潮流和不规则半日潮流性质，因此本海区的潮流性质属于半日混合潮型潮流，调查海区潮流主要为往复流。

7.1.1.3　余流

调查资料分析显示，观测海区余流流速介于 1.99cm/s~20.44cm/s 之间，受底摩擦的影响，余流流速基本随着水深的增加而减小。ZJ-1、ZJ-6 站余流指向西-南，ZJ-3 表层及 ZJ-5 底层余流指向东-北，其他站位余流流向均指向西-北。

表 7.1-2　　湛江东海岛各站余流(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
ZJ-1	5.84	234.69	8.42	240.91	8.84	239.13
ZJ-2	2.21	313.86	1.99	313.97	4.13	309.36
ZJ-3	4.38	17.42	3.95	348.79	4.18	343.62
ZJ-4	5.86	321.09	3.25	325.52	2.43	323.42
ZJ-5	8.81	331.74	7.10	295.09	2.20	4.27
ZJ-6	20.44	232.43	17.13	227.65	16.20	231.70

7.1.1.4 悬沙

根据中科院南海所2010年11月枯水期对东海岛以北海域的实测数据进行分析，本海域的悬沙分布与下泄径流的悬沙含量、水流强弱及风浪大小密切相关。由各站位实测含沙量统计表可见，悬沙量分布规律明显，悬沙量大小与流速大小基本对应，即在流速较大时刻，悬沙量亦在此附近发生较大值，总的来说，底层含沙量明显大于表、中层含沙量，最大含沙量多出现于底层，悬沙量的变化较流速变化有一定的滞后性。

表 7.1-3　　2010 年各站位实测水体含沙量最大值（kg/m^3）

站位	表层	中层	底层
ZJ-1	0.0107	0.0284	0.0299
ZJ-2	0.0154	0.0167	0.0185
ZJ-3	0.0146	0.0176	0.0205
ZJ-4	0.0296	0.0091	0.0246
ZJ-5	0.1120	0.0405	0.2634
ZJ-6	0.0327	0.0273	0.0322

7.1.2 海水水质回顾评价

工程前海水水质资料引自《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》（国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院，2012 年 9 月）。

7.1.2.1 监测时间及站位分布

海水水质调查时间为2008年3月和2010年11月。

（1）2008 年 3 月

中国科学院南海海洋研究所于2008年3月在工程海域进行了春季调查，共布置了20个水质站位、10个沉积物站位和12个生态调查站位，具体调查站位置见表7.1-4和图7.1-2。

（2）2010 年 11 月

中国科学院南海海洋研究所于2010年11月7~8日在工程海域进行了秋季调查，共布置了20个水质站位、12个生态调查站位，具体调查站位置见表7.1-5和图7.1-3。

表 7.1-4　　2008 年 3 月调查站位坐标及调查内容

站位	东经	北纬	调查项目
1	110°34′42″	21°05′44″	水质
2	110°34′42″	21°04′56″	水质、沉积物、生态
3	110°34′42″	21°04′20″	水质
4	110°30′24″	21°06′55″	水质、生态
5	110°30′24″	21°05′58″	水质、沉积物、生态
6	110°30′24″	21°04′59″	水质
7	110°29′00″	21°07′57″	水质、沉积物、生态
8	110°29′00″	21°06′55″	水质
9	110°29′00″	21°05′59″	水质、沉积物、生态
10	110°29′00″	21°04′59″	水质
11	110°29′00″	21°04′14″	水质、沉积物、生态
12	110°27′00″	21°07′28″	水质、沉积物、生态
13	110°27′00″	21°06′08″	水质、沉积物、生态
14	110°27′00″	21°05′04″	水质
15	110°27′00″	21°04′22″	水质、沉积物、生态
16	110°26′00″	21°08′00″	水质
17	110°26′00″	21°06′22″	水质、沉积物、生态
18	110°26′00″	21°05′18″	水质、生态
19	110°25′06″	21°07′30″	水质
20	110°24′35″	21°08′33″	水质、沉积物、生态

表 7.1-5　　2010 年 11 月调查站位坐标及调查内容

站位	东经	北纬	调查项目
1	110°34′42″	21°05′45″	水质
2	110°34′12″	21°04′45″	水质、生态
3	110°33′42″	21°03′45″	水质
4	110°32′00″	21°05′00″	水质
5	110°30′00″	21°06′15″	水质
6	110°29′30″	21°05′18″	水质、生态、渔业资源
7	110°29′00″	21°04′20″	水质、生态
8	110°28′30″	21°07′30″	水质、生态
9	110°27′55″	21°06′30″	水质、生态
10	110°27′15″	21°05′15″	水质、生态、渔业资源
11	110°26′45″	21°04′15″	水质
12	110°26′45″	21°08′15″	水质、生态
13	110°26′15″	21°07′30″	水质、生态、渔业资源
14	110°25′35″	21°06′35″	水质、生态
15	110°25′00″	21°05′30″	水质
16	110°25′00″	21°10′15″	水质
17	110°24′30″	21°09′00″	水质、生态
18	110°23′55″	21°07′55″	水质、生态
19	110°23′15″	21°06′48″	水质、生态
20	110°22′30″	21°05′48″	水质
A	110°23′58″	21°05′32″	潮间带生物
B	110°27′32″	21°03′14″	潮间带生物
C	110°25′43″	21°03′19″	潮间带生物

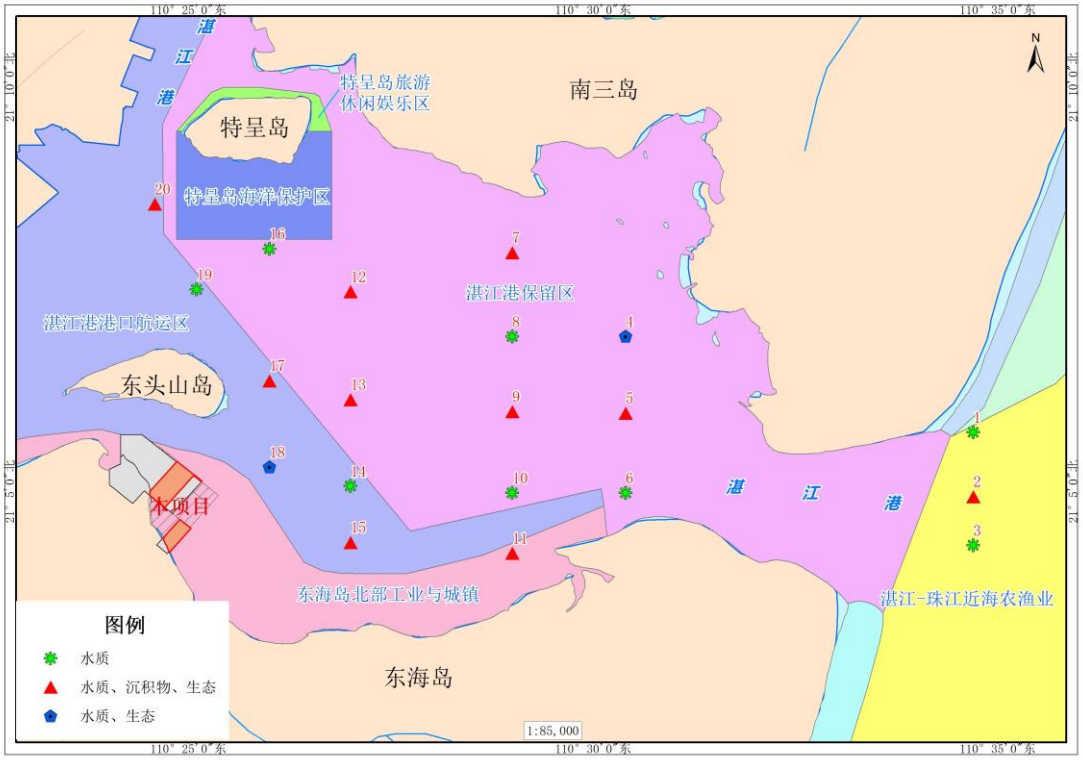


图 7.1-5　　2008 年 3 月调查站位布设示意图

图 7.1-6　　2010 年 11 月调查站位布设示意图

7.1.2.2 调查结果

（1）2008 年 3 月

2008 年 3 月大潮期间海水水质监测结果见附录 1 表 3，统计结果见表 7.1-6。

表 7.1-6 2008 年 3 月水质监测统计结果

监测项目		最大值	最小值	平均值
水温（℃）	表层	20	19.0	19.6
pH	表层	8.24	7.97	8.06
盐度‰	表层	30.7	27.2	30
悬浮物（mg/L）	表层	43.2	4.2	19.3
溶解氧（mg/L）	表层	7.81	6.87	7.32
COD（mg/L）	表层	1.16	0.60	0.89
无机氮（mg/L）	表层	0.379	0.073	0.195
活性磷酸盐（mg/L）	表层	0.058	0.002	0.028
石油类（mg/L）	表层	0.05	0.014	0.024
铜（μg/L）	表层	4.1	0.3	1.7
铅（μg/L）	表层	5.1	0.8	2
锌（μg/L）	表层	14.5	2.2	6.7
镉（μg/L）	表层	0.41	0.06	0.13
汞（μg/L）	表层	0.102	0.008	0.027

（2）2010 年 11 月

2010 年 11 月海水水质监测结果见附录 1 表 4，统计结果见表 7.1-7。

表 7.1-7 2008 年 3 月水质监测统计结果

监测项目		最大值	最小值	平均值
水温（℃）	表层	23.23	22.29	22.66
	底层	23.01	22.03	22.51
pH	表层	8.16	7.8	7.99
	底层	8.16	7.77	7.99
盐度‰	表层	28.1	24.82	26.29
	底层	29.46	24.81	26.38
悬浮物（mg/L）	表层	48.8	6	16.38
	底层	81	9.2	26.36
溶解氧（mg/L）	表层	8.08	6.57	7.55
	底层	7.73	6.11	7.29
COD（mg/L）	表层	1.59	0.56	1.00
	底层	1.55	0.6	1.12
无机氮（mg/L）	表层	0.847	0.087	0.35
	底层	0.578	0.143	0.32
活性磷酸盐（mg/L）	表层	0.482	0.012	0.18
	底层	0.414	0.005	0.17

监测项目		最大值	最小值	平均值
石油类（mg/L）	表层	0.047	0.009	0.02
铜（μg/L）	表层	3.9	1.1	1.87
	底层	2.8	1	1.89
铅（μg/L）	表层	1.98	0.58	0.75
	底层	1.05	0.52	0.71
锌（μg/L）	表层	72	4.5	13.68
	底层	19.2	3.6	8.84
镉（μg/L）	表层	0.06	0.02	0.05
	底层	0.06	0.03	0.04
汞（μg/L）	表层	0.052	0.015	0.02
	底层	0.052	0.015	0.03

7.1.2.3 水质评价

（1）2008 年 3 月

根据海洋功能区划及近岸海域环境功能区划的要求，各站位所在海域执行标准详见表 7.1-8。根据水质调查结果，采用单因子评价方法，各调查点位评价结果见表 7.1-9 和表 7.1-10。

表 7.1-8　　调查站位所在海洋功能区和水质评价标准

站位	海洋功能区	近岸海域环境功能区划	评价标准
1、2、3	湛江-珠海近海农渔业区	南三岛-龙海天二类区	水质一类、沉积物一类、生物质量一类
4、5、6、7、8、9、10、12、13、16	湛江港保留区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
11	东海岛北部工业与城镇用海区	湛江港四类区	水质三类、沉积物二类、生物质量二类
15、18	湛江港口航运区	湛江港四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
14、17、19、20	湛江港口航运区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类

由评价结果表可知，2008 年 3 月调查，工程海域主要超标因子为活性磷酸盐，超标率为 50%，超标原因主要与入海污染源有关；此外，位于湛江-珠海近海农渔业区的 1~3#站位的铅指标均超标，超标率为 15%，超标原因可能与船舶排放的污染物有关，其余各指标所有站位均符合所在功能区水质类别的要求。

表 7.1-9　　各评价因子单项标准指数（2008 年 3 月）

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉
一类	1	涨	表	0.79	0.52	0.77	0.46	0.62	0.27	0.48	0.46	**2.10**	0.30	0.15
		退	表	0.82	0.50	0.77	0.36	0.64	0.13	0.16	0.36	**3.40**	0.43	0.41
	2	涨	表	0.85	0.52	0.83	0.44	0.82	0.33	0.16	0.34	**1.80**	0.25	0.13
		退	表	0.81	0.51	0.81	0.36	0.66	0.33	0.16	0.16	**1.70**	0.44	0.11
	3	涨	表	0.79	0.46	0.83	0.44	0.71	0.33	0.16	0.22	**1.60**	0.32	0.11
		退	表	0.81	0.43	0.82	0.58	0.73	0.27	0.16	0.62	**2.10**	0.27	0.11
三类	4	涨	表	0.52	0.19	0.61	0.06	0.84	0.23	0.04	0.05	0.19	0.08	0.01
		退	表	0.53	0.18	0.58	0.06	0.46	**1.07**	0.12	0.04	0.10	0.03	0.01
	5	涨	表	0.54	0.21	0.61	0.14	0.51	0.27	0.36	0.06	0.20	0.09	0.01
		退	表	0.57	0.21	0.58	0.05	0.28	0.77	0.20	0.02	0.23	0.03	0.01
	6	涨	表	0.52	0.16	0.59	0.10	0.64	0.17	0.44	0.03	0.20	0.08	0.02
		退	表	0.56	0.18	0.59	0.07	0.48	0.63	0.20	0.08	0.08	0.03	0.01
	7	涨	表	0.54	0.15	0.58	0.06	0.42	0.50	0.04	0.02	0.25	0.09	0.02
		退	表	0.52	0.19	0.55	0.09	0.53	**1.33**	0.04	0.05	0.21	0.05	0.01
	8	涨	表	0.52	0.21	0.59	0.06	0.47	0.47	0.20	0.04	0.18	0.07	0.02
		退	表	0.54	0.21	0.54	0.09	0.53	**1.60**	0.12	0.05	0.08	0.05	0.01
	9	涨	表	0.54	0.16	0.61	0.06	0.46	**1.67**	0.51	0.01	0.32	0.11	0.02
		退	表	0.56	0.21	0.58	0.09	0.47	**1.33**	0.12	0.03	0.51	0.04	0.01
	10	涨	表	0.01	0.16	0.57	0.06	0.55	0.30	0.36	0.06	0.31	0.09	0.01
		退	表	0.55	0.21	0.61	0.06	0.42	0.93	0.04	0.03	0.14	0.05	0.01
	11	涨	表	0.55	0.17	0.59	0.05	0.58	0.60	0.28	0.03	0.13	0.10	0.01
		退	表	0.55	0.20	0.59	0.08	0.39	**1.00**	0.04	0.03	0.18	0.04	0.01
	12	涨	表	0.54	0.16	0.54	0.10	0.53	**1.07**	0.04	0.08	0.24	0.06	0.02
		退	表	0.58	0.24	0.54	0.08	0.63	**1.73**	0.04	0.01	0.15	0.04	0.01
	13	涨	表	0.56	0.27	0.57	0.06	0.33	0.20	0.04	0.02	0.27	0.13	0.02
		退	表	0.54	0.25	0.57	0.06	0.48	**1.73**	0.04	0.04	0.20	0.05	0.01
	14	涨	表	0.56	0.23	0.58	0.07	0.26	0.17	0.04	0.07	0.15	0.05	0.02

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉
		退	表	0.58	0.20	0.57	0.05	0.46	**1.37**	0.04	0.02	0.13	0.06	0.01
	15	涨	表	0.53	0.25	0.57	0.07	0.49	0.77	0.20	0.02	0.28	0.15	0.02
		退	表	0.58	0.22	0.57	0.07	0.45	**1.17**	0.04	0.03	0.11	0.03	0.01
	16	涨	表	0.52	0.29	0.54	0.08	0.57	**1.17**	0.20	0.03	0.19	0.10	0.02
		退	表	0.55	0.20	0.57	0.12	0.48	**1.50**	0.04	0.02	0.19	0.04	0.01
	17	涨	表	0.51	0.27	0.57	0.11	0.55	**1.23**	0.04	0.04	0.25	0.07	0.02
		退	表	0.54	0.25	0.57	0.06	0.46	**1.47**	0.20	0.03	0.14	0.06	0.01
	18	涨	表	0.42	0.27	0.57	0.10	0.65	1.00	0.44	0.03	0.22	0.08	0.02
		退	表	0.00	0.24	0.57	0.07	0.44	**1.40**	0.04	0.02	0.09	0.03	0.01
	19	涨	表	0.58	0.26	0.54	0.11	0.65	**1.60**	0.12	0.05	0.20	0.09	0.02
		退	表	0.56	0.29	0.57	0.09	0.59	**1.80**	0.12	0.03	0.23	0.06	0.01
	20	涨	表	0.57	0.27	0.54	0.17	0.79	**1.80**	0.28	0.02	0.24	0.12	0.01
		退	表	0.55	0.29	0.57	0.08	0.60	**1.93**	0.04	0.02	0.09	0.02	0.01
	最小值			0.01	0.15	0.54	0.04	0.26	0.13	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
	最大值			0.85	0.52	0.83	0.58	0.84	1.93	0.48	0.62	3.40	0.44	0.41
	超标率（%）			0	0	0	0	0	50	0	0	15	0	0

表 7.1-10　　海水水质评价结果（2008 年 3 月）

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉
一类	1	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标
	2	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标
	3	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标
三类	4	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	5	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	6	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	7	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	8	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	9	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	10	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	11	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	12	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	13	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	14	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	15	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	16	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	17	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	18	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	19	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
	20	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	**不达标**	达标	达标	达标	达标	达标
超标站位个数				0	0	0	0	0	20	0	0	6	0	0
超标率（%）				0	0	0	0	0	50	0	0	15	0	0

（2）2010 年 11 月

根据海洋功能区划及近岸海域环境功能区划的要求，2010 年 11 月各调查站位所在海域执行标准详见表 7.1-11。根据水质调查结果，采用单因子评价方法，各调查点位评价结果见表 7.1-12 和表 7.2-13。

表 7.1-11　　调查站位所在海洋功能区和水质评价标准

站位	海洋功能区	近岸海域环境功能区划	评价标准
1、2、3	湛江-珠海近海农渔业区	南三岛-龙海天二类区	水质一类、沉积物一类、生物质量一类
4、5、6、8、9、10、13	湛江港保留区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
7、15	东海岛北部工业与城镇用海区	湛江港四类区	水质三类、沉积物二类、生物质量二类
11、16、1、18、19	湛江港口航运区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
14、20	湛江港口航运区	湛江港四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
12	特呈岛海洋保护区	特呈岛二类区	水质二类、沉积物一类、生物质量一类

由评价结果可知，工程海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，部分站位为四类和劣四类，超标率分别为 33.3%和 61.1%；此外，位于湛江-珠海近海农渔业区的 1#站位的汞指标超标，超标率为 2.78%，符合第二类海水水质标准。其余各指标所有站位均符合所在功能区水质类别的要求。

由于湛江湾海域邻近湛江市，且该海域港区众多，可见上述指标超标的主要原因是受到陆域污染源排放、船舶污染排放以及海水养殖业等的影响。

表 7.1-12　　各评价因子单项标准指数（2010 年 11 月）

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉
一类	1	表	0.16	0.40	0.69	0.18	0.91	0.03	**1.04**	0.30	0.88	0.57	0.060
		底	0.11	0.64	0.70		0.73	0.03	0.66	0.54	0.95	0.96	0.060
	2	表	0.11	0.39	0.71	0.20	0.87	0.03	0.66	0.24	0.78	0.51	0.050
		底	0.17	0.36	0.70		0.79	0.03	0.66	0.20	0.78	0.47	0.050
	3	表	0.27	0.38	0.69	0.38	0.50	0.03	0.66	0.24	0.85	0.57	0.050
二类	12	表	0.02	0.19	0.63	0.24	**1.22**	**2.17**	0.08	0.14	0.13	0.17	0.012
三类	4	表	0.14	0.20	0.59	0.03	0.47	0.40	0.17	0.03	0.08	0.11	0.005
		底	0.56	0.24	0.58		0.56	0.23	0.26	0.06	0.11	0.07	0.005
	5	表	0.17	0.22	0.62	0.04	0.35	0.02	0.08	0.03	0.06	0.05	0.003
		底	0.01	0.23	0.59		0.56	0.17	0.17	0.04	0.07	0.11	0.005
	6	表	0.05	0.37	0.64	0.11	**1.67**	0.43	0.17	0.03	0.09	0.07	0.004
		底	0.06	0.26	0.64		0.37	0.40	0.17	0.05	0.07	0.09	0.004
	7	表	0.16	0.30	0.62	0.13	0.75	**1.23**	0.17	0.04	0.06	0.08	0.003
		底	0.54	0.29	0.64		0.65	**1.30**	0.17	0.03	0.07	0.05	0.004
	8	表	0.01	0.30	0.48	0.16	**1.27**	**1.60**	0.08	0.08	0.20	0.72	0.004
		底	0.04	0.32	0.49		0.79	**1.03**	0.003	0.05	0.06	0.10	0.003
	9	表	0.15	0.30	0.57	0.07	0.60	0.83	0.17	0.05	0.06	0.13	0.002
		底	0.03	0.29	0.59		0.63	0.67	0.17	0.04	0.06	0.07	0.003
	10	表	0.13	0.31	0.59	0.06	0.75	**1.43**	0.17	0.02	0.07	0.08	0.003
		底	0.03	0.30	0.60		0.73	**1.00**	0.17	0.03	0.06	0.05	0.004
	11	表	0.55	0.32	0.63	0.08	0.49	0.83	0.17	0.04	0.06	0.06	0.004
	13	表	0.04	0.25	0.52	0.05	0.83	**9.10**	0.08	0.01	0.06	0.09	0.006
	14	表	0.54	0.16	0.52	0.06	0.98	**9.53**	0.08	0.03	0.06	0.11	0.005
		底	0.53	0.21	0.52		0.94	**8.50**	0.17	0.03	0.05	0.07	0.005
	15	表	0.08	0.15	0.51	0.06	**1.51**	**16.07**	0.08	0.03	0.06	0.13	0.006
		底	0.04	0.33	0.52		0.91	**9.37**	0.08	0.03	0.07	0.10	0.005
	16	表	0.60	0.40	0.48	0.06	**1.24**	**10.07**	0.08	0.08	0.06	0.20	0.004

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉
		底	0.63	0.34	0.49		**1.24**	**11.00**	0.17	0.03	0.05	0.04	0.005
	17	表	0.61	0.33	0.44	0.07	**1.03**	**10.40**	0.08	0.05	0.06	0.17	0.006
		底	0.65	0.39	0.43		**1.28**	**13.80**	0.08	0.04	0.09	0.14	0.003
	18	表	0.54	0.31	0.45	0.09	**1.13**	**10.20**	0.08	0.03	0.07	0.10	0.004
		底	0.57	0.27	0.47		0.93	**9.10**	0.08	0.05	0.05	0.08	0.004
	19	表	0.53	0.23	0.49	0.05	**1.13**	**11.60**	0.08	0.03	0.06	0.08	0.004
		底	0.57	0.37	0.49		0.89	**10.37**	0.26	0.03	0.06	0.07	0.003
	20	表	0.58	0.19	0.56	0.04	**1.12**	**11.80**	0.08	0.04	0.08	0.14	0.006
		底	0.56	0.15	0.53		**1.02**	**11.00**	0.08	0.03	0.08	0.09	0.006
最小值			0.01	0.15	0.43	0.03	0.35	0.02	0.003	0.01	0.05	0.04	0.002
最大值			0.65	0.64	0.71	0.38	1.67	16.07	1.04	0.54	0.95	0.96	0.06
超标率（%）			0	0	0	0	33.33	61.11	2.78	0	0	0	0

表 7.1-13　　海水水质评价结果（2010 年 11 月）

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉
一类	1	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	2	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	3	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
二类	12	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
三类	4	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	5	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	6	表	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	7	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
	8	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
	9	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	10	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
	11	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	13	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
	14	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
	15	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉
	16	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
	17	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
	18	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
	19	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
	20	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标		不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
超标站位数（个）			0	0	0	0	12	22	1	0	0	0	0
超标率（%）			0	0	0	0	33.33	61.11	2.78	0	0	0	0

7.1.3 沉积物环境回顾评价

工程前海洋沉积物调查资料引自《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》（国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院，2012年9月）。具体站位布设详见7.1.2.1节。

2008年3月工程海域沉积物调查结果见表7.1-14。

表 7.1-14　　工程海域 2008 年 3 月沉积物调查结果

（除有机碳单位为（$\times10^{-2}$）外，其余均为（$\times10^{-6}$））

站号	铜	铅	锌	镉	汞	石油类	有机碳
2	10.9	25.2	41.2	0.36	0.038	53.5	1.81
5	11.1	25.0	43.6	0.27	0.022	60.6	1.23
7	7.1	22.1	32.0	0.20	0.049	46.4	0.89
9	11.7	22.2	37.1	0.25	0.039	63.9	1.15
11	12.2	17.6	46.9	0.35	0.026	62.4	1.80
12	11.4	30.6	43.8	0.42	0.024	51.4	1.53
13	19.3	39.5	62.3	0.74	0.046	103.7	1.92
15	10.2	22.2	36.6	0.33	0.031	70.5	1.43
17	12.4	27.7	33.4	0.37	0.045	201.4	1.55
20	17.4	44.0	33.2	0.21	0.028	185.0	1.77
最大值	19.3	44.0	62.3	0.74	0.049	201.4	1.92
平均值	12.4	27.6	41.0	0.35	0.035	89.9	1.51

各沉积物调查站位所在的海洋功能区及评价标准见表7.1-15。

表 7.1-15　　沉积物调查站位所在海洋功能区及评价标准

调查时间	站位	海洋功能区	评价标准
2008年3月	1、2、3	湛江-珠海近海农渔业区	一类
	4、5、6、7、8、9、10、12、13、16	湛江港保留区	三类
	11	东海岛北部工业与城镇用海区	二类
	15、14、17、18、19、20	湛江港口航运区	三类

根据上述调查结果，采用单因子评价方法，各点位评价结果见表7.1-16。

表 7.1-16　　2008 年 3 月各调查站位沉积物评价结果

执行标准	站位	铜	铅	锌	镉	汞	石油类	有机碳
一类	2	0.31	0.42	0.28	0.72	0.19	0.11	0.91
二类	11	0.12	0.14	0.16	0.23	0.05	0.06	0.60
三类	5	0.06	0.10	0.07	0.05	0.02	0.04	0.31
	7	0.04	0.09	0.05	0.04	0.05	0.03	0.22
	9	0.06	0.09	0.06	0.05	0.04	0.04	0.29
	12	0.06	0.12	0.07	0.08	0.02	0.03	0.38
	13	0.10	0.16	0.10	0.15	0.05	0.07	0.48
	15	0.05	0.09	0.06	0.07	0.03	0.05	0.36
	17	0.06	0.11	0.06	0.07	0.05	0.13	0.39
	20	0.09	0.18	0.06	0.04	0.03	0.12	0.44

由上表可知，2008 年 3 月海洋沉积物调查结果均可满足相应功能区沉积物标准要求，工程区域海洋沉积物环境状况良好。

7.1.4 海洋生态环境回顾评价

工程前海洋生态调查资料引自《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》（国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院，2012 年 9 月）。调查时间为 2008 年 3 月和 2010 年 11 月。具体站位布设详见 7.1.2.1 节。

7.1.4.1 叶绿素 a 和初级生产力

（1）2008 年 3 月

调查海区表层叶绿素 a 的含量范围在 0.69~2.26μg Chl a /L，平均值为 1.45μg Chl a/L。含量最高的站位在 1 站涨潮时，为 2.26μg Chl a/L，最低在 14 站退潮时，为 0.69μg Chl a/L。海区表层水体初级生产力范围在 42.49~250.55mg C/m^2·d 之间，平均值为 95.69mg C/m^2·d。调查海域初级生产力处于中等水平，不同区域存在一定的差别。

（2）2010 年 11 月

叶绿素 a 含量的变化范围为 0.45mg/m^3~4.11mg/m^3，最高值约为最低值的 9 倍，平均值为 1.08mg/m^3。初级生产力水平的变化范围为 27.24mg·C/m^2·d~350.90 mg·C/m^2·d，平均值为 146.79mg·C/m^2·d。不同站位差别较大，最高值约为最低值的 13 倍。调查海域初级生产力处于中等水平，不同区域存在一定的差别。

7.1.4.2 浮游植物

（1）2008 年 3 月

调查到浮游植物种类少，共 26 个属 52 种（变种、变型）。其中硅藻门 19 个属 33 种（变种）；甲藻门 5 个属 16 种；金藻门 1 个属 1 种；蓝藻门 1 个属 2 种。其中甲藻门的角藻属（*Ceratium*）种类最多(11 种)。数量分布不均匀，平均数量为 61.2×10^4cells/m^3。主要优势种为赤潮种类夜光藻（*Noctiluca scintillans*）。调查期间该水域浮游植物多样性指数平均为 2.28，均匀度平均为 0.58。

（2）2010 年 11 月

调查到浮游植物 3 门 28 属 47 种(含 4 个变种及变型)，其中以硅藻门出现的种类为最多，占总种类数的 70.21%。共出现 2 个优势种类：铜绿微囊藻和旋链

角毛藻。生物量变化范围为(2587.83~29750.00)×10^4 cells/m^3，平均为13061.27×10^4cells/m^3，生物量偏高，不同站位的生物量变化幅度较大。多样性指数范围为0.16~0.81，平均为0.56，多样性指数较低。均匀度范围为0.04~0.200，平均为0.13。

7.1.4.3 浮游动物

（1）2008年3月

调查到12个浮游动物生物类群，共67种，其中原生动物1种，水母类7种，翼足类2种，枝角类1种，介形类1种，桡足类33种，端足类3种，磷虾类1种，樱虾类1种，毛颚类4种，有尾类2种和浮游幼虫类11种。生物量都比较高，但分布不均匀，变化幅度为1040.00～29158.33 mg/m^3，平均生物量为8969.02 mg/m^3。密度变化幅度为2050.00～24882.50ind/m^3，平均密度为8257.89ind/m^3。多样性指数分布范围为0.09～3.00之间，平均为1.43；均匀度的分布趋势与多样性指数相似，其分布范围在0.02～0.64之间，平均为0.31。

（2）2010年11月

调查到9个浮游动物生物类群，共39种，其中水母类3种，枝角类1种，桡足类19种，樱虾类3种，毛颚类5种，被囊类1种，海鞘类1种和浮游幼虫类6种。湿重生物量变化幅度为30.00mg/m^3~450.00mg/m^3，平均生物量为190.15mg/m^3。在密度分布方面，变化幅度为20.00mg/m^3~225.00ind/m^3，平均密度为118.74ind/m^3。多样性指数范围为1.10~3.74之间，平均为2.28，均匀度分布范围在0.36~0.97之间，平均为0.77。

7.1.4.4 底栖生物

（1）2008年3月

调查共采获7个生物类别中的59种底栖生物。其中以多毛类出现的种类最多有30种、软体动物有17种、棘皮动物有5种、甲壳动物有4种、扁形动物、腔肠动物和脊索动物各有1种。底栖生物量的幅度为11.40g/m^2～187.40g/m^2，平均生物量为61.52g/m^2；生物量呈现东部高、西部和中部次之、其余海域低的平面分布。各站栖息密度的幅度为120ind/m^2~480ind/m^2，平均密度286.7ind/m^2；生物栖息密度基本呈东部、南部和西北部低其余海域高的平面分布。优势种分别

为波纹巴非蛤、洼颚陪棘蛇尾、奇异稚齿虫和杂色蛤仔等。各站多样性指数的幅度为 1.26~3.46，海域的平均值为 2.60;各站底栖生物均匀度的幅度为 0.79～1，平均值为 0.91。

表 7.1-17　　底栖生物量（g/ m²）和栖息密度（ind./m²）

站号	生物量	栖息密度	站号	生物量	栖息密度
2	187.40	220	12	33.00	280
4	36.60	220	13	71.40	340
5	34.40	400	15	10.00	120
7	40.10	300	17	19.56	440
9	109.00	480	18	55.20	300
11	11.40	160	20	130.50	160

（2）2010 年 11 月

底栖生物已鉴定有 71 种，以沿岸广布种为主，种类组成呈现明显的近岸河口亚热带区系特征。软体动物、多毛类和甲壳动物分别占总种数的 40.85%、39.44%和 12.68%，构成大型底栖生物的主要类群。平均栖息密度为 109ind/m²，以多毛类密度最大。平均生物量为 81.69g/m²。以软体动物动物居首位。出现的优势种中，多毛类和软体动物均有 1 种，分别为角海蛹和波纹巴非蛤。其中波纹巴非蛤为经济种类。多样性指数在 1.56~3.97 之间，平均值为 3.03。均匀度范围在 0.60~0.98，平均为 0.89 之间，物种分布较均匀。

表 7.1-18　　底栖生物各类群的生物量和栖息密度 单位：g/m²，ind./m²

站位	项目	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其他	合计
Z2	生物量	0.30	1.25	0.45	0.25	0	2.25
	栖息密度	30	10	10	5	0	55
Z4	生物量	1.05	0.00	0.05	0.25	0	1.35
	栖息密度	95	0	10	5	0	110
Z6	生物量	22.65	11.10	3.75	55.50	1.75	94.75
	栖息密度	80	30	20	105	25	260
Z8	生物量	3.05	0.00	5.25	0.00	0	8.30
	栖息密度	50	0	5	0	0	55
Z10	生物量	1.05	1.55	3.35	0.00	0	5.95
	栖息密度	80	15	15	0	0	110
Z11	生物量	10.15	206.50	1.25	3.75	0.15	221.80
	栖息密度	100	75	5	5	5	190
Z12	生物量	1.75	0.75	0.05	0.00	0.00	2.55
	栖息密度	45	15	10	0	0	70
Z14	生物量	0.50	0.75	0.05	0.00	0.00	1.30
	栖息密度	35	30	10	0	0	75

站位	项目	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其他	合计
Z15	生物量	0.30	0.25	1.55	0.40	0.00	2.50
	栖息密度	25	15	15	5	0	60
Z16	生物量	0.25	175.00	0.05	0.00	0.00	175.30
	栖息密度	20	10	5	0	0	35
Z18	生物量	0.15	351.00	0.05	0.00	0.00	353.20
	栖息密度	20	70	5	0	5	100
Z20	生物量	32.3	64.45	1.00	13.25	0.00	111.00
	栖息密度	130	25	10	20	0	185
平均	生物量	6.13	67.72	1.40	6.12	0.33	81.69
	栖息密度	59	25	10	12	3	109

7.1.4.5 生物质量

（1）2008 年 3 月

调查海区鱼类和甲壳类的生物污染物质含量较低，符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》标准要求。贝类除了铜和汞符合《海洋生物质量》（GB18421-2001)第一类标准以外，铅和锌达到《海洋生物质量》（GB18421-2001)第二类标准。

表 7.1-19　　各类生物体内重金属平均含量（mg/kg）

站位	类别	生物名称	铜	铅	锌	镉	汞
5	鱼类	皮氏叫姑鱼	< 2.0	0.11	14	0.02	0.011
	甲壳类	口虾姑	7.5	0.68	25	0.92	0.006
	贝类	杂色蛤	< 2.0	0.42	24	0.11	0.006
12	鱼类	皮氏叫姑鱼	< 2.0	0.04	10	0.02	0.015
	甲壳类	远海梭子蟹	9	0.4	28	0.21	0.002
	贝类	杂色蛤	< 2.0	0.4	26	0.09	0.004
15	鱼类	皮氏叫姑鱼	< 2.0	1.12	11	0.01	0.01
	甲壳类	远海梭子蟹	6.5	0.31	26	0.19	0.003
	软体类	红螺	5.9	0.13	33	1.35	0.008

表 7.1-20　　各类生物体内重金属质量指数

站位	类别	生物名称	铜	铅	锌	镉	汞
5	鱼	皮氏叫姑鱼	<0.10	0.06	0.35	0.03	0.04
	甲壳类	口虾姑	0.08	0.34	0.17	0.46	0.03
	贝类	杂色蛤	<0.2	4.2	1.2	0.55	0.12
12	鱼类	皮氏叫姑鱼	<0.10	0.02	0.25	0.03	0.05
	甲壳类	远海梭子蟹	0.09	0.2	0.19	0.11	0.01
	贝类	杂色蛤	<0.2	4	1.3	0.45	0.08
15	鱼类	皮氏叫姑鱼	<0.10	0.56	0.28	0.02	0.03
	甲壳类	远海梭子蟹	0.07	0.16	0.17	0.1	0.02
	软体类	红螺	0.06	0.01	0.13	0.25	0.03

（2）2010 年 11 月

调查结果显示，除了前鳞鲳体内重金属砷超标外，其它生物体内重金属含量均达到《海洋生物质量》中的第一类标准和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准。

表 7.1-21　　各类生物体内重金属平均含量（mg/kg）

站位	样品名	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Cr	Hg
Z10	中华青鳞鱼	1.1	<0.04	10	0.022	3.3	0.08	0.01
Z10	钝齿蟳	7.1	<0.04	12.3	0.058	1	0.09	<0.01
Z20	前鳞鲳	0.5	<0.04	5.6	0.013	8.2	0.09	<0.01
Z20	菲律宾蛤仔	1.7	<0.04	9.6	1.012	7.7	0.1	<0.01

表 7.1-22　　各类生物体内重金属质量指数

站位	样品名	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Cr	Hg
Z10	中华青鳞鱼	0.05	<0.02	0.25	0.04	0.66	0.06	0.03
Z10	钝齿鲟	0.36	<0.02	0.31	0.1	0.2	0.06	<0.03
Z20	前鳞鲳	0.03	<0.02	0.14	0.02	1.64	0.06	<0.03
Z20	菲律宾蛤仔	0.02	<0.02	0.06	0.51	0.96	0.07	<0.03

7.1.4.6　潮间带生物

（1）2008 年 3 月

3 个潮间带断面共采获 5 个生物类别中的 22 种生物。其中多毛类有 5 种、软体动物有 8 种、甲壳类有 7 种、腔肠动物和鱼类各有 1 种。平均生物量为 15.63 g/m^2，平均栖息密度为 31.2 ind/m^2。

表 7.1-23　　潮间带生物量（g/ m^2）和栖息密度（ind./m^2）

滩涂类型	沙滩	泥沙滩	碎石—沙滩	平均
生物量	6.57	20.53	19.78	15.63
栖息密度	37.4	82.7	67.4	31.2

最主要的生物种类有扁齿围沙蚕（*Perinereis vancauric*）、扁蜇虫（*Loimia medusa*）、杂色蛤仔（*Ruditapes variegata*）、韦氏毛带蟹（*Dotilla wichmanni*）、周氏新对虾（*Metapenaeus joyneri*）、欧文虫（*Owenia fusformis*）和蜾蠃蜚（*Corophium* sp.）等。

计算结果表明，不同断面的多样性指数值有泥沙滩断面（1.65）>碎石－沙滩断面（1.37）>沙滩断面（1.09）的状况。关于断面生物种类的均匀度，有沙滩断面（0.70）>碎石－沙滩断面（0.68）>泥沙滩断面（0.64）的状况。

（2）2010 年 11 月

调查断面采集到的潮间带生物共 8 大门类 68 种，以软体动物种类最多。平均生物量为 243.16g/m^2，以软体动物居首位。平均栖息密度为 144.33ind./m^2，调查断面潮间带多样性指数在 2.00~2.63 之间，均匀度在 0.48~0.62 之间。表明本海域潮间带生态环境一般，种类分布较不均匀。

表 7.1-24　　调查断面潮间带生物量及栖息密度的垂直分布 单位：g/m^2，ind./m^2

潮带	项目	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其他	合计
高	生物量	0.11	49.06	48.88	0.00	0.00	98.05
	栖息密度	9	22	132	0	0	163
中	生物量	0.57	331.23	2.13	0.00	10.69	344.63
	栖息密度	25	147	1	0	4	178
低	生物量	1.48	217.32	68.01	0.00	0.00	286.81
	栖息密度	33	55	3	0	0	92

7.1.5 海洋渔业资源（生产）回顾评价

工程前海洋渔业资源调查资料引自《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》（国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院，2012 年 9 月）。

7.1.5.1　鱼卵、仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼调查时间为 2008 年 3 月和 2010 年 11 月。具体站位布设详见 7.1.2.1 节。

（1）2008 年 3 月

调查共采获鱼卵 880ind.，未能定种的有 78 ind.，仔稚鱼 86 尾，经鉴定隶属于 8 科共 8 种。在本次调查中，采获的鱼卵仔稚鱼种类以鲷科、舌鳎科为主，这二个科鱼类的鱼卵占采获的鱼卵总数量的 60.60%。

调查海域鱼卵的平均密度为 791.9 ind./1000m^3，仔稚鱼平均密度为 77.4 尾/1000m^3，鱼卵以 20、4、18、15 号站数量最高，其次是 17、11、9、7 号站，其它站数量相对较低，仔稚鱼以 12、11、7 号站数量最高，其次是 20、15、4、17、5、18 站，其它站数量相对较见。

表 7.1-25　　2008 年 3 月各站位鱼卵仔稚鱼密度

站位	鱼卵（ind./1000m^3）	仔鱼（尾/1000m^3）
2#	86.4	21.6
4#	885.5	64.8
5#	226.8	32.4
7#	518.4	151.2
9#	572.4	10.8
11#	723.7	172.8
12#	388.8	183.6
13#	259.2	43.2
15#	842.3	75.6
17#	712.7	64.8
18#	874.7	32.4
20#	3412.5	75.6
平均值	791.9	77.4

（2）2010 年 11 月

在采集的 12 个样品中，共出现鱼卵仔稚鱼 5 目 9 种，未定种 2 种，共计 11 个鱼卵仔稚鱼种类，其中鲱形目鉴定出 2 属 2 种，银汉鱼目鉴定出 1 种，鳀形目鉴定出 1 种，鲈形目鉴定出 2 科 2 属，鲽形目鉴定出 1 科。

调查海区的鱼卵平均密度为 121×10^{-3} ind./m^3。采获鱼卵数量密度最高为 Z14 站，为 285×10^{-3} ind./m^3，调查期间除 Z10 站没有采到鱼卵外，其它站位都有鱼卵出现，密度变化范围在 34×10^{-3}~285×10^{-3} 粒/m^3。

调查海区的仔稚鱼平均密度为 58×10^{-3} 尾/m^3。采获仔稚鱼数量密度最高为 Z16 站，为 164×10^{-3} 尾/m^3。调查期间除 Z18 没有仔稚鱼出现，其它站都有分布，密度变化范围在 22×1、、0^{-3}~164×10^{-3} 尾/m^3。

7.1.5.2　游泳动物

游泳生物调查资料为 2009 年 4 月和 2009 年 9 月。

（1）2009 年 4 月

2009 年 4 月调查断面见下图。

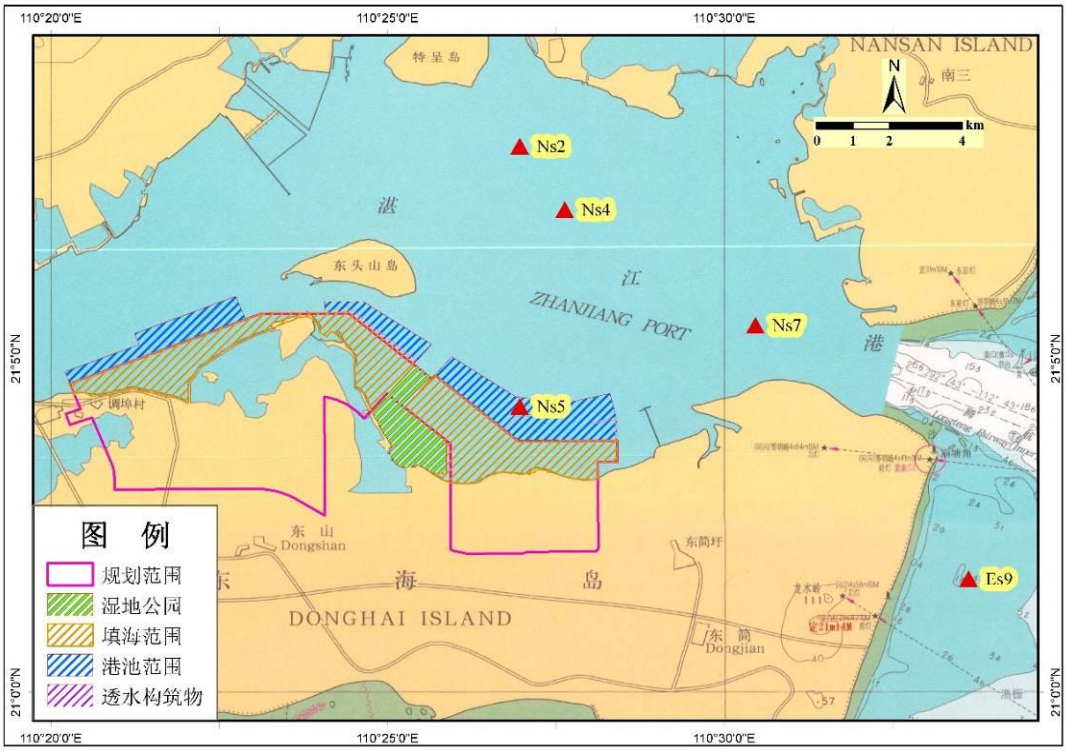


图 7.1-7　　渔业资源调查站位图

调查海域共出现游泳生物种类为 69 种，其中，以鱼类出现的种类最多，共出现 40 种；其次为甲壳类，共出现 25 种；以头足类出现的种类数最少，共出现 4 种。平均重量渔获率为 18.95kg/h，平均资源密度为 568.56kg/km^2。以鱼类的重量渔获率和资源密度最大，甲壳类次之，头足类最小。

（2）2009 年 9 月

中国科学院南海水产研究所于 2009 年 9 月对东海岛临港工业区填海所在湛江湾海域以及排污区所在的东海岛东部海域进行了渔业资源调查。东海岛北部海域设置 Y1、Y2 和 Y6 三个断面，东海岛东部海域设置 Y3、Y4 和 Y5 三个站，调查断面见下图。

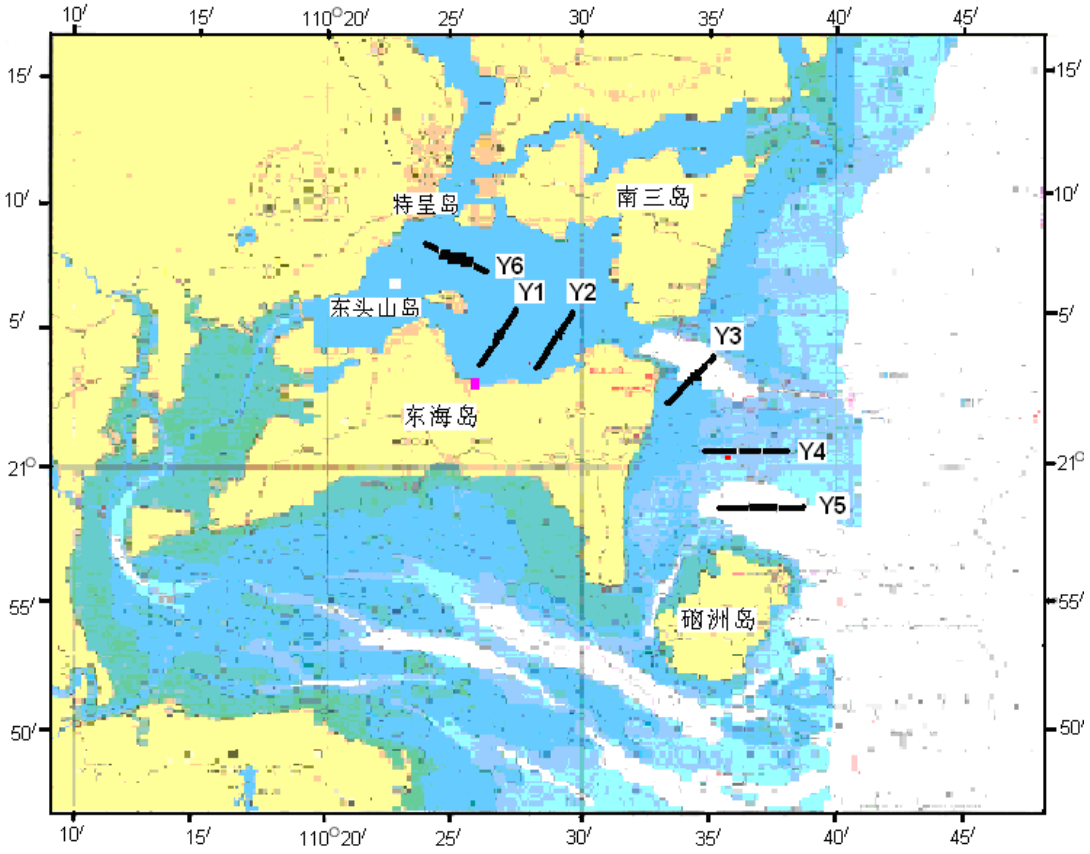


图 7.1-8　　秋季渔业资源调查站位图

② 渔获种类

调查共捕获游泳生物 144 种，隶属于 16 目 62 科。秋季调查平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 22.716kg/h 和 1301ind./h。平均重量密度和个体密度分别为 678.08kg/km^2 和 38848ind./km^2。其中：鱼类平均重量密度和个体密度分别为 509.13kg/km^2 和 24179ind./km^2，头足类平均重量密度和个体密度分别为 38.19kg/km^2 和 2281ind./km^2，甲壳类平均重量密度和个体密度分别为 130.76kg/km^2 和 12388ind./km^2。

7.2 工程施工期间环境质量回顾评价

为了解工程海域工程施工过程中海洋环境质量情况，本报告引用《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态评估报告》（报批稿）（湛江经济技术开发区管理委员会，2019 年 1 月）相关数据。

根据《生态评估报告》，国家海洋局珠海海洋环境监测中心站和中国水产科学研究院南海水产研究所分别于 2013 年 11 月（秋季）、2014 年 3 月（春季）对

在东海岛北部海域开展了两期海洋环境质量现状调查。其中春季调查共布设 32 个站位，其中海水水质现状调查站 32 个、沉积物和海洋生态调查站各 26 个、渔业资源和海洋生物质量调查站各 12 个，另外潮间带生物断面 5 个。秋季调查共布设 20 个监测站位，其中海水水质调查站 20 个、海洋生物调查站 12 个，另外潮间带生物断面 3 个、渔业资源调查断面 4 条。具体信息见表 7.2-1、表 7.2-2 和图 7.2-1、图 7.2-2。未对海洋沉积物进行调查。

表 7.2-1　　2014 年 3 月春季调查站位和内容

站位	东经（E）	北纬（N）	调查内容
1	110°32'06.29"	21°04'57.04"	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
2	110°30'38.38"	21°06'46.28"	水质
3	110°29'29.86"	21°04'45.21"	水质
4	110°29'04.90"	21°08'12.31"	水质、沉积物、生态
5	110°28'06.20"	21°06'51.60"	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
6	110°28′01.01″	21°04′51.09″	水质、沉积物、生态
7	110°27′09.00″	21°03′56.79″	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
8	110°27'07.51"	21°05'23.07"	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
9	110°26′29.24″	21°04′30.52″	水质、沉积物、生态
10	110°25'59.07"	21°03'50.64"	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
11	110°26′15.97″	21°05′43.07″	水质、沉积物、生态
12	110°25′40.73″	21°05′04.54″	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
13	110°25′10.44″	21°04′20.53″	水质、沉积物、生态
14	110°27'07.24"	21°08'44.97"	水质
15	110°25'53.63"	21°07'18.17"	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
16	110°24'35.69"	21°05'39.70"	水质
17	110°25′04.01″	21°07′51.55″	水质、沉积物、生态
18	110°24′09.05″	21°07′05.86″	水质、沉积物、生态
19	110°23′05.19″	21°06′18.84″	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
20	110°24'49.27"	21°15'57.17"	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
21	110°25'42.87"	21°14'09.99"	水质
22	110°25'19.82"	21°11'52.85"	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
23	110°24'47.59"	21°09'40.02"	水质
24	110°24′23.27″	21°08′29.53″	水质、沉积物、生态
25	110°23'37.12"	21°07'45.76"	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
26	110°22′42.98″	21°07′07.44″	水质、沉积物、生态
27	110°22′16.11″	21°07′53.87″	水质、沉积物、生态
28	110°21'46.99"	21°06'50.06"	水质、沉积物、生态
29	110°21'07.04"	21°05'30.07"	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
30	110°21'51.96"	21°05'33.72"	水质、沉积物、生态
31	110°22'28.10"	21°05'57.81"	水质、沉积物、生态
32	110°19'56.02"	21°05'36.73"	水质、沉积物、生态
C1	110°21'20.84"	21°07'13.22"	潮间带
C2	110°22'28.24"	21°08'28.33"	潮间带
C3	110°25'57.39"	21°03'07.67"	潮间带

站位	东经（E）	北纬（N）	调查内容
C4	110°27′57.84″	21°03′10.68″	潮间带
C5	110°22'34.12"	21°05'08.13"	潮间带

图 7.2-1　　2014 年 3 月春季调查站位示意图

表 7.2-2　　2013 年 11 月秋季调查站位和内容

站位	东经（E）	北纬（N）	调查内容
Z1	110°22′05.96″	21°07′36.40″	水质、海洋生物
Z2	110°20′34.79″	21°05′58.10″	水质、海洋生物
Z3	110°25′07.85″	21°20′14.97″	水质、海洋生物
Z4	110°25′17.25″	21°17′42.16″	水质
Z5	110°25′09.94″	21°15′28.92″	水质、海洋生物
Z6	110°25′51.75″	21°13′01.91″	水质
Z7	110°25′07.85″	21°10′25.06″	水质、海洋生物
Z8	110°24′17.15″	21°08′06.31″	水质、海洋生物
Z9	110°23′04.50″	21°05′52.43″	水质、海洋生物
Z10	110°27′59.28″	21°08′43.08″	水质
Z11	110°26′39.31″	21°06′52.75″	水质、海洋生物
Z12	110°25′18.82″	21°04′43.27″	水质、海洋生物
Z13	110°30′13.08″	21°08′27.39″	水质
Z14	110°29′45.89″	21°06′09.10″	水质
Z15	110°28′18.09″	21°04′20.70″	水质、海洋生物
Z16	110°32′08.06″	21°04′55.52″	水质、海洋生物
Z17	110°36′54.48″	21°08′47.01″	水质
Z18	110°36′14.76″	21°05′56.35″	水质
Z19	110°35′39.22″	21°03′33.11″	水质

站位	东经（E）	北纬（N）	调查内容
Z20	110°34′17.68″	21°00′58.05″	水质、海洋生物
C1	110°20′16.20″	21°04′27.00″	潮间带
C2	110°23′03.60″	21°05′26.40″	潮间带
C3	110°25′34.20″	21°03′22.80″	潮间带
Y1			渔业资源调查断面
Y2			渔业资源调查断面
Y3			渔业资源调查断面
Y4			渔业资源调查断面

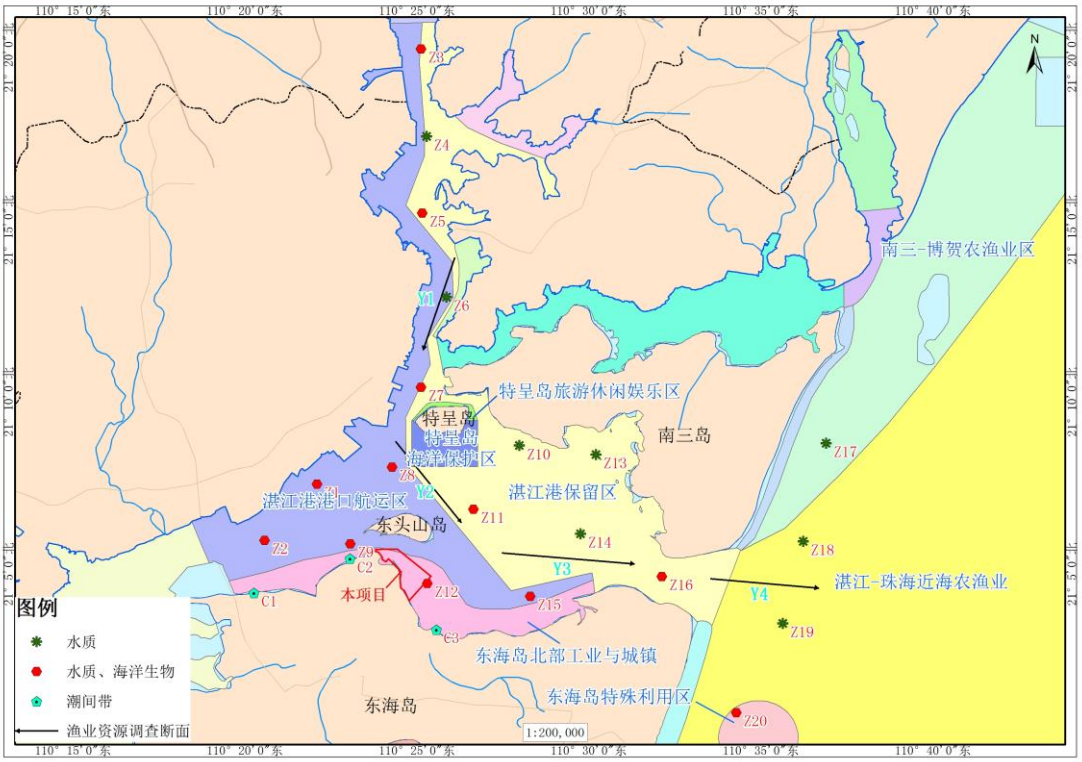


图 7.2-2　　2013 年 11 月秋季调查站位示意图

7.2.1　海水水质回顾评价

7.2.1.1　调查结果

（1）2014 年 3 月

2014 年 3 月海水水质监测结果见附录 1 表 5，统计结果见表 7.2-3。

表 7.2-3　2014 年 3 月水质监测统计结果

监测项目		最大值	最小值	平均值
水温（℃）	表层	18.5	18.0	18.25
pH	表层	8.28	8.07	8.18
盐度‰	表层	29.66	28.75	29.21
悬浮物（mg/L）	表层	35.0	8.0	21.50
溶解氧（mg/L）	表层	6.83	6.22	6.53

监测项目		最大值	最小值	平均值
COD（mg/L）	表层	0.87	0.35	0.61
无机氮（mg/L）	表层	330.83	165.05	247.94
活性磷酸盐（mg/L）	表层	35.10	17.15	26.13
硫化物（mg/L）	表层	0.053	0.011	0.03
石油类（mg/L）	表层	0.044	0.04	0.04
铜（μg/L）	表层	6.5	1.8	4.15
铅（μg/L）	表层	8.81	0.245	4.53
锌（μg/L）	表层	53.2	10.667	31.93
镉（μg/L）	表层	0.39	0.09	0.24
汞（μg/L）	表层	0.05	0.02	0.04
铬（μg/L）	表层	2.265	0.62	1.44
砷（μg/L）	表层	2.53	1.005	1.77

（2）2013 年 11 月

2013 年 11 月海水水质监测结果见附录 1 表 6，统计结果见表 7.2-4。

表 7.2-4　2013 年 11 月水质监测统计结果

监测项目		最大值	最小值	平均值
水温（℃）	表层	22.4	20.4	21.4
pH	表层	8.38	7.89	8.135
盐度‰	表层	29.61	23.90	26.755
悬浮物（mg/L）	表层	16.2	3.0	9.6
溶解氧（mg/L）	表层	7.9	7.31	7.605
COD（mg/L）	表层	1.51	1.03	1.27
无机氮（mg/L）	表层	0.167	0.089	0.128
活性磷酸盐（mg/L）	表层	0.024	0.005	0.015
石油类（mg/L）	表层	0.113	0.019	0.066
铜（μg/L）	表层	11.3	6.2	8.75
铅（μg/L）	表层	2.1	1.3	1.7
锌（μg/L）	表层	26.1	12.2	19.15
镉（μg/L）	表层	0.18	0.1	0.14
汞（μg/L）	表层	0.074	0.042	0.058
砷（μg/L）	表层	0.78	0.45	0.615

7.2.1.2　水质评价

（1）2014 年 3 月

根据海洋功能区划及近岸海域环境功能区划的要求，各站位所在海域执行标准详见表 7.2-5。根据水质调查结果，采用单因子评价方法，各调查点位评价结果见表 7.2-6 和表 7.2-7。

表 7.2-5　　调查站位所在海洋功能区和水质评价标准

站位	海洋功能区	近岸海域环境功能区划	评价标准
2	湛江港保留区	南三镇四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
1、4、5、6、8、14、15、20、	湛江港保留区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
17、22、23、	湛江港保留区	湛江港四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
10、13	东海岛北部工业与城镇用海区	湛江港四类区	水质三类、沉积物二类、生物质量二类
12、16、19、26、27、28、29、30、31、32	湛江港口航运区	湛江港四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
3、7、9、11、18、21、24、25	湛江港口航运区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类

由评价结果表可知，2014 年 3 月调查，工程海域主要超标因子为活性磷酸盐，超标率为 43.75%；其次是无机氮，超标率为 9.38%；此外，位于湛江港航运区的 26#站位的锌指标超标，超标率为 3.13%，其余各指标所有站位均符合所在功能区水质类别的要求。

由于湛江湾海域邻近湛江市，且该海域港区众多，可见上述指标超标的主要原因是受到陆域污染源排放、船舶污染物排放以及海水养殖等的影响所致。

表 7.2-6　　各评价因子单项标准指数（2014 年 3 月）

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
三类	1	涨	表	0.59	0.10	0.71	0.03	0.64	0.72	0.07	0.06	0.07	0.48	0.02	0.02	0.01
		退	表	0.60	0.21	0.72	0.003	0.42	0.50	0.14	0.09	0.01	0.36	0.04	0.02	0.005
	2	涨	表	0.58	0.13	0.67	0.0003	0.61	**1.15**	0.15	0.05	0.04	0.18	0.04	0.02	0.01
		退	表	0.58	0.25	0.67	0.03	0.69	0.29	0.12	0.12	0.40	0.28	0.00	0.06	0.003
	3	涨	表	0.58	0.18	0.67	0.04	0.60	0.82	0.28	0.08	0.11	0.12	0.02	0.04	0.01
		退	表	0.60	0.21	0.67	0.09	0.51	0.41	0.33	0.12	0.26	0.07	0.02	0.04	0.004
	4	涨	表	0.62	0.17	0.64	0.01	0.44	0.64	0.09	0.10	0.01	0.42	0.01	0.03	0.01
		退	表	0.63	0.24	0.63	0.09	0.75	0.92	0.40	0.05	0.05	0.24	0.03	0.02	0.01
	5	涨	表	0.59	0.19	0.68	0.02	0.73	0.82	0.24	0.04	0.06	0.37	0.01	0.03	0.004
		退	表	0.60	0.23	0.68	0.09	0.46	0.51	0.11	0.08	0.01	0.18	0.02	0.02	0.01
	6	涨	表	0.58	0.18	0.66	0.01	0.72	0.67	0.14	0.03	0.15	0.26	0.03	0.06	0.01
		退	表	0.63	0.18	0.65	0.09	0.79	0.54	0.25	0.03	0.07	0.13	0.03	0.04	0.01
	7	涨	表	0.58	0.10	0.63	0.05	0.63	**1.12**	0.17	0.08	0.19	0.36	0.03	0.04	0.01
		退	表	0.59	0.25	0.62	0.05	0.43	**1.22**	0.14	0.03	0.08	0.34	0.04	0.04	0.01
	8	涨	表	0.58	0.08	0.62	0.02	0.78	**1.11**	0.09	0.04	0.05	0.67	0.01	0.02	0.003
		退	表	0.58	0.18	0.62	0.02	0.35	0.88	0.33	0.03	0.51	0.35	0.00	0.02	0.003
	9	涨	表	0.59	0.09	0.62	0.07	0.42	0.89	0.22	0.02	0.03	0.31	0.00	0.02	0.01
		退	表	0.59	0.09	0.62	0.03	0.43	0.89	0.15	0.05	0.02	0.27	0.01	0.07	0.005
	10	涨	表	0.59	0.13	0.62	0.25	0.46	0.84	0.27	0.03	0.01	0.13	0.01	0.04	0.003
		退	表	0.59	0.12	0.62	0.05	0.36	0.70	0.11	0.23	0.88	0.10	0.02	0.05	0.01
	11	涨	表	0.59	0.17	0.61	0.04	0.44	0.57	0.14	0.07	0.17	0.36	0.02	0.06	0.01
		退	表	0.60	0.24	0.60	0.03	0.52	0.81	0.21	0.16	0.40	0.14	0.02	0.04	0.005
	12	涨	表	0.60	0.20	0.62	0.03	0.57	0.28	0.13	0.08	0.26	0.28	0.02	0.03	0.01
		退	表	0.59	0.22	0.62	0.06	0.96	**1.20**	0.07	0.10	0.34	0.13	0.01	0.03	0.01
	13	涨	表	0.59	0.15	0.62	0.02	0.87	0.90	0.18	0.11	0.47	0.18	0.03	0.03	0.01
		退	表	0.58	0.15	0.62	0.04	0.25	0.75	0.22	0.15	0.01	0.25	0.03	0.01	0.01

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
	14	涨	表	0.63	0.18	0.61	0.02	0.72	0.70	0.16	0.07	0.23	0.56	0.02	0.05	0.01
		退	表	0.65	0.26	0.60	0.04	0.47	0.45	0.19	0.17	0.10	0.51	0.00	0.01	0.005
	15	涨	表	0.59	0.12	0.63	0.01	0.69	0.63	0.07	0.09	0.17	0.34	0.01	0.04	0.003
		退	表	0.59	0.11	0.63	0.02	0.65	**1.15**	0.14	0.06	0.04	0.29	0.01	0.02	0.003
	16	涨	表	0.60	0.13	0.59	0.07	0.74	0.96	0.17	0.10	0.14	0.64	0.03	0.06	0.01
		退	表	0.60	0.26	0.59	0.02	0.49	0.97	0.27	0.05	0.01	0.35	0.03	0.04	0.01
	17	涨	表	0.58	0.11	0.63	0.04	**1.42**	0.90	0.11	0.09	0.45	0.49	0.00	0.02	0.01
		退	表	0.59	0.23	0.61	0.00	0.54	**1.10**	0.10	0.02	0.24	0.17	0.04	0.02	0.01
	18	涨	表	0.59	0.21	0.62	0.03	**1.04**	0.80	0.10	0.08	0.01	0.48	0.05	0.04	0.004
		退	表	0.59	0.21	0.60	0.02	0.57	0.73	0.23	0.19	0.05	0.21	0.01	0.05	0.24
	19	涨	表	0.61	0.16	0.60	0.03	**1.59**	**1.49**	0.23	0.06	0.08	0.39	0.02	0.04	0.01
		退	表	0.61	0.24	0.59	0.03	0.65	**1.03**	0.09	0.04	0.58	0.08	0.02	0.05	0.19
	20	涨	表	0.60	0.25	0.58	0.06	**2.20**	**1.92**	0.12	0.04	0.01	0.23	0.03	0.04	0.01
		退	表	0.62	0.26	0.54	0.06	0.63	**1.07**	0.18	0.10	0.01	0.12	0.04	0.02	0.11
	21	涨	表	0.59	0.26	0.58	0.08	0.89	**1.25**	0.09	0.08	0.12	0.18	0.02	0.03	0.01
		退	表	0.63	0.25	0.55	0.05	0.64	**1.54**	0.12	0.09	0.29	0.12	0.02	0.02	0.09
	22	涨	表	0.59	0.24	0.60	0.05	0.48	**1.14**	0.09	0.04	0.07	0.10	0.02	0.03	0.01
		退	表	0.61	0.17	0.57	0.05	0.56	**1.13**	0.13	0.09	0.03	0.13	0.03	0.02	0.05
	23	涨	表	0.60	0.16	0.61	0.02	0.57	0.79	0.15	0.08	0.27	0.42	0.03	0.07	0.01
		退	表	0.59	0.11	0.58	0.02	0.99	**1.89**	0.23	0.17	0.61	0.16	0.00	0.05	0.21
	24	涨	表	0.59	0.26	0.63	0.03	0.76	0.51	0.25	0.13	0.39	0.55	0.04	0.07	0.02
		退	表	0.59	0.19	0.59	0.03	0.93	0.85	0.15	0.16	0.52	0.26	0.03	0.06	0.27
	25	涨	表	0.62	0.24	0.48	0.03	0.87	**1.20**	0.35	0.17	0.72	0.36	0.06	0.06	0.01
		退	表	0.60	0.12	0.58	0.02	**1.08**	**1.13**	0.40	0.22	0.31	0.49	0.05	0.02	0.18
	26	涨	表	0.59	0.23	0.61	0.07	0.51	0.96	0.30	0.11	0.35	**1.10**	0.00	0.10	0.01
		退	表	0.59	0.18	0.60	0.001	0.73	**1.03**	0.35	0.27	0.15	**1.00**	0.04	0.03	0.55
	27	涨	表	0.63	0.20	0.49	0.08	0.82	**1.50**	0.15	0.14	0.18	0.68	0.02	0.08	0.01
		退	表	0.63	0.08	0.49	0.01	0.90	**1.82**	0.30	0.09	0.05	0.56	0.02	0.05	0.34

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
	28	涨	表	0.63	0.18	0.50	0.07	0.72	**2.63**	0.20	0.11	0.22	0.75	0.04	0.07	0.01
		退	表	0.64	0.18	0.51	0.02	0.64	**1.71**	0.30	0.05	0.01	0.41	0.04	0.05	0.37
	29	涨	表	0.60	0.17	0.61	0.05	0.89	0.88	0.20	0.14	0.69	0.97	0.05	0.04	0.01
		退	表	0.61	0.16	0.59	0.00	0.91	**1.70**	0.20	0.03	0.37	0.33	0.08	0.05	0.48
	30	涨	表	0.60	0.23	0.63	0.04	0.56	0.93	0.10	0.09	0.01	0.56	0.06	0.05	0.005
		退	表	0.61	0.18	0.62	0.00	0.94	**1.32**	0.25	0.21	0.08	0.24	0.01	0.06	0.28
	31	涨	表	0.62	0.25	0.60	0.07	0.98	0.36	0.25	0.06	0.08	0.45	0.02	0.04	0.01
		退	表	0.61	0.19	0.56	0.02	**1.05**	**1.45**	0.10	0.04	0.64	0.09	0.03	0.05	0.23
	32	涨	表	0.63	0.14	0.71	0.08	0.76	**1.34**	0.10	0.05	0.01	0.24	0.03	0.04	0.01
		退	表	0.63	0.18	0.67	0.05	0.94	**1.44**	0.20	0.10	0.17	0.13	0.04	0.03	0.12
	最小值			0.58	0.08	0.48	0.0003	0.25	0.28	0.07	0.02	0.01	0.07	0.00	0.01	0.003
	最大值			0.65	0.26	0.72	0.25	2.2	2.63	0.4	0.27	0.88	1.1	0.08	0.1	0.55
	超标率（%）			0	0	0	0	9.38	43.75	0	0	0	3.13	0	0	0

表 7.2-7　　海水水质评价结果（2014 年 3 月）

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
三类	1	涨	表	达标	达标	达标	达标	0.64	0.72	0.07	0.06	0.07	0.48	0.02	0.02	0.01
		退	表	达标	达标	达标	达标	0.42	0.50	0.14	0.09	0.01	0.36	0.04	0.02	0.005
	2	涨	表	达标	达标	达标	达标	0.61	**1.15**	0.15	0.05	0.04	0.18	0.04	0.02	0.01
		退	表	达标	达标	达标	达标	0.69	0.29	0.12	0.12	0.40	0.28	0.00	0.06	0.003
	3	涨	表	达标	达标	达标	达标	0.60	0.82	0.28	0.08	0.11	0.12	0.02	0.04	0.01
		退	表	达标	达标	达标	达标	0.51	0.41	0.33	0.12	0.26	0.07	0.02	0.04	0.004
	4	涨	表	达标	达标	达标	达标	0.44	0.64	0.09	0.10	0.01	0.42	0.01	0.03	0.01
		退	表	达标	达标	达标	达标	0.75	0.92	0.40	0.05	0.05	0.24	0.03	0.02	0.01
	5	涨	表	达标	达标	达标	达标	0.73	0.82	0.24	0.04	0.06	0.37	0.01	0.03	0.004
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	6	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	7	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	8	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	9	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	10	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	11	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	12	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	13	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
	14	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	15	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	16	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	17	涨	表	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	18	涨	表	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	19	涨	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	20	涨	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	21	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	22	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	23	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	24	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	25	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	26	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标
	27	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
	28	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	29	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	30	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	31	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	32	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	超标站位个数			0	0	0	0	6	28	0	0	0	2	0	0	0
	超标率（%）			0	0	0	0	9.38	43.75	0	0	0	3.13	0	0	0

（2）2013 年 11 月

根据海洋功能区划及近岸海域环境功能区划的要求，2013 年 11 月各调查站位所在海域执行标准详见表 7.2-8。根据水质调查结果，采用单因子评价方法，各调查点位评价结果见表 7.2-9 和表 7.2-10。

表 7.2-8　　调查站位所在海洋功能区和水质评价标准

站位	海洋功能区	近岸海域环境功能区划	评价标准
17、18、19、20	湛江-珠海近海农渔业区	南三河二类区	水质一类、沉积物一类、生物质量一类
3、4、5、7、10、11、14、16	湛江港保留区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
13	湛江港保留区	湛江港四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
12	东海岛北部工业与城镇用海区	湛江港四类区	水质三类、沉积物二类、生物质量二类
6、8、15	湛江港口航运区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
1、2、9	湛江港口航运区	湛江港四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类

由评价结果可知，工程海域主要超标站位为位于湛江-珠海近海农渔业区的 17-20#，其中主要超标因子为铜、铅、汞和石油类超标率分别为 20%、20%、5%和 5%，超过第一类海水水质标准，符合第二类海水水质标准。其余各指标所有站位均符合所在功能区水质类别的要求。

由于湛江湾海域邻近湛江市，且该海域港区众多，上述指标超标的主要原因是受陆域污染源、船舶污染物等排放影响。

表 7.2-9　　各评价因子单项标准指数（2013 年 11 月）

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
三类	1	涨	表	0.55	0.30	0.71	0.34	0.35	0.72	0.25	0.14	0.25	0.23	0.02	0.01
		退	表	0.55	0.32	0.61	0.36	0.34	0.79	0.30	0.15	0.20	0.19	0.02	0.01
	2	涨	表	0.53	0.29	0.75	0.35	0.30	0.65	0.24	0.13	0.14	0.18	0.02	0.01
		退	表	0.54	0.33	0.62	0.38	0.29	0.74	0.31	0.14	0.20	0.18	0.02	0.01
	3	涨	表	0.54	0.33	0.54	0.22	0.34	0.65	0.29	0.16	0.18	0.19	0.02	0.01
		退	表	0.54	0.33	0.49	0.22	0.35	0.53	0.26	0.15	0.19	0.20	0.02	0.01
	4	涨	表	0.55	0.31	0.51	0.24	0.31	0.76	0.31	0.13	0.19	0.19	0.02	0.01
		退	表	0.55	0.38	0.53	0.25	0.33	0.79	0.35	0.14	0.18	0.19	0.02	0.01
	5	涨	表	0.53	0.33	0.51	0.26	0.30	0.77	0.33	0.16	0.21	0.21	0.02	0.01
		退	表	0.53	0.32	0.58	0.28	0.30	0.78	0.37	0.16	0.20	0.23	0.02	0.01
	6	涨	表	0.54	0.38	0.51	0.28	0.29	0.73	0.31	0.15	0.18	0.19	0.02	0.01
		退	表	0.54	0.37	0.60	0.30	0.30	0.75	0.32	0.15	0.20	0.21	0.02	0.01
	7	涨	表	0.52	0.36	0.56	0.33	0.33	0.68	0.29	0.17	0.17	0.19	0.02	0.01
		退	表	0.54	0.36	0.60	0.29	0.33	0.73	0.28	0.14	0.19	0.19	0.02	0.01
	8	涨	表	0.55	0.32	0.56	0.35	0.42	0.61	0.28	0.18	0.18	0.26	0.02	0.01
		退	表	0.53	0.33	0.61	0.32	0.39	0.66	0.35	0.17	0.19	0.21	0.02	0.01
	9	涨	表	0.53	0.32	0.77	0.28	0.29	0.54	0.25	0.20	0.18	0.13	0.02	0.01
		退	表	0.53	0.31	0.62	0.29	0.29	0.60	0.31	0.21	0.17	0.17	0.01	0.01
	10	涨	表	0.53	0.30	0.63	0.23	0.25	0.28	0.35	0.21	0.21	0.18	0.02	0.01
		退	表	0.52	0.36	0.64	0.26	0.25	0.31	0.29	0.22	0.20	0.19	0.01	0.01
	11	涨	表	0.53	0.34	0.64	0.24	0.27	0.36	0.33	0.16	0.15	0.17	0.02	0.01
		退	表	0.52	0.34	0.64	0.27	0.27	0.39	0.31	0.17	0.14	0.17	0.02	0.02
	12	涨	表	0.52	0.30	0.64	0.34	0.30	0.43	0.24	0.18	0.14	0.14	0.02	0.01
		退	表	0.54	0.33	0.63	0.35	0.29	0.42	0.28	0.23	0.15	0.20	0.02	0.01
	13	涨	表	0.54	0.33	0.62	0.28	0.27	0.31	0.31	0.20	0.19	0.17	0.01	0.01

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
		退	表	0.00	0.31	0.65	0.31	0.28	0.35	0.25	0.19	0.16	0.17	0.02	0.01
	14	涨	表	0.54	0.33	0.64	0.22	0.26	0.30	0.32	0.15	0.13	0.15	0.01	0.01
		退	表	0.53	0.32	0.66	0.25	0.26	0.32	0.32	0.14	0.14	0.16	0.02	0.01
	15	涨	表	0.53	0.29	0.64	0.28	0.26	0.45	0.25	0.15	0.15	0.19	0.02	0.01
		退	表	0.53	0.35	0.62	0.29	0.27	0.47	0.30	0.15	0.15	0.21	0.01	0.01
	16	涨	表	0.53	0.35	0.63	0.19	0.23	0.23	0.36	0.15	0.16	0.17	0.01	0.02
		退	表	0.05	0.33	0.66	0.22	0.22	0.26	0.35	0.16	0.15	0.18	0.01	0.02
一类	17	涨	表	0.16	0.57	0.81	0.76	0.46	0.45	0.92	**1.32**	**1.30**	0.73	0.11	0.02
		退	表	0.03	0.52	0.81	0.38	0.46	0.31	**1.02**	**1.50**	**1.30**	0.71	0.13	0.03
	18	涨	表	0.06	0.58	0.81	0.86	0.45	0.47	0.88	**1.34**	**1.40**	0.67	0.11	0.02
		退	表	0.04	0.59	0.81	0.92	0.46	0.49	0.94	**1.24**	**1.40**	0.70	0.14	0.03
	19	涨	表	0.52	0.58	0.77	0.96	0.46	0.37	0.98	**1.40**	**1.30**	0.76	0.15	0.03
		退	表	0.02	0.57	0.81	**1.00**	0.45	0.39	**1.20**	**1.60**	**1.50**	0.79	0.16	0.03
	20	涨	表	0.55	0.60	0.77	0.88	0.46	0.41	0.84	**1.32**	**1.40**	0.61	0.11	0.03
		退	表	0.08	0.53	0.79	**1.00**	0.53	0.45	0.94	**1.46**	**1.30**	0.71	0.12	0.03
	最小值			0.004	0.29	0.49	0.19	0.22	0.23	0.24	0.13	0.13	0.13	0.01	0.01
	最大值			0.55	0.6	0.81	1.0	0.53	0.79	1.2	1.6	1.5	0.79	0.06	0.03
	超标率（%）			0	0	0	5	0	0	5	20	20	0	0	0

表 7.2-10　　海水水质评价结果（2013 年 11 月）

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
三类	1	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	2	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	3	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	4	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	5	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	6	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	7	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	8	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	9	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	10	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	11	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	12	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	13	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

执行标准	站位	潮期	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	14	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	15	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	16	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
一类	17	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标
	18	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标
	19	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标
	20	涨	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标
		退	表	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标
	超标站位个数			0	0	0	2	0	0	2	8	8	0	0	0
	超标率（%）			0	0	0	5	0	0	5	20	20	0	0	0

7.2.2 沉积物质量回顾评价

7.2.2.1 调查结果

2014年3月调查海域表层海洋沉积物质量现状调查结果见表7.2-11。其中，有机碳含量变化范围为0.34%~1.45%，平均为0.83%，以30号站含量为最高，29号站和27号站次之，13号站最低。石油类含量变化范围为0.375×10^{-6}~12.130×10^{-6}，平均为2.728×10^{-6}，以17号站最高，28号站次之，4号站最低。硫化物含量为11.24×10^{-6}~84.52×10^{-6}，平均为38.88×10^{-6}，以32号站最高，30号站次之，13号站最低。重金属As含量变化范围为2.1×10^{-6}~8.2×10^{-6}，平均值为5.1×10^{-6}，最高值和最低值分别出现在15号站和4号站。Hg的含量变化范围为0.013×10^{-6}~0.074×10^{-6}，平均值为0.036×10^{-6}，最高值和最低值分别出现在29号站和9号站。Pb含量的变化范围为6.1×10^{-6}~30.0×10^{-6}，平均值为14.7×10^{-6}，最高值和最低值分别出现在29号站和9号站。Zn含量的变化范围为17×10^{-6}~80×10^{-6}，平均值为40×10^{-6}，15号站含量最高，9号站最低。Cu含量的变化范围为4.2×10^{-6}~14.0×10^{-6}，平均含量为9.1×10^{-6}，29号站含量最高，9号站最低。Cr含量的变化范围为5.2×10^{-6}~14.0×10^{-6}，平均为9.5×10^{-6}，15号站最高，8号站最低。另外，Cd的含量均低于检出限。

表 7.2-11　2014 年 3 月表层沉积物样品分析结果

站号	有机碳 (%)	石油类 ($\times10^{-6}$)	硫化物 ($\times10^{-6}$)	砷 ($\times10^{-6}$)	汞 ($\times10^{-6}$)	铅 ($\times10^{-6}$)	锌 ($\times10^{-6}$)	铜 ($\times10^{-6}$)	铬 ($\times10^{-6}$)
1	0.86	1.025	66.34	5.7	0.069	9.6	30	6.9	7.7
4	1.12	0.375	58.24	2.1	0.014	7.0	30	5.0	5.4
5	0.57	1.362	34.79	4.9	0.042	19.0	46	12.0	12.0
6	0.68	6.254	15.95	5.8	0.028	12.0	40	8.5	10.0
7	0.91	0.537	43.58	4.2	0.023	11.0	26	7.6	9.1
8	1.03	1.247	42.22	3.8	0.014	6.6	50	5.6	5.2
9	0.74	0.823	26.87	6.5	0.013	6.1	17	4.2	6.1
10	0.91	2.514	53.71	6.0	0.032	14.0	36	10.0	12.0
11	0.67	0.856	16.97	5.0	0.029	16.0	40	8.8	9.6
12	0.73	1.346	52.46	3.2	0.017	8.0	20	5.5	7.0
13	0.34	0.437	11.24	5.0	0.032	15.0	50	10.0	12.0
15	1.12	6.531	16.72	8.2	0.063	17.0	80	11.0	14.0
17	0.66	12.13	14.85	3.6	0.018	7.3	18	5.9	5.8
18	0.58	0.637	20.37	5.3	0.033	12.0	43	7.7	9.0
19	0.57	1.349	22.64	3.2	0.019	8.7	26	5.8	7.2
20	1.06	0.863	23.77	4.4	0.036	14.0	36	12.0	11.0
22	0.36	2.735	35.01	6.0	0.036	15.0	39	12.0	9.0
24	0.55	6.243	42.69	5.7	0.042	15.0	40	12.0	11.0
25	0.42	1.32	33.58	6.0	0.046	16.0	42	11.0	11.0
26	0.74	0.867	17.35	5.4	0.042	20.0	46	11.0	13.0
27	1.21	5.534	52.43	5.8	0.048	24.0	58	11.0	11.0
28	0.95	6.669	24.68	4.8	0.041	20.0	38	8.1	6.8
29	1.34	0.437	55.32	7.5	0.074	30.0	61	14.0	12.0
30	1.45	1.634	68.75	4.6	0.039	17.0	37	9.1	9.4
31	1.12	2.834	75.88	6.2	0.050	23.0	47	13.0	12.0

站号	有机碳 (%)	石油类 ($\times10^{-6}$)	硫化物 ($\times10^{-6}$)	砷 ($\times10^{-6}$)	汞 ($\times10^{-6}$)	铅 ($\times10^{-6}$)	锌 ($\times10^{-6}$)	铜 ($\times10^{-6}$)	铬 ($\times10^{-6}$)
32	0.86	4.366	84.52	4.2	0.042	20.0	40	9.7	8.2
最小值	0.34	0.375	11.24	2.1	0.013	6.1	17	4.2	5.2
最大值	1.45	12.130	84.52	8.2	0.074	30.0	80	14.0	14.0
平均值	0.83	2.728	38.88	5.1	0.036	14.7	40	9.1	9.5

7.2.2.2 评价结果

各沉积物调查站位所在的海洋功能区及评价标准见表 7.2-12。

表 7.2-4 沉积物调查站位所在海洋功能区及评价标准

调查时间	站位	海洋功能区	评价标准
2014 年 3 月	10、13	东海岛北部工业与城镇用海区	二类
	1、4、5、6、8、15、17、20、22	湛江港保留区	三类
	7、9、11、12、18、19、24、25、26、27、28、29、30、31、32	湛江港港口航运区	三类

根据上述调查结果，采用单因子评价方法，各点位评价结果见表 7.2-13。

表 7.2-5 各调查站位沉积物评价结果

执行标准	站位	铜	锌	铅	镉	砷	汞	铬	石油类	有机碳
二类	10	0.30	0.003	0.11	0.09	0.06	0.11	0.10	0.10	0.08
	13	0.11	0.00	0.02	0.08	0.06	0.12	0.14	0.10	0.08
三类	1	0.22	0.001	0.11	0.06	0.07	0.04	0.05	0.03	0.03
	4	0.28	0.0003	0.10	0.02	0.01	0.03	0.05	0.03	0.02
	5	0.14	0.001	0.06	0.05	0.04	0.08	0.08	0.06	0.04
	6	0.17	0.004	0.03	0.06	0.03	0.05	0.07	0.04	0.04
	7	0.23	0.000	0.07	0.05	0.02	0.04	0.04	0.04	0.03
	8	0.26	0.001	0.07	0.04	0.01	0.03	0.08	0.03	0.02
	9	0.19	0.001	0.04	0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02
	11	0.17	0.001	0.03	0.05	0.03	0.06	0.07	0.04	0.04
	12	0.18	0.001	0.09	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
	15	0.28	0.004	0.03	0.09	0.06	0.07	0.13	0.06	0.05
	17	0.17	0.008	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
	18	0.15	0.0004	0.03	0.06	0.03	0.05	0.07	0.04	0.03
	19	0.14	0.001	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03
	20	0.27	0.001	0.04	0.05	0.04	0.06	0.06	0.06	0.04
	22	0.09	0.002	0.06	0.06	0.04	0.06	0.07	0.06	0.03
	24	0.14	0.004	0.07	0.06	0.04	0.06	0.07	0.06	0.04
	25	0.11	0.001	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07	0.06	0.04
	26	0.19	0.001	0.03	0.06	0.04	0.08	0.08	0.06	0.05
	27	0.30	0.004	0.09	0.06	0.05	0.10	0.10	0.06	0.04
	28	0.24	0.004	0.04	0.05	0.04	0.08	0.06	0.04	0.03

执行标准	站位	铜	锌	铅	镉	砷	汞	铬	石油类	有机碳
	29	0.34	0.000	0.09	0.08	0.07	0.12	0.10	0.07	0.04
	30	0.36	0.001	0.11	0.05	0.04	0.07	0.06	0.05	0.03
	31	0.28	0.002	0.13	0.07	0.05	0.09	0.08	0.07	0.04
	32	0.22	0.003	0.14	0.05	0.04	0.08	0.07	0.05	0.03

由上表可知，2014 年 3 月海洋沉积物调查结果均可满足相应功能区沉积物标准要求，工程区域海洋沉积物环境状况良好。

7.2.3 海洋生态环境回顾评价

7.2.3.1 叶绿素 a 和初级生产力

（1）2014 年 3 月春季调查

春季，调查海域表层叶绿素 a 含量的变化范围为 1.47~5.02mg/m^3，平均值为 3.27mg/m^3；底层叶绿素 a 含量的变化范围为 2.67~4.21mg/m^3，平均值为 3.21 mg/m^3，明显高于秋季。

春季，调查海域各站初级生产力具有一定差异，表层初级生产力水平的变化范围为 92.38~592.08 mg·C/m^2·d，平均值为 271.35 mg·C/m^2·d，底层初级生产力水平的变化范围为 259.41~476.22 mg·C/m^2·d，平均值为 332.72 mg·C/m^2·d，明显高于秋季。

（2）2013 年 11 月秋季调查

秋季，调查海域叶绿素 a 含量的变化范围为 0.44～1.12mg/m^3，平均值为 0.64mg/m^3。

秋季，调查海域各站初级生产力具有一定差异，水平变化范围为 23.83～80.45mg·C/m^2·d，平均值为 41.13mg·C/m^2·d。

7.2.3.2 浮游植物

（1）2014 年 3 月春季调查

春季调查海域内共出现浮游植物 5 门 18 属 71 种。调查海域网采样品中浮游植物丰度平均值为 225.10×10^4cell/m^3，整体水平较低。调查海域，网采样品浮游植物多样性指数范围为 0.11~3.66，平均为 1.54；均匀度指数范围为 0.03~0.95，平均为 0.43。

（2）2013 年 11 月秋季调查

调查海域浮游植物以暖水性种类为主，亚热带种群区系特征较为明显。经鉴定，秋季调查海域共出现蓝藻、绿藻、硅藻和甲藻类浮游植物共 4 大门类 18 科 55 种。调查海域浮游植物平均密度为 261.89×10^4 cells/m^3。调查海域浮游植物种类多样性指数变化范围为0.89～2.40，平均为1.58；均匀度变化范围为0.22～0.80，平均为 0.39。

7.2.3.3 浮游动物

（1）2014 年 3 月春季调查

调查海域内共出现浮游动物 60 种（类），分属 14 个不同生物类群。调查海域内浮游动物栖息密度的变化范围为 55.00~391.00ind/m^3，平均为 162.99ind/m^3。浮游动物生物量的变化范围为 5.83~194.74mg/m^3，平均为 43.54mg/m^3，调查海域各站浮游动物平均出现种类为 18 种（类），种类丰富度平均为 2.31；浮游动物多样性指数变化范围为 1.35~3.12，平均值为 2.21；均匀度指数变化范围为 0.30~0.70，平均值为 0.56。

（2）2013 年 11 月秋季调查

调查海域内共出现浮游动物 63 种（类），以桡足类和浮游幼虫为主。调查海域浮游动物栖息密度变化范围为 20.00~847.00ind/m^3，平均为 146.75ind/m^3 。调查海域浮游动物多样性指数均值为 3.30，变化范围为 2.34~3.91；均匀度指数均值为 0.80，变化范围为 0.55~0.92。

7.2.3.4 底栖生物

（1）2014 年 3 月春季调查

调查海域共鉴定出底栖生物 11 门 43 科 57 种。调查海域底栖生物的平均生物量为 47.49g/m^2，平均栖息密度为 57.95ind/m^2。调查海域底栖生物多样性指数分布范围为 0.85~3.25，平均值为 2.06；均匀度分布范围为 0.43~1.00，平均值为 0.87。

（2）2013 年 11 月秋季调查

调查海域经鉴定底栖生物共有 9 门 30 科 40 种。调查海域底栖生物的生物量和栖息密度均较高，平均生物量为 112.71g/m^2，平均栖息密度为 116.67ind./m^2。调查海域底栖生物多样性指数分布范围为 1.628～2.890，均值为 2.344，Z16 号站

最高，Z12 号站最低；均匀度变化范围为 0.701～0.976，均值为 0.918。

7.2.3.5 潮间带生物

（1）2014 年 3 月春季调查

调查海域潮间带共出现生物 5 门 18 科 27 种。调查海域潮间带生物平均生物量为 242.04g/m^2，平均栖息密度为 220.80ind./m^2。调查海区潮间带生物多样性指数分布范围为 0.77~2.72，平均值为 1.55；均匀度分布范围为 0.49~0.99，平均值为 0.85。

（2）2013 年 11 月秋季调查

秋季调查中，调查海域潮间带共出现生物 6 门 26 科 33 种。调查海域潮间带生物平均生物量为 52.68g/m^2，平均栖息密度为 60.00ind./m^2。调查海区潮间带生物多样性指数分布范围为 4.173～4.345，均匀度分布范围为 0.936～0.961，均属较高水平，表明秋季时本海域潮间带生态环境良好，种类分布较为均匀。

7.2.4 海洋渔业资源回顾评价

7.2.4.1 鱼卵、仔稚鱼

（1）2014 年 3 月春季调查

春季调查共鉴定出鱼卵和仔稚鱼 10 种，隶属于 10 属 10 科。调查海域垂直拖网调查共采获鱼卵 3914 粒，平均密度为 1435 ind/1000m^3。

（2）2013 年 11 月秋季调查

秋季调查共鉴定出鱼卵和仔稚鱼 5 种，即小公鱼、白氏银汉鱼、鳀科、多鳞鱚、鲬，隶属于 5 属 5 科。秋季调查共采获鱼卵 396 粒，平均密度为 436 ind/1000m^3。

7.2.4.2 游泳动物

（1）2014 年 3 月春季调查

春季调查中，调查海域共捕获游泳生物 98 种，隶属于 17 目 51 科，其中：鱼类 10 目 32 科 54 种，甲壳类 2 目 12 科 34 种，头足类 2 目 2 科 5 种，贝类 5 目 5 科 5 种。游泳生物总渔获量为 302.683 kg，总平均渔获率为 25.600 kg/h，平均个体渔获率为 665.9 尾/h。游泳生物的总平均资源密度为 357.463 kg/km^2，总平均尾数资源密度为 9339.7 尾/km^2。

（2）2013 年 11 月秋季调查

秋季调查中，调查海域共捕获游泳生物 91 种，其中鱼类 61 种、头足类 6 种、甲壳类 24 种；共隶属于 16 目 51 科。游泳生物的平均重量渔获率为 13.304kg/h，平均个体渔获率为 654 尾/h。游泳生物的平均重量密度为 397.13kg/km^2，总平均尾数资源密度为 19522 尾/km^2。

7.3 工程后环境质量回顾评价

为了解工程海域工程填海后海洋环境质量情况，本报告收集了 2016 年 3 月（《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》（上海勘测设计研究院有限公司，2017 年 10 月）海水水质、海洋生态（包括潮间带）、渔业资源调查结果，收集了 2017 年 10 月（《湛江开发区工程塑料生产基地项目海域使用论证报告书》，广东海兰图环境技术研究有限公司，2019 年 2 月）海水水质、沉积物、海洋生态（不含潮间带）、渔业资源调查结果。

7.3.1 海水水质回顾评价

7.3.1.1 监测时间及站位分布

（1）2016 年 3 月

2016 年 3 月 30 日~31 日共布设测站 20 个。其中水质站 20 个，海洋生态站 12 个；渔业资源站 6 个。调查站位坐标及调查内容见表 7.3-1 和图 7.3-1。

（2）2017 年 10 月

湛江市海洋与渔业环境监测站于 2017 年 10 月 12 日~13 日共布设测站 17 个。其中水质站 14 个，沉积物 14 个，海洋生态站 14 个，渔业资源站 3 个。调查站位坐标及调查内容见表 7.3-2 和图 7.3-2。

表 7.3-1　　2016 年 3 月调查站位坐标及调查内容

序号	站位编号	东经	北纬	调查内容
1	1#	110°25.791′	021°13.233′	水质
2	2#	110°25.370′	021°11.258′	水质、生态、渔业资源
3	3#	110°27.485′	021°11.953′	水质
4	4#	110°29.723′	021°12.978′	水质、生态
5	5#	110°31.817′	021°12.434′	水质、生态
6	6#	110°31.905′	021°12.063′	水质、渔业资源
7	7#	110°31.963′	021°11.757′	水质、生态

序号	站位编号	东经	北纬	调查内容
8	8#	110°33.828′	021°12.619′	水质、生态
9	9#	110°36.584′	021°12.782′	水质、渔业资源
10	10#	110°24.656′	021°08.508′	水质、生态、渔业资源
11	11#	110°26.589′	021°08.591′	水质、生态
12	12#	110°29.633′	021°08.572′	水质、生态
13	13#	110°21.786′	021°07.028′	水质、生态
14	14#	110°24.903′	021°07.021′	水质
15	15#	110°27.396′	021°07.038′	水质、生态、渔业资源
16	16#	110°30.250′	021°07.158′	水质
17	17#	110°20.192′	021°05.353′	水质、生态、渔业资源
18	18#	110°27.825′	021°05.601′	水质
19	19#	110°30.439′	021°05.760′	水质、生态
20	20#	110°32.010′	021°04.885′	水质

表 7.3-2　　2017 年 10 月部分调查站位坐标及调查内容

调查站位	东经	北纬	调查内容
S1	21°23'57"	110°23'6"	水质、沉积物、生态
S3	21°22'45	110°23'45"	水质、沉积物、生态
S6	21°25'22	110°22'14"	水质、沉积物、生态
S9	21°21'19"	110°24'51"	水质、沉积物、生态
S11	21°16'3"	110°24'45"	水质、沉积物、生态
S13	21°11'16	110°25'20	水质、沉积物、生态
S14	21°8'55"	110°26'55"	水质、沉积物、生态
S17	21°5'59	110°31'33"	水质、沉积物、生态
S19	21°7'3"	110°26'36	水质、沉积物、生态
S22	21°5'56"	110°20'57"	水质、沉积物、生态
S24	21°4'49	110°26'53"	水质、沉积物、生态
S25	21°4'27"	110°28'54	水质、沉积物、生态
S26	21°12'21"	110°28'22"	水质、沉积物、生态
S28	21°12'45"	110°36'25"	水质、沉积物、生态
SM1	21°18'27"	110°25'2"	渔业资源
SM2	21°16'42"	110°24'58"	渔业资源
SM3	21°9'48"	110°24'49"	渔业资源

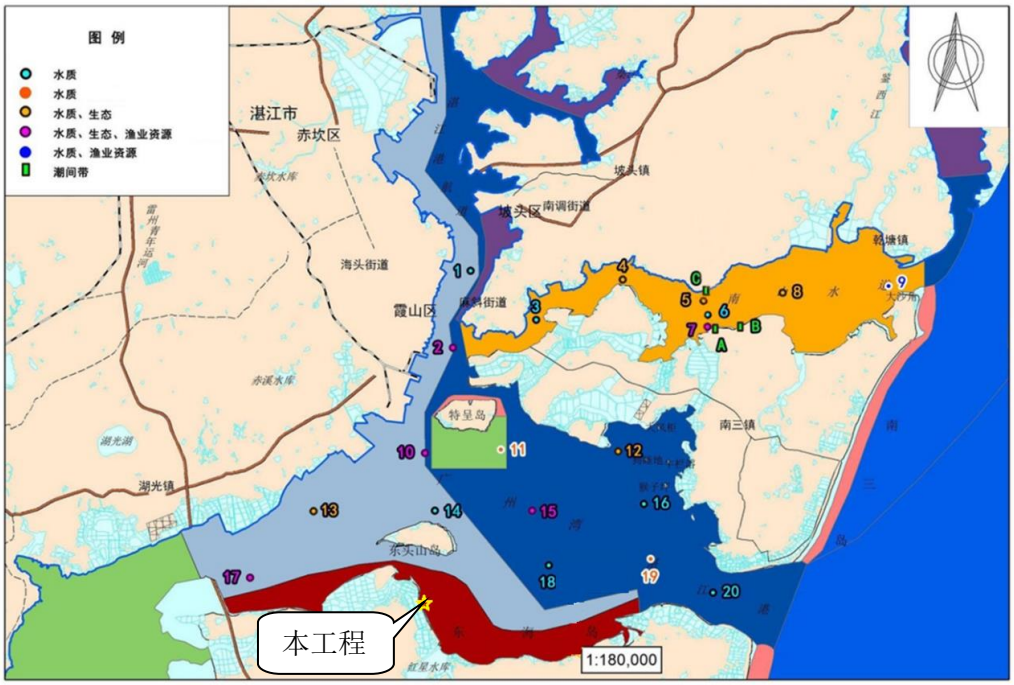


图 7.3-1　　2016 年 3 月调查站位布设示意图

图 7.3-2　　2017 年 10 月调查站位布设示意图

7.3.1.2 调查结果

（1）2016 年 3 月

2016 年 3 月海水水质监测结果见附录 1 表 5，统计结果见表 7.3-3。

表 7.3-3 2016 年 3 月水质监测统计结果

监测项目		最大值	最小值	平均值
水温（℃）	表层	21.6	20	20.78
	底层	21.4	19.8	20.64
盐度	表层	31.6	27.2	29.64
	底层	31.9	28.4	30.34
溶解氧（mg/L）	表层	7.31	1.44	6.33
	底层	6.87	5.9	6.40
COD（mg/L）	表层	2.34	1.11	1.51
	底层	1.53	1.14	1.33
pH	表层	8.09	7.8	7.90
	底层	8.1	7.84	7.95
石油类（mg/L）	表层	0.203	0.082	0.122
	底层	0.116	0.073	0.09
悬浮物（mg/L）	表层	7	5	6.30
	底层	7	6	6.40
无机氮（mg/L）	表层	0.697	0.043	0.27
	底层	0.375	0.131	0.24
活性磷酸盐（mg/L）	表层	0.374	0.018	0.101
	底层	0.113	0.035	0.09
汞（μg/L）	表层	0.402	0.007	0.053
	底层	0.017	0.007	0.01
铜（μg/L）	表层	3.3	0.2	0.65
	底层	0.4	0.2	0.30
铅（μg/L）	表层	1.17	0.03	0.13
	底层	0.03	0.03	0.03
锌（μg/L）	表层	3.1L	3.1L	3.1L
	底层	3.1L	3.1L	3.1L
镉（μg/L）	表层	0.29	0.2	0.24
	底层	0.26	0.21	0.24
砷（μg/L）	表层	2.8	0.7	1.46
	底层	1.4	0.5	1.10

（2）2017 年 10 月

2017 年 10 月海水水质监测结果见附录 1 表 6，统计结果见表 7.3-4。

表 7.3-4　2017 年 10 月水质监测统计结果

监测项目		最大值	最小值	平均值
水温（℃）	表层	30.7	27.1	29.0
	底层	29.5	27	28.8
pH	表层	8.2	6.7	7.6
	底层	8.2	6.9	7.9
盐度‰	表层	25.07	14.21	23.18
	底层	25.12	20.52	23.88
溶解氧（mg/L）	表层	7.5	2.9	5.5
	底层	7.1	4.1	6.6
悬浮物（mg/L）	表层	116.5	1.7	20.5
	底层	141.9	0.1	26.3
COD（mg/L）	表层	5.58	0.85	2.76
	底层	5.3	0.83	1.57
活性磷酸盐（mg/L）	表层	0.259	0.062	0.157
	底层	0.226	0.072	0.150
总磷（mg/L）	表层	0.359	0.08	0.165
	底层	0.204	0.093	0.153
硅酸盐（mg/L）	表层	3.073	0.924	1.792
	底层	2.882	0.882	1.251
总氮（mg/L）	表层	2.775	0.74	1.643
	底层	2.714	0.77	1.235
无机氮（mg/L）	表层	2.372	0.55	1.317
	底层	2.308	0.582	0.940
锌（μg/L）	表层	8.2	1.2	3.1
	底层	4	1.2	2.3
镉（μg/L）	表层	0.7	0.11	0.3
	底层	0.44	0.14	0.3
铅（μg/L）	表层	ND	ND	ND
	底层	ND	ND	ND
铜（μg/L）	表层	2	0.6	1.2
	底层	1.1	0.6	0.8
砷（μg/L）	表层	2.8	1.1	1.9
	底层	2.4	1.3	2.2
汞（μg/L）	表层	0.07	0.01	0.05
	底层	0.06	0.04	0.05
铬（μg/L）	表层	97.8	1.8	11.4
	底层	19.4	2.1	11.3
叶绿素（μg/L）	表层	6.4	0.1	1.7
	底层	3.2	0	1.3
石油类（mg/L）	表层	0.121	0.027	0.073
	底层	0.093	0.053	0.063

注：ND 表示未检出。

7.3.1.3 水质评价

（1）2016 年 3 月

根据海洋功能区划及近岸海域环境功能区划的要求，各站位所在海域执行标准详见表 7.3-5。2016 年 3 月水质现状评价结果见表 7.3-6~表 7.3-7。监测结果表明：调查海域主要超标因子为活性磷酸盐，其超标率为 96%；此外，DO、无机氮、Hg、石油类等均有部分站位出现超标，超标率在 4%~32%之间。其余各指标所有站位监测结果均符合所在功能区类别要求。

由于湛江湾海域邻近湛江市，且该海域港区众多，又涉及到围填海等多个项目，上述指标超标的主要原因是受到围填海工程、陆域污染源排放、船舶污染排放以及海水养殖业等的影响。

表 7.3-5 2016 年 3 月各调查站位所在海洋功能区和水质评价标准

调查站位	海洋功能区	近岸海域环境功能区划	评价标准
1、14	湛江港港口航运区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
13、17	湛江港港口航运区	湛江港四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
2、10、15、18、19、20	湛江港保留区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
12、16	湛江港保留区	南三镇四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
3、4、5、6、7、8、9	南三河矿产与能源区	南三河二类区	水质二类、沉积物一类、生物质量一类
11	特呈岛海洋保护区	特呈岛二类区	水质二类、沉积物一类、生物质量一类

表 7.3-6　　各评价因子单项标准指数（2016 年 3 月）

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
三类	1	表	0.63	0.39	0.47	0.33	0.81	**4.17**	0.04	0.01	0.003	0.03	0.03	0.03
		底	0.68	0.34	0.47	0.39	0.87	**3.77**	0.04	0.01	0.003	0.03	0.02	0.03
	2	表	0.62	0.36	0.46	0.27	0.75	**3.63**	0.04	0.02	0.003	0.03	0.02	0.03
		底	0.58	0.33	0.49	0.30	0.74	**3.63**	0.04	0.01	0.003	0.03	0.03	0.03
二类	3	表	0.74	0.46	0.58	**1.80**	0.56	**3.27**	0.04	0.07	0.01	0.06	0.05	0.05
	4	表	0.73	0.45	0.55	**2.32**	**1.07**	**2.83**	0.04	0.02	0.09	0.06	0.04	0.05
	5	表	0.74	0.54	0.57	**3.00**	**1.01**	**3.20**	0.04	0.03	0.23	0.06	0.04	0.04
	6	表	0.79	0.54	0.59	**3.18**	**1.10**	**2.43**	0.04	0.02	0.01	0.06	0.04	0.04
	7	表	0.76	0.54	0.59	**3.70**	**1.22**	**2.70**	0.04	0.02	0.01	0.06	0.05	0.05
	8	表	0.74	0.78	0.56	**4.06**	**1.66**	**2.20**	0.04	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04
	9	表	0.80	0.72	0.55	**3.18**	**1.93**	**2.13**	**2.01**	0.14	0.01	0.06	0.04	0.04
三类	10	表	0.59	0.29	0.49	0.30	0.47	**3.77**	0.60	0.04	0.003	0.03	0.02	0.04
		底	0.60	0.29	0.50	0.33	0.68	**3.73**	0.04	0.01	0.003	0.03	0.02	0.03
二类	11	表	0.72	0.40	0.59	**2.16**	0.77	**3.17**	0.71	0.02	0.01	0.06	0.05	0.05
三类	12	表	0.55	0.33	0.61	0.30	0.31	**1.27**	0.04	0.07	0.003	0.03	0.02	0.02
	13	表	0.59	0.35	0.44	0.50	0.77	**12.47**	0.04	0.01	0.003	0.03	0.02	0.06
	14	表	0.58	0.32	0.51	0.47	0.48	**3.40**	0.04	0.01	0.003	0.03	0.03	0.03
	15	表	0.70	0.37	0.51	0.27	0.37	**2.73**	**1.01**	0.00	0.003	0.03	0.02	0.03
		底	0.60	0.38	0.56	0.24	0.42	**2.07**	0.04	0.01	0.003	0.03	0.03	0.01
	16	表	0.60	0.33	0.51	0.39	0.54	**1.93**	0.42	0.004	0.003	0.03	0.03	0.02
	17	表	0.57	0.32	0.52	0.28	0.56	**5.63**	0.04	0.01	0.003	0.03	0.02	0.05
	18	表	0.60	0.28	0.53	0.27	0.55	**2.83**	0.04	0.00	0.003	0.03	0.02	0.03
	19	表	**2.78**	0.54	0.48	0.42	0.90	**2.77**	0.04	0.00	0.003	0.03	0.03	0.01
	20	表	0.74	0.36	0.60	0.45	0.16	0.60	0.04	0.00	0.003	0.03	0.02	0.02
		底	0.68	0.32	0.61	0.24	0.33	**1.17**	0.09	0.00	0.003	0.03	0.02	0.02
超标率（%）			4	0	0	32	24	96	8	0	0	0	0	0

表 7.3-7　　海水水质评价结果（2016 年 3 月）

执行标准	站位	层次	DO	COD	pH	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷
三类	1	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	2	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
二类	3	表	达标	达标	达标	不达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	4	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	5	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	6	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	7	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	8	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	9	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
三类	10	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
二类	11	表	达标	达标	达标	不达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
三类	12	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	13	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	14	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	15	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	16	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	17	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	18	表	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	19	表	不达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	20	表	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
超标率（%）			4	0	0	32	24	96	8	0	0	0	0	0

（2）2017 年 10 月

根据海洋功能区划及近岸海域环境功能区划的要求，各站位所在海域执行标准详见表 7.3-8。根据水质调查结果，采用单因子评价方法，各调查点位评价结果见表 7.3-9~表 7.3-10。

表 7.3-8　　调查站位所在海洋功能区和水质评价标准

站位	海洋功能区	近岸海域环境功能区划	评价标准
1、2、3、5、6、7、8	五里山港海洋保护区	湛江港三类区	水质二类、沉积物一类、生物质量一类
4、10、12、18	湛江港港口航运区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
22、23、24	湛江港港口航运区	湛江港四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
9、11、13、14、15、19、20、21	湛江港保留区	湛江港三类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
16、17	湛江港保留区	南三镇四类区	水质三类、沉积物三类、生物质量三类
26、27、28	南三河矿产与能源区	南三河二类区	水质二类、沉积物一类、生物质量一类
25	东海岛北部工业与城镇用海区	湛江港四类区	水质三类、沉积物二类、生物质量二类

由表可知，工程海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，均为劣四类，超标率为 100%；此外，溶解氧和 COD 有部分站位超标，超标率分别为 27%和 30%。其余各指标所有站位均符合所在功能区水质类别的要求。除少量站位 Cr 指标为二类外，调查海域的 Pb、Zn、Cu、Cd、Hg、As 等重金属基本符合一类海水水质标准，符合功能区水质标准，石油类均符合第二类海水水质标准。上述指标超标的主要原因也是受到围填海工程、陆域污染源排放、船舶污染排放以及海水养殖业等的影响。

表 7.3-9　　各评价因子单项标准指数（2017 年 10 月）

执行标准	站位	层次	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
二类	1	表	**1.72**	**1.74**	**1.52**	**3.58**	**5.83**	0.50	0.08	0.00	0.02	0.03	0.04	0.04
		底	**1.22**	**1.77**	**1.10**	**3.48**	**4.77**	0.50	0.08	0.00	0.03	0.00	0.04	0.13
	2	表	**1.43**	**1.75**	**1.66**	**6.67**	**6.40**	0.05	0.18	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04
	3	底	**1.72**	**1.52**	**1.28**	0.57	**4.97**	0.10	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.09
三类	4	表	**1.18**	**1.09**	0.24	**3.39**	**4.50**	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
二类	5	表	**1.43**	**1.77**	**1.58**	**7.33**	**5.33**	0.20	0.20	0.00	0.05	0.00	0.04	0.04
	6	表	**1.72**	**1.77**	0.90	**4.98**	**4.83**	0.25	0.13	0.00	0.16	0.00	0.04	0.02
	7	表	**1.56**	**1.86**	**1.32**	0.66	**4.57**	0.30	0.00	0.00	0.00	0.06	0.04	0.02
	8	表	**1.14**	**1.45**	**1.34**	0.62	**3.83**	0.35	0.00	0.00	0.08	0.00	0.04	0.05
三类	9	表	**1.11**	**1.05**	0.21	**5.46**	**4.10**	0.30	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06
	10	表	0.95	0.89	0.27	**2.01**	**5.73**	0.15	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03
	11	表	0.95	0.64	0.24	0.62	**7.20**	0.15	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.01
	12	表	0.85	0.65	0.40	0.61	**7.17**	0.15	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00
		底	0.62	0.41	0.18	0.61	**6.77**	0.20	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00
	13	表	0.09	0.48	0.39	0.69	**7.17**	0.12	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00
		底	0.02	0.28	0.31	0.72	**7.53**	0.12	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00
	14	表	0.12	0.28	0.09	**3.16**	**6.77**	0.30	0.02	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00
	15	表	0.22	0.23	0.37	0.31	**2.07**	0.30	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00
三类	16	表	0.28	0.27	0.23	**1.56**	**2.77**	0.25	0.02	0.001	0.02	0.04	0.04	0.01
		底	0.02	0.21	0.20	**1.48**	**2.40**	0.25	0.01	0.001	0.02	0.04	0.04	0.01
	17	表	0.21	0.21	0.17	**1.65**	**2.37**	0.25	0.02	0.001	0.001	0.001	0.04	0.01
		底	0.60	0.21	0.19	**1.48**	**3.33**	0.20	0.02	0.001	0.001	0.001	0.04	0.01
三类	18	表	0.02	0.32	0.19	0.75	**8.27**	0.25	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.01
	19	表	0.58	0.24	0.19	0.56	**5.80**	0.25	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	0.02
		底	0.58	0.28	0.18	0.56	**5.83**	0.25	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05	0.01
	20	表	0.04	0.23	0.21	**1.41**	**2.83**	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
	21	表	0.24	0.28	0.18	**1.75**	**3.30**	0.25	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.05

执行标准	站位	层次	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
		底	0.12	0.25	0.26	**1.71**	**3.13**	0.25	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.09
三类	22	表	0.58	0.35	0.26	**2.20**	**8.63**	0.30	0.001	0.001	0.03	0.001	0.06	0.92
	23	表	0.02	0.38	0.24	**1.68**	**4.63**	0.25	0.001	0.001	0.07	0.01	0.04	**4.89**
	24	表	0.11	0.34	0.24	**2.07**	**8.23**	0.20	0.001	0.001	0.024	0.001	0.05	0.58
		底	0.08	0.32	0.22	**1.74**	**6.37**	0.25	0.001	0.001	0.025	0.001	0.05	0.97
	25	表	0.60	0.28	0.18	**1.59**	**5.27**	0.25	0.01	0.001	0.03	0.01	0.05	0.44
		底	0.05	0.27	0.18	**1.55**	**4.93**	0.25	0.01	0.001	0.03	0.01	0.05	0.18
二类	26	表	0.43	0.83	**1.70**	**3.52**	**6.47**	0.25	0.00	0.00	0.05	0.00	0.07	0.00
	27	表	0.46	**1.47**	**1.90**	**2.74**	**4.13**	0.25	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00
	28	表	0.49	0.00	0.00	**2.23**	**3.63**	0.35	0.12	0.00	0.00	0.14	0.05	0.00
超标率（%）			27	30	24	68	100	0	0	0	0	0	0	2

表 7.3-10　　海水水质评价结果（2017 年 10 月）

执行标准	站位	层次	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
二类	1	表	不达标	不达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	不达标	不达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	2	表	不达标	不达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	3	底	不达标	不达标	不达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
三类	4	表	不达标	不达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
二类	5	表	不达标	不达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	6	表	不达标	不达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	7	表	不达标	不达标	不达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	8	表	不达标	不达标	不达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
三类	9	表	不达标	不达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	10	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	11	表	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	12	表	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	13	表	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	14	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	15	表	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	16	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	17	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
三类	18	表	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	19	表	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	20	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	21	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标

执行标准	站位	层次	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬
		底	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	22	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	23	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	不达标
	24	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	25	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
		底	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
二类	26	表	达标	达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	27	表	达标	不达标	不达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
	28	表	达标	达标	达标	不达标	不达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
超标率（%）			27	30	24	68	100	0	0	0	0	0	0	2

7.3.2 沉积物环境质量回顾评价

为了解工程海域工程后海洋沉积物环境质量情况，本报告收集了工程后（2017年10月）海洋沉积物调查资料。具体站位布设详见7.1.2.1节。

7.3.2.1 调查结果

2017年10月工程海域沉积物调查结果见表7.3-11。

表7.3-11 工程海域沉积物调查结果

（除有机碳单位为（×10^{-2}）外，其余均为（×10^{-6}））

编号	铜	锌	铅	镉	砷	汞	铬	石油类	有机碳	硫化物
S1	29.3	98.1	29.8	ND	6.84	ND	24.4	993	2.42	122.47
S3	20.4	85.5	5.1	ND	5.2	ND	16.5	224	1.71	28.31
S6	27.1	89.8	ND	ND	3.1	ND	13.8	2184	2.6	820.72
S9	13.7	54.3	ND	ND	5.23	ND	22.2	37.9	1.19	0.27
S11	4.4	31.9	21.6	ND	2.06	ND	5.6	239.2	2.13	19.58
S13	27.8	93.2	50.1	ND	3.99	ND	15.3	990.3	1.55	365.1
S14	17.8	79.6	45	ND	5.49	ND	14.1	173.2	1.21	66.07
S17	10.9	59.7	ND	ND	3.55	ND	12.5	55.2	0.87	48.97
S19	8.8	47.7	10.2	ND	5.2	0.058	ND	261.9	0.53	14.43
S22	18.1	74.4	76.3	ND	3.57	ND	ND	110.4	0.64	11.18
S24	13.1	76.5	32.4	ND	4.79	ND	ND	1182.9	1.05	222.87
S25	12	83.5	26.9	ND	6.62	0.029	ND	279.2	0.99	153.53
S26	12.9	57.5	ND	ND	2.92	ND	13.7	664.5	1.02	122.37
S28	18.3	75.2	ND	ND	3.76	ND	39.9	978.4	1.02	574.58
最大值	29.3	98.1	76.3	ND	6.84	0.058	39.90	2184.0	2.60	820.72
平均值	16.8	71.9	33.0	ND	4.45	0.044	17.80	598.2	1.35	183.60

注：ND为未检出。

7.3.2.2 评价结果

各沉积物调查站位所在的海洋功能区及评价标准见表7.3-12。

表7.3-12 沉积物调查站位所在海洋功能区及评价标准

调查时间	站位	海洋功能区	评价标准
2017年10月	1、3、6、	五里山港海洋保护区	一类
	22、24	湛江港港口航运区	三类
	9、11、13、14、17、19	湛江港保留区	三类
	26、28	南三河矿产与能源区	一类
	25	东海岛北部工业与城镇用海区	二类

根据上述调查结果，采用单因子评价方法，各点位评价结果见表7.3-13。

表 7.3-13　　各调查站位沉积物评价结果

执行标准	站位	铜	锌	铅	镉	砷	汞	铬	石油类	有机碳
一类	S1	0.84	0.65	0.50	0.34	/	0.31	**1.99**	**1.21**	0.41
	S3	0.58	0.57	0.09	0.26	/	0.21	0.45	0.86	0.09
	S6	0.77	0.60	/	0.16	/	0.17	**4.37**	**1.30**	**2.74**
	S26	0.37	0.38	/	0.15	/	0.17	**1.33**	0.51	0.41
	S28	0.52	0.50	/	0.19	/	0.50	**1.96**	0.51	**1.92**
三类	S9	0.07	0.09	/	0.06	/	0.08	0.03	0.30	0.00
	S11	0.02	0.05	0.09	0.02	/	0.02	0.16	0.53	0.03
	S13	0.14	0.16	0.20	0.04	/	0.06	0.66	0.39	0.61
	S14	0.09	0.13	0.18	0.06	/	0.05	0.12	0.30	0.11
	S17	0.05	0.10	/	0.04	/	0.05	0.04	0.22	0.08
	S19	0.04	0.08	0.04	0.06	0.06	/	0.17	0.13	0.02
	S22	0.09	0.12	0.31	0.04	/	/	0.07	0.16	0.02
	S24	0.07	0.13	0.13	0.05	/	/	0.79	0.26	0.37
二类	S25	0.12	0.24	0.21	0.10	0.06	/	0.28	0.33	0.31

由表可知，超标站位均位于一类功能区，其中 S1 站位铬、石油类超标，S6 站位铬、石油类、有机碳超标，S26 站位铬超标，S28 站位铬、有机碳超标，其余站点各指标均达标。沉积物中重金属超标的主要原因与东海岛有较多的化工企业以及船舶航行量较大有关。

7.3.3　海洋生态环境回顾评价

7.3.3.1　叶绿素 a 和初级生产力

（1）2016 年 3 月

调查海域叶绿素 a 含量的变化范围在 0.46～1.71mg/m^3 之间，平均值为 0.97mg/m^3。调查海域叶绿素 a 含量的平面分布有一定的差异，水平分布总体表现为无规则的变化状态，最高值约为最低值的 3.7 倍。初级生产力水平的变化范围为 33.88~140.19mg·C/m^2·d，平均值为 79.12mg·C/m^2·d。

（2）2017 年 10 月

调查海域叶绿素含量的变化范围在 0.1～6.4mg/m^3 之间，平均值为 1.68mg/m^3。其中，以 S2 号站叶绿素含量为最高（6.4mg/m^3），S9 号站叶绿素含量次之（4.6mg/m^3），S26 号站叶绿素含量为最低(0.1mg/m^3)。调查海域叶绿素含量的平面分布有一定的差异，最高值约为最低值的 64 倍。

7.3.3.2 浮游植物

1、2016 年 3 月

（1）种类组成

调查到硅藻和甲藻 2 大门类 15 科 54 种(含变种、变型及个别未定种的属)。其中硅藻门的种类最多，有 10 科 47 种，占总种类数的 87.04%；其次是甲藻门，有 5 科 7 种，占 12.96%。硅藻类的角毛藻属 *Chaetoceros* 种类最多，出现了 12 种。

（2）数量分布

①总体分布情况

调查海域的浮游植物平均密度为 99.24×10^4cells/m^3，其数量以硅藻类占优势，其密度为 86.13×10^4cells/m^3，占总密度的 86.79%；其次为甲藻类，其密度为 13.11×10^4cells/m^3，占总密度的 13.21%。

②栖息密度

浮游植物栖息密度水平分布方面，各站位密度有一定的差异，最高密度出现在 19 号站，其数量达 409.05×10^4cells/m^3；其次为 13 号站，其密度为 304.50×10^4cells/m^3；最低则出现在 15 号站，其密度为 8.85×10^4cells/m^3，最高密度是最低密度的 46.2 倍。

表 7.3-14 浮游植物栖息密度统计结果（2016 年 3 月)(×10^{4}cells/m^3)

站位	总栖息密度	硅藻		甲藻		其他	
		栖息密度	百分比（%）	栖息密度	百分比（%）	栖息密度	百分比（%）
2	17.70	16.05	90.68	1.65	9.32	/	/
4	25.59	24.15	94.37	1.44	5.63	/	/
5	15.05	13.65	90.70	1.4	9.30	/	/
7	47.83	45.50	95.13	2.33	4.87	/	/
8	22.23	21.85	98.29	0.38	1.71	/	/
10	213.90	212.59	99.39	1.31	0.61	/	/
11	27.45	24.45	89.07	3.00	10.93	/	/
12	14.56	14.42	99.04	0.14	0.96	/	/
13	304.50	249.94	82.08	54.56	17.92	/	/
15	8.85	8.71	98.42	0.14	1.58	/	/
17	84.15	54.45	64.71	29.70	35.29	/	/
19	409.05	347.76	85.02	61.29	14.98	/	/
范围	8.85~409.05	8.71~347.76	64.71~99.39	0.14~61.29	0.61~35.29	/	/
平均	**99.24**	**86.13**	**90.57**	**13.11**	**9.43**	**/**	**/**

（3）优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，调查海域浮游植物优势种出现了 4 种，均隶

属于硅藻门和甲藻门，其中牟氏角毛藻（*Chaetoceros muelleri*）的优势度达到 0.38，为本次调查的第一优势种，优势特征突出，出现频率达 91.67%；第二优势种为中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*），优势度也达到 0.26，优势特征也较明显。

表 7.3-15　　浮游植物的优势种及优势度（2016 年 3 月)

中文名	拉丁文	优势度	出现频率
牟氏角毛藻	*Chaetoceros muelleri*	0.38	91.67
中肋骨条藻	*Skeletonema costatum*	0.26	100
辐射圆筛藻	*Coscinodiscus radiatus*	0.04	100
夜光藻	*Noctiluca scintillans*	0.13	100

（4）多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域浮游植物平均出现种类数为 14 种，种类多样性指数分布范围在 1.36～3.10 之间，平均为 2.39；最高出现在 5 号站，其次为 15 号站，最低则出现在 10 号站；种类均匀度的分布趋势与多样性指数相似，其分布范围在 0.32～0.84 之间，平均为 0.69；丰富度指数范围在 0.50~1.01，平均为 0.67。

表 7.3-16　　浮游植物总体多样性指数、均匀度及丰富度（2016 年 3 月）

站位	总种数	采样水柱内藻类细胞数(cells)	多样性指数(*H'*)	均匀度(*J*)	丰富度(d)
2	10	12.39	2.25	0.68	0.52
4	10	10.24	2.14	0.65	0.50
5	13	6.02	3.10	0.84	0.70
7	20	28.70	2.71	0.63	1.01
8	12	13.34	2.17	0.60	0.62
10	18	149.73	1.36	0.81	0.81
11	12	21.96	2.70	0.75	0.61
12	11	7.28	2.48	0.72	0.58
13	19	243.60	2.33	0.55	0.84
15	11	6.20	2.76	0.80	0.61
17	13	58.91	2.29	0.62	0.61
19	15	204.53	2.37	0.61	0.64
平均	**14**	**63.57**	**2.39**	**0.69**	**0.67**

（5）小结与评价

①浮游植物共出现了硅藻和甲藻类共 2 大门类 15 科 54 种，其中以硅藻门的种类最多，其次是甲藻门。

②本海域浮游植物密度分布范围在 8.85×10^4cells/m^3～409.05×10^4cells/m^3 之间，平均为 109.45×10^4cells/m^3，最高密度出现在 19 号站，其次为 13 号站，最低则出现在 15 号站。

③浮游植物密度以硅藻类居首位，其次为甲藻类。

④浮游植物 Shannon-wiener 多样性指数分布范围在 1.36～3.10 之间，平均为 2.39，均匀度的分布范围在 0.32～0.84 之间，平均为 0.69；丰富度指数范围为 0.50～1.01，平均为 0.67。

⑤最大优势种是牟氏角毛藻，优势地位突出，其次为中肋骨条藻。

2、2017 年 10 月

（1）种类组成和优势种

调查到浮游植物 2 门 32 属 68 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，达 26 属 56 种，占总种类数的 82.35%；甲藻门次之，出现了 6 属 12 种，占总种类数的 17.65%。硅藻类的圆筛藻属出现的种类数最多，为 12 种；盒形藻属和角毛藻属分别出现了 4 种，居第二位；其它属出现的种类较少。

浮游植物的群落组成以沿岸广布种为主，同时出现一定比例的咸淡水种，种类组成呈现较为显著的热带亚热带河口藻类种群区系特征。

表 7.3-17　　湛江港海域的浮游植物种类组成

群	属数	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	26	56	82.35
甲藻	6	12	17.65
合计	32	68	100.00

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，浮游植物优势种共出现 8 种，其中，角毛藻属的旋链角毛藻、窄隙角毛藻以及中肋骨条藻优势度相对较高。旋链角毛藻生物量在调查海域相对较高，在总生物量中所占比例为 21.57%，为本次调查的第一优势种，优势度为 0.19；中肋骨条藻为第二优势种，优势度为 0.10。旋链角毛藻、窄隙角毛藻以及中肋骨条藻在总生物量中所占比例和为 44.78%，这 3 个优势种在整个调查区域广泛分布。优势种中有 7 种为硅藻，1 种为甲藻，说明硅藻是构成调查海域的主要类群。

表 7.3-18　　湛江港海域的浮游植物主要优势种及优势度

中文名	类群	属	优势度	平均数量百分比（%）
旋链角毛藻	硅藻	角毛藻属	0.19	21.6%
中肋骨条藻	硅藻	中肋骨条藻	0.10	12.5%
窄隙角毛藻	硅藻	角毛藻属	0.07	10.7%
丹麦细柱藻	硅藻	细柱藻属	0.04	6.0%
虹彩圆筛藻	硅藻	圆筛藻属	0.04	4.8%
菱形海线藻	硅藻	海线藻属	0.03	4.1%
厚甲多甲藻	甲藻	多甲藻属	0.03	5.2%
柔弱菱形藻	硅藻	菱形藻属	0.02	2.7%

（2）生物量

调查结果表明，浮游植物生物量变化范围为 2.85~92×10^{4}cells/m^3，平均为 2.59×10^{5}cells/m^3。不同站位的生物量变化幅度较大，最高生物量出现在 S26；S24 和 S14 次之，其生物量分别为 6.41×10^{5}cells/m^3 和 1.15×10^{5}cells/m^3；最低生物量出现在 S25；最高生物量约为最低值的 30 倍。生物量组成以硅藻占绝对优势，其数量占各站生物量的 80.93~98.49%，平均为 90.38%，在 12 个站位均出现；硅藻居第二位，但生物量很低，在各站生物量中的比例为 1.46~19.06%，平均为 9.31%，出现频率为 100%。

（3）多样性水平

各调查站位浮游植物种数变化范围 19~37 种，平均 24 种。多样性指数范围为 2.13~2.91，平均为 2.51，以 S22 最高，S25 最低。均匀度指数范围为 0.70~0.84，平均为 0.79，站位生物量种间分布较均匀，其中 S22 均匀度指数最高，S24 最低。多样性指数与均匀度指数的平面分布趋势基本一致。

表 7.3-19　　浮游植物的多样性及均匀度指数

调查站位	种类数	均匀度指数	多样性指数
S13	25	0.78	2.52
S14	37	0.76	2.75
S17	24	0.84	2.67
S19	21	0.83	2.52
S22	28	0.87	2.91
S24	23	0.70	2.20
S25	19	0.72	2.13
S26	22	0.77	2.40
S28	21	0.82	2.49
范围	19~37	0.70~0.87	2.13~2.91
平均值	24	0.79	2.51

7.3.3.3　浮游动物

1、2016 年 3 月

（1）种类组成和优势种

调查到浮游生物 30 种（类），其中桡足类 6 种，占总种类数的 20.00%；水母类、原生动物、端足类和被囊类各 3 种，占总种类数 10.00%；毛颚类 2 种，占总种类数 6.67%；磷虾类、糠虾类各仅 1 种，占总种类数的 3.33%；浮游幼虫 8 类，占总种类数 26.67%。调查海域浮游动物种类较少，主要为沿岸种。

表 7.3-20　　浮游动物优势种组成

优势种		优势度（Y）	出现频率	栖息密度(ind·m^{-3})
夜光虫	*Noctiluca scintillans*	0.98	1.00	1600.01

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，调查期间共出现 1 种优势种，即原生动物 1 种，为夜光虫（*Noctiluca scintillans*），优势度为 0.98，栖息密度分别为 11600.01ind/m^3。

（2）生物量与栖息密度

调查期间，浮游动物栖息密度低值区位于石龙海附近海域，高值区主要位于东头山岛西部及湛江港口附近海域，栖息密度变化范围为 63.00～6913.00/m^3，平均为 1424.39ind/m^3 不同站位间的浮游动物栖息密度不同，以 Z19 最高，Z12 最低。浮游动物生物量空间分布趋势同栖息密度空间分布相似，浮游动物生物量在 0.00～143.60mg·/m^3 之间，平均为 29.14mg/m^3，其中以 Z19 最高，Z7、Z8 最低。

表 7.3-21　　浮游动物生物量(mg/m^3)和栖息密度(ind./m^3)

站位	栖息密度(ind/m^3)	生物量（mg·/m^3）
Z2	80.71	2.14
Z4	238.75	1.25
Z5	636.25	1.75
Z7	82.50	0.00
Z8	79.17	0.00
Z10	130.00	1.79
Z11	2468.75	28.13
Z12	63.00	0.00
Z13	2802.50	53.13
Z15	3032.86	57.14
Z17	3276.43	60.71
Z19	6913.00	143.60
平均值	1650.33	29.14
范围	63.00~6913.00	0.00~143.60

（3）多样性水平

各站位浮游动物种类数范围在 7~23 种，平均 14 种，种类最多的出现在 Z13，最少的出现在 Z8；多样性指数变化范围在 0.09~2.35，平均为 0.77，以 Z2 最高，Z17 最低；均匀度变化范围 0.02~0.62，均值为 0.22，以 Z2 最高，Z17、Z19 最低。

表 7.3-22　　春季调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数（*H′*）	均匀度指数(*J*)
Z2	14	2.35	0.62
Z4	11	0.84	0.24
Z5	11	0.41	0.12
Z7	9	1.23	0.39

站位	种类数	多样性指数（*H′*）	均匀度指数(*J*)
Z8	7	1.04	0.37
Z10	17	1.48	0.36
Z11	16	0.10	0.03
Z12	9	1.31	0.41
Z13	23	0.16	0.04
Z15	21	0.15	0.03
Z17	18	0.09	0.02
Z19	20	0.10	0.02
平均值	14	0.77	0.22
范围	7~23	0.09~2.35	0.02~0.62

（4）小结

①研究结果表明，调查海域共发现浮游动物 30 种（类），种类较少，主要以沿岸种为主。优势种有 1 种。

②浮游动物栖息密度平均为 1650.33ind./m^3，以 Z19 最高，Z12 最低；生物量平均为 29.14mg/m^3，以 Z19 最高，Z7、Z8 最低。

③多样性指数和均匀度均值分别为 0.77 和 0.22，表明调查海域浮游动物群落结构相对较差，物种间分布较不均匀。

2、2017 年 10 月

（1）种类组成

调查海域的浮游动物由 9 大类群组成，共计 46 种，其中原生生物的种数最多，有 15 种，占浮游动物种数的 32.61%；桡足类有 11 种，占 23.91%；幼虫类有 9 种，占 19.57%。其余依次是枝角类 5 种、毛颚类 2 种、腔肠动物 1 种、被囊类 1 种、被囊类 1 种、磷虾类 1 种和十足类 1 种。

（2）数量分布

调查海域的浮游动物密度分布不均匀，浮游动物密度高值区调查海域北部五里山港附近海域，低值区位于东头山岛东部海域，平均密度为 14477ind./m^3，最高值为 42927ind./m^3，最低值为 1142ind./m^3，两者数值相差悬殊。浮游动物栖息较密集的区域主要出现在 S26 站（42927ind./m^3）、S9 站（28696ind./m^3）、S14 站（23022ind./m^3）、S3 站（20675ind./m^3）；低密度站位则出现在 S25 站（1142ind/m^3）、S19 站（6373ind./m^3）、S17 站（6600ind./m^3）。

各类群中，幼虫类、原生生物和桡足类数量相对较大，站位平均密度分别为 5709ind./m^3、5173ind./m^3、2638ind./m^3 和，占浮游动物平均密度的 39.4%、35.7%、

和 18.2%；腔肠动物密度最低，为 15ind./m^3，占 0.10%；十足类密度次低，为 17ind./m^3，占 0.11%。枝角类（269ind./m^3）、毛颚类（186ind./m^3）、被囊类（301ind./m^3）和磷虾类（170ind./m^3）密度较接近，共占 6.4%。

表 7.3-23　　调查海域浮游动物各类群密度分布（单位：ind./m^3）

站位	原生生物	腔肠动物	桡足类	枝角类	幼虫类	被囊类	毛颚类	磷虾类	十足类	总计
S1	2746	0	1156	289	3469	0	0	0	0	7660
S3	9191	0	2553	3064	4594	764	509	0	0	20675
S6	8431	0	0	0	8875	0	0	0	0	17306
S9	7192	0	7192	0	11302	0	880.0	2130.0	0	28696
S11	3439	0	1720	0	7452	287	0	0	0	12898
S13	2483	207	1448	0	2897	414	206	0	0	7655
S14	7400	0	4522	411	10689	0	0	0	0	23022
S17	2031	0	1015	0	3046	508	0	0	0	6600
S19	2801	0	1563	0	1786	223	0	0	0	6373
S22	2209	0	2455	0	4664	736	491	246	0	10801
S24	3692	0	1864	0	3923	231	231	0	231	10172
S25	714	0	286	0	71	71	0	0	0	1142
S26	17561	0	9756	0	14634	976	0	0	0	42927
S28	2531	0	1406	0	2531	0	281	0	0	6749
平均	5173	15	2638	269	5709	301	186	170	17	14477

（3）优势种类及其数量分布

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为评价标准，调查海域浮游动物优势种共有 4 种，分别为桡足类无节幼体、亚强真哲水蚤、诺氏麻铃虫和 D 形幼虫。桡足类无节幼体在本次调查海域各站位中都有出现，优势度高达 0.33，为本次调查的第一优势种，占海域浮游动物总密度的 33.36%，其数量在各站中分布相差较大，在 S26 站密度高达 12683ind/m^3，而在 S19 站仅有 1786ind/m^3。亚强真哲水蚤在调查海域为第二优势种，优势度为 0.094,出现频率为 85.71%，占海域浮游动物总密度的 10.99%。诺氏麻铃虫优势度为 0.066，出现频率为 64.29%，占海域浮游动物总密度的 10.25%。四种优势种共占海域浮游动物总密度的 58.37%，是调查海域的主要物种。

表 7.3-24　　湛江港海域的浮游植物主要优势种及优势度

中文名	类群	优势度	平均数量百分比（%）
桡足类无节幼体	幼虫类	0.33	33.36%
亚强真哲水蚤	桡足类	0.094	10.99%
诺氏麻铃虫	原生生物	0.066	10.25%
D 形幼虫	幼虫类	0.027	3.77%

（4）多样性水平

调查海域浮游动物种类多样性水平显示出各站位之间 Shannon-Wiener 多样性指数（*H'*）和 Pielou 均匀度指数（*J*）差别较大，其中 Shannon-Wiener 多样性指数变化范围在 1.58～2.29 之间，平均为 1.95，最高值位于 S9 站位（2.29），次高值位于 S3 站位（2.17），最低值位于 S6 站位（1.58），次低值位于 S11 站位（1.77）。Pielou 均匀度指数范围在 0.74～0.91，平均为 0.83，最高值位于 S19 站位（0.91），次高值位于 S17 站位（0.88），最低值位于 S14 站位（0.74）。调查海域浮游动物种类多样性无明显变化，生物多样性指数处于较低水平，表明调查海域生态环境可能受到一定程度的人为扰动；调查海域浮游动物均匀度指数处于较高水平，表明各站位浮游动物种间分布较均匀。

表 7.3-25　　调查海域浮游动物多样性水平

站位	物种数（S）	均匀度指数（*J'*）	多样性指数(*H'*)
S1	10	0.84	1.93
S3	13	0.85	2.17
S6	7	0.81	1.58
S9	14	0.87	2.29
S11	11	0.74	1.77
S13	13	0.83	2.12

站位	物种数（S）	均匀度指数（*J'*）	多样性指数(*H'*)
S14	13	0.74	1.91
S17	9	0.88	1.93
S19	3	0.91	2.01
S22	12	0.84	2.10
S24	10	0.81	1.87
S25	8	0.86	1.79
S26	9	0.84	1.84
S28	10	0.87	2.01

7.3.3.4 底栖生物

1、2016 年 3 月

（1）种类组成和生态特征

各调查站位底栖生物出现多毛类、棘皮动物、脊索动物、甲壳类、腔肠动物、软体动物等 6 大门类 31 科 41 种。以软体动物出现的种类最多，其次为多毛类和甲壳类。

表 7.3-26 底栖生物各站位的主要种类

采样站位	主要种类
2	江户明樱蛤、背蚓虫、红带织纹螺、模糊新短眼蟹
4	异足索沙蚕、毛蚶、刺荔枝螺
5	双眼钩虾、江户明樱蛤、珠带拟蟹守螺
7	不倒翁虫、欧文虫、光滑倍棘蛇尾
8	凸壳肌蛤、纳加索沙蚕、黑斑蠕鳞虫、披发异毛蟹
10	奇异稚齿虫、凸壳肌蛤、江户明樱蛤
11	奇异稚齿虫、曲强真节虫、方格吻沙蚕
12	背蚓虫、西格织纹螺、红带织纹螺、海地瓜
13	江户明樱蛤、双眼钩虾、异蚓虫、披发异毛蟹
15	梳鳃虫、波纹巴非蛤、棒锥螺、西格织纹螺
17	鳞片帝纹蛤、不倒翁虫、莫氏仿短眼蟹、贪吃鼓虾
19	棒锥螺、奇异稚齿虫、背蚓虫

（2）生物量及栖息密度

①生物量及栖息密度的组成

调查海域底栖生物的生物量和栖息密度均较高，平均生物量为 116.29g/m^2，平均栖息密度为 167.50ind./m^2。

生物量的组成以软体动物占优势，其次为多毛类动物。软体动物的生物量为 97.03g/m^2，占总生物量的 83.44%；多毛类动物的生物量为 7.13g/m^2，占总生物量的 6.13%；以其他类动物的生物量为最低，占总生物量的 1.79%；栖息密度方面，最高

为软体动物，其密度为 63.33ind./m^2，占总栖息密度的 37.81%；其次为多毛类，其密度为 62.50ind./m^2，占总栖息密度的 37.31%，以其他类动物占的比例最低。

表 7.3-27　　底栖生物的平均生物量(mg/m^3)和栖息密度(ind./m^3)

项目	合计	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其他
生物量	116.29	7.13	97.03	6.58	3.47	2.08
栖息密度	167.50	62.50	63.33	31.67	7.50	2.50

②生物量及栖息密度的分布

调查海域内各站位底栖生物的生物量有很大的差异，生物量空间分布无明显变化规律，最高生物量出现在 4 号站，其生物量达 566.50g/m^2，最低生物量出现在 13 号站，生物量为 20.00g/m^2，最高生物量是最低生物量的 28.33 倍。

栖息密度方面，各站位有一定的差异，最高出现在 8 号站，其栖息密度达 260ind./m^2，最低密度则出现在 10 和 17 号站海域，其密度为 120ind./m^2，最高密度是最低密度的 2.17 倍。

表 7.3-28　　底栖生物生物量(mg/m^3)及栖息密度(ind./m^3)的分布

站位	项目	合计	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其他
2	生物量	45.90	3.20	28.90	10.20	3.60	0.00
	栖息密度	210	50	90	50	20	0
4	生物量	566.50	14.40	537.70	0.00	0.00	14.40
	栖息密度	140	80	50	0	0	10
5	生物量	31.20	0.70	28.80	1.70	0.00	0.00
	栖息密度	200	20	90	90	0	0
7	生物量	64.80	3.30	53.90	3.40	4.20	0.00
	栖息密度	150	80	30	10	30	0
8	生物量	99.20	37.20	45.00	17.00	0.00	0.00
	栖息密度	260	90	120	50	0	0
10	生物量	28.00	2.20	13.90	8.00	0.00	3.90
	栖息密度	120	40	50	20	0	10
11	生物量	60.80	12.70	37.30	8.30	2.50	0.00
	栖息密度	200	140	20	20	20	0
12	生物量	88.70	2.50	51.40	3.50	31.30	0.00
	栖息密度	130	50	50	10	20	0
13	生物量	20.00	1.50	12.50	6.00	0.00	0.00
	栖息密度	180	40	70	70	0	0
15	生物量	191.60	4.80	185.60	1.20	0.00	0.00
	栖息密度	140	60	70	10	0	0
17	生物量	61.40	1.20	37.10	16.40	0.00	6.70
	栖息密度	120	30	40	40	0	10
19	生物量	137.40	1.90	132.20	3.30	0.00	0.00
	栖息密度	160	70	80	10	0	0

（3）生物多样性指数及均匀度

调查海域底栖生物多样性指数在 1.92～2.72 之间，平均为 2.52；均匀度在 0.83～0.97 之间，平均为 0.92。

表 7.3-29　　底栖生物多样性指数及均匀度

站号	采样出现的种类数	多样性指数(***H′***)	均匀度(***J***)
2	7	2.69	0.96
4	5	1.92	0.83
5	6	2.20	0.85
7	7	2.69	0.96
8	8	2.53	0.85
10	7	2.63	0.94
11	7	2.53	0.90
12	7	2.72	0.97
13	7	2.64	0.94
15	7	2.70	0.96
17	7	2.69	0.96
19	6	2.35	0.91
平均		2.52	0.92

（4）小结

①调查海域底栖生物平均生物量为 116.29g/m^2，平均栖息密度为 167.50ind./m^2；最高生物量出现在 4 号站，最低生物量出现在 13 号站；最高栖息密度最高出现在 8 号站，最低栖息密度则出现在 10 和 17 号站。

②生物量和栖息密度的组成均以软体动物占优势，其次为多毛类动物。

③调查海域底栖生物出现多毛类、棘皮动物、脊索动物、甲壳类、腔肠动物、软体动物等 6 大门类 31 科 41 种。以软体动物出现的种类最多，其次为多毛类和甲壳类动物。

④调查海域底栖生物的 Shannon-Wiener 多样性指数平均为 2.52，种类均匀度平均为 0.92。

2、2017 年 11 月

（1）种类组成

调查海域潮下带大型底栖生物 15 种，其中多毛类 7 种、星虫动物 1 种、软体动物 3 种、甲壳动物 1 种、棘皮动物 1 种。总体上看，底栖生物种类以沿岸广布种为主，种类组成呈现明显的近岸河口亚热带区系特征。多毛类和软体动物分别占总种数的 46.67%、20.00%，构成大型底栖生物的主要类群。在采泥样品中，多毛类占优

势，其中数量较大和出现频率较高的种类有明管虫和中华裸沙蚕。软体动物出现三种，分别是彩虹明樱蛤、菲律宾蛤仔和锯齿巴非蛤。腔肠动物、甲壳类、棘皮动物、星虫动物和头索动物各一种。

（2）底栖生物栖息密度和生物量

调查海域潮下带大型底栖生物平均栖息密度为38.24ind./m^2,以多毛类密度最大，为 23.58ind./m^2，占总密度的 64.66%；软体动物次之，为 5.72ind./m^2，占 14.95%；甲壳动物和棘皮动物分别占总密度的 3.74%和占 11.21%。底栖生物平均生物量为19.16g/m^2,以软体动物动物居首位，为 7.61g/m^2，占总生物量的 39.69%；多毛类次之，为 5.08g/m^2，占 26.52%；棘皮动物和甲壳类分别占总生物量的 9.40%和 2.69%，其它动物仅占总生物量的 32.36%；底栖生物栖息密度和生物量空间分布上无明显变化趋势。

表 7.3-30　　底栖生物各类群的生物量（g/m^2）和栖息密度（ind./m^2）

站位	项目	合计	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其它
S1	生物量	25.75	6.67	13.14	4.47	1.47	0
	栖息密度	73.34	33.34	20	6.67	13.33	0
S3	生物量	13.06	13.06	0	0	0	0
	栖息密度	33.34	33.34	0	0	0	0
S6	生物量	9.07	1.00	8.07	0	0	0
	栖息密度	26.67	20	6.67	0	0	0
S9	生物量	17.20	5.60	1.2	0	2.27	0
	栖息密度	55.33	26.66	6.67	0	13.33	0
S11	生物量	12.74	6.07	0	6.67	0	0
	栖息密度	40.01	23.37	0	6.67	0	0
S13	生物量	12.74	12.13	0	0	0	32.8
	栖息密度	40.01	26.67	0	0	0	13.34
S14	生物量	5.8	4.87	0.93	0	0	0
	栖息密度	26.67	20	6.67	0	0	0
S17	生物量	4.67	2.00	05	0	2.67	0
	栖息密度	46.67	26.67	0	0	20	0
S19	生物量	93.33	2.53	22.73	14.07	0	54.00
	栖息密度	46.68	20	6.67	6.67	0	13.37
S22	生物量	11.47	1.14	10.33	0	0	0
	栖息密度	20.01	13.34	6.67	0	0	0
S24	生物量	3.86	2.79	0	0	0.53	0
	栖息密度	26.67	20.00	0	0	6.67	0
S25	生物量	16.74	7.87	8.87	0	0	0
	栖息密度	40	33.33	6.67	0	0	0
S26	生物量	1.00	0.73	0	0	0.27	0
	栖息密度	20.01	13.37	0	0	6.67	0

站位	项目	合计	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其它
S28	生物量	40.87	4.67	36.20	0	0	0
	栖息密度	40.00	20.00	20.00	0	0	0
平均	生物量	19.16	5.08	7.61	1.80	0.52	6.20
	栖息密度	38.24	23.58	5.72	1.43	4.29	1.91

调查结果表明，各采样站位的底栖生物栖息密度分布无明显变化趋势，密度最高值出现在 S1 站位，为 73.34ind./m^2，密度的最低值出现在 S22 和 S26 站位，均为 20.01ind./m^2，调查海域多毛类出现频率较高，其他类别各站位出现物种数较少。

调查海域的底栖动物生物量平面分布不均匀，变化范围从 1.00～93.33g/m^2，其中，S19 站位生物量最高，为 99.33g/m^2，构成高生物量主要是个体较大的屠氏拟海笔、锯齿巴非蛤的出现。生物量最低站位为 S26 站，仅 1.00g/m^2，该站位生物量低的原因在于该站位没有记录到软体动物。

多毛类在调查海域所有站位都有出现，平均密度为 23.58ind./m^2，密度分布范围为 13.34－33.34ind./m^2，站位间多毛类的分布较均匀。多毛类的平均生物量为 5.08g/m^2，生物量分布范围为 0.73－13.06g/m^2。多毛类最高生物量出现在 S3 站，由明管虫的出现，导致该站为多毛类生物量相对较高。软体动物的平均密度为 5.72ind/m^2，分布不均匀，14 个站位中有 8 个站记录到软体动物，出现率为 57.14%，密度分布范围为 6.67-20ind./m^2。平均生物量为 7.61g/m^2，生物量分布范围为 0.93-36.2g/m^2。棘皮动物和甲壳动物平均密度低于多毛类，分别为 4.29ind./m^2 和 1.43ind./m^2。甲壳动物在调查海区 3 个站位中记录到，出现率为 21.43%。甲壳类的平均生物量为 1.80g/m^2。棘皮动物的在调查海域 5 个站位中均有记录，出现率为 35.71%，平均生物量为 0.52g/m^2。

（3）底栖生物种类优势种和经济种类

底栖动物出现种类的优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种。调查海域共有优势种 5 种，占总种数的 33.33%。出现的优势种中，多毛类有 4 种，棘皮动物有一种。

表 7.3-31　　底栖动物优势种及优势度

优势种	优势度（*Y*）
中华裸沙蚕	0.092
明管虫	0.091
巢沙蚕	0.036
光滑倍棘蛇尾	0.032
全刺沙蚕属	0.027

（4）底栖生物物种多样性指数

调查海域的各采泥站位底栖生物出现种数变化范围在 3～7 种之间，多样性指数(*H'*)变化范围在 1.56～3.97 之间，平均值为 1.23。多样性指数最高出现在 S1 站；最低则为 S2 站，调查海域底栖生物多样性指数较低，表明调查海域底栖生态环境受到了一定程度上的扰动。均匀度范围在 0.87～1 之间，平均值为 0.94，反映调查海域物种分布较均匀，丰富度指数范围在 0.52~1.40 之间，平均值为 0.74。

表 7.3-32　　各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

站位	出现的种类数	丰富度指数(d)	均匀度指数（*J*）	多样性指数（*H'*）
S1	7	1.40	0.95	1.85
S3	3	0.57	0.87	0.95
S6	3	0.61	0.95	1.04
S9	5	1.01	0.97	1.56
S11	4	0.81	0.90	1.24
S13	4	0.81	0.90	1.24
S14	3	0.61	0.95	1.04
S17	3	0.52	0.91	1.01
S19	6	1.30	0.98	1.75
S22	3	0.67	1.00	1.10
S24	3	0.61	0.95	1.04
S25	3	0.54	0.92	1.01
S26	3	0.67	1.00	1.10
S28	4	0.81	0.96	1.33
平均值	3.86	0.74	0.94	1.23

7.3.3.5　生物质量

（1）2016 年 3 月

2016 年 3 月，各站生物体中污染物的含量测试结果见表 7.3-33。

表 7.3-33　　生物体内残毒含量（鲜重：mg/kg）（2016 年 3 月）

序号	种类	采获站点	铜（10^{-6}）	铅（10^{-6}）	锌（10^{-6}）	镉（10^{-6}）	砷（10^{-6}）	汞（10^{-6}）	石油烃（10^{-6}）
1	斑鰶	8#	<2.0	<0.04	3.6	<0.005	<0.2	0.01	1.5
2	大鳞舌鳎	12#	<2.0	<0.04	2.3	<0.005	<0.2	0.01	6.0
3	杜氏枪乌贼	10#	2.2	0.08	9.7	0.005	<0.2	0.01	18.5
4	短吻鳐	2#	<2.0	0.04	12.3	<0.005	0.3	0.01	5.8
5	多鳞鱚	11#	<2.0	<0.04	3.7	0.008	<0.2	0.01	4.5
6	菲律宾蛤仔	19#	<2.0	<0.04	10.1	0.005	0.6	0.02	21.7
7	哈氏仿对虾	15#	2.7	<0.04	11.6	<0.005	0.3	0.03	10.3
8	亨氏仿对虾	17#	<2.0	0.04	10.7	<0.005	0.3	0.02	7.1
9	丽叶鲹	5#	<2.0	<0.04	9.1	<0.005	0.2	0.03	9.3
10	皮氏叫姑鱼	4#	<2.0	0.46	4.1	<0.005	<0.2	0.01	4.8
11	日本蟳	21#	9.6	0.37	48.3	<0.005	0.5	0.05	5.0
12	三疣梭子蟹	25#	6.2	0.10	27.0	0.005	0.3	0.01	4.8
13	鳙	7#	<2.0	<0.04	3.5	<0.005	0.5	0.02	9.3

采用单因子标准指数法对生物质量进行评价，评价结果见表 7.3-34。

表 7.3-34　　生物体残毒标准指数（2016 年 3 月）

序号	种类	类别	铜	铅	锌	镉	砷	汞	石油烃
1	斑鰶	鱼类	0.50	0.010	0.090	0.004	/	0.033	0.075
2	大鳞舌鳎	鱼类	0.05	0.010	0.058	0.004	/	0.033	0.300
3	杜氏枪乌贼	软体类	0.02	0.008	0.039	0.001	/	0.033	0.925
4	短吻鳐	鱼类	0.05	0.020	0.308	0.004	/	0.033	0.290
5	多鳞鱚	鱼类	0.05	0.010	0.093	0.013	/	0.033	0.225
6	菲律宾蛤仔	贝类	0.10	0.200	0.505	0.025	0.600	0.400	**1.447**
7	哈氏仿对虾	甲壳类	0.03	0.010	0.077	0.001	/	0.150	0.515
8	亨氏仿对虾	甲壳类	0.01	0.020	0.071	0.001	/	0.100	0.355
9	丽叶鲹	鱼类	0.05	0.010	0.228	0.004	/	0.100	0.465
10	皮氏叫姑鱼	鱼类	0.05	0.230	0.103	0.004	/	0.033	0.240
11	日本蟳	甲壳类	0.10	0.185	0.322	0.001	/	0.250	0.250
12	三疣梭子蟹	甲壳类	0.06	0.050	0.180	0.003	/	0.050	0.240
13	鰡	鱼类	0.05	0.010	0.088	0.004	/	0.067	0.465

2016 年 3 月的调查结果表明：贝类除石油烃出现超标外，其余指标均符合《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准；鱼类、甲壳类、软体类各指标均符合《全国海岸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。

2、2017 年 10 月

根据调查站位 SM1、SM2、SM3 所在海洋功能区划，双壳类（贝类）执行海洋生物质量三类标准，非双壳类石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准，其他含量采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量。

2017 年 10 月调查生物体残毒结果见表 7.3-35，其相应的质量指数见表 7.3-36。

表 7.3-35　　各类生物体内重金属平均含量(湿重)（mg/kg）

站位	样品	铜	锌	铅	镉	铬	砷	汞	石油烃
SM1	中华鲈鱼	ND	19.3	1.1	ND	0.11	17.2	0.91	7.6
	哈氏仿对虾	2.9	10.7	ND	ND	0.52	1.52	0.018	27.6
	近江牡蛎	23.2	48.9	7.2	ND	0.26	16.5	0.015	3.6
SM2	条纹叫姑鱼	ND	4.1	ND	ND	0.41	4.31	0.029	0.3
	哈氏仿对虾	4	11.8	ND	ND	0.23	15.6	0.016	2.7
	近江牡蛎	21	47.4	6.5	ND	0.28	1.50	0.015	15.6
SM3	条纹叫姑鱼	ND	1.9	ND	ND	0.39	2.94	0.079	ND
	印度对虾	4	5.6	ND	ND	0.18	5.44	0.018	3.8
	菲律宾蛤仔	ND	6.3	5.6	ND	0.31	1.91	0.029	11.7

表 7.3-36　　各类生物体内重金属质量指数

站位	样品	铜	锌	铅	镉	铬	砷	汞	石油烃
SM1	中华鲎鱼	0.050	0.48	0.06	0.01	/	**8.60**	**3.03**	0.38
	哈氏仿对虾	0.029	0.07	0.0002	0.01	/	/	0.09	**1.38**
	近江牡蛎	**2.32**	**2.45**	**72.00**	0.13	0.52	**8.25**	0.30	0.24
SM2	条纹叫姑鱼	0.050	0.10	0.001	0.01	/	/	0.10	0.02
	哈氏仿对虾	0.040	0.08	0.0002	0.01	/	/	0.08	0.14
	近江牡蛎	**2.10**	**2.37**	**65.00**	0.13	0.56	0.75	0.30	**1.04**
SM3	条纹叫姑鱼	0.050	0.05	0.001	0.01	/	/	0.26	/
	印度对虾	0.040	0.04	0.0002	0.01	/	/	0.09	0.19
	菲律宾蛤仔	0.100	0.32	**56.00**	0.13	0.62	0.96	0.58	0.78

2017 年 10 月调查结果显示，SM1 站位的双壳类中铜、锌、铅、砷含量超标，鱼类中砷、汞含量超标，甲壳类中石油烃含量超标；SM2 站位的双壳类中铜、锌、铅、石油烃含量超标；SM3 站位的双壳类中铅含量超标；其他指标均符合相应的质量标准。

7.3.3.6　潮间带生物

工程后潮间带调查资料共 2 期，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》（上海勘测设计研究院有限公司，2017 年 10 月）相关成果。

1、2016 年 3 月

（1）生物种类组成

调查海域潮间带共出现生物种类 6 门 21 科 28 种，以甲壳类动物的种最多，有 9 种，占总类数的 32.14%；其次为软体动物，出现 8 种，占总类数的 28.57%；多毛类动物出现 6 种，占总类数的 21.43%，其它门类种数较少，只有 1-3 种。

表 7.3-37　　潮间带生物种类组成统计

类群	科数	种数	占总种类数的百分比
多毛类	5	6	21.43%
棘皮动物	3	3	10.71%
脊索动物	1	1	3.57%
甲壳类	6	9	32.14%
软体动物	5	8	28.57%
星虫动物	1	1	3.57%
合计	21	28	100.00%

（2）生物量及栖息密度

①生物量及栖息密度的总体情况

调查海域潮间带生物平均生物量为 41.90g/m^2，平均栖息密度为

58.67ind./m^2。

在潮间带生物生物量的百分组成中，以软体动物的生物量居首位，为 17.98 g/m^2，占总生物量的 42.91%；其次为甲壳类动物，生物量为 16.67g/m^2，占总生物量的 39.79%；以其它类的生物量为最低。

栖息密度的百分组成方面，最高也为软体动物，栖息密度为 29.11ind./m^2，占总栖息密度的 49.62%；其次为甲壳类动物，栖息密度 14.89ind./m^2，占总栖息密度的 25.38%；以其它类的密度为最低。

表 7.3-38　　潮间带生物生物量和栖息密度的组成情况 单位：g/m^2、ind./m^2

类别	合计	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其它
生物量	41.90	1.86	17.98	16.67	3.83	1.56
栖息密度	58.67	9.78	29.11	14.89	3.56	1.33

②生物量及栖息密度的水平分布

潮间带生物的水平分布方面，生物量和栖息密度的分布均表现为 A>B>C。

表 7.3-39　　潮间带生物的水平分布 单位：g/m^2、ind./m^2

断面 名称	项目	合计	多毛类	软体动物	甲壳类	棘皮动物	其它
A	生物量	40.56	2.14	18.06	15.59	4.77	0.00
	栖息密度	64.00	12.00	32.67	16.00	3.33	0.00
B	生物量	43.03	1.39	18.55	16.57	4.46	2.07
	栖息密度	58.00	7.33	29.33	14.00	4.67	2.67
C	生物量	42.08	2.05	17.33	17.85	2.25	2.60
	栖息密度	54.00	10.00	25.33	14.67	2.67	1.33

③生物量及栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，调查海域潮间带生物的生物量表现为低潮区最高，高潮区最低，即低潮区>中潮区>高潮区；栖息密度方面，其情况与生物量有所不同，表现为中潮区最高，高潮区最低，即中潮区>低潮区>高潮区。

表 7.3-40　　潮间带生物的垂直分布 单位：g/m^2、ind./m^2

潮带	项目	合计	多毛类	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其它
高	生物量	14.69	1.56	7.48	5.65	0.00	0.00
	栖息密度	40.67	8.67	23.33	8.67	0.00	0.00
中	生物量	49.81	2.41	33.61	10.70	1.78	1.31
	栖息密度	83.33	10.00	52.00	18.67	0.67	2.00
低	生物量	61.17	1.61	12.86	33.65	9.70	3.35
	栖息密度	52.00	10.67	12.00	17.33	10.00	2.00

（3）优势度及多样性

统计分析结果显示，3 个潮间带断面多样性指数(H')和均匀度(J)均属较高水平，多样性指数平均为 3.986，均匀度指数平均为 0.912，从潮间带多样性角度

表明调查海域潮间带生态环境良好，种类分布也较为均匀。

表 7.3-41　　潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
A	18	3.615	0.867
B	22	4.167	0.934
C	22	4.176	0.936
平均	21	3.986	0.912

（4）评价

①潮间带生物平均生物量为 41.90g/m^2，栖息密度为 58.67ind./m^2，生物量和栖息密度均以软体动物居首位，其次为甲壳类动物。

②潮间带生物的水平分布方面，生物量和栖息密度的分布均表现为 A>B>C；潮间带生物垂直分布，生物量表现为低潮区>中潮区>高潮区，栖息密度表现为中潮区>低潮区>高潮区。

③出现的潮间带生物有 6 门 21 科 28 种，以甲壳类动物的种类最多，其次为软体动物，种类呈现明显的热带—亚热带海湾群落区系特征。

④潮间带生物的多样性指数平均为 3.986，均匀度指数平均为 0.912，从潮间带多样性角度表明本海域潮间带生态环境较好。

2、2017 年 9 月

（1）生物种类组成

经鉴定共出现潮间带生物 4 个类群 44 种，其中环节动物 14 种、节肢动物 12 种、软体动物 17 种、脊索动物 1 种。

三条断面的潮间带生物主要组成类群为环节动物、节肢动物和软体动物，在三条断面上均有分布。从各断面来看，断面 2 的潮间带生物种类最为丰富，组成种类为 3 个类群 20 种，断面 1 检出 16 种，断面 3 检出 6 种。三条断面的潮间带生物的类群构成和种类组成都有差异。

表 7.3-42　　2017 年 9 月潮间带生物种类组成统计

类群	断面 1		断面 2		断面 3		总计	
	种类	所占比例%	种类	所占比例%	种类	所占比例%	种类	所占比例%
环节动物	6	37.5	8	40.0	2	33.3	16	38.1
节肢动物	4	25.0	4	20.0	2	33.3	10	23.8
软体动物	6	37.5	8	40.0	1	16.7	15	35.7
脊索动物	--	--	--	--	1	16.7	1	2.4
合计	16	100.0	20	100.0	6	100.0	42	100.0

注：“--”表示该断面无该类群。

（2）生物量及栖息密度

调查期间，工程区附近三条断面的潮间带生物密度平均为 128.3 ind./m^2，其中断面 2 密度最高，为 165.3 ind./m^2，断面 3 的密度最低，为 67.6 ind./m^2，断面 1 的密度为 152 ind./m^2。三条断面的潮间带生物生物量平均密度为 70.96g/m^2，其中断面 2 生物量最高，为 152.67g/m^2，断面 3 生物量最低，为 25.92g/m^2，断面 1 的生物量为 34.28g/m^2。

表 7.3-43　　潮间带生物生物量和栖息密度的组成情况

断面	潮带	生物密度和生物量
C1	高潮区	生物密度 280.00 ind./m^2，生物量 7.60g/m^2。
	中潮区	生物密度 48.00 ind./m^2，生物量 2.45g/m^2。
	低潮区	生物密度 128.00 ind./m^2，生物量 92.80g/m^2。
C2	高潮区	生物密度 160.00 ind./m^2，生物量 35.68g/m^2。
	中潮区	生物密度 224.00 ind./m^2，生物量 376.64g/m^2。
	低潮区	生物密度 112.00 ind./m^2，生物量 45.68g/m^2。
C3	高潮区	生物密度 64.00 ind./m^2，生物量 4.64g/m^2。
	中潮区	生物密度 122.67 ind./m^2，生物量 53.44g/m^2。
	低潮区	生物密度 16.00 ind./m^2，生物量 19.68g/m^2。

（3）优势度及多样性

工程附近三条潮间带断面由于其所在位置不同，因此每条潮间带的底栖生物优势种也有所不同。

①断面 1

调查期间，断面 1 三个潮带密度优势种共 5 种，分别为明秀大眼蟹、日本刺沙蚕、软疣沙蚕、相拟节虫和中国毛虾，日本刺沙蚕为该断面的第一优势种，主要分布在高潮带。

表 7.3-44　　断面 1 潮间带底栖生物密度优势种统计

优势种	优势度	平均密度（个/m^2）	出现频率	所在潮带
明秀大眼蟹	0.04	8	66.7%	中、低潮带
日本刺沙蚕	0.13	61	33.3%	高潮带
软疣沙蚕	0.06	27	33.3%	高潮带
相拟节虫	0.06	11	66.7%	中、低潮带
中国毛虾	0.04	10	66.7%	中、低潮带

②断面 2

调查期间，断面 2 三个潮带密度优势种共 4 种，粗糙滨螺、僧帽牡蛎、网纹藤壶和中间拟滨螺。

该断面潮间带底栖动物优势种的各项统计结果中间拟滨螺为该断面的第一优势种，从密度来看具有较明显的优势，该种类主要栖息在高、中潮带。

表 7.3-45　　断面 2 潮间带底栖生物密度优势种统计

优势种	优势度	平均密度（个/m²）	出现频率	所在潮带
粗糙滨螺	0.05	29	33.3%	高潮带
僧帽牡蛎	0.03	11	33.3%	中潮带
网纹藤壶	0.08	32	33.3%	中潮带
中间拟滨螺	0.12	33	66.7%	高、中潮带

③断面 3

调查期间，断面 3 三个潮带优势种共 3 种，分别为等边浅蛤、韦氏毛带蟹和圆柱水虱。

该断面潮间带底栖动物优势种的各项统计结果中第一优势种为韦氏毛带蟹，该种类主要栖息在高、中潮带，另外两种优势种密度相对较低，只在中、低潮带少有分布。

表 7.3-46　　断面 3 潮间带底栖生物密度优势种统计

优势种	*Y*	平均密度（个/m²）	出现频率	所在潮带
等边浅蛤	0.08	8	66.7%	中、低潮带
韦氏毛带蟹	0.48	50	66.7%	高、中潮带
圆柱水虱	0.03	5	33.3%	中潮带

（4）评价

①三条潮间带中，共鉴定潮间带生物 4 个类群 44 种，其中环节动物 14 种、节肢动物 12 种、软体动物 17 种、脊索动物 1 种。

②潮间带生物密度介于 67.6~165.3ind./m² 之间，平均密度为 128.3 个/m²；生物量范围为 25.92~152.67g/m²，生物量均值为 70.96g/m²。

③潮间带生物水平分布，生物量和栖息密度均表现为 C2>C1>C3，潮间带生物垂直分布无明显规律。

7.3.4 海洋渔业资源（生产）回顾评价

7.3.4.1 鱼卵、仔稚鱼

（1）种类组成

在 2016 年 3 月采集的样品中，共鉴定出 11 个种类，隶属于 11 属 11 科。

表 7.3-47　　调查海域鱼卵和仔鱼物种名录

编号	种类
1	小沙丁鱼 *Sardinella* sp.
2	小公鱼 *Stolephorus* sp.
3	鲻科 Mugilidae
4	眶棘双边鱼 *Ambassis gymnocephalus*
5	多鳞鱚 *Sillago sihama*
6	鳀属 *Leiognathus* sp.
7	石首鱼科 Sciaenidae
8	鲷科 Sparidae
9	美肩鳃鳚 *Omobranchus elegans*
10	鰕虎鱼 *Gobiiade*
11	舌鳎科 Cynoglossidae

调查共采获鱼卵 1981 粒，仔稚鱼 34 尾。鱼卵数量以鳀科鱼卵最多，占总数的 33.4%，其次是小公鱼占总数的 21.9%，多鳞鱚占 18.4%，舌鳎科占 10.0%，小沙丁鱼占 4.4%，鲻科占 2.5%，其余种类占 13.7%。仔鱼数量以小公鱼数量最多，为 38.2%，其次是眶棘双边鱼，占 23.5%，虎鱼科占 11.8%，多鳞鱚和美肩鳃鳚各占 8.8%，石首鱼科、鲷科和舌鳎科各占 2.9%。出现的经济种类有小沙丁鱼、小公鱼、鲻科、石首鱼科和舌鳎科等，鲷科和多鳞鱚为优质种类。

（2）密度分布

调查 12 个站位水平拖网共采到鱼卵 1981 粒，仔稚鱼 34 尾，依此计算，调查海域鱼卵平均密度为 1162ind./1000m^3，仔鱼平均密度为 19.9 尾/1000m^3。鱼卵数量最多的站位出现在 S17 站，密度为 3784ind./1000m^3，其次是 S13 和 S15 站，密度分别为 3326 ind./1000m^3 和 2350 ind./1000m^3，S4 站数量最少，密度为 211 ind./1000m^3。

仔鱼出现数量较少，以 S17 站数量最多，密度为 70.4 尾/1000m^3，其次是 S7 和 S12 站，密度分别为 61.6 尾/1000m^3 和密度 52.8 尾/1000m^3。S2、S15 和 S19 站没有仔鱼出现。

表 7.3-48　　2016 年 3 月调查海域鱼卵仔鱼密度分布

站位		S2	S4	S5	S7	S8	S10
密度 ind/1000m^3	鱼卵	361	211	414	774	845	968
	仔鱼	0.0	26.4	35.2	61.6	17.6	8.8
站位		S11	S12	S13	S15	S17	S19
密度 ind/1000m^3	鱼卵	1,162	1,795	3,326	2,350	3,784	1,443
	仔鱼	17.6	52.8	8.8	0.0	70.4	0.0

（3）主要种类的数量分布

①鳀科鱼类

鳀科为近岸小型中上层鱼类，数量较大，常为近岸渔业资源的优势种类，产卵期较长，为 3~11 月。鳀科有较多种类。调查海域出现较多鳀科鱼卵，共采到鱼卵 662 粒，平均密度为 485 ind./1000m^3，以 S17 站数量最多，密度为 1426 ind./1000m^3，其次是 S13 和 S15 站，密度分别为 1049 ind./1000m^3 和 845 ind./1000m^3。

②小公鱼

小公鱼是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3－11 月，本属有多个种类，以优势种有康氏小公鱼和中华小公鱼。调查共采获小公鱼鱼卵 434 ind.，平均密度为 318 ind./1000m^3，仔鱼 13 尾，平均密度为 9.5 尾/1000m^3。小公鱼鱼卵在多数站位都有出现，以 S17 站数量最多，密度为 933 ind./1000m^3，其次是 S13 和 S15 站，密度分别为 ind.粒 827/1000m^3 和 546 ind./1000m^3。仔鱼仅出现于 S5、S7、S12、S17 和 S23 站。

③多鳞鱚

多鳞鱚是南海北部沿岸浅水区常见种类，属于优质种类，产卵期较长，3~11 月均可产卵，盛期在 4~9 月。本次调查共采获多鳞鱚鱼卵 365 粒，仔鱼 3 尾。鱼卵平均密度为 268 ind./1000m^3。多鳞鱚鱼卵所有站位都有出现，以 S13 站数量最多，密度为 723 ind./1000m^3，其次是 S17 和 S12 站，密度分别为 634 ind./1000m^3 和 370 ind./1000m^3。仔鱼出现在 S10、S11 和 S13 站。

7.3.4.2 游泳动物

1、2016 年 3 月

（1）渔获物种类组成

调查共捕获游泳生物 91 种，隶属于 16 目 51 科。从表 7.3-49 可看出：种类数最多是 17 站位，为 43 种，种类数最少是 6 站位，为 28 种，种类数 17>15>9＝10>2>6 站位；其中：鱼类 55 种，头足类 6 种，甲壳类 34 种。

表 7.3-49　　2016 年 3 月各站位出现种类统计结果

类群	2	6	9	10	15	17	合计
鱼类	14	13	19	19	20	25	53
头足类	3	2	2	2	3	3	6
甲壳类	15	13	12	12	14	15	32
合计	32	28	33	33	37	43	91

（2）渔获物（重量、尾数）分布

平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为10.438kg/h和583.34ind./h。其中：鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为6.641kg/h和241.67ind./h，头足类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为0.590kg/h和29.67ind./h，甲壳类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为3.207kg/h和312.00ind./h。平均重量渔获率，鱼类最多，其次是甲壳类，最少是头足类；平均个体渔获率，甲壳类最多，其次是鱼类，最少是头足类。重量渔获率17>15>10>9>2>6号站，个体渔获率17>2>10>9>15>6号站。

表7.3-50　　2016年3月各站位的重量渔获率（kg/h）和个体渔获率（ind./h）

类群	项目	2	6	9	10	15	17	平均
鱼类	重量渔获率	3.838	4.776	5.752	7.072	8.462	9.944	6.641
	个体渔获率	188	188	218	296	212	348	241.67
头足类	重量渔获率	0.406	0.13	0.56	0.772	0.65	1.02	0.590
	个体渔获率	20	6	28	50	34	40	29.67
甲壳类	重量渔获率	3.104	2.078	4.56	3.128	3.284	3.088	3.207
	个体渔获率	474	260	268	288	256	326	312.00
总和	重量渔获率	7.348	6.984	10.872	10.972	12.396	14.052	10.438
	个体渔获率	682	454	514	634	502	714	583.34

（3）优势种

渔获物*IRI*值在300以上的有12种，分别为：哈氏仿对虾、亨氏仿对虾、皮氏叫姑鱼、短吻鳐、鳎、日本蟳、大鳞舌鳎、六指马鲅、丽叶鲹、杜氏枪乌贼、三疣梭子蟹、黑斑口虾蛄，由此确定这12种为优势种。

表7.3-51　　2016年3月渔获物的*IRI*指数

种类	出现频率（%）	渔获重量		渔获尾数		***IRI***
		（kg）	（%）	（ind）	（%）	
哈氏仿对虾	100.00	1.140	3.64	236	13.49	1712.65
亨氏仿对虾	100.00	0.845	2.70	163	9.31	1201.29
皮氏叫姑鱼	100.00	1.966	6.28	75	4.29	1056.45
短吻鳐	100.00	1.066	3.40	99	5.66	906.16
鳎	66.67	1.980	6.32	68	3.89	680.61
日本蟳	83.33	1.250	3.99	71	4.06	670.77
大鳞舌鳎	66.67	1.190	3.80	36	2.06	390.51
六指马鲅	100.00	0.550	1.76	36	2.06	381.37
丽叶鲹	50.00	1.060	3.39	72	4.11	374.98
杜氏枪乌贼	66.67	0.790	2.52	50	2.86	358.68
三疣梭子蟹	66.67	1.457	4.65	10	0.57	348.31
黑斑口虾蛄	66.67	0.725	2.32	45	2.57	325.79
黄斑蓝子鱼	66.67	0.690	2.20	40	2.29	299.29
海鳗	50.00	1.172	3.74	6	0.34	204.29

种类	出现频率（%）	渔获重量		渔获尾数		***IRI***
		（kg）	（%）	（ind）	（%）	
口虾蛄	50.00	0.540	1.72	38	2.17	194.80
鹿斑鲾	50.00	0.249	0.80	53	3.03	191.19
鳗鲇	66.67	0.629	2.01	11	0.63	175.83
多鳞鳢	50.00	0.630	2.01	24	1.37	169.17
龙头鱼	50.00	0.696	2.22	16	0.91	156.85
中华管鞭虾	50.00	0.210	0.67	41	2.34	150.68
锈斑蟳	66.67	0.444	1.42	12	0.69	140.25
直额蟳	50.00	0.228	0.73	33	1.89	130.69
红星梭子蟹	50.00	0.460	1.47	20	1.14	130.60
斑鰶	50.00	0.577	1.84	13	0.74	129.28
哈氏仿对虾	100.00	1.140	3.64	236	13.49	1712.65
亨氏仿对虾	100.00	0.845	2.70	163	9.31	1201.29
皮氏叫姑鱼	100.00	1.966	6.28	75	4.29	1056.45
短吻鲾	100.00	1.066	3.40	99	5.66	906.16
鳙	66.67	1.980	6.32	68	3.89	680.61
日本蟳	83.33	1.250	3.99	71	4.06	670.77
大鳞舌鳎	66.67	1.190	3.80	36	2.06	390.51
六指马鲅	100.00	0.550	1.76	36	2.06	381.37
丽叶鲹	50.00	1.060	3.39	72	4.11	374.98
杜氏枪乌贼	66.67	0.790	2.52	50	2.86	358.68
三疣梭子蟹	66.67	1.457	4.65	10	0.57	348.31
黑斑口虾蛄	66.67	0.725	2.32	45	2.57	325.79
黄斑蓝子鱼	66.67	0.690	2.20	40	2.29	299.29
海鳗	50.00	1.172	3.74	6	0.34	204.29
口虾蛄	50.00	0.540	1.72	38	2.17	194.80
鹿斑鲾	50.00	0.249	0.80	53	3.03	191.19
鳗鲇	66.67	0.629	2.01	11	0.63	175.83
多鳞鳢	50.00	0.630	2.01	24	1.37	169.17
龙头鱼	50.00	0.696	2.22	16	0.91	156.85
中华管鞭虾	50.00	0.210	0.67	41	2.34	150.68
锈斑蟳	66.67	0.444	1.42	12	0.69	140.25
直额蟳	50.00	0.228	0.73	33	1.89	130.69
红星梭子蟹	50.00	0.460	1.47	20	1.14	130.60
斑鰶	50.00	0.577	1.84	13	0.74	129.28
远海梭子蟹	50.00	0.207	0.66	3	0.17	41.63
疣面关公蟹	16.67	0.160	0.51	31	1.77	38.04
猛虾蛄	33.33	0.213	0.68	8	0.46	37.91
古氏鲃	16.67	0.660	2.11	2	0.11	37.04
白姑鱼	33.33	0.183	0.58	9	0.51	36.62
棕腹刺鲀	33.33	0.290	0.93	3	0.17	36.59
短蛸	33.33	0.242	0.77	4	0.23	33.38
中国鲳	33.33	0.196	0.63	4	0.23	28.48
细巧仿对虾	33.33	0.017	0.05	14	0.80	28.48
卵蛸	33.33	0.195	0.62	4	0.23	28.38
四线天竺鲷	33.33	0.043	0.14	12	0.69	27.43
真鲷	16.67	0.443	1.41	1	0.06	24.53

种类	出现频率（%）	渔获重量		渔获尾数		*IRI*
		（kg）	（%）	（ind）	（%）	
李氏鱼衔	33.33	0.109	0.35	6	0.34	23.03
二长棘鲷	16.67	0.110	0.35	12	0.69	17.28
鲾	33.33	0.087	0.28	4	0.23	16.88
斑点鸡笼鲳	16.67	0.260	0.83	2	0.11	15.74
鲜明鼓虾	33.33	0.034	0.11	6	0.34	15.05
断斑石鲈	16.67	0.236	0.75	2	0.11	14.47
长叉口虾蛄	16.67	0.130	0.42	7	0.40	13.59
带鱼	16.67	0.180	0.57	4	0.23	13.39
尖尾鳗	16.67	0.178	0.57	2	0.11	11.38
孔鰕虎鱼	16.67	0.084	0.27	7	0.40	11.14
隆线强蟹	16.67	0.100	0.32	6	0.34	11.04
短带鱼	16.67	0.170	0.54	2	0.11	10.95
善泳蟳	16.67	0.103	0.33	5	0.29	10.24
红线黎明蟹	16.67	0.090	0.29	5	0.29	9.55
大黄鱼	16.67	0.141	0.45	2	0.11	9.41
金色小沙丁鱼	16.67	0.120	0.38	3	0.17	9.24
大鳞鳞鲬	16.67	0.119	0.38	3	0.17	9.19
乳香鱼	16.67	0.110	0.35	3	0.17	8.71
长棘银鲈	16.67	0.110	0.35	3	0.17	8.71
近缘新对虾	16.67	0.070	0.22	5	0.29	8.49
截尾白姑鱼	16.67	0.114	0.36	2	0.11	7.97
中华海鲇	16.67	0.130	0.42	1	0.06	7.87
双刺静蟹	16.67	0.110	0.35	2	0.11	7.76
柏氏四盘耳乌贼	16.67	0.080	0.26	3	0.17	7.12
舌鰕虎鱼	16.67	0.041	0.13	5	0.29	6.94
花斑蛇鲻	16.67	0.057	0.18	2	0.11	4.94
卵鳎	16.67	0.039	0.12	3	0.17	4.93
勒氏短须石首鱼	16.67	0.056	0.18	2	0.11	4.89
刀额仿对虾	16.67	0.018	0.06	4	0.23	4.77
赤鼻棱鳀	16.67	0.025	0.08	3	0.17	4.19
乌鲳	16.67	0.052	0.17	1	0.06	3.72
黄鲫	16.67	0.016	0.05	3	0.17	3.71
钟馗鰕虎鱼	16.67	0.016	0.05	3	0.17	3.71
绿虾蛄	16.67	0.014	0.04	3	0.17	3.60
橄榄拳蟹	16.67	0.011	0.04	3	0.17	3.44
斑头舌鳎	16.67	0.046	0.15	1	0.06	3.40
圆鳞斑鲆	16.67	0.018	0.06	2	0.11	2.86
尖吻海龙	16.67	0.015	0.05	2	0.11	2.70
双角互敬蟹	16.67	0.031	0.10	1	0.06	2.60
斑节对虾	16.67	0.026	0.08	1	0.06	2.34

（4）渔业资源密度

平均重量密度和个体密度分别为 311.562kg/km^2 和 17413ind./km^2。其中：鱼类平均重量密度和个体密度分别为 198.229kg/km^2 和 7214ind./km^2，占总重量密度和个体密度分别为 63.62%和 41.43%；头足类平均重量密度和个体密度分

别为 17.602kg/km^2 和 886ind./km^2，占总重量密度和个体密度分别为 5.65%和 5.09%；甲壳类平均重量密度和个体密度分别为 95.731kg/km^2 和 9313ind/km^2，占总重量密度和个体密度分别为 30.72%和 53.49%。平均重量密度，鱼类最多，其次是甲壳类，最少是头足类；平均个体密度，甲壳类最多，其次是鱼类，最少是头足类。重量密度 17>15>10>9>2>6 号站，个体密度 17>2>10>9>15>6 号站。

表 7.3-52　　2016 年 3 月各站位的重量密度（kg/km^2）和个体密度（ind./km^2）

类群	项目	2	6	9	10	15	17	平均
鱼类	重量密度	114.567	142.567	171.701	211.104	252.597	296.836	198.22
	个体密度	5612	5612	6507	8836	6328	10388	7214
头足类	重量密度	12.119	3.881	16.716	23.045	19.403	30.448	17.602
	个体密度	597	179	836	1493	1015	1194	886
甲壳类	重量密度	92.657	62.030	136.119	93.373	98.030	92.179	95.731
	个体密度	14149	7761	8000	8597	7642	9731	9313
总和	重量密度	219.343	208.478	324.537	327.522	370.030	419.463	311.56
	个体密度	20358	13552	15343	18925	14985	21313	17413

（5）鱼获物幼体比例

平均幼体个体渔获率鱼类最高，其次是虾类，而蟹类最少。平均幼体个体渔获率为 396.33ind./h，幼体个体渔获率 17>2>10>6>15>9 号站。

表 7.3-53　　2016 年 3 月调查海域渔业资源幼体个体渔获率（ind./h）

类群	2	6	9	10	15	17	平均
鱼类	144	132	160	230	160	270	182.67
虾类	156	134	120	158	112	174	142.33
蟹类	176	76	50	28	60	38	71.33
总和	476	342	330	416	332	482	396.33

蟹类幼体所占比例最高，其次是鱼类，而虾类最少，幼体的平均比例为 67.94%，幼体比例 6>2>17>15>10>9 号站。

表 7.3-54　　2016 年 3 月调查海域渔业资源幼体所占比例

类群	2	6	9	10	15	17	平均
鱼类	69.23%	68.04%	65.04%	66.47%	65.04%	69.59%	67.32%
虾类	65.55%	75.28%	66.67%	66.39%	64.37%	64.44%	66.83%
蟹类	74.58%	92.68%	56.82%	56.00%	73.17%	67.86%	72.06%
总比例	69.79%	75.33%	64.20%	65.62%	66.14%	67.51%	67.94%

2、2017 年 10 月

（1）游泳生物种类组成

调查共捕获游泳生物 46 种：种类数最多是 SM2 号站，为 32 种，种类数最少是 SM1 号站，为 5 种；其中：鱼类 33 种，隶属于 8 目 18 科，鱼类中鲈形目

的种类数有 9 科 21 种，占鱼类总种数的 63.64%，头足类 1 种，隶属于 1 目 1 科，甲壳类 12 种，隶属于 2 目 3 科。

表 7.3-55　　各站位出现种类统计结果

站位	类群			
	鱼类	甲壳类	头足类	合计
SM1	4	1	0	5
SM2	25	6	1	32
SM3	9	7	0	16
合计	33	12	1	46

（3）游泳生物渔获率

各调查站位的游泳生物平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 19.01kg/h 和 566ind./h，其中游泳生物的鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 16.64kg/h 和 386ind./h，占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 87.53%和 68.20%；甲壳类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.86kg/h 和 54ind./h，占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 4.52%和 9.54%；头足类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.02kg/h 和 1ind./h，占总平均重量渔获率和总平均个体渔获率分别为 11.52%和 1.77%。

无论是平均重量渔获率或平均个体渔获率，都是鱼类最多，其次是甲壳类，最少是头足类。重量渔获率 SM2>SM3>SM1，个体渔获率 SM2>SM3>SM1。

表 7.3-56　　各站位的重量渔获率（kg/h）和个体渔获率（ind./h）

群	项目	SM1	SM2	SM3	平均
鱼类	重量渔获率	13.60	22.23	14.08	16.64
	个体渔获率	198	576	386	386
头足类	重量渔获率	0	0.056	0	0.02
	个体渔获率	0	3	0	1.00
甲壳类	重量渔获率	0.51	1.49	0.57	0.86
	个体渔获率	2.31	45	116	54
总和	重量渔获率	16.290	23.78	16.97	19.01
	个体渔获率	531	615	552	566.00

（3）游泳生物的密度

各调查站位的游泳生物平均重量密度和个体密度分别为 408.92kg/km^2 和 10424ind./km^2，其中：鱼类平均重量密度和个体密度分别为 404.79kg/km^2 和 9367ind./km^2；甲壳类平均重量密度和个体密度分别为 20.89kg/km^2 和 1335ind./km^2；头足类平均重量密度和个体密度分别为 2.45kg/km^2 和 129ind./km^2。无论是平均重量密度或平均个体密度，都是鱼类最多，其次是甲壳类，最少是头足类。重量密度 SM2>SM3>SM1，个体密度 SM2>SM3>SM1。

表 7.3-57　　各站位的重量密度（kg/km²）和个体密度（ind./km²）

类群	项目	SM1	SM2	SM3	平均
鱼类	重量密度	323.06	545.7	345.61	404.79
	个体密度	4713	13916	9473	9367
头足类	重量密度	0	7.34	0	2.45
	个体密度	0	388	0	129.
甲壳类	重量密度	12.10	36.49	14.09	20.89
	个体密度	54	1104	2847	1335
总和	重量密度	226.57	583.56	416.63	408.92
	个体密度	2630	15094	13548	10424

（4）游泳生物的优势种

a、鱼类

调查结果表明，鱼类 *IRI* 值在 500 以上的有 5 种，分别为：短吻鳐、尖吻鲳、颈斑鳐、条纹叫姑鱼、中华海鲶，由此确定这 5 种为鱼类的优势种。

表 7.3-58　　鱼类的 *IRI* 指数

种类	出现频率（%）	渔获重量		渔获尾数		*IRI*
		（kg）	（%）	（ind）	（%）	
暗缟虾虎鱼	33.33	0.29	0.0260	73.63	0.2708	9.79
斑点鸡笼鲳	33.33	6.93	0.6117	73.63	0.2708	29.12
东方箬鳎	33.33	6.94	0.6130	147.26	0.5415	38.10
短吻鳐	33.33	78.26	6.9095	6577.66	24.1887	1026.24
汉氏棱鳀	33.33	10.97	0.9681	589.04	2.1662	103.43
黑斑多指马鲅	66.67	4.69	0.4141	613.58	2.2564	178.92
黑棘鲷	33.33	42.48	3.7503	164.44	0.6047	143.71
红鳍笛鲷	33.33	1.07	0.0943	73.63	0.2708	12.05
红牙鲩	33.33	4.53	0.3998	73.63	0.2708	22.13
黄斑胡椒鲷	33.33	16.75	1.4788	220.89	0.8123	75.61
黄鲳	33.33	3.62	0.3198	73.63	0.2708	19.49
黄鳍棘鲷	66.67	66.93	5.9089	202.07	0.7431	445.68
尖吻鲳	66.67	166.96	14.7400	1006.28	3.7005	608.54
截尾银姑鱼	33.33	1.55	0.1372	147.26	0.5415	45.47
金钱鱼	33.33	6.88	0.6078	54.81	0.2016	26.71
颈斑鳐	33.33	15.68	1.3839	4196.94	15.4338	554.99
锯脊塘鳢	33.33	1.27	0.1118	441.78	1.6246	57.30
孔虾虎鱼	33.33	0.13	0.0117	73.63	0.2708	9.32
龙头鱼	33.33	0.38	0.0334	147.26	0.5415	18.97
皮氏叫姑鱼	33.33	3.84	0.3388	147.26	0.5415	29.05
日本银鲈	33.33	2.60	0.2295	73.63	0.2708	16.51
双棘三刺鲀	33.33	62.08	5.4805	2577.07	9.4769	493.59
臁头鲀	33.33	0.97	0.0858	73.63	0.2708	11.77
条纹叫姑鱼	66.67	93.78	8.2793	3436.00	12.6356	1401.30
斜带石斑鱼	33.33	14.05	1.2403	73.63	0.2708	49.86
银姑鱼	33.33	8.60	0.7588	1079.91	3.9713	156.09
油鲹	33.33	119.83	10.5788	220.89	0.8123	375.91

种类	出现频率（%）	渔获重量		渔获尾数		*IRI*
		（kg）	（%）	（ind）	（%）	
长棘银鲈	33.33	15.01	1.3248	147.26	0.5415	61.59
长体蛇鳗	33.33	4.75	0.4193	73.63	0.2708	22.77
中华单角鲀	33.33	35.42	3.1274	662.67	2.4369	183.62
中华海鲶	66.67	230.21	20.3240	2964.67	10.9023	2092.16
中线鹦天竺鲷	33.33	4.88	0.4310	662.67	2.4369	94.64
鳗	33.33	130.38	11.5106	49.09	0.1805	385.81

b、甲壳类

甲壳类 *IRI* 值在 500 以上的有 5 种，分别为：亨氏仿对虾、亨氏仿对虾、近亲蟳、锯缘青蟹和远海梭子蟹，由此确定这 5 种为甲壳类的优势种。

表 7.3-59　　甲壳类的 *IRI* 指数

种类	出现频率（%）	渔获重量		渔获尾数		*IRI*
		（kg）	（%）	（ind）	（%）	
断脊小口虾蛄	33.33	1.91	3.05	147.26	3.68	222.09
口虾蛄	33.33	1.59	2.54	220.89	5.51	265.66
哈氏仿对虾	33.33	1.30	2.07	392.70	9.80	391.72
亨氏仿对虾	33.33	1.42	2.27	539.96	13.48	519.66
近缘新对虾	33.33	1.56	2.49	392.70	9.80	405.65
宽突赤虾	33.33	0.38	0.60	441.78	11.03	383.80
音响赤虾	33.33	0.37	0.60	294.52	7.35	262.29
印度对虾	33.33	7.41	11.82	589.04	14.70	875.17
近亲蟳	33.33	7.99	12.75	638.13	15.93	946.39
锯缘青蟹	66.67	21.18	33.79	128.44	3.21	2478.77
锈斑蟳	33.33	7.00	11.17	73.63	1.84	429.31
远海梭子蟹	33.33	10.56	16.85	147.26	3.68	677.19

7.4 工程前后环境质量回顾分析结论

7.4.1 工程施工前后水文动力对比分析

根据 6.1 节和 7.2 节水文调查站点，选取位置相近的点进行对比，如选取 2010 年 11 月（工程前）的 ZJ-1 号点与 2017 年 4 月（工程后）的 7 号点对比，2010 年 11 月（工程前）的 ZJ-2 号点与 2017 年 4 月（工程后）的 2 号点对比，2010 年 11 月（工程前）的 ZJ-4 号点与 2017 年 4 月（工程后）的 4 号点对比。对比相近点位海流矢量图（图 6.1-2~图 6.1-4 和图 7.1-2~图 7.1-4）可以发现，湛江港内潮流均表现为往复流，湛江湾主航道（2010 年 11 月的 ZJ-4 号点与 2017 年 4 月的 4 号点）及东头山岛北侧和西侧海域（2010 年 11 月的 ZJ-1、ZJ2 号点与 2017 年 4 月的 2、7 号点）流矢方向基本一致，工程前后湛江湾主航道流向

均为西北-东南方向，东头山岛北侧和西侧海域流向均为东北-西南方向。

对比相近点表中底层流速流向可以看出（见表 7.4-1），因监测时间和点位不同略有差异，但量级基本一致。

因此可以认为，本工程建设没有对大范围流场造成影响。由于缺乏工程前沿水文动力资料，因此，小范围流场影响分析主要通过第 8.1 节水文动力影响模拟计算进行评价。

表 7.4-1　　工程前后最大实测涨落潮流流速流向（流速：cm/s；流向：°）

时间	测站	项目		层次		
				表层	中层	底层
工程前	ZJ-1	涨潮	流速	83.30	78.20	69.70
			流向	233.0	235.0	227.0
		落潮	流速	102.00	88.80	75.30
			流向	53.0	55.0	54.0
工程后	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
工程前	ZJ-2	涨潮	流速	27.40	26.20	25.00
			流向	232.0	228.0	278.0
		落潮	流速	37.80	37.70	31.50
			流向	51.0	53.0	51.0
工程后	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
工程前	ZJ-4	涨潮	流速	47.90	44.46	39.30
			流向	324.0	318.0	309.0
		落潮	流速	65.10	56.82	49.40
			流向	132.0	142.4	136.0
工程后	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

7.4.2　工程施工前后海水水质对比分析

选取工程附近各站点 2008 年春季（13#、14#、15#、17#、18#）、2010 年秋季（14#、15#、19#、20#）、2014 年春季（7#、9#、10#、12#、13#、16#、19# 、29~31#）、2013 年秋季（Z9 和 Z12）、2016 年春季（13#、14#、17#、18#）、2017 年秋季（18#、19#、22#、24#、25#）、2020 年春秋季（3#、5#、7#、12#、13#、16#）水质监测结果平均值进行对比分析，见表 7.4-2 和图 7.4-1、

图 7.4-2。结果可见：

（1）DO：相对于工程前，工程后 DO 浓度略有下降，但变化幅度不大。

（2）pH 值基本保持稳定。

（3）无机氮：施工期春季无机氮浓度略高于工程前，秋季较工程前低；总体来看，无机氮呈上升趋势，2016 年、2017 年是工程前的 1.3 倍~1.6 倍，2020 年春季浓度约是工程前的 4 倍，秋季无机氮浓度约是工程前的 1.5 倍。

（4）COD、石油类、活性磷酸盐：施工期间除秋季 COD 略有上升以外，其余指标均略有下降，可能与监测时间不在涉海施工阶段或点位距离施工海域较远有关；施工后均基本呈现先增加后下降的趋势。其中 COD 和石油类在工程后 2016、2017 年期间浓度显著增大，COD 工程后 2016 年春秋季相比工程前 2008 年增大 2 倍左右，但 2020 年春秋季有所下降，基本降低至工程前水平；石油类浓度在 2016 年、2017 年是工程前的 4~5 倍，但 2020 年与工程前相比相差不大；活性磷酸盐浓度 2017 年秋季是工程前的 5.8 倍，而 2020 年下降明显。

（5）悬浮物：施工期悬浮物浓度未发生明显上升现象，可能与监测时间不在涉海施工阶段或点位距离施工海域较远有关；工程后悬浮物浓度有所增加。

（6）重金属：施工期重金属浓度均明显上升，汞浓度在 2016 年、2017 年是工程前的 1.7~3.7 倍，铜浓度在 2016 年、2017 年是工程前的 2.5~6.8 倍，铅浓度在 2016 年、2017 年是工程前的 1.31~5.3 倍，锌浓度在 2016 年、2017 年是工程前的 1.6~6.8 倍，镉浓度在 2016 年、2017 年是工程前的 1.5~2.5 倍；工程后汞、铜、铅、锌、镉浓度下降明显，但铜、铅、锌在 2020 年有所回升。2020 年各站点汞、铜、铅、镉、锌、砷平均值可达第一类海水水质标准。

因此，从污染物浓度来看，工程施工期间主要是重金属浓度上升明显，其余指标变化不大，工程后所有指标均显示有所上升，特别是重金属、COD 和石油类浓度上升明显，但在 2020 年有所回降。

同时，对比了 2008 年春季、2014 年春季、2016 年春季、2020 年春季和 2010 年秋季、2013 年秋季、2017 年秋季、2020 年秋季所有站点水质评价结果，从表 7.4-3 可看出，本工程施工前 2008 年 3 月和 2010 年 11 月工程海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，部分站点铅、汞指标超标，其余各指标所有站点均符合所在功能区水质类别的要求。工程施工中 2014 年 3 月和 2013 年 11 月主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，部分站点重金属指标超标，主要为铜、铅、

锌、汞超标，其余各指标所有站点均符合所在功能区水质类别的要求。工程后，2016 年 3 月和 2017 年 10 月水质调查结果显示，工程海域主要超标因子为活性磷酸盐，此外，溶解氧、DO、无机氮、Hg、石油类等均有部分站点出现超标，其余各指标所有站点监测结果均符合所在功能区类别要求。2020 年 4 月和 2020 年 11 月调查海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，其余各指标所有站位监测结果均符合所在功能区类别要求。

因此，从超标率可以看出，近十几年来无机氮和活性磷酸盐超标率呈上升趋势，工程施工期间，重金属超标因子增加，在工程后 2 年内，COD、DO 和石油类出现超标，2020 年得到恢复。

综上所述，工程施工期间及完工后短时间内，海水水质特别是重金属、COD 和石油类受影响明显，但随后影响减小。

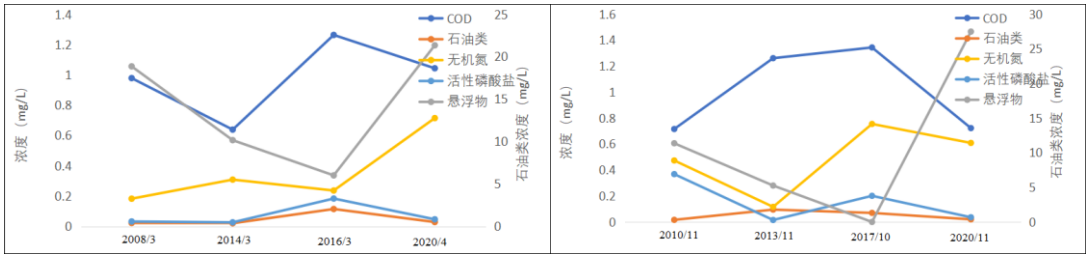


图 7.4-1　　工程前后 COD、石油类、无机氮、活性磷酸盐、悬浮物浓度对比图（左为春季，右为秋季）

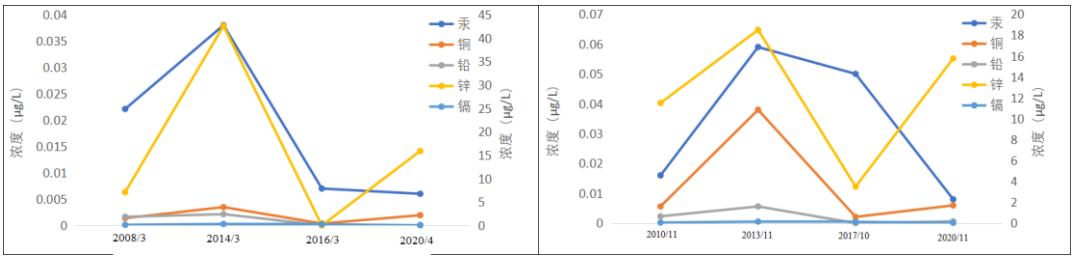


图 7.4-2　　工程前后重金属浓度对比图

（左为春季，右为秋季）

表 7.4-2　　工程前后海域海水水质监测结果平均值对比

		春季				秋季			
监测项目		工程前 2008 年 3 月	施工中 2014 年 3 月	工程后 2016 年 3 月	工程后 2020 年 4 月	工程前 2010 年 11 月	施工中 2013 年 11 月	工程后 2017 年 10 月	工程后 2020 年 11 月
溶解氧（mg/L）	表层	7.244	6.696	6.853	6.743	7.391	7.505	6.9	6.568
	底层	/	/	/	7.19	7.32	/	7.05	6.81
pH	表层	8.025	8.105	7.905	8.0	7.935	8.125	8	7.998
	底层	/	/	/	8.0	7.928	/	8.15	8.03
COD（mg/L）	表层	0.978	0.638	1.263	1.043	0.715	1.26	1.3425	0.722
	底层	/	/	/	1.005	1.053	/	1.175	0.66
石油类（mg/L）	表层	0.0218	0.020	0.114	0.028	0.016	0.095	0.0695	0.020
	底层	/	/	/	/	/	/	0.0605	/
悬浮物（mg/L）	表层	18.85	10.150	6	21.333	11.35	5.25	ND	27.460
	底层	/	/	/	24.35	32.375	/	ND	23.3
无机氮（mg/L）	表层	0.1821	0.308	0.236	0.714	0.473	0.116	0.754	0.608
	底层	/	/	/	0.651	0.376	/	0.659	0.614
活性磷酸盐（mg/L）	表层	0.0315	0.026	0.183	0.046	0.368	0.015	0.201	0.036
	底层	/	/	/	0.041	0.294	/	0.170	0.038
汞（μg/L）	表层	0.0221	0.038	0.007	0.006	0.016	0.059	0.05	0.008
	底层	/	/	/	0.009	0.016	/	0.05	0.013
铜（μg/L）	表层	1.55	3.910	0.4	2.183	1.6	10.85	0.6	1.700
	底层	/	/	/	1.25	1.475	/	0.6	2.3
铅（μg/L）	表层	1.84	2.409	0.03	0.123	0.65	1.6	ND	0.170
	底层	/	/	/	0.115	0.643	/	ND	0.36
锌（μg/L）	表层	7.1	42.600	ND	15.88	11.5	18.5	3.5	15.760

监测项目		春季				秋季			
		工程前 2008 年 3 月	施工中 2014 年 3 月	工程后 2016 年 3 月	工程后 2020 年 4 月	工程前 2010 年 11 月	施工中 2013 年 11 月	工程后 2017 年 10 月	工程后 2020 年 11 月
	底层	/	/	ND	13.35	8.45	/	2.5	9.1
镉（μg/L）	表层	0.132	0.310	0.243	0.035	0.053	0.15	0.125	0.032
	底层	/	/	/	0.035	0.048	/	0.14	0.03
砷（μg/L）	表层	/	1.955	2.075	1.300	/	0.585	2.425	2.620
	底层	/	/	/	1.25	/	/	2.3	2.1

表 7.4-3　　工程前后海域海水水质超标情况对比

时间段		超标因子	超标率
春季	工程前 2008 年 3 月	活性磷酸盐、铅	活性磷酸盐 50%、铅 15%
	施工期 2014 年 3 月	无机氮、活性磷酸盐、锌	活性磷酸盐 43.75%、无机氮 9.38%、锌 3.13%
	工程后 2016 年 3 月	活性磷酸盐、DO、无机氮、Hg、石油类	活性磷酸盐 96%、无机氮 24%、DO4%、Hg8%、石油类 32%
	工程后 2020 年 4 月	无机氮和活性磷酸盐	活性磷酸盐 92.3%、无机氮 100%
秋季	工程前 2010 年 11 月	无机氮、活性磷酸盐、汞	活性磷酸盐 61.1%、无机氮 33.3%、汞 2.78%
	施工期 2013 年 11 月	铜、铅、汞和石油类	超标率分别为 20%、20%、5%和 5%
	工程后 2017 年 10 月	无机氮、活性磷酸盐、DO、COD	活性磷酸盐 30%、无机氮 27%、DO27%、COD30%
	工程后 2020 年 11 月	无机氮和活性磷酸盐	活性磷酸盐 87.5%、无机氮 87.5%

7.4.3 工程施工前后海洋沉积物质量对比分析

选取 2008 年春季（13#、15#、17#）、2014 年春季（9#、10#、12#、13#）、2017 年秋季（18#、19#、22#、24#、25#）、2020 年春季（3#、5#、7#、12#）工程附近各站点海洋沉积物监测结果平均值进行对比分析，对比情况见表 7.4-4。结果显示：

施工期，沉积物的石油类、汞、铜、锌浓度均降低，铅浓度约为工程前的 3.85 倍。工程后，石油类、汞、铅均呈现先增加后下降的趋势，其中 2017 年 10 月石油类为工程前的 3 倍，2020 年 4 月降为工程前的 2 倍；2017 年 10 月汞为工程前的 1.1 倍，2020 年 4 月汞为工程前的 0.825；2017 年 10 月铅为工程前的 13 倍，2020 年 4 月略有下降，为工程前的 11 倍。工程后，铜、锌浓度均上升，且 2020 年未表现出下降，其余指标砷、硫化物、有机碳均呈持续上升趋势。

总体来看，工程施工期沉积物质量无明显变化，但工程后一段时间内沉积物中的污染物浓度增大倍数较多，2020 年有所下降，但仍高于工程前水平。从评价结果来看，2020 年沉积物质量符合海洋沉积物第一类标准。

表 7.4-4　　工程海域沉积物监测结果（$\times 10^{-6}$）

时间段		石油类	汞	铜	镉	铅	锌	砷	硫化物	有机碳
工程前	春季 2008 年 3 月	125.20	0.04	13.97	0.48	2.8	44.1	/	/	/
施工期	春季 2014 年 3 月	1.28	0.024	7.43	/	10.78	30.75	5.18	36.07	0.68
工程后	秋季 2017 年 10 月	458.6	0.044	13.0	ND	36.45	70.53	5.05	100.50	0.80
	春季 2020 年 4 月	251.68	0.033	12.8	0.065	31.35	75.8	9.64	106.8	0.85

注：“ND 为未检出，/为未调查”

7.4.4 工程施工前后海洋生态质量对比分析

本节利用 2008 年 3 月（工程前）、2010 年 11 月（工程前）、2013 年 11 月（施工期）、2014 年 3 月（施工期）、2016 年 3 月（工程后）和 2017 年 10 月（工程后）、2020 年 4 月（工程后）和 2020 年 11 月（工程后）春秋季的海洋生态和生物资源现状调查数据，对本工程施工期间和施工前后对海洋生态和生物资源的影响进行对比分析。

7.4.4.1 叶绿素 a 和初级生产力

工程前后叶绿素 a 和初级生产力调查结果见表 7.4-5 和图 7.4-3。可以看出：

（1）叶绿素 a：年际发生波动，波动范围较小，2014 年 3 月叶绿素略高之外，处于中营养化水平，鉴于该期间无机氮以及活性磷酸盐含量较低，可能原因为该段时间内浮游植物大量繁殖，消耗大量无机氮及活性磷酸盐。而工程后（2016 年 3 月、2020 年 4 月、2020 年 11 月）叶绿素 a 略有降低，可能与施工后期污染较多以及完工后人类活动增多、陆源污染增多有关。

（2）初级生产力

春、秋季初级生产力年际变化同叶绿素 a 含量变化较为一致，2014 年 3 月初级生产力相对较高，而施工期及工程后（2013 年 11 月、2016 年 3 月、2020 年 4 月、2020 年 11 月）叶绿素 a 略有降低，可能与施工后期污染较多以及完工后人类活动增多、陆源污染增多有关。调查海域初级生产力整体偏低。

对比不同年份春秋季调查数据发现，工程施工期及工程后叶绿素 a 和初级生产力较工程前略有降低。

表 7.4-5 工程前后叶绿素 a 和初级生产力调查结果（平均值）

时间段		叶绿素 a（mg/m^3）	初级生产力（$mg\ C/m^2•d$）
春季	工程前 2008 年 3 月	1.45	95.69
	施工期 2014 年 3 月	3.21	332.72
	工程后 2016 年 3 月	0.97	79.12
	工程后 2020 年 4 月	0.96	67.22
秋季	工程前 2010 年 11 月	1.08	146.79
	施工期 2013 年 11 月	0.64	41.13
	工程后 2017 年 10 月	1.68	/
	工程后 2020 年 11 月	0.39	28.18

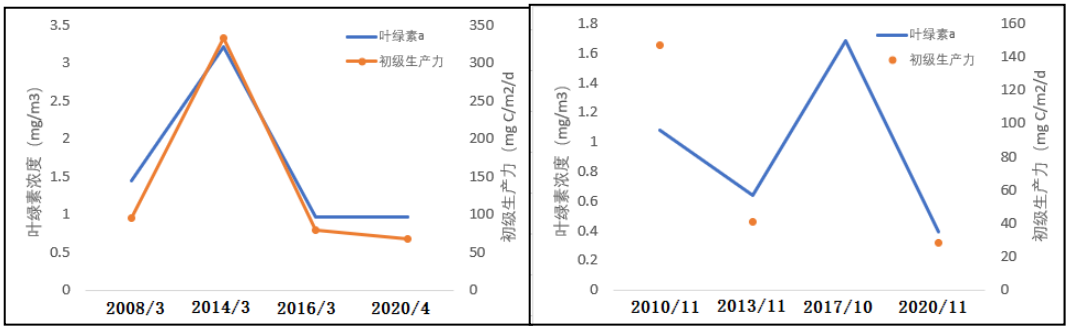


图 7.4-3　　工程前后叶绿素浓度和初级生产力调查结果对比图

（左为春季，右为秋季）

7.4.4.2　浮游植物

工程前后浮游植物调查结果见表 7.4-6 和图 7.4-4、图 7.4-5。可以看出：

（1）种类数：近年来调查海域浮游植物种类数相对稳定，施工期春秋季浮游植物种类数略有波动，工程后浮游植物种类数略有增加。种类组成未发生明显变化，硅藻种类数最多，其次为甲藻，其它门类相对较少。

（2）细胞密度：除 2010 年浮游植物细胞密度较高外，其余年份细胞总密度基本稳定；2010 年 11 月浮游植物细胞密度偏大，原因是调查海域出现了大量的蓝藻铜绿微囊藻，平均数量百分比为 90.60%。铜绿微囊藻适合在河流入海口海域生长，易形成赤潮灾害。

（3）优势种：工程前后调查海域优势种组成略有不同，但优势种均为赤潮种类。工程前调查海域浮游植物优势种主要为夜光藻、铜绿微囊藻和旋链角毛藻，工程后调查海域浮游植物优势种主要为广温性沿岸种类角毛藻和中肋骨条藻等广温广盐性种。

（3）多样性：由于工程前秋季调查出现大量的铜绿微囊藻，导致 2010 年秋季调查多样性明显降低，物种分布不均匀。其他航次调查物种分布较均匀，生物多样性总体水平一般，局部区域物种多样性较高。

对比不同年份春秋季调查数据发现，浮游植物无明显变化规律，工程施工期和运行期对浮游植物未发现明显不利影响。

表 7.4-6　　浮游植物调查结果及统计

时间段		种类	细胞密度（cells/m^3）	主要优势种（Y≥0.02）	多样性指数（*H'*）	均匀度指数（*J*）
春季	工程前 2008 年 3 月	52	61.2×10^4	夜光藻	2.28	0.58
	施工期 2014 年 3 月	71	225.10×10^4	/	1.54	0.43
	工程后 2016 年 3 月	54	99.24×10^4	牟氏角毛藻、中肋骨条藻等	2.39	0.69
	工程后 2020 年 4 月	69	332.68×10^4	夜光藻、中肋骨条藻等	1.65	0.39
秋季	工程前 2010 年 11 月	47	13061.27×10^4	铜绿微囊藻、旋链角毛藻等	0.56	0.13
	施工期 2017 年 10 月	55	268.89×10^4	/	1.58	0.39
	工程后 2013 年 11 月	68	25.9×10^4	旋链角毛藻、中肋骨条藻等	2.51	0.79
	工程后 2020 年 11 月	63	1031.18×10^4	拟弯角毛藻、中肋骨条藻等	1.18	0.25

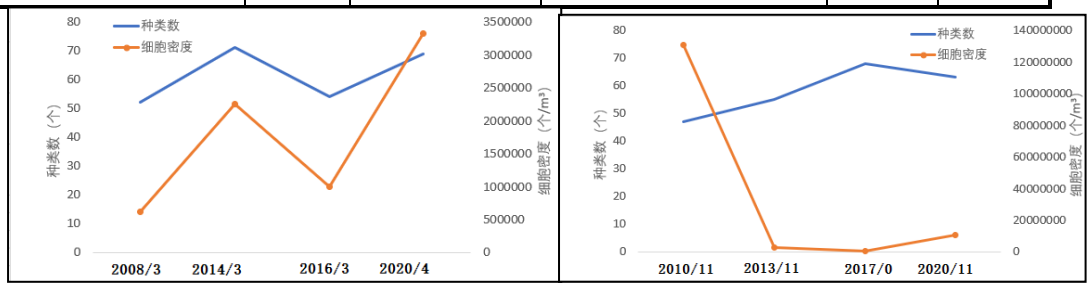


图 7.4-4　　工程前后浮游植物种类数和细胞密度调查结果对比图

（左为春季，右为秋季）

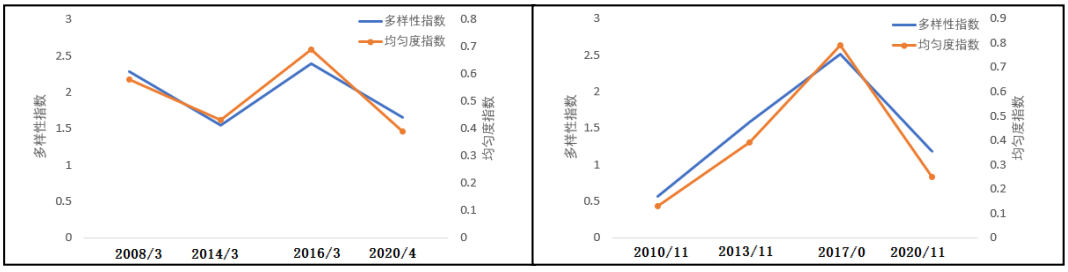


图 7.4-5　　工程前后浮游植物多样性指数和均匀度指数对比图

（左为春季，右为秋季）

7.4.4.3　浮游动物

工程前后浮游动物调查结果见表 7.4-7 和图 7.4-6、图 7.4-7。可以看出：

（1）种类数：近年来调查海域浮游动物种类数相对稳定，仅工程前秋季调查航次浮游动物种类数略低。浮游动物种类组成上未发生明显变化，重要种类为桡足类，其次为浮游幼虫，其它种类相对较少。

（2）密度和生物量：从密度来看，除工程前 2008 年 3 月、工程后 2020 年

4 月和 2017 年 10 月平均栖息密度异常高以外，其余时间相对稳定，可能与测量时段出现大量夜光虫和桡足类有关；从生物量来看，春季工程前生物量明显增高，原因是该航次调查出现大量的夜光虫，施工期 2014 年 3 月和施工后 2016 年春季，生物量明显降低，但 2020 年春季生物量恢复明显，秋季因缺乏施工期和工程后 2017 年生物量数据无法证明工程施工对浮游动物生物量的影响，但可以看到 2020 年秋季生物量与工程前 2010 年 11 月相差不大。

（3）优势种：工程前后调查海域浮游动物优势种组成略有不同。工程前调查海域浮游动物优势种主要为原生生物夜光虫、浮游幼虫和桡足类瘦尾胸刺水蚤和亚强次真哲水蚤等，工程后调查海域浮游动物优势种主要为桡足类。

（3）多样性和均匀性：工程前 2008 年 3 月和工程后 2016 年 3 月物种多样性较低，物种分布不均匀。除 2016 年 3 月多样性指数和均匀度指数明显降低外，其他年份略有波动但无明显规律。调查海域物种分布较均匀，生物多样性总体水平一般，局部区域物种多样性较高。

综上，施工期和工程后浮游动物生物量有所降低，工程后春季浮游动物多样性和均匀性降低，但 2020 年影响减小，基本与工程前相似。

表 7.4-7　　浮游动物调查结果及统计

时间段		种类	平均密度（ind/m^3）	平均生物量（mg/m^3）	主要优势种	多样性指数（H'）	均匀度指数（J）
春季	工程前 2008 年 3 月	67	8257.89	8969.02	夜光虫、瘦尾胸刺水蚤	1.43	0.31
	施工期 2014 年 3 月	60	162.99	43.54	/	2.21	0.56
	工程后 2016 年 3 月	30	1424.39	29.14	夜光虫	0.77	0.22
	工程后 2020 年 4 月	53	15338.3	768.72	拟长腹剑水蚤、强额孔雀哲水蚤等	2.91	0.62
秋季	工程前 2010 年 11 月	39	118.74	190.15	藤壶幼虫、亚强次真哲水蚤、钳形歪水蚤、刺尾纺锤水蚤等	2.28	0.77
	施工期 2013 年 11 月	63	146.75	/	/	3.30	0.80
	工程后 2017 年 10 月	46	14477	/	桡足类无节幼体、亚强真哲水蚤、诺氏麻铃虫和 D 形幼虫	1.95	0.83
	工程后 2020 年 11 月	57	468.45	136.14	丹氏纺缍水蚤、肥胖箭虫、红纺缍水蚤等	3.82	0.85

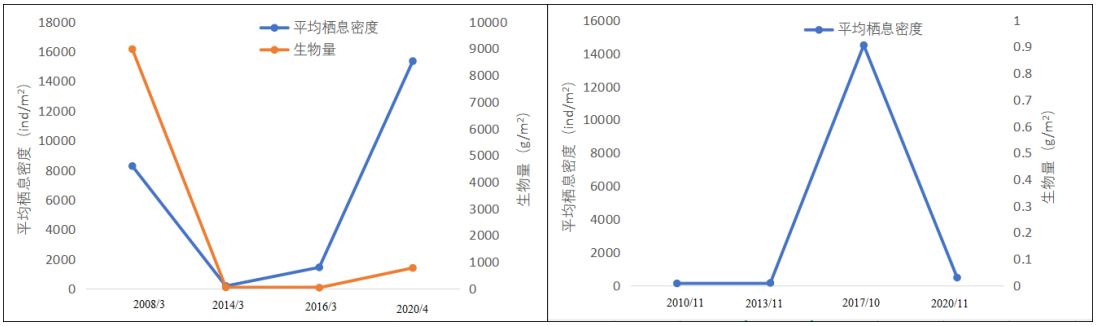


图 7.4-6　　工程前后浮游动物密度和生物量调查结果对比图

（左为春季，右为秋季）

图 7.4-7　　工程前后浮游动物多样性指数和均匀度指数对比图

（左为春季，右为秋季）

7.4.4.4　底栖生物

工程前后底栖生物调查结果见表 7.4-8 和图 7.4-8、图 7.4-9。可以看出：

（1）种类数：工程施工期及工程后底栖动物物种数略有下降，其中 2017 年 11 月调查底栖动物物种数明显下降。底栖动物种类组成上未发生明显变化，主要种类为多毛类，其次为软体动物和甲壳类，其它种类相对较少。

（2）密度和生物量：调查海域底栖动物栖息密度和生物量呈现波动变化，工程施工期及工程后均有所降低，特别是 2017 年秋季底栖动物生物和栖息密度明显降低；2020 年春季调查底栖动物生物量较低，原因是该航次调查底栖动物主要为小个体多毛类，生物量相对较低。

（3）优势种：工程前后调查海域底栖动物优势种组成略有不同。工程前调查海域底栖动物优势种主要为多毛类角海蛹和奇异稚齿虫、软体动物波纹巴非蛤、棘皮动物洼颚陪棘蛇尾，工程后调查海域底栖动物优势种发生部分改变，多毛类奇异稚齿虫依然为部分航次调查海域优势类群，但软体动物和棘皮动物优势类群逐渐演替为小个体多毛类。

（3）多样性：调查海域底栖动物物种分布较均匀，局部区域物种多样性较

高，施工期春季多样性指数和均匀度指数均有降低，工程后略有恢复，秋季无明显规律。

综上，工程施工对底栖动物种类数和优势种有所影响，栖息密度和生物量略有降低，春季多样性和均匀性略受施工影响，秋季无明显规律。

表 7.4-8　　底栖动物调查结果及统计

时间段		种类数	平均栖息密度 ind/m^2	生物量 g/m^2	主要优势种	多样性指数（*H'*）	均匀度指数（*J*）
春季	工程前 2008 年 3 月	59	286.7	61.52	波纹巴非蛤、洼颚陪棘蛇尾、奇异稚齿虫和杂色蛤	2.60	0.91
	施工期 2014 年 3 月	57	57.95	47.49	/	2.06	0.87
	工程后 2016 年 3 月	41	167.50	116.29	奇异稚齿虫、江户明樱蛤等	2.52	0.92
	工程 2020 年 4 月	52	59.58	1.67	丝异须虫、拟特须虫和滑指矶沙蚕	2.16	0.95
秋季	工程前 2010 年 11 月	71	109	81.69	角海蛹、波纹巴非蛤	3.03	0.89
	施工期 2013 年 11 月	40	116.67	112.71	/	2.34	0.92
	工程后 2017 年 11 月	15	38.24	19.16	明管虫、中华裸沙蚕、巢沙蚕等	1.23	0.94
	工程后 2020 年 11 月	47	130.83	43.02	白色吻沙蚕和奇异稚齿虫	2.38	0.88

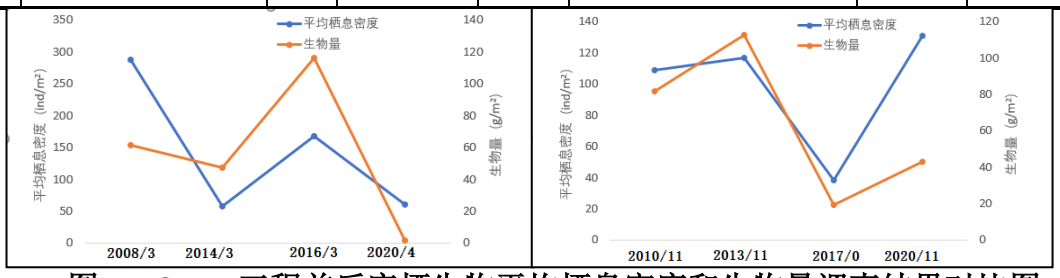


图 7.4-8　　工程前后底栖生物平均栖息密度和生物量调查结果对比图（左为春季，右为秋季）

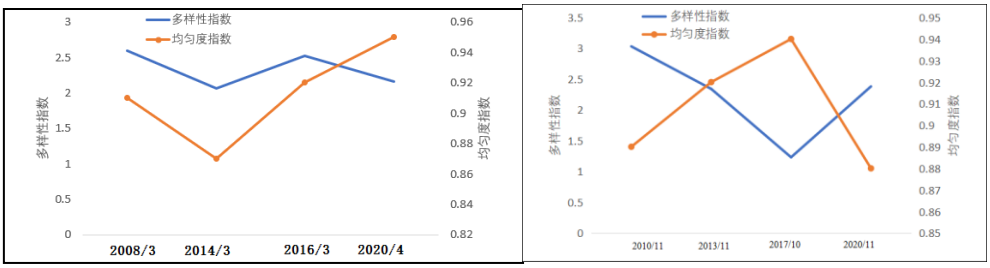


图 7.4-9　　工程前后底栖生物多样性指数和均匀度指数对比图（左为春季，右为秋季）

7.4.4.5 潮间带生物

工程前后潮间带生物调查结果见表 7.4-9 和图 7.4-10、图 7.4-11。可以看出：

（1）种类数：除施工前 2010 年秋季调查潮间带底栖动物物种数相对较高外，其他航次调查底栖动物种数无明显变化。不同航次调查潮间带底栖动物种类组成上不同，施工前主要种类为软体动物，施工后物种最多的类群交替变化，但优势种前三位未发生变化，潮间带其它种类相对较少。

（2）密度和生物量：调查海域潮间带底栖动物栖息密度和生物量呈现波动变化，秋季生物量和密度有所降低，施工前 2008 年春季调查潮间带底栖动物栖息密度和生物量较低，施工后 2020 年春季调查潮间带底栖动物生物量与施工前春季调查持平，原因是该航次物种组成上主要为小个体多毛类，生物量较低。

（3）优势种：施工前春季调查用施工后春季调查相比，潮间带底栖动物优势种组成上不同。导致优势种不同原因可能是调查区域不同，2008 年春季调查位于东海岛北部，2020 年调查站位布设在东头山岛附近潮间带。优势种类群上未发生变化，主要优势种类群为多毛类、软体动物和甲壳类。

（3）多样性：不同航次调查底栖动物多样性不同，其中，施工期 2013 年秋季调查和施工后 2016 年春季调查潮间带底栖动物多样性物种分布较均匀，多样性较高。其他时段总体来看，物种多样性和均匀度无明显变化，生物多样性总体水平一般，局部区域多样性较高，物种分布较不均匀。

综上，工程对潮间带底栖生物密度和生物量有所影响，多样性和均匀性无明显规律。

表 7.4-9　　潮间带底栖生物调查结果及统计

时间段		种类数	栖息密度 ind/m^2	生物量 g/m^2	主要优势种	多样性指数（*H'*)	均匀度指数（*J*）
春季	工程前 2008 年 3 月	22	31.20	15.63	扁齿围沙蚕、扁蜇虫、杂色蛤仔、韦氏毛带蟹、周氏新对虾、欧文虫和蜾蠃蜚	1.89	0.67
	施工期 2014 年 3 月	27	220.80	242.04	/	1.55	0.85
	工程后 2016 年 3 月	28	58.67	41.90	/	3.99	0.91
	工程后 2020 年 4 月	37	168	18.14	粗糙滨螺、长节刀钩虾、花冈钩毛虫和短须角沙	1.59	0.78

时间段		种类数	栖息密度 ind/m^2	生物量 g/m^2	主要优势种	多样性指数（*H'*）	均匀度指数（*J*）
					蚕		
秋季	工程前 2010 年 11 月	68	144.33	243.16	/	2.32	0.55
	施工期 2013 年 11 月	33	60.00	52.68	/	4.17~4.35，取 4.26	0.94~0.96，取 0.95
	工程后 2017 年 9 月	44	128.3	70.96	日本刺沙蚕、中间拟滨螺、韦氏毛带蟹	/	/
	工程后 2020 年 11 月	31	59.56	64.17	大脚玻璃钩虾、红树拟蟹守螺和珠带拟蟹守螺	2.09	0.91

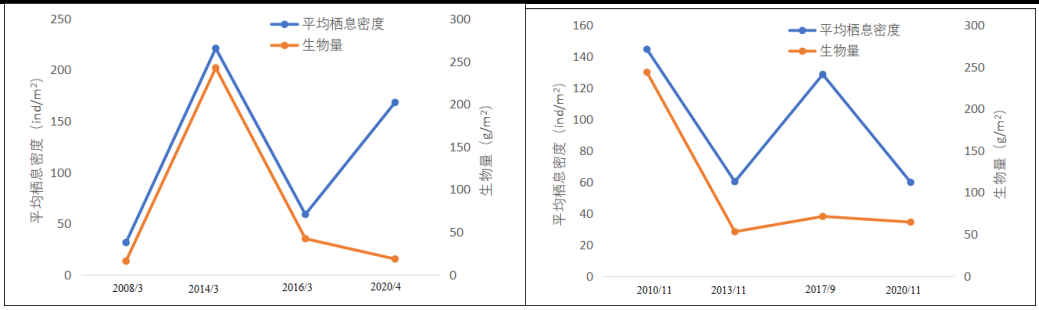


图 7.4-10　　工程前后潮间带生物平均栖息密度和生物量调查结果对比图

（左为春季，右为秋季）

图 7.4-11　　工程前后潮间带生物多样性指数和均匀度指数对比图

（左为春季，右为秋季）

7.4.4.6　渔业资源

（1）鱼卵仔鱼

调查海域春季鱼卵仔鱼平均密度高于秋季，原因是调查海域春季鱼类繁殖导致。除施工期秋季鱼卵仔鱼种类有所降低外，其他时段鱼卵仔鱼种类未发生明显变化；工程后 2020 年 4 月鱼卵仔鱼密度明显升高，其原因主要是调查海域小公鱼、鳀属一种等鱼类大量繁殖导致，其他时段鱼卵仔鱼密度较为稳定。各时间段鱼卵仔鱼调查结果见表 7.4-10 和图 7.4-12。

表 7.4-10　　鱼卵仔鱼调查结果

时间段		种类数	鱼卵平均密度 ind./m^3	仔稚鱼平均密度 ind./m^3
春季	工程前 2008 年 3 月	8	0.792	0.0774
	施工期 2014 年 3 月	10	1.435	/
	工程后 2016 年 3 月	11	1.162	0.0199
	工程后 2020 年 4 月	17	12.15	2.52
秋季	工程前 2010 年 11 月	11	0.121	0.058
	施工期 2013 年 11 月	5	0.436	/
	工程后 2020 年 11 月	14	0.083	0.064

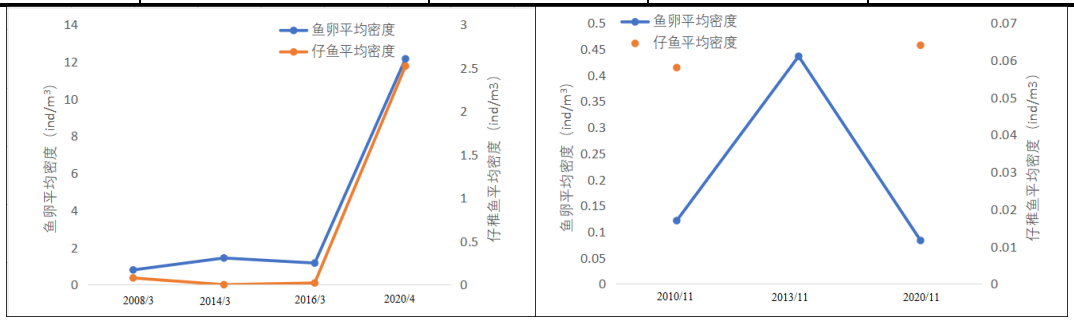


图 7.4-12　　工程前后鱼卵仔鱼平均密度对比图

（左为春季，右为秋季）

（2）游泳生物

游泳动物种类数呈现波动变化，施工期同工程前相比，春季调查种类数略有增加，秋季调查种类数减少；工程后同工程前相比，春季调查呈现先增加后减少的趋势，秋季调查呈现先减少后增加的趋势。总的来说，调查海域游泳动物种类数变化无明显规律。

游泳动物重量资源密度和尾数资源密度基本呈现先降低后升高的趋势，施工期明显下降，这是由于本工程实施对游泳生物产生扰动、驱赶作用，活动能力相对较强的游泳生物暂时离开了原来的活动区域，造成所在海域渔业资源减少。工程后 2016 年~2020 年逐步上升并恢复至工程前水平。

综上，工程施工对调查海域游泳动物资源密度产生一定的影响，但随着时间增长，资源密度有得到恢复。

表 7.4-11　　游泳生物调查结果

时间段		种类数	重量资源密度（kg/km²）	尾数资源密度（尾/km²）	主要优势种
春季	工程前 2009 年 4 月	69	568.56	/	/
	施工期 2014 年 3 月	98	357.463	9339.7	/
	工程后 2016 年 3 月	91	311.562	17413	哈氏仿对虾、亨氏仿对虾、皮氏叫姑鱼
	工程后 2020 年 4 月	60	1038.74	114700	短吻鲳、尾纹双边鱼、尖吻小公鱼
秋季	工程前 2009 年 9 月	144	678.08	38848	/
	施工期 2013 年 11 月	91	397.13	19522	/
	工程后 2017 年 10 月	46	408.92	10424	短吻鲳、尖吻鲳、颈斑鲳
	工程后 2020 年 11 月	91	890.12	63820	孔虾虎鱼、皮氏叫姑鱼等

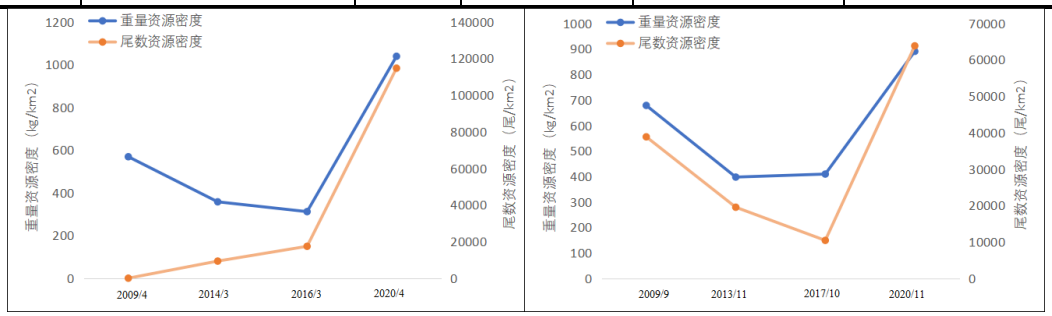


图 7.4-13　　工程前后游泳生物资源密度对比图（左为春季，右为秋季）

综合上述，本工程施工主要造成叶绿素 a 和初级生产力、浮游动物生物量略有降低，对底栖动物种类和优势种有所影响，底栖动物栖息密度和生物量、潮间带底栖生物密度和生物量、游泳动物资源密度略有降低，工程后一段时间内叶绿素 a 和初级生产力、游泳动物资源密度有所降低，但至 2020 年影响逐渐减小，游泳动物基本恢复到工程前水平。

8 环境影响分析与评价

8.1 水文动力影响模拟分析与评价

本工程位于东海岛石化产业园 A4-2 区，作为 A 区海域围填海工程的一部分，已与 A 区、B 区同步实施，并于 2014 年 5 月完工。因此本工程对海洋环境的影响难以从 A 区、B 区整体对海洋环境的影响中区分出来，故本章从 A 区、B 区整体角度分析对工程海域海洋环境的影响。

8.1.1 数学模型

本报告运用二维水动力模型模拟分析工程建设后对工程海域水文动力环境的影响。二维水动力模型采用 MIKE21 模型系统，MIKE21 系统是目前国际上功能齐全、应用范围广的水环境模拟软件之一，主要用于模拟海洋、河口、湖泊、河流、水库等水体的水流、水质、富营养化预测、水生生态、泥沙输运等问题。MIKE21 完全按照软件系统工程的思想设计的，由波浪模型、水动力模型、对流扩散模型、常规水质模型和富营养化模型等组成，可模拟各种水文、气象条件下水体的流场分布，流速大小和方向，污染物迁移转化规律和水生生态演变规律等。

MIKE21 模型采用有限体积法求解控制方程，计算网格为任意三角形单元，能够有效准确地模拟岸线和建筑物的外形轮廓。而且，根据研究需要，可对计算网格进行任意地加密，以便能够在大范围模型中实现局部精细模拟，从而得到合理的数值模拟结果。

8.1.1.1 基本方程

采用垂向平均的二维潮流数值模式对湛江湾及其附近海域潮流场进行模拟计算，分析区域建设用海对海域潮流动力的影响。

（1）控制方程

$$\frac{\partial \eta}{\partial t}+\frac{\partial Du}{\partial x}+\frac{\partial Dv}{\partial y}=0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}-fv=-g\frac{\partial \eta}{\partial x}+A_h\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)+\frac{\tau_x}{\rho D}-g\frac{u\sqrt{u^2+v^2}}{c_S^2 D}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+fu=-g\frac{\partial \eta}{\partial y}+A_h\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right)+\frac{\tau_y}{\rho D}-g\frac{v\sqrt{u^2+v^2}}{c_s^2 D}$$

其中：

$D=H+\eta$ —总水深（m）；

H—平均海平面下水深（m）；

η —平均海平面起算水位（m）；

u —x 方向（东方向）流速（m/s）；

v —y 方向（北方向）流速（m/s）；

f —科氏参数；

A_M —水平湍流粘滞系数；

τ_{ax},τ_{ay}—为海表风应力 $\vec{\tau}_a$ 在 x , y 轴方向的分量，$\vec{\tau}_a$ 表达式为：

$$\vec{\tau}_a=\rho_a C_D|\vec{W}_a|\vec{W}_a$$

其中，W_a 为风速（m/s），ρ_a 为空气密度，C_D 为风曳力系数，采用 ECOM-si 公式：

$$10^3 C_D=\begin{cases}1.2 & |\vec{W}_a|\le 11\ (\text{m/s})\\ 0.49+0.065|\vec{W}_a| & 11<|\vec{W}_a|\le 25\ (\text{m/s})\\ 2.1 & |\vec{W}_a|>25\ (\text{m/s})\end{cases}$$

C_S—chezy 系数。

（2）初始条件：初始速度场，水位场（开边界除外）均为 0。

（3）边界条件：

在固边界上，流在边界的法向分量恒为零，$\vec{V}(x,y,t)=0$；

在开边界上，采用 11 个分潮调和常数计算水位边界，计算式如下：

$$\eta=\eta_0+\sum_{i=1}^{11}A_i f_i\cos(w_i t+(V_0+u_0)-\phi_i)$$

式中，η_0 为平均潮位，A 为分潮振幅，ω 为分潮角速率，f 为交点因子，t 是区时，(V_0+u_0) 是平衡潮展开分潮的区时初相角，ϕ 为区时迟角。河口开边界采用多年平均流量作控制。

潮滩区采用干湿动边界处理方法，即涨潮时淹没的海域作为湿边界，退潮

时露出海面的区域作为干边界。

模型计算时 Manning 数根据水深取值，Smagorinsky 公式中的水平涡旋粘滞系数取 0.28，考虑科氏力的影响，模型采用的时间步长为变时间步长，时间步长在 0.01s~30s 之间。

8.1.1.2 计算范围及网格设置

考虑到工程所在海域受岛屿、浅海地形等的影响，因此，需要采用模型嵌套的方式来模拟该海域的潮流场，采用大、小二层计算域嵌套：大模型计算域涵盖整个南海。从外海至近岸海域区网格尺寸逐渐减小，其中近岸海域网格尺寸为 500m，外海网格尺度为 6km，整个大模型网格节点数为 70094，单元数为 134087。大模型网格图见图 8.1-1。

小模型计算域包括湛江湾和工程区域附近海域，通过模型嵌套以模拟工程海域的精细流场。为拟合项目所在海域复杂岸线及岛屿、码头、防波堤等建筑物边界，计算模式采用非结构三角形网格，并对工程区域进行局部加密，模型计算采用平均海平面。工程区域网格尺寸为 50m，外海开边界网格尺寸为 20km，工程海域附近网格布置较密，模型网格节点数为 41254，单元数为 79297。模拟范围及工程海域计算网格见图 8.1-2（a）和图 8.1-2（b），模型计算时间为 2017 年 6 月 1 日~2017 年 6 月 15 日。

模型水深资料来源于航保部出版的海图水深数据以及工程区域实测水深数据，工程后将取土区水深加深，工程前后地形图见图图 8.1-2（c）和图 8.1-2（d）；岸线资料来源于 2008 年广东省发布的岸线数据以及工程区域附近近年实测岸线数据。

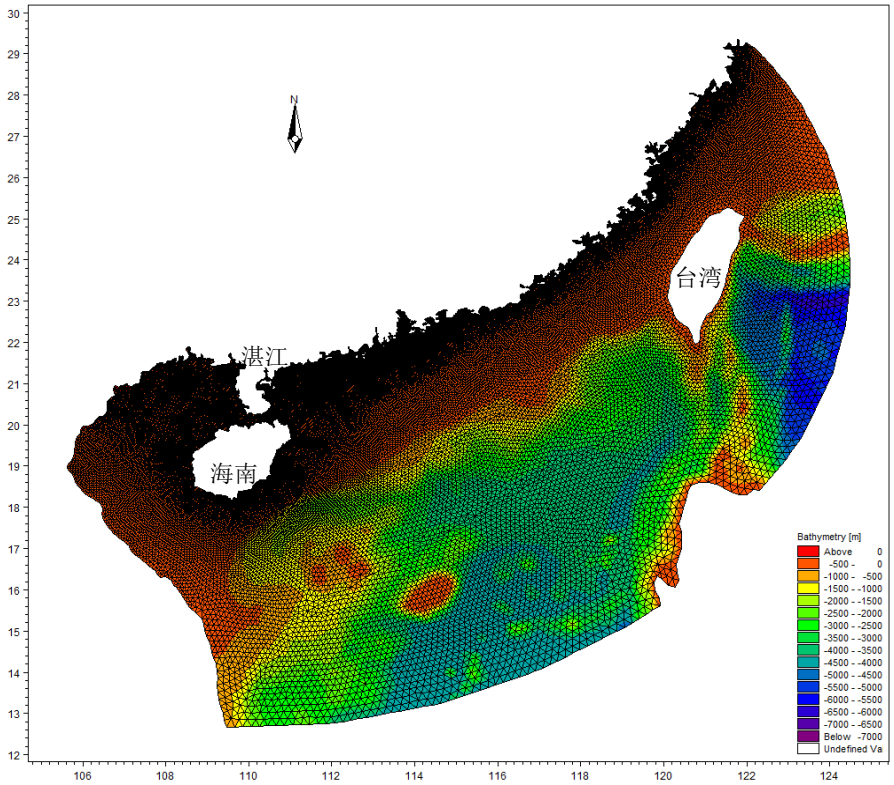


图 8.1-1　　大模型网格图

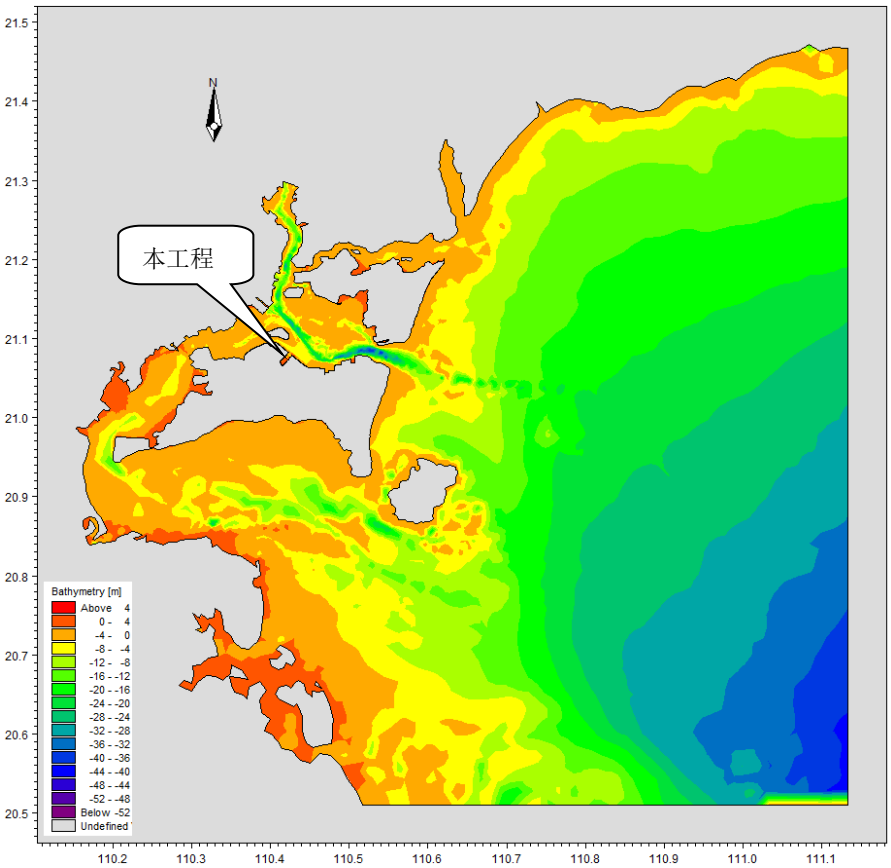


图 8.1-2（a）　　小模型模拟范围图

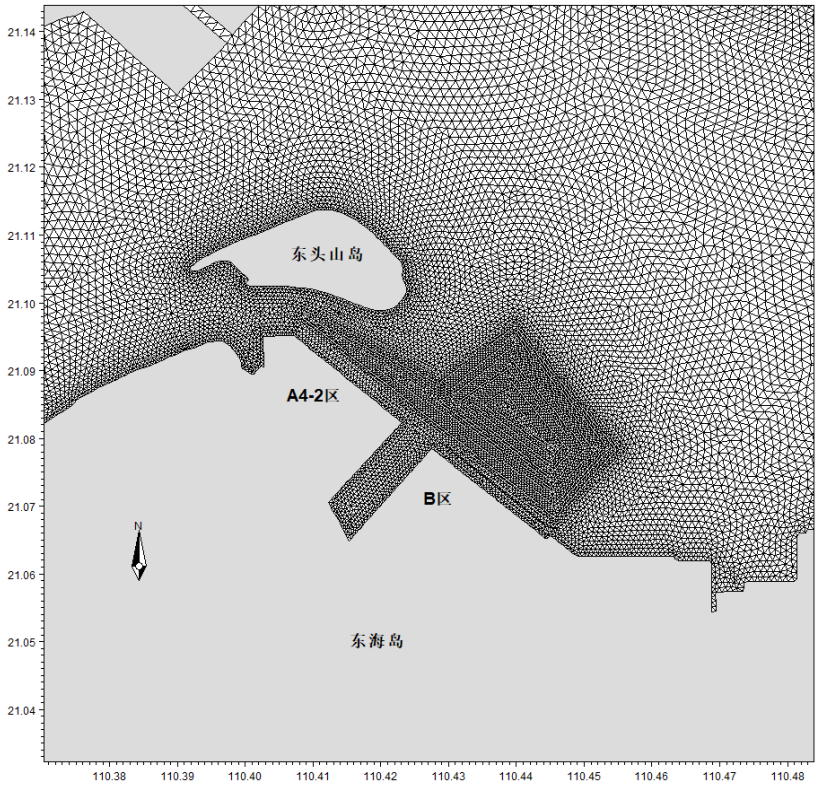


图 8.1-2（b）　　工程海域计算网格

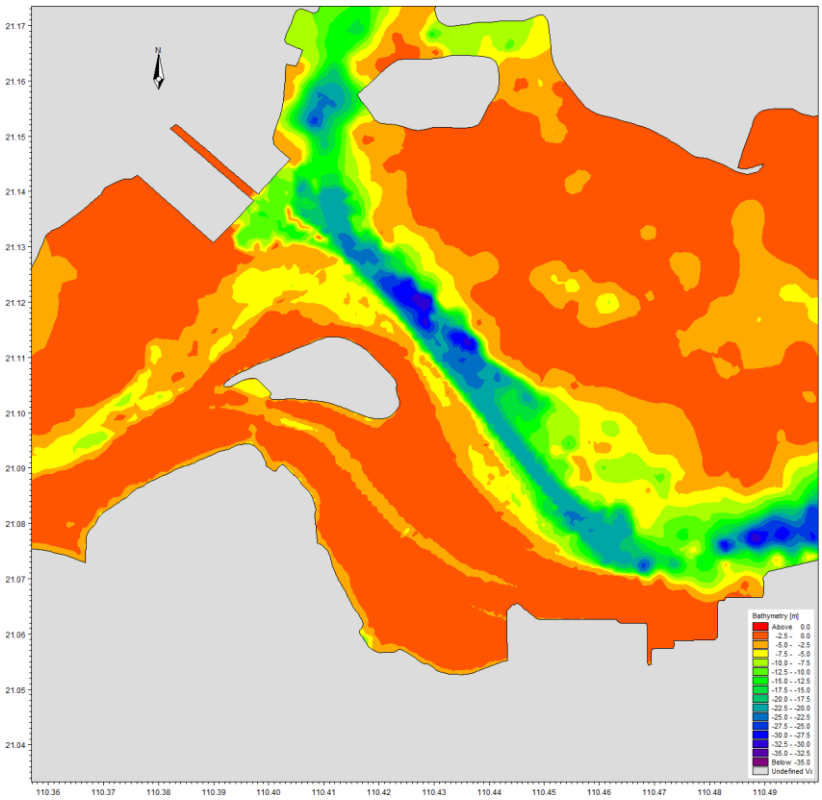


图 8.1-2（c）　　工程前地形图

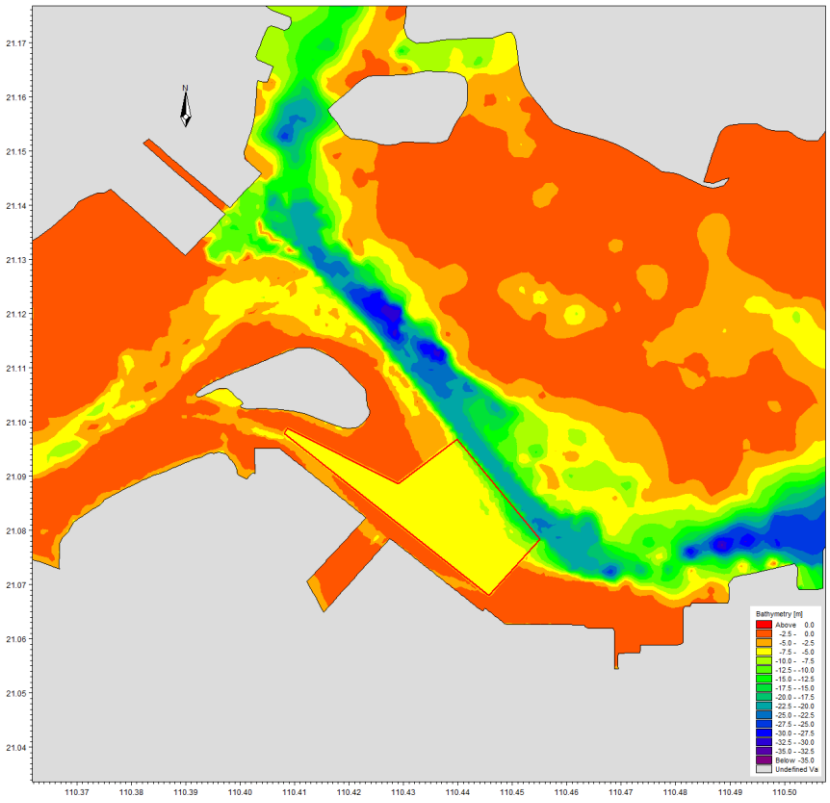


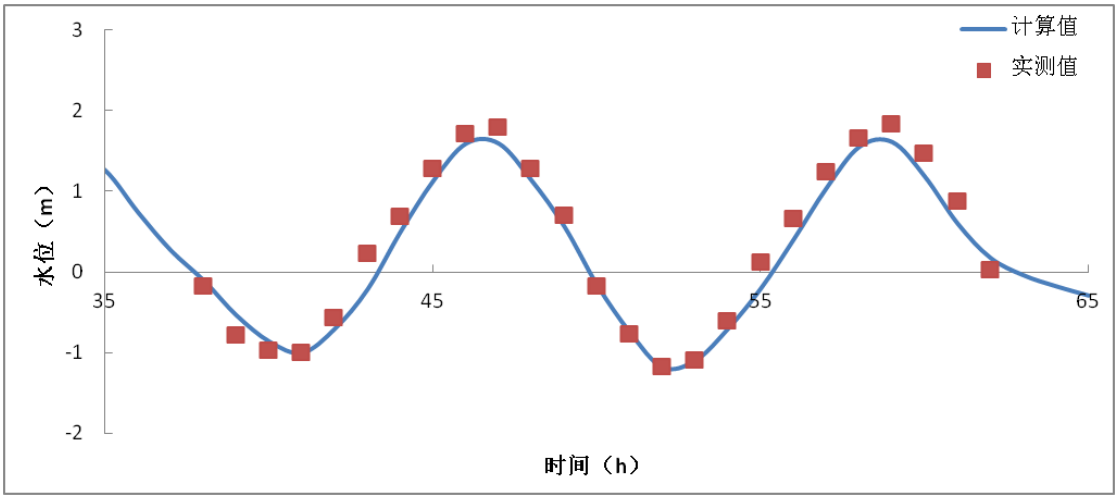
图 8.1-2（d）　　工程后地形图

8.1.1.3　模型验证

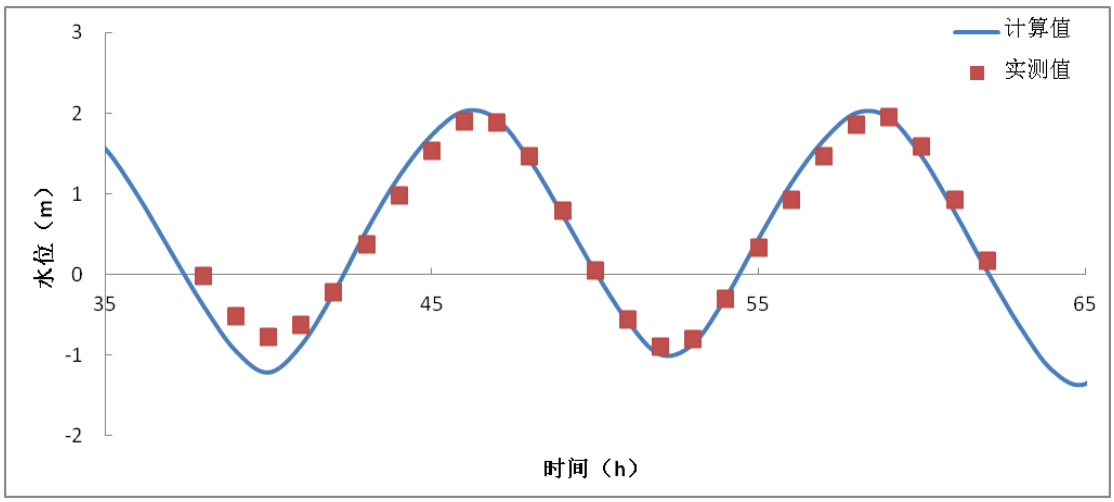
采用采用 2017 年 4 月 25 日 14：00 至 4 月 26 日 14：00 的逐时潮位观测资料和潮流逐时观测资料对模型参数进行率定，2017 年 6 月 6 日 12：00 至 6 月 10 日 12：00 的逐时潮位观测资料和 2017 年 6 月 9 日 08：00 至 6 月 10 日 08：00 潮流逐时观测资料对模型进行验证，其中潮位测点 2 个，分别为 C3、C5，潮流测点 7 个，分别为 C1~C7，验证点位置见图 8.1-3。

图 8.1-4 和图 8.1-5 图为模型计算值与实测潮位值得比较结果，图 8.1-6 和图 8.1-7 为模型计算值与实测海流值的比较结果，从图中可以看出，潮位验证站点水位计算值与实测值验证很好，几乎吻合。工程海域测点的计算海流流速和实测海流流速变化趋势大体一致，流向模拟值与实测值符合程度较好，流速模拟值与实测值整体趋势较吻合。最大流速模拟值与实测值基本一致，但个别时段有所偏差。总体而言，计算域内流速模拟验证计算结果较好，计算结果基本能够反映工程海域潮流运动特征。

图 8.1-3　　验证点位置图

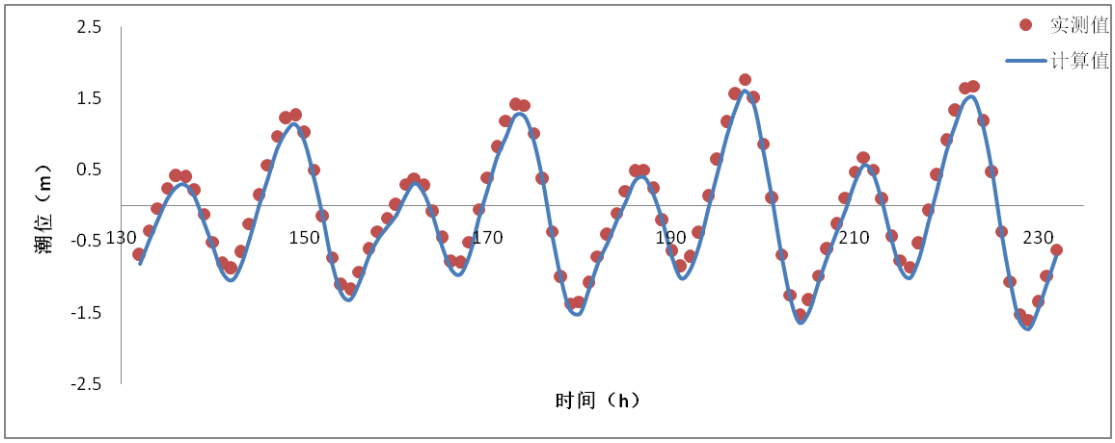


C3 站位

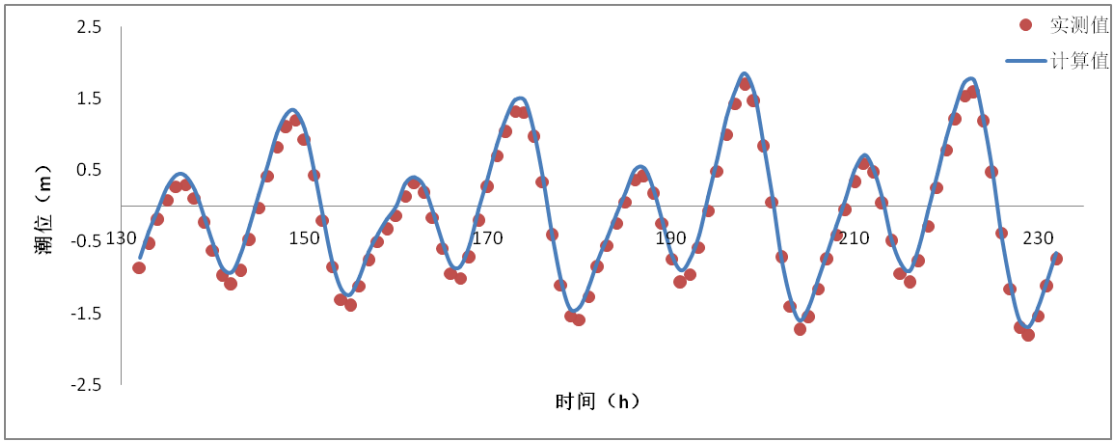


C5 站位

图 8.1-4　　2017 年 4 月潮位验证

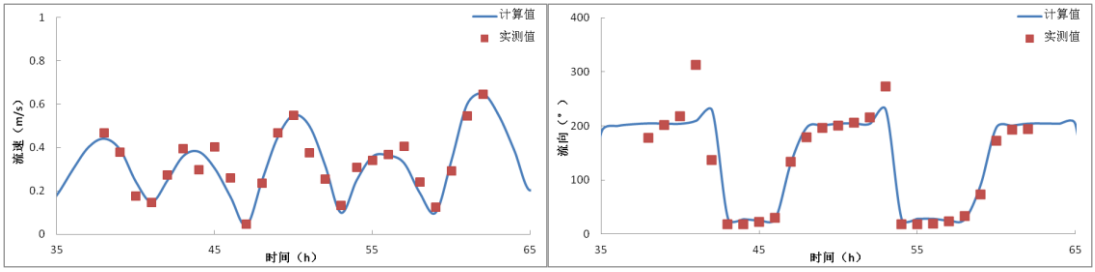


C3 站位

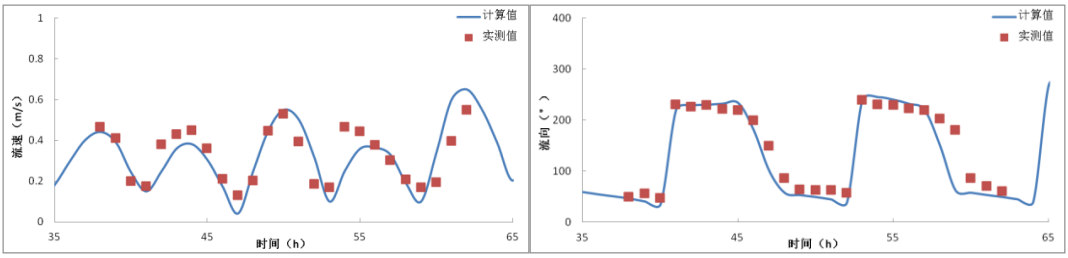


C5 站位

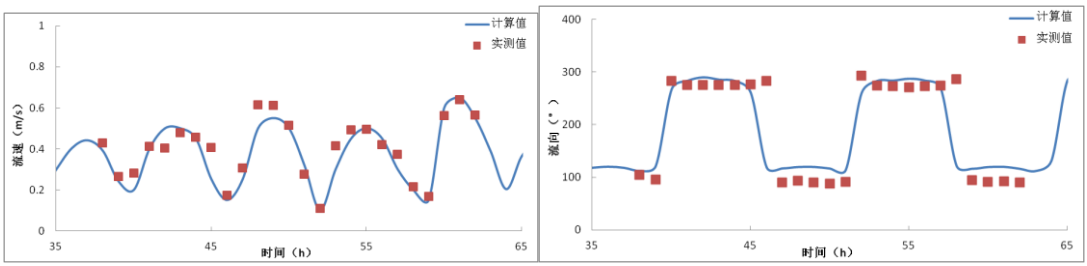
图 8.1-5　　2017 年 6 月潮位验证



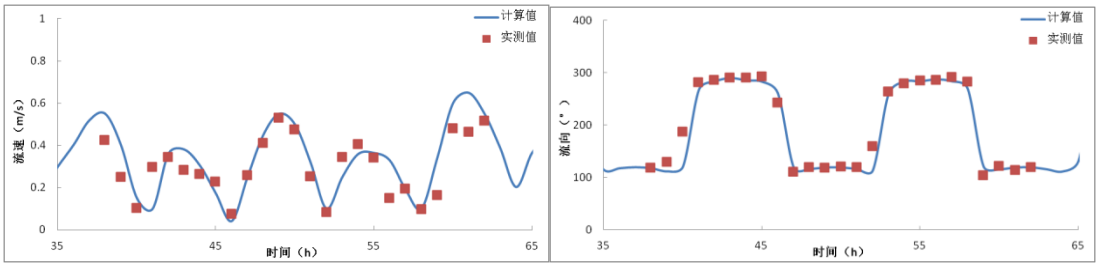
C1 站



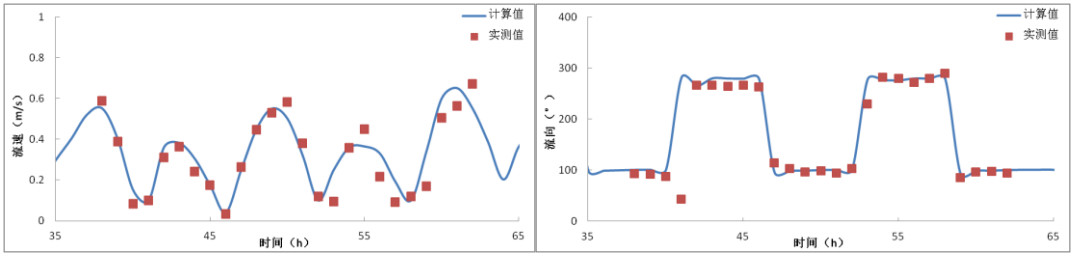
C2 站



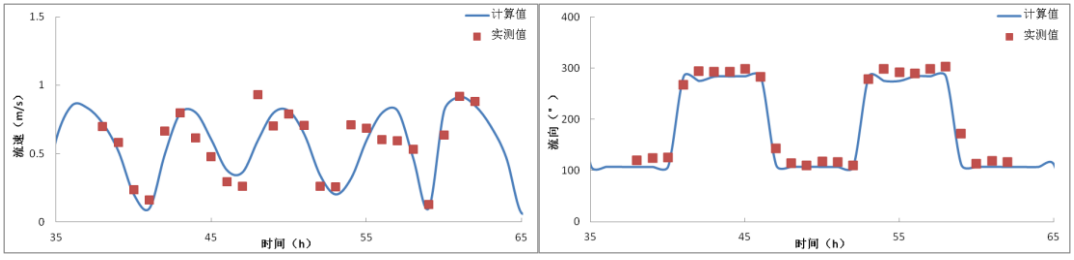
C3 站



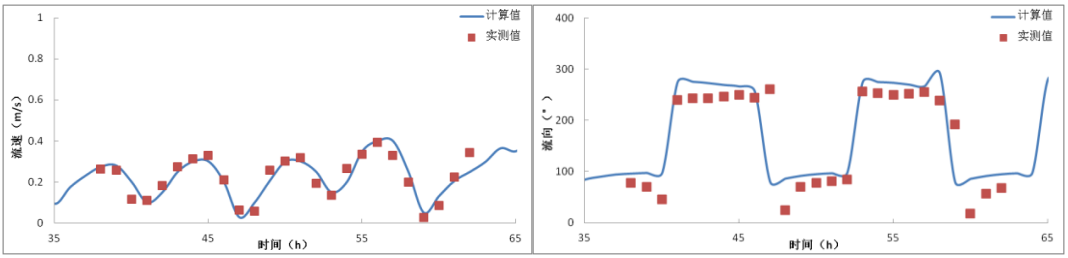
C4 站



C5 站

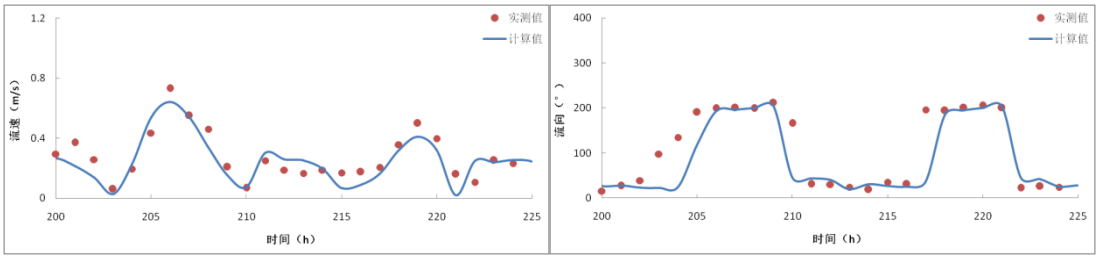


C6 站

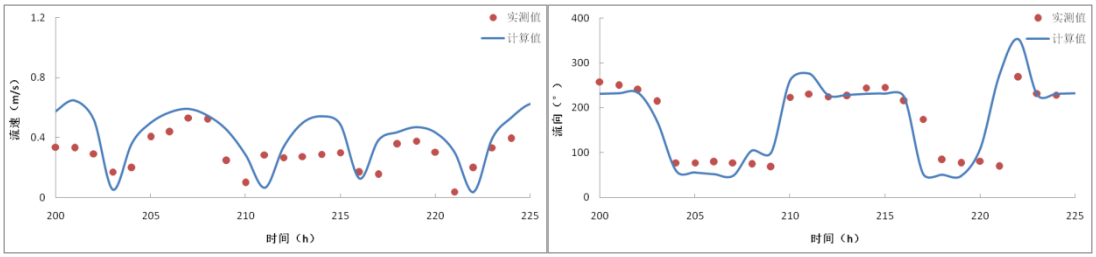


C7 站

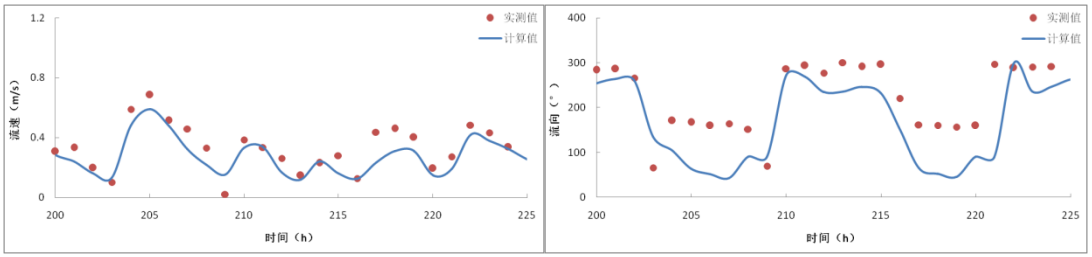
图 8.1-6　　2017 年 4 月流速、流向验证



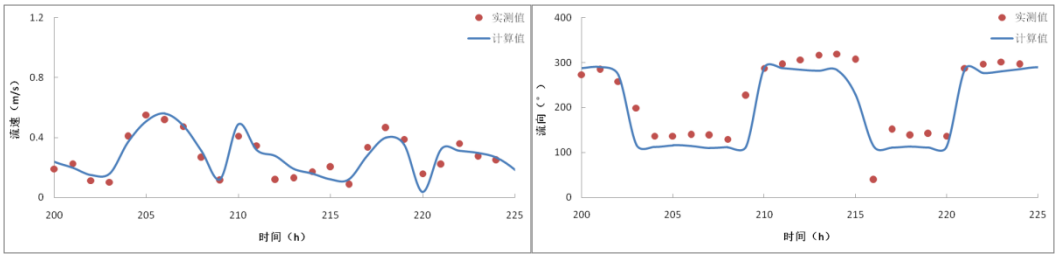
C1 站



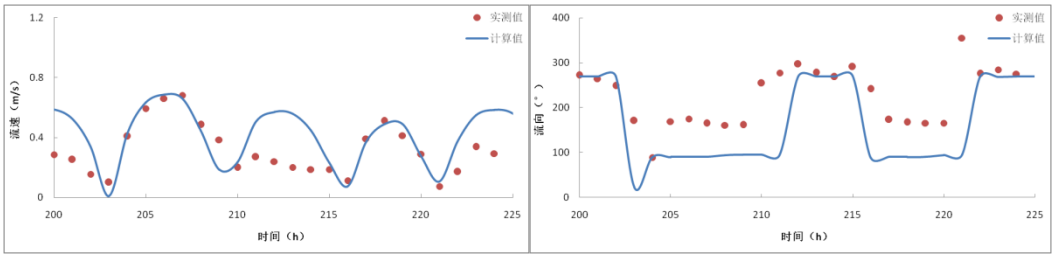
C2 站



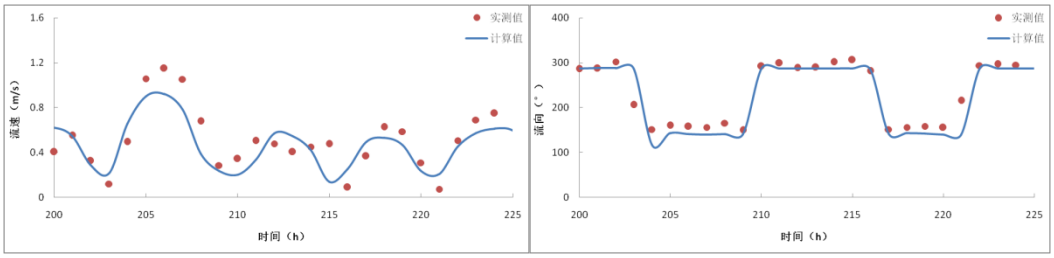
C3 站



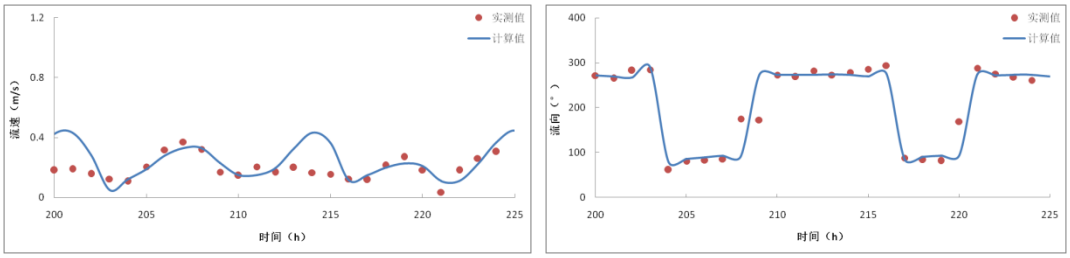
C4 站



C5 站



C6 站



C7 站

图 8.1-7　　2017 年 6 月流速、流向验证

8.1.2　工程前水文动力分析

采用经过验证的潮流数学模型，计算得出工程前工程海域涨急和落急流场见图 8.1-8、图 8.1-9。由图可以看出，湛江湾海域潮流基本属不正规半日潮流，模拟流场图显示，涨潮时，潮流从东侧湾口涌入湾内，从湛江湾口到东头山岛北端，海流由东往西流。在东头山岛北侧深槽，海流一分为二，一支往北上溯，一支往西南方向。落潮时，湾西部偏东向水流和北部水道下泄流在东头山岛北侧深槽汇集，由西往东至湾口流出，汇入湛江湾外。从流速分布来看，湛江湾口为流速高值区，涨、落潮最大流速都在 1.5m/s 以上。湛江湾内流速总体表现为航道深槽流速大于浅滩，潮汐潮流通道以湛江湾口为主要通道。工程区海域模拟的潮流运动形式以往复流为主，涨潮往 W 方向，流速约 0.5m/s，落潮往 E 方向，流速约 0.4m/s，涨潮流速大于落潮。

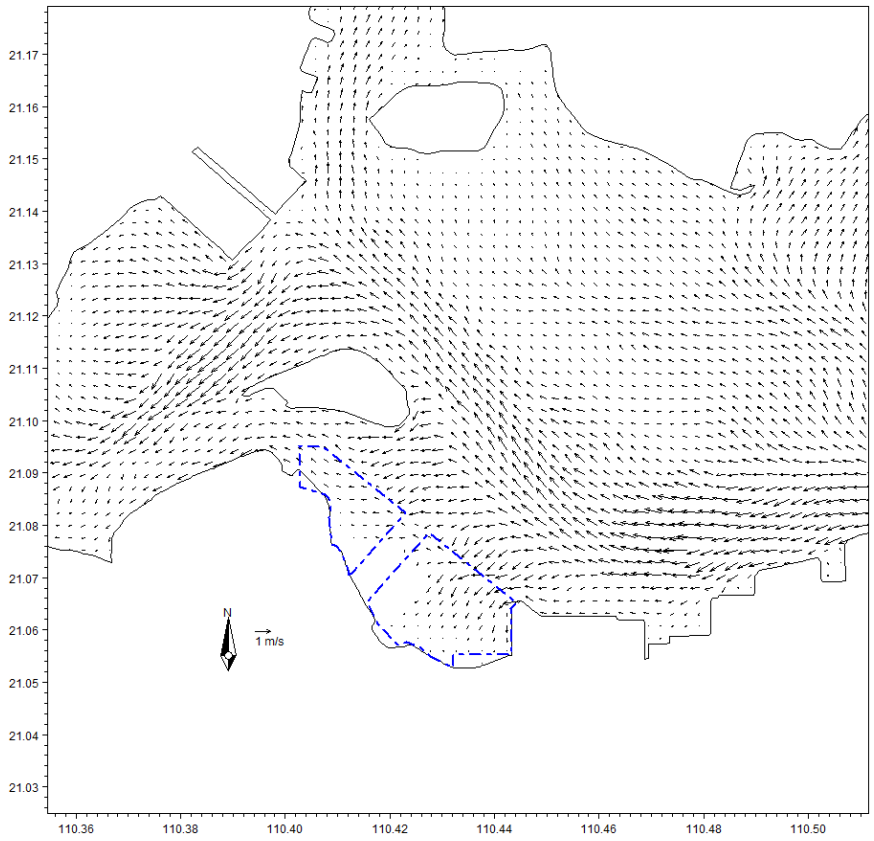


图 8.1-8　　工程前工程海域涨急流场

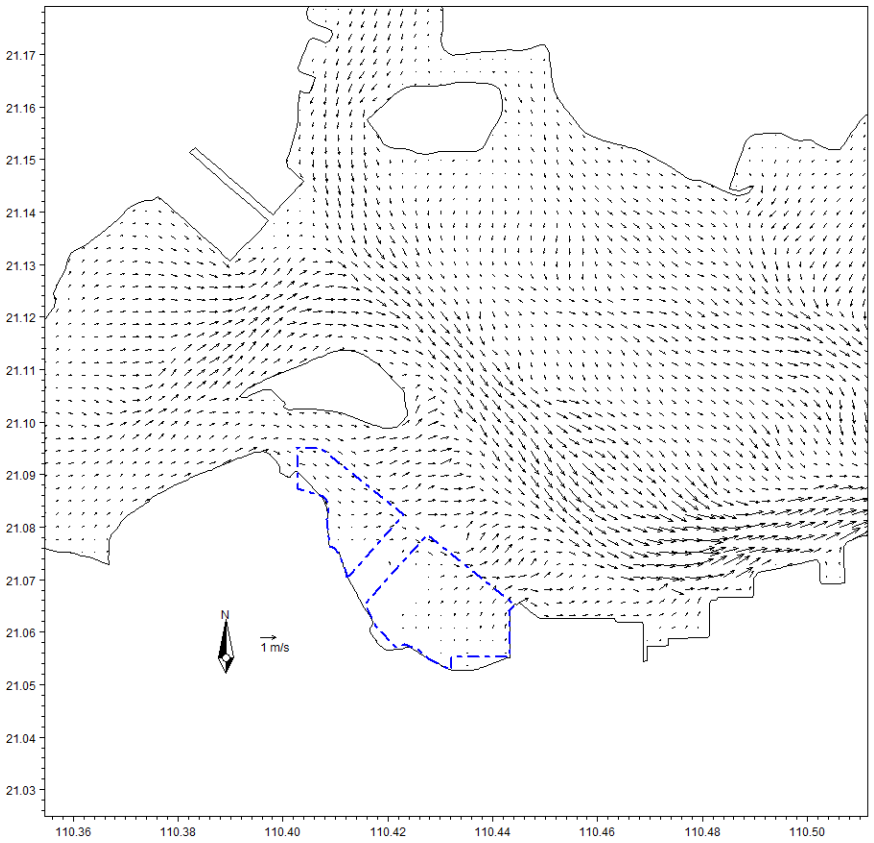


图 8.1-9　　工程前工程海域落急流场

8.1.3 工程后水文动力分析

8.1.3.1 工程后流速流向变化分析

工程实施改变了工程区域自然岸线，取土区施工改变了海底地形高程，由此带来工程海域水动力特征一定的变化，对流场和流速流向产生影响。工程前后涨落急流场对比见图 8.1-10 和图 8.1-11，可以看出，A4-2 区和 B 区填海实施后，周边 3km 范围内流场发生变化，其中填海区域附近流速流向均发生改变，工程后围填海堤线附近及取土区内流向由原来的与堤线成一定夹角变为顺堤方向，远离填海区仅流速略有变化。

提取工程前后大潮涨落急流速进行差值计算，见图 8.1-12 和图 8.1-13。从涨落急流速变化图可以看出，工程后 A4-2 区北侧和 B 区南侧堤头处流速增大，最大流速增幅可达到 0.6m/s，围填海区域东侧受取土区挖深影响，流速减小，最大流速减幅约 0.4m/s。

通过数值模拟方法对工程实施前后的水动力特征进行计算，以体现工程对水动力的影响范围和程度。为了清楚地说明工程对水动力的影响程度，通过在工程周边布设 20 个代表点来统计其水动力特征变化。代表点分布在工程位置附近以及航道内，具体位置见图 8.1-14。其特征值统计表见表 8.1-1 和表 8.1-2。

从表可见，围填海工程实施后，特征点 A1~A5 点由于航道变窄，过水断面减小，涨落潮平均流速有所增大，涨潮平均流速变化率最大达到 176.0%，落潮平均流速变化率最大达到 286.7%；位于工程东侧海域的特征点 A6~A10，在 A4-2 和 B 区围堤完成后，涨落潮平均流速有所减小，涨潮平均流速变化率最大达到 -37.9%，落潮平均流速变化率最大达到-35.5%；位于凹槽内的特征点 A19 工程后流速大幅减小。位于进湾航道内的特征点 A11~A17，涨落潮平均流速流向变化相对较小，说明围填海工程施工完成后对其影响较小，工程对流向的影响主要集中在填海区附近和东头山岛西部，湛江湾南部流速以减小为主，东头山岛西部流速减少最为明显，仅湿地公园口门表现为流速增大。

从流场整体变化的趋势看，围填海工程实施后对工程周边水动力环境有一定的影响，但对距离围填海区域较远的航道基本没有影响。

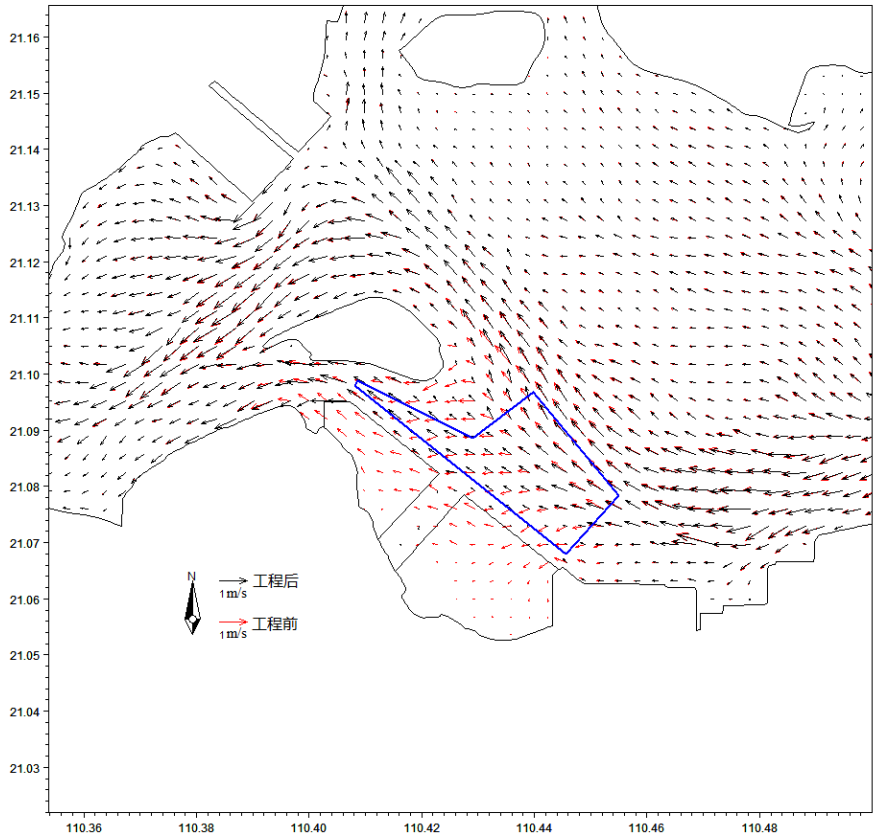


图 8.1-10　　围填海工程实施前后涨急流场对比图

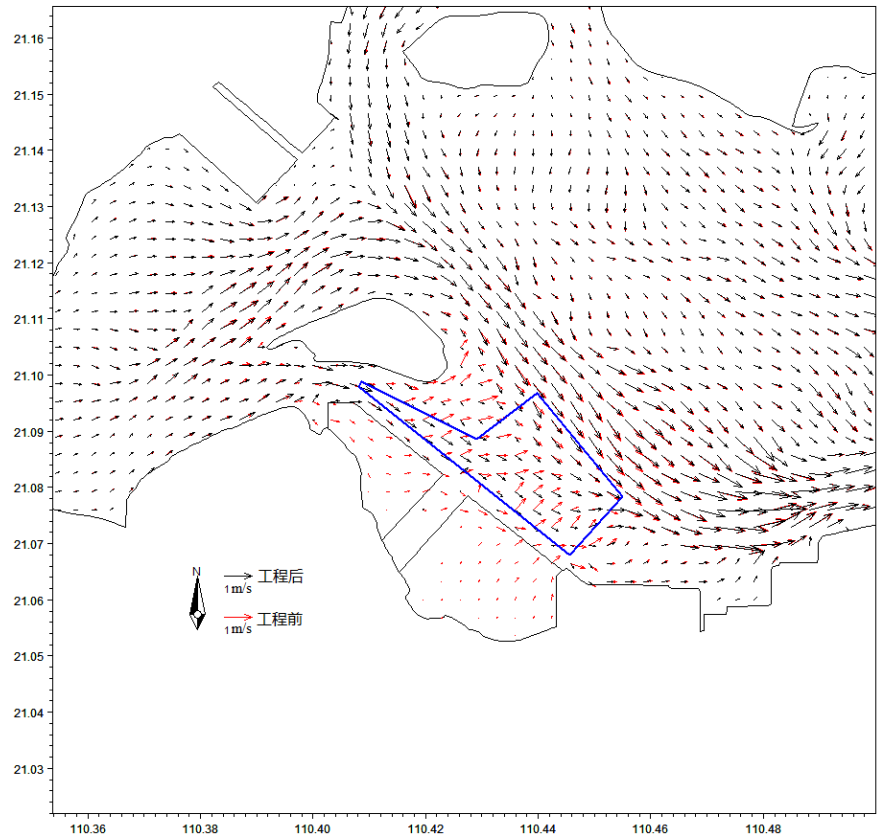


图 8.1-11　　围填海工程实施前后落急流场对比图

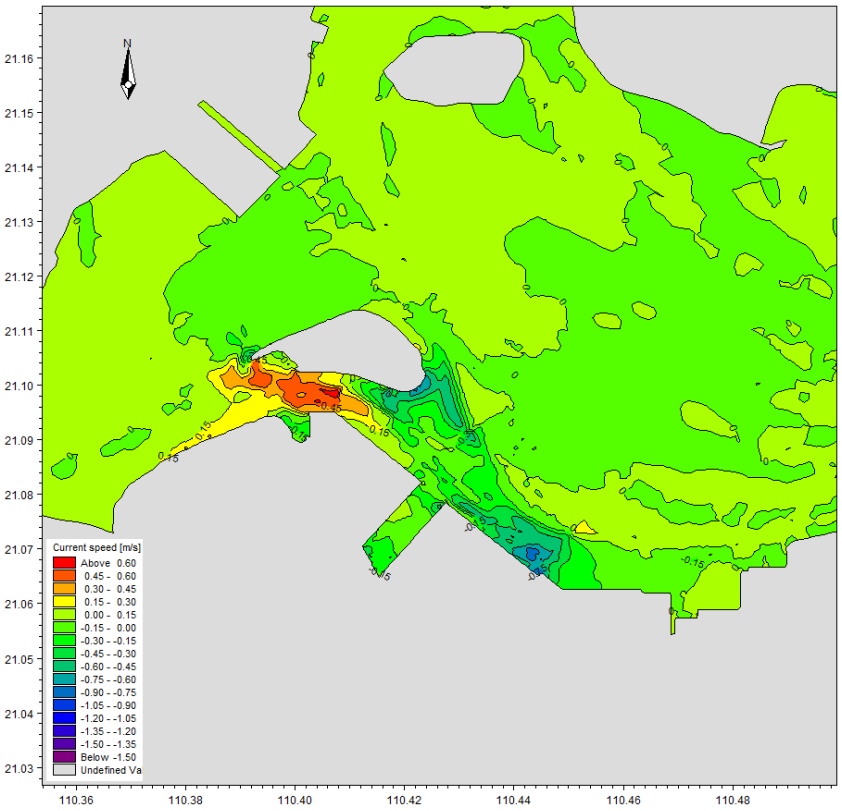


图 8.1-12　　工程前后涨急流速变化等值线图

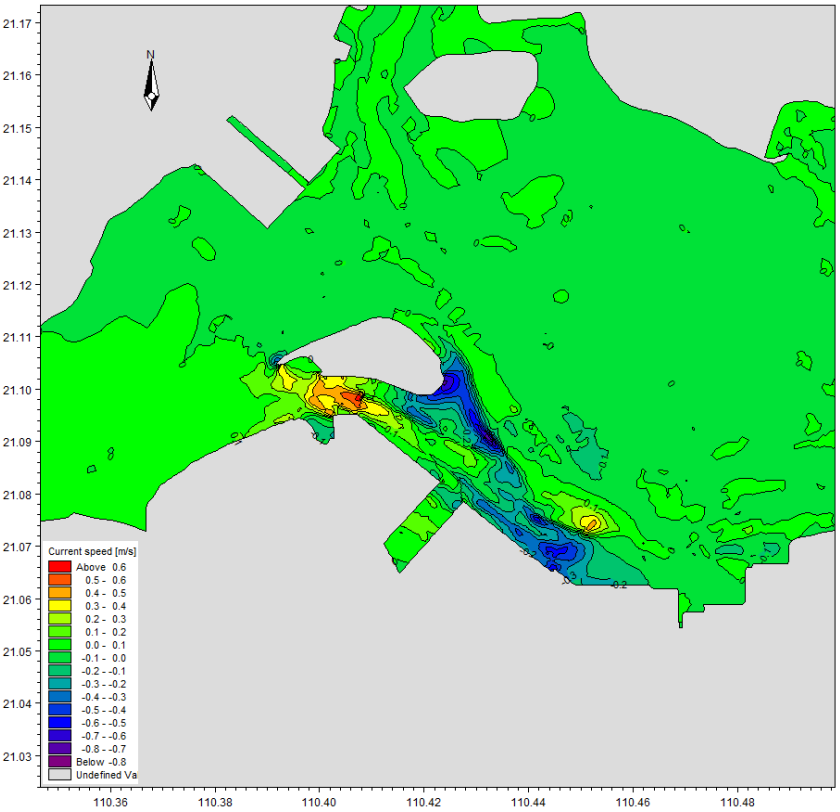


图 8.1-13　　工程前后落急流速变化等值线图

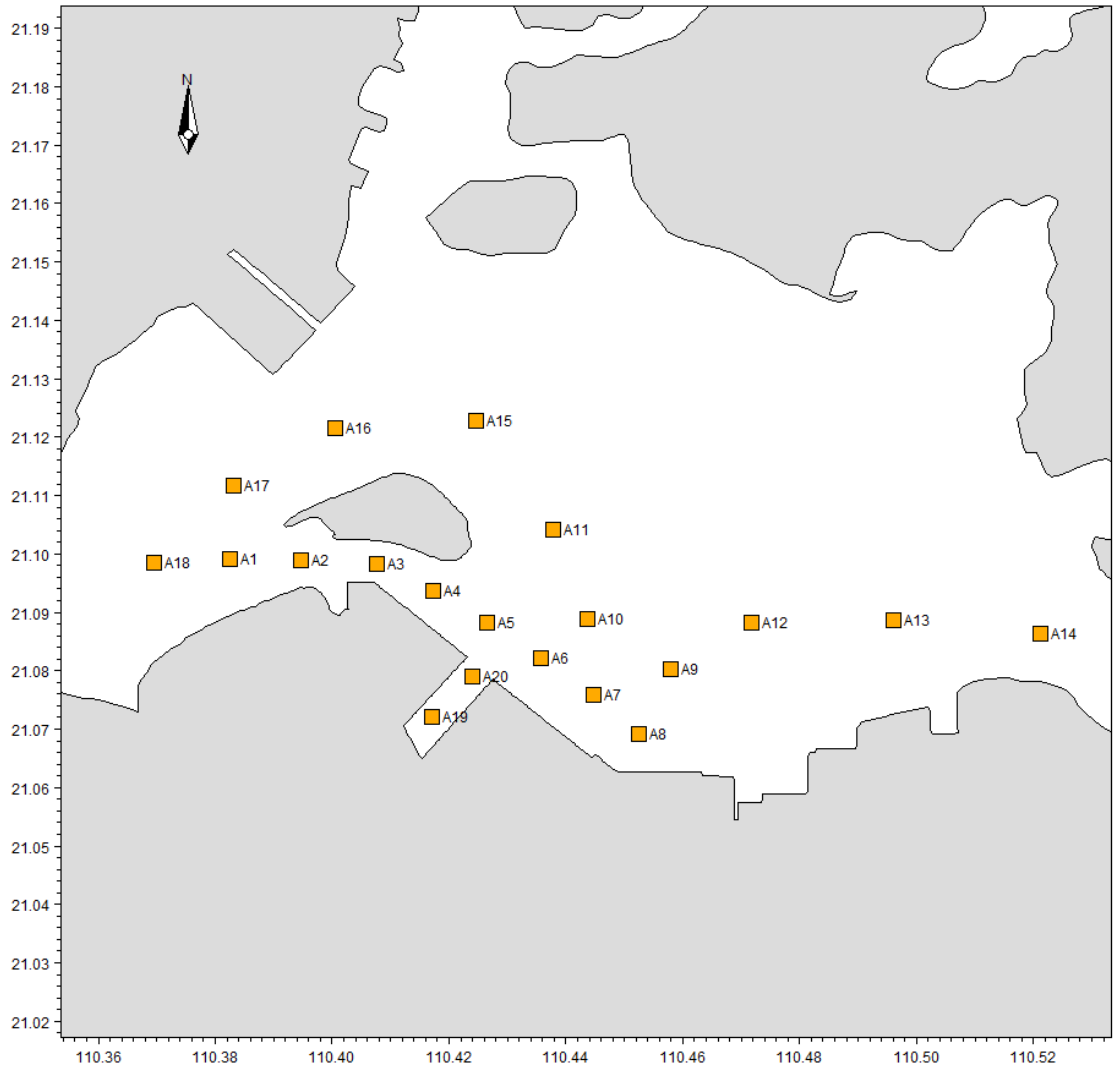


图 8.1-14　　代表点位置图

表 8.1-1　　工程前后大潮涨潮平均流速流向变化

代表点	流速（m/s）				流向（°）			
	工程前	工程后	变化值	变化率	工程前	工程后	变化值	变化率
A1	0.33	0.35	0.02	6.1%	236	255	19	8.1%
A2	0.30	0.43	0.13	43.3%	239	235	-4	-1.7%
A3	0.25	0.69	0.44	176.0%	266	283	17	6.4%
A4	0.27	0.37	0.10	37.0%	245	301	56	22.9%
A5	0.29	0.35	0.06	20.7%	262	298	36	13.7%
A6	0.30	0.31	0.01	3.3%	272	305	33	12.1%
A7	0.30	0.31	0.01	3.3%	277	280	3	1.1%
A8	0.29	0.18	-0.11	-37.9%	237	241	4	1.7%
A9	0.59	0.59	0.00	0.0%	303	301	-2	-0.7%
A10	0.53	0.49	-0.04	-7.5%	329	323	-6	-1.8%
A11	0.64	0.61	-0.03	-4.7%	323	326	3	0.9%
A12	0.30	0.29	-0.01	-3.3%	285	279	-6	-2.1%

代表点	流速（m/s）				流向（°）			
	工程前	工程后	变化值	变化率	工程前	工程后	变化值	变化率
A13	0.45	0.44	-0.01	-2.2%	256	252	-4	-1.6%
A14	0.59	0.59	0.00	0.0%	278	277	-1	-0.4%
A15	0.48	0.48	0.00	0.0%	316	316	0	0.0%
A16	0.50	0.49	-0.01	-2.0%	250	243	-7	-2.8%
A17	0.69	0.65	-0.04	-5.8%	208	235	27	13.0%
A18	0.57	0.56	-0.01	-1.8%	199	196	-3	-1.5%
A19	0.03	0.03	0.00	0.0%	179	186	7	3.9%
A20	0.24	0.03	-0.21	-87.5%	307	171	-136	-44.3%

表 8.1-2　　工程前后大潮落潮平均流速流向变化

代表点	流速（m/s）				流向（°）			
	工程前	工程后	变化值	变化率	工程前	工程后	变化值	变化率
A1	0.19	0.21	0.02	10.5%	96	60	-36	-37.5%
A2	0.17	0.32	0.15	88.2%	70	58	-12	-17.1%
A3	0.15	0.58	0.43	286.7%	110	108	-2	-1.8%
A4	0.14	0.28	0.14	100.0%	101	121	20	19.8%
A5	0.13	0.27	0.14	107.7%	130	122	-8	-6.2%
A6	0.31	0.20	-0.11	-35.5%	91	167	76	83.5%
A7	0.15	0.20	0.05	33.3%	127	137	10	7.9%
A8	0.27	0.19	-0.08	-29.6%	108	73	-35	-32.4%
A9	0.47	0.46	-0.01	-2.1%	128	126	-2	-1.6%
A10	0.31	0.32	0.01	3.2%	180	164	-16	-8.9%
A11	0.46	0.44	-0.02	-4.3%	142	143	1	0.7%
A12	0.32	0.32	0.00	0.0%	177	176	-1	-0.6%
A13	0.21	0.21	0.00	0.0%	150	150	0	0.0%
A14	0.45	0.45	0.00	0.0%	139	139	0	0.0%
A15	0.37	0.36	-0.01	-2.7%	135	135	0	0.0%
A16	0.59	0.53	-0.06	-10.2%	60	60	0	0.0%
A17	0.70	0.67	-0.03	-4.3%	62	64	2	3.2%
A18	0.42	0.44	0.02	4.8%	48	48	0	0.0%
A19	0.04	0.05	0.01	25.0%	58	52	-6	-10.3%
A20	0.12	0.02	-0.10	-83.3%	134	175	41	30.6%

8.1.3.2　周边海域断面潮通量变化分析

本计算了考虑取土区和不考虑取土区，断面潮通量变化情况，分别见表 8.1-3 和表 8.1-4。考虑取土区挖深后，断面 1 大潮涨潮、落潮断面潮通量比工程前略微增大，增幅度在 0.7%~1.0％，断面 2 大潮涨落潮通量不变，断面 3 大

潮涨落潮通量略有增加。不考虑取土区挖深影响时，断面 1 大潮涨潮、落潮断面潮通量比工程前略微减小，减小幅度在 1.0%~1.5%，断面 2 大潮涨落潮通量不变，断面 3 大潮涨落潮通量略有减小。围填海及取土区工程施工对湛江湾内纳潮量产生一定影响，但影响幅度较小。

表 8.1-3　　工程前后计算断面潮通量变化表（考虑取土区）

断面	涨潮水通量				落潮水通量			
	工程前 (m^3)	工程后 (m^3)	增量 (m^3)	变率 (%)	工程前 (m^3)	工程后 (m^3)	增量 (m^3)	变率 (%)
断面 1	1.37×10^9	1.38×10^9	0.01×10^9	0.7%	0.99×10^9	1.00×10^9	0.01×10^9	1.0%
断面 2	0.68×10^9	0.68×10^9	0.00	0.0	0.61×10^9	0.61×10^9	0.00	0.0
断面 3	0.51×10^9	0.515×10^9	0.05×10^8	1.0%	0.45×10^9	0.453×10^9	0.03×10^8	0.7%

表 8.1-4　　工程前后计算断面潮通量变化表（未考虑取土区）

断面	涨潮水通量				落潮水通量			
	工程前 (m^3)	工程后 (m^3)	增量 (m^3)	变率 (%)	工程前 (m^3)	工程后 (m^3)	增量 (m^3)	变率 (%)
断面 1	1.37×10^9	1.35×10^9	-0.02×10^9	-1.5%	0.99×10^9	0.98×10^9	-0.01×10^9	-1.0%
断面 2	0.68×10^9	0.68×10^9	0.00	0.0	0.61×10^9	0.61×10^9	0.00	0.0
断面 3	0.51×10^9	0.50×10^9	-0.01×10^9	-2.0%	0.45×10^9	0.44×10^9	-0.01×10^9	-2.3%

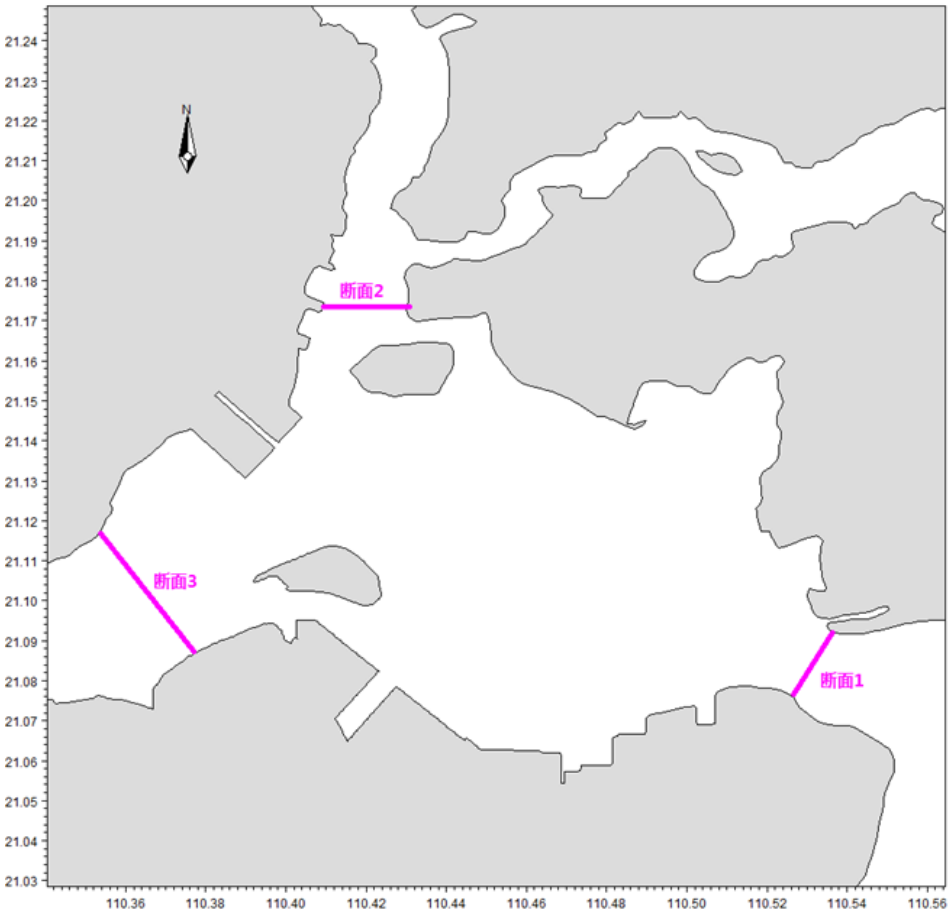


图 8.1-15　　工程前后潮通量计算断面

8.1.3.3 潮位变化分析

表 8.1-5 为围填海工程实施前后各代表点高低潮位变化情况，图 8.1-16 为代表点分布图。A4+B 区围填海项目实施后高潮位变化幅度 0.01m~0.02m，低潮位变化幅度-0.02m~0.00m。由此可见，A4+B 区围填海工程实施后对工程海区潮位变化影响程度较小。

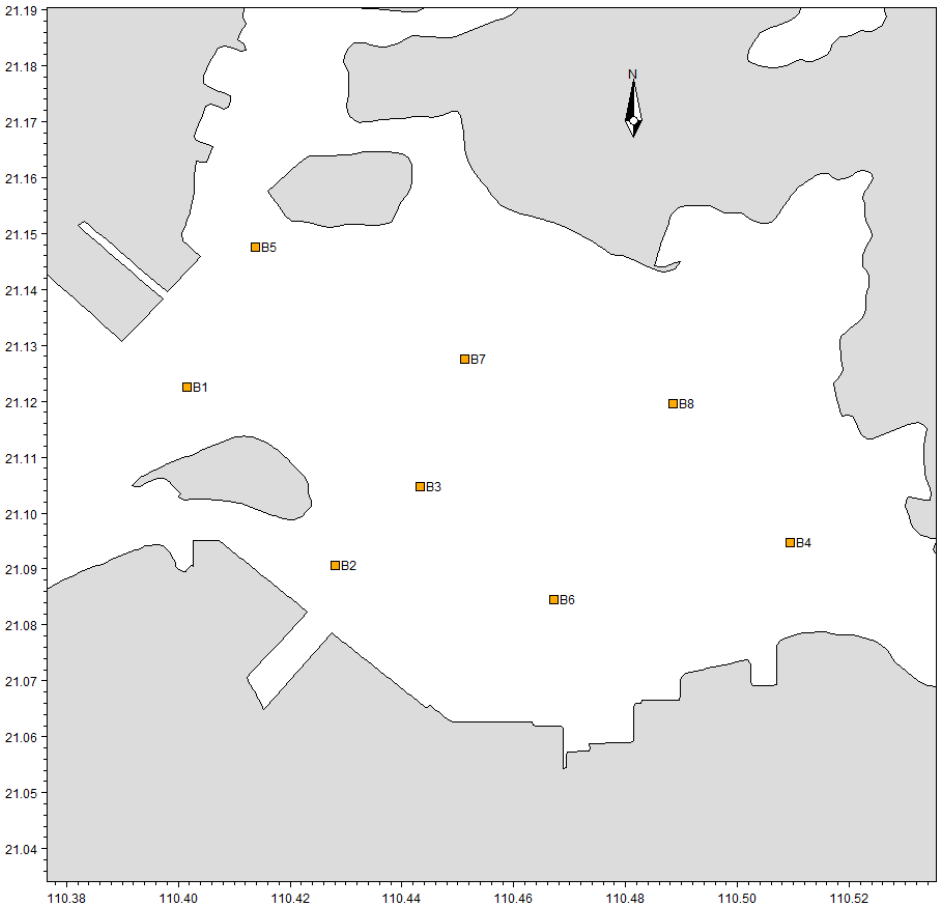


图 8.1-16 代表点分布图

表 8.1-5 工程前后潮位变化

代表点	高潮位			低潮位		
	围填前	围填后	变化值	围填前	围填后	变化值
B1	2.16	2.17	0.01	-2.06	-2.08	-0.02
B2	2.11	2.13	0.02	-2.09	-2.08	0.01
B3	2.12	2.13	0.01	-2.09	-2.10	-0.01
B4	2.06	2.07	0.01	-2.02	-2.01	0.01
B5	2.18	2.19	0.01	-2.17	-2.17	0.00
B6	2.09	2.11	0.02	-2.04	-2.03	0.01
B7	2.13	2.14	0.01	-1.89	-1.89	0.00
B8	2.09	2.11	0.02	-2.03	-2.03	0.00

8.1.3.4 水体交换周期分析

对水体交换程度的模拟采用示踪剂法，即在水域内部设置溶解态无降解守恒物质，并考察其在潮流动力作用下的浓度扩散情况。示踪剂输运采用基于欧拉物质输运的对流扩散方程形式，见下式：

$$\frac{\partial hC}{\partial t}+\frac{\partial huC}{\partial x}+\frac{\partial hvC}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}\left(hD_x\frac{\partial C}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hD_y\frac{\partial C}{\partial y}\right)-FhC+S$$

其中 C 为物质浓度，D_x 和 D_x 分别为 x、y 方向的物质扩散系数；F 为物质衰减系数，保守物质取 F=0；S 为点源浓度，本次研究中设为 0。

物质扩散系数可采用下式计算求得：

$$D_x=\frac{E_x}{\sigma_T};\quad D_y=\frac{E_y}{\sigma_T}$$

其中 E_x=E_y 为水平紊动粘性系数；σ_T 为 Prandtl 数，一般可取为 1.0。

目前对水体交换常用的数值模拟手段是基于欧拉法的示踪剂浓度统计，其原理为在研究水域内设置溶解性的守恒物质，该物质将随水体携带，且无降解。因此，守恒物质的对流与扩散直接反映了水体的运动形式。

基于以上考虑，本工程在整个湛江湾区域设置污染物浓度为 1 的污染源。为充分了解工程方案实施后的水体交换情况，本次模拟时段采用连续潮作用六个月。由于采用守恒物质，衰减系数取 F=0，点源浓度设置 S=0。物质扩散系数取为与水流紊动粘性系数相等，即 σ_T=1.0。经一定的时间过程后，自湾内扩散至湾外的物质总量占港内初始物质总量的百分比即为水体交换率，统计计算表达式见下式：

$$EX(t_j)=1-\left(\frac{\sum_{i=1}^{N}C_i(t_j)D_i(t_j)}{\sum_{i=1}^{N}C_i(t_0)D_i(t_0)}\right)\times 100\%$$

其中 EX 为水体交换率；C 为物质浓度；D 为总水深；i 为统计域内的节点编号；N 为统计域内的节点总数；j 为时刻编号。

根据流场计算结果,在整个湛江湾内设置示踪剂，并在湛江湾内选取四个代表点，代表点位置见图 8.1-17，分别对四个代表点水体交换情况分别进行了统计。为更清楚说明围填海及取土区工程对湛江湾内水体交换的影响，模型设置两个工

况研究工程前后水体交换变化情况，各工况说明见表 8.1-6

表 8.1-6　　水交换计算工况

方案	工况说明
工程前	围填海及取土区工程实施前
工况 1	围填海工程实施，取土区工程未实施
工况 2	围填海及取土区工程实施后

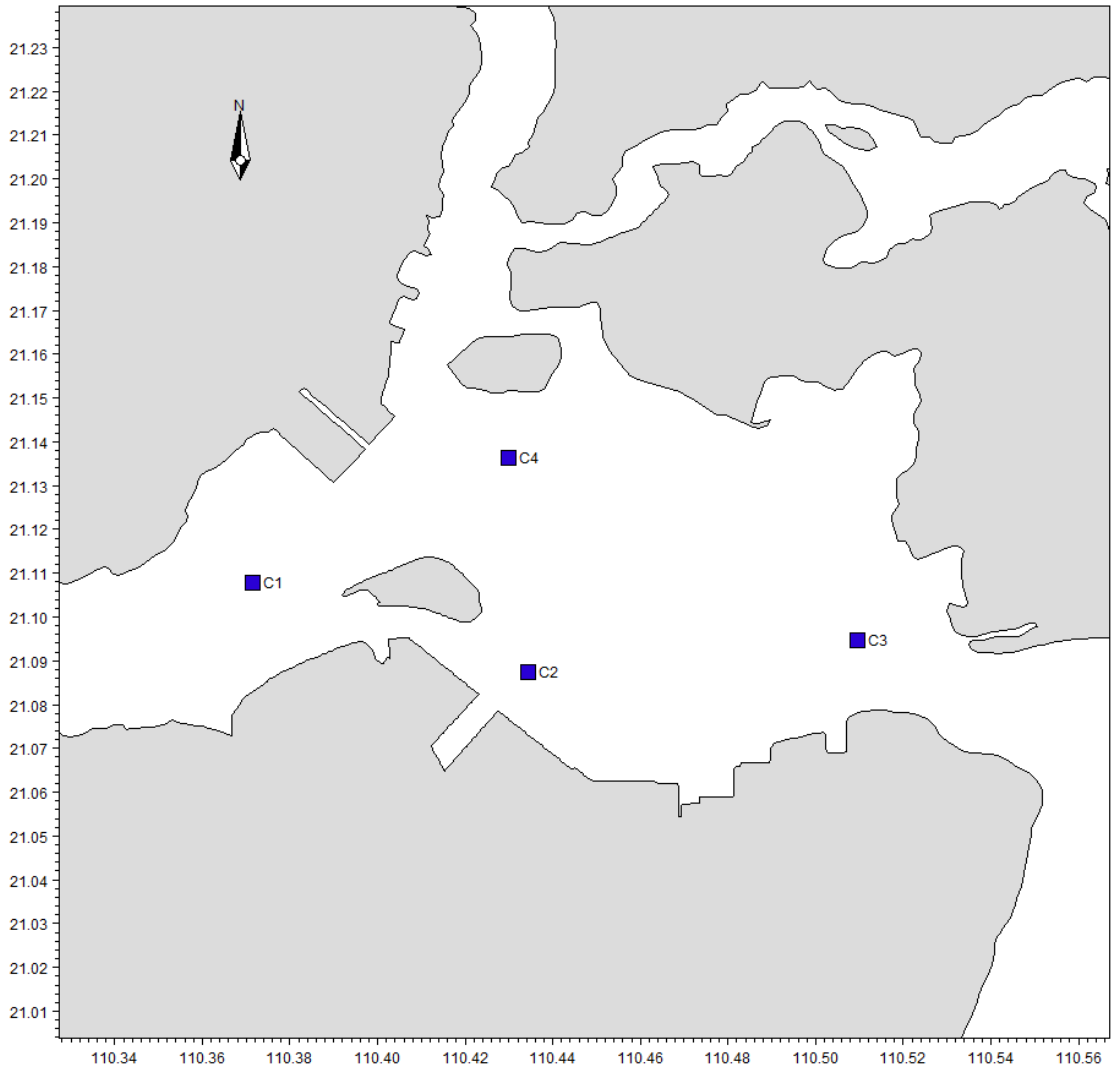


图 8.1-17　　代表点分布图

图 8.1-18~图 8.1-21 和表 8.1-7 为工程前后各代表点示踪物浓度随时间变化对比情况，图 8.1-22 为工程前后各典型时刻示踪物浓度分布图。

围填海工程实施前，工程所处海域基本为潮滩，水动力环境弱，水体交换速度慢。工况 1 数值模拟结果显示，围填海工程实施后，原本水动力环境弱的海域变成陆地，使得工程区附近水体交换速率明显增强；围填海工程同时使得东头山岛与巴斯夫填海之间的水道涨落潮水流流速增大，对东头山岛西侧水体交换起了

促进作用，使得整个湛江湾内的水体交换率较围填海工程实施前有所增强；

工况 2 数值模拟结果显示，围填海及取土区工程后，取土区内水流流速略有减小，由于取土区靠近湛江湾潮汐通道，水体交换能力较强，因此，取土区挖深后产生的水动力环境变化对取土区附近水体交换能力影响很小，取土区施工前后湛江湾内的水体交换速度变化不大。

从水体交换模型模拟结果看，影响湛江湾内水体交换速度因素主要有两点，首先是围填海工程缩减水体交换速度比较慢的潮滩海域面积，其次围填海工程增强了东头山岛西侧海域水动力环境，使得原本水体交换速度较慢的东头山岛西侧海域水体交换速度有所改善，进而提升整个湛江湾的水体交换速度。

表 8.1-7　工程后示踪物浓度变化历时过程统计

代表点	工况	初始	100h	500h	1000h	1600h	2000h
C1	工程前	1.00	0.98	0.73	0.57	0.46	0.40
	工况 2	1.00	0.98	0.75	0.58	0.39	0.31
	工况 1	1.00	0.95	0.73	0.54	0.40	0.32
C2	工程前	1.00	0.99	0.53	0.50	0.38	0.35
	工况 2	1.00	0.92	0.57	0.46	0.32	0.23
	工况 1	1.00	0.86	0.56	0.45	0.33	0.25
C3	工程前	1.00	0.38	0.29	0.55	0.46	0.31
	工况 2	1.00	0.26	0.21	0.32	0.24	0.13
	工况 1	1.00	0.27	0.20	0.32	0.24	0.13
C4	工程前	1.00	0.92	0.80	0.62	0.50	0.43
	工况 2	1.00	0.93	0.71	0.52	0.38	0.31
	工况 1	1.00	0.94	0.71	0.53	0.39	0.32

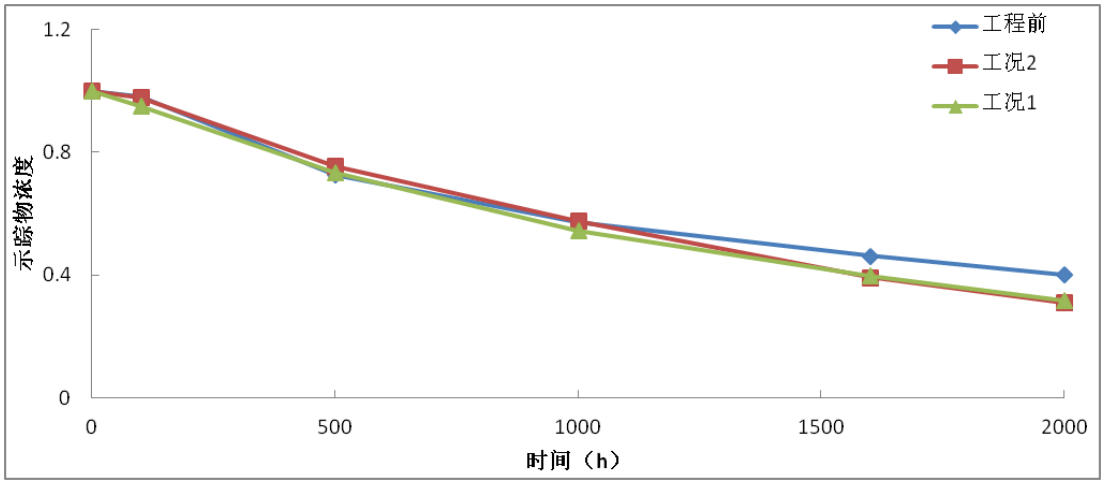


图 8.1-18　代表点 C1 工程前后示踪物浓度变化对比图

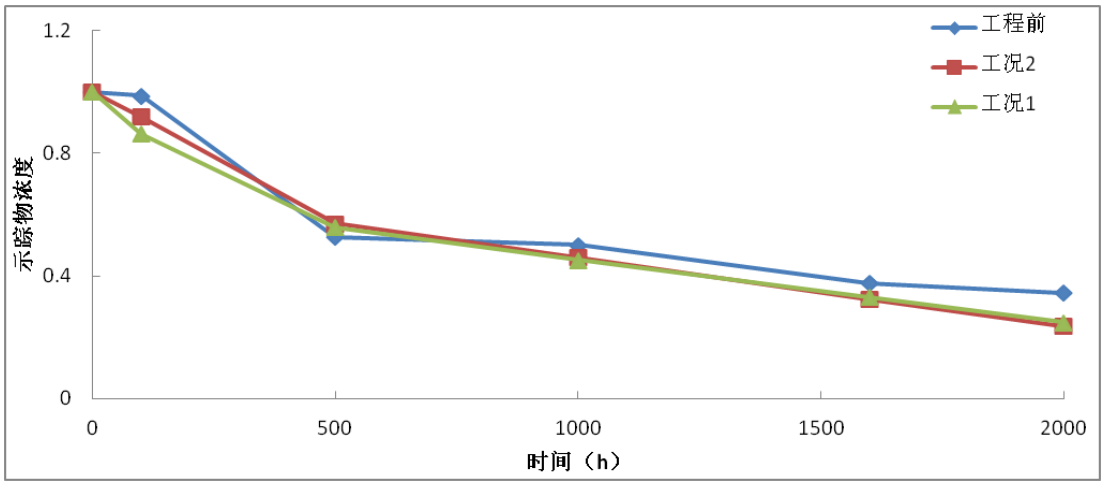


图 8.1-19　　代表点 C2 工程前后示踪物浓度变化对比图

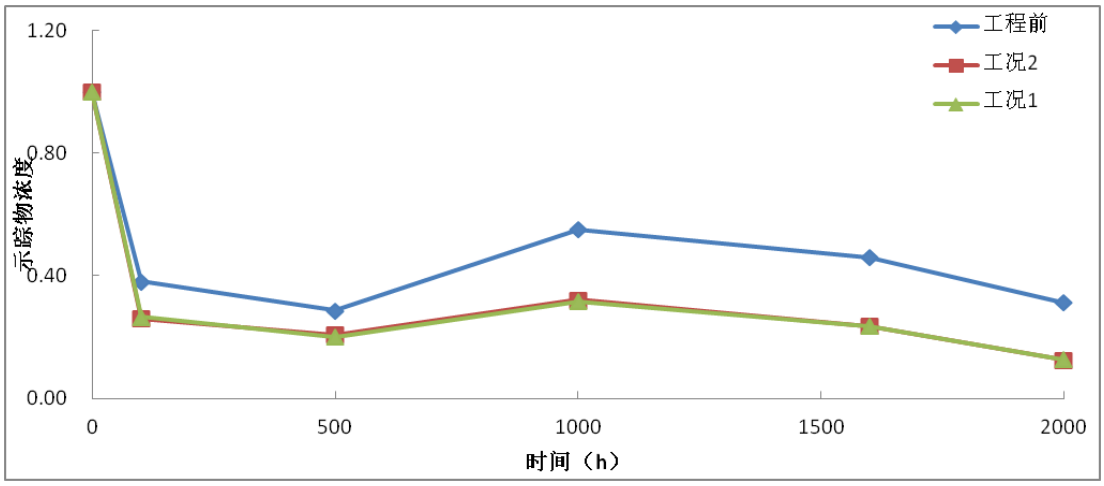


图 8.1-20　　代表点 C3 工程前后示踪物浓度变化对比图

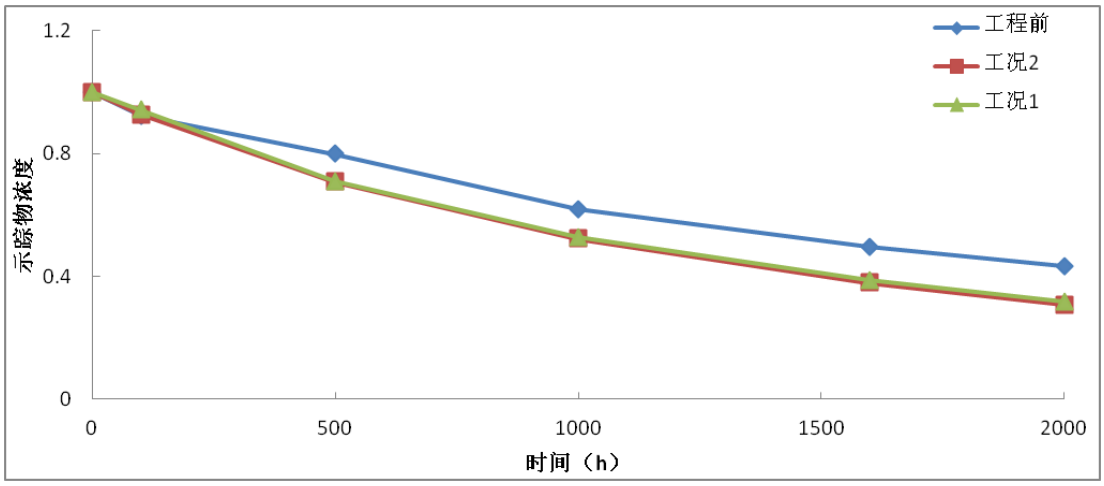
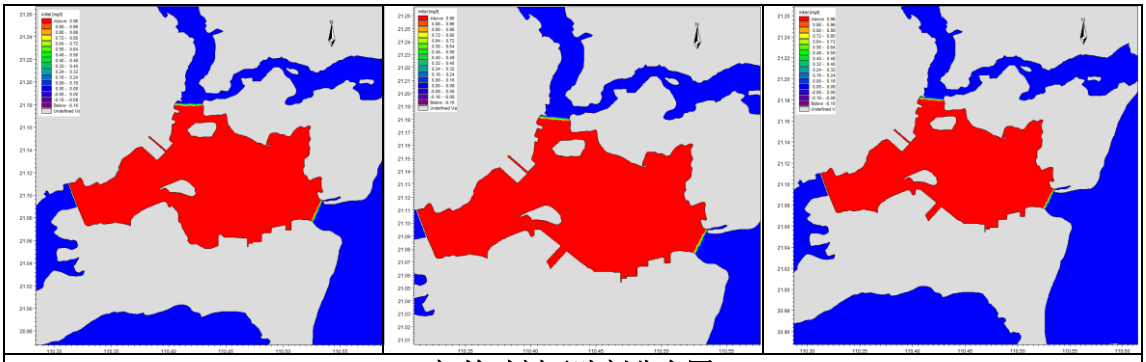
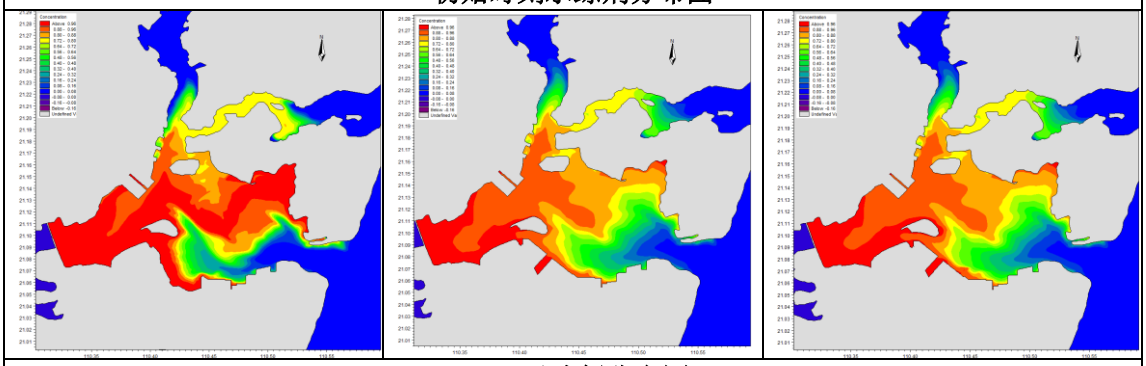


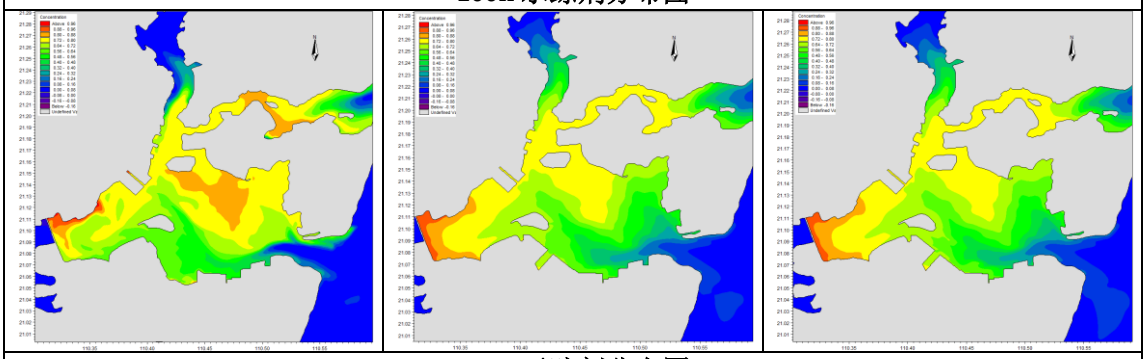
图 8.1-21　　代表点 C4 工程前后示踪物浓度变化对比图



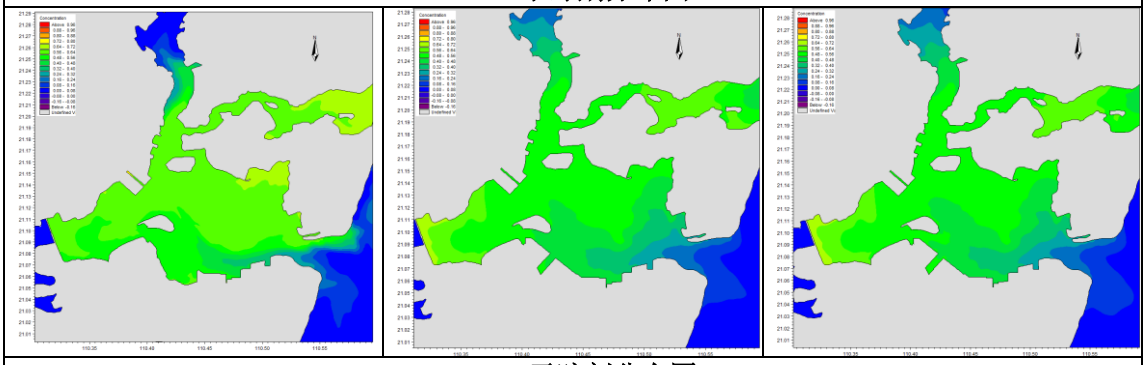
初始时刻示踪剂分布图



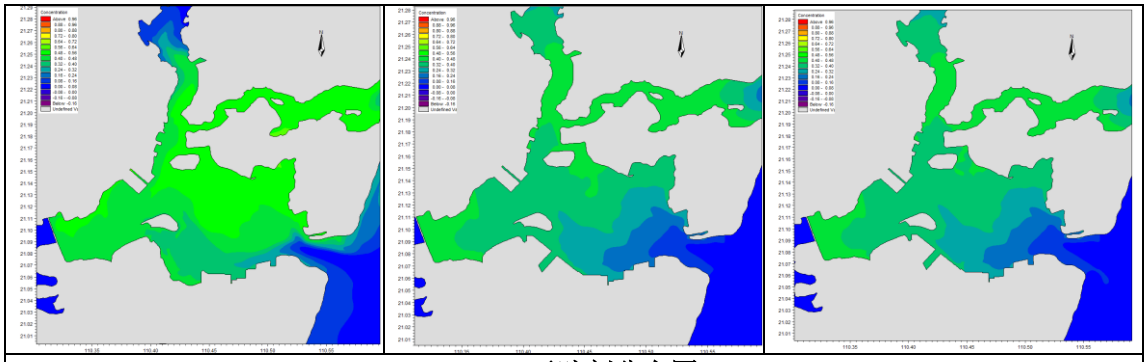
100h 示踪剂分布图



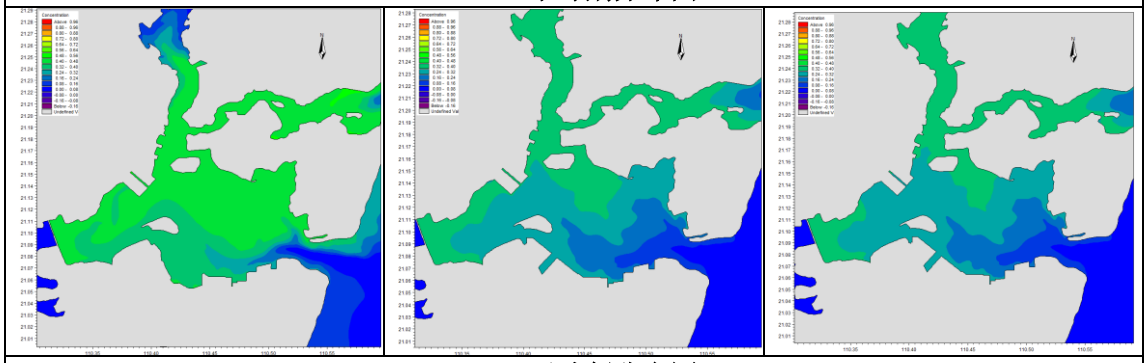
500h 示踪剂分布图



1000h 示踪剂分布图



1600h 示踪剂分布图



2000h 示踪剂分布图

图 8.1-22　工程前后各典型时刻示踪剂分布图（左中右依次为工程前、工况 1 和工况 2）

8.1.3.5　工程前后波浪场变化影响分析

SW 模型控制方程为：

$$\frac{\partial N}{\partial t}+\nabla\cdot(\vec{v}N)=\frac{S}{\sigma}$$

$$(c_x,c_y)=\frac{d\vec{x}}{dt}=\vec{c}_g+\vec{U}$$

$$c_\sigma=\frac{d\sigma}{dt}=\frac{\partial\sigma}{\partial d}\left[\frac{\partial d}{\partial t}+\vec{U}\cdot\nabla_{\vec{x}}d\right]-c_g\vec{k}\cdot\frac{\partial\vec{U}}{\partial s}$$

$$c_\theta=\frac{d\theta}{dt}=-\frac{1}{k}\left[\frac{\partial\sigma}{\partial d}\frac{\partial d}{\partial m}+\vec{k}\cdot\frac{\partial\vec{U}}{\partial m}\right]$$

式中：N 为动谱密度，t 为时间，$\vec{x}$ 为笛卡尔坐标系，$\vec{v}$ 为波群速度，∇ 为微分算子，s 为波浪的传播方向，θ 和 m 为垂直于 s 的方向，$\nabla_{\vec{x}}$ 为在 $\vec{x}$ 空间上的二维微分算子，S 为能量平衡方程中的源项，其中包括风能输入、非线性波波相互作用、白浪、底摩阻及破碎耗散项。

风能输入项形式为：

$$S_{wind}(f,\theta)=\gamma E(f,\theta)$$

$$\gamma=\begin{cases}\left(\frac{\rho_a}{\rho_w}\right)\left(\frac{1.2}{\kappa^2}\mu(\ln\mu)^4\right)\sigma\left[\left(\frac{u_*}{c}+0.011\right)\cos(\theta-\theta_w)\right]^2 & \mu\le 1\\ 0 & \mu>1\end{cases}$$

$$\mu=kz_0e^{\kappa/x}$$

$$x=\left(\frac{u_*}{c}+0.011\right)\cos(\theta-\theta_w)$$

其中θ、θ_w分别为波向角和风向角，u_*为风速，ρ_a、ρ_w分别为空气的密度和水的密度，$\kappa=0.41$，z_0为粗糙度长度。

（1）计算条件

本工程面临的开敞浪向主要位于 E 向（ENE~ESE），从工程布局来看，重点考虑 E 向外海来浪和 NW 向~NE 向风成浪的作用是关键。

采用表 8.1-8 中由硇洲岛海洋站风速资料和表 8.1-9 中硇洲岛海洋站波浪资料统计值进行波浪计算，主要计算重现期为 2 年和 50 年，计算水位为设计高水位。

表 8.1-8　　硇洲岛风速资料统计结果（单位：m/s）

重现期	NW	N	NE
50 年	27.1	27.6	33.6
10 年	19.2	22.3	27.5
2 年	10.6	15.2	19.2

表 8.1-9　　硇洲岛波浪资料统计结果

重现期	E		
	$H_{1/10}$ (m)	H_S (m)	$\overline{T}$
50 年	7.75	6.65	9.9
10 年	5.51	4.61	8.4
2 年	3.16	2.58	6.2

（2）计算结果分析

除外海 E 向波浪从湛江港进港航道传入工程水域外，湾内宽阔的水域也会在工程位置附近产生风成浪，NE 向、N 向与 NW 向波浪基本为湾内风区产生的风成浪。

①工程前波高分布

从波高分布来看，重现期 50 年一遇波浪在设计高水位情况下，总体来说，

湛江港内水域波高相对不大，湛江港内波高最大可达 2m 以上，出现在 E 向；工程位置前沿波高均最大可达到 1.8m 左右。

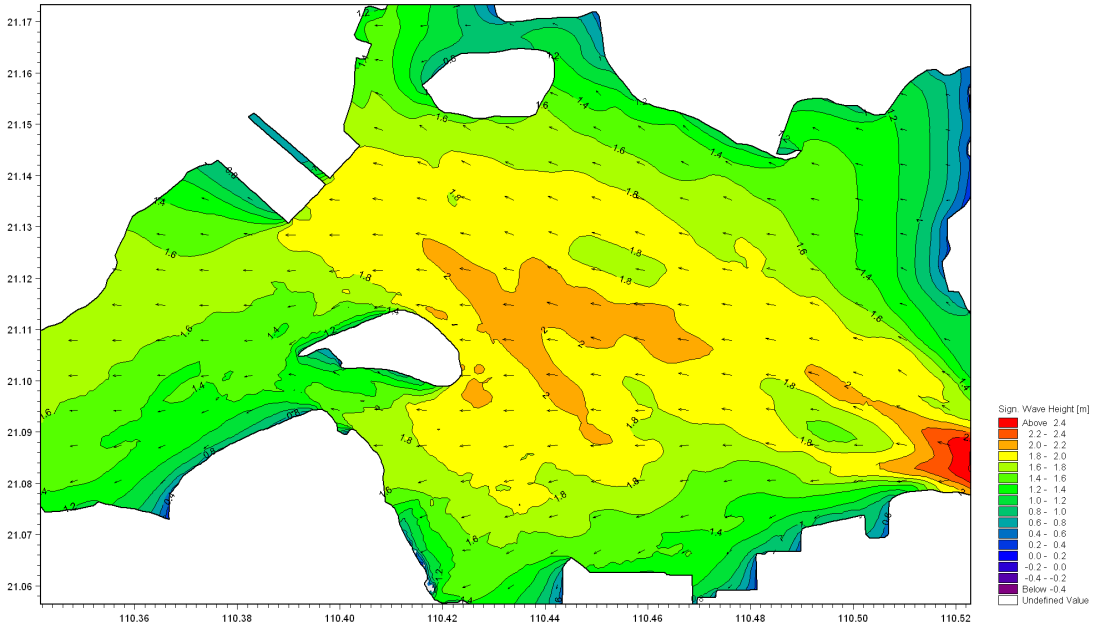


图 8.1-23　　设计高水位、E 向 50 年一遇波浪有效波高分布

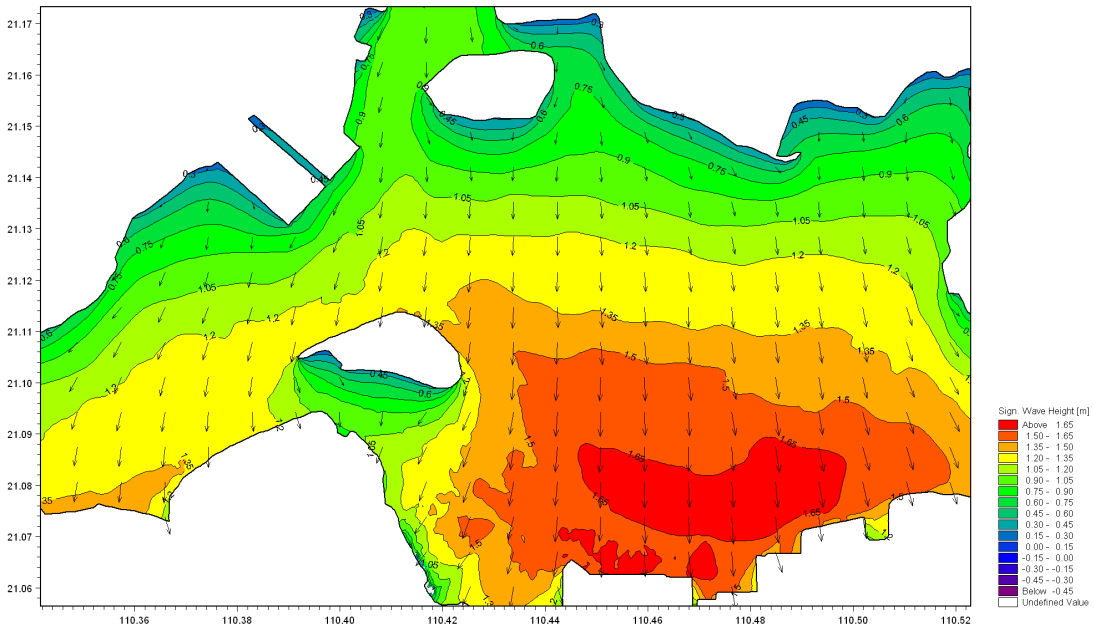


图 8.1-24　　设计高水位、N 向 50 年一遇波浪有效波高分布

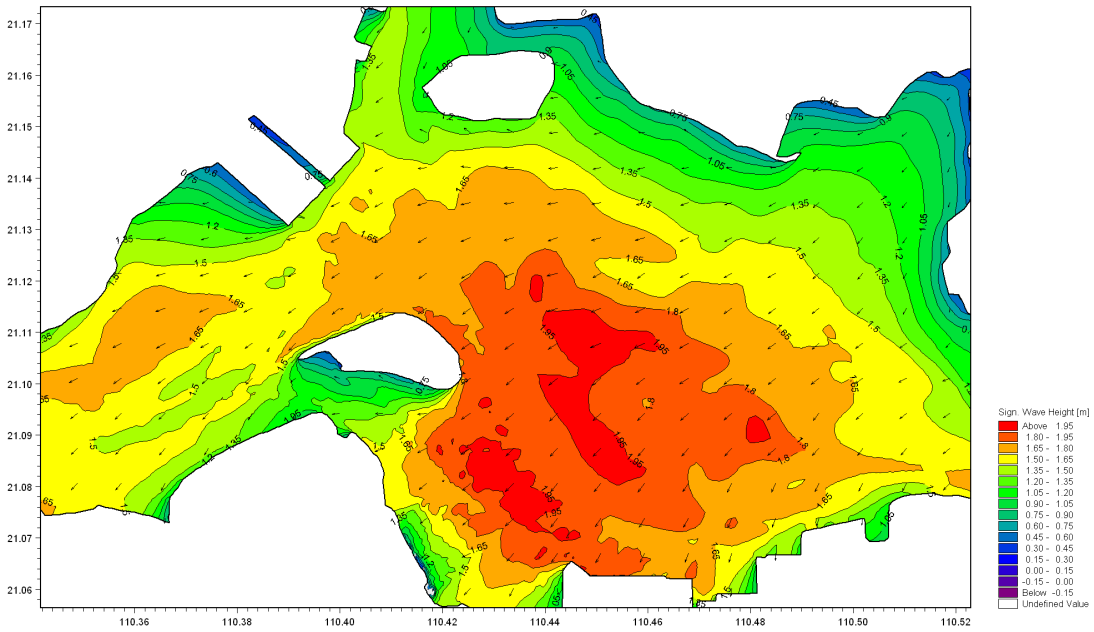


图 8.1-25　　设计高水位、NE 向 50 年一遇波浪有效波高分布

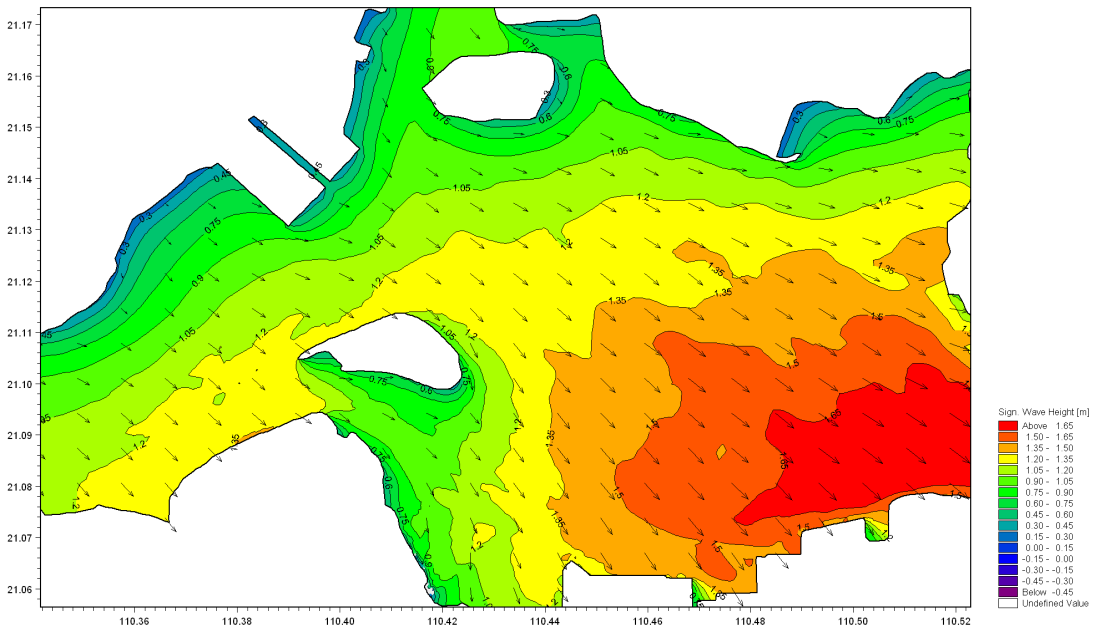


图 8.1-26　　设计高水位、NW 向 50 年一遇波浪有效波高分布

②工程后波高分布

从工程后波高分布来看，重现期 2 年一遇波浪在设计高水位情况下，工程位置前沿波高均最大可达到 1.2m 左右，出现在 E 向；NE 向风浪在工程前沿波高可达到 0.9m 左右。重现期 50 年一遇波浪在设计高水位情况下，工程前沿局部区域有所变化，量级基本一致。

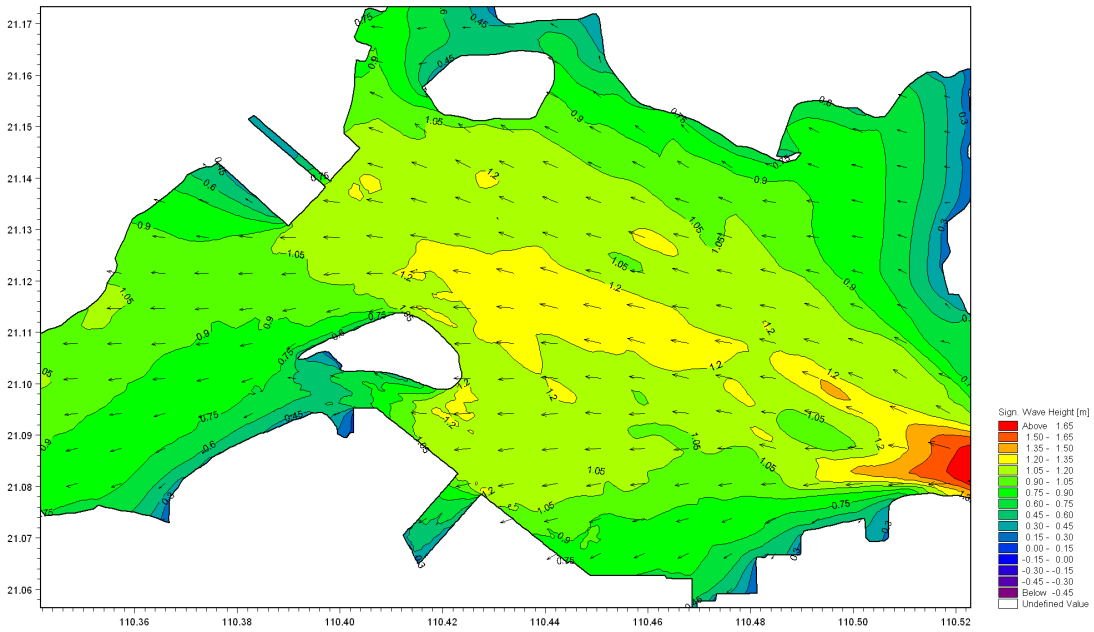


图 8.1-27　　设计高水位、E 向 2 年一遇波浪有效波高分布

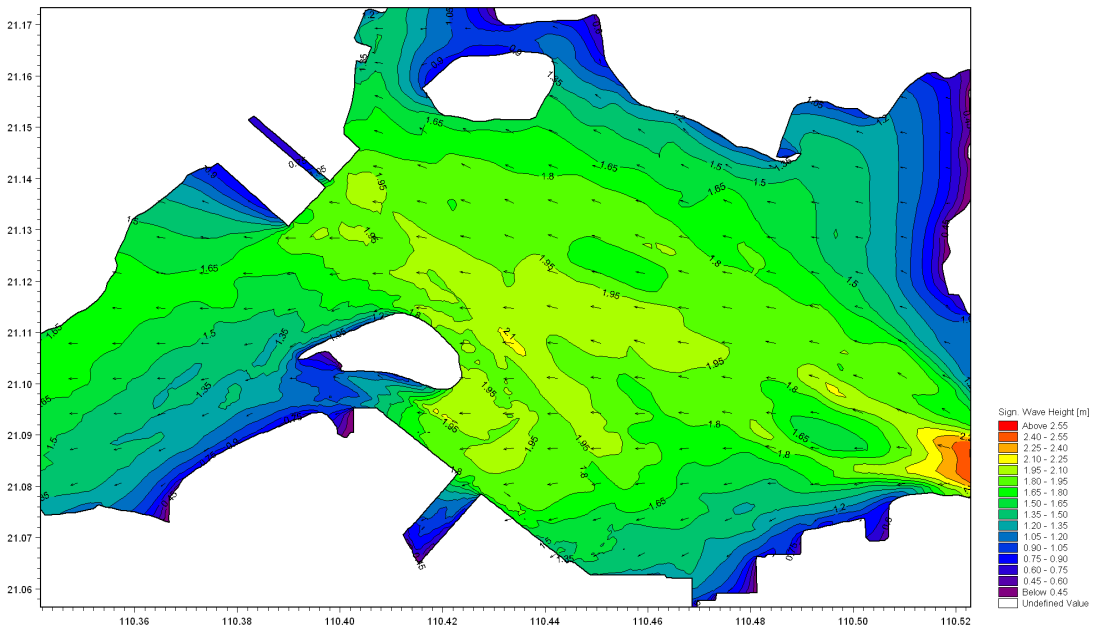


图 8.1-28　　设计高水位、E 向 50 年一遇波浪有效波高分布

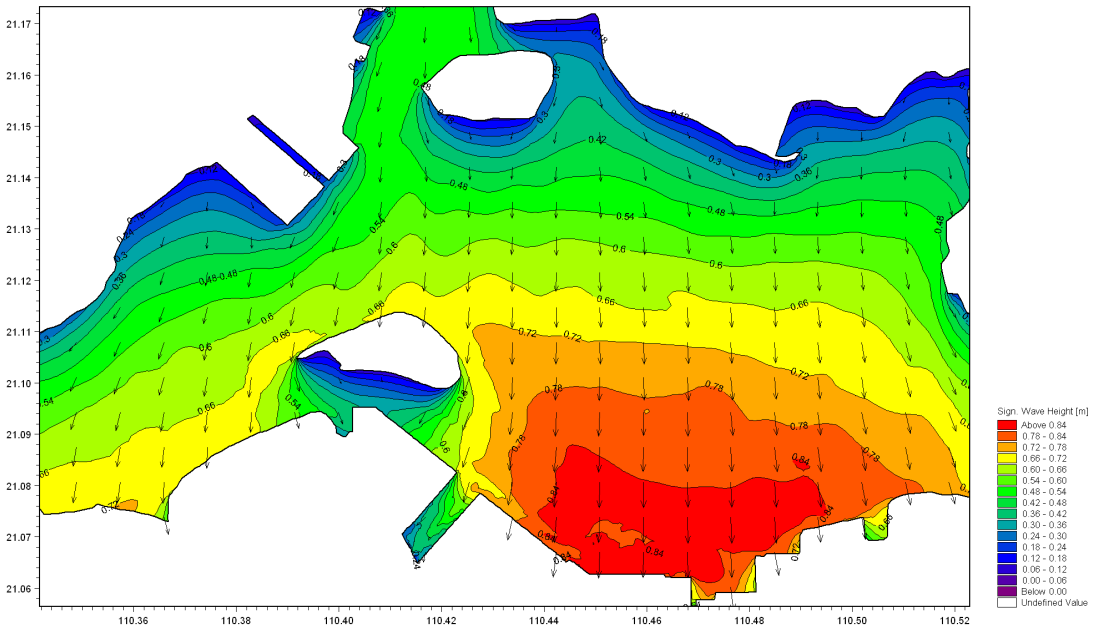


图 8.1-29　　设计高水位、N 向 2 年一遇波浪有效波高分布

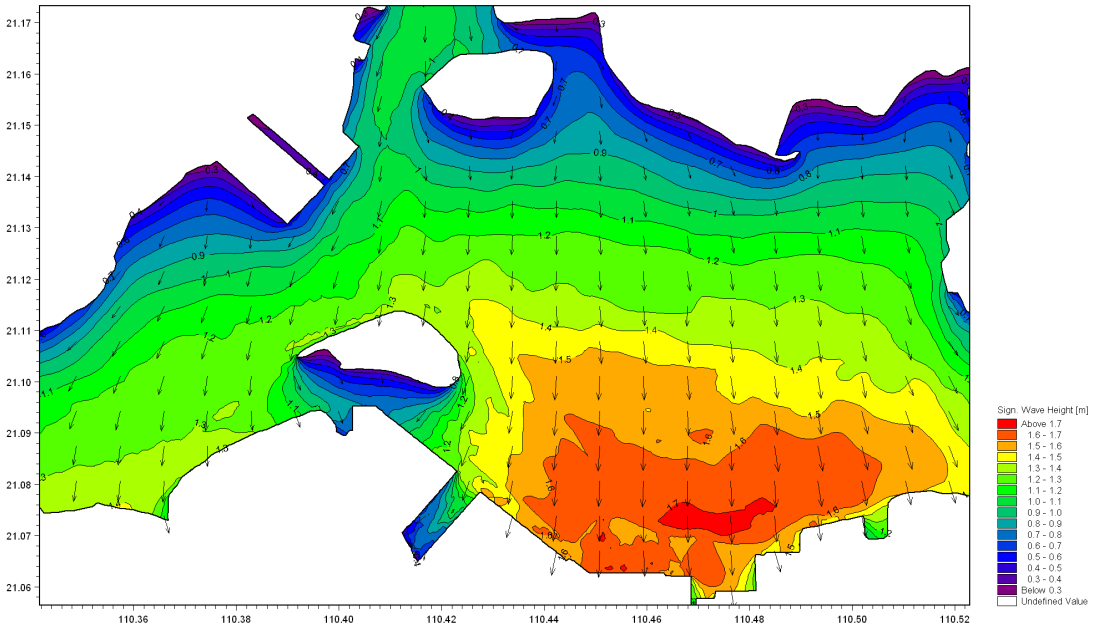


图 8.1-30　　设计高水位、N 向 50 年一遇波浪有效波高分布

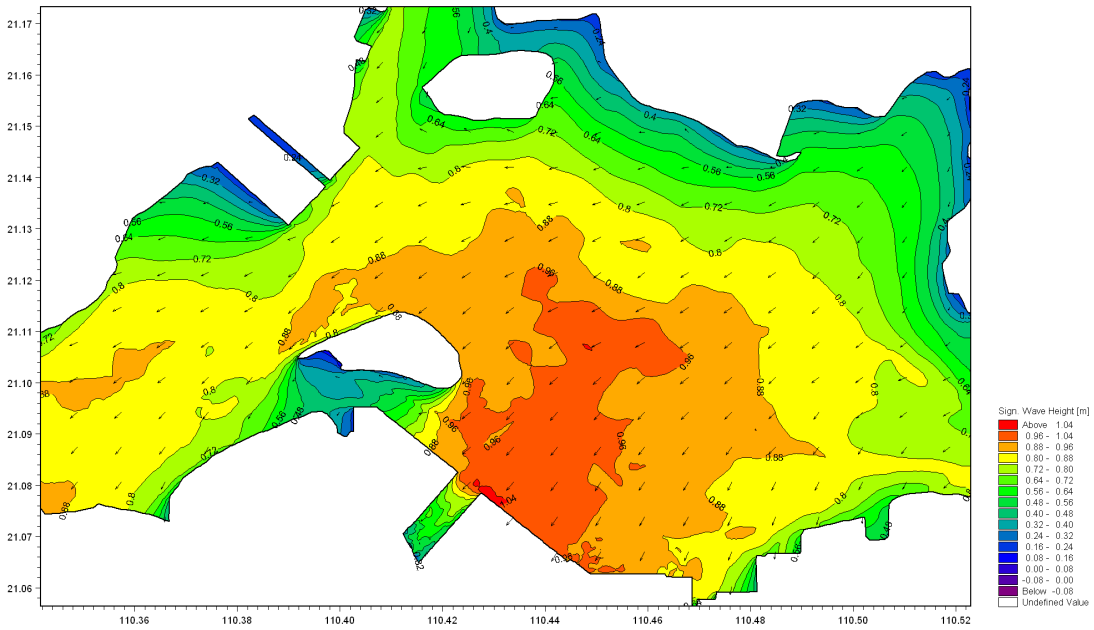


图 8.1-31　　设计高水位、NE 向 2 年一遇波浪有效波高分布

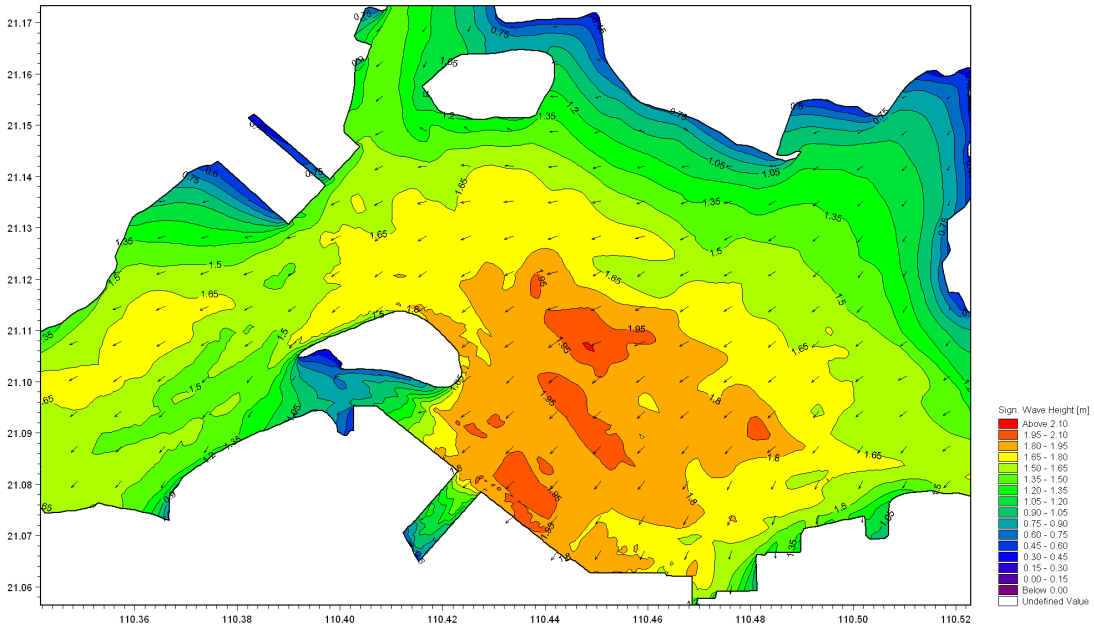


图 8.1-32　　设计高水位、NE 向 50 年一遇波浪有效波高分布

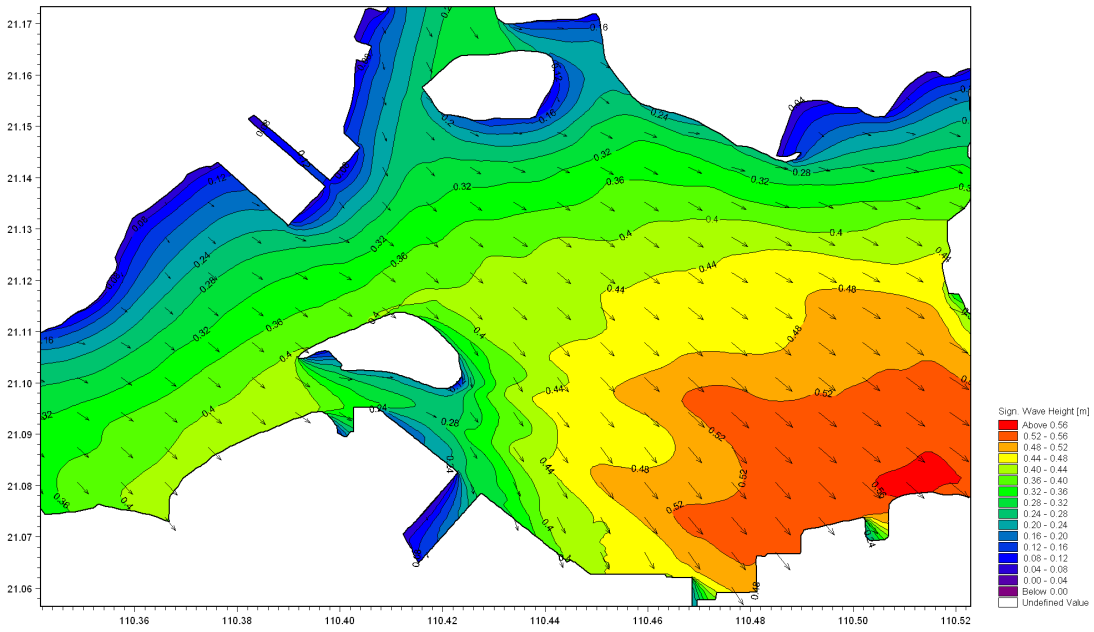


图 8.1-33　　设计高水位、NW 向 2 年一遇波浪有效波高分布

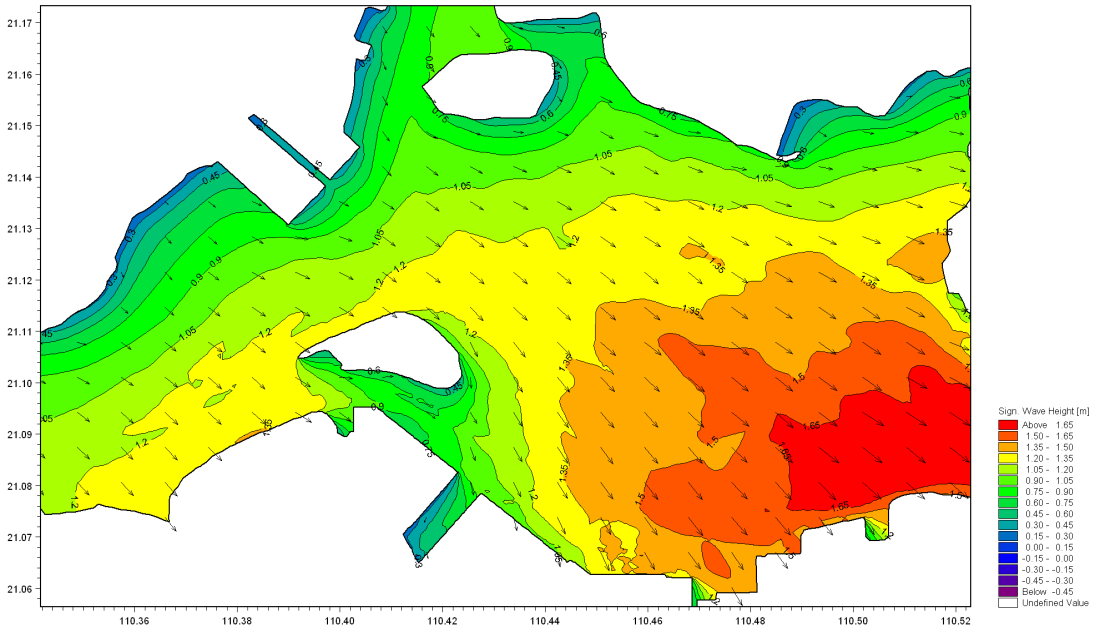


图 8.1-34　　设计高水位、NW 向 50 年一遇波浪有效波高分布

③工程前后波高变化

从工程前后波高变化看，重现期 50 年一遇波浪在设计高水位情况下，波浪主要变化区域出现在工程位置的北侧、东侧及中间水域，对于 E 向、NE 向和 N 向波浪而言，工程建设后由于与东头山岛水道的缩小，北侧波浪有所减小，最大变化幅度在 0.5m 左右；对于 NW 向波浪而言，情况类似，东侧波浪有所减小，最大变化幅度在 0.2m 左右；中间水域，最大变化幅度在 0.6m 左右。总体来说，工程实施后对周围海域波浪场的影响范围和量级有限。

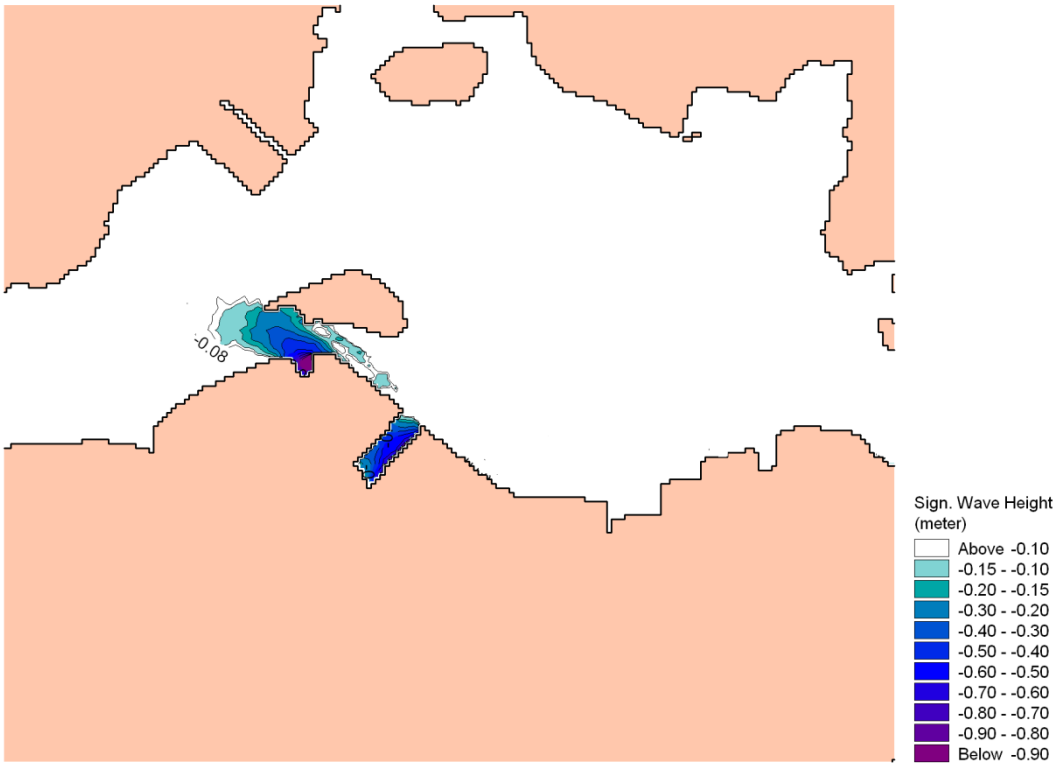


图 8.1-35　　工程前后设计高水位、E 向 50 年一遇波浪波高变化

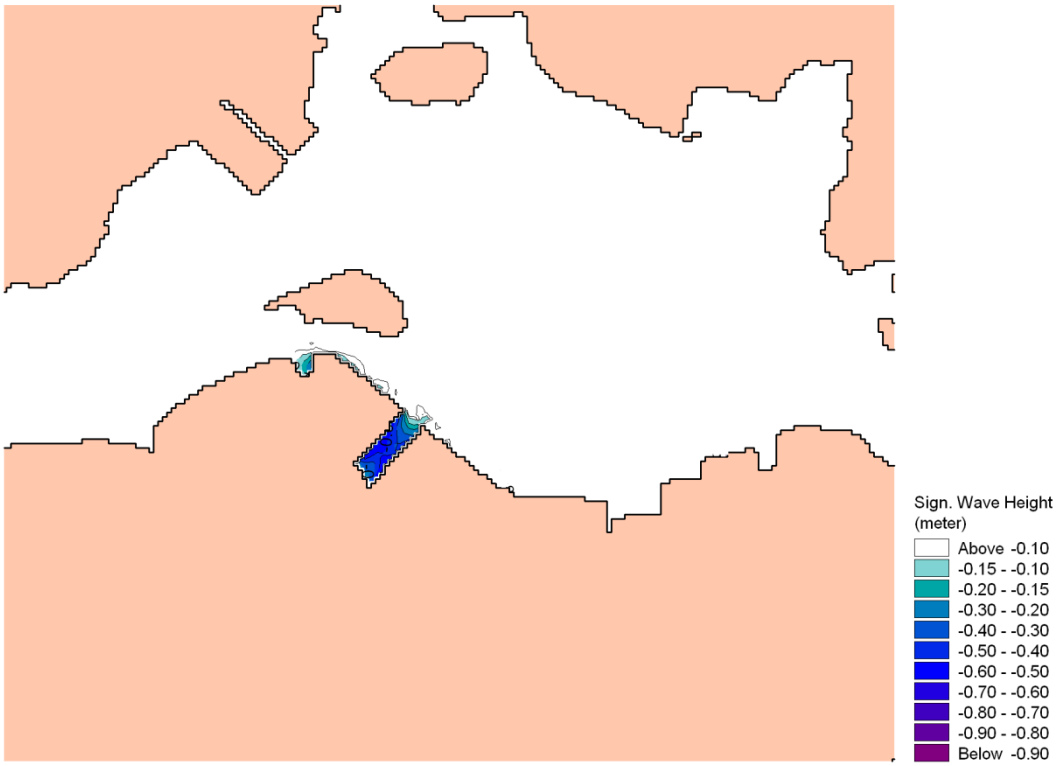


图 8.1-36　　工程前后设计高水位、N 向 50 年一遇波浪波高变化

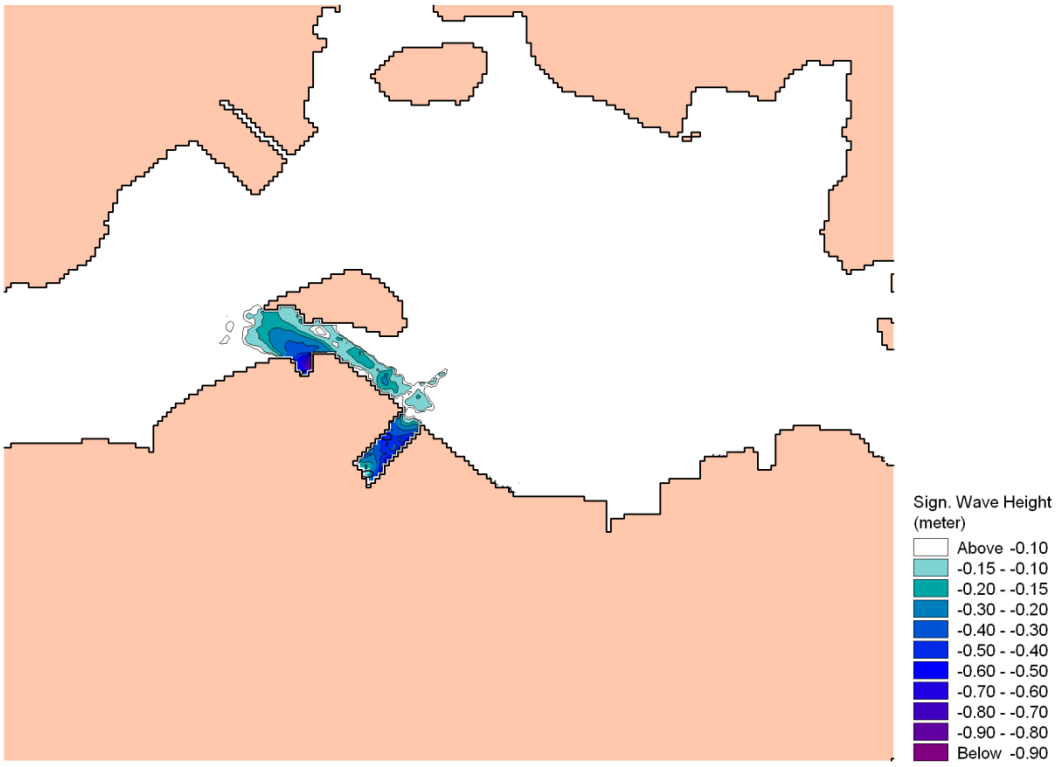


图 8.1-37　　工程前后设计高水位、NE 向 50 年一遇波浪波高变化

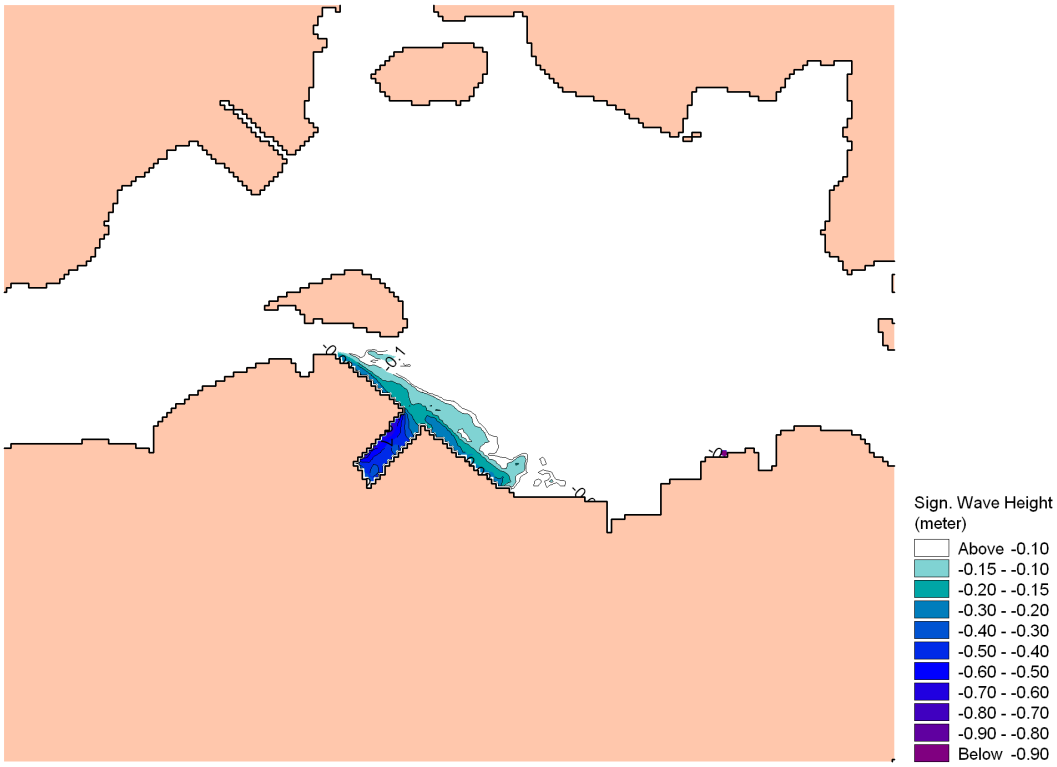


图 8.1-38　　工程前后设计高水位、NW 向 50 年一遇波浪波高变化

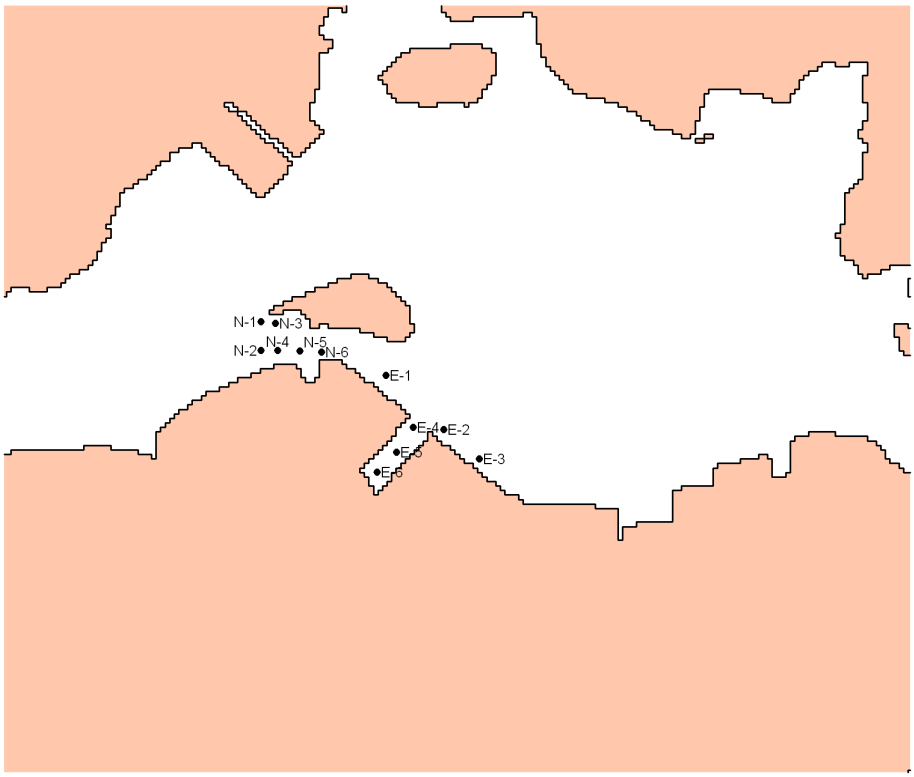


图 8.1-39　　特征点布置图

表 8.1-10　　工程前后各特征点有效波高变化统计表

方向	重现期	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6
		工程后											
E	2	0.67	0.62	0.54	0.59	0.59	0.66	1.13	1.12	0.94	0.96	0.62	0.53
	50	1.16	1.14	0.96	1.08	1.05	1.15	1.88	1.85	1.66	1.53	1.01	0.87
N	2	0.62	0.55	0.31	0.48	0.39	0.33	0.50	0.70	0.80	0.65	0.46	0.39
	50	1.15	1.08	0.67	0.97	0.84	0.76	1.05	1.40	1.55	1.23	0.86	0.75
NE	2	0.67	0.55	0.33	0.46	0.40	0.42	0.83	1.00	0.98	0.93	0.65	0.57
	50	1.19	1.12	0.72	0.98	0.86	0.90	1.63	1.94	1.94	1.70	1.19	1.03
NW	2	0.41	0.42	0.34	0.41	0.37	0.33	0.25	0.31	0.37	0.20	0.14	0.11
	50	1.26	1.28	1.02	1.25	1.13	1.01	0.77	0.98	1.09	0.71	0.53	0.45
工程前													
E	2	0.78	0.71	0.69	0.79	0.88	0.92	1.16	1.09	0.98	1.08	1.07	1.01
	50	1.35	1.29	1.22	1.39	1.52	1.57	1.95	1.80	1.70	1.71	1.57	1.16
N	2	0.63	0.56	0.32	0.50	0.40	0.35	0.51	0.72	0.82	0.73	0.66	0.69
	50	1.17	1.11	0.71	1.02	0.91	0.84	1.09	1.49	1.59	1.42	1.32	1.10
NE	2	0.72	0.60	0.42	0.57	0.56	0.58	0.88	1.01	0.99	1.01	0.98	0.99
	50	1.29	1.22	0.90	1.18	1.19	1.22	1.78	1.96	1.96	1.82	1.65	1.20
NW	2	0.41	0.42	0.34	0.41	0.37	0.33	0.29	0.36	0.42	0.33	0.30	0.24
	50	1.25	1.29	1.02	1.26	1.13	1.02	0.88	1.22	1.28	1.08	0.97	0.90
工程前后变化													
E	2	-0.11	-0.09	-0.15	-0.20	-0.29	-0.26	-0.03	0.03	-0.04	-0.11	-0.45	-0.48

	50	-0.19	-0.15	-0.26	-0.31	-0.47	-0.42	-0.06	0.05	-0.04	-0.19	-0.56	-0.29
N	2	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	0.00	-0.02	-0.02	-0.08	-0.20	-0.30
	50	-0.03	-0.03	-0.04	-0.05	-0.07	-0.08	-0.04	-0.09	-0.04	-0.19	-0.46	-0.35
NE	2	-0.05	-0.05	-0.09	-0.11	-0.16	-0.16	-0.05	-0.01	-0.01	-0.07	-0.32	-0.41
	50	-0.10	-0.10	-0.18	-0.20	-0.33	-0.32	-0.16	-0.02	-0.02	-0.13	-0.46	-0.17
NW	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.04	-0.05	-0.05	-0.13	-0.16	-0.13
	50	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.12	-0.24	-0.20	-0.37	-0.44	-0.45

8.1.4 对环境敏感目标影响分析

本工程周边海域涉及的主要环境敏感目标包括海洋保护区、生态红线区、旅游区、港口航运区等，敏感目标分布见图 2.3-1。工程前后敏感目标区域大潮涨、落潮平均流速变化见表 8.1-11 和表 8.1-12。

由计算结果可知：工程后，对围堤西侧的东参村排洪沟、红树林区水文动力条件影响最大，涨潮时东参村红树林受围堤掩护作用，流速减小约 94.7%，落潮时流速减小约 94.0%，流向变化在-168~11°之间；围堤东南侧红树林在涨潮时流速变化较大，流速增加 100%，流向变化为-13°，但落潮时流速和流向基本不变。此外，如零星养殖区、湛江东海岛 LPG 冷冻储存库配套 5 万吨级码头、湛江港东海岛港区杂货码头、中科合资广东炼油化工一体化项目、湛江港东海岛港区通用杂货码头工程、日光通用码头项目等敏感目标，距离工程区域较近，水动力变化较大，涨潮时流速变化幅度为-86.5%~25.0%，流向变化最大达 53°，落潮时流速减小幅度为-78.3~37.5%，流向变化最大达 106°。其余敏感目标流速变化相对不大，总体上在 10%以内，流向变化大多在 5°以内。

总体而言，工程对周边敏感目标会造成一定影响，主要集中在工程附近的敏感目标，对距工程 7km 之外的敏感目标影响相对不大。

表 8.1-11　　工程前后环境敏感目标区域大潮涨潮平均流速变化

序号	环境敏感目标	工程前		工程后				
		流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速差值	流速变率	流向差值
1	广东特呈岛国家级海洋公园（禁止类红线区）	0.12	216	0.12	198	0.00	0.0%	-18
2	广东特呈岛国家级海洋公园（限制类红线区）	0.11	232	0.11	223	0.00	0.0%	-9
3	霞山特呈岛海洋生态自然保护区（限制类红线区）	0.15	289	0.15	290	0.00	0.0%	1
4	南三岛鲎类自然保护区(禁止类红线区）	0.12	260	0.12	258	0.00	0.0%	-2

序号	环境敏感目标	工程前		工程后				
		流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速差值	流速变率	流向差值
5	南三岛红树林限制类红线区	0.18	96	0.18	113	0.00	0.0%	17
6	南三岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（南三岛旅游休闲娱乐区）	0.25	201	0.25	193	0.00	0.0%	-8
7	东海岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（东海岛旅游休闲娱乐区）	0.29	96	0.29	98	0.00	0.0%	2
8	特呈岛旅游休闲娱乐区	0.07	176	0.07	174	0.00	0.0%	-2
9	湛江港航道	0.49	296	0.49	293	0.00	0.0%	-3
10	湛江港#8~#16 号锚地	0.34	291	0.32	268	-0.02	-5.9%	-23
11	东参村排洪沟红树林	0.19	242	0.01	74	-0.18	-94.7%	-168
12	围堤东南侧红树林	0.01	146	0.02	133	0.01	100.0%	-13
13	零星养殖区	0.36	262	0.24	315	-0.12	-33.3%	53
14	湛江东海岛 LPG 冷冻储存库配套 5 万吨级码头	0.31	263	0.18	224	-0.13	-41.9%	-39
15	湛江港东海岛港区杂货码头	0.37	270	0.05	252	-0.32	-86.5%	-18
16	中科合资广东炼油化工一体化项目	0.21	234	0.16	237	-0.05	-23.8%	3
17	湛江港东海岛港区通用杂货码头工程	0.18	231	0.17	233	-0.01	-5.6%	2
18	湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头	0.50	234	0.50	233	0.00	0.0%	-1
19	湛江港东海岛港区通用杂货码头	0.51	265	0.51	265	0.00	0.0%	0
20	广东湛江钢铁基地项目	0.47	260	0.47	259	0.00	0.0%	-1
21	湛江港石化码头	0.35	312	0.34	312	-0.01	-2.9%	0
22	湛江港集团	0.28	235	0.27	262	-0.01	-3.6%	27
23	日光通用码头项目	0.16	253	0.20	223	0.04	25.0%	-30
24	湛江工业品物流中心项目、湛江市京翔项目、顺江集团、宝江贸易、京湛贸易、海昌贸易码头	0.26	250	0.27	251	0.01	3.8%	1
25	大王庙渔港码头	0.20	187	0.20	190	0.00	0.0%	3

表 8.1-12　　工程前后环境敏感目标区域大潮落潮平均流速变化

序号	敏感目标	工程前		工程后				
		流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速差值	流速变率	流向差值
1	广东特呈岛国家级海洋公园（禁止类红线区）	0.17	195	0.17	199	0.00	0.0%	4
2	广东特呈岛国家级海洋公园（限制类红线区）	0.13	168	0.13	169	0.00	0.0%	1
3	霞山特呈岛海洋生态自然保护区（限制类红线区）	0.12	136	0.11	136	-0.01	-8.3%	0
4	南三岛蚕类自然保护区（禁	0.09	122	0.09	122	0.00	0.0%	0

序号	敏感目标	工程前		工程后				
		流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速差值	流速变率	流向差值
	止类红线区）							
5	南三岛红树林限制类红线区	0.16	218	0.16	218	0.00	0.0%	0
6	南三岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（南三岛旅游休闲娱乐区）	0.15	70	0.15	70	0.00	0.0%	0
7	东海岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（东海岛旅游休闲娱乐区）	0.20	162	0.20	174	0.00	0.0%	12
8	特呈岛旅游休闲娱乐区	0.06	231	0.06	231	0.00	0.0%	0
9	湛江港航道	0.38	160	0.39	156	0.01	2.6%	-4
10	湛江港#8~#16 号锚地	0.34	151	0.33	150	-0.01	-2.9%	-1
11	东参村排洪沟红树林	0.10	149	0.01	160	-0.09	-90.0%	11
12	围堤东南侧红树林	0.01	140	0.01	140	0.00	0.0%	0
13	零星养殖区	0.20	54	0.19	160	-0.01	-5.0%	106
14	湛江东海岛 LPG 冷冻储存库配套 5 万吨级码头	0.29	46	0.16	56	-0.13	-44.8%	10
15	湛江港东海岛港区杂货码头	0.23	93	0.05	142	-0.18	-78.3%	49
16	中科合资广东炼油化工一体化项目	0.21	85	0.10	104	-0.11	-52.4%	19
17	湛江港东海岛港区通用杂货码头工程	0.18	73	0.11	73	-0.07	-38.9%	0
18	湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头	0.45	83	0.46	84	0.01	2.2%	1
19	湛江港东海岛港区通用杂货码头	0.44	127	0.45	127	0.01	2.3%	0
20	广东湛江钢铁基地项目	0.38	119	0.38	119	0.00	0.0%	0
21	湛江港石化码头	0.24	162	0.23	156	-0.01	-4.2%	-6
22	湛江港集团	0.27	50	0.24	49	-0.03	-11.1%	-1
23	日光通用码头项目	0.08	111	0.11	74	0.03	37.5%	-37
24	湛江工业品物流中心项目、湛江市京翔项目、顺江集团、宝江贸易、京湛贸易、海昌贸易码头	0.13	87	0.14	91	0.01	7.7%	4
25	大王庙渔港码头	0.20	185	0.20	195	0.00	0.0%	10

8.2 地形地貌与冲淤环境影响模拟分析与评价

从潮流模型计算结果分析可知，工程对流态的影响主要在工程附近海域，而对离工程区较远的海域流态影响较小。因此，分析认为对工程区附近海域有

一定的冲淤变化影响，对工程区较远海域冲淤影响较小。为进一步确定工程对周围海域冲淤变化的影响，采用由动力场变化引起的半经验半理论公式进行冲淤估算。

8.2.1 工程后工程区附近冲淤变化分析

工程后对附近冲淤强度的计算采用以下经验公式进行计算：

$$P = \frac{\alpha s \omega t}{\gamma_d}\left[1 - \left(\frac{V2}{V1}\right)^{2m}\right]$$

式中，ω为泥沙沉速，单位 m/s，泥沙沉降速度采用武汉水利电力学院公式计算，取值为 0.05cm/s；α为沉降几率，沉降几率取值为 0.67；t 为年淤积历时，单位取秒（S）；S 为水体平均悬沙含量，取值为 0.068kg/m^3；γ_d 为泥沙干容重，取值为 723kg/m^3；$V1$，$V2$ 分别为数值计算工程前、工程后全潮平均流速，单位为 m/s；m 近似取作 1。

在潮流数值模拟计算结果基础上，计算得到工程后附近海域年冲淤强度情况（见图 8.2-1）。

从图中可见，工程对附近海域的冲淤环境影响各有差异，淤积区域主要集中在围填海区东南水域，由于受填海岸线的控制，该区水域进一步缩减，水动力逐步减弱，造成泥沙较易落淤，其淤积强度在 0.05-0.4m/a 之间；围填海范围以北的水道内由于水动力增加，使得水体挟沙能力变强，存在一定程度上的局部冲刷，冲刷强度在 0.12~0.50m/a，强度不大，整体以偏淤积为主。

在东头山岛东北侧的石头角航道的冲淤趋势变化不明显，说明工程对湛江湾出海主航道的影响较小，其年冲淤量在-0.1m/a 至 0.1m/a 之间，属于微冲微淤的状态，冲淤强度基本接近于自然冲淤速率。

石头角航道以北水域的冲淤影响非常弱，体现为有冲有淤，但强度较小，均不超过 0.05m/a。说明工程的影响范围基本局限在石头角航道西南侧，对其北部区域影响较小。

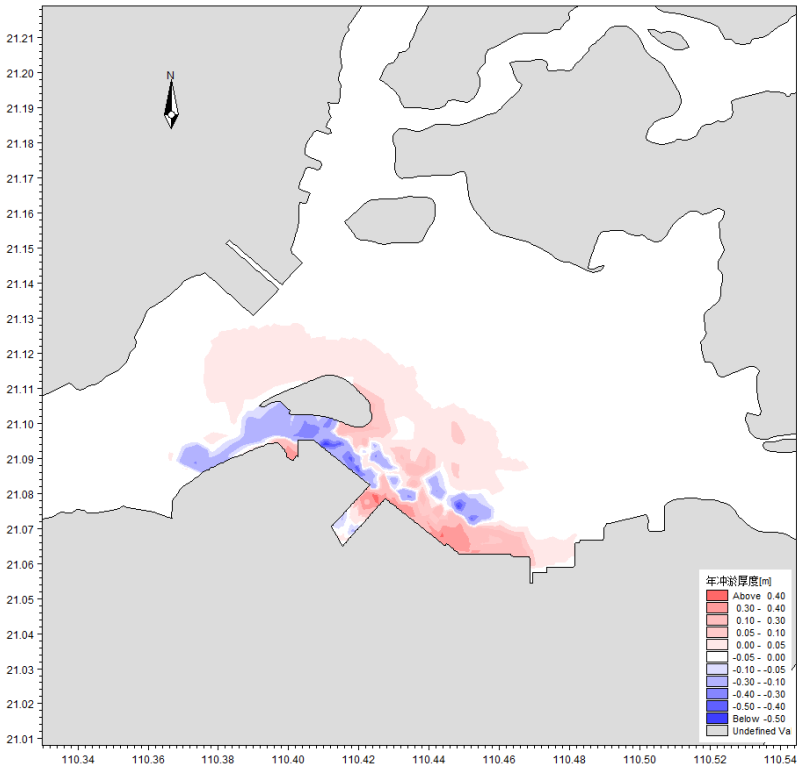


图 8.2-1　　工程引起的年冲淤变化

根据 6.2 节工程前后地形对比分析，本工程冲淤数模模拟结果基本与 6.2 节工程前后地形对比分析结论一致，工程前沿和东头山岛南侧水道发生冲刷，取土区及工程南侧堤坝附近发生淤积，淤积幅度也基本与本数模模拟的一致。

8.2.2　对环境敏感目标的影响分析

本工程周边海域分布有海洋保护区、生态红线区、红树林、养殖区以及航道码头等环境敏感目标，工程对上述环境敏感目标会产生一定程度的冲淤环境影响，具体详见表 8.2-1。

根据表 8.2-1 和图 8.2-1，工程后，东参村排洪沟红树林、湛江东海岛 LPG 冷冻储存库配套 5 万吨级码头、湛江港东海岛港区杂货码头、中科合资广东炼油化工一体化项目、湛江港东海岛港区通用杂货码头工程等敏感目标处呈现明显淤积态势，其淤积厚度在 0.17~0.31m/a 之间。湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头、湛江港东海岛港区通用杂货码头、日光通用码头项目等敏感目标处略有淤积，其淤积程度在 0.01m/a 左右。此外，工程邻近的湛江港航道、湛江港#8~#16 号锚地、围堤东南侧红树林、零星养殖区呈现冲刷态势，其冲刷厚度约为 0.01~0.13m/a 之间，其余环境保护敏感目标处基本不会发生冲淤变化。

表 8.2-1　工程前后环境敏感目标区域平衡冲淤变化表

（正为淤积，负为冲刷）

序号	名称	年冲淤量（m/a）
1	广东特呈岛国家级海洋公园（禁止类红线区）	0.00
2	广东特呈岛国家级海洋公园（限制类红线区）	0.00
3	霞山特呈岛海洋生态自然保护区（限制类红线区）	0.00
4	南三岛鲨类自然保护区（禁止类红线区）	0.00
5	南三岛红树林限制类红线区	0.00
6	南三岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（南三岛旅游休闲娱乐区）	0.00
7	东海岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（东海岛旅游休闲娱乐区）	0.00
8	特呈岛旅游休闲娱乐区	0.00
9	湛江港航道	-0.09
10	湛江港#8~#16 号锚地	-0.01
11	东参村排洪沟红树林	0.28
12	围堤东南侧红树林	-0.10
13	零星养殖区	-0.13
14	湛江东海岛 LPG 冷冻储存库配套 5 万吨级码头	0.17
15	湛江港东海岛港区杂货码头	0.31
16	中科合资广东炼油化工一体化项目	0.26
17	湛江港东海岛港区通用杂货码头工程	0.19
18	湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头	0.01
19	湛江港东海岛港区通用杂货码头	0.01
20	广东湛江钢铁基地项目	0.00
21	湛江港石化码头	0.00
22	湛江港集团	0.00
23	日光通用码头项目	0.01
24	湛江工业品物流中心项目、湛江市京翔项目、顺江集团、宝江贸易、京湛贸易、海昌贸易码头	0.00
25	大王庙渔港码头	0.00

总体上，工程引起的地形冲淤变化趋势与水动力变化趋势一致，主要集中在工程附近局部区域，对距离较近的环境敏感目标会产生一定影响，工程对湛江港航道冲淤影响较小，后期应加强地形监测，必要时采取清淤或保滩措施。

8.3 海水水质影响模拟与评价

8.3.1 施工期悬浮泥沙对海水水质影响分析

本工程施工对海水水质影响主要考虑围填海施工过程中所产生的悬浮物扩散影响，围堤及吹填施工期间，在围堤施工点及溢流口周围形成高浓度悬浮物，悬浮物随海流输运、扩散和沿程落淤。施工悬浮物对工程海域的影响范围和程度采用悬浮物扩散方程进行模拟计算。

8.3.1.1 基本方程

施工产生的悬浮泥沙在潮流作用下向周围输运，其输移方式可按照物质的对流扩散方程进行数值模拟，其基本方程如下：

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t}+u\frac{\partial \bar{c}}{\partial x}+v\frac{\partial \bar{c}}{\partial y}=\frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial x}\left(HD_x\frac{\partial \bar{c}}{\partial x}\right)+\frac{1}{H}\frac{\partial}{\partial y}\left(HD_y\frac{\partial \bar{c}}{\partial y}\right)+\frac{Q_L C_L}{H}+F_s$$

式中：$\bar{c}$ 为垂线平均含沙量，单位 kg/m^3；

D_x，D_y 为泥沙扩散系数，单位 m^2/s；

F_s 为底部泥沙通量，单位 kg/m^3/s，本次计算不考虑底床泥沙的再悬浮过程，仅考虑泥沙的沉降，沉降速度见 7.2.1 节；

Q_L 为泥沙源在单位面积上的输入流量，单位 m^3/s/m^2；

C_L 为泥沙源的含沙量，单位 kg/m^3。

8.3.1.2 计算范围和网格

悬浮物扩散数学模型的计算范围和网格同潮流数学模型。

8.3.1.3 计算参数

在基槽开挖以及吹填过程中，由于机械的搅动作用以及吹填过程中泥沙的溢流，使得泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，并使得周边海区底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为 SS。

根据项目施工方式及施工强度，悬浮物扩散数学模型中泥沙源强为基槽开挖悬浮物源强 4.7kg/s，抛石源强为 0.4kg/s，围堤砂袋吹填源强为 5.29kg/s，填海溢流源强为 10.07kg/s，取土施工悬浮物源强为 6.18kg/s。

8.3.1.4 悬浮物扩散范围

根据施工进度安排，充填大砂袋（围堤施工）、取土工程、溢流口排水存在交叉时间，即存在叠加影响，模型计算过程中考虑围堤施工、取土工程、溢流口源强同时溢出产生的悬浮物扩散影响。

模拟施工船只设备吹填作业，输出每半小时的浓度场，统计在工程海域悬浮物增量大于 10mg/L 面积，获得瞬时最大浓度场。并叠加模拟期间内各网格点构成的最大浓度值的浓度场，构成“包络浓度场”，其统计结果见表 8.3-1。图 8.3-1~图 8.3-3 分别为模拟施工期溢流口尾水、溢流口和取土区同时施工、施工最大悬浮物增量包络线浓度场。

计算结果显示，基槽开挖以及吹填等施工作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染。从整体分布趋势看，对工程海域影响范围主要是围堤附近两侧。由于围堤施工量大，100mg/L 高浓度区范围较大，其包络线面积为 18.46km^2，而 10mg/L 浓度区主要随涨落潮往东南向和西南向扩散，覆盖范围为 37.95km^2，对东向影响最远距离约为 8.8km，对西向影响最远距离约为 5.8km。

表 8.3-1 施工（围填海）引起的悬浮物增量包络面积(km^2)

浓度	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L	与作业点距离（km）	
					东南	西南
包络面积	37.95	29.82	23.95	18.46	8.8	5.8

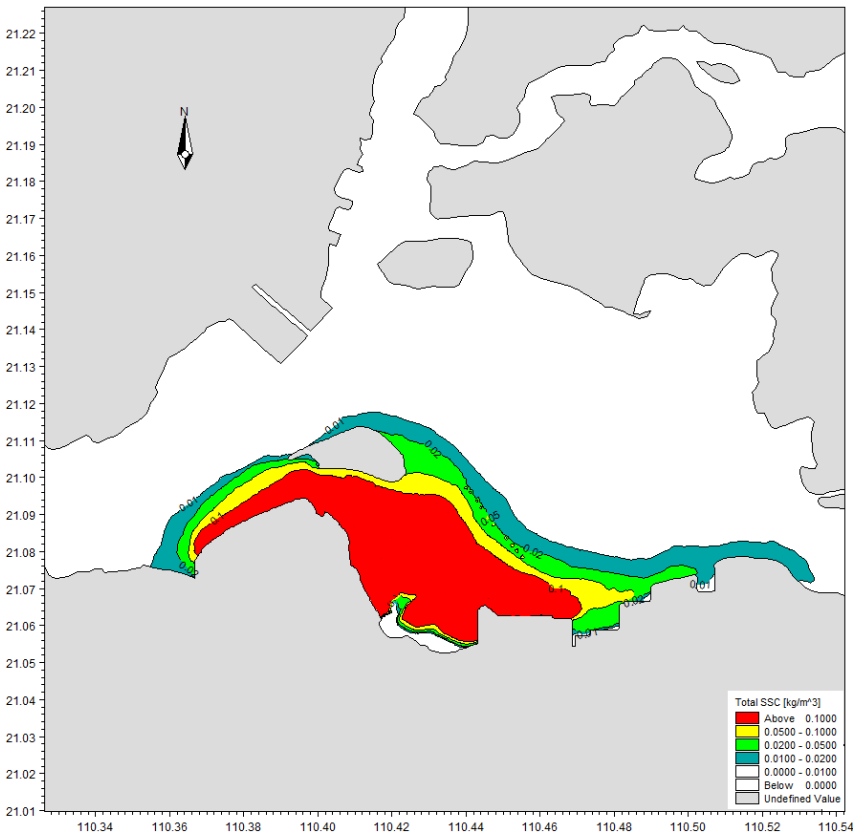


图 8.3-1　　施工（围堤+取土）引起的悬浮物增量包络线图

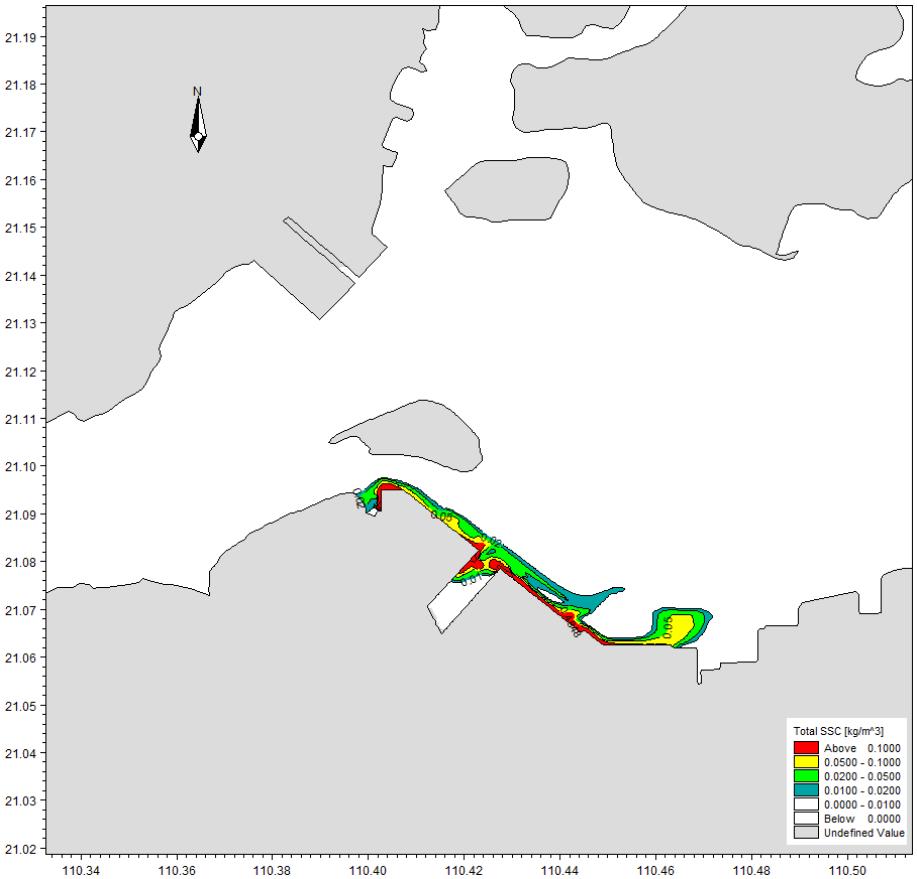


图 8.3-2　　溢流口引起的悬浮物增量包络线图

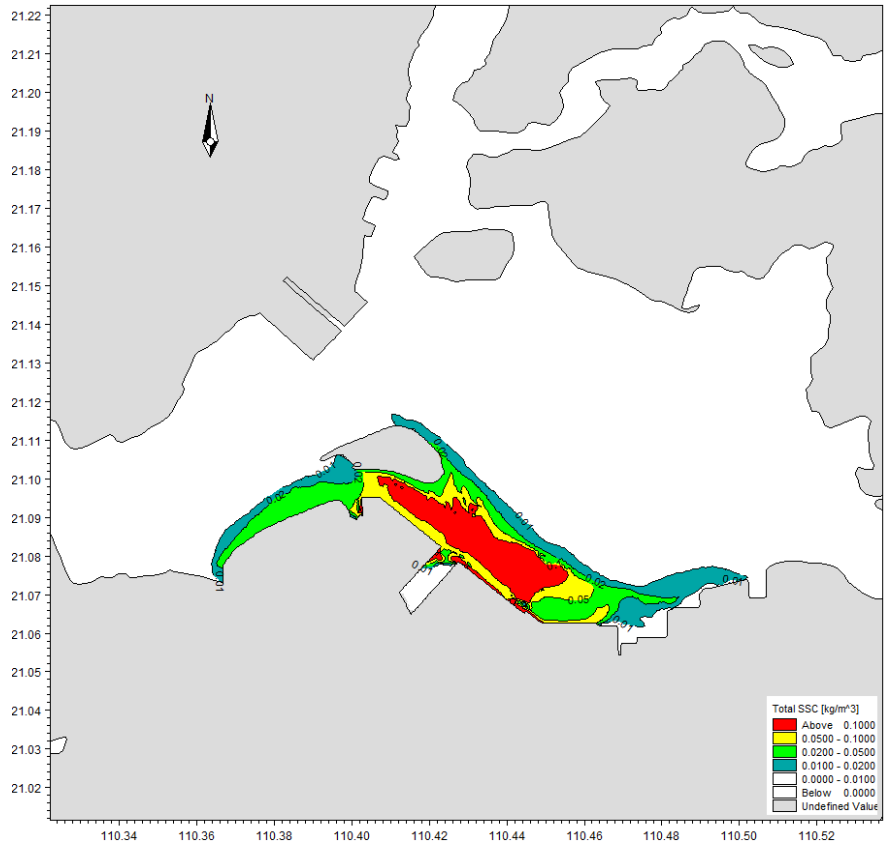


图 8.3-3　　施工（溢流口+取土）引起的悬浮物增量包络线图

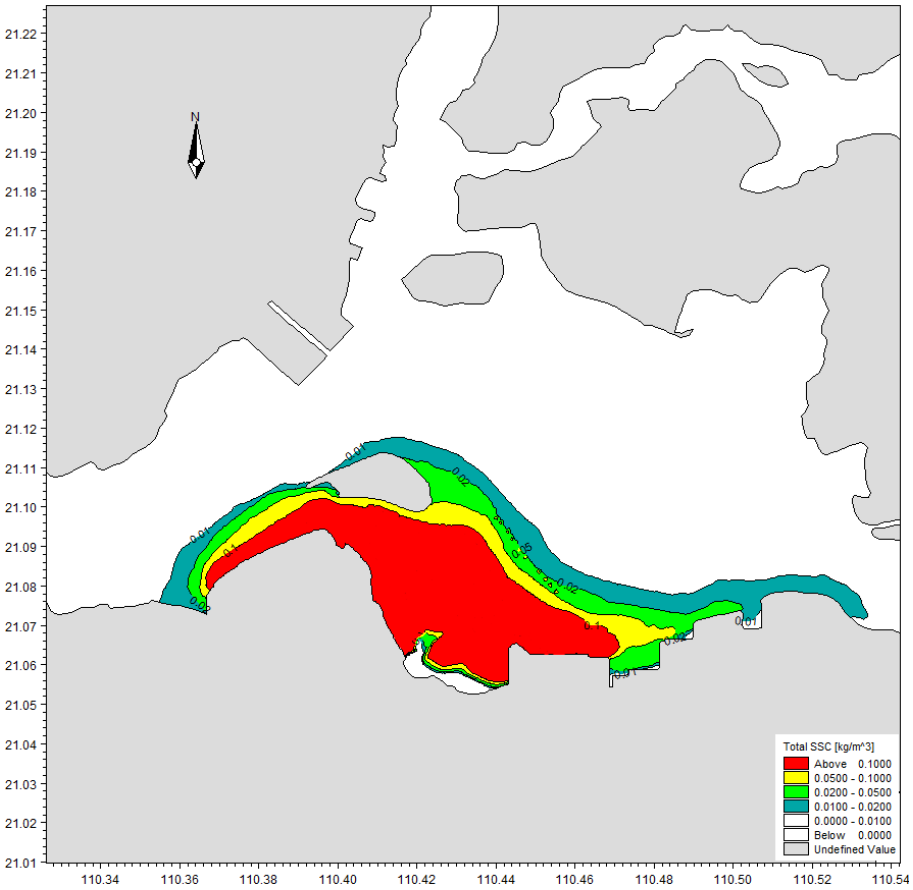


图 8.3-4　　施工（围填海）引起的悬浮物增量最大包络线图

8.3.1.5 悬浮物扩散对敏感目标影响分析

根据现场踏勘，结合相关资料收集调查，本工程涉及对水质敏感的环境敏感目标主要包括工程附近海域旅游休闲娱乐区、保护区、养殖区和红树林等，详见表 8.3-2。

根据表 8.3-2 及图 8.3-3 可知，工程引起的悬浮物增量主要集中在工程区附近，由于东参村排洪沟红树林、围堤东南侧红树林距离工程较近，因而悬浮物扩散对其影响较大，其悬浮物浓度增量分别达到 424.8mg/L 和 150.0mg/L。此外，东头山岛附近零星养殖区由于距项目较近，悬浮物浓度增量为 133.8mg/L。其他水环境敏感目标处的悬浮物浓度增量均不超过 2.4mg/L。由于施工引起的悬浮物容易沉降，在施工结束后数小时内可降到背景值，可见本工程施工悬浮物扩散除了对红树林及零星养殖区造成了一定的短暂影响，对周边保护区等其他敏感目标影响相对较小。

表 8.3-2 施工悬浮物对主要环境敏感目标的影响 单位：mg/L

序号	敏感目标名称	SS 浓度增量
1	广东特呈岛国家级海洋公园（禁止类红线区）	0.0
2	广东特呈岛国家级海洋公园（限制类红线区）	0.8
3	霞山特呈岛海洋生态自然保护区（限制类红线区）	0.2
4	南三岛鲎类自然保护区（禁止类红线区）	0.0
5	南三岛红树林限制类红线区	2.1
6	南三岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（南三岛旅游休闲娱乐区）	0.0
7	东海岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（东海岛旅游休闲娱乐区）	1.0
8	特呈岛旅游休闲娱乐区	2.4
9	东参村排洪沟红树林	424.8
10	围堤东南侧红树林	150.0
11	零星养殖区	133.8

8.3.2 污废水排放影响分析

本工程施工除了基槽开挖、围堤施工、吹填溢流引起的悬浮物扩散影响外，还包括施工污废水、船舶含油污水及施工人员生活污水等影响。

本工程施工期船舶含油污水约为 14t/d，主要污染物为石油类。施工船舶均安装了油污水舱（柜）或油盘收集含油废水，安装油水分离器，船舶残油、油污水委托湛江奇若船舶服务有限公司接收处理，不外排，对周边环境基本无影

响。

本工程围填海施工高峰期生活污水产生量约 63.6m^3/d，平均生活污水产生量约 41.52m^3/d，主要污染物为 COD_{Cr}、BOD_5、NH_3-N 和动植物油等。施工船舶均安装了生活污水收集舱（柜），生活污水待船舶停靠港口时运至码头环卫部门指定地点统一处理；预制场人员生活污水经二级化粪池后纳管排放；填海施工区域的施工人员生活污水经移动厕所收集后由环卫部门定期清运，不外排，对周边环境基本无影响。

8.4 海洋沉积物环境影响与评价

本工程施工时基槽开挖、围堰施工、陆域吹填溢流产生的悬浮物随潮流向附近海域扩散并沉淀，成为覆盖附近海底表层新的沉积物。根据 2008 年 3 月海洋沉积物调查结果，工程区域表层沉积物质量均可满足相应功能区沉积物标准要求，而底层沉积物质量由于受人为影响更小，因此底层沉积物质量也满足标准要求，因此施工期扰动引起的悬浮物扩散再沉淀不会对沉积物环境产生不利影响。此外，本工程施工期施工船舶油均安装了油污水舱（柜）或油盘收集含油废水，安装油水分离器，船舱安装了生活污水收集舱（柜）、生活垃圾收集舱（柜），船舶残油、油污水委托湛江奇若船舶服务有限公司接收处理，生活污水和生活垃圾待船舶停靠港口时运至码头环卫部门指定地点统一处理，未向工程海域排放，故施工期未对工程海域沉积物环境造成影响。

运行期，由于本工程填海填充物料均来自本海域，根据围填海填充物料理化性质检测结果，填充物质量符合《围填海工程填充物质成分限值》二类标准，满足该海域海洋功能区划沉积物质量标准要求，因而本工程运行期不会对沉积物环境产生明显不利影响。

8.5 海洋生态和渔业资源环境影响分析与评价

8.5.1 海洋生态和渔业资源环境影响分析与评价

8.5.1.1 对叶绿素 a 和浮游植物影响分析

透明度对叶绿素 a 和浮游植物数量分布和变化是一个至关重要的制约因素。工程施工期悬浮物浓度升高，致使局部工程海域透明度下降，削弱水体中

的真光层厚度，从而导致浮游植物光合作用能力在一定时间内减弱，在一定程度上影响水域的初级生产能力。徐兆礼等对悬浮物影响浮游植物的问题进行了多项研究，结果表明：无论是悬浮物的动态试验还是静态试验的结果均表明牟氏角毛藻的生长速度随悬浮物浓度增大而逐渐减少。因此，可以认为，高浓度悬浮物对浮游植物生长的影响显著，而且悬浮物含量一旦超过 1000mg/L，对浮游植物生长有非常显著的抑制作用(徐兆礼，2004)。徐兆礼等（1999a，2004）通过试验还发现，底泥中存在的污染物从底泥中析出，造成水体二次污染，进而对浮游植物生长产生影响。

根据渔业水质标准，第一、二类海水水质人为增加悬浮物浓度应≤10mg/L，悬浮物浓度增量大于 10mg/L，A4-2 区和 B 区两个区块 467.79hm^2 施工悬浮物浓度增量 10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L、>100mg/L 的最大包络线面积为 8.13km^2、5.87km^2、5.49km^2、18.46km^2。

参照农业部颁布并于 2008 年 3 月 1 日起施行的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）中关于污染物对各类生物损失率的描述，本报告模拟计算得到的悬浮泥沙扩散浓度为 10～20mg/L、20～50mg/L、50～100mg/L、>100mg/L 的影响水域中浮游动植物损失率分别取为 5%、10%、30%和 50%。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），污染物浓度增量区域存在时间超过 15d（含 15d）为持续性损失，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按如下公式计算：

Mi=Wi*T

Mi 为第 i 种类生物资源累计损害量；

Wi 为第 i 种生物资源一次平均损害量；

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

A4-2 区和 B 区（467.79hm^2）海上污染物浓度增量区域存在时间约为 811d，按照填海面积比例来算（本工程填海造地面积为 66.7689hm^2），年实际影响天数按 116d 计，年持续周期数为 8 个。

工程海域平均水深 6.5m，浮游植物数量平均为 6561.235×10^4 个/m^3（2008 年春季调查的浮游植物平均数量为 61.2×10^4 个/m^3、2010 年秋季调查的浮游植

物平均数量为 13061.27×10^4 个/m^3）估算，则 1 次受影响的浮游植物数量 5.06×10^{15} 个，8 次受影响的浮游植物数量为 4.05×10^{16} 个（约 201.3t）。

根据《农业部办公厅印发建设项目对国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告编制指南的通知》（农办渔[2014]14 号），浮游植物经济损失换算成鱼产力（30kg 浮游植物生产 1kg 鱼）。成鱼单价以 10000 元/t 计算，则浮游植物经济补偿额为 201.3t/30×1 万元=6.71 万元。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，持续性生物资源损害补偿按照“实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿”的原则进行计算补偿额度，本工程施工作业时间不满 3 年，则本工程施工对浮游植物的持续性损害赔偿额为 6.71×3＝20.13 万元。

8.5.1.2 对浮游动物影响分析

工程对浮游动物的主要影响也主要来自两个方面，一是围填海施工活动直接掩埋或者导致浮游动物直接死亡，二是施工产生的悬浮泥沙扩散引起局部海域内水体浑浊度增大，导致浮游动物受到间接影响。

其中，悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等有关。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、丰度、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相似，通过作为浮游动物饵料的浮游植物的影响进而影响浮游动物。在浮游植物减少的区域，浮游动物的生长受到影响。浮游动物的生命周期较浮游植物长，且只以浮游植物为食，浮游动物的生长周期总是滞后于浮游植物的生长周期。因此，随着水体的运动、混合和交换，浮游动物受影响区域的位置将会偏离浮游植物的受影响区域，而且这一区域的范围界限将变得十分模糊。

悬浮物对大型浮游动物的急性毒性试验结果表明，当悬浮物持续 48h 超过 3000mg/L 就可对浮游动物的生存造成负面影响，96h 的半致死浓度为 4160mg/L。另外，悬浮物对轮虫的慢性毒性试验结果表明，当悬浮物浓度达到 7000mg/L 时，对轮虫的增长率将产生显著影响。因此，围堰施工及吹填溢流在工程前沿海域产生一定的泥沙悬浮，在一定程度上减少岸边水域中浮游动物的数量。但这种不良影响也是暂时的、可逆的，当施工结束后，随着浮游植物种类和数量的恢复，浮游动物的种类和数量也会逐渐恢复。

参照农业部颁布并于 2008 年 3 月 1 日起施行的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）中关于污染物对各类生物损失率的描述，本报告模拟计算得到的悬浮泥沙扩散浓度为 10～20mg/L、20～50mg/L、50～100mg/L、>100mg/L 的影响水域中浮游动物损失率分别取为 5%、10%、30%和 50%。

A4-2 区和 B 区（467.79hm^2）海上污染物浓度增量区域存在时间约为 811d，按照填海面积比例来算（本工程填海造地面积为 66.7689hm^2），年实际影响天数按 116d 计，年持续周期数为 8 个。

工程海域平均水深 6.5m，浮游动物生物量平均为 4579.59mg/m^3（2008 年春季调查的浮游动物平均生物量为 8969.02mg/m^3、2010 年秋季调查的浮游动物平均生物量为 190.15mg/m^3）估算，则 1 次受影响的浮游动物生物量为 353.35t，8 次受影响的浮游动物生物量为 2826.8t。

根据《农业部办公厅印发建设项目对国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告编制指南的通知》（农办渔[2014]14 号），浮游动物经济损失换算成鱼产力（10kg 浮游动物生产 1kg 鱼）。成鱼单价以 10000 元/t 计算，则浮游动物经济补偿额为 2826.8t/10×1 万元=282.68 万元。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，持续性生物资源损害补偿按照“实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿”的原则进行计算补偿额度，本工程施工作业时间不满 3 年，则本工程施工对浮游动物的持续性损害赔偿额为 282.68×3＝848.04 万元。

8.5.1.3　对潮间带和潮下带底栖生物的影响分析

A4-2 区和 B 区取土区总面积为 554.5hm^2，按照填海面积比例来算（本工程填海造地面积为 66.7689hm^2），本工程涉及取土区面积为 79.15hm^2，位于潮下带，取土施工将对海洋底栖环境造成破坏，使底栖生物丧失。本工程填海区域位于潮间带，工程永久占用滩涂潮间面积约 66.7689hm^2，使该面积内的潮间带生物完全损失且无法恢复。

底栖生物量平均值取 2008 年春季和 2010 年秋季调查的平均生物量的均值，为 71.61g/m^2（2008 年春季调查的潮间带平均生物量为 61.52g/m^2、2010 年秋季调查的潮间带平均生物量为 81.69g/m^2），因此本工程造成底栖生物损失量为

79.15hm^2×71.61g/m^2=56.68t/a。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，持续性生物资源损害补偿按照“实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿”的原则进行计算补偿额度，本工程取土区施工时间小于 3 年，底栖生物的经济价值以 1.0 万元/t 计，则本工程施工对取土区底栖生物的损害赔偿额为 56.68t/a×3a×1.0 万/t=170.04 万元。

潮间带生物量平均值取 2008 年春季和 2010 年秋季调查的潮间带平均生物量的均值，为 129.40g/m^2（2008 年春季调查的潮间带平均生物量为 15.63g/m^2、2010 年秋季调查的潮间带平均生物量为 243.16g/m^2），因此本工程造成潮间带生物损失量为 66.7689hm^2×129.40g/m^2=86.40t/a。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程中关于生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）的确定方法，永久占用生物资源损害补偿按 20 年补偿，潮间带生物的经济价值以 1.0 万元/t 计，则本工程对潮间带生物造成的经济损失约为 86.40t/a×20a×1.0 万/t=1728.00 万元。

8.5.1.4 对渔业资源的影响

渔业资源主要包括游泳生物，基槽开挖、围堰施工、吹填溢流产生的悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸因难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。但鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的，悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，他们将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间很短。

工程施工造成一定范围的海域悬浮物浓度增量超过 10mg/L，使大部分游泳生物游离该海域，在短期内造成渔业资源损失，尤其对活动能力相对较弱或没有运动能力的游泳生物（主要为鱼、虾、蟹的鱼卵仔鱼）影响较大。施工作业完成后，随着悬浮物浓度的降低并恢复本底，鱼类等水生生物又会游回。悬浮物扩散影响的持续时间较短，是暂时的，不会对该海域的渔业资源造成长期的不良影响。

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）中关于污染物对各类生物损失率的描述，本报告模拟计算得到的悬浮物扩散浓度为 10～20mg/L、20mg/L~50mg/L、50～100mg/L、>100mg/L 的影响水域中鱼卵仔鱼损失率分别取为 5%、10%、30%和 50%，成体的损失率分别取 1%、5%、10%和 20%。

表 8.5-1　　渔业资源损失评估

污染物 *i* 的超标倍数（B_i）	各类生物损失率（%）			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
B_i≤1 倍	5	＜1	5	5
1<B_i≤4 倍	5～30	1～10	10～30	10～30
4<B_i≤9 倍	30～50	10～20	30～50	30～50
B_i≥9 倍	≥50	≥20	≥50	≥50

注：
1.污染物 ***i*** 的超标倍数（B_i），指超出《渔业水质标准》或超Ⅱ类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标准倍数最大的污染物为评价依据；
2.损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数；
3.本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。
4.本表对 pH、溶解氧参数不适用。

A4-2 区和 B 区两个区块 467.79hm^2 施工悬浮物浓度增量 10mg/L~20mg/L、20mg/L~50mg/L、50mg/L~100mg/L、>100mg/L 的最大包络线面积为 8.13km^2、5.87km^2、5.49km^2、18.46km^2。

2008 年春季调查的鱼卵平均密度为 0.792ind/m^3、仔鱼平均密度为 0.077ind/m^3，2010 年秋季调查的鱼卵平均密度为 0.121ind/m^3、仔鱼平均密度为 0.058ind/m^3，以 2 次调查的鱼卵平均密度 0.457ind/m^3、仔鱼平均密度 0.068ind/m^3 作为估算依据，工程海域平均水深约 6.5m。

2009 年春季调查的游泳生物平均资源密度为 568.56kg/km^2，2009 年秋季调查的游泳生物平均资源密度为 678.08kg/km^2，以 2 次调查的游泳生物平均资源

密度 623.32kg/km^2 作为估算依据。

A4-2 区和 B 区（467.79hm^2）海上污染物浓度增量区域存在时间约为 811d，按照围填海面积比例来算（本工程填海造地面积为 66.7689hm^2），本工程年实际影响天数按 116d 计，年持续周期数为 8 个。

因此，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），鱼卵折成鱼苗按 1%成活率计，仔鱼折成鱼苗按 5%成活率计，年持续周期数为 8 个，经济损失按 3 年计，则工程施工期渔业资源直接经济损失总计为 806.992 万元。

表 8.5-2　　工程施工对渔业资源损失评估

悬浮物扩散浓度为 10～20mg/L（8.13km^2）	渔业资源	资源密度	损失率	损失量(鱼卵仔鱼:尾，成体:t)	折成鱼苗等存活率	折算成鱼苗等损失(鱼卵仔鱼:尾，成体:t)	单价	经济损失(万元)
	鱼卵	0.457ind/m^3	5%	1207508	1%	12075	0.50 元/粒	0.604
	仔鱼	0.068ind/m^3	5%	179673	5%	8984	0.50 元/尾	0.449
	成体	623.32kg/km^2	1%	0.051	-	0.051	10000 元/t	0.051
	小计							1.104
悬浮物扩散浓度为 20～50mg/L（5.87km^2）	鱼卵	0.457ind/m^3	10%	1743684	1%	17437	0.50 元/粒	0.872
	仔鱼	0.068ind/m^3	10%	259454	5%	12973	0.50 元/尾	0.649
	成体	623.32kg/km^2	5%	0.183	-	0.183	10000 元/t	0.183
	小计							1.703
悬浮物扩散浓度为 50～100mg/L（5.49km^2）	鱼卵	0.457ind/m^3	30%	4892414	1%	48924	0.50 元/粒	2.446
	仔鱼	0.068ind/m^3	30%	727974	5%	36399	0.50 元/尾	1.820
	成体	623.32kg/km^2	10%	0.342	-	0.342	10000 元/t	0.342
	小计							4.608
悬浮物扩散浓度>100mg/L（18.46km^2）	鱼卵	0.457ind/m^3	50%	27417715	1%	274177	0.50 元/粒	13.709
	仔鱼	0.068ind/m^3	50%	4079660	5%	203983	0.50 元/尾	10.199
	成体	623.32kg/km^2	20%	2.301	-	2.301	10000 元/t	2.301
	小计							26.209
1 次合计								33.625
1 年 8 次合计								268.997
3 年合计								806.992

8.5.1.5 海域生物资源损失汇总

根据前述计算，工程施工期及运行期对海洋生态和渔业资源影响损失汇总见表 8.5-9。

表 8.5-3 海域生物资源影响损失汇总表

性质	影响对象	影响面积 (hm^2)	生物量损失 (t/a)	年经济损失 (万元)	年限	累计经济损失 (万元)
永久影响	潮间带	66.7689	86.40	86.40	20	1728.00
临时影响	浮游植物	-	-	6.71	3	20.13
	浮游动物	-	-	282.68		848.04
	底栖生物	79.15	56.68	56.68		170.04
	渔业生物资源	-	-	268.997		806.992
合计				233.1713		3573.202

8.5.2 对海洋生态系统服务功能影响分析

本工程对海洋生态的影响主要体现在海洋生态系统服务价值的损害评估。围填海完成后，用海区域生态系统发生变化，导致用海区域生态系统服务功能（生态系统的产物和服务）的丧失，主要体现在以下几个方面：①海洋供给服务价值损失；②海洋调节服务价值损失；③废物处理功能价值损失；④海洋文化服务价值损失；⑤海洋支持功能价值损失。根据《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态评估报告》，A4 区围填海造成的海洋生态系统服务功能损失的价值约 408.89 万元，具体见表 8.5-10。生态评估的海洋生物资源损失的总面积约为 289.6418hm^2，本工程填海造地面积为 66.7689hm^2，由此折算，本工程造成的海洋生态系统服务功能损失的价值为 408.89×66.7689/289.6418=94.26 万元。

表 8.5-4 A4 区用海造成的海洋生态系统服务功能损失的价值估算汇总

功能		损失价值估算（万元/a)
供给功能服务	养殖生产	309.32
	氧气生产	13.69
海洋调节功能	物质量	3.19
废弃物处理	废弃物处理服务	10.16
文化服务功能	科研价值服务	11.06
支持服务功能	生态系统多样性维持	61.47
合计		408.89

8.5.3 对海洋生物多样性的影响分析

由上述分析可知，工程围填海使用海区域底栖生物丧失，同时围填海时产生的悬浮物影响工程海域浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼的生存环境，浮游动植物的生长受到影响，游泳生物被驱散，同时，鱼类洄游路线在施工期间发生改变。尽管施工结束后，部分游泳生物重新进入工程海域，使得工程海域的生物量逐步恢复至工程前的水平，但工程施工引起工程海域海洋生物种类、数量有所减少，生物多样性有所下降。

8.6 对环境敏感保护目标的影响分析

8.6.1 对保护区的影响

8.6.1.1 对广东特呈岛国家级海洋公园的影响分析

广东特呈岛国家级海洋公园位于本工程东北侧约4.6km。

根据数模模拟结果，本工程不影响广东特呈岛国家级海洋公园周边水动力或冲淤环境，只在施工期间短暂影响广东特呈岛国家级海洋公园的水质环境，悬浮物最大增量为0.8mg/L，影响较小。施工期船舶生活污水和油污水均收集后运至岸上处置，施工期不向海排放各类污废水，未对保护区海水水质产生影响。

8.6.1.2 对霞山特呈岛海洋生态自然保护区的影响分析

霞山特呈岛海洋生态自然保护区位于本工程东北侧约5.4km。

根据数模模拟结果，本项目不会影响霞山特呈岛海洋生态自然保护区周边水动力或冲淤环境，只在施工期间短暂影响广东特呈岛国家级海洋公园的水质环境，悬浮物最大增量为0.2mg/L，影响较小。施工期船舶生活污水和油污水均收集后运至岸上处置，施工期不会向海排放各类污废水，不会对保护区海水水质产生影响。

8.6.1.3 对特呈岛海洋保护区的影响分析

根据《广东省海洋功能区划（2011–2020年）》，特呈岛海洋保护区位于本工程北侧约5.3km，保护目标为海岛及海洋生态系统。

根据数模模拟结果，本工程不会影响霞山特呈岛海洋保护区周边水动力或冲淤环境，施工期间对特呈岛海洋保护区的水质环境影响也较小，悬浮物最大增量

为不超过0.2mg/L。施工期船舶生活污水和油污水均收集后运至岸上处置，施工期不会向海排放各类污废水，不会对保护区海水水质产生影响。

8.6.1.4 对幼鱼幼虾保护区的影响分析

根据5.4.2.4节分析，本项目所处海域属幼鱼幼虾保护区、黄花鱼幼鱼幼虾保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区。

根据5.3.5节分析，本工程所在海域不是经济鱼类的产卵场和越冬场，但根据本工程渔业资源调查结果，工程海域饵料生物丰富，是多种鱼类的索饵和洄游的主要场所之一。

本工程不涉及渔业生产作业，除施工期产生的悬浮物外，不直接向海域排放污染物，工程施工后无污染物排海，因此本工程施工期对幼鱼幼虾保护区、鱼类“三场一通道”的影响主要为施工期悬浮物影响，运行期的影响主要是减少鱼类索饵和洄游通道，造成饵料和鱼类损失。

根据南海水产研究所整理的关于悬浮物对某些水生生物种类的致死浓度和明显影响浓度见表8.6-1。

表 8.6-1 悬浮物对海洋生物的致死浓度和明显影响浓度（mg/L）

种类	成体		幼体	
	致死浓度	明显影响浓度	致死浓度	明显影响浓度
鱼类	52000	500	250	125
虾类	8000	500	400	125
蟹类	9200	4300	700	125
贝类	700	500	250	125

不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关实验数据，悬浮物质的含量为80000mg/L 时，鱼类最多只能存活一天；含量为6000mg/L 时，最多能存活一周；含量为300mg/L时，若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到300mg/L 时，则鱼类能存活3～4 周。通常认为悬浮物质的含量在200mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。

本工程施工期悬浮物影响模拟结果表明，本项目施工作业产生的悬浮泥沙超10mg/L 的海域总面积为37.95km^2，超过100mg/L的海域总面积为18.46km^2。因此，本工程基槽开挖、围堰施工、吹填溢流产生较高浓度的悬浮物，降低水体透光率，影响水中浮游植物生长，造成初级生产力下降，最终导致水域可利用生物资源量下降。此外，在悬浮物浓度增量大于10mg/L的水域范围内，成鱼可以回避，幼体

由于缺乏足够的游泳能力将出现部分死亡，鱼卵、仔鱼将因高浓度的含沙量而发生死亡。因此，施工期引起的悬浮物浓度增加，将对小黄鱼产卵、索饵产生影响。但由于施工悬浮物在施工结束后数小时内即可恢复至背景值，悬浮物对鱼类索饵和洄游的影响是暂时的，随着工程结束，悬浮物影响消失。

8.6.2 对旅游休闲娱乐区的影响

本工程距离南三岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（南三岛旅游休闲娱乐区）、东海岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（东海岛旅游休闲娱乐区）你较远，根据数模模拟结果，本工程建设基本不会对其产生不利影响。

8.6.3 对红树林的影响分析

本工程不涉及湛江红树林国家级自然保护区，工程实施主要对工程区域及周边的零星分布的红树林造成影响。

根据高分辨率遥感地图解译 A4-2 区填海工程共占用红树林面积约 10.10hm^2，其中本工程占用红树林面积约 3.98hm^2（见图 5.4-20）。A4 区填海成陆后原生的潮间带红树林植被转变为陆生草丛植物群落，围海造地区因水土条件较差，植物种类仅为少数先锋性杂草物种。尽管随着植被演替和人工植被种植，物种数量和生物量可能高于原生红树林植被，但造成红树林及湿地的损失，影响是不可逆。

除了直接压占的影响，本工程施工期排水口溢流产生的悬浮物扩散也将影响南侧红树林生境，部分红树林可能受损，但在施工结束后已逐渐恢复。本工程虽然占用了红树林生境，但占用区域不属于该片区红树林唯一生境，也不属于红树林保护区，周边仍存在其他红树林生境，在采取红树林补偿措施的前提下，不会对该片区红树林生物量和物种组成造成影响。

根据我院在 2021 年 10 月进行的现场踏勘，工程区域东南侧红星水库附近已新长出一些红树林植被，可见周边红树林生境较好，红树林恢复能力较强。

根据《巴湛江市东海岛石化产业园区A4区围填海项目生态修复方案》和本工程提出的生态修复方案，将在东海岛其他区域和本工程东南侧红星水库附近进行红树林修复，通过人工补种和管护，恢复红树林湿地生态系统功能。

图 8.6-1　　红星水库附近红树林（2021 年 10 月拍摄）

8.6.4 对中华白海豚的影响分析

雷州湾中华白海豚市级自然保护区位于本工程南侧约38km，本工程对该保护区的水文动力、冲淤环境和水质基本没有影响。

根据5.4.3.1节分析，本工程填海区域虽然不是中华白海豚的主要栖息区域和保护区范围，但中华白海豚在湛江港湾内也有活动记录，主要分布在南三岛南侧靠口门处。本工程施工期间未发现过中华白海豚出现在工程区域附近，可以认为本工程建设对白海豚的直接影响较小。

本工程实施前围填海区域高程在2m以内，属于滩涂湿地，水深浅，不适宜白海豚洄游，因此基本不会影响白海豚的活动范围，可能会影响白海豚的饵料来源，但本工程海域浮游动物、渔业资源较丰富，基本不会对其觅食产生影响。

8.6.5 对文昌鱼的影响分析

湛江文昌鱼主要分布在东海岛东南与硇洲岛之间水深2~5m的狭小范围内的沙质海滩，本评价2020年4月和2020年11月的海洋生态生物资源现状调查、收集的2013年、2014年、2016年、2017年的环境调查资料中均未发现文昌鱼，可以认为本工程建设对文昌鱼基本没有影响。

8.6.6 对周边养殖区的影响

A4-2区于2012年开始实施区域围堰填海，截至2014年6月，用海规划范围围堰填海整体工程完成；本项目在陆域形成前主要为围塘养殖，围堤外有零星养殖区，根据悬沙数模模拟，本工程施工期间产生的最大悬浮物浓度约133.8mg/L，施工期会养殖区产生一定不利影响。

因此，湛江开发区石化园区在填海施工前，湛江经济技术开发区管委会于2011年已跟湛江石化产业园区海域的养殖户统一签订《湛江石化产业园区海域渔业设施及养殖物清理补偿协议》，并进行了补偿。同时，湛江市人民政府也发布了《关于清理湛江市石化产业园区海域渔业养殖设施构（建）筑物的通告》及《关于清理拆除湛江港湾非法渔业设施及碍航物的通告》，通告明确：未清理的渔业设施及养殖物因填海施工造成损失的不再给予任何补偿。

8.6.7 对周边海域开发利用的影响

本工程周边海域开发利用情况主要有湛江港航道、铁路通明海特大桥和红星水库特大桥、湛江港东海岛港区杂货码头工程、中科合资广东炼油化工一体化项目（在建）、湛江港东海岛港区通用杂货码头工程、湛江液化石油气（LPG）冷冻储库及配套码头、湛江港东海岛港区散货码头项目、广东湛江钢铁基地项目等。根据水动力和冲淤模拟结果可知，本工程将引起周边码头流速减小，并造成一定幅度淤积，但淤积幅度不超过0.5m/a，运行期在加强冲淤观测，定期清淤，基本不会对其造成不利影响。

8.6.8 对野生动物的影响分析

工程所在海域工程前为浅海及滨海潮间带湿地生境，适合该生境的野生动物种主要以栖居于湿地中的水鸟为主；工程后，生境由湿生生境转变为陆生生境，水鸟种类明显减少，但喜好陆地生境的两栖、爬行、哺乳类以及陆生鸟类种类增加。由于围海造地区周边仍有大面积适宜湿地生境，因此原来生境中受到影响的大多数水鸟和其他野生动物迁移至这些生境中。

工程后围海造地区作为石化产业园区用地，对于大多数陆生野生动物来说不适合作为栖息地，因此，围填海工程对整个湛江湾区域的野生动物资源带来一定影响，但周边保留有相同的湿地和陆地生境可作为受影响的动物的替代性生境。因此，总体而言工程对动物种类和种群规模影响较小。

8.7 围填海生态评估主要结论

本工程属于未批先建，按照国家相关规定，建设单位已开展了围填海生态评估，并通过国家自然资源部及广东省自然资源厅组织的专家评审会，自然资源部就A4区围填海历史遗留问题出局了备案意见（自然资办函[2019]509 号）。工程围填海生态评估主要结论如下：

围填海对周围水动力环境、冲淤环境、海水水质、海洋沉积物质量、海洋生物生态环境产生一定的影响，造成一定的生物资源损失，但不会严重破坏水文动力环境、冲淤环境和生态环境，对生态敏感目标的影响也不大，也不会严重影响生态系统结构与功能。围填海所在海域的海洋功能区划为东海岛北部工业与城镇用海区，历史围填海符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，对周围海洋功能区划基本没有影响；历史围填海所在区域不占用《广东省海洋生态红线》的海洋生态红线区，对周边海洋生态红线区基本没有影响。

结合湛江市东海岛石化产业园区A4区历史填海项目周边海域开发利用现状，东参砂石码头作为吹填A3区和A4区的天然围堰功能，其他历史填海项目和已审批项目一起先围堰后统一完成吹填，并对其他历史填海项目进行立案处罚，且位于已批已填项目的围堰中间位置，已不宜拆除，若拆除将对海洋生态环境产生二次污染，且即使恢复原状，也会因未来重大石化项目的落地需求而围填。因此，建议湛江市东海岛石化产业园区A4区历史填海项目维持现状，不需要拆除。在条件允许时，可局部拆除东参砂场码头超出石化产业园A区的范围。

8.8 其他环境影响分析

8.8.1 陆域生态环境影响分析

施工期间运输道路采用已有道路，填海施工主要为海上施工，因此陆域生态环境影响主要为预制场和堆场对土壤和植被的影响。

通过收集历史影像，对工程施工场地（预制场及堆场）的陆域生态环境影响进行分析。从图 8.8-1 的历史影像资料可以看出，施工前（2011 年 12 月），预制场土地未平整，内有植被和杂草分布；堆场已进行场地平整和硬化，工程前无陆生植被。

工程施工期间（2013 年 10 月和 2014 年 11 月），工程对预制场内大部分场地

进行了平整和硬化，预制场内陆生植被完全占用；工程后（2017 年）预制场硬化场地未进行拆除或恢复原状，仅部分未硬化场地有植被恢复。

根据 2021 年 10 月现场踏勘结果，预制场在本工程施工结束后租用给其他企业作为混凝土预制场使用（见图 8.8-2 和图 8.8-3），未恢复原状。堆场目前租给其他企业使用，现场零星分布有杂草。

2011.12（预制场）

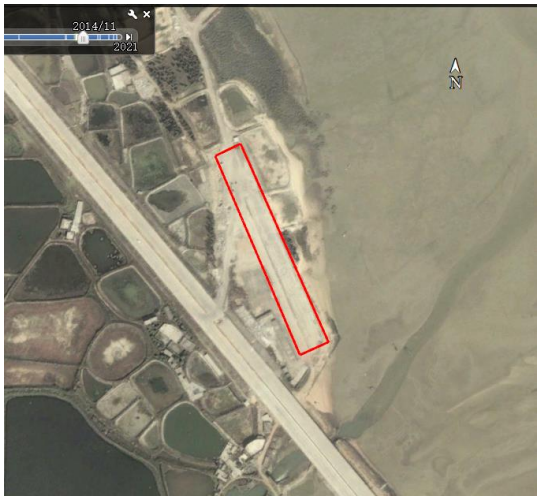
2013.10（预制场）

2014.11（预制场）

2017.10（预制场）

2011.12（堆场）

2013.10（堆场）



2014.11（堆场）

2017.10（堆场）

图 8.8-1　施工场地陆域植被变化情况

图 8.8-2　预制场北侧混凝土预制区现状（2021 年 10 月拍摄）

图 8.8-3　预制场南侧现状（2021 年 10 月拍摄）

图 8.8-4　堆场现状（2021 年 10 月拍摄）

8.8.2 陆域水环境影响分析

本工程预制场、项目部人员生活污水经二级化粪池处理后纳入位于预制场西侧的湛林路市政污水管网排放，填海区施工人员生活污水经移动厕所收集后由环卫部门定期清运。

施工期生产废水主要为预制场内的混凝土养护废水、混凝土搅拌机和运输车辆清洗废水，混凝土养护废水主要是主要污染物是SS，清洗废水的主要污染物是SS、石油类等。根据施工单位提供的相关资料，本工程施工期间在预制场内混凝土搅拌机前和运输车辆清洗处均设置了沉淀池，施工废水排入沉淀池，经二次沉淀后，排入市政污水管线或回收用于洒水降尘。因此本工程施工废水不外排，对周边环境基本无影响。

8.8.3 声环境影响分析

8.8.3.1 海上声环境影响分析

施工期海域声环境影响主要为施工机械、船舶在运作过程中产生的机械噪声，由于围填海区域为潮间带海域，施工噪声主要为水上噪声。

根据施工机械设备的型号和运作方式，采用类比分析的方法估算其噪声值，根据《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ2.4-2009）对主要施工机械设备的噪声影响程度和范围进行计算，计算结果见表8.8-1。

表 8.8-1　　施工机械噪声传播情况

设备名称	不同距离处的噪声 dB（A）								
	10m	50m	70m	100m	200m	300m	400m	500m	600m
自卸汽车	82	67	65	62	56	52.5	50	48	46.4
压路机	80	65	63	60	54	50.5	48	46	44.4
推土机	85	71.0	68.1	65.0	59.0	55.5	53.0	51.0	49.4

根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），施工场界昼间噪声限值为70dB(A)，夜间限值为55dB(A)。由表8.8-1可见，在不同的施工阶段，昼间距离施工设备50m外的平均A声级均能满足《建筑施工场界噪声排放标准》（GB12523-2011）；夜间距离施工设备300m满足限值。为减小施工噪声影响，施工单位在施工区域周边设置了不低于2.5高的移动式隔声屏。

围填海区域周边主要为东参村和西仔村，与工区距离约700m，本工程施工不会对声环境敏感目标造成影响，本工程施工期间没未收到周边居民投诉。

8.8.3.2 陆域声环境影响分析

本工程陆域声环境影响主要为预制场的混凝土搅拌站运行、土石方装卸，以及车辆运输产生的噪声影响，根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》，陆域土石、砂料等运输涉及多种施工机械车辆，其10m处的噪声源强为82~90dB(A)之间，砼搅拌车10m处的噪声源强为82~84dB(A)之间。本工程预制场紧邻郑边新村，距离东山街道最近约350m，根据点声源衰减模式，350m外噪声值在55dB(A)以下，可满足2类声环境功能区划的要求，但工程施工会对邻近的郑边新村造成一定影响。

此外，本工程预制场区至A4-2区运输距离约5.5km，运输车辆交通噪声影响范围主要为道路两侧200m范围内，道路两侧200m内会涉及部分居民区，因此车辆运输噪声可能会对周边居民住宅造成不利影响。

根据本工程施工监理总结报告，本工程施工期间没未收到周边居民投诉，可认为施工期基本未对周边声环境敏感目标造成影响。

8.8.4 大气环境影响分析

施工期对大气环境的影响主要来自混凝土搅拌、物料运输、抛石等施工期间在风力影响下表面砂土产生的扬尘以及施工机械车辆、船舶排放的燃油废气。施工机械、船舶排放的SO_2、NO_x、CO等总量不大，且施工区域地形开阔，空气流动条件较好，有利于污染物的扩散，故不会对周围环境空气产生明显影响。

据类比调查，在一般气象条件下（平均风速2.5m/s），施工场地扬尘尤其是吹填成陆后裸露表面起尘对周围环境影响较大，类比相似工程其对环境空气影响范围主要在扬尘点下风向150m内。运输车辆的道路扬尘影响范围为道路两侧60m区域。由于工程区域位于湛江湾内，根据湛江市气象资料，湛江市平均风速可达4.5m/s，因此施工场地扬尘对大气影响的范围可扩大到工地扬尘点下风向250～400m左右。施工附近居民区距工区最近距离约700m，在大风天等不利气象条件下，场地扬尘对周围居民区环境空质量造成一定不利影响，运输车辆的道路扬尘对道路沿线的居民区的环境空气也造成一定不利影响。

本工程围填海成陆后，用于巴斯夫（广东）一体化项目建设用地，主要包括行政办公区、石化生产装置区、公用工程区、物流仓储区等。巴斯夫（广东）一体化项目另行开展环境影响评价。

8.8.5 固体废物影响分析

工程施工期产生的固体废弃物主要来源于施工弃土弃渣及施工人员的生活垃圾等。工程弃土弃渣较小，且大部分弃土弃渣直接用于填海造地区回填，并对施工场地多余的弃土弃渣及时进行了清理和处置，未对周围环境造成影响。

本工程围填海施工高峰期每天产生的生活垃圾总量约795kg/d左右，日常平均每天产生的生活垃圾总量约489kg/d左右。海上施工人员生活垃圾上岸后与陆上人员生活垃圾一起，定点集中收集后，由环卫部门定期清运，未对环境造成污染影响。

9 环境事故风险分析与评价

9.1 评价目的和内容

环境风险评价是指项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害），引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，对所造成的人身安全与环境影响和损害程度进行评价。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169－2018）的规定，本工程环境事故风险分析与评价的主要内容为回顾工程施工期环境事故风险和识别运行期可能发生环境事故风险，分析评价环境风险事故影响，并提出事故防范措施和应急预案，提高风险管理水平，使工程环境事故风险及其影响降到最低，达到安全施工、运行的目的。本工程施工已结束且未发生施工船舶溢油等环境风险事故，但运行期仍存在环境事故风险，可能的环境风险事故为已填海造地区围堤坍塌。

9.2 环境风险识别

工程海域属热带和亚热带季风气候地区，如遇特大风暴潮袭击海堤，存在填海造地区围堤坍塌的风险。围堤坍塌引起填海造地区砂石大量倾泻入海，造成局部海域水体悬浮物浓度剧增，对海水水质、海洋沉积物环境造成污染，对海洋生态环境造成损害，并改变坍塌围堤外局部海域地形地貌。

9.3 环境事故频率分析

湛江地区是台风登陆的活动地带，湛江地区地势低平，湛江港易受热带气旋袭击而造成增水。从月份上来，6 月~11 月均有台风登陆粤西沿岸，主要发生于 7 月、8 月、9 月，登陆粤西沿岸台风分别占全年登陆粤西台风的 24.1％、30.1％、22.6％，11 月登陆台风最少，为 2 次，频率为 2.2％。本工程围堤顶高程在设计过程中，已考虑湛江的风暴潮灾害风险，采用综合防洪（潮）标准+安全超高，并综合考虑波高、越浪量等因素，符合《广东省湛江市东海岛新城规划—分区规划修编》和《港口及航道护岸工程设计与施工规范》（JTJ300-2000）。围堰施工过程及完工后经历了 2013 年与 2014 年几次超强台风的严峻考验，主体结构安好无

损。因此，填海造地区围堤可能发生坍塌事故的频率很小。

9.4 环境事故影响评价

9.4.1 评价范围

本工程环境风险评价等级为简单分析，本工程施工已结束且未发生施工船舶溢油等环境风险事故，运行期存在的环境风险事故为已填海造地区围堤坍塌。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169－2018）的规定，简单分析无需设置评价范围。

9.4.2 环境风险保护目标

本工程运行期可能的环境风险事故为已填海造地区围堤坍塌，进而导致泥沙大量入海造成水质污染，主要环境风险保护目标为围堤前沿的湛江湾海域。

9.4.3 环境事故影响及后果分析

本工程施工已结束，且未发生施工船舶溢油等环境风险事故，运行期存在的环境风险事故为已填海造地的围堤坍塌。

由于工程所在海域为台风、风暴潮高发海域，围堤受风暴潮影响可能发生坍塌，一旦发生坍塌事故，对区域居民的生命财产等安全会造成严重影响。同时，围堤坍塌后，会导致大量的泥沙进入海水，导致海域悬浮物浓度升高，进而对海洋生态、渔业资源等环境造成不利影响。同时堤防垮塌还会产生大量的石料和泥沙入海，改变垮塌海堤前沿海堤地形，并进一步海堤前沿的水文动力条件和地形冲淤环境造成影响。

9.5 风险事故防范措施和应急对策

9.5.1 风险事故防范措施

由于本工程海区热带气旋登陆较为频繁，对围堤安全构成威胁，对此应给予高度重视。为保障本工程围堰安全，防止坍塌，在运行期间需做好风险防范措施，主要防范措施如下：

（1）加强对围堤稳定性、安全性和围堤外侧海底冲淤状况监测，一旦发现安

全隐患及时采取加固和保护措施，把坍塌事故风险降至最低。

（2）制订“风暴潮防范措施”，在风暴潮来临前做好防范措施，建设单位应安排人员加强观测，一旦发现可能出现坍塌的情况，立即向主管部门汇报，并采取加固措施。

（3）风暴潮来临前，服从政府管理部门安排，做好人群、物资转移工作，避免造成重大损失。

9.5.2 风险事故应急对策

9.5.2.1 环境突发事故的报告制度

加强与地震和海洋预报部门的联系，及时掌握海啸信息，建立相应的应急防护措施，做好抗海啸工作。目前，我国地震部门已有国家和地方两级地震监测台网，海洋部门在海岛和近岸建立了海洋监测站和浮标站，已基本具备海啸预警能力。

一旦发生事故，及时报告主管部门，如果需要海上搜救中心提供技术指导或采取救助行动的，按照有关险情报告的格式报告，并接受海上搜救中心的领导和指挥。

海上搜救中心接到险情报告后，按照有关应急反应预案的要求，进行险情评估，及时启动各项应急措施。在救助过程中，以人为本，最大限度地减少生命和财产损失，应急反应工作流程见图 9.5-1。

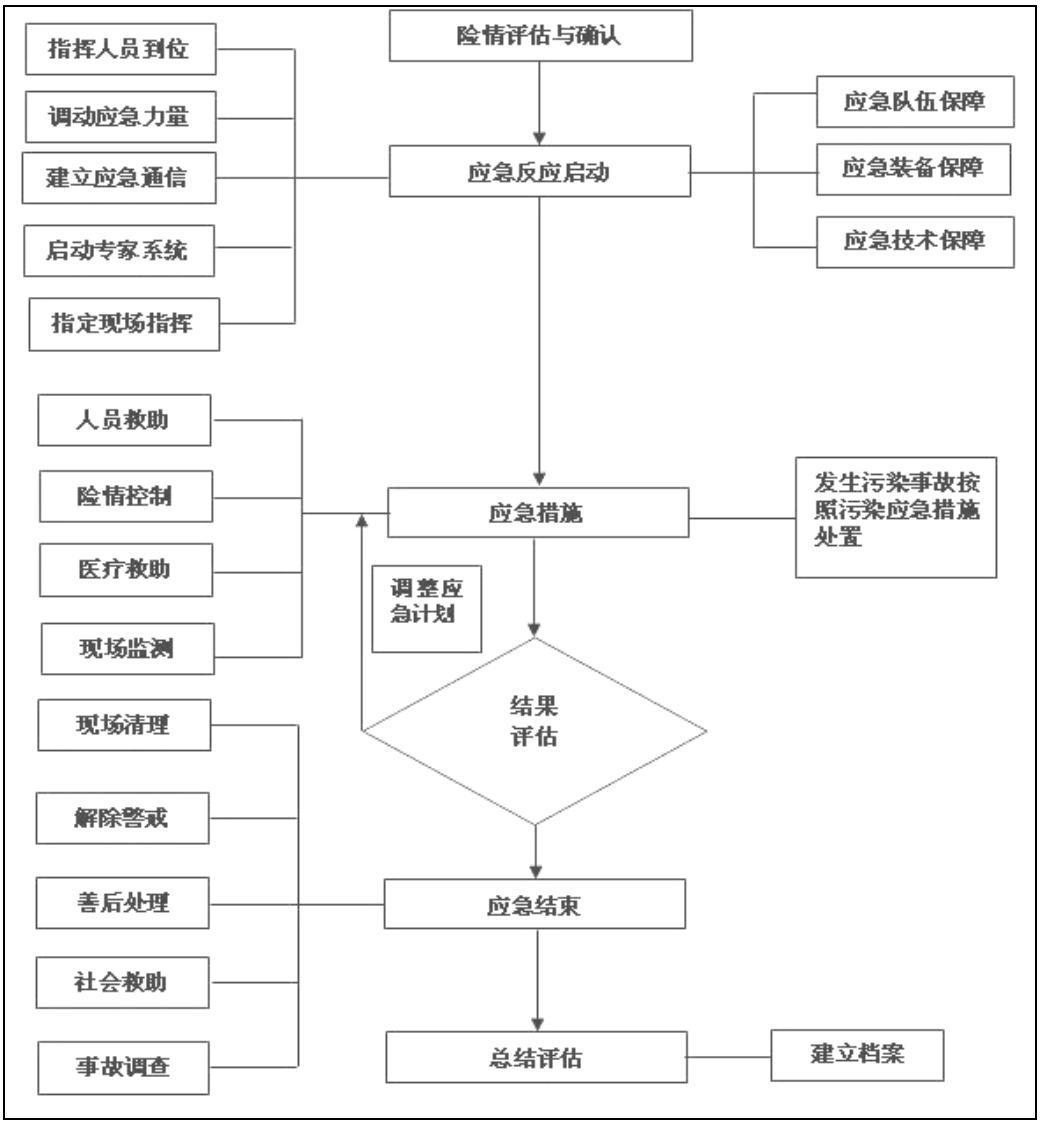


图 9.5-1　　应急对策流程图

9.5.2.2　事故污染区应急环境监测和消息发布

指挥部配合与当地公安、消防、地方生态环境部门等单位迅速展开现场调查、判明事故、事件发生的时间、地点、原因、污染物种类、性质，及时做好事故污染区应急环境监测和污染跟踪，对已造成污染区域的污染范围、影响程度进行评估，为指挥部门提供决策依据。

根据现场污染监测数据和现场调查，事故应急环境监测应当向地方政府建议建立污染警戒区域，由地方环保局及时通报有关部门，作出是否发布警报决定。同时要按照国家保密局、国家环保局《环境保护工作国家秘密范围》和国家环境保护局《环境污染与破坏事故新闻发布管理办法》的规定，有关突发事件信息、由事故处理地新闻媒体发布污染事故消息。

9.5.2.3 污染事故善后处理

环境突发事故控制住后，要同时进行如下的善后处理：

（1）及时调查环境污染事故的起因，对污染事故基本情况进行定性和定量描述，对整个事故进行评估。

（2）收集相关资料存档，包括事故性质、参数与后果、决策记录、信息分析等，进行工作总结，为防范环境突发事故指挥部门提供决策依据。

（3）对受伤群众进行抢救及安抚，制定相应的赔偿计划等善后工作。

10 环境保护对策措施

10.1 施工期

本工程围填海施工已结束，现根据项目代建单位中铁建港航局集团有限公司提供的《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程施工组织设计》、环境保护安全技术交底、施工环保管理方案等材料对 A4-2 区整个区域围填海施工期间采取的各项环保措施进行回顾。施工期间，针对本工程施工特点，项目部严格贯彻执行国家有关环境保护的标准、规范，接受有关主管部门的指导、监督，切实把环境保护与工程建设紧密结合，把环境保护措施落到实处。

10.1.1 海水水质和海洋生态环境保护措施

（1）施工期间，施工单位划定了施工作业海域和施工运输船舶的航行通道范围，并及时向海事部门上报了施工海域范围。工程施工及通行区域严格限制在用海范围内，禁止非施工船舶驶入。

（2）施工期间，施工单位在施工海域和施工运输船舶航行通道海域设置了明显警示标志，告知施工周期，明示禁止进行捕捞活动的范围、时间；与当地渔政部门联系，告知施工时间，请渔政部门在施工期间停止施工区域附近放洒鱼苗。

（3）施工船舶均安装了油污水舱（柜）或油盘收集含油废水，安装油水分离器，船舱安装了生活污水收集舱（柜）、生活垃圾收集舱（柜），船舶残油、油污水委托湛江奇若船舶服务有限公司接收处理，生活污水和生活垃圾待船舶停靠港口时运至码头环卫部门指定地点统一处理。

（4）所有施工船舶和施工机械均进行定期检查，一旦发现严重的机械漏油或生活污水、生活垃圾泄漏情况立即维修。施工期间未发生“跑、冒、滴、漏”和船舶溢油现象发生。

（5）在吹填施工时，加大泥浆在吹填区内的流程，降低吹填区内的泥浆流速，使泥浆尽量沉淀在吹填区内，在溢流口处，利用过滤管配合集水井方式排水，使水面标高≥泥浆沉淀标高 0.5m，尽量减少淤泥流失量。施工过程中定期检查排水口排放情况，监测含沙量。

（6）本工程计划工期 24 个月，由于建设用地、用海征用延误、季节性不可

抗力台风影响等耽误 8 个月，实际历时 31 个月，实际施工时间 23 个月，已尽可能缩短工期，减小施工扰动。

（7）对周围海产品养殖区域进行征收，严谨未征收随意施工。

（8）施工期间注意对红树林植被进行保护，及时反映有关情况，施工期间有发现 A4 西区部分区域泥沙淤积较重，及时采取清淤措施，控制吹填尾水排放，减小对附近滩涂植被的影响。

10.1.2 陆域生态环境保护措施

（1)施工期间未发生鸟类因本工程实施而死亡的事件,未发生施工人员诱杀、捕杀在工程区域停栖的鸟类事件。

（2）预制场租用广东湛江东海欧艺美电器有限公司工厂，堆填区位于填海 B 区东侧硬化土地，未侵占鸟类栖息地。

（3）施工期间施工单位负责处理施工产生的固体废物和生活垃圾，未随意抛弃或填埋。

10.1.3 陆域水环境保护措施

（1）严格执行《中华人民共和国水污染防治法》、《船舶污染物排放标准》及当地政府有关环境保护和防污染的有关规定，不违章或超标排污。

（2）在预制场内混凝土搅拌机前和运输车辆清洗处设置了沉淀池，施工废水排入沉淀池内，经二次沉淀后，优先回收用于洒水降尘，多余废水排入市政污水管道。

（3）预制场人员生活污水经二级化粪池后纳管排放，填海施工区域的施工人员生活污水经移动厕所收集后由环卫部门定期清运。

（4）临时食堂设置了简易有效的隔油池，产生的污水经隔油池隔油后纳管排放。隔油池定期清理，隔出的浮油交给有资质单位处理。

10.1.4 环境空气保护措施

（1）预制场路面、堆场、施工材料运输主要通道及宿舍区通道均进行了地面硬化处理，安排专人清扫及洒水，汽车进入施工场地减速行驶，减小了扬尘影响。

（2）对于建筑材料（主要是黄沙、石子）的堆场以及混凝土拌和处定点定位，

采取了适当洒水、围挡、遮盖等防尘措施。

（3)对施工场地和运输车辆行驶路面经常洒水和清扫,对运输车辆经常清洗，对生活垃圾垃圾、渣土、砂石实行了密闭式运输，一旦发现运输车辆有遗洒掉落情况，立即进行整改。

（4)在预制场设置洗车槽,对驶出工地的车辆做除泥除尘处理,避免将泥土、尘土带出工地。

（5）严禁在施工现场焚烧废弃物，防止产生有毒烟尘和恶臭气体。

（6）施工期间机械和车辆均符合国家废气排放标准，施工期间及时对运输车辆进行清洗，保持车辆整洁，减少扬尘污染。施工期间未发生民众投诉事件。

10.1.5 声和振动环境保护措施

（1）对进场施工的施工机械(具)包括各类建筑施工机械和施工船舶(包括拖轮、抓斗船、运泥船)的状况进行评估，确认其产生的噪声影响水平和振动影响水平能满足标准规定，并将评估报告提交给监理工程师审批后，才能进场施工。噪音不合格的施工船舶或机械，禁止进入现场施工。

（2）严格控制作业时间，晚间作业不超过 22 时，早晨作业不早于 6 时。浇筑混凝土时严禁振捣钢筋和模板，夜深时采用无声振捣棒，以降低噪音污染。

（3）将噪声较大的机械设备布置在运离施工场界位置，减少对施工场界外声环境的影响。对振动较大的施工机械，在中午(12 时~14 时)及夜间(20 时~次日 7 时)休息时间内停机，以免影响附近居民休息。

（4）工期安排较合理，未对周边人群生活、工作造成干扰影响。施工期间未发生民众噪音投诉事件。

10.1.6 固体废弃物处置措施

（1）施工船只设置了生活垃圾收集装置收集船舶上施工人员生活垃圾，定期运至陆上，与陆上施工人员生活垃圾一并交由当地环卫部门清运、处置；施工现场存在少许生活垃圾漂浮，由施工单位及时组织小船进行清理，并加强了船员教育。

（2）施工场地及预制场均设置了生活垃圾和建筑垃圾存放装置，施工场所的固体废弃物，已由施工单位及时清理处置；施工废水处理系统产生的污泥也已及

时外运处理。在工程施工结束撤离时，做好了现场的清理和固体废弃物的处理处置工作。

10.1.7 通航及海上施工安全防护措施

本工程施工期间，项目部（甲方）与湛江纳川港航服务有限公司（乙方）签订了水上安全技术服务协议书。根据协议书内容，乙方根据施工现场情况安排船舶在甲方施工水域进行了（大风、大雾等危险气候除外）安全警戒，协助甲方对进入施工水域影响甲方安全施工的无关船只等进行了警示；为甲方海上施工人员及船员提供了湛江港作业安全知识培训。

本工程施工期间未发生通航安全事故。

10.1.8 管理措施

（1）建设单位中国铁建湛江开发有限公司制定了节能环保管理办法，成立了环保领导小组，负责检查各参加单位环保开展情况等。

（2）施工期间，建设单位中铁建湛江开发有限公司定期对施工单位（中国铁建港航局集团有限公司）开展环保检查，施工单位对存在的环保问题进行了及时整改。

（3）教育施工人员养成良好的卫生习惯，不随地乱丢垃圾、杂物，保持工作和生活环境的整洁。

（4）委托西安铁一院、广州粤科联合体开展了环境监理工作。

（5）在工程施工期，配合海洋管理部门开展了施工期环境监测工作。

10.2 运行期

（1）生态及渔业资源修复补偿

本工程实施不可避免地对潮间带、底栖生物以及渔业资源等造成直接或间接的损害。为减少海域开发建设对海洋生态和渔业资源的综合影响，本工程需开展生态修复，详见本报告书第 12 章。

（2）加强雨水管网的建设，近期实行全区域雨污分流，设置初期雨水沉淀池，远期纳管污水厂可承受的情况下建议将初期雨水进行截流，纳入污水管网，降低地表径流排海对海域水质和生态环境的影响。

（3）本工程建成后，应加强区域绿化种植，减少陆域表层在风作用下的起尘量，同时美化生态环境。

根据上述工程施工期环保措施回顾，工程施工期间采取了较为有效的环保措施，运行期相应的环保及生态修复措施正在落实。运行期需进一步采取的主要环境保护及生态修复措施详见第 12 章。

11 工程生态用海方案分析

按照国发〔2018〕24）及自然资规〔2018〕7 号等相关文件要求，为妥善处理湛江东海岛石化产业园区围填海项目历史遗留问题，湛江经济技术开发区管理委员会委托广东海兰图环境技术研究有限公司编制了《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态评估报告》和《湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海项目生态保护修复方案》（以下简称《评估报告》和《修复方案》），《评估报告》和《修复方案》于 2019 年 1 月 16 日通过专家评审会，根据《评估报告》的结论："建议湛江市东海岛石化产业园区 A4 区历史填海项目维持现状，不需要拆除"。自然资源部就 A4 区围填海历史遗留问题出局了备案意见（自然资办函[2019]509 号），同意 A4 区作为历史遗留问题处理。

根据《自然资源部办公厅关于湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海历史遗留问题处理方案备案意见的复函》（自然资办函[2019]509 号），对本项目用海意见如下：

（1）原则同意将湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海成陆区域作为历史遗留问题进行处理.

（2）坚持节约优先原则，引导符合国家产业政策的项目落地，高效集约利用已填成陆区域，依法依规办理用海手续，加快盘活存量，形成有效投资。

（3）切实加强生态保护修复，落实生态修复措施，确保达到预定的修复目标。同时，在后续东海岛及湛江港海域围填海历史遗留问题处理工作中，应深化生态评估和生态保护修复方案编制工作，研究提出以自然恢复为主的切实有效修复措施，通过岸线退让与生态化、打通潮汐通道、滨海湿地修复等措施，最大程度恢复海洋水动力环境和生物多样性。

（4）严格限制围填海用于房地产开发、低水平重复建设旅游休闲娱乐项目及污染海洋生态环境的项目。

本节根据《评估报告》以及《修复方案》提出的生态修复补偿措施进行本工程生态用海方案分析。

11.1 存在的生态问题

根据《评估报告》，A4 区围填海工程存在的主要生态问题为：

（1）围填区用海占用部分滩涂湿地，围填区原有湿地生态系统服务功能的改变

在围填区围填前，该海域为尚未开发的自然滩涂湿地，围填后占用滩涂湿地，所占用滩涂湿地将直接减少，该片湿地将不复存在，直接造成栖息于此的底栖生物的死亡，用海区内底栖生物量也随之减少。对周边湿地的生态系统服务功能、底栖生物量、部分滩涂水鸟的觅食地造成一定的影响。

生态系统的这种变化直接导致了其服务功能（生态系统的产物和服务）的丧失，导致用海区域生态系统服务功能（生态系统的产物和服务）的丧失，主要体现在以下几个方面：①海洋供给服务价值损失；②海洋调节服务价值损失；③废物处理功能价值损失；④海洋文化服务价值损失；⑤海洋支持功能价值损失。项目围填海造成的海洋生态系统服务功能损失的价值约 408.89 万元（289.6418hm^2）。

（2）用海区红树林损失

东海岛自然环境优越，适宜红树林生长发育，红树林资源丰富。A4 区围填前工程区域存在小部分红树林，面积约 3.98hm^2。A4 区填海工程实施直接造成该红树林（非红树林保护区）损失。

（3）对水质环境的影响

施工期间对水质的影响主要为施工引起的悬浮泥沙对水环境的影响，运营过程中对海域生态环境的影响主要是填海区内的企业排污对海域水质产生一定范围的不良影响，因此企业需严格按照环保措施要求，对生产废水进行达标处理，生产废水达标排放时对水质的影响范围和影响程度很小；主要环境影响是事故风险情况下对海洋生物及生境产生的影响较大。同时东海岛海边滩涂及距海距离较近的陆地上分布有大面积基塘养殖区，以高位池养虾为主，近年来，由于对虾养殖发展过快，高位池养虾过于集中，放养密度过高，加上养殖污水未经处理便直接排入河海，目前已造成地下水资源被污染而咸化、局部海域水质恶化等环境影响。湛江经济技术开发区管理委员会正对规划区内养殖区进行清理，对养殖户主做出妥善的补偿安置工作。

（4）占用一定岸线资源

A4 区现状堤围占用海岛岸线约 4350m，新形成岸线约 4822m，现状堤围走向基本与东海岛规划码头岸线一致，且考虑到码头结构宽度的预留，规划码头前沿线与本填海工程围堤线距离约为 90~120m，以供未来各家码头企业在围堤前方建设码头。因东海岛临港工业区规划建设的需要，整合东海岛岸线资源进行港口建设，但也新形成人工岸线，符合湛江港东海岛港区总体规划。因此，区域建设用海可以说是占用了东海岛的岸线资源，也可以说是对岸线资源的充分利用，围填海的实施将使该区域的港口岸线优势得到最大程度的发挥。

（5）造成一定的生物资源损失

项目用海海洋生物资源损失主要是项目建设改变了潮间带生物和底栖生物原有的生境，海域大部分潮间带生物和底栖生物将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致潮间带生物和底栖生物资源损失，此外还有围填海引起纳潮量损失，从而造成渔业资源和浮游生物损失。业主应对施工造成的生物损失做出生物资源补偿或通过实施增殖放流等生态补偿措施予以解决。

11.2 生态修复与补偿方案

11.2.1 A4 区填海项目生态修复与补偿

针对上述生态问题，为恢复海岸生态环境功能，提高海岸资源的开发利用价值、恢复受损海洋生物资源，提高海洋生物资源总量和生物多样性、维持并改善海域环境质量现状水平，不因用海区的建设而恶化，并建立有效的海洋污染事故应急体系、保护红树林生境，保护滨海湿地生态系统，维持其生态服务功能不因用海区建设而明显降低，湛江经济技术开发区管理委员会根据国家相关政策要求已委托相关单位编制《湛江市东海岛石化产业园区A4区围填海项目生态保护修复方案》（2019年1月），该方案已通过国家自然资源部及广东省自然资源厅组织的专家评审会，并出具了备案意见（自然资办函[2019]509号）。

根据该修复方案，拟实施以东海岛退塘（养）还林、红树林异地修复、增殖放流为主的生态修复措施，由于该填海区向海一侧设置了大型码头，不适宜在填海区周边开展岸线生态修复以及生物资源补偿修复，A4区围填海项目生态修复方案采取在东海岛范围内异地修复的总体思路，具体修复对策为：

（1）保护用海项目周边滩涂湿地的结构和功能不受破坏；通过对周边滩涂湿

地的管理（围垦养殖清退等）；通过自然恢复和增殖放流相结合的方式，逐步实现湿地底栖生物群落恢复、底栖生物多样性和生产力提高。

（2）异地补植红树林。与广东湛江红树林国家级自然保护区管理局进行沟通，将影响范围内的红树林进行移植，实行异地保护，加强红树林的保护和科学研究，恢复红树林群落系统。

（3）加强岸线整治修复工作，用海区拟入区企业主要为石化类企业，新形成海堤未来将建设石化码头，不宜设生态海堤、生态护岸，建议根据“占补平衡”原则，在项目附近适宜位置选择需修复的岸段，采取海岸侵蚀防护、沙滩养护、海岸地貌景观恢复、海岸构筑物拆除与清淤、海岸景观美化等措施，开展相关长度的岸线整治修复工程。

（4）海洋生物资源修复对策。应采取贝类底播增殖和鱼类增殖放流等方式，提高海洋生物资源总量和生物多样性。同时建议建立并完善有偿使用海洋资源和恢复海洋生态环境的经济补偿机制。

（5）海洋生态修复绩效评估监测。制定海洋生态修复绩效评估监测计划，作为今后用海区生态修复绩效评估工作的一部分。

通过以上 3 种手段提高东海岛生态系统服务功能，加快海域、海岛生物资源恢复速度，生态修复总金额 1466 万元，实施主体为湛江经济技术开发区管理委员会，详见表 11.2-1，《修复方案》提出的生态修复总体布局见图 11.2-1。根据本项目在 A4 围填海图斑面积比例折算，巴斯夫一体化项目应承担的生态修复总金额为 386 万元。

表 11.2-1　　湛江市东海岛石化产业园 A4 区围填海项目生态修复工程预算汇总表（引自《修复方案》）

序号	生态修复措施	具体工作内容	第一年修复计划	第二年修复计划	第三年修复计划	预算（万元）	实施主体
1	退塘（养）还林	清理高位养殖围塘，清理的养殖围塘复绿，清理沙滩垃圾	清理高位养殖围塘 360 亩	清理高位养殖围塘 500 亩	清理高位养殖围塘 500 亩	680	湛江经济技术开发区管理委员会
2	红树林修复	人工补种红树植	补种红树林 350 亩	补种红树林 400 亩	补种红树林 400 亩	286	
3	渔业增殖放流工程	人工增殖放流，每年鱼类 100 万尾，虾类 2000 万尾，中国蚶 20 万尾，连续 3 年	人工增殖放流鱼类 100 万尾，虾类 2000 万尾，中国蚶 20 万尾	人工增殖放流鱼类 200 万尾，虾类 4000 万尾，中国蚶 40 万尾	人工增殖放流鱼类 200 万尾，虾类 4000 万尾，中国蚶 40 万尾	500	
合计						1466	

图 11.2-1　　生态修复项目总体布局图（引自《修复方案》）

11.2.1.1 东海岛退塘（养）还林工程

根据东海岛海域现状情况，目前东海岛东部和西部分布有大量的养殖围塘，其中东部的养殖围塘多分布在东部砂质岸线防护林后方，而滩涂养殖围塘则大部分分布在东海岛西部，这些养殖围塘不仅产生大量的养殖污水，影响了附近海域的水质，底质呈现富营养化，且有机质产生腐烂后产生大量污染物。

退塘（养）还林工程位于东海岛东南部砂质岸线，整治修复内容拟通过清理高位养殖池塘，管控养殖污水排放，恢复自然沙滩。第一年度，本工程拟清理东海岛东部的高位养殖围塘总面积 360 亩，第二和第三年计划清理面积约 1000 亩，每年 500 亩。具体整治修复措施为：

（1）高位养殖池塘清理工程：针对范围内的高位养殖池塘开展清理工作，清退高位池塘。首先对高位池进行调查，摸清养殖池的排水、地膜、投料等情况，然后制定有针对性的措施，如投料较为严重的池塘，有机质会大量沉降到塘底，造成塘底颜色发黑，厌氧细菌含量超标，这类池塘需要处理塘底的沙土，对沙土进行翻晒，杀灭有害细菌，处理好塘底沙土之后，在对围糖的堤坝进行清理。对敷设地膜的池塘，则需要先清理地膜，地膜属于难降解物质，应收集后集中处理。养殖围塘的围堤，则采用工程车进行推平。

（2）复绿：对清理的养殖围塘区域进行复绿，如种植木麻黄，固沙厚藤等植被，提升岸线的抗风防灾能力。

11.2.1.2 东海岛红树林修复工程

海岛东部和西部分布有大量的养殖围塘，滩涂养殖围塘大部分分布在东海岛的西部，然而东海岛西部大部分区域属于红树林保护区，东海岛西部的滩涂围塘养殖带来了较多的生态问题，首先是水交换能力的下降，其次是这些养殖围塘产生大量的养殖污水，第三是占用了大量的红树林生长空间。针对本工程进行的整治修复是通过人工补种和管护，恢复红树林湿地生态系统功能。

东海岛红树林修复工程位于东海岛西南部滩涂区，修复岸段起止点坐标为 110°15'7.14"E，20°59'44.33" N ~110°11'50.34" E，20°56'17.29" N。本工程第一年度计划种植红树林总面积 350 亩，其中人工种植 80 亩，补植套种 270 亩，经费 86 万元。红树可选择木览、桐花树、秋茄等树种，种植密度保持在总面积的 30%以上，形成成片的林带，形成白骨壤+秋茄+桐花树群落或者海漆+木榄+海桑群落，

形成有机的红树林生态系统。

第二年和第三年，根据第一年的经验总结，再选定区域进行红树林生态系统修复工程，每年各 400 亩，其中人工种植 100 亩，套种 300 亩，经费 100 万元，3 年总投入 286 万元。

11.2.1.3 渔业增殖放流

围填海项目造成的海洋生物资源损害包括潮间带生物损失和渔业资源损害，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）》，拟通过增殖放流的方式恢复项目损害的海洋生物资源，实施计划三年，其中第一年计划增殖放流金额 100 万元，第二年和第三年各计划增殖放流费用 200 万元。

渔业增殖放流工程位于东海岛东南部的码头。具体坐标为 20°55'24.52"N，110°30'48.24"E。时间为每年休渔季节，连续开展 3 年。增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。鱼苗体长应在 5cm 以上；虾苗体长应在 2.5cm 以上，具体见表 11.1-2。增殖放流的苗种应当是本地种的原种或子 1 代，人工繁育的增殖放流苗种应由具备资质的生产单位、检验机构认可的单位提供，禁止增殖放流外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合湛江湾海洋生态要求的海洋生物物种。增殖放流后，对增殖放流水域组织巡查，防止非法捕捞增殖放流生物资源。

表 11.2-2　　渔业增殖放流物种的规格

放流苗种	苗种规格	每年放流数量	每年补偿额	单价	每年放流数量
黑鲷鲷	≥5cm	1	12	0.4 元/尾	30 万尾
黄鲷鲷	≥5cm	1	12	0.4 元/尾	30 万尾
平鲷	≥5cm	1	20	0.5 元/尾	40 万尾
斑节对虾	≥2.5cm	1	20	0.02 元/尾	1000 万尾
南美白对虾	≥2.5cm	1	20	0.02 元/尾	1000 万尾
中国蚶		1	10	0.5 元/尾	20 万尾
其他费用			6		
合计			100		

11.2.1.4 A4 区生态修复进展情况

根据 2021 年 10 月 29 日月湛江经济技术开发区管理委员会提供的《关于东海岛石化产业园 A4 区围填海历史遗留问题项目生态保护修复的说明》，目前东海岛石化产业园 A4 区生态保护修复实施进展情况如下：

（1）东海岛退塘（养）还林工程

进展情况：正在按计划开展。2019 年~2020 年 12 月，已完成清退高位养虾塘种植木麻黄树木 1100 亩，投入资金约 420 万元。2021 年计划退塘（养）还林 50 亩，目前已完成项目设计、招标，正在实施。2022 年计划退塘（养）还林 200 亩。

（2）东海岛红树林修复工程

进展情况：正在按计划开展。正在实施民安调低红树林修复项目 325 亩，投资 310 万元，预计 2021 年 11 月底前完成。2022 年计划修复 200 亩。

（3）东海岛渔业增殖放流

进展情况：正在按计划开展。2021 年 7 月已实施渔业增殖放流，投入资金 190 万元，放流鱼苗 43 万尾，虾苗 2500 万尾，东风螺 300 万粒。2022 年计划实施渔业增殖放流 300 万元，放流鱼类 150 万尾，虾类 3000 万尾，中国蚶 40 万尾。

（4）海岸线整治修复工程进展情况：正在实施东海岛东部龙海天海岸带修复工程，项目投资 300 万元，已完成招标，正在实施，预计 2021 年 12 月完成。

表 11.2-3　　湛江市东海岛石化产业园 A4 区围填海项目生态修复工程进展情况（截止 2021 年 10 月 29 日）

序号	生态修复措施	具体工作内容	2019 年修复计划	2021 年划修复计	2022 年划修复计	预算（万元）	实施主体	完成情况
1	退塘（养）还林	清理高位养殖围塘，清理的养殖围塘复绿，清理沙滩垃圾	清理高位养殖围塘 360 亩	清理高位养殖围塘 500 亩	清理高位养殖围塘 500 亩	680	湛江经济技术开发区管理委员会	至 2020 年 12 月，已完成清退高位养虾塘种植木麻黄树木 1100 亩，投入资金约 420 万元。2021 年退塘（养）还林 50 亩，已完成项目设计、招标，正在实施。2022 年计划退塘（养）还林 200 亩。
2	红树林修复	人工补种红树林	补种红树林 350 亩	补种红亩树林 400	补种红亩树林 400	286		正在实施民安调低红树林修复项目 325 亩，投资 310 万元，2021 年 11 月完成。2022 年计划修复 200 亩。
3	渔业增殖放流工程	人工增殖放流，每年鱼类 100 万尾，虾类 2000 万尾，中国蚶 20 万尾，连续 3 年	人工增殖放流鱼类 100 万尾，虾类 2000 万尾，中国蚶 20 万尾	人工增殖放流鱼类 200 万尾，虾类 4000 万尾，中国蚶 40 万尾	人工增殖放流鱼类 200 万尾，虾类 4000 万尾，中国蚶 40 万尾	500		2021 年 7 月实施渔业增殖放流，投入资金 190 万元，放流鱼苗 43 万尾，虾苗 2500 万尾，东风螺 300 万粒。2022 年计划实施渔业增殖放流 300 万元，放流鱼类 150 万尾，虾类 3000 万尾，中国蚶 40 万尾。
4	海岸带整治修复	通过种植乡土性植物（被），对海岸迎风岸带进行植被修复						正在实施巴斯夫生态修复项目（东海岛东部龙海天海岸带修复），项目投资 300 万元，已完成招标，正在实施，预计 2021 年 12 月完成。
合计						1466		

11.2.2 本工程生态修复与补偿方案

为最大程度修复与补偿围填海造成的生态问题，除需落实《修复方案》中提出的修复与补偿措施外，本工程需开展以下生态修复与补偿措施，具体包括红树林（原址）修复、底播增殖、生态化海堤建设，生态修复金额为 95 万元。详见表 11.1-3 和图 11.1-2。

（1）原址修复

1）占用岸线资源拟通过种植植被开展原地新形成海堤生态化建设，提升生态涵养和灾害防御能力，形成具有一定自然海岸生态功能的海岸线；

2）受填海影响的红树林拟通过项目东南侧红树林原地补植，恢复退化的红树林植被及其生态功能；

（2）原址补偿

潮间带生物资源损失拟通过贝类底播增殖，恢复受损海洋生物资源，提高海洋生物资源总量。

综上，本项目承担的生态修复总金额约 481 万元。

表 11.2-4　　本工程生态修复方案

序号	生态修复措施	具体工作内容	2021 年修复计划	2022 年修复计划	预算（万元）	实施主体
1	红树林修复（原址）	在项目东南侧现存红树林范围开展红树林人工补种，恢复红树林植被	人工补种红树林 10 亩	—	25	湛江经济技术开发区新域基础设施建设投资有限公司
2	海堤生态化建设	通过种植植物（乡土性为主），对堤身的迎海坡进行植被覆盖；	前期准备	在海堤迎海面种植植物，海堤堤身覆绿 700m	50	
3	贝类底播增殖	人工底播增殖贝类 20 万粒	底播增殖贝类 10 万粒	底播增殖贝类 10 万粒	20	
合计						

图 11.2-2a　　本工程生态修复总体布局图

图 11.2-2b　　本工程红树林修复（原址补种）范围示意图（局部放大图）

11.3 生态修复与补偿措施可行性分析

11.3.1 海堤生态化建设可行性分析

填海建设占用海岛岸线，造成一定的岸线资源损失，根据《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》，可通过采取海堤生态化建设等措施，形成具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线。由于本工程为石油化工项目，项目占用海岸线形成沿岸护堤，向海侧主要用作码头运输作业，不宜设生态海堤、生态护岸，东侧海堤向海侧预留 600m 规划码头，其余约 700m 的围堤作海防工程使用，无规划靠泊船只、运输货物的功能。因此选取该段围堤进行海堤生态化建设（图 11.1-2）。

根据《中国海洋工程咨询协会关于团体标准<填海工程生态海堤建设标准>征求意见的函》，海堤生态化建设包括堤前带、堤身带、 堤后带三部分，由于该段围堤的堤前带为红星水库出海口（图 3.4-1），堤后带由巴斯夫（广东）一体化项目开发利用，因此海堤生态化建设覆盖堤身带。

本报告建议通过迎海坡植物种植，合理选择植物品种（建议以乡土性植物为主），采取适当措施加以固定，对堤身迎海坡进行有效的植被覆盖。根据水文动力、冲淤环境影响分析，该段围堤所在海域水流较缓，整体偏淤积，有利于植被附着。因此，选取项目东侧海堤堤身段开展海堤生态化建设是可行的。

11.3.2 贝类底播增殖可行性分析

红树林里的动物主要是海生的贝类，常见的有筛目贝、砗蠓、栉孔扇贝、糙鸟蛤和马蹄螺、凤螺、粒核果螺和几种寄居蟹，红树植物的花、叶、枝条散落泥水中被微生物分解，为群落中的贝类动物提供了营养物质。红星水库湾口红树林位于填海区东南侧，根据第 8.6.3 节分析，该区域红树林在项目营运期不受影响，因此通过选取适宜的贝类品种、合理控制底播密度等，在填海区东南侧红树林生长区域进行贝类底播增殖（图 11.1-2），利用红树林生态系统中良好的生长发育环境，能够保障增殖贝类的正常生长，从而在一定程度上恢复受损海洋生物资源，提高海洋生物资源总量。

11.3.3 东海岛退塘（养）还林工程可行性分析

经调研，本工程西侧养殖围塘的养殖污水均是直排，养殖户通过抽水泵为养殖围塘提供海水水源，富含营养盐的养殖污水则直接通过管道排放到靠海一侧防护林，这些养殖污水从防护林进入沙滩，再进入海域，由于常年均有养殖污水排放，同时附近的养殖围塘量也较多，导致沙滩被污水冲成沟槽状，污水进入海域，无法及时运输至外海，导致近岸海域水体富营养化，大量营养盐、有机污染物导致海水藻类生物量增加。且养殖需要培养固定藻种，养殖户会根据养殖对象选择性的培养养殖饵料，同时还会加入一些其他人工培养的藻种调节养殖围塘内的水体，这种封闭的生态系统受到人类较高程度的控制，特定的藻种成为优势种，在换水时这些藻种并未经过处理，直接进入海域，进而在数量上成为优势物种，逐步改变附近海域生态系统的自然状态，再加上养殖污水中还有大量的营养盐，使这些藻种在自然海域依旧占有一定的优势性，最终导致了自然海域整个生态系统发生变化。因此，对本项目西侧的现有养殖围塘（图 11.1-1）通过清理围塘、管控污水排放、恢复自然沙滩是迫切需要的，且将具有一定成效。

11.3.4 红树林修复工程可行性分析

11.3.4.1 填海区东侧红树林（原址）修复可行性分析

拟修复红树林区域位于填海区东侧，根据工程前后的 Google Earth 遥感卫星图对比，填海区东侧溢流口外的红树林生境受填海施工影响，红树林可能受损。

本工程拟通过在东南侧补植红树林（图 11.1-2），结合修复区域贝类底播养殖，改善原有红树林湿地生境条件，恢复并维持较为稳定的红树林植被群落和生态系统，并提供与填海前原生红树林相似的生态功能。

根据《红树林植被恢复技术指南》，退化红树林进行植被恢复前，应消除引起植被退化的干扰因素，填海区东侧红树林主要受到施工期填海区东侧溢流口的影响，现阶段本项目已与周边场地一并吹填形成陆域，溢流口对红树林的影响减小，对植被恢复的干扰较小。

填海施工前，拟修复区域红树林长势较好，气候条件、底质类型适宜，受填海影响生境可能退化，通过滩涂高程改造、开展贝类底播养殖等，恢复生境满足

宜林条件的难度不大，红树林树种的选择也可依据原生红树林植被种类确定。

在外界干扰可控的情况下，通过人工种植结合有效管理下的自然恢复，项目填海区东侧恢复红树林植被是可行的。

11.3.4.2 东海岛红树林（异地）修复工程可行性分析

根据《修复方案》，A4 区填海项目红树林异地修复工程主要位于东海岛西南部滩涂区域（图 11.1-1），拟进行红树林修复的区域现状大部分为滩涂养殖围塘，这些围塘养殖产生大量养殖污水，且占用了大量的红树林生长空间。拟修复红树林区域以泥滩为主，该区域属于红树林保护区，但当地渔民为开展养殖活动，清理了红树林，留出大量空间建设养殖围塘，导致目前该区域红树林零散分布，海洋生态系统服务功能下降。

由于该区域养殖围塘多为渔民散养为主，并未形成高技术养殖规模，且滩涂围塘的纳潮有限，围塘养殖的部分有机污染物未能随潮水运输至外海，导致了围塘区的养殖污染残留物越积越多，底泥的有机质含量高，容易发生富营养化现象，且残留有机污染物经过厌氧细菌分解后，产生大量有毒有害物质，如硫化氢气体，这些有毒有害的物质滞留在养殖围塘内，将会彻底的改变泥滩属性，影响滩涂生态系统的生物结构。

《修复方案》中提出的红树林异地修复工程所选定区域原为红树林生长繁殖区域，在对其原有红树林生态群落的研究基础上，严格选用原有红树林的乡土树种，充分保留种植区域周围的原生草灌和伴生植物。且红树林种植需根据种植树种的宜林条件和恢复地的生境条件进行一定的滩涂高程改造和底质类型改造，本项目红树林修复工程选用当地乡土树种，可在一定程度上减少对修复所在滩涂地区的大规模改造，修复工作为将当地围塘的围网、水泥板等集中处理，以及必要的清理垃圾，恢复水流开挖沟槽形成微型水系等，较易重新形成宜林生境，而当地乡土树种对种植区域的生境有较大的适宜性，植被退化的干扰因素较小。

因此，《修复方案》中提出的红树林异地修复是可行的。

11.3.5 渔业增殖放流可行性分析

由于本项目为化工项目，工程附近岸线主要为码头岸线，因此，在工程所在

区域内进行增殖放流不符合项目实际。渔业增殖放流工程选定在东海岛东南部的码头（图 11.1-1），该码头是渔船的传统停泊区，常年有渔船停泊于此，渔船外方是一条沙坝，码头与沙坝中间的水道分布有养殖网箱，属于传统养殖作业区。

该区域南侧存在多处养殖网箱，养殖污水直接入海，养殖污水中含有大量的营养盐、有机质，这些污染源进入海域后，无法及时运输至外海，有可能导致近岸海域水体富营养化，东西两侧沙滩靠近海水一侧呈现深色，有硅藻等生物附着，硅藻等死亡后，形成污泥覆盖在沙滩上，经过潮水扰动，使得近岸海域水质透明度下降。

渔业增殖放流主要工作有对损害增殖放流生物的作业网具进行清理，可创造出海洋生物资源的栖息地，形成渔业资源生物安静、稳定的空间，有益于海洋生物的休养，形成生物的生存空间。此外，渔业增殖放流主要放流湛江湾的渔业资源优势种，对各经济物种进行组合放流，可充分保证增殖放流的鱼类成活率，增加本区域的渔业资源。因此，渔业增殖放流在东海岛东南部码头进行是可行的。

11.4 生态修复监测及效果评估

（1）生态修复监测

以海洋生态修复绩效评估为目的，重视应用现代信息技术手段，自然修复与工程措施修复监测相结合，确定监测站位和监测项目，开展常年监测，全面掌握生态修复工程实施过程中和实施后的海洋生态变化趋势，为生态修复工作的绩效考评和客观制定生态补偿标准奠定坚实基础。具体跟踪监测方案可见 14 章。

建设单位将委托有相应资质的监测单位，按照本报告相关要求，开展生态修复监测工作，并编制生态修复效果评估报告。

（2）生态修复效果评估

基于生态修复监测结果，定期开展生态修复效果评估工作，客观评价生态修复的实际效果，了解修复成效与预期目标的差距，系统分析存在问题及原因，为国家和地方生态修复管理部门提供科学支撑。

效果评价应包括生态保护修复内容是否达到生态修复目标，红树林补种是否具有成效，潮滩湿地生境是否得到有效恢复；渔业资源的结构和功能是否得到稳定和提升等，具体如下：

1）红树林补种是否有效恢复了红树林滨海湿地生境和生物多样性。红树林的管护和修复效果评估主要参考《红树林生态监测技术规程(HY/T 081-2005)》，主要对红树林的保存率、幼株长势、种植面积、种植密度和树种数量进行评估，三年后保存率不低于设计密度的 45%，视为合格。

2）是否有效恢复了海洋生物资源，增殖放流的物种是否能在放流水域形成有效繁殖能力，增加该区域的幼体生物量。

3）退塘（养）工作是否彻底被执行，重点监测退塘区域有无复养，高位池复绿是否取得成效。

12 环境经济损益分析

12.1 社会经济效益分析

本工程为巴斯夫（广东）一体化项目提供必要的土地。巴斯夫一体化项目的建设，有利于进一步加大产业对外开放力度，发挥外资企业资源、技术、管理等优势，在保障国家产业安全的前提下，推动高端石化产品发展，促进产业结构调整和转型升级。同时可提升乙烯等大宗基础原料型产品国内保障能力。巴斯夫项目以外购石脑油为原料，经蒸汽裂解路线生产烯烃等化工产品，避免国内原油进口依存度过快攀升。

巴斯夫是全球领先的化工公司，本项目引进行业先进技术，生产高技术含量、高附加值的高端化工产品，减少中国市场对高端产品的进口依赖，有利于缓解国内高端化工产品供应结构性短缺问题。

12.2 环境损益分析

环境经济损失是指采取相应环保措施后工程仍然造成的环境损失，对于本工程而言，主要环境损失体现在三个方面：一是施工造成的浮游生物和潮间带、底栖生物等的损失；二是渔业资源量有一定减少；三是造成滩涂湿地面积减小，同时造成红树林的损失；四是造成海洋生态系统服务价值一定损失。本工程造成的环境损失主要源于施工作业造成的海域面积减小，浮游动植物及底栖生物生物量损失，渔业资源损失等，折合成经济损失总计为 3573.202 万元，造成海洋生态系统服务价值损失约 94.26 万元。

工程对工程海域的底栖生物生境造成破坏；施工悬浮物扩散导致一定短期内浮游动植物生长率、存活率、摄食率等的降低，并对水生生物和鱼类的正常生理过程造成一定的影响，但这种影响是暂时的、局部的、可逆的，施工活动结束后一定时间内随着悬浮物的沉降而减轻并较快恢复到本底水平，工程范围以外海域的底栖生物栖息地也逐渐得以修复，生物量得以逐步回升。纳潮量减小对渔业资源有一定影响，但可以通过增殖放流等措施补偿，海洋生态系统损害可通过异地修复措施予以补偿。

总的来说，本工程对海域环境资源造成一定的损失，但可通过增殖放流、生

境修复重塑等措施予以减缓或补偿，因此，工程造成的环境损失在可接受范围。

12.3 环境保护设备与环境保护投资估算

本工程环境保护投资约 4948.6 万元，约占工程总投资的 10%，估算见表 12.3-1。

表 12.3-1　环保投资一览表

序号	项目	费用（万元）	备注
一	**环境保护措施**	**4184.462**	
1	海洋生物资源修复补偿	3573.202	
2	海洋生态系统服务功能损失补偿	94.26	
3	生态修复补偿	481	包括《修复方案》提出的生态修复措施中本工程应该承担金额及本报告提出的针对本工程的生态修复措施
二	**生态修复补偿监测措施**	**300.00**	**暂估**
三	**独立费用**	**220.00**	
1	环境影响评价及相关费用	**120.00**	
2	生态修复补偿效果评估	100.00	
四	**基本预备费**	**280**	按一~三项的 6%计算
合计		**4948.6**	

13 工程环境可行性分析

13.1 工程建设的政策符合性

13.1.1 与围填海有关政策的符合性分析

本工程为巴斯夫一体化项目的填海工程，旨在为巴斯夫一体化项目提供土地资源用于生产乙烯等石化原料，填海工程完成后引进项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展改革委 2019 年第 29 号令）中第一类鼓励类中的十一、石化化工类的“10、乙烯-乙烯醇共聚树脂、聚偏氯乙烯等高性能阻隔树脂，聚异丁烯、乙烯-辛烯共聚物、茂金属聚乙烯等特种聚烯烃，高碳 α 烯烃等关键原料的开发与生产，液晶聚合物、聚苯硫醚、聚苯醚、芳族酮聚合物、聚芳醚醚腈等工程塑料生产以及共混改性、合金化技术开发和应用，高吸水性树脂、导电性树脂和可降解聚合物的开发与生产，长碳链尼龙、耐高温尼龙等新型聚酰胺开发与生产”，因此，本工程填海后上部项目符合国家产业政策。

巴斯夫一体化项目属国务院确定的全国 7 个重大外商投资项目之一，是国家重大战略项目，本工程已按要求编制完成《评估报告》和《修复方案》，并通过了专家和自然资源部审查，在严格落实《评估报告》和《修复方案》中提出的生态保护修复措施的前提下，本工程符合《国务院关于加强滨海湿地保护 严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24 号）有关规定和《自然资源部办公厅关于湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海历史遗留问题处理方案备案意见的复函》（自然资办函[2019]509 号）的有关要求。

13.1.2 与生态环境保护要求的符合性

13.1.2.1 与《广东省近岸海域环境功能区划》和《湛江市近岸海域环境功能区划》符合性分析

根据《广东省近岸海域环境功能区划（粤府办[1999]68 号）》、《湛江市近岸海域环境功能区划（粤环函[2007]551 号）》和《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函（粤办函[2007]344 号）》，本工程所在的近岸海域功能区划为湛江港四类区(GDG11DⅢ)，水质执行三类标准。本工程施工期产生的悬浮物对

周围海域水质带来短期的不利影响，通过采取相关环境保护措施可予以减缓，工程施工结束后，悬浮物即可恢复背景值，不会导致环境质量的明显下降。

运行期，根据本工程水质影响回顾性分析评价，本工程实施前 2008 年 3 月和 2020 年 11 月水质调查结果显示，工程海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，部分站点铅、汞指标超标，其余各指标所有站位均符合所在功能区水质类别的要求。工程后，2016 年 3 月和 2017 年 10 月水质调查结果显示，工程海域主要超标因子为活性磷酸盐，此外，溶解氧、DO、无机氮、Hg、石油类等均有部分站位出现超标，其余各指标所有站位监测结果均符合所在功能区类别要求。

根据 2020 年 4 月和 2020 年 11 月水质现状监测结果，调查海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，其余各指标所有站位监测结果均符合所在功能区类别要求。

由此可见，除无机氮和活性磷酸盐长期处于超标状态外，其余指标在 2016~2017 年期间受众多填海项目及周边工厂排污、围塘养殖等影响，导致水质超标因子增多，但随后影响减小。

本工程实施后，由于水域面积减小，不可避免对区域水质造成不利影响，因此需落实《修复方案》提出的东海岛退塘（养）还林工程，并加强工业园区雨污水管网建设，实行雨污分流，可减少养殖污水排放和地表径流排海对海水水质的影响，削减污染源。在采取以上措施后，本工程海域海水水质可满足《广东省近岸海域环境功能区划》和《湛江市近岸海域环境功能区划》要求。

13.1.2.2 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

2020 年 12 月 29 日，广东省人民政府发布了《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府[2020]71 号）。根据“三线一单”，本工程所在区域为重点管控单元（见图 13.1-1），重点管控单元以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。其中，省级以上工业园区重点管控单元要求“依法开展园区规划环评，严格落实规划环评管理要求，开展环境质量跟踪监测，发布环境管理状况公告，制定并实施园区突发环境事件应急预案，定期开展环境安全隐患排查，提升风险防控及应急处置能力……对石化园区的要求为加快绿色智能升级改造，

强化环保投入和管理，构建高效、清洁、低碳、循环的绿色制造体系”。

本工程位于湛江市东海岛临港工业区，属于《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》内填海工程，该园区规划已于 2012 年编制了《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》,并编制了园区突发环境事件应急预案。本工程为巴斯夫（广东）一体化项目提供土地资源，该项目采用行业先进技术，生产高技术含量、高附加值的高端化工产品，减少中国市场对高端产品的进口依赖，有利于缓解国内高端化工产品供应结构性短缺问题，项目环评将另行开展，不在本次评价范围内。

因此，工业园区在落实《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》环评管理要求，开展环境质量跟踪监测，巴斯夫（广东）一体化项目采用高效、清洁、低碳、循环的绿色制造体系的前提下，本工程建设与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》相符。

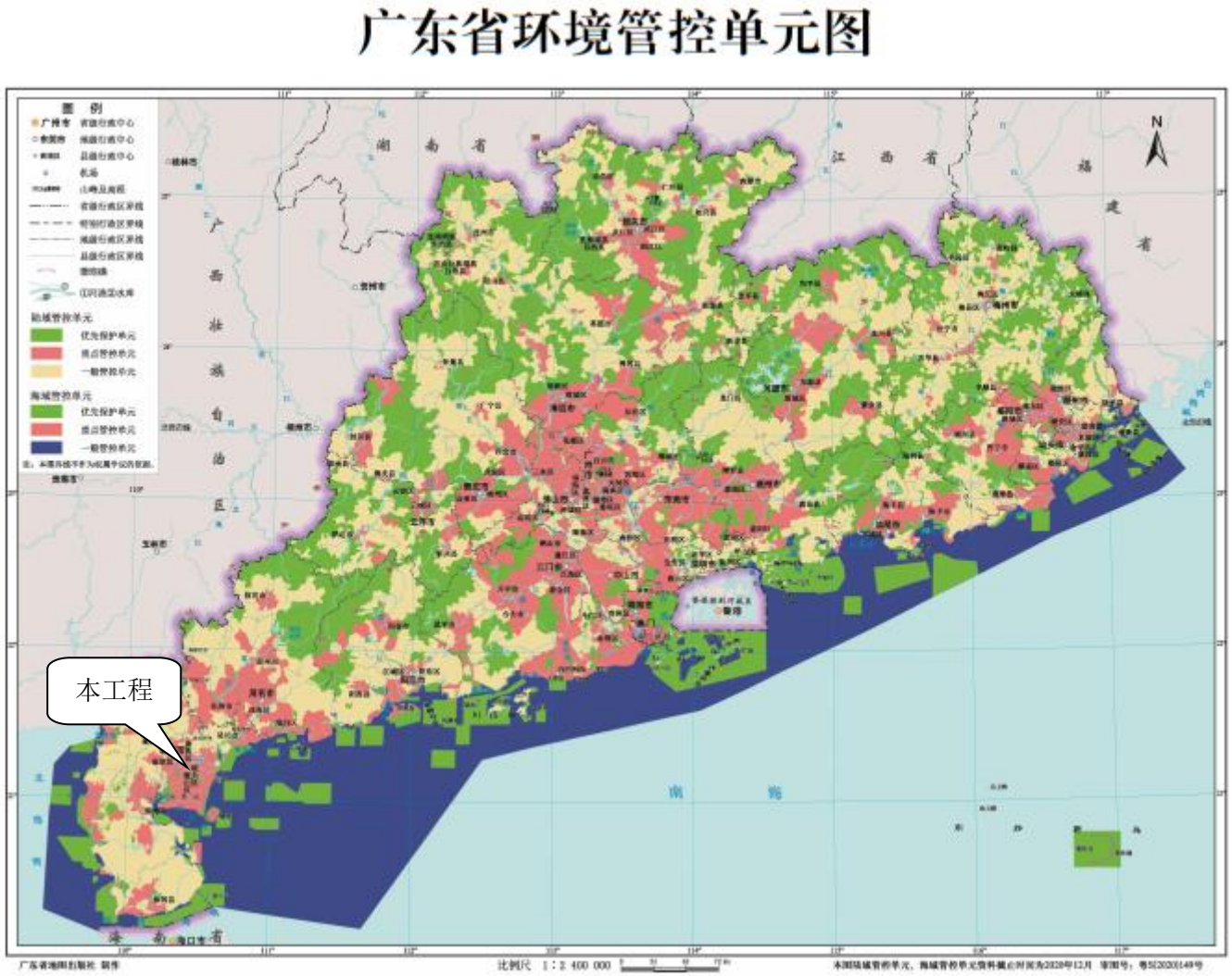


图 13.1-1　　广东省环境管控单元

13.1.2.3 与《广东省海洋生态红线》相符性

根据《广东省海洋生态红线》，本工程位于海洋生态红线区之外，且不占用海岛自然岸线。本工程周边海域海洋生态红线区主要有广东特呈岛国家级海洋公园禁止类红线区、广东特呈岛国家级海洋公园限制类红线区、霞山特呈岛海洋生态自然保护区限制类红线区、南三岛红树林限制类红线区、南三岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区、南三岛蚕类自然保护区禁止类红线区等，详见图 14.1-2 和表 13.1-1；本工程周边海岛自然岸线主要有东海岛（海岛西南侧、西侧及南侧、东侧部分岸线）、东头山岛（整岛）、南三岛（整岛）、特呈岛（除南侧部分人工岸线外），详见图 13.1-2。

根据第 8.1.4 节、8.2.2、8.3.1.5 节可知，本工程前后各海洋生态红线区敏感目标流速和冲淤环境基本不受影响，施工期对海洋生态红线最大的悬浮物增量为 2.1mg/L，影响较小。

本工程位于东海岛东北部，拟申请用海范围占用海岛岸线 356m，岸线类型为人工岸线，不属于海岛保有自然岸线，详见图 13.1-3。

因此，本工程建设符合与《广东省海洋生态红线》相符。

表 13.1-1　　工程周边海洋生态红线管控要求

序号	管控类别	名称	与工程相对位置	地理位置及覆盖区域	生态保护目标	管控措施
39	限制类	东海岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	东侧约13.7km	东至:110°33′55.59″ 西至:110°28′31.84″ 南至:20°53′37.6″ 北至:21°4′22.42″ 面积38.20km^2	沙滩、海洋生态环境	管控措施：禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质岸线退缩线。禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等有可能诱发沙滩蚀退的开发活动，加强对受损砂质岸线的修复，加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有毒有害的污水、油类、油性混合物、热污染物及其它污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，改善海洋环境质量。执行一类海水水质标准、二类海洋沉积物标准和海洋生物标准。
41	限制类	通明海红树林限制类红线区	西侧约9.3km	东至:110°19′34.21″ 西至:110°9′34.7″ 南至:20°57′26.8″ 北至:21°8′4″ 面积160.97km^2	红树林，湿地生态系统	管控措施：禁止围填海、毁林挖塘及其他可能破坏红树林、海草床资源的各类开发活动，控制养殖规模、提倡生态养殖，保护现有红树林、海草资源及其生态系统，加强对受损红树林生态系统、海草床生态系统的修复，加强海漂垃圾整治，禁止新设排污口，禁止排放其他有毒有害物质。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有毒有害的污水、油类、油性混合物、热污染物及其它污染物和废弃物，已经集中排污口适时退出，改善海洋、湿地环境质量，执行不低于二类海水水质标准、海洋沉积物标准和一类海洋生物标准。
42	禁止类	广东特呈岛国家级海洋公园禁止类红线区	北侧约7.3km	东至:110°28′13.67″ 西至:110°24′44″	海岛及海洋生态系统	管控措施：执行《海洋特别保护区管理办法》等相关规定，禁止实施各种与保护无关的工程建设活动，禁止实

序号	管控类别	名称	与工程相对位置	地理位置及覆盖区域	生态保护目标	管控措施
				南至:21°6′13″ 北至:21°9′21″ 面积4.86km^2		施改变区内自然生态条件的生产活动和任何形式的工程建设活动。禁止围填海。 环境保护要求：按照海洋环境保护法、海岛保护法等法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海岛、海域排放污染物，改善海域海岛环境质量，执行不低于一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。
43	限制类	广东特呈岛国家级海洋公园限制类红线区	北侧约7.5km	东至:110°28′25″ 西至:110°24′44″ 南至:21°6′16.9″ 北至:21°10′9″ 面积14.51km^2	海岛及海洋生态系统	管控措施：执行《海洋特别保护区管理办法》等相关规定，禁止围填海、采挖海砂。禁止新增入海工业排污口，入海排污口达标率 100%。鼓励生态整治与修复，恢复海洋生态、资源与关键生境。严格限制改变海域自然属性、实行垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。 环境保护要求：按照海洋环境保护法、海岛保护法等法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海岛、海域排放污染物，改善海域海岛环境质量，执行不低于二类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。
44	限制类	霞山特呈岛海洋生态自然保护区限制类红线区	北侧约8.7km	东至:110°28′0.61″ 西至:110°26′45.62″ 南至:21°7′40.26″ 北至:21°9′42.42″ 面积1.71km^2	海洋生态系统	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》《海洋特别保护区管理办法》等相关法律法规和保护区管理规定。除科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动物等活动，禁止排放有毒有害的污水、油类、油性混合物、热污染物和废弃物。禁止新设污染物集中排放口，改善海洋环境质量。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量，执行一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。
45	限制类	南三岛红树林限制类红线区	东北侧约10.6km	东至:110°31′31.75″ 西至:110°29′5.14″ 南至:21°7′29.4″	红树林，湿地生态系统	管控措施：禁止围填海、毁林挖塘及其他可能破坏红树林、海草床资源的各类开发活动，控制养殖规模、提倡生态养殖，保护现有红树林、海草资源及其生态系统，

序号	管控类别	名称	与工程相对位置	地理位置及覆盖区域	生态保护目标	管控措施
				北至:21°9′44.1″ 面积10.78km^2		加强对受损红树林生态系统、海草床生态系统的修复，加强海漂垃圾整治，禁止新设排污口，禁止排放其他有毒有害物质。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有毒有害的污水、油类、油性混合物、热污染物及其它污染物和废弃物，已经集中排污口适时退出，改善海洋、湿地环境质量，执行不低于二类海水水质标准、海洋沉积物标准和一类海洋生物标准。
46	限制类	南三岛重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	东北侧约12.6km	东至:110°37′10.81″ 西至:110°31′59.76″ 南至:21°5′10.13″ 北至:21°11′22.66″ 面积7.34km^2	沙滩、海洋生态环境	管控措施：禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质岸线退缩线。禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑和围填海活动。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海等有可能诱发沙滩蚀退的开发活动，加强对受损砂质岸线的修复，加强海漂和海岸垃圾整治，加强沿海防护林建设和养护。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有毒有害的污水、油类、油性混合物、热污染物及其它污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，改善海洋环境质量。执行一类海水水质标准、二类海洋沉积物标准和海洋生物标准。
48	禁止类	南三岛鲎类自然保护区禁止类红线区	东北侧约19.6km	东至:110°38′54″ 西至:110°35′23.98″ 南至:21°8′6.02″ 北至:21°11′48.02″ 面积21.53km^2	圆尾鲎及海洋生态环境	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》等相关法律法规和保护区管理规定。禁止开展任何形式的开发建设生产活动，在本区从事科学研究活动应向保护区管理机构提出申请、保护鲎类种质资源。禁止设置排污、禁止排放油类、油性混合物、热污染物及其它污染物和废弃物，改善海洋环境质量。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划

序号	管控类别	名称	与工程相对位置	地理位置及覆盖区域	生态保护目标	管控措施
						要求进行管理，执行一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。
49	限制类	鉴江重要河口生态系统限制类红线区	东北侧约24.8km	东至:110°42′50″ 西至:110°36′47.46″ 南至:21°11′35″ 北至:21°16′55.08″ 面积54.76 km^2	河口、湿地生态系统	管控措施：禁止围填海、采挖海砂、设置直排排污口及其他有可能破坏河口生态功能的开发活动，加强对重要河口生态系统的整治与生态修复，保障河口行洪安全，保障渔业资源自然增殖空间。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，改善红线区环境质量。执行二类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。
26	砂质岸线	鉴江口西	东北侧约26.3km	起点坐标：110°38′03.57″E,21°15′07.805″N；终点坐标：110°36′46.217″E,21°13′17.018″N。	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧3.5海里内禁止采挖海砂、围填海、倾费等有可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。

图 13.1-2　　本工程所在海洋生态红线位置图

图 13.1-3　　本工程所在海岛自然岸线位置图

13.1.2.4 与《广东省海洋环境保护规划》符合性分析

《广东省海洋环境保护规划》提出“控制围海、填海规模。海域围海、填海应符合海洋功能区划，服从海洋经济可持续发展战略的总体要求，坚持海洋生态环境保护和海洋资源可持续利用，实行科学论证、统一规划、严格管理、规范使用的原则，为发展沿海经济合理提供土地和空间资源。严格实行围海、填海科学论证和统一规划。实行围海、填海规范管理。严格控制敏感海域围海和填海。”

本工程区域属于东海岛北部工业与城镇用海区，海域使用类型为造地工程用海、工业用海，工程建设符合《广东省海洋环境保护规划》提出的“海域围海、填海应符合海洋功能区划”的要求。工程建设经严格的海域论证、环境影响评价等，符合规划提出的科学论证、统一规划、严格管理、规范使用的原则。因此，本工程建设与《广东省海洋环境保护规划》相符。

13.1.2.5 与《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》符合性分析

根据《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》，本工程临近的东海岛为有限开发区（图 13.1-4）。根据纲要，有限开发区内可进行适度的开发利用，但必须保证开发利用不会导致环境质量的下降和生态功能的损害，同时要采取积极措施促进区域生态功能的改善和提高。

本工程施工期产生的悬浮物对周围海域水质、沉积物、生态环境等会带来短期的不利影响，但悬浮物影响是暂时的，工程施工结束后，总体上可以恢复至背景浓度，不会导致环境质量的下降和生态功能的损害。

本工程属于已填项目，运行期由于水域面积减小，不可避免对区域水质造成不利影响，因此需落实《修复方案》提出的东海岛退塘（养）还林工程，并加强工业园区雨污水管网建设，实行雨污分流，可减少养殖污水排放和地表径流排海对海水水质的影响，削减污染源。在采取以上措施后，本工程总体不会导致环境质量的下降，能促进区域生态功能的改善和提高。

在此前提下，本工程建设与《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》相符。

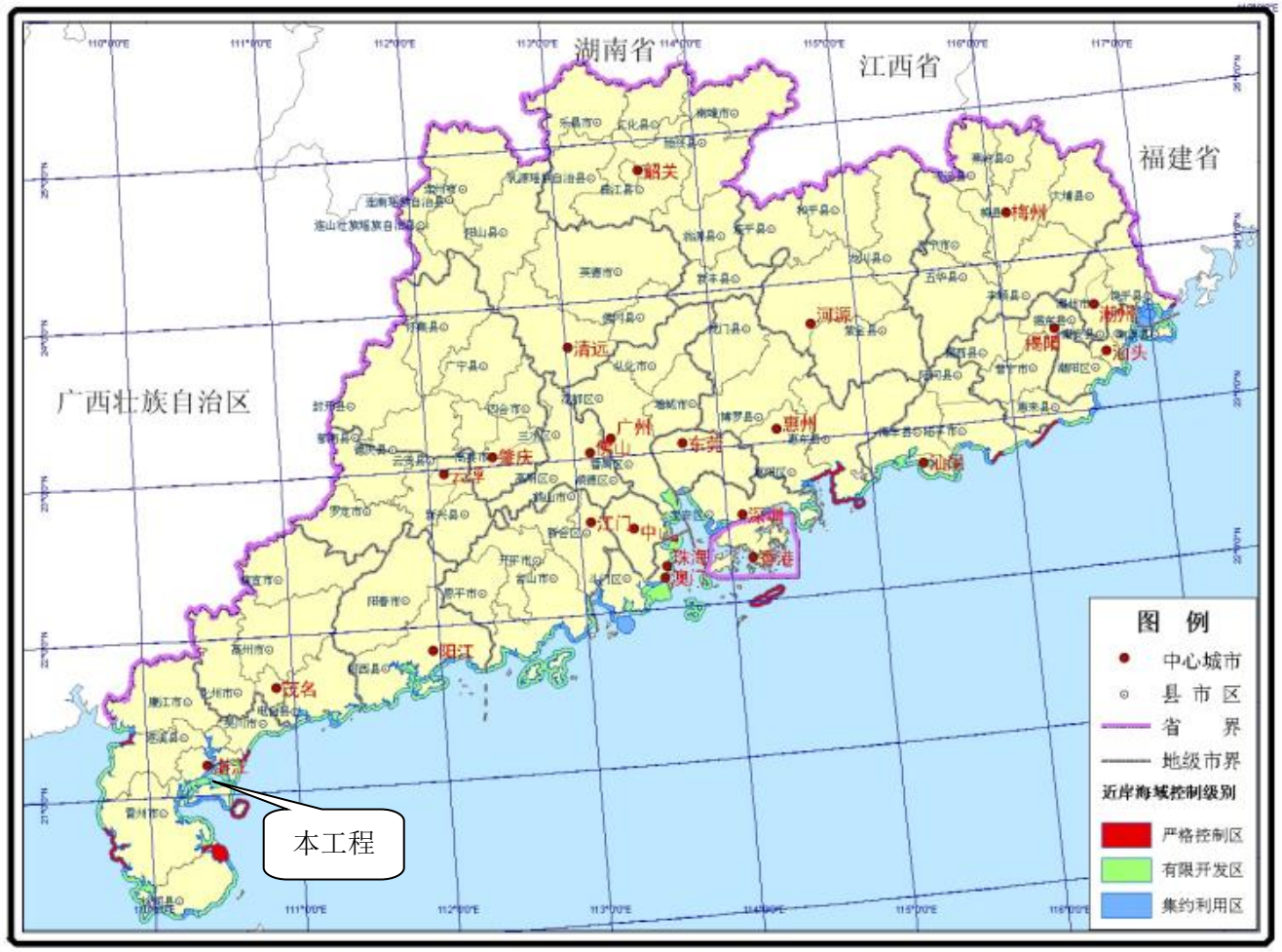


图 13.1-4　　近岸海域生态分级控制图（《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》）

13.2 与海洋功能区划的符合性分析

13.2.1 与《全国海洋功能区划（2011–2020 年）》符合性分析

根据《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》，包括阳江、茂名、湛江毗邻海域，主要功能为海洋保护、渔业、港口航运。水东湾至湛江湾重点发展港口航运、渔业和海洋保护，重点支持湛江主枢纽港及临海产业的综合发展，保护东海岛附近海域海草床生态系统，保护吴阳文昌鱼种质资源和湛江硇洲岛海洋资源，开展特呈岛周边海域红树林湿地生态系统的修复。

本工程位于东海岛北部工业与城镇用海区，用海方式为填海造地，为东海岛临海产业发展提供建设用地。因此，工程符合《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》。

13.2.2 与《全国海洋主体功能区规划》符合性分析

《全国海洋主体功能区规划》将我国内水和领海主体功能区划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区区域，优化开发区域包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。珠江口及其两翼海域，包括广东省汕头市、潮州市、揭阳市、汕尾市、广州市、深圳市、珠海市、惠州市、东莞市、中山市、江门市、阳江市、茂名市、**湛江市**（滘尾角以东）毗邻海域。构建布局合理、优势互补、协调发展的珠三角现代化港口群。发展高端旅游产业，加强粤港澳邮轮航线合作。加快发展深水网箱养殖，加强渔业资源养护及生态环境修复。严格控制入海污染物排放，实施区域污染联防机制。加强海洋生物多样性保护，完善伏季休渔和禁渔期、禁渔区制度。健全海洋环境污染事故应急响应机制。

本工程施工期对海域的水质、沉积物、生态和渔业资源等会产生一定影响，可通过采取本报告提出的环境保护措施、生态修复和补偿措施予以减免，工程运行期不向海域排放污染物，对周边海域基本无污染影响。工程建设为巴斯夫（广东）一体化项目提供必要的建设用地，可推进区域基础设施的建设和经济发展。因此，本工程建设与《全国海洋主体功能区规划》相符。

13.2.3 与《广东省海洋功能区划（2011–2020 年）》符合性分析

本工程位于《广东省海洋功能区划（2011–2020 年）》中的东海岛北部工业与城镇用海区。工程用海占用海洋功能区的管理要求符合情况见表 13.2-1。

图 13.2-1　　本工程所在海洋功能区划位置图

表 13.2-1 工程用海与功能区划的符合性分析一览表

项目利用的功能类型	管理要求		符合性分析	是否符合
东海岛北部工业与城镇用海区	海域使用管理要求	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海；	1.本工程为造地工程用海，符合管制要求；	符合
		2.保障港口航运用海需求；	2.本工程施工对港口航运用海造成一定程度的影响，随着工程完成，对港口航运用海的影响即消除，运行期不影响港口航运用海。	符合
		3.围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源；	3.项目用海类型与所在功能区相适宜，经过用海论证，用海平面布局进行了比选和优化，复核节约集约用海要求；	符合
		4.工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响；	4.本工程建设及营运期严格落实本报告提出的对策措施，可有效降低对周边功能区的影响；	符合
		5.加强对围填海的动态监测和监管；	5.本工程在施工和营运期间，根据相关要求对工程所在海域海洋环境要进行动态监测和监管，并严格执行相关标准，采取有效措施降低	符合

项目利用的功能类型	管理要求		符合性分析	是否符合
			对周边海洋环境的影响；	
		6.优先保障军事用海需求及军事设施安全。	6.本工程用海不影响军事用海需求及军事设施安全。	符合
	海洋环境保护要求	1.保护海域生态环境； 2.执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。	本工程采取的相应措施保护海域生态环境，并严格执行相应的环境标准。	符合

（1）与海洋功能区环境保护要求的符合性分析

东海岛北部工业与城镇用海区环境保护要求为“1.保护海域生态环境；2.执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。”本工程位于东海岛北部工业与城镇用海区内，不涉及重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，工程施工期间，根据相关要求对工程所在海域海洋环境进行监视监测，并严格执行相关环境标准。

工程施工过程中造成的悬浮物扩散主要集中在工程所在的东海岛北部工业与城镇用海区和湛江港港口航运区，在一定程度上影响区域的生态环境，施工结束后，生态环境将恢复现状。工程建成后作为巴斯夫（广东）一体化项目用地，本工程不向海域排放污染物。因此，本工程建设与东海岛北部工业与城镇用海区的环境保护要求相符合。

此外，本工程周边涉及的海洋功能区主要包括湛江港港口航运区、湛江港保留区、特呈岛旅游休闲娱乐区、特呈岛海洋保护区、湛江-珠海近海农渔业区、南三岛旅游休闲娱乐区和东海岛旅游休闲娱乐区等。由于工程建设不会改变大的海域潮流场及地形冲淤环境，其影响主要集中在工程前沿海域，施工期产生的悬浮物对海域生态环境影响也主要集中在围填海区域以及工程前沿海域，本工程建设不会影响上述各海洋功能区主体功能，因此，符合各海洋功能区环境保护相关要求。

（2）与海洋功能区海域使用管理要求的符合性分析

东海岛北部工业与城镇用海区的海域使用管理要求为：“1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海；2.保障港口航运用海需求；3.围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源；4.工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响；5.加强对围填海的动态监测和监管；6.优先保障军事用海需求及军事设施安全”。

本工程位于湛江湾内东海岛北部工业与城镇用海区，中科炼化一体化项目的西侧，工程用海类型为围填海和工业用海，符合该海域使用管理的要求。本工程区域不占用港口航道，工程建设对邻近的港口航运区的功能不会造成影响。本工程在设计施工和营运期都考虑了污染物的综合处理问题，工程建设经严格的海域使用论证、环境影响评价以及通航论证等，围填海平面布置合理，并严格落实本报告提出的环境保护措施，可降低对周边海域功能区的影响，不会影响军事活动用海。

工程会占用一定面积的海域，导致该海域的底栖生物永久损失。围堤前沿海域受到施工活动的影响，导致部分底栖生物受损，底栖生境受到一定程度破坏，带来部分底栖生物的损失，围堤施工等引起的悬浮物扩散还引起浮游动植物和鱼卵仔鱼等的损失，工程施工结束以后，可以通过增殖放流、生态修复，逐步回复周边生态环境，因此，本工程符合《广东省海洋功能区划（2011–2020 年）》（2012 年）中关于东海岛北部工业与城镇用海区的海域使用管理要求。

综上，本工程符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）（2012 年）》要求。

13.2.4 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

广东省海洋主体功能区包括优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类主体功能区域。优化开发区域包括湛江赤坎区、麻章区、坡头村、霞山区，揭阳榕城区等。发展方向为提升传统优势海洋产业，加快湛江东海岛钢铁和石化项目建设；加强围填海管控和岸线利用管治，推进集中集约用海，实施围填海分类管控，优化围填海方式，鼓励结合项目建设要求和岸线自然情况，推行人工岛式、多突堤式和区块组团式围填海，最大程度降低对海域自然岸线、海域功能和海洋生态环境造成的损害，减少对海洋生态环境的影响，重点实施湛江东海岛临港工业区等地区的围填海项目，同时加强湛江湾等地区红树林等海洋生态系统的保护工作。

本工程所在东海岛属于湛江市麻章区，工程建设为巴斯夫（广东）一体化项目提供土地资源，推进东海岛石化项目建设；同时本工程采用区块组团式围填海，填海工程与邻近仓储物流项目、LPG 冷冻储存库、30 万吨/年丙烷脱氢制丙烯等项目填海工程同步实施，符合集中集约用海，最大程度降低对海洋生态环境的影响，符合海域开发管理及海洋生态环境保护要求。因此，本工程建设与《广东省

海洋主体功能区规划》相符。

13.3 与区域和行业规划及政策的符合性

13.3.1 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划》符合性分析

根据《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，要加快发展现代产业，建设更高水平的现代化经济体系，推动制造业高质量发展。打造新一代电子信息、绿色石化、智能家电、汽车、先进材料、现代轻工纺织、软件与信息服务、超高清视频显示、生物医药与健康、现代农业与食品等十大战略性支柱产业集群。加快推动工业园区提质增效，建设一批承载大项目、大产业、大集群的专业化园区。

本工程位于湛江东海岛石化产业园区，工程建设为巴斯夫（广东）一体化项目建设提供必要的土地，对建设湛江石化基地具有重要意义。因此，本工程建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》。

13.3.2 与《广东省海洋经济发展“十三五”规划》符合性分析

根据《广东省海洋经济发展“十三五”规划》，十三五期间，建设三大海洋经济发展区，包括珠三角海洋经济优化发展区、粤东海洋经济重点发展区和粤西海洋经济重点发展区等。湛江市推动东海岛钢铁及化工基地绿色发展，打造中国南方大港和重要海洋服务基地，建设环北部湾地区中心城市和宜居宜业宜游的生态型海湾城市。

本工程建设为巴斯夫（广东）一体化项目的建设提供必要的土地，符合该规划提出的推动东海岛化工基地绿色发展。因此，本工程建设符合《广东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》。

13.3.3 与《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划》符合性分析

《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲

要》指出，要加快建设世界级产业新城、北部湾和粤西地区产业中心。坚持把发展经济着力点放在实体经济上，全力做好“四篇文章”，深入实施“五大产业发展计划”，做大做强临港产业集群，培育发展战略性新兴产业，推动传统优势产业提质增效，统筹发展海洋经济，提高经济质量效益和核心竞争力。

本工程建设为巴斯夫（广东）一体化项目建设提供必要的土地，符合规划提出的做大做强临港产业集群，培育发展战略性新兴产业，推动传统优势产业提质增效，统筹发展海洋经济。因此，本工程建设符合《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划》的要求。

13.3.4 与《湛江市东海岛分区规划》符合性分析

东海岛是建设深水大港、发展临港工业的优越场址。为加快推动东海岛的开发建设，湛江市组织修编《湛江市东海岛分区规划》（以下简称“分区规划”），规划期限为 2007-2020 年及 2020 年以后远景规划。分区规划提出建设“东海岛的发展将以湛江市主城区和湛江港为依托，重点发展钢铁、石化及其下游产业，适度拓展旅游、物流及生活居住，逐步把东海岛发展成为产业发展、经济繁荣、设施完善、生态良好、具有海岛特色的现代化港口工业新城，形成“一心（综合服务中心）、两带（临港重化工产业带、滨海居住休闲与预留港口发展带）、三组团（东部重型工业组团、中部综合组团、西部生态产业组团）”。

本工程为填海工程，位于分区规划中的东部中型工业组团，上部建设巴斯夫（广东）一体化项目，属于分区规划区重点发展的石化产业，因此，本工程建设符合《湛江市东海岛分区规划》》要求。

13.3.5 与《湛江市东海岛临港工业区域建设用海规划》符合性分析

随着湛江钢铁基地加快建设、中科合资广东炼化一体化项目最终落户，东海岛临港产业集聚的框架初步形成。钢铁与炼化项目均是国民经济的基础行业，具有很强的产业带动力和空间集聚力，两大项目投产之后，将拉动钢铁下游、石化中下游产业向东海岛集聚。

为充分发挥中科合资广东炼化一体化项目的带动效应，分区规划在中科合资广东炼化一体化项目的西侧设置石化产业园区（以下简称“产业园区”），并编制

了《广东省湛江市东海岛石化产业园区专项规划》。产业园区总面积约 44km^2，其中需填海面积约 14km^2（本用海规划填海面积约 11 km^2）。

为推动产业园区建设的顺利实施，湛江市人民政府组织编制了该产业园区的区域建设用海规划。考虑到该规划的用海主要是用于港口和临港工业的建设，同时也服务于产业园区内其它临港工业，因此确定此次规划名称为《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》。

2011 年 4 月，湛江市人民政府组织编制完成了《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》，并于 2012 年 12 月 21 日获得国家海洋局批复，文号为国海管字[2012]883 号，规划期限为 2012 年至 2017 年，规划用海总面积为 1699.00 hm^2，其中填海面积 1085.06hm^2，码头用海（透水构筑物）面积 27.21 hm^2，港池用海面积 586.73 hm^2。

本工程属于《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》内填海工程，为巴斯夫（广东）一体化项目提供土地资源，目的是为了服务于石化产业园区，与《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》相符。

13.3.6 与《湛江市东海岛临港工业区域建设用海规划海洋环境影响评价专题》符合性分析

《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》规划实施单位湛江经济技术开发区发展改革和招商局委托国家海洋局南海海洋工程勘察与环境研究院编制了《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》，并于 2012 年 11 月 19 日取得国家海洋局海洋环境保护司批复（海环函〔2012〕418 号）。批复认为《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》的编制符合《关于规范区域建设用海规划环境影响评价的意见》（国海发〔2011〕45 号）和《海洋工程环境影响评价技术导则》的要求，规划实施的主要环境影响是填海对海洋生态环境及生物资源的影响，其中填海对填海区海洋生态环境的影响属于不可逆性质，施工产生的悬浮物对海洋环境的影响属于短期的可恢复性质。

同时，为预防和减轻不良环境影响，规划实施需要采取以下环境保护对策措施。本工程与规划环评及其批复的相符性分析如下：

表 13.3-1　工程与规划环评的符合性分析一览表

序号	类型	环保措施要求	符合性分析
《湛江市东海岛临港工业区区.域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》环保措施要求			
1	规划的环境保护对策	通过加强海洋综合管理，确保海洋环境资源可持续利用目标实现；建立循环型企业、推广清洁生产和绿色技术、推进污染物排放总量控制和许可证制度；建立海域开发与保护投入机制，增加投入力度；建立环境信息公开制度；建立环境保护监管机制和环境监测体系。	规划实施单位未落实规划环评提出的环境监测计划，但收集了湛江湾内不同年份海洋环境现状调查数据，可作为反映规划实施造成的环境影响评价的依据。
2	施工期环境保护减缓措施	为了尽可能减少工程施工对周边海域环境的影响，必须执行先围后填的施工方案，并防止余水越过围堤进入周围海域造成污染。施工期间在填海区周围实施定点定期的水质监测，切实加强环境保护措施，将海洋环境影响减小到最小程度。落实安排处理各类作业船舶生产污水、生活垃圾的回收船，定期回收施工船舶的各类固态和液态废弃物，运送至指定部门集中处理。严格管理和节约生产用水、生活用水。对于作业人员产生的生活垃圾应进行集中管理，在指定地点设置垃圾收集设备，配置运输车，安排专人负责定时收集垃圾，收集到的垃圾应根据当地有关规定统一进行处理。	本工程采用了先围后填的施工顺序进行，选用了绞吸式挖泥船作业；施工船舶机舱含油污水运回陆地交由有资质单位接收处置；船舶和预制场产生的生活污水统一收集处理，未排海；船舶和施工场固体废弃物统一收集交由环卫部门处理。
3	营运期环境保护减缓措施	针对石化产业项目，临港工业区要建立完善的事故应急系统和应急预案，逐步建立生态环境预警机制，针对污染物超标排放、火灾、爆炸、溢油、泄露等环境敏感问题，按照国家和当地政府的要求，建立“企业自救、属地管理、区域联动”的应急体系，完善各级各类应急预案，建立规划区级应急指挥中心和应急组织，成立应急救援队伍，储备足够的应急物资，建立完善的应急监测体系，定期开展培训和演练，最大限度提高突发环境时间的应对能力。	本工程为临港工业区中A4-2区填海项目，目前施工已结束且未发生施工船舶溢油等环境风险事故。临港工业区已建立完善的事故应急系统和应急预案。
《关于对湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章审查意见的函》国海发〔2011〕45号			
1	施工期环保对策措施	填海造地施工严格按照先围后填的施工顺序进行，疏浚吹填采用对海洋环境影响较小的绞吸式挖泥船作业；施工船舶机舱含油污水运回陆地交由有资质单位接收处置;船舶和预制场产生的生活污水统一收集处理，禁止排海;船舶和施工场固体废弃物统一收集交由环卫部门处理。	本工程采用了先围后填的施工顺序进行，选用了绞吸式挖泥船作业；施工船舶机舱含油污水运回陆地交由有资质单位接收处置；船舶和预制场产生的生活污水统一收集处理，禁止排海；船舶和施工场固体废弃物统一收集交由环卫部门处理。
2	运期环保对策	运营期含硫污水、生产废水经处理后回用，其余工业废水经园区污水处理厂处理达标后	本工程尚未运行，上部设施建设不在本次评价范围内。

序号	类型	环保措施要求	符合性分析
	措施	排入东海岛东部排污区；规划区内设置初期雨水及事故水收集池，收集的初期雨水和事故废水送往污水处理厂进行处理；工业固体废弃物采用综合利用、焚烧和安金填埋三种方式分类处理；生活垃圾推行分类收集、综合利用、集中处置。	已要求建设单位在运行期含硫污水、生产废水经处理后回用，其余工业废水经园区污水处理厂处理达标后排入东海岛东部排污区；规划区内设置初期雨水及事故水收集池，收集的初期雨水和事故废水送往污水处理厂进行处理；工业固体废弃物采用综合利用、焚烧和安金填埋三种方式分类处理；生活垃圾推行分类收集、综合利用、集中处置。
3	生态保护措施	规划区内受影响的红树林应采取移植异地的方式进行保护；建设湿地公园以改善区域生态环境；在主要经济鱼虾类的繁商高峰季应降低施工强度，减轻对生物资源的影响;果取增殖放流、种植红树林等措施对受损的海洋生物资源进行修复；施工过程注意观察中华白海豚等珍稀海洋生物情况，发现时应采取暂停施工、船舶减速等避让措施，防止对其造成损害。	建设单位正在开展东海岛退塘（养）还林、东海岛红树林修复、东海岛渔业增殖放流等生态保护修复工作。本工程已完成，在施工期未发现白海豚等珍稀海洋生物情况，未发生对珍稀海洋生物造成损害的情况。
4	风险防范对策措施	加强施工船舶管理，防止溢油事故发生。加强施工监理，严格执行工程技术标准。制定风险防范应急预案，配备必要的溢油应急设备；出现事故时，立即启动应急预案。建立完善的应急监测体系，定期开展培训和演练，最大限度提高突发环境事件的应对能力。	本工程施工已结束且未发生施工船舶溢油等环境风险事故。

13.3.7 与《东海岛城市总体规划 2013-2030》符合性分析

根据《东海岛城市总体规划 2013-2030》，未来东海岛将围绕建设“宜业宜居宜游的大工业新城”定位，将规划区整体划分为“六大功能区”，包括石化、炼化产业区、钢铁产业区、高新产业区、现代制造业区、东海中心商务区和龙海天休闲旅游与硇洲农业观光区。其中“宜业”主要指“石化、炼化产业区、钢铁产业区、高新产业区、现代制造业区”所带来的就业岗位。

本工程为填海工程，上部建设巴斯夫（广东）一体化项目，属于《东海岛城市总体规划 2013-2030》中重点发展的石化产业，因此，本工程建设符合《湛江市东海岛总体规划 2013-2030》要求。

13.4 环境影响可接受性分析

本工程属于东海岛石化产业园区 A4-2 区海域围填海工程的一部分，从 A4-2 区域整体围填海工程环境影响分析，施工期环境影响主要是悬浮物对海水水质、渔业资源的影响，但施工期影响是短暂的，工程建设中已采取了一定的环境保护措施，施工期间未对工程海域生态环境造成明显不利影响；工程建成后，主要环境影响为工程占用海域对局部海域水动力条件、地形冲淤变、海域水质、沉积物及海洋生态环境的影响，根据本工程水文动力和冲淤影响模拟分析，本工程堤线布置合理，对周边海域的潮流动力和冲淤环境影响较小；本工程运行期主要影响为占用滩涂湿地造成的海洋生态环境影响。从工程前、施工期间及工程后海水水质、沉积物、海洋生态环境调查资料来看，受本工程施及周边其他围填海工程、陆域污染源排放、船舶污染排放以及海水养殖业等的共同影响，造成海水水质中重金属、COD 和石油类受影响明显，浮游动物生物量略有降低，对底栖动物种类和优势种有所影响，底栖动物栖息密度和生物量、潮间带底栖生物密度和生物量、游泳动物资源密度略有降低，工程后一段时间内叶绿素 a 和初级生产力、游泳动物资源密度有所降低，但至 2017 年以后影响逐渐减小。总体来说在落实《修复方案》和本报告提出的生态修复补偿措施，并加强工业园区雨污水管网建设，实行雨污分流等措施的前提下，本工程实施不会对区域海水水质和生态环境造成较大不利影响，本工程环境影响可接受。

14 环境管理与监测计划

14.1 环境管理

本工程制定了施工期环境风险应急预案，施工期间委托西安铁一院、广州粤科监理联合体开展施工期监理工作，配备了环保专业监理人员，开展了环境监理工作，监理部组织机构及人员见表 14.1-1。施工期间，监理单位编制了监理月报，结束后，监理单位编制了监理总结报告《湛江市东海岛石化产业园区围堰工程（A4-2 区和 B 区）监理工作总结报告》（西安铁一院、广州粤科监理联合体，2015 年 6 月）。

此外，施工期间，中国铁建港航局集团有限公司、中铁建湛江开发有限公司、中铁建湛江东海岛工程建设指挥部均定期开展了对湛江市石化产业园区东海岛围堰工程项目环境保护工作检查，并保留有检查及整改台账。

表 14.1-1　　监理部组织机构及人员表

	姓　名	职　务	职　称	监理资格证
项目监理机构组成	伍栋	总监理工程师	高级工程师	JSJ1306248/交水造价师 0114440051
	王志毅	副总监理工程师	高级工程师	铁总监字 2009070166
	汤绍钦	港口专业监理工程师	高级工程师	JSJ0702804
	杨玉林	港口专业监理工程师	高级工程师	JSZ0902746
	赵永杰	测量专业监理工程师	高级工程师	JSJ200502298
	左小平	安全环保监理工程师	工程师	铁监字 2010034490
	吴坚麟	造价/安全监理工程师	工程师	粤安初 N04-00330/交水造价师 0114440052
	黄莉华	信息/试验检测监理工程师	工程师	质检中字 16-4-G2010016
	漆红华	土建专业监理工程师	工程师	JSJ200602616
	黄志可	港口专业监理员	助理工程师	广东省专监 B08-1213
	魏兵	土木专监理员	助理工程师	监理员 0954913
	郭凯	机电监理员	助理工程师	监理员 0954919

运行期间，环境管理职能由建设单位承担，建设单位需安排人员落实运行期相关环保措施，开展运行期海洋生态环境跟踪监测，按照生态修复方案有序开展生态修复，并做好生态修复跟踪监测及生态修复效果评估工作，配合相关主管部门的监督、检查。针对工程运行期间可能产生的环境风险，制定相应的环境风险应急预案。

14.2 生态修复跟踪监测计划

本工程填海施工已于 2014 年完成，本报告目前已收集了 2016~2020 年期间工程海域环境现状资料，并根据工程前后环境现状资料进行了环境质量回顾性分析，因此本工程主要需要对生态修复补偿效果进行跟踪监测。因本工程作为区域整体围填海的一部分，监测工作可依托区域整体围填海工程生态修复跟踪监测一并实施。

根据《围填海项目环境跟踪监测与评价技术导则》，制定围填海项目生态修复的跟踪监测方法和方案设计。根据《修复方案》，生态修复工程的工期约为 3 年，所以跟踪监测的周期为生态修复工程建设期和生态修复工程后一年，共 4 年。本工程生态修复跟踪监测主要结合 A4 区《修复方案》一并开展，同时对本报告提出的生态修复方案采取跟踪监测措施。

（1）退塘（养）还林工程监测

对退塘（养）还林工程进行监测，退塘（养）还林工程完成后进行一次监测，3 年后进行一个跟踪监测，监测指标由防护林长度和宽度、防护林物种和生物量、景观洁净度等指标。监测区域见图 11.1-1。

（2）红树林修复监测

依据红树林调查评估规范相关标准，执行红树林移植与保育监测，监测指标包括红树林物种、郁闭度等相关指标。生态修复工程期间应保持对所在区域的监测评估，修复完成后首年春秋季各监测 1 次，两个区块共设置 4 个监测站位，每个区域设置 2 个监测点，监测区域见图 11.1-1 和图 11.1-2。监测项目见表 15.3-1。

（3）渔业资源监测

渔业资源监测主要针对 A4 区《修复方案》提出的渔业增殖放流效果进行检查。渔业资源调查站位选择具有代表性的，监测湛江湾海域的渔业生物种类组成、生态特性和生态分布、栖息密度和生物多样性。增殖放流开展期间应保持对所在

区域的监测评估，修复增殖放流后选择一段时间后进行 1 次监测，评估增殖放流效果，监测项目见表 14.2-1。

（4）潮间带生物监测

潮间带生物监测主要针对本报告提出的在工程东南侧的红星水库出口附近开展贝类底播增殖补偿效果进行检查。潮间带监测应选择具有代表性的、潮面底质类型相对均匀、潮间带较完整的地点设置断面，监测高潮区、中潮区和低潮区的生物种类组成、生态特性和生态分布、潮间带生物量、栖息密度和生物多样性。生态修复工程期间对所在区域开展监测评估，修复完成后即进行 1 次监测，3 年后跟踪监测 1 次，布置有 6 个监测站位，监测区域见图 11.1-2，监测项目见表 14.2-1。

（5）生态海堤监测

生态海堤监测主要针对本报告提出的在本工程南侧海堤开展生态化建设的效果进行检查，监测内容包括植被的物种、郁闭度等相关指标。

表 14.2-1　　跟踪监测计划表

依据	修复类型	主要监测内容	监测区域	监测频次
《修复方案》	退塘（养）还林工程监测	防护林长度和宽度、防护林物种和生物量、景观洁净度等	图 11.1-1 所示区域	修复完成后即进行 1 次；3 年后跟踪监测 1 次
	红树林修复	红树林物种、郁闭度等	图 11.1-1 所示区域	
	渔业增殖放流	渔业生物种类组成、生态特性和生态分布、栖息密度和生物多样性	湛江湾	
	贝类底播增殖	潮间带生物	图 11.1-2 所示区域	修复完成后首年春秋季各监测 1 次
本报告	红树林修复	红树林物种、郁闭度等	图 11.1-2 所示区域	修复完成后即进行 1 次；3 年后跟踪监测 1 次
	贝类底播增殖	潮间带生物	图 11.1-2 所示区域	修复完成后首年春秋季各监测 1 次
	生态海堤	植被物种、郁闭度等	本工程南侧海堤	

14.3 环保验收清单

本工程填海施工已于 2014 年完成，因此主要对生态修复补偿措施的实施情况、生态修复补偿效果监测及效果评估进行验收，主要内容列于表 14.3-1，供有关部门竣工验收时参考。由于《修复方案》提出的生态修复补偿的实施年限是 3 年，本报告提出的生态修复为 2022 年完成，可采取分阶段验收的方式进行。

表 14.3-1 “三同时”环保竣工验收清单

工程内容	环保验收内容	验收标准
《修复方案》提出的生态修复补偿	退塘（养）还林工程监测	第一年度，本工程拟清理东海岛东部的高位养殖围塘总面积 360 亩，第二和第三年计划清理面积约 1000 亩，每年 500 亩。
	红树林修复	第一年度种植红树林总面积 350 亩，第二年和第三年每年各 400 亩
	渔业增殖放流	第一年增殖放流金额 100 万元，第二年和第三年各计划增殖放流费用 200 万元
	贝类底播增殖	保证施工船舶的安全航行
本报告提出的生态修复补偿	红树林修复	在项目东南侧现存红树林范围人工补种红树林 10 亩
	贝类底播增殖	人工底播增殖贝类 20 万粒
	生态海堤	种植植物（乡土性为主），对堤身的迎海坡进行植被覆盖
环境管理	1.工程环境管理情况	符合国家和行业有关规定；专职人员对工程环境保护工作统一管理
	2.环境监测计划执行情况	实施制定的生态修复跟踪监测计划

15 评价结论及建议

15.1 工程概况

本工程位于湛江市东海岛北部，东海岛石化产业园区内，与东山头岛隔海湾相望。工程填海造地面积为 66.7689hm^2，为巴斯夫（广东）一体化项目提供土地资源。本工程作为东海岛石化产业园区建设用海的一部分，与 A4-2 区域内其他项目一起填海形成陆域，采用先围堰后吹填的方式形成陆域。本工程开工时间为 2011 年 11 月 18 日，完工日期为 2014 年 6 月 20 日。

15.2 工程分析

15.2.1 环境影响要素分析

15.2.1.1 施工期环境影响

本工程与 A4-2 区域内其他项目一起填海形成陆地。根据分析，A4-2 区块整体围填海施工期间，对海域水质及沉积物的影响主要来源于基槽开挖、围堰施工、陆域吹填等施工作业产生的悬浮泥沙；工程建设改变了围区内生物的生态环境，同时施工悬浮物对工程海域的底栖生物、渔业资源也会带来一定的不利影响；此外，施工活动产生的施工污、废水、扬尘、施工噪声和固体废弃物对工程区域环境质量造成一定的污染影响。

15.2.1.2 运行期环境影响要素

本工程建设将改变工程海域地形及海陆属性，进而造成工程海域前沿局部水文动力条件的变化，并对海域冲淤环境、湛江湾纳潮量和水交换也造成一定影响。工程建设占用了原有滩涂植被和潮间带的生境，造成红树林生境损失，减小鸟类栖息地面积，造成局部区域生态服务功能的改变。

15.2.2 污染源分析

15.2.2.1 施工期

（1）海水水质及沉积物环境

本工程施工期间对海域水质及沉积物的影响主要来源于基槽开挖、围堤施工、陆域吹填溢流等产生的悬浮泥沙，以及施工生产废水、施工人员生活污水排放等。根据工程分析，基槽开挖时，悬浮泥沙源强约为 4.7kg/s，抛石施工悬浮物源强为 0.4kg/s，围堰地基换填砂施工源强为 1.21kg/s，围堰充填沙袋施工源强为 5.29kg/s，陆域吹填溢流口源强为 10.07kg/s，取土施工源强为 6.18kg/s。施工期产生的船舶油污水约为 14t/d，施工高峰期生活污水产生量约 63.6m^3/d，平均生活污水产生量约 41.52m^3/d。

（2）海洋生态环境和渔业资源

1）工程造成潮间带和底栖生境破坏及生物损失

本工程填海区域属于潮间带，填海后改变所在海域原有的海底底质环境，对潮间带生物生境产生不可逆影响，永久影响面积 66.7689hm^2；取土区位于潮下带，取土施工将对底栖生境造成破坏，除游泳能力强的生物如底栖鱼类等在施工期间由于受到施工干扰逃离外，大部分底栖生物种类被掩埋、覆盖，从而造成底栖生物损失，但取土区影响为临时影响，施工结束后可恢复，影响面积约 754.5hm^2。

2）施工过程中悬浮物对海洋生态环境的影响

填海施工过程产生的悬浮物引起局部海域水体浑浊，降低阳光的透射率，从而导致局部海域内海洋初级生产力下降，游泳生物迁移，浮游生物也受到不同程度的影响，尤其是对滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物的影响较大。海域水体混浊水质下降，也鱼类及渔业资源造成一定的影响。

3）施工对鸟类及生境影响

受到施工活动的驱赶，鸟类及陆生动物逃离施工区域，填海施工破坏原有滩涂生境，压占破坏原有红树林等滩涂植被，并破坏以此为生境的鸟类及陆生动物的生存环境。

4）施工对海洋哺乳动物和红树林的影响

本工程西南侧有雷州湾中华白海豚自然保护区，施工过程可能会对中华白海豚造成栖息、觅食、洄游产生影响。工程附近分布有红树林，施工过程会对红树林造成一定影响。

5）施工场地对陆域生态环境的影响

施工期间运输道路采用已有道路，填海施工主要为海上施工，因此陆域生态环境影响主要为预制场和堆场对土壤和植被的影响。

15.2.2.2 运行期

（1）水文动力环境及冲淤环境

本工程建设将改变工程海域地形及海陆属性，进而造成工程海域前沿局部水文动力条件的变化，进而导致其冲淤环境发生一定程度的变化。

（2）海洋生态环境

1）对湿地植被的影响

工程围填海直接减少湿地植被的生存环境，工程区域由湿地生境转变为陆地生境，对区域原有植被产生一定影响。

2）对滩涂底栖生物的影响

本工程围填海成陆后，在滩涂环境下生活的生物不适应在陆域环境中生存，对滩涂底栖生物资源造成一定的损失。

3）对渔业资源的影响

围填海直接压占海域，引起湛江湾海域渔业资源一定的损失。另一方面工程围填海一方面占用渔业生产空间，对渔业生产产生一定不利影响。

4）对海洋生态系统服务功能的影响

围填海完成后，用海区域生态系统发生变化，直接导致其服务功能（生态系统的产物和服务）的丧失，主要体现在以下几个方面：①海洋供给服务价值损失；②海洋调节服务价值损失；③废物处理功能价值损失；④海洋文化服务价值损失；⑤海洋支持功能价值损失。

（3）其他环境影响

本工程运行期环境影响主要为土地硬化前的扬尘影响。陆域形成后，上部工程建设另行评价，运行期其他环境影响如水环境、大气环境、声环境影响另行评价，不在本评价范围内。

15.3 环境质量现状调查与评价

15.3.1 水文动力环境现状调查与评价

湛江湾海区的潮汐类型属不规则半日潮型。

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。

最潮流流速达 138cm/s。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、层的余流流速介于 1.4cm/s～13.9cm/s 之间。工程海域含沙量较小，平均含沙量在 10.4~21.7mg/L 之间。

15.3.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

湛江湾内海域水深大，水流动力强、湾内滩槽稳定，港湾内冲淤基本平衡，河床较为稳定。东海岛北岸液体散货及通用散货等港区围海造陆等工程的实施，造成工程区附近南向分流减少，水流动力轴线北移，滩槽呈南部萎缩北部发育的格局变化。但几个沟槽的变化，都是局部的，且其平面位置并未发生大的移动，这也反映出动力的变化是有限的。

15.3.3 海水水质现状调查与评价

2020 年 4 月水质监测结果表明：调查海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 100%和 92.3%，超标原因与北侧河流入海污染源有关。其余各指标所有站位监测结果均符合所在功能区类别要求。

2020 年 11 月水质监测结果表明：调查海域主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 87.5%和 87.5%，超标原因与北侧河流入海污染源有关。。其余各指标所有站位均符合所在功能区水质类别的要求。

15.3.4 沉积物环境现状调查与评价

2020 年 4 月海洋沉积物调查结果均可满足相应功能区沉积物标准要求，工程区域海洋沉积物状况良好。

15.3.5 生态环境现状调查与评价

（1）叶绿素 a 和初级生产力

2020 年 4 月调查，叶绿素 a 浓度变化范围为 0.40~1.87mg/m^3，平均值为 0.96mg/m^3；底层叶绿素 a 浓度均为 0.40mg/m^3。初级生产力水平的变化范围为 14.47 mg·C/(m^2·d)~143.89 mg·C/(m^2·d)，平均值为 67.22 mg·C/(m^2·d)，调查海域初级生产力水平中等。

2020 年 11 月调查，秋季表层叶绿素 a 浓度变化范围为 0.19~0.54mg/m^3，平

均值为 0.37mg/m^3；底层叶绿素 a 浓度变化范围为 0.13~0.82mg/m^3，平均值为 0.41mg/m^3。初级生产力水平的变化范围为 10.14mg·C/(m^2·d) ~55.97mg·C/(m^2·d)，平均值为 28.18 mg·C/(m^2·d)。

（2）浮游植物

2020 年 4 月浮游植物共出现了硅藻、甲藻、蓝藻 3 大门类 69 种（含 1 个变种），其中以硅藻门的种类最多，其次是甲藻门。本海域浮游植物平均密度为 332.68×10^4cells/m^3。多样性指数分布范围在 0.81～2.40 之间，平均为 1.65；均匀度指数变化范围在 0.18～0.60 之间，平均值为 0.387；丰富度指数变化范围在 1.08～3.20 之间，平均值为 2.17。

2020 年 11 月浮游植物共出现了硅藻、甲藻 2 大门类 63 种，其中以硅藻门的种类最多，其次是甲藻门。本海域浮游植物平均密度为 1031.18×10^4cells/m^3。多样性指数分布范围在 0.91～1.60 之间，平均为 1.18；均匀度指数变化范围在 0.19～0.34 之间，平均值为 0.249；丰富度指数变化范围在 1.16～3.05 之间，平均值为 1.85。

（3）浮游动物

2020 年 4 月调查的浮游动物经鉴定有桡足类、浮游幼虫、毛颚类、腔肠动物、十足类、被囊类、糠虾类、软体动物和枝角类共计 9 个生物类群 53 种。优势种分别拟长腹剑水蚤、强额孔雀哲水蚤、桡足类幼体、蔓足类幼体和介形类幼体。春季调查浮游动物平均生物量为 768.72mg/m^3，平均密度为 15338.3ind/m^3。

2020 年 11 月调查的浮游动物经鉴定有桡足类、浮游幼虫、毛颚类、腔肠动物、十足类、被囊类、糠虾类、软体动物、介形类和枝角类共计 10 个生物类群 57 种。优势种分别丹氏纺缍水蚤、肥胖箭虫、红纺缍水蚤、精致真刺水蚤、毛颚类幼虫、桡足类幼虫、瘦尾胸刺水蚤、驼背隆哲水蚤、微刺哲水蚤、微驼背隆哲水蚤、小拟哲水蚤、小哲水蚤和亚强次真哲水蚤。秋季调查浮游动物平均生物量为 136.14mg/m^3，平均密度为 468.45ind/m^3。

（4）底栖生物

2020 年 4 月定量调查，出现包括腔肠动物、纽形动物、多毛类、软体动物、甲壳类和棘皮动物共 6 类 52 种。优势度在 0.02 以上的优势种有 3 种，分别丝异须虫、拟特须虫和滑指矶沙蚕。底栖生物的总平均生物量为 2.36g/m^2，平均栖息密度为 59.58ind/m^2。

2020 年 11 月定量调查，出现包括腔肠动物、纽形动物、多毛类、星虫动物、软体动物、甲壳类、棘皮动物和脊索动物共 8 类 47 种。优势度在 0.02 以上的优势种有 2 种，分别白色吻沙蚕和奇异稚齿虫。底栖生物的平均生物量为 43.02g/m^2，平均栖息密度为 130.83 个/m^2。

（5）生物质量现状调查

2020 年 4 月的调查结果表明：鱼类、软体类中锌含量超标，站位 7 软体动物中砷和石油烃含量超标，站位 12 鱼类中汞含量、软体动物铜含量超标；站位 8、10、13 鱼类及站位 10 软体动物中砷含量超标；站位 7、8、10、14 软体动物中石油烃含量超标。其余站位鱼类、软体类各指标均符合《全国海岸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。

2020 年 11 月调查结果表明：站位 3 的甲壳类中汞、铜、铅、锌、镉、砷含量超标；站位 5 的鱼类中锌和砷含量超标；站位 6 的鱼类中锌、砷含量超标，软体动物中汞和锌含量超标；站位 7 的鱼类中砷含量超标；站位 8 的鱼类中锌含量超标，软体动物中砷含量超标；站位 10 的鱼类中砷含量超标；站位 12 的鱼类中锌和砷含量超标；站位 13 的鱼类中砷含量超标；站位 14 的鱼类、软体类中砷含量超标；站位 16 的鱼类中汞含量超标；站位 19 的鱼类中砷含量超标，软体类中汞含量超标；站位 20 的软体类中砷含量超标，甲壳类中汞含量超标。其他指标均符合相应的质量标准。总体来看，鱼类、甲壳类、软体类中的砷含量超标情况较严重，其余各项重金属含量基本符合《海洋生物质量》、《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》以及《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中相应标准。

（6）潮间带生物

2020 年 4 月潮间带生物的定量调查，共出现潮间带生物 4 类 37 种。优势度在 0.02 以上的有 4 种，分别为粗糙滨螺、长节刀钩虾、花冈钩毛虫和短须角沙蚕。潮间带生物平均生物量为 18.14g/m^2，平均栖息密度为 168.00ind./m^2。潮间带底栖生物多样性指数变化范围在 0～2.88 之间，平均值为 1.59；均匀度指数变化范围在 0.49～0.96 之间，平均值为 0.78；丰富度指数变化范围在 0～1.69 之间，平均值为 0.65。

2020 年 11 月潮间带生物的定量调查，共出现潮间带生物 4 类 31 种。优势度

在 0.02 以上的有 3 种，分别为大脚玻璃钩虾、红树拟蟹守螺和珠带拟蟹守螺。潮间带生物平均生物量为 64.17g/m^2，平均栖息密度为 59.56 ind./m^2。潮间带底栖生物多样性指数变化范围在 0.50～3.00 之间，平均值为 2.09；均匀度指数变化范围在 0.50～1.00 之间，平均值为 0.82；丰富度指数变化范围在 0.19～1.41 之间，平均值为 0.82。

（7）鱼卵仔鱼

2020 年 4 月春季调查水平拖网和垂直拖网共出现鱼卵仔鱼 17 种，其中鳀形目、鲽形目、银汉鱼目、鲈形目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种和鲈形目鉴定出 6 种。垂直拖网调查共采到鱼卵 35 个，仔鱼 18 尾，鱼卵平均密度为 12.15ind./m^3，仔鱼的平均密度为 2.52 尾/m^3。

2020 年 11 月秋季调查水平拖网和垂直拖网共出现鱼卵仔鱼 14 种，其中鳀形目、鲽形目、银汉鱼目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种和鲈形目鉴定出 4 种。垂直拖网调查共采到鱼卵 8 个，仔鱼 1 尾，鱼卵平均密度为 0.083ind./m^3，仔鱼的平均密度为 0.064 尾/m^3。

（8）游泳动物

2020年春季调查共捕获渔业资源游泳生物60种，其中鱼类的种类最多。鱼类的优势种为短吻鳐、尾纹双边鱼、尖吻小公鱼、中华小沙丁鱼、短吻鳐、圆吻海鰶和高体棱鳀，甲壳类的优势种为红星梭子蟹、变态蟳，头足类的优势种为杜氏枪乌贼。2020年春季调查各站位总平均资源密度为1038.74kg/km^2，站位资源密度变化范围为596.63～3835.17kg/km^2。春季游泳生物的多样性指数分布范围在2.70～3.62之间，平均为3.21；均匀度分布范围在0.64～0.89之间，平均为0.78；丰富度分布范围在1.09～2.57之间，平均为1.90。

2020 年共捕获渔业资源游泳生物 84 种，其中鱼类的种类最多。鱼类的优势种为孔虾虎鱼、皮氏叫姑鱼，甲壳类的优势种为近缘新对虾、晶莹蟳。2020 年秋季调查各站总平均资源密度为 890.12kg/km^2，站次资源密度变化范围为 90.02～2037.31kg/km^2。秋季游泳生物的多样性指数分布范围在 1.14～3.12 之间，平均为 1.98；均匀度分布范围在 0.25～0.76 之间，平均为 0.45；丰富度分布范围在 1.65～3.40 之间，平均为 2.81。

15.4 环境质量回顾评价

（1）工程施工前后水文动力对比分析

本工程建设没有对大范围流场造成影响。

（2）工程施工前后海水水质对比分析

从污染物浓度来看，工程施工期间主要是重金属浓度上升明显，其余指标变化不大，工程后所有指标均显示有所上升，特别是重金属、COD 和石油类浓度上升明显，但在 2020 年有所回降。因此，从超标率可以看出，近十几年来无机氮和活性磷酸盐超标率呈上升趋势，工程施工期间，重金属超标因子增加，在工程后 2 年内，COD、DO 和石油类出现超标，2020 年得到恢复。

工程施工期间及完工后短时间内，海水水质特别是重金属、COD 和石油类受影响明显，但随后影响减小。

（3）工程施工前后海洋沉积物质量对比分析

工程施工期沉积物质量无明显变化，但工程后一段时间内沉积物中的污染物浓度增大倍数较多，2020 年有所下降，但仍高于工程前水平。从评价结果来看，2020 年沉积物质量符合海洋沉积物第一类标准。

（4）工程施工前后海洋生态质量对比分析

本工程施工主要造成浮游动物生物量略有降低，对底栖动物种类和优势种有所影响，底栖动物栖息密度和生物量、潮间带底栖生物密度和生物量、游泳动物资源密度略有降低，工程后一段时间内叶绿素 a 和初级生产力、游泳动物资源密度有所降低，但至 2020 年影响逐渐减小，游泳动物基本恢复到工程前水平。

15.5 环境影响分析

15.5.1 对水文动力环境影响评价

（1）流速流向变化分析

A4-2 区和 B 区填海实施后，周边 3km 范围内流场发生变化，其中填海区域附近流速流向均发生改变，工程后围填海堤线附近及取土区内流向由原来的与堤线成一定夹角变为顺堤方向，远离填海区仅流速略有变化。

提取工程前后大潮涨落急流速进行差值计算，见图 8.1-12 和图 8.1-13。从涨落急流速变化图可以看出，工程后 A4-2 区北侧和 B 区南侧堤头处流速增大，最

大流速增幅可达到 0.6m/s，围填海区域东侧受取土区挖深影响，流速减小，最大流速减幅约 0.4m/s。

从流场整体变化的趋势看，工程对工程海域周边水动力环境有一定的影响，但对距离围填海区域较远的航道基本没有影响。

（2）潮位变化分析

A4+B 区围填海项目实施后高潮位变化幅度 0.01m~0.02m，低潮位变化幅度 -0.02m~0.00m。A4+B 区围填海工程实施后对工程海区潮位变化影响程度较小。

（3）断面潮通量变化

考虑取土区挖深后，断面 1 大潮涨潮、落潮断面潮通量比工程前略微增大，增幅度在 0.7%~1.0％，断面 2 大潮涨落潮通量不变，断面 3 大潮涨落潮通量略有增加。不考虑取土区挖深影响时，断面 1 大潮涨潮、落潮断面潮通量比工程前略微减小，减小幅度在 1.0%~1.5％，断面 2 大潮涨落潮通量不变，断面 3 大潮涨落潮通量略有减小。围填海及取土区工程施工对湛江湾内纳潮量产生一定影响，但影响幅度较小。

（4）水交换周期影响

围填海工程实施前，工程所处海域基本为潮滩，水动力环境弱，水体交换速度慢。数值模拟结果显示，围填海及取土区工程后，取土区内水流流速略有减小，由于取土区靠近湛江湾潮汐通道，水体交换能力较强，因此，取土区挖深后产生的水动力环境变化对取土区附近水体交换能力影响很小，取土区施工前后湛江湾内的水体交换速度变化不大。

（5）波浪场影响

从工程前后波高变化看，重现期 50 年一遇波浪在设计高水位情况下，波浪主要变化区域出现在工程位置的北侧、东侧及中间水域，对于 E 向、NE 向和 N 向波浪而言，工程建设后由于与东头山岛水道的缩小，北侧波浪有所减小，最大变化幅度在 0.5m 左右；对于 NW 向波浪而言，情况类似，东侧波浪有所减小，最大变化幅度在 0.2m 左右；中间水域，最大变化幅度在 0.6m 左右。总体来说，工程实施后对周围海域波浪场的影响范围和量级有限。

15.5.2 对地形地貌与冲淤环境影响分析

工程对周边海域的冲淤环境影响各有差异，淤积区域主要集中在围填海区东

南海域，由于受填海岸线的控制，该海域水面缩减，水动力逐步减弱，造成泥沙较易落淤，其淤积强度在 0.05-0.4m/a 之间；围填海范围以北的水道内由于水动力增加，使得水体挟沙能力变强，存在一定程度上的局部冲刷，冲刷强度在 0.12~0.50m/a，强度不大，整体以偏淤积为主。

其次，在东头山岛东北侧的石头角航道的冲淤趋势变化不明显，说明工程对湛江湾出海主航道的影响较小，其年冲淤量在-0.1m/a 至 0.1m/a 之间，属于微冲微淤的状态，且趋势不明显。该冲淤强度基本接近于自然冲淤的速率。

再者，对石头角航道以北水域的冲淤影响非常弱，体现为有冲有淤，但强度较小，均不超过 0.05m/a，工程的影响范围基本局限在石头角航道西南侧，对其北部区域影响较小。

15.5.3 对海水水质影响分析

A4-2 及 B 区整体工程建设期间，产生的悬浮物影响区域主要集中在围堤前沿及其附近海域，根据计算结果，整体工程建设产生的悬浮物大于 10mg/L 的最大影响面积为 37.95km^2。根据相关工程实践，施工引起的悬浮物扩散主要限于施工时，施工结束后数小时内（与源强、施工结束的时刻有关），人为增加的悬浮物浓度迅速衰减至 10mg/L 以下。此外，工程施工过程中船舶残油及油污水均由资质单位回收，生产废水经沉淀处理后回用于场地冲洗等，总体上对工程海域海水水质环境影响较小。

15.5.4 对沉积物环境影响分析

工程海域沉积物环境总体较好，围填海工程用料符合相应的质量标准要求，因此工程建设对海域沉积物环境影响较小。此外，本工程施工船舶油污水等收集后由资质单位回收，统一处理，生产固废、生活垃圾不向海域丢弃，故对工程海域沉积物影响较小。

15.5.5 对生态环境影响分析

（1）海洋生态环境影响

工程施工期间，形成一定范围的悬浮物浓度升高，致使局部水域的透明度下降，削弱水体中的真光层厚度，从而导致浮游植物光合作用能力在一定时间内减

弱，在一定程度上影响水域的初级生产能力，并导致海域中浮游动物数量的减少。本工程施工对浮游植物的持续性损害赔偿额约为 20.13 万元，对浮游动物的持续性损害赔偿额约为 848.04 万元。

本工程涉及取土区面积为 79.15hm^2，位于潮下带，取土施工将对海洋底栖环境造成破坏，使底栖生物丧失，对取土区底栖生物的损害赔偿额为 170.04 万元；本工程填海区域位于潮间带，工程永久占用滩涂潮间面积约 66.7689hm^2，使该面积内的潮间带生物完全损失且无法恢复，对潮间带生物造成的经济损失约为 1728.00 万元。

（2）渔业资源影响

工程建设对渔业资源的影响主要表现在施工悬浮物可能造成的海域渔业资源损失和，本工程施工期渔业资源直接经济损失总计为 806.992 万元。

在悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的水域范围内，鱼卵、仔鱼因高浓度的含沙量而发生死亡，在该范围内成鱼可以回避，但幼体由于缺乏足够的游泳能力将出现部分死亡。另外，由于纳潮量减小，渔业资源也会相应减小。但上述渔业资源生物量损失一方面随着施工的结束，慢慢可以得到恢复，另一方面通过增殖放流可以加快渔业资源恢复。

（3）运行期对海洋生态环境的影响

工程完成后，所在海域生态系统发生改变，导致其服务功能丧失，包括海洋供给服务价值损失、海洋调节服务价值损失、废物处理功能价值损失、海洋文化服务价值损失和海洋支持功能价值损失。本工程造成的海洋生态系统服务功能损失的价值约为 94.26 万元。

15.6 环境风险分析

工程施工期间，未发生因通航事故、船舶溢油事故以及风暴潮袭击等引起的溢油等环境污染事件。

15.7 主要生态问题及生态修复措施

15.7.1 主要生态问题

根据《评估报告》，A4 区围填海工程存在的主要生态问题为：

（1）围填区用海占用部分滩涂湿地，围填区原有湿地生态系统服务功能的改变。

（2）A4 区填海工程实施直接造成红树林（非红树林保护区）损失面积约 3.98hm^2。

（3）对水质环境的影响

施工期间对水质的影响主要为施工引起的悬浮泥沙对水环境的影响，运营过程中对海域生态环境的影响主要是填海区内的企业排污对海域水质产生一定范围的不良影响。

（4）占用一定岸线资源

A4 区现状堤围占用海岛岸线约 4350m，新形成岸线约 4822m，现状堤围走向基本与东海岛规划码头岸线一致，区域建设用海可以说是占用了东海岛的岸线资源，也可以说是对岸线资源的充分利用，围填海的实施将使该区域的港口岸线优势得到最大程度的发挥。

（5）造成一定的生物资源损失

项目用海海洋生物资源损失主要是项目建设改变了潮间带生物和底栖生物原有的生境，海域大部分潮间带生物和底栖生物将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致潮间带生物和底栖生物资源损失，此外还有围填海引起纳潮量损失，从而造成渔业资源和浮游生物损失。

15.7.2 生态修复补偿措施

《修复方案》及本工程提出的生态修复补偿措施分别见表 157-1 和 15.7-2。

表 15.7-1　　湛江市东海岛石化产业园 A4 区围填海项目生态修复措施

序号	生态修复措施	具体工作内容	2019 年修复计划	2021 年划修复计	2022 年划修复计	预算（万元）	实施主体
1	退塘（养）还林	清理高位养殖围塘，清理的养殖围塘复绿，清理沙滩垃圾	清理高位养殖围塘 360 亩	清理高位养殖围塘 500 亩	清理高位养殖围塘 500 亩	680	湛江经济技 术开发区管 理委员会
2	红树林修复	人工补种红树林	补种红树林 350 亩	补种红亩树林 400	补种红亩树林 400	286	
3	渔业增殖放流工程	人工增殖放流，每年鱼类 100 万尾，虾类 2000 万尾，中国蚶 20 万尾，连续 3 年	人工增殖放流鱼类 100 万尾，虾类 2000 万尾，中国蚶 20 万尾	人工增殖放流鱼类 200 万尾，虾类 4000 万尾,中国蚶 40 万尾	人工增殖放流鱼类 200 万尾，虾类 4000 万尾，中国蚶 40 万尾	500	
4	海岸带整治修复	通过种植乡土性植物（被），对海岸迎风岸带进行植被修复					
合计						1466	

表 15.7-2　　本工程生态修复方案

序号	生态修复措施	具体工作内容	2021 年修复计划	2022 年修复计划	预算（万元）	实施主体
1	红树林修复（原址）	在项目东南侧现存红树林范围开展红树林人工补种，恢复红树林植被	人工补种红树林 10 亩	—	25	湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司（原湛江经济技术开发区新域基础设施建设投资有限公司）
2	海堤生态化建设	通过种植植物（乡土性为主），对堤身的迎海坡进行植被覆盖；	前期准备	在海堤迎海面种植植物，海堤堤身覆绿 700m	50	
3	贝类底播增殖	人工底播增殖贝类 20 万粒	底播增殖贝类 10 万粒	底播增殖贝类 10 万粒	20	
合计						

15.8 环境损益分析及环保投资

工程建设造成的环境损失主要集中在施工期，但多是暂时的、局部的，损失量及影响程度相对较轻，在可接受范围内。在落实环境修复补偿及各项环境保护措施的前提下可最大程度的减轻环境资源损失，亦不会对周边环境造成累积性的损害。与之相对比，工程建设对区域发展带来的社会和经济效益则多是正面的、长期的、较大范围的。总的来说，从环境损益角度分析，本工程建设是合理的、可行的。

本工程环境保护投资约 4948.6 万元，约占工程总投资的 10%。

15.9 海洋工程环境可行性分析

15.9.1 政策的符合性分析

巴斯夫一体化项目属国务院确定的全国 7 个重大外商投资项目之一，是国家重大战略项目，本工程已按要求编制完成《评估报告》和《修复方案》，并通过了专家和自然资源部审查，在严格落实《评估报告》和《修复方案》中提出的生态保护修复措施的前提下，本工程符合《国务院关于加强滨海湿地保护 严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24 号）有关规定和《自然资源部办公厅关于湛江市东海岛石化产业园区 A4 区围填海历史遗留问题处理方案备案意见的复函》（自然资办函[2019]509 号）的有关要求。

15.9.2 与海洋功能区划的符合性分析

（1）本工程建设涉及的用海类型为围填海和工业用海，工程区域均位于“东海岛北部工业与城镇用海区”内，符合海域使用管理要求。工程建设除了施工期导致的短期不利影响之外，总的来说不会对海域环境质量造成长期不利影响，也不会影响周边海洋功能区的海域使用管理要求以及环境保护要求。因此本工程符合海洋功能区划。

（2）本工程所在东海岛属于湛江市麻章区，工程建设为巴斯夫（广东）一体化项目提供土地资源，推进东海岛石化项目建设；同时本工程采用区块组团式围填海，填海工程与邻近仓储物流项目、LPG 冷冻储存库、30 万吨/年丙烷

脱氢制丙烯等项目填海工程同步实施，符合集中集约用海，最大程度降低对海洋生态环境的影响，符合海域开发管理及海洋生态环境保护要求。因此，本工程建设与《广东省海洋主体功能区规划》相符。

15.9.3 与区域及行业规划、政策的符合性分析

（1）本工程位于湛江东海岛石化产业园区，工程建设为巴斯夫（广东）一体化项目建设提供必要的土地，对建设湛江石化基地具有重要意义。因此，本工程建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》。

（2）本工程建设为巴斯夫（广东）一体化项目的建设提供必要的土地，符合该规划提出的推动东海岛化工基地绿色发展。因此，本工程建设符合《广东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》。

（3）本工程建设为巴斯夫（广东）一体化项目建设提供必要的土地，符合规划提出的做大做强临港产业集群，培育发展战略性新兴产业，推动传统优势产业提质增效，统筹发展海洋经济。因此，本工程建设符合《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划》的要求。

（4）本工程为填海工程，位于分区规划中的东部中型工业组团，上部建设巴斯夫（广东）一体化项目，属于分区规划区重点发展的石化产业，因此，本工程建设符合《湛江市东海岛分区规划》》要求。

（5）本工程属于《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》内填海工程，为巴斯夫（广东）一体化项目提供土地资源，目的是为了服务于石化产业园区，与《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》相符。

（6）本工程采用了先围后填的施工顺序进行，选用了绞吸式挖泥船作业；施工船舶机舱含油污水运回陆地交由有资质单位接收处置；船舶和预制场产生的生活污水统一收集处理，未排海；船舶和施工场固体废弃物统一收集交由环卫部门处理。本工程为临港工业区中 A4-2 区填海项目，目前施工已结束且未发生施工船舶溢油等环境风险事故。临港工业区已建立完善的事故应急系统和应急预案。建设单位正在开展东海岛退塘（养）还林、东海岛红树林修复、东海岛渔业增殖放流等生态保护修复工作。本工程已完成，在施工期未发现白海豚等珍稀海洋生物情况，未发生对珍稀海洋生物造成损害的情况。虽然规划实施

单位未落实规划环评提出的环境监测计划，但收集了湛江湾内不同年份海洋环境现状调查数据，可作为反映规划实施造成的环境影响评价的依据，因此本工程建设基本符合《湛江市东海岛临港工业区域建设用海规划海洋环境影响评价专题》的要求。

（7）本工程为填海工程，上部建设巴斯夫（广东）一体化项目，属于《东海岛城市总体规划 2013-2030》中重点发展的石化产业，因此，本工程建设符合《湛江市东海岛总体规划 2013-2030》要求。

15.10 公众参与调查结论

建设单位在 2020 年 12 月 28 日~2021 年 1 月 11 日在建设项目所在地方政府网站湛江经济技术开发区网站开展了第一次网络工程，在 2020 年 4 月 29~5 月 14 日期间进行了网络平台公示、报纸公示及现场张贴公示等方式对本项目环境影响报告书进行了征求意见稿公示，征求公众对本项目环境影响和环境保护方面的建议和意见。公示期间，建设单位未收到公众对本工程的相关建议和意见。

15.11 综合评价结论

本工程属于东海岛石化产业园区 A4-2 区海域围填海工程的一部分，为已建工程。工程建设中已采取了一定的环境保护措施，未对工程海域生态环境造成重大影响，不存在制约性重大环境因素，主要环境影响为工程占用海域对局部海域水动力条件、地形冲淤变、海域水质、沉积物及海洋生态环境的影响，在落实本报告提出的环保措施及生态修复措施前提下，从环境影响角度分析，本工程建设可行。

15.12 建议

（1）建设单位按照环境、农业等相关管理部门要求，落实生态及渔业资源修复补偿工作，并做好渔业生产补偿工作。

（2）建设单位按照围填海生态修复要求，严格落实生态修复措施，以满足国家海洋生态文明建设的相关要求。