

陆丰产业转移工业园（省级）基础设施建设项目
海域使用论证报告表
（公示稿）

广东创蓝海洋科技有限公司
社会信用代码：91440101MA5AK3HP5Y
二〇二六年八月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4415212026001694		
论证报告所属项目名称	陆丰产业转移工业园（省级）基础设施建设项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	广东创蓝海洋科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA5AK3HP5Y		
法定代表人	李冬梅		
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
吴穹	BH005744	论证项目负责人	吴穹
吴穹	BH005744	1. 项目用海基本情况 2. 项目所在海域概况 4. 海域开发利用协调分析 6. 项目用海合理性分析 8. 结论	吴穹
林瀚	BH006314	3. 资源生态影响分析 5. 国土空间规划符合性分析 7. 生态用海对策措施 9. 报告其他内容	林瀚
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):  2016 年 8 月 28 日			

目录

1 项目用海基本情况	1
1.1 项目背景	1
1.2 论证工作等级及依据	错误！未定义书签。
1.2.1 论证依据	2
1.2.2 论证工作等级和论证范围	6
1.3 论证重点	9
1.4 项目位置	9
1.5 项目建设内容	错误！未定义书签。
1.5.1 项目概况	错误！未定义书签。
1.5.2 项目建设内容及规模	错误！未定义书签。
1.5.3 平面布置和主要结构、尺度	11
1.5.4 主要施工工艺与方法	13
1.6 项目主要施工设备和施工进度计划	29
1.7 项目用海申请情况	29
1.8 项目用海必要性	33
1.8.1 项目建设的必要性	33
1.8.2 项目用海的必要性	35
2 项目所在海域概况	36
2.1 海洋资源概况	36
2.1.1 滨海旅游资源	36
2.1.2 港口资源	36
2.1.3 岛礁资源	37
2.1.4 矿产资源	38
2.1.5 岸线资源	38
2.1.6 滩涂资源	39
2.1.7 渔业资源	40
2.1.8 三场一通道分布情况	77
2.1.9 自然保护区分布情况	79
2.2 海洋生态概况	41
2.2.1 区域气候与气象	41
2.2.2 海洋水文和泥沙	43
2.2.3 项目地质	52

2.2.4 地形地貌	55
2.2.5 海洋自然灾害	55
2.2.6 2026 年春季海洋环境现状调查与评价	59
3. 资源生态影响分析	77
3.1 生态影响分析	81
3.1.1 水动力环境影响分析	81
3.1.2 地形地貌与冲淤环境影响分析	81
3.1.3 水质环境影响分析	81
3.1.4 海洋沉积物环境影响分析	82
3.1.5 生态环境影响分析	82
3.2 资源影响分析	83
3.2.1 占用海洋空间资源影响分析	83
3.2.2 对底栖生物、浮游生物和渔业资源的影响分析	83
3.2.3 项目用海岸线及滩涂的影响分析	83
3.2.5 对通航环境影响分析	84
4. 海域开发利用协调分析	85
4.1 海域开发利用现状	85
4.1.1 社会经济概况	85
4.1.2 海域使用现状	86
4.2 项目用海对海域开发活动的影响	88
4.3 利益相关者界定	88
4.4 相关利益协调分析	89
4.5 项目用海与国防安全与国家海洋权益的协调性分析	89
4.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析	89
4.5.2 与国家海洋权益的协调性分析	89
5. 国土空间规划符合性分析	90
5.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	90
5.2 对国土空间规划分区的影响分析	95
5.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析	96
5.4 与《汕尾市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的符合性分析	100
5.5 与“三区三线”划定成果的符合性分析	101
5.6 与《汕尾市城市总体规划（2011-2020 年）》的符合性分析	103
5.6 项目用海与产业政策符合性分析	105
6. 项目用海合理性分析	106

6.1 用海选址合理性分析	106
6.1.1 区位和社会条件适宜性	106
6.1.2 自然资源和海洋生态的适宜性	106
6.1.3 与周边海域开发活动的适宜性	107
6.1.4 与相关区划和规划的适宜性分析	107
6.2 用海方式合理性分析	108
6.3 用海平面布置合理性分析	108
6.3.1 是否体现节约集约用海原则	109
6.3.2 是否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响	109
6.3.3 是否有利于生态保护	109
6.3.4 是否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响	109
6.4 用海面积合理性分析	110
6.4.1 立体分层确权申请	110
6.4.2 用海面积合理性	112
6.4.3 宗海图绘制	113
6.4.3 用海面积量算	118
6.4 占用岸线合理性分析	118
6.5 用海期限合理性分析	119
7. 生态用海对策措施	120
7.1 生态用海对策	120
7.2 生态保护修复措施	121
8. 结论	122
资料来源说明	错误！未定义书签。
1、引用资料	错误！未定义书签。
2、现状调查资料	错误！未定义书签。
3、现场勘查记录表	错误！未定义书签。
附件	错误！未定义书签。
附件 1 委托书	错误！未定义书签。
附件 2 立项批复文件	错误！未定义书签。
附件 3 2026 年春季海洋环境现状调查报告（CMA 报告单独成册）	错误！未定义书签。
附件 4 检验检测机构资质认定证书	错误！未定义书签。
附件 5 海洋测绘资质证书	错误！未定义书签。
附件 6 重要图件名录	错误！未定义书签。

1 项目用海基本情况表

申请人	单位名称	陆丰市住房和城乡建设局			
	法人代表	姓名	张东强	职务	局长
	联系人	姓名	黄文穗	职务	市政建设管理 股负责人
		通讯 地址	广东省汕尾市陆丰市东海街道行政新区陆 丰市住房和城乡建设局		
项目用海 基本情况	项目名称	陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目			
	项目地址	广东省陆丰市乌坎渔港附近海域			
	项目性质	公益性	√	经营性	
	用海面积	0.0587 公顷		投资金额	399258.8 万元
	用海期限	40 年		预计就业人 数	人
	占用岸线	总长度	59.3m	预计拉动区 域经济产值	万元
		自然岸线	0m		
		人工岸线	59.3m		
		其他岸线	0m		
	用海类型	交通运输用海（一级 类）中的路桥用海（二 级类）		新增岸线	0 m
	用海方式	面积		具体用途	
	跨海桥梁	0.0587ha		跨海桥梁	

2 项目用海基本情况

2.1 项目由来

近年来，陆丰市积极推进“奋力裂变发展、实现蓝色崛起”高潮发展动力，积极推进产业发展，培养制造业，推动制造业高质量发展，加强建设制造强市，对突出当好粤东蓝色崛起示范区、汕尾高质量发展新引擎、老区振兴发展排头兵具有重要性意义。陆丰市规划建设产业园区，为承接珠三角产业转移及培养当地产业发展做好铺垫。

目前，本项目区域内已建成东海大道等一批城市主干路，主干路的建设为产业园区和陆丰新区的发展带来前所未有的发展机遇。随着城市主干道路的建设，项目区域的发展骨架将逐步拉开，各项城市功能布局也不断完善。为不断提升路网规模，持续优化路网结构，全面加快产业园区基础配套设施建设进程，打造更加完善的主-次-支路网结构，配套更加信息化、智慧化的基础设施，需尽快推进陆丰产业转移工业园（省级）基础设施建设项目。

根据《广东省经济和信息化委关于同意陆丰产业转移工业园享受省产业转移政策的复函》（粤经信园区函〔2016〕45号）第一点意见“一、加快完善园区基础设施等配套条件，依法依规做好园区规划、开发、环保、用地、招商引资、项目落地、服务管理等工作、推动园区开发建设取得实效”，《广东省发展改革委关于陆丰市产业转移工业园申报材料意见的函》（粤发改区域函〔2015〕5842号）第一点意见“严格落实国家、省主体功能区中重点开发区的功能定位及相关配套政策要求，优化该区域资源环境配置”。在工业园区大力推进基础设施建设完善的同时，按照“产业集聚、布局集中、用地集约”的总体要求，坚持“政府推进、社会参与、多元投入、互利共赢”的原则，实行统一规划、统一建设、统一管理，筑巢引凤，加快项目入园，尽快形成产业集聚效应，着力构筑中小企业创业平台，做大做强工业园区。

陆丰产业转移工业园（省级）基础设施建设项目包括新建和改造29条道路总长57.27km、新建11处智慧停车场及公共服务设施总面积约8.2万m²、霞湖出入口至神冲桥路段环境综合整治工程（含金碣路和沿线改造）和智慧城市相关内容，污水管网（管径400-1600）69.85公里、雨水管网（管径300-1800）86.06

公里、给水管网（管径 200-1400）51.20公里，以及地下综合管线（电力管线、燃气管线、弱电管线各 59.70 公里）和交通设施、配套信息化工程等。本项目涉海段仅有陆丰市上海村南侧的上海支线工程桥梁工程，其他工程均不占用海域范围。

本项目中的上海支线工程桥梁工程路线起于规划道路，终于海滨路，路线全长3.079km，设计速度20km/h，路基宽度8m，为双向两车道城市支路（兼三级公路）。桥梁跨径布置为1×25m，斜交角75°，桥宽8m，全长31.44m，桥洞净跨为22.6米，桥梁箱梁底部设计高程为3.34米，设计水位为2.76米，箱梁底部距离设计水位约0.58米属于新建桥梁。

由于陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目需要占用一定的海域面积，根据《中华人民共和国海域使用管理法》等法律法规的规定，需进行海域使用论证。受陆丰市住房和城乡建设局委托（见附件1），广东创蓝海洋科技有限公司承担该项目的海域使用论证工作。我公司在接受委托后，组织相关专业人员成立了项目组，收集了大量相关信息资料并组织相关人员踏勘现场，详细了解工程内容，按照《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》等相关法律法规的相关规定，结合该区域海域使用的性质、规模和特点，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T42361—2023）的要求，编制完成了《陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目海域使用论证报告表（送审稿）》。

2.2 编制依据

2.2.1 法律法规

1. 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过；
2. 《中华人民共和国生态环境法典》，2026年3月12日第十四届全国人民代表大会第四次会议通过；
3. 《中华人民共和国防洪法》，2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正；

4. 《中华人民共和国水法》，2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第二次修正；
5. 《中华人民共和国测绘法》，2017年4月27日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议第二次修订；
6. 《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（2007年修订）》，国务院令第507号；
7. 《海域使用权管理规定》（国海发〔2006〕27号），国家海洋局，2007年1月1日；
8. 《海域使用权登记办法》（国海发〔2006〕28号），国家海洋局，2006年10月13日；
9. 《产业用海面积控制指标》（HY/T 0306—2021）；
10. 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年3月31日；
11. 《海洋自然保护区管理办法》，国家科委1995年5月11日批准，农业部1995年5月29日发布；
12. 《关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资源部，自然资规〔2021〕1号；
13. 《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；
14. 《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，自然资办函〔2021〕2073号，2021年11月10日）；
15. 《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；
16. 《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；
17. 《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），2023年11月；
18. 《自然资源部办公厅关于进一步加强现有自然岸线监管工作的函》（自然资办函〔2022〕977号）；

19. 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》，自然资源发〔2023〕89号，2023年06月13日；
20. 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），2023年11月；
21. 《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》，2023年11月28日；
22. 《广东省海域使用管理条例》，2021年9月29日修正；
23. 《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），2017年10月15日；
24. 《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），2020年2月28日；
25. 《广东省自然资源厅关于下发生态保护红线和“双评价”矢量数据成果的函》，2020年12月24日；
26. 《广东省自然资源厅办公室关于启用新修测海岸线成果的通知》，2022年2月22日；
27. 《广东汕尾新区发展总体规划（2013-2030年）》，广东省人民政府，2013年12月；
28. 《广东省海域使用金征收使用管理办法》（粤财规〔2024〕1号）。
29. 《广东省自然资源厅关于进一步做好海岸线占补工作的通知》（粤自然资海域〔2024〕1907号）。
30. 《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》（粤自然资规字〔2025〕1号）广东省自然资源厅 2025年6月12日；
31. 《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5号），广东省自然资源厅，2023年9月；
32. 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；

2.2.2 相关规划

1. 《广东省国土空间规划（2021—2035年）》，国函〔2023〕76号；
2. 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》，粤自然资发〔2025〕1号；
3. 《广东省近岸海域环境功能区划》，广东省人民政府，粤府办〔1999〕68号，1999年7月27日；
4. 《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》，广东省人民政府，粤府〔2017〕119号，2017年12月；
5. 《广东省生态环境保护“十四五”规划》，广东省生态环境厅，粤环〔2021〕10号，2021年11月；
6. 广东省人民政府办公厅关于印发《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的通知，广东省人民政府，粤府办〔2021〕33号，2021年9月；
7. 《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》，广东省人民政府办公厅，粤府办〔2021〕31号，2021年9月29日；
8. 《汕尾市国土空间总体规划（2021—2035年）》粤府函〔2023〕237号；
9. 《汕尾市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，汕尾市人民政府，2024年7月；
10. 《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，汕尾市人民政府，2021年4月；
11. 《陆丰市国土空间总体规划》粤府函〔2023〕336号；
12. 《陆丰市海洋经济发展“十四五”规划》，陆丰市人民政府，2022年7月。

2.2.3 标准规范

1. 《海域使用论证技术导则》GB/T 42361—2023；
2. 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T9110—2007；
3. 《海洋监测规范》，GB17378—2007；

4. 《海洋调查规范第3部分：海洋气象观测》GB/T12763—2020；
5. 《海水水质标准》，GB3097-1997；
6. 《海洋沉积物质量》，GB18668—2002；
7. 《海洋生物质量》，GB18421—2001；
8. 《海域使用分类》，HY/T 123—2009；
9. 《海域使用面积测量技术规范》，HY/T 070—2022；
10. 《海籍调查规范》，HY/T124—2009；
11. 《宗海图编绘技术规范》，HY/T251—2018；
12. 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ/T169—2018；
13. 《建设项目用海面积控制指标（试行）》（2017年5月）；
14. 《全球导航卫星系统(GNSS)测量规范》（GB/T18314-2024）；
15. 《中国海图图式》（GB 12319-2022）；
16. 《海洋工程地形测量规范》（GB/T17501-2017）；
17. 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；

2.2.4 项目技术资料

1. 《陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目可行性研究报告（二次修编）》；
2. 《陆丰产业转移工业园（省级）基础设施建设项目上海村支线工程桥梁工程施工方案》；
3. 《陆丰产业转移工业园（省级）基础设施建设项目岩土工程详细勘察报告》。

2.3 论证等级、范围及重点

2.3.1 论证等级

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”中的“路桥用海”；根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》自然资发〔2023〕234号，本项目海域使用用海类型为“交通运输用海”中

的“路桥隧道用海”。本项目用海方式为“构筑物”中的“跨海桥梁、海底隧道”。本项目为单跨跨海桥梁，用海范围内不设桥墩，项目拟申请海域使用面积 0.0587 公顷，根据《海域使用论证技术导则》GB/T42361—2023 的海域使用论证等级判定标准（见表 2.3.1-1），判定本项目的海域使用论证等级定为三级。需编制海域使用论证报告表。

表 2.3.1-1 本项目海域使用论证等级判据（节选自 GB/T42361—2023）

一级用海方式	二级用海方式	本项目规模	用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	跨海桥梁	0.0587ha	单跨跨海桥梁	所有海域	三
本项目论证等级		三			

2.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023），跨海桥梁等线性工程论证范围需外扩 1.5km，经优化后项目的论证范围如图 2.3.2-1 所示，面积 2.73km²，范围为 115° 38′ 8.041″ E~115° 39′ 53.104″ E；22° 52′ 11.482″ N~22° 53′ 5.418″ N。

表 2.3.2-1 论证范围坐标表

编号	北纬	东经
1		
2		
3		
4		



图 2.3.2-1 项目论证范围图

2.3.3 论证重点

本项目主要为路桥用海，根据本项目用海特点及《海域使用论证技术导则》GB/T42361-2023，确定本项目论证重点如下：

- (1) 选址（线）合理性分析；
- (2) 用海面积合理性分析；
- (3) 海域开发利用协调分析。

2.4 项目概况

项目名称：陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目

建设单位：陆丰市住房和城乡建设局

项目性质：新建项目，公益性

项目位置：陆丰产业转移工业园（省级）基础设施建设项目位于位于汕尾市陆丰市产业转移工业园内，项目红线范围示意图见图 2.4-1 所示。

本项目涉海内容主要为上海支线工程桥梁工程（简称“上海支线”），该工程位于广东省汕尾陆丰市东海街道上海村，中心坐标为 $115^{\circ} 39' 0.507'' E, 22^{\circ} 53' 0.437'' N$ ，地处螺河与乌坎河双河口交汇处、碣石湾北岸核心段，地理位置图见图 2.4-2。



图 2.4-1 项目地理位置示意图



图 2.4-2 涉海段（上海支线工程桥梁工程）位置示意图

建设内容：陆丰产业转移工业园（省级）基础设施建设项目，包括新建和改造 29 条道路总长 57.27km、新建 11 处智慧停车场及公共服务设施总面积约 8.2 万 m²、霞湖出入口至神冲桥路段环境综合整治工程（含金碣路和沿线改造）和智慧城市相关内容，污水管网（管径 400-1600）69.85 公里、雨水管网（管径 300-1800）86.06 公里、给水管网（管径 200-1400）51.20 公里，以及地下综合管线（电力管线、燃气管线、弱电管线各 59.70 公里）和交通设施、配套信息化工程等。

涉海内容仅为上海支线工程桥梁工程，该工程路线全长 3.079km，设计速度 20km/h，路基宽度 8m，为双向两车道城市支路（兼三级公路）。桥梁跨径布置为 1×25m，斜交角 75°，桥宽 8m，全长 31.44m，桥洞净跨为 22.6 米，桥梁箱梁底部设计高程为 3.34 米，设计水位为 2.76 米，箱梁底部距离设计水位约 0.58 米。

项目总投资：399258.8 万元。

建设工期：42 个月。

2.5 平面布置和主要结构、尺度

由于本项目涉海内容仅上海支线工程桥梁工程，因此，平面布置和主要结构、尺度主要针对上海支线工程桥梁工程进行介绍。

2.5.1 总平面布置

陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目上海支线工程桥梁工程路线起于规划道路，终于海滨路，路线全长 3.079km，设计速度 20km/h，路基宽度 8m，为双向两车道城市支路（兼三级公路）。桥梁跨径布置为 1×25m，斜交角 75°，桥宽 8m，全长 31.44m，桥洞净跨为 22.6 米，桥梁箱梁底部设计高程为 3.34 米，设计水位为 2.76 米。

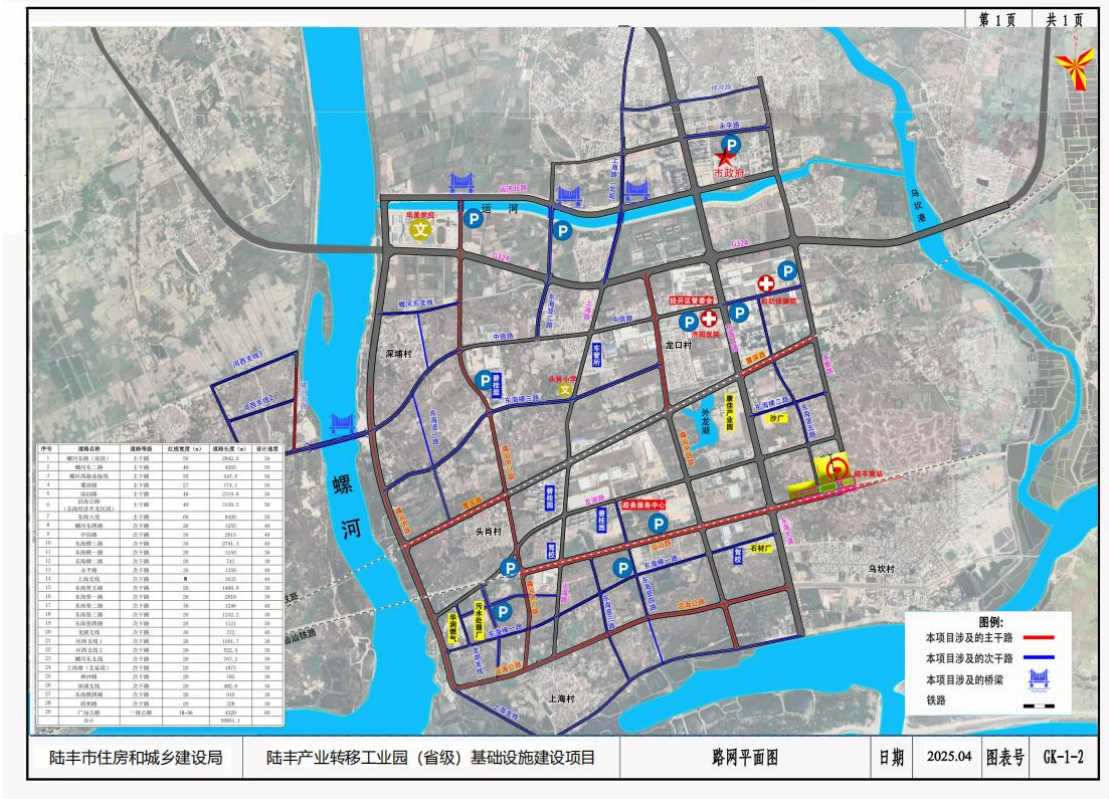


图 2.5.1-1 路网平面布置图

本项目涉海工程上海支线工程桥梁工程路线起于规划道路，终于海滨路，路线全长 3.079km，设计速度 20km/h，路基宽度 8m，为双向两车道城市支路（兼三级公路）。桥梁跨径布置为 1×25m，斜交角 75°，桥宽 8m，全长 31.44m，桥洞净跨为 22.6 米，桥梁箱梁底部设计高程为 3.34 米，设计水位为 2.76 米。涉海部分平面布置见图 2.5.1-2 所示。

本项目不在海域建设任何构筑物，上海支线桥梁为单跨桥梁，桥梁桩基位于陆域范围内。

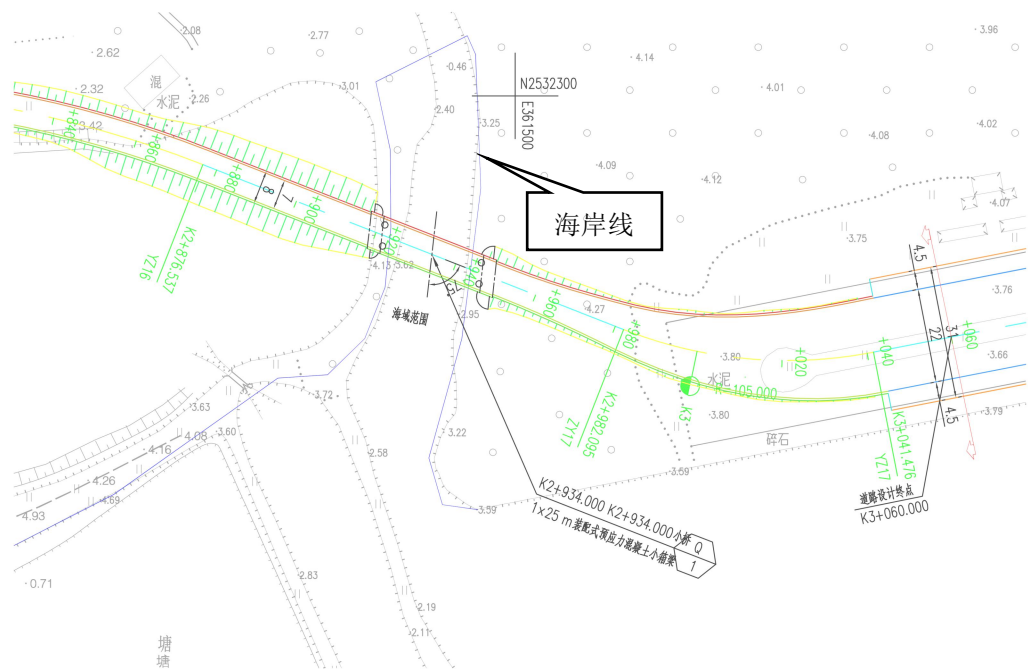


图 2.5.1-2 上海支线工程平面布置图

2.5.2 主要结构、尺度

主要结构、尺度主要针对涉海工程上海支线工程桥梁工程进行介绍，其他陆域施工内容不在本报告中进行阐述。

1. 桥涵设置情况

表 2.5.2-1 桥梁一览表

序号	桥名	桥跨布置 n×L（m）	斜交角度 （°）	桥宽（m）	桥梁结构			备注
					上部结构	下部结构	基础	
1	上海支线	1×25	75	8	简支小箱梁	柱式台	钻孔灌注桩	新建

2. 桥型布置

上海支线桥梁在桩号 K2+934.000 处跨越河道，桥梁与路线交叉角度 75°。上部结构采用 1-25m 装配式部分预应力混凝土简支箱梁，梁高 1.4m，桥面为 10cm 整体化混凝土现浇层及 10cm 沥青混凝土，两侧桥台处设 D60 型伸缩缝。下部结

构采用桩柱式桥台，钻孔灌注桩基础，桥台设 3.2m 耳墙，桩基直径为 150cm，台前及锥坡采用预制实心砼六角块防护。

本项目桥梁位于直线上，本项目桥梁上部结构采用预制吊装法施工，两侧设 SA 级防撞护栏，桥台处设 D60 型伸缩缝，桥头设置 6m 长搭板以减轻桥头跳车现象。

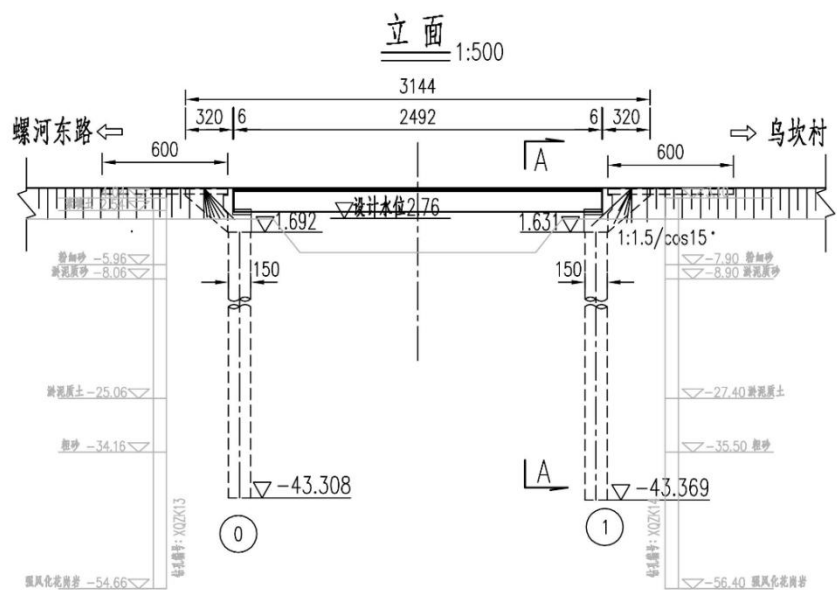


图 1.5.3-2 桥梁立面图

2.6 主要施工工艺与方法

2.6.1 施工工艺流程

根据现场施工勘察及现有地理条件，上海支线桥梁施工时基本不影响现有河道正常排水，桥梁施工流程如下图。

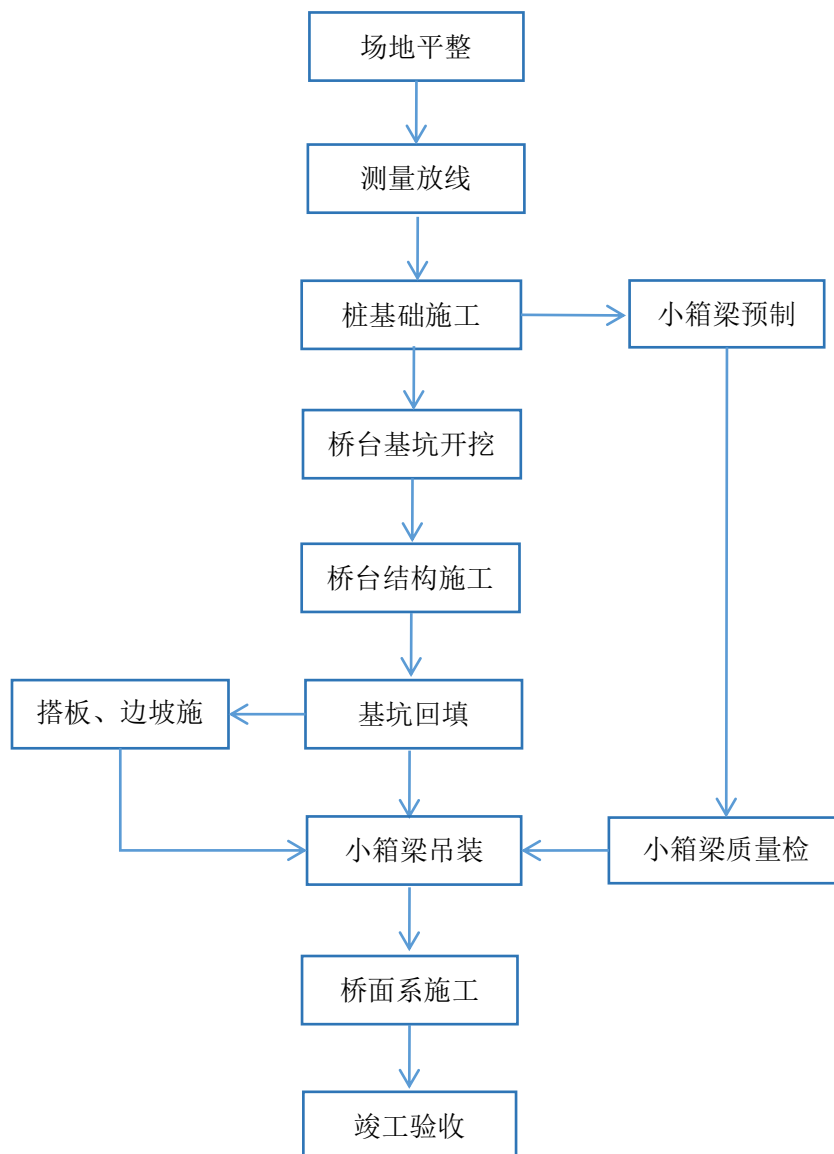


图 2.6.1-1 桥梁施工流程图

2.6.2 桥梁施工工艺和方法

2.6.2.1 桥梁下部结构施工工艺和技术措施

本项目采用直径1.5米钻孔灌注桩作为桥台地基，每个桥台分布2根长度约45米灌注桩，共4根。采用长护筒跟进施工技术，护筒埋设深度为28米，有效保证在施工过程中，桩基的成孔质量，以及泥浆不会流入海域。桩基布置如下图：

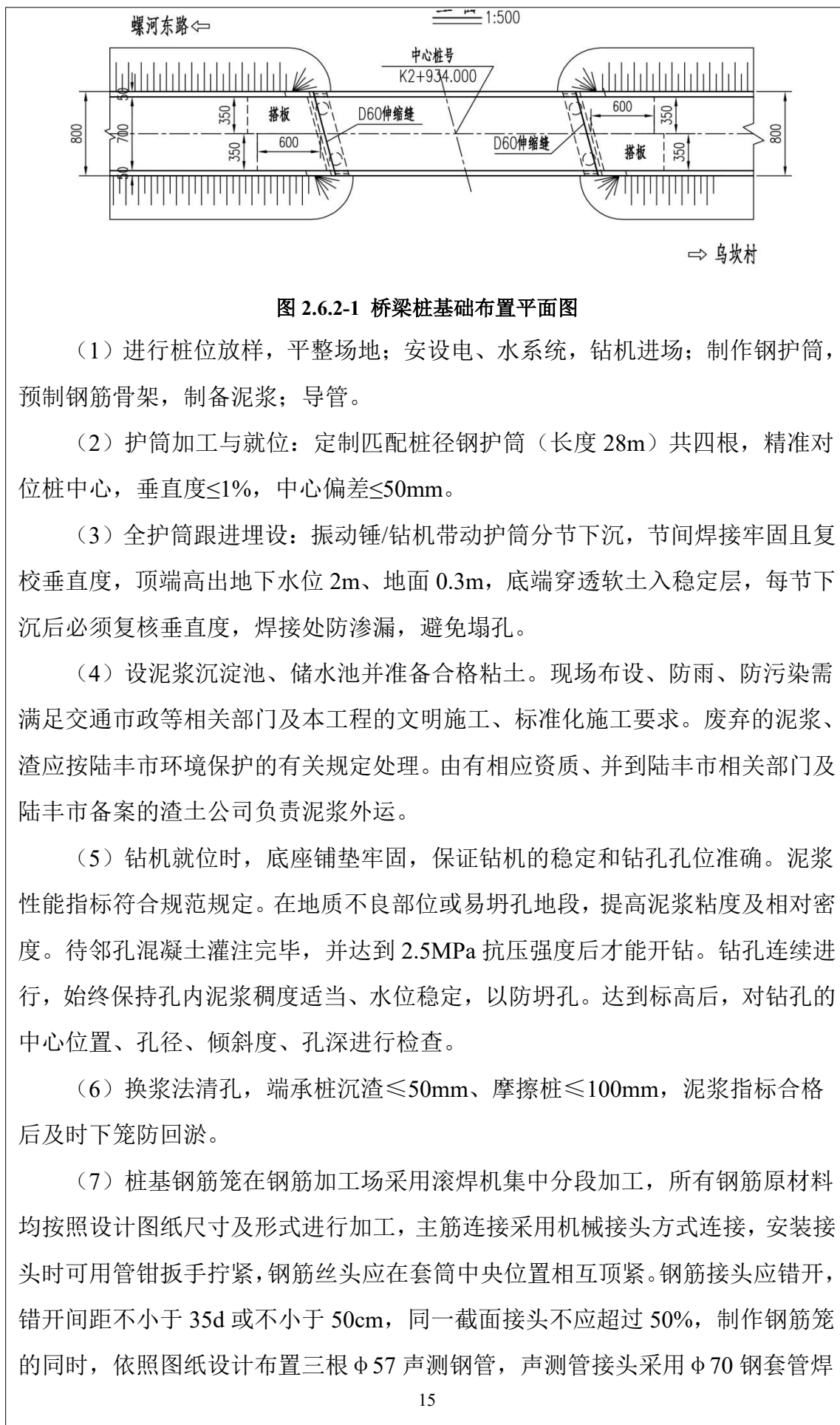


图 2.6.2-1 桥梁桩基础布置平面图

(1) 进行桩位放样，平整场地；安设电、水系统，钻机进场；制作钢护筒，预制钢筋骨架，制备泥浆；导管。

(2) 护筒加工与就位：定制匹配桩径钢护筒（长度 28m）共四根，精准对位桩中心，垂直度 $\leq 1\%$ ，中心偏差 $\leq 50\text{mm}$ 。

(3) 全护筒跟进埋设：振动锤/钻机带动护筒分节下沉，节间焊接牢固且复核垂直度，顶端高出地下水位 2m、地面 0.3m，底端穿透软土入稳定层，每节下沉后必须复核垂直度，焊接处防渗漏，避免塌孔。

(4) 设泥浆沉淀池、储水池并准备合格粘土。现场布设、防雨、防污染需满足交通市政等相关部门及本工程的文明施工、标准化施工要求。废弃的泥浆、渣应按陆丰市环境保护的有关规定处理。由有相应资质、并到陆丰市相关部门及陆丰市备案的渣土公司负责泥浆外运。

(5) 钻机就位时，底座铺垫牢固，保证钻机的稳定和钻孔孔位准确。泥浆性能指标符合规范规定。在地质不良部位或易坍孔地段，提高泥浆粘度及相对密度。待邻孔混凝土灌注完毕，并达到 2.5MPa 抗压强度后才能开钻。钻孔连续进行，始终保持孔内泥浆稠度适当、水位稳定，以防坍孔。达到标高后，对钻孔的中心位置、孔径、倾斜度、孔深进行检查。

(6) 换浆法清孔，端承桩沉渣 $\leq 50\text{mm}$ 、摩擦桩 $\leq 100\text{mm}$ ，泥浆指标合格后及时下笼防回淤。

(7) 桩基钢筋笼在钢筋加工场采用滚焊机集中分段加工，所有钢筋原材料均按照设计图纸尺寸及形式进行加工，主筋连接采用机械接头方式连接，安装接头时可用管钳扳手拧紧，钢筋丝头应在套筒中央位置相互顶紧。钢筋接头应错开，错开间距不小于 35d 或不小于 50cm，同一截面接头不应超过 50%，制作钢筋笼的同时，依照图纸设计布置三根 $\phi 57$ 声测钢管，声测管接头采用 $\phi 70$ 钢套管焊

接连接，下端用钢板封底焊牢，上部采用木塞封闭，防止砂浆、杂物堵塞管道，并与主筋底齐平，声测管与桩基加强钢筋绑扎固定，必须牢固的固定在钢筋笼内侧。检测管上口比设计桩顶高 65cm，装好后上口灌满水并用塞子封堵严实，以供桩作超声波检测，钢筋笼制作完毕，经监理工程师检查合格后，方可下放到桩孔内。

（8）清孔达标后，下放钢筋笼时，控制钢筋笼中心与孔中心一致，可用浮漂法进行对中，钢筋骨架每隔 2m 周边焊接不少于 4 处的钢“耳朵”，钢筋骨架分段制作时，在孔口采用焊接拼装。入孔后，其顶端采用定位钢筋控制钢筋笼位置用型钢或钢棒予以固定防止钢筋笼沉降和浮升。

（9）导管长度根据孔身和孔口工作平台高度确定，储料斗底距孔口应大于一节中间导管长度，导管接头为法兰盘时，接头需加设锥形活动外套罩住法兰，防止提升导管时挂住钢筋笼。导管采用螺旋丝扣型接头时，必须有防止松脱装置，导管应位于桩孔中央，在浇注混凝土前应进行升降试验。导管提升设备的能力应与全导管充满混凝土后的总重量和摩阻力相适应，并留有一定安全储备，导管安装后，其底端与孔底的距离要能使混凝土球塞或其它隔水物顺利排出导管。先将导管底端缓慢做落到孔底，然后提升 30~40cm 后进行固定。

（10）储料斗应采用专用支撑架稳固安装在孔口，其下端与导管连接牢固、紧密。

（11）灌注前，再次检测孔底泥浆沉渣厚度，如大于规定值，则二次清孔。桩身混凝土一次连续灌注完毕。灌注过程中，需常复核孔内混凝土面层高程，及时调整导管出料口的相应位置。导管的埋深总保持 2—6m。灌注的桩顶标高比设计高出 0.5~1.0m 以保证浮浆及泥浆不影响有效桩部分。

（12）灌注混凝土是钻孔桩施工的重要工序，在浇注前，应经监理工程师再次对桩孔、钢筋笼、基底以及孔位检查验收，探测孔底沉淀物厚度，如果沉淀超标，要继续进行清孔，确认全部符合规范要求后立即灌注首批混凝土，水下混凝土的灌注要一次完成，中间不能停顿，首灌量的确定：采用导管法灌注水下混凝土，进入导管内的第一批混凝土能否完全排除导管内的水或泥浆，并使导管底部埋入混凝土内一定深度（首次埋管深度 $\geq 1\text{m}$ ），是顺利灌注水下混凝土的关键，首灌量按下式确定：

$$V = \pi D^2/4(H_1+H_2) + \pi d^2/4h_1$$

γ_c —混凝土拌合物的重度，取 24kN/m³；

γ_w —桩孔内水或泥浆的重度(kN/m³)，取 11kN/m³；

H_w —桩孔内水或泥浆的深度(m)；

V —灌注首批混凝土所需数量(m³)；

D —桩孔直径(m)；

H_1 —桩孔底至导管底端间距，一般为 0.3~0.4m；

H_2 —导管初次埋置深度(m)；

d —导管内径(m)；

h_1 —桩孔内混凝土达到埋置深度 H_2 时，导管内混凝土柱平衡导管外(或泥浆)压力所需的高度(m)；

$$h_1 = H_w \gamma_w / \gamma_c$$

灌注首批混凝土时，堵板提起后孔内有相应数量的泥浆翻起并外溢，导管内无泥水溢出，证明混凝土灌入孔底后，可连续不断地灌注混凝土，确认首灌封底成功后，剩余桩身混凝土应均匀、连续灌注，严禁中途停工，混凝土灌注过程中，导管埋深宜控制在 2~6m，在确保能将导管顺利提升的前提下，根据现场实际情况可适当放宽导管埋深，但最大埋深不应超过 9m。应经常测探孔内混凝土面高程和准确记录导管提升长度，在灌注将近结束时，导管内混凝土高度减少，压力差减少，而导管外的泥浆及所含渣土稠度增加，比重增大，在混凝土顶升困难时，可在孔内加水稀释泥浆，并掏出部分沉淀土，使浇筑工作顺利进行。

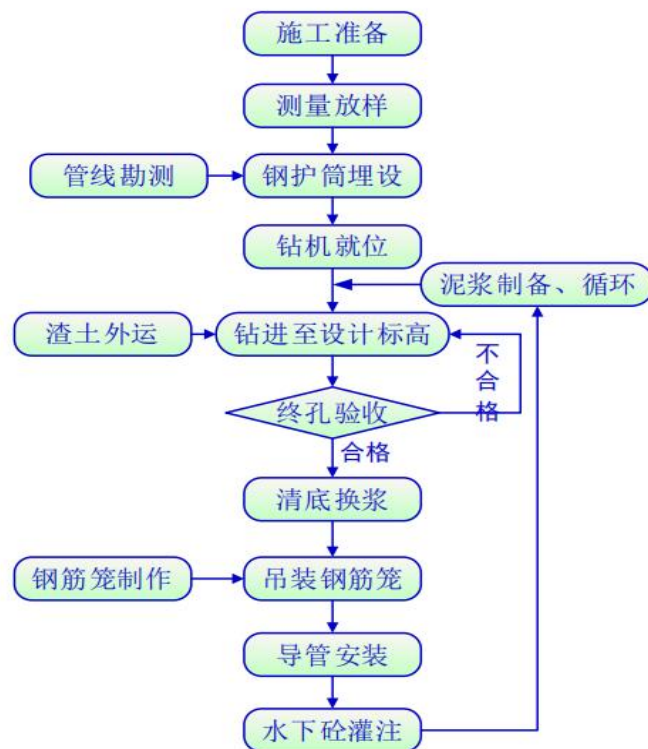


图 2.6.2-2 钻孔灌注桩施工工艺框图

2.6.2.2 桥台基坑开挖施工技术措施

本工层桥台基坑开挖深度约 2.0 米，采用 1:1.5 放坡开挖，基坑底部预留工作面跨度为 1.0 米，基坑开挖完成浇筑垫层。

(1) 台帽底标高以上 30cm 后，采用人工配合挖掘机开挖至台帽底标高，避免超挖；若超挖，采用同级配填料回填并压实，压实度 $\geq 96\%$ 。

(2) 开挖完成后，按设计要求对桩基进行检测，检测合格后方可进入台帽结构施工。

2.6.2.3 台帽、挡块、耳背墙及支座垫石钢筋施工技术措施

1. 台帽、挡块施工

(1) 钢筋加工：按设计图纸下料，主筋、箍筋尺寸偏差 $\leq \pm 5\text{mm}$ ，弯钩角度、长度符合规范（抗震设计弯钩长度 $\geq 10d$ ）。

(2) 钢筋安装：先绑扎底层主筋，再安装箍筋，形成钢筋骨架，主筋保护层厚度 $\geq 3\text{cm}$ （采用同强度混凝土垫块，间距 $\leq 80\text{cm}$ 呈梅花形布置）。

附属钢筋安装:

挡块钢筋: 与台帽主筋焊接固定, 位置偏差 $\leq \pm 3\text{cm}$, 挡块钢筋骨架尺寸误差 $\leq \pm 2\text{cm}$ 。

预埋钢筋: 搭板预埋钢筋外露长度 $\geq 30d$, 牛腿钢筋锚固长度 $\geq 40d$, 采用定位钢板固定, 防止振捣移位, 外露部分涂刷防锈漆。

(3) 焊接作业: 钢筋焊缝均采用双面焊缝, 焊缝最小长度不小于 $5d$, 两根主筋重叠段增加焊缝, 焊缝间距 100cm , 焊缝长度为 $2.5d$ 。

(4) 质量检查: 钢筋骨架标高偏差 $\leq \pm 5\text{cm}$, 主筋间距偏差 $\leq \pm 10\text{mm}$, 箍筋间距偏差 $\leq \pm 20\text{mm}$, 经监理验收合格后方可进入下道工序。

2. 桥台耳背墙施工

(1) 背墙钢筋绑扎, 钢筋间距偏差 $\leq \pm 10\text{mm}$, 与台帽钢筋可靠连接。

(2) 伸缩缝槽口预留: 根据伸缩缝预留槽口, 槽口边缘采用角钢加固, 避免浇筑时崩角, 尺寸偏差 $\leq \pm 2\text{cm}$ 。

(3) 锚固钢筋预埋: 按设计间距、高度预埋 锚固钢筋, 钢筋与背墙主筋焊接, 外露长度 $\geq 20\text{cm}$, 偏差 $\leq \pm 2\text{cm}$ 。

2.6.2.4 模板安装施工技术措施

模板安装: 模板选用: 采用钢模板 (厚度 $\geq 6\text{mm}$), 表面平整、无变形, 接缝处粘贴海绵条密封, 防止漏浆。

安装固定: 模板支撑采用钢管脚手架 + 对拉螺栓, 对拉螺栓间距 $\leq 80\text{cm}$, 脚手架立杆间距 $\leq 1.2\text{m}$ 、横杆步距 $\leq 1.5\text{m}$ 。

复核调整: 模板平面位置偏差 $\leq \pm 5\text{cm}$, 垂直度偏差 $\leq 0.3\%$, 标高偏差 $\leq \pm 3\text{cm}$, 经监理复核合格后方可进入下道工序。

混凝土浇筑施工技术措施

浇筑顺序: 从台帽一端向另一端连续浇筑, 分层厚度 $\leq 30\text{cm}$, 采用泵车输送混凝土, 布料管距浇筑面高度 $\leq 1.5\text{m}$, 防止骨料分离。

振捣作业: 插入式振捣器振捣, 振捣间距 $\leq 50\text{cm}$, 振捣时间 $20\sim 30\text{s}$ (至表面泛浆、无气泡溢出), 振捣棒避免碰撞钢筋、模板及预埋构件。

标高控制: 浇筑过程中实时用水准仪监测台帽顶标高, 采用刮杠找平, 表面平整度误差 $\leq 2\text{mm/m}$ 。

泌水处理：混凝土浇筑完成后，及时清除表面泌水，初凝前用木抹子搓平，终凝前用铁抹子压光（支座垫块安装区域需粗糙处理）。

3. 支座垫块施工

垫块材料：采用 C40 细石混凝土。

（1）定位安装：混凝土浇筑完成后，按设计坐标精准定位支座垫块，尺寸偏差 $\leq \pm 2\text{cm}$ ，顶面用水平尺校准，水平度误差 $\leq 1\text{mm/m}$ 。

（2）表面处理：支座垫块顶面清洁无油污、杂物，若采用专用支座砂浆，需按配比搅拌均匀，分层摊铺压实，强度达标后方可安装支座。

（3）养护与拆模

养护：混凝土浇筑完成后 12h 内覆盖土工布 + 洒水养护，养护时间 $\geq 14\text{d}$ ，保持表面湿润；夏季高温时增设遮阳棚，冬季采用保温被覆盖防冻。

拆模：侧模在混凝土强度达到 2.5MPa（浇筑后 24~48h）后拆除，底模在混凝土强度达到设计强度 75% 后拆除，拆模时避免碰撞结构构件。

2.6.2.5 桥台回填施工技术措施

（1）填料选择：选用级配良好的碎石土、砂砾土，严禁使用腐殖土、淤泥质土及含水量超标土料，填料含水量控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 。

（2）填筑作业：台前后台同步推进，分层厚度按压实机械类型调整（振动压路机 $\leq 20\text{cm}$ ，羊足碾 $\leq 15\text{cm}$ ），台前超宽填筑 50~100cm，填筑面平整，坡度 $\leq 1:1.5$ 。

（3）分层压实：从边缘向中心碾压，碾压速度 2~3km/h，碾压次数 6~8 遍（直至压实度达标），相邻碾压带重叠宽度 $\geq 1/3$ 碾轮直径，每层压实后采用灌砂法检测压实度，桥台背后 1m 范围内压实度 $\geq 96\%$ ，其他区域 $\geq 95\%$ ，监测填土速率 $\leq 5\text{cm/d}$ ，沉降速率 $\leq 2\text{mm/d}$ ，达标后方可进行下一层填筑。

2.6.2.6 预制箱梁施工工艺

本项目采用宽 2.4*1.4 米高预制小箱梁，共 3 条，每条长度为 25 米，采用场外预制，运输至现场吊装。两侧边梁悬臂端部预留 100mm 暂不预制，待浇筑外包护栏时一起浇筑，但钢筋需照常伸出不得截断。如下图：

⑥附属钢筋：安装伸缩缝锚固钢筋（与台帽背墙预留锚固钢筋衔接，外露长度 $\geq 30d$ ）、防撞护栏预埋钢筋，位置偏差 $\leq \pm 3\text{cm}$ ，外露部分涂刷防锈漆。

4. 预应力钢束制作与穿束

（1）钢束制作：按设计长度下料（预留张拉工作长度 $\geq 80\text{cm}$ ），采用梳束板梳理钢绞线（避免扭结），用扎丝绑扎（间距 50cm ），钢束表面无油污、锈蚀。

（2）穿束作业：采用卷扬机牵引穿束（或人工推送），穿束前检查波纹管孔道通畅性，钢束穿入后两端外露长度一致（偏差 $\leq \pm 5\text{cm}$ ），端部用胶带密封防止混凝土浆渗入。

（3）锚具安装：安装要求：在模板端部固定锚垫板（与预应力钢束中心线垂直，偏差 $\leq \pm 2^\circ$ ），锚垫板与波纹管衔接处用密封胶密封；安装夹片（表面清洁无油污），夹片与钢绞线贴合紧密，外露长度一致（ $\leq 5\text{mm}$ ）。

5. 混凝土浇筑与养护

浇筑作业：

浇筑前复核钢筋、波纹管、锚垫板、模板及所有预埋件位置；

浇筑顺序：从台帽一端向跨中对称分层浇筑，分层厚度 $\leq 30\text{cm}$ （腹板 $\leq 25\text{cm}$ ），采用泵车输送混凝土，布料管距浇筑面高度 $\leq 1.5\text{m}$ 。

振捣控制：采用插入式振捣器（ $\Phi 50\text{mm}$ 用于腹板、底板， $\Phi 30\text{mm}$ 用于顶板），振捣间距 $\leq 50\text{cm}$ ，振捣时间 $20\sim 30\text{s}$ （至表面泛浆、无气泡溢出），严禁碰撞预应力波纹管、锚具及钢筋模板。

标高与平整度：浇筑过程中实时用水准仪监测顶板标高（偏差 $\leq \pm 2\text{cm}$ ），采用刮杠找平，初凝前用木抹子搓平，终凝前用铁抹子压光（桥面铺装区域预留粗糙面）。

泌水处理：浇筑完成后及时清除表面泌水，覆盖土工布保湿。

养护时机：浇筑完成后 12h 内覆盖土工布 + 洒水养护（夏季增设遮阳棚，冬季采用薄膜 + 保温被覆盖），保持表面湿润。

养护周期：常温下养护 $\geq 14\text{d}$ ，混凝土强度达到设计强度 75% 前，禁止在顶板堆放重物；养护期间监测混凝土内部温度，温差 $\leq 25^\circ\text{C}$ 。

6. 梁体存放与运输

①存放要求：梁体强度达到设计强度 100% 且压浆强度 $\geq$ M50 后方可存放；采用两点支撑（支撑点距梁端 1.5~2m），支撑垫木采用 10cm $\times$ 15cm 方木（顶面平整），堆放层数 $\leq$ 2 层（底层垫木加厚至 15cm），存放时间 $\leq$ 90d。

②运输作业：

运梁车选用平板式，配备液压升降装置（调节梁体水平），梁体与车厢间用橡胶垫缓冲，两侧用钢丝绳固定（防止滑落）。

2.6.2.7 预制箱梁安装工艺

1. 安装前准备

（1）支座验收：复核台帽顶支座垫石标高（偏差 $\leq$ $\pm$ 1mm）、水平度（ $\leq$ 1mm/m），安装支座橡胶支座涂刷隔离剂，支座中心线偏差 $\leq$ $\pm$ 5mm。

（2）梁体检查：吊装前检查梁体外观（无裂缝、蜂窝麻面）、尺寸（梁长偏差 $\leq$ $\pm$ 10mm）、预埋钢板位置（偏差 $\leq$ $\pm$ 3mm），清理梁底预埋钢板（无油污、铁锈）。

（3）吊机就位：吊机就位后，复核吊机水平度（ $\leq$ 0.3%）、支腿地基承载力（ $\geq$ 300kPa），吊具采用专用吊梁扁担（避免钢束受力），钢丝绳夹角 $\geq$ 60°。

2. 吊装作业

（1）吊装顺序：从台帽一端向跨中对称安装，先安装边梁再安装中梁。

（2）试吊：将梁体吊起至离地面 10~20cm，停留 5min，检查吊机稳定性、钢丝绳受力情况，确认无误后继续起吊。

（3）对位：梁体吊至台帽上方，缓慢下降，用全站仪校正梁体中心线（偏差 $\leq$ $\pm$ 5mm），水准仪监测梁顶标高（偏差 $\leq$ $\pm$ 2cm）。

（4）落梁：梁体平稳落在支座上，调整梁体水平（四脚高差 $\leq$ 1mm），确认支座与梁底预埋钢板贴合紧密（贴合度 $\geq$ 90%）。

3. 梁体拼接与湿接缝施工

（1）拼接准备：清理相邻梁体拼接面（凿毛深度 $\geq$ 5mm，凿毛面积 $\geq$ 70%），绑扎湿接缝钢筋（与梁体预埋钢筋焊接，焊缝长度 $\geq$ 10d），安装湿接缝模板（钢模板，加固牢固）。

(2) 混凝土浇筑：浇筑 C50 混凝土，浇筑厚度 10cm，振捣密实；顶面预留桥面铺装粗糙面（凿毛处理）。

(3) 养护：覆盖土工布 + 洒水养护 $\geq 14d$ ，强度达到设计强度 75% 前禁止车辆通行。

2.6.2.8 桥面系及附属工程施工

桥面整体化现浇层，采用 D12 钢筋网片，10cm 厚度 C50 混凝土浇筑。桥面整体化现浇层施工时，每半幅一次浇筑完成。

1. 施工顺序：

桥面清洗→测量放样→铺设钢筋网片→设置高程控制钢筋带→安装周边模板浇筑砼→养护

2. 测量放样：

放出桥面铺装边线控制点，并用墨线弹出铺装外轮廓线及中线；

3. 桥面清洗：

由于桥面铺装是新鲜混凝土与梁板混凝土的结合，为此桥面清洗是一项至关重要的项目，需要专门组织人员对桥面进行清洗，凿除因浇捣湿接缝时污染箱梁顶的砼硬块。

4. 绑扎铺设钢筋：

小箱梁顶面清洗干净后按设计图纸要求确定钢筋轮廓，弹出墨线，将加工好的钢筋运至现场绑扎、焊接。确保钢筋的纵横间距正确无误，然后按照所弹网线分布桥面铺装层钢筋，钢筋搭接采用绑扎接头。

钢筋网上部净保护层厚度不小于 2cm。铺设桥面钢筋网时，小箱梁露出钢筋和桥面钢筋网间焊接，使其连接牢固，形成整体；钢筋网中的钢筋连接采用焊接及绑扎方式连接，其中焊接面积不少于 50%。

5. 安装模板

模板采用槽钢四周围拢，安装时控制模板顶高与铺装高，槽钢下采用木楔垫平，槽钢底周边采用砂浆堵实，待铺装浇捣完毕凿除周边堵缝砂浆。

6. 砼浇捣

(1) 严格控制商品混凝土的质量、商品混凝土混凝土运至现场必须检查出料单是否与设计混凝土标号相符、必须逐车检测塌落度。严禁不合格的材料进入施工现场。

(2) 钢筋、模板经自检、互检合格，报监理工程师验收合格后，方可开始桥面混凝土的浇筑。混凝土采用混凝土输送车送至施工地点，汽车泵泵送至作业面。

(3) 从混凝土输送车出来的混凝土必须有良好的和易性，先人工平整，插入式振动器仔细振捣，平板振动器跟随振捣，通过这三道工序已大致整平，然后采用平梁振捣器振捣并平整，后采用磨光机磨平、人工木夯铁板收平、采用六米尺检验，检验合格后方可向前施工，其中人工收面分两次进行，第一次为磨光机磨平后进行。待砼达到一定强度后人工再次抹面，收浆并拉毛，把桥面的平整度严格控制在规范误差范围内。

(4) 等桥面拉毛结束后及时用土工布覆盖桥面现浇层，并专人负责对桥面混凝土的养护，养护时间一般保证七天。

(5) 注意事项：由于桥面混凝土浇筑是一个连续施工的过程，在施工过程中应确保各种机械和电力的供应，中间不得停顿。

3. 防水层施工

(1) 施工时机：待 C50 混凝土调平层强度达到设计强度的 80%以上，表面干燥、洁净（无浮尘、油污、积水），经检验合格后开始防水层施工。

(2) 基层处理：对调平层表面进行二次清理，去除拉毛残留杂质，若表面存在裂缝，需用密封材料填补；采用吹风机吹干基层表面水分，确保基层干燥。

(3) 防水层铺设：按桥面宽度裁剪防水层材料，采用满铺方式铺设，铺设时从一端向另一端推进，避免出现起皱、空鼓现象；防水层搭接宽度不小于 10cm，搭接处采用专用粘结剂粘结牢固，确保无缝隙。

4. 伸缩缝施工

(1) 伸缩缝安装由厂方指导安装施工，我司予以积极的配合并在施工桥面铺装层时按设计图要求预留槽口。

(2) 施工伸缩缝位置的预制梁和连续箱梁时应注意预埋伸缩缝锚固钢筋。

(3) 预留槽口混凝土浇筑后，7 日内派人养护，保证混凝土质量。

(4) 为伸缩缝施工提供施工配合，并有专人负责。伸缩缝安装应做好以下几项准备工作：

①成品运到现场后，在施工前要检查其直顺度和伸缩缝间隙。

②核对预留槽尺寸并修整其预留锚固筋，稳放伸缩缝装置前应将预留槽清理干净，不得留有积水和杂物，混凝土碎块。

③将伸缩缝装置运至预留槽处放稳放好，沿缝长 1.5m 处放置一临时支架，以调整整个伸缩缝装置的平整度。

④预留槽两侧支模板并检查槽内缝隙是否填严，经验收合格后，进入下一道工序。

⑤按照设计固定好伸缩缝，注意按施工时现场温度控制伸缩缝宽度。

⑥预留槽再次用水冲洗干净，浇筑混凝土固定伸缩缝，并及时洒水养护，养护期间严禁过车碾压(必须过车时，铺方木或支撑或支搭临时桥)。

(5)、操作技术规程

1)伸缩缝在安装前一旦碰撞变形，很难修复为合格产品，在安装的全过程中，委派专职施工人员，工人严加保护，严禁任何车辆通行。

2)在工厂组装成成品，技术人员及质安人员在出厂前及运至现场后严格检查，不符合要求的坚决返工，不准吊入安装现场。

3)安装前，要与设计图与现场核对位置，尺寸无误后，再放稳预留槽。

4)安装伸缩缝严格按设计要求控制安装间隙，根据设计要求根据环境温度进行吊装定位。

5)保护带混凝土浇筑后，7 日内派专人养护，保证混凝土质量。

5. 现浇防撞护栏施工

施工顺序：边梁悬臂端清理验收 → 护栏钢筋绑扎及预埋管道安装 → 钢模板安装固定 → 与悬臂端同步浇筑混凝土 → 养护 → 断缝设置及防水处理 → 成品验收。

(1) 悬臂端验收：再次核对悬臂端尺寸、标高及钢筋完整性，确保与护栏衔接面处理到位，无缺陷；同步确认挡缝板安装位置，为预埋螺栓定位提供依据。

(2) 钢筋绑扎：按设计规格绑扎护栏钢筋，与悬臂端预留钢筋焊接/绑扎牢固，确保衔接紧密、受力均匀；钢筋保护层厚度符合设计要求，用垫块支撑固定，无偏移外露。

(3) 预埋管道与螺栓安装：在护栏墙内预设桥面照明电缆管道，规格、走向、深度契合设计及后续施工需求；用支架固定牢固，接口密封严密，端口临时封堵，防止混凝土浆液渗入堵塞。同时，按挡缝板安装设计要求，在护栏对应位置精准预埋螺栓，螺栓规格、间距、预埋深度及外露长度符合规范，采用定位工装固定牢固，避免浇筑混凝土时移位、倾斜，预埋完成后检查其位置准确性。

(4) 钢模板安装

模板选型：采用钢模板，确保强度、刚度满足要求，表面平整光滑、无变形。

①安装固定：按标高控制线安装，接缝严密，涂刷专用脱模剂；采用对拉螺栓及支撑体系固定牢固，防止浇筑时移位、漏浆，模板垂直度、线形符合设计要求。

(5) 浇筑与振捣

①浇筑协同：与两侧边梁悬臂端同步现浇，从一端向另一端连续推进，与桥面铺装施工段落协调，避免产生施工缝，确保二者结合紧密形成整体受力结构。

②混凝土浇筑：采用设计强度等级混凝土，分层浇筑（每层厚度 $\leq 50\text{cm}$ ），插入式振捣棒振捣密实，振捣时避开模板、预埋管道及钢筋，防止移位、损坏，顶面按标高抹平压光，确保与桥面铺装衔接平顺。

(6) 养护、断缝设置及防水处理

①成品养护：浇筑完成 12h 内覆盖土工布洒水养护，养护期 ≥ 7 天，养护期间严禁碰撞、碾压护栏及预埋螺栓，防止螺栓变形、移位。

②断缝设置与挡缝板安装：按设计间距精准留设断缝，位置、尺寸符合规范，确保护栏伸缩变形不受约束；待护栏混凝土强度达到设计强度的 80%以上，清理预埋螺栓表面浮锈及杂物，安装挡缝板，通过预埋螺栓紧固固定，确保挡缝板与断缝对齐、安装平整牢固，接缝处无松动。

③防水处理：断缝内及挡缝板与护栏衔接处清理干净，采用专用密封材料填充密实，表面与护栏立面、挡缝板表面平齐，与桥面防水层形成完整防水体系，防止雨水渗入腐蚀钢筋及预埋螺栓。

(7) 防撞栏浇筑应注意的质量问题:

蜂窝: 应避免混凝土一次下料过厚, 振捣不密或漏振; 模板有缝隙发生砂浆流失者, 应及时补救, 在施工前, 应严格控制混凝土坍落度和石子规格, 避免因混凝土坍落度过小或石子过大而形成的蜂窝。

露筋: 垫块位移、间距过大、漏放或钢筋紧贴模板均会造成露筋, 振捣不实亦可能出现露筋, 施工中必需注意避免。

麻面: 模板表面不光滑致使表面混凝土粘附在模板上造成脱皮麻面。使用钢模板时必须充分除锈, 清除表面附的水泥浆, 根据模板的材质选用脱模剂, 不但可避免麻面, 也可大大减少蜂窝现象的产生。

孔洞: 在钢筋较密的部位大碎石被卡, 混凝土不能填满模内, 振捣不足就继续浇筑上层混凝土。尤其防撞栏底部至腰线范围是孔洞、蜂窝现象的易发区。

(8) 拆模、养护

砼达到拆模强度后, 拆开侧模, 采用洒水和覆盖保湿物的养护方法进行养护, 养护期不少于 7 天。

6、沥青混凝土面层施工

(1) 沥青混合料拌合: 采用热拌沥青混合料, 拌合时控制沥青温度在 150-170℃, 集料加热温度比沥青温度高 10-20℃, 拌合时间确保混合料均匀, 无花白料、结块现象; 混合料出厂前检测温度及级配, 不合格混合料严禁出场。

(2) 摊铺作业: 沥青混合料运输至现场后, 及时采用摊铺机梯队摊铺, 摊铺温度不低于 135℃, 摊铺速度控制在 2-4m/min, 摊铺厚度根据设计标高及压实系数调整, 确保压实后厚度为 10cm; 摊铺过程中专人指挥, 避免混合料离析。

(3) 碾压作业: 遵循“初压、复压、终压”的碾压原则, 初压采用钢轮压路机, 碾压温度不低于 130℃, 碾压 2 遍, 压实度达到初步要求; 复压采用胶轮压路机, 碾压 4-6 遍, 确保压实度不小于 96%; 终压采用钢轮压路机, 碾压 2 遍, 消除轮迹, 终压温度不低于 70℃。碾压顺序从低向高推进, 碾压重叠宽度为轮宽的 1/3-1/2。

(4) 接缝处理: 纵向接缝采用热接缝, 摊铺时相邻梯队保持一定距离, 确保前一幅混合料未冷却前完成后一幅摊铺及碾压; 横向接缝采用平接缝, 接缝处

切割整齐，清除端部松散混合料，涂刷粘层油后进行碾压，确保接缝密实、平整，无跳车现象。

2.6.3 主要施工设备

本项目主要施工设备如下表 2.6.3-1。

表 2.6.3-1 主要施工机械设备表

设备名称	型号	数量	设备状况	备注
挖掘机	320CL	1	良好	
装载机	ZL50	2	良好	
发电机	HDI-300-4	2	良好	
发电机	75GT	2	良好	
自卸汽车	15T	2	良好	
吊车	400T	2	良好	
插入式振动棒	ZX-50	2	良好	
打桩机	/	1	良好	
150X 150X 150 试模	/	2	良好	
塌落度桶	/	2	良好	
抽水机	/	2	良好	
千斤顶	/	2	良好	

2.6.4 项目施工进度计划

本项目总工期42个月，上海支线桥梁工程工期约4个月。

2.7 项目用海申请情况

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中的路桥用海；根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》自然资发〔2023〕234号，本项目海域使用类型为交通运输用海中的路桥隧道用海。用海方式为构筑物用海中的跨海桥梁、海底隧道用海。项目拟申请海域使用面积0.0587公顷，项目占用人工岸线59.3米。本项目桥梁用海进行分层立体确权，用海空间层为水面，高程范围为桥面设计底高程至桥梁设计顶高程1.84~5.84m米（1985国家高程基准）。项目拟申请用海期限40年。

陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目一期工程
上海支线工程桥梁工程立体空间范围示意图

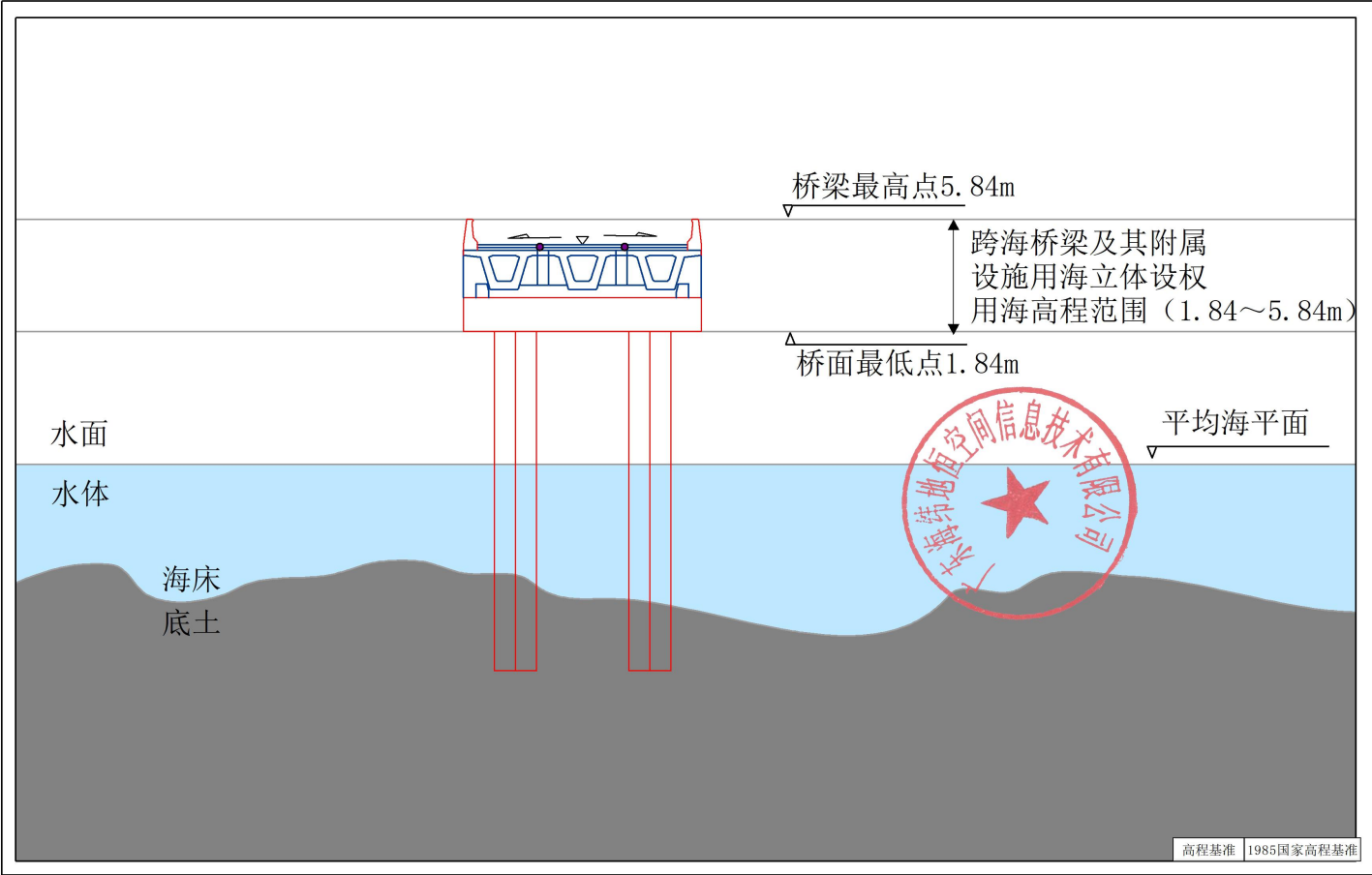


图 1.7-1 项目立体空间范围示意图

陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目一期工程 上海支线工程桥梁工程宗海位置图



图 1.7-2 项目宗海位置图

陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目一期工程
上海支线工程桥梁工程宗海界址图

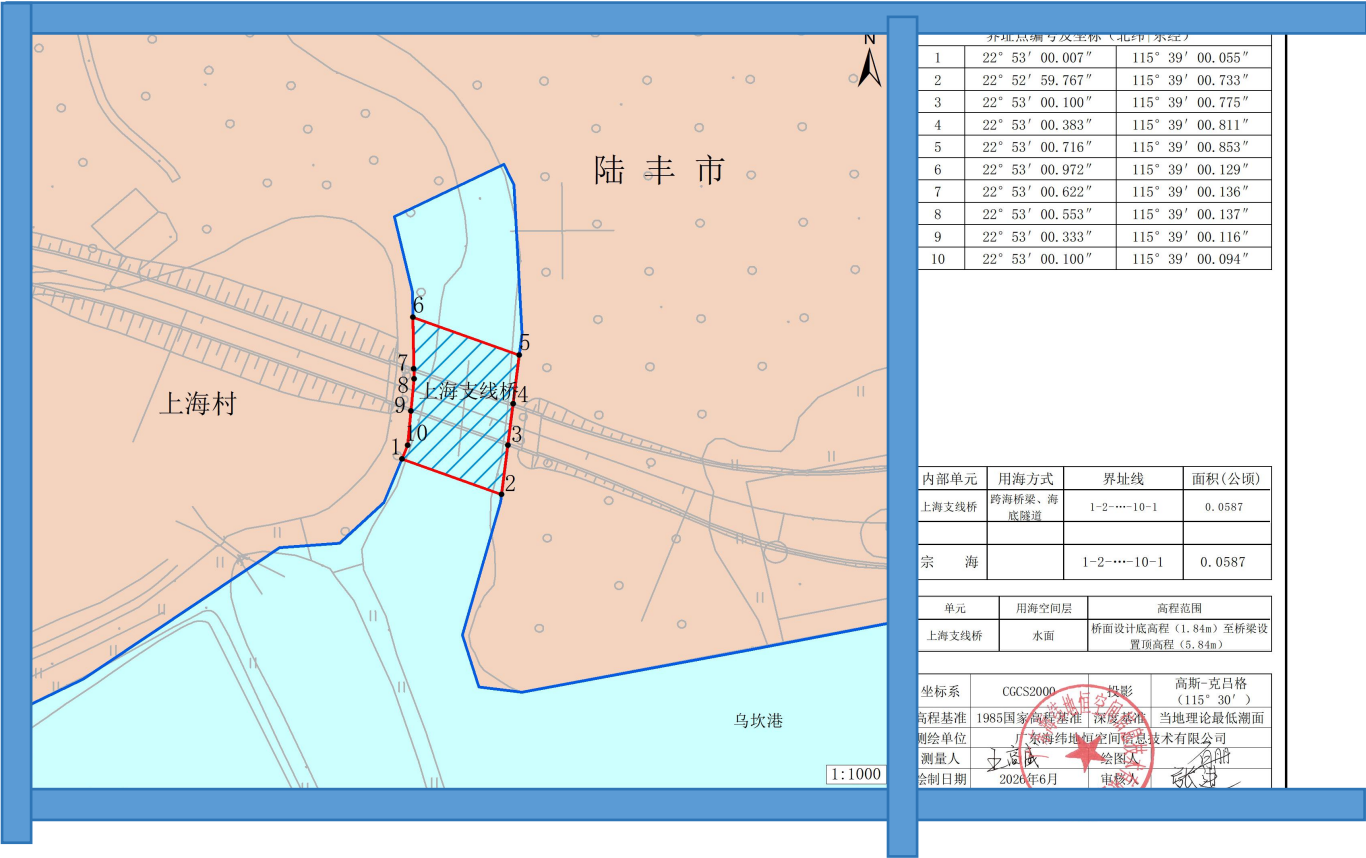


图 1.7-3 项目宗海界址图

2.8 项目用海必要性

2.8.1 项目建设的必要性

（1）项目的实施是适应国民经济和社会发展的需要。

区域经济一体化，作为催生城镇群和城市区域的“助推剂”，与经济全球化并驾齐驱，是当今世界并行不悖的发展趋势。目前，陆丰充分利用交通区位、土地空间、海洋资源、人文人脉、海陆丰革命老区政策红利等方面优势，强化交通对接，加强市场要素对接，主动承接粤港澳大湾区产业延伸和功能拓展，推进产业合作，实现产业互补、产业一体化发展。要积极融入大湾区创新体系，主动与广州、深圳等城市开展协同创新，推动大湾区科研成果在陆丰转化。基础设施建设一体化作为高效整合区域内资源、加速区域经济一体化进程提供强有力的支撑，为陆丰乃至汕尾市率先实现基础设施现代化打下良好的基础，是区域内各方开展合作的重要基本条件，因此可作为区域经济一体化的突破点。在交通基础设施上，陆丰将以高速公路、高速铁路为纽带，串联经济圈主要城镇、重要发展区和休闲游憩地区，构筑生产、生活与休闲发展轴线，形成生产和生活高度一体化的一小时经济圈。新区基础框架初步形成。依托路网水网初步搭建城市格局，以陆丰新区为主阵地，发展基础较好、发展潜力较大的新城、工业园区、科技园区、科技创新综合体等重要节点，串珠成链，打造产业联动、空间联结、功能衔接的先进制造业走廊，着力建设粤港澳大湾区城市群中的制造新城。陆丰产业转移工业园（省级）基础设施重点项目建设是推进陆丰市经济社会发展的重要抓手，是推动陆丰奋力裂变发展、实现蓝色崛起的重要支撑，更是实现新时代老区振兴发展的重要手段。

（2）项目的实施是整体优化工业结构和产业布局的需要。

产业园区作为一种新型的工业组织形式，有利于优化产业布局，促进产业集约化、规模化发展。《广东省培育电子信息等五大世界级先进制造业集群实施方案（2019-2022 年）》文件精神指出“16. 充分发挥集聚区基础作用。推进集群按照“一核一带一区”区域发展新格局，在现有开发区、产业转移园区（产业转移集聚地）、新型工业化产业示范基地集中布局。加快清理低效闲置工业用地，制

定盘活利用方案。推行政企分开、政资分开，实行管理机构与开发运营企业分离。引导社会资本参与公共服务、基础设施建设，鼓励民营资本开发运营“园中园”形式的特色园区。鼓励主导产业相近、地理相近的产业集聚区跨区协同、联动发展。”项目建设符合未来政策规划发展方向。

（3）完善城市配套设施、推动城市土地开发建设的需要

在城市建设中，基础设施要先行，抓好基础设施建设也是发展规划中的主要工作任务之一。基础设施的载体是道路、给排水、供电、燃气、通讯等工程。只有建好完善功能的市政基础设施，才能有效地带动城区的开发建设和经济发展。道路和管线等市政配套设施，是区域土地开发利用的基本条件，也是当前土地批租、转让等土地经营管理的先决条件。道路系统完善后由于交通环境改善，土地增值，可以促进片区土地的开发，能够有效带动道路两侧用地的开发和区域整体经济的发展。目前随着陆丰新区（园区）城市主干道路的建设，中心城区发展骨架将逐步拉开，各项城市用地布局也不断完善。但是，现状用地配套市政道路、管线等基础设施的建设滞后，无法满足城市用地的日常交通出行需要，严重制约了沿线的土地开发和居民的生活环境质量的提升。因此，本项目的建设是完善城市配套设施、推动道路沿线两侧用地开发建设的需要。

（4）改善区域交通环境、支撑经济持续发展的需要

道路交通是区域发展的命脉，经济的发展对区域道路交通有着很强的依赖性，它是区域经济发展的必要条件，也是制约经济发展的决定性因素之一，甚至也构成了关系社会安定的重要因素。合理的完善道路交通系统是国民经济健康发展的前提，也是保障人民日常生活的基础设施，同时也是对外开放和吸引内外资金的重要条件。但是目前研究区域内交通运行存在较大的瓶颈。一方面，随着陆丰交通经济的发展，该片区交通压力不断增大，现状城市道路网难以满足需要；另一方面，现状城市道路网布局仍不完善，产业组团间绕行距离较远、道路与地块衔接不畅，极大地制约了该片区的高效运行。本项目的建设能够极大的完善园区的路网布局，改善了区域内的出行方式和出行环境，缩短了相关运输线路的距离，避免不必要的绕行，极大地增加了车辆行驶的经济效益。并且完善了城市的道路交通系统，提升了道路沿线居住用地的开发性能，较快地带动陆丰的资源开发，提高地域经济价值，使其资源得以充分开发利用，并对沿线的开发建设具有指导

作用。因此，本次基础设施建设项目能改善优化园区投资环境，加快陆丰新区的建设进程，对产业园和陆丰市经济的发展起到了良好的推动和促进作用。

(5) 提升园区投资环境、美化城市环境的需要

为城市形象与城市环境的塑造提供了重要的载体。地上部分，非机动车道、人行道、路灯、绿化带等辅助设施极大地保障了沿线居民的出行安全；通过道路绿化带的设计可以起到改善环境、净化空气的作用；设置在外侧的人行道和行道树既可以是自由出入休息休闲林荫带，又是能有效防止和减少车辆废气、噪音空间隔离带。这些均能够起到美化城市生活环境、提高生活质量，改善城市形象的作用。另外，地下部分，城市道路也为区域市政管线的埋设提供机会，有利于完善区域给排水、电力、燃气、热力等市政管线，改善区域环境卫生质量。因此本项目建成后，将一举改善产业转移园乃至陆丰新区对外通行道路等级低、路况差的环境，极大的提升园区投资环境和陆丰新区城市形象。

综上所述，本项目建设在优化工业结构和产业布局、完善城市配套设施、推动城市土地开发建设、改善区域交通环境、支撑经济持续发展等方面均具有不可替代的必要性，是陆丰市乃至汕尾市交通运输高质量发展的重要举措。

2.8.2 项目用海的必要性

本项目拟申请海域使用面积 0.0587 公顷，项目用海是由项目建设的特殊性 & 项目建设的必要性决定的。本项目为陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目，项目线路跨海桥梁需占用一定海域，桥梁跨径布置为 $1 \times 25\text{m}$ ，斜交角 75° ，桥宽 8m，全长 31.44m，桥洞净跨为 22.6 米，桥梁箱梁底部设计高程为 3.34 米，设计水位为 2.76 米。不可避免的占用海域。

综上所述，本项目用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 滨海旅游资源

汕尾市海岸线上分布着众多沙滩、奇岩、岛礁、古迹等滨海迷人风光，“神、海、沙、石”兼备，具有“阳光、沙滩、海水、空气、绿色”5个旅游资源基本要素，历史、人文内容也十分丰富，适于开发观光旅游、购物旅游、宗教旅游。金厢、遮浪、捷胜等地海滩连绵，安全系数高、沙质细软，海水水质好，开发滨海旅游条件得天独厚，是海水浴场、日光浴场、水上运动场优良场所，其中以遮浪和金厢旅游资源开发潜力最大。遮浪山、海、湖、角风光旖旎，是国家重点海水浴场之一；观音岭金厢滩沙白、水清、浪小，岭前奇石众多，是一个理想的滨海度假胜地。龟龄岛、小岛等海岛风光旅游资源也具有很大的开发潜力。

陆丰海岸多沙滩，奇岩怪石，岬角与海湾错落分布，阳光、海水、沙滩、寺庙颇具特色，有“东方的夏威夷”“粤东明珠”“粤东旅游的黄金海岸”之称。全市旅游资源以宗教旅游资源为主，伴以景色旖旎的风光旅游资源、滨海旅游资源、历史悠久的人文旅游资源和以工艺产品为主的购物旅游资源，五者优势互补，得天独厚。本项目周边的主要旅游景点有“神、海、沙、石”四者兼备的碣石玄武山一金厢滩滨海旅游区、依山隅海的“海上公园”田尾山。

3.1.2 港口资源

陆丰濒临南海大陆架，海岸线长 116.5km，海域面积 1.256 万 km²。沿海海岸曲折，港湾众多，有乌坎、甲子、碣石、湖东、金厢 5 个港口，平均 23.3km 海岸线有 1 个港口，其密度比世界经济大国日本（平均 25km 海岸线有 1 个海港）还要密。甲子港是一个泻湖港，航道水深 3-4m，是对外开放口岸装卸点和广东省 10 大渔港之一；碣石港海域面积达 5500km²，海洋鱼类资源丰富，海防位置十分重要，早在明洪武二十二年（公元 1389 年）就设卫建城，为全国 36 个卫之一，与著名的天津卫、威海卫等齐名，为国家级渔港，有可建万吨级以上码头、

泊位多处。现投资 4000 多万元建设的 5000 吨级碣石港成品油专用码头已经投入使用。

陆丰市拥有港口五个，分别为：湖东港、乌坎港、金厢港、碣石港以及甲子港。拥有码头四个，分别为：核电站码头、海工基地码头、甲湖湾电厂码头以及汕尾新材料产业园码头。丰富的航道网络有助于融入粤港澳大湾区“一小时经济区”，促进港口经济的有序发展。本项目论证范围内主要港口为碣石港，碣石港地处粤东碣石湾东岸，毗邻港澳，碣石渔港是广东省早期一级渔港，1981 年就开始对碣石渔港进行整治，先后投入渔港建设专用资金 1500 多万元，其中建造西栏沙堤 200 米，西护堤 149 米，建造东防波堤 320 米，东护岸 381 米，港池南护岸 486 米，渔业顺岸码头 200 米。开挖新口门及航道取直疏浚土方 29 万立方米，疏浚港池及航道土方 58 万立方米，疏浚锚地土方 98 万立方米。修建东护岸 500 米。对航道进行二次裁弯取直，航道基本达到-2.5 米至-3.0 米水深处，满足渔船自由进出港。渔港后勤配套方面，现在较大规模的水产品交易市场占地 7000 多平方米，鱼产品销售日高峰达 350 吨。制冰厂 3 座，日产冰 400 吨，船排厂（坞）4 个，水产品加工厂 50 多家，机械维修厂及渔业后勤配套设施齐全。

本项目论证范围内主要有乌坎港，乌坎港位于碣石湾顶部，历史悠久。该港距市中心城区东海镇仅 9km，历史上曾是个运输良港。清朝初期为粤海关下设的七大总口之一。目前建有千吨级码头 2 座，还有可建 3000-5000 吨级泊位码头 100 多处，已于 1997 年 3 月 3 日正式对外通航；

3.1.3 岛礁资源

汕尾市海岛共 428 个，为全省最多，约占全省海岛总数的 21.8%，其中包括有居民海岛 2 个，无居民海岛 426 个。陆丰市共有海岛 196 个，均为无居民海岛。到 2035 年，划定适度利用类海岛 47 处、特殊利用类海岛 1 处、保留类海岛 148 处，其中适度利用类海岛中包括农林渔业海岛 37 处、交通与工业用岛 10 处。本项目论证范围内没有岛屿资源。



图 3.1.3-1 项目附近岛礁资源分布图

3.1.4 矿产资源

汕尾市沿海岸可供建筑和造地用的砂土地面积 271 平方千米，蕴藏量 4.88 亿立方米。其中沿白沙湖畔，从施公寮至内湖一带沙滩的石英砂蕴藏量有 2000 万吨，部分砂的二氧化硅含量超过 98%，是制造玻璃的优质原料。海底油气资源也很丰富。本项目论证范围内的矿产资源主要为海砂资源。

3.1.5 岸线资源

汕尾市具有严格保护岸线长 254.6 公里，限制开发岸线 121.9km，优化利用岸线 90.8 公里；陆丰市具有严格保护岸线 59.01 公里，主要包括上英-潭西海堤、碣石港、湖东港等区域岸线；限制开发岸线 65.51 公里，主要包括碣石港、三甲海堤等区域岸线；优化利用岸线 67.39 公里，主要包括东海岸岸线、甲子港岸线、湖东甲西岸线、田尾山岸线等区域岸线。

本项目用海占用人工岸线长度 59.3m。论证范围的 2022 年政府批复岸线长度 11.1km，其中人工岸线 6.9km，自然岸线 4.2km。



图 3.1.5-1 岸线资源分布图

3.1.6 滩涂资源

本项目论证范围内的滩涂资源以 2022 年批复岸线与海图 0m 等深线围成的面积为 1.21km^2 。

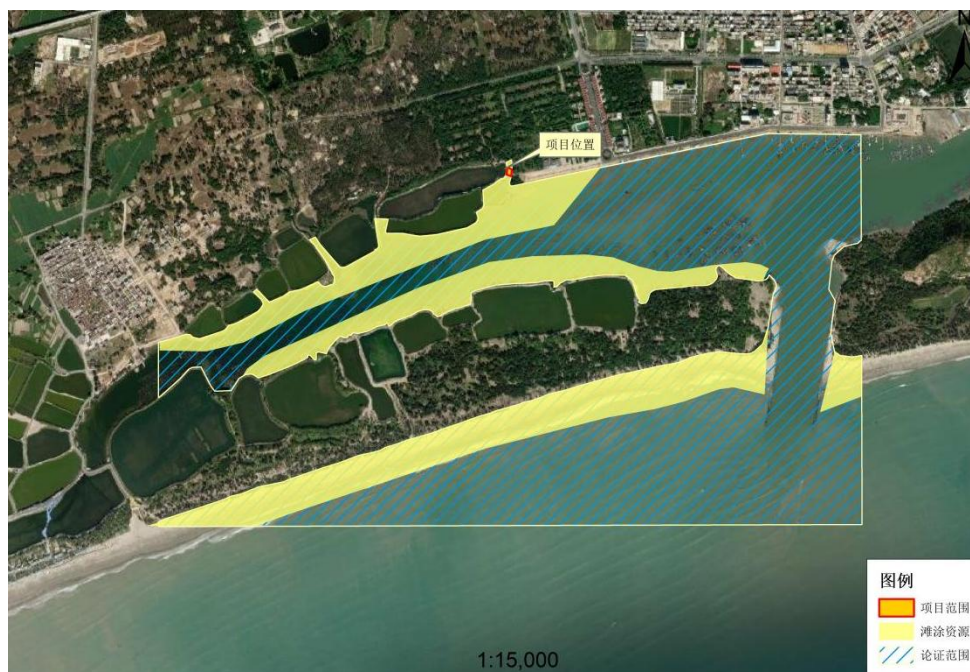


图 3.1.6-1 滩涂资源分布图

3.1.7 渔业资源

根据《中国海洋志第九分册（中国东部海洋）》（海洋出版社，1998），海洋捕捞是甲子湾沿海居民传统的海洋产业之一。甲子湾渔港众多是渔业发展的基础。湾外不远是汕头渔场、甲子渔场和汕尾渔场。金厢鱿鱼饮誉海内外。由于近海捕捞过度，近海鱼类资源衰退，渔获物中杂鱼及小鱼增加，而价值较高的经济鱼类减少。因此，海洋渔业发展要坚持“以养为主、养捕结合、多种经营、全面发展”的方针，保护和利用近海水产资源，积极向外海发展，开展资源增殖，发展增养殖业，逐步实现近海渔业农牧化。

根据《汕尾统计年鉴》（2024 年），2023 年陆丰市渔业产值 592740 万元，2023 年陆丰海水产品产量：232760 吨，其中，海捕产量 106760 吨，海养产量 12600 吨；水产品总产值：592740 万元，其中海水产品产值：575506 万元，水产品养殖面积：7312 公顷，海养面积：6435 公顷。

本节内容主要引用汕尾市润邦检测技术有限公司 2026 年 4 月在汕尾碣石湾海域海洋生态环境现状调查资料。

1、种类组成

本次调查捕获游泳动物共有 58 种，隶属于 3 大类群 33 科。调查海域捕获物种类统计结果见图 3.1.7-1，其中鱼类种类最多（34 种），占总种数的 58.62%；甲壳类 21 种，占总种数的 36.21%；头足类 3 种，占总种数的 5.17%。

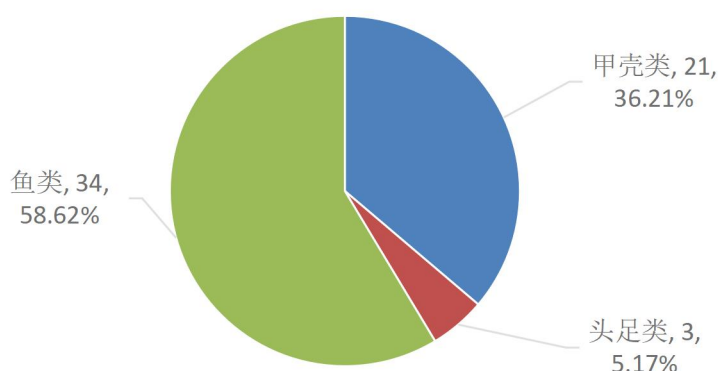


图 3.1.7-1 游泳动物类群组成

游泳动物种类空间分布如图 3.1.7-2 所示，各个站位捕捞游泳动物种类数稍

有差异，其中站位 S35 出现种类最多（为 22 种），站位 S1、S2 和 S24 种类最少，为 5 种。

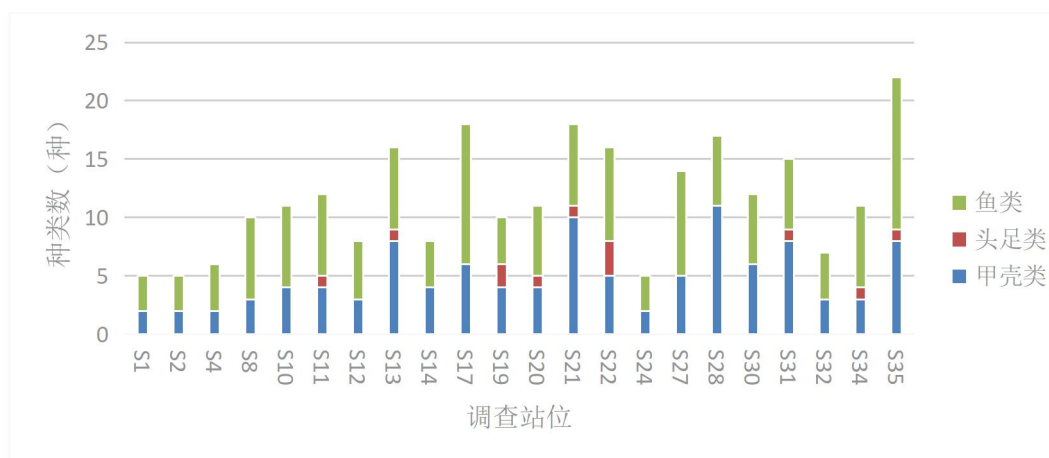


图 3.1.7-2 游泳动物种类空间分布

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

气候要素，表征某一特定地点和特定时段内的气候特征或状态的参量。狭义的气候要素即气象要素，如空气温度、湿度、气压、风、云、雾、日照、降水等。这些参量是目前气象台站所观测的基本项目。广义的气候要素还包括具有能量意义的参量，如太阳辐射、地表蒸发、大气稳定度、大气透明度等。

本报告采用陆丰气象站（59502）资料，代表项目区域的气候与气象特征，地理坐标为东经 115.652°，北纬 22.9652°。陆丰市地处北回归线以南，属南亚热带季风气候，海洋性气候明显。气候温和，雨量充沛，汛期降雨较为集中。

1、气温

陆丰气象站 7 月气温最高（28.9℃），1 月气温最低（14.9℃），近 20 年极端最高气温出现在 2005 年 7 月 18 日（38.3℃），近 20 年极端最低气温出现在 2016 年 1 月 25 日（2.0℃）。陆丰气象站近 20 年气温无明显变化趋势，2002 年年平均气温最高（23.3℃），2011 年年平均气温最低（22.1℃），周期为 4 年。

2、降水

（1）月平均降水与极端降水

陆丰气象站 6 月降水量最大（523.0 毫米），10 月降水量最小（31.3 毫米），近 20 年极端最大日降水出现在 2015 年 5 月 20 日（402.5 毫米）。

（2）降水年际变化趋势与周期分析

陆丰气象站近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2006 年年总降水量最大（2790.9 毫米），2004 年年总降水量最小（1502.3 毫米），无明显周期。

3、日照

（1）月日照时数

陆丰气象站 7 月日照最长（220.1 小时），4 月日照最短（107.9 小时）。

（2）日照时数年际变化趋势与周期分析

陆丰气象站近 20 年年日照时数呈现下降趋势，每年下降 15.61%，2004 年年日照时数最长（2203.8 小时），2016 年年日照时数最短（1690.1 小时），周期为 2-3 年。

4、相对湿度

（1）月相对湿度分析

陆丰气象站 6 月平均相对湿度最大（84.3%），12 月平均相对湿度最小（68.2%）。

（2）相对湿度年际变化趋势与周期分析

陆丰气象站近 20 年年平均相对湿度呈现上升趋势，每年上升 0.30%，2019 年年平均相对湿度最大（83.3%），2008 年年平均相对湿度最小（71.0%），周期为 10 年。

5、风况

（1）月平均风速

陆丰气象站月平均风速如表 3.2.1-2，12 月平均风速最大（2.5 米/秒），4 月风速最小（2.2 米/秒）。

（2）风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图 3.1.1-1，陆丰气象站主要风向为 E 和 NNW、N、S，占 46.8%，其中以 E 为主风向，占到全年 12.9%左右。

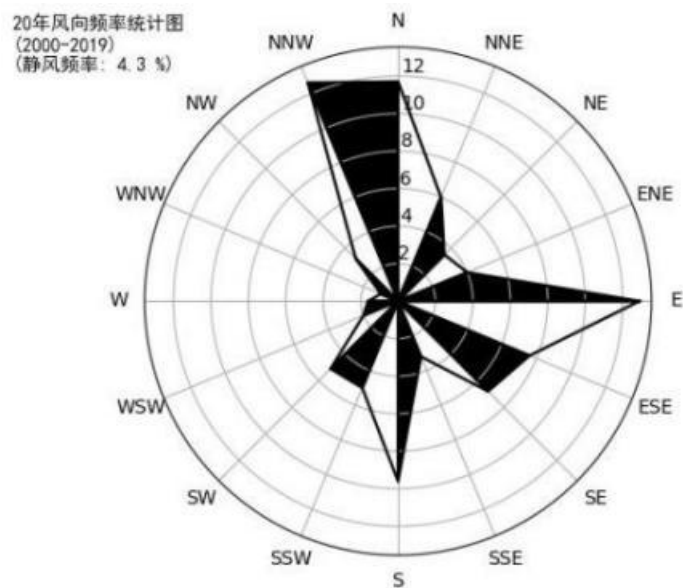


图 3.2.1-1 陆丰风玫瑰图（静风频率 4.1%）

（3）风速年际变化特征与周期分析

根据近 20 年资料分析，陆丰气象站风速无明显变化趋势，2000 年年平均风速最大（2.7 米/秒），2016 年年平均风速最小（2.0 米/秒），周期为 10 年。

3.2.2 海洋水文和泥沙

1、基面关系

项目水下地形与地貌测量以当地理论最低潮面起算，根据项目附近潮位站点多年观测数据，基面换算关系如图 3.2.2-1 所示。

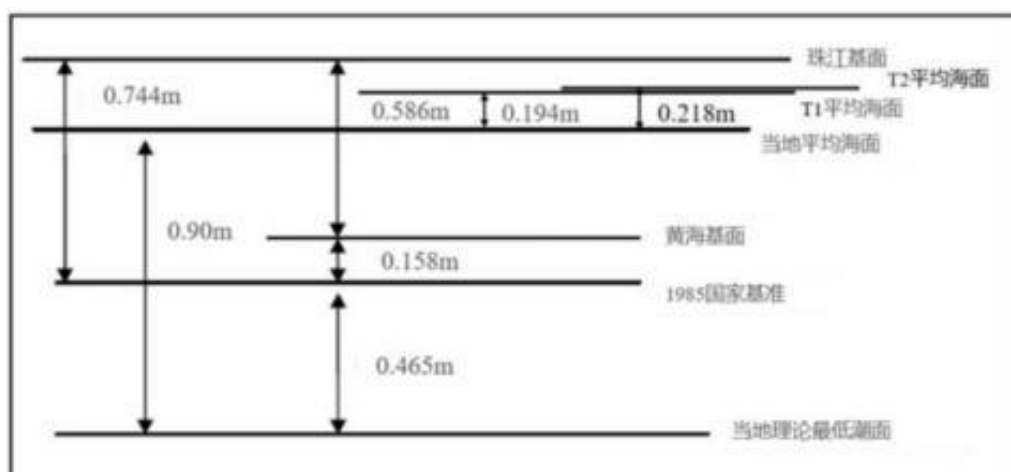


图 3.2.2-1 各基面关系图

2. 潮位特征值

据项目附近神泉站、甲子站和遮浪站多年潮位资料统计，得出项目海区潮汐特征（1985 国家高程基准面起算，下同）：

表 3.2.2-1 各潮位站短期潮位特征表

项目	神泉站	甲子站	遮浪站
最高潮位	0.72	0.90	1.12
最低潮位	-0.88	-0.80	-0.80
平均高潮位	0.46	0.51	0.64
平均低潮位	-0.56	-0.54	-0.48
最大潮差	1.46	1.64	1.84
平均潮差	1.01	1.05	1.13
平均涨潮历时（h）	13.71	14.21	14.50
平均落潮历时（h）	10.29	9.79	9.50

3、水文动力环境现状调查与评价

本项目水文资料引用广东创蓝海洋科技有限公司于 2023 年 1 月 7 日 14:00 至 2023 年 1 月 8 日 15:00，在项目所在海域进行水文观测。共布设 6 个潮流观测站，临时潮位站 3 个，位置如图 3.2.2-2 所示，坐标如表 3.2.2-2 所示，调查内容包括：温度、盐度、深度、海流、潮位、泥沙等。6 个海洋水文调查站位（S1～S6）进行同步、整点、逐时观测 26 个时次。3 个潮位调查站位 C1、C2 和 C3 同步观测潮位数据，潮位采用潮位仪测定,仪器数据采样时间间隔为 5min；潮流、温盐及含沙量分层等技术要求为表（水面下 1m）、中（0.6H）、底（距底 1m）3 层。采集 S2、S5 站位逐时气象要素(风速、风向)。调查方法依照《海洋调查规范-海洋水文观测》GB/T12763.2-2007 的要求执行。

表 3.2.2-2 水文观测站位坐标表

性质	编号	东经	北纬	水深(米)	测量内容
潮位站	C1				潮位
	C2				
	C3				
水文站	S1				各分层流速、流向、含沙量、温度、盐度和气象（S2、S5）
	S2				
	S3				
	S4				
	S5				
	S6				

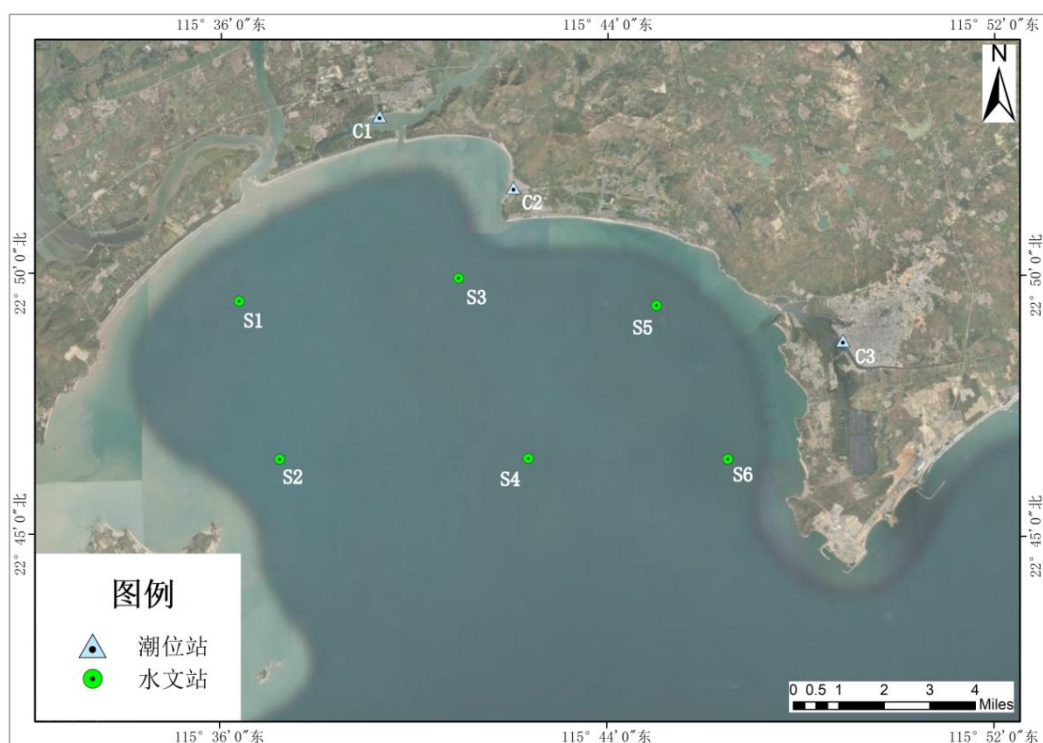


图 3.2.2-2 水文观测站点分布示意图

(1) 调查期间气象数据

本次水文气象观测期间，各潮流站风速风向矢量过程和风速风向玫瑰图如图 3.2.2-3 所示。观测期间，S2 站风速范围为 3.3 ~8.6m/s，平均风速 5.75m/s，风向 ENE 向风为主，频率为 38.46%；S5 站风速范围为 1.9m/s~6.5m/s，平均风速 4.10m/s，风向以 ENE 和 E 向为主，频率均高达 42.31%。

(2) 潮汐

a.潮位曲线

本次在工程海区域设置 3 个临时潮位站，位于 C1、C2 和 C3 站位，进行与海流观测同步的潮位观测，观测使用仪器为潮位仪，观测频次为每 10min 一次。计算分析可得潮位曲线如图 3.2.2-4 所示

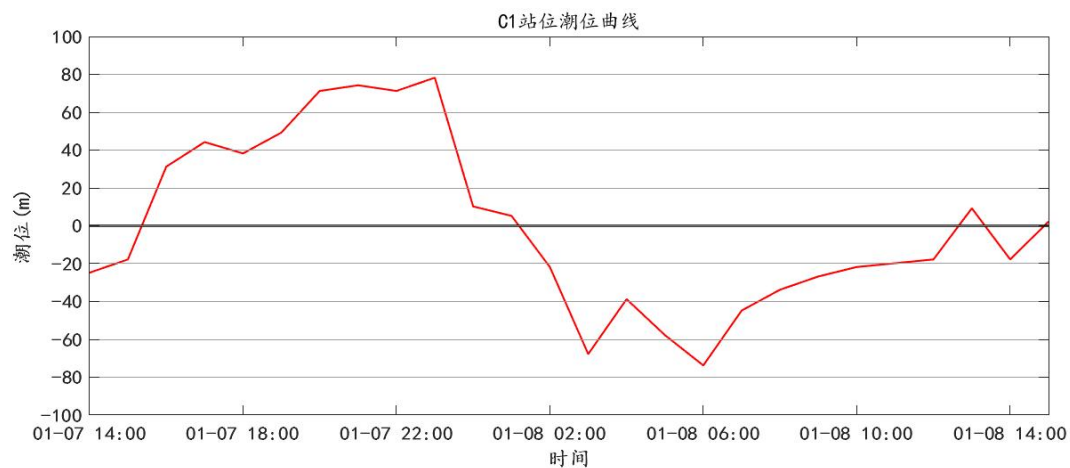


图 3.2.2-4a C1 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

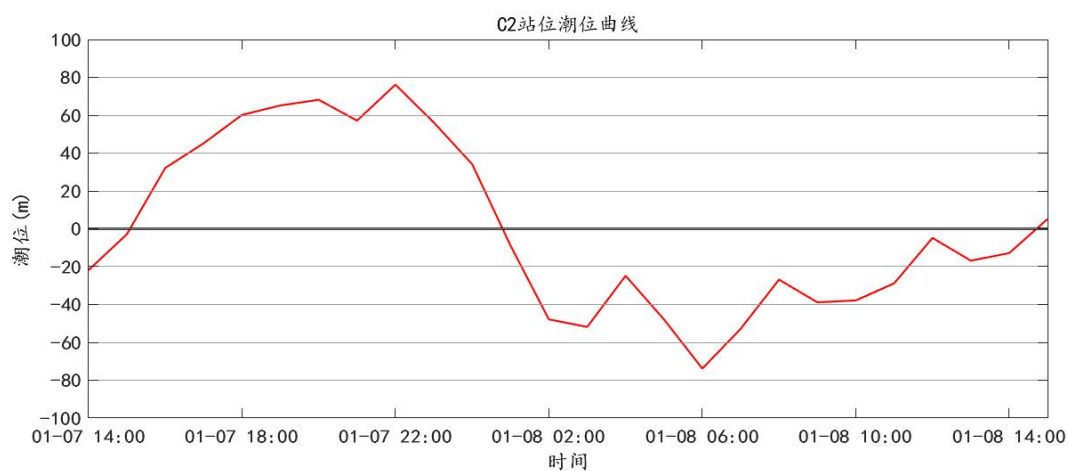


图 3.2.2-4b C2 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

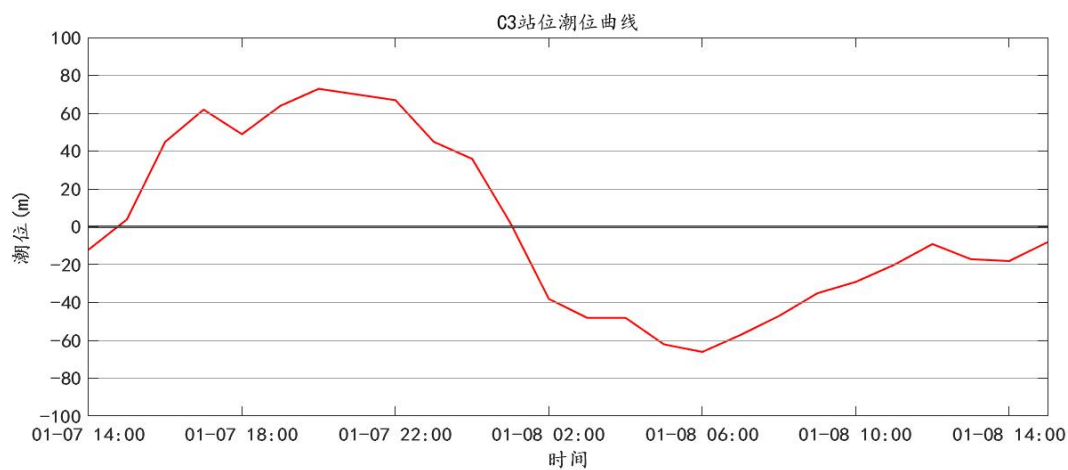


图 3.2.2-4c C3 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

b.潮汐特征值

根据对潮位测站 C1、C2 和 C3 站 2023 年 1 月 7 日 14:00 至 2023 年 1 月 8 日 15:00 的潮位数据进行特征值统计, 其中 C1 站位最高潮位为 78.2cm, 最低潮位为-73.8cm, 最大潮差为 103cm, 最小潮差为 83cm, 平均潮差为 93cm; C2 站位最高潮位为 76.2cm, 最低潮位为-73.8cm, 最大潮差为 98cm, 最小潮差为 69cm, 平均潮差为 84cm; C3 站位最高潮位为 72.9cm, 最低潮位为-66.1cm, 最大潮差为 85cm, 最小潮差为 57cm, 平均潮差为 71cm。

(3) 潮流

从各站实测海流资料中, 摘取了大潮期间各站各层及各站垂线平均的涨、落潮流向平均流速、流向和涨、落潮流的最大流速、流向, 如表 2.2.2-3 所示。

可以看出, S1~S6 测站实测海流表现为往复性流动, S1~S4 站位海流主流向均为偏 W 为涨潮流向, 偏 E 向为落潮流向, S5 和 S6 站位海流主流向均为偏 N 为涨潮流向, 偏 S 向为落潮流向。涨、落潮统计方法, 以流向转流时刻作为涨落潮的划分标准。

a. 涨、落潮流平均流速、流向

以下讨论的均为垂线平均的涨、落潮流平均流速。由表 2.2.2-3 可知, 本次观测期间, S1 站涨潮流平均流速最大为 10.5cm/s, 出现在表层, 流向为 294°, 落潮流平均流速最大为 9.3cm/s, 出现在表层, 流向为 98°; S2 站涨潮流平均流速最大为 9.5cm/s, 出现在表层, 流向为 299°, 落潮流平均流速最大为 8.9cm/s, 出现在中层, 流向为 110°; S3 站涨潮流平均流速最大为 9.7cm/s, 出现在表层, 流向为 309°, 落潮流平均流速最大为 8.9cm/s, 出现在中层, 流向为 110°; S4 站涨潮流平均流速最大为 11.4cm/s, 出现在中层, 流向为 216°, 落潮流平均流速最大为 16.0cm/s, 出现在表层, 流向为 146°; S5 站涨潮流平均流速最大为 20.4cm/s, 出现在表层, 流向为 329°, 落潮流平均流速最大为 16.2cm/s, 出现在中层, 流向为 171°; S6 站涨潮流平均流速最大为 17.6cm/s, 出现在中层, 流向为 350°, 落潮流平均流速最大为 19.2cm/s, 出现在中层, 流向为 182°。

b. 最大涨、落潮流流速、流向

由表 2.2.2-3 可以看出, 本次观测期间, 最大涨落潮流均出现在 S5 站, 其中涨潮流最大流速最大为 37.0cm/s, 出现在表层, 流向为 335°, 落潮流最大流速最大为 32.0cm/s, 出现在表层, 流向为 139°。

c.潮流性质

将适当修正过的实测海流资料按照《海洋调查规范》（水文部分）的方法，在计算机上进行潮流准调和和分析计算，以调和和分析的某些分潮调和常数来确定潮流特征。采用陆丰周边海洋站的实测数据计算所得到的差比数对实测各站位潮流数据进行潮流准调和和分析。主要分潮符号及名称如表 3.2.2.4 所示，椭圆要素符号及名称如表 3.2.2-5 所示。其中， M_2 被称为太阴主要半日分潮，因为 M_2 分潮是由月亮对地球海水的引力引起的半日分潮。同理， S_2 分潮是太阳对地球海水引力引起的半日分潮， K_1 被称为太阴太阳赤纬全日分潮， O_1 为太阴主要全日分潮。 MS_4 被称为太阴太阳浅水 1/4 日分潮，其主要是由太阴分潮 M_2 和太阳分潮 S_2 在浅水里发生非线性相互作用产生的。

按照《港口与航道水文规范》的规定，潮流可分为规则、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，其判别标准为：

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 0.5$ 为规则半日潮流

$0.5 < (W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 2.0$ 为不规则半日潮流

$2.0 < (W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 4.0$ 为不规则全日潮流

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} > 4.0$ 为规则全日潮流

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 称为潮流类型系数。

通过潮流调和分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入表 3.2.2-12。

根据以上的计算分析，由表 2.2.2-12 可见，各观测站各层的 $(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 值可以看出，本海域主要为不规则全日潮流为主。

d.潮流的运动形式

潮流的运动形式分旋转流和往复流，通常以椭圆率 K 的绝对值大小来判断，当 $|K| = 1$ 时，潮流椭圆成圆形，各方向流速相等，为纯旋转流；当 $|K| = 0$ 时，潮流椭圆为一直线，海水在一直线上往返流动，为典型往复流。 $|K|$ 值通常在 0-1 之间， $|K|$ 值越大，旋转流的形式越显著， $|K|$ 值越小，往复流的形式越显著。

潮流的旋转方向，通常是以旋转率 K 前面的符号来判断。 K 前面为“+”，表示潮流逆时针旋转（左旋）， K 前面为“-”，说明潮流是顺时针旋转（右旋）。

表 3.2.2-13 给出了两次观测站各层的潮流椭圆要素旋转率 K 值。

由于本海区是不规则日潮流，通过 K 值变化来确定各层潮流的旋转方向，

不同站位和不同层次的旋转方向有左旋，也有右旋。

e.潮流可能最大流速

根据《港口与航道水文规范》(JTS 145-2015)，对于不规则全日潮流海域和不规则半日潮流海域，潮流的可能最大流速可取下两式计算后的最大值：

$$\overline{V}_{\max} = 1.295 \overline{W}_{M_2} + 1.245 \overline{W}_{S_2} + \overline{W}_{K_1} + \overline{W}_{O_1} + \overline{W}_{M_4} + \overline{W}_{MS_4}$$

$$\overline{V}_{\max} = \overline{W}_{M_2} + \overline{W}_{S_2} + 1.600 \overline{W}_{K_1} + 1.450 \overline{W}_{O_1}$$

上式中： $\overline{W}_{M_2}$ 、 $\overline{W}_{S_2}$ 、 $\overline{W}_{K_1}$ 、 $\overline{W}_{O_1}$ 、 $\overline{W}_{M_4}$ 、 $\overline{W}_{MS_4}$ 分别表示 M2、S2、O1、K1、M4、MS4 分潮流的最大流速。

按规则半日潮流海区 and 规则全日潮流海区的公式计算，采用计算所得的大值列入表 3.2.2-14。由表可以看出最大值为 S5 站表层的最大可能流速 50.6cm/s，流向 338°，最小值为 S3 站中层的最大可能流速 31.9cm/s，流向 119°。

f.潮流水质点最大可能运移距离

潮流水质点的可能最大运移距离 $\overline{L}_{\max}$ 一般按下列公式计算：

$$\overline{L}_{\max} = 1843 \overline{W}_{M_2} + 1712 \overline{W}_{S_2} + 2743 \overline{W}_{K_1} + 2959 \overline{W}_{O_1} + 712 \overline{W}_{M_4} + 699 \overline{W}_{MS_4}$$

上式中： $\overline{W}_{M_2}$ 、 $\overline{W}_{S_2}$ 、 $\overline{W}_{K_1}$ 、 $\overline{W}_{O_1}$ 、 $\overline{W}_{M_4}$ 、 $\overline{W}_{MS_4}$ 分别表示 M2、S2、O1、K1、M4、MS4 分潮流的最大流速。

计算结果列入表 3.2.2-15。从表中可以看出，S6 站位表层水质点最大运移距离为 9289.9 m，方向 345°，其他各站位各层次水质点的运移距离基本均达 3.6~9.2km 之间。

(4) 余流分析

按准调和分析得出观测期间各测站余流流速、流向，见表 3.2.2-16。

由表可见，该区余流：大潮期各站各层余流均为 0.2~3.7cm/s 之间，最大余流流速发生在 S5 站，其中层最大余流流速 3.7cm/s；最小余流流速发生在 S1 站表层和中层，余流流速为 0.2cm/s。

(5) 含沙量

水体中的悬浮泥沙称为悬沙，悬沙的吸附作用使之成为污染物的载体之一，对 Cu、Zn 等重金属元素的吸附作用较强，通过悬沙吸附和运移能将重金属元素远输异地，减少当地重金属元素的积累和污染，若悬沙浓度高，又多为过境悬沙，

则对减轻重金属元素的污染是有利的。但悬沙浓度高，水体浑浊，透光性差，不利于水生生物生长。因此，悬沙是水环境评价中的一个复杂因子，其变化也很复杂，随机性较大。

本次测量大潮期各站位极值含沙量如表 2.2.2-17 所示，涨潮期最大含沙量最大为 23.82mg/L，出现在 S1 站底层；落潮期最大含沙量最大为 29.42mg/L，出现在 S6 站底层，观测期间各站位各层次含沙量在 1.22-29.42mg/L，平均含沙量在 2.89-17.18mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

(6) 水温

本次测量温度大潮期各站位极值温度如表 3.2.2-18 所示，观测期间各站位各层次水温在 17.01-17.91° C，平均水温在 17.13-17.71° C，从表层到底层水温呈现一定的降低趋势，涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.56° C、17.55° C、17.59° C、17.17° C、17.89° C、17.57° C，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.35° C、17.43° C、17.50° C、17.27° C、17.77° C、17.54° C。

(7) 盐度

本次测量盐度大潮期各站位极值盐度如表 3.2.2-19 所示，观测期间各站位各层次盐度在 31.90-33.30‰，各层平均盐度在 32.52-33.16‰。涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.85、32.82、32.71、32.75、33.26、33.05，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.81、32.86、32.71、32.82、33.25、33.20。

(8) 波浪

参照遮浪海洋站波浪资料统计，遮浪站全年以风浪为主，涌浪也占一定份量。以风浪为主，涌浪也占一定份量。冬季以 N-NE 向风浪为主，涌浪则以 ESE 向占绝对优势；春季风浪以 E、ENE 向为主，涌浪仍以 ESE 向为多；夏季风浪和涌浪都以 SW 向占优势，其次是 SE~S 向；秋季风浪以 E 向占优势，其次是 ENE、NE 向，涌浪则以 ESE 向为主。调查海域最大波向频率为 ESE 向，占 27.2%。多年实测最大波高 9.5m，多年平均波高 1.4m。波浪季节变化较明显，10~3 月波高较大，平均波高 1.2m，4~9 月波高变化较小，均在 1.0m 左右。根据 1984 年的资料统计，9 月~5 月以 NE、E、ENE 向的风浪为主，每月出现频率 18%~37%；

6月~8月以SW风浪占优势，每月出现频率19%~41%。全年以SW浪为主，年频率高达54%；其次是WSW浪，频率19%。

(9) 结论

潮汐：本次在工程海区域设置3个临时潮位站，位于C1、C2和C3站位，进行与海流观测同步的潮位观测，观测使用仪器为潮位仪，观测频次为每10min一次。根据对潮位测站C1、C2和C3站2023年1月7日14:00至2023年1月8日15:00的潮位数据进行特征值统计，其中C1站位最高潮位为78.2cm，最低潮位为-73.8cm，最大潮差为103cm，最小潮差为83cm，平均潮差为93cm；C2站位最高潮位为76.2cm，最低潮位为-73.8cm，最大潮差为98cm，最小潮差为69cm，平均潮差为84cm；C3站位最高潮位为72.9cm，最低潮位为-66.1cm，最大潮差为85cm，最小潮差为57cm，平均潮差为71cm。

海流：可以看出，S1~S6测站实测海流表现为往复性流动，S1~S4站位海流主流向均为偏W为涨潮流向，偏E向为落潮流向，S5和S6站位海流主流向均为偏N为涨潮流向，偏S向为落潮流向。本次观测期间，S1站涨潮流平均流速最大为10.5cm/s，出现在表层，流向为294°，落潮流平均流速最大为9.3cm/s，出现在表层，流向为98°；S2站涨潮流平均流速最大为9.5cm/s，出现在表层，流向为299°，落潮流平均流速最大为8.9cm/s，出现在中层，流向为110°；S3站涨潮流平均流速最大为9.7cm/s，出现在表层，流向为309°，落潮流平均流速最大为8.9cm/s，出现在中层，流向为110°；S4站涨潮流平均流速最大为11.4cm/s，出现在中层，流向为216°，落潮流平均流速最大为16.0cm/s，出现在表层，流向为146°；S5站涨潮流平均流速最大为20.4cm/s，出现在表层，流向为329°，落潮流平均流速最大为16.2cm/s，出现在中层，流向为171°；S6站涨潮流平均流速最大为17.6cm/s，出现在中层，流向为350°，落潮流平均流速最大为19.2cm/s，出现在中层，流向为182°。

本海域主要为不规则全日潮流为主。由于本海区是不规则全日潮流为主，通过K值变化来确定各层潮流的旋转方向，不同站位和不同层次的旋转方向有左旋，也有右旋。本海域可能最大流速最大值为S5站表层的最大可能流速50.6cm/s，流向338°，最小值为S3站中层的最大可能流速31.9cm/s，流向119°。S5站位表层水质点最大运移距离为9289.9m，方向345°，其他各站位各层次水质点的

运移距离基本均达 3.6~9.2km 之间。大潮期各站各层余流均为 0.2~3.7cm/s 之间，最大余流流速发生在 S5 站，其中层最大余流流速 3.7cm/s；最小余流流速发生在 S1 站表层和中层，余流流速为 0.2cm/s。

含沙量：涨潮期最大含沙量最大为 23.82mg/L，出现在 S1 站底层；落潮期最大含沙量最大为 29.42mg/L，出现在 S6 站底层，观测期间各站位各层次含沙量在 1.22-29.42mg/L，平均含沙量在 2.89-17.18mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

水温：观测期间各站位各层次水温在 17.01-17.91° C，平均水温在 17.13-17.71° C，从表层到底层水温呈现一定的降低趋势，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.56° C、17.55° C、17.59° C、17.17° C、17.89° C、17.57° C，涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.35° C、17.43° C、17.50° C、17.27° C、17.77° C、17.54° C。

盐度：观测期间各站位各层次盐度在 31.90-33.30‰，各层平均盐度在 32.52-33.16‰。涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.85、32.82、32.71、32.75、33.26、33.05，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.81、32.86、32.71、32.82、33.25、33.20。

气象：观测期间，风向以东风为主；S2 站风速范围为 3.3 ~8.6m/s，平均风速 5.75m/s，风向 ENE 向风为主，频率为 38.46%；S5 站风速范围为 1.9m/s~6.5m/s，平均风速 4.10m/s，风向以 ENE 和 E 向为主，频率均高达 42.31%。

3.2.3 项目地质

1、区域地质

陆丰市位于北东向褶皱，为晚古生代至中三叠世的新丰-军埠-大南山复式褶皱。地势北高、南低，由北向南倾斜。区域地质构造比较复杂，以断裂构造为主，褶皱构造与断裂相伴而生，由于受到多次断裂作用及岩浆侵入破坏多数不完整。近场区断裂按其展布方向主要有北东向和东西向两组组，其中北东向主要发育莲花山深断裂带和汕头 - 惠来深断裂带，东西向高要-惠来断裂带是本区域内的主导构造。

拟建场地地位于陆丰市东海镇，依据区域地质图，场地基岩为侏罗系（J1jnb）粉砂质泥岩，土层为第四系人工填土层、第四系冲积层。本次勘察未发现有活动性断裂从场地通过，亦无新构造活动痕迹，区域稳定性较好。

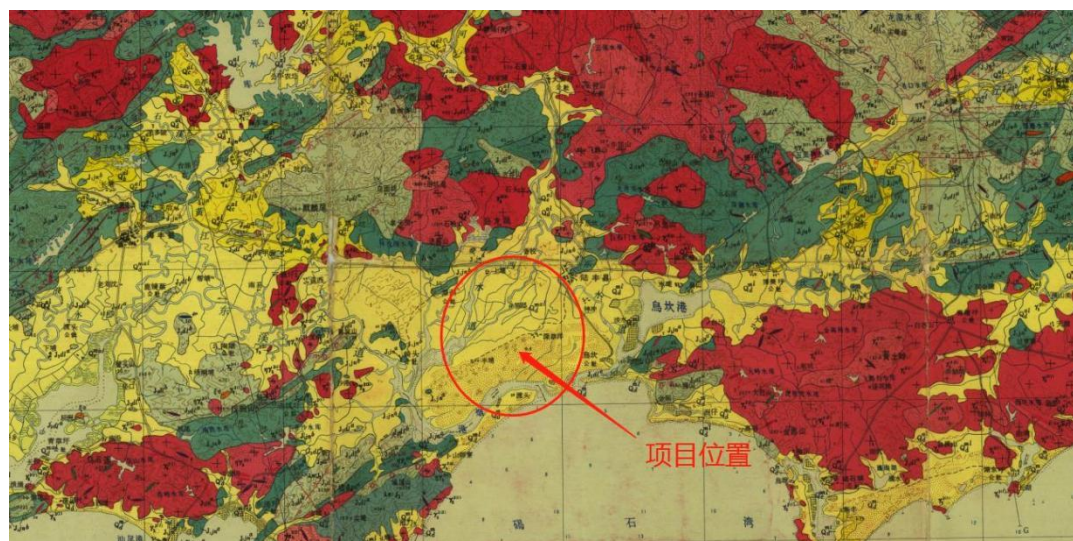


图 3.2.3-1 区域工程地质图(摘自“中华人民共和国地质图海丰幅” 比例尺 1: 200000)

2、场地地质

工程场地位于陆丰市东海镇，区内地势北高南低，北部多山岭，峰峦起伏，地势稍高，属丘陵地带；西部和东部都是冲积平原；西南部、南部和东南部为滨海平原，属螺河水域地带，河流纵横，地势较低。本工程多位于冲积及滨海平原地貌单元上。工程场地地形起伏不大，经人工平整改造后现主要为已有市政道路、土路，场区中南部两侧分布较多民用建筑物、厂房及少量种植地，其余地段主要分布种植地和少量鱼塘、民宅。勘察期间测得各钻孔地面高程介于3.81~6.30m之间，场地地貌相对平缓，局部地势变化较大。据钻探揭露的地层分析，场地原始地貌单元主要为冲积平原和滨海平原。

根据本次勘察成果，桥梁工程地层主要为①3 层素填土、②1 黏土、②2 粉细砂、②4 层淤泥质砂、②5 淤泥质土、②6 黏土、②7 淤泥质砂、②8 中砂、②9 粗砂、②10 砾砂、②11 黏土、③1 强风化粉砂质泥岩、③2 中风化粉砂质泥岩，基岩埋深较深，拟建桥梁宜采用桩基础。

3. 工程地质条件评价

现状路基主要为人工填土，人工填土场地均有分布，层厚 0.30~7.10m，层位起伏大，土质不均匀，压缩性中~高；局部填土下卧淤泥质土层，具有含水率高、压缩性高等不良力学性质，判定路基稳定性较差。

拟建工程沿线场地跨度较大，根据钻探揭露的地基土层分布情况，各土层分布均匀性一般，相邻钻孔层底面的坡度部分大于 10%，工程力学性质均匀性稍差，且其在厚度及其下卧层厚度变化较大。综上所述，综合判定本场地地基土的均匀性为不均匀。

①1 人工填石：总体呈松散，经筑路压实处理，有一定密实度和强度，但其层厚、成份变化大，土质均匀性较差，工程性质较差。

①2 杂填土：为现状生活来及建筑垃圾为主，土质不均，填筑时间长，呈松散态，受力不均匀，工程性质差。

①3 素填土：总体呈松散状，其层厚、成份变化大，填筑时间长，欠固结，工程性质差。

②1、②6、②11 黏土：该层具中等压缩性土，强度较高，土质均匀，韧性中~高，工程性质稍好。可作为路基基础持力层。

②2 粉细砂：该层饱和，松散、高压缩性，承载力低，工程性质差。不宜作为路基基础持力层。

②4、②7 淤泥质砂：该层松散、高压缩性，承载力低，工程性质差。不宜作为路基基础持力层。

②5 淤泥质土：该层具孔隙大，含水率高，高等压缩性，土强度底等，工程性质差。不宜作为路基基础持力层。

②4 中砂、②8 中砂、②9 粗砂、②10 砾砂、③1 强风化、③2 中风化岩层岩土力学性质较好，可作为路基基础持力层。

根据该区揭示工程地质资料，拟建桥梁区域广泛分布砂层及③1 层强风化岩层，可提供良好的桩周摩阻力。桥梁持力层建议：上海支线桥以③1 层强风化花岗岩为桩端持力层，设计桩长可根据上部荷载的要求结合桥基处附近钻孔资料来确定。

3.2.4 地形地貌

项目选址于陆丰市东海街道上海村（上海仔村），地处螺河与乌坎河双河口交汇处、碣石湾北岸核心段，属陆丰市南部滨海平原带核心区域。地貌上呈现“河口三角洲+滨海台地+沙质海岸”的复合特征，是陆丰市域地势最低点（村域南侧海拔仅 0.1 米），全域极度平坦，坡度 $<5^{\circ}$ ，呈北高南低微倾态势，地表起伏极小；村域东西向绵延约 5 公里沙质岸线，沙滩开阔平缓，沙质以细沙、粉砂为主，90%以上区域海拔 <5 米，其中近岸滩涂与河口湿地高程介于 0-0.5 米，受潮汐影响显著，属典型潮间带地貌。

3.2.5 海洋自然灾害

灾害性天气是指对人民生命财产有严重威胁，对工农业生产、交通运输和资源环境等会造成重大损失的天气。如干旱、大风、暴雨、热带气旋、沙尘暴、冰雹、龙卷风、寒潮和强冷空气活动、霜冻、降雪、大雾等。可发生在不同季节，一般具有突发性。灾害性天气是造成海洋灾害的直接原因。研究灾害性天气的形成机理和变化规律，监测灾害性天气形成发展过程，是进行海洋灾害预测预报、防灾减灾的前提和基础。

中国地域辽阔，自然条件复杂，而且属于典型的季风气候区，因此灾害性天气种类繁多，不同地区又有很大差异。而南海是台风、季风潮等热带天气系统活跃的区域，灾害性天气频繁发生，其中影响我国的热带气旋有 50% 以上都是在南海生成或经过南海北上的。南海区域的灾害性天气对南海沿岸省份海洋经济发展、南海海洋资源开发、海洋捕捞、海岸带滩涂养殖和海上运输构成较大威胁。

1、灾害性天气的种类与标准

按照规定，灾害性天气一般分为以下类型：

(1)热带气旋：热带气旋分为热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风 6 个等级：

(a)热带低压：中心附近的最大风力 6-7 级(风速 10.8-17.1 米/秒)；

(b)热带风暴：中心附近的最大风力达 8-9 级(风速 17.2-24.4 米/秒)；

(c)强热带风暴：中心附近的最大风力达 10-11 级(风速 24.5-32.6 米/秒)；

(d)台风：中心附近最大风力 12-13 级（风速 32.7-41.4 米/秒或以上）；

- (e)强台风：中心附近最大风力 14-15 级或以上（风速 41.5-50.9 米/秒或以上）；
 (f)超强台风：中心附近最大风力 16 级或以上（风速 51.0 米/秒或以上）。

表 3.2.5-1 热带气旋等级划分

序号	热带气旋等级	底层中心附近最大 平均风速(m/s)	底层中心附近最大 风力(级)
1	热带低压	10.8-17.1	6～7
2	热带风暴	17.2-24.4	8～9
3	强热带风暴	24.5-32.6	10～11
4	台风	32.7-41.4	12～13
5	强台风	41.5-50.9	14～15
6	超强台风	≥51.0	16 或以上

(2)大风：指非热带气旋侵袭所造成的平均风力达六级（风速 10.8-13.8 米/每秒）或以上的强风。

(3)暴雨：指 24 小时内降水总量达到 50 毫米或以上的降水。中国统一规定标准是按照雨量多少区分为暴雨（50.0-99.9 毫米）、大暴雨（100.0-249.0 毫米）、特大暴雨（大于或等于 250.0 毫米）三级。

由于南海地处热带，故影响海岛区域的灾害性天气一般有：大风、暴雨、热带气旋、大雾等。

2、汕尾沿岸海岛区域主要灾害性天气

（1）热带气旋：

汕尾沿岸海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋来自西太平洋和南海，热带气旋分为热带低压（TD）、热带风暴（TS）、强热带风暴（STS）、台风（TY）、强台风（STY）和超强台风（SuperTY）六个等级。

以遮浪海洋站风速达 6 级，台风中心位置进入 20.9° N～24.9° N，114.3° E～118.3° E 区域内为影响标准，根据台风年鉴资料统计，1949～2023 年期间，登陆或影响本海域的热带气旋共有 205 个，年平均 2.40 个，年最多为 9 个（1999 年），71 年间仅 1989 年没有热带气旋登陆或影响本海域。热带气旋 7～8 月出现最多，占 47.32%，其次是 9 月占 22.93%，最早出现在 4 月 10 日（受 6701 强台风影响），最晚出现在 12 月 2 日（受 7427 强台风影响），1 月至 3 月没有热带气旋影响本海域，1949 年～2023 年期间，热带气旋登陆时达到超强台风的有 23 个，强台风 24 个，台风 42 个，强热带风暴 41 个，热带风暴 54 个。

表 3.2.5-2(1949~2023)热带气旋中心经过 114.3~118.3° E、20.9~24.9° N 的个数统计

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
热带 低压	0	0	0	0	2	6	2	8	2	1	0	0	21
热带 风暴	0	0	0	0	1	13	12	8	14	4	2	0	54
强热 带风 暴	0	0	0	0	1	4	9	15	11	1	0	0	41
台风	0	0	0	1	3	3	14	8	8	5	0	0	42
强台 风	0	0	0	0	1	2	3	5	9	3	1	0	24
超强 台风	0	0	0	1	0	0	7	6	3	4	2	0	23
合计	0	0	0	2	8	28	47	50	47	18	5	0	205
年平 均	0.	0	0	0.03	0.11	0.38	0.64	0.68	0.64	0.24	0.07	0.00	2.77
频率 (%)	0	0	0.00	0.01	3.90	13.66	22.93	24.39	22.93	8.78	2.44	0.00	100.00

1949 年~2023 年期间，对汕尾沿岸海域最具影响的热带气旋有 10 个，遮浪海洋站记录的风速均在 33m/s 以上，分别是 6903、7908、8805、9009、9509、2000 年 13 号、2003 年 13 号台风、2013 年 19 号台风、2017 年 13 号台风和 2018 年 22 号台风。

影响汕尾沿岸海域的西太平洋台风，7908 号台风是中华人民共和国成立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 时~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 940hPa（资料来自上海台风研究所），1979 年 8 月 1 日 24 时~2 日 12 时，汕尾沿岸海域平均风力 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，汕尾气象站实测阵风风速 60.4m/s），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。汕尾港妈屿站出现 3.81 米（当地水尺）暴潮水位，比正常潮位高出 1.78 米，妈屿站最大增水

2.51 米，出现在 1979 年 8 月 2 日 10 时 00 分，汕尾市区大部分街道受浸，水深 0.3 米~1.0 米，7908 号台风给汕尾沿岸海岛造成重大经济损失和人员伤亡。

9509 号台风是另一个严重影响汕尾沿岸海域的台风，其特点是：风力强、范围广、破坏力强。1995 年 8 月 31 日 15 时前后，9509 号台风在广东省海丰与惠东县沿海登陆，登陆时遮浪海洋站实测风速 59.7m/s，风向东北，汕尾市 46.0m/s，海丰、惠东县 39.0m/s，惠来 35.0m/s，惠阳 34.0m/s，澄海 31.0m/s。这个台风影响范围之广，破坏力之大，为近年所罕见，台风所到之处输电线被吹断，树木、工棚被毁、沿海海堤被打坏，受 9509 号台风影响，国民经济直接损失 38.62 亿元和重大人员伤亡。

（2）大风

由于汕尾沿岸海岛地处南海的北部,一年四季均可出现大风（ ≥ 8 级），大风日数年平均 8.1 天，2008 年出现大风的大风日数最多达 17 天。虽然风能丰富，但大风造成的灾害也是严重的。

（3）雷暴：

汕尾沿岸海岛，全年各月均有雷暴发生，年际和季节变化明显，雷暴日数主要集中在 4~9 月，汕尾沿岸海岛历年平均发生雷暴 52.9 天。

（4）干旱

对于海岛来讲，干旱是一种极为普遍的灾害，以小岛为例，首先是汕尾沿岸海岛的降水量不多，累年平均降水量为 1598.1mm，不仅降水量少，且它的年际变化也大，最大年降水量为 2496.0mm（1968 年），最小年降水量为 815.0mm（1963 年），年内降水量的分配既不均匀，又不稳定，另外，由于岛上多丘陵地形，而无江河湖泊，降水容易流失，汕尾沿岸海岛年平均蒸发量较大，所以，一旦降水偏少，容易出现干旱。

（5）寒潮及低温阴雨

根据《广东省各类主要灾害性天气标准》的规定，单站寒潮指标为：日平均气温在 24h 内下降 8°C 或其以上（或 48h 内下降 10°C 或其以上），同时过程最低气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ ，寒潮出现后天气回暖到日平均气温 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ ，同时极端最低气温 $> 5^{\circ}\text{C}$ ，作为寒潮结束。遮浪海洋站有气象记录以来有寒潮过程记录，发生在 1991 年 12 月 27~31 日，24 小时内日平均气温下降了 10.9°C ，过程最低气温 3.9°C 。汕尾

气象站，24 小时内日平均气温下降了 11.8℃，过程最低气温也是 3.9℃，其降温幅度和最低温度均达到了寒潮过程的标准。

气象上表征低温阴雨天气有下列标准：（1）日平均气温 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ ，连续 3d 或 3d 以上；凡在 2 月 1 日（可上跨）至 4 月 30 日期间，出现的天气过程符合上述要求，即统计为一次低温阴雨过程。汕尾沿岸海岛的低温阴雨天气出现次数，累年平均低温阴雨过程为 0.7 次，平均每次过程持续 5.7 天，最长为 17 天（1968 年 2 月），最短为 3 天，最多的年份有 3 次（1968 年），低温阴雨最早为 2 月 1 日，最晚为 3 月 3 日，有 24 年没有出现低温阴雨天气，约 51% 年份会出现低温阴雨天气。汕尾沿岸海岛倒春寒天数最长的是 1970 年，共计 8 天。

（6）赤潮灾害

“赤潮”，是海洋生态系统中的一种异常现象。它是由海藻家族中的赤潮藻在特定环境条件下爆发性地增殖造成的。海藻是一个庞大的家族，除了一些大型海藻外，很多都是非常微小的植物，有的是单细胞生物。根据引发赤潮的生物种类和数量的不同，海水有时也呈现黄、绿、褐色等不同颜色。

赤潮的危害一般包括以下四个方面：

一是大量赤潮生物集聚于鱼类的鳃部，使鱼类因缺氧而窒息死亡；

二是赤潮生物死亡后，藻体在分解过程中大量消耗水中的溶解氧，导致鱼类及其它海洋生物因缺氧死亡，使海洋的正常生态系统遭到严重的破坏；

三是鱼类吞食大量有毒藻类，可致鱼类死亡；

四是有些藻类可分泌毒素，毒素通过食物链严重威胁消费者的健康和生命安全。汕尾市在 2013~2023 年期间共发生赤潮 8 次，详见表 3.2.5-3，赤潮生物种主要为米氏凯伦藻、红色赤潮藻、夜光藻、锥状斯克里普藻、丹麦细柱藻、球形棕囊藻等。最为严重的是 2021 年 1 月 26 日~1 月 31 日在汕尾市附近海域由红色赤潮藻引发的赤潮，面积约 80 平方公里。

3.2.6 2026 年春季海洋环境现状调查与评价

本报告主要引用汕尾市润邦检测技术有限公司于 2026 年 4 月 13 日在汕尾市碣石湾海域进行的海水水质、海洋沉积物环境、海洋生物质量、海洋生态环境现状调查资料，监测范围内共布设 34 个水质监测点位，同时布设站点采集 18 个沉

积物（从水质站点中选取），潮间带沉积物断面为 3 个，C1~C3 采集潮间带生物样品，其余海洋生态调查项目在海水水质站点中选取 22 个采集样品。调查站位分布见图 3.2.6-1，调查站位坐标表见表 3.2.6-1。

表 3.2.6-1 2026 年春季监测站位调查内容（略）

图 3.2.6-1 2026 年春季现状监测站位图（略）

1、监测项目

监测项目见表 3.2.6-2。

表 3.2.6-2 监测项目

类别	监测项目	项数
水文	水深、透明度、水色、风速、风向、气温、气压	7
水质	pH、水温、盐度、活性磷酸盐、石油类、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、化学需氧量、生化需氧量、硫化物、悬浮物、挥发性酚、铜、铅、镉、汞、砷、锌、总铬、粪大肠菌群	22
沉积物	含水率、有机碳、硫化物、石油类、铜、总汞、铅、镉、砷、铬、锌	11
海洋生态 (渔业资源)	叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物	8
备注	/	

2、检测方法及检出限

检测方法及检出限如表 3.2.6-3。

表 3.2.6-3 检测方法及检出限

检测项目	检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
水文	《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007（4.8）	/	测深绳
	《海洋监测规范 第 4 部分 海水分析》 GB 17378.4-2007 比色法（21）	/	海水比色计 /XH-B21 /RBJC-E-0138
	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（22）	/	透明度盘

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
	风速、风向	《海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测》 GB/T 12763.3-2020（8）	/	轻便三杯风向风速表 /FYF-1//RBJC-E-0132
	气温	《海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测》 GB/T 12763.3-2020（9）	/	空盒气压表 /DYM3/RBJC-E-0136
	气压	《海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测》 GB/T 12763.3-2020（10）	/	空盒气压表 /DYM3/RBJC-E-0136
海水	pH	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（26.1）	/	便携式 pH 计 /PHB-5/RBJC-E-0344
	水温	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（25.1）	/	表层水温计/-6℃~40℃ /RBJC-E-0349
	盐度	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（29.1）	/	盐度计/YK-31SA /RBJC-E-0224
	活性磷酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（39.1）	/	紫外可见分光光度计/T6 新世纪 /RBJC-E-0367
	石油类	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（13.2）	3.5 μg/L	紫外可见分光光度计/Genesys 50 /RBJC-E-0274
	溶解氧	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（31）	/	酸碱滴定管 /25mL/GBD25
	化学需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（32）	/	酸碱滴定管 /25mL/GBD25
	生化需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（33.1）		低温培养箱 /LRH-100CA /RBJC-E-0022
	亚硝酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（37）	/	紫外可见分光光度计/Genesys 50 /RBJC-E-0274
	硝酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（38.2）	/	紫外可见分光光度计/Genesys 50 /RBJC-E-0274
	氨	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（36.2）	/	紫外可见分光光度计/T6 新世纪 /RBJC-E-0367
	硫化物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（18.1）	0.2 μg/L	紫外可见分光光度计/T6 新世纪 /RBJC-E-0367
	挥发性酚	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（19）	0.0011mg/L	紫外可见分光光度计/T6 新世纪 /RBJC-E-0367

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
	悬浮物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（27）	/	十万分之一天平 /BT25S/RBJC-E-0024
	铜	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（6.1）	0.2 μg/L	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	铅	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（7.1）	0.03 μg/L	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	镉	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（8.1）	0.01 μg/L	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	总铬	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（10.1）	0.4 μg/L	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	汞	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（5.1）	0.007 μg/L	原子荧光光度计 /AFS-8520 /RBJC-E-0001
	砷	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（11.1）	0.5 μg/L	原子荧光光度计 /AFS-8520 /RBJC-E-0001
	锌	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（9.1）	3.1 μg/L	原子吸收分光光度计（火焰） /AA-7000 /RBJC-E-0009
	粪大肠菌群	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007	/	电热恒温培养箱 /HPX-9162MBE /RBJC-E-0090
沉积物	含水率	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（19）	/	万分之一天平 /ATX224/RBJC-E-0147
	有机碳	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（18.1）	/	酸式滴定管 /25mL/GWD25-1
	硫化物	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（17.1）	0.3 mg/kg	紫外可见分光光度计/T6 新世纪 /RBJC-E-0367
	石油类	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（13.2）	3.0 mg/kg	紫外可见分光光度计/Genesys 50 /RBJC-E-0274
	铜	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（6.1）	0.5 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	总汞	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（5.1）	0.002 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520 /RBJC-E-0001

检测项目		检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
	铅	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（7.1）	1.0 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	锌	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（9.1）	6.0 mg/kg	原子吸收分光光度计（火焰） /AA-7000 /RBJC-E-0009
	镉	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（8.1）	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	砷	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（11.1）	0.06 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520 /RBJC-E-0001
	铬	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007（10.1）	2.0 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
生物体	石油烃	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007（13）	0.2 mg/kg	荧光分光光度计 /RF-6000 /RBJC-E-0012
	铬	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007（10.1）	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	铜	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007（6.1）	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	铅	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007（7.1）	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	镉	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007（8.1）	0.005 mg/kg	原子吸收分光光度计（石墨炉） /AA-7000 /RBJC-E-0010
	总汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007（5.1）	0.002 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520 /RBJC-E-0001
	砷	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007（11.1）	0.2 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520 /RBJC-E-0001
	锌	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007（9.1）	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计（火焰） /AA-7000 /RBJC-E-0009
备注：“/”表示不适用。				
3、评价方法				

本项目海洋环境质量现状评价海水采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》HJ 1409-2025 中 6.2.3 海水水质现状评价采用单一站位的单因子标准指数法根据监测结果，统计样品检出率和超标率，且予以分析。

单因子污染指数评价法：将某种污染物实测浓度与该种污染物的评价标准进行比较以确定水质类别的方法。在近岸海域环境质量评价中，某一监测站位的海水、沉积物、海洋生物等任一评价项目超过相应的国家（地方）评价标准的一类标准指标的（ $PI_i > 1$ ），即为二类质量，超过二类标准指标的，即为三类质量，如采用的评价标准中规定其质量分为三类，则超过三类标准指标的即为劣三类质量，以此类推。

（1）评价标准计算公式 $PI_i, j = C_i / S_i$,

式中： PI_i —某监测站位污染物 i 的污染指数；

C_i —某监测站位污染物 i 的实测浓度；

S_i —污染物 i 的评价标准。

（2）溶解氧的标准指数计算公式：

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

$$S_{DO_j} = | DO_f - DO_j | / (DO_f - DO_s) \quad DO_j > DO_f$$

式中，

S_{DO_j} ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

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

S ——实用盐度符号，量纲为 1；

T ——水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

（3）pH 的指数计算公式：

$$S_{pH_j} = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH_j} = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad pH_j > 7.0$$

式中：

S_{pH_j} ——pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j ——pH 值实测统计代表值；
 pH_{sd} ——评价标准中 pH 值的下限值；
 pH_{su} ——评价标准中 pH 值的上限值。

(4) 富营养化状况

水质富营养化状况按富营养化指数评价，富营养化指数按以下公式计算，当大于等于 1 时进行富营养化评价。

富营养化指数 $E = (\text{化学需氧量} \times \text{无机氮} \times \text{活性磷酸盐}) \times 10^6 / 4500$

式中：化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐浓度单位为 mg/L。

水质等级	轻度富营养化	中度富营养化	重度富营养化
指数 E	$E \leq 3.0$	$3.0 \leq E \leq 9.0$	$9.0 < E$

4、评价因子

水质：pH、活性磷酸盐、石油类、溶解氧、无机氮（亚硝酸盐、硝酸盐、氨的总和）、化学需氧量、生化需氧量、硫化物、挥发性酚、铜、铅、镉、汞、砷、锌、总铬、粪大肠菌群共 17 项。

沉积物：有机碳、硫化物、石油类、铜、总汞、铅、镉、砷、铬、锌共 10 项。

生物体：石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬共 8 项。

5、评价标准

《中华人民共和国海水水质标准》GB 3097-1997

《中华人民共和国海洋沉积物质量标准》GB 18668-2002

《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》HJ 1409-2025

《海洋生物质量标准》GB 18421-2001

3.2.6.1 水水质环境质量现状与评价

2026 年 4 月该海域水质项目 pH、石油类、溶解氧、生化需氧量、硫化物、挥发性酚、铜、铅、镉、汞、砷、锌、总铬指标均符合所在海洋功能区海水水质标准要求，仅活性磷酸盐、无机氮、化学需氧量、粪大肠菌群在部分站位出现超标。各监测站位水体中，S1、S2、S4、S5、S15、S23、S24 站位为重度富营养化，其余站位不作营养化评价。各站位评价结果如下：

S1、S2、S7、S8、S14、S15 站位位于乌坎工业、港口功能区，执行海水水质第三类标准。其中 S15 站位的活性磷酸盐超标，超标倍数为 1.07 倍，S1、S2 站位的无机氮超标，超标倍数分别为 1.29、1.75 倍，S2 站位的化学需氧量超标，超标倍数为 0.22 倍，S2、S15 站位的粪大肠菌群超标，超标倍数分别为 0.20、0.75 倍，其余指标满足第三类标准要求。

S32 站位位于碣石浅澳工业功能区，执行海水水质第三类标准，监测指标均符合第三类标准要求。

S3、S4 站位位于乌坎养殖、盐业功能区，执行海水水质第二类标准。S4 站位活性磷酸盐超标，超标倍数为 0.27 倍，无机氮、化学需氧量、粪大肠菌群均超标，S3、S4 无机氮超标倍数分别为 0.70、1.73 倍，S3、S4 化学需氧量超标倍数分别为 0.20、0.36 倍，S3、S4 粪大肠菌群超标倍数分别为 0.75、7.00 倍，其余指标满足第二类标准要求。

S5 站位位于大湖养殖功能区，执行海水水质第二类标准。该站位活性磷酸盐、无机氮、化学需氧量、粪大肠菌群超标，活性磷酸盐超标倍数为 3.30 倍，无机氮超标倍数为 1.17 倍，化学需氧量超标倍数为 0.51 倍，粪大肠菌群超标倍数为 7.00 倍，其余指标满足第二类标准要求。

S9、S10 站位位于白沙湖养殖功能区，执行海水水质第二类标准。各站位监测指标均符合第二类标准要求。

S22、S23、S24 站位位于金厢盐业、养殖、旅游功能区，执行海水水质第二类标准。除 S23、S24 活性磷酸盐分别超标 1.07、3.27 倍，S23、S24 无机氮分别超标 0.45、1.55 倍，S24 化学需氧量超标 0.40 倍外，其余监测指标均满足第二类标准要求。

S6、S11、S12、S13、S16、S17、S18、S19、S20、S21、S25、S27、S28、S29、S30、S31、S34 站位位于碣石湾浅海渔业功能区；S35、S36 站位位于功能区划范围外，执行海水水质第一类标准。各站位监测指标均符合第一类标准要求。

依据监测结果及表 3.2.6-8，监测海域一类水质站位占比 64.7%，一、二类水质站位合计占比 67.6%，劣四类水质占比 23.5%，满足一类、二类 $\geq 60\%$ 且劣四类 $\leq 30\%$ 的要求，目标海域水质状况级别为一般。

3.2.6.2 海洋沉积物环境质量现状与评价

1、调查概况

沉积物采样点位置和调查内容详见表 3.2.6-1 及图 3.2.6-1。沉积物调查分析项目：含水率、有机碳、硫化物、石油类、铜、总汞、铅、镉、砷、铬、锌共 11 项。

2、海洋沉积物调查结果

本项目调查站位根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》HJ 1409-2025 中 6.3.3 海洋沉积物现状评价采用单一站位、单一层次的单因子标准指数法。评价执行标准见表 3.2.6-9，沉积物检测结果见表 3.2.6-10，沉积物质量评价指数见表 3.2.6-11。

2026 年 4 月监测海域沉积物中，S1、S4 为三类标准水平，其中 S1 石油类超标倍数最高为 1.859 倍，有机碳、硫化物、总汞，铅均有不同程度超标；S2 站位为二类标准水平；其余站位均为一类标准水平。

3.2.6.3 海洋生物质量现状与评价

1、评价方法与标准

甲壳类、鱼类和软体类（非双壳贝类）生物体内污染物质（石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌）含量评价标准参考采用《环境影响评价技术导则(HJ 1409-2025)》(附录 C)中规定的其他海洋生物质量参考值；甲壳类、鱼类铬含量缺乏评价标准，不对其进行评价；贝类含量评价标准参考采用《海洋生物质量标准》GB 18421-2001，生物质量评价标准见表 3.2.6-12。

2026 年 4 月目标海域甲壳类和鱼类中石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌水平低于相应标准限值，符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》HJ 1409-2025 的规定；贝类中石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬水平低于相应标准限值，符合《海洋生物质量标准》GB 18421-2001 一类标准规定。

3.2.6.4 海洋生态资源现状与评价

海洋生态和渔业资源各项的现场调查、采样、样品保存和实验室分析测试等均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)执行，具体方法如下：

1、调查方法

叶绿素 a (Chl-a) 和初级生产力：用容积为 5L 的有机玻璃采水器采表层水样，水样现场过滤，滤膜装入 10mL 离心管放入保温箱中冷藏，带回实验室用紫外可见分光光度法进行分析测定；初级生产力以叶绿素 a 含量按照 Cadee 和 Hegeman (1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算。

浮游植物：用 37cm 口径、筛绢孔径为 0.077mm 的浅水 III 型浮游生物网由底层至表层垂直拖网采集样品。采集到的样品先用 5%福尔马林固定，沉淀法浓缩，然后带回实验室进行鉴定和计数，分析藻类种类组成特点、丰度及优势种，计算多样性指数及均匀度。

浮游动物：大中型浮游动物采用浅水 II 型浮游生物网（网长 140cm，网口直径为 31.6cm，头锥部高 30cm，筛绢孔径约为 0.160mm，上圈 31.6cm，下圈 50cm），从底层至表层进行垂直拖网采集样品，用 5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数，并计算多样性指数及均匀度。

底栖生物：定量样品采用 0.1m² 采泥器，在每站位连续采集样品 2 次，经孔径为 1.00mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用 5%福尔马林固定带回实验室完成样本清检、种类鉴定、计数、称重等工作，并计算多样性指数及均匀度。

潮间带生物：在每个调查断面按高、中、低潮三个潮区设立取样站位，在每一个站位上采集标本。取样本时，泥沙质滩涂站位每站点划分高中低潮区，各潮区随机抛 4 个 25cm×25cm 的采样框采样 1 次，先拾取框内滩面上的生物，用取样框固定后再挖取泥、沙至 40 厘米深处，用孔径 1 毫米的筛子筛洗，分离出其中的全部埋栖生物；岩礁站位则依生物分布情况，用 4 个 25cm×25cm 正方形取样框，置框于代表性位置，每站取样 1 次，先拾取样框内岩石面上自由生活的种类后，再剥取全部附着生物。各站采集的样品，全部编号装瓶登记，用无水乙醇固定，带回实验室后，用吸水纸吸干表面水分，然后用天平称重，并进行分类鉴定与计数。

鱼卵和仔稚鱼：用浅水 I 型浮游生物网采集，每个站位垂直拖 1 网，所采样品用 5%福尔马林溶液固定，带回实验室进行分类鉴定与计数。

游泳动物：用单拖作业渔船进行现场试捕调查，所获生物样品进行现场分类和生物学鉴定。租用当地拖网渔船进行渔业资源调查，调查所用网具每张网的网衣长 10m，网口大 3 m，网目大 30mm，扫海宽度按网口长度的 2/3 计约 2 m。调查放网 1 张，拖速约 2.5 kn，拖时 60min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。对全部渔获物进行种类鉴定和计量，并对主要优势种类做生物学鉴定。

2、评价方法

（1）初级生产力

初级生产力采用叶绿素法，按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算：

$$P = \frac{CnQED}{2}$$

P——每日现场的初级生产力(mgC / m²·d)；

Cn——表层叶绿素 a 含量；

Q——同化系数，采用闽南-台湾浅滩近海水域平均同化系数这里取 3.5；

E——真光层深度(m)，取透明度的 3 倍；

D——白昼时间(h)，取 12h。

(2) 优势度(Y):

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

(3) Shannon-Weaver 多样性指数:

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

(4) Pielou 均匀度指数:

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

(5) Margalef 丰富度指数:

$$d = \frac{R - 1}{\ln A}$$

式中: $P_i = n_i / N$

n_i ——第 i 种的个体数量(ind/m³)

N ——某站总生物数量(ind/m³)

f_i ——某种生物的出现频率(%)

$H_{\max}$ —— $\log_2 S$,最大多样性指数

S ——出现生物总种数。

R ——样品包含的种数;

A ——总个体数。

(6) 优势种

采用 Pinkas 相对重要性指数 (Index of Relative Importance, IRI)

$$IRI_i = (N_i/N + W_i/W) \times F_i \times 100$$

式中:

N_i/N ——种类 i 的个体数占总个体数的百分比;

W_i/W ——物种 i 的重量占总个体重量百分比;

F_i ——种类 i 出现次数占调查次数的百分比。

(7) 渔业资源密度

渔业资源密度(kg/km²)根据扫海面积法估算，公式如下：

$$B = \frac{Y}{A(1-E)}$$

式中：Y——平均渔获率(kg/h)

A——每小时扫海面积(km²/h)

E——逃逸率(这里取 0.5)

(8) 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—某一种类的出现断面数占调查总断面数的百分比。

3、叶绿素 a 和初级生产力

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 2.24 mg/m³，变化范围为 0.15 ~ 12.94 mg/m³，变幅一般 (SD=2.82)。本次调查时区域叶绿素 a 含量偏低，总体空间差异一般。其中 S34 站位叶绿素含量最低，S1 站位叶绿素含量最高(见表 3.2.6-15)。

调查监测区内平均初级生产力为 136.16 mg·C/m²·d，区域变化范围在 24.65 ~ 326.21 mg·C/m²·d 之间，变幅一般 (SD=77.50)。其中 S34 站位初级生产力最低，S22 站位初级生产力最高。

表 3.2.6-15 叶绿素 a (Chla) 和初级生产力调查结果 (略)

2、浮游植物

(1) 种类组成

根据本次调查海域所采集到的样品，共鉴定浮游植物 7 门 53 属 99 种 (含未定种的属)，隶属于硅藻门、甲藻门、金藻门、蓝藻门、裸藻门、绿藻门和隐藻门 7 大门类。其中硅藻门 27 属 62 种，占浮游植物总种数的 62.63%；甲藻门 8 属 16 种，占浮游植物总种数的 16.16%；绿藻门 6 属 10 种，占浮游植物总种数的 10.10%；其他门类种类数详情见图 3.2.6-2。

本次调查浮游植物种类数的空间分布如图 3.2.6-3 所示，其中站位 S27 浮游植物种类数最多，有 39 种；其次是站位 S22，有 35 种；站位 S2 最少（19）。

(2) 丰度

本次调查浮游植物密度的空间分布如表 3.2.6-16 所示，各调查站位浮游植物的密度在 $129.37 \times 10^3 \text{cells/m}^3 \sim 30336.36 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 之间，平均密度为 $6517.96 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 。硅藻门的平均密度明显高于其他藻类，平均密度为 $6168.00 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 94.63%，为主要优势类群；甲藻门，平均密度为 $251.17 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 3.85%，为次要优势类群。

在水平分布上，站位 S14 的浮游植物密度最高，为 $30336.36.78 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，站位 S4 次之，密度为 $18803.03 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；站位 S35 密度最低，密度为 $129.37 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；浮游植物密度的水平分布不均匀。

表 3.2.6-16 浮游植物各门类密度的空间分布（单位： $\times 10^3 \text{cells/m}^3$ ）（略）

(3) 优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 6 种(见表 3.2.6-17)，分别为中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、菱形海线藻 *Thalassionema nitzschioides*、尖刺拟菱形藻 *Pseudo-nitzschia pungens*、窄隙角毛藻 *Chaetoceros affinis* 和长海毛藻 *Thalassiothrix longissima*。这 5 种优势种丰度占调查海域总丰度的 74.94%。中肋骨条藻的优势度最高，为 0.221，为第一优势种；长海毛藻，为第二优势种优势度为 0.204。

(4) 多样性水平

各调查站位浮游植物的多样性指数 (H')、丰富度指数 (d) 和均匀度指数 (J) 如表 3.2.6-18 所示。调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围在 1.46~4.50 之间，平均值为 2.78，其中站位 S27 多样性指数最高（4.50），站位 S35 次之（3.92），站位 S12 的多样性指数最低（1.46）。

调查站位浮游植物的 Pielou 均匀度指数 (J) 范围在 0.32~0.86 之间，平均值为 0.59，其中站位 S35 最高，为 0.86，站位 S27 次之（0.85），站位 S12 最低（0.32）。

调查站位浮游植物的丰富度指数 (d) 范围在 1.72~3.63 之间，平均值为 2.42，其中站位 S27 最高，为 3.63，其次是站位 S22（3.25），站位 S2 最低（1.72）。

3、浮游动物

（1）种类组成

经鉴定，本次调查海域发现浮游动物由 13 个类群组成，共计 59 种。各类群的种类数如图 3.2.6-4 所示，桡足类的种数最多，有 19 种，占总种数的 32.20%；其次是水母类有 11 种，占总种数的 18.64%。

浮游动物种类的空间分布如图 3.2.6-5 所示。各站位浮游动物种类数范围在 8~27 种之间，其中站位 S14 种类数最多，为 27 种，站位 S13 种类数最低，为 8 种。在所鉴定出的浮游动物类群中，桡足类和浮游幼体分布最广，在所有站位出现率为 100%。

（2）优势度

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查海域浮游动物优势种有 5 种，为桡足类幼体 Copepoda larvae、小拟哲水蚤 *Paracalanus parvus*、曲膝蕨枝螳水母 *Obelia geniculata*、肥胖三角溞 *Evadne tergestina* 和鸟喙尖头溞 *Penilia avirostris*。其中，优势度最大的为鸟喙尖头溞， $Y=0.240$ ，为本调查浮游动物最优势种。各优势种在各站位的密度分布及优势度见表 3.2.6-19。

（3）栖息密度与生物量

本次调查中，各站位的浮游动物密度在 $26.61 \text{ ind./m}^3 \sim 5706.25 \text{ ind./m}^3$ 之间，平均密度为 534.99 ind./m^3 ，其中站位 S14 的浮游动物密度最高，为 5706.25 ind./m^3 ；站位 S8 次之，为 845.00 ind./m^3 ；站位 S27 的密度最低，为 26.61 ind./m^3 。各站位的浮游动物生物量的变化范围在 $13.71 \text{ mg/m}^3 \sim 2087.50 \text{ mg/m}^3$ 之间，平均生物量为 256.21 mg/m^3 ，最高值出现在站位 S14，为 2087.50 mg/m^3 ；最低值出现在站位 S27，为 13.71 mg/m^3 。

（4）多样性水平

调查海域浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、丰富度指数 (d) 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 3.2.6-21 所示。各调查站位的 Shannon-Wiener 多样性指数在 1.70~3.45 之间，平均值为 2.78，最高值出现在站位 S27 (3.45)，最低值出现在站位 S8 (1.70)；Pielou 均匀度指数变化范围在 0.46~0.92 之间，平均值为 0.75，最高值出现在站位 S12 (0.92)，最低值出现在站位 S8 (0.46)；丰富度 (d) 在 0.88~3.26 之间，平均值为 1.61，最高值出现在站位 S14 (3.26)，最低值出现在站位 S13 (0.88)。

4、底栖生物

本次调查采集到的大型底栖生物经鉴定共有 18 种，隶属 2 门 16 科，其中环节动物种类最多，有 11 种，占底栖生物总种数的 61.11%；软体动物，有 7 种，占底栖生物总种数的 38.89%（见图 3.2.6-6）。

本次调查站位大型底栖生物类群种类数及空间分布情况如图 3.2.6-7 所示，不同站点采集的大型底栖生物种类数有所差异。站位 S12 采集大型底栖生物种类数最多，为 3 种。

（2 优势种和优势度

调查站位大型底栖生物优势种以优势度（ Y ） ≥ 0.02 为判断依据，本次调查的优势种有 2 种，为丝异须虫 *Heteromastus filiformis* 和须鳃虫 *Cirratulus cirratus*，优势度 Y 分别为 0.020 和 0.028。各优势种的优势度及分布情况如表 3.2.6-22。

（3）生物量及栖息密度

调查站位大型底栖生物栖息密度分布如表 3.2.6-23 所示，各站位密度范围为 0.00ind./m²~40.00ind./m²，平均栖息密度为 16.14ind./m²。站位 S2 和 S8 大型底栖生物栖息密度最高，为 40.00ind./m²。

调查海域站位大型底栖生物以环节动物为主要构成类群，各站点环节动物的栖息密度介于 0.00ind./m²~40.00ind./m² 之间，平均栖息密度 12.73ind./m²，占大型底栖生物平均栖息密度的比例为 78.87%；其次是软体动物的平均栖息密度为 3.41ind./m²，占大型底栖生物平均栖息密度的 21.13%。

本次调查站位大型底栖生物生物量分布如表 3.2.6-24 所示，各站位生物量变化范围为 0.050g/m²~5.125g/m²，平均生物量为 1.338g/m²。站位 S35 大型底栖生物生物量最高，为 5.125g/m²；其次是站位 S34（4.225g/m²）；站位 S11 大型底栖生物生物量最低，为 0.050g/m²。

调查站位以软体动物平均生物量最高，平均值为 0.920g/m²，占大型底栖动物平均生物量的 68.79%；其次为环节动物（0.418g/m²），占大型底栖动物平均生物量的 31.21%。

（4）生物多样性指数及均匀度

调查站位大型底栖生物 Shannon-Wiener 多样性指数（ H' ）、丰富度指数（ d ）和 Pielou 均匀度指数（ J ）如表 3.2.6-25 所示。Shannon-Wiener 多样性指数范围

处于 0.00~1.58 之间, 平均值为 0.42; 多样性指数最高值出现在站位 S12 (1.58), 其次为站位 S28 和 S31 (1.00)。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.92~1.00 之间, 站位均匀度指数平均值为 0.96, 均匀度最高值为站位 S12、S28 和 S31, 均匀度指数为 1.00。站位 S1、S10、S11、S13、S14、S19、S20、S21、S24、S27、S30、S32 和 S35 仅采集到 1 种生物, 该站位均匀度统计学无意义。丰富度指数 (d) 范围为 0.00~0.47, 平均值为 0.11, 其中站位 S12 丰富度指数最高 (0.47)。

5、潮间带生物

(1) 潮间带生物种类组成

调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有 12 种, 隶属 3 门 8 科。其中软体动物种数最多, 8 种, 占种类数的 66.67%; 其次是节肢动物, 3 种, 占种类数的 25.00%, 大型藻类 1 种, 占种类数的 8.33% (图 3.2.6-8)。

本次调查断面潮间带生物类群种数及空间分布情况如图 3.2.6-9 所示。调查断面底质主要是沙质。C2 断面采集潮间带生物种类最多, 为 8 种, C3 断面采集到 4 种潮间带生物, C1 断面采集到 2 种潮间带生物。

(2) 潮间带平均生物量及栖息密度

调查断面的潮间带生物总平均栖息密度及生物量见表 3.2.6-26, 总平均栖息密度为 56.00ind./m², 总平均生物量为 58.753g/m²。在潮间带生物平均栖息密度的百分组成中, 软体动物平均栖息密度居首位, 为 45.33 ind./m², 占 80.95%。平均生物量组成方面以软体动物居首位, 为 49.319g/m², 占 83.94%。

(3) 调查断面水平分布和垂直分布比较

调查断面潮间带生物栖息密度及生物量的水平分布见表 3.2.6-27, 栖息密度方面, 潮间带生物的栖息密度表现为 C2 断面最高, 为 124.00ind./m², 其次是 C3 断面为 32.00ind./m²; C1 断面栖息密度最低, 为 12.00ind./m²。潮间带生物生物量方面, C2 断面的生物量最高, 为 156.700g/m²; C1 断面生物量最低, 为 1.768g/m²。

调查断面潮间带栖息密度及生物量的垂直分布见表 3.2.6-28, 在垂直分布上, 潮间带生物的栖息密度方面表现为低潮带最高, 为 88.00ind./m², 其次为高潮带 (48.00ind./m²), 中潮带最低, 为 32.00ind./m², 即低潮带>高潮带>中潮带。在

生物量方面，低潮带生物量最高，为 92.196g/m^2 ，其次为中潮带 (56.596g/m^2)，高潮带最低，为 27.468g/m^2 ，即低潮带>中潮带>高潮带。

(4) 优势种

调查断面潮间带生物优势种以计算优势度 (Y) ≥ 0.02 为判断依据，本次调查潮间带生物以断面为站位计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度 (Y) ≥ 0.02 的种类作为该区域的优势种类。计算得出本次调查的优势种有 2 种(表 3.2.6-29)，为粗糙滨螺 *Littoraria articulate* 和翡翠贻贝 *Perna viridis*，调查期间该海域潮间带生物第一优势种为粗糙滨螺，优势度为 0.135。

(5) 多样性水平

调查断面 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、Pielou 均匀度指数 (J) 和丰富度指数 (d) 如表 3.2.6-30 所示，Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.00~1.84 之间，平均值为 0.66。多样性指数在 C2 断面高潮带出现最高 (1.84)，其次为 C2 断面低潮带 (1.28)。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.64~1.00 之间，平均值为 0.88。均匀度指数 (J) 在 C2 断面中潮带出现最高 (1.00)，C1 断面和 C3 断面高潮带采集种类仅 1 种，该潮区均匀度统计学无意义。丰富度指数范围为 0.00~0.80，平均值为 0.27，其中 C2 高、低潮带丰富度指数最高 (0.80)。

3.2.7 三场一通道分布情况

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

（1）南海鱼类产卵场

根据与南海鱼类产卵场分布见图 3.2.7-1 和图 3.2.7-2，本项目不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

（2）南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域(图 3.2.7-3)，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

（3）幼鱼、幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内的海域均为幼鱼、幼虾保护区（图 3.2.7-4）。在禁渔期间，禁止底拖网渔船、拖虾渔船进入上述海域内生产。本项目位于幼鱼、幼虾保护区内。

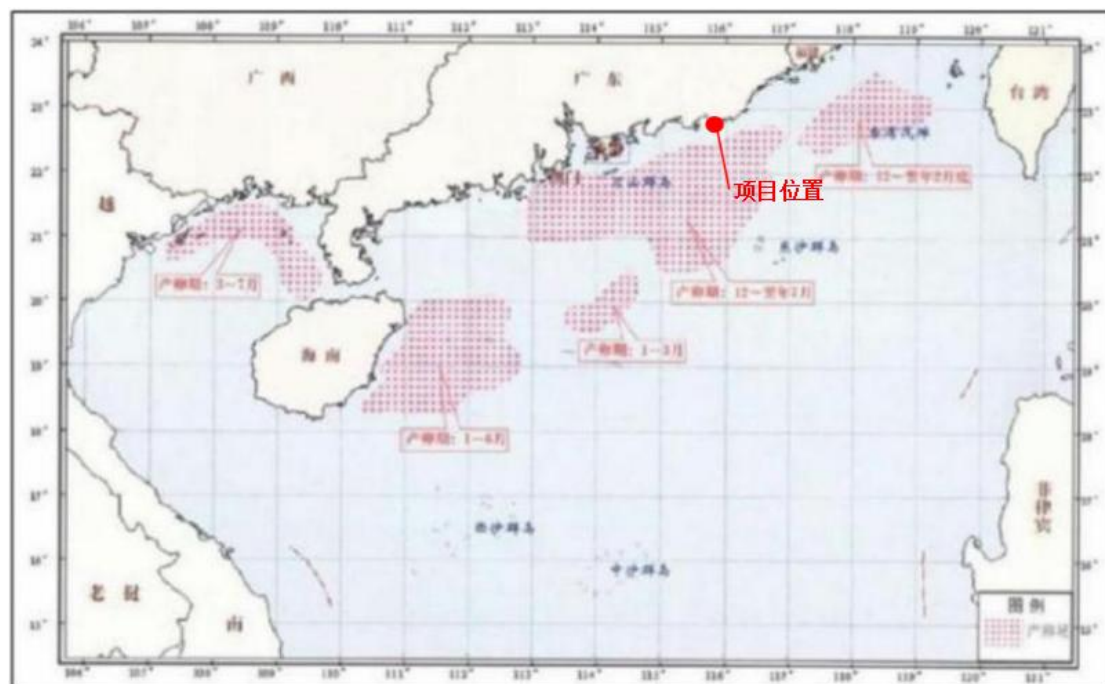


图 3.2.7-1 南海中上层鱼类产卵场示意图



图 3.2.7-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图



图 3.2.7-3 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

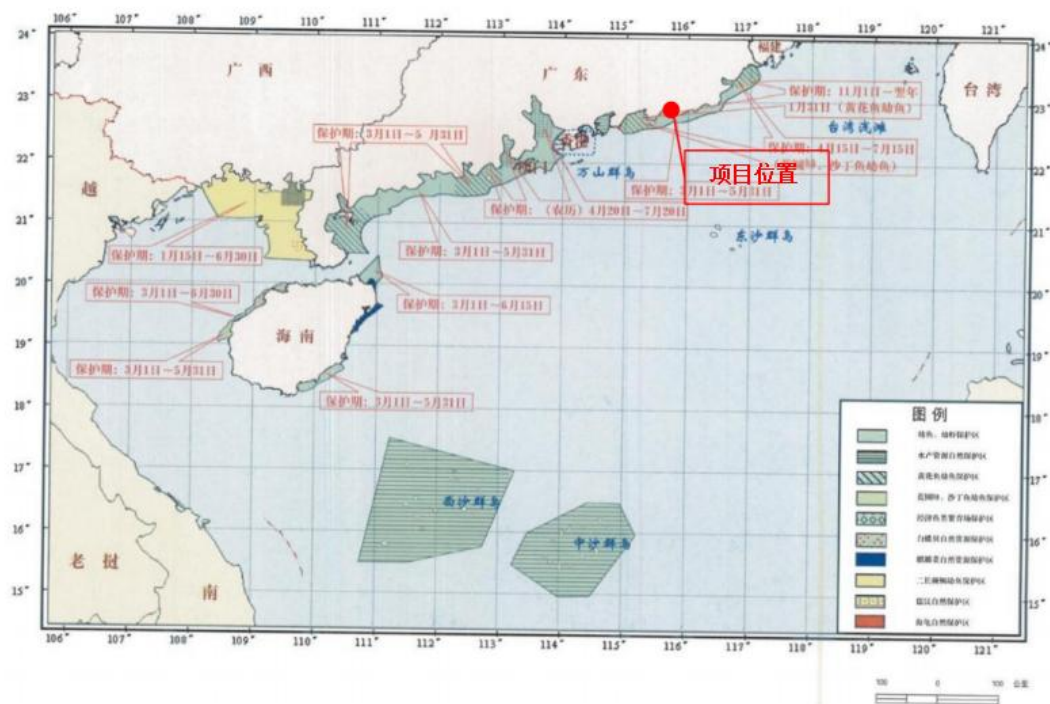


图 3.2.7-4 南海区幼鱼幼虾保护区

3.2.8 自然保护区分布情况

项目论证范围内没有自然保护区，距离项目最近的保护区为广东海丰鸟类省级自然保护区大湖分区，距离为 5.1km，如图 3.2.8-1 所示。

广东海丰鸟类省级自然保护区大湖分区距离本项目约 1.6km。广东海丰鸟类省级自然保护区于 1998 年 12 月 28 日经省政府批准建立，主要保护对象为候鸟及其栖息地，是中国生物多样性保护的关键性地区之一。保护区广阔的沿海湿地和丰富的淡水湿地，成为亚太地区南中国海迁徙水鸟的重要通道和国际濒危水禽重要的庇护栖息场所。

本项目为构筑物用海中的跨海桥梁用海，项目为单跨跨海桥梁，项目桥墩在陆域进行施工，项目采用预制箱梁进行吊装的方式进行施工，本项目建设对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等的没有影响。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。本项目属于路桥用海，不会改变海域的自然形态，对周边海域环境的没有影响。因此本项目对广东海丰鸟类省级自然保护区没有影响。



图 3.2.8-1 自然保护区分布图

4 资源生态影响分析

4.1 生态影响分析

4.1.1 水动力环境影响分析

根据本项目的特点和工程所在海域的自然环境状况，项目对海洋水文动力环境的影响分析主要采用定性分析的方式进行评价。本项目为构筑物用海中的跨海桥梁用海，项目为单跨跨海桥梁，桥梁桩基建在桥梁两侧的陆域区域，跨越海域时无需在海洋中设置桥墩，从而极大减少了水中构筑物的存在。项目施工和运营过程中不会对海水流动产生阻碍或扰动。其工程建设对水动力的没有影响，对海域自然属性也没有影响。

4.1.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目为单跨跨海桥梁，跨越海域时无需在海洋中设置桥墩，从而极大减少了水中构筑物的存在。此外，桥梁的桩基完全设置在陆域范围内，未延伸至海域海底，项目施工和运营过程中不会对海水流动产生阻碍或扰动。因此，项目周边的水动力条件，如潮流、波浪等，将保持自然状态，不会因桥梁建设而发生变化。同时，由于桩基未介入海域，海域的自然属性，包括水质、生态系统和海底基质，均得以维持原貌。基于这些因素，项目建设也不会对地形地貌和冲淤环境产生影响。

4.1.3 水质环境影响分析

1、施工期水质环境影响分析

本项目施工比较简单，桥梁预制好后用吊机进行安装拼接即可。施工期间产生的污染物主要是施工过程产生的施工废水，主要包括施工人员产生的生活污水、运输车辆冲洗含油污水。

本项目施工过程无需使用施工船舶，产生的含油废水主要为运输车辆冲洗废水，拟经隔油预处理后回用于陆域施工工程洒水抑尘等环节，油渣等经收集后交有资质的单位处理，不得直接排入项目及其附近海域，则不会对项目及其附

近海域产生明显的影响。施工人员生活污水拟经临时环保型流动厕所进行收集预处理，后由吸粪车拉运至集中污水处理设施处理，不得直接向项目及其附近海域排放，不会对项目及其附近海域的水质产生影响。

2、营运期环境水质影响分析

项目完工并投入运营后，桥梁路段未设置收费站，因此不产生工作人员生活污水。主要的水污染来自桥面和路面的雨水径流，污染物以石油类和悬浮物为主。这些污染物的浓度受多种因素影响，如道路车流量、车辆类型、降雨强度与时长、道路特性及车辆燃料类型等。运营初期，雨水径流计划经收集后纳入雨水管网；同时，项目将加强桥面的日常维护与管理，保持桥面整洁，及时清除积存的尘土、碎屑、油污等杂物，以最大限度减少运营期间桥面径流携带的污染物，从而将对所在海域的环境影响降到最低。

4.1.4 海洋沉积物环境影响分析

本项目为单跨跨海桥梁。此外，桥梁的桩基完全设置在陆域范围内，未延伸至海域海底，项目施工和运营过程中不会对海水流动产生阻碍或扰动，不会对周边水动力环境产生影响，也不会改变海域的自然属性，包括水质、生态系统和海底基质，均得以维持原貌。此外，本项目施工期间产生的污水和固体废弃物均能得到有效处理，均不直接排入海域环境中。因此项目建设对海洋沉积物环境没有影响。

4.1.5 生态环境影响分析

本项目施工比较简单，项目桥梁桩基完全设置在陆域范围内，不会破坏底栖生物的栖息环境，同时项目施工也不会产生悬浮泥沙，对底栖生物、游泳生物、浮游生物及渔业资源也不会产生影响，项目建设不改变海域的自然属性，对项目周边水动力环境、地形地貌和冲淤环境不会产生影响，在项目施工期和运营期在妥善处理好施工人员的生活污水和含油废水的前提下，项目建设对生态环境的影响是十分微小的。

4.2 资源影响分析

4.2.1 占用海洋空间资源影响分析

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。

本项目路桥用海共需占用海域空间资源 0.0587 公顷。本项目海域不设桥墩，主要占用海域的上方空间，本项目建设有利于保持海域水体流通性和水交换能力，不改变海域的自然属性和生态功能。因此，此项目用海不会对海洋的空间资源的影响是较小的。

4.2.2 对底栖生物、浮游生物和渔业资源的影响分析

本项目桥梁桩基建设在陆域区域，不会掩埋底栖生物及对其栖息环境造成破坏，同时项目施工期也不会产生悬浮泥沙，对底栖生物、游泳生物、浮游生物及渔业资源也不会产生影响，项目建设不改变海域的自然属性，对项目周边水动力环境、地形地貌和冲淤环境不会产生影响，在项目施工期和运营期在妥善处理好施工人员的生活污水和含油废水的前提下，项目建设对底栖生物的影响十分微小的，几乎可以忽略不计。

4.2.3 项目用海岸线及滩涂的影响分析

本项目用海范围涉及人工岸线 59.3m，本项目为单跨跨海桥梁，桥墩也直接设置在陆域区域。项目采样跨越的方式跨越岸线，不会与岸线进行相接；此外，项目的设计和实施过程中，完全不涉及对岸线进行任何形式的改造、开发或其他类似的干预活动。因此，从多个维度来看，本项目对岸线的自然属性、生态功能以及当前已有的开发利用格局均不会产生任何负面影响。它不会改变岸线的稳定性，不会影响岸线的景观功能，也不会改变岸线的规划用途。总体而言，本项目与所在区域的岸线保护与利用规划保持了高度的一致性和协调性，对周边岸线的生态功能基本无影响。

本项目在施工及运营的全过程中，项目不涉及滩涂区域的任何填占、挖掘以及污染排放等相关活动。项目不会对滩涂的自然形态进行任何形式的改变，也不

会对底质结构造成破坏，更不会影响到潮间带生物的栖息地环境。此外，项目对现有滩涂的利用功能也不会产生任何负面影响。因此，可以确保项目不会导致滩涂面积的缩减，不会引起生态功能的退化，也不会引发资源利用方面的冲突。总体而言，本项目的实施完全符合区域滩涂保护与利用的整体规划，与相关规划要求高度契合，确保了滩涂资源的可持续利用和生态环境的稳定。

4.2.4 对通航环境影响分析

在项目施工期间，本项目采用岸基施工方式，因此不使用施工船舶进行作业，不会增加周边水域的通航密度。同时，项目用海区域位于偏远海域，周边无常规航线或船舶在此通行，从而完全避免了对船舶通航安全的影响。尽管如此，为了进一步保障通航的安全性，建议建设单位积极与海事、交通等相关部门进行充分的沟通与协调，确保施工活动符合安全规范，进一步保障了海上交通的顺畅与稳定。

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

根据广东省地区生产总值统一核算结果，2024 年，汕尾地区生产总值 1500.89 亿元，按不变价格计算，同比增长 4.0%。其中，第一产业增加值 205.75 亿元，同比增长 4.4%；第二产业增加值 433.60 亿元，增长 3.7%；第三产业增加值 861.54 亿元，同比增长 4.0%。对经济增长的贡献率为 58.9%。三次产业结构为 13.7：28.9：57.4。人均地区生产总值 55667 元（按年平均汇率折算为 7817 美元），增长 3.6%。

近年来，汕尾抢抓机遇，以产业为抓手，不断探索新兴产业，在海上风电、海洋电子信息、海洋配套服务、海洋新兴产业等产业“新蓝海”里书写经略海洋的崭新答卷。

在电力能源方面，汕尾市立足资源禀赋优势，大力发展海上风电、核电、抽水蓄能等新能源产业。截至目前，汕尾市已建成有煤电、风电、水电、光伏发电，装机容量达 917 万千瓦；正在推进核电、清洁煤电、海上风电、抽水蓄能电站等重大能源项目，初步形成“风光水火核储”一体化全业态新型综合能源体系建设，正全力打造汕尾（国际）绿电创新实验区。

在港航物流业方面，汕尾市正全力推进汕尾新港区白沙湖作业区两个 7 万吨级公用码头建设，推进汕尾新港区公用码头与小漠港、盐田港对接合作，着力提升物流产业“软实力”和“硬基础”，打造区域性航运和物流枢纽。

在海洋化工方面，汕尾市依托岸线、土地和大南海炼化一体的资源优势，积极推进新材料产业园建设，通过“隔墙供应”实现与揭阳大南海石化工业区协同发展。当前已成立园区规划建设工作领导小组和指挥部，并与中化学南方建设投资有限公司签订战略合作协议，利用与深圳的对口帮扶协作、对口合作关系积极争取与深圳合作共建新材料产业园。

除此之外，汕尾（陆丰）临港产业园以明阳为龙头，集聚了中天海缆、江苏长风、天能重工等海上风电一流头部企业入园投资建厂，生产了叶片、

主机、塔筒、海缆、海底管桩、导管架等基本覆盖海洋工程装备主产业链的产品，也成为目前省内唯一一家风电装备全产业链生产基地。数据显示，2023年，汕尾市风电装备制造业实现规上工业产值 101.77 亿元，有力拉动了地方经济增长。一芽见春，从汕尾（陆丰）临港工业园看汕尾，汕尾海洋产业集群奋楫扬帆，枝繁叶茂。

2024 年陆丰市实现地区生产总值（初步核算数）458.19 亿元，同比增长 3.2%。分季度，一季度同比增长 7.2%，二季度同比增长 7.0%，三季度同比增长 4.0%，四季度同比增长 3.2%。分产业，第一产业实现增加值 90.53 亿元，同比增长 3.9%，第二产业实现增加值 114.48 亿元，同比增长 1.5%，第三产业实现增加值 253.18 亿元，同比增长 3.7%。三次产业结构比重为 19.7%:25.0%:55.3%。按年平均常住人口计算，全市人均地区生产总值为 37260 元，同比增长 2.9%。

5.1.2 海域使用现状

本项目位于汕尾陆丰市乌坎渔港附近。项目周边开发利用现状主要有 3 处，主要为航道、渔港用海项目等。项目所在海域开发利用现状见表 4.1.2-1 和图 5.1.2-1。

表 5.1.2--1 项目所在海域及附近开发利用现状分布表

序号	用海现状	与本项目的方位关系	最近距离
1	乌坎渔港	项目南侧	0.2km
2	乌坎西线航道	项目东南侧	1.5km
3	乌坎东线航道	项目东南侧	1.8km



图 5.1.2-1 项目所在海域开发利用现状图

1、航道

项目附近周边航道主要有乌坎西线航道和乌坎东线航道。

乌坎西线航道为沙坝泻湖型潮汐汊道，根据广东省交通运输厅发布的《广东省航道发展规划(2020—2035 年)》，其航道发展规划技术等级为 3000 吨级，现状维护等级为 500 吨级。

乌坎东线航道维护等级与发展规划技术等级均为 VI 级，维护里程 25 公里，规划里程 28 公里，维护尺度为 07×24×130 米（长×宽×弯曲半径），航道维护类别为二类。根据汕尾港总体规划，乌坎东线航道作为乌坎作业区配套航道，其功能定位与乌坎作业区规划的客运功能相匹配，重点服务于汕尾城区水上观光、旅游休闲等运输需求。

2、渔港

本项目周边的渔港主要为乌坎渔港，项目用海总面积共110.8949公顷。其中非透水构筑物总用海面积为7.1259公顷，透水构筑物总用海面积为0.3774公顷，港池、蓄水总用海面积为3.9137公顷，专用航道、锚地及其他开放式用海面积为99.4779公顷。

5.1.3 海域使用权属

本项目论证范围内海域权属使用情况较简单，主要为正在申请中的乌坎渔港项目。

表 4.1.2-2 海域使用使用权属现状

序号	用海现状	与本项目方位关系	与本项目最近距离	海域使用权人	用海面积(公顷)
1	乌坎渔港	项目南侧	0.2km	陆丰市农业农村局	110.8949 公顷

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

（1）对航道的影响

本项目不占用现状及规划航道，本项目距离附近航道有一定的距离，距离西侧乌坎西线航道有 1.5km，东南侧乌坎东线航道 1.8km。本项目施工不使用施工船舶，不会增加附近航道的通航密度，且本项目离航道较远，不会对乌坎西线航道和乌坎东线航道产生影响。

（2）对乌坎渔港的影响

乌坎渔港在本项目南侧 0.2km 处，本项目施工不使用施工船舶，不会增加乌坎渔港的通航密度，不会对乌坎渔港的通航安全和船舶靠泊产生影响；本项目施工较简单，项目施工期也不会产生悬浮物，对乌坎渔港几乎没有影响。

5.3 利益相关者界定

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

通过对本工程周边用海现状的调查，分析项目用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，来确定本工程的利益相关者，见表 4.3-1。根据对项目建设对周边开发活动的影响情况分析，确定本工程没有利益相关者，需要协调的部门是海事管理部门。

表4.3-1利益相关者的分析界定表					
编 号	项 目 名 称	位 置 关 系 及 最 近 距 离	利 益 相 关 者	影 响 因 素	是 否 为 利 益 相 关 者
1	乌坎西线航道	1.5km	海事和航道管理部门	无 影 响	否
2	乌坎东线航道	1.8km		无 影 响	否
3	乌坎渔港	0.2 km	陆 丰 市 农 业 农 村 局	无 影 响	否
5.4 相关利益协调分析					
根据分析，本项目无利益相关者，协调部门为海事部门。本项目不占用现状及规划航道，本项目距离附近航道有一定的距离。本项目不施工施工船舶，不会增加海域的通航密度，不会对周边航道产生的影响。但是项目在施工期应当与海事部门进行沟通协调，在取得水上水下施工许可证方能施工，保障海上作业安全。 综上所述，在本项目用海过程中采取一定的环保和安全保障措施的前提下，本项目的建设周围的利益相关者具有可协调性。					
5.5 项目用海与国防安全、国家海洋权益的协调性分析					
5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析					
项目所在海域及附近海域无国防、军事设施和场地，其工程建设、生产经营不会对国防产生不利影响。因此，本项目用海不涉及国防安全问题。					
5.5.2 与国家海洋权益的协调性分析					
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 所在海域国土空间规划分区基本情况

1、项目所在《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》基本情况

2023 年 8 月 8 日，《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》获国务院批复，国函〔2023〕76 号。《规划》提出“充分发挥海洋作为高质量发展的战略要地作用，陆海统筹推进海洋空间保护与利用，加强海岸带综合管理，维护绿色安全海洋生态，打造现代化沿海经济带，全面建设海洋强省。立足海岸线、河口海湾和海岛资源丰富的优势，坚持保护与开发并重，以“六湾区一半岛五岛群”海洋空间格局统筹优化海洋空间布局，提高海洋资源开发能力，推动形成开放活力的海洋空间。

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 and 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。合理布局海洋倾倒地，严格海洋倾废监管。推进海洋生态修复和环境治理，构建通山达海、城海相融的滨海景观体系，统筹航运交通、能源矿产、渔业养殖、基础设施布局，增强海岸带综合承载力，推动海岸带高质量发展。推动海上风电项目、海洋养殖向深水区布局，促进海上风电与海洋油气开发、深水养殖综合利用。

根据与海洋空间功能布局图进行叠加分析（图 6.1-1），本项目位于海洋开发利用空间内，不在海洋生态保护空间和海洋生态保护红线范围内，本项目属于路桥用海项目，项目建设对“优化乡村空间布局。完善农村教育、医疗、文化、体育等设施布局，健全不同区域单元内乡村公共服务设施网络和道路网络体系。统筹协调农村道路提档升级、农村防汛抗旱和供水保障、乡村清洁能源建设、农产品仓储保鲜冷链物流设施建设、数字乡村建设发展等的空间安排和用地保障。”有重要的作用，因此本项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》。

2、项目所在《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》基本情况

根据与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》广东省海洋功能分区图进行叠加分析，项目所处海域海洋功能分区为碣石湾近岸渔业用海区，项目所在周边海

域的海洋功能分区主要为乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区生态保护区。根据与广东省大陆海岸线分类保护利用规划图进行叠加分析，本项目用海范围涉及限制开发岸线。其具体位置及分布见图6.1-2，与本项目距离关系见表6.1-1，海洋功能分区统计表见表6.1-2。

表6.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能分区分布表

序号	功能区名称	与项目位置关系	功能分区
1	碣石湾近岸渔业用海区	项目占用	渔业用海区
2	乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区生态保护区	南侧 1.5km	生态保护区



图 6.1-2b 广东省海洋功能分区图（局部放大图）



图 6.1-3b 项目所在广东省大陆海岸线分类保护利用规划图（局部放大图）

3、项目所在《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》基本情况

2023 年 9 月 28 日，《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（以下简称《规划》）获省政府正式批复。《规划》明确提出，优化国土空间开发保护格局。以“三区三线”为基础，落实主体功能区战略，统筹优化农业、生态、城镇、海洋等功能空间。建设沿海渔业和蓝色休闲农业综合示范带，优化生态农业区、平原精细农业区、现代都市精品农业区布局，加强农产品加工物流中心及特色农产品产业园建设；坚持陆海统筹、生态优先、协调发展，衔接省级国土空间规划和海岸带专项规划，在汕尾市海域划定生态保护区、生态控制区和海洋发展区，促进陆海协调及人海和谐共生，保障区域高质量发展和人民高品质生活所需的海洋空间。

生态保护区按照生态保护红线管理要求，严守自然生态安全边界，加强人为活动管控。按照自然保护地核心区和其他区域，对开发利用活动实施分类管控。生态控制区鼓励实施与保护目标相一致的生态型资源利用活动，准入渔业、游憩等类型用海活动，严格管控构筑物用海方式，禁止任何有损保护对象、海洋生态系统和资源的用海行为。

在海洋发展区内，进一步细化功能分区，统筹安排工矿通信用海、交通运输用海、游憩用海、交通运输用海、特殊用海等用海区和海洋预留区。交通运输用海区采用“分类管理+用海准入”的方式进行管理。集约节约利用岸线和海域空间，控制养殖密度和规模。保护重要渔业品种产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道。防治海水养殖污染，防范外来物种侵害，保持海洋生态系统结构与功能的稳定。交通运输用海区允许渔业基础设施建设、养殖和捕捞生产等渔业利用，允许建设海洋牧场，可兼容不影响交通运输用海区基本功能的用海类型，鼓励构筑物和底播养殖、捕捞生产等海域立体利用方式。

根据汕尾市域空间控制线规划图、汕尾市域国土空间规划分区图、汕尾市海洋功能分区图，本项目位于规划的水域范围内，不在汕尾市国土空间规划永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界范围内，根据市域海岸带保护开发引导图叠加分析，本项目用海范围涉及限制开发利用岸线。

4、项目所在《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》基本情况

根据《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》提出陆海统筹、生态优先、协调发展，因地制宜在陆丰市海域划定生态保护区、生态控制区和海洋发展区，提升空间连通性和综合价值，促进陆海协调及人海和谐共生，保障区域高质量发展和人民高品质生活所需的海洋空间。依据海洋生态功能评价，结合用海需求，划定海域利用发展

分区。按照合理开发、集约节约、高端发展、永续利用的原则，结合陆丰市海洋开发利用现状和发展需求，将海洋发展空间进一步划分为交通运输用海区、工矿通信用海区、交通运输用海区、游憩用海区、特殊用海区。开发利用范围内采用“分区管理+用海准入”管理方式，严禁布局国家产业政策淘汰类、限制类项目，严格限制开展对海洋生态环境、海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动。海域利用区的污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域，减少对海域环境的污染。

根据与陆丰市县域国土控制线规划图和县域海岸带保护开发引导图进行叠加分析，本项目位于水域范围内，不在永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界范围内。

6.2 对国土空间规划分区的影响分析

1、对《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的影响分析

根据与海洋空间功能布局图进行叠加分析（图 5.1-1），本项目位于海洋开发利用空间内，不在海洋生态保护空间和海洋生态保护红线范围内，本项目属于路桥用海项目，项目用海不改变海域的自然属性。且项目建设对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等的没有影响。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。本项目属于路桥用海，不会改变海域的自然形态，对周边海域环境的没有影响。因此本项目建设对《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的没有影响是较小的。

2、对《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的影响分析

根据与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》广东省海洋功能分区图进行叠加分析（图 5.1-2），本项目海域位于碣石湾近岸渔业用海区。根据与广东省大陆海岸线分类保护利用规划图进行叠加分析（图 5.1-3），本项目

用海范围涉及限制开发岸线，本项目用海方式为路桥用海，为单跨跨海桥梁，且项目桥墩建设在陆域范围内，项目采用高架桥的方式跨越岸线。用海方式不改变海域的自然属性，不影响海域生态功能的发挥，项目建设不会对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等产生影响。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。不会改变海域的自然形态，不会对周边海域生态环境产生影响。因此本项目对《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的影响是可控的。

3、对《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的影响分析

根据汕尾市域空间控制线规划图、汕尾市域国土空间规划分区图、汕尾市海洋功能分区图和与市域海岸带保护开发引导图叠加分析（图 5.1-4~5.1-7），本项目位于规划的水域范围内，项目用海范围涉及限制开发利用岸线，不在汕尾市国土空间规划永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界范围内。项目建设对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境没有影响。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。本项目属于路桥用海，不会改变海域的自然形态，对周边海域环境的没有影响，因此本项目建设对《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的影响是较小的。

4、对《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的影响分析

根据与陆丰市县域国土控制线规划图和县域海岸带保护开发引导图进行叠加分析（图 5.1-8~图 5.1-9），本项目位于水域范围内，不在永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界范围内，项目建设不会对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等的产生影响。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。本项目属于路桥用海，不会改变海域的自然形态，不会对周边海域环境的产生影响。因此本项目建设对《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的影响是有限的。

6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

1、与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

广东省广东省国土空间规划实施海域分区管理。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。推进海洋生态修复和环境治理，构建通山达海、城海相融的滨海景观体系，统筹航运交通、能源矿产、渔业养殖、基础设施布局，增强海岸带综合承载力，推动海岸带高质量发展。推动海上风电项目、海洋养殖向深水远岸布局，促进海上风电与海洋油气开发、深水养殖综合开发利用。

据与海洋空间功能布局图进行叠加分析（图 6.1-1），本项目位于海洋开发利用空间内，不在海洋生态保护空间和海洋生态保护红线范围内，本项目属于路桥用海项目，项目建设对“优化乡村空间布局。完善农村教育、医疗、文化、体育等设施布局，健全不同区域单元内乡村公共服务设施网络和道路交通网络体系。统筹协调农村道路提档升级、农村防汛抗旱和供水保障、乡村清洁能源建设、农产品仓储保鲜冷链物流设施建设、数字乡村建设发展等的空间安排和用地保障。”有重要的作用，因此本项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》。

2、与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》广东省海洋功能分区图进行叠加分析（图 6.1-2），本项目海域位于碣石湾近岸渔业用海区。

本项目用海方式为路桥用海，用海方式不改变海域的自然属性，不影响海域生态功能的发挥，项目建设不会对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等的产生影响是。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。不会对周边海域生态环境的产生影响。本项目的建设符合碣石湾近岸渔业用海区的空间准入、利用方式、保护要求和其他要求。

根据与广东省大陆海岸线分类保护利用规划图进行叠加分析（图 6.1-3），本项目用海不涉及严格保护岸段，涉及限制开发岸线，《规划》指出“控制限制开发岸线的开发强度。限制开发岸线严格控制改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的开发利用活动，严控城镇开发、产业发展、基础设施建设等占用岸线，预留未来发展空间。因地制宜，提高岸线利用效率，节约集约利用海岸线”，本项目采用高架桥的方式跨越岸线的上方空间，项目实际不占用岸线，项目建设不改

变海岸自然形态，也不影响海岸生态功能。综上，项目用海符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》。

表6.2-3项目用海与海洋功能分区符合性分析一览表

海洋功能分区	要求		符合性分析	符合性
碣石湾近岸渔业用海区	空间准入	1.允许渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海； 2.可兼容固体矿产用海、可再生能源、海底电缆管道、航运、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教育、海洋保护修复及海岸防护工程等用海； 3.探索推进海域立体分层设权，增养殖、捕捞、海底电缆管道、航运、路桥隧道等用海空间可立体利用； 4.优先保障军事用海及军事设施安全。	本项目用海为路桥用海。与空间准入原则具有可兼容性	符合
	利用方式	1.允许适度改变海域自然属性； 2.优化渔港平面布局，鼓励构筑物采用透水方式建设，降低对周边海域水动力的影响； 3.禁止养殖活动侵占渔港进出港航道及影响渔港正常运营； 4.严格控制河口海域的围海养殖，维护河口防洪纳潮功能。	本项目为路桥用海，项目用海不改变海域的自然属性。也不会对河口的防洪纳潮功能产生影响	符合
	保护要求	1.积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展； 2.切实保护严格保护岸线； 3.严格保护岸线所在的潮间带区域，以保护修复目标为主，保障潮间带自然特征不改变、面积不减少、生态功能不降低； 4.保护和合理利用无居民海岛资源； 5.保护基岩岸滩、砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境。	本项目为路桥用海，项目建设不会对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等的产生影响。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。不会改变海域的自然形态，对周边海域环境的没有影响。项目不会对严格保护岸线和基岩岸滩、砂质海岸、盐沼、淤泥质岸滩及其生境产生影响。	符合

海洋 功能 分区	要求		符合性分析	符 合 性
	其他 要求	--		

3、与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析

汕尾市国土空间总体规划指出：在汕尾市海域划定生态保护区、生态控制区和海洋发展区，促进陆海协调及人海和谐共生，保障区域高质量发展和人民高品质生活所需的海洋空间。生态保护区按照生态保护红线管理要求，严守自然生态安全边界，加强人为活动管控。按照自然保护地核心区和其他区域，对开发利用活动实施分类管控。生态控制区鼓励实施与保护目标相一致的生态型资源利用活动，准入渔业、游憩等类型用海活动，严格管控构筑物用海方式，禁止任何有损保护对象、海洋生态系统和资源的用海行为。在海洋发展区内，进一步细化功能分区，统筹安排工矿通信用海、交通运输用海、游憩用海、交通运输用海、特殊用海等用海区和海洋预留区。交通运输用海区采用“分类管理+用海准入”的方式进行管理。集约节约利用岸线和海域空间，控制养殖密度和规模。保护重要渔业品种产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道。防治海水养殖污染，防范外来物种侵害，保持海洋生态系统结构与功能的稳定。交通运输用海区允许渔业基础设施建设、养殖和捕捞生产等渔业利用，允许建设海洋牧场，可兼容不影响交通运输用海区基本功能的用海类型，鼓励构筑物和底播养殖、捕捞生产等海域立体利用方式。

根据汕尾市域空间控制线规划图、汕尾市域国土空间规划分区图、汕尾市海洋功能分区图和与市域海岸带保护开发引导图叠加分析（图 5.1-4~5.1-7），本项目位于规划的水域范围内，不在汕尾市国土空间规划永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界范围内。本项目建设不会对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等的产生影响。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。本项目属于路桥用海，不会改变海域的自然形态，不会对周边海域环境的产生影响。因此，项目与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》是符合的。

4、与《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据与陆丰市县域国土控制线规划图和县域海岸带保护开发引导图叠加分析（图 5.1-8~5.1-9），本项目位于水域范围内，不在永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界范围内。

本项目为跨海桥梁项目，项目建设不会对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等的产生影响。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。本项目属于路桥用海，不会改变海域的自然形态，不会对周边海域环境的产生影响。因此本项目与陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）是相符合的。

6.4 与《汕尾市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的符合性分析

《汕尾市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》指出通过实施全域全要素生态保护修复“三类空间”、“五项分区”的指引、谋划“两屏两湾、四廊一带”重要生态系统保护修复、构建“多廊多点”生物多样性保护网络、支撑城乡高质量生态发展格局，坚持“陆海统筹，山海共济”，整体提升生态系统质量和稳定性。

南部海洋生态屏障位于汕尾南部，包括汕尾城区、海丰县和陆丰市的滨海陆域、河口、海湾、海岛及近海海域。属于国家“三区四带”生态安全战略格局、广东省“三屏五江多廊道”生态安全格局中蓝色海洋生态屏障的重要组成部分，汕尾市“两屏两湾、四廊一带”生态安全格局中红海湾、碣石湾、沿海生态防护带的区域集合，具有重要的沿海城镇防护、海洋生态景观保护、生物栖息环境及生物多样性保护功能，可为汕尾融湾入海发展提供必要的海洋资源要素保障和生态屏障。生态修复以滨海湿地生态系统保护修复和生物多样性维护为主，全面推进海岸线两侧陆海空间生态修复，提升海岸生态功能和防灾减灾能力，营造沿海“山海湖城”自然风貌。近海区域着力加强重要渔业资源、濒危物种集中分布区、珊瑚礁等典型海洋生境保护修复，维护海洋生物多样性和养护渔业资源，构建水清滩净、岸绿湾美、人海和谐的海洋生态安全屏障。

陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目项目为跨海桥梁用海项目，项目建设不会对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等的产生影响。工程运营期间各项污水、固废均进行收集处理，不排海。本项目属于路桥用海，不会改变海域的自然形态，不会对周边海域环境的产生影响。项目建成后，乌坎渔港渔民渔获能通过跨海大桥快速到达陆丰市城区进行销售，本项目的建设对推动近海空间资源高效利用有重要的意义。因此本项目建设符合《汕尾市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》。

6.5 与“三区三线”划定成果的符合性分析

根据自然资源部办公厅《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函。我省“三区三线”成果于 2022 年 10 月 14 日正式启用，“三区”是指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间。“三线”分别对应在城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

《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）》提出“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”。

1. 管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。

2. 原住居民和其他合法权益主体，允许在不扩大现有建设用地、用海用岛、耕地、水产养殖规模和放牧强度（符合草畜平衡管理规定）的前提下，开展种植、放牧、捕捞、养殖（不包括投礁型海洋牧场、围海养殖）等活动，修筑生产生活设施。

3. 经依法批准的考古调查发掘、古生物化石调查发掘、标本采集和文物保护活动。

4. 按规定对人工商品林进行抚育采伐，或以提升森林质量、优化栖息地、建设生物防火隔离带等为目的的树种更新，依法开展的竹林采伐经营。

5. 不破坏生态功能的适度参观旅游、科普宣教及符合相关规划的配套性服务设施和相关的必要公共设施建设及维护。

6. 必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。

7. 地质调查与矿产资源勘查开采。包括：基础地质调查和战略性矿产资源远景调查等公益性工作；铀矿勘查开采活动，可办理矿业权登记；已依法设立的油气探矿权继续勘查活动，可办理探矿权延续、变更（不含扩大勘查区块范围）、保留、注销，当发现可供开采油气资源并探明储量时，可将开采拟占用的地表或海域范围依照国家相关规定调出生态保护红线；已依法设立的油气采矿权不扩大用地用海范围，继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立的矿泉水和地热采矿权，在不超出已经核定的生产规模、不新增生产设施的前提下继续开采，可办理采矿权延续、变更（不含扩大矿区范围）、注销；已依法设立和新立铬、铜、镍、锂、钴、铅、钾盐、（中）重稀土矿等战略性矿产探矿权开展勘查活动，可办理探矿权登记，因国家战略需要开展开采活动的，可办理采矿权登记。上述勘查开采活动，应落实减缓生态环境影响措施，严格执行绿色勘查、开采及矿山环境生态修复相关要求。

8. 依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复。

9. 根据我国相关法律法规和与邻国签署的国界管理制度协定（条约）开展的边界边境通视道清理以及界务工程的修建、维护和拆除工作。

10. 法律法规规定允许的其他人为活动。

根据本项目与新修订的生态保护红线范围对比分析，本项目不在生态保护红线范围内，项目所在周边海域的海洋生态红线主要乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区。本项目离生态红线较远。且项目建设不会对水动力环境、冲淤环境以及周边水质环境、沉积物和海洋生物生态环境等产生影响。

综上，本项目不占用生态保护红线，对红线区的没有影响，符合“三区三线”管控相关要求。



图6.5-1项目所在海域及周边生态红线区分布示意图

6.6 与《汕尾市城市总体规划（2011-2020 年）》的符合性分析

规划提出以建设“活力汕尾、人文汕尾、和谐汕尾、清新汕尾”为城市总体发展目标。以生态安全为基础，以绿色、智慧、包容、人本为发展理念，以生态城市为建设标准，打造“山—海—湖—城”共融共生的山海生态宜居新城。规划

至 2020 年汕尾中心城区将成为连接珠三角和海峡西岸两大经济区的重要节点城市，环珠三角东部地区的重要城市之一，成为粤东地区率先融入珠三角地区的桥头堡。汕尾市以融入珠东，深化区域合作；蓝色崛起，推动海岸经济发展；城乡一体，建设宜居城乡；生态优先，打造生态园林城市；文化强市，提升城市软实力；扩容提质，打造粤东颇具特色的滨海城市；严控城市增长边界，保护优质耕地及生态环境为发展策略，构筑“一主四副、一带两轴，族群生长”的城镇空间格局。

1、一主四副为一个主中心城市，四个副中心城市。主中心城市为汕尾中心城区；四个副中心城市包括深汕合作区、海丰县城、陆丰市区和陆河县城。

2、一带两轴为一条滨海城镇发展带，两条山海发展轴线。滨海城镇发展带位于市域南部滨海地带。两条发展轴是指沿主要交通通道形成的两条南北向山海发展轴线，包括汕尾市区—海丰发展主轴，陆丰市区—陆河发展次轴。

3、以发展带和发展轴线为纽带，依托中心城区形成市域核心发展组团、依托海丰县城、陆丰县城、陆河县城及深汕合作区形成四个次一级的发展组团。

本项目是陆丰市的城市干道，它是连接乌坎渔港与陆丰市的主要路线，目前随着陆丰新区（园区）城市主干道路的建设，中心城区发展骨架将逐步拉开，各项城市用地布局也不断完善。但是，现状用地配套市政道路、管线等基础设施的建设滞后，无法满足城市用地的日常交通出行需要，严重制约了沿线的土地开发和居民的生活环境质量的提升。因此，本项目的建设是完善城市配套设施、推动道路沿线两侧用地开发建设的需要。因此本项目与《汕尾市城市总体规划（2011-2020 年）》是符合的

6.7 项目用海与产业政策符合性分析

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“二十二、城镇基础设施”中“1、城市公共交通：城市公共交通建设，城市道路及智能交通体系建设，城市交通管制系统技术开发及设备制造，城市轨道交通新线建设，既有停车设施改造，停车楼、地下停车场、机械式立体停车库等集约化的停车设施建设，停车场配建电动车充换电设施”，因此，本项目的建设与《产业结构调整指导目录（2024年本）》相符。

综上所述，项目的建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035年）》《汕尾市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》和《汕尾市城市总体规划（2011-2020年）》等规划和国家及地方产业政策的要求。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 区位和社会条件适宜性

本项目位于陆丰市乌坎渔港北部海域。项目附近航运发达，区位条件十分优越，项目选址的乌坎渔港海域具有得天独厚的优势，项目可以利用乌坎渔港独特的地理条件，配套设施齐全，陆域交通十分便利，方便施工材料的采购和运输。项目周边区位条件、外部协作条件较好，水陆交通条件良好，配套设施齐全，可以满足项目建设的需要。

7.1.2 自然资源和海洋生态的适宜性

（1）气象条件的适宜性

本项目地处中国大陆东南部沿海，属亚热带季风气候区，海洋性气候明显。气候温暖，雨量丰沛，干湿明显，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱常有发生，夏涝风灾危害较重。汕尾市降雨南多北少，阶段旱涝明显；初台偏早，台风影响轻，汛期总雨量占全年雨量的 94%。项目建设、运营时需做好防台风、雷暴雨、风暴潮和热带气旋的工作。

虽然热带气旋、风暴潮等灾害性天气可能影响本项目，但本项目在施工后期避开台风期，并在热带气旋来临前做好应急防范措施的前提下，海域的气候条件对项目来说是适宜的。

（2）工程地质条件的适宜性

陆丰市位于北东向褶皱，根为晚古生代至中三叠世的新丰-军埠-大南山复式褶皱。地势北高、南低，由北向南倾斜。区域地质构造比较复杂，以断裂构造为主，褶皱构造与断裂相伴而生，由于受到多次断裂作用及岩浆侵入破坏多数不完整。近场区断裂按其展布方向主要有北东向和东西向两组组，其中北东向主要发育莲花山深断裂带和汕头 - 惠来深断裂带，东西向高要-惠来断裂带是本区域内的主导构造。

拟建场地地位于陆丰市东海镇，依据区域地质图，场地基岩为侏罗系（J1jnb）粉砂质泥岩，土层为第四系人工填土层、第四系冲积层。本次勘察未发现有活动性断裂从场地通过，亦无新构造活动痕迹，区域稳定性较好。

（3）海洋水动力条件的适宜性

本项目为跨海桥梁项目，属于交通运输用海项目。本项目为单跨跨海桥梁桥墩直接建在陆域之上。由于工程建设不会对水动力环境产生影响，项目所在海域冲淤将保持现状的态势，冲淤变化不明显。因此，项目选址在此建设对附近海域的水动力条件的没有影响。

（4）海洋生态环境的适宜性

本项目为构筑物用海中的跨海桥梁用海，项目用海不改变海域自然属性。项目建设不会对水动力、水质和冲淤环境产生影响。在施工和运营期间采取相应的环保措施后，不会对周边海洋环境产生影响。在项目建设和运营中严格遵守安全守则，做好各种防范措施，不越界施工，项目建设对周围生态环境不会造成影响。

7.1.3 与周边海域开发活动的适宜性

本项目位于汕尾陆丰市乌坎渔港海域。项目周边开发利用现状主要有3处，主要为航道、和渔港用海项目等。本项目为单跨跨海桥梁，由于项目桥墩在陆域进行建设，不会产生施工悬浮物，桥梁建设也采用陆域进行预制，通过吊装进行安装，不会对周边用海活动产生影响，本项目用海没有利益相关者。

综上所述，本项目与周边利用相关者及海域开发活动具有一定的协调性。因此本工程与周围用海活动无不可调节的冲突，具有较好的适宜性。

7.1.4 与相关区划和规划的适宜性分析

同时根据本报告第5章的分析可知，项目的建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035年）》《汕尾市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》《汕尾市城市总体规划（2011-2020年）》等规划和国家及地方产业政策的要求。

7.2 用海方式合理性分析

1、能否最大程度地减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能

本项目为路桥用海，不改变海域的自然属性。项目用海符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》，对周边功能分区的影响很小，与周边海洋开发活动具有协调性，对海洋水质、海洋沉积物、海洋生态环境、海洋水文动力环境和地形地貌与冲淤环境没有影响。因此，本项目的用海方式可以维护海域基本功能。

2、用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目为跨海桥梁用海，项目采用单跨的形式跨越海域，且项目桥墩也建设在陆域上，不会对海域水流形成阻断，不会改变海域的自然属性，因此对附近海域流场流态没有大的影响。因此，本项目对所在海域的整体水文动力环境和冲淤环境基本无影响。

3、是否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、构筑物的用海原则

本项目为跨海桥梁用海，本项目不涉及围填海和非透水构筑物建设，不会改变海域的自然属性，采用的用海方式也不会对保持自然岸线和海域的自然属性产生不利影响。

因此，本项目已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、构筑物的用海原则。

4、能否最大程度的减少对区域海洋生态系统的影响

根据前文分析，本项目为跨海桥梁用海，项目采用单跨的形式跨越海域，且项目桥墩也建设在陆域上，不会对海域水流形成阻断，不会改变海域的自然属性，项目建设不会对水动力环境、地形地貌和冲淤环境、海洋生态环境产生影响。综上所述，本项目的用海方式是合理的。

7.3 用海平面布置合理性分析

本项目为陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目，路线起于规划道路，终于海滨路，路线全长3.079km，设计速度20km/h，路基宽度8m，为双向两车

道城市支路（兼三级公路）。桥梁跨径布置为 $1\times 25\text{m}$ ，斜交角 75° ，桥宽 8m ，全长 31.44m ，桥洞净跨为 22.6m ，桥梁箱梁底部设计高程为 3.34m ，设计水位为 2.76m ；属于新建桥梁。桥梁总体布设符合上海支线规划路线的总体走向，且其平面布置综合考虑了桥梁轴线与水流关系；与既有道路及规划道路的交叉及衔接；与城市规划的协调；以及上海支线的景观要求等。

7.3.1 是否体现节约集约用海原则

本项目的平面布置相对其他海洋工程比较简单，该项目乌坎渔港和陆丰中心城区发展的需要，又照顾到工程能减少对用海海域的影响和占用。平面布置体现了集约、节约用海的原则。

7.3.2 是否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目用海方式属于构筑物用海中的跨海桥梁用海，项目建设不改变海域自然属性，不会改变海域的基本功能。根据上文 3.1 节生态影响分析，项目采用单跨的形式跨越海域，且项目桥墩也建设在陆域上，不会对海域水流形成阻断，不会改变海域的自然属性，项目建设不会对谁水动力环境、地形地貌和冲淤环境、海洋生态环境产生影响。。

因此，本项目用海平面布置已最大程度减少对水文动力和冲淤环境的影响。

7.3.3 是否有利于生态保护

本项目采用单跨的形式跨越海域，且项目桥墩也建设在陆域上，不会对海域水流形成阻断，不会改变海域的自然属性，项目建设不会对谁水动力环境、地形地貌和冲淤环境、海洋生态环境产生影响。

综上，本项目建设不会对生态环境产生影响，将采取有利生态保护措施以加强生态保护。

7.3.4 是否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

本项目位于汕尾陆丰市乌坎渔港海域。项目周边开发利用现状主要有 3 处，主要为航道、和渔港用海项目等。本项目为单跨跨海桥梁，由于项目桥墩在陆

域进行建设，不会产生施工悬浮物，桥梁建设也采用陆域进行预制，通过吊装进行安装，不会对周边用海活动产生影响，项目用海平面布置不存在引发重大利益冲突的可能。

因此，本项目平面布置与周边用海活动相适应，能最大程度减少对周边其他用海活动的影响。

综上所述，本项目的平面布置是合理的。

7.4 用海面积合理性分析

7.4.1 立体分层确权申请

1、海域立体确权的政策

国家海洋局于2016年10月印发《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》，提出鼓励实施海上风电项目与其他周边开发利用活动使用海域的分层立体开发，最大限度发挥海域资源效益。2019年4月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于统筹推进自然资源资产产权制度改革的指导意见》，提出“探索海域使用权立体分层设权”。2020年5月开始施行的《深圳经济特区海域使用管理条例》第二十二条提出“海域使用权可以在海域的水面、水体、海床或者底土分别设立”。

2021年《广东省自然资源厅关于同意江门市开展海域使用权立体分层设权试点的复函》，“在江门市开展海域使用立体分层设权试点，重点探索养殖用海与光伏发电项目用海分层设权管理”。

根据《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》粤自然资规字〔2023〕5号，明确海域使用权立体分层设权的范围，用海项目需排他性使用海域的特定层空间（水面、水体、海床或底土），且不妨碍其他层空间继续使用的，原则上仅对其使用的相应层空间设置海域使用权。可实施立体分层设权管理的用海活动包括但不限于：主要使用水面（含上覆空间）的跨海桥梁、桩基式海上光伏等用海；主要使用水体的温（冷）排水、污水达标排放等用海；主要使用海床的底播养殖等用海；主要使用底土的海底电缆管道、海底隧道等用海。完全改变海域自然属性的填海，排他性较强或具有安全生产需要的海砂开采、油气开采等海底矿产资源开发活动以及军事用海等特殊用海，不予立体设权。

考虑到本项目属于跨海桥梁，利用海域水面以上的空间，属于“可实施立体分层设权管理的用海活动”，因此，基于本项目及所在海域的实际情况及立体空间关系，本项目采用立体确权。

2、立体确权方式

海域立体分层使用以海域空间的立体性和利用方式的多样性为基础，以实现不同用海活动协调用海为目标。本项目在海域基础上建设跨海桥梁，桥梁采用桩基础，架空在水域上方，不会对周边用海活动产生影响，本项目采用立体确权，以协调跨海桥梁和其他用海共存的需求。

3、立体确权方法

本论证报告考虑海洋空间竖向分层应有利于明确权利与义务边界，根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》海域立体空间包括海域水面、水体、海床和底土。其中，水面指平均海平面及其上方一定高度的立体空间；水体指平均海平面和海床之间充满海水的立体空间；海床指海底表面；底土指海床以下的立体空间。

根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）5.2.5 宗海垂向范围界定，“遇特殊需要时，应根据项目用海占用水面、水体、海床和底土的实际情况，界定宗海的垂向使用范围”。综合上述法律、规范等的描述，本论证报告采用“水面、水体、海床和底土”的分层方法进行用海确权。

本论证报告采用平面界址“四至”坐标和竖向分层的海籍信息表达方式，宗海平面边界，采用现有海籍管理制度体系，以最外围界线确定宗海的平面界址；申请范围竖向边界采用“水面”、“水体”、“海床”“底土”定性表述及1985国家高程范围定量表述结合。

4、分层设权分析

结合本项目建设内容和设计尺度，采用上述空间确权方法，根据项目主要构筑物的用海垂向范围，分析本项目分层设权情况。根据《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》对于桩基固定式海上光伏、跨海桥梁等涉及使用多个海域空间层的项目，以光伏阵列、桥梁等项目主体工程所占海域空间界定宗海立体空间范围，其他立体空间范围内的用海活动须保证光伏基桩、桥墩等基础支撑工程的安全。对于浮筏养殖、底播养殖、海底电缆

管道、温（冷）排水等涉及使用某一特定海域空间层的项目，高程范围可采用文字描述，如“现状海床高程”“实际设计或使用高程”等。其中，海底电缆管道涉及交越的，需明确交越点的坐标、交越位置关系等信息。

跨海桥梁及附属设施的用海立体空间层界定为水面，立体设权用海高程范围为桥面设计最低点高程至桥梁设计最高点高程。本项目用海工程为跨海桥梁，竖向空间范围为 1.84~5.84m（85 高程）。

5、立体分层确权申请用海情况

本项目现阶段申请水面用海确权，竖向范围根据桥梁垂向使用范围，平面上，按照《海域使用分类》《海籍调查规范》《广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）》等相关规定界定用海范围、面积。

根据立体确权方案，本项目用海空间范围界定如下：项目平面界址面积合计公顷，水面上部申请面积 0.0587 公顷，其申请范围为竖向立体设权用海高程范围为桥面设计最低点高程至桥梁设计最高点高程即 1.84~5.84m（1985 国家高程）。

6、立体分层确权合理性分析

基于本项目跨海桥梁的特点，以及广东省立体确权的政策要求，采用立体确权方式，项目申请用海范围综合考虑了跨海桥梁的用海需求，并尽量保障其他用海方式的共存，提高了海域资源的利用效率，因此本项目采用立体确权的方式是合理的。

7.4.2 用海面积合理性

（1）是否满足项目基本功能用海需求

本项目拟申请海域使用面积 0.0587 公顷，桥梁跨径布置为 $1 \times 25\text{m}$ ，斜交角 75° ，桥宽 8m，全长 31.44m，桥洞净跨为 22.6 米，桥梁箱梁底部设计高程为 3.34 米，设计水位为 2.76 米；属于新建桥梁。本项目桥梁用海进行分层立体确权，用海空间层为水面，高程范围为桥面设计底高程至桥梁设计顶高程 1.84~5.84m 米（1985 国家高程基准）。桥梁总体布设符合上海支线规划路线的总体走向，且其平面布置综合考虑了桥梁轴线与水流关系；与既有道路及规划道路的交叉及衔接；与城市规划的协调；以及上海支线的景观要求等。项目用海面积依据设计使用范围确定，可满足项目用海需求。

(2) 是否符合相关行业设计标准和规范

根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)中对交通运输用海中路桥用海的界定原则“跨海桥梁及其附属设施等用海,以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩10m距离为界”,本项目以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩10m距离确定四周外扩距离,尽可能减小对海域空间资源的占用。

综上所述,本项目用海面积是合理的。

7.4.3 宗海图绘制

(1) 宗海测量相关说明

根据《海域使用分类》《海籍调查规范》《海域使用面积测量规范》等技术规范,广东海纬地恒空间信息技术有限公司(甲测资字44101486)负责进行本工程海域使用测量及绘制。

(2) 执行的技术标准

《海域使用面积测量规范》(HY/T070-2022);

《海域使用分类》(HY/T123-2009);

《海籍调查规范》(HY/T124-2009);

《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018)。

(3) 测绘基准

坐标系:CGCS2000坐标系;

投影:高斯投影,中央经线115°30';

高程基准:1985国家高程基准;

深度基准:当地理论最低潮面。

(4) 宗海界址点的确定方法

本项目用海共有1宗海,共有1个宗海内部单元,用海方式为路桥用海,根据《海籍调查规范》,“跨海桥梁及其附属设施等用海,以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩10m距离为界。”本项目宗海界址点界定方法为以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩10m距离为界,其中3-4,7-8-9为桥梁设计外缘线与2022年广东省人民政府批复岸线的交点,界址点1、2、5、6、10为桥梁设计外缘线外扩10米线与岸线的交点。

（5）宗海图的绘图方法

1）宗海界址图的绘制方法：

将委托方提供的项目平面布置图作为宗海界址图的参考数据，将数字化地形图、海岸线、陆域、海洋等要素作为底图数据，并将其转换成 CGCS2000 坐标系。在 AutoCAD 软件下，根据项目平面布置图和断面结构图等数据提取用海界址线，并将界址点、界址线、用海单元、毗邻宗海信息以及其他制图要素叠加到底图数据上，设置合适的比例尺绘制宗海界址图。

2）宗海位置图的绘制方法：

本项目宗海位置图是以中国航海图书出版社出版的海图为底图，出版年份是 2012，坐标系是 CGCS2000，比例尺是 1:150000，高斯-克吕格投影（115° 30' ），高程基准为 1985 年国家高程基准，深度基准为当地理论最低潮面。根据宗海界址图界定的宗海范围，根据原国家海洋局 2018 年发布的《宗海图编绘技术规范》上要求的其他海籍要素，形成该项目宗海位置图。

将上述图件作为宗海位置图的底图，根据海图上附载的方格网经纬度坐标，将用海位置叠加之上述图件中，并填上《海籍调查规范》《宗海图编绘技术规范》上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。

本项目项目立体空间范围示意图见图 7.4.3-1，宗海位置图见图 7.4.3-2，本项目宗海界址图见图 7.4.3-3。

陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目一期工程
上海支线工程桥梁工程立体空间范围示意图

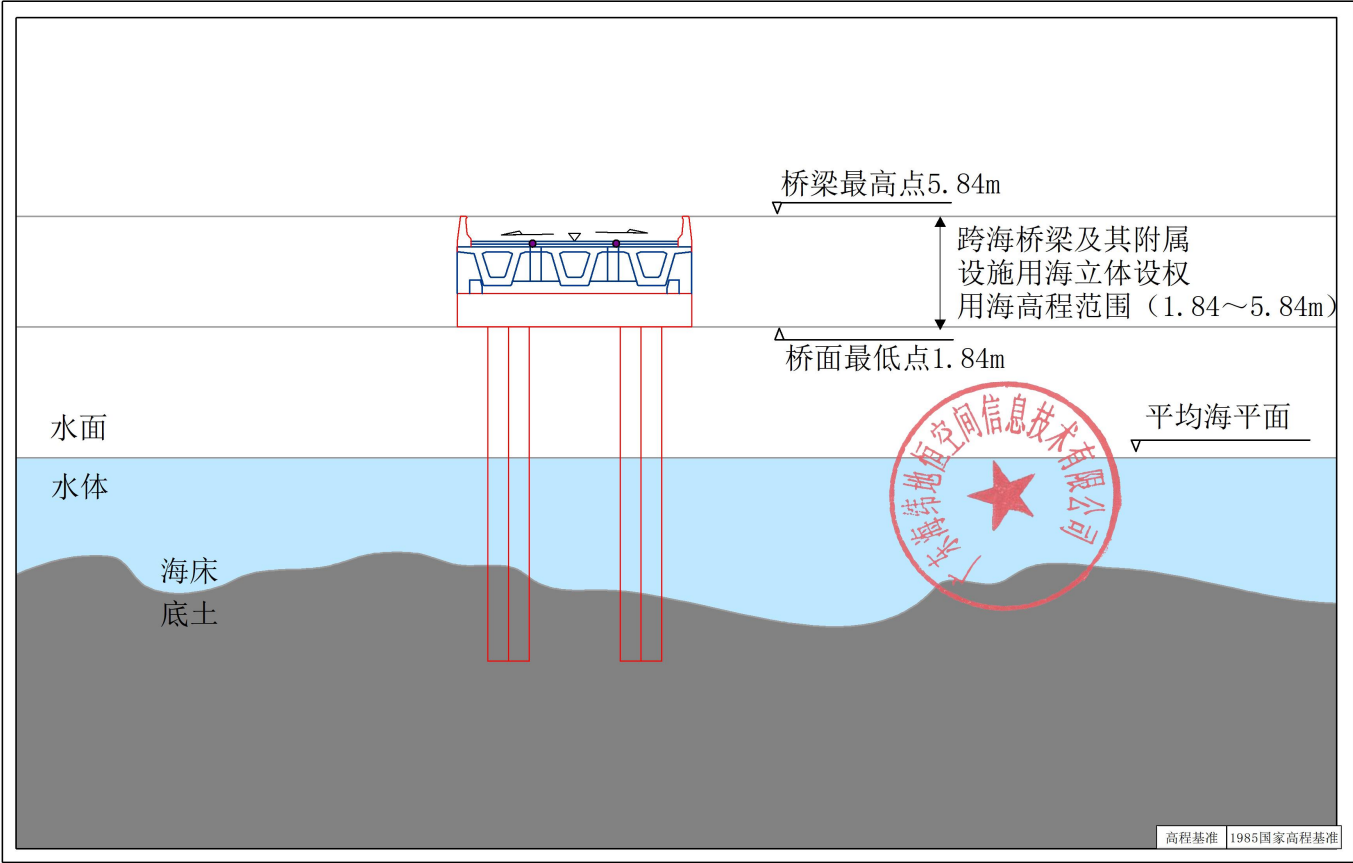


图 7.4.3-1 项目立体空间范围示意图

陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目一期工程
上海支线工程桥梁工程宗海位置图



图 7.4.3-2 项目宗海位置图

陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目一期工程
上海支线工程桥梁工程宗海界址图

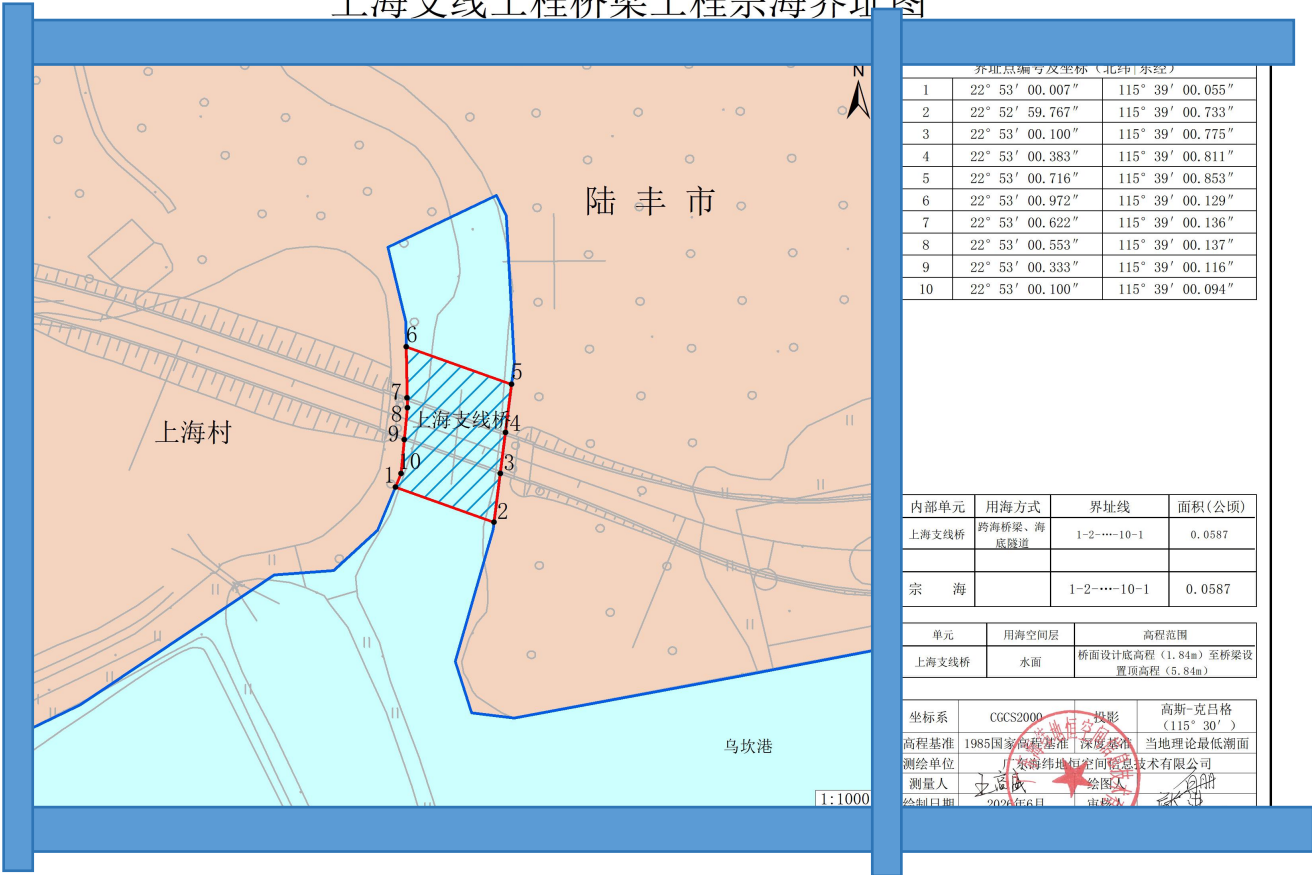


图 7.4.3-3 项目宗海界址图

7.4.4 用海面积量算

1) 宗海界址点坐标的计算方法:

根据数字化宗海平面图上所载的界址点 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。经过相应地图整饰, 绘出宗海界址图。

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根据中央子午线 $115^{\circ} 30'$ 进行投影并计算面积, 并借助于 AutoCAD2022 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》《海域使用面积测量规范》及本项用海的实际用海类型, 界定本项用海为 1 宗海, 有 1 个用海单元: 用海面积为 0.0587 公顷。

7.5 占用岸线合理性分析

本项目用海范围涉及人工岸线 59.3m, 实际不占用岸线。本项目为跨海桥梁用海, 属于单跨跨海桥梁, 桥梁桩基不占用海域, 以高架桥的形式跨越岸线, 实际上只占用岸线的上方空间, 不形成新岸线。桥梁用海范围虽然涉及了岸线, 但不改变岸线结构、形态、不影响岸线功能的发挥; 不改变海域的自然属性, 工程建设占用的海域面积小, 不影响海岸带的防洪纳潮功能; 项目施工和营运期间采取环保措施后对周边海域的生态环境没有影响。因此无论对资源还是生态环境, 构筑物跨海桥梁用海方式都是影响最小的用海方式, 有利于保持海域自然属性。

2025 年 6 月, 广东省自然资源厅发布《关于印发海岸线占补实施办法的通知》。文件指出“海岸线占补是指项目建设占用海岸线(包括大陆岸线和海岛岸线, 均包含自然岸线和人工岸线)导致海岸线原有形态或生态功能发生变化, 要进行海岸线整治修复, 形成生态恢复岸线, 实现海岸线占用与修复补充相平衡”本项目以高架桥的形式跨越岸线, 实际上只占用岸线的上方空间, 不形成新岸线。桥梁用海范围涉及了岸线, 项目实际不占用岸线, 且不改变岸线结构、形态、不影响岸线功能的发挥; 不改变海域的自然属性。因此本项目不需要进行岸线占补。



图7.5-1 项目涉及岸线示意图

7.6 用海期限合理性分析

本项目的海域使用类型为交通运输用海中的路桥用海，海域使用方式为跨海桥梁用海。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定：“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（1）养殖用海十五年；（2）拆船用海二十年；（3）旅游、娱乐用海二十五年；（4）盐业、矿业用海三十年；（5）公益事业用海四十年；（6）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目用海为公益用海，根据海域法规定，本项目最高可申请用海期限为四十年，项目拟申请用海期限四十年是符合相关法律法规规定的。当海域使用权到期后，项目申请人仍需使用该海域，应依法申请继续使用，获批准后方可继续用海。

因此，本项目申请用海年限 40 年是合理的。

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

1、施工过程的环境保护措施：

①施工单位在制定施工计划、安排进度时，为减少施工活动对环境保护敏感目标的影响程度和范围，应充分留意附近水域的环境保护问题，合理安排施工进度，减少对环境敏感目标的干扰。

②施工噪声影响属于短期影响，主要是夜间干扰施工沿线居民的休息。强噪声的施工机械夜间（22：00～6：00）在沿线敏感点附近 200m 范围内路段应停止施工作业，如难以避免，则需上报陆丰市环保局，通过批准后方可进行非打桩作业等的低噪声夜间施工。昼间施工时也要进行良好的施工管理和采取必要的降噪措施以保证周围居民的声环境满足《建筑施工场界噪声限值》的规定：昼间 70～75dB，夜间限值为 55dB。

④在雨季到来前，组织工程技术人员和现场管理人员进行雨季施工准备大检查，对施工管区内的防排水设备、设施和有关的生产、生活房屋等进行一次全面细致的检查，切实做好避雷装置和防漏电措施。并且举办雨季施工岗位技能培训，提高参建职工的雨季施工应对能力。备足工程常用材料，特别是需远运的材料，防止因雨天路滑交通受阻，影响材料进场。雨季施工的工程严格执行施工技术规范的各项规定，制定详细的施工组织技术措施，确保工程质量。向当地气象部门了解历年的气象资料，并随时掌握施工进度及施工期的气象预报，提前做好安排，做到有备无患。

2、施工期生活污水、生活垃圾处理措施

在施工现场，所有施工人员产生的生活污水以及生活垃圾都将严格按照环保要求进行统一回收和处理，确保不对周边环境造成任何污染。

①通过施工工艺改造、技术革新及其他方法，减少湿作业，减少用水量和化学品使用量，减少污水及污物的生产量。

②在施工现场进行交班作业的，在搅拌机、车辆清洗处设置沉淀池，排出的污水经过三级沉淀后方可排入污水排放系统中。施工及生活垃圾及时清理，严禁随处丢弃，污染环境。

③各种运输车辆采取相应措施防止扬尘,污染空气。施工便道保持路面干净,经常洒水,减少扬尘。

3、营运期环境保护措施

拟建项目的营运期间,为保障项目区内良好的声环境和水环境,必须采取一系列的措施,这主要包括道路本身的工程降噪措施、工程管理措施以及对项目区域村镇的规划控制要求等:

- (1) 侧分带及边坡绿化可起到防止水土流失、降尘、降噪及美化环境作用。
- (2) 道路全线路面径流全部排入市政雨水管网。
- (3) 加强对危险品运输的管理,严格执行危险品运输应急处理计划。
- (4) 为减轻运营期桥面径流污水对海洋环境的影响,应加强对桥面的日常维护与管理,保持桥面清洁,及时清理桥面上积累的尘土、油污等。

8.2 生态保护修复措施

1) 生态修复重点

根据《海域使用论证技术导则》(GBT42361-2023),用海项目可选择海岸线、滨海湿地、海洋生物资源、水文动力和冲淤环境、海岛生态系统等进行生态保护修复。结合项目建设不会对海洋生态资源造成损失,对海洋水动力及冲淤环境没有影响、不涉及无居民海岛利用问题,本项目无需开展生态修复。

(2) 生态修复措施

生态保护修复遵循“损害什么,修复什么”的基本准则,虽然本项目无需开展生态修复,但是也要采取一定的措施来进行生态保护。本项目主要是通过对岸线附近海岸垃圾进行清理,清理海域污染物等方式进行海洋生态保护。

9 结论

本项目为陆丰产业转移工业园(省级)基础设施建设项目，总投资为 399258.8 万元。项目用海位于广东省汕尾陆丰市东海街道上海村，上海支线路线起于规划道路，终于海滨路，路线全长 3.1km，设计速度 20km/h。

本项目根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型为交通运输用海中的路桥用海；根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》自然资发〔2023〕234 号，本项目海域使用用海类型为交通运输用海中路桥隧道用海。本项目用海方式为构筑物中的跨海桥梁、海底隧道用海。本项目拟申请海域使用面积 0.0587 公顷，本项目为单跨跨海桥梁，桥梁长度为 20 米，用海范围内不设桥墩；项目用海范围涉及人工岸线 59.3 米，项目实际不占用岸线。申请用海期限 40 年，本项目桥梁用海进行分层立体确权，用海空间层为水面，高程范围为桥面设计底高程至桥梁设计顶高程 1.84~5.84m 米（1985 国家高程基准）。

本项目的建设是项目建设是适应国民经济和社会发展的需要，是整体优化工业结构和产业布局的需要，是完善城市配套设施、推动城市土地开发建设的需要，是改善区域交通环境、支撑经济持续发展的需要，是提升园区投资环境、美化城市环境的需要。本项目的用海是由项目建设的特殊性及项目建设的必要性决定的。本项目建设在优化工业结构和产业布局、完善城市配套设施、推动城市土地开发建设、改善区域交通环境、支撑经济持续发展等方面均具有不可替代的必要性，是陆丰市乃至汕尾市交通运输高质量发展的重要举措。因此项目申请用海是必要的。

本项目为单跨跨海桥梁，跨越海域时无需在海洋中设置桥墩，从而极大减少了水中构筑物的存在。此外，桥梁的桩基完全设置在陆域范围内，未延伸至海域海底，项目施工过程中不会对海水流动产生阻碍或扰动，不会改变海域的自然属性，项目施工期和运营期在处理好生物污水、施工废水和桥面雨水径流的前提下，不会对水动力环境、地形地貌与冲淤环境、水质环境、沉积物环境和生态环境产生影响。

本项目用海风险相对较小，在项目建设单位做好各种防范措施下，本项目的用海风险是可以得到有效控制的。根据项目用海对所在海域开发活动的影响分析

结果，本项目用海无利益相关者，协调部门为海事部门。本项目所在地不属于军事用海区，与军事用海无冲突，对国防建设和国防安全无影响，不损害国家权益。

项目的建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《陆丰市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《汕尾市国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》《汕尾市城市总体规划（2011-2020 年）》等规划和国家及地方产业政策的要求。

本项目选址的区位和社会条件满足项目建设和运营的需求，与项目所在海域的自然资源和生态环境相适宜，项目风险发生几率很小，项目无潜在的、重大的安全和环境风险，项目与其它用海活动和海洋产业相协调，其选址是合理的。本项目平面布置和用海方式是符合实际情况的、合理的。本项目跨海桥梁用海方式维护了海域的基本功能，对原有地形、环境无大的人为改动，对水文动力环境、冲淤环境的没有影响；项目建设不会改变自然岸线原有属性，对区域海洋生态系统没有影响。

本项目用海总面积为 0.0587 公顷，用海面积符合项目用海需求，符合相关规范。本次论证的用海面积无法再减少。本项目用海为交通运输用海中的路桥用海，属于公益用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》规定，本项目最高可申请用海期限为四十年，因此，项目拟申请用海期限四十年是符合相关法律法规规定的。

根据本项目用海概况，结合本项目用海的必要性、与国土空间规划的符合性、海岸带及海洋空间规划和相关规划的符合性、项目用海合理性、与利益相关者的协调性等方面的分析，在项目建设单位切实执行国家有关法律法规，切实落实论证报告提出的生态用海对策措施，从海域使用技术分析，项目用海具备可行性。

