

广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁
（深井河特大桥）段

海域使用论证报告书

（公示稿）

建设单位： 江门广台高速公路建设投资发展有限公司

论证单位： 中国科学院南海海洋研究所

2022 年 12 月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4407812022001602		
论证报告所属项目名称	广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段		
一、编制单位基本情况			
单位名称	中国科学院南海海洋研究所		
统一社会信用代码	12100000455858425K		
法定代表人	李超伦		
联系人	魏静梅		
联系人手机	15876502804		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
於伟琼	BH000173	论证项目负责人	
於伟琼	BH000173	1. 概述 2. 项目用海基本情况 3. 项目所在海域概况 4. 项目用海资源环境影响分析 5. 海域开发利用协调分析 6. 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 7. 项目用海合理性分析 8. 海域使用对策措施 9. 结论与建议	於伟琼
<p>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。</p> <p>承诺主体(公章):</p> <p style="text-align: right;">2022年12月12日</p>			

海域使用论证报告

公示承诺书

项目名称：广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段

海域使用申请人：江门广台高速公路建设投资发展有限公司

根据自然资源部《关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资规〔2021〕1号）要求，海域使用申请人应根据国家有关法律法规制作论证报告公示版，并在报送论证报告时一并提供。如海域使用申请人未另行提供公示版本，则视为同意将论证报告全文公开。

作为广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段项目海域使用申请人，及证报告编制单位中国科学院南海海洋研究所，已明确知晓并根据如下原则制作论证报告公示版：

1. 依据《中华人民共和国政府信息公开条例》规定，对海域使用论证报告中涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私等信息不能全文公开的，根据国家有关法律法规对上述信息的界定，制作去除上述信息的论证报告公示版。

2. 海域使用论证报告公示版中的图件已隐去经纬网（公里网）及图廓注记、等高（深）线及注记、坐标系与投影、高程及深度基准、比例尺以及界址点坐标等信息。

3. 海域使用论证报告公示版中项目所在海域的水文动力状况、工程地质状况，只保留结论性描述；海洋生态环境现状调查与评价内容，只保留数据来源、站位布设和评价结论；资源概况内容不体现油

气储量和位置；开发利用现状和利益相关者内容，不体现权属信息。

4. 海域使用论证报告公示版中相关区划、规划符合性分析只保留分析结论；生态保护修复方案只保留论证项目自身生态保护修复的建设内容。

5. 海域使用论证报告公示版中引用其他成果的内容，应保留资料引用来源、资料时效信息、结论或结果。

6. 海域使用论证报告公示版内容在海域使用论证专家评审前不得修改。

现承诺：提供海域使用论证报告公示版符合国家相关法律法规要求，信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，不侵犯其他用海权属人利益，可由用海审批机关进行公示。

海域使用申请人（签章）：江门广合高速公路建设投资发展有限公司



签署日期：2022年12月12日

论证报告编制单位（签章）：中国科学院南海海洋研究所



签署日期：2022年12月12日

目 录

1 概述	1
1.1 论证工作来由	1
1.2 论证依据	4
1.3 论证工作等级和范围	7
1.4 论证重点	9
2 项目用海基本情况	10
2.1 用海项目基本情况	10
2.2 广台高速开平至台山段工程简介	11
2.3 深井河特大桥工程平面布置和主要结构、尺度	15
2.4 施工方案、方法及进度	20
2.5 项目用海情况	25
2.6 项目用海必要性	34
3 项目所在海域概况	39
3.1 自然环境概况	39
3.2 海洋环境现状调查与评价	88
3.3 海洋生态环境和生物资源现状调查与评价	106
3.4 自然资源概况	159
3.5 开发利用现状	181
4 项目用海资源环境影响分析	194
4.1 项目用海环境影响预测与分析	194
4.2 项目用海生态影响分析	223
4.3 项目用海资源影响分析	226
4.4 项目用海风险分析	234
5 项目所在海域开发利用现状及利益相关者分析	238
5.1 项目用海对海域开发活动的影响	238
5.2 利益相关者界定	241
5.3 相关利益协调分析	241
5.4 项目用海对国防安全和国家海洋权益影响分析	243
6 项目用海与海洋功能区划和相关规划符合性分析	244
6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析	244
6.2 与产业政策和行业规划的符合性	251
6.3 与区划和相关规划的符合性	252
7 项目用海合理性分析	263
7.1 选址合理性分析	263
7.2 用海方式和平面布置合理性分析	266
7.3 用海面积合理性分析	268
7.4 岸线利用合理性分析	273

7.5 期限合理性分析	274
8 海域使用对策措施	275
8.1 区划实施对策措施	275
8.2 开发协调对策措施	275
8.3 风险防范对策措施	275
8.4 监督管理对策措施	281
9 海洋生态建设方案	285
9.1 生态建设条件分析	285
9.2 建设方案设计与优选	285
9.3 生态用海措施	287
10 结论与建议	291
10.1 结论	291
10.2 建议	293
资料来源说明	294
附图	296
附件	301
附录	310

1 概述

1.1 论证工作来由

广台高速开平至台山段工程（以下简称广台高速）北连中开高速（往北延接高恩高速公路），南接西部沿海高速，是江门市西部重要的南北联系通道，也是《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》“十二纵”中九纵线“清远连州（粤湘界）至江门台山”中的重要组成部分，拟定路线起于开平市百合镇，接中开高速，往南经蚬岗镇、赤水镇、金鸡镇、台山市深井镇，终于汶村镇，接西部沿海高速。路线全长约53km。本项目的建设是深化区域经济合作、强化市域组团联系、完善地区高速公路网络的需要。广台高速开平至台山段工程项目地理位置见图1.1-1。

广台高速开平至台山段工程需要建设跨海桥梁跨越镇海湾深井河，即需要建设深井河特大桥，桥梁位置见图1.1-2。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》、《海域使用权管理规定》（国海发【2006】27号）和《广东省海域使用管理条例》等有关法律法规的规定，该项目建设跨海桥梁跨越镇海湾深井河需要使用一定面积的海域，因此必须进行海域使用论证。受台山市交通运输局委托，由中国科学院南海海洋研究所（以下简称论证单位）承担该海域使用论证，论证单位接受委托后，组织有关人员根据有关法律法规和相应的技术规范，针对工程项目的性质、规模和用海特点，通过深入现场调查、用海界址勘测、资料收集分析、论证分析等工作，以及委托单位提供的相关资料，编制了《广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告书》（送审稿）。

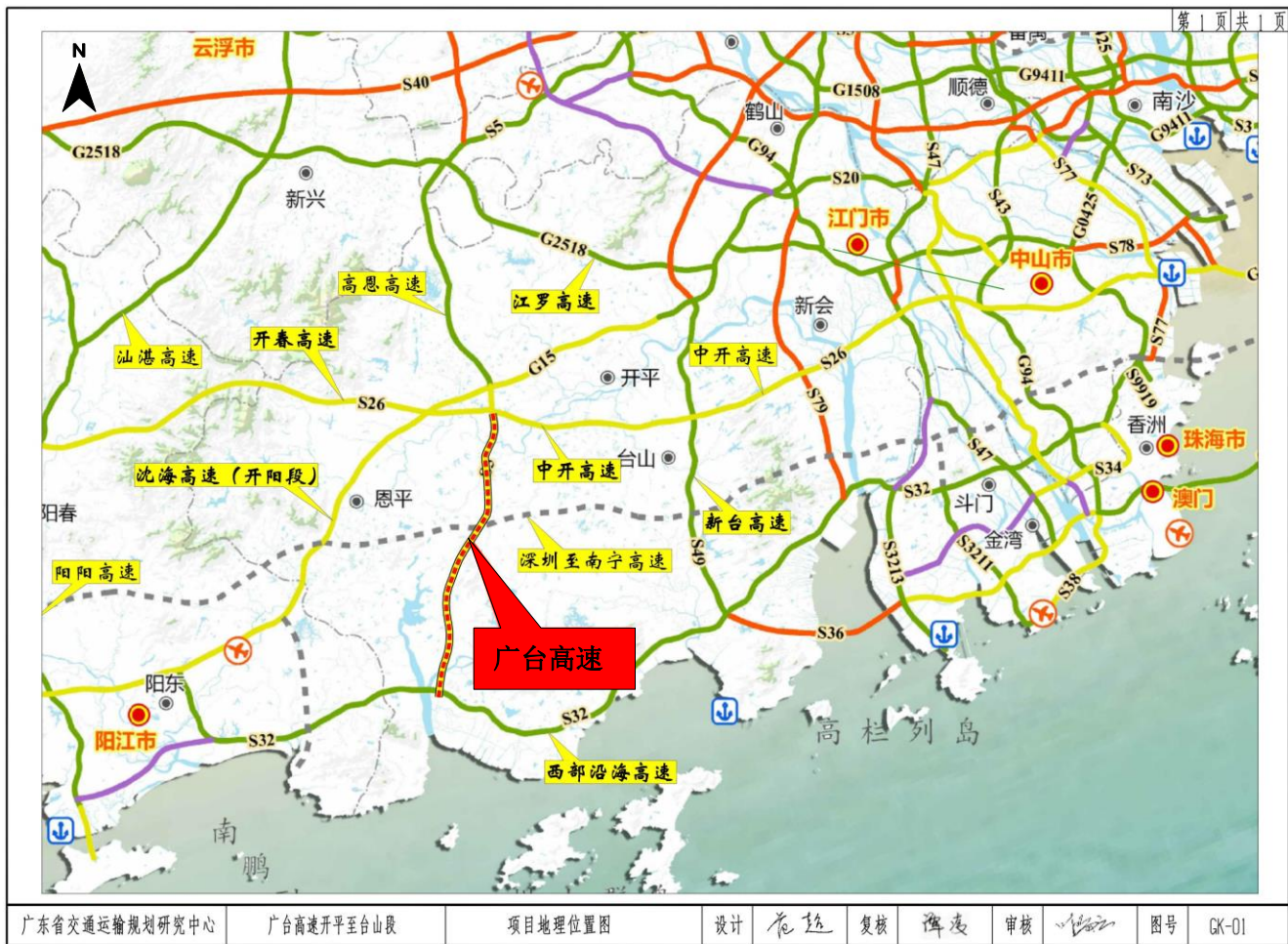


图 1.1-1 广台高速开平至台山段工程地理位置图



图 1.1-2 深井河特大桥地理位置示意图

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规、规划依据

- (1) 《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人大常委会，2002 年实施；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017.11.4 修订；
- (3) 《中华人民共和国渔业法》，修订后自 2014 年 3 月 1 日起施行；
- (4) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2016 年 11 月 7 日修订；
- (5) 《中华人民共和国港口法》，全国人大常委会，2017 年；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2016 年修订；
- (7) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日修订）；
- (8) 《中华人民共和国森林法》（2020 年 7 月 1 日施行）；
- (9) 《中华人民共和国湿地保护法》，2022 年 6 月 1 日起施行；
- (10) 《海域使用权登记办法》，国家海洋局，2006；
- (11) 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006；
- (12) 《广东省湿地保护条例》，广东省人民代表大会常务委员会，2021 年 1 月 1 日施行；
- (13) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017 年 3 月；
- (14) 《广东省海域使用管理条例》，广东省人大常委，2007；
- (15) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通部令 2017 第 15 号，2017.5.23）；
- (16) 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》（交通部令 2015 第 6 号，2015.5.12）；
- (17) 《中国海洋渔业水域图（第一批）》（农业部第 189 号公告），2002.2.8；
- (18) 《广东省海域开发利用与保护总体规划纲要》（2000-2010），粤府办[2001]8 号；
- (19) 《关于印发中国水生生物资源养护保护行动纲要的通知》（国发[2006]9 号，2006.2）；
- (20) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》自然资规〔2021〕1 号，2021 年 01 月 13 日；

(21)《关于积极做好用地用海要素保障的通知》(自然资发〔2022〕129号), 2022年8月2日, 自然资源部;

(22)《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), 2022年8月16日, 自然资源部;

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

(24)《广东省海洋功能区划(2011~2020)》, 广东省人民政府, 2012年由国务院批复;

(25)《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》, 广东省人民政府、国家海洋局, 2017.10.27;

(26)《广东省沿海经济带综合发展规划(2017-2030)》(粤府〔2017〕119号), 广东省人民政府, 2017.10.27。

(27)《广东省海洋经济发展“十四五”规划》(粤府办〔2021〕33号), 广东省人民政府办公室, 2021.9.30;

(28)《广东省综合交通运输体系“十四五”发展规划》(粤府办〔2021〕27号), 2021年9月4日, 广东省人民政府。

(29)《江门港总体规划》江府〔2015〕7号), 江门市人民政府, 2015.3.26;

(30)《江门市综合交通一体化规划(2018-2035)》, 江门市人民政府, 2019.3.13;

(31)《台山市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》, 2021年7月20日。

1.2.2 技术标准和规范

(1)《海域使用论证技术导则》, 国家海洋局, 国海发〔2010〕22号;

(2)《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485—2014);

(3)《海籍调查规范》, HY/T 124-2009;

(4)《中国海图图式》, GB12319-1998;

(5)《海洋监测规范》, GB17378-2007;

- (6) 《海洋调查规范》，GB12763-2007；
- (7) 《中华人民共和国海水水质标准》，GB3097-1997；
- (8) 《中华人民共和国渔业水质标准》，GB11607-1989；
- (9) 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002；
- (10) 《海洋生物质量》，GB18421-2001；
- (11) 《海域使用面积测量规范》，HY070-2003；
- (12) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002年4月；
- (13) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110, 2007)，农业部；
- (14) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）；
- (15) 《海洋工程地形测量调查规范》（GB17501-2017）；
- (16) 《海洋生态修复技术指南（试行）》；
- (17) 《海岸线占补实施办法（试行）》。

1.2.3 项目基础资料

- (1) 《广台高速开平至台山段 工程可行性研究报告》，广东省交通运输规划研究中心，2020年10月；
- (2) 《广东台山镇海湾红树林国家湿地公园总体规划（2017-2021年）》，国家林业局调查规划设计院，2017年10月；
- (3) 《广东台山镇海湾红树林国家湿地公园控制性详细规划》，国家林业局调查规划设计院，2019年7月；
- (4) 《广台高速开平至台山段国家公路国土空间控制规划生态保护专题研究报告》，上海达恩贝拉环境科技发展有限公司，2021年3月；
- (5) 《广台高速开平至台山段深井河特大桥桥型设计方案》及《广台高速开平至台山段深井河特大桥桥型设计方案说明》，2021年10月21日，贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司；
- (6) 《广台高速开平至台山段穿越红树林湿地唯一性论证报告》（初稿），2022年10月，广东华地自然空间规划研究有限公司；
- (7) 《广台高速开平至台山段跨越深井红树林湿地生态影响评价报告》（初

稿），2022年11月，广东华地自然空间规划研究有限公司；

(8) 建设单位及总包方提供的其它资料。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

根据《海域使用论证技术导则》，本项目用海为跨海桥梁，海域使用论证等级判定依据见表 1.3-1。拟建跨海桥梁用海方式为构筑物用海（一级类）中的跨海桥梁用海。拟建临时施工栈桥用海方式为构筑物用海（一级类）中的透水构筑物用海。拟建跨海桥梁跨海段桥梁长度为 1310m，所在的镇海湾海域的特征为敏感海域，论证等级为一级。拟建临时施工栈桥长约 1032m 长，论证等级为一级。综上，确定本项目论证等级为一级，编制海域使用论证报告书。

表 1.3-1 海域使用论证等级判定依据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级	
构筑物用海	非透水构筑物用海	构筑物总长度≥500m；用海面积≥10公顷	所有海域	二	
		构筑物总长度(250~500)m；用海面积(5~10)公顷	敏感海域	一	
			其他海域	二	
	所有海域		二		
	跨海桥梁、海底隧道用海	跨海桥梁	长度≥2000m	所有海域	一
			长度(800~2000)m	敏感海域	一
				其他海域	二
				长度≤800m	所有海域
		单跨跨海桥梁	所有海域	三	
		明挖海底隧道	所有规模	所有海域	一
		暗挖海底隧道	所有规模	所有海域	二
	透水构筑物用海	人工鱼礁类透水构筑物用海	用海面积≥50公顷	所有海域	一
			用海面积<50公顷	所有海域	二
		其它透水构筑物用海	构筑物总长度≥2000m；用海总面积≥30公顷	所有海域	一
			构筑物总长度(400~2000)m；用海总面积(10~30)公顷	敏感海域	一
构筑物总长度≤400m；用海总面积≤10~30公顷			其他海域	二	

注：敏感海域主要包括海洋自然保护区、海洋特别保护区、重要的河口和海湾等。

1.3.2 论证范围

按《海域使用论证技术导则》，论证范围应根据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部海域。跨海桥梁、海底管道等线型工程项目用海的论证范围划定，一级论证每侧向外扩展 5 km。根据本项目所在海区的位置特点，故本次论证的范围如下：向西外扩 5.5km，向东外扩 9.5 公里，向南，向北外扩 4 公里，向南外扩 11 公里。论证范围的面积约为 115km²，范围为：西至 112°22'24"E，东至 112°30'24"E，南至 21°50'00"N，北至 21°58'12"N，范围示意图 1.3-1，海域面积约 115km²。

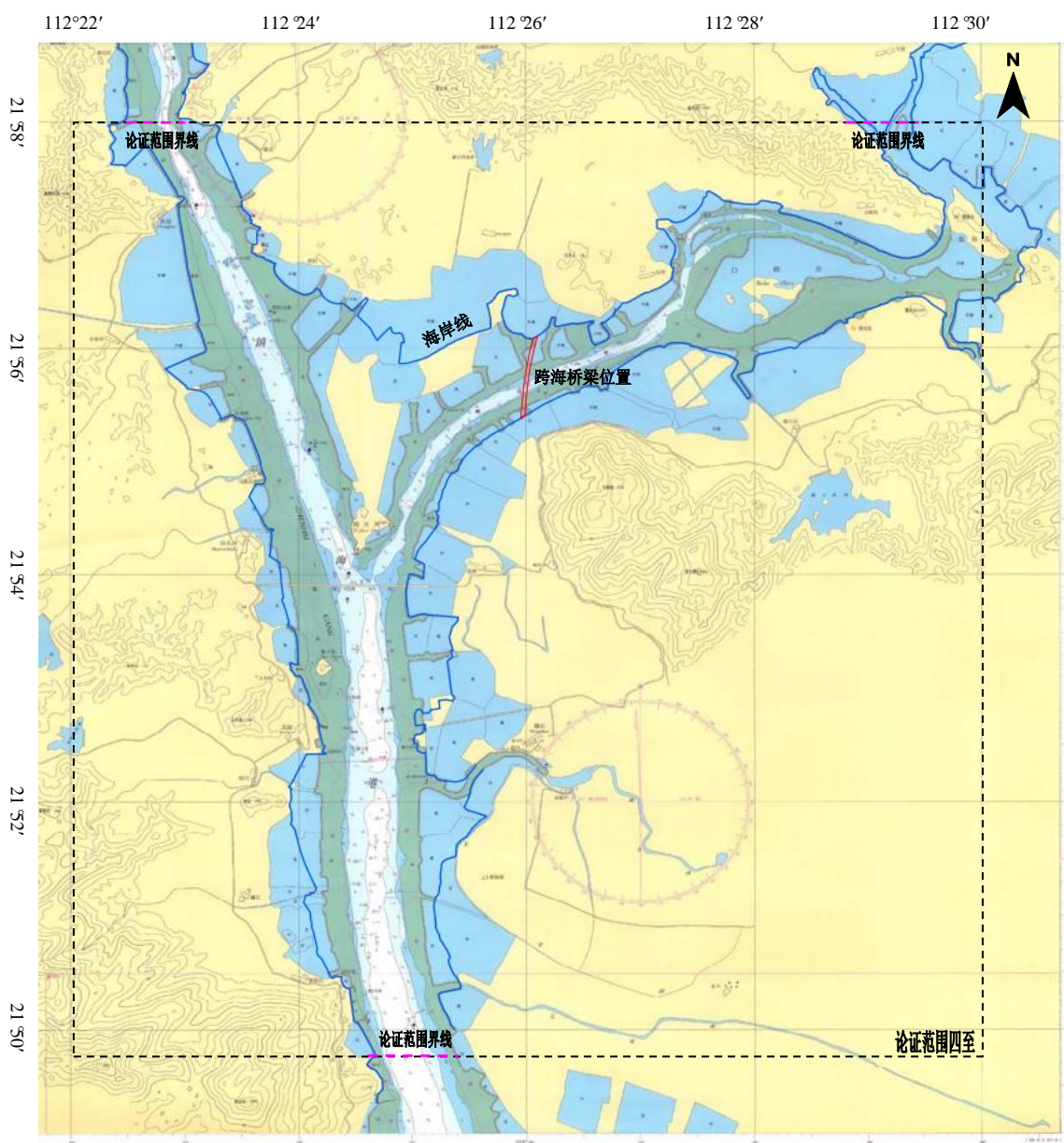


图 1.3-1 海域使用论证范围图

1.4 论证重点

依据《海域使用论证技术导则》（2010），根据本项目所在海域的自然条件、海洋资源分布及开发利用现状等特点，结合项目的用海类型及其可能造成的环境影响，确定本论证工作的重点为：

1. 选址（选线）合理性分析；
2. 海域开发利用协调分析；
3. 用海风险分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目基本情况

项目名称：广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段

性质：新建

建设单位/申请人：江门广台高速公路建设投资发展有限公司

委托单位：台山市交通运输局

项目建设地点：广东省江门市台山市镇海湾深井河，深井河特大桥位置示意图1.1-2。

建设内容：跨海桥梁。

建设规模：建设深井河特大桥，桥梁上部结构孔跨布置为 30×25m 预制小箱梁+（58+100+58）m 预应力混凝土连续梁+4×25m 预制小箱梁+（35+55+35）m 钢箱梁+16×25m 预制小箱梁，桥梁全长 1596.4m。跨海长度约 1310 m。跨越主河槽采用（25+100+58）m 连续刚构/连续梁，跨越小桩号红树林采用 25m 预制小箱梁，跨越大桩号红树林采用（35+55+35）m 钢箱梁。预制小箱梁采用架桥机施工，主河槽主桥采用挂篮施工。

总投资：广台高速项目总投资约 81.787 亿元。其中深井河特大桥投资额约 3.99 亿元。

申请用海情况：拟申请的跨海桥梁用海面积为 7.0707 公顷，跨越岸线 168 米。拟申请临时透水构筑物用海面积为 0.2603 公顷作为施工栈桥。

用海类型：用海类型为交通运输用海（一级类）中的路桥用海（二级类）。

用海方式：拟建跨海桥梁用海方式为构筑物用海（一级类）中的跨海桥梁用海。拟建临时施工栈桥用海方式为构筑物用海（一级类）中的透水构筑物用海。

工期：项目施工期 5 年，涉海工程施工期约 12 个月。

申请用海期限：跨海桥梁拟申请用海期限50年，施工栈桥申请用海期限为5年，施工结束后予以拆除。

2.2 广台高速开平至台山段工程简介

2.2.1 项目线位布置、建设内容及规模

线位走向及布置：推荐方案（K 线）起于百合镇西侧的联兴里接中开高速，路线往南经百合镇的莲蓬里、安兴里、复兴里，跨越国道 G325，在富荣里跨越潭江进入蚬岗镇后折向西南，从锦江里碉楼保护区西侧绕行后路线继续向南，跨越潭江支流蚬冈水后设置蚬冈互通接省道 S275，在长安里北侧跨越深茂铁路，经过江村、上龙舟塘后，沿金鸡镇与赤水镇交界地带山地布设，经南联林场、玲珑新村，经三鸡山折向西南进入金鸡镇，设置金鸡互通，然后跨越省道 S367，从金鸡镇镇区的东侧经过，经金鸡镇的福船岗、向北村后，沿山脚布线，在新安里设置那扶互通，经凤门凹后进入台山市深井镇，经龙岗、汶水大队林场、新安，然后再次跨越省道 S275，经狮子山、深水坑，在长江村跨越省道 X386，穿越百足山（设置隧道 740m），跨越深西水渠后，在岭背村设深井互通，穿越龙图迳（设置隧道 420m），经高洞、马头，在禾林坑起桥跨越深井河（深井河特大桥，桥长 2612m）进入汶村镇境内，然后路线在省道 S275 西侧布线，经沙溪村，终于连洲里，设五乡互通与西部沿海高速相接后至国道 G228。路线全长 53.390km。

建设内容及建设规模：路线总长 53.390km，采用沥青混凝土路面。桥梁总长 14389m/31 座，占路线总长的 26.95%；共设隧道 2 座，总长 1160m，占路线总长的 2.17%；全线共设互通式立交 7 处（不含 1 出预留枢纽互通）；项目总投资估算 81.79 亿元，平均每公里造价 1.53 亿元。

建设期：施工建设期 3 年。

2.2.2 项目主要设计技术指标

公路等级标准：高速公路标准

设计速度：120km/h。

车道数：六车道

路基宽度：项目采用设计速度 $V=120\text{km/h}$ 的六车道高速公路标准，路基宽度 34.5m，其中行车道为 $2\times 3\times 3.75\text{m}$ ，中间带 4.5m（含 $2\times 0.75\text{m}$ 路缘带），硬路

肩为 2×3.0m（含 0.5m 路缘带），土路肩宽度为 2×0.75m。行车道、中间带、硬路肩、土路肩宽度按《公路工程技术标准》的有关要求确定，桥涵与路基同宽。

主要技术指标见表 2.2-1。

表 2.2-1 主要技术指标表

项目	单位	指标	备注
公路等级		高速公路	
设计速度	km/h	120	
车道数		6	
路基宽度	m	34.5	
停车视距	m	210	
最小曲线半径	m	570	最大超高 10%
	m	650	最大超高 8%
	m	710	最大超高 6%
	m	810	最大超高 4%
不设超过最小平曲线半径	m	5500	
最大纵坡	%	3	
最小坡长	m	300	
最小竖曲线半径	凸形	m	11000
	凹形	m	4000
桥涵设计荷载		公路-I级	
地震动峰值加速度	g	0.05	

2.2.3 路基工程

全线一般填方路基边坡设计：边坡采用 1: 1.5，填高大于 8 米时其下部采用 1:1.75 的变坡；在填方坡脚处设置 1.0m 宽护坡道。

全线挖方边坡设计：土质及全风化岩石地段的路堑边坡坡率为 1: 1~1: 1.25；强风化至弱风化的岩石路堑边坡坡率为 1: 0.75~1: 1；弱风化至微风化的岩石路堑边坡坡率为 1: 0.5~1: 0.75；挖方坡脚碎落台宽度视边坡的高度而定，当边坡高度超过 12m 时，碎落台宽度取 2.0m，其余采用 1.0m 宽。

路拱坡度：行车道及硬路肩采用 2%，土路肩采用 4%。土路肩采用硬化加固处理。

路基排水：挖方路段路基两侧设矩形边沟，路堑较高时，在每级平台上截水沟一道，以汇集路堑边坡水；为拦截自然坡面流水，在路堑坡顶 5m 外设截水沟，采用急流槽、消力池等设施把截水沟的水排至路基范围之外。填方路基坡脚设 2m 护坡道，护坡道外侧设置矩形排水沟，将路基、路面水引入水沟及河流中。路基路面排水自成一体，并与当地排水系统有机结合起来。既要保证路基路面排水的需要，又不能影响农田排灌，更不能将水排入农田或鱼塘。全路段的边沟、截水沟、排水沟等均采用浆砌片石或混凝土预制块铺砌。

路基工程采用机械施工为主，适当配合人工施工的方案。对于土方路段施工，本项目所在地区雨季在每年的 3-9 月，降雨量集中，要做好施工的临时排水，尽量保持路基在中等干燥状态；应切实控制路基填料的最佳含水量，确保路基压实度符合规范要求；石方开挖可以考虑采用大型机械加松土器开挖，困难路段亦可选择爆破，爆破方式要采用光面爆破及微差爆破，并做好施工安全管理。软基处理要控制填土速度，预留充分的排水固结期，搅拌桩要按照要求做好复喷工序。填挖交界的过渡路段，应采取必要的设计及施工措施，防止产生不均匀沉降的发生。

2.2.4 路面工程

主线采用沥青混凝土路面，收费广场、互通立交匝道、隧道内路面采用水泥砼路面。

① 主线沥青砼路面结构：

5cm GAC-16C 改性沥青砼
6cm GAC-20C 改性沥青砼
7cm AC-25C 沥青砼
36cm 4~5%水泥稳定级配碎石基层
20cm 3~4%水泥稳定级配碎石底基层

路面结构总厚度 74cm，潮湿地基加设 15cm 级配碎石垫层。

② 收费广场路面结构如下：

28cm 水泥砼
20cm 4~5%水泥稳定级配碎石基层
20cm 3~4%水泥稳定级配碎石底基层

路面结构总厚度 68cm，潮湿地基加设 15cm 级配碎石垫层。

③ 互通立交匝道路面结构如下：

26cm 水泥砼
20cm 4~5%水泥稳定级配碎石基层
20cm 3~4%水泥稳定级配碎石底基层

路面结构总厚度为 66cm，潮湿地基加设 15cm 级配碎石垫层。

④ 隧道内路面：

28cm 水泥砼
15cm 贫砼调平层

路面施工应采用专门的路面机械施工，要选择有丰富经验、有先进设备的专业施工队伍。沥青路面施工时要控制好摊铺速度、温度、碾压速度等，严禁在下雨及低温条件下施工沥青路面。

2.2.5 桥梁工程

设计荷载：公路—I级；

设计洪水频率：特大桥 1/300，其余 1/100；

桥梁总长 14389.0m(包含互通主线)，占路线总长的 26.95%。其中特大桥和大桥 14227.0m/29 座，中桥 162.0m/2 座。桥梁横断面见图 2.2-1。

全线设通道 69 道，涵洞 61 道。

对于标准跨径的桥梁，设计上采用 T 梁及小箱梁的，施工以预制安装为主，在地势平坦、运输条件较佳路段，空心板及小箱梁可以考虑集中预制，大型拖车运输的形式，根据地形及运输条件分别采用架桥机、龙门架或大型吊车架设。跨河及跨路的连续箱梁及连续刚构可采用支架现浇法、挂篮法施工，跨省道国道路段要注意做好交通疏导，减少施工对原有环境的影响。要特别做好桥梁涵洞台背的填料压实工作，保证压实度符合要求，采取必要的排水措施，以遏制桥头跳车现象的发生。

2.2.6 交叉工程

推荐线内共设互通立交 7 处，预留互通 1 处（K22+000 与规划恩斗高速交叉处预留高咀枢纽互通设置条件）。

互通式立交设置平均间距 8.535km，最大间距 10.792km，最小间距 7.057km，满足立交设计规范。

2.3 深井河特大桥工程平面布置和主要结构、尺度

本节引自贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司于 2021 年 10 月 21 日编制的《广台高速开平至台山段深井河特大桥桥型设计方案》及《广台高速开平至台山段深井河特大桥桥型设计方案说明》。

2.3.1 桥型主题

采用连续梁桥型，以至简桥梁形式，与桥位环境取得景观协调。梁整体为“金沙色”涂装，真石漆赋予表面肌理质感，加上白色的装饰线条勾勒出变高梁型，“碧浪金沙”的配色在水域环境中清新，鲜明，营造出了温暖明亮的“阳光”氛围。为了削弱主桥墩的体量感，在表面饰以贝壳造型的线条，既产生了标志性景观符号，也使传统桥梁焕发现代美感。

全桥以色彩、细节造型共同打造了海洋风格的现代景观桥，在海湾之中熠熠生辉。桥型景观效果见图 2.3-1。



图 2.3-1 景观效果图

2.3.2 总平面布置

初测路线方案，在岭背村设置 470m 隧道穿越龙图迳，经高洞、马头设置高洞互通。互通形式为 A 型单喇叭，主要服务深井生蚝产业基地及沿线群众出行。

紧接着设置林溪服务区，面积为 60 亩，主要功能为服务高速公路车辆及深井生蚝产业基地。在禾林坑设置深井河特大桥跨越深井河进入汶村镇境内，然后路线在省道 S275 西侧布线，经沙溪村，终于连洲里，设五乡枢纽接西部沿海高速。五乡枢纽形式为三岔 T 型+落地，主要服务台山市汶村镇及规划码头。

经论证，本段路线方案对基本农田预留走廊带、陆地生态红线、红树林湿地、沿线村镇拆迁等因素的影响为最小，所以线路方案基本唯一。平面布置方案见图 2.3-2、图 2.3-3、附图 1（桥位平面图）。

2.3.3 设计技术标准

2.3.3.1 主要技术指标

- （1）公路等级：双向六车道高速公路
- （2）设计速度：120km/小时
- （3）环境类别：上部结构 I 类、下部结构 II 类、桥面铺装层 IV 类
- （4）地震：依据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），桥位区抗震设防烈度 VII 度，设计基本地震动峰值加速度值为 0.10g；
- （5）桥梁宽度：0.5m 防撞护栏+净-15.50m 桥面+0.5m 防撞护栏+1.0m 中央分隔带+0.5m 防撞护栏+净-15.50m 桥面+0.5m 防撞护栏=34.00m。
- （6）设计洪水频率：特大桥 1/300
- （7）设计荷载标准：
 - ①设计基准期：100 年。
 - ②汽车荷载等级：公路- I 级。

2.3.3.2 桥型跨孔布置控制因素

（1）通航规划

深井河目前不通航，规划通航等级为内河 VI 级航道，通航净空尺寸为 40m（宽）×6.0m（长）。

（2）路线走向

桥位路线与河流角度约 30°。按照《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2018），从通航安全的角度考虑，通航或者规划通航河道的主流宜与桥轴线正交，如斜度超过 5°，应增大通航跨径。

（3）防洪要求

广东省地方标准《河道管理范围内建设项目技术规程》(DB44/T 1661-2021)第 6.7.2 条规定跨越 1、2 级堤防桥梁的阻水比不宜超过 7%；第 6.6.1 条规定主河槽内承台顶面高程宜在河床面高程以下。为满足阻水比不超过 7%的技术要求，桥梁在主河槽范围左、右幅需错幅布置，并且墩台横向应与水流方向一致。

(4) 红树林生态保护

河床两岸分布有红树林，经与环保部门沟通确认，原则上永久结构基础不得侵占红树林保护界限。

(5) 孔跨确定

综合上述孔跨布置控制因素，主河槽通航孔跨度 $\geq 100\text{m}$ ，大桩号侧红树林主跨 $\geq 50\text{m}$ ，小桩号侧红树林主跨 $\geq 25\text{m}$ 。

2.3.4 桥型布置及主要结构

2.3.4.1 孔跨布置及上部结构

桥梁上部结构孔跨布置为右幅： $(2 \times 35 + 28 \times 25)\text{m}$ 预制小箱梁 + $(58 + 100 + 58)\text{m}$ 预应力混凝土连续梁 + $4 \times 25\text{m}$ 预制小箱梁 + $(35 + 55 + 35)\text{m}$ 钢箱梁 + $16 \times 25\text{m}$ 预制小箱梁，桥梁全长 1616.4m；左幅： $(30 \times 25)\text{m}$ 预制小箱梁 + $(58 + 100 + 58)\text{m}$ 预应力混凝土连续梁 + $4 \times 25\text{m}$ 预制小箱梁 + $(35 + 55 + 35)\text{m}$ 钢箱梁 + $16 \times 25\text{m}$ 预制小箱梁，桥梁全长 1596.4m。跨越主河槽采用 $58 + 100 + 58\text{m}$ 连续刚构/连续梁，跨越小桩号红树林采用 25m 预制小箱梁，跨越大桩号红树林采用 $35 + 55 + 35\text{m}$ 钢箱梁。预制小箱梁采用架桥机施工，主河槽主桥采用挂篮施工。

桥型布置图见图 2.3-4、附图 2 左幅桥型布置图和附图 3 右幅桥型布置图。

2.3.4.2 下部结构

桥梁下部构造主河槽预应力混凝土连续梁主墩采用矩形实心墩，承台群桩基础；小箱梁采用双柱式圆墩；桥台采用肋板台，结构见附图 2 和附图 3。

2.3.4.3 栈桥布置及结构

栈桥布置和结构见附图 4。



图 2.3-2 初步设计路线上跨深井河方案

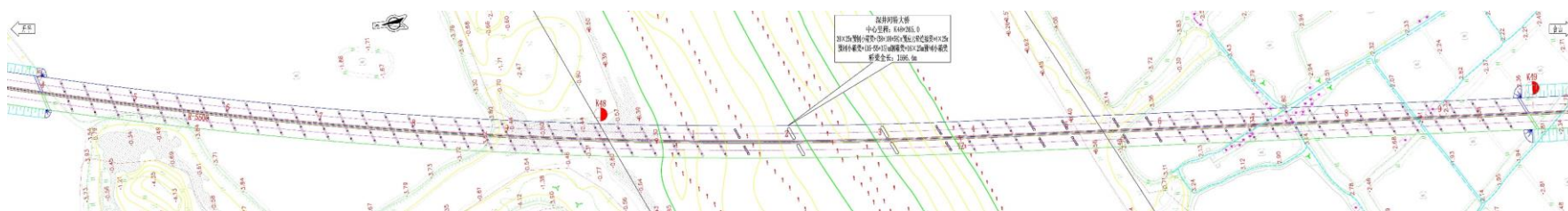


图 2.3-3 初步设计路线上跨深井河方案

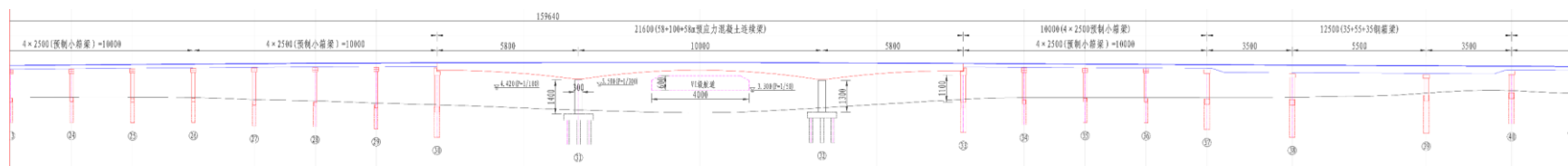


图 2.3-4 桥型布置图

2.4 施工方案、方法及进度

2.4.1 施工方案

根据《广台高速开平至台山段深井河特大桥桥型设计方案说明》。

本工程主桥长度大，主河槽较宽，常年有水。结合主河槽今年冲刷摆动情况，涉水桥墩采用钢栈桥形式作为施工通道，同时达到节约占地和环保的目的。设计栈桥桥宽 8.0m，长约 1032m 长，主线挨着主桥设计，支线沿着河边引向道路，铺设平台 19936m²。

主桥桥墩下部结构施工采用栈桥和墩位水上施工作业平台方案进行施工，因桥位处暂无通航条件，水上作业平台需考虑设备站位、材料运输通道、钻渣泥浆分离设备平台、沉渣池以及弃渣外运通道等必要的操作平台。平台由两侧支栈桥和中间钻孔作业区组成，采用钢管打入桩+贝雷梁结构，平台设防水位按照上游 10 年一遇水位控制，平台顶面高程与主支栈桥顶面高程一致，便于车辆通行。桩基采用旋挖成孔工艺，承台采用钢板桩护筒，护筒设防水位按照 10 年一遇洪水位控制；下部结构总体施工工艺成熟。

主梁 0 号节段施工时应在主墩附近搭设临时托架，临时托架要求坚固牢靠，浇筑 0 号节段前应对临时托架进行预压，预压重量为 0 号节段重量的 1.2 倍，同时施工单位应采取有效措施确保支架不发生不利沉降，临时支架在施工完 0 号节段并张卡完该节段的所有预应力后方可拆除。0 号梁段施工完成后，在其上面拼装悬浇挂篮。挂篮自重（包括全部施工荷载）应控制在 900KN 以下，挂篮重宜控制在节段混凝土重的 0.3~0.4 之间，挂篮要有足够的刚度和强度，避免挂篮变形较大产生箱梁结合面的开裂。应根据实际挂篮参数，重点验算悬臂浇注阶段的预拱度。挂篮拼装完毕后，应进行预压测试，记录预压时的弹性变形曲线，尽可能消除非弹性变形并获得高程控制依据，调整挂篮立模标高不宜在日照、温差对箱梁端部标高影响较大的时候进行，并注意预拱度的设置。箱梁合拢即体系转换是控制全桥受力状况和线形的关键工序，因此箱梁的合拢顺序、合拢温度和工艺都必须严格控制。箱梁的合拢顺序及要求参见有关设计图。设计合拢温度为 10°C~15°C，如不能在设计的合拢温度下合拢，需报设计单位，重新拟定相应的合拢措施。合拢段的永久钢束张拉前应尽量减小箱梁悬臂的日照温差，为此可采取覆盖箱梁悬臂等减小日照温差的措施。

尽量选择在低潮时进行桥墩的桩基施工，较少悬浮扩散影响范围。

2.4.2 深井河特大桥选线处现状

工程附近海域水面宽约400m，水浅滩宽，深槽水深约3.5m，平均水深在1.5左右，可见水面分布着大量养殖蚝排，河面看上去水泄不通。海岸线与河床边线间有养殖围塘，岸边还分布有红树林。工程附近海域卫星遥感影像见图2.4-1和图2.4-2，航片影像将图2.4-3a和图2.4-3b。

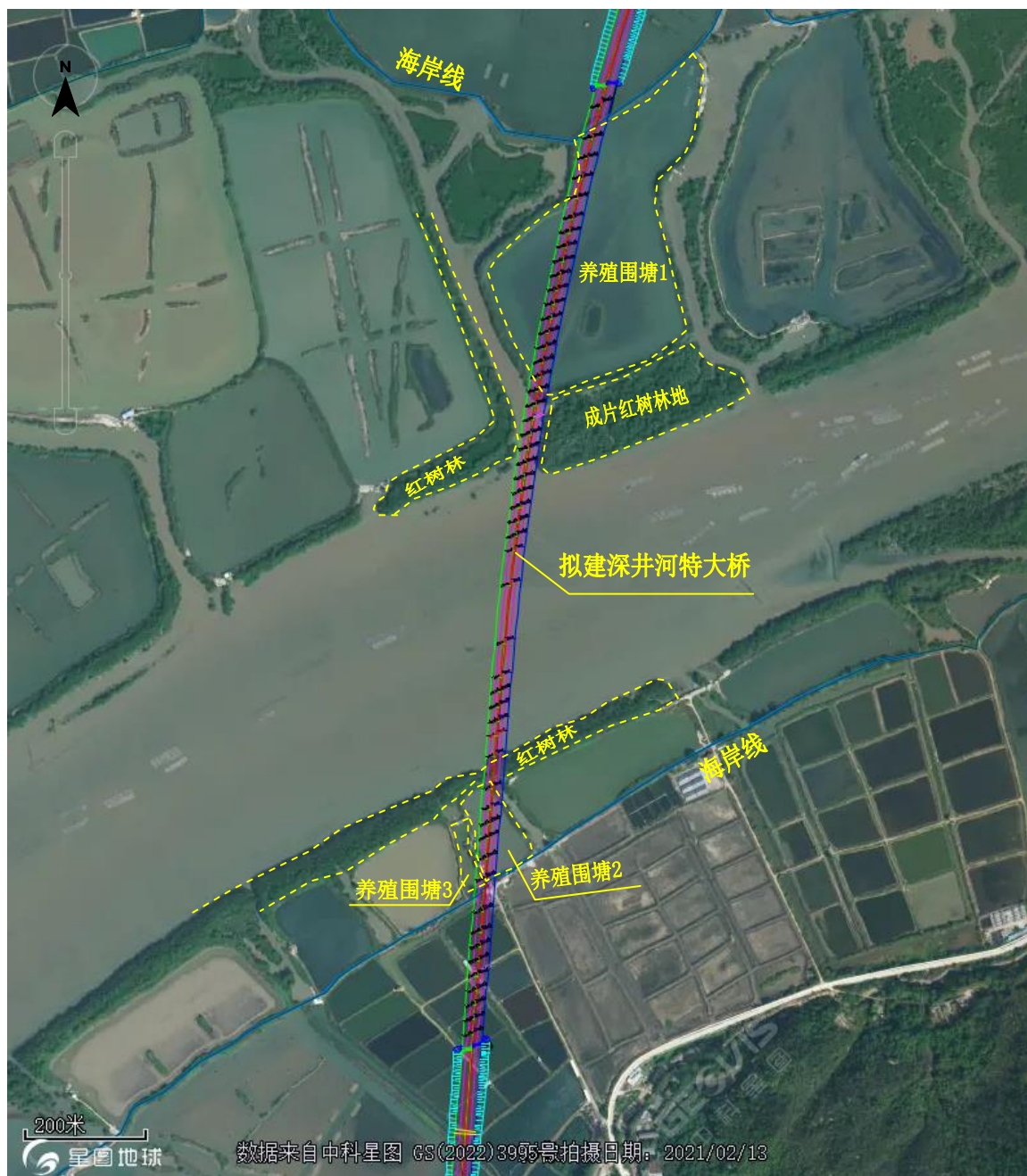


图 2.4-1a 大桥选线处卫星遥感影像



图 2.4-1b 施工栈桥平面布置处卫星遥感影像

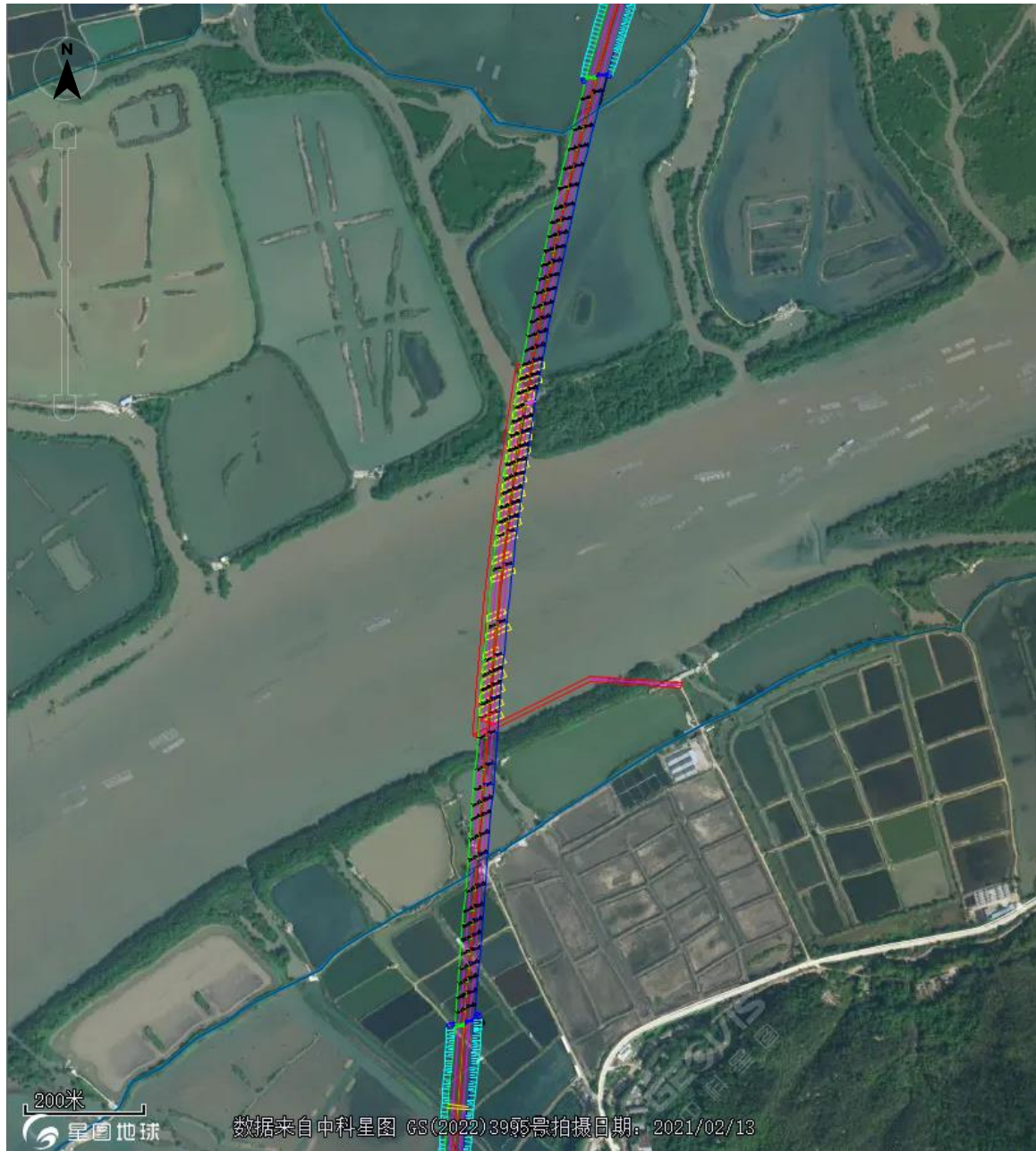


图 2.4-2 大桥及施工栈桥总平面布置处卫星遥感影像



图 2.4-3a 深井河大桥选线处现状航片（2021.7.7）



图 2.4-3b 深井河大桥选线处现状航片（2021.7.7）

2.4.3 工程实施进度安排

工程从初步设计起算，施工期约 12 月，工程实施进度安排见表 2.4-1。

表 2.4-1 施工人员及施工时间安排表

序号	分部工程名称	工程进度（2023-2024 年）				
		11月	12月	1月	2月~10月	11月
1	初步设计及审批	■				
2	施工图设计		■			
3	工程招标			■		
4	施工阶段				■	
5	竣工验收					■

2.5 项目用海情况

2.5.1 项目拟申请用海情况

拟建跨海桥梁用海方式为构筑物用海（一级类）中的跨海桥梁用海。拟建临时施工栈桥用海方式为构筑物用海（一级类）中的透水构筑物用海。

深井河跨海大桥不可避免的需要使用深井河海域，根据《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术（试行）》，深井河跨海大桥用海岸边以广东省 2019 新修测的海岸线为申请用海的界址线，海上以大桥两侧外边界再往外扩 10m 为界，拟申请海域使用总面积为 7.0707 公顷，跨越岸线 82m +86 m =168m。施工栈桥按透水构筑物进行用海申请，以构筑物平面布置的外面边界为界，施工栈桥拟申请临时用海 0.2603 公顷。

项目拟申请用海界址点坐标见表 2.5-1；宗海位置图见图 2.5-1，项目宗海界址图见图 2.5-2，施工栈桥宗海界址见图 2.5-3。

表 2.5-1 宗海界址点坐标（CGCS2000）

■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■

图 2.5-1 广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段宗海位置图

图 2.5-2 广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段宗海界址图

图 2.5-3 广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段施工栈桥宗海界址图

2.5.2 拟用海处现状

深井河特大桥将申请跨海桥梁用海面积为 7.0707 公顷，大桥上跨跨越海岸线 168m(=82 m +86 m)，跨海长度约 1310 m，跨海桥梁申请用海总体宽度为 54m(=34m+10m+10m)，为桥梁宽度 34m 加上两侧各外扩 10m。工程附近海域卫星遥感影像见图 2.4-1。上跨三个养殖围塘，将有 26(=北侧 19 排+南侧 7 排)桥墩会落到养殖围塘里面，永久桥墩不占成片的红树林地和岸线，但是不可避免的占用围塘土埂上的植被，见图 2.5-5~2.5-7。

施工栈桥申请透水构筑物用海面积为 0.2603 公顷。施工栈桥不可避免的跨越并占用少量红树林。

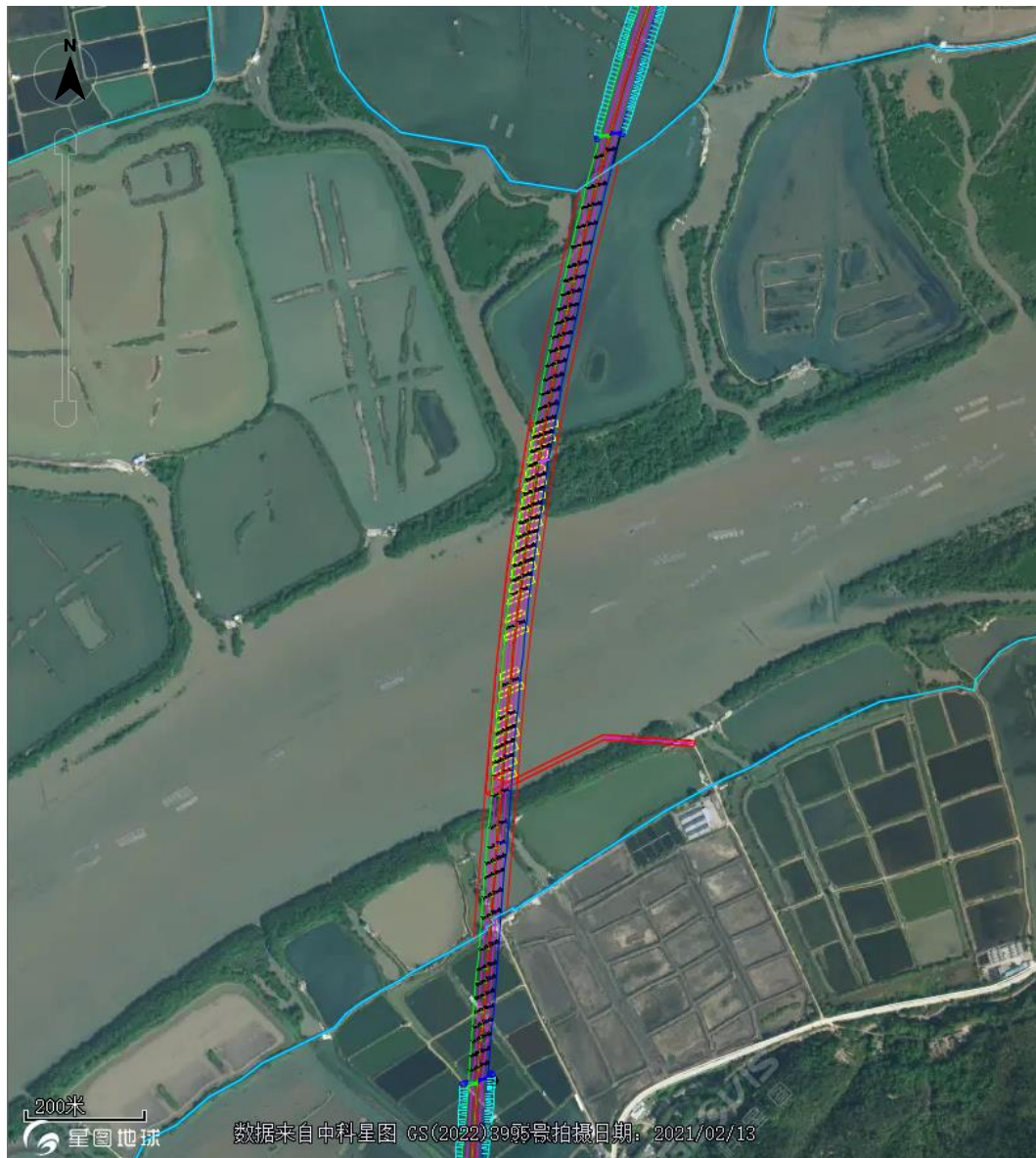


图 2.5-5a 大桥选线用海处卫星遥感影像

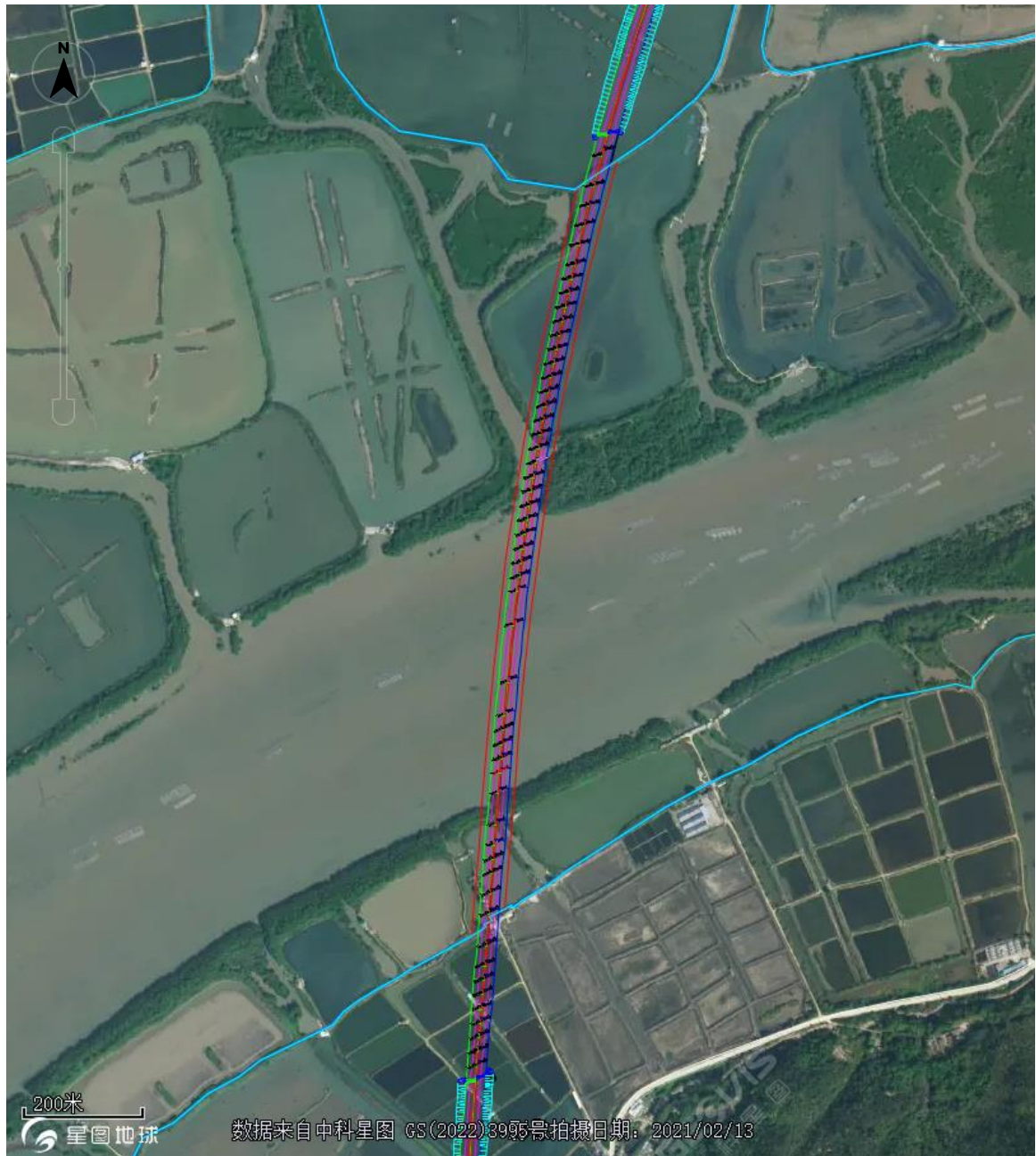


图 2.5-5b 大桥选线用海处卫星遥感影像

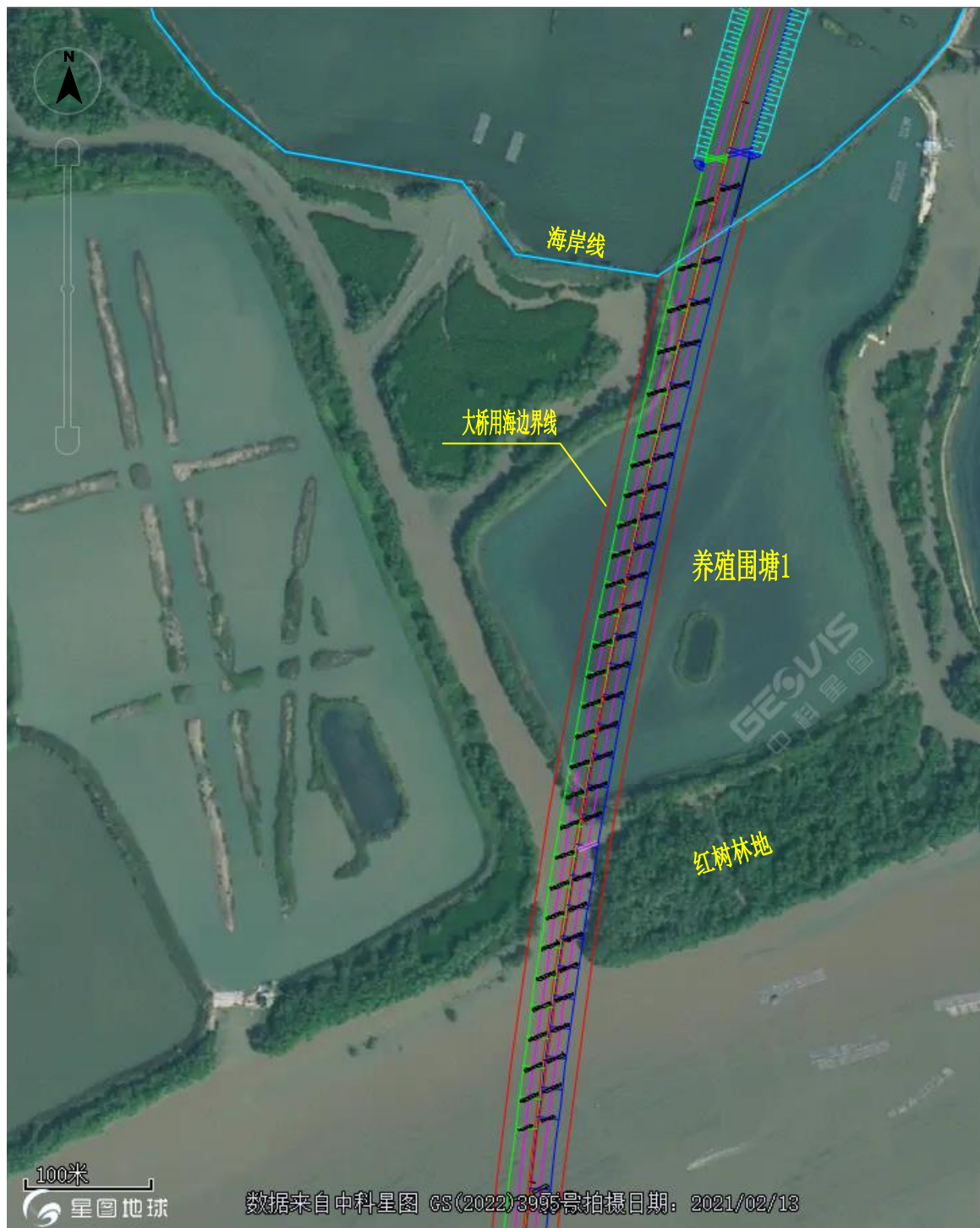


图 2.5-5c 大桥北侧选线及用海处卫星遥感影像

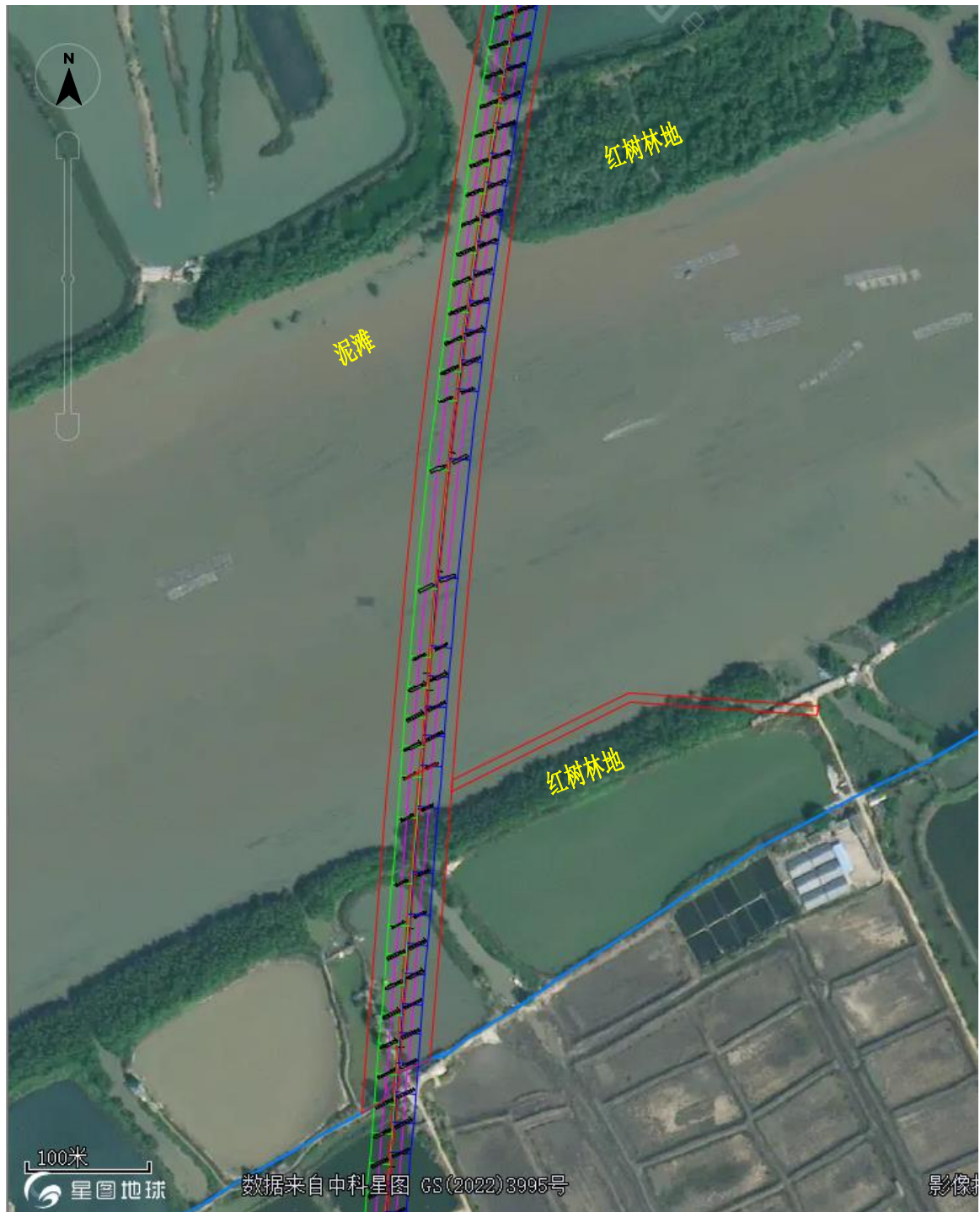


图 2.5-5d 大桥中部选线处卫星遥感影像

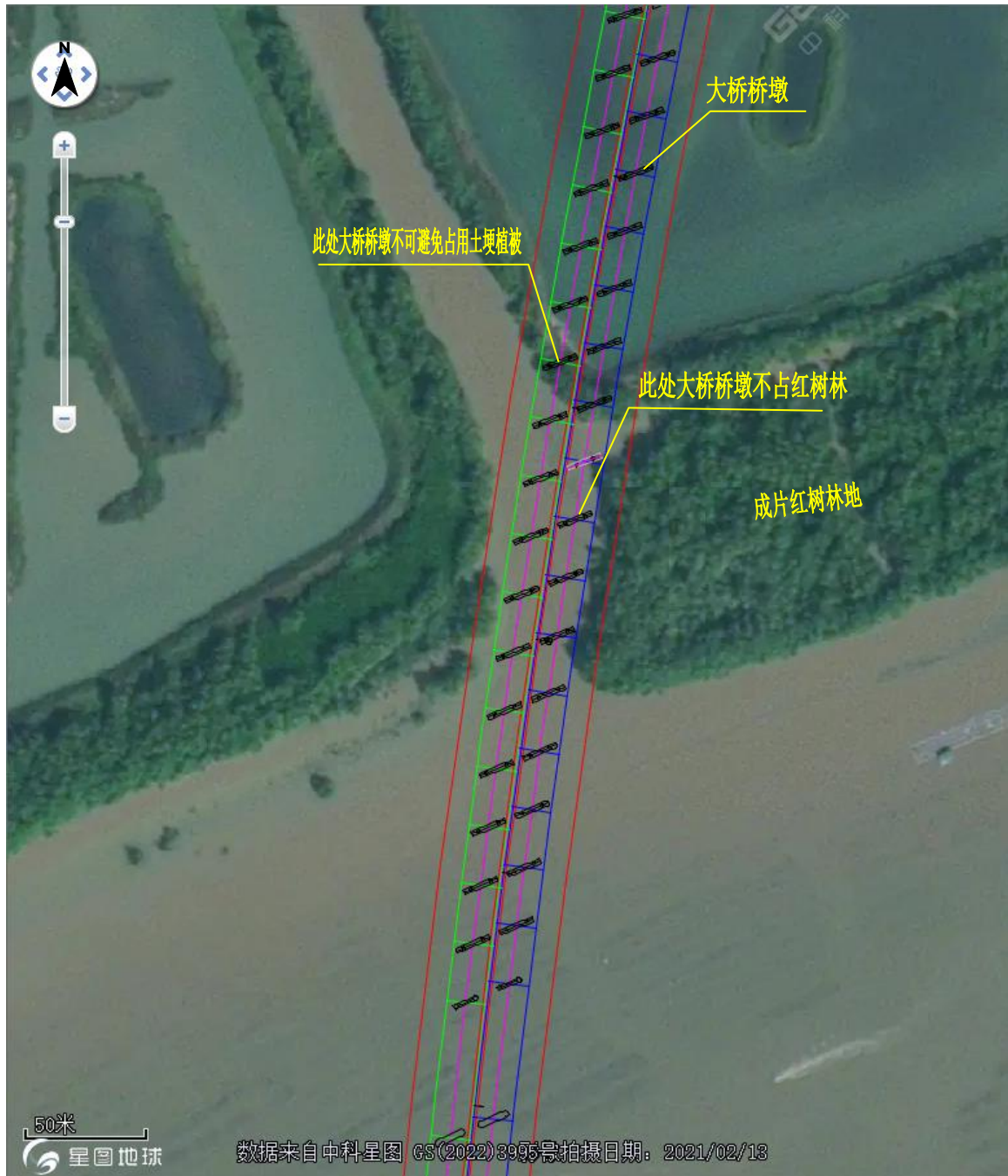


图 2.5-5e 大桥北部跨红树林状况卫星遥感影像

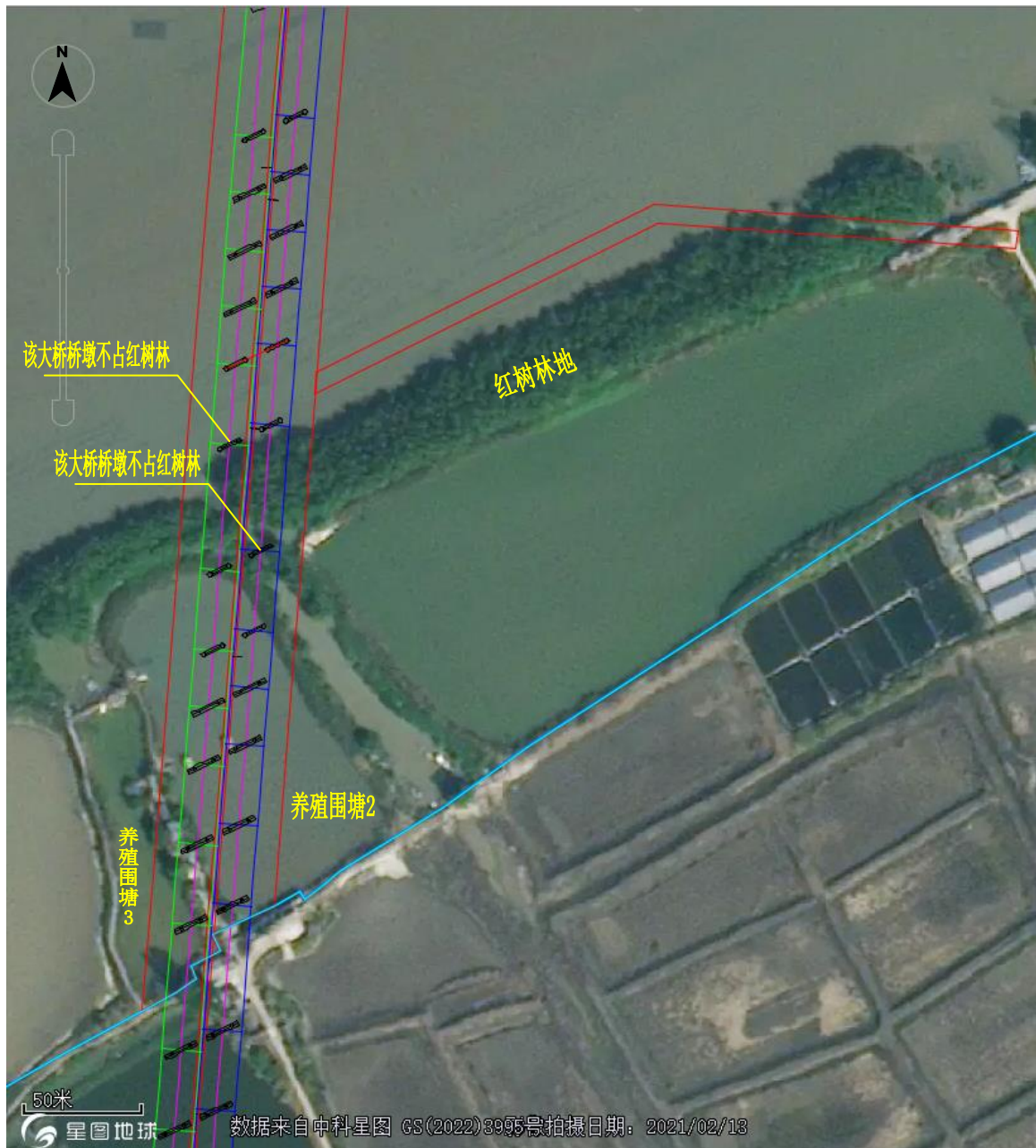


图 2.5-5f 大桥南部跨红树林状况卫星遥感影像

2.5.3 项目申请用海期限

本项目为建设工程用海，计划申请用海 50 年，若期满后要继续使用海域，将再进行续期申请。施工栈桥申请用海期限为 5 年。

2.6 项目用海必要性

2.6.1 项目建设的必要性

(1) 是落实粤港澳大湾区交通基础设施互联互通的需要

《粤港澳大湾区发展规划纲要》把“加快基础设施互联互通”作为推进大湾区建设的一项重要工作，明确提出要加强基础设施建设，畅通对外联系通道，提升内部联通水平，推动形成布局合理、功能完善、衔接顺畅、运作高效的基础设施网络。将粤港澳大湾区建成富有活力和国际竞争力的一流湾区和世界级城市群，基础设施的互联互通既是先决条件，也是有力支撑。现代社会，经济越发展，对基础设施的要求越高。粤港澳大湾区地处我国沿海开放前沿，以泛珠三角区域为广阔发展腹地，在“一带一路”建设中具有重要地位，具备互联互通的区位优势、战略优势。本项目的建设是落实粤港澳大湾区交通基础设施互联互通的需要。

（2）是完善我省高速公路网络布局的需要

《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》规划以“十二纵八横十六射”为主骨架，以七十条加密线和联络线为补充，形成以珠三角为核心，以沿海城市和港口为重点，支撑粤港澳大湾区一体化发展、引领东西两翼及沿海经济带发展、快捷通达周边省区的高速公路网络。到规划末期（2035年）全省高速公路总里程达到约15000公里。本项目是“十二纵”中九纵线“清远连州（粤湘界）至江门台山”中的重要组成部分，拟定路线起于开平市百合镇，接中开高速，往南经蚬岗镇、赤水镇、金鸡镇、台山市深井镇，终于汶村镇，接西部沿海高速。路线全长约53km。本项目的建设是深化区域经济合作、强化市域组团联系、完善地区高速公路网络的需要。

本项目是江门市西部的一条南北纵向高速公路，介于新台高速和开阳高速公路之间，且与两线位路线走向基本平行。该区域目前存在的南北纵向道路主要有省道S275、省道S276，两路线存在路线迂回、技术等级较低等问题。项目的建设填补了该区域东西向近100公里无南北高速公路转换的空缺。

本项目北接中开高速公路，通过高恩等相关高速公路至广佛都市核心区，南经江门市开平、台山中西部，接西部沿海高速公路，通江门大广海湾经济区。本项目建成后与北部的高恩高速、广明高速及延长线共同打造又一条江门大广海湾、江门市西南边缘至广佛核心都市圈的大通道，可有效缓解佛开高速三堡至水口段和开阳高速的交通压力。同时，本项目与北部的高恩高速以及再向北连接的肇高高速一起，串珠三角新干线机场、肇庆市区及以北地区，该项目的建设将发挥珠三角干线机场集疏运功能，完善了珠江三角洲新干线机场的集疏运网络。因

此，本项目的建设是《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》的贯彻和落实，对完善我省高速公路网络布局、改善周边交通出行条件具有重要意义。

（3）是完善港口集疏运、打通我省西部山区及大西南出海新通道的需要

项目所在区域具有优良的建港条件。台山市沿海的广海湾和川山群岛的水域海岸线400多公里，其中川山群岛现有陆地面积238平方公里，上川岛和下川岛为广东省第二大岛和第三大岛，发展空间广阔。广海湾东岸、上川岛的大海湾和乌猪洲岛具有回淤少、水域宽、风浪小、航道短、深水岸线长、港区发展空间大等优点，距离国际航海线较近，具备了建设大型深水港的条件，十分适合建设10-30万吨级的深水港。

广海湾作业区、新会天马作业区、恩平港区是大广海湾经济区一系列定位的重要支撑。广海湾作业区是江门市规划发展临海产业的重点基地。恩平港区是恩平市及周边地区外向型经济发展基地,是广海湾经济区及江门市西部的发展的支撑。广海湾和川岛是距离珠三角核心区最近的深水港区之一，根据规划该区域近期以鱼塘港为中心，集中力量加快其起步区的开发建设，大力发展临港物流业、化工与有色金属深加工；远期以深水港为中心，利用沿海铁路和新兴-广海铁路，大力发展临港工业，在广海湾形成一个巨大的工业走廊和若干个功能性园区。

港区人流物流的输入输出很大一部分需要依靠公路运输来实现位移的转换，且广海湾东西近50公里的岸线资源，南北向高等级道路仅有最东侧的新台高速，这远远不能适应广海港区未来发展的要求。项目建设后将大幅提升广海港区和恩平港区公路集疏运条件具有明显作用。

项目的建设形成又一条广海湾作业区、恩平港区至大西南的出海通道，有效地扩大广海湾经济区范围内的港区、作业区的经济腹地，为其提供更为便捷、高效的南北向集疏运服务，提高港口的辐射能力，从而满足未来广海湾经济区范围内港区、作业区的产品流通的需求。而且，该项目的建设将和湛江港——渝湛高速、玉湛高速，茂名港——包茂高速，阳江港——阳罗高速，台山港——新台高速及本项目共同构成向我省西部及大西南的出海通道，进一步完善了我省西部港口的集疏运系统。

（4）是促进江门大广海湾经济区发展的需要

江门大广海湾经济区是海上丝绸之路的重要节点，是珠江—西江产业经济带延伸的重要组成部分，是珠江三角洲珠江口西岸新经济增长点的重要抓手。大广

海湾经济区在广东已经批准的省级重大平台中面积最大，而土地开发强度仅为5%，其中银湖湾未来可连片开发的面积近47km²，广海湾可围填海面积达170多平方公里。充裕的土地开发储备可为发展重型临港产业提供广阔空间，同时也为满足交通运输业用地需求提供可能。2013年12月31日，省政府常务会议审议通过了《广东江门大广海湾经济区发展总体规划（2013-2030年）》。规划依托汇聚滨海发展资源的東西向黄金海岸带和三条联动主城区的南北向江海拓展轴，以线（发展轴带）聚点（滨海特色发展组团），形成紧凑发展的“一带三轴、一核三片”生态型组团式空间格局。三轴即三大产城拓展轴，通过广佛江快速通道、新台高速等南北向交通设施的建设与完善，贯通南部的银湖湾、广海湾、镇海湾与中部的江门主城区、台山主城区和恩平主城区，向北拓展与广州、佛山、肇庆以及粤西北、大西南等地区的联系，构建三条面向区域的城市功能发展轴，拓展大广海湾经济区发展空间。目前，大广海经济区在开平、台山、恩平境内南北向道路主要有新台高速公路和省道S275、S276、S273、S274，但目前新台高速公路尚未全线通车，省道存在路线迂回，技术等级偏低等问题。因此，构建南北衔接顺畅的高等级道路以完善道路网络、促进经济发展对大广海湾经济区至关重要。本项目的建设可打破大广海湾经济区西部无南北向高速公路的现状，未来同新台高速一起对提升台山老城新区联系、促进台开恩产城融合、构建台开恩同城一体化具有重要的意义，大大促进江门大广海湾经济区的发展。

（5）是促进台开恩区域经济及旅游协同发展的需要

2018年，台山、开平、恩平三市占全市GDP总值的34%，经济相对较弱，特别是沿线乡镇处于江门市西部，经济落后。该项目的建设，对改善沿线地区投资环境、改善人民群众的生活水平有重大作用。

此外，项目所在的台山、开平、恩平地区旅游资源丰富。台开恩三市是江门旅游发展最强的三个地区，近几年三地均位列全省年度旅游综合竞争力十强县（市）。项目所在地区旅游资源丰富，如台山川山群岛、开平古镇碉楼、恩平温泉等等，其中开平碉楼是世界文化遗产，是江门旅游资源的龙头，一年四季都可以带动其他地方的旅游。仅川山群岛而言，上下川岛作为珠三角地区最大的离岛和江门、台山的南大门，川岛至珠三角（除惠州外）各城市的直线距离均在200公里以内，其所独有的区位优势、生态环境和旅游资源条件最适宜发展旅游。

珠江三角洲旅游消费潜力巨大。珠三角核心地区城市密集，人口众多，居民出游率较高，具备旅游度假地建设的客源条件。而且随着生活水平的提高、交通条件的改善，尤其是私家车拥有率的提升将会使得城市居民的出游距离加大，尤其是珠三角核心区的居民出游能力加强，对临近旅游度假区的旅游发展起促进作用。

项目串接了北部的开平碉楼古镇、中部的恩平休闲温泉和南部的台山滨海绿岛，项目的建设对带动沿线旅游资源的开发、促进台开恩三地旅游资源的协同发展具有重要作用。

可见，本项目的建设是必要的。

2.6.2 项目用海的必要性

拟建深井河特大桥是广台高速与西部沿海高速的连接线，需要跨越镇海湾深井河，拟建深井河特大桥的建设不可避免需使用海域资源，根据《海域使用管理法》等相关法律法规及要求，项目用海方式为跨海桥梁，属于透水构筑物，不改变海域的使用方式，不违背生态环境保护的要求，本项目的用海是必要的。

综上所述，本项目建设是必要的，项目用海也是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

3.1.1 地理位置

广台高速开平至台山段工程位于广东省西南部珠江三角洲边缘，路线总体呈南北走向，起点位于开平市百合镇西侧的联兴里，接中开高速，终于台山市汶村镇下白沙，接既有西部沿海高速，途经开平市百合镇、蚬冈镇、金鸡镇，台山市深井镇、汶村镇，路线全长约 53km。整个路线走廊带大致位于东经 112°25'~112°33'，北纬 21°52'~22°20'之间。广台高速开平至台山段工程项目地理位置见图 1.1-1。

广台高速开平至台山段工程需要建设跨海桥梁跨越镇海湾深井河，即需要建设深井河特大桥，深井河特大桥地理位置见图3.1-1-图3.1-2。

镇海湾上游主要有两条河流那扶河和深井河，深井河汇入那扶河后通过镇海湾口汇入大海。本工程所在海域深井河呈西南—东北走向，河面狭窄，水道浅平，滩涂发育。深井河主槽水深介于2~5m（基面为理论深度基准面，下同）不等，平均水深约3米，工程附近海域水面宽约400m，水浅滩宽，可见水面分布着大量养殖蚝排，河面看上去水泄不通。

台山市地图



审图号：粤S(2018)136号

广东省国土资源厅 监制

图 3.1-1 台山市行政区划图

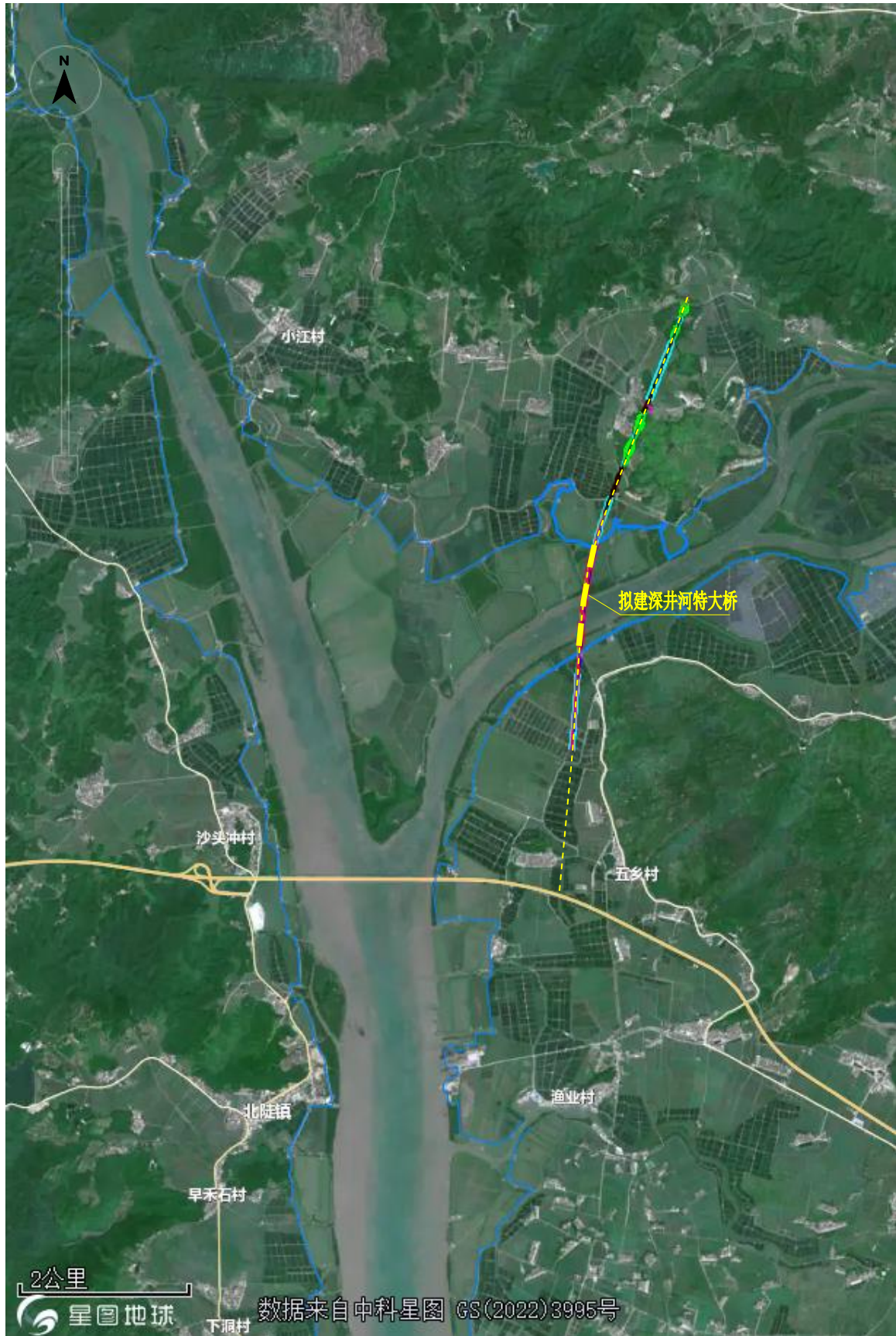


图 3.1-2 项目地理位置图

3.1.2 气象与气候

江门市位于广东省中南部，珠江三角洲西侧，北回归线以南，濒临南海，属亚热带海洋性季风气候，雨量充沛，温暖湿润，无霜期长。夏季多台风，冬季有寒潮，热带气旋对航运影响较大。其中上、下川岛海域属副热带海洋性季风气候，秋、冬季受大陆气团控制，干燥少雨；春季为季风转换期，雨季较长；夏季高温多雨，常出现强对流天气，暴雨频繁。受海洋影响，常年气候温暖，冬无严寒，夏无酷暑；日照丰富，雨量充沛，但分布很不均匀，有干、湿季之分。

根据台山气象站1953年~2015年和上川岛气象站1958年~2015年气象观测资料，气象特征值如下。

（1）气温

上川岛气象站和台山气象站年平均气温分别为 22.7°C和 22.0°C，其中月平均气温均以7月份最高，分别为28.4°C和27.8°C；1月份平均气温最低，分别为15.1°C和13.6°C。上川岛气象站全年及各月平均气温略高于台山气象站。

在极端气温方面，上川岛气象站年和各月最高气温均要低于台山气象站相应的值，年和各月最低气温则均高于台山气象站相应的值，其中上川岛气象站年最高气温在 37.0°C，出现在7月，年最低气温为 3.0°C，出现在2月；台山气象站年最高气温在 38.3°C，出现在7月，年最低气温为-0.1°C，出现在2月。

（2）气压

项目所在海区的年平均气压 1010.6hPa。气压年变化呈冬高夏低，冬季的12月、1月气压最高，多年月平均为 1017.8hPa 和 1018.2hPa；夏季的7月、8月气压最低，多年月平均为 1003.0hPa 和 1002.8hPa。

（3）风

项目所在海区的风向风速随季节变化明显，冬季盛行偏北风，春季和秋季以东风为主，夏季以西南风为主。多年平均风速为 4.7m/s。秋、冬季风速较大，平均为 5.1m/s~5.6m/s；夏季风速较小，为 3.7m/s~4.1m/s。大风主要出现在热带气旋期间及寒潮、冷空气影响期间，历年最大风速为 37.3m/s，风向 SSW（1975年10月6日）。大风（≥8级）日数年平均值为 38.4d，年最多 79d，年最少 4d。

此外，2018年9月16日17时，第22号台风“山竹”（强台风级）在广东台山海宴镇登陆，登陆时中心附近最大风力14级（45米/秒，相当于162公里/

小时），中心最低气压 955 百帕。

（4）降水

项目所在海区的雨量充沛，累年年平均降水量为 2181.2mm。降水的年变化较大，年最多降水量为 3657.7mm，发生在 1973 年；年最少为 1028.1mm，发生在 1977 年。

降水量的季节变化明显，每年 4 月~10 月为雨季，整个雨季总降水量 1963.4mm，占全年降水量的 90%，累年月平均降水量都在 150mm 以上。其中降水多集中在 5 月~9 月，累年各月平均降水量在 300mm 以上，总降水量占全年降水量的 74%。11 月至翌年 3 月为旱季，总降水量 217.8mm，只占全年降水量的 10%。多年月最大降水量为 721.6mm（1968 年 6 月），日最大降水量为 313.6mm（1987 年 5 月 22 日）。

项目所在海区的降水日数（日降水量不低于 0.1mm）年际变化较大，累年年平均降水日数为 149d，年最多为 177d（1975 年），年最少为 115d（1977 年）。

（5）雾

本地区以平流雾为主，也有锋面雾，雾日很少，主要出现在冬、春季（12 月至翌年 4 月），夏季及秋季没有雾。年平均雾日为 11.8d。雾日数的年际变化较大，年最多雾日数为 39d（发生在 1969 年），年最少为 2d（发生在 1973 年）。

（6）相对湿度

项目所在海区的相对湿度较大，多年平均为 81%。春、夏季湿度较秋、冬季湿度大，春、夏季多年月平均相对湿度值大多在 80% 以上，其中 3 月、4 月相对湿度最大，多年月平均为 88%。秋、冬季相对湿度较小，多年月平均相对湿度值大多在 80% 以下，其中 11 月、12 月的相对湿度最小，多年月平均为 72%。

3.1.3 地形地貌

项目区域地势总体起伏较大，地貌有丘陵、台地和冲积平原三大类型。沿线丘陵广布，主要山岗有百足山、罗汉山、金鸡山、葵咸山、鬼仔顶等，海拔高度一般在 284.2~378.80m，鬼仔顶达 639.60m，相对高差为 100~150m；冲积平原、河谷宽广，地形较平坦，地面标高为 1.60~70.00m；丘陵、台地错落其间，沿海砂洲发育，组成错综复杂的多元化地貌景观。项目区域主要河流有潭江、蚬岗水、白沙水、那扶河、深井河，两岸多属山地丘陵，植被较发育。

深井河位于镇海湾内，由那扶河汇入镇海湾口，镇海湾形似喇叭状，两头大，中间小，走向为NNW-SSE。镇海湾湾口朝南，口门宽约16.3km，纵深约27km，湾中最窄处1.6km。镇海湾为原生型山地溺谷湾。西岸为丘陵，山丘直接临海，岸线曲折，近岸多礁，东岸为堆积海岸，岸线平直。镇海湾西南和东北部是低山主要分布区，区内山高大部分在200~500m之间，最高峰笠帽山674m。区内丘陵的地貌形态深受构造和岩性的影响，区内丘陵成为绕湾环形零星分布，其高程在60~200m之间，多为浑圆状或孤丘突露于台地之上，坡度较陡，风化壳较薄，表层多为残积角砾碎屑，常见花岗岩球状风化而成为“石蛋”堆积于山坡或残留在丘顶。海拔较低的残丘，坡度较缓，风化壳较厚，表层以残积薄层红土为主，厚度一般小于5m，如下川岛平阜水库花岗岩红土层厚3m。毗邻海边的丘陵，由于山坡陡然入海，则组成了镇海湾的岬角，坡脚处常见有海蚀平台，海蚀阶地等地貌形态，在漭洲岛、下川岛和那琴玦以东的海边均可见到。

台地主要分布在环绕于丘陵的周围，高程在10~40m之间，向海倾斜。台地面积较宽，呈波状起伏，向海组成阶梯状地形。

海积平原主要分布在湾东部和东北部海滨。平原地形平坦，微向海边倾斜。平原中大小潮沟纵横密布，水系十分发育。湾内海底地貌类型比较简单，湾内大部分地区为水下岸坡（为大潮低潮线以下至水深约5m湾域），其主要由潮流、波浪等海洋动力因素所塑造，沉积物与陆源物质有亲缘关系，是陆岸前缘缓坡过渡的一个浅水带，比降为1:3000。在湾口水下岸坡宽达16km。水下岸坡至东、西口南侧过渡为水下平原。水下槽沟发育于湾颈口门处，呈NW-SE走向，槽沟北端成Y状伸展，其长达13km，宽约1.6km。槽沟与浅滩交接处坡度较大，两边向中间倾斜。由于该湾属溺谷型海湾，湾口门较窄，约2km。口门里面积较大，涨落潮时狭长型的潮沟中流速大。整个湾属于淤积性，仅水下槽沟受到冲刷切割。

拟建深井河特大桥附近的水面宽约400m，水浅滩宽，深槽水深约-5.5m（1985高程基准面），平均水深在-2.5m左右，水深地形见海图截图3.1-3。

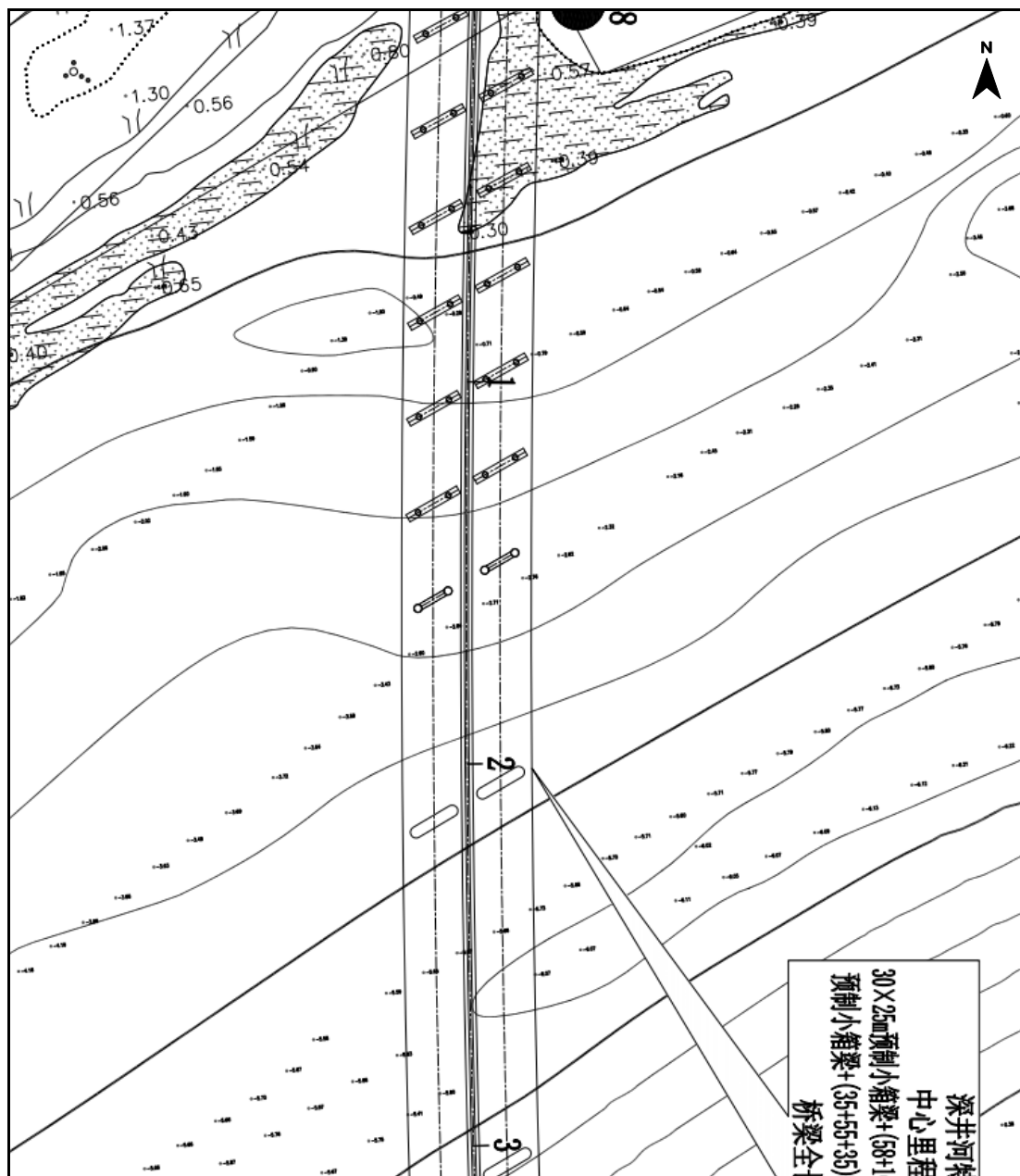


图3.1-3 深井河特大桥附近的地形地貌图

3.1.4 工程地质

本节内容引自广东省交通运输规划研究中心于2020年10月编制的《广台高速开平至台山段工程可行性研究报告》。

3.1.4.1 区域地质构造

公路选线地段位于广东省南部，在区域上大地构造单元属于粤中断块区的恩开断陷，根据1:50万《广东省构造体系图及说明书》，区内东西向构造带、新华夏系北东向褶断构造带和经向构造带较为发育（见构造纲要示意图）。

项目区主要构造带分述如下：

① 廉江—阳江东西向构造带

主体位于北纬 21°30'~21°50'之间，即廉江—阳江一线。广东省境内断续长约 200~280 公里，主体宽 15~30 公里。主要由走向东西的断裂、褶皱、片理、片麻理以及花岗岩体所组成。该构造带发育强度较弱，分布比较零散，行迹也较短促，在广东省东西向构造带中居次要地位。在阳江、恩平之间，东西向构造行迹散布范围大而持续性差。早古生代变质岩系中紧密线形褶皱较发育，如江城向斜、那崖复式褶皱、那扶向斜、深井向斜等，长轴 10~45 公里。同向断裂有大东坑断裂、帽子山断裂，此外，一些燕山期小岩体亦沿此断裂带作近东西向展布，如燕山四期大娘山岩体、歪头山岩体和燕山二期新洲岩体等。

该构造带最早可追溯至早志留世沉积之前，它控制的大片下志留统均呈东西向展布，但可能主要完成于加里东运动后期，使留世统发生东西轴向褶皱。印支、燕山运动比较强烈，因而控制又破坏了一系列花岗岩体。至晚近期可能尚有活动，局部断裂发生于中~新生带红盆中。

本构造带中与项目有关的褶皱、断裂有：

a、那崖复式褶皱：位于线路末端西侧，属廉江-阳江东西向构造带东段南侧分支。该褶皱成生于加里东期，由寒武系八村群地层所组成。褶皱呈近东西向走向，长轴 25 公里，短轴 10 公里，两翼倾角 60°~70°，两端分别被恩开鹤城断裂所切。与其南侧两个背、向斜组成复式褶皱。属紧密线形褶皱。

b、那扶向斜：位于线路中端，属廉江-阳江东西向构造带东段北侧。向斜槽部由中上石炭统地层组成，近东西向走向，长 10 公里，南翼次级小褶皱发育。东部被金鹤大断裂所切。

c、深井向斜：位于线路末端东侧，属廉江-阳江东西向构造带东段南侧。向斜槽部由晚泥盆统地层组成，向外为晚泥盆统及中泥盆统，长轴 10 公里，宽 6 公里，轴面直立，枢纽倾角 20°~30°，两翼倾角 30°~40°。南翼被大东坑断裂所切。

d、大东坑断裂：位于线路末端，属廉江-阳江东西向构造带东段南部分支。该断裂推测成生于印支期。倾向南，倾角 50°，长约 20km。沿断裂两侧岩层产状相抵，层位不连续，发育有断层角砾岩，见擦痕，地貌上为直线状洼地。

e、帽子山断裂：位于线路中端西侧，属廉江-阳江东西向构造带东段北部分支。该断裂为中上侏罗统所盖，可能成生于印支期。倾向南~南东，倾角 50°，长 7 公里。沿断裂两侧岩层产状相抵，层位不连续，发育有断层角砾岩或糜棱岩，宽 5m。

② 恩平—新丰褶断构造带

北端起自连平，往南西经新丰、从化、广州、开平、恩平、达阳江海陵岛而进入南海，斜贯广东省全境，长 450 公里，宽 5~20 公里。该构造带主要由数条区域性大断裂带和若干构造盆地所组成。总体走向北东约 40°，走向比较稳定。断面主要倾向北西，局部倾向南东，倾角 30°~60°不等。平行主断裂之次级伴生断裂发育，构造岩表现形式各异，花岗岩中构造岩主要表现为压碎花岗岩、糜棱岩、及糜棱岩化岩石、局部为断层角砾岩，并有硅化，一般均组成宽阔的动力变质带；沉积岩和变质岩区，主要发育片理化带、有硅化、绢云母化及绿泥石化，一般地层产状紊乱，老地层逆覆于新地层之上。此外，在地貌上沿断裂有陡崖、峡谷以及水系所占据。

褶断构造带经历了漫长的成生发育历史，晚古生带沿构造线即存在拗陷带或断陷带；中~新生带以来，构造活动趋于频繁和激烈，控制了恩平、龙归、隆街等构造盆地的展布，其后又切错它们；挽近期以来，断裂活动也较明显，发育二级夷平面，三级大陡崖，沿断裂有一系列的温泉分布。

本项目处于褶断构造带的南西段，构造带主要由仓平—恩平—海陵大断裂和鹤城—金鸡大断裂组成，在上述断裂之间，发育有中侏罗统狭长的百足山盆地，沉积了厚达 1800m 的内陆湖泊相碎屑岩，在金鸡一带的下部层位中夹有凝灰岩、凝灰质砂页岩。断层两侧有早第三纪陆相沉积，总厚达 520m。

本构造带中与项目有关的褶皱、断裂有：

a、仓平—恩平—海陵大断裂

位于线路的西侧，属恩平—新丰褶断构造带南段北西侧分支，长约 180km。主要倾向北西，倾角南西段为 30°~70°，北东段为 45°~65°，压扭性为主，也有张性。最早形成于晚古生代，印支、燕山有强烈活动，至今未止息。沿断裂发育片理化岩、糜棱岩、断层角砾岩及硅化破碎带，宽自 10~30m 不等。老地层普遍逆覆于新地层之上，断距 200~1000m。据岩相古地理分析，晚古生代沿此带即存

在拗陷或断陷区，中~新生代红盆也沿此方向分布，在地貌上，沿线有断层崖，该断裂在卫照中显示明显。

b、鹤城—金鸡大断裂

位于线路的中段，走向与中段路线大致平行。属恩平—新丰褶断构造带南段南东侧分支，全长约 120km。总体倾向南东，倾角 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ；压扭性为主，也有张性。最早形成于晚古生代，印支、燕山期有强烈活动，至今未停止。沿断裂岩层产状相交，普遍见老地层逆覆于新地层之上。发育构造角砾岩及糜棱岩，糜棱岩带宽 30~50m，个别硅化破碎带形成尖山脊，延长 8~9 公里。

c、均安市断裂

位于线路的西侧，属恩平—新丰褶断构造带南段北西侧分支，长 50 余公里。倾向 $270^{\circ}\sim 290^{\circ}$ ；倾角 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ；压扭性为主，也见张性。燕山晚期、喜山期有活动。沿断裂两侧岩层产状相顶，老地层逆覆于新地层之上，断距达 200m 以上，局部见宽 5m 的角砾岩带，形成陡山脊。

d、仓城断裂

位于线路的北西侧，属恩平—新丰褶断构造带南段北西侧分支，长约 20 公里。倾向 300° ；倾角 57° 。可能张性。第三系后仍有活动。断层北西盘为下第三系红层，南东盘（下盘）为寒武系八村群，两者沿走向产状相抵。断距 100m 以上。

e、岗背倒转向斜

位于线路的中段，属恩平—新丰褶断构造带南段南东侧，长 5 公里，宽 500~1000m。轴线北东 10° ；倾向东，倾角 70° 。槽部由早奥陶统硅质岩及页岩所组成，两翼为寒武系砂页岩互层。北端没于第四系之下，南端为印支期花岗岩侵入，并被合水向斜不整合覆盖。

③ 连阳—新兴经向构造带

位于东经 $112^{\circ}15'$ ，自湘南嘉禾、临武至粤西北三连后，向南穿越吊蕉岭、广宁县古水、高要县乐城、新兴县中和一带，止于恩平市横陂附近，断续延长约 350 公里。为广东省境内延伸最长、发育最好的一条南北向构造带。

本项目处于构造带的南端，在开平市金鸡、恩平市横陂、阳江市塘平一带，南北向冲断裂及褶皱殊为发育，断裂一般向东或向南东倾斜，倾角 $40^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ；长度超出 20 公里，以压性结构面为特征，老地层常逆冲于新地层之上。

3.1.4.2 沿线地层岩性

①地层

公路沿线地段内发育的地层自老而新依次有寒武系、奥陶系、泥盆系、三叠系、侏罗系、下第三系和第四系，地层层序和岩性简单描述如下（地层与路线的关系详见区域地质图）。

a、寒武系（C）

寒武系地层主要分布于 K4+700~K5+500、K14+000~K17+500、K18+100~K18+800 一带，自下而上划分为下亚群、中亚群和上亚群。

寒武系下亚群（Cbca）

岩性主要为灰、暗灰、青灰、灰白、砖红色浅变质石英砂岩及绢云母页岩、部分变质为云母片岩、石英片岩、云母石英片岩、石英云母片岩及片理化石英砂岩。局部夹含磷大理岩的透镜体。

寒武系中亚群（Cbcb）

岩性主要为青灰色、灰色、砖红色中-细粒浅变质石英砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩及泥质绢云母页岩、泥质页岩，中部细砂岩夹含炭质泥质页岩，厚度>1686m。

寒武系上亚群（Cbcc）

岩性主要为黄白色、青灰色中细粒、不等粒石英砂岩，灰色粉砂岩、泥质页岩夹灰绿色板状页岩及含炭泥质页岩，厚度>985m。

b、奥陶系（O）

奥陶系地层主要分布于 K2+600~K4+100 一带，自下而上划分为下统新厂组、虎山组和中统。

奥陶系下统新厂组（O1x）

岩性主要为灰绿、黄绿色粉砂质页岩及泥质页岩，灰、灰黑色泥质页岩夹长石石英砂岩及粉砂岩。

奥陶系下统虎山组（O1h）

岩性主要为灰、灰黑色中厚层状硅质岩夹薄层硅质页岩、粉砂岩、泥质页岩、粉砂质页岩。

奥陶系中统（O2h）

岩性主要为灰、灰黑色硅质岩、硅质页岩及灰白色石英砂岩。

c、泥盆系（D）

泥盆系地层主要分布于 K2+600~K4+100 一带，自下而上划分为桂头群、老虎坳组、天子岭组、帽子峰组。

泥盆系中下统桂头群（D1-2gl）

岩性主要为浅灰色、紫红色厚层状、块状砾岩、砂砾岩、砂岩互层，夹粉砂岩、泥质页岩。

泥盆系中统老虎坳组（D2l）

岩性主要为紫红色细砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩夹薄层黄色粉砂质页岩、长石石英砂岩，局部夹薄层凝灰质粉砂岩及层凝灰岩。

泥盆系上统天子岭组（D3t）

岩性主要为灰色、灰黑色薄层状、中厚层状泥质石灰岩、石灰岩，黄色薄层状泥质页岩，下部夹黄色、紫红色中厚层状粉砂岩、砂岩。

泥盆系上统帽子峰组（D3m）

岩性主要为紫红色薄层状、中厚层状泥质页岩与粉砂泥质页岩互层、石英砂岩、长石石英砂岩、粉砂岩和粉砂泥质页岩互层、石英砂岩与泥质页岩互层。

d、三叠系上统（T3）

三叠系地层主要分布于 K2+600~K4+100 一带，岩性主要为土黄、粉红色泥质页岩、粉砂岩互层，底部为青灰色含砾中粒长石石英砂岩。

e、侏罗系上中统百足山群（J2）

侏罗系地层主要分布于 K2+600~K4+100 一带，岩性主要为浅灰色、紫灰色及紫红色厚层状、块状砾岩、砂砾岩夹砂岩、粉砂岩。

f、下第三系丹霞群（Edn）

第三系地层主要分布于 K2+600~K4+100 一带，岩性主要为紫红色块状复矿砂砾岩、复矿砾岩与复矿粉砂岩、粉砂岩互层。

g、第四系（Q）

第四系地层主要分布于 K2+600~K4+100 一带，岩性主要为海陆混合相、三角洲相及陆相，主要沿三角洲冲积平原、河流两岸阶地、山间谷地分布，岩性主要有淤泥、淤泥质土；粘土、粉质粘土；粉土；含砂粘性土；粉细砂、中粗砂、砂砾和砾石层（局部）；

此外还有沿坡地分布的残坡积粉细砂、砂质粘土粉土、粉质粘土等。第四系厚度一般 0m~32m 不等。

表 3.1-1 公路选线地层层序及岩性简述表

系	统	群(组)	符号	岩性简述	
第四系			Qdal	上部为灰-灰黑色淤泥、淤泥质土、粘土、粉质粘土层及棕黄色含砂粉质粘土，下部为灰白~灰黄色粗砂、砾砂、砾石层。	
			Qcal	黄色砂质粘土、黄白色砾石层，局部地区含砂金。	
下第三系		丹霞群	Edn	上部为褐红、紫红色泥质粉砂岩、细砂岩夹不等粒粗砂岩及灰绿色、暗绿色泥岩，局部见凝灰质细砂岩。下部为紫红、绛红色粗砂岩、细砾岩夹砂砾岩及粗砂岩。	
侏罗系	上中统	百足山群	J2	浅灰色、紫灰色及紫红色厚层状、块状砾岩、砂砾岩夹砂岩、粉砂岩。	
三叠系	上统		T3	土黄、粉红色泥质页岩、粉砂岩互层，底部为青灰色含砾中粒长石石英砂岩。	
泥盆系	上统	帽子峰组	D3m	紫红色薄层状、中厚层状泥质页岩与粉砂泥质页岩互层、石英砂岩、长石石英砂岩、粉砂岩和粉砂泥质页岩互层、石英砂岩与泥质页岩互层。	
	上统	天子岭组	D3t	灰色、灰黑色薄层状、中厚层状泥质石灰岩、石灰岩，黄色薄层状泥质页岩，下部夹黄色、紫红色中厚层状粉砂岩、砂岩。	
	中统	老虎坳组	D2l	紫红色细砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩夹薄层黄色粉砂质页岩、长石石英砂岩，局部夹薄层凝灰质粉砂岩及层凝灰岩。	
	中下统	桂头群	D1-2gl	浅灰色、紫红色厚层状、块状砾岩、砂砾岩、砂岩互层，夹粉砂岩、泥质页岩。	
奥陶系	中统		O2h	灰、灰黑色硅质岩、硅质页岩及灰白色石英砂岩。	
	下统	虎山组	O1h	灰、灰黑色中厚层状硅质岩夹薄层硅质页岩、粉砂岩、泥质页岩、粉砂质页岩。	
	下统	新厂组	O1x	灰绿、黄绿色粉砂质页岩及泥质页岩，灰、灰黑色泥质页岩夹长石石英砂岩及粉砂岩。	
寒武系		八村群	上亚群	Ebcc	黄白色、青灰色中细粒、不等粒石英砂岩，灰色粉砂岩、泥质页岩夹灰绿色板状页岩及含炭泥质页岩。
			中亚群	Ebcb	青灰色、灰色、砖红色中—细粒浅变质石英砂岩、粉砂岩、粉砂质页岩及泥质绢云母页岩、泥质页岩，中部细砂岩夹含炭泥质页岩。
			下亚群	Ebca	灰、暗灰、青灰、灰白、砖红色浅变质石英砂岩及绢云母页岩、部分变质为云母片岩、石英片岩、云母石英片岩、石英云母片岩及片理化石英砂岩。局部夹含磷大理岩的透镜体。

② 岩浆岩

选线区范围的岩浆岩主要是燕山期侵入岩，主要分布于 K48+200~K50+131.638 一带，岩性主要为肉红色不等粒、细粒花岗岩、中细粒黑云母花岗岩及肉红色花岗斑岩、青灰色花岗闪长岩，角闪石花岗岩等。

3.1.4.3 新地质构造和地震

在新构造区划上，本地区处于珠江三角洲断陷区与粤西差异断隆区过度地带。

珠江三角洲断陷区第四纪以来平均沉降幅度 30-40m，最大达 60m，断陷区的平均沉降速率由北部的 0.49mm/a 增至南部的 2mm/a 以上。火山岩的活动主要发生在早第三纪，新第三纪时已明显减弱，第四纪已停止活动。区内未发生过大于五又四分之三级地震。

粤西差异断隆区晚第三纪以来地壳长期处于间歇性的大面积整体隆起，形成多级夷平面，无火山活动，断块差异升降运动甚弱。发育于中生代或早第三纪的断陷盆地已停止活动而成为隆起区内的高盆地。隆起区的第四系甚薄，等时地貌面的反差很小。晚第三纪以来地壳抬升幅度 300~500m，相对的平均抬升速率小于 1mm/a。地震活动水平也明显较低，未发生过大于 5 级地震。所以，该区形成类似菱形的断块构造，在新构造时期以断块隆起为特色。其断块运动幅度较小，丘陵的海拔高程一般在 150~300 米，而盆地中的第四纪沉积一般不超过 20m。

根据《中国地震动参数区划图》，项目区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g。

3.1.4.4 水文地质

工作区地处亚热带向温带过渡的湿润季风气候区，温暖多雨，水系发育，地下水的补给充沛。丘陵地区基岩裂隙发育，风化层厚度较大；河谷和山间洼地地形平坦，有利于大气降水的渗入补给和汇集，形成丰富的地表水系以及地下裂隙水和孔隙水。

①地表水

本区的地表河流主要的河流有潭江及其次级支流蚬冈水、白沙水、那扶河等，沿线还分布较多的鱼塘等地表水体。地表水丰富。

②地下水

本区地下水的分布主要受岩性、构造、地貌和植被等因素的控制和影响，不同的地层岩性地下水的含量各不相同。区内丘陵地区基底岩石主要为沉积岩类、变质岩类及岩浆岩类，其岩石结构变化较大，风化层厚，地貌上构成丘陵，地表植被发育，主要含风化裂隙水和构造裂隙水，水量微弱~中等。其中寒武系含水岩组主要为石英砂岩、粉砂岩、页岩、云母片岩等，一般含基岩裂隙水或层间裂隙水，水量微弱~中等；奥陶系含水岩组主要为石英砂岩、粉砂质泥质页岩、硅质岩及硅质页岩，一般含基岩裂隙水或层间裂隙水，水量微弱~中等；泥盆系含水岩组主要为砾岩、砂砾岩、石英砂岩、粉砂岩、砂泥质页岩，以及石灰岩、凝灰岩、粉砂质泥质页岩、硅质岩及硅质页岩，一般含基岩裂隙水、层间裂隙水和岩溶水，水量中等~丰富；三叠系含水岩组主要为粉砂岩、泥质页岩，石英砂岩，一般含基岩裂隙水或层间裂隙水，水量微弱~中等；侏罗系含水岩组主要为砾岩、砂砾岩、砂岩，一般含基岩裂隙水和层间裂隙水，水量微弱~中等；下第三系丹霞群红色岩系含水岩组为砾岩、砂砾岩、粉砂岩，含水量一般较贫乏。

岩浆岩类含水岩组主要为黑云母花岗岩、花岗斑岩、角闪石花岗岩、花岗闪长岩等，构造裂隙与风化裂隙较发育，一般含基岩裂隙水或构造裂隙水，水量微弱~中等。

第四系平原地区冲积层含厚度较大的砂层，以孔隙潜水—孔隙承压水为主，水量较丰富；山间洼地冲洪积层及丘陵地区残坡积层含水岩组主要以粘性土、粉土为主，地下水类型为孔隙潜水，水量一般贫乏~微弱。

3.1.4.5 不良地质与特殊性岩土

公路选线范围内可能出现的不良地质问题主要有构造破碎带、崩塌滑坡和砂土液化等类型。特殊性岩土主要有软土、花岗岩类残积土、可能出现的高液限土及膨胀性岩土等。

① 不良地质

a、构造破碎带

根据区域地质构造资料，公路选线中段 K17~K36 处与北东向压扭性的鹤城—金鸡断裂走向基本一致，断裂影响范围，岩石变形和破碎均较强烈；此外，路线 K20~K37 处于岗背倒背斜范围；路线 K32~K33 处于那扶向斜范围；路线 K40 处于深井向斜范围；路线 K47 处于那崖复褶皱范围；路线 K41 处

与大东坑断裂破碎带垂直相交；上述地段受褶皱构造和断裂构造的影响，岩石变形和破碎均较强烈，容易使边坡失稳，形成坍塌和滑坡。

b、崩塌和滑坡

公路选线大部分地段的地貌以丘陵为主，沿线分布的变质砂岩、页岩和花岗岩等裂隙发育，抗风化能力较差，上覆的残坡积土厚度较大。在地形坡度陡峭、人工开挖高边坡、陡坡路堤等或裸露处，在雨水冲刷浸泡作用下，抗剪强度大幅下降，易引发崩塌或浅层滑坡。

c、砂土（粉土）液化

项目区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震动峰值加速度值为 0.05g，因此本项目可不考虑饱和砂土（粉土）地震液化问题。

② 特殊性岩土

a、软土

本路段特殊性岩土主要为三角洲相、第四系河漫滩相或沼泽相淤泥、淤泥质土或非淤泥类软土，一般分布于三角洲平原、河流阶地和山间洼地范围，三角洲平原与河流阶地路段软土分布较连续，厚度一般约 3~10 米，赋存深度较大；山间洼地分布较零星，厚度一般 2~5 米、赋存较浅。

b、高液限土

沿线经过岩浆岩和变质岩分布区，其岩性主要为花岗岩、花岗斑岩、变质砂岩、泥岩、泥质粉砂岩等，此类岩石的风化产物中局部可能具备高液限土特性，一般来说，此类高液限土多具有“规模小，零星或局部分布”之特点。其详细赋存、分布规律有待下阶段逐步查明。

c、膨胀性岩土

沿线的膨胀土呈星点分布在丘陵地区基岩特别是泥质岩的风化产物或残坡积层中；泥质岩可能为潜在的膨胀岩。其详细的分布特征有待下阶段进一步查明分布特征及物理力学特征。

d、岩浆岩残积土

岩浆岩残积土在浸水条件下，土体结构面的抗剪强度将显著降低，极易崩解软化，甚至产生泥石流，其破坏类型以滑坡、崩塌为主。

3.1.4.6 工程地质特征

① 工程地质分区原则

根据本项目特点，把地貌作为划分工程地质区的基本原则，结合岩组及其物理力学强度和水文地质等情况进一步进行划分。

本项目区地貌划分为丘陵、平原二类，岩组划分为坚硬岩组、半坚硬岩组、软弱-半坚硬岩组和松散岩组等五大类。其中坚硬岩组包括黑云母花岗岩、花岗斑岩、角闪石花岗岩、花岗闪长岩和石英砂岩等等；半坚硬岩组包括砾岩、砂砾岩、砂岩、石英砂岩等；

软弱-半坚硬岩组包括泥质砂岩、泥岩、页岩等；松软岩组主要包括第四系冲、洪积和坡残积土层。

② 工程地质分区

根据上述原则将本项目区划分为四个区，分别为丘陵坚硬岩组工程地质区（I）、丘陵坚硬-半坚硬岩组工程地质区（II）、丘陵软弱-半坚硬岩组工程地质区（III）、平原松软岩组工程地质区（IV），现对其分述如下：

a、丘陵坚硬岩组工程地质区（I）

主要为岩浆岩体分布区，岩性主要为黑云母花岗岩、花岗斑岩、角闪石花岗岩、花岗闪长岩、硅质岩等，地表高程多在 300m 以下。区内沟谷呈“V”字形，其工程地质条件较好，但风化强烈，局部地段滑坡及崩塌发育，局部可能存在高液限土。

b、丘陵半坚硬岩组工程地质区（II）

主要为寒武系、奥陶系、泥盆系、三叠系、侏罗系地层分布区，岩性主要为浅变质石英砂岩、砂岩、硅质页岩及砾岩、砂砾岩、细砂岩、凝灰岩、石灰岩等，高程多在 100m 以下，其工程地质条件较好，但局部注意滑坡、崩塌现象和软弱夹层的分布，局部可能存在高液限土。

c、丘陵软弱-半坚硬岩组工程地质区（III）

主要为下第三系地层分布区，岩性主要为红色的泥质粉砂岩、泥岩、泥质页岩等，

高程多在 50m 以下，其工程地质条件一般，常见风化层次倒错（风化不均匀）的现象，局部可能存在高液限土或膨胀土。

d、平原松软岩组工程地质区（IV）

平原松软岩组工程地质区主要由第四系松散-松软冲洪积物组成，大部分布在平原及河流沟谷地段，厚度不一，岩性主要为砂土、粘性土、软土等。

拟建跨海桥梁所在地质区为平原松软岩组工程地质区（IV）。

3.1.5 水文泥沙

3.1.5.1 水文泥沙概况

项目附近有镇海（小江）潮位站，潮位站的位置见图3.1-4，其历年观测资料对本海域代表性良好，根据该潮位站短期验潮分析得到的潮汐调和常数统计分析后得出以下各潮位特征值。

（1）基面关系

本区各基面换算关系如图 3.1-5。除特别声明外，本报告表的高程系统均以1985 国家高程基准，深度基准采用理论最低潮面。



图3.1-4 潮位观测站位置示意图（底图来自自然资源卫星遥感云服务平台）

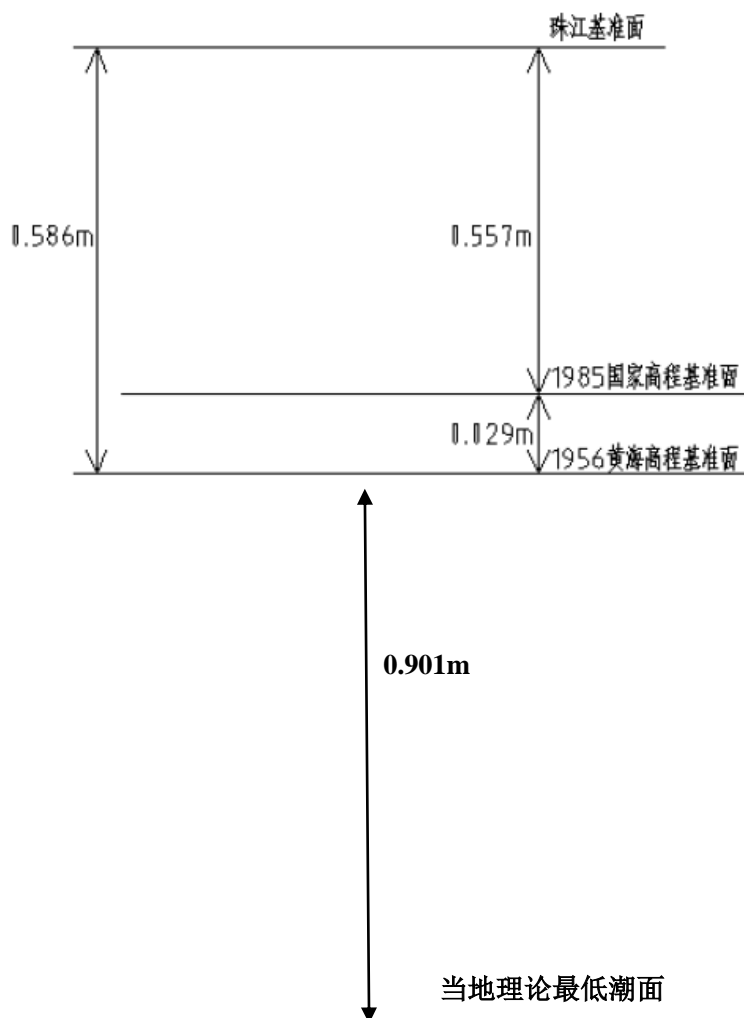


图3.1-5 基准面换算关系图

(2) 潮汐性质及潮型

镇海湾属不规则半日潮，一天出现两次高潮和两次低潮，有日不等现象，属不规则半日混合潮类型。本海区的平均潮差在1.40~1.60m之间，潮差从东往西逐渐增大，最大潮差在2.53m。涨潮历时普遍小于落潮历时。

(3) 潮位特征值

- 最大潮差： 3.704m
- 年平均潮差： 1.304m
- 平均高潮间隙： 9： 50 (h： min)
- 平均低潮间隙： 4： 1 (h： min)
- 平均高高潮间隙： 21： 55 (h： min)
- 平均低低潮间隙： 4： 36 (h： min)

（4）设计水位

设计高水位（高潮累积频率10%）： 1.656m（珠江基准面，下同）

设计低水位（低潮累积频率90%）： -1.544m

极端高水位（50年一遇）： 3.235m

极端低水位（50年一遇）： -2.185m

（5）潮流

镇海湾形似喇叭状，开口向南，北部地形浅窄，潮波从湾口传入后，在上溯过程中，潮时有规律地推迟，潮差逐渐增大。两相邻的高潮或低潮的高度不等，涨、落潮历时也不相等。湾内受浅水分潮的影响较大，落潮历时大于涨潮历时，相差约1h。由于受地形制约，潮流的运动属往复流，海峡地区（如湾颈）尤为显著，绝大部分测点的潮流主轴与等深线方向几乎一致。

根据历史水文调查资料可知，镇海湾海流流速受地形影响较大，湾颈的流速为最强，涨、落潮流最大流速各为 1.06m/s 和 1.50m/s；表层流速大于底层流速，表、底层落潮流流速大于涨潮流流速。一昼夜出现两次涨落潮，涨、落潮历时不等，一般涨潮历时比落潮历时短些。

本地区潮流基本上为往复流，涨潮流主轴偏向西北，落潮流偏东南。根据观测资料：海区的余流大小多在0.01-0.45m/s之间，最大余流为0.45m/s，方向为261.33°，即偏西南。表、底层余流偏东南向。

（6）波浪

本工程位于镇海湾湾内深井河，距离外海约13公里，基本不受外海波浪的影响。海域基本只受船行波影响，对本项目桩基的影响较小。

（7）泥沙来源及运动

镇海湾泥沙主要是沿岸流从珠江口带来的。珠江口每年冲出大约 1 亿 t 悬移质粉砂淤泥和 0.3 亿 t 的胶体粒子和离子等陆源物质，随沿岸流运动经过本湾口时，为湾内沉积过程提供了丰富的细粒物质。其次，由入湾水系带来的细粒物质，湾南岛屿外侧的波蚀产物均为本湾提供泥沙来源。此外，海晏地区沿海渠道及小河在雨季泄洪期间，河水浑浊，挟有大量泥沙入湾，加速海晏附近浅滩的淤积。

镇海湾海岸动态主要为淤积和后退两种类型。淤涨型海岸几乎遍及湾北周边海岸。自青山咀以西至湾颈两岸和颈口以北的湾顶。因泥沙来源丰富，水动力较弱，泥沙大量沉积，沿岸水深变化总的趋势是淤浅，海岸线有向海推进的趋势。

自湾颈西侧圆头山以南海岸，潮间带多为沙滩，说明波浪对海底的掀沙运移到海滩，砂源丰富，海岸也相对处在淤涨。潯洲岛西北及东北岸遍及泥滩，海岸也相对处在淤涨。侵蚀后退型海岸仅见于北渡以南的石基咀岬角、青山咀岬角及潯洲岛南岸等局部岸段。由于岬角突出入海或面向大海，波浪拍击，形成海蚀悬崖，海岸处于侵蚀。镇海湾总的冲淤趋势是淤积，淤积最强的是那扶和深井湾顶附近。

根据历史泥沙调查资料显示，镇海湾泥沙平均泥沙含量在 0.118~0.776 kg/m³。泥沙随季节的变化有明显差异，一般冬季泥沙含量最高，春、秋季次之，夏季最低。夏季泥沙含量一般不超过 0.5kg/m³，平均值在 0.17~0.324 kg/m³。冬季受风浪影响，各测站泥沙含量均偏高，一般为夏季的三倍左右，平均泥沙含量除个别站外都在 0.5kg/m³ 以上，各季大、小潮平均泥沙含量分别为 0.626 kg/m³ 和 0.735 kg/m³。泥沙含量一般由表层向下逐渐增高，但递增的幅度不大。泥沙含量有明显的潮周期变化，泥沙含量最大出现在涨急或落急时，尤其是底层最为明显。泥沙含量最小出现在高潮时或低潮时。

3.1.5.2 水文泥沙现状调查

3.1.5.2.1 调查时间及站位布设

中国科学院南海海洋研究所于 2021 年 12 月 5 日-6 日在镇海湾海域进行了潮流、潮汐和悬沙观测，并编制了《广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证海洋水文动力环境冬季调查报告》。

共布设 6 个潮流观测站和 2 个临时潮位观测站，进行连续 26h 同步海流观测。观测站位示意图见图 3.1-6，观测站位坐标位置见表 3.1-2。

表 3.1-2 水文同步观测站位

站名	坐标		备注
	东经	北纬	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

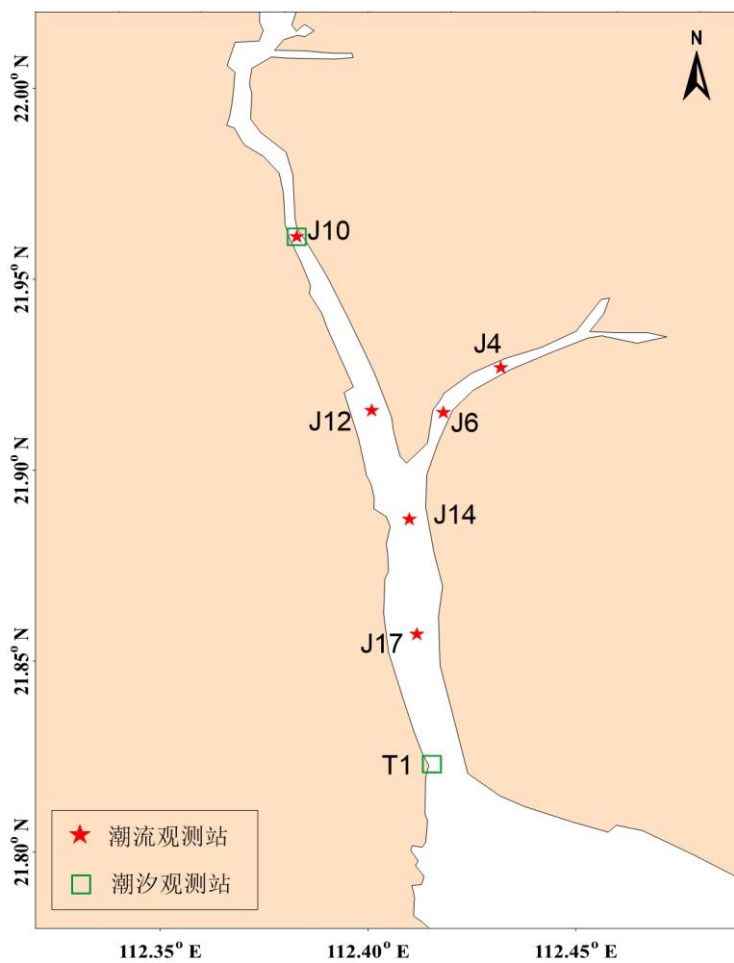


图 3.1-6 项目附近海域水文调查站位图

3.1.5.2.2 观测内容及频次

(1) 潮位观测

观测要素：潮位

观测仪器：RBR 水位计

观测时间与频率：观测时间为 2021 年 12 月 5 日 10 时~2021 年 12 月 6 日 11 时，采样频率为 10 分钟一次。

观测过程：

1) 将水位计固定安装于专用铁架后，平稳放至地势平坦的海底，确保观测过程中仪器不被拉动及挪位。

2) 将另一水位计固定于水面空气中，用于测量气压。

3) 值守人员按时填写值班记录。

(2) 潮流观测

观测要素：流速、流向、温度、盐度

观测仪器：海流计、CTD

观测层次：共设置三层，分别为表层（水面以下 1m），中层（0.6d）与底层（距海底 1m），其中 d 为水深。

观测时间与频率：观测时间为 2021 年 12 月 5 日 10 时~2021 年 12 月 6 日 11 时，观测频率为每小时一次。

观测过程：根据水深，按规范要求分层观测，分为表、中、底三层，采用 3 台海流计串挂于表、中、底层观测；船舶到站后，抛锚，锚碇后，按规范记录日期、时间、站位等有关信息，测量水深，根据水深，串挂海流计，确保绞车和钢丝绳负载，并注意钢丝绳倾角，适当增加配重。

（3）悬沙观测

观测要素：含沙量。

观测仪器：采水器，漏斗及附件若干。

观测层次：共设置三层，分别为表层（水面以下 1m），中层（0.6d）与底层（距海底 1m），其中 d 为水深。

观测时间与频率：观测时间为 2021 年 12 月 5 日 10 时~2021 年 12 月 6 日 11 时，观测频率为每 2 小时一次。

观测过程：

1) 采水表、中、底层深与海流观测同，使用采水器依次采集表、中、底三层水样各 1 升。

2) 现场使用滤纸过滤悬沙，并填写“悬移质采样、分析记录表”。

3.1.5.2.3 潮汐

（1）潮汐类型和调和常数

在我国，通常采用比值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 来进行海港潮汐类型的判别，其中 H 表示分潮的振幅。当 $F < 0.5$ ，潮汐为正规半日潮港或规则半日潮港；当 $0.5 \leq F < 2.0$ ，潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港；当 $2.0 \leq F \leq 4.0$ ，潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港；当 $F > 4.0$ ，潮汐为正规日潮港或规则日潮港。

据此调和常数，我们计算了 J10 和 T1 站的特征值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ ，得出 F 值

均为 1.1，属于不规则半日潮混合潮。

混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从图 3.1-7 潮位过程曲线可以看到，台山附近海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 3.1-3 主要分潮的调和常数（基于 26 小时）

测站 分潮	T1		T2	
	振幅 H (m)	迟角 g (°)	振幅 H (m)	迟角 g (°)
O ₁	0.309	166.5	0.314	149.3
K ₁	0.382	215.5	0.388	198.3
M ₂	0.605	101.1	0.627	69.7
S ₂	0.242	129.7	0.250	98.3
M ₄	0.085	63.3	0.060	42.7
MS ₄	0.051	123.2	0.036	102.6
F	1.1		1.1	

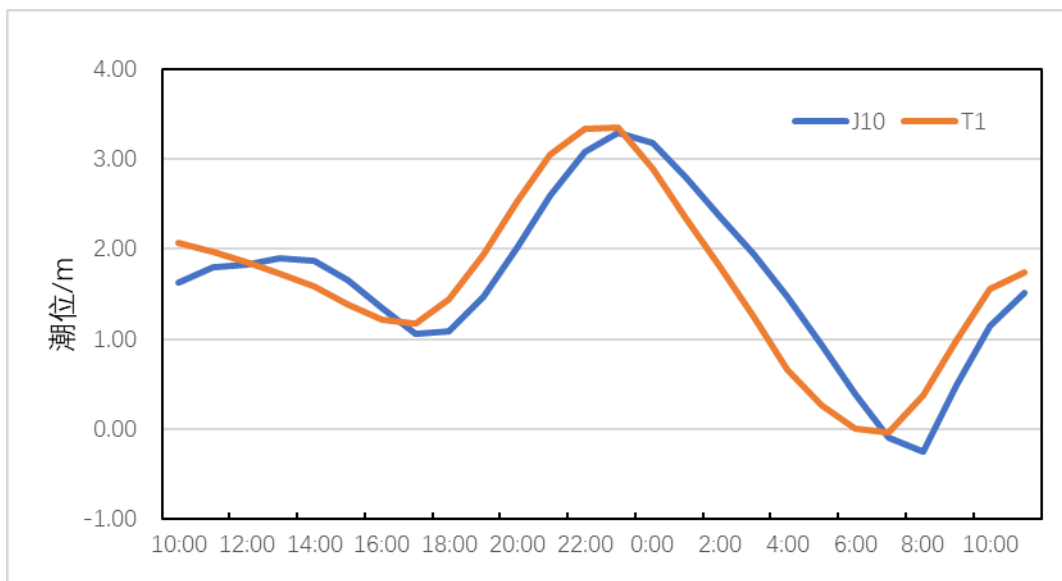


图 3.1-7 调查海域 J10 和 T1 站的潮位过程曲线（基于理论低潮面）

(2) 潮汐特征

虽然观测时间较短，涨落潮历时的统计值还不够稳定，大潮期间，涨潮历时小于落潮历时。

3.1.5.2.4 海流

(1) 实测流场分析

实测海流的涨落潮流统计结果见表 3.1-3，实测海流逐时矢量图见图 3.1-8 系列图（潮位数据取自 J10 站），实测海流平面分布玫瑰图见图 3.1-9 系列图。根据

上述图表分析如下：

由图 3.1-8 及图 3.1-9 可见，各站层的流速值过程线多起伏，实测海流以潮流为主。海流流速较大，各站表现出比较明显的往复流趋势，J10、J12、J14 站涨潮流向西北、落潮流向东南，J4、J6、J17 站涨潮流向东北、落潮流向西南，各站表、中、底层的流速较接近。

根据大潮期涨、落潮的统计结果(表 3.1-4)，大潮期间涨、落潮流流速的平均值多在 29.5 cm/s~109.5 cm/s 之间。从涨、落潮的平均流速垂向分布来看，最大涨潮流平均值为 75.8 cm/s，方向为 347.3°，出现在 J12 站的中层；最大落潮流速平均值为 109.5 cm/s，方向 170.1°，出现在 J12 站的表层。

由表 3.1-4 还可看到，实测涨潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 135.5cm/s、144.1cm/s、134.5cm/s，流向分别为 343.6°、348.6°、351.8°，均出现在 J12 站；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速依次为 177.5cm/s、180.2cm/s、130.7cm/s，流向分别为 166.4°、163.4°、163.7° 均出现在 J12 站。

总体而言，落潮流平均流速值大于涨潮流，各站层涨落潮流历时，互有长短。

表 3.1-4 调查海域大潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

潮次	站位	测层	涨潮流(小时、cm/s、°)					落潮流(小时、cm/s、°)				
			T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}	T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}
大潮	J4	表层	11	41.6	58.1	78.1	28.7	15	37.1	233.2	92.0	249.8
		中层	11	46.2	61.0	79.9	85.7	15	38.3	229.0	80.5	244.0
		底层	14	42.6	62.9	85.1	86.0	12	50.9	242.6	82.3	238.1
	J6	表层	13	64.9	35.7	112.8	35.9	13	70.5	207.2	118.1	207.0
		中层	13	63.0	33.7	111.9	43.0	13	68.7	212.8	136.1	212.8
		底层	13	59.2	36.7	86.3	53.6	13	69.8	217.2	119.4	218.4
	J10	表层	10	38.7	335.1	67.0	338.4	16	41.4	164.0	67.5	166.0
		中层	13	42.8	343.1	80.8	345.9	13	38.3	165.8	54.4	169.9
		底层	14	37.4	348.1	73.1	354.5	12	29.5	168.5	40.6	167.9
	J12	表层	14	64.6	351.0	135.5	343.6	12	109.5	170.1	177.5	166.4
		中层	14	75.8	347.3	144.1	348.6	12	107.8	164.3	180.2	163.4
		底层	14	64.3	347.1	134.5	351.8	12	65.6	161.8	130.7	163.7
	J14	表层	13	48.6	352.0	123.8	349.0	13	62.2	174.5	104.2	181.5
		中层	14	57.4	352.5	139.2	350.1	12	65.1	177.1	101.0	178.9
		底层	14	57.9	354.5	103.1	354.1	12	59.5	180.4	90.3	180.2
	J17	表层	13	60.0	5.9	130.2	6.1	13	65.9	186.0	100.5	186.5
		中层	14	64.7	3.9	140.2	5.5	12	62.4	184.3	95.7	186.4
		底层	14	57.5	6.8	132.9	4.8	12	49.5	185.7	82.3	187.4

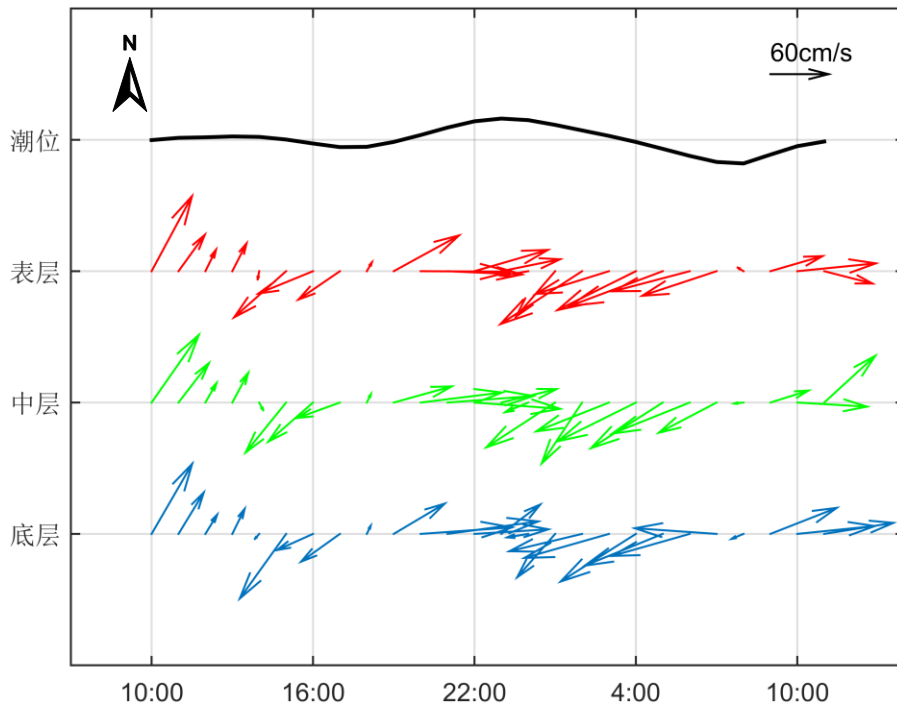


图 3.1-8a 调查海域大潮 J4 站实测海流矢量图

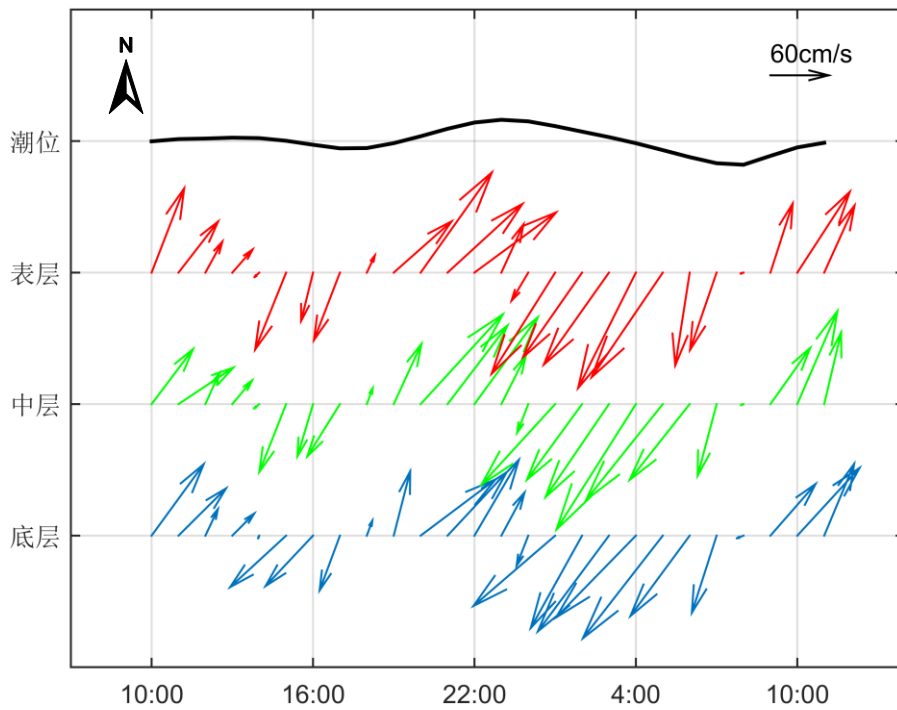


图 3.1-8b 调查海域大潮 J6 站实测海流矢量图

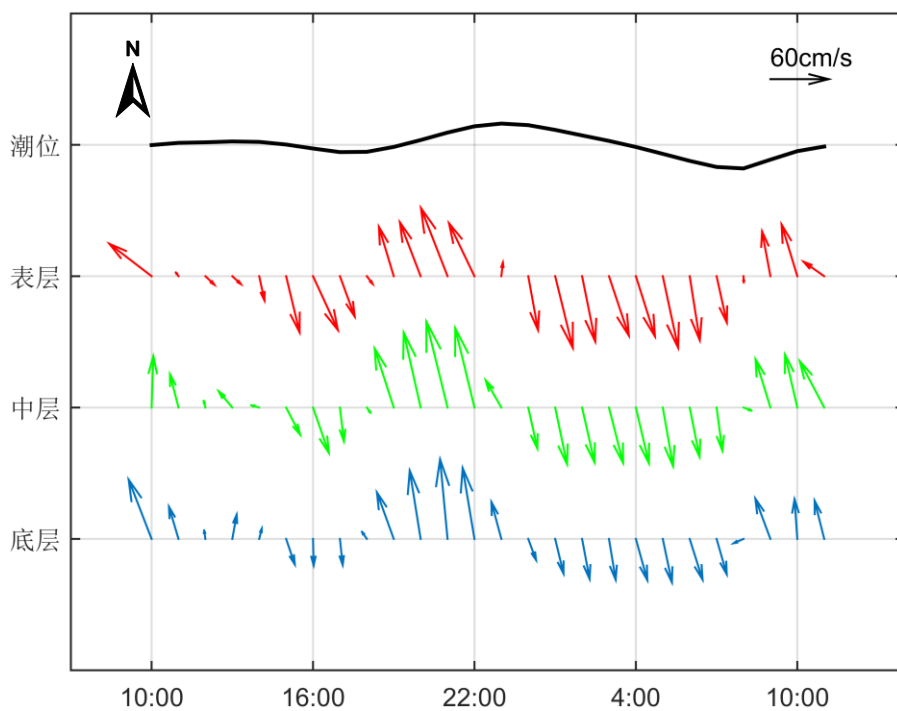


图 3.1-8c 调查海域大潮 J10 站实测海流矢量图

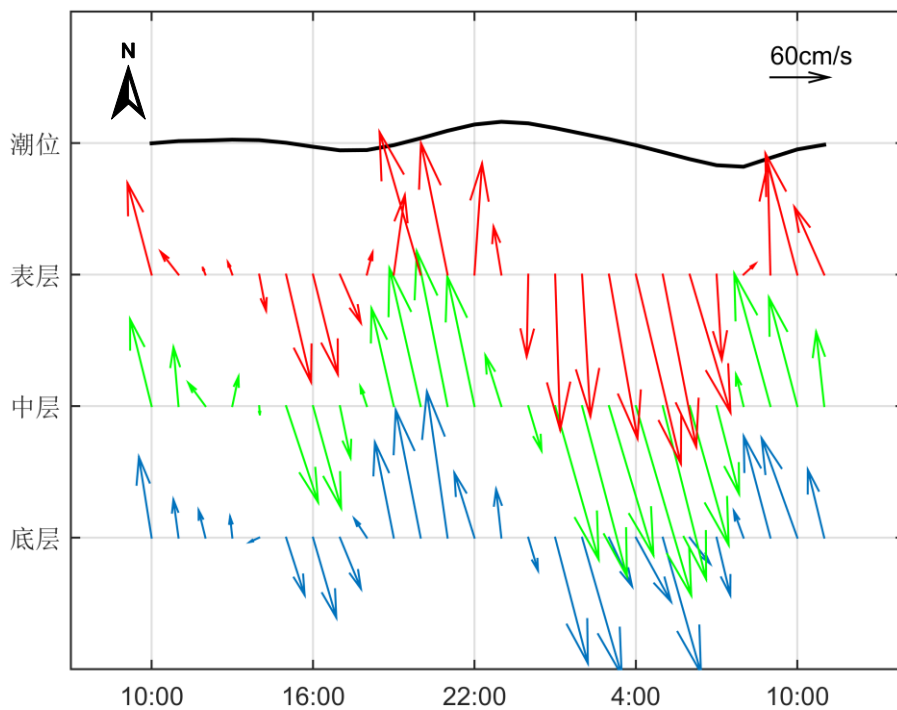


图 3.1-8d 调查海域大潮 J12 站实测海流矢量图

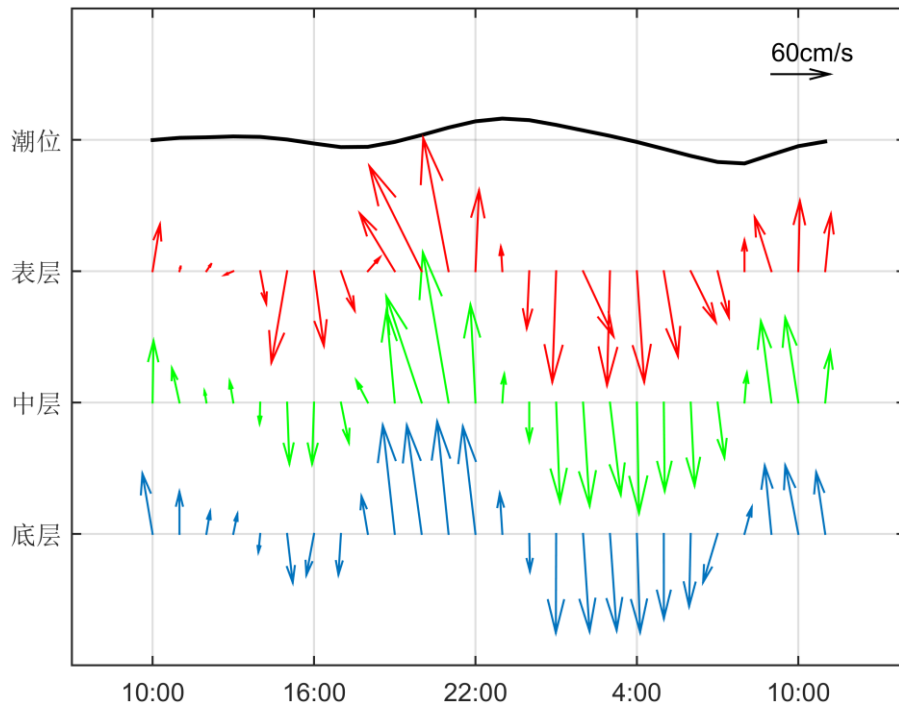


图 3.1-8e 调查海域大潮 J14 站实测海流矢量图

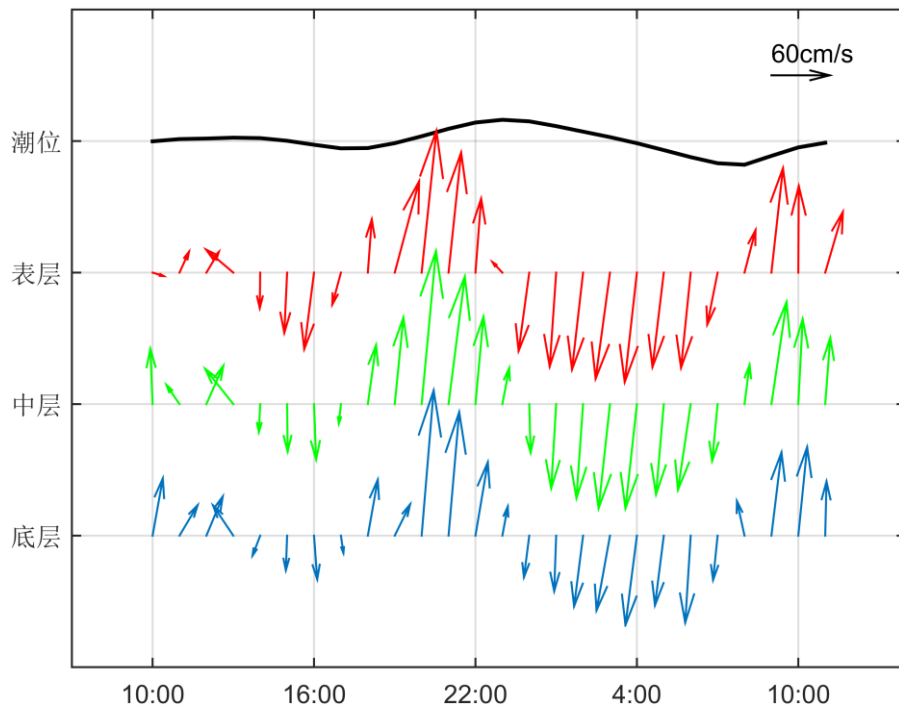


图 3.1-8f 调查海域大潮 J17 站实测海流矢量图

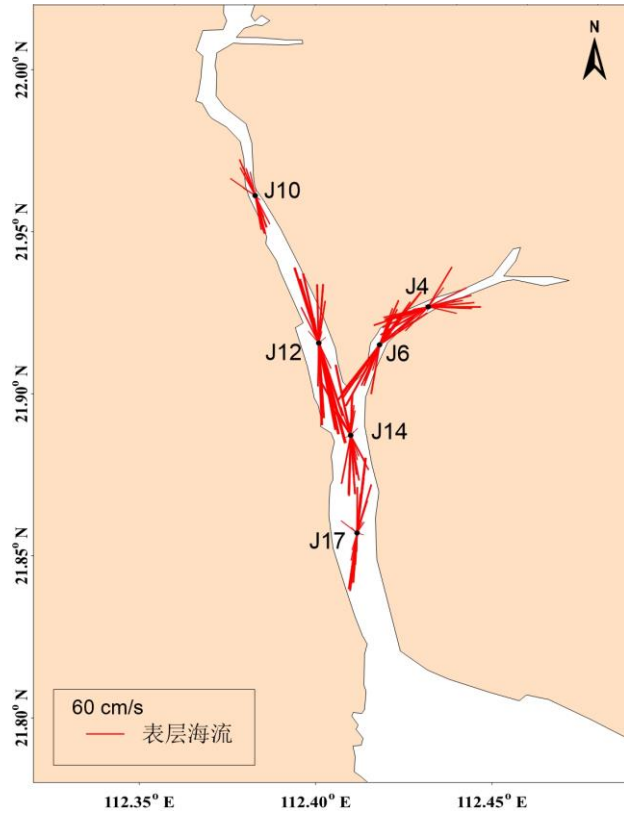


图 3.1-9a 大潮海流玫瑰图(表层)

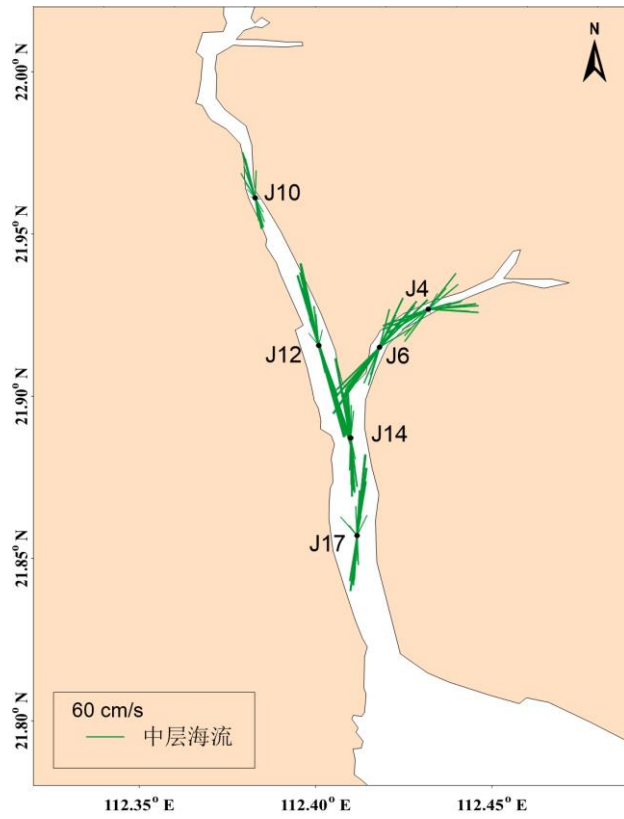


图 3.1-9b 大潮海流玫瑰图(中层)

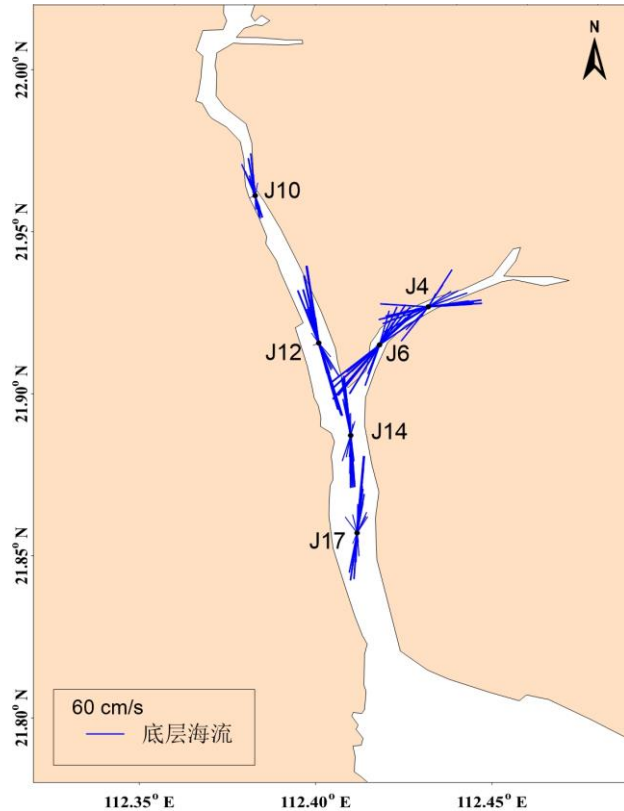


图 3.1-9c 大潮海流玫瑰图(底层)

(2) 潮流分析

根据《海洋调查规范》，选用“引入差比关系的准调和分析方法”对各站层海流观测资料进行分析计算，得出观测期间各站层的余流和 O_1 （主要太阴全日分潮）、 K_1 （太阴太阳合成全日分潮）、 M_2 （主要太阴半日分潮）、 S_2 （主要太阳半日分潮）、 M_4 （ M_2 分潮的倍潮）和 MS_4 （ M_2 和 S_2 的复合分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及它们的椭圆要素等潮流特征值。

在我国通常采用主要分潮流的椭圆长半轴之比 F 作为划分潮流性质的依据，表 3.1-5 列出了 6 个测站各层表征潮流性质的特征值 $F[F=(W_{O_1}+W_{K_1})/W_{M_2}]$ ，式中 W 为分潮流椭圆长半轴。从表 3.1-5 可见， F 值在 0.5~0.7 之间，潮流性质均表现为不规则半日潮流。。

表 3.1-6 给出了调查海域各站层主要分潮流的椭圆要素值。由表 3.1-6 可以看出，总体而言，在上述 6 个主要分潮流中 M_2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）为最大，其次为 K_1 、 O_1 ， S_2 次之， M_4 、 MS_4 最小。 M_2 分潮较大反映了半日潮流的特征。

各站层中 M_2 分潮流长半轴（最大流速）的最大为 79.82cm/s、方向 345.3°，出现在 J12 站中层，最小为 27.94cm/s，方向为 347.0°，出现在 J10 站底层。由

图 3.1-10 可见，各站主要分潮流最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向）在 J10、J12、J14 站表现为西北-东南向，在 J4、J6、J17 站表现为东北-西南向，受岸线影响明显。

表 3.1-5 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

海区	站位	测层	特征值 F	潮型
台山	J4	表层	0.6	不规则半日潮流
		中层	0.7	不规则半日潮流
		底层	0.6	不规则半日潮流
	J6	表层	0.7	不规则半日潮流
		中层	0.7	不规则半日潮流
		底层	0.7	不规则半日潮流
	J10	表层	0.5	不规则半日潮流
		中层	0.6	不规则半日潮流
		底层	0.6	不规则半日潮流
	J12	表层	0.6	不规则半日潮流
		中层	0.7	不规则半日潮流
		底层	0.5	不规则半日潮流
	J14	表层	0.5	不规则半日潮流
		中层	0.6	不规则半日潮流
		底层	0.7	不规则半日潮流
J17	表层	0.6	不规则半日潮流	
	中层	0.7	不规则半日潮流	
	底层	0.7	不规则半日潮流	

表 3.1-6 调查海域各站主要分潮流及椭圆率（单位：cm/s，°）

站 位	测 层	O ₁					K ₁				
		长半轴	长轴 向	短半轴	短轴 向	椭圆率	长半轴	长轴 向	短半轴	短轴 向	椭圆率
J4	表层	12.45	70.5	3.33	160.5	-0.3	15.39	70.5	4.11	160.5	-0.3
	中层	12.32	64.7	4.64	154.7	-0.4	15.23	64.7	5.74	154.7	-0.4
	底层	12.29	76.7	2.95	166.7	-0.2	15.19	76.7	3.65	166.7	-0.2
J6	表层	17.37	34.9	2.17	124.9	-0.1	21.47	34.9	2.68	124.9	-0.1
	中层	17.43	38.3	0.24	128.3	-0.0	21.55	38.3	0.30	128.3	-0.0
	底层	16.65	36.2	0.47	306.2	0.0	20.58	36.2	0.59	306.2	0.0
J10	表层	7.63	349.2	0.18	439.2	-0.0	9.43	349.2	0.22	439.2	-0.0
	中层	9.35	346.5	0.10	256.5	0.0	11.55	346.5	0.13	256.5	0.0
	底层	8.01	348.8	0.40	78.8	-0.1	9.90	348.8	0.50	78.8	-0.1
J12	表层	21.68	352.1	0.42	82.1	-0.0	26.80	352.1	0.52	82.1	-0.0
	中层	23.62	345.4	0.17	75.4	-0.0	29.19	345.4	0.20	75.4	-0.0
	底层	13.83	341.5	0.82	71.5	-0.1	17.09	341.5	1.01	71.5	-0.1
J14	表层	11.16	344.5	1.81	254.5	0.2	13.79	344.5	2.24	254.5	0.2
	中层	14.52	352.9	0.93	262.9	0.1	17.94	352.9	1.15	262.9	0.1
	底层	15.26	356.9	0.36	266.9	0.0	18.86	356.9	0.44	266.9	0.0
J17	表层	15.51	6.6	0.42	276.6	0.0	19.17	6.6	0.52	276.6	0.0
	中层	16.57	5.0	1.11	95.0	-0.1	20.48	5.0	1.37	95.0	-0.1
	底层	13.59	8.7	0.44	98.7	-0.0	16.79	8.7	0.55	98.7	-0.0

续上表

站 位	测 层	M ₂					S ₂				
		长半轴	长轴 向	短半轴	短轴 向	椭圆率	长半轴	长轴 向	短半轴	短轴 向	椭圆率
J4	表层	44.33	69.4	0.94	339.4	0.0	17.72	69.4	0.38	339.4	0.0
	中层	42.34	65.6	2.31	335.6	0.1	16.92	65.6	0.93	335.6	0.1
	底层	44.36	67.1	1.35	337.1	0.0	17.73	67.1	0.54	337.1	0.0
J6	表层	56.91	31.8	4.51	301.8	0.1	22.74	31.8	1.80	301.8	0.1
	中层	56.73	33.4	1.25	303.4	0.0	22.67	33.4	0.50	303.4	0.0
	底层	54.51	38.8	2.01	308.8	0.0	21.78	38.8	0.80	308.8	0.0
J10	表层	34.66	339.7	0.77	249.7	0.0	13.85	339.7	0.31	249.7	0.0
	中层	33.90	346.2	0.70	256.2	0.0	13.55	346.2	0.28	256.2	0.0
	底层	27.94	347.0	1.06	77.0	-0.0	11.16	347.0	0.42	77.0	-0.0
J12	表层	76.18	349.3	6.27	259.3	0.1	30.44	349.3	2.50	259.3	0.1
	中层	79.82	345.3	0.68	75.3	-0.0	31.90	345.3	0.27	75.3	-0.0
	底层	56.26	344.6	0.73	254.6	0.0	22.48	344.6	0.29	254.6	0.0

广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告书

J14	表层	51.91	352.9	0.35	82.9	-0.0	20.74	352.9	0.14	82.9	-0.0
	中层	53.84	354.8	1.33	84.8	-0.0	21.52	354.8	0.53	84.8	-0.0
	底层	49.87	355.4	1.89	85.4	-0.0	19.93	355.4	0.76	85.4	-0.0
J17	表层	53.81	7.7	0.41	277.7	0.0	21.50	7.7	0.16	277.7	0.0
	中层	53.52	5.8	1.09	275.8	0.0	21.39	5.8	0.44	275.8	0.0
	底层	45.00	7.0	0.54	277.0	0.0	17.98	7.0	0.22	277.0	0.0

续上表

站位	测层	M ₄					MS ₄				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
J4	表层	7.19	290.4	0.67	20.40	-0.1	4.28	110.4	0.40	200.40	-0.1
	中层	8.07	292.7	0.41	202.70	0.1	4.81	112.7	0.24	22.70	0.1
	底层	8.63	112.7	1.11	202.70	-0.1	5.14	112.7	0.66	202.70	-0.1
J6	表层	6.61	206.9	0.77	296.90	-0.1	3.94	26.9	0.46	116.90	-0.1
	中层	6.87	219.8	0.13	129.80	0.0	4.09	39.8	0.08	309.80	0.0
	底层	5.56	220.2	1.49	130.20	0.3	3.31	40.2	0.88	310.20	0.3
J10	表层	8.09	162.8	1.10	72.80	0.1	4.82	342.8	0.66	252.80	0.1
	中层	7.93	171.5	0.33	261.50	-0.0	4.72	351.5	0.20	81.50	-0.0
	底层	5.91	351.6	0.22	261.60	0.0	3.52	351.6	0.13	261.60	0.0
J12	表层	11.52	172.0	1.37	262.00	-0.1	6.86	352.0	0.82	82.00	-0.1
	中层	11.80	168.7	0.50	258.70	-0.0	7.02	348.7	0.30	78.70	-0.0
	底层	11.28	165.7	1.08	255.70	-0.1	6.71	345.7	0.65	75.70	-0.1
J14	表层	8.72	146.1	1.53	236.10	-0.2	5.19	326.1	0.91	56.10	-0.2
	中层	9.80	168.9	0.49	258.90	-0.1	5.84	348.9	0.29	78.90	-0.1
	底层	6.23	179.6	0.73	89.60	0.1	3.71	359.6	0.43	269.60	0.1
J17	表层	12.16	184.9	0.01	94.90	0.0	7.24	4.9	0.00	274.90	0.0
	中层	9.49	186.2	0.51	276.20	-0.1	5.65	6.2	0.30	96.20	-0.1
	底层	9.49	173.9	0.73	263.90	-0.1	5.65	353.9	0.43	83.90	-0.1

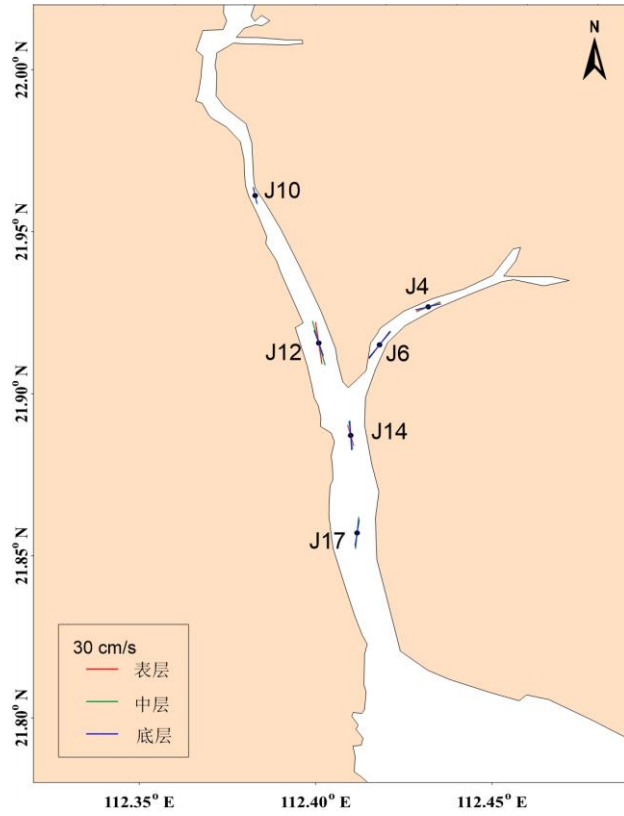


图 3.1-10a 各站 O_1 分潮流长轴分布图

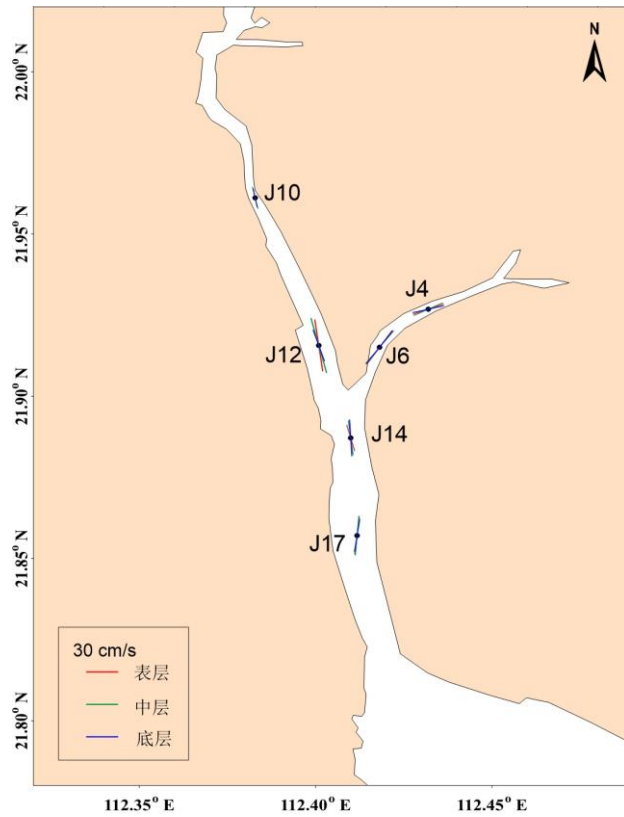


图 3.1-10b 各站 K_1 分潮流长轴分布图

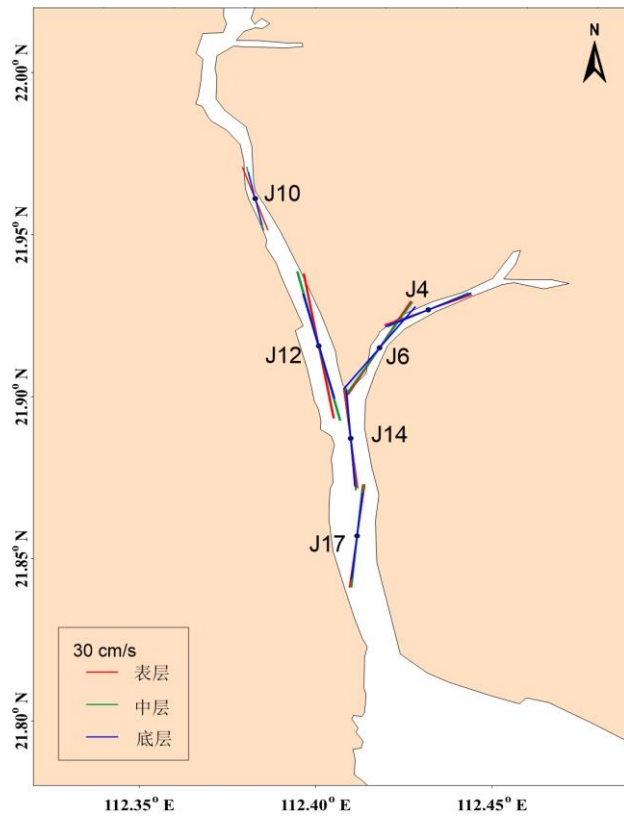


图 3.1-10c 各站 M₂ 分潮流长轴分布图

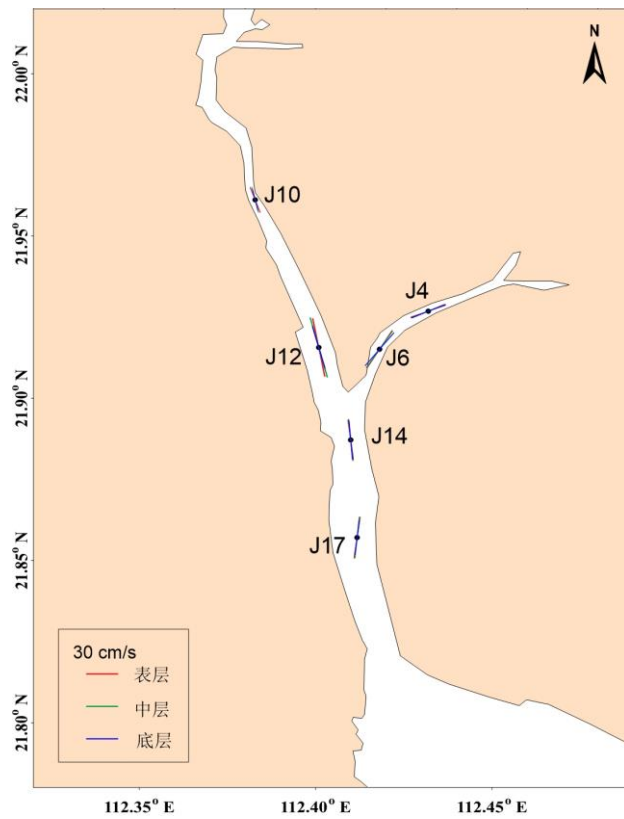


图 3.1-10d 各站 S₂ 潮流长轴分布图

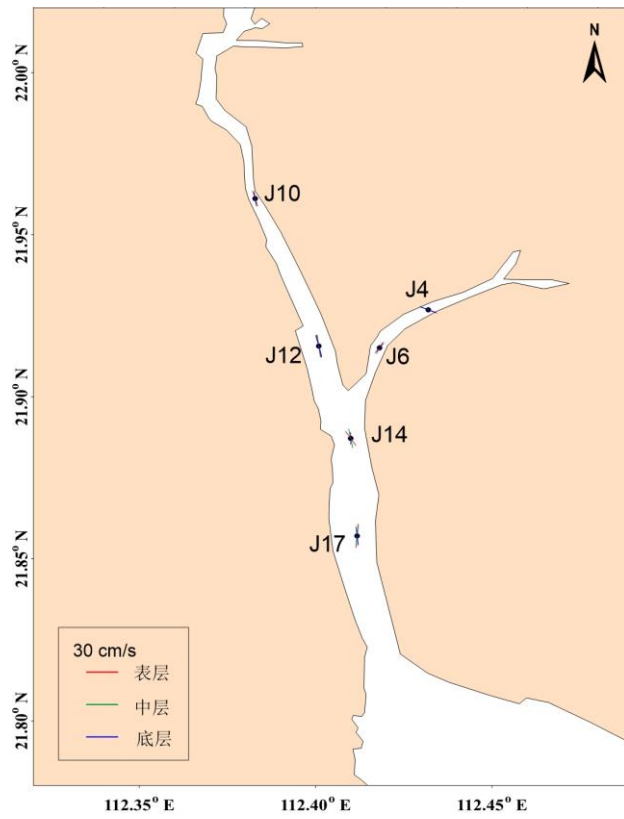


图 3.1-10e 各站 M₄ 潮流长轴分布图

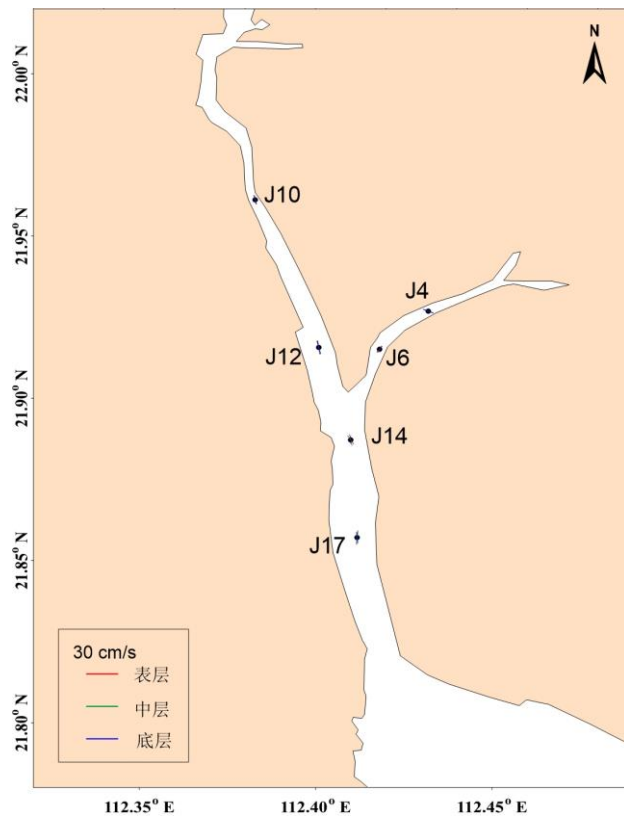


图 3.1-10f 各站 MS₄ 潮流长轴分布图

(3) 可能最大流速和水质点可能最大运移距离

根据《海港水文规范》(JTS145-2)规定,可利用分潮流椭圆要素计算全潮观测期间各站层的潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离。

潮流和风海流为主的近岸海区,海流可能最大流速可取潮流可能最大流速与风海流可能最大流速的矢量和。潮流的可能最大流速可按下列规定计算。

1)对规则半日潮流海区可按下式计算:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (3.1-1)$$

2)对规则全日潮流海区可按下式计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \quad (3.1-2)$$

式中 \vec{V}_{\max} ——潮流的可能最大流速(流速:cm/s,流向:°)

\vec{W}_{M_2} ——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速:cm/s,流向:°)

\vec{W}_{S_2} ——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速:cm/s,流向:°)

\vec{W}_{K_1} ——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速:cm/s,流向:°)

\vec{W}_{O_1} ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速:cm/s,流向:°)

\vec{W}_{M_4} ——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速:cm/s,流向:°)

\vec{W}_{MS_4} ——太阴一太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速:cm/s,流向:°)

3)对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区,采用式(3.1-1)和式(3.1-2)中的大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算:

1)规则半日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (3.1-3)$$

2)规则全日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (3.1-4)$$

式中 \vec{L}_{\max} ——潮流水质点的可能最大运移距离(距离:m,方向:°)

\vec{W}_{M_2} ——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量(流速:cm/s,流向:°)

\vec{W}_{S_2} ——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{K_1} ——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{O_1} ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{M_4} ——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{MS_4} ——太阴—太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

3) 对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用式（3.1-3）和式（3.1-4）中的大值。

根据各站层的潮流性质，按式（3.1-1）-式（3.1-4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离，计算结果列入表表 3.1-7 中，由表 3.1-7 可见，调查海区潮流可能最大流速为 192.7cm/s（J12 站中层），各站层可能最大流速介于 75.7cm/s~192.7cm/s 之间，方向主要表现为西北-东南向和东北-西南向。水质点可能最大运移距离为 38.7km（J12 站中层），各站层可能最大运移距离介于 13.3km~38.7km 之间，与相应站层潮流可能最大流速的方向一致。

表 3.1-7 调查海区各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

站 位	测 层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速(cm/s)	方向(度)	距离(km)	方向(度)
J4	表 层	105.1	68.7	20.8	70.0
	中 层	101.5	65.2	20.3	65.1
	底 层	117.1	74.2	20.6	72.6
J6	表 层	139.1	33.1	28.1	33.7
	中 层	139.0	35.5	28.1	36.4
	底 层	133.3	37.7	26.9	37.2
J10	表 层	75.7	341.7	14.2	344.6
	中 层	79.5	346.3	15.8	346.4
	底 层	77.4	348.0	13.3	348.1
J12	表 层	180.9	350.5	36.1	350.9
	中 层	192.7	345.3	38.7	345.4
	底 层	127.2	343.8	24.5	342.9
J14	表 层	114.6	351.9	21.0	348.6
	中 层	125.1	354.0	24.7	353.7

J17	底层	122.1	356.0	24.7	356.3
	表层	128.5	7.2	25.7	7.1

注：表中方向只为其一，±180°为另一方向

(4) 余流分析

余流通常指实测海流中扣除了周期性的潮流后的剩余部分，一般取周日海流观测资料中消去潮流后的平均值，它是风海流、密度流、潮汐余流等的综合反映，是由热盐效应和风等因素引起，岸线和地形对它有显著影响。下面根据本海域调查的海流实测资料，结合海面风场，分析调查海区的余流特征。

表 3.1-7 为大潮期间各测站的余流，由表可知，大潮余流量值介于 1.3~18.8cm/s 之间，最大余流出现在站 J12 站表层，为 18.8 cm/s，方向 167.7°；最小余流出现在 J10 站中层，为 1.3cm/s，方向 294.2°。

就整个海域而言，相对于潮流而言，调查期间余流较小，余流方向较紊乱（图 3.1-11）。

表表 3.1-8 调查海域各站大潮余流(单位：cm/s, °)

潮期	站位	测层	流速	流向
大潮	J4	表层	5.9	218.7
		中层	6.6	189.8
		底层	2.7	235.1
	J6	表层	7.7	166.6
		中层	5.4	205.5
		底层	8.1	218.9
	J10	表层	12.3	173.1
		中层	1.3	294.2
		底层	5.4	348.1
	J12	表层	18.8	167.7
		中层	12.2	154.5
		底层	3.6	40.6
	J14	表层	8.6	185.4
		中层	2.9	246.6
		底层	3.7	302.7
J17	表层	4.0	188.3	
	中层	4.7	2.7	
	底层	6.7	10.3	

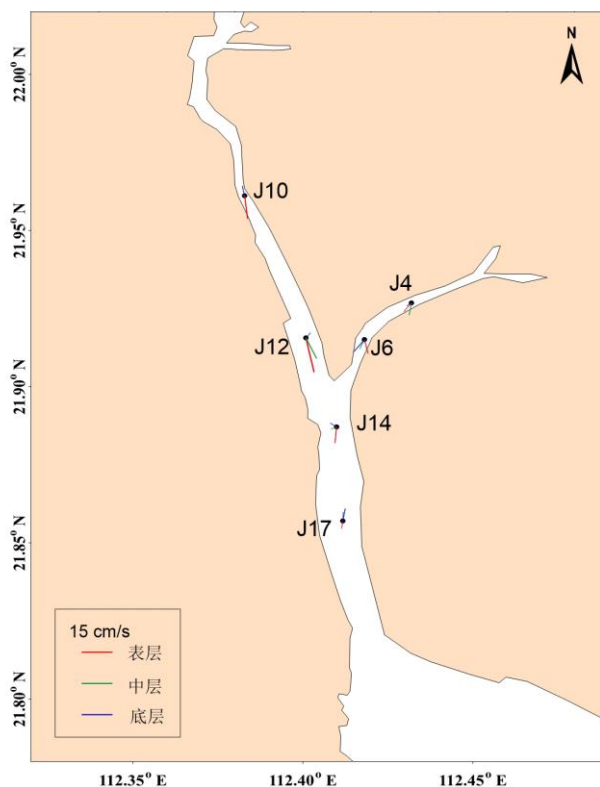


图 3.1-11 大潮期各站余流分布图

3.1.5.2.5 水温

海水温度的分布（包括平面和垂向）和变化主要受太阳辐射、风、海浪、海流等诸因素的影响。根据项目合同的技术要求，在设置的 6 个测流站上同时进行了水温观测，其观测结果见附件。

大潮期水温统计见表 3.1-9。由表可见，调查期间调查海区测得的水温最大值为 18.70℃，出现在 J4 站底层；测得水温的最小值为 17.08℃，出现在 J17 站表层。

利用本次测得到的水温资料，按层次分别计算平均值（表 3.1-9）。由表可见，水温变化不大。

表 3.1-9 调查海域各站大潮水温统计单位：℃)

潮期	站 位	测 层	最小值	最大值	平均值
大 潮	J4	表 层	17.62	18.69	18.14
		中 层	17.62	18.68	18.09
		底 层	17.59	18.70	18.08
	J6	表 层	17.42	18.52	18.01
		中 层	17.41	18.53	17.98
		底 层	17.40	18.50	17.97
	J10	表 层	17.70	18.57	18.06
		中 层	17.72	18.46	17.98
		底 层	17.73	18.38	17.96

潮期	站位	测层	最小值	最大值	平均值
	J12	表层	17.31	18.47	17.91
		中层	17.35	18.28	17.86
		底层	17.36	18.28	17.84
	J14	表层	17.27	18.59	17.83
		中层	17.30	18.36	17.71
		底层	17.29	18.20	17.68
	J17	表层	17.08	18.10	17.56
		中层	17.20	17.86	17.49
		底层	17.18	17.85	17.46

3.1.5.2.6 盐度

海水盐度主要受蒸发、降水、潮流、沿岸流和海水混合等因素的影响。对本次全潮水文观测得到的盐度资料（见附件）统计分析，结果如下：

大潮期盐度统计见表 3.1-9。由表可见，调查期间调查海区测得的盐度最大值为 27.30，出现在 J17 站底层；测得盐度的最小值为 15.25，出现在 J4 站表层。

利用本次测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值（表 3.1-10）。由表可见，盐度变化不大。

表 3.1-10 调查海域各站大潮盐度统计

潮期	站位	测层	最小值	最大值	平均值
大潮	J4	表层	15.25	24.11	20.03
		中层	15.27	24.09	20.23
		底层	15.29	24.23	20.34
	J6	表层	17.71	25.03	21.33
		中层	17.61	25.09	21.43
		底层	17.83	25.17	21.49
	J10	表层	17.16	23.02	19.69
		中层	17.43	23.49	20.11
		底层	17.70	23.67	20.34
	J12	表层	19.50	25.57	21.94
		中层	19.61	25.68	22.16
		底层	19.73	25.75	22.26
	J14	表层	20.06	26.11	23.01
		中层	20.57	26.32	23.22
		底层	20.60	26.47	23.36
J17	表层	21.32	26.70	24.12	
	中层	21.32	27.08	24.36	
	底层	21.50	27.30	24.45	

3.1.5.2.7 悬浮泥沙

悬浮泥沙浓度是一种随机性很强的变量，在时间与空间上变化很大。其变化

与分布特征主要受泥沙来源、潮流、波浪、底质等诸多因素控制。通常近海泥沙来源主要有：河流入海泥沙、海岸海滩和岛屿侵蚀泥沙以及海洋生物残骸形成的泥沙。

为获取调查海域悬浮泥沙浓度分布变化情况，对悬浮泥沙进行了观测。悬沙采样频率为每 2 小时一次，采样层次为表、中、底三层。

(1) 悬浮泥沙浓度

表 3.1-12 给出了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。从悬沙观测的时间变化过程来看，各站表、中、底三层含沙量多数时间内较为接近，而在中层与底层的某些峰值普遍高于表层。从整体变化过程看来，各站含沙量一般不超过 0.06 kg/m^3 。

大潮期，悬浮泥沙浓度最低值为 0.0012 kg/m^3 ；悬浮泥沙浓度最大值为 0.0536 kg/m^3 ，最大值出现在 J17 站底层。

表 3.1-12 各站含沙量特征值统计表 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

站位	测层	最小值	最大值	平均值	平均
J4	表	0.0026	0.0224	0.0157	0.0145
	中	0.0041	0.0226	0.0147	
	底	0.0040	0.0260	0.0131	
J6	表	0.0019	0.0155	0.0098	0.0118
	中	0.0018	0.0175	0.0115	
	底	0.0055	0.0226	0.0140	
J10	表	0.0032	0.0146	0.0095	0.0096
	中	0.0051	0.0166	0.0106	
	底	0.0011	0.0154	0.0087	
J12	表	0.0051	0.0480	0.0203	0.0224
	中	0.0075	0.0507	0.0230	
	底	0.0103	0.0441	0.0239	
J14	表	0.0012	0.0250	0.0102	0.0107
	中	0.0019	0.0336	0.0099	
	底	0.0023	0.0159	0.0119	
J17	表	0.0033	0.0344	0.0134	0.0143
	中	0.0032	0.0287	0.0136	
	底	0.0023	0.0536	0.0159	

(2) 输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表 3.1-13 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的全潮单宽输沙量统计结果。

大潮期，涨潮期最大单宽输沙量为 3.81 t/m ，方向 348.4° ，出现在 J12 站；

落潮期最大单宽输沙量为 3.63t/m，方向 165.3°，出现在 J12 站；最大单宽净输沙量为 0.36t/m，方向 2.3°，出现在 J14 站。净输沙方向较紊乱。

表 3.1-13 各站全潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
J4	1.42	67.4	1.27	240.3	0.22	112.7
J6	0.93	35.2	1.09	212.7	0.16	198.4
J10	0.58	342.9	0.68	164.8	0.10	176.2
J12	3.81	348.4	3.63	165.3	0.28	34.6
J14	1.23	357.8	0.88	175.9	0.36	2.3
J17	1.40	6.3	1.11	185.5	0.30	9.5

3.1.5.2.8 小结

(1) 调查海域的潮汐属于不规则半日潮的混合潮。

(2) 调查海域实测海流以潮流为主。海流流速较大，各站表现出比较明显的往复流趋势；J10、J12、J14 站涨潮流向西北、落潮流向东南，J4、J6、J17 站涨潮流向东北、落潮流向西南；观测期间平均流速值在 29.5 cm/s~109.5 cm/s 之间，最大流速测得为 180.2 cm/s；大体上，落潮流平均流速值大于涨潮流，涨落潮流历时，互有长短。

(3) 总体上，调查海区的潮流性质以不规则半日潮流为主，主要分潮流中以 M_2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）为最大。主要分潮流最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向）J10、J12、J14 站表现为西北-东南向，在 J4、J6、J17 站表现为东北-西南向，受岸线影响明显。

(4) 调查海区潮流可能最大流速与水质点可能最大运移距离以 J12 站中层最大，分别是 192.7cm/s 和 38.7km。潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离的方向主要表现为西北-东南向和东北-西南向。

(5) 总体而言，调查海区的余流相较小，最大为 18.8 cm/s；余流方向较紊乱。

(6) 调查海区海水温度变化较小，水温变化范围为 17.08℃~18.70℃之间，水温垂向变化不大。

(7) 调查海区盐度变化较大，海水盐度在调查期为 15.25~27.30 之间。

(8) 调查海区悬浮泥沙浓度范围为 $0.0012\sim 0.0536\text{kg/m}^3$ ；J14 站净输沙最大，为 0.36t/m ，调查海区净输沙方向较紊乱。

3.1.6 主要海洋自然灾害

影响台山的主要灾害性天气有热带气旋和风暴潮。

3.1.6.1 热带气旋

热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气。影响南海沿岸海区的热带气旋的生成源主要有两个：1) 西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 $7^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$ ， $135^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 之间的洋面上；2) 南海中部，即 $13^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{N}$ ， $111^{\circ}\sim 117^{\circ}\text{E}$ 之间的海面上。热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。凡登陆粤西附近地区和南海北部活动的热带气旋对水东港均可能有较大影响，特别是台风带来的狂风、暴雨和风暴潮，具有很大的破坏力，严重危及生命财产安全。

影响本海域的热带气旋主要出现在 5 月~11 月，尤以 7 月~9 月热带气旋出现次数最多，其出现几率为 70%。尤以 8 月为高峰，广东沿岸平均每年约受 6.2 个热带气旋的影响，早期以南海生成的居多，晚期则以西太平洋生成为主。在南海生成的热带气旋形成快，强度弱，距岸较近，加上引导气流复杂，因而其移动路径的规律性较差。在西太平洋形成的热带气旋在移动过程中能量不断积累，强度往往较大，多发展为台风。由于受到副热带高压的引导，太平洋热带气旋大多西移越过菲律宾进入南海，对广东沿岸影响很大。

根据历史台风灾害分析，在 1949 年至 2005 年 57 年间，在广东惠东至电白一带沿海地区登陆的热带气旋有 111 个，其中达到台风量级（中心最大风速 $>32.6\text{m/s}$ ）的 58 个，年平均 1.95 个；有 7 年的登陆热带气旋个数达 4 个或以上，其中 1993 年有 6 个热带气旋在此区域登陆。在 1949 年至 2005 年 57 年间，有 25 个（其中达到台风量级的 13 个）热带气旋在台山登陆，年平均 0.44 个。最严重的热带风暴灾害是 1975 年 14 号台风，强度达 12 级，连同 13 号台风，使台山及珠海两地受灾农田达 664 万亩，倒塌房屋 8.6 万间，死亡人数 58 人。其次是 1983 年 9 号台风，同样是 12 级强度，受灾农田达 223 万亩，直接经济损失达 10 亿元。台风是本地区最主要的自然灾害之一，危害有时是相当严重的。

2006-2010 年，江门市先后遭受了“珍珠”、“派比安”、“北冕”、“鹦鹉”、“黑

格比”等热带气旋的严重影响。其中“巨爵”、“天鹅”两个热带气旋正面登陆台山沿海地区，给江门市沿海地区造成了严重损失。2009年广东省是受海洋灾情最严重的省份，主要致灾原因为风暴潮和海浪，造成直接经济损失40.01亿元，死亡（含失踪）23人。2009年全年广东省共遭受8次台风风暴潮袭击，其中3次造成灾害，受灾人口361.24万人，海水养殖受灾面积15.9千公顷，海岸工程损失136.97公里，直接经济损失38.99亿元。0915“巨爵”台风对广东省影响较大，台风“巨爵”于9月15日07时在广东省台山市北陡镇附近登陆，致使广东省沿海风暴潮增水超过100厘米的验潮站有12个，其中最大增水210厘米，出现在珠海市三灶站。9个验潮站的最高潮位超过当地警戒潮位，其中三灶站超过当地警戒潮位达109厘米。广东省沿海38个县市331个乡镇受影响，受灾人口167.82万人，死亡13人，失踪6人；农作物受灾面积117439.60公顷；海洋水产养殖损失15900公顷（41000吨）；损坏防波堤726处、塘坝624座、护岸768处。台山市北陡镇部分江海堤被冲毁，大面积禾苗被淹，工业、农业和交通运输业、水利等方面均受到灾害影响。全省直接经济损失23.93亿元。受台风“巨爵”影响，新会城区部分大树被吹倒，金门公路茶坑村附近的路段水浸严重，全天交通堵塞。台风伴随海水倒灌，新会睦洲镇、双水镇、三江镇顿成泽国，三镇大街小巷水深达半米，洪水涌入民居、机关、学校。

2016年内有4个台风（“妮妲”、“电母”、“莎莉嘉”、“海马”）和1个热带低压登陆或严重影响广东，其中对我市造成明显影响的热带气旋有2个，较常年偏少，它们分别是5月27日登陆阳江的热带低压和台风“妮妲”。其中热带低压5月28日造成台山凤凰峡出现漂流溺水事件，致8人死亡。

2017年内共有6个台风（“苗柏”、“塔拉斯”、“天鸽”、“帕卡”、“玛娃”、“卡努”）影响我市，其中，“苗柏”是2017年第一个登陆广东的台风；1713号台风“天鸽”正面袭击江门，造成直接经济损失约39亿元；1714号台风“帕卡”登陆江门台山。

2018年有4个，分别为“贝碧嘉”、“山竹”、“百里嘉”、“玉兔”；台风“山竹”于2018年9月16日17时在广东台山海宴镇登陆，登陆时中心附近最大风力14级，中心最低气压955百帕，台风“山竹”造成广东、广西、海南、湖南、贵州5省（区）近300万人受灾，5人死亡，1人失踪，160.1万人紧急避险转移和安置；据应急管理部有关负责人介绍，台风“山竹”还造成5省（区）的1200余

间房屋倒塌，800余间严重损坏，近3500间一般损坏；农作物受灾面积174.4千公顷，其中绝收3.3千公顷；直接经济损失52亿元。

根据《2019年江门气候公报》，2019年内共有5个台风影响江门，分别为：1904号台风“木恩”、1907号台风“韦帕”、1911号台风“白鹿”、1912号台风“杨柳”和1914号台风“剑鱼”。台风个数接近常年，但影响程度总体偏轻，大风强度及范围较小，只有“韦帕”带来较严重影响。

（1）1904号台风“木恩”7月2日21时在南海生成，3日00时45分在海南省万宁市登陆，随后穿过海南岛和北部湾，4日7时在越南二次登陆。受“木恩”外围环流影响，7月3日至4日江门出现大雨到暴雨，局部大暴雨，沿海伴有7到9级阵风。

（2）1907号台风“韦帕”7月31日08时在南海生成，8月1日1时50分在海南省文昌市沿海登陆，1日17时40分在湛江坡头区沿海二次登陆，2日在广西防城港第三次登陆。受“韦帕”外围及残余环流影响，7月31日至8月3日，江门出现暴雨到大暴雨，局部特大暴雨，南部出现9至11级阵风。

（3）1911号台风“白鹿”8月21日14时在菲律宾以东洋面生成，24日13时在台湾省屏东县登陆，25日7点25分在福建东山县沿海二次登陆。受“白鹿”外围环流影响，8月25日至26日江门出现大雨到暴雨，局部大暴雨，南部沿海出现8至9级阵风。

（4）1912号台风“杨柳”8月27日8时在菲律宾以东洋面生成，28日凌晨登陆菲律宾吕宋岛，30日凌晨登陆越南。受“杨柳”外围环流影响，29日我市西南部出现中到大雨局部暴雨，南部沿海出现8至9级阵风。

（5）8月31日20时南海东北部的热带扰动加强为热带低压，9月2日上午10时40分在海南省万宁市沿海登陆。9月3日凌晨南海热带低压结构出现重组后，加强为第14号台风“剑鱼”（热带风暴级），并在越南中部沿海登陆。3日白天“剑鱼”缓慢折向东北方向移动，重新入海，3日下午在越南中部近海减弱为热带低压，之后进一步减弱消散。受“剑鱼”外围及残余环流影响，9月1至5日我市降雨频繁，其中南部沿海出现大到暴雨，局部大暴雨，其余地区出现中到大雨，局部暴雨；雨时伴有雷电和8至10级阵风。

根据《2020年江门气候公报》，2020年内共有5个台风影响江门，分别为：2002号台风“鹦鹉”、2003号台风“森拉克”、2007号台风“海高斯”、2011号台风“红霞”和2016号台风“浪卡”。台风个数接近常年，但影响程度总体偏轻，大风强度

及范围较小，只有“海高斯”带来较严重影响。初台“鹦鹉”较常年偏早；7月西北太平洋和南海无台风生成，为建国以来首次；10月以后，台风又异常活跃，有9个台风生成，其中8个在南海活动，给我市沿海带来大风。①2002号台风“鹦鹉”（热带风暴级）6月12日20时在南海生成，14日08时50分登陆阳江海陵岛。受“鹦鹉”外围环流影响，14日我市出现小到中雨，局部暴雨，南部沿海出现8~9级局地12级大风。②2003号台风“森拉克”（热带风暴级）8月1日14时在南海生成，2日14时40分前后以热带风暴级在越南清化市附近沿海登陆，远离我市，强度快速减弱。受“森拉克”外围云系及残留环流影响，8月1至2日江门出现大雨到暴雨，局部大暴雨，南部出现8至9级大风。③2007号台风“海高斯”（热带风暴级）8月18日08时在南海生成，20时加强为台风，19日06时在珠海金湾区登陆，随后西北行穿过我市，给我市带来狂风暴雨。受“海高斯”影响，8月19日江门出现暴雨到大暴雨，局部特大暴雨，东部出现10~11级局地13级大风。④2011号台风“红霞”（热带风暴级）9月16日02时在南海生成，17日05时加强为台风，18日9时登陆越南东部沿海。受“红霞”外围东南气流影响，18-19日我市出现大到暴雨局部大暴雨，沿海出现短时8级阵风，台上山咀码头录得极大风力20.5米/秒（8级）。⑤2016号台风“浪卡”（热带风暴级）10月12日8时在南海生成，13日19时20分以强热带风暴级在海南省琼海市沿海登陆，14日凌晨移入北部湾海面，14日18时20分在越南清化沿海再次登陆。受“浪卡”外围环流影响，13-14日我市西南部出现中到大雨局部暴雨，南部沿海出现8~9级阵风，上川岛录得极大风力23.7米/秒（9级）。

3.1.6.2 风暴潮

风暴潮多与台风相伴随，故亦称台风风暴潮。工程海区的风暴潮主要是台风风暴潮，诱因是热带气旋扰动引起的海面异常升降现象。风暴潮的产生与台风路径有着直接关系。从南海验潮站资料统计，台风进入 120°E 以西，18°N 以北的南海海域，广东沿海均会产生不同程度的台风增减水。本工程项目所在区域的风暴潮，一般始于每年7月，止于10月，尤以7~9月发生最多。台风风暴潮是由强烈的大气扰动而引起的水位异常升降现象。如果台风风暴潮恰好与天文潮高潮叠加，适遇洪水狂泄，往往会造成滨海近岸潮水暴涨，从而冲跨海堤吞噬码头、工厂、城镇和村庄，从而酿成重大灾难。最严重的热带风暴灾害是1975年14号台风，强度达12级，连同13号台风，使台山及珠海两地受灾农田达664万亩，倒塌房屋8.6万间，死亡人数58人。其次是1983年9号台风，同样是12级强度，受

灾农田达 223 万亩，直接经济损失达 10 亿元。台风是本地区最主要的自然灾害之一，危害有时是相当严重的。

导致本海域台风增水的热带气旋主要有两类，西太平洋热带气旋具有强度大的特点，南海热带气旋具有变化迅速特点，1984 年~2004 年闸坡站、大万山站 27 个台风增水统计资料显示，两类热带气旋增水幅度无明显区别。27 个登陆的台风中，生成西太平洋海域的台风有 20 个，占总数的 74.1%；而生成南海海域的台风只有 7 个，仅占 25.9%。

根据刘天绍等于2018年在期刊海洋预报上发表的“1951—2015影响广东沿海台风的统计分析”，基于日本气象厅发布的 195~2015 年台风数据，对影响我国广东沿海地区的台风做了统计与分析。将 $18^{\circ}\sim 28^{\circ}\text{N}$ ， $107^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{E}$ 的范围视作台风对广东沿海有影响的区域。并按照中央气象台对台风级别的划分标准，将热带气旋中心强度达到 976 hPa 以下的视作达到台风级别，达到966 hPa以下的视作达到强台风级别，达到954 hPa以下的视作达到超强台风级别。依据以上标准，筛选数据后发现在 1951~2015年期间达到台风级别的热带气旋为988次，同时又影响到广东沿海地区的为300次。影响广东沿海地区的台风，其源地主要分布在北纬 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，东经 $120^{\circ}\sim 150^{\circ}$ 之间，这一区域产生的台风占到了总数的77%，还有少量生成于我国南海海域和东经 150° 以东的区域。平均每年影响广东沿海的台风为4.6次，较多的年份达到10次，较少的只有1次。台风从4月—12月都存在影响广东沿海的可能；影响广东沿海台风的65%将在广东沿岸登陆，其中登陆的台风大部分都集中在7—9月内。西向和北向路径的台风在数量上相近，其中向北转向的台风主要以超强台风级别为主，占到了北向路径台风总数的57%；从 1997—2015 年的时间段内，东经 150° 以东产生的台风存在大约5 a左右的间歇期，接连数年产生影响我国广东沿海的台风后，又接连数年不产生；影响广东沿海的台风主要以超强台风级别为主，占到总数的49%。其源地几乎都分布在东经 120° 以东的区域，65 a来仅有两次超强台风出现在南海海域。

从1965-1991 年的27 年中，实测最高风暴潮位为2.76m（珠江基面，本小节下同，若转成85高程基面需加0.74 m），实测最大增水为1.98m。但根据历史资料记载和野外查测来看，风暴潮位查测出来的比实测值要高。如查测到该海区沿岸的汶村，1936年8月17日出现3.17 m的风暴潮位。

3.1.7 地震

根据国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)附录 A 的有关资料,台山市抗震设防烈度为 6 度,设计基本地震加速度值为 0.05g,设计地震分组为 第一组,设计特征周期值为 0.35 s。

3.1.8 山洪灾害

台山市分属北部属珠江流域水系两个流域,南部及西南部属粤西沿海诸小河水系。全市地势以大隆洞山系和古兜山系之间的横塘、大塘分台北和台南。中部和南部丘陵、山地为水成岩、沙岩居多。白沙、三合、那扶等地有页岩、石灰岩。

台山市山洪灾害易发区的地形往往是山高、陡坡,侵蚀沟谷发育,地质大部分是渗透强度不大的土壤,如泥质岩、红砂岩、板页岩发育而成的抗蚀性较弱的土壤,遇水易软化、易崩解,既有利于强降雨后地表径流迅速汇集,一遇到较强的地表径流冲击时,就形成山洪灾害。

3.2 海洋环境现状调查与评价

3.2.1 水质现状调查与评价

中国科学院南海海洋研究所于 2021 年 11 月 25 日-27 日(秋季)在项目附近海域开展了海洋环境现状调查。调查内容包括海洋水质、水文动力、沉积物、生态、生物资源及生物体质量现状调查。

春季调查引用《台山市海宴镇光伏项目工程用海海洋调查报告》(华测检测认证集团股份有限公司,2021 年 6 月),由华测检测认证集团股份有限公司于 2021 年 5 月在项目附近海域开展的海洋环境现状调查数据。

3.2.1.1 调查时间和站位布设

(1) 秋季调查(2021 年 11 月)

中国科学院南海海洋研究所于 2021 年 11 月 25 日-27 日(秋季)在镇海湾海域开展了海洋水质、沉积物、生态、生物资源及生物体质量现状调查。

本次调查共布设 20 个水质调查站位,10 个沉积物调查站位,12 个海洋生态及生物(包括浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物和鱼类浮游生物)调查

站位，12 个海洋生物体调查站位，另设 3 个潮间带生物调查断面。具体调查项目情况见表 3.2-1，具体调查站位布设见图 3.2-1。

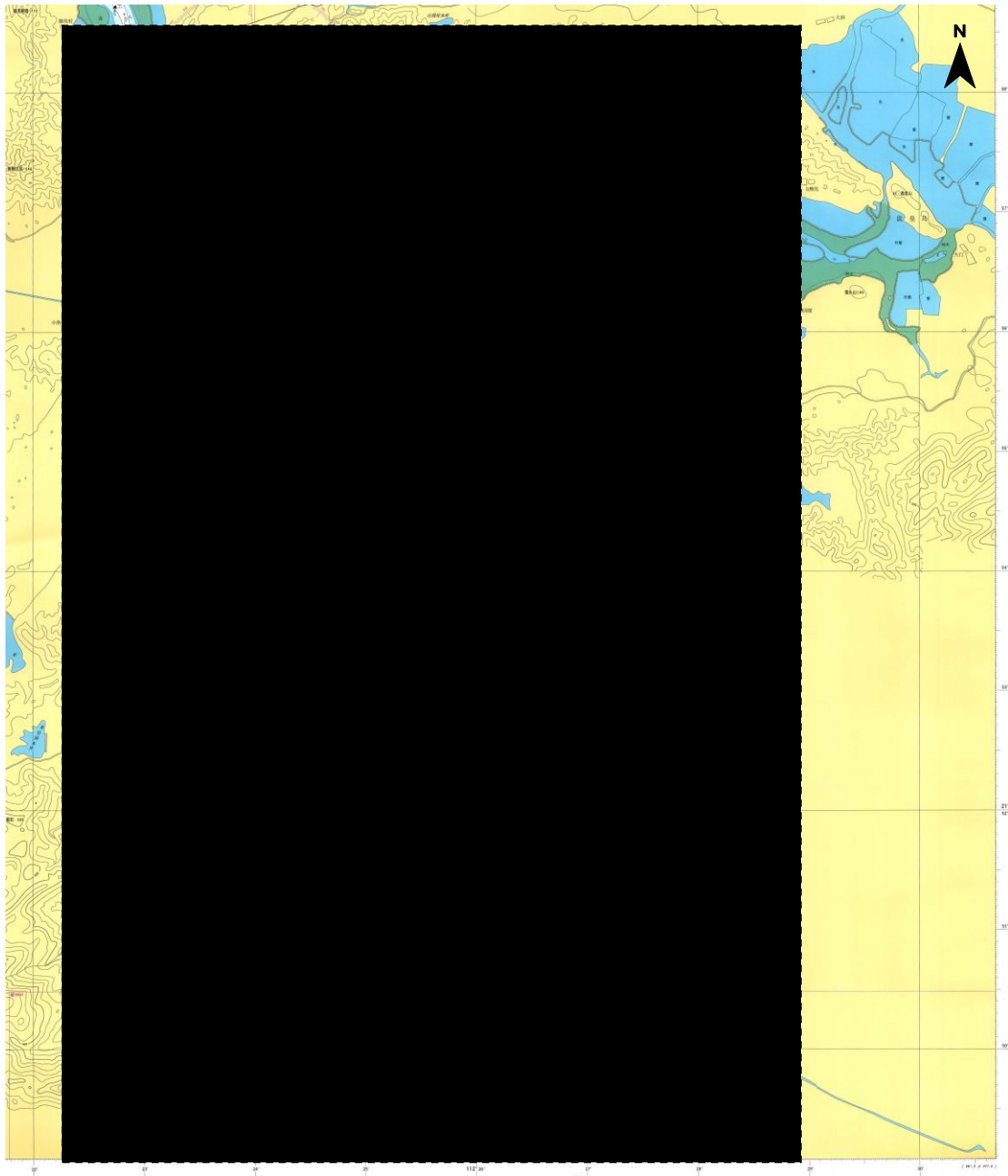


图 3.2-1 秋季海洋环境现状调查站位示意图

表 3.2-1 2021 年 11 月调查站位及调查内容一览表

站位	调查内容	调查日期	调查时间	调查地点	调查人员
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

注意：站位定位采用 1984 大地坐标系。

(2) 春季调查（2021 年 5 月）

华测检测认证集团股份有限公司于 2021 年 5 月在项目附近海域开展海洋环境现状调查，共设水质 20 个站位，点位坐标表及示意图见表 3.2-2 和图 3.2-2。

表 3.2-2 2021 年 5 月调查站位坐标一览表

站位	东经	北纬	水深
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

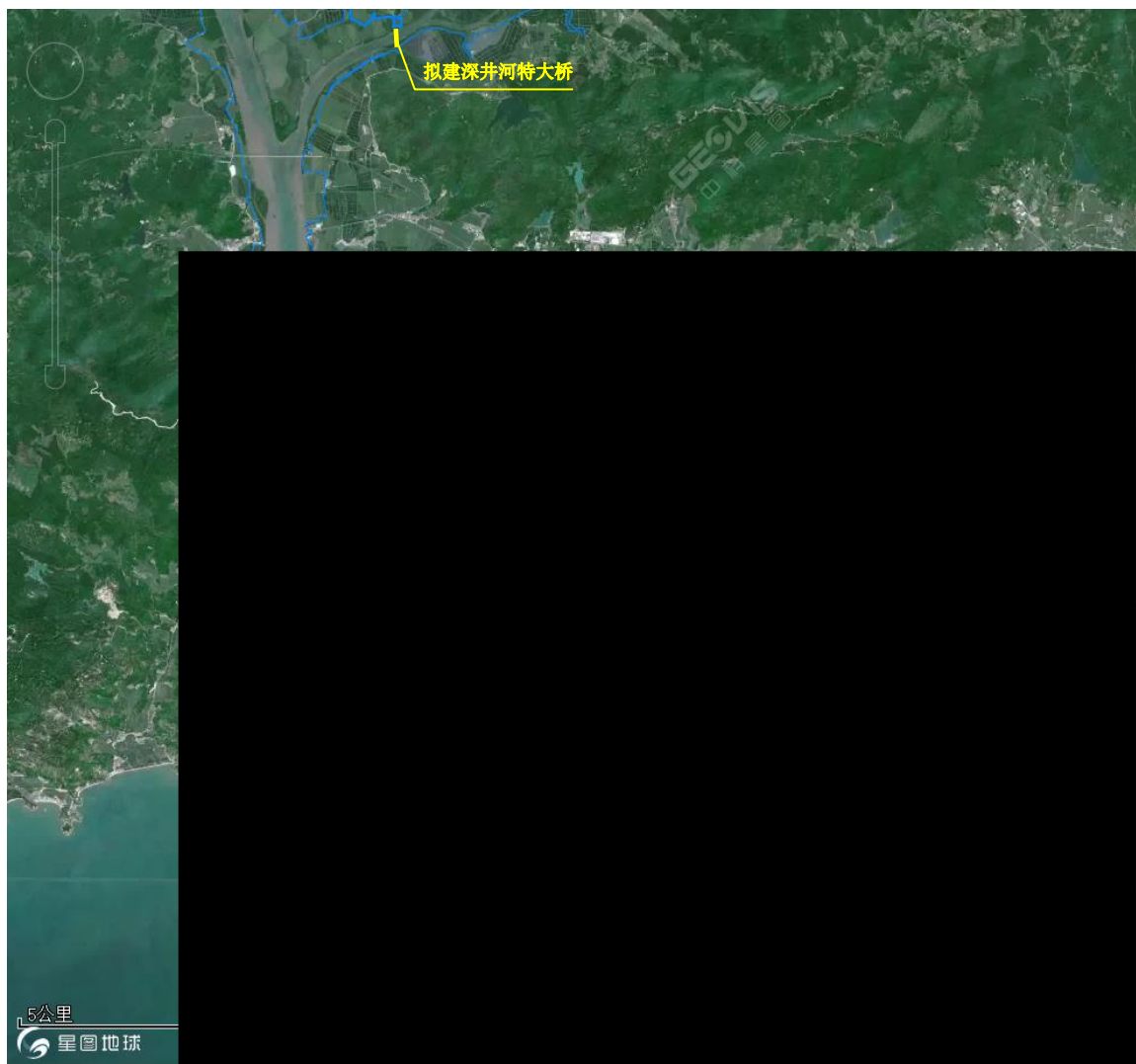


图 3.2-2 春季海洋环境现状调查站位示意图

3.2.1.2 监测项目和方法

秋季水质监测项目：水温、pH、盐度、SS、DO、COD_{Mn}、NH₃-N、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、活性磷酸盐、石油类、铜、总汞、铅、锌、镉等。

春季水质监测项目：溶解氧、pH、悬浮物、化学需氧量、石油类、硝酸盐、氨、亚硝酸盐、活性磷酸盐、铬、铜、铅、锌、镉、汞、砷、水深、透明度，共 18 项。

监测方法：海洋水质调查遵循《海洋监测规范》GB17378.3-2007 的要求进行水样采集。使用 GPS 导航船只进入预定点位，采样时严禁船舶排污，采样位置应远离船舶排污口，严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输。

样品的分析按照《海洋监测规范》GB17378.4-2007 和《海洋调查规范》

GB/T1273-2007 进行。

3.2.1.3 评价标准和方法

(1) 评价标准

执行《海水水质标准》（GB3097-1997）二类质量标准。

(2) 评价方法

采用环境质量单因子评价标准指数法进行海域水质的现状评价，如果评价因子的标准指数值 >1 ，则表明该因子超过了相应的水质评价标准，已经不能满足相应功能区的使用要求。反之，则表明该因子能符合功能区的使用要求。

1) 单项水质标准指数法的计算公式如下：

$$S_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{C_{j,s}}$$

式中： $S_{i,j}$ ——第*i*站评价因子*j*的标准指数；

$C_{i,j}$ ——第*i*站评价因子*j*的调查浓度；

$C_{j,s}$ ——评价因子*j*的评价标准。

2) DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j \geq DO_s$$

$$S_{DO,j} = 10 - 9 \frac{DO_j}{DO_s} \quad DO_j < DO_s$$

$$DO_f = \frac{468}{31.6 + T};$$

式中： $S_{DO,j}$ ——第*j*站上溶解氧的标准指数，mg/L；

DO_j ——溶解氧实测值，mg/L；

DO_f ——现场温度和盐度下的饱和溶解氧浓度，mg/L；

DO_s ——溶解氧的评价标准值，mg/L。

3) 对海水中 pH 值的标准指数计算公式如下：

$$PI_{pH} = \frac{|pH - pH_{SM}|}{D_s}$$

其中， $pH_{SM} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2}$ ； $D_s = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$

式中： PI_{pH} ——pH 的污染指数；

pH ——pH 的实测值；

pH_{su} 、 pH_{sd} ——分别为 pH 评价标准的上限值和下限值。

3.2.1.4 调查结果及评价

(1) 秋季调查结果

2021 年 11 月调查结果详见表 3.2-3。

(2) 秋季水质评价

根据表 3.2-3 的评价结果显示，除了无机氮、pH 出现超二类标准，其它项目均满足二类水质质量标准。其中无机氮超二类水质标准比率达 100%，超三类水质标准比率为 70.45%，超四类水质标准比率为 27.27%；pH 超二类标准比率为 56.82%，满足三类质量标准。调查海域的水质良好。

(3) 春季调查结果

2021 年 5 月调查结果详见表 3.2-4。

(4) 春季水质评价

根据表 3.2-4 的评价结果显示，监测海域水质中的 pH 值、CODMn、石油类、无机磷、重金属(As、Hg、Pb、Cd、Cu、Zn、Cr) 含量均达到《海水水质标准》(GB 3097-1997) 中二类水质标准的要求，只有无机氮有个别站位出现超二类水质质量标准；无机氮的超标率为 4.76%，超标站位达到三类水质标准要求。调查海域的水质良好。

表 3.2-3 2021 年 11 月镇海湾海域水质现状调查监测结果

序号	站位	层次	溶解氧	化学需氧量	盐度	pH	油类	悬浮物	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	水温
		单位	mg/L	mg/L	/	/	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
1	J20	表	7.63	1.22	24.9537	7.97	0.027	27.0	0.0237	0.021	0.262	0.3070	0.008	0.019	0.9	0.51	7.5	0.07	19.78
2	J20	底	7.74	1.45	24.9512	7.95	—	26.0	0.0245	0.010	0.321	0.3551	0.008	0.019	1.2	0.39	4.4	0.06	19.41
3	J19	表	7.72	1.26	22.9681	8.20	0.024	23.7	0.0297	0.031	0.286	0.3467	0.015	<0.001	1.0	0.38	3.2	0.04	19.75
4	J19	底	7.61	1.31	23.2703	7.96	—	20.0	0.0289	0.038	0.383	0.4496	0.008	<0.001	1.5	0.80	5.4	0.05	19.64
5	J18	表	7.49	0.97	23.1604	7.94	0.020	19.0	0.0283	0.010	0.355	0.3926	0.014	0.019	1.0	0.51	4.1	0.07	20.01
6	J18	底	7.75	0.87	23.3856	7.95	—	25.3	0.0277	0.004	0.433	0.4654	0.016	0.039	0.9	0.96	3.9	0.03	19.97
7	J17	表	7.67	0.93	22.5165	7.90	0.019	26.0	0.0292	0.030	0.309	0.3680	0.015	0.039	0.8	0.72	5.2	0.04	20.12
8	J17	底	7.41	0.89	22.6766	7.90	—	29.0	0.0300	0.008	0.479	0.5167	0.018	0.039	1.3	0.55	4.4	0.06	19.98
9	J16	表	7.24	1.25	21.7346	7.89	0.022	19.3	0.0312	0.016	0.317	0.3645	0.020	0.019	0.8	0.29	<3.1	0.03	20.23
10	J16	底	7.22	1.17	21.8475	7.88	—	21.7	0.0306	0.023	0.444	0.4980	0.017	0.019	0.7	0.44	4.5	0.05	20.05
11	J15	表	7.16	1.21	20.9096	7.86	0.017	23.3	0.0300	0.023	0.481	0.5337	0.020	0.039	1.6	0.50	3.6	<0.01	20.32
12	J15	底	7.37	1.17	21.1696	7.86	—	19.7	0.0318	0.025	0.638	0.6947	0.020	0.039	1.4	0.44	<3.1	0.06	20.13
13	J14	表	7.10	1.28	20.6163	7.83	0.018	21.0	0.0274	0.024	0.427	0.4785	0.020	0.019	1.1	0.51	4.3	0.02	20.35
14	J14	底	7.04	1.26	21.0763	7.85	—	18.7	0.0312	0.023	0.404	0.4575	0.021	0.019	0.9	0.48	3.2	0.05	20.19
15	J7	表	7.07	1.27	20.1161	7.79	0.019	19.0	0.0266	0.043	0.659	0.7289	0.019	0.019	0.9	0.49	3.8	0.02	20.30
16	J7	底	6.84	1.37	20.4627	7.79	—	21.7	0.0283	0.039	0.441	0.5082	0.021	0.039	1.0	0.22	4.2	0.05	20.22
17	J6	表	6.65	1.49	20.0323	7.79	0.019	20.3	0.0260	0.045	0.341	0.4117	0.023	0.039	0.6	0.40	4.6	0.02	20.34
18	J6	底	7.13	1.46	20.3741	7.81	—	22.3	0.0309	0.034	0.322	0.3866	0.020	0.039	0.7	0.31	5.0	0.01	20.17
19	J8	表	7.20	2.44	14.9401	7.70	0.020	14.0	0.0289	0.043	0.389	0.4613	0.023	0.039	0.4	0.41	3.7	<0.01	20.19
20	J8	底	6.95	2.24	16.0493	7.66	—	18.7	0.0326	0.051	0.284	0.3678	0.022	0.039	0.9	0.31	6.4	0.03	19.88
21	J9	表	7.39	2.13	16.9285	7.67	0.020	17.7	0.0341	0.023	0.355	0.4123	0.019	0.039	0.2	0.56	4.5	0.02	20.26

广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告书

序号	站位	层次	溶解氧	化学需氧量	盐度	pH	油类	悬浮物	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	水温
		单位	mg/L	mg/L	/	/	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
22	J9	底	6.78	2.13	17.3376	7.71	—	18.3	0.0367	0.050	0.271	0.3578	0.022	0.019	0.6	0.38	5.7	0.03	20.14
23	J10	表	7.16	1.72	18.3520	7.68	0.023	18.3	0.0347	0.059	0.496	0.5893	0.023	0.019	0.4	0.56	4.7	0.01	20.45
24	J10	底	6.95	1.64	18.5252	7.70	—	20.7	0.0364	0.051	0.449	0.5365	0.025	0.019	0.6	0.87	5.0	0.03	20.35
25	平 J10	表	7.04	1.69	18.3009	7.71	0.025	18.3	0.0355	0.054	0.463	0.5530	0.023	0.019	<0.2	0.95	6.4	0.03	20.44
26	平 J10	底	6.93	1.81	18.5157	7.72	—	21.3	0.0355	0.056	0.417	0.5082	0.027	0.019	0.5	0.81	6.8	0.02	20.33
27	J11	表	7.20	1.60	20.1846	7.79	0.025	20.0	0.0315	0.032	0.325	0.3887	0.023	0.019	0.5	1.12	5.5	0.02	20.56
28	J11	底	7.46	1.50	20.3210	7.80	—	20.7	0.0329	0.007	0.363	0.4028	0.020	<0.001	1.2	0.75	3.5	0.04	20.50
29	J12	表	7.36	1.22	21.5863	7.86	0.019	21.0	0.0309	0.041	0.349	0.4204	0.021	<0.001	0.6	0.57	5.7	0.02	20.54
30	J12	底	7.92	1.26	21.9413	7.87	—	18.7	0.0306	0.027	0.424	0.4816	0.020	0.019	0.6	0.69	5.8	0.03	20.33
31	J13	表	7.26	1.17	22.4222	7.88	0.019	22.3	0.0300	0.036	0.376	0.4427	0.019	0.019	0.6	0.62	4.4	0.01	20.28
32	J13	底	7.21	1.16	22.8932	7.90	—	24.0	0.0297	0.032	0.492	0.5542	0.021	0.019	0.5	0.58	5.2	0.01	20.04
33	J1	表	7.21	2.35	16.5819	7.44	0.026	16.3	0.0213	0.029	0.394	0.4446	0.019	0.039	1.0	1.20	7.7	0.10	20.56
34	J1	底	7.16	2.26	17.0526	7.52	—	22.3	0.0210	0.076	0.281	0.3785	0.015	0.039	1.3	0.58	5.9	0.04	20.40
35	J2	表	7.39	2.21	16.0457	7.56	0.033	18.3	0.0210	0.087	0.683	0.7917	0.017	0.039	0.9	0.58	3.9	0.04	20.73
36	J2	底	6.69	2.09	17.4964	7.57	—	19.3	0.0210	0.086	0.470	0.5776	0.021	0.019	0.8	0.64	5.7	0.04	20.43
37	J3	表	7.54	2.44	15.2681	7.60	0.011	14.0	0.0219	0.088	0.287	0.3971	0.023	0.039	0.5	0.56	4.5	0.04	21.03
38	J3	底	7.30	2.38	17.1008	7.58	—	18.0	0.0208	0.090	0.349	0.4592	0.021	0.039	0.5	0.53	5.0	0.03	20.49
39	J4	表	7.27	1.93	18.0469	7.61	0.011	18.7	0.0205	0.092	0.309	0.4219	0.018	0.019	0.9	0.44	3.9	0.03	20.65
40	J4	底	6.79	1.83	18.4891	7.64	—	17.7	0.0205	0.087	0.329	0.4368	0.021	0.019	0.6	0.66	4.0	0.03	20.40
41	平 J4	表	7.17	1.97	17.9880	7.62	0.012	21.3	0.0202	0.094	0.296	0.4104	0.018	0.019	0.5	0.55	<3.1	0.04	20.67
42	平 J4	底	6.86	1.81	18.5210	7.65	—	19.7	0.0208	0.082	0.360	0.4620	0.022	0.019	0.8	0.81	<3.1	0.03	20.41
43	J5	表	7.04	1.64	19.5407	7.69	0.015	22.7	0.0208	0.074	0.258	0.3524	0.019	0.039	0.7	0.30	4.2	0.03	20.40

广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告书

序号	站位	层次	溶解氧	化学需氧量	盐度	pH	油类	悬浮物	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	无机氮	活性磷酸盐	汞	铜	铅	锌	镉	水温
		单位	mg/L	mg/L	/	/	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
44	J5	底	7.24	1.52	19.9359	7.72	—	23.0	0.0219	0.070	0.402	0.4946	0.022	0.039	0.7	0.66	5.0	0.03	20.35
二类标准限值			>5	≤3	—	7.8-8.5	≤0.05	人为增量≤10	—	—	—	≤0.3	≤0.	≤0.2	≤10	≤5	≤50	≤5	—
三类标准限值			>4	≤4	—	6.8-8.8	≤0.30	人为增量≤100	—	—	—	≤0.4	≤0.	≤0.2	≤50	≤10	≤100	≤10	—
四类标准限值			>3	≤5	—	6.8-8.8	≤0.50	人为增量≤150	—	—	—	≤0.5	≤0.	≤0.5	≤50	≤50	≤500	≤10	—
超二类标准比率(%)			0	0	—	56.82	0	—	—	—	—	100	0	0	0	0	0	0	—
超三类标准比率(%)			0	0	—	0	0	—	—	—	—	70.45	0	0	0	0	0	0	—
超四类标准比率(%)			0	0	—	0	0	—	—	—	—	27.27	0	0	0	0	0	0	—

备注：—表示无样品，<表示低于检测限。

表 3.2-4 2021 年 5 月镇海湾海域水质现状调查监测结果

序号	站位	层次	溶解氧	化学需氧量	盐度	pH	油类	悬浮物	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	无机氮	无机磷	汞	铜	铅	锌	镉	铬	砷
		单位	mg/L	mg/L	/	/	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
1	1	表	7.2	0.61	31.098	7.81	0.0158	8	0.011	ND	0.106	0.117	0.005	ND	2.12	0.18	3.08	0.06	0.32	1.8
2	2	表	8.1	0.53	31.607	8.03	0.0130	6	0.009	ND	0.020	0.029	ND	ND	2.05	0.19	3.84	0.07	0.60	1.5
3	3	表	7.9	0.52	32.841	8.14	0.0103	8	ND	ND	0.010	0.010	ND	ND	1.99	0.17	4.37	0.04	0.27	1.5
4	3	底	7.4	0.58	33.051	8.06	0.0385	11	ND	ND	0.007	0.007	ND	ND	2.04	0.17	4.49	0.05	0.26	1.5
5	4	表	7.2	0.56	31.142	8.21	0.0082	11	0.017	ND	0.064	0.081	0.003	ND	2.4	0.23	4.36	0.05	0.37	1.7
6	5	表	6.3	0.52	32.299	8.2	0.0074	7	ND	ND	0.011	0.011	ND	ND	2.3	0.17	6.74	0.05	0.19	1.8
7	6	表	5.7	1.14	31.527	8.22	0.0065	17	ND	ND	0.01	0.01	ND	ND	2.35	0.15	11.3	0.05	0.36	1.9

广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告书

序号	站位	层次	溶解氧	化学需氧量	盐度	pH	油类	悬浮物	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	无机氮	无机磷	汞	铜	铅	锌	镉	铬	砷
		单位	mg/L	mg/L	/	/	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
8	7	表	6.6	0.46	31.979	8.3	0.0169	7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.24	0.13	5.31	0.05	0.23	1.9
9	8	表	8.2	0.76	32.668	8.29	0.0087	10	ND	ND	0.012	0.012	ND	ND	2.17	0.14	5.52	0.04	0.38	1.8
10	9	表	5	0.69	31.71	8.21	0.0096	8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.07	0.11	11.3	0.04	0.34	2.1
11	10	表	6.7	0.74	31.164	8.22	0.0072	5	0.025	ND	0.014	0.039	0.004	ND	2.12	0.19	14.4	0.06	1.56	2
12	11	表	6.5	0.68	31.63	8.12	0.0047	17	ND	0.0041	0.054	0.058	0.009	ND	2.37	0.24	14.1	0.07	5.82	2
13	12	表	7.9	0.4	32.33	8.29	0.0123	6	ND	0.0002	ND	0.0002	ND	ND	2.46	0.12	3.49	ND	0.22	1.9
14	13	表	5.5	1.1	27.776	8.11	0.0039	12	0.038	ND	0.222	0.26	0.005	ND	2.62	0.13	12.8	0.13	0.73	2.2
15	14	表	6.9	0.72	30.003	8.06	0.009	13	0.027	ND	0.105	0.132	0.011	ND	2.44	0.14	14.5	0.06	0.4	2.4
16	15	表	7.9	0.59	31.648	8.33	0.0159	9	ND	ND	0.006	0.006	ND	ND	2.15	0.18	4.58	0.06	0.35	1.8
17	16	表	6.1	0.62	31.932	8.33	0.0182	6	ND	ND	0.011	0.011	ND	ND	2.13	0.1	9.16	0.05	0.21	2
18	17	表	6.9	1.38	25.897	8.15	0.0187	8	0.027	ND	0.286	0.313	ND	ND	2.43	0.1	4.72	0.11	0.33	1.9
19	18	表	7.6	1.04	28.079	8.22	0.015	12	0.033	0.0012	0.265	0.299	0.009	ND	2.64	0.42	6.31	0.09	0.69	2.6
20	19	表	5.1	1.03	28.738	8.15	0.0093	22	0.03	ND	0.26	0.29	0.011	ND	1.86	0.14	11.2	0.07	0.46	2.6
21	20	表	6.1	0.66	31.229	8.18	0.0089	14	0.014	ND	0.004	0.018	ND	ND	1.63	0.1	9.39	0.06	0.31	2.2
二类标准限值			>5	≤3	—	7.8-8.5	≤0.05	人为增量≤10	—	—	—	≤0.3	≤0.03	≤0.2	≤10	≤5	≤50	≤5	≤100	≤30
三类标准限值			>4	≤4	—	6.8-8.8	≤0.30	人为增量≤100	—	—	—	≤0.4	≤0.03	≤0.2	≤50	≤10	≤100	≤10	≤200	≤50
超二类标准比率(%)			0	0	—	0	0	—	—	—	—	4.76	0	0	0	0	0	0	0	0
超三类标准比率(%)			0	0	—	0	0	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：“ND”表示低于方法检出限。

3.2.2 沉积物现状调查与评价

(1) 调查站位布设与调查时间

中国科学院南海海洋研究所于2021年11月25日-27日（秋季）在镇海湾海域进行的海洋环境质量现状调查中，共布设了10个沉积物取样站点，分别为站位J2、J4、J6、J10、J12、J14、J16、J18、J20，调查站位的布设情况见图3.2-1和表3.2-1。

华测检测认证集团股份有限公司于2021年5月在项目附近海域开展的海洋环境现状调查中，共布置了13个沉积物取样站点，分别为站位1、4、6、7、9、10、12、13、17、20、21、22、23，调查站位的布设情况见图3.2-2和表3.2-2。

(2) 调查项目

秋季沉积物环境质量调查项目有：汞、铜、铅、锌、镉、硫化物、油类、有机碳共8项。调查时间与水质调查时间同步。

春季沉积物环境质量调查项目有：重金属(Cu、Pb、Cr、Zn、As、Hg)、石油类、硫化物、有机碳。调查时间与水质调查时间同步。

(3) 调查方法

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB12763-2007)的规定进行。各项目分析方法及检出限请见表3.2-5。

表 3.2-5 沉积物各项目分析方法及检出限

项目	分析方法	检出限	分析仪器
有机碳	重铬酸钾滴定法	2.0×10^{-2}	
Hg	冷原子荧光分光光度法	5.0×10^{-9}	AFS-2201 原子荧光分光光度计
Cu	火焰原子吸收分光光度法	2.0×10^{-6}	日立原子吸收分光光度计
Pb		3.0×10^{-6}	
Zn		6.0×10^{-6}	
Cd	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10^{-6}	
砷	原子荧光法	0.06×10^{-6}	原子荧光光度计
石油类	紫外分光光度法	2.0×10^{-6}	分光光度计

(4) 评价方法

评价方法采用单项污染指数加超标率法，即第 i 项污染指数 $S_i=C_i/C$ 。式中 C_i 为第 i 项调查值， C 为沉积物标准限值。

（5）评价标准

沉积物质量评价执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的第一类质量标准。

（6）沉积物质量分析结果

2021年11月调查海域沉积物调查项目的测定结果见表3.2-6。

2021年5月调查海域沉积物调查项目的测定结果见表3.2-7。

（7）沉积物环境现状评价与分析

秋季调查结果分析及评价：由表3.2-6的评价结果知，除了铜和锌超海洋沉积物一类质量标准，其它评价因子均满足一类质量标准，其中铜超一类标准比率为60%，锌超一类标准比率为20%，超一类标准的站位均满足二类质量标准。说明调查海域的沉积物环境质量较好。

春季调查结果分析及评价：由表3.2-7的评价结果知，除了铜、砷、铬和锌超海洋沉积物一类质量标准，其它评价因子均满足一类质量标准，其中铜超一类标准比率为46.15%，铬和锌超一类标准比率均为7.68%，砷一类标准比率为15.38%，超一类标准的站位均满足二类质量标准。说明调查海域的沉积物环境质量较好。

表 3.2-6 2021 年 11 月沉积物调查项目的测定结果

序号	站号	汞 (10^{-6})	铜 (10^{-6})	铅 (10^{-6})	锌 (10^{-6})	镉 (10^{-6})	硫化物 (10^{-6})	有机碳 (%)	石油类 (10^{-6})
1	J2	0.065	31.4	34.3	105.7	0.11	16.5	0.92	8.8
2	J4	0.079	33.7	30.3	108.2	0.11	26.9	0.93	13.2
3	J6	0.111	41.3	36.2	169.8	0.16	73.2	1.06	139.1
4	J7	0.092	21.9	20.5	78.0	0.10	59.8	1.02	115.4
5	J10	0.089	31.5	29.8	108.2	0.14	122.0	1.06	467.2
6	J12	0.039	37.9	35.3	108.0	0.14	39.6	0.97	25.3
7	J14	0.119	40.2	37.1	111.4	0.12	63.5	0.98	149.1
8	J16	0.117	43.5	39.8	120.6	0.12	28.5	0.98	161.1
9	J18	0.114	38.1	36.9	102.8	0.09	16.1	1.15	102.1
10	J20	0.110	40.3	39.5	206.7	0.11	28.6	1.15	235.8
一类标准限值		0.20	35.0	60.0	150.0	0.50	300.0	2.0	500.0
二类标准限值		0.50	100.0	130.0	350.0	1.50	500.0	3.0	1000.0
超一类标率 (%)		0	60	0	20	0	0	0	0
超二类标率 (%)		0	0	0	0	0	0	0	0

表 3.2-7 春季沉积物样品监测要素的分析结果

检测项目 采样站位	铜	锌	铅	铬	汞	砷	石油类	硫化物	有机碳
	($\times 10^{-6}$)								(%)
1	34.5	116	37.6	56.5	0.120	14.8	23.0	46.4	1.06
4	36.9	120	40.0	66.2	0.114	13.1	1.5	43.0	1.40
6	38.1	125	43.4	53.6	0.115	16.6	11.3	131	1.29
7	28.9	106	34.4	56.2	0.101	13.7	11.0	65.5	0.94
9	33.1	118	37.5	52.2	0.102	13.8	20.4	45.6	1.08
10	21.9	90.6	30.5	38.6	0.076	9.4	9.4	53.0	0.67
12	35.7	124	38.3	51.1	0.125	16.0	12.6	55.2	1.34
13	35.4	117	39.1	52.3	0.112	16.3	12.4	85.9	1.40
17	44.2	119	45.3	60.9	0.116	21.2	8.8	68.2	1.28
20	34.9	120	41.4	60.0	0.110	15.2	11.0	115	1.35
21	41.2	128	47.1	66.0	0.145	17.8	24.3	104	1.75
22	46.3	172	50.2	119.0	0.132	20.0	15.7	111	1.57
23	51.1	134	43.0	59.0	0.138	22.1	8.9	65.6	1.52
一类标准限值	35.0	150.0	60.0	80.0	0.20	20.0	500.0	300.0	2.0
二类标准限值	100.0	350.0	130.0	150.0	0.50	65.0	1000.0	500.0	3.0
超一类标准比率	46.15	7.69	0	7.69	0	15.38	0	0	0
超二类标准比率	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.2.3 生物体质量现状调查与评价

(1) 调查站位、调查时间及分析方法

中国科学院南海海洋研究所于 2021 年 11 月 25 日-27 日（秋季）在项目所在海域设置了 12 个站的生物体质量调查。调查站位的布设情况见图 3.2-1 和表 3.2-1。

春季调查引用《江门广海湾移动上下川岛附近海域 2020 年春季海洋生态资源调查报告》（广州南科海洋工程中心，2020 年 6 月 17 日），由广州南科海洋工程中心于 2020 年 3 月 24 日在项目附近海域开展的海洋生物质量调查数据。调查项目包括叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼共布设 12 个调查站位，布设 3 条潮间带生物断面和 12 条渔业资源断面。

表 3.2-8 海洋生物体质量调查站位

■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■

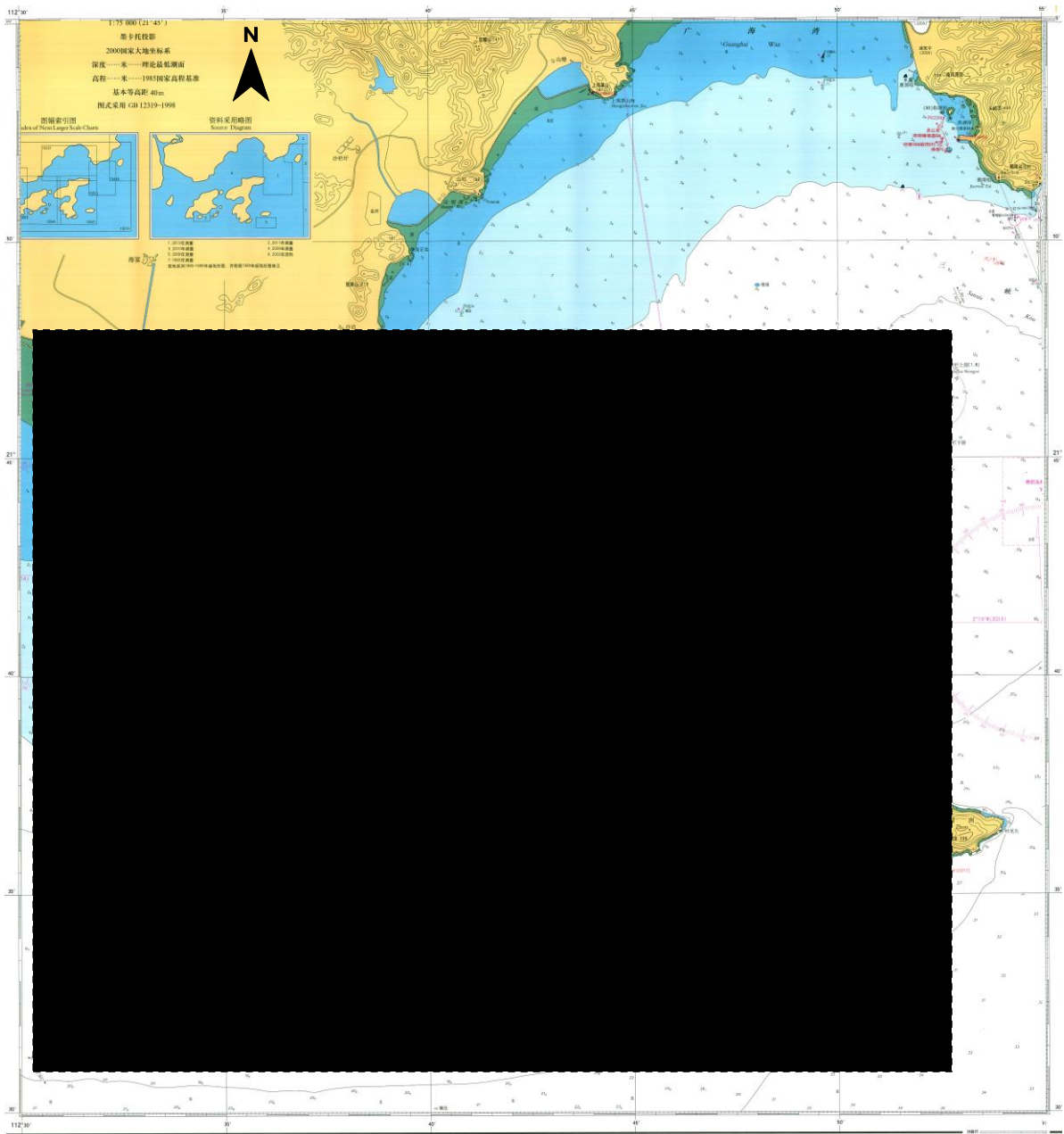


图 3.2-8 春季海洋生态调查站位示意图

调查方法按照《海洋监测规范》(GB17378.1~7-1998)和《海洋调查规范》(GB12763.1~7-91)中有关规定执行，样品冷藏带回实验室进行种类分析鉴定并分析测定生物体内重金属含量。

(2) 调查结果

2021年11月现场调查共采集到可用于生物残毒分析的样品14个，包括甲壳类（亨氏仿对虾、红星梭子蟹、刀额新对虾、周氏新对虾、长叉口虾蛄）、鱼类（白姑鱼、拉氏狼牙虾虎鱼、龙头鱼、红牙鲷、杂食豆齿鳗、皮氏叫姑鱼、少鳞鱧）和贝类（牡蛎、毛蚶），分析了生物体内的Hg、Cu、Pb、Zn、Cd和石油烃的含量，生物体质量调查结果见表3.2-9。

2021年3月现场调查共采集到可用于生物残毒分析的样品12个，包括甲壳类（近亲蛄、近缘新对虾）、鱼类（中华海鲶、尖头黄鳍牙鲷、前鳞骨鲻、鳓鱼）、贝类（翡翠贻贝、波纹巴非蛤）和软体类（火枪乌贼、曼氏无针乌贼），分析了生物体内的汞、铜、铅、锌、镉、石油烃的含量，生物体质量调查结果见表3.2-9。

表 3.2-9 2021年11月现场调查的生物体中重金属的平均含量(mg/kg, 湿重)

序号	站号	物种名称	汞 mg/kg	铜 mg/kg	铅 mg/kg	锌 mg/kg	镉 mg/kg	石油烃 mg/kg
1	J2	白姑鱼	0.02	<2.0	<0.04	2.8	0.006	7.9
2	J4	拉氏狼牙虾 虎鱼	0.01	<2.0	<0.04	5.0	0.005	2.4
3	J4	牡蛎	<0.01	30.0	<0.04	88.0	0.165	6.1
4	J5	龙头鱼	<0.01	<2.0	<0.04	1.6	0.014	5.6
5	J6	亨氏仿对虾	<0.01	2.2	<0.04	10.9	0.012	1.2
6	J7	红星梭子蟹	<0.01	6.4	<0.04	14.7	0.038	0.6
7	J10	刀额新对虾	0.01	2.2	<0.04	10.9	0.013	1.2
8	J11	红牙鲷	0.03	<2.0	<0.04	2.3	<0.005	5.2
9	J12	杂食豆齿鳗	0.02	<2.0	<0.04	13.6	0.005	1.0
10	J14	周氏新对虾	0.01	2.6	<0.04	10.7	0.019	0.5
11	J16	皮氏叫姑鱼	0.01	<2.0	<0.04	2.7	<0.005	1.9
12	J18	长叉口虾蛄	<0.01	15.6	<0.04	19.4	0.362	1.5
13	J18	毛蚶	<0.01	<2.0	<0.04	7.5	0.391	1.1
14	J20	少鳞鱧	0.01	<2.0	<0.04	2.9	0.006	1.8

表 3.2-10 2021年3月现场调查的生物体中重金属的平均含量(mg/kg, 湿重)

序号	站号	物种名称	汞 mg/kg	铜 mg/kg	铅 mg/kg	锌 mg/kg	镉 mg/kg	石油烃 mg/kg
----	----	------	------------	------------	------------	------------	------------	--------------

1	2	翡翠贻贝	贝类	0.25	12.2	0.85	117.6	3.235	16.1
2	4	中华海鲶	鱼类	0.03	<2.0	0.14	55.7	0.011	0.7
3	5	波纹巴非蛤	贝类	0.04	4.6	<0.04	50.7	0.191	11.0
4	6	近亲蜆	甲壳类	0.07	94.1	<0.04	324.0	0.122	2.7
5	8	鲮	鱼类	0.27	<2.0	0.09	30.6	0.011	<0.2
6	10	花斑蛇鲻	鱼类	0.03	<2.0	<0.04	28.0	0.005	1.5
7	12	近缘新对虾	甲壳类	0.24	49.4	0.28	96.3	0.160	4.2
8	13	尖头黄鳍牙鲷	鱼类	0.13	2.4	0.30	15.2	0.020	2.0
9	14	火枪乌贼	软体类	0.04	52.5	0.39	61.7	0.029	4.2
10	17	曼氏无针乌贼	软体类	0.02	23.4	0.43	106.7	0.043	3.7
11	18	前鳞骨鲻	鱼类	1.07	2.8	1.34	28.7	0.159	0.4
12	19	鳊鱼	鱼类	0.14	2.7	0.88	64.2	0.052	<0.2

注：“<”表示低于检出限。

(3) 海洋生物体质量现状与评价

甲壳类、软体类和鱼类的生物体内污染物质（石油烃除外）含量的评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合监测简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃质量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物体质量标准。海洋生物质量评价标准见表 3.2-11。

表 3.2-11 海洋生物质量评价标准（mg/kg）

生物类别	总汞≤	铜≤	铅≤	锌≤	镉≤	石油烃≤
软体类	0.3	100	10	250	5.5	—
甲壳类	0.2	100	3.0	150	2.0	—
鱼类	0.3	20	2.0	40	0.6	—
贝类	0.05	10	0.1	20	0.2	15

(4) 海洋生物体质量现状与评价

秋季生物体质量调查结果分类评价见表 3.2-10，采用单因子指数法，通过计算得出本次调查海域海洋生物体质量的标准指数及超标情况见表 3.2-12。

春季生物体质量调查结果分类评价见表 3.2-11，采用单因子指数法，通过计算得出本次调查海域海洋生物体质量的标准指数及超标情况见表 3.2-13。

表 3.2-12 秋季各类生物体残毒调查结果与超标率（2021 年 11 月）

站号	种类	汞 mg/kg	铜 mg/kg	铅 mg/kg	锌 mg/kg	镉 mg/kg	石油烃 mg/kg
----	----	------------	------------	------------	------------	------------	--------------

J2	白姑鱼	0.02	<2.0	<0.04	2.8	0.006	—
J4	拉氏狼牙虾虎鱼	0.01	<2.0	<0.04	5.0	0.005	—
J5	龙头鱼	<0.01	<2.0	<0.04	1.6	0.014	—
J11	红牙鲷	0.03	<2.0	<0.04	2.3	<0.005	—
J12	杂食豆齿鳗	0.02	<2.0	<0.04	13.6	0.005	—
J16	皮氏叫姑鱼	0.01	<2.0	<0.04	2.7	<0.005	—
J20	少鳞鱧	0.01	<2.0	<0.04	2.9	0.006	—
以上鱼类标准限值		0.3	20	2	40	0.6	—
超标率 (%)		0	0	0	0	0	0
站号	种类	汞 mg/kg	铜 mg/kg	铅 mg/kg	锌 mg/kg	镉 mg/kg	石油烃 mg/kg
J6	亨氏仿对虾	<0.01	2.2	<0.04	10.9	0.012	—
J7	红星梭子蟹	<0.01	6.4	<0.04	14.7	0.038	—
J10	刀额新对虾	0.01	2.2	<0.04	10.9	0.013	—
J14	周氏新对虾	0.01	2.6	<0.04	10.7	0.019	—
J18	长叉口虾蛄	<0.01	15.6	<0.04	19.4	0.362	—
以上甲壳类标准限值		0.2	100	3.0	150	2	—
超标率 (%)		0	0	0	0	0	0
站号	种类	汞 mg/kg	铜 mg/kg	铅 mg/kg	锌 mg/kg	镉 mg/kg	石油烃 mg/kg
J4	牡蛎	<0.01	30.0	<0.04	88.0	0.165	6.1
J18	毛蚶	<0.01	<2.0	<0.04	7.5	0.391	1.1
以上贝类标准限值		0.05	10	0.1	20	0.2	15
超标率 (%)		0	0	0	50	50	0

表 3.2-13 春季海洋生物质量标准指数

站号	物种名称	类别	总汞	铜	铅	锌	镉	石油烃
2	翡翠贻贝	贝类	5.00	1.22	8.50	5.88	16.18	0.81
4	中华海鲶	鱼类	0.10	0.05	0.07	1.39	0.02	—
5	波纹巴非蛤	贝类	0.80	0.46	0.20	2.54	0.96	0.55
6	近亲蜆	甲壳类	0.35	0.94	0.01	2.16	0.06	—
8	鲷	鱼类	0.90	0.05	0.05	0.77	0.02	—
10	花斑蛇鲻	鱼类	0.10	0.05	0.01	0.70	0.01	—
12	近缘新对虾	甲壳类	1.20	0.49	0.14	0.64	0.08	—
13	尖头黄鳍牙鲷	鱼类	0.43	0.12	0.15	0.38	0.03	—
14	火枪乌贼	软体类	0.13	0.53	0.04	0.25	0.01	—
17	曼氏无针乌贼	软体类	0.07	0.23	0.04	0.43	0.01	—
18	前鳞骨鲻	鱼类	3.57	0.14	0.67	0.72	0.27	—
19	鱯鱼	鱼类	0.47	0.14	0.44	1.61	0.09	—
超标率 (%)			25	8.33	8.33	41.67	8.33	0

秋季检测结果表明：本海域所采集的生物体中，甲壳动物、鱼类生物体重金属含量均能符合生物质量目标标准要求；但是贝类（牡蛎、毛蚶）生物体内镉、镉含量出现超生物体质量标准要求。

春季检测结果表明：本海域所采集的生物体中，重金属出现不同程度的超标，石油烃满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准要求。2 站的翡翠贻贝生物体内各项因子（汞、铜、铅、镉、锌）均有超标；2、12、18 站位生物体内的汞超标，2、4、5、6、19 站位的生物体内的镉均有超标，除了这些站位外的几类生物体内各项因子均 <1 ，未超过《海洋生物质量》(GB 18421-2001)第一类生物质量标准、《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。表明调查海域生物体质量受到轻微污染。

3.3 海洋生态环境和生物资源现状调查与评价

中国科学院南海海洋研究所于 2021 年 11 月 25 日-27 日（秋季）对项目所在镇海湾海域开展了海洋生态及生物资源现状调查。

春季的海洋生态及生物资源现状调查引用华测检测认证集团股份有限公司于 2021 年 5 月在调查海域开展海洋生物生态现状调查。

3.3.1 调查概况

3.3.1.1 调查时间和监测站位

2021 年 11 月 25 日-27 日（秋季）调查共布设了 12 个海洋生态及生物资源调查站位、3 条潮间带生物调查断面，调查站位具体信息见图 3.3-1 和表 3.3-1。海洋生态及生物资源调查内容包括：叶绿素 *a* 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼，游泳生物。

2021 年 5 月在调查海域开展海洋生物生态现状调查，叶绿素 *a* 及初级生产力、浮游植物、浮游动物共布设 12 个调查站位，底栖生物布设 16 个调查站位，布设 5 条潮间带生物断面。站位图见 3.3-2，站位坐标见表 3.3-2。

表 3.3-1 海洋生态资源调查站位及项目

站位	经度	纬度	项目
1			[Redacted]
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

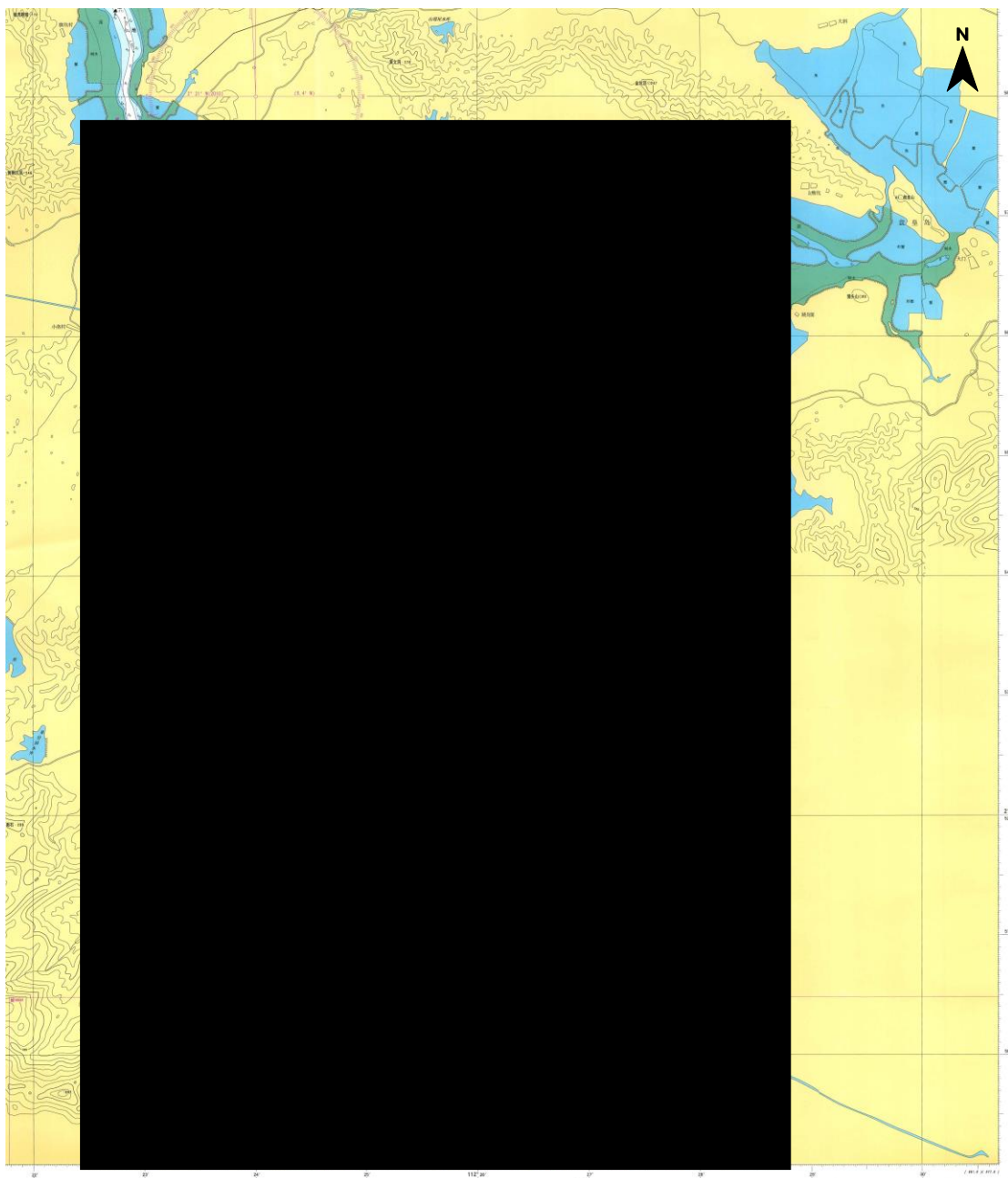


图 3.3-1 秋季海洋环境现状调查站位示意图

表 3.3-2 海洋生态资源调查站位及项目

██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██
██	██	██	██

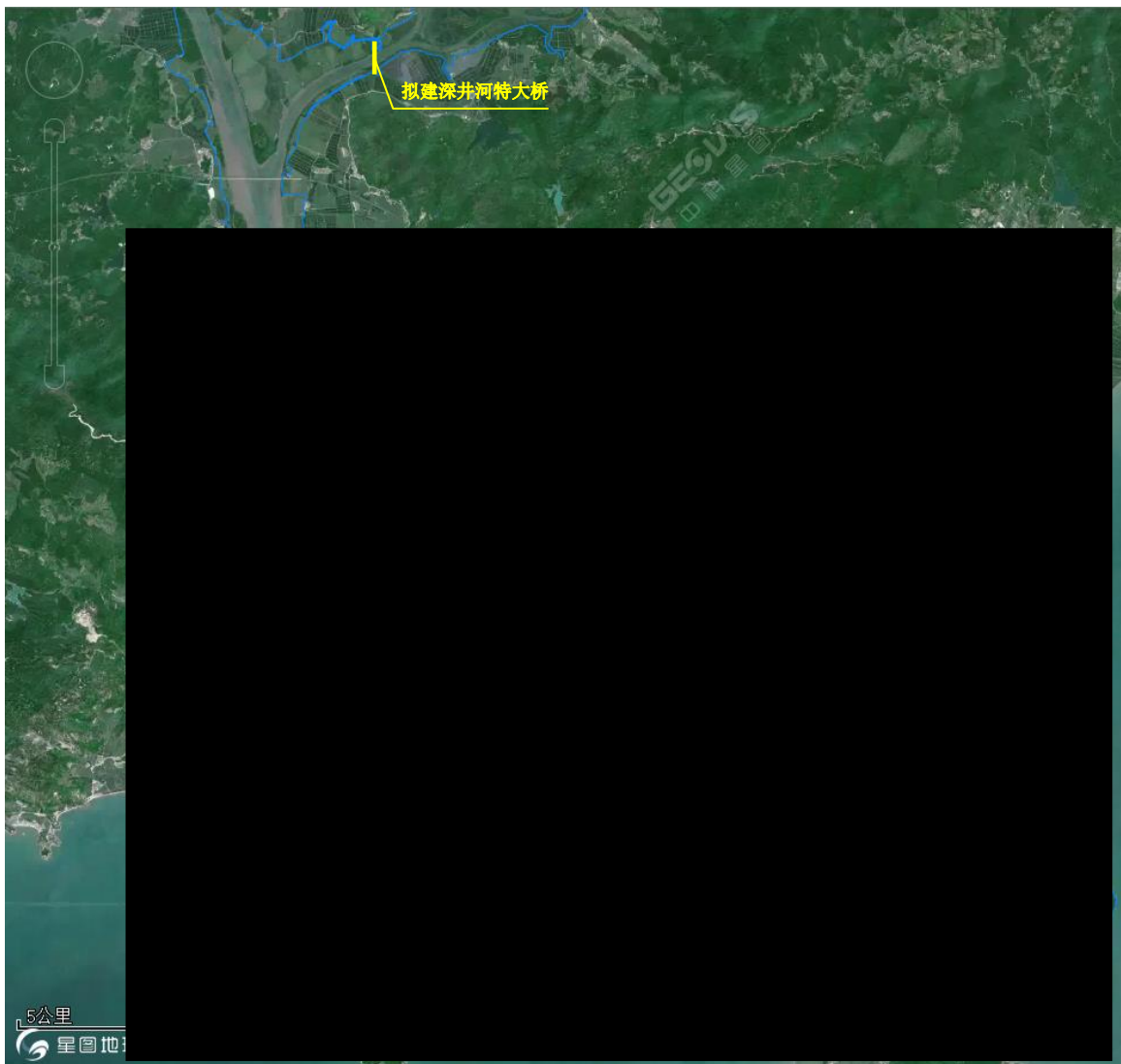


图 3.3-2 春季海洋生态调查站位示意图

3.3.1.2 样品采集、处理和分析方法

(1) 叶绿素 *a* 和初级生产力

用容积为 5L 的有机玻璃采水器采集表层 0.5m 的水样，现场过滤，滤膜用保温壶冷藏，带回实验室分析，采用分光光度法测定叶绿素 *a* 的含量（引用标准：《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007））。

初级生产力采用叶绿素 *a* 法，按照 CaXee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算。

(2) 浮游植物

浮游植物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范—海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）中规定的方法进行。

利用浮游生物浅水 III 型浮游生物网，网口面积 0.1m²，采用垂直拖网法。样品现场用 5% 甲醛溶液固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，视野法计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（cells/m³）。

(3) 浮游动物

浮游动物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）中规定的方法进行。

以浅水 II 型浮游生物网采样，网口面积 0.08m²，每个调查站从底至表垂直拖曳 II 型网，样品现场用 5% 甲醛溶液固定保存，带回实验室进行种类鉴定，总生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法，栖息密度分布采用个体计数法，然后根据滤水量换算为每 m³ 水体的浮游动物数量。

(4) 底栖生物

底栖生物调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378.1-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763.1-2007）中有关底栖生物的规定执行。

采泥底栖生物调查方法是采用抓斗式采泥器进行定量取样，取样面积为 0.05m²，每个站采样 2 次。样品用 5% 甲醛溶液固定后带回室内分析鉴定，生物量和栖息密度分别以 g/m² 和栖息密度 ind./m² 为单位。

(5) 潮间带生物

分别在项目区周边设 3 处潮间带代表断面，以 C1~C3 表示，其中 3 个调查断面均为泥相。调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378.1-2007）和《海洋调查

规范》(GB/T 12763.1-2007)进行。生物量和栖息密度分别以 g/m^2 和 $\text{ind.}/\text{m}^2$ 为计算单位。

(6) 鱼卵仔鱼

采用拖网法，每个调查站采用水平拖网和垂直拖网两种方法，网具采用浅海浮游生物 I 型网。水平拖网于表层水平拖曳 10 分钟取得，拖速保持在 2-3 节左右，共获得 12 个鱼卵仔鱼样品，此样品为定性样品。垂直拖网每个调查站从底至表垂直拖曳浮游生物网，获得 12 个鱼卵仔鱼样品，此样品为定量样品。海上采得的浮游生物样品按体积 5% 的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。定性样品以 ind/net 为计量单位进行统计，定量样品以 ind/m^3 为计量单位进行统计分析。

(7) 海洋渔业资源（游泳动物）

渔业资源调查均按《海洋调查规范》及中华人民共和国农业部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行，采样均于白天进行，每次放网 1 张。

本次渔业资源调查租用“粤阳东渔 16278”渔船进行。渔船主机功率 131.00kW，船长 23.98m、船宽 5.1m、型深 2.3m，使用的网具为底拖网，网宽 3.0m，网长 3.0 米，平均拖速为 3.0 kn。

对渔获物的渔获重量和尾数进行统计，记录网产量。根据调查海域的物种分布特征和经济种类等情况，将本次调查海域的渔获物分为鱼类、甲壳类和头足类等 3 个类群，并分别从渔获率、资源密度、优势种、幼体比例、主要物种的生物学特征等方面统计分析。

3.3.1.3 计算方法

(1) 初级生产力

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照 Cadee 和 Hegeman (1974) 提出的简化公式估算：

$$P = C_a Q L t / 2$$

式中： P ——初级生产力 ($\text{mg C}/\text{m}^2 \text{ d}$)；

C_a ——表层叶绿素 a 含量 (mg/m^3)；

Q ——同化系数 ($\text{mg C}/(\text{mg Chl-}a \text{ h})$)，根据南海海洋研究所以往调查

结果，这里取 3.7；

L ——真光层的深度（m）；

t ——白昼时间（h），11h。

（2）优势度

优势度（ Y ）应用以下公式计算：

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

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

（3）多样性指数

Shannon-Wiener 指数计算公式为：

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

式中： H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

P_i ——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

（4）均匀度

Pielou 均匀度公式为：

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

式中： J ——均匀度

H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

（5）鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔鱼数量，按以下公式计算单位体积内鱼卵仔鱼的分布密度：

$$V = N / (S \times L)$$

式中： V ——鱼卵仔鱼的分布密度，单位为个/m³、尾/m³

N ——每网鱼卵仔鱼数量，单位为(个，尾)

S ——网口面积，单位为 m²

L ——拖网距离，单位为 m

（6）游泳动物

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

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

式中： S —重量密度（ kg/km^2 ）或个体密度（ $\text{ind.}/\text{km}^2$ ）

a —底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮网长度的 2/3）

y —平均渔获率（ kg/h ）或平均生物个体密度（ $\text{ind.}/\text{h}$ ）

E —逃逸率（取 0.5）

确定优势种的方法：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 计算公式为 $IRI=(N+W)F$ 。

式中： N —某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F —某一种类的出现的站位数占调查总站位数的百分比

3.3.2 调查结果及评价

3.3.2.1 叶绿素 a

（1）秋季叶绿素 a 调查结果及评价

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3\sim 3.79\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $1.15\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中 J5 号站叶绿素 a 含量最高，J7、J12 和 J18 号站叶绿素 a 含量最低，均为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3$ 。

底层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3\sim 2.61\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $1.02\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中 J16 号站叶绿素 a 含量最高，为 $2.61\text{mg}/\text{m}^3$ ，J2、J5、J6、J7、J11 和 J18 号站叶绿素 a 含量最低，均为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3$ （表 3.3-3）。

表 3.3-3 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	叶绿素 a (mg/m^3)		初级生产力 ($\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$)
	表层	底层	
J2	0.79	0.40	43.41
J4	0.74	1.45	45.01
J5	3.79	0.40	231.26
J6	0.73	0.40	62.68
J7	0.40	0.40	33.76

站点	叶绿素 a (mg/m^3)		初级生产力 ($\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$)
	表层	底层	
J10	0.59	1.70	54.14
J11	2.21	0.40	202.20
J12	0.40	1.58	33.76
J14	1.87	0.73	148.39
J16	1.08	2.61	99.11
J18	0.40	0.40	36.17
J20	0.79	1.87	48.23
平均值	1.15	1.02	86.51
范围	0.40~3.79	0.40~2.61	33.76~231.26

(2) 春季叶绿素 a 调查结果及评价

本次调查海域表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 0.22~4.89 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，平均值为 2.34 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，其中 17# 站点叶绿素 a 含量最高，3# 站点叶绿素 a 含量最低。

表 3.3-4 春季调查海域各站点叶绿素 a 和初级生产力

采样站点	叶绿素 a 含量 ($\mu\text{g}/\text{L}$)		初级生产力 ($\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$)
	表层	底层	
3#	0.22	2.61	3.99
4#	2.70	/	48.84
5#	0.56	/	10.13
6#	2.46	/	44.55
9#	3.41	/	61.70
10#	2.24	/	40.57
11#	4.77	/	86.28
12#	1.46	/	26.42
14#	2.12	/	38.40
17#	4.89	/	88.41
19#	2.73	/	49.41
20#	0.53	/	9.55
最大值	4.89	/	88.41
最小值	0.22	/	3.99
平均值	2.34	2.61	42.35

3.3.2.2 初级生产力

(1) 秋季初级生产力调查结果及评价

调查海域初级生产力的变化范围为 33.76 $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ ~ 231.26 $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ ，平均值为 86.51 $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ ，其中 J5 号站初级生产力水平最高，J7 和 J12 号站最低，均为 33.76 $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ （表 3.3-4）。

(2) 春季初级生产力调查结果及评价

调查海域初级生产力的变化范围为 3.99~88.41mg C/(m² d)，平均值为 42.35 mg C/(m² d)，其中 17#站位初级生产力水平最高，3#站位最低。

3.3.2.3 浮游植物

(1) 秋季浮游植物调查结果及评价

① 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 5 门 33 属 53 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 25 属 41 种，占总种数的 77.36%（表 3.3-5）；甲藻门出现 3 属 7 种，占总种数的 13.21%，蓝藻门出现 3 属 3 种，占总种数的 5.66%。硅藻门的角毛藻出现种类数最多（7 种），其次是硅藻门的根管藻和甲藻门的角藻，均为 5 种，其它属出现的种类见表 3.3-5。

表 3.3-5 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	25	41	77.36
甲藻	3	7	13.21
蓝藻	3	3	5.66
金藻	1	1	1.89
绿藻	1	1	1.89
合计	33	53	100.00

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种仅出现 1 种，为金藻门的球形棕囊藻（*Phaeocystis globosa*），该优势种的优势度为 0.976，丰度占调查海区总丰度的 97.50%，该优势种在整个调查区域大量广泛分布，在 12 个调查站位中均有出现，出现率为 100.00%（表 3.3-6）。

表 3.3-6 浮游植物优势种及优势度

中文名	英文名	类群	优势度	占总丰度的百分比 (%)
球形棕囊藻	<i>Phaeocystis globosa</i>	金藻	0.976	97.50

② 丰度组成

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 111.74×10^4 cells/m³ ~ 5114.59×10^4 cells/m³，平均为 1193.72×10^4 cells/m³（表 3.3-7）。最高丰度出现在 J5 号站，J18 号站次之，其丰度为 3452.80×10^4 cells/m³，最低丰度则出现在 J16 号站。

浮游植物丰度组成以金藻占绝对优势，其丰度占各站总丰度的

79.95%~99.53%，平均为 93.44%，金藻在 12 个测站中均有出现；硅藻次之，其丰度占各站总丰度的 0.39%~11.94%，平均为 4.44%，硅藻在 12 个测站中均有出现；其他类在各站丰度中的所占比例为 0.00%~11.56%，平均为 2.10%；甲藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~0.05%，平均为 0.01%（表 3.3-7）。

表 3.3-7 浮游植物丰度（ $\times 10^4 \text{cells/m}^3$ ）及其百分比值（%）

站点	总丰度	硅藻		甲藻		金藻		其他	
		丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%
J2	392.20	18.00	4.59	0.00	0.00	367.20	93.63	7.00	1.78
J4	780.13	15.10	1.94	0.03	0.00	765.00	98.06	0.00	0.00
J5	5114.59	19.91	0.39	0.08	0.00	5090.73	99.53	3.87	0.08
J6	244.20	20.20	8.27	0.00	0.00	204.00	83.54	20.00	8.19
J7	1492.54	38.23	2.56	0.04	0.00	1442.57	96.65	11.70	0.78
J10	117.76	9.99	8.49	0.00	0.00	94.15	79.95	13.62	11.56
J11	691.39	10.39	1.50	0.00	0.00	673.20	97.37	7.80	1.13
J12	838.68	25.17	3.00	0.06	0.01	802.98	95.74	10.47	1.25
J14	418.66	14.16	3.38	0.02	0.00	404.48	96.61	0.00	0.00
J16	111.74	13.34	11.94	0.06	0.05	97.92	87.63	0.42	0.38
J18	3452.80	57.80	1.67	0.10	0.00	3391.50	98.22	3.40	0.10
J20	669.98	37.54	5.60	0.04	0.01	632.40	94.39	0.00	0.00
平均	1193.72	23.32	4.44	0.04	0.01	1163.84	93.44	6.52	2.10
变化范围	111.74~5114.59	9.99~57.80	0.39~11.94	0.00~0.10	0.00~0.05	94.15~5090.73	79.95~99.53	0.00~20.00	0.00~11.56

③多样性水平

本次调查，各站位浮游植物种数变化范围 11~22 种，平均 17 种（表 3.3-8）。Shannon-wiener 多样性指数范围为 0.050~1.087，平均为 0.438，多样性指数以 J10 号站位最高，J5 号站最低，多样性属于低水平；Pielou 均匀度指数范围为 0.013~0.261，平均为 0.108，均匀度分布与多样性一致，其中 J10 号站均匀度指数最高，J5 号站最低，各站物种间分布不均匀（表 3.3-8）。

表 3.3-8 浮游植物的多样性及均匀度指数

站点	种类数	多样性指数(H)	均匀度(J)
J2	18	0.478	0.115
J4	16	0.170	0.043
J5	13	0.050	0.013
J6	13	0.958	0.259
J7	22	0.293	0.066
J10	18	1.087	0.261
J11	11	0.219	0.063
J12	20	0.348	0.081
J14	19	0.279	0.066
J16	21	0.793	0.181
J18	17	0.163	0.040
J20	15	0.418	0.107

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J)
平均	17	0.438	0.108
范围	11~22	0.050~1.087	0.013~0.261

(2) 春季浮游植物调查结果及评价

① 种类组成

本次调查共记录浮游植物 3 门 31 属 63 种(含 1 个变种和 2 个变型)。其中硅藻门为 25 属 51 种, 占总种数的 80.95%; 甲藻门出现 5 属 11 种, 占总种数的 17.46%。详见表 3.3-9。

表 3.3-9 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻门	25	51	80.95
甲藻门	5	11	17.46
蓝藻门	1	1	1.59
合计	31	63	100.00

② 优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查的浮游植物优势种出现 5 种, 为硅藻门的中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、拟旋链角毛藻 *Chaetoceros pseudocurvisetus*、丹麦细柱藻 *Leptocylindrus danicus*、旋链角毛藻 *Chaetoceros curvisetus* 及奇异棍形藻 *Bacillaria paradoxa* (表 3.3-10)。

表 3.3-10 浮游植物优势种及优势度

种类名	拉丁名	出现频次	优势度 Y
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	9	0.192
拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	11	0.078
丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>	11	0.068
旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	12	0.034
奇异棍形藻	<i>Bacillaria paradoxa</i>	7	0.023

③ 生物密度

本次调查中浮游植物生物密度平均为 $9406.6 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$, 各站位生物密度差异较大。其中生物密度最高值 ($27216.8 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$) 出现在 5# 站位, 生物密度最低值 ($1475.0 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$) 出现在 10# 站位。详见表 3.3-11。

表 3.3-11 春季调查海域各站位浮游植物生物密度

采样站位	生物密度 (10^3 cells/m ³)	采样站位	生物密度 (10^3 cells/m ³)
3#	1635.5	11#	14000.2
4#	2233.4	12#	5770.6
5#	27216.8	14#	12903.7
6#	7386.7	17#	8554.1
9#	8384.5	19#	20156.8
10#	1475.0	20#	3161.8
最大值	27216.8		
最小值	1475.0		
平均值	9406.6		

浮游植物生物密度以硅藻门占优势，占总生物密度的 99.10%，硅藻门在 12 个采样站位中均出现；甲藻门次之，占总生物密度的 0.87%，蓝藻门最低，占总生物密度的 0.03%。

④生物多样性指数及均匀度

本次调查中各采样站位浮游植物种类数平均为 27 种。其中种类数最高值(35 种)出现在 4#站位，种类数最低值(20 种)出现在 14#站位。

浮游植物物种多样性指数 (H') 平均值为 3.19。其中多样性指数最高值(4.31) 出现在 4#站位，最低值 (1.81) 出现在 19#站位。

浮游植物物种均匀度指数 (J) 平均值为 0.67。其中最高值 (0.84) 出现在 4#站位，最低值 (0.39) 出现在 19#站位。

各采样站位群落特征调查结果详见表 3.3-12。

表 3.3-12 春季浮游植物生物多样性指数及均匀度

采样站位	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J
3#	24	2.45	0.53
4#	35	4.31	0.84
5#	29	3.58	0.74
6#	30	3.73	0.76
9#	29	3.75	0.77
10#	25	3.64	0.78
11#	26	3.55	0.75
12#	26	2.90	0.62
14#	20	2.95	0.68
17#	27	2.11	0.44
19#	25	1.81	0.39
20#	27	3.48	0.73

最大值	35	4.31	0.84
最小值	20	1.81	0.39
平均值	27	3.19	0.67

⑤小结

本次调查共记录浮游植物 2 门 31 属 63 种(含 1 个变种和 2 个变型)，其中以硅藻门出现的种类最多，为 25 属 52 种。

本次调查的浮游植物优势种出现 5 种，为中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、拟旋链角毛藻 *Chaetoceros pseudocurvisetus*、丹麦细柱藻 *Leptocylindrus danicus*、旋链角毛藻 *Chaetoceros curvisetus* 及奇异棍形藻 *Bacillaria paradoxa*。

调查海区浮游植物生物密度变化范围为 $1475.0\sim 27216.8\times 10^3\text{ cells/m}^3$ ，平均为 $9406.6\times 10^3\text{ cells/m}^3$ 。本次调查，各站位浮游植物种数变化范围为 20~35 种，平均 27 种。多样性指数范围为 1.81~4.31，平均为 3.19，均匀度指数范围为 0.39~0.84，平均为 0.67。

3.3.2.4 浮游动物

(1) 秋季浮游动物调查结果分析及评价

①种类组成

本次调查共记录浮游动物 8 个生物类群 43 种，其中桡足类 29 种，浮游幼体类 8 种，被囊类、刺胞动物、等足类、糠虾类、十足类和翼足类各 1 种。

②生物量、密度及分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $7.50\text{mg/m}^3\sim 85.11\text{mg/m}^3$ ，平均生物量为 31.65mg/m^3 。在整个调查区中，生物量最高出现在 J12 号采样站，最低出现在 J16 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 $375.00\text{ind./m}^3\sim 2271.28\text{ind./m}^3$ ，平均密度 840.53ind./m^3 。浮游生物最高密度出现在 J12 号采样站，最低密度则出现在 J4 号采样站（表 3.3-13）。

表 3.3-13 浮游动物生物量及密度

站位	生物量 (mg/m^3)	密度 (ind./m^3)
J2	56.67	1760.00
J4	33.33	375.00
J5	25.00	493.18
J6	8.33	1308.33
J7	46.43	464.29
J10	36.54	688.46
J11	11.11	597.22
J12	85.11	2271.28

站位	生物量 (mg/m ³)	密度 (ind./m ³)
J14	12.93	512.93
J16	7.50	480.00
J18	21.88	678.13
J20	35.00	457.50
平均值	31.65	840.53
范围	7.50~85.11	375.00~2271.28

③主要种群分布

a. 桡足类

桡足类在 12 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 325.00ind./m³ ~ 1925.53ind./m³，平均密度为 711.86ind./m³，占浮游动物总密度的 84.69%。其中最高密度出现在 J12 号采样站，其次为 J2 号采样站，密度为 1493.33ind./m³，J4 号站位密度最低。

b. 浮游幼体类

浮游幼体类在全部 12 个调查站位均有出现，平均密度为 93.23ind./m³，占浮游动物总密度的 11.09%，其密度变化范围为 20.00ind./m³~223.40ind./m³。其中最高密度分布于 J12 号采样站，其次是 J6 号采样站，密度为 212.50ind./m³，J20 号站位密度最低。

c. 其他种类

浮游动物的其他类群有被囊类、刺胞动物、等足类、糠虾类、十足类、翼足类等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

④生物多样性指数和均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 17 种（11~20 种）；种类多样性指数范围为 1.585~3.062 之间，平均为 2.402，多样性指数最高出现在 J16 号采样站，其次为 J7 号采样站，最低则出现在 J20 号采样站，多样性属于中等水平；种类均匀度变化范围在 0.458~0.734 之间，平均为 0.593，最高出现在 J16 号采样站，最低出现在 J20 号采样站（见表 3.3-14）。

表 3.3-14 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
J2	15	2.450	0.627
J4	17	2.498	0.611
J5	20	2.835	0.656

J6	16	2.513	0.628
J7	17	2.916	0.713
J10	17	2.090	0.511
J11	16	2.199	0.550
J12	18	2.100	0.504
J14	19	2.364	0.556
J16	18	3.062	0.734
J18	15	2.214	0.567
J20	11	1.585	0.458
平均	17	2.402	0.593
范围	11~20	1.585~3.062	0.458~0.734

⑤优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 7 种，为桡足类的小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、克氏纺锤水蚤 (*Acartia clausi*)、纺锤水蚤属 (*Acartia* sp.)、伪镖水蚤属 (*Pseudodiaptomus* sp.) 和浮游幼体的多毛类幼体 (*Polychaeta larvae*)、蔓足类幼体 (*Cirripedia larvae*)、翼足类的强卷螺 (*Agadina stimpsoni*)，优势度指数分别为 0.537、0.154、0.073、0.022、0.062、0.025 和 0.036。小拟哲水蚤的平均密度为 446.42ind./m³，占浮游动物总密度的 53.11%，在 12 个调查站位中均有出现，其中在 J12 号站位密度最高，为 1436.17ind./m³，其次为 J2 号站，为 933.33ind./m³，为该调查海区的第一优势种；克氏纺锤水蚤的平均密度为 129.32ind./m³，占浮游动物总密度的 15.39%，在 12 个调查站位中均有出现，其中在 J12 号站位密度最高，为 265.96ind./m³，其他优势种见表 3.3-15。

表 3.3-15 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind./m ³)	占总丰度百分比 (%)
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	0.537	446.42	53.11
克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clausi</i>	0.154	129.32	15.39
纺锤水蚤属	<i>Acartia</i> sp.	0.073	66.30	7.89
多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>	0.062	55.07	6.55
强卷螺	<i>Agadina stimpsoni</i>	0.036	33.33	3.97
蔓足类幼体	<i>Cirripedia larvae</i>	0.025	22.54	2.68
伪镖水蚤属	<i>Pseudodiaptomus</i> sp.	0.022	17.43	2.07

(2) 春季浮游动物调查结果分析及评价

①种类组成及主要类群分布

本次调查共鉴定浮游动物 8 个生物类群 37 种(类)。其中桡足类 19 种、浮游幼体 10 类、毛颚类 2 种、枝角类 2 种、十足类 1 种、被囊类 1 种、端足类

1种、水螅水母类1种。

桡足类在 12 个调查站位中均有分布，其生物密度变化范围为 3.2~363.6 ind./m³，平均密度为 59.7 ind./m³，占浮游动物总密度的 27.99%。

浮游幼体出现在 11 个调查站位中，其生物密度变化范围为 1.2~654.5 ind./m³，平均密度为 86.3 ind./m³，占浮游动物总密度的 40.47%。

毛颚类出现在 10 个调查站位中，其生物密度变化范围为 5.6~145.5 ind./m³，平均密度为 24.4 ind./m³，占浮游动物总密度的 11.45%。

枝角类出现在 4 个调查站位中，其生物密度变化范围为 3.8~37.0 ind./m³，平均密度为 5.9 ind./m³，占浮游动物总密度的 2.77%。

十足类出现在 7 个调查站位中，其生物密度变化范围为 3.7~181.8 ind./m³，平均密度为 25.4 ind./m³，占浮游动物总密度的 11.91%。

被囊类出现在 10 个调查站位中，其生物密度变化范围为 0.6~36.4 ind./m³，平均密度为 9.5 ind./m³，占浮游动物总密度的 4.46%。

端足类出现在 1 个调查站位中，其生物密度变化为 1.9 ind./m³，占浮游动物总密度的 0.07%。

水螅水母类出现在 3 个调查站位中，其生物密度变化范围为 1.6~11.8 ind./m³，平均密度为 1.9 ind./m³，占浮游动物总密度的 0.88%。

浮游动物各类群生物密度分布情况详见表 3.3-16。

表 3.3-16 春季调查海域浮游动物各类群生物密度分布

采样 站位	生物密度(ind./m ³)							
	桡足类	浮游幼体	毛颚类	枝角类	十足类	被囊类	端足类	水螅水母类
3#	37.6	32.7	29.5	0.0	41.0	0.0	0.0	1.6
4#	5.6	13.1	5.6	0.0	3.7	0.0	1.9	0.0
5#	88.8	0.0	0.0	37.0	7.4	7.4	0.0	0.0
6#	58.9	94.1	41.2	11.8	58.8	29.4	0.0	11.8
9#	21.0	10.4	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0
10#	20.8	104.2	12.5	0.0	8.3	4.2	0.0	0.0
11#	363.6	654.5	145.5	18.2	181.8	36.4	0.0	0.0
12#	60.0	40.0	10.0	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0
14#	18.2	18.2	9.1	0.0	0.0	4.5	0.0	9.1
17#	3.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
19#	14.3	39.3	28.6	0.0	0.0	10.7	0.0	0.0
20#	24.1	27.8	11.1	3.8	3.7	5.6	0.0	0.0
最大值	363.6	654.5	145.5	37.0	181.8	36.4	1.9	11.8
最小值	3.2	1.2	5.6	3.8	3.7	0.6	/	1.6

采样 站位	生物密度(ind./m ³)							
	桡足类	浮游幼体	毛颚类	枝角类	十足类	被囊类	端足类	水螅水母类
平均值	59.7	86.3	24.4	5.9	25.4	9.5	0.2	1.9

②优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查中浮游动物优势种主要为短尾类 溞状幼体 *Brachyura zoea*、长尾类幼体 *Macrura larvae*、拟长腹剑水蚤 *Oithona similis*、肥胖肥胖箭虫 *Sagitta enflata* 及住囊虫 *Oikopleura sp.*。

表 3.3- 17 春季调查海域浮动物种类优势度

种类名	拉丁名	出现频次	优势度 Y
短尾类溞状幼体	<i>Brachyura zoea</i>	10	0.122
长尾类幼体	<i>Macrura larvae</i>	7	0.101
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>	10	0.064
肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>	8	0.042
住囊虫	<i>Oikopleura sp.</i>	10	0.037

③生物密度与生物量

本次调查中浮游动物平均生物密度为 213.2ind./m³。其中生物密度最大值(1400.0ind./m³) 出现在 11#站位，最小值 (5.0ind./m³) 出现在 17#站位。

浮游动物湿重生物量平均为 59.25 mg/m³。其中生物量最大值(277.27mg/m³) 出现在 11#站位，最小值 (4.49mg/m³) 出现在 17#站位。

表 3.3- 18 春季调查海域各站位浮游动物生物密度与湿重生物量

采样站位	生物密度(ind./m ³)	生物量(mg/m ³)
3#	142.4	6.97
4#	29.9	11.11
5#	140.6	72.22
6#	306.0	20.59
9#	39.3	47.37
10#	150.0	104.17
11#	1400.0	277.27
12#	117.5	27.50
14#	59.1	54.55
17#	5.0	4.49
19#	92.9	60.71
20#	76.1	24.07
最大值	1400.0	277.27

最小值	5.0	4.49
平均值	213.2	59.25

④生物多样性指数及均匀度

本次调查中各采样站位浮游动物种类数平均为 11 种。其中种类数最高值(17 种)出现在 11#站位；最低值(6 种)出现在 14#和 17#站位。

浮游动物物种多样性指数(H')平均值为 2.92。其中最高值(3.53)出现在 11#站位，最低值(2.47)出现在 14#站位。

浮游动物物种均匀度指数(J)平均值为 0.89。其中最高值(0.96) 出现在 17#站位，最低值 (0.82)出现在 12#站位。

各采样站位浮游动物群落特征调查结果详见表 3.3- 19。

表 3.3- 19 春季调查海域各站位浮游动物生物多样性指数及均匀度

采样站位	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J
3#	15	3.26	0.83
4#	8	2.86	0.95
5#	8	2.61	0.87
6#	13	3.26	0.88
9#	10	3.13	0.94
10#	8	2.48	0.83
11#	17	3.53	0.86
12#	15	3.18	0.82
14#	6	2.47	0.95
17#	6	2.48	0.96
19#	9	2.69	0.85
20#	11	3.14	0.91
最大值	17	3.53	0.96
最小值	6	2.47	0.82
平均值	11	2.92	0.89

⑤小结

本次调查共鉴定浮游动物 8 个生物类群 37 种(类)，详见附录 II-浮游动物种类名录。其中桡足类 19 种、浮游幼体 10 类、毛颚类 2 种、枝角类 2 种、十足类 1 种、被囊类 1 种、端足类 1 种、水螅水母类 1 种。

各采样站浮游动物湿重生物量变化范围为 4.49~277.27 mg/m^3 ，平均生物量为 59.25 mg/m^3 。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化范围为

5.0~1400.0 ind./m³，平均密度 213.2 ind./m³。

本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有 5 种，分别为短尾类溞状幼体 *Brachyura zoea*、长尾类幼体 *Macrura larvae*、拟长腹剑水蚤 *Oithona similis*、肥胖箭虫 *Sagitta enflata* 及住囊虫 *Oikopleura sp.*。

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 11 种 (6~17 种)；种类多样性指数范围为 2.47~3.53 之间，平均为 2.92；种类均匀度变化范围在 0.82~0.96 之间，平均为 0.89。

3.3.2.5 大型底栖生物

(1) 秋季大型底栖生物调查结果分析与评价

① 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 37 种，其中环节动物 24 种、节肢动物 8 种、软体动物 3 种和其他种类动物（纽形动物和脊索动物各 1 种）共 2 种。环节动物、节肢动物和软体动物分别占总种数的 64.86%、21.62% 和 8.11%，环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

② 生物量及栖息密度

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 452.50 ind./m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为 374.17 ind./m²，占总平均密度的 82.69%；节肢动物次之，其平均栖息密度为 60.83 ind./m²，占总平均密度的 13.44%；软体动物的平均栖息密度为 12.50 ind./m²，占总平均密度的 2.76%；其他动物平均栖息密度之和为 5.00 ind./m²，占总平均密度的 1.10%（表 3.3-20）。

底栖生物的平均生物量为 2.46 g/m²，以环节动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量为 1.93 g/m²，占总平均生物量的 78.35%；其次为软体动物，其平均生物量为 0.35 g/m²，占总平均生物量的 14.04%；其他动物的平均生物量之和为 0.10 g/m²，占总平均生物量的 4.03%；节肢动物平均生物量较少，为 0.09 g/m²（表 3.3-20）。

表 3.3-20 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
J2	栖息密度(ind./m ²)	840.00	770.00	0.00	50.00	20.00
	生物量(g/m ²)	3.50	3.20	0.00	0.04	0.26
J4	栖息密度(ind./m ²)	700.00	670.00	0.00	20.00	10.00
	生物量(g/m ²)	3.64	3.47	0.00	0.15	0.02

J5	栖息密度(ind./m ²)	680.00	680.00	0.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	2.58	2.58	0.00	0.00	0.00
J6	栖息密度(ind./m ²)	380.00	370.00	0.00	10.00	0.00
	生物量(g/m ²)	2.31	2.31	0.00	0.00	0.00
J7	栖息密度(ind./m ²)	800.00	790.00	10.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	4.78	4.14	0.64	0.00	0.00
J10	栖息密度(ind./m ²)	620.00	550.00	0.00	70.00	0.00
	生物量(g/m ²)	4.31	3.96	0.00	0.35	0.00
J11	栖息密度(ind./m ²)	400.00	30.00	0.00	370.00	0.00
	生物量(g/m ²)	0.15	0.06	0.00	0.10	0.00
J12	栖息密度(ind./m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
J14	栖息密度(ind./m ²)	470.00	300.00	0.00	160.00	10.00
	生物量(g/m ²)	1.94	0.96	0.00	0.10	0.88
J16	栖息密度(ind./m ²)	220.00	180.00	0.00	30.00	10.00
	生物量(g/m ²)	1.01	0.96	0.00	0.03	0.03
J18	栖息密度(ind./m ²)	240.00	90.00	130.00	20.00	0.00
	生物量(g/m ²)	4.53	0.90	3.33	0.30	0.00
J20	栖息密度(ind./m ²)	80.00	60.00	10.00	0.00	10.00
	生物量(g/m ²)	0.82	0.63	0.19	0.00	0.01
平均	栖息密度(ind./m ²)	452.50	374.17	12.50	60.83	5.00
	生物量(g/m ²)	2.46	1.93	0.35	0.09	0.10

本次调查结果表明，各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀，变化范围从0.00ind./m²~840.00ind./m²，其中J2号站位栖息密度最高，为840.00ind./m²。该站位密度最高的原因在于记录到数量较多的环节动物持真节虫（*Euclymene annandalei*）、腺带刺沙蚕（*Neanthes glandicincta*）、后稚虫（*Laonice cirrata*）和尖锥虫（*Scoloplos armiger*），它们在该站位的栖息密度分别为210.00ind./m²、140.00ind./m²、130.00ind./m²和110.00ind./m²；其次为J7号站位，为800.00 ind./m²，J7号站位密度较高的原因是记录到数量较多的环节动物持真节虫、后稚虫和腺带刺沙蚕，它们在站位的栖息密度分布为440.00ind./m²、170.00ind./m²和100.00ind./m²，最低的站位为J12号站，该站没有出现底栖生物。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀，变化范围从0.00g/m²~4.78g/m²，其中J7号站位生物量最高，构成J7号站位相对高生物量的原因在于出现数量很多的环节动物持真节虫，生物量为2.24g/m²。其次为J18号站位，生物量为4.53g/m²，构成J18号站位相对高生物量的原因在于出现数量多个体较大

的软体动物光滑河篮蛤 (*Potamocorbula laevis*)，生物量为3.33g/m²。

环节动物在调查海区的平均密度为374.17ind./m²，在12个站位中11个站有出现，出现频率为91.67%。密度分布范围为0.00ind./m²~790.00ind./m²；平均生物量为1.93g/m²，生物量分布范围为0.00g/m²~4.14g/m²。

软体动物在调查海区12个站位中3个站出现，出现频率为25.00%，平均密度为12.50ind./m²，密度分布范围为0.00ind./m²~130.00ind./m²；平均生物量为0.35g/m²，生物量分布范围为0.00g/m²~3.33g/m²。

节肢动物在调查海区12个站位中8个站出现，出现频率为66.67%，平均密度为60.83ind./m²，密度分布范围为0.00 ind./m²~370.00ind./m²；平均生物量为0.09g/m²，生物量分布范围为0.00g/m²~0.35g/m²。

③优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，本次调查海区的底栖生物有 5 个优势种，为环节动物的持真节虫、后稚虫、尖锥虫、腺带刺沙蚕和节肢动物的长节刀钩虾(*Aoroides longimerus*)，优势度分别为 0.172、0.108、0.059、0.042 和 0.029。持真节虫在 12 个站位中的 7 个站出现，其平均栖息密度为 133.33ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 29.47%，为该调查海区的第一优势种；后稚虫在 12 个站位中的 9 个站出现，其平均栖息密度为 65.00ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 14.36%，其他优势种见表 3.3-21。

表 3.3-21 底栖动物优势种及优势度

优势种	类群	优势度 (Y)	平均密度(ind./m ²)	占总生物栖息密度的百分比(%)
持真节虫	环节动物	0.172	133.33	29.47
后稚虫	环节动物	0.108	65.00	14.36
尖锥虫	环节动物	0.059	29.17	6.45
腺带刺沙蚕	环节动物	0.042	38.33	8.47
长节刀钩虾	节肢动物	0.029	40.00	8.84

④生物多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 0~14 种/站，平均 9 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 0.000~3.068 之间，平均值为 2.205 (表 3.3-22)。多样性指数最高出现在 J2 号站，最低则为 J12 号站，调查海域底栖生物多样性指数属于中等水平。均匀度范围在 0.323~0.967 之间，平均值为

0.742，均匀度指数最高出现在 J20 号站，最低则为 J11 号站，各站位之间物种分布较为均匀（见表 3.3-22）。

表 3.3-22 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J)
J2	14	3.068	0.806
J4	14	3.017	0.792
J5	8	2.304	0.768
J6	11	2.563	0.741
J7	6	1.831	0.708
J10	14	2.765	0.726
J11	6	0.834	0.323
J12	0	0.000	/
J14	12	2.722	0.759
J16	9	2.639	0.833
J18	8	2.216	0.739
J20	6	2.500	0.967
平均	9	2.205	0.742
范围	0~14	0.000~3.068	0.323~0.967

(2) 春季大型底栖生物调查结果分析与评价

①种类组成

本次调查共鉴定底栖生物 57 种。其中环节动物门 31 种，节肢动物门 15 种，软体动物门 5 种，棘皮动物门 2 种，刺胞动物门 1 种，纽形动物门 1 种，脊索动物门 1 种，蠕虫动物门 1 种。

表 3.3-23 春季调查海域底栖生物种类组成

门类	种类数	种类数占比
环节动物门	31	54.39
节肢动物门	15	26.32
软体动物门	5	8.77
棘皮动物门	2	3.51
刺胞动物门	1	1.75
纽形动物门	1	1.75
脊索动物门	1	1.75
蠕虫动物门	1	1.75

②优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查中大型底栖生物优势种主要为钩虾和不到翁虫。

表 3.3-24 春季调查海域底栖生物种类优势度

种类名	拉丁名	出现频次	优势度 Y
钩虾	<i>Gammaridea sp.</i>	7	0.087
不倒翁虫	<i>Sternaspis sculata</i>	6	0.052

③生物密度与生物量

调查海区底栖生物平均生物密度为 123.1 ind./m²，其中环节动物门平均生物密度最高，为 74.7 ind./m²，占总平均密度的 60.68%；节肢动物门次之，平均生物密度为 41.3 ind./m²，占总平均密度的 33.54%；软体动物门平均生物密度为 2.5 ind./m²，占总平均密度的 2.04%；棘皮动物门平均生物密度为 1.3 ind./m²，占总平均密度的 1.02%；刺胞动物门平均生物密度为 0.8 ind./m²，占总平均密度的 0.68%；其他门类生物包括脊索动物门、蠕虫动物门及纽形动物门，平均生物密度为 2.5 ind./m²，占总平均密度的 2.04%。

各采样站位的底栖生物生物密度分布不均匀，变化范围为 0.0~386.8 ind./m²，其中 17# 站位生物密度最高，23# 站位最低。

表 3.3-25 春季调查海域各站位底栖生物生物密度

采样站 位	生物密度(ind./m ²)	环节动物 门	节肢动物 门	软体动物 门	棘皮动物 门	刺胞动物 门	其他
3#	206.9	166.9	33.3	0.0	0.0	0.0	6.7
4#	173.4	140.0	26.7	0.0	0.0	0.0	6.7
5#	66.8	60.1	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0
6#	86.7	73.4	0.0	0.0	13.3	0.0	0.0
9#	313.4	186.7	113.4	13.3	0.0	0.0	0.0
10#	46.9	40.2	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0
11#	180.0	166.6	6.7	0.0	0.0	0.0	6.7
12#	153.5	140.1	0.0	0.0	0.0	6.7	6.7
14#	80.3	53.6	20.0	0.0	6.7	0.0	0.0
17#	386.8	60.1	326.7	0.0	0.0	0.0	0.0
19#	73.6	40.2	33.4	0.0	0.0	0.0	0.0
20#	107.0	53.4	20.1	13.4	0.0	6.7	13.4
21#	53.4	6.7	46.7	0.0	0.0	0.0	0.0
22#	20.1	0.0	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0
23#	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24#	20.0	6.7	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0
平均值	123.1	74.7	41.3	2.5	1.3	0.8	2.5

底栖生物的平均生物量为 21.66 g/m²，其中软体动物门平均生物量最高，为 13.14 g/m²，占总平均生物量的 60.67%；其次为节肢动物门，平均生物量为 5.17 g/m²，占总平均生物量的 23.88%；棘皮动物门平均生物量为 2.45 g/m²，占总平均生物量的 11.31%；环节动物门平均生物量为 0.66 g/m²，占总平均生物量的

3.05%；刺胞动物门平均生物量为 0.02 g/m^2 ，占总平均生物量的 0.09%；其他门类生物包括脊索动物门、昆虫动物门及纽形动物门平均生物量为 0.22 g/m^2 ，占总平均生物量的 1.00%。

各采样站位生物量平面分布也不均匀，变化范围为 $0.00\sim 203.17 \text{ g/m}^2$ ，其中 9# 站位生物量最高，23# 站位生物量最低。

表 3.3-26 春季调查海域各站位底栖生物生物密度

采样站位	生物量(g/m^2)	环节动物门	节肢动物门	软体动物门	棘皮动物门	刺胞动物门	其他
3#	1.84	1.32	0.47	0.00	0.00	0.00	0.05
4#	0.75	0.32	0.30	0.00	0.00	0.00	0.13
5#	0.39	0.38	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
6#	39.75	0.56	0.00	0.00	39.19	0.00	0.00
9#	203.17	1.65	44.57	156.95	0.00	0.00	0.00
10#	1.19	0.29	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00
11#	0.98	0.74	0.01	0.00	0.00	0.00	0.23
12#	3.86	3.38	0.00	0.00	0.00	0.23	0.25
14#	0.17	0.14	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
17#	4.87	0.69	4.18	0.00	0.00	0.00	0.00
19#	0.51	0.49	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
20#	56.87	0.56	1.02	52.41	0.00	0.08	2.80
21#	2.13	0.01	2.12	0.00	0.00	0.00	0.00
22#	7.26	0.00	7.26	0.00	0.00	0.00	0.00
23#	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24#	22.84	0.03	22.81	0.00	0.00	0.00	0.00
平均值	21.66	0.66	5.17	13.14	2.45	0.02	0.22

④生物多样性指数及均匀度

本次调查中各采样站位底栖生物种类平均为 8 种。其中种类数最高值 (14 种) 出现在 3#、9# 站位，种类数最低值 (0 种) 出现在 23# 站位。

底栖生物物种多样性指数 (H') 平均值为 2.44。其中多样性指数最高值 (3.58) 出现在 20# 站位，最低值 (0.54) 出现在 21# 站位。

底栖生物物种均匀度指数 (J) 平均值为 0.86。其中最高值 (1.00) 出现在 10#、22# 站位，最低值 (0.41) 出现在 17# 站位。

各采样站位底栖生物群落特征调查结果详见下表。

表 3.3-27 春季调查海域各站位底栖生物生物多样性指数及均匀度

采样站位	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J
3#	14	3.19	0.84
4#	11	3.06	0.88
5#	6	2.37	0.92
6#	8	2.87	0.96
9#	14	3.27	0.86
10#	7	2.81	1.00
11#	7	2.35	0.84
12#	11	2.96	0.86
14#	10	3.19	0.96
17#	8	1.24	0.41
19#	8	2.73	0.91
20#	13	3.58	0.97
21#	2	0.54	0.54
22#	3	1.58	1.00
23#	0	/	/
24#	2	0.92	0.92
最大值	14	3.58	1.00
最小值	0	0.54	0.41
平均值	8	2.44	0.86

⑤小结

本次调查共鉴定底栖生物 57 种。其中环节动物门 31 种，节肢动物门 15 种，软体动物门 5 种，棘皮动物门 2 种，刺胞动物门 1 种，纽形动物门 1 种，脊索动物门 1 种，蠕虫动物门 1 种。

调查海区大型底栖生物平均生物密度为 123.1ind./m²，变化范围为 0.0~386.8 ind./m²；平均生物量为 21.66 g/m²，变化范围为 0.00~203.17 g/m²。

本次调查海区的底栖生物优势种有 6 种，分别为钩虾 *Gammaridea* sp. 和 不倒翁虫 *Sternaspis sculata*。

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 0~14 种/站，平均 8 种/站。多样性指数变化范围在 0.54~3.58 之间，平均值为 2.44。种类均匀度变化范围在 0.41~1.00 之间，平均为 0.86。

3.3.2.6 潮间带生物

(1) 秋季潮间带生物调查结果分析及评价

①种类构成

本次调查共记录潮间带生物15种，其中节肢动物7种，环节动物6种，纽形动物和脊椎动物各1种。节肢动物和环节动物各占总种数的46.67%和40.00%。节肢动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

3个断面按沉积物的类型，以C1~C3表示，其中3个调查断面均为泥相。

高潮区：生物群落组成以环节动物背毛背蚓虫（*Notomastus cf. aberans*）和节肢动物麦克碟尾虫（*Discapseudes mackiei*）为主，它们在高潮区的平均栖息密度分别为13.33ind./m²和10.67ind./m²，它们的平均栖息密之和占高潮区总平均栖息密度的56.25%。。

中潮区：生物群落组成以节肢动物麦克碟尾虫为主，它们在中潮区的平均栖息密度为7.11ind./m²，它们的平均栖息密度占中潮区总平均栖息密度的50.00%。

低潮区：生物群落组成同样以节肢动物麦克碟尾虫为主，它们在低潮区的平均栖息密度为53.33ind./m²，占低潮区总平均栖息密度的76.92%。

②平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为2.98g/m²，平均栖息密度为42.07ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以节肢动物居首位，平均生物量为2.85g/m²，占总平均生物量的95.61%；其次为环节动物，其平均生物量为0.06g/m²，占总平均生物量的1.94%；纽形动物的平均生物量为0.05g/m²，占总生物量的1.55%；脊椎动物的平均生物量为0.03g/m²，占总生物量的0.89%（表3.3-28）。

在平均栖息密度方面，总平均栖息密度为42.07ind./m²。其中节肢动物占首位，为27.56ind./m²；其次为环节动物，为12.15ind./m²；纽形动物和脊椎动物的平均栖息密度较低，分别为1.48ind./m²和0.89ind./m²（表3.3-28）。

表 3.3-28 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

类别	合计	环节动物	节肢动物	纽形动物	脊椎动物
栖息密度 (ind./m ²)	42.07	12.15	27.56	1.48	0.89
生物量 (g/m ²)	2.98	0.06	2.85	0.05	0.03

③平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，高潮区居中，中潮带最低（表3.3-29），其中低潮区的平均生物量主要由节肢动物组成。平均栖息密度的垂直分布，亦表现为低潮区 > 高潮区 > 中潮区（表3.3-29），低潮

区的平均栖息密度主要由节肢动物组成。

表 3.3-29 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

潮带	项目	合计	环节动物	节肢动物	纽形动物	脊椎动物
高	栖息密度 (ind./m ²)	42.67	24.00	16.00	2.67	0.00
	生物量 (g/m ²)	0.31	0.14	0.06	0.10	0.00
中	栖息密度 (ind./m ²)	14.22	4.44	8.00	1.78	0.00
	生物量 (g/m ²)	0.08	0.01	0.04	0.03	0.00
低	栖息密度 (ind./m ²)	69.33	8.00	58.67	0.00	2.67
	生物量 (g/m ²)	8.56	0.02	8.46	0.00	0.08

④生物多样性指数

计算结果显示, 3 条调查断面出现的种类数在 5~7 种/断面(平均 6 种/断面), 多样性指数和均匀度指数平均值分别为 1.612 和 0.599, 多样性属于较低水平(表 3.3-30)。

表 3.3-30 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	多样性指数(H')	均匀度(J')
C1	7	1.560	0.556
C2	5	0.991	0.427
C3	7	2.285	0.814
平均	6	1.612	0.599

(2) 春季潮间带生物调查结果分析及评价

①种类构成

本次调查共鉴定潮间带生物 67 种。其中 环节动物门 26 种, 节肢动物门 20 种, 软体动物门 16 种, 刺胞动物门 3 种, 脊索动物门 1 种, 星虫动物门 1 种。

表 3.3-31 春季调查海域潮间带生物种类组成

门类	种类数	种类数占比
环节动物门	26	38.81
节肢动物门	20	29.85
软体动物门	16	23.88
刺胞动物门	3	4.48
脊索动物门	1	1.49
星虫动物门	1	1.49

②平均生物密度及平均生物量组成

调查断面潮间带生物平均生物密度为 1322.8 ind./m²，平均生物量为 95.61 g/m²。

生物密度组成中，节肢动物门最高，平均生物密度为 855.7 ind./m²，占总平均生物密度的 66.96%；其次为环节动物门，平均生物密度为 357.9 ind./m²，占总平均生物密度的 27.06%；软体动物门平均生物密度为 72.8 ind./m²，占总平均生物密度的 5.50%；刺胞动物门平均生物密度为 5.6 ind./m²，占总平均生物密度的 0.42%；其他门类生物包括脊索动物门和星虫动物门平均生物密度为 0.8 ind./m²，占总平均生物量的 0.06%。生物量组成中，节肢动物门最高，平均生物量为 72.83 g/m²，占总平均生物量的 76.18%；其次为软体动物门，平均生物量为 10.94 g/m²，占总平均生物量的 11.44%；环节动物门平均生物量为 7.99 g/m²，占总平均生物量的 8.36%；刺胞动物门平均生物量为 2.38 g/m²，占总平均生物量的 2.49%；其他门类生物包括脊索动物门及星虫动物门平均生物量为 1.47 g/m²，占总平均生物量的 1.53%。

表 3.3-31 春季调查海域潮间带生物平均生物密度与平均生物量组成

项目	合计	环节动物门	节肢动物门	软体动物门	刺胞动物门	其他
平均生物密度(ind./m ²)	1322.8	357.9	855.7	72.8	5.6	0.8
平均生物量(g/m ²)	95.61	7.99	72.83	10.94	2.38	95.61

③平均生物密度及平均生物量水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物密度和平均生物量的水平分布方面，平均生物密度表现为 5#断面 > 1#断面 > 4#断面 > 2#断面 > 3#断面；平均生物量表现为 2#断面 > 5#断面 > 3#断面 > 4#断面 > 1#断面。

表 3.3-32 潮间带生物平均生物密度及平均生物量水平分布

断面	项目	合计	环节动物门	节肢动物门	软体动物门	刺胞动物门	其他
1#	平均生物密度(ind./m ²)	822.6	590.7	9.3	222.6	0.0	0.0
	平均生物量(g/m ²)	52.55	12.75	0.17	39.63	0.00	0.00
2#	平均生物密度(ind./m ²)	457.8	135.9	240.6	81.3	0.0	0.0
	平均生物量(g/m ²)	127.84	2.15	114.24	11.45	0.00	0.00
3#	平均生物密度(ind./m ²)	286.0	197.3	21.3	45.4	20.0	2.0
	平均生物量(g/m ²)	109.82	4.78	87.02	2.00	11.50	4.52
4#	平均生物密度(ind./m ²)	574.5	527.3	25.9	13.3	8.0	0.0
	平均生物量(g/m ²)	71.8	6.99	63.09	1.33	0.39	0.00
5#	平均生物密度(ind./m ²)	4473.2	338.5	4131.4	1.3	0.0	2.0

	平均生物量(g/m ²)	116.05	13.29	99.65	0.30	0.00	2.81
--	--------------------------	--------	-------	-------	------	------	------

④平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

调查断面的潮间带生物平均生物密度和平均生物量的垂直分布方面，平均生物密度表现为高潮区> 低潮区 > 中潮区；平均生物量表现为高潮区 > 中潮区 > 低潮区。

表 3.3-33 潮间带生物平均生物密度及平均生物量垂直分布

潮区	项目	合计	环节动物门	节肢动物门	软体动物门	刺胞动物门	其他
高潮区	平均生物密度(ind./m ²)	3924.0	66.0	3854.0	0.0	0.0	4.0
	平均生物量(g/m ²)	231.05	0.55	223.17	0.00	0.00	7.33
中潮区	平均生物密度(ind./m ²)	1126.1	491.7	498.5	127.9	8.0	0.0
	平均生物量(g/m ²)	185.30	18.31	122.88	43.72	0.39	0.00
低潮区	平均生物密度(ind./m ²)	1564.0	1232.0	76.0	236.0	20.0	0.0
	平均生物量(g/m ²)	61.71	21.10	18.12	10.99	11.50	0.00

⑤生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，5 条断面出现的种类数范围为 18~38 种，平均为 29 种，其中种类数最高的断面为 1#断面，种类数最低为 3#断面。

潮间带生物物种多样性指数(H') 平均值为 1.64。其中多样性指数最高值(2.41)出现在 1#断面，最低值(0.79)出现在 5#断面。

潮间带生物物种均匀度指数(J)平均值为 0.56。其中最高值 (0.83)出现在 1#断面，最低值 (0.30)出现在 5#断面。

各断面潮间带生物群落特征调查结果详见下表。

表 3.3-34 春季各断面潮间带生物生物多样性指数及均匀度

断面	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J
1#	38	2.41	0.83
2#	37	1.98	0.49
3#	18	1.76	0.71
4#	24	1.25	0.46
5#	27	0.79	0.30
最大值	38	2.41	0.83
最小值	18	0.79	0.30
平均值	29	1.64	0.56

④小结

本次调查共鉴定潮间带生物 67 种，详见附录 IV-潮间带生物种类名录。其中环节动物门 26 种，节肢动物门 20 种，软体动物门 16 种，刺胞动物门 3 种，脊索动物门 1 种，星虫动物门 1 种。

调查断面潮间带生物平均生物密度为 1322.8 ind./m^2 ，平均生物量为 95.61 g/m^2 。

水平分布方面：平均生物密度表现为 5#断面 > 1#断面 > 4#断面 > 2#断面 > 3#断面；平均生物量表现为 2#断面 > 5#断面 > 3#断面 > 4#断面 > 1#断面。

垂直分布方面：平均生物密度表现为高潮区 > 低潮区 > 中潮区；平均生物量表现为高潮区 > 中潮区 > 低潮区。

5 条调查断面出现的种类数范围为 18~38 种（平均为 29 种），多样性指数变化范围在 0.79~2.41 之间，平均值为 1.64。均匀度范围在 0.30~0.83 之间，平均值为 0.56。

3.3.2.7 鱼类浮游生物

(1) 秋季鱼类浮游生物调查结果分析及评价

①种类组成

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 24 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 8 种，其中鲈形目鉴定出 3 种，鲱形目鉴定出 2 种，鲻形目、鲾形目和未定种各鉴定出 1 种（表 3.3-35）。

表 3.3-35 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

种类		拉文种名	鱼卵	仔鱼
鲱形目	小沙丁鱼	<i>Shardinella sp.</i>	-	+
	小公鱼	<i>Stolephorus sp.</i>	+	+
鲈形目	多鳞鱧	<i>Sillago sihama</i>	+	-
	绯鲤	<i>Upeneus sp.</i>	-	+
	鲷科	Sparidae	+	+
鲻形目	鲻科	Mugilidae	+	+
鲾形目	舌鰓科	Cynoglossidae	+	-
	未定种	Unidentified	+	-

②数量分布

本次水平拖网定性调查共采到鱼卵 364 粒，仔鱼 7 尾。调查海区 12 个测站中全部采集到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，各站平均捕获鱼卵数量为 30.33

ind/net。捕获鱼卵数最大是 J16 号站，为 44ind/net，各站捕获鱼卵数变化范围在 19ind/net~44ind/net（表 3.3-34）。

仔鱼在 12 个监测站中 5 个站有出现，出现率为 41.67%，仔鱼的各站平均捕获数量平均为 0.58ind/net，捕获仔鱼数最大是 J5 和 J12 号站，均为 2ind/net，各站捕获仔鱼数变化范围在 0 ind/net~2ind/net（表 3.3-36）。

表 3.3-36 鱼类浮游生物水平拖网捕获数量及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (ind/net)	仔鱼 (ind/net)
J2	19	0
J4	22	0
J5	21	2
J6	25	0
J7	30	0
J10	41	1
J11	33	0
J12	38	2
J14	31	0
J16	44	1
J18	24	0
J20	36	1
平均值	30.33	0.58

本次垂直拖网定量调查仅采到鱼卵 9 粒。调查期间 12 个测站中 8 个站采集到鱼卵，鱼卵出现率为 66.67%，调查海区的鱼卵平均密度为 1.95ind/m³，捕获鱼卵数量密度最高的是 J14 号站，为 7.50ind/m³，鱼卵密度变化范围在 0.00ind/m³~7.50ind/m³（表 3.3-37）。

表 3.3-37 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (ind/m ³)	仔鱼 (ind/m ³)
J2	0.00	0.00
J4	2.14	0.00
J5	2.14	0.00
J6	3.75	0.00
J7	1.67	0.00
J10	0.00	0.00
J11	0.88	0.00
J12	0.00	0.00
J14	7.50	0.00
J16	3.75	0.00
J18	0.00	0.00
J20	1.58	0.00
平均值	1.95	0.00

③主要种类及数量分布

鲷科、多鳞鱚和小公鱼是本次水平拖网定性调查中的主要种类。在本次调查水平拖网中鱼卵出现一定数量，鲷科鱼卵平均捕获数量为 10.75ind/net，占本次定性调查鱼卵总数的 35.44%；多鳞鱚鱼卵平均捕获数量为 7.33ind/net，占本次定性调查鱼卵总数的 24.18%；小公鱼鱼卵平均捕获数量为 6.67ind/net，占本次定性调查鱼卵总数的 21.98%。

小沙丁鱼和鲱科也是本次水平拖网定性调查中的主要种类。在本次调查水平拖网中仔鱼出现一定数量，小沙丁鱼和鲱科仔鱼平均捕获数量均为 0.17ind/net，均占本次定性调查仔鱼总数的 28.57%。

本次垂直拖网定量调查中仅出现的小公鱼、多鳞鱚和鲷科三种鱼卵，未采集到仔鱼。其中，小公鱼鱼卵在 12 个调查站中 3 个站有出现，出现频率为 25.00%，鱼卵密度在 0.00ind/m³ ~ 7.50ind/m³ 之间，其中鱼卵密度最高出现在 J14 号站，密度为 7.50ind/m³，小公鱼鱼卵的平均密度为 1.12ind/m³，占本次调查鱼卵总平均密度的 57.20%；多鳞鱚鱼卵的平均密度为 0.44ind/m³，占本次调查鱼卵总平均密度的 22.76%；鲷科鱼卵的平均密度为 0.39ind/m³，占本次调查鱼卵总平均密度的 20.04%。

(2) 春季鱼类浮游生物调查结果分析及评价

① 种类组成

在采集的的 12 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 11 种，其中鲱形目、鲾形目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种和鲈形目鉴定出 6 种。

表 3.3-38 春季调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

种类	拉文种名	鱼卵	仔鱼
鲱形目	小公鱼	<i>Stolephorus sp.</i>	+
	小沙丁鱼	<i>Sardinella sp.</i>	+
鲈形目	鲷科	Sparidae	+
	鲷属	<i>Leiognathus sp.</i>	+
	多鳞鱚	<i>Sillago sihama</i>	+
	眶棘双边鱼	<i>Ambassis gymnocephalus</i>	-
	石首鱼科	Sciaenidae	-
	鰕虎鱼科	Gobiidae	-
鲱形目	鲱科	Mugilidae	+
鲾形目	舌鰻科	Cynoglossidae	+
	未定种	Unidentified	+

② 数量分布

本次调查共采到鱼卵 14855 个，仔鱼 18 尾。调查海区的鱼卵平均密度为

18203.35 个/1000m³， 捕获鱼卵数量密度最高为 10 号站， 为 52606.84 个/1000m³， 调查期间 12 个测站中均采到鱼卵， 鱼卵出现率为 100.00%， 鱼卵密度变化范围在 3585.73 个/1000m³~52606.84 个/1000m³。

仔鱼在 12 个监测站中 11 个站有出现， 出现率为 91.67%， 仔鱼的平均密度为 21.41 尾/1000m³。

表 3.3-39 春季鱼类浮游生物密度及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵(个/1000m ³)	仔鱼(尾/1000m ³)
2	9143.43	11.95
4	5098.21	38.43
5	43095.24	26.46
6	17909.09	15.15
8	3585.73	0.00
10	52606.84	42.74
12	4103.92	15.91
13	36132.46	36.79
14	9471.43	10.71
17	7239.07	13.38
18	13957.89	15.79
19	16096.84	29.64
平均值	18203.35	21.41

③主要种类及数量分布

鳊属是本次调查的主要种类，在本次调查中该种鱼卵出现有一定数量，鳊属的鱼卵密度在 1290.84 个/1000m³~22820.51 个/1000m³ 之间，其鱼卵在 12 个调查站中均出现，出现频率为 100.00%。其中鱼卵密度最高出现在 10 号站，其次为 13 号站，密度为 14791.50 个/1000m³，平均密度 7100.26 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 39.01%。

小公鱼也是本次调查中出现的主要种类，在本次调查中该种鱼卵和仔鱼出现有一定数量。其中，鱼卵的密度在 262.83 个/1000m³~8315.62 个/1000m³ 之间，鱼卵在 12 个调查站中均出现，出现频率为 100.00%。其中鱼卵密度最高出现在 13 号站，密度为 8315.62 个/1000m³，鱼卵的平均密度为 3039.57 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 16.70%；仔鱼的密度在 0.00 尾/1000m³~21.37 尾/1000m³ 之间，仔鱼在 12 个调查站中 4 个站有出现，出现频率为 33.33%。其中仔鱼密度最高出现在 10 号站，密度为 21.37 尾/1000m³，仔鱼的平均密度为 5.03 尾/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 23.51%。

④小结

春季调查共出现鱼卵仔鱼 11 种，其中鲰形目、鲾形目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种和鲈形目鉴定出 6 种；共采到鱼卵 14855 个，仔鱼 18 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 18203.35 个/1000m³，仔鱼的平均密度为 21.41 尾/1000m³。

3.3.2.8 游泳动物

(1) 秋季浮游动物调查结果分析及评价

①种类组成

本次调查，共捕获游泳动物 55 种，其中：鱼类 31 种，甲壳类 23 种，头足类 1 种（表 3.3-40）。

本次调查，各断面出现种类情况见表 3.3-36。从表 3.3-40 可看出，各断面种类数量，J10 号站断面种类数最多，为 25 种，J11 号站断面的种数最少，为 18 种。

表 3.3-40 各断面出现种类统计结果

断面	甲壳类	头足类	鱼类	总计
J2	14	0	8	22
J4	9	0	10	19
J5	11	0	11	22
J6	11	0	11	22
J7	11	0	10	21
J10	14	1	10	25
J11	9	0	9	18
J12	12	0	11	23
J14	12	0	10	22
J16	15	0	6	21
J18	13	0	10	23
J20	14	0	6	20

②渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 1.74kg/h 和 103.42ind./h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.32 kg/h 和 88.08ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 75.96%和 85.17%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.42kg/h 和 15.25ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 24.02%和 14.75%；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.0003kg/h 和 0.08ind./h，占平均总重量渔获率和平

均总个体渔获率分别为 0.02% 和 0.08%（表 3.3-41）。

表 3.3-41 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

断面	总个体渔获率 ind./h	总重量渔获率 kg/h	类群			类群		
			甲壳类	头足类	鱼类	甲壳类	头足类	鱼类
			个体渔获率(ind./h)			重量渔获率(kg/h)		
			个体渔获比例(%)			重量渔获比例(%)		
J2	88.00	1.89	73.00	0.00	15.00	1.44	0.00	0.45
			82.95	0.00	17.05	75.98	0.00	24.02
J4	111.00	1.91	92.00	0.00	19.00	1.41	0.00	0.50
			82.88	0.00	17.12	73.95	0.00	26.05
J5	129.00	1.84	111.00	0.00	18.00	1.41	0.00	0.43
			86.05	0.00	13.95	76.52	0.00	23.48
J6	105.00	1.94	84.00	0.00	21.00	1.42	0.00	0.52
			80.00	0.00	20.00	73.41	0.00	26.59
J7	111.00	1.67	98.00	0.00	13.00	1.27	0.00	0.40
			88.29	0.00	11.71	75.82	0.00	24.18
J10	117.00	1.64	99.00	1.00	17.00	1.26	0.0038	0.38
			84.62	0.85	14.53	76.75	0.23	23.02
J11	92.00	1.50	74.00	0.00	18.00	1.10	0.00	0.40
			80.43	0.00	19.57	73.38	0.00	26.62
J12	83.00	1.68	63.00	0.00	20.00	1.10	0.00	0.59
			75.90	0.00	24.10	65.24	0.00	34.76
J14	111.00	1.74	97.00	0.00	14.00	1.31	0.00	0.43
			87.39	0.00	12.61	75.25	0.00	24.75
J16	90.00	1.77	82.00	0.00	8.00	1.45	0.00	0.32
			91.11	0.00	8.89	81.78	0.00	18.22
J18	113.00	1.73	102.00	0.00	11.00	1.36	0.00	0.37
			90.27	0.00	9.73	78.41	0.00	21.59
J20	91.00	1.51	82.00	0.00	9.00	1.30	0.00	0.21
			90.11	0.00	9.89	86.01	0.00	13.99
平均	103.42	1.74	88.08	0.08	15.25	1.32	0.0003	0.42
			85.17	0.08	14.75	75.96	0.02	24.02

③资源密度

本次调查各断面渔业资源密度分布见表 3.3-42。平均重量密度为 208.32kg/km²，J6 号站断面最高，J11 号站断面最低，范围为 180.24kg/km²~232.59kg/km²；平均个体密度为 12.41×10³ind./km²，个体密度最高的断面为 J5 号站断面，其值为 15.48×10³ind./km²，最低为 J12 号站断面，其个体密度为 9.96×10³ind./km²。

表 3.3-42 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度(kg/km ²)	个体密度(×10 ³ ind./km ²)
J2	226.87	10.56
J4	229.45	13.32
J5	220.36	15.48
J6	232.59	12.60
J7	200.45	13.32
J10	196.65	14.04
J11	180.24	11.04
J12	202.07	9.96
J14	209.08	13.32
J16	212.18	10.80
J18	208.17	13.56
J20	181.78	10.92
平均值	208.32	12.41

④鱼类资源状况

a. 鱼类种类组成

本次调查共捕获鱼类 31 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

b. 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 3.3-43。从表 3.3-43 可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 50.05kg/km² 和 1.83×10³ind./km²。在 12 个断面的鱼类重量密度分布中，J12 号站断面最高为 70.23kg/km²，J20 号站断面最低为 25.42kg/km²；鱼类个体密度分布中，J6 号站断面最高为 2.52×10³ind./km²，J16 号站断面最低为 0.96×10³ind./km²。

表 3.3-43 鱼类资源密度

断面	重量密度(kg/km ²)	个体密度(×10 ³ ind./km ²)
J2	54.49	1.80
J4	59.78	2.28
J5	51.73	2.16
J6	61.84	2.52
J7	48.47	1.56
J10	45.27	2.04
J11	47.98	2.16
J12	70.23	2.40
J14	51.75	1.68
J16	38.66	0.96
J18	44.95	1.32
J20	25.42	1.08
平均值	50.05	1.83

c. 鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 3.3-44。从表 3.3-44 可得出，鱼类 IRI 值在 1000 以上的优势种仅 2 种，为：拉氏狼牙虾虎鱼（*Odontamblyopus lacepedii*）和线纹鳗鲡（*Plotosus lineatus*），这 2 种鱼的重量渔获率之和为 1.89kg/h，占鱼类总重量渔获率（5.01kg/h）的 37.71%；这 2 种鱼的个体渔获率之和为 53.00ind./h，占鱼类总个体渔获率（183.00ind./h）的 28.96%。

表 3.3-44 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
拉氏狼牙虾虎鱼	75.00	1.13	22.58	40.00	21.86	3332.96
线纹鳗鲡	83.33	0.76	15.13	13.00	7.10	1852.56
白姑鱼	66.67	0.30	6.07	12.00	6.56	841.85
卵鲳	66.67	0.12	2.38	12.00	6.56	595.57
红牙鲷	50.00	0.34	6.87	9.00	4.92	589.46
孔虾虎鱼	50.00	0.16	3.22	14.00	7.65	543.69
拟矛尾虾虎鱼	58.33	0.07	1.49	12.00	6.56	469.54
截尾白姑鱼	41.67	0.22	4.34	12.00	6.56	454.07
龙头鱼	50.00	0.26	5.20	6.00	3.28	423.71
少鳞鳢	50.00	0.17	3.37	7.00	3.83	359.98
杂食豆齿鳗	25.00	0.44	8.75	3.00	1.64	259.79
犬牙繸虾虎鱼	41.67	0.09	1.77	6.00	3.28	210.27
斑头舌鲳	41.67	0.07	1.50	6.00	3.28	198.98
长钩须鲳	25.00	0.08	1.55	4.00	2.19	93.37
海鳗	16.67	0.09	1.78	4.00	2.19	66.03
尖头黄鳍牙鲷	16.67	0.07	1.48	2.00	1.09	42.85
褐蓝子鱼	16.67	0.06	1.15	2.00	1.09	37.34
短吻红舌鲳	16.67	0.05	0.92	2.00	1.09	33.59
棕斑兔头鲈	16.67	0.04	0.87	2.00	1.09	32.67
皮氏叫姑鱼	16.67	0.04	0.83	2.00	1.09	32.07
食蟹豆齿鳗	8.33	0.16	3.27	1.00	0.55	31.76
李氏鳚	16.67	0.03	0.67	2.00	1.09	29.44
颈斑鳚	16.67	0.02	0.42	2.00	1.09	25.28
大鳞舌鲳	8.33	0.06	1.22	1.00	0.55	14.76
勒氏枝鳃石首鱼	8.33	0.04	0.74	1.00	0.55	10.74
高体棱鲷	8.33	0.04	0.72	1.00	0.55	10.54
细鳞鲷	8.33	0.03	0.59	1.00	0.55	9.47
小带鱼	8.33	0.02	0.46	1.00	0.55	8.40
中颌棱鲷	8.33	0.02	0.30	1.00	0.55	7.09
凤鲚	8.33	0.01	0.21	1.00	0.55	6.29
六指马鲛	8.33	0.01	0.15	1.00	0.55	5.80

⑤甲壳类资源状况

a. 种类组成及资源密度评估

本次调查共捕获甲壳类 23 种，其中：虾类 6 种，蟹类 12 种，虾蛄类 5 种。

甲壳类渔获种类名录见附录 V。

b. 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 3.3-45。从表 3.3-45 可得出，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 5 种，为：长叉口虾蛄 (*Oratosquilla nepa*)、红星梭子蟹 (*Portunus sanguinolentus*)、隆线强蟹 (*Eucrate crenata*)、刀额新对虾 (*Parapenaeopsis cultrirostris*) 和周氏新对虾 (*Metapenaeus joyneri*)。这 5 种甲壳类的重量渔获率之和为 12.67kg/h，占甲壳类总重量渔获率 (15.83kg/h) 的 80.08%；这 5 种甲壳类的个体渔获率之和为 789.00ind./h，占甲壳类总个体渔获率 (1057.00 ind./h) 的 74.65%。

表 3.3-45 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
长叉口虾蛄	100.00	6.09	38.47	432.00	40.87	7933.79
红星梭子蟹	100.00	3.72	23.48	111.00	10.50	3398.43
隆线强蟹	100.00	1.89	11.92	84.00	7.95	1986.76
刀额新对虾	100.00	0.57	3.62	78.00	7.38	1100.34
周氏新对虾	100.00	0.41	2.58	84.00	7.95	1053.11
亨氏仿对虾	83.33	0.34	2.15	71.00	6.72	739.17
哈氏仿对虾	83.33	0.27	1.72	74.00	7.00	727.13
锈斑蟳	83.33	0.51	3.24	39.00	3.69	577.11
远海梭子蟹	75.00	0.77	4.86	10.00	0.95	435.65
近亲蟳	66.67	0.37	2.35	21.00	1.99	289.00
口虾蛄	58.33	0.19	1.19	16.00	1.51	157.98
晶莹蟳	41.67	0.34	2.16	7.00	0.66	117.46
钝齿蟳	33.33	0.08	0.50	5.00	0.47	32.40
日本蟳	25.00	0.07	0.46	3.00	0.28	18.54
猛虾蛄	25.00	0.05	0.31	4.00	0.38	17.21
变态蟳	25.00	0.02	0.11	5.00	0.47	14.64
断脊小口虾蛄	25.00	0.05	0.30	3.00	0.28	14.58
中华管鞭虾	25.00	0.01	0.07	3.00	0.28	8.95
墨吉明对虾	16.67	0.05	0.34	2.00	0.19	8.80
矛形梭子蟹	16.67	0.01	0.05	2.00	0.19	3.99
伍氏平虾蛄	8.33	0.01	0.04	1.00	0.09	1.14
疾进蟳	8.33	0.01	0.03	1.00	0.09	1.06
直额蟳	8.33	0.00	0.03	1.00	0.09	1.03

c. 甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 3.3-46。从表 3.3-42 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 158.24kg/km² 和 10.57×10³ind./km²。其中，重量密度范围

为 $131.84\text{kg}/\text{km}^2 \sim 173.52\text{kg}/\text{km}^2$ ，J16 号站断面最高，J12 号站断面最低；个体密度分布范围为 $7.56 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2 \sim 13.32 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ ，J5 号站断面最高，J12 号站断面最低。

表 3.3-46 甲壳类资源密度

断面	重量密度(kg/km^2)	个体密度($\times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$)
J2	172.38	8.76
J4	169.67	11.04
J5	168.63	13.32
J6	170.75	10.08
J7	151.98	11.76
J10	150.93	11.88
J11	132.26	8.88
J12	131.84	7.56
J14	157.33	11.64
J16	173.52	9.84
J18	163.22	12.24
J20	156.36	9.84
平均值	158.24	10.57

⑥头足类资源状况

本次调查海域内捕获的头足类仅有 1 种，为火枪乌贼 (*Loligo beka*)。在 12 个调查断面中，头足类的仅在 J10 号断面出现，出现率为 8.33%。头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 $0.04\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $0.01 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

⑦幼体比例

本次调查幼体群体占有游泳动物群体的比例为 16.72%（表 3.3-47）。渔获物中，鱼类幼体比例为 17.49%，甲壳类幼体比例为 16.75%，头足类幼体比例为 100.00%，各类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例见表 3.3-48。

鱼类整体幼体比例较低，仅个别几种的幼体比例较高：如凤鲚 (*Coilia mystus*)、海鳗 (*Muraenesox cinereus*)、六指马鲛 (*Polynemus sextarius*)、棕斑兔头鲈 (*Lagocephalus spadiceus*) 等，以上几种经济鱼类的幼体比例均高达 100%，这和调查期在以上经济鱼类的产卵期和幼体生长期有关。其余大部分经济种鱼类，如褐篮子鱼 (*Siganus fuscens*)、龙头鱼 (*Harpadon nehereus*)、高体棱鲷 (*Thryssa hamiltonii*)、颈斑鲷 (*Leiognathus nuchalis*)、斑头舌鲷 (*Cynoglossus puncticeps*) 等，均以成体为主。

本调查中甲壳动物经济种的幼体比例较低，个别几种的幼体比例较高。伍氏平虾蛄 (*Oratosquilla woodmasoni*)、猛虾蛄 (*Harpiosquilla harpax*)、锈斑蛄

（*Charybdis feriatus*）等幼体比例较高，渔获中的大部分甲壳动物经济种均主要由成体组成（表 3.3-49）。

表 3.3-47 各断面幼体比例

断面	成体尾数	幼体尾数	总尾数	幼体比%
J2	77	11	88	12.50
J4	94	17	111	15.32
J5	107	22	129	17.05
J6	93	12	105	11.43
J7	83	28	111	25.23
J10	97	20	117	17.09
J11	84	8	92	8.70
J12	71	12	83	14.46
J14	86	25	111	22.52
J16	74	16	90	17.78
J18	93	20	113	17.70
J20	72	19	91	20.88
平均值	86	18	103	16.72

表 3.3-48 分类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例

类群	成体尾数	幼体尾数	总尾数	幼体比%
鱼类	151	32	183	17.49
甲壳类	880	177	1057	16.75
头足类	0	1	1	100.00

表 3.3-49 各种类尾数和幼体比例

种类	总渔获尾数	成体尾数	幼体尾数	幼体比 (%)
变态蜆	5	5	0	0.00
刀额新对虾	78	71	7	8.97
断脊小口虾蛄	3	3	0	0.00
钝齿蜆	5	5	0	0.00
哈氏仿对虾	74	62	12	16.22
亨氏仿对虾	71	71	0	0.00
红星梭子蟹	111	59	52	46.85
疾进蜆	1	1	0	0.00
近亲蜆	21	21	0	0.00
晶莹蜆	7	7	0	0.00
口虾蛄	16	14	2	12.50
隆线强蟹	84	84	0	0.00
矛形梭子蟹	2	2	0	0.00
猛虾蛄	4	1	3	75.00
墨吉明对虾	2	2	0	0.00
日本蜆	3	3	0	0.00
伍氏平虾蛄	1	0	1	100.00
锈斑蜆	39	14	25	64.10
远海梭子蟹	10	10	0	0.00
长叉口虾蛄	432	364	68	15.74
直额蜆	1	1	0	0.00

种类	总渔获尾数	成体尾数	幼体尾数	幼体比 (%)
中华管鞭虾	3	3	0	0.00
周氏新对虾	84	77	7	8.33
白姑鱼	12	4	8	66.67
斑头舌鳎	6	6	0	0.00
大鳞舌鳎	1	1	0	0.00
短吻红舌鳎	2	2	0	0.00
凤鲚	1	0	1	100.00
高体棱鯧	1	1	0	0.00
海鳗	4	0	4	100.00
褐篮子鱼	2	2	0	0.00
红牙鲷	9	5	4	44.44
尖头黄鳍牙鲷	2	2	0	0.00
截尾白姑鱼	12	4	8	66.67
颈斑鳐	2	2	0	0.00
孔虾虎鱼	14	14	0	0.00
拉氏狼牙虾虎鱼	40	40	0	0.00
勒氏枝鳔石首鱼	1	1	0	0.00
李氏鲻	2	2	0	0.00
六指马鲛	1	0	1	100.00
龙头鱼	6	6	0	0.00
卵鳎	12	12	0	0.00
拟矛尾虾虎鱼	12	12	0	0.00
皮氏叫姑鱼	2	1	1	50.00
犬牙繻虾虎鱼	6	6	0	0.00
少鳞鱧	7	6	1	14.29
食蟹豆齿鳗	1	1	0	0.00
细鳞鲷	1	1	0	0.00
线纹鳗鲶	13	11	2	15.38
小带鱼	1	1	0	0.00
杂食豆齿鳗	3	3	0	0.00
长钩须鳎	4	4	0	0.00
中颌棱鯧	1	1	0	0.00
棕斑兔头鲈	2	0	2	100.00
火枪乌贼	1	0	1	100.00

③主要经济物种的生物学特征

本次调查中，游泳动物经济种的主要组成为粤西近岸常见的中小型鱼类、梭子蟹科及虾蛄类。鱼类经济种主要有白姑鱼、褐篮子鱼等；甲壳动物中出现较多的是常见梭子蟹科和虾蛄类物种，对虾科物种也有广泛出现。以上鱼类和甲壳动物物种经济价值较高，生长迅速，是优良的渔业经济种。综合考虑各品种出现站数、优势度、平均渔获率、经济价值和生物类型代表性，选定以下几种分述生物学特征如下：

a.白姑鱼

白姑鱼属鲈形目（Perciformes），石首鱼科（Sciaenidae）。为暖温性近底层鱼类，一般栖息于水深 40-100 米泥沙底海区，有明显季节洄游习性。白姑鱼为捕食性鱼类，食性较杂，主要摄食底栖动物及小型鱼类。白姑鱼是无毒，经济型食用鱼，含有丰富的蛋白质，维生素和脂肪酸等营养成分。

本次调查 12 个站位断面中，白姑鱼出现在 8 个断面，占总调查断面数的 66.67%。总渔获共 0.30kg、12 尾，体长区间 60~145mm，体重区间 2.57~49.01 g，平均体重 25.32g，捕捞群体白姑鱼幼鱼比为 66.67%。各断面平均渔获率为 0.03kg/h、1.00ind./h，渔获率最高的是 J14 号站断面，为 0.08kg/h。

b.褐篮子鱼

褐篮子鱼属鲈形目，篮子鱼科（Siganidae）。为暖温性中小型鱼类，常栖息于底质平坦的浅海或岩礁海区，杂食性，常成群活动。肉质鲜美，具有较高的实用价值。

本次调查 12 个站位断面中，褐篮子鱼出现在 2 个断面，占总调查断面数的 16.67%，总渔获共 0.06kg、2 尾，体长区间 110~135 mm，体重区间 20.60~36.82 g，平均体重 28.71g，捕捞群体为成体。各断面平均渔获率为 0.01kg/h、0.17ind./h，渔获率最高的是 J11 号站断面，为 0.04 kg/h、1.00ind./h。

c.红星梭子蟹

红星梭子蟹属于十足目（Decapoda），梭子蟹科（Portunidae），主要栖息于 10~30 m 水深的泥、沙质海底。喜食软体动物瓣鳃类、小型甲壳类及浮游甲壳类、多毛类等，幼体在近岸河口处生活，是广东省主要经济蟹类。雌性初届性成熟的甲宽为 80 mm，体重为 32 g，大量性成熟甲宽 100~110 mm，体重为 60~80 g。周年几乎都有生殖活动，盛期 2~6 月。

本次调查 12 个站位断面中，红星梭子蟹出现在 12 个断面，占总调查断面数的 100.00%。总渔获共 3.72kg、111 尾，体长区间 25~135mm，体重区间 2.42~127.27 g，平均体重 33.48g，捕捞群体幼鱼比为 46.85%，。各断面平均渔获率为 0.31kg/h、9.25ind./h，渔获率最高的是 J14 号站断面，为 0.54 kg/h、23.00ind./h。

d.长叉口虾蛄

长叉口虾蛄（*Oratosquilla oratoria*）属于十足目（Stomatopoda），虾蛄科（Squillidae）。是大型凶猛的甲壳动物，最大可达 165mm。主要在水深 5-50m 以内的水域活动，栖息深度及对温盐度的适应范围较广，在我国南北沿海均有分布，

是重要的渔业资源物种。其食物组成包括小型甲壳类、双壳类、多毛类和小型鱼类。

虾蛄在每年春季繁殖产卵，夏秋季节是新生虾蛄的主要生长发育季节。虾蛄的寿命大多数为2年。产卵雌性虾蛄会在洞穴中保护未孵化的受精卵，在产卵季节过后会有大量大个体亲虾蛄死亡。广东沿海口虾蛄进入繁殖在早春，随着春季水温上升，口虾蛄洄游到近岸海域寻找适宜的场所繁殖产卵，在冬季水温较低时，虾蛄洄游到较深海区挖洞越冬。

本次调查12个站位断面中，长叉口虾蛄出现在12个断面，占总调查断面数的100.00%。总渔获共6.09kg、432尾，体长在45~125mm之间，体重在1.44~24.21g之间，平均体重为14.09g，渔获中长叉口虾蛄主要以成体为主。各断面平均渔获率为0.51kg/h、36.00ind./h，渔获率最高的是J5号站断面，为0.76kg/h、59.00ind./h。

d.刀额新对虾

刀额新对虾属十足目，对虾科（Penaeidae）。刀额新对虾是近岸浅海虾类，常栖息于沙泥质或泥沙质底海区。主要摄食底栖生物，兼食底层浮游生物等。是南海较重要的经济虾类。刀额新对虾性成熟体长范围10.0~15.5cm，成熟最小个体8.0cm。每年3~10月份在沿海可见到成熟的刀额新对虾，但由于沿海各地的水温不同，性成熟高峰期迟早也有差异。。

本次调查12个站位断面中，刀额新对虾出现12个断面，占总调查断面数的100.00%。总渔获共0.57kg、78尾，体长区间70~110mm，体重区间3.12~15.27g，平均体重7.35g，捕捞群体以成体为主。各断面平均渔获率为0.05kg/h、6.50ind./h，渔获率最高的是J10号站断面，为0.11kg/h、16.00 ind./h。

(2) 春季浮游动物调查结果分析及评价

①种类组成

本次调查，共捕获游泳生物55种，其中：鱼类20种，甲壳类32种，头足类3种。

本次调查，各站位出现种类情况见表3.3-50。从表可看出，各断面种类数量差别稍大，13和17号站断面种类数最多，均为25种，其次为18号站断面，为23种，2和6号站断面的种数最少，均为9种。

表 3.3-50 春季各断面出现种类统计结果

断面站位	甲壳类	头足类	鱼类	总计
2	6	0	3	9
4	8	1	2	11
5	10	0	4	14
6	6	0	3	9
8	6	2	5	13
10	7	0	6	13
12	14	2	4	20
13	16	2	7	25
14	15	2	5	22
17	17	2	6	25
18	15	2	6	23
19	13	2	6	21
合计	32	3	20	55

②渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 5.34kg/h 和 410.00ind/h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2.82kg/h 和 281.33ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 52.85%和 68.62%；头足类类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.37kg/h 和 42.00ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 6.86%和 10.24%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2.15kg/h 和 86.67ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 40.29%和 21.14%。

表 3.3-51 春季各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

断面	总个体渔获率 ind/h	总重量渔获率 kg/h	类群			类群		
			甲壳类	头足类	鱼类	甲壳类	头足类	鱼类
			个体渔获率(ind/h)			重量渔获率(kg/h)		
			个体渔获比例(%)			重量渔获比例(%)		
2	144.00	4.41	96.00	0.00	48.00	1.67	0.00	2.74
			66.67	0.00	33.33	37.84	0.00	62.16
4	184.00	5.00	136.00	16.00	32.00	1.80	0.67	2.53
			73.91	8.70	17.39	35.91	13.45	50.65
5	200.00	5.76	136.00	0.00	64.00	2.60	0.00	3.16
			68.00	0.00	32.00	45.13	0.00	54.87
6	176.00	4.58	128.00	0.00	48.00	2.51	0.00	2.07
			72.73	0.00	27.27	54.86	0.00	45.14
8	160.00	6.02	88.00	24.00	48.00	1.41	1.56	3.05
			55.00	15.00	30.00	23.40	25.87	50.73
10	136.00	6.23	56.00	0.00	80.00	1.26	0.00	4.97
			41.18	0.00	58.82	20.27	0.00	79.73
12	424.00	4.19	304.00	40.00	80.00	2.73	0.12	1.34
			71.70	9.43	18.87	65.14	2.96	31.90
13	568.00	5.14	440.00	24.00	104.00	4.31	0.17	0.66

			77.46	4.23	18.31	83.79	3.33	12.88
14	560.00	5.39	408.00	48.00	104.00	3.80	0.20	1.38
			72.86	8.57	18.57	70.56	3.74	25.70
17	840.00	6.74	560.00	120.00	160.00	4.55	0.63	1.55
			66.67	14.29	19.05	67.53	9.41	23.06
18	984.00	5.27	616.00	200.00	168.00	3.01	0.98	1.27
			62.60	20.33	17.07	57.10	18.69	24.21
19	544.00	5.34	408.00	32.00	104.00	4.21	0.05	1.08
			75.00	5.88	19.12	78.87	0.95	20.17
平均值	410.00	5.34	281.33	42.00	86.67	2.82	0.37	2.15
			68.62	10.24	21.14	52.85	6.86	40.29

③资源密度

本次调查各站位渔业资源密度分布见表 3.3-52。平均重量密度为 $1108.46\text{kg}/\text{km}^2$ ，17 号站断面最高，12 号站断面最低，范围为 $869.70\text{kg}/\text{km}^2 \sim 1399.07\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度为 $85.15 \times 10^3 \text{ind}/\text{km}^2$ ，个体密度最高的断面为 18 号站断面，其值为 $204.35 \times 10^3 \text{ind}/\text{km}^2$ ，最低为 10 号站断面，其个体密度为 $28.24 \times 10^3 \text{ind}/\text{km}^2$ 。

表 3.3-52 春季调查站位的渔业资源密度

断面站位	重量密度 (kg/km^2)	个体密度 ($\times 10^3 \text{ind}/\text{km}^2$)
2	915.47	29.91
4	1038.40	38.21
5	1195.88	41.54
6	950.87	36.55
8	1250.27	33.23
10	1293.34	28.24
12	869.70	88.05
13	1067.89	117.96
14	1118.62	116.30
17	1399.07	174.45
18	1093.67	204.35
19	1108.36	112.98
平均值	1108.46	85.15

④鱼类资源状况

1) 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类 20 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

2) 鱼类资源密度估算

本次调查,鱼类的资源密度见表 3.3-53。从表可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 446.61 kg/km^2 和 $18.00 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 。在 12 个断面中,鱼类重量密度分布中,10 号站断面最高为 1031.18 kg/km^2 ,13 号站断面最低为 137.53 kg/km^2 ; 鱼类个体密度分布中,18 号站断面最高为 $34.89 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$,4 号站断面最低为 $6.65 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 。

表 3.3-53 春季鱼类资源密度

断面站位	重量密度(kg/km^2)	个体密度($\times 10^3 \text{ ind/km}^2$)
2	569.10	9.97
4	525.93	6.65
5	656.22	13.29
6	429.22	9.97
8	634.26	9.97
10	1031.18	16.61
12	277.47	16.61
13	137.53	21.60
14	287.46	21.60
17	322.58	33.23
18	264.76	34.89
19	223.59	21.60
平均值	446.61	18.00

3) 鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 3.3-54。从表可得出,鱼类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 3 种,为:中华海鲶 (*Arius sinensis*)、前鳞骨鲮 (*Osteomugil ophuyseni*) 和眼瓣沟鰕虎鱼 (*Oxyurichthys ophthalmonema*),这 3 种鱼类的重量渔获率之和为 20.49 kg/h ,占鱼类总重量渔获率 (25.81 kg/h) 的 79.41%;这 3 种鱼类的个体渔获率之和为 568.00 ind/h ,占鱼类总个体渔获率 (1040.00 ind/h) 的 54.62%。

表 3.3-54 春季鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind/h)	(%)	
中华海鲶	58.33	14.54	56.36	176.00	16.92	4274.75
前鳞骨鲮	91.67	5.16	20.00	120.00	11.54	2890.84
眼瓣沟鰕虎鱼	58.33	0.79	3.05	272.00	26.15	1703.62
尖头黄鳍牙鲷	41.67	1.25	4.85	160.00	15.38	842.97
卵鲮	41.67	0.66	2.56	72.00	6.92	394.97
短吻鲮	33.33	0.72	2.80	80.00	7.69	349.85
犬牙繸虾虎鱼	25.00	0.22	0.86	24.00	2.31	79.19
黑边天竺鲷	16.67	0.08	0.32	32.00	3.08	56.61
弓斑东方鲀	16.67	0.05	0.18	16.00	1.54	28.67
花斑蛇鲻	8.33	0.52	2.00	8.00	0.77	23.08
白腹小沙丁鱼	8.33	0.41	1.58	8.00	0.77	19.61
鲮	8.33	0.36	1.39	8.00	0.77	18.00

鱻鱼	8.33	0.26	1.02	8.00	0.77	14.87
孔鰕虎鱼	8.33	0.18	0.69	8.00	0.77	12.15
星点东方鲀	8.33	0.17	0.64	8.00	0.77	11.78
皮氏叫姑鱼	8.33	0.14	0.56	8.00	0.77	11.09
斑头舌鳎	8.33	0.12	0.46	8.00	0.77	10.24
褐篮子鱼	8.33	0.12	0.45	8.00	0.77	10.14
二长棘(梨齿) 鲷	8.33	0.04	0.17	8.00	0.77	7.85
尖吻小公鱼	8.33	0.02	0.06	8.00	0.77	6.90

⑤甲壳类资源状况

1) 种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 32 种，其中：虾类 8 种，蟹类 17 种，虾蛄类 7 种。

2) 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 3.3-55。从表可得出，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 4 种，分别为近亲螯 (*Charybdis affinis*)、变态螯 (*Charybdis variegata*)、隆线强蟹 (*Eucrater crenata*) 和细巧仿对虾 (*Parapenaeopsis tenella*)。这 4 种甲壳类的重量渔获率之和为 15.23kg/h，占甲壳类总重量渔获率 (33.85kg/h) 的 45.01%；这 4 种甲壳类的个体渔获率之和为 1784.00 ind/h，占甲壳类总个体渔获率 (3376.00 ind/h) 的 52.84%。

表 3.3-55 春季甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind/h)	(%)	
近亲螯	83.33	6.66	19.69	304.00	9.00	2391.20
变态螯	83.33	2.56	7.57	648.00	19.19	2230.45
隆线强蟹	50.00	5.61	16.59	440.00	13.03	1480.92
细巧仿对虾	83.33	0.39	1.16	392.00	11.61	1064.36
日本平家蟹	50.00	2.51	7.41	120.00	3.55	548.06
黑斑口虾蛄	58.33	1.52	4.49	120.00	3.55	469.44
鲜明鼓虾	50.00	0.75	2.20	184.00	5.45	382.70
周氏新对虾	50.00	0.69	2.04	152.00	4.50	327.29
蜘蛛平家蟹	41.67	1.59	4.69	104.00	3.08	323.61
伪装仿关公蟹	25.00	2.65	7.84	104.00	3.08	273.02
锈斑螯	41.67	1.43	4.24	56.00	1.66	245.62
银光梭子蟹	41.67	0.39	1.14	104.00	3.08	175.95
红星梭子蟹	33.33	0.73	2.17	80.00	2.37	151.21
前刺小口虾蛄	41.67	0.18	0.54	104.00	3.08	150.76
日本螯	25.00	1.54	4.55	32.00	0.95	137.33
矛形梭子蟹	41.67	0.27	0.81	72.00	2.13	122.66
近缘新对虾	33.33	0.75	2.21	48.00	1.42	120.94
长叉三宅虾蛄	25.00	0.75	2.21	40.00	1.18	84.89

豆型拳蟹	41.67	0.16	0.48	48.00	1.42	79.40
宽突赤虾	33.33	0.18	0.53	40.00	1.18	57.09
口虾蛄	25.00	0.42	1.23	32.00	0.95	54.53
日本猛虾蛄	16.67	0.59	1.74	24.00	0.71	40.84
亨氏仿对虾	25.00	0.15	0.45	24.00	0.71	28.91
直额螳	16.67	0.20	0.58	16.00	0.47	17.61
发声糙虾蛄	16.67	0.18	0.52	16.00	0.47	16.62
拟穴青蟹	8.33	0.50	1.49	8.00	0.24	14.40
脊尾白虾	16.67	0.05	0.15	16.00	0.47	10.47
墨吉明对虾	8.33	0.29	0.87	8.00	0.24	9.21
双斑螳	16.67	0.01	0.03	16.00	0.47	8.42
眼斑猛虾蛄	8.33	0.10	0.28	8.00	0.24	4.33
头盖玉蟹	8.33	0.03	0.08	8.00	0.24	2.62
带纹玉蟹	8.33	0.01	0.02	8.00	0.24	2.17

3) 甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 3.3-56。从表得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 585.78 kg/km² 和 58.43×10³ind/km²。其中，重量密度范围为 262.15kg/km²~ 944.84 kg/km²，10 号站断面最低，17 号站断面最高；个体密度分布范围为 11.63×10³ind/km²~ 127.93×10³ ind/km²，18 号站断面最高，10 号站断面最低。

表 3.3-56 甲壳类资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(×10 ³ ind/km ²)
2	346.37	19.94
4	372.84	28.24
5	539.66	28.24
6	521.65	26.58
8	292.57	18.28
10	262.15	11.63
12	566.52	63.13
13	894.77	91.38
14	789.28	84.73
17	944.84	116.30
18	624.47	127.93
19	874.18	84.73
平均值	585.78	58.43

⑥ 头足类资源状况

本次调查海域内捕获的头足类有 3 种，调查中的 12 个断面中 8 个断面出现头足类的评价重量密度和平均个体密度分别为 76.08kg/km² 和 8.72×10³ind/km²。

表 3.3-57 头足类资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(×10 ³ ind/km ²)
------	---------------------------	---

2	0.00	0.00
4	139.62	3.32
5	0.00	0.00
6	0.00	0.00
8	323.44	4.98
10	0.00	0.00
12	25.70	8.31
13	35.59	4.98
14	41.88	9.97
17	131.65	24.92
18	204.44	41.54
19	10.58	6.65
平均值	76.08	8.72

⑦小结

春季共捕获游泳生物 55 种，其中：鱼类 20 种，甲壳类 32 种，头足类 3 种；渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 5.34kg/h 和 410.00ind/h，平均重量密度为 1108.46kg/km²。

3.3.2.9 小结

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

秋季调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 0.40mg/m³~3.79mg/m³，平均值为 1.15mg/m³；底层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 0.40mg/m³~2.61mg/m³，平均值为 1.02mg/m³。初级生产力的变化范围为 33.76mg C/(m² d) ~ 231.26mg C/(m² d)，平均值为 86.51mg C/(m² d)。

春季调查海域表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 0.22~4.89μg/L，平均值为 2.34μg/L，初级生产力的变化范围为 3.99~88.41mg C/(m² d)，平均值为 42.35 mg C/(m² d)。

(2) 浮游植物

秋季调查共记录浮游植物 5 门 33 属 53 种，其中以硅藻门出现的种类为最多，为 25 属 41 种。本次调查的浮游植物优势种仅出现 1 种，为金藻门的球形棕囊藻。调查海区浮游植物丰度变化范围为 111.74×10⁴ cells/m³ ~ 5114.59×10⁴ cells/m³，平均为 1193.72×10⁴ cells/m³。各站位浮游植物种数变化范围 11~22 种，平均 17 种，多样性指数范围为 0.050~1.087，平均为 0.438，多样性属于低水平；均匀度指数范围为 0.013~0.261，平均为 0.108。

春季调查共记录浮游植物 2 门 31 属 63 种(含 1 个变种和 2 个变型)，

其中以硅藻门出现的种类最多，为 25 属 52 种。本次调查的浮游植物优势种出现 5 种，为中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、拟旋链角毛藻 *Chaetoceros pseudocurvisetus*、丹麦细柱藻 *Leptocylindrus danicus*、旋链角毛藻 *Chaetoceros curvisetus* 及奇异棍形藻 *Bacillaria paradoxa*。调查海区浮游植物生物密度变化范围为 $1475.0\sim 27216.8\times 10^3$ cells/m³，平均为 9406.6×10^3 cells/m³。本次调查，各站位浮游植物种数变化范围为 20~35 种，平均 27 种。多样性指数范围为 1.81~4.31，平均为 3.19，均匀度指数范围为 0.39~0.84，平均为 0.67。

(3) 浮游动物

秋季调查共记录浮游动物 8 个生物类群 43 种，其中桡足类 29 种，浮游幼体类 8 种，被囊类、刺胞动物、等足类、糠虾类、十足类和翼足类各 1 种。各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $7.50\text{mg}/\text{m}^3 \sim 85.11\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均生物量为 $31.65\text{mg}/\text{m}^3$ ；浮游动物密度变化幅度为 $375.00\text{ind.}/\text{m}^3\sim 2271.28\text{ind.}/\text{m}^3$ ，平均密度 $840.53\text{ind.}/\text{m}^3$ 。本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 7 种，为桡足类的小拟哲水蚤、克氏纺锤水蚤、纺锤水蚤属、伪镖水蚤属和浮游幼体的多毛类幼体、蔓足类幼体、翼足类的强卷螺。本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 17 种（11~20 种）；种类多样性指数范围为 1.585~3.062 之间，平均为 2.402，多样性属于中等水平；种类均匀度变化范围在 0.458~0.734 之间，平均为 0.593。

春季调查共鉴定浮游动物 8 个生物类群 37 种(类)，详见附录 II-浮游动物种类名录。其中桡足类 19 种、浮游幼体 10 类、毛颚类 2 种、枝角类 2 种、十足类 1 种、被囊类 1 种、端足类 1 种、水螅水母类 1 种。各采样站浮游动物湿重生物量变化范围为 $4.49\sim 277.27$ mg/m³，平均生物量为 $59.25\text{mg}/\text{m}^3$ 。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化范围为 $5.0\sim 1400.0$ ind./m³，平均密度 213.2 ind./m³。本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有 5 种，分别为短尾类溞状幼体 *Brachyura zoea*、长尾类幼体 *Macrura larvae*、拟长腹剑水蚤 *Oithona similis*、肥胖肥胖箭虫 *Sagitta enflata* 及住囊虫 *Oikopleura sp.*。本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 11 种(6~17 种)；种类多样性指数范围为 2.47~3.53 之间，平均为 2.92；种类均匀度变化范围在 0.82~0.96 之间，平均为 0.89。

(4) 底栖生物

秋季调查共记录大型底栖动物 37 种，其中环节动物 24 种、节肢动物 8 种、软体动物 3 种和其他种类动物共 2 种。调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 452.50ind./m^2 ，平均生物量为 2.46g/m^2 。本次调查海区的底栖生物有 5 个优势种，为环节动物的持真节虫、后稚虫、尖锥虫、腺带刺沙蚕和节肢动物的长节刀钩虾。调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 0~14 种/站，平均 9 种/站，多样性指数变化范围在 0.000~3.068 之间，平均值为 2.205，多样性指数属于中等水平；均匀度范围在 0.323~0.967 之间，平均值为 0.742。

春季调查共鉴定底栖生物 57 种，详见附录 III-底栖生物种类名录。其中环节动物门 31 种，节肢动物门 15 种，软体动物门 5 种，棘皮动物门 2 种，刺胞动物门 1 种，纽形动物门 1 种，脊索动物门 1 种，昆虫动物门 1 种。调查海区大型底栖生物平均生物密度为 123.1ind./m^2 ，变化范围为 $0.0\sim 386.8\text{ind./m}^2$ ；平均生物量为 21.66g/m^2 ，变化范围为 $0.00\sim 203.17\text{g/m}^2$ 。本次调查海区的底栖生物优势种有 6 种，分别为钩虾 *Gammaridea* sp.和不倒翁虫 *Sternaspis sculata*。调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 0~14 种/站，平均 8 种/站。多样性指数变化范围在 0.54~3.58 之间，平均值为 2.44。种类均匀度变化范围在 0.41~1.00 之间，平均为 0.86。

（5）潮间带生物

秋季调查共记录潮间带生物 15 种，其中节肢动物 7 种，环节动物 6 种，纽形动物和脊椎动物各 1 种。调查断面潮间带生物平均生物量为 2.98g/m^2 ，平均栖息密度为 42.07ind./m^2 。水平分布方面：平均栖息密度表现为 C1 断面 > C2 断面 > C3 断面；平均生物量则表现为 C3 断面 > C1 断面 > C2 断面。垂直分布方面：潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，高潮区居中，中潮带最低；平均栖息密度的垂直分布，亦表现为低潮区 > 高潮区 > 中潮区。3 条调查断面出现的种类数在 5~7 种/断面（平均 6 种/断面），多样性指数和均匀度指数平均值分别为 1.612 和 0.599，多样性属于较低水平。

春季调查共鉴定潮间带生物 67 种，详见附录 IV-潮间带生物种类名录。其中环节动物门 26 种，节肢动物门 20 种，软体动物门 16 种，刺胞动物门 3 种，脊索动物门 1 种，星虫动物门 1 种。调查断面潮间带生物平均生物密度为 1322.8ind./m^2 ，平均生物量为 95.61g/m^2 。水平分布方面：平均生物密度表现为 5#断

面> 1#断面> 4#断面> 2#断面> 3#断面；平均生物量表现为为 2#断面 > 5#断面> 3#断面> 4#断面> 1#断面。垂直分布方面：平均生物密度表现为高潮区>低潮区>中潮区；平均生物量表现为为高潮区>中潮区 >低潮区。5 条调查断面出现的种类数范围为 18~38 种（平均为 29 种），多样性指数变化范围在 0.79~2.41 之间，平均值为 1.64。均匀度范围在 0.30~0.83 之间，平均值为 0.56。

（6）鱼类浮游生物

秋季调查在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 24 个样品中，至少共出现了鱼卵仔鱼 8 种。本次水平拖网定性调查共采到鱼卵 364 粒，仔鱼 7 尾。调查海区鱼卵出现率为 100.00%，各站平均捕获鱼卵数量为 30.33 ind/net，仔鱼的出现率为 41.67%，仔鱼各站平均捕获数量平均为 0.58ind/net。鲷科、多鳞鱈和小公鱼是本次水平拖网定性调查中的主要鱼卵种类，小沙丁鱼和鲱科是本次水平拖网定性调查中的主要仔鱼种类。

秋季调查垂直拖网定量调查仅采到鱼卵 9 粒。调查期间鱼卵出现率为 66.67%，调查海区的鱼卵平均密度为 1.95ind/m³。本次垂直拖网定量调查中仅出现的小公鱼、多鳞鱈和鲷科三种鱼卵，未采集到仔鱼。其中，小公鱼鱼卵的平均密度为 1.12ind/m³，占本次调查鱼卵总平均密度的 57.20%；多鳞鱈鱼卵的平均密度为 0.44ind/m³，占本次调查鱼卵总平均密度的 22.76%；鲷科鱼卵的平均密度为 0.39ind/m³，占本次调查鱼卵总平均密度的 20.04%。

春季调查共出现鱼卵仔鱼 11 种，其中鲱形目、鲾形目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种和鲾形目鉴定出 6 种；共采到鱼卵 14855 个，仔鱼 18 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 18203.35 个/1000m³，仔鱼的平均密度为 21.41 尾/1000m³。

（7）渔业资源

秋季调查，共捕获游泳动物 55 种，其中：鱼类 31 种，甲壳类 23 种，头足类 1 种。渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 1.74kg/h 和 103.42ind./h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.32 kg/h 和 88.08ind./h；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.42kg/h 和 15.25ind./h；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.0003kg/h 和 0.08ind./h。

秋季调查各断面渔业资源的平均重量密度为 208.32kg/ km²，平均个体密度为 12.41×10³ind./km²。其中：鱼类的平均重量密度和平均个体密度分别为

50.05kg/km² 和 1.83×10³ind./km²；甲壳类的平均重量密度和平均个体密度分别为 158.24kg/km² 和 10.57×10³ind./km²；头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 0.04kg/km² 和 0.01×10³ind./km²。本次调查鱼类的优势种仅 2 种，为：拉氏狼牙虾虎鱼和线纹鳗鲡，甲壳类的优势种有 5 种，为：长叉口虾蛄、红星梭子蟹、隆线强蟹、刀额新对虾和周氏新对虾。本次调查幼体群体占有游泳动物群体的比例为 16.72%，鱼类幼体比例为 17.49%，甲壳类幼体比例为 16.75%，头足类幼体比例为 100.00%。

春季共捕获游泳生物 55 种，其中：鱼类 20 种，甲壳类 32 种，头足类 3 种；渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 5.34kg/h 和 410.00ind/h，平均重量密度为 1108.46kg/km²。

3.4 自然资源概况

3.4.1 岸线资源

台山海岸线蜿蜒迂长，海岛数量众多，海域面积大、港湾多，是一个海洋资源极为丰富的海洋大市。台山海洋资源丰富，海域面积 2717 平方公里，海（岛）岸线总长 697 公里，其中大陆海岸线长约 306 公里，岛岸线长约 391 公里，有广海湾和镇海湾两大海湾，大小海岛（礁）557 个，无居民海岛 552 个，有居民海岛 5 个，其中面积大于 0.5 平方公里的岛屿有 126 个，其中上、下川岛分别为全省第二、第六大岛。

根据《江门港总体规划》，本市沿海较好的港口岸线分布在广海湾的东部、镇海湾的西部以及上下川岛之间等岛屿附近，港口岸线规划见 3.6-1。

镇海湾岸线：位于镇海湾两侧，自浪鸡角至江阳交界处，岸线长约 274.6km。镇海湾为一深入内陆的狭长海湾，湾内最宽处宽度约 2km，最窄处仅 500m；湾内纵深约 25km。岸线两侧为低丘，岸线曲折，有众多的小湾，其间是较小的海积平原。湾内水域平静，不受外海波浪的影响。湾口呈喇叭形，其东侧为冲积、海积平原，有大片浅滩；西侧山体近海，岸线曲折，形成一些较小的海湾。该湾口门以内的水域水深较好，-5m 等深线深入内陆 20km；湾口外有拦门沙，最小水深仅 2m，长度约 12km。湾口建有镇海湾大桥，通航规模为 5 千吨级海轮。镇海湾内有大量的红树林，一般分布在小的湾底部。该段岸线较好的港口岸线位于

湾口内的横板~人渡口、深井附近、湾口段深槽的东西两侧、湾口外西侧的尾角湾和黄花湾附近。

镇海湾内规划有三段岸线，岸线规划见 3.6-1，分述如下。

镇海湾东岸线：位于镇海湾口门的东侧，自镇海湾大桥下 1.2km 至七零河口，岸线长 5.3km。已建横山码头和渔港，使用岸线约 500m。规划该段岸线为临港工业和旅游客运服务的港口岸线。

镇海湾西岸线：位于镇海湾口门的西侧，自北陡码头至达石咀，岸线长 3.4km，已建北陡码头，使用岸线约 200m。规划该岸线为预留发展的港口岸线。

横板北段岸线：该岸线位于镇海湾口内西侧，岸线范围为横板港~文华化工厂，岸线长 2km，已建成 3 个千吨级码头和 1 个 3 千吨级危险品码头，使用岸线约 400m。受湾口大桥通航净空的限制，规划该岸线为非深水港口岸线，为公共运输和临港工业服务。

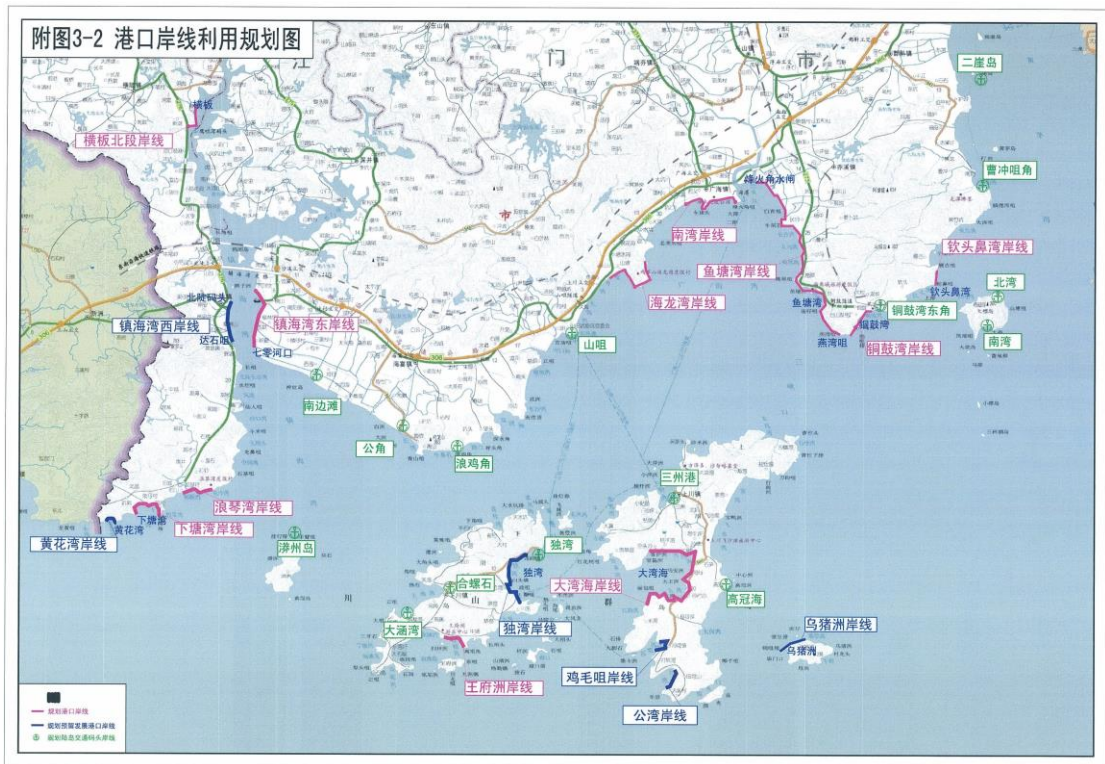


图 3.4-1 镇海湾至广海湾海域港口岸线布局

3.4.2 港口资源

根据《江门港总体规划》，江门港包括广海湾、主城、恩平、新会、开平、鹤山、台山等港区，港口规划布局见图 3.4-2，各港区依托的航道条件、产业布局不尽相同，因此，港区发展规模及程度存在差异，现有的生产性泊位主要集中

在银洲湖、西江等区域。截止到 2012 年，江门港共有生产性泊位 302 个，年综合通过能力 3971.2 万 t、156 万 TEU、232 万人次，码头岸线总长约 17.9km。

江门港水域条件特殊，由西江、潭江、银洲湖水域以及广海湾、镇海湾等沿海水域组成。西江、潭江分别为通航 3000 吨级和 1000 吨级的内河航道，近年来新建码头规模一般在 1000~3000 吨级之间；银洲湖水域条件好，近年新建码头多为海轮泊位，一般在 5000 吨级以上，天马作业区两个万吨级泊位正在建设中；广海湾、镇海湾及上下川岛岸线大部分未经过大规模开发，港口开发水平较低，目前仅在铜鼓湾建有电厂 5 万吨级配套码头、渔塘湾建有鱼塘港万吨级码头、恩平横板建有 3 个 1000 吨级码头以及沿海建有一些小型陆岛交通码头和渔码头以外，大部分岸线呈自然状态。

镇海湾至广海湾海域港区现状如下：

（1）广海湾港区

广海湾港区包括分布在广海湾和上、下川岛的码头泊位。广海作业区：广海（一期）有限公司码头，位于广海湾内烽火角水闸下游，建有 3 个泊位（2 个客运和 1 个货运泊位），1988 年建成投入使用，设计吞吐量为 20 万人次和 30 万吨，最大靠泊 1000 吨级船舶，但近年周边围垦造地、海洋养殖、以及淤泥沉积等，导致航道淤积严重，码头基本停用。广海鱼塘作业区水域面积广，交通畅顺，目前已建成 2 个 5000 吨级泊位，设计吞吐能力 75 万吨，其中集装箱 3.8 万 TEU。

位于铜鼓湾的台山电厂专用煤码头，设计最大靠泊能力为 5 万 t，吞吐能力 1000 万 t，首期泊位已随电厂投入使用。另外，中油星光万吨级泊位和腰古 500 吨级泊位也已建成投入使用。

（2）恩平港区

恩平港区原有内河码头和沿海码头两类。目前内河码头功能已基本丧失。沿海码头建在镇海湾内，现称恩平港，是目前恩平市唯一的水上运输进出口门。港区 1984 年建成投入使用，1985 年广东省批准为对外开放口岸，1988 年被列为广东省“直出”试点港，现有泊位 3 个，包括 2 个杂货泊位和 1 个石油制品泊位，货物以石油制品、集装箱、化工、钢铁、建材等为主，流向东南亚、港澳和珠三角地区。



图 3.4-2 镇海湾至广海湾海域港口布局

3.4.3 航道与锚地

根据《江门港总体规划》，江门市的内河航道及出海航道主要有西江下游出海航道、虎跳门水道、潭江、劳龙虎水道、崖门水道、崖门出海航道、那扶河及镇海湾出海航道等。

(1) 那扶河及镇海湾出海航道

那扶河自横板至寨门口全长 24km，又称镇海湾航道，是恩平港物流运输的唯一水上通道，是恩平、台山区域的重要航道，镇海湾出海航道在寨门口顺接那扶河，南至潯洲岛西侧出海口，全长 20.5km。现阶段进出那扶河及镇海湾出海航道均利用自然水深，为 1000t 级（减载）及 1000t 级以下船舶乘潮通航，需进一步整治。

那扶河及镇海湾出海航道按单向乘潮通航 3000 吨级海轮的标准进行过整治。

（2）锚地

江门港沿海锚地主要有：潯洲锚地、船舶检验和引水锚地（以 21°50'00"N，112°52'00"E 为中心，半径为 0.5 海里的范围）、广海港第二引航锚地（以 21°36'00"N，112°50'00"E 为中心，半径为 0.5 海里的范围）、青栏头锚地、大襟锚地、围夹岛危险品作业区。

镇海湾内水域狭窄，未设置锚地，恩平港区可使用湾口外侧的现有锚地。

3.4.4 旅游资源

台山市旅游资源丰富，有优质温泉、滨海秀色、侨乡风情、生态森林、文物古迹等众多各具特色的旅游景点，初步形成温泉、海岛、沙滩、碉楼、侨乡人文景观五大旅游品牌，发展旅游的条件相当优越，具有良好的发展前景。

台山市以旅游业和现代流通服务业为重点的第三产业发展成效显著。近年来全市围绕着“第一侨乡，休闲胜地”为主题，以“领略海岛风情、吟赏山湖野趣、探寻侨乡文化、沐浴温泉清流”为主要内容，着力包装、推介台山休闲度假旅游市场。省级旅游度假区——上下川岛正在努力营造“AAAA”环境，据台山市人民政府官方网站公布，川岛是川山群岛的简称，川岛曾是海上丝绸之路的重要驿站，历史人文气息厚重，海洋资源充裕，可做开发旅游资源丰富多样。

海岛众多是台山市发展旅游的一大优势。海岛面积大，海湾多，具有奇石山林、渔港风情及文史古迹，海水清澈透明，沙滩宽阔平坦，沙质优良，岛上林木茂盛，开发滨海旅游具有巨大的潜力。众多的海岛与美丽的海湾、沙滩、林木形成别具风格的亚热带风光的海上旅游资源。

3.4.4.1 上川岛旅游资源

上川岛由一个主岛和12个小岛组成，其中无人岛9个，全岛面积156.7平方公

里，有12处长达30多公里的海滨沙滩，滨海旅游资源区主要有上川岛的飞沙滩、茶湾、高冠湾、散石湾、方济阁文化遗迹。金沙滩、银沙滩、飞沙滩分列在上川东海岸，之外还有壮丽神奇的川南石窟景色，沙螺湾原始次生林的种类繁多的树林，茶湾听螺号召唤的猕猴以及珍稀的竹柏林、红树林……

（1）上川飞沙滩旅游区

飞沙滩旅游区为国家AAAA级旅游景区。位于上川岛中部小平原的东海岸，素有“东方夏威夷”之美誉，是每天出现在中央电视台《天气预报》栏目的中国十大浴场之一，其水质经国家海洋与渔业局评定名列广东前茅，1994年被评为首批“省级旅游度假区”，2009年被评为“国家4A级景区”。飞沙滩是岛上唯一开发的沙滩，全长4800米，宽420米，面临浩淼的南海，水质晶莹透明，无污染，无鲨鱼，平缓地向大海延伸。由于大风起时，沙滩飞起一层洁白细沙，因此得名“飞沙滩”。位于沙滩中心地带的圆山，绿林茂密，百鸟争鸣，是著名的生态森林公园。自1985年开发以来，交通、食宿、游乐等配套设施完善，国内外游客络绎不绝。飞沙滩现有开业酒店、宾馆21家，客房1356间，床位2656个，日接待能力达4000人，2013年接待游客18万人。



图 3.4-3 上川岛飞沙滩及宝鸭女神岛（拍摄于 2015.6.18）

（2）上川岛金沙滩

金沙滩位于上川岛的东海岸，距飞沙滩北端约1000m，是上川岛最长的天然优质沙滩。滩长5200m，宽150-250m，坡度1-4，海湾腹地宽广，植被茂密，有长3200m、宽80米、面积530亩的木麻黄防风林带，还生长着五十公顷珍稀植物

——竹柏林。金沙滩有条淡水河蜿蜒入海，在腹地形成多处河湾和湖面，环境幽静，旁边是著名的长寿之乡茶湾村，人口虽只近300人，但老人家大多高寿，该村既是上川岛的长寿之乡，又是山歌之乡。金沙滩北边有30000亩原始次生林，已被列为省级猕猴保护区。

金沙滩沙幼洁白晶莹，沙滩坡度平缓，海水清澈透明，无污染，无鲨鱼，是海浴活动的理想场所；它海湾辽阔，水质优良，盛产鱼、虾、蟹及沙白等多种海产品，又是发展渔业捕捞较好的区域之一。金沙滩滨海旅游度假区规划要汲取飞沙滩开发的经验教训，结合滨海独有的具有强大吸引力的3S资源（阳光、沙滩和大海），利用本区域的海岛资源，深度融合竹柏林和省级猕猴保护区的历史文化背景，全力打造川岛高端滨海旅游区，吸引上岛休闲度假、养老养生、避寒避暑等需求的海内外游客。

目前，银基集团准备在金沙滩南端打造一个“高端精致的度假地”，“健康管理的舒适度假区”，总共占地面积为377.96亩，引用“泛酒店概念，设有“滨海度假酒店”、“度假公寓”、“美食餐厅”、“温泉养生SPA”等，利用山、海、湖、滩资源，做一个真正与自然融合的度假港湾。目前该项目准备立项，投资者已组织专业人员正在岛内金沙滩开展细致的测量勘查工作。



图 3.4-4 尚未开发的天然海滩金沙滩（拍摄于 2015.6.18）

（3）上川岛银沙滩

银沙滩，又名高冠湾，位于上川岛东南部，为东经112。49'10"、北纬21。41'23"，距飞沙滩旅游区1公里。银沙滩总面积约7561亩，沙滩长约800米，离沙

滩约500米的高冠村总人口380多人。银沙滩坐西向东，海岸平直，海水浴场长达800多米，腹背平原基本是农田，山岭蜿蜒曲折；周围山岭有可供建设的缓坡地段。海湾南端有一条小河穿红树林流入大海，车辆或人员可经架设在河面上的桥梁直达码头，码头前方有3座精致玲珑的小岛（花洲、中心洲、高冠洲），从高冠洲筑一海堤到对岸，三座小岛再连为一体，就形成一个极为理想的游艇基地。银沙滩两侧多礁石，前面有三座岛屿，辽阔的海面毫无污染，加上当地村民基本使用传统的方式作业，因此，该海域渔场资源保护得相当好，优质、价值高的水产品种类多，在此开发鱼钓、矶钓游乐项目可谓得天独厚。

土地总面积7561亩，各类土地使用情况：耕地329亩，低洼田15亩，园地15亩，鱼塘40亩，林地6436亩，居民点45亩，未利用土地666亩

（4）上川岛省级猕猴保护区

位于上川网塘湾，山上有野生猕猴1000多只，是广东省猕猴重点保护区。保护区的工作人员吹响螺号，成群结队的猕猴从四面八方飞奔而来，与人同乐。

（5）上川岛沙堤渔港

沙堤渔港处于粤中沿海，东临珠江三角洲，紧靠港澳，面向南海，地理位置优越，自然条件良好，历史上就是粤中沿海渔船补给中心，是全国重点渔港之一。

沙堤渔港位于上川岛西南端，归台山市川岛镇管辖。港湾三面环山，南面临南海，湾口朝向西南，港口宽度约2公里，被墨斗洲分为1800米和200米大小二个天然航道。湾内呈斜“丫”形袋状，纵深距离约2.5公里，水域开阔，港池面积约3平方公里。可停泊3000-5000艘渔船，是一个发展潜力巨大的天然深水良港。

沙堤渔港水质优良，附近有著名的沙堤口渔场，一年四季均有各地渔船捕鱼作业。由于沙堤渔港地理优势明显，历史上是沿海渔民上东、落西进行渔业生产的必经之地和补给中心。

目前，港内后勤配套基本齐全，港内供油、供水、供冰、机械维修等可满足渔业生产需要。是川岛镇发展海洋贸易和海洋运输业的一个重要基地。近年，随着川岛镇旅游业的迅速发展，沙堤渔港成为游客参观、品尝海鲜的好去处，成为新兴休闲渔业的重要基地。

（6）千古奇盗张保仔

张保仔是清嘉庆年间，威镇广东沿海的反清复明红色帮首领。他领导的红色帮，以上川岛沙堤港为主要基地，扼守琼洲海峡，专门袭击清廷官船和外国侵略

者的商船。他将截获的大量金银财宝藏于上川岛，但至今未发掘。

（7）乐川大佛

佛像座落于飞沙滩北端，是一尊高6.8米，占地面积1650平方米的巨型弥勒佛像。周边有望海亭、赏浪亭和听涛亭，亭下“惊涛拍岸，卷起千堆雪”，堪称中国最美的海景。

3.4.4.2 下川岛旅游资源

下川岛人称“海上绿岛”，是一个半渔半农的海岛，位于上川岛南侧6海里处，面积98平方公里，滨海旅游资源区主要有风光旖旎的王府洲、牛塘湾、东湾、濼湾、姊妹湾、大湾、独湾等，还有鸟语花香的荔枝湾原始次生林、观音山、龙女洞、音响石等自然景观，星罗棋布的附属小岛和神奇动听的传说故事。

（1）王府洲旅游区

王府洲旅游区位于台山市下川岛南澳湾，以对面的离岛—王府洲而得名。王府洲三面环山，一面向海，沙滩长1600米，平缓地向大海延伸。洁白的沙滩被椰树绿林环抱，半月形的海湾，柔软的沙滩，海风椰树，渔村落霞，使王府洲旅游区保持天然的美丽，被人们誉为“度假天堂”。2009年1月被评为国家AAAA级旅游景区。

王府洲旅游区开发于上世纪八十年代，经过30年的开发建设，现有酒店宾馆51家，旅游食、住、行、游、购、娱等基础设施和配套设施完善。除海浴场外，还有海上降落伞、沙滩车、香蕉船、水电单车、海矶垂钓、沙滩拖网、浴女乘龙、登等高石等游乐项目及景点。在这里，白天游客不仅可以尽享戏水冲浪之乐，还可攀登高石极目“天之涯，海之角”，或到玉女乘龙塑像前聆听那古老的传说，尽览海岛风光，细阅渔村风情……这里的夜晚更写意，有足够的酒吧、茶庄、沐足阁、歌舞厅陪客人共度良宵，这里的酒店和别墅，推窗可听涛声，出门可观银滩雪浪。完善的设施、周到的服务让客人觉得如置身王府。这里四季气候宜人，在国内是不亚于海南的另一处四季可游的休闲度假胜地。年接待游客约50万人次。



图 3.4-5 下川岛王府洲海滩图

(2) 牛塘湾

牛塘湾位于下川岛东南部，因耕牛成群而得名。它距离王府洲旅游区4.7公里，其沙滩长400米，西侧细湾沙滩长约200米，东侧榕树湾沙滩长约200米，可用面积480亩，属旅游风景用地，腹地平原约40公顷，平原有两条山谷溪流在牛塘湾沙滩东侧入海。

牛塘湾气候温和，夏季不酷热，冬春不严寒。四季均有时花开放，树木生长茂盛，犹如天然的大公园。

牛塘湾村幽景奇。海边礁石林立，千奇百怪。陡壁之间有一个百米平台，称为“龙床”。平原中的小渔村，山峦翠绿，炊烟袅袅，多种动物相栖此地，自然景观如诗如画，意境令人神往。牛塘湾有一块奇石，突出于地面，兀立于山崖之下，延伸到海滩，据说这是龙脉石，距龙脉石不远处，有一座巍峨的龙王庙，传说极为灵验，有求必应。

目前，牛塘村原有居民500余人，现村民大多迁徙外地，现常住人口约100多人，村舍多为闲置，为旅游开发提供了良好的契机。

(3) 大湾

大湾海滩位于下川岛东南部，是下川最长最大的海湾，海滩长1700米，潮间带宽50-150米，潮下2米以浅坡度1°左右，后滨有高2米左右的沙堤，沙堤东段较宽，约100米左右；西段岸堤较矮而窄，在离岸700米以内有老沙坝（堤），宽100

米左右，长达700米。可开发旅游用地570亩。距岸1公里有茅湾村和水库，有小河在本海湾西南侧（大冲口）流入海，水源较充足。村委会于2007年租给个体老板经营20年，经营餐饮、烧烤场、沙滩车、帐篷等。

（4）下川七星伴月

在川东大湾至獭湾对开海面，由坪洲、木壳洲、观鱼洲、琵琶洲、笔架洲、山猪洲和扫杆洲七个小岛组成，这些小岛植被完好，个别小岛尚有沙滩和淡水，它们和弯曲的大湾银滩构成了“七星伴月”的奇观，各个海岛的位置见图1.1-2，旅游开发价值极高。

坪洲：面积0.8131平方公里，岛型不规则，长2.27公里，最宽1.21公里，最窄0.05公里，中部有沙滩长约500米，宽50-80米。

木壳洲：面积0.075平方公里。

观鱼洲：面积0.2209平方公里。

琵琶洲：面积0.3786平方公里。

笔架洲：面积0.019平方公里。

山猪洲：面积0.0996平方公里。

扫杆洲：面积0.046平方公里。

（3）獭湾

獭湾长300米，宽50-100米，紧邻牛塘湾。沙滩沙质洁白柔细，沙滩腹地平坦，是一处封闭型的海湾，为天然避风港，景致优雅，东面坡地，相思树遍布。可供开发用地260亩。

（4）皇族文化

下川岛塔边村被称为皇族村，村民以赵姓为主，当年撤退到王府洲岛上的南宋皇室遗民最后在塔边村安定下来，过上普通渔民的生活，赵姓岛民也就是南宋的皇族后裔。现在，在这个小小的渔村内还可以寻觅到南宋皇室文化的气息，赵氏宗祠供奉着赵氏祖先；村民擅长弹奏乐器；上至八十岁老人、下至八岁小童，都写得一手漂亮的毛笔字，文化气息十分浓厚。在下川岛，民间办喜事还在沿用宋代“三叩首”大礼呢。因此，这里被专家誉为“古典汉文化最后的遗存”。

3.4.4.3 大陆沿岸旅游资源

大陆沿岸有台山市那琴半岛地质海洋公园、台山北陡浪琴湾旅游度假村（浪琴湾）、黑沙湾黑沙滩、鹿颈、海角城、海龙湾、富都温泉、康桥温泉、海晏、

神灶温泉等。

（1）那琴半岛地质海洋公园

那琴半岛地质海洋公园（酒店）位于台山市北陡镇南部海湾上，海岸线全长6000多米，海滩共有5个，包括浪琴湾、庙湾、柑果湾、白马湾（当地称：白马澳）和峡湾，与上下川岛隔海相望。现是珠三角集住宿、休闲娱乐、商务会议、观海、游泳、爬山、钓鱼、品尝海鲜、食地道农家菜等于一身的旅游度假圣地。景区有奇形怪石、震海神狮、灵兔望月、佛脚石、仙猴望海等等。公园内美景略见以下几张照片。



图 3.4-6a 航拍那琴半岛地质海洋公园白马湾



图 3.4-6b 航拍那琴半岛地质海洋公园柑果湾

（2）台山北陡浪琴湾旅游度假村

江门市台山浪琴湾度假村位于江门市台山北陡镇南部海湾上，隶属广东省江门市台山北陡镇那琴管理区。台山浪琴湾度假村是集住宿、休闲娱乐、商务会议、观海、游泳、爬山、钓鱼、品尝海鲜、食地道农家菜等于一身的旅游度假圣地。江门市台山浪琴湾海岸线长达2公里，沙滩平缓宽广，沙粒纯净，海水洁净，设有景点：浪琴湾海滨浴场、儿童乐园、阿琴望海、海上观日出、岸滩奇石、浪琴湾沙雕区等。浪琴湾度假村内美景略见以下几张照片。



图 3.4-7a 浪琴湾海滩照（拍摄于 2019.4.11）



图 3.4-7b 浪琴湾海滩照（拍摄于 2019.4.11）

3.4.5 渔业资源

台山市濒临南海，地处热带、亚热带，终年水温较高，阳光充足。台山海域面积2717平方公里，海（岛）岸线总长697公里，其中大陆海岸线长约306公里，岛岸线长约391公里，有广海湾和镇海湾两大海湾，沿海滩涂（潮间区）面积26666

公顷，有可供水产养殖的浅海21万公顷，沿岸滩涂（潮间带）1.3万公顷，渔港3个（沙堤渔港、横山渔港、广海渔港）。

由于该处水温较高、盐度适宜、水质良好，营养盐类和浮游生物丰富，特别适合各种贝类生长，海洋生物种类繁多，渔业资源丰富，主要的经济鱼、虾、蟹、贝类达100多种。鱼类有黄鳍鲷、真鲷、银鲳、乌鲳、中国鲳、大黄鱼、鳓鱼、棘头梅童鱼、银牙鱼或、四指马鲛、康氏马鲛、赤点石斑鱼、带鱼、裘氏小沙丁鱼、丽叶鲹、杜氏枪乌贼和曼氏无针乌贼等；虾类有日本对虾、墨吉对虾、龙虾和虾姑；蟹类有锯缘青蟹、三疣梭子蟹和红星梭子蟹；贝类有文蛤、菲律宾蛤仔、毛蚶、泥蚶、翡翠贻贝、牡蛎、扇贝、马氏珠母贝和栉江珧等；此外还有各种海参、海胆、石花菜及紫菜。

台山是海洋大市，海域面积 2717km²，海（岛）岸线长 697km。有广海湾和镇海湾两大海湾，大小海岛（礁）557 个，其中上、下川岛分别为全省第二、第六大岛。有可供水产养殖的浅海 21 万公顷，沿岸滩涂（潮间带）1.3 万公顷，渔港 3 个。2015 年，全市渔业经济总产值达到 177.2 亿元，比 2010 年增长 59.9%，年均递增 9.8%；渔业产值 128.3 亿元，比 2010 年增长 69.5%，年均递增 11.1%，渔业产值占农业产值比重 41.1%，成为农业的重要支柱产业；水产品总产量 77.1 万吨，比 2010 年增长 14.6%，年均增长 2.7%，水产品市场供给充足，为丰富城乡居民“菜篮子”供给、稳定农产品价格发挥了重要作用；水产品质量安全水平稳步提升，产地抽检合格率保持在 97%以上；渔民人均纯收入 1.57 万元，比 2010 年增长 48.1%，年均增长 8.0%。

3.4.6 滩涂资源

根据《台山市养殖水域滩涂规划》（2018年~2030年），台山市海域面积 2716.9 平方千米，水深 0~2 米浅海面积 428.3 平方千米，水深 2~5 米浅海面积 545.5 平方千米，滩涂面积 107.9 平方千米，主要分布在广海湾、镇海湾、崖门水道西侧。海（港）湾 119 个，三大渔港分别为沙堤渔港、横山渔港和广海渔港，海水养殖资源丰富，20 米等深浅海面积 21 万公顷，沿海滩涂面积 17205.42 公顷。

表 3.4-1 台山市内陆水域滩涂面积 单位：公顷

水域类型	河流	水库	坑塘	滩涂	沟渠	总计
面积	5454.18	6773.02	32222.97	238.33	1979.07	46667.57

3.4.7 珍稀生物资源

江门主要珍稀、濒危生物资源及保护区域如表 3.4-2 所示。项目用海范围内无表中提及的珍稀生物资源，且项目位于围塘内，项目建设对围塘外的海洋生态环境影响很小，对以上珍稀生物影响很小。

表 3.4-2 重要珍稀、濒危海洋野生动物保护种类及保护区域

序号	中文种名	保护级别	重点保护海域
1	中华白海豚	国家I级	台山沿海
2	虫崔龟	国家II级	川山群岛水域
3	江豚	国家II级	台山沿海
4	中国鲨	省重点	台山海域
5	刁海龙	省重点	川山群岛
6	中国龙虾	省重点	川山群岛
7	斑海马	省重点	川山群岛
8	红珊瑚	国家I级	川山群岛

3.4.8 渔业活动

辽阔的海域、丰富的渔业资源为台山的海洋渔业发展提供了得天独厚的自然环境条件。近年来，台山坚持海洋渔业可持续发展战略，通过鼓励扶持发展外海远洋捕捞业、科学开发海水养殖业、开展海洋增殖护养与种质人工放流、建设白海豚保护区与人工鱼礁等科学举措，有效推进该市海洋渔业持续健康发展。

根据《广东省 2016 年渔业统计年报》，2016 年江门市水产品总产量 78.66 万吨，其中海水养殖 21.75 万吨、海洋捕捞 10.26 万吨；海洋养殖面积 22876 公顷；渔业总产值 124.31 亿元，约占全市农业产值的 35.97%，水产养殖业在农业和农村经济中占有重要地位。2018 年，该市海洋捕捞机动渔船达 3419 艘，渔业捕捞量 6.4 万吨。2018 年，台山有南沙生产渔船 24 艘，渔业产量 1074 吨，生产总值 7100 多万元，在目前台山市海洋捕捞业中一枝独秀。路由海区的捕捞多采用拖网、围网的作业方式，也结合钓和刺等手段。

台山还依托沿海资源大力发展水产养殖业。尤其近 10 多年来，在转捕为养、重点发展水产养殖的国家渔业战略方针指导下，台山的水产养殖业通过产业结构调整、引进新品种和新技术，加快了水产养殖业规模化、无公害化及特色化建设，有效推进了台山现代水产养殖业的健康发展，使台山的水产养殖业先后形成了颇

具规模的鳗鱼、罗非鱼、牡蛎、青蟹、对虾等特色水产养殖。

经近年开发，浅海滩涂总面积 379 万亩。重点发展了优质高效的养殖基地：一是以上下川为主的网箱、沉箱养殖基地，网箱 1 万多个，9 万多平方米，沉箱 67 个（为国家星火计划项目）养殖石斑等优质品种；二是广海湾 5 万亩巴非蛤养殖基地；三是都斛和广海湾各 2 万亩的蓝蛤养殖护养基地；四是上下川 3000 亩文蛤养殖基地；五是以镇海湾为中心的牡蛎养殖基地，涂养面积 5 万亩，吊养蚝排 2800 多个；六是淡水鳗鱼连片养殖基地，面积 1.3 万亩；七是咸淡水养殖基地 3 万亩；八是淡水罗非鱼养殖基地，纯养 8000 亩，混养 5000 亩，年产罗非鱼近万吨。此外，还有稀有优质品种海胆养殖 500 亩，中华乌塘鳢养殖 500 多亩。

3.4.9 主要经济物种“三场一通”

广东沿海的渔业资源虽种类丰富多样，并有广温性种类出现，但大多数主要经济鱼种以地方性种群为主，常见的多是进行近海至沿岸或在一个海湾、河口作较短距离生殖和索饵洄游的群体，大多数中上层和近底层鱼类有产卵和索饵集群的特征，但不作远距离的洄游，只是随着季节的更替、水系的消长，鱼群由深水处往近岸浅水处往复移动，各种类的分布移动并不一致，因而在大陆架广阔海域可捕到同一种类，地方性特征十分明显。常年栖息于沿岸、浅近海进行索饵、产卵繁殖的种类有赤鼻棱鳀、龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲷、圆腹鲱、丽叶鲹、裘氏小沙丁鱼、中华小沙丁鱼、鰺、印度鰺、黄鲫、鳗鲡、黄鳍鲷、四指马鱼友、六指马鱼友、大黄鱼、银牙鱼或、斜纹大棘鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、日本金线鱼、中国鲳、灰鲳等等，其它大多数海水鱼类广泛分布于大陆架海域以内海域，如多齿蛇鲭、花斑蛇鲭、蓝圆鲹、短尾大眼鲷、竹荚鱼、大甲鲹、海鳗、乌鲳、刺鲳、带鱼、鲨鱼类、鳐类等。头足类中除火枪乌贼、田乡枪乌贼、柏氏四盘耳乌贼和湾斑蛸等分布于沿岸、河口之外，其他大多数种分布范围较广，可分布至大陆架海域以内。因此，广东省沿岸海域是主要经济物种的产卵场和索饵场。

3.4.9.1 南海鱼类产卵场

根据中华人民共和国农业部 2002 年 2 月编制的《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图，南海鱼类产卵场示意图见图 3.4-8 和图 3.4-8。本项目所在海域不在南海中上层鱼类产卵场范围内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场范围内。

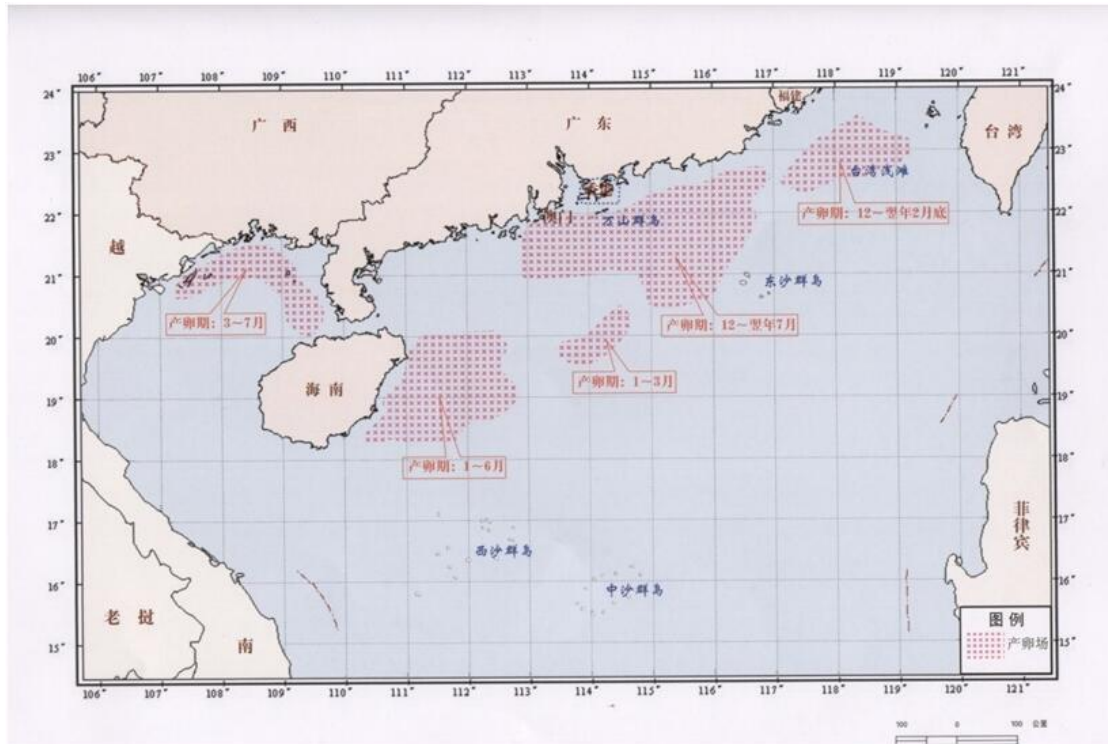


图 3.4-8 南海中上层鱼类产卵场示意图

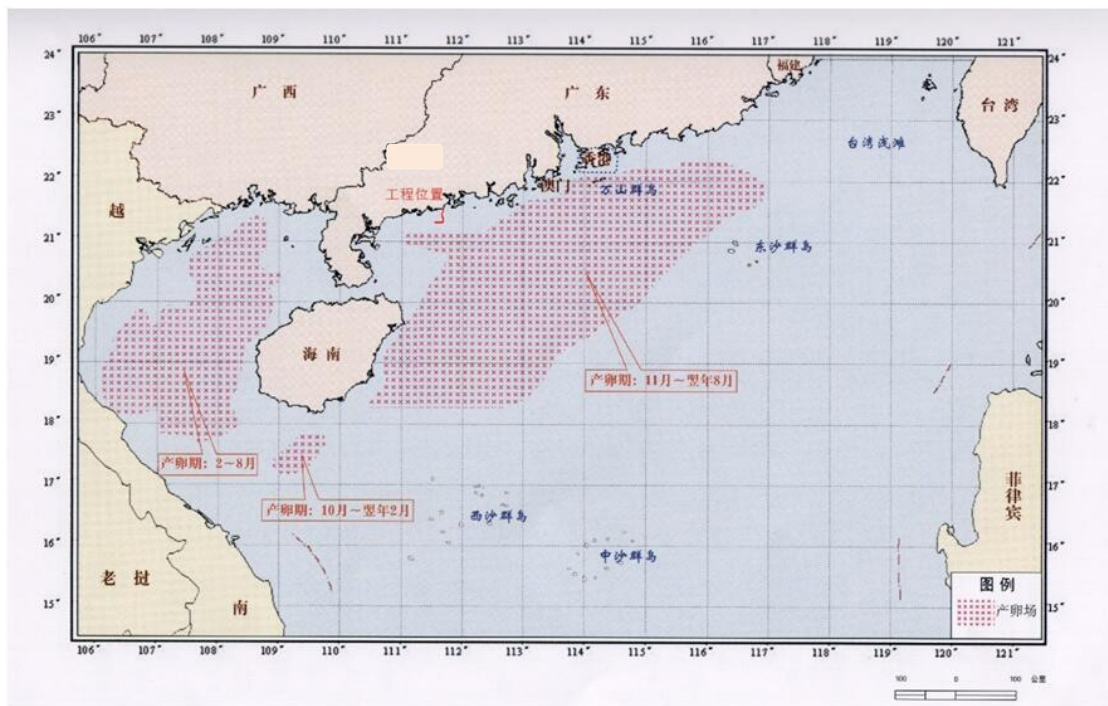


图 3.4-9 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

3.4.9.2 南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区，于 2002 年 2 月由农业部公布设立，根据农业部《中国海洋渔业水域图(第一批)》中的南海区渔业水域分布，南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个基点连线以内水域，范围见图 3.4-10。保护期为 1~12

月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

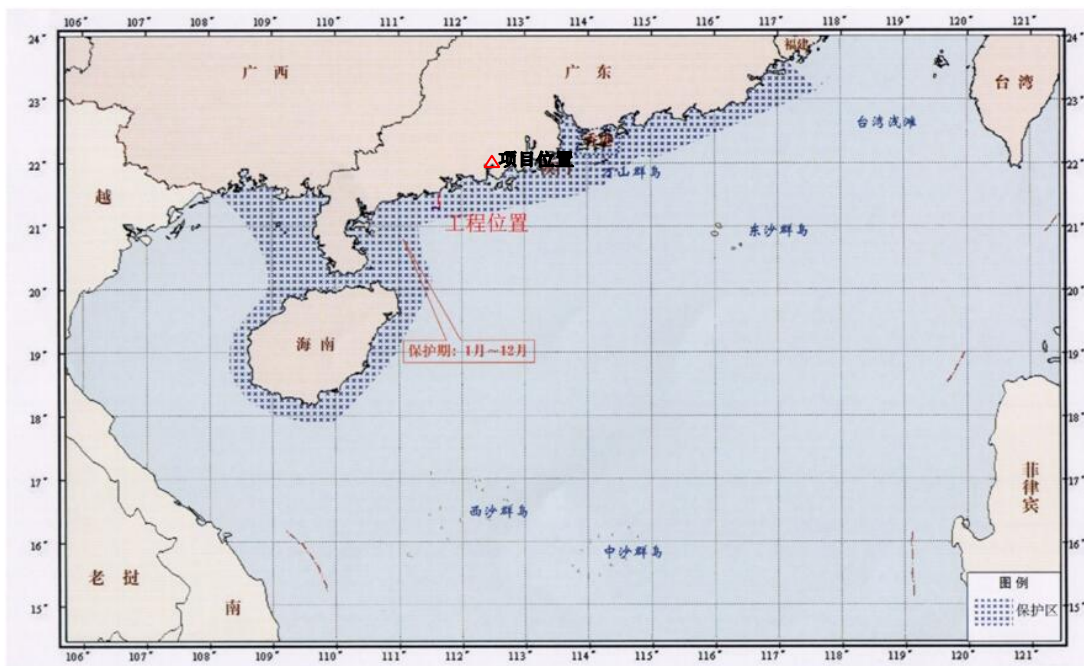


图 3.4-10 中国南海北部幼鱼繁育场保护区分布图

3.4.10 珍稀濒危野生动植物

《广台高速开平至台山段跨越深井红树林湿地生态影响评价报告》将深井河特大桥两侧 200m 范围作为植被和植物多样性调查及评价范围，根据调查，在项目范围内未发现珍稀濒危野生保护植物、古树名木及古树后背资源。

《广台高速开平至台山段跨越深井红树林湿地生态影响评价报告》将深井河特大桥两侧 500m 范围作为野生调查及评价范围，根据调查，记录到 1 种国家二级重点保护野生动物：褐翅鸦鹃，为文献记录；根据《广东省重点保护陆生野生动物名录》（2021 年），调查区内记录有 4 种广东省重点保护野生动物：大白鹭、牛背鹭、白鹭和夜鹭，为文献记录；根据《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》（2000 年），调查区内记录到“三有”保护动物 21 种。

由此可知，项目跨域海域深井河未见珍稀濒危野生植物，记录到 1 种国家二级重点保护野生动物，记录有 4 种广东省重点保护野生动物，记录到“三有”保护动物 21 种。

3.4.11 红树林湿地

广东台山镇海湾红树林国家湿地公园于 2017 年 12 月获得国家林业局批准设

立（林湿发〔2017〕151号），为国家级湿地公园。

根据国家林业和草原局调查规划设计院于2019年7月编制的《广东台山镇海湾红树林国家湿地公园控制性详细规划》，广东台山镇海湾红树林国家湿地公园位于广东省江门市西部沿海区域，恩平市横陂镇与台山北陡、深井三镇相互交界处，规划面积549.2公顷，其中湿地面积515.4公顷，湿地率为93.8%。广东台山镇海湾红树林国家湿地公园内生长有集中连片、林相保护完整的天然红树林。红树林平均高度3m最高的近8m，成片的红树林绵延数十里。公园划分为湿地保育区、恢复重建区、宣教展示区、合理利用区和管理服务区。见图3.4-11和图3.4-12。

镇海湾红树林是珠三角连片面积最大、保护最好的红树林，是江门非常珍贵的“海上森林”，对江门维持生态平衡、保持生物多样性等起到了重要作用。

根据国家林业局及广东省林业局公布的国家级及省级重要湿地名录，目前广东台山镇海湾红树林国家湿地公园尚未列入国家级及省级重要湿地名录。根据《广东台山镇海湾红树林国家湿地公园控制性详细规划》，本项目跨海桥梁用海处不在其控制规划范围内。

根据《广台高速开平至台山段跨越深井红树林湿地生态影响评价报告》，项目全程以桥梁的形式跨越深井红树林湿地，深井红树林湿地面积约997.70公顷，范围为东至白鹤洲一岛，南至汶村镇内S275省道，西至广东台山镇海湾红树林国家湿地公园与镇海湾大桥相接处，北至古井山、望夫岭。深井红树林湿地主要以湿地滩涂以及红树林生态系统及其生物多样性为保护对象。深井红树林为鸟类、底栖生物等野生动植物繁衍提供了良好的条件。深井镇红树林湿地内现有植被多为人工种植的红树林，鸟类和底栖动物的活动较频繁，其中白鹭常见于红树林湿地内，是珠江三角洲西南部地区重要的湿地资源，具有重要的生态价值、经济价值、科研价值、旅游价值以及宣传教育价值等。

《广台高速开平至台山段跨越深井红树林湿地生态影响评价报告》，调查结果显示，植被分布主要以红树林为主，其中有10种红树植物，6种半红树植物，4种伴生植物；占评价区内维管植物种数的22.73%。主要植被为人工种植的红树林和灌草丛。其中红树林群落主要包括无瓣海桑群落、秋茄群落、秋茄+无瓣海桑群落，无瓣海桑群落主要分布于深井河两岸的堤岸；秋茄群落主要呈块状分布于深井河支流两侧，秋茄+无瓣海桑群落主要分布在深井河红树林内。调查区

内灌草丛主要是鬼针草群落和互花米草群落，鬼针草群落主要分布于深井河堤岸上；互花米草群落则分散在红树林内。区内有 6 种入侵植物，分别为：互花米草、马缨丹、飞机草、小蓬草、鬼针草和假臭草。

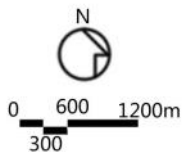
基于总规

依据总体规划，项目共分成了五大功能分区

镇海湾红树林湿地公园功能分区用地面积统计表

名称	面积 (公顷)	比例	功能定位
湿地保育区	287.8	52.4%	维护湿地生态系统稳定, 保护水源水质不受污染, 保育生物多样性。
恢复重建区	140.3	25.6%	恢复与重建受损湿地, 同时开展科学研究
宣教展示区	9.4	1.7%	文化教育和环境保护宣传
合理利用区	108.9	19.8%	主要开展生态旅游活动及生产活动
管理服务区	2.8	0.5%	行政管理和游客服务
总计	549.2	100%	

图例



- 湿地保育区
- 宣教展示区
- 恢复重建区
- 合理利用区
- 管理服务区
- 公园红线
- 航道边线

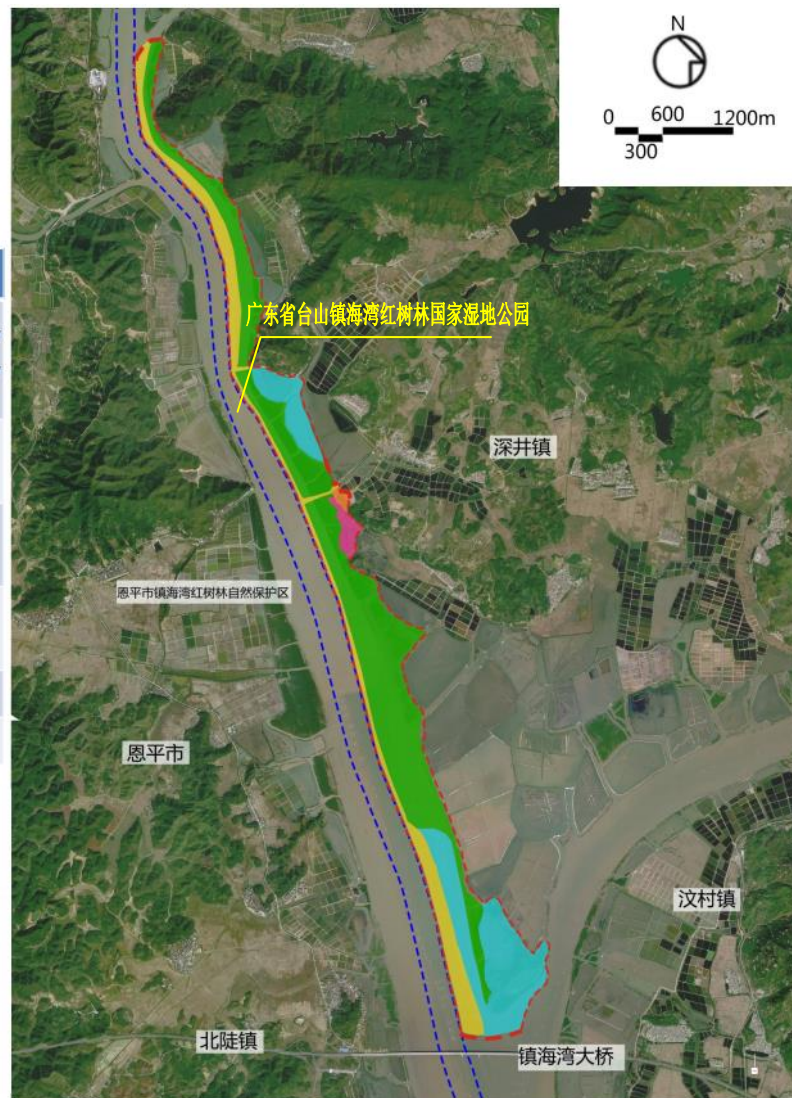


图 3.4-11 广东台山镇海湾红树林国家湿地公园规划控制范围分布

湿地水文分析



16 广东台山镇海湾红树林国家湿地公园 | 国家林业和草原局调查规划设计院

图 3.4-12 广东台山镇海湾红树林国家湿地公园规划控制范围红线

3.5 开发利用现状

3.5.1 社会经济概况

3.5.1.1 江门市社会经济状况

江门市陆域总面积约 9505 平方千米，领海基线以内海域面积约 2886 平方千米，行政区划见图 1.1-2。据《江门市海洋经济发展“十三五”规划》统计，江门市共有大小海岛 561 个，数量居全省第二，海岛总面积 249.97 平方千米。其中，有居民海岛 6 个，无居民海岛 555 个；面积大于 500 平方米的海岛 130 个，面积大于 1 平方千米的海岛 9 个。江门市下辖三区四市（蓬江区、江海区、新会区、台山市、开平市、恩平市、鹤山市），截止到 2018 年底，江门市常住人口 459.82 万人，户籍人口 398.9 万人。江门市的海岛和海域主要位于台山市内。

3.5.1.2 台山市社会经济状况

台山市是广东省江门市代管县级市，陆域总面积约 3286 平方公里，海域面积约 2717 平方公里。现辖 16 个镇（大江镇、水步镇、四九镇、都斛镇、赤溪镇、冲蒺镇、斗山镇、广海镇、川岛镇、端芬镇、海宴镇、汶村镇、三合镇、北陡镇、深井镇、白沙镇）、1 个街道办事处（台城街道）和 1 个华侨农场（广海湾工业园区），共分 313 个村（社区）委会，366 条自然村。2018 年台山市常住人口 95.34 万人；台山素有“中国第一侨乡”的美誉，现有 130 多万台山籍乡亲旅居 92 个国家和地区。

台山海洋资源丰富，海域面积 2717 平方公里，海（岛）岸线长 697 公里，有广海湾和镇海湾两大海湾，大小海岛（礁）557 个，有居民海岛 5 个，其中上、下川岛分别为全省第二、第六大岛，沿海滩涂（潮间区）面积 26666 公顷，有可供水产养殖的浅海 21 万公顷，沿岸滩涂（潮间带）1.3 万公顷，渔港 3 个。内陆江河主要潭江、台城河、白沙河、那扶河、大隆洞河。陆上公路四通八达，高速公路纵横全境，全部干线通水泥二、三级以上公路，水陆交通发达。

经江门市统计局统一核算，2019 年全市实现地区生产总值 452.24 亿元，比上年增长 5.0%。其中：第一产业增加值 101.56 亿元，同比增长 7.0%；第二产业增加值 173.91 亿元，同比增长 4.5%；第三产业增加值 176.77 亿元，同比增长 4.8%。三次产业结构比例为 22.46：38.46：39.08。在第三产业增加值中：批发和零售业

增长 4.8%，交通运输、仓储和邮政业增长 4.1%，住宿和餐饮业增长 1.8%，金融业增长 6.8%，房地产业下降 0.3%，营利性服务业增长 9.4%，非营利性服务业增长 4.1%。人均地区生产总值 47422 元，比上年增长 4.9%。

2019 年末，全市国有、集体企业 1657 家，外资企业 660 家，私营企业 6208 家，个体工商户 34088 户。全市私营企业和个体工商户注册资金达 229.12 亿元，比上年增加 37.2 亿元。年末全市公安户籍总人口 96.8 万人，其中：城镇人口 40.89 万人，乡村人口 55.91 万人。全市人口出生率 8.8‰，死亡率 6.9‰，自然增长率 1.9‰。全市常住人口 95.39 万人，城镇人口比重 47.5%。年末全市从业人员 53.33 万人，其中：第一产业 28.36 万人，第二产业 10.96 万人，第三产业 14.02 万人。全年城镇新增就业人员 5468 人，年末城镇失业人员再就业人员 3776 人，全年城镇实有登记失业人员 6818 人，城镇登记失业率 2.62%。全年开展农村劳动技能培训双转移就业人员 2630 人。全市常住居民人均可支配收入 24116 元，比上年增长 9.0%，扣除价格因素实际增长 5.8%，其中：农村常住居民人均可支配收入 19084 元，比上年增长 10.6%，扣除价格因素实际增长 7.4%；城镇常住居民人均可支配收入 29693 元，比上年增长 7.4%，扣除价格因素实际增长 4.3%。城镇居民人均住房面积 45.58 平方米，比上年增长 5.0%。

2020 年，全市上下同心协力应对世纪罕见的三重严重冲击，各项主要经济指标扭负为正，实现生产总值 457.6 亿元，同比增长 2.5%；一般公共预算收入 32.6 亿元，增长 2.9%；规上工业增加值 156.2 亿元，增长 2.9%；固定资产投资 320.6 亿元，增长 4.2%。三次产业结构比例为 22.5：38.1：39.4。

3.5.1.3 深井镇概况

深井镇位于台山市西南部，地处三市交界地带，濒临镇海湾，东与开平市赤水镇及台山市端芬镇相接，南与台山市汶村镇相邻，西南与北陡镇、西面与恩平市横陂镇隔海相望，东北与开平市东山镇毗邻，北接开平市金鸡镇。

2006 年 5 月，那扶镇并入深井镇，仍称深井镇，镇政府驻地在深井圩，距台城 76 千米，总面积 320 平方千米。下辖康华、井东、河东、河西、井西、小江、江东、獭山、联和、大洞、那南、龙岗、那中、沙潮、蓝田、那北 16 个村和深井圩、那扶圩 2 个居民社区，共 373 个自然村，户籍总人口 6.2 万人，其中农业人口 5.46 万人，旅居海外及港澳台地区约 1.8 万人。

全镇农作物总播种面积 5069.8 公顷，山林面积 17147.7636 公顷，海岸线长 75 千米，滩涂面积 866.67 公顷，咸围面积（咸淡水养殖场）2266.67 公顷。土特产有蚝、虾、蟹、蚝豉、花生、黑皮冬瓜等。

深井镇是革命老区，临海且多山，境内有海拔 0.67 千米的笠帽山及大小岛屿 8 个，其中无人岛 6 个，分别为小郁头山岛、郁头山、台山白鹤洲、大只围、白山围、白鹤洲一岛，主要河流有那扶河、深井河，自然风光秀丽，生态旅游资源丰富，以镇海湾红树林湿地公园、盘皇岛白鹤洲红树林生态度假项目为龙头，结合辖区内台山县人民政府成立旧址的红色基因，积极融入台山市西南部旅游集散中心建设。

3.5.1.3 汶村镇概况

汶村镇位于台山市西南部，南濒南海，北靠笠峰山系。全镇总面积 175 平方公里，耕地面积 3.9 万亩，下辖 15 个村委会，1 个居委会，总人口 6.2 万多人，旅外华侨、港澳台同胞达 5 万人。汶村镇人杰地灵，自然环境优美，人文资源优势明显，素有“书画之乡”、“鱼米之乡”等美誉。

交通运输镇内交通发达，广东西部沿海高速公路贯穿全镇，镇内路段 12 公里；省道 S365 汶村段总长 4 公里，省道 S275 线汶村段总长 18 公里。镇西南方向的镇海湾，水路直通南海，与香港、澳门的距离分别为 98 海里和 70 海里，陆路西接广东西部沿海高速公路、镇海湾大桥。

自然资源海洋资源：海岸线长 36 公里，有近 40 平方千米的咸围养殖区，其中人工放养的虾塘约 20 平方千米、养蚝咸围约 13.3 平方千米、鳗鱼塘约 6.7 平方千米，有近海吊养生蚝约 33 平方千米；台山三大渔港之一的横山渔港，有渔船 422 艘，总吨位 10700 吨，渔业产量 31919 吨，渔业产值 35779 万元，目前，正申报升级为国家一级渔港；农业资源：汶村镇气候温和，属亚热带海洋季风气候地区，常年平均温度 21.8℃，年均降雨量 2300 毫米，盛产莲藕、茨菇、马蹄、苦瓜、大蒜等优质传统农产品。

经济总量 2021 年全镇完成镇级财政一般预算收入 878 万元，工业投资 7.81 亿元，同比增长 41.8%，完成率 129.6%；实现规模以上工业总产值 4 亿元，增加值 0.98 亿元，增幅 51.13%。；外贸进出口总量 715 万，完成率 119.2%；完成技术改造 5286 万元，完成率 384% 。

民俗文化汶村镇做福庙会始于清朝乾隆五十二年（丁未年，1787年），由飘色、地色、醒狮、八音班等组成巡游队伍，规定每十年（逢丁年）一大游，每年一小游，至今已有230多年历史。2017年举行第二十一届做福庙会活动，有10万多名游客慕名而来。汶村镇是名副其实的“书画之乡”，汶村人喜书画，有不少是书画界知名人士，如广东书院副院长、著名画家陈洞庭，旅法乡亲、巴黎书画协会会长陈邦仕等。在浓郁的文化氛围熏陶下，汶村群众创作了大量高品质的书画作品，作品清秀素雅、乡土味浓。

文物古迹古祠堂、古牌坊、古巷道、古城墙等古迹甚多，有11座祠堂，3座庙堂。其中陂头水闸、文海书院奎星阁、升平人瑞牌坊、闻溪陈公祠、百龄流芳牌坊、汶村村陈氏祖祠、逸昂陈公祠、闲竹祠、三圣堂、陈恺夫妇墓、凤山摩崖石刻、五义楼和籍荫亭等13处文物古迹入选《台山市不可移动文物名录》。其中，汶村村陈氏祖祠是为了纪念立村始祖陈恺而建。祖祠较为宽敞，雕梁画栋，立柱上架着的长短横梁栋雕刻着人物和飞龙、凤凰、麒麟、狮子、花鹿、仙鹤、燕子等吉祥动物，栩栩如生，构成幅幅图案；还有荷花、莲蓬、流水、行云点缀期间，美不胜收，让人惊叹汶村人的建筑文化深博。

3.5.2 海域使用现状

根据现场踏勘及调研结果，本项目跨海桥梁附近海域的开发利用活动主要有海水养殖活动、围塘养殖及其它海洋开发利用活动等。具体有：

- (1) 2020年度江门市镇海湾（北陡）美丽海湾建设项目，位置见图3.5-1a和图3.5-1b；
- (2) 横山新渔港港池和码头，位置见图3.5-1a和图3.5-1b；
- (3) 台山市北陡镇经济发展总公司一号场~七号场，位置见图3.5-1a和图3.5-1b；
- (4) 深井镇江东村村民委员会养蚝二号养殖场~五号场，位置见图3.5-1a和图3.5-1b；
- (5) 深井镇獭山村村民委员会养蚝四号养殖场~八号场，位置见图3.5-1a和图3.5-1b；
- (6) 深井镇小江村村民委员会养蚝二号养殖场~三号场，位置见图3.5-1a

和图 3.5-1b;

(7) 汶村镇经济联合总社 30 号场、31 号场和 33 号场，位置见图 3.5-1a 和图 3.5-1b;

(8) 汶村镇九岗养蚝一号场~二号场，位置见图 3.5-1a 和图 3.5-1b;

(9) 汶村镇五乡养蚝五号场~七号场，位置见图 3.5-1a 和图 3.5-1b;

(10) 在深井镇上跨的养殖围塘，位置见图 3.5-2;

(11) 在汶村镇上跨的两个养殖围塘，位置见图 3.5-2;

(12) 在汶村镇上跨的红树林，位置见 3.5-2。

(13) 广东省台山镇海湾红树林国家湿地公园，位置见图 3.5-3;

项目跨海桥梁周边海域的开发利用活动的基本情况及与本项目的关系见图 3.5-1 和表 3.5-1。

表 3.5-1 项目跨海桥梁周边海域开发利用活动现状情况一览表

序号	海域开发利用活动	与跨海桥梁的平面位置关系	用海类型	用海方式	是否确权	用海规模	海域使用权人	备注
1	江门市镇海湾（北陡）美丽海湾建设项目	西南，5.5km	交通运输用海	透水构筑物	已确权	0.0813 公顷	未知	海域使用申请
2	台山市横山新渔港港池	西南，5.7km	交通运输用海	港池	已确权	31.868 公顷	未知	海域使用申请
3	台山市横山新渔港码头	西南，5.7km	交通运输用海	透水构筑物	已确权	6.3 公顷	未知	海域使用申请
4	台山市北陡镇经济发展总公司一号场	西北，3.8km	渔业用海	开放式养殖	已确权	8.6470 公顷	台山市北陡镇经济发展总公司	海域使用申请
5	台山市北陡镇经济发展总公司二号场	西，3.5km	渔业用海	开放式养殖	已确权	22.9384 公顷	北陡镇经济发展总公司	海域使用申请
6	台山市北陡镇经济发展总公司三号场	西，3.5km	渔业用海	开放式养殖	已确权	22.8234 公顷	台山市北陡镇经济发展总公司	海域使用申请
7	台山市北陡镇经济发展总公司四号场	西南，3.6km	渔业用海	开放式养殖	已确权	9.6471 公顷	北陡镇经济发展总公司	海域使用申请
8	台山市北陡镇经济发展总公司五号场	西南，5.4km	渔业用海	开放式养殖	已确权	16.1432 公顷	北陡镇经济发展总公司	海域使用申请
9	台山市北陡镇经济发展总公司六号场	西南，6.4km	渔业用海	开放式养殖	已确权	8.5063 公顷	北陡镇经济发展总公司	海域使用申请
10	台山市北陡镇经济发展总公司七号场	西南，6.4km	渔业用海	开放式养殖	已确权	46.7828 公顷	北陡镇经济发展总公司	海域使用申请
11	台山市深井镇江东村村民委员会养蚝二号养殖场	西南，3.1km	渔业用海	开放式养殖	已确权	42.1749 公顷	深井镇江东村民委员会	海域使用申请
12	台山市深井镇江东村村民委员会养蚝三号养殖场	西南，2.9km	渔业用海	开放式养殖	已确权	25.2115 公顷	深井镇江东村民委员会	海域使用申请
13	台山市深井镇江东村村民委员会养蚝四号养殖场	西南，1.9km	渔业用海	开放式养殖	已确权	11.5255 公顷	深井镇江东村民委员会	海域使用申请
14	台山市深井镇江东村村民委员会养蚝五号养殖场	西，290m	渔业用海	开放式养殖	已确权	9.6393 公顷	深井镇江东村民委员会	海域使用申请

广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告书

序号	海域开发利用活动	与跨海桥梁的平面位置关系	用海类型	用海方式	是否确权	用海规模	海域使用权人	备注
15	台山市深井镇小江村村民委员会养蚝二号养殖场	西北, 4.7km	渔业用海	开放式养殖	已确权	26.0065 公顷	深井镇小江村民委员会	海域使用申请
16	台山市深井镇小江村村民委员会养蚝三号养殖场	西北, 3.3km	渔业用海	开放式养殖	已确权	37.8955 公顷	深井镇小江村民委员会	海域使用申请
17	台山市深井镇獭山村村民委员会养蚝四号养殖场	上跨, 重叠	渔业用海	开放式养殖	已确权	7.8433 公顷	深井镇獭山村村民委员会	未缴纳海域使用金, 主管部门将予以注销
18	台山市深井镇獭山村村民委员会养蚝五号养殖场	东, 1.1km	渔业用海	开放式养殖	已确权	13.0826 公顷	深井镇獭山村村民委员会	海域使用申请
19	台山市深井镇獭山村村民委员会养蚝六号养殖场	东北, 2.3km	渔业用海	开放式养殖	已确权	5.8248 公顷	深井镇獭山村村民委员会	海域使用申请
20	台山市深井镇獭山村村民委员会养蚝七号养殖场	东北, 2.2km	渔业用海	开放式养殖	已确权	8.9023 公顷	深井镇獭山村村民委员会	海域使用申请
21	台山市深井镇獭山村村民委员会养蚝八号养殖场	东北, 3.2km	渔业用海	开放式养殖	已确权	11.1791 公顷	深井镇獭山村村民委员会	海域使用申请
22	台山市汶村镇经济联合社30号场	西南, 1.1km	渔业用海	开放式养殖	已确权	4.9097 公顷	台山市汶村镇经济联合社	海域使用申请
23	台山市汶村镇经济联合社31号场	西南, 1.6km	渔业用海	开放式养殖	已确权	8.4375 公顷	台山市汶村镇经济联合社	海域使用申请
24	台山市汶村镇经济联合社33号场	西南, 3.3km	渔业用海	开放式养殖	已确权	14.6555 公顷	台山市汶村镇经济联合社	海域使用申请
25	台山市汶村镇九岗一号场	东, 666m	渔业用海	开放式养殖	已确权	9.4888 公顷	未知	海域使用申请
26	台山市汶村镇九岗二号场	东北, 1.9km	渔业用海	开放式养殖	已确权	2.4245 公顷	未知	海域使用申请
27	台山市汶村镇五乡养蚝五号场	西南, 381m	渔业用海	开放式养殖	已确权	8.6412 公顷	未知	海域使用申请
28	台山市汶村镇五乡养蚝六号场	上跨, 重叠	渔业用海	开放式养殖	已确权	5.2422 公顷	未知	未缴纳海域使用金, 主管部门将予以注销
29	台山市汶村镇五乡养蚝七号场	东, 386m	渔业用海	开放式养殖	已确权	2.4037 公顷	未知	海域使用申请
30	深井镇上跨的养殖围塘	上跨, 重叠	围海养殖	围海	已确权	未知	台山市深井镇獭	集体土地证

广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告书

序号	海域开发利用活动	与跨海桥梁的平面位置关系	用海类型	用海方式	是否确权	用海规模	海域使用权人	备注
							山村码头经济合作社	
31	汶村镇上跨的两个养殖围塘	上跨，重叠	围海养殖	围海	已确权	未知	台山市汶村镇五乡村	集体土地证
32	红树林及红树林湿地	上跨，不占用成片红树林地			否	未知	未知	未申请用海
33	广东省镇海湾红树林湿地公园	西，3.1km			否			未申请用海

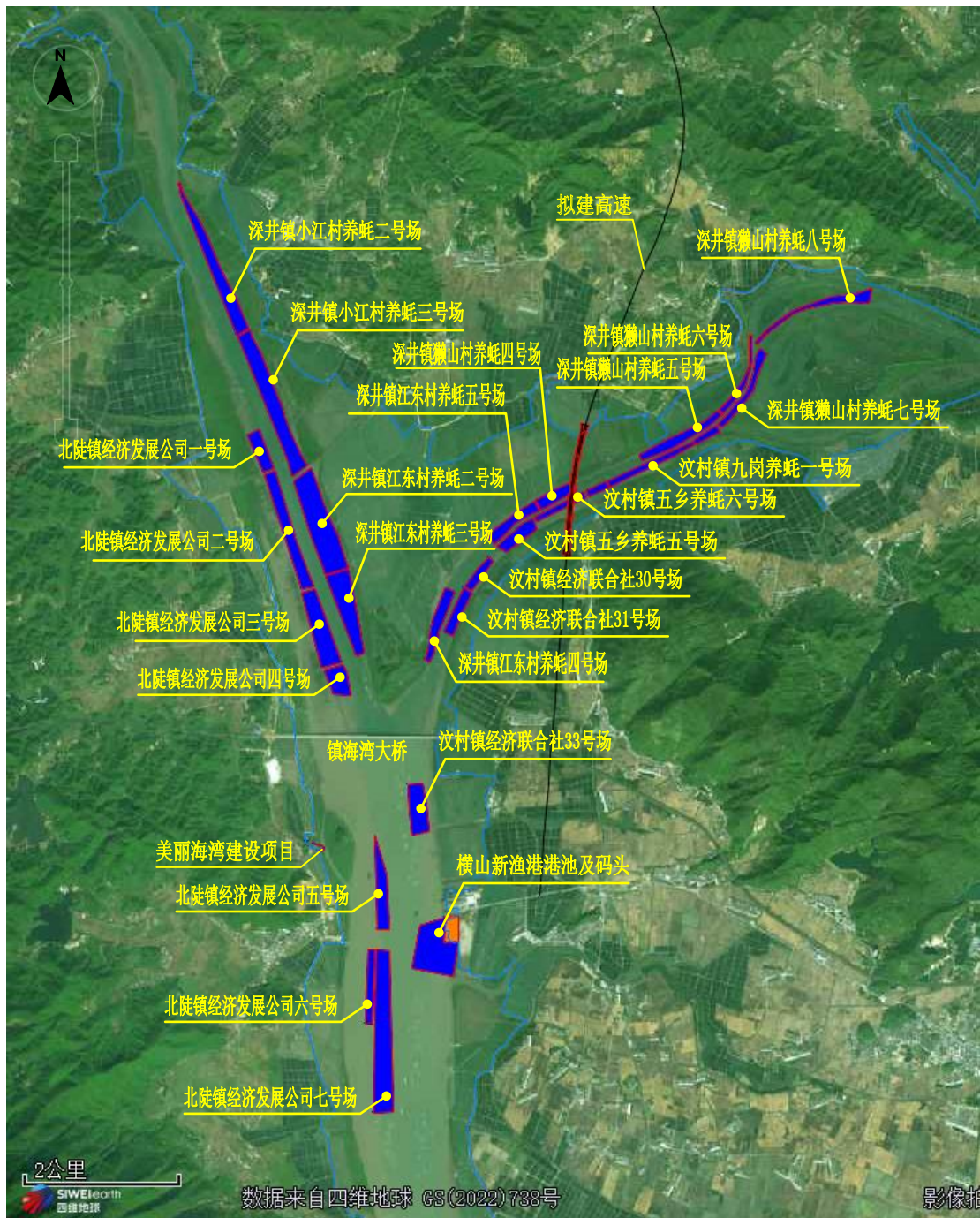


图 3.5-1a 广台高速跨越的镇海湾海域开发利用活动分布图



图 3.5-1b 广台高速跨越的镇海湾海域开发利用活动分布图

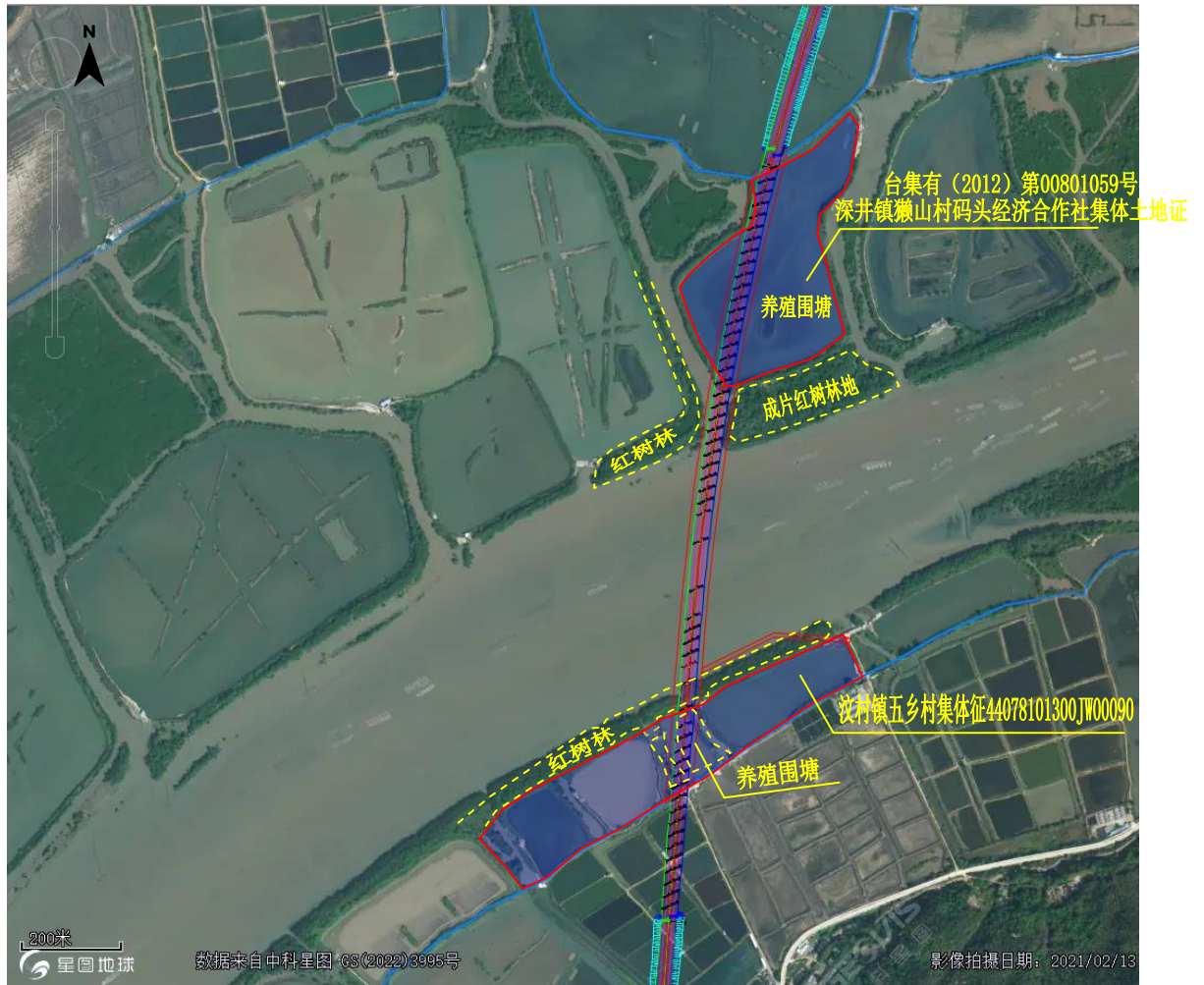


图 3.5-2 跨越的养殖围塘和红树林现状分布图

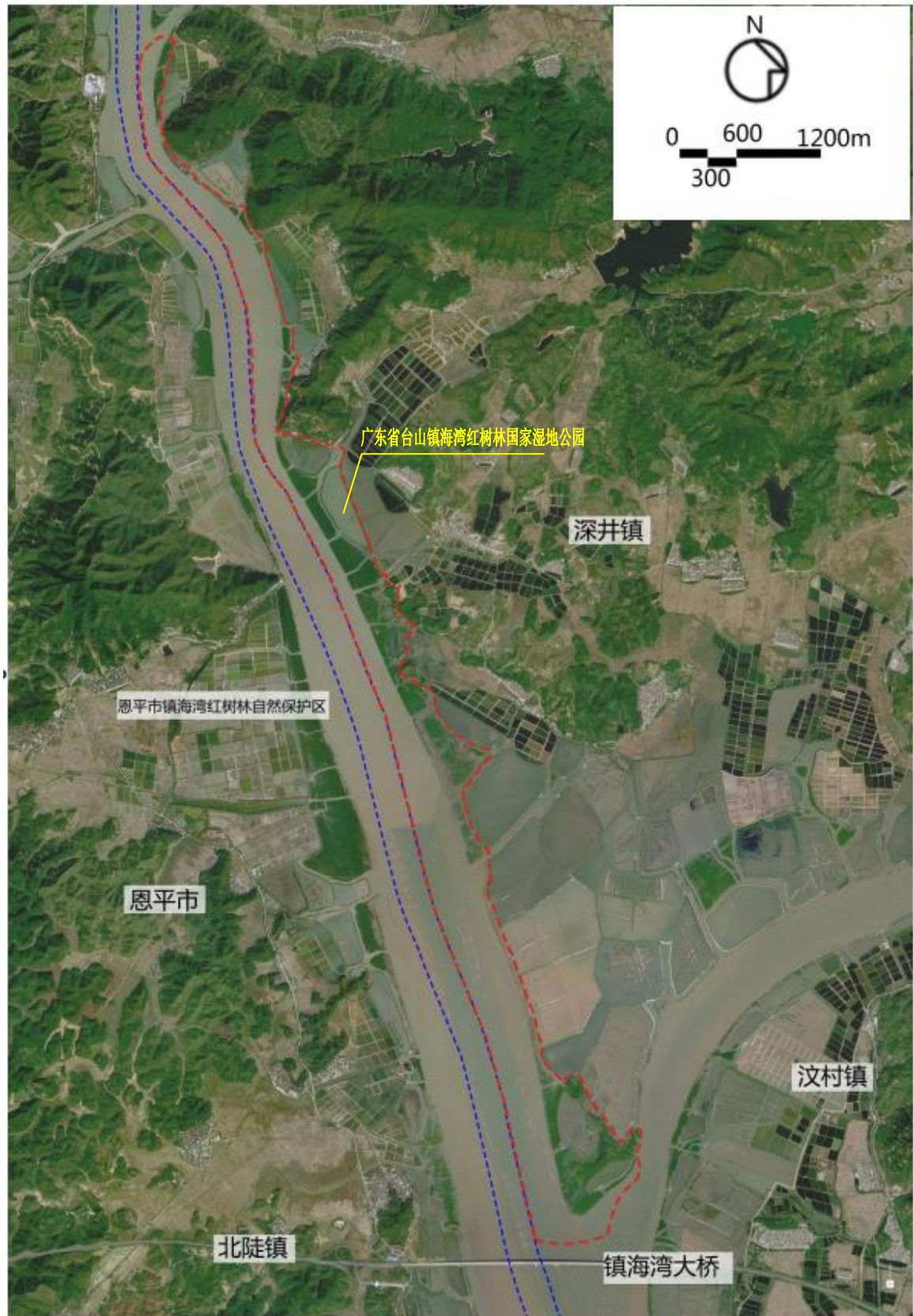


图 3.5-3 广东台山镇海湾红树林国家湿地公园规划控制范围分布

3.5.3 海域使用权属现状

承上节所述，项目用海较简单，项目周边用海项目较多，与项目相邻的用海也比较多，项目用海与临近海域使用权属现状见图 3.5-2，项目用海目前与两个养殖用海存在重叠，且与两个集体土地证存在重叠。但是据了解，两个养殖用海未缴纳海域使用金，主管部门将予以注销这两个养殖用海，重叠部分注销后，项目用海与附近海域已经确权的用海将不存在交叉和重叠。与本项目用海重叠的两个集体土地，建设单位称主管部门将出面协调变更这两个集体土地证的范围或注销这两个集体土地证，退让出本项目用海的范围，确保本项目用海与这两个集体土地权不存在交叉和重叠。

4 项目用海资源环境影响分析

4.1 项目用海环境影响预测与分析

4.1.1 水文动力环境影响分析

4.1.1.1 潮流场数学模型

针对本工程所在的深井河及其汇入的那扶河/镇海湾的水动力特性，本节采用平面二维水动力模型进行潮流场计算。所用模型的控制方程如下：

(1) 基本方程

对于宽浅型水域且潮混合较强烈、各要素垂向分布较均匀的近岸海域或河口、海湾，其水动力特性可平面二维数值模型近似描述。以静水压力取代动水压力，并沿水深方向积分 N-S 方程，可以得到平面二维水动力模型的控制方程。

连续方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS$$

动量方程：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} - f\bar{v}h + gh\frac{\partial \eta}{\partial x} = -\frac{1}{\rho_0} \left(h\frac{\partial P_a}{\partial x} + \frac{gh^2}{2}\frac{\partial \rho}{\partial x} \right) + A_x + hu_s S$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + f\bar{u}h + gh\frac{\partial \eta}{\partial y} = -\frac{1}{\rho_0} \left(h\frac{\partial P_a}{\partial y} + \frac{gh^2}{2}\frac{\partial \rho}{\partial y} \right) + A_y + hv_s S$$

式中： t 为时间； x, y, z 为右手 Cartesian 坐标系； d 为静止水深； $h = \eta + d$ 为总水深； η 为水位； u, v, w 分别为流速在 x, y, z 方向上的分量； ρ 为水的密度， ρ_0 则是参考水密度； p_a 为当地的大气压； $f = 2\Omega \sin \phi$ 为 Coriolis 参数（ Ω 是地球自转角速率， ϕ 为地理纬度）； $f\bar{v}$ 和 $f\bar{u}$ 为地球自转引起的加速度； A_x, A_y 为应力项； S 为源汇项， (u_s, v_s) 源汇项水流流速。横线表示深度的平均值。例如， \bar{u} 和 \bar{v} 平均深度的速度，被定义为

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz, \quad h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz$$

应力项 A_x, A_y 为包括水平粘滞应力、表面风应力、底部切应力和波浪辐射应力。其方程如下：

$$A_x = -\frac{1}{\rho_0} \left(\tau_{bx} - \tau_{sx} + \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy})$$

$$A_y = -\frac{1}{\rho_0} \left(\tau_{by} - \tau_{sy} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy})$$

(2) 数值解法

模型的空间离散是使用单元中心有限体积法。空间离散是由连续离散细分成非重叠的单元，在水平面上非结构化网格是用三角形单元组成。方程离散时，结果矢量参数 u 、 v 位于单元中心上。中心上的变量通过该三角形三边的净通量来计算，而节点上变量的计算是通过与该点相连的三角形中心和边中心连线的净通量进行。跨边界通量的计算采用 Riemann 近似求解。

模型的时间差分格式采用显式迎风格式。模型中使用了动态时间步长，依据网格大小在保证模型收敛的条件（ $CFL < 1$ ）下自动调整。

$$CFL = (\sqrt{gh} + |u|) \frac{\Delta t}{\Delta x} + (\sqrt{gh} + |v|) \frac{\Delta t}{\Delta y}$$

式中 Δt 为时间步长， Δx 和 Δy 分别为每个单元 x 和 y 方向上的特征长度比例。

4.1.1.2 模型建立

(1) 模型截取范围及网格布置

数学模型的外海边界取在镇海湾湾口，东西方向长约 10 km，覆盖河口以上深井河和镇海湾海域，研究水域面积约 78 km²。

模型采用三角形网格对计算区域进行离散，外海边界网格尺度为 100m，工程近区的网格进行局部加密，桥位附近河段的网格尺度约 5~10m。计算网格总数为 8.3 万个。模型截取范围见图 4.1-1，工程附近网格布置见图 4.1-2。



图 4.1-1 模型截取范围示意图

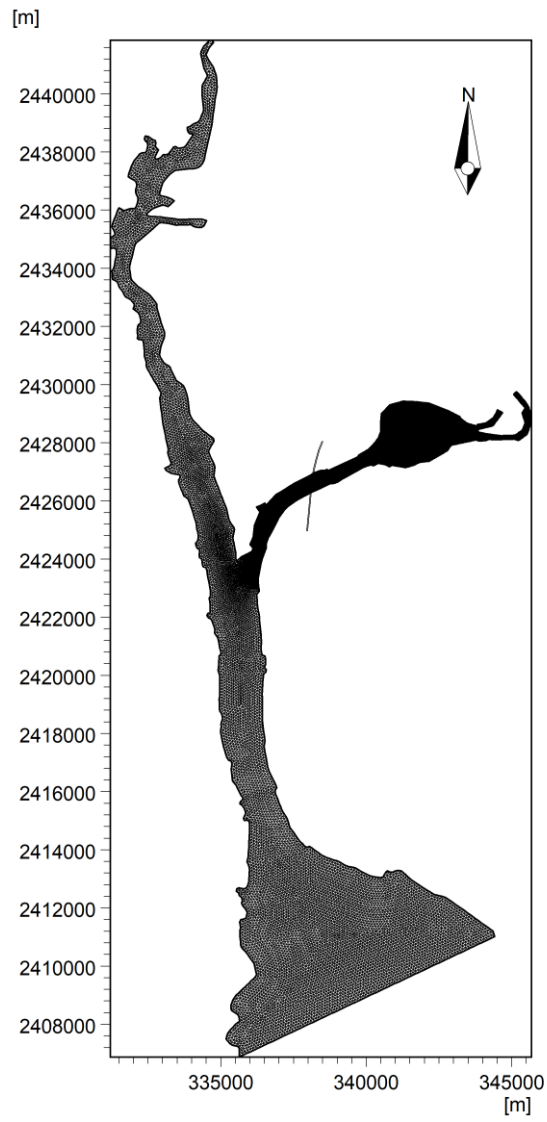


图 4.1-2 模型计算网格图

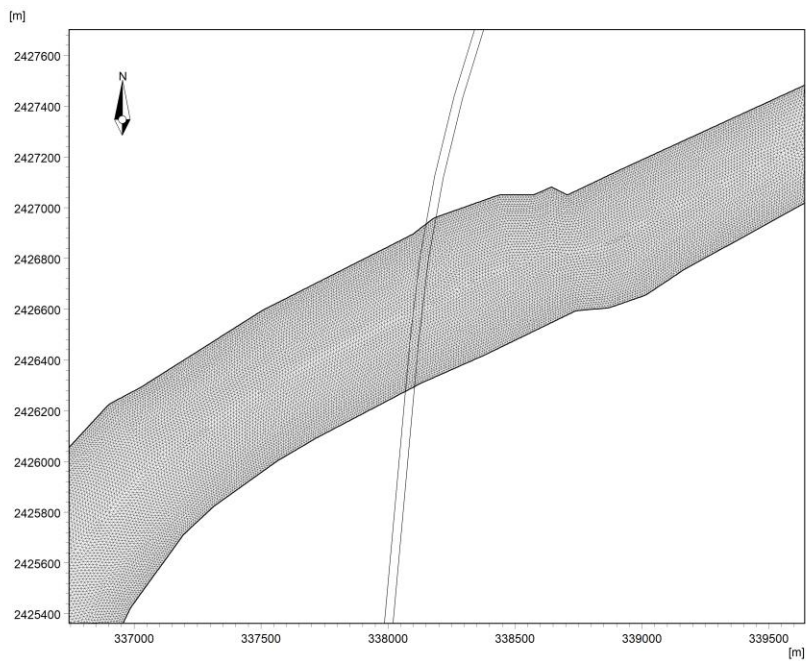


图 4.1-3 模型计算网格局部放大图

(2) 采用的地形资料及坐标系、高程系

建模的大范围水深数据取自航保部 1:25000、和 1:100000 海图，工程近区取自本项目实测 1:2000 水下地形图，计算区域水深见图 4.1-4 和图 4.1-5。

模型平面坐标系采用 2000 国家大地坐标系，3 度带高斯投影平面直角坐标系，中央子午线为 114°，高程采用 1985 国家基准高程。

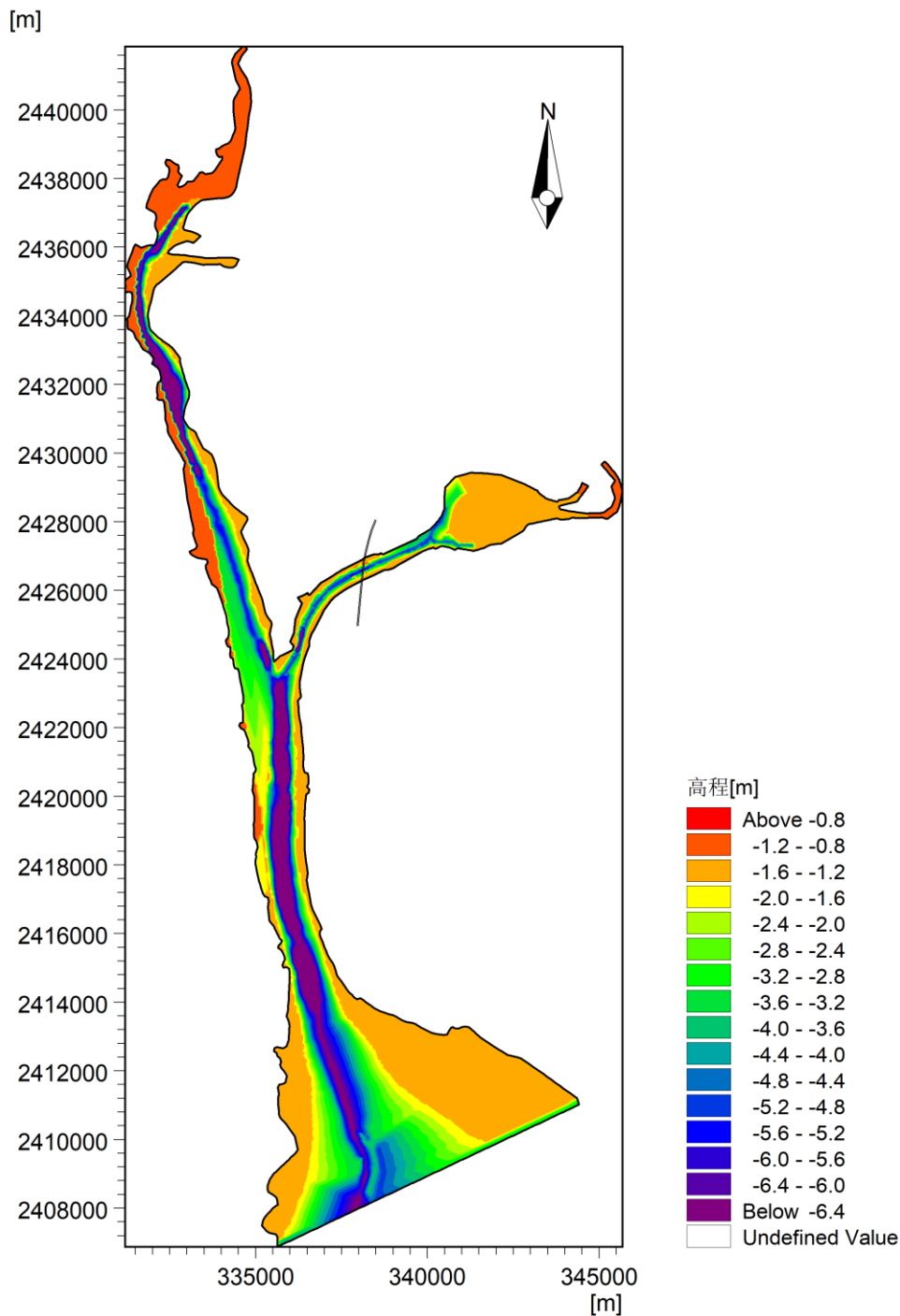


图 4.1-4 模型计算区域水下地形高程图

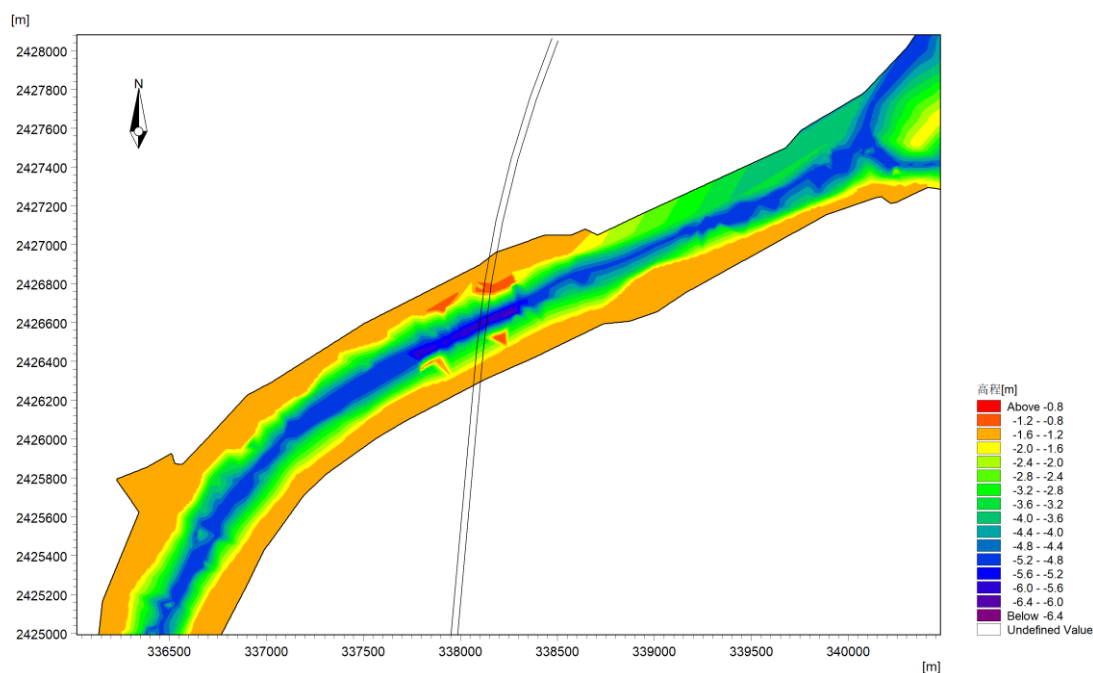


图 4.1-5 项目附近海域水下地形高程局部放大图

(3) 边界条件及计算步长

边界条件：模型外海开边界上给定水位过程线 $\zeta = \zeta_0(t)$ ，由实测的 T1 站潮位资料按照潮波演进规律推演给定。模型上游河流边界采用流量控制，即深井河、那扶河上游边界给定流量过程，根据计算时段分别给定丰水期、枯水期平均流量。

固壁上给定滑移边界条件，即固壁上法向流速为零，而切向流速不为零。

初始条件：初始潮位取平均海平面，初始流速取零。

计算步长根据稳定性要求动态调整，取值在 0.1~5.0 s 之间。

4.1.1.3 模型验证

模型采用 2021 年 12 月 5 日 10:00~6 日 11:00（大潮期）的水文观测资料进行验证。该次观测资料包括 2 个站点的潮位资料和 6 个站点的海流资料，站位分布见图 4.1-6。



图 4.1-6 水文观测站位布置图

(1) 潮位验证

潮位验证结果见图 4.1-7。从图上可以看出，两个潮位站（J10、T1）的计算潮位过程与实测过程总体吻合良好，仅个别时刻出现一定的偏差，偏差幅度基本控制在 0.10m 范围内，满足规范要求。

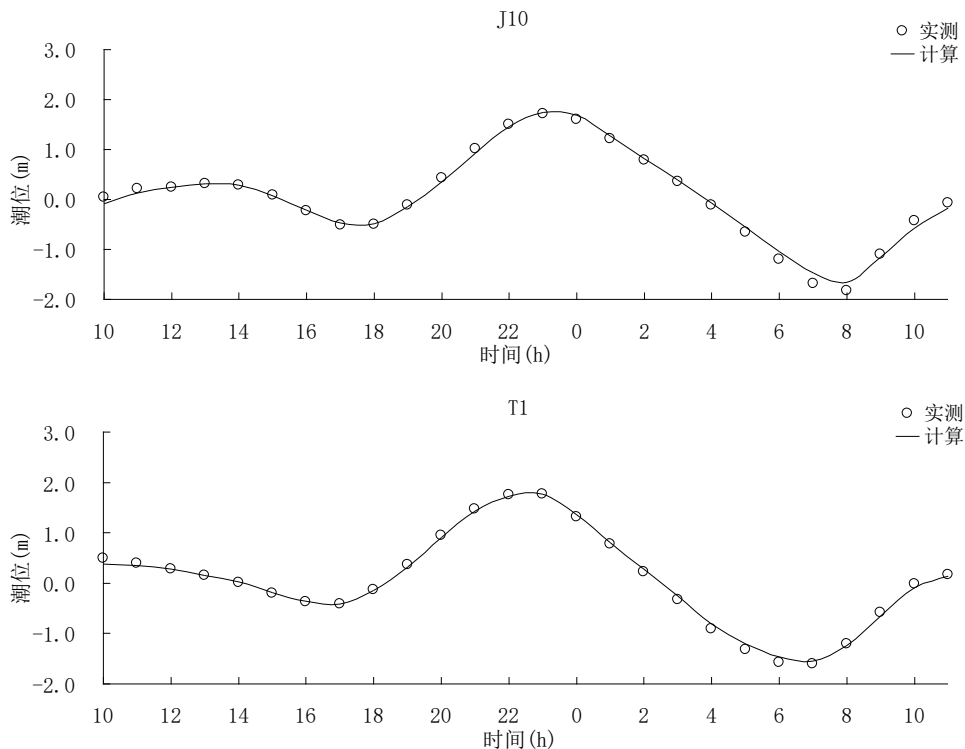
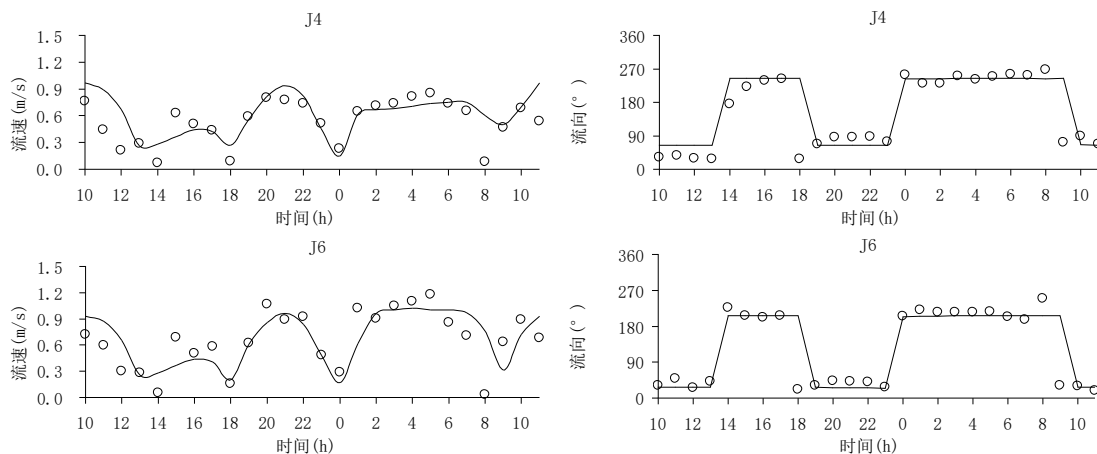


图 4.1-7 潮位验证图（2021 年 12 月 5 日~6 日大潮期）

(2) 海流结果验证

海流验证结果见图 4.1-8。海流验证结果显示，6 个海流站的流向和流速的计算过程与实测过程也基本吻合，个别站点的部分时段存在一定偏差。由于工程海区潮流受风、波浪、沿岸流等多种动力影响，流态复杂，数学模型难以全部反映这些动力因素，因此模型计算流速与实测流速出现一定的偏差是难以避免的。

总体而言，本次建立的潮流场数学模型基本反映了工程海区的往复流特征，计算流场与实测流场基本吻合，模型可作为本项目水文动力环境及水质环境影响评价计算的基础。



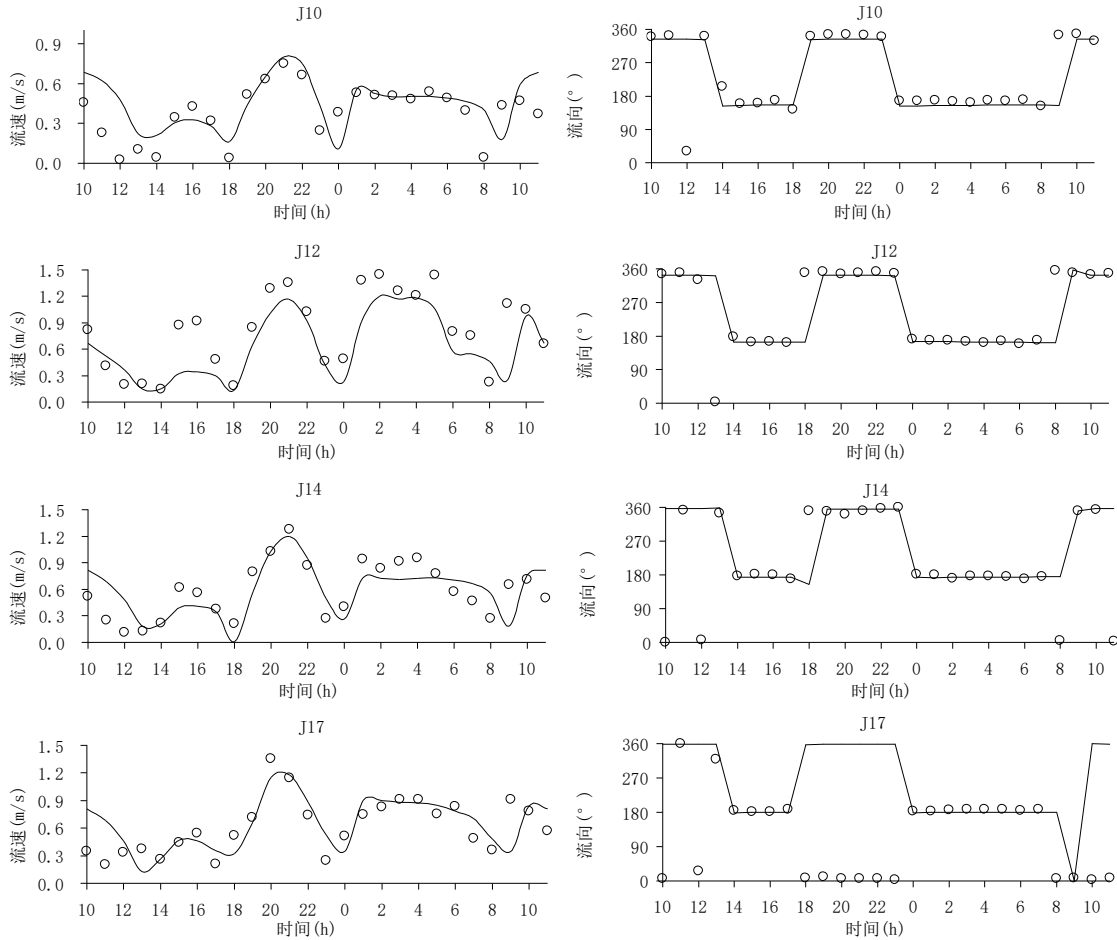


图 4.1-8 海流验证曲线（2021 年 12 月 5 日~6 日大潮期）

4.1.1.4 潮流场分析

(1) 工程前潮流场

工程海域涨急、落急时刻的流场见图 4.1-9。工程海区潮流主要呈往复流流态：涨潮期，外海潮流由南向北进入镇海湾，在拟建大桥河段自西南向东北沿深井河上溯；落潮期潮流方向基本与涨潮期相反，潮流自镇海湾和深井河流向外海。拟建大桥桥位附近河段涨潮期主槽最大流速约 0.9~1.0m/s，落潮期主槽最大流速约 0.9~1.0m/s，涨、落潮最大流速基本相当。

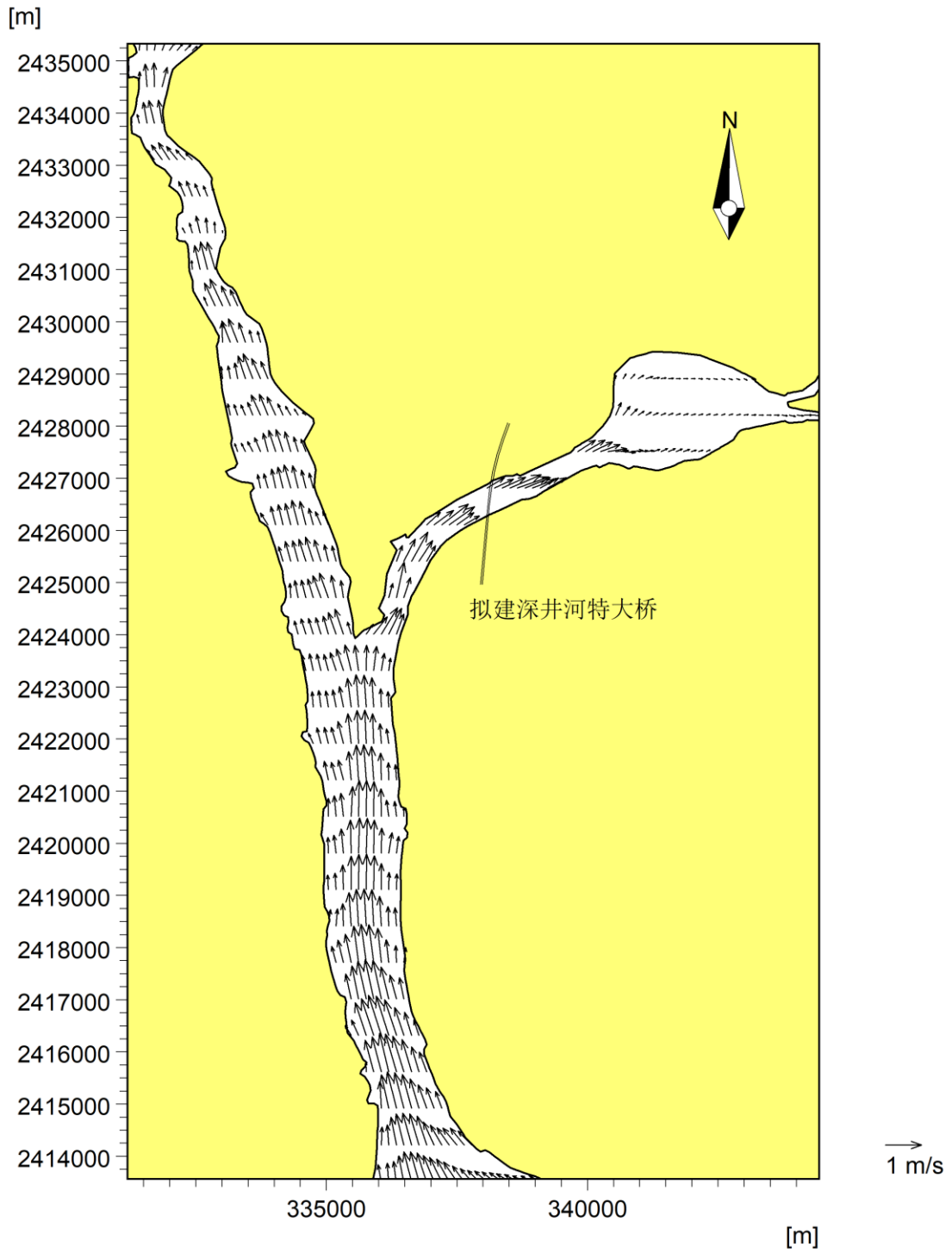


图 4.1-9a 工程海域大潮涨急时刻流场图

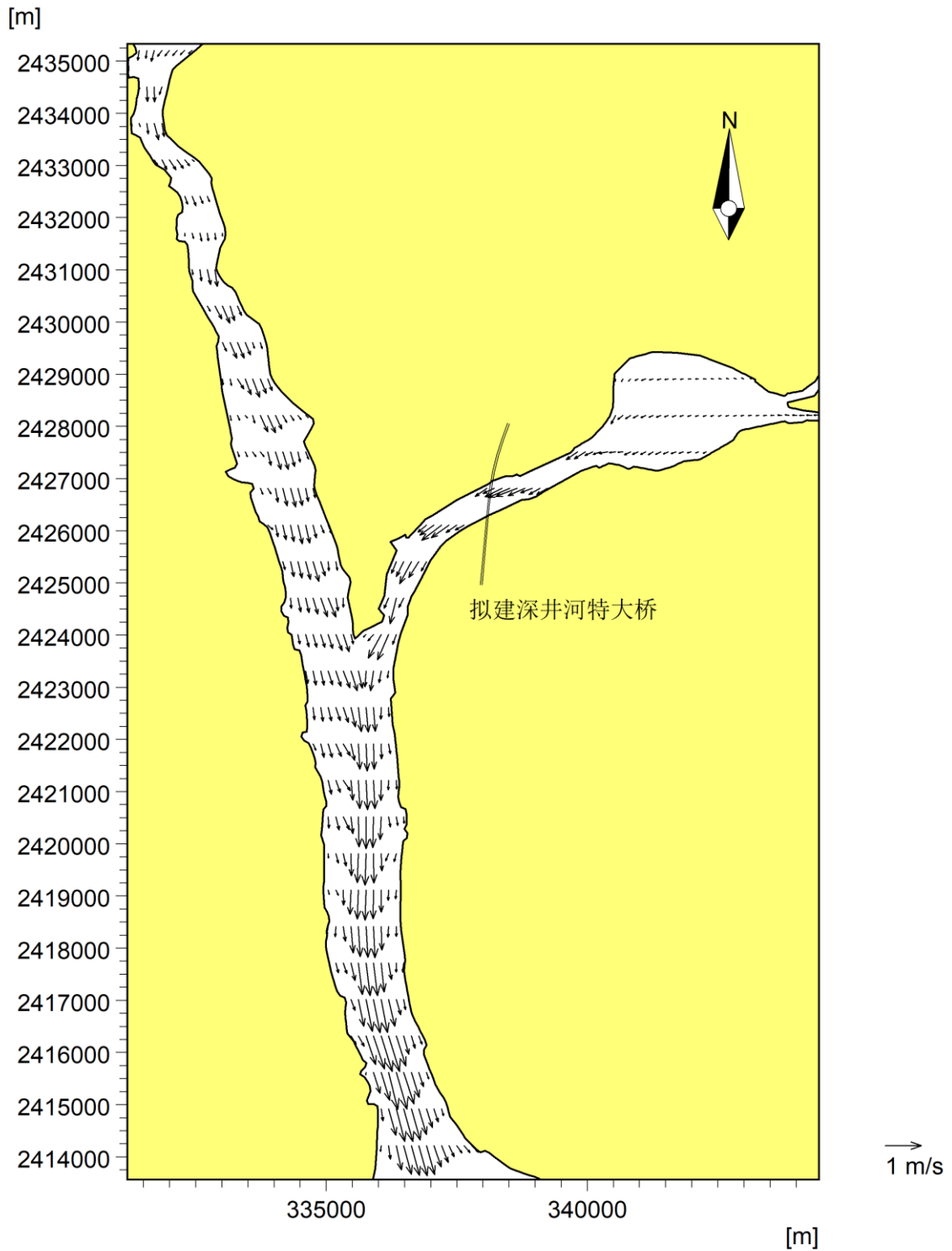


图 4.1-9b 工程海域大潮落急时刻流场图

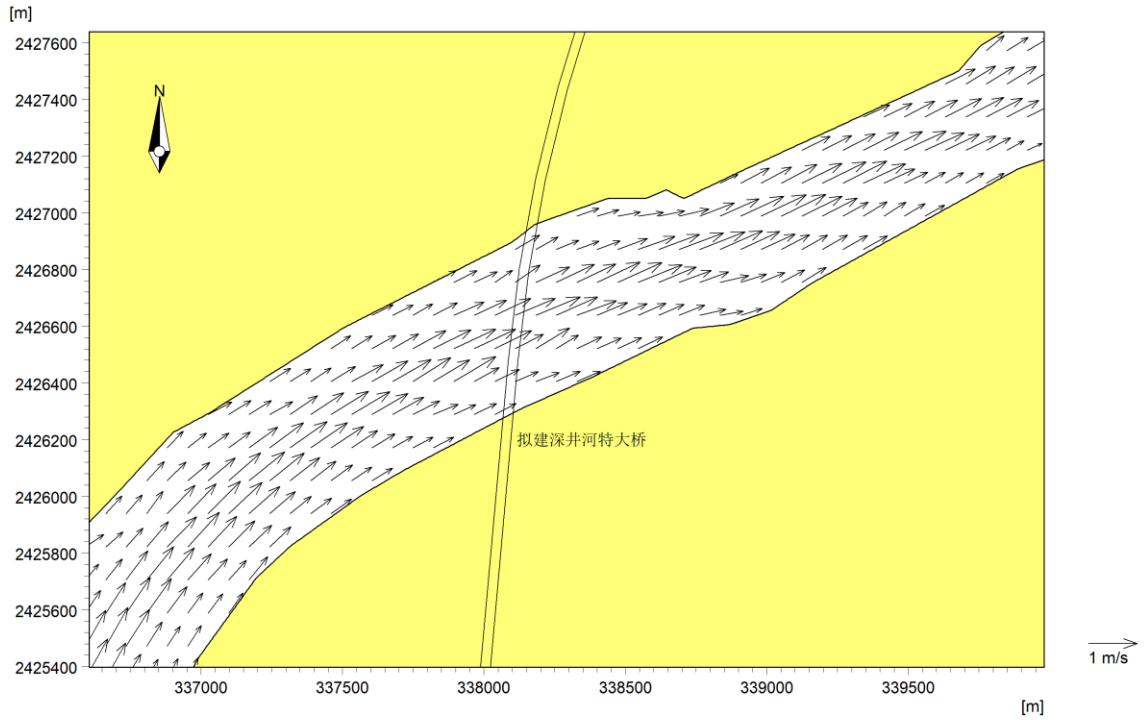


图 4.1-10a 拟建项目附近海域大潮涨急时刻流场图

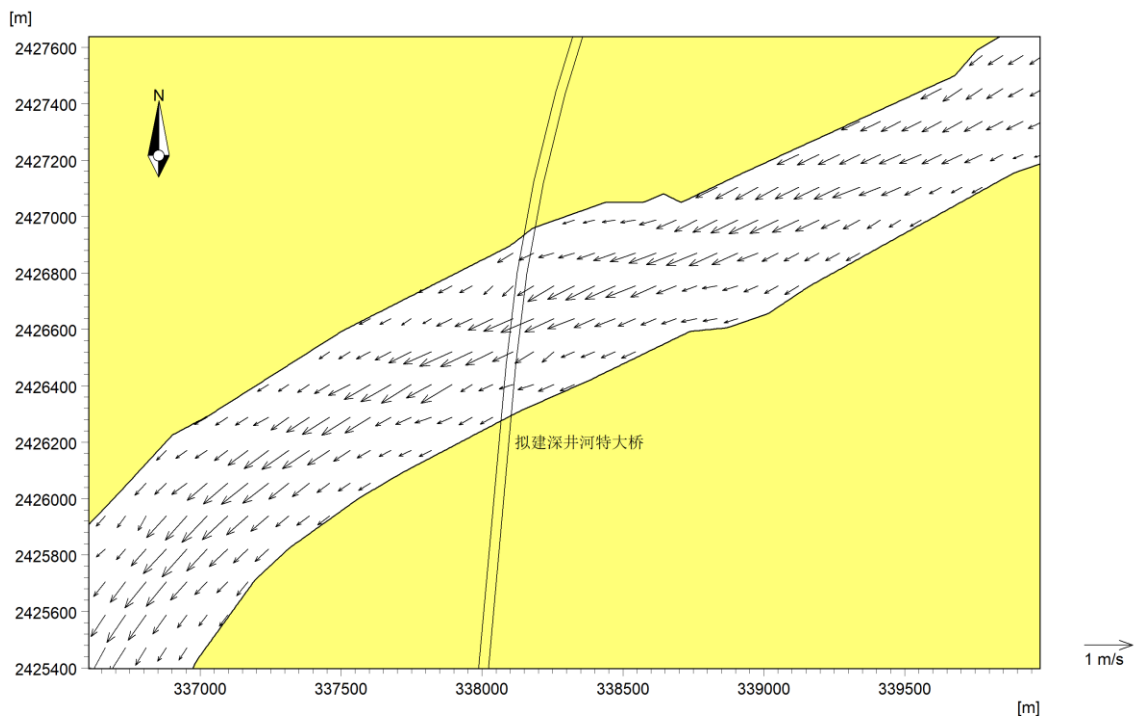


图 4.1-10b 拟建项目附近海域大潮涨急时刻流场图

（2）工程前后流场变化分析

为了更直观地观察本项目实施前后工程海域的流场变化特征，将工程前后的流场叠加到一起进行对比，并绘制工程前后流速变化等值线图进行分析。桥位附近海域工程前后大潮涨急、落急时刻的流场对比见图 4.1-11 和图 4.1-12，桥位附近海域工程前后流速变化等值线见图 4.1-13。

由图 4.1-11 和图 4.1-12 可见，由于拟建桥梁的桥墩尺寸不大，工程实施前后工程海域的流态无明显变化。

由图 4.1-13 可见，工程实施后桥位附近海域较工程前发生较明显的变化：

（1）由于桥墩的阻水，桥墩上、下游小范围海域的流速较工程前减弱。涨潮期两个主桥墩附近流速最大减小值为 0.13 m/s，落潮期两个主桥墩附近流速最大减小值为 0.10 m/s。

（2）由于桥墩的建设减小了所在断面的过流面积，桥墩之间的海域流速较工程前有所增强，涨潮期两个主桥墩之间海域的流速最大增加值为 0.05 m/s，涨落潮期两个主桥墩之间海域的流速最大增加值为 0.03 m/s。

（3）桥墩边墩所在的区域流速普遍较工程前减弱，桥墩与堤岸之间的浅滩局部出现流速增大现象，但总体变化幅度不大。

总体而言，由于桥墩尺寸较小，桥址所在河道断面宽阔，本项目特大桥建设对桥址所在河道水动力影响不大，工程前后流速变化大于 0.01m/s 的影响范围仅限于桥轴线上游 638m，下游 510m 内。

综上，深井河特大桥建设对附近水域流场的影响仅限于桥墩附近的小范围水域内，对桥梁所在深井河的整体流场影响很小，可以认为本项目对工程海域的水动力环境不产生明显影响。

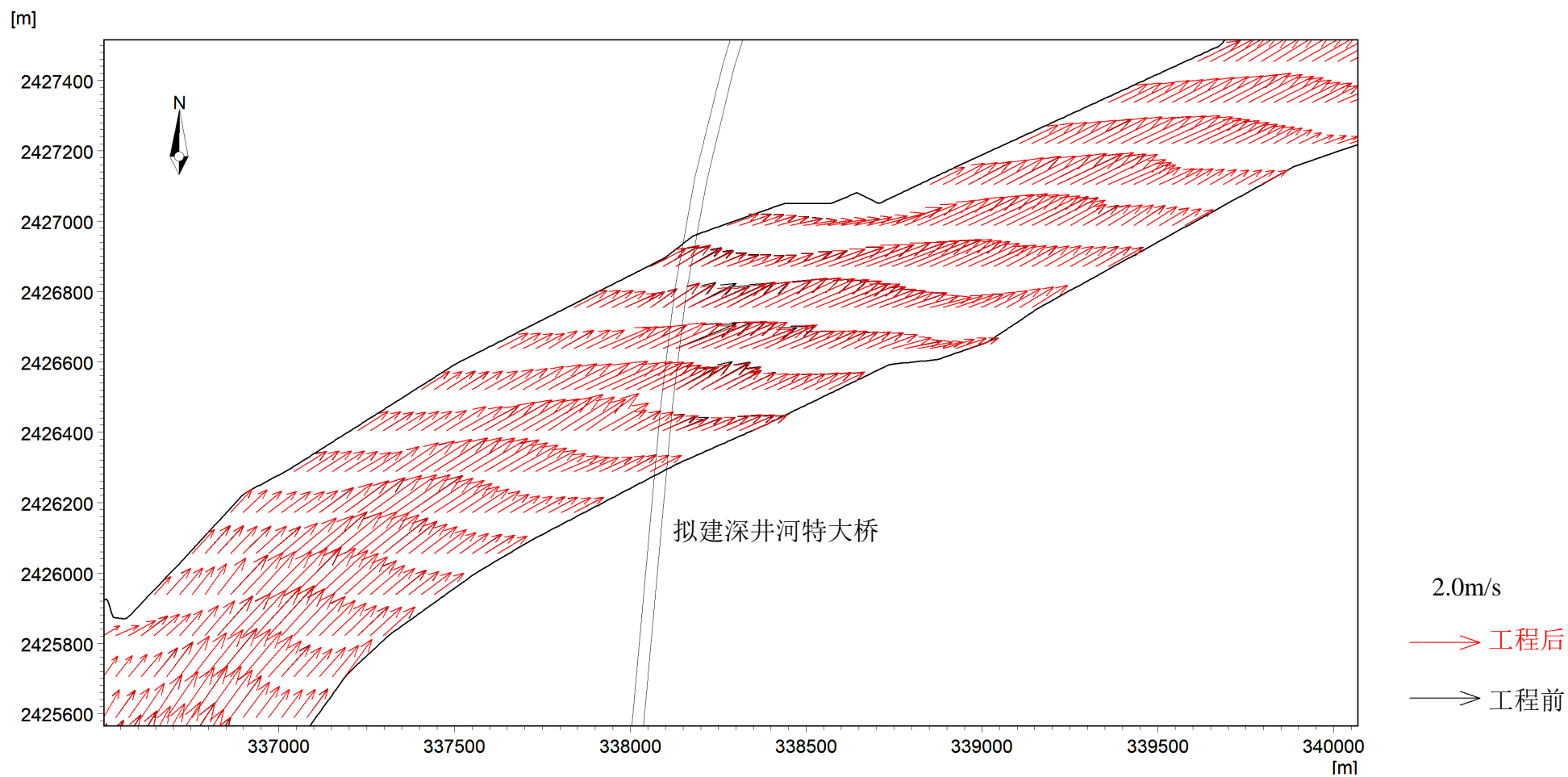


图 4.1-11a 桥位附近海域工程前后大潮涨急时刻的流场对比图

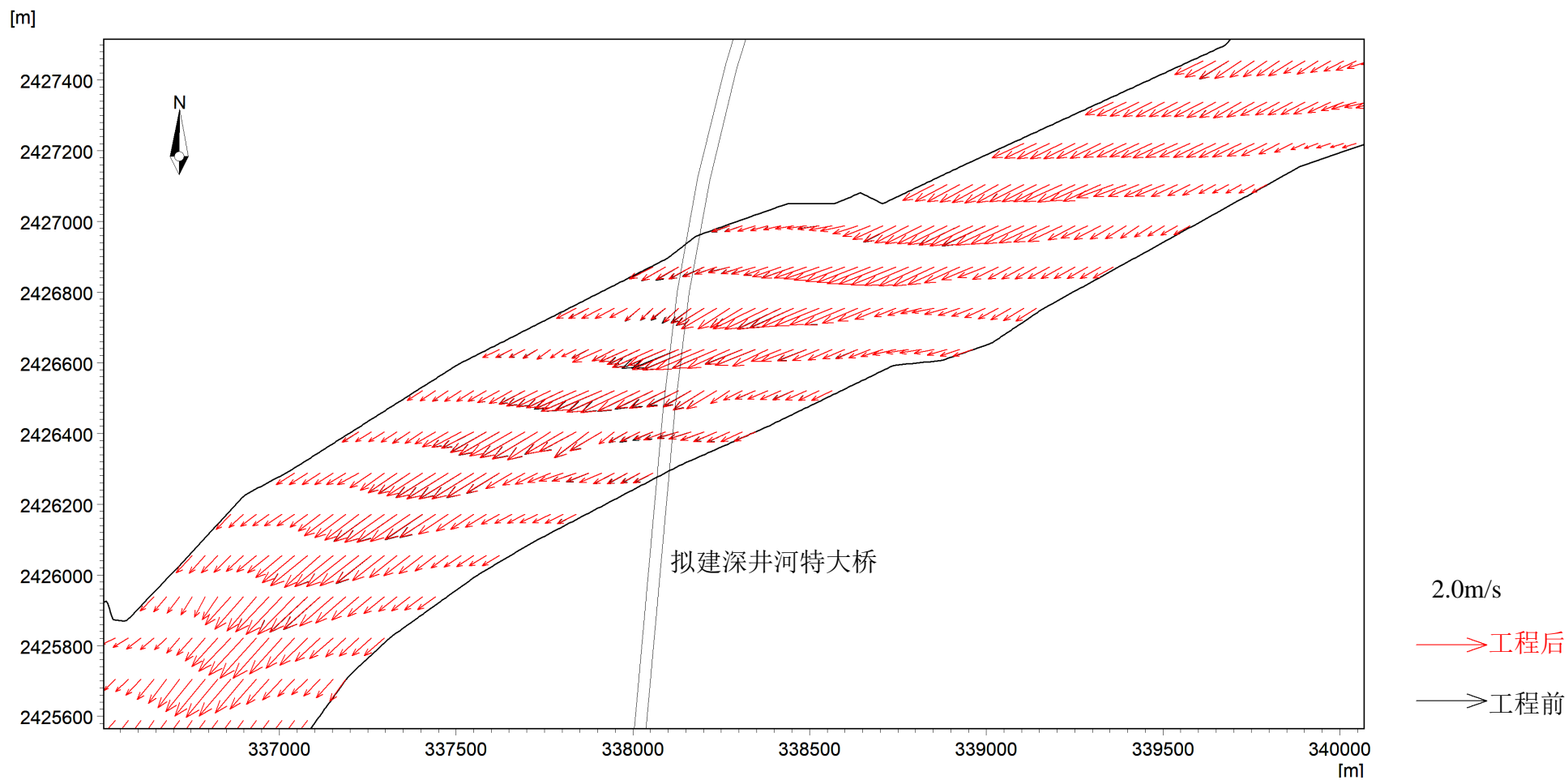


图 4.1-11b 桥位附近海域工程前后大潮落急时刻的流场对比图

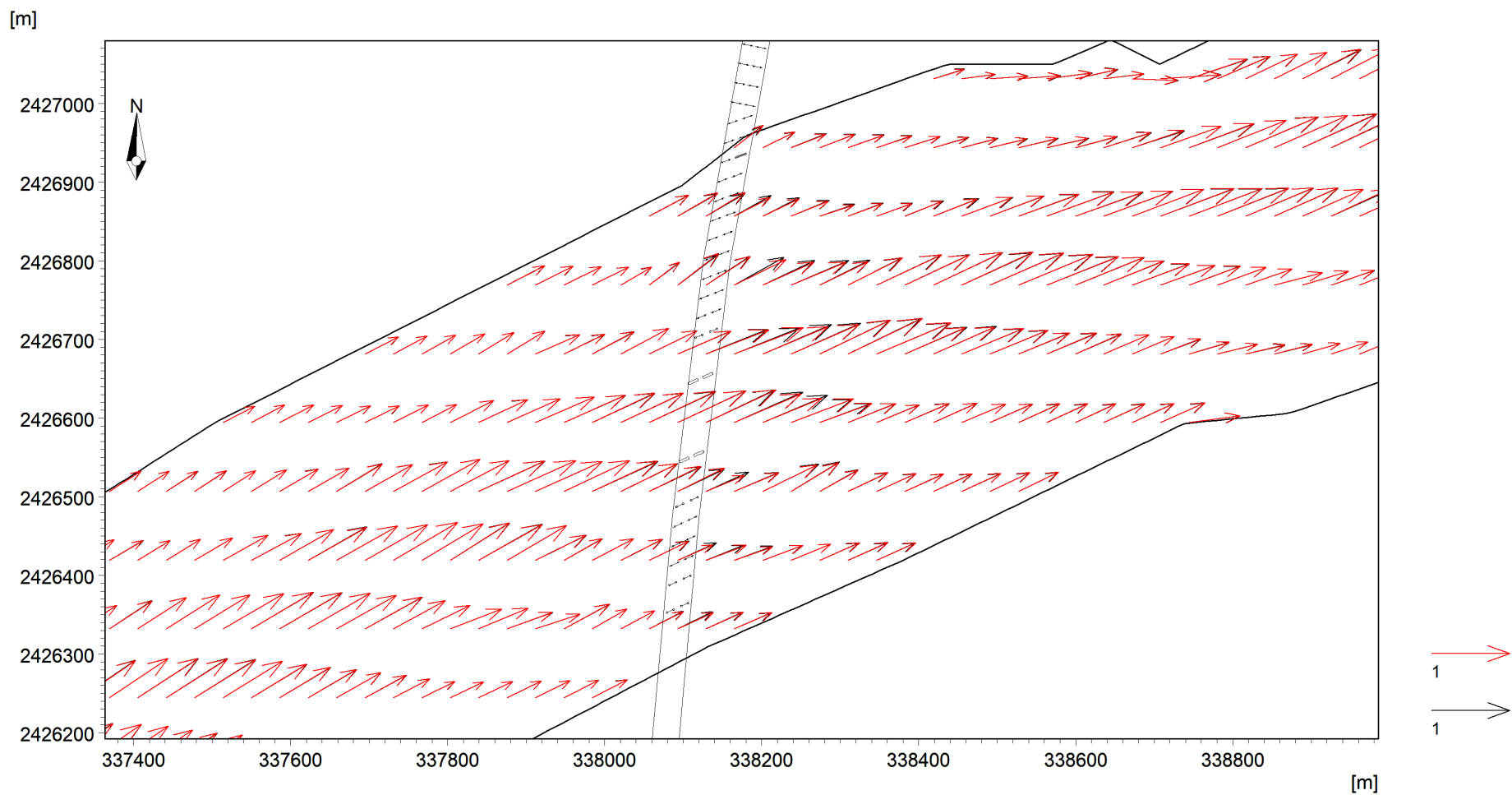


图 4.1-12a 桥位附近海域工程前后大潮涨急时刻的流场对比图（局部放大）

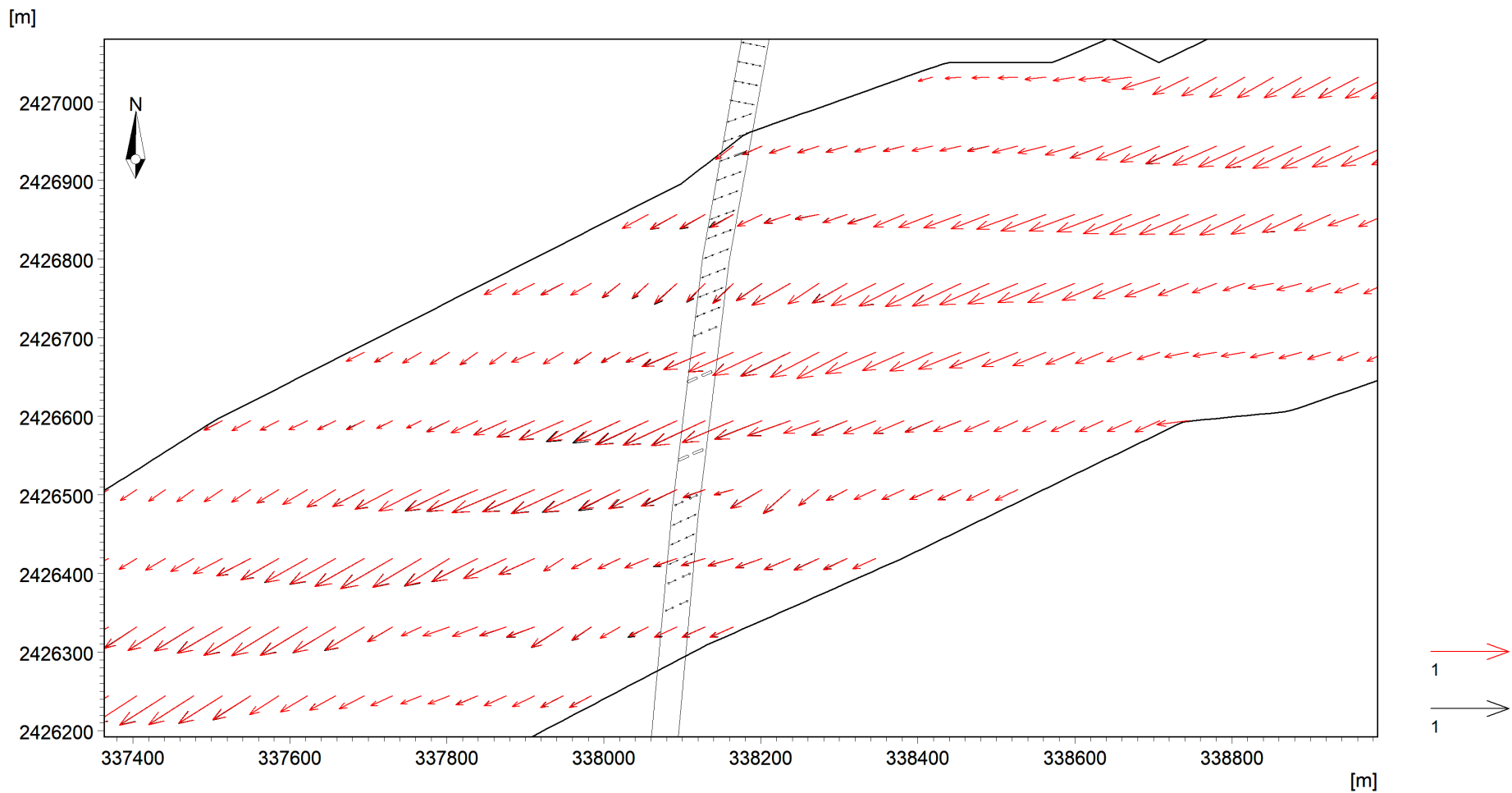


图 4.1-12b 桥位附近海域工程前后大潮落急时刻的流场对比图（局部放大）

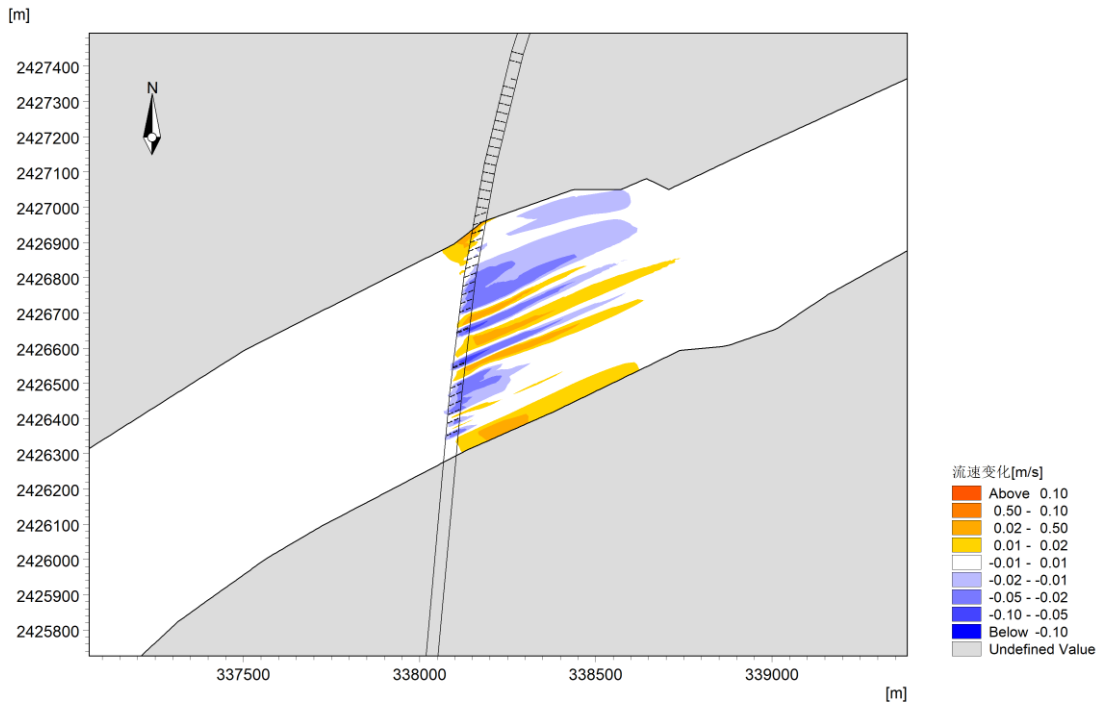


图 4.1-13a 桥位附近水域工程前后涨急时刻流速变化等值线图
(工程后-工程前)

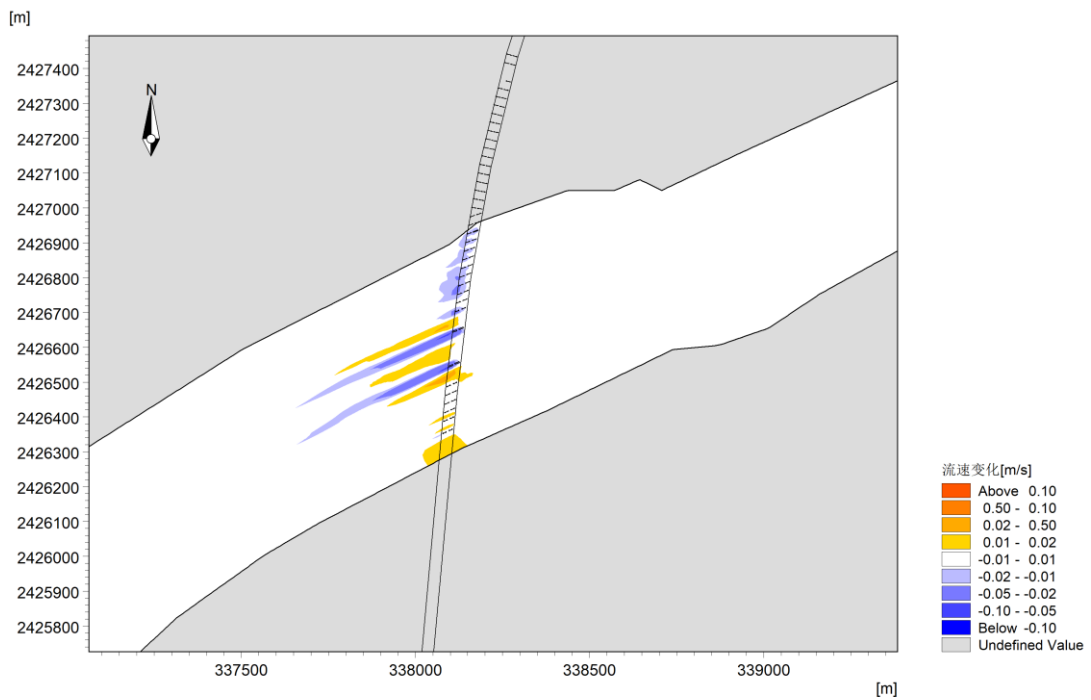


图 4.1-13b 桥位附近水域工程前后落急时刻流速变化等值线图
(工程后-工程前)

4.1.2 水质环境影响分析

本项目深井河特大桥施工过程中，桥梁桩基施工、施工栈桥钢管桩振沉和拔除等将掀动或搅动海床沉积物，引起沉积物再悬浮并随潮流扩散，迁移，使水体浑浊，影响水环境。本节采用垂向平均的二维悬沙模型计算本项目海工施工引起的悬浮物输运扩散，预测工程海域的悬浮物增量浓度分布，据此评价本项目对水环境的影响。

4.1.2.1 施工期悬浮物扩散预测

(1) 预测模型

$$\frac{\partial HC}{\partial t} + \frac{\partial uHC}{\partial x} + \frac{\partial vHC}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_x H \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_y H \frac{\partial C}{\partial y} \right) + Q_s$$

式中： C 为水中悬浮物浓度； A_x 、 A_y 为 x 、 y 方向的广义物质扩散系数，可由公式、进行计算； q_s 为悬浮物源强

$$Q_s = q_s + \begin{cases} M \left(\frac{V^2}{V_e^2} - 1 \right) & V \geq V_e \\ 0 & V_d < V < V_e \\ \lambda \omega C \left(\frac{V^2}{V_d^2} - 1 \right) & V \leq V_d \end{cases}$$

M 为冲刷系数， λ 为泥沙沉降机率， ω 为泥沙沉速， V 为潮流流速， V_d 为泥沙落淤临界流速， V_e 为泥沙悬扬临界流速；

(2) 计算参数

①广义物质扩散系数 A_x 、 A_y ：按以下公式计算，

$$\begin{cases} A_x = 5.93 \sqrt{gH} |u| / C_s \\ A_y = 5.93 \sqrt{gH} |v| / C_s \end{cases}$$

式中： C_s 为谢才系数。

②冲刷系数 M ：计算不考虑悬浮物沉降后的再悬浮， M 取0。

③泥沙沉降几率 λ

根据经验取值为 0.50。

④泥沙的沉速 ω ：采用张瑞瑾泥沙沉降公式计算

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{\nu}{D}\right)^2 + 1.09\alpha g D} - 13.95 \frac{\nu}{D}$$

其中 ω (cm/s) 沉速； ν 为水体运动粘滞系数， $\nu=0.01146$ (cm²/s)； α 为重率系数， $\alpha=1.7$ ； D 为泥沙粒径，取疏浚泥中值粒径。

⑤落淤临界流速 V_d 、泥沙悬扬临界流速 V_e ：采用窦国仁泥沙公式计算

$$V_d = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D}, \quad k = 0.26$$

$$V_e = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D + \left(\frac{r_0}{r_*} \right)^{5/2} \frac{\varepsilon + g \delta h (\delta / D)^{1/2}}{D}}, \quad k = 0.41$$

以上两公式中其他各参数取值为， $g=981\text{cm/s}^2$ ；当泥沙粒径 $D < 0.05\text{cm}$ ，床面糙率 $\Delta=0.1\text{cm}$ ， $d'=0.05\text{cm}$ ， $d_*=1.0\text{cm}$ ，泥沙粘结系数 $\varepsilon=1.75\text{cm}^2/\text{s}^2$ ；薄膜水厚度参数 $\delta=2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$ ， h 水深 (cm)， r_0 床面泥沙干容重 (g/cm³)， r_* 床面泥沙稳定干容重 (g/cm³)，泥沙容重 $r_s=2.65\text{g/cm}^3$ ，海水容重 $r=1.025\text{g/cm}^3$ 。

(3) 计算采用的水动力条件

采用 2021 年 12 月 5 日~12 日包含大、中、小潮的潮汐过程。

(4) 悬浮物源强

根据前面产污环节分析，本项目主桥桩基施工的悬浮物源强为 0.25 kg/s。施工栈桥钢管桩打桩有钢护筒防护，不考虑悬沙的扩散。

(4) 计算工况

根据现场调查及地形测量资料可知，桥位处两岸为养殖池塘和浅滩，本项目靠两岸的桥墩有部分落在池塘和浅滩上，这部分桥墩桩基施工不考虑悬浮泥沙的扩散。经与桥位处地形、地貌对比分析，需考虑悬浮泥沙扩散的桥墩为位于河道主槽的 8 组。计算中在每一组桥墩的中心布置源强点，分别施加悬浮物源强进行计算，模拟各组桥墩桩基施工的悬浮物扩散情况。各源强点的位置见图 4.1-14。

为分析悬浮泥沙的扩散规律，选取中间的两座主桥墩和两侧的各一组边墩为代表，绘制其施工悬浮泥沙增量浓度包络线并统计不同增量浓度的影响面积。代

表工况的参数见表 4.1-1。

表 4.1-1 施工期悬浮物扩散计算工况表

序号	工况	源强
1	主桥墩桩基（1#点）施工	0.25 kg/s
2	主桥墩桩基（2#点）施工	
3	边墩桩基（3#点）施工	
4	边墩桩基（4#点）施工	

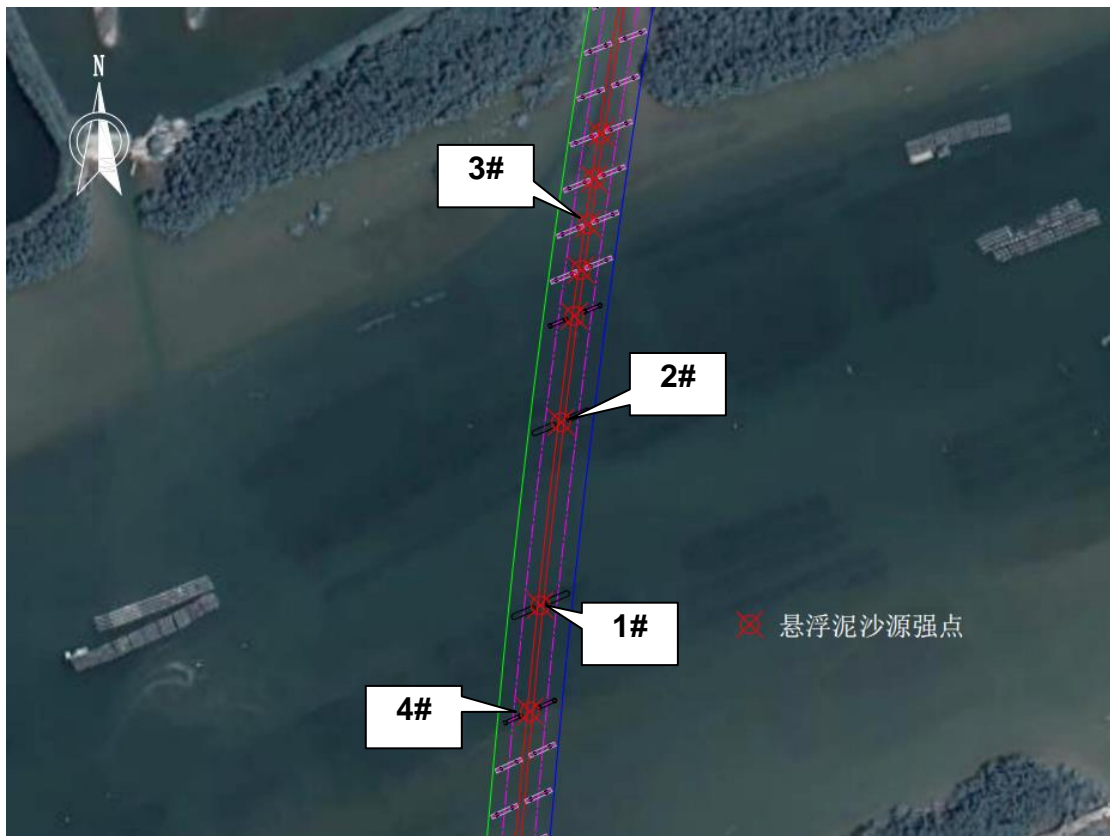


图 4.1-14 施工期悬浮泥沙源强位置示意图

4) 悬浮物计算结果与分析

潮流是悬浮物运输、扩散的“载体”，施工产生的悬浮物除因自身重力发生沉降外，主要受潮流作用，进行运输、稀释和扩散。悬浮物计算时，首先进行水动力场计算，然后再施加悬浮物源强，计算出模拟时段内各计算网格点的悬浮物增量浓度，最后统计各计算网格点在模拟时段内的悬浮物增量浓度最大值，利用各网格点的最大值绘制出悬浮物增量浓度包络线图。

计算得出各代表工况的悬浮物增量浓度包络线见图 4.1-15。另外，将 8 个源强点施工的增量浓度包络线进行叠加，可绘制出本项目施工期的悬浮物增量浓度

总包络线，见图 4.1-16。各代表工况的悬浮物不同增量浓度的影响面积及施工期悬浮物增量浓度总包络线的影响面积统计见表 4.1-2。

由图 4.1-15 和图 4.1-16 可以看出，各工况的悬浮物增量浓度包络线主要呈西南北~东北走向的条状分布，与桥位所在河段往复流的特征相一致。

本项目施工期引起的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的最大影响面积为 0.5207 km²，10mg/L 包络线向桥轴线上、下游扩展的最远距离分别为 1.2 km 和 1.8 km。

表 4.1-2 各工况的悬浮物不同增量浓度的影响面积统计 单位：km²

序号	工况	>150mg/L	>100mg/L	>60mg/L	>50mg/L	>20mg/L	>10mg/L
1	主桥墩桩基（1#点）施工	-	0.0001	0.0002	0.0016	0.0205	0.0875
2	主桥墩桩基（2#点）施工	0.0001	0.0002	0.0003	0.0022	0.0203	0.0888
3	边墩桩基（3#点）施工	0.0012	0.0017	0.0035	0.0106	0.0316	0.0736
4	边墩桩基（4#点）施工	0.0001	0.0005	0.0013	0.0083	0.045	0.1313
5	施工期总包络	0.0047	0.0071	0.0151	0.055	0.2135	0.5207

注：表中“-”表示影响面积小于 0.0001km²



图 4.1-15a 主桥墩桩基（1#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

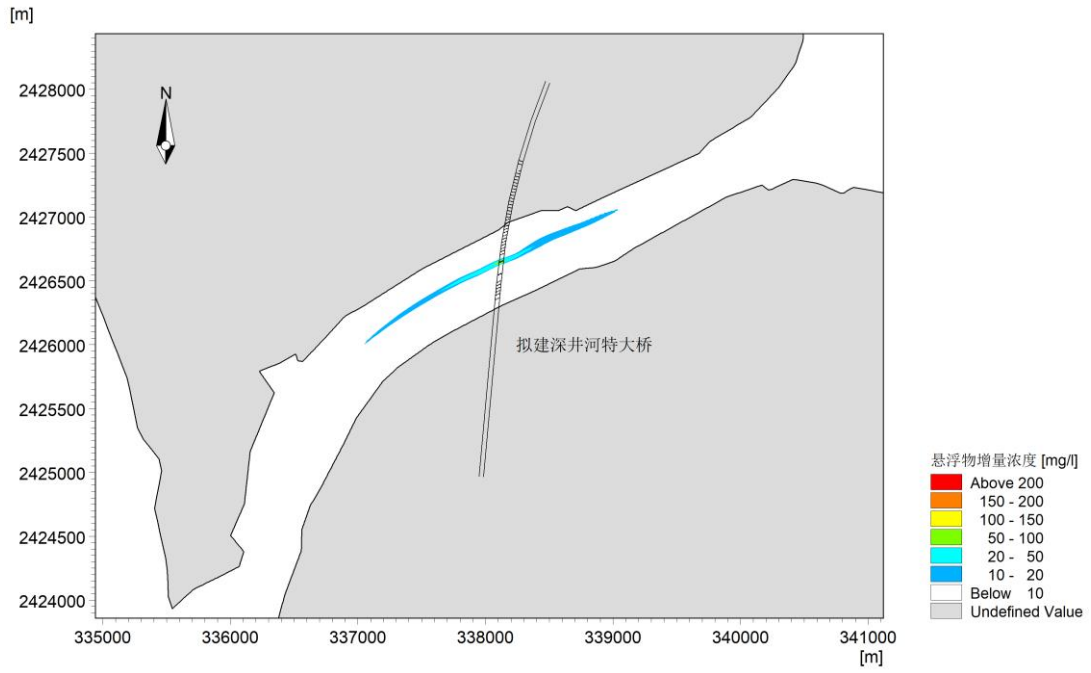


图 4.1-15b 主桥墩桩基（2#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

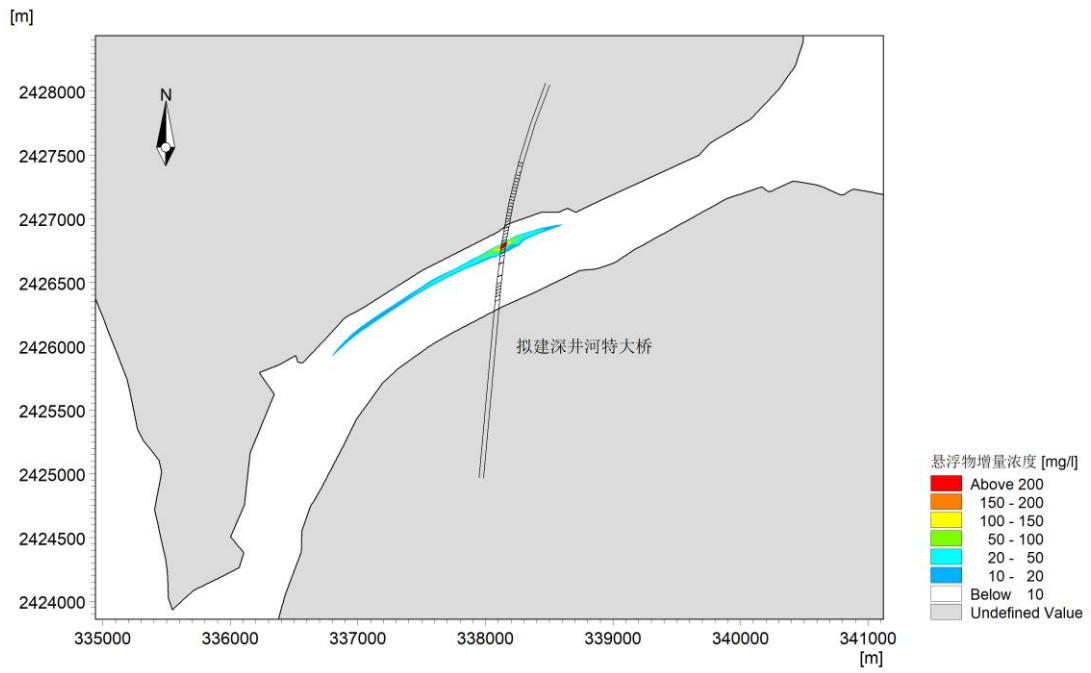


图 4.1-15c 边墩桩基（3#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

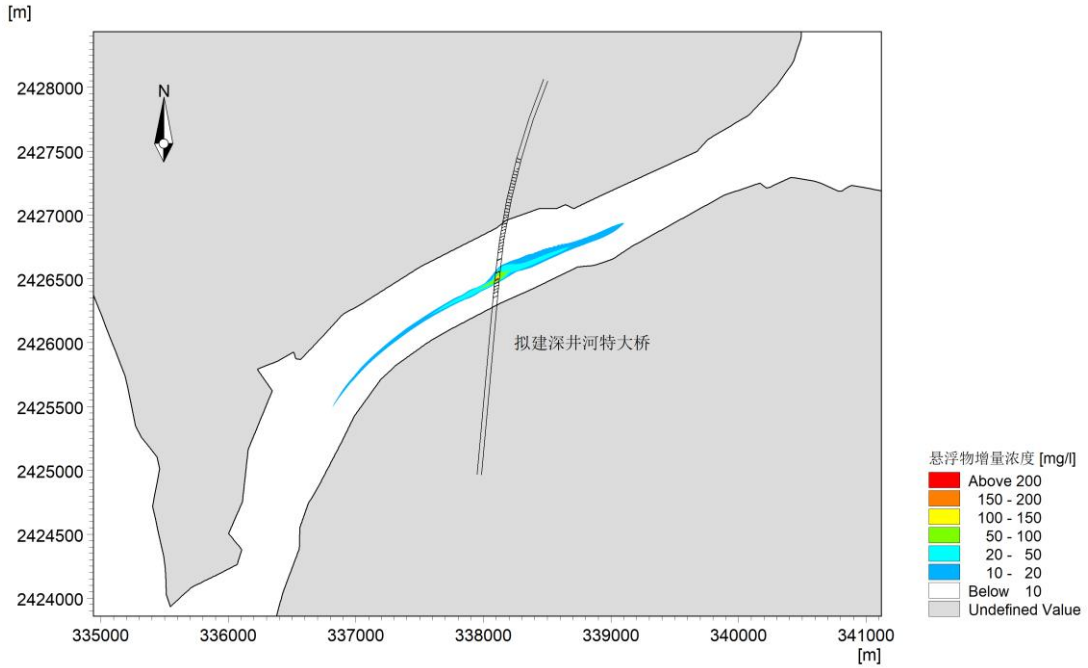


图 4.1-15d 边墩桩基（4#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

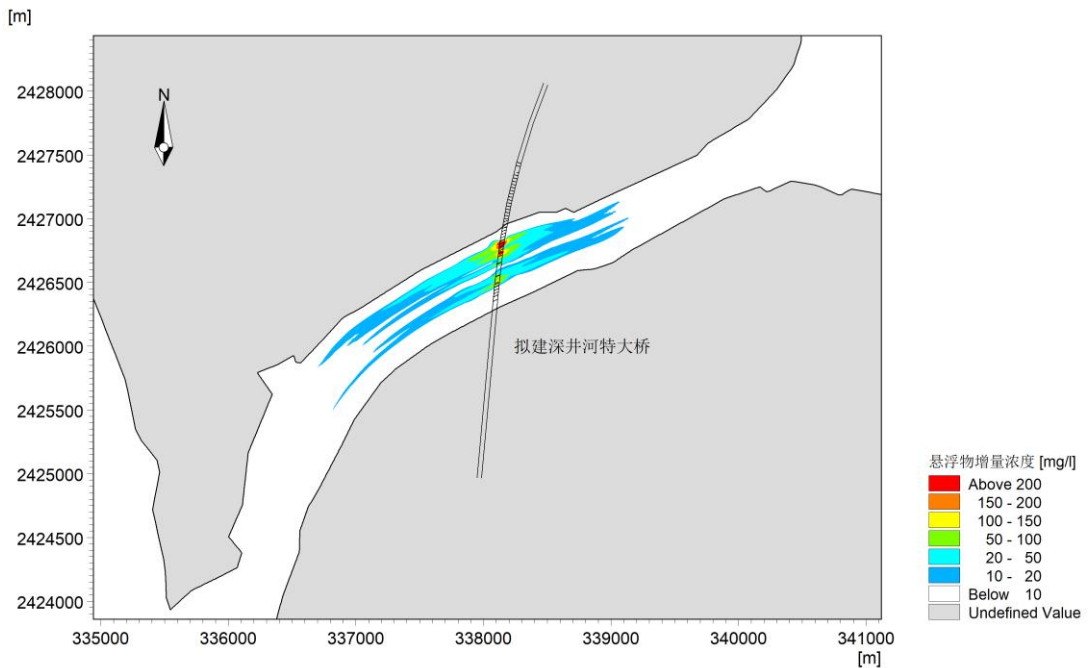


图 4.1-16 施工期的悬浮物增量浓度总包络线

4.1.2.2 运营期水质环境影响分析

运营期项目对海域水环境的影响主要在于桥面雨水径流。影响桥面径流污染物浓度的因素众多，包括降雨量、降雨时间、与车流量有关的路面及空气污染程度、两场降雨之间的间隔时间、路面宽度等，由于各种因素的随机性强、偶然性

大，所以典型的桥面雨水污染物浓度较难确定。根据国家环保总局华南环科所对南方地区桥面径流污染情况的试验，路面径流在降雨开始到形成径流的 30 分钟内雨水中的悬浮物和油类物质比较多，30 分钟后随着降雨时间的延长，污染物浓度下降较快。根据以往类似地区的预测计算结果表明，桥面径流携带污染物对水体水质的影响甚微，一般水体中污染物的增幅小于 2%。一般来说，在降雨初期，桥面径流从桥梁或桥梁两端进入水体后，将在径流落水点附近的局部小范围内造成污染物浓度的瞬时升高，但在向下游流动的过程中随着水体的搅浑将很快在整个断面上混合均匀，其对这些河流污染物浓度升高的贡献微乎其微。由此可以确定，桥面径流对水体的影响是十分轻微的，不会改变水体的水质类别。

同时本项目通过对跨海大桥设置桥面雨水收集装置，通过桥梁两段沉淀池处理后排入非敏感水域，不会对周边海洋的水质造成影响。

4.1.3 地形地貌及冲淤环境影响分析

本项目实施会引起工程附近海域的水动力条件及泥沙运动特性发生变化，由此造成工程区域附近水下地形发生冲淤变化。本节在已建立的潮流数学模型基础上，采用平面二维泥沙模型来计算工程海域的泥沙运动及底床冲淤，预测本项目实施对周边海域泥沙冲淤环境的影响。

4.1.3.1 计算模型

(1) 悬沙输移扩散方程

$$\frac{\partial hs}{\partial t} + \frac{\partial hus}{\partial x} + \frac{\partial hvs}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x h \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y h \frac{\partial s}{\partial y} \right) + F_s$$

式中， t 为时间（s）； h 为水深； s 为水体含沙量（ kg/m^3 ）； D_x 、 D_y 为 x 、 y 方向的悬沙紊动扩散系数（ m^2/s ）； F_s 为泥沙冲淤函数（ $\text{kg}/(\text{m}^2 \text{s})$ ）。

(2) 床面冲淤变化控制方程

$$\gamma_0 \frac{\partial \Delta h}{\partial t} = F_s$$

式中， t 为时间（s）； Δh 为冲淤厚度（m）； γ_0 为泥沙干容重（ kg/m^3 ）。

(3) 模型参数

1) 悬沙紊动扩散系数 D_x 、 D_y

通过验证计算确定，本次计算取水流紊动粘性系数相同数值。

2) 泥沙冲淤函数 F_s

$$F_s = \begin{cases} M \left(\frac{V^2}{V_e^2} - 1 \right) & V \geq V_e \\ 0 & V_d < V < V_e \\ \alpha \omega s \left(\frac{V^2}{V_d^2} - 1 \right) & V \leq V_d \end{cases}$$

式中， M 为冲刷系数 ($\text{kg}/(\text{m}^2 \text{s})$)，通过验证计算确定； V 为包含潮流和波浪影响的合成流速 (m/s)； α 为泥沙沉降机率，本次计算取值为 0.5； ω 为泥沙沉降速度 (m/s)，采用张瑞瑾泥沙沉速公式计算：

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{\nu}{D} \right)^2 + 1.09 \mu g D} - 13.95 \frac{\nu}{D}$$

式中， ν 为水体运动粘滞系数， $\nu=0.01146$ (cm^2/s)； μ 为重率系数， $\mu=1.7$ ； D 为泥沙粒径，取工程河段悬沙的中值粒径； V_d 为泥沙落淤临界流速， V_e 为泥沙悬扬临界流速，采用窦国仁泥沙公式计算：

$$V_d = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D}, \quad k = 0.26$$

$$V_e = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D + \left(\frac{r_0}{r_*} \right)^{5/2} \frac{\varepsilon + g \delta h (\delta / D)^{1/2}}{D}}, \quad k = 0.41$$

以上两公式中其他各参数取值为， $g=981\text{cm/s}^2$ ；当泥沙粒径 $D < 0.05\text{cm}$ ，床面糙率 $\Delta=0.1\text{cm}$ ， $d'=0.05\text{cm}$ ， $d_*=1.0\text{cm}$ ，泥沙粘结系数 $\varepsilon=1.75\text{cm}^2/\text{s}$ ；薄膜水厚度参数 $\delta=2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$ ， h 为水深 (cm)， γ_0 床面泥沙干容重 (g/cm^3)， γ_* 床面泥沙稳定干容重 (g/cm^3)，泥沙密度 $\gamma_s=2.65\text{g/cm}^3$ ；海水密度 $\gamma=1.025\text{g/cm}^3$ 。

3) 悬沙干容重 γ_0

$$\gamma_0 = 1750 d_{50}^{0.183}$$

式中， d_{50} 为悬浮泥沙中值粒径 (mm)，根据现场实测泥沙资料进行确定。

4.1.3.2 地形冲淤计算结果

以 2022 年 12 月 5 日~12 日包含大、中、小潮的潮汐过程作为海床冲淤计算代表动力条件，计算得出正常天气情况下本项目建设对周边海域的冲淤影响，见图 4.1-17。

工程实施后，项目附近海域的海床冲淤呈现以下规律：

(1) 通常情况下，桥梁工程建设后，桥孔断面处水流因受桥墩收束和挤压作用，水流变急，流速加大，水动力加强，水流挟沙能力增大，床面发生冲刷或导致冲刷明显增大。计算结果显示，深井河特大桥两座主桥墩之间的海域年最大冲刷深度为 0.08m，北主桥墩与边墩之间的海域年最大冲刷深度为 0.17m，南主桥墩与边墩之间的海域年最大冲刷深度为 0.24m，南侧边墩与岸线之间的浅滩海域年最大冲刷深度为 0.08m。

(2) 受桥墩阻水影响，拟建大桥桥墩上、下游小范围海域流速减少，导致水流携沙能力降低，呈现泥沙淤积态势。计算结果显示，深井河特大桥两座主桥墩上、下游小范围水域的年最大淤积厚度为 0.58m，南、北两侧边墩上、下游小范围水域的年最大淤积厚度为 0.31m。

综上，本项目对周边海域的冲淤影响主要是大桥桥墩周边小范围海域，其中年冲淤厚度大于 0.05m 的影响范围为桥轴线上游 340m、下游 410m 的海域。

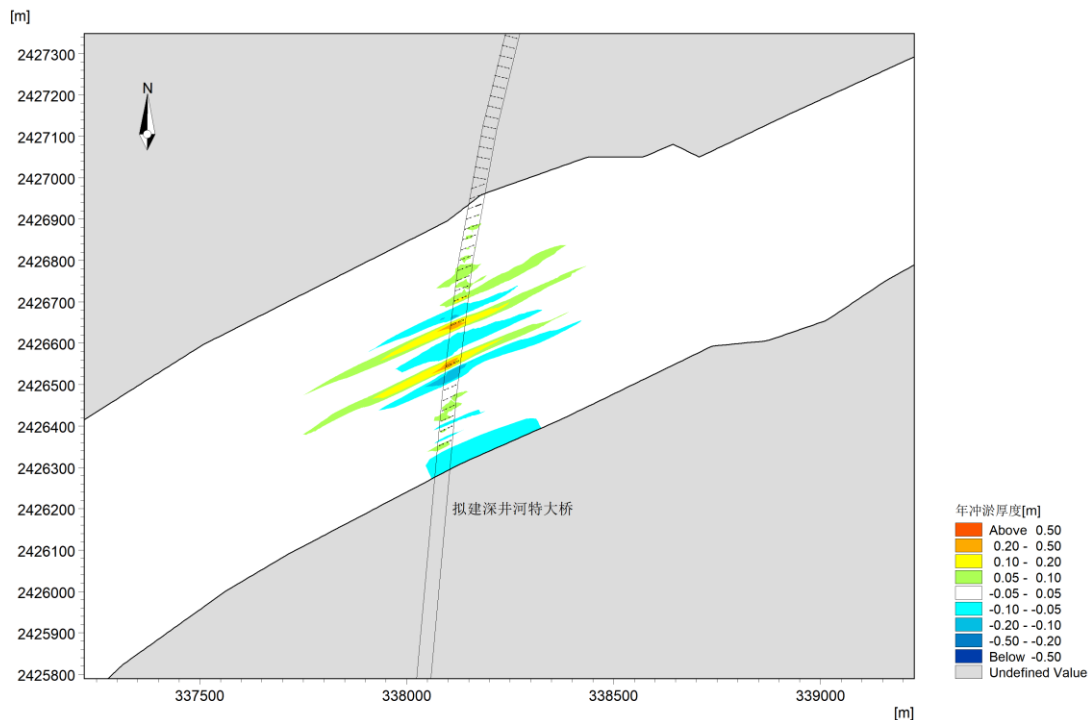


图 4.1-17 工程后附近海域年冲淤厚度分布图（正值淤积、负值冲刷）

以上计算的冲淤强度为工程刚实施后的冲淤强度，随着冲淤过程的深入，地形向适应工程后水动力环境方向调整，冲淤强度将逐年减小。另外需要说明的是，由于本次的冲淤预测是基于平面二维泥沙数学模型简化计算得出的，不能完全反映工程水域特殊部位的局部冲刷现象。就本项目而言，工程后桥墩迎水面产生的马蹄形漩涡、桥墩后方的尾流漩涡及桥墩两侧的流速增大加剧了桥墩周围小范围内的水流紊动，增加了水体的挟沙能力，从而导致桥墩周围小范围内的河床冲刷。本次采用的平面二维水动力、泥沙数学模型无法反应桥墩周围复杂的旋涡结构，因而桥墩周围小范围内的河床冲淤结果与实际会存在一定偏差。根据以往物理模型的试验结果，潮流作用下除了桥墩周围小范围的局部冲刷外，桥墩上、下游漩涡区外围为淤积区，桥墩两侧为冲刷区（见图 4.1-18）。本次平面二维水动力、泥沙数学模型的预测结果与物理模型试验结果规律是相一致的。

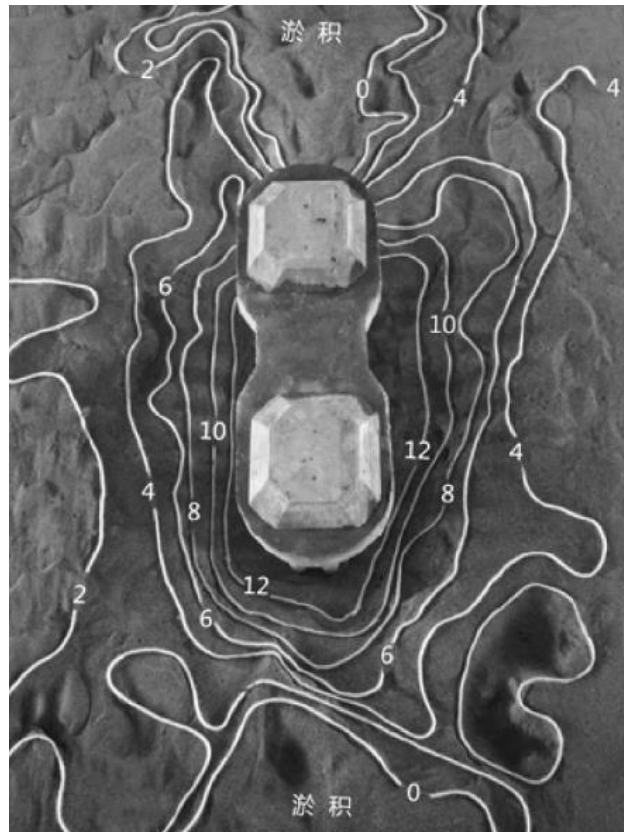


图 4.1-18 潮流作用下桥墩周围冲刷形态物理模型试验成果
（图中数字表示冲刷深度，潮流方向为南北向）

4.1.4 沉积物环境影响分析

4.1.4.1 施工期沉积物环境影响分析

施工期间，桥梁桥墩和栈桥桩基施工前将设置钢护筒，可以最大限度的控制悬浮物的扩散范围，减少对沉积物的影响。由项目对海洋水环境影响的预测可见，本项目施工期产生的悬浮泥沙扩散范围较小，且没有外来物料入海，因此，本项目对周边海洋沉积物环境的影响范围及程度很小，施工结束后，沉积物环境会逐步恢复原状。

4.1.4.2 运营期沉积物环境影响分析

运营期项目对海域水环境的影响主要在于桥面雨水径流。影响桥面径流污染物浓度的因素众多，包括降雨量、降雨时间、与车流量有关的路面及空气污染程度、两场降雨之间的间隔时间、路面宽度等，由于各种因素的随机性强、偶然性大，所以典型的桥面雨水污染物浓度较难确定。根据国家环保总局华南环科所对南方地区桥面径流污染情况的试验，路面径流在降雨开始到形成径流的 30 分钟内雨水中的悬浮物和油类物质比较多，30 分钟后随着降雨时间的延长，污染物浓度下降较快。根据以往类似地区的预测计算结果表明，桥面径流携带污染物对水体水质的影响甚微，一般水体中污染物的增幅小于 2%。一般来说，在降雨初期，桥面径流从桥梁或桥梁两端进入水体后，将在径流落水点附近的局部小范围内造成污染物浓度的瞬时升高，但在向下游流动的过程中随着水体的搅浑将很快在整个断面上混合均匀，其对这些河流污染物浓度升高的贡献轻微。由此可以确定，营运期间不会产生污染物，桥面径流对水体的影响是十分轻微的，不会改变水体的水质类别，对海洋沉积物环境不会造成影响。

4.1.5 防洪纳潮的环境影响分析

跨海桥梁建设不可避免的会有桥墩落在河床上，为了减少对防洪纳潮的影响，主河槽桥墩设计时采用 100m 和 60m 的间距，远大于其它桥墩间距 25m，见图 4.1-19，减少落在过水断面上的桥墩数量和面积，由于桥墩的面积占过水断面的面积比较小（约 1.5%），对深井河纳潮和防洪影响轻微。



图 4.1-19 过水断面桥墩布置图

4.2 项目用海生态影响分析

4.2.1 施工期生态环境影响分析

4.2.1.1 对底栖生物和潮间带生物的影响

本工程的实施，将使桥梁桥墩范围内的底栖生物和潮间带生物栖息地丧失或被破坏。施工将改变底栖生物和潮间带生物原有的栖息环境，使得少量活动能力

强的动物逃往他处而大部分种类将被掩埋、覆盖，除少量能够存活外，绝大部分种类诸如贝类、多毛类、线虫类等都将难以存活。工程挖泥产生的悬浮物质沉降后，还将对底栖生物和潮间带生物产生直接的覆盖作用，进而导致工程周围一定范围内底栖生物和潮间带生物的死亡。

4.2.1.2 对浮游生物和游泳生物的影响

本项目施工期间，项目施工所产生的悬浮物使施工附近局部海域的混浊度增加，降低了水体的透光度，不利于浮游植物的光合作用，进而影响浮游植物的细胞分裂和生长、繁殖能力，降低了单位水体中浮游植物的数量，最终导致作业点附近局部海域初级生产力水平的下降。

对于浮游动物和游泳动物，悬浮物的直接影响也较显著。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞动物的鳃组织，造成呼吸困难而窒息死亡；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可摄入体内，如果摄入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；由于透光度的变化，会改变靠光线强弱而进行垂直迁移的某些浮游动物的生活规律。

另外，水中高浓度悬浮物中有毒（害）物质释出时，通过新陈代谢积累在浮游生物和游泳生物体内，进而对生物本身及食物链的上一级动物产生毒害作用；悬浮物中释出的有机物分解，消耗水体中的氧气，降低溶氧量，从而影响生物的呼吸作用甚至导致死亡。悬浮物的增加会刺激游泳生物，使之难以在附近水体栖身而逃离现场，因而会减少附近海域内游泳动物的种类和数量。

从水环境影响预测结果来看，桩基施工引起的悬浮物增量大于 10mg/L 的范围只限于施工区域，且不产生高浓度悬浮泥沙，该地区的水生生物对于水体的高悬浮物浓度具有较强的适应性。因此，施工产生的悬浮泥沙对浮游生物和游泳生物的影响较小；并且这种影响只是暂时的和局部的。

有资料表明，工程施工对水质的影响延续 4h~5h 后，对水质的影响可基本消除，因此，工程施工对水质的影响属于短期环境效应。随着工程作业的结束，水质将逐渐恢复，随之而来的便是生物的重新植入。浮游生物和游泳生物群落的重新建立所需的时间较短，有资料表明，浮游生物群落的重新建立只需几周时间；游泳生物由于活动能力强，也会很快进入作业点。浮游生物群落的重新建立，主

要靠海水的运动将其它地方的浮游生物带入作业点及其附近海域，并且有可能很快就会恢复到与周围海域基本一致的水平。

4.2.1.3 对渔业资源的影响

施工产生的悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡。对渔业资源会产生一定的影响。悬浮物对渔业资源的影响除可产生直接致死效应外，还存在间接、慢性的影响，例如：①造成生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰度下降；②造成水体中溶解氧、透光度和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，进而影响水生动物的生长和发育；③混浊的水体使某些种类的游动、觅食、躲避致害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力等。项目施工会对渔业产生一定影响。鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的。项目施工过程引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体混浊度的变化，这必然引起鱼类等游泳生物行动的改变，鱼类成体将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”，但鱼卵和仔稚鱼类由于缺乏一定的运动能力，不能与成鱼一样逃离混浊水域，因而遭受伤害甚至死亡。根据水环境影响预测结果，本工程的悬浮物影响范围基本上局限在挖泥作业区附近，悬浮沙增量 $>10\text{mg/L}$ 的海域面积较小，项目施工对渔业资源的影响主要体现在上述海域的底栖生物资源和水体内的鱼卵、仔稚鱼和虾蟹类幼体资源，对其它渔业资源的影响较小。

此外，施工对渔业的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食，而且这些种类多为定置性种类，活动能力较弱，工程施工期就会对其生长产生不利影响。因此，从食物链的角度考虑，施工不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定负面影响。

4.2.2 运营期生态环境影响分析

项目运营期对海洋生态的影响主要为桥面初期雨水、交通噪声的影响。通过工程分析可知，跨海桥梁运营产生的污水主要为初期雨水，主要污染物浓度为

COD、石油类、SS 等，本项目的雨水通过积雨系统将雨水输送至雨水处理系统进行处理，不会直接排海，减少对水体的污染。

根据相关研究报道，交通噪声与振动预期将对大型游泳动物的栖息和繁殖产生一定的不利影响。此外，意外事故可能会造成的易燃、易爆物质的泄漏，通过影响水质及沉积物污染来影响生态环境，给周边海域带来重大的影响。

运营期机动车辆产生的噪音及大桥沿线人为活动的增加，会在一定程度上影响鱼类和部分底栖动物的正常栖息环境，对其有驱赶作用，使公路附近鱼类和底栖动物数量明显少于其它地区。但由于公路区域相对于整个海区而言面积很小，所以对水生生物影响很小。

4.3 项目用海资源影响分析

本项目为跨海桥梁工程，项目建设对资源的影响主要为海域空间资源的影响与渔业资源影响。

4.3.1 岸线及空间资源影响分析

本项目桥梁跨越人工海岸线，跨越岸线 168 米。根据项目用海特点和区域资源条件，本项目所在海域的主要海洋资源类型有红树林资源、海水资源、海洋生物资源、空间资源等。项目桥梁用海将使用一定面积的红树林海域和海底空间。

4.3.1.1 岸线资源影响分析

台山市岸线资源丰富，未被划为港口岸线的岸线由人工岸线和自然岸线组成。自然岸线分为砂质岸线、淤泥质岸线、生物岸线和基岩岸线等原生岸线。人工海岸线也称“人工岸线”，其实是人工构筑的海岸线，主要由石块、混凝土和砖石等建筑材料构筑而成，包括防潮堤、防波堤、护坡、挡浪墙、码头、防潮闸以及道路等。

本项目跨海桥梁跨越的海岸线长 168m (=82m +86m)，本项目跨越的海岸线现状为土埂，土埂上可行走，土埂两侧均为养殖围塘，土埂实际功能为围塘的围堤，海岸线外还有养殖围塘和红树林湿地，见卫星影像图 4.3-1。

拟建桥梁的桥身将从海岸线上方跨越通过，实际不破坏及占用岸线。即项目用海不会对岸线有实质上的影响，不影响其形态及原有生态功能。本项目建设能够保存岸线的原态，因此对岸线无需进行“占补”修复。

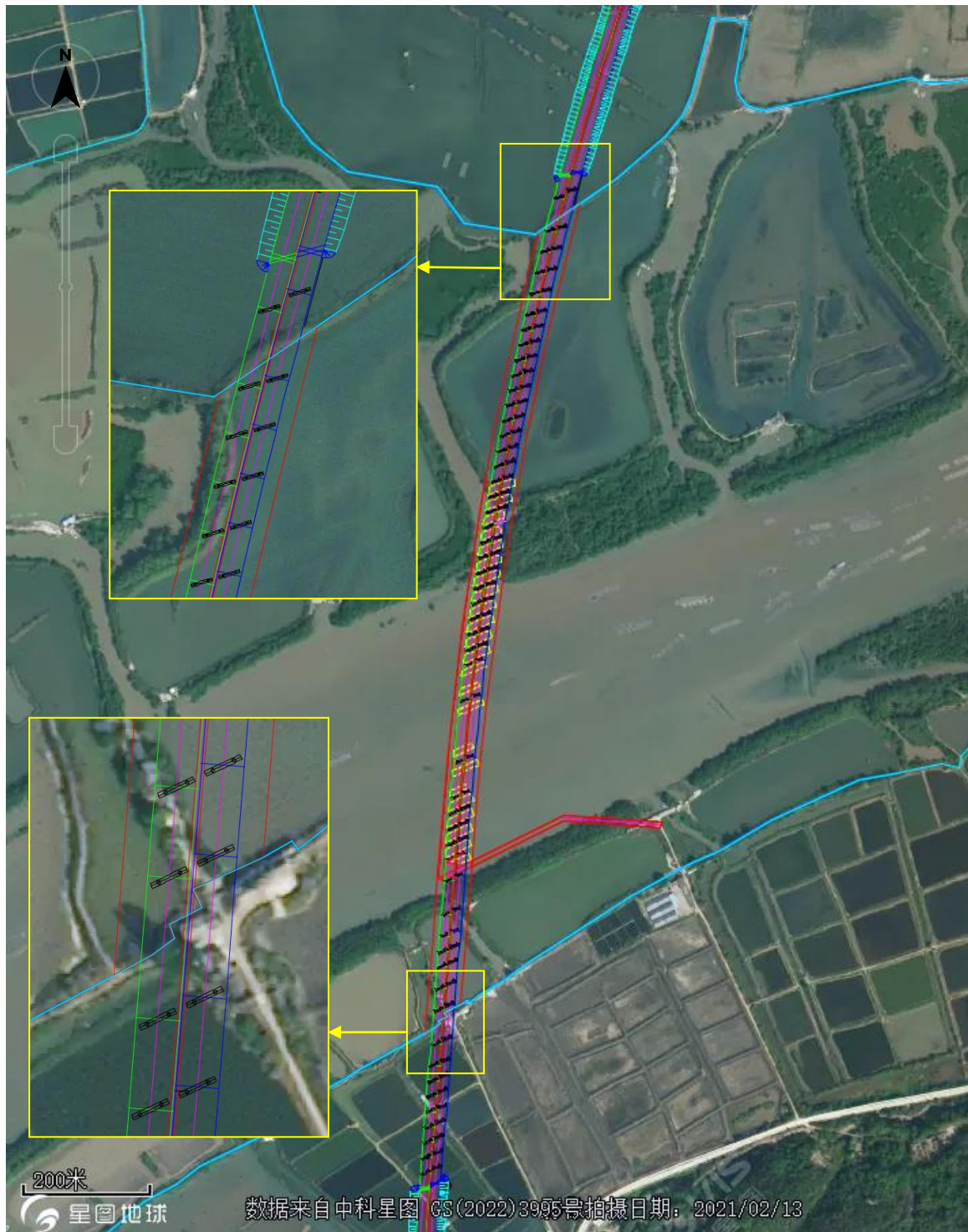


图 4.3-1 桥梁与岸线位置关系图

4.3.1.2 红树林湿地资源影响分析

(1) 《中华人民共和国湿地保护法》要求

根据《中华人民共和国湿地保护法》第十四条，国家对湿地实行分级管理，将湿地分为重要湿地和一般湿地。重要湿地包括国家重要湿地和省级重要湿地，

重要湿地意外的湿地为一般湿地。重要湿地依法划入生态保护红线。国务院林业草原主管部门会同国务院自然资源、水行政、住房城乡建设、生态环境、农业农村等有关部门发布国家重要湿地名录及范围，并设立保护标志。国际重要湿地应当列入国家重要湿地名录。省、自治区、直辖市人民政府或者其授权的部门负责发布省级重要湿地名录及范围，并向国务院林业草原主管部门备案。一般湿地的名录及范围由县级以上地方人民政府或者其授权的部门发布。

根据《中华人民共和国湿地保护法》第十九条，国家严格控制占用湿地。禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见。

根据《中华人民共和国湿地保护法》第二十条，建设项目确需临时占用湿地的，应当依照《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国森林法》、《中华人民共和国草原法》、《中华人民共和国海域使用管理法》等有关法律法规的规定办理。临时占用湿地的期限一般不得超过二年，并不得在临时占用的湿地上修建永久性建筑物。临时占用湿地期满后一年内，用地单位或者个人应当恢复湿地面积和生态条件。

（2）拟建深井河特大桥用海处湿地现状及拟使用情况

根据国家林业局及广东省林业局公布的国家级及省级重要湿地名录，目前广东台山镇海湾红树林国家湿地公园尚未列入国家级及省级重要湿地名录。根据《广东台山镇海湾红树林国家湿地公园控制性详细规划》，本项目跨海桥梁用海处不在其控制规划范围内。

但是根据设计方案对项目选线的现场进行踏勘，发现本项目深井河特大桥将跨越一定面积的红树林湿地，为了减少对红树林湿地的影响，初步设计阶段对大桥选线、桥墩、跨径及施工栈桥设计做了特别优化调整，调整后的设计方案能确保永久桥墩不占用红树林。

根据《广台高速开平至台山段穿越红树林湿地唯一性论证报告》，本项目调

整后的设计方案从深井河北侧缺口位置穿过，穿越红树林湿地长度约为 158m，面积约 3.58 亩，通过增加桥梁跨径在平面上避开对红树林的征拆，通过抬高桥梁标高的方式上跨红树林，桥底高程距离地面为 11m，实际未对红树林产生永久性的占用。

根据《广台高速开平至台山段跨越深井红树林湿地生态影响评价报告》，项目全程以桥梁的形式跨越深井红树林湿地，穿越长度约 158.0 米。项目通过增加桥梁跨径在平面上避开对红树林的征拆，通过抬高桥梁标高的方式上跨红树林，桥底高程距离地面为 11.0 米，实际不占用红树林湿地。

根据《广台高速开平至台山段跨越深井红树林湿地生态影响评价报告》，项目以桥梁的方式跨越红树林湿地，不占用湿地土地资源，不会造成红树林湿地植物和植被的减少，且评价区植被在深井红树林湿地中广泛分布，项目建设对评价区内植被和植物多样性没有影响。项目施工期间在评价区范围旁开挖可能会造成表层土壤被剥离或压埋，破坏土壤结构和导致土壤肥力下降，从而危害植物生长；施工期间产生的扬尘吸附在植物叶片表面，将影响植物正常的光合、呼吸和蒸腾作用，一些有害物质还可能通过气孔进入植物叶片组织，扰乱酶的正常功能或产生活性氧化物破坏植物的正常代谢，从而影响植物的生长发育；但这些影响主要发生在施工期，随着施工结束，植被生境会逐渐恢复，且项目线路附近红树林多为外来树种无瓣海桑，无瓣海桑对土壤适应性强，对生境要求不高，因此项目建设在施工期对评价区植物和植被的生长影响很小。项目建成后运营期，高架桥的遮挡，使线路两侧红树林光照有所减少，对两侧红树植物的光合作用有一定影响；此外，高速公路通车后，汽车尾气中含有一些污染物质会对植物的生长产生不利影响。但评价区及其周围地域开阔空旷，临近出海口，汽车尾气浓度很小，且线路周围范围内红树以外来树种无瓣海桑为主，该树种环境适应能力强，因此项目在运营期的影响较小。

施工临时栈桥可能占用少量红树林地，所占用的红树林品种为无瓣海桑，植株不高，不过生长较快。对于需要临时占用红树林的情况，建设单位将严格按照国家法律法规要求进行生态修复及补偿。

综上所述，本项目建设对深井红树林湿地会产生微弱的生态影响，在取得林业行政主管部门关于项目占用红树林许可文件后，本项目的建设是可行的。

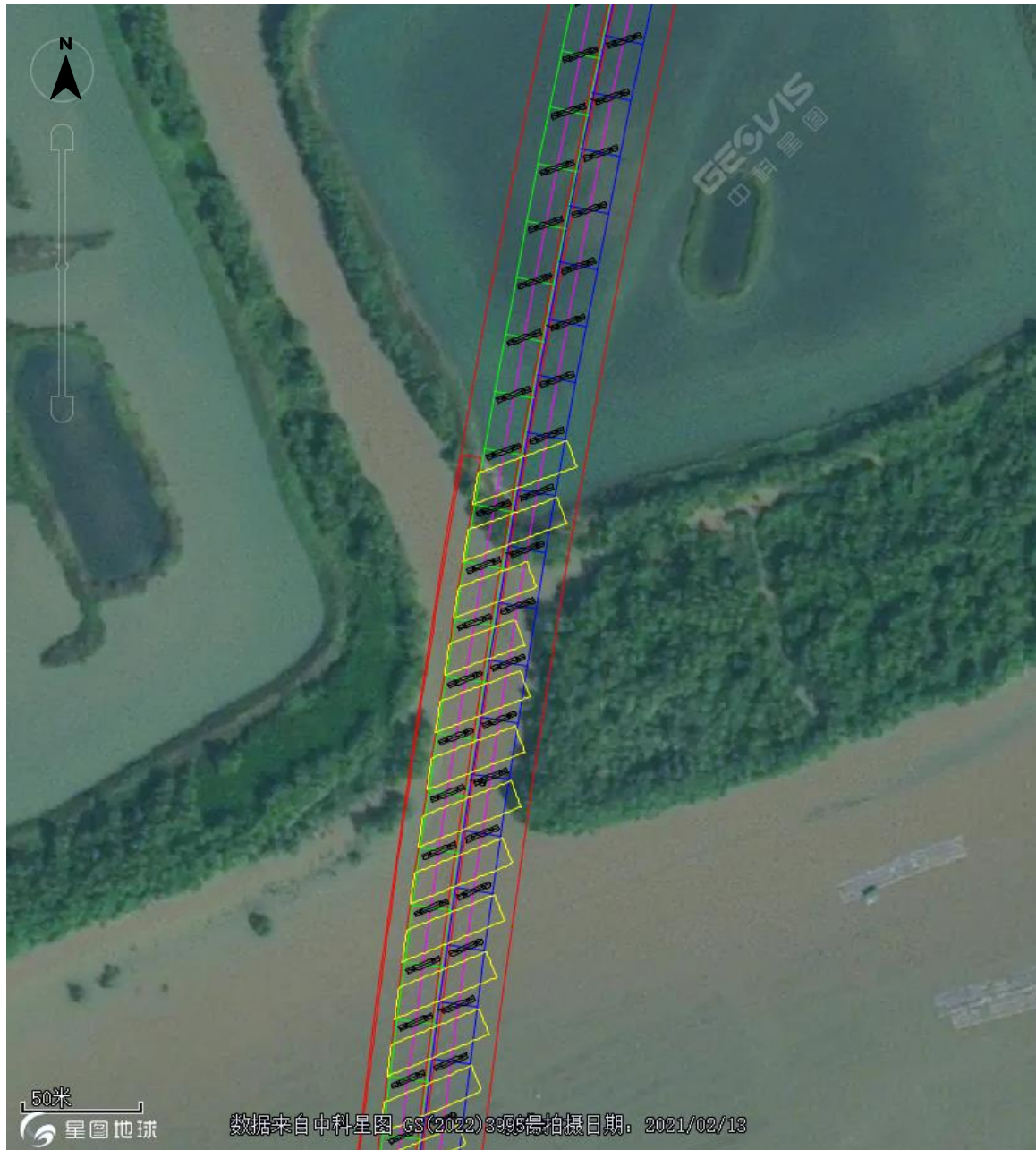


图 4.3-2 大桥北端及栈桥与红树林湿地的位置关系



图 4.3-3 大桥南段及栈桥与红树林湿地的位置关系

4.3.2 对底栖生物和潮间带生物的影响及损失计算

项目桥墩占用海域全部为潮间带，桥墩建设将彻底改变所占用的潮间带原有的栖息环境，除少量活动能力强的动物逃往他处外，部分种类将被覆盖。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T 9110-2007）》（以下简称《规程》），桥墩建设将破坏潮间带生物的生境，造成的潮间带生物的直接损失按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i 为第 i 种生物资源受损量，单位为尾、个或千克（kg）；

D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾/ km^2 或个/ km^2 或千克 (kg) / km^2 ，此处为潮间带生物的平均生物量；

S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km^2 ，此处为桥墩占用海域面积。

根据调查，底栖生物的平均生物量为 $2.46\text{g}/\text{m}^2$ ，潮间带生物平均生物量为 $2.98\text{g}/\text{m}^2$ 。

根据估算，本项目大桥建设只有桥墩占地会影响潮间带生物和底栖生物，约 16 排桥墩的建设会影响潮间带生物面积为 $16 \times 32 \times 2 = 1024\text{ m}^2$ ，约 4 排桥墩的建设会影响底栖生物面积为 $4 \times 32 \times 2 = 192\text{ m}^2$ 。

桥墩造成潮间带生物直接损失量 $= 2.98 \times 10^{-3} \times 1024 = 3.05\text{kg}$

桥墩造成底栖生物直接损失量 $= 2.46 \times 10^{-3} \times 192 = 0.47\text{kg}$

根据施工设计，施工栈桥水平投影面积为 19366 m^2 ，施工栈桥桩基的建设占用海床面积占比约为 8%，面积约为 1549 m^2 ，影响潮间带生物面积约占 2/3，面积约为 1033 m^2 ，影响底栖生物面积约占 1/3，面积约为 516 m^2 。

桩基造成潮间带生物直接损失量 $= 2.98 \times 10^{-3} \times 1033 = 3.08\text{kg}$

桩基造成底栖生物直接损失量 $= 2.46 \times 10^{-3} \times 516 = 1.27\text{kg}$

4.3.3 对鱼卵、仔稚鱼和游泳生物的影响及损失计算

鱼卵仔稚鱼和游泳生物：从水质影响预测分析结果可知，项目建设引起的悬浮物浓度增加幅度较小，其对浮游生物、游泳生物、鱼卵和仔稚鱼的损失量的具体计算如下：

根据现状调查：游泳生物的资源密度平均数为 $208.32\text{kg}/\text{km}^2$ ，鱼卵平均密度为 $1.95\text{ ind}/\text{m}^3$ ，未采集到仔稚鱼。

参照 2008 年 3 月 1 日颁布实施的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)（以下简称《规程》）中的“污染物扩散范围内持续性损害受损量估算”办法，根据以下公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_i \times K_{ij}$$

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

W_i ——第*i*种类生物资源一次性平均损失量，单位为（尾）、个（个）、千克（kg）；

D_{ij} ——某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源密度，单位为尾平方千米（尾/ km^2 ）、个平方千米（个/ km^2 ）、千克平方千米（ kg/km^2 ）；

S_j ——某一污染物第*j*类浓度增量区面积，单位为平方千米（ km^2 ）；

K_{ij} ——某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源损失率，单位为百分之（%）；

n ——某一污染物浓度增量分区总数；

M_i ——第*i*种类生物资源累计损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

T ——污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以15），单位为个。

根据项目施工计划，大桥施工时间为12个月，计算得T为24。经计算，桥梁施工悬沙浓度增加范围内海域的平均深度约为1.2m。

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，分区间确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 4.3-1）。

表 4.3-1 施工悬浮物对各类生物损失率及分区面积

分区	污染区面积 (m^2)	浓度增量 范围 (mg/L)	超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)	
				鱼卵和仔 稚鱼	成体
I区	465700	10~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	17	5
II区	47900	50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	35	15
III区	7100	>100	$B_i \geq 9$ 倍	50	20

$$\begin{aligned} \text{游泳生物损失量} &= 208.32 \times 465700 \times 10^{-6} \times 0.05 \times 24 \\ &\quad + 208.32 \times 47900 \times 10^{-6} \times 0.15 \times 24 \\ &\quad + 208.32 \times 7100 \times 10^{-6} \times 0.2 \times 24 \\ &= 159.44 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{鱼卵损失量} &= 1.95 \times 465700 \times 1.2 \times 0.17 \times 24 \\ &\quad + 1.95 \times 47900 \times 1.2 \times 0.35 \times 24 \\ &\quad + 1.95 \times 7100 \times 1.2 \times 0.5 \times 24 \\ &= 5.59 \times 10^6 \text{ 粒} \end{aligned}$$

综上所述，项目海上桥墩建设造成的潮间带生物损失量为 3.05kg、底栖生

物损失量为 0.47kg，桩基建设造成潮间带生物直接损失量为 3.08kg、底栖生物直接损失量为 1.27kg，造成游泳生物损失量 159.44kg、鱼卵损失量 5.59×10^6 粒。

4.4 项目用海风险分析

4.4.1 环境风险识别

海域使用风险一般来自两个方面：一是工程自身引发的突发事件对海域资源、环境造成的危害，二是周边环境有可能对工程构成的风险性影响，是由外力作用造成的。

本项目为桥梁工程，用海类型为跨海桥梁用海，桥梁建设及运营期间基本不会产生有毒有害及可燃、易燃的危险品物质，项目不存在重大危险源。施工期的环境风险主要为自然灾害风险；营运期的环境风险主要为桥上运输危险品车辆发生交通事故时导致大量危险化学品泄漏污染桥下水体。

4.4.2 环境风险事故源项分析

4.4.2.1 热带气旋

热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气。影响南海沿岸海区的热带气旋的生成源主要有两个：1) 西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 $7^{\circ} \sim 15^{\circ} \text{N}$ ， $135^{\circ} \sim 150^{\circ} \text{E}$ 之间的洋面上；2) 南海中部，即 $13^{\circ} \sim 18^{\circ} \text{N}$ ， $111^{\circ} \sim 117^{\circ} \text{E}$ 之间的海面上。热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。凡登陆粤西附近地区和南海北部活动的热带气旋对水东港均可能有较大影响，特别是台风带来的狂风、暴雨和风暴潮，具有很大的破坏力，严重危及生命财产安全。

(1) 登陆我省的台风

华南沿岸常常受到热带气旋的影响。每年 5~10 月是华南沿海遭受热带气旋的主要时期，尤以 8 月为高峰，广东沿岸平均每年约受 6.2 个热带气旋的影响，早期以南海生成的居多，晚期则以西太平洋生成为主。在南海生成的热带气旋形成快，强度弱，距岸较近，加上引导气流复杂，因而其移动路径的规律性较差。在西太平洋形成的热带气旋在移动过程中能量不断积累，强度往往较大，多发展为台风。由于受到副热带高压的引导，太平洋热带气旋大多西移越过菲律宾进入

南海，对广东沿岸影响很大。

（2）影响台山市的台风

台山市每年5~11月属热带风暴影响季节，以7~10月居多，其中尤以8月为最多，占全年热带风暴影响总次数的30%以上。

最严重的热带风暴灾害是1975年14号台风，强度达12级，连同13号台风，使台山及珠海两地受灾农田达664万亩，倒塌房屋8.6万间，死亡人数58人。其次是1983年9号台风，同样是12级强度，受灾农田达223万亩，直接经济损失达10亿元。台风是本地区最主要的自然灾害之一，危害有时是相当严重的。

2016年8月2日凌晨3时35分前后，第4号强台风“妮妲”在深圳市大鹏半岛登陆，登陆时中心附近最大风力14级（42米/秒），中心最低气压965百帕，为33年来正面登陆珠三角地区的最强台风。受强台风“妮妲”影响，粤东、珠江口沿岸出现一次明显的风暴潮增水过程，其中珠江口沿岸最大增水出现在黄埔站，为110厘米；粤东沿岸最大增水出现在汕尾站，为101厘米。另外，赤湾站、南沙站、泗盛围站、广州站、惠州站出现过程最大增水分别为89、101、77、99、92厘米。

受“妮妲”台风风暴潮影响，汕尾、汕头、惠州、江门、深圳、珠海等地遭受一定程度的损失，全省水产养殖受灾面积3.23千公顷，水产养殖损失产量2260吨，养殖设施、设备损失74个，渔船损坏258艘，防波堤损毁0.1千米，海堤护岸损毁7.86千米，道路损毁3.44千米。直接经济损失1.12亿元。

4.4.2.2 风暴潮

风暴潮多与台风相伴随，故亦称台风风暴潮。本工程项目所在区域的台风风暴潮，一般始于每年7月，止于10月，尤以7~9月发生最多。台风风暴潮是由强烈的大气扰动而引起的水位异常升降现象。如果台风风暴潮恰好与天文潮高潮叠加，适遇洪水狂泄，往往会造成滨海近岸潮水暴涨，从而冲跨海堤吞噬码头、工厂、城镇和村庄，从而酿成重大灾难。最严重的热带风暴灾害是1975年14号台风，强度达12级，连同13号台风，使台山及珠海两地受灾农田达664万亩，倒塌房屋8.6万间，死亡人数58人。其次是1983年9号台风，同样是12级强度，受灾农田达223万亩，直接经济损失达10亿元。台风是本地区最主要的自然灾害之一，危害有时是相当严重的。

4.4.2.3 危险化学品泄漏事故

在公路建设项目的环境风险评价中，常采用概率计算方法推算各种风险事故的概率。通过以下公式可以计算公路桥梁项目的风险概率：

$$P = \prod_{j=1}^7 Q_j = Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times Q_4 \times Q_5 \times Q_6 \times Q_7$$

式中：

P ——预测年水域路段发生化学品风险事故的频率，次/年；

Q_1 ——该地区目前每年发生车辆相撞、翻车等重大交通事故的频次，次/百万辆·公里；参考广东省江门市交通事故概率，交通事故概率平均约为 0.1323 次/（百万辆×公里×年）；

Q_2 ——预测年交通量，百万辆/年；（预测年为 2031 年）。

Q_3 ——高速公路对交通事故的降低率，%；可比条件下，可能降低交通事故比重通常取 1~0.5，本评价按 $Q_3=0.75$ 计算；

Q_4 ——具有景观效应的特大桥类比高速公路对交通事故的降低率，%，本评价按 50% 计。

Q_5 ——货车占总交通量的比例，%；本项目为 13.5%。

Q_6 ——运输化学品车辆占货车比例，%；根据项目设计方案及类比分析，在选择路段上的运输车辆中，从事危险品运输车辆占货车的比重为 2%。

Q_7 ——水域路段长度，公里；本项目水域长度为 0.14644km。

根据有关资料统计和本项目工可报告，初步估算出桥梁危险品运输车发生危险事故概率（见表 4.4-1）。危险品运输车发生危险事故概率为 0.000456 次/年，事故概率极小。

表 4.4-1 桥梁危险品运输车发生危险事故概率计算一览表

项目	Q_1 (次/百万辆·公里)	Q_2 (百万辆/年)	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	P(次/年)
数值	0.1323	23.26	75%	50%	13.5%	2%	0.14644km	0.000456

4.4.3 风险事故对海域资源环境及周边海域开发活动的影响分析

4.4.3.1 自然灾害对项目用海的风险分析

（1）施工期海洋自然灾害对项目用海的风险分析

由于项目所在海域热带气旋等风暴潮多发，且其影响大、破坏力大，因此工程海域的突发海洋自然灾害可能对工程施工产生较大的影响，尤其是在桥墩施工期间，遇到风暴潮、暴雨等恶劣天气或操作不当时，会造成桥身崩塌，引起尚未固结的填冲泥沙外泄到海域中，造成水中悬浮物浓度大幅度增加，严重影响工程海域的海水环境质量，对海洋生态产生影响。桥身崩塌对工程的顺利实施、工程进度会造成影响。

此外，施工过程中由于人为因素操作不当等，也可能导致桥身崩塌而造成大量悬浮泥沙外溢的现象。

由于自然灾害的不可预见性，而且由此而引发的崩堤溢流风险事故的概率很低，只要在恶劣天气条件下停止施工，并且做好相应的维护检查工作，确保工程质量和施工安全，正确合理施工，本项目崩堤溢流风险事故是可以避免的。

（2）营运期海洋自然灾害对项目用海的风险分析

跨海大桥建成后，最大的风险是当热带气旋过境时引起的强风浪和强涌浪对桥梁结构的影响。严重时可能发生桥身崩塌风险。因此，在灾害天气要对桥梁采取必要的保护措施，防止桥梁崩塌。

根据项目设计方案，跨海大桥设计防洪标准为100年一遇，工程水工建筑物的安全等级为一级，可避免台风、风暴潮的破坏。项目位于近岸，离外海较远，由于地形和底摩擦的作用，风暴潮进入湾内后能量逐渐减弱。

因此，本工程在运营期间的自然灾害风险较小。

4.4.3.2 危险化学品泄漏影响分析

跨海桥梁上运送危险物品的车辆在发生事故时会对海洋水质、沉积物和海洋生物造成严重的污染。经计算，本项目危险品运输车发生危险事故的概率较低，且工程设计时考虑了车辆防撞、危险品泄漏处置方案（设置排水管等），因此，在桥上发生事故对海洋造成污染的机率很低。

为了防止污染，要采取相应措施以防万一。一旦发生危险品意外溢出事故，应立即通报有关部门，采取应急措施。同时，应严禁各种泄漏、散装、超载的车辆上路运行，以防止公路散失货物造成沿线水体污染。

5 项目所在海域开发利用现状及利益相关者分析

5.1 项目用海对海域开发活动的影响

根据现场踏勘及调研结果，本项目跨海桥梁附近海域的开发利用活动主要有海水养殖活动、围塘养殖及其它海洋开发利用活动等。

项目跨海桥梁施工产生悬浮泥沙扩散和桥墩占用海域空间将对附近海域的海域开发利用活动产生影响。

由模拟结果表明，项目大桥施工将影响的海水养殖活动有：（1）深井镇獭山村养蚝四号场，（2）深井镇江东村养蚝五号场，（3）汶村镇五乡养蚝六号场，（4）汶村镇五乡养蚝七号场，（5）汶村镇五乡养蚝五号场，（6）汶村镇九岗养蚝一号场等，跨海桥梁施工产生悬浮泥沙扩散造成浓度增量见表 5.1-1。但是这种影响随着施工期的结束而结束，对海洋环境影响不大，对周边用海活动影响轻微。根据模拟计算结果和项目的特性，项目用海对周边用海活动的影响见表 5.1-2。

项目建设大桥的桥墩占用海域空间将影响的海域开发利用活动有：（1）跨越的三个围塘养殖，（2）跨越的红树林。项目用海对周边用海活动的影响见表 5.1-1。

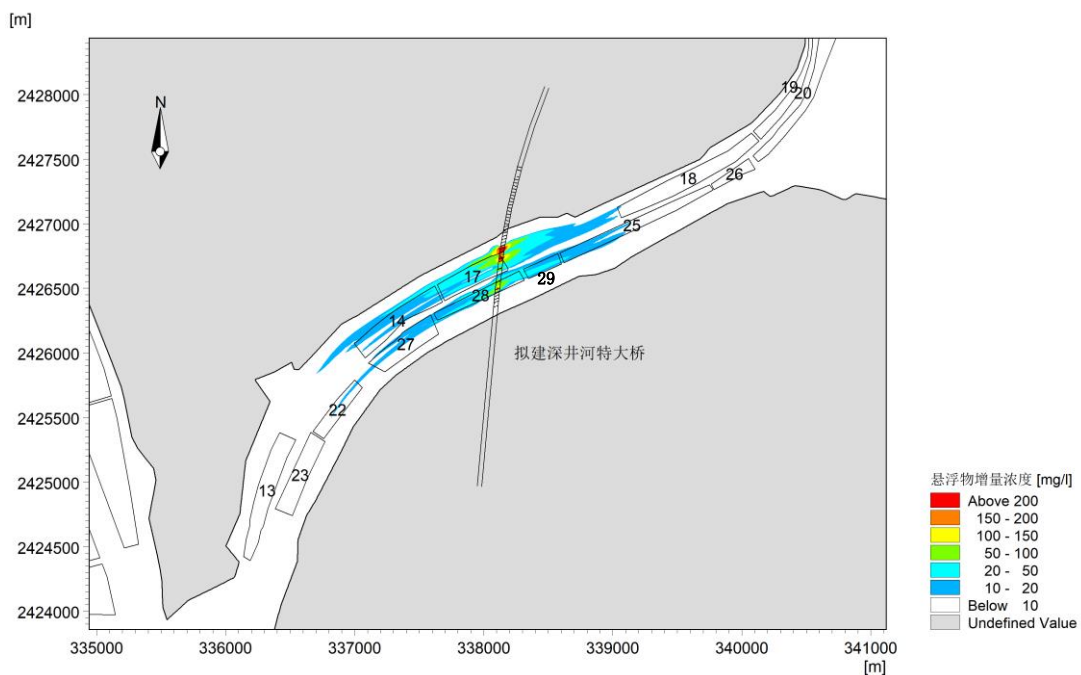


图 5.1-1 施工期的悬浮物增量浓度总包络线与海域开发利用活动叠置图

表 5.1-1 施工期的悬浮物对周边用海造成的最大增量浓度一览表

序号	敏感目标	最大增量浓度 (mg/L)	影响程度
17	台山市深井镇獭山村养蚝四号养殖场	212	严重
28	台山市汶村镇五乡养蚝六号场	208	严重
14	台山市深井镇江东村养蚝五号养殖场	23	短暂轻微
27	台山市汶村镇五乡养蚝五号场	25	短暂轻微
29	台山市汶村镇五乡养蚝七号场	27	短暂轻微
25	台山市汶村镇九岗一号场	22	短暂轻微
18	台山市深井镇獭山村民委员会养蚝五号养殖场	12	短暂轻微
22	台山市汶村镇经济联合社 30 号场	15	短暂轻微

注：对未列入表中的用海单元没有影响。

表 5.1-2 项目用海对周边海域开发利用活动影响情况一览表

序号	海域开发利用活动	与项目的 相对位置	与项目的 最近距离	受影响情况	受影响 特点	是否为利 益相关者
1	江门市镇海湾（北陡） 美丽海湾建设项目	西南	5.5km	无	无	否
2	台山市横山新渔港港 池	西南	5.7km	无	无	否
3	台山市横山新渔港码 头	西南	5.7km	无	无	否
4	台山市北陡镇经济发 展总公司一号场	西北	3.8km	无	无	否
5	台山市北陡镇经济发 展总公司二号场	西	3.5km	无	无	否
6	台山市北陡镇经济发 展总公司三号场	西	3.5km	无	无	否
7	台山市北陡镇经济发 展总公司四号场	西南	3.6km	无	无	否
8	台山市北陡镇经济发 展总公司五号场	西南	5.4km	无	无	否
9	台山市北陡镇经济发 展总公司六号场	西南	6.4km	无	无	否
10	台山市北陡镇经济发 展总公司七号场	西南	6.4km	无	无	否
11	台山市深井镇江东村 养蚝二号养殖场	西南	3.1km	无	无	否
12	台山市深井镇江东村 养蚝三号养殖场	西南	2.9km	无	无	否
13	台山市深井镇江东村 养蚝四号养殖场	西南	1.9km	无	无	否
14	台山市深井镇江东村 养蚝五号养殖场	西	290m	施工期悬浮泥沙扩 散	短暂轻 微	否
15	台山市深井镇小江村 会养蚝二号养殖场	西北	4.7km	无	无	否
16	台山市深井镇小江村 会养蚝三号养殖场	西北	3.3km	无	无	否

广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告书

序号	海域开发利用活动	与项目的相对位置	与项目的最近距离	受影响情况	受影响特点	是否为利益相关者
17	台山市深井镇獭山村养蚝四号养殖场	上跨	上跨	永久桥墩占用、施工期悬浮泥沙扩散	严重	是
18	台山市深井镇獭山村民委员会养蚝五号养殖场	东	1.1km	无	无	否
19	台山市深井镇獭山村养蚝六号养殖场	东北	2.3km	无	无	否
20	台山市深井镇獭山村养蚝七号养殖场	东北	2.2km	无	无	否
21	台山市深井镇獭山村养蚝八号养殖场	东北	3.2km	无	无	否
22	台山市汶村镇经济联合社 30 号场	西南	1.1km	施工期悬浮泥沙扩散	短暂轻微	否
23	台山市汶村镇经济联合社 31 号场	西南	1.6km	无	无	否
24	台山市汶村镇经济联合社 33 号场	西南	3.3km	无	无	否
25	台山市汶村镇九岗一号场	东	666m	无	无	否
26	台山市汶村镇九岗二号场	东北	1.9km	无	无	否
27	台山市汶村镇五乡养蚝五号场	西南	381m	施工期悬浮泥沙扩散	短暂轻微	否
28	台山市汶村镇五乡养蚝六号场	上跨	上跨	永久桥墩占用、施工期悬浮泥沙扩散	严重	是
29	台山市汶村镇五乡养蚝七号场	东	386m	施工期悬浮泥沙扩散	短暂轻微	否
30	深井镇深井河北侧上跨的养殖围塘	上跨	上跨	永久桥墩占用约 24624m ² 、施工期悬浮泥沙扩散	严重	是
31	汶村镇深井河南侧上跨的两个养殖围塘	上跨	上跨	永久桥墩占用约 5400m ² 、施工期悬浮泥沙扩散	严重	是
32	上跨的红树林湿地	上跨	上跨	不占成片红树林、上跨红树林湿地面积约 2700m ² 、施工期悬浮泥沙扩散	短暂轻微	是
33	广东省镇海湾红树林湿地公园	西	3.1km	无	无	否

5.2 利益相关者界定

根据表 5.1-2，从用海的角度看，本项目用海与相邻海域的深井镇獭山村养蚝四号场和汶村镇五乡养蚝六号场存在重叠，且施工悬浮泥沙扩散对这两个养殖场产生较严重的影响，因此界定这两个养殖场的权属方为利益相关方；此外，项目用海与深井镇和汶村镇的两个集体土地存在重叠，施工对跨越的两个集体土地内的三个围塘养殖产生影响，因此界定这两个集体土地的权属方为利益相关方；临时施工对跨越和占用红树林。因此，最终界定本项目的利益相关者为：深井镇獭山村养蚝四号场、汶村镇五乡养蚝六号场、深井镇獭山村码头经济合作社、汶村镇五乡村以及红树林主管部门。利益相关者情况见表 5.2-1。

表 5.2-1 利益相关者基本情况一览表

序号	权属者	海域使用活动	用海用途	海域确权状况	备注
1	深井镇獭山村村委会	深井镇獭山村养蚝四号场	养殖蚝	是	未缴纳海域使用金，将予以注销
2	汶村镇五乡村村委会	汶村镇五乡养蚝六号场	养殖蚝	是	未缴纳海域使用金，将予以注销
3	深井镇獭山村码头经济合作社	跨越深井河北侧的围塘养殖	养殖蚝	是	将变更集体土地证的范围或注销集体土地证
4	汶村镇五乡村	跨越深井河南侧的围塘养殖	养殖蚝	是	将变更集体土地证的范围或注销集体土地证
5	农业与林业主管部门、汶村镇政府、深井镇政府	红树林及湿地		否	

5.3 相关利益协调分析

5.3.1 对海水养殖的协调分析

本项目拟申请的用海与相邻海域的深井镇獭山村养蚝四号场和汶村镇五乡养蚝六号场存在交叉重叠。为了避免用海重叠，经过协调，主管部门将注销上述两个养殖场并让这两个养殖户清理掉养殖蚝排。为了保证本工程的顺利安全施工，建议建设单位与受影响的养殖户进行沟通和协商给予这两个养殖户一定的经济补偿，并达成书面的协调意见，避免产生用海矛盾，影响本项目的进程。

根据数模预测结果，在大桥施工时产生悬浮泥沙会影响到：（1）深井镇獭山村养蚝四号场，（2）深井镇江东村养蚝五号场，（3）汶村镇五乡养蚝六号场，（4）汶村镇五乡养蚝七号场，（5）汶村镇五乡养蚝五号，（6）汶村镇九岗养蚝一号场等。大桥施工时产生悬浮泥沙将对海水浮筏养殖的物种的生长产生一定影响，会导致部分养殖生物死亡，使养殖者的生产利益产生一定的损害。为了保证本工程的顺利安全施工，建议建设单位与受影响的养殖户进行沟通和协商，给予养殖户一定的经济补偿，并达成书面的协调意见，避免产生用海矛盾，影响本项目的进程。

5.3.2 对围塘养殖的协调分析

本项目拟申请的用海与深井镇和汶村镇的两个确权的集体土地存在重叠，并需要跨越这两个集体土地上的围塘。建设单位称主管部门将出面协调变更这个集体土地证的范围或注销这个集体土地证，退让出本项目用海的范围，确保本项目用海与这两个集体土地权不存在交叉和重叠。

（1）上跨的深井镇养殖围塘

大桥新建桥墩和临时栈桥桩基会占用深井镇的养殖围塘面积约 24624m²，施工产生的悬浮泥沙扩散对这个养殖围塘的水产养殖产生影响。但由于本项目施工时间较短，采用先打钢护筒，再在钢护筒内建设桩基的施工工艺，悬浮泥沙扩散对海水养殖的影响将大幅减弱，项目完成后，附近海域的水质环境会恢复到原来的状态。

可见，大桥施工将对妨碍围塘养殖的业主深井镇獭山村码头经济合作社的土地使用，并对其经济利益产生一定的损害。建设单位称主管部门将出面协调变更这个集体土地证的范围或注销这个集体土地证，退让出本项目用海的范围，为了保证本工程的顺利安全施工，建议建设单位与深井镇獭山村码头经济合作社进行沟通和协商，形成书面的协调意见，避免产生用海矛盾，影响本项目的进程。

（2）上跨的汶村镇养殖围塘

大桥新建桥墩和临时栈桥桩基会占用南侧的两个养殖围塘面积共约 5400m²，施工产生的悬浮泥沙扩散对这两个养殖围塘的水产养殖产生影响。但由于本项目施工时间较短，采用先打钢护筒，再在钢护筒内建设桩基的施工工艺，悬浮泥沙扩散对海水养殖的影响将大幅减弱，项目完成后，附近海域的水质环境

会恢复到原来的状态。

可见，大桥大桥新建桥墩和临时栈桥桩基施工将会妨碍围塘养殖的业主汶村镇五乡村的土地使用，并对其经济利益产生一定的损害。建设单位称主管部门将出面协调变更这个集体土地证的范围或注销这个集体土地证，退让出本项目用海的范围，为了保证本工程的顺利安全施工，建议建设单位与汶村镇五乡村进行沟通 and 协商形成书面的协调意见，避免产生用海矛盾，影响本项目的进程。

5.3.3 对红树林湿地的协调分析

初步估算，本项目拟建跨海桥梁将上跨红树林湿地面积约 2700m²，永久桥墩的选址不占用红树林，临时栈桥桩基涉及少量红树林，运营期将影响桥梁下方的红树林的光照。本项目为线性工程，根据工程穿越红树林湿地的唯一性论证可知本项目临时工程无法避开红树林，临时工程将占用少量的红树林植物，应该进行生态补偿及修复，保护红树林及湿地。具体的生态修复措施及方案将按照建设单位委托技术单位编制的红树林湿地专题影响报告及生态修复报告的要求执行。

5.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益影响分析

海域是国家的资源，任何方式的使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。

项目建设所在海域及附近海域无国防设施和军事设施，其工程建设、生产经营不会对国防产生不利影响。

本工程用海不涉及领海基点，不涉及国家秘密，对国家海洋权益不会产生不利影响。

因此，项目用海不对国家权益和国防安全造成影响。

6 项目用海与海洋功能区划和相关规划符合性分析

6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析

6.1.1 项目所在区域海域海洋功能区划

6.1.1.1 项目所在海域及周边海域的省海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），本项目拟建跨海桥梁所在的海洋功能区划为：川山群岛农渔业区。

项目用海附近海域的海洋功能区划有：恩平港口航运区、镇海湾特殊利用区、大帆石海洋保护区、下川岛特殊利用区、广海湾保留区、下川岛保留区、广海湾工业与城镇用海区、乌猪洲海洋保护区、大襟岛海洋保护区等。

各海洋功能区的分布基本情况见图 6.1-1 及表 6.1-1，各海洋功能区划的具体情况见登记表 6.1-2。

6.1.1.2 项目所在海域及周边海域的市海洋功能区划

根据《江门市海洋功能区划（2013-2020年）》，本项目拟建跨海桥梁所在的海洋功能区为：镇海湾养殖区。

项目用海附近海域的海洋功能区划有：恩平港口航运区、镇海湾特殊利用区、横山渔业基础设施区、广海湾增殖区、川山群岛养殖区、下川岛特殊利用区、下川岛保留区、广海湾保留区、大帆石海洋保护区、乌猪洲海洋保护区、大襟岛海洋保护区等（见图 6.1-2）。各海洋功能区的分布基本情况见图 6.1-2 及表 6.1-3。

项目用海所在的海洋功能区的管控对策及海洋环境保护要求见图 6.1-3a-图 6.1-3d。

表 6.1-3 项目用海所在海域海洋功能区划分布状况

编号	海洋功能区划名称	与拟建深井河特大桥的方位关系及最短距离	功能区
1	镇海湾养殖区	包含	养殖区
2	恩平港口航运区	西北向，10.9km	港口航运区
3	镇海湾特殊利用区	西南向，9.6km	特殊利用区
4	横山渔业基础设施区	西南向，5.2km	农渔业区
5	广海湾增殖区	南向，约 20.1km	增殖区
6	川山群岛养殖区	东南向，约 28.5km	养殖区
7	川山群岛水产种质资	东南向，约 35.5km	水产种质资源

广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告书

	源保护区		保护区
8	广海湾保留区	东南向，约 25.5 km	保留区
9	下川岛保留区	东南向，约 36.6km	保留区
10	下川岛特殊利用区	东南向，约 36.8km	特殊利用区
11	大帆石海洋保护区	西南向，约 44.2km	海洋保护区
12	乌猪洲海洋保护区	东南向，约 51.8km	海洋保护区
13	大襟岛海洋保护区	东北向，约 59.9 km	海洋保护区

6.1.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

6.1.2.1 对省海洋功能区的影响分析

项目对其周边的海洋功能区的影响分析见表 6.1-6。由表可见，项目建设跨海桥梁施工产生的悬浮泥沙扩散将对川山群岛农渔业区的水质、沉积及生态环境一定程度的短暂影响，但不影响该功能区主导功能的发挥，对周边的海洋功能区无影响。

表 6.1-6 项目对周边海洋功能区的影响分析一览表

编号	海洋功能区	影响分析	分析结果	影响程度
1	川山群岛农渔业区	项目建设跨海桥梁施工将影响该功能区的水质、沉积及生态环境	有一定的影响	一定程度的短暂影响
2	恩平港口航运区	不影响该区的基本功能，对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
3	镇海湾特殊利用区	不影响该区的基本功能，对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
4	大帆石海洋保护区	不影响该区的基本功能，对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
5	下川岛特殊利用区	不影响该区的基本功能，对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
6	广海湾保留区	不影响该区的基本功能，对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
7	下川岛保留区	不影响该区的基本功能，对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
8	广海湾工业与城镇用海区	不影响该区的基本功能，对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
9	乌猪洲海洋保护区	不影响该区的基本功能，对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
10	大襟岛海洋保护区	不影响该区的基本功能，对其海洋环境也没有影响。	无影响	无

6.1.2.2 对江门市海洋功能区的影响分析

项目对其周边的海洋功能区的影响分析见表 6.1-7。由表可见，项目建设跨海桥梁施工将对镇海湾养殖区的水质、沉积及生态环境一定程度的短暂影响，但

不影响该功能区主导功能的发挥，对周边的海洋功能区无影响。

表 6.1-7 项目对周边海洋功能区的影响分析一览表

编号	海洋功能区	影响分析	分析结果	影响程度
1	镇海湾养殖区	项目建设跨海桥梁施工将影响该功能区的水质、沉积及生态环境	有一定的影响	一定程度的短暂影响
2	恩平港口航运区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
3	镇海湾特殊利用区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
4	横山渔业基础设施区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
5	广海湾增殖区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
6	川山群岛养殖区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
7	川山群岛水产种质资源保护区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
8	广海湾保留区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
9	下川岛保留区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
10	下川岛特殊利用区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
11	大帆石海洋保护区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
12	乌猪洲海洋保护区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无
13	大襟岛海洋保护区	不影响该区的基本功能,对其海洋环境也没有影响。	无影响	无

6.1.3 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

6.1.3.1 与省海洋功能区划的符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011 - 2020 年）》（2012 年），本项目拟建跨海桥梁所在的省海洋功能区划为：川山群岛农渔业区。本项目跨海桥梁用海与所在海洋功能区划的符合性分析见表 6.1-8。

由表 6.1-8 可见，本项目跨海桥梁施工期会对该海洋功能区产生一定影响，但不影响该功能区主导功能的发挥，本项目为线性工程，项目路由选线确实无法避开该海洋功能区，将尽量缩短工期、选择在低潮期施工尽量降低对该海洋功能区主导功能的影响；运营期对该功能区的主导功能影响不大，符合省海洋功能区划的管控要求。

表 6.1-8 与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析

项目用海所在海洋功能区划	管理要求	项目实施与海洋功能区划的符合性分析	符合情况 执行情况	
川山群岛农渔业区	海域使用管理	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海；	项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的路桥用海（二级类），但是由于本项目为线性工程，确实无法避开该海洋功能区，项目用海施工期会对该海洋功能区产生一定影响，尽量缩短工期，尽量选择在低潮期施工降低施工期对该海洋功能区主导功能的影响，运营期对该功能区的主导功能影响不大；	不影响该功能区主导功能的发挥
		2.保障横山渔港、沙堤渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁等用海需求；	项目位于镇海湾内，距离横山渔港有 5.2km，项目用海不在横山渔港、沙堤渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海范围内，项目用海与该海域使用管理要求相符；	符合
		3.适当保障港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求；	项目不涉及港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海，与该海域使用管理要求相符；	符合
		4.维护海湾防洪纳潮功能；	项目用海位于上跨河道，只有少量桩基落在河道内，对海湾河道的防洪纳潮影响较小；	严格执行
		5.严格控制在镇海湾内围填海；	本项目不涉及围填海，项目用海与该海域使用管理要求相符；	符合
		6.保护川山群岛生物海岸，养殖活动应避开设镇海湾水道、沙堤港航道等，维护航行通道畅通；	项目用海不占用川山群岛生物海岸，不涉及养殖活动，项目用海与该海域使用管理要求相符；	符合
		7.合理控制养殖规模和密度；	项目用海不涉及养殖活动，项目用海与该海域使用管理要求相符；	符合
		8.优先保障军事用海需求，严禁在军事区周边进行围填海及设置渔网渔栅。	项目用海附近未见明显的在用军事设施，用海不采取围填海及设置渔网渔栅方式。	符合
	海洋环境保护	1.保护下川岛荔枝湾、镇海湾红树林，保护上、下川岛周边海草床生态系统；	1.项目用海与下川岛荔枝湾红树林、上、下川岛周边海草床生态系统相距很远，不对它们产生影响； 2.项目建设跨海桥梁的河道两侧人工种植有红树林无瓣海桑，建设单位选线避开红树林均，保证不对红树林产生影响；	严格执行
		2.保护龙虾等水产种质资源；	项目用海距离川山群岛龙虾水产种质资源保护区距离很远，不会对其产生影响。	符合

项目用海所在海洋功能区划	管理要求		项目实施与海洋功能区划的符合性分析	符合情况/执行情况
		3.严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵;	项目建设期和营运期不涉及养殖、引起水体富营养化及外来物种入侵,项目用海与该与海洋环境保护要求相符;	符合
		4.实施镇海湾综合整治,加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水需达标排海;	项目建设期和营运期不涉及渔港,项目施工产生的生产污水、生活污水运回港口交有资质的单位接收处置,项目用海与该与海洋环境保护要求相符;	严格执行
		5.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	环境现状调查执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准,项目用海与该与海洋环境保护要求相符。	严格执行

6.1.3.2 与江门市海洋功能区划的符合性分析

根据《江门市海洋功能区划(2013-2020年)》,本项目拟建跨海桥梁所在的海洋功能区为:镇海湾养殖区。

本项目拟建跨海桥梁用海与所在海洋功能区划的符合性分析见表6.1-9。本项目拟建跨海桥梁施工期会对镇海湾养殖区产生一定影响,不影响该功能区主导功能的发挥,本项目为线性工程,确实无法避开这个海洋功能区,将尽量采取避开保护期、缩短工期以降低对该海洋功能区主导功能的影响,运营期对该功能区的主导功能影响不大。

表 6.1-9 与《江门市海洋功能区划(2013-2020年)》的符合性分析

项目用海所在海洋功能区划	管理要求		项目实施与海洋功能区划的符合性分析	符合情况/执行情况	
镇海湾养殖区	海域使用管理	用途管制	1.相适宜的海域使用类型为围海养殖用海、开放式养殖用海;	项目用海类型为交通运输用海(一级类)中的路桥用海(二级类);	不影响主导功能发挥
			2.适当保障港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求。	项目用海建设跨海桥梁,不影响港口航运、工业与城镇、旅游娱乐用海需求;	符合

项目用海所在海洋功能区划	管理要求		项目实施与海洋功能区划的符合性分析	符合情况 执行情况	
	用海方式控制	1.严格限制改变海域自然属性，填海造地向海一侧边界不得超出现有围内养殖外缘线；	本项目不涉及围填海；	符合	
		2.开放式养殖应避开镇海湾水道；	本项目不涉及开放式养殖；	符合	
		3.严禁在军事区周边进行围填海及设置渔网渔栅；	项目用海建设跨海桥梁附近未见明显的在用军事设施，用海不采取围填海及设置渔网渔栅方式。	符合	
	整治修复	1.加固现有人工堤围，美化生物岸线景观；	项目用海建设跨海桥梁将上跨人工堤围和生物岸线，对它们影响不大。	不涉及	
		2.合理控制养殖规模和密度，清理侵占航道的养殖用海；	不涉及养殖	不涉及	
		3.实施镇海湾综合整治；	不涉及	不涉及	
		4.整治修复岸线长度不少于8.5千米。	不涉及	不涉及	
	海洋环境保护	生态保护重点目标	保护镇海湾红树林生态系统，保护牡蛎种质资源生境。	拟建跨海桥梁的河道两侧人工种植有红树林无瓣海桑，项目选线已避开红树林地确保永久桥墩不占用红树林；项目用海上跨河道，只有少量桩基涉及用海，对牡蛎种质资源生境影响较小。	严格执行
		环境保护	1.严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；	不涉及养殖污染、引起水体富营养化及外来物种入侵	不涉及
			2.生产废水、生活污水须达标排海；	生产废水、生活污水接收处置不排海	严格执行
3.执行第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。			严格执行	严格执行	
其他管理要	1.维护镇海湾防洪纳潮功能；	项目用海位于上跨河道，只有少量桩基落在河道内，对海湾河道的防洪纳潮影响较小；	严格执行		

项目用海所在海洋功能区划	管理要求		项目实施与海洋功能区划的符合性分析	符合情况/执行情况
	求	2.维护航道畅通.	项目用海位于上跨河道，只有少量桩基落在河道内，对航道畅通影响较小；	严格执行

6.2 与产业政策和行业规划的符合性

6.2.1 与产业政策的符合性分析

本项目符合国家《产业结构调整指导名录》（2019年本）中的鼓励类，第二十四条公路及道路运输（含城市客运）中第1款：国家高速公路网建设。

6.2.2 《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》符合性分析

《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》于2020年5月28日获得批准——粤交规[2020]276号，规划以“十二纵八横十六射”为主骨架，以七十条加密线和联络线为补充，形成以珠三角为核心，以沿海城市和港口为重点，支撑粤港澳大湾区一体化发展、引领东西两翼及沿海经济带发展、快捷通达周边省区的高速公路网络。到规划末期（2035年）全省高速公路总里程达到约15000公里。本项目是“十二纵”中九纵线“清远连州（粤湘界）至江门台山”中的重要组成部分，见图6.2-1。

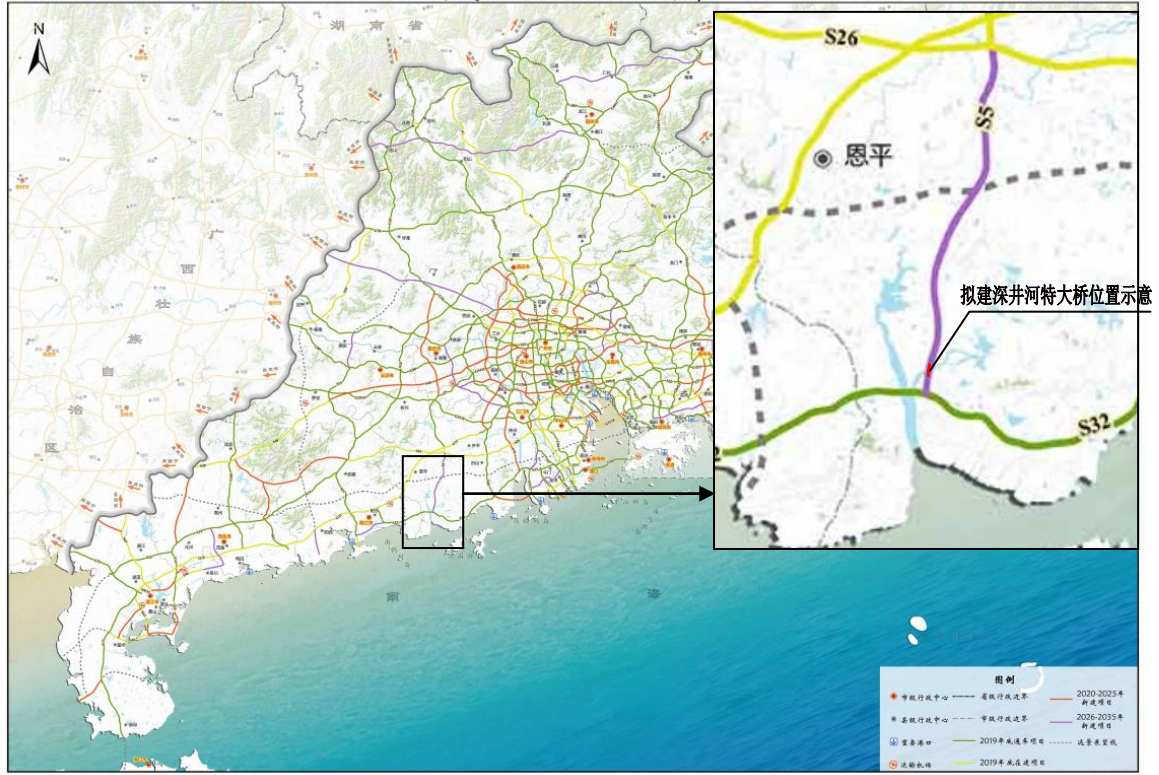
本项目的建设是《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》的贯彻和落实，对完善我省高速公路网络布局、改善周边交通出行条件具有重要意义。

本项目的建设符合《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》。

6.2.3 《广东省综合交通运输体系“十四五”发展规划》符合性分析

《广东省综合交通运输体系“十四五”发展规划》于2021年9月4日由广东省人民政府同意并批准印发（粤府办[2021]27号）。本项目的建设是广东省“十四五”规划建设重大交通基础设施项目。本项目的建设符合《广东省综合交通运输体系“十四五”发展规划》。

广东省高速公路网规划布局图



6.2.4 《江门市综合交通一体化规划（2018-2035）》符合性分析

《江门市综合交通一体化规划（2018-2035）》于 2019 年获得江门市人民政府批准并印发。

根据《江门市综合交通一体化规划（2018-2035）》，按照高速公路承担的功能和布局策略，结合江门城市功能定位、需求预测以及既有规划情况，在江门“三区一市”重点发展区域内提出“双环、十一射、五线”高速公路网络布局方案。该方案全面分离区域过境交通，支撑江门港区及相关产业发展，加强江门中心城区对外交通联系，强化其他区域城市副中心地位。本项目属于“双环、十一射、五线”高速公路网络体系中第四线。项目的建设符合《江门市综合交通一体化规划（2018-2035）》。

6.3 与区划和相关规划的符合性

6.3.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

6.3.1.1 “三线一单”海域分区及管控要求

为全面贯彻《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，就落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，广东省生态环境厅组织编制了生态环境准入清单（以下称“三线一单”），实施生态环境分区管控，制定《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》。

广东省人民政府于2021年1月5日批准并印发《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（简称《方案》），根据《方案》，环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。

全省共划定海域环境管控单元471个，其中优先保护单元279个，为海洋生态保护红线；重点管控单元125个，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域和现状劣四类海水海域；一般管控单元67个，为优先保护单元、重点管控单元以外的海域。

1. 优先保护单元。

以维护生态系统功能为主，禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，严守生态环境底线，确保生态功能不降低。

——生态优先保护区。生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。

2. 重点管控单元。

以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

3. 一般管控单元。

执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。

6.3.1.2 项目选线与“三线一单”管控方案的符合性分析

2022年2月22日，广东省“三线一单”应用平台上线运行，本项目跨海桥梁穿越“镇海湾重要滩涂及浅海水域”，为优先保护单元，具体见图6.3-1，管控

要求表 6.3-1。

项目选线与所处的“三线一单”管控方案的符合性对比分析见表 6.3-2。

根据分析可知，本项目跨海桥梁穿越“镇海湾重要滩涂及浅海水域”，穿越的生态保护红线未设置自然保护地核心区，本项目为跨海桥梁建设工程，为线性工程，只有桥墩会少量用海，且为透水式结构，不属于改变海域的自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动，跨海桥梁建设施工时间短，对海底地形和水动力环境的稳定影响也很轻微，对滨海湿地影响很小，不开展养殖生产活动。项目运营对生态环境不产生影响。

综上所述，项目的建设对“三线一单”生态环境分区的影响比较短暂且能够很快恢复原状，项目的运营对“三线一单”生态环境分区影响较小。

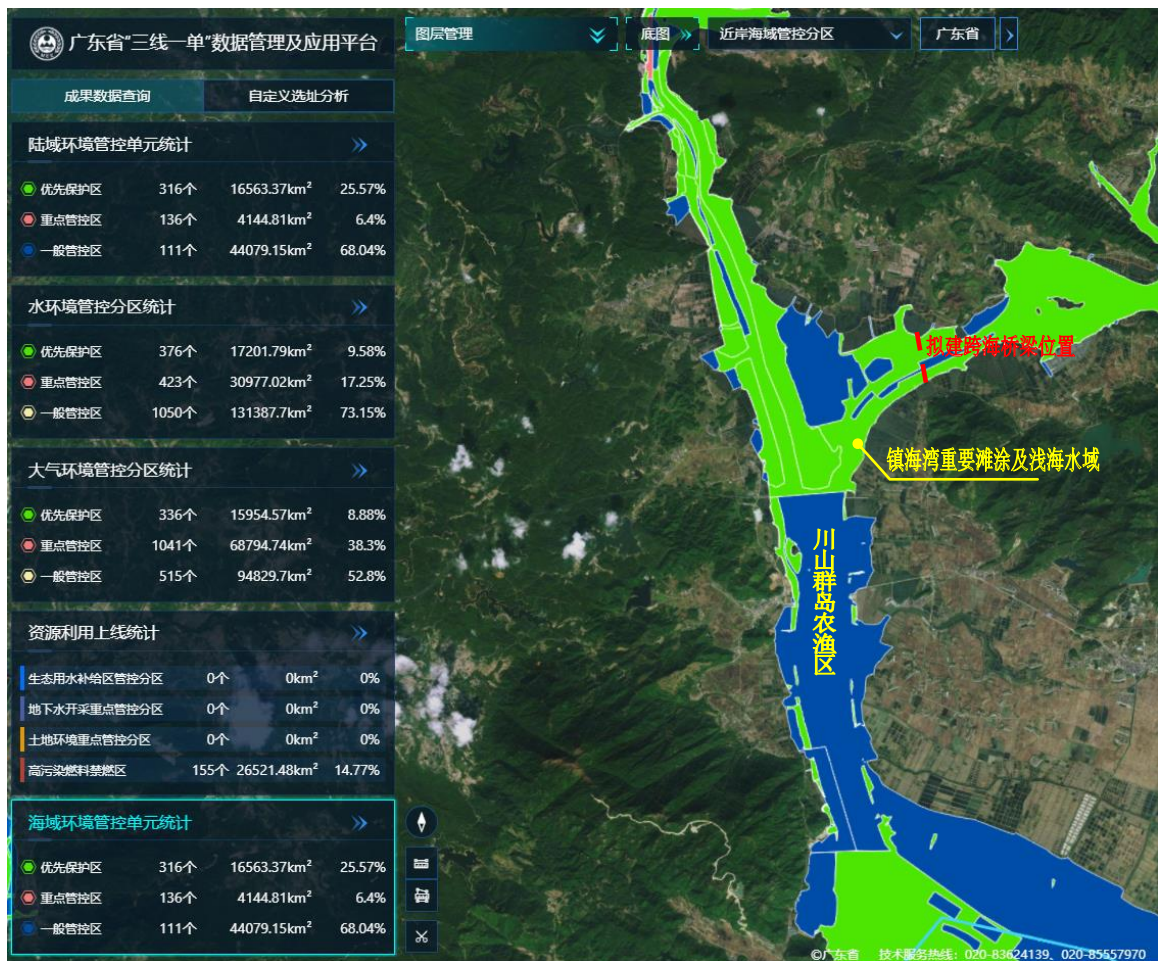


图 6.3-1 广东省“三线一单”近岸海域管控分区图

表 6.3-1 广东省“三线一单”近岸海域分区管控要求

管控分区名称	行政区划	管控单位分类	区域布局管控	能源资源利用要求	污染物排放管控	环境风险防控
镇海湾重要滩涂及浅海水域	广东省 江门市	优先保护单元	1.禁止围填海及其他可能改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动，保持海底地形、海洋水动力环境的稳定，加强对受损滨海湿地的整治与生态修复，限制沿岸生产养殖活动。允许现有航道范围内清淤疏浚。2.按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止向海域排放油类、酸液、碱液、剧毒废液和高、中水平放射性废水，改善海洋环境质量。执行相应功能区海水水质标准。	/	/	/
川山群岛农渔业区	广东省 江门市	一般管控单元	1. 农渔业区要按照提升近海、开发深海、拓展远洋的原则，重点支持深水网箱养殖基地、人工鱼礁和现代海洋牧场建设，切实保障传统渔民生产用海、渔业基础设施建设用海。	1. 严格控制近海捕捞强度。加强水生生物产卵场、索饵场、越冬场及洄游通道保护，保持海洋生态系统结构与功能的稳定。	1. 科学控制海湾养殖规模和密度。防止养殖自身污染和水体富营养化。 2. 加强港湾综合整治，生产废水、生活污水须达标排海；严格执行农渔业区海水水质标准。	1 防止外来物种入侵。

表 6.3-2 项目与穿越的海域管控区的符合性对照分析一览表

管控分区名称	管控单位分类	管控要求	本项目	符合情况
镇海湾重要滩涂及浅海水域	优先保护单元	1.禁止围填海及其他可能改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动,保持海底地形、海洋水动力环境的稳定,加强对受损滨海湿地的整治与生态修复,限制沿岸生产养殖活动。	本项目为跨海桥梁建设工程,为线性工程,只有桥墩会少量用海,且为透水式结构,不属于改变海域的自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动,跨海桥梁建设施工时间短,对海底地形和水动力环境的稳定影响也很轻微,对滨海湿地影响很小,不开展养殖生产活动。	符合
		允许现有航道范围内清淤疏浚。	本项目不涉及清淤疏浚。	符合
		2.按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理,改善海洋环境质量,执行相应功能区海水水质标准。	施工人员生活污水收集起来上岸后交污水处理站进行达标处理,船舶含油污水收集起来交有资质单位接收处理。垃圾收集后交环卫部门处理。正常情况下,无污染物排放,本项目按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理,执行不低于海水水质二类标准、海洋沉积物标准和海洋生物质量一类标准。	符合

6.3.2 与“三区三线”的符合性分析

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

据“三区三线”成果，深井河特大桥用海范围在生态保护红线管控范围内，根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号，以下简称 142 号文），项目属于必须且无法避让、符合省市级交通规划的线性基础设施建设项目，属于生态保护红线管控范围内有限人为活动。

根据《广台高速开平至台山段穿越红树林湿地唯一性论证报告》，广台高速开平至台山段中深井河特大桥段穿越深井河，呈南北走向。红树林湿地的位置和工程工艺决定了线路无法完全绕避红树林湿地，为减小对红树林湿地的影响，本项目推荐线从深井河北侧缺口位置穿过，穿越红树林湿地长度约为 158m，面积约 3.58 亩，通过增加桥梁跨径在平面上避开对红树林的征拆，通过抬高桥梁

标高的方式上跨红树林，桥底高程距离地面为 11m，实际未对红树林产生永久性的占用。本项目属于选址位于自然保护地核心保护区外，必须且无法避让生态保护红线的建设项目中省人民政府政府确定的必须修建的线性基础设施，在国家批准生态保护红线划定成果前，允许在待批准的生态保护红线内建设（建设形式包括地表占用、桥梁跨越和隧道穿越）。

综上，**项目属于必须且无法避让、符合省市级交通规划的线性基础设施建设项目，属于生态保护红线管控范围内有限人为活动**。项目将严格按照《穿越红树林生态影响专题报告》和《穿越红树林生态修复报告》的要求进行生态保护和修复，在严格执行对湿地及红树林的生态保护和修复的前提下，项目跨海桥梁的建设具有可行性。

6.3.3 与《广东省生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

广东省生态环境厅与 2021 年 12 月 8 日印发《广东省生态环境保护“十四五”规划》，规划提出建设人海和谐的沿海经济带。沿海经济带突出陆海统筹，港产联动，加强海洋生态保护，推动构建绿色产业带。加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控，严格把好生态环境准入关，新建“两高”项目必须根据区域环境质量改善目标要求，落实区域削减措施，腾出足够的环境容量。

强化陆海统筹，加快建设美丽海湾。按照贯通陆海污染防治和生态保护的总要求，以美丽海湾建设为目标，全面加大近岸海域污染防治力度，强化陆海生态保护的统筹联动，打造“水清滩净、鱼鸥翔集、人海和谐”的美丽海湾。

统筹陆海污染治理。严格控制陆源污染，持续加强入海污染治理，强化河口海湾环境综合整治，深化港口船舶、海水养殖、海洋垃圾等污染治理。

严格控制陆源污染。开展陆源入海污染物调查与监测，建立管理档案，系统掌握陆源主要污染物排海通量。推进入海排污口“查、测、溯、治”，规范入海排污口设置，建立重点入海排污口监管系统，加强入海排污口分类管控。持续加强入海河流污染治理，因地制宜采取控源截污、面源治理等措施，着力减少总氮等污染物入海量；加强河面保洁，减少河流携带垃圾入海。加强珠江口、汕头港、湛江港等河口海湾环境综合整治。推进沿海城镇污水处理设施升级改造，提升氮磷去除能力。推进流域—河口—海域生态环境目标、政策、标准的修订与有效衔接，强化区域流域海域污染防治和生态

保护修复的责任衔接、协调联动和统一监管。

强化海域污染治理。深化港口船舶污染联防联控，推动港口、船舶修造厂加快船舶含油污水、洗舱水、生活污水和垃圾等污染物接收、转运及处置能力建设。推进船舶污染防治设施设备配备和改造升级，确保船舶水污染物达标排放。开展渔港环境综合整治，推进渔港污染防治能力建设，提高渔港污染防治监管水平。积极引导渔民减船转产和实施渔船更新改造项目，淘汰老旧渔船。优化海水养殖生产布局，鼓励发展深海养殖，推行海水养殖尾水集中生态化治理，严格管控海水养殖尾水排放。深化海洋垃圾污染防治，鼓励有条件的沿海地市率先构建海岸垃圾清理保洁和海上环卫机制，开展海洋微塑料监测、评估和防治技术研究。

加强海洋生态保护修复。统筹海洋生态保护和资源开发利用，加强自然岸线、滨海湿地、典型海洋生态系统保护修复，强化陆海一体生态保护。

加强海洋资源保护利用。坚持生态用海、集约用海原则，落实海洋生态空间和开发利用空间的管控要求，严格空间准入，严守海洋生态保护红线。实施最严格的围填海管控，除国家重大战略项目外，禁止审批新增围填海项目；新增围填海项目同步强化生态保护修复。严格落实自然岸线保有率管控目标，以分类分段功能管控为抓手推进精细化管理，实施海岸线占补平衡制度，强化海岸线利用动态监测。推动建设一批各具特色的海岸带保护与利用综合示范区。

推进海洋生态恢复修复。开展重点海域生态环境调查与评估，掌握我省海洋生态环境本底状况。加强重点河口海湾生态系统修复，推进汕头南澳、阳江闸坡海滩生态修复试点。加大湿地保护修复力度，加强湛江红树林、南澎列岛等国际重要湿地恢复与保护，实施“绿色湿地”修复工程，推进镇海湾、水东港、湛江港等红树林生态系统保护，推动新建一批红树林湿地公园。启动海草床分布和海草种类资源普查，加强柘林湾、唐家湾、考洲洋、海陵湾、流沙湾等海草床生态系统保护修复。加强海洋自然保护地建设与管理，加大重要渔业水域和候鸟迁徙路线、栖息地保护力度，实施人工鱼礁工程修复，探索划定海洋生物多样性优先保护区。严格控制海洋捕捞强度，大力养护海洋生物资源。

大力推进美丽海湾创建。扎实推进沿海各市美丽海湾保护与建设，开展珠江口及邻近重点海湾综合治理攻坚行动，实施“一湾一策”综合治理。开展砂质岸滩和亲水岸线整治与修复，清退非法人工构筑物，加强海水浴场、滨海旅游度假区等亲海岸段入海污染源排查整治，完善海岸配套公共设施建设，拓展公众亲海

岸滩岸线。根据海湾自然禀赋和特色，分类施策，打造考洲洋、范和湾、水东湾等一批生态型美丽海湾，汕头内海湾、品清湖—金町湾、情侣路、金沙湾等景观型美丽海湾，青澳湾、大鹏湾、东澳岛等旅游型美丽海湾。到 2025 年，公众亲海空间得到拓展，亲海品质不断提升。

本项目不属于高耗能、高排放建设项目，项目运营期不排放污染物，项目施工期严格执行污染物排放要求，不向海域排放污染物，桥墩施工会造成少量悬浮物扩散，但是施工时间较短，悬浮物扩散影响仅限于桥墩两侧，施工单位将采取必要的措施降低对生态环境及资源的影响。项目属于是交通基础设施建设项目，项目的建设对于促进滨海旅游和粤港澳大湾区的经济发展有着重大作用，项目的建设符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》的要求。

6.3.4 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

根据广东省人民政府联合国家海洋局于 2017 年 10 月 27 日联合发文《广东省人民政府 国家海洋局 关于印发广东省海岸带综合保护与利用总体规划的通知》(粤府函[2017]120 号文)，《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》正式获得批准。

根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，将广东省沿海划分为柘林湾区、汕头湾区、神泉湾区、红海湾区、粤港澳大湾区、海陵湾区、水东湾区、湛江湾区等八个湾区。其中粤港澳大湾区陆域涉及广州、深圳、珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门和肇庆 9 市，海域主要包含大亚湾、珠江口、广海湾等海域。本项目用海所在海域属于粤港澳大湾区。

粤港澳大湾区战略地位：建成充满活力的世界级经济区、具有全球影响力的国际科技产业创新中心、重要的国际开放合作枢纽门户、内地与港澳深度合作示范区，国际航运中心、全球重要的海洋产业集聚区；沿海生态防护带和珠江水网生态廊道核心区。将粤港澳大湾区打造成为生态安全、环境优美、文化繁荣、宜居宜业的美丽湾区。

根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，提出加快广东滨海生态公路建设，落实供给侧结构性改革要求，统筹规划建设广东滨海生态公路，加强功能管控，切实推进“交通+旅游”融合发展，形成“南海镶带，岭南丝路”，打造

广东最有魅力的滨海休闲带。滨海生态公路经过海洋优化开发区域和重点开发区域的，应尽量避免填海等改变海域自然属性的用海方式，确有需要的，采用跨海桥梁的形式，桥墩尽量建设在陆地上。

本项目位于粤港澳大湾区内，本项目为跨海桥梁建设项目，只有桥墩会少量用海，且为透水式结构，不属于改变海域的自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动，跨海桥梁建设施工时间短，对海底地形和水动力环境的稳定影响也很轻微，对滨海湿地影响很小，不开展养殖生产活动。项目运营对生态环境不产生影响。

可见本项目的建设和运营与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》具有适宜性。

6.3.5 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

《广东省海洋主体功能区规划》由广东省人民政府于 2017 年 12 月 8 日批复。

广东省海洋主体功能区包括优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类主体功能区域，本项目深井河特大桥所在海域为优化开发区域，见图 6.3-2。

按《广东省海洋主体功能区规划》的规定，优化开发区域，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域。本项目为线性工程，属于确实无法避让的公路等重要基础设施建设项目，可采取无害化方式穿越优化开发区域。本项目为广东省重点支持的基础设施建设项目，项目的建设符合《广东省海洋主体功能区规划》，项目选址和建设方案具有一定的可行性。

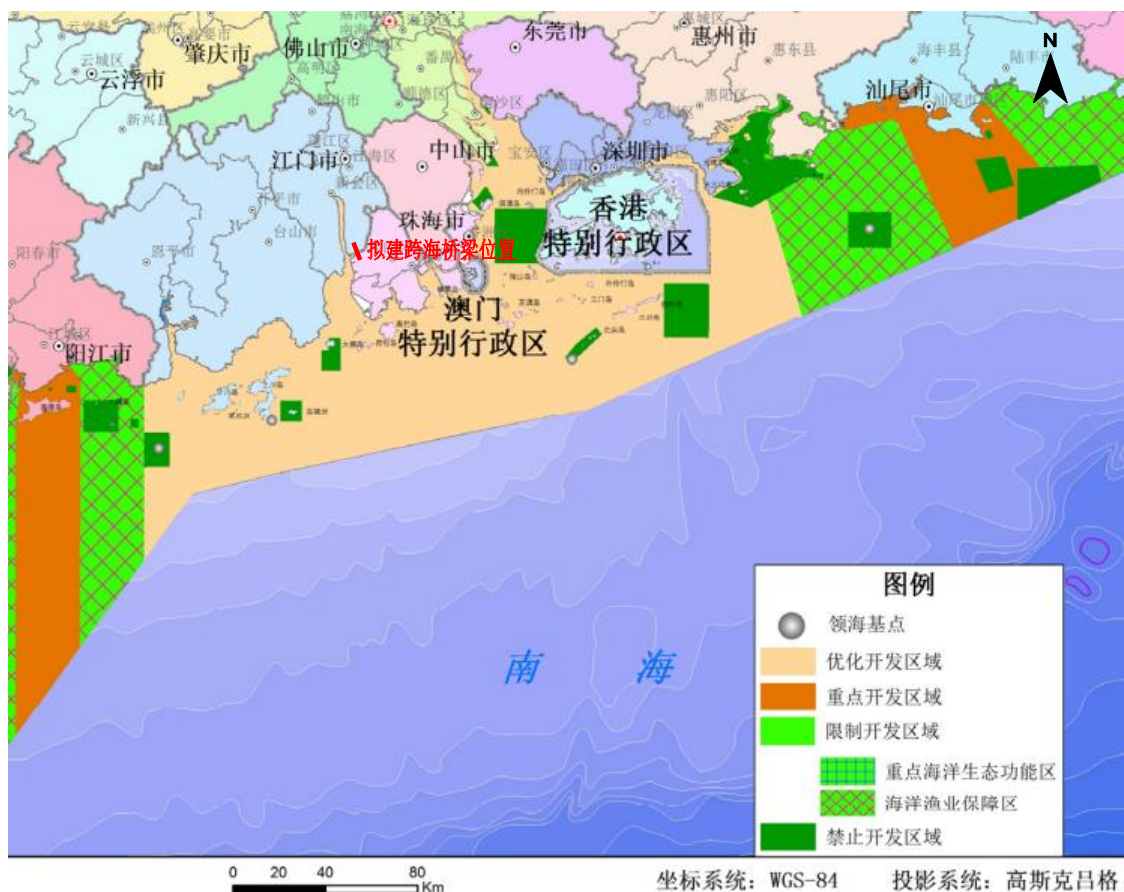


图 6.3-2 广东省海洋主体功能区划图

6.3.6 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性分析

广东省人民政府于 2021 年 9 月 30 日印发了《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（粤府办[2021]33 号），根据《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，提出：强化粤港澳海洋基础设施互联互通。加快建设大湾区通往东西两翼的沿海高速铁路“双通道”建设。强化海港、空港和陆路交通枢纽集散、中转等功能。积极拓展海洋经济发展腹地。

本项目是“十二纵”中九纵线“清远连州（粤湘界）至江门台山”中的重要组成部分，项目的建设对于促进高速沿线的社会经济和滨海旅游发展具有深远意义。可见本高速公路项目及跨海桥梁的建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》目标。

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

《台山市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》

于 2021 年 7 月 20 日由台山市人民政府发布，根据该规划纲要，本项目列入了台山市“十四五”规划重大建设项目。项目的建设符合该规划。

7 项目用海合理性分析

7.1 选址合理性分析

7.1.1 区位和社会条件符合项目用海需求

(1) 选址区定位为滨海旅游区，项目的建成将有助于推进台山的滨海旅游及社会经济发展，符合粤港澳大湾区的发展方向。项目建成后将方便沿线人员来往，有效缓解城市间交通紧张状况，适应不断增长的需求，完善珠三角地区交通网络，提升粤西地区整体实力具有非常重要的意义。

(2) 基础设施条件的适宜性

项目所在地区工程地质条件良好，周边供电、供水等基本公共设施较为齐全。项目建设的海域水文、气象等因素及海域使用、道路交通条件、通信等外部条件均能满足本工程建设需要。华南地区有大量经验比较丰富的施工队伍，可以满足本工程的要求。

可见，项目所在地的基础设施条件较好，可以满足项目建设需要。

(3) 与相关规划的符合性分析

本工程的建设符合国家地方产业政策和规划，符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》、《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》、《广东省海洋经济发展“十四五”规划》、《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》等。

7.1.2 选址区域的自然环境与项目用海的适宜性分析

7.1.2.1 地质条件适宜性分析

本项目处于构造带的南端，在开平市金鸡、恩平市横陂、阳江市塘平一带，南北向冲断裂及褶皱发育，断裂一般向东或向南东倾斜，倾角 $40^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，长度超出20公里，以压性结构面为特征，老地层常逆冲于新地层之上。

可见，本项目处于构造带的南端，在开平市金鸡、恩平市横陂、阳江市塘平一带，南北向冲断裂及褶皱发育，拟建跨海桥梁所在地质区为平原松软岩组工程地质区（IV）。

在工程设计及建设时做好安全防护工作的前提下，项目所在区域地质条件可

以满足项目建设要求。

7.1.2.2 水深和水动力条件的适宜性

项目建设跨海桥梁跨越深井河，深井河水流平缓，滩广水浅，河床稳定，项目施工虽然对海洋水动力环境会造成一定的影响，但是由于桥墩尺寸较小，大桥建设对附近水域流场的影响仅限于桥墩附近的小范围水域内，对桥梁所在深井河的整体流场影响很小，可以认为本项目对工程海域的水动力环境不产生明显影响。因此，本项目的建设对水动力环境影响较小，与该区域的水动力条件是相适宜的。

7.1.2.3 海底地貌及冲淤环境的适宜性

桩柱阻挡潮流，在桩柱附近海床会形成局部冲淤，水流上下游呈淤积、两侧会略有冲刷，由于桩柱较小，基本不影响海域的整体冲淤环境。

7.1.3 项目用海选址方案比选

7.1.3.1 项目用海选址方案比较分析

在工程可行性研究阶段设计单位给出的深井河特大桥的选线方案见图 7.1-1，根据该设计方案可以看出，比选方案大桥桥墩有三段上跨红树林地且难以避免破坏红树林，在充分考虑保护红树林及湿地的基础上，放弃了该比选方案。

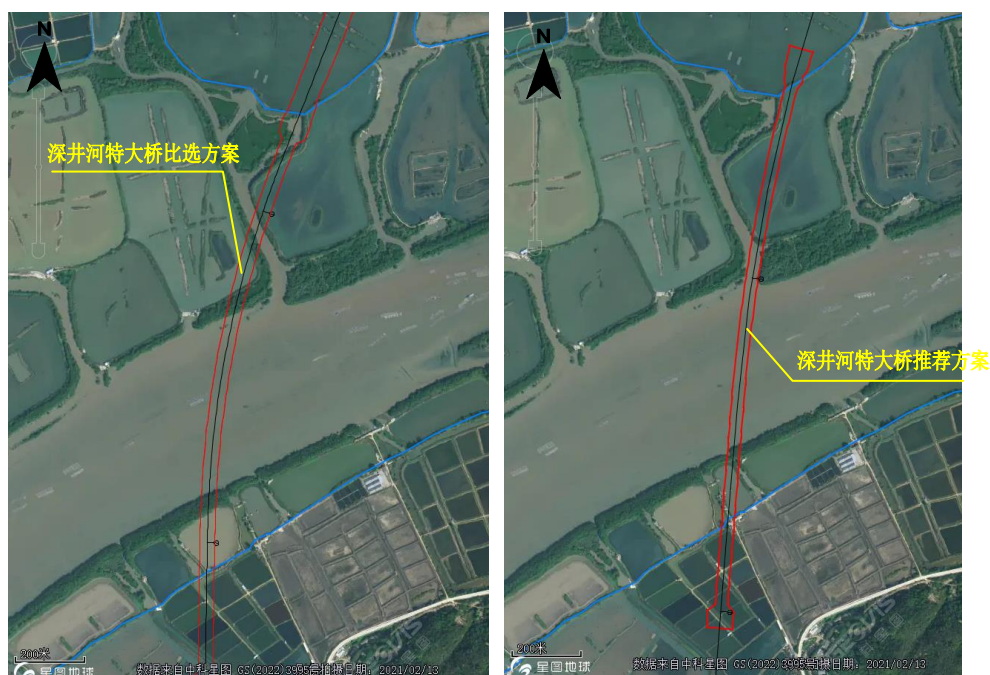


图 7.1-1 工程可行性研究阶段的（深井河特大桥）选线方案比选示意图

表 7.1-1 选址方案比选

内容	比选方案	推荐方案
跨红树林次数	3	1
能否避开占用红树林	不能	能
用海面积相对大小	稍大	稍小

7.1.3.2 项目用海与自然环境适宜性比较分析

本次初步设计阶段充分考虑保护红树林的基础上，给出的推荐方案永久桥墩不占红树林地，临时栈桥占用少量红树林地，因项目为线性工程，临时工程占用红树林是不可避免的。比选方案和推荐方案叠置见图 7.1-2，可以看出，比选方案不可避免需要破坏红树林、自然环境适宜性较差，推荐方案与自然环境具有适宜性。

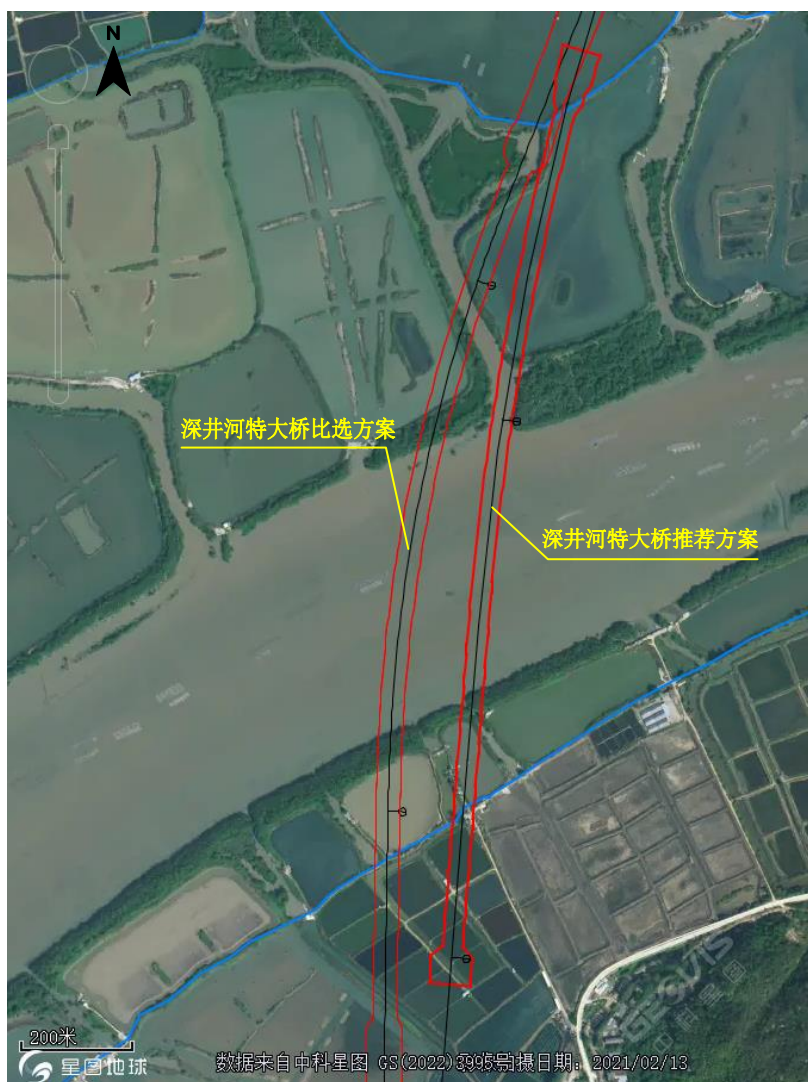


图 7.1-2 深井河特大桥比选方案和推荐方案叠置示意图

7.1.4 项目选址与周边其他用海活动相适应

本项目跨海桥梁附近海域的开发利用活动主要有海水养殖活动、围塘养殖及其它海洋开发利用活动等。本项目跨海桥梁选址处有浮筏海水养殖、围塘养殖，本项目用海桥墩将少量占用围塘养殖海域和浮筏养殖海域，不改变海域自然属性，与浮筏海水养殖、围塘养殖用海具有可协调性。

7.2 用海方式和平面布置合理性分析

本项目的用海类型为交通运输用海（一级类）中的路桥用海（二级类），拟建跨海桥梁用海方式为构筑物用海（一级类）中的跨海桥梁用海（二级类）。拟建临时施工栈桥用海方式为构筑物用海（一级类）中的透水构筑物用海。

7.2.1 平面布置合理性分析

（1）项目平面布置体现了集约用海的原则

本项目跨海桥梁的线性设计受整条线路走向控制，跨海桥梁与河岸平面成斜交设计，相比于正交设计用海稍微大一点，因临时栈桥将挨着大桥布置，不会超出申请用海的边界，为了集约用海，临时栈桥不做用海申请，可见项目平面布置体现了集约用海的原则。

（2）项目平面布置对水文动力及冲淤环境的影响

本项目跨海桥梁桥墩与河岸成斜交设计平行于水流流动方向，且在深槽处不设桥墩，有利于水流流动减轻对水流的阻挡，减轻对水文动力和冲淤的影响，项目平面布置最大程度地减少对水文动力及冲淤环境的影响。



图 7.2-1 大桥桥墩平面布置方案比选示意图

(3) 项目平面布置是否有利于生态和环境保护

本项目跨海桥梁平面布置方案尽量避开红树林地，确保永久桥墩不占红树林，利于生态和环境保护。

(4) 项目平面布置与周边其它用海活动相适应

本项目跨海桥梁附近海域的开发利用活动主要有海水养殖活动、围塘养殖及其它海洋开发利用活动等。本项目跨海桥梁选址处有浮筏海水养殖、围塘养殖，本项目用海桥墩将少量占用围塘养殖海域和浮筏养殖海域，不改变海域自然属性，与浮筏海水养殖、围塘养殖用海具有可协调性。项目的平面布置与周边用海活动相适应。

7.2.2 用海方式合理性分析

拟建跨海桥梁用海方式为构筑物用海（一级类）中的跨海桥梁用海。拟建临时施工栈桥用海方式为构筑物用海（一级类）中的透水构筑物用海。

拟建深井河特大桥属交通基础设施工程，项目用海方式为构筑物用海（一级

类）中的跨海桥梁用海（二级类）。这种用海方式不改变海洋自然属性，为了减少对水流的阻挡，大桥桥墩设计采用了与河岸的斜交设计，加大跨径较少水域的桥墩数量，项目用海方式与海域资源有效利用是适宜的。本项目的用海方式与周边其它用海活动不存在功能冲突，项目用海与周边其他用海活动是相适宜的。因此，项目的用海方式合理。

拟建临时施工栈桥用海方式为构筑物用海（一级类）中的透水构筑物用海，透水构筑物用海不改变海洋自然属性，用海方式是合理的。

综上所述，项目建设永久的跨海桥梁采用跨海桥梁用海方式，建设临时施工栈桥采用透水构筑物用海方式，两种用海方式均不改变海洋自然属性，项目用海采用的用海方式是合理的。

7.3 用海面积合理性分析

7.3.1 是否满足项目用海要求

合理的用海面积主要表现为用海面积既能满足项目用海的实际需求、又能有效地利用和保护海域资源，而不合理的用海面积往往带来海域资源的浪费和环境的破坏，甚至会引发用海矛盾。

项目拟申请跨海桥梁用海面积 7.0707 公顷，跨越岸线 168m，由两段组成，分别为深井河北岸的 82m 和深井河南岸的 86m。拟申请施工栈桥用海面积 0.2603 公顷，施工栈桥不占用岸线。项目拟申请用海总面积为 7.3310 公顷。

按《海籍调查规范》，跨海桥梁及其附属设施等用海界址点的界定方法为：以桥面垂直投影外缘线向两侧外扩 10m 距离为界，岸线以海岸线为界。本项目用海范围的界定，海域按照桥面外缘线的垂直投影两侧各外扩 10m 为界，岸边以 2019 年修测的海岸线为界，以此界定的用海面积，可以满足项目用海的需求，也符合《海籍调查规范》。

另外，施工栈桥为临时工程，施工结束后将拆除，为透水构筑物结构，按照其透水构筑物的外援线为界进行用海申请，也符合《海籍调查规范》；紧挨主线的施工栈桥，施工栈桥宽度为 8m，位于外扩 10m 的用海范围之内。因此，本项目施工栈桥的用海面积同时也可满足项目的建设施工需求。

综合以上分析，本项目跨海桥梁的用海面积和施工栈桥的用海面积符合用海需要和规范要求，上跨的海岸线也是合理的。

7.3.2 宗海图绘制

7.3.2.1 宗海图绘制

根据总平面设计图及《海籍调查规范》、和 2022 年广东省人民政府批复的海岸线，在 CGSC2000 平面坐标系下，确定桥梁的外边界线，然后根据外边界线确定宗海界址点。根据界址点的 CGSC2000 平面坐标计算得出 CGSC2000 大地坐标，根据宗海界址点、线等要素绘制出宗海界址图，最后根据界址点坐标计算宗海面积。

(1) 跨海桥梁宗海界址图的绘制

项目跨海桥梁宗海界址图是在 CGSC2000 高斯克吕格平面坐标系下，以 $112^{\circ}30'$ 为中央经线，将广东省 2019 年修测的海岸线、桥梁平面设计边界、周边已经确权的用海范围编绘出来，海上以桥梁平面设计边界外边缘线分别向两侧外扩 10m 为边界、岸边以海岸线为边界绘制出大桥的用海范围，然后按照《宗海图编绘技术规范》的图示图例要求编绘出版宗海界址图。

(2) 施工栈桥宗海界址图的绘制

施工栈桥宗海界址图是在 CGSC2000 高斯克吕格平面坐标系下，以 $112^{\circ}30'$ 为中央经线，将广东省 2019 年修测的海岸线、桥梁平面设计边界、周边已经确权的用海范围编绘出来，海上以施工栈桥平面设计边界外边缘线边界绘制出透水构筑物的用海范围，然后按照《宗海图编绘技术规范》的图示图例要求编绘出版宗海界址图。

(3) 宗海位置图的绘制

项目宗海位置图以中华人民共和国海军司令部航海保证部、2014 年 4 月第 4 次印刷的海图为底图，海图名——镇海湾，坐标系——2000 国家大地坐标系，投影——墨卡托投影，深度——米（理论最低潮面），比例为 1 比 25000，基准纬线为 $21^{\circ}55'$ 。在 CGSC2000 地理坐标系下，先将海图进行配准校正处理，然后再将大桥用海和施工栈桥界址线叠加到海图上形成宗海位置图。

根据上述因素进行了宗海图的绘制。项目宗海位置图见图 7.3-1，大桥宗海界址图见图 7.3-2，栈桥宗海界址图见图 7.3-3，宗海界址点坐标见表 7.3-1，项目用海面积见表 7.3-2。

表 7.3-1 宗海界址点坐标（CGCS2000）

表 7.3-2 项目用海面积

内部单元	界址	用海面积（公顷）	用海方式
跨海桥梁	1-2-3-...-38-39-1	7.0707	跨海桥梁
施工栈桥	12-40-41-42-43-12	0.2603	透水构筑物
宗海		7.3310	

图 7.3-1 广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段宗海位置图

图 7.3-2 广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段宗海界址图

图 7.3-3 广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段施工栈桥宗海界址图

7.3.2.2 界址点的选择符合《海籍调查规范》

项目用海的宗海界址图，海上以大桥外边缘线分别向两侧外扩 10 m 为边界，岸边以海岸线为边界，大桥外边缘线为大圆弧线，则每隔 100m 左右取圆弧线的切点作为大桥平面设计边界控制点，相邻边界点的连线作为边界控制线，边界控制线的拐点作为界址点，边界控制线外扩 10m 的边界线作为界址线，界址点和界址线符合工程设计和《海籍调查规范》用海要求，满足大桥用海预留和安全设计的要求。

因此，本项目用海界址点和界址线的选择符合工程设计和《海籍调查规范》。

7.3.3 用海面积的量算

根据《海籍调查规范》，对于 n 点多边形，坐标解析法面积计算公式为：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}) \quad \text{或} \quad S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i+1} - x_{i-1})$$

式中，S 为用海面积； x_i 、 y_i 为第 i 个界址点坐标值。

采用平面坐标解析法计算得出项目用海面积。

本项目海域使用面积的量算是在海域使用界址点确定后，采用坐标解析法计算用海面积为 7.0707 公顷，面积计算方法符合《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)。

7.3.4 用海面积减少的可能性

跨海桥梁用海海上以桥梁构筑物边缘线分别向两侧外扩 10 m 为边界，岸边以海岸线为边界，边界的界定方法为《海籍调查规范》对跨海桥梁用海的要求，项目用海面积没有减少的可能性。

施工栈桥用海以构筑物外缘线为界，边界的界定方法为《海籍调查规范》对透水构筑物用海的要求，项目用海面积没有减少的可能性。

7.4 岸线利用合理性分析

本项目跨海桥梁拟申请海域使用总面积为 7.0707 公顷，跨越岸线 82m + 86 m = 168m，实际不占用岸线，对岸线不产生影响。本项目拟建桥梁从岸线上方跨越，不破坏及占用岸线。即项目用海不会对岸线有实质上的影响，不影响其形态及

原有生态功能。本项目建设能够保存所跨越岸线的原有形态，因此对岸线无需进行“占补”修复。

根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法(试行)的通知》，海岸线占补是指项目建设占用海岸线导致岸线原有形态或生态功能发生变化，要进行岸线整治修复，形成生态恢复岸线，实现岸线占用与修复补偿相平衡。考虑到本项目建设不会破坏岸线现状，不会改变岸线属性，也不会导致岸线原有形态或生态功能发生改变，因此，不针对本项目进行岸线占补的进一步分析。

综上，本项目依据相关规范合理界定用海范围，项目建设不会对海岸线属性、形态、生态功能产生影响，因此，综合来看，本项目建设对岸线的利用是合理的。

7.5 期限合理性分析

本项目为建设工程用海，构筑物的设计使用年限为一百年，按《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定，建设工程的海域使用最高期限为五十年。因此，本项目的申请用海期限为 50 年是合理的。

施工栈桥申请用海期限为 5 年，施工结束后予以拆除。施工栈桥为透水构筑物，最高可申请 50 年，本项目只在跨海桥梁及高速公路施工期间使用，申请期限为 5 年可满足用海需要，为了避免因疫情等不可抗力因素导致的延期，申请用海的期限定为 5 年是合理的。

8 海域使用对策措施

8.1 区划实施对策措施

海洋功能区划管理是实现功能区中对主要功能价值的维护或强化管理，防止在海域使用实践过程中发生与主要功能相违背的抢占海域或丧失主要功能的用海行为。

本项目位于《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》中的川山群岛农渔业区，项目用海符合广东省海洋功能区划。根据前面的分析，项目用海对周边海域功能区影响轻微。

在项目的海域使用过程中，应符合以下区划实施对策：

（1）应做好生态补偿措施；

（2）对该项目在用海过程中，接受海洋行政主管部门的监测监管。当发现有超出海域使用范围，改变海域使用性质，或海域使用对环境、资源造成不良影响时，应采取相应措施对违规行为及时纠正，对出现问题及时加以解决。

8.2 开发协调对策措施

由第5章的利益相关者分析可知，最终界定本项目的利益相关者为：深井镇獭山村养蚝四号场、汶村镇五乡养蚝六号场、深井镇獭山村码头经济合作社、汶村镇五乡村以及红树林主管部门。本项目建设单位须与跨越的三个围塘养殖的业主和红树林主管部门协商，必须对上跨的养殖围塘和红树林采取防护措施。

8.3 风险防范对策措施

8.3.1 风险防范对策措施

8.3.1.1 施工期风暴潮事故防范措施

为确保工程施工安全，降低灾害损失，项目施工期间应制定风暴潮应急预案。

（1）风暴潮安全防护体系：

①成立应急抢险防护领导小组，组长：建设单位相关负责人；成员：各施工队负责人。

②主要职责：领导小组负责预案的检查、指导及协调工作和预案的现场落实工作。

(2) 具体措施

①建立对施工区域范围内的观测点，由专人负责。每个施工场地由施工场地领队负责该项工作，随时掌握天气及潮水变化情况并进行统计记录。现场与施工总部保持联络，及时了解相关动态，遇紧急情况时，在接到通知后两小时内，迅速组织现场施工队伍撤离。

②强化对进入该区域施工的施工队及负责人的安全防护意识的培训教育工作，做到平日施工有序，临风暴潮时服从命令，听从指挥，平稳撤离。

③分工明确，责任到人。

I、各施工队伍，各施工队伍各工段、各班组、各工种都要形成人员预案网络，都要有专人负责，在接到撤离通知后整个网络要上下左右形成协调联动，做到撤离时不漏一人。

II、材料、设备有专人管理，责任落实到具体管理人员。每个设备、材料管理人员都要有应急管理措施。对管理的材料、设备必须心中有数，对哪些材料需进行风雨加固、哪些设备不能进屋、不能开走，需重点设防加固，都必须了如指掌，以便应急处理。

III、物资准备必须充足：准备足够的木桩、钢管、雨帐篷以便在人员撤离时对水泥堆放点、设备集聚地进行加固、掩盖，以便确保材料、设备不受损失。

IV、确保通讯畅通：为预防手机受水侵后的不良作用，应配备足额的对讲机，以保证突发风暴潮时的通讯联络。

V、建立特殊联系信号：在夜间突发风暴潮时，建立防水照明联络信号系统，以方便自家本身及与外界的救生联络。

VI、以人为本，确保人身安全。备有足够的、完好的救生衣、救生圈。以在特殊的、来不及逃生的情况下使用。

(3) 以防风暴潮预案指导平时工作

①施工人员驻地选址时要选择在地势较高、背风暴潮面建设。要特别注意修建房舍的加固措施。

②主要材料如水泥等，应放在高地上，且应高出高地地面 30cm，并平时就

要做好防雨。

③大型主要设备要注意加固、防雨。在风暴潮袭来时带不走和不能进屋的设备特别加固好。

④道路要通畅：对预防风暴潮撤离的路线要特别明显，主要指挥者要牢记清楚，在撤离干道上绝不准乱堆乱放材料、设备、以免影响顺利撤离，对撤离的道路必须严加巡查，随时保持道路畅通。

（4）风暴潮后的处理

①风暴潮造成的损失由领导小组及时专人赴现场落实。

②风暴潮过后现场领导小组要及时组织施工人员返回工地并及时恢复施工。

8.3.1.2 危险品运输风险事故防范措施

尽管桥上交通运输过程中发生危险化学品的概率很低，但是一旦发生事故，将会对海洋造成严重的污染。因此需要加强管理，并采取工程措施防止化学危险物质倾漏流入桥下。桥面上泄漏的有害物质不允许直接排入海洋，而要引入大桥两侧的排水管，排入大桥两侧的事故风险应急池，再进行处置。为避免危险化学品运输事故风险，须采取必要的防范措施，具体要求如下：

（1）大桥两端公路两侧须设置事故应急池，用于收集路面和桥面风险事故的泄漏物和清洗污水。池中污水应及时抽取，并交由有资质的处理单位处理。事故应急池平时也可作为桥面初期雨水收集池。

（2）强化跨海大桥两侧安全防撞栏的设计，危险警示。

（3）公路管理机构应设立事故处理应急办公室，以便出现风险事故时与主管和其它相关部门沟通、联络、协同组织，进行事故现场处理。

（4）公路管理机构应根据运输事故风险预测结果，依据交通部颁标准《汽车危险货物运输规则》(JT3130-88)以及有关安全管理等有关规定，编制防范危险品运输事故的应急预案和相应管理办法，主要内容应该包括但不限于如下方面内容：

- 领导小组、职责和要求
- 应急联络电话(应在大桥相应位置设标识)
- 省市区三级公安部门、交通部门、安全机构、消防部门、环境主管部门等外部相关部门联络方式、联络电话

- 应急车辆、设备配置的数量、管理、养护要求
- 风险事故水质监测计划，一旦发生风险事故，要在跨海大桥泄漏点处大桥两侧500m处各设置1个事故监测断面。监测指标由风险事故泄漏类别确定；监测时间为连续性监测直至相应污染物浓度达到水质功能要求。
- 临时事故处理工程防护措施等相关内容。

8.3.2 事故风险管理及应急预案

8.3.2.1 事故风险管理

为避免公路沿线运输危险品的车辆发生事故性污染，运输部门应进行许可证管理，公安局颁发准运证。当事故发生时，应由所在地的环保局、公安局及运输部门联合派人处理。

运输证：运输危险品需得到运输部门的批准并获得道路运输的许可证；运输车辆状态良好，配有灭火设备及危险品标志；三轮机动车、非机动车及摩托车不得用于危险品运输。

危险品准运证：运输爆炸或化学危险品，承运人须持有公安部门爆炸准运证或化学危险品准运证。

事故应急措施国家环境保护法规定：事故发生时，负责机构或可能负责的机构应立即采取措施；通知受影响或可能受影响的组织及居民；向当地环保部门及其他有关部门报告，接受调查。按照国家水及大气污染防治法以及广东省的污染防治规定，项目建成后，发生在该路段的危险品泄漏事故将由市环保局、公安局及交通管理部门共同处理。

如发生运输化学危险品的交通事故，首先应保护现场，疏散周围可能受影响的人群，检查是否有人受到污染物的侵害，迅速送往医疗部门治疗。泄漏到土壤中的可见污染物应及时清理，清理出来的污染物装入容器送往指定地点处理。物品清理以后，应对被污染的土壤进行监测，如发现仍有未清除的污染物，应继续清除，以保证土壤不受污染。如果化学危险品泄漏恰逢下雨，则应考虑将物品覆盖，减少淋洗，同时建防水沟或建防水坝把污染物品与地表径流隔离，抑制污染物的扩散，减少对地表水的污染。将受污染的水收集，并根据物品的不同性质采取不同的处理认识方法。

8.3.2.2 台风风暴潮风险应急预案

为切实做好防御台风的各项工作，及时处置因台风带来的各种灾害，最大限度地减少人员伤亡和财产损失，维护社会稳定，保障经济社会持续健康发展。依据《国家防汛抗旱应急预案》等规定，结合本工程情况，制定本预案。见表 8.3-1。

8.3.2.2 突发性污染事故的应急预案

对于交通突发性污染事故的处理，仍应遵循“预防为主，安全第一”的环境保护基本方针。尤其对诸如突发性油污染或其它污染，只有通过应急方式来处理。具体包括以下几个方面：

(1) 突发性污染事故应急工作的指导方针是“预防为主”，强化管理。

(2) 在做好突发性污染环境风险研究的同时，建立相应的事故应急计划，把事故的损失减到最小。实施的前提是做好项目的环境风险评价，只有在明确了项目存在的风险类型、事故发生的概率、事故的环境影响后，有针对性地采取事故的防范措施，从而消除事故发生的隐患或降低事故发生的概率。应急反应计划制定大概包括以下有关方面：

①建立突发性事故反应体系为对突发性事故做出快速反应，应建立起相应的组织机构，包括指挥协调中心、咨询中心、监测中心和善后工作小组。

1) 指挥中心由桥梁建设单位牵头，包括各环保部门、水利局、水产局、清污公司等有关单位。配备完善的通讯设备，有条件时，启动社会联动 110 报警系统，提高反应效率。其任务是建立应急体系，协调应急反应多边关系，指挥消除污染事故的行动。

2) 咨询中心由科研部门承担，主要任务是根据历史资料、自然资源资料和科研成果作出评价，提出配备防污设备、器材的种类、数量及贮存地点的建议，并根据事故可能类型，如碰撞、爆炸等，迅速而科学地作出处理突发性事故决定的指南，以供指挥协调中心决策，同时对事件进行跟踪，对自身工作做出评价，以便改进工作程序或调整研究方向。

3) 监测中心目前主要由环保或环境监测部门承担，建立化验室，配备相应的分析检测仪器，如气相色谱仪等。其主要任务是对水体环境总体状况作污染分析，提交报告。

4) 善后工作小组由环保专业人员组成（必要时聘请法律顾问），主要负担清除费用和对污染损害的索赔工作进行法律研究和谈判。

②建立监视和报告制度一个应急反应体系，最主要的是制定操作性较强、适应性较好的作业计划，该计划对处理突发性事故的作用关系甚大。主要包括通知、评价、处理决定、调动和善后处理等，日常监视及接收信息的工作主要由建设单位负责，一旦发生事故（第一个信息来源可能来自包括公众在内的许多来源中的一个）收到信息后立即按报告程序通知指挥中心等相关单位，启动反应体系。

③培训和演习制定了突发性事故应急计划后，应急队伍（包括水利、环保等部门）要根据计划的要求，在假设的情况下进行定期演练和理论学习，以检验计划的可操作性、适应性和严密性，并组织人力编写《突发性应事故应急手册》，人手一册，便于查阅。

表 8.3-1 应急预案表

序号	项 目	内容及要求
1	应急计划区	施工期整个施工场地
2	应急组织机构、人员	成立防汛抗台应急组织机构与其他防汛抗台指挥部密切联系，组建事故应急队伍，有主要分管领导、部门领导、专(兼)职人员等组成。 施工期施工现场：指挥部负责现场指挥，疏散施工人员，保证其人身财产安全。
3	应急救援保障	1、抢险队伍保障 任何单位和个人都有参加防台抗灾的义务。相关乡镇应当组织群众参加抗台救灾工作；组织人员成立抢险分队，组织人员参加抗台救灾工作。 2、物资保障 储备必要的防台抢险物资，以备重大灾情发生时的应急使用。 3、资金保障 各级财政、发展改革、民政、水利、银行等有关部门和单位负责筹措、落实抢险救灾资金，争取上级部门的支持，做好救灾资金下拨；相关金融机构落实好救灾、恢复生产所需的信贷资金。 4、通信与信息保障 公布抢险救灾值班电话，接受险情警报与救援求助。 5、医疗卫生保障 卫生部门负责灾区卫生防疫和医疗救护，预防疾病流行，做好人畜疾病的免疫和公共场所消毒工作。
4	预防和预警机制	一旦发生事故在上报的同时，告知可能受影响区域的乡镇政府和村委会，立即作出应急反应。

序号	项 目	内容及要求
5	应急环境监测及事故后果评估	台风过后，应针对防台抗灾工作的各个方面和环节进行定性和定量的总结、分析、评估，总结经验，查找问题，进一步做好防台抗灾工作。
6	人员紧急撤离、疏散，撤离组织计划	事故发生时制定撤离路线并及时通知救护部门进行人员救护。
7	事故应急救援关闭程序与恢复措施	事故现场善后处理、恢复措施；受影响区域解除事故警戒及善后恢复措施。
8	应急培训计划	应急计划制定后，安排人员培训与演习，每年至少进行一次应急演习。

8.4 监督管理对策措施

8.4.1 监控内容

工程中，控制用海面积与审批面积应相符；用海工程建筑物与审批应相符；海域的使用功能是否与申请用途相同；海域的使用时间是否与申请使用时间相符；海域施工工艺是否按规范要求，并最大限度的减少对海域生态环境、海水水质的影响；海域的使用是否使海域的自然资源和环境发生重大变化；是否采取措施减少对海洋其它利益相关者的影响。

（1）用海面积监控

海域使用面积监控是实现国有海洋资源有偿、有度、有序使用的重要保障。加强海域使用范围和面积监控可以防止海域使用单位和个人采取少审批、多占海，非法占用海域资源；同时可以防止用海范围超出审批范围造成的海域资源不合理利用，造成海洋资源的浪费、环境的破坏以及引发用海矛盾等现象的发生。因此，进行项目用海的海域使用范围和面积监控是非常必要的。

海域使用单位应严格按照海域使用审批部门批准的地点、位置和面积进行施工和建设，精确定位；同时行政主管部门也应进行核准和监控，避免海域使用超出审批的范围，造成海域资源的不合理利用，带来资源的浪费和环境的破坏，甚至引发用海矛盾。

（2）海域使用用途监控

按照《海域使用管理法》第二十八条的规定，“海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准

用海的人民政府批准。”海洋行政主管部门应当依法对海域使用的性质进行监督检查，发现违法行为应当依据《海域使用管理法》第四十六条执行。

因此本项目在取得海域使用权后，应严格按照经海洋主管部门的批准使用用途使用海域；如确实需要改变海域使用用途，必须由有资质的单位进行可行性论证，向原批准用海的单位申请并经批准后才能按新的使用用途使用海域。自然资源行政主管部门应认真履行法律赋予的权力，在项目实施过程中对海域的使用性质随时进行监督检查。建设单位在项目建设过程中，若主体工程有变动，与申请用海时提交的相关申请文件有较大出入，则须向相关管理部门进行报备，根据管理部门的要求办理手续。

（3）海域使用资源环境状况监控

《海域使用管理法》第二十四条规定：“海域使用权人发现所使用海域的自然资源和自然条件发生重大变化时，应当及时报告海洋行政主管部门”。良好的海域资源环境是实现海洋经济可持续发展的前提，应针对海域资源环境及项目海域使用的特点，加强对海域环境（水质、沉积物等）的监控，采取有力措施确保项目的开展不会对海域环境造成影响。该项监控包括对生物资源和生物多样性的监控、对海洋水质状况、海底底质状况的监控，减少海域环境污染，以减轻海洋环境资源破坏程度。

本项目施工期产生的悬浮泥沙还会对海水水质和海洋生物产生一定的负面影响；桥墩建设永久性破坏了底栖生物和潮间带生物的生境。营运期对海洋资源环境不会不利造成影响。项目用海期间海域环境质量的监控是必要的。施工期应对悬浮泥沙的迁移扩散对环境造成的影响进行跟踪监测，营运期亦应制定环境监测计划，定期进行环境监测，及时了解项目所在海域环境质量的变化情况，认真评估项目用海对海洋资源环境的影响程度。

（4）海域使用时间监控

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第四章第二十五条的规定，（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。考虑跨海桥梁设计年限以及根据《中华人民共和国海域使用管理法》，港口、修造船厂等建设工程用海最高期限为五十年。本项目属于建

设工程用海，本项目的申请用海期限为五十年。自然资源行政主管部门应当依法对海域使用的时间进行监督检查，建设单位应当按照规定缴纳海域使用金。

8.4.2 跟踪监测及处理措施

根据法律法规和自然资源行政主管部门的要求，业主应定期或不定期向主管机关报告海域使用情况和所使用海域自然资源、自然条件和环境状况，当所使用海域的自然资源和自然条件发生重大变化时，应及时报告海洋行政主管部门。

施工选择在项目施工区域附近海域进行，对海水水质、沉积物进行监测。建设单位以有偿服务的方式，委托有资质的海洋环境监测单位实施监测计划。

运营期应对生态损失和恢复情况进行定期监测，对所监测的情况，应及时报告海洋行政主管部门，分析原因，以确保达到管理目标。根据本工程特点，本报告书建议的执行海洋环境监测计划。

（1）施工期监测

①水质监测

监测站位：现状监测站位中选取 10 个站位进行跟踪监测。

监测项目：特征因子石油类、悬浮物及 COD_{Mn} 共 2 项。

施工期监测频率：每个季度监测 1 次。

②海洋生态环境监测

监测站位：于水质监测站位中选取 5 个站。

监测项目：底栖生物、潮间带生物。

③沉积物监测

监测站位：于水质监测站位中选取 5 个站。

监测项目：油类、铜和锌等 3 项。

监测频率：与水质监测同步。

（2）运营期监测

运营期监测频率：春、秋季各监测 1 次。

监测项目：施工可能影响的红树林、湿地及岸线

监测计划应申请纳入台山市海洋资源环境监测站年度计划中。

8.4.3 项目用海的管理对策与措施

从项目设计开始就应该把重视海洋环境与资源保护作为基本原则，贯穿在项目建设的设计、施工、运营全过程。

（1）严格按照海洋功能区划的要求，采用对海洋环境和资源的影响与破坏最小的方案。如：设计施工方案须经充分、科学地论证，尽量采用先进的施工工艺，设置足够的环保设施等。

（2）施工过程中严格按工程设计标准实施，并采取相应的环保措施。如：施工期产生的固体废弃物、生活污水、生产废水严禁向海域排放，应有严格的管理和处置方案。

（3）运营期要建立严格的规章制度，规范操作，严格监控，及时掌握海洋环境状况，杜绝事故隐患，保持环保设施的正常进行。

（4）建立统一的安全监督和环保机构，负责施工期及运营期的安全监督和海洋环境监测，制定海洋环境与资源的保护规划，作好风险事故应急计划，定期对项目所在海域的海水水质、沉积物、海洋生物等进行监测，掌握海域污染状况，以便及时采取有效措施改善环境。

（5）项目施工建设过程和进展情况，定期向相应的管理部门通告，并接受海域使用监督机构的检查监督。

（6）恶劣天气条件下施工的风险防范措施。施工期间如遇到天气、海况情况不好，应掌握天气变化的动向及时采取措施；

（7）对工程建设造成的渔业资源损失采取必要的恢复和补偿措施，生态补偿方案按海洋行政主管部门的有关规定执行。

9 海洋生态建设方案

9.1 生态建设条件分析

项目用海方式为构筑物中的跨海桥梁，不改变海洋自然属性，不影响海洋功能的发挥。桥型以及桥墩的跨径、墩位、形式的选取和设计均考虑了对海洋环境、航道、围堤等方面的影响。本项目用海的生态建设方案应是在项目建设安全的前提下，最大程度地开展生态用海的建设，控制污染物的排放，对生态建设方面进行有效的监测和评估。

9.2 建设方案设计与优选

9.2.1 生态化建设方案

（1）桥型的选择与设计

深井河特大桥所采用的桥型，是连续梁桥型。桥梁上部结构孔跨布置为30×25m 预制小箱梁+（58+100+58）m 预应力混凝土连续梁+4×25m 预制小箱梁+（35+55+35）m 钢箱梁+16×25m 预制小箱梁，桥梁全长 1596.4m。跨越主河槽采用（25+100+58）m 连续刚构/连续梁，跨越小桩号红树林采用 25m 预制小箱梁，跨越大桩号红树林采用（35+55+35）m 钢箱梁。

该方案桥墩对水流的阻挡是比选方案中最少的，对红树林的影响也是最小的，体现了集约用海、生态化用海的原则。

（2）建筑材料

桥梁的基桩、承台等涉海构筑物均采用混凝土为建筑材料，性质稳定，有利于藻类、贝类的附着，所在海域的生态环境能得到一定程度上的恢复。



图 9.2-1 桥位现场实景图（前进方向为小桩号）



图 9.2-2 桥位现场实景图（前进方向为大桩号）

9.2.2 污染物排放与控制

本项目桥梁采用群桩基础，在基桩钻孔施工时将会产生一定量的悬浮泥沙，根据悬沙数模结果，施工悬沙对周边海洋环境的影响范围不大，且影响会随着施工结束而消失。施工期的固体废物如泥浆及其它施工垃圾，将统一收集后，由有资质的单位进行处置。

运营期，桥面雨水径流将由收集系统引流至桥梁两侧的隔油沉淀池进行统一处理，不会直接排放。

因此，本项目的施工期及运营期的污染物排放的合理、可控的。

9.3 生态用海措施

9.3.1 产业准入符合性分析

本项目是《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》中“十二纵”中九纵线“清远连州（粤湘界）至江门台山”中的重要组成部分，属于重大基础设施建设项目，符合国家和地方相关的产业政策和路网建设规划，工程开发建设对促进粤港澳大湾区社会经济的进一步稳定、快速的发展，具有重要现实意义和积极的推进作用，有利于海洋产业的协调发展。工程建设符合《广东省高速公路网规划（2020-2035年）》、《广东省海洋经济发展“十四五”规划》等相关规划的要求，能很好的适应相关运输行业和海洋经济的发展规划。

9.3.2 污染物控制及处置措施

（1）泥浆的排放与控制

施工过程中产生的泥浆将重复利用，减少泥浆的产生。施工结束后，泥浆及开挖土晾干后，将作为广台高速项目的沿线桥底及互通立交处的复绿用土，钻渣将运送至垃圾填埋场填埋处理，在施工中随抽随运，做到泥浆和钻渣不会排放进入海中。

（2）桥面污水排放与控制

跨海桥梁须设置桥面径流水收集系统，桥面两侧每隔5m左右设置一个收集式泄水管，泄水管入口与桥面平齐，桥梁悬臂板外侧沿桥长方向设置纵向排水管，纵向排水管与桥梁泄水管相连接，桥面径流通过泄水管进入纵向排水管中沿桥坡引流至桥梁大堤两侧，在桥梁大堤两侧侧各设置隔油沉淀池收集处理经排水管收集的径流，沉淀池出水通过管道引入路基边沟，最终排入无渔业养殖功能的水域。

隔油沉淀池与事故缓冲池沿桥梁两岸大堤分别设置，当发生风险事故时，设置的事事故缓冲池也可蓄留事故废水，防止事故废水进入周边水体。

桥面径流收集系统设置要求：

①沉淀池建议布置于桥梁两端桥孔下，可不额外占用土地，池体采用混凝土结构，设排空管阀以及溢流管等必要装置和管道，管道接入附近无饮用养殖功能的小河沟。

②沉淀池采用平流沉淀池具有隔油沉淀的功能，可去除路面径流中石油类和SS。沉淀池的池底和池壁应采用浆砌片石，池底部进行防渗处理，以免发生事故泄漏时污染物下渗。同时考虑运行安全问题，沉淀池周围应设置隔离栅，避免人、畜进入落入水池中。

③公路运营单位应建立定期维护管理机制，确保管道畅通，并对集水池内沉淀物进行定期清理外运，并及时排除沉淀池积水。

④径流收集管和集水池应做防腐蚀处理，确保危险化学品不会破坏集水管和池体结构。

⑤径流收集管网设置截流阀，发生环境风险事故时，废水截流至事故池，同时事故废水应及时运走，运至危废处置中心进行无害化处理，严禁外排。

9.3.3 生态保护与修复

（1）施工期生态环境保护

本项目拟建设跨海大桥，桥墩基础采用基桩等形式，依据预测结果，本项目施工时，悬沙扩散对附近海域的影响范围有限，影响程度也较小，不会给附近海域的环境带来外源污染物。可采取的生态保护措施如下。

①采用先进的施工工艺控制悬浮泥沙入海，钻孔灌注桩施工作业采用钢护筒施工方法；

②控制施工队伍生产、生活污水及船舶垃圾的排放，生活污水通过槽车定期送附近污水处理厂处理，含油污水由有资质的单位接收处理，生活垃圾由当地环卫部门收集处理；

③对施工过程中产生的泥浆、钻渣进行合理处置，泥浆作为广台高速项目沿线及互通处的复绿用土，钻渣运输至垃圾填埋场填埋处理；

④施工作业需按规程操作，加强施工期的环境监督、监理和监测，禁止随意

扩大施工作业面，禁止施工船舶在作业区排放各类污水；

⑤桩基施工应避开鱼类的产卵和孵化期，作业时要先预警、发出较低噪声，防止对水生生物造成惊扰；

⑥禁止捕杀保护鱼类或保护的野生生物；

⑦尽最大可能降低对红树林的影响。一是加强宣传教育。通过设立告示牌、发放宣传手册等形式，加强宣传教育工作，使施工人员了解红树林保护的相关知识，增强保护红树林的自觉性和主动性。二是落实保护措施。严格落实施工期的环境保护措施，施工废水、生活废水严禁向红树林保护区排放，施工中产生的工业固体废物以及生活垃圾严禁向红树林保护区堆放和弃置。三是完善防护措施。为防止施工人员擅自进入红树林保护区，可以在保护区的边界处设置保护桩，架设防护网，从而杜绝人为破坏的现象。四是加大打击力度。抽调专门人员成立护林队，每天对红树林保护情况进行巡查，发现越界破坏红树林的现象要及时制止，并向政府行政主管部门报告。

（2）营运期环境保护措施

①对桥面初期雨水进行收集，经沉淀池沉淀后就近排入海洋；

②加强大桥运行交通管理，控制车速，减少因交通事故发生而引起的海域污染；

③车辆通过大桥时限制车速、禁止鸣笛，以免惊扰栖息于红树林保护区的鸟类；

④大桥通航孔及附近海域配备必要的导助航等安全保障设施，降低船舶碰撞引发燃料油泄漏的概率；

⑤制定油品、化学品泄漏事故应急预案，详细制定预防和事故处理措施。

（3）项目跨越岸线的生态修复及补偿

本项目用海将跨越一定长度的海岸线，海岸线现状为土埂，拟建桥梁的桥身将从土埂上方跨越通过，不占用岸线及所在的载体土埂，不影响土埂的安全稳定，即项目用海不会对岸线有实质上的影响，因此对岸线无需进行“占补”修复。

如相关管理部门在项目实施的过程中，按其它法规认为需要进行相关修复或补偿等工作的，本项目建设单位应协调并配合。

（4）项目占用红树林的生态修复及补偿

本项目深井河特大桥将占用一定面积的红树林湿地，永久桥墩不占用红树

林。施工临时栈桥跨越并占用少量红树林地，所占用的红树林品种为无瓣海桑，植株不高，不过生长较快。

对于需占用红树林的情况，建设单位应对此进行修复及补偿。在本论证编写的过程中，建设单位与江门市农林局进行了多次沟通咨询，按照管理部门的要求，已委托技术单位组织编制《穿越红树林生态影响专题报告》和《穿越红树林生态修复报告》，建设单位将按照这两个报告的要求进行红树林湿地生态保护并进行生态修复。

10 结论与建议

10.1 结论

10.1.1 项目用海基本情况

项目拟建设深井河特大桥，桥梁全长 1596.4m。跨海长度约 1310 m。

项目用海类型为交通运输用海（一级类）中的路桥用海（二级类），用海方式为构筑物用海（一级类）中的跨海桥梁用海。

项目拟申请跨海桥梁用海面积 7.0707 公顷，上跨岸线 168m，实际不占用岸线，对岸线不产生影响。拟申请施工栈桥用海面积 0.2603 公顷，施工栈桥不占用岸线。项目拟申请用海总面积为 7.3310 公顷。项目施工期 3 年，涉海工程施工工期约 12 个月。

10.1.2 项目用海必要性结论

拟建深井河特大桥是广台高速与西部沿海高速的连接线，本项目的建设是落实是落实粤港澳大湾区交通基础设施互联互通的需要，本项目是《广东省高速公路网规划（2020-2035 年）》“十二纵”中九纵线“清远连州（粤湘界）至江门台山”中的重要组成部分，对完善我省高速公路网络布局、改善周边交通出行条件具有重要意义。是完善港口集疏运、打通我省西部山区及大西南出海新通道的需要，是促进江门大广海湾经济区发展的需要，是促进台开恩区域经济及旅游协同发展的需要。本项目的建设是必要的。

结合当地的地理位置、地形现状，以及桥梁本身的建筑性质和结构，本项目的用海是不可避免的，即本项目用海是必要的。

10.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

深井河特大桥建成后，由于桥墩尺寸较小，深井河特大桥建设对附近水域流场的影响仅限于桥墩附近的小范围水域内，对桥梁所在深井河的整体流场影响很小，可以认为本项目对工程海域的水动力环境不产生明显影响。

跨海大桥柱基钻孔、护筒等过程将导致施工海域海水中悬浮物浓度增加，将直接或间接对鱼卵、仔稚鱼造成伤害，因而造成一定的生物资源损失。此外，大

桥桩基占用了一部分海底面积，侵占了底栖生物和潮间带生物的栖息地和生境，对海洋生物的影响是长期性的。而施工期的海洋生态影响将在施工结束后消失，受影响海域的生态环境也将逐步得到恢复。

深井河特大桥建设后，本项目对周边海域的冲淤影响主要是大桥桥墩周边小范围海域，其中年冲淤厚度大于0.05m的影响范围为桥轴线上游340m、下游410m的海域。

10.1.4 海域开发利用协调分析结论

本项目的利益相关者为：深井镇獭山村养蚝四号场、汶村镇五乡养蚝六号场、深井镇獭山村码头经济合作社、汶村镇五乡村以及红树林主管部门。

建设单位称主管部门将协助注销或变更深井镇獭山村养蚝四号场、汶村镇五乡养蚝六号场、深井镇獭山村码头经济合作社、汶村镇五乡村权证，并按照程序办理临时用海占用红树林及生态修复方案的报批手续，经利益相关分析，上述相关的利益关系都是可协调的。

本项目需协调的管理部门为红树林管理部门台山市农林局。根据分析，项目建设临时栈桥对红树林的影响则可通过生态补偿和修复进行补偿，对航道是不会产生明显影响。

10.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论

根据《广东省海洋功能区划》(2011-2020)》，本项目位于川山群岛农渔业区，本项目跨海桥梁施工期会对该海洋功能区产生一定影响，但不影响该功能区主导功能的发挥，本项目为线性工程，项目路由选线确实无法避开该海洋功能区，将尽量缩短工期、尽量降低对该海洋功能区主导功能的影响；运营期对该功能区的主导功能影响不大，符合省海洋功能区划的管控要求。项目用海对其周边的海洋功能区无不利影响。

项目用海与《广东省海洋生态红线》、广东省“三线一单”、《广东省生态环境保护“十四五”规划》、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》、《广东省海洋主体功能区规划》等具有适宜性。

项目为《产业结构调整指导名录》(2019年本)中的鼓励类建设项目，与《广东省高速公路网规划(2020-2035年)》和《广东省海洋经济发展“十四五”规划》

相符。

10.1.6 项目用海合理性分析结论

本项目的选址区域无论从社会条件、自然环境都适宜于本项目建设的用海要求；用海方式、平面布置和填海造地的平面设计也是合理的；本项目的用海面积及用海年限符合相关规定。

10.1.7 项目用海可行性结论

本项目的建设与该区域的自然条件和社会条件是相适应的，项目用海是符合海洋功能区划和相关规划要求的，项目用海选址、用海方式、期限和面积是合理的，项目的建设及周边用海单位不存在利益冲突，项目建设产生不利影响是可以接受的，项目能较好地发挥该海域的自然环境和社会优势。

综上所述，本项目的海域使用是可行的。

10.2 建议

1. 项目应尽早开展海域地质勘查专项调查，以获取更详细的地质资料及数据。
2. 尽快完成项目穿越红树林的唯一性论证、生态影响专题论证报告和生态修复报告，并报请批准，建设单位和施工单位应按照红树林专题报告的要求保护红树林和湿地。

资料来源说明

1. 引用资料

[1] 《广台高速开平至台山段 工程可行性研究报告》，广东省交通运输规划研究中心，2020 年 10 月；

[2] 《广东台山镇海湾红树林国家湿地公园总体规划（2017-2021 年）》，国家林业局调查规划设计院，2017 年 10 月；

[3] 《广东台山镇海湾红树林国家湿地公园控制性详细规划》，国家林业局调查规划设计院，2019 年 7 月；

[4] 《广台高速开平至台山段国家公路国土空间控制规划生态保护专题研究报告》，上海达恩贝拉环境科学发展有限公司，2021 年 3 月；

[5] 王文介等. 中国南海海岸地貌沉积研究.2007 年。

2.现场勘查记录

项目名称	广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段		
序号	勘 查 概 况		
1	勘 查 人 员 於伟琼、郑智荣	勘 查 责 任 单 位 中国科学院南海海洋研究所	勘 查 时 间 2021.7.7
	勘 查 地 点 江门市台山深井河	勘 查 内 容 简 述 航拍和地面拍摄深井河两岸及现状。发现拟建跨海桥梁处河道水浅，有泥滩裸露，两岸分布有红树林。	
	     		
项目负责人	於伟琼	技术负责人	何伟宏

附图

附图 1：深井河特大桥 桥位平面图（斜交连续梁）

附图 2：深井河特大桥 左幅桥型布置图及结构（第 1 页-第 7 页）

附图 3：深井河特大桥 右幅桥型布置图及结构（第 1 页-第 7 页）


附图 4：施工栈桥布置图及结构（第 1 页-第 7 页）

附图 5：施工栈桥平纵面图（第 1 页-第 2 页）

附件

附件 1：技术审查意见

海域使用论证报告技术负责人审查意见表

报告名称	广台高速开平至台山段工程镇海湾深井河跨海桥梁（深井河特大桥）段海域使用论证报告（送审稿）		
建设单位	江门广台高速公路建设投资发展有限公司		
项目合同编号	HY2021-09-77	项目负责人	於伟琼
<p>报告的编制符合《海域使用论证技术导则》（2010），采用的法规依据充分，技术正确，论证重点适宜，利益相关者界定较准确，论证内容较全面，论证结果总体可信，用海面积和用海期限确定较合理。建议完善以下内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、引用项目穿越红树林湿地生态修复报告的内容。 2、按内审意见修改完成后可上报给主管部门审查。 			
<p>单位技术负责人签名：  日期：2022年11月23日</p>			

附件 2：检测报告

正



150012162083

中国科学院南海海洋研究所
海洋环境检测中心

TESTING CENTER OF MARINE ENVIRONMENT
SOUTH CHINA SEA INSTITUTE OF OCEANOLOGY, CAS

检 测 报 告

TESTING REPORT

报告编号: **HX-2021-82**
Report No.

送样单位(Customer): 中国科学院南海海洋研究所海洋环境工程中心

样品名称(Sample Name): 水样 (镇海湾附近海域)

检测项目(Test Item): DO、COD、pH、盐度、油类、悬浮物、亚硝酸盐、氨、
硝酸盐、活性磷酸盐、汞、铜、铅、锌、镉

检测类型(Type of Project): 委托


发送日期(Date for Reporting): 2021年 12 月 17 日



中国科学院南海海洋研究所
海洋环境检测中心

检测报告表

报告编号：**HX-2021-82**

样品名称	海水水样		样品规格及批号	/	
取得样品方式	抽检 <input type="checkbox"/> 送检 <input checked="" type="checkbox"/>		抽样地点	/	
生产/采样单位	中科院南海所海洋环境工程中心		抽样基数	/	
送样单位	中科院南海所海洋环境工程中心		抽样数量	/	
送样单位地址	广州市新港西路 164 号		样品状态及特性	海水清样	
送样人	黄永亮		联系电话	13414936620	
样品数量	44 个（油类 22 个）				
样品生产日期	2021 年 11 月 25 日~11 月 27 日				
接收样品日期	2021 年 11 月 26 日~11 月 28 日				
检测日期	2021 年 11 月 26 日~12 月 8 日				
检测类型	委托 <input checked="" type="checkbox"/> 仲裁 <input type="checkbox"/> 鉴定 <input type="checkbox"/>		检测环境条件	T: 19~26℃, Rh: 33~58%	
检测地点	检测中心实验室	检测样品编号	见第 3~4 页	检测结果	见第 5~7 页
检测依据	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》（GB17378.4-2007） 《海洋调查规范 第 4 部分：海水化学要素调查》（GB/T12763.4-2007）				
检测仪器	见第 2 页				
备注					
授权签发人及签发日期 (加盖本中心印章)	 [Signature] 2021.12.17 第七页，共六页				

正本



150012162083

中国科学院南海海洋研究所
海洋环境检测中心

TESTING CENTER OF MARINE ENVIRONMENT
SOUTH CHINA SEA INSTITUTE OF OCEANOLOGY, CAS

检测报告

TESTING REPORT

报告编号: **HX-2021-83**
Report No.

送样单位(Customer): 中国科学院南海海洋研究所海洋环境工程中心

样品名称(Sample Name): 沉积物 (镇海湾附近海域)

检测项目(Test Item): 总汞、铜、铅、锌、镉、油类、有机碳、硫化物

检测类型(Type of Project): 委托

发送日期(Date for Reporting): 2021年12月17日



中国科学院南海海洋研究所
海洋环境检测中心

检测报告表

报告编号：HX-2021-83

样品名称	沉积物	样品规格及批号	/		
取得样品方式	抽检□ 送检√	抽样地点	/		
生产/采样单位	中科院南海所海洋环境工程中心	抽样基数	/		
送样单位	中科院南海所海洋环境工程中心	抽样数量	/		
送样单位地址	广州市新港西路 164 号	样品状态及特性	湿样, 无明显硫化氢气味		
送样人	黄永亮	联系电话	13414936620		
样品数量	10 个				
样品生产日期	2021 年 11 月 25 日				
接收样品日期	2021 年 11 月 26 日				
检测日期	2021 年 11 月 30 日~12 月 17 日				
检测类型	委托√ 仲裁□ 鉴定□	检测环境条件	T: 20~24℃, Rh: 50~70%		
检测地点	检测中心实验室	检测样品编号	见第 3 页	检测结果	见第 3 页
检测依据	《海洋监测规范 第 5 部分: 沉积物分析》(GB17378.5-2007)				
检测仪器	见第 2 页				
备注					
授权签发人及签发日期 (加盖本中心印章)	  2021.12.17				

第 1 页, 共 3 页

正本



150012162083

中国科学院南海海洋研究所
海洋环境检测中心

TESTING CENTER OF MARINE ENVIRONMENT
SOUTH CHINA SEA INSTITUTE OF OCEANOLOGY, CAS

检测报告

TESTING REPORT

报告编号: **HX-2021-84**
Report No.

送样单位(Customer): 中国科学院南海海洋研究所海洋环境工程中心

样品名称(Sample Name): 生物体 (镇海湾附近海域)

检测项目(Test Item): 总汞、铜、铅、锌、镉

检测类型(Type of Project): 委托

发送日期(Date for Reporting): 2021年12月17日



正本

中国科学院南海海洋研究所
海洋环境检测中心

检测报告表

报告编号：HX-2021-84

样品名称	生物体	样品规格及批号	/		
取得样品方式	抽检□ 送检√	抽样地点	/		
生产/采样单位	中科院南海所海洋环境工程中心	抽样基数	/		
送样单位	中科院南海所海洋环境工程中心	抽样数量	/		
送样单位地址	广州市新港西路 164 号	样品状态及特性	冷冻生物体，无异味		
送样人	黄永亮	联系电话	13414936620		
样品数量	14 个				
样品生产日期	2021 年 11 月 25 日~11 月 27 日				
接收样品日期	2021 年 11 月 28 日				
检测日期	2021 年 12 月 15 日~12 月 17 日				
检测类型	委托√ 仲裁□ 鉴定□	检测环境条件	T: 20~23℃, Rh: 50~70%		
检测地点	检测中心实验室	检测样品编号	见第 3 页	检测结果	见第 3 页
检测依据	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）				
检测仪器	见第 2 页				
备注	检测结果以干重计				
授权签发人及签发日期 (加盖本中心印章)	 2021.12.17				

第 1 页 共 3 页

正本



中国科学院南海海洋研究所
海洋环境检测中心

TESTING CENTER OF MARINE ENVIRONMENT
SOUTH CHINA SEA INSTITUTE OF OCEANOLOGY, CAS

检测报告

TESTING REPORT

报告编号: **HX-2020-14**
Report No.

送样单位(Customer): 广州南科海洋工程中心

样品名称(Sample Name): 生物体 (广海湾附近海域)

检测项目(Test Item): 总汞、铜、铅、锌、镉

检测类型(Type of Project): 委托

发送日期(Date for Reporting): 2020年6月19日





检测报告



报告编号 A2210192825101C

第 1 页 共 55 页

委托单位 广东海兰图环境技术研究有限公司

受检单位 广东海兰图环境技术研究有限公司

受检单位地址 广州市海珠区广州大道南 448 号财智大厦 1506 室

样品类型 海水、海洋沉积物、海洋生物生态

检测类别 委托检测



华测检测认证集团股份有限公司



No.3581953CCA

附录

附录 I

浮游植物种类目录

序号	中文名	拉丁文
	硅藻门	
1	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
2	泰晤士扭鞘藻	<i>Streptothece thamesis</i>
3	长菱形藻弯端变种	<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>reversa</i>
4	洛氏菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i>
5	新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium</i>
6	尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
7	奇异棍形藻	<i>Bacillaria paradoxa</i>
8	角管藻	<i>Cerataulina</i> sp.
9	并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i>
10	拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>
11	密聚角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i>
12	细齿角毛藻	<i>Chaetoceros denticulatus</i>
13	窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
14	圆柱角毛藻	<i>Chaetoceros teres</i>
15	角毛藻	<i>Chaetoceros</i> spp.
16	距端根管藻	<i>Rhizosolenia calcaravis</i>
17	粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i>
18	刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
19	覆瓦根管藻	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
20	柔弱根管藻	<i>Rhizosolenia delicatula</i>
21	辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
22	琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
23	细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i>
24	圆筛藻	<i>Coscinodiscus</i> spp.
25	佛氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
26	长海毛藻	<i>Thalassiothrix longissima</i>
27	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
28	中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i>
29	双菱藻	<i>Surirella</i> sp.
30	塔形冠盖藻	<i>Stephanopyxis turris</i>
31	斜纹藻	<i>Pleurosigma</i> spp.
32	环纹劳德藻	<i>Lauderia annulata</i>
33	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwelli</i>
34	变异辐杆藻	<i>Bacteriastrum varians</i>

35	短角弯角藻	<i>Eucampia zoodiacus</i>
36	斯氏布纹藻	<i>Gyrosigma spencerii</i>
37	羽纹藻	<i>Pinnularia sp.</i>
38	翼茧形藻	<i>Amphiprora alata</i>
39	念珠直链藻	<i>Melosira moniliformis</i>
40	双壁藻	<i>Diploneis sp.</i>
41	密联海链藻	<i>Thalassiosira condensata</i>
	甲藻门	
42	夜光藻	<i>Noctiluca scientillans</i>
43	兀鹰角藻	<i>Ceratium vultur</i>
44	三叉角藻	<i>Ceratium trichoceros</i>
45	马西里亚角藻	<i>Ceratium massilense</i>
46	梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>
47	三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>
48	扁平原多甲藻	<i>Protoperidinium depressum</i>
	蓝藻门	
49	束毛藻	<i>Trichodesmium sp.</i>
50	鱼腥藻	<i>Anabaena sp.</i>
51	伪鱼腥藻	<i>Pseudanabaena sp.</i>
	金藻门	
52	球形棕囊藻	<i>Phaeocystis globosa</i>
	绿藻门	
53	丝藻	<i>Ulothrix sp.</i>

附录 II

浮游动物种类目录

序号	中文名	拉丁文
	被囊类	
1	红住囊虫	<i>Oikopleura rufescens</i>
	浮游幼体	
2	双壳纲幼体	Bivalvia larvae
3	短尾类幼体	Brachyura larvae
4	蔓足类幼体	Cirripedia larvae
5	桡足类幼体	Copepoda larvae
6	蔓足类腺介幼虫	Cypris larvae
7	仔鱼	Fish larvae
8	长尾类幼体	Macrura larvae
9	多毛类幼体	Polychaeta larvae
	糠虾类	
10	糠虾	Mysidacea sp.
	等足类	

11	等足类	Isopoda sp.
	刺胞动物	
12	镰螳水母属	<i>Zanclaea</i> sp.
	桡足类	
13	克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clausi</i>
14	丹氏纺锤水蚤	<i>Acartia danae</i>
15	小纺锤水蚤	<i>Acartia negligens</i>
16	纺锤水蚤属	<i>Acartia</i> sp.
17	驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>
18	微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>
19	菱大眼水蚤	<i>Corycaeus limbatus</i>
20	尖额谐猛水蚤	<i>Euterpina acutifrons</i>
21	单尾猛水蚤	<i>Harpacticus uniremis</i>
22	分叉小猛水蚤	<i>Idya furcata</i>
23	广布中剑水蚤	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
24	瘦长毛猛水蚤	<i>Macrosetella gracilis</i>
25	小长腹剑水蚤	<i>Oithona nana</i>
26	拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
27	长腹剑水蚤属	<i>Oithona</i> sp.
28	中隆剑水蚤	<i>Oncaea media</i>
29	锦隆剑水蚤	<i>Oncaea ornata</i>
30	小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
31	强额孔雀哲水蚤	<i>Parvocalanus crassirostris</i>
32	刷状伪镖水蚤	<i>Pseudodiaptomus penicillus</i>
33	火腿伪镖水蚤	<i>Pseudodiaptomus poplesia</i>
34	伪镖水蚤属	<i>Pseudodiaptomus</i> sp.
35	叶水蚤属	<i>Sapphirina</i> sp.
36	长刺小厚壳水蚤	<i>Scolecithricella longispinosa</i>
37	缘齿小厚壳水蚤	<i>Scolecithricella nicobarica</i>
38	亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>
39	次真哲水蚤属	<i>Subeucalanus</i> sp.
40	锥形宽水蚤	<i>Temora turbinata</i>
41	歪水蚤属	<i>Tortanus</i> sp.
	十足类	
42	中型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>
	翼足类	
43	强卷螺	<i>Agadina stimpsoni</i>

附录 III

大型底栖生物种类名录

序号	中文名	拉丁文	采泥
	环节动物		
1	腺带刺沙蚕	<i>Neanthes glandicineta</i>	+
2	短须角沙蚕	<i>Ceratonereis costae</i>	+
3	拟突齿沙蚕	<i>Paraleonnates uschakovi</i>	+
4	叶须虫	<i>Phyllodoce</i> sp.	+
5	豪猪杂毛虫	<i>Poecilochaetus hystricosus</i>	+
6	狭细蛇潜虫	<i>Ophiodromus angustifrons</i>	+
7	寡节甘吻沙蚕	<i>Glycinde gurjanvoae</i>	+
8	头吻沙蚕	<i>Glycinde capitata</i>	+
9	白色吻沙蚕	<i>Glycera alba</i>	+
10	花冈钩毛虫	<i>Sigambra hanaokai</i>	+
11	持真节虫	<i>Euclymene annandalei</i>	+
12	背毛背蚓虫	<i>Notomastus</i> cf. <i>aberans</i>	+
13	拟异蚓虫	<i>Parheteromastus tenuis</i>	+
14	智利巢沙蚕	<i>Diopatra chiliensis</i>	+
15	双唇索沙蚕	<i>Lumbrineris cruzensis</i>	+
16	西方拟蛭虫	<i>Amaeana occidentalis</i>	+
17	羽鳃栉虫	<i>Schistocomus hiltoni</i>	+
18	刚鳃虫	<i>Chaetozone setosa</i>	+
19	后稚虫	<i>Laonice cirrata</i>	+
20	鳞腹钩虫	<i>Scolecopsis squamata</i>	+
21	羽鳃奇稚齿虫	<i>Paraprionospio pinnata</i>	+
22	才女虫	<i>Polydora</i> sp.	+
23	尖锥虫	<i>Scoloplos armiger</i>	+
24	不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>	+
	软体动物		
25	亮樱蛤	<i>Nitidotellina</i> sp.	+
26	结蚶（幼体）	<i>Tegillarca nodifera</i> (juvenile)	+
27	光滑河篮蛤	<i>Potamocorbula laevis</i>	+
	节肢动物		
28	长节刀钩虾	<i>Aoroides longimerus</i>	+
29	息铲钩虾	<i>Listriella pauli</i>	+
30	马耳他钩虾	<i>Melita</i> sp.	+
31	中华螺赢蜚	<i>Corophium sinensis</i>	+
32	毛大螯蜚	<i>Grandidierella gilesi</i>	+
33	东方长眼虾	<i>Ogyrides orientalis</i>	+
34	细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>	+
35	猴面蟹（幼体）	<i>Camptandrium</i> sp. (juvenile)	+

	纽形动物		
36	细首纽虫	<i>Cephalothrix</i> sp.	+
	脊椎动物		
37	虾虎鱼科稚鱼	Gobiidae sp. (juvenile)	+

附录IV

潮间带动物种类名录

序号	中文名	拉丁文	高潮带	中潮带	低潮带
	环节动物				
1	光突齿沙蚕	<i>Leonnates persicus</i>	+		
2	拟异蚓虫	<i>Parheteromastus tenuis</i>	+	+	+
3	背毛背蚓虫	<i>Notomastus cf. aberans</i>	+	+	+
4	龙介虫科	Serpulidae sp.	+		
5	蛭龙介科	Terebellidae sp.	+		
6	鳞腹钩虫	<i>Scolelepis squamata</i>	+		
	节肢动物				
7	麦克碟尾虫	<i>Discapseudes mackiei</i>	+	+	+
8	螺赢蜚	<i>Corophium</i> sp.	+		
9	日本毛虾	<i>Acetes japonicus</i>	+		
10	美人虾	<i>Callinassa</i> sp.			+
11	闭口蟹	<i>Cleistostoma</i> sp.		+	
12	长足长方蟹	<i>Metaplax longipes</i>			+
13	双翅目幼虫	Diptera larva	+		
	纽形动物				
14	脑纽虫	<i>Cerebratulina</i> spp.	+	+	
	脊椎动物				
15	稚鱼	Fish juvenile			+

附录V

游泳动物种类目录

序号	中文名	拉丁文
	甲壳类	
	十足目	STOMATOPODA
	虾蛄科	Squillaidae
1	断脊小口虾蛄	<i>Oratosquilla interrupta</i>
2	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>
3	猛虾蛄	<i>Harpisquilla harpax</i>
4	伍氏平虾蛄	<i>Oratosquilla woodmasoni</i>
5	长叉口虾蛄	<i>Oratosquilla nepa</i>

	十足目	DECAPODA
	对虾科	Penaeidae
6	刀额新对虾	<i>Parapenaeopsis cultrirostris</i>
7	哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>
8	亨氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hungerfordi</i>
9	墨吉明对虾	<i>Penaeus merguensis</i>
10	周氏新对虾	<i>Metapenaeus joyneri</i>
	管鞭虾科	Solenoceridae
11	中华管鞭虾	<i>Solenocera crassicornis</i>
	梭子蟹科	Portunidae
12	变态螯	<i>Charybdis variegata</i>
13	钝齿螯	<i>Charybdis hellerii</i>
14	红星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>
15	疾进螯	<i>Charybdis vadorum</i>
16	近亲螯	<i>Charybdis affinis</i>
17	晶莹螯	<i>Charybdis lucifera</i>
18	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>
19	日本螯	<i>Charybdis japonica</i>
20	锈斑螯	<i>Charybdis feriatius</i>
21	远海梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>
22	直额螯	<i>Charybdis truncata</i>
	长脚蟹科	Goneplacidae
23	隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>
	头足类	
	枪形目	TEUTHOIDEA
	枪乌贼科	Loliginidae
24	火枪乌贼	<i>Loligo beka</i>
	鱼类	
	鲽形目	PLEURONECTIFORMES
	舌鳎科	Cynoglossidae
25	斑头舌鳎	<i>Cynoglossus puncticeps</i>
26	大鳞舌鳎	<i>Cynoglossus macrolepidotus</i>
27	短吻红舌鳎	<i>Cynoglossus joyneri</i>
28	长钩须鳎	<i>Paraplagusia bilineata</i>
	鳎科	Soleidae
29	卵鳎	<i>Solea ovata</i>
	鲱形目	CLUPEIFORMES
	鲱科	Engraulidae
30	凤鲚	<i>Coilia mystus</i>
31	高体棱鲱	<i>Thryssa hamiltonii</i>
32	中颌棱鲱	<i>Thryssa mystax</i>
	鲈形目	PERCIFORMES

	鰻科	Leiognathidae
33	颈斑鰻	<i>Leiognathus nuchalis</i>
	带鱼科	Trichiuridae
34	小带鱼	<i>Eupleurogrammus muticus</i>
	鰺科	Teraponidae
35	细鳞鰺	<i>Terapon jarbua</i>
	蓝子鱼科	Siganidae
36	褐蓝子鱼	<i>Siganus fuscenssens</i>
	马鲛科	Polynemidae
37	六指马鲛	<i>Polynemus sextarius</i>
	石首鱼科	Sciaenidae
38	白姑鱼	<i>Pennahia argentata</i>
39	红牙鲷	<i>Otolithes ruber</i>
40	尖头黄鳍牙鲷	<i>Chrysochir aureus</i>
41	截尾白姑鱼	<i>Pennahia anea</i>
42	勒氏枝鳧石首鱼	<i>Dendrophysa russelii</i>
43	皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belangerii</i>
	鱧科	Sillaginidae
44	少鳞鱧	<i>Sillago japonica</i>
	虾虎鱼科	Gobiidae
45	孔虾虎鱼	<i>Trypauchen vagina</i>
46	拉氏狼牙虾虎鱼	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>
47	拟矛尾虾虎鱼	<i>Parachaeturichthys polynema</i>
48	犬牙缙虾虎鱼	<i>Amoya caninus</i>
	鱚科	Callionymidae
49	李氏鱚	<i>Callionymus richardsoni</i>
	鳗鲡目	ANGUILLIFORMES
	海鳗科	Muraenesocidae
50	海鳗	<i>Muraenesox cinereus</i>
	蛇鳗科	Ophichthidae
51	食蟹豆齿鳗	<i>Pisodonophis cancrivorus</i>
52	杂食豆齿鳗	<i>Pisodonophis boro</i>
	鲇形目	SILURIFORMES
	鳗鲶科	Plotosidae
53	线纹鳗鲶	<i>Plotosus lineatus</i>
	鲀形目	TETRAODONTIFORMES
	四齿鲀科	Tetraodontidae
54	棕斑兔头鲀	<i>Lagocephalus spadiceus</i>
	仙女鱼目	AULOPIFORMES
	合齿鱼科	Synodontidae
55	龙头鱼	<i>Harpadon nehereus</i>