揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程

海域使用论证报告书

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

2024 年 7 月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4452242024001067
论证报告所属项目名称	揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程
一、编制单位基本情况	
单位名称	中国科学院南海海洋研究所
统一社会信用代码	
法定代表人	
联系人	
联系人手机	

二、编制人员有关情况

姓名	信用编号	本项论证职责	签字
		论证项目负责人	
		1. 概述 2. 项目用海基本情况 5. 海域开发利用协调分析 6. 国土空间规划符合性分析 8. 生态用海对策措施 9. 结论	
		3. 项目所在海域概况 4. 资源生态影响分析	
		7. 项目用海合理性分析	

本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。**愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。**

承诺主体(公章)：

年　月　日

项目基本情况表

<table>
<tr><td>项目名称</td><td colspan="4">揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程</td></tr>
<tr><td>项目地址</td><td colspan="4">广东　省　揭阳　市　惠来　县</td></tr>
<tr><td>项目性质</td><td colspan="2">公益性　(　　)</td><td colspan="2">经营性　(　√　)</td></tr>
<tr><td>用海面积</td><td colspan="2">6.7041ha</td><td>投资金额</td><td>65183.48 万元</td></tr>
<tr><td>用海期限</td><td colspan="2">39 年</td><td>预计就业人数</td><td>40 人</td></tr>
<tr><td rowspan="4">占用岸线</td><td>总长度</td><td>0m</td><td>邻近土地平均价格</td><td>——万元/ha</td></tr>
<tr><td>自然岸线</td><td>0m</td><td>预计拉动区域经济产值</td><td>——万元</td></tr>
<tr><td>人工岸线</td><td>0m</td><td rowspan="2">填海成本</td><td rowspan="2">——万元/ha</td></tr>
<tr><td>其他岸线</td><td>0m</td></tr>
<tr><td>海域使用类型</td><td colspan="2">交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类，编码 31）</td><td>新增岸线</td><td>0m</td></tr>
</table>

用海方式	面积	具体用途
透水构筑物	2.4341 ha	码头平台、引桥等构筑物
透水构筑物	4.2700 ha	施工栈桥、平台等构筑物
合计	6.7041 ha	

目 录

摘要

0.1 项目用海基本情况

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程位于广东省揭阳市惠来沿海港区前詹作业区 2 号港池内，拟建设一座 7 万吨泊位、引桥及相关配套设施。本工程计划建设工期为 18 个月。推荐方案工程总投资 65183.48 万元。

本项目申请用海单位为中电投前詹港电有限公司，项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类，编码 31），用海方式为构筑物（一级）中的透水构筑物（二级，编码 23），项目申请用海期限为：码头和引桥等水工构筑物申请用海期限为 39 年，施工平台和施工栈桥申请用海期限 2 年。项目申请用海总面积为 6.7041 公顷，包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海 2.4341 公顷，施工栈桥和平台等水工构筑物的透水构筑物用海 4.2700 公顷。

0.2 项目立项情况

根据项目情况，本项目由揭阳市发展改革局核准，本项目海域使用论证报告书用海预审意见是项目立项的前置条件。

0.3 用海必要性

（1）项目建设必要性

1）项目建设是保障前詹电厂煤炭运输需求，兼顾社会用煤需求，发挥煤炭、煤电兜底作用，确保经济社会发展用能需求的需要。

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程为专业化散货码头，主要服务前詹电厂和腹地其他用户煤炭需求。预测本项目煤炭接卸量为 580 万 t，其中前詹电厂用煤 400 万 t，腹地其他用户用煤 180 万 t。

国家电投前詹电厂规划装机总容量为 4×1000MW 超超临界燃煤机组，分二期建设，已核准在建的一期工程建设 2×1000MW 超超临界燃煤机组。预测前詹电厂一期工程年耗煤量为 400 万 t；未来二期工程建成后，电厂年总耗煤量为 800 万 t。

预测 2030 年梅州煤炭消费量将达到 1300 万 t，考虑梅州市铁路、公路煤炭调入量和本项目与潮州港、惠州港公共煤炭码头的竞争优劣势，预测本项目承担

约 100 万 t；对于大南海石化新材料产业新增煤炭需求，本项目具有明显优势，预测将承担 50 万 t；对于国家电投江西电厂，本项目将作为一个补充运输通道，预测将承担 30 万 t；合计将为腹地其他用户接卸煤炭 180 万 t。

前詹作业区主要服务惠来临港产业园，重点发展海上风电装备制造及运维、煤电、LNG 接卸储运等产业。目前，前詹作业区仅建有粤东 LNG 接卸码头，在建前詹作业区通用码头一期工程，主要服务于临港装备制造产业和园区基础设施建设所需的机械设备、钢铁、矿建、水泥等散杂货；拟建前詹作业区蓝水深远海通用码头是蓝水深远海装备科技制造项目的配套码头，主要承担机械设备、重大件等货物运输。前詹作业区尚未建成专业化、大型化散货码头。

目前，揭阳港已建成运营的煤炭码头有惠来沿海港区靖海作业区粤电 2 个 10 万吨级煤炭泊位，年设计通过能力 1125 万 t，该码头是惠来靖海电厂配套码头，仅考虑服务电厂的卸煤需要；在建的前詹作业区通用码头一期工程年设计通过能力 350 万 t，主要为惠来临港产业园提供公共运输服务，承担钢铁、建材、机械设备、重大件等散杂货运输，兼顾少量公共煤炭接卸。上述码头从功能、通过能力、经济性等角度分析都难以承担前詹电厂新增的煤炭运输需求，需要新建专业化的煤炭接卸码头。

随着国家电投前詹电厂一期 2×1000MW 超超临界燃煤机组工程的建设，为保障电厂煤炭运输需求和电厂生产运行，迫切要求在前詹作业区加快煤炭专业化接卸泊位的建设。

2）是积极扩大有效投资，完善粤东沿海煤炭运输系统的需要。

3）是揭阳市加快构建新发展格局，推进现代化产业体系建设的需要。

（2）项目用海必要性

船舶停靠和码头煤炭卸船需要布置卸船机和输煤管廊等设施，因此需要布置码头泊位；本项目离岸布置，需要建设引桥连接陆域；为保证煤炭顺利输送和泊位正常运行，需要布置转角平台和变电所平台；船舶安全停靠和进出港口需要符合水深的停泊水域、回旋水域和连接航道的水域，以上内容均需用海。其中港池用海和航道用海已申请。

施工期间，灌注桩建设需要搭设栈桥和施工平台，施工期间需要使用海域。

综上，项目建设是必要的，用海也是必要的。

0.4 规划符合性

本项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《揭阳市国土空间总体规划（2021-2035 年）》等各级国土空间规划文件要求，本项目不占用海洋生态保护红线，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中的“二十五 水运 2.港口枢纽建设。

本项目符合《揭阳港总体规划（2035 年）》，与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》以及《揭阳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》、海洋主体功能区规划等规划文件的要求相一致。

0.5 占用岸线情况

本项目离岸布置，不占用自然岸线和人工岸线。本项目建成后不会形成新的有效岸线。

0.6 利益相关者协调情况

本项目利益相关者为广东蓝水深远海装备科技有限公司，协调责任部门为揭阳海事局，本项目在建设单位已申请的港池用海范围内建设码头工程，本项目的建设与周边海域开发活动具有可协调性，不存在重大且无法协调的利益冲突。项目实施不会严重影响海上交通安全，不会损害国防安全和国家海洋权益。

0.7 资源生态影响及生态保护修复措施

（1）对水动力环境的影响

本项目建设内容主要为水工构筑物建设和水域疏浚开挖，对周边海域潮流场的影响主要为水深改变引起的流速和流向变化，流速流向变化范围整体较小且主要集中在项目建设区域及其周围。项目建设和运营对水动力环境整体影响较小。

（2）对地形地貌与冲淤环境的影响

项目建设对周边海域冲淤环境影响较小，其影响范围主要集中在于工程区附近，不会对港池外其他海域冲淤环境造成较大影响。工程之后疏浚区域水动力减弱，引起局部淤积，淤积强度平均约为 3.80cm/a；东南防波堤内侧由于涨落潮流

速增强，会产生局部的冲刷，冲刷强度平均约为 10.79cm/a；疏浚区域的北部冲刷强度也变大，其平均冲刷强度变化为 3.77cm/a。一般在工程完成后两至三年即达到冲淤平衡状态，累积冲淤幅度不超过 10cm。

（3）对海水水质的影响

项目施工产生的悬浮泥沙在潮流的作用下往西南方向扩散。施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙包络总面积为 0.930km^2，大于 100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.380km^2。10mg/L 悬浮泥沙包络范围不影响周边的自然保护区和生态保护红线。

（4）对沉积物环境影响

本项目施工期疏浚等过程中会使海域内悬浮泥沙含量增大，疏浚开挖搅动海底沉积物在 2 天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底沉积物质量。船舶产生的生活污水、含油污水等均严格按照要求统一收集后委托有资质单位接收处理，不向海域排放，因此不会对海洋沉积物环境产生影响。

通过类比分析，营运期煤尘落海对沉积物环境影响较小。

（5）对海域生态环境的影响

本项目不占用海岸线、海涂、海湾和岛礁等海洋空间资源，项目用海不会对以上海洋空间资源造成影响。本项目疏浚开挖及施工过程产生的悬浮泥沙对底栖生物、鱼卵、仔稚鱼和游泳动物等海洋生物资源造成一定不利影响，经核算，本项目造成鱼卵仔鱼损失量换算为鱼苗 15.97×10^4 尾；游泳生物损失量约为 1.34t；底栖生物损失量约为 0.52t。本项目施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿按 3 倍计；水工构筑物占海属永久性损害，补偿按 20 倍计，合计补偿量为：鱼苗 49.27×10^4 尾、游泳生物为 4.024t、底栖生物为 1.62t。

（6）生态保护修复措施

本项目用海主要生态环境影响为施工期疏浚开挖及施工悬浮泥沙扩散对海洋环境及渔业资源造成的一定不利影响。本项目提出采用增殖放流、海洋环境跟踪监测等方式进行生态补偿和修复，补偿方案经论证后实施。

0.8 项目用海选址、方式、面积、期限的合理性分析

本项目选址具有较好的社会、区位条件，良好的地质条件，同时具有较好的资源、环境适宜性，项目选址是合理的。

本项目申请用海采用透水构筑物，对周边水动力环境的影响较小，与周边其他用海活动没有明显冲突，具有协调性。

本项目平面布置设计符合《海港总体设计规范》（JTS165-2013）的要求，本项目采用透水构筑物的方式对水文动力环境影响较小，不会改变所在海域的整体流态。因此本项目的用海方式和平面布置是合理的。

本项目用海类型为“交通运输用海”（一级类）的“港口用海”（二级类），用海方式为“构筑物用海”的“透水构筑物用海”。项目拟申请总面积 6.7041 公顷，包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海 2.4341 公顷，施工栈桥和平台等水工构筑物的透水构筑物用海 4.2700 公顷。申请的用海面积可以满足项目用海需求，并且符合相关标准和规范。

本项目用海类型为交通运输用海，主体工程申请用海期限是 39 年，临时工程申请用海期限 2 年。项目用海期限是合理的。

0.9 结论

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程符合国土空间规划，不在“三区三线”划定的生态红线区内；项目建设与国家政策、相关规划相符合。项目选址、平面布置合理，用海方式、用海面积适宜，与利益相关者具有可协调性。项目建设具有良好的社会经济效益，能够较好地发挥该海域的自然环境和社会优势。综上，本项目建设用海可行。

1 概述

1.1 论证工作来由

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程为专业性卸煤码头，为满足国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目燃煤运输需求及社会用煤需求，拟建设一个 7 万吨级散货泊位、引桥及相关配套设施，码头使用港口岸线长度 327m，设计通过能力 667 万吨/年。

国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目位于广东省揭阳市惠来县境内，广东省揭阳市惠来县沟疏村与赤澳村之间，神泉湾东侧。前詹电厂规划建设 4×1000MW 煤电机组，分两期建设，一期规划容量为 2×1000MW 超超临界二次再热燃煤发电机组，同步建设烟气脱硫、脱硝装置。2022 年 12 月，为应对国际、国内复杂的能源供应环境和形势，立足我国能源资源禀赋，保障广东省中长期能源电力供应安全，广东省发改委在《广东省发展改革委关于加快推动“先立后改”新增规划煤电建设增强电力供应保障能力的通知》（粤发改能源函〔2022〕1891 号）明确将前詹电厂纳入国家“十四五”新增煤电建设规模。该项目于 2023 年 6 月以《关于国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目用海预审意见的函》（惠自然资函〔2023〕225 号）获得用海预审意见，于 2023 年 6 月以《广东省发展改革委关于关于国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目核准的批复》（粤发改核准〔2023〕9 号）获得核准，于 2023 年 10 月以《广东省生态环境厅关于国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目环境影响报告书的批复》（粤环审〔2023〕211 号）获得环评批复；于 2024 年 2 月以《广东省人民政府关于国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目建设用地的批复》获得批复。国家电投揭阳前詹电厂 1、2 号机组分别计划于 2025 年 12 月 30 日和 2026 年 2 月底投产发电。根据前詹电厂的建设投产计划，一期工程 2×1000MW 超超临界二次再热燃煤发电机组对码头卸煤量需求约 400 万吨/年，规划建设 4×1000MW 超超临界煤发电机组，远期卸煤量需求约 800 万吨/年。现状在建的揭阳港前詹作业区通用码头设计装卸货种和煤炭通过能力远远无法满足电厂的生产需求。因此，中电投前詹港电有限公司拟在前詹作业区 2 号港池东、南防波堤内侧新建一座散货码头（即揭阳港总体规划的惠来沿海港

区前詹作业区 13#泊位）、引桥及相关配套设施，以满足国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目燃煤运输需求及社会用煤需求。预测本项目煤炭接卸量为 580 万 t，其中前詹电厂用煤 400 万 t，腹地其他用户用煤 180 万 t。

本工程位于广东省揭阳市惠来沿海港区前詹作业区 2 号港池内，项目所在位于广东省揭阳市惠来县沟疏村与赤澳村之间、神泉湾东侧，距西北向惠来县城约 15km。

本工程计划建设工期为 18 个月。推荐方案工程总投资 65183.48 万元。

项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类，编码31），用海方式为：构筑物（一级）中的透水构筑物（二级，编码23），项目申请用海期限为：码头和引桥等水工构筑物申请用海期限为39年，施工平台和施工栈桥申请用海期限2年。项目申请用海总面积为6.7041公顷，包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海2.4341公顷，施工栈桥和平台等水工构筑物的透水构筑物用海4.2700公顷。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》《广东省海域使用管理条例》《海域使用论证技术导则》的有关规定，揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程建设涉及用海问题，应开展海域使用论证。受项目设计单位中交水运规划设计院有限公司委托，中国科学院南海海洋研究所承担该项目的海域使用论证工作。

接受任务后，论证单位立即成立项目组，项目组成员深入现场踏勘，调查工程周边海域使用现状并收集相关资料；根据项目工程内容，海域使用性质、规模和特点，项目所在海域特征，按照《海域使用论证技术导则》等的要求编制了《揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程海域使用论证报告书》。

1.2 论证依据

本项目论证报告编制依据的主要法律法规、技术规范与标准分述如下。

1.2.1 法律法规

- 《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人大常委会，2001 年 10 月 27 日；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》，全国人大常委会，2024 年 1 月 1

日修订实施；

•《中华人民共和国渔业法》，全国人大常委会，2013年12月28日修订；

•《中华人民共和国野生动物保护法》，全国人大常委会，2023年5月1日第二次修订施行；

•《中华人民共和国防洪法》，全国人大常委会，2016年7月2日修订；

•《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2021年9月1日起修订施行；

•《中华人民共和国航道法》，全国人大常委会，2016年7月修正；

•《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；

•《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；

•《中华人民共和国海岛保护法》，全国人大常委会，2009年12月26日；

•《中华人民共和国测绘法》，全国人大常委会，2017年4月27日修订；

•《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》（国务院令第507号），2008年1月1日实施，2018年修订；

•《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院令第475号），2006年11月1日起施行，2018年修订；

•《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院令第687号），2017年10月7日；

•《防治船舶污染海洋环境管理条例》，国务院令第692号第六次修订，2018年；

•《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》（中华人民共和国交通运输部令2019年第2号），2019年5月1日起施行；

•《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》（厅字〔2019〕48号），中共中央办公厅 国务院办公厅，2019年11月；

•《关于划定并严守生态保护红线的若干意见的通知》，中共中央办公厅 国务院办公厅，2017年2月；

•《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年3月31日；

•《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，2021年11月10日；

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

•《自然资源部办公厅关于进一步做好用地用海用岛国土空间规划符合性审查的通知》（自然资办发〔2024〕21号），自然资源部办公厅，2024年5月6日；

•《关于进一步规范海域使用项目审批工作的意见》（国海管字〔2009〕206号），国家海洋局以公告2016年第5号发布修订版，2016年6月23日；

•《海域使用论证管理规定》（国海发〔2008〕4号），国家海洋局，2008年；

•《海域使用权管理规定》（国海发〔2006〕27号），国家海洋局，2006年；

•《自然资源部 财政部 生态环境部 水利部 国家林业和草原局关于印发<自然资源统一确权登记暂行办法>的通知》（自然资发〔2019〕116号），自然资源部等，2019年7月11日；

•《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》（国发〔2015〕42号），国务院，2015年8月1日；

•《国家海洋局海洋咨询中心关于加强用海工程项目评审为海洋生态文明建设做好咨询服务工作的四项措施的通知》（海咨字〔2013〕6号），国家海洋局海洋咨询中心，2013年2月21日；

•《国家海洋局办公室关于海域使用论证报告信息公开有关问题的通知》（海办管字〔2017〕283号），国家海洋局办公室，2017年6月1日；

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

•《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用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207号），自然资源部办公厅，2022年10月14日；

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

•《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理

的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号），自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局，2022年8月16日；

•《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），生态环境部，2022年12月27日；

•《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），自然资源部办公厅，2022年4月15日；

•《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），自然资源部，2023年11月13日；

•《自然资源部办公厅关于印发<海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）>的通知》（自然资办函〔2023〕2234号），自然资源部办公厅，2023年11月17日；

•《产业结构调整指导目录（2024年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号，自2024年2月1日起施行；

•《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规〔2022〕397号），国家发展改革委 商务部，2022年3月12日；

•《国务院关于广东海洋经济综合试验区发展规划的批复》（国函〔2011〕81号），国务院，2011年7月；

•《关于发布<船舶水污染防治技术政策>的公告》（环境保护部公告2018年第8号），环境保护部，2018年1月11日；

•《经1978年议定书修订的1973年国际防止船舶造成污染公约》，国际海事组织（IMO）；

•《国际船舶压载水和沉积物控制与管理公约》；

•《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》（交通运输部令2019年第40号），2019年11月28日第六次修订；

•《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2018年3月第六次修订；

•《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》，交通运输部，自2011年2月1日起施行，2017年5月第4次修订；

•《交通运输部办公厅 生态环境部办公厅 住房和城乡建设部办公厅关于建立完善船舶水污染物转移处置联合监管制度的指导意见》（交办海〔2019〕15）号，交通运输部办公厅 生态环境部办公厅 住房和城乡建设部办公厅，2019年1

月31日；

•《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》（农办渔〔2018〕50号），2018年6月；

•《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），农业农村部办公厅，2022年1月19日；

•《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》（粤自然资函〔2020〕88号），广东省自然资源厅，2020年2月28日；

•《广东省海域使用管理条例》（广东省第十三届人民代表大会常务委员会公告第92号），广东省人大常委，2021年9月修订；

•《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》（粤自然资规字〔2021〕4号），广东省自然资源厅，2021年7月2日；

•《关于推进广东省海岸带保护与利用综合示范区建设的指导意见》（粤自然资发〔2019〕37号），广东省自然资源厅，2019年6月20日；

•《广东省人民政府关于印发广东省加强滨海湿地保护严格管控围填海实施方案的通知》（粤府〔2019〕33号），广东省人民政府，2019年3月26日；

•《广东省人民政府办公厅关于印发加强我省海岸带保护和科学利用工作方案的通知》（粤办函〔2015〕533号），广东省人民政府办公厅，2015年；

•《广东省人民政府关于印发广东省主体功能区规划的通知》（粤府〔2012〕120号），广东省人民政府，2012年9月14日；

•《广东省人民政府关于广东省海洋主体功能区规划的批复》（粤府函〔2017〕359号），广东省人民政府，2017年12月8日；

•《广东省人民政府关于印发广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）的通知》（粤府〔2017〕119号），广东省人民政府，2017年10月27日；

•《广东省人民政府　国家海洋局关于印发广东省海岸带综合保护与利用总体规划的通知》（粤府〔2017〕120号），广东省人民政府 国家海洋局，2017年10月27日；

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

•《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，2023年9月18日；

•《广东省自然资源厅关于印发<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）>的通知》，广东省自然资源厅，2024年6月3日；

•《关于加强疏浚用海监管工作的通知》（粤海函〔2017〕1100号），广东省海洋与渔业厅，2017年10月；

•《关于进一步明确开展涉海疏浚工程用海监管有关事项的通知》（粤海监函〔2019〕99号），中国海监广东省总队，2019年11月；

•《关于进一步明确涉海港池航道疏浚工程执法监管有关事项的通知》（粤海综函〔2021〕157号），广东省海洋综合执法总队，2021年7月1日；

•《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；

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

•《广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案》（粤交港〔2021〕547号），广东省生态环境厅、广东省住房和城乡建设厅、广东海事局，2021年9月13日；

•《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号），广东省人民政府，2020年12月29日；

•《广东省湿地保护条例》，2022年11月30日修订；

•《广东省人民政府关于印发广东省国土空间规划（2021—2035年）的通知》（粤府〔2023〕105号），广东省人民政府，2023年12月26日；

•《广东省人民政府关于<揭阳市国土空间总体规划（2021—2035年）>的批复》（粤府函〔2023〕198号），2023年8月28日；

•《广东省人民政府关于《惠来县国土空间总体规划（2021—2035年）》的批复》（粤府函〔2023〕284号），2023年11月16日；

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

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

• 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（粤府办〔2021〕33 号），广东省人民政府办公厅，2021 年 9 月 30 日；

• 《揭阳市海洋功能区划（2015-2020 年）》（粤府函〔2018〕98 号），广东省人民政府，2018 年 4 月 24 日；

•《揭阳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》（揭府〔2021〕24 号），揭阳市人民政府，2021 年 5 月 17 日；

• 《揭阳市人民政府关于印发揭阳市水污染防治行动计划实施方案的通知》（揭府〔2016〕29 号），揭阳市人民政府，2016 年 5 月 13 日；

• 《揭阳市人民政府关于印发揭阳市突发环境事件应急预案的通知》（揭府函〔2020〕2 号），揭阳市人民政府，2020 年 1 月 11 日；

• 《揭阳市人民政府关于印发揭阳市海洋经济发展“十四五”规划的通知》（揭府〔2021〕56 号），揭阳市人民政府，2021 年 12 月 31 日；

• 《揭阳市人民政府办公室关于印发揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（揭府办〔2021〕25 号），揭阳市人民政府，2021 年 6 月 24 日；

• 《揭阳市人民政府办公室关于印发揭阳市处置船舶污染事故应急预案（修订稿）的通知》（揭府办函〔2021〕62 号），揭阳市人民政府办公室，2021 年 10 月 18 日；

• 《揭阳市人民政府办公室关于印发〈关于加强揭阳市水上搜救工作的实施方案〉的通知》（揭府办函〔2021〕73 号），揭阳市人民政府办公室，2021 年 12 月 9 日；

• 《揭阳港总体规划（2035 年）》，揭阳市人民政府，2023 年 6 月。

1.2.2 技术规范和标准

• 《海域使用论证技术导则》，GB/T 42361-2023；

• 《宗海图编绘技术规范》，HY/T251-2018；

• 《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》，自然资办函〔2023〕2234 号；

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

• 《海域使用分类》，HY/T 123-2009；

- 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；
- 《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），自然资源部，2023 年 11 月 22 日；
- 《海域使用面积测量规范》，HY070-2003；
- 《产业用海面积控制指标》，HY/T 0306-2021；
- 《中国海图图式》，GB12319-1998；
- 《海滨观测规范》，GB/T14914-2006；
- 《海洋监测规范》，GB 17378-2007；
- 《海洋调查规范》，GB/T 12763-2007；
- 《海水水质标准》，GB3097-1997；
- 《海洋生物质量》，GB18421-2001；
- 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002；
- 《船舶污染物排放标准》，GB3552-2018；
- 《广东省水污染物排放限值》，DB44/26-2001；
- 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，海洋出版社，1986；
- 《海港水文规范》，JTS145-2-2013；
- 《海洋工程地形测量规范》，GB17501-2012；
- 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T 19485-2014；
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T 9110-2007，农业部第 951 号文；
- 《船舶污染海域环境风险评价技术规范》，海船舶〔2011〕588 号；
- 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ 169-2018。

1.2.3 项目基础资料

- 《揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程工程可行性研究报告》，中交水运规划设计院有限公司，2024 年 6 月；
- 《揭阳港前詹作业区通用码头一期工程测量成果审定稿 2019 年版本》，中交第二航务工程勘察设计院有限公司，2019 年 4 月；
- 《揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程地质勘察报告（工可阶段）》 ，中交四航局港湾工程设计院有限公司，2024 年 04 月；

• 本工程工可阶段测图，中交四航局港湾工程设计院有限公司，2024 年 04 月；

• 《揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程航道通航条件影响评价报告（送审稿）》，重庆交通大学工程设计研究院有限公司，2024 年 6 月；

•《揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目公用航道疏浚工程海域使用论证报告书》（报批稿），广东海纬地恒空间信息技术有限公司，2024 年 3 月。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

本项目主要建设内容包括一座 7 万吨泊位、引桥及相关配套设施。

按《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），本项目海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类）；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）中的港口用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式）。

本项目码头长 327m，引桥总长 815.6m，合计 1142.6m，用海面积 6.7041ha。

本项目由于距离海洋生态红线区（距引桥最近直线距离约 1.4km）、海洋自然保护区（最近直线距离约 4km）直线距离较近，西面约 1.8km 处的沟疏角岛为保护类无居民海岛，海域定位为敏感海域。

根据《海域使用论证技术导则》，论证工作等级的判定标准见表 1.3.1-1。

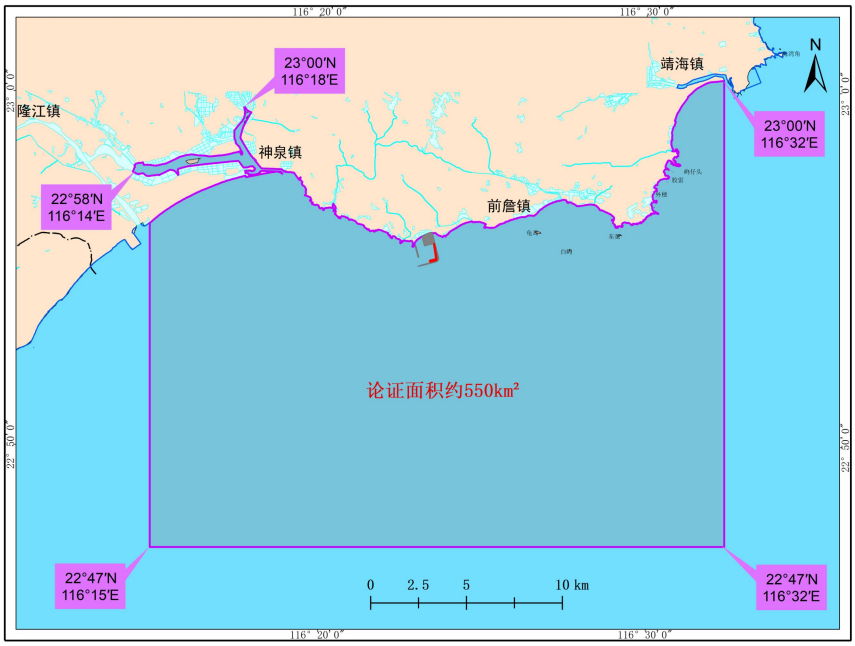
表 1.3.1-1 论证工作等级判定表

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	透水构筑物	构筑物总长度大于(含)2000m 或用海总面积大于(含)30ha	所有海域	一
		构筑物总长度(400～2000)m 或用海总面积(10～30)ha	**敏感海域**	**一**
			其他海域	二
		构筑物总长度小于(含)400m 或用海总面积小于(含)10ha	所有海域	三
围海	港池	用海面积大于(含)100ha	所有海域	二
		用海面积小于 100ha	**所有海域**	**三**

本项目透水构筑物用海论证等级为一级，因此确定本工程论证等级为一级。

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》的要求，一级论证范围要求“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。本工程论证范围根据用海外缘线外扩 15km，并规则化形成四至坐标为东经 116°14'～116°32'，北纬 22°47'～23°00'的区域，论证范围面积约 550km²，论证范围见图 1.3.2-1。



-

图 1.3.2-1b 论证范围示意图

1.4 论证重点

论证重点依据项目用海类型、用海方式和用海规模，结合海域资源环境现状、利益相关者等确定。

根据《海域使用论证技术导则》的要求、项目用海类型及方式，结合论证重点参照表（表 1.4-1），筛选本项目论证重点为选址（线）合理性、平面布置合理性、用海方式合理性、用海面积合理性、资源环境影响、生态用海对策措施。

表 1.4-1 海域使用论证重点参照表

海域使用类型用海类型		论证重点							
		用海必要性	选址（线）合理性	平面布置合理性	用海方式合理性	用海面积合理性	海域开发利用协调分析	资源环境影响	生态用海对策措施
交通运输用海	港口用海，包括港口码头、引桥、平台、港池、堤坝、堆场（仓储场）等的用海		▲	▲	▲	▲		▲	▲
注1：项目用海位于敏感海域或者项目用海可能对海洋资源生态产生重大影响时，资源生态影响分析宜列为论证重点，并应依据项目用海特点和所在海域环境特征，选择水文动力环境、地形地貌与冲淤环境、水质与沉积物环境、海洋生态中的一个或数个内容为具体的论证重点。 注2：▲表示论证重点，空格表示可不设置为论证重点。									

由于本项目用海将利用已确权的海域，因此海域开发利用协调分析也是本报告的重点内容。

综上，确定本次海域使用论证工作的重点内容如下：

（1）选址（线）合理性；

（2）平面布置合理性；

（3）用海方式合理性；

（4）用海面积合理性；

（5）资源环境影响；

（6）生态用海对策措施；

（7）海域开发利用协调分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

2.1.1 项目基本情况

项目名称：揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程

申请单位：中电投前詹港电有限公司

项目性质：新建工程

项目投资：约 65183.48 万元

地理位置：本工程位于广东省揭阳市惠来沿海港区前詹作业区 2 号港池内，项目所在位于广东省揭阳市惠来县沟疏村与赤澳村之间、神泉湾东侧，距西北向惠来县城约 15km，地理坐标为 22°55N，116°23'E。项目位置见图 2.1.1-1。

设计使用寿命：根据《港口工程结构可靠性设计统一标准》（GB50158-2010），本工程水工建筑物安全等级为二级，设计使用年限为 50 年。

图 2.1.1-1 项目地理位置示意图

2.1.2 项目建设内容与规模

2.1.2.1 建设内容与规模

本项目建设内容与主要指标见表 2.1.2-1。

表 2.1.2-1 主要指标及工程量表

序号	项目	单位	推荐方案	备注
1	设计通过能力	万 t/年	667	
2	泊位数	个	1	7 万吨级散货泊位
3	泊位长度	m	327	宽 35m
4	转角平台	座	1	长 43m，宽 35m
5	前沿变电所平台	座	1	长 50m，宽 15m
6	引桥	m	815.6	桥面宽 13.5m，桥墩宽 21.3m
7	皮带机栈桥（码头部分）	m	404	
7.1	码头皮带机栈桥	m	339	
7.2	引桥皮带机栈桥	m	65	为与转运站衔接前的爬坡段，其余皮带机均考虑延引桥面敷设
8	转运站（码头部分）	座	1	
8.1	T0 转运站	座	1	26m×22m
9	前沿变电所	座	1	45m×9.3m，3 层
10	灯桩	座	1	
11	灯浮标	座	3	
12	码头部分总投资	万元	65183.48	
13	建设工期	月	18	
14	（税前）财务内部收益率	%	7.51	
15	（税后）财务内部收益率	%	8.83	

本项目设计船型主尺度见表 2.1.2-2。

表 2.1.2-2 设计船型主尺度表

船型	吨级 DWT（t）	船型主尺度（m）				备注
		总长 L	型宽 B	型深 H	满载吃水 T	
散货船	70,000	228	32.3	19.6	14.2	设计船型
	50,000	223	32.3	17.9	12.8	兼顾船型
	35,000	190	30.4	15.8	11.2	兼顾船型
	20,000	164	25.0	13.5	9.8	兼顾船型
	10,000	135	20.5	11.4	8.5	兼顾船型

2.1.2.2 依托工程概况

（1）依托工程概况

本工程与相邻通用码头一期工程共用进港航道（见图 2.1.2-1），通用码头一期工程进港航道宽度为 151m，满足本工程设计及使用需求。

结合揭阳港外海锚地布置现状，本工程船舶可利用现状前詹 3#、4#锚地（见表 2.1.2-3）待泊，现有锚地条件能满足本项目船舶锚泊的要求。

表 2.1.2-3 揭阳港锚地现状表

锚地名称	功能	设计水深（m）	面积（km²）	备注
3#锚地	引航、联检、待泊	-15~-18	6.86	外海
4#锚地	引航、联检、待泊、候潮	-27~-30	6.86	外海

本项目依托通用码头一期工程的防波堤进行建设，已建防波堤工程为本项目形成良好的掩护条件。

（2）航道工程用海情况

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程设计了专用航道以满足近期 7 万吨级散货船单向进出港的要求，由于考虑到项目所在区域的远期发展，将航道作为公共航道，因此，航道未申请海域使用权证。

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程即将运行，揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程也在建设中，为满足以上工程运行要求，2024 年 2 月 22 日，中电投前詹港电有限公司申请取得了广东省企业投资项目备案证，项目名称“揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目公用航道疏浚工程”，项目代码为 2402-445224-04-01-869870。航道连接揭阳港前詹作业区通用码头一期工程港池至自然水深。项目用海方式为专用航道、锚地及其他开放式用海，用海面积 61.5624 公顷，用海期限 18 个月，批复时间为 2024 年 4 月 19 日（惠来县自然资源局项目用海批复公告 2024 年第 2 期）。

（3）防波堤工程用海情况

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程申请用海包括防波堤工程，用海方式为非透水构筑物，用海面积 15.6464ha，用海期限至 2063 年 3 月 25 日。

2.1.2.3 与相邻项目关系

（1）本项目与揭阳港前詹作业区通用码头一期工程的关系说明

本项目位于揭阳港惠来沿海港区前詹作业区，根据《揭阳港总体规划（2035 年）》，前詹作业区的功能是以能源储备、中转、集散为主，兼顾部分通用货类装卸。为前詹电厂和腹地其他用户煤炭需求，建议揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程（本项目）。

前詹作业区现有 1 个 15 万总吨的 LNG 接卸泊位，通过能力 600 万吨。前詹作业区在建项目为揭阳港前詹作业区通用码头一期工程（已取得海域使用权），建设 1 个 7 万吨级通用泊位（水工结构按靠泊 15 万吨级船舶设计），1 个 3 千

吨级通用泊位（水工结构按靠泊 7 万吨级船舶设计）及 1 个工作船泊位。

以下简述本项目与揭阳港前詹作业区通用码头一期工程的关系。

1）揭阳港前詹作业区通用码头一期工程概况

①批复用海方案

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程于 2018 年 3 月取得海域使用权证，用海方式包括建设填海造地、非透水构筑物和港池、蓄水，证书编号分别为国海证 2018B44522400958 号（建设填海造地）、国海证 2018B44522400965 号（港池、蓄水等）、国海证 2018B44522400949 号（非透水构筑物），确权宗海总面积为 138.6696 公顷，其中填海面积 34.3396 公顷，非透水构筑物面积 15.6464 公顷，港池用海 88.6836 公顷。

根据批复用海方案，揭阳港前詹作业区通用码头一期工程建设规模为 3 千吨级装船泊位（远期结构预留至 7 万吨级）1 个（1#泊位），7 万吨级（远期结构预留 15 万吨）通用卸船泊位 1 个（2#泊位），工作船泊位 1 个，东南向防波堤和西向防波堤和航道等。由于考虑到项目所在区域的远期发展，将航道作为公共航道，因此，原海域论证报告书针对航道用海进行了论证和影响分析，但航道未申请确权。具体见图 2.1.2-2。

图 2.1.2-2 揭阳港前詹作业区通用码头一期工程批复宗海界址图

②围填海历史遗留问题处置

2019 年 5 月，根据《关于做好已确权的围填海项目备案与监管工作的通知》（自然资办函〔2019〕322 号）等文件要求，揭阳港前詹作业区通用码头一期工程属于已确权未完成的合法合规围填海项目，编制有《揭阳港前詹作业区通用码头一期已批准未完成围填海项目生态保护修复方案》，对陆域形成范围内的岛礁进行了保留，岛礁保护面积为 0.8337 公顷；取消西防波堤建设，减少非透水构筑物面积 3.6045 公顷。该方案作为支持项目继续围填海建设的文件资料附件于 2019 年 7 月 3 日获得《广东省自然资源厅关于已批而未填项目有关事宜的复函》（粤自然资海域〔2019〕220 号）的批复，获准依法继续实施项目围填海建设。

③平面布置优化

2019 年 9 月，揭阳港前詹作业区通用码头一期工程进行了优化和调整，根据优化方案，揭阳港前詹作业区通用码头一期工程从西至东依次布置 1 个 3 千吨级泊位、1 个 7 万吨级泊位，主泊位总长度 413.4m。在主泊位与顺岸段之间设 80m 宽的挖入式港池，形成泊位总长度 493.4m，挖入式港池与防波堤之间的过渡段为顺岸段护岸，长度为 66.6m。港内回旋圆直径为 456m，7 万吨级泊位的码头前沿停泊水域宽度为 65m，3 千吨级泊位的码头前沿停泊水域宽度为 32m，工作船泊位设置在挖入式港池内，挖入式港池兼顾靠泊 1 万吨级件杂货船，港池长 188m、宽 80m。东南防波堤从海域 6m 等深线附近向海侧延伸，长度 1988m，西防波堤已取消。

④建设现状

根据建设单位与施工单位提供的相关资料，结合现场踏勘、无人机航拍，揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已完成防波堤建设，填海区已形成，岛礁保护护岸已建成，正在开展陆域施工。

图 2.1.2-3　工程建设现状图（拍于 2024 年 5 月）

2）本项目与揭阳港前詹作业区通用码头一期工程的关系

①与码头主体的关系

根据《揭阳港总体规划（2035 年）》，通用码头一期工程位于前詹作业区 2#港池端部北侧，规划布置 4 个 30000～150000DWT 多用途泊位、4 个 3000～70000DWT 通用泊位和 3 个 70000～200000DWT 散货泊位。

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程包含 1 个 7 万吨级通用泊位、1 个 3 千吨级通用泊位及 1 个工作船泊位（兼靠 1 万吨级杂货船，挖入式港池布置），吞吐量为散杂货 325.6 万吨/年，其中煤炭 80 万吨，钢铁 150 万吨，水泥（袋装）50 万吨电缆 1 万吨，重大件货物 44.6 万吨。通过能力为散杂货 352.2 万吨/年。目前该项目已完成水工结构施工，正在进行后方陆域配套工程施工。

本次拟建的 13#泊位工程布置在 2#港池南侧、通用码头一期工程的对开水域，岸线相距约 810m，拟建 1 个 7 万吨级散货泊位及引桥工程，两项目将共用进港支航道及部分回旋水域。

本次建设的连接码头前沿与后方陆域第一座登陆转运站间的引桥在通用码头一期工程进出挖入式港池连接水域距离前偏转进入防波堤范围。

②与东南防波堤的关系

东南防波堤长 1988m，堤身堤顶高程为 7.7m、堤头段堤顶高程 8.3m。堤身、

堤头均采用斜坡式结构。防波堤堤身段堤心石为 1kg～1000kg 块石，内、外坡安放一层 28t 扭王字块护面，厚度 2.99m，内坡度为 3:4、外坡度为 1:1.5；护面下为 1.4t～2.8t 块石垫层，厚度 2m；护底顶撑采用 2.0t～3.0t 块石。堤头段堤心石为 1kg～1000kg 块石，内、外坡安放一层 37t 扭王字块护面，厚度 3.28m，坡度为 1:1.5；护面下为 1.9t～3.7t 块石垫层，厚度 2.24m。护底顶撑采用 2.0t～3.0t 块石。东南防波堤结构设计使用年限为 50 年。

本工程整体位于通用码头一期工程防波堤内侧，其中码头位于东南防波堤南段转角处东西向布置，引桥紧邻东南防波堤东段南北向布置。为尽量减少新建引桥对于码头回旋水域及通用码头一期工程挖入式港池进出连接水域的影响，新建引桥桩基施工时会对东南防波堤部分堤脚进行破除与修复。

③双方用海关系

中电投南方电力有限公司（现已变更为中电投前詹港电有限公司）投资建设揭阳港前詹作业区通用码头一期工程，该项目于 2008 年 12 月取得广东省发展改革委员会的相关复函（粤发改交函〔2008〕2904 号），于 2018 年 3 月取得海域使用权证书，用海方式包括建设填海造地、非透水构筑物、港池。目前，该项目填海区已形成，防波堤已经建成。

本项目在揭阳港前詹作业区通用码头一期工程申请的港池用海范围内建设 13 号泊位和引桥等构筑物。

需对与揭阳港前詹作业区通用码头一期工程重叠部分进行申请变更后申请本项目用海。

（2）与前詹电厂的关系

后方陆域登陆转运站位于东南防波堤北侧根部护岸处，本工程引桥皮带机系统接入该转运站，其后皮带机系统沿通用码头一期工程东护岸及兴港大道继续北上，经陆上转运站三次转接后接入前詹电厂接口转运站，从登陆转运站至电厂接口转运站间的直线距离约 2.6km。

取水口位于项目西北面最近约 0.5km 处，排水口位于防波堤以东海域。

（3）与蓝水深远海通用码头工程的关系

蓝水深远海通用码头工程位于通用码头工程西侧，利用规划 2#港池北侧 9#、10#泊位岸线建设 4 万吨级及 2 万吨级通用泊位各 1 个，码头采用垂岸突堤式布置。蓝水通用码头项目目前正处于建设阶段。

蓝水深远海通用码头工程用海于 2023 年 11 月 27 日批复，用海单位为广东蓝水深远海装备科技有限公司；用海方式包括透水构筑物用海，港池、蓄水用海，专用航道、锚地用海，其他开放式用海；用海面积 16.6688 公顷；用海期限：主体工程用海期限 39 年、临时工程用海期限 2 年。

本次拟建的 13 号泊位工程布置在 2#港池南侧、蓝水通用码头的对开水域，与蓝水码头突堤端部相距约 930m，两项目将共用进港支航道。

图 2.1.2-4　揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程现状

图 2.1.2-5　揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程宗海平面图

（4）与气象潮位观测站的关系

潮位观测站位于通用码头一期工程工作船泊位顺岸段护岸上，主要水工建筑物为预制取水管涵、验潮井、温盐井等。

本工程引桥段皮带机栈桥登陆后跨过气象潮位观测站与陆域接口转运站衔接，从平面及空间上均不会与其发生干涉。

（5）与国家管网粤东 LNG 项目一期工程配套 LNG 泊位的关系

国家管网粤东 LNG 项目一期工程配套 LNG 泊位位于前詹作业区西区 1#港池防波堤内侧，为装卸甲类危险品泊位。

本工程 13 号泊位与粤东 LNG 项目一期工程配套 LNG 泊位间船舶净距大于 2.0km，满足《海港总体设计规范》5.6.3.1 中甲类危险品泊位与其他货种码头船舶净间距大于 150m 的要求。

（6）与规划支持系统泊位的关系

根据《揭阳港总体规划（2035 年）》，规划的支持系统泊位布置在东南防波堤东段内侧，位于本工程码头泊位东北侧，规划泊位长度 162m。规划的支持系统泊位与本工程拟建引桥毗邻，因此考虑规划的支持系统泊位避开本工程停泊及回旋水域，同时满足规范关于直立式岸壁折角处泊位长度计算要求，尽量减少相互影响。规划的支持系统泊位与本工程新建引桥平顺衔接，可利用本工程引桥通道与后方陆域直接连接。

图 2.1.2-6 本工程与相邻项目关系示意图

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 平面布置

2.2.1.1 平面布置

（1）码头及引桥布置

统筹考虑现状防波堤的布置及后续相邻 14 号、15 号泊位和 2#港池北侧顺岸岸线规划泊位建设后船舶回旋水域的布置需求，综合确定本工程码头前沿线位置。本工程码头岸线方向与现状防波堤南段轴线基本一致，方位角为 75°02′62″～255°02′62″，距现状通用码头一期码头前沿线距离约 810m，符合《揭阳港总体规划（2035 年）》要求。

码头为离岸式布置，泊位长度 327m，可满足 1 艘 7 万吨级散货船并兼顾 2 艘 1 万吨级散货船靠泊作业需求。兼顾考虑相邻规划 14 号、15 号泊位远期码头卸船皮带线的布置需求，码头面宽取为 35m，距离码头前沿 3m 起间隔 30m 布置两条卸船机轨道，靠近卸船机后轨处架空布置宽度为 10.0m 的码头皮带机栈桥；码头东侧端部设置一座长 43m、宽 35m 的转角平台，转角平台上布置 T0 转运站，码头段皮带机栈桥顺直延伸至 T0 转运站，转角平台兼顾维修车辆转弯需求；码头东端南侧布置一处 50m×15m 的前沿变电所平台；码头面及转角平台、变电所平台高程均为 6.5m。

转角平台 T0 转运站与后方陆域第一座登陆转运站 T1 转运站之间通过连系引桥及布置于引桥上的皮带机栈桥相连接，引桥延防波堤东段内侧布置，引桥宽度除考虑本工程两线皮带机及检修车道布置的布置需求外，引桥基础还同时为远期相邻 14 号、15 号泊位的两线皮带机布置预留空间，近期实施引桥宽度为 13.5m（其中 9.0m 布置两条引桥皮带机，并布置 1 条 4.5m 宽的检修通道），远期最终规模引桥宽度为 21.3m（其中 16.8m 布置四条引桥皮带机，并布置 1 条 4.5m 宽的检修通道）；若不考虑后续皮带机建设的空间需求，后续皮带机引桥建设时将会对本工程运营产生影响，且不便于规划支持系统泊位的实施，故本次引桥基础考虑按远期规模一次实施。本方案引桥采用“一段式”布置，引桥上皮带机也为通长布置，引桥与码头前沿线夹角为 96.5°，长度 815.6m，为避免引桥建设对通用码头一期工程挖入式港池船舶进出的影响，引桥在挖入式港池口门前约 320m 处开始切入防波堤范围，在防波堤北侧根部接入后方陆域。引桥面主体高程为

8.5m，在南北两端分别按 1:15 坡度与码头面及后方陆域过渡顺接；引桥皮带机布置于引桥面，在引桥根部局部爬起与陆域登陆转运站 T1 相衔接。

本工程码头主要配套后方前詹电厂，与前詹电厂的设计接口为电厂围墙范围内第一座转运站（对应平面方案一接口转运站编号为 T5 转运站），登陆转运站 T1 与接口站运站 T5 间通过皮带机系统相连接，陆域皮带机系统按两线高架皮带机栈桥布置，陆域皮带机栈桥从登陆转运站 T1 起沿通用码头一期工程东护岸向北至兴港大道南段经过一次转接跨入兴港大道东侧继续北上，至前詹电厂厂区范围再次转接跨越兴港大道后接入接口转运站 T5。

（2）水域布置

本工程码头前沿停泊水域设计底高程为-15.4m，宽 65m。回旋水域布置于泊位北侧偏西，与通用码头一期工程共用部分回旋水域，回旋圆直径 456m，底高程为-15.4m。

（3）导助航设施

拟在码头西侧端部设置 1 座码头灯桩，并在港池范围内新增 3 座灯浮标。

项目平面布置图见图 2.2.1-1。

2.2.1.2 设计主尺度

设计主尺度见表 2.2.1-1。

表 2.2.1-1　设计主尺度

项目	指标	取值	备注
水域主尺度	码头泊位长度	327m	向下兼顾 2 艘 1 万吨级散货船单船靠泊
	码头前沿停泊水域		
	底高程	-15.4m	
	停泊水域宽度	65.0m	
	船舶回旋水域		
	回旋圆直径	456m	
	底高程	-15.4m	
高程设计	码头面高程	6.5m	结合与引桥的衔接，参照相邻工程码头面高程，本工程码头面高程取为 6.5m
	引桥高程	8.5m	引桥与码头及后方陆域衔接段通过合理放坡进行高程顺接
航道	航道通航宽度	150m	通用码头一期工程进港航道宽度为 151m，满足本工程设计及使用需求
	航道设计边坡及挖槽		通用码头一期工程进港航道挖槽宽度为 146m，满足本工程设计及使用需求
	航道设计边坡	1:7	
	设计航道挖槽宽度	144.5m	
	航道设计水深	-15.4m	通用码头一期工程进港航道宽设计底标高已按-15.4m 实施，满足本工程设计及使用需求
锚地	锚（泊）位水深	17.5m	
	锚（泊）位平面尺度	420m	单个锚位所占水域为一圆形

2.2.2 水工构筑物主要结构与尺度

2.2.2.1 水工建筑物建设内容

本工程位于前詹作业区 2 号港池东南防波堤内侧，水工结构建设内容包括一座 7 万吨级散货泊位、引桥、转角平台及变电所平台。码头及泊位长度为 327m，宽 35m；引桥长 815.6m，宽 13.5m（桥墩宽 21.3m）；转角平台长 43m，宽 35m；变电所平台长 50m，宽 15m。

水工建筑物建设内容及主要尺度见表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1 水工建筑物主要尺度表

序号	建设项目	长度	宽度	顶面高程	前沿底高程	备注
		(m)	(m)	（m）	（m）	
1	泊位	327	35	6.5	-15.4	1 座
2	变电所平台	50	15	6.5	——	1 座
3	转角平台	43	35	6.5	——	1 座
4	引桥	815.6	13.5	6.50~8.50	——	其中引桥墩按 21.3m 建设

2.2.2.2 建筑物安全等级

根据《港口工程结构可靠性设计统一标准》（GB50158-2010），本工程水工建筑物安全等级为二级，设计使用年限为 50 年。

2.2.2.3 结构方案

（1）水工结构型式

1）码头结构选型

码头结构选型对于工程造价和施工工期有着重要的影响，必须综合考虑场地现状、工程区域的地质条件、波浪水流条件、当地的施工条件以及使用要求等选择合理的结构型式。

常见的散货泊位结构形式有高桩梁板式、重力式等。高桩结构适用于持力层埋深较深的软弱地基，利用长桩可以达到良好的持力层。高桩梁板码头使用期沉降较小，透空性较好，波浪反射小，可改善船舶靠泊条件，对水流及原有地形的影响较小；砂石料用量少，适合砂石料来源缺乏的地区；桩基码头的上部结构可采用预制装配式，减少现场工作量，加快施工进度。重力式码头结构坚固，耐久性好，对荷载适应性强，但其对地基承载力要求较高，适用于各类岩基，砂、卵石地基和硬粘土地基。

本工程地理位置为前詹作业区 2 号港池东南防波堤内侧，码头区域现状为水域，水深约 16m，根据工程区域地质勘察情况，码头区域淤泥层厚度约为 3m，全风化岩层标高约为-26m 位置，港池底标高为-15.4m。经分析，**本工程码头结构选择高桩梁板式结构**。

2）引桥结构选型

引桥结构选型与码头类似，常用的有高桩梁板式结构、重力式沉箱结构等。

考虑本工程引桥紧邻现状防波堤内侧，根据引桥位置地质情况，引桥位置岩面起伏，表层存在一定厚度淤泥等软土层，如采用重力式沉箱结构，基槽开挖对现状防波堤影响较大。因此，**引桥采用高桩墩台+预应力箱梁结构**。

（2）码头及引桥结构方案

1）码头

码头平台面顶标高为 6.50m，7 万 DWT 散货泊位前沿设计底标高-15.40m，作业平台平面尺度 327.00m×35.00m（长×宽）。

码头平台共分为 5 个结构段，采用桩基梁板结构，每个结构段长度 65.4m。

每个结构段设置 9 个排架，排架间距 7.5m，结构段两端设置 2.7m 长悬臂。桩基础采用钢管桩，每个排架设置 8 根直径Φ1200mm 的钢管桩（壁厚 18mm），其中 3 根直桩，5 根斜桩，斜桩斜率为 5:1，所有桩端以强风化岩层作为持力层。局部结构段由于岩面较浅，采用芯柱嵌岩，嵌岩长度约 4m。

码头上部结构采用正交梁板体系。现浇横梁截面型式为倒 T 型，横梁底标高为 3.50m，总高度 3000mm，横梁底宽 2.5m，顶宽 1.5m。靠近码头前沿处桩帽前端设置靠船构件，靠船构件底标高 0.7m。纵梁及轨道梁为预制安装结构，带牛腿，纵梁预制高度 1550mm、宽 1000mm，轨道梁预制高度 2550mm、宽 1600mm。

码头面板为钢筋混凝土实心叠合板，预制面板厚 250mm、现浇面层厚 200mm，预制面板搭接于横向及纵向梁系牛腿上方，码头面设置厚度不小于 50mm 的磨耗层与现浇面层一同浇筑，磨耗层设置排水坡度向码头面排水孔排水。

附属设施方面，码头前、后轨轨道均采用 QU120 钢轨，系船设施采用 750kN 系船柱，间距约 7.5m 布置。橡胶护舷采用 SC1450H 两鼓一板标准反力型，间距约 15m 布置。为减少船舶系泊对码头前沿的破坏作用，相邻排架间设置两件 D

型橡胶护舷 D3001500L。

具体见图 2.2.2-1。

2）前沿变电所平台结构方案

变电所平台平面尺寸为 50m×15m，位于码头后方，变电所平台采用高桩墩台结构形式，平台顶标高为 6.5m，墩台厚 2m，桩基采用 1.2m 钢管桩（壁厚 18mm），每个排架桩基采用两根直桩，一根斜桩，斜桩斜率为 5:1，桩基横向中心间距为 5.5m，纵向中心间距为 7.5m，桩基持力层为强风化花岗岩。水工构筑物具体见图 2.2.2-1。

3）转角平台结构方案

转角平台平面尺寸为 43m×35m，采用高桩墩台结构形式，墩台厚 2m，采用 φ1200mm 灌注桩基础，桩基横向和纵向间距分别为 6m 和 5.5m，桩基以中风化花岗岩作为持力层。

4）引桥

本阶段根据建设单位要求，结合本工程建设与规划 14 号、15 号泊位关系，对推荐的平面方案，采用宽桥墩方案：引桥桥面宽 13.5m，桥墩宽度统筹考虑规划 14 号、15 号泊位需求，按桥墩一次性建设，桥墩宽度取 21.3m。

引桥采用高桩墩台+预应力 T 梁结构，各墩台之间采用后张预应力 T 梁连接，现浇面层厚 0.2m，顶面设现浇磨耗层，最小厚度为 20mm。

引桥总长 815.6m，桥墩宽 21.3m，桥面宽 13.5m，其中车行道宽 4.5m，皮带机廊道宽 9m，共设置 21 个高桩墩台，桩基础采用直径 φ1200mm 灌注桩，桩基持力层为中风化花岗岩。21#墩台高程为 6.5m，其余墩台高程为 8.50m。1#~6#、8#~21#墩台平面尺寸为 8m×21.3m，每个墩台由两排共 8 根 φ1200mm 灌注桩组成，墩台间采用后张法预应力 T 梁进行连接。1#墩台与陆侧护岸采用预应力空心板梁连接，长度为 8.1m~9.7m 之间。21#墩台与陆侧护岸采用预应力 T 梁连接，长度为 25m~28m 之间。21#与 20#墩台之间采用 22m 跨预应力 T 梁结构连接，其余墩台之间采用 30m 跨预应力 T 梁结构连接。在北侧靠近通用码头挖入式港池口门附近位置，从接岸向南第 3~10 个桥墩，每个桥墩外布置 1 根、桥墩间布置 2 根，共布置 24 根 φ1000mm 灌注桩警示桩，桩顶贴反光警示贴，避免船舶靠近。详细断面如图 2.2.2-2 所示。

（3）主要工程量

水工构筑物主要工程量见表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1a　码头（高桩梁板方案）

序号	项目	单位	工程量
1	购置钢管桩，Φ=1200mm，δ=18mm，单根长 33.1m	m	11756
2	购置钢管桩，Φ=1200mm，δ=18mm	t	6168
3	打桩船打钢管桩，直桩，Φ=1200mm，δ=18mm	根	135
4	打桩船打钢管桩，5:1 斜桩，Φ=1200mm，δ=18mm	根	225
5	打桩船打钢管桩，直桩，Φ=1200mm，δ=18mm，三类土	m	2502
6	打桩船打钢管桩，5:1 斜桩，Φ=1200mm，δ=18mm，三类土	m	4253
7	桩芯混凝土，C45 高性能	m^3	2212
8	钢管桩防腐涂层	m^2	30638
9	Φ1200 钢管桩直桩内芯柱嵌岩数量	根	36
10	Φ1200 钢管桩斜桩内芯柱嵌岩数量	根	36
11	芯柱混凝土，C40	m^3	359
12	芯柱嵌岩冲孔（φ1.1m），VI类土	m	302
13	芯柱嵌岩混凝土	m^3	287
14	安装牺牲阳极，每根钢管桩安装两件	件	720
15	桩帽 ZM1	件	135
16	桩帽 ZM1，C45 高性能，含筋量 150kg/m^3	m^3	1914
17	桩帽 ZM2	件	90
18	桩帽 ZM2，C45 高性能，含筋量 150kg/m^3	m^3	624
19	桩帽抗防腐增强剂 CPA	t	89
20	桩帽防腐涂层，硅烷浸渍	m^2	5134
21	现浇横梁	件	45
22	现浇横梁，C45 高性能，含筋量 250kg/m^3	m^3	9096
23	横梁抗防腐增强剂 CPA	t	318
24	横梁防腐涂层，硅烷浸渍	m^2	16077
25	预制纵梁（含前边梁、后边梁）	件	400
26	预制纵梁，C45 高性能，含筋量 200kg/m^3	m^3	2971
27	纵梁抗防腐增强剂 CPA	t	104
28	纵梁防腐涂层，硅烷浸渍	m^2	13154
29	预制轨道基础梁	件	80
30	预制轨道基础梁，C45 高性能，含筋量 250kg/m^3	m^3	1683
31	轨道梁抗防腐增强剂 CPA	t	59
32	轨道基础防腐涂层，硅烷浸渍	m^2	4082
33	预制面板	件	480
34	预制面板，C40，含筋量 150kg/m^3	m^3	1548
35	现浇面层（含磨耗层），C35，含筋量 150kg/m^3	m^3	1971
36	预制靠船构件	件	23
37	靠船构件，C45，含筋量 250kg/m^3	m^3	221
38	靠船构件防腐涂层，硅烷浸渍	m^2	501
39	橡胶护舷 SC1450 标准反力型（两鼓一板），两个护舷一组	组	23
40	橡胶护舷 D300 标准反力型	件	80
41	750kN 系船柱，铸钢	件	45
42	现浇系船柱块体，C45，含筋量 150kg/m^3	m^3	7
43	现浇护轮坎，C35	m^3	47
44	现浇护轮坎防腐涂层，硅烷浸渍	m^2	436
45	钢轨，QU120	m	645
46	防风锚碇	套	2
47	预埋件（含车挡、拖缆槽、防风锚碇预埋件等）Q235	t	130
48	沉降位移观测点	个	20

表 2.2.2-1b 前沿变电所平台工程量表

序号	项目	单位	工程量
1	购置钢管桩，Φ=1200mm，δ=18mm，单根长 38.3m	m	845
2	购置钢管桩，Φ=1200mm，δ=18mm	t	443
3	打桩船打钢管桩，直桩，Φ=1200mm，δ=18mm	根	14
4	打桩船打钢管桩，5:1 斜桩，Φ=1200mm，δ=18mm	根	7
5	打桩船打钢管桩，直桩，Φ=1200mm，δ=18mm，三类土	m	304
6	打桩船打钢管桩，5:1 斜桩，Φ=1200mm，δ=18mm，三类土	m	159
7	桩芯混凝土，C45 高性能	m^3	182
8	钢管桩防腐涂层	m^2	1430
9	安装牺牲阳极，每根钢管桩安装两件	件	42
10	现浇混凝土墩台，C45，含筋量 250kg/m^3	m^3	1575
11	现浇墩台防腐涂层，硅烷浸渍	m^2	1760
12	现浇墩台抗防腐增强剂 CPA	t	55
13	沉降位移观测点	个	4

表 2.2.2-1c 引桥转角平台工程量表

编号	名称	单位	总工程量	备注
1	灌注桩工作平台	m^2	1505	
2	钢护筒埋设	t	432	护筒直径 1300mm，厚度 12mm
3	I类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	134	孔深 40m 以内
4	II类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	288	孔深 40m 以内
5	III类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	0	孔深 40m 以内
6	V类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	81.6	孔深 40m 以内
7	VI类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	200.6	孔深 40m 以内
8	灌注桩混凝土，C40，40m 内	m^3	1715.52	φ1200mm，含筋量 120kg/m^3
9	桩头处理	根	48	
10	埋设声波测管	t	12.96	
11	桩基检测低应变	根	48	
12	桩基抽芯检测	根	3	
13	现浇墩台混凝土，C40	m^3	3549.64	含筋量 90kg/m^3，掺 CPA30kg/m^3
14	不锈钢栏杆购置安装	m	80	
15	防腐涂层	m^2	2116.7	

表 2.2.2-1d 引桥工程量表

编号	名称	单位	总工程量	备注
1	灌注桩工作平台	m^2	6111	平台为 15m×15m，连接通道为 22m×3m
2	钢护筒埋设	t	1425.6	护筒直径 1300mm，厚度 12mm
3	I类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	703.04	孔深 40m 以内
4	II类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	278.4	孔深 40m 以内
5	III类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	456.8	孔深 40m 以内
6	V类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	480.16	孔深 40m 以内
7	VI类土钻孔，（灌注桩直径φ1200m）	m	694.88	孔深 40m 以内
8	灌注桩混凝土，C40，40m 内	m^3	5682.9	φ1200mm，含筋量 120kg/m^3
9	桩头处理	根	168	
10	埋设声波测管	t	13.59	
11	桩基检测低应变	根	168	
12	桩基抽芯检测	根	9	
13	现浇墩台混凝土，C40	m^3	7168.14	含筋量 90kg/m^3，掺 CPA30kg/m^3
14	现浇联系桥混凝土，C40	m^3	1355.1	2.35×13.7m，含筋量 90kg/m^3，掺 CPA
15	现浇面层及 T 梁节点混凝土，C40	m^3	2695.3	250mm 厚，含筋量 110kg/m^3，掺聚乙烯

编号	名称	单位	总工程量	备注
				抗裂纤维 0.9kg/m^3
16	预制 2200mmT 型梁，C50 高性能	m^3	6071.7	共有 21 跨，长 28m/33m，普通钢筋含量 250kg/m^3，预应力筋含量 200kg/m^3
17	安装 T 梁，100T/件内	件	132	
18	安装 T 梁支座垫石（混凝土，C40）	m^3	26.4	100 厚，1000×1000mm
19	氯丁橡胶支座	个	264	
20	不锈钢栏杆购置安装	m	2446.8	引桥长 815.6m
21	防腐涂层	m^2	34263.6	
22	伸缩缝	m	594	引桥宽 21.3m
23	桩基施工前吊运扭王块	件	1194	
24	桩基施工后回复扭王块护坡	件	1194	
25	接岸结构拆除混凝土部分	m^3	78.28	

2.3 主要施工工艺与方法

本工程主要建设内容包括：码头、引桥、水域疏浚、装卸工艺设备的购置及安装、生产与辅助建筑物、给排水及消防、供电照明、信息与通信、控制、导助航、环保等。

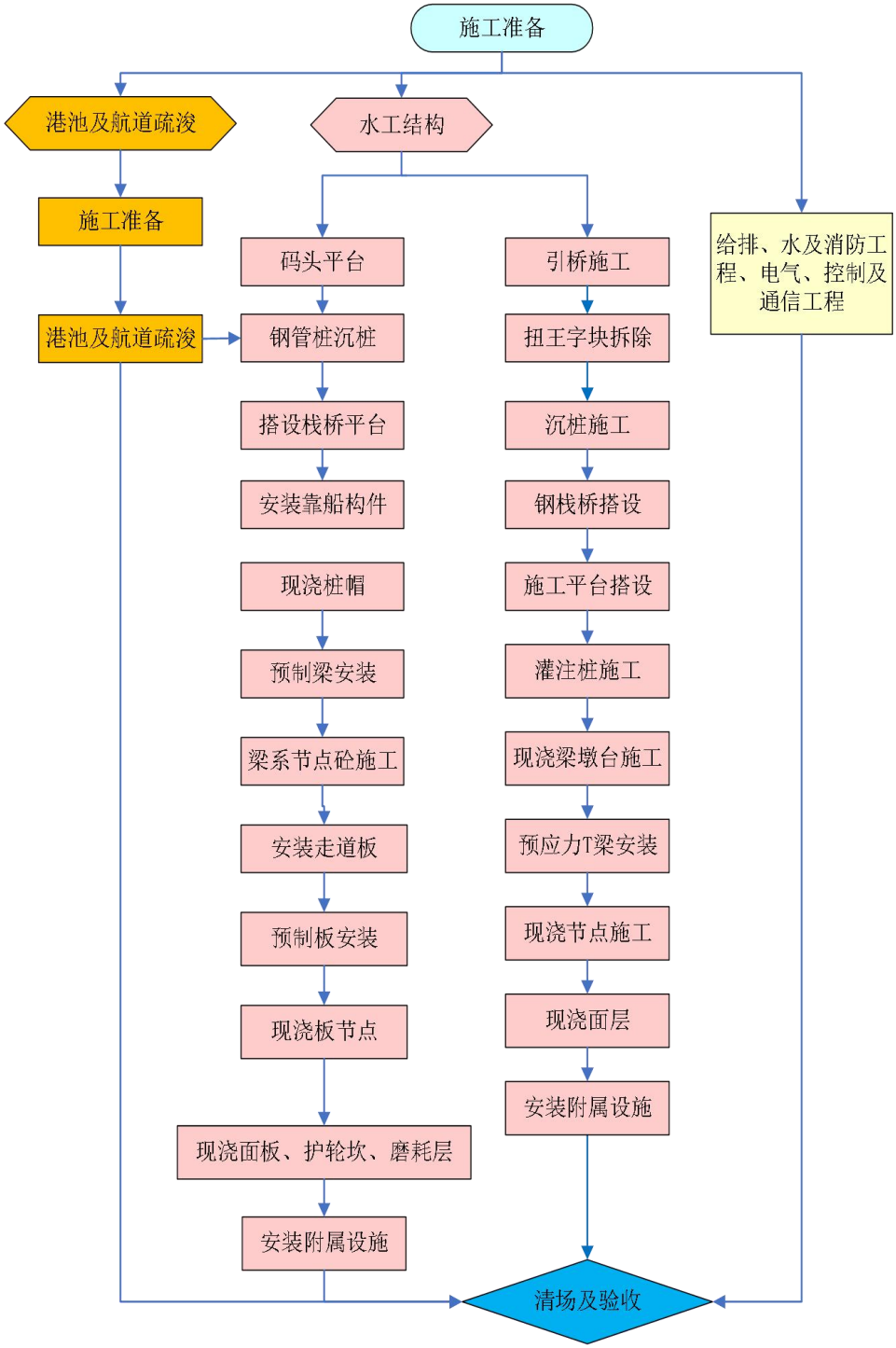


图 2.3-1　施工流程示意图

2.3.1 主要结构施工方法

本工程为常规结构，主要结构施工方法如下：

（1）疏浚施工方法

本工程港池、航道疏浚挖泥量较大，根据本工程规模、施工特点和建设单位进度要求，港池、航道挖泥采用 13m^3 抓斗船和 2000m^3 自航泥驳进行疏浚挖泥。

本项目疏浚量分别为：疏浚岩土 2 级工况 9.14 万 m^3，疏浚岩土 7 级工况 59.82 万 m^3。合计 68.96 万 m^3。各类土质疏浚量见表 2.3.1-1。

疏浚面积约 17ha，浚深约 4m。

疏浚物暂按外抛至揭阳前詹南临时性海洋倾倒区，距离工程位置约 20km。

表2.3.1-1　各类土质疏浚量

位置	项目	单位	数量
码头前沿水域、港池	13m^3 抓斗式挖泥船，四级工况，2 级土质	万 m^3	9.14
	13m^3 抓斗挖泥船，四级工况，7 级岩土	万 m^3	59.82

图 2.3.1-1　疏浚范围示意图

抓斗式挖泥船作业方式：挖泥时，边挖边将疏浚土装入泥驳，泥驳满舱后，运往抛泥区抛泥。抛卸完成后返航继续作业。

挖泥船工作程序：

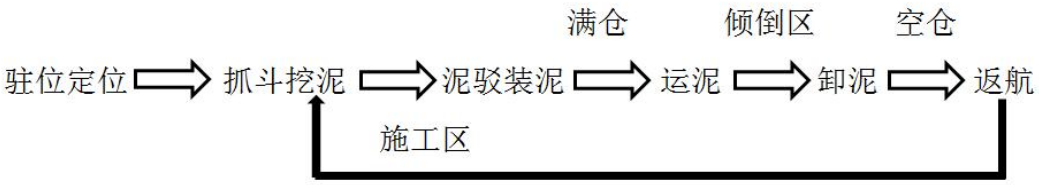


图2.3.1-2a　抓斗式挖泥工艺流程图

图 2.3.1-2b 抓斗挖泥船和泥驳

疏浚船舶参数见表2.3.1-2。

表2.3.1-2 挖泥船主要尺度及施工所需水域条件

疏浚设备类型		主要尺度（m）				最大挖深（m）	施工所需水域条件（m）	
		长	宽	空载吃水	满载吃水		水深	宽度
抓斗挖泥船斗容（m^3）	8	35-40	16	1.3	1.5-2.2	40	2.6	45
	13	45	19	1.4	2.6	50	3	48

（2）码头和引桥施工方法

码头和引桥推荐方案采用高桩结构，基础采用钢管桩和灌注桩。主要施工工艺流程为：施工准备（船机调遣，施工前扫海测量等）→桩基预制（或灌注桩钢筋笼制作）→桩基沉桩施工（灌注桩：成孔、下护筒、下钢筋笼、浇筑桩内混凝土）→预制梁板构件→浇筑码头桩帽、横梁或墩台→预制梁板安装→现浇面层等→码头附属设施安装→设备调试。

主要工序的施工方法如下：

1）桩基制作及运输

本项目钢管桩在专业厂家生产并采用方驳海运至现场。

灌注桩钢筋笼可在专门加工场地加工后运至现场。

2）桩基沉桩施工

①钢管桩沉桩

钢管桩的沉桩采用打桩船水上锤击沉桩法施工，方驳配合运桩，打桩船从方驳上直接吊装定位进行施打。船舶的测量定位采用 GPS 船舶定位控制系统。

沉桩施工流程图如下：

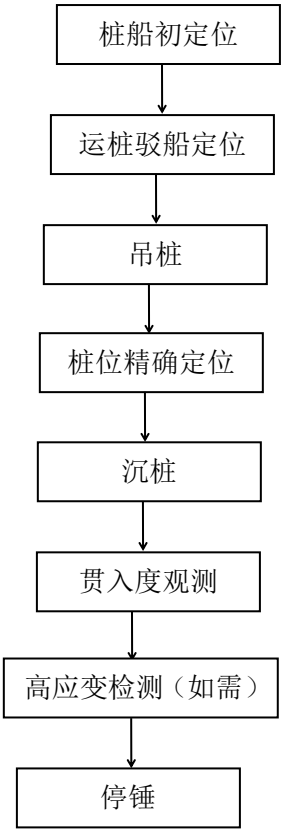


图 2.3.1-3 沉桩施工流程图

②灌注桩沉桩

海上灌注桩沉桩拟搭设海上施工平台，然后利用施工平台进行灌注桩沉孔、下护筒、下钢筋笼、浇筑桩内混凝土等。

3）防波堤局部护面拆除及修复

本工程引桥局部位于防波堤内坡及坡脚。引桥桩基施工前，需先局部拆除桩位及周边一定范围内的扭王字块护面，然后进行沉桩施工。

桩基施工完成后，需对拆除区域的扭王字块护面及时恢复，对于桩基周围的不规则空间，拟抛填水下膜袋混凝土进行填充。

4）预制梁板构件及安装

预制混凝土梁板结构采用现场预制场陆上预制，模板采用轻型钢、木模板，通过出运码头上驳船，海上吊运安装。

5）码头上部结构浇筑

上部结构采用现浇混凝土结构，底模采购型钢底模，模板采用轻型钢、木模板，配备海上搅拌船供应混凝土。

6）码头附属设施安装

系船柱、橡胶护舷等附属设施在建设后期进行安装，但是需提前进行系船柱、护舷等构件的选型采购，并在水工结构施工过程中预先进行附属设施的定位、预埋件的预埋。

其他配套工程包括工艺、给排水、消防、环保、供电照明、通信等，这些工程项目可视相关工程的进度情况安排交叉流水施工。

（3）施工平台和施工栈桥

1）施工平台和施工栈桥设计指标

设计指标见表 2.3.1-3。

表 2.3.1-3 栈桥设计指标及功能

类型	项　目	设计标准	主要作用和功能
钢栈桥	设计荷载	SCC750-A 型履带吊插打钢管桩施工荷载、12m³砼罐车满载时行走荷载、15t 冲桩机作业、机械安装预制构件作业（设备和构件总重量待定）。	（1）码头上下构和桩基的砼、钢筋等工程材料运输； （2）施工机械设备与材料进场或转场； （3）水电通道、人员交通； （4）满足机械安装预制构件时支腿支撑受力、砼罐车、120t 履带吊车、装载机、挖掘机、平板拖车、钻机满载时的通行需要； （5）增加栈桥的防防抗台风能力（本项目将经历两个台风季）。
	行车速度限制	汽车-20：≤20km/h；履带吊、挂车等：≤5km/h	
	设计使用寿命	24 个月	
	桥面高程	+3.6m	
	跨径	9m	
	桥宽度	18m/24m（以最终设计图为准）	
	桥尺寸	约 1500m	
安全设施	电缆槽、养护水管	悬挑设计	水管、电缆线布设及保护
	临边防护	立柱采用 I12 工字钢，间距 1.5m；φ48×3mm 钢管防护栏杆、高 1.2m	栈桥上人员及机械设备保护护
	急救设施	50m/处	急救设施和消防设施间隔布置
	消防设施	50m/处	
	标识标牌	按照《公路水运工程施工安全标准化指南》要求布设。	

施工平台和施工栈桥平面布置见图 2.3.1-4。

2）钢栈桥、施工工作平台的主要作用和功能

①码头砼、钢筋等工程材料运输。

②施工机械设备、模板与材料进场或转场。

③水电通道、人员交通。

④满足机械设备安装预制构件时支腿支撑受力、砼罐车、履带吊车、冲桩机、平板拖车满载时的通行需要。

图 **2.3.1-4a** 施工平台和施工栈桥平面布置示意图

图 2.3.1-4b 施工平台和施工栈桥断面示意图

⑤防抗台风能力：12 级（暂定）。

3）施工工艺流程

钢栈桥施工：钢管桩制作、运输→采用“钓鱼法”完成第 1 孔钢管桩插打→安装第 1 孔钢管桩桩顶分配梁及桩间连接系→安装第 1 孔贝雷梁及其支撑架→安装第 1 孔桥面板并与贝雷梁固定→安装栈桥栏杆→按照第 1 孔施工步骤完成剩余栈桥施工→栈桥使用及维护→栈桥拆除。

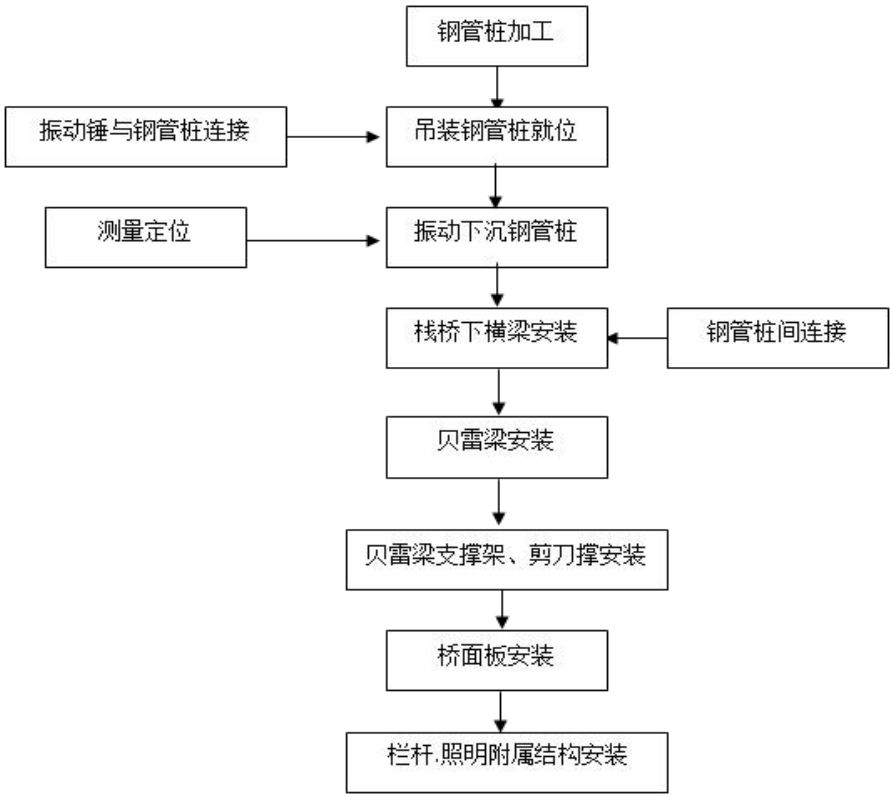


图 2.3.1-5 施工工艺流程图

钻孔平台施工：桩顶牛腿安装→第 1 孔钢管桩桩顶分配梁及桩间连接系安装→安装第 1 孔贝雷梁及其支撑架→安装第 1 孔桥面板并与贝雷梁固定→安装平台栏杆→按照第 1 孔施工步骤完成剩余平台施工→平台使用及维护→嵌岩桩施工→平台拆除。

4）施工方法

①钢管桩施工

A）沉桩机具的选择

根据栈桥所处位置及桩基的类型，选择 75T 履带吊配合 90 振动锤进行插打施工。

图 2.3.1-6 钢管桩沉桩示意图

B）沉桩前的准备工作

沉桩前先在岸边修筑机械进出场施工便道、材料堆放平台、制作接长施工平台。

C）沉桩施工流程

沉桩施工流程：岸上准备配桩→运桩到现场→吊桩对位→插桩→启动振动锤沉桩→（须接桩）→再启动振动锤沉桩→校核桩位及高程→沉桩至设计深度→放样精割桩头→桩帽施工。

D）钢管桩接长

钢管桩的接长焊接质量控制是关键环节。对于现场切割的钢管桩，切面一定要平整，并除去钢渣，然后与上面一节钢桩进行精确对中后进行满焊、最后用 5 块 200mm×180mm×10mm 的加劲钢板进行对称焊接，焊缝厚度不小于 8mm。焊接时加劲板与钢管桩壁密贴（见钢管接长示意图）。待上下节钢管桩之间的焊接质量经检查合格后再继续进行打桩。

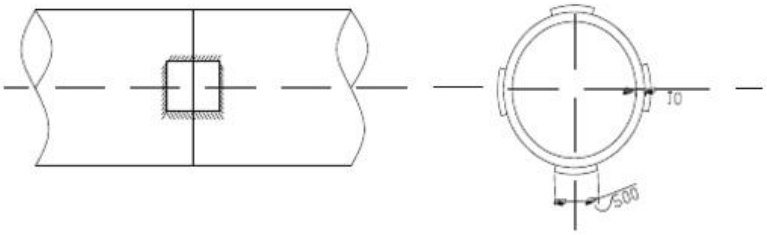


图 2.3.1-7 钢管桩接桩示意图

焊接前，应将焊缝上下 30mm 范围内的铁锈、油污、水气和杂物清除干净。将焊丝、焊条、焊剂焊前应烘干。焊接定位点和施焊应对称进行。露天焊接时，应考虑由于阳光照射所造成的桩身弯曲。钢管桩应采用多层焊，焊完每层焊缝后，应及时清除焊渣，并做外观检查，每层焊缝的接头应错开。

E）沉桩方法

钢管桩下沉采用悬打法施工，用履带吊配合振动锤插打钢管桩。测量确定桩位与桩的垂直度满足要求后，开动振动锤振动，在振动过程中要不断的检测桩位与桩的垂直度，发现偏差要及时纠正。每根桩的下沉应一气呵成，中途不可有较长时间的停顿，以免桩周土扰动恢复造成沉桩困难。桩顶铺设好贝雷梁及桥面板后，进行插打下一跨钢管桩。按此方法，循序渐进的施工。

栈桥一个墩位处钢管桩施工完成后，立即进行该墩钢管桩间剪刀撑、桩顶分配梁施工。现场量测后进行下料，焊接过程中所有焊缝均要满足要求。

2）桩顶分配梁及连接系施工

待钢管桩插打到位后，再焊接桩帽。然后采用履带吊将桩顶分配梁 2I32a 吊装到位，注意分配梁中心与桩中心保持一致，分配梁与桩帽顶若有空隙需采用钢板抄垫到位。

按照已经插打完成的钢管桩的间距和设计的横梁长度确定槽钢和工字钢的下料长度。桩间横联和桩顶横梁的安装采用人工在操作平台上操作。

桩间连接系采用[16a 槽钢，必须与钢管桩身满焊连接，焊接完成后，提升操作平台至合适高度，用气割枪沿测量确定的桩头标高割除多余的钢管桩，并在钢管桩的管口预留出桩顶横梁的缺口，以便于将桩顶横梁工字钢与钢管桩的焊接。

钢平台工字钢接长时用 δ=10mm 钢板双面帮接焊，帮接焊长度不小于 15cm，焊接焊缝必须符合要求。所有结构的焊缝均要求焊缝金属表面饱满、平整、连续，不得有孔洞、裂纹，焊渣必须敲除干净。对接焊缝应有不小于 2mm 的表面余高，角焊缝的焊脚高度应满足要求 hf≥8mm。

图 2.3.1-8 钢管桩连接系示意图

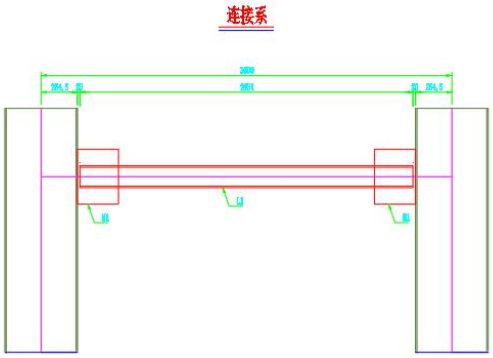


图 2.3.1-9 连接系安装示意图

按钢栈桥设计图所示在钢管桩身焊接连接系。桩顶处理完后，将工字钢横梁用吊车吊放至钢管桩桩顶，横梁根据设计放置在钢管桩中心位置并调整水平，检查合格后焊接。

钢管桩焊缝质量标准如下：

①主控项目

A 焊条、焊丝、焊剂、点渣焊熔嘴等焊接材料与母材的匹配应符合设计要求及国家现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81 的规定。焊条、焊剂、药芯焊丝、熔嘴等在使用之前，应按其产品说明书及焊接工艺文件的规定进行烘焙和存放。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不应小于 3 件；被抽查构件中，每一类型焊缝按条数抽查 5%，且不应少于 1 条；每条检查 1 处，总抽查数不少于 10 处。

检查方法：观察检查或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查。

B 对首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法、焊后热处理等，应进行焊接工艺评定，并应根据评定报告确定焊接工艺。

3）贝雷梁主梁安装

①贝雷梁的检查

贝雷片使用之前，需要进行检测，在检测贝雷片的时候，不仅要检测其本身，还需要检测到检测架。检测架是用于检测贝雷片刚度和强度的实验台，所以要求在贝雷片承受超过屈服应力的外载荷时，检测架的刚度和强度都能够满足测量要求。因此，有必要求得检测架的极限载荷。

②贝雷梁的拼装

贝雷梁在后场空地拼装，每二片为一榀，两榀之间用 60 支撑架连接成整体。贝雷梁在后场拼装好以后用板车运至安装现场，安装时采用 75 吨吊车进行架设。

贝雷桁架片是组成贝雷梁的基本单元，它由上下弦杆、竖杆和斜杆焊接而成。上下弦杆的一端为阴头，另一端为阳头，阴阳头上都有销子孔。两节桁架连接时，将一节的阳头插入另一节的阴头内，对准销子孔，插上销子。弦杆上焊有多块带圆空的钢板，其中有：弦杆螺栓，在拼装双层或加强桥梁时，在此孔插桁架螺栓或弦杆螺栓，使双层桁架或桁架与加强杆结合起来；用端部的一对孔，以加固上下节桁架。下桁架两端钢板上的圆孔及弦杆槽钢腹板上的长圆孔叫做风构孔，用以连接抗风拉杆。下弦杆设有 4 块横梁垫板，上有栓钉，用来固定横梁位置。

端竖杆有支撑架孔，为安装支撑架、斜撑与联板用。

销子重 3kg，为连接桁架用，其端部有一小圆，用以插保险销，防止销子脱落。销子头有一凹槽，其方向与小圆孔相同，安装时如看不见插销孔，可借凹槽方向以定插销孔方向，使插销能顺利装上。

图 2.3.1-10 用汽车吊吊起第一片贝雷

图 2.3.1-11 预估第二片贝雷与第一片贝雷的间距

图 2.3.1-12 安装第二个支撑架图

图 2.3.1-13 吊起第三片贝雷用贝雷销对其之间进行连接固定

图 2.3.1-14 安装第四片贝雷直至整个贝雷组拼接完毕

贝雷桁梁拼装：贝雷主梁在后场拼装，下面垫枕木，将安装的贝雷梁抬起，放在已装好的贝雷梁后面，并与其成一直线，两人用木棍穿过节点板将贝雷梁前端抬起，下弦销孔对准后，插入销栓，然后再抬起贝雷梁后端，插入上弦销栓并设保险插销。用支撑架螺栓将竖向支撑架、水平左右支撑架和贝雷连成整体，每节贝雷接头位置安装型号对应的支撑架各一片。为保证梁的刚度，贝雷梁竖杆必须保证在下部分配梁位置，这样可减少由于桁架变形产生的主梁位移。

贝雷桁梁架设：在主横梁上进行测量放样，定出贝雷桁梁准确位置。将拼装好的一组贝雷桁梁运至吊车后面。采用吊车先安装钢栈桥内侧贝雷桁梁，准确就位后牢固捆绑在横梁上，再安装外侧贝雷桁梁，最后吊装中间贝雷桁梁。全部吊装就位后采用[10 槽钢焊接成倒 U 型钢限位装置将贝雷桁梁下弦杆与主横梁固定，防止贝雷桁梁左右偏移扭转侧移，并采用[10 槽钢固定贝雷桁梁之间横向支撑。


图 2.3.1-15 贝雷梁吊装示意图

贝雷梁及型钢安装要求如下。

表 2.3.1-4 贝雷梁、型钢梁安装质量验收表

项	目	允许偏差（mm）
1	安装高	±10
2	轴线偏位	10
3	相邻两梁表面高差	2
4	平面偏位	10

4）横向分配梁及桥面系安装

人工配合 75t 履带吊安装横向分配梁 I20a，间距按照 0.3m 布置，横向分配梁安装后，采用燕尾卡与贝雷主梁进行固定。

桥面标准化模块间设置 2cm 的缝隙，用于防止因温度变化而引起的桥面板翘曲起伏，同时减少波浪的冲击力。桥面板上焊接 4m 长 ∮10 钢筋作为防滑条，防滑条间距 12cm，桥面板两侧设置安全护栏，护栏高 1.2m，护栏立杆采用 D48mm 普通钢管焊接在桥面板上。栈桥栏杆采用 φ48 普通钢管制作。栈桥两侧均设置栏杆，其中靠主桥侧遇到支线栈桥时断开。栏杆每 2m 设置一道立柱，立柱为[10 槽钢并焊接在桥面系横梁上。底部设置[20 槽钢作为踢脚板。栈桥栏杆张贴反光交通标志，通过粉刷不同颜色油漆以区分禁吊区和非禁吊区，并挂设安全网、警示标志及 LED 轮廓灯。

图 2.3.1-16 桥面板安装示意图

5）钢栈桥及钻孔平台结构完工验收

为确保栈桥施工及使用安全，需在栈桥搭设完成后，由项目自检验收，验收合格后，向业主、总监办申请验收。主要验收栈桥的尺寸、结构稳定性能和钢管桩承载力是否满足施工要求。

按设计要求施工车辆荷载对栈桥进行通车检查，用水准仪观测栈桥的变形量是否满足施工使用要求。

6）栈桥拆除

在栈桥使用期满后进行钢栈桥、钢平台拆除。施工结束后，将对栈桥进行逐一拆除。

拆除步骤为先钢平台后钢栈桥，从东侧开始向两岸后退式拆除。栈桥的拆除工作同钢栈桥的搭设工作顺序基本相反，依次拆除桥面附属设施、桥面板、型钢分配梁、贝雷、桩顶分配梁及钢管桩，拆除方法基本与搭设方法相同，但同时要注意的是在钢管桩基础拆除时，采用履带吊配合振动锤拔桩机拆除（如图所示）。

拆除栈桥时，采用钓鱼法，后退到起点的拔出方式进行拆除，拆除时应对所有零散小构件进行加固，防止拆除过程中掉入海中污染海洋。拆除前对栈桥上的建筑垃圾进行清理，统一运送至岸边指定堆放处，随即组织车辆倒运出施工现场。在拆除过程中要注意对周围水域的保护，防止造成污染。

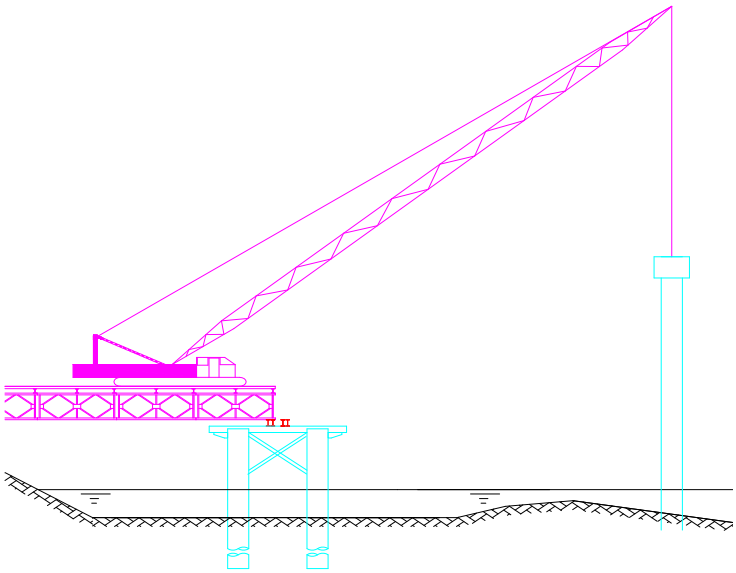


图 2.3.1-17 “钓鱼法”拔除钢管桩示意图

2.3.2 主要结构施工顺序安排

（1）疏浚施工流程

测量立断面标→陆上设地锚、水上设锚坠浮鼓→挖泥船用 DPS 定位→挖泥船挖泥→外运→验收。

（2）码头及引桥施工流程

施工准备（船机调遣，施工前扫海测量等）→桩基预制（或灌注桩钢筋笼制作）→桩基沉桩施工（灌注桩：成孔、下护筒、下钢筋笼、浇筑桩内混凝土）→预制梁板构件→浇筑码头桩帽、横梁或墩台→预制梁板安装→现浇面层等→码头附属设施安装→设备调试。

（3）设备安装流程

设备订购→设备安装→调试→投入营运。

2.3.3 施工进度计划

根据工程建设规模、现场条件及工程量测算，本工程施工进度暂定为 18 个月。具体安排如表 2.3.3-1 所示。

表 2.3.3-1 施工进度计划表

序号	项目名称	月																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	施工准备																		
2	港池疏浚																		
3	码头、引桥水工结构																		
3.1	码头及变电所平台																		
3.1.1	桩基制作																		
3.1.2	沉桩施工																		
3.1.3	上部梁板施工																		
3.1.4	附属设施安装																		
3.2	引桥及转角平台																		
3.2.1	桩基制作																		
3.2.2	沉桩施工																		
3.2.3	墩台施工																		
3.2.4	上部梁板施工																		
3.2.5	附属设施安装																		
4	土建结构																		
5	生产生活辅助、消防及其他																		
6	大型设备安装调试																		
7	验收																		

2.3.4 疏浚物处理

根据可研报告，本项目疏浚物 68.96 万 m^3 和灌注桩施工产生的泥浆 6250.33m^3（转运站产生 1715.5m^3+引桥产生约 3815.53m^3+其他 719.3m^3）全部外抛。

本工程疏浚物全部外抛至揭阳前瞻南临时性海洋倾倒区。根据《关于发布 2021 年全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒区名录的公告》（公告 2021 年第 8 号），“20.揭阳前瞻南临时性海洋倾倒区”，以 116°24′45″E、22°45′00″N 为中心，半径 1.0 公里范围的海域。

本项目与倾倒区相距约 30km，施工船舶来回约需 4h。船舶在倾倒区倾倒时间约 1h。

疏浚土抛至倾倒区，应事先取得相关主管部门许可。

图 2.3.4-1　本项目与抛泥区相对位置示意图

2.3.5 施工所用机械设备

施工所用机械设备见表 2.3.5-1。

表 2.3.5-1　施工所用机械设备

序号	设备名称	型号规格	用途	单位	数量	进度																	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
一	构件预制场																						
1	汽车吊	50t	小型构件预制、转堆	台	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
2	平板车	19m	构件转运、钢筋转运	台	2		1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	
3	门吊	100t	预应力空心板转运	台	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
4	挖机	PC200	场平、道路修整、旋挖桩土装车转运等	台	1	1																	
5	钢筋加工设备			套	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
二	护岸拆除及恢复																						
1	挖机	PC200	场平、道路修整等	台	1	1	1	1															
2	自卸车	12m³	旋挖桩土转运	台	1	1																	
3	履带吊	200t	扭王字块拆除、恢复	台	1	1	1	1	1	1	1	1											
4	平板车	12m	转运扭王字块	台	3	3	3	3	3	3	3	3											
三	疏浚工程																						
1	抓斗船	13 方	港池疏浚	艘	1	1	1																
2	泥驳	2000 方	疏浚土运输	艘	2	2	2																
四	引桥施工																						
1	履带吊	120t	拆除栈桥及钢平台，配合上部结构施工	台	3		2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	1	
2	履带吊	75t	搭拆现浇钢平台、上部结构配合、拆现浇平台、吊冲孔桩基移位等	台	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	汽车吊	50t	钢平台后场材料加工、后场钢筋吊运、模板制作等	台	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
4	冲孔桩机	8t	嵌岩灌注桩冲孔施工	台	3				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
5	发电机	500KW		台	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
6	泥浆车	11m³	冲桩泥浆转运	台	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
7	履带吊	150t	靠船构件、小型预制构件安装	台	1												1	1	1	1	1	1	
8	混凝土泵车	50m 臂长	浇筑混凝土	台	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
9	钢筋加工设备			套	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
10	数控电焊机			台	3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
11	台车	10t		台	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	平板车	12m	构件出运、栈桥钢材、钢筋、模板、预制构件等材料转运	台	5	5	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	1	

序号	设备名称	型号规格	用途	单位	数量	进度																	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
13	起重船	200t	预制 T 梁安装		1													1	1				
14	打桩船			艘	2		2	2															
15	运桩驳	2000t		艘	4		4	4															
五	码头施工																						
1	履带吊	120t	拆除栈桥及钢平台，配合上部结构施工	台	2				1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
2	履带吊	75t	搭拆现浇钢平台、上部结构配合、拆现浇平台等	台	2				1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
3	汽车吊	50t	钢平台后场材料加工、后场钢筋吊运、模板制作等	台	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
5	发电机	500KW		台	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	履带吊	150t	靠船构件、小型预制构件安装	台	1											1	1	1	1	1	1		
8	混凝土泵车	50m 臂长	浇筑混凝土	台	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
9	钢筋加工设备			套	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	数控电焊机			台	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	台车	10t		台	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	平板车	12m	构件出运、栈桥钢材、钢筋、模板、预制构件等材料转运	台	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	打桩船			艘	2				2	2													
15	运桩驳	2000t		艘	4				4	4													
六	测量仪器																						
1	全站仪	TC820		台	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	水准仪	NA2		台	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	GPS	中海达		台	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	基站			台	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
七	辅助设备																						
1	洒水车	12t	施工现场洒水及运水	辆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	商务车	7 座	现场交通	辆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	交通车	5 座	现场交通	辆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	交通船	9 座	现场交通（配合安全检查）兼测量	艘	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	无人机	大疆	航拍记录现场情况	台	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

2.4 项目用海需求

2.4.1 项目用海需求

（1）码头用海需求

本项目拟建 1 个 7 万吨级散货泊位，燃煤通过引桥输送至陆域，需要转角平台布置 T0 转运站，同时需要建设变电所平台。

以上构筑物尺度见表 2.4.1-1。

表 2.4.1-1 构筑物用海需求

序号	建设项目	长度	宽度
		(m)	(m)
1	泊位	327	35
2	变电所平台	50	15
3	转角平台	43	35
4	引桥	815.6	13.5

以上构筑物用海面积需求 2.4341 公顷。本项目在揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已申请港池用海范围内建设，由于透水构筑物用海等级高于目前已申请的港池用海，因此需申请以上构筑物用海。

（2）港池用海需求

本工程码头前沿停泊水域设计底高程为-15.4m，宽 65m。为保证本项目的停泊需求，需申请停泊水域用海。由于本项目在揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已申请港池用海范围内建设，与本项目港池用海的用海方式相同，因此不再申请港池用海。

（3）施工构筑物用海需求

引桥和转角平台采用灌注桩基础，海上灌注桩沉桩拟搭设海上施工平台，然后利用施工平台进行灌注桩沉孔、下护筒、下钢筋笼、浇筑桩内混凝土等。因此施工栈道和施工平台需使用海域。

以上构筑物用海面积需求 4.2700 公顷。本项目在揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已申请港池用海范围内建设，由于透水构筑物用海等级高于目前已申请的港池用海，因此需申请以上构筑物用海。

（4）疏浚用海需求

根据水下地形图，本项目停泊水域、回旋水域和连接水域需疏浚后才能满足船舶进出要求。施工期间需要用海。

疏浚用海方式为专用航道、锚地及其他开放式用海；由于本项目在揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已申请港池用海范围内建设，用海方式高于本项目疏浚用海的用海方式，因此不再申请港池用海。

2.4.2 项目申请用海情况

2.4.2.1 海域使用申请单位

本项目申请用海单位为中电投前詹港电有限公司。

2.4.2.2 海域使用类型与用海方式

按《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），本项目海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类）；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）中的港口用海（二级类，编码 31），用海方式为：构筑物（一级）中的透水构筑物（二级，编码 23）。

2.4.2.3 申请用海面积

本项目申请用海总面积为 6.7041 公顷，包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）2.4341 公顷，施工栈桥和平台等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）4.2700 公顷。

界址点坐标见表 2.4.2-1。宗海图见图 2.4.2-1。

表 2.4.2-1 界址点坐标表

分类	点号	纬度	经度
项目用海	1		
项目用海	2		
项目用海	3		
项目用海	4		
项目用海	5		
项目用海	6		
项目用海	7		
项目用海	8		
项目用海	9		
项目用海	10		
项目用海	11		
项目用海	12		
项目用海	13		
施工用海	1		

施工用海	2		
施工用海	3		
施工用海	4		
施工用海	5		
施工用海	6		
施工用海	7		
施工用海	8		
施工用海	9		
施工用海	10		
施工用海	11		
施工用海	12		
施工用海	13		
施工用海	14		
施工用海	15		
施工用海	16		
施工用海	17		
施工用海	18		
施工用海	19		
施工用海	20		
施工用海	21		
施工用海	22		
施工用海	23		
施工用海	24		

原港池扣除码头用海后，坐标见表 2.4.2-2。

表 2.4.2-2　原港池扣除码头用海后坐标

分类	点号	纬度	经度
港池 1	1		
港池 1	2		
港池 1	3		
港池 1	4		
港池 1	5		
港池 1	6		
港池 1	7		
港池 1	8		
港池 1	9		
港池 1	10		
港池 1	11		
港池 1	12		
港池 1	13		
港池 1	14		
港池 1	15		
港池 1	16		
港池 1	17		
港池 2	1		
港池 2	2		
港池 2	3		

分类	点号	纬度	经度
港池 2	4		
港池 2	5		
港池 2	6		
港池 2	7		

2.4.2.4 占用岸线情况

本项目建设不占用岸线。

2.4.2.5 申请用海期限

项目申请用海期限为：本项目码头和引桥等水工构筑物申请用海期限为 39 年（以依托工程防波堤的申请年限为参照），施工平台和施工栈桥申请用海期限 2 年。

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区13号泊位散货码头工程（码头、引桥）宗海界址图

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区13号泊位散货码头工程（施工栈桥及平台）宗海界址图

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区13号泊位散货码头工程（港池）宗海界址图

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程（港池1）宗海界址图

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程（港池2）宗海界址图

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

2.5.1.1 项目与国家产业政策及相关规划要求相符

（1）与《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“第一类 鼓励类”中的“二十五 水运 2．港口枢纽建设：**码头泊位建设**，船舶污染物港口接收处置设施建设及设备制造，港口危险化学品、油品应急设施建设及设备制造，国际邮轮运输及邮轮母港建设，港口岸电系统建设及船舶受电设施改造，船舶 LNG 加注设施和电动船充换电设施建设”。

本项目属于“**码头泊位建设**”工程，因此，本项目建设符合国家产业结构政策要求。

（2)与国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要的符合性分析

1）与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析

根据《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》（粤府〔2021〕28 号）“第二节 建设现代化综合交通运输体系”：建设世界级港口群。增强广州、深圳国际航运枢纽竞争力，以汕头港、湛江港为核心推进粤东、粤西港口资源优化整合；优化内河港口布局，加快西江、北江等内河港口集约化、规模化发展，推动形成全省港口协同发展格局，携手港澳共建世界级港口群。

本项目属于码头工程，工程的实施将进一步增强揭阳港的实力，促进粤东港口资源优化整合。因此，本项目建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》建设世界级港口群的要求。

2）与《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析

根据《揭阳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》（揭府〔2021〕24 号），“第九章 加快建设现代化基础设施体系，提升高质量发展支撑能力”“第一节 完善现代综合交通运输体系”推进港口建设。**优化**

揭阳港功能布局和码头整合升级，加快建设中石油配套码头和**国电投前詹码头工程**，推动建设中石油广东揭阳 LNG 项目配套码头、南海作业区 2 号港池、原油商业储备库配套 30 万吨码头工程，推动揭阳港对接融入粤港澳大湾区世界级港口群，形成亿吨级港口群。加快推进大南海工业区功能整合建设，以发展能源、原材料运输为主，拓展石油产业链的中下游产品水运业务，适度发展公共物流码头，打造成为广东沿海地区性重要港口和大型工业港。推进榕江港区、惠来港区等港口基础设施建设，适时推进航道扩能升级项目，改善水运条件。

大力发展现代物流业。加快港口物流发展，推动物流基础设施建设，建设联动粤港澳大湾区和海峡西岸地区、面向内陆腹地物流通道，构建海（河）港物流、航空物流、公铁物流有机衔接的现代物流发展体系。强化供应链服务，大力发展港口物流、航空物流和冷链物流，培育一批现代物流企业集群。依托揭阳潮汕机场，构建跨境物流枢纽，建立全球海外仓服务体系，提升跨境冷链服务水平。加快揭阳临空产业园建设，大力发展以航空运输、航空物流业、临空型先进制造业和现代服务业为重点的临空产业，吸引跨国公司和国内大型企业设立物流中心、采购中心、研发中心。**依托惠来深水港口优势**，大力推进石油、**煤矿**、天然气等**大型专业化物流运输发展**，提升航运服务产业能级，发展供应链金融、航运保险、航运信息与咨询、航运交易等业务，建设大件资信评估、仲裁等航运服务平台。

本项目为**国电投前詹码头工程（现定名为揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程），本项目的实施符合《揭阳市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》“加快建设**中石油配套码头和**国电投前詹码头工程”的要求。**

（3）与海洋主体功能区规划的相符性分析

1）与《全国海洋主体功能区规划》的相符性分析

根据《全国海洋主体功能区规划的通知》（国发〔2015〕42 号）：

（一）优化开发区域。包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。

珠江口及其两翼海域。包括广东省汕头市、潮州市、**揭阳市**、汕尾市、广州市、深圳市、珠海市、惠州市、东莞市、中山市、江门市、阳江市、茂名市、湛江市（滘尾角以东）毗邻海域。构建布局合理、优势互补、协调发展的珠三角现代化港口群。发展高端旅游产业，加强粤港澳邮轮航线合作。加快发展深水网箱

养殖，加强渔业资源养护及生态环境修复。严格控制入海污染物排放，实施区域污染联防机制。加强海洋生物多样性保护，完善伏季休渔和禁渔期、禁渔区制度。健全海洋环境污染事故应急响应机制。

（二）重点开发区域。包括城镇建设用海区、**港口和临港产业用海区**、海洋工程和资源开发区。

该区域的发展方向与开发原则是，实施据点式集约开发，严格控制开发活动规模和范围，形成现代海洋产业集群；实施围填海总量控制，科学选择围填海位置和方式，严格围填海监管；统筹规划港口、桥梁、隧道及其配套设施等海洋工程建设，形成陆海协调、安全高效的基础设施网络；加强对重大海洋工程特别是围填海项目的环境影响评价，对临港工业集中区和重大海洋工程施工过程实施严格的环境监控。加强海洋防灾减灾能力建设。

城镇建设用海区，是指拓展滨海城市发展空间，可供城市发展和建设的海域。城镇建设用海应符合海洋功能区划、防洪规划和城市总体规划等，坚持节约集约用海原则，提高海域使用效能和协调性，增强海洋生态环境服务功能，提高滨海城市堤防建设标准，做好海洋防灾减灾工作。

港口和临港产业用海区，是指港口建设和临港产业拓展所需海域。港口和临港产业用海应满足国家区域发展战略要求，合理布局，促进临港产业集聚发展。控制建设规模，防止低水平重复建设和产业结构趋同化。严格环境准入，禁止占用和影响周边海域旅游景区、自然保护区、河口行洪区和防洪保留区等。

海洋工程和资源开发区，是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源开发与建设，因地制宜科学开发海上风能。

（三）限制开发区域。包括海洋渔业保障区、海洋特别保护区和海岛及其周边海域。

项目位于揭阳市，属于优化开发区域；项目属于港口和临港产业用海，为重点开发区域（包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区）。项目建设符合《全国海洋主体功能区规划的通知》的精神。本项目不**占用和影响周边海域旅游景区、自然保护区、河口行洪区和防洪保留区等，**符合港

口和临港产业用海区开发要求。

2）与《广东省海洋主体功能区规划》符合性分析

根据《广东省海洋主体功能区规划》（粤府函〔2017〕359号），项目所在区域属于重点开发区域，见图2.5.1-1。

项目所在海域为限制开发区中的海洋渔业保障区。海洋渔业保障区是广东省重要的海洋渔业生产基地，保障海洋食品供给的重要海域。根据海洋主体功能区划规划，在限制开发区可以“实施产业据点式开发”：“在科学分析资源环境承载力基础上，选址沿海部分地区实施点状开发，控制开发强度”，同时也要求“严格管控围填海和岸线开发利用”：在科学论证的基础上，可以适度开展惠州、阳江、湛江徐闻、汕尾、汕头、潮州等地的围填海工程，上述海域以外地区严禁进行任何围填海项目建设。同时要求加强自然岸线保有，严格限制建设项目占用自然岸线，鼓励开展沙滩养护、湿地修复等整治修复活动。

本项目属于专用码头项目，邻近通用码头工程无法满足前詹电厂和社会的卸煤要求，因此建设本工程。本项目位于揭阳惠来县限制开发区，项目仅布置码头水工构筑物，布置在已建港区防波堤内，属于点状开发，开发强度比较低，本项目不占用岸线；本项目不填海。本项目的建设提高了海域的利用率。可见本项目建设与《广东省海洋主体功能区规划》是相符的。

图 2.5.1-1 本项目与广东省海洋主体功能区规划位置关系示意图

（4）与《广东海洋经济综合试验区发展规划》相符性分析

根据《广东海洋经济综合试验区发展规划》（国函〔2011〕81 号），粤东海洋经济重点发展区包括广东东部沿海的汕头、汕尾、潮州和**揭阳** 4 市海域及陆域，是广东海洋经济发展的一个重要引擎。这一区域要着力发展**临海能源**、临海现代工业、**海洋交通运输**、滨海旅游、水产品精深加工等产业，科学推进集中集约用海，重点开发海门湾、南澳西南岸、碣石湾西岸等集中集约用海区。

揭阳市重点建设惠来临海现代工业集聚区，推进专业化海洋运输体系和物流中心建设。

临海能源工业。适应沿海经济社会发展需要，**优化发展火电**、支持发展天然气电、安全稳妥发展核电。按照“上大压小”的要求，加快深圳滨海电厂、珠江电厂等电源项目及热电联产项目建设。重点推进惠州、深圳、阳江等地抽水蓄能项目建设，提高区域内电力调峰调频能力，构建多元、安全、清洁、高效的临海能源工业。

“第四章构建现代海洋产业体系”“第一节大力提升传统优势海洋产业”海洋交通运输业。突破行政区划界限，整合优化港口资源，以广州、深圳、湛江、珠海、汕头等主要港口为依托，打造布局合理、分工明确、功能完善、运作高效的世界级港口群，按照国际化标准进一步提升港口技术装备和管理服务水平，形成更具影响力的国际物流中心。加强主要港口专业化运输系统建设，**有序建设大型**集装箱、原油、液化天然气(LNG)、**煤炭等专业化码头**。加强港口 5 万吨级以上船舶出海航道建设，完善海上助航安全配套设施，建设安全、便捷的海上运输通道。依托广州港、深圳港、珠海港，建设珠江三角洲国际物流基地；依托汕头港、潮州港、揭阳港，建设粤东物流基地；依托洪江港、茂名港、阳江港，建设粤西物流基地。

本项目位于揭阳市，主要服务于临海能源项目（前詹火电厂）的码头工程，属于大型煤炭专业码头，本项目的实施，满足“这一区域要着力发展**临海能源**、临海现代工业、**海洋交通运输**、滨海旅游、水产品精深加工等产业”发展要求，项目建设与《广东海洋经济综合试验区发展规划》要求相符。

（5）与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性分析

根据《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》（粤府〔2017〕119 号）“第一节　发展格局”“一、构建“一心两极双支点”发展总体格局”：

（二）两极跃升。推进汕潮揭城市群和湛茂都市区加快发展，打造东西两翼沿海经济增长极。**以深水大港为核心，强化基础设施建设和临港产业布局**，疏通联系东西、连接省外的交通大通道，拓展国际航线，对接海西经济区和北部湾地区，加快形成新的增长极。东极以汕头为中心，加快推进汕潮揭同城化发展，强化与珠三角地区尤其是珠江口东岸各市的对接合作，积极参与海西经济区建设，打造粤港澳大湾区辐射延伸区；.....，打造临港世界级重化工业基地、临港装备制造基地和全省海洋经济发展重要增长极。

根据《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》，本项目位于限制开发区；项目所在岸线为港口工业功能岸线（前詹港）。

根据“第三节　积极发展沿海现代服务业”“三、发展港口物流业”：实施“大港口、大通道、大物流”发展战略，完善港口建设规划，建立健全现代港口集疏运体系，提高物流高度社会化、专业化、标准化、智慧化水平.....依托广州港、深圳港、珠海港、东莞港，建设珠江三角洲国际物流基地；依托汕头港、潮州港、揭阳港，建设粤东物流基地；依托湛江港、茂名港、阳江港，建设粤西物流基地。

“第四节　加快发展沿海现代能源产业”：推进沿海核电、海上风电和天然气接收储运设施建设，加大油气等海洋能源资源勘探开发，延伸能源上下游产业链，发展壮大能源装备产业，**建设沿海电力**、可再生能源、储运中转、油气资源开发和能源装备产业等五大现代能源产业基地，形成珠三角优化发展、东西两翼规模化发展、阳江和汕尾骨干能源基地集聚发展的沿海清洁能源产业带。

本项目属于深水港，项目实施将为前詹电厂提供卸煤保证，符合**“强化基础设施建设和临港产业布局”**要求。项目所在岸线为港口工业功能岸线（前詹港），符合岸线规划要求。综上，本项目与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》要求是相符的。

（6）主体功能区划

1）全国主体功能区规划

《全国主体功能区规划》（国发〔2010〕46号）将我国国土空间分为以下主体功能区：按开发方式，分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域；按开发内容，分为城市化地区、农产品主产区和重点生态功能区；按层级，分为国家和省级两个层面。

本项目位于广东省揭阳市惠来县，属于海峡西岸经济区，为国家层面的重点开发区域。该区域位于全国“两横三纵”城市化战略格局中沿海通道纵轴南段，包括福建省、浙江省南部和广东省东部的沿海部分地区。该区域的功能定位是：两岸人民交流合作先行先试区域，服务周边地区发展新的对外开放综合通道，东部沿海地区先进制造业的重要基地，我国重要的自然和文化旅游中心。强化汕头作为粤东中心城市地位，推进汕潮揭（汕头、潮州、揭阳）一体化，加强粤东地区与福建南部沿海城市在港口、产业等的分工合作与功能互补。

本项目建设为前詹电厂提供卸煤服务，为东部沿海地区发展成为先进制造业的重要基地提供能源保障。同时项目不涉及国家级自然保护区、世界文化遗产、国家级风景名胜区、森林公园、地质公园等禁止开发区域。因此，项目建设与《全国主体功能区规划》是相符的。

2）广东省主体功能区规划

广东省人民政府于2012年9月印发了《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120号），规划将广东省陆地国土空间划分为优化开发、重点开发、生态发展和禁止开发四类主体功能区域。

其中重点开发区域功能定位为：推动全省经济持续增长的重要增长极，充分发挥区位、资源优势，大力发展基础产业，与珠三角核心区及北部湾地区、海峡西岸地区连成华南沿海临港工业密集带，成为全省经济持续增长的新极核；全省重要的人口和经济集聚区，加快城市化进程，吸收产业和人口集聚，打造湛茂、潮汕两大城镇密集区以及韶关城镇集中区；珠三角核心区产业重点转移区，积极、有序、有选择地承接珠三角核心区的产业转移，促进全省产业升级与区域经济协调发展；**全省重要的能源基地，安全高效发展核电，适当发展火电**；特色农业基地和海洋渔业基地，大力发展特色农业，粤西、粤东积极发展沿海海水增、养殖业。

根据《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120 号），就交通布局而言，以汕头港为主要港口，汕尾港、潮州港和**揭阳港**为重要港口的粤东港口群。

对于揭阳市：

（一）功能定位。揭阳市的榕城区、揭东县、惠来县、普宁市划入国家级重点开发区域海峡西岸经济区粤东部分；揭西县划入省级重点生态功能区韩江上游片区，是榕江上游重要的水源地。全市功能定位为：粤东地区连接沿海和粤北、

赣南、闽西南腹地的区域性枢纽型中心城市、岭南特色水城、能源石化及制造业基地、粤东航空物流基地。

（二）提升拓展地区。（1）榕城区、揭东、珠海（揭阳）产业转移工业园，全市最大的综合性制造业基地和现代服务业基地。（2）在揭阳潮汕机场附近建设空港经济区。（3）在普宁市流沙建医药、纺织服装等大型专业市场。**（4）在惠来县发展石化、能源等产业。**

（三）重点保护地区。（1）大北山、大南山、桑浦山等重要的区域绿地，强化大北山－大南山、观音山－桑浦山的生态保护屏障作用。（2）榕江、练江、龙江及沿岸湿地。（3）惠来沿海岸的防护林带、滩涂和湿地以及可供旅游开发的海湾沙滩资源。（4）引榕干渠和新西河水库等主要饮用水源保护区。（5）基本农田以及各级自然保护区、森林公园、风景名胜区等。

本项目位于揭阳市惠来县，属于国家重点开发区域，本项目主要服务于沿海大型燃煤电厂，符合《广东省主体功能区规划》要求。

综上，根据《国务院关于印发全国主体功能区规划的通知》（国发〔2010〕46 号），本项目位于海峡西岸经济区的揭阳，属于重点开发区域，项目建设符合全国主体功能区规划。

根据《广东省人民政府关于印发〈广东省主体功能区规划〉的通知》（粤府〔2012〕120 号），本项目位于广东省主体功能区规划中的“国家重点开发区域”，项目建设符合《广东省主体功能区规划》要求。

图 2.5.1-2　广东省主体功能区划分总图

（7）与《产业用海面积控制指标》《工业项目建设用地控制指标》相符性分析

本项目不填海，因此无《产业用海面积控制指标》（HY/T 0306-2021）相应指标要求。本项目不在《工业项目建设用地控制指标》工业项目范畴内。

（8）与《海岸线保护与利用管理办法》相符性分析

本项目离岸布置，不占用岸线，尽可能做到节约岸线资源。本项目符合《海岸线保护与利用管理办法》。

（9）与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（粤府〔2017〕120 号），神泉湾区“三、发展指引”：

空间格局。湾区共划定严格保护岸线 66.8 千米，限制开发岸线 35.2 千米，优化利用岸线 34.9 千米。湾区陆域共划定生态空间面积 644.3 平方千米，占陆域面积 28.3%；农业空间面积为 1055.4 平方千米，占陆域面积 46.3%；城镇空间面积为 580.1 平方千米，占陆域面积 25.4%。湾区海域共划定海洋生态空间面积 761.3 平方千米，占海域面积 58.3%；海洋生物资源利用空间面积为 413.0 平方千米，占海域面积 31.6%；建设用海空间面积为 130.8 平方千米，占海域面积 10.1%。

湾区永久基本农田面积为 422.3 平方千米，陆域生态保护红线面积为 53.8 平方千米，城镇开发边界面积 487.3 平方千米，海洋生态保护红线面积为 277.9 平方千米，海洋生物资源保护线面积为 37.48 平方千米。

港口发展。推进大南海港区、广东神泉现代渔港区、**前詹港区**、资深港区、靖海港区建设，以发展现代渔业、能源、原材料和通用散杂货运输为主，推动石油化工、装备制造等大型临港产业发展。

产业发展。积极推进揭阳大南海石化工业区、风能成套装备产业园、海洋高端装备产业园等平台建设；重点发展石化、新材料、电力、装备制造、生物医药、电子信息、现代渔业等产业；加快度假、养生、养老等旅游产品开发，推进靖海等地区海水增养殖发展。在神泉、靖海海域布局海上风电。

城市发展。中心城区以空港新城、揭东新城为重点，加快产业集聚和设施完善，提升承载力和辐射力；惠来以大南海石化区建设为重点，促进产城融合发展；推动粤东滨海新区发展，打造揭阳城市副中心。

本项目主要服务于能源工业项目，不占用岸线，本项目位于发展港口的“前詹港区”，就此而言，本项目与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》要求是相符的。

（10）与海洋环境保护相关规划相符性分析

1）与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

根据《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2022〕7 号），要求加强海洋生态空间保护。 海洋空间坚持保护为主、适度开发，实施海洋“两空间内部一红线”。加强底线约束和空间管控，严格落实生态保护红线管控。生态保护红线内的自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。定期开展海洋自然保护地和海洋生态保护红线的保护成效评估。

根据“三区三线”成果，本项目不涉及生态保护红线，不占用自然岸线。

本项目不属于高耗能、高污染、高排放产业项目用海，不属大规模、高强度的工业和城镇建设，建成后将推进揭阳港前詹作业区的发展，有效利用揭阳港的深水岸线资源，有助于提升揭阳港的港口服务水平。

项目用海对周边海域的水动力环境、地形地貌与冲淤环境和生态环境影响很

小，不会对所在海域产生严重影响，不存在潜在的、重大的安全和环境风险。

本项目所在海域水质基本达到一、二类标准，主要海洋环境影响是疏浚作业产生的悬沙，其影响将随着施工的结束而消失。本项目所在岸线为优化利用岸线（不占岸线），不涉及大陆保有自然岸线，同时项目悬沙影响不涉及生态保护红线等敏感海域。

综上所述，本项目建设符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》。

2）与《揭阳市环境保护和生态建设“十四五”规划》相符性分析

根据《揭阳市人民政府关于印发揭阳市生态环境保护“十四五”规划的通知》（揭府〔2021〕57 号），本项目与《揭阳市生态环境保护“十四五”规划》的相符性分析如表 2.5.1-1。本项目与《揭阳市生态环境保护“十四五”规划》相关要求相符。

表 2.5.1-1 本项目与揭阳市生态环境保护“十四五”规划相符性分析

章节	规划要求	本项目概况	相符性
推进绿色发展，构建绿色发展新格局	落实红线，构建生态环境分区管控体系：落实广东省和揭阳市“三线一单”生态环境分区管控方案，强化空间引导和分区施策，推动优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元按各自管控要求进行开发建设和污染减排。针对不同环境管控单元特征，实行差异化环境准入。	本项目符合广东省和揭阳市“三线一单”生态环境分区管控要求。	符合
第五章 陆海统筹，优化近岸海域生态环境	“加强陆源污染排放控制。开展陆源入海污染物调查与监测，建立管理档案，系统掌握陆源污染物排海通量。开展入海排污口排查整治与规范化建设专项行动。强化大南海石化工业区、惠来临港产业园等工业集聚区污染治理，鼓励企业开展清洁化升级改造，支持有条件的大型建设项目采取排污口深海设置，实行离岸排放。加强近岸海域生活污染源治理，组织开展入海河流综合整治，着力减少总氮、总磷等污染物入海量。”	本项目船舶废水由有能力单位接收处理，码头其他废水依托通用码头工程	符合
	加强船舶和港口污染防治。严格执行船舶污染物排放标准，推动全市船舶污染防治设施设备配备达到环境保护要求，积极引导渔民淘汰老旧渔船。加大对港口船舶污染物接收、转运、处置的监管力度，船舶污染物接收单位严格执行联单制度。开展渔港环境综合整治，推进渔港污染防治设施建设和升级改造。	本项目船舶废水由有能力单位接收处理，不在港区排放	符合
构建防控体系，严控环境风险	实施基于环境风险的产业准入策略，鼓励发展低环境风险的产业。强化燃气管道、危险废物处置设施、生活垃圾处置设施等基础设施风险源科学选址。新、改、扩建涉重金属行业建设项目实施重点重金属污染物排放“减量置换”或“等量置换”。 完善统一规划和用途管制要求，优化相关产业布局和城市商住用地规划。危险化学品储运企业、化工石化企业等高风险源布局要远离居民区等敏感受体，集中布局，逐步进入工业园区。 完善风险源动态管理机制。推进环境应急与安全生产、消防安全预案一体化管理。强化环境安全底线思维，将涉危、涉重企业列为重点监管对象。涉重金属污染物排放企业执行强制性清洁生产审核。加快建立全市环境风险差异化评估与动态更新机制。	本项目开展环境风险评价，码头配套相应的应急设施。	符合

3）与《揭阳市生态文明建设“十四五”规划》相符性分析

根据《揭阳市人民政府关于印发揭阳市生态文明建设“十四五”规划的通知》（揭府〔2022〕4号），本项目与《揭阳市生态文明建设“十四五”规划》的相符性分析如表2.5.1-2，本项目与《揭阳市生态文明建设“十四五”规划》相关要求相符。

表 2.5.1-2　本项目与揭阳市生态文明建设“十四五”规划相符性分析

章节	规划要求	本项目概况	相符性
优化国土空间开发保护体系，构建生态安全格局	严守三条控制线。严格落实《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上限，高质量完成我市“三线一单”编制，强化空间引导和分区施策，推动优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元按各自管控要求实行开发建设和污染减排。针对不同环境管控单元特征，实行差异化环境准入。逐步理顺与单元管控要求不符的人为活动或建设项目，分步解决历史遗留问题。	本项目符合广东省和揭阳市“三线一单”生态环境分区管控要求。	符合
	加大环境风险管控力度：实施环境风险全过程管理。完善环境风险评估机制，探索建立重大宏观战略环境风险评估与预防制度，重点加强对生产使用危险化学品和排放重金属、危险废物、持久性有机污染物等企业的环境风险分级分类管理。建立污染源环境风险隐患排查制度，企业定期对环境风险隐患进行登记、报告、治理、评估、销号全过程管理，生态环境主管部门对企业环境风险隐患排查情况定期巡查监督。	本项目开展环境风险评价，码头配套相应的应急设施。	符合
构建生态保护格局，强化生态系统网络建设	推进海洋生态环境保护：加强近岸海域建设项目环境准入管理，落实围填海、自然岸线、滩涂开发利用和生态保护红线管控要求，严格控制围填海、占用自然岸线和河口滩涂围垦、圈围的建设项目。高标准规划建设滨海新区环保基础配套设施，减少入海污染物排放总量。 深入开展海洋垃圾污染调查工作，建立健全防治违法运输、倾倒垃圾污染海洋应急响应机制。推动海洋垃圾宣传，不定期开展海滩清扫活动。加强船舶和港口污染防治，落实生活垃圾、生活污水和油污水等船舶污染物的接收、转运和处置工作。加大船舶污染执法检查和行政处罚力度，提升船舶污染环境应急能力。	本项目不需围填海，不占用自然岸线，不占用生态红线。 本项目船舶废水由有能力单位接收处理，不在港区排放；船舶垃圾上岸处理。	符合

（11）与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

根据《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（粤府办〔2021〕33 号）规划要求：提升海洋交通运输综合竞争能力。增强广州、深圳国际航运枢纽竞争力，以汕头港、湛江港为核心推进粤东、粤西港口资源整合优化，推动形成全省港口协同发展格局，携手港澳共建世界一流港口群.....统筹推进沿海主要港口疏港铁路和出海航道建设，积极对接西部陆海新通道，构建通江达海、连内接外、畅通有效的陆海运输网络。

粤东港口群以汕头港为核心，重点发展集装箱支线运输和能源及原材料物资

运输，打造粤东地区对外开放与合作的重要平台。

根据“第二节 加快建设东西两翼海洋经济发展极”：强化汕头的辐射带动作用，争取将大汕头湾区和大红海湾区建设成为全国重要海湾。依托汕头港打造商贸服务型国家物流枢纽，统一谋划港口、高铁站和机场的空间布局，构筑一体化交通基础设施，**推进汕潮揭组合港口群和疏港通道建设**。依托汕头临港经济区、揭阳滨海新区和潮州港临港产业平台，推动东翼海洋油气、港口物流、海上风电、海工装备等产业协作互补发展。

本项目主要服务于前詹电厂接卸煤炭，本项目的建设符合“粤东港口群以汕头港为核心，重点发展集装箱支线运输和**能源**及原材料物资运输”的要求。项目实施可推进揭阳港发展。

因此，本项目建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》提升海洋交通运输综合竞争能力的要求。

（12）项目用海与“三区三线”划定成果——海洋生态红线符合性分析

1）项目所在海域海洋生态红线区

2022 年 10 月 14 日，自然资源部办公厅印发《自然资源部办公厅关于北京等省（市、区）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），明确广东省完成了“三区三线”划定工作，正式启用作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

本项目与海洋生态保护红线区位置关系见图 2.5.1-3 和表 2.5.1-3。本项目位于广东省揭阳市惠来县神泉湾东侧，根据广东省“三区三线”划定成果，本项目不在海洋生态红线区内。

表 2.5.1-3 本项目用海与“三区三线”中海洋生态保护红线区相对位置关系

序号	海洋生态红线区名称	海洋生态红线区类型	与本项目方位与距离（最近）
1	鸡椒礁特别保护海岛	特别保护海岛	
2	前詹海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	
3	前詹珍稀濒危物种分布区	珍稀濒危物种分布区	
4	神泉芦园湾重要滩涂及浅海水域	重要滩涂及浅海水域	
5	神泉珍稀濒危物种分布区	珍稀濒危物种分布区	
6	惠来县人工鱼礁重要渔业资源产卵场	重要渔业资源产卵场	

图 2.5.1-3 本项目与海洋生态保护红线区位置关系

2）项目用海对海洋生态红线的影响

本项目疏浚作业产生的悬沙与海洋生态红线叠图见图 2.5.1-3。由图可见，10mg/L 悬沙增量不影响周边海洋生态红线区。

3）项目用海对海洋生态红线的影响分析

《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）（以下称《通知》）中指出：加强人为活动管控，规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。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，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。

本项目用海不占用海洋生态红线区。

根据悬沙数模预测结果，本项目施工期所产生的 5mg/L 以上浓度悬沙不会扩散至海洋生态红线区。

因此，本项目符合“三区三线”划定成果——海洋生态红线区的管理要求。

（12）与广东省港口布局规划和《揭阳港总体规划（2035 年）》的符合性分析

根据《广东省港口布局规划（2021-2035）》，全省港口将构建以珠三角港口集群为核心，粤东、粤西港口集群为发展极的“一核两极”发展格局。规划对揭阳港的功能定位为：是广东省沿海地区性重要港口和地区综合运输体系的重要枢纽。**揭阳港以能源、原材料和散杂货运输为主**，适时拓展集装箱运输。规划对全省煤炭运输系统布局为：结合“北煤南运”和外贸进口煤炭需求，广东省煤炭以沿海地区直达运输、分散接卸为主，区域中转联运为辅。

《揭阳港总体规划（2035 年）》经省人民政府同意，并由省交通运输厅批复（粤交规函〔2023 ）525 号），揭阳港是广东沿海地区性重要港口和地区综合交通体系的重要枢纽，是揭阳市及周边地区发展外源型经济和推进工业化进程的重要依托，是推进揭阳市经济结构调整与升级、提升城市功能和地位的重要支撑，是大南海石化产业基地的关键支撑，是揭阳市发展成为我省能源输出基地的重要保障。规划揭阳港以发展能源、原材料和散杂货运输为主，将适时拓展集装箱运输。

根据《揭阳港总体规划（2035年）》及其批复文件，前詹作业区主要服务惠来临港产业园的临港产业，以件杂货、散货和LNG运输为主，兼顾油气化工品运输。

西区作为 1#港池，近期维持现状的 1 个 LNG 泊位和 1 个 1000 吨级重件运输泊位。中远期规划拆除现有防波堤的尾端，顺延主防波堤向西南方向延伸增大港池掩护区域。在现有 LNG 泊位向西南向延伸岸线长度，规划新增 1 个与现有 LNG 泊位同等规模的液体散货泊位和 1 个液体散货出运泊位，形成 3 个液体散货泊位和和 1 个 1000 吨级重件运输泊位。利用自然岸线 0.7km，共形成规划岸线 1097m。

2#港池的东防波堤内侧连续布置 3 个 7 万吨~20 万吨级散货泊位；防波堤根部设挖入式小港池，宽 80m，长 188m，布置 1 个工作船泊位。顺岸岸线从西至东依次布置 4 个 3 万~15 万吨级多用途泊位和 4 个 3 千~7 万吨级通用泊位。利用自然岸线约 2.0km，共形成规划码头岸线 3448.4m，其中支持系统岸线 242m。陆域面积 33.4 公顷，平均陆域纵深 600m。规划东区港池近期仅建设 4 个通用泊位，其他在中远期建设。

图 2.5.1-4 揭阳港前詹作业区布局规划图

表 2.5.1-4 前詹作业区港口规划主要指标表

	泊位类型	泊位吨级	泊位数量（个）	泊位长度（米）	陆域面积（公顷）	规划能力	
						万吨	万 TEU
1#港池	液体散货	20,000~266,000m³	3	992	0	1300	
	重件	1,000DWT	1	105		40	
2#港池	多用途	30,000~100,000DWT	4	1245	33.4	480	20
	通用	3,000~70,000DWT	4	918.4		600	
	散货	**70,000~200,000DWT**	**3**	**1043**		**2100**	
	支持系统	/	/	242		/	/
港区合计			15	4545.4	33.4	4520	20

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目已纳入《揭阳港总体规划（2035年）》在建项目，本项目为规划 2#港池的东防波堤内侧连续布置 3 个 7 万吨~20万吨级散货泊位之一。因此，项目实施符合《揭阳港总体规划（2035 年）》的要求。

（13）与城市总体规划相符性分析

1）揭阳市城市总体规划（2011-2035 年）

根据《揭阳市城市总体规划（2011-2035 年）》（粤府函〔2018〕261 号）：

发展目标：初步建成区域性枢纽城市，完成揭阳市产业扩展与升级，实现经济跨越式发展，揭阳市城市综合竞争力进入广东省前列，汕潮揭城镇网络化构架基本形成。

——以现代化区域交通基础设施为依托，把揭阳建设成为广东新型工业化城市、重要石化能源基地、粤东航空物流基地。

——挖掘与弘扬潮客地区优秀的传统文化，实现文化的传承与创新。

——将揭阳建设成生态宜居城市、和谐文明城市。

“六、市域交通规划”“5．水运枢纽”：规划建设惠来海港水运枢纽、地都榕江水运枢纽。

本项目位于规划的前詹作业区，属于“惠来海港水运枢纽”，本项目实施符合《揭阳市城市总体规划》（2011-2035 年）的产业规划。

图 2.5.1-5　揭阳市城市总体规划示意图

2）惠来县城市总体规划（2017-2035 年）

根据《惠来县城市总体规划（2017-2035）》：县域产业发展体系——构建以先进制造业、海洋战略新兴产业为主体，**临港工业**、滨海休闲、电力能源为补充，生产服务业、生活服务业为支撑的“两主三副两支撑”的综合产业体系。

规划惠来港口为“一港五区”的总体格局。惠来沿海港区分为：南海作业区、神泉作业区、**前詹作业区**、资深作业区以及靖海作业区。

本项目位于揭阳惠来临港产业园内的前詹作业区。本项目建设符合《惠来县城市总体规划（2017-2035）》的产业发展规划要求。

图 2.5.1-6a　惠来县城市总体规划

图 2.5.1-6b　县域综合交通体系规划图

（14）《揭阳市综合交通运输体系发展“十四五”规划》

根据《揭阳市综合交通运输体系发展“十四五”规划》：**推进港口建设。以发展能源、原材料运输为主，拓展石油产业链的中下游产品水运业务，适度发展公共物流码头，打造成为广东沿海地区性重要港口和大型工业港。推动揭阳港对接融入粤港澳大湾区世界级港口群，形成亿吨级港口群。**

本项目为以能源运输为主的码头，符合规划要求。

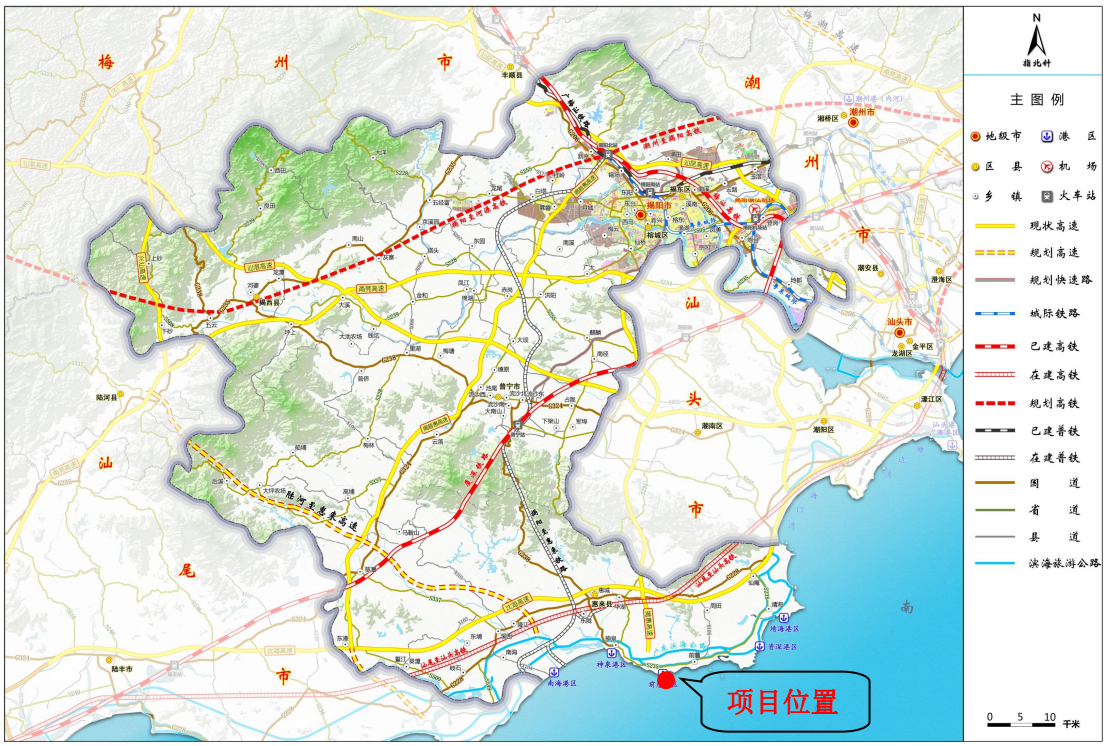


图 2.5.1-7　揭阳市综合交通网规划布局图

（15）广东省能源发展规划和能源高质量发展实施方案

根据《广东省能源发展“十四五”规划》《广东省推进能源高质量发展实施方案（2023-2025）》和《广东省发展改革委关于加快推动“先立后改”新增规划煤电建设增强电力供应保障能力的通知》，要以能源安全保障为首要任务，以能源绿色低碳为发展方向，保障煤炭长期稳定供应，**积极推进煤炭储运能力建设，建立以港口公共煤炭储运和电厂等大型用煤企业自有储备相结合的煤炭储备体系**，力争到 2025 年全省煤炭储备能力达到 3300 万 t。**合理建设先进支撑煤电**，逐步推进煤电从基础性电源向基础保障性和系统调节性电源并重转型。立足我国以煤为主的资源禀赋，“十四五”期间，按照“先立后改、超超临界、不选新址”的原则，推动新增煤电项目规划建设。**支持煤炭与煤电联营、煤电与新能源联营**，增强电煤供应保障能力。

2023 年 6 月 29 日，广东省发改委核准国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程。

本项目主要为前詹电厂提供煤炭运输，保障电煤稳定安全供应；同时，有利于提高全省沿海港口煤炭接卸和储运能力，符合广东省能源发展规划和能源高质量发展实施方案。

2.5.1.2 项目建设是保障前詹电厂煤炭运输需求，兼顾社会用煤需求，发挥煤炭、煤电兜底作用，确保经济社会发展用能需求的需要

2024 年国务院政府工作报告提出，要发挥煤炭、煤电兜底作用，确保经济社会发展用能需求。在新能源成为新型电力系统的主体电源之前，煤电仍将发挥能源电力安全“压舱石” 作用。2022 年为贯彻落实国家稳住经济大盘和能源电力保供的工作部署，发挥电力重大项目稳增长、促投资、保供电关键作用，广东省能源局启动了煤电项目优选工作，对优选项目提出了加快推进、在确保安全的前提下加快项目实施、尽早投产发挥保供作用的总体工作目标。为保障广东省中长期能源电力供应安全，发挥电力重大项目保供电、促投资、稳增长作用，“先立后改”加快煤电规划建设，2023 年 6 月 29 日，广东省发改委核准国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目，该项目的建设具有十分重大的现实意义：满足广东省电力快速增长需求，缓解珠东符合中心地区的供电压力；促进电源分布在东西两翼的发展；促进粤东地区及揭阳市经济发展，符合区域协调发展战略。根据建设计划，1 号机组将于 2025 年 12 月 30 日投产，2 号机组将于 2026 年 2 月底投产，年煤炭需求量约 400 万 t。

目前，前詹作业区仅建成粤东 LNG 码头，在建的通用码头一期工程建设规模为 1 个 7 万吨级、1 个 3 千吨级和 1 个工作船泊位，年设计通过能力 350 万 t，主要为惠来临港产业园提供公共运输服务，承担钢铁、建材、机械设备、重大件等散杂货运输，兼顾少量公共煤炭接卸，由于不是专业化的煤炭接卸码头，该码头装卸工艺和设备配置无法保障电厂煤炭稳定、安全、高效、低成本接卸运输需求，需要新建专业化的煤炭接卸码头。因此，本项目是保障前詹电厂煤炭运输需求，兼顾腹地其他用户用煤需求，发挥煤炭、煤电兜底作用，确保经济社会发展用能需求的需要。

2.5.1.3 项目建设是积极扩大有效投资，完善粤东沿海煤炭运输系统的需要

2022 年 4 月 26 日，中央财经委员会第十一次会议研究了全面加强基础设施

建设问题。会议强调要适度超前，布局有利于引领产业发展和维护国家安全的基础设施，加快建设国家综合立体交通网主骨架，加强沿海和内河港口航道规划建设，优化提升全国水运设施网络。2022 年 5 月 31 日，国务院印发《扎实稳住经济一揽子政策措施的通知》，提出要加快推动交通基础设施投资。要提高煤炭、原油等能源储备能力。2023 年 12 月中央经济工作会议提出，2024 年要坚持稳中求进、以进促稳、先立后破。要着力扩大国内需求，要激发有潜能的消费，扩大有效益的投资，形成消费和投资相互促进的良性循环。推动城乡融合、区域协调发展。积极融入和服务构建新发展格局，优化重大生产力布局。2024 年 2 月 23 日，中央财经委员会第四次会议强调，降低全社会物流成本是提高经济运行效率的重要举措，统筹规划物流枢纽，优化交通基础设施建设和重大生产力布局，大力发展临空经济、临港经济。

港口是基础性、枢纽性设施，是经济发展的重要支撑，《水运“十四五”规划》提出要适度超前建设国家粮食、能源、战略性矿产资源接卸储备中转基地。《广东省能源发展“十四五”规划》提出，要增强煤炭储备条件能力，提高港口、铁路转运能力，加强沿海港口集疏运系统建设，增强码头煤炭集疏运能力、存储能力、接卸中转能力，到 2025 年全省煤炭储备能力达 3300 万 t。《广东省港口布局规划（2021-2035）》对揭阳港的功能定位是：是广东省沿海地区性重要港口和地区综合运输体系的重要枢纽，以能源、原材料和散杂货运输为主。

粤东地区是承接全省产业梯度转移的主战场，随着粤东地区经济社会加快发展，特别是临港产业的集聚发展，煤炭消费需求总体将继续保持增长。目前，粤东沿海地区煤炭接卸码头主要以沿海电厂自用码头为主，缺少大型公共煤炭接卸码头。本项目的建设将进一步完善粤东沿海煤炭运输系统，提高公共煤炭码头接卸能力，除保障前詹电厂一期机组用煤安全外，还将承担揭阳、梅州等腹地煤炭运输需求，降低腹地用户煤炭物流成本，保障煤炭供应安全。

因此，本项目是积极扩大有效投资，加强揭阳港基础设施建设，完善粤东沿海煤炭运输系统的需要。

2.5.1.4 项目建设是揭阳市加快构建新发展格局，推进现代化产业体系建设的需要

2024 年国务院政府工作报告提出，要大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力。增强产业链供应链韧性和竞争力，培育壮大先进制造业集群，创建国家新型工业化示范区。揭阳市是广东省“一核一带一区”区域发展新格局

的重要节点，是潮汕揭都市圈的重要组成。当前，揭阳市正以“大南海石化工业区惠来临港产业园、揭阳高新区”为重点，高质量建设承接产业有序转移主平台，聚焦绿色石化、海上风电、智能装备制造、新能源、新材料等产业方向，打造绿色石化、海上风电两大万亿级战略性支柱产业集群。

港口是临港产业发展的重要支撑，对优化重大生产力布局具有重要的作用。

揭阳是广东省沿海经济带建设的主战场，近年来，在大南海石化工业区和惠来临港产业园临港产业的带动下，揭阳港基础设施水平发生了巨大变化，全港进入快速建设发展期，但目前揭阳港建设规模和发展能级仍难以适应临港产业和腹地经济社会发展需要，需要进一步加快大型化、专业化、现代化的公共码头建设，充分发挥港口在推进城市经济社会发展和优化重大生产力布局方面的积极作用。

本项目的建设，有利于揭阳市加快构新发展格局，推进现代化产业体系建设，吸引临港产业集聚发展，保障临港企业原材料和产成品运输需求，降低物流成本；同时，有利于推动港口与城乡建设、产业布局的有效衔接，促进要素资源集聚，服务临港产业升级，推动粤东新城的建设，促进港产城融合发展。

综上分析，本项目建设是十分必要和迫切的。

2.5.2 项目用海必要性

本项目用海构筑物主要包括码头平台、前沿变电所平台、引桥、引桥转角平台等。

拟建电厂一期工程的耗煤量为390万t/年，由于燃煤陆运成本高于海运，目前大型滨海电厂基本采用海运方式运输燃煤。本项目燃煤主要由海运至电厂，通过卸煤机及输煤皮带运至厂区煤场。由于通用码头不足以支撑电厂机组燃煤卸船要求，因此，需要配套建设1个7万吨级煤码头（广东同等级电厂配套码等级一般为7万吨级、10万吨级头）以接卸燃煤。码头需要平台布置卸煤机及输煤皮带机栈桥等。

由于码头离岸布置，需要通过引桥布置输煤皮带机，以将煤炭输送至电厂厂区，因此引桥用海也是必要的。

为保证码头的安全、正常运行，前沿变电所平台、引桥转角平台等用海也是必要的。

码头必须配套港池、调头水域使船舶安全进出港区和靠泊，以保证码头的正

常运营等，连接水域水深不足部分必须进行疏浚以满足船舶进出港要求。因此，**码头构筑物、港池、调头水域、港区疏浚用海是必要的。**

综上，本项目用海是必要。

由于本项目是在揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已申请的港池用海范围内建设码头工程，因此本项目的港池用海以及疏浚用海由于用海方式等级与当前已批的用海方式相同或者较低，不再进行申请；仅申请码头、引桥等永久构筑物以及施工栈桥、平台等透水构筑物用海。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

本项目位于揭阳市惠来县，沟疏村与赤澳村之间、神泉湾东侧，海洋资源情况针对该海域进行分析。

3.1.1 港口资源

（1）港口

根据《揭阳港总体规划（2035 年）》，揭阳港划分为惠来沿海港区和榕江港区。惠来沿海港区包括南海作业区、神泉作业区、前詹作业区、资深作业区、靖海作业区；榕江港区包括仙桥作业区、炮台作业区、石头作业区、青屿作业区、地都作业区和光大枫口作业点，并在南河、北河等合适位置规划游船游艇码头岸线。榕江南河、北河其他区域的码头，规划中期暂保留，逐步、有序至规划远期取消货运功能。取消货运功能的码头泊位岸线可作为休闲旅游客运码头岸线进行开发利用。

揭阳港现有泊位主要分布在榕江港区和惠来沿海港区的靖海作业区、前詹作业区。至 2021 年底，揭阳港共有生产性泊位 44 个，万吨级以上泊位 3 个，主要为通用、石化、煤炭等泊位，年货物通过能力 3413 万吨。

揭阳港惠来沿海港区共有生产性泊位6个，其中万吨级以上泊位3个，年货物通过能力1765万吨，具体情况见表3.1.1-1。

表 3.1.1-1　2021 年底揭阳港惠来沿海港区码头泊位情况表

码头名称	作业区	吨级	主要用途	年通过能力（万吨）
粤东 LNG 接卸泊位	前詹	15 万总吨	LNG	600
粤东 LNG 件杂货泊位	前詹	3 千吨级	件杂货	
粤电煤码头 1#	靖海	10 万吨级	煤炭	638
粤电煤码头 2#	靖海	10 万吨级	煤炭	487
粤电综合码头	靖海	3 千吨级	通用散货	40
神泉港务码头	神泉	500 吨级	造船配件	

图3.1.1-1　惠来沿海港区规划布置图

南海作业区中委合资广东石化2000万吨/年重油加工工程项目配套码头工程（产品码头部分）于2023年4月通过验收投入运行。产品码头建设规模为1个10万吨级、2个3万吨级、2个1万吨级、3个5千吨级成品油及液体化工码头泊位和1个2万吨级、1个5千吨级通用泊位及相应配套设施，设计年通过能力为1337万吨，建设3个工作船泊位。2024年2月，揭阳港南海作业区码头项目2号港池通用、LPG和液体散货3个码头同时全面开工。

资深作业区中委合资广东石化2000万吨/年重油加工工程项目配套码头工程（原油码头部分）已投入运行。原油码头建设规模为1个30万吨级泊位（水工结构按40万吨油轮设计）和引桥及防波堤等相应配套设施，设计年通过能力为2000万吨。

前詹作业区现有1个15万总吨的LNG接卸泊位，通过能力600万吨。在建项目为中电投揭阳港前詹作业区通用码头一期工程，建设1个7万吨级通用泊位（水工结构按靠泊15万吨级船舶设计），1个3千吨级通用泊位（水工结构按靠泊7万吨级船舶设计）及1个工作船泊位。

靖海作业区现有粤电惠来电厂码头工程，建设7万吨级和10万吨级煤炭泊位（结构按15万吨级设计）各1个，3千吨级综合码头1个，另外配套建设防波堤等相应设施，年设计通过能力为1125万吨。

神泉作业区现有神泉港务管理所码头位于神泉海湾内，原龙江河入海口处，惠来县的主要渔港兼货运港。内港现有码头 1 座，两个泊位均为 500 吨级。

（2）航道

根据《揭阳港总体规划（2035年）》，惠来海域航道规划如下：

1）南海作业区

南海作业区第一作业区进港航道规划为10万吨级航道，满足100,000DWT油船乘潮通航和50,000DWT级油船满载通航要求。航道通航宽度为293m，设计底高程为-16.1m，轴线方位角10°0'0″～190°0'0″。

南海作业区第二作业区进港航道规划为10万吨级航道，满足70,000DWT散货船、100,000DWT油船满载乘潮通航要求。航道通航宽度为265m，设计底高程为-16.1m，轴线方位角10°0'0″～190°0'0″。

2）神泉作业区

神泉作业区进港航道规划为10万吨级航道，满足80,000GT客轮满载乘潮通航要求。航道通航宽度为180m，设计底高程为-9.8m，轴线方位角30°0'0″～210°0'0″。

3）前詹作业区

前詹作业区第一作业区进港航道规划为15万吨级航道，满足26.6万m³ LNG船满载全潮通航。航道通航宽度为345m，设计底高程为-14.7m，轴线方位角0°0′0″～180°0′0″。

前詹作业区第二作业区进港航道规划为20万吨级航道，满足20,000DWT散货船满载乘潮通航。航道通航宽度为242m，设计底高程为-20.2m，轴线方位角35°00′00″～215°00′00″。

4）资深作业区

资深作业区进港航道规划为30万吨级航道，满足300,000DWT油船满载乘潮通航要求。航道通航宽度为320m，设计底高程为-24.0m，轴线方位角65°0′0″～245°0′0″。

5）靖海作业区

靖海作业区进港航道规划为15万吨级航道，满足150,000DWT散货船满载乘潮通航要求。航道通航宽度为242m，设计底高程为-19.4m，轴线方位角168°0′0″～348°0′0″。

揭阳港惠来沿海港区现有5条航道分别是10万吨级靖海作业区进港航道（惠来电厂航道）、前詹作业区进港航道（LNG接卸码头航道）、南海作业区1#港池进港航道、前詹作业区进港航道、资深作业区原油码头进港航道。

表 3.1.1-1　揭阳港沿海航道现状表

序号	航道名称	长度（km）	宽度（m）	底标高（m）	维护标准
1	靖海作业区进港航道	6.8	200	-16.1	乘潮 100000 吨级
2	前詹作业区 LNG 码头进港航道	2.4	345	-14.7	乘潮 150000 吨级

南海作业区 1#港池航道按单向通航 5 万吨级油船考虑，分为两段布置，外段底宽为 190m，底标高为-13.5m，长度为 2270m；内段长度为 730m。

前詹作业区航道为中电投揭阳前詹电厂 2×100 万千瓦燃煤发电工程配套码头工程和通用码头一期工程共用航道，航道总长 4177m，其中外海段长 2712m，进港段长 1465m，航道有效宽度 190m，防波堤口门处拓宽至 250m，设计底标高-15.7m。

资深作业区航道为 30 万吨级原油码头进港航道，底宽为 320m，底标高为-24.0m，长度为 2900m。

（3）锚地

揭阳港外海共设有 10 个锚地，榕江港区共设有 2 个锚地，总面积 73.602km^2，均为天然状态。2010 年《揭阳港总体规划》规划布置的海门湾锚地、惠来石化锚地、靖海锚地、前詹锚地、澳角锚地等 5 个外海锚地和光裕锚地、公共锚地等 2 个榕江锚地，总面积 42.732km^2。2016 年《揭阳港惠来沿海港区南海作业区规划方案》规划南海作业区新增锚地 5 处，锚位数 38 个，总面积约 30.87km^2。

表 3.1.1-2　揭阳港锚地现状表

锚地名称	功能	设计水深（m）	面积（km^2）	备注
海门湾锚地	候泊	-18	12.56	外海
惠来石化锚地	候泊	-18	12.56	外海
靖海锚地	候泊	-27	7.06	外海
前詹锚地	候泊	-18	7.06	外海
澳角锚地	候泊	-9	3.14	外海
光裕锚地	候泊	-11.0	0.176	榕江
公共锚地	候泊	-11.0	0.176	榕江
1#锚地	引航、联检、待泊	-11~-17	3.43	外海
2#锚地	引航、联检、待泊	-15~--19	6.86	外海
3#锚地	引航、联检、待泊	-15~-18	6.86	外海
4#锚地	引航、联检、待泊、候潮	-27~-30	6.86	外海
5#锚地	航、联检、待泊、候潮	-28~-31	6.86	外海

3.1.2　海岛

根据《惠来县国土空间规划》，全县有无居民海岛 155 个。划入保护类海岛共 103 个。

项目附近的海岛资源分别叙述如下。

沟疏岛地理位置坐标为 116°22′41.98″E，22°55′41.99"N，位于本工程西南侧约 1.4km 处，近岸距离 0.19km，岸线长度 61m，高程 2.2m，面积 273.2m^2，物质类别为基岩，海岛类别为未开发无居民海岛。

砻齿礁地理位置坐标为 116°22′41.98″E，22°55′41.99"N，位于本工程西南侧约 1.3km 处，近岸距离 0.13km，岸线长度 78.3m，高程 1.6m，面积 251.9m^2，物质类别为基岩海岛类别为未开发无居民海岛。

大堆尾岛地理位置坐标为 116°23'24.00"E，22°55'54.00"N，位于本工程东南侧约 0.4km 处，近岸距离 0.17km，岸线长度 50.4m，高程 1.8m，面积 181.2m^2，物质类别为基岩海岛类别为未开发无居民海岛。

南心仔岛地理位置坐标为 116°23'17.98"E，22°55'54.00"N，近岸距离 0.19km，岸线长度 49m，高程 3.8m，面积 151.5m^2，物质类别为基岩，海岛类别为未开发无居民海岛南心仔岛处于通用码头项目范围内，根据《揭阳港前詹作业区通用码

头一期工程南心仔岛礁保护方案》，在南心仔岛周边 15m 处建设一圈护岸进行围闭，并在护岸底部设置 4m×4m 箱涵连接至东护岸外侧水域，确保水体流通，保持海岛的生态功能。

根据《惠来县国土空间规划》，沟疏岛、砻齿礁、南心仔岛为适度利用类（交通），大堆尾岛为保留类，沟疏角岛为保护类。

图 3.1.2-1 项目周边岛礁分布示意图

3.1.3 岸线资源概况

根据《揭阳港总体规划（2035 年）》，惠来沿海岸线自然长度 111.5km，从西到东，从南到北，利用规划如下：

南海作业区岸线，长5.5km，岸线顺直，规划作为港口岸线。

上村到盐岭河口段岸线，长3.9km，岸线顺直，位于南海作业区和神泉作业区之间，规划作为自然岸线。

盐岭河下游右岸段岸线，其岸线长1.3km，该段岸线河面较有限，规划作为自然岸线。

盐岭河下游左岸段岸线，长2.8km，该段岸线未开发，处于神泉湾内，河面较有限，规划作为自然岸线。

神泉作业区段岸线，长2.5km，规划作为港口岸线；神泉作业区外堤段岸线，长2.8km，规划作为神泉作业区港口岸线。神泉作业区港口岸线总长度为4.3km。

澳角段岸线，长1.0km。岸线未开发，位于神泉作业区和前詹作业区之间，规划作为自然岸线。

东坑仔至前詹段岸线，长5.7km，规划前詹作业区港口岸线2.4km，其余为自然岸线。

石碑山至资深段岸线，长5.2km，规划资深作业区港口岸线1.0km，其余为自然岸线。

靖海湾西岸线，长2.4km，规划作为自然岸线。

靖海湾东岸线，长5.0km，规划作为靖海作业区港口岸线。

客鸟尾北段岸线，长6.2km，规划作为自然岸线。

客鸟尾以北至旗尾岸线，长3.3km，规划作为自然岸线。

仙庵南段岸线，长1.4km，规划作为自然岸线。

仙庵北段岸线，长1.5km，规划作为自然岸线。

3.1.4 滩涂资源

根据《揭阳市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，揭阳市拥有丰富的水域滩涂资源，包括内陆水域滩涂和海域，现已开发浅海滩涂利用面积 1290 公顷，滩涂主要分布于榕江、鳌江河流出海口和沿海近岸浅滩。惠来县是揭阳市最大的沿海城市，陆地除了内陆水域滩涂 10567 公顷外，还包括沿海滩涂 660 公顷。

3.1.5 旅游资源

根据惠来县人民政府网（http://www.huilai.gov.cn/zjhl/lyxx/content/post_52083.html），惠来县旅游资源如下：

惠来县地处粤东沿海，位于潮汕平原南部，北枕大南山，南临南海，拥有 109.5 公里海岸线，是揭阳市唯一的沿海县和海上交通门户。

惠来旅游资源丰富，大小景点 189 处之多，以港湾、寺庙、山林见长。

惠来滨海资源优越，蓝天、碧海、白沙、细浪，风清云淡，景色怡人！这里有神秘传奇的“海角甘泉”和“独脚联”、如梦如幻的“海市蜃楼”、见证抗击外敌历史的“澳角炮台”、亚洲第一高的“航标灯塔”、大自然鬼斧神工的佳作“客鸟尾石笋”、固守海疆的明朝“靖海古城墙”等滨海胜景！这里的国家 AAA 景区惠来海滨度假村、金海湾植物园是品海听涛、休闲度假的绝佳去处！

惠来山地文化和生态环境丰富多彩，大南山峰峦叠翠，云雾缭绕，景色迷人！有黄光山佛光寺、龙藏洞赤松观黄大仙庙、六大古岩寺、彭湃革命活动遗址等，宗教圣地与红色历史文化旅游资源交相辉映，原生态的山地环境是您身心休憩的最佳选择。

惠来民俗文化和建筑景观源远流长，世铿院、大庚园、锦华公园等将独特的潮汕民俗文化风情和建筑景观融合交汇，彰显浓厚的潮商文化底蕴！

3.1.6 矿产资源

根据《揭阳市矿产资源总体规划（2021～2025 年）》（揭市自然资发〔2022〕10 号），截至 2020 年底，揭阳市已发现矿产 18 种，其中包括能源矿产 2 种，矿产地 9 处；金属矿产 8 种，矿产地 11 处；非金属矿产 7 种，矿产地 34 处；水气矿产 1 种，矿产地 3 处。

金属矿产中有开采价值的主要有钛铁矿、铜、铅、锌、锡、稀土等，其中稀土矿和铜矿属本市优势矿产。揭阳市岩浆岩分布范围广，建筑用石料类矿产储量丰富。地热资源丰富，主要分布在揭西县和普宁市。矿泉水类型主要为构造裂隙水，偏硅酸型。

至 2020 年末全市登记采矿权总数 37 个，开采矿种 7 种。2020 年度建筑用花岗岩开采量为 113.9 万立方米、饰面用花岗岩为 5.2 万立方米。

3.1.7 海洋保护区、保护生物

（1）保护区

1）揭阳龙虾自然保护区

2010 年揭阳市人民政府以《关于同意揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规

划的批复》（揭府函〔2010〕159 号），同意《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》实施。规划在惠来县前詹镇附近海域建设揭阳市龙虾市级自然保护区，

2）揭阳市海龟、鲎市级自然保护区

2010 年 8 月揭阳市人民政府以《关于同意揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划的批复》（揭府函〔2010〕159 号），批复了揭阳市海洋与渔业自然保护区规划。在该规划中，揭阳市海龟、鲎市级自然保护区位于惠来县前詹镇附近海

3）揭阳市神泉渔业市级自然保护区

2010 年揭阳市人民政府《关于同意揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划的批复》（揭府函〔2010〕159 号），同意《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》的实施。该规划在惠来县神泉镇附近海域建设揭阳市神泉渔业市级自然保

（2）保护生物

海域曾有珍稀濒危生物海龟、鲎、锦绣龙虾和中国龙虾的出现记录，但两次海洋生态生物资源调查过程中均未出现。

根据《国家重点保护野生动物名录》（2021 版），海龟是我国一级重点保护的野生动物；鲎属于二级重点保护野生动物，锦绣龙虾是二级重点保护的野生动物。

1）海龟

海龟是我国一级重点保护的野生动物，我国主要分布于西沙群岛、海南岛、广东、广西、台湾、福建、浙江、江苏和山东沿海地区。**根据《广东省海洋环境保护规划》研究成果，以及南海水产研究所调查资料，海龟在广东省的主要活动地区为大亚湾、红海湾、汕头。**我国已于 1985 年在广东惠东县港口镇海龟湾建立了国家级海龟自然保护区。惠来县曾有海龟的分布。

大多数的海龟生存在比较浅的沿海水域、海湾、泻湖、珊瑚礁和流入大海的河口。不同种类和同一种类内部不同群体的海龟有着各自的迁徙习惯。

海龟生活于近海上层。以鱼类、头足纲动物、甲壳动物以及海藻等为食。每年 4～10 月为繁殖季节，常在礁盘附近水面交尾，需 3～4 小时。雌性在夜间爬到岸边沙滩上，先用前肢挖一深度与体高相当的大坑，伏在坑内，再以后肢交替挖一口径 20cm、深 50cm 左右的“卵坑”，在坑内产卵。产毕以砂覆盖，然后回到海中。每年产卵多次，每产 91～157 枚。卵白色，圆形，径 41～43mm，壳革质，韧软。孵化期 50～100 天。

根据广东省海洋与渔业局调查结果，本海域曾经跟踪到的海龟活动路线见图 4.4.2-4。本项目所在海域不属海龟常出现海域。

图 **3.1.7-1a**　海龟出现海域分布示意图

图 **3.1.7-1b** 海龟出现海域分布示意图

2）鲎

鲎 *Tachypleus tridentatus* 属于二级重点保护野生动物，具有重要的学术研究价值，有“活化石”之称，同时还具有较高的药用价值。我国主要分布于浙江、福建、台湾、广东、广西沿海。惠来海区有鲎分布的记录。

鲎栖息于沙质海底，昼伏夜出，大部分时间营底栖潜居生活，通常小个体生活在岸边沙滩中，随着年龄的增长，个体大的逐渐移向浅海。鲎不作长距离洄游，每年 11 月随着水温下降由浅海游向较深水域越冬，翌年 4 月～5 月又从深水区游向浅海，繁衍后代，繁殖期 5 月～8 月。春夏之交繁殖，雄体爬在雌体上游泳，被称为“海底鸳鸯”。

鲎为雌雄异体，雌体比雄体大，成年雌体重约 4kg，雄体重约 1.8kg。雌体背负雄体，成对栖息、爬行、游动，称为海中鸳鸯。受精卵经过 5～6 周孵化成为幼虫，初孵幼虫长 7cm～8cm，称为三叶幼虫，幼虫经第一次蜕皮后长成幼鲎，从幼鲎到达性成熟，约需 4～5 年，蜕皮 13～14 次。

中国鲎：体呈瓢状，由头胸部、腹部和尾剑三部分组成，头胸甲长 30～40 厘米，甲面凹凸，青褐色。尾刺能自由运动，当背部贴地时常用此尾使身体翻转。头胸甲隆起线的中央突起外侧各有一个复眼。头胸甲与体后部背甲交接处有关节，可使腹部向前屈曲。头胸甲腹面有 6 对胸肢，雌性前 5 对肢端为钳状，雄性的第二、三对为钩爪形。腹部腹面有 6 对腹肢。我国沿岸均有分布。浙江以南的近岸浅海中较多。生活在近海多藻类的砂质海底。尤其在舟山海域繁殖季节（5～8 月）常呈双结对雌雄两个体爬行于沿岸沙滩上，极易捕捉。

南方鲎：是国家二级海洋保护动物，它是一种节肢动物，全身褐色，外形像个瓢，尾部长有一条细长的剑状尾巴，一般雌体身长约 43cm，雄体 33cm，头胸甲隆起较低，呈圆弧形，背面平滑无小刺，缘刺和东方鲎相似，不同的是雌体的第四、五、六缘刺并无明显退化。生活在海底。产卵期是 6 月下旬起到 8 月下旬，大涨潮前后几天的满潮时。小潮原则上不产卵。卵产在砂中。大多数鲎在最高满潮前一个小时到砂地开始产卵行动。先是雌鲎用足挖穴，在深约 10 至 15cm 的地方产卵，这时背上的雄鲎排精。第一次产卵后，它们前进 10 至 15cm，重复前面的动作，这样产卵几次至十几次。雌鲎前进时挖的沙，刚好埋上身后的洞穴。满潮一小时后，大多数鲎夫妇停止产卵游归大海。砂中的卵 6 至 8 周后孵化，孵出后留在原地过冬，第二年初夏，由砂中走出，经脱皮，变为第二龄。南方鲎在医学上有药用功能，以尾状刺及其腹内鲎珠入药。

根据南海水产研究所调查资料，中国鲎分布于长江口以南的东海和南海海域，南方鲎分布于广东湛江东海岛以南的南海海域。中国鲎的活动区域较为分散，实地走访的当地渔民和调查问卷表明在沿海和海岛沙滩上很少观察到有中国鲎出现。

本项目取排水口所在海域不属鲎常出现海域。

3.1.7-2

3）龙虾

龙虾是节肢动物门甲壳纲十足目龙虾科 4 个属 19 种龙虾的通称。又名大虾、龙头虾、虾魁、海虾等。它头胸部较粗大，外壳坚硬，色彩斑斓，腹部短小，体长一般在 20cm～40cm 之间，重 0.5kg 上下，是虾类中最大的一类。最重的能达到 5kg 以上，人称龙虾虎。体呈粗圆筒状，背腹稍平扁，头胸甲发达，坚厚多棘，前缘中央有一对强大的眼上棘，具封闭的鳃室。主要分布于热带海域，是名贵海产品。中国已发现 8 种，以中国龙虾产量较大。

中国龙虾，呈橄榄色，产于广东沿海一带，体形较大，产量也较大；锦绣龙虾，有美丽五彩花纹，最大可达 4kg～5kg，产于浙江舟山群岛一带，产量不大。

龙虾主要生活于热带沿岸浅海的礁岩间，白昼潜伏于岩缝间或石下，夜间觅食活动，行动缓慢，多为杂食性。龙虾有很强的趋水流性，喜新水活水，逆水上溯，且喜

集群生活。龙虾生长适宜水温为 24℃～30℃，当温度低于 20℃或高于 32℃时，生长率下降，水温 15℃以下时幼体成活率极低。龙虾适宜 pH 值范围为 5.8～9，但在繁殖孵化期要求 pH 值为 7.0 左右，溶氧量 3mg/L 以上。

繁殖：龙虾 9～12 月龄成熟，交配季节一般在 4 月下旬～7 月，群体交配的高峰期在 5 月。交配时雌虾仰卧水面，雄虾位其上以龙足钳住雌虾前足，步足抱住雌虾将交接器插入雌体，交配时间 10～30 分钟。交配后 3～10 小时，雌虾开始产卵，为一次性产卵，产出的卵粘附在腹足的刚毛上。抱卵量约 500-1500 粒，随个体大小而异。胚胎发育长短与水温高低密切相关，水温较高孵化时间短，水温较低则孵化时间延长。孵化出的稚虾仍附于亲虾的游泳足上，在母体的保护下生长一段时间。在母体的腹部泳足上都附有生长到不同阶段的龙虾幼虾，最大的龙虾幼体体长达 1.0～1.1cm。从第一年初秋龙虾稚虾孵出后，龙虾幼体的生长、发育和越冬过程都是附生于母体腹部，到第二年春季才离开母体生活。龙虾这种繁育后代的方式，保证了后代很高的成活率。

产卵：龙虾属一年多次产卵类型。水温升至 20℃以上时，亲虾便开始产卵，产卵季节在粤东地区可持续 6 个月之久，一年可产卵 3～4 次。产卵量随个体大小和性腺发育程度而异，一般每次产卵 300～1000 粒。个体较大的雌虾怀卵量多些。

龙虾在礁区周围有分布，主要产于惠来县靖海镇。本项目取排水口所在海域未见龙虾分布。

3.1.8 典型生态系统

《海洋生态修复技术指南（试行）》提出典型生态系统修复的生态修复措施与基本要求，其中典型生态系统包括红树林、盐沼、海草床、海藻场、珊瑚礁、牡蛎礁等。本项目位于揭阳市惠来县沟疏村与赤澳村之间、神泉湾东侧，即揭阳港惠来沿海港区前詹作业区，本项目论证范围以用海外缘线为起点，向外扩展 15km，总面积约 550km^2，根据现有资料和遥感影像识别，论证范围内仅未发现红树林、盐沼、海草床、海藻场、珊瑚礁、牡蛎礁等典型生态系统分布。

3.1.9 渔业资源

3.1.9.1 调查方案

（1）调查时间与调查站位

调查时间为 共设渔业资源调查站位 14 个，具体调查站位详见表 3.2.5-1 和图 3.2.5-1。

（2）调查方法

1）鱼卵仔稚鱼

调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的相关规定进行样品的采集、保存和运输。定量采样：网具使用浅水Ⅰ型浮游生物网（水深＜30m）或大型浮游生物网（30m＜水深＜200m）垂直采样，由海底至海面垂直拖网。定性采样：采用拖网法，网具采用大型浮游生物网，于表层水平拖曳 10min 取得，拖速保持在 2 节左右。海上采得的浮游生物样品按体积 5%的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

2）游泳动物

游泳生物调查按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

①调查船舶要求：游泳生物调查船应由专业调查船承担，或选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，调查船舶应具备能在调查海区中定位的卫星定位仪、能在调查海区与陆地基地联络的通讯设备，性能良好的探鱼仪和雷达，能随时观察曳网情况的网位仪，与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备，具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。

②调查工作流程：采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置 2n mile～3n mile 处放网，拖速控制在 2kn～3kn 左右，经 1h 后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳纲投放，曳纲着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳纲时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新

拖网。

③样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量（kg）。渔获物总质量在 40kg 以下时，全部取样分析；渔获物大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg）。

（3）计算方法

1）鱼卵仔稚鱼密度

水平拖网密度计算公式为：

$$N=\frac{n}{t\times V\times S}$$

式中：

N—鱼卵仔稚鱼密度（ind/m^3）；

n—每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为（ind）；

S—网口面积（m^2），S 大型浮游生物网=0.5m^2；

t—拖网时间（h）；

V—拖速（m/h）；

垂直拖网密度计算：

$$N=\frac{n}{S\times L}$$

式中：

N—鱼卵仔稚鱼密度（ind/m^3）；

n—每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为（ind）；

S—网口面积（m^2），S 浅水Ⅰ型网=0.2m^2；

L—采样绳长（m），垂直拖网 L=水深-2m。

2）渔业资源密度

资源数量的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度。

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

式中：

S—重量密度（kg/km^2）或个体密度（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—平均重量渔获率（kg/h）或平均个体渔获率（ind/h）；

E—逃逸率（取 0.5）。

3）游泳生物优势种

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*，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。

$$IRI = （N+W）F$$

式中：

N—某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F—某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

3.1.9.2 渔业资源现状调查结果与分析

（1）鱼卵仔稚鱼

1）种类组成

本次鱼卵仔稚鱼水平拖网的 14 个样品中，共出现了鱼卵 14 种，其中包括鲈形目 5 种，鲱形目 4 种，鲽形目和灯笼鱼目各 2 种，鲉形目 1 种；仔稚鱼 4 种，其中包括鲈形目 3 种和鲱形目 1 种。

2）数量分布

调查 14 个站位的鱼卵仔稚鱼定量拖网共采到鱼卵 239ind，仔稚鱼 7ind，鱼卵平均密度为 7.094ind/m^3，仔稚鱼平均密度为 0.241ind/m^3。SQ07 鱼卵密度最高，为 65.625ind/m^3，其次是 SQ06，密度为 11.279ind/m^3，鱼卵在本次调查的 12 个站位出现；SQ06 仔稚鱼密度最高，为 1.504ind/m^3，其次是 SQ21，密度为 0.769ind/m^3，仔稚鱼在本次调查的 4 个站位出现。

表 3.1.9-1 鱼卵仔稚鱼密度及其分布（垂直拖网）

3）主要种类的数量分布（水平拖网）

①鲷科 *Sparidae*

本次定性调查出现的鲷科鱼卵共有 1402 粒，出现在 11 个站位，平均密度为 0.413ind/m^3，鲷科鱼卵在调查海域中 SQ07 站位数量最多。

②鳀科 *Engraulidae*

本次调查出现的鳀科鱼卵共有 1469 粒，出现在 8 个站位，平均密度为 0.595ind/m^3，鳀科鱼卵在调查海域中 SQ06 站位数量最多。鳀科仔稚鱼共有 6 尾，出现在 3 个站位，平均密度为 0.006ind/m^3。

③鲹科 Carangidae

本次调查出现的鲹科鱼卵共有 926 粒，出现在 12 个站位，平均密度为 0.250ind/m^3，鲹科鱼卵在调查海域中 SQ06 站位数量最多。

（2）游泳生物

1）种类组成

此次项目船号为粤惠来渔 43009，使用的网具为网口宽 8.0m、网衣长 12.7m、网口目 30mm、网囊目 30mm 的底拖网，平均拖网船速控制在 2.7kn 左右。本次调查共捕获游泳动物 3 门 3 纲 13 目 49 科 104 种，其中：鱼类 64 种，虾类 17（其中虾蛄类 8 种），蟹类 16 种，头足类 7 种。

本次调查各站位出现的物种数量差异大，SQ21 位出现的种类数最多，有 44 种，SQ02 站位的出现的物种数最少，为 9 种。

2）渔获率

①总个体渔获率

本次调查该海区的渔业资源平均总个体渔获率为 413.43ind/h，范围为

（49.00~1011.60）ind/h。其中，鱼类平均个体渔获率为 117.14ind/h，占平均总个体渔获率的 31.40%；虾类平均个体渔获率为 271.16ind/h，占平均总个体渔获率的 62.01%；蟹类平均个体渔获率为 14.80ind/h，占平均总个体渔获率的 4.05%；头足类的平均个体渔获率为 10.33ind/h，占平均总个体渔获率的 2.55%。

②重量渔获率

本次调查该海区的渔业资源平均总重量渔获率为 4.721kg/h，范围为（0.811~10.328）ind/h。其中，鱼类平均重量渔获率为 2.220kg/h，占平均总重量渔获率的 47.99%；虾类平均重量渔获率为 1.931kg/h，占平均总重量渔获率的 40.03%；蟹类平均重量渔获率为 0.268kg/h，占平均总重量渔获率的 5.13%；头足类的平均重量渔获率为 0.302kg/h，占平均总重量渔获率分别的 6.85%。

3）资源密度

本次调查渔业资源平均重量密度为 291.650kg/km^2，范围在（40.547~954.893）kg/km^{2}之间，SQ21 号站最高，SQ06 号站最低；平均个体密度为 26.084×10^{3}ind/km^2，范围在（2.450～79.332）×10^3 ind/km^{2}之间，个体密度最高的站位为 SQ21 号站，最低为 SQ06 站位。

表 3.1.9-2 各站位渔业资源资源密度

③优势种

相对重要性指数显示，本次调查游泳动物优势种（IRI≥1000）共 3 种，分别为口虾蛄（Oratosquilla oratoria）（IRI=1035.02），鹰爪虾（Trachypenaeus curvirostris）（IRI=1100.64）和中华管鞭虾（Solenocera crassicornis）（IRI=2732.43）。

3.1.9.3 小结

本次鱼卵仔稚鱼调查共出现了鱼卵 14 种，鱼卵平均密度为 7.094ind/m^3，仔稚鱼平均密度为 0.241ind/m^3。

本次调查共捕获游泳动物 3 门 3 纲 13 目 49 科 104 种，其中：鱼类 64 种，虾类 17（其中虾蛄类 8 种），蟹类 16 种，头足类 7 种。渔业资源平均重量密度为 291.650kg/km^2，范围在（40.547~954.893）kg/km^2 之间；平均个体密度为 26.084×10^3ind/km^2，范围在（2.450～79.332）×10^3 ind/km^2 之间。游泳动物优势种共 3 种，分别为口虾蛄，鹰爪虾和中华管鞭虾。

3.1.9.4 产卵场

（1）主要产卵场分布

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），粤东南海中上层鱼类产卵场主要为：蓝圆鲹粤东外海区产卵场位于东经

，产卵期 3 月～7 月；蓝圆鲹粤东近海区产卵场位于东经

水深 40m～75m，产卵期 1 月～4 月；鲐鱼粤东外海区产卵场的位置位于东经

水深 90m～200m，产卵期 2 月～4 月。以上产卵场距离本工程距离很远，最近距离约 30km 以上。

图 **3.1.9-1a**　南海中上层鱼类产卵场示意图

图 **3.1.9-1b**　南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

（2）调查海区主要经济鱼类的产卵期

由于调查海域主要受沿岸的冲淡水和外海不同性质水团的相互影响，饵料生物丰富，是多种鱼类的索饵及产卵的主要场所之一。根据历年调查所掌握的资料，将调查海域主要经济鱼类的产卵期列于表 3.1.9-3。从表中可知，各种鱼类的产卵期延续较长，3 个月～8 个月不等，但主要产卵盛期集中在 3 月份～5 月份。

表 3.1.9-3 主要经济鱼类的产卵期

3.1.9.5 渔业生产现状

根据《2023 年揭阳统计年鉴》，2022 年渔业生产情况见表 3.1.9-4。

表 3.1.9-4 2022 年渔业生产情况

指标名称	计量单位	全 市（2022）	惠来县（2022）	全 市（2021）	惠来县（2021）
水产品总产量	吨	149090	87701	146428	86567
一、海水产品产量	吨	68124	68124	67583	67583
鱼类产量	吨	38280	38280	39219	39219
虾蟹类产量	吨	20551	20551	19913	19913 I √d Id
贝类产量	吨	3140	3140	2366	2366
藻类产量	吨	390	390	395	395
其他类产量（包括鱿鱼）	吨	5763	5763	5690	5690
二、淡水产品产量	吨	80966	19577	78845	18984
鱼类产量	吨	68432	17829	67408	17301
虾蟹类产量	吨	6489	1494	6185	1432
贝类产量	吨	131	9	133	9
其他类产量	吨	5914	245	5119	242

3.2 海洋生态概况

3.2.1 气候特征

参考《国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目环境影响报告书》（中国科学院南海海洋研究所，2023 年），引用项目附近惠来气象站（59317）的实测资料分析结果。

（1）气候特征统计

惠来气象站 2002 年-2021 年气象要素统计数据见表 3.2.1-1。

表 3.2.1-1 惠来气象站常规气象主要气候特征统计表（2002 年-2021 年）

序号	项目	统计结果	单位	序号	项目	统计结果	单位
1	年平均风速	2.5	m/s	7	年平均降水量	1726.9	mm
2	年平均气压	1010.6	hPa	8	最大年降水量	2681.3	mm
3	年平均气温	22.6	℃	9	最小年降水量	1037.7	mm
4	极端最高气温	38.4	℃	10	年日照时数	2120.3	h
5	极端最低气温	1.5	℃	11	年最多风向	ENE	/
6	年平均相对湿度	78.9	%	12	年均静风频率	4.7	%

（2）气候要素变化

惠来气象站气候要素变化统计见表 3.2.1-2。

表 3.2.1-2 惠来气象站近 20 年（2002-2021）累年逐月气候要素变化

月份 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均风速 m/s	2.6	2.6	2.4	2.3	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.6	2.6	2.7	2.5
平均气温℃	15.0	16.0	18.1	21.8	25.3	27.5	28.7	28.4	27.6	24.7	21.3	16.8	22.6
平均相对湿%	72.8	76.7	77.4	80.7	84.4	87.1	84.1	84.7	80.5	73.5	74.1	70.5	78.9
降水量 mm	29.9	29.0	57.5	144.6	250.0	387.3	255.5	294.9	145.7	50.4	47.3	34.8	1726.9
日照时数 h	153.2	124.8	124.3	135.2	163.6	183.3	258.5	222.2	212.9	211.8	171.9	164.9	2120.3

（3）气候要素变化

惠来气象站风向频率统计见表 3.2.1-3。月风向频率统计见表 3.2.1-4。

表 3.2.1-3 惠来气象站近 20 年（2002-2021）风向频率统计表

N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
5.5	11.4	17.1	18.2	9.3	4.8	2.4	2.6	5.0	4.6	3.3	2.9	2.4	1.7	2.0	2.1	4.7

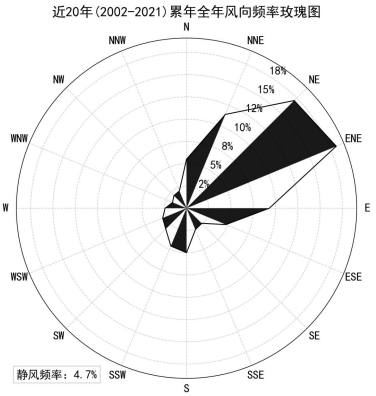


图 3.2.1-1 惠来气象站近 20 年（2002-2021）风向频率玫瑰图

表 3.2.1-4 惠来气象站近 20 年（2002-2021）月风向频率统计表

频率 月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
1	8	18	25	23	9	4	1	1	1	1	0	0	0	1	1	2	5
2	6	13	19	26	11	6	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	6
3	5	9	21	23	11	6	2	2	3	3	2	1	1	1	2	2	6
4	4	8	15	21	10	5	3	3	7	5	4	3	2	2	2	2	5
5	2	5	12	17	10	6	3	3	9	9	6	5	3	2	2	2	5
6	2	3	6	10	8	4	3	4	11	13	11	8	5	2	3	1	4
7	2	4	6	8	7	5	4	6	12	11	8	8	7	4	3	2	4
8	4	6	8	8	8	6	4	5	8	8	6	6	6	4	5	3	6
9	6	12	16	17	11	5	3	3	4	2	2	2	2	2	3	3	6
10	7	18	25	23	10	4	2	1	1	0	0	0	0	1	1	2	3
11	9	19	26	22	9	5	1	1	1	1	0	0	1	0	1	2	3
12	11	22	25	21	8	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	3	4

3.2.2 地形地貌和冲淤环境现状

3.2.2.1场地地形地貌

拟建码头位于前詹镇西侧，神泉湾东侧。工程区岸线基本呈东西走向，码头三面临海，北面受陆域掩护，20m 及 30m 等深线基本呈西南-东北走向，10m 等深线与岸线形状相似，距离陆岸前缘不足百米，工程海域水深条件良好，水深较深。

场地位于揭阳市惠来县前詹镇沙毛潭村对出海域，地势低平，属海相沉积平原地貌。勘察区间测得孔口地面标高-11.24～-12.80m。

3.2.2.2海域地质条件

（1）地层岩性

《揭阳港前詹作业区 13 号泊位（火电配套码头）可研及前期工作服务项目工程岩土工程勘察报告(可行性研究阶段) 》（中交四航局港湾工程设计院有限公司，2024 年 4 月）：根据钻孔揭露所取得的地质资料，将场地内岩土层自上而下划分为第四系海相沉积层（Q_4^m）、残积层（Q_{el}）和燕山期基岩（γ）共三大类。现分述如下：

1）第四系海相沉积层（Q_4^m）

根据土层种类、性状和埋藏情况等划分为 3 个亚层。分述如下：

淤泥（层号 1-1）：灰色，流塑，主要由黏粒及粉粒组成，粘性较好，用手捏有滑腻感、污手，含有机质，稍具臭味，下部局部为淤泥质土。该层在 MK1～MK3 钻孔有揭露，层顶标高-11.69～-12.80m，层厚 6.40～9.70m，平均 7.70m。该层取土样 6 组，根据室内土工试验结果，其主要物理力学性质指标平均值如下：天然含水量ω=58.65％，孔隙比 e=1.627，液性指数 IL=1.72，压缩系数

a1-2=0.96MPa -1，压缩模量 ES=4.79MPa；直接快剪黏聚力 C=5.2kPa，直接快剪内摩擦角Φ=4.6°。固结快剪黏聚力 C=8.7kPa，固结快剪内摩擦角Φ=14.2°。野外标准贯入试验 9 次，其实测击数 N′=1～2 击，平均 1.6 击。

粉砂（层号 1-2）：灰色，饱和，松散，主要由石英颗粒组成，分选性一般，均匀性差，局部夹黏土团块。该层仅在 YK1 钻孔有揭露，层面标高-11.24m，层顶埋深 0.00m，层厚 5.90m。

该层取土样 2 组，根据室内土工试验结果，其室内定名均为粉砂。野外标准贯入试验 2 次，其实测击数 N′=6～8 击，平均 7.0 击。

中砂（层号 1-3）：灰黄色，浅灰白色，饱和，稍密，矿物成分主要为石英，次为长石，级配差，含少量黏粒、粉粒。该层仅在 YK1 钻孔有揭露，层面标高-17.14m，层顶埋深 5.90m，层厚 1.80m。

该层取土样 1 组，根据室内土工试验结果，其室内定名均为中砂。野外标准贯入试验 1 次，其实测击数 N′=11 击。

2）第四系残积层（Qel）

砂质黏性土（层号 2-1）：灰黄色，灰白色，硬塑，黏性差，含有大量石英砂粒，砂粒含量约占 50%左右，为花岗岩风化残积土，遇水易软化。该层在 MK2、MK3、YK1 钻孔有揭露见到，层顶标高-18.10m～-21.39m，层顶埋深 7.00m～9.70m，层厚 1.70m～6.40m，平均 3.50m。

该层取土样 6 组，根据室内土工试验结果，其主要物理力学性质指标平均值如下：天然含水量ω=28.03％，孔隙比 e=0.931，液性指数 IL=0.34，压缩系数 a1-2=0.50MPa -1，压缩模量 ES=4.13MPa；直接快剪黏聚力 C=28.2kPa，直接快剪内摩擦角Φ=17.0°。野外标准贯入试验 5 次，其实测击数 N′=21～36 击，平均 28.2 击。

3）燕山期基岩（γ）

本次勘察揭露的燕山期基岩为花岗岩，勘察揭露深度范围内按其风化程度可分为全风化、土状强风化、碎块状强风化和中风化，分述如下：

全风化花岗岩（层号 3-1）：褐灰色，除部分石英颗粒外，大部分矿物已风化成土，有一定残余结构强度，岩芯呈坚硬土状，遇水易软化、崩解。该层在 MK2、MK3、YK1 钻孔有揭露，层顶标高-20.64m～-27.79m，层顶埋深 9.40m～16.10m，层厚 0.90m～12.60m，平均 5.57m。

该层取土样 7 组，根据室内土工试验结果，其主要物理力学性质指标平均值如下：天然含水量ω=20.83％，孔隙比 e=0.759，液性指数 IL=0.10，压缩系数 a1-2=0.42MPa -1，压缩模量 ES=4.83MPa；直接快剪黏聚力标准值 C=23.0kPa，直接快剪内摩擦角标准值Φ=18.0°。野外标准贯入试验 8 次，其实测击数 N′=45～67 击，平均 52.9 击。

土状强风化花岗岩（层号 3-2）：褐黄色，岩石风化强烈，岩芯呈半岩半土状，岩芯可用手掰碎，浸水易软化、崩解，岩体破碎，岩体基本质量等级V类。该层各钻孔有揭露，层顶标高-19.20m～-33.24m，层顶埋深 6.60m～22.00m，层厚 1.00m～7.30m，平均 3.73m。

该层取土样 6 组，根据室内土工试验结果，其主要物理力学性质指标平均值如下：天然含水量ω=16.88％，孔隙比 e=0.688，液性指数 IL=0.02，压缩系数 a1-2=0.47MPa -1，压缩模量 ES=3.78MPa；直接快剪黏聚力标准值 C=25.4kPa，直接快剪内摩擦角标准值Φ=21.0°。野外标准贯入试验 4 次，其实测击数 N′=72～79 击，平均 75.5 击。

碎块状强风化花岗岩（层号 3-3）：褐灰色，岩石风化较强烈，岩芯呈碎块状，岩块用锤轻击即碎，风化不均， 局部下部岩芯为柱状，近中风化岩。该层在 MK2、MK3、YK1 钻孔有揭露，层顶标高-25.33m～-40.54m，层顶埋深 13.50～29.30m，揭露厚度或层厚 0.70m～4.50m，平均 2.37m。

该层取 6 组块状岩芯进行点荷载试验，点荷载试验值换算成天然单值抗压强度值，其抗压强度为 7.6～17.1MPa，平均值 11.8MPa，标准值 9.0MPa。属软岩～较软岩，岩体破碎，岩体基本质量等级为V类。

中风化花岗岩（层号 3-4）：灰色，麻灰色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙较发育，裂隙面有铁锈渲染，岩芯多呈碎块状或短柱状，少量长柱状，锤击不易碎。该层在 MK1～MK3 钻孔有揭露见到，未揭穿，层顶标高-22.60～-33.89m，层顶埋深 9.80m～22.20m，揭露厚度 3.20m～9.00m，平均 5.80m。

该层取岩样 2 组进行饱和单轴抗压强度试验，其饱和抗压强度为 37.0～46.1MPa，平均 41.3MPa；属较硬岩，岩体较破碎，岩体基本质量等级为IV类。

（2）工程区地质剖面图

工程区地质勘测点见图 3.2.2-1，剖面图如图 3.2.2-2 所示。

图 3.2.2-1 钻孔布置示意图

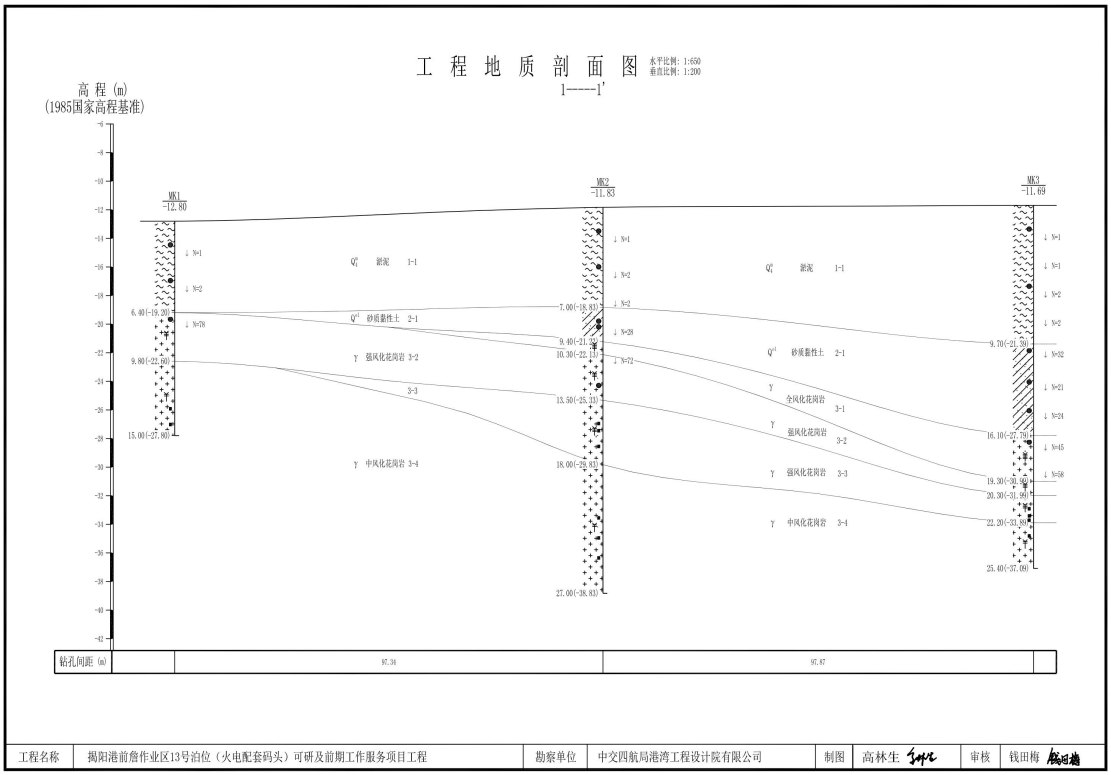


图 3.2.2-2 码头处地质剖面图

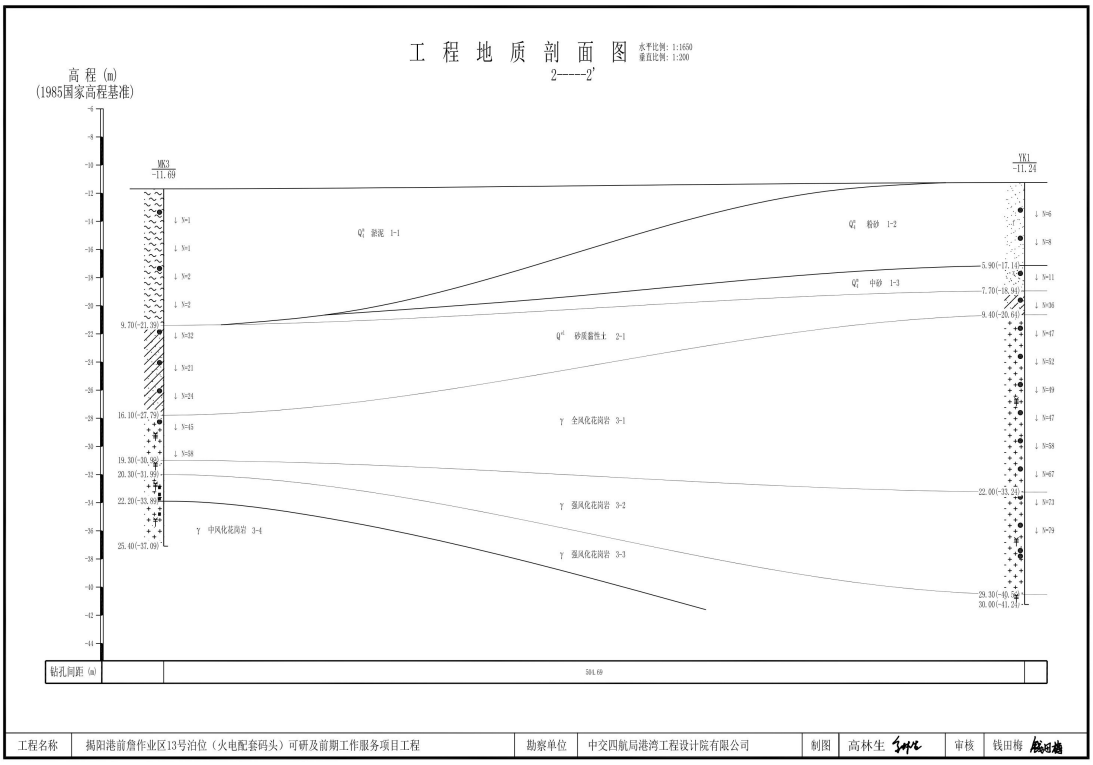
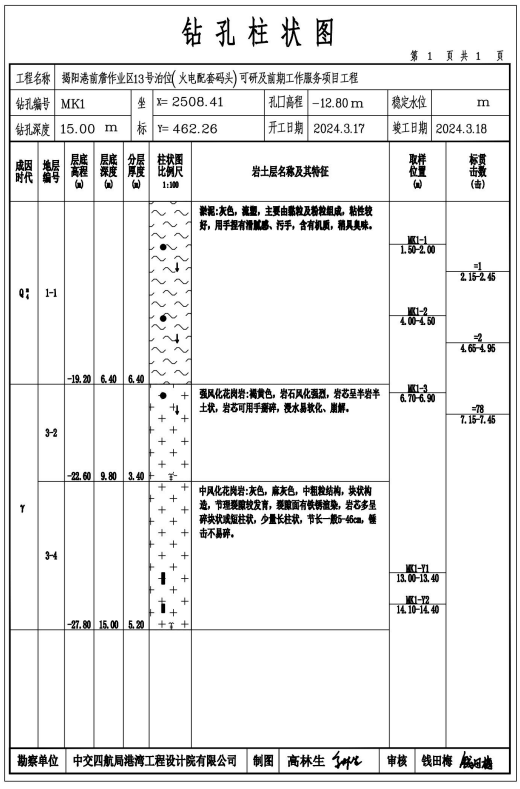


图 3.2.2-3 引桥处典型地质剖面图



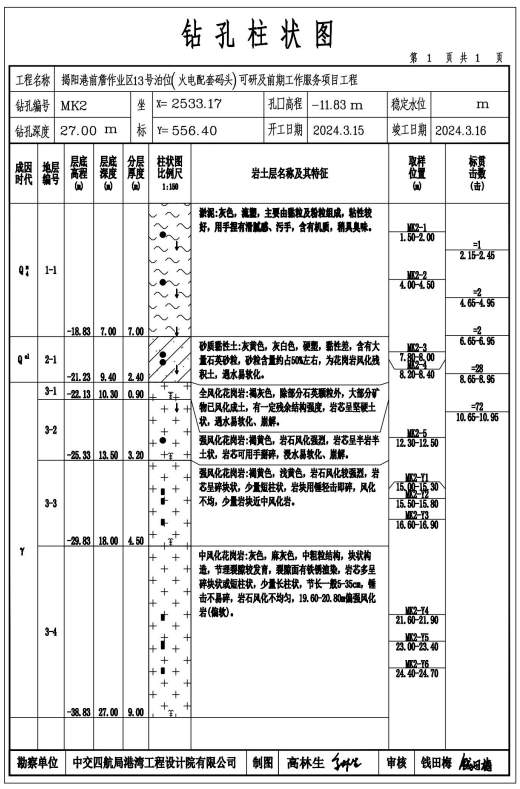
钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称	揭阳港前詹作业区13号泊位(火电配套码头)可研及前期工作服务项目工程						
钻孔编号	MK1	坐标	X= 2508.41	孔口高程	-12.80 m	稳定水位	m
钻孔深度	15.00 m		Y= 462.26	开工日期	2024.3.17	竣工日期	2024.3.18

成因时代	地层编号	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 比例尺 1:100	岩土层名称及其特征	取样位置(m)	标贯击数(击)
Q_4^{ml}	1-1	-19.20	6.40	6.40		淤泥:灰色，流塑，主要由黏粒及粉粒组成，粘性较好，用手捏有滑腻感、污手，含有机质，稍具臭味。	MK1-1 1.50-2.00 MK1-2 4.00-4.50	=1 2.15-2.45 =2 4.65-4.95
γ	3-2	-22.60	9.80	3.40		强风化花岗岩:褐黄色，岩石风化强烈，岩芯呈半岩半土状，岩芯可用手掰碎，浸水易软化、崩解。	MK1-3 6.70-6.90	=78 7.15-7.45
γ	3-4	-27.80	15.00	5.20		中风化花岗岩:灰色，麻灰色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙较发育，裂隙面有铁锈渲染，岩芯多呈碎块状或短柱状，少量长柱状，节长一般5-45cm，锤击不易碎。	MK1-Y1 13.00-13.40 MK1-Y2 14.10-14.40	

勘察单位	中交四航局港湾工程设计院有限公司	制图	高林生	审核	钱田梅



钻孔柱状图

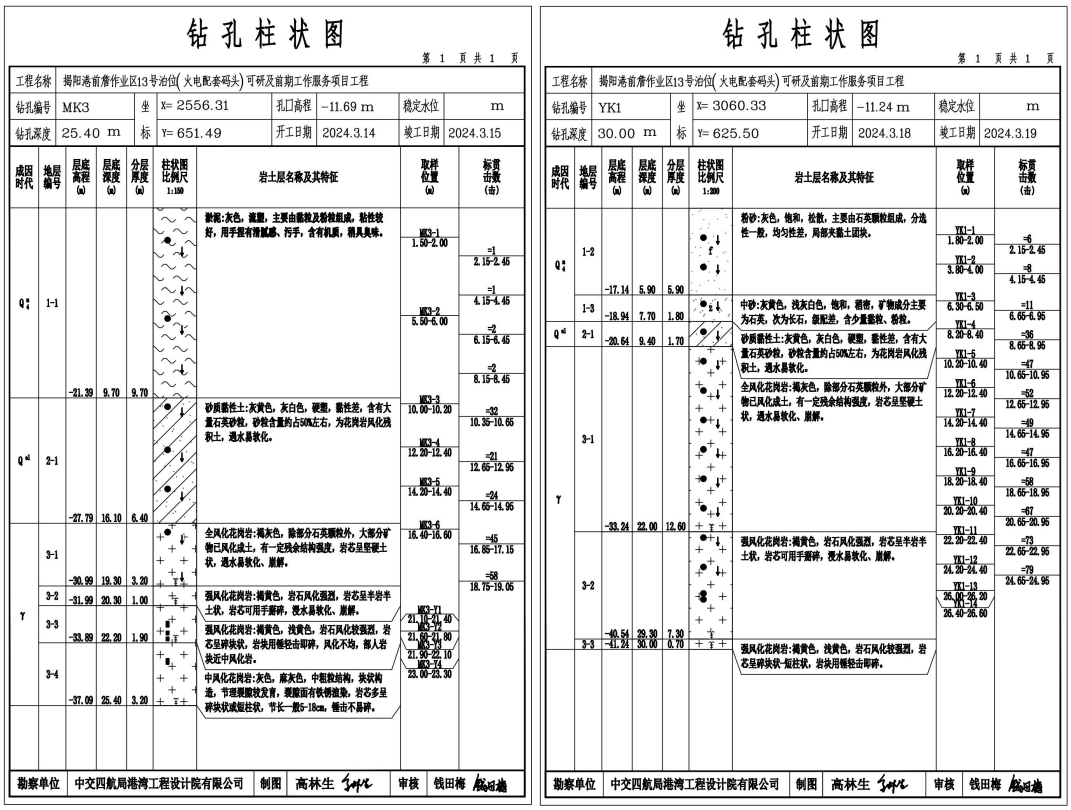
第 1 页 共 1 页

工程名称	揭阳港前詹作业区13号泊位(火电配套码头)可研及前期工作服务项目工程						
钻孔编号	MK2	坐标	X= 2533.17	孔口高程	-11.83 m	稳定水位	m
钻孔深度	27.00 m		Y= 556.40	开工日期	2024.3.15	竣工日期	2024.3.16

成因时代	地层编号	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 比例尺 1:100	岩土层名称及其特征	取样位置(m)	标贯击数(击)
Q_4^{ml}	1-1	-18.83	7.00	7.00		淤泥:灰色，流塑，主要由黏粒及粉粒组成，粘性较好，用手捏有滑腻感、污手，含有机质，稍具臭味。	MK2-1 1.50-2.00 MK2-2 4.00-4.50	=1 2.15-2.45 =2 4.65-4.95
Q_4^{al}	2-1	-21.23	9.40	2.40		砂质黏性土:灰黄色，灰白色，硬塑，黏性差，含有大量石英砂粒，砂粒含量约占50%左右，为花岗岩风化残积土，遇水易软化。	MK2-3 7.00-8.00 MK2-4 8.20-8.40	=2 6.65-6.95 =26 8.65-8.95
γ	3-1	-22.13	10.30	0.90		全风化花岗岩:褐灰色，除部分石英颗粒外，大部分矿物已风化成土，有一定残余结构强度，岩芯呈坚硬土状，遇水易软化、崩解。		
γ	3-2	-25.33	13.50	3.20		强风化花岗岩:褐黄色，岩石风化强烈，岩芯呈半岩半土状，岩芯可用手掰碎，浸水易软化、崩解。	MK2-5 12.30-12.50	=72 10.65-10.95
γ	3-3	-29.83	18.00	4.50		强风化花岗岩:褐黄色，浅黄色，岩石风化较强烈，岩芯呈碎块状，少量短柱状，岩块用锤轻击即碎，风化不均，少量岩块近中风化岩。	MK2-Y1 15.00-15.30 MK2-Y2 15.50-15.80 MK2-Y3 16.00-16.90	
γ	3-4	-38.83	27.00	9.00		中风化花岗岩:灰色，麻灰色，中粗粒结构，块状构造，节理裂隙较发育，裂隙面有铁锈渲染，岩芯多呈碎块状或短柱状，少量长柱状，节长一般5-35cm，锤击不易碎，岩石风化不均匀，19.60-20.80m偏强风化岩(偏软)。	MK2-Y4 21.60-21.90 MK2-Y5 23.00-23.40 MK2-Y6 24.40-24.70	

勘察单位	中交四航局港湾工程设计院有限公司	制图	高林生	审核	钱田梅

图 3.2.2-4 钻孔柱状图 1



钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称	揭阳港前詹作业区13号泊位(火电配套码头)可研及前期工作服务项目工程						
钻孔编号	MK3	坐	X= 2556.31	孔口高程	-11.69 m	稳定水位	m
钻孔深度	25.40 m	标	Y= 651.49	开工日期	2024.3.14	竣工日期	2024.3.15

成因时代	地层编号	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 比例尺 1:100	岩土层名称及其特征	取样位置(m)	标贯击数(击)
Q4	1-1	-21.39	9.70	9.70		淤泥:灰色,流塑,主要由细粒及粉粒组成,粘性较好,用手捏有滑腻感、污手,含有机质,稍具臭味。	MK3-1 1.50-2.00	=1 2.15-2.45
								=1 4.15-4.45
							MK3-2 5.50-6.00	=2 6.15-6.45
								=2 8.15-8.45
Q4al	2-1	-27.79	16.10	6.40		砂质黏性土:灰黄色,灰白色,硬塑,黏性差,含有大量石英砂粒,砂粒含量约占50%左右,为花岗岩风化残积土,遇水易软化。	MK3-3 10.00-10.20	=32 10.35-10.65
							MK3-4 12.20-12.40	=21 12.65-12.95
							MK3-5 14.20-14.40	=24 14.65-14.95
γ	3-1	-30.99	19.30	3.20		全风化花岗岩:褐灰色,除部分石英颗粒外,大部分矿物已风化成土,有一定残余结构强度,岩芯呈坚硬土状,遇水易软化、崩解。	MK3-6 16.40-16.60	=45 16.85-17.15
								=58 18.75-19.05
	3-2	-31.99	20.30	1.00		强风化花岗岩:褐黄色,岩石风化强烈,岩芯呈半岩半土状,岩石可用手掰碎,浸水易软化、崩解。	MK3-71 21.10-21.40	
	3-3	-33.89	22.20	1.90		强风化花岗岩:褐黄色,浅黄色,岩石风化较强烈,岩芯呈碎块状,岩块用锤轻击即碎,风化不均,部人岩块近中风化岩。	MK3-72 21.60-21.80	
	3-4	-37.09	25.40	3.20		中风化花岗岩:灰色,麻灰色,中粗粒结构,块状构造,节理裂隙较发育,裂隙面有铁锈浊染,岩芯多呈碎块状或短柱状,节长一般5-15cm,锤击不易碎。	MK3-73 21.90-22.10	
							MK3-74 23.00-23.30	

勘察单位 中交四航局港湾工程设计院有限公司 制图 高林生 审核 钱田梅

钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称	揭阳港前詹作业区13号泊位(火电配套码头)可研及前期工作服务项目工程						
钻孔编号	YK1	坐	X= 3060.33	孔口高程	-11.24 m	稳定水位	m
钻孔深度	30.00 m	标	Y= 625.50	开工日期	2024.3.18	竣工日期	2024.3.19

成因时代	地层编号	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 比例尺 1:200	岩土层名称及其特征	取样位置(m)	标贯击数(击)
Q4	1-2	-17.14	5.90	5.90		粉砂:灰色,饱和,松散,主要由石英颗粒组成,分选性一般,均匀性差,局部夹黏土团块。	YK1-1 1.80-2.00	=6 2.15-2.45
							YK1-2 3.80-4.00	=8 4.15-4.45
	1-3	-18.94	7.70	1.80		中砂:灰黄色,浅灰白色,饱和,密实,矿物成分主要为石英,次为长石,级配差,含少量黏粒、粉粒。	YK1-3 6.30-6.50	=11 6.65-6.95
Q4al	2-1	-20.64	9.40	1.70		砂质黏性土:灰黄色,灰白色,硬塑,黏性差,含有大量石英砂粒,砂粒含量约占50%左右,为花岗岩风化残积土,遇水易软化。	YK1-4 8.20-8.40	=36 8.65-8.95
γ	3-1	-33.24	22.00	12.60		全风化花岗岩:褐灰色,除部分石英颗粒外,大部分矿物已风化成土,有一定残余结构强度,岩芯呈坚硬土状,遇水易软化、崩解。	YK1-5 10.20-10.40	=47 10.65-10.95
							YK1-6 12.20-12.40	=52 12.65-12.95
							YK1-7 14.20-14.40	=49 14.65-14.95
							YK1-8 16.20-16.40	=47 16.65-16.95
							YK1-9 18.20-18.40	=58 18.65-18.95
							YK1-10 20.20-20.40	=67 20.65-20.95
	3-2					强风化花岗岩:褐黄色,岩石风化强烈,岩芯呈半岩半土状,岩石可用手掰碎,浸水易软化、崩解。	YK1-11 22.20-22.40	=73 22.65-22.95
							YK1-12 24.20-24.40	=79 24.65-24.95
							YK1-13 26.00-26.20	
							YK1-14 26.40-26.60	
	3-3	-40.64 -41.24	29.30 30.00	7.30 0.70		强风化花岗岩:褐黄色,浅黄色,岩石风化较强烈,岩芯呈碎块状-短柱状,岩块用锤轻击即碎。		

勘察单位 中交四航局港湾工程设计院有限公司 制图 高林生 审核 钱田梅

图 3.2.2-5 钻孔柱状图 2

3.2.2.3 水下地形

工程所在海域岸线基本呈东西走向，工程海域的水下地形见图 3.2.2-6。

由图可见，工程海域水深-10m~-13m，水深条件良好。

图3.2.2-6 工程海域水下地形图

3.2.2.4 冲淤环境现状评价

（1）底沙类型及分布

国家海洋局南海勘查中心对工程海域的 50 个底质样品进行了分析。底质采样点位见图 3.2.2-6。

图 3.2.2-6　底质采样点分布图

底质调查表明，海域调查区内沉积物主要为粘土质粉砂和砂质粉砂，只有 20 号采样点为砾砂，1 号和 6 号为细砂。工程区港池和航道附近主要的沉积物类型为粘土质粉砂。底质类型分布详见表 3.2.2-1。

表 3.2.2-1　底质类型统计表

站号	底质类型	站号	底质类型	站号	底质类型
1	细中砂	18	砂质粉砂	35	粘土质粉砂
2	粘土质粉砂	19	粘土质粉砂	36	粘土质粉砂
3	砂质粉砂	20	砾砂	37	砂质粉砂
4	粘土质粉砂	21	粘土质粉砂	38	粘土质粉砂
5	砂质粉砂	22	砂质粉砂	*39*	粘土质粉砂
6	中细砂	23	粘土质粉砂	40	砂质粉砂
7	粘土质粉砂	24	砂质粉砂	41	砂质粉砂
8	砂质粉砂	25	粘土质粉砂	42	砂质粉砂
9	砂质粉砂	26	粘土质粉砂	43	粘土质粉砂
10	粘土质粉砂	27	粘土质粉砂	44	砂质粉砂
11	粘土质粉砂	28	砂质粉砂	45	粘土质粉砂
12	砂质粉砂	29	粘土质粉砂	46	砂质粉砂
13	粘土质粉砂	30	粘土质粉砂	47	砂质粉砂
14	粘土质粉砂	31	粘土质粉砂	48	粘土质粉砂
15	粘土质粉砂	32	砂质粉砂	49	粘土质粉砂
16	粗中砂	33	粘土质粉砂	50	粉砂质砂
17	粘土质粉砂	34	粘土质粉砂		

（2）悬沙分布

2020 年 11 月和 2021 年 1 月开展海洋水文动力环境观测时，同步进行悬沙观测。测站分布见图 3.2.3-1 和表 3.2.3-1。

1）秋季悬沙观测结果

①大潮调查期间，各站表、中、底层的算术平均含沙量均为 0.0078kg/m^3，0.0079kg/m^3，0.0094kg/m^3，调查区属低悬沙浓度海区。调查期间各层最大的含沙量时均值出现在 C5 站。

②悬沙含量高值区位于调查区的 C2、C5 站一带，其它站的悬沙含量相对较小。调查期间各站最大含沙量在表、中、底层均有体现，整体差异性较小。

③调查期间，垂线平均含沙量时均值在 C5 站最大，其次是 C2 站。整体来看，垂线平均含沙量时均值控制在 0.012kg/m^3 以内。

④调查期间表、中、底三层悬沙混合样的中值粒径Φ值在 6.05Φ～8.47Φ（0.0028mm～0.0151mm），悬沙中值粒径Φ值的平均值为 7.24Φ（0.0066mm），悬沙平均中值粒径 d 对应的Φ值的平均值为 7.18Φ。

⑤调查期间各站表、中、底层悬沙混合样品中砂的平均含量为 3.95%，粉砂的平均含量为 63.33%，粘土的平均含量为 32.72%，调查海区悬沙组成主要为粘土质粉砂。

⑥各站基本符合高潮位时含沙量较低，而在低潮位时含沙量较高规律。调查期悬沙含量不大，悬沙含量整体控制在 0.05kg/m^3 以内，各站悬沙含量在大部分时间段均较小。悬沙含量周日变化高峰值主要出现在涨急或落急时段。整体来看，表中底层含沙量差异较小，调查期间个别时刻出现峰值，其它时刻大部分站层的含沙量日变化幅度不大。

⑦周日单宽净输沙量方向与余流方向基本一致，调查期单宽净输沙量的方向主要为E和ENE，沿岸走向。C6站单宽净输沙量的值相对较大，C1站的值偏小。调查海区最大周日单宽净输沙量为4436.6kg/（m·d），输沙方向为70º，发生在C6站；其次为2012.3kg/（m·d），输沙方向为75º，发生在C5站；最小值为649.2kg/（m·d），输沙方向为66º，出现在C1站。

2）冬季悬沙观测结果

①大潮调查期间，各站表、中、底层的算术平均含沙量均为 0.0082kg/m^3，0.0090kg/m^3，0.0109kg/m^3，调查区属低悬沙浓度海区。调查期间各层最大的含

沙量时均值出现在 C2 站。

②悬沙含量高值区位于调查区的 C2 站、C3 站一带，其它站的悬沙含量相对较小。调查期间各站最大含沙量主要在底层、中层体现，整体差异性较小。

③调查期间，垂线平均含沙量时均值在 C2 站最大，其次是 C3 站。整体来看，垂线平均含沙量时均值控制在 0.020kg/m^3 以内。

④调查期间表、中、底三层悬沙混合样的中值粒径Φ值在 5.80Φ～7.76Φ（0.0046mm～0.0180mm），悬沙中值粒径Φ值的平均值为 6.97Φ（0.0080mm），悬沙平均中值粒径 d 对应的Φ值的平均值为 6.94Φ。

⑤调查期间各站表、中、底层悬沙混合样品中砂的平均含量为 3.65%，粉砂的平均含量为 70.52%，粘土的平均含量为 25.84%，调查海区悬沙组成主要为粘土质粉砂。

⑥大部分站基本符合高潮位时含沙量较低，而在低潮位时含沙量较高规律。调查期悬沙含量不大，悬沙含量整体控制在 0.06kg/m^3 以内，各站悬沙含量在大部分时间段均较小。悬沙含量周日变化高峰值主要出现在涨急或落急时段。整体来看，除了 C2 站，其它站的表中底层含沙量差异较小，调查期间个别时刻出现峰值，其它时刻大部分站层的含沙量日变化幅度不大。

⑦除了C3站，周日单宽净输沙量方向与余流方向基本一致，调查期单宽净输沙量的方向主要为E和ENE，沿岸走向。C2站单宽净输沙量的值相对较大，C3站的值偏小。调查海区最大周日单宽净输沙量为3935.2kg/（m·d），输沙方向为80º，发生在C2站；其次为2821.4kg/（m·d），输沙方向为82º，发生在C6站；最小值为483.9kg/（m·d），输沙方向为243º，出现在C3站。

表 3.2.2-2 悬沙平均含量统计（单位：kg/m^3）

潮期	站 号	表层	中层（0.6H）	底层	全站平均	底/表
秋季大潮期	C1	0.0046	0.0047	0.0058	0.0050	0.8074
	C2	0.0087	0.0094	0.0105	0.0095	0.8276
	C3	0.0092	0.0077	0.0100	0.0090	0.9214
	C4	0.0053	0.0060	0.0055	0.0056	0.9573
	C5	0.0110	0.0110	0.0135	0.0118	0.8135
	C6	0.0081	0.0085	0.0111	0.0093	0.7288
冬季大潮期	C1	0.0049	0.0055	0.0069	0.0058	0.7110
	C2	0.0167	0.0195	0.0255	0.0206	0.6548
	C3	0.0120	0.0120	0.0136	0.0125	0.8846
	C4	0.0029	0.0033	0.0047	0.0036	0.6077
	C5	0.0065	0.0061	0.0074	0.0067	0.8873
	C6	0.0063	0.0073	0.0075	0.0070	0.8309

图 3.2.2-7a 秋季周日单宽悬沙输运通量示意图

图 3.2.2-7b 冬季周日单宽悬沙输运通量示意图

（3）冲淤现状

根据《国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目海域使用论证报告书（报批稿）》（2023 年），报告采用中国人民解放军海军海道测量局绘制不同年代的海图资料进行对比，近岸段使用图号为 15151 的海图“靖海港至神泉港” 2005 年（1:30000）和 2017 年（1:35000）；深水段使用图号为 15110 的海图“表角至田尾角” 2009 年（1:120000）和 2013 年（1:120000），海图基准面统一为理论深度基准面。

图 3.2.2-8 为工程区附近深水段海域水下岸坡演变图，通过对比该海域 2005 年与 2017 年的 10m、20m 及 30m 的等深线变化可以看出，本海区 10m 以深的水下岸滩坡度较为平缓；近 12 年来 10m 以深的海域等深线变化并不明显，海底地形变化较稳定。下面针对项目所在海域 10m 水深至近岸区的海床稳定性进行详细分析。

项目附近海岸属于浪控砂质海岸，四周无较大的河流入海，海岸来沙主要为波浪纵向和横向输沙。由于近岸段位于波浪破碎带内，泥沙容易起动，输运的泥沙颗粒相对较粗；而在波浪破碎的外海，输运的泥沙颗粒相对较细，受季风变化的影响显著。秋季和冬季，输沙主要为 E 和 ENE 方向，沿岸走向（2020 年 11 月和 2021 年 1 月前詹电厂新建工程海洋水文观测）。

图 3.2.2-9 为工程区近岸段海域水下岸坡演变图。图中显示：2005 年以前，工程区附近海域防波堤、码头、海堤等人工建筑物较少，该海域等深线分布主要受海岸线的走向影响。沿海岸线向海 0m~2m 等深线宽度约 150m，2m~5m 等深线宽度约 360m，5m~10m 等深线宽度约 240m。

从 2005 年起至 2017 年，沿工程区附近向西北方向的海岸线上相继建成了通用码头防波堤、粤东 LNG 的海堤、防波堤、码头等人工建筑物。受此影响，神泉湾弧形海岸以粤东 LNG 右侧岬角为界，沿岸泥沙输运向西北运移受到阻挡，东防波堤右侧出现淤积，等深线向外海延伸，防波堤口由于流速增加，产生局部冲刷。同时，由于防波堤的外延切断了西北方向的泥沙输运导致粤东 LNG 码头西侧海域产生冲刷，2m 等深线向岸边推进，在波浪作用下泥沙产生横向输运，0m 等深线向外略有延伸；通用码头西防波堤建成后，岬角以西形成了局地小弧形海岸形态，上下岬角之间间隔约 1.2km，受此影响弧形小海湾的 5m 等深线由 S 型调整至与小海湾的岸线平行。

可以看出相较于 2005 年，0~2m 等深线向外海推进约 210m，2m~5m 等深线宽度则缩短了 260m，5m~10m 等深线变化较小。这表明该海域 0~2m 海域为淤积带，2m~5m 的海域为冲刷带，5m~10m 冲淤变化相对较小。从水动力角度分析，等深线为 2m~5m 为波浪破碎发生的主要区域，在横向输沙作用泥沙向岸堆积所导致的。由于该海域缺少泥沙供给，预计未来东防波堤右侧 5m 以浅的近岸段将会发生淤积，5m~10m 的海域将发生冲刷。根据以往经验，工程建成后海床所需的稳定时间约为 5-8 年。

图 3.2.2-8 工程区附近深水段海域水下岸坡演变图（2005~2017 年）

图 3.2.2-9 工程区附近近岸段海域水下岸坡演变图（2005~2017 年）

3.2.3 海洋水文条件

根据《国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目环境影响报告书（报批稿）》（2023 年），国家海洋局南海调查技术中心于 2020 年 11 月和 2021 年 1 月开展海洋水文动力环境观测。

3.2.3.1 调查方案

（1）观测站位

海流、悬沙、温度、盐度、风观测站分布见图 3.2.3-1 和表 3.2.3-1。

表 3.2.3-1 实测海流、温盐、悬沙及风观测站位

站号	经度 E	纬度 N	实测水深（m）	观测内容	仪器设备
C1				海流、悬沙、温盐	Seaguard RCM 型海流计 SBE 37SM CTD
C2				海流、悬沙、温盐	Seaguard RCM 型海流计 SBE 37SM CTD
C3				海流、悬沙、温盐	Seaguard RCM 型海流计 SBE 37SM CTD
C4				海流、悬沙、温盐、风	Seaguard RCM 型海流计 SBE 37SM CTD、风速仪
C5				海流、悬沙、温盐	Seaguard RCM 型海流计
C6				海流、悬沙、温盐、风	Seaguard RCM 型海流计、 SBE 37SM CTD、风速仪
T1				临时潮位	RBR 水位计
T2				潮位	收集资料（惠来海洋站）
T3				潮位	收集资料（陆丰海洋站）

图 3.2.3-1 实际海流、温盐、悬沙及风观测站位图

（2）调查日期

秋季和冬季大潮观测时间分别为：2020 年 11 月 17 日～11 月 18 日、2021 年 1 月 13 日 11 点～1 月 14 日 12 点。

（3）观测方法

1）潮位资料

临时潮位观测：

站位数：C2 站随船观测 1 个站位。

观测时间：与大潮海流观测时间相同。

观测间隔：5 分钟。

潮位资料收集：收集工程附近惠来海洋站、陆丰海洋站潮位观测期间同步 15 天的逐时潮位资料。

2）海流观测

观测层次：采用六点法，即表层（水面下 0.5m 处，下同）、0.2H 层（H 为实测水深，下同）、0.4H 层、0.6H 层、0.8H 层、底层（离底 0.5m，下同）。

观测方法：每次采样均为整点开始观测，时间间隔为 1 小时，连续观测 26 个时次。

3）温盐观测

布设 6 个温盐观测站，观测与海流同步进行，观测使用仪器为 SBE 37 CTD，观测层次与海流层次相同，每小时观测一次，连续观测 26 时次，具体操作与海流一致。

4）风速、风向和目测海况观测

风速、风向观测在 C4、C6 站进行，每 2 小时观测 1 次，连续观测 26 时次，观测位置选在四周无障碍，不挡风的地方进行（一般在船头），观测时将仪器举过头顶，观测 1 分钟的平均风速和对应风向，并在记录表格上做好记录。

5）悬沙观测

观测站位：悬沙取样站与海流观测站相同。

观测仪器：竖式采水器。

观测层次：三层法，分别为表层（水面下 0.5m 处）、0.6H 层、底层（离底 0.5m 处）。

观测方法：每 1 小时取样 1 次，含沙量用过滤称重法测定，垂向水样混合后

测定悬沙粒径。

分析方法：悬沙粒径采用马尔文 Mastersizer 3000 激光粒度分析仪进行分析。

3.2.3.2 调查结果

（1）秋季观测结果与分析

1）潮汐

①基面关系

临时潮位 T1 站观测从 2020 年 11 月 18 日起至 2020 年 11 月 19 日结束，观测时长 1 天。此外，收集了惠来海洋站和陆丰海洋站同步潮位资料，统一至国家 85 基面，基面关系见图 3.2.3-2。

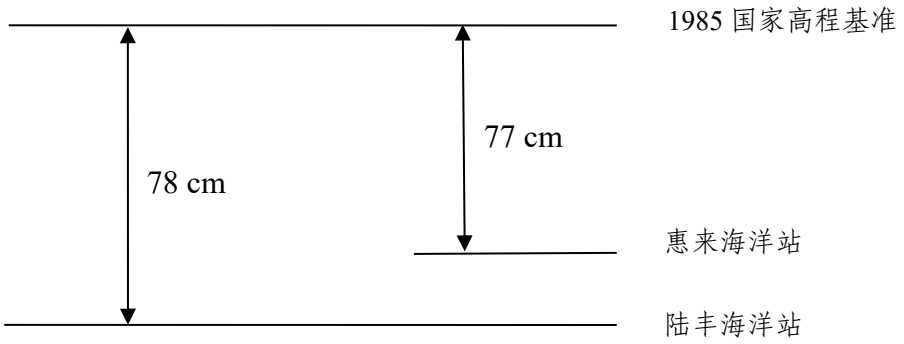


图 3.2.3-2 潮位站平均海面与 1985 国家高程基准面关系

②潮位过程线

根据 2020 年 11 月 18 日～19 日观测的 T1 站 5 分钟连续潮位资料和收集的惠来海洋站、陆丰海洋站同步潮位资料，分别绘制出潮位过程曲线图，结果见图 3.2.2-12。

从潮位过程曲线图可以看出，本海区的潮汐基本上一天有 1 个高潮和 1 个低潮，且相邻两个高（低）潮潮高不等，潮汐不等现象显著，观测海区的潮汐主要表现为不正规日潮的特征。

观测期间，陆丰海洋站测得最高潮位 154cm，发生于 11 月 4 日 22 时 02 分，最低潮位-26cm，发生于 11 月 20 日 9 时 49 分；惠来海洋站测得最高潮位 148cm，分别发生于 11 月 3 日 15 时 20 分和 11 月 4 日 16 时 05 分，最低潮位-44cm，发生于 11 月 19 日 9 时 18 分。

图 3.2.3-3d　T1 站潮位过程曲线（平均海面）

③潮汐特性

A.潮汐调和分析

根据收集的惠来海洋站和陆丰海洋站整点连续潮位资料，采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数。

惠来海洋站与陆丰海洋站的主要日分潮调和常数相近，半日分潮调和常数相差较大，分潮中以 O_1、K_1、M_2 分潮为主。其中，O_1 分潮的振幅和迟角两个测站均相同，分别为 23cm，245°；K_1 分潮的振幅在 29cm～30cm 之间，迟角在 291°～293°之间；M_2 分潮的振幅在 14cm～21cm 之间，迟角在 280°～345°之间；S_2 分潮较小，振幅在 2cm～8cm 之间，迟角在 105°～248°之间。

B.潮汐性质

对潮位资料进行调和分析，再根据调和分析结果计算各站潮汐性质系数。惠来海洋站的潮汐性质系数为 2.48，陆丰海洋站的潮汐性质系数为 3.79，说明本海区的潮汐类型为不正规全日潮，各分潮中日分潮占主导地位。

C.潮汐特征值

根据潮位资料统计和潮汐调和分析，计算各潮位站的潮汐特征值见表 3.2.3-1。

观测期间观测海区的平均海面在 77cm～78cm 之间（85 国家基面），两个海洋站的平均海面很接近。平均潮差在 71cm～80cm 之间，均小于 1.0m。各站最大潮差的最大值为 T1 站 177cm，陆丰海洋站最小，为 125cm。

从最高潮位出现的时间来看，惠来海洋站最早，陆丰海洋站其次，两者相差约 6 小时，从最低潮位出现的时间来看，惠来海洋站也最早，陆丰海洋站其次，两者相差约 0.5 小时。从平均涨、落潮历时来看，惠来海洋站平均涨潮历时略大于平均落潮历时，相差约 0.3 小时，陆丰海洋站平均涨潮历时大于平均落潮历时，相差约 1 小时。

表 3.2.3-1　潮汐性质及潮汐特征值统计

站名 项目	惠来海洋站	陆丰海洋站	T1 站
最高潮位（cm）	148	154	76
最低潮位（cm）	-44	-26	-106
平均高潮位（cm）	117	117	/
平均低潮位（cm）	46	38	/
平均海面（cm）	77	78	/
平均潮差（cm）	71	80	/
最大潮差（cm）	163	125	177
平均涨潮历时	6.55h	9.28h	/
平均落潮历时	6.25h	8.27h	/
最高潮位出现时间	2020/11/3 15:20 2020/11/4 16:05	2020/11/4 22:02	2020/11/18 17:15
最低潮位出现时间	2020/11/19 9:18	2020/11/20 9:49	2020/11/19 09:10
潮汐性质系数 F	2.48	3.79	/
潮汐类型	不正规全日潮	不正规全日潮	不正规全日潮
基面	1985 国家基面		平均海面
资料时限	2020 年 11 月 1 日 0:00～11 月 30 日 23:00		2020 年 11 月 18 日 12:00～11 月 19 日 15:00

2）海流

惠来附近海域海流不仅受到潮流、风海流、沿岸流和海水密度等因素作用，还受到地形的影响。从实测海流、潮流和余流等三个方面分析其基本特征及其分布和变化规律。

①实测海流

图 3.2.3-4 为大潮期各站各层海流过程矢量图，表 3.2.3-2 为大潮期各站各层平均流速（矢量平均）和最大流速统计表。

图 3.2.3-4c 大潮期各站各层海流平面分布玫瑰图

表 3.2.3-2 大潮期各站各层涨、落潮流对比统计表（流速单位：cm/s，流向单位：°）

测站	测层 / 要素	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
C1	涨潮 V_{max}	28.8	31.9	33.9	**35.0**	33.3	28.5	30.5
	涨潮 D_{Vmax}	75	78	75	**63**	62	58	75
	涨潮 V_{mean}	14.9	20.0	24.0	24.4	**24.6**	20.9	22.1
	涨潮 D_{Vmean}	74	73	70	69	**66**	61	69
	落潮 V_{max}	**24.6**	21.7	15.3	9.2	9.9	12.0	13.8
	落潮 D_{Vmax}	**271**	275	257	205	283	300	266
	落潮 V_{mean}	12.1	**13.5**	9.1	3.7	5.9	9.1	8.3
	落潮 D_{Vmean}	269	**260**	265	236	268	293	265
C2	涨潮 V_{max}	**65.2**	59.1	54.6	46.9	41.4	39.3	49.9
	涨潮 D_{Vmax}	**102**	98	91	89	85	85	89
	涨潮 V_{mean}	35.9	**38.9**	37.9	35.5	30.1	25.5	34.4
	涨潮 D_{Vmean}	101	**95**	90	87	82	79	89
	落潮 V_{max}	**41.2**	39.7	34.2	33.5	27.0	24.3	33.1
	落潮 D_{Vmax}	**260**	263	260	269	263	300	263
	落潮 V_{mean}	**29.9**	27.9	25.1	23.3	19.9	16.8	23.8
	落潮 D_{Vmean}	**262**	266	269	275	274	278	270
C3	涨潮 V_{max}	63.9	**66.8**	62.2	56.1	42.2	33.9	52.4
	涨潮 D_{Vmax}	95	**89**	93	93	89	79	90
	涨潮 V_{mean}	37.2	**39.2**	36.8	36.3	30.0	24.0	34.5
	涨潮 D_{Vmean}	99	**90**	88	90	87	82	89
	落潮 V_{max}	52.6	**56.9**	54.8	48.6	43.9	39.2	48.6
	落潮 D_{Vmax}	256	**260**	258	258	261	259	258
	落潮 V_{mean}	44.4	**46.5**	43.3	35.6	29.9	24.3	37.9
	落潮 D_{Vmean}	265	**259**	256	257	261	262	259
C4	涨潮 V_{max}	45.5	44.7	**46.2**	43.5	36.1	27.6	40.3
	涨潮 D_{Vmax}	89	89	**88**	93	90	89	88
	涨潮 V_{mean}	27.3	29.0	31.2	**31.8**	25.9	20.3	28.3
	涨潮 D_{Vmean}	86	83	84	**83**	79	78	83
	落潮 V_{max}	**27.4**	23.3	20.8	20.1	19.4	21.8	20.2
	落潮 D_{Vmax}	**259**	249	231	235	266	260	251
	落潮 V_{mean}	**14.4**	12.8	13.5	12.8	13.8	12.5	12.7
	落潮 D_{Vmean}	**241**	237	226	232	267	271	243
C5	涨潮 V_{max}	**62.7**	61.9	59.8	51.7	40.2	33.9	51.3
	涨潮 D_{Vmax}	**89**	85	89	78	75	85	84
	涨潮 V_{mean}	34.7	39.7	**41.2**	38.9	32.1	24.0	36.0
	涨潮 D_{Vmean}	89	85	**85**	78	73	68	81
	落潮 V_{max}	**32.3**	29.5	28.7	30.1	27.3	19.3	27.3
	落潮 D_{Vmax}	**269**	264	260	258	269	263	263
	落潮 V_{mean}	**21.9**	21.2	19.1	17.9	16.2	13.7	17.7
	落潮 D_{Vmean}	**248**	249	253	269	285	294	263
C6	涨潮 V_{max}	**77.3**	76.2	75.0	74.0	62.7	53.5	69.2
	涨潮 D_{Vmax}	**74**	75	73	71	66	69	70
	涨潮 V_{mean}	49.7	52.8	**54.0**	53.7	45.0	35.6	49.5
	涨潮 D_{Vmean}	72	71	**73**	72	65	62	70
	落潮 V_{max}	33.6	**34.5**	33.2	26.8	26.8	26.8	26.8
	落潮 D_{Vmax}	251	**245**	238	250	273	277	253
	落潮 V_{mean}	25.6	25.3	**27.4**	17.3	13.3	10.8	19.6
	落潮 D_{Vmean}	247	240	**235**	245	280	277	247

大潮观测期间，从海流的流态来看，各站各层总体表现为往复流的特征，各站从表层到底层的海流形态较为相似，中底层流向范围比表层流向范围缩小，受岸线和等深线影响，涨潮流方向为 E~NE，落潮流方向为 W~SW。各站实测海流呈现正规半日潮流特征。

从流速来看，大潮期的最大涨潮流速为 77.3cm/s，出现在 C6 站表层，最大涨潮平均流速为 54.0cm/s，出现在 C6 站 0.4H 层，流向分别为 74°和 73°；最大落潮流速为 56.9cm/s，出现在 C3 站 0.2H 层，最大落潮平均流速为 46.5cm/s，出现在 C3 站 0.2H 层，流向分别为 260°和 259°，总体而言，涨潮流速比落潮流速大。在空间分布上，C1 站流速较小，靠外海的 C6 站流速较大，其余站点流速、流向较为相近；在垂向分布上，C2 站、C5 站和 C6 站最大流速出现在表层，C3 站的最大流速出现在 0.2H 层，C4 站最大流速出现在 0.4H 层，C1 站最大流速出现在 0.6H 层。各站各层平均流速、平均流向也较为相近外，表层流速基本大于底层流速，呈递减规律，相比其它站位，C1 站的表层流速较小；在数值上，各站的垂线平均流速、平均流向与 0.6H 层平均流速、平均流向较为相近。

②潮流

A.潮流性质

选取 2020 年 11 月份惠来海洋站的潮位资料来计算差比数，对海流观测资料进行分析计算，得出观测期间的余流和 O_1（主要太阴全日分潮）、K_1（太阴太阳合成全日分潮）、M_2（主要太阴半日分潮）、S_2（主要太阳半日分潮）、M_4（浅水分潮）和 MS_4（浅水四分之一分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及椭圆要素等潮流特征值。

通过准调和分析，计算各站层的潮流性质系数 F 值见表 3.2.3-3。由表可知，除了 C1 表层以外，其他站位层次的系数均小于 0.5，潮流类型为正规半日潮。由此可见，调查海区潮流类型主要为正规半日潮流。

表 3.2.3-3　C1-C6 站大潮期潮流性质系数

测站＼测层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
C1	0.54	0.34	0.19	0.18	0.21	0.11
C2	0.30	0.23	0.23	0.24	0.29	0.33
C3	0.18	0.17	0.11	0.02	0.03	0.06
C4	0.46	0.36	0.26	0.21	0.19	0.21
C5	0.39	0.24	0.17	0.15	0.15	0.14
C6	0.18	0.15	0.08	0.09	0.12	0.08

B.潮流的运动形式及潮流椭圆要素

a）本海区潮流主要以 M_2、S_2 分潮流为主，其次是 K_1 和 O_1，浅水分潮流 M_4 和 MS_4 的量值较小。最大 K_1 和 O_1 分潮流均出现在 C5 站表层，分别为 5.2cm/s 和 6.6cm/s，最大 M_2 和 S_2 分潮流均出现在 C3 站 0.2H 层，分别为 43.2cm/s 和 4.1cm/s，最大 M_4 和 MS_4 分潮流均出现在 C3 站 0.8H 层，分别为 5.3cm/s 和 3.0cm/s。

b）C1～C6 站各层 K_1 和 O_1 分潮流的 k 值在各站各层绝对值大部分小于 0.3，M_2 和 S_2 分潮流 k 值绝对值在各站各层都小于 0.3，观测期间的潮流以往复流为主，O_1、K_1、M_2、S_2、M_4、MS_4 分潮流 k 值绝对值的最大值分别为 0.71、0.71、0.18、0.18、0.90、0.90。

c）各站层的分潮流运动方向主要为 NE～SW。

C.理论最大可能潮流

本海区最大可能潮流流速和对应的流向受地形影响各有不同，见表3.2.3-4。

a）理论最大可能潮流流速的最大值出现在C3站0.2H，为75.4cm/s，流向为偏E。

b）各站层的理论最大可能潮流流速极大值，C2站、C4站出现在表层，C1站、C3站和C5站出现在0.2H，C6站出现在0.4H。各站流速极大值多出现在表层和0.2H。

c）各站最大可能潮流流向基本近似为E，随深度变化不大。

表 3.2.3-4　C1-C6 站大潮期潮流可能最大流速及流向

测站	测层 / 要素	C1	C2	C3	C4	C5	C6
表层	流速（cm/s）	28.1	61.8	71.4	43.3	55.5	64.1
	流向（°）	86	96	90	84	88	75
0.2H	流速（cm/s）	31.1	60.5	75.4	40.8	55.6	64.8
	流向（°）	83	95	85	85	87	71
0.4H	流速（cm/s）	28.7	56.1	67.9	39.5	53.1	65.9
	流向（°）	77	94	83	79	86	69
0.6H	流速（cm/s）	23.9	52.7	59.6	36.5	49.7	60.5
	流向（°）	65	93	84	83	82	71
0.8H	流速（cm/s）	23.3	45.4	51.5	32.7	42.4	50.8
	流向（°）	78	89	83	87	82	76
底层	流速（cm/s）	22.2	39.0	42.6	27.5	31.7	40.5
	流向（°）	80	90	80	91	82	76

③余流

调查海区各潮期的余流流速及流向见表 3.2.2-7。图 3.2.2-13 为大潮期余流平面分布图。根据观测期实测风资料显示，调查海域大潮期主要受 NE 及 E 风影响。从图表中，可以看到以下特点：

大潮期，各站各层的余流流向变化不大，余流流向为 NE～SE，余流流速介于 6.0cm/s～29.5cm/s。观测期间 C6 站的 0.6H 流速最大，流速为 29.5cm/s，流向为 73°，其次是 C6 站的 0.8H，流速为 26.3cm/s，流向为 59°。余流流速大小的垂向变化较为明显，各站表、中、底层的余流大小总体呈现增加后减小的变化；各站底层流速较小，最大为 20.5cm/s，出现在 C6 站，流向为 55°。

表 3.2.2-7 大潮期的余流流速及流向

层次	站号 / 要素	C1	C2	C3	C4	C5	C6
表层	流速（cm/s）	6.0	14.0	10.2	13.4	15.9	23.0
	流向（°）	68	114	116	95	98	73
0.2H	流速（cm/s）	9.0	15.4	10.0	14.6	18.2	25.5
	流向（°）	69	101	104	90	91	75
0.4H	流速（cm/s）	12.7	16.0	9.3	16.8	20.3	25.8
	流向（°）	67	92	103	93	89	79
0.6H	流速（cm/s）	14.5	15.4	11.2	17.0	18.9	29.5
	流向（°）	70	86	103	91	73	73
0.8H	流速（cm/s）	13.7	13.8	8.6	12.5	16.3	26.3
	流向（°）	63	80	93	77	62	59
底层	流速（cm/s）	11.9	11.7	6.9	9.6	12.5	20.5
	流向（°）	49	74	82	70	56	55

图 3.2.2-13　大潮期余流平面分布图

（2）冬季观测结果与分析

1）潮汐

①基面关系图

临时潮位 T1 站观测从 2021 年 1 月 13 日起至 2021 年 1 月 14 日结束，观测时长 1 天。此外，收集了惠来海洋站和陆丰海洋站同步潮位资料，统一至国家 85 基面，基面关系见图 3.2.2-14。

以下潮位统计结果未做特别说明均取国家 85 基面。

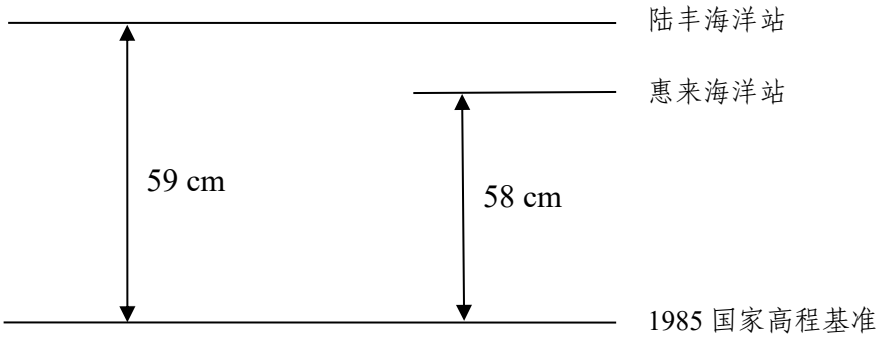


图 3.2.2-14 潮位站平均海面与 1985 国家高程基准面关系

②潮位过程线

根据 2021 年 1 月 13 日～14 日观测的 T1 站 5 分钟连续潮位资料和收集的惠来海洋站、陆丰海洋站同步潮位资料，分别绘制出潮位过程曲线图，结果见图 3.2.2-15。

从潮位过程曲线图可以看出，本海区的潮汐基本上一天有 1 个高潮和 1 个低潮，且相邻两个高（低）潮潮高不等，潮汐不等现象显著，观测海区的潮汐主要表现为不正规日潮的特征。

观测期间，陆丰海洋站测得最高潮位 151cm，发生于 1 月 29 日 20 时 56 分，最低潮位-36cm，发生于 1 月 12 日 5 时 27 分；惠来海洋站测得最高潮位 130cm，发生于 1 月 29 日 20 时 58 分，最低潮位-49cm，发生于 1 月 15 日 8 时 11 分。

图 3.2.2-15c　T1 站 5 分钟潮位过程曲线（平均海面）

③潮汐特性

A.潮汐调和分析

根据收集的惠来海洋站和陆丰海洋站整点连续潮位资料，采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数。惠来海洋站与陆丰海洋站的主要日分潮调和常数相近，半日分潮调和常数相差较大，分潮中以 O_1、K_1、M_2 分潮为主。其中，O_1 分潮的振幅在 23cm～24cm 之间，迟角在 248°～249°之间；K_1 分潮的振幅两个测站均相同，为 38cm，迟角分别为 305°、303°；M_2 分潮的振幅在 12cm～20cm 之间，迟角在 277°～357°之间；S_2 分潮较小，振幅在 2cm～4cm 之间，迟角在 111°～269°之间。

B.潮汐性质

惠来海洋站的潮汐性质系数为 3.11，陆丰海洋站的潮汐性质系数为 5.17，本海区位于陆丰海洋站与惠来海洋站之间，若取两者平均值 4.14，则本海区潮汐类型接近正规全日潮，各分潮中日分潮占主导地位。

C.潮汐特征值

根据潮位资料统计和潮汐调和分析，计算各潮位站的潮汐特征值见表 3.2.2-8。

表 3.2.2-8　潮汐性质及潮汐特征值统计

项目＼站名	惠来海洋站	陆丰海洋站	T1 站
最高潮位（cm）	130	151	67
最低潮位（cm）	-49	-36	-87
平均高潮位（cm）	101	109	/
平均低潮位（cm）	31	9	/
平均海面（cm）	58	59	/
平均潮差（cm）	70	99	/
最大潮差（cm）	158	169	154
平均涨潮历时	6.83h	12.18h	/
平均落潮历时	6.52h	9.13h	/
最高潮位出现时间	2021/1/29 20:58	2021/1/29 20:56	2021/1/13 20:25
最低潮位出现时间	2021/1/15 08:11	2021/1/12 05:27	2020/1/14 06:55
潮汐性质系数 F	3.11	5.17	/
潮汐类型	不正规全日潮	正规全日潮	正规全日潮
基面	1985 国家基面		平均海面
资料时限	2021 年 1 月 1 日 0:00～1 月 31 日 23:00		2021 年 1 月 13 日 10:00～1 月 14 日 12:00

观测期间观测海区的平均海面在 58cm～59cm 之间（85 国家基面），两个海洋站的平均海面很接近。平均潮差在 70cm～99cm 之间，均小于 1.0m。各站最大潮差的最大值为陆丰海洋站 169cm，T1 站最小，为 154cm。

从两个海洋站最高潮位出现的时间来看，陆丰海洋站最早，惠来海洋站其次，两者相差约 2 分钟，从最低潮位出现的时间来看，陆丰海洋站也最早，惠来海洋站其次，两者相差约 75 小时。从平均涨、落潮历时来看，惠来海洋站平均涨潮历时略大于平均落潮历时，相差约 0.3 小时；陆丰海洋站平均涨潮历时大于平均落潮历时，相差约 3 小时。

2）海流

A.实测海流

图 3.2.2-16 为大潮期各站各层（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层，H 为瞬时水深）海流平面分布玫瑰图，表 3.2.2-9 为大潮期各站各层平均流速（矢量平均）和最大流速统计表。

图 3.2.2-16 大潮期各站各层海流平面分布玫瑰图

表 3.2.2-9 大潮期各站各层涨、落潮流对比统计表（流速单位：cm/s，流向单位：°）

测站	测层 / 要素	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
C1	涨潮 V_{max}	26.6	43.5	38.9	**44.8**	38.4	31.6	32.7
	涨潮 D_{Vmax}	83	78	64	**67**	65	68	66
	涨潮 V_{mean}	10.7	19.9	22.7	**27.3**	23.6	18.7	21.5
	涨潮 D_{Vmean}	79	77	73	**61**	68	68	70
	落潮 V_{max}	25.9	25.7	**29.0**	22.8	28.7	13.1	17.6
	落潮 D_{Vmax}	250	249	**241**	341	199	346	267
	落潮 V_{mean}	15.0	13.1	**17.8**	11.0	6.4	6.1	10.7
	落潮 D_{Vmean}	266	258	**235**	291	246	327	260
C2	涨潮 V_{max}	52.6	**64.4**	61.0	63.0	53.1	42.9	53.6
	涨潮 D_{Vmax}	84	**85**	86	67	39	76	84
	涨潮 V_{mean}	27.0	38.2	**39.9**	38.7	34.7	31.5	35.8
	涨潮 D_{Vmean}	104	83	**86**	82	73	74	82
	落潮 V_{max}	36.8	**43.8**	40.6	36.3	33.5	28.9	37.0
	落潮 D_{Vmax}	283	**265**	265	273	279	278	272
	落潮 V_{mean}	22.6	**28.0**	26.2	23.8	19.6	16.8	23.3
	落潮 D_{Vmean}	284	**267**	270	279	282	282	275
C3	涨潮 V_{max}	61.6	59.1	58.4	**61.8**	45.8	36.9	53.4
	涨潮 D_{Vmax}	84	84	91	**87**	86	84	89
	涨潮 V_{mean}	28.7	**39.3**	38.2	35.2	27.0	24.8	33.2
	涨潮 D_{Vmean}	101	**90**	91	89	86	85	90
	落潮 V_{max}	**68.5**	63.1	58.6	46.0	36.8	29.0	50.3
	落潮 D_{Vmax}	**267**	262	259	255	266	269	262
	落潮 V_{mean}	**47.1**	46.5	41.7	36.5	26.9	20.9	37.1
	落潮 D_{Vmean}	**261**	262	260	263	265	267	262
C4	涨潮 V_{max}	48.3	48.2	46.6	**62.0**	47.7	47.1	42.7
	涨潮 D_{Vmax}	54	81	84	**90**	74	53	85
	涨潮 V_{mean}	26.4	34.3	36.2	**37.5**	30.3	25.3	32.8
	涨潮 D_{Vmean}	89	85	83	**80**	80	75	82
	落潮 V_{max}	22.1	20.4	**23.0**	13.4	15.9	19.0	17.8
	落潮 D_{Vmax}	247	250	**226**	197	319	142	240
	落潮 V_{mean}	**14.2**	11.0	13.7	6.1	6.0	8.5	9.3
	落潮 D_{Vmean}	**233**	248	218	218	253	224	232
C5	涨潮 V_{max}	49.9	56.4	56.7	**64.3**	52.8	42.7	49.6
	涨潮 D_{Vmax}	60	73	77	**87**	65	26	77
	涨潮 V_{mean}	23.6	36.5	41.4	**44.8**	37.4	28.1	37.1
	涨潮 D_{Vmean}	76	79	78	**80**	74	68	77
	落潮 V_{max}	28.4	28.2	**28.8**	20.0	20.2	20.2	22.4
	落潮 D_{Vmax}	284	277	**240**	236	264	268	258
	落潮 V_{mean}	**20.2**	18.4	15.5	8.8	8.9	9.0	12.2
	落潮 D_{Vmean}	**262**	242	241	241	297	308	256
C6	涨潮 V_{max}	61.1	71.6	72.5	**72.9**	62.1	49.4	64.0
	涨潮 D_{Vmax}	83	75	76	**85**	91	80	77
	涨潮 V_{mean}	42.0	52.3	54.7	**55.5**	41.4	28.9	47.7
	涨潮 D_{Vmean}	87	75	79	**78**	72	71	77
	落潮 V_{max}	28.6	26.6	28.9	**31.7**	25.2	20.4	26.4
	落潮 D_{Vmax}	247	249	241	**240**	272	285	251
	落潮 V_{mean}	**17.8**	15.5	17.8	16.3	12.8	9.7	14.4
	落潮 D_{Vmean}	**243**	236	234	243	285	274	248

大潮观测期间，从海流的流态来看，各站各层总体表现为往复流的特征，各站从表层到底层的海流形态较为相似，中底层流向范围比表层流向范围缩小，受岸线和等深线影响，涨潮流方向为 E~NE，落潮流方向为 W~SW。各站实测海流呈现正规半日潮流特征。

从流速来看，大潮期的最大涨潮流速为 72.9cm/s，出现在 C6 站 0.6H 层，最大涨潮平均流速为 55.5cm/s，出现在 C6 站 0.6H 层，流向分别为 85°和 78°；最大落潮流速为 68.5cm/s，出现在 C3 站表层，最大落潮平均流速为 47.1cm/s，出现在 C3 站表层，流向分别为 267°和 261°。总体而言，涨潮流速比落潮流速大。在空间分布上，西边的 C1 站、C4 站流速较小，东边的 C3 站、C6 站流速较大；在垂向分布上，C3 站最大流速出现在表层，C2 站的最大流速出现在 0.2H 层，其余站最大流速出现在 0.6H 层。各站各层平均流速、平均流向也较为相近外，表层至底层流速基本呈先增加后减小的规律；在数值上，各站的垂线平均流速、平均流向与 0.6H 层平均流速、平均流向较为相近。

B.潮流

a）潮流性质

选取 2020 年 11 月份惠来海洋站的潮位资料来计算差比数，对海流观测资料进行分析计算，得出观测期间的余流和 O_1（主要太阴全日分潮）、K_1（太阴太阳合成全日分潮）、M_2（主要太阴半日分潮）、S_2（主要太阳半日分潮）、M_4（浅水分潮）和 M_{S4}（浅水四分之一分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及椭圆要素等潮流特征值。

通过准调和分析，计算各站层的潮流性质系数 F 值见表 3.2.2-10。由表可知，全部站位层次的系数均小于或等于 0.5，潮流类型为正规半日潮。由此可见，调查海区潮流类型主要为正规半日潮流。

表 3.2.2-10　C1-C6 站大潮期潮流性质系数

测站＼测层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
C1	0.50	0.24	0.18	0.33	0.43	0.19
C2	0.22	0.20	0.14	0.10	0.17	0.14
C3	0.19	0.12	0.09	0.07	0.11	0.10
C4	0.30	0.19	0.07	0.17	0.19	0.35
C5	0.29	0.21	0.14	0.12	0.19	0.22
C6	0.17	0.15	0.09	0.09	0.08	0.16

b）潮流的运动形式及潮流椭圆要素

本海区潮流主要以 M_2、S_2 分潮流为主，其次是 K_1 和 O_1，浅水分潮流 M_4 和 MS_4 的量值较小。最大 K_1 和 O_1 分潮流均出现在 C3 站表层，分别为 4.0cm/s 和 5.0cm/s，最大 M_2 和 S_2 分潮流均出现在 C3 站 0.2H 层，分别为 53.0cm/s 和 5.1cm/s，最大 M_4 和 MS_4 分潮流均出现在 C6 站 0.6H 层，分别为 7.2cm/s 和 4.1cm/s。

C1～C6 站各层 K_1 和 O_1 分潮流的 k 值在各站各层绝对值大部分小于 0.3，M_2 和 S_2 分潮流 k 值绝对值在各站各层都小于 0.3，观测期间的潮流以往复流为主，O_1、K_1、M_2、S_2、M_4、MS_4 分潮流 k 值绝对值的最大值分别为 0.72、0.72、0.29、0.29、0.91、0.91。

各站层的分潮流运动方向主要为 NE～SW。

c）理论最大可能潮流

本海区内最大可能潮流流速和对应的流向受地形影响各有不同，结果列于表 3.2.2-11。

理论最大可能潮流流速的最大值出现在C3站0.2H，为87.4cm/s，流向为偏E。

各站层的理论最大可能潮流流速最大值：C2站、C3站出现在0.2H层，C1站、C4站和C5站出现在0.4H，C6站出现在0.6H。各站流速极大值多出现在0.2H层和0.4H。

各站最大可能潮流流向基本近似为E，随深度变化不大。

表 3.2.2-11　C1-C6 站大潮期潮流可能最大流速及流向

测站	测层 / 要素	C1	C2	C3	C4	C5	C6
表层	流速（cm/s）	30.8	55.7	80.8	44.6	48.7	62.9
	流向（°）	92	98	84	76	75	78
0.2H	流速（cm/s）	35.5	**70.3**	**87.4**	45.4	56.8	70.7
	流向（°）	85	**87**	**86**	86	80	70
0.4H	流速（cm/s）	**42.1**	67.6	79.5	**45.5**	**57.7**	71.5
	流向（°）	**67**	89	85	**68**	**76**	73
0.6H	流速（cm/s）	40.0	61.4	68.7	42.0	52.1	**74.2**
	流向（°）	68	90	87	68	73	**74**
0.8H	流速（cm/s）	37.1	52.6	50.8	36.0	45.9	56.1
	流向（°）	50	91	93	84	75	79
底层	流速（cm/s）	20.4	50.4	42.7	32.4	38.0	40.9
	流向（°）	92	87	93	86	84	97

C.余流

调查海区大潮期的余流流速及流向见表 3.2.3-12，图 3.2.2-17 为大潮期余流平面分布图。根据观测期实测风资料显示，调查海域大潮期主要受 NE 及 E 风影

响。从图表中，可以看到以下特点：

大潮期，各站各层的余流流向变化不大，余流流向为 NE～SE，余流流速介于 1.4cm/s～28.0cm/s。观测期间 C6 站的 0.6H 流速最大，流速为 28.0cm/s，流向为 82°，其次是 C6 站的 0.4H，流速为 26.6cm/s，流向为 84°。余流流速大小的垂向变化较为明显，各站表、中、底层的余流大小总体呈现增加后减小的变化；各站表层流速较小，最小为 1.4cm/s，出现在 C1 站，流向为 41°。

表 3.2.3-12 大潮期的余流流速及流向

层次	要素 \ 站号	C1	C2	C3	C4	C5	C6
表层	流速（cm/s）	**1.4**	6.7	5.0	11.3	6.2	18.3
	流向（°）	**41**	101	191	105	72	94
0.2H	流速（cm/s）	5.7	11.1	5.7	16.0	14.5	25.5
	流向（°）	80	81	106	88	83	78
0.4H	流速（cm/s）	7.6	13.1	6.8	17.7	18.5	26.6
	流向（°）	74	84	115	94	85	84
0.6H	流速（cm/s）	13.8	14.1	6.0	20.2	23.3	**28.0**
	流向（°）	48	72	97	84	80	**82**
0.8H	流速（cm/s）	11.2	14.6	5.4	16.4	19.9	21.5
	流向（°）	68	61	93	79	69	63
底层	流速（cm/s）	11.4	14.0	6.4	13.0	16.0	14.2
	流向（°）	55	62	85	86	57	62

图 3.2.2-17 大潮期余流平面分布图

3.2.3.3 波浪

（1）波浪现场观测资料

本工程附近海域已开展过的波浪观测点有：沟疏测波站、揭阳测波站。

1）沟疏测波站波浪资料统计分析

2008 年 8 月开始在工程位置海域进行波浪观测，观测情况如下。

观测位置：20m 水深处，观测点位置：22°52.222'N、116°22.394'E；

观测时间：2008 年 8 月至 2009 年 7 月；

观测内容：波高、波向、波周期；

观测仪器：荷兰 Datawell 公司 MARKⅡ型波浪骑士。

根据沟疏测波站 2008 年 8 月～2009 年 7 月，在工程海域 20m 水深处（22°52.222′N，116°22.394′E）的波浪观测资料（荷兰 MARK II 波浪骑士）统计，常浪向为 ESE，频率为 31.5%；次常浪向为 E，频率为 24.5%。波向主要分布在 E~SE 之间，约占 75.84%，强浪向为 SSE、SE、S，最大有效波高均超过 5.0m。S 向 $H_{1/10}$ 大于 1.5m 的频率为 2.53%，出现天数为 29 天；SSW 向 $H_{1/10}$ 大于 1.5m 的频率为 2.53%，出现天数为 14 天；SW 向 $H_{1/10}$ 大于 1.5m 的频率为 0.1%，出现天数为 3 天。平均周期的平均值为 4.9s，最大平均周期为 10.5s。平均周期≥7s 的频率为 2.05%，出现天数为 23 天（其中包括 S~SW 向 $H_{1/10}$ 大于 1.5m 的 7 天）。

图 3.2.3-10　沟疏现场调查站位示意图

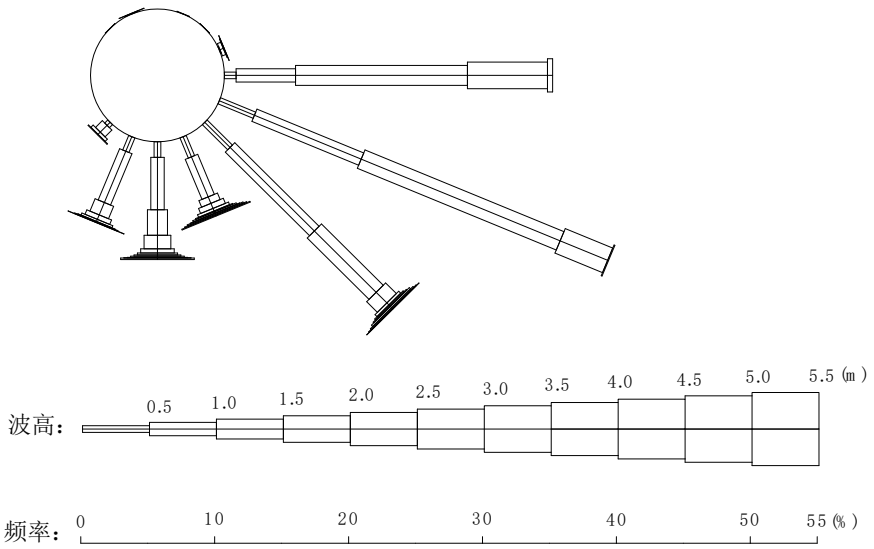


图 3.2.3-11　Hs 波浪玫瑰图（2008 年 8 月～2009 年 7 月）

2）揭阳周年波浪观测资料统计分析结果

2010 年 6 月在石碑山海域进行波浪观测，观测情况如下。

观测位置：21.5m 水深处，位置坐标：22°55'47.36″N、116°31'23.44″E；

观测时间：2010 年 6 月 9 日～2011 年 6 月 10 日；

观测内容：波高、波向、波周期；

观测仪器：荷兰 Datawell 公司 MARK II 型波浪骑士。

图 3.2.3-12　石碑山海域波浪观测位置示意图

本海区波浪主要受西南季风、热带气旋、东北季风三种天气系统所影响，观测期间常浪向和次常浪分别为 E 及 ESE 向，对应频率为 34.9%和 25.9%。强浪向

为 SSE 向，发生在 2010 年 10 月 21 日 18 点，受台风“鲇鱼”影响，最大 Hmax 为 775cm。周年的平均 $H_{1/3}$ 为 117cm，周年平均 $T_{1/3}$ 为 6.2s，周年平均 TZ 为 5.0s。

全年观测资料中 $H_{1/3}$ 大于 150cm 的出现天数为 182 天，东北季风控制期的 212 天时间内出现 156 天，即东北季风控制期内，约有 2/3 以上日数 $H_{1/3}$ 大于 150cm。2011 年 6 月出现 1 日 $H_{1/3}$ 小于 25cm 的海况。全年 $H_{1/3}$≥400cm、$H_{1/3}$≥350cm、$H_{1/3}$≥300cm、$H_{1/3}$≥250cm、$H_{1/3}$≥200cm 的波浪最长持续时间分别为 1h、14h、22h、44h、64h，均发生在 2010 年 10 月“鲇鱼”台风影响期间；全年 $H_{1/3}$≥150cm、$H_{1/3}$≥100cm、$H_{1/3}$≥50cm 的波浪最长持续时间分别为 227h、871h、1561h。

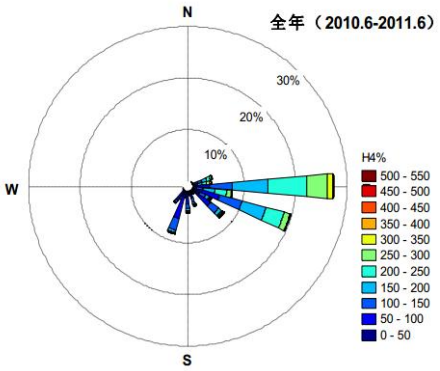


图 3.2.3-13　石碑山海域 2010 年 6 月～2011 年 6 月波浪玫瑰图

观测期内测得最大 Tz 为 8.8s，最大月平均 Tz 为 5.4s，最小月平均 Tz 为 4.0s；各月波浪平均周期 Tz 变化不大，集中在 4.8s～5.2s 之间。观测期全年平均 Tz 为 5.0s，西南季风期间平均 Tz 为 4.7s，东北季风期间平均 Tz 为 5.2s。观测期内，波浪周期主要集中在风浪频率段，42.7%的 Tz 集中在 5.1s～6.0s 的范围内，42.4%的 Tz 集中在 4.1s～5.0s 的范围内；西南季风期间，Tz 在 4.1s～5.0s 范围内的分布比例最高，为 49.8%；东北季风期间，Tz 在 5.1s～6.0s 范围内的分布比例最高，为 59.3%。热带气旋影响强烈的 10 月、东北季风影响的 4 月，均有 8.1s～9.0s 的较长周期波出现。

3.2.4 自然灾害

3.2.4.1 地震

据不完全的历史记载，该区地震活动频繁，自 1491~1981 年发生过大于 1.9 级地震 25 次，梅陇-海丰一带发生过 20 次，特别是在海丰附近发生过三次震级 5 级地震。其次，在陆丰、惠来附近有 5 次浅源壳内地震发生。近年仍有小震或有感地震不断，对人类正常活动带来一定的影响。地震产生主要位于山丘构造拗陷区，根据《中国海岸带和海涂资源综合调查图集》中的地质图和其它区域地质资料显示，在本项目所在海域和周边地带没有断裂通过。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），揭阳地区地震动峰值加速度 0.10g，反应谱特征周期为 0.40s，抗震设防烈度为 VI 度。

3.2.4.2 热带气旋

根据《台风年鉴》《热带气旋年鉴》及相关统计资料，1949~2017 年期间，登陆广东沿海的台风达 238 次，其中在惠来县登陆的有 14 个。热带气旋 8、9 月出现最多，1 月至 3 月没有热带气旋影响本海域，1949 年~2014 年期间，热带气旋登陆时达到超强台风的有 29 个，强台风 29 个，台风 37 个，强热带风暴 36 个。1949~2017 年期间，对项目附近海域最具影响的热带气旋有 12 个，遮浪海洋站记录的风速均在 33m/s 以上，分别是 6903、7908、8819、9009、9509、0104、0313、0601、0812、1319、1622 和 1713 热带气旋。

7908 号台风是建国以来登陆广东省台风中较强的一次西太平洋台风，其特点是:风力强、范围广、移速快。1979 年 8 月 2 日 13~14 时，7908 号台风在广东省深圳市沿海登陆，登陆时中心风速达 55m/s，中心气压 925hPa（资料来自上海台风研究所），1979 年 8 月 1 日 24 时~2 日 12 时，神泉镇渔港海域平均风力 12 级以上（遮浪海洋站 1979 年 8 月 2 日实测风速 61m/s，风向东北），8 级以上大风时间持续 24 个小时，12 级大风时间持续 12 个小时。

0104 尤特(Utor)，于北京时间 2001 年 7 月 1 日 14 时生成于北纬 7.2 度，东经 138.5 度，生成时的中心风速 15m/s，中心气压 1000 百帕；3 日 8 时加强为强热带风暴，20 时加强为台风。该台风以较稳定的西北方向穿过巴林塘海峡进入

南海北部，最后于 7 月 6 日早上 7:50 在广东海丰至惠东之间沿海登陆。1319 超强台风天兔(Usagi)是 2013 年全球最强热带气旋，气象部门均评定天兔接近中心最高持续风速达每小时 200 公里或以上；9 月 15 日，一个低压区在菲律宾东北部海面上形成。9 月 17 日早上升格为热带风暴，9 月 18 日，天兔将东南方的云带卷入中心附近，使得中心得以巩固。早上 8 时 45 分升格为强热带风暴。晚上 8 时升格为中度台风。9 月 19 日，天兔急剧增强，下午 1 时开始，天兔发展出一个完整而细小的风眼。下午 9 时 25 分把天兔进一步升为超强台风。9 月 20 日，天兔采取西北偏西路径，并加速至每小时 18 公里。天兔强度在上午达到颠峰,中午时分开始发展“双重眼壁”现象,导致天兔稍作减弱。9 月 21 日，天兔向西或西北偏西移动，穿越吕宋海峡，并进入南海东北部。22 日 19 时 40 分登陆广东汕尾。

1622 号强台风“海马”，2016 年 10 月 16 日下午 2 时由强热带风暴级加强为台风级，10 月 21 日 5 时台风海马位于惠东县南偏东方大约 230 公里的南海东北部海面上，21 日 12 时 40 分在汕尾市鲈门镇沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力 14 级（42m/s），受其影响广东全省倒塌房屋 327 间，严重损坏房屋 2749 间,农作物受灾面积 17.8 万公顷，惠州市渔业养殖场受损面积 6069 亩；汕尾市损坏堤防 59 处 8160m，损坏护岸 51 处，损坏水闸 21 座，损坏水利设施 179 处。

1713 号超强台风“天鸽”，2017 年 8 月 20 日 14 时，在西北太平洋洋面上生成。之后强度不断加强，8 月 22 日 8 时加强为强热带风暴，15 时加强为台风。8 月 23 日 7 时加强为强台风，一天连跳两级，最强达 15 级（48m/s，年鉴中修改为 16 级，52m/s），12 时 50 分前后以强台风级（14 级，45m/s）在中国广东省揭阳市登陆。为 2017 年以来登陆中国的最强台风。

2018 年第 22 号台风“山竹”的中心 16 日 17 时前后在广东省江门市台山沿海登陆，是 2018 年来陆我国最强台风，给惠来县带来暴雨。

2019 年有影响的台风有 2 个，1907 号台风“韦帕”和 1911 号台风“白鹿”给惠来县带来强降水，但未造成直接经济损失，台风“韦帕”影响期间，惠来沿海出现 6~7 级、阵风 9~10 级的大风。

2020 年有影响的台风有 2 个，06 号台风“米克拉”和 07 号台风“海高斯”，

给惠来县带来暴雨，但未造成直接经济损失。

2021 年有影响的台风有 2 个，07 号台风“查帕卡”和 09 号台风“卢碧”，给惠来县带来暴雨。

2022 年有 5 个台风（“暹芭”、“木兰”、“马鞍”、“尼格”和一个热带低压）登陆广东省，登陆台风数较多年平均值（3.7 个）偏多 1.3 个。其中，8 月份连续有三个台风登陆：8 月 4 日 9 时热带低压在惠州惠东沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 6 级（13m/s），中心最低气压 1002 百帕；第 7 号台风“木兰”于 8 月 10 日 10 时以热带风暴级（9 级，23m/s，中心最低气压 992 百帕）在湛江徐闻沿海登陆；第 9 号台风“马鞍”于 8 月 25 日 10 时以台风级（12 级，33m/s，中心最低气压 975 百帕）在茂名电白沿海地区登陆。

3.2.4.3 风暴潮

据 1979 年~2022 年间登陆粤东沿海的台风风暴潮资料统计，产生显著的风暴潮增水共 38 次，平均每年约 1 次。随着社会经济日益发展繁荣，虽然预警预报和防灾措施在不断加强和完善，死亡人数大大减少，但风暴潮、洪涝灾害造成的经济损失却越来越大。比较典型的风暴潮、洪涝灾害有如下几次：

(1)1969 年 7 月 28 日的 6903 号台风，最大风速 52.1m/s，适逢农历十五大潮期，妈屿站出现实测最高潮位 3.02m，降雨量约 200mm~300mm，造成交通瘫痪、通讯中断，农作物受灾严重，其它损失不计其数。

(2)1986 年 7 月 11 日的 8607 号强台风在陆丰至惠来登陆，本地风力 8~9 级，阵风 12 级，由于台风持续时间达 36 小时，带来特大暴雨，又逢暴潮，造成内涝等灾害发生，使民居、工业设施、水利工程、农作物损失严重。

(3)1988 年 7 月 19 日的太平洋第 5 号强台风袭击汕头（惠来登陆），这次台风雨量少、风力大，有“火台风”的俗称，因台风袭击时正值早稻成熟期和水果挂果期，造成农作物损失十分严重，供电和交通、通讯方面遭到严重破坏，水利工程也受到很大的破坏，堤围多处决口。

(4)1997 年 8 月 2 日 9710 号台风在香港登陆，由于受台风外围影响，给本地带来罕见的暴雨至大暴雨，降雨量超过 200mm，造成农田受淹严重。

(5)2001 年 7 月 6 日的 0104 号台风“尤特”在汕尾市登陆，受台风影响，本地最大风力达 12 级以上，最大风速 53m/s，台风登陆正逢大潮期，海潮暴涨，妈屿站最高潮 2.61m，堤围多处被冲毁，造成农工商各业遭受严重损失。

(6)2001 年 9 月 20 日第 16 号强热带风暴“百合”在潮阳至惠来登陆，最大风力 11 级，受其影响，造成部分农作物受损，堤防、闸等损失严重。

(7)2005 年的“珊瑚”，2006 年的“碧丽斯”等台风带来的强降水，造成内涝严重，居民受灾严重，堤围多处被冲毁。

(8)2006 年 5 月的“珍珠”台风正面袭击汕头，最大风速 46m/s，各地普降大暴雨和特大暴雨，大部分区域受到严重水浸，有的城市居民区水深高达 2m 部分工矿企业停产，大片农田、水产养殖更是损失惨重，堤围多处损坏严重。

(9)2013 年 9 月 22 日，“天兔”台风在汕尾市登陆，中心附近最大风力达 14 级（45m/s），台风登陆正逢大潮期，海潮暴涨，损失严重。

(10)2016 年 10 月 21 日，“海马”台风在汕尾市海丰县鲘门镇登陆，中心附近最大风力达 14 级（42m/s），汕头录得最大阵风 39m/s（13 级），汕头市受灾人口 60.76 万人，房屋倒塌 86 间，直接损失 9.74 亿元该项目所使用海域受风暴潮影响较大，在工程的建设施工过程种，风暴潮的影响是不容忽视的。

(11)2017 年 9 月 3 日，第 16 号台风“玛娃”在汕尾市陆丰沿海登陆，粤东、珠江口沿岸出现一次风暴潮过程，珠江口沿岸最大增水出现在赤湾站（44cm）；粤东沿岸最大增水出现在惠州站（58cm）。揭阳市水产养殖受灾面积 2400 公顷，水产养殖损失产量 700 吨，养殖设备、设施损失 320 个，防波堤损毁 0.22 千米，直接经济损失 2550 万元。

(12)2018 年 9 月 16 日，第 22 号超强台风“山竹”在广东省台山海宴镇登陆，广东省沿岸出现一次风暴潮过程，粤东沿岸最大增水出现在惠州站（278cm）。广州、珠海、深圳、中山、江门、惠州、汕尾、揭阳、汕头、潮州、茂名、湛江遭受一定程度的损失。

(13)2020 年 8 月 19 日，台风“海高斯”在广东省珠海市金湾区沿海登陆，粤东沿岸各海洋站观测到 30cm~60cm 的最大风暴增水，各站最高潮位均在当地蓝色警戒潮位以下。

(14)2021 年 10 月 13 日，台风“圆规”在海南省琼海市沿海登陆，粤东沿岸

各海洋站观测到 70cm~125cm 的最大风暴增水。受“圆规”台风风暴潮和近岸浪的共同影响，揭阳市、阳江市、惠州市、珠海市等地直接经济损失合计 0.10 亿元。

(15)2022 年 7 月 2 日，台风“暹芭”在茂名市电白区沿海登陆，珠江口到雷州半岛东部沿岸潮（水）位站观测到 60cm~160cm 的最大风暴增水。2022 年 8 月 25 日，台风“马鞍”在茂名市电白区沿海登陆，珠江口到雷州半岛东部沿岸潮（水）位站观测到 40cm~170cm 的最大风暴增水。

3.2.5 海洋环境质量现状

本节引用建设单位提供的《揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目公用航道疏浚工程海域使用论证报告书》中由广州海兰图检测技术有限公司于 2022 年 4 月在项目附近海域进行的海洋环境现状调查数据。

3.1.5.1 调查概况

（1）调查时间与调查站位

调查时间为 2022 年 4 月 27 日～5 月 12 日，共设水质调查站位 22 个，沉积物调查站位 11 个，海洋生物质量、生态与渔业资源调查站位 14 个，潮间带生物调查断面 3 个，具体调查站位详见表 3.1.5-1 和图 3.1.5-1。

表 3.1.5-1 海洋环境现状调查站位

站位	经度 E	纬度 N	调查项目
SQ01			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
SQ02			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
SQ03			水质
SQ04			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
SQ05			水质、生物生态、渔业资源
SQ06			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
SQ07			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
SQ08			水质
SQ09			水质
SQ10			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
SQ11			水质
SQ12			水质
SQ13			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
SQ14			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
SQ15			水质
SQ16			水质、沉积物、生物生态、渔业资源

站位	经度 E	纬度 N	调查项目
SQ17			水质
SQ18			水质、生物生态、渔业资源
SQ19			水质
SQ20			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
SQ21			水质、生物生态、渔业资源
SQ22			水质、沉积物、生物生态、渔业资源
C1			潮间带
C2			潮间带
C3			潮间带
注：潮间带垂直于岸线，布设高、中、低潮区采样断面。			

图 3.1.5-1 调查站位布设示意图

（2）调查项目

海水水质调查内容：pH、水温、盐度、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、石油类、总铬、铅、镉、锌、铜、汞、砷、六价铬、镍、氰化物、氟化物。

海洋沉积物调查项目：含水率、pH、粒度、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、锌、总汞、铬、砷。

海洋生物体质量：包括铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油烃。

（3）采样方法

1）水质样品采样方法

①水样采集通用方法

A.按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）中的要求执行；

B.使用 GPS 定位导航调查船只进入预定站位后开始测量水深。根据实测水深，进行透明度、水色等现场观测，当站位水深浅于 10m 时（以现场水深为准，下同），仅采表层水样一个；当站位水深在 10m～25m 时，分别采集表层和底层水样各一个；其中表层为距表面 0.1m～1m，底层为离底 2m。

表 3.1.5-2 采样层次表

水深范围/m	标准层次	底层与相邻标准层最小距离/m
小于 10	表层	/
10~25	表层、底层	/
25~50	表层、10m、底层	/
50~100	表层、10m、50m、底层	5
100 以上	表层、10m、50m、以下水层的酌情加层、底层	10
注 1：表层系指海面以下 0.1m~1m； 注 2：底层，对河口及港湾海域最好取离海底 2m 的水层，深海或大风浪时可酌情增大离底层的距离。		

C.采用向风逆流采样，严格控制来自船体自身的污染，采样时严禁船舶排污，采样位置远离船舶排污口，并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输；

D.对无法现场分析的样品，按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）加固定剂后带回实验室分析；

E.水文气象观测执行《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋观测规范 第 2 部分：海滨观测》（GB/T 14914.2-2019）。

②特殊指标水样采集方法

A.溶解氧样品的采集：将乳胶管的一端接上玻璃管，另一端套在采水器的出水口，放出少量水样，洗水样瓶两次。将玻璃管插到水样瓶底部慢慢注入水样，待水样装满并溢出约为瓶子体积的 50%时，将玻璃管慢慢抽出盖上瓶盖，再取下瓶盖，立即用自动加液器（管尖靠近液面）依次注入 1.00ml 氯化锰溶液和 1.00ml 碱性碘化钾溶液。塞紧瓶塞并用手抓住瓶塞和瓶底，将瓶缓慢地上下顺倒 20 次，使样品与固定液充分混匀。待样品瓶内沉积物降至瓶体 60%以下时方可进行分析。如样品瓶浸泡在水中，允许存放 24h，避免阳光直射和温度剧烈变化，如温

差较大，应在 12h 内测定。

B. pH 样品的采集：样品瓶洗净后，用海水浸泡 1d。采样时需用采样点的海水洗涤两次，再装入水样瓶固定，盖好瓶盖混合均匀，待测，允许保存 48h。

C.重金属样品的采集：水样采集后，要有防止现场大气降尘带来的污染措施，并尽快从采样器中放出样品；防止采样器内样品中所含污染物随悬浮物的下沉而降低含量，灌装样品时必须边摇动采水器边灌装，立即用 0.45μm 滤膜过滤处理，过滤水样用 HNO_3 酸化至 pH 值小于 2，塞上塞子，存放在洁净环境中。

D.油类样品的采集：测定水中油含量应用单层采水器固定样品瓶在水体中直接灌装，采样后立即提出水面，在现场用石油醚（或正己烷）萃取或者在现场采集油类样品后，加 0.1mol/L 硫酸溶液固定，带回实验室萃取；测定油类样品的容器禁止预先用海水冲洗。

2）海洋沉积物采样方法

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

①到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与 0.05m^2 抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底 3m～5m 时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料刀或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0cm～1cm 的沉积物。如遇砂砾层，可在 0cm～3cm 层内混合取样。

②样品从海底至船甲板，应立即进行现场样品状态描述（颜色、气味、厚度）。

③取样和处理样品时，注意层次，结构和代表性，同一采样点采集 3～6 次，将样品混合均匀分装。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

④稠度和粘性描述：流动、半流动、软泥、致密和固结，强粘性、弱粘性和无粘性的描述。

⑤采样完毕后，打开采泥器壳口，冲洗干净备用。

3）海洋生物体质量采样方法

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

①虾与中小型鱼类

按要求选取足够数量的完好生物样，放入干净的聚乙烯袋中，应防止袋子被刺破。挤出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

②大型鱼类

测量并记下鱼样的体长、体重。用清洁的刀切下至少 100g 肌肉组织，厚度至少 5cm，样品处理时，切除玷污或内脏部分。存于清洁的聚乙烯袋中，挤出空气并封口，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮放样品。

（4）分析方法

1）水质样品分析方法

水质样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）进行，超出的项目按照行业内的其他标准进行，各项目的分析方法如表 3.1.5-3。

表 3.1.5-3 海水调查项目及分析方法

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
水温	《海洋调查规范第 2 部分:海洋水文观测》GB/T12763.2-2007/5.2.1	CTD 法	/
pH	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/26	pH 计法	/
盐度	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/29.1	盐度计法	2‰
溶解氧	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/31	碘量法	0.11mg/L
悬浮物	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/27	重量法	/
化学需氧量	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/32	碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
硝酸盐氮	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/38.1	镉柱还原法	0.0001mg/L
亚硝酸盐氮	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/37	萘乙二胺分光光度法	0.0002mg/L
氨氮	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/36.1	靛酚蓝分光光度法	0.0004mg/L
活性磷酸盐	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/39.1	磷钼蓝分光光度法	0.0006mg/L
挥发酚	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/19	4-氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L
硫化物	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/18.1	亚甲基蓝分光光度法	0.2μg/L
油类	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》	紫外分光光度法	0.0035mg/L

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
	GB17378.4-2007/13.2		
汞	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/5.1	原子荧光法	0.007μg/L
砷	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/11.1	原子荧光法	0.5μg/L
铜	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
铅	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
镉	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
锌	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.0031mg/L
总铬	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L
六价铬	《水质六价铬的测定》GB/T7467-1987	二苯碳酰二肼分光光度法	0.004mg/L
镍	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/42	无火焰原子吸收分光光度法	0.5μg/L
氰化物	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》GB17378.4-2007/20	异烟酸-吡唑啉酮分光光度法	0.0005mg/L
氟化物	《水质氟化物的测定》GB/T7484-1987	离子选择电极法	0.05mg/L

2）海洋沉积物分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》（GB 17378.5-2007）进行，各项目的分析方法如表 3.1.5-4。

表 3.1.5-4 海洋沉积物调查项目及分析方法

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
含水率	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/19	重量法	/
有机碳	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/18.1	重铬酸钾氧化-还原容量法	0.02%
石油类	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/13.1	荧光分光光度法	1.0mg/kg
硫化物	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/17.1	亚甲基蓝分光光度法	0.3mg/kg
铜	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/6.2	火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg
铅	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/7.2	火焰原子吸收分光光度法	3.0mg/kg
镉	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
锌	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	6.0mg/kg
总汞	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
铬	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg
砷	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB17378.5-2007/11.1	原子荧光法	0.06mg/kg
pH	《海洋调查规范第 8 部分：海洋地质地球物理调查》GB/T12763.8-2007/6.7.2	pH 计法	/
粒度	《海洋调查规范第 8 部分：海洋地质地球物理调查》GB/T12763.8-2007/6.3	激光粒度分布仪法	/

3）海洋生物体质量分析方法

生物体样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB 17378.6-2007）进行，各项目的分析方法如表 3.1.5-5。

表 3.1.5-5 海洋生物质量调查项目及分析方法

检测指标	检测依据	分析方法	检出限
石油烃	《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/13	荧光分光光度法	0.2mg/kg
铜	《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
铅	《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
镉	《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.005mg/kg
总汞	《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
砷	《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/11.1	原子荧光法	0.2mg/kg
锌	《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
铬	《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》GB17378.6-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg

3.1.5.2 海洋水质调查结果与评价

（1）调查结果

各站位水质监测结果见表 3.1.5-6。

（2）评价方法

采用单因子污染指数法（标准指数法）进行评价。

单项水质评价因子（参数）i 在第 j 点的标准指数为：$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{i,o}$

其中：

$S_{i,j}$——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质内容因子超标；

$C_{i,j}$——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

$C_{i,o}$——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

对于溶解氧，DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j \qquad DO_j \le DO_f$$

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

其中：

$S_{DO,j}$—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制，mg/L；

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

S—实用盐度符号，量纲一；

T——水温，℃。

pH 的标准指数为：

$$S_{pH}=\frac{7.0-pH}{7.0-pH_{sd}},pH\le 7.0；\quad S_{pH}=\frac{pH-7.0}{pH_{su}-7.0},pH>7.0$$

式中：pH 为实际测值；pH_{su} 为评价标准值 pH 值上限；pH_{sd} 为评价标准值 pH 值下限。

水质评价因子的标准指数＞1，则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

表 3.1.5-6 海水水质监测结果

站位	水深	水温	盐度	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	氨氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	氟化物	氰化物	六价铬	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	镍
	m	℃		/	mg/L													μg/L								
SQ01																										
SQ02																										
SQ03																										
SQ04B																										
SQ04D																										
SQ05B																										
SQ05D																										
SQ06																										
SQ07B																										
SQ07D																										
SQ08B																										
SQ08D																										
SQ09B																										
SQ09D																										
SQ10B																										
SQ10(10m)																										
SQ10D																										
SQ11B																										
SQ11D																										
SQ12B																										
SQ12D																										
SQ13B																										
SQ13(10m)																										
SQ13D																										
SQ14B																										
SQ14(10m)																										
SQ14D																										

站位	水深	水温	盐度	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	氨氮	亚硝酸盐氮	硝酸盐氮	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	氟化物	氰化物	六价铬	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	镍
	m	℃		/	mg/L													μg/L								
SQ15B																										
SQ15(10m)																										
SQ15D																										
SQ16B																										
SQ16D																										
SQ17B																										
SQ17D																										
SQ18B																										
SQ18(10m)																										
SQ18D																										
SQ19B																										
SQ19(10m)																										
SQ19D																										
SQ20B																										
SQ20(10m)																										
SQ20D																										
SQ21B																										
SQ21D																										
SQ22B																										
SQ22(10m)																										
SQ22D																										
最小值																										
最大值																										
平均值																										

注：①包含“L”的检测结果表示其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值时，若检出率少于等于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算，若检出率大于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算。②无机氮为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮的总和。③石油类指标只采集表层样品，水深指标只测量站位即时深度，“/”不参与计算。

（3）评价标准

按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》规定，各调查站位所在功能区执行的海洋环境评价标准见表 3.1.5-7 和图 3.1.5-2。

表 3.1.5-7 调查站位在广东省海洋功能区的执行标准

调查站位	功能区名称	标准要求
	前詹海洋保护区	执行海水水质第一类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准
	神泉海洋保护区	
	珠海-潮州近海农渔业区	
	田尾山-石碑山农渔业区	执行海水水质第二类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准
	前詹港口航运区	执行海水水质第三类标准、海洋沉积物质量第二类标准和海洋生物质量第二类标准
	惠来南部工业与城镇用海区	

图 3.1.5-2 调查站位所处广东省海洋功能区示意图

海域水质现状评价依据标准《海水水质标准》（GB3097-1997），见表 3.1.5-8。

表 3.1.5-8 海水水质标准 单位：mg/L（pH 除外）

水质指标	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
化学需氧量≤	2	3	4	5
溶解氧＞	6	5	4	3
活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.03	0.03	0.045
无机氮≤（以 N 计）	0.2	0.3	0.4	0.5
石油类≤	0.05	0.05	0.3	0.5
铜≤	0.005	0.01	0.05	0.05
铅≤	0.001	0.005	0.01	0.05
锌≤	0.02	0.05	0.1	0.5
镉≤	0.001	0.005	0.01	0.01
汞≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
砷≤	0.02	0.03	0.05	0.05
六价铬≤	0.005	0.01	0.02	0.05
总铬≤	0.05	0.1	0.2	0.5
硫化物≤（以硫计）	0.02	0.05	0.1	0.25
镍	0.005	0.01	0.02	0.05
挥发性酚≤	0.005	0.005	0.01	0.05
氰化物≤	0.005	0.005	0.1	0.2

（4）评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.1.5-9。

执行第一类海水水质标准的站位有 SQ05、SQ07、SQ09、SQ10、SQ12、SQ13、SQ14、SQ15、SQ17、SQ18、SQ19、SQ20、SQ22。由监测结果及标准指数表结果可知：主要超标监测因子为溶解氧，超标率为 5.9%。SQ12B、SQ12D 调查站位的溶解氧不符合海水水质第一类标准要求，但均符合海水水质第二类标准要求；其余监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

执行第二类海水水质标准的站位有 SQ01、SQ02、SQ03、SQ08、SQ11、SQ16、SQ21。由监测结果及标准指数表结果可知：所有调查站位的监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

执行第三类海水水质标准的站位有 SQ04 和 SQ06。由监测结果及标准指数表结果可知：所有调查站位的监测因子均符合海水水质第三类标准要求。

综上所述，本次调查项目附近海域部分站位的溶解氧含量超过其相对应功能区的标准限值，其余监测指标均符合相应评价标准。

表 3.1.5-9a 海水水质监测站位（执行第一类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	氰化物	六价铬	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	镍
SQ05B																		
SQ05D																		
SQ07B																		
SQ07D																		
SQ09B																		
SQ09D																		
SQ10B																		
SQ10(10m)																		
SQ10D																		
SQ12B																		
SQ12D																		
SQ13B																		
SQ13(10m)																		
SQ13D																		
SQ14B																		
SQ14(10m)																		
SQ14D																		
SQ15B																		
SQ15(10m)																		
SQ15D																		
SQ17B																		
SQ17D																		
SQ18B																		
SQ18(10m)																		
SQ18D																		
SQ19B																		
SQ19(10m)																		
SQ19D																		
SQ20B																		

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	氰化物	六价铬	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	镍
SQ20(10m)																		
SQ20D																		
SQ22B																		
SQ22(10m)																		
SQ22D																		
超标率%																		

注：① “/”表示未检指标的标准指数；②低于方法检出限的标准指数计算时，若检出率少于等于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算，若检出率大于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算。

表 3.1.5-9b 海水水质监测站位（执行第二类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	氰化物	六价铬	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	镍
SQ01																		
SQ02																		
SQ03																		
SQ08B																		
SQ08D																		
SQ11B																		
SQ11D																		
SQ16B																		
SQ16D																		
SQ21B																		
SQ21D																		
超标率%																		

注：①“/”表示未检指标的标准指数；②低于方法检出限的标准指数计算时，若检出率少于等于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算，若检出率大于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算。

表 3.1.5-9c 海水水质监测站位（执行第三类海水水质标准）各要素的标准指数

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	锌	氰化物	六价铬	挥发酚	硫化物	铜	铅	镉	总铬	汞	砷	镍
SQ04B																		
SQ04D																		
SQ06																		
超标率%																		

注：①“/”表示未检指标的标准指数；②低于方法检出限的标准指数计算时，若检出率少于等于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算，若检出率大于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算。

3.1.5.3 海洋沉积物质量现状调查与评价

（1）调查结果

沉积物粒度调查结果见表 3.1.5-10。调查海区表层沉积物主要以砂、粉砂、黏土为主。

调查海域沉积物化学调查结果见表 3.1.5-11。

表 3.1.5-10 沉积物粒度分析结果

站号	粒组含量/%				沉积物名称及代号	粒度参数				
	砾	砂	粉砂	粘土		MdΦ	MzΦ	σiΦ	SkiΦ	KgΦ
SQ01	0	93.23	5.46	1.31	细砂 FS	2.97	2.97	0.04	-0.08	1.14
SQ02	0	85.04	12.51	2.45	细砂 FS	3.14	3.11	0.14	0.4	4.59
SQ04	0	78.4	15.63	5.97	粗砂 CS	1.16	0.96	0.47	0.26	0.66
SQ06	0	78.68	18.35	2.97	细砂 FS	3.25	3.29	0.05	-0.11	1.04
SQ07	0	9.85	68.17	21.98	粘土质粉砂 YT	6.39	5.63	0.02	0.66	1.35
SQ10	0	5.18	67.26	27.56	粘土质粉砂 YT	6.87	6.17	0.02	0.67	1.53
SQ13	0	13.54	66.89	19.57	粉砂 T	6.07	5.32	0.03	0.64	1.12
SQ14	0	72.53	21.23	6.24	粉砂质砂 TS	1.68	1.33	0.4	0.39	0.81
SQ16	0	4.57	67.58	27.85	粘土质粉砂 YT	6.94	6.31	0.02	0.65	1.64
SQ20	0	95.43	3.72	0.85	中细砂 MFS	2.09	2.08	0.08	0	1.11
SQ22	0	54.6	34.37	11.03	粉砂质砂 TS	3.65	3.18	0.12	0.49	0.91

表 3.1.5-11 海洋沉积物质量监测结果

（单位：$\times10^{-6}$ ，其中有机碳和含水率为$\times10^{-2}$，pH 无量纲）

站位	风干样含水率	湿样含水率	pH	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
SQ01													
SQ02													
SQ04													
SQ06													
SQ07													
SQ10													
SQ13													
SQ14													
SQ16													
SQ20													
SQ22													
最小值													
最大值													
平均值													

注：包含“L”的检测结果表示其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值时，若检出率少于等于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算，若检出率大于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算。

（2）评价方法与评价标准

1）评价方法

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，公式为$P_i = C_i / C_{si}$。

式中：

P_i—第 i 种评价因子的质量指数；

C_i—第 i 种评价因子的实测值；

C_{si}—第 i 种评价因子的标准值。

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

2）评价标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，各监测站位执行的标准见表 3.2.7-2。

表 3.2.7-2 各站位执行的标准要求一览表

调查站位	功能区名称	标准要求
	神泉海洋保护区	执行海洋沉积物质量第一类标准
	珠海-潮州近海农渔业区	
	田尾山-石碑山农渔业区	
	前詹港口航运区	执行海洋沉积物质量第二类标准
	惠来南部工业与城镇用海区	

表 3.2.7-3 海洋沉积物质量标准

沉积物质量指标	第一类	第二类	第三类
有机碳（$\times10^{-2}$）≤	2	3	4
硫化物（$\times10^{-6}$）≤	300	500	600
石油类（$\times10^{-6}$）≤	500	1000	1500
铜（$\times10^{-6}$）≤	35	100	200
铅（$\times10^{-6}$）≤	60	130	250
锌（$\times10^{-6}$）≤	150	350	600
镉（$\times10^{-6}$）≤	0.5	1.5	5
汞（$\times10^{-6}$）≤	0.2	0.5	1
砷（$\times10^{-6}$）≤	20	65	93
铬（$\times10^{-6}$）≤	80	150	270

（2）评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 3.1.5-12。

执行海洋沉积物质量第一类标准要求的站位有 SQ01、SQ02、SQ07、SQ10、SQ13、SQ14、SQ16、SQ20、SQ22。由监测结果及标准指数表结果可知：所有调查站位的监测因子均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

执行海洋沉积物质量第二类标准要求的站位有 SQ04、SQ06。由监测结果及标准指数表结果可知：所有调查站位的监测因子均符合海洋沉积物质量第二类标准要求。

综上所述，调查海域海洋沉积物质量均符合相应功能区划沉积物质量标准要求。

表 3.1.5-12a 海洋沉积物质量监测站位（执行第一类海洋沉积物质量）各要素标准指数

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
SQ01										
SQ02										
SQ07										
SQ10										
SQ13										
SQ14										
SQ16										
SQ20										
SQ22										
超标率%										

注：低于方法检出限的标准指数计算时，若检出率少于等于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算，若检出率大于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算。

表 3.1.5-12b 海洋沉积物质量监测站位（执行第二类海洋沉积物质量）各要素标准指数

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
SQ04										
SQ06										
超标率%										

3.1.5.4 海洋生物质量现状调查与评价

（1）调查结果

海洋生物体质量监测结果见表 3.1.5-13。

表 3.1.5-13 海洋生物质量监测结果（单位：mg/kg）

站位	种类	品种	石油烃	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷
SQ01	甲壳类									
SQ02	甲壳类									
SQ04	软体类									
SQ05	鱼类									
SQ06	鱼类									
SQ07	鱼类									
SQ10	鱼类									
SQ13	鱼类									
SQ14	甲壳类									
SQ16	甲壳类									
SQ18	甲壳类									
SQ20	鱼类									
SQ21	鱼类									
SQ22	鱼类									
最小值										
最大值										
平均值			.	.	.	.	.	.	.	.

注：包含“L”的检测结果表示其检测结果低于方法检出限，其中数值为方法检出限值，参与计算平均值时，若检出率少于等于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算，若检出率大于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算。

（2）评价方法与评价标准

1）评价方法

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

式中：

P_i—第 i 种评价因子的质量指数；

C_i—第 i 种评价因子的实测值；

C_{si}—第 i 种评价因子的标准值。

生物体质量评价因子的标准指数＞1，则表明该项指标已超过规定的生物质量标准。

2）评价标准

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

表 3.1.5-14 海洋生物体评价标准（鲜重，mg/kg）

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃	引用标准
鱼类	20	2	0.6	40	0.3	20	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的生物质量评价标准
甲壳类	100	2	2	150	0.2	/	
软体类	100	10	5.5	250	0.3	20	

（3）评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点生物体评价因子的标准指数见表 3.1.5-15。

调查结果显示，采集到的甲壳类、软体类和鱼类生物体的污染物含量均达到《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》及《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的标准限值要求。

表 3.1.5-15 海洋生物质量站位各要素标准指数

站位	种类	品种	石油烃	铜	铅	镉	锌	总汞
SQ01	甲壳类							
SQ02	甲壳类							
SQ04	软体类							
SQ05	鱼类							
SQ06	鱼类							
SQ07	鱼类							
SQ10	鱼类							
SQ13	鱼类							
SQ14	甲壳类							
SQ16	甲壳类							
SQ18	甲壳类							
SQ20	鱼类							
SQ21	鱼类							
SQ22	鱼类							
超标率								

注：①“/”表示指标的质量标准未作限值要求的标准指数。

②低于方法检出限的标准指数计算时，若检出率少于等于 1/2，取 1/4 检出限值参与计算，若检出率大于 1/2，取 1/2 检出限值参与计算。

3.3 海洋生态概况

3.3.1 调查方案

3.3.1.1 调查时间与站位

调查时间为 2022 年 4 月 27 日～5 月 12 日，共设海洋生态生物资源、渔业资源调查站位 14 个，潮间带生物调查断面 3 个，具体调查站位详见表 3.2.5-1 和图 3.2.5-1。

3.3.1.2 调查方法

（1）叶绿素 a 和初级生产力

采样层次与水质采样层次相同，用采水器采集水样，经 GF/F 玻璃纤维滤膜过滤（过滤时抽气负压小于 50kPa）后，将滤膜对折，用铝箔包好，存放于低温冷藏壶中，带回实验室分析，采用分光法测定叶绿素 a 的含量。初级生产力采用叶绿素 a 法，按照 Cadee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算。每 500ml 加入 2.00ml 碳酸镁溶液，使用抽滤泵抽滤。

（2）浮游植物

浮游植物定量分析样品用浅水 III 型浮游生物网（加重锤）自底至表层作垂直拖网进行采集。拖网时，落网速度不超过 1m/s，起网为 0.5m/s。样品用鲁哥氏碘液固定，加入量为每升水加入 6.00ml～8.00ml。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

（3）浮游动物

浮游动物样品用浅海 II 型浮游生物网（加重锤）从底层至表层垂直拖曳采集。采得的样品在现场用 5%的中性甲醛溶液固定。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量，然后在体视显微镜下对标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

（4）大型底栖生物

定量样品采用 0.05m^2 采泥器，在每站位连续采集平行样品 4 次，经孔径为 0.450mm 的筛网筛洗干净后，放入 500ml 样品瓶中，加入适量淡水于 4℃环境中存放 6～8h，可使海洋底栖环节动物产生应激反应，表现出形态特征，再用体积分数为 5%～7%的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

（5）潮间带生物

①在调查海区内选择不同生境（如泥滩、沙滩和岩滩）的潮间带断面，断面位置有陆上标志，走向与等深线垂直，选择在滩面底质类型相对均匀、潮带较完整、无人为破坏或人为扰动较小且相对较稳定的地点或调查断面，在每个剖面的

高滩、中滩和低滩采集样品；

②泥、沙等软相底质的生物取样，用滩涂定量采样框。其结构包括框架和挡板两部分，均用 1.5mm～2.0mm 厚的不锈钢板弯制而成。规格：25cm×25cm×30cm。配套工具是平头铁锨。滩涂定量取样用定量框，通常高潮区布设 2 站、中潮带 3 站，低潮带 2 站（生物量较大时 1 个站），每站取 4～8 个样方（依据现场生物量大小而定）；为防止人为因素干扰，样方位置用标志绳索（每隔 5m 或 10m 有一标志）于站位两侧水平拉直，各样方位置严格取在标志绳索所标位置，无论该位置上生物多寡，均不能移位；取样时，先将取样器挡板插人框架凹槽，用臂力或脚力将其插人滩涂内；继而观察记录框内表面可见的生物及数量；后用铁锨清除挡板外侧的泥沙再拔去挡板，以便铲取框内样品；铲取样品时，若发现底层仍有生物存在，将取样器再往下压，直至采不到生物为止；若需分层取样，视底质分层情况确定；硬相(岩石岸)生物取样，用 25cm×25cm 的定量框取 2 个样方；在生物密集区取样，采用 10cm×10cm 定量框取样。

③用筛网孔目为 1.0mm 和 0.5mm 的过筛器进行生物样品筛选；

④为全面反映各断面的种类组成和分布，在每站定量取样的同时，应尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全，以作分析时参考，定性样品务必与定量样品分装，切勿混淆；

⑤滩涂定量调查，未能及时处理的余渣，拣出肉眼可见的标本后把余渣另行装瓶（袋），并用四氯四碘荧光素染色剂固定液，便于回实验室在双筒解剖镜下仔细挑拣；对一些受刺激易引起收缩或自切的种类（如腔肠动物、纽形动物），先用水合氯醛或乌来糖少许进行麻醉后再行固定；某些多毛类（如沙蚕科、吻沙蚕科），可先用淡水麻醉，最好能带回一些完整的新鲜藻体，制作蜡叶标本，以保持原色和长久保存。

⑥取样时，测量各潮区优势种的垂直分布高度和滩面宽度，描述生物分布带的特征；样品存放于 500mL～1000mL 样品瓶中，加入适量淡水于 4℃环境中存放 6～8h，可使海洋底栖环节动物产生应激反应，表现出形态特征，再用体积分数为 5%～7%的中性甲醛溶液暂时性保存，便于室内鉴定。

（6）鱼卵仔稚鱼

调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照《海洋调查

规范》（GB/T 12763-2007）的相关规定进行样品的采集、保存和运输。定量采样：网具使用浅水Ⅰ型浮游生物网（水深＜30m）或大型浮游生物网（30m＜水深＜200m）垂直采样，由海底至海面垂直拖网。定性采样：采用拖网法，网具采用大型浮游生物网，于表层水平拖曳 10min 取得，拖速保持在 2 节左右。海上采得的浮游生物样品按体积 5%的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

（7）游泳动物

游泳生物调查按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

①调查船舶要求：游泳生物调查船应由专业调查船承担，或选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，调查船舶应具备能在调查海区中定位的卫星定位仪、能在调查海区与陆地基地联络的通讯设备，性能良好的探鱼仪和雷达，能随时观察曳网情况的网位仪，与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备，具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。

②调查工作流程：采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置 2n mile～3n mile 处放网，拖速控制在 2kn～3kn 左右，经 1h 后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳纲投放，曳纲着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳纲时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

③样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量（kg）。渔获物总质量在 40kg 以下时，全部取样分析；渔获物大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg）。

3.3.1.3 计算方法

（1）初级生产力

采用叶绿素 *a* 法，按照 Cadee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算：

$$P=\frac{Chla\cdot Q\cdot L\cdot t}{2}$$

式中：

P—现场初级生产力（mg·C/（m^2·d））；

Chla—真光层内平均叶绿素 a 含量（mg/m^3）；

Q—不同层次同化指数算术平均值，取 3.7；

t—昼长时间（h），根据季节和海区情况春季取 12.0h；

L—真光层深度（m），取透明度的 3 倍。

（2）优势度（Y）

优势度（Y）应用以下公式计算：

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

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

（3）多样性指数(*H′*) 、均匀度指数(*J*)、丰富度指数(*D*)

生物群落特征的评价使用 Sharrnon-wiener(1963)的多样性指数计算公式、Pielous(1969)均匀度计算公式和 Margalef(1958)丰富度计算公式。

种类多样性(H′)、均匀度（J）、丰富度（d）的计算公式如下：

$$H'=-\sum_{i=1}^{S}p_i\log_2 Pi\ ;\quad J=\frac{H'}{\log_2 S}\ ;\quad D=\frac{S-1}{\log_2 N}$$

式中：*H 中*—多样性指数；*J*—均匀度；P_i=n_i/N（n_i 是第 i 个物种的个体数，N 是全部物种的个数）；*S*—为种类数；*d*—丰富度。

（4）鱼卵仔稚鱼密度

水平拖网密度计算公式为：

$$N=\frac{n}{t\times V\times S}$$

式中：

N—鱼卵仔稚鱼密度（ind/m^3）；

n—每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为（ind）；

S—网口面积（m^2），S 大型浮游生物网=0.5m^2；

t—拖网时间（h）；

V—拖速（m/h）；

垂直拖网密度计算：

$$N=\frac{n}{S\times L}$$

式中：

N—鱼卵仔稚鱼密度（ind/m^3）；

n—每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为（ind）；

S—网口面积（m^2），S 浅水Ⅰ型网=0.2m^2；

L—采样绳长（m），垂直拖网 L=水深-2m。

（5）渔业资源密度

资源数量的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度。

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

式中：

S—重量密度（kg/km^2）或个体密度（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—平均重量渔获率（kg/h）或平均个体渔获率（ind/h）；

E—逃逸率（取 0.5）。

（6）游泳生物优势种

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*，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。

$$IRI=（N+W）F$$

式中：

N—某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F—某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

3.3.2 海洋生态调查结果

（1）叶绿素 a 与初级生产力

本次调查结果显示，调查海域表层叶绿素 a 含量大于中底层。各站表层叶绿素 a 含量变化范围为（1.40~6.87）mg/m^3，平均为 2.36mg/m^3；10m 水层叶绿素 a 含量变化范围为（1.01~1.57）mg/m^3，平均为 1.30mg/m^3；底层叶绿素 a 含量变化范围为（0.75~2.34）mg/m^3，平均为 1.40mg/m^3。以各站各层水样的平均值作为该站叶绿素 a 的浓度，各站叶绿素 a 浓度的变化范围为（1.10~6.87）mg/m^3，平均为 2.19mg/m^3，SQ01 站位叶绿素 a 平均值最高，SQ14 站位叶绿素 a 平均值最低。

本次调查海域的初级生产力变化范围为（316.48~1052.35）mg·C/（m^2·d），平均值为 695.64mg·C/（m^2·d），其中 SQ01 号站初级生产力值最高，SQ05 号站初级生产力值最低。

（2）浮游植物

①种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 3 门 4 纲 11 目 21 科 100 种。硅藻门种类最多，共 14 科 83 种，占总种类数的 83.00%；甲藻门种类次之，出现 6 科 16 种，占总种类数的 16.00%；蓝藻门出现 1 科 1 种，占总种类数的 1.00%。

②个体数量

调查区域内各站位浮游植物个体数量分布差异较大，均值为 214.095×10^3 ind/m^3，变化范围在（36.785~581.579）×10^3 ind/m^3 之间，最高个体数量出现在 SQ14，SQ18 次之，最低个体数量出现在 SQ05。

从门类来看，调查的 14 个站位中采集到硅藻门平均个体数量为 186.751×10^3 ind/m^3，范围在（30.000~555.943）×10^3 ind/m^3 之间；其各站位占比平均值为 85.37%，硅藻门各站位个体数量的占比在 52.93%~97.14%之间。甲藻门平均个体数量为 17.267×10^3 ind/m^3，范围在（1.434~83.122）×10^3 ind/m^3；其各站位占比平均值为 10.73%，各站位个体数量百分比在 0.49%~47.07%之间；蓝藻门平均个体数量为 10.076×10^3 ind/m^3，各站位占比平均值为 3.90%，蓝藻门各站位个体数量百分比在 0~15.34%之间。

③优势种

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 5 种，分别为尖针杆藻（*Synedra acus*）、菱形海线藻（*Thalassionema nitzschioides*）、红海

束毛藻（*Trichodesmium erythraeum*）、双蛋白核角毛藻（*Chaetoceros dispyrenops*）和并基角毛藻（*Chaetoceros decipiens*）。尖针杆藻为第一优势种，优势度为 0.198，平均个体数量为 54.654×10^3 cells/m^3，占各站位平均个体数量的 25.53%。

④多样性水平

各调查区站位浮游植物种数范围为 22~47 种。多样性指数平均值为 3.502，范围在 1.543~4.522 之间，多样性指数以 SQ16 最高，SQ14 最低。均匀度指数平均值为 0.717，范围在 0.189~0.309 之间，均匀度指数以 SQ05 最高，SQ14 最低。丰富度指数平均值为 1.654，范围在 1.298~2.318 之间，丰富度指数以 SQ22 最高，SQ04 最低。

（3）浮游动物

①种类组成

本次调查浮游动物共出现 6 门 10 纲 18 目 31 科 69 种（包括浮游幼体 5 种）。分属 14 个不同类群，即桡足类、水母类、介形类、枝角类、栉水母、被囊类、有尾类、腹足类、毛颚类、樱虾类、磷虾类、糠虾类、端足类和浮游幼体。其中，以桡足类出现种类数最多，为 44 种，占总种类数的 63.77%；浮游幼体和水母类次之，各出现 5 种，占比 7.24%；其他类群出现种类较少。

②个体数量与生物量

14 个调查站位浮游动物个体数量均值为 2332.290ind/m^3，变化范围为（449.745~7870.538）ind/m^3，其中以 SQ07 最高，SQ04（个体数量为 6154.760ind/m^3）次之，SQ20 最低。14 个调查站位浮游动物总生物量均值 294.921mg/m^3，变化范围为（95.790~753.571）mg/m^3，其中以 SQ04 最高，SQ21（总生物量为 520.192mg/m^3）次之，SQ20 最低。从类群个体数量分布来看，桡足类个体数量最高，为 15996.339ind/m^3，占总个体数量的 48.99%；其次是浮游幼体，其个体数量为 15893.355ind/m^3，占总个体数量的 48.67%。

③优势种

以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查出现优势种 6 种，分别为溞状幼体（*Zoaea larva*）、桡足幼体（*Copepodid larva*）、锥形宽水蚤（*Temora turbinata*）、小拟哲水蚤（*Paracalanus parvus*）、普通波水蚤（*Undinula vulgaris*）和中华哲水蚤（*Calanus sinicus*）。桡足幼体（*Copepodid larva*）为第一优势种，优势度均

为 0.473，平均个体数量为 1046.045ind/m^3，占各站位平均个体数量的 44.85%，出现频率 100%；中华哲水蚤（*Calanus sinicus*）为第二优势种，优势度为 0.135。中华哲水蚤的平均个体数量为 344.066ind/m^3，占各站位平均个体数量的 14.75%，出现频率 100%。

④多样性水平

本次调查各调查区站位浮游动物种数范围为 12~26 种。浮游动物多样性指数较高，均值为 2.606，变化范围为 2.212~3.118，其中 SQ20 最高，SQ07（2.920）次之，SQ21 最低；均匀度指数均值为 0.603，变化范围为 0.496~0.683，其中 SQ02 最高，SQ20（0.663）次之，SQ21 最低。丰富度指数平均值为 1.780，范围在 1.255~2.492 之间，丰富度指数以 SQ20 最高，SQ06 最低。

（4）底栖生物

1）种类组成

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物 6 门 7 纲 15 目 22 科 23 种，分属 6 个不同类群，即环节动物、棘皮动物、节肢动物、软体动物、腔肠动物和螠虫动物。其中环节动物为主要生物群，为 11 种，占种类总数的 47.83%。

2）生物量和栖息密度

①生物量及栖息密度的站位分布

本次调查海域 14 个站位大型底栖生物的总平均生物量为 3.085g/m^2，总平均栖息密度为 15.714ind/m^2。生物量范围为（0~10.950）g/m^2，SQ22 站位的生物量最高，其次为 SQ14，SQ06 生物量为 0；栖息密度范围为（0~45.000）ind/m^2，SQ14 和 SQ02 站位的栖息密度最高，其次是 SQ01、SQ20 和 SQ22 站位，SQ06 栖息密度为 0。

②类群生物量和栖息密度分布

本次大型底栖生物调查中，环节动物栖息密度最高，为 8.929ind/m^2，占 56.82%；其次为软体动物，栖息密度为 3.571ind/m^2，占 22.73%。生物量最高的为环节动物，为 1.365g/m^2，占总生物量的 44.23%；其次为刺胞动物，生物量为 0.456g/m^2，占总生物量的 14.79%。

表 3.3.2-1 大型底栖生物生物量分布（单位：g/m²）

站位	刺胞	环节	棘皮	节肢	软体	螠虫	合计
SQ01							
SQ02							
SQ04							
SQ05							
SQ06							
SQ07							
SQ10							
SQ13							
SQ14							
SQ16							
SQ18							
SQ20							
SQ21							
SQ22							
平均值							
MAX							
MIN							
平均值占比							

表 3.3.2-2 大型底栖生物栖息密度分布（单位：ind/m²）

站位	刺胞	环节	棘皮	节肢	软体	螠虫	合计
SQ01							
SQ02							
SQ04							
SQ05							
SQ06							
SQ07							
SQ10							
SQ13							
SQ14							
SQ16							
SQ18							
SQ20							
SQ21							
SQ22							
平均值							
MAX							
MIN							
平均值占比							

③优势种

以优势度指数 Y≥0.02 为判断标准，本次调查的优势种共 2 种，分别为疏毛沙蚕（*Nereis jacksoni*）和梳鳃虫（*Terebellides stroemii*），优势度均为 0.024。

④生物多样性指数及均匀度指数

该海域大型底栖生物多样性指数平均值为 0.726，变化范围在 0～2.642 之间，多样性指数 SQ02 站位最高。均匀度指数平均值为 0.528，变化范围在 0～1.000 之间，均匀度指数 SQ16、SQ20 和 SQ22 站位均为 1.000。丰富度指数平均值为 0.494，范围在 0~1.893 之间，丰富度指数以 SQ02 最高。

（5）潮间带生物

①潮间带岸相和生物种类组成

潮间带 3 个调查断面岸相分布情况：C1 断面为沙滩断面；C2 和 C3 断面的低潮带和中潮带均为沙滩-岩石断面，高潮带均为沙滩断面。本次潮间带生物定性定量调查，共记录潮间带生物 3 门 5 纲 12 目 17 科 24 种。本次调查采集到软体动物 15 种、节肢动物 8 种和环节动物 1 种分别占种类总数的 62.50%、33.33%及 4.17%。

②潮间带各类群平均生物量及平均栖息密度

本次潮间带生物定量调查 3 个断面中，软体动物的平均生物量和平均栖息密度最高，其次是节肢动物。

③潮间带各断面生物量及栖息密度分布

3 个断面定量采样平均总生物量为 50.051g/m^2，平均总密度为 81.333ind/m^2。生物量最大的为 C1 断面，为 72.078g/m^2；栖息密度最大的为 C3 断面，为 88.001ind/m^2。

表 3.3.2-3 潮间带各断面生物量和栖息密度分布

断面	项目	节肢动物	软体动物	总计
C1				
C2				
C3				
平均值				

④潮间带各站位生物量及栖息密度分布 3 个断面 9 个站位定量采样总生物量为 150.154g/m^2，总栖息密度为 243.999ind/m^2。C1 号断面的高潮区采样点生物量最高，为 42.452g/m^2；其次是 C3 号断面的低潮区采样点，生物量为 35.404g/m^2；C2 号断面的高潮区采样点生物量为最低，为 0.322g/m^2。C3 号断面的中潮区采

样点栖息密度最高，为 52.001ind/m^2；其次是 C2 号断面的低潮区采样点，栖息密度为 52.000ind/m^2；C2 号断面的高潮区和 C3 号断面的高潮区采样点栖息密度最低，为 4.000ind/m^2。

⑤潮间带断面水平分布和垂直分布

在调查断面的在水平分布上，生物量高低排序为 C1＞C3＞C2，栖息密度高低排序为 C3＞C2＞C1。

在调查断面的在垂直分布上，生物量高低排序为低潮区＞高潮区＞中潮区，栖息密度高低排序为低潮区＞中潮区＞高潮区。

⑥潮间带各断面优势种

对各站位物种数量分布情况进行统计分析结果表明，本次调查区域潮间带生物优势种共有 5 种，分别为平轴螺（Planaxis sulcatus），优势度为 0.138；狄氏斧蛤（Donax dysoni），优势度为 0.126；条纹隔贻贝（Septifer virgatus），优势度为 0.080；矮拟帽贝（Patelloida pygmaea），优势度为 0.046；塔结节滨螺（Nodilittorina pyramidalis），优势度为 0.043。

⑦潮间带生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围不大，在 1.572～3.016 之间，平均值为 2.223；均匀度指数的变化范围为 0.608～0.841，平均值为 0.730。丰富度指数平均值为 1.377，范围在 1.019~1.959 之间。

3.3.3 小结

海洋生态生物资源调查结果汇总见表 3.3.3-1。

由表可知，根据生物学参考标准(叶绿素 a 含量低于 5mg/m^3 为贫营养，10～20mg/m^3 为中营养，超过 30mg/m^3 为富营养)，调查海区叶绿素 a 含量除部分站位外，大部分低于 5mg/m^3，指示该海区总体上属于贫营养海区。

以《近岸海域环境监测规范》（HJ442-2008）生物多样性指数的评价指标，多样性指数均值>3.0，表示生境质量等级为 “优良”；多样性指数均值处于 2~3，表示生境质量等级为“一般”；多样性指数均值处于 1~2，表示生境质量等级为“差”。可见浮游植物生境处于“优良”的状态，浮游动物、潮间带生物生境处于“一般”的状态，底栖生物生境处于“差”状态。

表 3.3.3-1　海洋生态生物资源调查结果汇总表

调查项目 \ 调查时间			春季（2022 年 4 月）
叶绿素	范围值		
	平均值		
初级生产力	范围值		
	平均值		
浮游植物	种类		
	数量	范围值	
		平均值	
	优势种		尖
	多样性指数	范围值	
		平均值	
	均匀度	范围值	
		平均值	
浮游动物	种类组成		
	生物量	范围值	
		平均值	
	栖息密度	范围值	
		平均值	
	优势种		溞
	多样性指数	范围值	
		平均值	
	均匀度	范围值	
		平均值	
底栖生物	生物量	范围值	
		平均值	
	栖息密度	范围值	
		平均值	
	多样性指数	范围值	
		平均值	
	均匀度	范围值	
		平均值	
	种类		
	优势种		
潮间带生物	生物量	范围值	
		平均值	
	栖息密度	范围值	
		平均值	
	多样性指数	范围值	
		平均值	
	均匀度	范围值	
		平均值	
	生物种类		
	优势种		平

4 项目用海资源环境影响分析

4.1 生态评估

4.1.1 资源生态敏感目标

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》海洋生态环境敏感区的定义，确定本评价海域海洋环境保护目标包括：海洋保护区、“三区三线”海洋生态保护红线、无居民海岛、渔业资源养护区。

海洋环境保护目标的基本情况见表 4.1.1-1 和图 4.1.1-1。

（1）保护区

1）揭阳龙虾自然保护区

2010 年揭阳市人民政府以《关于同意揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划的批复》（揭府函〔2010〕159 号），同意《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》实施。规划在惠来县前詹镇附近海域建设揭阳市龙虾市级自然保护区，

，

2）揭阳市海龟、蚺市级自然保护区

2010 年 8 月揭阳市人民政府以《关于同意揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划的批复》（揭府函〔2010〕159 号），批复了揭阳市海洋与渔业自然保护区规划。在该规划中，揭阳市海龟、蚺市级自然保护区位于惠来县前詹镇附近海

。

3）揭阳市神泉渔业市级自然保护区

2010 年揭阳市人民政府《关于同意揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划的批复》（揭府函〔2010〕159 号），同意《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》的实施。该规划在惠来县神泉镇附近海域建设揭阳市神泉渔业市级自然保

。

（2）海洋生态红线区

2022 年 10 月 14 日，自然资源部办公厅印发《自然资源部办公厅关于北京

等省（市、区）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），明确广东省完成了“三区三线”划定工作，正式启用作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

本项目位于广东省揭阳市惠来县神泉湾东侧，根据广东省“三区三线”划定成果，本项目不在海洋生态红线区内。

（3）无居民海岛

沟疏岛地理位置坐标 ，位于本工程西南侧约 1.4km 处，近岸距离 0.19km，岸线长度 61m，高程 2.2m，面积 273.2m2，物质类别为基岩，海岛类别为未开发无居民海岛。

砻齿礁地理位置坐标 ，位于本工程西南侧约 1.3km 处，近岸距离 0.13km，岸线长度 78.3m，高程 1.6m，面积 251.9m2，物质类别为基岩海岛类别为未开发无居民海岛。

大堆尾岛地理位置坐标为 ，位于本工程东南侧约 0.4km 处，近岸距离 0.17km，岸线长度 50.4m，高程 1.8m，面积 181.2m^2，物质类别为基岩海岛类别为未开发无居民海岛。

南心仔岛地理位置坐标为 ，近岸距离 0.19km，岸线长度 49m，高程 3.8m，面积 151.5m^2，物质类别为基岩，海岛类别为未开发无居民海岛南心仔岛处于通用码头项目范围内，根据《揭阳港前詹作业区通用码头一期工程南心仔岛礁保护方案》，在南心仔岛周边 15m 处建设一圈护岸进行围闭，并在护岸底部设置 4m×4m 箱涵连接至东护岸外侧水域，确保水体流通，保持海岛的生态功能。

根据《惠来县国土空间规划》（征求意见稿），沟疏岛、砻齿礁、南心仔岛为适度利用类（交通），大堆尾岛为保留类。

（4）领海基点

领海基点是计算沿海国领海、毗连区、专属经济区和大陆架的起点。1996 年 5 月，我国政府宣布了大陆领海的部分基线和西沙群岛的领海基线，包括 77 个领海基点。

石碑山角领海基点位于广东省揭阳市惠来县，是我国 1996 年公布的第一批领海基点。 位于惠来靖海镇石碑山向

海侧，所在海岛名为鸡椒礁，离岸 0.27km。该岛为基岩岛，属于无居民海岛。海岛由花岗岩组成，东西长 51m，最宽处 17m，面积 364m^2，最大高程为 6.8m（85 国家高程基准）。岛上地形起伏较大，尤其是海岛南面呈陡崖式直插海底，海岛北面起伏相对平坦。领海基点位于海岛南面，高程为 3.7m，所在区域地形平坦，地质条件稳定。岛上无淡水也无植被。

石碑山角领海基点方位碑位于广东海事局汕头航标处石碑上灯塔大院内，方位碑正对石碑山角岛礁，两者隔海相望，相距 409.22m。

《国家海洋局关于印发〈领海基点保护范围选划与保护办法〉的通知》（国海发〔2012〕42 号），明确了领海基点的选划与审批、保护与管理原则，包括：①领海基点保护范围外边界距离领海基点所在位置原则上不小于 300m；②禁止在领海基点保护范围内进行工程建设以及其他可能改变区域地形、地貌的活动；③禁止损毁或者擅自移动临海基点标志和领海基点保护范围标志。

（5）渔业资源养护

幼鱼幼虾保护区：根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（农业部第 189 号公告），幼鱼幼虾保护区位于沿岸-20m 以浅海域，每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，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。

幼鱼繁育场保护区：根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（农业部第 189 号公告）中的“图 6 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图”（见图 4.3.1-2），本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内，主要保护目标为幼鱼等，位于南海北部及北部湾沿岸 40 米等深线以内，保护期为 1 月～12 月。

渔业资源产卵场：蓝圆粤东外海区产卵场位于本工程南侧约 39.7km 处，根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（农业部公告第 189 号），蓝圆鲹粤东外海区产卵场属于南海中上层鱼类产卵场

，产卵期 3 月～7 月。

表 4.1.1-1　海洋环境保护目标一览表

序号	类别	名称	保护对象	方位距离（相对码头区）		范围与面积	管控要求	备注
				方位	距离			
1	自然保护区	揭阳龙虾自然保护区	龙虾	SE	4.5km		保护龙虾、海龟和鲎及其生境，保护人工鱼礁礁体。水质、沉积物和生物体均执行一类标准。	市级，位置来源于《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》
2		揭阳市海龟、鲎市级自然保护区	海龟、鲎	E	4.0km			市级，《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》
3		揭阳市神泉渔业市级自然保护区	保护人工鱼礁及海域生态环境	SW	5.3km		保护人工鱼礁礁体。水质、沉积物和生物体均执行一类标准。	市级，《揭阳市海洋与渔业自然保护区总体规划》
4	渔业资源养护	前詹人工鱼礁区	水质、礁体	E	4.0km		保护龙虾、海龟和鲎及其生境，保护人工鱼礁礁体。水质、沉积物和生物体均执行一类标准。	实际存在范围与龙虾、海龟和鲎自然保护区重叠。
5		神泉人工鱼礁区	水质、礁体	SW	3.3km		保护人工鱼礁礁体。水质、沉积物和生物体均执行一类标准。	已投放礁体
6		幼鱼幼虾保护区	水质，幼鱼幼虾	保护区内	0		每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，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	农业部第 189 号公告中国海洋渔业水域图（第一批）
7		幼鱼繁育场保护区	水质，幼鱼繁育场	保护区内	0		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，保护期为 1-12 月，管理要	农业部第 189 号公告中国海洋渔业水域图（第一批）

序号	类别	名称	保护对象	方位距离（相对码头区）		范围与面积	管控要求	备注
				方位	距离			
							求为禁止在保护区内进行底拖网作业。	
8	养殖取水	高位养殖取水	水质	NE	0.4km			
9	其他	石碑山领海基点	地质地貌	NE	10.0km		1、领海基点保护范围外边界距离领海基点所在位置原则上不小于300 米；2、禁止在领海基点保护范围内进行工程建设以及其他可能改变区域地形、地貌的活动；3、禁止损毁或者擅自移动临海基点标志和领海基点保护范围标志。	领海基点

表 4.1.1-2　项目所在海域周围的海洋生态红线区情况（“三区三线”）

序号	生态红线区名称	与码头区相对位置与距离	类型	管控措施和环境保护要求（参照三线一单）
1	绿洲海岸防护物理防护极重要区	NE，约 15.2km	海岸防护物理防护极重要区	管控措施：1.禁止围填海，维护海洋生态系统健康和安全，严格执行海洋生态保护红线管控要求。2.禁止从事可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。3.加强对受损砂质岸线的修复。
2	鸡椒礁特别保护海岛	E，约 10.6km	特别保护海岛	管控措施：1.禁止围填海，维护海洋生态系统健康和安全，严格执行海洋生态保护红线管控要求。2.严格执行《海岛保护法》相关制度，保护海岛自然地形、地貌，禁止开展任何形式的开发建设活动。
3	前詹海岸防护物理防护极重要区	E，约 1.1km	海岸防护物理防护极重要区	管控措施：1.禁止围填海，维护海洋生态系统健康和安全，严格执行海洋生态保护红线管控要求。2.禁止实施可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。3.在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。
4	前詹珍稀濒危物种分布区	E，约 1.1km	珍稀濒危物种分布区	管控措施：1.禁止围填海，维护海洋生态系统健康和安全，严格执行海洋生态保护红线管控要求。2.禁止实施对珍稀濒危物种有影响的采捕和开发建设活动。3.重点保护珍稀濒危物种集中活动区，严禁水下爆破，控制水下噪声。
5	神泉芦园湾重要滩涂及浅海水域	NW，约 2.2km	重要滩涂及浅海水域	管控措施：1.禁止围填海，维护海洋生态系统健康和安全，严格执行海洋生态保护红线管控要求。2.维持海域自然属性，保持自然岸线形态、长度，保持潮滩地形地貌稳定。3.严格控制底土开挖等可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能和生态保护对象的开发活动。4.在受损的滨海湿地，综合运用生态廊道、退养还湿、植被恢复、海岸生态防护等手段，恢复湿地生态系统功能。
6	神泉珍稀濒危物种分布区	SW，约 3.0km	珍稀濒危物种分布区	管控措施：1.禁止围填海，维护海洋生态系统健康和安全，严格执行海洋生态保护红线管控要求。2.禁止实施对珍稀濒危物种有影响的采捕和开发建设活动。3.重点保护珍稀濒危物种集中活动区，严禁水下爆破，控制水下噪声。
7	惠来县人工鱼礁重要渔业资源产卵场	SW，约 3.3km	重要渔业资源产卵场	管控措施：1.禁止围填海，维护海洋生态系统健康和安全，严格执行海洋生态保护红线管控要求。2.维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。3.禁止截断洄游通道、开展水下爆破施工及其他可能影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动。

表 4.1.1-3　海洋环境保护目标一览表（无居民岛礁）

类型	序号	名称	保护对象	与码头区相对位置与距离	设立机构及设立时间	备注
无居民岛礁	1	沟疏岛	地质地貌	SW，约 1.4km	国家海洋局 2018 年 6 月 8 日	中国海域海岛标准名录（2018 年）
	2	砻齿礁	地质地貌	SW，约 1.3km	国家海洋局 2018 年 6 月 8 日	中国海域海岛标准名录（2018 年）
	3	大堆尾岛	地质地貌	SE，约 0.4km	国家海洋局 2018 年 6 月 8 日	中国海域海岛标准名录（2018 年）
	4	南心仔岛	地质地貌	NW，约 0.3km	国家海洋局 2018 年 6 月 8 日	中国海域海岛标准名录（2018 年）

图 4.1.1-1　项目周边海域环境保护目标分布图

图 4.1.1-2a　南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

图4.1.1-2b　南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

4.1.2 重点和关键预测因子

本项目为码头工程，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方面均有一定影响，确定本项目的重点和关键预测因子如下：

(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：冲淤变化范围；

(3)水质环境：悬沙扩散范围。

4.1.3 用海方案工况设计

4.1.3.1 平面布置方案

（1）总平面布置思路

本工程为揭阳港前詹作业区 13 号泊位工程，建设 1 个 7 万吨级散货泊位，码头工程位于揭阳港前詹作业区通用码头一期工程对开水域，沿在建的 2#港池防波堤南段内侧东西向布置，引桥沿防波堤东段内侧南北向布置，引桥皮带机与后方陆域接口转运站衔接。

统筹考虑本工程与后方电厂的衔接以及与周边已建工程、航道现状、自然条件相互协调，并兼顾相邻规划的 14 号、15 号泊位建设时序的基础上，进行了本工程的平面布置。从码头布置位置结合引桥布置形式的不同，本工程拟提出总平面布置方案一、方案二及方案三共三个平面布置方案进行综合比选。

（2）总平面布置方案一

1）码头及引桥布置

统筹考虑现状防波堤的布置及后续相邻 14 号、15 号泊位和 2#港池北侧顺岸岸线规划泊位建设后船舶回旋水域的布置需求，综合确定本工程码头前沿线位置。

本工程码头岸线方向与现状防波堤南段轴线基本一致，方位角为 75°02′62″～255°02′62″，距现状通用码头一期码头前沿线距离约 810m，符合《揭阳港总体规划（2035 年）》要求。

码头为离岸式布置，泊位长度 327m，可满足 1 艘 7 万吨级散货船并兼顾 2 艘 1 万吨级散货船靠泊作业需求。兼顾考虑相邻规划 14 号、15 号泊位远期码头

卸船皮带线的布置需求，码头面宽取为 35m，距离码头前沿 3m 起间隔 30m 布置两条卸船机轨道，靠近卸船机后轨处架空布置宽度为 11.5m 的码头皮带机栈桥；码头东侧端部设置一座长 43m、宽 35m 的转角平台，转角平台上布置 T0 转运站，码头段皮带机栈桥顺直延伸至 T0 转运站，转角平台兼顾维修车辆转弯需求；码头东端南侧布置一处 50m×15m 的前沿变电所平台；码头面及转角平台、变电所平台高程均为 6.5m。

转角平台 T0 转运站与后方陆域第一座登陆转运站 T1 转运站之间通过连系引桥及布置于引桥上的皮带机栈桥相连接，引桥延防波堤东段内侧布置，引桥宽度除考虑本工程两线皮带机及检修车道布置的布置需求外，引桥基础还同时为远期相邻 14 号、15 号泊位的两线皮带机布置预留空间，近期实施引桥宽度为 13.5m（其中 9.0m 布置两条引桥皮带机，并布置 1 条 4.5m 宽的检修通道），远期最终规模引桥宽度为 21.3m（其中 16.8m 布置四条引桥皮带机，并布置 1 条 4.5m 宽的检修通道）；若不考虑后续皮带机建设的空间需求，引桥宽度可进一步优化至 13.5m 宽，但后续皮带机引桥建设时将会对本工程运营产生影响，且不便于规划支持系统泊位的实施，故本次引桥基础考虑按远期规模一次实施。本方案引桥采用“一段式”布置，引桥上皮带机也为通长布置，引桥与码头前沿线夹角为 96.5°，长度 815.6m，为避免引桥建设对通用码头一期工程挖入式港池船舶进出的影响，引桥在挖入式港池口门前约 320m 处开始切入防波堤范围，在防波堤北侧根部接入后方陆域。引桥面主体高程为 8.5m，在南北两端分别按 1:15 坡度与码头面及后方陆域过渡顺接；引桥皮带机布置于引桥面，在引桥根部局部爬起与陆域登陆转运站 T1 相衔接。

本工程码头主要配套后方前詹电厂，与前詹电厂的设计接口为电厂围墙范围内第一座转运站（对应平面方案一接口转运站编号为 T5 转运站），登陆转运站 T1 与接口站运站 T5 间通过皮带机系统相连接，陆域皮带机系统按两线高架皮带机栈桥布置，陆域皮带机栈桥从登陆转运站 T1 起沿通用码头一期工程东护岸向北至兴港大道南段经过一次转接跨入兴港大道东侧继续北上，至前詹电厂厂区范围再次转接跨越兴港大道后接入接口转运站 T5。

2）水域布置

本工程码头前沿停泊水域设计底高程为-15.4m，宽 65m。回旋水域布置于泊位北侧偏西，与通用码头一期工程共用部分回旋水域，回旋圆直径 456m，底高

程为-15.4m。

（3）总平面布置方案二

平面布置方案二在码头面、码头水域及导助航设施设计等方面与方案一一致，**主要区别在于引桥布置的不同**。

方案二码头（含码头皮带机栈桥）及转角平台的布置与方案一一致，引桥考虑本工程及相邻 14 号、15 号泊位皮带机的布置需求，宽度同样确定为 13.5m，最终规模为 21.3m。为尽量减少引桥基础建设与防波堤堤脚及堤身结构间的干涉，同时减少对港池水域的围闭占用，引桥整体为“三段式”布置，引桥整体也布置在防波堤内侧，引桥一长度 138.7m，从码头端部以 107.7°转角转出后经由 T1 转运站平台转接；引桥二长度 394.3m，走向与东防波堤轴线基本一致，在挖入式港池口门前约 250m 处接入 T2 转运站平台；引桥三连接 T2 转运站平台及后方陆域，长度 247.1m，自 T2 转运站平台接出后即开始切入防波堤范围。引桥面主体高程为 8.5m，在南北两端分别按 1:15 坡度与码头面及后方陆域过渡顺接；引桥皮带机布置于引桥面，在引桥转运站 T1、T2 前及引桥根部局部爬起与登陆转运站 T3 衔接。

本方案陆域皮带机系统布置与方案一一致，仅陆域转运站编号与方案一有所区别。

具体布置详见图 4.1.3-1。

（4）总平面布置方案三

平面布置方案三码头及转角平台的尺度参数与方案一、方案二一致，平面位置上更靠近东防波堤，转角平台大部分布置于防波堤堤脚上，**与方案一、方案二的主要区别同样在于引桥的布置形式不同**。

平面布置方案三为使引桥布置更为顺直，减少对港池水域的围闭占用，码头整体更靠近东防波堤根部，同时结合装卸工艺作业便利需求尽量较少皮带机转接，引桥采用“两段式”布置，引桥整体布置在防波堤内侧，引桥一长度 545.6m，从码头端部以 91.2°转角转出后经在挖入式港池口门前约 250m 处接入 T1 转运站平台；引桥二连接 T2 转运站平台及后方陆域，长度 247.1m，自 T2 转运站平台接出后即开始切入防波堤范围。引桥面主体高程为 8.5m，在南北两端分别按 1:15 坡度与码头面及后方陆域过渡顺接；引桥皮带机布置于引桥面，在引桥转运站 T1、T2 前及引桥根部局部爬起与相关转运站衔接。

平面布置方案三水域主尺度主要参数及导助航设施布置与方案一、方案二基本一致，由于码头主体更靠近东防波提，因此港池水域面积稍大。

本方案陆域皮带机系统布置与方案一、方案二一致，仅陆域转运站编号与方案一、方案二有所区别。

具体布置详见图 4.1.3-2。

本工程总平面布置主要指标及工程量见表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 主要指标及工程量表

序列	项目名称		单位	指标						备注
				方案一		方案二		方案三		
1	7 万吨级散货泊位		个	1						
2	岸线长度		m	327						兼靠 2 艘 1 万吨级散货船
3	年设计吞吐量		万 t	580						
4	推荐方案年设计通过能力		万 t	667						
5	码头平台		座	1		1		1		长 327m，宽 35m
6	转角平台		座	1		1		1		长 43m，宽 35m
7	前沿变电所平台		座	1		1		1		长 50m，宽 15m
8	引桥	引桥一	m	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	引桥宽为含皮带机栈桥及检修通道宽，桥墩考虑远期按 21.3m 建设
				815.6	13.5	136.7	13.5	545.6	13.5	
		引桥二	m	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	
				——	——	394.3	13.5	247.1	13.5	
		引桥三	m	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	
				——	——	247.1	13.5	——	——	
9	转运站平台	T1	座	——		1（29m×18m）		1（25m×20m）		
		T2	座	——		1（25m×20m）		——		
10	码头皮带机栈桥		m	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	高度 5.5m
				339	10.0	339	10.0	339	10.0	
11	引桥皮带机栈桥一		m	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	为与转运站衔接前的爬坡段，其余皮带机均考虑延引桥面敷设。引桥皮带机栈桥远期宽度为 16.8m
				65	9	50	9	50	9	
12	引桥皮带机栈桥二		m	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	
				——	——	50	9	65	9	
13	引桥皮带机栈桥三		m	长度	宽度	长度	宽度	长度	宽度	
				——	——	65	9	——	——	
14	T0 转运站		1 座	26m×22m		26m×22m		26m×22m		
15	T1 转运站		1 座	20m×20m		29m×18m		25m×20m		
16	T2 转运站		1 座	20m×20m		25m×20m		20m×20m		
17	T3 转运站		1 座	20m×20m		20m×20m		20m×20m		
18	T4 转运站		1 座	20m×28m		20m×20m		20m×20m		
19	T5 转运站		1 座	——		20m×20m		20m×28m		
20	T6 转运站		1 座	——		20m×28m		——		
21	陆域皮带机栈桥一		1 座	513.9m×7.9m		513.9m×7.9m		513.9m×7.9m		
22	陆域皮带机栈桥二		1 座	30.6m×8.4m		30.6m×8.4m		30.6m×8.4m		
23	陆域皮带机栈桥三		1 座	2009.4m×8.4m		2009.4m×8.4m		2009.4m×8.4m		
24	陆域皮带机栈桥四		1 座	46.2m×7.9m		46.2m×7.9m		46.2m×7.9m		
25	前沿变电所		1 座	45m×9.3m		45m×9.3m		45m×9.3m		三层，其中第三层为前沿办公室
26	**港池水域面积**		**万㎡**	**16.66**		**16.66**		**17.51**		
27	**透水构筑物用海面积**		**万㎡**	**2.43**		**2.92**		**2.75**		
28	港池疏浚方量		万 m³	68.96		68.96		72.32		
29	桥式抓斗卸船机		台	2		2		2		
30	灯桩		座	1		1		1		
31	灯浮标		座	3		3		3		
32	配套工程		项	1		1		1		
33	港区定员		人	40		40		40		

（5）方案比选及推荐方案

本工程平面方案比选如表 4.1.3-2 所示。

表 4.1.3-2 平面布置方案比选表

项目	平面布置方案一	平面布置方案二	平面布置方案三
优点	（1）引桥布置充分考虑了后续 14、15 号泊位皮带机布置的空间需求，避免了后续工程建设对本工程生产运营产生的影响，从工程整体角度可降低工程投资。 （2）采用一段式引桥布置，结合装卸工艺统筹考虑，有利于提高作业效率、降低能耗、减少运营维护成本。 （3）对通用码头一期工程挖入式港池口门处的水域占用更少，更有利于其船舶进出。	（1）引桥布置充分考虑了后续 14、15 号泊位皮带机布置的空间需求，避免了后续工程建设对本工程生产运营产生的影响，从工程整体角度可降低工程投资。 （2）采用三段式引桥布置，减少布置于防波堤堤脚及堤范围内的引桥，降低施工难度，引桥总长度略短。	（1）引桥布置充分考虑了后续 14、15 号泊位皮带机布置的空间需求，避免了后续工程建设对本工程生产运营产生的影响，从工程整体角度可降低工程投资。 （2）采用两段式引桥布置，减少布置于防波堤堤脚及堤身范围内的引桥，降低施工难度，引桥总长度最短。
缺点	（1）布置于防波堤堤脚及堤身范围内的引桥段长度更长，施工难度稍有增加。 （2）构筑物用海面积最少。	（1）距通用码头一期工程挖入式港池口门处的水域相对较近。 （2）结合生产运营，三段式引桥需结合布置三段皮带机，将会带来更高的能耗及运营维护成本。 （3）构筑物用海面积最多。	（1）码头转角平台占用跟多的防波堤堤脚范围，施工难度增加。 （2）距通用码头一期工程挖入式港池口门处的水域相对较近。 （3）结合生产运营，两段式引桥布置的生产能耗虽比三段式引桥布置能耗低，但仍高于方案一。 （4）构筑物用海面积少于方案三，多余方案二。

三个平面布置方案均能满足生产运营需求，与方案二及方案三相比，方案一在运营管理阶段更有优势，与周边相邻及远期预留建设工程适配度更好，用海面积最少。因此推荐平面布置方案一。

4.1.3.2 码头结构方案

（1）码头结构方案一

码头平台面顶标高为 6.50m，7 万 DWT 散货泊位前沿设计底标高-15.40m，作业平台平面尺度 327.00m×35.00m（长×宽）。

码头平台共分为 5 个结构段，采用桩基梁板结构，每个结构段长度 65.4m。每个结构段设置 9 个排架，排架间距 7.5m，结构段两端设置 2.7m 长悬臂。桩基础采用钢管桩，每个排架设置 8 根直径Φ1200mm 的钢管桩（壁厚 18mm），其中 3 根直桩，5 根斜桩，斜桩斜率为 5:1，所有桩端以强风化岩层作为持力层。局部结构段由于岩面较浅，采用芯柱嵌岩，嵌岩长度约 4m。

码头上部结构采用正交梁板体系。现浇横梁截面型式为倒 T 型，横梁底标高为 3.50m，总高度 3000mm，横梁底宽 2.5m，顶宽 1.5m。靠近码头前沿处桩帽前端设置靠船构件，靠船构件底标高 0.7m。纵梁及轨道梁为预制安装结构，带牛腿，纵梁预制高度 1550mm、宽 1000mm，轨道梁预制高度 2550mm、宽 1600mm。

码头面板为钢筋混凝土实心叠合板，预制面板厚 250mm、现浇面层厚 200mm，预制面板搭接于横向及纵向梁系牛腿上方，码头面设置厚度不小于 50mm 的磨耗层与现浇面层一同浇筑，磨耗层设置排水坡度向码头面排水孔排水。

附属设施方面，码头前、后轨轨道均采用 QU120 钢轨，系船设施采用 1000kN 系船柱，间距约 7.5m 布置。橡胶护舷采用 SC1450H 两鼓一板标准反力型，间距约 15m 布置。为减少船舶系泊对码头前沿的破坏作用，相邻排架间设置两件 D 型橡胶护舷 D3001500L。

（2）码头结构方案二

方案二码头结构型式选用椭圆沉箱墩式结构。新建码头平台长度 327.00m，宽 35.00m，设系靠船墩 13 组，每组分别放置 1 个尺度为 30.5m×10.0m（不含趾）的椭圆沉箱，沉箱中心间距 26.40m。

码头主体由 13 个椭圆沉箱及其上部结构、抛石基床等部分组成。码头结构采用墩式布置，码头面高程为 6.50m，7 万 DWT 散货泊位前沿停泊水域底标高为-15.40m。码头沉箱主体结构以全风化岩砾质粘性土为持力层，沉箱下部设约 3m~8m 厚的抛石基床。基床整平后安放沉箱，沉箱在安装现场附近的预制场地预制完成后，由半潜驳浮运至施工现场并用起重船辅助进行安装。

椭圆沉箱横向长度 30.5m、纵向宽度 13.0m（宽度包括四周各 1.50m 宽的趾）、高 20.0m，外壁厚 400mm，隔板厚 300mm，横向、纵向分别设置 6 个、2 个仓格。

椭圆沉箱单件重约 2445t，沉箱内回填海砂，回填标高为 0.4m，仓格顶部安装预制扇形块进行封顶处理，扇形块顶标高 2.90m。

沉箱扇形盖板上面现浇支座，现浇支座作为上部预制箱梁的支撑系统。预制箱梁采用后张法工艺，前后轨道梁下方各布置 1 根预应力箱梁，轨道梁箱梁高 2.10m；前后轨道梁之间布置 18 根箱梁，纵梁箱梁高 1.20m，每个箱梁之间设置 20mm 宽伸缩缝。箱梁上部为现浇面层和磨耗层。

附属设施方面，码头前、后轨轨道均采用 QU120 钢轨。系泊设施采用 1000kN 系船柱，间距约 26.40m 布置；防冲设备选取 SC1450H 两鼓一板标准反力型橡胶护舷，间距约 26.40m 布置。

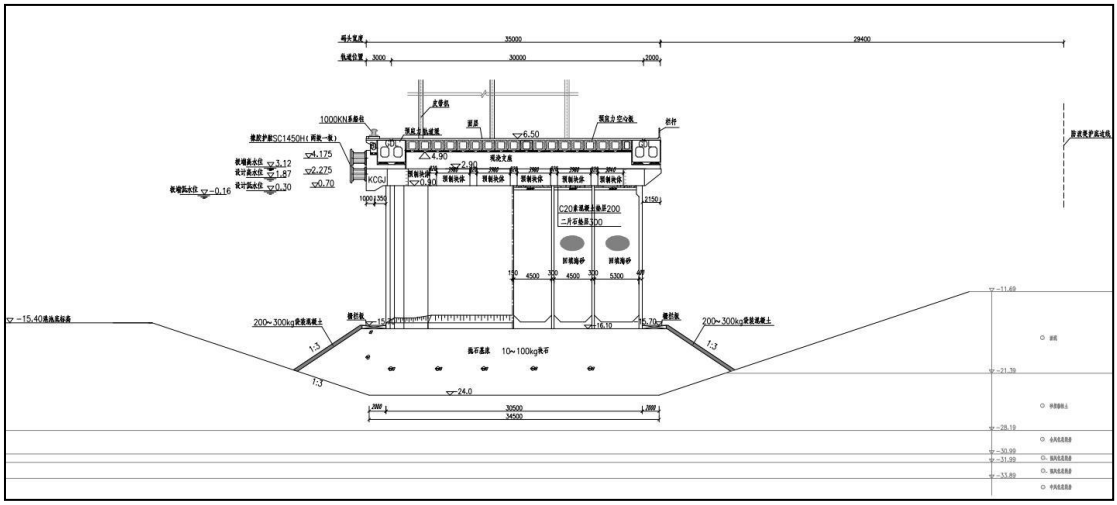


图 4.1.3-3 码头结构断面图（方案二）

（3）方案比选及推荐方案

本工程主要对码头结构方案进行比选。高桩梁板式和重力墩式方案结构设计方法和经验都很成熟，且施工经验丰富，两种水工结构方案技术上均可行，各方案的优缺点见表 4.1.3-3。

表 4.1.3-3 码头结构方案比选

结构部位	方案	优点	缺点
码头	方案一：高桩梁板式方案	1、码头沉降及不均匀沉降小。 2、透空式结构，波浪反射小，泊稳条件好。 3、工程造价较低。 4、对环境影响较小。	1、上部构件种类多，预制件的种类及数量较多。 2、现浇量大。
	方案二：重力墩式方案	1、对荷载适应性较好。 2、结构耐久性较好。	1、基槽开挖大。 2、沉箱重量大，出运和安装施工难度稍大，对起重船要求较高； 3、工程造价稍高。

经综合比较，高桩梁板式结构虽然上部构件种类多、现浇量大，但其沉降量小，且为透空式结构，波浪反射小，对环境影响小，且工程造价相对较低，因此可研报告推荐高桩梁板式结构方案。

4.1.3.3 引桥方案比选

（1）引桥桥墩宽度方案比选

分别对引桥宽桥墩、窄桥墩结构方案进行比选，二者结构形式相同，区别主要在引桥桥墩宽度不同。宽桥墩方案为规划泊位建设预留了桥架空间，后续泊位建设对本工程生产运营影响小；引桥整体（近期+远期）投资较小，但较窄桥墩方案近期投资增加。窄桥墩方案虽然近期可节省部分投资，但引桥整体（近期+远期）投资加大，且后续泊位建设会对本工程生产运营产生影响。

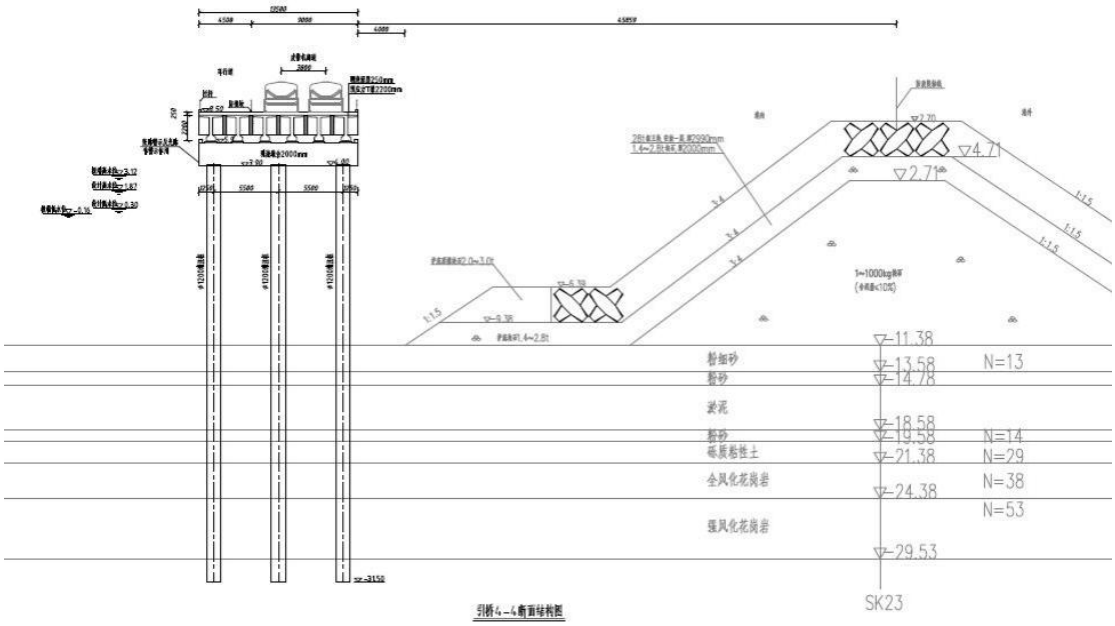


图 4.1.3-4 引桥结构断面图（方案二）

综合评估工程投资及其对生产运营影响，推荐宽桥墩方案，即桥墩按远期宽度一次性建设，桥面按近期需求建设。

宽桥墩方案虽用海有所增加，但增加量不大，最大差距 0.13 公顷，见表 4.1.3-4。

表4.1.3-4 不同引桥方案占海面积对比

项目	引桥结构方案（平面方案一）方案一（宽桥墩）	引桥结构方案（平面方案一）方案二（窄桥墩）	引桥结构方案（平面方案二）	引桥结构方案（平面方案三）
引桥长度（m）	815.6	815.6	778.1	792.7
引桥宽度（m）	21.3	13.5	21.3	21.3
桥墩数量（个）	21	21	19	20
桥墩墩台尺寸	8m×21.3m	8m×13.5m	8m×21.3m	8m×21.3m
用海面积（m^2）	3578.4	2268	3237.6	3408

2）引桥根部结构方案比选

结合工程区域现状、引桥根部工程地质条件及前詹作业区 2#港池港口规划，对引桥根部结构，分别对高桩墩台+预应力梁结构、斜坡堤加宽方案、重力式沉箱加宽方案进行比选。

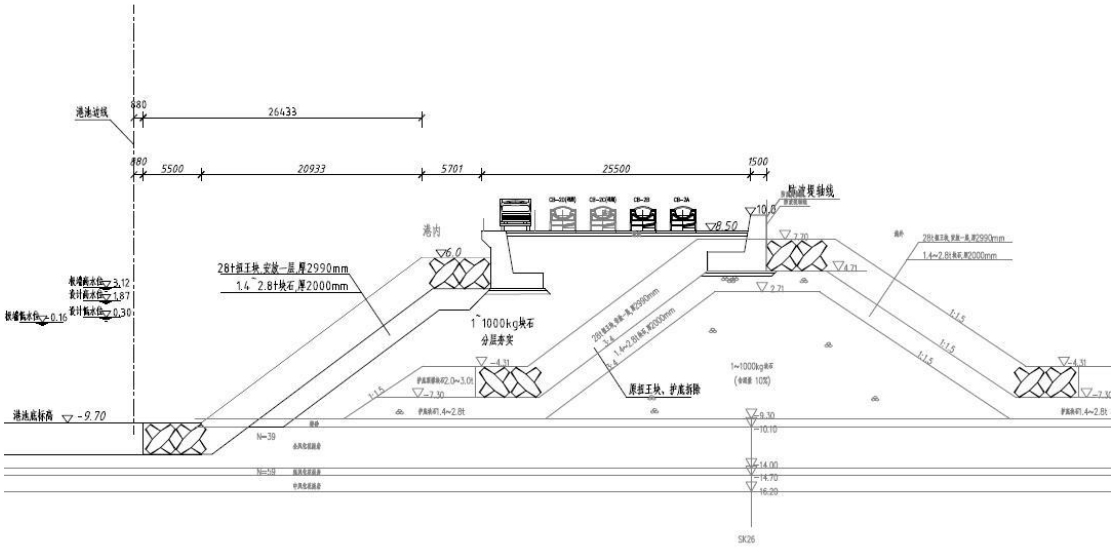


图 4.1.3-5 引桥根部斜坡堤加宽方案

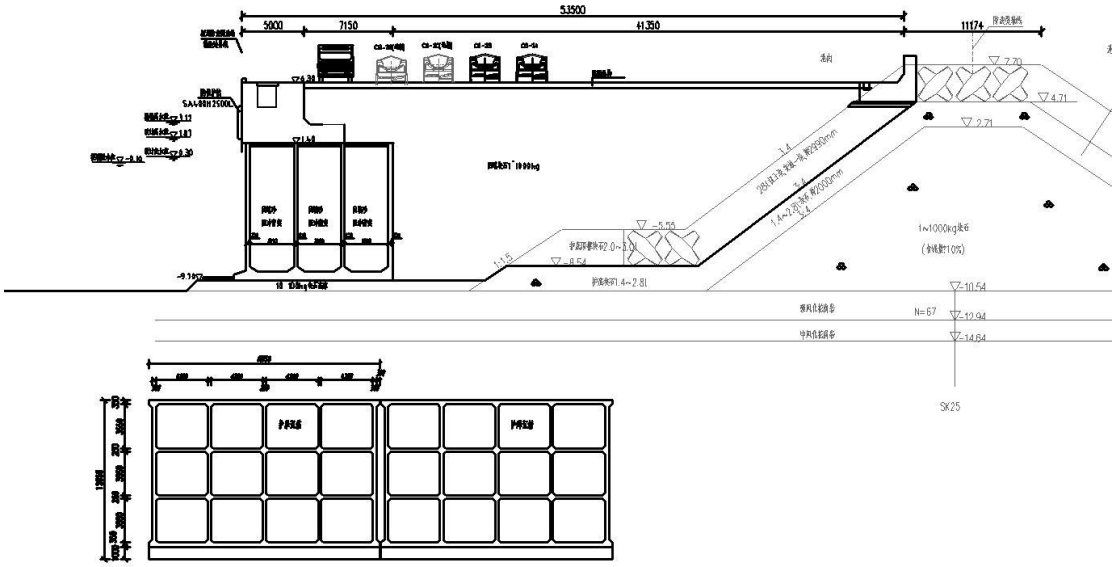


图 4.1.3-6 引桥根部沉箱加宽方案

各方案的优缺点见表 4.3.3-5。

综合考虑航行安全、用海及项目周期、后期使用、工程造价、施工等因素，推荐高桩墩台+预应力梁方案。

表 4.1.3-5 引桥根部结构方案比选

方案	优点	缺点	造价（万元）
高桩墩台+预应力梁	1）用海：属透水式建筑物用海，对海洋环境影响小。 2）工程造价：最低。 3）航行安全：距挖入式港池航行水域有一定安全距离，采取适当措施，可保障航行安全。 4）基础沉降小。 5）引桥根部外侧预留远期发展空间。	灌注桩需入岩，施工工效偏低，但可通过增加班组等形式解决。	10295.8
斜坡堤加宽方案	堤心可陆推，施工难度相对较小。	1）航行安全：加宽后斜坡堤结构距离挖入式港池航行水域边线较近，需专题论证航行安全。 2）用海：属非透水建筑物用海，对海洋环境影响相对加大，具备一定的不确定性。 3）基础沉降：不同基础形式间存在差异沉降。 4）造价：较桩基方案增加。	12704.2
沉箱加宽方案	1）对 2#港池远期发展有利。 2）可保障挖入式港池附近的航行安全。 3）可兼顾其他小船临时靠泊使用。	1）用海：属非透水建筑物用海，对海洋环境影响相对加大，具备一定的不确定性。 2）基础沉降：不同基础形式间存在差异沉降。 3）施工：需专门的沉箱预制场及出运安装设备。 4）造价：最高。	14787.8

4.1.3.4 预测比选方案

从以上方案中，选择一种差异较大的方案进行海洋环境影响预测比选，即码头结构方案一和码头结构方案二。

即海洋环境影响预测分析主要比选方案为：方案一码头采用桩基梁板结构、方案二码头结构型式选用椭圆沉箱墩式结构。主要对比预测内容包括：水文动力环境、冲淤环境、生态影响分析。由于悬沙主要为疏浚作业产生的影响较大，因此两个方案悬砂预测内容差异不大，不再进行预测比选。

4.1.4 项目用海方案比选

4.1.4.1 水文动力环境预测结果对比

根据项目工可报告，对于南防波堤内侧的码头有两种不同的建设方案，方案一建议采用透水式的码头，方案二采用非透水式码头。本节通过对比两种方案情

况下的码头附近水域的水动力变化开展方案比选分析。

图 4.1.4-1 和图 4.1.4-2 分别为大潮涨急时刻方案一和方案二条件下的工程前后的流速的变化，由图可知，非透水的码头建设方案进一步改变了码头周边的涨急时刻的潮流流速，流速最大减小幅度>5mm/s。图 4.1.4-3 和 4.1.4-4 分别为大潮落急时刻两种方案工程前后流速的变化。非透水的码头建设方案对码头周边潮流场的影响较透水式方案显著。

由表 4.1.4-1 和表 4.1.4-2 方案一和方案二对比站点涨急和落急流速的变化率统计结果可知，方案一涨急和落急时刻流速平均变化率分别为 8.10%和 3.84%，方案二涨急和落急时刻流速平均变化率分别为 26.09%和 14.17%，方案二工程前后流速的变化比方案一显著。

因此，从水动力影响角度，建议采用透水式的建设方案（方案一）。

表 4.1.4-1　方案一和方案二工程附近对比站点涨急时刻流速变化统计表

站位	方案一			方案二		
	工程前	工程后	变化率	工程前	工程后	变化率
	流速（mm/s）		%	流速（mm/s）		%
P1	64.90	65.11	0.32	64.90	65.26	0.54
P2	17.18	15.04	12.46	17.18	15.02	12.58
P3	4.74	5.46	15.27	4.74	0.90	80.91
P4	6.11	7.06	15.52	6.11	2.19	64.21
P5	4.68	6.49	38.72	4.68	2.79	40.34
P6	7.59	8.67	14.14	7.59	1.91	74.80
P7	5.71	4.97	12.99	5.71	5.73	0.24
P8	6.96	6.11	12.17	6.96	5.39	22.65
P9	26.80	27.45	2.43	26.80	27.02	0.81
P10	52.92	52.70	0.42	52.92	52.59	0.63
P11	56.55	56.57	0.02	56.55	56.57	0.03
P12	25.05	25.14	0.38	25.05	25.13	0.35
P13	3.56	3.56	0.13	3.56	1.90	46.64
P14	4.81	5.40	12.31	4.81	5.78	20.26
P15	10.54	9.93	5.81	10.54	3.15	70.16
P16	10.95	9.71	11.35	10.95	4.34	60.36
P17	4.38	3.79	13.43	4.38	3.78	13.65
P18	5.10	4.81	5.79	5.10	4.31	15.48
P19	6.58	6.50	1.25	6.58	6.46	1.81
P20	51.42	51.53	0.21	51.42	51.66	0.46
P21	17.23	17.31	0.45	17.23	17.43	1.14
P22	3.67	3.58	2.41	3.67	3.52	3.88
P23	7.38	6.65	9.93	7.38	4.55	38.26
P24	8.95	8.12	9.31	8.95	4.60	48.56
P25	7.45	7.06	5.20	7.45	4.95	33.56

表 4.1.4-2　方案一和方案二工程附近对比站点落急时刻流速变化统计表

站位	方案一			方案二		
	工程前	工程后	变化率	工程前	工程后	变化率
	流速（mm/s）		%	流速（mm/s）		%
P1	62.94	63.25	0.48	62.94	63.23	0.46
P2	27.91	26.92	3.55	27.91	26.35	5.59
P3	21.24	21.41	0.79	21.24	19.80	6.80
P4	14.02	14.28	1.82	14.02	4.82	65.60
P5	8.53	9.78	14.64	8.53	10.17	19.15
P6	13.68	14.15	3.43	13.68	6.45	52.83
P7	14.54	13.38	8.01	14.54	13.74	5.54
P8	14.87	12.35	16.97	14.87	16.55	11.27
P9	19.86	18.80	5.35	19.86	19.04	4.15
P10	49.55	49.08	0.94	49.55	49.27	0.57
P11	39.01	39.06	0.12	39.01	39.01	0.01
P12	10.81	11.60	7.31	10.81	11.21	3.74
P13	11.02	11.74	6.59	11.02	12.99	17.95
P14	13.09	13.83	5.69	13.09	14.31	9.34
P15	17.12	16.66	2.72	17.12	9.77	42.92
P16	15.97	15.42	3.46	15.97	10.30	35.51
P17	11.75	11.60	1.27	11.75	11.37	3.25
P18	16.22	16.72	3.07	16.22	17.13	5.62
P19	33.03	33.46	1.29	33.03	33.42	1.17
P20	46.19	46.53	0.73	46.19	46.40	0.47
P21	53.11	53.43	0.60	53.11	53.46	0.66
P22	26.69	26.79	0.38	26.69	26.75	0.24
P23	20.92	20.27	3.14	20.92	17.97	14.13
P24	15.19	14.70	3.18	15.19	11.16	26.50
P25	8.74	8.70	0.53	8.74	6.93	20.71

图 4.1.4-1 方案一工程前后项目附近海域涨急时刻流速变化（工程后-工程前，大潮期）

图 4.1.4-2 方案二工程前后项目附近海域涨急时刻流速变化（工程后-工程前，大潮期）

图 **4.1.4-3** 方案一工程前后项目附近海域落急时刻流速变化（工程后-工程前，大潮期）

图 **4.1.4-4** 方案二工程前后项目附近海域落急时刻流速变化（工程后-工程前，大潮期）

4.1.4.2 冲淤环境预测结果对比

图 4.1.4-5 为方案一施工条件下工程前后的年冲淤强度变化图。由图可知，港池疏浚工程实施以后会引起疏浚区域及周边淤积和冲刷态势的变化。其中，工程之后疏浚区域水动力减弱，引起局部淤积，淤积强度平均约为 3.80cm/a；东南防波堤内侧由于涨落潮流速增强，会产生局部的冲刷，冲刷强度平均约为 10.79cm/a；疏浚区域的北部冲刷强度也变大，其平均冲刷强度变化为 3.77cm/a。一般在工程完成后两至三年即达到冲淤平衡状态，累积冲淤幅度不超过 10cm。

图 4.1.4-6 为方案二施工条件下工程前后的年冲淤强度变化图，由图可知，该方案条件下，新建码头东北部及东防波堤内侧淤积强度比方案一显著增强，疏浚区域西北部的冲刷强度也较方案一增加较明显。

综上所述，本项目采用方案一用海的冲淤变化局限于工程区附近，不会对港池外其他海域冲淤环境造成较大影响。

图 4.1.4-5　工程后项目附近海域的冲淤幅度图（方案一）

图 4.1.4-6　工程后项目附近海域的冲淤幅度图（方案二）

4.1.4.3　生态环境预测结果对比

两种方案的生态资源影响主要体现构筑物占海的影响。

（1）对底栖生物的影响

水工构筑物对底栖生物的影响见表 4.1.4-1。

表 4.1.4-1　水工构筑物占海生物损失估算

项目	影响对象	影响面积（ha）	生物量（g/m^2）	生物量损失（kg）
方案一	底栖生物	0.08	3.085	2.5
方案二	底栖生物	1.18	3.085	36.4

由上表可知，推荐方案水工构筑物占海造成底栖生物损失量约为 2.5kg，比选方案水工构筑物占海造成底栖生物损失量约为 36.4kg。

（2）对鱼卵仔鱼、游泳生物的影响估算

两个方案导致鱼卵仔鱼和游泳生物损失估算见表 4.1.4-2。

方案一导致的鱼苗损失量为 797 尾，游泳生物损失量约为 0.23kg；方案二导致的鱼苗损失量为 11751 尾，游泳生物损失量约为 3.44kg。

表 4.1.4-2　水工构筑物占海对鱼卵仔鱼影响损失估算表

项目	影响对象	平均密度	影响面积（ha）		死亡率（%）	折成鱼苗比率（%）	计算结果（尾/kg）	
			方案一	方案二			方案一	方案二
水工构筑物占海	鱼卵	7.094ind/m^3	0.08	1.18	100	1	681	10045
	仔鱼	0.241ind/m^3	0.08	1.18	100	5	116	1706
	游泳生物	291.650kg/km^2	0.08	1.18	100		0.23	3.44

（3）小结

对比可知，方案一对海洋生物资源的影响小于方案二，从对海洋生物资源影响而言，推荐方案一。

4.1.4.4　小结

对比不同的平面布置方案和码头水工构筑物方案，从水文动力环境和生物资源影响方面而言，方案一明显优于方案二。推荐方案一。

4.2 资源影响分析

4.2.1 对海岸线资源及海域空间资源的影响分析

（1）占用岸线情况

本码头工程离岸布置在防波堤一侧，引桥从已建防波堤上岸；根据广东省政府 2022 年批复岸线，码头和引桥不占用岸线。

根据水文动力环境和冲淤环境影响分析，本项目实施对水文动力环境和冲淤环境影响局限在项目周边，对岸线资源无影响。

（2）占用海域空间资源情况

本工程布置在前詹作业区 2 号港池东南防波堤内侧，码头结构选择高桩梁板式结构，引桥采用高桩墩台+预应力箱梁结构，以上结构属于透水构筑物。

项目申请用海总面积为 6.7041 公顷，包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）2.4341 公顷，施工栈桥和平台等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）4.2700 公顷。上述用海方式对海域的自然属性改变较小。

码头和引桥占用了该部分海底、海面及海面上方的海域空间资源，使周围海域空间资源更加紧张，附近海域船舶的航行空间受到一定限制，部分海洋空间开发活动也受到了限制。

施工期构筑物占海面积 4.2700 公顷，这部分构筑物施工结束将拆除，施工构筑物的影响是暂时的。

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，有多种用途，其分布是立体式多层状的，其特点决定了该海域是多功能区。本项目永久水工构筑物的建设将占用一部分海域空间资源，出于项目安全运行的考虑，永久构筑物占用的海域空间资源，对海域空间资源的其他开发活动具有完全排他性。对于施工栈桥和平台，其影响具有暂时性，随着工程的结束而消失；由图 2.3.1-4 可知，施工栈桥占用一期工程挖入式港区的一角，可以设置一些浮标或者在施工栈桥外围设置明显反光带等进行警示，由于本项目与通用码头建设单位相同，因此具有协调性。

4.2.2 对海洋生物资源的影响分析

本项目对海洋生物资源的主要影响环节为：水工构筑物占海对底栖生物的影响；疏浚作业对底栖生物的影响；施工作业产生的悬浮物对鱼卵仔鱼和游泳生物的影响。海洋生物资源的损失根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）进行估算。

表4.2.2-1 海洋生态环境影响因素分析

项目	影响因子	海洋生态环境影响因素
水工建构筑物占海	永久性占海	底栖生物
疏浚工程	底质开挖	底栖生物
水工建筑物施工	SS	鱼卵仔鱼、游泳生物幼体
疏浚施工		

表4.2.2-2 海洋生态环境影响规模

项目		影响面积（ha）		影响对象
		方案一	方案二	
水工构筑物占海	码头、引桥等构筑物基础	0.08	1.18	底栖生物
疏浚作业	停泊水域和连接水域	17	17	底栖生物
悬浮物影响（>10mg/L）	涉海工程施工	最大包络范围 0.930km^2		鱼卵仔鱼、游泳生物幼体

4.2.2.1 海洋生物资源损失计算方法

（1）底栖生物损失计算方法

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），底栖生物损失按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i \qquad (4.2.2\text{-}1)$$

式中：

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

D_i —评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km^2]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km^3]或千克每平方千米（kg/km^2）。在此为底栖生物生物量。

S_i —第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km^2）或立方千米（km^3）。本报告中指平台和海底管道/海缆占海面积、铺设海底管道和电缆开挖海底面积。

（2）悬浮物海洋生物损失计算方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），悬浮物超标引起海洋生物的损失中按以下公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^{n} D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \qquad (4.2.2\text{-}2)$$

式中：

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

D_{ij}——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾每平方千米、个每平方千米或千克每平方千米（kg/km^2）；

S_j——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，km^2；

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

N——某一污染物浓度增量分区总数。

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损失量。计算以年为单位的生物资源的累计损失量按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T \qquad (4.2.2\text{-}3)$$

式中：

M_i——第 i 种类生物资源累计损失量，单位为尾、个或千克（kg）；

W_i——第 i 种类生物资源一次平均损失量，单位为尾、个或千克（kg）；

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

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），各类生物的损失率取值见表 4.2.2-1。

表4.2.2-1 各类海洋生物损失率

污染物超标准倍数（Bi）	各类生物损失率（%）	
	鱼卵、仔稚鱼、幼鱼、幼虾、幼蟹、头足类幼体	成体
Bi≤1 倍	5	1
1＜Bi ≤4 倍	10	5

污染物超标准倍数（Bi）	各类生物损失率（%）	
	鱼卵、仔稚鱼、幼鱼、幼虾、幼蟹、头足类幼体	成体
4＜Bi ≤9 倍	30	15
Bi ≥9 倍	50	20

（3）海洋生物计算参数

鱼卵、仔稚鱼、渔业资源资源、底栖生物均采用工程海域春季调查密度的平均值，海洋生物资源密度详见表 4.2.2-2。

表4.2.2-2 海洋生物资源密度

资源类别	资源密度
鱼卵	7.094ind/m^3
仔稚鱼	0.241ind/m^3
渔业资源	291.650kg/km^2
底栖生物	3.085g/m^2

4.2.2.2 海洋生物损失估算结果

（1）水工构筑物占海对海洋生态生物资源的影响分析

水工构筑物占海造成的直接生态影响是对浅海底栖生物的彻底破坏，是环境资源不可恢复的损失。

1）对底栖生物的影响分析

①生物量损失

水工构筑物占海生物量损失计算取项目所在海域浅海采泥底栖生物调查结果的平均值进行，见表 4.2.2-3。

表 4.2.2-3 水工构筑物占海生物损失估算

项目	影响对象	影响面积（ha）	生物量（g/m^2）	生物量损失（kg）
方案一	底栖生物	0.08	3.085	2.5
方案二	底栖生物	1.18	3.085	36.4

由上表可知，推荐方案水工构筑物占海造成底栖生物损失量约为 2.5kg。

2）对鱼卵仔鱼、游泳生物的影响估算

由于鱼卵仔鱼和幼体在水体中具有流动性，取调查海域调查结果的平均值进行计算，见表 4.2.2-4。

表 4.2.2-4　水工构筑物占海对鱼卵仔鱼影响损失估算表

项目	影响对象	平均密度	影响面积（ha）		死亡率（%）	折成鱼苗比率（%）	计算结果（尾/kg）	
			方案一	方案二			方案一	方案二
水工构筑物占海	鱼卵	7.094ind/m^3	0.08	1.18	100	1	681	10045
	仔鱼	0.241ind/m^3	0.08	1.18	100	5	116	1706
	游泳生物	291.650kg/km^2	0.08	1.18	100		0.23	3.44

计算结果表明，推荐方案水工构筑物占海导致鱼卵、仔鱼损失量折合成鱼苗为 0.08×10^4 尾，造成幼体损失为 0.23kg。

（2）水工工程施工对海洋生态环境与渔业资源影响分析

水工工程施工对海洋生态环境的影响主要包括两个方面：

• 底质开挖对底栖生物的影响；

• 水工工程施工产生的污染物主要是悬浮物，海水悬浮物浓度增大对海洋生态环境将产生一定的影响。

1）水工作业对底栖生物影响损失量估算

本项目疏浚作业对底栖生物的影响计算如下：

17ha×3.085g/m^2=0.52t

2）悬浮物影响损失估算

①生物量损失

根据渔业水质标准要求，人为增加悬浮物浓度大于10mg/L，对鱼卵、仔鱼和游泳生物幼体生长造成影响。

计算情况见表 4.2.2-5。

由表可知，水工工程施工产生的 SS 导致的鱼卵仔鱼的损失量换算为鱼苗共约 15.89×10^4 尾，导致的幼体损失量约为 1.34t。

表4.2.2-5a　悬浮物对海洋生物资源生物量的影响损失计算（打桩施工）

施工内容	影响对象	平均密度	悬浮物浓度增量（mg/L）	影响面积（hm^2）	死亡率（%）	折成鱼苗比率（%）	损失量（尾）	作业时间（d）	合计损失量（尾）
打桩	鱼卵	7.094个/m^3	<20，>10	2.1	5	1	10	60	572
			20~50	1.0	17.5	1	16	60	953
			50~100	0.4	40	1	15	60	872
			>100	0.2	50	1	9	60	545
	仔鱼	0.241尾/m^3	<20，>10	2.1	5	5	2	60	97
			20~50	1.0	17.5	5	3	60	162
			50~100	0.4	40	5	2	60	148
			>100	0.2	50	5	2	60	93
	游泳	291.65	<20，>10	2.1	1	100	0.061	60	3.675

施工内容	影响对象	平均密度	悬浮物浓度增量（mg/L）	影响面积（hm^2）	死亡率（%）	折成鱼苗比率（%）	损失量（尾）	作业时间（d）	合计损失量（尾）
	生物	kg/km^2	20~50	1.0	5	100	0.146	60	8.750
			50~100	0.4	15	100	0.175	60	10.499
			>100	0.2	20	100	0.117	60	7.000

注：悬沙影响范围取打桩作业各典型点中最大值进行计算。

表4.2.2-5b　悬浮物对海洋生物资源生物量的影响损失计算（疏浚）

施工内容	影响对象	平均密度	悬浮物浓度增量（mg/L）	影响面积（hm^2）	死亡率（%）	折成鱼苗比率（%）	损失量（尾）	作业时间（d）	合计损失量（尾）
疏浚	鱼卵	7.094个/m^3	<20，>10	38.0	5	1	173	180	31055
			20~50	15.6	17.5	1	248	180	44621
			50~100	5.5	40	1	200	180	35958
			>100	2.6	50	1	118	180	21248
	仔鱼	0.241尾/m^3	<20，>10	38.0	5	5	29	180	5275
			20~50	15.6	17.5	5	42	180	7579
			50~100	5.5	40	5	34	180	6108
			>100	2.6	50	5	20	180	3609
	游泳生物	291.65 kg/km^2	<20，>10	38.0	1	100	1.108	180	199.489
			20~50	15.6	5	100	2.275	180	409.477
			50~100	5.5	15	100	2.406	180	433.100
			>100	2.6	20	100	1.517	180	272.984

注：悬沙影响范围取疏浚作业各典型点中最大值进行计算。

（3）海洋生物资源补偿

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，幼体折算成体比例按 100％。本项目造成鱼卵仔鱼损失量换算为鱼苗 15.97×10^4 尾；游泳生物损失量约为 1.34t；底栖生物损失量约为 0.52t。本项目施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿按 3 倍计；水工构筑物占海属永久性损害，补偿按 20 倍计，合计补偿量为：鱼苗 49.27×10^4 尾、游泳生物为 4.024t、底栖生物为 1.62t。

表4.2.2-6 海洋生物资源补偿估算

影响因素	
构筑物占海	
疏浚作业和打桩作业	
合计	

4.3 生态影响分析

4.3.1 水动力环境影响分析

根据本工程所在海域的水深情况和水动力特性，本节采用平面二维潮汐动力模型进行工程实施前后的水动力环境的影响预测分析。

4.3.1.1 水动力模型

本节使用的潮汐动力学模型是基于二维不可压缩的雷诺平均 Navier-Stokes 方程，模型由连续性和动量方程组成。应用中心有限体积法对初始方程进行空间离散化。空间域被连续的细分离散为非重叠单元。整个计算区域被划分为众多三角形非结构网格要素。

模型的控制方程为：

对水平动量方程和连续性方程在深度 h＝η+d 上求积分，得到浅水方程如下所示：

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial h\overline{u}}{\partial x}+\frac{\partial h\overline{v}}{\partial y}=0$$

x, y 方向上的水平动量方程分别为：

$$\frac{\partial h\overline{u}}{\partial t}+\frac{\partial h\overline{u}^2}{\partial x}+\frac{\partial h\overline{uv}}{\partial y}=f\overline{v}h-gh\frac{\partial\eta}{\partial x}-\frac{\tau_{bx}}{\rho_0}+\frac{\partial}{\partial x}\left(hT_{xx}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{xy}\right)$$

$$\frac{\partial h\overline{v}}{\partial t}+\frac{\partial h\overline{uv}}{\partial x}+\frac{\partial h\overline{v}^2}{\partial y}=-f\overline{u}h-gh\frac{\partial\eta}{\partial y}-\frac{\tau_{by}}{\rho_0}+\frac{\partial}{\partial x}\left(hT_{xy}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{yy}\right)$$

划线标识是深度平均值，例如$\overline{u}$，$\overline{v}$是深度平均流速定义如下：

$$h\overline{u}=\int_{-d}^{\eta}udz\text{，}\quad h\overline{v}=\int_{-d}^{\eta}vdz$$

横向压力T_{ij}包括粘滞摩擦，湍流摩擦和差异平流。这些值通过基于深度流速梯度的涡粘性方程进行估算：

$$T_{xx}=2A\frac{\partial\overline{u}}{\partial x}\text{，}\quad T_{xy}=A\left(\frac{\partial\overline{u}}{\partial y}+\frac{\partial\overline{v}}{\partial x}\right)\text{，}\quad T_{yy}=2A\frac{\partial\overline{v}}{\partial y}$$

底摩阻$\vec{\tau}_b=\left(\tau_{bx},\tau_{by}\right)$通过二次方程的摩擦定律确定：

$$\frac{\vec{\tau}_b}{\rho_0}=c_f\vec{u}_b\left|\vec{u}_b\right|$$

其中，c_f 是阻力系数；$\vec{u}_b=(u_b,v_b)$是底部流速；与底应力相关联的摩擦速度如下：$U_{\tau b}=\sqrt{c_f|u_b|^2}$

在二维计算的时候，$\vec{u}_b$ 是深度平均流速；阻力系数由谢才系数 C 或曼宁数 M 决定。

4.3.1.2 数学模型离散及数值求解方法

（1）控制方程的空间离散化

在求解域内的离散化采用有限体积的方法。空间域的离散化通过连续介质细分成非重叠单元进行。二维情形下，单元格可以是任意多边形，不过，一般只考虑三角形和四边形。浅水方程系统的积分形式可写为如下一般形式：

$$\frac{\partial U}{\partial t}+\nabla\cdot F(U)=S(U)$$

其中 U 是守恒量的矢量；F 是通量矢量方程；S 是源项矢量。

在笛卡尔坐标系下，二维浅水方程系统表达如下：

$$\frac{\partial U}{\partial t}+\frac{\partial\left(F_x^I-F_x^V\right)}{\partial x}+\frac{\partial\left(F_y^I-F_y^V\right)}{\partial y}=S$$

其中，上标 I 和 V 分别代表非粘滞（对流）和粘滞通量，其中：

$$U=\begin{bmatrix}h\\ h\bar{u}\\ h\bar{v}\end{bmatrix}$$

$$F_x^I=\begin{bmatrix}h\bar{u}\\ h\bar{u}^2+\frac{1}{2}g\left(h^2-d^2\right)\\ h\bar{u}\bar{v}\end{bmatrix},\quad F_x^V=\begin{bmatrix}0\\ hA\left(2\frac{\partial\bar{u}}{\partial x}\right)\\ hA\left(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y}+\frac{\partial\bar{v}}{\partial x}\right)\end{bmatrix}$$

$$F_y^I=\begin{bmatrix}h\bar{v}\\ h\bar{u}\bar{v}\\ h\bar{v}^2+\frac{1}{2}g\left(h^2-d^2\right)\end{bmatrix},\quad F_y^V=\begin{bmatrix}0\\ hA\left(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y}+\frac{\partial\bar{v}}{\partial x}\right)\\ hA\left(2\frac{\partial\bar{v}}{\partial x}\right)\end{bmatrix}$$

$$S=\begin{bmatrix} 0 \\ g\eta\frac{\partial d}{\partial x}+f\bar{v}h-\frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x}-\frac{h^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x}-\frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{xy}}{\partial y}\right) \\ +\frac{\tau_{\mathrm{sx}}}{\rho_0}-\frac{\tau_{\mathrm{bx}}}{\rho_0}+hu_s \\ g\eta\frac{\partial d}{\partial y}+f\bar{u}h-\frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y}-\frac{h^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y}-\frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right) \\ +\frac{\tau_{\mathrm{sy}}}{\rho_0}-\frac{\tau_{\mathrm{by}}}{\rho_0}+hv_s \end{bmatrix}$$

对上式在第 i 个单元上求积分，并且用高斯定理重写通量积分得到下式：

$$\int_{A_i}\frac{\partial U}{\partial t}d\Omega+\int_{\Gamma_i}(F\cdot n)ds=\int_{A_i}S(U)d\Omega$$

其中 A_i 是单位面积/体积；Ω 是定义在 A_i 上的积分变量；Γ_i 是在第 i 个单元上的边界；d_s 是沿边界上的积分变量；n 是沿边界上的单位外法向量；通过一点正交规则评估单位面积/体积积分，正交点是单元的质心，通量积分方程式变为：

$$\frac{\partial U_i}{\partial t}+\frac{1}{A_i}\sum_{j}^{NS}F\cdot n\Delta\Gamma_i=S_i$$

其中，U_i 和 S_i 分别是 U 和 S 在第 i 单元和单元质心上的平均值。N_S 是旁侧单元数；n 是在 j 侧的外法向量；$\Delta\Gamma_i$ 是在 i 界面的长度/面积。一阶和二阶格式都可以应用在空间离散化。

二维情形下，近似 Riemann 解用来计算在单元界面的对流通量。用 Roe 方法估算在界面的左边和右边的独立变量。用线性梯度重构方法能达到空间离散化的二阶精度。通过 Jawahar 和 Kamath 在 2000 年提出的方法，估算平均梯度。应用一个二阶 TVD 斜率限制器来消除数值振荡。

（2）时间积分

二维模拟中，浅水方程有两种时间积分方法：低阶方法和高阶方法。低阶方法是一阶显示欧拉方法。

$$U_{n+1}=U_n+\Delta tG(U_n)$$

其中，Δt 是时间步长。

高阶方法使用如下形式的二阶 Runge Kutta 方法。

$$U_{n+\frac{1}{2}} = U_n + \frac{1}{2}\Delta t G(U_n)$$

$$U_{n+1} = U_n + \Delta t G\left(U_{n+\frac{1}{2}}\right)$$

$$U_{n+1/2} - \frac{1}{4}\Delta t\left(G_v^V(U_{n+1/2}) + G_v^V(U_n)\right) = U_n + \frac{1}{2}\Delta t G_h(U_n) + \frac{1}{2}\Delta t G_v^I(U_n)$$

$$U_{n+1} - \frac{1}{2}\Delta t\left(G_v^V(U_{n+1}) + G_v^V(U_n)\right) = U_n + \Delta t G_h(U_{n+1/2}) + \Delta t G_v^I(U_{n+1/2})$$

（3）边界条件处理

闭边界：沿闭合边界（陆地边界）所有变量的一般通量设为零。对于动量方程，这导致沿陆地边界的完全滑移；

开边界：开边界指定为单位流量的形式或给定水动力方程的海面高度，其中河流边界处给定单位流量，外海开边界采用逐时的水位序列驱动。对于物质传输方程，可以是一个具体值或一个具体的梯度。

4.3.1.3 计算网格和模型设置

本项目所建立的区域潮汐动力模型计算范围如图 4.3.1-1 所示，模型包括整个神泉湾和海门湾，外海开边界设置在 40m 等深线附近。模型采用非结构三角网格，整个计算区域由 6455 个节点和 12141 个三角单元组成，网格的最小空间步长约为 30m（图 4.3.1-1）。为了清楚地反映项目建设对其附近海域水动力环境的影响，模拟中将工程附近海域网格进行局部加密，局部加密的小区域计算网格分布见图 4.3.1-2。模型的计算水深由海图水深和实测插值得到，项目附近局部区域水深则由现场测量水深插值得到（图 4.3.1-3），工程附近的水深根据项目平面布置方案和疏浚方案进行了相应的修改，工程后的水深如图 4.3.1-4 所示。

模型在开边界处采用逐时潮位驱动，潮位强迫序列由 8 个分潮（M_2、S_2、N_2、K_2、K_1、O_1、P_1 和 Q_1）的调和常数计算得到，各分潮的调和常数取自全球潮汐反演模型结果，模型计算时段为 2023 年 1 月 1 日~2023 年 1 月 16 日，输出逐时的潮位和流速矢量结果进行模式验证和项目分析。

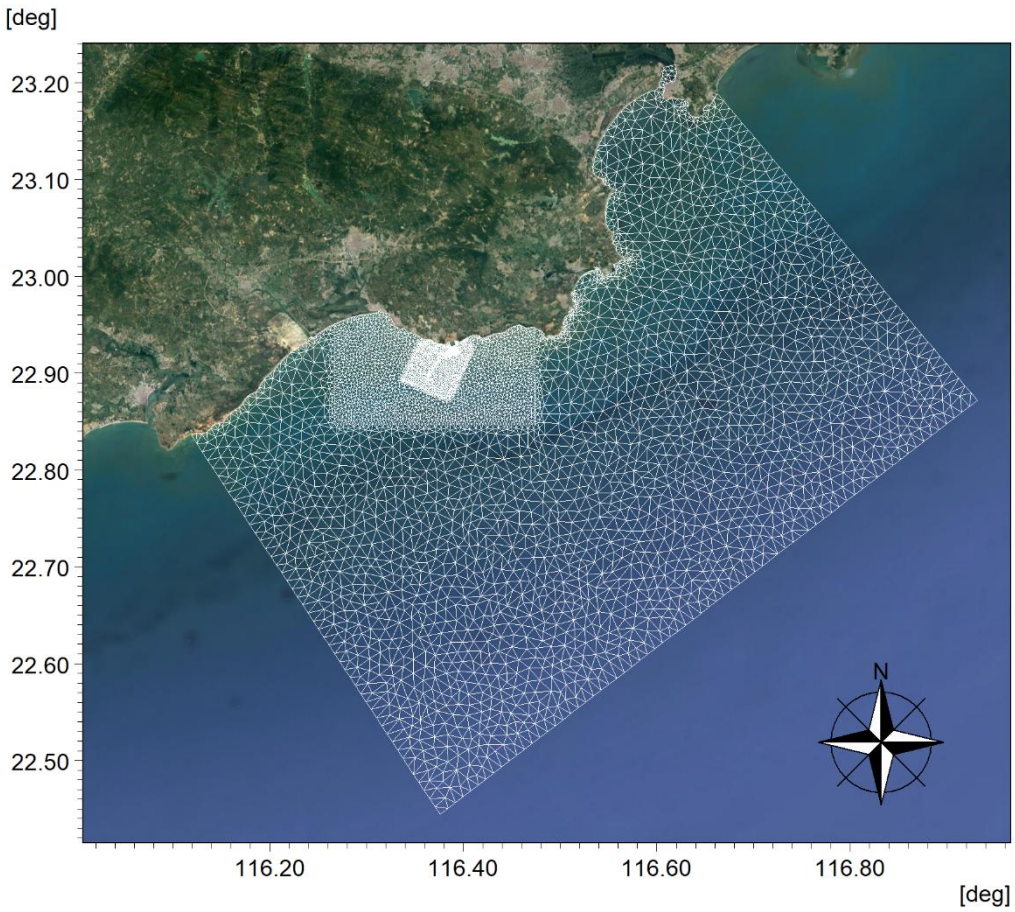


图 4.3.1-1　大区域计算域及网格分布图

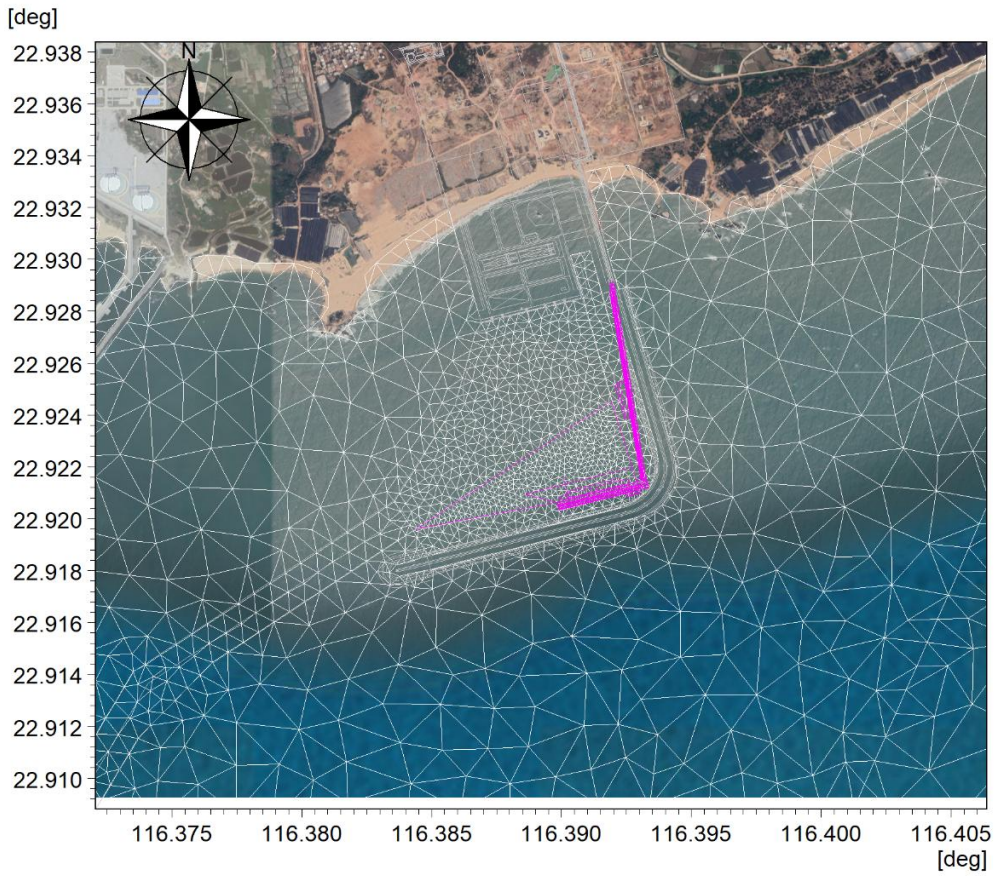


图 4.3.1-2　工程附近海域局部网格分布图

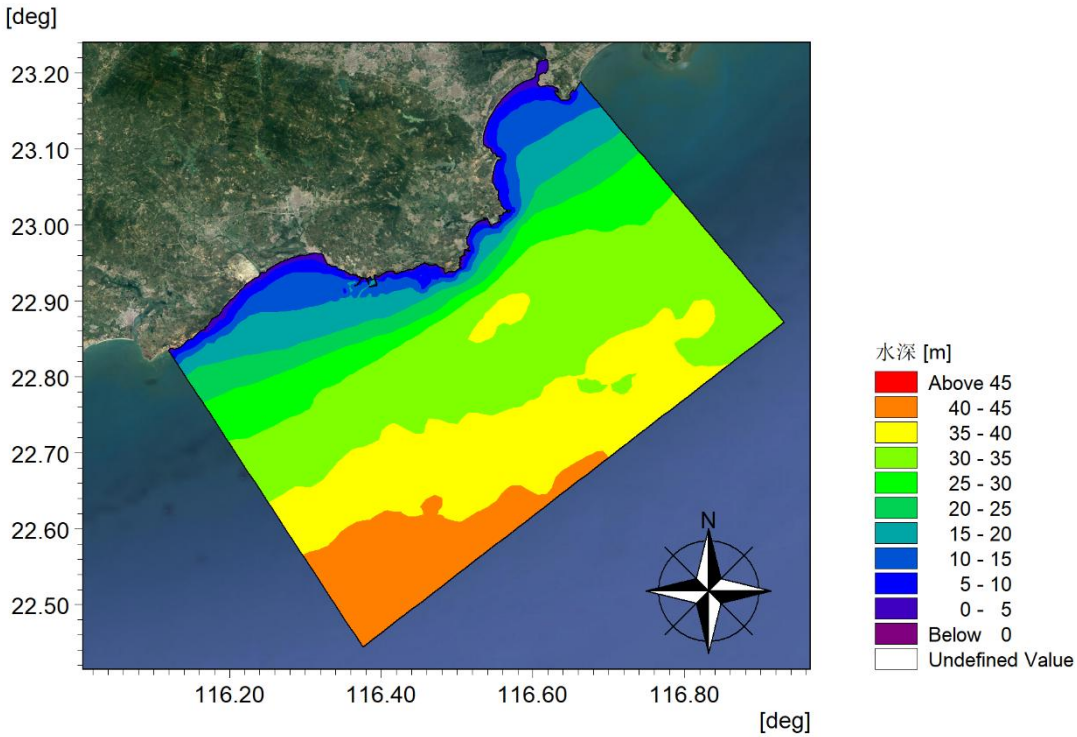


图 4.3.1-3　模型计算区域水深分布图

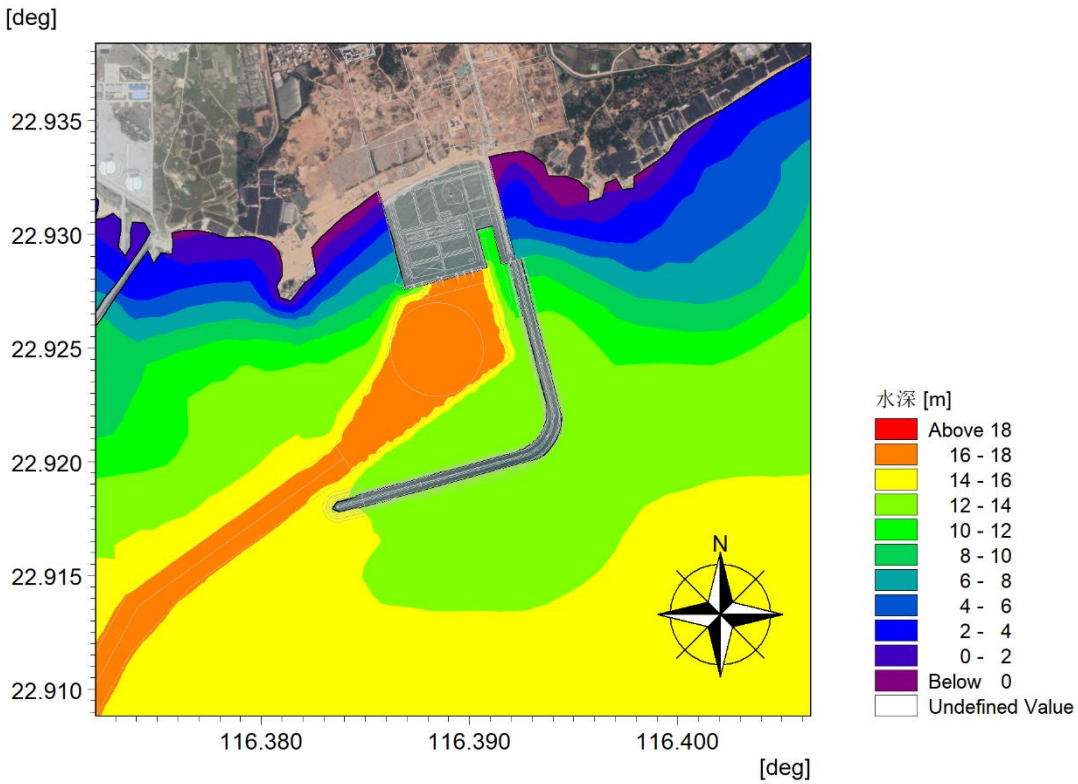


图 4.3.1-4　工程附近海域局部水深分布图（工程前）

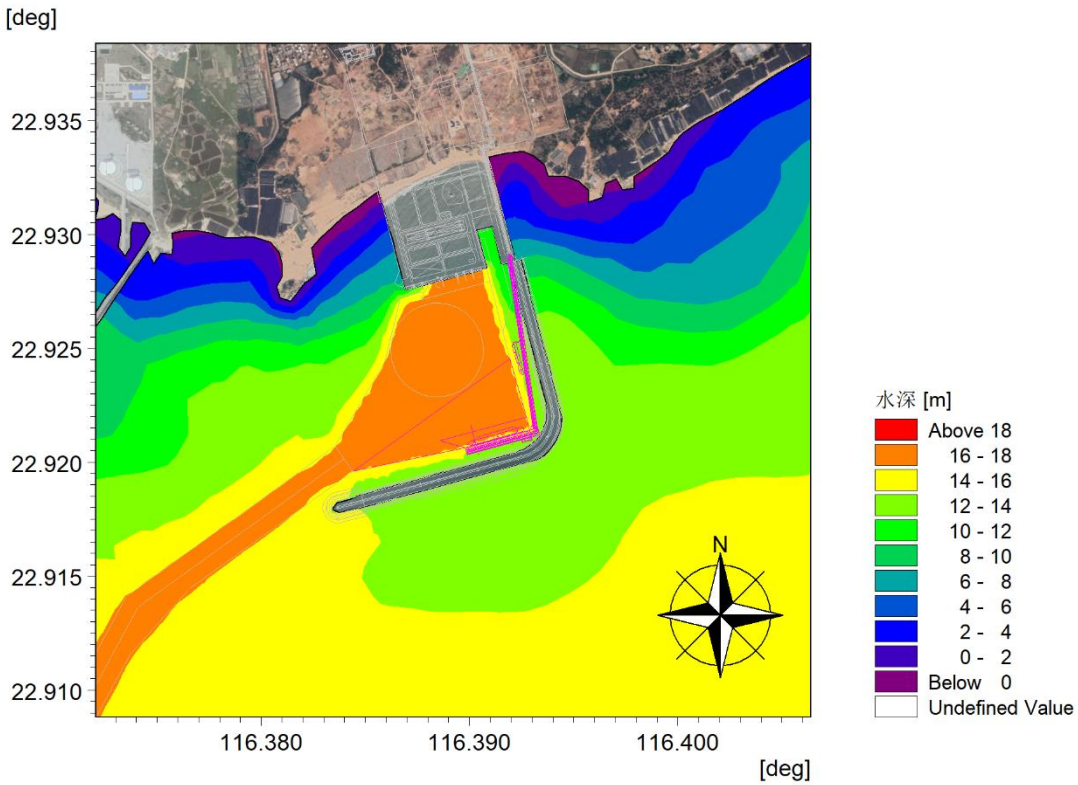


图 4.3.1-5　工程附近海域局部水深分布图（工程后）

4.3.1.4 潮流数值模型及验证

（1）验证资料

国家海洋局南海调查技术中心于 2021 年 1 月 13 日~14 日在项目附近海域进行了一次大潮期水文观测，在海区内共布设水文连续观测站 6 个，编号为 C1～C6。潮位站 1 个，设在 T1 站，站位位置如图 4.3.1-6 所示。将现场观测的潮位和潮流数据与水动力模型的计算结果进行对比，对本项目构建的水动力模型进行校验。

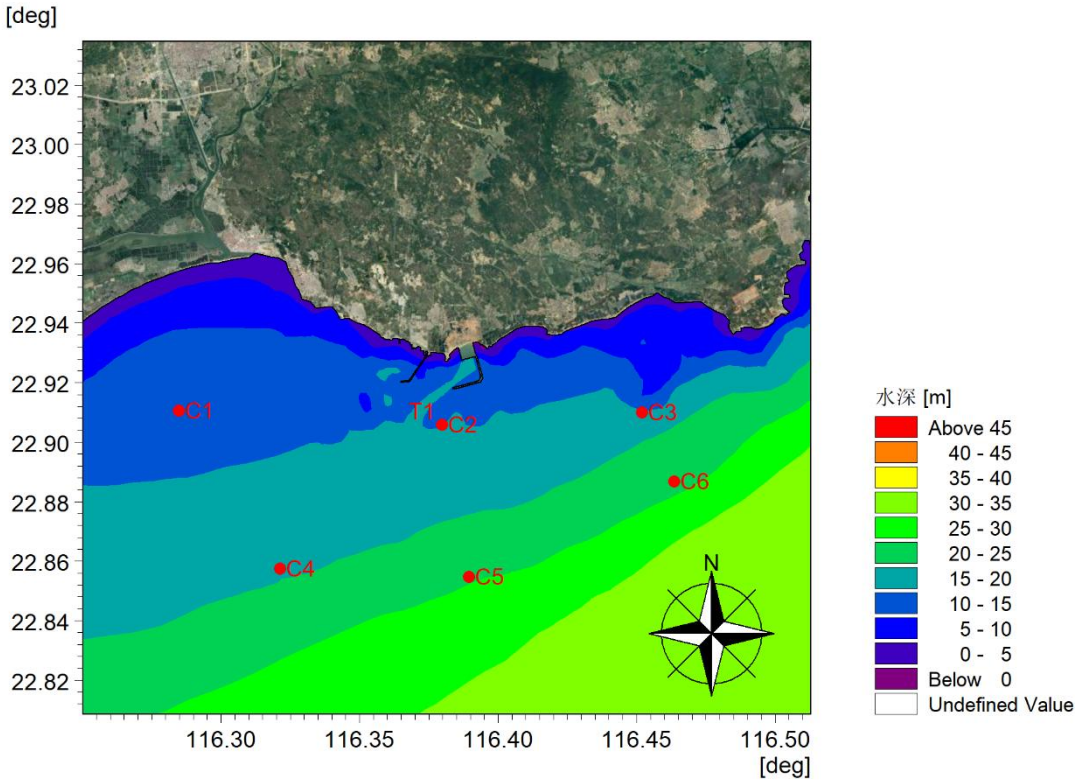


图 4.3.1-6 潮位(T1)、潮流(C1~C6)观测站位图

（2）潮位验证

选取工程附近 T1 大潮期观测的潮位资料作为数值模型计算潮位验证基准，潮位验证结果见图 4.3.1-7 所示。由图可知，模型模拟的潮位序列与观测资料吻合较好，本项目建立的水动力模型能较好的再现现场观测的 T1 站潮位的分布趋势。定量统计分析表明，模型模拟的 T1 站的潮位相对于现场观测的潮位平均误差约为 0.051m。

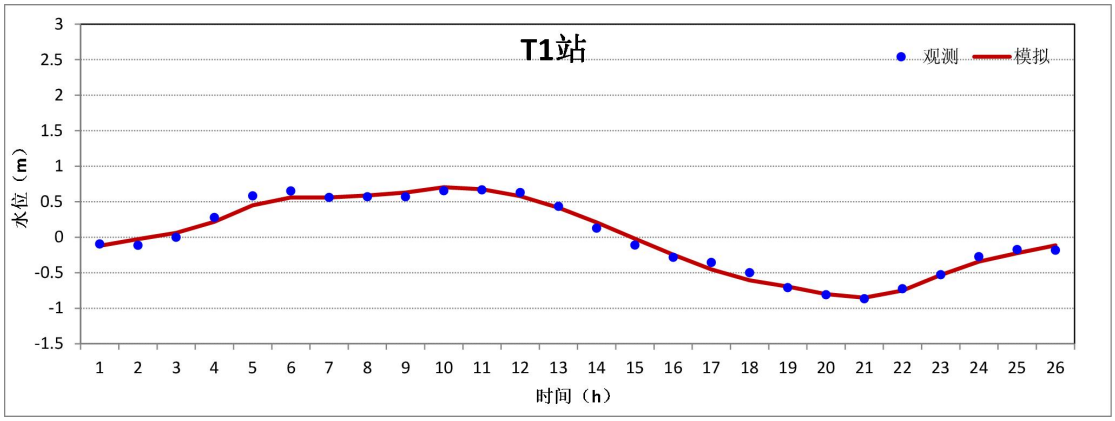


图 4.3.1-7　T1 站潮位验证曲线

（3）潮流验证

选取项目附近海域 C1~C6 站位大潮期的实测潮流资料，与水动力模型的模拟的流速和流向进行对比验证，潮流验证结果见图 4.3.1-8~图 4.3.1-13。对比结果也表明，水动力模型成功模拟再现了 C1~C6 站位往复型变化的潮流分布特征，模型模拟的流速和流向的分布趋势与观测结果比较接近，表明水动力模型也能较好的再现计算区域潮流动力过程的时空分布趋势

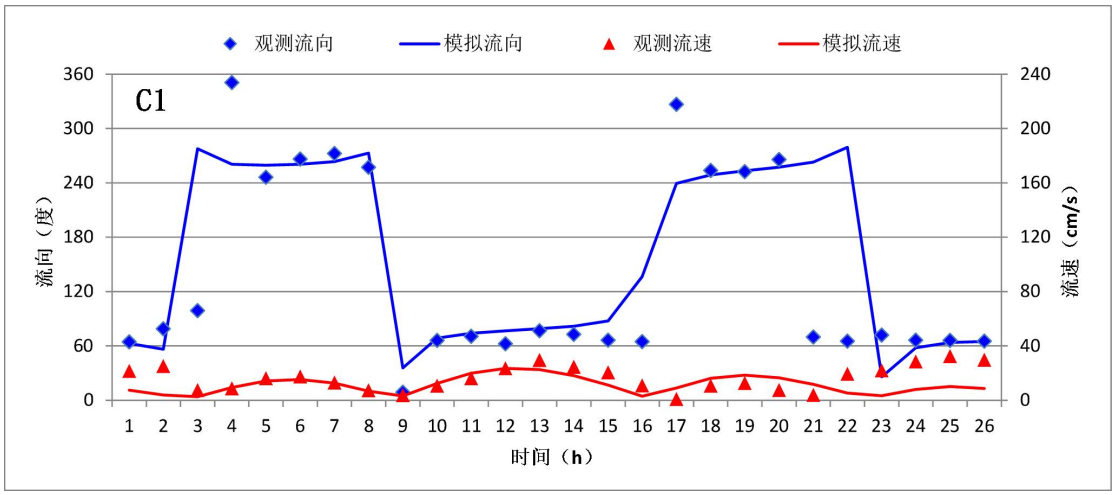


图 4.3.1-8　C1 站潮流验证曲线

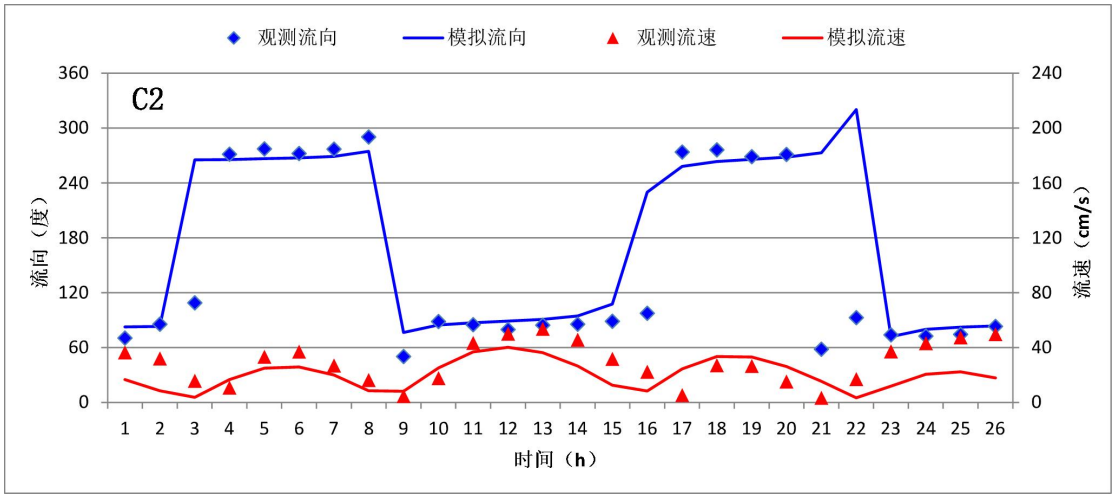


图 4.3.1-9　C2 站潮流验证曲线

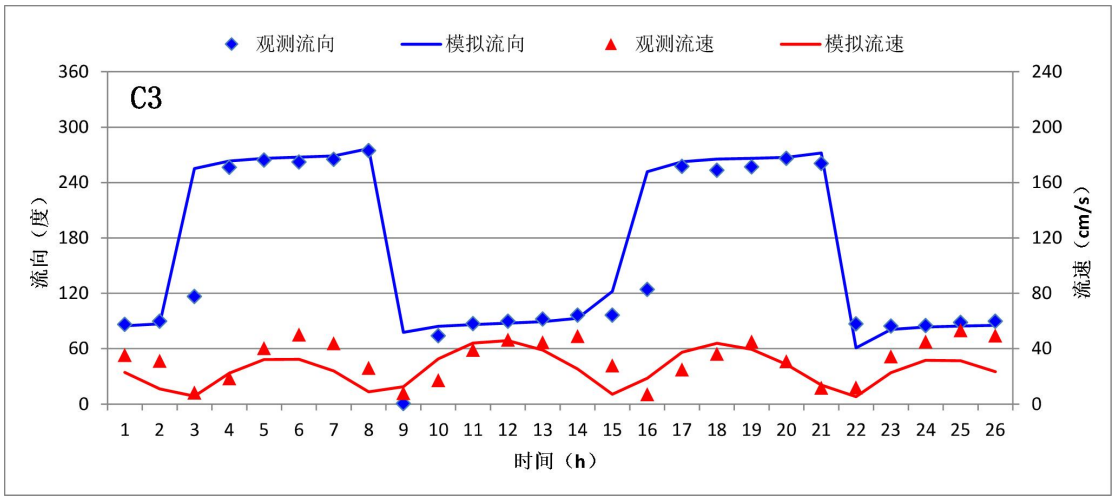


图 4.3.1-10　C3 站潮流验证曲线

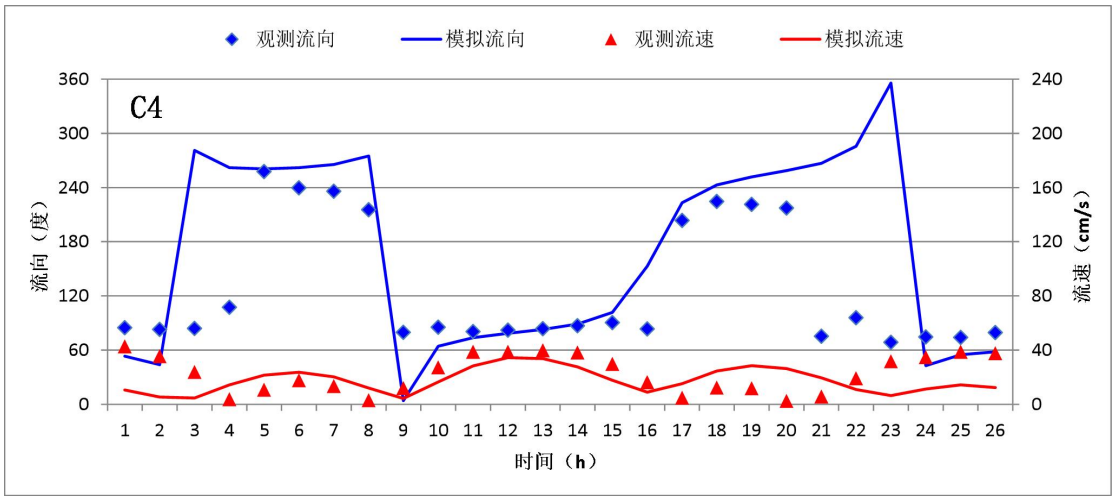


图 4.3.1-11　C4 站潮流验证曲线

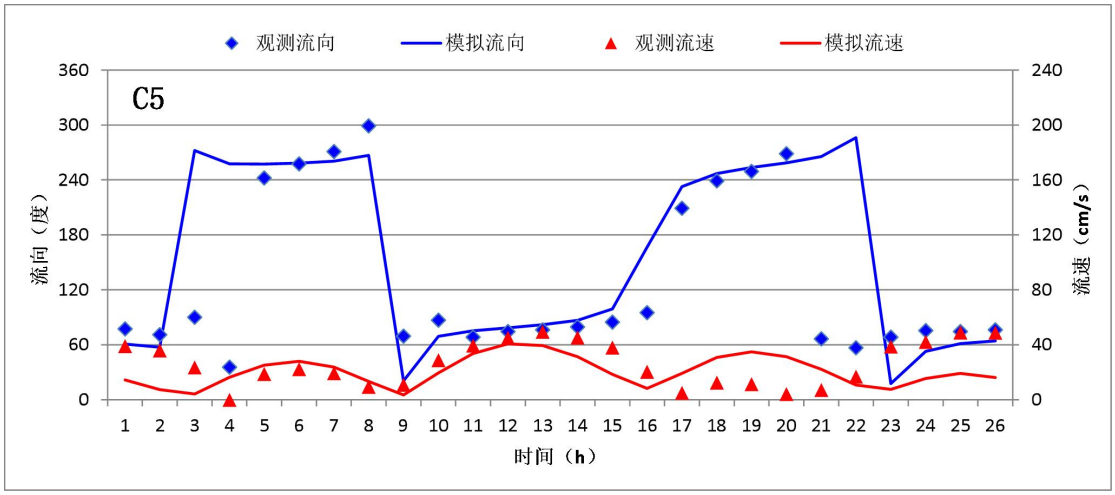


图 4.3.1-12　C5 站潮流验证曲线

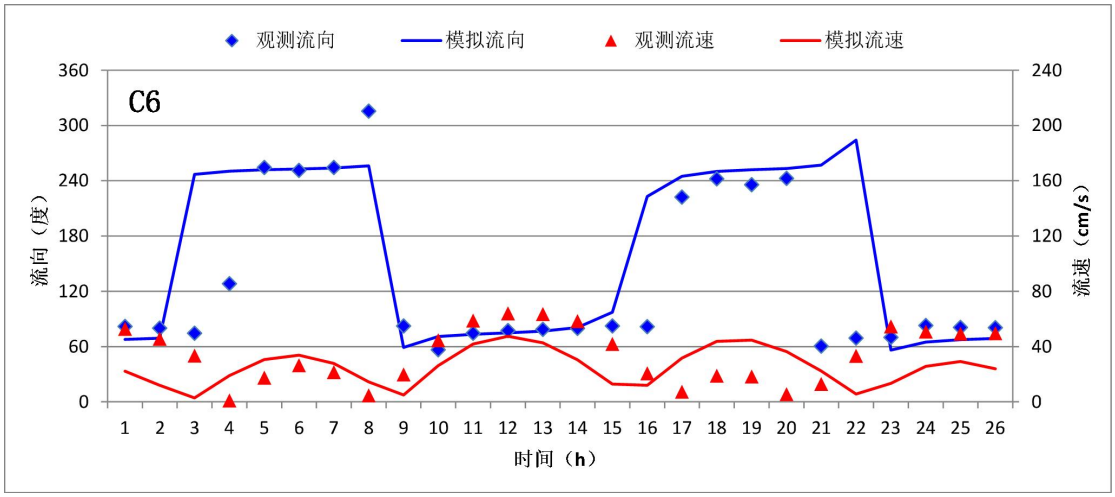


图 4.3.1-13　C6 站潮流验证曲线

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

4.3.1.5 潮流场模拟结果

通过分析潮流模型计算结果显示，小潮期工程周边海域潮流场分布与大潮期基本一致，流速较大潮期小，因此报告中只给出大潮期间模型计算区域和工程周边海域的潮流矢量分布。

（1）计算区域潮流场分布（工程前）

工程前，大潮期间模型计算区域涨急和落急时刻潮流矢量分布见图 4.3.1-14 和图 4.3.1-15。整个计算区域，涨潮潮流基本由东北流向西南，流向基本与岸界平行。外海流速较大（>0.3m/s），近岸流速较小（<0.2m/s）。落潮时，潮流基

本由西南流向东北，流向基本与涨潮流速相反，说明该海域潮流基本为往复流。外海落急时刻外海最大流速约为 0.45m/s，落潮最大流速稍大于涨潮最大流速。

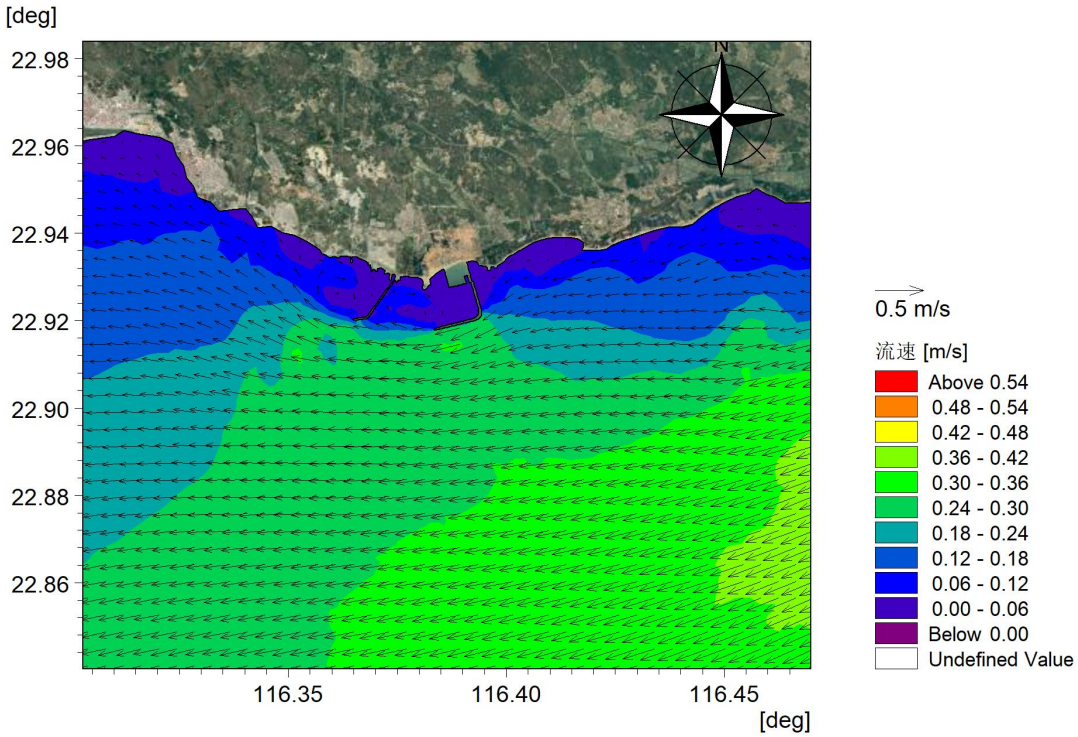


图 4.3.1-14　模拟的大区域潮流场分布（涨急时，大潮期）

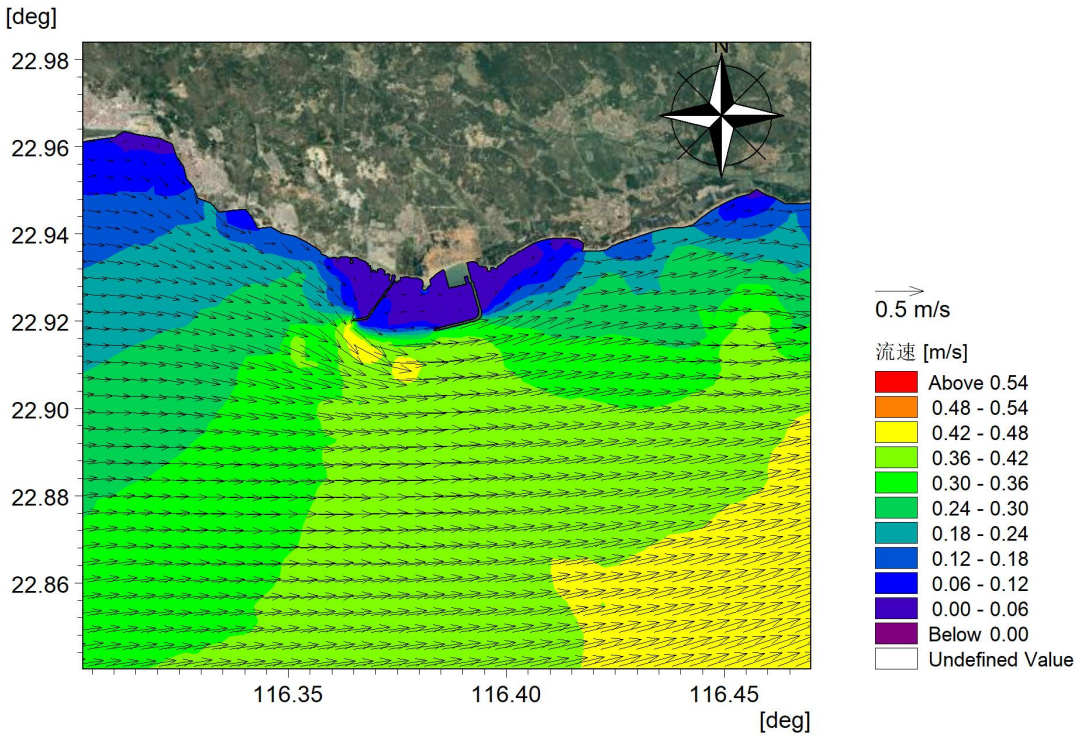


图 4.3.1-15　模拟的大区域潮流场分布（落急时，大潮期）

（2）工程周边海域潮流场分布

本项目港池疏浚工程前工程周边海域大潮期潮流场模拟结果见图4.3.1-16和图 4.3.1-17。由于项目所在海域被东西防波堤和粤东液化天然气有限公司的防波堤所围蔽，形成一个相对半封闭的海域，外海潮波较难进入港池内部，因此港内涨落潮流均较弱，涨急和落急时刻平均流速分别约为 0.007m/s 和 0.016m/s，涨急和落急时刻均在港池内形成一个逆时针的环流，且落急时刻流速比涨急时刻大。

本项目港池疏浚和码头建设之后工程周边海域大潮期潮流场模拟结果见图 4.3.1-18 和图 4.3.1-19。由图可知，工程实施之后，项目附近海域的流场略有变化，工程以外的流场变化较小。

图 4.3.1-16 工程前项目周边海域计算潮流场（涨急时，大潮期）

图 **4.3.1-17** 工程前项目周边海域计算潮流场（落急时，大潮期）

图 **4.3.1-18** 工程后周边海域计算潮流场（涨急时，大潮期）

图 4.3.1-19　工程后周边海域计算潮流场（落急时，大潮期）

4.3.1.6 工程建设对周边海域潮流场影响分析

为了进一步分析疏浚工程实施对周边海域潮流场的影响程度，基于前述数值模拟结果，将大潮期涨急和落急典型时刻疏浚工程实施后的流速和流向减去实施前的模拟结果，进一步对比港池疏浚工程前后项目附近海域潮流场的变化（图 4.3.1-20~图 4.3.1-23）。由图可知，疏浚工程实施之后，由于疏浚导致项目区域水深产生一定的变化，使港池内的潮流场产生一定的变化，其中疏浚区流速减弱较显著，疏浚区南北两侧流速增加较明显。但潮流场的变化仅局限于港池内部，工程前后港池外的潮流场基本无变化。

定量分析表明，涨急时刻，疏浚工程实施导致疏浚区流速减小约 1.19mm/s，东南防波堤内侧流速增大约 1.56mm/s（区域平均，下同），疏浚区东北角流向变化较显著，流向最大变幅约为 38°。落急时刻，疏浚工程实施使东防波堤东南部内侧及疏浚区西北部流速分别增大约 0.89mm/s 和 0.85mm/s，流向最大变幅约为 15°。

图 **4.3.1-20** 工程前后项目附近海域涨急时刻流速变化（工程后-工程前，大潮期）

[deg]

图 **4.3.1-21** 工程前后项目附近海域涨急时刻流向变化（工程后-工程前，大潮期）

图 4.3.1-22 工程前后项目附近海域落急时刻流速变化（工程后-工程前，大潮期）

[deg]

图 4.3.1-23 工程前后项目附近海域落急时刻流向变化（工程后-工程前，大潮期）

为了进一步对比工程实施对项目附近海域水动力过程的影响，本项目在工程附近海域选取了 25 个对比站点，分别提取了工程实施前后各站点上大潮期涨急

与落急时的流速与流向，用以定量分析工程实施对周边海域潮流场的影响，对比点位置见图 4.3.1-23，流速、流向对比统计结果见表 4.3.1-1、表 4.3.1-2。

图 4.3.1-24　工程前后流速、流向对比站位图

由表 4.3.1-1、表 4.3.1-2 可以看出，疏浚工程实施导致港池内部海域流场发生一定变化。在涨急时刻，工程附近海域流速和流向均弱有变化，东防波堤内侧的 P2、P5 站点以及疏浚区域东北的 P16 站点流速变化较明显。其中，P5 站流速增加了 1.81mm/s，P16 站流速减小了 1.24mm/s。在落急时刻，流速变化与涨急时刻类似，越靠近东南防波堤内侧和疏浚区流速的变幅越大，P5 站流速分别增加了 1.25mm/s，P8 站流速减小了 2.52mm/s。但总体讲，疏浚区域工程前后流速的变化量级均在毫米量级，流速和流向的变化较小，远离工程区域的站位，涨落潮流速基本无变化，因此疏浚工程实施港池附近海域的影响较小。

表 4.3.1-1　工程附近海域对比站点涨急时刻流速和流向变化统计表

站位	大潮涨急时刻流速（mm/s）			大潮涨急时刻流向（°）		
	工程前	工程后	差值 [1]	工程前	工程后	差值
P1	64.90	65.11	0.21	228.07	228.33	0.25
P2	17.18	15.04	-2.14	211.27	209.50	-1.77
P3	4.74	5.46	0.72	111.66	102.79	-8.87
P4	6.11	7.06	0.95	65.68	67.50	1.82
P5	4.68	6.49	1.81	27.05	28.06	1.01
P6	7.59	8.67	1.07	353.84	350.10	-3.74

站位	大潮涨急时刻流速（mm/s）			大潮涨急时刻流向（°）		
	工程前	工程后	差值 [1]	工程前	工程后	差值
P7	5.71	4.97	-0.74	42.43	26.01	-16.42
P8	6.96	6.11	-0.85	116.35	124.33	7.98
P9	26.80	27.45	0.65	178.05	177.71	-0.34
P10	52.92	52.70	-0.22	186.72	186.71	-0.01
P11	56.55	56.57	0.01	139.10	138.97	-0.13
P12	25.05	25.14	0.10	142.45	142.60	0.15
P13	3.56	3.56	0.00	161.08	186.17	25.09
P14	4.81	5.40	0.59	311.63	327.02	15.39
P15	10.54	9.93	-0.61	346.72	344.27	-2.45
P16	10.95	9.71	-1.24	341.86	342.10	0.23
P17	4.38	3.79	-0.59	298.08	300.40	2.32
P18	5.10	4.81	-0.30	231.26	235.90	4.64
P19	6.58	6.50	-0.08	187.88	188.26	0.38
P20	51.42	51.53	0.11	116.23	116.09	-0.14
P21	17.23	17.31	0.08	120.95	120.82	-0.13
P22	3.67	3.58	-0.09	202.44	203.08	0.64
P23	7.38	6.65	-0.73	247.77	247.82	0.05
P24	8.95	8.12	-0.83	256.61	256.34	-0.27
P25	7.45	7.06	-0.39	318.42	318.53	0.11

[1]注：差值为工程后减去工程前。

表 4.3.1-2　工程附近海域对比站点落急时刻流速和流向变化统计表

站位	大潮落急时刻流速（mm/s）			大潮落急时刻流向（°）		
	工程前	工程后	差值 [1]	工程前	工程后	差值
P1	62.94	63.25	0.30	51.05	51.58	0.53
P2	27.91	26.92	-0.99	66.16	67.54	1.38
P3	21.24	21.41	0.17	67.68	69.17	1.49
P4	14.02	14.28	0.26	52.19	54.25	2.06
P5	8.53	9.78	1.25	24.51	24.99	0.48
P6	13.68	14.15	0.47	352.41	350.91	-1.50
P7	14.54	13.38	-1.16	14.97	9.43	-5.53
P8	14.87	12.35	-2.52	45.26	42.80	-2.45
P9	19.86	18.80	-1.06	50.45	52.76	2.31
P10	49.55	49.08	-0.47	114.12	114.44	0.32
P11	39.01	39.06	0.05	291.68	291.02	-0.66
P12	10.81	11.60	0.79	308.13	303.66	-4.47
P13	11.02	11.74	0.73	329.18	321.46	-7.72
P14	13.09	13.83	0.74	339.27	335.00	-4.27
P15	17.12	16.66	-0.47	344.50	344.08	-0.41
P16	15.97	15.42	-0.55	339.54	339.73	0.19
P17	11.75	11.60	-0.15	307.84	307.31	-0.53
P18	16.22	16.72	0.50	277.31	277.44	0.13
P19	33.03	33.46	0.43	270.30	270.85	0.55
P20	46.19	46.53	0.34	264.00	263.76	-0.25
P21	53.11	53.43	0.32	244.79	244.76	-0.03
P22	26.69	26.79	0.10	268.09	268.44	0.35
P23	20.92	20.27	-0.66	254.91	255.09	0.18
P24	15.19	14.70	-0.48	260.29	260.07	-0.22
P25	8.74	8.70	-0.05	317.02	317.05	0.03

[1]注：差值为工程后减去工程前。

4.3.2 对地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目水工构筑物和疏浚工程会对当地海底底质产生一定的影响，具体表现在以下方面：

（1）水工构筑物建设和疏浚作业过程会对周围海域的冲淤环境产生一定影响，但施工完成后则对海底的冲淤环境基本无影响；

（2）水工构筑物桩基附近会有一定的冲刷现象，冲蚀坑面积与深度受该海域冲淤条件、底质情况、时间长度以及桩基直径等条件影响，总体而言对海底的冲淤环境影响很小。

以下采用数模的方式估算项目实施对冲淤环境的影响。

本项目所在港池内海床冲淤受涨落潮影响，周边无大的河流输入，河流来水来沙较少，项目所在的区域属于小港湾，流速小，悬移质输沙量大于推移质输沙量，因此项目所在海域的泥沙淤积主要是悬沙淤积所致。

为了定量地研究工程建设完成以后项目附近海域的底床冲淤的变化情况，在完成潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响采用如下公式进行计算：

$$p = \frac{\alpha swt}{\gamma_d}[1-(\frac{V2}{V1})^{2m}]$$

式中，ω为泥沙沉速，单位 m/s；根据相关文献资料，本海区悬沙中值粒径 d_{50} 粒径取为 0.007mm；另据泥沙沉降试验结果，项目附近海域泥沙沉速为 0.036cm/s。

其他计算参数的确定：

α 为沉降几率，取 0.67；

t 为年淤积历时，单位取秒 s；

S 为平均含沙量，单位：kg/m^3，根据工程附近的实测资料，取泥沙平均含量 0.028kg/m^3；

γ_d 为泥沙干容重，按照 $\gamma_d = 1750 \times D_{50}{}^{0.183}$，单位为 kg/m^3；

$V1$，$V2$ 数值计算工程前后全潮平均流速，单位 m/s；

m 根据当地的流速与含沙量的关系，近似取作 1。

由上式可知，本公式计算的年淤积厚度主要跟工程前后的流速大小改变有关。根据以上的设定和潮流数值模拟计算的结果，计算得到工程前后底床的年冲淤变化情况，绘制出年冲淤强度变化等值线图，具体见图 4.3.2-1。

由图可知，港池疏浚工程实施以后会引起疏浚区域及周边淤积和冲刷态势的变化。其中，工程之后疏浚区域水动力减弱，引起局部淤积，淤积强度平均约为 3.80cm/a；东南防波堤内侧由于涨落潮流速增强，会产生局部的冲刷，冲刷强度平均约为 10.79cm/a；疏浚区域的北部冲刷强度也变大，其平均冲刷强度变化为 3.77cm/a。一般在工程完成后两至三年即达到冲淤平衡状态，累积冲淤幅度不超过 10cm。

综上所述，本项目用海的冲淤变化局限于工程区附近，不会对港池外其他海域冲淤环境造成较大影响。

图 4.3.2-1 工程后项目附近海域的冲淤幅度图

4.3.3 对水质环境影响分析

本项目建设期主要污染物为施工期疏浚和水工构筑物建设产生的悬沙，营运期主要污染物为码头卸煤作业产生的煤尘。

本报告采用水环境数学模型预测水工作业产生的悬浮泥沙对周边海洋环境的影响。

4.3.3.1 悬浮物预测模型

（1）预测模型

本项目水工作业产生的悬浮泥沙在潮流作用下向周围输运，其输移扩散方式可参照物质的对流扩散方程进行数值模拟，其基本方程如下：

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

式中：

$\bar{c}$——垂向平均泥沙浓度；

h——总水深，$h=d+\eta$，d 为给定基面下水深，为η为基面起算水位；

$\bar{u}$、$\bar{v}$——x、y 方向垂向平均流速；

t——时间；

D_x、D_y——x、y 方向的泥沙扩散系数；

Q_L——泥沙点源在单位水平面积上的输入流量；

C_L——泥沙点源的浓度；

F_S——底部泥沙通量；$\gamma_0\frac{\partial z_b}{\partial t}=-F_s$，$\gamma_0$为床沙干密度，$z_b$为床面高度；$F_S=S_E-S_D$，$S_E$ 为床面侵蚀速率，S_D 为床面淤积速率；对固定粘性床沙 $S_E=E\left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}}-1\right)^n(\tau_b>\tau_{ce})$，$E$ 为冲刷系数，τ_b为水流底切应力，τ_{ce}为床沙临界侵蚀切应力，n 为经验系数；对未固结粘性床沙 $S_E=E_{\exp}\left[\alpha(\tau_b-\tau_{ce})^{0.5}\right](\tau_b>\tau_{ce})$，$\alpha$ 为经验系数；对粘性泥沙 $S_D=p_d\omega_S c_b$，ω_S 为泥沙沉速，c_b 为近底泥沙浓度，p_d 为淤积概率，$p_d=1-\frac{\tau_b}{\tau_{cd}}(\tau_b<\tau_{cd})$。根据项目附近海域的现场调查资料并参考相关历史资料，本项目预测模拟过程中泥沙的中值粒径取为 0.014mm，悬浮泥沙的沉降速率取为 0.036cm/s，床沙的干密度（γ_0）取为 809kg/m^3。

（2）悬浮泥沙模型及源强设置

本项目主要的水上施工活动为疏浚和水工构筑物建设，工程施工过程中会引起部分悬浮泥沙的扩散。悬沙随海流输运、扩散和落淤，浓度逐渐减小，范围逐渐增大。泥沙模型计算的过程中，初始泥沙浓度场和开边界泥沙浓度均设为 0。

本项目基于上述模型分别预测模拟取排水工程施工过程中产生的悬浮泥沙扩散对周边海域环境的影响。

根据项目工可方案，本报告假定悬浮泥沙的扩散分别发生在工程区域的边缘和中心位置和排水口的前沿，在疏浚区域选取 6 个典型站点（S1~S6），在打桩施工区域选取 4 个典型站点（Z1~Z4），作为悬浮泥沙扩散模拟的源强位置，具体位置见图 4.3.3-1 和图 4.3.3-2 所示。同时为了评估工程施工过程中引起的悬沙扩散对施工海域的最不利影响，本报告在疏浚区域设置 164 个悬沙扩散点，在打桩区域设置 23 个悬沙扩散点，进行工程所有拐点的悬沙扩散预测，进而得到工程施工可能引起的最大悬沙浓度增值包络线分布。各典型站点及所有拐点悬沙预测的源强设置及工况条件见表 4.3.3-1 所示。

图 4.3.3-1 疏浚作业悬浮泥沙扩散典型站点（红色点）和拐点（黑色点）位置图

图 4.3.3-2 打桩作业悬浮泥沙扩散典型站点（红色点）和拐点（黑色点）位置图

表 4.3.3-1 典型站点和所有拐点源强设置及工况条件表

施工类型	典型站点	工况条件	源强
疏浚作业	S1	采用 1 艘 13m³ 抓斗式挖泥船进行清淤清障作业	3.38kg/s
	S2		
	S3		
	S4		
	S5		
	S6		
	所有拐点		
打桩作业	Z1	水工构筑物（码头、变电站、引桥、转交平台）涉及打桩	0.58kg/s
	Z2		
	Z3		
	Z4		
	所有拐点		

（3）模拟条件

施工期悬浮泥沙预测所采用的水动力条件为通用码头防波堤已经建好时的水文动力条件。

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）中二类水质标准的规定，悬浮物质人为增加量不得高于 10mg/L，所以模拟临界值定为 10mg/L。由于潮流的周期运动影响到浓度场的不断变化，将模拟区域每个格点悬浮泥沙浓度等于或超过 10mg/L 定义为对该点有影响，将计算的多个潮周期内每个网格点出现的最大浓

度增值定义为该点的最大增值浓度，各点的最大增值浓度经过差值成图后形成的悬沙浓度增值包络线所围成的区域即为该典型站点的悬沙扩散的最大影响范围。

各典型站点按照连续源强进行计算，考虑到大潮期悬浮泥沙扩散范围较大，因此本次评价模拟了大潮期取排水工程施工时各典型站点的悬浮物的扩散过程，并统计得到每个典型站点的最大悬沙浓度增值包络线分布。

（4）模拟结果分析

疏浚作业过程中典型站点 S1~S6 产生的悬浮泥沙浓度增值最大包络线分布见图 4.3.3-3~图 4.3.3-8 所示，对应的不同增值浓度范围内的悬浮泥沙浓度增值包络面积统计见表 4.3.3-2。

模拟结果表明，疏浚区域不同源强点处的水动力条件不同，各源强点产生的悬浮泥沙的扩散方向也各不相同。其中，在靠近防波堤口门附近的 S1 站点，疏浚施工产生的悬浮泥沙主要向东北和西南方向扩散，部分悬浮泥沙会扩散处口门。该工况条件下，悬浮泥沙的扩散范围较大，悬浮泥沙浓度增值大于 10 mg/L 的包络面积为 0.380km^2。靠近码头前沿的 S2 站点，悬浮泥沙主要向北偏东方向扩散，悬浮泥沙浓度增值大于 10 mg/L 的包络面积为 0.078km^2。位于疏浚区域东南角的 S3 站点，疏浚施工产生的悬浮泥沙主要沿防波堤向北偏西方向扩散。该工况条件下，悬浮泥沙浓度增值大于 10 mg/L 的包络面积为 0.043km^2。在疏浚区域东北角的 S4 站点位置，疏浚作业产生的悬浮泥沙则主要向西北方向扩散，悬浮泥沙浓度增值大于 10 mg/L 的包络面积为 0.073km^2。在 S5 站点位置，疏浚产生的悬浮泥沙主要向东北方向扩散。该工况条件下，悬浮泥沙浓度增值大于 10 mg/L 的包络面积为 0.102km^2。在位于疏浚区域东北部的 S6 站点，疏浚作业产生的悬浮泥沙主要向东北和西北方向扩散，该工况条件悬浮泥沙的扩散范围也较大。统计表明，悬浮泥沙浓度增值大于 10 mg/L 的包络面积为 0.099km^2，浓度增值大于 100 mg/L 的包络面积为 0.026km^2

码头打桩施工产生的悬浮泥沙相对较少，悬沙的影响范围也较小。打桩作业过程中典型站点 Z1~Z4 产生的悬浮泥沙浓度增值最大包络线分布见图 4.3.3-9~图 4.3.3-12 所示，对应的不同增值浓度范围内的悬浮泥沙浓度增值包络面积统计见表 4.3.3-2。位于施工区域最北部的 Z1 站点，打桩作业产生的悬浮泥沙主要沿填海区陆域岸线向西偏南方向扩散。该工况条件下，悬浮泥沙浓度增值大于 10mg/L 的包络面积为 0.013km^2。位于引桥中部的 Z2 站点，打桩作业产生的悬

浮泥沙主要沿防波堤内侧向北偏西方向扩散，悬浮泥沙浓度增值大于 10mg/L 的包络面积为 0.020km^2。Z3 站点打桩作业产生的悬浮泥沙也主要向北偏西方向扩散，悬浮泥沙浓度增值大于 10mg/L 的包络面积为 0.014km^2。位于新建码头中心位置的 Z4 站点，该站点打桩作业产生的悬浮泥沙主要向东偏北方向扩散，悬浮泥沙浓度增值大于 10mg/L 的包络面积为 0.021km^2。

疏浚作业和码头打桩作业施工所有拐点算例预测得到的悬浮泥沙最大浓度增值包络线分布如图 4.3.3-13 所示，由图可知，在该最不利工况条件下，施工作业产生的高浓度泥沙主要分布于疏浚区域，口门附近疏浚施工过程产生的部分悬浮泥沙向外海扩散，影响防波堤的南侧。在最不利工况条件下，悬浮泥沙浓度增值大于 10mg/L 的包络面积为 0.930km^2，浓度增值大于 100mg/L 的包络面积为 0.380km^2。

综上所述，对不同工况条件下疏浚作业和打桩作业产生的悬浮泥沙的预测分析表明，项目施工产生的悬浮泥沙对周边水域的影响主要位于港池内部海域。在口门附近疏浚作业时产生的部分悬沙会扩散到港池以外，但悬沙对外海的影响范围有限。总之，工程施工过程产生的悬浮泥沙对周边海洋环境造成不良影响较小，且工程附近悬浮泥沙浓度短期骤增将随着施工作业结束，逐渐降低直至恢复本底状态。

表 4.3.3-2 典型站点和所有拐点算例悬浮泥沙浓度增值包络面积（单位：km^2）

悬浮泥沙浓度 工况	大于 10mg/L	大于 20mg/L	大于 50mg/L	大于 100mg/L
S1 站点	0.380	0.156	0.055	0.016
S2 站点	0.078	0.057	0.034	0.018
S3 站点	0.043	0.033	0.017	0.008
S4 站点	0.073	0.049	0.024	0.012
S5 站点	0.102	0.082	0.048	0.021
S6 站点	0.099	0.076	0.043	0.026
Z1 站点	0.013	0.007	0.003	0.002
Z2 站点	0.020	0.010	0.002	0.001
Z3 站点	0.014	0.008	0.004	0.002
Z4 站点	0.021	0.008	0.003	0.001
所有拐点	0.930	0.659	0.495	0.380

图 4.3.3-3　大潮期间疏浚作业（S1 站点）产生悬浮泥沙浓度增值包络线

图 4.3.3-4　大潮期间疏浚作业（S2 站点）产生悬浮泥沙浓度增值包络线

图 4.3.3-5　大潮期间疏浚作业（S3 站点）产生悬浮泥沙浓度增值包络线

图 4.3.3-6　大潮期间疏浚作业（S4 站点）产生悬浮泥沙浓度增值包络线

图 4.3.3-7 大潮期间疏浚作业（S5 站点）产生悬浮泥沙浓度增值包络线

图 4.3.3-8 大潮期间疏浚作业（S6 站点）产生悬浮泥沙浓度增值包络线

图 4.3.3-9　大潮期间打桩作业（Z1 站点）产生最大悬浮泥沙浓度增值包络线

图 4.3.3-10 大潮期间打桩作业（Z2 站点）产生最大悬浮泥沙浓度增值包络线

图 **4.3.3-11** 大潮期间打桩作业（**Z3** 站点）产生最大悬浮泥沙浓度增值包络线

图 **4.3.3-12** 大潮期间打桩作业（**Z4** 站点）产生最大悬浮泥沙浓度增值包络线

[deg]

图 4.3.3-13 大潮期间疏浚和打桩作业（所有拐点）产生最大悬浮泥沙浓度增值包络线

（5）施工悬砂对国控站位的影响分析

国控站位见图 4.3.3-14，可见由于国控站位与本项目相距较远，施工产生的

。

4.3.3-14

（6）施工其他废水对海洋环境的影响分析

本项目施工期施工船舶废水由有处理能力单位接收处理，不在施工海域排放；在施工场地设置环保卫生间，定期委托外运处理；机械油污水收集统一外运处理。因此，施工期其他废水对项目所在海域不产生影响。

4.3.3.2 码头工程营运期对海洋环境影响分析

（1）码头扬尘入海量

码头扬尘主要来自煤码头卸船作业，为无组织排放。

根据《排污许可证申请与核发技术规范 码头》（HJ 1107—2020）表 A.1 专业化干散货码头（煤炭、矿石）排污单位颗粒物无组织排放绩效值取值表，采用桥式卸船机卸船颗粒物无组织排放系数为 0.04059kg/t；本项目卸煤量为 580 万吨/年（见表 4.2.3-3）。运行时按 2×1800t/h 抓斗卸船机作业考虑，本项目码头采取洒水抑尘措施，根据国内同类煤码头经验，洒水抑尘效率达 90%，则本项目颗粒物排放量为 23.5t/a。

码头产生的煤尘部分会进入海中。

表 4.3.3-3 本项目煤炭吞吐量预测 单位：万 t

需求方	总计	进口			出口		
		小计	内贸	外贸	小计	内贸	外贸
合 计	**580**	**580**	**400**	**180**			
其中：前詹电厂	400	400	400				
大南海石化企业	50	50		50			
梅州电力和水泥企业	100	100		100			
国电投江西电厂	30	30		30			

（2）煤炭降尘对海域环境的影响预测

①落海煤尘运移计算

根据工程分析可知，在对煤炭进行喷淋保湿、喷水抑尘后，本工程所需煤炭在煤码头装卸过程扬尘产生量约为 23.5t/a，扬尘部分落入海中。

扬起的煤尘在风的作用下向海域方向飘移，沉降于水中，对水环境将产生有害的影响。由浸泡试验知道，煤尘的浸出物质浓度除了硫化物略高外，其他都低于三类海水水质标准限值，经分析，落海煤尘对水环境会产生影响的因子主要是悬浮物。

煤尘落入海水中，由于粒径的不同，呈现不同的运动状态，粒径较大的煤尘

在重力和潮流作用下，水平方向作迁移运动，垂直方向作沉降运动，粒径较小的煤尘则形成胶状悬浮于水中。

煤尘在水中的沉降速度与煤尘的粒径有关，煤尘的沉降速度 Vs 可表示为：

$$V_s = 0.39gd^2/\mu \qquad (d \le 0.1mm)$$

$$V_s = \sqrt{13.95\frac{\mu^2}{d^2} + 1.09ady} - 13.95\frac{\mu}{d} \qquad (0.1mm \langle d \le 4mm)$$

$$v_S = \sqrt{1.09ady} \qquad (d \rangle 4mm)$$

式中：g：重力加速度；

μ：海水运动粘滞系数；

a：煤的密度；

d：煤尘的粒径；

沉降时间，T 可表示为：T=H/Vs，H 为水深；

水平移动距离表示为：x=Tu，u 为涨、落潮平均流速。

通过上式计算，煤尘降落水中运移距离见表 4.3.3-4。

表 4.3.3-4　煤尘落海运移距离计算结果

粒径（μm）	重量百分比（%）	沉速 Vs（cm/s）	沉降时间（S）	$X_{涨}$（m）	$X_{落}$（m）
>200	91.8	2.3	670	19.5	20.1
150-200		1.43	1077	31.3	32.3
100-150	4.2	0.74	2081	60.6	62.4
60-100		0.31	4968	144.6	149.0
<60	4.0	0.08	19250	560.2	577.5

由上表可知：在平均风速的情况下，大部分入海煤尘在入海点顺涨、落潮方向约 20m 范围内，停留约 0.2h 后沉积海底；粒径在 60～150μm 的入海煤尘在入海点顺涨、落潮方向分别在约 145m、149m 范围内，停留约 1.4h 后沉积海底；粒径<60μm 的入海煤尘在入海点顺涨、落潮方向分别在约 560m、578m 范围内，停留时间约达 5.3h 后沉入海底。以上范围均在防波堤以内海域，可见煤尘影响范围有限。

②落海煤尘的影响分析

A.落海煤尘对海洋生态环境的影响分析

煤尘入海对海洋生态环境的影响主要表现在以下几方面：

a.对海水水质和沉积物质量的影响

煤中的有机质和硫化物含量比浅海表层沉积物中的要高，由于入海煤尘的溶解和沉淀过程，码头附近煤尘主要沉降区域的海水和沉积物中的有机碳和硫化物的含量可能会有所增加。

b.对底栖生物的影响

煤尘沉降将使生活在原表层沉积物的生物受到缺氧和机械压迫的影响，但这些生物绝大部分仍能生存，对于活动能力较强的种类（如虾虎鱼等）会因受惊扰而逃离该区域。

煤尘沉降过程中会对海水中的重金属和其他污染物质产生吸附作用，使表层沉积物中的物质成分产生变化，对底栖生物可能有一些的影响，而对沉降海域的海水水质则起着净化作用。

c.煤尘对浮游生物和游泳生物的影响

浮游生物主要生活于海水的表层，煤尘悬浮物沾附后，其活动能力将受到限制，还有可能造成其呼吸和摄食的困难。悬浮物会使海水的透光率下降，降低浮游植物的光合作用，从而影响海域的初级生产力，还有可能会干扰浮游动物的昼夜垂直迁移。

煤尘能够伤害海洋生物的化学感受器，可能使其感觉系统发生紊乱。

动物的卵和幼体对煤尘污染的敏感性较高，且因卵和幼体大多漂浮在水体表层，因此，卵和幼体要比成体更易受害。

由于绝大部分粒径大的煤尘短时间内发生沉降，沉降区主要为港池附近，只有约占 1%的小粒径煤尘会使海水中悬浮物量稍有增加，但随着海水的稀释扩散，悬浮物在水中的浓度会逐渐降低，对浮游生物和游泳生物不会产生明显的影响。

B.煤尘对敏感目标的影响

根据煤尘落海计算结果可知，落海煤尘主要影响距码头区 600m 以内的海域，该水域为港池；论证范围内海洋环境保护目标（高位养殖）与码头的最近距离约 0.4km，且有防波堤相隔，可见煤尘落海基本不影响论证范围内的主要海洋环境敏感目标。

2）码头含煤雨水对海洋环境的影响分析

煤雨水对海域水环境影响主要有两个方面：一是煤所含有害物质的释放，二是煤雨水中悬浮固体对水环境的影响。

根据对秦皇岛主要离港煤种大同混煤的浸泡实验，浸泡结果见表 4.3.3-5。

由浸泡实验结果可知：除硫化物外其它因子不仅远小于污水的允许排放浓度，且都未超过三类海水标准的限值。

实际上在降雨过程中，码头面的煤雨污水只是在降雨初期阶段含煤量较高，随着降雨时间的延长，雨水中的含煤量将逐渐降低，直至码头面被雨水冲刷干净，因此实际含煤径流中各种污染物的含量比浸泡试验所得结果偏低，由此可见，煤污水影响水环境的主要污染因子为悬浮物。煤码头区前沿设置污水收集沟，含煤初期雨水汇入污水收集池，经污水泵提升后通过管道送到送至后方煤污水处理系统处理后回用。可见码头面含煤雨水不会对水环境造成明显影响。

表 4.3.3-5　大同煤浸出液中某些元素浓度

项目	浓度范围(mg/L)	平均范围(mg/L)	三类海水水质标准(mg/L)
pH	4.6~8.2	6.4	6.8~8.8
化学耗氧量	1.0~2.02	1.64	≤4
总磷	未检出	未检出	
总氮	0.35~0.95	0.725	
硫	0.64~2.35	1.44	≤0.10
砷	0.0015~0.0105	0.0062	≤0.050
铅	未检出	未检出	≤0.010
锌	未检出~0.02	0.0040	≤0.10
铜	未检出~0.009	0.0019	≤0.050
镉	未检出	未检出	≤0.010
氰化物	未检出	未检出	≤0.10
挥发酚	未检出	未检出	≤0.010

（3）煤码头运行期废水对海域环境的影响预测

本工程产生的主要污水是办公生产场所产生的生活污水，以及抑尘、冲洗含煤污水，码头初期雨水，船舶生活污水、船舶底舱含油污水等。

本项目生活污水送至后方生活污水处理设置处理达标后排放或回用；含煤污水送至后方煤污水处理站处理后进行回用；船舶废水由有能力单位收集处理。因此本项目对海洋生态环境不产生明显影响。

（4）码头营运期其他废水对海洋环境影响分析

营运期废水处理方式和去向分别为：

①根据《73/78 国际防污染公约 MARPOL》和我国防止船舶污染海域的有关管理条例的规定，船舶本身都安装油水分离器，并保证其正常运转，自行处理达标后到指定区域排放；

②船舶生活污水的处理应按照当地海事局要求，靠泊期间船舶生活污水由码头船舶生活污水接收装置接收，并送至后方生活污水处理设施处理达标后排放或回用；

③码头生活污水经化粪池预处理后进入廊道生活污水干管，排入后方厂区生活污水管网，经生活污水处理设施处理达标后回用。

④码头、转运站及廊道煤污水经收集排入后方煤污水处理站。煤污水采用沉淀和分离等处理后出水应达到《港口煤炭作业除尘用水水质标准》（JT/T 2015-1990），并用于喷洒用水。

由此可见，营运期各类废水均不在项目区排放，对项目区海洋环境不产生影响。

4.3.4 沉积物环境影响分析

4.3.4.1 施工期沉积物环境影响分析

（1）定性分析

施工期工程建设对海洋沉积物环境产生的影响主要是水工构筑物施工作业对底质环境的改变以及施工过程中产生的悬浮物沉降导致。

施工期水工构筑物所永久占用的海域底土上的沉积物环境将被彻底破坏，且是不可恢复的。

疏浚作业对沉积物环境的影响首先是开挖和覆盖，港区开挖作业改变了开挖区域的沉积物环境，开挖范围内的沉积物环境也将被彻底破坏，但随着施工的结束，将重新建立起新的沉积物特征，过程较为缓慢；周边海域的沉积物环境也将因施工干扰而受到一定的影响，但随着施工结束将逐渐恢复。

本项目施工期疏浚等过程中会使海域内悬浮泥沙含量增大，疏浚作业搅起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回落，覆盖厚度>2cm 的面积主要位于疏浚作业区附近。疏浚开挖搅动海底沉积物在 2 天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底沉积物质量。

水工构筑物施工对沉积物环境的影响主要是作业过程产生的海底泥沙在海流和重力作用下自然回落，覆盖厚度>2cm 的面积主要位于打桩作业区附近，因悬浮物均是局地沉积物再沉积，不会引起沉积物环境质量的变化。

涉海工程施工所产生的底泥外抛处置，不对港区沉积物产生影响。

施工期施工人员生活污水和固体废物、施工船舶污水均能得到有效收集处理不排海，对海洋沉积物环境质量没有影响。

（2）类比分析

卜秋兰（2007 年）在对洋山港一期工程施工期间为其三年（2003、2004、2005 年）的底栖生物跟踪调查后得出结论，底栖动物的种类数逐年减少，栖息密度逐年下降，生物多样性指数也逐年降低，2003~2005 年分别为 0.81、0.36 和 0.16。多样性指数总体呈逐年下降趋势，群落结构趋于简单化（洋山海域大型底栖动物年际生态变化 的初步研究，渔业科学进展，第 30 卷第 4 期 2009 年 8 月）。张存勇在对连云港近岸海洋工程的生态影响分析中发现，工程结束后 3 年内底栖生物的总体变化趋势是甲壳动物种类略微减少，多毛类种类增多，底栖生物多样性降低，底栖生物生物量降低（连云港核电站周围海域 2005 年与 1998 年大型底栖动物群落组成多样性特征比较，海洋科学，2007 年，第 31 卷第 3 期），这些都反映了港口工程导致底质生境退化。前詹作业区规划项目实施后，工程区附近底栖生物的总体变化趋势将可能与洋山港一期工程实施后的现象一致，即甲壳动物种类有所减少，多毛类种类增多，底栖生物多样性有所降低，底栖生物生物量有所降低，即港口工程导致底质生境有所退化，对游泳性底栖生物产生驱散效应。

4.3.4.2 营运期对沉积物环境影响分析

（1）煤炭装卸作业煤尘落海对沉积物环境的影响

本工程废污水处理后基本全部回用，因此本工程建成投产后，正常营运过程对沉积环境质量不产生影响。

本项目固废均得到有效处置，不会进入海洋环境，因此不会对沉积物造成影响。

本工程营运期对海洋沉积物环境产生影响主要来自煤炭装卸作业煤尘落海。

拟建工程卸煤煤量为 580 万吨/年，煤码头装卸机在煤炭含水率为 8%的情况下装卸作业时粉尘污染源强约 23.5t/a。码头产生的煤尘部分会进入海中。

在平均风速的情况下，大部分入海煤尘在入海点顺涨、落潮方向约 20m 范围内，停留约 0.2h 后沉积海底；粒径在 60μm～150μm 的入海煤尘在入海点顺涨、落潮方向分别在约 145m、149m 范围内，停留约 1.4h 后沉积海底；粒径<60μm

的入海煤尘在入海点顺涨、落潮方向分别在约 560m、578m 范围内，停留时间约达 5.3h 后沉入海底。以上范围均在防波堤以内海域，可见煤尘影响范围有限。

煤中的有机质和硫化物含量比浅海表层沉积物中的要高，由于入海煤尘的溶解和沉淀过程，码头附近煤尘主要沉降区域的沉积物中的有机碳和硫化物的含量可能会有所增加。

参照邻近滨海电厂运行期间港区沉积物调查结果，煤尘落海对沉积物的影响不大。

（2）营运期钢管桩牺牲阳极对沉积物环境影响分析

本工程钢管桩防腐蚀设计年限按 50 年设计，设计方案采用预留钢材腐蚀厚度、涂层保护和牺牲阳极保护三种措施联合保护。

码头工程钢管桩防护方案为：

1）涂层防护

涂层防护范围：大气区、浪溅区、水位变动区、水下区，从桩帽底标高以上 10cm 至泥面下 2m。

设计年限取 20 年。

2）牺牲阳极的阴极保护方法

①防护范围：水位变动区、水下区、泥下区。

②设计技术参数

保护电位：-0.85V～-1.05V (相对于 Ag/AgCl 海水参比电极)；

保护电流密度：水位变动区、水下区为 50mA/m²，泥下区为 20mA/m²；

保护效率：95%。

③设计年限取 50 年。

④阳极材料

阴极保护方案的设计选用锌合金高效阳极。每根钢管桩安装两件，码头合计 720 件，前沿变电所平台合计 42 件，单件 165kg。

3）预留腐蚀厚度

钢管桩钢材的单面平均腐蚀速度在大气区、浪溅区、水位变动区、水下区、泥下区不同，预留腐蚀厚度按 2mm 考虑。

牺牲阳极按 50 年设计年限考虑。牺牲阳极块主要成分为铝，其中锌的质量含量为 2.5％～5.75％，锌含量按 4.5％考虑，锌以离子形态每年释放到海水中。

考虑到阳极使用寿命的裕量，每秒释放到海水中的锌离子约（0.002~0.005）g，平均为 0.0036g，释放时间为 50 年。

假定锌全部释放到周围 10m 的海底沉积物，可使周围沉积物锌含量增加 0.59×10^{-6}，叠加本海区沉积物锌含量平均值 64.6×10^{-6}，则海底管道周围沉积物中锌含量最大为 65.2×10^{-6}，远低于海洋沉积物质量标准的第一类标准值 150×10^{-6}，因此海底管道防腐采用的牺牲阳极不会引起沉积物中的锌污染。

表 4.3.4-1 新建设施牺牲阳极用量及释放到海水中的锌含量

导管架名称	牺牲阳极设计寿命(年)	阳极块重量(t/块)	锌含量（按4.5%考虑）(t)	每年释放到海水中的锌（t）	锌释放源强（g/s）
钢管桩	50	165	5.66	0.11	0.0036

4.3.5 项目用海生态影响分析

4.3.5.1 占海对海洋生态生物资源的影响分析

构筑物占海对浅海的生态环境产生不可逆的影响。主要影响包括以下几个方面：

• 占海改变了浅海的自然属性，被占区域内无逃避能力的物种将遭到直接危害，如底栖生物、浮游生物、鱼卵仔稚鱼和无脊椎动物等，上述动、植物不能主动逃避。

• 使一些生物赖以生存的生境部分或永久性丧失。

• 占海区域失去了纳污自净的功能。

• 该海域的初级生产力有所减少。

构筑物占海造成的直接生态影响是对浅海底栖生物的彻底破坏，是环境资源不可恢复的损失。

构筑物占海对生态系统服务功能的破坏主要表现在：构筑物占海造成局部生态系统变化，减小海域面积，使得该片环境净化能力丧失，生产力减少，但不会影响海域生态完整性和生物多样性。

从现状调查结果可知，调查海域海洋生物群落属于一般分布，调查中无珍稀物种、敏感物种出现。本项目构筑物建设，造成海域水动力条件局部有所减弱，水体交换能力局部有所降低，对局部海洋生物群落的生物交流造成不利影响，可能造成局部生物群落整体性降低。根据本项目工程前后水动力条件预测结果，本

项目对流态、流势的影响主要集中在码头港池开挖区域，其他海域的潮流场无明显变化。可见，本项目建设对海洋生物群落的生物交流影响较小，造成生物群落整体性降低的贡献亦较小。本项目疏浚区（17公顷）相对于整个海域而言，所占比例亦非常有限。疏浚区域生态环境与其他区域底栖环境具有极大的相似性。综上所述，就本项目而言，不会对海域生态完整性产生明显的影响。

疏浚区域底栖生物没有珍稀濒危物种，与其他底栖环境具有极大的相似性，对海域的生物多样性不会产生明显影响。

4.3.5.2 水工工程施工对海洋生态环境与渔业资源影响分析

水工工程施工对海洋生态环境的影响主要包括几个方面：

• 底质开挖对底栖生物的影响，本项目疏浚工程面积约17公顷；

• 水工工程施工产生的污染物主要是悬浮物，海水悬浮物浓度增大对海洋生态环境将产生一定的影响。

（1）底质开挖对底栖生物的影响

水工作业改变了底栖生物原有的栖息环境，底内生物和底上生物因底部的底泥开挖、搬运，将全部损失，部分游泳能力差的底栖游泳生物如底栖鱼类、虾类也将因躲避不及而被损伤或掩埋。

（2）悬浮物扩散对海洋生态影响分析

水工工程施工对水环境的影响特征因子是悬浮物。

水工作业时掀起的悬沙引起水体的悬浮物浓度增加，减弱光的穿透作用，会不同程度影响作业点周围的生物环境，附近的游泳生物被驱散，浮游动、植物的生长受到影响，初级生产力降低，导致饵料生物量下降，影响鱼类的繁殖、生长、分布。

水中悬浮物质人为增加量的多少是衡量水环境质量的指标之一，也是水生生物对其生存的水体空间环境要素要求之一。《渔业水质标准》规定了水体中悬浮物质的含量，项目所在水域悬浮物的浓度增加值标准为10mg/L。

①对浮游生物影响分析

悬浮物质的增加，破坏浮游生物的生存环境，从而对附近水域的浮游生物产生一些影响。尤其疏浚过程中，一部分泥沙与海水混合，形成悬沙含量很高的水团，从而大大增加水中悬浮物的含量。根据预测结果，水工作业中大于10mg/L

的浓度增值最大影响范围为0.930km^2。

A.对浮游植物的影响

从水生生态角度来看，施工水域内的局部水体悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体内浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。

在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，致使以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

B.对浮游动物的影响分析

施工作业引起施工水域内局部水体的混蚀，这将使阳光的透射率下降，从而使该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。

此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大于300mg/L以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

水体中悬浮物浓度增大对浮游动物的影响还有一个影响时间的因素。李纯厚等所做的疏浚泥悬浮物毒性试验表明，悬浮物相对浮游甲壳类的致死效应明显，对卤虫无节幼体96h LC_{50}为71.6mg/L，对浮游桡足类48h LC_{50}为61.3mg/L，而对前鳞鲻幼鱼96h LC_{50}为556.3mg/L。本项目水工作业引起的悬浮物浓度增量大于60mg/L的范围约0.5km^2，影响范围很小，对浮游动物的影响很小，致死的可能性更小。

施工引起的海洋环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响也将随之消失。

②对渔业资源的影响分析

A.直接导致鱼类和其他水生生物死亡

水中大量存在的悬浮物对生物的毒理危害首先表现为堵塞或破坏海洋生物的呼吸器官，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，从而造成窒息死亡。室内毒性实验表明，前鳞鲻幼鱼在香港维多利亚港疏浚淤泥悬浮液中的中毒症状主要为缺氧窒息，镜检发现幼鱼鳃部不同程度地分布着悬浮微粒从而阻碍其正常呼吸。大颗粒悬浮物在沉降过程中还将直接覆盖底栖生物，如贝类、甲壳类，尤其是它们的稚幼体。长时期的累积覆盖影响将导致底栖生物的减产或死亡。悬浮颗粒粘附在动物体表面，也会干扰其正常的生理功能，滤食性游泳动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。南海水产研究所根据国内外文献资料整理的关于悬浮物对某些水生生物种类的致死浓度和明显影响浓度见表4.3.5-1。

表4.3.5-1　悬浮物对海洋生物的致死浓度和明显影响浓度（mg/L）

种类	成体		幼体	
	致死浓度	明显影响浓度	致死浓度	明显影响浓度
鱼类	52000	500	250	125
虾类	8000	500	400	125
蟹类	9200	4300	700	125
贝类	700	500	250	125

不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关的实验数据，悬浮物质的含量水平为80000mg/L时，鱼类最多只能存活一天；含量水平为6000mg/L时，最多能存活一周；含量水平为300mg/L时，若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到2300mg/L，则鱼类能存活3周～4周。通常认为，悬浮物质的含量在200mg/L以下及影响较短期时，不会导致鱼类直接死亡。但在疏浚作业点中心区域附近的鱼类，即使过高的悬浮物质浓度未能引起死亡，但其鳃部会可能受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。

B.对鱼类行为的影响分析

鱼类和其他水生生物较易适应水环境的缓慢变化，对环境的急剧变化敏感。疏浚挖掘作业使作业区和附近的水体悬浮物量增加，水体的浑浊度起了变化，从而导致鱼类和其他游泳动物的行为变化，多数鱼类喜爱清水环境而规避浑浊水

域，此外还有作业工程产生的挠动、噪声等干扰因素，疏浚作业对这些鱼类动物产生“驱赶效应”。繁殖群体的局部产卵通道同样可能受阻，导致产卵亲鱼受到干扰、阻碍，从而产生回避反应。群体向外海的洄游也同样可能受到一定影响。

C.对鱼类繁殖（鱼卵仔鱼）的影响分析

水体中过高的和细小的悬浮物颗粒会粘附于鱼卵表面，妨碍鱼卵的呼吸，不利于鱼卵的成活、孵化，从而影响鱼类繁殖。

D.减弱海域的饵料基础

水体悬浮颗粒的增加阻碍了光的透射，减弱真光层厚度，影响光合作用，因而使水域的浮游植物量减少、初级生产力下降，以浮游植物为饵料的浮游动物生物量下降，而捕食浮游动物为生的鱼类由于饵料减少，其丰度也会随之下降，掠食鱼类的大型鱼类又因上一级生产者资源下降寻觅不到食物。水体中悬浮物含量增加，对整个水域食物链的影响是多方面的。

E.对主要经济鱼虾的产卵场和育肥场的影响分析

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），粤东南海中上层鱼类产卵场主要为：蓝圆鲹粤东外海区产卵场，产卵期 3 月～7 月；蓝圆鲹粤东近海区产卵场，产卵期 1 月～4 月；鲐鱼粤东外海区产卵场，产卵期 2 月～4 月。以上产卵场距离本工程距离很远，最近距离约 30km 以上。根据施工期悬浮物的影响预测结果，可知项目施工疏浚作业对各产卵场的影响很小。

根据渔业资源一节的资料分析和以往调查结果，论证海域一带的主要经济鱼虾的产卵盛期主要集中在3月～5月。调查中鱼类以龙头鱼、沙带鱼、棘头梅童鱼等为优势种；甲壳类以口虾蛄、鹰爪虾和中华管鞭虾等为优势种。

在项目施工过程中，将破坏施工区底质外貌和结构，局部水体的水质发生一定的变化，加上扰动噪声，透光率变化等一系列物理干扰，局部破坏或影响施工水域的生态环境、生物种群结构和饵料生物组成。而底栖生物种群结构和饵料生物组成的变化还将导致局部水域食物链失衡，使繁殖群体因饵料不足而影响性腺发育和繁殖，尤其对底层鱼类、底栖虾类和贝类影响较大。

由于本项目施工水域有限，而且根据施工期悬浮物的影响预测结果，可知项目施工作业不致于影响溯河、降河鱼类的洄游。

本项目水工作业期跨越时间较长，疏浚作业6个月内完成，打桩作业2个月内完成，但高强度的水工作业尽可能安排在6月～9月间进行，避开主要经济鱼类的

产卵期（3月~5月）。

（4）对渔业生产的影响分析

①对渔业捕捞的影响

由于本项目施工作业海区位于防波堤以内，属于港口航运区，不属于捕捞作业区，因此项目施工作业对捕捞作业不产生直接影响。

②对渔业养殖的影响

根据预测结果，SS 浓度增值 10mg/L 的影响范围仅限于作业点局部海域，不影响养殖区所对海域。

4.3.5.3 噪声对海洋生物的影响分析

（1）船舶噪声对海洋生物的影响分析

施工中将动用船只，这些船的频繁行驶经过和施工将对施工海域产生较大干扰。船舶噪声包括机械噪声、螺旋桨噪声和水动力噪声，其中机械噪声和螺旋桨噪声为主要噪声源。机械噪声与船速的关联度较低，在低速情况下，螺旋桨噪声和水动力噪声的强度相对较小，船舶噪声主要为机械噪声。在高速情况下，螺旋桨噪声成为船舶噪声的主要成分。螺旋桨噪声的来源包括螺旋桨叶片振动以及螺旋桨空化。机械噪声分布在 10Hz 至 5kHz 频率范围内，螺旋桨空化噪声的频率范围较广，从 50Hz 开始扩展至 100kHz。

本项目施工船舶作业噪声的声源级约为 150dB，低于鱼类伤害门限值，但也可能对鱼类和鲸豚类产生某些干扰。

表4.3.5-2 美国对海洋哺乳动物和鱼类的水下噪声（过渡性）门限值

海洋哺乳动物类		
门限等级	门限定义	门限值
A 级 (>180 dB，危险级)	基于暂时性听力阈值提升(TTS)和保守估计的永久性听力阈值提升(PTS)伤害门限	鳍足类：190 dB RMS 鲸豚类：180 dB RMS
B 级 (120~180 dB，警告级)	脉冲式噪声(如冲击打桩)可对动物产生行为妨害的门限	160 dB RMS
B 级 (<120 dB，安全级)	非脉冲式噪声(如钻孔)可对动物产生行为妨害的门限	120 dB RMS
鱼类		
伤害门限值	声压峰值(适用于所有鱼)：206dB	累积暴露级(Cumulative SEL)： 对质量大于等于 2 克的鱼体：187 dB 对质量小于 2 克的鱼体：183 dB

注：其中声源级高于 180dB 的水下噪声为危险级，可能会对海豚的听觉系统造成伤害，主要有打桩噪声和水下爆破噪声；声源级在 120~180dB 范围的水下噪声为警告级，可能会对海豚行为产生影响，主要有施工船舶噪声以及钻孔噪声和疏浚噪声；声源级低于 120dB 的水下噪声强度基本接近海洋环境噪声，因此评定为安全级。

（2）打桩噪声对海洋生物的影响分析

类比《凿岩棒水下破岩对网箱养殖鱼类的影响》（《煤矿爆破》2008 年第 2 期总第 81 期，曾宪江等，P7-10），凿岩棒水下破岩产生的噪声、振动和水击波对 50m 以外的网箱养殖无影响。可见本项目桩基施工产生的噪声等影响对海洋生物可能产生的影响范围为施工点邻近约 50m 范围内。

建议桩基施工作业时要先预警、发出较低噪声，驱赶可能出现的对噪声敏感的鱼类。

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

5.1.1.1 行政区划

揭阳市位于广东省东南部，地处粤港澳大湾区与海西经济区的地理轴线中心。1991 年设立为地级市，辖榕城、揭东 2 区，揭西、惠来 2 县，代管普宁市，并设揭阳产业园、空港经济区、大南海石化工业区、粤东新城等经济功能区。全市陆地面积 5240 平方公里，海域面积 9300 平方公里；设有 24 个街道、62 个镇、2 个乡。

惠来县地处广东省东南部，位于东经北纬 22°53′30″～23°11′10″，115°54′55″～116°34′10″之间，东连潮阳，西接陆丰，北邻普宁，南濒南海。县境东西相距 67 公里，南北相距 33.5 公里，全县陆地面积 1253 平方公里。惠来县辖 15 镇，分别为东陇镇、岐石镇、惠城镇、隆江镇、鳌江镇、仙庵镇、葵潭镇、前詹镇、神泉镇、周田镇、溪西镇、华湖镇、靖海镇、东港镇、侨园镇。

5.1.1.2 社会经济

（1）揭阳市

根据《2022 年揭阳市国民经济和社会发展统计公报》，2022 年全市实现地区生产总值为 2260.98 亿元，同比下降 1.3%。其中，第一产业增加值为 223.68 亿元，同比增长 5.5%；第二产业增加值为 793.61 亿元，同比下降 8.7%；第三产业增加值为 1243.69 亿元，同比增长 2.7%。三次产业结构比重为 9.9:35.1:55.0，第三产业所占比重比上年提高 1.8 个百分点。人均地区生产总值 40192 元，下降 1.7%。

全年全市地方一般公共预算收入（自然口径）71.38 亿元，同比下降 10.0%；其中税收收入 29.08 亿元，同比下降 37.8%。

剔除留抵退税因素后，地方一般公共预算收入 86.23 亿元，可比下降 7.2%；其中税收收入 43.92 亿元，可比下降 8.2%。

全市一般公共预算支出 374.58 亿元，增长 1.5%。其中，教育支出 92.93 亿元，增长 3.3%；卫生健康支出 61.46 亿元，下降 0.1%；社会保障和就业支出 71.60

亿元，增长 6.0%。民生类支出 302.99 亿元，占一般公共预算支出比重为 80.89%。

2022 年末，全年全市户籍总人口 712.71 万人;常住人口 563.41 万人，比上年末增加 1.73 万人，其中城镇常住人口 292.58 万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）51.93 %，比上年末提高 0.41 个百分点。全年出生人口 5.87 万人，出生率 10.43‰；死亡人口 3.53 万人，死亡率 7.35‰；自然增长人口 2.34 万人，自然增长率 3.08‰。

（2）惠来县

根据《惠来县 2024 年政府工作报告》，2023 年度惠来县全域实现地区生产总值 419.13 亿元，比增 57%；县本级实现地区生产总值 351.09 亿元、比增 13.2%。完成规上工业增加值 36.8 亿元、比增 124.4%，固定资产投资 125.35 亿元、下降 22.9%，社会消费品零售总额 108.31 亿元、比增 4.4%，外贸进出口总额 86.65 亿元、比增 394.6%；按可比口径，一般公共预算收入 23.25 亿元、比增 87.25%，其中税收收入 6.64 亿元、比增 31.41%，非税收入 16.61 亿元、比增 125.57%。全年各季度主要经济指标亮牌评价管理综合排名均列全市第一。

5.1.1.3 海洋产业发展现状

根据《揭阳市海洋经济发展“十四五”规划》（揭府〔2021〕56 号），海域面积 1338.2 平方千米，海岸线长 136.9 千米，其中惠来县海岸线长 111.5 千米。

“十三五”期间，揭阳市认真贯彻落实国家、省重大战略部署，牢固树立和践行创新、协调、绿色、开放、共享发展理念，加快推动海洋经济高质量发展。

海洋经济实力进一步增强。2020 年全市海洋生产总值约 300 亿元，较 2016 年增长了 20.9%，基本形成以临港石化、临海能源、海洋旅游、海洋渔业、海洋交通运输为主的现代海洋产业体系。加快建设揭阳滨海新区，粤东新城联动惠来老城、大南海石化工业区和惠来临港产业园（即“一城两园”）开发建设取得明显成效，为打造沿海经济带上的产业强市奠定发展基础。加快推进靖海古城、神泉旅游小镇、粤东新城神泉湾文旅项目等重点项目，打造“娱乐海洋”品牌。大力发展特色渔业，惠来县已成为我省规模最大的工厂化鲍鱼养殖基地。依托惠来沿海深水岸线资源和榕江航道资源优势，已初步形成方式齐全、横纵交错，覆盖率广的“水陆空铁”立体大交通发展体系和现代化综合交通运输格局。2020 年全市港口货物吞吐量达 2370 万吨。

临海能源产业集聚优势逐渐显现。中石油广东石化炼化一体化项目纳入国家

石化产业规划布局，同步引进吉林石化 ABS、昆仑能源 LNG 等产业链配套项目，总投资达 830 亿元。初步形成海上风电产业全生命周期布局，涵盖科研、制造、总装、运维、回收等环节。已核准海上风电总装机容量 640 万千瓦，国电投 90 万千瓦海上风电项目、中广核近海深水区海上风电项目、GE 海上风电机组总装基地等配套项目正加快推进建设。

海洋科技创新能力进一步提升。以企业为主体、科研创新平台为载体，加强技术研发攻关。大力支持广东省水产苗种开口饲料企业重点实验室、广东越群水产动物苗种繁育及饲料研发技术体系院士工作站、揭阳市海洋生物工程技术研究中心等创新平台建设。“揭阳市水产养殖产业协同创新提升工程”“广东越群海洋生物科技研究院建设”等多个项目成功获省市级科研项目立项。广东越群海洋生物研究开发有限公司的“重要海水鱼类种苗开口饲料研发及应用”“高效环保虾苗开口饲料的研发与应用”两项科技成果处于国际领先水平。近五年来，全市申报海洋药物和生物制品类科技项目并获立项支持 9 项。

根据《2023 年揭阳市经济运行快报》（http://www.jieyang.gov.cn/zwgk/jcxxgk/tjxx/tjsj/content/post_843701.html），2023 年，揭阳市海洋经济产业生产总值为 22.38 亿元，比 2022 年增加 6.1%。

5.1.2 海域使用现状

经过海域使用动态监管系统查询和管理部门调访、资料收集，本项目论证范围内海域开发利用现状主要有码头工程、海上风电场、航道、锚地等。具体见表 5.1.2-1 和图 5.1.2-1。

表 5.1.2-1 项目周边海域使用现状统计表

序号	名称	用海情况	与本项目相对位置和最近距离	备注
1	揭阳港前詹作业区通用码头一期工程	工业用海	用海区，0	码头工程
2	揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程	工业用海	NE，约 0.9km	码头工程
3	国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目	工业用海	N，约 0.9km	取排水口
4	粤东液化天然气项目一期工程	工业用海	W，约 1.5km	码头工程、取排水口
	粤东液化天然气项目一期工程防波堤内侧渔船停泊点	/	W，约 1.5km	
5	揭阳港惠来沿海港区南海作业区通用码头工程	工业用海	NW，约 13.3km	
6	中委合资广东石化 2000 万吨/年重油加工工程	工业用海	NW，约 15.2km	
7	中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海	工业用海	NW，约 14.7km	
8	中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程扩建项目		NW，约 15.5km	
10	揭阳大南海石化工业区海洋放流管工程	海底电缆管	W，约 12.3km	

序号	名称	用海情况	与本项目相对位置和最近距离	备注
		道		
11	广东惠来电厂项目	工业用海	NW，约 16.2km	
12	广东粤电惠来电厂 3-4 号机组“上大压小”扩建工程	工业用海	NW，约 17.9km	
13	国家电投揭阳神泉一 400MW 海上风电场项目	工业用海	E，约 0.3km	海上风电场
14	国家电投揭阳神泉二 350MW 海上风电项目增容项目	工业用海	E，约 0.7km	
15	惠来县华家海滨度假村用海续期及变更用海	游乐场用海	NW，约 5.8km	浴场
16	惠来县神泉示范性渔港建设项目	渔业用海	NW，约 7.5km	渔港
17	神泉传统渔港	渔业用海	NW，约 10.4km	渔港
18	资深传统渔港	渔业用海	NE，约 13.9km	渔港
19	靖海传统渔港	渔业用海	NE，约 18.7km	渔港
20	揭阳港大南海东岸公共码头防波堤工程	非透水构筑物	NW，约 12.2km	
21	揭阳港大南海东岸公共进港航道工程	航道用海	W，约 13.4km	
22	揭阳港大南海东岸公共进港航道工程神泉港进港航道	航道用海	W，约 6.7km	
23	海甲航道	航道用海	S，约 5.0km	航道
24	揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目公用航道疏浚工程	航道用海	W，相接	航道
25	前詹锚地	锚地用海	SE，约 2.0km	锚地
26	澳角锚地	锚地用海	NW，约 5.7km	
27	中委 5 千吨级锚地	锚地用海	W，约 7.7km	
28	中委 5 万吨级锚地	锚地用海	SW，约 9.0km	
29	揭阳龙虾自然保护区	保护区用海	SE，约 4.7km	保护区
30	揭阳市海龟、鲎市级自然保护区	保护区用海	E，约 4.0km	
31	揭阳市神泉渔业市级自然保护区	保护区用海	SW，约 5.5km	
32	高位养殖	养殖取水用海	NE，约 0.5km	最近距离

图 5.1.2-1 海域开发利用现状图

（1）揭阳港前詹作业区通用码头一期工程

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目使用权人为中电投前詹港电有限公司，建设 1 个 7 万吨级通用泊位（水工结构按靠泊 15 万吨级船舶设计），1 个 3 千吨级通用泊位（水工结构按 7 万吨级船舶设计）及 1 个工作船泊位。项目用海面积 138.6696 公顷，用海期限为 2018 年 3 月 26 日~2063 年 3 月 25 日。项目批复宗海界址图见图 2.1.2-2。

结合现场踏勘、无人机航拍，揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已完成防波堤建设，填海区已形成，正在开展陆域形成施工，岛礁保护护岸已建成。

（2）揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程位于本项目北侧约 0.6km，该项目新建 1 个 4 万吨级泊位与 1 个 2 万吨级泊位，码头平台通过高桩梁板透空式接岸平台衔接至后方基地厂区陆域。码头采用高桩梁板透空式结构，1#码头平台长 332m、宽 30m，2#码头平台长 380m、宽 20m。项目申请用海总面积 16.6688 公顷，其中主体工程申请用海面积 12.6650 公顷，临时工程申请用海面积 4.0038 公顷，该项目已于 2023 年 11 月海域权证。

2023 年 12 月 5 日，揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程正式开工建设，根据《中华人民共和国揭阳海事局关于揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程作业的航行通告》（粤揭航通〔2024〕28 号），工程作业期为 2024 年 3 月 6 日至 2025 年 3 月 4 日，工程作业期间不使用施工船舶。

图 5.1.2-3 项目现状图（揭阳交通发布 2024-04-23）

（3）粤东液化天然气项目一期工程

粤东液化天然气项目一期工程位于本项目西侧约 0.8km 处，使用权人为中海油粤东液化天然气有限责任公司，用海面积 331.4501 公顷，用海期限为 2014 年 5 月 27 日~2064 年 5 月 27 日。

粤东 LNG 接收站于 2017 年 5 月投产，粤东 LNG 项目建设规模为 400 万吨 LNG/年，总投资 150 亿元，一期工程建设规模 200 万吨/年，总投资估算 102 亿元，由接收站（含港口）工程和配套管线工程两部分组成。该项目取水口设置在防波堤西北侧海域，排水口设置在防波堤东侧海域。

（4）国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目

国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目，建设单位为国电投（揭阳）前詹发电有限公司，拟建电厂总建设规模为 4×1000MW 国产燃煤发电机，新建工程建设规模为 2×1000MW 超超临界国产燃煤发电机，并建设相应的取排水设施等。拟申请用海总面积 3.0712 公顷，其中取水口用海面积 0.9596 公顷，排水口用海面积 2.0075 顷，输水管道用海面积 0.1041 公顷，申请用海期限 39 年。

（5）海上风电场项目

本项目周边有 2 个风电场项目，分别是国家电投揭阳神泉一 400MW 海上风电场项目、国家电投揭阳神泉二 350MW 海上风电场项目增容项目。

国家电投揭阳神泉一 400MW 海上风电场项目海缆用海位于本项目东侧约 0.3km，使用权人为揭阳前詹风电有限公司，用海面积 472.1808 公顷，用海期限为 2020 年 9 月 28 日~2047 年 9 月 27 日。

国家电投揭阳神泉二 350MW 海上风电场项目增容项目海缆用海位于本项目东侧约 0.7km，建设内容为 40 台单机容量 11MW 风电机组和 10 台单机容量 12MW 风电机组，总装机容量为 560MW，同时配套建设 1 座 220kV 海上升压站、10 回 66kV 集电海底电缆和 2 回 220kV 海底电缆，申请总用海面积为 507.0440 公顷。

（6）航道、锚地

项目论证范围内分布有神泉港进港航道、海甲航道等。

神泉港进港航道到 2020 年通过航道整治使航道等级达到 5000 吨级航道，可通航 5000 吨级的船舶。航道设计尺度为：按单向航宽设计，宽度为 100m，通航

水深为 8.8m，轴线方位角 000°～180°。

海甲航道为海门港至甲子港航线，为 1 万吨级船舶习惯航路，该航道是主要的近海船舶习惯航路，主要航行 3000~10000 吨级的船舶，该航路船舶流量较大。

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目公用航道疏浚工程建设单位为中电投前詹港电有限公司，为航道疏浚工程，航道按满足 7 万吨级散货船单向进出港进行设计，航道总长度 3590.1m，有效宽度为 151m，设计底宽 146m，设计疏浚区域边坡 1:7，设计底标高为-15.4m。航道疏浚工程量约 147.69 万 m^3。项目建成后将满足揭阳港惠来沿海港区前詹作业区船舶进出港通航需求。用海面积为 61.5624 公顷。疏浚用海期限 18 个月。

项目论证范围内主要分布有 4 个锚地，分别为前詹锚地、澳角锚地、中委 5 千吨级锚地、中委 5 万吨级锚地，其中与本项目距离最近的为前詹锚地（东侧，约 3.3km）。

前詹锚地为候泊锚地，圆心点坐标 22°53′35″N、116°24′33″E，半径 1.5km，设计水深 18m；澳角锚地为候泊锚地，圆心点坐标 22°55′59″N、116°19′21″E，半径 1.0km，设计水深 9m。

5.1.3 海域使用权属

根据本项目周边海域使用权属状况的资料收集情况及调访结果，本项目邻近海域已确权的项目包括：揭阳港前詹作业区通用码头一期工程、揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目公用航道疏浚工程、揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程、粤东液化天然气项目一期工程、国家电投揭阳神泉一 400MW 海上风电场项目、国家电投揭阳神泉二 350MW 海上风电场项目增容项目等，其中距离最近的为揭阳港前詹作业区通用码头一期工程、揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目公用航道疏浚工程。本项目位于揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已申请用海范围内。

本项目与揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已确权用海项目存在权属重叠。

项目所在海域权属现状见表 5.1.3-1 和图 5.1.3-1。

表 5.1.3-1 项目邻近海域权属一览表

序号	项目名称	使用权人	证书编号	用海类型	用海方式	宗海面积/公顷	用海期限
1	揭阳港前詹作业区通用码头一期工程			港口用海	非透水构筑物	15.6464	2013/9/5-2063/3/25
					建设填海造地	34.3396	2018/3/26-2063/3/25
					港池、蓄水等	88.6836	
2	揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目公用航道疏浚工程			交通运输用海	专用航道、锚地及其他开放式	61.5624	已批
3	揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程			港口用海	透水构筑物/港池、蓄水	12.665	2023/11/28-2073/11/27
4	粤东液化天然气项目一期工程			其它工业用海	非透水构筑物；港池、蓄水等；取、排水口	5.0034	2014/5/27-2064/5/27
					海底电缆管道；取、排水口；专用航道、锚地及其它开放式	4.34	
					专用航道、锚地及其它开放式	113.0973	
					非透水构筑物；透水构筑物；港池、蓄水等；专用航道、锚地及其它开放式	209.0094	
5	国家电投揭阳神泉一 400MW 海上风电场项目			电力工业用海	海底电缆管道、透水构筑物	472.1808	2020/9/28-2047/9/27
6	国家电投揭阳神泉二 350MW 海上风电场项目增容项目			电力工业用海	海底电缆管道、透水构筑物	4,945,561	2022/6/1-2049/5/31

图5.1.3-1　权属现状分布图

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

通过遥感影像解译分析、现场踏勘和调访当地相关管理部门，论证范围内海域开发利用活动主要有码头工程、取排水工程、海上风电工程、航道、锚地、海洋自然保护区、高位养殖取水口等。

项目用海对周边海域开发活动的影响主要为疏浚期间产生的悬沙扩散对水质环境的影响、项目建设对周边海域冲淤环境的影响以及施工期间和运营期间船舶的投入对周边海域通航环境的影响。

本章节将项目附近海域的开发利用现状与用海资源环境影响预测结果进行叠置分析，项目悬浮物最大包络线与项目附近海域的开发利用现状叠置分析见图 5.1.2-1。

5.2.1 对海洋保护区的影响分析

本项目东面有揭阳市海龟、鲎市级自然保护区、揭阳龙虾自然保护区，分别相距 4.0km、4.5km，西面有揭阳市神泉渔业市级自然保护区，相距约 5.3km。

通过叠图可知，本项目施工产生的大于 5mg/L 悬浮浓度不影响各海洋自然保护区，而且悬沙的影响随着工程的结束而消失，可见施工作业产生的悬沙对海洋保护区基本不产生影响。

营运期卸煤作业产生的煤尘主要影响港池海域，对相距 4.0km 以外的海洋保护区基本不产生影响。

本项目水工构筑物和施工作业造成的海域冲淤环境影响主要影响疏浚作业区邻近，对海洋保护区所在海域基本无影响。

5.2.2 对揭阳港前詹作业区通用码头一期工程的影响分析

本项目位于揭阳港惠来沿海港区前詹作业区，根据《揭阳港总体规划（2035 年）》，前詹作业区的功能是以能源储备、中转、集散为主，兼顾部分通用货类装卸。前詹作业区在建项目为揭阳港前詹作业区通用码头一期工程，揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已取得海域使用权，建设 1 个 7 万吨级通用泊位（水工结构按靠泊 15 万吨级船舶设计），1 个 3 千吨级通用泊位（水工结构按靠泊 7 万吨级船舶设计）及 1 个工作船泊位。

本项目用海区位于揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已批港池用海范围

内。

本项目施工期产生的悬沙落淤和船舶进出会对通航环境产生影响。影响也是相互的。

船舶从支航道进出主航道时，需采取一定的安全措施，必须密切观察主航道上过往船舶的动态，主动避让，前方无船舶经过时才进出主航道，以保障过往船舶航行及本码头船舶安全。综上所述，工程对通航条件影响较小。

本项目建设单位与揭阳港前詹作业区通用码头一期工程为同一建设单位，两个项目之间的相互影响可通过内部沟通协调，合理安排。

5.2.3 对国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目的影响分析

国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目取排水工程位于本项目东北侧约 0.7km。根据数值模拟预测分析，本项目的实施对周边海域地形地貌与冲淤环境的影响主要集中在拟建工程范围内及附近水域，且冲淤量较小，基本不会对取排水工程所在海域地形地貌与冲淤环境产生影响。项目施工期间将产生悬浮泥沙，根据图 5.1.2-1，本项目施工期悬浮泥沙 10mg/L 不会扩散至该工程取、排水口申请用海范围，对该工程影响很小。

电厂项目计划开工建设，与本项目建设时间可能出现重合，项目应做好施工组织设计，考虑到电厂项目建设单位为国电投（揭阳）前詹发电有限公司为国电投（揭阳）电力投资有限公司的全资公司，国电投（揭阳）电力投资有限公司又由国家电投集团广东电力有限公司 100%持股，而本项目建设单位也由国家电投集团广东电力有限公司 100%持股，因此，本项目建设单位与电厂项目建设单位同属于国家电投集团广东电力有限公司下级公司，可内部协调项目的建设、施工、运营事宜，具有较好的可协调性。

5.2.4 对粤东液化天然气项目一期工程的影响分析

粤东液化天然气项目一期工程位于本项目西侧约 1.5km 处，根据数值模拟预测分析，本项目的实施对周边海域地形地貌与冲淤环境的影响主要集中在拟建工程范围内及附近水域，且冲淤量较小，基本不会对粤东液化天然气项目一期工程所在海域地形地貌与冲淤环境产生影响。项目施工期间将产生悬浮泥沙（图

5.1.2-1），但施工悬浮泥沙不会扩散至粤东液化天然气项目一期工程取、排水口用海范围，因此，本项目施工产生悬浮泥沙对该工程影响很小。

5.2.4 对揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程的影响分析

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程位于本项目东北侧约 0.9km，该项目新建 1 个 4 万吨级泊位与 1 个 2 万吨级泊位。2023 年 12 月 5 日，揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程正式开工建设。

根据图 5.2-1，本项目施工产生的低浓度悬沙对蓝水深远海通用码头港池水域产生局部影响。

本项目疏浚范围内由于水深增加导致水动力变弱，三年会产生不超过 10cm 左右的淤积，本项目对冲淤环境的影响较小，因此，本项目建设对于揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程的港池水深条件影响较小。

根据《中华人民共和国揭阳海事局关于揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程施工水域疏浚作业的航行通告》，作业船舶为金达 006、凌海浚 8006。作业时间为 2023 年 12 月 29 日至 2024 年 4 月 9 日。根据《中华人民共和国揭阳海事局关于揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程作业的航行通告》（粤揭航通〔2024〕28 号），工程作业期为 2024 年 3 月 6 日至 2025 年 3 月 4 日，工程作业期间不使用施工船舶。可见，本项目施工期间，不会与蓝水深远海通用码头工程施工产生相互影响；但本项目施工船舶进出，可能对蓝水深远海通用码头工程运行通航环境产生影响；营运期间，两个项目可能在船舶进出港口时产生相互影响。

船舶从支航道进出主航道时，需采取一定的安全措施，必须密切观察主航道上过往船舶的动态，主动避让，前方无船舶经过时才进出主航道，以保障过往船舶航行及本码头船舶安全。综上所述，工程对通航条件影响较小。

5.2.5 对风电项目的影响分析

本项目与风电项目海缆有防波堤相隔，因此本项目建设和运行对海上风电项目海缆不产生影响。

5.2.6 对高位养殖取排水的影响

项目周边的养殖区为高位养殖，高位养殖品种为虾类和鲍鱼。高位养殖涨潮时从埋于砂滩以下的水管取水。

本项目位于防波堤以内，本项目施工产生的 10mg/L 悬沙不会对高位养殖取水口产生影响。因此，本项目施工和运行对防波堤以东的高位养殖取排水口不造成影响。

5.2.7 对其他工程项目的影响

因中委合资广东石化 2000 万吨/年重油加工工程、揭阳港惠来沿海港区南海作业区通用码头工程、揭阳大南海石化工业区海洋放流管工程、广东惠来电厂项目、惠来县华家海滨度假村、惠来县神泉示范性渔港建设项目、渔港、揭阳港大南海东岸公共码头防波堤工程、揭阳港大南海东岸公共进港航道工程、揭阳港大南海东岸公共进港航道工程神泉港进港航道、锚地等工程与本项目相距较远，本项目的施工和运行对以上工程不产生影响。

5.2.8 工程对附近海域渔业捕捞的影响

本工程附近渔港包括神泉传统渔港、资深传统渔港、靖海传统渔港及惠来县神泉示范性渔港建设项目等，所在水域渔船数量较多，且渔船活动无规律，船舶马力较小，工程的建设及营运对渔业捕捞的影响主要体现在以下几个方面：

（1）工程施工期间，施工船舶在该海域航行、作业时，可能会影响到渔船的捕捞作业；

（2）施工船舶与渔船交叉会遇，避让不及，也将影响到两者的航行和作业安全；

（3）施工产生的悬浮物增加可能会驱散周边的游泳生物；工程施工过程采用了打桩等施工工艺，会对海底产生一定的扰动，可能会一定程度影响到该海域渔业生物的繁殖和活动，间接对渔业捕捞产生了一定的影响。但本项目位于港口区，该海域非渔业捕捞作业区，因此，本项目施工作业不会对渔业捕捞造成明显影响。

（4）工程建成后，作为海上固定建筑物，可能对渔船作业产生一定的影响，本项目位于港口区，不会影响渔船的作业区域。

5.2.9 对通航环境的影响分析

本节内容引用《揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程航道通航条件影响评价报告（送审稿）》（重庆交通大学工程设计研究院有限公司，2024 年 6 月）评价结论。

（1）工程实施对通航环境的影响

项目周边分布有神泉港进港航道、海甲航道等，均位于本项目 5km 以外；此外还分布有 4 个锚地，分别为前詹锚地、澳角锚地、中委 5 千吨级锚地、中委 5 万吨级锚地，其中与本项目距离最近的为前詹锚地（东南侧，约 2km）。根据数值模拟预测分析，本项目的实施对周边海域地形地貌与冲淤环境的影响主要集中在拟建工程范围内及邻近水域，项目疏浚施工引起的悬沙扩散范围主要在工程区附近输移扩散，项目建设不会对距离 2km 外的航道、锚地所在海域水质、地形地貌与冲淤环境产生影响，不会影响周边航道、锚地的功能。且项目与周边航道、锚地均距离较远，对航道、锚地通航环境基本无影响。

（2）工程选址与布置符合性

在防波堤掩护下，工程选址岸线水流较平缓、海床稳定，符合港口规划布置，停泊水域不占用主航道，选址可行。工程充分利用现有水域资源，港内风浪相对较小，船舶停靠宜泊稳，停泊水域与主航道不交叉，距航道边线约 453m，对通用码头一期工程已建进港航道、外侧衔接的前詹作业区 LNG 码头进港航道基本无影响。拟建码头距离通用码头前沿线约 810m，拟建引桥与东防波堤内侧规划的支持系统泊位不冲突。根据 2024 年 1 月水深测图可知，本工程停泊水域、回旋水域处现状底高程约-12m~-17m（当地理论最低潮面），需要对港池局部进行疏浚。本项目 13 号泊位与通用码头一期工程项目单位均为中电投前詹港电有限公司，码头运营及航道维护均为同一业主单位，不存在利益相关方的问题，码头的布置符合《揭阳港总体规划（2035 年）》的要求，与周边设施无冲突。

综上所述，平面布置可行。

（3）航道条件影响评价结论

本工程所在前詹作业区 2#港池防波堤建设后，改变了工程附近海域的流场，港内流速大大减小，防波堤口门处由于挑流作用则略有加大。

本工程码头位于已建防波堤内侧，工程建设后流态影响变化主要集中在工程

附近区域，工程引起的主航道内流速变化小，海床演变变化趋势基本不变。工程建设后对航道布置及尺度无影响。工程方案与利用现状前詹作业区通用码头一期工程现有航标，并新增 3 座灯浮标和 1 座码头灯桩。综上所述，工程对航道通航条件影响小。

（4）通航安全影响评价结论

工程码头工程建成投入使用后，对工程海域船舶航路及周边涉水建筑物影响不大，经综合评估，工程对通航安全的影响风险程度定为“较低”。根据通航环境和工程船舶特点，加强管理和采取相应措施，工程建设后，工程附近海域的通航安全影响仍可控。在做好运营调度的情况下，本项目船舶的进出基本不影响附近其它码头船舶的正常通航。

根据《揭阳港总体规划（2035 年）》，与本工程距离最近的锚地为 4#锚地和粤东 LNG 锚地，其位于前詹作业区 1#港池进港航道南侧、20m 等深线以外。本工程码头与粤东 LNG 锚地直线距离大于 14km，距离远，对其基本不产生影响。

拟建工程与中小型船舶习惯航路（海甲航道）的距离约 12km。中小型船舶航路习惯航法：从北方过来的船舶航行至南澎岛灯塔方位 312°、距离 5 海里处，转航向 246°，航行至石碑山灯塔方位 353°、距离 4.9 海里处（A 点），转航向 355°，航行约 3 海里至本工程附近水域。大型船舶航路习惯航法：从北方过来的船舶航行至南澎岛灯塔方位 312°、距离 10 海里处，转航向 241°，航行至石碑山灯塔方位 285°、距离 19.5 处，转航向 270°，航行约 18 海里至石碑山灯塔方位 353°、距离 4.9 海里处（A 点），转航向 355°，航行约 3 海里至本工程附近水域。工程建设对船舶航路和通过能力基本无影响，对通航安全设施无干扰，交通流则会增加，但仍满足船舶通航要求，总体而言，做好导助航等安全措施，船舶严格按规章制度等进行操纵，可确保通航安全。在做好运营调度的情况下，本项目船舶的进出基本不影响附近其它码头船舶的正常通航。

（5）航道与通航安全保障措施

1）施工期保障措施

施工前，应按交通部（91）交工字 609 号《中华人民共和国航道管理条例细则》中有关规定，办理有关审批手续和发布航道通告。施工中做好施工导助航指引，施工船舶与进入主航道时应注意与过往船舶避让。施工单位须做好相应的安全措施，如防台、避免施工照明影响船舶夜航等。竣工前，须按照管理部门的要

求，委托专业单位对码头控制点、前沿线、航标设置等进行测定、核实后，才能交付使用，应检查增设的助航标志是否配置良好，应对工程附近水域进行硬式扫床。

2）营运期保障措施

工程竣工后，应按要求定期测量工程水域水深，了解工程水域的冲淤变化，及时采取相应措施，保障船舶安全。运营期应做好其助航标志的维护工作，定期进行航标检查、保养和维护，保证航标正常使用。

综上，本项目施工和运营会增加海域的通航密度，对通航环境会造成一定影响。本项目位于港口区规划泊位区，选址合理。施工期间对邻近码头的船舶进出港作业有一定影响。运营期间，进出泊位作业水域的船舶，与附近码头的正常运营有一定的相互影响。总体评估，由于作业水域保持安全距离，相互影响可控。采取专题报告提出的相关安全保障和维护措施后，相关的不利影响和风险将会在一定程度上缓解或消除。

5.3 利益相关者界定

现通过对项目周围用海现状的调查以及周边用海相关资料的收集，分析本项目用海对周边海洋开发活动的影响情况，并根据 5.2 节项目用海环境影响分析，定量分析工程附近海洋开发活动的影响，按照利益相关者的界定原则，来确定本工程的利益相关者。

经分析界定，本项目利益相关者界定为广东蓝水深远海装备科技有限公司，协调责任部门为揭阳海事局，见表 5.3-1。

表 5.3-1　相关利益者/协调责任部门一览表

序号	名称	所属单位	影响因素	影响程度	是否为利益相关者
1	揭阳港前詹作业区通用码头一期工程	中电投前詹港电有限公司	冲淤环境、通航环境	轻	否，同一建设单位
2	揭阳港惠来沿海港区前詹作业区蓝水深远海通用码头工程	广东蓝水深远海装备科技有限公司	冲淤环境、通航环境	轻	是，通航由海事部门统一协调
3	国家电投揭阳前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目	国电投（揭阳）前詹发电有限公司	施工期可能存在通航影响	轻	否，同属于国家电投集团广东电力有限公司下级公司，可内部协调
4	粤东液化天然气项目一期工程	中海油粤东液化天然气有限责任公司	冲淤环境、通航环境	无	否
5	揭阳港惠来沿海港区南海作业区通用码头工程	揭阳市大南海港务有限公司	冲淤环境、通航环境	无	否
6	中委合资广东石化 2000 万吨/年重油加工工程	中国石油天然气股份有限公司广东石化分公司	冲淤环境、通航环境	无	否
7	中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程调整用海	中国石油天然气股份有限公司广东石化分公司	冲淤环境、通航环境	无	否
8	中委广东石化 2000 万吨/年重油加工工程扩建项目	中国石油天然气股份有限公司广东石化分公司	冲淤环境、通航环境	无	否
10	揭阳大南海石化工业区海洋放流管工程	揭阳大南海石化工业区建设管理局	冲淤环境	无	否
11	广东惠来电厂项目	广东粤电靖海发电有限公司	冲淤环境、通航环境	无	否
12	广东粤电惠来电厂 3-4 号机组“上大压小”扩建工程	广东粤电靖海发电有限公司	冲淤环境、通航环境	无	否
13	国家电投揭阳神泉一 400MW 海上风电场项目	揭阳前詹风电有限公司	冲淤环境	无	否
14	国家电投揭阳神泉二 350MW 海上风电项目增容项目	揭阳前詹风电有限公司	冲淤环境	无	否
15	惠来县华家海滨度假村用海续期及变更用海	黄宏鹏	冲淤环境、水质	无	否
16	惠来县神泉示范性渔港建设项目	惠来县渔业发展公司	冲淤环境、通航环境	无	否
17	神泉传统渔港		冲淤环境、通航环境	无	否
18	资深传统渔港	靖海镇资深村民委员会	冲淤环境、通航环境	无	否
19	靖海传统渔港	靖海港管理所	冲淤环境、通航环境	无	否
20	揭阳港大南海东岸公共码头防波堤工程	揭阳大南海石化工业区管理委员会	冲淤环境	无	否
21	揭阳港大南海东岸公共进港航道工程	揭阳大南海石化工业区管理委员会	冲淤环境、通航环境	无	否
22	揭阳港大南海东岸公共进港航道工程神泉港进港航道	/	冲淤环境、通航环境	无	否
23	海甲航道	/	冲淤环境、通航环境	无	否
24	揭阳港前詹作业区通用码头一期工程项目公用航道疏浚工程	中电投前詹港电有限公司	冲淤环境、通航环境	无	否
25	前詹锚地	/	冲淤环境、通航环境	无	否
26	澳角锚地	/	冲淤环境、通航环境	无	否
27	中委 5 千吨级锚地	/	冲淤环境、通航环境	无	否

序号	名称	所属单位	影响因素	影响程度	是否为利益相关者
28	中委 5 万吨级锚地	/	冲淤环境、通航环境	无	否
29	揭阳龙虾自然保护区	林业局	冲淤环境、水质	无	否
30	揭阳市海龟、鲎市级自然保护区	林业局	冲淤环境、水质	无	否
31	揭阳市神泉渔业市级自然保护区	林业局	冲淤环境、水质	无	否
32	高位养殖	养殖户	冲淤环境、水质	无	否

5.4 需协调部门界定

通过对本项目附近用海现状的调查，综合分析项目用海对周边开发活动的影响情况，确定本项目协调责任部门为揭阳海事局，详见表 5.4-1。

表 5.4-1 协调责任部门一览表

序号	用海活动	协调责任部门	可能影响因素
1	通航	揭阳海事局	施工期和营运期船舶进出作业增大海域通航密度

项目施工和运营对海洋生态生物资源会产生一定的影响，造成海洋生物资源的损失，需对造成的影响进行补偿，补偿金额在环评报告中确定，本报告仅估算生物资源损失量；补偿落实在环评验收中落实，在营运前完成海洋生态补偿，海洋生态修复方案需获得惠来县农业农村局同意，环评验收中包含海洋生态补偿方案的落实。因此，不将惠来县农业农村局列为协调责任部门。

5.5 相关利益协调分析

项目施工期见和运营期间，使项目所在海域的交通流量增加，导致安全通航的复杂性增加。

业主应与广东蓝水深远海装备科技有限公司进行沟通协调，主动告知施工计划和期限，在施工和营运过程中就通航获得共识，获得对方支持。

业主应与揭阳海事局就项目建设和运营等事由进行沟通协调。按要求编制通航条件影响评价及通航安全评估，并根据《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，在进行工程建设作业前应向揭阳海事局申请取得水上水下作业许可后方可作业，则通航安全是有保障的。工程建成后将相关通航信息报备海事主管机关，并向海事主管机关申请发布航行通（警）告。在平台设置警示标志，落实通航安全影响论证报告中提出的各项安全保障措施和建议。

综上所述，虽然项目用海会对利益相关者带来一定的不利影响，但能够通过采取相应的措施和方案进行协调。

表 5.5-1 相关利益者/协调责任部门一览表

序号	海域开发活动	利益相关者或协调负责人	影响因素	利益协调途径
1	蓝水深远海通用码头工程	广东蓝水深远海装备科技有限公司	冲淤环境、通航环境	获得支持性文件
2	通航环境	揭阳海事局	施工船的通航影响；运营期船舶进出影响通航环境	获得揭阳海事局同意项目建设的文件

5.6 项目用海对国防安全和国家海洋权益的影响分析

5.6.1 对国防安全和军事活动的影响分析

本项目是符合港口规划的工业项目，项目所在海域及附近海域不存在国防设施，工程建设、生产经营不会对国防安全和军事活动产生影响。

5.6.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目用海不涉及领海基点和国家秘密，对国家海洋权益无碍。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 与国土空间规划符合性分析

6.1.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

6.1.1.1 《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》

《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》以《国务院关于<广东省国土空间规划（2021—2035 年）>的批复》（国函〔2023〕76 号）获批，以《广东省人民政府关于印发广东省国土空间规划（2021—2035 年）的通知》（粤府〔2023〕105 号）发布。

《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》（以下简称《省国土规划》）提出："按照耕地和永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界的优先序统筹划定落实三条控制线，把三条控制线作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线。以三条控制线分别围合的空间为重点管控区域，统筹发展和安全，统筹资源保护利用，优化农业、生态、城镇等各类空间布局"，"以生态保护红线围合的空间为核心，整体保护和合理利用森林、湿地、河流、湖泊、滩涂、岸线、海洋、荒地等自然生态空间，全面改善自然生态系统质量，全力增强生态产品供给功能"。

《省国土规划》明确，实施海域分区管理。坚持生态用海、集约用海，陆海协同划定海洋"两空间内部一红线"。在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线，加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区，按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。海洋预留区要保障规划期内国家重大用海需求，严格控制其他开发利用活动。合理布局海洋倾倒区，严格海洋倾废监管。

《省国土规划》要求，建设现代化韧性安全广东。贯彻落实总体国家安全观，坚持以防为主、防抗救相结合的理念，加强灾害风险评估和重点灾害区域识别，明确地震、地质、洪涝等自然灾害综合风险重点防控区域，引导国土空间规划合理布局，**完善防灾减灾和应急服务设施体系，提升防灾减灾标准，**增强适应气候变化和处置重大突发事件管理能力，推进自然灾害防治体系和防治能力现代化。

《省国土规划》提出，统筹推进城市内涝治理。统筹区域流域生态环境治理与城市建设、城市水资源利用与防灾减灾、城市防洪与内涝治理，形成流域、区域、城市协同匹配，防洪排涝、应急管理、物资储备系统完整的防灾减灾救灾体系，全面提升城市内涝治理水平。以近年来内涝严重城市和城乡重点易涝区为重点，因地制宜推进海绵城市系统化、区域化建设，加快建成“源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急”的排水防涝工程体系，有效治理内涝顽疾，总体消除防治标准内降雨条件下的城市内涝灾害现象。合理确定治理举措和建设任务，老城区结合更新改造，加快补齐排水防涝设施短板，新城区高起点规划、高标准建设排水防涝设施。

通过将项目用海区域与《省国土规划》的附图叠加分析，本项目位于《省国土规划》中的海洋开发利用空间，不涉及海洋生态保护红线和海洋生态保护空间（图 6.1.1-1）。

图 6.1.1-1 海洋空间布局图

6.1.1.2 《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》

广东省自然资源厅于 2023 年 5 月 10 日发布《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》，该规划是国土空间规划的重要专项规划，是一定时期省域国土空间生态修复任务的总纲和空间指引，是实施国土空间生态保护修复的重要依据。

该规划以中国式现代化本质要求的深刻内涵为主线，以绿美广东生态建设为引领，面向生态、农业、城镇三大空间，以守住自然生态安全边界，提升生态系统多样性、稳定性、持续性，建设人与自然和谐共生的现代化为总体目标，坚持山水林田湖草生命共同体理念，统筹陆域海域，兼顾地上地下，协调时间空间，理顺体制机制，系统谋划了到 2035 年的广东省国土空间生态保护和修复工作。

该规划以筑牢生态安全屏障，构建具有全球意义的生物多样性保护网络和支撑高质量发展为愿景，着力将广东建设成为“全球生物多样性保护实践区，我国山水林田湖草沙系统治理示范区，人与自然和谐共生现代化先行区”，推进国土空间的生态保护、修复与价值转换。

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

通过将项目位置与《规划》的附图叠加分析（图 6.1.1-2），本项目不在规划中的生态保护修复单元。项目附近为“靖海湾砂质海岸-防护林保护修复”单元，该单元的要求是：修复湾内受损砂质岸线生态系统，开展环境综合整治修复。建设近自然的海岸立体防护林体系，提高湾内海岸生态防护功能。打造华家村、港仔湾、港寮湾、客鸟尾、排角湾等魅力沙滩，建设神泉港美丽海湾。

图 6.1.1-2 《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》

6.1.1.3《揭阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》

2023 年 8 月 26 日，广东省人民政府以《广东省人民政府关于〈揭阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）〉的批复》（粤府函〔2023〕198 号）正式批复了《揭阳市国土空间总体规划（2021—2035 年）》。

《规划》提出，揭阳市城市性质为全国性综合交通枢纽城市、粤东地区新型产业强市、潮客底蕴深厚的岭南山海名城。揭阳市要立足国家战略、区域职能和本地实际，主动融入粤港澳国际一流湾区建设，积极推动汕潮揭同城化发展，提升城市综合治理水平，推进产业共建互促，提升基础设施互联互通水平，建设成为连接粤港澳大湾区与海峡西岸经济区的重要引擎。

《规划》要求严守国土空间安全底线。到 2035 年，揭阳市耕地保有量不低于 587.87 平方公里（88.18 万亩），其中，永久基本农田保护面积不低于 519.15 平方公里（77.87 万亩）；陆域生态保护红线不低于 844.85 平方公里（126.73 万亩）；城镇开发边界面积控制在 477.64 平方公里以内；用水总量不超过上级下达任务，其中 2025 年不超过 13.76 亿立方米；大陆自然岸线保有率不低于国家和省下达任务。

《规划》强调要优化国土空间开发保护格局。要以“三区三线”为基础，整体谋划“一轴三极多点，一带四廊四区”的市域国土空间开发保护格局，以揭普惠发展轴强化中心城区、揭阳滨海新区、普宁中心城区三个区域发展核心，以“一城两园”为主战场建设沿海经济带，打造榕江创新提升走廊、揭西绿色经济走廊、G238-练江整治升级走廊和龙江美丽经济走廊，带动全市融合发展。要落实主体功能区战略，统筹优化农业、生态、城镇等功能空间。推动形成“一主三副多点”的城镇空间结构，引导城镇体系逐步优化。

《规划》强调推进土地高质量开发利用。要以资源环境承载能力为约束，合理控制国土开发强度，坚持节约集约利用土地，高效布局新增建设用地，持续推进多种形式的存量低效用地再开发，引导城镇建设用地混合利用。坚持制造业当家，以揭东经济开发区国家级园区和大南海石化工业区等省级园区为引领，推动各县（市、区）重点工业园区提质增效，支撑绿色石化、现代轻工纺织、生物医药、临港产业等现代化产业集群高质量发展。

《规划》对营造美好人居环境品质、强化城市运行支撑保障、支撑县镇村高质量发展、统筹自然资源保护利用等做出统筹安排。提出要以 15 分钟社区生活圈为基本单元，构建均衡协调的公共服务体系，加强历史文化保护传承，塑造中心城区“三山两水一古城、两轴一带一半岛”的总体景观风貌格局；构建复合高效的空铁港综合交通网络，统筹保障水、电、气等各类市政基础设施，做好城市安全风险防控，提高城市韧性；引导县域差异化资源配置，提升县城综合承载能力，指引镇级国土空间规划发挥资源要素统筹作用，强化乡村建设用地保障，加快推进“百县千镇万村高质量发展工程”实施；加强榕江等重要流域和矿山、海岸带等生态修复，科学推进造林绿化，加快建设“绿美揭阳”，加强矿产资源和海洋资源保护利用，优化矿产资源开采布局，强化陆海统筹。

《规划》批复要求，要坚决贯彻党中央“多规合一”改革精神，坚持一张蓝图干到底，切实维护好规划的严肃性和权威性，严格执行《规划》，任何部门和个人不得随意修改、违规变更。组织完成县镇国土空间总体规划、详细规划、相关专项规划编制工作。强化对专项规划的指导和约束，对涉及空间利用的专项规划，在国土空间规划“一张图”上做好统筹，提升国土空间承载能力。建立完善规划实施评估和监督机制，加强考核问责和公众参与。依据国土空间规划，统筹国土空

间开发保护“一盘棋”，提升国土空间规划、建设、治理水平。《规划》实施中的重大事项要及时请示报告。

《揭阳市国土空间总体规划（2021-2035 年）》提出，科学合理开发利用海洋。以揭阳市海洋开发利用现状为基础，结合海岸带发展需求，划定海洋发展空间，包括渔业用海区、工矿通信用海区、交通运输用海区、游憩用海区、海洋预留区、特殊用海区。坚持生态优先，合理开发利用海洋发展空间，适度兼容用海功能区，探索游憩用海、工矿通信用海功能区合理兼容渔业用海。统筹布局海底油气管道、通信光缆、电缆等线性设施敷设的海底廊道，重点加强海上风电电缆集中布局规划和管理。加强海底管廊保护，在确保安全的前提下推进管廊复合利用、管线集中铺设。

规划要求根据海岸线自然资源条件、开发利用和生态保护现状及空间发展需求，将揭阳海岸线划分为严格保护岸线、限制开发岸线、优化利用岸线。严格保护岸线要确保其生态功能不降低、长度不减少、性质不改变；限制开发岸线要以保护和修复生态环境为主，为未来发展预留空间；优化利用岸线在统筹规划的前提下，可集约节约布局确需占用海岸线的用海建设项目。

规划强调，发挥惠来临港产业园的平台优势和滨海新区大型深水码头、临港工业的有利条件，建设高端海洋装备制造产业基地，加快推进海洋工程装备制造产业集聚发展。

根据叠图分析，项目位于交通运输用海区，本项目不在生态保护区内，所在的岸线为优化利用岸线。本项目码头和引桥等构筑物用海方式为透水构筑物。项目建成后，可“发挥惠来临港产业园的平台优势和滨海新区大型深水码头、临港工业的有利条件”，为临港工业前詹电厂提供卸煤服务。

因此，本项目建设符合《揭阳市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

揭阳市国土空间总体规划（2020-2035年）

图6.1.1-3　海洋利用功能规划分区图

图6.1.1-4　国土空间总体格局图

图6.1.1-5　海岸带分区图

6.1.1.4《惠来县国土空间总体规划(2020-2035 年)》

2023 年底，广东省人民政府正式批复普宁市、揭西县、惠来县 3 个县级国土空间总体规划。

根据《惠来县国土空间总体规划（2020—2035 年）》，本项目位于惠来临港产业园，项目所在区域为城镇建设适宜区、种植生产适宜区。项目不占用生态红线区、自然保护区、饮用水源保护区等。

惠来县总体定位为：围绕“融湾建带”发展总路径，聚焦揭阳滨海新区“一城两园”，培育粤东城市群新城市中心。

打造沿海经济带上的产业强县：依托港口资源和新兴产业发展基础，利用揭阳滨海新区、揭阳大南海石化工业区、惠来临港产业园等重大平台，**壮大临港经济规模**，培育高端装备制造业和高端服务业集群，推动传统产业升级改造，形成沿海经济带上现代产业集聚效应明显的重要增长极。

建设大南海石化工业区、惠来临港产业园、靖海工业区三大产业区，构建以先进制造业、海洋战略新兴产业为主体，临港工业、滨海休闲、电力能源为补充，生产服务业、生活服务业为支撑的“两主三副两支撑”的综合产业体系，形成沿海集聚、多元结构多元的沿海产业集聚带。其中电力能源产业：争取建设能源储

备中转基地，促进能源结构多元化，壮大滨海能源产业。

本项目位于惠来临港产业园，属于电力工业前詹电厂的配套工程，本项目的建设符合《惠来县国土空间总体规划》（2020—2035 年）“依托港口资源和新兴产业发展基础，利用揭阳滨海新区、揭阳大南海石化工业区、惠来临港产业园等重大平台，壮大临港经济规模”的定位。

图 6.1.1-6a 海洋空间布局图

图6.1.1-6b 海岸带保护开发引导图

6.1.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程位于广东省揭阳市惠来县沟疏村与赤澳村之间、神泉湾东侧，拟建设 7 万吨级专用卸煤泊位 1 个。项目申请用海总面积为 6.7041 公顷。

本项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类，编码 31），用海方式为：构筑物（一级）中的透水构筑物（二级，编码 23）。

6.1.2.1 对《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的影响分析

通过将项目用海区域与《省国土规划》的附图叠加分析，本项目位于《省国土规划》中的海洋开发利用空间，不涉及海洋生态保护红线和海洋生态保护空间。

通过图件叠置分析，本项目疏浚产生的 10mg/L 悬沙影响范围不涉及生态保护红线，施工悬沙影响时间为施工期，施工期结束后其影响会逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。营运期落海煤尘主要影响港池海域；船舶污水收集后由有能力的单位接收处理，不在港区海域内排放，对周边海洋环境基本没有影响，因此，本项目对所在国土空间的水质环境影响可接受。

由叠图可知，本项目以及施工期产生的 10mg/L 悬沙包络线均在交通运输用海区，不影响周边规划分区。可见本项目对周边规划分区影响很小。

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

本项目位于《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中的“靖海湾砂质海岸-防护林保护修复”单元。该单元的要求是：修复湾内受损砂质岸线生态系统，开展环境综合整治修复。建设近自然的海岸立体防护林体系，提高湾内海岸生态防护功能。打造华家村、港仔湾、港寮湾、客鸟尾、排角湾等魅力沙滩，建设神泉港美丽海湾。

项目为码头工程，影响海域主要是工程所在海域及其邻近，主要在港区范围内，对海洋空间资源的影响较小；本工程离岸布置，不需要占用岸线，总体上，项目对水动力的影响主要集中在工程所在区域附近 300m 范围内的水域，对 300m 范围外的水动力的影响有限。本项目涉及疏浚施工，疏浚物有合理的处置方案，根据本项目冲於成果分析，本项目不会诱发砂质岸线沙滩蚀退，对“靖海湾砂质海岸-防护林保护修复”单元内的砂质海岸、防护林等自然资源无影响。

6.1.2.3 对《揭阳市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《惠来县国土空间总体规划（2020—2035 年）》的影响分析

本项目所在海域不涉及生态保护区和生态控制区。

根据叠图分析，本项目对水动力的影响主要集中在工程所在区域附近 300m 范围内的水域，对 300m 范围外的水动力的影响有限。本项目疏浚产生的 10mg/L 悬沙影响范围不涉及生态保护红线，施工悬沙影响时间为施工期，施工期结束后其影响会逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。营运期落海煤尘主要影响港池海域；船舶污水收集后由有能力的单位接收处理，不在港区海域内排放，对周边海洋环境基本没有影响；本项目疏浚物有合理的处置方案。由此可见，本项目对周边功能区基本不产生影响。

6.1.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

揭阳市作为广东省粤东潮汕地区的重要组成部分，水路运输是揭阳市能源、物资等原材料进口及产品输出的重要通道。近年来揭阳市国民经济实现稳定发展，综合实力显著增强。随着腹地工业化、城镇化进程的不断加快，运输需求呈现稳步增长、结构升级态势；尤其是沿海能源石化基地和特色制造业基地的建设将带动能源、原材料大宗物资及产品、设备及重大件和集装箱运输需求快速增加。

随着腹地经济的持续发展以及前詹作业区后方产业园区的建设，港口吞吐量将在一定时间内有较大的提升，而目前揭阳港沿海港区泊位吞吐能力总体偏低，难以适应未来腹地经济的快速发展。根据吞吐量预测，2025 年揭阳港的钢铁、水泥、煤炭、重大件货物的吞吐量合计将达到 2774.6 万吨。这些货类的运输将逐渐由沿海港区承担，水路运输作为揭阳市能源、物资等原材料进口及产品输出的重要通道，将在揭阳的社会经济发展中发挥更大的作用。

根据叠图分析，项目位于交通运输用海区，本项目不在生态保护区内，所在的岸线为优化利用岸线。本项目码头和引桥等构筑物用海方式为透水构筑物，港池用海方式为港池、蓄水，疏浚用海方式为专用航道、锚地及其他开放式。项目建成后，可“发挥惠来临港产业园的平台优势和滨海新区大型深水码头、临港工业的有利条件”，为临港工业前詹电厂提供卸煤服务。

本项目的实施能满足保障前詹电厂即周边社会用煤的正常运行，对于地区产业发展、揭阳港口功能的完善等方面均具有积极的作用。项目建设可推进粤东港

口群发展，满足揭阳市持续增长的能源、原材料物资及产品运输需求的需要。

综上分析，本项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《揭阳市国土空间规划（2021-2035 年）》《惠来县国土空间总体规划（2020—2035 年）》落实沿海重要港区港口、航道、锚地用海需求的规划要求。在做好环境保护措施的前提下，项目建设不会诱发砂质岸线沙滩蚀退，对“靖海湾砂质海岸-防护林保护修复”单元内的砂质海岸、防护林等自然资源无影响，符合《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》的要求。

因此，本项目建设符合国土空间总体规划。

6.2 项目用海与海洋功能区划符合性分析

6.2.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划

6.2.1.1 广东省海洋功能区划（2011—2020 年）

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（国函〔2012〕182 号），码头项目构筑物位于前詹港口航运区，周边的海洋功能区分布情况见表 6.2.1-1，具体见图 6.2.1-1 和表 6.2.1-2。

表 6.2.1-1 项目周边海域海洋功能区划分布情况

序号	海洋功能区名称	与项目的最近距离	使用现状
1	前詹港口航运区	项目位于该功能区内	港口航运区
2	田尾山－石碑山农渔业区	S，约 0.6km	农渔业区
3	神泉海洋保护区	SW，约 6.6km	海洋保护区
4	神泉特殊利用区	W，约 11.1km	特殊利用区
5	惠来南部工业与城镇用海区	W，约 11.1km	工业与城镇用海区
6	前詹海洋保护区	SE，约 4.6km	海洋保护区
7	珠海－潮州近海农渔业区	S，约 5.7km	农渔业区
8	靖海港口航运区	SE，约 12.6km	港口航运区

6.2.1.2 揭阳市海洋功能区划

根据《揭阳市海洋功能区划（2015—2020 年）》（2018 年），本项目所在海域属于前詹港口区（A2-26-1），详见表 6.2.1-3 和图 6.2.1-2。

表 6.2.1-2　广东省海洋功能区划（节选）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积（ha） 岸段长度（km）	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
1	A1-17	田尾山一石碑山农渔业区	汕尾市、揭阳市		农渔业区	44281 128331	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 严格保护石碑山角领海基点； 3. 保障神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海需求，保障防灾减灾体系建设用海需求； 4. 适当保障后湖、石碑山角等旅游娱乐用海需求； 5. 适当保障港口航运用海需求； 6. 经严格论证后，适当保障海上风电用海需求； 7. 严禁在曲清河、瀛江、隆江等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能，维持航道畅通； 8. 合理控制养殖规模和密度； 9. 保障国防安全用海需求。	1. 保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统，保护龙虾、鲍、鲎、海龟、海胆等重要渔业品种； 2. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 3. 加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 4. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
2	**A2-26**	**前詹港口航运区**	**揭阳市**		**港口航运区**	**1196 7813**	**1. 相适宜的海域使用类型为交通运输用海； 2. 围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 3. 工程建设期间采取有效措施降低对揭阳市神泉渔业市级自然保护区、前詹人工鱼礁区的影响； 4. 加强用海动态监测和监管； 5. 维持潮汐通道畅通，维护海上交通安全。**	**1. 加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 2. 加强海洋环境监测，建立完善的应急体系； 3. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。**
3	B6-33	神泉海洋保护区	揭阳市		海洋保护区	493	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1. 保护人工鱼礁礁体及海域生态环境； 2. 加强保护区海洋生态环境监测； 3. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
4	B6-34	前詹海洋保护区	揭阳市		海洋保护区	2394	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理； 3. 禁止炸岛等破坏性活动。	1. 保护龙虾、海龟、鲎及其生境，保护人工鱼礁礁体及礁盘生态系统； 2. 加强保护区海洋生态环境监测； 3. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

表 6.2.1-3　揭阳市海洋功能区划（节选）

序号	代码	功能区名称	所属功能区	地理范围	功能区类型	面积（ha）岸段长度（km）	管理要求		
							海域使用管理	海洋环境保护	其他管理要求
1	A1-17-5	神泉增殖区	田尾山－石碑山农渔业区		增殖区	1601 4477	用途管制： 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 适当保障港口航运、旅游娱乐用海需求。 用海方式控制： 1. 严格限制改变海域自然属性； 2. 严禁在锚地内和航道中开展影响船只停泊或航行的各类活动，增养殖活动应避开现状航道、锚地； 3. 保护砂质海岸，禁止在沙滩上建设永久性构筑物。	1. 加强海湾环境保护，生产废水、生活污水须集中处理后达标排海； 2. 执行不低于第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量标准和第一类海洋生物质量标准。	维护航道畅通。
2	**A2-26-1**	**前詹港口区**	**前詹港口航运区**		**港口区**	**1196 7813**	**用途管制：相适宜的海域使用类型为交通运输用海。 用海方式控制： 1. 优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 2. 鼓励以透水构筑物方式建设码头； 3. 保护砂质海岸，禁止在沙滩上建设永久性构筑物。**	**1. 加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须集中处理后达标排海； 2. 执行不低于第三类海水水质标准、第二类海洋沉积物质量标准和第二类海洋生物质量标准。**	**1.维持航道畅通，维护海上交通安全； 2.加强用海动态监测和监管； 3.加强海洋环境监测和海洋环境风险防范，建立完善的应急体系； 4.工程建设期间采取措施减少对神泉渔业市级自然保护区和前詹人工鱼礁区的影响。**
3	B1-2-1	揭阳近海捕捞区	珠海－潮州近海农渔业区		捕捞区	104341 0	用途管制： 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 经过科学论证，保障交通运输、旅游、核电、海上风电、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求； 3. 优先保障军事用海需求。 用海方式控制：	执行不低于第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。	1. 40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序； 2.维持航道畅通。

序号	代码	功能区名称	所属功能区	地理范围	功能区类型	面积（ha）岸段长度（km）	管理要求		
							海域使用管理	海洋环境保护	其他管理要求
							严格限制改变海域自然属性。		
4	B7-9	神泉特殊利用区	神泉特殊利用区		特殊利用区	7040	用途管制：相适宜的海域使用类型为生产废水排污用海。	1. 加强生产废水、生活污水入海排放控制，减少对周边功能区的影响； 2. 执行不低于第三类海水水质标准、第二类海洋沉积物质量标准和第二类海洋生物质量标准。	1.加强海洋环境监测； 2.按照排污区相关法律、法规进行管理。
5	B6-33-1	神泉海洋自然保护区	神泉海洋保护区		海洋自然保护区	4930	用途管制：相适宜的海域使用类型为特殊用海。 用海方式控制：严格限制改变海域自然属性。	生态保护重点目标：保护人工鱼礁礁体及海域生态环境。 环境保护：执行不低于第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。	1.加强保护区海洋生态环境监测； 2.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理； 3.加强对海上交通安全的管理，维持航道畅通。
6	B6-34-1	前詹海洋自然保护区	前詹海洋保护区		海洋自然保护区	23940	用途管制：相适宜的海域使用类型为特殊用海。 用海方式控制： 1.严格限制改变海域自然属性； 2.禁止炸岛等破坏性活动。	生态保护重点目标：保护龙虾、海龟、鲎及其生境，保护人工鱼礁礁体及礁盘生态系统。 环境保护：执行不低于第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。	1.加强保护区海洋生态环境监测； 2.严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理； 3.加强对海上交通安全的管理，维持航道畅通。

2 1-1

图 6.2.1-2　惠来县海洋功能区划图

6.2.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

6.2.2.1 项目对海洋功能区利用情况分析

本项目占用《广东省海洋功能区划（2011–2020 年）》（2012 年）中前詹港口航运区中的部分海域，项目对各海洋功能区的利用情况见表 6.2.2-1。

表 6.2.2-1 项目对海洋功能的利用情况

序号	项目利用的功能类型	利用方式	范围和程度	拟采用的生态与环境保护措施
1	前詹港口航运区	水工构筑物	6.7041ha	（1）在建设阶段选择先进的施工工艺，尽可能缩短施工作业时间，以降低和缓解对资源和生态环境的影响程度； （2）在生产阶段必须严格执行环评报告中的环保措施，各类废水不排放，减少对海洋环境影响的范围和程度； （3）加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将事故发生概率降到最低； （4）建设单位需与渔业行政管理部门协商，通过人工增殖放流等措施进行生态修复和补偿。
2		港池水域	327m×65m	
3		施工悬沙	0.93km^2	
4		水文动力和冲淤环境	防波堤以内港池水域	

6.2.2.2 项目对所在海洋功能区的影响分析

本工程对前詹港口航运区等功能区的影响分析见图 6.2.1-1、表 6.2.2-1。

表 6.2.2-2　项目对周边海洋功能区的利用和影响情况

序号	受影响的功能类型	影响范围	影响程度	对策措施
1	前詹港口航运区	流速影响范围仅限工程区附近海域； 悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质的海域面积约为 0.93km^2。	本项目构筑物为透水式结构，仅对桩腿局部流场有一定影响，对水流影响小；疏浚产生的影响仅限于周边 300m 范围内；施工期悬沙扩散悬造成鱼卵仔稚鱼、游泳生物的死亡。	（1）严格按照批准的用海范围、用海方式进行施工。进行合理规划，尽量缩短工期。 （2）采取本项目环评报告书提出的各项污染防治措施，能够降低施工期间污染因子对海水水质、沉积物质量的影响，减少海洋生物的损失量。进行海洋生态补偿。 （3）定期进行海洋环境质量监测和水下地形监测。
2	田尾山－石碑山农渔业区	10mg/L 影响范围不涉及田尾山－石碑山农渔业区	影响很小	

6.2.2.3　项目对周边海洋功能区的影响分析

（1）前詹港口航运区

本项目对海洋功能区的影响主要来自施工期水工构筑物施工和疏浚作业，营运期煤尘落海等。

施工期，采用 13 方抓斗式挖泥船疏浚，悬沙源强是 3.38kg/s。模拟结果表明，工程施工产生的悬浮泥沙在潮流的作用下，主要向西南方向扩散；向西南方向的最大扩散距离约为 0.5km，悬浮泥沙浓度增值大于 10mg/L 的包络面积为 0.93km^2。将项目所在海域海洋功能区与悬浮泥沙包络范围叠图（图 6.2.1-1）分析可知，10mg/L 以上悬沙增量浓度在前詹港口航运区，未扩散至其他海洋功能区。且悬浮泥沙的影响是暂时的，随着工程的结束迅速消失，可见项目施工产生的悬浮泥沙对海洋功能区的影响很小。

前詹港口航运区**相适宜的海域使用类型为**交通运输用海；本项目位于前詹港口航运区，本项目实施可发挥交通运输用海的功能；10mg/L 悬浮物最大包络线范围均在前詹港口航运区内，符合前詹港口航运区水质要求。

本项目用海对前詹港口航运区的影响很小，不影响海洋功能区的基本功能。本项目用海与《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年）中的海洋功能区划前詹

港口航运区管控要求相符。

（2）对其他海洋功能区的影响分析

根据数模分析结果，项目施工产生的 10mg/L 悬浮泥沙未扩散或影响田尾山-石碑山农渔业区、前詹海洋保护区、靖海港口航运区、神泉海洋保护区、神泉特殊利用区和惠来南部工业与城镇用海区等海洋功能区，故对上述海洋功能区无影响。

6.2.3 与海洋功能区的符合性分析

本项目占用《广东省海洋功能区划（2011–2020 年）》（2012 年）中的前詹港口航运区的部分海域。周边有田尾山-石碑山农渔业区、前詹海洋保护区、靖海港口航运区、神泉海洋保护区、神泉特殊利用区和惠来南部工业与城镇用海区等功能区。

依据《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年），项目用海与项目所在的前詹港口航运区的主导功能相符合，满足周边功能区的管理要求，项目用海对周边功能区的影响较小，因此项目用海与《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年）相符合。

根据《揭阳市海洋功能区划（2015-2020 年）》，本项目位于前詹港口区。前詹港口区相适宜的海域使用类型为交通运输用海，执行不低于第三类海水水质标准、第二类海洋沉积物质量标准和第二类海洋生物质量标准。项目用海与项目所在的前詹港口航运区的主导功能相符合，满足周边功能区的管理要求，项目用海对周边功能区的影响较小，因此项目用海与《揭阳市海洋功能区划（2015-2020 年）》相符合。

表 6.2.3-1　项目用海与功能区划的符合性分析一览表

项目利用的功能类型	管理要求		符合性分析	符合性
前詹港口航运区	海域使用管理要求	1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海；	本项目使用类型为交通运输用海。	符合
		2.围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源；	本项目为码头工程，不涉及围填海。	符合
		3.工程建设期间采取有效措施降低对揭阳市神泉渔业市级自然保护区、前詹人工鱼礁区的影响；	在工程施工过程中，加强水工作业、疏浚等过程中环保管理与监测工作，尽量减少悬浮物的产生量，降低由悬浮物引起的污染和二次污染。根据影响预测，本项目产生的悬沙不影响揭阳市神泉渔业市级自然保护区、前詹人工鱼礁区。	符合
		4.加强用海动态监测和监管；	已制定详细的监测、监管措施方案。	符合
		5.维持潮汐通道畅通，维护海上交通安全。	在项目建设和运营期间遵守海上交通安全规则。	符合
	海洋环境保护要求	1.加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；	在施工过程中采取有效的水污染防治措施，减少悬浮泥沙的扩散。船舶废水由有处理能力单位接收处理；港区废水由后方处理场接收处理后回用。	符合
		2.加强海洋环境监测，建立完善的应急体系；	本项目按要求制定监测方案和应急体系。	
		3.执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。	本项目施工过程产生的悬沙影响是暂时的，随着工程的结束而消失；施工期和营运期船舶废水、生活废水等得到有效处置，不在港区排放，本项目建设和运行不会影响功能区执行的各项质量标准要求。	
田尾山-石碑山角农渔业区	海域使用管理要求	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海；	本项目为交通运输用海，不占用该功能区，项目建设和运行对该功能区影响很小。	符合
		2.严格保护石碑山角领海基点；	本项目距离石碑山角领海基点较远，不会对其产生影响。	符合
		3.保障神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海需求，保障防灾减灾体系建设用海需求；	根据叠图分析，本项目施工和运行对港区以外海洋环境影响很小，距离神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港较远，本项目的实施不影响相关用海需求	符合
		4.适当保障后湖、石碑山角等旅游娱乐用海需求；	本项目与后湖、石碑山角等旅游娱乐用海区相距较远，工程实施不会影响周边旅游开发活动	符合
		5.适当保障港口航运用海需求；	本项目为交通运输用海，能保障港口航运用海需求	符合
		6.经严格论证后，适当保障海上风电用海需求；	本项目对海上风电用海没有影响	符合
		7.严禁在曲清河、瀛江、隆江等河口海域围填海，维护防	本项目不涉及填海工程，工程实施后，不影响曲清河、瀛	符合

项目利用的功能类型	管理要求		符合性分析	符合性
		洪纳潮功能，维持航道畅通；	江、隆江等河口防洪纳潮功能，航道畅通。	
		8.合理控制养殖规模和密度；	本项目没有养殖内容	符合
		9.保障国防安全用海需求。	工程建设、生产经营符合国家权益和国防安全的要求，与国家的国防建设部署没有冲突。	符合
	海洋环境保护	1.保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统，保护龙虾、鲍、鲎、海龟、海胆等重要渔业品种；	本项目与甲子屿、港寮湾礁盘生态系统相距较远，项目实施对其不产生影响；本项目位于港区范围内，在施工和运行过程中采取有效的水污染防治措施，减少悬浮泥沙的扩散，对龙虾、鲍、鲎、海龟、海胆等重要渔业品种影响很小。	符合
		2.严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；	本项目不属于养殖项目	符合
		3.加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；	本项目不属于渔港。	
		4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	本项目施工过程产生的 10mg/L 悬沙不影响该功能区，可见本项目实施不影响功能区环境质量标准。	

6.2.4 小结

综上所述，本项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类，编码 31），用海方式为：构筑物（一级）中的透水构筑物（二级，编码 23）。项目占用前詹港口航运区的部分海域，项目作为符合产业政策的项目，项目用海符合前詹港口航运区的海域使用管理要求。

本项目在严格执行本报告及该项目环评报告书中环境污染防治措施及生态保护措施，尽量减少污染物排放、缩短施工周期、减少施工面积，落实环评报告中生态补偿措施的前提下，满足前詹港口航运区等功能区的海洋环境保护要求。

本项目符合《广东省海洋功能区划（2011 年-2020 年）》《揭阳市海洋功能区划（2015-2020 年）》。

6.3 项目用海与“三区三线”划定成果——海洋生态红线符合性分析

（1）项目所在海域海洋生态红线区

2022 年 10 月 14 日，自然资源部办公厅印发《自然资源部办公厅关于北京等省（市、区）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），明确广东省完成了“三区三线”划定工作，正式启用作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

本项目与海洋生态保护红线区位置关系见图 2.5.1-3 和表 2.5.1-3。本项目位于广东省揭阳市惠来县神泉湾东侧，根据广东省“三区三线”划定成果，本项目不在海洋生态红线区内。

（2）项目用海对海洋生态红线的影响

本项目施工期产生的悬沙与海洋生态红线叠图见图 2.5.1-3。由图可见，10mg/L 悬沙增量不影响周边海洋生态红线区。

（3）项目用海对海洋生态红线的影响分析

《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）（以下称《通知》）中指出：加强人为活动管控，规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。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，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。

本项目用海不占用海洋生态红线区。

根据悬沙数模预测结果，本项目施工期所产生的悬沙不会扩散至海洋生态红线区。

因此，本项目符合“三区三线”划定成果——海洋生态红线区的管理要求。

6.4 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

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

根据叠图分析，本项目不占用岸线资源，项目位于规划中的生产空间（图 6.4-1），邻近生态空间。

生产空间包括以生产为主的城镇空间和农业空间、以港口开发、临海工业为主的建设用海空间、以渔业生产为主的海洋生物资源利用空间。合理安排国家重大项目用地用海需求，统筹海洋与陆地产业发展，在沿海地区布局重大项目、建设临海产业，应注重合理分工和产业链合作，形成陆海产业互相支撑、良性互动的格局，至 2020 年建成 10 个超 500 亿元产业集群。发挥海岸带空间优势，推进发展高端装备制造及临海工业；发挥海洋通道优势，发展海洋交通与港口物流业。

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

经分析，本项目施工期和营运期产生的生活污水和生产污水均不排海，营运期煤尘主要影响港池水域，通过类比分析，影响不大；虽然工程实施将改变施工现场的水动力环境，但影响范围主要在防波堤以内；工程实施虽然会给海域的生态系统带来一定的影响，不过随着工程的完成，经过一段时间的调整和恢复，码头周边水域的海洋生态系统将会重新形成；通过增殖放流等补偿方式，可在一定程度上弥补对海域生物资源的影响。

本项目建设不涉及岸线，不会对周边自然岸线造成影响。

综上，本项目的建设满足海域“三线”和海域“三区”的管控要求，符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

图 6.4-1 广东省海岸带三生空间规划图

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

拟从项目所在区域社会经济条件、自然环境条件、区域生态环境、周边海洋开发活动的适宜性及选址等方面分析本项目选址的合理性。

7.1.1 项目选址确定

本项目主要满足前詹电厂2×1000MW燃煤发电工程项目燃煤运输需求及社会用煤需求，码头选址以靠近电厂为主要原则。结合揭阳港总体规划，码头选址于揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位。

本工程位于广东省揭阳市惠来沿海港区前詹作业区 2 号港池内，项目所在位于广东省揭阳市惠来县沟疏村与赤澳村之间、神泉湾东侧，距西北向惠来县城约15km，地理坐标为

可通过引桥将 13 号泊位的煤输送至电厂设计的转运站连接。

7.1.2 项目建设条件

（1）场地稳定性与适宜性评价

根据可研报告，场地在勘探深度内，岩土层分布简单，地层变化不大，基岩

埋藏浅，区域构造简单，未见到影响场地稳定性的不良地质现象，场地稳定性良好，除季节性风浪较大外，其他施工条件较好，适宜工程的建设。

（2）地震

工程所在地位于揭阳市惠来镇，地震动峰值加速度为 0.1g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，地震基本烈度为VII度，拟建场地位于抗震设防烈度VII度区。

（3）港口作业天数

根据工程所在海域的流场、风、波浪等资料，可研报告分析港口作业标准及不可作业天数见表 7.1.2-1。

根据工程所在地自然条件资料的统计分析，综合考虑各因素重叠发生的情况，得出超过码头作业标准的天数分别为 50 天/年，则本工程年作业天数为 315 天。可满足电厂的卸煤要求。

表 7.1.2-1 码头作业标准及影响天数表

影响自然因素	允许作业标准		不可作业天数
雾	能见度≥1km		2
雷暴	有雷暴时停止作业		6
风	风力≤6 级		35
雨	≤25mm		23
波浪	70000 吨级散货船 （不考虑越浪为顺浪）	卸船 H4%≤1.2m 装船 H4%≤1.5m T≤8s	14

（4）外部配套条件

本工程位于广东省揭阳港前詹作业区，可依托揭阳港前詹作业区通用码头一期工程提供交通、水、电等条件，外部协作条件和施工条件较好。

1）交通条件

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已基本完成，为本工程提供了良好的水陆交通条件，所用的建筑材料及施工机具均可从水路及陆路运输。

2）供水供电及通信条件

本工程用水、电均可就近从揭阳港前詹作业区通用码头一期工程接入，施工期用水、用电方便。

3）地方材料及施工力量

当地砂石料资源丰富，可满足本工程的砂石料需求。钢筋、水泥、钢材等货量充足，可从专业的生产厂家处购得。

目前国内除各大施工单位外，也有民营专业施工队伍，各施工队伍施工经验丰富、设备齐全。该区域施工单位选择充裕，满足施工需要。

4）用地及水域使用条件

本工程码头所在区域规划为港口作业区；陆域输煤廊道已取得用地预审，后续按国家相关政策落实土地使用权证办理相关事项。

本工程与在建的揭阳港前詹作业区通用码头一期工程为同一业主，可协调利用该码头部分陆域作为施工场地及预制场用地。

5）环境条件

本工程位于防波堤内侧港池内，目前防波堤已基本施工完成，可对本工程区域形成良好的掩护条件。防波堤外侧工程周边区域，风浪条件相对较差，冬季涌浪多，夏季台风及热带风暴潮频发。施工时，要密切注意强热带风暴，当强热带风暴、台风有可能影响工程附近海域时，要及时采取防范措施。

6）建设条件评价

本工程的建设可依托揭阳港前詹作业区通用码头一期工程提供的交通、水、电等外部条件，水陆交通方便，施工用水电均可便捷接入，建筑材料供应较充足，施工队伍可选择具有相应资质，经验丰富并且配备大型专用施工设备的专业化港口工程施工企业，可以保证工程质量和进度要求。

综上分析，本工程的建设条件良好，可满足本工程建设需求。

7.1.3 用海选址合理性分析

7.1.3.1 选址唯一性分析

本项目主要满足前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目燃煤运输需求及社会用煤需求，码头选址以靠近电厂为主要原则。

根据揭阳港总体规划，距离电厂最近的 作业区为前詹作业区，距离电厂最近的符合规划的可建设泊位为 13 号泊位。

国家管网粤东 LNG 项目一期工程配套 LNG 泊位位于前詹作业区西区 1#港池防波堤内侧，为装卸甲类危险品泊位。本工程 13 号泊位与粤东 LNG 项目一期工程配套 LNG 泊位间船舶净距大于 2.0km，满足《海港总体设计规范》5.6.3.1 中甲类危险品泊位与其他货种码头船舶净间距大于 150m 的要求。

按照“集约、节约用海”、“技术上可行、经济上合理、安全可靠”的原则，

本项目在已批复揭阳港前詹作业区通用码头一期工程港池用海范围内建设码头泊位，符合集约节约用海要求。

拟选场址不占用保护区、海洋生态红线区，位于海洋开发利用空间区，与功能区管理要求相符。

港池内邻近项目均为码头项目，具有可协调性。

拟建项目对 2#港池以外海域海洋环境影响很小。

综上，本项目选址是合理的，也是相对唯一的。

7.1.3.2 区位和社会经济条件适宜性

本项目主要满足前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目燃煤运输需求及社会用煤需求，以满足电厂卸煤要求为主。

本工程的建设可依托揭阳港前詹作业区通用码头一期工程提供的交通、水、电等外部条件，水陆交通方便，施工用水电均可便捷接入，建筑材料供应较充足，施工队伍可选择具有相应资质，经验丰富并且配备大型专用施工设备的专业化港口工程施工企业，可以保证工程质量和进度要求。

综上分析，本工程的建设条件良好，可满足本工程建设需求。

本工程选址于惠来县前詹作业区 13 号泊位，防波堤已建好，公共航道用海已批，周边现有锚地满足本项目的锚泊要求。港区现有水深约为-12m~-13m，只要稍加疏浚，即可满足船舶停泊以及进出港要求。

拟选场址不占用海洋自然保护区、海洋生态红线区，位于海洋开发利用空间区；根据《广东省海洋功能区划（2011–2020 年）》，项目所在海域的海洋功能区为前詹港口航运区，项目的建设符合《广东省海洋功能区划（2011–2020 年）》（2012 年）的海域使用管理要求和海洋保护要求。

根据前面章节分析，本项目建设符合《揭阳港总体规划（2035 年）》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》等相关规划要求。

可见，工程所处区位条件优越，可以满足用海要求。

7.1.3.3 自然资源适宜性

根据可研报告，场地在勘探深度内，岩土层分布简单，地层变化不大，基岩埋藏浅，区域构造简单，未见到影响场地稳定性的不良地质现象，场地稳定性良

好，除季节性风浪较大外，其他施工条件较好，适宜工程的建设。

工程所在地位于揭阳市惠来镇，地震动峰值加速度为 0.1g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，地震基本烈度为VII度，拟建场地位于抗震设防烈度VII度区。可开展工程建设。

根据工程所在海域的流场、风、波浪等工程所在地自然条件资料的统计分析，综合考虑各因素重叠发生的情况，得出超过码头作业标准的天数分别为 50 天/年，则本工程年作业天数为 315 天，可满足预定的卸煤量要求。

根据第四章分析，本项目主要工程设施为码头平台、引桥等，为透水式结构，仅对桩基局部流场有一定影响，桩基会改变局部的流速和流向，但是不会影响整个海域的流场，对本海区的水交换能力没有影响；本工程造成地形地貌轻微改变，本工程建设形成的海上固定建筑物占据了少量水体空间，但工程结构对附近水域的泥沙冲淤运动影响很小。

总体上，该海域的自然资源与项目用海是适宜的。

7.1.3.4 海洋生态环境适宜性

根据前面分析，本项目施工期间，疏浚作业对底栖生物产生影响；施工和打桩作业导致周围海水中悬浮沙增大，增加海水浑浊度，间接对浮游生物产生一定影响，但影响是暂时的。据估算，根据海域使用情况，结合生物现状调查，本工程施工将造成一定的生物量损失，详见 4.3 节。

根据选址区域环境和生态现状调查结果表明项目区域的生态环境状况一般，本项目施工和运营对海洋环境产生的影响在环境承载力容许范围之内。在加强工程的环境保护、环境管理和监督工作，采取积极的预防及环保治理措施，并进行生态补偿的前提下，可以有效降低对生态环境的影响程度。

项目选址与区域生态环境有适宜性。

7.1.3.5 与周边海域开发活动的适宜性

项目所在海域附近的开发活动主要有码头工程、海上风电、自然保护区、高位养殖取水口等。

根据第 5 章分析，本项目利益相关者为广东蓝水深远海装备科技有限公司，协调责任部门为揭阳海事局。

在项目落实各项环保、生态、防洪、通航安全等措施并进行合理必要的补偿

后，工程建设与周边海域开发利用总体上是协调的，本项目与周边海域的开发活动是相适宜的。

7.1.3.6 项目用海有利于海洋产业协调发展

本项目主要满足前詹电厂 2×1000MW 燃煤发电工程项目燃煤运输需求及社会用煤需求，以满足电厂卸煤要求为主。项目实施符合《揭阳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》发展规划；本项目的实施，可推动临港产业的发展，也可推动港口的发展壮大，可见，本项目用海有利于海洋产业协调发展。

7.2 项目平面布置合理性分析

根据前面章节可知，本项目码头平台的平面布置是唯一的，不同之处在于引桥的布置。由于引桥贴近防波堤，且码头泊位与转运站的距离相同，因此引桥的不同布置对海洋环境的影响差异不大。

本项目构筑物和港池水域均布置在已批复的揭阳港前詹作业区通用码头一期工程港池海域，不新增用海范围，做到尽量集约节约用海。

本项目码头平台、引桥等水工构筑物均采用透水式构筑物，对水文动力环境和冲淤环境、海洋生态环境影响较小。

本项目位于已建好防波堤的 2#港池内，隔开海洋生态红线区和海洋自然保护区，根据叠图分析，本项目施工过程产生的 10mg/L 悬沙不影响海洋生态红线区和海洋自然保护区，可见本项目对海洋生态环境的影响较小。

根据前面分析，本项目利益相关者为广东蓝水深远海装备科技有限公司，通过与广东蓝水深远海装备科技有限公司、揭阳海事局沟通协调，通航环境的影响通过揭阳海事局协调处理，可见，本项目的实施与周边其他用海活动相协调。

本工程平面方案比选如表 4.1.3-2 所示。三个平面布置方案均能满足生产运营需求，与方案二及方案三相比，推荐方案一在运营管理阶段更有优势，与周边相邻及远期预留建设工程适配度更好，用海面积最少。

由此可见，本项目的平面布置是合理的。

本项目引桥和转角平台采用灌注桩基础，海上灌注桩沉桩拟搭设海上施工平台，然后利用施工平台进行灌注桩沉孔、下护筒、下钢筋笼、浇筑桩内混凝土等。

因此施工栈道和施工平台需使用海域。以上构筑物用海面积需求 4.2700 公顷。本项目在揭阳港前詹作业区通用码头一期工程已申请港池用海范围内建设，由于透水构筑物用海等级高于目前已申请的港池用海，因此需申请以上构筑物用海。由于施工栈桥和施工平台仅在施工期间使用，施工完成将拆除，因此施工结束后，施工栈桥和平台透水构筑物用海将取消，这部分用海变更回港池用海。

7.3 用海方式合理性分析

7.3.1 用海方式比选

根据 4.1.3 节，本工程主要对码头结构方案和引桥结构方案进行比选。高桩梁板式和重力墩式方案结构设计方法和经验都很成熟，且施工经验丰富，两种水工结构方案技术上均可行，各方案的优缺点见表 4.1.3-3；引桥根部的结构比选见表 4.1.3-5。

经综合比较，高桩梁板式结构虽然上部构件种类多、现浇量大，但其沉降量小，且为透空式结构，波浪反射小，对环境影响小，且工程造价相对较低，因此可研报告推荐高桩梁板式结构方案。就用海方式而言，高桩梁板式结构属于透水构筑物，沉箱结构属于非透水构筑物，透水构筑物对海洋基本属性的影响小于非透水构筑物。

就三个平面布置的引桥方案，虽然方案一引桥较长，但三个方案用海方式均属于透水构筑物，三个方案的用海面积差异不大，最大相差 0.1 公顷，且方案一在通航环境等较优；就引桥根部结构方案比选而言，推荐方案用海方式属于透水构筑物，比选方案属于非透水构筑物，透水构筑物对海洋基本属性的影响小于非透水构筑物。

就此而言，推荐方案更优。

7.3.2 本项目用海方式采用透水式

本项目水工构筑物采用透水式，港池采用开放式（由于与已确权的用海方式相同，因此不再进行申请）；符合导则“用海方式遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则”。

7.3.3 用海方式与维护海域基本功能适宜性

本项目海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类），用海方式为构筑物（一级）中的透水构筑物（二级）。

根据国土空间规划，本项目位于交通运输用海区；根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目所在海洋功能区为“前詹港口航运区”，项目用海类型与该功能区的海域使用类型要求相符合；项目透水构筑物用海不会改变所在海域的自然属性；本项目用海与周边海域开发利用活动具有较好的协调性，不影响周边其他项目的用海需求。

在目前的技术条件下，码头泊位主要有透水式、非透水式等两种构筑方式。推荐方案属于透水构筑物，比选方案属于非透水构筑物；由于码头规模相同，两种用海方式用海面积相同；若采用非透水式结构，投资大，对使用海域的海洋生态环境影响也较大，即不经济，又影响海洋环境，透水构筑物仅桩基占用海域，对海域基本功能影响不大。因此，采用透水式用海方式较合理，也有利于维护该海域的基本功能。

7.3.4 用海方式与水文动力环境、冲淤环境适宜性

本项目对水文动力环境的影响主要来自两个方面：疏浚作业改变海底地形、水工构筑物的影响。根据前面章节分析结果，本项目主要构筑物为透水式结构，仅对桩基局部流场有一定影响，桩基会改变局部的流速和流向，但是不会影响整个海域的流场；以上两个方面的流场的影响主要位于工程区及其邻近海域，对本海区的水交换能力没有影响；对附近海域的水文动力环境和泥沙冲淤运动影响很小。

7.3.5 用海方式与周围海域生态环境适宜性

本项目申请的用海方式为透水构筑物，码头等水工建筑均采用高桩梁板结构，引桥采用高桩墩台+预应力箱梁结构。项目对海洋生态环境的影响主要来源于疏浚作业对底栖生物的影响，但其影响面积较小；施工期所引起的施工水域中的局部悬浮物浓度增加，根据悬浮泥沙扩散预测结果，项目施工产生的悬浮泥沙最大扩散面积为 0.930km^2，但项目施工期时间较短，施工期所产生的影响为暂时

性影响，将随施工期结束而消除。项目运营期间，在做好各类环保措施下，对海洋生态环境造成的影响很小。因此，本项目采用的用海方式，能在一定程度上减少对区域海洋生态系统的影响。

综上所述，项目用海方式是合理的。

7.4 利用岸线的合理性分析

本项目离岸布置，不占用岸线。

7.5 用海面积的合理性分析

本项目海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类），项目申请海域使用面积为 6.7041 公顷。包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）2.4341 公顷，施工栈桥和平台等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）4.2700 公顷。

7.5.1 用海面积确定

7.5.1.1 宗海界址点确定方法

本项目用海共 2 宗海，宗海内各有 1 个用海单元。

本项目申请用海类型为“交通运输用海”(一级类)的“港口用海”(二级类)，用海方式为“构筑物”的“透水构筑物”。根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)中第 5.3.2.2 节透水构筑物用海，“安全防护要求较低的透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。其它透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，根据安全防护要求的程度，外扩不小于 10m 保护距离为界”，本项目位于揭阳港前詹作业区通用码头一期工程的防波堤环抱围护的水域范围内，码头受到外海侵蚀的程度降低，主体工程码头和引桥申请用海范围以码头、引桥垂直投影的外缘线为界，本项目临时施工栈桥、平台为施工期间临时设施，施工结束后即拆除，安全防护要求较低，本项目申请用海外边线以临时施工栈桥平台垂直投影的外缘线界定，申请用海内边线以主体工程申请透水构筑物用海范围确定。

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)5.1.4 节避免权属争议原则，本项目用海界址点和用海范围的界定充分考虑海域使用的排他性及安全用海需要，避免

与毗邻宗海之间的相互穿插和干扰，避免出现海域使用权属争议。

（1）码头引桥用海宗海界址点的确定

界址点 1~6、10~13 为构筑物垂直投影的拐点；界址点 6~10 为码头引桥等构筑物与防波堤用海交叉点。

折线 1-2-3-4-5-6--7-8-9-10-11-12-13-1 围成码头、引桥等构筑物用海界址范围。

（2）施工栈桥和平台用海宗海界址点的确定

1-2、4~6、21~24 为施工栈桥和施工平台垂直投影的拐点，8~18 为施工构筑物垂直投影与码头引桥用海的边界点，2~4、6~7、19~21 为施工构筑物用海与通用码头一期工程用海的交界点。

折线 1-2.....-24-1 围成施工栈桥和施工平台用海界址范围。

7.5.1.2 宗海图的绘制方法

（1）宗海位置图的绘制方法

本项目宗海位置图是以海图为底图，根据总平面布置的具体位置获取界址点坐标（CGCS2000 坐标系），在同一坐标系下，将用海位置叠加之上，最后添加《海籍调查规范》上要求的其他海籍要素，形成该项目宗海位置图。

（2）宗海界址图的绘制方法

把委托方提供的项目平面布置图及数字化地形图（CGCS2000 坐标系），作为宗海界址图的基础数据；以海岸线、陆域、海洋、标注等要素作为底图数据。在 AutoCAD 软件下，根据以上基础数据和底图数据，结合项目测量结果和项目的剖面图，提取用海范围界址线，并根据用海方式填充形成不同颜色的用海区域，将界址点及坐标、界址线、用海单元列表、毗邻宗海信息以及其他制图信息叠加在底图上形成宗海界址图。

（3）宗海平面图的绘制方法

把委托方提供的项目平面布置图及数字化地形图（CGCS2000 坐标系），作为宗海平面图的基础数据；以海岸线、陆域、海洋、标注等要素作为底图数据。在 AutoCAD 软件下，根据以上基础数据和底图数据，将各宗海界址图叠加之上，并根据用海方式填充形成不同颜色的用海区域，将界址点、界址线、毗邻宗海信息以及其他制图信息叠加在底图上形成宗海平面图。

7.5.1.3 宗海界址点坐标及面积的计算方法

（1）宗海界址点坐标的计算方法

根据数字化宗海界址图上所载的界址点 CGCS2000 平面坐标，利用相关测量专业的坐标换算软件，将各界址点的平面坐标换算成 CGCS2000 大地坐标。

根据《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018），宗海图绘制的中央经线为“宗海中心相近的 0.5°整数倍经线”。本项目中心经度约为 116°30′，取中央经线为 116°30′。

（2）宗海面积的计算方法

本次宗海面积计算采用坐标解析法进行面积计算，即利用已有的各点平面坐标计算面积。借助于 AutoCAD 2010 的软件计算功能直接求得用海面积。

（3）宗海面积的计算结果

根据《海籍调查规范》及项用海的实际用海类型，界定码头引桥、施工栈桥和平台共 2 宗海，各有 1 个用海单元。

其中：

折线 1-2-3-4-5-6--7-8-9-10-11-12-13-1 围成码头、引桥等构筑物用海界址范围，用海面积 2.4341 公顷。

折线 1-2.....-21-1 围成施工栈桥和施工平台用海界址范围，用海面积 4.2700 公顷。

由此，本项目用海面积为 6.7041 公顷。

表 7.3.1-2 本项目申请用海一览表

类型	建设内容	用海方式	用海面积（公顷）
宗海1	码头、引桥等构筑物	透水构筑物	2.4341
宗海2	施工栈桥和施工平台	透水构筑物	4.2700
	小计		6.7041

宗海界址点坐标见表 7.3.1-2a，宗海位置图见图 7.5.1-1，宗海界址图见图 7.5.1-2~图 7.5.1-4。

表 7.3.1-2a　宗海界址点坐标

分类	点号	纬度	经度
项目用海	1		
项目用海	2		
项目用海	3		
项目用海	4		
项目用海	5		
项目用海	6		
项目用海	7		
项目用海	8		
项目用海	9		
项目用海	10		
项目用海	11		
项目用海	12		
项目用海	13		
施工用海	1		
施工用海	2		
施工用海	3		
施工用海	4		
施工用海	5		
施工用海	6		
施工用海	7		
施工用海	8		
施工用海	9		
施工用海	10		
施工用海	11		
施工用海	12		
施工用海	13		
施工用海	14		
施工用海	15		
施工用海	16		
施工用海	17		
施工用海	18		
施工用海	19		
施工用海	20		
施工用海	21		
施工用海	22		
施工用海	23		
施工用海	24		

原港池扣除码头用海后，坐标见表 7.3.1-2b。

表 7.3.1-2b　原港池扣除码头用海后坐标

分类	点号	纬度	经度
港池 1	1		
港池 1	2		
港池 1	3		
港池 1	4		

分类	点号	纬度	经度
港池 1	5		
港池 1	6		
港池 1	7		
港池 1	8		
港池 1	9		
港池 1	10		
港池 1	11		
港池 1	12		
港池 1	13		
港池 1	14		
港池 1	15		
港池 1	16		
港池 1	17		
港池 2	1		
港池 2	2		
港池 2	3		
港池 2	4		
港池 2	5		
港池 2	6		
港池 2	7		

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区13号泊位散货码头工程宗海位置图

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区13号泊位散货码头工程宗海平面布置图

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区13号泊位散货码头工程（码头、引桥）宗海界址图

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区13号泊位散货码头工程（施工栈桥及平台）宗海界址图

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区13号泊位散货码头工程（港池）宗海界址图

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程（港池1）宗海界址图

揭阳港前詹作业区通用码头一期工程（港池2）宗海界址图

7.5.2 用海面积合理性分析

7.5.2.1 项目用海面积满足项目用海需求

（1）码头平台

本工程建设 1 个 7 万吨级散货泊位，按同时兼顾 2 艘 1 万吨级散货船靠泊需要，本工程 7 万吨级码头泊位长度为 327m；码头面宽取为 35m，距离码头前沿 3m 起间隔 30m 布置两条卸船机轨道，靠近卸船机后轨处架空布置宽度为 10.0m 的码头皮带机栈桥。码头东侧端部设置一座长 43m、宽 35m 的转角平台，转角平台上布置 T0 转运站，码头段皮带机栈桥顺直延伸至 T0 转运站，转角平台兼顾维修车辆转弯需求；码头东端南侧布置一处 50m×15m 的前沿变电所平台；

（2）引桥

转角平台 T0 转运站与后方陆域第一座登陆转运站 T1 转运站之间通过连系引桥及布置于引桥上的皮带机栈桥相连接，引桥延防波堤东段内侧布置，引桥宽度除考虑本工程两线皮带机及检修车道布置的布置需求外，引桥基础还同时为远期相邻 14 号、15 号泊位的两线皮带机布置预留空间，近期实施引桥宽度为 13.5m（其中 9.0m 布置两条引桥皮带机，并布置 1 条 4.5m 宽的检修通道）。

案引桥采用“一段式”布置，引桥上皮带机也为通长布置，引桥与码头前沿线夹角为 96.5°，长度 815.6m，为避免引桥建设对通用码头一期工程挖入式港池船舶进出的影响，引桥在挖入式港池口门前约 320m 处开始切入防波堤范围，在防波堤北侧根部接入后方陆域。引桥面主体高程为 8.5m，在南北两端分别按 1：15 坡度与码头面及后方陆域过渡顺接；引桥皮带机布置于引桥面，在引桥根部局部爬起与陆域登陆转运站 T1 相衔接。

（3）港池

本工程码头前沿停泊水域设计底高程为-15.4m，宽 65m。回旋水域布置于泊位北侧偏西，与通用码头一期工程共用部分回旋水域，回旋圆直径 456m，底高程为-15.4m。

（4）疏浚工程

根据本工程港池水深要求，结合 2023 年现状水深测量结果，本次疏浚主要范围为港池、港池与航道连接区域，疏浚边坡比取 1:8 设计，由此确定本次疏浚面积约 17 公顷。

（5）施工栈桥和施工平台

本项目施工栈桥跨径 9m，桥宽度 18m/24m，桥尺寸约 1500m，桥面高程+3.6m，以满足施工要求为准。

本项目用海类型为“交通运输用海”(一级类)的“港口用海”(二级类)，用海方式为“构筑物用海”的“透水构筑物用海”、“围海用海”的“港池、蓄水用海”和“开放式用海”的“专用航道、锚地及其他开放式”。

由于本项目在通用码头一期工程已申请的港池用海上建设，因此对于同类的港池用海不再申请；对于疏浚用海，由于用海方式低于已申请的港池用海，因此也不再申请。本项目仅申请码头引桥和施工栈桥平台透水构筑物用海。拟申请用海总面积 6.7041 公顷，包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）2.4341 公顷，施工栈桥和平台等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）4.2700 公顷。

表 7.5.2-1 项目用海需求

序号	用海单元	用海面积需求(公顷)	申请用海面积(公顷)	说明	是否满足用海需求
1	码头平台、引桥	2.4341	2.4341	用海方式属于透水构筑物	是
2	港池	2.1255	0	用海方式属于“港池、蓄水用海”，由于本项目港池水域位于已确权的港池用海范围内，因此不再申请用海	是
3	施工栈桥和平台	4.2700	4.2700	用海方式属于透水构筑物	是
4	疏浚工程	17	/	用海方式属于“专用航道、锚地及其他开放式”，由于本项目疏浚水域位于已确权的港池用海范围内，疏浚用海的用海方式低于已申请的港池用海，因此也不再申请。	是

7.5.2.2 是否符合相关行业的设计标准和规范

本项目设计根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013）、《水运工程桩基设计规范》（JTS 147-7-2022）、《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS 181-5-2012）、《码头结构施工规范》（JTS 215-2018）、《港口工程荷载规范》（JTS 144-1-2010）等现行有关规范、规程和标准，以技术和经济相统一的原则，确定了本工程的主要技术指标。设计中同时考虑国家通用规范、行业规范对本工程进行论证分析，确保结构安全、经济、适用并满足安全性、抗灾害性等要求。

因此，本项目拟申请用海面积的界定符合相关行业的设计标准和规范的要求。

7.5.2.3 项目用海减少海域使用面积的可能性

本项目海域使用类型为“交通运输用海”(一级类)的“港口用海”(二级类)，项目申请海域使用面积为 6.7041 公顷。用海方式为透水构筑物，包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）2.4341 公顷，施工栈桥和平台等水工构筑物的透水构筑物用海（二级方式）4.2700 公顷。

根据前面分析，本项目用海面积是在满足项目本身的用海要求的基础上，按相关行业的设计标准和规范确定的用海范围。

本项目在通用码头一期工程已申请的港池用海范围内建设，已最大程度地减少用海。可见，本项目申请用海面积已体现了节约海洋资源的精神，避免了过度占海对周边用海活动的影响。通过比选，本项目平面布置合理，本项目在平面布置的基础上依据《海籍调查规范》相关要求申请用海。

因此，本报告认为项目用海面积不宜减少。

7.6 用海期限合理性分析

本次申请用海年限为：码头和引桥等永久构筑物申请年限 39 年，施工平台和施工栈桥申请年限 2 年。因依托的防波堤工程申请用海期限为 2063 年 3 月 25 日，因此本项目申请期限以防波堤的用海期限为准。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条海域使用权最高期限（六）规定，港口、修造船厂等建设工程用海五十年。本项目码头和引桥等水工构筑物申请用海 39 年，符合《海域使用管理法》的规定。

根据《揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程 工程可行性研究报告》，本项目水工构筑物设计使用年限为 50 年。本项目申请用海期限未超出码头允许的结构设计使用期限，因此，本工程生产期构筑物申请用海期限 39 年是合理的。

本项目码头和引桥等水工构筑物施工需搭建施工平台和施工栈桥，本项目施工期 18 个月，考虑项目施工实际需求，以及施工期避让主要经济鱼类产卵期和不利施工条件，为避免超期违法行为，施工期按 2 年申请，能够满足项目建设用海需求。

综上，本项目码头和引桥等水工构筑物申请用海期限为 39 年，施工平台和

施工栈桥申请用海期限 2 年，申请用海期限合理。

海域使用权期限届满，需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前 2 个月向原批准用海的人民政府申请续期。因此，项目申请用海期限是合理的。

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

8.1.1 生态保护对策

8.1.1.1 设计阶段

根据《揭阳港总体规划（2035 年）》、水文地质条件以及港区近远期的维护水深条件，综合邻近工程的关系和装卸工艺等因素，本项目选址于揭阳港前詹作业区 13 号泊位，布置在已建防波堤内侧，以防波堤隔开海洋自然保护区和海洋生态红线，避免对其产生影响；可研报告提出不同的引桥布置平面方案、码头平台透水和非透水结构进行比选。

工程设计在满足规范条件下，重点考虑了工程处风、潮流、波浪、泥沙回淤等自然条件对港区建设的影响，最终推荐适合工程需求、适合本海域自然条件、结构安全可靠、与后方转运站衔接最顺畅的码头布置方案和码头结构方案。推荐方案可安全、顺畅通过港区公共航道然后转连接水域进出本项目港池，燃煤通过引桥上的输煤栈桥输送至前詹电厂，结构方案尽可能保持海洋的基本属性。本项目与周边码头工程可以保持足够的安全距离。

8.1.1.2 施工阶段

（1）海洋生态环境保护措施

1）涉海工程施工海洋生态环境保护措施

①主要影响环节

施工期间对海洋生态环境产生影响的主要环节为：水工建筑物建设、港区疏浚。

②拟采取的海洋生态环境保护措施

施工期间应采取的海洋生态环境保护措施主要包括以下几个方面：

A.合理安排施工进度，注意保护生态环境敏感目标

施工单位在制定施工计划、安排施工进度时，应充分注意到附近水域的生态环境保护问题，尤其疏浚施工时应避开保护生物和主要经济鱼虾类的主要繁殖育苗季节。

渔业资源调查中得知项目所在水域主要经济鱼类的产卵盛期集中在 3～5 月；为保护项目所在区域的渔业资源，项目扰动海域较大的疏浚施工作业应避开 3～5 月。

B.生物栖息地的保护措施

对水生物栖息地造成影响的作业包括底质开挖和水工建筑物建设引起的底质扰动和泥沙再悬浮等。施工作业应预先制定合理的施工计划，安排好挖掘位置和进度，在限定的施工范围内作业，减少对生物栖息的底质环境的扰动强度和范围，尽量减少对底栖生物的影响。

C.控制泥沙再悬浮的范围和强度

水体中悬浮物含量增加，将影响浮游生物的正常生长与发育，为减小对浮游生物和渔业资源的影响，应控制泥沙再悬浮的强度和范围，可有效控制水域疏浚对水环境的影响。

D.建设单位应做好施工前的宣传教育活动，对于施工过程中可能出现的大型野生生物，严禁施工人员捕猎，遇有密集种群应尽可能设法予以避让。

E.为减小对水生动物的干扰，应对水下噪声加以控制。对噪声大的施工作业，应在作业开始初期只发出轻声，待水生动物避开后才进入正常的施工工作。另外，也可以控制船舶的发动机噪声和其他设备的噪声。

F.水工工程施工将对工程区域内的海洋生物资源造成一定程度的破坏，通过生态补偿的措施达到减小工程对海洋生物资源的影响。

G.应加强对施工人员的宣传教育。施工期间安排受过训练的人员进行观察；观察到附近海域无哺乳类保护生物活动方可开工；施工前如发现后及时驱赶；施工期间发现应立即停止施工作业，并进行驱赶；将其驱赶至安全区域后方可进行施工作业。施工期间和营运期间，一旦发现哺乳类保护生物，船舶应及时避让。因施工不当引起保护生物死伤，应按水生野生动物保护方面的法律法规的相关规定给予赔偿。在施工期间过往和进出港区船只应限制航速在 10 节以下，并尽量慢速航行，以防螺旋浆碰撞保护生物致死或受伤。

H.施工期间，严格控制污染物排放，加强海洋环境监测，及时发现存在的隐患，便于采取相应的治理措施，使工程建设对渔业资源及生态环境产生的影响降至最低。

I.涉海工程施工不可避免地会对海洋捕捞作业产生影响，为减少海捕损失和

保障渔业生产安全，在水工作业之前，除告知有关部门外，还应出具通告或告示，说明水工作业时间、地点、范围、作业方式等，并在施工区周围设立明显的标志。

2）生态补偿措施

本项目海工工程施工和营运将对海洋生物造成一定程度的影响，业主应予以一定的生态补偿。

①生态补偿金额

根据环境影响报告书的生态损失估算金额进行一定的赔偿。

②生态补偿措施

对于建设项目施工及营运期间对海洋生物资源造成的损失，项目建设单位应与农业农村部门协商，就工程建设造成生物资源损失制定合理的补偿计划。

主要生态补偿措施包括：资源增殖放流、人工鱼礁建设、底播增值、保护区建设、补充资源调查和监测、生物多样性修复方式研发等基础工作、养护设施等基础能力补充建设与维护工作等。建议本项目生态补偿方式为人工增殖放流，海洋环境跟踪监测由通用码头工程总体开展，具体补偿方案与相关部门协商确定。

对于人工增殖放流，根据本项目渔业资源现状调查结果，结合目前论证水域的主要放流品种（揭阳海域主要放流品种为黑鲷、石斑鱼、黄鳍鲷、鲻鱼、斑节对虾等），并重视对底栖生物多样性恢复的辅助作用，本项目放流品种主要考虑黄鳍鲷、黑鲷、斑节对虾等，放流时间选在休渔期（5～8 月）。

生态补偿纳入“三同时”，增殖放流时应委托专业部门对增殖放流效果进行跟踪监测，根据监测结果调整放流的种类和规模。

（2）水污染防治措施

1）主要污染环节

工程施工期间对水质的主要污染环节为：水工构筑物施工以及疏浚过程使底质再悬浮，施工船舶废水等。

2）拟采取的环保措施

①疏浚

•合理安排施工船舶数量、位置、挖泥进度，尽量减少对底质的搅动强度和范围。

•必须有严格的施工操作制度，开工前应对施工设备，尤其是挖泥船的泥舱门进行严格的检查，发现有可能泄漏污染物的情况时（包括泥沙和船用油），必

须修复后才可进行施工作业；在作业过程中如发现泄漏，必须立即采取措施处理。做好施工设备的日常维修检查工作，保持挖泥设备的良好运行和密闭性。

•加强当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业，避免造成船舶事故。

②防止施工废水及施工队伍生活污水等污染水域环境的措施

•施工现场道路保持通畅，排水系统处于良好的使用状态，使施工现场不积水。

•施工现场设置泥沙沉淀池，用来处理施工泥浆废水。凡进行现场搅拌作业，必须在搅拌机前台及运输车清洗处设沉淀池，废水经沉淀后方可排入市政污水管网或回收用于洒水除尘。

•施工机械含油污水经隔油池处理后方可排放。

•合理规划施工场地的临时供、排水设施，采取有效措施消除跑、冒、滴、漏现象。

•采用临时环保型流动厕所对施工队伍生活污水进行处理。

•施工船舶产生的机舱油污水、生活污水、生活和生产垃圾等废物由有相应能力的接收单位接收处理。

•严格管理和节约施工用水、生活用水。

•严禁向海域倾倒垃圾和废渣。

③本项目疏浚土方外抛处置，施工前需按相关要求办理外抛手续。

8.1.1.3 营运阶段

（1）水环境污染防治措施

①根据《73/78 国际防污染公约 MARPOL》和我国防止船舶污染海域的有关管理条例的规定，船舶本身都安装油水分离器，并保证其正常运转，自行处理达标后到指定区域排放；

②船舶生活污水的处理应按照当地海事局要求，由有接收能力的船舶接收处理；

③码头前沿设置污水收集沟，收集码头前沿冲洗污水和初期雨水，采用潜污泵将污水泵入廊道含煤污水管，排至后方含煤污水处理设施进行处理；污水沟由

水工结构预留。前沿办公室生活污水经化粪池预处理后采用潜污泵将污水泵入廊道生活污水管，排至后方生活污水处理设施进行处理。

煤污水采用沉淀和分离等处理后出水达到《港口煤炭作业除尘用水水质标准》（JT/T 2015-1990），并用于喷洒用水。

主要处理工艺建议如下：

煤雨污水→沉淀池→污水提升泵→混凝混合器→高效净水器→喷洒水池→喷洒水泵→喷洒用水

（2）减少落海煤尘的污染防治措施

本工程的卸船作业、水平运输和堆存都采用环保型的专业化工艺，使运营期产尘量得到有效控制。卸船机等作业点均采用湿式除尘，抑制煤尘飞逸。洒水控制均设在司机室，洒水可以做到与单机生产作业同步。

另外还有以下防治措施：

①配置 1 辆清扫车对场地进行及时清扫防止二次扬尘；洒水车及固定喷洒设施对码头面、皮带机房、廊道及道路定期冲洗或洒水，防止煤粉在风力或汽车的碾压下二次扬尘。

②在转运站采用新型的落煤管技术，该系统通过物流的汇集，在一定程度上延缓物料下落的速度，减少物料和设备间的冲击，从源头上减少粉尘的产生；通过设计阻尼系统减少诱导风的产生，提高导流槽的密封特性并在导料槽中通过设置无动力惯性除尘单元，保证在导料槽出口诱导风速降低到 2.5m/s 以下，降低出口的粉尘。在落料口处平行设两排洒水喷嘴，每排喷嘴数量为 6 个或 8 个不等，皮带作业启动的同时进行洒水，控制落差起尘。

（3）固体废弃物污染防治措施

①港区配置垃圾箱、垃圾车，港区的生产和生活垃圾做到日产日清，生活和生产垃圾经分类后由专门的清洁公司收集后，统一外运到城市垃圾处理厂处理。

②船舶垃圾应严格执行国家《船舶污染物排放标准》和 73/78 国际防止船舶污染海洋公约附则V的规定，禁止在港区附近水域内排放垃圾，船舶垃圾经检疫后由清洁公司统一进行处理。

（4）突发性溢油事故防范措施

工程营运后，受人为、自然等因素的影响，船舶存在发生碰撞、搁浅、触碰等海难事故而导致机舱油污水、燃料油或油品泄漏；这些情况都会对事故发生水

域、陆域环境造成不同程度的影响。因此本工程运营期间必须建立船舶管理和海上安全保障体系、溢油事故的应急控制等措施，并制定相应的应急控制程序和操作规程，同时配备相应的应急设施和设备等。

首先协同海事、海洋部门建立、健全港口或区域性海上安全监督机构，如港务监督，配置海上安全保障设施，如海上通讯联络、船舶导航、助航、引航、航道航标指示、海上救助消防、海事报警、气象、海况预报设施。

同时应为进出港船舶创造必要的适航条件，辅以安全的助导航设施，避免船舶事故的发生；加强作业人员的业务培训，树立良好的风险安全意识，减小因人为因素导致的溢油事故的可能性机率；根据国家有关法规和条例的要求，船舶应配备《船上油污应急计划》，在人员和器材配备上做到有备无患；建立溢油应急系统和制定溢油应急计划，港区设置定点和船舶巡回监视系统，并组织协调各作业区人员，事故船舶及当事方共同承担港区附近海域溢油事故的监测监视及报警；对港口有关的作业人员进行培训作为兼职应急队伍，平时由港区管理部门统一组织应急业务培训，熟悉应急设施的操作使用；各监测监视点设有无线和有线电话、电传，保持联络畅通且能全天候联系。

港区各有关部门应对此类事故给予高度重视，采取切实必要的防范与应急措施，以便事故发生后将危险控制在最低程度。

①船舶必须根据船舶动态，合理安排船期，认真执行中华人民共和国《海上安全交通法》和当地港口的港章和其他航行规则。

②为确保船舶航行安全，施工船舶作业期间，作业船只应悬挂灯号和信号，灯号和信号应符合国家规定，以避免船舶之间发生相撞引发的溢油事故。

③清理港口附近的养殖区，标定养殖区范围，及时公布，避免施工船舶进入养殖区造成安全事故。一旦出现事故时及时通知水产养殖场，做好减少污染准备。

④建立避台应急预案，勘测适合避风的抗台锚地，如遇恶劣天气必须将船舶及时撤离。

⑤加强对船舶操作人员的技术培训，提高人员的安全意识和环境保护意识，严格操作规程，杜绝船舶作业中溢油事故的发生。

⑥建立详细的溢油应急计划。应急指挥系统应纳入海事局管理当中。一旦出现事故及时通知周边的环境敏感点，做好减少污染准备。

⑦根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T 451-2017）的相

关要求配备一定数量的应急设备材料。主要包括：防止扩散的围油栏、收油机、吸油毡、吸油拖栏及溢油分散剂等，本工程溢油应急设备可存放在工具材料库，预留面积不小于 200m^2。溢油应急设备配备见表 8.1.1-1。

表 8.1.1-1 溢油应急设备配备表

序号	名称	型号及单位	单位	数量
1	围油栏	应急型	m	900
2	收油机	收油能力 12.5m^3/h	套	1
3	吸油材料	吸油毡	t	2
4	溢油分散剂	浓缩型	t	1.5
5	溢油分散剂喷洒装置	PS40	套	1
6	油拖网		套	1
7	浮油储存装置	有效容积 12m^3	个	1
8	防护面具、防护服等	防护面具、防护服	批	1
9	围油栏动力站	PK1650C	台	1

8.1.2 生态跟踪监测

根据第 3 章资源生态影响分析结果，结合相关管理要求，并参照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》提出生态跟踪监测方案，建设单位必须定期委托有资质的环境监测部门对项目进行生态跟踪监测，并提交具计量认证的跟踪监测分析测试报告，为主管部门对该项目进行生态环境监管提供技术依据，避免因工程建设和环境污染造成的纠纷和损害。

（1）站位布设与监测内容

设置 5 个监测站位对项目附近海域进行监测，站位坐标见表 8.1.2-1，站位布设见图 8.1.2-1，监测内容见表 8.1.2-2。

表 8.1.2-1 生态跟踪监测站位

站位	经度	纬度	调查项目	备注
Z1			水质、沉积物、底栖生物、浮游植物	惠来县人工鱼礁重要渔业资源产卵场
Z2			水质、沉积物、底栖生物、浮游植物	前詹珍稀濒危物种分布区
Z4			水质、沉积物、底栖生物、浮游植物	与现状调查站位相同
Z26			水质、沉积物	与现状调查站位相同
Z27			水质、沉积物、底栖生物、浮游植物	与现状调查站位相同

图 8.1.2-1 生态跟踪监测站位示意图

（2）监测时间与频率

施工期每年监测一次，施工结束后进行一次后评估监测：运营期前三年每年监测一次。三年后如检测结果无异常，可适当减少监测频率。

（3）分析方法与评价标准

分析方法、引用标准、评价标准和评价方法均与本次进行全面监测和评价时相同。

（4）数据分析与质量保证

监测工作应委托有资质的单位进行，数据分析测试与质量保证应满足《海洋监测规范》（GB173782-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 127637-2007）等标准的要求。运营期水质、沉积物、海洋生态的跟踪监测业主也可向当地海洋监测部门申请纳入当地年度监测计划，既省经费又省人力和时间，资料数据亦能形成有效对比。

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 编制依据

参照《海洋生态修复技术指南（试行）》（自然资办函〔2021〕1214 号）、

《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T9401-2010）、《海水鱼类增殖放流技术规范》（DB44/T 2280-2021）等相关规范编制本章内容。

8.2.2 主要生态问题

本项目建设主要造成的生态问题为因桩基占海和项目施工造成的海洋生物资源损失。

本项目造成鱼卵仔鱼损失量换算为鱼苗15.97×10^4尾；游泳生物损失量约为1.34t;底栖生物损失量约为0.52t。本项目施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿按3倍计；水工构筑物占海属永久性损害，补偿按20倍计，合计补偿量为：鱼苗49.27×10^4尾、游泳生物为4.024t、底栖生物为1.62t。

8.2.3 生态修复目标

生态保护修复的设计“损害什么，修复什么；损害多少，修复多少”以及项目“边建设边修复”的基本原则，保护修复的总体目标是具有自然形态和生态功能的岸线总长度不减少，海洋生物资源逐步得到恢复。具体目标为：海洋生物资源恢复的目标是通过开展增殖放流，补偿因项目建设造成的海洋生物资源损失。

8.2.4 修复措施方案设计

本项目拟采取的生态建设方案见表 8.2.4-1。

表 8.2.4-1 本项目生态保护修复方案一览表

修复项目名称		地理位置	修复内容	费用估算（万元）
渔业资源恢复项目	增殖放流	人工鱼礁海域	选购鱼苗进行放流，恢复海域渔业资源	60

项目造成的海洋生物资源损害包括底栖生物损失和渔业资源损害，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），项目实施造成的生物损失为：本项目将造成鱼卵仔鱼损失量换算为鱼苗 15.97×10^4 尾；游泳生物损失量约为 1.34t；底栖生物损失量约为 0.52t。合计补偿量为：鱼苗 49.27×10^4 尾、游泳生物为 4.024t、底栖生物为 1.62t。

结合“损害什么，修复什么”的原则，采用增殖放流方式进行补偿。

按照《水生生物增殖放流管理规定》规范增殖放流活动，采购鱼苗、虾苗在

乌石港区进行放流。增殖放流实施前，业主应与渔业行政主管部门充分沟通。

具体措施如下：

1）放流品种的确定

①人工增殖放流品种的选择原则

优良的增殖放流苗种是确保水生生物资源增殖健康发展的关键。增殖的种类应该是国家保护的水产种质资源、珍稀濒危物种、地方特色的经济种类、有重要水生态修复功能的种类。选择放流品种应该遵循以下原则；

•用于增殖放流的亲体、苗种等水生生物应当是本地种，能大批量人工育苗的种类；

• 放流品种应当是品质优良（属优质经济种类）或珍稀濒危物种；

• 放流品种应当适应放流水域生态环境且生长良好；

•放流的品种应当是放流海域曾拥有的种类，在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复种类；

•放流品种应当选择低洄游性的种类，终生只生活于放流海域或只在放流海域随个体生长做短距离的深浅移动，这样有利于所在海域资源的恢复，增加当地渔民的收入；

• 为提高放流苗种的成活率，尽量选择大规格的苗种进行放流；

• 严禁用外来物种和非本地苗种进行放流。

②本项目拟选定放流品种

根据以上原则，综合考虑以下几个方面：

A.根据《南海增殖放流分水域适宜性评价表》，揭阳海域适宜放流品种：花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、布氏鲳鲹、大黄鱼、紫红笛鲷、红笛鲷、真鲷、平鲷、黑鲷、黄鳍鲷、断斑石鲈、花尾胡椒鲷、斑节对虾、长毛对虾、墨吉对虾、刀额新对虾、中国鲎*、绿海龟*、日本海马*；

B.目前海域的主要放流品种（揭阳海域主要放流品种为黑鲷鱼、黄鳍鱼、黑鲷鱼、刀额新对虾、花鲈、斑节对虾（来源于揭阳日报网：http://jyrb.jynews.net/content/20231017/detail325218.html 等，在前詹通用码头现场放流；中国政府采购网 http://www.ccgp.gov.cn/cggg/dfgg/cjgg/202106/t20210610_16399760.htm，惠来县赤沙澳海湾海域）；

C.本项目春季渔业资源现状调查与评价中渔业资源现状及渔业生产现状；

D.本项目主要影响的海洋生物类型，需重视对底栖生物多样性恢复的辅助作用。

建议本项目增殖放流的种类主要为鱼类、虾类、蟹类和贝类等，建议可以从以下品种中选择：鱼类有花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、布氏鲳鲹、大黄鱼、紫红笛鲷、红笛鲷、真鲷、平鲷、黑鲷、黄鳍鲷、断斑石鲈、花尾胡椒鲷；虾类有斑节对虾、长毛对虾、墨吉对虾、刀额新对虾；蟹类有锯缘青蟹；贝类有文蛤和波纹巴非蛤。

在实施增殖放流前，建议建设单位与主管部门进行沟通，确定放流品种和数量。

2）项目实施位置

建议增殖放流活动在人工鱼礁区进行。

选取原因为：根据《广东省海洋生物增殖放流技术指南》，增殖放流地点应选择：A）产卵场、索饵场、洄游通道或人工鱼礁放牧场，B）非倾废区，非盐场、电厂、养殖场等进、排水区的海洋公共水域，C）靠近港口码头利于增殖放流工作开展，且捕捞影响较小的区域。

人工鱼礁区不是非倾废区，非盐场、电厂、养殖场等进、排水区的海洋公共水域，利于增殖放流工作的开展。

3）实施时间

拟定在休渔季节（5～8 月）进行增殖放流，一次完成。

4）渔业资源修复资金预算计划

拟放流的种类和经费预算（合计 41 万元）详见表 8.2.4-2，具体与当地主管部门沟通以及根据招标情况进一步确定。

表 8.2.4-2　生态补偿增殖放流方案*

分类	增殖放流种类（从中选择）	苗种规格（cm）	苗种价格（元/尾）	增殖放流量（万尾或万个）	经费预算（万元）
鱼类	花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、布氏鲳鲹、大黄鱼、紫红笛鲷、红笛鲷、真鲷、平鲷、黑鲷、黄鳍鲷、断斑石鲈、花尾胡椒鲷等	>4	1.0	200	25
虾类	斑节对虾、长毛对虾、墨吉对虾、刀额新对虾等	>1	0.05	1400	5
贝类	文蛤和波纹巴非蛤等	>1	0.005	2000	5

分类	增殖放流种类（从中选择）	苗种规格（cm）	苗种价格（元/尾）	增殖放流量（万尾或万个）	经费预算（万元）
	放流生物的检验与运输费				1
	跟踪监测				3
	不确定费用（包括公证费、宣传费等）				2
合计	/	/	/	/	41

注：*具体增殖放流经费预算和方案以及放流种类、苗种规格、苗种价格及增殖放流量等应根据当地的具体情况并由当地相关主管部门确认和组织实施。

5）实施方式

根据《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》（农办渔〔2018〕50 号）：建设单位应根据实施方案，组织落实水生生物资源保护和补偿措施。无能力落实保护和补偿措施的，可以委托具备相应能力的社会第三方机构实施。补偿资金由建设单位支付给受委托的社会第三方机构。渔业部门要对保护和补偿措施落实情况进行监督管理，组织开展技术审查和调查评估，所需相关费用应纳入补偿资金。

建议本次增殖放流活动与主管部门的增殖放流活动同时开展。由企业主办，放流时邀请主管部门进行监督指导，具体与当地主管部门沟通确定。

6）放流的记录活动

放流期间发放宣传彩报，用摄影器材记录放流过程，使当地居民对人工放流和生态保护有更深入的认识。

7）增殖放流苗种检验检疫与验收

苗种验收与监督：由具有相应资质的检验、检疫机构对增殖放流苗种进行检验、检疫，并由该机构出具检验、检疫合格文件。

验收方法：由具有相应资质的检验、检疫机构验收放流苗种的品种、规格、质量和数量。

①品种验收：验收小组验收运输到放流点的品种，指定品种应具备其形态特征优良性状。

②规格验收：增殖放流苗种规格以放流现场测量为准。按同一苗种相同规格的样品分批次进行，现场随机抽取 50 尾以上个体，测量全长，计算规格合格率。

③质量检验与检疫

检验项目见表 8.2.4-3。

表 8.2.4-3 增殖放流苗种质量要求

项　目	指　标
感官质量	规格整齐，游动活泼、对外界刺激反应灵敏，摄食良好，体色正常、形态自然
可量化指标	规格合格率≥95%，死亡率、伤残率、畸形率之和＜5%
疫病	农业部公告第 1125 号规定的水生动物疫病不得检出
药物残留	国家、行业颁布的禁止使用的药物不得检出，其他药物残留应符合 NY 5070 要求

④时限

增殖放流苗种需在增殖放流前 7d 内组织检验与检疫。

⑤组批

以一个增殖放流批次作为一个检验与检疫组批。

⑥数量验收

按抽样规则抽取同一批次的苗种，用滤水容器均匀量取，统计份数。再随机取 3 份，进行苗种计数，推算出总苗数。

8）选择苗种供应单位的原则及计划

选择放流苗种的原则应该根据 2009 年 3 月 20 日农业部第四次常务会议审议通过的《水生生物增殖放流管理规定》（农业部第 20 号令），按照“公开、公平、公正”的原则，依法通过招标或者议标的方式采购用于增殖放流的水生生物或者确定苗种生产单位。用于增殖放流的人工繁殖的水生生物物种，应当来自有资质的生产单位。其中属于经济物种的，应当来自持有《水产苗种生产许可证》的苗种生产单位；属于珍稀、濒危物种的，应当来自持有《水生野生动物驯养繁殖许可证》的苗种生产单位。用于增殖放流的水生生物应当依法经检验检疫合格，确保健康无病害、无禁用药物残留。

根据所需放流品种和当地的种苗供应情况对当地苗种供应商进行公开招标或议标，通过公开招标或议标后中标的公司作为乙方的技术合作单位，对苗种的质量负全部责任。

9）增殖放流苗种运输

苗种运输应基于安全、快捷、便利，且追求低成本。增殖放流通常是在高温的夏季进行，苗种运输时应降温处理，采取敞口、充氧、遮光运输方式，防止因气温高而导致运输水温升高，提高运输成活率。鱼类苗种运输应配置运输专用车辆或水上专用运输船，较远距离运输采用塑料袋充氧后泡沫箱装箱运输。运输时

间尽量安排在夜间或早晚。

10）增殖放流投放方法

①投放时间

应根据增殖放流对象的生物学特性和增殖放流水域环境条件确定适宜的投放时间。

②投放方法

根据所要投放的鱼类的不同习性及放流单位所具备的条件，确定适合的时间和合适的气象条件，选择合适的方法进行投放。

A.常规投放：将苗种尽可能贴近海面（距水面不超过 1m），顺风带水缓慢投入放流水域，在船上投放时，船速小于 0.5 m/s。

B.滑道投放：将滑道置于船舷或岸堤，要求滑道表面光滑，与水平面夹角小于 60°，且其末端贴近水面。

C.投放记录

苗种投放过程中，按照标准附录 C 观测并记录增殖放流情况以及投放水域的水文参数、气象参数，并经现场验收、监督人员确认。

在增殖放流前通过水温调节和降温处理，把苗种的水温逐步降到和放流水域相近，提高放流苗种对新环境的适应能力。

将装运鱼苗的塑料袋或将鱼苗用阔口盆皿装盛（配有一定量清海水）靠近海面，顺水徐徐把苗种放入海中，在正午前完成苗种投放工作。

11）跟踪监测和放流效果评估

为监测项目资源修复实施效果，拟在本项目实施期间对项目修复海域渔业资源的变动情况进行跟踪监测，以评估项目的实施效果。

12）其他要求

根据《水生生物增殖放流管理规定》（农业部第 20 号令），第十三条 单位和个人自行开展规模性水生生物增殖放流活动的，应当提前 15 日向当地县级以上地方人民政府渔业行政主管部门报告增殖放流的种类、数量、规格、时间和地点等事项，接受监督检查。

8.2.5 生态保护修复实施效果监测

增殖放流的实施应达到有效恢复项目所在海区海洋生物资源，补偿因项目建

设造成海洋生物资源损失的效果。建设单位应在增殖放流后进行增殖放流效果评价，编写增殖放流效果评价报告。效果评价内容包括生态效果、经济效果和社会效果等。

根据生态保护修复措施，制定针对性的跟踪监测计划。本项目生态保护修复跟踪监测计划如表 8.2.5-1。

表 8.2.5-1　生态保护修复跟踪监测计划

序号	修复类型	监测内容	主要监测项目	监测频次
1	增殖放流	海洋生物	鱼卵仔鱼、游泳生物、底栖生物等	修复完成后首年春季或秋季监测 1 次

9 结论

9.1 项目用海基本情况

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程位于广东省揭阳市惠来沿海港区前詹作业区 2 号港池内，拟建设一座 7 万吨泊位、引桥及相关配套设施。本工程计划建设工期为 18 个月。推荐方案工程总投资 65183.48 万元。

本项目申请用海单位为中电投前詹港电有限公司，项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类，编码 31），用海方式为构筑物（一级）中的透水构筑物（二级，编码 23），项目申请用海期限为：码头和引桥等水工构筑物申请用海期限为 39 年，施工平台和施工栈桥申请用海期限 2 年。项目申请用海总面积为 6.7041 公顷，包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海 2.4341 公顷，施工栈桥和平台等水工构筑物的透水构筑物用海 4.2700 公顷。

9.2 项目用海必要性结论

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程为专业化散货码头，主要服务前詹电厂和腹地其他用户煤炭需求。预测本项目煤炭接卸量为 580 万 t，其中前詹电厂用煤 400 万 t，腹地其他用户用煤 180 万 t。

前詹作业区尚未建成专业化、大型化散货码头；在粤东海域，也缺少为社会服务的专业化、大型化散货码头。随着国家电投前詹电厂一期 2×1000MW 超超临界燃煤机组工程的建设，为保障电厂煤炭运输需求和电厂生产运行，迫切要求在前詹作业区加快煤炭专业化接卸泊位的建设。

船舶停靠和码头煤炭卸船需要布置卸船机和输煤管廊等设施，因此需要布置码头泊位；本项目离岸布置，需要建设引桥连接陆域；为保证煤炭顺利输送和泊位正常运行，需要布置转角平台和变电所平台；船舶安全停靠和进出港口需要符合水深的停泊水域、回旋水域和连接航道的水域，以上内容均需用海。其中港池用海和航道用海已申请。施工期间，灌注桩建设需要搭设栈桥和施工平台，施工期间需要使用海域。

综上，项目建设是必要的，用海也是必要的。

9.3 项目用海资源环境影响分析结论

（1）对水动力环境的影响

本项目建设内容主要为水工构筑物建设和水域疏浚开挖，对周边海域潮流场的影响主要为水深改变引起的流速和流向变化，流速流向变化范围整体较小且主要集中在项目建设区域及其周围。项目建设和运营对水动力环境整体影响较小。

（2）对地形地貌与冲淤环境的影响

项目建设对周边海域冲淤环境影响较小，其影响范围主要集中在于工程区附近，不会对港池外其他海域冲淤环境造成较大影响。工程之后疏浚区域水动力减弱，引起局部淤积，淤积强度平均约为 3.80cm/a；东南防波堤内侧由于涨落潮流速增强，会产生局部的冲刷，冲刷强度平均约为 10.79cm/a；疏浚区域的北部冲刷强度也变大，其平均冲刷强度变化为 3.77cm/a。一般在工程完成后两至三年即达到冲淤平衡状态，累积冲淤幅度不超过 10cm。

（3）对海水水质的影响

项目施工产生的悬浮泥沙在潮流的作用下往西南方向扩散。施工产生的大于 10mg/L 悬浮泥沙包络总面积为 0.930km^2，大于 100mg/L 悬浮泥沙包络面积为 0.380km^2。10mg/L 悬浮泥沙包络范围不影响周边的自然保护区和生态保护红线。

（4）对沉积物环境影响

本项目施工期疏浚等过程中会使海域内悬浮泥沙含量增大，疏浚开挖搅动海底沉积物在 2 天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，不会影响海底沉积物质量。船舶产生的生活污水、含油污水等均严格按照要求统一收集后委托有资质单位接收处理，不向海域排放，因此不会对海洋沉积物环境产生影响。

通过类比分析，营运期煤尘落海对沉积物环境影响较小。

（5）对海域生态环境的影响

本项目不占用海岸线、海涂、海湾和岛礁等海洋空间资源，项目用海不会对以上海洋空间资源造成影响。本项目疏浚开挖及施工过程产生的悬浮泥沙对底栖生物、鱼卵、仔稚鱼和游泳动物等海洋生物资源造成一定不利影响，经核算，本项目造成鱼卵仔鱼损失量换算为鱼苗 15.97×10^4 尾；游泳生物损失量约为 1.34t；底栖生物损失量约为 0.52t。本项目施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补

偿按 3 倍计；水工构筑物占海属永久性损害，补偿按 20 倍计，合计补偿量为：鱼苗 49.27×10^4 尾、游泳生物为 4.024t、底栖生物为 1.62t。

（6）生态保护修复措施

本项目用海主要生态环境影响为施工期疏浚开挖及施工悬浮泥沙扩散对海洋环境及渔业资源造成的一定不利影响。本项目提出采用增殖放流、海洋环境跟踪监测等方式进行生态补偿和修复，补偿方案经论证后实施。

9.4 海域开发利用协调分析结论

（1）项目周边海域的海洋开发活动

论证范围内海域开发利用活动主要有码头工程、取排水工程、海上风电工程、航道、锚地、海洋自然保护区、高位养殖取水口等。

（2）项目用海对海域开发活动的影响

项目用海对周边海域开发活动的影响主要为疏浚期间产生的悬沙扩散对水质环境的影响、项目建设对周边海域冲淤环境的影响以及施工期间和运营期间船舶的投入对周边海域通航环境的影响。

将项目附近海域的开发利用现状与用海资源环境影响预测结果进行叠置分析，可知 10mg/L 悬沙包络范围不影响养殖取水口、自然保护区和海洋生态红线区。因本项目导致的冲淤影响将在三年内达到平衡，冲淤量不超过 10cm，可见对周边码头、航道运行不会造成明显影响。

对于施工期间和运营期间船舶的投入对周边海域通航环境的影响，影响是相互的，由海事部门协调。本工程对项目所在水域的船舶通航安全影响是有限且是可控的。

（3）利益相关者界定

本项目利益相关者为广东蓝水深远海装备科技有限公司，协调责任部门为揭阳海事局，本项目在建设单位已申请的港池用海范围内建设码头工程，本项目的建设与周边海域开发活动具有可协调性，不存在重大且无法协调的利益冲突。项目实施不会严重影响海上交通安全，不会损害国防安全和国家海洋权益。

（4）利益相关者协调分析

业主应与广东蓝水深远海装备科技有限公司、揭阳海事局就项目建设和运营

等事由进行沟通协调。按要求编制通航条件影响评价及通航安全评估，并根据《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，在进行工程建设作业前应向揭阳海事局申请取得水上水下作业许可后方可作业，则通航安全是有保障的。工程建成后将相关通航信息报备海事主管机关，并向海事主管机关申请发布航行通（警）告。在平台设置警示标志，落实通航安全影响论证报告中提出的各项安全保障措施和建议。

9.5 项目用海与国土空间规划符合性分析结论

本项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《揭阳市国土空间总体规划（2021-2035 年）》等各级国土空间规划文件要求，本项目不占用海洋生态保护红线，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类 鼓励类”中的“二十五 水运 2.港口枢纽建设。

本项目符合《揭阳港总体规划（2035 年）》，与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》以及《揭阳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》、海洋主体功能区规划等规划文件的要求相一致。

9.6 项目用海合理性分析结论

本项目选址具有较好的社会、区位条件，良好的地质条件，同时具有较好的资源、环境适宜性，项目选址是合理的。

本项目申请用海采用透水构筑物，对周边水动力环境的影响较小，与周边其他用海活动没有明显冲突，具有协调性。

本项目平面布置设计符合《海港总体设计规范》（JTS165-2013）的要求，本项目采用透水构筑物的方式对水文动力环境影响较小，不会改变所在海域的整体流态。因此本项目的用海方式和平面布置是合理的。

本项目用海类型为“交通运输用海”（一级类）的“港口用海”（二级类），用海方式为“构筑物用海”的“透水构筑物用海”。项目拟申请总面积 6.7041 公顷，包括码头、引桥等水工构筑物的透水构筑物用海 2.4341 公顷，施工栈桥

和平台等水工构筑物的透水构筑物用海 4.2700 公顷。申请的用海面积可以满足项目用海需求，并且符合相关标准和规范。

本项目用海类型为交通运输用海，主体工程申请用海期限是 39 年，临时工程申请用海期限 2 年。项目用海期限是合理的。

9.7 项目用海可行性结论

揭阳港惠来沿海港区前詹作业区 13 号泊位散货码头工程符合国土空间规划，不在“三区三线”划定的生态红线区内；项目建设与国家政策、相关规划相符合。项目选址、平面布置合理，用海方式、用海面积适宜，与利益相关者具有可协调性。项目建设具有良好的社会经济效益，能够较好地发挥该海域的自然环境和社会优势。综上，本项目建设用海可行。