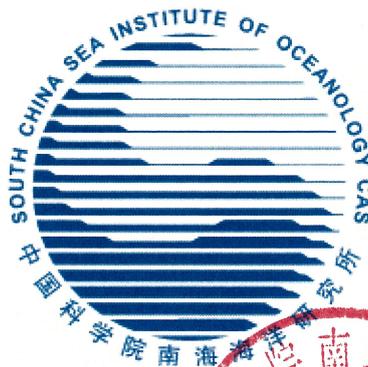


论证报告编号：（4408112026000182）

湛江市东海岛石化产业园区港前路项目
（港前一横路）

海域使用论证报告书

（公示稿）



编制单位：中国科学院南海海洋研究所

统一社会信用代码：12100000455858425K

二〇二六年二月

项目基本情况表

项目名称	湛江市东海岛石化产业园区港前路项目（港前一横路）			
项目地址	本项目位于湛江市麻章区东海岛石化产业园北部，东海岛公共管廊项目东侧			
项目性质	公益性（ <input type="checkbox"/> ）	经营性（ <input checked="" type="checkbox"/> ）		
用海面积	拟申请用海面积 7.1367 公顷，其中港前一横路用海面积 3.2651 公顷，施工围堰用海面积 3.8716 公顷	投资金额	1.07 亿元	
用海期限	港前一横路申请用海 40 年，施工围堰申请用海 2 年	预计就业人数	人	
占用岸线	总长度	97.5m	邻近土地平均价格	万元/ha
	自然岸线	m	预计拉动区域经济产值	万元
	人工岸线	97.5m	填海成本	万元/ha
	其他岸线	m		
海域使用类型	交通运输用海中的路桥隧道用海	新增岸线	m	
用海方式	面积	具体用途		
非透水构筑物	3.2651ha	港前一横路		
非透水构筑物	3.8716ha	施工围堰		
注：邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值。				

摘要

（一）项目用海基本情况

本项目用海单位为湛江市基础设施建设投资集团有限公司，代建单位为湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司。拟在湛江市麻章区东海岛石化产业园北部、东海岛公共管廊项目东侧，建设湛江市东海岛石化产业园区港前路项目。该项目包含三条道路，其中本次拟建的港前一横路是唯一涉海的路段。道路设计修建起点桩号为 GQY K0+000，终点桩号为 GQY K0+738.938，总长 738.94m，红线宽度 30m，规划为城市次干道，设计速度为 30km/h，采用双向 4 车道设计。道路呈南北走向，南起港南大道，北接港前东路。

本项目申请用海类型为交通运输用海（一级类）中的路桥隧道用海（二级类），申请用海包括港前一横路和施工用海两部分，用海方式均为构筑物中的“非透水构筑物”。本项目拟申请用海面积约 7.1367 公顷，其中港前一横路用海面积 3.2651 公顷，拟申请用海期限为 40 年。施工围堰用海面积 3.8716 公顷。拟申请用海期限为 2 年。根据 2022 年广东省政府批复岸线，用海范围涉及的海岛岸线（人工岸线）长约 97.5m。其中港前一横路占用 60.1m，施工围堰占用 37.4m。具体见下表。

表 1 项目基础情况表

用海类型		用海方式		用海单元	用途	面积 (公顷)	用海期 限	占用岸 线/m
一级类	二级类	一级方式	二级方式					
交通运输 用海	路桥隧道 用海	构筑物	非透水构筑物	港前一横路	路桥	3.2651	40 年	60.1
		构筑物	非透水构筑物	施工围堰	施工	3.8716	2 年	37.4

（二）项目立项情况

根据广东省企业投资项目备案证，湛江市东海岛石化产业园区“港前路项目”包含三条道路，分别为港前一横路、港前路及经一路。其中本次论证的港前一横路是唯一的涉海路段，涉海段长 717.94m，红线宽度 30m，双向 4 车道。港前路项目总投资约 34335.00 万元，其中本项目（港前一横路）投资金额约 1.07 亿元。

（三）用海必要性

港前一横路是《广东省湛江市东海岛总体规划（2013 - 2030）》中明确规划的城市次干道，设计总长为 738.94m，红线宽度 30m，设计速度 30km/h，采用

双向 4 车道标准，呈南北走向，南起港南大道，北接港前东路。目前该路段仍为简易土路形态，是湛江京信发电有限公司及湛江港（集团）股份有限公司进出厂区的唯一通道，通行条件差，安全隐患突出，道路建设具有显著的现实紧迫性。项目南段接已建的港南大道，北端连接填海形成的陆域现状道路，受线路走向及地形条件限制，工程实施确需跨越部分海域，因此用海是必要的。

（四）国土空间规划符合性分析

广东省、湛江市、经济技术开发区的国土空间规划，项目所在分区情况如下：

根据《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《广东省海岸带与海洋空间规划》（2021-2035 年）及“三区三线”划定成果，本项目位于东海岛北部工矿通信用海区和雷州半岛东部滨海湿地生态系统保护和修复区不涉及生态保护红线、城镇开发边界、耕地保护目标及永久基本农田。

根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目位于工矿通信用海区，不涉及生态保护红线、耕地保护目标和永久基本保护农田。

根据《湛江经济技术开发区（东海岛）国土空间总体规划（2021—2035 年）》，本项目位于工矿通信用海区，不涉及生态保护红线、耕地保护目标和永久基本保护农田。

本项目为《湛江市东海岛石化产业园区第四期控制性详细规划》中的规划道路，旨在完善和打通石化产业园区内部交通路网。本项目用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，用海方式为非透水构筑物。项目建设过程中仅因施工围堰产生少量悬浮泥沙，影响范围有限，且随着施工结束，相关影响将随之消除。因此，本项目建设与上述现行规划管控要求相符。

（五）占用岸线情况

根据 2022 年广东省政府批复岸线，用海范围涉及的海岛岸线（人工岸线）长约 97.5m。其中港前一横路占用 60.1m，施工围堰占用 37.4m。

（六）利益相关者协调情况

经界定，本项目利益相关者为湛江京信发电有限公司、湛江港（集团）股份有限公司、湛江经济开发区水务有限公司及调遯村养殖户。本项目协调部门为湛江经济技术开发区农业事务管理局和林业主管部门。

为避免项目建设与周边利益相关方产生冲突，代建单位在项目前期已正式发函征求各相关方意见。截至目前，湛江京信发电有限公司、湛江港（集团）股份有限公司及湛江经济开发区水务有限公司均已复函表示支持本项目建设；调逻村养殖户的意见尚在征集中。

（七）资源生态影响及生态修复措施

（1）对水动力环境影响的结论

工程实施后流速变化主要沿区域主流向分布。涨潮期间（主流向西北→东南），流速影响较大的一侧为东南侧；落潮期间（主流向东南→西北），影响较大的集中于项目西北侧。其中流速增大的范围主要集中在箱涵东、西两侧约 750m 范围内，流速减小的影响范围主要集中在箱涵东、西两侧约 1000m 范围内。工程 1 km 以外的区域，流速变化在 ± 0.2 m/s 以内。

（2）对地形地貌与冲淤环境的影响

工程实施后，由于原过水管涵由透水结构改为非透水结构，新建箱涵处由非透水结构改为透水结构，从而项目附近局部潮流流向与流速发生改变。其中，由于构筑物的遮蔽，原过水管涵附近区域流速减小，从而泥沙落淤；新建箱涵附近因拆除非透水结构流速增加，从而地形冲刷。

根据模拟结果，地形冲淤变化幅度大于 ± 2 cm，集中于工程区 500m 范围内，主要变化为：

1) 原过水管涵两侧海域淤积，平均淤积厚度约 0.1m/a，最大淤积强度为 0.6m/a。淤积幅度大于 0.25 m/a、0.1m/a，主要集中在项目附近约 120m、235m 范围内。

2) 工程实施后，新建箱涵两侧海域冲刷，年平均冲刷幅度为 0.13m/a。在箱涵与道路街接附近局部区域冲刷较大，最大为 0.83m/a。侵蚀幅度大于 0.5m/a、0.25m/a、0.1m/a，主要集中在项目附近约 27m、93m、155m 范围内。

（3）对海洋水质环境影响的结论

港前一横路采用施工围堰围闭施工区域后，进行干法施工。整个施工过程中，施工围堰施工及拆除会产生一定量的悬浮泥沙排放到水体中。施工期产生的悬沙对水体环境影响预测，按照项目分段施工的施工工艺和步骤，制定 3 种工况。不同工况下，随潮流输运悬沙会形成一定的扩散范围。具体如下：

工况一：先建设一、二期施工围堰，保障港前一横路南半段施工建设。经过数模计算，一、二期围堰施工过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L （超 I、II 类海水水质）的海域面积最大值为 0.4253km^2 。悬浮泥沙（SS）增量 $>10\text{mg/L}$ 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.287km 、西北向 0.305km 、东南向 0.470km 。

工况二：一二期围堰内道路工程建成通车后，将一、二期围堰拆除；同时建设三、四期围堰施工。经过数模计算，一、二期围堰拆除，三、四期围堰施工过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L （超 I、II 类海水水质）的海域面积最大值分别为 1.36km^2 。悬浮泥沙（SS）增量 $>10\text{mg/L}$ 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.973km 、西北向 0.610km 、东南向 1.103km 。

工况三：港前一横路主体工程建设完毕，三、四期施工围堰拆除。经过数模计算，三、四期围堰拆除过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L （超 I、II 类海水水质）的海域面积最大值分别为 0.8099km^2 。悬浮泥沙（SS）增量 $>10\text{mg/L}$ 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.839km 、西北向 0.438km 、东南向 0.880km 。

（4）对沉积物环境影响的结论

本项目属于交通运输用海中的路桥隧道用海，运营期间基本不产生污染物，对海洋沉积物环境的影响主要集中在施工阶段。施工过程中围堰的施工或拆除可能产生一定量的悬浮泥沙，对周边海域表层沉积物造成局部扰动，从而对海洋沉积物环境产生短暂影响，但随着施工期的结束，影响也随之消失。因此本项目对海洋沉积物的扰动影响主要集中在施工围堰以内及附近范围，属于可接受范围内。

（5）对海洋生态资源影响结论

本项目占用海域空间资源 7.1367 公顷，其中港前一横路占用海域空间资源 3.2651 公顷，施工期占用海域空间资源 3.8716 公顷。

本项目建设造成潮间带生物损失量约 28320.04kg ，其中港前一横路造成潮间带生物损失约 24043.6kg ；施工围堰造成潮间带生物一次直接损失约 4276.44kg ；施工产生悬浮泥沙造成鱼卵一次直接损失量约 5.67×10^6 粒，仔稚鱼一次直接损失量约 9.6×10^5 尾，游泳生物一次直接损失量约 71.73kg 。

（6）生态保护修复措施

项目的生态保护修复措施方面，结合项目施工对周边生态环境的影响，主要考虑增殖放流、岸线占补修复及红树林修复三个方面。

增殖放流：根据项目用海情况分析和项目建设前后海洋生态调查情况对比，对其生境进行恢复，改善项目周边海域环境质量，修复措施为增殖放流工程。建议增殖放流品种为放流品种：包括黑鲷、黄鳍鲷、斑节对虾、方斑东风螺等本地常见物种，放流时间计划于 2026 年休渔期（5 月至 8 月）内实施。

岸线占补：本项目施工围堰及港前一横路所涉及的岸线长度为 97.5m，依据 2022 年广东省政府批复岸线的岸线属性，属于有居民海岛（东海岛）的人工岸线。根据《广东省海岸线占补实施办法》（2025 年 6 月 12 日起施行），项目建设占用海岸线（包括大陆岸线和海岛岸线，均包含自然岸线和人工岸线）导致海岸线原有形态或生态功能发生变化，要进行海岸线整治修复。建设占用海岛自然岸线的，按照 1:1 的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线。依据该文件规定，本项目占用有居民海岛的人工岸线不属于需进行占补的岸线范畴，故本项目无需开展岸线占补。

红树林修复：本项目港前一横路不涉及红树林，仅有施工围堰涉及 23.46m²，项目施工将对占用的现状红树林造成直接破坏。建议建设单位应依法办理红树林移植手续，将施工范围内受项目影响的红树林进行移植后再进行施工，采取相应的红树林保护措施，选择就近移植，并保证其存活率。最终的红树林生态修复方案，以建设单位和相关主管部门沟通结果为准。

（八）项目用海合理性分析

用海选址合理：项目的选址在区域社会条件的需求上满足《湛江市东海岛石化产业园区第四期控制性详细规划》中湛江东海岛石化产业园区规划建设六条主要道路的要求，与产业政策及相关规划要求相一致，与周边海洋开发活动具有较好的协调性，具有建设所需的社会条件。在环境条件需求方面，其与工程地质、水动力环境、地形地貌与冲淤环境、通航条件及生态系统均是适宜的。因此，本项目用海选址具有合理性。

用海方式和平面布置合理：（1）用海方式合理：《湛江市东海岛石化产业园区第四期控制性详细规划》将项目所在区域及后方湾内已规划为填海区。基于

未来规划导向，结合工程地质条件等因素，本项目采用“填土放坡+透水箱涵”复合结构的非透水构筑物用海方式，能够满足行洪安全需求、保障潮汐通道贯通，用海方式合理；项目临近海域用海活动较多，从安全角度出发，施工围堰采用非透水结构，快速形成封闭的干法施工环境，极大地提高了施工安全与效率，施工围堰用海方式合理。（2）平面布置合理：项目用海的平面布局严格按照城市次干道标准设计，红线宽度 30m，采用双向 4 车道布局，同时配套人行道、非机动车道等，且综合考虑了管理、安全性的需求；港前一横路整体平面布局紧凑，无冗余空间占用，符合集约、节约用海原则，平面布置合理。施工围堰沿港前一横路走向平行布设，在满足工程实施所需空间的前提下，力求最大限度控制用海范围，施工围堰平面布置合理。综合前述，本项目的用海方式和平面布局合理。

用海面积合理：（1）用海面积合理：本项目拟申请用海面积约 7.1367 公顷，其中港前一横路用海面积约 30.2651 公顷，施工围堰用海面积约 3.8716 公顷。项目用海规模在满足港前一横路（双向四车道、设计速度为 30km/h）和施工围堰（外边坡度 1:1.5、内边坡度 1:1）实际需求的基础上，严格按照《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》进行量算，用海面积合理、依据充分。（2）立体分层用海合理：项目所在区域邻近已确权用海项目较多，与本项目相接的港南大道、既有公共管廊等的用海权属范围内存在重叠区域。为此，项目拟采用整体立体分层设权的方式，与港南大道、既有公共管廊共同协调用海空间。采用立体分层设权后，港前一横路的确权高程为 -0.5m~7.8m、施工围堰确权高程为 0m~3.5m、公共管廊项目的确权高程为 9.5m~24.7m、港南大道的确权高程为 6.2m~8.2m，该立体分层设权的方式有效协调不同用海活动的空间关系，体现集约节约用海原则；符合当前海域管理政策导向，技术上合理可行。综上，本项目用海面积是合理的。

用海期限：根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，公益事业用海最高用海期限为 40 年。综合项目设计年限，本项目港前一横路拟申请用海 40 年。根据施工工期且考虑不可抗拒等因素本项目施工用海拟申请 2 年。海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

1. 概述

1.1. 论证工作来由

本项目用海单位为湛江市基础设施投资建设集团有限公司，代建单位为湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司，拟在湛江市麻章区东海岛石化产业园北部、东海岛公共管廊项目东侧，建设湛江市东海岛石化产业园区港前路项目。该项目包含三条道路，其中本次拟建的港前一横路是唯一涉海的路段。该道路南起港南大道、北至港前东路，申请用海长度约 717.94m，道路红线宽度 30m，按城市次干道标准建设，设计为双向 4 车道。

项目建设是完善东海岛石化产业园区内部路网、保障园区运营物流与应急疏散畅通的关键举措，是落实《湛江市东海岛石化产业园核心区控制性详细规划》与《湛江市东海岛石化产业园区第四期控制性详细规划》的重要基础设施。其中，《湛江市东海岛石化产业园区第四期控制性详细规划》明确布局了石化产业园区的主干路网，明确了包括港前一横路在内的多条道路的建设条件，各道路的具体规划条件如下：

- (1) 东建路南起港南大道，往北与纬一路、港前路相交止于规划海岸线，全长约 1542m（其中陆域段约 669m，海域段约 873m）；
- (2) 港前路以南道路红线宽 40m，港前路以北道路红线宽 30m；
- (3) 经一路南起港南大道，往北与纬一路、港前路相交，止于规划海岸线，全长约 1957m（其中陆域段约 1400m，海域段约 557m）道路红线宽 30m；
- (4) 港前路东起通港大道，往西与经一路、东建路相交，止于东建路，全长约 2390m，道路红线宽 40m；
- (5) 纬一路东起通港大道，往西与经一路相交，止于东建路，全长约 2166m，道路红线宽 30m；
- (6) **港前一横路**南起港南大道，往北止于港前东路，全线均布设于海域，道路规划红线宽度为 30m；

港前东西起港前一横路，往东与经二路、经三路相交，止于中科炼化一体化基地边界线，全长约 2654m（其中陆域段约 1387m，海域段约 1267m），道路红线宽 30m。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》和《广东省海域使用管理条例》等相关法律法规的规定和要求，该用海项目在申请海域使用权前，必须进行科学、规范的海域使用论证。为此，湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司（代建单位）特委托中国科学院南海海洋研究所承担本项目的海域使用论证工作。论证单位接受委托后，立即组织人员开展现场踏勘并收集相关资料，依据海域论证工作要求编制形成《湛江市东海岛石化产业园区港前路项目（港前一横路）海域使用论证报告书》（送审稿）。通过对项目用海的必要性、选址与规模的合理性、对海洋资源和生态环境的影响、与周边海域开发利用活动的协调性等方面进行全面、科学的分析评估，可作为自然资源行政主管部门审核项目用海的依据。

1.2. 论证依据

1.2.1. 法律法规

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

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

(3) 《中华人民共和国渔业法》，2013年修订；

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

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

(6) 《中华人民共和国湿地保护法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第一〇二号，2022年6月1日施行）；

(7) 《中华人民共和国测绘法》，2017年修订；

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

(9) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院，中华人民共和国国务院令第475号，2018年3月19日第二次修订）；

(10) 《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院，中华人民共和国国务

院令第 167 号，2017 年 10 月 7 日第二次修订）；

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

(12) 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006 年；

(13) 《海域使用权登记办法》，国家海洋局，2006 年；

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

(15) 《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2207 号，2022 年 10 月 14 日）；

(16) 《关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资源部，自然资规〔2021〕1 号，2021 年 1 月 8 日）；

(17) 《自然资源部关于印发〈国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南〉的通知》（自然资发〔2023〕234 号），自然资源部，2023 年 11 月 22 日；

(18) 《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》（自然资源部办公厅，自然资办函〔2021〕2073 号，2021 年 11 月 10 日）；

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

(20) 《关于印发〈生态保护红线生态环境监督办法（试行）〉的通知》（生态环境部，国环规生态〔2022〕2 号，2022 年 12 月 27 日）；

(21) 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》（自然资源部，自然资办函〔2022〕640 号，2022 年 4 月 15 日）；

(22) 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资源部，自然资发〔2023〕89 号，2023 年 6 月 13 日）；

(23) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资源部，自然资发〔2023〕234 号，2023 年 11 月 22 日）；

(24) 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》（自然

资办函（2022）640号）；

（25）《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资源部，自然资规〔2023〕8号，2023年11月）；

（26）《关于印发〈生态保护红线生态环境监督办法（试行）〉的通知》（国环规生态〔2022〕2号）；

（27）《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年12月27日国家发展改革委令 第7号公布自2024年2月1日起施行）；

（28）《市场准入负面清单（2025年版）》（发改体改规〔2025〕466号），2025年4月16日印发；

（29）《广东省海域使用管理条例》（广东省人民代表大会常务委员会，广东省第十三届人民代表大会常务委员会公告第92号，2007年3月1日起施行，2021年9月29日修正）；

（30）《广东省湿地保护条例》（广东省人民代表大会常务委员会，广东省第十三届人民代表大会常务委员会公告第124号，2022年11月30日第三次修正）；

（31）《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（广东省人民政府，粤府〔2021〕28号，2021年4月6日）；

（32）《关于印发〈广东省海域使用金征收标准（2022年修订）〉的通知》（广东省财政厅广东省自然资源厅，粤财规〔2022〕4号，2022年6月17日）；

（33）《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》（广东省自然资源厅，粤自然资规字〔2025〕1号，2025年6月12日实施）；

（34）《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》（广东省自然资源厅办公室，2022年2月22日）；

（35）《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》（广东省人民政府办公厅，粤府办〔2017〕62号，2017年10月15日）；

（36）《广东省自然资源厅关于印发〈广东省项目用海政策实施工作指引〉的通知》（广东省自然资源厅，粤自然资函〔2020〕88号，2020年2月28日）；

（37）《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生

态保护红线管理的通知（试行）》（2023年11月28日）；

(38) 《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（广东省自然资源厅，粤自然资规字〔2023〕5号，2023年9月）。

1.2.2. 相关规划

(1) 《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部公告第189号）；

(2) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》，粤环〔2022〕7号；

(3) 《广东省国土空间规划（2021—2035年）》；

(4) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》；

(5) 《广东省湛江市东海岛总体规划（2013-2030）》；

(6) 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》；

(7) 《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》。

(8) 《广东省海岛保护规划（2011-2020年）》；

(9) 《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，广东省自然资源厅，粤自然资发〔2023〕2号，2023年5月10日；

(10) 《广东省人民政府关于印发广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要的通知》（粤府〔2021〕28号）；

(11) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省自然资源保护与开发“十四五”规划的通知》，粤府办〔2021〕31号；

(12) 《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（湛府〔2021〕36号）；

(13) 《湛江市国土空间总体规划》（2021-2035年）；

(14) 《湛江市海洋生态保护“十四五”规划》；

(15) 《湛江港总体规划（2021-2035年）》。

1.2.3. 技术规范和标准

(1) 《海域使用论证技术导则》（国家市场监督管理总局 国家标准化管理委员会，GB/T 42361-2023，2023年7月1日）；

- (2) 《海域使用分类》（国家海洋局，HY/T123-2009，2009年5月1日）；
- (3) 《海籍调查规范》（国家海洋局，HY/T124-2009，2009年5月1日）；
- (4) 《宗海图编绘技术规范》（自然资源部，HY/T251-2018，2018年11月1日）；
- (5) 《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》（自然资源部办公厅，自然资办函〔2023〕2234号，2023年11月17日）；
- (6) 《海域使用面积测量技术规范》（HY070-2022）；
- (7) 《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》（广东省自然资源厅，2024年6月）；
- (8) 《海洋监测规范》（中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会，GB 17378-2007，2008年5月1日）；
- (9) 《海洋调查规范》（国家市场监督管理总局、中国国家标准化管理委员会，GB/T 12763-2007，2021年7月1日）；
- (10) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；
- (11) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (12) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- (13) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- (14) 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- (15) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》，GB 1409-2025；
- (16) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002.4）；
- (17) 《海洋功能区划技术导则》（GB/T17108-2006）；
- (18) 《海域使用管理技术规范》（国家海洋局，2001.2）；
- (19) 《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314-2001）；
- (20) 《全球导航卫星系统（GNSS）测量规范》，GB/T18314-2024；
- (21) 《海洋观测规范 第2部分：海滨观测》，GB/T14914.2-2019；
- (22) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）。

1.2.4. 项目技术资料

- (1) 《湛江市东海岛石化产业园区第四期控制性详细规划》（中交第四航

务工程勘察设计院有限公司，2020年3月）；

(2) 湛江市东海岛石化产业园区港前路道路项目岩土工程勘察报告（贵阳建筑勘察设计院有限公司，2023年6月）；

(3) 《湛江经济技术开发区国土资源局关于下达湛江东海岛石化产业园区东建路、港前路、经一路、纬一路、港前一横路、港前东路等六条道路用地规划条件的批复》（湛开国土资（规划）〔2022〕31号）；

(4) 《湛江市东海岛石化产业园区港前路项目（施工图）设计》（中国华西工程设计建设有限公司，2025年5月）；

(5) 工程相关的其他资料。

1.3. 论证等级和范围

1.3.1. 论证等级

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的路桥用海（二级类）；根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》的通知（自然资发〔2023〕234号），本项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的路桥隧道用海（二级类）。用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）。

本项目申请用海包括港前一横路与施工围堰两部分，总用海面积约 7.1367 公顷。其中，港前一横路长度为 717.94m，用海面积为 3.2651 公顷；施工围堰总长度约 786.39m，用海面积为 3.8716 公顷。按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）中海域使用论证等级判据表（表 1.3.1-1）的规定，综合判定本项目海域使用论证等级为一级，需编制海域使用论证报告书。

表 1.3.1-1 论证工作等级判定依据一览表

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	非透水构筑物	构筑物总长度大于（含）500m 或用海总面积大于（含）10ha	所有海域	—
		构筑物总长度（250~500）m 或用海总面积大于（5~10）ha	敏感海域	—
			其他海域	二

		构筑物总长度小于（含）250m 或用海总面积小于（含）5ha	所有海域	二
--	--	--------------------------------	------	---

注：内容摘自《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）中的表 1 海域使用论证等级判定依据。

表 1.3.1-2 本项目用海单元概况

用海单元	一级用海方式	二级用海方式	规模	所在海域特征	论证等级
港前一横路	构筑物	非透水构筑物	本项目总涉海长度为786.39m（施工围堰和港前一横路总涉海长度），总用海面积为7.13671公顷。	所有海域	一级
<p>等级划分补充规定：同一项目用海类型、规模或者方式规定的等级不一致时，采用就高不就低的原则；其他用海根据用海类型、规模、方式，参照本表确定的海域使用等级。</p> <p>根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023），敏感海域是指海洋生态红线区，重要河口、海湾，红树林、珊瑚礁、海草床等重要生态系统所在海域，特别保护海岛所在海域等。鉴于此，本工程的海域使用论证等级定为 1 级。</p>					

1.3.2. 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）的要求，论证范围应依据用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15km，二级论证 8km，三级论证 5km。

依据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求，综合考虑本项目用海特点、所在湛江湾（属重要海湾）、项目所在海域的现状周边的海域开发利用现状，同时保持东海岛海堤及湛江湾海域的完整性，满足一级论证要求，确定本次论证范围如下：西侧延伸至东海岛大桥，外扩约 12 公里；东侧延伸至湾口，外扩约 13 公里；南侧以 2022 年广东省政府批准的海岸线为界，北侧以项目外缘线为起点外扩 15km 为界。论证面积约 20137.84 公顷，论证坐标表见表 1.3.2-1，论证范围图见图 1.3.2-1。

表 1.3.2-1 论证范围坐标一览表

序号	经度/E	纬度/N
A		
B		
C		
D		

(已省略)

图 1.3.2-1 论证范围示意图论证重点

本项目用海类型为“交通运输用海”中的“路桥隧道用海”。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）中附表 C.1，结合项目所处海域为敏感海域特征，结合本工程性质和所处环境特征，并考虑本项目周边海域开发利用现状等具体问题，确定本次论证的重点如下：

- (1) 选址（线）合理性；
- (2) 海域开发利用协调分析；
- (3) 用海面积合理性；
- (4) 项目用海对冲淤环境的影响。

2. 项目用海基本情况

2.1. 用海项目建设内容

(1) 项目名称：湛江市东海岛石化产业园港前路项目（港前一横路）

(2) 用海单位：湛江市基础设施建设投资集团有限公司

(3) 代建单位：湛江经济技术开发区建设投资发展集团有限公司

(3) 项目性质：新建用海项目

(4) 用海位置：本项目位于湛江市麻章区东海岛石化产业园北部，东海岛公共管廊项目东侧。南起港南大道，北接港前东路。本项目地理位置示意图见图 2.1-1 和图 2.1-2。

(5) 建设内容和规模：本项目（港前一横路）设计修建起点桩号为 GQYK0+000，终点桩号为 GQYK0+738.938，总长 738.94m，红线宽度 30m，规划为城市次干道，设计速度为 30km/h，采用双向 4 车道设计。道路呈南北走向，南起港南大道，北接港前东路。建设内容包含道路工程、交通工程、桥涵工程、给排水工程、电气工程、绿化工程。

(6) 工期和投资：本项目施工期约 263 天，项目总投资为 1.07 亿元。

(已省略)

图 2.1-1 项目位置示意图（行政区划）

(已省略)

图 2.1-2 项目位置示意图平面布置和主要结构、尺度

2.1.1. 总平面布置

本项目（港前一横路）设计修建起点桩号为 GQYK0+000，终点桩号为 GQYK0+738.938，总长 738.94m，红线宽度 30m，规划为城市次干道，设计速度为 30km/h，采用双向 4 车道设计。道路呈南北走向，南起港南大道，北接港前东路。建设内容包含道路工程、交通工程、桥涵工程、给排水工程、电气工程、绿化工程。

各项经济指标如下：

- (1) 道路等级：城市次干路；
- (2) 红线宽度：30m；
- (3) 车道数：双向 4 车道；
- (4) 设计速度：30 km/h；
- (5) 荷载标准：汽车荷载，城—A 级；道路路面结构计算荷载，BZZ-100 型标准车；
- (6) 净空高度：机动车道 $\geq 5.0\text{m}$ ，自行车、行人 $\geq 2.5\text{m}$ ；
- (7) 车道宽度：3.5m；
- (8) 抗震设防标准：按基本地震烈度 7 度设计，设计基本地震加速度为 0.1g（g 为重力加速度）；
- (9) 设计水位：防潮标准按 1/100（百年一遇潮位）5.284m（1985 国家高程基准），涵洞顶面不被淹没控制，并保证百年一遇潮位作用时涵洞结构安全性。
- (10) 交通设施等级：A 级；
- (11) 坐标系统：2000 国家坐标系统；
- (12) 高程基准：1985 国家高程系统。

2.1.1.1. 道路工程

2.1.1.1.1. 交通量预测结果

随着东海岛石化产业园区建设及投产，园区主要道路货运通道分为两级，一级为满足主要货运走向需求的通道，承担大部分货运交通需求，道路交通以货运交通为主，货运车辆优先通行；二级货运通道将承担园区中较为主要的货运需求，货运车辆通行具有较大的优先通行权。

园区交通生成量与园区内产业类型、规模等有着直接联系，因此，园区内生成交通量采用不同土地面积或者工作面积内，单位面积发生的平均交通量来预测。

道路服务水平：按照上一阶段初步设计，本项目特征年的设计小时交通量如下表所示：

表 2.2.1-1 港前一横路远景高峰小时交通量预测表 (pcu/h)

道路 \ 年份	2026	2030	2035	2040
港前一横路	913	1222	1635	2188

综上，港前一横路建成通车后第 15 特征年的饱和度为 0.68，能达到 C 级及以上服务水平。根据通行能力分析，港前一横路（城市次干路）设计时速 30km/h，双向 4 车道的标准满足远期交通量发展需求。

道路交叉口交通量预测：交叉口交通量预测方法采用增长率法，各交叉口预测交通量分布如下图所示：

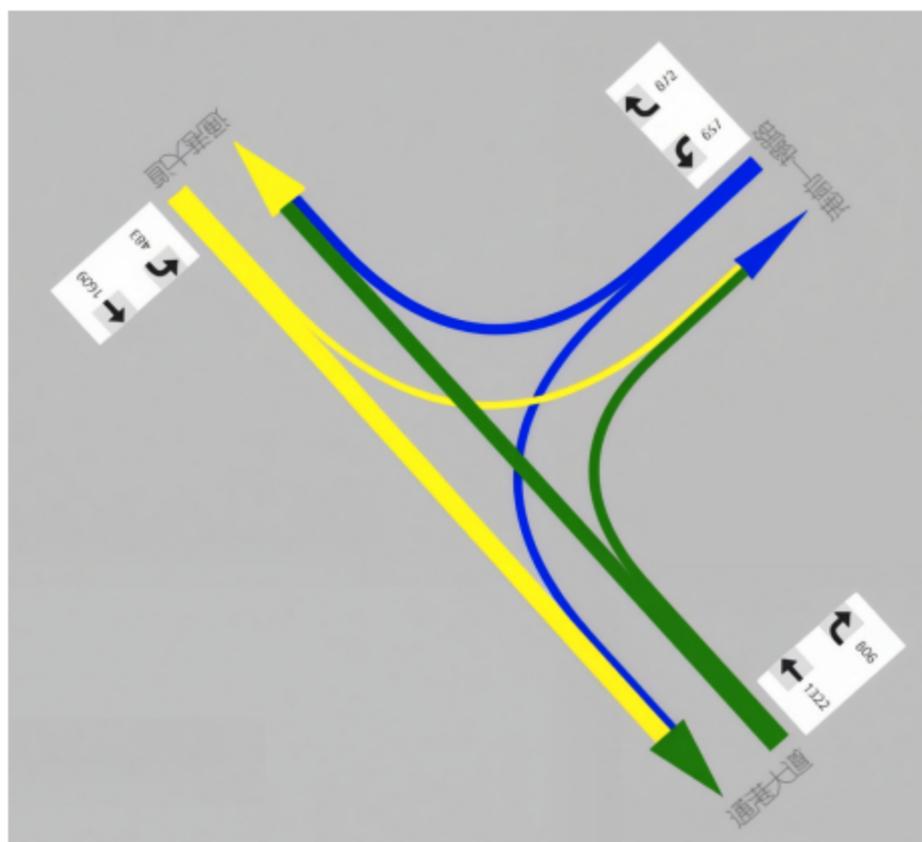


图 2.2.1-1 港前一横路-港南大道

2.1.1.1.2. 道路平面设计

本项目为市政道路项目，全线线位与城市规划线位一致，确保本设计路段线形满足规范要求。南接港南大道，北接港前东路，路线全长约 738.94m，道路红线宽 30m，双向 4 车道，道路等级为城市次干路，设计时速 30km/h。按照规划线位，K0+053.608 处设置一圆曲线，圆曲线半径为 620m，曲线总长 81.230m，转角 $7^{\circ} 30' 24''$ (L)；K0+750.27 处设置一圆曲线，圆曲线半径为 30m，曲线总长 47.124m，转角 $90^{\circ} 0' 4''$ (R)，由于本项目建设范围未至此处，仅考虑临时顺接现状道路，设计中考虑加强交通安全措施以确保行车安全。

道路平面设计见图 2.2.1-2—图 2.2.1-5。

2.1.1.1.3. 道路纵断面设计

起点与现状港南大道相交，终点与现状道路相交，纵断面共设置 4 个变坡点，全线最小坡长 40m，最小纵坡 0.3%，最大纵坡 2%，凸形竖曲线最小半径 25000m，凹形竖曲线最小半径 3000m，竖曲线最小长度 68.993m。

道路纵断面设计见图 2.2.1-6—图 2.2.1-8。

2.1.1.1.4. 道路横断面布置

(1) 填土路段（南侧路段）

横断面布置：红线宽度 $31.3\text{m} = 0.5\text{m}$ （防撞护栏）+ 1.5m （积水管）+ 2m （人行道）+ 2.3m （非机动车道）+ 4.5m （路缘带）+ $0.5\text{m}+2\times 3.5\text{m}+0.25\text{m}$ （机动车道）+ $0.5\text{m}+2\times 3.5\text{m}+0.25\text{m}$ （机动车道）+ 2.5m （非机动车道）+ 2m （人行道）+ 0.5m （防撞护栏）。

(2) 中间箱涵段

横断面布置：红线宽度 $30\text{m} = 0.5\text{m}$ （防撞护栏）+ 1.5m （积水管）+ 2m （人行道）+ 2m （非机动车道）+ 1.5m （设施带）+ $0.25\text{m}+2\times 3.5\text{m}+0.25\text{m}$ （机动车道）+ $0.25\text{m}+2\times 3.5\text{m}+0.25\text{m}$ （机动车道）+ 1.5 （设施带）+ 2.5m （非机动车道）+ 3m （人行道）+ 0.5m （防撞护栏）。

(3) 填土路段（北侧路段）

横断面布置：红线宽度 $30\text{m} = +0.5\text{m}$ （防撞护栏）+ 1.5m （积水管）+ 2m （人行道）+ 2m （非机动车道）+ 1.5m （绿化带）+ $0.25\text{m}+2\times 3.5\text{m}+0.25\text{m}$ （机动车道）+ $0.25\text{m}+2\times 3.5\text{m}+0.25\text{m}$ （机动车道）+ 1.5m （绿化带）+ 2.5m （非机动车道）+ 3m （人行道）+ 0.5m （防撞护栏）。

道路横断面布置图见图 2.2.1-9—图 2.2.1-11。

2.1.1.1.5. 交叉口设计

机动车交通组织：港前一横路与港南大道平交口近期采用信号控制，远期港南大道快速化，考虑右进右出组织方式。

非机动车与行人交通组织：本项目按双向 4 车道实施，外加两侧非机动车道，道路外侧设计有人行道满足行人的交通需求。非机动车及行人过街方式主要通过交叉口、路段上的斑马线。

港前一横路与港南大道交叉口设计、港前一横路与现状路交叉口设计见图 2.2.1-12—图 2.2.1-15。

本项目交叉设计（近期）：具体见下表。

表 2.2.1-2 沿线交叉口一览表（港前一横路）

序号	中心桩号	相交道路			交叉角度 (°)	交叉方式	备注
		名称	性质	宽度			
港前一横路							
1	GQY K0+000	港南大道	城市主干道	38m	83° 10' 57"	T型， 平 A2类	接顺现状道路

（已省略）

图 2.2.1-2 总平面布置图

（已省略）

图 2.2.1-3 平面布置图（1）

（已省略）

图 2.2.1-4 平面布置图（2）

（已省略）

图 2.2.1-5 平面布置图（3）

（已省略）

2.2.1-6 道路纵断面图（1）

（已省略）

图 2.2.1-7 道路纵断面设计图（2）

（已省略）

图 2.2.1-8 道路纵断面图（3）

（已省略）

图 2.2.1-9 道路标准横断面设计图（1）

（已省略）

图 2.2.1-10 道路标准横断面设计图（2）

（已省略）

2.2.1-11 道路标准横断面设计图（3）

（已省略）

图 2.2.1-12 港前一横路与港南大道平交口设计图

（已省略）

图 2.2.1-13 港前一横路与现状路平交口设计图

（已省略）

图 2.2.1-14 交叉口竖向设计图（港前一横路与港南大道）

（已省略）

图 2.2.1-15 交叉口竖向设计图（港前一横路与北侧现状路）

2.1.1.2. 箱涵工程

箱涵平面布置图见图 2.2.1-16。箱涵横断面平行道路中线（起点 E K0+301.717，终点 E K0+512.717），采用多孔箱涵，共设置 7 联，每联设置 5 孔，每孔净宽 5.0m，净高 4.75m~4.753m，中间标准跨每联长度 30.5m，两端与道路衔接的边跨每联长度 29.25m，箱涵段共长 211.0m。

（已省略）

图 2.2.1-16 箱涵平面设计图

2.1.1.3. 施工围堰

（1）总体布置原则

本项目施工围堰遵循“分区分期推进、保障过水通畅、维持交通循环”的总体原则，在确保工程顺利实施的同时，绝对保障后方京信电厂的正常运行不受影响。具体如下：

①分期分段施工：将整个工程划分为四个主要施工区（一期、二期、三期、四期），通过围堰形成独立的干法施工环境。

②保障过水通道：在施工前期和中期，必须保留现状 30.5m 管涵的过水功能；在施工后期，过水功能切换至新建箱涵。围堰的合龙与拆除必须与此流程紧密配合。

③维持施工便道：利用“现状土路→一期道路→二期道路→三期道路”的逐次转换，确保在整个施工期间始终有一条贯穿南北的施工通道，实现“交通不断流”。

④围堰闭合布置：每一期的围堰均需在施工区周边形成封闭的挡水区域，以便排干内部积水进行作业。

（2）各施工区平面布置

整个工程按“先一二期、后三四期”的顺序分两阶段展开，其间通过已建成道路实现施工便道的动态转换，并同步完成过水通道从现状管涵到新建箱涵的切换。各阶段如下：

①一、二期围堰

交通与围合：利用横跨南北的现状土路作为施工便道。一、二期围堰的侧壁

紧邻但不覆盖现状 30.5m 过水管涵，其两端与该现状土路相连，共同形成闭合区间。

过水保障：此过程中，现状过水管涵被完整保留并作为唯一的过水通道，确保潮水涨退不受围堰施工影响。

施工顺序：在二期围堰内完成路基处理与道路施工，待其达到通行要求后，立即进行二期围堰内的工程施工。

②三、四期围堰

交通转换：一、二期工程完成后，将施工便道从现状土路切换至已建成的一期道路上。

围堰与过水切换：同步拆除一、二期围堰，并立即填筑三、四期围堰。新建箱涵已在一期工程完工，此时正式启用新建箱涵作为三、四期施工阶段的过水通道。三期围堰的侧壁紧邻并保护该新建箱涵。

围合方式：三、四期围堰的两端与已通车的二期道路相连，形成新的闭合施工区域，并依次完成内部施工。

③全线通车与恢复

待所有道路及附属工程完成后，系统性地拆除全部围堰，恢复河道自然状态，最终实现新建道路全线通车。

施工围堰布置图见下图。

(已省略)

图 2.2.1-17 施工围堰平面布置图

2.1.2. 主体工程结构、尺度

2.1.2.1. 路基工程

2.1.2.1.1. 一般路基设计

(一) 路基边坡坡率要求

一般路基填方边坡坡率为 1:1.5，挖方边坡坡率为 1:1。

(二) 路基填料技术要求

(1) 本项目为市政建设项目道路，路基多为挖方，要求填方路段清表厚度为 50cm，在一般土质路段，基底的压实度不应小于 92%。

(2) 含草皮、淤泥、生活垃圾、树根、腐殖质的土严禁作为路基填料。

(3) 填方路基应优先选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料。路床填料最大粒径应小于 10cm，路堤填料最大粒径应小于 15cm。

(4) 路堤填料不得使用淤泥、沼泽土、冻土、有机土、含草皮土、生活垃圾、树根和含有腐朽物质的土。

(5) 液限大于 50%、塑性指数大于 26 的细粒土以及含水量不适宜直接压实的细粒土，不得直接作为路堤填料。

表 2.2.2-1 路基填料最小强度和最大粒径要求

项目分类	路面底面以下深 (cm)	最小强度 (CBR) (%)		填料最大粒径 (mm)
		主干路	次干路	
填方路基	0—30	8	6	100
	30—80	5	4	100
	80—150	4	3	150
	150 以下	3	2	150
零填及路堑 路床	0—30	8	6	100
	30—80	5	4	100

(6) 填筑材料选用石屑应满足以下要求：石屑粒径宜在 2.36mm 或 4.75mm，粒径小于 0.075mm 的石粉含量不宜过高。

(三) 路基填筑及压实技术要求

(1) 一般路基填筑要求

① 路基应分层填筑、均匀压实，路基压实采用重型击实标准，松铺厚度不宜大于 30cm。路基填土高度小于路面和路床总厚度时，应将地基表层土进行超挖并分层回填压实。

② 不同性质的土应分类、分层填筑，不得混填，填土中大于 10cm 的土块应打碎或剔除。

③ 填土应分层进行。下层填土验收合格后，方可进行上层填筑。路基填土宽度每侧应比设计规定宽 50cm。

④ 路基填筑中宜做成双向横坡，一般土质填筑横坡宜为 2%~3%，透水性小的土类填筑横坡宜为 4%。

⑤ 填方前应将地面积水、积雪（冰）和冻土层、生活垃圾等清除干净。

⑥每种填料的松铺厚度应通过试验确定。

⑦路堤填筑时，应从最低处起分层填筑，逐层压实。

⑧填方分几个作业段施工时，接头部位如不能交替填筑，先填路段应按 1:1-1:2 坡度分层留台阶；如能交替填筑，应分层相互交替搭接，搭接长度应不小于 2m。

⑨压实机械宜选用自重不小于 18t 的振动压路机。

⑩填石路堤采用强夯、冲击压路机进行补压时，应避免对附近构造物造成影响。

(2) 涵台台背回填技术要求

①填料宜采用透水性材料、轻质材料、无机结合料稳定材料等，崩解性岩石、膨胀土不得用于台背与墙背填筑。

②应按设计做好过渡段，过渡段路堤压实度应不小于 96%。

③路堤与回填的联结部，应预留台阶。

④台背和锥坡的回填宜同步进行。

⑤台背与墙背 1.0m 范围内回填宜采用小型夯实机具压实。

⑥分层压实厚度宜不大于 150mm，填料粒径宜小于 100mm，涵洞两侧回填填料粒径宜小于 50mm。压实度应不小于 96%。

⑦部位狭窄时，可采用低强度等级混凝土、浆砌片石等材料回填。

⑧涵洞两侧应对称分层回填压实。

⑨回填部分的路床宜与路堤路床同步填筑。

⑩台背与墙背回填，应在结构物强度达到设计强度的 75%以上时进行。

(3) 路基压实度技术要求

①压实度

路基压实度如下表所示。

表 2.2.2-2 路基压实度要求

填挖类型	路床顶面以下深度 (cm)	道路类别	压实度% (重型击实)	检验频率		检验方法
				范围	点数	
挖方	0~30	次干路	≥94	1000m ²	每层 3 点	环刀法、灌水法或灌砂法
填方	0~80	次干路	≥94			
	>80~150	次干路	≥92			
	>150	次干路	≥91			

②路床顶面弯沉值：不大于 259.2（0.01mm）。

（4）路基工后沉降控制值要求

表 2.2.2-3 路基容许工后变形

工程位置 道路等级	桥塔与路堤相邻处	涵洞、通道处	一般路段
次干路	≤0.2m	≤0.3m	≤0.5m

工后差异沉降指标：处理与未处理以及不同地基处理方案衔接处应缓和过渡，减少差异沉降。相邻路段差异沉降引起的纵坡变化应控制在 0.4%以内。

（5）填挖交界处理

①当地面横坡（或纵坡）陡于 1:5 时，需将原地面挖成宽度不小于 2m 的台阶，并设向内倾 4%的横坡，并夯实。填筑应由最低一层台阶填起，然后逐台向上填筑，分层夯实，所有台阶填完之后，可按一般填土进行。

②对于横向半填半挖路基，挖方一侧应对路床深度范围内的土体进行超挖回填碾压，压实度不小于 96%；并沿横断面方向铺设双向土工格栅加筋处理。

③对于纵向填挖交界处，纵向填挖交界处的挖方部分在路面结构层以下沿路线方向 10m 范围内超挖，最大超挖深度 2m。碾压夯实后沿路线方向铺设双向土工格栅加筋处理。

④填挖交界部分填料由挖方部分的岩土性质确定，一般挖方为土质及软质岩时，填方部分采用水稳定性较好的填料。

一般路基设计图见下图所示。

（已省略）

图 2.2.2-1 一般路基设计图

2.1.2.1.2. 特殊路基设计

港前一横路特殊路基设计采用 CFG 桩+褥垫层+双向土工格栅加固地基，其中 CFG 桩技术要求如下：

（1）设计参数

CFG 桩桩径 0.5m，正三角形布置，桩间距 $d=1.3m$ 。桩帽采用 C30 钢筋混凝土，边长 1.0m，厚 0.35m，桩头埋设 4 根 5m 长直径 16mmHRB 钢筋。桩帽件填

筑 0.35m 厚中砂垫层，桩帽顶填筑 0.5m 厚级配碎石垫层，设置两层双向土工格栅。

施工工艺：宜选用长螺旋中心压灌成桩。

混合料塌落度：宜为 160mm~200mm。

褥垫层压实度及夯填度要求：碎石垫层压实度 $\geq 92\%$ ，中砂夯填度 ≤ 0.9 。

混合料强度：20MPa。

混合料设计配合比：水泥：粉煤灰：石屑：碎石=1:1.53:3.529:8.555，建议通过现场试验确定。

水泥规格：水泥采用 P.O.42.5 普通硅酸盐水泥。

承载力要求：单桩承载力 $\geq 180\text{KN}$ ，复合地基承载力 $\geq 150\text{kPa}$ 。

(2) 材料要求

水泥：采用强度等级为 42.5 级及以上的普通硅酸盐水泥，如果地下水具有腐蚀性时应采用抗腐蚀性水泥（如抗硫酸盐水泥），同时可添加防腐剂。

粉煤灰：采用 II 级粉煤灰，粒径应在 0.001~2mm 之间。

碎石：粗集料可采用碎石或砾石，级配良好，不含植物残体、垃圾等杂质。泵送混合料时砾石最大粒径不宜大于 25mm，碎石最大粒径不宜大于 20mm；振动沉管灌注混合料时粗集料最大粒径不宜大于 50mm。可掺入砂、石屑等细集料改善级配。

混合料配比：根据成桩要求桩体强度进行配合比试验后确定，混合料 28 天标准立方体无侧限抗压强度不小于 20MPa。

(3) CFG 桩施工桩顶标高应高出设计桩顶标高 50cm，待桩身混凝土强度等级达到 70%以上后，截除 50cm 桩头，并进行桩帽施工。

CFG 桩设计图如下图所示。

(已省略)

图 2.2.2-2 特殊路基设计图（CFG 桩）一路堤段

(已省略)

图 2.2.2-3 特殊路基设计图（CFG 桩）一箱涵段

2.1.2.1.3. 路基防护设计

(1) 边坡防护结构采用浆砌块石，厚度为 70cm，块石重量 15kg~25kg，水泥砂浆采用 M10 水泥砂浆，水泥采用防腐蚀水泥。

(2) 防护结构底面采用抛石棱体支撑，抛石棱体分两层填筑，上层棱体主要起防浪防冲刷作用，采用重量为 250kg~350kg 的大块石；下层主要起支撑作用，采用重量为 60kg~100kg 的块石或片碎石填筑，抛石棱体的基底若为软弱地层时需进行基底处理。

(3) 抛石棱体的迎浪侧前方还需设置护底，以防止波浪冲刷抛石棱体的基础，护底可采用重量为 250kg~350kg 的块石干砌。

(4) 防护结构的背面需设置反滤层，反滤层由碎石垫层及无纺土工布组成；碎石采用编织袋装袋后铺筑于坡面上；袋装碎石底面再铺设一层无纺土工布，土工布可采用 450g/m 的涤纶短纤无纺布。

(5) 浆砌块石护坡每隔 10m 设一道沉降缝，缝宽 2cm，用沥青麻絮填塞。

(6) 浆砌块石护坡纵横向每隔 2~3m 设置直径为 5cm 的泄水管一个，孔口用碎石做反滤层，施工时泄水管应向外做 2% 的坡度，以便水的排泄。

(7) $h = \text{浪高} + 0.5\text{m}$ 。

(8) H1 暂取 3m，H2 暂取 2m，L 取 1m。

(已省略)

图 2.2.2-4 路基防护工程设计图

2.1.2.1.4. 路基支护设计

路基支护工程包括扶壁式挡土墙和八字翼墙，分别如下：

一、扶壁式挡土墙

(1) 设计参数① 挡墙类型：扶壁式挡土墙。

② 设计标准墙高：7、7.5、8m。

③ 设计荷载：公路 - I级或城 A 级。

④ 挡墙基底摩擦系数： $f=0.5$ 。

⑤ 墙背填料计算内摩擦角： $\varphi=35^\circ$ 。

⑥ 墙身圬工容重： $\gamma_2=25\text{kN/m}^3$ 。

⑦ 挡墙稳定系数：抗滑稳定系数 $K_c \geq 1.3$ ；抗倾覆稳定系数 $K_o \geq 1.5$ 。

⑧ 基底承载力要求： $P_k \geq 150\text{MPa}$ （深度和宽度范围内均不需进行修正）。

⑨ 混凝土护栏自重： 0.45kN/m 。

(2) 结构尺寸

①挡墙采用 C50 现浇钢筋混凝土。

②墙背填料采用石屑回填，严禁采用淤泥、腐殖土、膨胀土，不宜采用粘土作为填料。

③挡墙沉降缝按纵断面设计分段长度预留，缝宽 2~3cm，靠墙背一侧 2cm 嵌橡胶沥青防水密封层，余填沥青麻絮，填塞深度 15~20cm。

④泄水孔孔径为 100mm，采用 PVC 管，间距为 2m，按梅花形布置。泄水孔向外坡度为 5%，最低一排泄水孔应高出地面不小于 300mm。泄水孔应保持直通无阻。

⑤反滤层竖向填筑成型困难时，可用编织袋或土工袋垒成，反滤层表面铺设 $>300\text{g/m}^2$ 反滤土工布。

(已省略)

图 2.2.2-5 扶壁式挡土墙标准构造图

二、八字翼墙

- (1) 八字翼墙挡土墙墙高为渐变式，最低墙高与护坡顺接。
- (2) 挡墙采用 C50 现浇钢筋混凝土。
- (3) 基础填料采用粉质粘土与石方混合回填，比例 7:3，综合内摩擦角 35° 以上，墙背下部石屑回填，表层用粘土回填，严禁采用淤泥、腐殖土、膨胀土，不宜采用粘土作为填料。
- (4) 挡墙沉降缝设置于扶壁式与悬臂式之间，缝宽 2cm，填浸沥青木板。
- (5) 泄水孔孔径为 100mm，采用 PVC 管，间距为 2m，按梅花形布置。水孔向外坡度为 5%，最低一排泄水孔应高出地面不小于 300mm。泄水孔应保持直通无阻。
- (6) 反滤层竖向填筑成型困难时，可用编织袋或土工袋垒成，反滤层表面铺设 $>300\text{g/m}^2$ 反滤土工布。
- (7) 软基处理采用 $\phi 50\text{cm}$ CFG 桩，正三角形布置，桩间距 $d=1.3\text{m}$ 。桩帽采用 C30 钢筋混凝土，边长 1.0m，厚 0.35m，桩头埋设 4 根 5m 长直径 16mm HRB 钢筋。桩帽件填筑 0.35m 后中粗砂垫层和 0.3m 厚级配碎石垫层，桩帽顶填筑 0.2m 厚 C25 砼垫层。褥垫层 30cm 级配碎石垫层夯填度不大于 0.9，地基承载力要求 $\geq 150\text{kpa}$ 。

(已省略)

图 2.2.2-6 八字翼墙结构图

2.1.2.2. 路面工程

2.1.2.2.1. 路面设计原则

- (1) 路面结构应根据交通量和道路等级对路面强度的要求，结合沿线气象、水文、地质及材料等的实际情况拟定。
- (2) 路面设计应充分考虑路面的防滑、防水、防裂、防高温等性能，路面结构层所选材料应满足强度、稳定性和耐久性的要求。
- (3) 路面本着因地制宜、经济实用、方便施工、利于养护、利于环境保护等多项综合指标进行设计。

2.1.2.2.2. 路面结构设计标准

设计标准：路面设计以轴载 BZZ-100kN 双轮组单轴载为标准。

2.1.2.2.3. 路面结构设计方案

路面结构设计方案如下表所示。

表 2.2.2-4 路面结构设计方案

部位	层位	材料名称	压实度	竣工验收弯沉值
路堤填土段 机动车道	面层	26cm 厚水泥混凝土 ($f_t \geq 5.0\text{MPa}$)	—	—
	封层	1cm 乳化沥青稀浆封层	—	—
	基层	18cm 厚 5.5%水泥稳定碎石 (7d 无侧限抗压强度 3.5MPa)	$\geq 98\%$	31.1 (0.01mm)
		18cm 厚 4%水泥稳定石屑 (7d 无侧限抗压强度 2.5MPa)	$\geq 97\%$	66.6 (0.01mm)
	垫层	15cm 厚级配碎石	$\geq 95\%$	214.4 (0.01mm)
	路面总厚度 78cm			
箱涵段机动 车道	面层	26cm 厚水泥混凝土 ($f_t \geq 5.0\text{MPa}$)	—	—
	封层	1cm 乳化沥青稀浆封层	—	—
	基层	18cm 厚 5.5%水泥稳定碎石 (7d 无侧限抗压强度 3.5MPa)	$\geq 98\%$	22.1 (0.01mm)
		18cm 厚 4%水泥稳定石屑 (7d 无侧限抗压强度 2.5MPa)	$\geq 97\%$	41.4 (0.01mm)
	垫层	冲水密实平均 42cm 厚中粗砂	$\geq 95\%$	91.9 (0.01mm)
	路面平均总厚度 105cm			
人行道	面层	3cm 厚花岗岩面砖 (芝麻灰)		—
	调平层	3cm 厚 M10 砌筑砂浆调平层		—
	基层	15cm 厚 C20 透水混凝土或 C20 混凝土 ($f_t \geq 2.5\text{MPa}$)		—
	垫层	10cm 厚级配碎石	$\geq 95\%$	—
	路面总厚度 30cm			

路基顶面设计回弹模量不小于 35MPa，路基顶面交工验收弯沉值 $LS=259.2$ (0.01mm)。基层混凝土应进行切缝处理，切缝深度控制为 3cm；当透水水泥混凝土面层施工长度超过 30m 时，应设置胀缝。在透水水泥混凝土面层与

建筑物、雨水口、铺面的砌块等其他构造物连接处，应设置胀缝。

(已省略)

图 2.2.2-7 路面结构设计图

2.1.2.3. 箱涵工程

箱涵横断面平行道路中线（起点 E K0+301.717，终点 E K0+512.717），采用多孔箱涵，共设置 7 联，每联设置 5 孔，每孔净宽 5.0m，净高 4.75m~4.753m，中间标准跨每联长度 30.5m，两端与道路衔接的边跨每联长度 29.25m，箱涵段共长 211.0m。具体设置见下表。

表 2.2.2-5 箱涵设置一览表

中点桩号	结构类型	桥跨组合	桥梁交角(°)	桥长/涵长(m)	桥宽(m)	面积(m ²)	下部结构	
							桥墩类型	桥台类型
K0+407.2	箱涵	7 联 5- 5.0 m ×4.65m	90	30.00	/	6330		

2.1.2.3.1. 主要技术标准

(1) 主要技术指标

设计荷载标准：城市-A 级；

箱涵安全等级：二级；

设计使用年限：50 年；

坐标系：2000 国家坐标系；

高程系：国家 1985 高程系。

(2) 防洪要求

根据防洪初步计算港前一横路一百年一遇涉及洪水洪峰流量 661m³/s，相应水位 2.79m，满足一百年一遇涉及洪峰流量过流断面最小为 472m²（箱涵底高程需与现状水系相平，过水断面为箱涵过水净宽×水深高度，不包含箱涵挡墙面积）。

本次水位确定考虑 3 种工况：

一百年一遇内江洪水遭遇多年平均潮位；

一百年一遇内江洪水遭遇多年平均低潮位；

一百年一遇内江洪水遭遇一百年一遇最高潮水位；

根据上述 3 种工况计算对比，确定本次设计水位为 5.284m，箱涵设计高程需满足涵底与现状水系相平衔接，涵顶高程不低于 $5.284\text{m}+0.5\text{m}=5.784\text{m}$ （涵顶高程为箱涵内部上顶高程而非路面高程），水位 5.284m 工况下最小净宽 102m。箱涵底需有坡降，本次计算按 1‰考虑。

表 2.2.2-6 港前一横路防洪计算初步成果

控制断面	集雨面积 (km^2)	一百年一遇 设计洪峰流量 (m^3/s)	一百年一 遇设计水 位 (m)	多年平均 潮位 (m)	多年平均 低潮位 (m)	一百年一 遇最高潮 水位 (m)
港前一横路	53	661	2.79	0.482	-0.678	5.284

表 2.2.2-7 过流能力复核初步成果

最小净宽	过流断面 (m^2)	湿周(m)	水力半径 (m)	坡降	糙率	过流流量 (m^3/s)	设计流量 (m^3/s)
102	472	126	3.75	0.0001	0.017	669	661

2.1.2.3.2. 箱涵结构尺度

- (1) 沿流水方向洞身每隔 6m 设置一道沉降缝。
- (2) 沿道路纵向，每联设置变形缝，封内填浸沥青木板。
- (3) 箱涵西侧围堰需避开现状管库布设。
- (4) 软基处理采用 $\phi 50\text{cm}$ CFG 桩，正三角形布置，桩间距 $d=1.3\text{m}$ 。桩帽采用 C30 钢筋混凝土，边长 1.0m，厚 0.35m，桩头埋设 4 根 5m 长直径 16mmHRB 钢筋。桩帽件填筑 0.35m 后中粗砂垫层和 0.3m 厚级配碎石垫层，桩帽顶填筑 0.2m 厚 C25 砼垫层。褥垫层 30cm 级配碎石垫层夯填度不大于 0.9，地基承载力要求 $\geq 150\text{kpa}$ 。

(5) 根据本项目防洪报告，百年一遇最高潮水位 5.284m（1984 黄海高程），箱涵顶板地面标高考虑不小于 0.5m 安全净空，设计标高为 5.84m。根据防洪要求，箱涵底部设计标高取值 1.090m，设置 0.01‰的坡度。

(6) 根据《工程结构通用规范》GB 55001-2021，箱涵主体及防撞护栏主体设计寿命为 50 年。

箱涵布置图见下图。

(已省略)

图 2.2.2-8 箱涵布置图

2.1.2.4. 施工围堰

本围堰采用“100cm 厚片石挤淤+粘性素土压实+土袋（纤维袋）护坡”的复合结构形式，结构设计及尺度如下：

(1) 地基处理：首先在堰体范围内抛填 100cm 厚片石进行挤淤。抛填应从前向后、从中间向两侧进行，使淤泥被充分挤出，直至片石面稳定、无明显下沉为止。该层既是地基持力层，也是排水层。

(2) 主体填筑：在稳定的片石层顶面，分层填筑粘性素土，填筑至设计堰顶高程。

(3) 边坡防护：堰体成型后，按设计坡比 1:1.5 修整边坡。随后采用纤维袋装粘性土，自下而上、错缝砌筑进行护坡。

(4) 堰顶高程：3.50m。

(5) 堰顶宽度：3.0m。

(6) 堰底宽度：11.25m。

(7) 边坡坡度：临水侧采用 1:1.5，背水侧采用 1:1。

(8) 片石挤淤层厚度： $\geq 100\text{cm}$ 厚片石。

(已省略)

图 2.2.2-9 砂包围堰大样图

2.2. 项目主要施工工艺和方法

2.2.1. 施工步序

(1) 利用横跨南北的现状土路作为施工便道，同步填筑一期、二期围堰形成闭合区间（一期、二期围堰时不压缩现状 30.5m 过水管涵，涨潮退潮能正常过水）。

(2) 排干围堰内积水、进行一期路基处理（含场地挖土）。

(3) 施工一期道路及箱涵（道路横断面方向施工 $6*3=18\text{m}$ ）并养护。

- (4) 待一期道路及箱涵达到通行要求后将施工便道改道至一期完工道路。
- (5) 挖除二期土路并进行二期路基处理。
- (6) 施工二期道路及箱涵（道路横断面方向施工 $6*2=12m$ ）并养护。
- (7) 待二期道路及箱涵达到通行要求后将施工便道改道至二期完工道路。
- (8) 拆除一期、二期围堰（涨潮退潮从新建的箱涵处正常过水）。
- (9) 同步填筑三期、四期围堰形成闭合区间。
- (10) 排干围堰内积水、进行三期路基处理（含场地挖土）。
- (11) 施工三期道路并养护。
- (12) 待三期道路达到通行要求后将施工便道改道至三期完工道路。
- (13) 挖除四期土路并进行四期路基处理。
- (14) 施工四期道路并养护。
- (15) 拆除所有围堰、清理现场。
- (16) 新建道路正常通行。

施工步序流程图见下图：

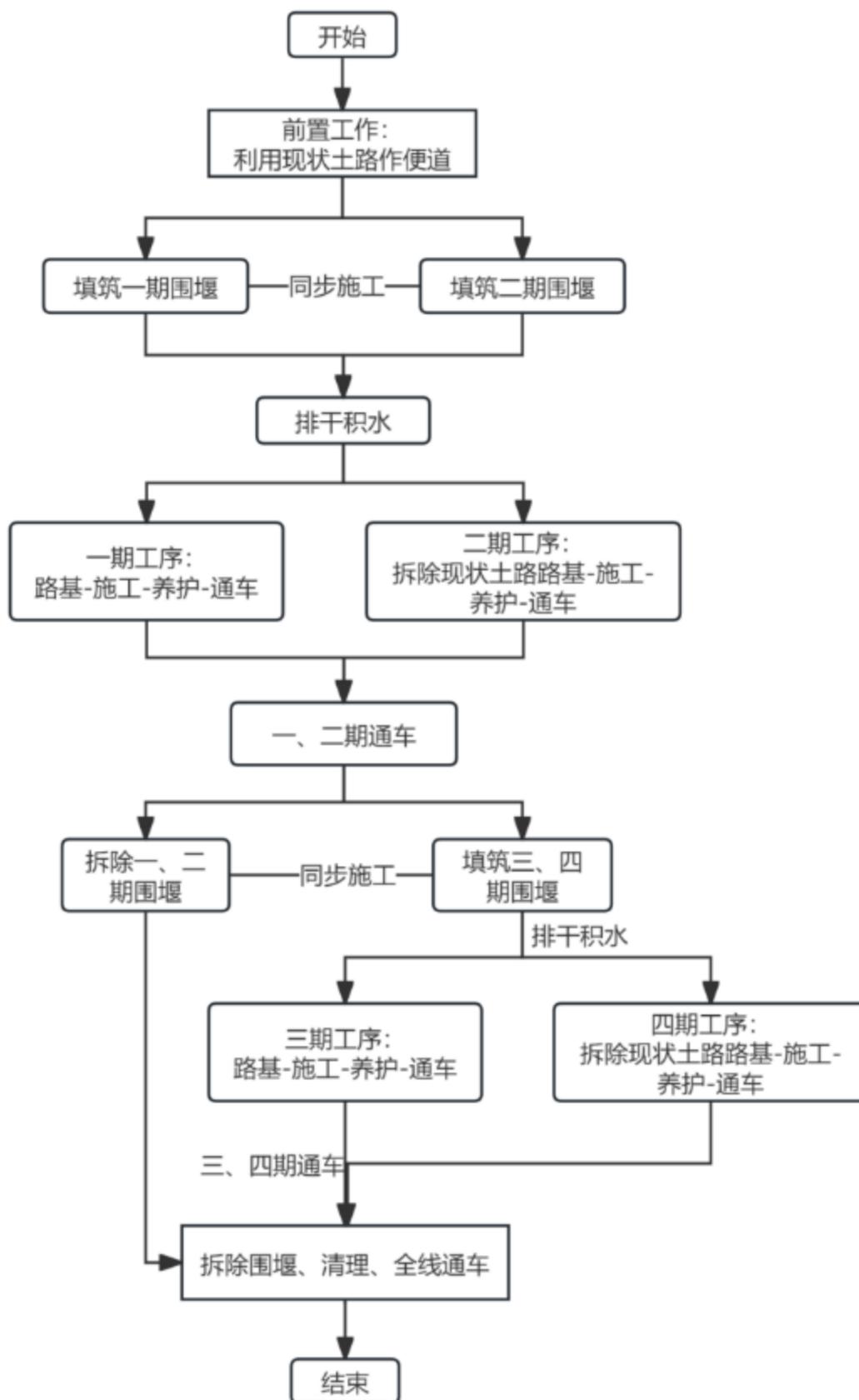


图 2.3.1-1 施工步序流程图

2.2.2. 施工围堰

（一）施工围堰施工方法

（1）施工准备

勘察与设计：详细勘查现场水文、地质、水深及流速条件，据此确定围堰型式、断面尺寸及边坡坡率，并进行稳定性计算。

测量放样：利用全站仪、GPS 等设备，精准测设出围堰的坡脚线、中心线等关键位置，并打设标志桩。

材料与设备：备足合格的片石、粘性素土、纤维编织袋等材料，组织挖掘机、推土机等机械进场。

（2）工艺流程

先抛填 100cm 厚片石进行挤淤，再用粘性素土进行填筑压实，采用土袋（纤维袋）进行护坡。

①地基处理：首先在堰体范围内抛填 100cm 厚片石进行挤淤。抛填应从前向后、从中间向两侧进行，使淤泥被充分挤出，直至片石面稳定、无明显下沉为止。该层既是地基持力层，也是排水层。

②堰体填筑：选用符合设计要求的粘性素土，采用分层填筑、分层碾压的施工方法，直至填筑至设计堰顶高程，即 3.50m。

③边坡防护：堰体成型后，按临水侧设计坡比 1:1.5，背水侧设计坡比 1:1 修整边坡。随后采用纤维袋装粘性土，自下而上、错缝砌筑进行护坡。

（二）施工围堰的拆除方法

（1）拆除前准备工作

现场勘查与测量：对现有围堰的尺寸、坡度、稳定性进行详细测量与评估，标记出关键控制点。

方案与技术交底：编制详细的专项拆除方案，并对所有施工及管理人员进行全面的安全、技术交底。

设备与人员准备：配备足够的挖掘机、长臂挖掘机、装载机、自卸汽车、水上船舶（如需要）等机械设备，并组织专业班组。

设置安全警戒：在拆除区域周边设置明显的安全警示标志和隔离设施，必要时申请封航或限定通航。

排水与清淤：先将围堰内积水排至外部河道（若水质需处理，则应先处理后排放），清除堰内残留的淤泥和杂物。

(2) 主体拆除施工

①边坡防护拆除

首先，采用机械与人工相结合的方式，自上而下地拆除坡面的土工布袋（纤维袋）护坡。拆除的土袋可集中堆放，以备后续利用或外运至指定弃渣场。

②堰芯填土拆除

护坡拆除后，开始挖除粘性素土填筑的堰芯。采用挖掘机分层、分段进行开挖，直接装车运至指定地点。开挖过程中应控制好边坡稳定性，避免塌方。

③基底片石层处理

对于基底挤淤的片石层，使用挖掘机配合重型抓斗，将表层及影响河床标高的片石挖出、转运。

(3) 清理与验收

拆除完成后，应对施工区域的河床进行测量和整理，确保无施工残留物，保证水流顺畅。

(4) 拆除废弃物的去向

施工围堰拆除后，产生的废砂袋等废弃物，由施工单位运至指定场所进行资源化和无害化处理。

2.2.3. 箱涵施工方案

2.2.3.1. 主要工程数量

1、海工高性能混凝土

C50 海工高性能混凝土：箱涵主体结构、八字翼墙；

2、普通混凝土

C30 混凝土：起终点人行道上端墙；

C25 混凝土：垫层；

3、其他

M7.5 浆砌 MU30 片石：箱涵进出口。

主要工程数量见下表。

表 2.3.3-1 箱涵主体工程数量汇总表

项目名称	单位	数量（汇总）
C50	m ³	10943
环氧涂层	t	1397.2
止水管	m	2600
HQZ 型雨水膨胀胶条（m）	m	2520
20cmC25 砼垫层	m ²	8019
50cm 级配碎石垫层	m ²	8019
M7.5 浆砌 MU30 片铺砌	m ³	1649
挖土方	m ³	12412
围填土方（粉质粘土与石方混合）	m ³	1584
变形缝 2cm 沥青木板	m ²	252
2cm 油毛毡	m ²	18
沥青玛降脂	m ³	0.5
模板	m ²	24030
表面涂层	m ²	24030

2.2.3.2. 施工方法及要求

2.2.3.2.1. 软基施工

箱涵与路堤填土放坡的软基施工，均采用 CFG 桩施工，具体见 2.3.4.2 章节。

2.2.3.2.2. 基础施工

（1）基坑开挖前先进行施工放样确定基础的准确位置撒上白灰线，开挖全过程用水准仪配合机械以便控制基底高程。箱涵施工工艺及质量控制流程开挖时注意放坡，基坑开挖前应做好地面排水工作，防止地面水向基坑流动而影响坑边稳定。基坑开挖采用机械开挖为主，人工配合修整。为保证箱涵底板模板有足够的支立空间和基坑排水，基坑开挖每侧按设计尺寸各留 50cm，机械开挖至距基础底面 20cm 时，再用人工清理至基础底面。在基坑的四周挖 30cm 深的排水沟使基坑内的水集到集水井内，每个基坑内设置两个 50cm 深的集水井，每个集水井内放置水泵把水排出基坑。基坑开挖过程中应注意观察基坑边缘顶面地面是否有裂缝、坑壁有无松散塌落现象，如有则应立即采取加固措施进行加固：如在基坑边坡底打入钢管，钢管和边坡之间放竹胶板进行防护。基坑边缘应尽量减少静荷载数量，动荷载应距基坑边缘 1m 以上，静荷载距坑边不小于 0.5m。土方开挖应分层分区连续施工，并对称开挖。土方开挖前在基坑外进行井点降水，保持基

坑内无水，便于挖土，机械进出口通道及四周采用换填并铺垫钢板以扩散压力，减小侧压力。地面及坑内设排水措施。开挖过程中注意支护体系的变形观察。

(2) 基础施工准确测定基础轴线、各涵节位置、高程，经检查在偏差允许范围内后进行基础模板安装；基础施工时可分节进行，施工时先从涵洞的下游进行施工，然后跳节进行施工；基础模板支撑必须采用双排钢管进行加固，且钢管底部设立横撑，中间设立斜撑，模板内根据现场实际情况可设立拉杆。基础模板采用标准组合钢模板（60 cm×150 cm、30 cm×150 cm），模板表面必须平滑光滑，不得有缺损及凹凸不平的现象。模板严格按所在基坑位置安装，必须保证涵洞基础各部分设计形状、尺寸及沉降缝位置正确。模板具有足够的强度、刚度和稳定性，安装前必须涂抹新机油或脱模剂。模板安装用钢管固定，设立拉筋，支撑要牢固，在浇筑过程中不能变形、跑模；且模板接缝处采用止水带或腻子封闭，保证严密，不得漏浆。安装完毕后，应抄平基础混凝土顶面标高并且在模板上做标记，基础顶面高程的允许误差应符合验标和设计要求。模板加固完毕后报请监理工程师验收，合格后立即进行混凝土灌注，振捣采用插入式振动棒。基础混凝土灌注要分层、连续作业，分层厚度不超过 0.3m，混凝土泵送入模，插入式振动器振捣。施工中严禁中断，如因故灌注中断其接缝面要做特殊处理。基础施工时按设计要求设置 2cm 宽沉降缝，并在沉降缝内设沥青木板。

2.2.3.2.3. 涵身施工

(1) 涵身施工顺序

①底板施工当基础混凝土浇筑完毕后，按设计弹出涵洞定位线。在基础混凝土上立底板内膜，进行底板钢筋的绑扎，并预埋边墙钢筋，立内膜下倒角。按设计尺寸浇筑底板混凝土。底板混凝土按设计要求分节，并设置涵身沉降缝，底板沉降缝与基础沉降缝对齐。

②边墙及顶板施工底板混凝土浇筑完成后，在涵洞底板混凝土上搭设支架，立涵洞墙身内模及顶板底模。按照设计尺寸绑扎墙身及顶板的钢筋，立涵身外模，并进行加固。涵身部分必须按设计要求设置沉降缝，且与基础、底板的沉降缝对齐。验收合格后浇筑涵身混凝土。

③端翼墙和帽石施工涵身施工完成后，进行端、翼墙施工，施工操作过程与涵身基本一致。因帽石尺寸较小，可与墙体一起浇筑。帽石表面要平整、抹光、

外形方正。

(2) 钢筋施工钢筋在钢筋场下料并制作成半成品，机械运输到现场，人工焊接绑扎成型。

①钢筋的存储必须放在地面以上 0.5m 的平台、垫木或其他支承上，采取覆盖等措施防止其产生锈蚀、表面破损、沾染油脂等。涵节钢筋布置应按照设计要求进行配筋。制作底板钢筋及边墙钢筋。墙体钢筋绑扎完毕后，搭立内箱室支架，安装墙体内外模板及顶板底模。最后绑扎顶板钢筋。

②钢筋按照结构要求，分层、分节进行绑扎，应在内外层钢筋网之间设置足够的撑筋，以保证钢筋骨架的整体刚度，防止浇注混凝土时钢筋骨架错位和变形。

③钢筋的焊接采用单面帮条焊时，焊缝长度不小于 10d；采用搭接焊时，要预先调好弯起角度，单面焊焊缝长度不小于 10d，双面焊焊缝长度不小于 5d，且要求焊缝饱满，焊渣及时清理干净；钢筋的闪光对焊只有在经过试验检测，技术指标合格的情况下才能使用。钢筋接头数量要求在同一截面内，其接头截面积不超过配筋面积的 50%，其接头间距应大于钢筋直径的 35 倍。

④箍筋应与主筋垂直围紧，以扎丝进行绑扎。要求双丝绑扎，扎丝结头弯向墩身内侧，不得侵占混凝土保护层。

⑤钢筋保护层厚度符合设计要求，使用同标号的混凝土垫块，保护层垫块的尺寸须保证钢筋混凝土保护层厚度的准确性，腹板侧面、底板和顶板底面的垫块至少为 4 个/m²，呈梅花型布置。

⑥钢筋绑扎时一定要做好对橡胶止水带的保护。预埋件的安装准确、牢固。

⑦当所有钢筋扎结完毕后，要检查钢筋数量、位置是否正确，保护层厚度是否符合要求，清理所有杂物。

(2) 模板施工

涵身外模采用租用的大块钢模板，外模板与墙身内模板采用钢筋对拉杆对拉，并设置竖向及横向背楞，确保外模板整体刚度，外模的外侧设置适当的支撑，防止墙身发生偏移。

模板的面板要先用手提式磨光机进行打磨，然后用砂纸进行人工打磨并进行抛光处理，以确保表面光滑、平整、干净。使用时按照要求涂刷脱模剂，脱模剂只有在面板表面处理之后才能涂刷。在任何情况下，严禁采用废机油、塑料薄膜、

油毛毡等材料代替脱模剂。

模板必须保证混凝土结构和构件各部分设计形状、尺寸和相互间位置正确。由于模板需要多次周转使用，所以每次使用前要对模板的外型尺寸、面板、接缝等进行认真检查，只有在确认没有发生变形的情况下才能使用，否则应及时整修或更换。模板支架采用扣件式钢管支架，具有足够的强度、刚度和稳定性，能承受所浇混凝土的重力及侧压力以及施工中可能产生的各种荷载。并保证混凝土结构各部尺寸和相互位置正确。

模板与支架之间不得相互连接。箱涵模板采用吊车起吊，人工配合固定位置。模板初步固定后，要认真地检查轴线偏位和竖直度等指标。若超出该指标，则要反复调整，直到合格。堵头板位置应加强支撑。

模板接缝处应紧密吻合，模板接缝不得漏浆，要采用防漏胶条沿模板缝压条。模板固定采用拉杆、木楔撑结合的方式，支撑点分层并均匀布置，以确保混凝土浇筑过程中模板整体稳定。

（3）混凝土施工

涵身混凝土分为三次浇筑完成，第一次浇筑底板及边墙倒角处以上 30cm 位置处，第二次浇筑剩余边墙和顶板混凝土，第三次浇筑出入口翼墙及帽石混凝土。

混凝土在拌合站集中拌制，罐车运输，混凝土输送泵送入模。当倾落高度超过 2m 时，应设置串筒防止混凝土离析。

底板部分浇筑完成后，第二次浇筑前要将工作缝采用人工凿毛，用水冲洗干净并充分湿润，残留在混凝土表面的积水清除干净。

侧墙混凝土的浇筑时，分层对称地进行，每层高为 0.30m，并应在下层混凝土初凝前完成上层混凝土浇筑。浇筑时左右幅墙身必须对称浇筑，严禁一次性浇筑单幅墙身。

砼振捣采用插入式振动器，其振捣时的移动间距不应超过振动作用半径的 1.5 倍，与模板应保持 50~100mm 的间距，插入下层砼深度应控制在 50~100mm 之间，每一处振动完毕后应边振动边慢速提出振动棒，做到快插慢出，同时避免振动棒碰撞模板和钢筋等。对每一振动部位，必须振动到砼密实为止。密实的标志是砼停止下沉，不再冒出气泡，表面呈现平坦泛浆，但同时又要防止混凝土过分振捣而影响其强度。

在施工过程中混凝土应连续分段逐层浇筑，顶板混凝土浇筑后终凝前进行“提浆、压实、抹光”工艺，清除混凝土凝固初期产生的收缩裂纹。浇筑混凝土须连续进行，因故间隙时间宜缩短，当气温在 30℃左右时，不超过 1.5 小时。间隙时间超过时，要按浇筑中断处理，同时留置施工缝，并作出记录。施工缝的平面与结构垂直，施工缝须预埋连接钢筋。

施工完成后的混凝土结构物应采用透水性土工布覆盖。洒水养生、保持湿润。养生时间不得小于 7 天。并做好养生记录。

2.2.3.2.4. 涵洞附属及防水施工

(1) 沉降缝设置沉降缝的目的，是使缝两边的构造能自由沉降，又能防止水分渗漏。故沉降缝必须贯穿包括基础在内的整个断面。涵洞基础施工前，应测量确定沉降缝位置，在沉降缝两端地面上立垂直木杆挂线或沥青木板直接定位施工。沉降缝两端应整齐、方正，基础和涵身上下不得交错。填塞材料应使用经防腐处理的麻筋、木板或其他弹性耐久材料。沉降缝填塞前，缝内应清扫干净，保持干燥，不得有杂物和积水。用沥青麻筋、水泥砂浆填塞沉降缝，必须等构筑物养护到施工图强度，在干燥状态下填缝。

(2) 防水层、保护层施工前，修凿涵洞防水层设置部位，清除浮浆、浮渣和油污，修补蜂窝麻面，用刷扫净，采取保护措施避免敷设前二次污染。敷设时，防水层的基层应平整、清洁、干燥。施工前，应根据施工图要求的涂膜厚度计算每 m^2 用量及每道涂刷的用量。涂敷工作应在干燥温度（温度不低于 +5℃）的天气进行。涂刷基层处理剂：用刷子用力薄涂，使涂料尽量刷进基层毛细孔中。涂刷时可用圆滚刷进行人工涂布。涂布立面采用蘸涂法，立面自上而下，先转角及特殊部位，再涂大面，涂刷应均匀一致。涂刷平面部位倒料时应注意控制涂料的均匀铺洒，避免造成涂料难以刷开、厚薄不均现象。前一遍涂层干燥后应将涂层上的灰尘、杂质清理干净后在涂下一层。每遍涂刷时应交替改变涂层的涂刷方向，同层涂膜的先后搭接压宽度宜为 30~50mm。防水层的施工缝应注意保护，搭接缝宽度应大于 100mm，接涂前应将接搓处表面处理干净。

(3) 涵洞附属工程涵洞进出水口沟床铺砌涵洞出入口一定范围内的沟床、路基坡度、锥体填方均应铺砌加固。出入口铺砌的平面形式应根据沟形确定，对无显著沟槽者，出入口宜采用等腰梯形，铺砌末端应设垂裙。涵洞出入口的沟床

应顺直，与上下游导流、排水设施、道路的连接应圆顺、稳固，避免损害路堤、村舍、农田、道路等。沟床结构应按施工图要求施工，地形发生变化时，也应向建设单位提出变更设计，变更设计手续完善后及时组织施工。

2.2.4. 路堤填土段施工方案

路堤填土段施工顺序步骤为：

路床定位放样→围堰施工→路基基槽开挖→路基软基处理（施打 CFG 桩）→挡墙施工→路堤填土→路基边坡防护→路床整平碾压密实→路面结构层施工→附属工程施工→施工完毕开放交通。

2.2.4.1. 主要工程量

表 2.3.4-1 主要工程数量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	CFG 桩	m	116478	
2	桩帽	个	10842	
3	超挖换填 35cm 厚砂垫层	m ³	20308.4	
4	超挖换填 30cm 厚级配碎石垫层	m ³	7269.2	
5	超挖换填 50cm 厚级配碎石垫层	m ³	25221.4	
6	双向土工格栅	m ³	71374.4	
7	凿桩头	m ³	2087.1	

2.2.4.2. 主要施工方法

2.2.4.2.1. 工艺流程

根据地基处理方案，本工程采用 CFG 桩复合地基，其施工采用长螺旋成孔管内泵压砼成桩施工工艺。长螺旋钻孔机钻孔至设计深度后，在钻杆暂不提升的情况下，将普通细石砼通过高压泵及泵管从钻杆顶部向钻头进行压灌，边压灌砼边上提钻杆，直到砼达到设计桩顶标高（包括超灌长度）为止。该工艺无噪声、无振动，对环境不产生污染，且施工速度很快，较其他施工法具有较大优势。CFG 桩采用隔一打一的顺序跳跃式施工，按照道路纵向由一端向另一端依次进

行。

工艺流程：施工准备、定位测量→桩机就位→钻进成孔→泵送混凝土→按规定速度提拔钻杆→移机→成桩清理→成品保护→挖除空桩部分土方、清理桩间土→剔凿桩头→检测→铺设褥垫层。

2.2.4.2.2. 施工方法

(1) 定位放线

由本工程配备的专职测量人员按 CFG 桩平面图准确无误地将 CFG 桩桩位放样到现场。现场桩位放样采用插木制短棍加白灰点作为 CFG 桩桩位标识。桩位放样允许误差：20mm。桩位放样后经自检无误，填写《平面放线及标高实测记录表》。经建设单位、监理单位共同检验桩位合格并签字后，可进行下道工序。

(2) 钻机就位

钻机进入现场，组装后保证钻杆具有足够长度，满足桩长变化的需要。钻机就位时，由现场技术员检查桩位无误后，通知施工员可以安装钻机就位。钻机移至第一根桩就位，用自动水平仪调整机架，通过底座支垫调节调整水平，调整钻杆与地面垂直，用钻机塔身的前后和左右的垂直标杆检查塔身导杆，校正位置，使钻杆垂直对准桩位中心，并且在桩旁的机架侧面用红油漆做好钻孔深度的水准标高标志，填写施工标识并挂在桩机上。开机前须检查导向架的垂直度，施工中随时观察和保持钻机底盘的水平和导向架的竖直，桩体垂直度偏差不得超过 1.0%，桩位偏差不大于 50mm，成桩直径不得小于设计值。

(3) 钻机成孔

桩位验收后，钻机就位并调整机身，应用钻机塔身的前后垂直标杆检查导杆，校正位置，使钻杆垂直对准桩位中心，以保证桩身垂直度偏差不得大于允许偏差。开钻前，先将混凝土泵的料斗及管线用清水湿润（润滑管线，防止堵管），然后搅拌一定的水泥砂浆进行泵送，并将所有砂浆泵出管外。封住钻头阀门，使钻杆向下移动至钻头触及地面时，开动钻机旋动钻头。一般应先慢后快，在成孔过程中如发现钻杆摇晃或难钻时，应停机或放慢进尺，遇到障碍物应停止钻进，分析原因，禁止强行钻进，同时现场技术员积极探明情况，给总工程师做出书面汇报，一起参与现场处理，做好处理记录，直到钻至设计标高。根据设计桩长，确定钻孔深度并在钻机塔身相应位置做醒目标注，作为施工时控制桩长的依据，当动力

头底面到达标志时，桩长即满足设计要求。钻杆下钻到预定深度，现场施工技术人员根据地质勘察报告以及实际钻孔出土观察分析，是否达到设计要求的土层。如遇特殊地质情况，应由 CFG 桩复合地基设计人员根据图纸与现场地质实际情况综合确定，并及时通知监理。施工时由现场技术员或施工员用钢卷尺检查深度和垂直度并做好检查记录，现场钻机操作员做好钻进记录（内容含岩层情况、钻进时间、进度尺寸、钻机状况等）。施工桩长应根据设计要求、地质情况和钻进电流变化综合控制，确保桩体穿入强风化泥质砂岩层不小于 1.0m。

（4）泵送混凝土

混合料采用 C25 商品混凝土，坍落度要求 160mm~200mm，混合料不得离析，配合比必须按确定的试验配合比要求认真控制，采用长螺旋成孔管内泵压砼成桩施工工艺，每根桩的投料量不少于设计灌注量。

混凝土浇筑前必须重新检查成孔深度和垂直度并填写混凝土浇筑申请，合格后方可浇筑。

混凝土浇筑前必须检查混凝土坍落度、和易性并记录。混凝土运到灌注点不能产生离析现象。灌注首批砼之前在用同配合比的无石子砂浆湿润导管，然后再放入首批砼。

在确认初存量备足后，可开动混凝土泵，将混凝土直接泵入导管内，在初期泵入混凝土时应控制泵入的速度，并注意观察提钻速度。开始泵送混凝土，泵送量达到钻杆芯管一定高度后，方可提钻（禁止先提钻再泵料）。提钻和泵压混合料要密切配合防止提钻过快。提钻速度应根据混凝土的泵送速度和孔径的大小等因素确定，提钻过程须保证钻头没入混合料面，提升速度宜控制在 2m/min~3m/min。

做好混凝土用量记录和提管时间记录。混凝土灌注必须连续进行，中间不得间断。应避免因后台供料慢导致停机待料，也应防止供料过快导致堵管。钻孔产生的弃土应及时人工清除至路基范围以外。混凝土灌注过程中，应始终保持导管位置居中，提升导管时应有专人指挥掌握。不使骨架倾斜、位移，混凝土灌注到桩孔上部 0.5m 以内时，可不再提升导管，直到灌注至设计标高后一次拔出。灌注至桩顶设计标高后必须多灌一倍桩径长度约 500mm，以保证凿去浮浆后桩顶混凝土的强度。提钻后，对桩头上部 2m~3m 进行振捣。

打桩过程中，应经常检查桩身混合料的配合比、坍落度、提钻速度、成孔深度、混合料的灌入量，并做好记录。混凝土浇筑应做混凝土强度试块，每浇筑一个班次或者 50m³混凝土时留设一组标养试块，试块应养护好，达到一定强度后立即拆模送往养护室标准养护；混凝土施工完毕后，及时收集混凝土出厂合格证、混凝土强度报告，做混凝土强度评定。

施工过程中，按照验收规范要求每浇筑 50m³必须有一组混凝土试件，采取现场抽样作同混凝土试块，同一配合比的试块，每班不得少于一组试块。

(5) 桩间土清运

施工时，钻孔弃土应及时清运，以避免影响施工速度和弃土中水浸泡槽底，并派专人指挥。钻孔弃土清运采用机械清运方式。采用机械清运时，应尽量采用小型机械，以避免扰动基底土层，弃土清运应与 CFG 桩施工配合进行，严禁设备碰撞 CFG 桩，避免造成浅部断桩。弃土清运时应注意保护桩位放线点，避免桩位点移位或丢失。

(6) CFG 桩桩间保护土层清运的技术要求

清土分一般土层和桩间保护土层两部分，即自然地面以下至桩顶标高以上 500mm 为一般土层；桩顶标高至桩顶标高以上 500mm 为桩间保护土层。基坑开挖原则上应在 CFG 桩施工结束后进行，如在 CFG 桩施工期间进行，应不影响 CFG 桩正常施工。桩间保护土层的清运应有专人指挥。

一般土层的开挖采用小型机械挖运。

成桩超过 24 小时后才能进行清土，桩间保护土层的开挖、清运宜采用人工开挖、清运。在桩距足够大且槽底土不易受扰动的情况下，可以采用小型机械开挖、清运。开挖过程中应用水准仪进行测量，控制标高，以避免超挖。

桩间保护土层开挖、清运过程中，应合理安排开挖、清运顺序，避免开挖和运输机械直接在基底面上行走，造成基底土层的扰动。如需在已开挖完成的基底面上行走，应采取铺设木板等保护措施，以保证基底土在施工过程中不受扰动。

在桩间保护土层开挖、清运过程中，应注意成品 CFG 桩的保护，特别是采用机械开挖、清运的情况下，应有专人指挥机械，严禁机械碰撞桩头，以避免造成浅部断桩。

(7) 凿桩头

保护土层清除后可进行桩头处理，将桩顶设计标高以上桩头截断，一般成桩3天后即可进行凿桩头工作。凿桩头一般采用人工截桩方法，砍凿后的桩头应端面平直，防止有大的掉角现象，其桩高允许误差宜控制在+0，-20mm，具体方法如下：用水准仪确定桩顶标高，人工开挖土至桩顶标高时，用无齿锯环切5cm，在切口上2-3cm处用无齿锯切20cm长，5cm深刀口，后在上部刀口用钢钳，小锤将两个刀口之间的混凝土去掉，在这个位置处放一个大钳用大锤重物横向击桩；单钎单向截桩或竖向截桩等。如因剔凿桩头引起的桩头缺陷应按设计方案进行接桩，将其接至桩顶设计标高。

(8) 检测

CFG桩竣工验收时，应进行桩身完整性检测、单桩静载试验、桩间土原位测试与室内土工试验及复合地基静载试验。检验宜在成桩28d后进行，每一试验区不小于3点，并采取低应变检测成桩质量，检测数量为10%。

(9) 铺设褥垫层

CFG桩验收合格后方可进行褥垫层施工，褥垫层厚度850mm，褥垫层材料选用料径5-25mm的碎石、中粗砂或级配砂石，褥垫层铺设宜采用压实法，当基础底面下桩间土的含水量较小时，也可用动力夯实法，夯填度（夯实后的褥垫层厚度与虚铺厚度的比值）不得大于0.9。

2.2.5. 挡土墙施工方案

2.2.5.1. 主要工程量

表 2.3.5-1 主要工程数量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	C50 海工高性能现浇混凝土墙体	m ³	2964.7	
2	碎石反滤层	m ³	603.5	
3	夯填黏土	m ³	3729.3	
4	粉质粘土与石方混合回填（土：石=7:3）	m ³	1300.1	
5	反滤土工布	m ²	2656.7	

序号	项目名称	单位	数量	备注
6	100mmPVC管	m	207.6	
7	石屑	m ³	8413.8	
8	钢筋	kg	288408.3	
9	墙体表面防腐涂层	m ²	10485.7	
10	10cm厚C20素砼垫层	m ³	230.4	
11	开挖土方	m ³	9036.0	弃运，运至东海岛合规弃土场
12	12m拉森IV钢板桩	t	150.2	

2.2.5.2. 施工准备

2.2.5.2.1. 技术准备

(1) 施工前，阅读、审核施工图纸，澄清有关技术问题，领会施工图纸设计意图。学习相关施工技术指南和验收标准。

(2) 按地质、水文资料、环保要求，结合现场情况，测量放样定出开挖范围，确定开挖方式、深度等。

(3) 熟悉钢筋制作安装规范要求，计算钢筋数量，绘制钢筋加工安装大样图。

(4) 对施工作业人员进行技术交底。

2.2.5.2.2. 场地准备

(1) 施工便道：我部在线路右侧路基坡脚外设贯通便道，可满足施工要求。

(2) 临时用电：本工程临时用电主要是钢筋加工用电、小型机具及照明用电，利用沿线大临供电。

(3) 基坑开挖后，根据基坑四周地形，做好地面防、排水工作。

2.2.5.2.3. 材料准备

(1) 消耗材料：根据设计和有关施工要求选定该扶壁式挡土墙施工所需混凝土、钢筋、PVC管等材料，并按设计和有关规范取样进行原材料检验，经检验合格的原材料由项目部材料管理人员根据工程进展需要，分期送往施工现场。

(2) 周转材料：根据采用的施工方法，合理选用模板、钢管、方木等材料。

2.2.5.3. 主要施工方法

(1) 基坑开挖

根据结构尺寸，由测量班进行放线，开挖挡墙基坑，并对 CFG 桩按设计高程进行截桩，基坑每侧预留 50cm 工作平台，基坑坡比按照 1:2 进行开挖，前提不得影响已施工的 CFG 桩。采用挖掘机人工配合进行开挖，桩周土采用人工清理干净。开挖至距换填基础底高程 0.1m 处，然后人工配合整平基坑底。开挖过程中严禁挖掘机斗碰撞桩头，以免浅层断桩，同时注意桩间土标高的控制严禁超挖和扰动桩间土。

(2) 地基处理

CFG 桩检测合格后，按照设计要求，施工桩帽，并进行 0.5m 厚的碎石垫层填筑施工，最后施工 C20 混凝土垫层，垫层厚度 0.1m，作为钢筋绑扎的作业面。碎石垫层及混凝土垫层顶部两侧均应宽出墙底板不小于 0.5m。

2.2.6. 路基填土施工方案

2.2.6.1. 主要工程数量

表 2.3.6-1 主要工程数量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	路基填土	m ³	64824.36	从港前路借调
2	路基挖方	m ³	355.64	弃运，运至东海岛合规弃土场

2.2.6.2. 主要施工方法

填土路基采用“三阶段、四区段、八流程”施工工艺和分段施工方法进行填筑；路基填方施工拟采用挖掘机取土，自卸车运输、推土机分层平行摊铺、平地机整平，振动压路机分层压实的方法进行。在填筑之前，先按规范对路堤填料的各项技术指标进行试验，确定合格的路堤填料并进行试验路施工后，经监理工程师批准，方可按照试验路段的试验结果所定的同种填筑材料的松铺厚度、最佳含水量、碾压机具的选择、碾压遍数及碾压速度等工序进行大面积填筑施工。

路堤填筑时，应从最低处起分层填筑，逐层压实；当原地面纵坡大于 12% 或横坡陡于 1:5 时，应按设计要求挖台阶，或设置坡度向内并大于 4%，宽度大于 2.0m 的台阶，施工采用机械化施工。机械组合方式：装载机或挖掘机挖装，自卸车运输、推土机和平地机整平、洒水车洒水、振动压路机碾压成型。路堤填筑应符合下列规定：

(1) 性质不同的填料，应水平分层、分段填筑，分层压实。同一水平层路基的全宽应采用同一种填料，不得混合填筑。每种填料的填筑层压实后的连续厚度不宜小于 500mm。填筑路床顶最后一层时，压实后的厚度应不小于 100mm。

(2) 上料区、摊铺区、碾压区应按要求设置明显标识牌。上料区应画网格，设置标牌。应设置报检标识牌，注明施工段落起止桩号、层次、规定压实度、技术负责人以及现场监理工程师等。

(3) 当路堤分几个作业段施工时，在两段交界处，则先填段应按 1:1 坡度分层填筑，碾压到边，并逐层预留 2m 宽的台阶收坡。当两段同时施工时，应交替搭接，搭接长度应不小于 5m，并应加强搭接位置的碾压。

表 2.3.6-2 主要施工工序对应的施工方法一览表

工序	施工方法
填前压实	路基原地面清理平整完成后进行晾晒或洒水，当含水量接近最佳含水量时，即可派压路机进行填前的碾压作业。碾压后检测压实度，达到规范要求后，才可进行下道工序的施工。
测量放样	三条线：在每次填筑压实合格的路基上均要用石灰洒出中线及两条边线。在施工中始终坚持“三线四度”。三线即中线、两侧边线，且在三线上每隔 20m 插一小木桩，明确中线、边线的控制点；
上土摊铺	在经过验收合格的填筑层上，采用铲运机、挖掘机挖土自卸车运输至施工路段，并由收料员根据方格网面积分布情况指挥车辆卸料。根据每层填筑的厚度和汽车运输的体积计算出布料距离，并用石灰标出方格网。上土时，试验人员于现场测定土料的含水率，如土料偏干，则进行洒水，偏湿则进行晾晒。自卸汽车把料运到填筑现场，从一端开始，左右成列，前后成行等距离倒土。
整平	①粗平推土机进行摊平，每层填料铺设的宽度超出路基两侧设计宽度 50cm，以保证修整路基边坡后的路堤边缘达到压实标准。测量员及时测量计算出松铺厚度，根据各桩号底层标高，控制好表层的顶面标高，严格控制松铺厚度，以确保施工参数的准确性。②精平由推土机摊平后，在用平地机进行整平。平地机整平由路中间开始向道路两侧推进，如此反复，直到符合平整要求。
碾压	①含水量检测碾压前，对填层的厚度、平整度及土的含水量进行检查，确认符合要求后再进行碾压。②碾压 a.压实作业按照先压路基边缘，后压路基中间，

	从低到高，先慢后快，先静压后振动的操作规程进行碾压。碾压施工中，压路机往返行驶的轮迹部分重叠，光轮压路机重叠 1/2 后轮宽，振动压路机重叠 40~50cm，路基两侧多压 2~3 遍，相邻两区段纵向重叠 1.0~1.5m。压实作业做到无漏压、无死角、碾压均匀。碾压成形的填土层用湿润土覆盖保温。 b. 填土路堤施工作业段相邻交接处如不在同一时间填筑，则先填筑段应按 1:1 坡度分层留台阶；压实作业完成后，将台阶清理出来。如两段同时施工，则分层相互交叠衔接，其搭接长度不小于 2m。 c. 路基每层填筑压实后，及时进行检测，每层填土检测合格，并经监理工程师认可后，才能进行上层路基填筑。
路基整修	①路基工程完工交接验收前，应对外观质量进行整修，对局部缺陷进行处理。 ②路基表层的整修，应根据质量缺陷的具体情况采用合理的方案与工艺。补填的土层压实厚度应不小于 100mm，压实后表面应平整，不得松散、起皮。整修后的坡面应顺适、美观、牢固，坡度应满足设计要求。

(4) 结构物回填：结构物（包括桥涵台背、堆坡、挡土墙背等）处的回填时应在圬工强度达到规定的强度后进行。

1) 填筑范围台背填土顺路线方向长度：桩柱式及肋板式桥台台身底部 6.0m、重力式桥台 4.0m，顶面按 1:1.5 放坡，在路面下设两层钢筋土工格栅（指标同上），要求锥坡填土与台背填土同时进行；暗涵两侧顺线路方向长度涵身底部 2.50m，顶面按 1:1 放坡；明涵及桥式通道两侧涵身底部 3.0m，顶面 9.3m。

2) 填料选择采用砂砾、碎石、碎石土等渗水性材料，填料的最大粒径不得超过 5cm。

3) 主要施工方法先在涵洞背面用墨线划出每层填筑水平线，保证分层松铺厚度不超过 20cm，结构物处的压实度要求从填方基底或涵洞顶部至路床顶面均为 96%。在涵洞两侧对称均匀分层回填压实，回填采用人工配合机械回填，压路机碾压不到的地方，用液压夯实机夯实，密实度达到设计要求。

2.2.7. 主要施工设备

本项目施工设计的机械设备，见下表。

表 2.3.7-1 主要机械设备一览表

序号	设备名称	型号规格	数量	备注
1	全站仪	GTS-605/AF	1	箱涵
2	水准仪	DS04	2	
3	电焊机	ZX5-630	3	
4	装载机	ZL50	2	
5	冲击锤	—	6	
6	翻斗车	1T	2	

序号	设备名称	型号规格	数量	备注	
7	注浆泵	2JJ	4		
8	锚杆机	E21D20/00	8		
9	空压机	17m ³	10		
10	软轴振动棒	ZN50	6		
11	高频振动棒	—	4		
12	柴油发电机	KZ9800E	2		
13	砧试模	100mm	10		
14	大挖掘机	1.2m ³	10		
15	渣土车	15T、25T	60		
16	小挖机	60型	12		
17	洒水车	10T	2		
18	雾炮机	—	10		
19	汽车吊	25T	2		
20	长螺旋钻机	CFG-28、24,160kW	5台		路基软基施工
21	砧输送泵	>60m ³ /h, 110kW	5台		
22	柴油发电机	KHI500-14	2台		
23	中型挖掘机	XE205GH	2台		
24	装载车	ZL40B	5台		
25	推土机	D85A-21	1台		
26	自卸汽车	EQ3242G	6台		
27	经纬仪	GTS-300N	1台		
28	水准仪	DSZ2	2台		
29	钢卷尺	5.0m	10把		
30	钢卷尺	50m	2把		
31	全站仪	GTS-605/AF	1	挡土墙	
32	水准仪	DS04	2		
33	电焊机	ZX5-630	3		
34	装载机	ZL50	2		
35	冲击锤	—	6		
36	翻斗车	1T	2		
37	注浆泵	2JJ	4		
38	锚杆机	E21D20/00	8		
39	空压机	17m ³	10		
40	软轴振动棒	ZN50	6		
41	高频振动棒	—	4		
42	柴油发电机	KZ9800E	2		
43	砧试模	100mm	10		
44	大挖掘机	1.2m ³	10		
45	渣土车	15T、25T	60		
46	小挖机	60型	12		

序号	设备名称	型号规格	数量	备注
47	洒水车	10T	2	
48	雾炮机	—	10	
49	汽车吊	25T	2	
50	挖掘机	台	3	路基填土施工
51	大型推土机	台	1	
52	装载机	台	2	
53	压路机	台	2	
54	自卸汽车	台	5	
55	平地机	台	1	
56	洒水车	台	1	



图 2.3.7-1 主要施工设备（履带吊和混凝土泵送车示意图）



图 2.3.7-2 主要施工设备（汽车吊和装载机（铲车）示意图）

2.2.8. 施工进度表

本项目施工期约 263 天，各个施工阶段的施工进度见下表。

表 2.3.8-1 施工进度一览表

序号	主要工程	子分项		工期(天)	合计(天)
1	施工围堰	围堰、钢筋加工棚、水电		30	30
2	软基处理	基槽开挖	——	3	57
		软基处理	CFG 桩	50	
			砂垫层	2	
			碎石垫层	2	
3	箱涵主体	基础	换填碎石	3	109
			垫层浇筑	7	
		墙身	底板模板	7	
			底板钢筋	7	
			底板混凝土浇筑	14	
			侧墙模板	7	
			侧墙钢筋	7	
			侧墙混凝土浇筑	14	
			顶板模板	7	
			顶板钢筋	7	
		顶板混凝土浇筑	14		
		附属工程	防腐层	15	
4	挡土墙	基础	换填碎石	3	67
			垫层浇筑	7	
		墙身	底板模板	3	
			底板钢筋	7	
			底板混凝土浇筑	7	
			侧墙模板	3	
			侧墙钢筋	7	
		侧墙混凝土浇筑	28		
附属工程	防腐层	2			
5	路基填土	——	填土方	10	10
合计					263

2.2.9. 土石方平衡

(1) 项目工程量

本工程施工内容包括：道路工程、箱涵工程、排水工程、交通工程、给水工程、照明工程、绿化工程等，根据《湛江市东海岛石化产业园区港前路项目（港前一横路）施工图设计》，本项目主要工程量详见下表。

表 2.3.9-1 项目主要工程量核算一览表

	项目名称	单位	数量（汇总）	备注
箱涵工程	C50	m ³	10943	
	环氧涂层	t	1397.2	
	止水管	m	2600	
	HQZ 型雨水膨胀胶条（m）	m	2520	
	20cmC25 砼垫层	m ²	8019	
	50cm 级配碎石垫层	m ²	8019	
	M7.5 浆砌 MU30 片铺砌	m ³	1649	
	挖土方	m ³	12412	
	围填土方（粉质粘土与石方混合）	m ³	1584	
	变形缝 2cm 沥青木板	m ²	252	
	2cm 油毛毡	m ²	18	
	沥青玛降脂	m ³	0.5	
	模板	m ²	24030	
	表面涂层	m ²	24030	
路基填土段	CFG 桩	m	116478	
	桩帽	个	10842	
	超挖换填 35cm 厚砂垫层	m ³	20308.4	
	超挖换填 30cm 厚级配碎石垫层	m ³	7269.2	
	超挖换填 50cm 厚级配碎石垫层	m ³	25221.4	
	双向土工格栅	m ³	71374.4	
	凿桩头	m ³	2087.1	
挡土墙	C50 海工高性能现浇混凝土墙体	m ³	2964.7	
	碎石反滤层	m ³	603.5	
	夯填黏土	m ³	3729.3	
	粉质粘土与石方混合回填（土：石=7：3）	m ³	1300.1	
	反滤土工布	m ²	2656.7	
	100mmPVC 管	m	207.6	
	石屑	m ³	8413.8	
	钢筋	kg	288408.3	
	墙体表面防腐涂层	m ²	10485.7	
	10cm 厚 C20 素砼垫层	m ³	230.4	
	开挖土方	m ³	9036.0	弃运，运至东海岛合规弃土场
12m 拉森IV钢板桩	t	150.2		
路基填土	路基填土	m ³	64824.36	从港前路借调
	路基挖方	m ³	355.64	弃运，运至东海岛合规弃土场
现状土	26cm 水泥混凝土（抗弯拉强度≥	m ²	423.9	拆除现状

	项目名称	单位	数量（汇总）	备注
路拆除	5.0Mpa)			路面结构 一
	26cm5%水泥稳定碎石	m ²	423.9	
	20cm4%水泥稳定碎石	m ²	423.9	
	50cm4%水泥稳定碎石	m ²	6242.9	拆除现状 路面结构 二
	4cm 厚 SBS 细粒式改性沥青（AC-13）	m ²	6242.9	
	6cm 厚 SBS 中粒式改性沥青（AC-20）	m ²	6242.9	拆除现状 管涵结构
	60cmC30 钢筋混凝土	m ³	86.4	
	d1500 钢筋混凝Ⅲ级管	m	96.0	拆除现状 临时路结 构
	挖土方	m ³	29017.8	
	干砌块石	m ³	1081.4	
人行道、 基座、枕 梁、端墙	C50 海工高性能混凝土	m ³	640	
	环氧涂层钢筋	t	105.2	
	2cm 厚浸沥青木板	m ²	18	
	模板	m ²	4366	
	C30 素混凝土端墙	m ³	13.7	
	表面涂层	m ²	4828	
人行道 板	C50 海工高性能混凝土	m ³	260.2	
	环氧涂层钢筋	t	33.0	
	表面涂层	m ²	6113	
人行道 栏杆、防 撞护栏	人行护栏（表面防腐）	联	21	
	防撞护栏（表面防腐）	m	414	
八字翼 墙	C50 海工高性能混凝土	m ³	169.7	
	环氧涂层钢筋	t	21.6	
	20cmC25 砗垫层	m ²	162	
	30cm 级配碎石垫层	m ²	194	
	碎石反滤层	m ³	37.6	
	反滤土工布	m ²	133	
	泄水孔	个	30	
	基础开挖土方	m ³	712	
	基础回填土方（粉质黏土与石方混合）	m ³	400	
	墙背回填石屑	m ³	773	
	沉降缝 2cm 沥青木板	m ²	9	
	模板	m ²	696	
	表面涂层	m ²	696	
围堰	100cm 厚片石挤淤	m ³	17897	
	粘性素土填筑压实（完工后拆除）	m ³	18006	
	土袋（纤维袋）护坡（完工后拆除）	m ³	8730	
	抽水	台班	500	
防、排水 系统	平均 4.5cm 水泥砂浆防水层	m ²	2497	
	1.5mm 防水层	m ²	2497	

限为40年。

(2) 施工用海主要为施工围堰，用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式），申请用海面积约3.8716公顷。拟申请用海期限为2年。

根据2022年广东省政府批复岸线，用海范围占用海岛岸线（人工岸线）长约97.5m。其中港前一横路占用60.1m，施工围堰占用37.4m，见图2.4-9。

港前一横路宗海图见图2.4-1~图2.4-4、施工围堰宗海图见图2.4-5~图2.4-8均包含宗海位置图、宗海界址图、宗海平面布置图及立体分层设权示意图。

表 2.4-1 项目基础情况表

用海类型		用海方式		用海单元	用途	面积 (公顷)	用海期限
一级类	二级类	一级方式	二级方式				

（已省略）

图 2.4-1 宗海位置图（港前一横路）

（已省略）

图 2.4-2 宗海界址图（港前一横路）

（已省略）

图 2.4-3 宗海平面布置图（港前一横路）

（已省略）

图 2.4-4 立体分层设权示意图（港前一横路）

（已省略）

图 2.4-5 宗海位置图（施工用海）

（已省略）

图 2.4-6 宗海界址图（施工用海）

（已省略）

图 2.4-7 宗海平面布置图（施工用海）

（已省略）

图 2.4-8 立体分层设权示意图（施工用海）

（已省略）

图 2.4-9 占用岸线示意图

2.4. 项目用海必要性

2.4.1. 项目建设必要性

(1) 畅通物流运输体系，提升园区产业竞争力与运营效率

石化产业园区具有原材料与产成品“大进大出”的典型特征，对物流运输能力、效率与可靠性要求极高。根据《湛江港东海岛港区规划》，园区北部岸线将配套建设包括液体散货码头在内的港口设施，未来将通过管道、铁路与公路等多种方式疏运物资。港前一横路作为规划的城市次干道、双向4车道，是衔接港南大道、港前东路等主干路网，并直接服务码头作业区与后方产业用地的重要连接线。它的建设将有效打通园区东西向的集疏运通道，与疏港公路等主要干道共同构成层次分明、功能互补的物流运输网络。这对于保障园区企业生产物资的及时供应、产成品的快速外运至关重要，能显著减少物流周转时间，降低企业运营成本，从而全面提升园区的产业集聚能力与整体市场竞争力，为将东海岛打造为“中国南方现代石化基地”提供坚实的交通保障。

(2) 构建应急安全网络，强化园区本质安全与风险防控能力

石化园区因其产业特性，安全生产是重中之重，健全的应急交通网络是保障生命财产安全的基础设施。现状路网不完善的局面，在紧急情况下极易导致交通阻塞，严重影响人员疏散效率和应急救援力量的快速介入。港前一横路的建成，将直接增加园区内部，特别是北部临港产业区的横向交通联系，与纵向道路共同形成多个可靠的环形疏散通道。这种多路径、网格化的路网结构，能够确保在发生突发事件时，为园区内人员、车辆提供多条安全的疏散路径，并为消防、医疗、环保处置等应急救援力量提供快速抵达事故点的通道，最大限度争取救援黄金时间，是构建园区本质安全型基础设施体系不可或缺的硬件基石，对保障园区长期稳定运营具有战略性意义。

(3) 集约利用国土空间，支撑关键基础设施廊道协同建设

为满足园区大型企业能源的需求并实现集约发展，上位规划已对基础设施布局进行了优化调整，特别是在港南大道沿线区域集中设置了综合能源通道，容纳东海岛铁路支线、高压电力走廊及长输油气管廊等关键设施。港前一横路的规划线位与这一重要的基础设施廊道存在紧密的空间关联和交叉。该道路的建设实

施，必须与能源管廊的规划设计进行一体化协调，确保两者在空间布局、施工时序上的无缝衔接。同时，道路建成后，将为上述管廊设施的日常巡检、维护保养及应急抢修提供必需、便捷的交通通行条件。因此，港前一横路不仅是交通通道，也是保障园区能源安全稳定运行的重要系统，其建设充分体现了基础设施统筹规划和土地集约节约利用的原则。

（4）是保障区域能源稳定供应和推动项目持续建设的迫切必要之举

湛江京信发电有限公司和湛江港（集团）股份有限公司当前的外部通行条件极为脆弱，其进厂通道仅依赖一条由中铁建于 2012 年建设的施工便道（现港前一横路）。该便道标准低、路况差，且在今年第 21 号台风“麦德姆”过境后，两侧路基遭受严重结构性损伤，多处路面呈悬空状态，存在显著安全隐患。鉴于该通道保障上述两家公司稳定运营的重要性，其在台风及雨季期间极易因水漫或损毁而彻底中断，致使厂区陷入困境。

因此，从根本上解决进出通道问题，是保障区域能源稳定供应和推动项目持续建设的迫切必要之举。

（5）符合国家与地方产业发展政策及规划需求

①产业政策

本项目为交通运输用海中的路桥隧道用海，未列入《市场准入负面清单（2025 年版）》，不违反国家市场准入管理要求。同时，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类”中“二十四、公路及道路运输”第 1 项“公路交通网络建设”范畴，符合国家产业政策导向。

②广东省湛江市东海岛总体规划（2013-2030）

根据《广东省湛江市东海岛总体规划（2013-2030）》，东海岛规划形成“东岸旅游、西岸生态、南岸综合、北岸工港，中心商务”的空间格局，最终形成“一心、三轴、四廊、十二区”的空间结构：“一心”即城市商务中心，位于中山大道与调石路之间，以中央公园为核心轴线，以商业、商务、公园、娱乐、体育等为主要功能的公共核心；“三轴”即城市发展轴，旅游发展轴以及公共服务轴。其中城市发展轴是依托东海大道由西至东依次串联民安片区、东山片区、高新新区以及龙海天组团的城市主要发展脉络；旅游发展轴指以龙海天为核心，北联南三岛，南接硃洲岛的湛江东海岸旅游发展轴；景观轴是指南北贯东山组团，由不同公共

服务功能核心组成的公共服务轴；“四廊”即基于现状生态条件分隔多个功能片区的生态绿廊，整体呈现“三纵一横”的形态，是东海岛的生态基底，也是保障东海岛生态安全的主要部分；“十二区”即规划的产业功能片区、居住功能片区以及旅游功能片区，共 12 个。具体包括石化产业片区、钢铁基地片区、炼化基地片区、东山片区、民安片区、东简片区、东南片区、高新新区片区、智慧岛片区、仓储物流片区、龙海天旅游片区以及高新技术产业片区等。

根据《广东省湛江市东海岛总体规划（2013-2030）》，本项目用海所在区域属于规划确定的“十二区”的石化产业片区。项目作为石化产业园区的基础设施建设内容，其功能属性与片区规划定位相一致。因此，本项目的建设符合《广东省湛江市东海岛总体规划（2013-2030）》的总体布局要求。

2.4.2. 项目用海必要性

（1）港前一横路用海必要性

港前一横路是《广东省湛江市东海岛总体规划（2013 - 2030）》明确的城市次干道，为东海岛新城片区“三横三纵”路网骨架中的关键横向通道。项目所在区域经历史围填海已形成连片工业与城市发展用地，整体呈“三面环海”的空间格局。该道路南起港南大道，北接港前东路，全长 738.94 m，红线宽 30 m，设计速度 30 km/h，采用双向四车道标准。

目前，该通道仅为简易土路，系湛江京信发电有限公司、湛江港（集团）股份有限公司等重点企业进出厂区的唯一陆路通道，通行条件差、雨天泥泞、承载能力不足，存在严重交通与生产安全隐患，亟需按规划标准实施硬化提升，具有显著的现实紧迫性。

受既有城市规划线位及区域地形条件刚性约束，道路南端需衔接已确权的港南大道用海区，北端接入已形成的填海陆域，中间段不可避免需跨越现状海域。该跨海段无法通过绕行或调整线位避让，具有空间上的不可替代性。因此，为落实上位规划、完善区域路网结构、保障企业安全生产和提升片区整体运行效能，本项目实施确需占用部分海域，用海具有充分的功能必要性和实施必要性。

（2）施工围堰用海必要性

根据现场的地形条件，结合港前一横路的结构特性，且周边距离很近分布有

管线廊架、透水构筑物路桥、填海及养殖户，为保障道路施工的安全性，设计阶段采用全围蔽干式施工。同时，采用围堰施工可降低项目施工过程中产生的污染物对所在海域的环境影响。施工围堰需占用一定的海域面积。因此，施工围堰用海是必要的。

3. 项目所在海域概况

3.1. 海洋资源概况

3.1.1. 海岸线资源

湛江地处雷州半岛，位于中国大陆最南端、广东省西南部，地处粤桂琼三省（区）交汇处。湛江三面临海，全市管辖领海海域面积 2.1 万 km^2 ，大陆海岸线东起吴川市王村港后塘村，西至廉市英罗港洗米河口止，大陆岸线长 1195.26km，全省最长。海岛总面积约 541.6 km^2 ，有居民海岛岸线 412.6km。



(已省略)

图 3.1.1-1 论证范围内岸线分布示意图

3.1.2. 海岛资源

湛江地处雷州半岛，位于中国大陆最南端、广东省西南部，地处粤桂琼三省（区）交汇处。三面临海，湛江市海域总面积约 2 万多平方公里，沿海分布有大小岛屿 134 个（含沙洲、礁石），岛线长 779.9 公里，其中有居民海岛 12 个，面积 518 平方公里，岸线 401 公里，最大的是东海岛，是全国第五大岛，无居民海岛 122 个，岛礁资源丰富。

项目论证范围内分布有特呈岛、东头山岛、东海岛、南三岛，具体见图 3.1.1-1。

3.1.2.1. 东海岛

北纬 $21^{\circ}19'$ ，东经 $11^{\circ}24.9'$ 。位于湛江市麻章区湛江港南部海域，距大陆最近点 2.69km 。古称蔚嶺岭、湛川岛，清椹川巡检司曾移驻此，1732 年改为椹川岛。又名东海洲、西湾岛。中华人民共和国成立后改为东海岛。因处遂溪县东南面，故名。《中国海洋岛屿简况》（1980）记为西湾岛。1984 年登记的《广东省湛江市海域海岛地名卡片》《广东省海域地名志》（1989）、《广东省海岛、礁、沙洲名录表》（1993）、《全国海岛名称与代码》（2008）均记为东海岛。岸线长 139.66km ，面积 248.8529km^2 ，高约 110.8m 。

东海岛在地质构造上位于雷琼凹陷东北部的湛江断陷内，属第四系下更新统的湛江组以及上第三系上新统的下洋组。东海岛地势东高西低，东部为玄武岩台地，西部为海积平原，大多起伏于 $10\sim 50\text{m}$ 之间。东端距海滩 2km ，有海拔 111m 高的龙水岭火山锥，是东海岛的最高峰，为火山碎屑岩及少量玄武岩构成，是天然航海路标。东海岛主要土壤类型为砖红壤、园土和水稻土，浅海沉积交界处为沙壤土。

东海岛主要植被类型有农田植被、草丛植被、灌木丛、乔灌混交林、乔木林，主要分布在农耕区、海滩涂防护林、沿海防护林。有居民海岛，隶属湛江市麻章区。该岛为民安镇、东山镇、东简镇人民政府驻地。东海岛与赤坎—霞山片区隔海相望，通过长约 68km 的东北大堤与霞山相连。岛内无较大河流，多为小河溪流，分布有红星水库、淡水塘、富节、五一水库等。电力由大陆供电。海岛传统产业以渔业捕捞和农业为主，海岛及周边海域分布有龙虾、鲍鱼、对虾等养殖场。该岛东岸龙海天沙滩为湛江旅游胜地，东海岛已规划为石化、钢铁工业基地。

3.1.2.2. 东头山岛

海岛地理位置为北纬 $21^{\circ}06.4'$ ，东经 $110^{\circ}24.6'$ 。位于湛江市麻章区东海岛北 800m 处，距大陆最近点 279km 。当地称北端为头，南端为尾，该岛在东海岛北端外侧，故名。《中国海洋岛屿简况》（1980）、1984 年登记的《广东省湛江市海域海岛地名卡片》《广东省海域地名志》（1989）、《广东省海岛、礁、沙洲名录表》（1993）、《广东省志·海洋与海岛志》（2000）、《全国海岛名称与代码》（2008）均记为东头山岛。东部呈圆弧形，逐渐向西收缩为尖锥形，略呈

水滴状，东西走向。岸线长 9.8 km，面积 2.9088 km²，高约 10.3m。沙泥岛，由细砂层构成。东部有一小丘，西部为平坦沙地，向西南突入海。岛表层为沙土，长有稀疏乔木、灌木和杂草。南、北、东三面有防护林带，四周为干出泥滩，西端有盐田。

东头山岛为有居民海岛，隶属湛江市麻章区。岛上有一自然村，2011 年有户籍人口 2730 人，常住人口 2730 人。居民以农业为主，兼营浅海捕捞。种有水稻、花生、番薯。有农场，种植水果、药材等农产品，种植面积共 60 多公顷。有鱼塘，主要养殖鱼、虾。有学校、卫生所等公共服务设施，有环岛公路、运输码头，供客运、货运、旅游、渔业使用。淡水来自地下水，建有水塔。电能来自大陆，通过架设电缆获得，用于岛上居民生活照明。有 1 座始建于明代（1449 年）的李子悦、李子仁古墓，是湛江市重点文物保护单位。1986 年重修古庙天后宫。

3.1.2.3. 特呈岛

海岛地理位置为北纬 21° 09.5′，东经 110° 25.8′。位于湛江港中部，南三岛西 560m 处，距大陆最近点 1.22km。“特呈”是古越语，“特”即地方，“呈”是和谐吉祥的意思。关于特呈岛名字的来历有一个美丽的传说：仙人下凡看见海边人生活很苦，无地可种，海龙王又禁钓下海捕鱼，为了解救海边人的生活痛苦，仙人利用夜间挑土填海造田，当土挑到半路时，已是鸡啼五更天快亮了，他便急忙放下这担土赶回天上，这担土就变成了两座小岛。人们为感念神仙的恩惠，就把其中一个岛叫特呈岛，即“神仙特意呈送的东西”。

《中国海洋岛屿简况》（1980）、1984 年登记的《广东省湛江市海域海岛地名卡片》《广东省海域地名志》（1989）、《广东省海岛、礁、沙洲名录表》（1993）、《广东省志·海洋与海岛志》（2000）、《全国海岛名称与代码》（2008）均记为特呈岛。岛体略呈五边形，东西走向。岸线长 7.57km，面积 3.205km²，海拔 8.4m。沙泥岛，由细沙和沙砾层构成，地势平坦有小起伏，表层为沙土。在岛东、南面特呈岛海洋生态自然保护区内长有红树林。东南近岸有暗沙和礁石。有居民海岛，隶属湛江市。

岛上有特呈岛村委会，辖 7 个自然村。淡水取自地下水，建有水塔、自来水厂。电源通过架设电缆从大陆获得。种有水稻、花生、甘蔗、番薯。岛上建有供客运、货运、旅游、渔业等使用的特呈岛码头。修有环岛公路，交通便利。有避

风港，可容纳 150 多只船。该岛被列为湛江市革命老区，里村革命旧址是市文物保护单位，已开发生态观赏园和旅游度假区，建有游船码头。岛上庙宇有华光庙和 7 座洗太庙，其中洗太庙都曾被重新修建过。岛周围有网箱养殖，岛上建有鱼塘，养殖鱼、虾。

3.1.2.4. 南三岛

南三岛位于湛江市东部海面，与东海岛隔海相望互为特角，隶属湛江市坡头区。岛东西长 18 公里，面积 123.4 平方公里，最高处海拔 30.3 米。原为分散的 10 个小岛，即螳螂地岛、南溜岛、五里岛、巴东岛、调东岛、地聚岛、凤辇岛、光明岛、田头岛、黄村岛。现已将东岸海滩辟为浴场，接待中外游客。

3.1.3. 港口、航道、锚地资源

湛江港是新中国成立后第一个自行设计、建造的深水海港。自 1956 年开港以来，经过 60 年的发展，已成为中国沿海 25 个主要港口之一、“一带一路”战略支点港口、西南沿海港口群的主体港、中西部地区货物进出口的主通道和中国南方能源、原材料等大宗散货的主要流通中心，目前拥有 30 万吨级航道，是华南沿海地区通航条件和原油、铁矿石接卸条件最好的港口。

目前，湛江港海外拥有七个港区：调顺岛港区、霞海港区、宝满港区、坡头港区、东海岛港区、雷州港区和徐闻港区。截至 2020 年末，湛江港拥有生产性码头泊位 125 个，散杂货物设计通过能力 20292 万吨/年，集装箱设计通过能力 80 万 TEU/年，旅客设计通过能力 3178 万人，滚装汽车设计通过能力 627.5 万辆，其中万吨级以上泊位共 42 个，散杂货物设计通过能力 18898 万吨/年，集装箱设计通过能力 80 万 TEU/年，旅客设计通过能力 620 万人，滚装汽车设计通过能力 50 万辆。东海岛港区以煤炭、原油、铁矿石等大宗能源、原材料以及钢铁、成品油、化工品等产成品运输为主，重点服务东海岛大型临港产业布局发展，兼顾腹地物资中转运输并拓展大宗商品交易交割功能。承接其他港区散杂货运输功能搬迁，逐步发展成为集约化、规模化的大型综合性港区。本项目位于东海岛北作业区。东海岛北作业区目前建有宝钢基地 11 个泊位，目前中科炼化多个大型泊位和湛江港集团公共杂货泊位在建。

1、航道

根据《湛江港总体规划》（2023-2035年），湛江港拥有航道总里程 157km，包括湛江港主航道和湛江港湾外港区（县域）航道。湾内港区（1）航道湛江港湾内航道从调顺岛港区港池航道至龙腾航道，分为 30 万吨级主航道和 7 万吨级航道，全长约 81 公里。

30 万吨级主航道：包括外航道和内航道。

外航道：龙腾航道（外段）、龙腾航道（内段），外航道长 47.435km，其中龙腾航道外段长 36.796km，龙腾航道内段长 10.639km，根据水深不同，各段航道尺度如下：A30'-B3 段，全长 28km，通航宽度 340m，边坡 1:6，底标高-23.6m，挖槽宽度 335.2m。B3-B2 段，全长 6.796km，通航宽度 340m，以 15 万吨级航道底高程为分界，上层 1:6、下层 1:5，底标高-23.6m，挖槽宽度 336m。B2-B1 段，全长 5.5km，通航宽度 340m，以 15 万吨级航道底高程为分界，上层 1:6、下层 1:5，底标高-23.9m，挖槽宽度 333m。B1-C 段，全长 7.139km，通航宽度 340m，以 15 万吨级航道底高程为分界，上层 1:6、下层 1:5，底标高-23.6m，挖槽宽度 336m。

内航道：由南三岛西航道、石头角航道和东头山航道组成，内航道长 16.665km，其中南三岛西航道长 6.49km，石头角航道长 8.495km，东头山航道长 1.68km，通航宽度 340m，以 15 万吨级航道底高程为分界，上层 1:6、下层 1:5，底标高-23.0m，挖槽宽度 336m。A-C 段航道乘潮水位均取 3 小时 2570%保证率潮位 2.23m，C-E 段航道乘潮水位取 4 小时 70%保证率潮位 2.12m，E-F 段航道乘潮水位取 5 小时 70%保证率潮位 2.0m。

30 万吨级主航道于 2008 年完工，2015 年 8 月完成二期维护疏浚工程，湛江港 30 万吨级改扩建工程于 2021 年 5 月交工，并于 2022 年 7 月结束了为期一年的试运行。

7 万吨级航道：从调顺岛港区港池航道至麻斜航道为 7 万吨级航道，全长约 16.96 公里，为底标高-13.6m 深的天然航道。

（已省略）

图 3.1.3-1 周边航道分布图

3.1.4. 渔业生产资源

湛江海洋生物资源丰富，有经济价值的鱼类资源，鱼类隶属 21 目 120 科 371

属 520 种。虾类有 7 属 28 种，蟹类主要有锯缘青蟹、梭子蟹等，贝类有 5 纲 107 科 275 属 547 种，另外还有棘皮类、环节类、腔肠类、海兽类。淡水鱼类包括引进品种约 60 多种，隶属 18 科。

根据广州邦鑫海洋技术有限公司 2023 年在项目海域开展的春秋两季调查，该区域游泳动物资源状况如下：

春季调查结果：调查共记录游泳动物 37 种，包括鱼类和甲壳类。鱼类为主要类群，甲壳类次之。渔获物中幼体比例分别为：鱼类 28.46%、虾类 32.14%、蟹类 34.29%、虾蛄类 28.57%。渔业资源平均重量密度为 209.94 kg/km^2 ，平均尾数密度为 $11375.09 \text{ ind/km}^2$ 。种类组成中优势种共 3 种，其中康氏侧带小公鱼资源量最为丰富。生物多样性指数平均值为 2.23（S20 站位最高），丰富度指数平均值为 0.84（S04 站位最高），均匀度指数平均值为 0.71（S10 站位最高）。

秋季调查结果：调查共记录游泳动物 43 种，仍以鱼类为主，甲壳类次之。渔获幼体比例为：鱼类 28.01%、虾类 32.47%、蟹类 29.73%、虾蛄类 27.54%。平均重量资源密度为 243.08 kg/km^2 ，平均尾数资源密度为 $12368.61 \text{ ind/km}^2$ 。优势种增至 4 种，康氏侧带小公鱼仍占显著优势。该季生物多样性指数平均值为 2.84（S11 断面最高），丰富度指数平均值为 1.21（S20 断面最高），均匀度指数平均值为 0.79（S11 断面最高）。

3.1.5. 旅游资源

湛江市作为中国大陆最南端的海港城市，历来以环境优美而著称，1959 年就获得了花园城市的称号。湛江市是全国光、热、水、绿最丰富的海岸带。有 104 个岛屿、暗沙。沿海防护林带长达 1300km，面积 32 万亩，享有“绿色长城”之称；拥有全国最大的红树林保护区。海岸线绵长曲折，水清浪静，大海与沙滩、岩石、林带构成美丽的南亚热带海滨风光，具有成为全国最优良的滨海旅游度假基地的发展潜质。

在湛江市 1556km 海岸线上，有 13 段优质沙滩（王村港、吉兆湾、吴阳、南三岛、东海岛、硃洲岛东岸、箩斗沙岛、海安白沙湾、乌石北拳半岛、企水赤豆寮岛、纪家盘龙湾、江洪仙群岛、草潭角头沙）可供旅游开发，总长达 150 多 km。

其中，王村港—吉兆湾、南三岛东岸和东海岛东岸均是长度超过 20km 的特大型沙滩，最长的东海岛东岸沙滩达 28km。这些海滩介乎北纬 $20^{\circ} 15'$ 至 $21^{\circ} 25'$

之间，有着适于长年开展滨海度假活动的南亚热带海洋气候和优美独特的绿色生态景观。

湛江市珍珠、对虾、鲍鱼、珍贵鱼类等连片养殖基地具有旅游开发价值。广东海洋大学标本室有水生物标本 3000 多种，是全国品类最齐全的水生生物博物馆。湛江市雷州古城是国家级历史文化名城之一；湖光岩风景区更是全国著名的火山口湖泊，还是全国唯一在海平面以下的特殊的火山口湖泊，在地质学上称为“玛珥湖”；湛江鹤地水库烟波浩渺，面积达 122km²，是省内仅次于河源“万绿湖”的“人造海”。这些景观大大丰富了湛江市滨海旅游的内涵，凸显滨海和南亚热带特色。

湛江拥有迷人的海滩、岛屿和南亚热带风光，一年四季均可进行海上活动，发展滨海旅游业条件优越，目前，已开辟的滨海旅游区有东海岛龙海天、吴川吉兆、南三岛、徐闻白沙湾，其中东海岛龙海天和吴川吉兆是省级旅游区。

3.1.6. 能源、矿产资源

中国南海是世界四大海洋油气聚集中心之一（另三大中心是波斯湾、欧洲北海和墨西哥湾）。南海西部（包括莺歌海盆地、琼东南盆地、北部湾盆地和珠江口盆地），则是中国四大海洋油气聚集中心之一（另三大中心是渤海湾、东海即长江口海域、南海东部即珠江口海域）。勘探表明，南海大陆架有三个油气聚集十分丰富的大型沉积地，设在湛江市的中国海洋石油南海西部公司所属海域已探明具有生油、储油条件的构造超过 400 个，已找到 9 个油田和 3 个气田。目前，南海西部西油公司已从勘探进入大规模的开发。

湛江市境内已发现各类矿藏 33 种，有开采价值的矿产 155 处，其中大型矿 5 处、中型矿 18 处、小型矿 23 处、矿点 110 处。主要金属有矿有金、银、钛、铅、锌、钨、钼、锆石等 14 种，非金属矿有硫铁矿、高岭土、瓷土、滑石、硅藻土、石英砂、玻璃砂、泥炭土及花岗岩、玄武岩石料等 19 种。根据近年来的调查，已探明湛江岸带浅海矿产资源总储量为 525 万吨，其中：钛铁矿 290 万吨、金红石 75 万吨、锆英石 136.5 万吨、独居石 19.4 万吨、磷钇矿 3.56 万吨。

湛江市西南部海岸日照时间长（湛江全年日照时数 1864—2160 小时，年太阳总辐射量 102~118 千卡/cm² 是全国光热资源最丰富的地区之一）。海水含盐分高，晒盐条件优越，是广东盐业的主产区（其中，徐闻有盐场 21 个，960 公顷；雷州有盐场 21 个，1488 公顷；东海岛有盐场 6 个，800 公顷），全市已开发盐田 390

公顷，尚有可待开发的盐田 6000 公顷。

3.1.7. 滩涂资源

湛江的滩涂资源非常丰富，总面积达到 48.9 万公顷。湛江市地处中国大陆最南端的雷州半岛，三面临海，全市海域面积 2.1 万 km^2 ，大陆海岸线长 1195.26km，全省最长。有港湾 101 处；海岛 96 个，有居民海岛岸线 412.6km，海岛总面积约 541.6 km^2 ；湛江市 10 米等深线以内的浅海面积约 4767.30 km^2 。滩涂主要分布在港湾地区，其中雷州湾、湛江港、安铺港、流沙港、外罗港湾等 5 处港湾的滩涂面积占全市滩涂总面积的一半以上。

3.1.8. 自然保护区

1、湛江市红树林国家级自然保护区

湛江市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。保护区面积 20278 公顷，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 1556km 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。

湛江红树林保护区作为我国现存红树林面积最大的一个自然保护区，在控制海岸侵蚀、保持水土和保护生物多样性等方面发挥着越来越重要的作用。保护区 2002 年 1 月被列入“拉姆萨公约”国际重要湿地名录，成为我国生物多样性保护的关键性地区和国际湿地生态系统就地保护的重要基地。2005 年被确定为国家级野生动物（鸟类）疫源疫病监测点、国家级沿海防护林监测点。

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 $109^{\circ} 40' \sim 110^{\circ} 35'$ ，北纬 $20^{\circ} 14' \sim 21^{\circ} 35'$ ，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 公顷，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 公顷，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 30km。

(已省略)

图 3.1.8-1 广东湛江红树林国家级自然保护区功能区划图

2、霞山区特呈岛海洋生态自然保护区

该保护设立文件为《湛江市霞山区人民政府同意建立特呈岛海洋生态自然保护区的批复》（湛霞府函[2003]32号），霞山区特呈岛海洋生态自然保护区范围为 673 公顷，保护范围东至 $110^{\circ} 26' 45''$ ，西至 $110^{\circ} 24' 51''$ ，南至 $21^{\circ} 08' 07''$ ，北至 $21^{\circ} 09' 26''$ ，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、海草床和人工渔礁生态系统，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。

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。

白骨壤和红海榄混交群落：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 3 公顷。

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 公顷。

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。

3、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 1893.2 公顷，其中海域面积为 1533.2 公顷。包括重点保护区 100 公顷，生态与资源恢复区 633.2 公顷，适度利用区 840 公顷和预留区面积 320 公顷。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。

(已省略)

图 3.1.8-2 广东特呈岛国家级海洋公园分区图

3.2. 海洋生态概况

3.2.1. 气象

3.2.1.1. 气候特征

湛江气象站近 20 年（2002-2021 年）的主要气象资料统计内容包括年平均风速和风向、最大风速与月平均风速、年平均气温、极端气温与月平均气温、年平均相对湿度、年均降水量、降水量极值、日照等。

表 3.2.1-1 湛江市近 20 年主要气象资料统计表

项目	数值
年平均风速(m/s)	3.2
最大风速(m/s)及出现的时间	极大风速：52.7 对应风向：NW 日期：2015 年 10 月 4 日
年平均气温（℃）	23.5
极端最高气温（℃）及出现的时间	38.4 出现时间：2015 年 5 月 30 日

项目	数值
极端最低气温（℃）及出现的时间	2.7 出现时间：2016年1月25日
年平均相对湿度（%）	82.5
年平均降水量（mm）	1634
年最大降水量（mm）及出现的时间	最大值：2263.8mm 出现时间：2002年
年最小降水量（mm）及出现的时间	最小值：1068.5mm 出现时间：2004年
年平均日照时数（h）	1880.045
近五年（2017-2021年）平均风速(m/s)	2.88

3.2.1.2. 气温

湛江市 2002~2021 年之间平均气温为 23.5℃，极端最高气温 38.4℃，出现在 2015 年 5 月 30 日；极端最低温 2.7℃，出现在 2016 年 1 月 25 日。

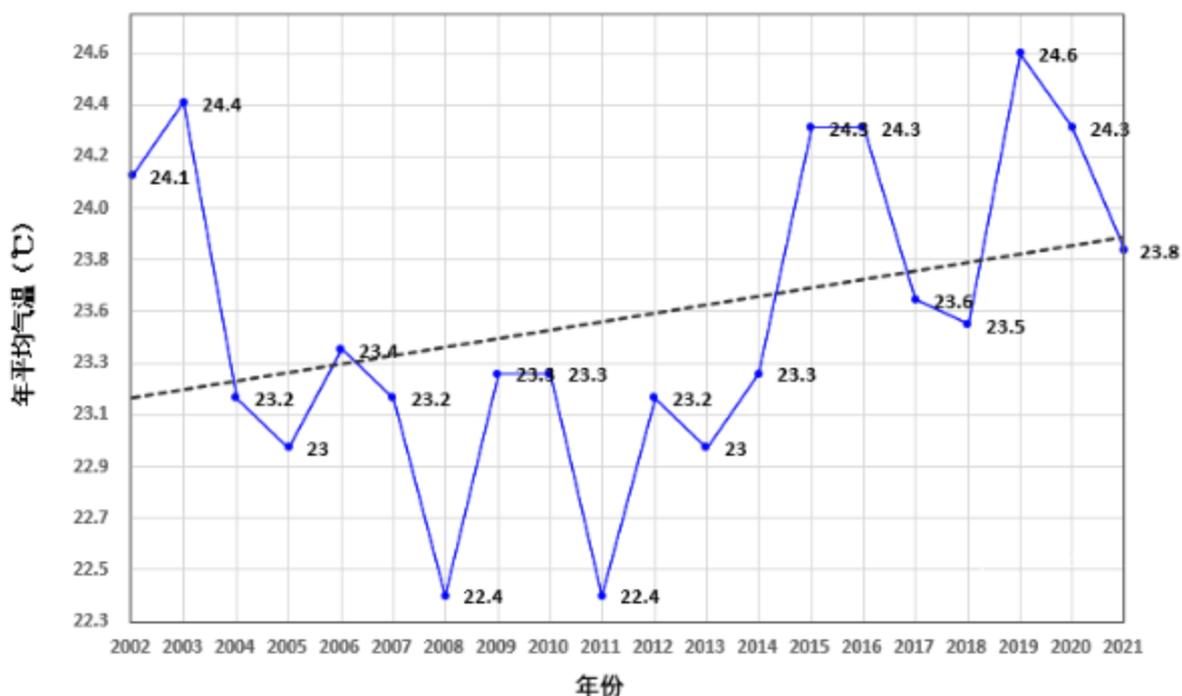


图 3.2.1-2 湛江近 20 年(2002-2021)平均气温变化

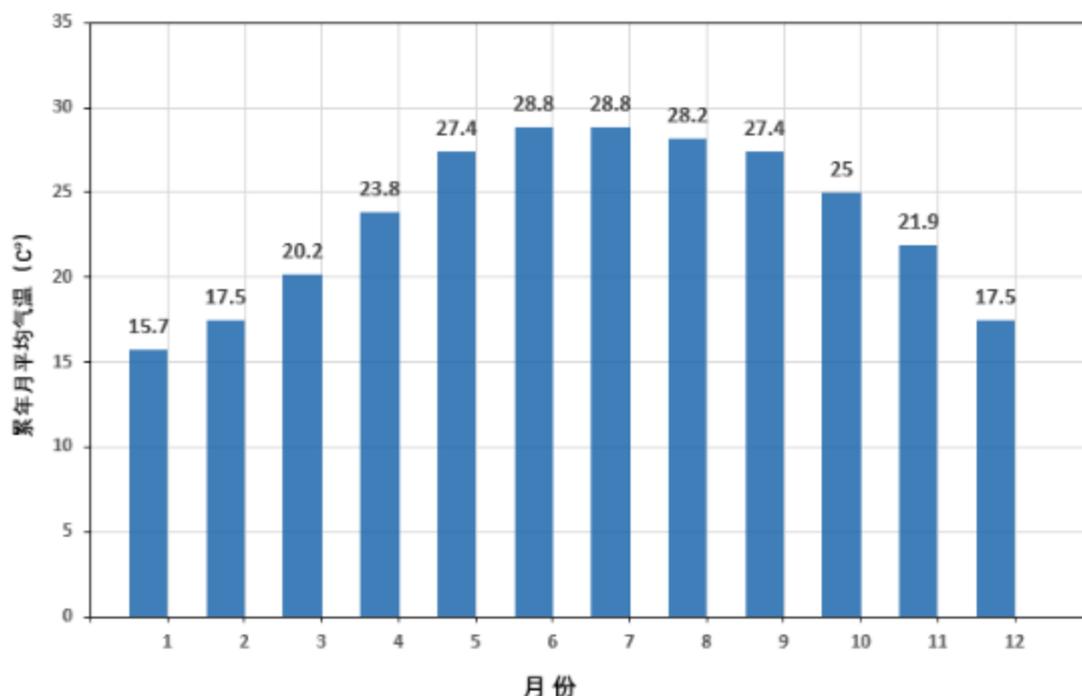


图 3.2.1-3 湛江市近 20 年(2002-2021)累年月平均气温变化统计图

3.2.1.3. 风况

(1) 风向频率

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如下图所示，湛江气象站主要风向为 E、ESE、N，主导风向为 E，占到全年 18.7%左右。

(2) 风速

湛江市 2002~2021 年平均风速为 3.2m/s。各月的平均风速变化范围在 2.7~3.7m/s 之间，三月份平均风速最大，为 3.7m/s。近 20 年的平均风速变化范围在 2.6~4.2m/s 之间变化，其中最大平均风速现在在 2004 年，为 4.2m/s，最小风速出现在 2011 年，为 2.6m/s。

湛江近二十年风向频率统计图
(2002-2021)
(静风频率: 1.1%)

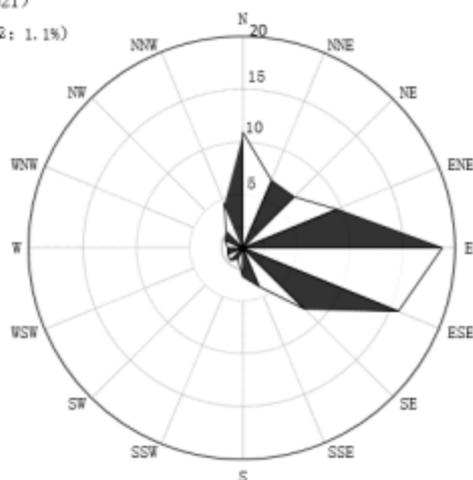


图 3.2.1-4 湛江市近 20 年(2002-2021)风向玫瑰图

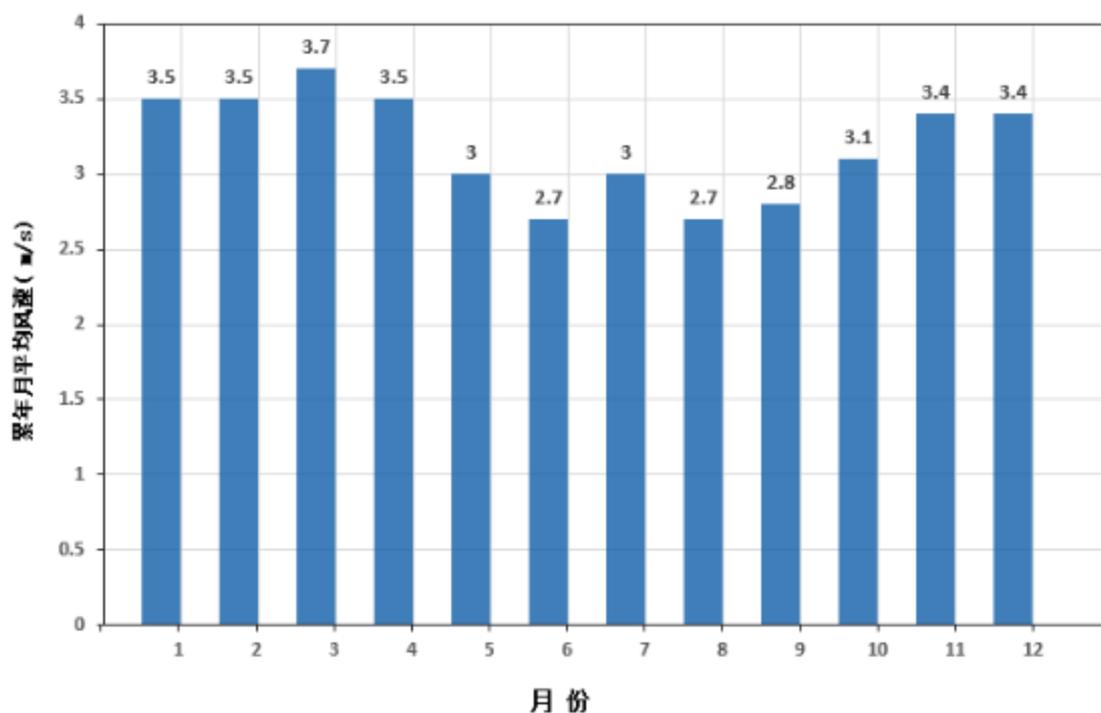


图 3.2.1-5 湛江近 20 年(2002-2021)累年月平均风速统计

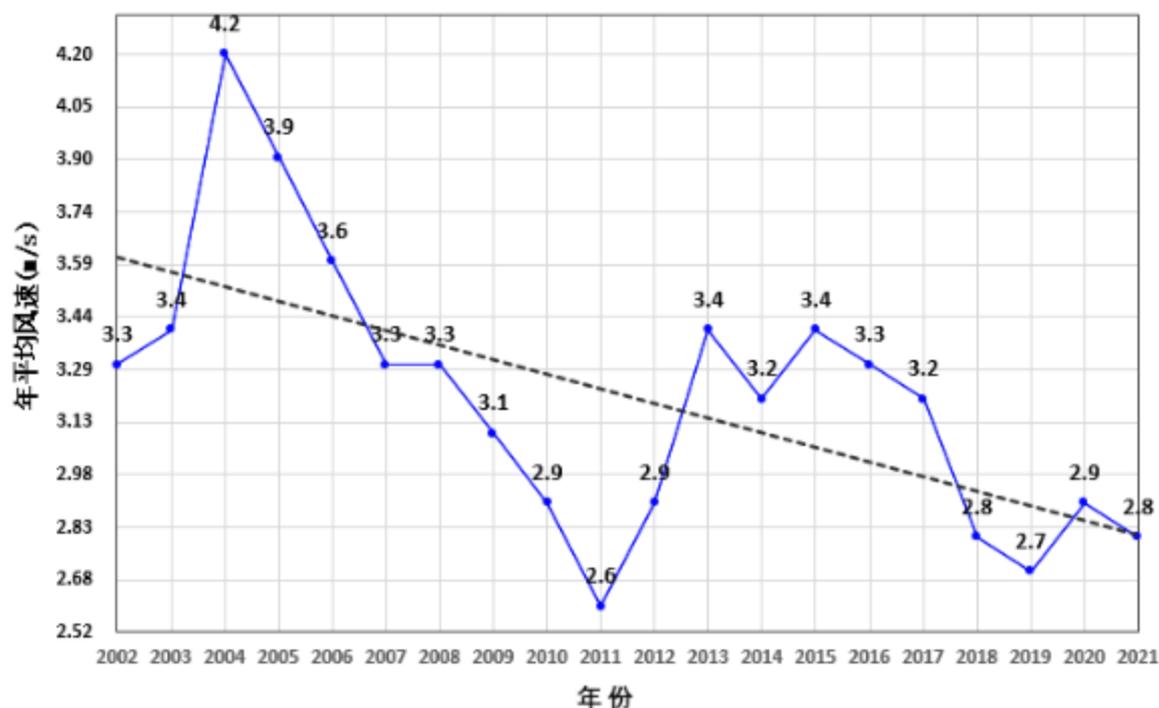


图 3.2.1-6 湛江近 20 年(2002-2021)平均风速变化

3.2.1.4. 降水

湛江地区降水具有雨量多、强度大、年际变化大、年内分配不均匀等特点。2002~2021 年的平均年降水量为 1634mm，年雨量最大为 2263.3mm（2002 年），最小为 1068.5mm（2004 年）。

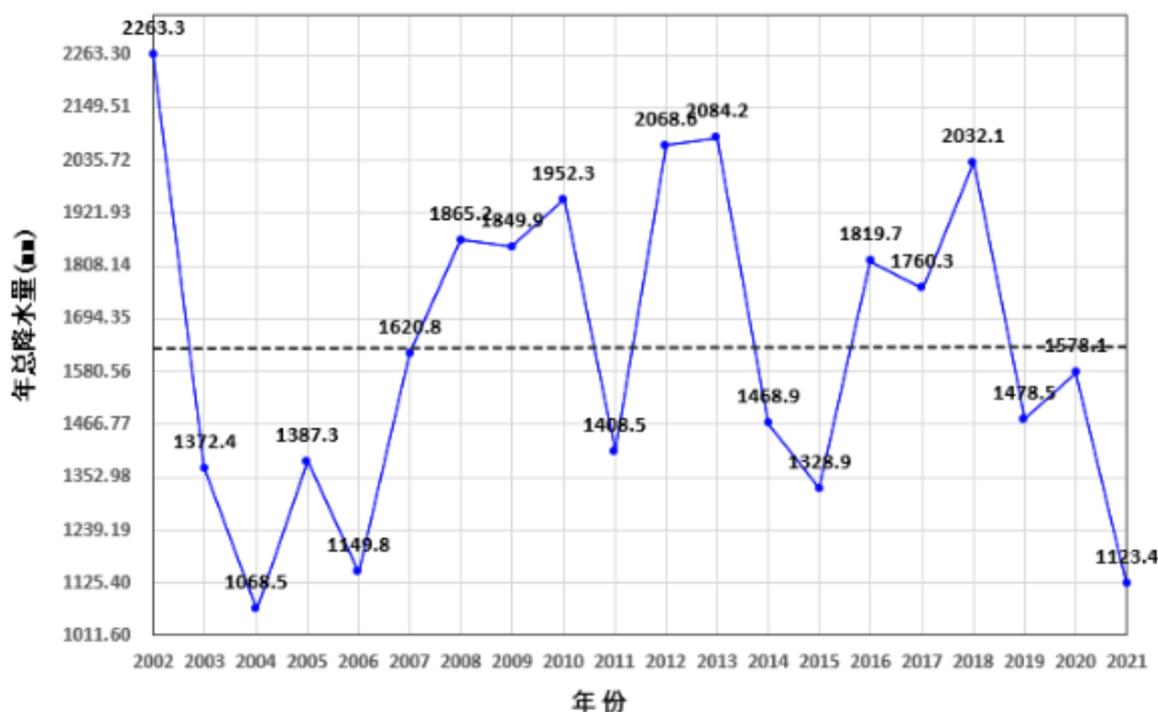


图 3.2.1-7 湛江市近 20 年(2002-2021)总降水量统计图

3.2.1.5. 湿度

湛江市 2002~2021 年平均相对湿度为 82.5%。年平均相对湿度最大值为 86%（2008、2017、2018 年）；年平均相对湿度最小值为 77%（2011 年）。

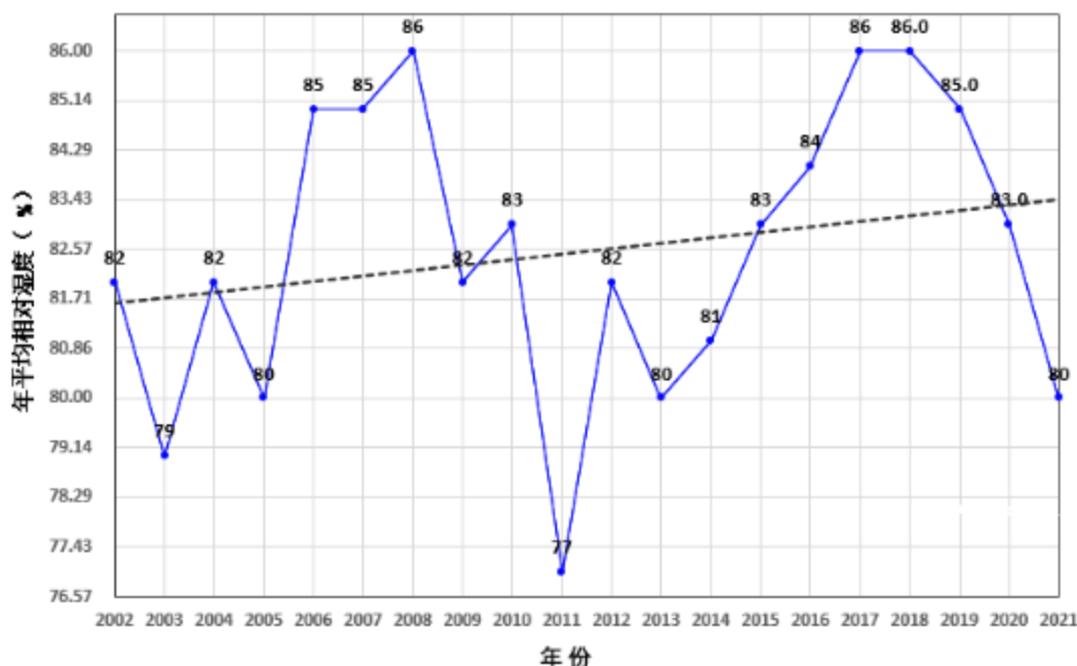


图 3.2.1-8 湛江市近 20 年(2002-2021)平均相对湿度统计图

3.2.1.6. 日照

湛江市全年日照充足，2002~2021 年平均日照时数为 1880 小时，年最多日照时数为 2144.5 小时（2003 年）；年最少日照时数为 1544 小时（2012 年）。

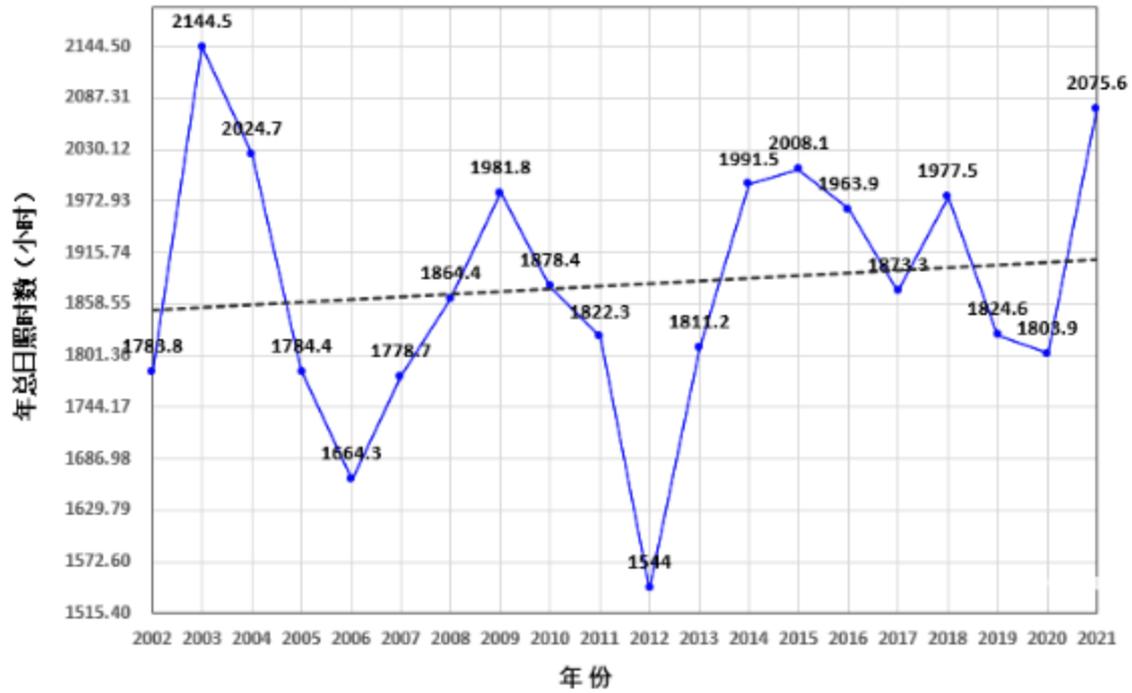


图 3.2.1-9 湛江市近 20 年(2002-2021)日照时数变化统计图

3.2.2. 水文

3.2.2.1. 2023 年春季

(1) 观测时间

本节引用《水文动力调查观测报告》（广州邦鑫海洋技术有限公司，2025 年 5 月 8-9 日）中的相关结论。潮位观测时间：2023.05.08 10:00-2023.05.09 13:00，水文观测时间：2023.05.08 11:00-2023.05.09 13:00。

(2) 观测站位

本次水文观测布置了两个潮位观测站位（CX1 和 CX2）及 9 个水文观测站（SW1~SW9），坐标见表 3.2.2-1，分布图见图 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 水文观测站位坐标表

（已省略）

（已省略）

图 3.2.2-1 观测站点分布示意图

（3）观测内容

1) 潮位观测

潮位站采用自记式水位计潮位观测方法记录水位，潮位观测仪器采用压力式水位计 DCX22 型潮位仪。

本项目高程基面均采用湛江港理论最低潮面，基准面的换算关系如下：

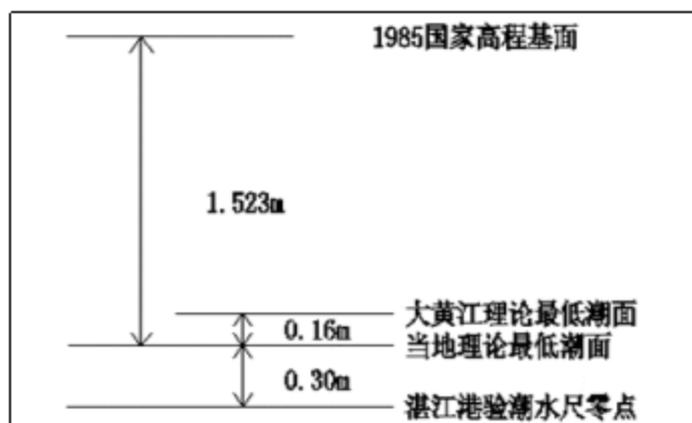


图 3.2.2-2 基面关系图

采用硃洲北港 1978 年、1979 年、1982 年及湛江港验潮站 1952~1982 年实测资料统计，潮位特征值如下（由理论最低潮面起算）。

历年最高潮位：6.79m（1980 年 7 月 22 日）；

历年最低潮位：-0.57m（1975 年 1 月 28 日）；

历年平均高潮位：3.20m（1952~1982 年）；

历年平均低潮位：1.03m（1952~1982 年）；

年平均海平面：2.20m（1975 年平均值）；

历年最大潮差：4.51m；

历年平均潮差：2.41m。

2) 潮流观测：潮流流速、流向使用日本 JFE 亚力克 AEM-USB 和挪威 Aanderaa SeaGuard RCM 海流计进行同步连续 27 个时次测量。海流计测量时间间隔为 1h，整点测量，分别按照底层、中层和表层的顺序进行测量，每一层测量三分钟。分层原则参照《海洋调查规范 第 2 部分 海洋水文观测》（GB/T12763.2-2007）中标准观测层次的规定，详细分层如下：采用三点法，测量表层（水面下 1m）、中层（0.6H）和底层（距海底 1m）流速、流向。

3) 温度观测：海水温度使用海流计自带的温度计进行同步观测，观测时间和

方法与海流一致。

4) **盐度观测**：盐度观测按照《海洋监测规范》（GB 17378.4-2007）中的相关方法执行。

5) **悬浮泥沙观测**：悬浮泥沙观测按照《海洋监测规范》（GB 17378.4-2007）中的相关方法执行。

(4) 潮位观测结果

1) 实测潮汐特征

实测潮位过程线见下图所示。由图可知：同步观测中两站的潮位变化具有较好的同步性。在一个太阴日内（24.8h），出现3次高潮且潮高不等，2次低潮且潮高不等，涨落潮历时不等，具有混合潮的特征。

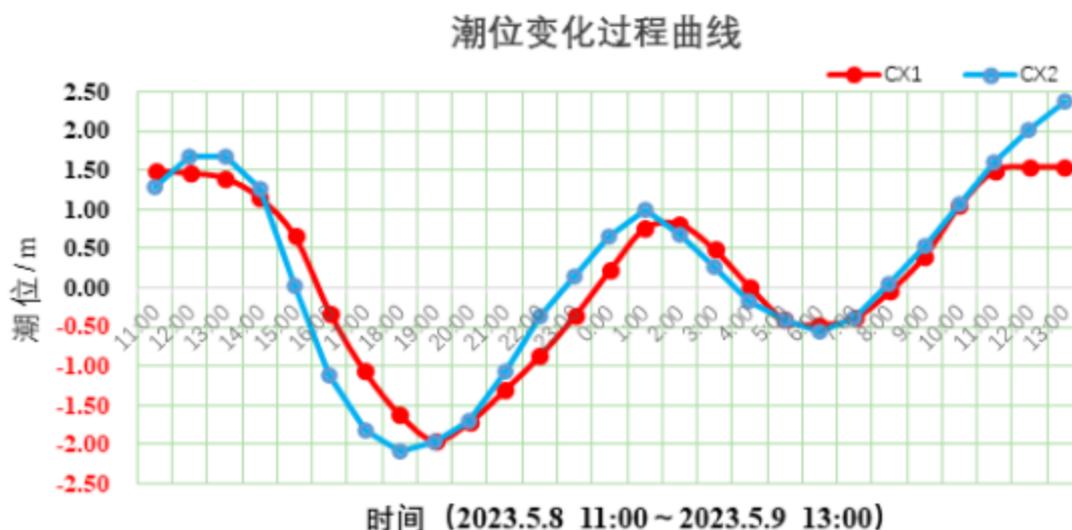


图 3.2.2-3 一日内的潮位变化过程曲线

2) 潮汐特征值统计

根据资料整编中的《逐时潮位观测报表》，统计各站实测潮位特征值，从而了解测区最高（最低）潮位、潮差及平均涨、落潮历时的分布与变化特征。注：这里平均涨潮和落潮历时是指观测期间内两次涨落潮的平均值。

表 3.2.2-2 实测潮汐特征值统计

项目 站名	最高潮位 (m)	最低潮位 (m)	潮差 (m)	平均涨潮历时 (hh:mm)	平均落潮历时 (hh:mm)
CX1	1.47	-1.99	3.46	6.5	5.5
CX2	1.71	-2.15	3.85	6.9	5.2

注：有效观测时间：2023年5月8日10:00~5月9日13:00

由上述表所列示的特征值，可以看出如下基本规律：

①潮差特征

潮差是潮汐强弱的主要标志之一。两个站位的潮差见表 3.2.2-2

：CX2 的最高潮位较 CX1 更高而最低潮位较 CX1 的更低，观测期间两个站位的潮差的差值为 0.39m，总体上两站 CX2 的潮差略大于 CX1 站位。

②潮位特征

与潮差相关联，各站的最高潮位亦有与潮差相似的分布。如同步观测中，最高潮位为 CX2 略高，最低潮位亦是 CX2 更低，可见 CX2 的潮差大于 CX1。

③涨、落潮历时统计

涨、落潮历时是潮汐特性的重要标志之一，从中可反映出地形或径流对潮波的作用与影响。从表 3.2.2-2

中涨、落潮历时两栏可以看出：

CX1 和 CX2 站在观测时间段内均表现为涨潮历时明显长于落潮历时的特征，呈现明显的涨落潮不对称性，且均为涨潮占主导，其中 CX1 站的涨、落潮历时差为 1 小时，CX2 站的涨、落潮历时差则为 1.7 小时。

④潮汐调和分析

采用分潮模式，对上述潮位站各一个月同步潮位资料进行调和分析，得出了包括潮汐性质（类型）在内的一系列理论潮汐特征的计算结果，现将 CX1 和 CX2 站潮汐类型的判据见下表。

表 3.2.2-3 各站潮汐特征一览表

站名 \ 类型判据	潮汐类型 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$	主要浅海与主要半日 分潮振幅比 $\frac{H_{M4}}{H_{M2}}$	主要浅海分潮振幅和 $H_{M4} + H_{M6}$ (cm)
CX1	0.75	0.10	11.36
CX2	0.62	0.10	14.47

由上表可知，各站表征潮汐性质的判据 $(H_{K1} + H_{O1}) / H_{M2}$ 均大于 0.5，小于 2，因此，测区的潮汐性质属不正规半日潮类型；受地形等影响，CX1 和 CX2 都有一定的潮波变形，其主要浅水分潮 (M4) 与主要半日分潮 (M2) 的振幅之比 (H_{M4} / H_{M2}) 均为 0.10，说明两个站位的潮波变形程度基本一致。两个站位的主要浅水分潮 M4 和 M6 的振幅之和分别为 11.36cm 和 14.47cm，可见浅海分潮的作用影响相对较大。

注：由于观测时长的限制，这里无法从潮位数据分出 K1 和 O1，以及 M4 和

MS4，其全日潮和潜水分潮的能力均集中于 K1 和 M4。

(5) 潮流观测结果

本次水文观测各潮流站潮流矢量图如图 3.2.2-4~图 3.2.2-7 所示。

(已省略)

图 3.2.2-4 观测期间各潮流站表层潮流矢量图

(已省略)

图 3.2.2-5 观测期间各潮流站中层 (0.6H) 潮流矢量图

(已省略)

图 3.2.2-6 观测期间各潮流站底层潮流矢量图

(已省略)

图 3.2.2-7 观测期间各潮流站表、中、底 3 层平均潮流矢量图

总体而言，位于东侧的 SW8、SW6、SW5 潮流相对较强，而位于西侧内部水道的 SSW1~SW4 和 SW7 站附近海域潮流相对较弱。各个站位表中底三层分布特征基本一致，潮流基本呈现往复流特性，流向基本沿着地形水道分布；潮流大小基本呈现从东侧的湾口向内逐步递减的趋势，最大出现在 SW8，最小则出现在 SW7；各站表中底三层均表现出落潮流大于涨潮流的特点，呈现一定的涨落潮不对称性。

本次水观测各潮流站潮流对比情况如下表所示。各潮流站流速、流向过程曲线如图 3.2.2-8~图 3.2.2-16 所示（SW2、SW4、SW7 和 SW9 由于流速较小，比例尺与其他站位不同，水位选取 CX2 站位的水位展示），由图表中结果可知，各潮流站涨落潮具有如下特征：各个站均表现为最大涨潮流略小于落潮流，各站中的最大流速出现在 SW8 的落潮时刻，流速可达 1.09 m/s。各个站位表层、中层和底层的流速差别不大。

表 3.2.2-4 项目附近海域观测期间各潮流站潮流对比表

(已省略)

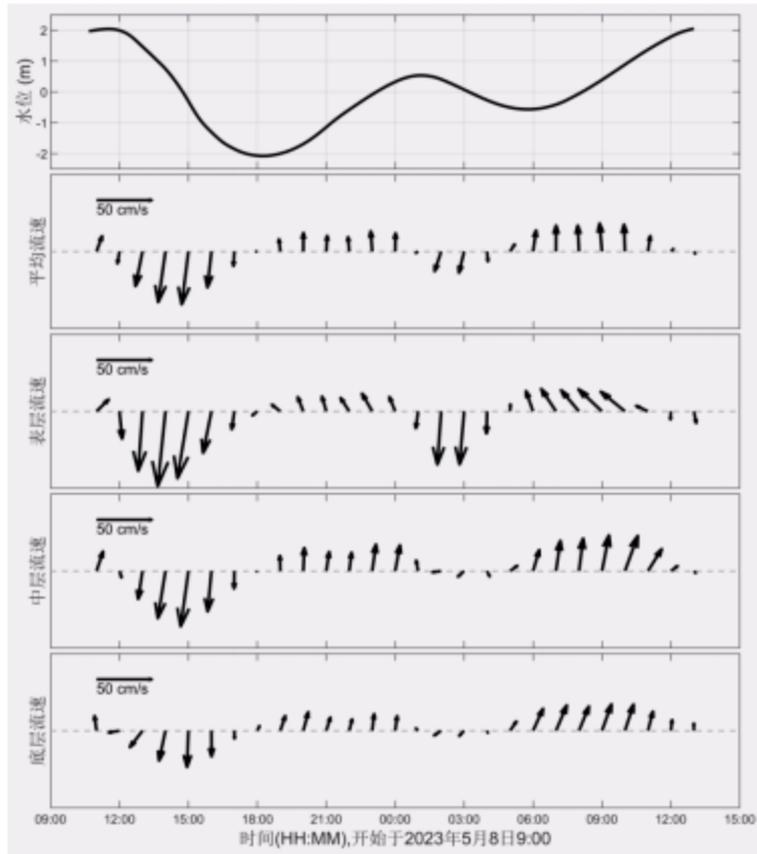


图 3.2.2-8 项目附近海域观测期间 SW1 站水位、流速、流向过程曲线

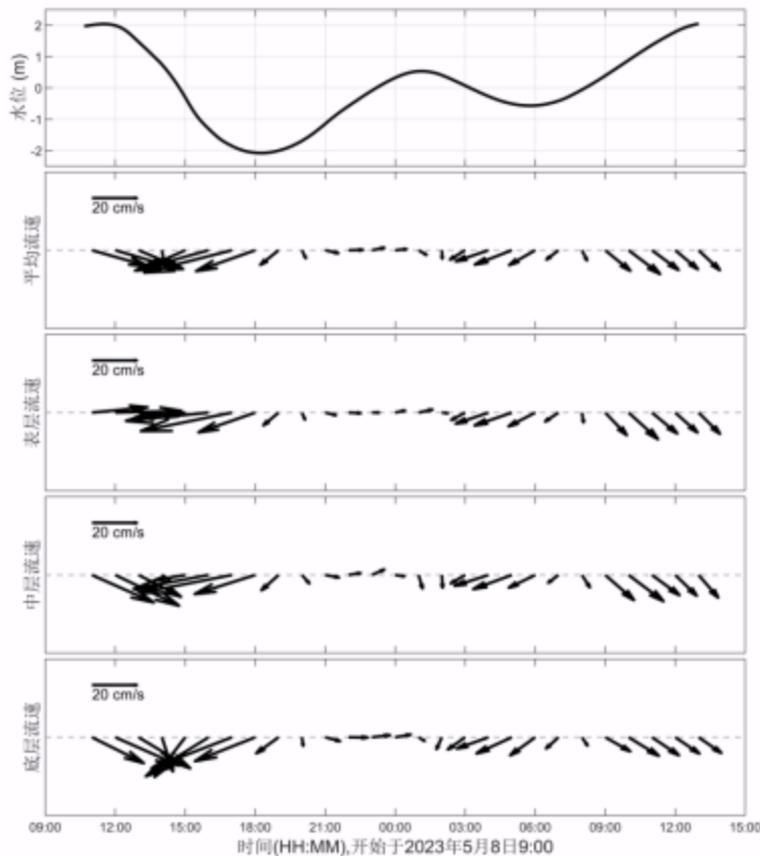


图 3.2.2-9 项目附近海域观测期间 SW2 站水位、流速、流向过程曲线

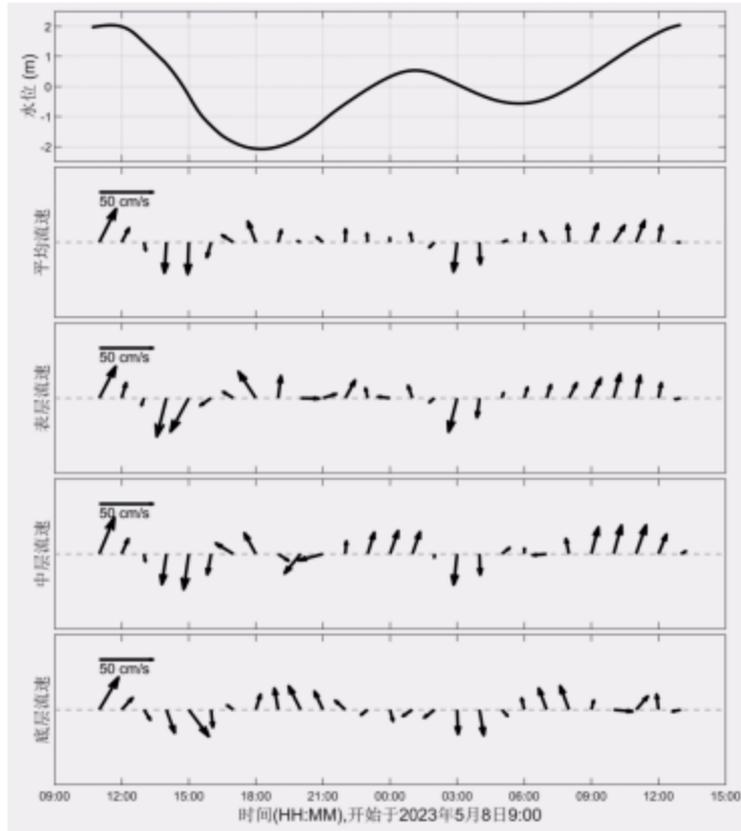


图 3.2.2-10 项目附近海域观测期间 SW3 站水位、流速、流向过程曲线

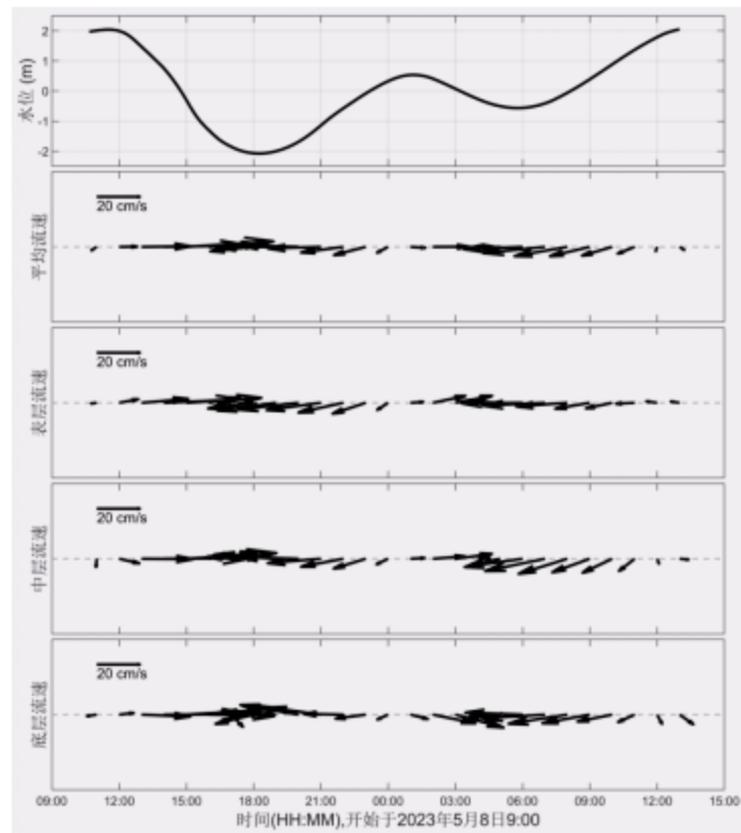


图 3.2.2-11 项目附近海域观测期间 SW4 站水位、流速、流向过程曲线

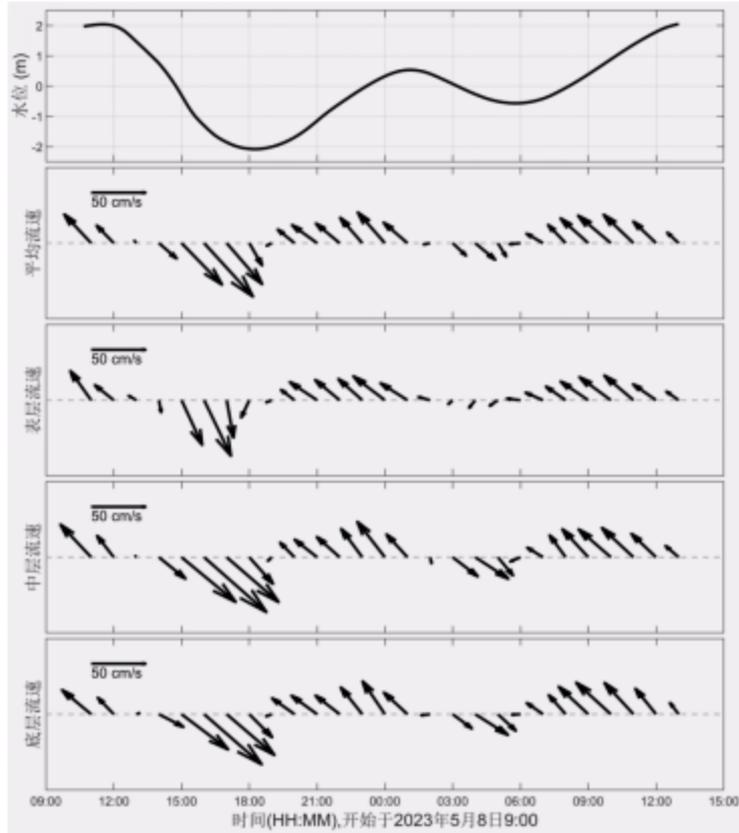


图 3.2.2-12 项目附近海域观测期间 SW5 站水位、流速、流向过程曲线

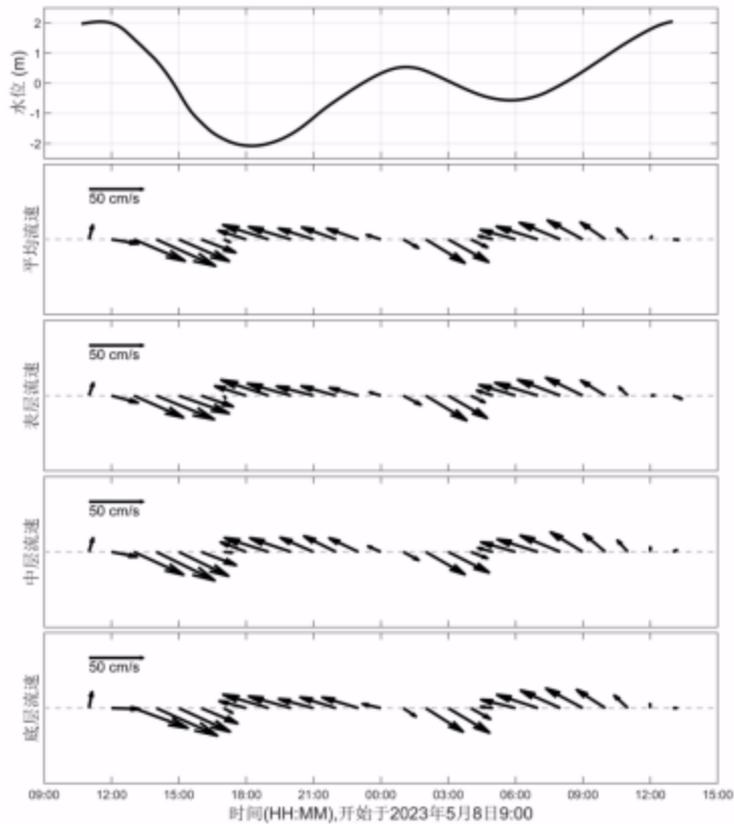


图 3.2.2-13 项目附近海域观测期间 SW6 站水位、流速、流向过程曲线

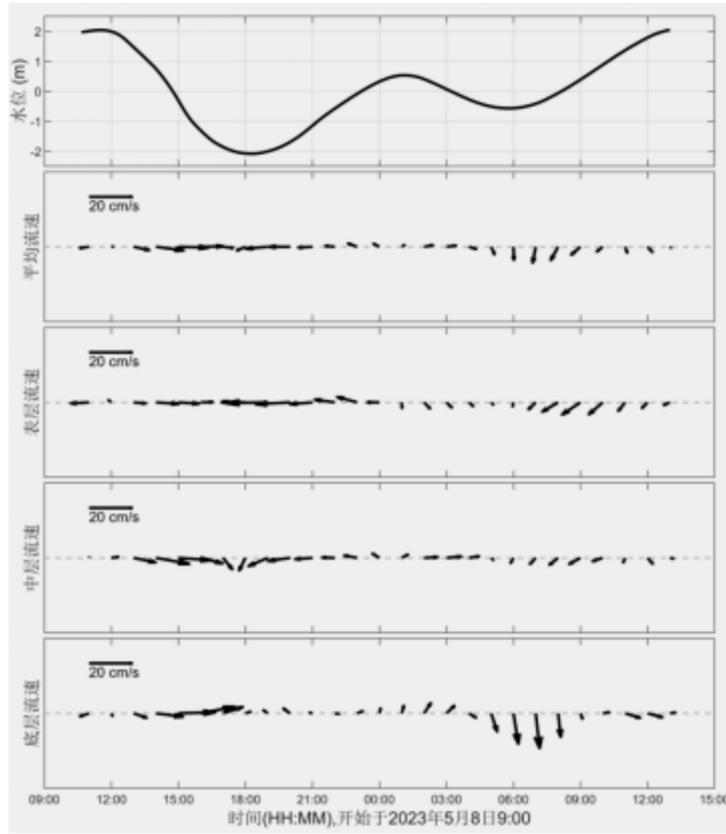


图 3.2.2-14 项目附近海域观测期间 SW7 站水位、流速、流向过程曲线

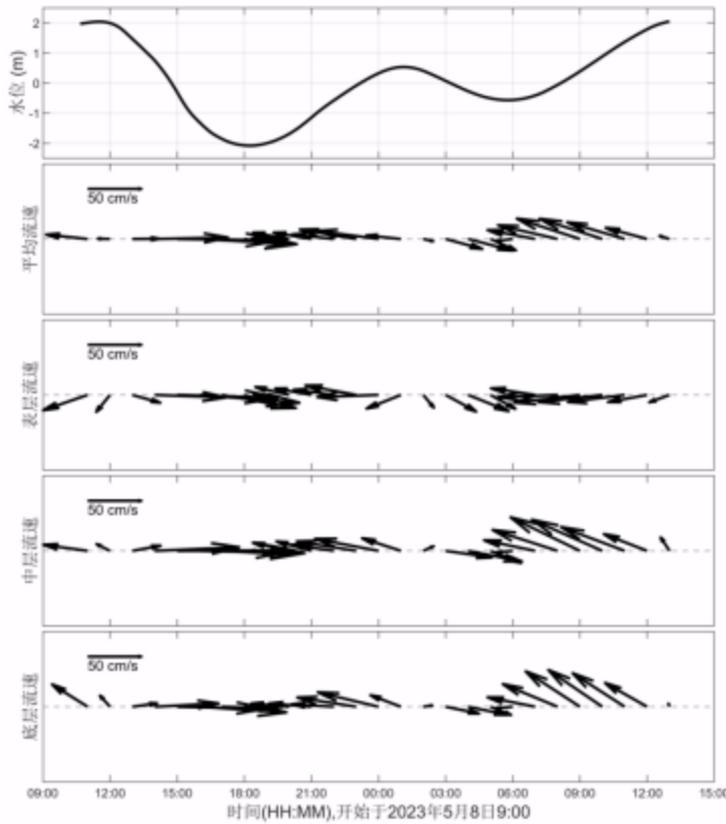


图 3.2.2-15 项目附近海域观测期间 SW8 站水位、流速、流向过程曲线

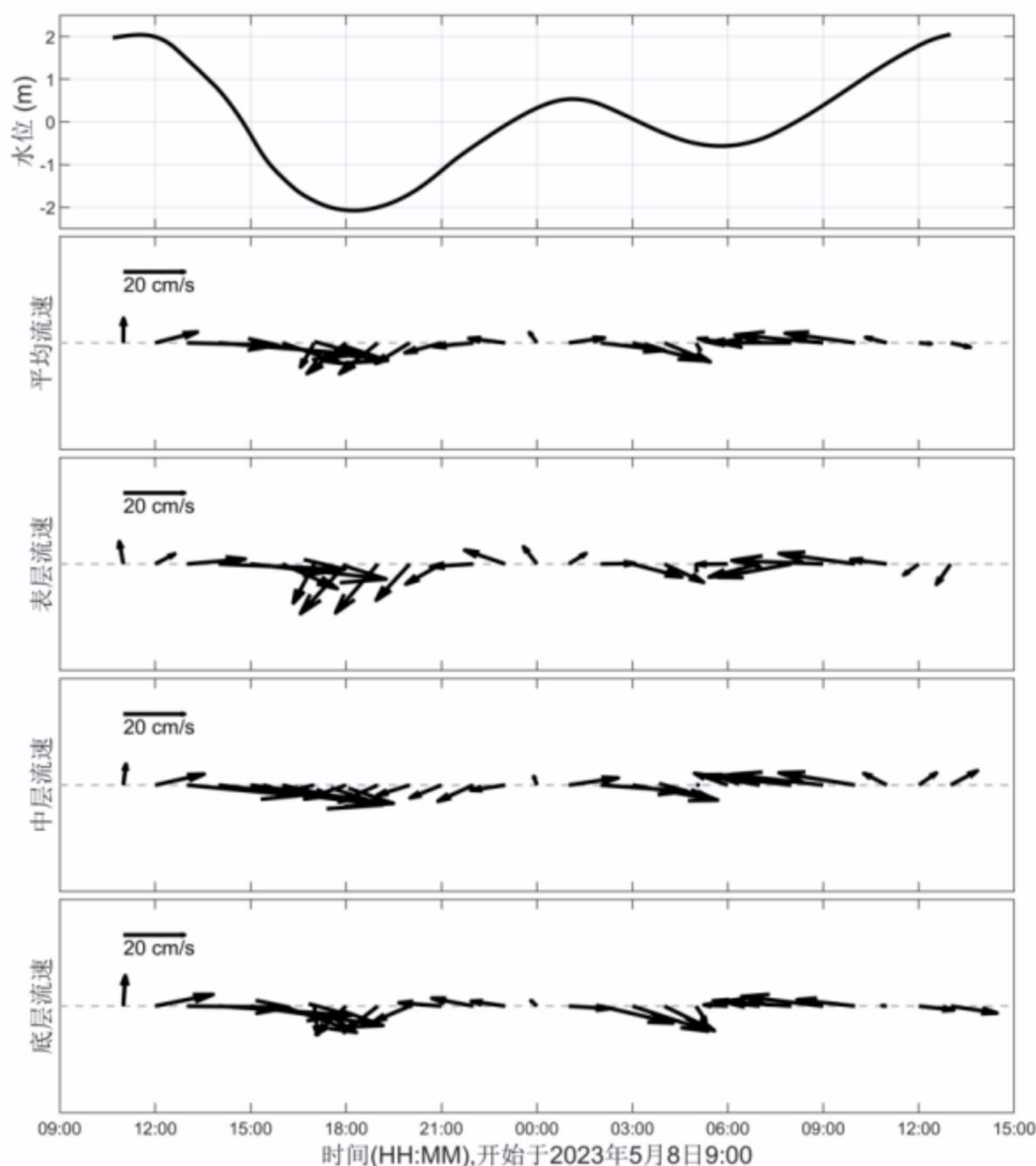


图 3.2.2-16 项目附近海域观测期间 SW9 站水位、流速、流向过程曲线

潮流 SW1~SW9 站各层各分潮的潮流椭圆如图 3.2.2-17~图 3.2.2-20 所示，椭圆要素如表 3.2.2-5 所示。由于采样时间为 27 小时，无法直接分开 K1 和 O1，以及 M2 和 S2，这里选取主要的全日潮（K1）、半日潮（M2）和浅水分潮（M4）进行展示。

图 3.2.2-17 项目附近海域观测期间各站位表层的 K1（上）、M2（中）和 M4（下）潮流椭圆分布。蓝/红色表示逆/顺时针

(已省略)

图 3.2.2-18 项目附近海域观测期间各站位中层的 K1（上）、M2（中）和 M4（下）潮流椭圆分布。蓝/红色表示逆/顺时针。

(已省略)

图 3.2.2-19 项目附近海域观测期间各站位底层的 K1（上）、M2（中）和 M4（下）潮流椭圆分布。蓝/红色表示逆/顺时针

(已省略)

图 3.2.2-20 项目附近海域观测期间各站位垂线平均的 K1（上）、M2（中）和 M4（下）潮流椭圆分布。蓝/红色表示逆/顺时针

表 3.2.2-5 项目附近海域观测期间各潮流站各层潮流椭圆要素

(已省略)

附注：

- (1) W (cm/s) 为对应分潮最大流速，即分潮流椭圆长轴；
- (2) w (cm/s) 为对应分潮最小流速，即分潮流椭圆短轴；
- (3) κ 为分潮流椭圆率；
- (4) θ ($^{\circ}N$) 为椭圆方向角；
- (5) ϕ ($^{\circ}$) 为相位。

由图中结果可知，各站点以 M_2 分潮为主导，浅水分潮 M_4 和全日潮大小几乎相当，最大的全日潮、半日潮和浅水分潮均出现在 SW8 中层，振幅分别可达 27.8、70.8 和 19.9cm/s。总体而言，各个分潮在东部湾口附近相对较大，而在西部和北部水道里，由于受地形等影响，潮汐能量明显降低，各个分潮振幅也显著减弱。各潮流站主要分潮潮流椭圆主要顺着地形走向，往复流的特征较为明显。

(6) 余流观测结果

本次水文观测各潮流站各层余流分布如图 3.2.2-21 所示，各潮流站各层余流数据对比如下表所示。

表 3.2.2-6 湛江岛附近海域观测期间各潮流站各层余流对比表

(已省略)

(已省略)

图 3.2.2-21 项目附近海域观测期间各水文站表层余流图

由图 3.2.2-21

和表 3.2.2-6

可知，观测期间各潮流站余流大小在 1.5cm/s ~ 12.2cm/s 之间，最大余流为潮流 SW5 站（表层， 12.2cm/s ， 283.1° ），最小余流为潮流 SW3 站（底层， 1.5cm/s ， 3.9° ）。SW1、SW5、SW7 和 SW8 站各层的余流方向差距相对较大，其余站位各层的余流方向基本一致。总体而言，各站的余流指向湾内为主。

(7) 温度观测结果

本次水文观测期间，各水文站温度过程曲线如图 3.2.2-22 图 3.2.2-30 所示，观测期间平均温度的空间分布如图 3.2.2-31~图 3.2.2-34 所示，各水文站温度范围如表 3.2.2-7 所示。

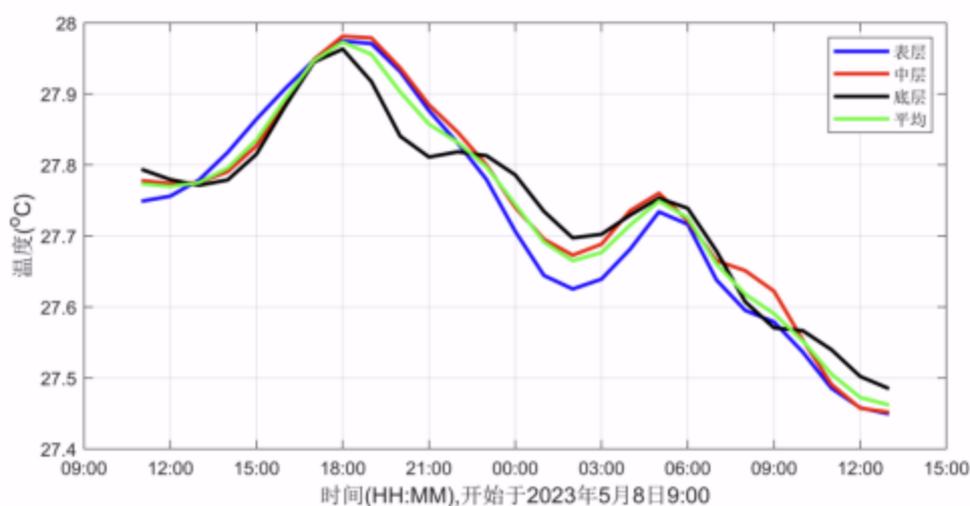


图 3.2.2-22 项目附近海域观测期间 SW1 水文站各层温度过程曲线

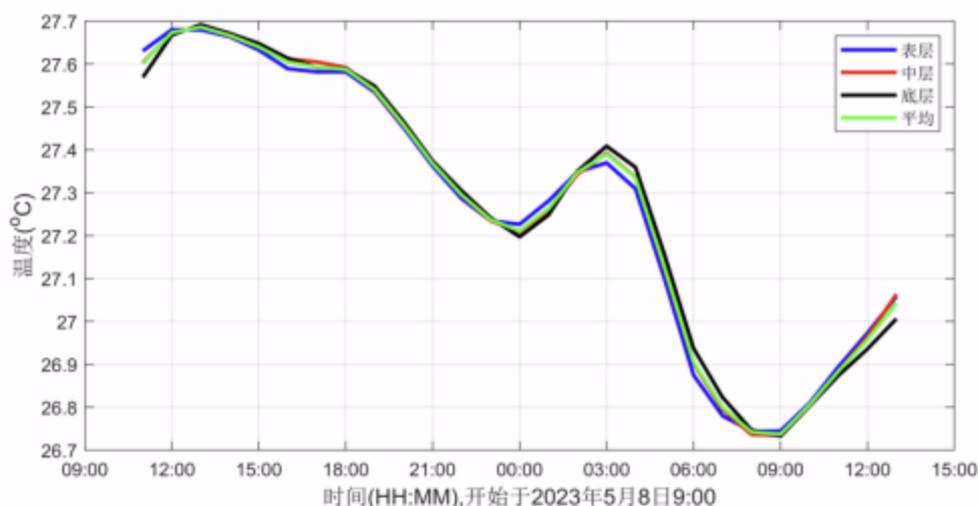


图 3.2.2-23 项目附近海域观测期间 SW2 水文站各层温度过程曲线

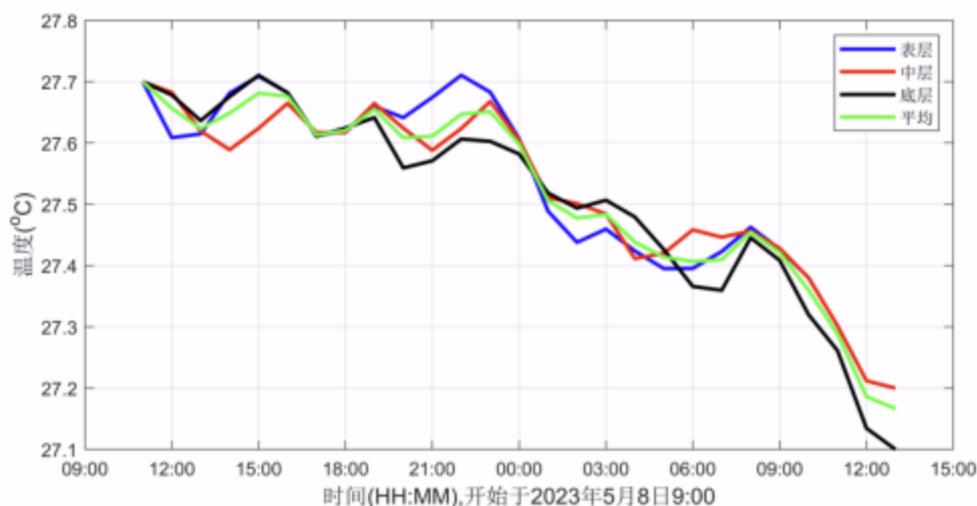


图 3.2.2-24 项目附近海域观测期间 SW3 水文站各层温度过程曲线

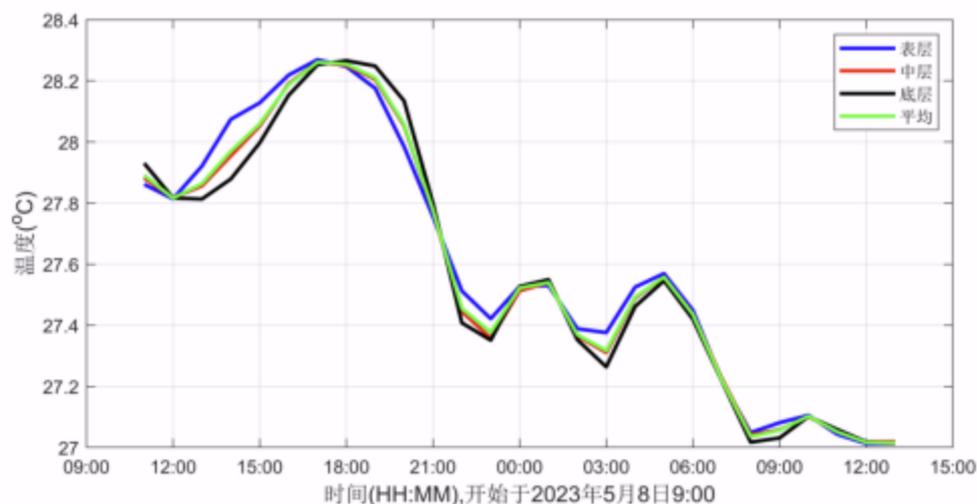


图 3.2.2-25 项目附近海域观测期间 SW4 水文站各层温度过程曲线

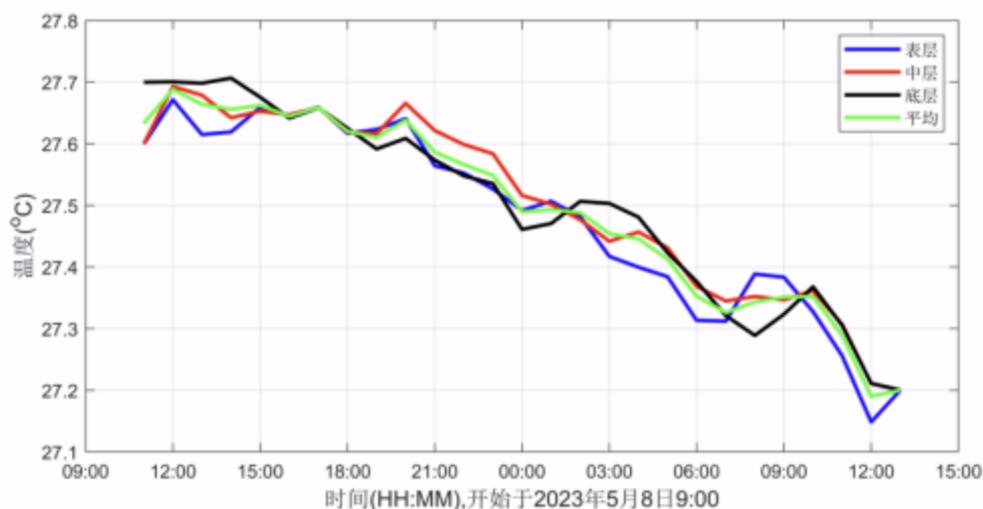


图 3.2.2-26 项目附近海域观测期间 SW5 水文站各层温度过程曲线

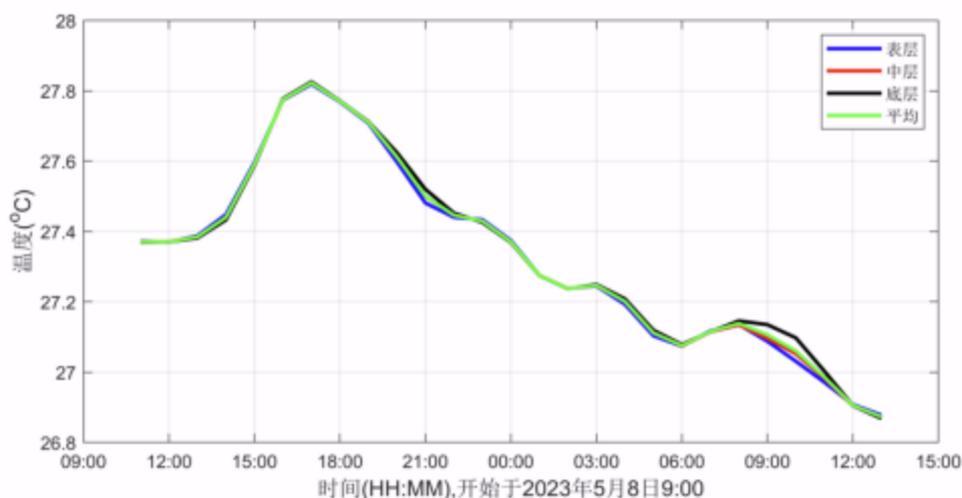


图 3.2.2-27 项目附近海域观测期间 SW6 水文站各层温度过程曲线

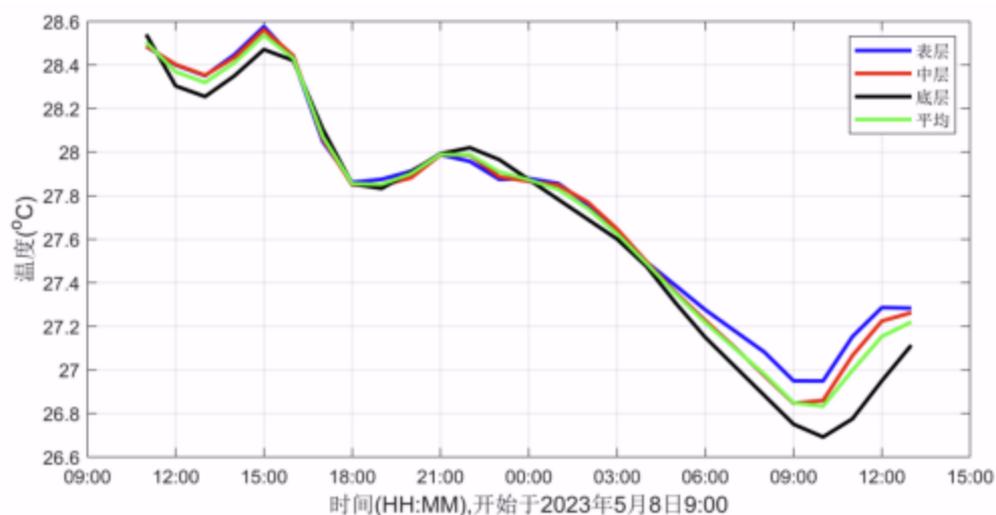


图 3.2.2-28 项目附近海域观测期间 SW7 水文站各层温度过程曲线

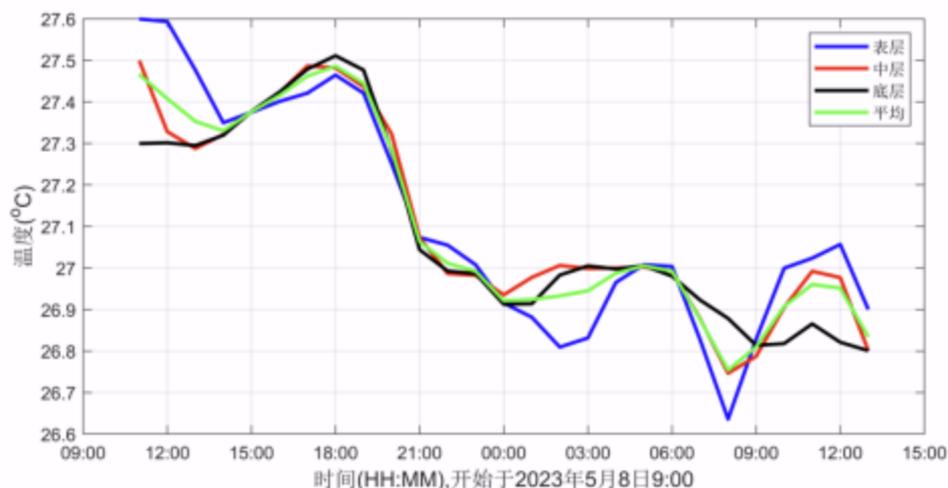


图 3.2.2-29 项目附近海域观测期间 SW8 水文站各层温度过程曲线

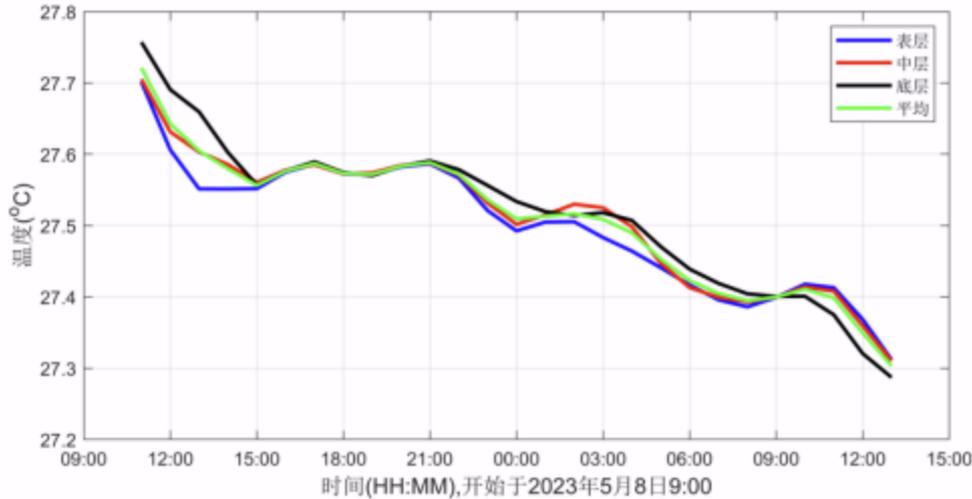


图 3.2.2-30 项目附近海域观测期间 SW9 水文站各层温度过程曲线
(已省略)

图 3.2.2-31 项目附近海域观测期间表层温度空间分布
(已省略)

图 3.2.2-32 项目附近海域观测期间中层温度空间分布
(已省略)

图 3.2.2-33 项目附近海域观测期间底层温度空间分布
(已省略)

图 3.2.2-34 项目附近海域观测期间垂线平均温度空间分布

表 3.2.2-7 湛江附近海域观测期间各潮流站温度范围
(已省略)

温度结果显示：①从时间序列上，各站基本呈现随时间递减的趋势，基本在 5 月 8 日 15:00 左右达到温度最高，而在 5 月 9 日 9:00 左右为温度最低；其中，SW7 日变化最明显，温度差接近 2°C，猜测该站位水深浅，热容量较小导致日变化差异大。②在垂向上，各个站位表、中和底三层温度基本一致，说明各站位混合较好，温度未出现明显分层。③从空间分布上，各站明显存在着湾口东部站位温度较低而湾内（西部和北部）温度较高，由东向西（由外向内）逐步递增的特征，温度

空间的变化范围大致为 27.1~27.8°C。

(8) 盐度观测结果

本次水文观测期间，各水文站盐度过程曲线如图 3.2.2-35~图 3.2.2-43 所示，观测期间平均盐度的空间分布如图 3.2.2-44~图 3.2.2-45 所示，各水文站盐度范围如表 3.2.2-8 所示。

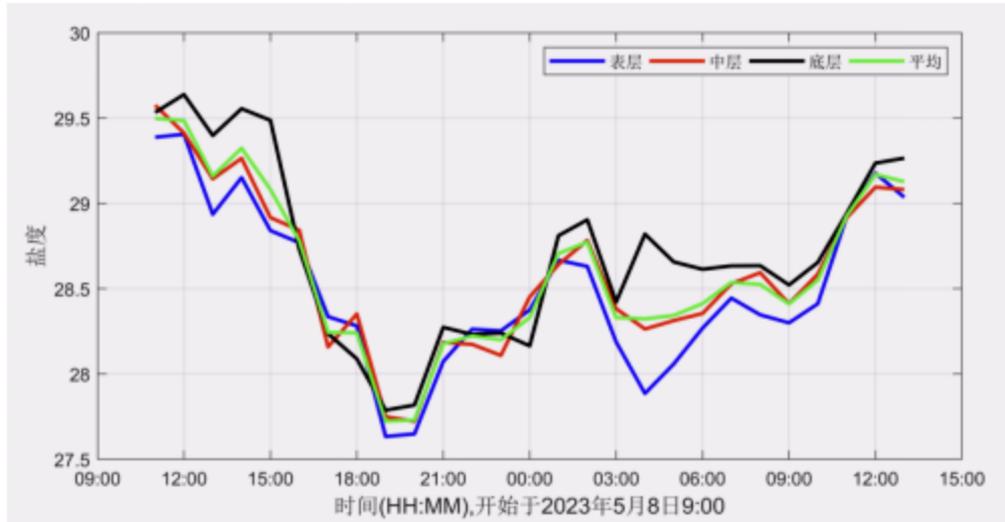


图 3.2.2-35 项目附近海域观测期间 SW1 水文站各层盐度过程曲线

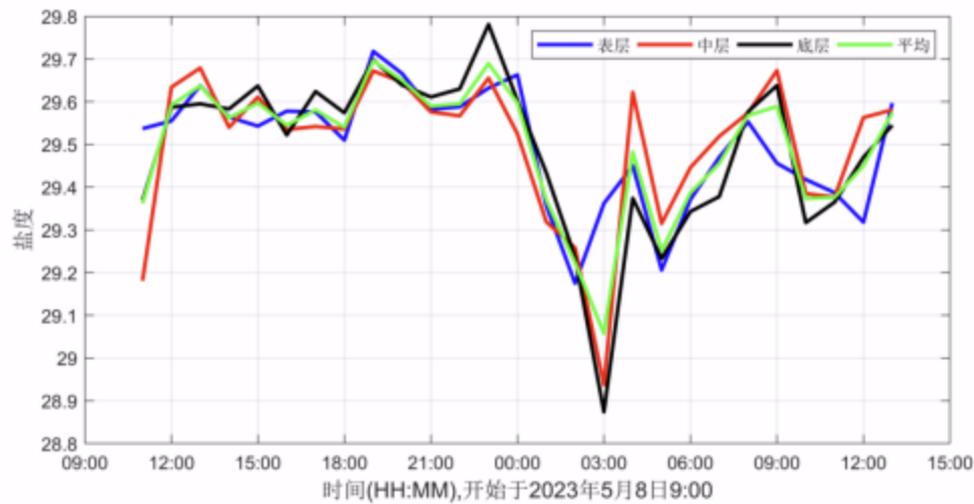


图 3.2.2-36 项目附近海域观测期间 SW2 水文站各层盐度过程曲线

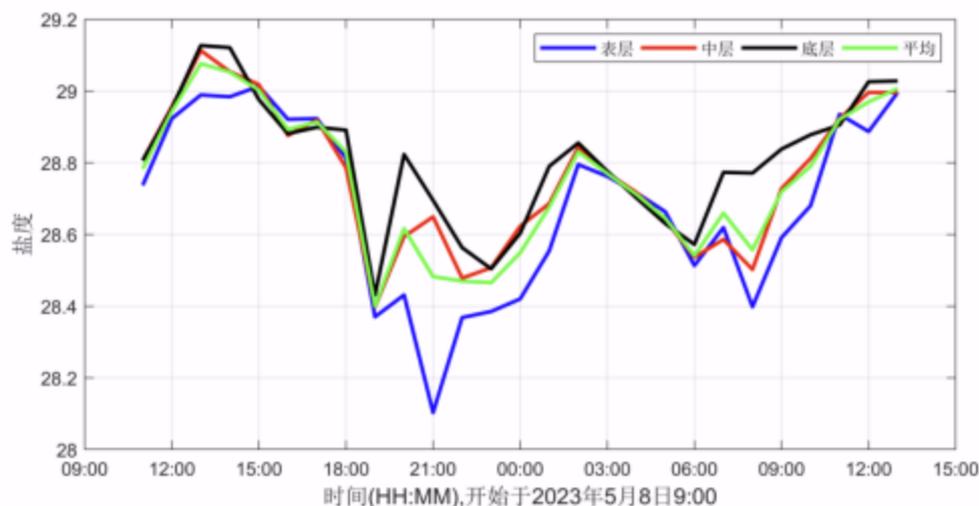


图 3.2.2-37 项目附近海域观测期间 SW3 水文站各层盐度过程曲线

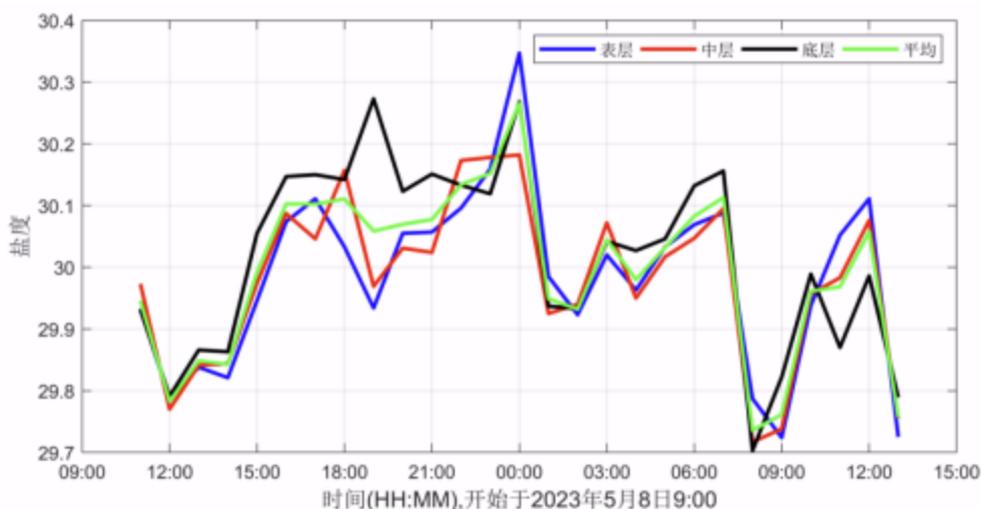


图 3.2.2-38 项目附近海域观测期间 SW4 水文站各层盐度过程曲线

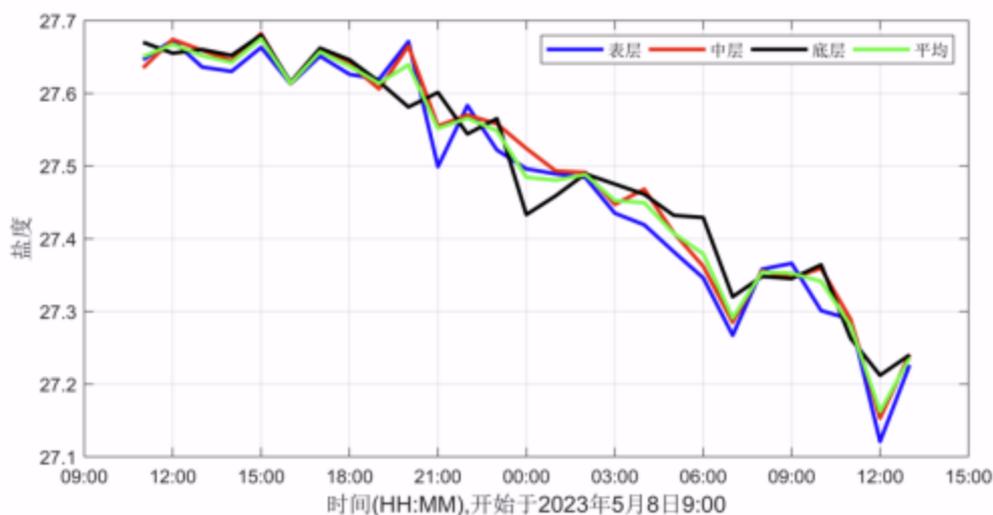


图 3.2.2-39 项目附近海域观测期间 SW5 水文站各层盐度过程曲线

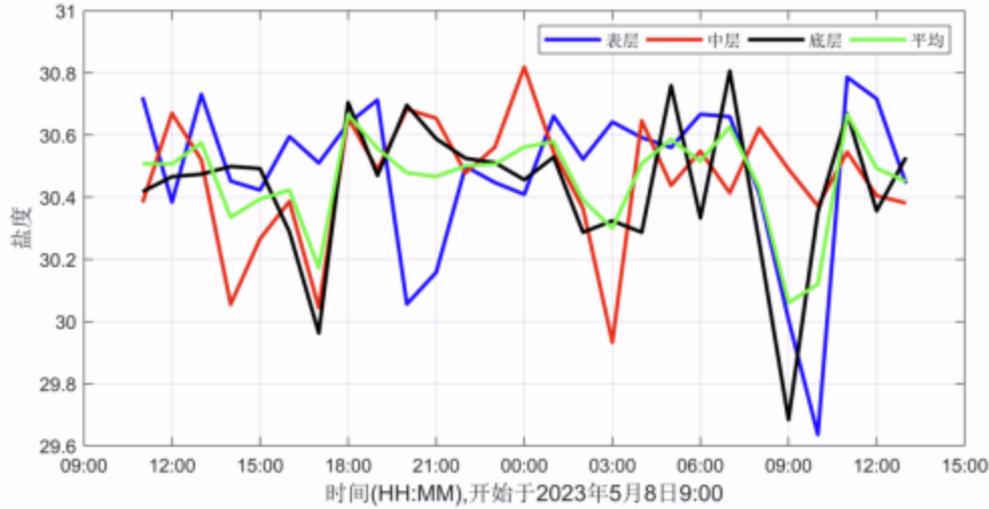


图 3.2.2-40 项目附近海域观测期间 SW6 水文站各层盐度过程曲线

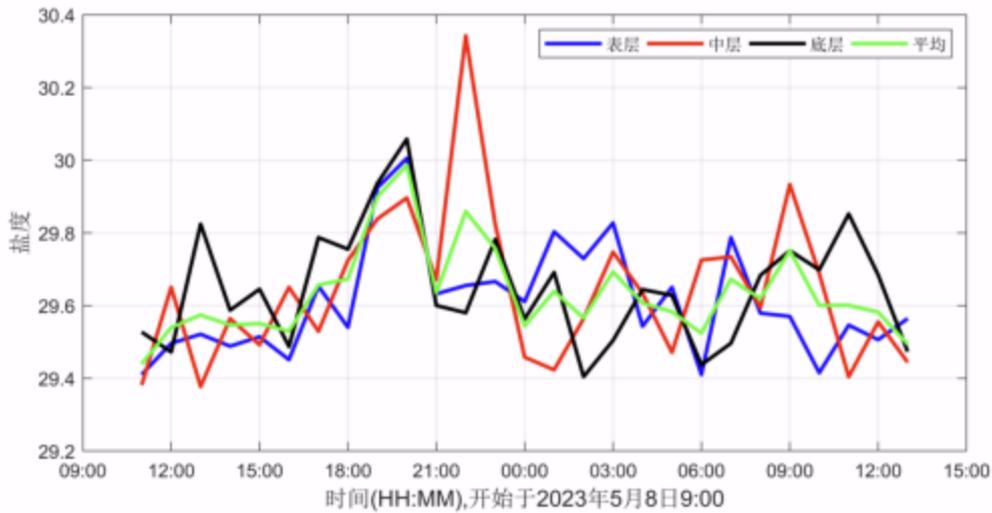


图 3.2.2-41 项目附近海域观测期间 SW7 水文站各层盐度过程曲线

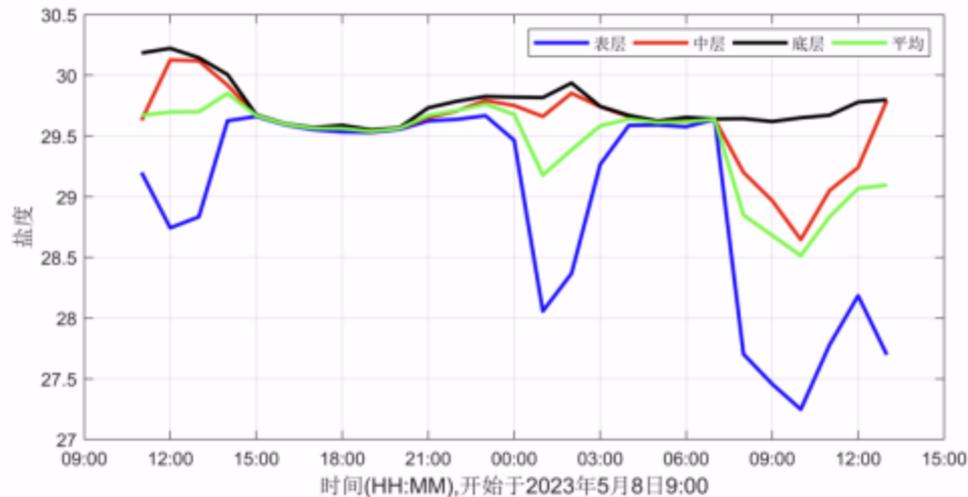


图 3.2.2-42 项目附近海域观测期间 SW8 水文站各层盐度过程曲线

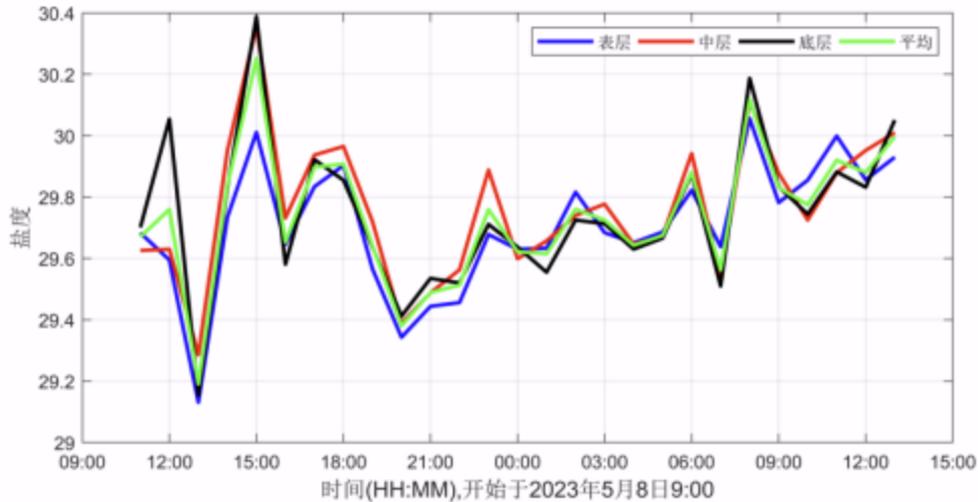


图 3.2.2-43 项目附近海域观测期间 SW9 水文站各层盐度过程曲线
(已省略)

图 3.2.2-44 项目附近海域观测期间表层盐度空间分布
(已省略)

图 3.2.2-45 项目附近海域观测期间中层盐度空间分布
(已省略)

图 3.2.2-46 项目附近海域观测期间底层盐度空间分布
(已省略)

图 3.2.2-47 项目附近海域观测期间垂线平均盐度空间分布

表 3.2.2-8 项目附近海域观测期间各潮流站盐度范围
(已省略)

盐度结果显示：①从时间序列上，SW5 随时间呈现递减的趋势；其余站位盐度随时间变化的趋势不明显。②在垂向上，SW8 表层较其他几层盐度较小，盐度差可达约 2.4。各个站位表、中和底三层盐度基本一致，说明各站位混合较好，盐度未出现明显分层。③从空间分布上，靠近外海的站位盐度较高（如 SW8、SW9），而 SW1、SW3 和 SW5 受北部径流影响，盐度较低，盐度空间的变化范围大致为 27.5~30.4。

(9) 悬浮泥沙观测结果

含沙量的时空分布特征主要从时间（观测期间 27 小时）和空间（平面和垂向）两个方面去考量，首先需要指出的是，测区含沙量整体偏低，故各潮汛各垂线之间含沙量的差异并不十分显著，本章节所比较的只是含沙量量值上的相对大小。各个测站含沙量时空分布特征进行如下阐述分析。

1) 实测悬移质含沙量出现频率统计

根据本次测验所获取的全部含沙量，首先，以 5 mg/L 为一个递增级，分 10 个含沙量区间，分别进行其出现频率的统计，结果如表 3.2.2-9 所示，同时，为了直观显示测区海域含沙量出现频率分布特征，在图 3.2.2-48 中绘制了观测期间各垂线含沙量出现频率分布柱状图。

由这些图表可对测区含沙量出现频率做如下阐述分析。

总体上看，测区的含沙量较小，各测站的含沙量大部分在 30mg/L 以内，大于 30mg/L 的含沙量仅出现在 SW8 测站。各测站泥沙浓度 5~10mg/L 的出现频率最多，最高占比为 74.1%（SW2）。介于 10 mg/L 至 15 mg/L 的出现频率在 0.0%~22.7% 之间，介于 15mg/L 至 20mg/L 的出现频率在 3.7%~33.3% 之间，浓度越高出现频率越低，大于 25mg/L 的含沙量出现在 SW4 和 SW8 测站。总的来说，各个测站的含沙量小于 20mg/L 的时刻居多。

表 3.2.2-9 测站含沙量出现频率统计表（%）

含沙量分级 (mg/L)	测站号								
	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8	SW9
0≤q<5	25.9	14.8	11.1	18.5	3.7	3.7	25.9	0.0	18.5
5≤q<10	63.0	74.1	74.1	33.3	70.4	33.3	66.7	22.2	63.0
10≤q<15	11.1	7.4	11.1	18.5	25.9	40.7	7.4	14.8	14.8
15≤q<20	0.0	3.7	0.0	22.2	0.0	18.5	0.0	11.1	3.7
20≤q<25	0.0	0.0	3.7	3.7	0.0	3.7	0.0	18.5	0.0
25≤q<30	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	25.9	0.0
30≤q<35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0
35≤q<40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0
40≤q<45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45≤q	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2) 含沙量的时间分布

由图 3.2.2-49 和表 3.2.2-10 可知，各测站的垂线平均含沙量介于 2.7~37.7mg/L 之间，测区的平均含沙量为 9.5mg/L。从各个站位的时间序列来看，各测

站在 17:00、0:00 和 8:00 前后含沙量均明显上升。结合第三部分潮流特征分析可知，在涨潮和落潮的潮流较大的时刻，水动力条件使得泥沙在悬浮，导致含沙量上升。由此可见，含沙量在一定程度上与潮动力的强弱有着密切关系。

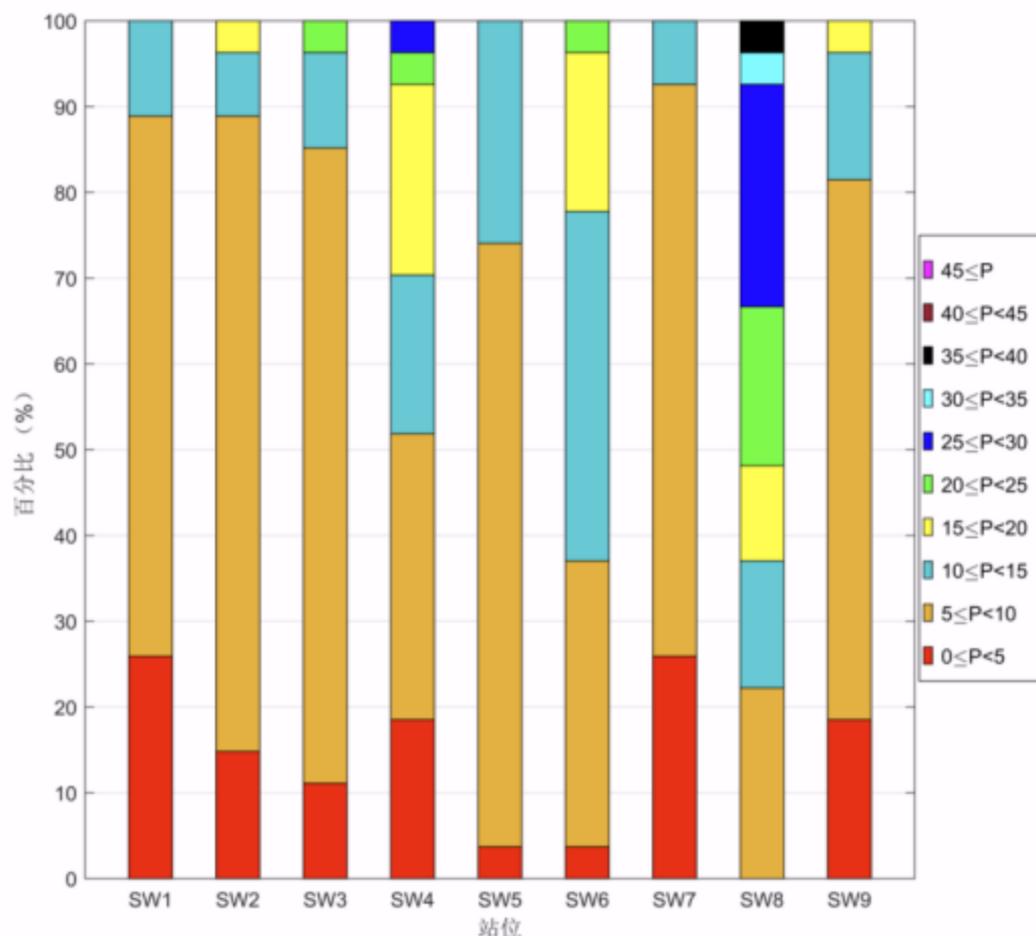


图 3.2.2-48 各测站含沙量出现频率

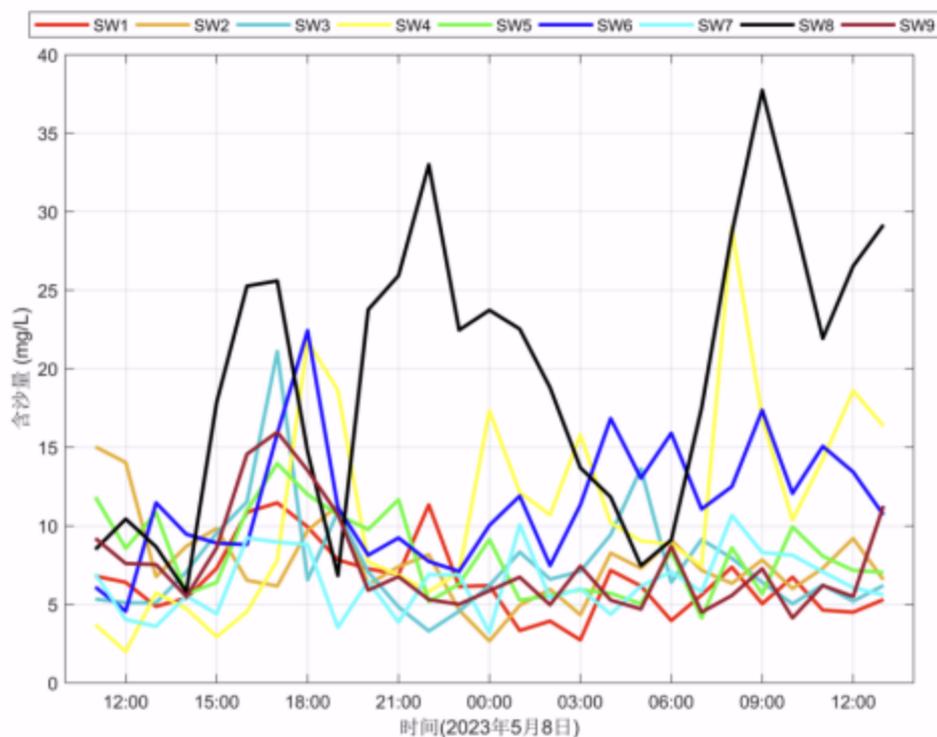


图 3.2.2-49 各测站垂线平均含沙量过程线

表 3.2.2-10 各测站分层含沙量特征值统计表（单位：mg/L）

（已省略）

3) 含沙量的平面分布

根据图 3.2.2-50~图 3.2.2-53 可知，测区各测站表、中、底和垂线平均的悬沙量（此处统计的是观测期间内的时间平均值）空间分布特征基本一致，湾口的 SW8 函数里最高，垂线平均的最大可达 20.8mg/L，出现在底层。SW6 次之，含沙量由湾口向湾内逐步递减，最靠湾内的 SW1 和 SW7 含沙量最低，最低仅为 3.7mg/L（SW7 底层）。

（已省略）

图 3.2.2-50 各测站表层的平均含沙量水平分布

（已省略）

图 3.2.2-51 各测站中层的时间平均含沙量水平分布

（已省略）

图 3.2.2-52 各测站底层的时间平均含沙量水平分布
(已省略)

图 3.2.2-53 各测站垂线平均的时间平均含沙量水平分布

4) 含沙量的垂向分布

由图 3.2.2-53

可知，测区含沙量与潮流关系密切，基本表现为潮流大的站位含沙量也大。推测该区域的含沙量主要来源是由潮流冲刷导致的再悬浮。各个站位的垂向各层的泥沙浓度差距较小，SW1 和 SW7 在垂向上的差距最为明显，主要由于这两个站位流速较小，混合相对较弱，导致泥沙在垂向上的分布不均匀。其余站位，由于水深较浅和混合较好，使得各站在垂向上含沙量分布较均匀。

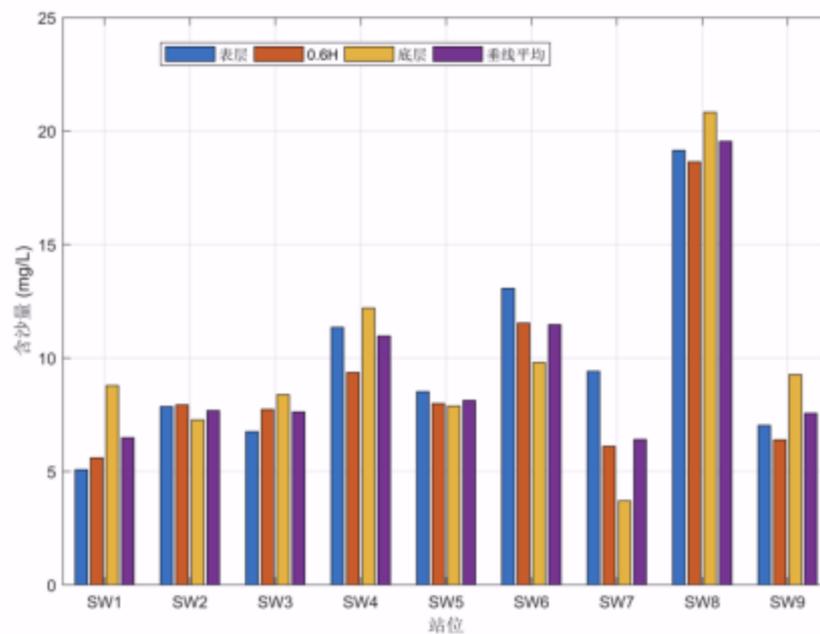


图 3.2.2-54 各测站分层平均含沙量垂向对比图

(10) 水深观测结果

图 3.2.2-55 绘制了各测站水深的变化。由于测站抛锚作业，水深受涨落潮影响显著，各站水深随涨落潮变化明显，分别在 18:00 和 6:00 左右水深最小，而 12:00、3:00 和 12:00 达到最大。各站 SW1 站水深最浅，而 SW8 站水深最深。

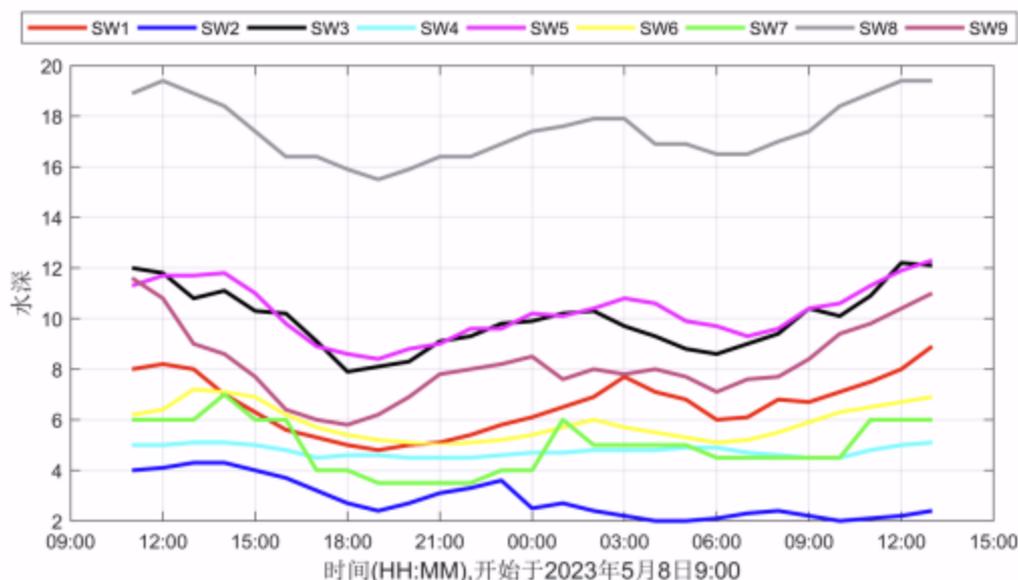


图 3.2.2-55 各测站水深时间序列

(11) 气象要素

1) 气温

图 3.2.2-56 绘制了各测站气温的时间变化，图 3.2.2-57 绘制了各测站观测期间平均气温的空间分布。各测站气温在 4:00 左右为最低，而在 12:00 左右气温达到最大值，符合气温的变化规律。其中 SW2 站气温最高可达 27.8°C，为各站最高。各测站的平均气温 SW7 最高，SW1 最低，分别为 25.6°C 和 24.2°C。

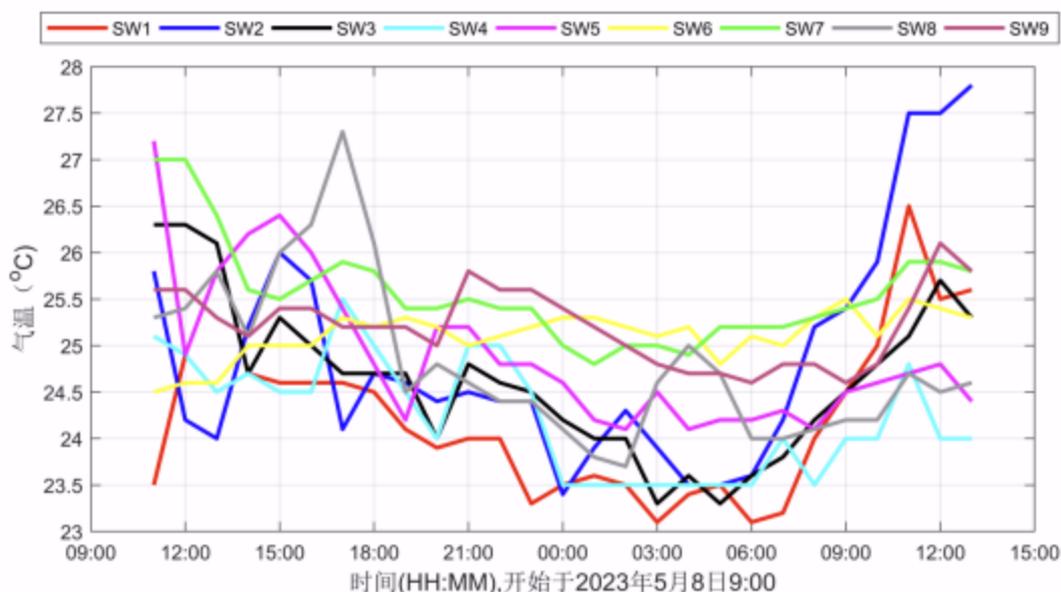


图 3.2.2-56 各测站气温时间序列

(已省略)

图 3.2.2-57 各测站平均气温水平分布

2) 气压

图 3.2.2-58 绘制了各测站气压的时间变化，图 3.2.2-59 绘制了各测站观测期间平均气压的空间分布。各测站气压在 17:00 和 4:00 左右为最低，而在 23:00 左右气压达到最大值，符合气压的变化规律。其中 SW2 站气压最高可达 1020.1hPa，为各站最高。各测站的平均气压 SW4 最高，SW5 最低，分别为 1011.9hPa 和 1010.2hPa。

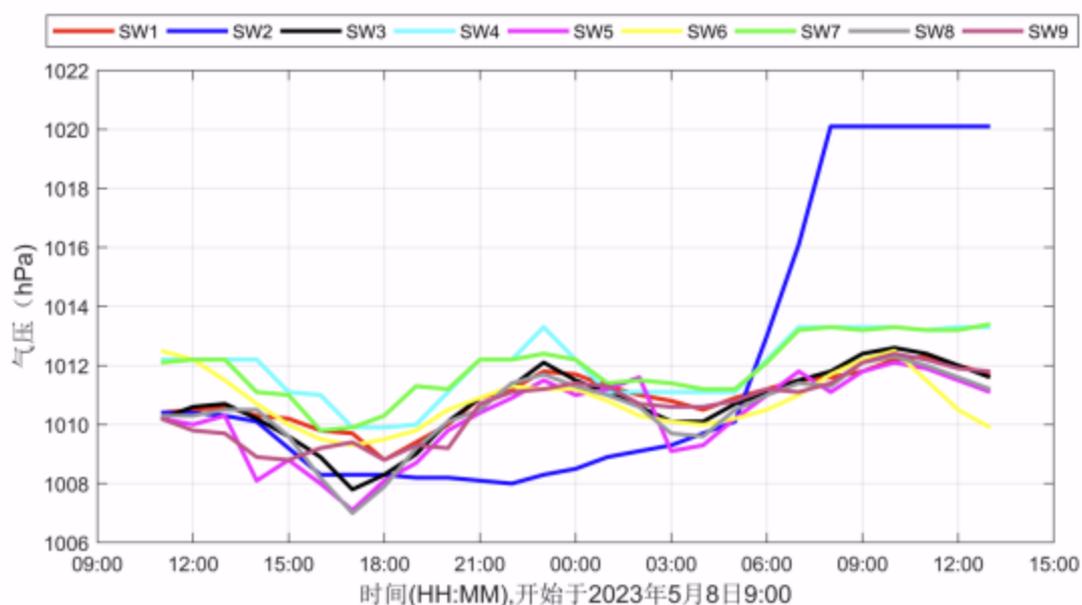


图 3.2.2-58 各测站气压时间序列
(已省略)

图 3.2.2-59 各测站平均气压水平分布

3) 湿度

图 3.2.2-60 绘制了各测站湿度的时间变化，图 3.2.2-61 绘制了各测站观测期间平均湿度的空间分布。各测站湿度随时间无明显的变化规律。各测站的平均湿度 SW2 最高，SW9 最低，分别为 94.1%和 78.8%。

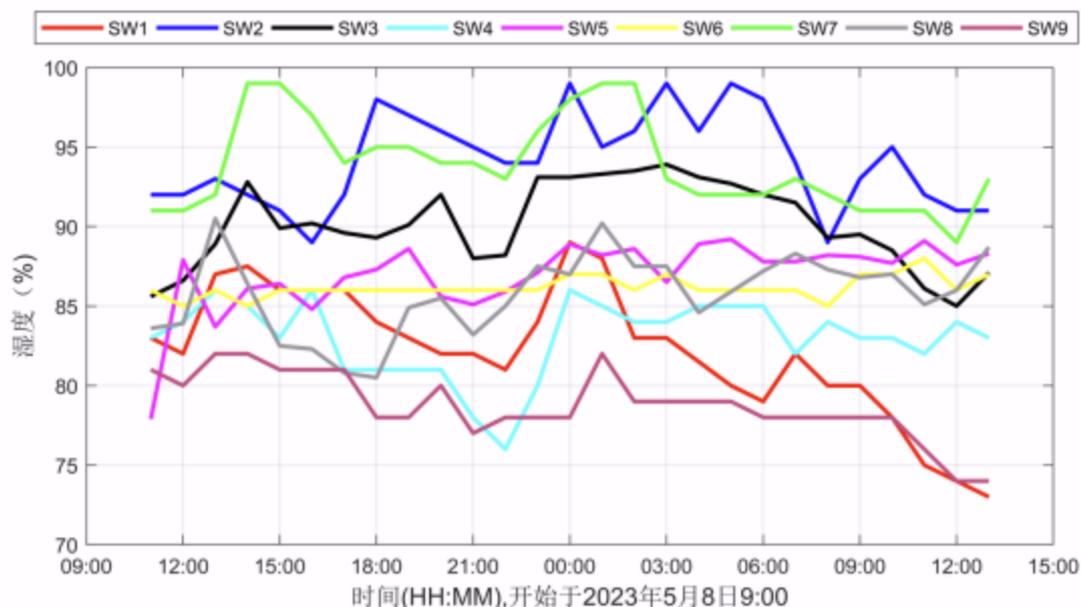


图 3.2.2-60 各测站湿度时间序列
(已省略)

图 3.2.2-61 各测站平均湿度水平分布

4) 风速风向

图 3.2.2-62 绘制了各个测站的风速风向玫瑰图。可以看到，观测期间各个测站均以西风为主，伴随着一定的西南风和西北风。风速最大的为 SW6，可达 11.9m/s ，为 6 级风。风速最小出现在 SW1，仅为 0.9m/s ，为 1 级风。

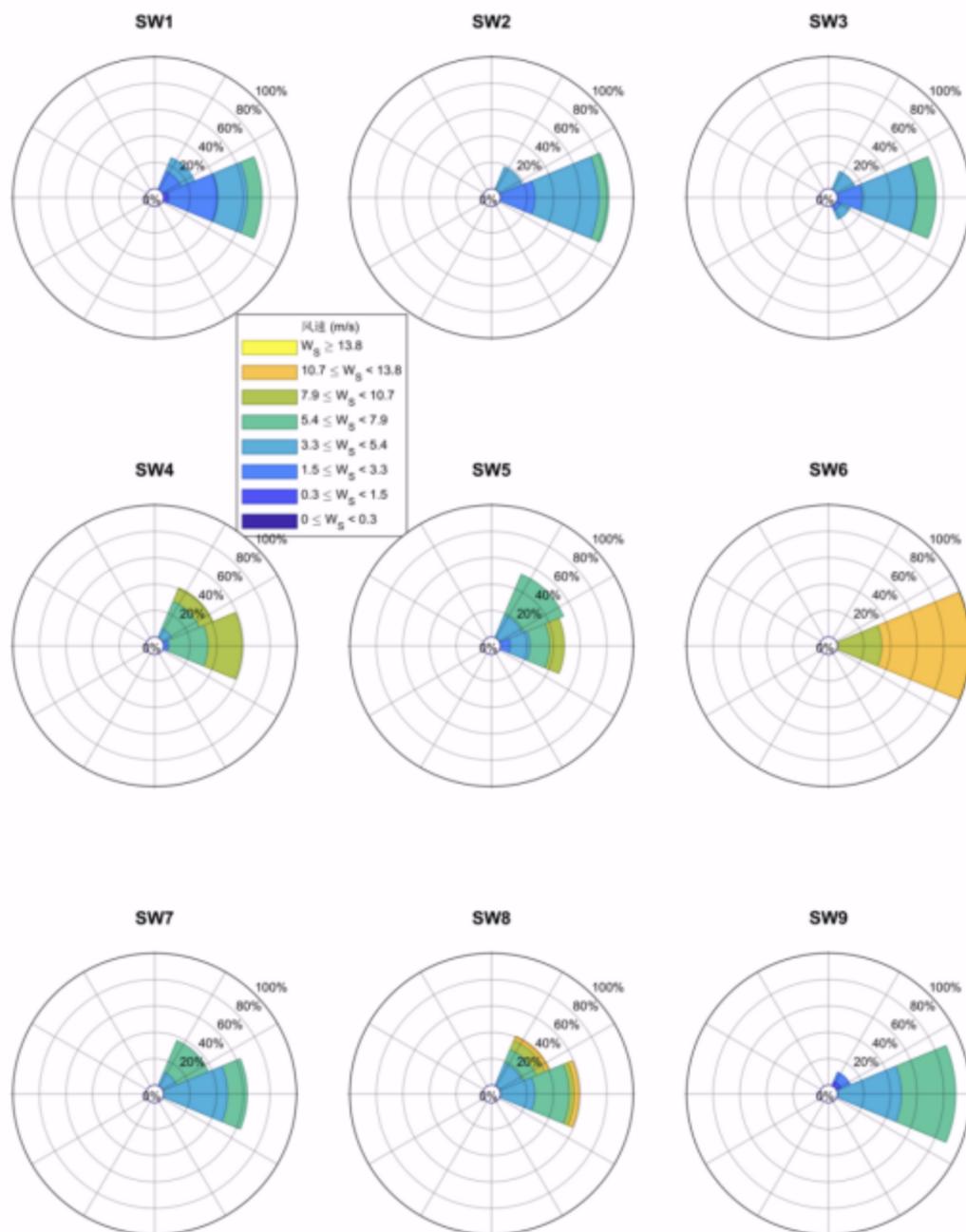


图 3.2.2-62 各测站风速风向玫瑰图

5) 海况

图 3.2.2-63 绘制了各测站海况的时间序列。其中，SW8 和 SW9 海况等级相对较高，基本维持在 3 级左右，而湾内的 SW7 则海况等级较低，为 1 级。总体而言，观测期间风速较小，导致海况也相对较好，均在 1 到 3 级之间变化。

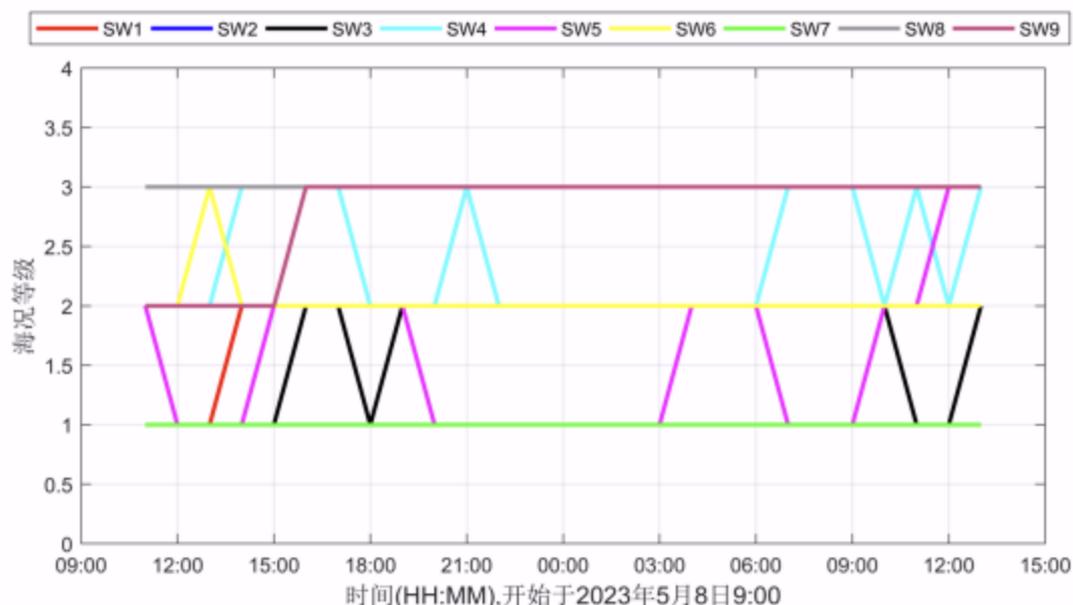


图 3.2.2-63 各测站海况时间序列

(12) 小结

1) 潮位

本次调查两个潮位站的潮汐变化有着较好的一致性和明显的规律，在一日内，整个潮汐变化过程呈现出一定的全日潮和半日潮特征。

CX2 的最高潮位较 CX1 更高而最低潮位较 CX1 的更低，观测期间两个站位的潮差的差值为 1.02 m，总体上两站 CX2 的潮差略大于 CX1 站位。最高潮位为 CX2 略高，最低潮位则是 CX1 更低，可见 CX2 的潮差略大于 CX1。

CX1 和 CX2 站在观测时间段内均表现为涨潮历时明显长于落潮历时的特征，呈现明显的涨落潮不对称性，且均为涨潮占主导，其中 CX1 站的涨、落潮历时差为 2 小时 10 分，CX2 站的涨、落潮历时差则为 1 小时 43 分。

各站表征潮汐性质的判据 $(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}$ 均略小于 1.00，因此，测区的潮汐性质属不正规半日潮类型；受地形等影响，CX1 和 CX2 都有一定的潮波变形，其主要浅水分潮（M4）与主要半日分潮（M2）的振幅之比（ H_{M4}/H_{M2} ）均为 0.08，说明两个站位的潮波变形程度基本一致。两个站位的主要浅水分潮 M_4 和 M_6 的振幅之和分别为 10.55 和 11.15cm，可见浅海分潮的作用影响相对较大。

2) 潮流

本次调查位于东侧的 SW8、SW6、SW5 潮流相对较强，而位于西侧内部水道的 SSW1~SW4 和 SW7 站附近海域潮流相对较弱。各个站位表中底三层分布特征

基本一致，潮流基本呈现往复流特性，流向基本沿着地形水道分布；潮流大小基本呈现从东侧的湾口向内逐步递减的趋势，最大出现在 SW8，最小则出现在 SW7；各站表中底三层均表现出落潮流大于涨潮流的特点，呈现一定的涨落潮不对称性。

各潮流站涨落潮具有如下特征：各个站均表现为最大涨潮流略小于落潮流，各站的最大流速出现在 SW8 的落潮时刻，流速可达 1.09 m/s。各个站位表层、中层和底层的流速差别不大。

各个分潮在东部湾口附近相对较大，而在西部和北部水道里，由于受地形等影响，潮汐能量明显降低，各个分潮振幅也显著减弱。各潮流站主要分潮潮流椭圆主要顺着地形走向，往复流的特征较为明显。

3) 余流

观测期间各潮流站余流大小在 1.5cm/s~12.2cm/s 之间，最大余流为潮流 SW5 站，最小余流为潮流 SW3 站。SW1、SW5、SW7 和 SW8 站各层的余流方向差距相对较大，其余站位各层的余流方向基本一致。总体而言，各站的余流指向湾内为主。

4) 温度

温度结果显示：从时间序列上，各站基本呈现随时间递减的趋势，基本在 5 月 8 日 15:00 左右达到温度最高，而在 5 月 9 日 9:00 左右为温度最低；其中，SW7 日变化最明显，温度差接近 2°C，猜测该站位水深浅，热容量较小导致日变化差异大。在垂向上，各个站位表、中和底三层温度基本一致，说明各站位混合较好，温度未出现明显分层。从空间分布上，各站明显存在着湾口东部站位温度较低而湾内（西部和北部）温度较高，由东向西（由外向内）逐步递增的特征，温度空间的变化范围大致为 27.1~27.8°C。

5) 盐度

盐度结果显示：从时间序列上，SW5 随时间呈现递减的趋势；其余站位盐度随时间变化的趋势不明显。在垂向上，SW8 表层较其他几层盐度较小，盐度差可达约 2.4。各个站位表、中和底三层盐度基本一致，说明各站位混合较好，盐度未出现明显分层。从空间分布上，靠近外海的站位盐度较高（如 SW8、SW9），而 SW1、SW3 和 SW5 受北部径流影响，盐度较低，盐度空间的变化范围大致为 27.5~30.4。

6) 悬浮泥沙

总体上看，测区的含沙量较小，各测站的含沙量大部分在 30mg/L 以内，大于 30mg/L 的含沙量仅出现在 SW8 测站。各测站泥沙浓度 5~10mg/L 的出现频率最多，最高占比为 74.1%（SW2）。介于 10 mg/L 至 15 mg/L 的出现频率在 0.0%~22.7% 之间，介于 15mg/L 至 20mg/L 的出现频率在 3.7%~33.3% 之间。浓度越高出现频率越低，大于 25mg/L 的含沙量出现在 SW4 和 SW8 测站。总的来说，各个测站的含沙量小于 20mg/L 的时刻居多。

各测站的垂线平均含沙量介于 2.7~37.7mg/L 之间，测区的平均含沙量为 9.5mg/L。从各个站位的时间序列来看，各测站在 17:00、0:00 和 8:00 前后含沙量均明显上升。

测区各测站表、中、底和垂线平均的悬沙量空间分布特征基本一致，湾口的 SW8 含沙量最高，垂线平均的最大可达 20.8 mg/L，出现在底层。SW6 次之，含沙量由湾口向湾内逐步递减，最靠湾内的 SW1 和 SW7 含沙量最低，最低仅为 3.7mg/L（SW7 底层）。

各个站位的垂向各层的泥沙浓度差距较小，SW1 和 SW7 在垂向上的差距最为明显，主要由于这两个站位流速较小，混合相对较弱，导致泥沙在垂向上的分布不均匀。

7) 水深

各站水深随涨落潮变化明显，分别在 18:00 和 6:00 左右水深最小，而 12:00、3:00 和 12:00 左右达到最大。各站 SW1 站水深最浅，而 SW8 站水深最深。

8) 气象要素

各测站气温在 4:00 左右为最低，而在 12:00 左右气温达到最大值，符合气温的变化规律。其中 SW2 站气温最高可达 27.8°C，为各站最高。各测站的平均气温 SW7 最高，SW1 最低，分别为 25.6°C 和 24.2°C。

各测站气压在 17:00 和 4:00 左右为最低，而在 23:00 左右气压达到最大值，符合气压的变化规律。其中 SW2 站气压最高可达 1020.1hPa，为各站最高。各测站的平均气压 SW4 最高，SW5 最低，分别为 1011.9hPa 和 1010.2hPa。

各测站湿度随时间无明显的变化规律。各测站的平均湿度 SW2 最高，SW9 最低，分别为 94.1% 和 78.8%。

观测期间各个测站均以西风为主，伴随着一定的西南风和西北风。风速最大的为 SW6，可达 11.9m/s，为 6 级风。风速最小出现在 SW1，仅为 0.9m/s，为 1

级风。

观测海区 SW8 和 SW9 站位的海况等级相对较高，基本维持在 3 级左右，而湾内的 SW7 则海况等级较低，为 1 级。总体而言，观测期间风速较小，导致海况也相对较好，均在 1 到 3 级之间变化。

3.2.2.2. 2023 年秋季

(1) 观测时间

本节引用《水文动力调查观测报告》（广州邦鑫海洋技术有限公司，2025 年 9 月 28-29 日）。本次潮位观测时间：2023.09.28 09:00~2023.09.29 11:00，水文观测时间：2023.09.28 09:00~2023.09.29 11:00。

(2) 观测站位

本次水文观测布置了两个潮位观测站位（CX1 和 CX2）及 9 个水文观测站（SW1~SW9），坐标如下表所示。

表 3.2.2-11 水文观测站位坐标表

（已省略）

（已省略）

图 3.2.2-64 观测站点分布示意图

(3) 观测内容

1) 潮位观测：潮位站采用自记式水位计潮位观测方法记录水位，潮位观测仪器采用压力式水位计 DCX22 型潮位仪。

2) 潮流观测：潮流流速、流向使用日本 JFE 亚力克 AEM-USB 和挪威 Aanderaa SeaGuard RCM 海流计进行同步连续 27 个时次测量。海流计测量时间间隔为 1h，整点测量，分别按照底层、中层和表层的顺序进行测量，每一层测量三分钟。分层原则参照《海洋调查规范 第 2 部分 海洋水文观测》（GB/T12763.2-2007）中标准观测层次的规定，详细分层如下：采用三点法，测量表层（水面下 1m）、中层（0.6H）和底层（距海底 1m）流速、流向。

3) 温度观测：海水温度使用海流计自带的温度计进行同步观测，观测时间和方法与海流一致。

4) 盐度观测：盐度观测按照《海洋监测规范》（GB 17378.4-2007）中的相关

方法执行。

5) 悬浮泥沙观测：悬浮泥沙观测按照《海洋监测规范》（GB 17378.4-2007）中的相关方法执行。

(4) 潮位观测结果

1) 实测潮汐特征

实测潮位过程线见下图所示。由图可知：两个潮位站的潮汐变化有着较好的一致性和明显的规律，在一日内（约 24.8h）出现 2 次高潮、2 次低潮，呈现出一定的半日潮特征。（以当日平均海平面作为零基准面）

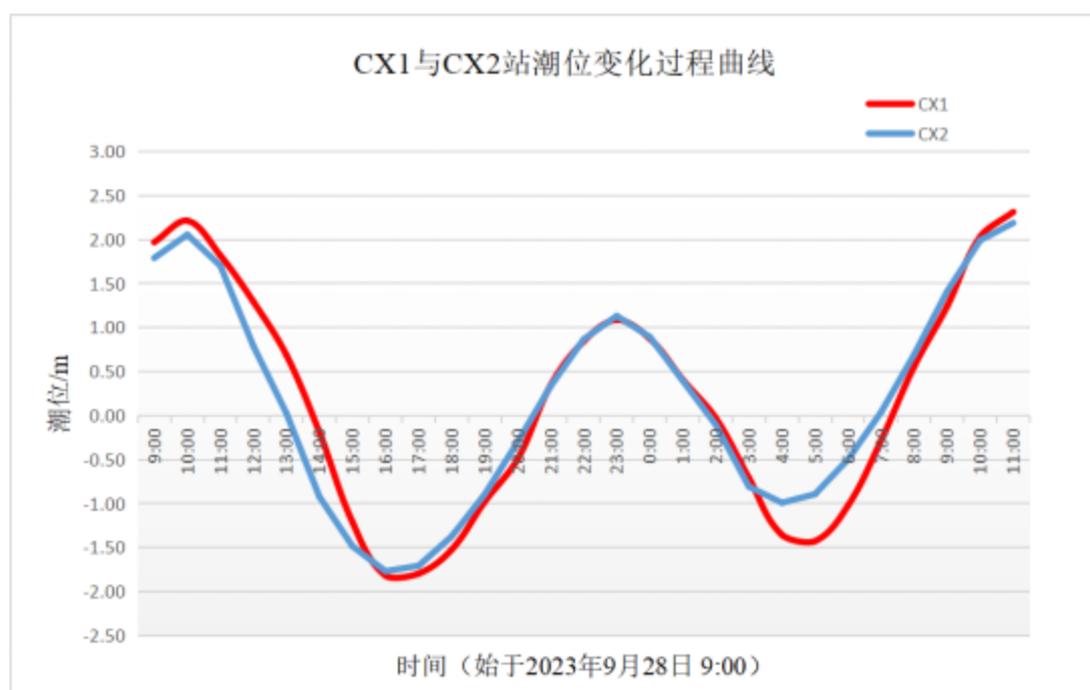


图 3.2.2-65 一日内的潮位变化过程曲线

2) 潮汐特征值统计

根据资料整编中的《逐时潮位观测报表》，统计各站实测潮位特征值，从而了解测区最高（最低）潮位、潮差及平均涨、落潮历时的分布与变化特征。注：这里平均涨潮和落潮历时是指观测期间内两次涨落潮的平均值。

表 3.2.2-12 实测潮汐特征值统计

(已省略)

由上述表所列示的特征值，可以看出如下基本规律：

①潮差特征

潮差是潮汐强弱的主要标志之一。两个站位的潮差见上表所示：CX1 的最高

潮位较 CX2 更高而最低潮位较 CX2 的更低，观测期间两个站位的最大潮差的差值为 0.31m，总体上两站 CX1 的潮差略大于 CX2 站位。

②潮位特征

与潮差相关联，各站的最高潮位亦有与潮差相似的分布。如同步观测中，最高潮位为 CX1 略高，最低潮位亦是 CX1 更低，可见 CX1 的潮差略大于 CX2。

③涨、落潮历时统计

涨、落潮历时是潮汐特性的重要标志之一，从中可反映出地形或径流对潮波的作用与影响。从表 3.2.2-12

中涨、落潮历时两栏可以看出：

CX1 和 CX2 站在观测时间段内均表现为涨潮历时明显长于落潮历时的特征，呈现明显的涨落潮不对称性，且均为涨潮占主导，其中 CX1 站的涨、落潮历时差为 0.7h，CX2 站的涨、落潮历时差则为 1.4h。

④潮汐调和分析

采用分潮模式，对上述潮位站同步潮位资料进行调和分析，得出了包括潮汐性质（类型）在内的一系列理论潮汐特征的计算结果，现将 CX1 和 CX2 站潮汐类型的判据见下表。

表 3.2.2-13 各站潮汐特征一览表

站名 \ 类型判据	潮汐类型 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2} + H_{S2}}$	主要浅海与主要半日分潮振幅比 $\frac{H_{M4}}{H_{M2}}$	主要浅海分潮振幅和 $H_{M4} + H_{M6}$ (cm)
CX1	0.33	0.02	3.7
CX2	0.39	0.08	11.7

由上表可知，各站表征潮汐性质的判据 $(H_{K1}+H_{O1})/(H_{M2}+H_{S2})$ 均处于 0.25-1.50，因此，测区的潮汐性质属不正规半日潮类型；受地形等影响，CX1 和 CX2 都有一定的潮波变形，其主要浅水分潮 (M4) 与主要半日分潮 (M2) 的振幅之比 (H_{M4}/H_{M2}) 均较小，说明两个站位的潮波变形程度基本一致。两个站位的主要浅水分潮 M4 和 M6 的振幅之和分别为 3.7cm 和 11.7cm，可见 CX2 站的浅海分潮的作用影响相对较大。

(5) 潮流

本次水文观测各潮流站表层、中层、底层、平均潮流矢量图如图 3.2.2-66~图

3.2.2-69 所示。

(已省略)

图 3.2.2-66 湛江附近海域观测期间各潮流站表层潮流矢量图

(已省略)

图 3.2.2-67 湛江附近海域观测期间各潮流站中层（0.6H）潮流矢量图

(已省略)

图 3.2.2-68 湛江附近海域观测期间各潮流站底层潮流矢量图

(已省略)

图 3.2.2-69 湛江附近海域观测期间各潮流站表、中、底3层平均潮流矢量图

总体而言，位于主航道附近的 SW1、SW3、SW5、SW6、SW8 潮流相对较强，而远离主航道的 SSW2、SW4 和 SW7、SW9 站附近海域潮流相对较弱。

(1) 各个站位表中底三层分布特征基本一致，潮流基本呈现往复流特性，流向基本沿着地形水道分布；

(2) 潮流大小基本呈现从东侧的湾口向内递减，从主航道向两侧递减的趋势；

(3) 各站表中底三层均表现出落潮流速大于涨潮流速的特点，呈现一定的涨落潮不对称性。

本次水观测各潮流站潮流对比情况如表 3.2.2-14 所示。各潮流站流速、流向过程曲线如图 3.2.2-70~图 3.2.2-76 所示，由图表中结果可知，各潮流站涨落潮具有如下特征：各个站均表现为最大涨潮流略小于落潮流，各站中的最大流速出现在 SW8 的落潮时刻，流速可达 1.21m/s。各个站位表层、中层和底层的流速差别不大。

表 3.2.2-14 湛江附近海域观测期间各潮流站潮流对比表

(已省略)

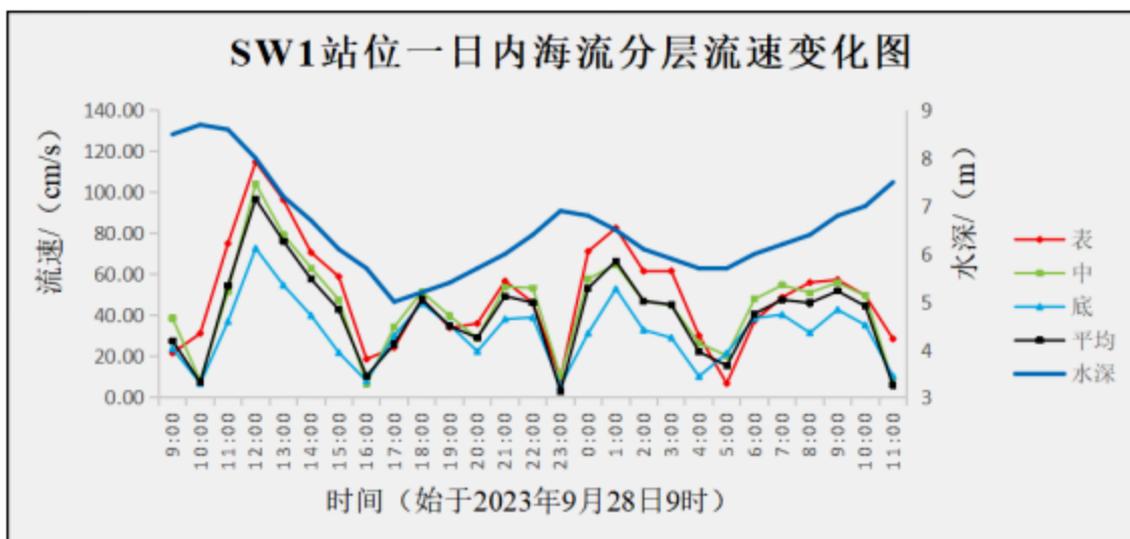


图 3.2.2-70 湛江附近海域观测期间 SW1 站水深、流速过程曲线

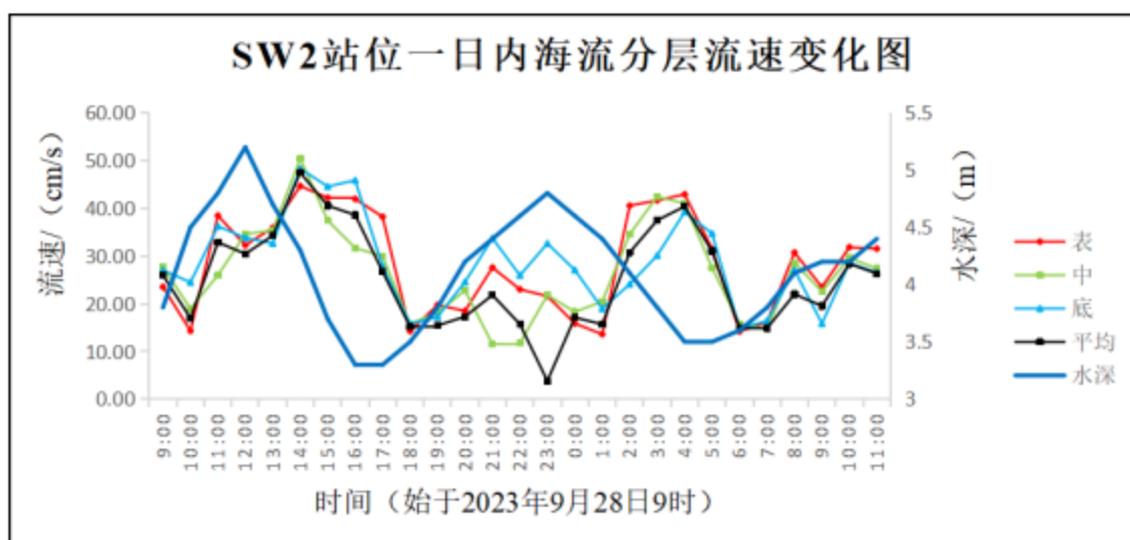


图 3.2.2-71 湛江附近海域观测期间 SW2 站水深、流速过程曲线

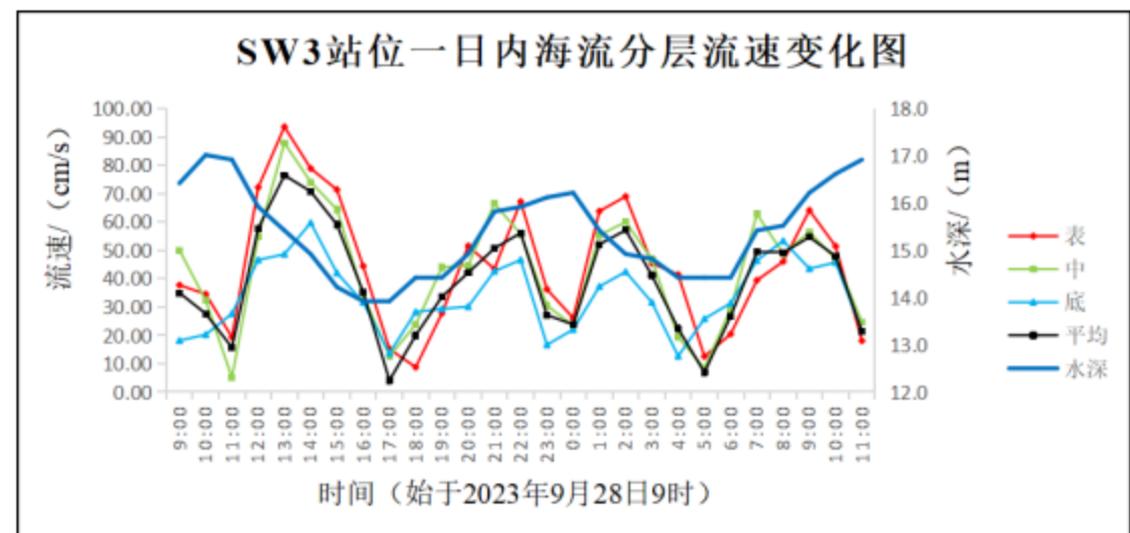


图 3.2.2-72 湛江附近海域观测期间 SW3 站水深、流速过程曲线

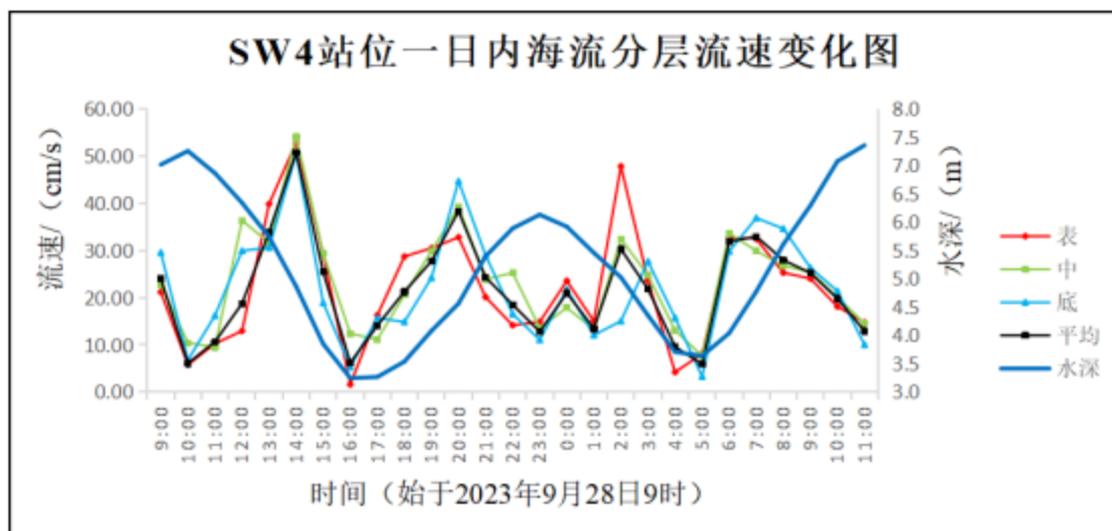


图 3.2.2-73 湛江附近海域观测期间 SW4 站水深、流速过程曲线

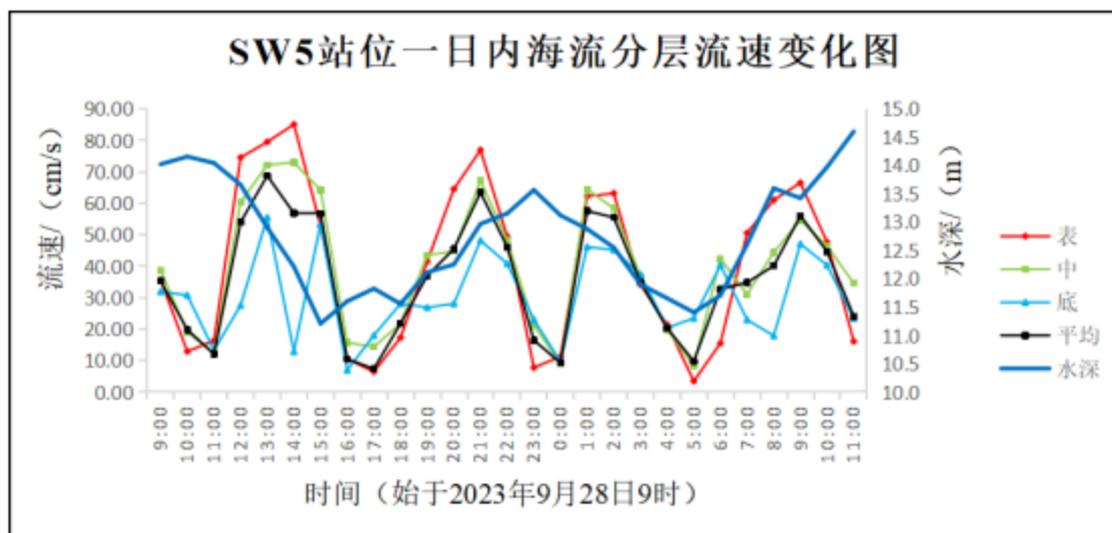


图 3.2.2-74 湛江附近海域观测期间 SW5 站水深、流速过程曲线

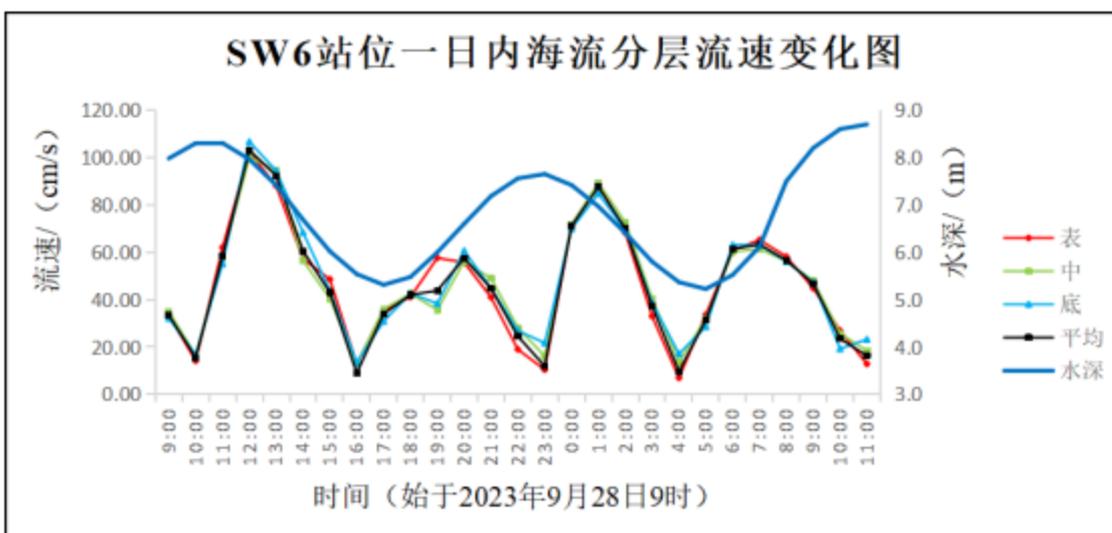


图 3.2.2-75 湛江附近海域观测期间 SW6 站水深、流速过程曲线

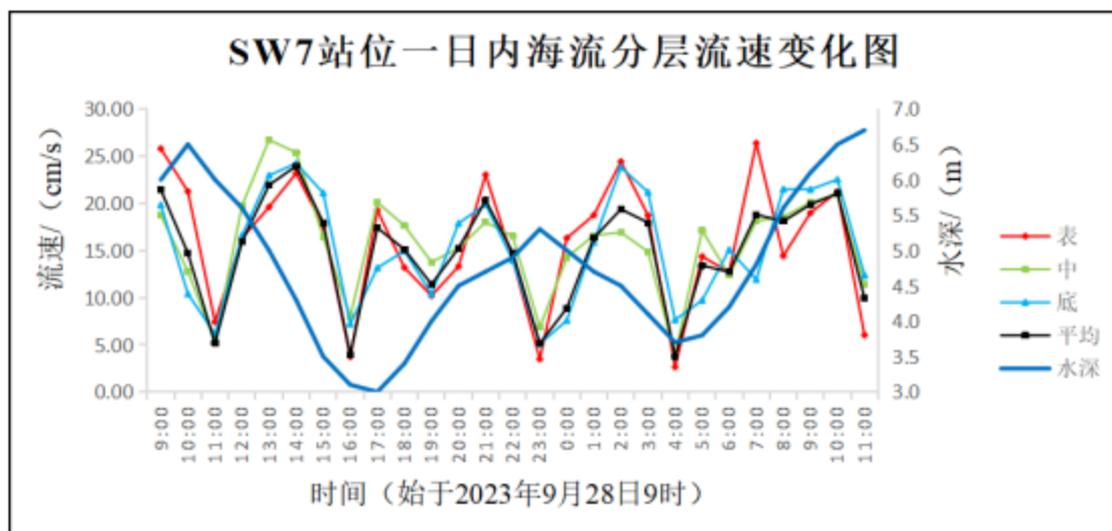


图 3.2.2-76 湛江附近海域观测期间 SW7 站水深、流速过程曲线

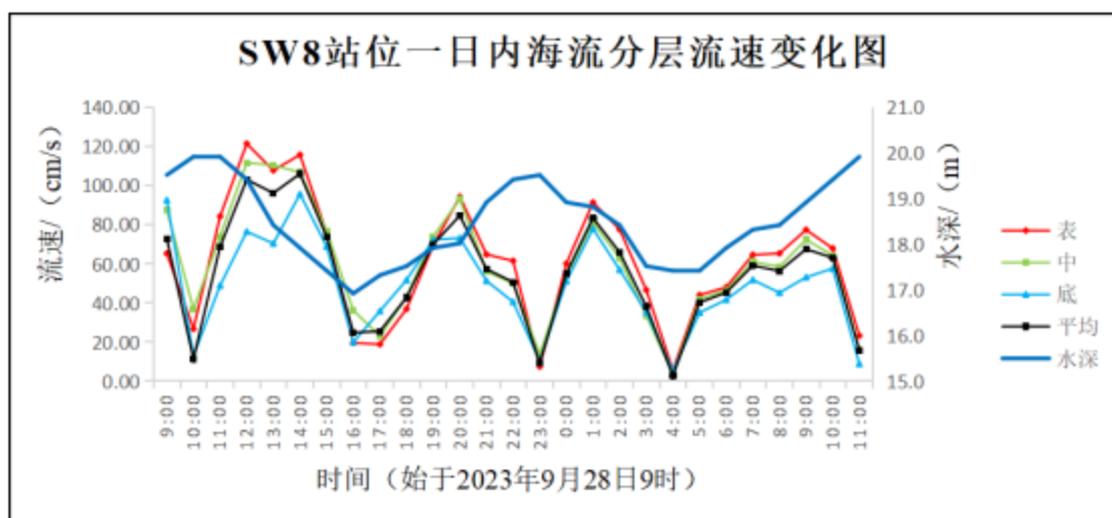


图 3.2.2-77 湛江附近海域观测期间 SW8 站水深、流速过程曲线

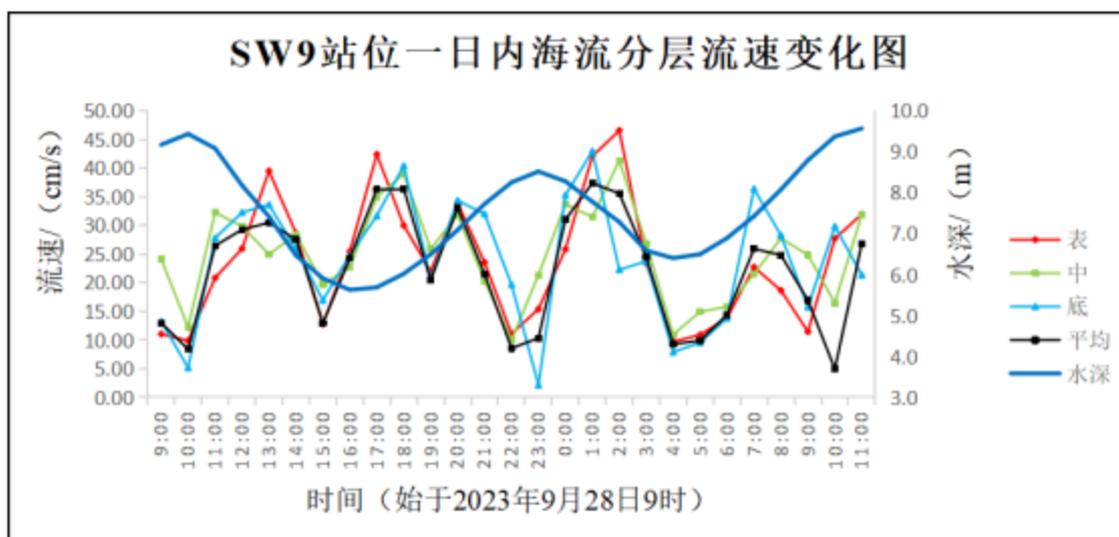


图 3.2.2-78 湛江附近海域观测期间 SW9 站水深、流速过程曲线

潮流 SW1~SW9 站各层各分潮的椭圆要素如表 3.2.2-15 所示。由于采样时间

为 27 小时，无法直接分开 K1 和 O1，以及 M2 和 S2，这里选取主要的全日潮（K1）、半日潮（M2）和浅水分潮（M4）进行展示。

表 3.2.2-15 湛江附近海域观测期间各潮流站各层潮流椭圆要素
(已省略)

附注：

- (1) W (cm/s) 为对应分潮最大流速，即分潮流椭圆长轴；
- (2) w (cm/s) 为对应分潮最小流速，即分潮流椭圆短轴；
- (3) κ 为分潮流椭圆率（负值则为顺时针旋转，正值则为逆时针旋转）；
- (4) θ ($^{\circ}$) 为椭圆方向角；

由图表结果可知，各站点以 M_2 分潮为主导，浅水分潮 M4 和全日潮大小几乎相当，最大的全日潮、半日潮和浅水分潮均出现在 SW8 中层，振幅分别可达 21.72cm/s、92.61cm/s 和 21.92cm/s。总体而言，各个分潮在主航道附近相对较大，而在远离主航道的站位，由于受地形等影响，潮汐能量明显降低，各个分潮振幅也显著减弱。各潮流站主要分潮潮流流向主要顺着地形走向，往复流的特征较为明显。

(6) 余流

本次水文观测各潮流站各层余流分布如表 3.2.2-16 图 3.2.2-79 所示，各潮流站各层余流数据对比如表 3.2.2-1 所示。

(已省略)

图 3.2.2-79 湛江附近海域观测期间各水文站各层余流图

表 3.2.2-16 湛江岛附近海域观测期间各潮流站各层余流对比表
(已省略)

由以上图表可知，观测期间各潮流站余流大小在 0.23cm/s~12.89cm/s 之间，最大余流为潮流 SW1 站（表层，12.89cm/s，200.4 $^{\circ}$ ），最小余流为潮流 SW5 站（中层，0.23cm/s，359.1 $^{\circ}$ ）。SW1、SW2、SW3、SW5 和 SW8 站各层的余流方向差距相对较大，其余站位各层的余流方向基本一致。SW4、SW5、SW7 站的平均余流指向湾内，其余站的平均余流指向湾外。

(7) 温度

本次水文观测期间，各水文站温度过程曲线如图 3.2.2-80~图 3.2.2-88 所示，观测期间时间平均的温度的空间分布如图 3.2.2-89~图 3.2.2-92 所示，各水文站温

度特征值如表 3.2.2-17 所示。

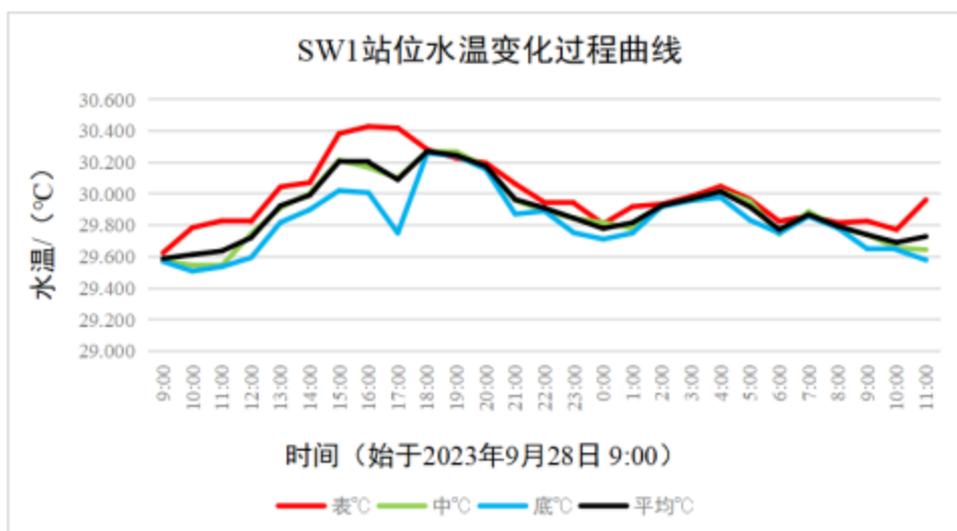


图 3.2.2-80 湛江附近海域观测期间 SW1 水文站各层温度过程曲线

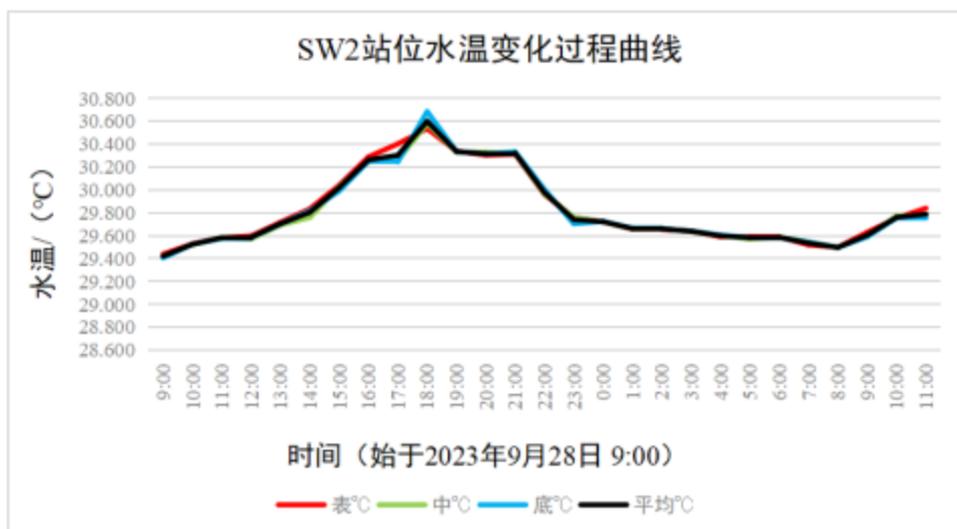


图 3.2.2-81 湛江附近海域观测期间 SW2 水文站各层温度过程曲线

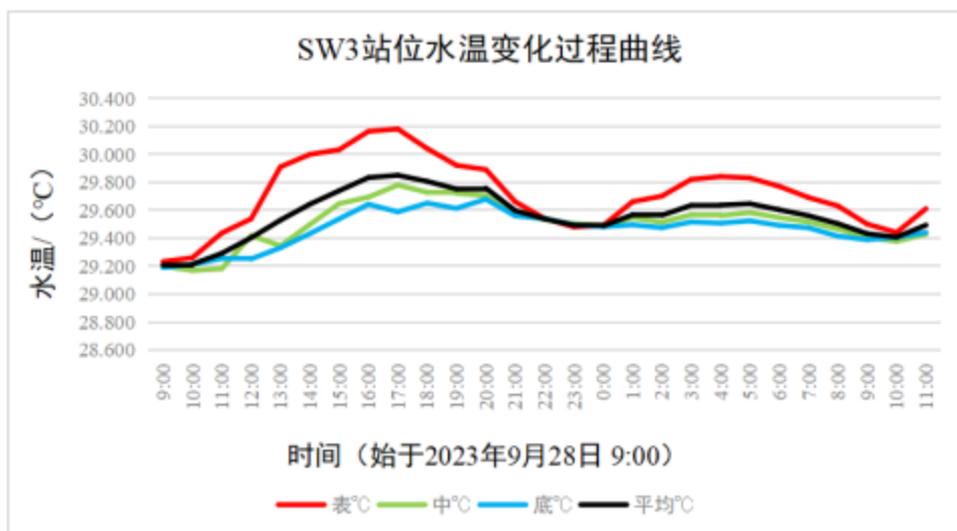


图 3.2.2-82 湛江附近海域观测期间 SW3 水文站各层温度过程曲线

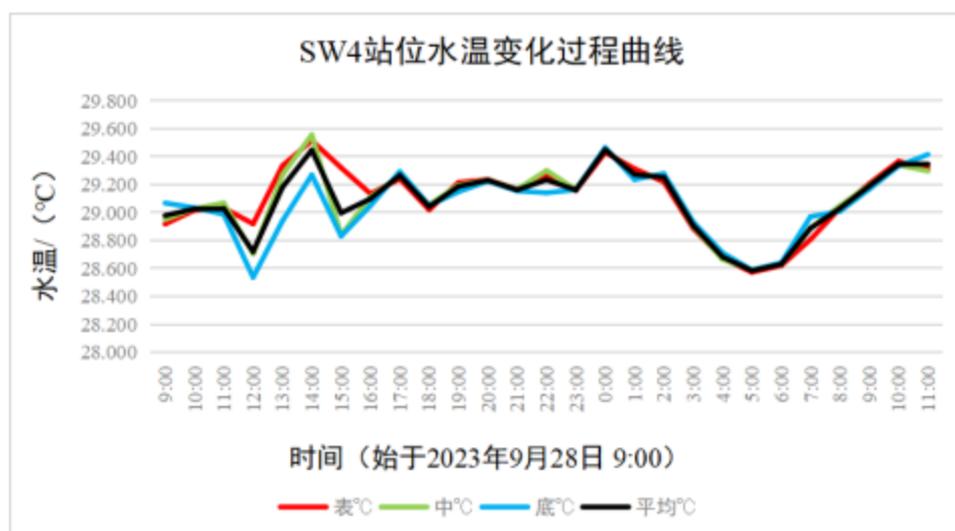


图 3.2.2-83 湛江附近海域观测期间 SW4 水文站各层温度过程曲线

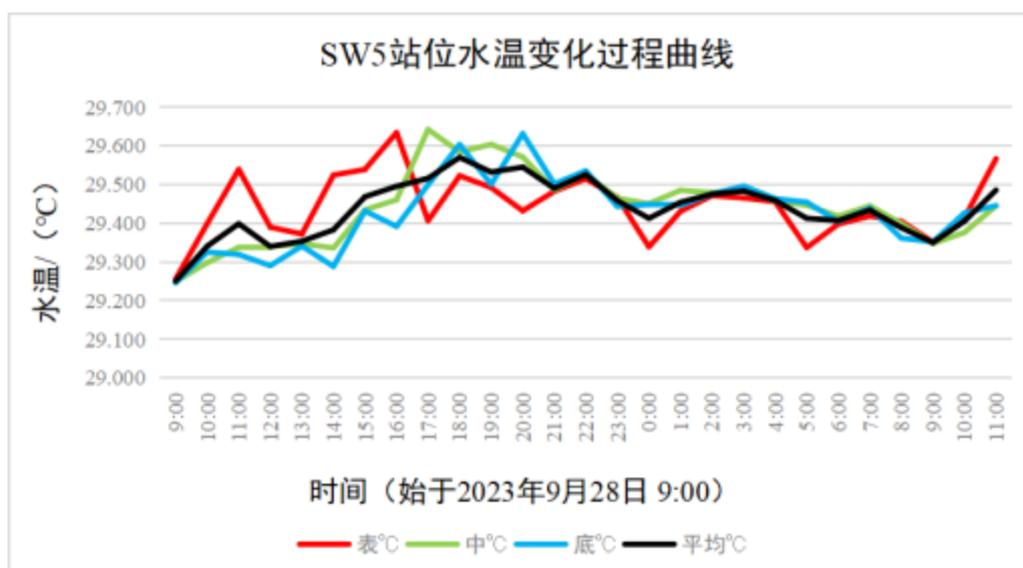


图 3.2.2-84 湛江附近海域观测期间 SW5 水文站各层温度过程曲线

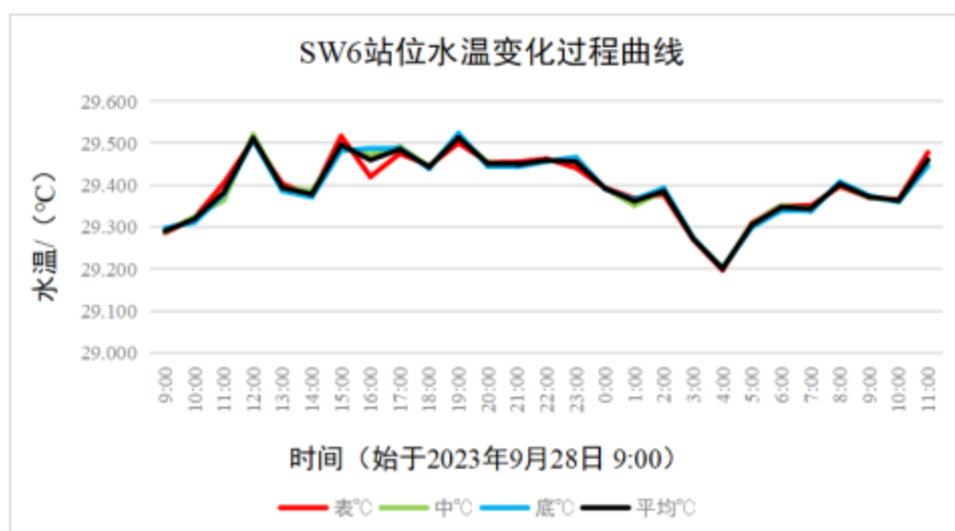


图 3.2.2-85 湛江附近海域观测期间 SW6 水文站各层温度过程曲线

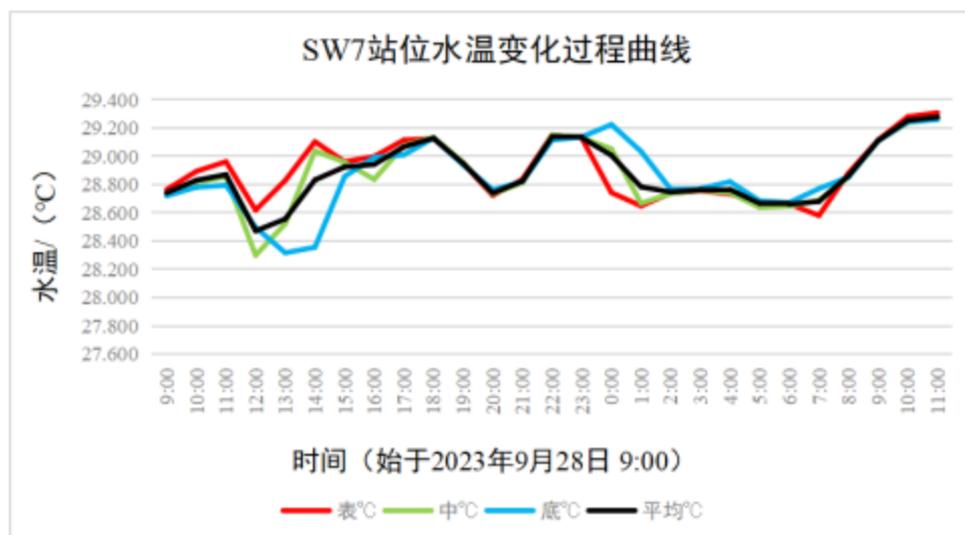


图 3.2.2-86 湛江附近海域观测期间 SW7 水文站各层温度过程曲线

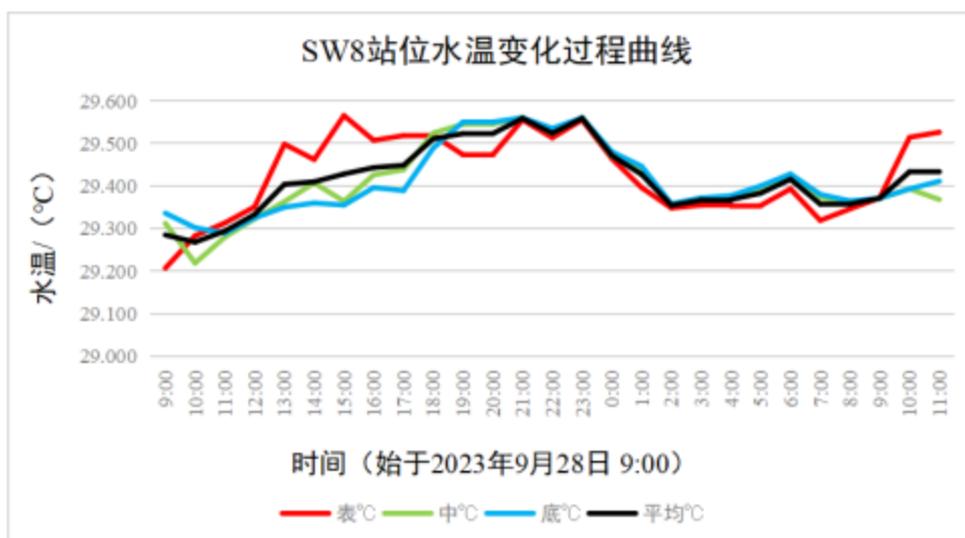


图 3.2.2-87 湛江附近海域观测期间 SW8 水文站各层温度过程曲线

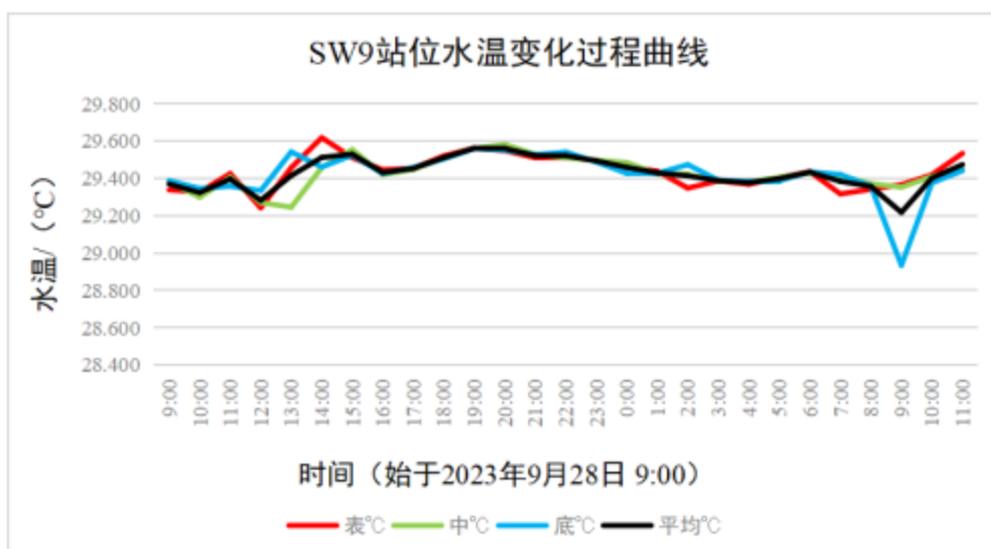


图 3.2.2-88 湛江附近海域观测期间 SW9 水文站各层温度过程曲线

(已省略)

图 3.2.2-89 湛江附近海域观测期间表层温度空间分布

(已省略)

图 3.2.2-90 湛江附近海域观测期间中层温度空间分布

(已省略)

图 3.2.2-91 湛江附近海域观测期间底层温度空间分布

(已省略)

图 3.2.2-92 湛江附近海域观测期间垂线平均温度空间分布

表 3.2.2-17 湛江附近海域观测期间各潮流站温度特征值

(已省略)

温度结果显示:

1) 从时间序列上, 各站基本呈现随时间递减的趋势, 基本在 9 月 28 日 18:00 左右达到温度最高, 而在 9 月 29 日 5:00 左右为温度最低; 其中, SW2 日变化最明显, 温度差约 1.2°C, 该站位水深较浅, 热容量较小导致日变化差异大。

2) 在垂向上, 各个站位表、中和底三层温度基本一致, 说明各站位混合较好, 温度未出现明显分层。

3) 从空间分布上, 各站水温明显存在着由北向南降低的趋势。

(8) 盐度

本次水文观测期间, 各水文站盐度过程曲线如图 3.2.2-93~图 3.2.2-101 所示, 观测期间时间平均的盐度的空间分布如图 3.2.2-102~图 3.2.2-115 所示, 各水文站盐度特征值如表 3.2.2-18 所示。

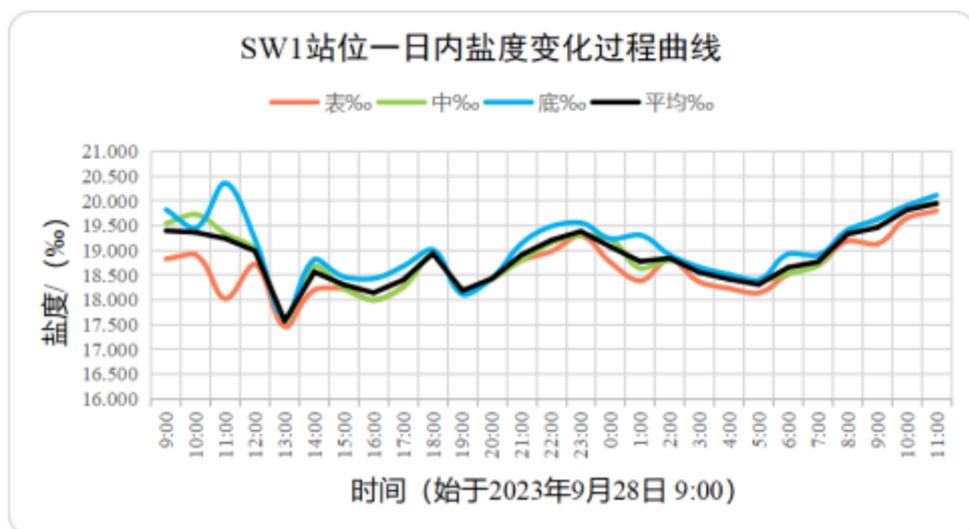


图 3.2.2-93 湛江附近海域观测期间 SW1 水文站各层盐度过程曲线

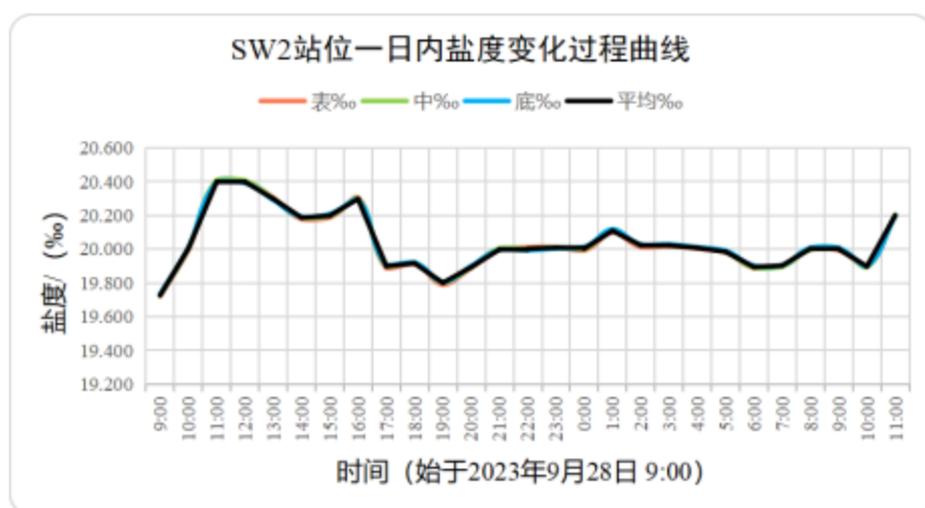


图 3.2.2-94 湛江附近海域观测期间 SW2 水文站各层盐度过程曲线

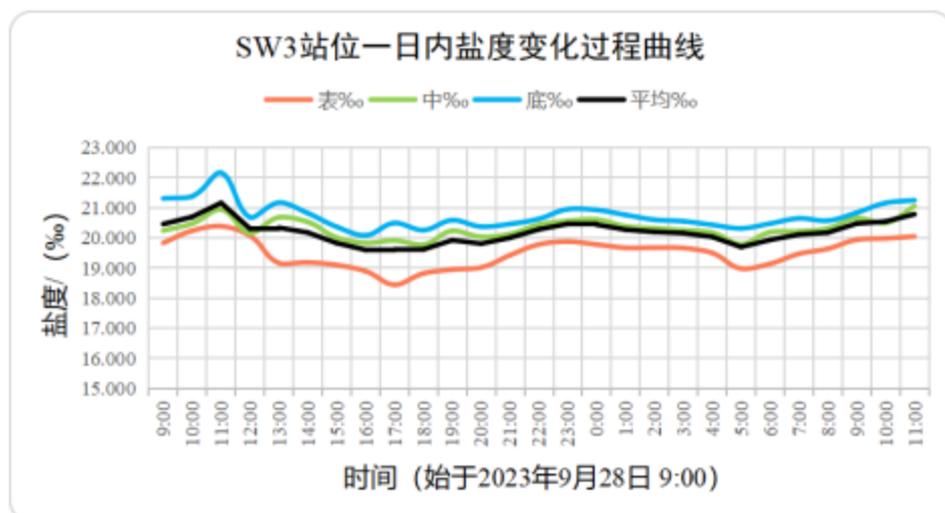


图 3.2.2-95 湛江附近海域观测期间 SW3 水文站各层盐度过程曲线

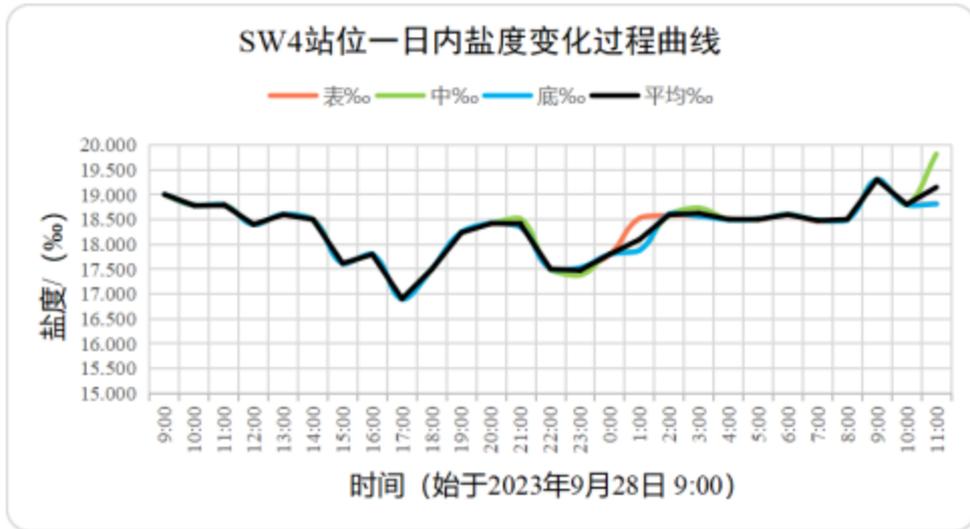


图 3.2.2-96 湛江附近海域观测期间 SW4 水文站各层盐度过程曲线

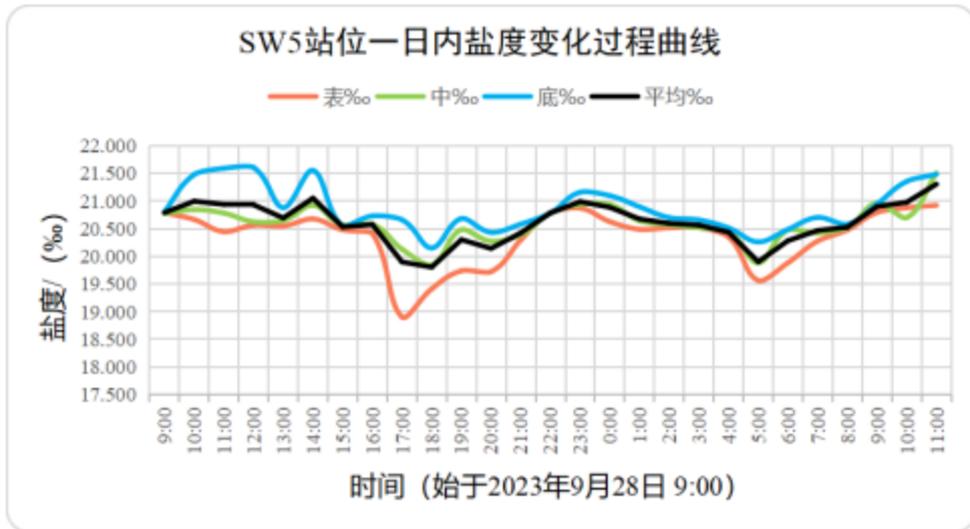


图 3.2.2-97 湛江附近海域观测期间 SW5 水文站各层盐度过程曲线

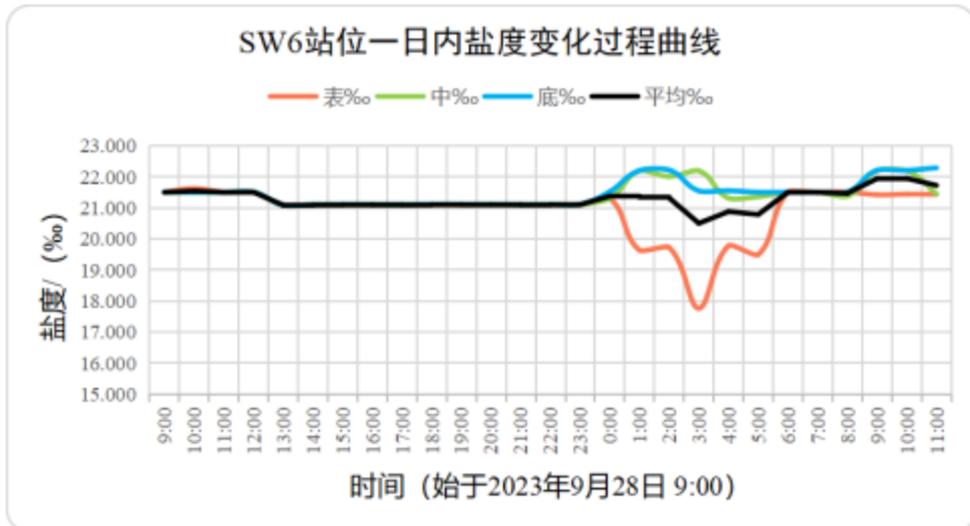


图 3.2.2-98 湛江附近海域观测期间 SW6 水文站各层盐度过程曲线

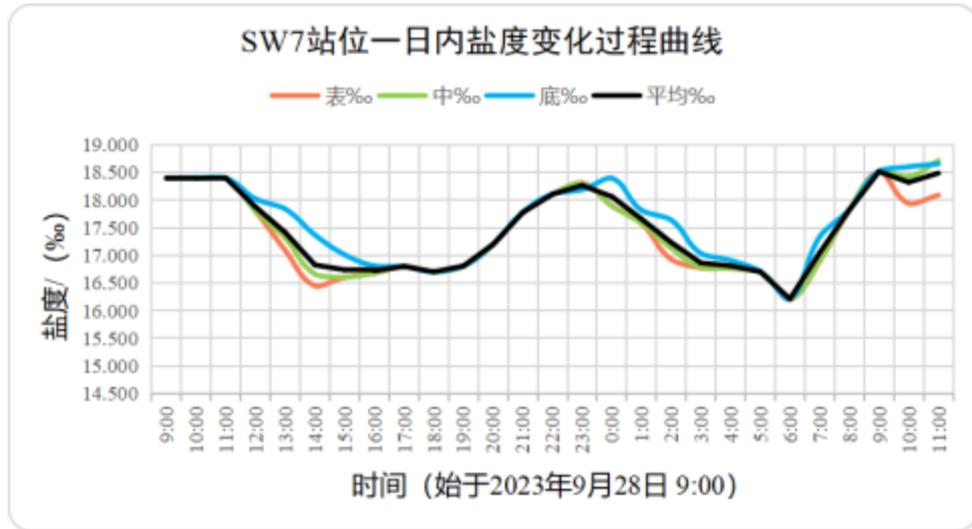


图 3.2.2-99 湛江附近海域观测期间 SW7 水文站各层盐度过程曲线

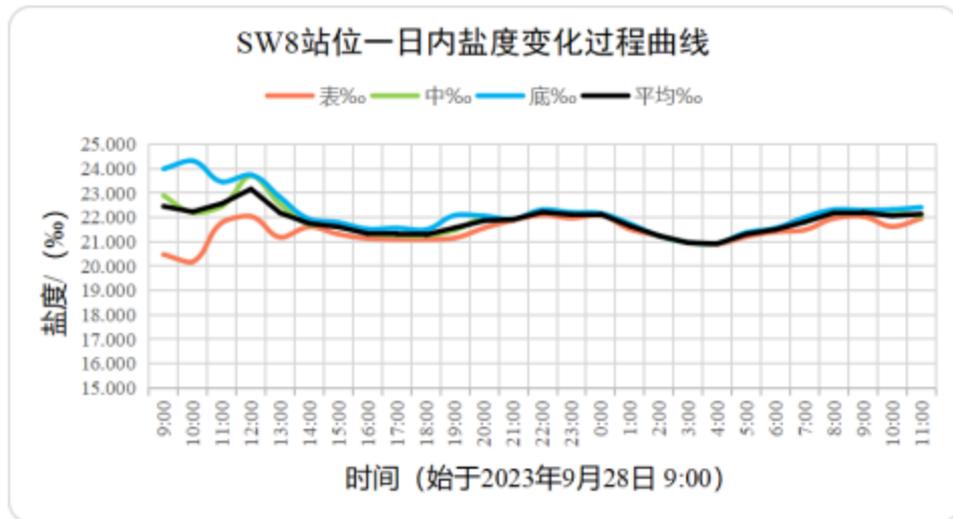


图 3.2.2-100 湛江附近海域观测期间 SW8 水文站各层盐度过程曲线

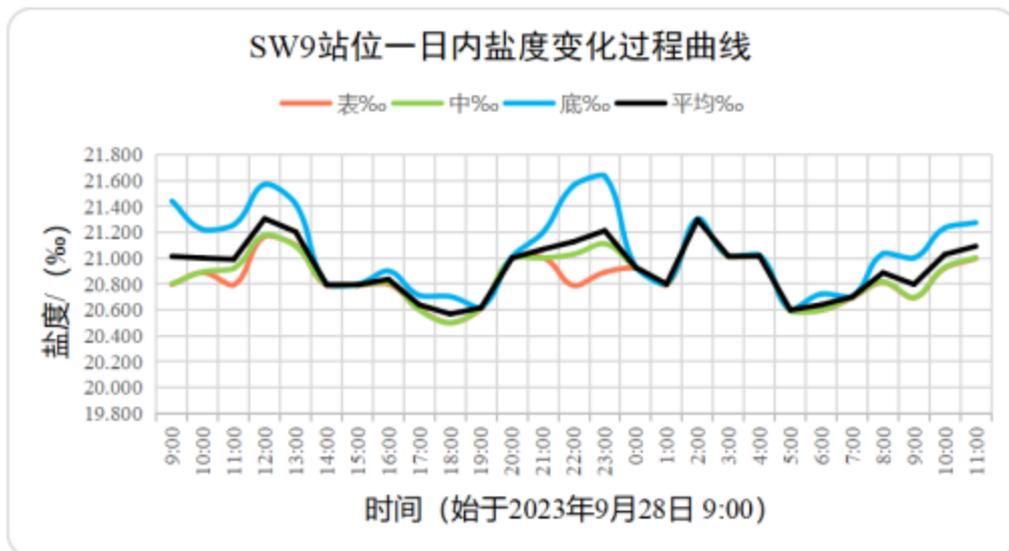


图 3.2.2-101 湛江附近海域观测期间 SW9 水文站各层盐度过程曲线

(已省略)

图 3.2.2-102 湛江附近海域观测期间表层盐度空间分布

(已省略)

图 3.2.2-103 湛江附近海域观测期间中层盐度空间分布

(已省略)

图 3.2.2-104 湛江附近海域观测期间底层盐度空间分布

(已省略)

图 3.2.2-105 湛江附近海域观测期间垂线平均盐度空间分布

表 3.2.2-18 湛江附近海域观测期间各潮流站盐度特征值

(已省略)

盐度结果显示:

- 1) 时间序列上,各站位基本呈盐度随涨潮而增加,随落潮而减小的规律。
- 2) 在垂向上,各站在涨停与落平时刻附近盐度分层明显,其余时刻表、中和底三层盐度基本一致,说明混合的较好,未出现明显分层。
- 3) 从空间分布上,靠近外海的 SW6、SW8 和 SW9 站位盐度较高,而 SW1、SW2、SW4 和 SW7 受径流影响,盐度较低,盐度空间的变化范围大致为 16.2‰~24.3‰。

(9) 悬浮泥沙

含沙量的时空分布特征主要从时间(观测期间 27 小时)和空间(平面和垂向)两个方面去考量,首先需要指出的是,测区含沙量整体偏低,故各潮流各垂线之间含沙量的差异并不十分显著,本章节所比较的只是含沙量量值上的相对大小。各个测站含沙量时空分布特征进行如下阐述分析。

1) 实测悬移质含沙量出现频率统计

根据本次测验所获取的全部含沙量,首先,以 5mg/L 为一个递增级,分 8 个

含沙量区间，分别进行其出现频率的统计，结果如表 3.2.2-19 所示，同时，为了直观显示测区海域含沙量出现频率分布特征，在图 3.2.2-106 中绘制了观测期间各垂线含沙量出现频率直方堆积图。

由以下图表可知，总体上看，测区的含沙量较小，各测站的含沙量绝大部分在 30mg/L 以内，大于 30mg/L 的含沙量仅出现在 SW2 测站。各测站泥沙浓度主要集中在 5~15mg/L，最高占比为 63.0%（SW7 的 10~15mg/L 分级）。大于 25mg/L 的含沙量出现在 SW2、SW4 和 SW7 测站。

表 3.2.2-19 表 3.2.2-18 各测站含沙量出现频率统计表 (%)

含沙量分级 (mg/L)	测站号								
	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7	SW8	SW9
0~5mg/L	7.4%	25.9%	22.2%	3.7%	0.0%	0.0%	0.0%	3.7%	7.4%
5~10mg/L	48.1%	22.2%	59.3%	18.5%	40.7%	51.9%	18.5%	44.4%	55.6%
10~15mg/L	29.6%	22.2%	18.5%	40.7%	29.6%	37.0%	63.0%	25.9%	37.0%
15~20mg/L	7.4%	14.8%	0.0%	14.8%	25.9%	11.1%	14.8%	22.2%	0.0%
20~25mg/L	7.4%	7.4%	0.0%	14.8%	3.7%	0.0%	0.0%	3.7%	0.0%
25~30mg/L	0.0%	3.7%	0.0%	7.4%	0.0%	0.0%	3.7%	0.0%	0.0%
30~35mg/L	0.0%	3.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
>35mg/L	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

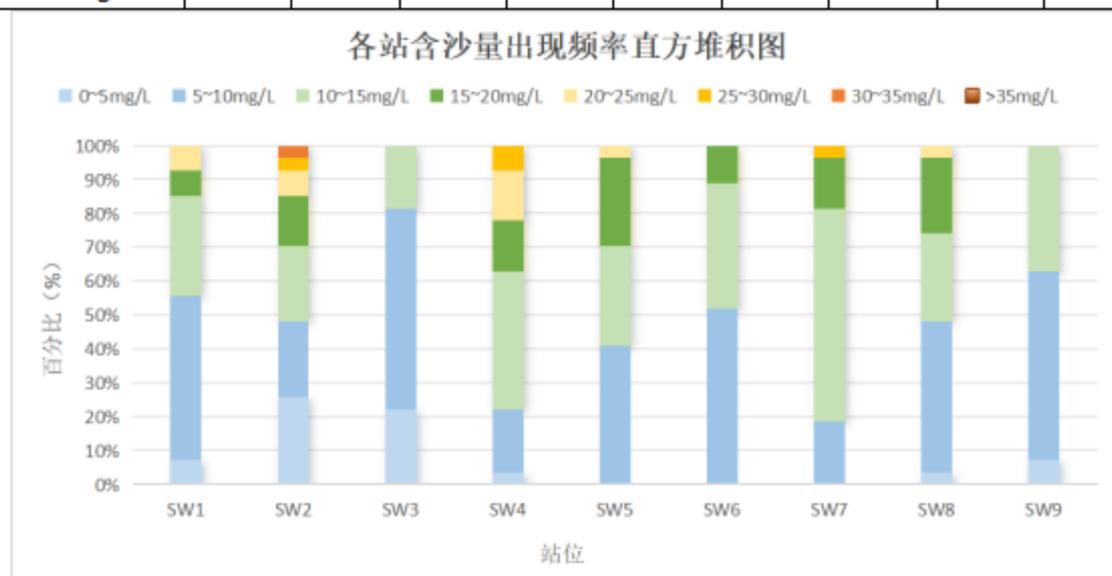


图 3.2.2-106 各测站含沙量出现频率直方堆积图

2) 含沙量的时间分布

由表 3.2.2-20 和图 3.2.2-107 可知，各测站的垂线平均含沙量介于 2.6~30.6mg/L 之间，测区的平均含沙量为 10.9mg/L。从各个站位的时间序列来看，各测站在 14:00、18:00、2:00 和 7:00 前后含沙量均明显上升。结合潮流特征分析可

知，在涨潮和落潮的潮流较大的时刻，水动力较强，使得泥沙再悬浮，导致含沙量上升。由此可见，含沙量在一定程度上与潮动力的强弱有着密切关系。

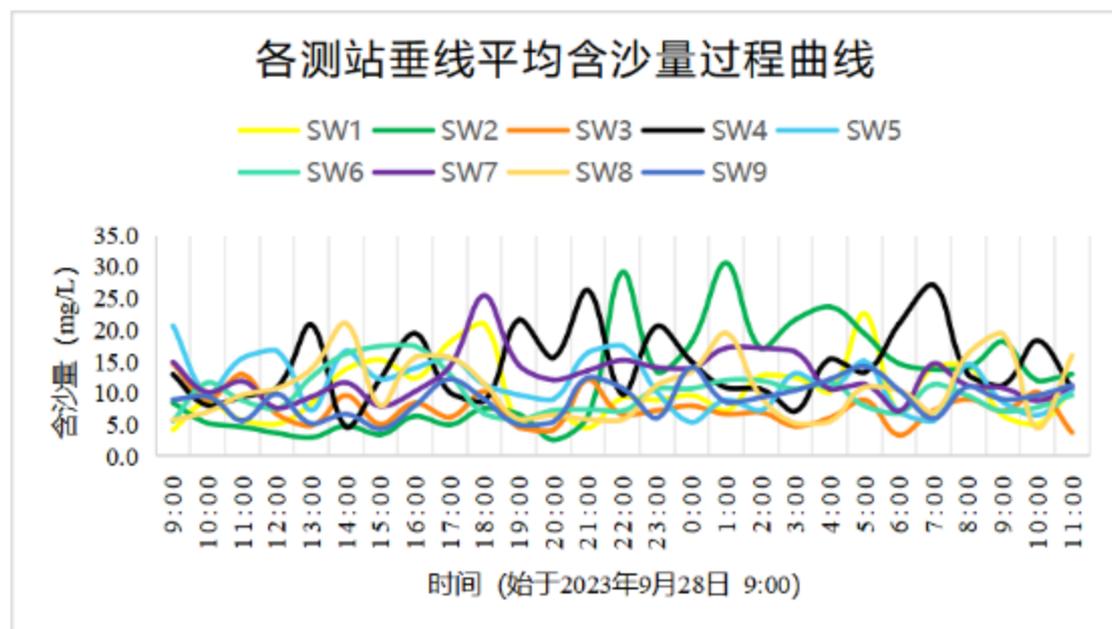


图 3.2.2-107 各测站垂线平均含沙量过程曲线

表 3.2.2-20 各测站分层含沙量特征值统计表（单位：mg/L）

测站	特征	层次			垂线平均
		表层	中层	底层	
SW1	最大值	20.6	36.8	32.6	22.5
	最小值	1.0	1.2	4.2	4.1
	平均值	7.8	9.7	13.5	10.3
SW2	最大值	25.6	37.1	40.6	30.6
	最小值	1.8	3.0	1.5	2.6
	平均值	10.1	14.2	11.9	12.0
SW3	最大值	15.9	14.1	20.2	14.6
	最小值	1.8	1.2	3.9	3.3
	平均值	5.9	6.3	10.4	7.5
SW4	最大值	29.9	42.2	33.3	27.1
	最小值	5.7	2.2	2.1	4.6
	平均值	14.6	14.6	13.4	14.2
SW5	最大值	27.7	24.6	24.3	20.6
	最小值	2.4	2.0	6.8	5.4
	平均值	9.6	11.5	13.9	11.7
SW6	最大值	15.5	28.2	21.8	17.4
	最小值	3.9	3.5	2.0	5.5
	平均值	9.1	11.0	10.1	10.1
SW7	最大值	24.8	18.9	41.5	25.4
	最小值	3.3	5.2	3.6	7.1

测站	特征	层次			
		表层	中层	底层	垂线平均
	平均值	10.4	10.3	17.3	12.7
SW8	最大值	33.9	36.3	30.2	21.0
	最小值	2.3	1.4	1.0	4.4
	平均值	10.1	10.2	12.0	10.8
SW9	最大值	19.0	15.7	16.9	14.2
	最小值	2.0	2.1	2.4	4.3
	平均值	8.7	9.7	8.8	9.1

3) 含沙量的平面分布

根据图 3.2.2-108~图 3.2.2-111 可知，测区各测站表、中、底和垂线平均的悬沙量（此处统计的是观测期间内的时间平均值）空间分布特征基本一致，SW4 含沙量最高。垂线平均的最大可达 17.3mg/L，出现在 SW7 站底层。含沙量较高的区域主要在湛江水道两侧的水深较浅的 SW2、SW4 和 SW7，可能因为观测期间处于雨季，雨水冲刷的泥沙未能及时排走。

（已省略）

图 3.2.2-108 各测站表层的平均含沙量水平分布

（已省略）

图 3.2.2-109 各测站中层的时间平均含沙量水平分布

（已省略）

图 3.2.2-110 各测站底层的时间平均含沙量水平分布

（已省略）

图 3.2.2-111 各测站垂线平均的时间平均含沙量水平分布

4) 含沙量的垂向分布

由图 3.2.2-112 可知，测区含沙量与潮流关系密切，基本表现为离岸较近的含沙量大。该区域的含沙量主要来源是由潮流冲刷导致的再悬浮。各个站位的垂向各层的泥沙浓度差距较小，SW1、SW2 和 SW7 再垂向上的差距较为明显，主要由于这些站位流速较小，混合相对较弱，导致泥沙在垂向上的分布不均匀。其余站

位，由于水深较浅和混合较好，使得各站在垂向上含沙量分布较均匀。

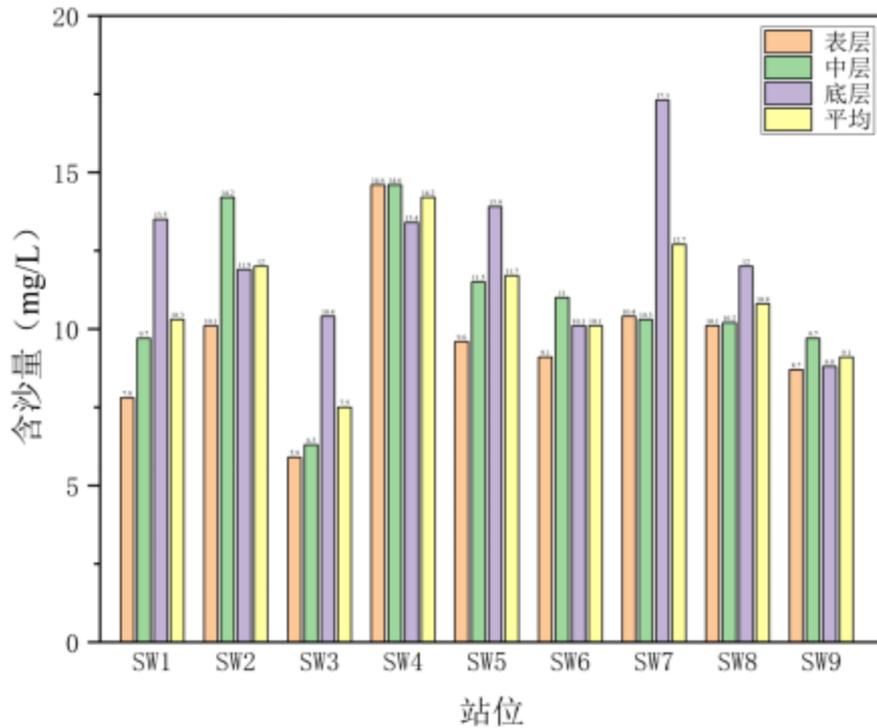


图 3.2.2-112 各测站分层平均含沙量垂向对比图

(10) 水深

图 3.2.2-113 绘制了各测站水深变化曲线。由于测站抛锚作业，水深受涨落潮影响显著，各站水深随涨落潮变化明显，分别在 16:00 和 5:00 左右水深最小，而 11:00、23:00 和 11:00 左右达到最大。各站中 SW2 站水深最浅，而 SW8 站水深最深。

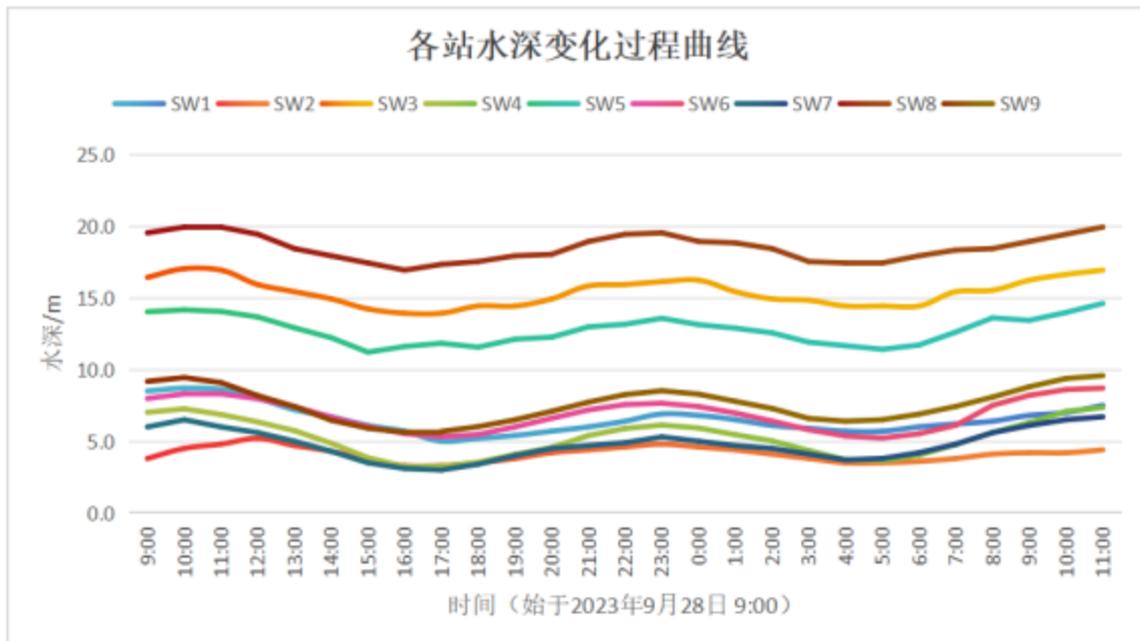


图 3.2.2-113 各测站水深变化过程曲线

(11) 气象要素

1) 气温

图 3.2.2-114 绘制了各测站气温的时间变化，图 3.2.2-115 绘制了各测站观测期间平均气温的空间分布。各测站气温在 4:00 左右为最低，而在 15:00 左右气温达到最大值，符合气温的变化规律。其中 SW9 站气温最高可达 33.2°C，为各站最高。各测站的平均气温 SW2 最高，SW4 最低，分别为 30.7°C和 28.5°C。

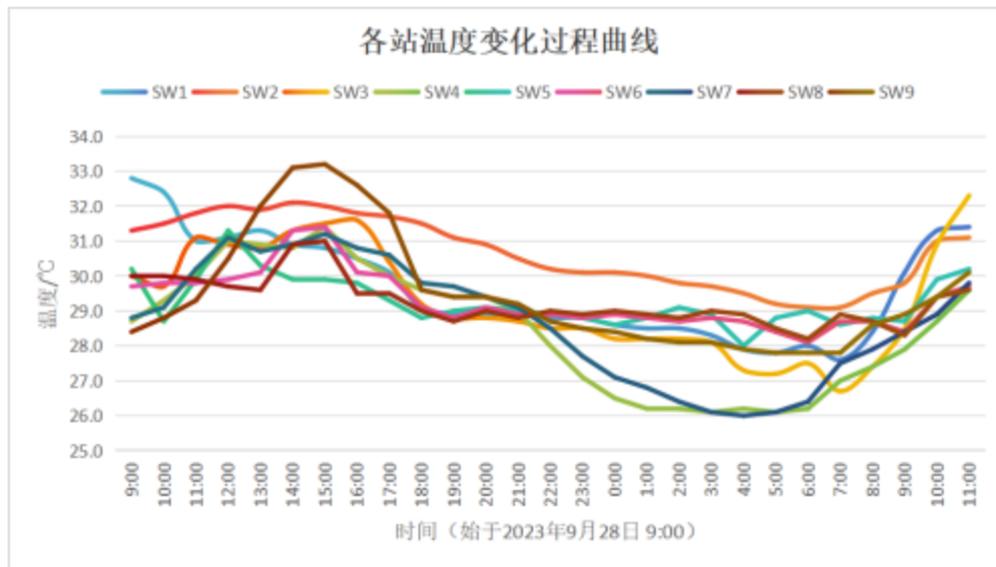


图 3.2.2-114 各测站气温时间序列
(已省略)

图 3.2.2-115 各测站平均气温水平分布

2) 气压

图 3.2.2-116 绘制了各测站气压的时间变化，图 3.2.2-117 绘制了各测站观测期间平均气压的空间分布。各测站气压在 16:00 和 4:00 左右为最低，而在 10:00 左右气压达到最大值，符合气压的变化规律。其中 SW2 站气压最高可达 1016hpa，为各站最高。各测站的平均气压 SW2 最高，SW9 最低，分别为 1012.9hpa 和 1010.0hpa。

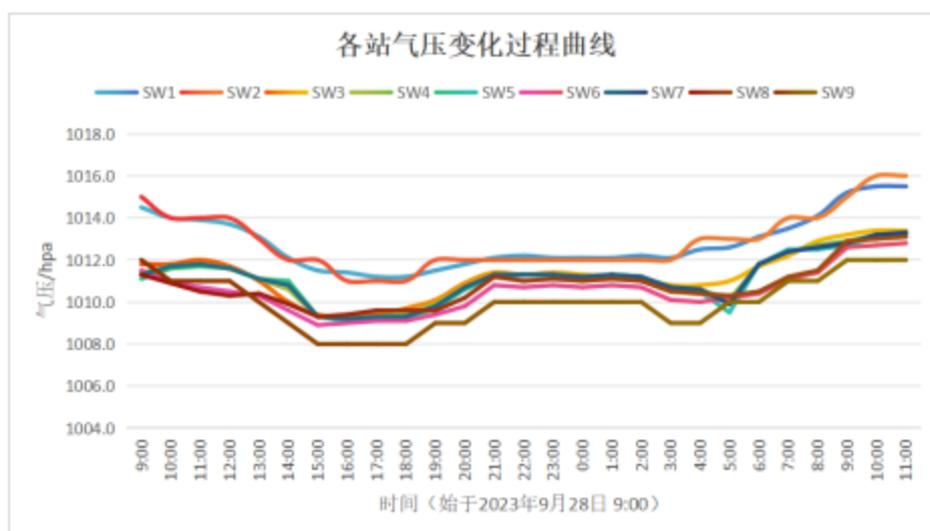


图 3.2.2-116 各测站气压时间序列
(已省略)

图 3.2.2-117 各测站平均气压水平分布

3) 湿度

图 3.2.2-118 绘制了各测站湿度的时间变化，图 3.2.2-119 绘制了各测站观测期间平均湿度的空间分布。各测站湿度随时间无明显的变化规律。各测站的平均湿度 SW8 最高，SW1 最低，分别为 84.6%和 70.7%。

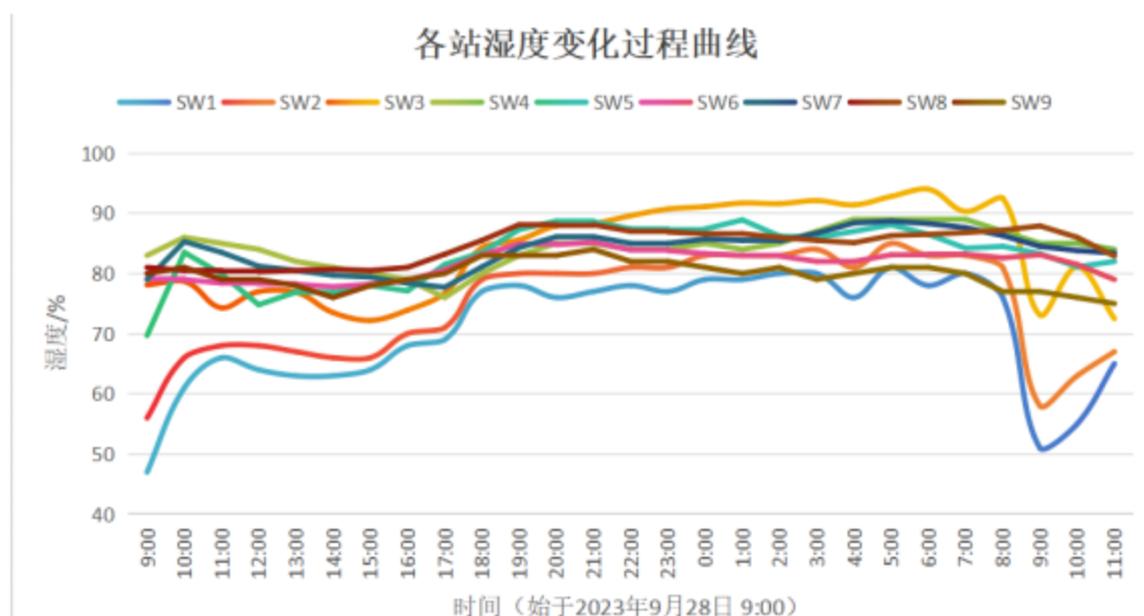


图 3.2.2-118 图 3.2.2-117 各测站湿度时间序列
(已省略)

图 3.2.2-119 图 3.2.2-118 各测站平均湿度水平分布

4) 风速风向

图 3.2.2-120 绘制了各个测站的风速风向玫瑰图。可以看到，观测期间各个测站均以东风为主，伴随着一定的东南风和西南风。风速最大的为 SW8，可达 7.4m/s。风速最小出现在 SW1，仅为 0.6m/s。

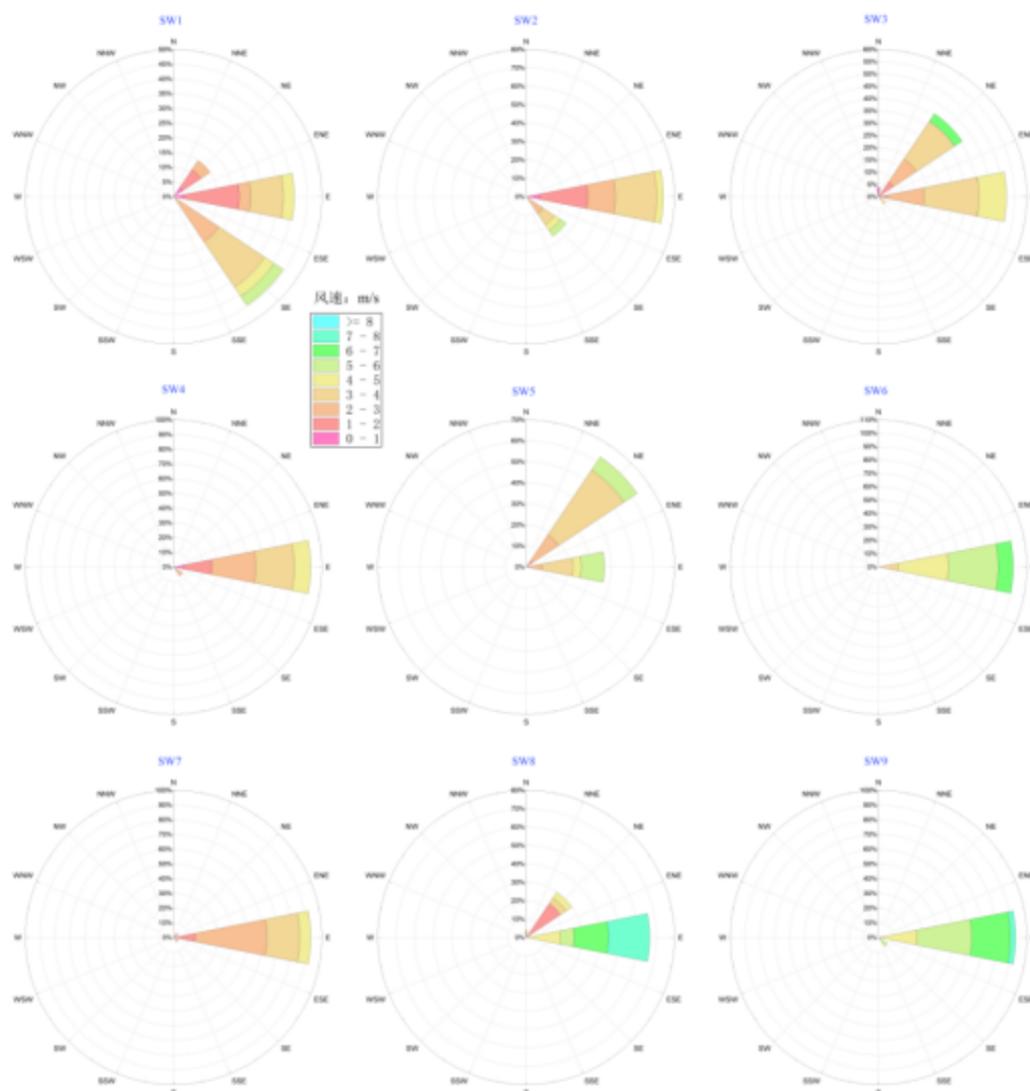


图 3.2.2-120 图 3.2.2-119 各测站风速风向玫瑰图

5) 海况

图 3.2.2-121 绘制了各测站海况的时间序列。其中，SW8 和 SW9 海况等级相对较高，基本维持在 2 级，而湾内的站位海况等级较低，为 1 级。总体而言，观测期间风速较小，导致海况也相对较好，均在 1 到 2 级之间变化。

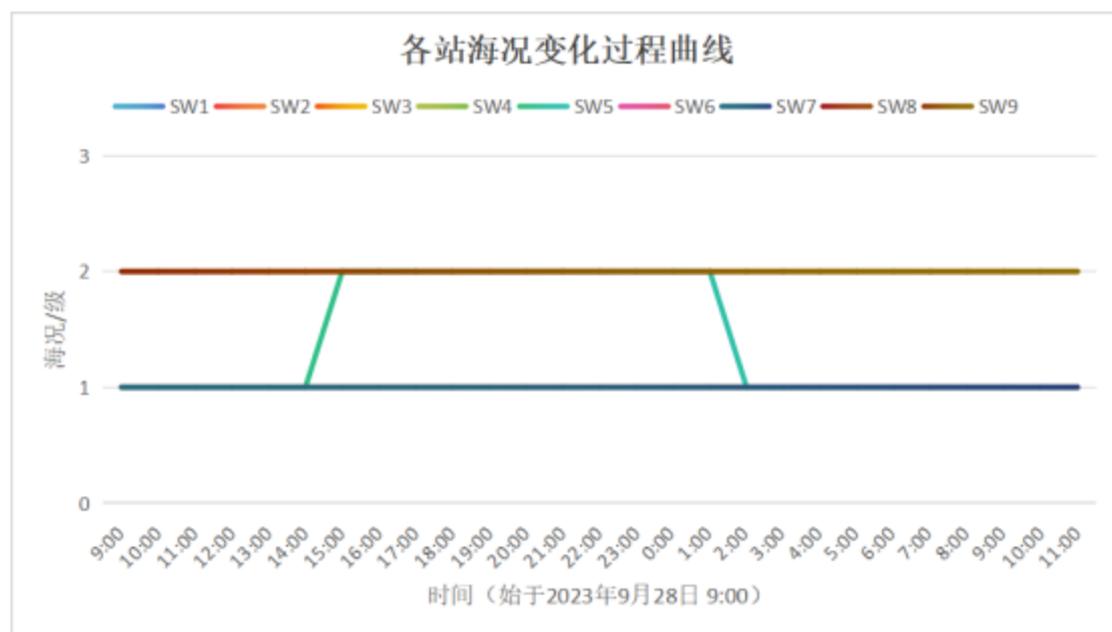


图 3.2.2-121 各测站海况时间序列

(12) 小结

1) 潮位

本次调查两个潮位站的潮汐变化有着较好的一致性和明显的规律，在一日内（约 24.8h）出现 2 次高潮、2 次低潮，呈现出一定的半日潮特征。

CX1 的最高潮位较 CX2 更高而最低潮位较 CX2 的更低，观测期间两个站位的最大潮差的差值为 0.31m，总体上两站 CX1 的潮差略大于 CX2 站位。

CX1 和 CX2 站在观测时间段内均表现为涨潮历时明显长于落潮历时的特征，呈现明显的涨落潮不对称性，且均为涨潮占主导，其中 CX1 站的涨、落潮历时差为 0.7h，CX2 站的涨、落潮历时差则为 1.4h。

各站表征潮汐性质的判据 $(HK1+HO1) / (HM2+HS2)$ 均处于 0.25-1.50，因此，测区的潮汐性质属不正规半日潮类型；受地形等影响，CX1 和 CX2 都有一定的潮波变形，其主要浅水分潮(M4)与主要半日分潮(M2)的振幅之比(HM4/HM2)均较小，说明两个站位的潮波变形程度基本一致。两个站位的主要浅水分潮 M4 和 M6 的振幅之和分别为 3.7cm 和 11.7cm，可见 CX2 站的浅海分潮的作用影响相对较大。

2) 潮流

结果表明，主航道附近的 SW1、SW3、SW5、SW6、SW8 潮流相对较强，而远离主航道的 SW2、SW4、SW7 和 SW9 站海域潮流相对较弱。各站位表中底三

层分布特征基本一致，潮流基本呈现往复流特性，流向基本沿着地形水道分布；潮流大小基本呈现从东侧的湾口向内递减，从主航道向两侧递减的趋势；各站表中底三层均表现出落潮流速大于涨潮流速的特点，呈现一定的涨落潮不对称性。

各个站均表现为最大涨潮流略小于落潮流，各站的最大流速出现在 SW8 的落潮时刻，流速可达 1.21m/s。各个站位表层、中层和底层的流速差别不大。

各站点以 M2 分潮为主导，浅水分潮 M4 和全日潮大小几乎相当，最大的全日潮、半日潮和浅水分潮均出现在 SW8 中层，振幅分别可达 21.72cm/s、92.61cm/s 和 21.92cm/s。总体而言，各个分潮在主航道附近相对较大，而在远离主航道的站位，由于受地形等影响，潮汐能量明显降低，各个分潮振幅也显著减弱。各潮流站主要分潮潮流流向主要顺着地形走向，往复流的特征较为明显。

3) 余流

结果显示，观测期间各潮流站余流大小在 0.23cm/s~12.89cm/s 之间，最大余流为潮流 SW1 站(表层, 12.89cm/s, 200.4°), 最小余流为潮流 SW5 站(中层, 0.23cm/s, 359.1°)。SW1、SW2、SW3、SW5 和 SW8 站各层的余流方向差距相对较大，其余站位各层的余流方向基本一致。SW4、SW5、SW7 站的平均余流指向湾内，其余站的平均余流指向湾外。

4) 温度

温度结果显示，从时间序列上，各站基本呈现随时间递减的趋势，基本在 9 月 28 日 18:00 左右达到温度最高，而在 9 月 29 日 5:00 左右为温度最低；其中，SW2 日变化最明显，温度差约 1.2°C，该站位水深较浅，热容量较小导致日变化差异大。在垂向上，各个站位表、中和底三层温度基本一致，说明各站位混合较好，温度未出现明显分层。从空间分布上，各站水温存在着由北向南降低的趋势。

5) 盐度

盐度结果显示，时间序列上，各站位基本呈盐度随涨潮而增加，随落潮而减小的规律。在垂向上，各站在涨停与落平时刻附近盐度分层明显，其余时刻表、中和底三层盐度基本一致，说明混合的较好，未出现明显分层。从空间分布上，靠近外海的 SW6、SW8 和 SW9 站位盐度较高，而 SW1、SW2、SW4 和 SW7 受径流影响，盐度较低，盐度空间的变化范围大致为 16.2‰~24.3‰。

6) 悬浮泥沙

总体上看，测区的含沙量较小，各测站的含沙量绝大部分在 30mg/L 以内，大

于 30mg/L 的含沙量仅出现在 SW2 测站。各测站泥沙浓度主要集中在 5~15mg/L，最高占比为 63.0%(SW7 的 10~15mg/L 分级)。大于 25mg/L 的含沙量出现在 SW2、SW4 和 SW7 测站。

各测站的垂线平均含沙量介于 2.6~30.6mg/L 之间，测区的平均含沙量为 10.9mg/L。从各个站位的时间序列来看，各测站在 14:00、18:00、2:00 和 7:00 前后含沙量均明显上升。

各测站表、中、底和垂线平均的悬沙量空间分布特征基本一致，SW4 含沙量最高。垂线平均最大可达 17.3mg/L，出现在 SW7 站底层。

测区含沙量基本表现为离岸较近的含沙量大。该区域的含沙量主要来源是由潮流冲刷导致的再悬浮。各个站位的垂向各层的泥沙浓度差距较小，SW1、SW2 和 SW7 在垂向上的差距较为明显，其余站位，由于水深较浅和混合较好，使得各站在垂向上含沙量分布较均匀。

7) 水深

各站水深随涨落潮变化明显，在 16:00 和 5:00 左右水深最小，而 11:00、23:00 和 11:00 左右达到最大。各站中 SW2 站水深最浅，而 SW8 站水深最深。

8) 气象要素

各测站气温在 4:00 左右为最低，而在 15:00 左右气温达到最大值，符合气温的变化规律。其中 SW9 站气温最高可达 33.2°C，为各站最高。各测站的平均气温 SW2 最高，SW4 最低，分别为 30.7°C 和 28.5°C。

各测站气压在 16:00 和 4:00 左右为最低，而在 10:00 左右气压达到最大值，符合气压的变化规律。其中 SW2 站气压最高可达 1016hpa，为各站最高。各测站的平均气压 SW2 最高，SW9 最低，分别为 1012.9hpa 和 1010.0hpa。

各测站湿度随时间无明显的变化规律。各测站的平均湿度 SW8 最高，SW1 最低，分别为 84.6% 和 70.7%。

观测期间各个测站均以东风为主，伴随着一定的东南风和西南风。风速最大的为 SW8，可达 7.4m/s。风速最小出现在 SW1，仅为 0.6m/s。

观测海区 SW8 和 SW9 海况等级相对较高，基本维持在 2 级，而湾内的站位海况等级较低，为 1 级。总体而言，观测期间风速较小，导致海况也相对较好，均在 1 到 2 级之间变化。

3.2.3. 海洋地形地貌与冲淤

3.2.3.1. 地形地貌

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 270km²。

(已省略)

图 3.2.3-1 湛江湾地形示意图

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，二级地貌单元分为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。

(已省略)

图 3.2.3-2 湛江港海底地貌类型图（詹文欢等，1996 年）

3.2.3.2. 湛江湾内冲淤变化

从 1995 与 2002 年（见下图）0m、-2m、-5m、-10m、-20m 等深线变化可以看出，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。西部浅滩区 0m 等深线呈向深水区推进之势，但幅度不大，其中湾顶处最大推进距离为 120m，年均均为 17m 左右。根据 1995~2002 年水深对比，12 年间浅滩地形总淤积厚度为 0.20m，折合年均均为 1.7cm。

(已省略)

图 3.2.3-3 工程区附近等深线变化对比图（1995-2006 年，底图为 2006 年）

另外，根据东海岛北部海区 1995-2006 年的海图叠加对比，可见，在 12 年间，0m 等深线在东头山岛以及特呈岛区域整体上比较稳定，东头山岛区域仅东南侧少部分受到冲刷，蚀退幅度为 28-269m 之间；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，变化不大，而其西侧 0m 等深线冲淤变化较明显，淤涨幅度为 76-512m，蚀退幅度为 64-700m。该海区 5m 等深线变化较小，仅表现在东头山岛西侧局部区域略有冲刷后退。海区 10m 等深线的冲淤变化主要体现在湛江湾东南侧区域，由于湛江湾东南沿岸潮流强度较大，加上波浪的共同作用，对海底斜坡冲刷，整体上 10m 等深线蚀退幅度为 40-150m。而对于海区的 20m、30m 等深线而言，其冲淤变化也基本集中在湛江湾东南区域内，20m 等深线处于略淤涨态势，淤涨幅度为 20-120m，30m 等深线蚀退幅度为 25-280m。

3.2.3.3. 实测水深地形

湛江市东海岛石化产业园区内 A、B 区填海工程实施后，与 B 区填海施工便道（本项目选址处）合围于后方海域形成一个半封闭式海湾。本次项目所在区域内水深地形进行一个实测，周边水深范围在 -4.68-4.55m 之间，具体见下图。

(已省略)

图 3.2.3-4 项目附近实测地形图

(已省略)

图 3.2.3-5 项目附近实测地形图（局部放大示意图）

3.2.3.4. 工程地质

（一）区域地质构造概述

区内经历了多期次构造运动，其中燕山运动规模最为宏伟，影响深远，形成了一系列大小不等、方向不一、性质不同的断裂构造，尤其是深、大断裂，对区域构造的发展起着重要的控制作用，与地震活动有着密切的关系。断裂的继承性活动，导致东西向断裂再一次复活，北东向断裂活动进一步加强，与此同时，形成了新生的北西向断裂和南海北部海域的北东东向断裂，从而奠定本区棋盘格状的基本构造轮廓。区域范围内主要发育有近东西向断裂、北东向断裂、北西向断裂构造，以及北东东向断裂。兹将各组断裂的基本特征简述如下。

（1）北东向断裂

区内的北东向断裂规模最宏伟，其中部分为切割硅镁层的深断裂，自西至东有：平南—龙州断裂带（1）、钦州—灵山断裂带（2）、合浦—北流断裂带（3）、信宜—廉江断裂带（4）、吴川—四会断裂带（5）、苍城—海陵断裂带（6）、鹤城—金鸡断裂带（7）、三灶—上下川岛断裂带（8）。

区内北东向断裂带控制地形地貌，是隆起和拗陷的分界线。断裂主要形成于印支期，强烈活动于燕山期，沿带岩浆活动强烈，形成一系列中新生代断陷盆地。

北东向断裂带与地震的关系密切，东南沿海地区的 MS4 级以上地震震中基本是沿北东向断裂呈条带状分布，表明北东向断裂是控制强震震中空间分布的主要构造。

（2）近东西向断裂

近东西向断裂横贯本区的中部，地表断续延长 70~150km。自北至南有：遂溪断裂带（10）、琼州海峡断裂带（11）、王五—文教断裂带（12），断裂深部延伸常常穿过基底，是深部构造的主要骨架。

断裂形成于加里东期，以后多次复活，挽近期以来仍有不同程度的活动，控制区内的隆起和拗陷以及大型花岗岩体的分布。

（3）北西向断裂

北西向断裂主要分布在沿海地区，由东至西有：镇海湾断裂带（13）、丰头河断裂带（14）、杨柑—沈塘断裂带（15）、铺前—清澜断裂带（16）、天尾—定安断裂带（17）。

北西向的断裂大多沿北西向水系或港湾分布，长约 80~150~300km，主要形成于燕山期或喜山期，现今仍有一定程度的活动，是延深最浅、形成最晚、活动新的一组断裂，往往成为发生地震的发震构造。经研究发现，东南沿海内陆地区不少地震断裂的破裂方向呈北西向，强震的极震区以及余震震中的分布也呈北西向，表明北西向断裂是中强震以至强震的重要发震构造。

（4）北东东向断裂

北东东向断裂以珠江口外盆地北缘断裂带（9）为代表。在重力图上南澎列岛—担杆列岛为正异常，异常值较大，在其南侧，则为大面积的负异常带，两者之间显示明显的北东东向重力梯度带。南海北缘断裂带是一条新生代较长时期内控制海陆交界的分界线，断裂北部陆地的珠江三角洲的新生界主要为陆相沉积，南部的珠江口外盆地，则沉积厚达 7000m 的上第三系和 250m 的第四系新生界海相沉积，地层等厚线呈北东东向分布。陆上的北东东向断裂延伸至海域均被该断裂带所阻截。

拟建场地距吴川—四会断裂带（5）距离较近，但场地未见明显断裂带，且断裂的活动期为燕山期及以前，进入全新世以来构造活动微弱，处于稳定时期，故对拟建项目影响较小。因而，本工程场地处于构造较稳定的地块。

（二）地层岩性特征

本次钻探控制最大深度为 55.30m，揭露土层从上至下主要有填土层（Q4ml）、第四系全新统海相沉积层（Q4m）及第四系下更新统湛江组海陆交互相沉积层（Q1mc）。按成因类型及岩土工程特性划分为 5 个主要单元层，4 个亚层。各土层岩性特征及分布特点分述如下：

（1）人工填土层（Q₄^{ml}）

第①层素填土：黄褐色、灰褐色、灰色、红色等，湿，松散，填以黏性土为主，局部含碎石块。据了解，该层堆填时间不超过 10 年，属于新近填土，该层各孔均有分布。层顶标高为 3.21~9.59m，层顶埋深均为 0.00m，厚度 2.80~8.90m，平均厚度 6.07m。该层共做标准贯入试验 184 次，标贯击数 N=2.0~6.0 击，平均标贯击数 3.8 击。

（2）第四系全新统海相沉积层（Q₄^m）

第②层淤泥：灰黑色、深灰色，流塑~软塑，含少量粉细砂及腐殖质，黏性较好，该层部分地段有分布（71 个孔）。层顶高程为 -4.29~1.90m，层顶埋深为

3.10~8.90m，厚度 0.90~7.60m，平均厚度 3.75m。该层共做标准贯入试验 75 次，标贯击数 $N_{63}=1.0\sim 4.0$ 击，平均标贯击数 2.5 击。根据室内土工试验结果，该层有机质含量 2.80~4.60%。

(已省略)

图 3.2.3-6 项目地理位置图

第②1层中砂：灰黑色、灰色，饱和，松散，级配一般，含少量黏粒及腐殖质，该层部分地段有分布（52 个孔）。层顶高程为 -4.09~0.41m，层顶埋深为 2.80~12.30m，厚度 0.90~4.70m，平均厚度 2.53m。该层共做标准贯入试验 45 次，标贯击数 $N_{63}=6.0\sim 10.0$ 击，平均标贯击数 7.9 击。

(3) 第四系下更新统湛江组海陆交互相沉积层 (Q_1^{mc})

第③层粉质黏土：黄色、浅灰色、红色等为主，可塑，含少量粉细砂，黏性较好。该层大部分地段有分布（67 个孔），层顶高程为 -10.81~-1.98m，层顶埋深为 6.40~15.10m，厚度 1.10~6.70m，平均厚度 2.55m。该层共做标准贯入试验 50 次，标贯击数 $N_{63}=6.0\sim 9.0$ 击，平均标贯击数 6.8 击。

第③1层中砂：黄色为主，饱和，松散~稍密，级配一般~较好，含少量黏粒。该层部分地段有分布（29 个孔），层顶高程为 -9.79~-2.61m，层顶埋深为 6.10~13.20m，厚度 0.60~8.20m，平均厚度 3.42m。该层共做标准贯入试验 31 次，标贯击数 $N_{63}=9.0\sim 15.0$ 击，平均标贯击数 11.9 击。

第④层黏土：灰色，可塑为主，间夹薄层粉砂，具水平层理，黏性好。该层各孔均有分布，局部未揭穿，层顶高程为 -15.31~-1.77m，层顶埋深为 6.00~18.80m，揭露厚度 5.50~15.00m，揭露平均厚度 10.11m。该层共做标准贯入试验 231 次，标贯击数 $N_{63}=5.0\sim 10.0$ 击，平均标贯击数 7.8 击。

第④1层中砂：灰色，饱和，稍密~中密，级配一般，含少量黏粒，局部夹薄层灰色黏土。该层部分地段有分布（29 个孔），部分钻孔未揭穿，层顶高程为 -15.82~-5.26m，层顶埋深为 10.80~24.30m，揭露厚度 0.60~4.60m，揭露平均厚度 2.45m。该层共做标准贯入试验 22 次，标贯击数 $N_{63}=11.0\sim 17.0$ 击，平均标贯击数 14.4 击。

第⑤层黏土：灰色，可塑~硬可塑，间夹薄层粉砂，局部夹薄层中砂，具水平层理，黏性好。该层仅在桥涵工程钻孔有揭露，部分钻孔未揭穿，层顶高程为 -25.36~-20.41m，层顶埋深为 24.30~29.40m，揭露厚度 12.80~19.90m，揭露平

均厚度 16.27m。该层共做标准贯入试验 65 次，标贯击数 $N_{63}=13.0\sim 25.0$ 击，平均标贯击数 18.0 击。

第⑤1层中砂：灰色，饱和，中密~密实，级配一般，含少量黏粒，局部夹薄层灰色黏土。该层仅在桥涵工程钻孔有揭露，部分钻孔未揭穿，层顶高程为 -33.31~-11.16m，层顶埋深为 15.20~39.50m，揭露厚度 10.40~27.30m，揭露平均厚度 15.05m。该层共做标准贯入试验 65 次，标贯击数 $N_{63}=19.0\sim 41.0$ 击，平均标贯击数 31.6 击。

（4）地震活动

其中 1950 年至 1970 年湛江市还未建立地震台，地震资料缺乏系统性和准确性，据记载，这 20 年间本市未发生过有感地震。1971~1990 年期间，在本市境内发生地震共 137 次，平均每年 10 次，其中有感地震 6 次。包括：徐闻曲界地震（1975 年 12 月 21 日，3.0 级）；廉江安铺地震（1976 年 8 月 4 日 6 时左右，3.4 级，震中烈度 5 度）；廉江吉水地震（1977 年 11 月 19 日 20:40，2.8 级）；流沙湾地震（1982 年 7 月 31 日 1:06，2.6 级）；徐闻东南海域地震（1985 年 3 月 20 日 15:07，3.2 级）；北部湾海域地震（1988 年 11 月 10 日 9:00 在广西东兴附近北部湾海域 40km 处发生 5.1 级地震、1995 年元旦前后发生在北部湾的 6.1 和 6.2 级地震、2008 年 1 月 31 日我市雷州湾近海发生 3.0 级地震。全市 5 县 4 区均有震感）。

综上所述，本工区地震活动相对较弱，活动频度较高。

（5）工程地质条件

根据《市政工程勘察规范》《岩土工程勘察规范》的相关规定，沿拟建场地沿线按约 25~50m 间距布置钻孔 84 个（钻孔编号 D39~D42、D123~D130、D243~D250、D250~D253），钻孔深度约 25m，Q17~Q26，钻孔深度约 55m，标准贯入试验孔（一般技术孔）32 个。由于拟建场地施工条件限制，同时经业主和设计单位同意，部分钻孔位置有所偏移，在分布有地表水的地段采取填筑施工便道进行施工，柱状图上的钻孔坐标及高程为实际钻孔位置的坐标及高程。

（三）场地稳定性评价及适宜性评价

勘察区构造稳定，主要为滨海滩涂和内海地貌，经人工填筑和吹填，大部分地段现地形基本平坦。经现场地质调查，勘察场区及附近为第四系松散沉积层覆盖，覆盖层厚度达数百米以上。根据地表踏勘及钻探揭露，本次勘察范围内及周边未发现滑坡、危岩崩塌、泥石流、采空区、地面沉降、活动断裂、孤石、断层、

构造破碎带、岩溶、土洞、古河道、古洞穴、防空洞等不良地质作用和对工程不利的埋藏物。场地稳定性较好，基本适宜本工程项目建设。

本次勘察在场地钻孔控制深度及范围内未发现影响场地稳定性的岩溶、滑坡、泥石流、危岩与崩塌、采空区、地面沉降等不良工程地质作用和地质灾害。勘察区构造稳定，主要为人工填筑和吹填形成，其分布及特点如下：

人工填土层：场地内局部地段分布有人工填土，堆填时间不超过 10 年，属于新近填土，填以黏性土为主，堆填方式主要为吹填和人工填筑填，均未经分选和分层压实，故均未完成自重固结，属于欠固结土。填土层一般具有土体中孔隙空洞多，土质松散，遇水易湿陷，具有高压缩性，稳定性较差，渗透性较强的特点。厚度一般在 2.80~8.90m 间。

软土：本场地内北部地段分布有第②层淤泥，该土层具有高压缩性、流变性和触变性的特点，属于软弱地层，地基易产生不均匀沉降，在强烈地震作用下还可能产生震陷，该土层厚度为 0.90~7.60m，平均厚度 3.75m。

对地基基础的影响：填土和软土：场地内分布的填土和软土薄厚多变，均匀性较差，工程性质差，极易产生地基不均匀沉降，未经处理加固，不宜作为天然地基持力层。

对管槽基坑工程的影响：填土和软土：填土和软土层自稳性能较差，天然状态下基本不适合放坡开挖，故需要采用适合有效的支护措施。

钻孔位置见图 3.2.3-7~图 3.2.3-9，工程地质剖面图见图 3.2.3-10~图 3.2.3-15 和钻孔柱状图见图 3.2.3-16~图 3.2.3-20。

（已省略）

图 3.2.3-7 钻孔位置平面图（1）

3.2.3-8 钻孔位置平面图（2）

图 3.2.3-9 钻孔位置平面图（3）

3.2.3-10 工程地质剖面图（4-4'）

图 3.2.3-11 工程地质剖面图（5-5'）

3.2.3-12 工程地质剖面图（6-6'）

图 3.2.3-13 工程地质剖面图（8-8'）

图 3.2.3-14 工程地质剖面图（9-9'）

3.2.3-15 工程地质剖面图（10-10'）

图 3.2.3-16 钻孔柱状图（Q17、Q18）

3.2.3-17 钻孔柱状图（Q19、Q20）

图 3.2.3-18 钻孔柱状图（Q21、Q22）

3.2.3-19 钻孔柱状图（Q23、Q24）

图 3.2.3-20 钻孔柱状图（Q25、Q26）

3.2.4. 海洋水质环境现状调查与评价

3.2.4.1. 调查概况

本次评价引用广州邦鑫海洋技术有限公司于 2023 年 3 月 24 日至 26 日、2023 年 11 月 29 日至 30 日在项目附近海域开展的海洋环境现状调查的结果，结合中国科学院南海海洋研究所于 2025 年 11 月开展的海洋沉积物补充调查。其中 2023 年春秋两季均布设海水水质调查站位 20 个，沉积物调查站位 10 个，海洋生态调查站位 15 个；2025 年 11 月布设沉积物站位 5 个，具体站位见表 3.2.4-1 和图 3.2.4-1。

表 3.2.4-1 海洋环境调查站位及监测内容（春季及秋季）
(已省略)

(已省略)

图 3.2.4-1 海洋环境调查站位布设图

现场监测采样按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）进行，海水盐度、水深、水温、pH 均为现场测定。其他水环境因子均用容积为 5L 的有机玻璃采水器采样，按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）规定的方法进行样品采集、保存和实验室分析测试。各项目的分析方法及检出限见下表。

表 3.2.4-2 水环境因子监测项目分析及检出限

检测项目	分析方法	分析仪器名称	方法检出限
盐度	盐度计法 GB17378.4—2007 (29.1)	实验室盐度计 HWYDA-1	---
水深	水深测量 GB/T12763.2—2007 (4.8)	测深仪 SM-5A	---
水温	表层水温表法 GB17378.4-2007 (25.1)	温度计	---
悬浮物	重量法 GB17378.4—2007 (27)	SQP 型电子天平 225D-1CN	---
pH 值	pH 计法 GB17378.4—2007 (26)	实验室 pH 计 PHSJ-4F	---

检测项目	分析方法	分析仪器名称	方法检出限
化学需氧量	碱性高锰酸钾法 GB17378.4—2007（32）	电子滴定器 Brand	---
硫化物	亚甲基蓝分光光度法 GB17378.4-2007（18.1）	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.2 μ g/L
氨氮	靛酚蓝分光光度法 GB17378.4-2007（36.1）	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	---
活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法 GB17378.4-2007（39.1）	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	---
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法 GB17378.4-2007（37）	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	---
硝酸盐	镉柱还原法 GB17378.4-2007（38.1）	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	---
溶解氧	碘量法 GB17378.4-2007（31）	电子滴定器 Brand	---
铜	无火焰原子吸收分光光度法 GB17378.4-2007（6.1）	原子吸收分光光度计 WFX-200	0.2 μ g/L
铅	无火焰原子吸收分光光度法 GB17378.4-2007（7.1）	原子吸收分光光度计 WFX-200	0.03 μ g/L
镉	无火焰原子吸收分光光度法 GB17378.4-2007（8.1）	原子吸收分光光度计 WFX-200	0.01 μ g/L
锌	火焰原子吸收分光光度法 GB17378.4-2007（9.1）	原子吸收分光光度计 WFX-200	3.1 μ g/L
砷	原子荧光法 GB17378.4-2007（11.1）	原子荧光光度计 AFS-8230	0.5 μ g/L
汞	原子荧光法 GB17378.4-2007（5.1）	原子荧光光度计 AFS-8230	0.007 μ g/L
铬	无火焰原子吸收分光光度法 GB17378.4-2007（10.1）	原子吸收分光光度计 WFX-200	0.4 μ g/L
石油类	紫外分光光度法 GB17378.4-2007（13.2）	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	3.5 μ g/L
氰化物	异烟酸-吡唑啉酮分光光度法 GB17378.4-2007（20.1）	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.5 μ g/L
挥发性酚	4-氨基安替比林分光光度法 GB17378.4-2007（19）	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	1.1 μ g/L
叶绿素 a	分光光度法 GB17378.7-2007（8.2）	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	---

3.2.4.2. 海洋水质评价标准和方法

(1) 评价标准

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》海洋功能分区，参考《海水水质标准》（GB3097-1997），各调查站位执行标准如下表所示。

表 3.2.4-3 各海洋功能区执行标准一览表

调查站位	功能区名称	执行标准
S01、S02、S03、S04、S05、 S06、S07、S08、S10、S13、 S14、S15、S16、S19、S20、 JM1、JM2、JM3	湛江港交通运输用海区	第四类标准
S11	湛江港特呈岛国家级海洋自然公园生态保护区	第一类标准
S12、S17	南三岛南部海洋预留区	逐级评价

注：《海水水质标准》（GB3097-1997），海水水质分为四类。

第一类 适用于海洋渔业水域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。

第二类 适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区。

第三类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第四类适用于海洋港口水域，海洋开发作业区。

(已省略)

图 3.2.4-2 调查站位与近岸海域叠加示意图

采用《海水水质标准》（GB3097-1997）对调查海域的海水水质进行评价。

表 3.2.4-4 海水水质标准单位：mg/L（pH 值除外）

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
2	溶解氧	>6	>5	>4	>3
3	悬浮物	人为增加量≤10		人为增加量≤100	人为增加量≤150
4	化学需氧量（COD _{Mn} ）	≤2	≤3	≤4	≤5
5	生化需氧量（BOD ₅ ）	≤1	≤3	≤4	≤5
6	无机氮（以 N 计）	≤0.20	≤0.30	≤0.40	≤0.50
7	活性磷酸盐（以 P 计）	≤0.015	≤0.030		≤0.045
8	汞	≤0.00005	≤0.0002		≤0.0005
9	镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010	
10	铅	≤0.001	≤0.005	≤0.010	≤0.050
11	砷	≤0.020	≤0.030	≤0.050	
12	铜	≤0.005	≤0.010	≤0.050	
13	锌	≤0.020	≤0.050	≤0.10	≤0.50
14	铬	≤0.005	≤0.01	≤0.02	≤0.05
15	总铬	≤0.05	≤0.10	≤0.20	≤0.50
16	硫化物（以 S 计）	≤0.02	≤0.05	≤0.1	≤0.25
17	挥发性酚	≤0.005		≤0.01	≤0.05
18	石油类	≤0.05		≤0.30	≤0.50

(2) 评价方法：质量标准指数

利用《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ2.3-2018）所推荐的单项水质参数法进行评价。

- 单项水质参数 i 在 j 中占的标准指数。

$$S_{ij}=C_{ij}/C_{sj}$$

式中： S_{ij} ：单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数；

C_{ij} ：污染物 i 在监测点 j 的浓度，mg/L；

C_{sj} ：水质参数 i 的海水水质标准，mg/L。

- DO 的标准指数为：

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

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

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

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_r —饱和溶解氧浓度，mg/L， $DO_r = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

S —实用盐度符号，量纲一；

T —水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

- pH 的标准指数为：

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

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

式中： $S_{pH,j}$ —pH 值的指数；

pH_j —测站评价因子的实测值；

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值；

pH_{su} —pH 评价标准的上限值。

水质参数的标准指数 > 1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

3.2.4.3. 海洋水质监测与评价结果

3.2.4.3.1. 春季调查结果

春季调查海域各水环境监测结果见表 3.2.4-5

5~表 3.2.4-6

6；环境质量指数见表 3.2.4-7

7~表 3.2.4-10。

S01、JM1、S02、JM2、S03、JM3、S04、S04-P、S08、S09、S10、S10-P、S13、S14、S15、S16、S18、S19、S20 属于湛江港交通运输用海区，该功能区海水水质执行第四类。所有站位均符合该功能区要求，满足海水水质第四类标准。

S05、S06、S07 属于南三河渔业用海区，该功能区海水水质执行第一类。除 S05、S06、S07 站位的 DO、无机氮、活性磷酸盐含量及 S05 站位的锌含量不符合该功能区要求，其他均符合该功能区要求。

S11 属于湛江港特呈岛国家级海洋自然公园生态保护区，该功能区海水水质执行第一类。除 S11 站位的锌含量不符合该功能区要求，其他海水水质评价因子均符合功能区要求，满足海水水质第一类标准。

S12、S17 属于南三岛南部海洋预留区，该功能区海水水质维持现状。除 S12、S17 站位的锌含量符合海水水质第二类标准外，其他均符合海水水质第一类执行标准。

3.2.4.3.2. 秋季调查结果

秋季调查海域各水环境监测结果见表 3.2.4-11~表 3.2.4-12；环境质量指数见表 3.2.4-13。

S01、JM1、S02、JM2、S03、JM3、S04、S04-P、S08、S09、S10、S10-P、S13、S14、S15、S16、S18、S19、S20 属于湛江港交通运输用海区，该功能区海水水质执行第四类。除 S01 站位表底层、S02 站位表底层、S03 站位底层、S04 站位表底层、S04-P 站位表底层、S09 站位、S16 站位底层的无机氮含量不符合该功能区要求，其它站位层次的无机氮含量均符合该功能区要求；除 S02 站位表层、S03 站位表层的溶解氧含量不符合该功能区要求，其它站位层次的溶解氧含量均符合该功能区要求。其他海水水质评价因子均符合功能区要求，满足海水水质第四类标准。

S05、S06、S07 属于南三河渔业用海区，该功能区海水水质执行第一类。除 S05 站位、S06 站位、S07 站位的 COD 含量不符合该功能区要求，其它站位层次的 COD 含量均符合该功能区要求；除 S05 站位、S06 站位的锌含量不符合该功能区要求，其它站位层次的锌含量均符合该功能区要求；除 S05 站位、S06 站位、S07 站位的无机氮含量不符合该功能区要求，其它站位层次的无机氮含量均符合该功能区要求；除 S06 站位的溶解氧含量不符合该功能区要求，其它站位层次的溶解氧含量均符合该功能区要求。其他海水水质评价因子均符合功能区要求，满足海水水质第一类标准。

S11 属于湛江港特呈岛国家级海洋自然公园生态保护区，该功能区海水水质执行第一类。除 S11 站位的锌含量不符合该功能区要求，其它站位层次的锌含量均符合该功能区要求；除 S11 站位的无机氮含量不符合该功能区要求，其它站位层次的无机氮含量均符合该功能区要求。其他海水水质评价因子均符合功能区要求，满足海水水质第一类标准。

S12、S17 属于南三岛南部海洋预留区，该功能区海水水质维持现状。S12 站位的活性磷酸盐含量及 S12 站位、S17 站位的锌含量符合海水水质第二类执行标准。S17 站位的无机氮含量符合海水水质第三类执行标准。S12 站位的无机氮含量符合海水水质第四类执行标准。其他站位均符合海水水质第一类执行标准。

超标的主要原因受地表径流和面源排放影响。

表 3.2.4-5 2023 年春季海水水质现状监测结果
(已省略)

表 3.2.4-6 2023 年春季海水水质现状监测结果
(已省略)

表 3.2.4-7 2023 年春季监测区海水环境质量标准指数（第一类海水水质标准）

表 3.2.4-8 2023 年春季监测区海水环境质量标准指数（第二类海水水质标准）

表 3.2.4-9 2023 年春季监测区海水环境质量标准指数（第三类海水水质标准）

表 3.2.4-10 2023 年春季监测区海水环境质量标准指数（第四类海水水质标准）

表 3.2.4-11 2023 年秋季海水水质现状监测结果

表 3.2.4-12 2023 年秋季海水水质现状监测结果

表 3.2.4-13 2023 年秋季监测区海水环境质量标准指数

表 3.2.4-14 海水水质各评价因子单项标准指数（维持现状）
(已省略)

3.2.5. 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

3.2.5.1. 沉积物质量调查概况

用抓斗式采泥器采样，取表层 20cm 的底泥，按《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）规定的方法进行样品的采集、运输与保存，按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）实验室分析测试。

表 3.2.5-1 沉积物环境因子监测项目分析及检出限

检测项目	分析方法	分析仪器名称	方法检出限
含水率	重量法 GB17378.5-2007 (19)	SQP 电子天平 225D-1CN	---
总汞	原子荧光法 GB17378.5-2007 (5.1)	原子荧光光度计 AFS-8230	0.002×10^{-6}
铜	火焰原子吸收分光光度法 GB17378.5-2007 (6.2)	原子吸收分光光度计 WFX-200	2.0×10^{-6}
铅	火焰原子吸收分光光度法 GB17378.5-2007 (7.2)	原子吸收分光光度计 WFX-200	3.0×10^{-6}
砷	原子荧光法 GB17378.5-2007 (11.1)	原子荧光光度计 AFS-8230	0.06×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度法 GB17378.5-2007 (9)	原子吸收分光光度计 WFX-200	6.0×10^{-6}
镉	火焰原子吸收分光光度法 GB17378.5-2007 (8.2)	原子吸收分光光度计 WFX-200	0.05×10^{-6}
总铬	二苯碳酰二肼分光光度法 GB17378.5-2007 (10.2)	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	2.0×10^{-6}
石油类	紫外分光光度法 GB17378.5-2007 (13.2)	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	3.0×10^{-6}
硫化物	亚甲基蓝分光光度法 GB17378.5-2007 (17.1)	紫外可见分光光度计 T6 新世纪	0.3×10^{-6}
有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法 GB17378.5-2007 (18.1)	电子滴定器 Brand	---

3.2.5.2. 海洋沉积物评价标准和方法

表 3.2.5-2 海洋沉积物质量标准（单位： $\times 10^{-6}$ ，干重，有机碳为%）

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	有机碳 \leq	2.0	3.0	4.0
2	石油类 \leq	500.0	1000.0	1500.0
3	硫化物 \leq	300.0	500.0	600.0

序号	项目	第一类	第二类	第三类
4	汞≤	0.20	0.50	1.0
5	砷≤	20.0	65.0	93.0
6	镉≤	0.50	1.50	5.00
7	铅≤	60.0	130.0	250.0
8	铜≤	35.0	100.0	200.0
9	锌≤	150.0	350.0	600.0
10	铬≤	80.0	150.0	270.0

按照《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），采用单项因子标准指数法进行评价。

$$Q_{ij}=C_{ij}/C_{oi}$$

式中： Q_{ij} ——站 j 评价因子 i 的标准指数；

C_{ij} ——站 j 评价因子 i 的实测值；

C_{oi} ——评价因子 i 的评价标准值。

3.2.5.3. 海洋沉积物监测与评价结果

3.2.5.3.1. 春季调查结果

S01、S03、S04、S08、S10、S13、S16、S19、S20 属于湛江港交通运输用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第三类。其中，S01、S03 站位的石油类超标，其他监测因子均符合该功能区要求；其余站点的所有监测因子均符合该功能区要求，满足海洋沉积物质量第三类标准要求。

S05 属于南三河渔业用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第一类。除 S05 站位的石油类含量不符合该功能区要求，其它站位的石油类含量均符合该功能区要求。其他海洋沉积物评价因子均符合功能区要求，满足海洋沉积物质量第一类标准。

表 3.2.5-3 春季沉积物环境各项指标监测结果

表 3.2.5-4 春季调查海域沉积物各因子质量标准指数（第一类标准）

表 3.2.5-5 春季调查海域沉积物各因子质量标准指数（第二类标准）

表 3.2.5-6 春季调查海域沉积物各因子质量标准指数（第三类标准）

（已省略）

3.2.5.3.2. 秋季调查结果

(1) 化学成分检测结果

S01、S03、S04、S08、S10、S13、S16、S19、S20、P1、P2 属于湛江港交通运输用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第三类，且所有站位的海洋沉积物评价因子均符合功能区要求。其中，S04、S08、S16、S19、S20、P2 站点的所有监测因子均满足海洋沉积物第一类质量标准；S01 站点除铜满足海洋沉积物第二类质量标准外，其他监测因子均满足海洋沉积物第一类质量标准；S03、P1 站点除硫化物满足海洋沉积物第二类标准外，其他监测因子均满足海洋沉积物第一类质量标准；S13 站点除石油类满足海洋沉积物第二类标准外，其他监测因子均满足海洋沉积物第一类质量标准。S10 站点除锌满足海洋沉积物第二类标准外，其他监测因子均满足海洋沉积物第一类质量标准。

S05 属于南三河渔业用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第一类。除S05 站位的石油类含量不符合该功能区要求，其它站位层次的石油类含量均符合该功能区要求。其他海洋沉积物评价因子均符合功能区要求，满足海洋沉积物质量第一类标准。

P3、P4、P5 属于东海岛北部工况通信用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第二类。所有站点的所有监测因子均满足海洋沉积物第一类质量标准，符合该功能区要求。

表 3.2.5-7 秋季沉积物环境各项指标监测结果

表 3.2.5-8 秋季调查海域沉积物各因子质量标准指数（第一类标准）

表 3.2.5-9 秋季调查海域沉积物各因子质量标准指数（第二类标准）

（已省略）

(2) 粒度分析

2025 年 11 月项目附近补测的沉积物粒度分析结果见下表。

表 3.2.5-10 秋季调查沉积物粒度调查结果一览表
(已省略)

3.2.6. 海洋生态现状调查与评价

3.2.6.1. 评价方法

(1) 采用能反映生物群落特征的指数，优势度 (Y)、多样性指数 (H')、均匀度 (J) 对浮游植物、浮游动物、潮间带生物以及大型底栖生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

$$\textcircled{1} \text{优势度 (Y)}: Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$$

$$\textcircled{2} \text{Shannon-Wiener 多样性指数}: H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

$$\textcircled{3} \text{Pielou 均匀度指数}: J = H' / H_{\max}$$

④丰富度指数 (D) :

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

式中： n_i ：第 i 种的个体数量 (ind/m^3)；

N ：某站总生物数量 (ind/m^3)；

f_i ：某种生物的出现频率 (%)；

S ：出现生物总种数；

$P_i = n_i / N$ ；

$H_{\max} = \log_2 S$ ，为最大多样性指数。

(2) 渔业资源中的资源密度的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区内的游泳动物资源密度，求算公式为：

$$S = y / a(1-E)$$

式中： S —资源密度 (kg/km^2 , ind/km^2)；

a —底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮纲长度的 $2/3$ ）；

y —平均渔获率 (kg/h , ind/h)；

E —逃逸率（取 0.5）。

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数

IRI，来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定优势种。*IRI* 计算公式为：

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

式中：*N*—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比；

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F—某一种类出现的站位数占调查总站位数的百分比。

(3) 海洋生物质量

贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)，鱼类、甲壳类和软体类等生物体内的污染物质执行《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)附录 C.1 其他海洋质量参考值，其中铬没有评价标准，因此不参与评价。

海洋生物污染物残留量评价方法采用单因子指数法。公式如下：

$$I_i = C_i/S_i$$

式中：*I_i*—*i* 项评价因子的标准指数；

C_i—*i* 项评价因子的实测值；

S_i—*i* 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 > 1，则表明该项生物质量已超过了规定的标准。

3.2.6.2. 春季调查结果

3.2.6.2.1. 叶绿素 a 与初级生产力

(1) 叶绿素 a

15 个调查站位表层水体叶绿素 a 的平均含量为 3.11mg/m³，变化范围在 0.44mg/m³~7.26mg/m³ 之间；最高值出现在 S08、S13 和 JM2 站位，为 7.26mg/m³；其次是 JM1 站位，表层水体叶绿素 a 的含量均为 6.82mg/m³；S19 站位表层水体叶绿素 a 的含量最低，为 0.44mg/m³。影响水体叶绿素 a 分布的因子较多，如非生物因子（潮汐、透明度、浊度、水深、盐度、无机营养盐等）和生物因子（浮游植物密度、浮游动物的摄食和海洋病毒的侵染等），只有深入测定各因子的参数，才能探讨其与叶绿素 a 含量分布状况之间的相关关系。

(2) 初级生产力

对初级生产力进行估算统计，根据水体透明度和表层叶绿素 a 含量估算得到的表层水体初级生产力范围在 $23.61\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ~ $580.47\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为 $216.39\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；其中以 S13 站位最高，为 $580.47\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；其次是 S08 站位，其初级生产力为 $532.10\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；S19 站位最低，为 $23.61\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。初级生产力反映出单位时间和单位面积内浮游植物的生产水平，受到光、温度、辐射、营养盐、浮游植物等多种生态因子的综合影响。

表 3.2.6-1 叶绿素 a 和初级生产力分布情况
(已省略)

3.2.6.2.2. 浮游植物

(1) 种类组成及分布

本次生态调查共鉴定出浮游植物 29 科 89 种(含变种、变型个别未定种的属)，隶属于硅藻、甲藻、蓝藻、绿藻、金藻和裸藻 6 大门类(附录 I)。各门类的种类数如图 3.2.6-1 所示，其中以硅藻门为主，有 14 科 67 种，占总种数的 75.28%；蓝藻门 4 科 6 种，占总种数的 6.74%；甲藻门 5 科 7 种，占总种数的 7.87%；绿藻门 4 科 4 种，占总种数的 4.49%；裸藻门 1 科 4 种，占总种数的 4.49%；金藻门 1 科 1 种，占总种数的 1.12%。

(已省略)

图 3.2.6-1 浮游植物门类组成情况

本次调查浮游植物种类数的空间分布如图 3.2.6-2 所示，其中 JM2 和 JM3 站位浮游植物的种类数最多(33 种)；其次是 S16 和 JM1 站位(32 种)；最少的是 S11 和 S20 站位(20 种)；其他站位的种类数在 23~30 种之间。

(已省略)

图 3.2.6-2 浮游植物种类数的空间分布

(2) 密度及分布

本次调查浮游植物密度的空间分布如表 3.2.6-2 所示，各调查站位浮游植物的

密度在 $10.95 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 2537.00 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均密度为 $616.26 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，其中硅藻门的平均密度最高，为 $601.05 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 97.53%；其次是甲藻门，平均密度为 $10.36 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 1.68%；裸藻门的平均密度为 $3.26 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 0.53%；其他门类的平均密度相对较低，在 $0.01 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 1.34 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间，占浮游植物平均密度的 0.0020%~0.22%。

在水平分布上，S13 站位浮游植物的密度最高，为 $2537.00 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ；JM3 站位次之，密度为 $2446.00 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ；S5 站位最低，密度为 $10.95 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ；其他站位的浮游植物密度在 $27.63 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 1264.00 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间。

表 3.2.6-2 浮游植物各门类密度的空间分布（单位： $\times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ）
(已省略)

(3) 优势种及分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查浮游植物的优势种有 8 种，分别是：佛氏海线藻 *Thalassionema frauenfeldii*、针杆藻 *Synedrassp*、强氏圆筛藻 *Coscinodiscus janischii*、劳氏角毛藻 *Chaetoceros lorentzianus*、旋链角毛藻 *Chaetoceros curvisetus*、拟旋链角毛藻 *Chaetoceros pseudocurvisetus*、派格棍形藻 *Bacillaria paxillifera* 和虹彩圆筛藻 *Coscinodiscus oculus-iridis*。其中虹彩圆筛藻的优势度最高（0.166），主要分布在 S3、S7、S8、S10、S16、S20、JM1 和 JM3 站位；第二优势种是派格棍形藻，其优势度为 0.126，主要分布在 S5、JM1、JM2 和 JM3 站位。

表 3.2.6-3 调查站位浮游植物优势种及栖息密度分布（ $\times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ）
(已省略)

(4) 多样性水平

各调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、丰富度指数 (D) 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如下表。调查海域浮游植物的多样性指数的平均值为 3.09，其中 S5 站位 (3.93) 的多样性指数最高，S16 站位 (3.79) 次之，S3 站位 (2.23) 最低，其他站位的多样性指数在 2.42~3.77 之间。

浮游植物丰富度指数的平均值为 1.78，其中 S4 站位 (2.31) 的丰富度指数

最高，S5 站位（2.24）次之，S13 站位（1.29）最低，其他站位的丰富度指数在 1.36~2.10 之间。

各调查站位浮游植物的均匀度指数的平均值为 0.66，其中 S5 站位最高(0.83)，S7 站位次之（0.79），S3 站位最低（0.49），其他站位的均匀度范围 0.53~0.76。

表 3.2.6-4 各站位浮游植物的多样性水平
(已省略)

(5) 小结

浮游植物是测量水质的指示生物，其丰富程度和群落组成结构的变化直接影响水体质量状况。本次浮游植物的调查结果显示，浮游植物种类有 6 门 29 科 89 种(含变种、变型及个别未定种的属)，硅藻门是主要的组成门类，占比为 75.28%，甲藻门次之，占比为 7.87%，其他门类种类数的相对占比较低。浮游植物平均密度为 $616.26 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，其中硅藻门的平均密度最高，蓝藻门次之，其他门类的平均密度相对较低。经计算，调查站位植物多样性指数的平均值为 3.09，最高值出现在 S5 站位（3.93），最低值出现在 S3 站位（2.23）；丰富度指数的平均值为 1.78，最高值出现在 S4 站位（2.31），最低值出现在 S13 站位（1.29）；均匀度指数的平均值为 0.66，最高值出现在 S5 站位（0.83），最低值出现在 S3 站位（0.49）。

3.2.6.2.3. 浮游动物

(1) 种类组成

经鉴定，本次调查海域发现浮游动物由 11 大类群组成，共计 40 种。各大类群的种类数如图 3.2.6-3 所示，其中最多浮游幼体，有 12 种，占浮游动物总种数的 30.0%；其次是桡足类，有 11 种，占浮游动物总种数的 27.5%；毛颚类和刺胞动物均有 3 种，各占种类组成的 7.5%；被囊类、樱虾类、枝角类和端足类各 2 种，占种类组成的 5.0%；涟虫类、栉水母和原生动物均只发现一种，各占种类组成的 2.5%。

(已省略)

图 3.2.6-3 调查海域浮游动物类群组成情况

(2) 密度及生物量分布

本次调查中，各站位的浮游动物密度差异较大，在 $1.08\sim 7366.44\text{ind}/\text{m}^3$ 之间，平均密度为 $712.83\text{ind}/\text{m}^3$ ，其中 S16 号站的浮游动物密度最高，为 $7366.44\text{ind}/\text{m}^3$ ；S19 号站次之，为 $1450.00\text{ind}/\text{m}^3$ ；S08 号站最低，密度仅为 $1.08\text{ind}/\text{m}^3$ 。各站位的浮游动物生物量的变化范围在 $0.96\sim 451.78\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，平均生物量为 $91.48\text{mg}/\text{m}^3$ ，最高值出现在 S16 号采样站，最低值出现在 S13 号采样站。

表 3.2.6-5 调查站位浮游动物密度和生物量

(已省略)

(3) 浮游动物主要类群分布

原生动物为本次浮游动物调查的主要组成类群。原生动物平均密度为 $590.00\text{ind}/\text{m}^3$ ，占浮游动物平均密度的 82.77%。其中 S16 号采样站密度最高，为 $7273.97\text{ind}/\text{m}^3$ ，其次是 S19 号采样站，密度为 $807.69\text{ind}/\text{m}^3$ 。

其他类群在本次调查中出现的数量较少，占浮游动物平均密度的 0.001%~6.57%。

表 3.2.6-6 浮游动物各类群栖息密度的空间分布（单位： ind/m^3 ）

(已省略)

(4) 优势种及其分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查海域浮游动物优势种共有 2 种，分别为鸟喙尖头蚤 *Peniliaavirostria* 和夜光虫 *Noctilucascintillans*；其中夜光虫的优势度最高，为 0.656，其在 S16 号站密度最高；第二优势种为鸟喙尖头蚤，其优势度为 0.028，最高密度出现在 S20 号站。

表 3.2.6-7 调查海域浮游动物优势种类及数量的空间分布（单位： ind/m^3 ）

(已省略)

(5) 多样性水平

调查海域浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、丰富度指数 (D) 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 3.2.6-8 所示。Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.11~3.06 之间，平均值为 1.78，最高值出现在 S01 号站，最低值出现在 S16 号站。

丰富度指数范围处于 0.22~39.02 之间，平均值为 6.04，最高值出现在 S08

号站，最低值出现在 S16 号站。

Pielou 均匀度指数变化范围在 0.07~0.99 之间，平均值为 0.55，最高值出现在 S05，最低值出现在 S16 号站。

表 3.2.6-8 调查海域浮游动物多样性水平
(已省略)

(6) 小结

浮游动物群落变化与环境因素密切相关，作为一项重要指标反映环境特征；同时作为主要的鱼类饲料，对海洋渔业具有重要意义。本次浮游动物调查结果显示，调查海域内浮游动物种类有 40 种，群落结构主要由原生动物组成；浮游动物平均密度和平均生物量分别为 $712.83\text{ind}/\text{m}^3$ 和 $91.48\text{mg}/\text{m}^3$ 。从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 2 个，最大优势种是夜光虫，优势地位突出；结合统计多样性水平，显示调查站位的多样性指数均值为 1.78，丰富度指数的平均值为 6.04，均匀度指数均值为 0.55。

3.2.6.2.4. 大型底栖生物

(1) 种类组成

本次调查采集到的大型底栖生物经鉴定共有 36 种，隶属 7 门 31 科。调查站位底栖生物的种类组成见图 3.2.6-4，其中出现种类最多的为环节动物和节肢动物，各有 11 种，各占底栖生物总种数的 30.56%，其次为软体动物（8 种），占总种数的 22.22%；脊索动物和绿藻门各有 2 种，各占总种数的 5.56%；棘皮动物和刺胞动物均只有 1 种，各占总种数的 2.78%。

(已省略)

图 3.2.6-4 大型底栖生物种类组成

本次调查站位大型底栖生物类群种数及空间分布情况如图 3.2.6-5 所示，不同站点采集的大型底栖生物种类数有所差异。JM1 站位发现大型底栖生物种类数最多，有 15 种；其次为 JM2 站位（10 种）；S11、S16 和 S20 站位未发现大型底栖生物；其他站位种类数在 1~8 种之间。

在本次调查中，环节动物在站位间的出现率最高，为 53.33%；其次为软体

动物，出现率为 46.67%；节肢动物出现率为 33.33%；刺胞动物和绿藻门的出现率均为 26.67%；棘皮动物出现率为 20.00%；脊索动物的出现率为 13.33%。

（已省略）

图 3.2.6-5 大型底栖生物种类组成的空间分布

（2）数量分布

调查站位大型底栖生物栖息密度分布如表 3.2.6-9 所示，绿藻门为群体生物，不参与栖息密度的计算。各站位密度范围为 $0.00\text{ind}/\text{m}^2\sim 108.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均栖息密度为 $26.40\text{ind}/\text{m}^2$ 。其中 JM1 站位大型底栖生物栖息密度最高，为 $108.00\text{ind}/\text{m}^2$ ；其次是 S01 站位，密度为 $60.00\text{ind}/\text{m}^2$ ；S11、S16 和 S20 站位均未发现大型底栖生物，其他站位的栖息密度在 $4.00\text{ind}/\text{m}^2\sim 52.00\text{ind}/\text{m}^2$ 。

调查站位大型底栖生物以软体动物为主要构成类群，平均栖息密度 $13.07\text{ind}/\text{m}^2$ ，占大型底栖生物平均栖息密度的比例为 49.49%；其次为环节动物，平均栖息密度 $5.07\text{ind}/\text{m}^2$ ，占大型底栖生物平均栖息密度的 19.19%；节肢动物平均栖息密度为 4.80，占大型底栖生物平均栖息密度的 18.18%；其他门类的平均栖息密度较低，在 $0.80\text{ind}/\text{m}^2\sim 1.60\text{ind}/\text{m}^2$ 之间，占大型底栖生物平均栖息密度的 3.03%~6.06%。

表 3.2.6-9 大型底栖生物各类群密度的空间分布（单位： ind/m^2 ）

（已省略）

本次调查站位大型底栖生物生物量分布如表 3.2.6-10 所示，各站位生物量变化范围为 $0.000\text{g}/\text{m}^2\sim 31.596\text{g}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $7.075\text{g}/\text{m}^2$ 。其中 JM1 站位大型底栖生物生物量最高，为 $31.596\text{g}/\text{m}^2$ ；S08 站位次之，为 $25.944\text{g}/\text{m}^2$ ；S11、S16 和 S20 站位均未发现大型底栖生物，其他站位的生物量在 $0.100\text{g}/\text{m}^2\sim 23.892\text{g}/\text{m}^2$ 之间。

调查站位以软体动物平均生物量最高，为 $3.579\text{g}/\text{m}^2$ ，占大型底栖动物平均生物量的 50.59%；其次为脊索动物（ $1.679\text{g}/\text{m}^2$ ），占大型底栖动物平均生物量的 23.74%；绿藻门的平均生物量为 $0.802\text{g}/\text{m}^2$ ，占大型底栖动物平均生物量的 11.33%；其他门类的平均生物量较低，在 $0.013\text{g}/\text{m}^2\sim 0.676\text{g}/\text{m}^2$ 之间，占大型底栖动物平均生物量的 0.18%~9.56%。

表 3.2.6-10 大型底栖生物各类群生物量的空间分布（单位： g/m^2 ）
（已省略）

（3）优势种及其分布

调查站位大型底栖生物优势种以优势度（ Y ） ≥ 0.02 为判断依据，本次调查的优势种有 2 种：剖刀鸭嘴蛤 *Laternulaboschasina* 和短竹蛭 *Solendunkerianus*。其中剖刀鸭嘴蛤的优势度为 0.074，主要分布在 S01、S08、JM1 和 JM3 站位；短竹蛭的优势度为 0.035，主要分布在 S8、JM1 和 JM3 站。

表 3.2.6-12 大型底栖生物优势种的空间分布（单位： ind/m^2 ）
（已省略）

（4）多样性水平

调查站位大型底栖生物 Shannon-Wiener 多样性指数（ H' ）、丰富度指数（ D ）和 Pielou 均匀度指数（ J ）如表 3.2.6-13 所示。在本次调查中，绿藻门为群体生物，不参与多样性水平计算；S11、S16 和 S20 站位未发现大型底栖生物，无法计算多样性指数。剩余站位的多样性指数范围在 0.00~3.41 之间；其中 JM1 站位的多样性指数最高，为 3.41，JM2 站位次之（3.18），S01、S07 和 S19 站位最低（0.00）。

绿藻门为群体生物，不参与丰富度水平计算；S11、S16 和 S20 站位未发现大型底栖生物，无法计算丰富度指数。剩余站位的丰富度指数范围在 0.00~2.99 之间；其中 JM1 站位的丰富度指数最高，为 2.99，JM2 站位次之（2.28），S01、S07 和 S19 站位最低（0.00）。

除去绿藻门类群体生物，S11、S16 和 S20 站位未发现大型底栖生物，S01、S07 和 S19 号站均只发现一种大型底栖生物，以上 6 个站位无法计算均匀度。剩余站位的均匀度指数在 0.63~1.00 之间，S05 和 S10 站位的均匀度指数最高（1.00），JM2 站位次之（0.96），S13 站位最低（0.63）。

表 3.2.6-13 大型底栖生物多样性水平
（已省略）

（5）小结

大型底栖生物群落是海洋生态系统重要的组成部分，对于环境变化较为敏感，具有较强的季节性变化，是反映水文、水质和底质变化的一项重要指标。本次大型底栖生物调查结果显示，调查站点内大型底栖生物的种类包含 7 大类群，共有

36种。调查站位大型底栖生物平均栖息密度为 $26.40\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $7.075\text{g}/\text{m}^2$ 。从种类组成特征来看，调查站点内优势种有2种：剖刀鸭嘴蛤和短竹蛭。经计算，多样性指数最高的是 JM1 站位（3.41）；丰富度指数最高的是 JM1 站位（2.99）；均匀度指数最高的是 S05 和 S10 站位（1.00）。

3.2.6.2.5. 潮间带生物

本次潮间带调查对 C1、C2 和 C3 三条潮间带断面进行调查，在每条断面的高、中、低潮带共设3个站点进行定量及定性样品采集。

1、潮间带生物定性分析

(1) 种类组成

调查断面定性采集到的潮间带生物经鉴定共有59种，隶属7门33科（附录IV）。各类群种类组成情况见图3.2.6-6，本次调查发现软体动物种类16科27种，占总种数的45.76%；节肢动物9科21种，占总种数的35.59%；绿藻门1科4种，占总种数的6.78%；环节动物3科3种，占总种数的5.08%；红藻门2科2种，占总种数的3.39%；刺胞动物和多孔动物均只有1科1种，各占总种数的1.69%。

（已省略）

图 3.2.6-6 潮间带生物定性种类组成

(2) 空间分布

本次定性调查断面潮间带生物类群种数及空间分布情况如图3.2.6-7所示。C1断面发现潮间带生物40种，其中软体动物19种，节肢动物13种，环节动物、红藻门和绿藻门各2种，刺胞动物和多孔动物各1种；C2断面发现潮间带生物20种，其中软体动物10种，节肢动物6种，绿藻门3种，环节动物1种；C3断面发现潮间带生物15种，其中软体动物8种，节肢动物6种，绿藻门1种。

（已省略）

图 3.2.6-7 调查断面潮间带生物种类组成空间分布

2、潮间带生物定量分析

(1) 种类组成和空间分布

调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有 52 种，隶属 7 门 30 科。各类群种类组成情况见图 3.2.6-8，本次调查发现软体动物种类 15 科 23 种，占总种数的 44.23%；节肢动物 7 科 19 种，占总种数的 36.54%；环节动物 3 科 3 种，占总种数的 5.77%；绿藻门 1 科 3 种，占总种数的 5.77%；红藻门 2 科 2 种，占总种数的 3.85%；刺胞动物和多孔动物均只有 1 科 1 种，各占总种数的 1.92%。

(已省略)

图 3.2.6-8 潮间带生物定量种类组成

本次定量调查断面潮间带生物类群种数及空间分布情况如图 3.2.6-9 所示。C1 断面发现潮间带生物 36 种，其中软体动物 17 种，节肢动物 11 种，环节动物、红藻门和绿藻门各 2 种，刺胞动物和多孔动物各 1 种；C2 断面发现潮间带生物 18 种，其中软体动物 9 种，节肢动物 6 种，绿藻门 2 种，环节动物 1 种；C3 断面发现潮间带生物 14 种，其中软体动物 7 种，节肢动物 6 种，绿藻门 1 种。

(已省略)

图 3.2.6-9 调查断面潮间带生物种类组成空间分布

(2) 潮间带栖息密度及生物量分布

a、栖息密度及生物量的组成

调查断面潮间带生物栖息密度及生物量见表 3.2.6-14，调查断面潮间带生物平均栖息密度为 $318.67\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $336.713\text{g}/\text{m}^2$ 。红藻门、绿藻门和多孔动物为群体生物，不参与栖息密度的计算，剩余类群在潮间带生物栖息密度的百分比组成中，软体动物总栖息密度为 $460.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总栖息密度的 48.12%；节肢动物总栖息密度为 $444.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总栖息密度的 46.44%；环节动物和刺胞动物的总栖息密度分别为 $36.00\text{ind}/\text{m}^2$ 和 $16.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总栖息密度的 3.77% 和 1.67%。

生物量组成方面，软体动物总生物量为 $652.692\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 64.61%；节肢动物总生物量为 $307.044\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 30.40%；其他类群的总生物量相对较低，在 $6.240\text{g}/\text{m}^2\sim 15.360\text{g}/\text{m}^2$ 之间，占总栖息密度的 0.62%~1.52%。

表 3.2.6-14 调查断面潮间带栖息密度及生物量的组成

(已省略)

b、栖息密度及生物量的垂直分布

调查断面潮间带栖息密度及生物量的垂直分布见表 3.2.6-15，在垂直分布上，绿藻门、红藻门和多孔动物为群体生物，不参与栖息密度的计算，剩余类群中的栖息密度方面，C1 断面表现为中潮带最高（248.00ind/m²），其次为低潮带（216.00ind/m²），高潮带最低（80.00ind/m²），即中潮带>低潮带>高潮带。C2 断面表现为低潮带最高（116.00ind/m²），其次为高潮带（72.00ind/m²），中潮带最低（60.00ind/m²），即低潮带>高潮带>中潮带。C3 断面表现为中潮带最高（84.00ind/m²），其次为高潮带和低潮带（均为 40.00ind/m²），即中潮带>高潮带=中潮带。

在生物量分布方面，C1 断面低潮带生物量最高（247.996g/m²），中潮带（134.316g/m²）次之，高潮带最低（93.016g/m²）。C2 断面中潮带生物量最高（163.956g/m²），低潮带（122.800g/m²）次之，高潮带最低（100.40g/m²）。C3 断面中潮带生物量最高（89.732g/m²），高潮带（38.764g/m²）次之，低潮带最低（19.520g/m²）。

表 3.2.6-15 调查断面潮间带栖息密度 (ind/m²) 及生物量 (g/m²) 的垂直分布
(已省略)

(3) 优势种组成

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 确定本次调查的优势种有 5 种：双齿相手蟹 *Sesarmabidens*、强壮藻钩虾 *Ampithoevalida*、珠带拟蟹守螺 *Cerithideacingulata*、石磺 *Onchidiumverruculatum* 和节织纹螺 *Nassariushepaticus*。其中珠带拟蟹守螺的优势度最高，为 0.088，本次调查主要分布于 C2 断面的低潮带和 C3 断面的中、低潮带。强壮藻钩虾的优势度为 0.046，本次调查主要分布于 C1 断面的中、低潮带。双齿相手蟹主要分布在 C2 断面的中、低潮带 C3 断面的高潮带。石磺主要分布在 C2 断面的高潮带。节织纹螺主要分布在 C1 断面的低潮带和 C3 断面的中、低潮带。

表 3.2.6-16 潮间带生物优势种及栖息密度 (ind/m²)
(已省略)

(4) 潮间带生物多样性指数

调查断面 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、丰富度指数 (D) 和 Pielou 均

均匀度指数 (J) 如表 3.2.6-17 所示 (群体生物不参与计算), 其中 C1 断面多样性指数最高 (4.10), C3 断面次之 (3.16), C2 断面最低 (2.81)。

C1 断面丰富度指数最高 (4.76), C2 断面次之 (2.72), C3 断面最低 (2.35);
C3 断面的均匀度指数最高 (0.85), C1 断面次之 (0.83), C2 断面最低 (0.70)。

表 3.2.6-17 调查断面潮间带生物多样性指数及均匀度
(已省略)

(5) 小结

本次潮间带生物调查结果显示, 定性调查发现潮间带生物的种类包含 7 大族群, 共有 59 种。定量调查发现潮间带生物 52 种, 隶属于 7 大门类。定量调查中, 潮间带生物的总平均栖息密度为 $318.67\text{ind}/\text{m}^2$, 总平均生物量为 $336.713\text{g}/\text{m}^2$ 。从种类组成特征来看, 调查断面优势种有 5 种, 其中珠带拟蟹守螺为第一优势种。经计算多样性指数均值为 3.36, 最高的为 C1 断面 (4.10), 最低的为 C2 断面 (2.81); 丰富度指数的平均值为 3.28, 最高的为 C1 断面 (4.76), 最低的为 C3 断面 (2.35); 均匀度指数均值为 0.79, 最高的为 C3 断面 (0.85), 最低的为 C2 断面 (0.70)。

3.2.6.2.6. 鱼卵与仔稚鱼

(1) 定性调查

鱼卵和仔稚鱼水平拖网调查共获得鱼卵 20417 粒, 仔稚鱼 4043 尾。经鉴定分析鱼卵共有 32 种, 隶属于 6 目 23 科 (附录 VI), 其中鲈形目有 18 种, 鲱形目有 7 种, 鲹形目有 3 种, 鳊形目有 2 种, 鲈形目和鳊形目各有 1 种。仔稚鱼有 21 种, 隶属于 5 目 19 科, 其中鲈形目有 13 种, 鲱形目有 4 种; 鲹形目有 2 种, 银汉鱼目和鳊形目各有 1 种。从数量上看, 鱼卵以鳊科的数量居多, 为 4446 粒, 占鱼卵总数量的 21.78%, 其次是鲱科 (3698 粒), 占鱼卵总数量的 18.11%; 仔稚鱼中鳊科的数量最多, 共 1510 尾, 占仔稚鱼总数量的 37.35%, 其次是银汉鱼科, 共 490 尾, 占仔稚鱼总数量的 12.12%。

各调查站位鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况如表 3.2.6-18 所示, 鱼卵在各个站位数量的变化范围为 6~7700 粒, 平均为 1361 粒, 最高值出现在 S10 号站, 其次是 S13 号站, S11 号站鱼卵数量最少; 仔稚鱼在各个站位数量的变化范围为 0~1340 粒, 平均为 270 尾, 最高值出现在 S03 号站, 其次是 S04 号站, S05 号

站未发现仔稚鱼。整个调查海区鱼卵和仔稚鱼采获总数量范围为 10ind~7960ind，平均为 1631ind，最高出现在 S10 号站位。

表 3.2.6-18 定性调查鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况
(已省略)

(2) 定量调查

定量调查共获得鱼卵 746 粒，仔稚鱼 80 尾。经鉴定分析鱼卵共有 16 种，隶属于 4 目 12 科（附录VII），其中鲈形目有 7 种，鲱形目有 5 种，鲾形目和鲱形目各有 2 种。仔稚鱼有 11 种，隶属于 4 目 10 科，其中鲈形目有 6 种，鲱形目有 3 种；银汉鱼目和鲱形目各有 1 种。从数量上看，鱼卵以鲱科的数量居多，为 183 粒，占鱼卵总数量的 24.53%，其次是鲾科（127 粒），占鱼卵总数量的 17.02%；仔稚鱼中鲱属的数量最多，共 21 尾，占仔稚鱼总数量的 26.25%，其次是银汉鱼属，共 17 尾，占仔稚鱼总数量的 21.25%。

各调查站位鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况如表 3.2.6-19 所示，鱼卵的平均密度为 5.319ind/m³，最高值出现在 S16 号站，为 28.082ind/m³；其次是 JM3 号站，其鱼卵密度为 8.748ind/m³，S05 号站未发现鱼卵。仔稚鱼的平均密度为 0.994ind/m³，最高值出现在 S16 号站，密度为 4.110ind/m³，其次是 S03 号站，密度为 2.370ind/m³，S05 号站未发现仔稚鱼。整个调查海区鱼卵和仔稚鱼采获总密度范围为 0.000ind/m³~32.192ind/m³，平均为 6.313ind/m³，最高出现在 S16 号站位。

表 3.2.6-19 定量调查鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况
(已省略)

(3) 小结

鱼卵、仔稚鱼是反映海域资源潜力和资源保持的重要指标，在海洋生态环境评估具有重要意义。本次鱼卵、仔稚鱼调查结果显示：定性调查发现鱼卵 32 种，仔稚鱼 21 种，各调查站位鱼卵和仔稚鱼的平均数量分别是 1361ind 和 270ind，总平均数量为 1631ind，最高值出现在 S10 号站；定量调查鱼卵 16 种，仔稚鱼 11 种，鱼卵和仔稚鱼的平均密度分别为 5.319ind/m³ 和 0.994ind/m³，总平均密度为 6.313ind/m³，最高值出现在 S16 号站。

3.2.6.2.7. 游泳动物

租用渔船在项目周边海域进行了游泳动物调查，调查均按照《海洋调查规范》及原中华人民共和国农业农村部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行。

(1) 游泳动物种类组成

本次调查捕获游泳动物共有 37 种，隶属于 2 大类群 16 科。调查海域出现物种种类统计结果见图 3.2.6-10，其中鱼类种类最多（25 种），占总种数的 67.57%；甲壳类 12 种，占总种数的 32.43%。

(已省略)

图 3.2.6-10 游泳动物类群组成

游泳动物种类空间分布如图 3.2.6-11 所示，各个站位发现游泳动物种类数差异较大，其中 S04 调查站位出现种类为 13 种，JM2 站位种类最少，为 5 种。从游泳动物组成情况来看，全部调查站位鱼类分布最多，甲壳类次之。本次调查中，鱼类、甲壳类出现率为 100%。

(已省略)

图 3.2.6-11 游泳动物种类空间分布

(2) 游泳动物数量及数量分布

本次调查站位的游泳动物渔获情况见表 3.2.6-20，游泳动物各站位平均渔获尾数和重量分别为 53ind/h 和 0.972kg/h；其中鱼类平均渔获尾数和重量分别为 45ind/h 和 0.796kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 84.94%和总平均重量的 81.86%；甲壳类各站位的平均渔获尾数和平均重量分别为 8ind/h 和 0.176kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 15.06%和总平均重量的 18.14%。

各站位渔获类群尾数和重量有所差异，其中鱼类在 S16 站位渔获尾数最多（134ind/h），在 S04 站位渔获重量最高（2.971kg/h）；甲壳类在 S13 站位渔获尾数最多（26ind/h），渔获重量在 S07 站位最高（0.537kg/h）。

表 3.2.6-20 各站位的渔获类群个体数（ind/h）和重量（kg/h）

(已省略)

（3）游泳动物幼体比例

本次调查幼体群体占有所有游泳生物群体的平均比例为 30.80%，渔获物中，鱼类幼体比例为 28.46%，虾类幼体比例为 32.14%，蟹类幼体比例为 34.29%，虾蛄类幼体比例为 28.57%。各类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例见下表。

表 3.2.6-21 游泳动物调查各站位幼体比例

（已省略）

表 3.2.6-22 游泳动物调查各类群幼体比例

（已省略）

（4）游泳动物资源密度

本次调查游泳动物重量资源密度分布如表 3.2.6-23 所示，各站位游泳动物重量资源密度介于 $123.69\text{kg}/\text{km}^2 \sim 357.39\text{kg}/\text{km}^2$ 之间，平均重量资源密度为 $209.94\text{kg}/\text{km}^2$ ；各站位游泳动物尾数资源密度介于 $7127.43\text{ind}/\text{km}^2 \sim 15982.72\text{ind}/\text{km}^2$ 之间，平均尾数资源密度为 $11375.09\text{ind}/\text{km}^2$ 。站位之间游泳动物资源密度差异较大，其中 S04 站位渔业资源重量密度最高（ $357.39\text{kg}/\text{km}^2$ ），S16 站位尾数资源密度最高（ $15982.72\text{ind}/\text{km}^2$ ），JM2 站位渔业资源重量密度最低（ $123.69\text{kg}/\text{km}^2$ ），JM1 站位尾数资源密度最低（ $7127.43\text{ind}/\text{km}^2$ ）。

表 3.2.6-23 各站位的游泳动物重量资源密度和尾数资源密度

（已省略）

（5）生态优势度

根据游泳动物密度指数（尾数、质量）和出现频率，采用 Pinkas 等提出的相对重要性指标（IRI）数值大小来确定游泳动物种类的重要性。根据相对重要性指标的大小，本调查依次将 IRI 值 >500 以上的物种确定为优势种，100~500 的为常见种，10~100 的为一般种，1~10 的为少见种，IRI 值小于 1 的为稀有种。通过分析，本次渔获优势种的相对重要性指数如表 3.2.6-24 所示。可以看出，本次拖网调查游泳动物的优势种为康氏侧带小公鱼 *Stolephorus commersonnii*、斑鰹 *Konosirus punctatus*、黄吻棱鯧 *Thyrsavitrrostris* 共 3 种，其中相对重要性指数最大的为康氏侧带小公鱼（IRI=7086.77），为本次调查第一优势种。

表 3.2.6-24 调查海域游泳动物优势种相对重要性指数

（已省略）

(6) 多样性水平

各站位游泳动物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围在 1.28~3.12 之间, 平均值为 2.23, 最高值出现在 S20 站位, 最低值出现在 S03 站位。丰富度指数 (D) 的平均值为 0.84, 其中 S04 站位 (1.28) 的丰富度指数最高, S20 站位 (1.23) 次之, JM2 站位 (0.45) 最低, 其他站位的丰富度指数在 0.45~1.28 之间。Pielou 均匀度指数 (J) 数值变化范围在 0.43~0.90 之间, 平均值为 0.71; 最高值出现在 S10 站位, 最低值出现在 S03 站位 (0.84)。

表 3.2.6-25 各站位生物多样性与均匀度指数
(已省略)

(5) 小结

渔业资源是海洋价值最直接的体现, 在海洋生态环境评估具有重要意义。本次游泳动物调查结果显示, 调查海域发现游泳动物种类有 37 种, 包含鱼类、甲壳类。调查站位游泳动物鱼类是最主要类群, 其次是甲壳类。渔获物中, 鱼类幼体比例为 28.46%, 虾类幼体比例为 32.14%, 蟹类幼体比例为 34.29%, 虾蛄类幼体比为 28.57%。渔业资源平均重量资源密度为 $209.94\text{kg}/\text{km}^2$, 平均尾数资源密度为 $11375.09\text{ind}/\text{km}^2$ 。从种类组成特征来看, 优势种有 3 个, 康氏侧带小公鱼资源最为丰富。经计算, 调查站位游泳动物多样性指数的平均值为 2.23, 最高值出现在 S20 站位; 丰富度指数的平均值为 0.84, 最高值出现在 S04 站位; 均匀度指数的平均值为 0.71, 最高值出现在 S10 站位。

3.2.6.2.8. 生物质量

本次生物质量调查结果见表 3.2.6-26, 其相应的质量指数见表 3.2.6-27。鱼类、甲壳类和软体类等生物体内的污染物质执行《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025) 附录 C.1 其他海洋质量参考值, 其中铬没有评价标准, 因此不参与评价。

调查结果显示, S03 调查站位内采集到的甲壳类的石油烃含量不符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025) 附录 C.1 中规定的生物质量标准, 最大超标倍数为 0.065, 超标率为 6.7%; 其余站位所有监测因子的评价指数均小于 1, 符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025) 附录

C.1 中规定的生物质量标准。S03 站位与本项目距离较远，该站位生物体中石油烃含量超标的原因可能是该区域船舶往来频繁。

表 3.2.6-26 生物体内各项指标的平均含量（湿重，单位：mg/kg）

（已省略）

表 3.2.6-27 生物体内各项指标的质量指数

（已省略）

注：“/”表示无相应的评价标准。

3.2.6.3. 秋季调查结果

3.2.6.3.1. 叶绿素 a 与初级生产力

（1）叶绿素 a

15 个调查站位表层水体叶绿素 a 的平均含量为 $1.73\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围在 $0.03\text{mg}/\text{m}^3\sim 4.58\text{mg}/\text{m}^3$ 之间；最高值出现在 S08 站位，为 $4.58\text{mg}/\text{m}^3$ ；其次是 JM2 站位，表层水体叶绿素 a 的含量 $3.66\text{mg}/\text{m}^3$ ；JM3 站位表层水体叶绿素 a 的含量最低，为 $0.03\text{mg}/\text{m}^3$ 。影响水体叶绿素 a 分布的因子较多，如非生物因子（潮汐、透明度、浊度、水深、盐度、无机营养盐等）和生物因子（浮游植物密度、浮游动物的摄食和海洋病毒的侵染等），只有深入测定各因子的参数，才能探讨其与叶绿素 a 含量分布状况之间的相关关系。

表 3.2.6-28 叶绿素 a 和初级生产力分布情况

（已省略）

（2）初级生产力

对初级生产力进行估算统计（表 3.2.6-28

），根据水体透明度和表层叶绿素 a 含量估算得到的表层水体初级生产力范围在 $1.29\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}\sim 183.00\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为 $88.33\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；其中以 S08 站位最高，为 $183.00\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；其次是 S04 站位，其初级生产力为 $182.94\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；JM3 站位最低，为 $1.29\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。初级生产力反映出单位时间和单位面积内浮游植物的生产水平，受到光、温度、辐射、营养盐、浮游植物等多种生态因子的综合影响。

3.2.6.3.2. 浮游动物

(1) 种类组成

经鉴定，本次调查海域发现浮游动物由 9 大类群组成，共计 48 种。各类群的种类数如下图所示，其中最多为桡足类，有 15 种，占浮游动物总种数的 31.25%；其次是浮游幼体，有 13 种，占浮游动物总种数的 27.08%；刺胞动物有 11 种，占浮游动物总种数的 22.92%；端足类有 3 种，占浮游动物总种数的 6.25%；毛颚类有 2 种，均占浮游动物总种数的 4.17%；被囊动物、栉板动物、樱虾类和原生动物各一种，均占浮游动物总种数的 2.08%。

(已省略)

图 3.2.6-12 浮游动物各类群组成情况

(2) 密度及生物量分布

本次调查中，各站位的浮游动物密度差异在 22.39~8810.00ind/m³ 之间，见表 3.2.6-29 所示，平均密度为 1189.58ind/m³，其中 S05 号站的浮游动物密度最高，为 8810.00ind/m³；S07 号站次之，为 6217.50ind/m³；S16 号站最低，密度仅为 22.39ind/m³。各站位的浮游动物生物量的变化范围在 2.85~399.58mg/m³ 之间，平均生物量为 127.61mg/m³，最高值出现在 JM3 号采样站，最低值出现在 S16 号采样站。

表 3.2.6-29 调查站位浮游动物密度和生物量

(已省略)

(3) 浮游动物主要类群分布

浮游动物各类群密度的空间分布如下表所示，桡，浮游幼体为本次浮游动物调查的主要组成类群。

浮游幼体平均密度为 1072.02ind/m³，占浮游动物平均密度的 90.12%。其中 S05 号采样站密度最高，为 8787.50ind/m³，密度最低的是 S16 号采样站，密度为 7.46ind/m³。

其他类群在本次调查中出现的数量较少，占浮游动物平均密度的 0.24%~2.29%。

表 3.2.6-30 浮游动物各类群栖息密度的空间分布（单位：ind/m³）

(已省略)

(4) 优势种及其分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查海域浮游动物优势种共有 1 种, 为藤壶六肢幼体 *Balanuslarvae*; 该优势种优势度为 0.887, 其在 S05 号站密度最高。优势种在各站位的密度分布及优势度见表 3.2.6-31。

表 3.2.6-31 浮游动物优势种类及密度的空间分布 (单位: ind/m³)

(已省略)

(5) 多样性水平

调查海域浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如下表所示。Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.05 ~ 3.34 之间, 平均值为 2.10, 最高值出现在 S20 号站, 最低值出现在 S05 号站。丰富度指数范围处于 0.88 ~ 4.66 之间, 平均值为 2.62, 最高值出现在 S01 号站, 最低值出现在 S05 号站。

Pielou 均匀度指数变化范围在 0.02 ~ 0.87 之间, 平均值为 0.54, 最高值出现在 S10, 最低值出现在 S05 号站。

表 3.2.6-32 浮游动物优势种类及密度的空间分布 (单位: ind/m³)

(已省略)

(6) 小结

浮游动物群落变化与环境因素密切相关, 作为一项重要指标反映环境特征; 同时作为主要的鱼类饲料, 对海洋渔业具有重要意义。本次浮游动物调查结果显示, 调查海域内浮游动物种类有 48 种, 群落结构主要由浮游幼体组成; 浮游动物平均密度和平均生物量分别为 1189.58 ind/m³ 和 127.61 mg/m³。从种类组成特征来看, 调查海域内优势种有 1 个, 优势种是藤壶六肢幼体, 优势地位突出; 结合统计多样性水平, 显示调查站位的多样性指数均值为 2.10, 丰富度指数的平均值为 2.62, 均匀度指数均值为 0.54。

3.2.6.3.3. 大型底栖生物

(1) 种类组成

本次调查采集到的大型底栖生物经鉴定共有 57 种, 隶属 9 门 47 科。调查站

位底栖生物的种类组成见图 3.2.6-13，其中出现种类最多的为环节动物，有 29 种，占底栖生物总种数的 50.88%；其次为节肢动物（18 种），占总种数的 31.58%；软体动物有 4 种，占总种数的 7.02%；棘皮动物、星虫动物、蠕虫动物、脊索动物、纽形动物和刺胞动物均只有 1 种，各占总种数的 1.75%。

（已省略）

图 3.2.6-13 大型底栖生物种类组成

本次调查站位内大型底栖生物类群种数及空间分布情况如图 3.2.6-14 所示。不同站点采集的大型底栖生物种类数有所差异。S11 站位发现大型底栖生物种类数最多，有 18 种；其次为 JM1 站位（16 种）；S04 站位未发现大型底栖生物；其他站位种类数在 2~11 种之间。

在本次调查中，环节动物在站位间的出现率最高，为 86.67%；其次为节肢动物，出现率为 80.00%；棘皮动物出现率为 40.00%；软体动物的出现率为 33.33%；刺胞动物、星虫动物、蠕虫动物、棘皮动物和纽形动物的出现率均为 6.67%。

（已省略）

图 3.2.6-14 大型底栖生物种类组成的空间分布

（2）数量分布

各调查站位大型底栖生物密度分布如表 3.2.6-33 所示，各站位密度范围为 0.00ind/m²~220.00ind/m²，平均栖息密度为 53.87ind/m²。其中 S11 站位大型底栖生物栖息密度最高，为 220.00ind/m²；其次是 JM1 站位，密度为 96.00ind/m²；S04 站位密度最低（0.00ind/m²），其他站位的栖息密度在 8.00ind/m²~84.00ind/m²。

调查站位大型底栖生物以环节动物为主要构成类群，平均栖息密度 25.60ind/m²，占大型底栖生物平均栖息密度的比例为 47.52%；其次为节肢动物，平均栖息密度 22.13ind/m²，占大型底栖生物平均栖息密度的 41.09%；棘皮动物平均栖息密度为 2.13ind/m²，占大型底栖生物平均栖息密度的 3.96%；其他门类的平均栖息密度在 0.27ind/m²~1.60ind/m² 之间，占大型底栖生物平均栖息密度的 0.50%~2.97%。

表 3.2.6-33 大型底栖生物各类群密度的空间分布（单位：ind/m²）

（已省略）

本次调查站位大型底栖生物生物量分布如表 3.2.6-34 所示，各站位生物量变化范围为 $0.000\text{g/m}^2\sim 5.172\text{g/m}^2$ ，平均生物量为 1.691g/m^2 。其中 S11 站位大型底栖生物生物量最高，为 5.172g/m^2 ；S20 站位次之，为 4.144g/m^2 ；S04 站位的生物量最低（ 0.000g/m^2 ），其他站位的生物量在 $0.116\text{g/m}^2\sim 3.016\text{g/m}^2$ 之间。

调查站位以节肢动物平均生物量最高，为 0.965g/m^2 ，占大型底栖动物平均生物量的 57.02%；其次为环节动物（ 0.239g/m^2 ），占大型底栖动物平均生物量的 14.13%；蠕虫动物的平均生物量为 0.182g/m^2 ，占大型底栖动物平均生物量的 10.77%；其他门类的平均生物量在 $0.007\text{g/m}^2\sim 0.166\text{g/m}^2$ 之间，占大型底栖动物平均生物量的 0.39%~9.81%。

表 3.2.6-34 调查站位大型底栖生物各类群生物量的空间分布（单位： g/m^2 ）
（已省略）

（3）优势种及其分布

调查站位大型底栖生物优势种以优势度（ Y ） ≥ 0.02 为判断依据，本次调查的优势种有 2 种：后稚虫 *Laonicecirrata* 和双眼钩虾属 *Ampelisca* sp.。其中后稚虫的优势度为 0.077，主要分布在 S01、S08、S13、JM1、JM2 和 JM3 站位；双眼钩虾属的优势度为 0.050，主要分布在 S11 和 JM3 站，各优势种的空间分布见下表。

表 3.2.6-35 大型底栖生物优势种的空间分布（单位： ind/m^2 ）
（已省略）

（4）多样性水平

调查站位大型底栖生物 Shannon-Wiener 多样性指数（ H' ）和 Pielou 均匀度指数（ J ）如表 3.2.6-36 所示。在本次调查中，S04 站位未发现大型底栖生物，无法计算多样性指数。其他站位的多样性指数范围在 1.00~3.83 之间，平均值为 2.57；其中 JM1 站位的多样性指数最高（3.83），S16 站位次之（3.46），S01 站位最低（1.00）。

S04 站位未发现大型底栖生物，无法计算丰富度指数。其他站位的丰富度指数范围在 0.48~3.29 之间，平均值为 1.96；其中 JM1 站位的丰富度指数最高（3.29），S11 站位次之（3.15），S01 站位最低（0.48）。

S04 站位未发现大型底栖生物，无法计算均匀度指数，剩余站位的均匀度指数在 0.79~1.00 之间，平均值为 0.95；S01、S03、S05、S16、S19 和 JM2 站位的

均匀度指数最高（均为 1.00），S10 站位次之（0.98），S13 站位最低（0.79）。

表 3.2.6-36 调查海域大型底栖生物多样性水平

（已省略）

（5）小结

大型底栖生物群落是海洋生态系统重要的组成部分，对于环境变化较为敏感，具有较强的季节性变化，是反映水文、水质和底质变化的一项重要指标。本次大型底栖生物调查结果显示，调查站点内大型底栖生物的种类包含 9 大类群，共有 57 种。调查站位大型底栖生物平均栖息密度为 $53.87\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $1.691\text{g}/\text{m}^2$ 。从种类组成特征来看，调查站点内优势种有 2 种：后稚虫和双眼钩虾属。S04 站位未发现大型底栖生物，无法计算多样性和均匀度指数，剩余站位多样性指数的平均值为 2.57，最高值出现在 JM1 站位（3.83）；丰富度指数的平均值为 1.96，最高值出现在 JM1 站位（3.29）；均匀度指数的平均值为 0.95，最高值出现在 S01、S03、S05、S16、S19 和 JM2 站位（1.00）。

3.2.6.3.4. 潮间带生物

本次潮间带调查对 C1、C2 和 C3 三条潮间带断面进行调查，在每条断面的高、中、低潮带共设 3 个站点进行定量及定性样品采集。

1、潮间带生物定性分析

（1）种类组成

调查断面定性采集到的潮间带生物经鉴定共有 28 种，隶属 5 门 14 科，本次调查发现节肢动物种类 6 科 15 种，占总种数的 53.57%；软体动物 5 科 9 种，占总种数的 32.14%；脊索动物 1 科 2 种，占总种数的 7.14%；环节动物和绿藻门均只有 1 科 1 种，各占总种数的 3.57%。

（已省略）

图 3.2.6-15 潮间带生物定性种类组成

（2）空间分布

本次定性调查断面潮间带生物类群种数及空间分布情况如图 3.2.6-16 所示。C1 断面发现潮间带生物 18 种，其中节肢动物 9 种，软体动物 6 种，脊索动物 2 种，绿藻门 1 种；C2 断面发现潮间带生物 13 种，其中节肢动物 7 种，软体动物

5 种，脊索动物 1 种；C3 断面发现潮间带生物 10 种，其中节肢动物 8 种，环节动物和脊索动物各 1 种。

(已省略)

图 3.2.6-16 调查断面潮间带生物种类组成空间分布

2、潮间带生物定量分析

(1) 种类组成和空间分布

调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有 23 种，隶属 3 门 10 科（附录 V）。各类群种类组成情况见图 3.2.6-17，本次调查发现节肢动物 5 科 14 种，占总种数的 60.87%；软体动物 4 科 7 种，占总种数的 30.43%；脊索动物 1 科 2 种，占总种数的 8.70%。

(已省略)

图 3.2.6-17 调查断面潮间带生物种类组成和空间分布

本次调查断面潮间带生物类群种数及空间分布情况如图 3.2.6-18 所示。C1 断面发现潮间带生物 15 种，其中节肢动物 8 种，软体动物 5 种，脊索动物 2 种；C2 断面发现潮间带生物 12 种，其中节肢动物 7 种，软体动物 4 种，脊索动物 1 种；C3 断面发现潮间带生物 9 种，其中节肢动物 8 种，脊索动物 1 种。

(已省略)

图 3.2.6-18 调查断面潮间带生物种类组成空间分布

(2) 潮间带栖息密度及生物量分布

a、栖息密度及生物量的组成

调查断面潮间带生物栖息密度及生物量见表 3.2.6-37，调查断面潮间带生物平均栖息密度为 $201.33\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $203.304\text{g}/\text{m}^2$ 。其中节肢动物总栖息密度为 $380.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总栖息密度的 62.91%；软体动物总栖息密度为 $140.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总栖息密度的 23.18%；脊索动物总栖息密度为 $84.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总栖息密度的 13.91%。

生物量组成方面，节肢动物总生物量为 $343.648\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 56.34%；软体动物总生物量为 $170.560\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的 27.96%；脊索动物的总生物量

为 95.704g/m^2 ，占总栖息密度的 15.69%。

表 3.2.6-37 调查断面潮间带栖息密度 (ind/m^2) 及生物量 (g/m^2) 的水平分布
(已省略)

b、栖息密度及生物量的垂直分布

调查断面潮间带栖息密度及生物量的垂直分布见表 3.2.6-38，在垂直分布上，C1 断面表现为高潮带最高 (84.00ind/m^2)，其次为中潮带 (72.00ind/m^2)，低潮带最低 (68.00ind/m^2)，即高潮带>中潮带>低潮带。C2 断面表现为高潮带和中潮带最高 (均为 76.00ind/m^2)，低潮带最低 (52.00ind/m^2)，即高潮带=中潮带>低潮带。C3 断面表现为低潮带最高 (72.00ind/m^2)，其次为高潮带 (60.00ind/m^2)，中潮带最低 (44.00ind/m^2)，即低潮带>高潮带>中潮带。

在生物量分布方面，C1 断面中潮带生物量最高 (125.008g/m^2)，低潮带 (65.652g/m^2) 次之，高潮带最低 (57.872g/m^2)。C2 断面中潮带生物量最高 (106.100g/m^2)，低潮带 (94.300g/m^2) 次之，高潮带最低 (88.084g/m^2)。C3 断面低潮带生物量最高 (35.132g/m^2)，中潮带 (24.492g/m^2) 次之，高潮带最低 (13.272g/m^2)。

表 3.2.6-38 调查断面潮间带栖息密度 (ind/m^2) 及生物量 (g/m^2) 的垂直分布
(已省略)

(3) 优势种组成

调查断面潮间带生物优势种以优势度 (Y) ≥ 0.02 为判断依据，本次调查的优势种有 5 种 (表 3.2.6-39)，少疣长方蟹 *Metaplastakahashii*、弹涂鱼 *Periophthalmus modestus*、斑点相手蟹 *Sesarmapictum*、珠带拟蟹守螺 *Cerithideacingulata*、四齿大额蟹 *Metopograpsus quadridentatus*、清白招潮 *Ucalactea* 和双齿相手蟹 *Sesarmabidens*。其中少疣长方蟹的优势度最高，为 0.1185，本次调查主要分布于 C1 和 C2 断面的高潮带、C3 断面的高、中、低潮带。弹涂鱼的优势度为 0.1177，本次调查主要分布于 C2 断面的高、低潮带和 C3 断面的高、中、低潮带。斑点相手蟹的优势度为 0.088，本次调查主要分布在 C1 断面的高、低潮带和 C2 断面的高、中、低潮带。

表 3.2.6-39 潮间带生物优势种及栖息密度 (ind/m^2)
(已省略)

(4) 潮间带生物多样性指数

调查断面 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) (见表 3.2.6-40) (群体生物不参与计算), 多样性指数的平均值为 3.02, 其中 C1 断面多样性指数最高 (3.35), C2 断面次之 (3.27), C3 断面最低 (2.46)。

丰富度指数的平均值为 2.07, 其中 C1 断面丰富度指数最高 (2.59), C2 断面次之 (2.07), C3 断面最低 (1.55)。

均匀度指数的平均值为 0.85, 其中 C2 断面的均匀度指数最高 (0.91), C1 断面次之 (0.86), C3 断面最低 (0.78)。

表 3.2.6-40 调查断面潮间带生物多样性指数及均匀度
(已省略)

(5) 小结

本次潮间带生物调查结果显示, 定性调查发现潮间带生物的种类包含 5 大类群, 共有 28 种。定量调查发现潮间带生物 23 种, 隶属于 3 大门类。定量调查中, 调查断面潮间带生物的平均栖息密度为 $201.33\text{ind}/\text{m}^2$, 平均生物量为 $203.304\text{g}/\text{m}^2$ 。从种类组成特征来看, 调查断面优势种有 7 种, 其中少疣长方蟹为第一优势种。经计算多样性指数的平均值为 3.02, 最高值出现在 C1 断面 (3.35); 丰富度指数的平均值为 2.07, 最高值出现在 C1 断面 (2.59); 均匀度指数的平均值为 0.85, 最高值出现在 C2 断面 (0.91)。

3.2.6.3.5. 浮游植物

(1) 种类组成及分布

本次生态调查共鉴定出浮游植物 18 科 56 种(含变种、变型个别未定种的属), 隶属于硅藻、甲藻、蓝藻、裸藻和定鞭藻 5 大门类。各门类的种类数如图 3.2.6-19 所示, 其中以硅藻门为主, 有 12 科 44 种, 占总种数的 78.57%; 甲藻门 3 科 7 种, 占总种数的 12.50%; 蓝藻门 1 科 1 种, 占总种数的 1.79%; 定鞭藻门 1 科 1 种, 占总种数的 1.79%; 裸藻门 1 科 3 种, 占总种数的 5.36%。

(已省略)

图 3.2.6-19 浮游植物门类组成情况

本次调查浮游植物种类数的空间分布如图 3.2.6-20 所示, 其中 S01、S13 和

S20 站位浮游植物的种类数最多（21 种）；其次是 S19 站位（19 种）；最少的是 S10 站位（12 种）；其他站位的种类数在 13~18 种之间。

（已省略）

图 3.2.6-20 浮游植物种类数的空间分布

（2）密度及分布

本次调查浮游植物密度的空间分布如表 3.2.6-41 所示，各调查站位浮游植物的密度在 $3238.91 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ~ $149355.00 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间，平均密度为 $43413.92 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，其中定鞭藻门的平均密度最高，为 $28871.92 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 66.50%；硅藻门次之，其平均密度为 $14287.40 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 32.91%；甲藻门的平均密度最低，为 $0.32 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 0.001%；蓝藻门和裸藻门的平均密度分别为 $171.30 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 和 $82.97 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 0.39%和 0.19%。

在水平分布上，S25 站位浮游植物的密度最高，为 $149355.00 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ；S13 站位次之，密度为 $95373.91 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ；S20 站位最低，密度为 $3238.91 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ；其他站位的浮游植物密度在 $7559.66 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ~ $70170.00 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间。

表 3.2.6-41 浮游植物各门类密度的空间分布（单位： $\times 10^4 \text{cells/m}^3$ ）

（已省略）

（3）优势种及分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查浮游植物的优势种有 5 种（见表 3.2.6-42），为中肋骨条藻，分别是：球形棕囊藻 *Phaeocystis globosa*、旋链角毛藻 *Chaetoceros curvisetus*、柔弱角毛藻 *Chaetoceros debilis*、冕孢角毛藻 *Chaetoceros diadema* 和聚生角毛藻 *Chaetoceros socialis*。其中球形棕囊藻的优势度最高，其优势度为 0.665，每个站位均有分布；第二优势种是柔弱角毛藻，其优势度为 0.166，主要分布在 S01、S03、S04、S05、S07、S08、S16、S19、JM2 和 JM3 站位。

表 3.2.6-42 调查站位浮游植物优势种及栖息密度分布（ $\times 10^4 \text{cells/m}^3$ ）

（已省略）

(4) 多样性水平

各调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、丰富度指数 (D) 和 Pielou 均匀度指数 (J) 表 3.2.6-43 所示。调查海域浮游植物的多样性指数的平均值为 1.54, 其中 S01 站位的多样性指数最高 (2.40), S05 站位次之 (2.27), S11 站位最低 (0.85), 其他站位的多样性指数在 0.94~2.25 之间。

丰富度指数的平均值为 0.79, 其中 S20 站位的丰富度指数最高 (1.16), S01 站位次之 (1.10), S10 站位最低 (0.52)。

均匀度指数的平均值为 0.39, 其中 S05 站位最高 (0.60), S04 站位次之 (0.59), S11 站位最低 (0.21), 其他站位的均匀度在 0.22~0.55 之间。

表 3.2.6-43 各站位浮游植物的多样性水平
(已省略)

(5) 小结

浮游植物是测量水质的指示生物, 其丰富程度和群落组成结构的变化直接影响水体质量状况。本次浮游植物的调查结果显示, 浮游植物种类有 5 门 18 科 56 种 (含变种、变型及个别未定种的属), 硅藻门是主要的组成门类, 占比为 78.57%, 甲藻门次之, 占比为 12.50%, 其他门类种类数的相对占比较低。浮游植物平均密度为 $43413.92 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 其中定鞭藻门的平均密度最高, 其他门类的平均密度相对较低。从种类组成特征来看, 本次调查的优势种有 5 种, 球形棕囊藻为第一优势种。经计算, 调查站位植物多样性指数的平均值为 1.54, 最高值出现在 S01 站位; 丰富的指数的平均值为 0.79, 最高值出现在 S20 站位; 均匀度指数的平均值为 0.39, 最高值出现在 S05 站位。

3.2.6.3.6. 鱼卵与仔稚鱼

(1) 定性调查

鱼卵和仔稚鱼水平拖网调查共获得鱼卵 363 粒, 仔稚鱼 45 尾。经鉴定分析鱼卵共有 11 种, 隶属于 4 目 10 科, 其中鲈形目有 7 种, 鲱形目有 2 种, 鲾形目和鳊形目各有 1 种。仔稚鱼有 5 种, 隶属于 3 目 5 科, 其中鲈形目和鲾形目均有 2 种, 鳊形目 1 种。从数量上看, 鱼卵以鳊科的数量最多, 为 107 粒, 占鱼卵总数量的 29.48%, 其次是鲷科, 数量为 77 粒, 占鱼卵总数量的 21.21%, 鳊科有

59粒，占鱼卵总数量的16.25%，小公鱼属有56粒，占鱼卵总数量的15.43%，其余种类鱼卵数量相对较低；仔稚鱼中鲷科的数量最多，共23尾，占仔稚鱼总数量的51.11%，其次是肩鳃鲷，共6尾，占仔稚鱼总数量的13.33%。

各调查站位鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况如表3.2.6-44所示，鱼卵在各个站位数量的变化范围为0~135粒，平均为24粒，最高值出现在S01号站，其次是S03号站，S08和S13号站未发现鱼卵；仔稚鱼在各个站位数量的变化范围为0~25尾，平均为3尾，最高值出现在S03号站，其次是S01号站，S08、S11、S13、S20、JM1、JM3等6个调查站位未发现仔稚鱼。整个调查海区鱼卵和仔稚鱼采获总数量范围为0ind~143ind，平均为27ind，最高出现在S01号站位。

表 3.2.6-44 定性调查鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况
(已省略)

(2) 定量调查

定量调查共获得鱼卵24粒，仔稚鱼3尾。经鉴定分析鱼卵共有6种，隶属于3目6科，其中鲈形目有4种，鲱形目和鲹形目各有1种。仔稚鱼有1种，为鲈形目的虾虎鱼科。从数量上看，鱼卵以鲷科的数量居多，为16粒，占鱼卵总数量的66.67%，其余种类鱼卵数量相对较低。

各调查站位鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况如下表所示，鱼卵的平均密度为0.994ind/m³，最高值出现在S19号站，为7.857ind/m³；其次是S16号站，其鱼卵密度为2.239ind/m³，S05、S07、S08、S10、S13、JM1、JM2、JM3等8个调查站位未发现鱼卵。仔稚鱼的平均密度为0.076ind/m³，最高值出现在S01号站，密度为0.758ind/m³，其次是S04号站，密度为0.385ind/m³，其余13个调查站位均未发现仔稚鱼。整个调查海区鱼卵和仔稚鱼采获总密度范围为0.000ind/m³~7.857ind/m³，平均为1.070ind/m³，最高出现在S19号站位。

表 3.2.6-45 定量调查鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况
(已省略)

(4) 小结

鱼卵、仔稚鱼是反映海域资源潜力和资源保持的重要指标，在海洋生态环境评估具有重要意义。本次鱼卵、仔稚鱼调查结果显示：定性调查发现鱼卵10种，仔稚鱼5种，各调查站位鱼卵和仔稚鱼的平均数量分别是24ind和3ind，总平均

数量为 27ind，最高值出现在 S01 号站；定量调查鱼卵 6 种，仔稚鱼 1 种，鱼卵和仔稚鱼的平均密度分别为 $0.994\text{ind}/\text{m}^3$ 和 $0.076\text{ind}/\text{m}^3$ ，总平均密度为 $1.070\text{ind}/\text{m}^3$ ，最高值出现在 S19 号站。

3.2.6.3.7. 游泳动物

租用渔船粤湛渔 08168 在项目周边海域进行了游泳动物调查，调查均按照《海洋调查规范》及原中华人民共和国农业农村部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行。

(1) 游泳动物种类组成

本次调查捕获游泳动物共有 43 种，调查海域出现物种种类统计结果见图 3.2.6-21，其中鱼类种类最多（28 种），占总种数的 65.12%；甲壳类 15 种，占总种数的 34.88%。

(已省略)

图 3.2.6-21 游泳动物类群组成

游泳动物种类空间分布如图 3.2.6-22 所示，各个断面发现游泳动物种类数差异不大，其中 S20 调查断面出现种类最多为 18 种，JM2 断面种类最少为 7 种。从游泳动物组成情况来看，全部调查断面鱼类分布最多，甲壳类次之。

本次调查中，鱼类、甲壳类出现率为 100%。

(已省略)

图 3.2.6-22 游泳动物种类空间分布

(2) 游泳动物数量及数量分布

游泳动物各断面平均每小时渔获尾数和重量分别为 $115\text{ind}/\text{h}$ 和 $2.251\text{kg}/\text{h}$ ；其中鱼类平均每小时渔获尾数和重量分别为 $85\text{ind}/\text{h}$ 和 $1.707\text{kg}/\text{h}$ ，分别占游泳动物总平均尾数的 74.48%和总平均重量的 75.94%；甲壳类各断面的平均每小时渔获尾数和平均重量分别为 $29\text{ind}/\text{h}$ 和 $0.543\text{kg}/\text{h}$ ，分别占游泳动物总平均尾数的 25.52%和总平均重量的 24.06%。

各断面每小时渔获类群尾数 (ind/h) 和重量 (kg/h) 有所差异，其中鱼类在 S10 断面每小时渔获尾数最多 ($114\text{ind}/\text{h}$)，在 S20 断面每小时渔获重量最高

(3.047kg/h)；甲壳类在 S11 断面每小时渔获尾数最多 (68ind/h)，每小时渔获重量在 S16 断面最高 (1.047kg/h)。

表 3.2.6-46 各断面的渔获类群个体数 (ind/h) 和重量 (kg/h)
(已省略)

(3) 游泳动物幼体比例

本次调查幼体群体占有游泳生物群体的平均比例为 29.41%。渔获物中，鱼类幼体比例为 28.01%，虾类幼体比例为 32.47%，蟹类幼体比例为 29.73%，虾蛄类幼体比例为 27.54%。各类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例见表 3.2.6-47，渔获物各种类幼体比例见表 3.2.6-48。

表 3.2.6-47 游泳动物调查各站位幼体比例
(已省略)

表 3.2.6-48 游泳动物调查各类群幼体比例
(已省略)

(4) 游泳动物密度

本次调查游泳动物重量资源密度分布如下表所示，各断面游泳动物重量资源密度介于 $81.33\text{kg}/\text{km}^2 \sim 406.56\text{kg}/\text{km}^2$ 之间，平均重量资源密度为 $243.083\text{kg}/\text{km}^2$ ；各断面游泳动物尾数资源密度介于 $6479.48\text{ind}/\text{km}^2 \sim 17926.57\text{ind}/\text{km}^2$ 之间，平均尾数资源密度为 $12368.611\text{ind}/\text{km}^2$ 。断面之间游泳动物资源密度差异较大，其中 S20 断面游泳动物重量密度最高 ($406.56\text{kg}/\text{km}^2$)，S16 断面尾数资源密度最高 ($17926.57\text{ind}/\text{km}^2$)，JM3 断面游泳动物重量密度最低 ($81.33\text{kg}/\text{km}^2$)，JM3 断面尾数资源密度亦最低 ($6479.48\text{ind}/\text{km}^2$)。

表 3.2.6-49 各断面游泳动物重量资源密度和尾数资源密度
(已省略)

(5) 生态优势度

根据游泳动物密度指数（尾数、质量）和出现频率，采用 Pinkas 等提出的相对重要性指标 (IRI) 数值大小来确定游泳动物种类的重要性。根据相对重要性指标的大小，本调查依次将 IRI 值 >500 以上的物种确定为优势种，100~500 的为常见种，10~100 的为一般种，1~10 的为少见种，IRI 值小于 1 的为稀有种。

通过分析，本次渔获优势种的相对重要性指数如下表所示（表 3.2.6-50）。可以看出，本次拖网调查游泳动物的优势种为康氏侧带小公鱼 *Stolephorus commersonnii*、黄吻棱鯧 *Thyrsavittirostris*、斑鰈 *Konosirus punctatus*、远洋梭子蟹 *Portunus pelagicus*，共 5 种，其中相对重要性指数最大的为康氏侧带小公鱼（IRI=4235.33），为本次调查第一优势种。

表 3.2.6-50 调查海域游泳动物优势种相对重要性指数
(已省略)

(5) 多样性水平

本次调查海域内各断面的多样性指数情况见表 3.2.6-51。各断面游泳动物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围在 1.85~3.69 之间，平均值为 2.84，最高值出现在 S11 断面 (3.69)，最低值出现在 S03 断面 (1.85)。丰富度指数 (D) 的平均值为 1.21，其中 S20 站位 (1.79) 的丰富度指数最高，S04 站位 (1.68) 次之，JM2 站位 (0.67) 最低，其他站位的丰富度指数在 0.78~1.54 之间。Pielou 均匀度指数 (J) 数值变化范围在 0.56~0.92 之间，平均值为 0.79；最高值出现在 S11 断面 (0.96)，最低值出现在 S03 断面 (0.56)。

表 3.2.6-51 各断面生物多样性与均匀度指数
(已省略)

(6) 小结

渔业资源是海洋价值最直接的体现，在海洋生态环境评估具有重要意义。本次游泳动物调查结果显示，调查海域发现游泳动物种类有 43 种，包含鱼类、甲壳类；调查站位游泳动物鱼类是最主要类群，其次是甲壳类。渔获物中，鱼类幼体比例为 28.01%，虾类幼体比例为 32.47%，蟹类幼体比例为 29.73%，虾蛄类幼体比为 27.54%。调查站位游泳动物平均重量资源密度为 243.083kg/km²，平均尾数资源密度为 12368.61 ind/km²。从种类组成特征来看，优势种有 4 个，康氏侧带小公鱼资源最为丰富，优势地位突出。经计算，调查断面游泳动物多样性指数的平均值为 2.84，最高值出现在 S11 断面；丰富度指数的平均值为 1.21，最高值出现在 S20 断面；均匀度指数的平均值为 0.79，最高值出现在 S11 断面。

3.2.6.3.8. 生物质量

本次鱼类、甲壳类和软体类等生物体内的污染物质执行《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1 其他海洋质量参考值，其中铬没有评价标准，因此不参与评价。

调查结果显示，部分调查站位内采集到的砷、石油烃含量不符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1 中规定的生物质量标准；其余站位所有监测因子的评价指数均小于 1，符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1 中规定的生物质量标准。生物体中石油烃和砷含量超标的原因可能是该区域船舶往来频繁。

表 3.2.6-52 生物体内各项指标的平均含量（湿重，单位：mg/kg）

（已省略）

表 3.2.6-53 生物体内各项指标的质量指数

（已省略）

注：“/”表示无相应的评价标准。

3.2.7. 红树林生态系统调查

3.2.7.1. 湛江市红树林分布情况

湛江沿海泥质滩涂是中国红树林的主要分布区之一。广东湛江红树林国家级自然保护区位于中国大陆最南端，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 $109^{\circ} 40' \sim 110^{\circ} 35'$ ，北纬 $20^{\circ} 14' \sim 21^{\circ} 35'$ 。据广东省林勘院调查，湛江市有红树林面积 7256.5 公顷，占全省红树林面积的 79.6%，占全国红树林面积的 32.9%，还有数千公顷的宜红树林地。

湛江红树林保护区自然资源十分丰富。有真红树和半红树植物 15 科 25 种，主要的伴生植物 14 科 21 种，是我国大陆海岸红树林种类最多的地区。其中分布最广、数量最多的为白骨壤、桐花树、红海榄、秋茄和木榄，主要森林植被群落有白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄纯林群落和白骨壤+桐花树、桐花树+秋茄、桐花树+红海榄等群落，林分郁闭度在 0.8 以上。记录有鸟类达 194 种，是广东省重要鸟区之一，列入国家重点保护名录的 7 种，广东省重点保护名录的 34 种，国家“三有”保护名录的 149 种，中日候鸟条约的 80 种，中澳候鸟条约的 34 种，中美候鸟条约的 50 种，濒危野生动植物国际贸易公约附录 I 的 1 种，附录 II 的 7 种，列入国际自然和自然资源保护联盟红色名录易危鸟类的 4 种。因此，保护区既是留鸟的栖息、繁殖地，又是候鸟的加油站、停留地，是国际候鸟主要通道之一。此外，贝类有 3 纲 41 科 76 属 130 种，鱼类有 15 目 60 科 100 属 139 种。贝类以帘蛤科种类最多，达 20 种；发现我国大陆沿海为首次记录的有皱纹文蛤、绿螂、帽无序织纹螺、鼬耳螺 4 种。鱼类以鲈形目居绝对优势，27 科 49 属 65 种。有重要经济价值的贝类 28 种、鱼类 32 种。红树林主要分布如下。

（已省略）

图 3.2.7-1 湛江市红树林分布情况

3.2.7.2. 项目附近红树林分布情况

（一）调查范围和站位

在湛江东海岛石化产业园区的红树林分布区布设 12 个红树林调查点位（M1-M12）。按照调查《红树林生态监测技术规程》（HY/T 081-2005）、《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第三部分：红树林》（T/CAOE 20.3-2020），分别在低、中、高带各布设一个 10*10m 样方（M1-M3），进行红树林植被状况调查，包括红树植物基径/胸径、株高、种类、密度、气生根类型及数量等；同时，在项目东侧区域设置 3 个幼苗调查样方，分别统计红树林幼苗数量及生长状况。调查站位详见图 3.2.7-2 和表 3.2.7-1。

（已省略）

图 3.2.7-2 红树林生态系统调查站位示意图

表 3.2.7-1 红树林样方站位信息表

（已省略）

（二）调查时间

本节资料采用中国科学院南海海洋研究所于 2026 年 1 月在项目附近开展的红树林生态系统调查。

（三）调查内容及方法

红树林样方内生态环境调查方法参考《红树林生态监测技术规程》（HY/T 081-2005）、《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第三部分：红树林》（T/CAOE 20.3-2020）。采样人员到达既定站位后（GPS 接收机定位及导航），样方调查负责人进行人员分工（指定各指标的负责人），然后各采样人员按照调查规范及本次调查实施方案同时进行前述调查指标的采集。

（1）调查项目

红树林样方内红树林植被调查内容主要包括红树林面积、分布、物种、植株密度、株高、胸径等以及伴生植物种类组成、数量及分布等。

（2）采样方法

红树林植被调查参考《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 3 部分：红树林》（T/CAOE 20.3-2020）执行。

红树林植被调查方法如下：

1) 红树林面积、分布采用遥感调查，具体按 T/CAOE20.1-2020 和 HY/T 081 规定执行。

2) 林带宽度为每个调查区块平均林带宽度，林带宽度按公式（1）式计算：

$$W = A/L$$

式中：W：为红树林林带宽度，单位为米（m）；

A：为调查区块红树林面积，单位为平方米（m²）；

L：为调查区块红树林岸线长度，单位为米（m）。

3) 红树林植被其他要素调查采用样方调查，根据以下不同植被类型设置不同样方进行调查：

a. 乔木型植被调查应设置 10 m×10 m 的调查样方，调查样方内成年植株和幼树（株高大于 1 m、小于 2 m，胸径小于 5 cm）的物种、数量、株高、胸径在样方中，布设 1 m×1 m 嵌套样方，记录样方内的幼苗（株高小于等于 1 m）和附生草本植物的物种、数量、株高，气生根的类型、数量。相关参数调查按 HY/T 081 规定执行；

b. 灌木型植被调查应设置 5 m×5 m 的调查样方，如植被茂密，可设置 2 m×2 m 调查样方，调查参数及调查方法同乔木型植被调查方法。

（四）红树林调查结果

（1）东海岛红树林种类组成

本次调查共记录真红树植物 4 科 5 种（表 3.2.7-2），其中本地种 3 种——白骨壤（*Avicennia marina*）、秋茄（*Kandelia obovata*）和红海榄（*Rhizophora stylosa*）；外来种 2 种——无瓣海桑（*Sonneratia apetala*）和拉关木（*Laguncularia racemosa*）。白骨壤群落占据绝对优势，覆盖面积超过 96%，平均密度达 5.63 ind/m²，拥有典型的指状呼吸根，气生根平均密度达 106 个/m²。白骨壤群落凭借其密集的呼吸根和强耐盐、耐淹的生理特性，在潮间带前沿形成连续带状分布，构成稳固的天然护岸屏障，并零星分布伴生少量秋茄、红海榄和外来种无瓣海桑、拉关木。此外，M4 至 M6 区域范围内，现有幼苗的离岸最近距离约 40m，向外有约 8 公顷的幼苗零星分布，大部分为白骨壤幼苗，幼苗平均密度为 0.66 ind/m²，平均胸径 0.57 cm，平均高度约 60 cm。

表 3.2.7-2 湛江东海岛石化产业园区红树林物种名录

(已省略)

(2) 湛江东海岛石化产业园区红树林群落结构与分布

东海岛调查记录的红树植物群落主要以白骨壤群落为主，占比超过 99%。此外还有零星分布的红海榄、秋茄群落（表 3.2.7-3 和图 3.2.7-2）。白骨壤为宽生态位物种，对各潮位生境有着广泛的适应性，此外，白骨壤属于典型的隐胎生植物，胎生苗数量多、小而轻，可以随着海浪四处漂流，因此在外滩上形成先锋群落，群落类型简单，层次单一。

表 3.2.7-3 湛江东海岛石化产业园区红树林优势群落及其特征

(已省略)

(已省略)

图 3.2.7-3 湛江东海岛石化产业园区红树林优势群落占比

(3) 红树林调查结果

本次调查了五个区域，设置了 12 个调查点位，各个区域的红树调查结果如下表所示。

表 3.2.7-4 各调查区域红树林群落调查结果

(已省略)

(已省略)

图 3.2.7-4 项目周边现状红树分布示意图

3.2.8. 洋自然灾害

1、热带气旋

热带气旋是影响湛江区域的重要天气系统，它产生在热带海洋上，是猛烈旋转的大气涡旋。但它又是夏秋季节主要的降水来源，对农业用水又是有利的。据统计，每年影响湛江的台风约 3 次，最多年份 7 次，最少年份 0 次。从月份分布来看 6-10 月是台风主要影响期，此期间影响湛江的台风是全年总数的 90%以上，其中 8-9 月最多，占 50%以上，尤其 7 月下旬，8 月中旬，9 月上旬最密。

影响和侵袭湛江的热带气旋，大部分（约 63%）来自西北太平洋，经巴士海

峡进入南海，一路西行登陆粤西至海南岛东北部，多数热带气旋强度大，影响范围广；少部分来自南海的热带气旋，形成快，移动路径曲折多变，因距离岸线较近，从生成到登陆时间短。例如 7619 号台风，1976 年 9 月 20 日登陆湛江，其路径曲折多变，3 次登陆，影响时间长，风雨范围广强度大，造成灾情严重。

热带气旋常常带来大风、暴雨、大浪和风暴潮等灾害天气，对当地渔船、养殖业等造成严重损失。台风影响湛江地区最强的极大风速值为 57m/s（1996 年 9 月 9 日的“莎莉”台风）；台风影响湛江地区最强的降水达 300~400mm，过程降水日 4~5 天（9402 号台风）。

1980 年 7 月 22 日的 8007 号台风登陆徐闻，湛江沿海发生最严重的风暴潮灾害，风暴潮增水达 5.90m，高居全国第一。

2003 年 8 月 24 日 21 时~25 日 18 时的 0312 号台风“科罗旺”，8 级以上大风吹袭湛江地区长达 18 个小时，最大风速 38m/s，大风持续时间长，历史罕见，破坏力极大。

2010 年第 3 号台风“灿都”于 7 月 22 日 13 时 45 分在吴川市吴阳镇沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级，阵风 14 级，最大风速 35m/s，7 级风半径 150km。

2011 年 17 号台风“纳沙”于 9 月 29 日登陆海南后，台风“纳沙”29 日 21 时 15 分再次在广东徐闻县登陆，登陆时中心风力 12 级，给广东带来大风、暴雨、大浪和风暴潮。

2012 年第 13 号台风“启德”于 8 月 17 日 12 时 30 分前后在广东省湛江市麻章区湖光镇沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 13 级（38m/s）。

2014 年 9 号超级台风“威玛逊”登陆中国海南省文昌市，历史记录，成为建国以来登陆中国最强台风，登陆时 17 级。

2014 年 15 号台风“海鸥”9 月 16 日 9 时 40 分，“海鸥”登陆我国海南省文昌市翁田镇沿海；之后，12 时 45 分前后再登广东徐闻沿海，登陆时强度为台风级（13 级，40m/s）。

2015 年 22 号台风“彩虹”（强台风级）于 10 月 4 日 14 时 10 分在湛江市坡头区沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 50m/s（15 级），为 1949 年以来（有台风气象记录以来）10 月份登陆广东的最强台风。

2017 年有 4 个热带气旋影响湛江，其中 1 个台风（“卡努”）登陆湛江徐闻。2018 年 6 月 6 日 6 时 25 分，台风艾云尼在广东省湛江市徐闻县新寮镇沿海第 1 次登陆，登陆时中心附近最大风力 8 级。“百里嘉”于 2018 年 9 月 13 日 8 时 30 分前后在广东省湛江市坡头区沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 10 级（25m/s）。

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

2023 年第 4 号台风“泰利”的中心已于 22 时 20 分前后在广东省湛江市南三岛沿海登陆，登陆时中心附近最大风力为 13 级，38m/s，中心最低气压 965 百帕，成为今年登陆我国的首个台风。“泰利”登陆后将于 18 日凌晨移入北部湾，有可能于 18 日上午以强热带风暴级或台风级在广西沿海再次登陆，19 日在越南北部减弱消散。

2024 年第 11 号台风“摩羯”（超强台风级）于 9 月 6 日 22:20 前后在广东省湛江市沿海登陆，中心附近最大风力 17 级以上，是史上登陆我国最强秋台风，对湛江地区造成强对流天气、强风强降水、局地雷暴等不良影响，湛江市启动 I 级应急响应、发布台风红色预警信号。

2、风暴潮

湛江海域风暴潮发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大。工程水域的风暴增水年均约 3.9 次（其中台风增水约 2 次），风暴增水多出现于 4~12 月，8 月份和 9 月份是发生次数最多的月份。台风在湛江港及其西南方向登陆时，主要造成正的风暴增水；台风在湛江港东面登陆时，造成的正增水比较小，通常情况下，台风登陆后，湛江港出现负增水。

3、地震

据湛江市地震局资料记载，湛江市境内自 1356 年有地震记录以来至 2006 年共发生有感地震 78 次，其中历史有感地震（1356~1949 年）64 次（震级 $M_s \geq 4$ 级 14 次，最大为 5 级）；现代有感地震（1950~2006 年）14 次。北部湾、琼北等邻区发生的强震对本区也有影响。邻区强震对本区造成的破坏烈度不超过 VI 度，如 1605 年 7 月 13 日琼山发生的 7 级地震，对本区影响烈度为 VI 度；1994 年 12 月 21 日和 1995 年 1 月 10 日在北部湾先后发生 6.1 级和 6.2 级两次破坏性地震，

对本区的影响烈度为VI度。

4. 资源生态影响分析

4.1. 生态评估

4.1.1. 资源生态敏感目标

根据本项目用海基本情况和所在海域资源生态基本特征分析，本项目用海周边主要有生态保护红线、生态保护区及重要渔业水域等资源生态敏感目标。

表 4.1.1-1 项目周边生态敏感目标分布

(已省略)

4.1.1.1. 生态保护红线

根据《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》（自然资发〔2022〕142号），生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的十大类有限人为活动。本项目位于湛江市东海岛石化产业园，用海范围不涉及生态保护红线，周边生态保护红线分布情况如下：

(1) 广东湛江红树林国家级自然保护区

广东湛江红树林国家级自然保护区位于中国大陆最南端，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′，面积 1.9 万 hm^2 ，1990 年经广东省人民政府批准建立，1997 年晋升为国家级。

主要保护对象为红树林生态系统，其中红树植物有 12 科、16 属、17 种，是除海南岛外我国红树植物种类最多的地区。湛江红树林保护区作为我国现存红树林面积最大的一个自然保护区，在控制海岸侵蚀、保持水土和保护生物多样性等

方面发挥着越来越重要的作用。保护区 2002 年 1 月被列入“拉姆萨公约”国际重要湿地名录，成为我国生物多样性保护的关键性地区和国际湿地生态系统就地保护的重要基地。2005 年被确定为国家级野生动物（鸟类）疫源疫病监测点、国家级沿海防护林监测点。

由图 4.1.1-4 可知，本项目位于广东湛江红树林国家级自然保护区南侧，最近距离约 8.81km。

(2) 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。保护区总面积为 1893.2 公顷，其中海域面积为 1533.2 公顷。包括重点保护区 100 公顷，生态与资源恢复区 633.2 公顷，适度利用区 840 公顷和预留区面积 320 公顷。

主要保护对象为海岛、红树林和人工鱼礁。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；保护区管理部门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。

由图 4.1.1-4 可知，本项目位于广东特呈岛国家级海洋公园南侧，最近距离约 5.0km。

(3) 红树林生态系统

本项目位于湛江市东海岛石化产业园区，周边分布有较多的红树林，距离本项目最近的为麻章区红树林，位于本项目西南侧，约 0.03km。具体见下图。

(已省略)

图 4.1.1-1 项目与周边生态保护红线（红树林相关）叠加位置关系图

(4) 雷州湾中华白海豚地方级自然保护区

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），总面积 20598 公顷，白海豚的一个十分重要的栖息地。据估算，该海域现有中华白海豚约 5 其中：核心区面积 686 公顷、占保护区总面积的 33.3%；缓冲区面积 1372 公顷、占保护区总面积的 66.6%。雷州湾白海豚保护区

地理坐标为（1）E110°26′、N20°46′；（2）E110°29′、N20°46′；（3）E110°29′、N20°44′；（4）E110°26′、N20°44′，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。

雷州湾中华白海豚市级自然保护区距离本项目约 28km。

（已省略）

图 4.1.1-2 本项目与雷州湾中华白海豚地方级自然保护区相对位置

湛江东部海域中华白海豚活动范围覆盖了南到外罗镇，北到鉴江口的大部分水域。而且海豚发现位置多在近岸或是有小沙洲处，推测这些海域可能是中华白海豚比较喜欢的觅食及进行其他活动的场所。湛江东部海域中华白海豚季节分布有一定差异。春季中华白海豚分布范围最广，在近鉴江口和外罗镇外面水域均有分布，但在硃洲岛和东海岛一侧有密集活动现象；夏季在雷州湾内分布范围要比其他季节分布范围大，但在东海岛对面东里镇附近水域有密集分布现象；秋季分布比较平均，但是在外罗和鉴江口附近没有发现中华白海豚；冬季则在东海岛一侧分布密集。

根据 2017-2018 年雷州湾海域中华白海豚考察（广东海洋大学的高鹏），识别出 89 条海豚个体。按年龄段划分，其中婴儿期 4 头，儿童期 12 头，少年期 19 头，青年期 20 头，中年期 12 头老年期 29 头。总体上，雷州湾海域中华白海豚的分布范围主要集中在雷州湾北侧的东海岛近岸和硃洲岛西侧的海域。根据现阶段收集到的资料，本项目所在海域未发现中华白海豚。在湛江湾内中华白海豚初步发现位置集中在南三岛一侧，没有明显季节性变化。这可能与湛江湾东海岛一侧为航道，大型船只出入频繁，致使中华白海豚不能在此长时间逗留有关。因此项目运营后对其影响也是很微弱的。

（已省略）

图 4.1.1-3 湛江湾周边中华白海豚分布情况示意图

4.1.1.2. 水闸及红星水库

（1）水闸

东海岛水闸数量众多。根据现场勘查，本次评价范围内现状水闸主要分布在溪尾草海堤、什足河以及红星水库，东头山岛现状无中大型水闸。其中本项目附近有两个水闸，分别为什足河及红星水库水闸（见图 4.1.1-4）。

主要保护对象为水闸的防洪及泄洪要求。

（2）红星水库

东海岛石化园南侧有东海岛库容最大的水库红星水库，地理位置为东经 $110^{\circ} 24' \sim 110^{\circ} 30'$ ，北纬 $20^{\circ} 55' \sim 21^{\circ} 4'$ ，具体见图 4.1.1-4。

主要保护对象为红星水库的水质要求。

（已省略）

图 4.1.1-4 生态敏感目标分布示意图（陆域范围）

4.1.1.3. “三场一通道”情况

（一）保护区

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

本工程所在海域涉及：南海幼鱼幼虾保护区、黄花鱼幼鱼保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区。

（1）南海幼鱼幼虾保护区

根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》，幼鱼、幼虾保护区共有 4 处，本项目涉及海域位于第一处的范围内，即广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内的海域，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。该保护区的管理要求：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。黄花鱼幼鱼保护区共有 4 处，本项目涉及海域位于第四处的范围之内，湛江港口至硃州岛周边 20m 水深以内海域，黄花鱼幼鱼保护区的保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。该保护区的管理要求：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。

由图 4.1.1-5 可知，本项目位于幼鱼、幼虾保护区及黄花鱼幼鱼保护区。

(2) 南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域，17 个基点连线以内水域，保护期为 1-12 月。17 个基点的地理位置见表 4.1.1-2。该保护区的管理要求为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。由图 4.1.1-6 可知，本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。本工程海域不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

表 4.1.1-2 幼鱼繁育区 17 个基点地理位置表

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′			

根据原中华人民共和国农业农村部 2002 年 2 月编制的中国海洋渔业水域图（第一批）南海区渔业水域图，本项目所在海域不在南海中上层鱼类产卵场范围内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场范围内。

（已省略）

图 4.1.1-5 南海国家级及省级保护区分布示意图

（已省略）

图 4.1.1-6 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

（已省略）

图 4.1.1-7 南海中上层鱼类产卵场示意图

（已省略）

图 4.1.1-8 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

（二）经济鱼类

南海北部鱼类主要经济鱼类大多活动在东至台湾浅滩、北至广东海岸、西至雷州半岛，海南西部沿海这一片海域。因此，这些鱼类洄游主要也限于这片海域。根据中国水产科学研究院南海水产研究所对粤西沿岸多年的监测，以下重点介绍湛江湾周边海域主要经济鱼类“三场一通道”分布情况。

（1）多齿蛇鲭和花斑蛇鲭

南海的多齿蛇鲭系暖水性底层鱼类。该鱼种成小群分散栖息于近底层，在底质为沙、沙泥、泥沙、泥等的海底均有栖息。依据调查结果，多齿蛇鲭几乎全年均可产卵，没有明显的产卵洄游行为，也没有明显的有规律的集群洄游特性。多齿蛇鲭还以3~5月为盛期。多齿蛇鲭和花斑蛇鲭为躲避不利温度而在近岸和离岸间做往返洄游的移动，沿岸是产卵场和索饵场（水深50~90m海区），大陆架离岸侧是越冬场。多齿蛇鲭主要渔场位于粤东海域，珠江口外海域、清澜渔场、琼州海峡和北部湾东北海域，花斑蛇鲭分布区基本上局限于珠江外海流花海域，海南东部外海清渔场。

（已省略）

图 4.1.1-9 多齿蛇鲭和花斑蛇鲭“三场一通道”洄游路线示意图

（2）带鱼和短带鱼

在南海北部，带鱼是最重要的底层鱼类之一。南海带鱼中以带鱼（*Trichiurus lepturus*）和短带鱼（*T. brevis*）的数量最多，都是南海的优势经济鱼类。南海北部带鱼分布和数量呈现出明显的季节变化和区域变化，在200m以深海域的资源量密度较低粤西海域是南海北部带鱼的产卵场（茂名和阳江沿海），索饵场和越冬场，而且是整个南海北部带鱼种群最重要的越冬场。粤西海域带鱼产卵场的重要性远不如珠江口周围海域的带鱼产卵场。

（已省略）

图 4.1.1-10 带鱼和短带鱼“三场一通道”洄游路线示意图

（3）银鲳、灰鲳、刺鲳和乌鲳

在南海北部，银鲳、灰鲳、刺鲳和乌鲳的生物学习性有一定的差异，但他们都主要分布在沿岸和近海，洄游往来于近海和深海之间。每年5月上旬（立夏）以后，各个河

口或岛群外深水处的渔群就近进入浅水区产卵，很喜欢在浅海岩礁、沙滩水深 10m~20m 一带河口处产卵，卵浮性，产卵量 8 万~35 万粒。其他种类能够在沿岸海域岛群间产卵。产卵后分散就近索饵，秋后向外进行越冬洄游。过冬后，随暖流增强，鲳鱼由外向内，作产卵索饵洄游。越冬海域地点位于 40-70m 深水，索饵水域基本上与产卵水域重叠或外侧。成鱼则常与鱼或对虾等混游。食料以小鱼小虾及浮游生物为主。由于它的游泳能力缓慢，嘴巴又小，所以常以水母、硅藻和桡足类为食。繁殖期由冬天到翌年夏天，成群于沿岸的中水层产下浮性卵，在秋天往外海移动，孵化后的幼鱼成长至 3cm 即往外海游去。南海北部沿岸的河口，岛群水域通常是这些鱼类产卵行为发生的关键水域。

(已省略)

图 4.1.1-11 银鲳、刺鲳和乌鲳“三场一通道”洄游路线示意图

(4) 白姑鱼

在南海，白姑鱼广泛生活在南海不同的水域，从广东的南海北部到广西的北部湾海域。在南海北部以白姑鱼为主，在北部湾则以大头白姑鱼为主，在琼州海峡是两个鱼种混合分布区，其大头白姑鱼略多于白姑鱼，显示出大头白姑鱼比白姑鱼有更多的暖水性。

白姑鱼在南海北部分布广泛，几乎大多数重要河口，沿岸岛群海域都是其产卵场，索饵场基本上与产卵场重叠或偏外，范围更广，越冬场在索饵场外广大海域。这种“三场一通道”的特征也是大多数南海经济鱼类“三场一通道”的分布特征，白姑鱼没有明确的鱼群集中和长距离的洄游路线。

(已省略)

图 4.1.1-12 白姑鱼“三场一通道”洄游路线示意图

(5) 大黄鱼

大黄鱼是粤西海域到琼州海峡中部最重要的鱼种，分布区和洄游通道离本项目所在海域较近，这里首先分析大黄鱼群体在邻近海域“三场一通道”的格局。

项目邻近海域大黄鱼属于粤西种群，主要产卵场位于阳江，洲岛附近海域。产卵后，阳江海域部分大黄鱼在海流的带动沿着岸线地形游向碓洲岛，与碓洲岛产卵后大黄鱼汇合，沿着雷州半岛近岸海域的深槽，随着海流进入琼州海峡，到达中部徐闻一带，由于南海北部海流和北部湾海流在此交汇，形成缓流区，成为大黄鱼幼鱼理想的索饵场。秋

季，索饵大黄鱼返回粤西外海的越冬场。

(已省略)

图 4.1.1-13 大黄鱼“三场一通道”洄游路线示意图

4.1.1.4. 现状红树林

根据调查，项目周边分布有较多零星红树林，具体情况见下表。

表 4.1.1-3 项目周边红树分布情况一览表

(已省略)

(已省略)

图 4.1.1-14 项目周边红树分布示意图

4.1.2. 点和关键预测因子

本项目为港前一横路项目，用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海。

根据项目用海特征以及周边敏感目标分布情况，项目建设对水动力、地形地貌与冲淤以及水质环境等方面均有一定影响，确定本项目的重点和关键预测因子：

- (1) 水动力环境：流速、流向、水动力影响范围；
- (2) 地形地貌与冲淤环境：冲淤变化；
- (3) 水质环境：悬沙扩散；
- (4) 对周边敏感目标的影响：生态保护红线、水闸及红星水库等。

本项目在前期阶段对用海方案进行了综合比选，重点从工程地质条件、生态影响程度等关键因素出发，对总平面布置与海工结构设计的不同方案进行了分析与比较。经综合论证，方案一更优。因此，本次论证主要针对推荐方案定量给出资源生态影响程度、范围等。

4.2. 生态影响分析

4.2.1. 对水文动力环境的影响

本报告运用二维水动力模型预测工程建设后对工程及周边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最齐全、应用范围最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。

4.2.1.1. 潮流数学模型

(1) 基本方程

考虑 Bousinesque 近似和浅水假定，以及风应力的影响，则垂向积分的二维水动力学方程组为：

连续方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = S$$

动量方程：

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp \sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{l}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) \right] - \Omega q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gq \sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{yx}) \right] + \Omega p - f V V_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (P_a) = 0$$

式中： h ——水深(m)；

ζ ——水位(m)；

P 、 q —— x 、 y 向的单宽流量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)；

$C = \frac{1}{n} H^{1/6}$ ——谢才系数，其中 n 为曼宁系数；

f ——风阻力系数；

$V_{x,y}$ ——风速及其在 x 、 y 方向上的分量(m/s)；

Ω ——Coriolis 参数；

P_a ——大气压 ($\text{kg}/\text{m}/\text{s}^2$)；

ρ_w ——水的密度 (kg/m^3)；

τ_{xx} 、 τ_{xy} 、 τ_{yx} ——剪切应力分量。

采用 ADI 格式对上述方程进行求解。

(2) 计算范围及网格设置

考虑到项目所在海域受岛屿、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：大模型计算域涵盖湛江市、茂名市、阳江市。西至雷州半岛、北部湾等，东至广海湾，海域东边界为东经 113.12° ，南边界至 18.55° 。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 100m ，外海网格尺度为 $1\text{km}\sim 5\text{km}$ ，整个大模型网格节点数为 79245 ，单元数为 152430 。大模型网格图见图 4.2.1-1、图 4.2.1-2。

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。为满足影响预测计算的精度，采用网格局部加密的方法，近岸网格尺寸为 10m ，外海开边界网格尺寸为 400 ，海域周边的网格疏密根据需要确定，工程海域附近网格布置较密，非工程海域相对较疏。模型网格节点数为 51195 ，单元数为 100415 。小模型网

格图见图 4.2.1-3、图 4.2.1-4。

（3）地形处理

数学模型计算时，依据海军航海保证部出版的相关海图和其他相关水下量测地形确定水深，并将水深统一换算至平均海平面。采用三角插值的方法将高程散点插值到各网格节点。

（4）边界处理

大模型共设 7 个潮位开边界，1 个流量开边界。其中流量开边界设在湛江湾湾顶的遂溪河，径流量根据多年平均径流量给出。外海 7 个开边界采用全球潮汐模型计算提供的潮位边界。遂溪河发源于廉江市牛独岭，从马安乡坑口村进入遂溪县境，总长度 80km，遂溪境内长度 63.6km。遂溪河流域面积 1486km²，多年平均径流量约 11.14 亿 m³，即为 35m³/s。小模型潮位流速流向由大模型计算结果提供。

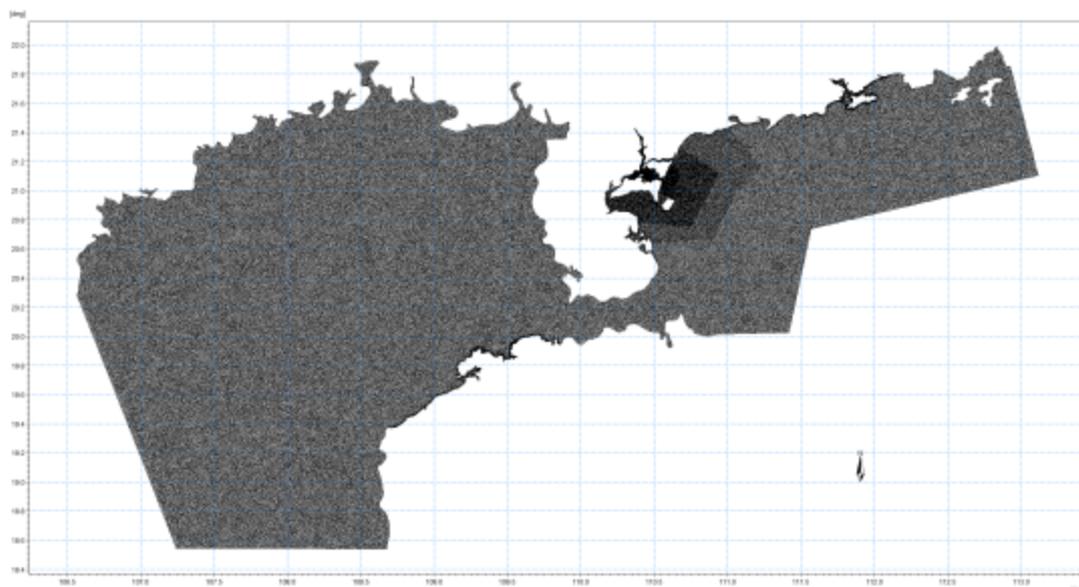


图 4.2.1-1 大模型计算范围及网格（1）

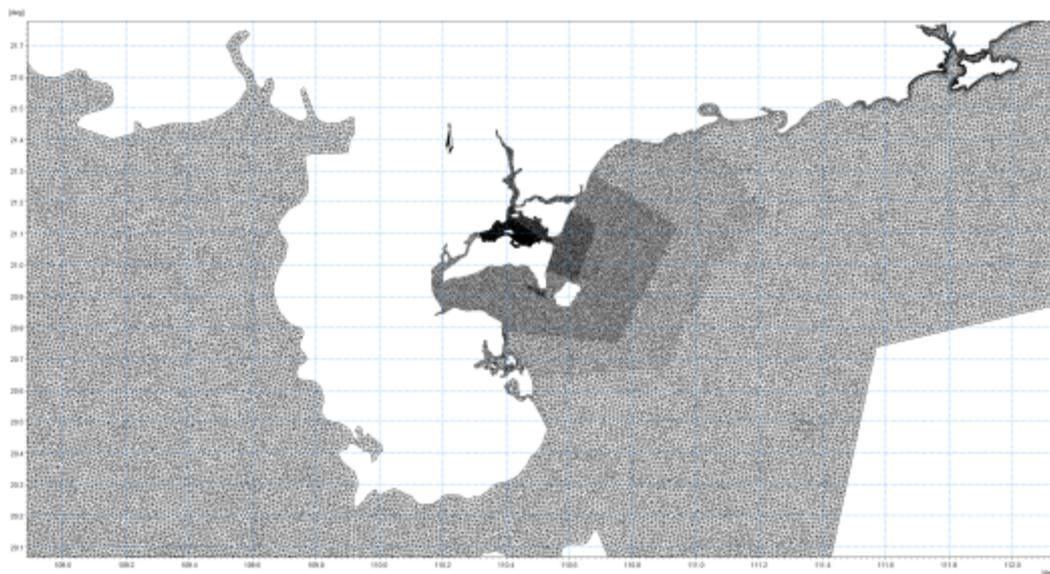


图 4.2.1-2 大模型计算范围及网格（2）

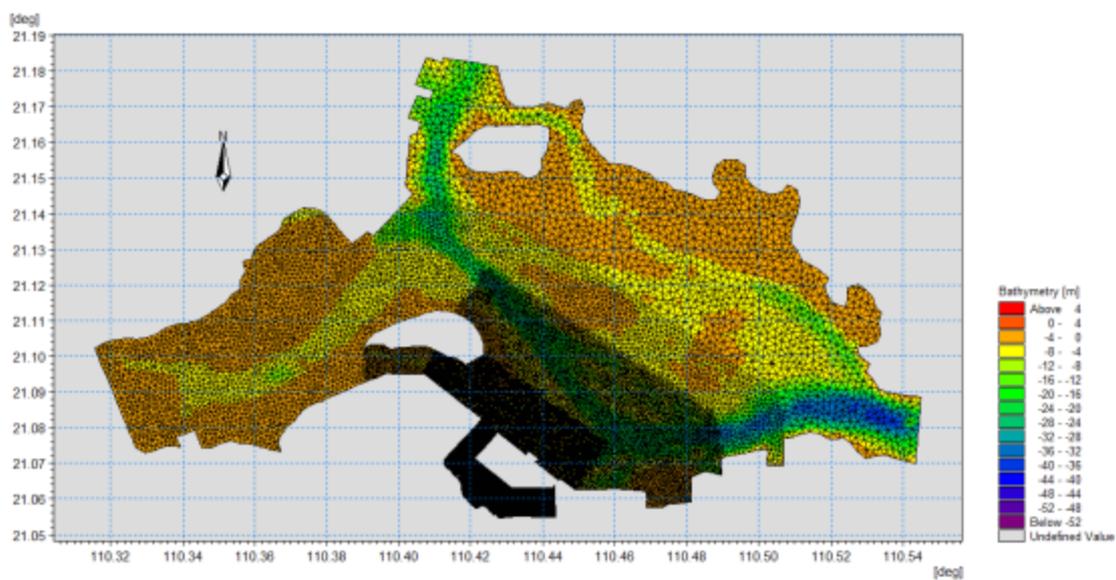


图 4.2.1-3 小模型计算范围及网格（1）

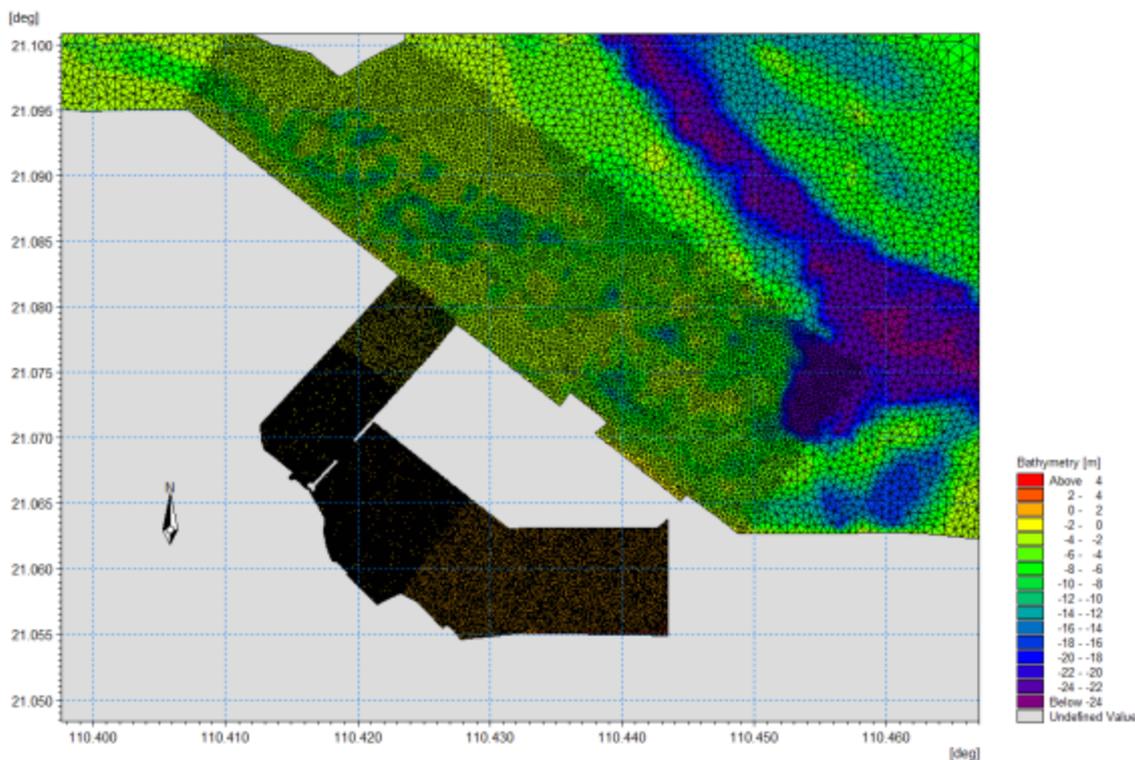


图 4.2.1-4 小模型计算范围及网格（2）

4.2.1.2. 数学模型验证

(1) 验证资料

分别利用 2023 年 9 月项目附近水域代表性测点的潮位、流速、流向等实测资料进行模型的率定和验证。资料包括 2 个潮位站的潮位资料和 9 个流速测点的流速流向资料。

(2) 计算参数

计算海域的糙率是个综合影响因素，是数值计算中十分重要的参数，与水深、床面形态、植被条件等因素有关，经调试，根据各海域的不同特点，糙率 n 取值为 0.01~0.03。涡粘系数采用 smagorinsky 公式确定。

$$E_s = C_s^2 l^2 \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \right]$$

式中： u, v 分别为 x, y 方向的流速分量(m/s)； l 为网格间距； C_s 为 Smagorinsky 常数，计算时通过输入 C_s 的值来计算涡粘系数， C_s 可以取 0.25 到 1.0 之间的数，本报告取软件默认参数为 0.28。

(3) 验证结果

- 实测潮位验证结果

潮位结果验证见图 4.2.1-5、图 4.2.1-6 和表 4.2.1-1:

实测 CX1 站最高潮位的偏差为 0.01m；最低潮位的偏差为 0.05m。

实测 CX2 站最高潮位的偏差为 0.09m；最低潮位的偏差为 0.07m。

表 4.2.1-1 实测流高低潮位与模拟结果对比表

站位		实测值 (m)	计算值 (m)	偏差 (m)
CX1	最高潮位	2.31	2.30	-0.01
	最低潮位	-1.82	-1.77	0.05
CX2	最高潮位	2.19	2.10	-0.09
	最低潮位	-1.77	-1.70	0.07

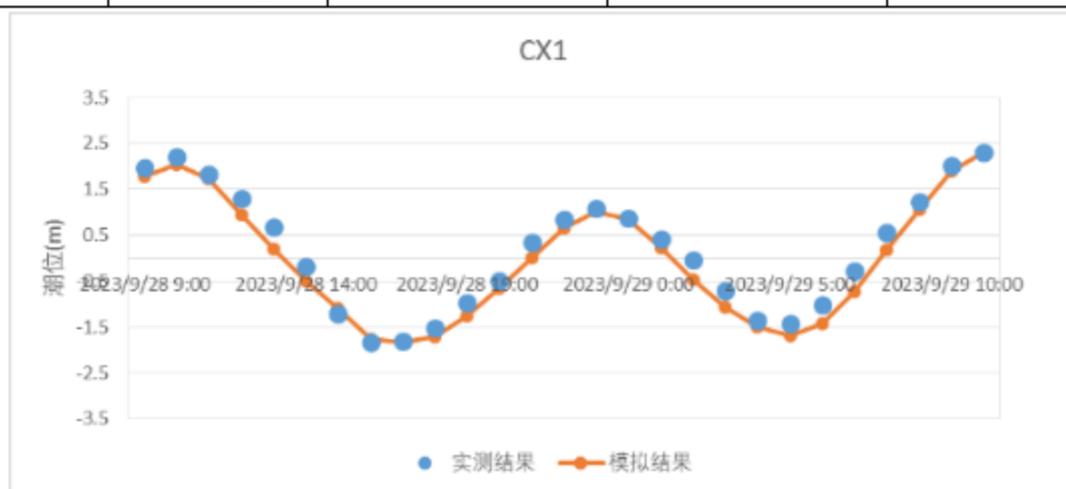


图 4.2.1-5 2023 年 9 月潮位率定结果 (CX1)

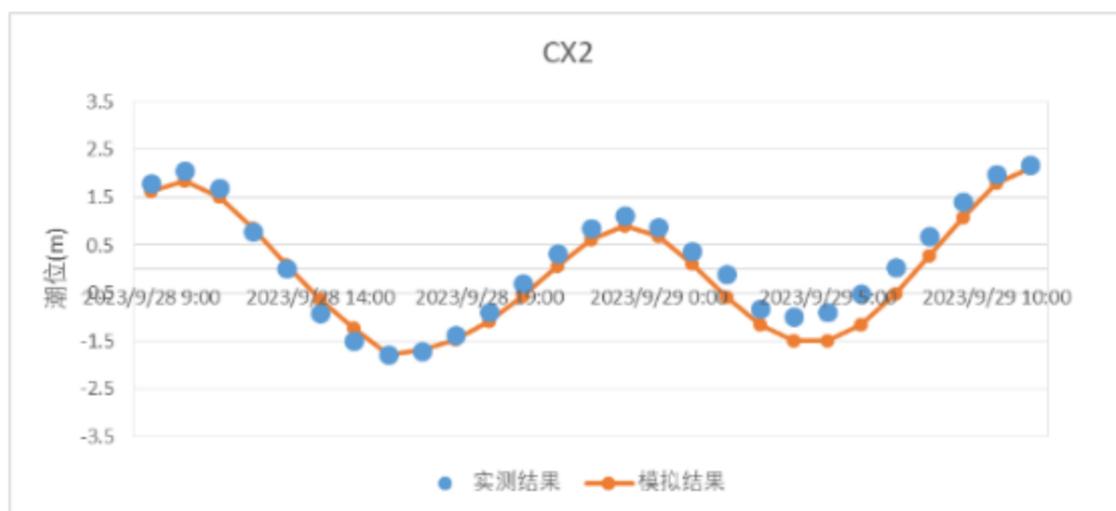


图 4.2.1-6 2023 年 9 月潮位率定结果 (CX2)

● 潮流结果验证

SW1~SW9 站潮流验证结果如图 4.2.1-7、图 4.2.1-8 所示。

将各测站涨落潮时段流速结果进行平均，与模拟结果进行对比，可得出实测结果与模拟结果的误差，表 4.2.1-2 统计结果表明，平均流速模拟结果偏差范围为 -0.07~

0.168m/s。

表 4.2.1-2 实测平均流速与模拟结果对比表

站位	平均流速 (m/s)		
	实测值	计算值	偏差
SW1	0.407	0.414	0.007
SW2	0.252	0.182	-0.070
SW3	0.394	0.378	-0.016
SW4	0.217	0.210	-0.007
SW5	0.360	0.528	0.168
SW6	0.462	0.447	-0.016
SW7	0.150	0.111	-0.038
SW8	0.552	0.658	0.106
SW9	0.222	0.300	0.078

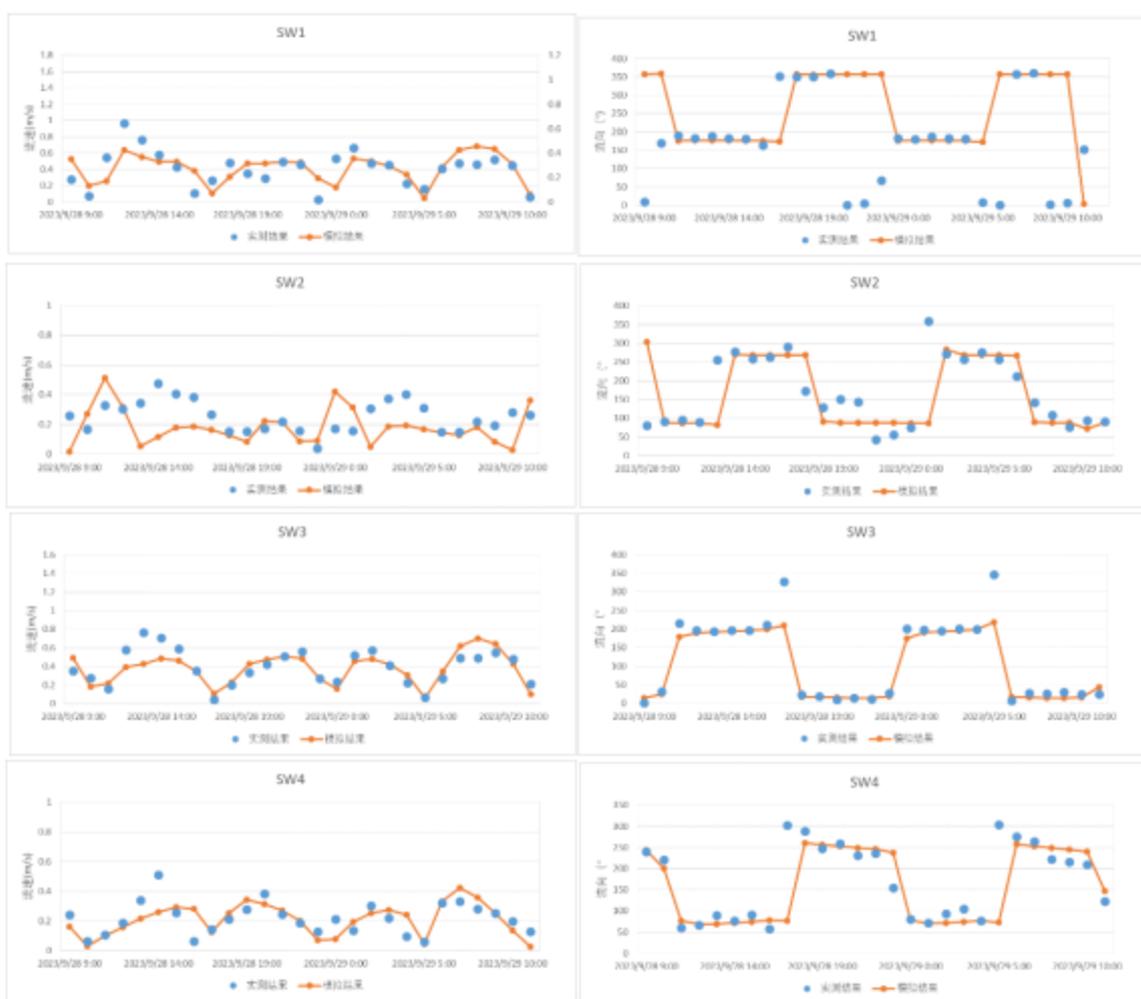




图 4.2.1-7 2023 年 9 月大潮流速流向率定 (SW1-6)



图 4.2.1-8 2023 年 9 月大潮流速流向率定 (SW7-9)

从潮位验证和潮流流速流向的验证效果来看，模拟潮位与实测潮位基本吻合。比较各站流速流向验证结果，模拟流速流向与实测值的趋势基本一致，模型对于潮位的验证是比较合理的，对于本项目区附近水动力状况也具有再现功能。

4.1.1.3 计算结果

(1) 现状潮流场分析

采用 2023 年 9 月大潮工况计算了工程前潮流场，并绘出了工程海域大潮涨、落急流场图和工程附近海域大潮涨、落急流场图，见图 4.2.1-9~图 4.2.1-12。

(已省略)

图 4.2.1-9 工程前工程海域涨急流场图

(已省略)

图 4.2.1-10 工程前工程海域落急流场图

(已省略)

图 4.2.1-11 工程前工程附近海域涨急流场图

(已省略)

图 4.2.1-12 工程前工程附近海域落急流场图

从湛江海域大潮涨、落急时刻的流场图可以看到，涨潮时，海水从外海进入湛江湾海域，西向的海水从东海岛东侧进入湛江湾内，并向西北向传播，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沿主航道方向朝西北流动，同时，海水从东海岛南部绕过东海岛向西传播，从东海岛西侧湾口进入雷州湾海域。落潮时湛江湾内海水沿主航道方向朝东南方向流向外海，雷州湾内部分海水从东海岛南部绕过东海岛向东传播。

本项目位于湛江湾南侧海域，受地形的约束，涨潮流方向为东南向，落潮流流向为西北向，沿地形流入湛江港。东北和西南侧现状过水管涵约宽 30.5m 和 15m。现状管涵较窄，过水管涵处的流速较大，涨急时最大为 2.35m/s，落急时最大为 2.50m/s。

(2) 工程后潮流场分析

绘出了工程实施后工程附近海域大潮涨、落急流场图及工程前后流场变化图，见图 4.2.1-13—图 4.2.1-16。

与工程前工程海域涨、落急流场图对比可以看出，工程实施对大范围的流态基本没有影响。从工程前后工程附近海域小范围涨、落急流场图可以看出，工程实施对工程附近的影响主要集中在项目附近。

本项目构筑物的建设对流场的影响主要为：

- 1) 新建箱涵两侧在落急和涨急时段的流速均有所增加，平均增幅分别为 0.49 m/s

（落急）和 0.56 m/s （涨急）。

2) 工程实施后，原过水管涵由透水结构改为非透水结构，其两侧流速减小，减小幅度分别为 0.68 m/s （落急）和 0.53 m/s （涨急）。

根据数值模拟结果可知，工程实施后流速变化主要沿区域主流向分布。涨潮期间（主流向西北→东南），流速影响较大的一侧为东南侧；落潮期间（主流向东南→西北），影响较大的集中于西北侧。其中流速增大的范围主要集中在箱涵两侧约 750m 范围内，流速减小的影响范围主要集中在箱涵两侧约 1000m 范围内。工程 1 km 以外的区域，流速变化在 $\pm 0.2 \text{ m/s}$ 以内。

（已省略）

图 4.2.1-13 工程后工程附近海域涨急流场图

（已省略）

图 4.2.1-14 工程后工程附近海域落急流场图

（已省略）

图 4.2.1-15 工程实施前后涨急流速差值分布图（ m/s ）

（已省略）

图 4.2.1-16 工程实施前后落急流速差值分布图（ m/s ）

4.2.2. 地形地貌与冲淤环境影响分析

4.2.2.1. 2006 年至 2025 年间项目附近海域特征

项目根据 2006 年海事局海图（见图 4.2.2-1），B 区后方海域对应的区域原状基本上为潮间带海域。

根据 2011-2015 年的遥感图像（见图 4.2.2-2），该海域大部分仍旧为潮间带海域；落潮时露出海面，涨潮时有海水漫滩，仅东北角局部范围落潮时不会露出水面。

根据 2013-2022 年的遥感图像（见图 4.2.2-2），受中科炼化填海工程、B 区填海工程和本项目拟建区域的现状土路（原 B 区填海施工便道）的影响，B 区南面与陆域之间海域形成一个海湾；该区域来水包括红星水库水下泄、雨天周边陆域雨水汇流和施工便道过水通道来水等。经多年时间的演变，该区域水动力流向流速等发生改变。

根据 2025 年实测水深地形可知（见图 4.2.2-3），现状高程已比 2006 年围海前高出不少。

（已省略）

图 4.2.2-1 项目附近情况示意图（2006 年海图）

（已省略）

图 4.2.2-2 项目附近历史遥感图（2011-2022 年间）

（已省略）

图 4.2.2-3 实测水深地形图

4.2.2.2. 工程前后的地形冲淤变化分析

4.2.2.2.1. 冲淤数学模型

（一）基本方程

（1）悬沙输移扩散方程

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

式中： S 为沿深度平均的含沙量， t 为时间坐标， x 和 y 为水平坐标， u 和 v 分别为沿 x 方向和 y 方向的流速， D_x 和 D_y 分别为沿 x 方向和 y 方向的悬沙扩散系数， h 为水深， Q_L 和 C_L 分别为泥沙输入源的流量和含沙量， S_e 为床沙侵蚀或淤积速率。

定解条件：

1) 初始条件

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

式中： $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的初始值。

2) 边界条件

计算水域与陆地交界的固边界上有：

$$\frac{\partial S}{\partial h} = 0$$

式中： \vec{h} 为陆地边界的单位法向矢量，上式的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

（2）悬沙输运海床变形方程

$$\gamma_0 \frac{\partial \eta_s}{\partial t} = F_s$$

式中： η_s 为海底床面悬沙引起的冲淤厚度； γ_0 为床面泥沙干容重。

Mike21FM 采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

（二）模型验证

泥沙模型范围和网格与流场模型一样。

模型的验证结果如图 4.2.2-4，由图可见，计算结果含沙量的量级基本与实测结果相一致。表明模型的参数设置是合理的，可用于本海域含沙量场的研究。

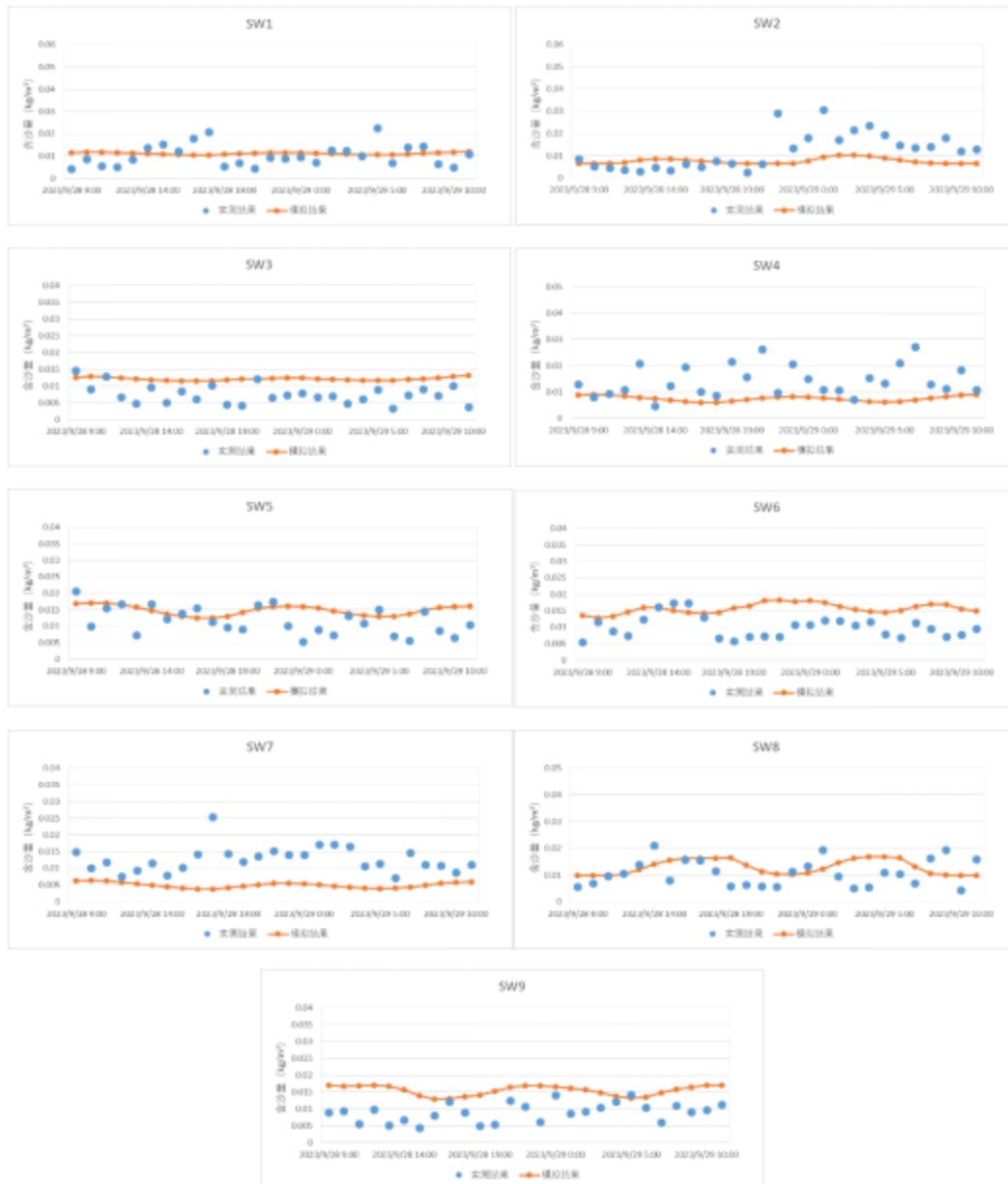


图 4.2.2-4 观测期间含沙量过程验证曲线

（三）数模结果

工程实施后，由于原过水管涵由透水结构改为非透水结构，新建箱涵处由非透水结构改为透水结构，从而项目附近局部潮流流向与流速发生改变。由于构筑物的遮蔽，原过水管涵附近区域流速减小，从而泥沙落淤；新建箱涵附近因拆除

非透水结构流速增加，从而地形冲刷。

根据数模结果，地形冲淤变化幅度大于±2cm，集中于工程区 500m 范围内，主要变化为：

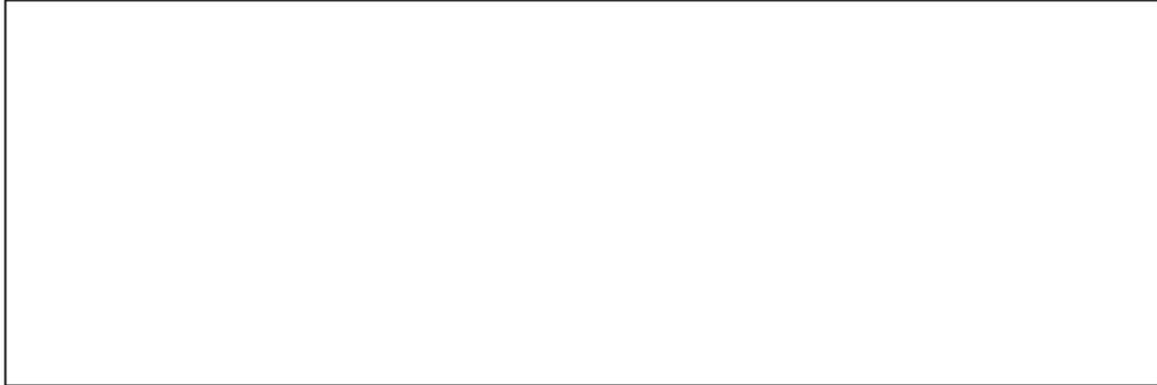


图 4.2.2-5 工程后一年地形冲淤变化图

4.2.2.2.2. 经验公式

为了定量地研究本项目工程完成以后周边近岸区的泥沙冲淤情况，在完成潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响进行计算分析。回淤强度的计算采用以下公式进行计算：

$$P = \frac{\alpha s \omega t}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{2m} \right]$$

式中， ω 为泥沙沉速，单位 m/s。

（一）计算参数的确定

α ：为沉降几率，取 0.67；

t ：为年淤积历时，单位取秒（S），一年即为 31536000s；

s ：为水体平均悬沙含量，单位： kg/m^3 。根据实测结果，各测站泥沙的主要浓度集中在 $0.005\sim 0.015\text{kg}/\text{m}^3$ ，占比达到 63%。此次计算含沙量取值 $0.015\text{ kg}/\text{m}^3$ ；

γ_d ：为泥沙干容重，按照公式 $\gamma_d = 1750 \times D_{50}^{0.183}$ 计算，单位为 kg/m^3 。D50 为泥沙中值粒径。根据实测结果本报告项目附近的表层沉积物中值粒径取值 0.02mm ；

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，全潮平均流速的取值采用流速大小绝对值的平均值；全潮（15 天）平均流速为包含大中小潮全潮周期内的平均流速；

m：根据当地的流速与含沙量的关系近似取作 1。

（二）计算结果分析

根据以上设定和潮流数值模拟计算的结果，计算得到工程后每年回淤强度情况，绘制出工程后项目海域附近地形冲淤变化等值线图（图 4.2.2-6）（+表示淤积，-表示冲刷）。

由图 4.2.2-6 可以看出，项目实施后：

1) 采用经验公式的计算和模型的计算结果冲淤趋势基本一致，只是范围和强度略有差异；

2) 冲淤幅度大于 $\pm 2\text{cm}$ 的范围主要集中道路两侧约 1km 范围内；

3) 原过水管涵两侧海域淤积，淤积强度平均为 0.047m/a ，最大为 0.084m/a ；淤积幅度大于 0.05m/a ，主要集中在项目附近约 193m 范围内。

4) 新建箱涵两侧海域冲刷，冲刷强度平均为 0.10m/a ，最大为 0.7m/a ；侵蚀幅度大于 0.5m/a 、 0.25m/a 、 0.1m/a ，主要集中在项目附近约 42m、140m、461m 范围内。

5) 离项目越近，其冲淤幅度越大。随着地形的变化，冲淤程度会逐渐减小，直至平衡状态。

图 4.2.2-6 一年后工程前后地形冲淤变化

4.2.2.3. 小结

结合数学模型和经验公式的计算结果可知：

（1）工程实施后，对地形的主要影响为周边 1.0km 内海域。

（2）工程实施后，新建箱涵两侧海域冲刷，冲刷强度平均为 0.13m/a ，最大为 0.83m/a ；侵蚀幅度大于 0.5m/a 、 0.25m/a 、 0.1m/a ，主要集中在项目附近约 42m、140m、461m 范围内。

（3）原过水管涵两侧海域淤积，平均淤积厚度约 0.1m/a ，最大淤积强度为 0.65m/a 。淤积幅度大于 0.25m/a 、 0.1m/a ，主要集中在项目附近约 120m、235m 范围内。

4.2.3. 项目建设对水质的影响分析

4.2.3.1. 施工期悬浮泥沙对海水水质环境的影响分析

采用 mike21 MT 模型，具体见 4.2.2.1.1。

4.2.3.2. 悬浮泥沙（SS）影响分析

（1）悬浮物排放源强

根据施工方案分析，本项目在施工阶段产生悬浮泥沙的主要环节为施工围堰抛石挤淤和围堰拆除。两个工序的悬浮泥沙源强计算过程如下：

①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：

$$Q=E \times c \times \alpha \times \rho$$

式中，Q——围堰（或护岸）抛石作业悬浮泥沙产生，kg/h；

E——围堰（或护岸）抛石作业效率，m³/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 1600kg/m³。

本工程总抛石量约为 17897m³，施工围堰工期为 30 天，平均日抛石量为 17897/30=597m³/d（119.4m³/h），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 0.53kg/s。

②施工围堰拆除产生的悬浮泥沙

本项目施工围堰采用的“厚石片挤淤，后加粘性素土及砂袋填实”工艺，其施工方法、采用的施工机械及施工强度与“港南大道 2#框架桥工程”的围堰施工存在高度相似，具有较强的可类比性。因此，本项目在围堰拆除过程中产生的悬浮泥沙（悬沙）源强，可参照该工程进行类比分析。

经类比计算，本项目施工便道拆除作业所产生的悬浮泥沙源强约为 1.63 kg/s。

（2）模拟工况

- 根据施工工序安排，本项目围堰施工采用分阶段循环推进的方式：先填

筑一期、二期围堰形成闭合施工区域，待一二期道路建成通车后，拆除一期、二期围堰；同时填筑三期、四期围堰形成新闭合区；最后待三四期道路通车后，拆除三期、四期围堰。为评估施工过程中悬浮泥沙产生的影响，本次根据施工工序设置三个工况，具体如下：

根据施工工序可知，本项目先填筑一期、二期围堰形成闭合区间，待一二期道路建成通车后，拆除一期、二期围堰，同步填筑三期、四期围堰形成闭合区间，最后，三四期通车后，拆除三四期围堰。因此，本次共设置三个工况，具体如下：

工况一：一、二期围堰施工；

工况二：一、二期围堰拆除，同步三四期围堰施工；

工况三：三、四期围堰拆除。

● 模拟点源位置示意图

本报告关于悬浮物扩散范围的模拟点源的位置如图 4.2.3-1~图 4.2.3-3 所示。



图 4.2.3-1 工况一点源位置示意图

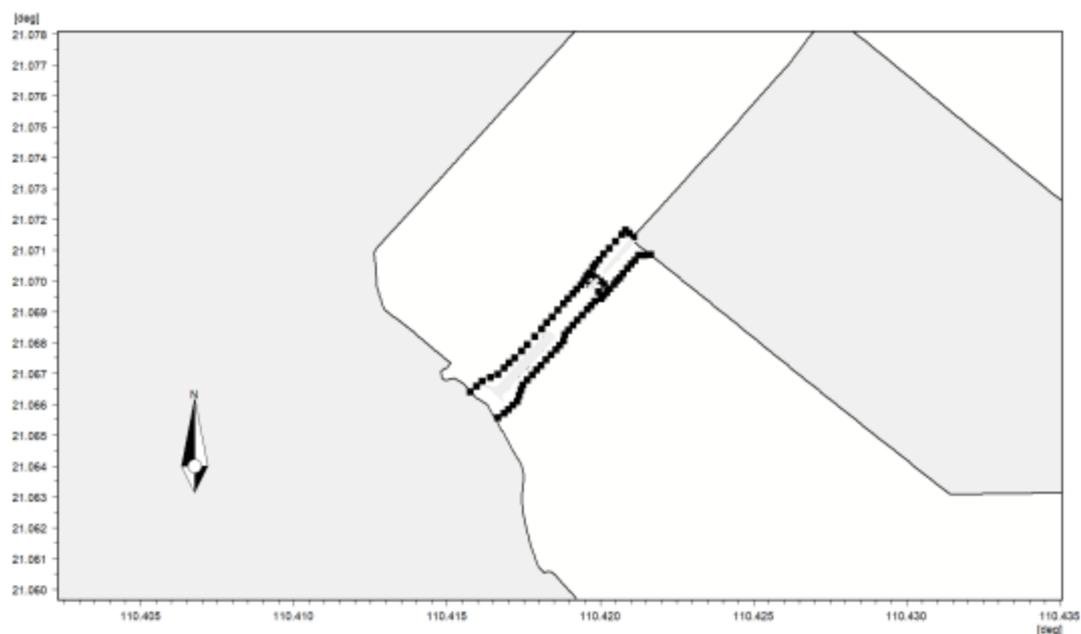


图 4.2.3-2 工况二点源位置示意图



图 4.2.3-3 工况三点源位置示意图

4.2.3.3. 悬浮物扩散的计算结果及分析

图 4.2.3-4~图 4.2.3-6 是大中小潮全潮周期内悬浮物扩散达到平衡后的最大浓度增值包络线分布图。泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用的影响，因此泥沙的扩散方向基本与潮流方向相同，悬沙扩散范围顺着水流方向沿岸边扩散分布。

悬浮泥沙增量影响的水域面积统计见表 4.2.3-1 和表 4.2.3-2。

工况一：一二期围堰施工过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 0.4253km²、0.2582km²、0.1391km²、0.0939km²、0.077km²。悬浮泥沙（SS）增量>10mg/L 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.287km、西北向 0.305km、东南向 0.470km。

工况二：一二期围堰拆除，三四期围堰施工过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 1.36km²、0.8545km²、0.4406km²、0.2741km²、0.2131km²。悬浮泥沙（SS）增量>10mg/L 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.973km、西北向 0.610km、东南向 1.103km。

工况三：三四期围堰拆除过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 0.8099km²、0.4503km²、0.1625km²、0.0938km²、0.0673km²。悬浮泥沙（SS）增量>10mg/L 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.839km、西北向 0.438km、东南向 0.880km。

表 4.2.3-1 悬浮泥沙（SS）增量包络面积（km²）

（已省略）

表 4.2.3-2 大于 10mg/L 悬浮泥沙（SS）增量扩散距离统计

（已省略）

图 4.2.3-4 施工悬浮物扩散包络范围（工况一）

（已省略）

图 4.2.3-5 施工悬浮物扩散包络范围（工况二）

（已省略）

（已省略）

图 4.2.3-6 施工悬浮物扩散包络范围（工况三）

需要指出的是，上述计算结果是在未采取任何防护措施的情况下得出的，如果在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程中悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

4.2.3.4. 施工期其他废水对海水水质环境的影响分析

施工期间产生的生活污水、施工机械冲洗废水等，均统一收集后上岸处理。整个施工过程中，严禁直接或间接排入海域，基本不会对项目所在区域及邻近海域的海水水质造成污染影响。同时，建设单位将严格落实环保管理制度，加强现场监督与应急响应能力，进一步降低潜在环境风险，保障海洋环境质量稳定。

4.2.4. 对海洋沉积物环境的影响

本项目对海洋沉积物环境的影响主要集中于施工期，由悬浮泥沙扩散沉降所致，运营期影响甚微。具体分析如下：

（1）施工期影响分析

施工围堰的布设与拆除作业将扰动海底表层沉积物，产生一定量的悬浮泥沙（SS）。在潮流输运作用下，该部分悬浮泥沙在水体中扩散、迁移，并随流沉降，可能在局部区域形成薄层覆盖，进而对海底表层沉积物造成一定程度的物理扰动表现为颗粒分选性改变、微尺度位移、结构重组或表层松动等。根据悬沙扩散数模结果可知，最不利工况下悬浮泥沙增量大于 10mg/L 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.973km、西北向 0.610km、东南向 1.103km。整体来看，施工期间产生的悬沙主要集中在围堰作业区邻近海域，扩散强度随距离迅速衰减，影响具有明显的空间局限性。属短期、局部、物理性影响，不会改变区域沉积物类型、沉积物来源特征或整体沉积体系的稳定性。施工结束后，随着扰动源消失及自然水动力过程的持续作用，受影响区域沉积环境可在较短时间内恢复至背景状态。

海洋沉积物环境质量现状调查结果显示，项目所在海域大部分站位沉积物符合《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）第一类标准，仅个别站位中铜、硫化物、石油类、锌等指标符合第二类标准，极少数站位石油类含量为劣三类，整体沉积物环境质量状况良好。施工期间，项目严格落实污染防治相关要求，施工产生的生活污水、生活垃圾等污染物均集中收集、上岸处理，严禁排海。此外，鉴于项目所在区域水深较浅、潮滩出露时间长，建议围堰施工作业优先安排于低潮位或小潮期进行，以最大限度减少水下扰动强度与悬沙扩散范围。

在落实上述环保措施及施工时序优化建议的基础上，本项目对周边的海洋沉积物环境影响较小。

（2）运营期影响分析

本项目为交通运输用海中的路桥隧道用海。运营期间桥面及路面雨水属清洁雨水，排放对海洋沉积物环境影响甚微。

综上所述，本项目建设对项目所在海域沉积物环境的影响较小，属于可接受范围内。

4.2.5. 对海洋生物的影响

本项目用海主要是施工期间对生活在水中的水生生物产生不良影响。海洋生物按生活习性可分为浮游生物、底栖生物及游泳动物三大生态类群，工程建设期间悬浮泥沙对不同生态类群的影响方式和影响程度也不尽相同。

（1）施工底栖生物的影响分析

项目的海上作业施工，改变了底栖生物原有的栖息环境，局部施工海域（挡土墙及路基施工）彻底改变其底质环境，使得少量活动力强的底栖动物逃往他处，而大部分底栖种类将被掩埋、覆盖，除少量能够存活外，绝大部分种类如贝类、多毛类、线虫类等都难以存活，而且上述影响是不可逆的。但工程结束后项目周边的底栖生物群落将逐渐得到恢复并重新建立，因此工程建设对底栖生物生物量、密度、种群结构等不会产生大的影响。

（2）施工对浮游生物的影响

①对浮游植物的影响分析

浮游生物虽然个体小，但在海洋生态系统中占有非常重要的地位。他们数量

多、分布广，是海洋生产力的基础，也是海洋生态系统能量流动和物质循环的最主要环节。根据调查结果，本工程所设水域浮游植物以藻类占绝对优势，浮游植物组成呈现明显的热带及亚热带沿岸种类区系特征。浮游植物产生的生物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用，浮游动物通过摄食影响控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物群体资源的生物量。该项目海上施工采用的施工工艺，产生悬浮物的强度和范围较小，对周边海域的浮游植物影响较小。

②对浮游动物的影响分析

据有关资料报道，水体中悬浮物含量的增加会对浮游动物桡足类的存活和繁殖有明显的影响，原因是过量的悬浮物使其食物过滤系统和消化器官受到堵塞，当悬浮物的含量达到 300mg 以上时，其影响特别显著。此外，浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处。同时，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为食的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少。另一方面，海水水质的改变，也就是说浮游动物生存环境的改变，使其种群结构随之发生变化，一些耐污染的浮游动物生长繁殖速度加快，使得海域浮游动物的优势种发生改变。由于本工程施工过程中产生的悬浮物较少，悬浮物扩散范围有限，不会影响工程区域浮游动物生长和繁殖。只是施工期间施工区域人为的扰动较为频繁，使得海域中浮游动物会迁移到其他区域，在短时间内对施工海域内浮游动物的种群结构有一定程度上的影响，但随着工程的结束，该海域浮游动物生态功能短时间内即可恢复。

(3) 施工对渔业资源的影响

①对渔业资源影响分析

渔业资源主要包括游泳生物和鱼卵、仔鱼。对于大部分浮游生物来说，悬浮物的影响最为显著。主要表现为：影响胚胎发育，降低孵化率；悬浮物堵塞幼体鳃部造成窒息死亡，大量的悬浮物造成水体严重缺氧而死亡；悬浮物有害物质二次污染破坏水体正常的生物化学过程，破坏鱼类的产卵场、索饵场，破坏鱼类资源的自我更新机制，也使鱼卵、仔稚鱼体内的生理机制发生改变，体内残毒增多，成活率降低。据有关资料研究表明，水体中悬浮物浓度大于 100mg/L，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，将影响水生动物的生长，

尤其对幼鱼的生长影响最为显著，可导致其死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若有过量的悬浮固体，细微颗粒将会黏附在鱼卵表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。另有研究报道，当水体中悬浮物含量高达 1000mg/L 以上时，鱼卵存活的时间很短。但鱼类等水生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。对于跳跃式和脉冲式悬浮物变化，鱼类将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”

本工程海上施工产生的悬浮物很少，对海洋环境造成的影响很小。同时，游泳生物一般逃逸能力很强，会迅速避开不利环境，在工程结束后，原来海域的生态结构短时间内即可恢复。因此，本项目的建设对游泳生物、鱼卵、仔鱼影响很小。

②对主要经济鱼类“三场一通”的影响

根据历史资料，湛江港附近海域是黄花鱼幼鱼保护区、幼鱼幼虾保护区和南海北部幼鱼繁育场保护区，项目所在的湛江港湾属于保护区范围，但本工程位于湛江港中部西侧半封闭海域的浅滩，水深较浅，目前现状主要为潮间带滩涂，不是主要经济鱼类产卵场。同时根据预测，工程建设完成后，对周边海域流速变化影响较小，对鱼类产卵不会造成明显影响。工程施工期会对鱼类产卵场产生一定影响，但这种影响是短暂的且影响范围有限。

4.2.6. 对防洪的影响

根据湛江市环泽环保科技有限公司（环评单位）前期提供的《防洪初步计算成果》可知，港前一横路一百年一遇设计洪水洪峰流量 661m³/s，相应水位 2.79m，满足一百年一遇设计洪峰流量过流断面最小为 472m²（箱涵底高程需与现状水系相平，过水断面为箱涵过水净宽×水深高度，不包含箱涵挡墙面积）。

本次水位确定考虑 3 种工况：

- (1) 一百年一遇内江洪水遭遇多年平均潮位，0.482 m；
- (2) 一百年一遇内江洪水遭遇多年平均低潮位，-0.678；
- (3) 一百年一遇内江洪水遭遇一百年一遇最高潮水位，5.284；

将上述 3 种工况计算对比，第（3）种工况为最不利组合，故确定设计水位为 5.284m，箱涵设计高程需满足涵底与现状水系相平衔接，涵顶高程为箱涵内

部上顶高程而非路面高程），水位 5.284m 工况下最小净宽 102m。

箱涵底需有坡降，本次计算按 0.1%考虑。

表 4.2.6-1 港前一横路防洪计算初步成果

控制断面	集雨面积 (km ²)	一百年一遇设计洪峰流量 (m ³ /s)	一百年一遇设计水位 (m)	多年平均潮位 (m)	多年平均低潮位 (m)	一百年一遇最高潮水位 (m)
港前一横路	53	661	2.79	0.482	-0.678	5.284

表 4.2.6-2 过流能力复核初步成果

最小净宽	过流断面面积 (m ²)	湿周 (m)	水力半径 (m)	坡降	糙率	过流流量 (m ³ /s)	设计流量 (m ³ /s)
102	472	126	3.75	0.0001	0.017	669	661

上述计算结果表明，在设计控制水位 5.284 m 工况下，拟建箱涵的过流能力（669 m³/s）略大于 100 年一遇设计洪峰流量（661 m³/s），满足防洪安全要求。

项目所在后方海湾为填海形成区域，周边分布有水闸、红星水库闸等水利设施，承担防洪与行洪功能。根据调查，港南大道项目在用海论证阶段已委托中山市水利水电勘测设计咨询有限公司编制《东海岛石化产业园区港南大道（含延长线）项目洪水影响评价报告》，并于 2022 年 4 月 24 日取得湛江经济技术开发区农业事务管理局批复（湛开农〔2022〕179 号）。

本项目位于港南大道北侧，距离最近水闸约 0.61km，且与港南大道项目属同一建设单位。本项目设计将现状 45.5m 管涵扩展为约 102m 净宽的透水结构，有利于改善周边水闸的防洪行洪条件。虽然施工期间围堰临时围蔽可能会对水闸泄洪造成一定的影响，但本项目在施工设计阶段已充分考虑该因素，通过分阶段施工、保留涨落潮通道等措施，可将影响降至最低。因此，本项目可沿用港南大道项目洪水影响评价报告中的可行结论，不再另行开展防洪影响评价。

4.2.7. 对红星水库及水闸的影响

项目周边分布有两处水闸（什足河闸、调运水闸）及一处红星水库，项目周边的水闸及红星水库主要起泄洪的作用。其中什足河闸、红星水库闸主要用于防洪排涝或潮汐调控，日常运行以间歇性启闭为主，且多在涨潮或特定调度时段开启。红星水库主要承担蓄水功能，水源来自陆域径流或指定内河引水河道，在遭

遇特大暴雨等极端天气时亦承担泄洪调蓄任务。

根据前文冲淤数值模拟结果，工程实施后对海底地形的影响主要集中于项目周边 1.0 km 范围内的海域。受新建箱涵过流扰动影响，邻近海域床面出现局部冲刷，冲刷区沿涨、落潮主流方向（东南—西北向）呈带状分布，其中距新建箱涵 100 m 范围内冲刷强度较大；而原有过水管涵附近因水流动力减弱，发生一定程度的淤积。距离本项目最近的水闸为位于西南侧的什足河闸，直线距离约 134 m，处于显著冲刷区（100 m 范围）之外，且位于冲刷影响较弱的方向上，因此工程建设对其基础稳定性及正常运行影响较小。同时，考虑到该闸门主要在涨潮或调度需求时段开启，施工期间可通过与地方水利管理部门协调，在高悬浮泥沙浓度风险时段临时关闭闸门，有效阻隔高浊度水体倒灌进入内河系统，从而保障内河水质及下游用水安全。

综上，本工程对周边水闸及红星水库的水文情势、行洪能力及调度功能未造成实质性干扰，符合《海域使用管理法》及相关技术规范中关于“不影响现有合法用海活动、保障防洪排涝安全”的要求。因此，从海域使用论证角度，项目用海对什足河闸、调逻水闸、红星水库闸及红星水库的影响总体可控、可接受。

（已省略）

图 4.2.7-1 水闸（红星水库）与项目建成后冲淤范围叠加示意图

4.3. 资源影响分析

4.3.1. 对岸线资源和海洋空间资源的影响分析

（1）对岸线资源的影响

根据《海岸线保护与利用管理办法》和《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》（2025年6月12日起施行）相关规定，“在我省海域内申请用海涉及占用海岸线的项目，必须落实海岸线占补”。具体占补要求为：建设占用海岛自然岸线的，按照 1:1 的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线。

根据 2022 年广东省政府批复岸线，用海范围涉及的海岛岸线（人工岸线）长约 97.5m。其中港前一横路占用 60.1m，施工围堰占用 37.4m。依据《海岸线占补实施办法》相关规定，未对海岛人工岸线的占用没有提出相关占补要求，故

本项目无需开展岸线占补。

因此,在做好相关防护措施的基础下,本项目建设对岸线资源的影响可接受。

(2) 对于海洋空间资源的影响

根据《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》及《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》，本项目所在海洋功能区为“东海岛北部工业与通信用海区”。该海洋功能区在允许工业用海、海底电缆管道用海的同时,兼容路桥隧道、航运及海岸防护工程用海,旨在保障东海岛城市建设发展工业、仓储等用海需求。本项目用海类型属于交通运输用海中的路桥隧道用海,主要用于服务周边工业园区,又符合该功能区空间准入要求。因此,项目在空间布局与功能定位方面,与所在海洋功能区保持协调一致。

工程建成后,由水动力与冲淤环境变化所引发的影响,如前文分析,主要局限于项目两侧邻近水域,影响范围局部、程度较轻。通过落实包括生态用海对策措施、海洋环境监测等减缓措施,可有效减轻对海洋空间资源利用的影响。

综上,在严格执行国土空间用途管制和海洋生态保护要求的前提下,本项目实施对区域海洋空间资源影响较小,不会对周边生态保护红线、海岛岸线以及红树林等产生较为显著的影响。

4.3.2. 对生态保护红线的影响

根据前文分析,本项目用海范围不涉及生态保护红线,但周边分布有三处相关区域。其中,东南侧两处红线距离施工区域较近,经现场勘查确认其范围内无红树林分布(见图 4.3.2-1);西北侧一处红线距离本项目约 0.32 km。

(已省略)

图 4.3.2-1 项目南侧的生态保护红线现场照片

施工过程中产生的悬浮泥沙(SS)将对周边水体产生一定影响。悬浮泥沙增量超过 10 mg/L 的包络线呈方向性扩散,向外扩散的最远距离分别为:东北向 0.973km、西北向 0.610km、东南向 1.103km。

因项目南侧的两处划定的生态保护红线内,无红树保护植物,因此本次重点

分析西北侧的一处生态保护红线。由图 4.3.2-2 可知，西北侧的一处生态保护红线距离施工引起的悬浮泥沙增量 $>10\text{mg/L}$ 的包络线约 102m，该距离相对较远，悬浮泥沙在此过程中已充分稀释扩散，对该红线的水质及生态功能影响较小。

此外，上述生态保护红线主要保护对象为红树林生态系统。红树林植物普遍具有发达的支柱根，其盘根错节的根系能够有效滞留来沙，发挥促淤保滩、降低近岸水体含沙量的生态功能，对一定范围内的悬浮泥沙具备较强的耐受与沉积适应能力。同时，本项目围堰施工工期较短（约 30 天），施工引起的悬沙影响将随作业结束也随之结束。

综上，本项目施工不会对周边生态保护红线的结构和功能造成显著不利影响，整体影响程度较小，属于可接受范围。

（已省略）

图 4.3.2-2 项目周边生态保护红线与 10mg/L 悬沙泥沙扩散包络线叠加示意图

4.3.3. 对现状红树的影响分析

（1）项目施工对周边红树的影响分析

①对占用的现状红树的影响

根据前文分析，港前一横路用海范围内未分布有红树林，但施工围堰将占用约 23.46m^2 的现状红树林（具体位置见图 4.1.1-14）。该部分占用将对区域内红树林造成直接破坏。根据 3.2.7 红树林生态系统调查可知，项目占用红树区域平均植株密度为 $6.20 \text{ ind}/\text{m}^2$ ，以此估算被占用的红树植株数量约 145 株。建议建设单位应依法办理红树林移植手续，将施工范围内受到项目影响的红树林进行移植后再进行施工，采取相应的红树林保护措施，选择就近移植，并保证其存活率。

（已省略）

图 4.3.3-1 项目范围占用周边现状红树情况示意图

②施工悬沙对红树林生态系统的影响

本项目施工围堰的布置与拆除将产生一定量的悬浮泥沙（SS），可能对周

边水体环境造成短期扰动。其主要影响如下：

①根据悬沙预测结果，项目施工悬沙扩散浓度大于 10mg/L 包络面积为 0.3410km^2 ，将扩散至周边的现状红树林，见图 4.3.3-1。悬浮泥沙对红树植物的影响主要是可能影响红树植物根系（呼吸根）的呼吸作用，红树植物生长在潮间带，在退潮时红树植物根系将裸露在空气中，不会受到悬浮物的直接影响；涨潮时红树植物根系淹没在水里，水体悬浮物浓度增加会对其产生一定的影响，但红树植物能够适应较为浑浊的水体，且施工期悬浮物影响是暂时的，随施工结束，悬浮泥沙的影响也将较快消失。考虑到项目周边红树林分布较为密集，为减轻施工对红树林的影响，建议施工单位尽量安排在落潮时段进行作业，以减少悬浮泥沙扩散范围。同时，在靠近红树林的区域，宜采用人工等低扰动施工方式，进一步降低对红树植株的影响。

（已省略）

图 4.3.3-2 10mg/L 悬沙包络线与周边现状红树叠加示意图

②本项目主要在围堰内以干法施工方式进行，可以有效的将施工产生的污染物控制在围堰内。同时施工产生的污染物均收集上岸处理，严禁作业人员向外排放。

③红树林植物具有发达的支柱根，其盘根错节的根系能够有效滞留来沙，发挥促淤保滩、降低近岸水体含沙量的生态功能，对一定范围内的悬浮泥沙具备较强的耐受与沉积适应能力。

综上，在严格落实环保措施、加强施工期环境监控的前提下，可以认为本项目对周边红树林的影响整体可控，处于可接受范围内。

（2）运营期间对红树的影响分析

①水动力环境影响

本项目拟将现状土路拆除，改建为“填土放坡+透水箱涵”的结构，将原有长度为 45.5m 的现状管涵扩建为 211m 长的箱涵。

根据数值模拟结果可知，与工程前工程海域涨、落急流场图对比可以看出，工程实施对大范围的流态基本没有影响。从工程前后工程附近海域小范围涨、落急流场图可以看出，工程实施对工程附近的影响主要集中在项目附近。具体如下：

(1) 工程实施后流速变化主要沿区域主流向分布。涨潮期间（主流向西北→东南），流速影响较大的一侧为东南侧；落潮期间（主流向东南→西北），影响较大的集中于西北侧。

(2) 流速增大的范围主要集中在箱涵两侧约 750m 范围内，流速减小的影响范围主要集中在箱涵两侧约 1000m 范围内。

(3) 工程 1 km 以外的区域，流速变化在 ± 0.2 m/s 以内。

②冲淤环境影响

工程实施后原过水管涵处由透水结构改为非透水结构，新建箱涵处由非透水结构改为透水结构，局部潮流流向与流速发生改变。其中，原过水管涵被遮挡的区域流速减小而泥沙落淤，新建箱涵附近因拆除非透水结构流速增加而地形冲刷。地形冲淤变化主要集中于工程区 500 m 范围内，主要变化为原过水管涵两侧海域淤积，平均淤积厚度约 0.1m/a，最大淤积强度为 0.6m/a。淤积幅度大于 0.25 m/a、0.1m/a，主要集中在项目附近约 120m、235m 范围内。新建箱涵两侧海域冲刷，年平均冲刷幅度为 0.13m/a。在箱涵与道路街接附近局部区域冲刷较大，最大为 0.83m/a。侵蚀幅度大于 0.5m/a、0.25m/a、0.1m/a，主要集中在项目附近约 27m、93m、155m 范围内。

综上所述，箱涵处冲刷较大，箱涵处距离东侧幼苗 143m，该处冲刷幅度在 0.1m/a，冲刷强度相对较小。结合红树植株本身具有促淤保滩的作用，本项目建设对红树植株的影响有限，属于可接受范围。

(3) 其他影响分析

①污废水影响

施工期间施工人员产生的污水、施工机械等产生的含油污水，如果处理不当，也会影响红树林的生长环境，本项目施工期间污废水等均收集上岸处理，严禁排海。因此，本项目污废水不会对红树林造成影响。

②粉尘和废气影响

施工过程中粉尘和废气将间接影响动植物的生存环境，特别是大量的粉尘附着在植物的叶片上，不仅影响植物的光合作用和生长发育，且不利于动物的栖息。

本项目施工优选落潮施工，施工过程中将对施工区域进行围蔽，施工影响时间短、范围小，因此，对周边红树林影响较小。施工期的燃烧废气主要来自施工

机械、运输车辆燃油产生的废气，施工废气主要污染物为 CO、NO_x、SO₂ 等，同时车辆行驶过程中也会产生扬尘。由于源强不大，且工程施工地域地势总体较平坦，区域空气扩散条件较好，施工机械可能产生的废气影响范围仅限于施工现场和十分有限的范围内，对周围红树林造成的影响不大。

③固体废物

红树植物根系生长于地表，呈网状分布，在潮汐作用的周期中，可长时间暴露于大气中，保证呼吸道足够的氧气供植物生长。施工期间产生的固体废物，如果不及时清理，不利于红树林根系吸收氧气，长此以往，会对红树林成长造成不利。此外，固体废物会腐烂变质，给红树林带来虫害风险。因此，施工期间固体废物需收集上岸处理，严禁排海。基于此，不会对红树林成长造成影响。

4.3.4. 对海洋生物资源的影响分析

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）（简称《规程》）进行生态损失量及生态补偿计算。

4.3.4.1. 工程建设占用水域造成的生物资源损失

项目所在区域水深较浅，潮滩裸露时间较长，属于典型的潮间带区域。本项目路基、箱涵平台占用海域底土面积，改变潮间带原有栖息环境，造成潮间带生物资源损失，海域大部分生物将被铲除、掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致生物资源损失。参照《规程》，按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i ——第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg）；

D_i ——评估区域内第 i 种生物资源密度，在此指潮间带和底栖生物平均生物量，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]、千克每平方千米（kg/km²）；

S_i ——第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方米（m²）或立方米（km³）。

4.3.4.2. 悬沙造成的生物资源损失

污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

一次性损害：污染物浓度增量区域存在时间少于 15 天（不含 15 天）。

持续性损害：污染物浓度增量区域存在时间超过 15 天。施工围堰抛石挤淤及拆除约 30 天，施工期间产生的悬浮泥沙浓度增量在区域存在时间超过 15 天，按持续性受损量评估，以下式计算：

参照《规程》，施工作业在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

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

式中： W_i ——第 i 种生物资源一次性平均损失量；

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

S_i ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} ——某一污染物第 j 种浓度增量区第 i 种生物资源损失率（见下表）；

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

表 4.3.4-1 悬浮物对各类生物损失率

分区	浓度增量范围 (mg/L)	超标倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)			
			鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
I区	10~20	Bi≤1 倍	5	1	5	5
II区	20~50	1<Bi≤4 倍	17	5	15	15
III区	50~100	4<Bi≤9 倍	40	15	40	40
IV区	≥100	Bi≥9 倍	50	20	50	50

根据本项目施工围堰施工过程中抛石挤淤产生的悬沙源强约 0.53kg/s，施工围堰拆除产生过程中产生的悬沙源强约 1.63kg/s；建设期悬沙增量见下表。

表 4.3.4-2 建设期间悬沙浓度增量范围一览表

工况	悬沙浓度增量 (mg/L)	包络面积 (km ²)	悬沙浓度增量范围 (mg/L)	包络面积 (km ²)
工况 1	>10m	0.4253	10~20	0.1671
	>20	0.2582	20~50	0.1191
	>50	0.1391	50~100	0.0452

工况	悬沙浓度增量 (mg/L)	包络面积 (km ²)	悬沙浓度增量范围 (mg/L)	包络面积 (km ²)
	>100	0.0939	>100	0.0939
工况 2	>10m	1.36	10~20	0.5055
	>20	0.8545	20~50	0.4139
	>50	0.4406	50~100	0.1665
	>100	0.2741	>100	0.2741
工况 3	>10m	0.8099	10~20	0.3596
	>20	0.4503	20~50	0.2878
	>50	0.1625	50~100	0.0687
	>100	0.0938	>100	0.0938

注：工况 1 为一二期围堰施工，工况二为一二期拆除，三四期施工，工况 3 为三四期拆除。本次以工况 2 最不利情况计。

4.3.4.3. 生物资源密度

本报告依据《规程》相关要求，在项目现状调查的基础上，整合了 2023 年 4 月（春季）和 10 月（秋季）两季的调查数据。在数据分析处理时，针对不同生物类群的特点采用了相应的计算方法：鉴于鱼卵、仔稚鱼及游泳动物受区域潮流影响较为显著，其数据采用春秋两季所有调查站位的平均值；而潮间带生物受区域潮流影响较小，则选取项目附近的特征点-C3 断面，以该站位两季调查的平均值计。具体见下表。

表 4.3.4-3 海洋生物资源密度调查结果一览表
(已省略)

4.3.4.4. 工程对潮间带生物及底栖生物造成的损失

(1) 潮间带生物

根据设计资料与 2023 年春秋两季的现场调查数据，本项目建设将永久及临时占用潮间带生物生境，主要涉及港前一横路及施工围堰。考虑到潮间带生物受区域潮流影响较小，则选取项目附近的特征点 C3 断面，以该站位两季调查的平均值底栖生物的平均密度取两季调查结果的平均值，即 36.819g/m²。经核算，本项目建设共造成潮间带生物 2627.66kg，其中施工围堰造成潮间带生物一次直接损失约 1425.48kg，港前一横路造成潮间带生物一次直接损失约 1202.18kg。具体

见下表。

**表 4.2.2-2 本项目建设期间造成潮间带生物损失核算一览表
(已省略)**

(2) 渔业资源

根据设计资料与 2023 年春秋两季的现场调查数据，海洋生物资源损失估算本底值采用 2023 年春秋两季调查平均值计。其中鱼卵 $3.157\text{ind}/\text{m}^3$ ，仔鱼 $0.535\text{ind}/\text{m}^3$ ，游泳生物 $226.51\text{kg}/\text{km}^2$ 。参考《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T 9110-2007）》，以工况 2（一二期拆除、三四期施工）作为最不利情况，计算建设期悬沙污染造成的海洋生物直接损失量（见表 4.2.2-3）。

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）》，污染物浓度增量影响的持续周期按 15 天为一个周期计算。本项目围堰施工与拆除总工期约为 30 天，因此确定污染物影响周期数 T 取值为 2。本项目建设期产生悬沙污染造成海洋生物资源为鱼卵 1.89×10^6 粒，仔稚鱼 3.2×10^5 尾，游泳生物 23.91kg。

表 4.3.4-4 建设期疏浚产生悬沙造成海洋生物直接损失量估算表
(已省略)

注：项目区域水深较浅，以最不利情况水位较深时 1m 考虑。

4.3.4.5. 生物资源损失小结

(1) 一次损失量

项目建设期造成潮间带生物损失量约 2627.66kg，其中港前一横路造成潮间带生物一次直接损失约 1202.18kg；施工围堰造成潮间带生物一次直接损失约 1425.48kg；施工产生悬浮泥沙造成鱼卵一次直接损失量约 1.89×10^6 粒，仔稚鱼一次直接损失量约 3.2×10^5 尾，游泳生物一次直接损失量约 23.91kg，详见下表。

表 4.3.4-5 一次生物资源损失一览表

(已省略)

(2) 持续损失量

根据《规程》，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3-20 年的，按照实际占用年限补偿；占用 20 年以上的，按不低于 20 年计算。港前一横路申请用海 50 年，施工围堰为 2 年。因此，本项目施工围堰造成的生物损失按 3 年补偿，港前一横路造成的损失按照 20 年进行补偿。经计算，本项目建设造成潮间带生物损失量约 28320.04kg，其中港前一横路造成潮间带生物损失约 24043.6kg；施工围堰造成潮间带生物一次直接损失约 4276.44kg；施工产生悬浮泥沙造成鱼卵一次直接损失量约 5.67×10^6 粒，仔稚鱼一次直接损失量约 9.6×10^5 尾，游泳生物一次直接损失量约 71.73kg，具体见下表：

表 4.3.4-6 生物资源损失一览表

(已省略)

5. 海域开发利用协调分析

5.1. 海域开发利用现状

5.1.1. 社会经济概况

湛江市社会经济概况：根据《2024年湛江市国民经济和社会发展统计公报》（湛江市统计局 国家统计局湛江调查队，2025年4月），2024年年末，全市常住人口712.08万人，比上年末增加4.24万人。2024年湛江实现地区生产总值（初步核算数）3839.53亿元，比上年增长1.2%。其中，第一产业增加值733.87亿元，增长3.6%；第二产业增加值1237.24亿元，下降1.0%；第三产业增加值1868.82亿元，增长1.6%。三次产业结构比重为19.1:32.2:48.7。人均地区生产总值54087元（按年平均汇率折算为7494美元），增长0.6%。

全年居民消费价格比上年上涨0.3%。分类别看，其他用品和服务价格上涨2.3%，衣着价格上涨2.2%，教育文化和娱乐价格上涨1.1%，生活用品及服务价格上涨0.6%，食品烟酒价格上涨0.4%，居住价格上涨0.3%，医疗保健价格下降0.5%，交通和通信价格下降1.8%。

全年规模以上工业增加值下降2.7%。分经济类型看，国有及国有控股企业下降0.3%，股份制企业下降0.8%，外商及港澳台投资企业下降4.0%。分轻重工业看，轻工业增长1.3%，重工业下降3.5%。分企业规模看，大型企业下降3.8%，中型企业增长2.2%，小型企业增长1.0%，微型企业增长9.1%。分门类看，采矿业增加值下降7.1%，制造业增加值下降1.3%，电力、热力、燃气及水生产和供应业增加值增长1.3%。分主要行业看，石油、煤炭及其燃料加工业增长0.1%，石油和天然气开采业下降7.0%，黑色金属冶炼压延加工业下降4.8%，电力、热力生产和供应业增长0.8%，农副食品加工业增长2.5%。

高技术制造业增加值比上年增长12.2%，占规模以上工业增加值比重1.8%。其中，电子及通信设备制造业增长51.9%，医药制造业增长12.4%，医疗设备及仪器仪表制造业下降7.2%。

先进制造业增加值比上年下降0.1%，占规模以上工业增加值的比重45.8%。其中，高端电子信息制造业增长151.2%，生物医药及高性能医疗器械业增长

10.8%，先进轻纺制造业增长 4.6%，石油化工业下降 0.3%，新材料制造业下降 1.1%，先进装备制造业下降 16.4%。

优势传统产业增加值比上年增长 1.1%，其中，纺织服装业增长 29.5%，家用电力器具制造业增长 11.1%，食品饮料业增长 2.3%，金属制品业下降 1.4%，建筑材料业下降 7.6%，家具制造业下降 35.5%。

全年规模以上工业实现利润总额 125.36 亿元，比上年下降 13.0%。亏损企业亏损总额 50.86 亿元，增长 16.9%；亏损企业亏损面为 32.3%。全年规模以上工业企业每百元营业收入中的成本为 84.36 元，下降 0.46 元。

东海岛社会经济概况：本项目位于湛江市东海岛经济开发试验区内。东海岛经济开发试验区于 1992 年 7 月由广东省政府批准成立，地处湛江市区东南方，由东海岛、硃洲岛、东头山岛、南屏岛四岛组成，是中国大西南的重要出海通道。试验区下辖 4 个镇、39 个村（居）委会，总面积 343km²，耕地面积 13 万亩，人口 22.8 万人，是我国面积最大的省级经济开发试验区。2009 年，国家级湛江经济技术开发区与省级东海岛经济开发试验区合并，组成新的湛江经济技术开发区（广东湛江东海岛经济开发区）。陆地面积 354km²，滩涂面积 115km²，是目前全国面积最大的国家级开发区之一。

东海岛面积 286km²，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 286km²，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。

全岛目前农业在东海岛的产业结构中仍占有重要地位，其中以农作物种植、水产品养殖及林业种植为主。农业以种植业和水产养殖业为主，岛上植有大片桉树林，是重要的造纸工业原料。岛内的工业较少，目前只有少量饲料加工、有色金属加工及农海产品加工项目，生产规模也较小。湛江东海岛渔网工业城、湛江经济技术开发区东海岛新区以及湛江钢铁基地正在动工建设，其中渔网工业城位于东海岛进港公路东北，目前已有多家渔具、渔网厂进驻。东海岛的第三产业主要以旅游业为主，现有的龙海天省级旅游度假区；“人龙舞”是岛上重要的非物质文化遗产；现状全岛商品房建设基本为空白，农民住宅占绝大部分，商业及工业企业厂房较少。

东海岛试验区坚持实施“工业立区，以港兴区”的发展战略，东海岛农业以海水养殖和城郊型农业为主，盛产鲍鱼、龙虾、石斑鱼、白鲳鱼、马鲛鱼、对虾、膏蟹、瑶柱等优质水产品。中西部以蔬菜和滩涂养殖为主；东部则以高位池养虾、虾苗孵化、沉箱鲍鱼养殖和种植香蕉为主。

（2）海洋产业发展现状

目前湛江石化产业整体规模不大，企业数量少，产业范围窄。主要石油化工企业有石化湛江东兴石油有限公司、中海石油湛江燃料油有限公司、湛江新中美化工有限公司和湛江富多煤气有限公司等。随着中科炼化一体化项目和巴斯夫一体化生产基地的建设，湛江石化产业大发展的序幕徐徐拉开，未来在中科项目的带动下，湛江石化产业将会实现突飞猛进的发展。

中科合资广东炼化一体化项目（中科炼化）由中国石化和科威特石油公司共同投资建设，双方各占 50% 股份。项目包括炼油、乙烯、锅炉/公用工程和码头。一期将形成炼油 1500 万吨/年、乙烯 100 万吨/年的生产规模，同时配套建设 30 万吨级原油码头。

2018 年 7 月，在中国国务院总理李克强和德国总理默克尔的见证下，广东省常务副省长林少春与巴斯夫执行董事会主席薄睦乐在德国柏林共同签署非约束性合作谅解备忘录。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，建设全球领先的一体化石化项目。巴斯夫计划在湛江建设包括 100 万吨/年乙烯生产在内的 13 个石脑油裂解、石油和化工项目，大约 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。目前，石化园区巴斯夫项目用地已初步完成填海工作，厂区即将开工，东海岛石化产业园的建设已经迫在眉睫。

（3）项目所属行业的发展状况

湛江东海岛石化产业园区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，产业园处于我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、焦炉煤气和氨气利用产业链、氯碱和聚氨酯产业链、丙烯酸产业链、碳四产业链、芳烃衍生物生产装置是我国新一轮改革开放的标杆性项目建成后提升乙烯等大宗资源依赖型基础石化原料国内供应依然不足，东海岛石化产业

园区产业结构层次仍然偏低，科技含量不高，高科技高税利、资金密集型企业比较少，在国内外享有知名度的品牌不多。在特殊的市情和发展阶段，湛江市要保持率先发展、科学发展、和谐发展，争创区域竞争优势，必须寻求新的发展模式、发展动力和发展路径。而加速引进资本密集、技术密集的高新技术产业，加快核心技术开发、高中端工艺引进与新材料运用，不断向产业链和价值链高端攀升，才能引领湛江市率先走出低附加值加工制造业阶段，在新一轮国际分工和竞争中占有一席之地促进湛江市全面协调可持续发展。

巴斯夫集团作为全球领先的化工企业，在广东湛江建设巴斯夫新型一体化项目，是我国首例重化工行业外商独资项目，也是巴斯夫继南京后在我国投资的第二个一体化基地。巴斯夫新型一体化项目依托巴斯夫先进的技术、高品质的产品，必须寻求新的发展模式发展动力和发展路径。而加速引进解决方案生产装置，是我国新一轮改革开放的标杆性项目，建成后将提升乙烯等大宗基础原料型产品国内保障能力，成为我国高端进口精细化工产品的重要替代。同时，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，大力促进向产业链和价值链高端攀升，也将为广东石化产业在基地化、一体化、产业带的发展上带来极大的优势，促进高端化工产业集群基地的形成，是湛江及广东“化工强省”的重要支撑，是促进广东省石化工业产业跨越式发展的里程碑。

5.1.2. 海域开发现状

根据现场踏勘结合收集的资料，本项目论证范围内的海域开发现状用海类型以工业用海和港口用海为主，具体见表 5.1.2-1 和图 5.1.2-1、5.1.2-3。

表 5.1.2-1 项目周边海域开发现状情况表

(已省略)

(已省略)

图 5.1.2-1 周边开发现状示意图（总图）

(已省略)

图 5.1.2-2 周边开发现状示意图（分幅1）

(已省略)

图 5.1.2-3 周边开发现状示意图（分幅1）-局部放大

(已省略)

图 5.1.2-4 周边开发现状示意图（分幅2）

5.1.2.1. 分幅 1 用海活动

分幅 1 用海活动主要分布在东海岛北部沿岸，包括 B 区填海成陆工程和其他用海活动。涉及东海岛公共管廊项目、东海岛石化产业园区港南大道（含延长线）项目、东海岛公共管廊项目等 19 个项目。与本项目距离较近的海域开发活动简介如下：

（一）B 区填海成陆工程

（1）B 区的建设情况

填海实施主体：湛江市东海岛石化产业园区 B 区填海实施单位主体为湛江经济技术开发区新城基础设施建设投资有限公司。

B 区填海审批情况：B 区实际整体填海面积约 214.6159 公顷，包含已批准填海面积 36.8793 公顷（批复为 42.0070 公顷），未批已填海域面积约 177.7366 公顷（其中湛江京信东海电厂 49.2475 公顷已拿到预审意见，未取得权证）。

填海过程：湛江市东海岛石化产业园区 B 区填海实施情况如下：

2011 年 11 月 18 日，时任广东省委书记汪洋，广东省委副书记、代省长朱小丹，中国铁建董事长、党委书记孟凤朝，湛江市委书记、人大常委会主任刘小华，湛江市委副书记、市长王中丙为石化产业园开启工程建设启动仪式，本项目正式开工。

2012 年 12 月国家海洋局批复同意《湛江市东海岛临港工业区区域建设用海规划》（国海管字〔2012〕883 号）；且当地村民以清海补偿、虾塘赔付问题需先解决，所在 A4 区的易旭、新月、新城和鹏尊等填海项目在 2012 年 2~4 月获得海域使用权证，因此直至 2012 年 11 月底仅开始 A4-2 区、B 区分部基础工程的施工（主要是部分基槽挖泥与地基换砂施工）。

2013 年年初在施工进度滞后情况下，项目部开展了“5·31”、“6·30”劳动竞赛活动，掀起“大干、快上”的施工高潮。至 2013 年 6 月底，A4-2 区、B 区围堰全部合拢，吹填区泥面标高达到+5.3m。

2014 年 3 月初，为完成业主“力争 5 月 20 日，确保 6 月 20 日前完成交地任务”的工程目标，再次开展“5·20”劳动竞赛，至 2014 年 5 月 20 日，A4-2 区、B 区吹填施工全面完成，两区停吹标高均达到+7.5m，符合设计建议停吹标

高（B区：+7.45m，A4-2区：+7.35m）要求。2014年6月20日，完成全部分部、分项工程施工，如期实现了既定目标。

2014年8月下旬，在停吹达3个月后，通过招标确定由广东省地质测绘院（甲级测绘资质）进行了A4-2区、B区第三方测量工作。2014年9月17日，三方测绘单位测量成果显示：A4-2区实测平均高程为+7.073m，B区实测平均高程为+7.168m，吹填实测平均高程及高程最大偏差符合设计规范要求。

2014年9月25日，项目部向监理及业主提交了《交工申请报告单》，请求组织交工验收，并通过竣工验收。

填海整体工程于2014年6月完成，填海面积约469.7187公顷。

(2) 围填海历史遗留问题备案、查处情况说明

2018年7月，国务院发布《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“除国家重大战略项目外，全面停止新增围填海项目审批”。

2019年10月4日，自然资源部办公厅出具《关于湛江市东海岛石化产业园区B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〕1729号），确认湛江市东海岛石化产业园区B区围填海属于未确权但有行政审批手续的已填成陆区域，已纳入广东省围填海历史遗留问题清单，同意将该区域按照围填海历史遗留问题有关政策要求进行处理。围填海历史遗留问题涉及5个项目，分别是湛江京信东海电厂2×600MW“上大压小”热电联产燃煤机组项目(49.2475公顷)、湛江经济技术开发区东海岛开发投资有限公司40万吨/年乙二醇及下游深加工项目(24.1837公顷)、湛江开发区新宏材料有限公司5万吨/年异戊橡胶项目(29.0263公顷)、湛江开发区新辉投资有限公司160万吨/年甲醇深加工项目(36.6882公顷)、湛江开发区湛辉化工有限公司20万吨/年功能性表面活性剂项目(38.5909公顷)。湛江市及开发区海洋部门已对5个项目填海建设单位湛江经济技术开发区东海岛开发投资有限公司立案处罚，2017年10月前全部缴清罚款，5宗案件已结案。

(3) B区目前入驻项目

根据调查，目前填海地块上的项目有两个，分别是湛江京信东海电厂热电联产燃煤机组项目（以下简称京信电厂）、湛江港东海岛港区杂货码头工程。

①湛江京信东海电厂 2×600MW “上大压小” 热电联产燃煤机组项目

项目分期建设情况：

一期：位于港前一横路北侧，距离约 200m。建设内容包括码头、港池、取水口、排水口、温排水及排水管道，用海总面积约 56.4944 公顷。其中码头、港池及取水口用海方式分别为透水构筑物、港池及取、排水口，用海面积分别为 1.8221 公顷、35.2079 公顷及 1.4631 公顷；温排水用海面积为 13.4445 公顷，用海方式为专用航道、锚地及其他开放式；排水管道及排水口用海面积分别为 1.8746 公顷、2.6804 公顷，用海方式分别为海底电缆管道和取、排水口；

宗海界址图如下图所示：

(已省略)

图 5.1.2-5 宗海界址图（码头、港池、取水口）

(已省略)

图 5.1.2-6 宗海界址图（温排水）

(已省略)

图 5.1.2-7 宗海界址图（排水管道、排水口）

二期：本项目于湛江京信东海电厂二期 1×1240MW 热电联产燃煤机组工程项目于 2025 年 5 月 6 日广东省人民政府的用海批复《广东省人民政府关于湛江东海岛石化产业园区 B 区围填海历史遗留问题区域西区块用海的批复》（粤府海审（2025）12 号）。批复用海面积为 43.4163 公顷，用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为填海造地（一级方式）中的建设填海造地（二级方式）。用海期限为 50 年。

宗海界址图如下：

(已省略)

图 5.1.2-8 宗海界址图

工程配套的附属设施：

现状水管：现状土路东侧，经开区水务有限公司敷设有 2 根临时自来水管（一根 DN100，一根 DN200）进入北侧的京信电厂（见下图），主要为京信电厂供应生活用水和生产补给使用。

（已省略）

图 5.1.2-9 现状管道照片（现状土路东侧）

工业取水管线：在京信电厂厂外，现有 2 根 DN500 的工业补给水管道。该管线主要用于电厂的工业取水，其敷设路径为：自东西方向横穿现状土路（位于现状土路与港南大道交汇处、港南大道箱涵桥下方），详见下图。

（已省略）

图 5.1.2-10 工业取水管道照片—镜像东

补给水工程应急取水泵房动力电缆、通信电缆（通讯光纤）：目前京信电厂厂外补给水工程应急取水泵房电源由电厂通过动力电缆引出，动力电缆、通信电缆（通讯光纤）沿当前的现状土路临时敷设。

（已省略）

图 5.1.2-11 项目周边的电缆情况—镜像西

②湛江港东海岛港区杂货码头工程

工程建设情况：该工程位于项目东北侧 1.54km，海域使用权人为湛江港（集团）股份有限公司，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水，属于经营性，用海面积为 14.9744 公顷，申请用海期限为 2011 年 8 月至 2061 年 8 月。

周边配套工程现状：根据调查，现状土路下方敷设有该工程施工建设的临时供电管线。

（二）周边海域开发现状

分幅 1 用海活动主要分布在东海岛北部沿岸，包括港口、航道、路桥等用海方式。本次论证重点分析分幅 1，且与本项目距离较近的海域开发活动简介如下：

（1）湛江 220 千伏京信电厂接入系统工程

湛江 220 千伏京信电厂接入系统工程包括 220kV 输电线路工程和配套间隔

扩建工程。具体如下：

220kV 输电线路工程：主要包括新建 220kV 京信电厂至工业园双回送线路和 220kV 京信电厂至东海岛送电线路。其中新建 220kV 京信电厂至工业园双回送线路，线路起点为京信电厂 220kV 出线架构，终点为 220kV 工业园站 220kV 进线架构。全线按同塔双回路设计，新建线路全长约 $2 \times 2.1\text{km}$ ，其中陆域线路长度约 $2 \times 0.5\text{km}$ ，立塔 2 基，海域线路长度约 $2 \times 1.6\text{km}$ ，立塔 4 基。新建 220kV 京信电厂至东海岛送电线路，线路起点为京信电厂 220kV 出线架构，终点为 500kV 东海岛站 220kV 进线架构。全线按同塔双回路设计，新建线路全长约 6.5km。其中，NBI-NB4 段按同塔双回设计，线路长度约 $2 \times 1.53\text{km}$ ，其余按同塔挂单边设计，线路长度约 $1 \times 4.97\text{km}$ 。此段线路，陆域线路长度约 5.2km，立塔 14 基，海域线路长度约 1.3km，立塔 3 基。

配套间隔工程：在 500kV 东海岛变电站 220kV 配电装置场地扩建 1 个 220kV 出线间隔。

该工程位于本项目西侧，最近的一个塔基距离约 0.03km。用海面积 1.8198 公顷。塔基用海期限 30 年（2023 年 3 月 21 日-2053 年 3 月 21 日）。

（已省略）

图 5.1.2-12 湛江 220 千伏京信电厂接入系统工程现场照片

（2）东海岛公共管廊项目

东海岛公共管廊项目位于湛江市东海岛北部，调整段管廊布置于现状施工便道西侧，2024 年变更批复后，公共管廊透水构筑物用海面积 9.6358 公顷，施工栈桥透水构筑物用海 0.2037 公顷；2025 年海域使用权变更登记的整体用海面积为 9.5332 公顷。用海期限为 2024 年 4 月 15 日 -2072 年 7 月 14 日。该项目用海范围与本项目的用海范围存在空间重叠，重叠部分拟做立体设权。

公共管廊由主管廊和主管廊至京信电力段的支管廊（以下简称主管廊和管线桥）两部分组成。其中：

主管廊总长约为 16.08km（海域段总长约为 3.19km）。截面宽度为 9m，长约 6.47km（包括海域段约 2.4km）布置于港南大道靠海侧，起点为石源大道与港南大道平交口，终点为纬二路，与港南大道的线位基本平行，管线桥与港南

大道桥梁间的距离约为 2~11m。上部结构采用钢桁架，每(28+24+28)m 为一个标准段，中间跨抬高约 8~10m；局部跨越规划平交口处中间主跨采用(24+24)m，并抬高约 14m。下部结构采用桩柱式桥墩，基础采用钻孔灌注，其中永久海域段的标准桥墩采用单排桩，桩径 1.5m；放置固定管架的桥采用双排桩，径 1.0m。

支管廊长度约 0.79km，布置于港前一横路西侧，起点为京信电力西侧，与主管廊垂直相交，支管廊与港前一横路桥面的距离约 5-10m。上部结构为三层管架，主梁采用工字形截面的钢板梁，24m（滑动架）+24m（补偿架）+24m（滑动架）=72m，每个标准段之间设置一个固定架，合计 9 个标准段+1 个 24m 非标准段滑动架，以及 9 个固定架。下部结构采用桩柱式桥墩，基础采用钻孔灌注桩，标准桥墩采用单排桩，桩径为 1.5m；放置固定管架的桥墩采用双排桩，桩径为 1.2m。

（已省略）

图 5.1.2-13 公共管廊项目现状照片（主管廊与港前一横路交叉口）

（已省略）

图 5.1.2-14 公共管廊项目（支管廊）

（3）东海岛石化产业园区港南大道（含延长线）项目

位于本项目南侧，在巴斯夫新型一体化项目、巴斯夫二期备用地块及中科炼化一体化项目的南侧，路线总长度约为 14.63km，其中港南大道主线长度约 7.25km，连接疏港公路与港南大道主线的三条通道(通道 B、C、D)总长度 0.84km，港南大道东延线约 3.89km。具体如下：

港南大道主线：西起规划陆域起点，路线向东延伸，经过东建路、通道 B、经一路、通港大道、通道 C、通道 D 等道路，止于现状横一路，路线长度约 7.25km，园区主干道标准，标准横断面宽度为 40m，设计时速为 40km/h，采用双向 6 车道，为了方便日后升级改造，设计时各项技术参数均按城市主干道、车速 60km/h 来选取。在 BK6+327~BK6+887 段泄洪通道处新建一座跨海桥梁，BK6+887~BK8+327.598 设置间隔箱涵，间距约为 50m，采用 2 孔×净 5m。

港南大道东延线：路线北起现状横一路，先向南延伸，与现状东海岛铁路平

行后转而向东，止于中科炼化园区主路，路线长度约 3.89km，城市支路标准，标准横断面宽度为 22m，设计时速为 30km/h，采用双向 4 车道。

连接疏港公路与港南大道主线的三条通道：三条通道大致均为南北走向，北端接顺本项目港南大道主线，南段接顺疏港公路，为便于指明，本设计文件中由西向东将其命名为：通道 B、通道 C、通道 D，各通道长度约 270-300m，路线总长度 0.84km，受现状上跨铁路桥以及规划红线的影响，其中通道 B、C 采用城市次干路标准，设计时速为 40km/h，标准横断面宽度为 40m，通道 D 采用城市支路标准，设计时速为 20km/h，标准横断面宽度为 35.5m，均采用双向 6 车道。

中科园区一二三号规划路：一号规划路西起港南大道东延线，向西延伸，终于三号规划路，路线长度约 1.45km；二号规划路北起一号规划路，向南延伸，终于港南大道东延线，路线长度约 0.60km；三号规划路北起一号规划路，向南延伸，终于港南大道东延线，路线长度约 0.60km。三条道路均采用城市支路标准，横断面宽度为 22m，设计时速为 30km/h，采用双向 4 车道。

（已省略）

图 5.1.2-15 东海岛石化产业园区港南大道（含延长线）项目平面布置图

（已省略）

图 5.1.2-16 东海岛石化产业园区港南大道（含延长线）项目现场照片

（4）养殖塘

项目南侧共有 6 处养殖塘。经现场调查，其中养殖塘 2、4、5 目前已无养殖活动；养殖塘 1、3、6 为调逻村养殖户所有，其具体养殖品种、面积等信息详见下表。

表 5.1.2-2 周边养殖塘活动情况一览表

（已省略）

（已省略）

图 5.1.2-17 项目南侧养殖塘分布示意图

5.1.2.2. 分幅 2 用海活动

分幅 2 用海活动主要分布在湛江港西侧霞山区沿岸，用海类型以港口用海为主。涉及湛江港宝满港区集装箱码头一期扩建工程、湛江港宝满集装箱码头一期工程竣工验收等 12 个项目，具体分析如下：

湛江港宝满集装箱码头一期扩建工程（编号 28.1-28.2）：位于本项目西北侧用海类型为港口用海，用海方式为建设填海造地和港池、蓄水，距离本项目最近为 7.17km。

湛江港宝满集装箱码头一期工程竣工验收（编号 29）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水，距离本项目最近为 7.03km。

湛江港霞山港区港池用海（编号 30）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水，距离本项目最近为 7.81km。

湛江港霞山港区散货码头工程（编号 31.1-31.3）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水和透水构筑物，距离本项目最近为 7.10km。

湛江港霞山港区通用散货码头改扩建工程（编号 32.1-32.2）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水，距离本项目最近为 7.50km。

湛江港新建成品油码头项目（编号 33.1-33.3）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水和透水构筑物，距离本项目最近为 8.43km。

湛江液体化工品码头改扩建工程（编号 34.1-34.8）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水和透水构筑物，距离本项目 8.43-9.07km。

湛江港石化码头有限责任公司石化码头项目（原港池用海项目）（编号 35.1-35.5）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水和透水构筑物，距离本项目 8.85-9.73km。

湛江港石化码头有限责任公司石化码头项目（原 205 码头扩容改造工程）（编号 36）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为透水构筑物，距离本项目最近为 9.40km。

湛江港（集团）股份有限公司码头（港池）用海（编号 37.1-37.3）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水和透水构筑物，距离

本项目 10.20-11.20km。

湛江港 401#~404#泊位技术升级改造工程（编号 38.1-38.2）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为透水构筑物，距离本项目最近为 11.23km。

特呈岛生态农家乐、渔家乐（编号 39）：位于本项目西北侧，用海类型为港口用海，用海方式为港池、蓄水，距离本项目最近为 9.53km。

5.1.3. 海域使用权属

根据 5.1.2.1 节整理的相关内容，与本项目距离较近的确权用海共 49 宗，具体情况见表 5.1.3-1 和图 5.1.3-1。

表 5.13-1 项目附近确权用海情况表

（已省略）

（已省略）

图 5.13-1 项目周边的海域使用权属（附近）

5.2. 项目用海对海域开发活动的影响分析

根据 5.1 节开发利用现状的分析，本项目所在海域的开发利用活动主要有养殖塘、公共管廊项目、港南大道等。本项目周边开发利用活动与悬沙增量 $>10\text{mg/L}$ 包络线叠加图见图 5.2-1。结合项目建设和运营情况，项目用海对海域开发活动影响分析如下。

(已省略)

图 5.2-1 悬沙与项目周边开发利用现状叠加示意图

5.2.1. 对公共管廊、港南大道的影

本项目为港前一横路项目，西侧与公共管廊项目相邻，南接港南大道，北接 2022 年广东省政府批复岸线。申请用海包括港前一横路及施工围堰两部分，其位置与港前一横路和港南大道均有一定的重叠，详见表 5.2.1-1 和图 5.2.1-1 和图 5.2.1-2。

表 5.2.1-1 本项目与公共管廊和港南大道项目重叠情况示意图

(已省略)

(已省略)

图 5.2.1-1 港前一横路与公共管廊和港南大道叠加位置关系图

(已省略)

图 5.2.1-2 施工用海与公共管廊和港南大道叠加位置关系示意图

5.2.1.1. 对公共管廊的影响

(1) 对公共管廊主体工程的影响

本项目设计阶段，道路路基部分与公共管廊相邻一侧设置了 2 种不同的防护结构，分别为填土放坡和挡土墙支护工程。具体结构断面如下图所示。

(已省略)

图 5.2.1-3 本项目与公共管廊位置关系示意图（中间箱涵段）

(已省略)

图 5.2.1-4 本项目与公共管廊位置关系示意图（挡土墙段）

(已省略)

图 5.2.1-5 本项目与公共管廊位置关系示意图（填土放坡段）

根据上述位置示意图，挡土墙段及中间箱涵段与公共管廊距离均约为 5-10m，相对较远；而填土放坡段下穿公共管廊桩基，距离较近。为最大限度降低施工对既有管廊桩基及结构的影响，建议在紧邻管廊区域采用人工开挖等低扰动工艺进行作业，填土段与桩基交汇处采用人工填筑等较为温和方式进行，严格控制施工范围及强度，避免对管廊桩基的安全和稳定造成不利影响。同时，建议建设单位加强全过程施工监督，确保作业严格控制在限定范围内，禁止超范围施工。

在此基础上，本项目施工对公共管廊的潜在影响可控，属于可接受范围。

(2) 施工产生的悬浮泥沙对公共管廊项目的影响

根据第 4 章模拟分析，本项目建设产生的悬沙（浓度增量 $>10\text{mg/L}$ ）影响水域总面积约为 1.3600km^2 。其中，扩散至公共管廊项目范围内的面积仅为 0.0555km^2 （图 5.2.1-6）。悬沙影响主要集中于施工期，施工结束后将随之消退。此外，公共管廊下方水道无通航需求，仅用于日常维修。因此，施工期产生的有限悬沙对公共管廊的影响是短期、可恢复的，在可接受范围内。

(已省略)

图 5.2.1-6 公共管廊项目与 10mg/L 悬沙扩散包络范围叠加示意图

(3) 对公共管廊用海权属的影响

由上述分析可知，港前一横路呈南北向布设，线路南段（填土放坡段）下穿公共管廊项目主管廊与港南大道相接，线路北段（填土放坡段）与 2022 年广东省政府批复岸线相接，西侧与公共管廊项目（支管廊）相邻。因此，本项目用海垂直投影区域不可避免与公共管廊已确权的用海范围存在部分重叠。

为规避与已确权公共管廊的权属重叠，并落实集约节约用海原则，本项目拟采用立体分层设权方式。具体方案为：仅对港前一横路及施工围堰实际占用的立

体空间（其中港前一横路确权高程为-0.5m~7.8m，施工围堰确权层高程为0m~3.5m）设置海域使用权，而对公共管廊设权层（9.5m~24.7m）及其他空间予以保留，以确保同一海域内公共管廊及其他符合规定的用海活动可协调发展。

公共管廊项目与本项目为同一用海申请单位，且公共管廊项目已先行取得海域使用权。基于此，在本项目开展立体确权用海的同时，建设单位已同步办理公共管廊项目的立体用海权属变更手续。具体协调方案与面积合理性分析详见本报告“5.5 用海协调”与“7.5 用海面积合理性分析”章节。

综上所述，本项目对公共管廊主体工程的影响较小，用海权属重叠情况具有较好的协调性，属于可接受范围。

5.2.1.2. 对港南大道的影晌

(1) 对港南大道主体工程的影响

①施工期间

根据前文分析，港前一横路与港南大道主体工程仅有 1m 左右的缝隙，且施工围堰下穿港南大道，与后方养殖塘形成合围，与港南大道的箱涵存在一定范围的交越区域。

为最大限度降低施工对港南大道箱涵及结构的影响，建议在紧邻港南大道的区域优先采用人工开挖等低扰动工艺进行作业，严格控制施工荷载与振动，避免对港南大道箱涵的侧向受力和整体稳定性造成不利影响。

②运营期间

本项目南侧与港南大道工程相接，为保障整体结构的稳定与安全，该段工程采用挡土墙防护方案，具体为：保留并利用现有 15m 长扶壁式挡土墙，并新建两段高度为 7.0m 的扶壁式挡土墙，新建段长度分别为 26.78m 和 39.11m。

(已省略)

图 5.2.1-7 挡土墙纵面图

该防护工程对港南大道的影晌主要体现在以下几个层面：

缓解冲刷，提升既有结构安全：现场调查表明，港南大道桩基及墩台区域已存在明显冲刷痕迹（见下图）。新建挡土墙通过引导与规顺局部水流，可有效削

弱潮浪对港南大道基础的直接冲刷作用，从而显著降低其桩基的长期冲刷风险，提升该重要交通基础设施的耐久性与安全储备。

(已省略)

图 5.2.1-8 港南大道向水侧（镜像南）

稳固路基，增强区域协同稳定：边坡与路基防护：扶壁式挡土墙结构为本项目路基及毗邻的港前一横路提供了可靠的侧向支护，从根本上抑制了因土体流失可能引发的边坡滑塌风险，确保了自身及港南大道路基底的长期稳定。

结构变形协调：挡土墙按间距 15m 设置沉降缝（缝宽 2-3cm，内填沥青麻絮深度 15-20cm）。该设计能有效吸收与协调在风、浪、流及地震等荷载作用下产生的差异变形，减小两座邻近桥梁结构之间的不利相互作用，进一步保障行车安全与结构耐久性。

(2) 施工产生的悬浮泥沙对港南大道的影响

根据第 4 章模拟分析，本项目建设产生的悬沙（浓度增量 $>10\text{mg/L}$ ）影响水域总面积约为 1.3600km^2 。其中，扩散至公共管廊项目范围内的面积仅为 0.0484km^2 （图 5.2.1-9）。悬沙影响主要集中于施工期，施工结束后将随之消退。此外，港南大道下方水道无通航需求，故施工期产生的悬沙对港南大道的影响较小，可以接受。

(已省略)

图 5.2.1-9 港南大道与 10mg/L 悬沙扩散包络范围叠加示意图

(3) 对港南大道用海权属的影响

由图 5.2.1-1 和图 5.2.1-2 可知，港前一横路垂直投影区域与已确权的港南大道用海范围存在约 0.1044 公顷的重叠；同时，本项目施工围堰下穿港南大道，并与后方现有养殖塘形成合围，其垂直投影区域与已确权的港南大道用海范围存在约 0.6370 公顷的重叠。鉴于本项目与港南大道由同一用海单位申请，且港南大道已依法完成用海确权。针对上述两类重叠情形，分析如下：

关于港前一横路的重叠：对于 0.1044 公顷的重叠区域，建设单位已承诺由港南大道对该部分区域进行合理退让，并同步办理相应的用海范围变更手续。

关于施工围堰的重叠：施工围堰下穿港南大道并与后方养殖塘形成合围，产生 0.6370 公顷的垂直投影重叠区域。为避免与已确权的港南大道用海权属冲突，对施工围堰进行立体分层设权（确权层高程为 0m~3.5m），而对港南大道设权层（6.2m~8.2m）及其他空间予以保留，以确保同一海域内港南大道及其他符合规定的用海活动可协调发展。对此，建设单位已承诺将旗下的港南大道项目同步办理立体用海权属的变更手续，明确本项目与港南大道及其他后期可能的用海空间分层设权关系。

上述协调措施的具体方案及用海面积的合理性论证，详见本报告第 5.5 节“用海协调”与第 7.5 节“用海面积合理性分析”。

综上所述，本项目对港南大道主体工程的用海权属影响有限，相关重叠问题可通过权属调整与立体分层管理有效解决，协调路径清晰、措施可行，属于可接受范围。

5.2.2. 对湛江 220 千伏京信电厂接入系统工程的影响

根据第 4 章模拟分析，本项目建设产生的悬沙（浓度增量 $>10\text{mg/L}$ ）影响水域总面积约为 1.3600km^2 。其中，扩散至公共管廊项目范围内的面积仅为 0.0153km^2 （图 5.2.2-1）。悬沙影响主要集中于施工期，施工结束后将随之消退。此外，接入系统该工程下方水道无通航需求，故施工期产生的悬沙对其的影响较小，可以接受。

（已省略）

图 5.2.2-1 京信电厂接入系统工程与 10mg/L 悬沙扩散包络范围叠加示意图

5.2.3. 对 B 区入驻项目的影响

（1）通行保障

经现场勘查，现状土路是湛江京信发电有限公司与湛江港（集团）股份有限公司车辆及人员进出的唯一通道。本项目是对该道路的升级改造，施工期间将不可避免地占用部分现有道路，增加通行密度，对两家单位的正常出行造成一定影响。为最大限度降低影响，拟采取错峰施工与分阶段施工相结合的方式：先行建设一、二期工程，待其满足通行标准后，再开展三、四期工程。建议建设单位严

格督促施工单位做好工序衔接，确保施工期间不影响两家企业的正常运营。

(2) 供水管线、工业取水管线、补给水工程应急取水泵房动力电缆、通信电缆（通讯光纤）及供电管线

供水管线：工程范围内现状土路东侧敷设有由湛江经济开发区水务有限公司负责运营的专用供水管线（位于规划道路中线偏西位置），该管线为湛江京信发电有限公司日常供水所用。目前，港前一横路与该管线路由存在空间重叠（见图 5.2.2-1）。

（已省略）

图 5.2.3-1 本项目与供水管线（现状土路）位置示意图

工业取水管：现场勘查发现，工程范围内现状土路西侧敷设有湛江京信发电有限公司的工业取水管线。目前，该管线路由与港前一横路存在空间重叠。

（已省略）

图 5.2.3-2 本项目与工业取水管线位置示意图（项目西侧）——镜像东

补给水工程应急取水泵房的动力电缆与通信电缆（含通讯光纤）：根据调查，目前京信电厂厂外补给水工程应急取水泵房电源由电厂通过动力电缆引出，动力电缆、通信电缆（通讯光纤）沿当前的现状土路临时敷设。

（已省略）

图 5.2.3-3 项目周边的电缆情况（项目西侧）——镜像西

供电管线：根据调查，现状土路下方敷设有湛江港（集团）股份有限公司建设的临时供电管线。

鉴于本项目工程范围内涉及湛江京信发电有限公司的日常生活供水管线、工业取水管线及补给水工程应急取水泵房的动力电缆与通信电缆（含通讯光纤），以及湛江港（集团）股份有限公司的供电管线，施工期间若进行路基开挖、地基处理等作业，可能对上述管线与电缆造成影响。故建议建设单位：

在施工前与湛江经济开发区水务有限公司、湛江京信发电有限公司及湛江港（集团）股份有限公司充分沟通，推动成立“管线保护专项协调小组”，共同审定

施工方案、工期安排、管线重叠区域施工工艺及相关管线图纸与技术参数（如管材、管径、埋深、压力等）。在此基础上，应依据港前一横路的实际施工进度，有序组织实施安全可行的施工与管线迁移方案，确保管线全程处于非施工区域，最大程度降低施工对相关单位运营的影响。

基于上述保障措施的基础上，本项目与上述三家单位的供水、供电等管线具备较好的可协调性，对 B 区入驻项目的影响可控，整体可以接受。

5.2.4. 对周边养殖塘的影响

经现场踏勘，项目沿线分布有 6 处养殖塘，权属为调逻村村民所有，主要为鱼、虾等经济类水产品种。部分养殖塘依赖周边海域进行周期性换水或补水，对水质具有一定要求。

本项目建设对周边养殖塘的影响，主要体现在施工围堰作业可能扰动底泥，产生一定量的悬浮泥沙，对邻近水域水质造成短暂、局部影响。但该影响受多重因素制约，主要体现在以下方面：

（1）受现有养殖塘围堤阻隔及区域水流流向影响，施工产生的悬浮泥沙主要滞留于港南大道以北区域（见图 5.2.4-1），难以向南侧主要养殖区扩散。

（2）施工围堰采用抛石挤淤法，通过定点、分段投放块石的方式，作业过程无大规模开挖或水下爆破，机械扰动强度低，悬浮物产生量有限，对周边水体的物理扰动相对较小。在此基础上，建议施工单位优先选择落潮低水位时段开展涉水作业，抑制悬浮泥沙扩散，减小对邻近水域水质及底栖生态环境的影响，切实保障养殖塘用水安全。

（3）项目所在区域水深较浅，水体交换能力较弱。施工期间产生的悬浮泥沙主要集中在工程邻近水域，不会对周边海域造成大范围扰动，扩散范围有限。同时，围堰施工周期较短（约 30 天），且随着施工期结束影响也随之消失。

（4）强化施工期协调管理机制。施工单位将与调逻村委及养殖户保持密切沟通，动态掌握其取水、投苗等关键生产时段，合理安排作业计划，通过错峰施工等方式，尽量避开敏感期，最大限度减少对周边养殖活动的干扰。

综上所述，在严格落实上述措施的基础下，本项目建设对周边养殖塘的影响可以接受。

(已省略)

图 5.2.4-1 项目周边养殖塘与 10mg/L 悬沙范围包络线叠加示意图

5.3. 利益相关者界定

利益相关者是指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发者、利益者，即与论证项目存在利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。



表 5.3-1 利益相关者界定一览表

（已省略）

（已省略）

图 5.3-1 利益相关者分布示意图

5.4. 相关利益协调分析

5.4.1. 与利益相关者协调分析

经界定，本项目利益相关者为湛江京信发电有限公司、湛江港（集团）股份有限公司、湛江经济开发区水务有限公司及调运村养殖户。

（一）与湛江京信发电有限公司、湛江港（集团）股份有限公司、湛江经济开发区水务有限公司协调

根据前文分析，本项目对三家单位的影响主要在通行保障、供水（供电）管线和电缆保护等方面，具体协调如下：

（1）通行保障

湛江京信发电有限公司、湛江港（集团）股份有限公司：根据前文分析，工程范围内的现状土路是湛江京信发电有限公司与湛江港（集团）股份有限公司车辆及人员进出的唯一通道。本项目作为该道路的升级改造工程，施工期间不可避免地会对两家企业的日常通行造成一定影响。为尽可能减少施工干扰、保障企业正常运营，建议在施工前及施工过程中与两家单位保持密切协调，并落实以下措施：

①施工前协调与沟通：建议建设单位主动与两家企业建立沟通机制，提前就施工范围、阶段性进度、关键工期节点及可能影响的时段进行充分告知与协商，确保信息畅通，以便企业提前做好生产与通行安排。

②施工期间组织与管理

分阶段有序施工：采取“先一、二期、再三、四期”的分阶段推进方式，确保在各阶段施工期间始终保留可供通行的道路，保障企业基本出行需求。

规范施工操作：严格要求施工单位遵守作业规范，加强现场管理，避免因施工操作不当引发安全事故，影响道路通行与企业正常运营。

动态协调与调整：施工过程中如遇实际情况变化，应及时与企业沟通，灵活调整施工组织，在保障工程进度的同时，最大限度降低对通行的影响。

（2）供水（供电）管线、电缆（含动力电缆、通信电缆）等安全防护

湛江京信发电有限公司、湛江经济开发区水务有限公司：现状土路东侧敷设 2 条由湛江经济开发区水务有限公司负责运营的专用供水管线（位于规划道路

中线偏西位置），该管线为湛江京信发电有限公司日常供水所用。在京信电厂厂外，现有 2 根 DN500 的工业补给水管道。该管线主要用于电厂的工业取水，其敷设路径为：自东西方向横穿现状土路（位于现状土路与港南大道交汇处、港南大道箱涵桥下方）。此外，京信电厂厂外补给水工程应急取水泵房电源由电厂通过动力电缆引出，动力电缆、通信电缆（通讯光纤）沿当前的现状土路临时敷设。

湛江港（集团）股份有限公司：现状土路下方敷设有该工程施工建设的临时供电管线。

上述管线、电缆均分布于本项目工程范围内，施工期间进行路基开挖、地基处理等作业时，可能对管线、电缆的物理安全与稳定运行构成潜在风险，进而可能影响相关单位的正常生产秩序。为了减少施工对其的影响，并确保工程顺利推进，建议由项目建设单位牵头，与湛江京信发电有限公司、湛江经济开发区水务有限公司及**湛江港（集团）股份有限公司**共同协商，落实以下保障措施：

施工前：建议成立由建设单位、湛江京信发电有限公司、湛江经济开发区水务有限公司及**湛江港（集团）股份有限公司**共同组成“管线保护与迁改协调小组”，在施工前共同审核管线图纸与技术参数（包括管材、管径、埋深、压力等），结合施工方案与工期安排，联合审定管线迁移或保护的具体技术方案，确保方案同时满足道路施工要求及相关标准。

施工中：在管线迁移或管线邻近区域施工期间，邀请相关单位技术人员进行现场监督与指导。与周边企业建立施工告知与反馈机制，对其关切事项予以书面响应。定期向协调小组通报施工进展，特别是在管线影响范围内的作业情况，实现信息同步、过程可控。

施工后：管线迁改完成后，会同周边企业对迁移段管线进行联合验收，重点检测接口密封性、材料完好性、通水能力等关键指标，确保迁改后管线运行标准不低于原设计水平。

（二）与调逆村养殖户的协调

根据前文分析，本项目对周边养殖塘的主要潜在影响源于施工期间围堰作业产生的悬浮泥沙，可能对邻近水域水质造成短暂、局部扰动，进而影响部分依赖周边海域取水的养殖塘。

鉴于项目所在区域水深较浅，有利于悬浮物快速沉降，且围堰施工周期较短（约 30 天），影响具有明显的临时性和可逆性。为最大限度降低对养殖活动的干

扰，建议建设单位建立以下协调机制：

（1）在涉水施工开始前，通过村务公开栏、村民代表会议、微信群通知等适当方式，主动向调逻村及相关养殖户清晰告知施工方案、作业时段、持续时间及拟采取的环保措施，充分保障其知情权与参与权。

（2）建议由调逻村村委牵头，协调建设单位与各养殖户。协调的内容如下：

①施工过程中，主动对接各养殖户，明确期间明确各养殖塘的日常取水、投苗、换水等关键生产时段。可采取错峰施工等方式，尽量避开养殖户集中取水期，有效减少施工与生产需求的冲突。

②在编制详细施工计划时，优先安排落潮低水位时段开展涉水作业，并严格控制施工强度与作业面范围。

综上所述，在严格落实前述沟通与协调措施的基础上，本项目与周边用海项目及养殖活动具有良好的协调性。为切实推进项目建设，建设单位已在论证阶段主动致函相关单位，目前已收到湛江京信发电有限公司、湛江港（集团）股份有限公司及湛江经济开发区水务有限公司的正式回函（具体见附件2），均明确表示支持本项目建设。针对涉及的多个养殖户，项目前期已与所在村委达成初步共识，相关协调文件正在进一步沟通与完善中。

5.4.2. 与协调部门的协调分析

经界定，本项目协调部门为湛江经济技术开发区农业事务管理局和林业主管部门。

（1）与湛江经济技术开发区农业事务管理局的协调

项目周边分布有水闸、红星水库闸等水利设施，承担防洪与行洪功能。根据调查，港南大道项目在用海论证阶段已委托中山市水利水电勘测设计咨询有限公司编制《东海岛石化产业园区港南大道（含延长线）项目洪水影响评价报告》，并于2022年4月24日取得湛江经济技术开发区农业事务管理局批复（湛开农〔2022〕179号）。本项目位于港南大道北侧，距离最近水闸约0.61km，且与港南大道项目属同一建设单位。本项目设计将现状45.5m管涵扩展为约102m净宽的透水结构，有利于改善周边水闸的防洪行洪条件。虽然施工期间围堰临时围蔽可能会对水闸泄洪造成一定的影响，但本项目在施工设计阶段已充分考虑该因素，通过分阶段施工、保留涨落潮通道等措施，降低影响。因此，本项目可沿用港南大道项目洪

水影响评价报告中的可行结论，不再另行开展防洪影响评价。

考虑到周边水闸的防洪工作由湛江经济技术开发区农业事务管理局负责管理，且水闸对区域防洪安全及财产保护具有重要作用，为稳妥推进项目建设，建议建设单位主动与湛江经济技术开发区农业事务管理局保持充分沟通，确保施工相关信息双向及时互通。同时，严格规范作业方式，严禁超范围用海。

综上，本项目建设与湛江经济技术开发区农业事务管理局的管理要求具备较好的协调性。

(2) 与林业主管部门的协调

本项目建设范围及周边分布有红树林，项目建设会对用海范围内的红树林产生影响。项目在开工建设前需取得林业主管部门同意建设的意见函，施工期间应根据实际情况尽量避开红树林区域；若不能避开的，建议建设单位应就项目周边红树林的保护工作与林业主管部门进行协调，做好红树林的相关保护和修复措施，开展红树林移植、补种工作。

在此基础上，本项目建设与林业主管部门具有较好的协调性。

表 5.4.2-1 项目用海利益协调情况一览表
（已省略）

5.5. 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

项目用海区及邻近海域没有涉及国防安全和军事的相关活动，不涉及领海基点，项目论证材料也不涉及军队的私密资料或国家秘密，因此不会对国防安全和国家海洋权益造成不利影响。

6. 国土空间规划符合性分析

6.1. 所在海域国土空间规划分区基本情况

6.1.1. 《广东省国土空间规划（2021-2035年）》

根据《广东省国土空间规划（2021-2035年）》，本项目用海选址位于广东省海洋空间功能布局的“海洋开发利用空间”，未涉及其他海域功能分区。该区域主导功能包括“工矿通信与海洋能利用、交通运输、旅游休闲”等。本项目用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，符合该区域的主导功能要求。

同时，本项目所在区域不涉及生态保护红线、耕地保护目标和永久基本农田。周边临近生态红线类型为湛江市麻章区红树林（距离约 0.03km）、广东霞山特呈岛国家海洋自然公园（距离约 5.04km）、湛江市坡头区红树林（距离约 11.03km）、广东湛江红树林国家级自然保护区（距离约 8.81km），详见图 6.1.1-1、

（已省略）

图 6.1.1-1 项目与“三条控制线”位置关系图

6.1.2. 《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》

根据《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，本项目所在海域纳入雷州半岛东部滨海湿地生态系统保护和修复单元（见图 6.1.2-1）。该单元的修复任务主要包括退塘还岛、退塘还湿、退塘还海，完善滨海生态廊道，推进滩涂红树林营造，重点建设雷州沿岸及徐闻东北海域万亩级红树林示范区；修复龙王湾、湛江港、雷州湾、五里山港等地海岸线，使其具备生态功能；保护硃洲岛附近的原生海藻场；加强对白海豚、文昌鱼、中华鲎、大黄鱼等珍稀濒危物种及其栖息地的保护，提升鸟类栖息地质量。同时，推动南禾联围、巴林联围和海安半岛生态化海堤建设，完善沿海防护林体系，并将湛江湾（南三岛、特呈岛、东海岛、硃洲岛）建设为美丽海湾，改善水动力条件，恢复潮汐通道。

本项目具体地处湛江市麻章区东海岛石化产业园区北部、公共管廊东侧，属该修复单元中湛江湾美丽海湾建设重点区域。该单元的核心生态修复目标包括：恢复潮汐通道水动力条件、完善滨海生态廊道、推进红树林营造、保护中华鲎、

大黄鱼等珍稀物种栖息地，并将东海岛周边海域纳入湛江湾美丽海湾整体提升体系。

(已省略)

图 6.1.2-1 项目与《广东省重要生态系统生态保护和修复布局图》叠加示意图

6.1.3. 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》

经项目用海范围与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中规划分区叠加可知（图 6.1.3-1），本项目所在海洋功能区为“东海岛北部工矿通信用海区”，项目周边海洋功能区分别为“湛江港交通运输用海区”“广东湛江红树林国家级自然保护区及麻章雷州湾地方级湿地自然公园生态保护区”“广东霞山特呈岛国家海洋自然公园生态保护区”及“南三岛南部海洋预留区”等。

表 6.1.3-1 项目所在及周边区域海洋功能分区情况

(已省略)

(已省略)

图 6.1.3-1 项目与广东省海岸带海洋功能分区叠加示意图

6.1.4. 《湛江市国土空间总体规划（2021—2035 年）》

根据《湛江市国土空间总体规划（2021—2035 年）》市域国土空间控制线规划图与本项目用海位置叠加分析（图 6.1.4-1），本项目用海不占用生态保护红线和永久基本农田。

(已省略)

图 6.1.4-1 项目与市域国土空间控制线叠加示意图

6.1.5. 《湛江经济技术开发区（东海岛）国土空间总体规划（2021—2035 年）》

根据《湛江经济技术开发区（东海岛）国土空间总体规划（2021—2035 年）》

相关成果图（图 6.1.5-1、图 6.1.5-2），经与本项目用海范围叠加分析，项目用海位于规划确定的工矿通信用海区范围内，不涉及生态保护红线和永久基本农田。

（已省略）

图 6.1.5-1 项目与开发区国土空间控制线规划叠加示意图

（已省略）

图 6.1.5-2 项目与开发区海洋功能分区叠加示意图

6.2. 周边海域国土空间规划分区的影响分析

6.2.1. 对《广东省国土空间规划（2021-2035）》分区的影响分析

本项目不涉及生态保护红线，符合《广东省国土空间规划（2021-2035）》，周边生态红线为湛江市麻章区红树林。

根据工程分析，本项目采用分期围堰施工方式，箱涵及道路结构均在围堰形成的封闭干地作业区内实施，施工过程中产生的各类污染物可有效控制在围堰内部，基本不会外泄至围堰外海域，从而最大限度避免对周边海洋环境造成影响。围堰填筑与拆除阶段虽可能产生少量悬浮泥沙，但受工程所在区域水动力条件限制，其扩散主要局限于作业区邻近水域，影响范围小、持续时间短。通过优化施工时序、控制作业强度等措施，可进一步减缓悬沙扩散对水环境的影响。因此，对周边红树林等生态敏感目标影响可以接受。

运营期，本项目作为城市次干道，主要承担园区交通运输功能，采用路基填土放坡和透水箱涵结构形式，由 45.5m 的现状过水管涵升级为 211m 的透水箱涵结构，增加了现状土路两侧的水交换能力，解决了湾内水动力不足的情况。

综上，本项目施工及运营对周边生态保护红线区影响可接受。

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

由 6.1.2 节可知，项目用海区域位于雷州半岛东部滨海湿地生态系统保护和修复单元内。该单元以“退塘还湿、恢复滨海廊道、岸线生态化改造”为主要修复

方向。本项目位于东海岛石化产业园区内，用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，主要服务于园区内部交通通行需求。项目不涉及填海造地、围填海等严重改变海域自然属性的活动，亦未占用自然岸线，其建设内容与规模与其不冲突。

施工期间影响主要为围堰填筑和拆除产生的悬浮泥沙。根据悬沙扩散数学模型结果可知，悬沙影响主要集中在工程作业面附近，且施工围堰施工期较短（约30天），对周边的影响是暂时的，且随着施工期结束影响消失。

运营期无污染物排放，对周边生态敏感目标影响较小，不会改变所在修复单元的整体生态格局与功能定位。

综上所述，项目建设对修复单元内的湿地恢复、潮汐通道修复、红树林营造等生态修复目标无实质性阻碍，影响较小，与《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》的相关修复要求相协调。

6.2.3. 对《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035）》分区的影响分析

（1）对项目所在区域海洋功能区的影响

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，本项目所在海洋功能区位于东海岛北部工矿通信用海区，与其管控要求相符性分析见下表。

表 6.2.3-1 本项目与所在海洋功能区的管控要求符合性分析

功能区	管控要求		项目情况分析	相符性
东海岛北部工矿通信用海区	空间准入	1.允许工业用海、海底电缆管道用海；2.可兼容路桥隧道、航运及海岸防护工程等用海；3.保障东海岛城市建设发展工业、仓储等用海需求。	1.港前一横路设计采用“填土放坡+透水箱涵”的复合结构，采用非透水构筑物的用海方式，布设在既有东海岛石化产业园区内；2.道路路线设计不影响周边海域航运通行和沿岸设施发展；3.项目用海面积有限，满足东海岛城市建设及工业、仓储等用海需求。	相符
	利用方式	1.允许适度改变海域自然属性；2.优化用海平面布局，节约集约利用海域资源。	1.施工期采用分段围堰与干法作业，将施工扰动有效控制在围堰范围内，最大限度减少对海域的影响，并通过优化平面布局实现集约用海。2.箱涵结构尺度有限，对周边潮流及水动力条件影响较小，运营期间不会改变海域自然属性。	相符

保护要求	工业用海必须配套建设污水和生活垃圾处理设施，实现达标排放和科学处置。	本项目为交通运输用海中的路桥隧道用海，不属于工业用海。施工期间，设置临时围堰，路基和箱涵工程在临时围堰内进行，可以较好地控制污染物在围堰内，基本不会扩散至围堰外。此外，施工产生的各类污染物均收集上岸处理，严禁排海。在运营期不占用水体，对水环境没有实质性影响。	相符
其他要求	加强海啸灾害防范；重点防范风暴潮、海平面上升灾害风险，防范极端海平面事件引发的咸潮和滨海城市洪涝等复合型灾害风险。	为了生产安全，施工及运营期间需与海事部门及气象部门保持紧密联系，做好安全防范措施。	相符

港前一横路，南接港南大道，东连港前东路，是完善东海岛石化产业园区内部路网结构、保障园区生产运营、物流运输及应急疏散通道畅通的重要工程，促进临港产业与能源基地的支撑性建设，符合“工矿通信用海区”空间准入要求。

项目用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，采取两端填土中间箱涵的布设方式，中间跨段采用箱涵结构保证水动力条件连通。施工期施工扰动主要局限于围堰范围，可能引起局部水体浑浊和泥沙短时扰动，但范围有限、可恢复；运营期对潮汐水动力条件及周边生态敏感区影响较小，不改变海域整体自然属性。

项目用海不涉及已批复自然岸线或无人岛占用，也未突破潮间带生态保护红线范围。综合来看，本项目建设与工矿通信用海区兼容路桥用海的空间管控和利用方式相一致，施工和运营对水动力及生态环境的影响均在可控范围内，对所在海洋功能区的影响可接受。

表 6.2.3-2 项目所在海洋功能区管控要求一览表

引自《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》

（已省略）

（2）对周边海域海洋功能分区的影响

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，本项目周边海洋功能区为“广东湛江红树林国家级自然保护区及麻章雷州湾地方级湿地自然公园生态保护区”“湛江港交通运输用海区”“广东霞山特呈岛国家海洋自然公园生态保护区”和“南三岛南部海洋预留区”。

本项目为道路项目，用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，用海方式为非透水构筑物，项目建设与这些功能区之间的位置关系及可能影响如下：

广东湛江红树林国家级自然保护区及麻章雷州湾地方级湿地自然公园生态保护区：该功能区保护重点为红树林湿地、盐沼及潮间带生态系统，要求切实保护岸线和生物多样性。本项目选址不在生态保护红线内，直线最近距离约 0.03 km。邻近部分为该功能区的麻章区红树林部分，与保护区内的大片红树林核心分布区仍有较大空间距离。施工阶段围堰虽可能导致水体浑浊和短时泥沙扰动，但这种影响范围主要集中在项目作业区附近，且随着施工期结束影响即结束，对周边红树林的影响较小。

湛江港交通运输用海区：该功能区的防护要求维护港口水动力与泥沙冲淤环境，严格保护岸线和潮间带，合理利用海岛资源。本项目位于东海岛北部，距离湛江港交通运输用海区较近。施工期间，施工围堰的施工与拆除过程中会产生一定的悬浮泥沙，对周边海水水质环境产生一定的影响；本项目施工期间，不涉及施工船舶，不会对该功能区的通航造成影响。同时，本项目不涉及岸线硬化及海岛开发，基本符合该区的保护与利用要求。

广东霞山特呈岛国家海洋自然公园生态保护区：该功能区主要任务是防止海岸侵蚀，保护潮间带。项目与该功能区距离较远，施工及运营影响难以直接波及。预计项目不会对该功能区的海岸带和潮间带保护目标产生实质性影响。

南三岛南部海洋预留区：该区域主要承担防洪纳潮功能，要求保障行洪安全和集约节约用海。本项目位于东海岛北部，距离该区域较远，不会改变该区域的纳潮和防洪功能，对其空间利用目标不构成影响。

综上所述，本项目对周边海洋功能区影响较小，其建设总体符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》的空间分区管控要求。

表 6.2.3-3 项目周边海洋功能区管控要求一览表
(已省略)

6.2.4. 对《湛江市国土空间总体规划（2021-2035）》分区的影响分析

项目位于乡村发展区，不涉及生态保护红线、耕地保护目标和永久基本农田。周边生态保护红线为湛江市麻章区红树林，项目距离该生态保护红线最近距离约为 0.13km。

港前一横路全长约 738.94 m，红线宽度 30m，双向 4 车道，南接港南大道，北接港前东路。道路建设采用“填土放坡+透水箱涵”结构，用海方式为非透水构筑物，布设在道路下方，净宽、长度满足百年一遇防洪标准，保证排水通畅。用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，用海方式为非透水构筑物。

施工期间，填土放坡和透水箱涵主要在施工围堰形成的干法施工环境下进行，可以较好地将期间产生的污染物控制在围堰内。施工围堰填筑和施工会产生少量的悬沙，对工程附近水域产生一定的扰动。但这种影响较小，且主要局限于工程作业区附近，不会造成大范围扰动，对周边生态环境影响较小。

运营期主要为交通运输服务，箱涵结构保证水流通畅和排水系统正常运行，对潮汐、水动力条件及周边红树林湿地的长期影响较小，不会改变海域自然属性或对生态敏感区造成实质性破坏。

综上，施工及运营期间对生态红线区影响均可控，未涉及周边生态保护红线范围，符合《湛江市国土空间总体规划（2021-2035）》相关要求。

6.2.5. 对《湛江经济技术开发区（东海岛）国土空间总体规划（2021-2035 年）》分区的影响分析

施工期间，将在道路两侧设置围堰实施干地施工。围堰构筑及拆除过程将引发局部泥沙扰动，产生悬沙。悬沙主要集中于作业区附近，少量低浓度悬沙可能扩散至周边红树林区域。鉴于项目区水深较浅，悬沙易于沉降，因此对红树林的总体影响较为有限。

运营期间，工程采用“填土放坡+透水箱涵”的结构形式，总体上可维持湛江湾潮汐通道的畅通。局部水动力与沉积环境可能发生一定变化，或对周边红树林生态系统造成一定压力。但鉴于本项目规模较小，对区域整体水动力条件的影响

有限，对红树林生态系统的影响也较小。

综上所述，本项目对《湛江经济技术开发区（东海岛）国土空间总体规划（2021-2035年）》分区的影响可以接受。

6.3. 项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.3.1. 与《广东省国土空间规划（2021-2035）》的符合性分析

2023年12月26日，《广东省国土空间规划（2021—2035年）》已经国务院批复同意。《规划》明确提出构建“一核两极多支点”的国土空间开发利用格局。其中，“两极”包括湛江和汕头两大省域副中心城市，湛江被定位为粤西发展的核心增长极，要求支撑湛茂一体化发展，提升沿海经济带西翼的发展能级。在基础设施建设方面，规划强调要“加快沿海高快速通道建设，全面提升湛江省域副中心城市综合服务功能”，并明确提出“合理安排湛江港霞山、宝满、东海岛、徐闻、雷州港区等重要港区交通运输用海，落实跨江跨海通道建设需求”。在能源保障上，规划还将“湛江京信东海岛电厂二期”列为重要电力项目，要求配套交通设施予以支持。在生态保护方面，规划提出要筑牢生态保护红线，形成蓝色海洋生态屏障，推进滨海湿地、红树林和美丽海湾建设，严格管控生态敏感区。

本项目位于东海岛北部，处于工矿通信用海范围，属于省级规划中湛江湾产业与交通一体化发展的重点区域。本项目作为石化园区的基础设施建设的一部分，有利于完善园区交通运输网络，提升园区整体运营效率。同时，项目建设与“湛江京信东海岛电厂二期”等重大能源项目运行存在协同关系，为电力送出及产业发展提供交通保障。在生态保护方面，项目虽邻近麻章区红树林分布点，但未直接占用生态保护红线，且主体采用箱涵结构，有助于保持主要潮汐通道通畅，降低对湛江湾整体水动力系统的干扰。通过施工期水质与噪声控制，以及后续红树林补植、岸线修复和增殖放流等措施，可与省级规划提出的“蓝色海洋生态屏障和美丽海湾建设”目标保持一致。

同时，《规划》明确表示“以‘三区三线’为基础构建国土空间开发保护总体格局”。“三区三线”是根据城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的空间，分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线三条控制线。

(已省略)

图 6.3.1-1 项目与“三区三线”位置关系

根据前文分析，本项目不涉及城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线。施工过程中产生的悬浮泥沙（SS）将对周边水体产生一定影响，其增量超过 10mg/L 的分布范围以开挖区中心点为基准，向外扩散的最远距离在不同方向上有所差异，具体为：东北向 0.973km、西北向 0.610km、东南向 1.103km。该影响范围具有明显的方向性，且整体影响区域相对集中。本项目周边涉及三处生态保护红线。其中，东南侧两处红线虽距离施工区域较近，经现场勘查确认其范围内无红树林分布，故本项目施工对其不构成直接影响。西北侧的一处生态保护红线距离施工引起的悬浮泥沙增量>10mg/L 的最远影响边缘约 102m，该距离相对较远，悬浮泥沙在此过程中已充分稀释扩散，预计对该红线的水质及生态功能影响甚微。此外，施工活动为短期行为，悬浮泥沙影响主要发生在作业期间，随施工结束将逐渐恢复。在严格落实相关环保措施和监测计划的基础上，本项目对生态保护红线的影响可控。

综上，本项目作为东海岛石化产业园区的关键交通基础设施，通过完善区域交通网络，为东海岛电厂等重大项目的运营提供了切实保障；在生态保护方面虽存在局部扰动，但影响可控，且具备通过修复和补偿措施予以减缓的条件。因此，本项目总体符合《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》在用途管制、交通发展和生态保护等方面的要求，对“三区三线”的影响可以接受，具体见表 6.4.2-1。

表 6.3.1-1 本项目与“三区三线”管控要求的符合性分析一览表
（已省略）

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

《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》将湛江湾区域纳入“雷州半岛东部滨海湿地生态系统保护修复单元”，明确提出通过退塘还湿、修复滨海生态廊道、扩展红树林、恢复潮汐通道和水动力条件、建设美丽海湾等措施，提升区域生态系统的完整性和稳定性。

本项目位于工矿通信用海区，施工期间需分期围堰进行基础施工，并开展箱涵基槽开挖。运营期道路下方箱涵为多孔箱涵结构，可有效维持潮汐水流连通性，仅在箱涵邻近区域可能因结构占位和流场微调对局部水动力条件及红树林生境产生一定影响，但影响范围有限，且与该单元的整体修复目标并不根本冲突。项目设计中箱涵结构布置合理，有利于保持湛江湾潮汐通道畅通，减少对水动力修复目标的干扰。

因此，从总体上看，本项目的建设生态修复单元提出的“红树林扩展、潮汐通道修复、美丽海湾建设”等目标相衔接。项目用海总体符合《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035年）》的管控要求。

6.3.3. 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035）》的符合性分析

根据广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年），包括工业用海区、盐田用海区、固体矿产用海区、油气用海区、可再生能源用海区、海底电缆管道用海区，总面积 6665.36 km²，主要分布于乌石、新寮岛以东、博贺、沙扒、面前海、海陵湾、南澎列岛、广海湾、赤溪半岛、金湾、万山群岛、港口、烟墩岭、碣石湾、湖东—甲子、靖海—海门和勒门列岛等海域。

工矿通信用海区允许盐业、固体矿产开采、油气开采、船舶工业、电力工业、海水综合利用等工业用海，电缆管道、海底隧道、海底场馆等海底工程用海。在开发利用前可兼容开放式养殖、浴场、游乐场用海；在开发利用后，有条件兼容人工鱼礁、开放式养殖用海、游乐场用海、路桥和航道用海。

《规划》实施海岸线分类分段管控，以海岸线自然属性为基础，结合开发利

用现状与需求，按照严格保护、限制开发、优化利用三种类型对海岸线进行管控，坚守自然岸线保有率底线，集约节约利用海岸线。加强陆海两域功能、空间、资源管理对接，统筹海岸线陆海两域生态、渔业、港口、旅游、工业、城镇等功能空间布局，强化海岸建筑退缩线—海岸线—潮间带管控，识别陆海一体化空间，实现陆海两域一体化规划管理。

本项目用海类型为交通运输用海，位于“东海岛北部工矿通信用海区”，符合该区域的空间准入。因此，本项目与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》相符。

6.3.4. 与《湛江市国土空间总体规划（2021-2035）》的符合性分析

《湛江市国土空间总体规划（2021—2035年）》明确提出，要依托湛江湾核心区，建设现代化海湾都市和综合交通枢纽，推动东海岛成为临港产业和能源基地的重要片区，支撑湛茂一体化发展。规划在空间布局上提出“两核三带多片”，其中东海岛属于湛江湾核心区的重点片区，承担临港工业、交通运输与能源保障功能；在交通发展上，规划提出“加快跨江跨海通道建设，构建综合交通枢纽”，并在湛江湾区域预留跨海通道廊道，以保障港口群与能源基地的联系；在生态保护方面，规划强调要构建滨海生态屏障和美丽海湾，推进红树林保护修复和岸线生态化改造，严格守住生态保护红线。

本项目位于东海岛北部，处于工矿通信用海及交通运输用海功能区，与东海岛临港产业带和交通枢纽的功能定位相吻合。项目设计采用“填土放坡+透水箱涵”的结构形式，总体能够维持湛江湾主要潮汐通道畅通，减少对整体水动力系统的干扰。虽然施工期围堰和桩基作业会对邻近麻章区红树林分布点（距离约0.13km）造成一定水体浑浊和噪声干扰，但与湛江湾内大片红树林核心区仍保持较远距离，影响范围有限。通过施工期水质和噪声控制措施，能够降低对周边生态环境的影响，并与湛江市“红树林之城”建设要求相衔接。

综上，本项目在空间分区上与湛江市总体规划的功能定位相一致，在生态保护方面虽存在局部干扰，但影响可控，具备通过工程设计和生态修复实现弥补的条件。因此，本项目总体上符合《湛江市国土空间总体规划（2021—2035年）》

的用途管制和生态保护要求。

6.3.5. 与湛江经济技术开发区（东海岛）国土空间总体规划（2021-2035年）的符合性分析

本项目所在海洋功能区为工矿通信用海区。

项目作为东海岛石化产业园区基础设施建设的重要组成部分，对强化园区基础保障能力、完善内部交通网络具有关键作用。虽然施工与运营过程对临近红树林及其生态功能存在一定扰动，但影响范围有限，且中部箱涵结构设计能有效减少其对潮汐通道的阻隔。在结合湛江市“红树林之城”和“美丽海湾”建设的整体框架下，项目可通过实施针对性的生态修复与补偿措施，实现与区域生态保护和规划管理要求的有效衔接。

因此，项目总体上符合《湛江经济技术开发区（东海岛）国土空间总体规划（2021-2035年）》的空间分区管制要求和生态保护导向。

7. 项目用海合理性分析

7.1. 用海选址合理性分析

针对本项目的用海特点，拟从社会经济条件、自然环境条件、区域生态环境、与周边海洋开发活动的适宜性及选址方案比选等方面分析本项目选址的合理性。

7.1.1. 与自然资源、海洋生态适宜性分析

(1) 与自然资源适宜性分析

水文动力：该海域潮汐类型为不规则半日潮，潮流运动顺沿地形走向，具有较明显的往复流特征。海域平均水深较浅，低潮期间大部滩涂裸露。受周边填海工程影响，现状高程较填海前升高不少。基于该水动力与地形特征，施工期间通过合理安排作业时序，利用落潮期滩涂裸露时段，可有效控制施工悬浮物扩散范围，减少对周边水域的影响，本项目建设与之具有较好的适宜性。

地形地貌与工程地质：根据《湛江市东海岛石化产业园区港前路道路项目岩土工程勘察报告》（贵阳建筑勘察设计有限公司，2023年6月），勘测点主要布设于现状土路附近。受该路段早期施工活动影响，沿线底质以素填土和中砂为主。项目所在海域地形整体平缓，工程地质条件清晰，区域地层承载力可满足拟建道路及箱涵等构筑物的建设要求。

海洋生态资源：项目选址过程中已充分识别周边生态敏感目标，用海范围不涉及生态保护红线。距离最近的麻章红树林-生态保护红线约0.026km，且有养殖塘现状围堤相隔；项目选址避让了红树林及生态保护红线，未直接占用红树林植被覆盖区，对其影响较小。所处滩涂虽具有一定生态功能，但非关键栖息地，项目建设与其相适宜。

岸线资源：根据2022年广东省政府批复岸线，本项目所涉岸线为人工岸线，是早期周边填海工程形成的岸线。本项目占用该段岸线用于道路建设，属于在已开发人工岸线范围内进行基础设施完善，不涉及对自然岸线的占用或改变，与之相适宜。

(2) 海洋生态适宜性

本项目所在海域生态环境现状总体良好。水质方面，除个别站位无机氮、溶

解氧存在超标外，其余站位各项因子均符合相应功能区要求；沉积物方面，除个别站位硫化物、铜满足第二类标准、极个别站位石油类符合劣三类标准外，其余均满足第一类海洋沉积物标准。

在施工期间，项目对周边海域的主要影响来源于施工围堰引起的悬浮泥沙，以及施工废水、施工垃圾、作业人员生活污水与生活垃圾等。其中：

①施工产生的悬浮泥沙扩散范围主要局限于作业区附近，施工悬浮泥沙扩散范围主要局限于作业区附近。由于项目区水深较浅，潮滩显著，通过合理安排施工时序、优先选择落潮期滩涂出露时段作业，可显著缩小悬沙扩散范围，最大限度减轻对邻近红树林等生态敏感目标的影响。

②施工围堰形成封闭施工区，实现与外围海域有效隔离，确保围堰内污染物不向外扩散。施工期所有生产废水与生活污水均统一收集、上岸处理，严禁排海，施工垃圾与生活垃圾全部规范清运。

综上，在严格落实上述措施的基础上，本项目施工对海域生态环境的影响可控，不会改变区域整体海洋环境质量，符合海洋生态相关要求，与之相适宜。

7.1.2. 与区位和社会条件的适宜性分析

(1) 区位适宜性

本项目选址位于湛江市东海岛北部，东海岛公共管廊项目东侧，南起港南大道，北接港前东路，符合《湛江市东海岛石化产业园核心区控制性详细规划》与《湛江市东海岛石化产业园区第四期控制性详细规划》中关于园区路网建设的布局要求。根据《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》及《湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）》，项目所在海洋功能区为“东海岛北部工业与通信用海区”，该功能区明确允许工业用海、路桥隧道用海等类型，兼容航运及海岸防护工程用海，旨在保障东海岛工业与城市建设用海需求，项目用海类型为交通运输用海中的路桥隧道用海，与所在功能区空间准入要求相符，选址符合区域发展整体布局。因此，本项目与区域发展规划相适宜。

(2) 社会条件

项目所在海域为典型的浅滩潮间带，地形平缓，具备良好的施工可进入性与

作业条件。现状土路可直接作为施工便道，满足设备与材料运输需求；区域交通网络较为完善，为施工期间的物流组织与应急响应提供了可靠支撑。用海范围内涉及周边企业既有管线路由，建设单位已承诺在施工前将与相关方针对管线迁移进行充分协商，确保不影响周边企业正常运营。在此前提下，本项目建设具备较好的可实施性。

工程实施方面，采用“分区分期”围堰施工，既保障干法施工作业环境，又兼顾了周边水体交换需求，体现了对海域环境的适应性。

综上所述，本项目与区位和社会条件相适宜。

7.1.3. 与周边其他用海活动功能相符性

本项目周边存在较多用海活动，项目建设可能对其产生一定影响，主要有西侧的公共管廊、南侧的港南大道、附近的养殖塘及项目附近已敷设的各类管线路由等，具体情况分析如下：

(1) 项目北侧建有京信电厂、湛江港东海岛港区杂货码头工程等项目。目前，项目区内现有的土路是进出该区域的唯一通道。为保障通行不受影响，施工过程中采取了分区分期设置围堰的措施，有效隔离施工区域与通行通道，确保现有交通功能正常运转。待港前一横路建成通车后，将为京信电厂及后方企业提供可靠的通行保障，可有效提升台风等恶劣天气下的通行安全，也有助于缓解港南大道的交通压力。

(2) 港前一横路填土放坡段下穿公共管廊，施工围堰下穿公共管廊及港南大道，两者均邻近公共管廊的桩基和港南大道的箱涵等既有结构。为最大限度降低施工对既有管廊桩基及结构的影响，建议在紧邻管廊和港南大道区域、填土段与桩基交汇处采用人工施工等较为温和方式进行，严格控制施工范围及强度，避免对管廊桩基和港南大道的箱涵的安全和稳定造成不利影响。同时，建议建设单位加强全过程施工监督，确保作业严格控制在限定范围内，杜绝超界施工。

(3) 针对工程范围内已敷设的企业管线，施工期间将严格控制作业边界，科学安排施工工序，规范作业行为，最大限度减少对既有设施的干扰和影响。

(4) 项目南侧现存 6 处养殖塘，经调查属调逻村养殖户所有。为减少项目施工产生的悬浮泥沙对周边海水水质的影响，并保障养殖户日常取水及养殖生产

的实际需求，建设单位已就施工安排与相关养殖户进行初步协商，明确将严格控制施工时段与作业范围。

综上所述，在落实上述措施的基础上，本项目与周边其他用海活动功能相符。

7.1.4. 是否有利于海洋产业协调发展

本项目作为园区内部重要的交通连接线，建成后将有效衔接港南大道、港前东路等主干路网，打通园区东西向集疏运通道，与疏港公路共同构成层次分明的物流运输网络，保障园区企业生产物资供应与产成品外运，降低运营成本。同时，项目构建的应急交通通道，将完善园区环形疏散体系，提升应急救援效率，契合石化园区安全生产的核心需求，为东海岛打造“中国南方现代石化基地”提供坚实交通支撑，选址与园区产业发展定位高度契合。因此，本项目建成后有利于海洋产业协调发展。

7.2. 用海平面布置合理性分析

7.2.1. 是否体现节约集约用海原则

项目平面布置严格按照城市次干道标准设计，红线宽度 30m，采用双向 4 车道布局，同时配套人行道、非机动车道等，功能分区清晰。道路横断面根据不同路段特点差异化设计：南侧填土路段红线宽度 32.3m，中间箱涵段 30m，北侧填土路段 31m，既保障了交通功能，又适应了地形与工程结构需求。箱涵段采用多孔箱涵设计（7 联 5 孔，每孔净宽 5.0m），与路基工程衔接顺畅，平面布局紧凑，无冗余空间占用，符合集约、节约用海原则。

施工围堰沿港前一横路走向平行布设，在满足工程实施所需空间的前提下，力求最大限度控制用海范围。具体布置情况如下：东侧围堰与道路边坡整体保持约 3.9m~5.2m 间距，仅在与港南大道桩基交汇处，为避让桩基结构，该间距适当扩大约 7m~30m；西侧围堰与道路边线之间设有公共管廊，两者间距约为 3.6m~15.3m。能够保证工程实施所需空间的基础上，已尽可能减小用海空间。

综上，本项目建设符合节约集约用海原则。

7.2.2. 是否有利于生态保护，并已避让生态敏感目标

避让生态敏感目标：在工程平面设计阶段，已严格遵循生态保护原则，通过优化布局，主动避让了生态保护红线、附近水闸的泄洪通道以及周边的现状红树林等关键生态敏感目标。

有利于生态保护：本项目采用“透水箱涵+填土放坡”组合结构，较现状土路（仅设约 45.5m 透水管涵）显著延长透水界面，有效维持潮汐通道贯通，保障海湾内外水体交换。同时，施工期间，通过临时围堰形成干法施工环境，有效阻隔工程施工区域内向周边环境输入污染物的可能。此外，施工采取分区分期的方式，始终保持现状过水通道畅通，最大限度减少对水体连续性的阻断。在路基防护中，采用“CFG 桩+褥垫层+双向土工格栅”加固地基，有利于减弱潮流对箱涵透水界面的冲刷对道路的影响，维护周边海底底质与水质稳定。

综上所述，本项目平面布置已避让生态敏感目标，有利于生态保护。

7.2.3. 能否较大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目位于湛江湾南侧海域，受地形的约束，涨潮流方向为东南向，落潮流流向为西北向，沿地形流入湛江港。工程前，保持工程附近水体交换的，主要依靠现状土路东北和西南侧的 2 个现状过水管涵宽分别为 30.5m 和 15m。工程实施后，2 个现状管涵被取消，且在道路中部新增一个 211m 长的透水箱涵。其工程前后的水文动力环境、冲淤环境的影响分析如下：

水文动力影响：工程实施后，过水断面增大，对大范围的流态基本没有影响，对小范围流态的影响主要集中在项目附近。根据数值模拟结果可知，工程实施后流速变化主要沿区域主流向分布。涨潮期间（主流向西北→东南），流速影响较大的一侧为东南侧；落潮期间（主流向东南→西北），影响较大的集中于西北侧。其中流速增大的范围主要集中在箱涵两侧约 750m 范围内，流速减小的影响范围主要集中在箱涵两侧约 1000m 范围内。工程 1 km 以外的区域，流速变化在 ± 0.2 m/s 以内。箱涵走向顺应区域主潮流方向，透水界面由原 45.5 m 增至 211 m）显著延长，有效保障潮汐通道，利于道路两侧的水交换能力。

冲淤环境影响：工程实施后原过水管涵由透水结构改为非透水结构，新建箱涵处由非透水结构改为透水结构，局部潮流流向与流速发生改变。其中，原过水

管涵被遮挡的区域流速减小而泥沙落淤，新建箱涵附近因拆除非透水结构流速增加而地形冲刷。地形冲淤变化主要集中于工程区 500 m 范围内。其中，原过水管涵两侧海域淤积，平均淤积厚度约 0.1m/a，最大淤积强度为 0.6m/a。淤积幅度大于 0.25 m/a、0.1m/a，主要集中在项目附近约 120m、235m 范围内。新建箱涵两侧海域冲刷，年平均冲刷幅度为 0.13m/a。在箱涵与道路街接附近局部区域冲刷较大，最大为 0.83m/a。侵蚀幅度大于 0.5m/a、0.25m/a、0.1m/a，主要集中在项目附近约 27m、93m、155m 范围内。此外，本项目特殊路基设计 CFG 链+褥垫层+双向土工格栅加固地基，有利于减弱潮流对箱涵透水界面的冲刷。

综上，工程实施后，虽然会对局部流场和流向发生改变，但主要集中在项目附近，对大范围的流态基本没有影响。同时对道路软基做加固处理，可以较大地减小工程建设后对道路的影响。因此，本项目建设有助于减少对周边水文动力、冲淤环境的影响。

7.2.4. 能否较大程度减少对周边其他用海活动的影响

根据《湛江市东海岛石化产业园核心区控制性详细规划》与《湛江市东海岛石化产业园区第四期控制性详细规划》，湛江市东海岛石化产业园区规划道路等级分为城市主干道、园区主要道路、园区次要道路三个等级，城市主干道和园区主要道路形成“三横一纵”的方格式路网结构。本项目港前一横路属于上述“三横一纵”结构中的第一横，“规划红线宽度 30m，机动车道 4 条，起到集散主干路交通的功能，是联系主干道的辅助性干道，也是规划区内各功能组团间的货运通道”。本项目全线线位与规划线位一致，设计起点桩号 GQYK0+000，终点桩号 GQYK0+738.938，总长 738.94m，道路呈近南北走向，南接现状港南大道，北接规划港前东路，线路走向顺直，衔接自然，有效保障了路网的连续性与通达性。平面设计中，K0+053.608 处设置圆曲线（半径 620m，总长 81.230m，转角 $7^{\circ} 30' 24''$ ），K0+750.27 处设置圆曲线（半径 30m，总长 47.124m，转角 $90^{\circ} 0' 4''$ ），曲线设计符合《城市道路工程设计规范》要求，满足车辆行驶的平顺性与安全性。

本项目申请用海包括港前一横路和施工用海两部分，其垂直投影范围与已确权的公共管廊和港南大道存在部分重叠。为妥善解决权属冲突，建设单位已协调

对旗下已确权的公共管廊和港南大道的用海范围实施立体化权属调整，为港前一横路预留必要的空间通道。具体调整方案如下：

公共管廊拟调整后的立体确权高程范围为 9.5 m~24.7 m；

港南大道拟调整后的立体确权高程范围为 6.2 m~8.2 m。

在此基础上，本项目港前一横路拟确权高程范围为 -0.5 m 至 7.8 m，施工用海拟确权高程范围为 0 m 至 3.5 m。该方案在满足本项目用海需求的同时，有效避免了与公共管廊及港南大道的立体空间冲突，实现多主体用海空间的协调共存。

对于企业敷设于工程范围内的既有管线，施工期间将严格控制作业范围，合理安排施工工序，规范施工行为，最大限度降低对现有设施的影响。

综上，本项目平面布置较大幅度地减少对周边其他用海活动的影响。

7.2.5. 平面布置方案比选

根据相关行业总平面设计规范，综合考虑项目所在工程地质条件、海洋水动力条件、海域水深条件、平面布置功能分区、工艺流程、海域开发利用协调性等为主要比选要素后，对连续透水箱涵+填土放坡+挡土墙（方案一）与不连续透水箱涵+填土放坡（方案二）进行了综合比选，确定方案一为推荐方案，具体见下表。

表 7.2.5-1 平面布置比选一览表
(已省略)

（已省略）

图 7.2.5-1 平面布置图—比选方案

（已省略）

图 7.2.5-2 横断面图—比选方案

7.3. 用海方式合理性分析

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号），本项目属于“交通运输用海”（一级类、代码“20”）中的“路桥隧道用海”（二级类、代码“2003”）。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目海域使用类型为“交通运输用海”（一级类、编码“3”）中的“路桥用海”（二级类、编码“34”）；用海方式为“构筑物”（一级方式，编码“2”）中的“非透水构筑物”（二级方式、编码“21”）。

本项目包括港前一横路与施工围堰两部分用海单元，拟申请用海的海域使用类型和用海方式见下表。

表 7.2.5-2 用海单元海域使用类型及用海方式

用海单元	海域使用类型		用海方式	
	一级类	二级类	一级类	二级类
港前一横路	交通运输用海	路桥隧道用海	构筑物	非透水构筑物
施工围堰	交通运输用海	路桥隧道用海	构筑物	非透水构筑物

7.3.1. 是否遵循尽可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采取透水式、开放式的用海原则

（1）本项目用海单元包括港前一横路与施工围堰两部分，用海方式均为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式），不涉及填海工程。

（2）受北侧历史填海工程的影响，土路东侧海域淤积较为严重。为改善区域水动力状况、增强道路两侧海水交换能力，本项目设计了总长为 211m 的透水箱涵结构，其净宽可满足项目周边区域百年一遇的泄洪需求。同时，结合后方湾区规划为“三级工业用地”的远期定位，项目采用填土放坡的非透水构筑形式，可与未来土地开发相衔接，避免因规划实施导致二次建设，从而减少对海域环境的重复干扰。因此，本项目采用“填土放坡+透水箱涵”的复合结构方案，非透水构筑物的用海方式，在改善水文条件、满足行洪安全的基础上，兼顾与远期开发的有效结合，是合理且必要的。

(3) 本项目采用“透水箱涵+填土放坡”的组合结构方案，是对原有仅设约 45.5m 透水管涵土路的系统性优化与提升。通过显著延长透水界面，本设计确保潮汐通道的贯通，有效维持海湾内外水体交换与区域水动力平衡，体现尽可能采取透水式用海原则。

7.3.2. 能否较大程度地减小对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能

(1) 较大程度减小对海域自然属性的影响

本项目用海单元包括港前一横路与施工围堰两部分，用海方式均为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）。其中：

港前一横路采用“透水箱涵+填土放坡”的组合结构。其中道路两端采用填土放坡的“非透水构筑物”，能够有效保障道路结构稳定性，抵御海洋环境侵蚀，满足车辆通行的设计承载要求；而透水箱涵（相较于现状仅 45.5m 长的过水管涵，透水结构长度增加了约 165.5m），可显著提升后方海湾的水体交换能力。在满足工程需求的同时，最大限度地降低对海洋生态环境的影响。

施工围堰采用“100cm 厚片石挤淤+粘性素土压实+土袋护坡”的复合结构，快速形成封闭的干法施工环境。极大地提高了施工安全与效率，并有效将施工活动产生的施工垃圾等污染物控制在施工围堰内，对周边海域环境影响较小。此外，该围堰为临时性设施，工程完成后将予以拆除。

(2) 有利于维护海域基本功能

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本项目所在海洋功能区为“东海岛北部工矿通信用海区”，该功能区的保护要求为“工业用海必须配套建设污水和生活垃圾处理设施，实现达标排放和科学处置”。

本项目施工期间产生的生活污水、生活垃圾等污染物，均由施工单位集中收集并全部转运上岸处理，严格执行不在项目海域排放的管理规定，有效地减少了对项目及周边海域水质和底质环境的污染的可能，与该功能区的保护要求相符合。

综上，本项目采用“填土放坡+透水箱涵”的复合结构方案，非透水构筑物的用海方式，有利于减小对海域自然属性的影响和维护海域基本功能。

7.3.3. 能否较大程度地减少对区域海洋生态系统的影响

本项目采用“透水箱涵+填土放坡”组合结构，相较现状土路（仅设约 45.5m 长的透水管涵），显著延长了透水界面，有效维持潮汐通道的贯通性，保障海湾内外水体的顺畅交换。对区域海洋生态系统的影响主要表现在施工期，其具体分析如下：

（1）为营造干地作业条件，工程设置施工围堰。围堰内部形成封闭施工区，所有施工产生的污染物均集中收集并运送上岸处理，严禁排海，因此对周边海洋环境基本无影响。围堰结构设计充分考虑生态保护需求：靠海侧采用坡度 1:1.5 的土袋护坡，背水侧护坡坡度为 1:1。围堰底部铺设 100cm 厚片石进行挤淤压实，其上在土袋之间填充厚的粘性素土并压实。该结构避免了传统全素土填筑围堰在施工及拆除过程中因土体扰动而产生大量悬浮泥沙和底泥再悬浮问题，显著降低了对水体的扰动和沉积物扩散风险。

（2）施工期间，项目采取分区分期施工方式，在确保工程推进的同时，始终保留部分潮流通道，维持工程两侧水体交换能力。

（3）施工产生的悬浮泥沙扩散范围主要局限于作业区附近。鉴于项目所在海域水深较浅、潮滩发育明显，尤其在落潮期大面积滩涂裸露，通过合理安排施工时序，优先选择落潮时段作业，尽可能减小悬沙扩散范围，最大限度减小对邻近红树林等生态敏感目标的影响。同时，施工对海洋生物造成的损失，可通过生态恢复的方式，补偿生态的损失，使项目周围海域在工程后能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域海洋生态的平衡。

（4）施工期所有生产废水及生活污水均统一收集、上岸处理，严禁排入海域，从源头杜绝污染入海风险。

综上所述，基于上述措施，可以最大限度减少对海洋生态系统的影响。

7.3.4. 能否较大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目用海单元包括港前一横路与施工围堰两部分，用海方式均为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）。其中：

港前一横路采用“211m 透水箱涵+508m 填土放坡”的组合结构。相比现状仅 45.5m 的过水管涵，透水结构长度增加了约 165.5m。其工程前后对水文动力

和冲淤环境影响的影响如下：

水文动力影响：根据数值模拟结果可知，工程实施后流速变化主要沿区域主流向分布。涨潮期间（主流向西北→东南），流速影响较大的一侧为东南侧；落潮期间（主流向东南→西北），影响较大的集中于西北侧。其中流速增大的范围主要集中在箱涵两侧约 750m 范围内，流速减小的影响范围主要集中在箱涵两侧约 1000m 范围内。工程 1 km 以外的区域，流速变化在 ± 0.2 m/s 以内。箱涵走向顺应区域主潮流方向，透水界面由原 45.5 m 增至 211 m) 显著延长，有效保障潮汐通道，利于道路两侧的水交换能力。

冲淤环境影响：工程实施后原过水管涵由透水结构改为非透水结构，新建箱涵处由非透水结构改为透水结构，局部潮流流向与流速发生改变。其中，原过水管涵被遮挡的区域流速减小而泥沙落淤，新建箱涵附近因拆除非透水结构流速增加而地形冲刷。地形冲淤变化主要集中于工程区 500 m 范围内。其中，原过水管涵两侧海域淤积，平均淤积厚度约 0.1m/a，最大淤积强度为 0.6m/a。淤积幅度大于 0.25 m/a、0.1m/a，主要集中在项目附近约 120m、235m 范围内。新建箱涵两侧海域冲刷，年平均冲刷幅度为 0.13m/a。在箱涵与道路衔接附近局部区域冲刷较大，最大为 0.83m/a。侵蚀幅度大于 0.5m/a、0.25m/a、0.1m/a，主要集中在项目附近约 27m、93m、155m 范围内。此外，本项目特殊路基设计 CFG 链+褥垫层+双向土工格栅加固地基，有利于减弱潮流对箱涵透水界面的冲刷。

综上，对大范围的流态基本没有影响，对小范围流态的影响主要集中在项目附近。同时，道路路基工程采用硬底化设置，有助于减少对周边水文动力、冲淤环境的影响。

7.3.5. 用海方式比选分析

结合本项目用海需求，以工程地质条件适宜性、资源生态影响程度、空间资源占用情况为比选要素，对方案一（连续透水箱涵+填土放坡+挡土墙）与方案二（不连续透水箱涵+填土放坡）的用海方式进行比选，比选结果见下表。

表 7.3.5-1 用海方式比选一览表
(已省略)

从结构功能看，路基填土放坡+不连续箱涵结构，易出现波浪路，发生跳车

等结构性风险，且易造成局部淤积或冲刷的影响，故否决该方案，综合考虑工程地质条件、资源生态影响及空间资源占用情况等因素，最终采用“透水箱涵 + 路基填土放坡”组合方式：箱涵（211m 长，7 联 5 孔）保障水体连通与潮汐流通，维持水动力环境；两侧路基（非透水构筑物）满足道路承载需求。施工阶段对比单一围堰与分期围堰，选择分四期围堰施工，保留现状过水管涵与新建箱涵交替过水，减少对海洋生态系统的扰动，兼顾工程实用性与生态合理性。

7.4. 占用岸线合理性分析

根据 2022 年广东省政府批复岸线，用海范围涉及的海岸线（人工岸线）长约 97.5m。其中港前一横路占用 60.1m（见图 7.4-1 中的②段岸线），施工围堰占用 37.4m（见图 7.4-1 中①、③段岸线）。

(已省略)

图 7.4-1 占用岸线示意图

7.4.1. 岸线占用合理性

本项目占用岸线为海岛人工岸线，位于东海岛北部工业岸线区段。根据《湛江港总体规划（2021~2035年）》，该段岸线规划为工业与交通运输用海配套岸线，主要服务于园区基础设施建设与物流运输需求。项目作为园区路网的重要组成部分，占用岸线用于道路与岸线的衔接过渡，符合岸线规划功能定位，能够充分发挥岸线的交通支撑作用，提升岸线利用效率。

根据《广东省海岸线占补实施办法》（2025年6月12日起施行），海岸线占补是指项目建设占用海岸线(包括大陆岸线和海岛岸线，均包含自然岸线和人工岸线)导致海岸线原有形态或生态功能发生变化，要进行海岸线整治修复，形成生态恢复岸线，实现海岸线占用与修复补充相平衡。《关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》[粤府办（2017）62号]印发后（即2017年10月15日后），“在我省海域内申请用海涉及占用海岸线的项目，必须落实海岸线占补”。具体占补要求为：建设占用海岛自然岸线的，按照1:1的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线。”

本项目施工围堰及港前一横路所涉及的岸线，依据2022年广东省政府批复岸线的岸线属性，属于有居民海岛(东海岛)的人工岸线。依据《海岸线占补实施办法》相关规定，未对海岛人工岸线的占用没有提出相关占补要求，故本项目无需开展岸线占补。

综上所述，本项目用海占用岸线是合理的。

7.4.2. 减少占用岸线的可能性

港前一横路南接港南大道，北至港前东路，其线位走向决定了不可避免需占用2022年广东省人民政府批复的人工岸线。其中，港前一横路严格依照《城市道路工程设计规范》（CJJ37-2012）《城市道路路线设计规范》（CJJ193-2012）等相关设计规范进行布设，不具备进一步减少岸线占用的可行性。施工围堰为临时性工程设施，仅在施工期间使用，待工程完成后将按要求及时拆除，并恢复岸线原状，最大限度降低对岸线资源的影响。现阶段没有减少占用岸线的可能性。

综上，本项目已无减少占用岸线的可能性。

7.5. 用海面积合理性分析

7.5.1. 用海面积合理性

根据港前一横路工程总平面布置图、2022 年广东省政府批准岸线，以及项目两侧的水下涉及外缘线，本项目拟申请用海面积 7.1367 公顷，其中港前一横路用海 3.2651 公顷，施工用海 3.8716 公顷。

7.5.1.1. 用海面积及各功能单元是否符合相关行业的设计标准和规范，是否符合产业用海面积控制指标的要求

本项目设计为城市次干道，根据《城市道路工程设计规范》（2016 年版）（CJJ37-2012）和《城市道路路线设计规范》（CJJ193-2012），主要技术经济指标见下表。

表 7.5.1-1 主要技术经济指标一览表

项目	规范值	设计值	对比分析	备注
设计速度 (km/h)	30/40/50	30	符合	未来 15 年交通量预测表明，设计时速为 30km/h
停车视距 (m)	≥30	≥30	符合	---
凸型竖曲线最小半径一般值 (m)	400	15000	符合	---
凹型竖曲线最小半径一般值 (m)	400	15000	符合	---
竖曲线最小长度一般值 (m)	60	90	符合	---
纵坡坡段最小长度 (m)	85	120	符合	---
机动车最小净高 (m)	≥4.5	5.0	符合	---
非机动车 (人行道) 最小净高 (m)	≥2.5	2.5	符合	---
土路肩设计宽度 (m)	本项目无	0.5		---
非机动车最小宽度 (m)	自行车 1m / 三轮车 2m	4.0 (机动车+人行道+防护设施)	优于规范值	涉及下方铺设管线，管线有间隔需求，已为最小宽度设计
人行道最小宽度 (m)	≥2.0	4.0 (机动车+人行道+防护设施)	优于规范值	涉及下方铺设管线，管线有间隔需求，已为最小宽度设计

项目	规范值	设计值	对比分析	备注
行车道设计宽度 (m)	≥3.5	3.5	符合	BZZ-100 型标准车最小宽度为 3.75m
路基放坡比	--	1:1.5		经验值
挡土墙平台宽 (m)	--	1		经验值
挡土墙护底层	--	3		经验值

由上表可知，本项目核心采用“透水箱涵+填土放坡”的组合结构，相较于现状土路，显著延长了透水界面，有效维护了区域水动力与生态连通性。对于路基填筑等必要的非透水部分，通过采用 1:1.5 放坡等优化断面设计，严格控制了用海范围，整体布局紧凑，体现了集约用海的原则。

在具体技术指标方面，港前一横路设计速度为 30km/h，符合《城市道路交通工程项目规范》要求，并与远期交通量预测相衔接。平、纵面线形指标（如圆曲线半径、竖曲线半径、纵坡坡段长度等）均满足或优于规范一般值，保障了行车安全与舒适性。机动车道宽度（3.5m）满足规范低限要求，并与 BZZ-100 标准车宽相匹配；非机动车道及人行道在满足最小宽度要求的基础上，综合考虑了下方管线敷设及安全防护需求，进行了整合优化；机动车与非机动车净空高度均符合且部分高于规范标准。路基放坡比（1:1.5）、挡土墙平台宽度（1m）及护底范围（挡土墙水下外缘线外 3m）等防护工程设计，均基于工程稳定与水土保持需求确定，确保了结构安全可靠。

综上，项目各用海功能单元符合相关行业的设计标准和规范。

7.5.1.2. 非透水构筑物长度和宽度的合理性

本次申请用海包括港前一横路和施工围堰两部分。

(1) 港前一横路总长 738.94m，红线宽度 30m，设计速度为 30km/h，采用双向 4 车道设计。设计严格执行了相关行业设计标准及技术规范，确保了工程结构安全、经济、适用，并满足安全性、抗灾害性等要求。

(2) 施工围堰长约 786.4m，宽度为 11.25m。围堰充分利用项目周边的开发活动，西接鱼塘现状岸堤，北接 2022 年广东省政府批复岸线（由北侧填海工程形成的人工岸线）。围堰外侧（临水侧）采用坡度 1:1.5 的土袋护，内侧（背水侧）护坡坡度为 1:1，底部铺设 100cm 厚片石进行挤淤，其上在土袋之间填充土袋并压实，满足施工期安全要求。

综上，本项目用海面积符合相关的设计标准和规范，同时符合《中华人民共和国海域使用管理法》等有关法律法规对工程的要求，非透水构筑物长度和宽度界定合理。

7.5.1.3. 立体分层用海的合理性分析

根据《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号）及《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5号）的要求，推进海域立体分层设权是促进海域资源节约集约利用、优化资源配置的重要制度创新。本项目积极响应政策导向，对“港前一横路”工程采用立体分层方式设定海域使用权，其合理性与可行性分析如下：

（1）项目概况与立体确权方案

本项目为“港前一横路”道路工程，南接港南大道，北接港前东路。线路南侧需穿越既有公共管廊（主管廊），北侧填土放坡段涉及管廊下方空间，中间段范围与公共管廊（支管廊）存在部分重叠，但不涉及管廊主体工程本身。

为最大限度提升海域空间利用效率、减少排他性占用，本次立体设权仅对道路路基及其防护工程实际占用的特定立体空间（自底土、海床至设计路面高程）设定海域使用权。对于该确权空间层之上的未被占用的水体及以上空间，予以保留且不进行排他性确权，以保障同一海域、同一空间层内其他用海活动（包括未来兼容用途）的用海。

施工期间，为确保工程安全将设置闭合式施工围堰。该围堰需临时穿越公共管廊区域及港南大道下方，与后方鱼塘连接形成闭合。本次立体设权仅对施工围堰实际占用的特定立体空间（自底土、海床至设计路面高程）设定海域使用权。对于该确权空间层之上的未被占用的水体及以上空间，予以保留且不进行排他性确权，以保障同一海域、同一空间层内其他用海活动的用海。此属临时性、非永久排他性的施工措施，工程结束后将予以拆除，恢复海域原状。

（2）立体确权的合理性与可行性

①政策依据充分，契合改革方向

《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知自然资规〔2023〕8号》中提出：在不影响国防安全、海上交通安全、工程安全及防灾减灾等前提

下，鼓励对跨海桥梁、养殖、温（冷）排水、海底电缆管道、海底隧道等用海进行立体分层设权，生产经营活动存在冲突的除外。其他用海活动经严格论证具备立体分层设权条件的，也可进行立体分层设权。

本项目申请用海范围包括港前一横路和施工围堰两部分。经核查，该用海范围在垂直投影上与周边已确权的公共管廊及港南大道项目存在部分重叠。建设单位已统筹协调旗下相关项目，对公共管廊和港南大道的用海空间权属进行立体设权调整。具体高程安排如下：

港前一横路确权高程为-0.5m~7.8m；

施工围堰确权层高程为 0m~3.5m；

公共管廊项目的确权高程为 9.5m~24.7m；

港南大道的确权高程为 6.2m~8.2m。

本项目拟申请的权属层与公共管廊和港南大道项目占用的空间，范围清晰、界限明确，彼此在垂直方向上互不干扰，符合国家关于海域立体分层设权的政策要求。

②空间边界清晰，具备技术可行性

运营期道路：通过精确界定道路的平面坐标、路基顶面设计高程，以及周边公共管廊等设施的立体空间范围，可清晰、量化地划定本次论证的立体空间范围。

施工期围堰：施工围堰的立体空间范围（平面范围、顶高程）可通过施工设计图精确界定，并通过专项保护方案确保与公共管廊、道路等设施的安全。其临时性、非排他性的本质，决定了其不构成长期的权利重叠或冲突。

③与现状用海活动兼容协调

本项目与同一海域的公共管廊在纵断面上呈立体交错。通过立体空间分层设权，明确界定了双方的权利边界，可确保各自在法定空间范围内独立、安全运行，实现空间共存与功能兼容。同时，施工围堰与公共管廊和港南大道存在一定立体空间重叠，可通过立体空间分层设权，明确界定了用海边界。因此，本项目用海与周边现有及规划的海域开发利用活动具备高度的兼容性，实施立体分层确权在技术和管理上均合理可行。

7.5.1.4. 减少项目用海面积的可能性

本项目港前一横路规划为城市次干道，总长 738.94m，红线宽度 30m，设计速度为 30km/h，采用双向 4 车道设计。满足当前及远期通行需求。采用的“分期围堰”施工工艺，是保障主体结构干作业的前提，该施工方法本身即明确了必要的临时作业与防护范围，构成了用海面积的基本组成部分。

(1) 工程设计

所有关键设计参数均严格遵循《城市道路交通工程项目规范》等行业标准，并在保障安全与功能的前提下，多项指标采用了规范允许的下限值或经优化后的最小必要值，体现了集约用海，具体如下：

线形指标：平、纵面线形（如圆曲线半径、竖曲线半径）均满足或优于规范，在确保行车安全舒适的同时，已尽可能优化以减少空间占用。

断面设计：机动车道宽度采用规范低限 3.5m，与非机动车道及人行道进行整合优化，在满足管线敷设与安全防护需求下，实现了断面宽度的最小化。

防护工程：路基放坡比（1:1.5）、挡墙平台宽度（1m）及护底范围（3m）等均是基于结构稳定、水土保持计算确定的最小安全尺寸。

(2) 用海界定

本项目用海界址严格执行《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《地籍调查规程》（GB/T42547-2023），用海面积计算严格执行《海域使用面积测量技术规范》（HYT 070-2022）。

综上所述，港前一横路各设计尺寸严格按照相关行业标准及技术规范，个别指标保障行车安全与舒适性的同时优于规范下限，用海界址符合相关用海界定规范，用海面积不宜减小。如减少项目的用海面积，则不能满足本项目工可设计的方案，不能满足工程建设及通行需求。

7.5.2. 宗海图绘制

7.5.2.1. 测绘基准

坐标系统：CGCS2000；

投影方式：高斯-克吕格投影；

高程基准：1985 国家高程基准；

深度基准：当地理论最低潮面。

7.5.2.2. 宗海界址的确定方法

根据《海籍调查规范》：“采用非透水方式构筑的跨海道路（含涵洞式）及其附属设施等用海”，“岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界”。

(1) 港前一横路

本项目港前一横路用海北部以 2022 年广东省政府批复岸线为界，南部以港前一横路扶壁式挡土墙设计基础外缘线为界，东西两侧在扶壁式挡土墙及箱涵段以设计基础外缘线为界，在放坡段以设计坡脚线为界。

界址线 1-…-21：东侧设计坡脚线。

界址线 22-…-29：东侧设计基础外缘线。

界址线 30-…-36：东侧设计坡脚线。

界址线 37-38：2022 年广东省政府批复岸线。

界址线 39-…-52：西侧设计坡脚线。

界址线 53-…-55：西侧设计基础外缘线。

界址线 56-…-79：西侧设计坡脚线。

界址线 80-81：南侧设计基础外缘线。

港前一横路申请用海面积 3.2651 公顷，为界址点 1-2-…-36-37-38-39-…-79-80-81-1 连线所围成的用海单元，用海方式为非透水构筑物。

(2) 施工围堰

本项目施工围堰用海北部以 2022 年广东省政府批复岸线为界，南部以实测土堤为界，东西两侧以设计坡脚线为界，内部则以港前一横路用海边界为界。

界址线 1-…-11：围堰东侧设计坡脚线。

界址线 12-13：2022 年广东省政府批复岸线。

界址线 14-…-92：与港前一横路用海界址线重合。

界址线 93-94：2022 年广东省政府批复岸线。

界址线 95-…-102：围堰西侧设计坡脚线。

界址线 103-…-134：为实测土堤边缘线。

施工围堰申请用海面积 3.8716 公顷，为界址点 1-2-…-12-13-14-…-93-94-95-…-102-103-…-134-1 连线所围成用海单元，用海方式为非透水构筑物。

综上，本项目宗海界址点详细界定情况见下表。

表 7.5.2-1 本项目界址点界定表
(已省略)

7.5.2.3. 宗海图绘制

根据《宗海图编绘技术规范》，本项目尚未开建，界址点根据施工设计图获取，根据界定的界址点编制宗海图，包括宗海界址图、宗海位置图、宗海平面布置图、宗海立体分权示意图。宗海界址图、宗海位置图、宗海平面布置图均采用 CGCS2000 坐标系，高斯投影（中央子午线 $110^{\circ} 30' E$ ）。

(1) 宗海位置图

本项目宗海位置图采用 2024 年高分辨率卫片 (level_16) 为底图，坐标系是国家 2000 大地坐标系。根据《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018) 和《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范(试行)》上要求的其他海籍要素，结合宗海界址图界定的宗海范围，形成该项目宗海位置图。港前一横路宗海图成图比例尺为 1:120000，具体见图 7.5.2-1。施工用海宗海图成图比例尺为 1:100000，见图 7.5.2-5。

(2) 宗海界址图

本项目宗海界址图是以项目的总平面布置图为底图，结合 2022 年广东省政府批复岸线等，根据《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018)，通过 ARCGIS 平台，展绘用海界址点，形成界址点、线、面矢量数据，添加坐标系、投影、测绘单位、图名、比例尺、图廓、经纬度注记、指北针及海岸线、用海方式、用海面积等信息，编绘宗海界址图，具体见图 7.5.2-2 和图 7.5.2-6。

根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范(试行)》，注明了各用海单元的用海空间层以及高程范围。

(3) 宗海平面布置图

根据《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018），采用 ARCGIS 平台，通过添加属于本项目各用海单元图斑，以及坐标系、投影、测绘单位、图名、比例尺、图廓、经纬度注记、指北针及海岸线等成图要素，编绘宗海平面布置图，港前一横路宗海平面布置图比例尺为 1:4000，具体见图 7.5.2-3。施工围堰宗海平面布置比例尺为 1:4500，具体见图 7.5.2-7。

根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》，明确了各用海单元的用海空间层。

（4）宗海立体空间范围示意图

宗海立体空间范围示意图依照《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》，通过 ARCGIS 平台，展绘项目用海立面要素，添加水面、水体、海床、底土分层空间及各立面要素的高程信息，编绘宗海立体空间范围示意图，高程基准采用 1985 国家高程基准。港前一横路立体空间范围示意图见图 7.5.2-4，施工用海立体空间范围示意图见 7.5.2-8。

（已省略）

图 7.5.2-1 宗海位置图（港前一横路）

图 7.5.2-2 宗海界址图（港前一横路）

（已省略）

图 7.5.2-3 宗海平面布置图（港前一横路）

（已省略）

图 7.5.2-4 立体分层设权示意图（港前一横路）

（已省略）

图 7.5.2-5 宗海位置图（施工用海）

（已省略）

图 7.5.2-6 宗海界址图（施工用海）

（已省略）

图 7.5.2-7 宗海平面布置图（施工用海）

（已省略）

图 7.5.2-8 立体分层设权示意图（施工用海）

7.5.3. 宗海面积的量算

7.5.3.1. 宗海界址点坐标

绘制属于高斯投影下的平面坐标，高斯投影平面坐标转化为大地坐标（经纬度）即运用了高斯反算过程所使用的高斯反算公式算出。根据数字化宗海平面图上所载的界址点 CGCS2000 大地坐标系，利用相关测量专业的坐标换算软件，输入必要的转换条件，自动将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影、 $110^{\circ} 30'$ 为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。

7.5.3.2. 立体分层设权重要拐点坐标

依照《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》，通过 ARCGIS 平台，采用 1985 国家高程基准，明确周边重叠区域权属高程信息，编绘立体分层设权示意图，其中垂直空间和用海面积的典型界址点坐标见下表。

表 7.5.3-1 空间分层信息表
(已省略)

7.5.3.3. 用海面积量算

根据《海域使用面积测量规范》(HY 070-2022)，本项目面积计算采用 CGCS2000，高斯克吕格投影，中央经线 $110^{\circ} 30' E$ 。

对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标，（ i 为界址点序号），用坐标解析法，通过手工或计算机图形处理系统计算面积 S ：

$$S = \frac{1}{2} [x_1(y_2 - y_n) + x_2(y_3 - y_1) + \dots + x_{n-1}(y_n - y_{n-2}) + x_n(y_1 - y_{n-1})] \dots \dots (1) \text{ 或}$$

$$S = \frac{1}{2} [y_1(x_2 - x_n) + y_2(x_3 - x_1) + \dots + y_{n-1}(x_n - x_{n-2}) + y_n(x_1 - x_{n-1})] \dots \dots (2)$$

本项目用海面积采用 ArcGIS 软件进行解析计算。在 ArcGIS 软件中确定投影坐标系（CGCS2000，高斯投影，中央经线 $110^{\circ} 30' E$ ），将宗海界址点根据用海单元的平面布置和用海方式围成封闭的内部单元（面矢量），直接对内部单元进行面

积查询，得出本项目总申请用海面积约 7.1367 公顷，其中港前一横路用海面积 3.2651 公顷，施工围堰用海面积约 3.8716 公顷。

7.6. 用海期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（1）养殖用海十五年；（2）拆船用海二十年；（3）旅游、娱乐用海二十五年；（4）盐业、矿业用海三十年；（5）公益事业用海四十年；（6）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。”

综合项目设计年限和海域使用管理法的规定，本项目施工期围堰用海属于施工期用海，根据工期安排及海域条件，海域使用权拟申请 2 年，自批复之日起算；本项目港前一横路依据“（5）公益事业用海四十年”，海域使用权最高申请年限为 40 年，因此，建设单位拟申请本项目用海期限为 40 年，自批复之日起算。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。除根据公共利益或者国家安全需要收回海域使用权的外，原批准用海的人民政府应当批准续期。准予续期的，海域使用权人应当依法缴纳续期的海域使用金，

8. 生态用海对策措施

8.1. 生态用海对策

8.1.1. 设计阶段生态用海对策措施

根据第 4.2.2.1 节所述，结合项目区域 2006 年至 2025 年间的海域演变特征可知：项目所在海域原状基本为潮间带，受 2013 - 2015 年间北侧及项目区内现状土路（原填海施工便道）建设影响，该区域大部分仍维持潮间带属性——落潮时出露，涨潮时海水漫滩，仅东北角局部范围落潮时不会露出水面。随着东北角实施填海工程，项目东侧海域逐渐形成一个潟湖。该海湾的来水主要包括红星水库下泄水流、雨季周边陆域的地表径流，以及通过现状土路的 2 处过水管涵过水通道汇入的水流。经多年时间的自然演变，至 2025 年实测水深地形时，该区域现状高程已显著高于 2006 年围海前的原始滩面。

基于上述海域演变过程与当前实际状况，本次生态设计以改善区域水动力条件为核心目标，同时统筹考虑红星水库及邻近水闸的防洪安全要求，主动避让周边生态敏感区，并最大限度减少对海洋自然资源的占用。具体设计考虑如下：

(1) 改善区域水动力条件：目前，该海湾主要通过两处通道与外海湛江湾维持水体交换：一处为现状土路上设置的约 45.5m 过水涵洞，另一处为 A 区与 B 区之间约 620m 宽的过水通道。本次设计采用多孔箱涵结构替代现状土路（原填海施工便道），有效保障潮汐通道，利于道路两侧的水交换能力。

(已省略)

图 8.1.1-1 项目周边区域情况

(2) 防洪要求：设计严格对标百年一遇防洪标准，依据百年一遇防洪标准初步计算，港前一横路在设计水位 5.284m 条件下，箱涵底高程与现状水系平顺衔接，涵顶高程不低于 5.784m。该水位工况下，箱涵总过水断面最小净宽须达到 102m。基于此，项目对箱涵数量、孔径等进行优化，在满足项目周边道路通行的同时，不影响周边的泄洪需求。

(3) 避让周边生态敏感目标：项目设计阶段已对工程区域及邻近海域的开发利

用现状和生态敏感目标进行了调查，设计时将港前一横路及施工围堰严格避开已划定的生态保护红线、附近水闸及红星水库的泄洪口，确保港前一横路和施工围堰用海均不占用生态敏感目标（包括红树林、水闸、红星水库等）。

（4）减少对海洋自然资源的占用：港前一横路采用“路基填土放坡+连续箱涵”的方式，项目不占用红树林生态系统，项目建设过程中会对施工范围内海洋生态环境造成影响，但可以对项目施工过程中造成的海洋生物资源损害进行补偿，即通过生态恢复的方式，补偿生态的损失，使项目周围海域在工程后能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域海洋生态的平衡。总体来说，在后续进行生态补偿的前提下，本项目有利于减少对海洋自然资源的占用。

8.1.2. 施工阶段生态用海对策措施

遵照生态用海要求，本项目在施工期间将严格落实以下环境保护措施：

8.1.2.1. 水污染防治

围堰施工过程中会产生一定的悬浮泥沙，保护措施如下：

（1）严格限定施工作业范围，科学安排施工时序，尽可能避开海洋生物产卵盛期3月1日至5月31日，尽量减少工程对海洋生物的影响。

（2）采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工机械的数量、位置，尽量减少对底泥的搅动范围和强度。

（3）针对抛石挤淤等易产生悬浮泥沙的关键工序，优先安排在落潮时段施工，充分利用潮汐自然规律，避开大风浪季节施工，减少悬浮泥沙对周边海域的影响范围。

（4）施工期应作好恶劣天气条件下的防护准备，6级以上大风应停止作业。

施工过程中产生的施工废水、施工人员产生的生活污水，防治措施如下：

（1）加强施工设备的管理与养护，杜绝石油类物质泄漏。

（2）施工废水沉淀后用于场地内洒水抑尘、汽车清洗、混凝土养护，废水不外排。

（3）日间施工人员产生的生活污水，依托周边企业进行，不在项目区域内排放。

8.1.2.2. 大气污染防治措施

加强汽车维护，保证汽车正常、安全运行；合理安排运行时间。对陆域运输车辆全面落实密闭运输和定期洒水抑尘措施，减少扬尘污染；定期对施工机械进行尾气检测与维护，确保其符合排放标准，减轻大气环境影响。

8.1.2.3. 噪声防治措施

尽量采用低噪声机械及施工工艺。施工过程中经常对设备进行维修保养。在利用现有的道路用于运输施工物资时，应合理选择运输路线，并尽量在昼间进行运输。噪声源强大的作业可放在昼间（06:00~22:00）进行或对各种施工机械操作时间作适当调整。

8.1.2.4. 固体废弃物处理措施

对施工过程中产生的各类固体废弃物实施分类管控与规范处置：

（1）现状土路及围堰拆除产生的建筑垃圾，由施工单位统一运至指定场所进行资源化或无害化处置。

（2）严禁向海洋抛弃任何废弃物，加强施工现场物料管理，防止物料散落入海，施工固废由施工单位负责及时清理。

（3）生活垃圾设置专用收集点，交由环卫部门定期清运，保持施工区域环境整洁，防止二次污染。

8.1.2.5. 红树林影响减缓措施

项目建设过程中应加强对红树林的保护，尽量避免破坏红树林生态系统。工程施工时，禁止在红树林一带取土、弃渣、材料预制与加工场地等临时占地，并设置明显标志牌警示，保护红树林资源，维持红树林生态环境现状。

为减轻施工期建设对红树林的影响，建议：

（1）在施工过程中，加大环境保护宣传力度，让施工人员了解到保护红树林的重要性，避免施工人员在工程占地范围外活动，破坏红树林。配备环保联络员，做好环境保护宣传及日期检查工作。

（2）加强施工期间管理，严禁向海域直接排放生产污水和废水，避免污染海域

水体，影响红树林生态环境。

（3）合理组织现场施工，配备充足施工资源，加快施工进度，减少对周边环境的影响周期。

（4）合理安排施工作业时间，高噪声作业尽量安排在昼间，避免高噪声作业对红树林鸟类造成惊扰。

（5）对于施工中粉尘污染的主要污染源是施工车辆和筑路机械运行和运输产生的扬尘，对施工材料，加盖篷布，并定期洒水。

（6）严格制定施工计划，在做维护工作时，应严格控制人数，并遵守相关作业规定，对作业人员进行环保教育，加强施工人员红树林保护意识，禁止在施工期破坏红树林植株等，严格按照施工范围作业，进入红树林作业时应小心爱护红树林。同时建议项目建设单位采取定时定点观测措施，同时施工期应与当地林业主管部门联系，请林业部门进行施工指导，防止工程建设影响周边红树林的生长。

8.1.2.6. 其他环保措施

（1）项目拟采用的施工设备、运输设备应符合项目的实际情况的要求，设备在正常保养和检修的情况下有利于在施工生产过程中减少污染物的排放。

（3）做好施工设备的管、用、养、修，确保施工设备始终处于良好的施工状态。配备数量充足的易损件、关键配件，确保施工设备始终处于良好的施工状态。

（4）严格按照批准的用海范围、用海方式进行施工，不得超范围施工，尽量减少超范围的施工活动，同时还需加强环境管理和环境监理工作，做好环境跟踪监测工作，尽可能减少施工作业对海洋生物的影响。

（5）施工期应合理规划施工方案，尽量缩短施工周期，尽量减少工程对海洋生物的影响。同时，建设单位应按照“损失多少，补偿多少”的生态补偿原则予以补偿。具体补偿的补偿方式和补偿金额由应按相关规定落实。

8.1.3. 运营阶段生态用海对策措施

本项目运营期的主要环境影响包括路面径流、交通噪声及汽车尾气。针对以上影响，拟采取以下污染防治措施：

（1）项目沿道路敷设雨水管道系统，对初期雨水进行收集。路面径流经管道汇

集后，纳入市政污水管网系统，避免直接排入外环境。

(2) 在噪声控制方面，通过优化路面材料、设置声屏障等措施，降低交通噪声对周边环境的影响。

(3) 尾气排放主要依托大气扩散和道路绿化带植被吸附等自然方式缓解。同时，加强车辆排放管理间接控制污染源。

8.1.4. 海域使用跟踪监测

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，制定本项目的海洋环境监测计划，包括海水水质、海洋沉积物及海洋生态（含海洋生物质量）等的环境监测项目、监测站位及监测频次等内容。根据《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函（自然资办函〔2022〕640号）》，制定本项目生态跟踪监测计划，包括海洋水文、地形地貌及冲淤、红树林生态系统调查。

8.1.4.1. 施工期环境监测方案

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，综合本项目现状调查布设方案。共设有7个监测站位（监测过程中可视情况做适当调整），站位布设如图8.1.4-1，坐标见表8.1.4-1。

(1) 水环境监测

监测站位：在项目用海沿水域及附近海域共布设5个监测站位。

监测项目：铜、铅、镉、石油类、COD、DO、pH、磷酸盐、无机氮共9项。

监测频率：每年春、秋季各监测一次。

(2) 沉积物环境监测

监测站位：在项目用海沿水域设2个监测站位。

监测项目：有机碳、硫化物、铜、铅、镉、锌、汞、砷、石油类共9项。

监测频率：每年监测一次。

(3) 海洋生态监测

监测站位：在项目用海沿水域布设3个生态监测站位，2个潮间带站位。

监测项目：叶绿素a、底栖生物、浮游动物、浮游植物、鱼卵仔鱼、潮间带生物。

监测频率：每半年一次，可于春、秋季进行。上述各监测站位布设情况见表8.1.4-1及图8.1.4-1。

表 8.1.4-1 施工期环境监测站位信息表

(已省略)

(已省略)

图 8.1.4-1 施工期环境监测站位示意图

监测工作应委托有资质的单位进行监测，数据分析测试与质量保证应满足下列标准的要求：《海洋监测规范》(GB 173782-2007)、《海洋调查规范》(GB/T 127637-2007)。

对所监测项目中发现有超标的，应及时报告自然资源主管部门，分析原因，必要时改进生产流程或其他措施，以确保达成管理目标。

8.1.4.2. 营运期环境监测方案

根据《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函（自然资办函〔2022〕640号）》，对于涉及新增的填海用海、非透水构筑物用海（长度 $\geq 500\text{m}$ 或面积 ≥ 10 公顷）等严重改变海域自然属性的项目以及论证范围内涉及典型海洋生态系统的用海项目，应开展生态跟踪监测。本项目非透水构筑物长度约 717.94m，属长度 $\geq 500\text{m}$ 或面积 ≥ 10 公顷等严重改变海域自然属性的项目，且项目涉及典型生态系统，故需要开展项目生态跟踪监测。监测方案如下：

(1) 海洋水文、地形地貌冲淤

根据《自然资办函〔2022〕640号》的相关要求，本次跟踪监测布设海洋水文调查站位 6 个（具体可根据实际情况进行增加）和地形地貌冲淤调查断面 5 条，具体调查站位见表 8.1.4-2、图 8.1.4-2 和图 8.1.4-3，监测内容、监测频次等见表 8.1.4-3。

表 8.1.4-2 调查站位布设一览表（海洋水文、地形地貌冲淤）

(已省略)

监测项目、监测频次及监测内容见表 8.1.4-3。

表 8.1.4-3 非透水构筑物生态跟踪监测具体要求一览表

(已省略)

(已省略)

图 8.1.4-2 海洋水文调查站位布设示意图

(已省略)

图 8.1.4-3 海洋地形地貌及冲淤布设断面示意图

(2) 红树林生态系统

根据《自然资办函〔2022〕640号》对典型生态系统开展跟踪监测的要求，鉴于项目周边分布有红树植株，本项目需设置红树林跟踪监测。具体的监测指标与频率等要求详见表 8.1.4-4。监测站位的布设方案参照本报告 3.2.7 章节“红树林生态系统现状调查”的设计，具体位置参见图 3.2.7-1 和表 3.2.7-1。

表 8.1.4-4 典型海洋生态系统的生态跟踪监测具体要求一览表

(已省略)

8.2. 生态保护修复措施

8.2.1. 增殖放流

(1) 生物资源损失量

根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）（以下简称“规程”）的相关规定，建设项目对海洋生物资源造成影响的，应依法依规进行经济补偿。经核算，本项目建设造成潮间带生物 2627.66kg，鱼卵一次直接损失量约 1.89×10^6 粒，仔稚鱼一次直接损失量约 3.2×10^5 尾，游泳生物一次直接损失量约 23.91kg，应按照不低于其损失的标准进行生态补偿。

(2) 海洋生物资源经济补偿额

参照 2024 年 10 月广东省农业农村厅发布的《广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南》中“6 价格核定方法”中的“6.1 基准数据法”——由基准价格乘以居民消费价格指数（CPI）得出生态补偿标准核定价格。其中仔稚鱼、游泳动物、潮间带生物基准价格分别为 1.0 元/尾、20 元/kg、15 元/kg，鱼卵价格按孵化率参考仔稚鱼价格核定；2025 年（基准年）上半年 CPI 为 99.7；（CPI 来源于《2025 年上半年湛江市经济运行简况》）。

经计算，本次生态补偿标准核定价格为仔稚鱼 1.0 元/尾、游泳动物 20 元/kg、潮间带生物 15 元/kg。

1) 直接经济损失计算方法

根据《规程》的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

底栖生物和游泳生物：

底栖生物、潮间带生物和游泳生物均按成体生物处理，计算公式为：

$$M = W \times E$$

式中：M为经济损失额，元；

W为生物资源一次性损失总量，千克（kg）；

E为生物资源的价格，元/kg；游泳生物生态补偿标准核定价格为20元/kg。底栖生物生态补偿标准核定价格为15元/kg。

鱼卵和仔稚鱼：

鱼卵和仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式为：

$$M = W \times P \times V$$

式中：M为鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，元；

W为鱼卵和仔稚鱼损失量，尾或个；

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

V为鱼苗的商品价格；鱼卵、仔稚鱼生态补偿标准核定价格为1元/尾；

2) 直接经济损失量

表 8.2.1-1 海洋生物资源直接经济损失估算表

(已省略)

2) 海洋生物资源损害赔偿额

根据《规程》，进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额度进行校正。各类生物资源的损害赔偿计算如下：

根据《规程》，占用年限低于3年的，按3年补偿；占用年限3-20年的，按照实际占用年限补偿；占用20年以上的，按不低于20年计算。一次性生物资源损害补偿为一次性损害额的3倍。因此，本项目鱼卵和仔稚鱼资源损害、游泳生物资源损害和施工围堰所导致的潮间带生物资源损害皆为一次性损害，应按损害额的3倍进行补偿；港前一横路使用期限50年，压占所造成的生物资源损害则按20年进行补偿。计算本项目海洋生物资源补偿额53.09万元。

表 8.2.1-2 海洋生物资源补偿额估算表
(已省略)

(3) 生态损失补偿措施

结合湛江市沿岸海域生态修复的实际情况，目前普遍采用增殖放流作为主要补偿方式。具体的补偿实施方案，将在项目推进过程中与生态环境等主管部门进一步协商确定，并严格遵循《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号）的要求，确保科学、规范地开展相关工作。在此基础上，本报告提出如下生态修复建议：

参考《水生生物增殖放流管理规定》《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号）以及湛江市历年渔业资源增殖放流实践经验，建议具体方案如下：

放流地点：建议选址于湛江市硃洲岛附近海域，具体位置以相关主管部门最终确认为准；

放流品种：包括黑鲷、黄鳍鲷、斑节对虾、方斑东风螺等本地常见物种。实际放流的种类与数量可根据当时资源状况适当调整，但总放流量不应低于本项目所造成的生物资源损失量。所有放流苗种须采购自具备正规资质的苗种场，规格适中，并在放流过程中严格执行检验检疫和公证程序；

放流时间：计划于 2026 年休渔期（5 月至 8 月）内实施，优先选择阴天或晴天的早晨、傍晚等适宜时段，避免强烈日照、暴雨或 7 级以上大风等不利天气条件；

放流前后管理：放流前需清理影响苗种存活的作业网具；放流过程中应详细记录水温、盐度、pH 值、溶解氧、流速、流向等水文参数，以及天气、风向、风力等气象信息；放流后应加强对放流区域的巡查管理，防止出现非法捕捞行为，保障增殖放流效果。

8.2.2. 岸线占补分析

根据《海岸线占补实施办法》（2025 年 6 月 12 日起施行），海岸线占补是指项目建设占用海岸线（包括大陆岸线和海海岸线，均包含自然岸线和人工岸线）导致海岸线原有形态或生态功能发生变化，要进行海岸线整治修复，形成生态恢复岸线，实现海岸线占用与修复补充相平衡。《关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》（粤府办〔2017〕62 号）印发后（即 2017 年 10 月 15 日后），

在我省海域内申请用海涉及占用海岸线的项目，必须落实海岸线占补。具体占补要求为：建设占用海岛自然岸线的，按照 1:1 的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线。

本项目施工围堰及港前一横路所涉及的岸线，依据 2022 年广东省政府批复岸线的岸线属性，属于有居民海岛（东海岛）的人工岸线。依据《海岸线占补实施办法》相关规定，未对海岛人工岸线进行岸线占补要求，故本项目无需开展岸线占补。

8.2.3. 红树林修复

本项目用海由港前一横路和施工围堰两部分组成，共占用现状红树林约 23.46 m²。其中，港前一横路用海范围内无红树林分布，占用全部集中于施工围堰区域。根据 3.2.7 节红树林生态系统调查结果，项目占用的红树林区域平均植株密度为 6.20 株/m²，据此估算受影响的红树植株数量约为 145 株。为减轻生态影响，建议建设单位依法办理红树林移植相关手续，在施工前对占用范围内的红树林实施就近移植，并采取有效管护措施确保移植存活率。

具体生态修复方案，最终由建设单位会同相关主管部门研究确定。

8.2.4. 小结

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）、《海岸线占补实施办法》及《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函（自然资办函〔2022〕640号）》相关要求，列出生态保护修复一览表，具体见下表。

表 8.2.3-1 生态保护修复一览表

（已省略）

9. 结论

9.1. 项目概况

本项目（港前一横路）设计修建起点桩号为 GQY K0+000，终点桩号为 GQY K0+738.938，总长 738.94m，红线宽度 30m，规划为城市次干道，设计速度为 30km/h，采用双向 4 车道设计。道路呈南北走向，南起港南大道，北接港前东路。建设内容包括道路工程、交通工程、桥涵工程、给排水工程、电气工程、绿化工程。本项目总投资为 1.07 亿元，

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的路桥用海（二级类）；根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》的通知（自然资发〔2023〕234号），本项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的路桥隧道用海（二级类）；港前一横路及施工围堰用海方式均为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）。本项目拟申请用海面积约 7.1367 公顷，其中港前一横路用海面积 3.2651 公顷，申请用海年限为 40 年。施工围堰申请用海面积为 3.8716 公顷，申请用海年限为 2 年。本项目申请用海范围占用岸线 97.5m，占用岸线为海岛（人工）岸线，可不进行补偿。

9.2. 项目用海必要性结论

本项目建设是落实《广东省湛江市东海岛总体规划（2013 - 2030）》（以下简称总规）完善区域路网的结构需要，是改善现状交通、保障企业运营安全的现实紧迫需求，项目南侧接已确权的港南大道用海，北接已填海形成的陆域上，受既有规划线路走向与地形条件的刚性制约，工程实施确需跨越部分海域。因此，用海是必要的，

9.3. 环境质量现状

（一）海水水质

（1）春季调查

调查结果显示：S01、JM1、S02、JM2、S03、JM3、S04、S04-P、S08、S09、S10、S10-P、S13、S14、S15、S16、S18、S19、S20 属于湛江港交通运输用海区，该功能区海水水质执行第四类。所有站位均符合该功能区要求，满足海水水质第四类标准。

S05、S06、S07 属于南三河渔业用海区，该功能区海水水质执行第一类。除 S05、S06、S07 站位的 DO、无机氮、活性磷酸盐含量及 S05 站位的锌含量不符合该功能区要求，其他均符合该功能区要求。

S11 属于湛江港特呈岛国家级海洋自然公园生态保护区，该功能区海水水质执行第一类。除 S11 站位的锌含量不符合该功能区要求，其他海水水质评价因子均符合功能区要求，满足海水水质第一类标准。

S12、S17 属于南三岛南部海洋预留区，该功能区海水水质维持现状。除 S12、S17 站位的锌含量符合海水水质第二类标准外，其他均符合海水水质第一类执行标准。

（2）秋季调查

调查结果显示：S01、JM1、S02、JM2、S03、JM3、S04、S04-P、S08、S09、S10、S10-P、S13、S14、S15、S16、S18、S19、S20 属于湛江港交通运输用海区，该功能区海水水质执行第四类。除 S01 站位表底层、S02 站位表底层、S03 站位底层、S04 站位表底层、S04-P 站位表底层、S09 站位、S16 站位底层的无机氮含量不符合该功能区要求，其它站位层次的无机氮含量均符合该功能区要求；除 S02 站位表层、S03 站位表层的溶解氧含量不符合该功能区要求，其它站位层次的溶解氧含量均符合该功能区要求。其他海水水质评价因子均符合功能区要求，满足海水水质第四类标准。

S05、S06、S07 属于南三河渔业用海区，该功能区海水水质执行第一类。除 S05 站位、S06 站位、S07 站位的 COD 含量不符合该功能区要求，其它站位层次的 COD 含量均符合该功能区要求；除 S05 站位、S06 站位的锌含量不符合该功能区要求，其它站位层次的锌含量均符合该功能区要求；除 S05 站位、S06 站位、S07 站位的无机氮含量不符合该功能区要求，其它站位层次的无机氮含量均符合该功能区要求；除 S06 站位的溶解氧含量不符合该功能区要求，其它站位层次的溶解氧含量均符合该功能区要求。其他海水水质评价因子均符合功能区要求，满足海水水质第一类标准。

S11 属于湛江港特呈岛国家级海洋自然公园生态保护区，该功能区海水水质执行第一类。除 S11 站位的锌含量不符合该功能区要求，其它站位层次的锌含量均符合该功能区要求；除 S11 站位的无机氮含量不符合该功能区要求，其它站位层次的无机氮含量均符合该功能区要求。其他海水水质评价因子均符合功能区要求，满足海水水质第一类标准。

S12、S17 属于南三岛南部海洋预留区，该功能区海水水质维持现状。S12 站位的活性磷酸盐含量及 S12 站位、S17 站位的锌含量符合海水水质第二类执行标准。S17 站位

的无机氮含量符合海水水质第三类执行标准。S12 站位的无机氮含量符合海水水质第四类执行标准。其他站位均符合海水水质第一类执行标准。

（二）沉积物

（1）春季调查

调查结果显示：S01、S03、S04、S08、S10、S13、S16、S19、S20 属于湛江港交通运输用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第三类。其中，S01、S03 站位的石油类超标，其他监测因子均符合该功能区要求；其余站位的所有监测因子均符合该功能区要求，满足海洋沉积物质量第三类标准要求。

S05 属于南三河渔业用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第一类。除 S05 站位的石油类含量不符合该功能区要求，其它站位的石油类含量均符合该功能区要求。其他海洋沉积物评价因子均符合功能区要求，满足海洋沉积物质量第一类标准。

（2）秋季调查

调查结果显示：S01、S03、S04、S08、S10、S13、S16、S19、S20、P1、P2 属于湛江港交通运输用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第三类，且所有站位的海洋沉积物评价因子均符合功能区要求。

S05 属于南三河渔业用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第一类。除 S05 站位的石油类含量不符合该功能区要求，其它站位层次的石油类含量均符合该功能区要求。其他海洋沉积物评价因子均符合功能区要求，满足海洋沉积物质量第一类标准。

P3、P4、P5 属于东海岛北部工况通信用海区，该功能区海洋沉积物质量执行第二类。所有站位的所有监测因子均满足海洋沉积物第一类质量标准，符合该功能区要求。

（三）生态

（1）春季调查

叶绿素 a 和初级生产力：15 个调查站位表层水体叶绿素 a 的平均含量为 $3.11\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围在 $0.44\text{mg}/\text{m}^3\sim 7.26\text{mg}/\text{m}^3$ 之间；表层水体初级生产力范围在 $23.61\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}\sim 580.47\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为 $216.39\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

浮游植物：表层水体初级生产力范围在 $23.61\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}\sim 580.47\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为 $216.39\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；各调查站位浮游植物的密度在 $10.95\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3\sim 2537.00\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ 之间，平均密度为 $616.26\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ ，优势种有 8 种，分别是：佛氏海线藻 *Thalassionema frauenfeldii*、针杆藻 *Synedrassp*、强氏圆筛藻 *Coscinodiscus janischii*、劳氏角毛藻 *Chaetoceros lorentzianus*、旋链角毛藻

Chaetoceroscurvisetus、拟旋链角毛藻 *Chaetocerospseudocurvisetus*、派格棍形藻 *Bacillariapaxillifera* 和虹彩圆筛藻 *Coscinodiscusoculus-iridis*。调查海域浮游植物的多样性指数的平均值为 3.09，丰富度指数的平均值为 1.78

浮游动物：本次浮游动物调查结果显示，调查海域内浮游动物种类有 40 种，群落结构主要由原生动物组成；浮游动物平均密度和平均生物量分别为 $712.83\text{ind}/\text{m}^3$ 和 $91.48\text{mg}/\text{m}^3$ 。从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 2 个，最大优势种是夜光虫，优势地位突出；结合统计多样性水平，显示调查站位的多样性指数均值为 1.78，丰富度指数的平均值为 6.04，均匀度指数均值为 0.55。

大型底栖生物：本次大型底栖生物调查结果显示，调查站点内大型底栖生物的种类包含 7 大类群，共有 36 种。调查站位大型底栖生物平均栖息密度为 $26.40\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $7.075\text{g}/\text{m}^2$ 。从种类组成特征来看，调查站点内优势种有 2 种：剖刀鸭嘴蛤和短竹蛏。经计算，多样性指数最高的是 JM1 站位（3.41）；丰富度指数最高的是 JM1 站位（2.99）；均匀度指数最高的是 S05 和 S10 站位（1.00）。

潮间带生物：定性调查发现潮间带生物的种类包含 7 大类群，共有 59 种。定量调查发现潮间带生物 52 种，隶属于 7 大门类。定量调查中，潮间带生物的总平均栖息密度为 $318.67\text{ind}/\text{m}^2$ ，总平均生物量为 $336.713\text{g}/\text{m}^2$ 。从种类组成特征来看，调查断面优势种有 5 种，其中珠带拟蟹守螺为第一优势种。经计算多样性指数均值为 3.36，最高的为 C1 断面（4.10），最低的为 C2 断面（2.81）；丰富度指数的平均值为 3.28，最高的为 C1 断面（4.76），最低的为 C3 断面（2.35）；均匀度指数均值为 0.79，最高的为 C3 断面（0.85），最低的为 C2 断面（0.70）。

鱼卵、仔稚鱼：定性调查发现鱼卵 32 种，仔稚鱼 21 种，各调查站位鱼卵和仔稚鱼的平均数量分别是 136ind 和 270ind ，总平均数量为 163ind ，最高值出现在 S10 号站；定量调查鱼卵 16 种，仔稚鱼 11 种，鱼卵和仔稚鱼的平均密度分别为 $5.319\text{ind}/\text{m}^3$ 和 $0.994\text{ind}/\text{m}^3$ ，总平均密度为 $6.313\text{ind}/\text{m}^3$ ，最高值出现在 S16 号站。

游动物物：调查海域发现游泳动物种类有 37 种，包含鱼类、甲壳类。调查站位游泳动物鱼类是最主要类群，其次是甲壳类。渔获物中，鱼类幼体比例为 28.46%，虾类幼体比例为 32.14%，蟹类幼体比例为 34.29%，虾蛄类幼体比例为 28.57%。渔业资源平均重量资源密度为 $209.94\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均尾数资源密度为 $11375.09\text{ind}/\text{km}^2$ 。从种类组成特征来看，优势种有 3 个，康氏侧带小公鱼资源最为丰富。经计算，调查站位游泳动物多样性指数的平均值为 2.23，最高值出现在 S20 站位；丰富度指数的平均值为 0.84，最高

值出现在 S04 站位；均匀度指数的平均值为 0.71，最高值出现在 S10 站位。

生物质量：调查结果显示，S03 调查站位内采集到的甲壳类的石油烃含量不符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1 中规定的生物质量标准，最大超标倍数为 0.065，超标率为 6.7%；其余站位所有监测因子的评价指数均小于 1，符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1 中规定的生物质量标准。

（2）秋季调查

叶绿素 a 和初级生产力：15 个调查站位表层水体叶绿素 a 的平均含量为 $1.73\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围在 $0.03\text{mg}/\text{m}^3\sim 4.58\text{mg}/\text{m}^3$ 之间；表层水体初级生产力范围在 $1.29\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}\sim 183.00\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为 $88.33\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

浮游植物：浮游植物种类有 5 门 18 科 56 种（含变种、变型及个别未定种的属），硅藻门是主要的组成门类，占比为 78.57%，甲藻门次之，占比为 12.50%，其他门类种类数的相对占比较低。浮游植物平均密度为 $43413.92\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ ，其中定鞭藻门的平均密度最高，其他门类的平均密度相对较低。从种类组成特征来看，本次调查的优势种有 5 种，球形棕囊藻为第一优势种。经计算，调查站位植物多样性指数的平均值为 1.54，最高值出现在 S01 站位；丰富的指数的平均值为 0.79，最高值出现在 S20 站位；均匀度指数的平均值为 0.39，最高值出现在 S05 站位。

浮游动物：本次浮游动物调查结果显示，调查海域内浮游动物种类有 48 种，群落结构主要由浮游幼体组成；浮游动物平均密度和平均生物量分别为 $1189.58\text{ind}/\text{m}^3$ 和 $127.61\text{mg}/\text{m}^3$ 。从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 1 个，优势种是藤壶六肢幼体，优势地位突出；结合统计多样性水平，显示调查站位的多样性指数均值为 2.10，丰富度指数的平均值为 2.62，均匀度指数均值为 0.54。

大型底栖生物：本次大型底栖生物调查结果显示，调查站点内大型底栖生物的种类包含 9 大类群，共有 57 种。调查站位大型底栖生物平均栖息密度为 $53.87\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $1.691\text{g}/\text{m}^2$ 。从种类组成特征来看，调查站点内优势种有 2 种：后稚虫和双眼钩虾属。S04 站位未发现大型底栖生物，无法计算多样性和均匀度指数，剩余站位多样性指数的平均值为 2.57，最高值出现在 JM1 站位（3.83）；丰富度指数的平均值为 1.96，最高值出现在 JM1 站位（3.29）；均匀度指数的平均值为 0.95，最高值出现在 S01、S03、S05、S16、S19 和 JM2 站位（1.00）。

潮间带生物：定性调查发现潮间带生物的种类包含 5 大类群，共有 28 种。定量调

查发现潮间带生物 23 种，隶属于 3 大门类。定量调查中，调查断面潮间带生物的平均栖息密度为 $201.33\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $203.304\text{g}/\text{m}^2$ 。从种类组成特征来看，调查断面优势种有 7 种，其中少疣长方蟹为第一优势种。经计算多样性指数的平均值为 3.02，最高值出现在 C1 断面 (3.35)；丰富度指数的平均值为 2.07，最高值出现在 C1 断面 (2.59)；均匀度指数的平均值为 0.85，最高值出现在 C2 断面 (0.91)。

鱼卵仔稚鱼：定性调查发现鱼卵 10 种，仔稚鱼 5 种，各调查站位鱼卵和仔稚鱼的平均数量分别是 24ind 和 3ind，总平均数量为 27ind，最高值出现在 S01 号站；定量调查鱼卵 6 种，仔稚鱼 1 种，鱼卵和仔稚鱼的平均密度分别为 $0.994\text{ind}/\text{m}^3$ 和 $0.076\text{ind}/\text{m}^3$ ，总平均密度为 $1.070\text{ind}/\text{m}^3$ ，最高值出现在 S19 号站。

游泳动物：调查海域发现游泳动物种类有 43 种，包含鱼类、甲壳类；调查站位游泳动物鱼类是最主要类群，其次是甲壳类。渔获物中，鱼类幼体比例为 28.01%，虾类幼体比例为 32.47%，蟹类幼体比例为 29.73%，虾蛄类幼体比例为 27.54%。调查站位游泳动物平均重量资源密度为 $243.083\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均尾数资源密度为 $12368.61\text{ind}/\text{km}^2$ 。从种类组成特征来看，优势种有 4 个，康氏侧带小公鱼资源最为丰富，优势地位突出。经计算，调查断面游泳动物多样性指数的平均值为 2.84，最高值出现在 S11 断面；丰富度指数的平均值为 1.21，最高值出现在 S20 断面；均匀度指数的平均值为 0.79，最高值出现在 S11 断面。

生物质量：部分调查站位内采集到的砷、石油烃含量不符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1 中规定的生物质量标准；其余站位所有监测因子的评价指数均小于 1，符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1 中规定的生物质量标准。

9.4. 项目用海资源环境影响分析

(1) 对水动力环境影响的结论

工程实施后流速变化主要沿区域主流向分布。涨潮期间（主流向西北→东南），流速影响较大的一侧为东南侧；落潮期间（主流向东南→西北），影响较大的集中于西北侧。其中流速增大的范围主要集中在箱涵两侧约 750m 范围内，流速减小的影响范围主要集中在箱涵两侧约 1000m 范围内。工程 1 km 以外的区域，流速变化在 $\pm 0.2\text{ m/s}$ 以内。

(2) 对地形地貌与冲淤环境的影响

工程实施后，由于原过水管涵由透水结构改为非透水结构，新建箱涵处由非透水结

构改为透水结构，从而项目附近局部潮流流向与流速发生改变。其中，由于构筑物的遮蔽，原过水管涵附近区域流速减小，从而泥沙落淤；新建箱涵附近因拆除非透水结构流速增加，从而地形冲刷。

根据模拟结果，地形冲淤变化幅度大于 $\pm 2\text{cm}$ ，集中于工程区 500m 范围内，主要变化为：

1) 原过水管涵两侧海域淤积，平均淤积厚度约 0.1m/a ，最大淤积强度为 0.6m/a 。淤积幅度大于 0.25m/a 、 0.1m/a ，主要集中在项目附近约 120m、235m 范围内。

2) 工程实施后，新建箱涵两侧海域冲刷，年平均冲刷幅度为 0.13m/a 。在箱涵与道路衔接附近局部区域冲刷较大，最大为 0.83m/a 。侵蚀幅度大于 0.5m/a 、 0.25m/a 、 0.1m/a ，主要集中在项目附近约 27m、93m、155m 范围内。

(3) 对海洋水质环境影响的结论

施工围堰施工及拆除会产生一定量的悬浮泥沙，不同工况下，随潮流运输悬沙会形成一定的扩散范围。具体如下。

工况一：一二期围堰施工过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L （超 I、II 类海水水质）的海域面积最大值分别为 0.4253km^2 。悬浮泥沙（SS）增量 $>10\text{mg/L}$ 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.287km 、西北向 0.305km 、东南向 0.470km 。

工况二：一二期围堰拆除，三四期围堰施工过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L （超 I、II 类海水水质）的海域面积最大值分别为 1.36km^2 。悬浮泥沙（SS）增量 $>10\text{mg/L}$ 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.973km 、西北向 0.610km 、东南向 1.103km 。

工况三：三四期围堰拆除过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L （超 I、II 类海水水质）的海域面积最大值分别为 0.8099km^2 。悬浮泥沙（SS）增量 $>10\text{mg/L}$ 等值线边缘在不同方向距项目边界的最远距离分别为：东北向 0.839km 、西北向 0.438km 、东南向 0.880km 。

(4) 对沉积物环境影响的结论

本项目对海洋沉积物环境的影响主要集中于施工期，由悬浮泥沙扩散沉降所致。根据冲淤数值模拟结果，工程实施将导致局部水动力条件改变，进而引发地形冲淤调整。冲淤变化高度集中于工程周边 500 m 以内，未对更大范围的海床稳定性造成显著扰动。

本项目为交通运输用海中的路桥隧道用海。运营期间桥面及路面雨水属清洁雨水，排放对海洋沉积物环境影响甚微。

综上所述，本项目建设对项目所在海域沉积物环境的影响较小，属于可接受范围内。

（5）资源、生态影响的结论

本项目建设造成潮间带生物损失量约 28320.04kg，其中港前一横路造成潮间带生物损失约 24043.6kg；施工围堰造成潮间带生物一次直接损失约 4276.44kg；施工产生悬浮泥沙造成鱼卵一次直接损失量约 5.67×10^6 粒，仔稚鱼一次直接损失量约 9.6×10^5 尾，游泳生物一次直接损失量约 71.73kg。

9.5. 海域开发利用协调分析

经界定，本项目利益相关者为湛江京信发电有限公司、湛江港（集团）股份有限公司、湛江经济开发区水务有限公司及调逻村养殖户，本项目协调部门为湛江经济技术开发区农业事务管理局和林业主管部门，对在施工过程中可能产生的影响达成协调方案。

项目用海与军事用海不冲突，对国防建设和国防安全没有影响，不会危及国家权益和国防安全。

9.6. 国土空间规划及相关规划符合性分析

本项目属于国家鼓励类项目，符合国家产业政策要求。本项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《广东省海岸带和海洋空间规划（2021-2035年）》《广东省国土空间生态修复（2021-2035年）》《湛江市国土空间总体规划（2021—2035年）》《湛江经济技术开发区（东海岛）国土空间总体规划（2021—2035年）》及“三区三线”等相关规划的要求。

9.7. 项目用海的合理性

（1）用海选址合理

项目的选址在区域社会条件的需求上满足东海岛石化工业产业园总体规划的要求，与产业政策及相关规划要求相一致，与周边海洋开发活动具有较好的协调性，具有建设所需的社会条件。在环境条件需求方面，其与工程地质、水文环境、冲淤、通航条件及生态系统均是适宜的。因此，本项目用海选址具有合理性。

（2）用海方式和平面布置合理

本项目基于区域未来规划和工程地质等因素，采用非透水构筑物的用海方式是合理的。项目用海的平面布局根据相关行业规范进行设计，且综合考虑了管理、安全性的需求。项目的用海方式和平面布局是合理的。

（3）用海面积合理

项目各部分海域面积的量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》，项目用海满足港前一横路和施工用海需求，其用海面积是合理的。与港南大道和管廊项目重叠区域，采用立体分层设权的方式，体现了集约节约用海原则，立体分层设权也是合理可行的。

（4）用海期限合理

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，公益事业用海最高用海期限为40年。综合项目设计年限，本项目港前一横路拟申请用海40年。根据施工工期且考虑不可抗拒等因素本项目施工用海拟申请2年。海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

9.8. 项目用海可行性结论

根据本报告前述章节的分析和论证结果可知，本项目用海是必要的，用海对周边资源环境的影响是可以接受的，与毗邻其他项目具有较好的协调性，符合海洋功能区划及相关规划，项目用海选址、用海方式和用海面积合理。在项目建设单位切实执行国家有关法律法规，切实落实本报告书提出的海域使用管理对策措施，切实落实用海风险应急对策措施和应急预案的前提下，从海域使用角度考虑本项目的海域使用是可行的。