中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目

环境影响报告书

（报批稿）

三平环保咨询（北京）有限公司

二〇二〇年九月

中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目

环境影响报告书

（报批稿）

三平环保咨询（北京）有限公司

二〇二〇年九月

打印编号：1583291354000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	88nnf3
建设项目名称	中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目
建设项目类别	49_164干散货（含煤炭、矿石)、件杂、多用途、通用码头
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	中广核新能源港口投资（陆丰）有限公司
统一社会信用代码	91441581MA53RR2R3X
法定代表人（签章）	潘天国
主要负责人（签字）	潘天国
直接负责的主管人员（签字）	蔡贤勇
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	三平环保咨询（北京）有限公司
统一社会信用代码	91110106071662538K
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
李晓斌	2014035110352013110715000189	BH026065	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李晓斌	总论、工程概况、工程分析、环境影响评价结论	BH026065	
李晓明	环境影响预测与评价、环境保护对策措施、工程环境可行性、环境管理与环境监测	BH017194	
林伟龙	区域自然和社会环境现状、海洋环境质量现状调查与评价、陆域环境质量现状调查与评价、环境风险分析与评价、清洁生产、总量控制、环境保护的技术经济合理性	BH026403	

目 录

目 录.....I
1 总论.....1
1.1 评价任务由来与评价目的.....1
1.2 编制依据.....3
1.3 环境功能区划与评价标准.....8
1.4 评价内容与评价等级.....18
1.5 评价范围与评价重点.....22
1.6 污染、非污染控制与环境保护目标.....25
2 工程概况.....29
2.1 项目背景.....29
2.2 项目基本情况.....30
2.3 项目位置.....30
2.4 项目范围.....31
2.5 总平面布置.....31
2.6 水工构筑物.....35
2.7 码头装卸工艺.....67
2.8 导助航设施.....68
2.9 给排水系统及供电系统.....69
2.10 施工方案.....71
2.11 土石方平衡.....85
2.12 工程占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况.....88
2.13 项目用海必要性分析.....94
3 工程分析.....97
3.1 生产工艺与过程分析.....97
3.2 工程各阶段污染源分析.....97
3.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析.....106
3.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别.....107

4 区域自然和社会环境现状.....109
4.1 区域自然环境现状.....109
4.2 自然资源概况.....137
4.3 社会环境概况.....143
5 海洋环境质量现状调查与评价.....150
5.1 水文动力环境现状调查与评价.....150
5.2 地形地貌与冲淤环境影响现状调查与评价.....173
5.3 海水水质现状调查与评价.....176
5.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价.....195
5.5 海洋生物生态环境现状调查及分析.....199
5.6 海洋生物质量现状调查及评价.....242
6 陆域环境质量现状调查与评价.....248
6.1 大气环境.....248
6.2 声环境.....250
7 环境影响预测与评价.....252
7.1 水文动力环境影响预测与评价.....252
7.2 地形地貌与冲淤环境影响分析.....264
7.3 岸滩演变分析.....266
7.4 海水水质环境影响分析.....274
7.5 海洋沉积物影响分析.....278
7.6 海洋生态环境影响预测与评价.....278
7.7 主要环境敏感区影响分析与评价.....286
7.8 大气环境影响预测与评价.....288
7.9 声环境影响预测与评价.....295
7.10 地表水环境影响分析.....298
7.11 地下水环境影响分析.....301
7.12 固体废弃物影响分析.....301
8 环境风险分析与评价.....304
8.1 评价等级.....304

8.2 风险识别.....304
8.3 环境风险事故防范措施.....310
8.4 风险事故应急程序.....312
9 清洁生产.....319
9.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析.....319
9.2 建设项目清洁生产评价.....322
10 总量控制.....324
10.1 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量.....324
10.2 污染物的排放削减方法.....324
10.3 污染物排放总量控制方案与建议.....325
10.4 总量控制指标.....325
11 环境保护对策措施.....326
11.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施.....326
11.2 建设项目各阶段的非污染环境保护对策措施.....330
11.3 建设项目各阶段的生态保护对策措施.....330
11.4 生态修复措施.....332
11.5 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表.....333
12 环境保护的技术经济合理性.....336
12.1 环境保护设施和对策措施的费用估算.....336
12.2 环境保护的经济损益分析.....336
12.3 环境保护的技术经济合理性.....338
13 工程的环境可行性.....339
13.1 海洋主体功能区规划和海洋功能区划的符合性.....339
13.2 海洋生态红线符合性.....347
13.3 其他环境保护相关规划符合性.....350
14 环境管理与环境监测.....360
14.1 环境保护管理计划.....360
14.2 环境监理计划.....360
14.3 环境监测计划.....361

15 环境影响评价结论.....366
15.1 工程分析结论.....366
15.2 环境现状分析与评价结论.....367
15.3 环境影响预测分析与评价结论.....371
15.4 环境风险分析与评价结论.....375
15.5 清洁生产和总量控制结论.....376
15.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论.....377
15.7 区划规划和政策符合性分析.....377
15.8 建设项目环境可行性结论.....377
附录.....379
附件.....422

1 总论

1.1 评价任务由来与评价目的

1.1.1评价任务由来

2016 年国家能源局印发《风电发展“十三五”规划》，规划到 2020 年，全国海上风电开工建设规模达到1000万千瓦，力争累计并网容量达到500万千瓦以上。重点推动江苏、浙江、福建、广东等省的海上风电建设，到 2020 年四省海上风电开工建设规模均达到百万千瓦以上。

2018 年广东省政府工作报告明确提出要推动现代海洋产业集聚区、海洋经济示范区建设，大力发展海工装备等产业，加快布局发展海上风电。

2018 年 4 月 11 日广东省政府印发了《广东省海上风电发展规划（2018-2030）（修编）》，规划全省总装机容量 6685 万千瓦，到 2020 年底，开工建设海上风电装机容量 1200 万千瓦以上，其中建成投产 200 万千瓦以上，到 2030 年底，建成投产海上风电装机容量约 3000 万千瓦，海上风电市场井喷式发展。规模化的开发为带动海上风电装备及服务业发展，实现海上风电全产业链升级提供了良好机遇。

2018 年 7 月 6 日广东省发展和改革委员会发布《广东省能源发展“十三五”规划》，明确到 2020 年风电装机规模达到 800 万千瓦，其中海上风电力争实现开工建设 200 万千瓦、建成投产 100 万千瓦以上。

为响应国家大力发展风电产业的号召，促进我国海上风电核心技术发展，推动海上风电产业链的发展，满足广东省风电发展规划、能源发展规划的需要，解决粤东海上风电建设中风机等大（重）件设备设施的出海运输难、运输成本高的难题，保障粤东海上风电场的运行维护，中广核新能源港口投资（陆丰）有限公司拟投资开展陆丰海洋工程基地水工工程项目，定位于支撑中国广核集团有限公司在粤东地区海上风电的发展兼顾入园企业产品出口需求，目标是形成集技术研发、设备制造、检测认证、建设安装、运行维护为一体的国内乃至国际一流的海上风电工程基地。该项目已纳入广东省发展和改革委员会 2019 年 3 月发布的《广东省 2019 年重点建设项目计划》。

陆丰海洋工程基地项目位于陆丰市碣石镇后埔村陆丰核电一期工程进厂道路东南侧，邻近陆丰核电一期工程。项目用地约 114.2820 公顷，由陆域工程和水工工程组成，规划有风机叶片制造厂区、铸造场区、塔筒/钢管桩生产区、导管架生产区、海缆厂区、辅助设施区、办公/生活区等，并规划建设有专用码头及防波堤，产能规模按达产后年均 50-65 万千瓦配套设备能力规划设计。目前，陆丰海洋工程基地的规划预审、征地已经完成，四个入园企业厂区的工艺设计和平面布局已经完成，厂区建设正在开展，厂区预计 2020 年底建成投产。

本项目为陆丰海洋工程基地项目配套的水工工程，为海洋工程基地主要物料来源和产品运输提供基础条件，本工程拟建设 2 座引桥、2 座码头、3 个泊位、1 座防波堤及相应配套设施，防波堤总长度为 1355m，码头年设计通过能力 144.4 万吨。

本项目施工建设及营运对工程海域海洋水质、沉积物环境、生物生态环境及大气环境、声环境等造成一定影响，根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》的有关要求，本项目在建设前应进行环境影响评价。受中广核新能源港口投资（陆丰）有限公司委托，三平环保咨询（北京）有限公司承担了中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目环境影响评价工作。我公司接受委托后，立即组织项目参评人员对项目周边环境进行了现场踏勘，并收集了工程区域环境质量现状调查资料，对项目建设实施过程中的环境影响进行了综合评估。在此基础上，按照相关法律法规、技术导则及国家、地方环保主管部门要求，编制完成了《中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目环境影响报告书》。

2020 年 3 月 19 日，受广东省生态环境厅委托，广东省环境技术中心在广州市主持召开了《中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目环境影响报告书（送审稿）》专家评审会。根据专家评审意见，我公司对相关内容进行了补充、修改和完善，形成了《中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目环境影响报告书（报批稿）》，可作为生态主管部门审批本项目的依据。

1.1.2评价目的

本次环境影响评价工作的目的是从保护海陆域环境、维护环境生态平衡、推

进生态文明建设及严格控制新污染的角度出发，查明本工程所在区域的环境质量现状及工程特征，分析工程建设期间和营运期间的主要污染源及其开发建设对周围环境可能造成的影响。通过环境影响预测及评价，评估项目建设对周边环境的影响范围和影响程度，据此提出切实可行的控制和减轻环境不利影响的环保措施和建议，反馈于工程后期设计与施工，以减少工程建设而产生的负面环境影响。从环境保护角度论证该项目建设的合理性和可行性，为项目建设和报批提供科学依据。

1.1.3评价对象

本报告环境影响评价对象为陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目拟建设的引桥、码头、防波堤、航道等工程。环境影响评价时段包括项目施工期及营运期，项目退役期拆除施工不做评价。

1.2 编制依据

1.2.1法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》，2014 年 4 月 24 日，第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过，2015 年 1 月 1 日起施行；

（2）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017 年 11 月 4 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议修订；

（3）《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修正；

（4）《中华人民共和国海域使用管理法》，2001 年 10 月 27 日，第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2002 年 1 月 1 日起施行；

（5）《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订；

（6）《中华人民共和国海上交通安全法》，1984 年 1 月 1 日起施行，2016 年 11 月 7 日全国全国人民代表大会常务委员会修订；

（7）《中华人民共和国水污染防治法》，2008 年 6 月 1 日施行，2017 年 6 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订；

（8）《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修正；

（9）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修正；

（10）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2005 年 4 月 1 日起施行，（2016 年 11 月 7 日修改）；

（11）《中华人民共和国清洁生产促进法》，（2012 年修订），2012 年 2 月 29 日第十一届人大常委会第二十五次会议通过，2012 年 7 月 1 日起施行；

（12）《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 6 月 21 日国务院第 177 次常务会议通过修订，2017 年 10 月 1 日起施行；

（13）《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院令第 475 号，2006 年 11 月 1 日起施行，2018 年 3 月 19 日二次修订；

（14）《防治船舶污染海洋环境管理条例》，国务院令第 561 号，2010 年 3 月 1 日起施行，2017 年 3 月 1 日根据《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第五次修订；

（15）《海洋工程环境影响评价管理规定》，2017 年 4 月 27 日，国海规范[2017]7 号；

（16）《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》，交通运输部 2017 年 5 月 17 日经第 8 次会议通过修订，中华人民共和国交通运输部令 2017 年第 15 号；

（17）《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，交通运输部 2019 年 1 月 16 日经第 2 次部务会议通过，中华人民共和国交通运输部令 2019 年第 2 号；

（18）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（国务院令第 645 号，2017 年 4 月 12 日修改）；

（19）关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知（环发〔2013〕86 号）；

（20）《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》（国务院令第 61 号，1990 年 8 月 1 日实施）；

（21）《近岸海域环境功能区管理办法》（国家环保总局第 8 号令，1999 年 12 月 10 日实施）；

（22）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展和改革委员会令第 29 号，2020 年 1 月 1 日实施）；

（23）《交通运输部关于印发<船舶大气污染物排放控制区实施方案>的通知》（交海发〔2018〕168 号）；

（24）《环境影响评价公众参与办法》，（部令 第 4 号），2019 年 1 月 1 日起施行；

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

1.2.2技术规范与标准

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

（3）《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；

（5）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；

（6）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；

（7）《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）（HJ964-2018）；

（8）《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；

（9）《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-1-2011）；

（10）《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)；

（11）《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；

（12）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；

（13）《海洋生态损害评估技术指南（试行）》（国家海洋局，2013 年 8 月）；

（14）《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002 年 4 月）；

（15）《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（海洋出版社，1986 年 3 月 1 日）；

（16）《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）（海洋出版社，

1997 年）；

（17）《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)；

（18）《海洋监测规范》(GB 17378-2007)；

（19）《海水水质标准》（GB3097-1997）；

（20）《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；

（21）《海洋生物质量》（GB18421-2001）；

（22）《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）；

（23）《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；

（24）《大气污染物排放限值》（DB44/27—2001）；

（25）《大气污染物综合排放标准详解》（中国环境科学出版社，1997 年）；

（26）《环境空气质量监测规范（试行）》，（2007 年 1 月 19 日）；

（27）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

（28）《声环境质量标准》（GB3096-2008）；

（29）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

（30）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；

（31）《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及修改单；

（32）《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）。

1.2.3功能区划与相关规划

（1）《全国海洋主体功能区规划》；

（2）《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》；

（3）《广东省海洋主体功能区规划》；

（4）《广东省海洋功能区划》（2011-2020 年）；

（5）《广东省海洋生态红线》；

（6）《广东省环境保护“十三五”规划》；

（7）《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》；

（8）《广东省近岸海域环境功能区划》；

（9）《汕尾市环境保护“十三五”规划》；

（10）《汕尾市城市总体规划（2011-2020 年）》；

（11）《汕尾港总体规划》；

（12）《汕尾港陆丰港区规划调整方案（报批稿）》；

（13）《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127 号）；

（14）《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020 年）》。

1.2.4工程技术文件

（1）《陆丰海洋工程基地水工工程工程可行性研究报告（送审稿）》，中交四航局港湾工程设计院有限公司，2019 年 12 月；

（2）《陆丰海洋工程基地水工工程岩土工程勘察报告（可行性研究阶段）》，中交四航局港湾工程设计院有限公司，2018 年 10 月；

（3）《中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目初步设计（审查版）》，中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2019 年 11 月；

（4）《陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目通航水域岸线安全使用技术评估报告（送审稿）》，广州嘉汶水上工程技术服务有限公司，2019 年 12 月；

（5）《中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目海域使用论证报告书（报批稿）》，广东海兰图环境技术研究有限公司，2020 年 1 月；

（6）《汕尾市近岸海域严格控制区（陆丰海洋工程基地段）调整可行性研究报告（报批稿）》，广东智环创新环境科技有限公司，2020 年 8 月；

（7）《陆丰海洋工程基地项目防波堤工程岸滩演变研究》，珠江水利委员会珠江水利科学研究院，2019 年 7 月；

（8）《汕尾海洋工程基地（陆丰）公共区域配套可行性研究报告》，上海杰筑规划设计股份有限公司，上海杰筑工程咨询有限公司，2019 年 11 月；

（9）《广东陆丰核电一期工程环境影响报告书（建造阶段）》，中广核陆丰核电有限公司，2014 年 6 月；

（10）《中广核汕尾甲子一海上风电场项目环境影响报告书》，浙江省环境科技有限公司，2019 年 10 月；

（11）《汕尾明阳新能源科技有限公司建设项目环境影响报告表》，深圳市广佳境环保科技有限公司，2019 年 9 月；

（12）《钦州港三墩南区海块 09 海洋环境影响报告书》，海南寰亚生态环境工程咨询有限公司 ，2017 年 8 月；

（13）建设单位提供的其他有关资料。

1.3 环境功能区划与评价标准

1.3.1环境功能区划

1.3.1.1 海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，工程位于广东省海洋功能区划中的“田尾山-石碑山农渔业区”。项目邻近海域的海洋功能区划主要有：“田尾山工业与城镇用海区”、“湖东-甲子工业与城镇用海区”。

项目与广东省海洋功能区划位置关系图见图 1.3.1-1，项目所在及周边海域海洋功能区海域使用及环境保护要求见表 1.3.1-1、1.3.1-2。

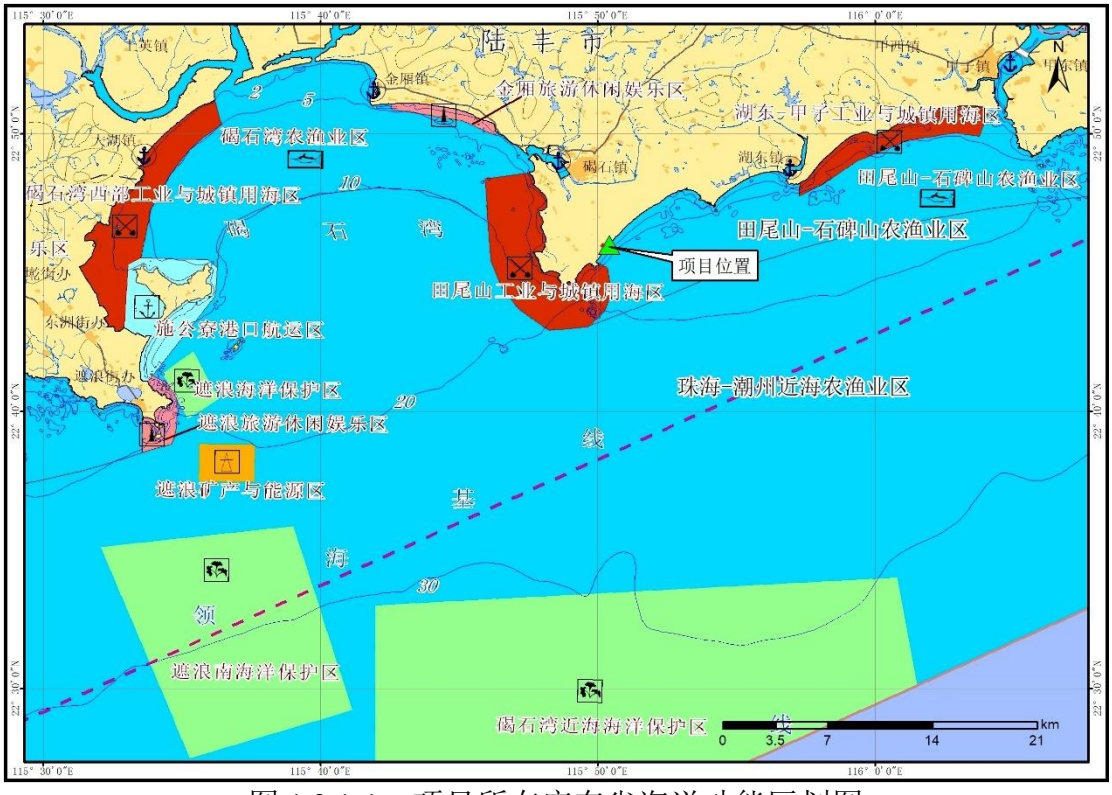


图 1.3.1-1　项目所在广东省海洋功能区划图

表 1.3.1-1　本项目所在海域海洋功能区划登记表

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围（东经、北纬）	功能区类型	面积（公顷）岸段长度（米）	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
130	A1-17	田尾山-石碑山农渔业区	汕尾市、揭阳市	东至:116°30′23″ 西至:115°49′43″ 南至:22°43′05″ 北至:22°59′33″	农渔业区	44281 128331	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 严格保护石碑山角领海基点； 3. 保障神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海需求，保障防灾减灾体系建设用海需求； 4. 适当保障后湖、石碑山角等旅游娱乐用海需求； 5. 适当保障港口航运用海需求； 6. 经严格论证后，适当保障海上风电用海需求； 7. 严禁在曲清河、瀛江、隆江等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能，维持航道畅通； 8. 合理控制养殖规模和密度； 9. 保障国防安全用海需求。	1. 保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统，保护龙虾、鲍、蚝、海龟、海胆等重要渔业品种； 2. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 3. 加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 4. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

表 1.3.1-2　本项目周边海域海洋功能区划登记表

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围（东经、北纬）	功能区类型	面积（公顷）岸段长度（米）	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
127	A1-16	碣石湾农渔业区	汕尾市	东至:115°49′00″ 西至:115°31′21″ 南至:22°45′11″ 北至:22°54′24″	农渔业区	17434 91757	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求； 3. 保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海； 4. 经过严格论证，保障核电等工业发展的用海需求； 5. 严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海； 6. 合理控制养殖规模和密度； 7. 维护河口海域防洪纳潮功能，维持航道畅通。	1. 保护碣石湾生态环境； 2. 保护鲍、海马等重要渔业品种； 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； 4. 加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 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。
129	A3-26	田尾山工业与城镇用海区	汕尾市	东至:115°50′30″ 西至:115°45′56″ 南至:22°42′55″ 北至:22°48′35″	工业与城镇用海区	4183 15382	1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2. 保障核电用海需求，在基本功能未利用前，保留浅海增养殖等渔业用海； 3. 适当保障港口航运用海需求； 4. 围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 5. 工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响； 6. 加强对围填海、温排水的动态监测和监管。	1. 加强海洋环境监测，建立完善的应急体系； 2. 基本功能未利用前，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； 3. 工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
220	B1-2	珠海-潮州近海农渔业区	珠海市、深圳市、惠州市、汕尾市、揭阳市、汕头市、潮州市	东至:117°31′36″ 西至:114°26′02″ 南至:21°49′34″ 北至:23°35′10″	农渔业区	1272845 0	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 禁止炸岛等破坏性活动； 3. 40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序； 4. 经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求； 5. 优先保障军事用海需求。	1. 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道； 2. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

1.3.1.2 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127 号），“碣石港口工业用海功能区”，识别号 405B，主要功能为港口、工业，水质目标为三类。



图 1.3.1-2　项目所在广东省近岸海域环境功能区划图

项目所在及周边广东省近岸海域环境功能区划主要功能及目标水质见表 1.3.1-3。

表 1.3.1-3　本项目所在及周边近岸海域环境功能区划登记表

标识号	行政区	功能区名称	范围	平均宽度	长度	主要功能	水质目标	备注
403	汕尾市	湖东养殖区、渔业区	甲子山尾至三洲澳		20	渔业	二	
405A	汕尾市	田尾山生态功能区	三洲澳至沈厝地	1.2	4.5	海洋生态保护	二	
405B	汕尾市	碣石港口工业用海功能区	沈厝地至田尾山	3.0	13.5	港口、工业	三	控制点坐标分别为： A：115°51'46.37"、22°47'15.96" B：115°52'37.74"、22°46'55.08" C：115°53'20.10"、22°46'36.56" D：115°51'58.95"、22°44'35.35" E：115°49'35.30"、22°43'20.06" P：115°49'37.66"、22°43'56.64" O：115°49'42.57"、22°45'14.90"
406A	汕尾市	碣石浅澳港口、工业功能区	田尾山至西澳农场	1.5	11	港口、工业	三	控制点坐标分别为： O：115°49'42.57"、22°45'14.90" P：115°49'37.66"、22°43'56.64" I：115°46'55.81"、22°45'45.45" J：115°48'01.91"、22°45'54.80"
406B	汕尾市	碣石浅澳工业功能区	田尾山至西澳农场	2.8	7.5	工业	三	控制点坐标分别为： P：115°49'37.66"、22°43'56.64" E：115°49'35.30"、22°43'20.06" F：115°47'39.96"、22°43'39.81" G：115°46'8.35"、22°44'16.76" H：115°46'9.88"、22°45'38.66" I：115°46'55.81"、22°45'45.45"
406-1	汕尾市	陆丰核电厂冷却水排污稀释混合区	冷排水口周围海域	0.4	0.8	排污稀释混合区	/	控制点坐标分别为： K：115°48'23.17"、22°44'05.46" L：115°48'51.66"、22°44'05.46" M：115°48'51.66"、22°43'52.52" N：115°48'23.17"、22°43'52.52"
407	汕尾市	金厢盐业、养殖、旅游区	西澳农场至金厢角	2.2	12	盐业、养殖、旅游	二	

1.3.1.3 大气环境功能区划

项目所在区域尚未划定大气环境功能区划，经过管理部门确认（附件 2），根据《汕尾市环境保护规划纲要（2008-2020 年）》（汕府（2010）62 号），本项目所在区域属于二类环境空气功能区。执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准。

1.3.1.4 声环境功能区划

项目所在地尚未划定声环境功能区划，经过管理部门确认（附件 2），项目主要功能为物流运输，可执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）的 3 类标准。

1.3.2环境质量标准

1.3.2.1 海域水质及生态质量标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》对项目所在及邻近海区的功能定位，确定“田尾山-石碑山农渔业区”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。田尾山工业与城镇用海区，基本功能未利用前，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；工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。湖东-甲子工业与城镇用海区，基本功能未利用前，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；工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

根据《广东省近岸海域环境功能区划》及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》，确定碣石港口工业用海功能区、碣石浅澳港口工业功能区、碣石浅澳工业功能区均执行海水水质三类标准。

海洋生物质量中鱼类、甲壳类和软体类样品残毒（除石油烃外）的评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；海洋生物质量中贝类样品残毒采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的相关标准进行评价。

相应标准限值见表 1.3.2-1~1.3.2-4。

表 1.3.2-1　海水水质标准 单位：mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH（无量纲）	7.8～8.5		6.8～8.8	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Cd≤	0.001	0.005	0.01	0.01
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	0.050
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
As≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
硫化物≤	0.02	0.05	0.10	0.25

表 1.3.2-2　沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞（$\times10^{-6}$） ≤	0.20	0.50	1.00
2	镉（$\times10^{-6}$） ≤	0.50	1.50	5.00
3	铅（$\times10^{-6}$） ≤	60.0	130.0	250.0
4	锌（$\times10^{-6}$） ≤	150.0	350.0	600.0
5	铜（$\times10^{-6}$） ≤	35.0	100.0	200.0
6	铬（$\times10^{-6}$） ≤	80.0	150.0	270.0
7	砷（$\times10^{-6}$） ≤	20.0	65.0	93.0
8	有机碳（$\times10^{-2}$） ≤	2.0	3.0	4.0
9	硫化物（$\times10^{-6}$） ≤	300.0	500.0	500.0
10	石油类（$\times10^{-6}$） ≤	500.0	1000.0	1500.0

表 1.3.2-3　海洋贝类生物（双壳）质量标准值（鲜重）单位：mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞 ≤	0.05	0.10	0.30
2	镉 ≤	0.2	2.0	5.0
3	铅 ≤	0.1	2.0	6.0
4	铬 ≤	0.5	2.0	6.0
5	砷 ≤	1.0	5.0	8.0
6	铜 ≤	10	25	50（牡蛎 100）
7	锌 ≤	20	50	100（牡蛎 500）
8	石油烃 ≤	15	50	80

表 1.3.2-4　非双壳贝类生物生物质量评价标准（鲜重）单位：mg/kg

生物类别	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
软体动物	≤0.30	≤100	≤10.0	≤5.5	≤250	≤20
甲壳动物	≤0.20	≤100	≤2.0	≤2.0	≤150	≤20
鱼 类	≤0.30	≤20	≤2.0	≤0.6	≤40	≤20

1.3.2.2 大气环境质量标准

评价区域空气环境执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)的二级标准，非甲烷总烃参照执行《大气污染物综合排放标准详解》中的小时质量标准，详见表1.3.2-5。

表 1.3.2-5　环境空气质量标准

污染物	取值时间	浓度限值	单位	标准来源
SO_2	年平均	60	μg/m³	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准
	24 小时平均	150		
	小时平均	500		
NO_2	年平均	40		
	24 小时平均	80		
	小时平均	200		
CO	24 小时平均	4	mg/m³	
	小时平均	10		
O_3	日最大 8 小时平均	160	μg/m³	
	小时平均	200		
PM_{10}	年平均	70		
	24 小时平均	150		
$PM_{2.5}$	年平均	35		
	24 小时平均	75		
非甲烷总烃	小时浓度	2	mg/m³	《大气污染物综合排放标准详解》

1.3.2.3 声环境质量标准

本项目所在区域未划定声环境功能区划，根据声环境功能区划技术规范，本项目所在各边界内执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类标准，具体标准限值详见表 1.3.2-6。

表 1.3.2-6　声环境质量标准 单位：dB(A)

区域	类　别	昼　间	夜　间
项目各边界	3	65	55

1.3.2.4 土壤环境质量标准

本项目用地性质为其他设施用地，基本因子评价标准采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中表 1 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目）中第二类用地的筛选值进行评价。

表 1.3.2-7　建设用地土壤污染风险筛选值表

序号	污染物项目	单位	筛选值	序号	污染物项目	单位	筛选值
			第二类用地				第二类用地
1	砷	mg/kg	60	24	1，2，3-三氯丙烷	mg/kg	0.5
2	镉	mg/kg	65	25	氯乙烯	mg/kg	0.43
3	铬（六价）	mg/kg	5.7	26	苯	mg/kg	4
4	铜	mg/kg	18000	27	氯苯	mg/kg	270
5	铅	mg/kg	800	28	1，2-二氯苯	mg/kg	560
6	汞	mg/kg	38	29	1，4-二氯苯	mg/kg	20
7	镍	mg/kg	900	30	乙苯	mg/kg	28
8	四氯化碳	mg/kg	2.8	31	苯乙烯	mg/kg	1290
9	氯仿	mg/kg	0.9	32	甲苯	mg/kg	1200
10	氯甲烷	mg/kg	37	33	间二甲苯+对二甲苯	mg/kg	570
11	1，1-二氯乙烷	mg/kg	9	34	邻二甲苯	mg/kg	640
12	1，2-二氯乙烷	mg/kg	5	35	硝基苯	mg/kg	76
13	1，1-二氯乙烯	mg/kg	66	36	苯胺	mg/kg	260
14	顺-1，2-二氯乙烯	mg/kg	596	37	2-氯酚	mg/kg	2256
15	反-1，2-二氯乙烯	mg/kg	54	38	苯并[a]蒽	mg/kg	15
16	二氯甲烷	mg/kg	616	39	苯并[a]芘	mg/kg	1.5
17	1，2-二氯丙烷	mg/kg	5	40	苯并[b]荧蒽	mg/kg	15
18	1，1，1，2-四氯乙烷	mg/kg	10	41	苯并[k]荧蒽	mg/kg	151
19	1，1，2，2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	42	䓛	mg/kg	1293
20	四氯乙烯	mg/kg	53	43	二苯并[a，h]蒽	mg/kg	1.5
21	1，1，1-三氯乙烷	mg/kg	840	44	茚并[1，2，3-cd]芘	mg/kg	15
22	1，1，2-三氯乙烷	mg/kg	2.8	45	萘	mg/kg	70
23	三氯乙烯	mg/kg	2.8	46	石油烃（C_{10}-C_{40}）	mg/kg	4500

1.3.3污染物排放标准

（1）废水

施工期及营运期船舶机舱油污水严禁排海，待船舶靠岸后交由有处理能力的单位处理，执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）。

施工期船舶生活污水上岸后采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理处置，不直接外排。营运期船舶污水排入化粪池预处理后，排入市政污水管网，然后进入海工基地污水处理厂进一步处理，不直接外排。如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处

理。

项目陆域部分设置化粪池，员工生活污水经化粪池处理后，排入市政污水管网，然后进入海工基地污水处理厂处理处置，不直接外排。

（2）废气

施工期无组织排放的扬尘执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001)中的第二时段二级标准的要求，见表 1.3.3-1。

表 1.3.3-1　新污染源大气污染物排放限值 单位：mg/m^3

项目	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度(mg/m^3)
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0

本项目港区作业设备尾气（SO_2、NO_2）排放执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中的第二时段无组织排放浓度限值标准，详见表 1.3.3-2。

表 1.3.3-2　大气污染物排放限值（第二时段）无组织标准

污染物	无组织排放监控浓度限值
SO_2	$0.5g/m^3$
NO_2	$0.15mg/m^3$

（3）噪声

①施工期

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），限值见表 1.3.3-3。

表 1.3.3-3　建筑施工场界环境噪声排放限值 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

②营运期

营运期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准，具体标准值见表 1.3.3-4。

表 1.3.3-4　工业企业厂界环境噪声排放限值 单位：dB(A)

类别	昼间	夜间
3	65	55

（4）固体废物

施工期及营运期船舶生活垃圾袋装化后交由环卫部门处理，执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018），施工期及营运期工业垃圾统一收集，上岸后统一拉去垃圾消纳场处理，执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及修改单。

废水污染物排放标准见表 1.3.3-5，固体废物污染物排放标准见表 1.3.3-6。

表 1.3.3-5　废水污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	标准值/排放控制要求	适用对象
船舶含油污水	《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）	/	利用船载收集装置收集，排入接收设施；或利用船载生活污水处理装置处理，达到 COD≤125mg/L，SS≤35 mg/L，BOD_5≤25 mg/L，耐热大肠菌群数≤1000 个/L。	施工期及营运期船舶
事故水	广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）	第二时段一级标准	pH6-9、COD_{Cr}≤90 mg/L、BOD_5 ≤20 mg/L、SS ≤60 mg/L、NH_3-N≤10 mg/L、石油类≤5.0 mg/L	营运期码头

注：生活污水排放控制要求不含 2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶。

表 1.3.3-6　固体废物排放标准

污染物	采用标准	排放控制要求	适用对象
垃圾	《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）	塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、食品废弃物收集并排入接收设施。	施工期及营运期船舶生活垃圾
	《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及修改单	统一收集后处理	施工期及营运期作业阶段产生的工业垃圾

1.4 评价内容与评价等级

1.4.1评价内容

根据对拟建工程及周围环境情况的初步分析，确定本项目评价内容：总论、建设项目工程分析、区域环境概况、环境影响预测与分析、污染综合防治措施、环境经济损益分析、环境管理与环境监测计划、结论与建议。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19458-2014）表 1，结合本项目的建设内容，确定本项目评价内容包括海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋地形地貌与冲淤环境、海洋水文动力环境、环境风险及其他评价内容。具体见表 1.4-1。

表 1.4-1　海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

建设项目类型和内容	环境影响评价内容						
	海水水质环境	海洋沉积物环境	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	海洋水文动力环境	环境风险	其他评价内容
围填海、海上堤坝工程：城镇建设填海…….滩涂改造等工程；人工岛、围海、滩涂围隔….等工程；需围填海的码头等工程，挖入式港池、船坞和码头等；**海中筑坝、护岸、围堤（堰）、防波（浪）堤……等工程**	★	★	★	★	★	★	☆
其他海洋工程：工程基础开挖，**疏浚、**冲（吹）填等工程，海中取土（砂）等工程；水下炸礁（岩），爆破挤淤，海上和海床爆破等工程；污水海洋处置（污水排海）工程等；海上水产品加工等工程	★	★	★	★	☆[d]	★	☆

★为必选环境影响评价内容；
☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容；
☆[d] 当工程内容包括需要填海的码头、挖入式港池（码头）、疏浚、冲（吹）填、海中取土（沙）等影响水文动力环境时，应将水文动力环境列为必选评价内容；
其他评价内容中包括放射性、电磁辐射、热污染、大气、噪声、固废、景观、人文遗迹等评价内容。

1.4.2评价等级

1.4.2.1 海洋评价工作等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19458-2004）表 2，结合本项目的建设内容，确定本项目重点评价内容涉及的环境影响要素评价工作等级分别为：水文动力环境 1 级；海洋水质环境 1 级；海洋沉积物环境 2 级；海洋生态和生物资源环境 1 级。各单项环境影响评价要素的评价工作等级见表 1.4-2。

表 1.4-2　海洋工程环境影响评价工作等级

工程类型和工程内容	**工程规模**	**工程所在海域生态环境类型**	**水文动力环境**	**水质环境**	**沉积物环境**	**生态和生物资源环境**
海上堤坝工程；海中筑坝、围堤（堰）、**防波（浪）堤**……等工程……	长度 2km~1km	生态环境敏感区	1	2	2	1
水下基础开挖等工程；**疏浚、**冲	开挖、疏浚、冲		2	1	2	1

（吹）填等工程；……	（吹）填、倾倒量大于 300×10^4m^3~50×10^4m^3					
综合评价等级			1	1	2	1

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》表 3，确定地形地貌及冲淤环境评价等级见表 1.4-3。

表 1.4-3　海洋地形与冲淤环境影响评价等级依据

等级	工程类型和工程内容
2	面积 50×10^4m^2~30×10^4m^2 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km)等工程；其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生轻微冲刷、淤积的工程项目

根据本工程涉海工程内容和规模，确定本项目海洋地形与冲淤环境评价等级均为 2 级。

1.4.2.2 大气环境评价等级

经筛选，本项目主要大气污染物为船舶废气，主要为 SO_2 和 NO_X。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中关于大气环境影响评价等级的划分原则，计算本项目建成后主要污染物 SO_2 和 NO_X 的最大地面浓度占标率 P_i（第 i 个污染物），及第 i 个污染物的地面浓度达到标准限值 10%时所对应的最远距离 $D_{10\%}$。其中 P_i 定义为：

$$P_i = C_i/C_{oi}\times 100\%$$

式中：P_i—第 i 个污染物的最大地面浓度占标率，%；

C_i—采用估算模式计算出的第 i 个污染物的最大地面浓度，mg/m^3

C_{0i}—第 i 个污染物的环境空气质量标准，mg/m^3。

其中 C_{0i} 一般选用《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中 1 小时平均取样时间的二级标准的浓度限值。对于没有小时浓度限值的污染物，可取日平均浓度限值的三倍值；对该标准中未包含的污染物，可参照附录 D 中的浓度限值，对上述标准中都未包含的污染物，可参照选用其他国家、国际组织发布的环境质量浓度限值或基准值，但应作出说明，经生态环境主管部门同意后执行。对仅有 8h 平均质量浓度限值、日平均质量浓度限值或年平均质量浓度限值的，可分别按 2 倍、3 倍、6 倍折算为 1h 平均质量浓度限值。

大气环境评价工作等级划分依据见下表 1.4-4。

表 1.4-4　大气环境评价工作等级划分依据

评价工作等级	评价工作分级判据
一级	P_{max}≥10%
二级	1%≤P_{max}＜10%
三级	P_{max}<1%

估算结果详见表 1.4-5。

表 1.4-5　估算模式下各污染物的最大地面浓度

污染源	污染物	P_{max}	$D_{10\%}$
船舶排气筒	SO_2	1.63%	/
	NO_X	1.14%	/

由估算结果可以看出，各污染物的最大落地浓度占标率 P_{max} 最大为 1.63%，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）分级判据，确定本项目大气环境影响评价工作等级为二级，不需要进行进一步预测与评价，只对污染物排放量进行核算。

1.4.2.3 水环境评价等级

本项目废水主要为船舶生活污水、船舶含油废水和陆域员工生活污水。陆域生活污水经化粪池处理后，排入市政污水管网，然后进入海工基地污水处理厂处理处置；施工期船舶生活污水上岸后采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理处置；营运期船舶生活污水排入化粪池预处理后，排入市政污水管网，然后进入海工基地污水处理厂进一步处理，如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。船舶含油污水按照《船舶水污染物排放控制标准》达标排放或由有能力接受单位收集处理。

项目水环境评价等级定为三级 B。

1.4.2.4 声环境影响评价等级

本项目所在功能区属于适用《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定中的 3 类区，依据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），项目声环境影响评价等级为三级。

1.4.2.5 地下水评价等级

本项目属于干货码头，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，本项目类别为IV类，该类建设项目不开展地下水环境影响评价。

因此，本次评价对扩建工程施工期、营运期可能对地下水环境的影响进行简单分析，并提出相应的环境影响减缓措施。

1.4.2.6 生态环境评价等级

本项目占地约为 0.03km^2，占地范围内不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区，属于一般区域。按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）中有关评价等级划分的原则与方法，确定生态环境评价等级为三级。

根据《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-1-2011）中表 3.2.3-2 河港工程评价等级划分表要求，本项目属于环境一般区域，故生态环境评价等级为三级。

1.4.2.7 环境风险评价等级

本项目危险物质影响环境的途径主要为地表水环境，主要风险物质为船舶燃料油。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169－2018）附录 B 附录 C 及附录 D，本项目危险物质与工艺系统危害性（P）的等级判断时，项目靠泊船舶燃油最大携带量按 100t 算，柴油的临界量为 2500t，危险物质数量与临界量比值 Q=0.04＜1，直接判断该项目环境风险潜势为I。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目评价等级为简单分析。

1.5 评价范围与评价重点

1.5.1评价范围

1.5.1.1 海域评价范围

项目海域评价范围以项目可能影响到的范围为主，同时综合考虑工程特点、污染物特性、污染物种类以及承受的载体。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》的相关规定：海洋水文动力环境 1 级评价范围垂向距离一般不小于 5km；纵向距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。海洋水质环境评价范围应能覆盖建设项目的环境影响所及区域，并能充分满足水质环境影响评价的要求。海洋生态环境的调查评价范围，主要依据被评价区域及周边区域的

生态完整性确定，1 级评价以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围，扩展距离一般不能小于（8～30）km。沉积物环境影响评价范围与海水水质、海洋生态和生物资源的评价范围保持一致。结合项目区海洋环境特征，确定本项目环境影响评价范围为：以工程为边界，向东、西、南、北方向各扩展 15km 与海岸线围闭区域。评价范围控制点坐标参见表 1.5-1，评价范围见图 1.5-1。

表 1.5-1　评价范围拐点坐标

拐点	经度	纬度	备注
A	115°41'54.32"	22°50'56.24"	WGS-84 坐标系
B	115°42'3.44"	22°37'55.20"	
C	115°59'47.31"	22°38'9.20"	
D	115°59'56.91"	22°49'44.17"	

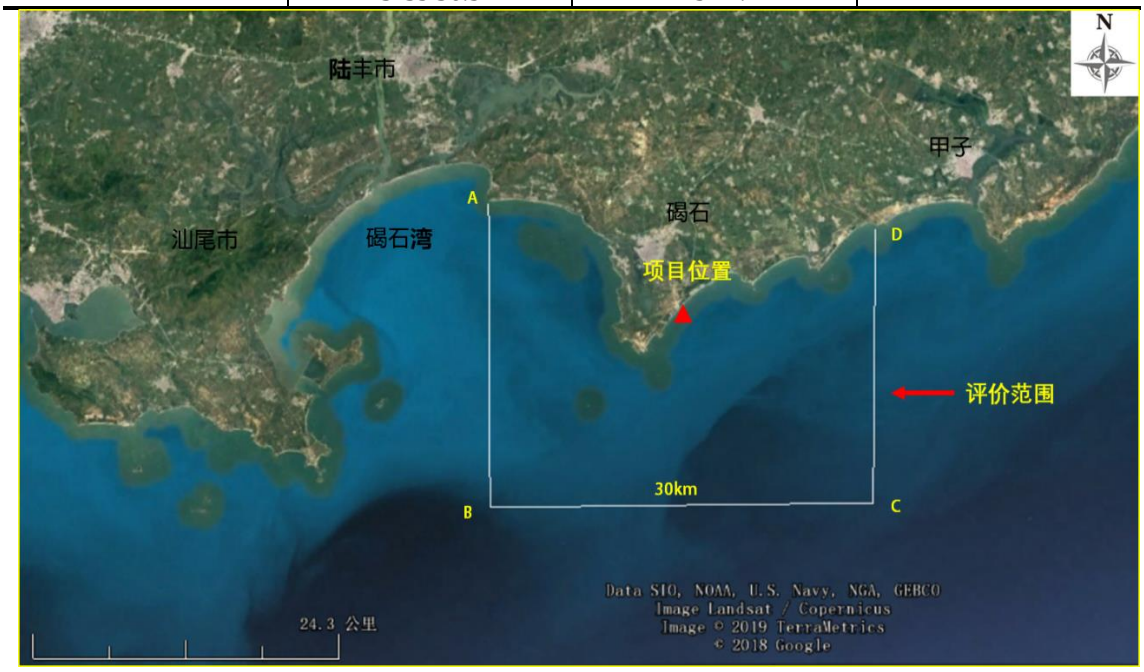


图 1.5-1　本项目环境影响评价范围示意图

1.5.1.2 陆域评价范围

（1）环境空气：确定以船舶停靠码头为中心，边为 5km 的矩形范围内的陆域部分。

（2）噪声：声环境为码头陆域边界外 1m。

（3）生态环境：陆域生态环境影响评价范围为项目占地区。

（4）风险评价：项目风险评价范围按地表水、地下水、大气分别进行评价分析，其中：地表水：根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169－2018）及《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目为涉及地表水环境风险的三级 B 评价项目；地下水：根据《环境影响评价技术导则 地下水》

（HJ610-2016）附录 A，本项目为IV类项目，不进行地下水影响评价；大气：项目不涉及大气风险。

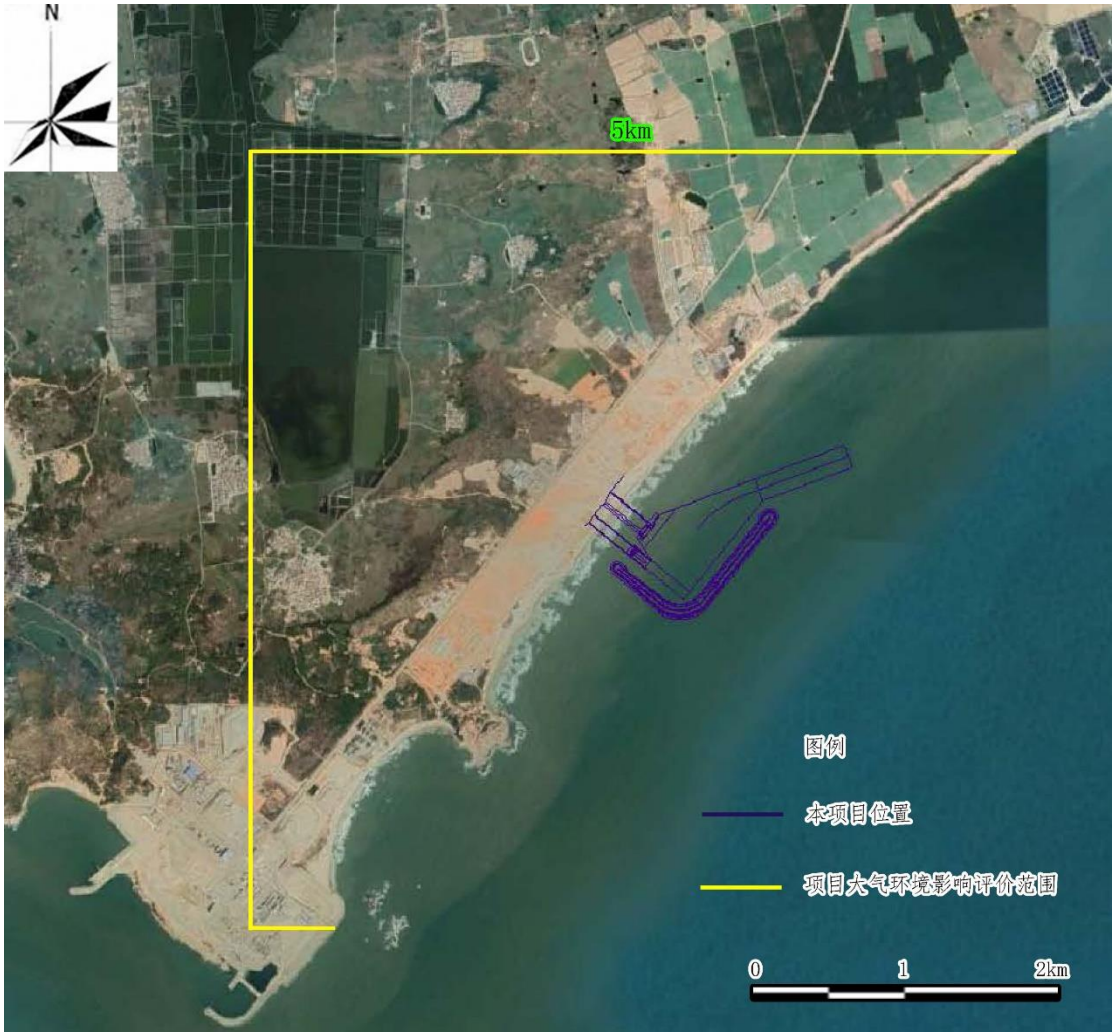


图 1.5-2　本项目大气环境影响评价范围示意图

1.5.2评价重点

依据本工程特点和周边环境特征，结合本工程环境影响因素和环境影响因子的识别结果，确定本工程的环境影响评价重点为涉海区域，主要包括以下内容：

（1）工程与海洋主体功能区规划、海洋功能区划、海洋生态红线、海洋环境保护规划、港口总体规划等相关规划的符合性分析；

（2）对水文动力、地形地貌与冲淤环境、水质环境、沉积物环境、海洋生态环境、生物质量及渔业资源、大气环境及声环境等环境质量现状进行调查；

（3）码头桩基施工、港池航道疏浚、防波堤建设所搅起的海底悬浮泥沙对工程周围海水水质、沉积物、海洋生态环境及渔业资源的影响；

（4）码头建设、港池航道疏浚、防波堤建设对工程所在海域的水文动力、地形地貌和冲淤环境的影响；

（5）风险事故对海洋环境和环境敏感目标的影响分析；

（6）环境保护措施及风险防范措施可行性分析。

1.6 污染、非污染控制与环境保护目标

1.6.1污染、非污染控制目标

（1）污染控制目标

本工程污染控制目标是工程投产后确保所产生的各种污染物均能达标排放。本工程建设、营运期间产生的主要污染物包括施工悬浮泥沙、生活污水、船舶油污水、生产垃圾和生活垃圾等，这些污染物均为污染控制的主要对象。根据有关标准及工程所在海域的环境功能要求，污染控制目标要求如下：

施工悬浮泥沙：通过优化施工方案，控制施工范围，尽量减轻工程建设对海洋水质和海洋生态环境的影响；

生活污水：施工期及营运期船舶生活污水收集后统一上岸处理，施工人员及工作人员生活污水依托陆上处理设施处理；

船舶油污水：施工及营运期船舶机舱含油污水由有处理能力的单位接收处理，禁止排海；

生产垃圾及生活垃圾：施工期及营运期生活垃圾袋装化后交由环卫部门处理；生产垃圾可回收的尽量回收综合利用，其余则集中收集后运送到指定进驻垃圾消纳场处理；

事故溢油：加强管理，避免事故溢油事件的发生。

（2）非污染控制目标

本工程非污染控制目标包括：控制工程建设对水交换能力、地形地貌及冲淤环境的改变程度；降低工程建设、运行及风险事故对海洋生物生态资源生境条件影响等。

1.6.2环境保护目标

根据工程所在区域环境状况、工程的环境影响因素和影响方式，施工期和营

运期环境敏感区、环境敏感目标见表 1.6-1，海洋环境保护目标分布图见图 1.6-1~图 1.6-3，陆域环境保护目标分布图见图 1.6-4。

表 1.6-1　环境保护目标一览表

类别		名称	所在方位	距离	规模	主要保护对象/保护级别
海域	自然岸线保有	金厢港砂质岸线	NW	18.6km	长度 5709m	砂质岸线
		金厢角砂质岸线	NW	7.9km	长度 13080m	砂质岸线
		浅澳港砂质岸线	W	3.5km	长度 12109m	砂质岸线
		湖东港砂质岸线	占用	占用	长度 19521m	砂质岸线
		长湖村砂质岸线	E	11.8km	长度 4493m	砂质岸线
	海洋生态红线	碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区	SW	14.8km	面积 210.29km^2	海马生物资源及海域生态环境
		金厢重要渔业海域限制类红线区	NW	8.8km	面积 26.16km^2	渔业资源及海域生态环境
		金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	NW	8.0km	面积 4.93km^2	砂质岸线
		湖东重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区	E	11.3km	面积 0.97km^2	沙滩
	人工鱼礁区	金厢南人工鱼礁区	NW	11.0km	面积 375 公顷	渔业资源
		湖东三洲澳人工鱼礁区	E	5.0km	面积 615 公顷	渔业资源
	三场一通道	南海北部幼鱼繁育场保护区	占用	占用		幼鱼繁育场
		南海幼鱼幼虾保护区	占用	占用		幼鱼幼虾
	高位养殖		E	3.8km		高位养殖
陆域	大气环境	钟厝	NW	1.0km	22 户，70 人	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准
		林厝	NW	1.3km	12 户，40 人	
		张厝	NW	1.6km	25 户，80 人	
		沈厝地	NW	1.6km	32 户，105 人	
		后埔村	W	1.7km	55 户，170 人	
		赤坎头	W	1.8km	18 户，55 人人	

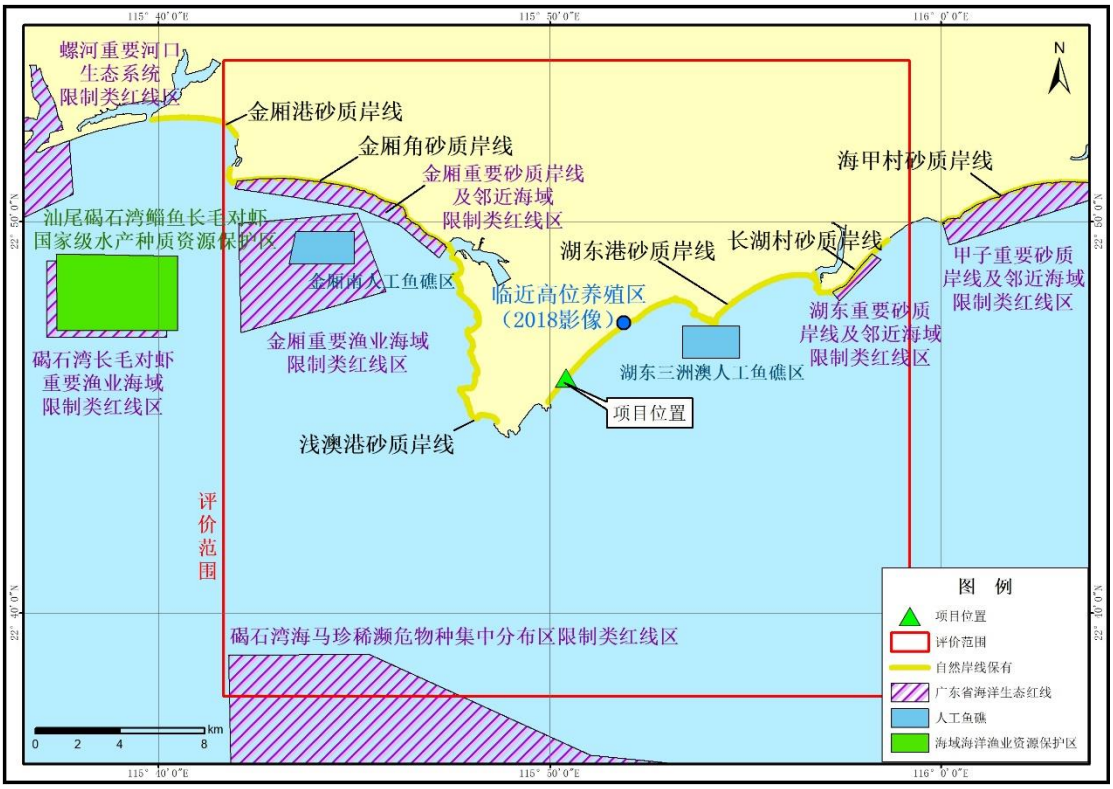


图 1.6-1　项目周边海域环境保护目标分布图



图 1.6-2　项目所在南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

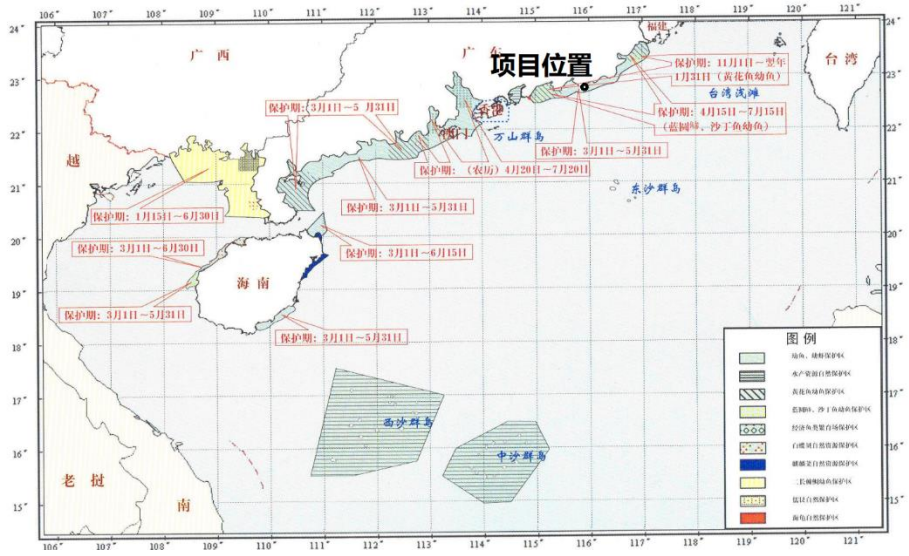


图 1.6-3　项目所在南海幼鱼幼虾保护区示意图

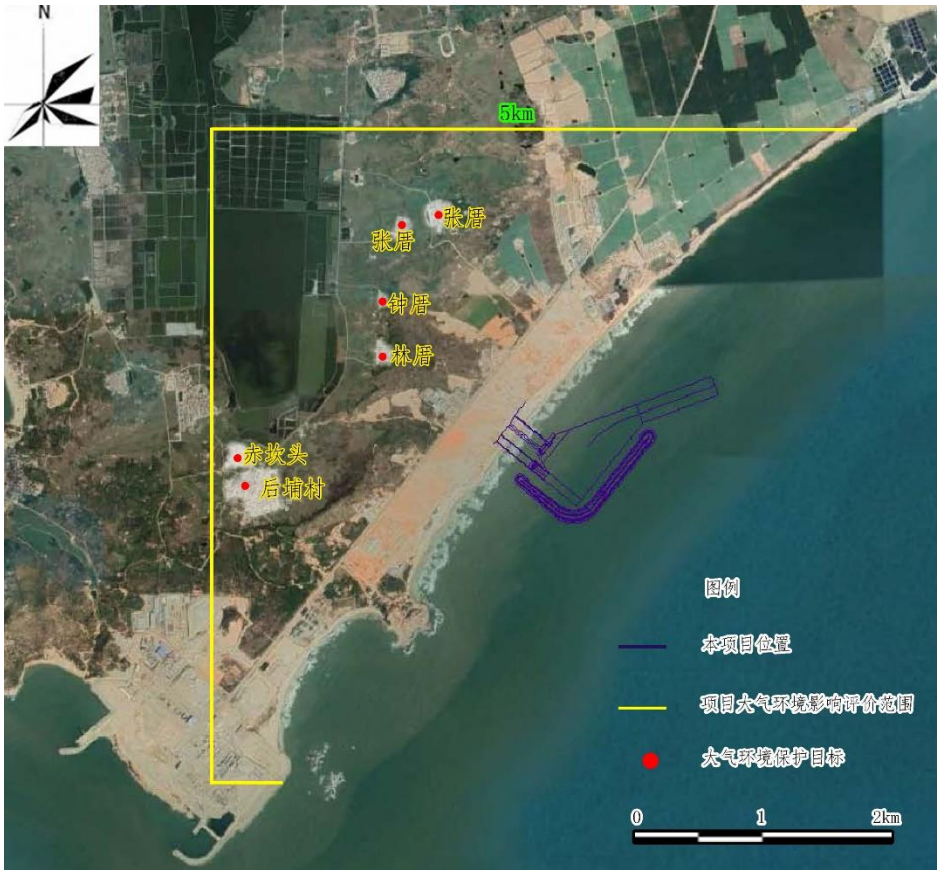


图 1.6-4　项目周边陆域环境保护目标分布图

2 工程概况

2.1 项目背景

中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目位于汕尾市陆丰市碣石镇沿海区域，陆丰核电一期工程进厂道路东南侧，距离陆丰核电一期工程约 3km，紧邻陆丰海洋工程基地。

陆丰海洋工程基地用地约 114.2820 hm^2，规划有风机叶片制造厂区、铸造厂区、塔筒/钢管桩生产区、导管架生产区、海缆厂区、辅助设施区、办公/生活区等，并规划建设有专用码头及防波堤，产能规模按达产后年均 50~65 万千瓦配套设备能力规划设计。目前，基地已完成一期招商工作，吸引包括江苏海力风电设备科技股份有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、广东长风新能源装备制造有限公司、江苏中天科技股份有限公司等入园企业。这些入园企业主要生产海上风电的基础、风机、升压站、海缆等构件。陆丰海洋工程基地项目定位于支撑中国广核集团有限公司在粤东地区海上风电的发展兼顾入园企业产品出口需求，目标是形成集技术研发、设备制造、检测认证、建设安装、运行维护为一体的国内乃至国际一流的海上风电工程基地。同时，本基地将作为智慧能源综合服务示范园区推动进入能源局示范项目。当前，陆丰海洋工程基地的规划预审、征地已经完成，四个入园企业厂区的工艺设计和平面布局已经完成，厂区建设正在开展，园区预计 2020 年底建成投产。

中广核陆丰海洋工程基地配套水工工程项目，为陆丰海洋工程基地主要物料来源和产品提供基础条件。

为推进中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目的建设，项目相关专题正在积极开展。2019 年 4 月，汕尾市交通局委托中四航港湾工程设计院承担的《汕尾港陆丰港区规划调整方案》形成报批稿，根据调整方案规划陆丰港区由乌坎、碣石、湖东三个作业区以及田尾山港点组成，其中，田尾山港点位于田尾角，西侧为碣石核电厂重件码头。东侧规划布置 2 个 5000DWT~10000DWT 风电专用泊位。本项目属于田尾山东港点，主要为中广核陆丰海洋工程基地服务。2020 年 6 月，《汕尾港陆丰港区规划调整方案（报批稿）》取得汕尾市人民政府的批复（附件 3）。

此外，本项目开展航道通航条件影响评价已取得广东省交通运输厅的审核意见（附件 4），通航水域岸线安全使用许可已取得汕尾海事局的相关许可（附件5），海域使用论证专题已取得广东省人民政府的项目用海批复（附件 6），同时，本项目已取得南海舰队参谋部作战处的支持意见（附件 7）。

2.2 项目基本情况

项目名称：中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目

建设性质：新建

建设单位：中广核新能源港口投资（陆丰）有限公司

建设内容：本项目为陆丰海洋工程基地配套水工工程项目，为海洋工程基地主要物料来源和产品提供基础条件。本工程拟建设 2 座引桥、2 座码头、3 个泊位、1 座防波堤及相应配套设施。项目总投资约 75066 万元。

2.3 项目位置

本工程位于广东省陆丰市碣石镇沿海区域，陆丰核电一期工程进厂道路东南侧、紧邻陆丰海洋工程基地，其地理位置为东经 115°50′，北纬 22°45′，项目距离陆丰核电一期工程厂约 3km，距汕尾市区约 49km。目前工程所在陆域为海滩，无地表植被。

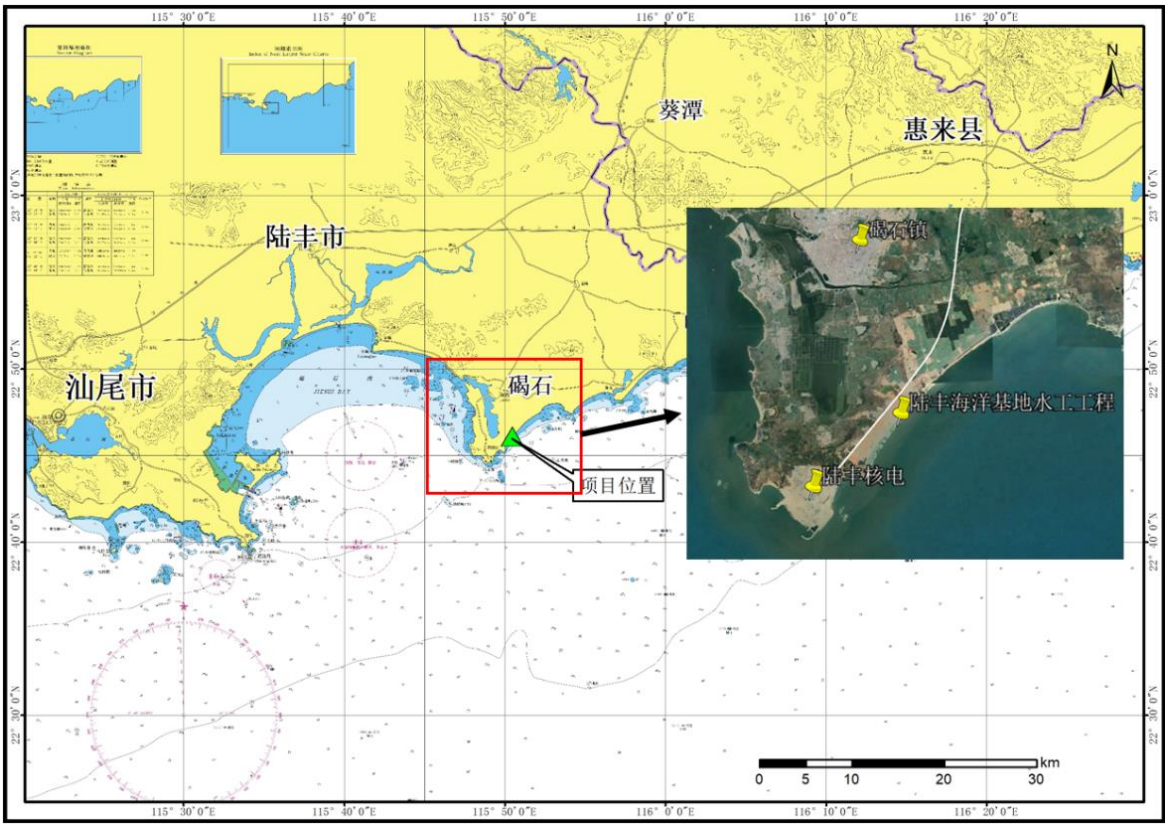


图 2.3-1　项目位置图

2.4 项目范围

本项目为陆丰海洋工程基地配套水工工程（码头）项目，为陆丰海洋工程基地（下称“厂区”）主要物料来源和产品提供基础条件。经建设单位与后方厂区协调统一，将本项目范围定位厂区道路海侧外沿 15m 处。

本项目工艺接口（件杂货、重件装备接口）位于项目设计分界点，项目电气、给排水、通信及控制光缆均依托后方厂区，项目人员办公区不在本项目范围内。

2.5 总平面布置

本工程水工构筑物包括 2 座引桥、2 座码头、3 个泊位、1 座防波堤及相应配套设施，其中，1#引桥和 2#引桥连接 1#码头，设置 1#泊位和 2#泊位，2#码头为突堤式码头，设置 3#泊位。1#引桥长 312m，2#引桥长 300m，1#码头长 206m，2#码头长 155m，靠船段 155m。防波堤总长度 1355m。

本工程水域部分包括 3 个泊位的停泊水域、回旋水域、进港航道，以及 1#码头边界点、2#码头回旋水域切线与出港航道所围成的区域。

项目总平面布置尺度表见表 2.5-1，项目总平面布置图见图 2.5-1。

表 2.5-1　项目平面布置尺度表

序号	项目名称	单位	长度	宽度	备注
1	码头总长度	m	361	/	共 3 个泊位
1.1	1#码头	m	206	21	含 1#泊位和 2#泊位，顶高程 7.0m
1.2	2#码头	m	155	62	由北突堤及南突堤靠船段组成
2	突堤长度	m	940	5	由北突堤及南突堤组成。
2.1	北突堤	m	470	5	
2.2	南突堤	m	470	5	
3	防波堤总长度	m	1355	/	堤顶高程 6.6~7.7m
4	引桥总长度	m	612	/	
4.1	1#引桥	m	312	8	连接陆域及 1#码头
4.2	2#引桥	m	300	30	连接陆域及 1#码头
5	水域				水域边坡为 1：5
5.1	1#码头停泊水域	m	206	64	设计底高程为-9.8m
5.2	1#码头回旋水域	m	345	345	圆形布置，设计底高程为-9.6m
5.3	2#码头停泊水域	m	155	57	2#码头内部水域，设计底高程为-9.2m
5.4	2#码头回旋水域	m	315	315	圆形布置，设计底高程为-8.8m
5.5	进港航道	m	/	145	计底高程为-9.6m

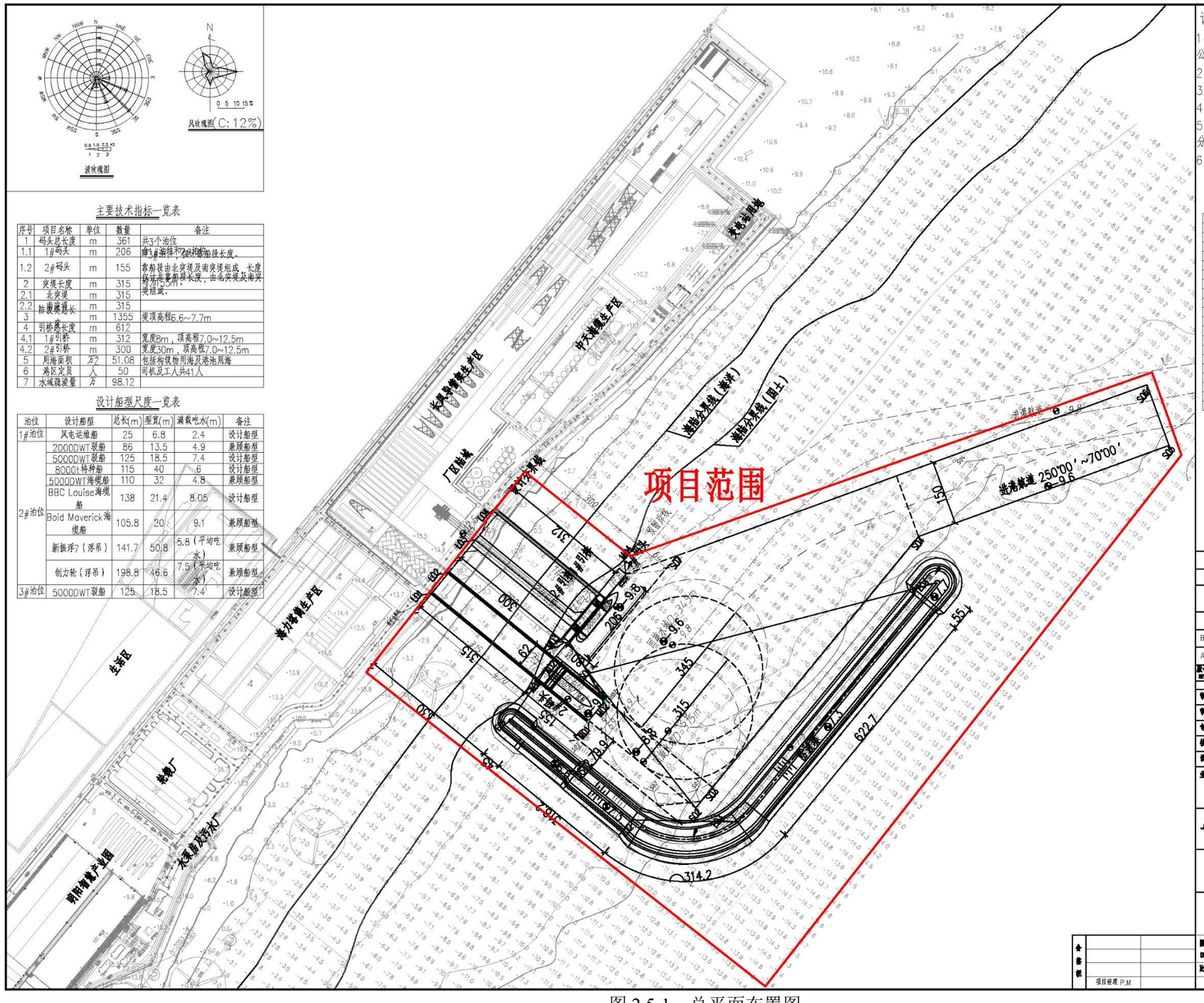
项目总平面布置图见图 2.5-1。

主要技术指标一览表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	码头总长度	m	361	共3个泊位
1.1	1#码头	m	206	1#泊位设计船型为5000DWT散货船，码头总长206m，其中靠船段长度为206m。
1.2	2#码头	m	155	2#泊位设计船型为5000DWT散货船，码头总长155m，其中靠船段长度为155m。
2	突堤长度	m	315	靠船段由北突堤及南突堤组成，长度分别为155m和160m。
2.1	北突堤	m	315	
2.2	南突堤	m	315	
3	防波堤总长	m	1355	堤顶高程6.6~7.7m
4	引桥总长度	m	612	
4.1	1#引桥	m	312	宽度8m，顶高程7.0~12.5m
4.2	2#引桥	m	300	宽度30m，顶高程7.0~12.5m
5	用海面积	万	51.08	包括构筑物用海及港池用海
6	港区定员	人	50	司机及工人共41人
7	水域疏浚量	万	98.12	

设计船型尺度一览表

泊位	设计船型	总长(m)	型宽(m)	满载吃水(m)	备注
1#泊位	风电运维船	25	6.8	2.4	设计船型
2#泊位	2000DWT驳船	86	13.5	4.9	兼顾船型
	5000DWT驳船	125	18.5	7.4	设计船型
	8000t特种船	115	40	6	设计船型
	5000DWT海缆船	110	32	4.8	兼顾船型
	BBC Louise海缆船	138	21.4	8.05	设计船型
	Boid Maverick海缆船	105.8	20	9.1	兼顾船型
	新振浮7（浮吊）	141.7	50.8	5.8（平均吃水）	兼顾船型
	创力轮（浮吊）	198.8	46.6	7.5（平均吃水）	兼顾船型
3#泊位	5000DWT驳船	125	18.5	7.4	设计船型



说明：

1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:2000地形测图绘制；
2、图中尺寸、高程及坐标单位均以米计；
3、坐标系统采用2000国家大地坐标系；
4、高程采用1985国家高程系统；
5、设计分界点为各引桥及突堤的根部，详见分界点坐标表；
6、护岸及导缆架由业主另行委托设计。

主要控制点坐标表

M01	2518914.911	39381060.792
M02	2518958.985	39381096.937
M03	2519095.996	39381016.587
M04	2519255.286	39381147.222
A01	2519013.197	39380940.938
A02	2519057.272	39380977.081
F01	2518913.919	39380878.925
F02	2518683.625	39381159.738
F03	2518678.455	39381406.805
F04	2519735.479	39381870.899
S01	2519024.510	39381061.434
S02	2518711.241	39381309.157
S03	2518759.182	39381348.471
S04	2519343.180	39381827.375
S05	2519555.132	39382109.788
S06	2519695.089	39382358.502
S07	2519308.952	39381294.689
L01	2519211.239	39380695.494
L02	2519259.180	39380734.808
L03	2519335.346	39380797.267
L04	2519406.748	39380840.302

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

B	2019.1	审查版	耿 颖	陈 祥	耿 颖	连石水	周鑫强	
A	2019.1	审查版	耿 颖	陈 祥	耿 颖	连石水	周鑫强	
版号 REV.	日期 DATE	修改说明 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED	

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC – FHDI ENGINEERING CO., LTD.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

总平面布置图（方案一，推荐）

图号 DRG No.	19S249-CS-DWG-ZT-0003
版号 REV.	B
比例 DRG SCALE	1:4000
图纸比例 PLOT SCALE	A1

版权所有 COPYRIGHT RESERVED

会签栏
项目经理 P.M

图 2.5-1　总平面布置图

2.5.1防波堤布置

本工程防波堤采用 L 型离岸式单堤布置方案，口门朝向为东北向，防波堤总长度为 1355m，其中，堤根位于海陆分界线外侧-4m 等深线处，近似垂直于岸线，距厂区规划道路约 330m；堤头段与岸线基本平行，位于-12m 等深线处。

考虑本工程防波堤为整个港区服务，顶高程设计标准取 50 年一遇，经计算，防波堤堤根顶高程为 6.6m、堤身顶高程为 7.3m、堤头顶高程为 7.7m。

2.5.21#码头布置

本工程 1#码头距厂区设计分界线约 312m，与岸线基本平行，前沿线位置的水深约为 4.0m。

码头长度为 206m，布置两个泊位，可同时顺岸停靠 1 艘 5000DWT 驳船+1 艘运维船、1 艘 BBC Louise 海缆船+1 艘运维船，或丁靠 1 艘 8000t 特种船，用于海上升压站的出运。

码头顶高程 7.0m，码头平台宽 21m。码头上共布置 2 条门机轨道，轨距 16m，轨道距码头两侧均为 2.5m。码头采用高桩墩式结构。

2.5.31#码头引桥布置

1#码头后方布置 2 座引桥，顶高程均为 7.0~12.5m，均连接至后方厂区陆域，其中 1#引桥长度为 312m，坡度为 1.8%；2#引桥长度为 300m，坡度为 1.8%。

1#引桥主要用于 1#泊位的零部件装卸，也可用于 1#泊位的车辆通行，车辆最大为 40t 平板车，引桥布置行车通道及导缆架通道，引桥宽度取 8m。2#引桥主要用于 2#泊位的重件运输，包括机舱轮毂、机电设备及海上升压站的运输，其中海上升压站尺寸较大、需利用模块车出运，模块车总宽度约为 28m，因此 2#引桥宽度取 30m。

2.5.42#码头布置

2#码头位于 1#码头西侧，与岸线基本垂直，由南北两座突堤组成，突堤连接至后方陆域，两座突堤长度均为 470m，其中南段为靠船段，长 155m，即 3#泊

位长度，可停靠 1 艘 5000DWT 驳船；北段为非靠船段，长 315m。码头顶高程为 12.5m，两突堤宽度各为 5m，分别在中间布置一条轨道式龙门起重机轨道，轨距为 62m。码头采用高桩墩式结构。

2.5.5水域布置

1#码头前沿停泊水域宽度为 64m，长度与 1#码头相同（206m），设计底高程为-9.8m。回旋水域布置在停泊水域前方，呈圆形布置，直径为 345m，与 2#码头停泊水域相切，设计底高程为-9.6m。

2#码头停泊水域为 2#码头靠船段，宽度为 57m，长度为 155m，设计底高程为-9.2m。回旋水域布置在停泊水域前方，呈圆形布置，直径为 315m，设计底高程为-8.8m。

进港航道轴线的方位角为 250°0′~70°0′，通航宽度 145m，挖槽宽度 141m，设计底高程为-9.6m。

本工程水域边坡为 1：5。

2.6 水工构筑物

2.6.11#码头

码头平台总长 206m，宽 21m，布置两个泊位，码头面高程为 7.0m。码头前沿设计底高程为-9.80m，采用高桩墩台结构。码头共分为 5 个结构段，墩台桩基沿码头前沿方向的间距为 6m，垂直码头前沿方向由 5 根Φ1000PHC 桩组成，其中，2 根为直桩，3 根为 4：1 斜桩，桩底采用 5m 长的钢桩尖，桩端持力层为强风化花岗岩。

码头上部结构采用现浇墩台结构，墩台厚度为 1500mm，混凝土强度等级为 C40。码头前沿设置双层带缆平台，下层带缆平台高程为 3.0m。其中 2#泊位码头面设门机轨道，轨道间距 16.0m，采用 QU120 钢轨。

码头防撞采用标准反力型橡胶护舷。在 8000DWT 特种船靠泊段选用 750kN 系船柱，其余位置选用 650kN 系船柱。

1#码头平立面图见图 2.6.1-1，码头横断面图见图 2.6.1-2 及图 2.6.1-3。

2.6.22#码头

2#码头采用突堤结构，由两条突堤构成。单条突堤长 470m，海侧 155m 为靠船段。考虑系缆需求，靠船段采用现浇墩式框架结构，其余 315m 为非靠船段，采用现浇墩台结构。

靠船段码头面高程 12.5m，前沿设计底高程-9.2m。采用现浇墩式框架结构，单个墩式框架平面尺寸为 5.0m×2.0m，共设置三层平台，高程分别为 12.5m、7.25m、3.0m，对应厚度分别为 2.0m、1.0m、1.5m。上平台顶面设置钢轨，下平台设系靠船结构。单个墩式框架基础采用 2 根Φ1200PHC 桩，桩端持力层为强风化花岗岩。相邻墩式框架结构间中心间距为 5m，通过轨道梁及联系纵梁连接。轨道梁尺寸为矩形现浇结构，宽度为 1.6m，高度 2m，联系纵梁尺寸为 800mm×800mm。

非靠船段采用现浇墩台结构，墩台面高程 12.5m，单个墩台尺寸为 5.0m×2.0m×2.0m，墩台基础采用 2 根Φ1200PHC 桩，近岸区域采用Φ1200 灌注桩，桩基持力层为强风化花岗岩。相邻墩台中心间距为 6m，通过轨道梁连接，轨道梁尺寸为矩形现浇结构，宽度为 1.6m，高度 2m。

2#码头平立面图见图 2.6.2-1~图 2.6.2-4，横断面图见图 2.6.2-5~图 2.6.2-7。

2.6.31#引桥

1#引桥长 312m，宽 8m，引桥面高程为 7.0~12.2m，结构采用高桩梁板结构，排架间距 6m。桩基采用 2 根Φ800PHC 桩，近岸段采用Φ800 灌注桩，桩基持力层为强风化花岗岩。上部结构采用梁板结构，横梁为倒 T 型现浇结构，下横梁宽 1.6m，高度为 1.2m，上横梁宽 1.0m，高度为 0.5m，面板为混凝土叠合板，预制板厚度 0.35m，现浇层厚度 0.15m，混凝土强度等级为 C40。

1#引桥平立面图见图 2.6.3-1~图 2.6.3-3，横断面图见图 2.6.3-4~图 2.6.3-5。

2.6.42#引桥

2#引桥长 300m，宽 30m，引桥面高程为 7.0~12.2m，结构采用高桩墩台结构，桩基纵向间距 6m。桩基础采用 6 根Φ1000PHC 桩，其中近岸段采用 6 根Φ1000 灌注桩，桩基持力层为强风化花岗岩。上部结构采用现浇墩台结构，墩台

厚 1500mm，混凝土强度等级为 C40。

2#引桥平立面图见图 2.6.4-1~图 2.6.4-3，横断面图见图 2.6.4-4~图 2.6.4-5。

2.6.5防波堤

防波堤长度为 1355m，采用陆上推填施工，针对防波堤不同位置的水深和设计波浪要素对防波堤进行分段设计，具体方案如下：

防波堤西堤堤头段堤顶宽度为 10.5m，堤顶高程为 6.6m，堤心采用 1～1000kg 堤心石（10kg 以下块石≤10%）。护面块体采用 16t 扭王字块体，垫层选用 0.8～1.5t 块石，坡度均为 1：1.5，坡脚处设置三排扭王字块体及 0.8~1.5t 块石压脚，护底采用 0.8～1.5t 块石。

防波堤西堤浅水段堤顶宽度为 10.8m，堤顶高程为 6.6m，堤心采用 1～1000kg 堤心石（10kg 以下块石≤10%）。护面块体采用 16t 扭王字块体，垫层选用 0.8～1.5t 块石，外坡坡度为 1：1.5，内坡坡度为 3：4。防波堤外坡坡脚处设置三排扭王字块体及 0.8~1.5t 块石压脚，护底采用 0.8～1.5t 块石。内坡坡脚处设置 0.8～1.5t 块石棱体及 200～300kg 护底块石。

防波堤转弯段堤顶宽度为 12.15m，堤顶高程为 7.7m，堤心采用 1～1000kg 堤心石（10kg 以下块石≤10%）。护面块体采用 34t 扭王字块体，垫层选用 2～3t 块石，外坡坡度为 1：1.5，内坡坡度为 3：4。防波堤外坡坡脚处设置三排扭王字块体及 2~3t 块石压脚，护底采用 2～3t 块石。内坡坡脚处设置 1～2t 块石棱体及 200～300kg 护底块石。

防波堤堤身段堤顶宽度为 11.05m，堤顶高程为 7.3m，堤心采用 1～1000kg 堤心石（10kg 以下块石≤10%）。护面块体采用 28t 扭王字块体，垫层选用 1～2t 块石，外坡坡度为 1：1.5，内坡坡度为 3：4。防波堤外坡坡脚处设置三排扭王字块体及 1.5~2.0t 块石压脚，护底采用 1～2t 块石。内坡坡脚处设置 1～2t 块石棱体及 200～300kg 护底块石。

防波堤南堤堤头段堤顶宽度为 12.15m，堤顶高程为 7.7m，堤心采用 1～1000kg 堤心石（10kg 以下块石≤10%）。护面块体采用 34t 扭王字块体，垫层选用 2～3t 块石，坡度均为 1：1.5，坡脚处设置三排扭王字块体及 2~3t 块石压脚，护底采用 2～3t 块石。

防波堤平立面图见图 2.6.5-1 及图 2.6.5-2，横断面图见图 2.6.5-3~图 2.6.5-8。

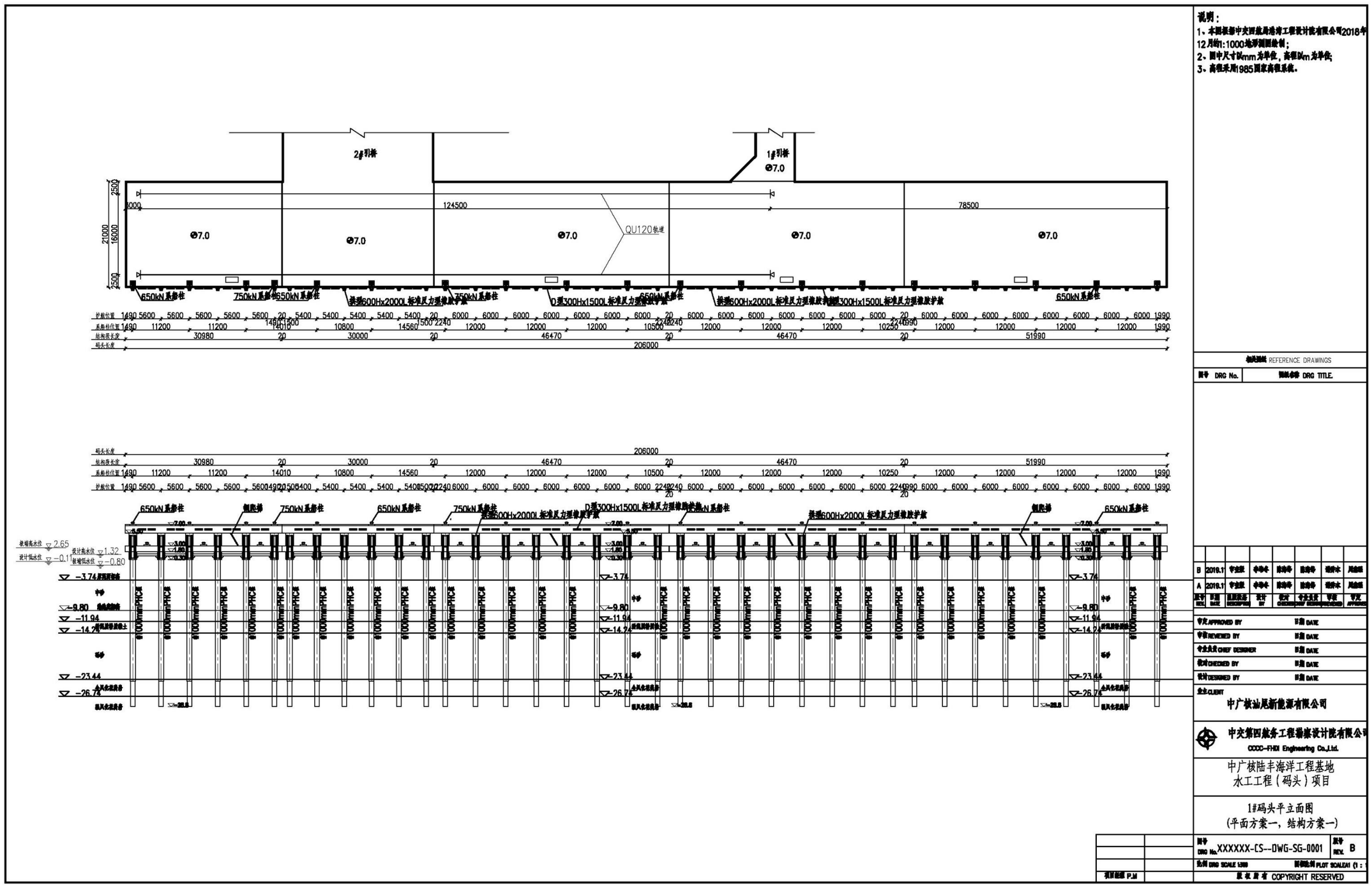


图 2.6.1-1　1#码头平立面图

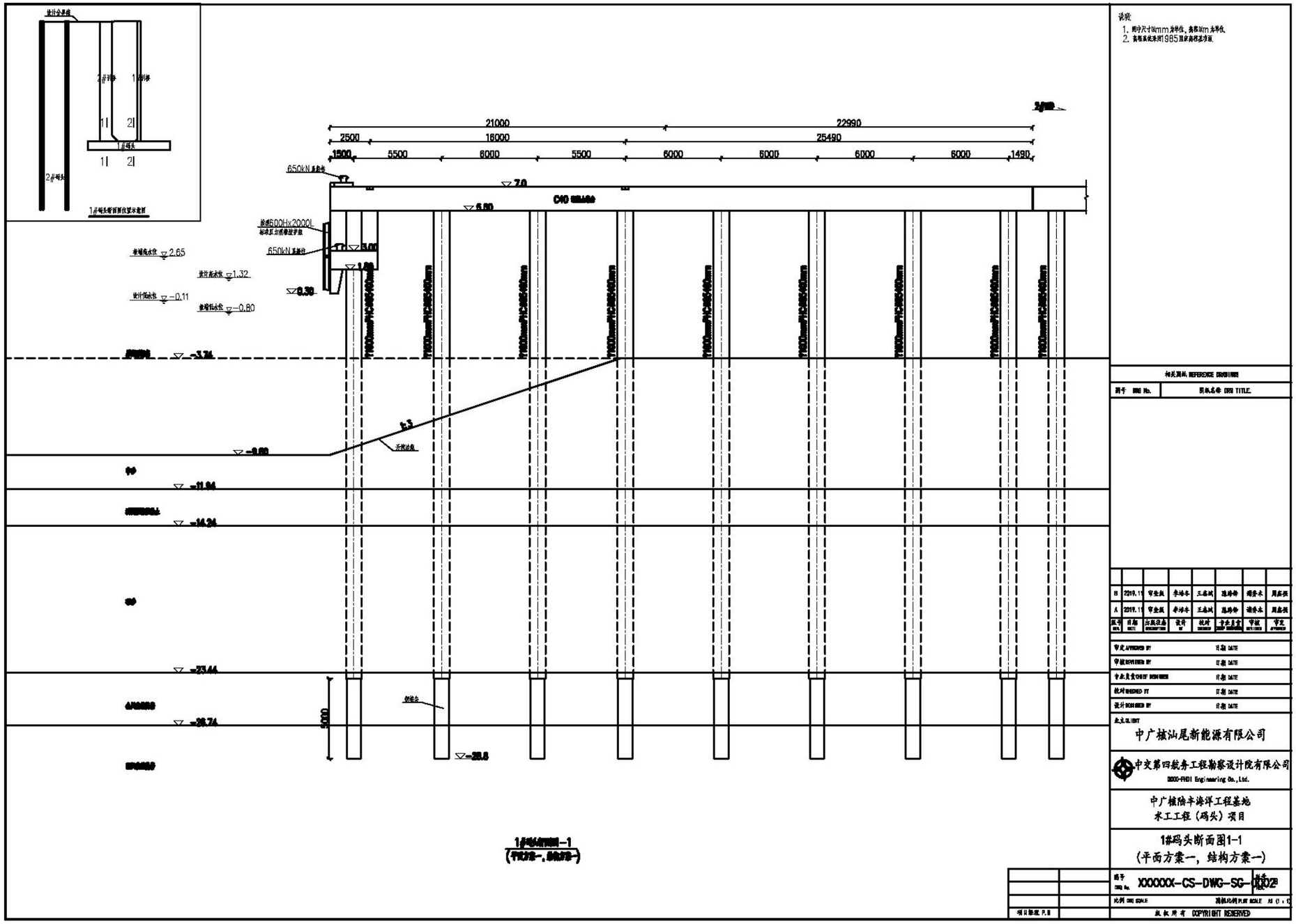


图 2.6.1-2　1#码头横断面图 1-1

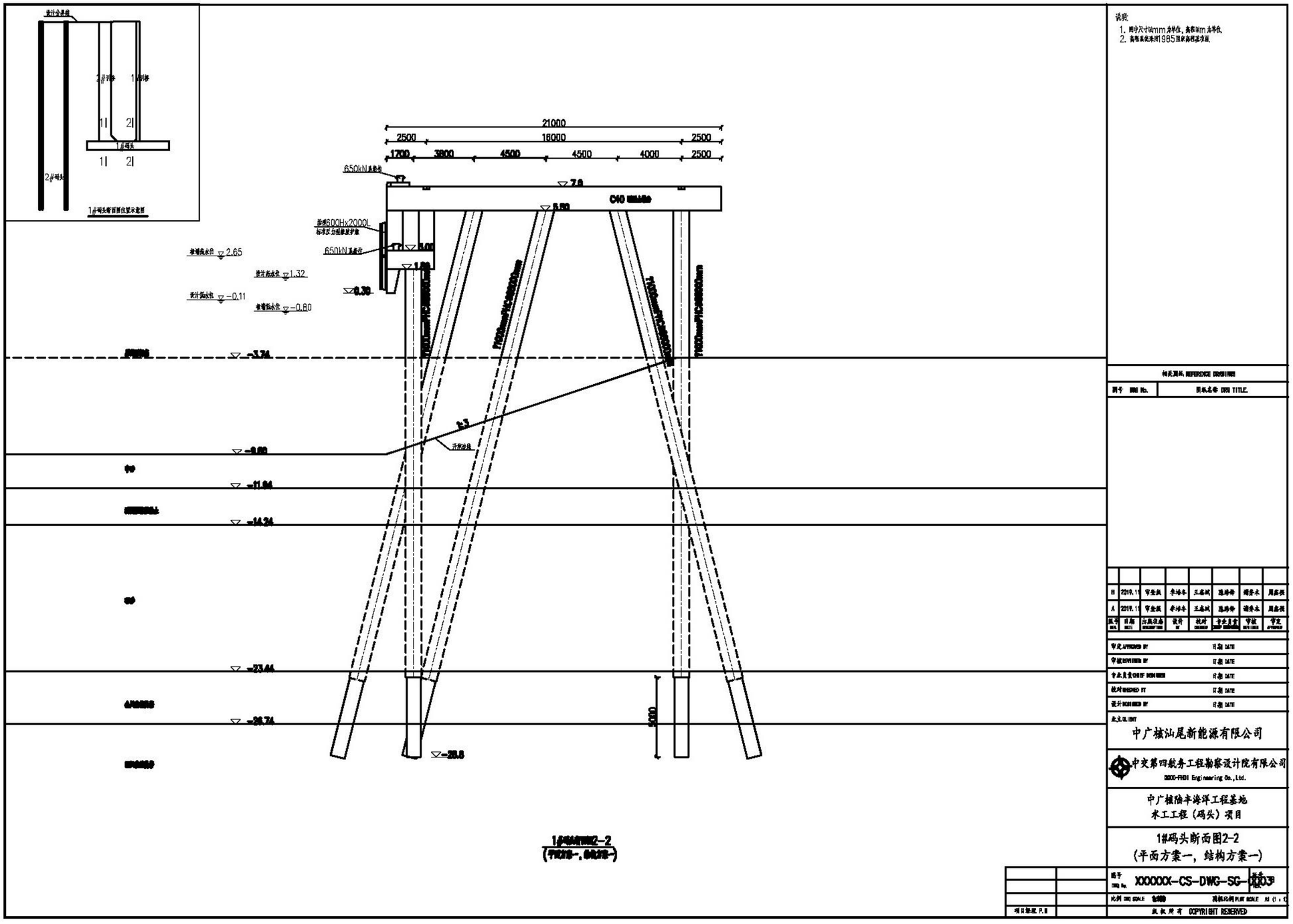
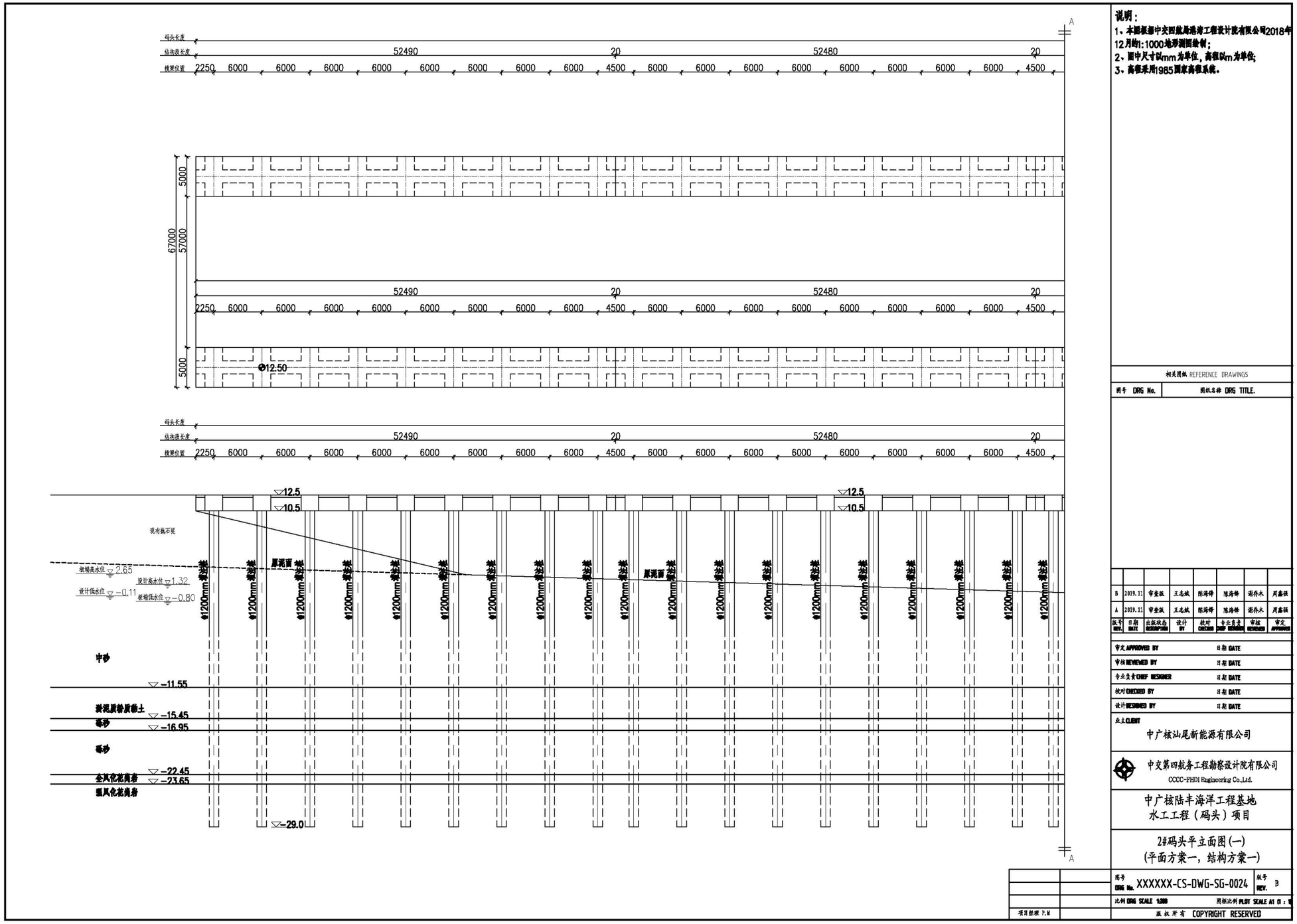


图 2.6.1-3　1#码头横断面图 2-2



说明：

1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:1000地形测图绘制；

2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；

3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢乔大	周嘉强
A	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢乔大	周嘉强

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT

中广核汕尾新能源有限公司

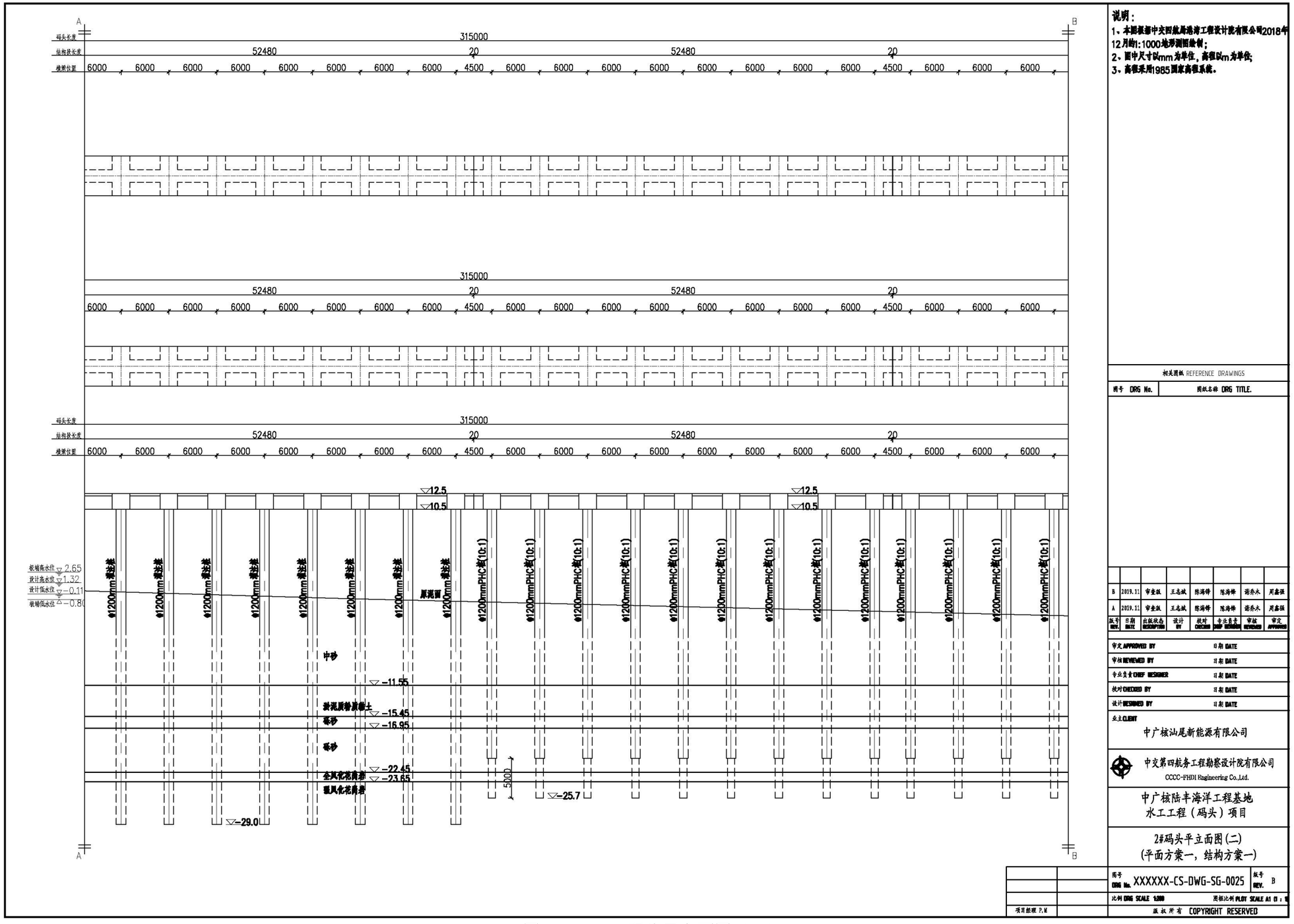
中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

2#码头平立面图(一)
(平面方案一，结构方案一)

		图号 DRG No.	XXXXXX-CS-DWG-SG-0024
		版号 REV.	B
		比例 DRG SCALE	1:200
		图纸比例 PLOT SCALE	A1 日：B
项目经理 P.M		版权所有 COPYRIGHT RESERVED	

图 2.6.2-1　2#码头平立面图（一）



说明：

1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月出1:1000地形测图绘制；

2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；

3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责人 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢养水	周鑫强
A	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢养水	周鑫强

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT

中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

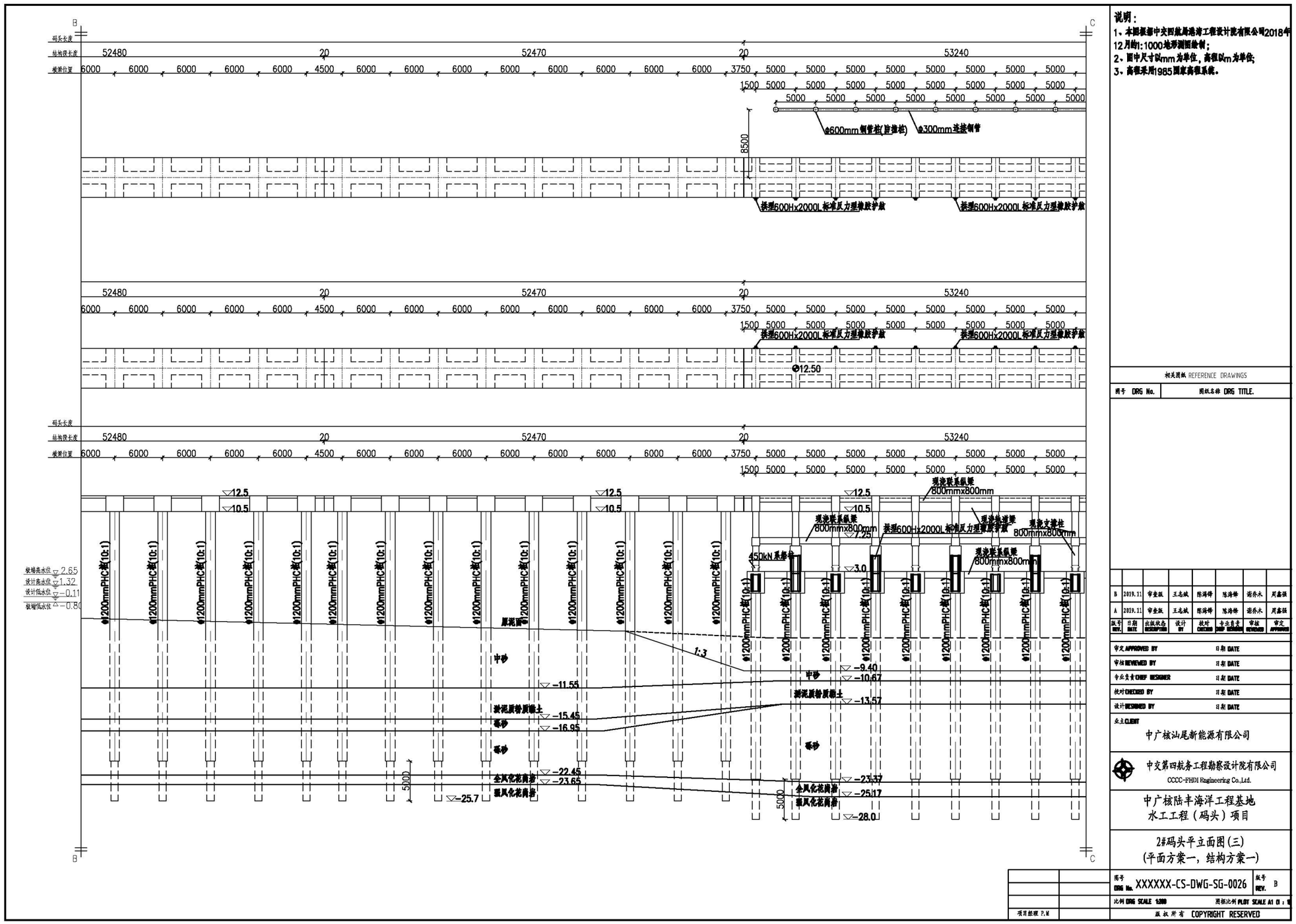
中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

2#码头平立面图(二)
(平面方案一，结构方案一)

项目经理 P.M		图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0025	版号 REV. B
		比例 DRG SCALE 1:200	图纸比例 PLOT SCALE A1 (1 : 1)

版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.2-2　2#码头平立面图（二）



说明：

1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:1000地形测图绘制；

2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；

3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢养水	周鑫强
A	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢养水	周鑫强

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT

中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

2#码头平立面图(三)
(平面方案一，结构方案一)

图号 DRG No.	版号 REV.
XXXXXX-CS-DWG-SG-0026	B

比例 DRG SCALE 1:200　　图纸比例 PLOT SCALE A1 (1 : 1)

项目经理 P.M

版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.2-3　2#码头平立面图（三）

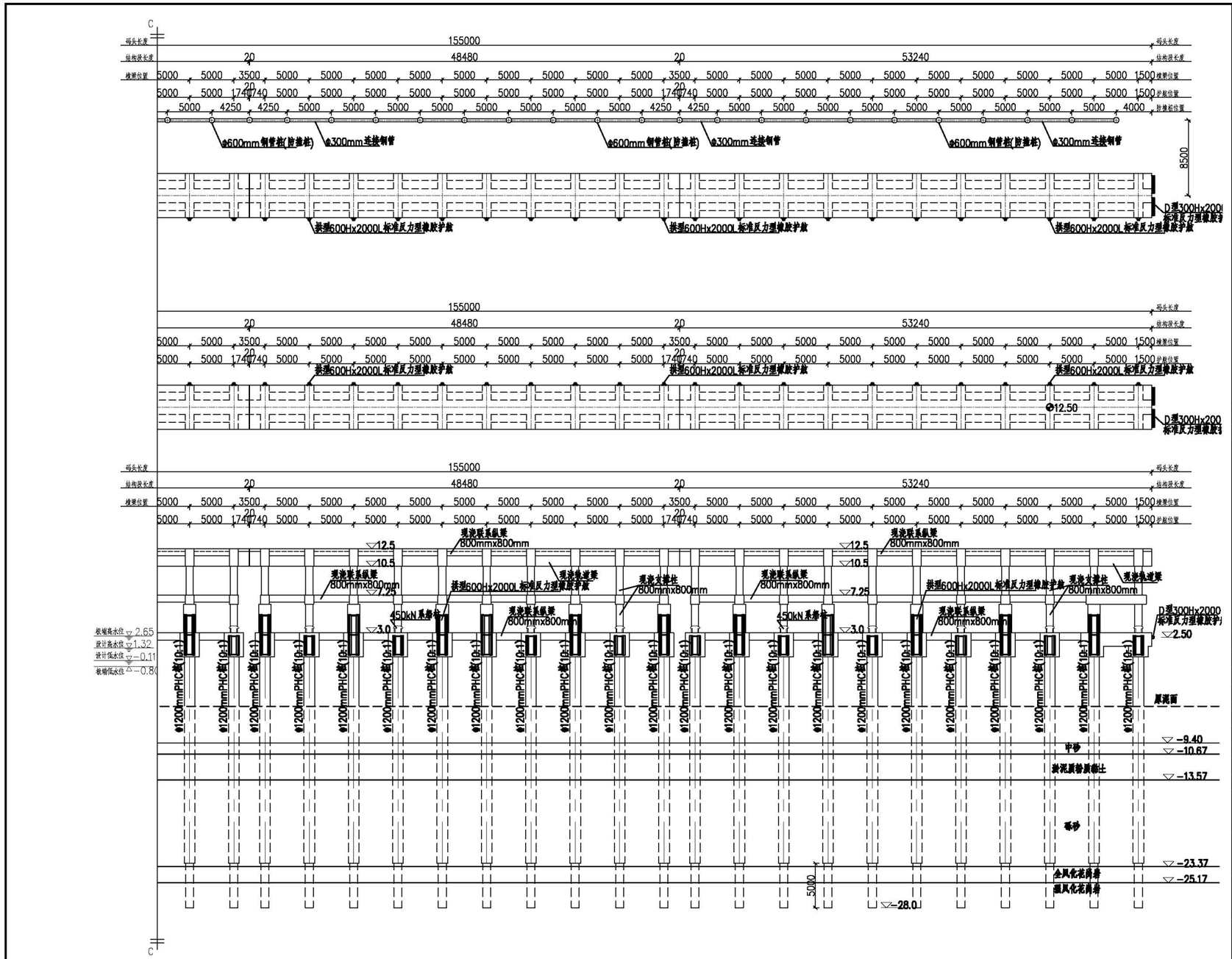


图 2.6.2-4　2#码头平立面图（四）

说明：

1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:1000地形测图绘制；

2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；

3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责人 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢乔木	周鑫强
A	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢乔木	周鑫强

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

2#码头平立面图(四)
(平面方案一，结构方案一)

项目经理 P.M	图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0027　版号 REV. B
	比例 DRG SCALE 1:200　图纸比例 PLOT SCALE A1
	版权所有 COPYRIGHT RESERVED

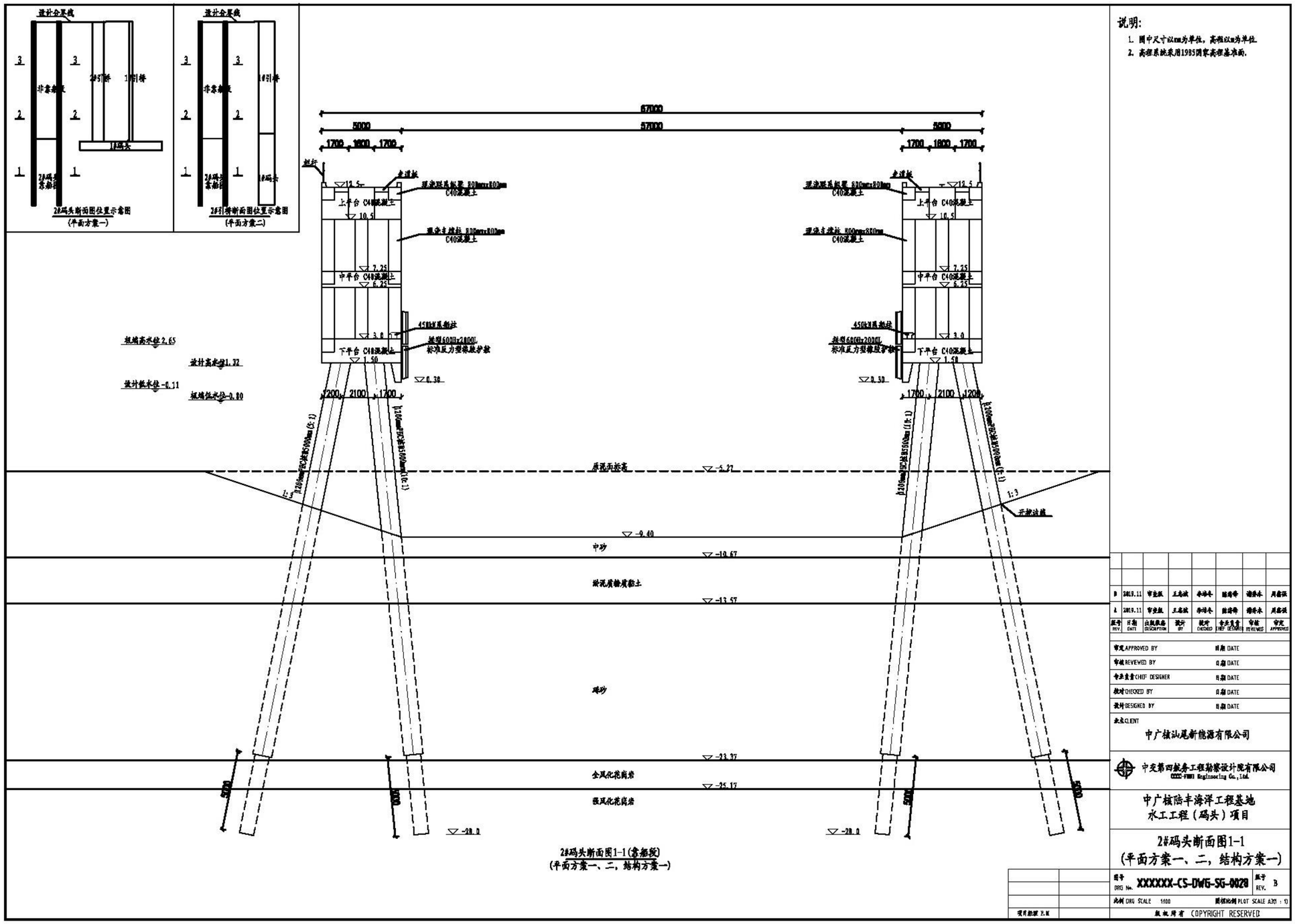


图 2.6.2-5　2#码头横断面图 1-1

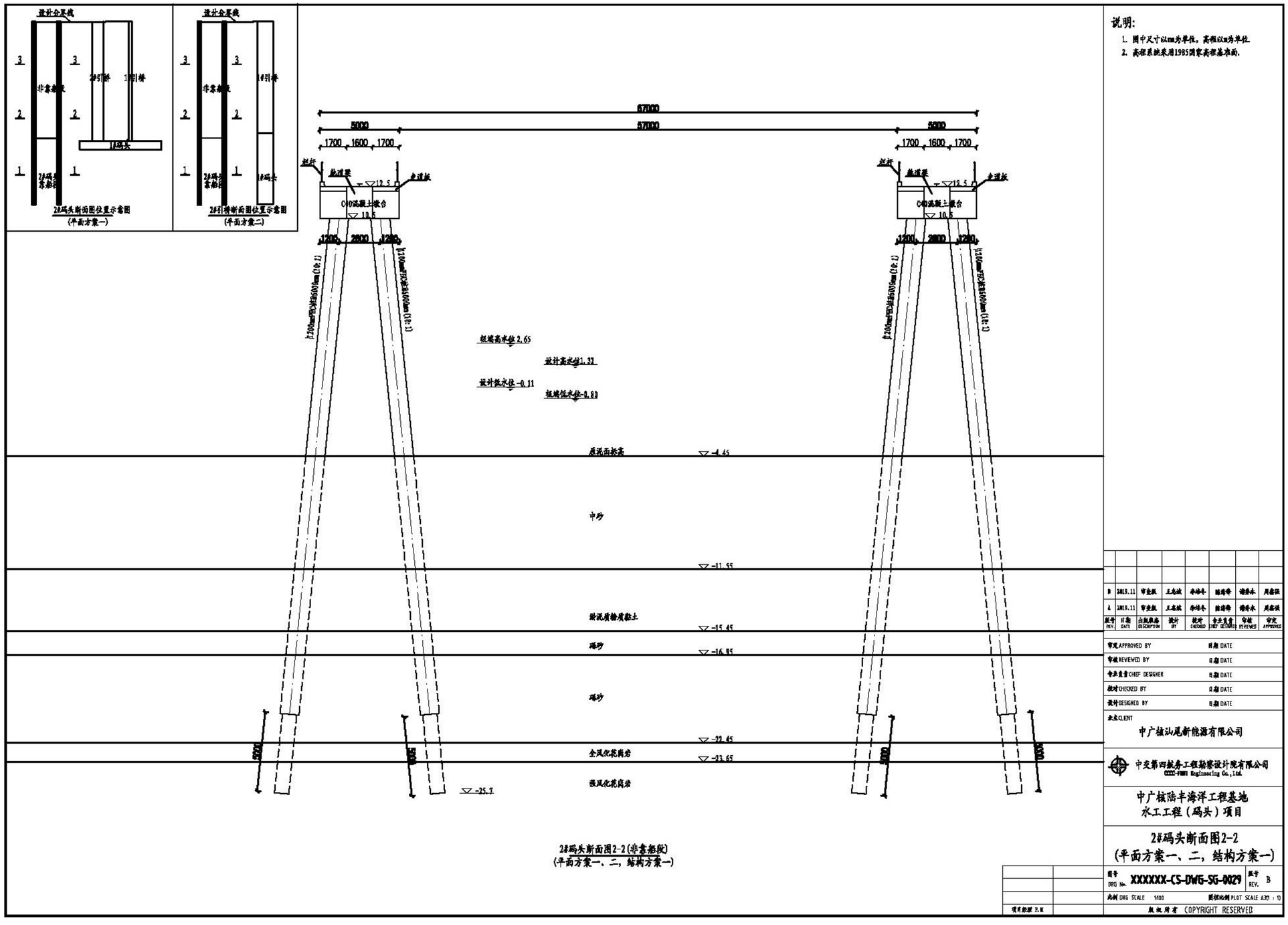


图 2.6.2-6　2#码头横断面图 2-2

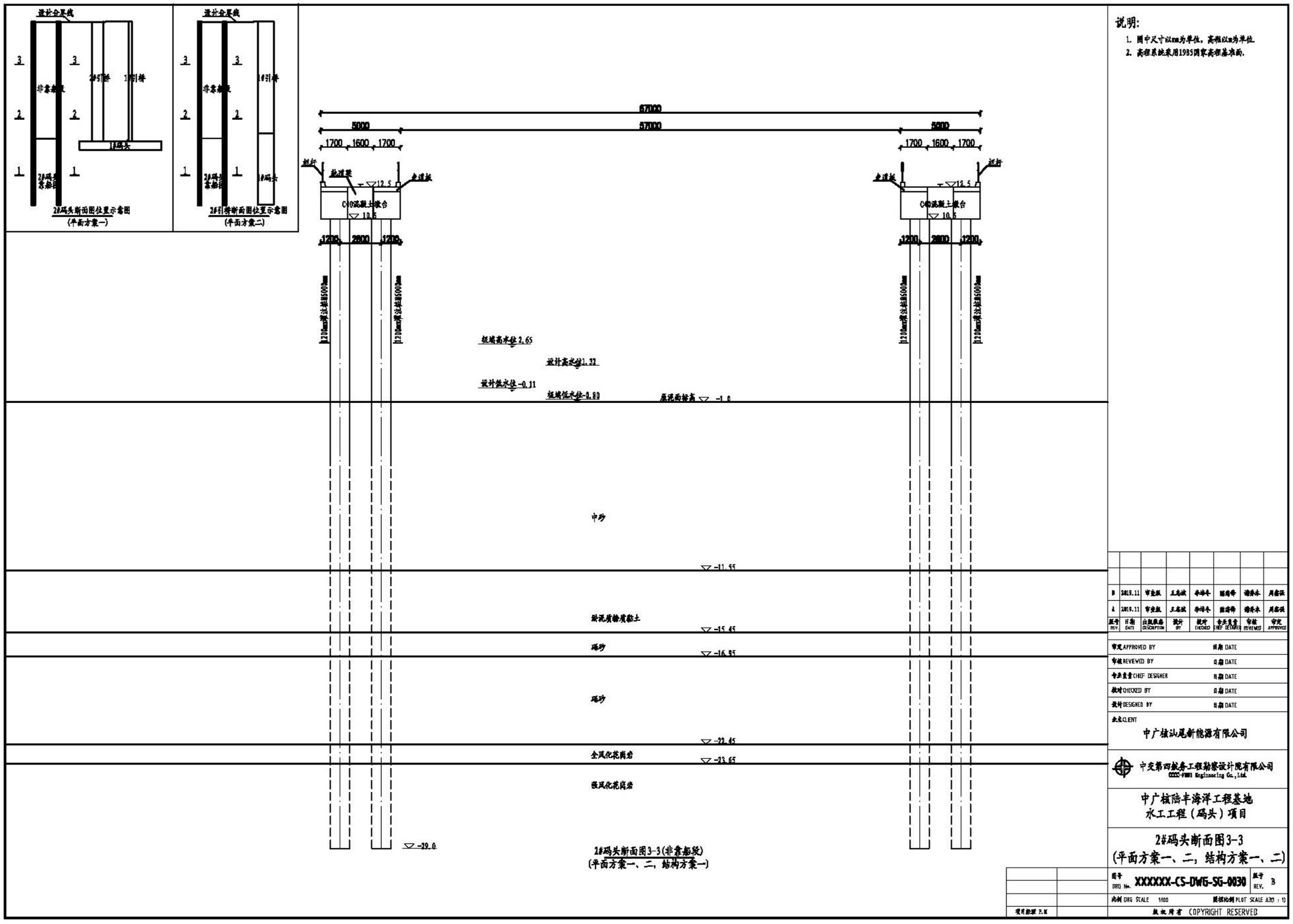
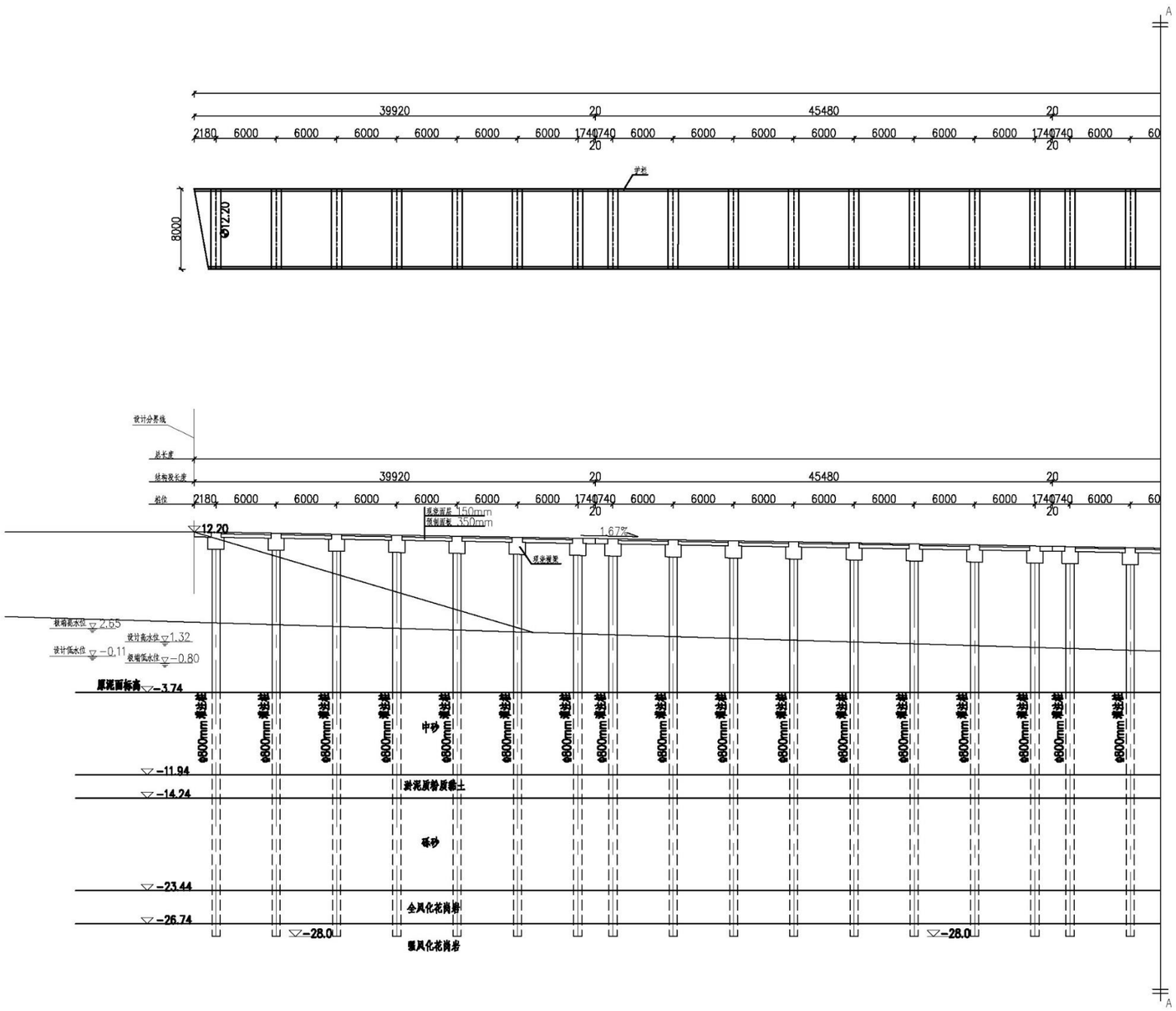


图 2.6.2-7　2#码头横断面图 3-3



说明：

1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:1000地形测图绘制；

2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；

3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	点线状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	李培冬	陈海锋	陈海锋	谢杰永	周嘉强
A	2019.11	审查版	李培冬	陈海锋	陈海锋	谢杰永	周嘉强

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT

中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

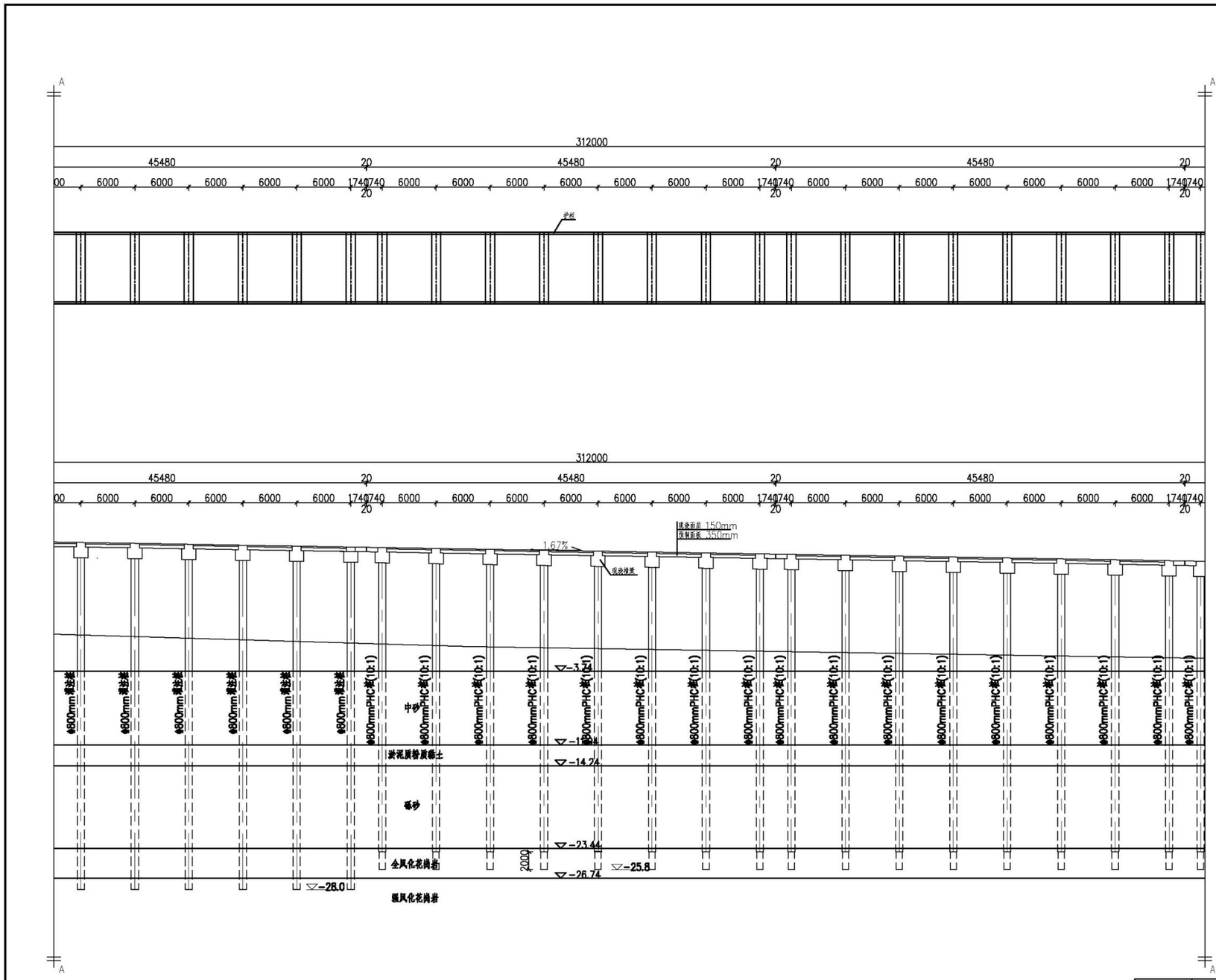
1#引桥平立面图（一）
(平面方案一，结构方案一)

图号 DRG No.	版号 REV.
XXXXXX-CS--DWG-SG-0007	B

比例 DRG SCALE 1:200　　图纸比例 PLOT SCALE A1 1:

版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.3-1　1#引桥平立面图（一）



说明：

1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:1000地形测图绘制；

2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；

3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECK	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	李培冬	陈海锋	陈海锋	谢乔大	周鑫强
A	2019.11	审查版	李培冬	陈海锋	陈海锋	谢乔大	周鑫强

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT

中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

1#引桥平立面图（二）
(平面方案一，结构方案一)

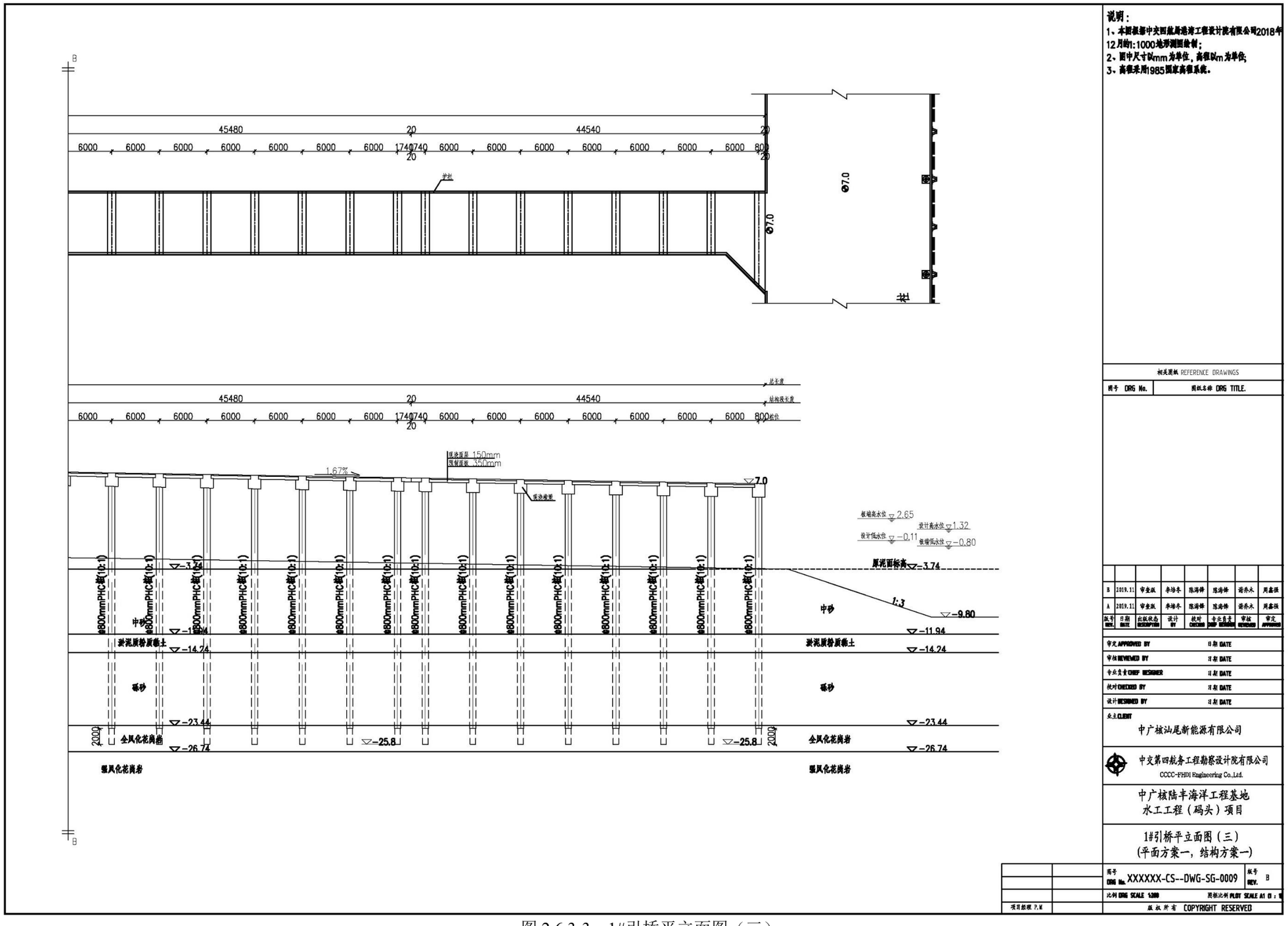
图号 DRG No.	版号 REV.
XXXXXX-CS--DWG-SG-0008	B

比例 DRG SCALE 1:200　　图纸比例 PLOT SCALE A1 ☐ : ☐

项目经理 PM

版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.3-2　1#引桥平立面图（二）



说明：
1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:1000地形测图绘制；
2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；
3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	李培冬	陈海锋	陈海锋	梁乔大	周鑫强
A	2019.11	审查版	李培冬	陈海锋	陈海锋	梁乔大	周鑫强

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

1#引桥平立面图（三）
(平面方案一，结构方案一)

图号 DRG No.	版号 REV.
XXXXXX-CS--DWG-SG-0009	B

比例 DRG SCALE 1:200　　图纸比例 PLOT SCALE A1 (1 : 1)

项目经理 P.M

版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.3-3　1#引桥平立面图（三）

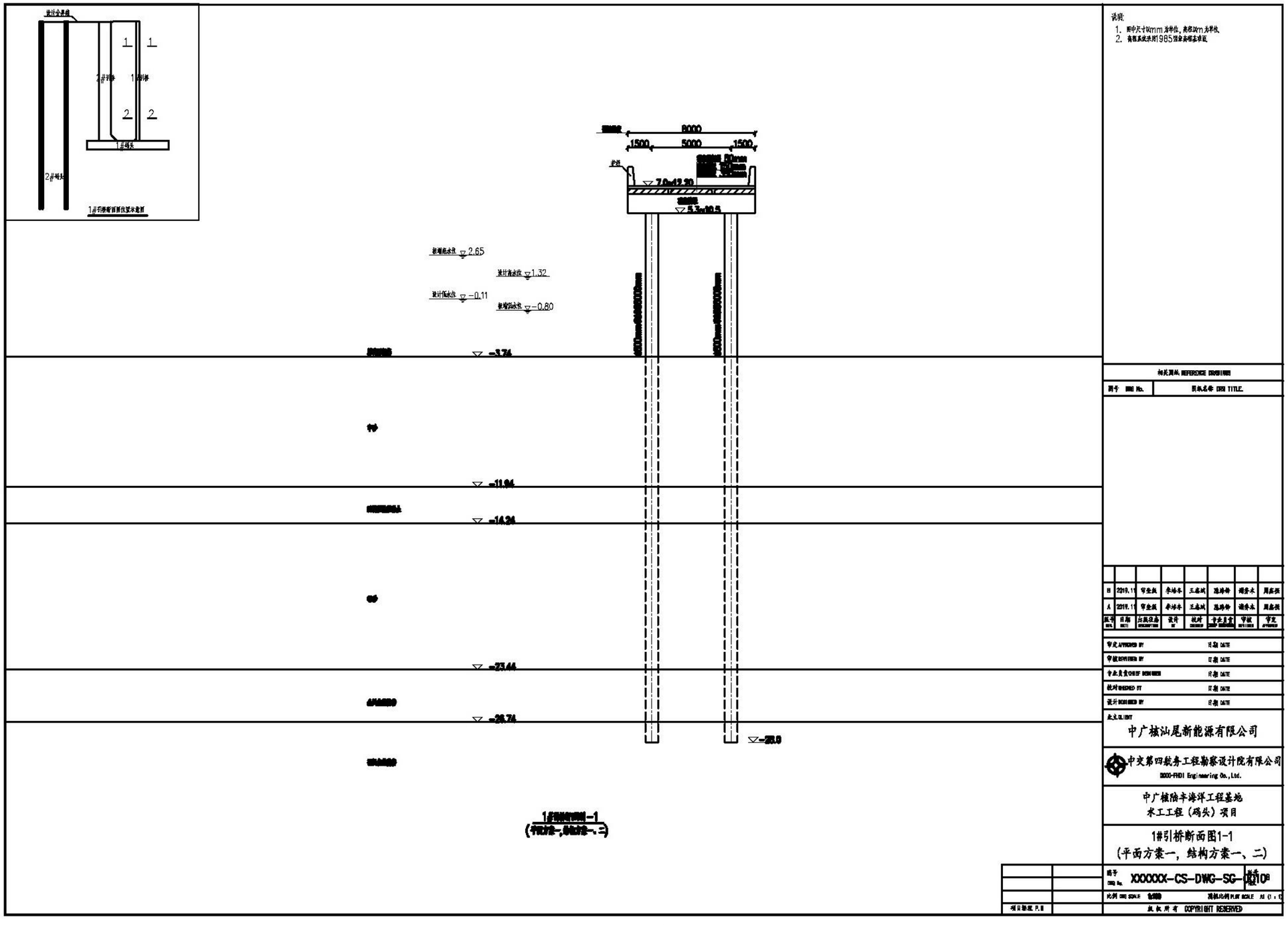


图 2.6.3-4　1#引桥横断面图 1-1

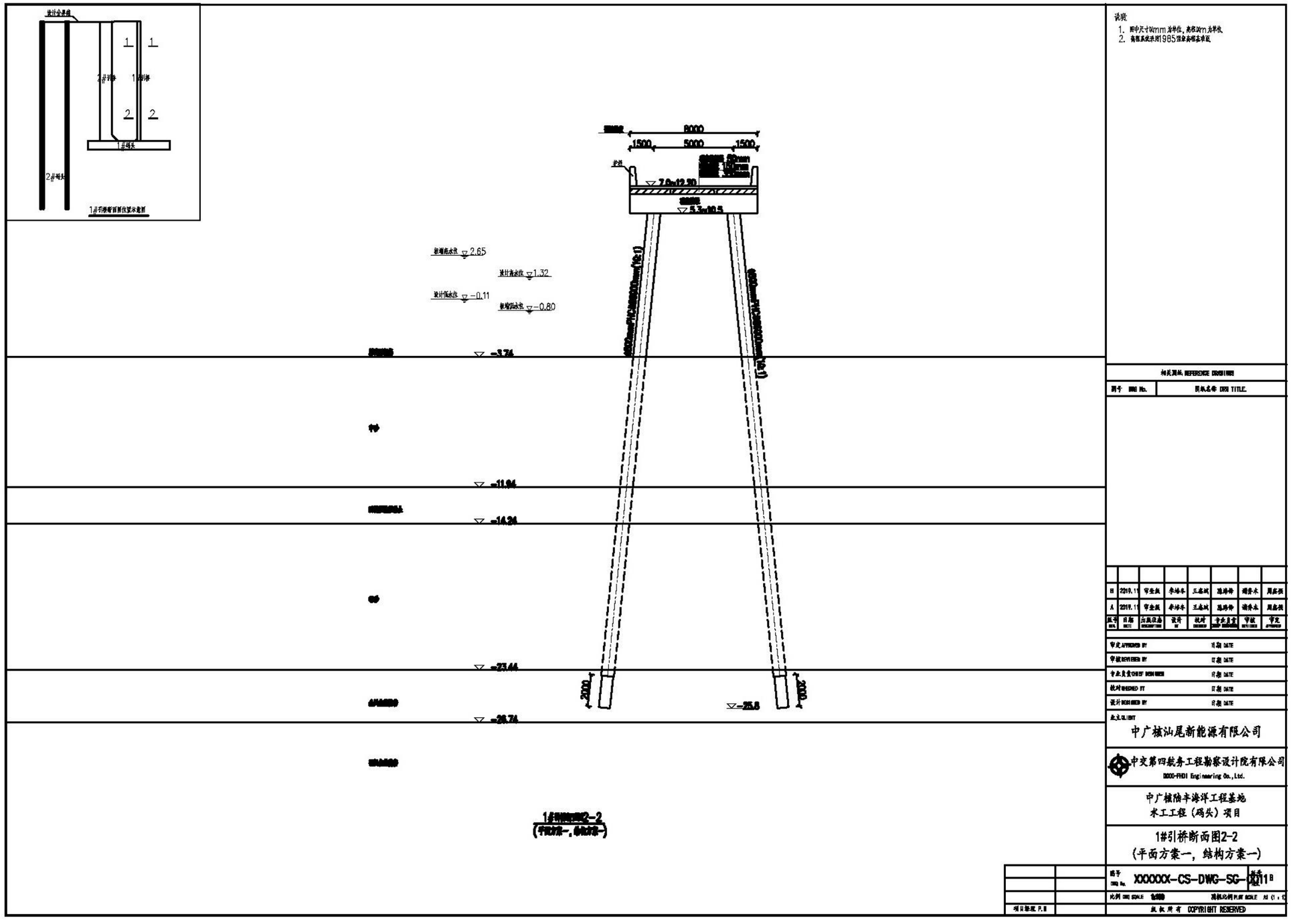


图 2.6.3-5　1#引桥横断面图 2-2

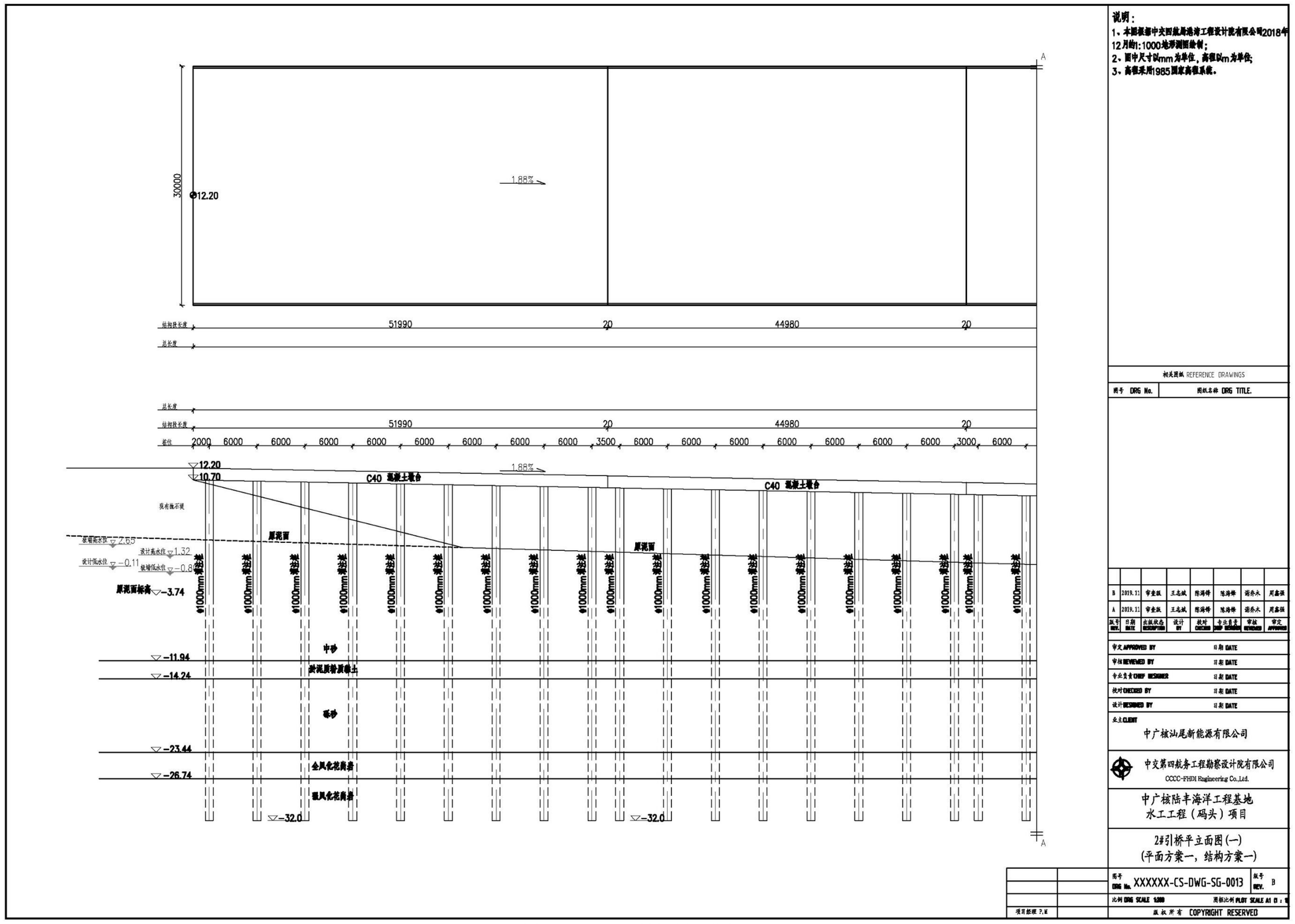
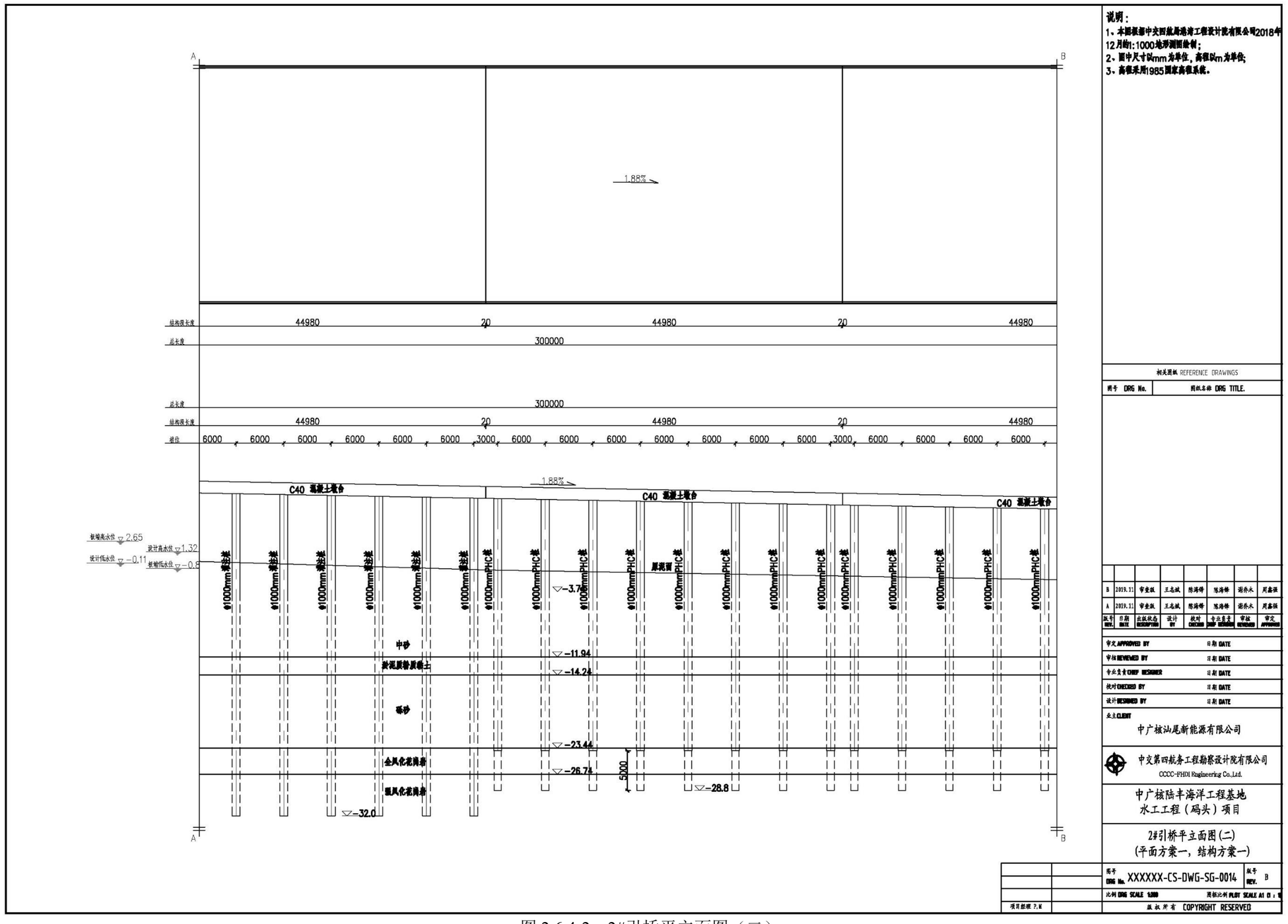


图 2.6.4-1　2#引桥平立面图（一）



说明：
1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:1000地形测图绘制；
2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；
3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	修改说明 DESCRIPTION	设计 BY.	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.12	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢乔木	周鑫强
A	2019.12	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢乔木	周鑫强

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

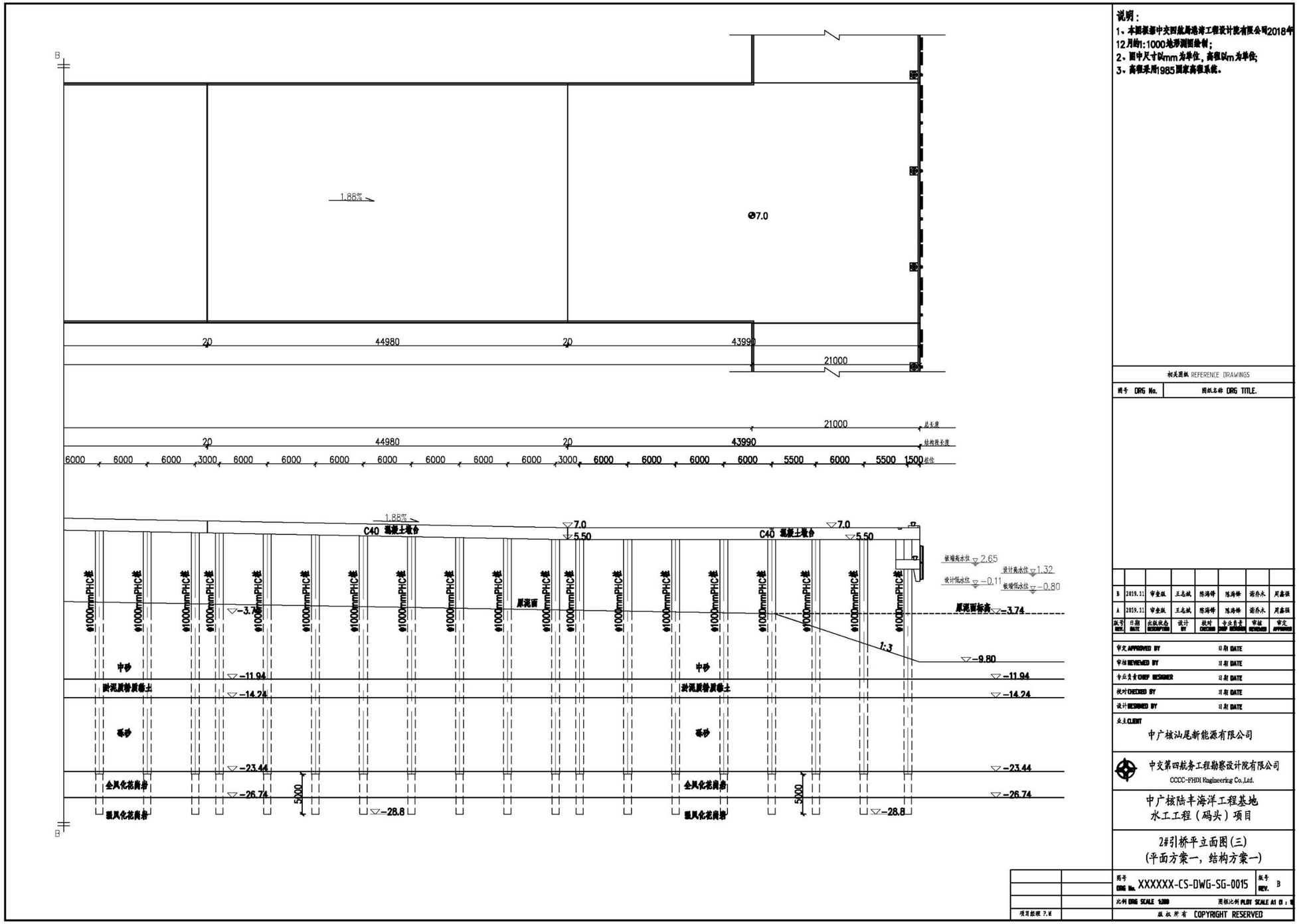
中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

2#引桥平立面图(二)
(平面方案一，结构方案一)

项目经理 P.M		图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0014	版号 REV. B
		比例 DRG SCALE 1:200	图幅比例 PLOT SCALE A1

版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.4-2　2#引桥平立面图（二）



说明：

1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:1000地形测图绘制；

2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；

3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢乔木	周鑫振
A	2019.11	审查版	王志斌	陈海锋	陈海锋	谢乔木	周鑫振

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT

中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

2#引桥平立面图(三)
(平面方案一，结构方案一)

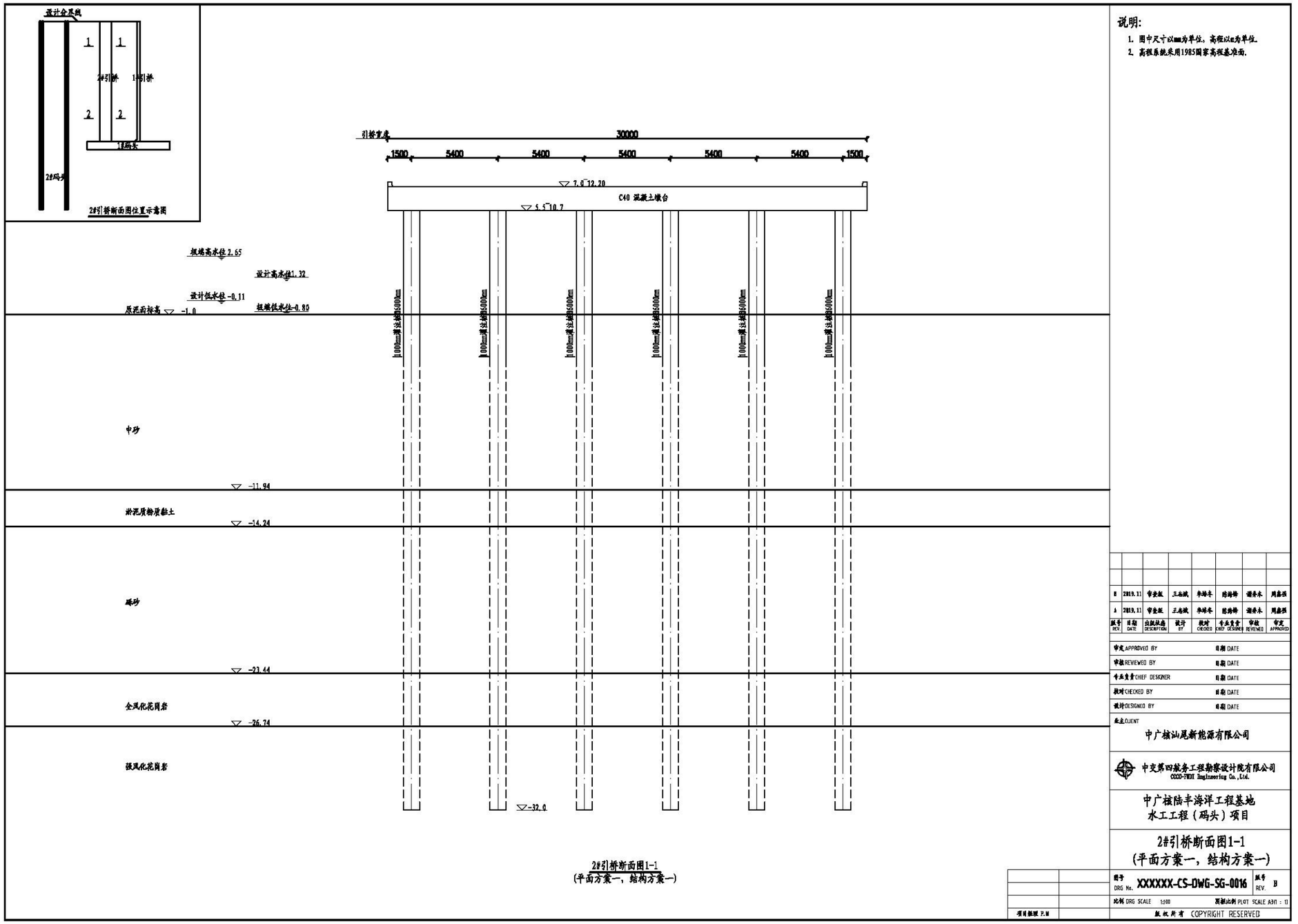
项目经理 P.M	

图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0015　版号 REV. B

比例 DRG SCALE 1:200　图纸比例 PLOT SCALE A1 日 : 1

版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.4-3　2#引桥平立面图（三）



说明:

1. 图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位。
2. 高程系统采用1985国家高程基准面.

版号 REV.	日期 DATE	修改内容 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	王志斌	李培亭	陈海锋	谢承永	周鼎恒
A	2019.11	审查版	王志斌	李培亭	陈海锋	谢承永	周鼎恒

审定 APPROVED BY 日期 DATE
审核 REVIEWED BY 日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER 日期 DATE
校对 CHECKED BY 日期 DATE
设计 DESIGNED BY 日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

2#引桥断面图1-1
(平面方案一，结构方案一)

图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0016 版号 REV. B
比例 DRG SCALE 1:100 图纸比例 PLOT SCALE A3=1:1
版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.4-4　2#引桥横断面图 1-1

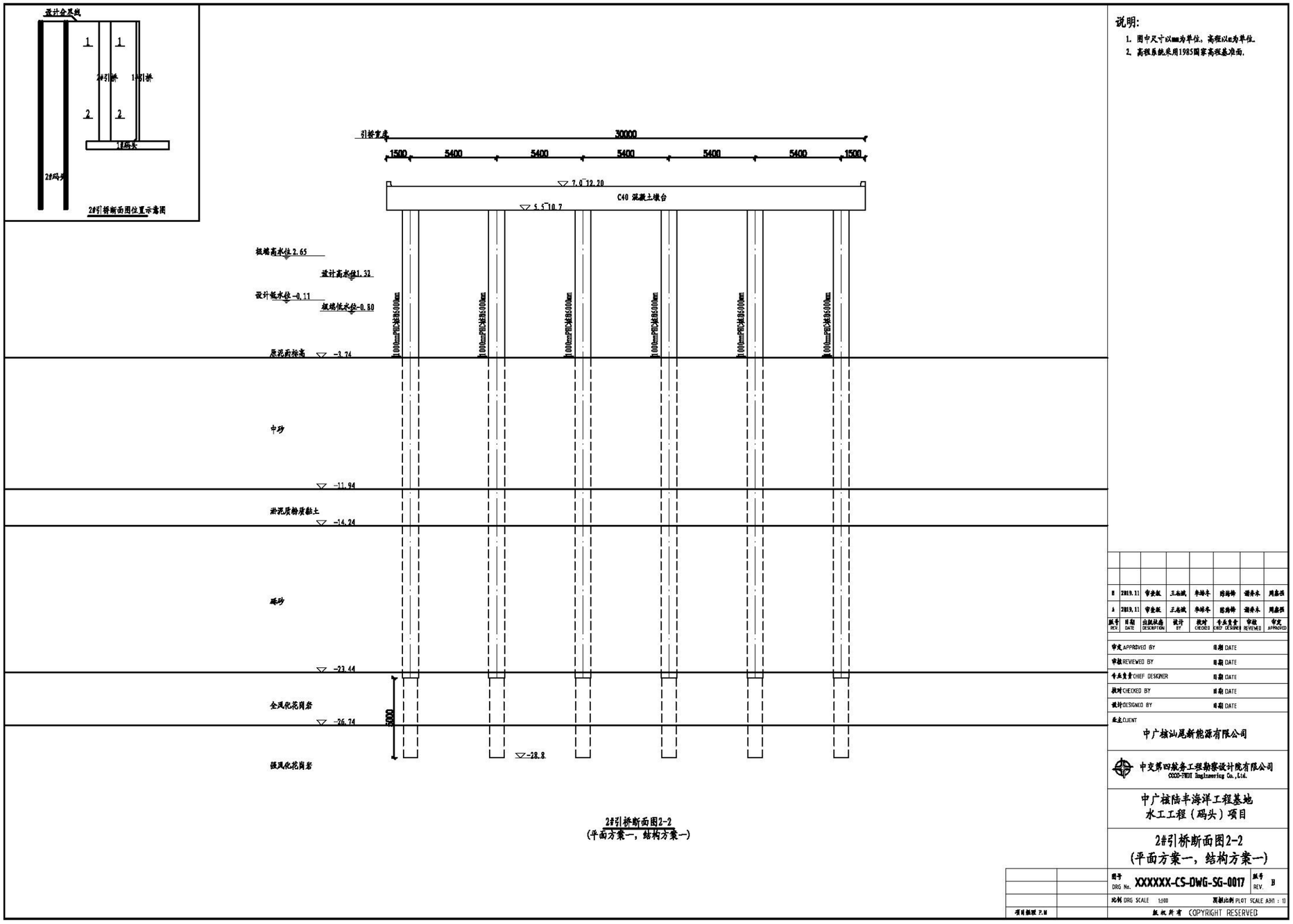


图 2.6.4-5　2#引桥横断面图 2-2

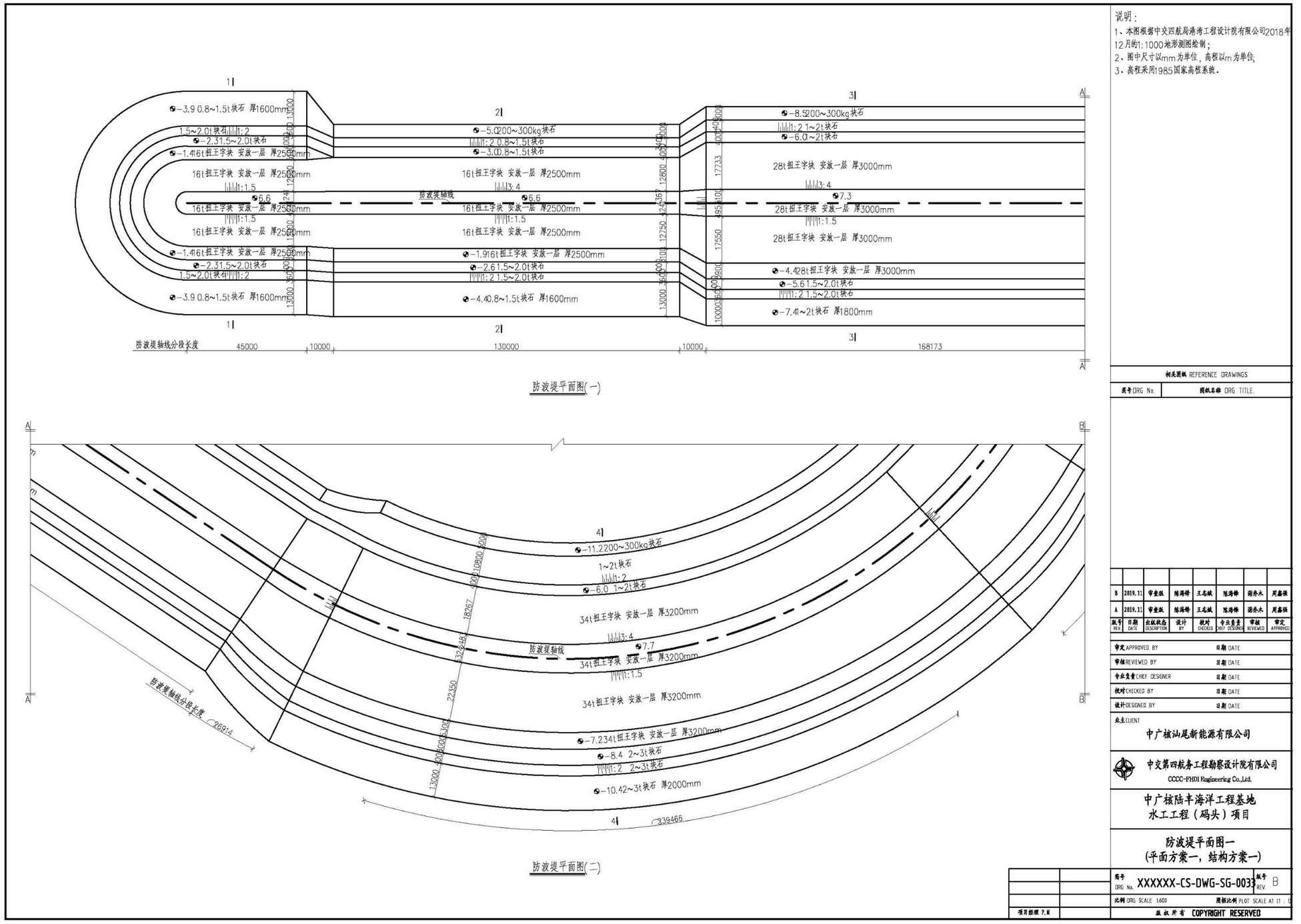
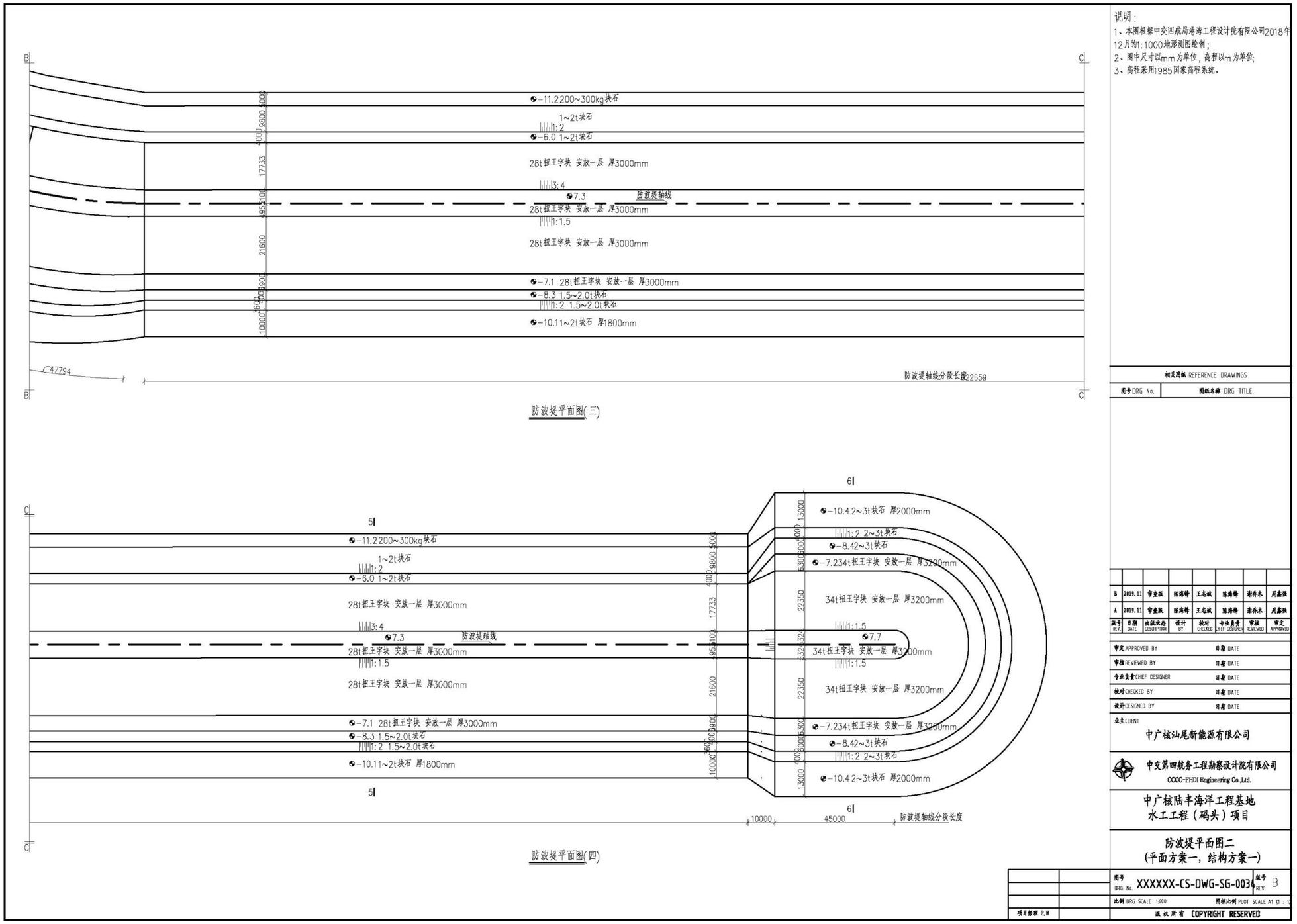


图 2.6.5-1　防波堤平立面图（一）



说明：
1、本图根据中交四航局港湾工程设计院有限公司2018年12月的1:1000地形测图绘制；
2、图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位；
3、高程采用1985国家高程系统。

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	陈泽锋	王志斌	陈海锋	谢乔木	周鑫强
A	2019.11	审查版	陈泽锋	王志斌	陈海锋	谢乔木	周鑫强

审定 APPROVED BY	日期 DATE
审核 REVIEWED BY	日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER	日期 DATE
校对 CHECKED BY	日期 DATE
设计 DESIGNED BY	日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

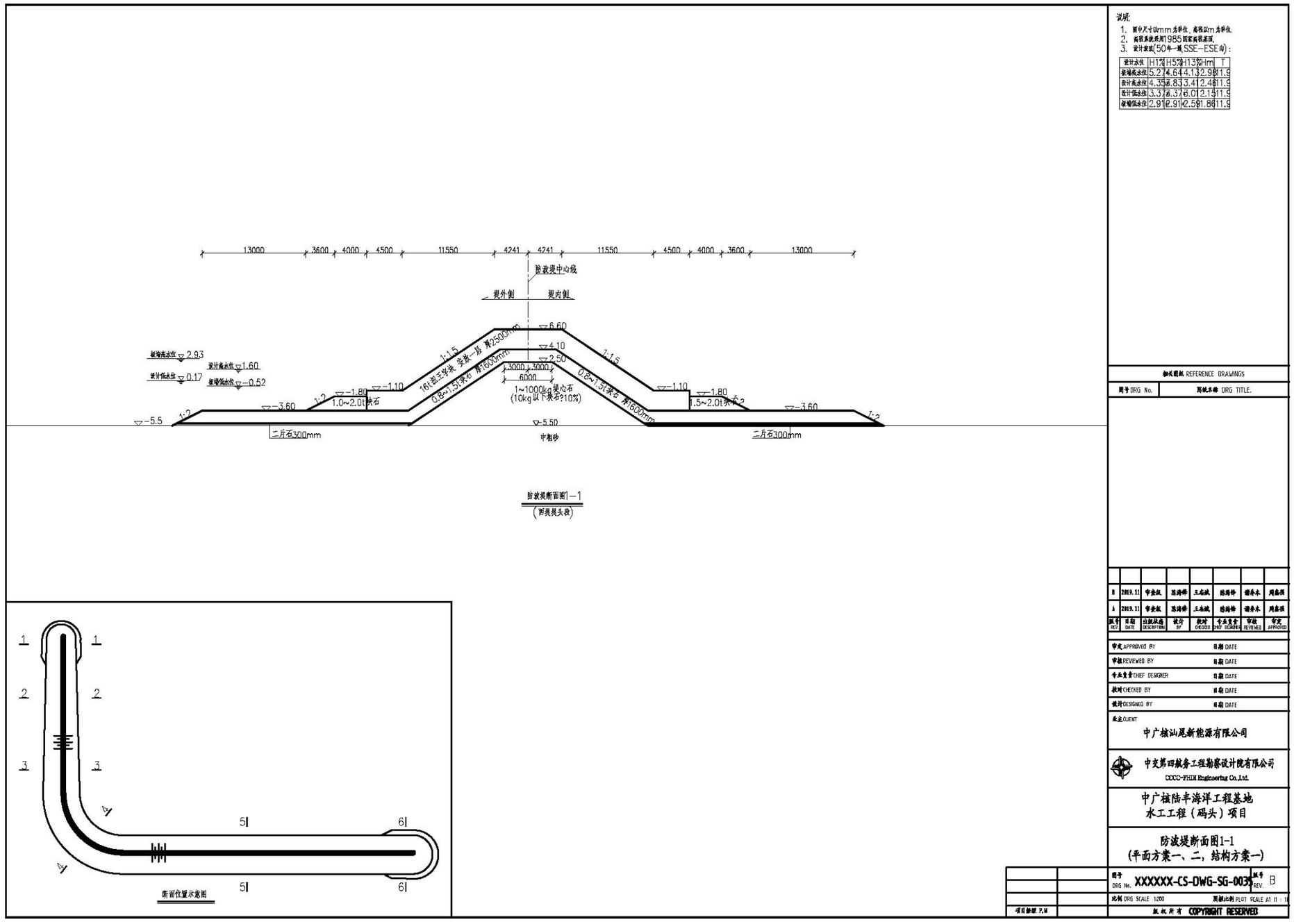
中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

防波堤平面图二
(平面方案一，结构方案一)

项目部理 P.M		图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0034	版号 REV. B
		比例 DRG SCALE 1:600	图纸比例 PLOT SCALE A1 (1 : 1)

版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.5-2　防波堤平立面图（二）



说明:

1. 图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位。
2. 高程系统采用1985国家高程基准。
3. 设计波浪(50年一遇,SSE-ESE向):

设计水位	H1%	H5%	H13%	Hm	T
极端高水位	5.27	4.64	4.13	2.98	11.9
设计高水位	4.35	3.83	3.41	2.46	11.9
设计低水位	3.37	2.97	2.64	1.91	11.9
极端低水位	2.91	2.91	2.59	1.88	11.9

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

REV.	DATE	出版说明 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	陈琦锋	王志斌	陈琦锋	谢春水	周振强
A	2019.11	审查版	陈琦锋	王志斌	陈琦锋	谢春水	周振强

审定 APPROVED BY 日期 DATE
审核 REVIEWED BY 日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER 日期 DATE
校对 CHECKED BY 日期 DATE
设计 DESIGNED BY 日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

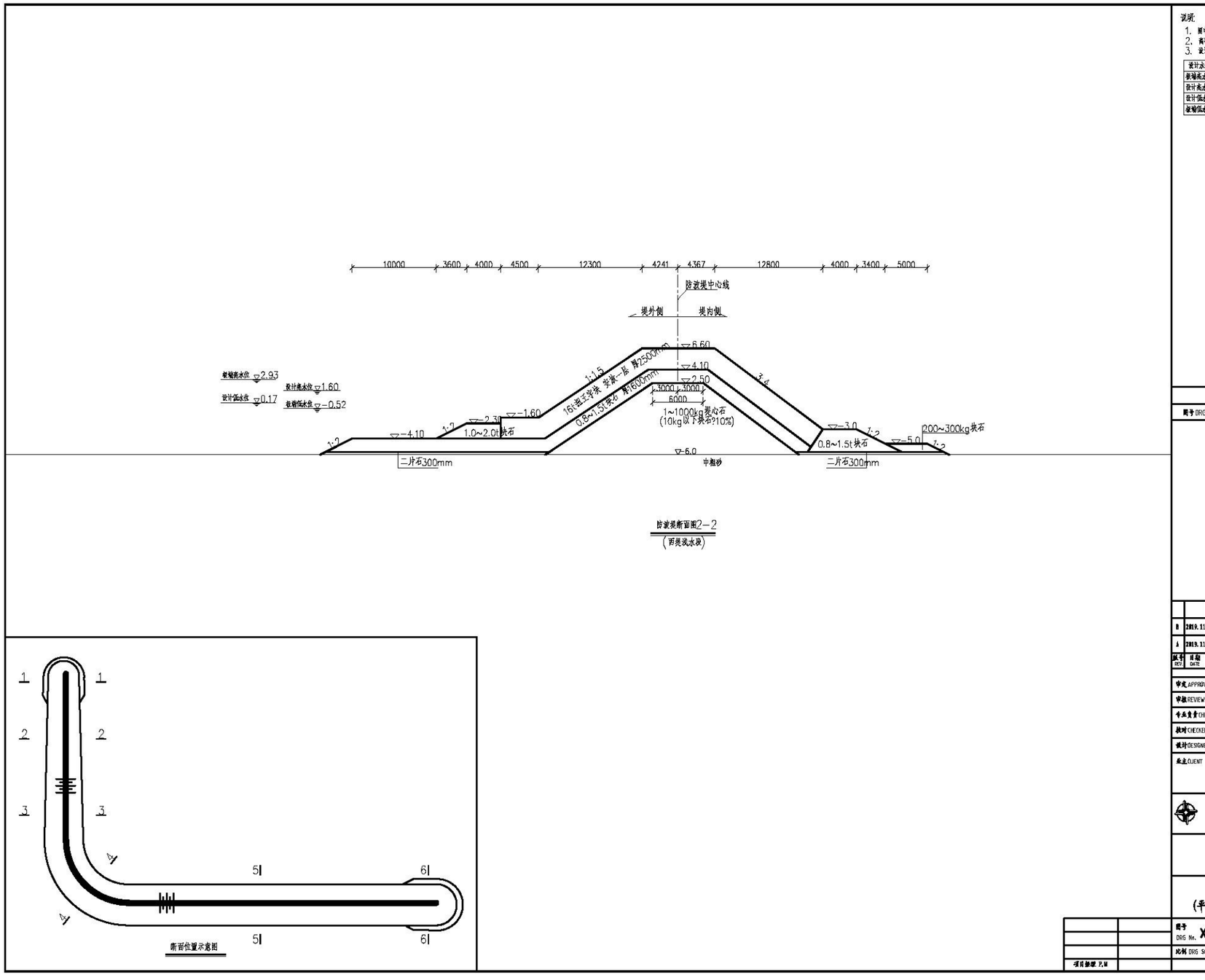
中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

防波堤断面图1-1
(平面方案一、二，结构方案一)

图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0035 版号 REV. B
比例 DRG SCALE 1:200 图纸比例 PLOT SCALE A1 1 : 1
项目部章 P.M
版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.5-3　防波堤横断面图 1-1



说明:

1. 图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位.
2. 高程系统采用1985国家高程基准.
3. 设计波浪(50年一遇,SSE-ESE向):

设计水位	H1%(m)	H5%(m)	H13%(m)	T
极端高水位	7.39	6.47	5.74	11.9
设计高水位	6.48	5.68	5.05	11.9
设计低水位	5.90	5.15	4.57	11.9
极端低水位	5.43	4.74	4.21	11.9

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	陈海锋	王志斌	陈海锋	谭泰水	周鼎强
A	2019.11	审查版	陈海锋	王志斌	陈海锋	谭泰水	周鼎强

审定 APPROVED BY 日期 DATE
审核 REVIEWED BY 日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER 日期 DATE
校对 CHECKED BY 日期 DATE
设计 DESIGNED BY 日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

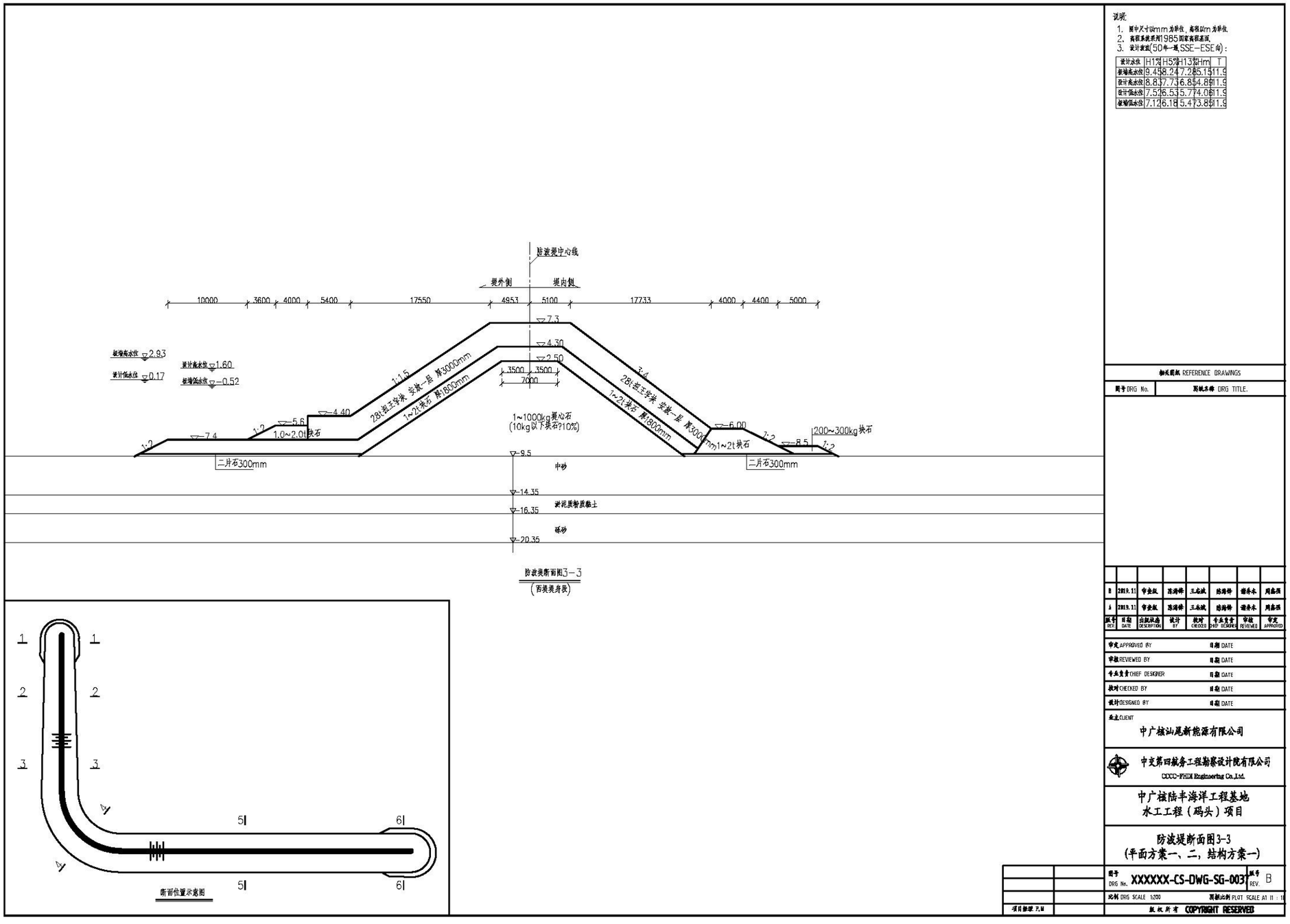
中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

防波堤断面图2-2
(平面方案一、二，结构方案一)

图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0034 版号 REV. B
比例 DRG SCALE 1:200 图纸比例 PLOT SCALE A1 1 : 1
项目部印章
版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.5-4　防波堤横断面图 2-2



说明:
1. 图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位.
2. 高程系统采用1985国家高程基准.
3. 设计波浪(50年一遇,SSE-ESE向):

设计水位	H1%	H5%	H13%	Hm	T
极端高水位	9.45	8.24	7.28	5.15	11.9
设计高水位	8.83	7.73	6.85	4.86	11.9
设计低水位	7.55	6.53	5.77	4.06	11.9
极端低水位	7.12	6.18	5.47	3.85	11.9

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	出版记录 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	陈海锋	王志波	陈海锋	谭承永	周春强
A	2019.11	审查版	陈海锋	王志波	陈海锋	谭承永	周春强

审定 APPROVED BY 日期 DATE
审核 REVIEWED BY 日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER 日期 DATE
校对 CHECKED BY 日期 DATE
设计 DESIGNED BY 日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

防波堤断面图3-3
(平面方案一、二，结构方案一)

图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0031 版号 REV. B
比例 DRG SCALE 1:200 图纸比例 PLOT SCALE A1 1 : 1
项目部审 P.M
版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.5-5　防波堤横断面图 3-3

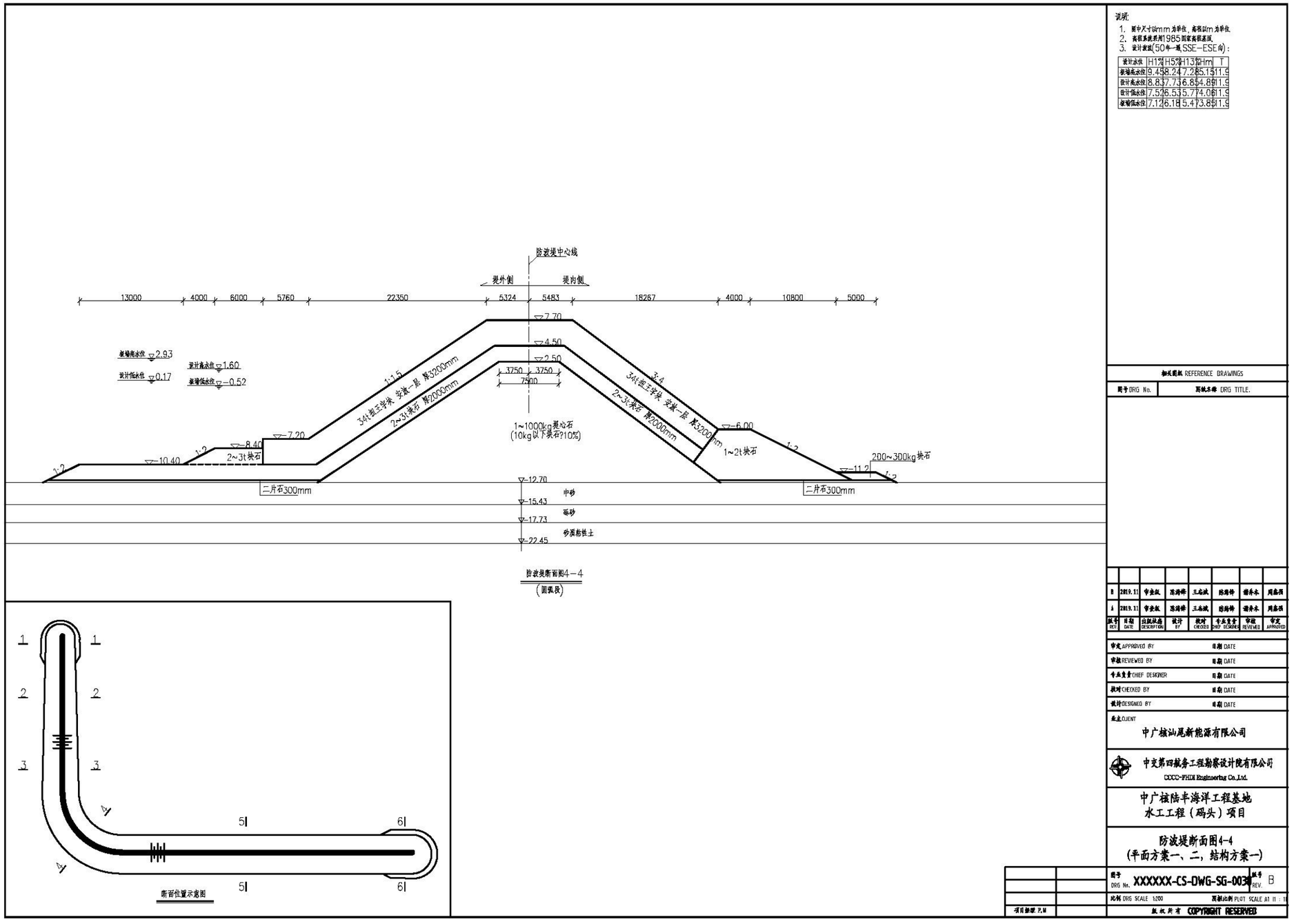
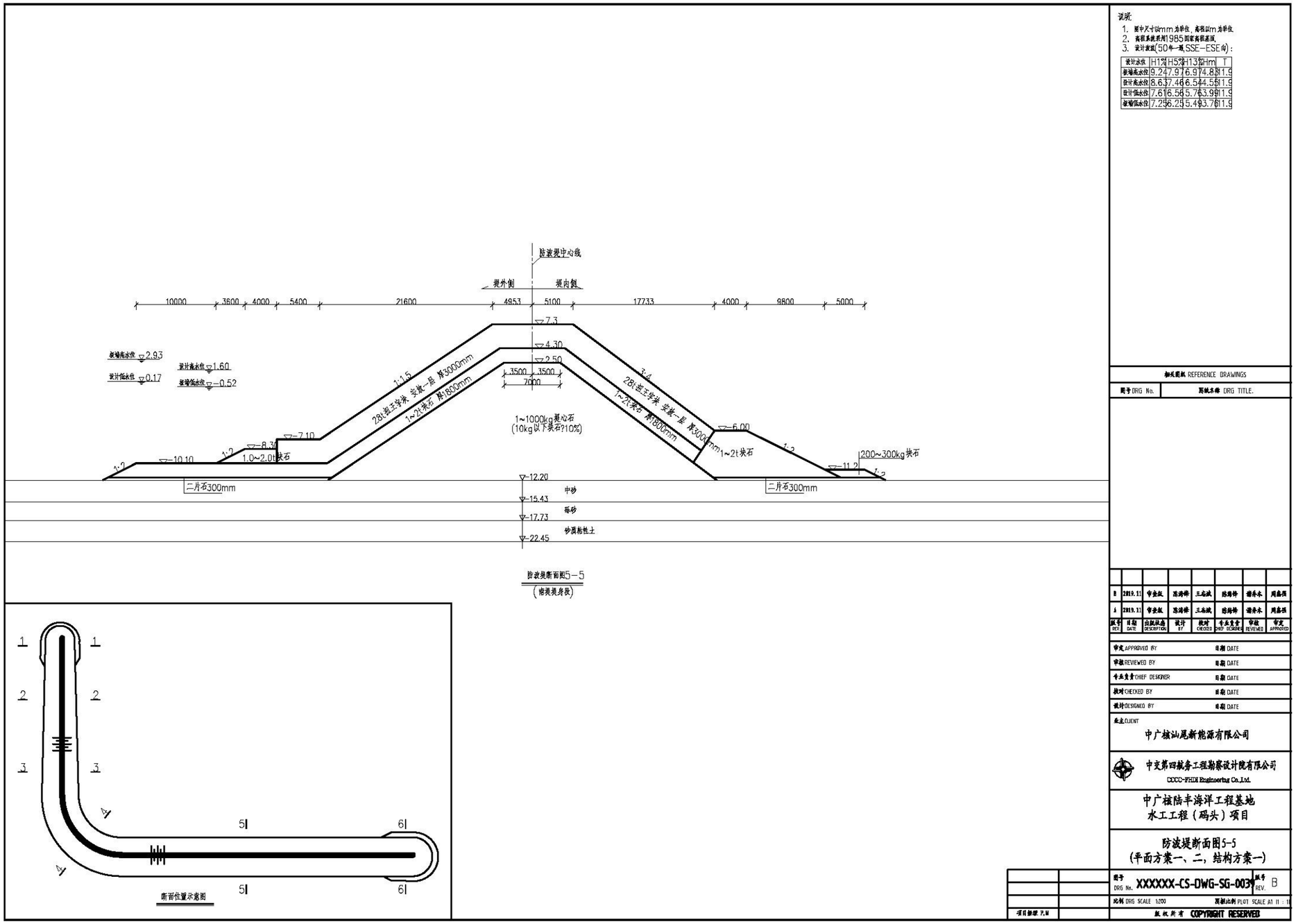


图 2.6.5-6　防波堤横断面图 4-4



说明:

1. 图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位.
2. 高程系统采用1985国家高程基准.
3. 设计波浪(50年一遇,SSE—ESE向):

设计水位	H1%	H5%	H13%	Hm	T
极端高水位	9.24	7.97	6.9	4.8	11.9
设计高水位	8.63	7.46	6.5	4.55	11.9
设计低水位	7.61	6.56	5.76	3.99	11.9
极端低水位	7.29	6.25	5.49	3.76	11.9

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV	日期 DATE	出版状态 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	陈海锋	王志斌	陈海锋	谢春水	周鑫强
A	2019.11	审查版	陈海锋	王志斌	陈海锋	谢春水	周鑫强

审定 APPROVED BY 日期 DATE
审核 REVIEWED BY 日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER 日期 DATE
校对 CHECKED BY 日期 DATE
设计 DESIGNED BY 日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

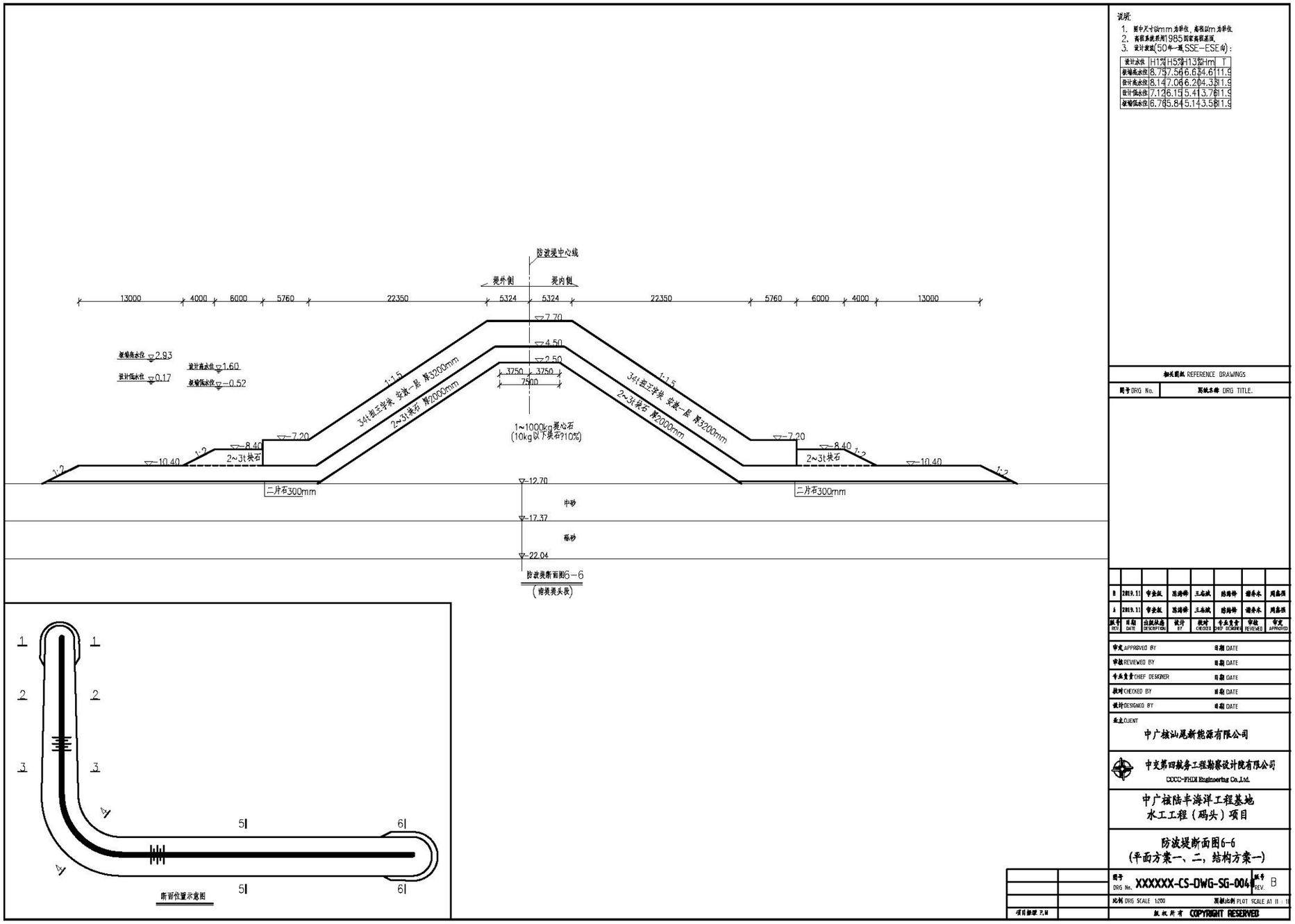
中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

防波堤断面图5-5
(平面方案一、二，结构方案一)

图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0031 版号 REV. B
比例 DRG SCALE 1:200 图纸比例 PLOT SCALE A1 1 : 1
项目部章 P.M
版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.5-7　防波堤横断面图 5-5



说明:

1. 图中尺寸以mm为单位，高程以m为单位。
2. 高程系统采用1985国家高程基准。
3. 设计波浪(50年一遇,SSE—ESE向):

设计水位	H1%	H5%	H13%	Hm	T
极端高水位	8.75	7.56	6.63	4.61	11.9
设计高水位	8.14	7.06	6.20	4.38	11.9
设计低水位	7.12	6.15	5.41	3.76	11.9
极端低水位	6.76	5.84	5.14	3.58	11.9

相关图纸 REFERENCE DRAWINGS

图号 DRG No.	图纸名称 DRG TITLE.

版号 REV.	日期 DATE	修改说明 DESCRIPTION	设计 BY	校对 CHECKED	专业负责 CHIEF DESIGNER	审核 REVIEWED	审定 APPROVED
B	2019.11	审查版	陈锦锋	王志斌	陈锦锋	谭春水	周鼎强
A	2019.11	审查版	陈锦锋	王志斌	陈锦锋	谭春水	周鼎强

审定 APPROVED BY 日期 DATE
审核 REVIEWED BY 日期 DATE
专业负责 CHIEF DESIGNER 日期 DATE
校对 CHECKED BY 日期 DATE
设计 DESIGNED BY 日期 DATE

业主 CLIENT
中广核汕尾新能源有限公司

中交第四航务工程勘察设计院有限公司
CCCC-FHDI Engineering Co.,Ltd.

中广核陆丰海洋工程基地
水工工程（码头）项目

防波堤断面图6-6
(平面方案一、二，结构方案一)

图号 DRG No. XXXXXX-CS-DWG-SG-0041 版号 REV. B
比例 DRG SCALE 1:200 图纸比例 PLOT SCALE A1 = 1:
版权所有 COPYRIGHT RESERVED

图 2.6.5-8　防波堤横断面图 6-6

2.7 码头装卸工艺

本工程建设 3 个泊位，1#泊位为运维泊位，2#泊位为 8000 吨泊位，3#泊位为 5000 吨级泊位，主要用于风电基地的产品出运和原材料进港作业。

2.7.1工艺方案

码头共建设 3 个泊位，1#泊位为运维泊位，2#泊位为 8000 吨泊位，3#泊位为 5000 吨级泊位，主要用于风电基地的产品出运和原材料进口作业。

根据拟作业泊位的货种运输，1 #泊位为运维泊位，主要为运维人员上下，不考虑货物装卸；2 #泊位为钢材和机舱轮毂、弯头原材料、机电原材料等的卸船作业和海上升压站钢结构的装船作业，并兼顾小型（长度 86.5 米及以下）叶片的装船，另外海底光缆通过 1 #引桥上铺设的导缆架直接引到船舶上；3 #泊位为机舱、风机轮毂的装船、较高的塔筒和长条形的钢管桩、叶片的装卸船作业。

根据货物重量和外形尺寸的特点，2#泊位有钢材等原材料卸船，且有较重件装船，可采用通用性较好的门机作业。2 #泊位的钢材卸船作业采用 2 台 80t-30m 门座式起重机，重量较重的弯头、轮毂和机舱采用 2 台门机同时配合卸船，升压站采用重型液压平板车运到码头，再由起重船吊装上船。机舱、轮毂、弯头等原材料的水平运输采用牵引平板车、最大按载重量 150t 的牵引平板车考虑（具体由后方厂区根据货物重量自行配置），钢材水平运输采用载重量 40t 的牵引平板车，升压站的水平运输采用载重量 250t 的重型液压平板车，（可多台拼接作业，由后方厂区设计和配置），其中叶片、机舱、轮毂、弯头的水平运输车辆由于转弯半径较大且荷载较重，均考虑从 2 #引桥往返。

3#泊位为较高和较长的产品出运，采用与后方厂区作业方式相同的轨道龙门吊进行装船作业。3#泊位装卸工艺方案水平运输和装船作业均采用 1 台额定起重量为 2000t 的轨道式龙门起重机。

2.7.2工艺流程

1）2#泊位：

后方厂区→重型液压平板车→起重船→船

后方厂区→叶片运输车→门座式起重机→船

船→门座式起重机→牵引平板车→后方厂区

后方厂区→导缆架→船

2）3#泊位

后方厂区→1 台 2000t 轨道龙门起重机→船

2.7.3主要装卸设备选型

根据装卸船货物和外形尺寸，各主要设备参数如下：

门座式起重机（2 台）：起重量 80t，最大作业幅度 30m，轨距 16m，基距 12m。

轨道式龙门起重机（1 台）：额定起重量 2000t，起升高度轨上 65m，轨下 25m，轨距 62m；基距 33m；

轨道式龙门起重机（2 台）：额定起重量 1300t，起升高度轨上 65m，轨下 25m，轨距 62m，基距 33m。

2.7.4装卸工艺主要技术经济指标

装卸工艺方案的主要经济技术指标详见表 2.7.4-1：

表 2.7.4-1　主要技术经济指标表

序号	项目名称		单位	数量	备注
				方案一	
1	泊位数	运维泊位	个	1	其中 1#泊位为运维泊位
		8000 吨		1	
		5000 吨级		1	
2	码头设计吞吐量	原材料和产品	万 t/a	124.4	
3	码头年设计通过能力	原材料和产品	万 t/a	144.4	
4	装卸工人/机械司机		人	41	
5	装卸机械设备装机总容量		千瓦	6000	
6	装卸机械设备总投资		万元	13330	

2.8 导助航设施

本工程助航标志包括航道、回旋区、码头、防波堤所需助航标志，设置了灯浮标和灯桩。

（1）灯浮标

浮标根据规范“中国海区水上助航标志”GB4696－2016 布置，在进港航道设置灯浮标 1 座。

每一座灯浮标包括一个浮标、一个航标灯、一套太阳能系统和 12V 电池，以及锚链系统。浮筒、航标灯、太阳能系统、12V 电池、锚链系统必须符合当地的工作条件；浮标安装望板。

浮标采用新型涂装钢质浮标，通过防腐涂装使其完全适应海上工作环境。浮标的形状和尺寸必须满足规范：海区浮标外形规范。根据当地条件，航道浮标规格为 HF2.4-D1。

灯浮标安装 LED 航标灯，灯光颜色如助航设施平面布置图所示。根据相应的环境条件，浮标航标灯采用太阳能电池供电，太阳光的年辐射为 110 Kcal，最大连续阴雨时间为 20 天，太阳能电池功率 30W，蓄电池容量为 100 AH。

锚链为钢质锚链，航道浮标锚链长度为 1 节，锚链直径为 42mm，沉块为混凝土沉块，重量 5 吨。

（2）灯桩

由于防波堤位于船舶可航水域，为确保船舶航行安全，在防波堤外端设置灯桩，灯桩为直径 1m、高度 10m 的玻璃钢灯桩。在码头北端头设置灯桩，灯桩为直径 0.3m、高度 5m 的钢管灯桩。灯桩结构和涂装必须符合海上工作环境的要求。灯桩配置航标灯，航标灯电源为太阳能电池，安装太阳能电池功率 40W，蓄电池容量为 200 AH。

2.9 给排水系统及供电系统

2.9.1给水系统

2.9.1.1 供水水源

本工程用水由后方供水调节站供给，水质应符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）的要求，接管点位于设计分界点，共三处，接管点技术要求：三处接管点管径均为为 DN100，流量不小于 30m³/h，压力不低于 0.35MPa。

2.9.1.2 用水量

本工程设计范围为水域部分码头和引桥，用水考虑船舶用水、喷洒码头用水和消防用水。

（1）船舶用水量

本工程拟建设三个泊位，1#泊位设计代表船型为运维船，用水量定额为 5m^3/艘次，日装卸艘次为 1 次；2#泊位设计代表船型为 8000 t 特种船，用水量定额为 300 m^3/艘次，日装卸艘次为 1 次；3#泊位设计代表船型为 5000DWT 驳船，用水量定额为 300m^3/艘次，日装卸艘次为 1 次。船舶用水量为 305 m^3/d。

（2）环保用水量

本工程环保用水为码头喷洒用水，用水量定额为 0.25L/（m^3.次），日喷洒次数为 1 次。码头喷洒用水量为 4m^3。

（3）未预见用水量

未预见用水量按照前述两项的 20%计，为 61.8 m^3/d。

（4）消防用水量

本工程消防考虑一次水域船舶着火，室外消防用水设计流量为 30L/s，火灾持续时间为 2h，一次消防用水量为 216 m^3

表 2.9.1-1　港区用水量表

序号	项　目	最高日用水量（m^3/d）	最高时用水量（m^3/h）
1	船舶用水	305	25.4
2	环保用水	4	2
3	未预见用水	61.8	
4	合计	370.8	27.4
5	消防用水	216m^3	

2.9.1.3 给水系统

本工程设置船舶-环保及消防两套给水系统。船舶-环保及消防两套给水系统由后方陆域供水，接管点位于引桥根部。1#、2#泊位供水管沿引桥敷设至码头前沿，然后敷设于前沿管沟内。3#泊位供水管沿码头外挂敷设。码头前沿设置船舶供水栓（SN65），设置间距为 50 米，用于向靠岸船舶供水。

码头船舶-环保给水管管径为DN100，消防给水管管径为DN150，船舶-环保给水管采用衬塑钢管，卡箍连接，消防给水管采用热浸锌镀锌钢管，焊接连接。

2.9.2排水系统

本工程引桥面和码头面雨水较洁净，可自流排入水域。

2.9.3供电系统

（1）用电需求

根据本工程用海需求情况，由后方变电所提供2路10kV高压回路，分别为2#泊位的两座门机供电；3#泊位的轨道龙门吊。由后方变电所提供3路0.4kV低压回路，计算负荷均为30kW，分别作为1#、2#码头检修插座箱供电电源。由后方变电所提供1路0.4kW低压回路，计算负荷为10kW，作为码头和引桥的照明电源。

本工程在2#、3#泊位共设置3套码头岸电设施，每套容量按125kVA考虑，可以满足5000吨级船舶靠泊接岸电的需求。由后方变电所提供3路0.4kV低压回路，作为码头岸电系统供电电源。在后方变电所内设置3台0.4/0.4kV隔离变压器，岸电电源经过隔离后，连接到码头前沿岸电插座箱，供船舶靠岸界点用。

（2）供电可行性

项目电气接口位置位于后方变电所，由后方厂区变电所提供2路10kV电源，5路380VAC电源及1路220V电源。根据《汕尾海洋工程基地（陆丰）公共区域配套可行性研究报告》，由陆丰市碣石临港工业园开发有限公司负责建设基地公共区，包含道路、景观绿化、护坡、堆场、停车场、货场、官网、泵房水电设备用房等公共配套建设，本项目后方变电所在其设计范围内。

根据《汕尾海洋工程基地（陆丰）公共区域配套可行性研究报告》，厂区设计变压器容量为6400kVA，本项目使用3套码头岸电设施，每套容量按125kVA考虑，则项目设计容量为375 kVA，占用厂区设计容量的5.9%。厂区设计供电包括本码头，因此，码头岸电设施的供应是可行的。

2.10施工方案

2.10.1 施工特点

（1）水上作业量大，工期较紧；

（2）部分施工作业受潮位影响较大；

（3）流水式施工作业明显；

（4）涉及作业内容多，相互之间有交叉影响。

2.10.2 施工工艺流程

本工程主要施工顺序如下：

（1）码头及引桥工程

PHC 桩制作及沉桩、灌注桩施工→上部现浇混凝土墩台、横梁→预制、安装面板→现浇混凝土面层及磨耗层→附属设施安装→工艺设备安装。

（2）防波堤工程

平面施工顺序：水上施工主要负责-4m 以下，陆上施工主要负责-4m 以上，陆上施工顺序以+2.5m 为分界，+2.5m 以下部分从堤根往堤头方向推进，+2.5m 以上部分从堤头往堤根方向返回施工。

断面施工顺序，遵循由下往上、先外坡后内坡施工顺序：抛填堤心石→坡脚铺设二片石垫层→抛填护底、垫层块石及护脚棱体→安装护面块体。

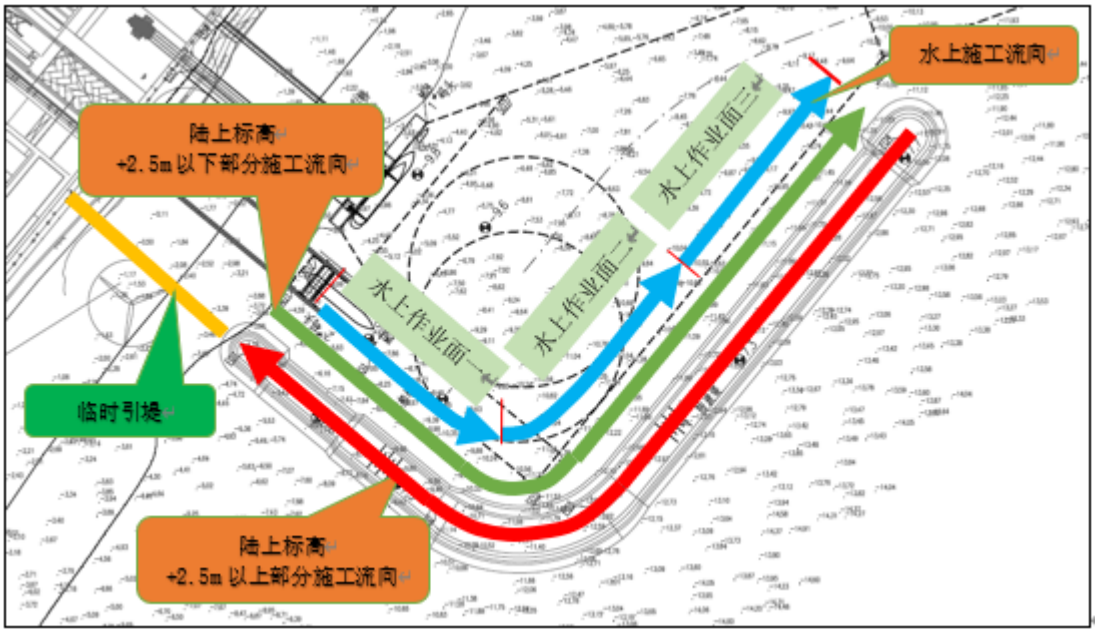


图 2.10.2-1　防波堤平面施工顺序图

（3）港池疏浚

港池疏浚施工工艺流程主要如下：

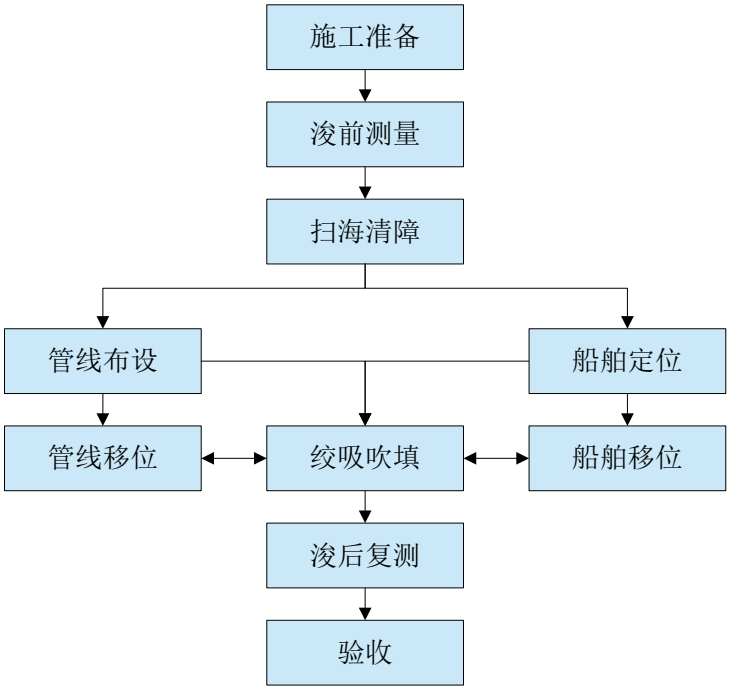


图 2.10.2-2　疏浚施工流程图

2.10.3 施工工序

本工程码头、引桥水工推荐方案为 PHC 桩结构，PHC 桩由厂家购入，打桩船打桩。预制件考虑由在现场制作，驳船拖运，浮吊安装。现浇混凝土采用砼拌船水上现浇，采用常规的高桩码头施工方法即可完成本工程的施工，推荐的 PHC 桩结构方案总体施工顺序如下：

（1）施工准备，构件的制作及 PHC 桩购置；

（2）港池、航道和基槽挖泥；

（3）桩基础施工；

（4）防波堤工程施工；

（5）现浇横梁、轨道梁或墩台；

（6）安装面板及靠船构件、水平撑；

（7）现浇面层；

（8）安装码头附属设备；

（9）现浇磨耗层

（10）设备安装调试。

2.10.4 施工方法

2.10.4.1 桩基施工

（1）PHC 桩制作、运输

本工程打入桩桩基全部采用 PHC 桩，PHC 桩可以选择一家有资质的专业厂家进行整根制作，并以整桩验收，交验时提供有关验收资料和出厂合格证。经检验合格后可以水运到施工现场进行沉桩。

（2）沉桩施工

沉桩前详细分析地质勘探资料，沉桩需先进行港池浚深开挖，待开挖完成后再进行沉桩。本工程斜桩较多，应根据装船条件编排好沉桩顺序，方可确保沉桩顺利完成。

沉桩施工前须将选定的桩锤型号、规格等技术参数及施打方案等文件事先征得设计单位同意并报监理工程师审批同意，方可进行沉桩施工。定位采用 GPS 测量定位，全站仪校核。打桩应严格按照设计要求的停锤标准进行控制，设计桩端土层为砂层时，原则上按照以贯入度控制，标高作为校核，设计桩端土层为风化岩时，原则上按照高程控制，贯入度作为校核。

沉桩工艺：移船取桩→吊、立桩入龙口移船就位→调平船、调整龙口的垂直度或斜度→定位、收紧缆绳→桩自沉→测桩偏位，调整船和龙口→压上锤和替打→测桩偏位、调整船和龙口→小冲程锤击沉桩→正常锤击沉桩→满足沉桩控制条件，停止锤击→估测桩偏位→起吊锤和替打→估测桩偏位→移船取桩。

（3）现浇桩芯不收缩混凝土

本工程桩芯不收缩混凝土施工主要指桩顶在设计标高范围内浇筑混凝土，使得上部结构混凝土和钢管桩有效连接，桩芯现浇不收缩混凝土等级为 C40。

沉桩施工结束后，经过夹桩铺底、切割桩头而后进行浇筑桩芯混凝土的工程施工。

钢筋在后方场地加工制作并绑扎成型，并在钢筋笼的上部桩顶位置焊上挂钩。运到现场后，用方驳吊机安装到桩内并挂在桩的侧壁上。吊装前用水泵将桩内余水抽干。采用水上混凝土进行桩芯混凝土浇筑。

施工工艺流程见下图。

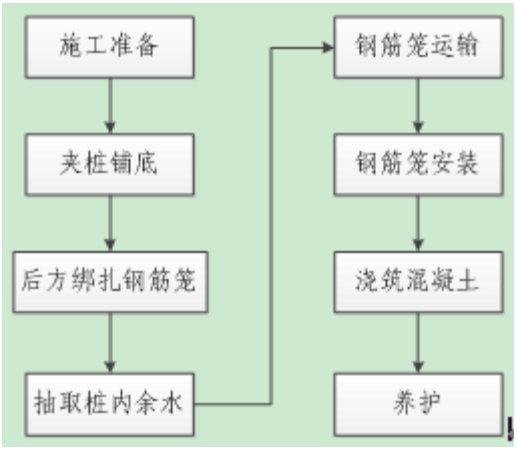


图 2.10.4-1　桩芯混凝土施工工艺流程图

（4）灌注桩施工

引桥靠岸侧排架采用灌注桩作为基础，灌注桩施工时须搭设水上工作平台，下钢护筒，冲锤成孔，然后孔内水下浇筑灌注桩。

2.10.4.2 码头及引桥上部结构制作安装

码头及引桥工程混凝土结构分现浇和预制两部分，其中现浇部分包括现浇墩台、现浇横梁、现浇立柱、现浇轨道梁、现浇面层、现浇磨耗层、现浇护轮坎等；其中预制部分包括预制实心面板、靠船构件、水平撑等混凝土构件。

（1）主要施工方法

码头墩台、横梁、轨道梁都为现浇整体的大型钢筋混凝土结构，均需要设置浇筑施工平台，施工难度大；特别是现浇下层墩台时，施工作业受潮位影响非常大，每天施工作业的时间极短，作业连续性受到影响。因此，现场配备专门船机设备进行分工作业，配备专业队伍进行专业施工，克服困难，保证施工进度、质量和安全。

考虑到现场施工条件，并为了节省工作时间，增加工作效率，钢筋采用岸上加工成半成品运至现场进行绑扎，钢筋加工绑扎时必须确保钢筋规格、钢筋间距符合设计要求。现浇混凝土均为水上浇筑，采用塑料薄膜加湿麻袋养护，养护时间不少于 14d。施工时注意各预埋件准确埋设，避免错埋、漏埋。

（2）现浇面层、磨耗层及护轮坎

现浇面层、磨耗层及护轮坎的施工顺序：先进行现浇面层的施工，再进行护

轮坎的施工，在面层及护轮坎施工完成后再进行磨耗层浇筑。磨耗层施工前需对码头表面进行凿毛处理，并用淡水冲洗干净。

现浇面层及现浇磨耗层控制的重点就是浇筑厚度，所以在施工时应控制好其标高。进行现浇磨耗层和护轮坎施工前，应该首先清洗杂物、粉尘。现浇面层或面板层浇注完成后，表面应及时扫毛、及时覆盖养护。

（3）构件预制及安装

本工程预制构件包含预制实心面板及靠船构件等钢筋混凝土构件，所有预制构件都在邻近预制场进行预制，然后通过水上船舶运输，运至施工现场通过水上起重机械进行安装。

预制施工工艺流程见下图。

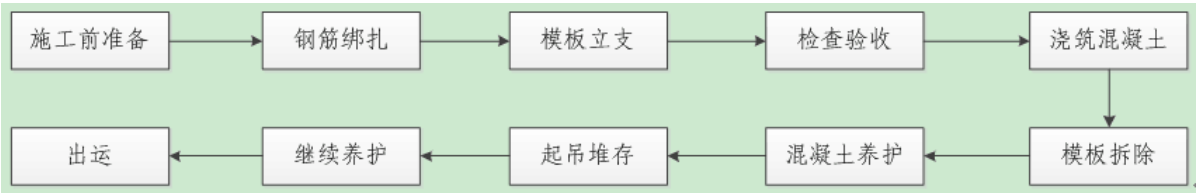


图 2.10.4-2　预制构件预制施工工艺流程

（4）砼表面防腐

为保证混凝土结构的耐久性，本工程钢筋混凝土结构均采用 C40 等级混凝土，适当增加混凝土保护层的厚度、减小水灰比，提高混凝土的密实度，掺加减水剂，同时对临水混凝土构件采用硅烷浸渍防腐保护。

构件混凝土外露表面防腐蚀涂层施工流程见下图。

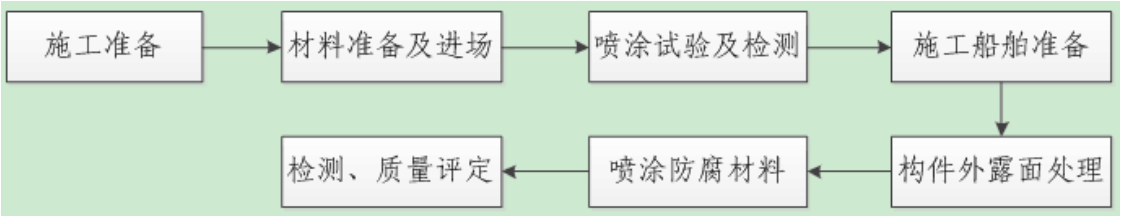


图 2.10.4-3　构件混凝土外露表面防腐蚀涂层施工流程图

2.10.4.3 附属设施安装

附属设施安装主要包括：系船柱、橡胶护舷、橡胶舷梯、轨道等。

系船柱、橡胶护舷等的安装待码头主体的施工达到安装条件后进行施工，宜集中安装。安装时是先通过水上运输到码头的适当位置后，再利用码头上吊机进行安装，人工连接专用吊装锁具配合。

2.10.4.4 防波堤工程

防波堤所需石料由陆丰核电一期临建场地平整工程提供，挑选块石棱体、垫层块石、护底块石运至现场抛填并理坡。

防波堤规格石采用水陆结合方式进行施工。水上抛填：开体驳+定位方驳及自航方驳+挖掘机；陆上推填：自卸汽车+推土机推填，挖掘机理坡。

扭王字块安装采用水陆结合方式进行施工。水上安装：起重船+平板驳+扭王字块运输车；陆上按照：履带起重机+扭王字块运输车。

根据现场水深以及施工船舶吃水要求，石料计划-4m 以下部分采用水抛，-4m 以上部分采用陆推。防波堤按 5:4:4 里程长度比例分三段同时开展水抛施工，陆上推填从靠近西堤堤头段的陆域处开始施工，堤顶施工方向与之相反。

（1）石料水上抛填

1）自航开体驳抛填施工

本工程-4m 以下规格石抛填施工拟采用自航开体驳+定位方驳联合施工的水上抛填模式，在季风期水流较急、大浪出现频次较高情况下，可确保开体驳每月有大部分时间可进行作业，并且具有在不同浪流环境下均能保证稳定、定位准确度可控等特征。抛填石体成棱台状，一个船位石体平均成型尺度将通过试抛及典型施工进行验证并作调整，并以验证调整后的尺度安排抛石船位，绘制抛填船位表。



图 2.10.4-4　自航开体驳抛填施工示意图

2）自航平板驳+挖掘机抛填施工

方驳在出运码头装运石料，完成石料装船后，航行至施工现场。

方驳使用 RTK-GPS 系统定位，实施实时监控。方驳平行于轴线位置布置，沿垂直于轴线方向移动。

检查抛石位置正确无误后，现场施工员根据测量结果计算得出的单元区格抛石量指挥履带挖掘机装载石料，经过计量后的石料，通过挖掘机沿平板驳船舷划定的网格区域送到目标区格进行定点定量抛放。



图 2.10.4-5　方驳+挖掘机抛填施工示意图

采用自航开体抛石船进行规格石抛填完成一区段后，测量水下断面抛填成型情况。将测量成果资料与设计断面进行比较后计算得出该区段的抛石工程量；将需补抛的区域划分成若干区格（如 2.0m×2.0m 的方格），计算出每个单元区格的抛填量。

每个施工流水作业段堤心石补抛采用方驳+履带挖掘机工艺施工完一轮后即进行水下地形测量、检测抛填效果，将测量成果资料与设计断面再进行比较后，确定二次抛放数量，再检测，直至成型断面已满足设计规范要求为止。

（2）石料陆上推填

1）本工程规格石料的填筑从靠近西堤堤头段的陆域处开始向南堤堤头段方向推进。

2）规格石填筑与理坡用石料由自卸汽车运输到指定地点卸料，履带推土机推填石料。根据防波堤堤心石确定的标高及内外坡推填宽度要求，推填至+2.5m

标高及相应的宽度。推填形成自然坡度约为 1:1，推填时有意识地将堤面加宽，确保推填过程中，堤心石上部超宽部分与下部欠缺石料约相等，推进 40m 后及时利用大型挖掘机进行堤心石理坡。垫层石陆上推填和理坡按照设计边坡坡比进行施工，施工工艺与堤心石施工一致。

考虑现场实际情况，为了方便石料运输车及其他施工机械掉头及避让，拟在防波堤堤顶内侧每 100m 处设置 1 处掉头平台，待后退堤顶垫层块石抛理时反挖挖除。

（3） 扭王字块出运安装施工

1）扭王字块出运

扭王字块计划从堆场由龙门吊吊上平板车，由平板车直接运至现场。

2）扭王字块水上安装

扭王字块安装配合堤心石与规格石抛理流水节拍，形成流水作业。水上安装部分扭王字块从堆场用台平板车运至出运码头，由起重船吊装至方驳，并由方驳运至安装现场。

起重船上设有 GPS 定位系统，可自行确定船位。安装船位确定后，再确定扭王字块的安装位置，具体方法如下：

①将扭王字块安装平面图输入电脑，该平面图即相当于一张扭王字块地图。

②把起重船船型长宽资料输入 GPS 电脑中，显示器上直观显示起重船在扭王字块地图上的确切位置；定位时，使起重船船舷边平行于防波堤轴线，由下往上逐排进行定点随机安放。

③在船舷边预设 n 个标志，标志间距与扭王字块间距一致。移船定位，当电脑显示船舷边标志点与电脑图上的扭王字块位置重叠时，表示船舷边标志处为扭王字块安装位置。这时下放扭王字块，确认安放到位后脱钩，并作好安放记录。

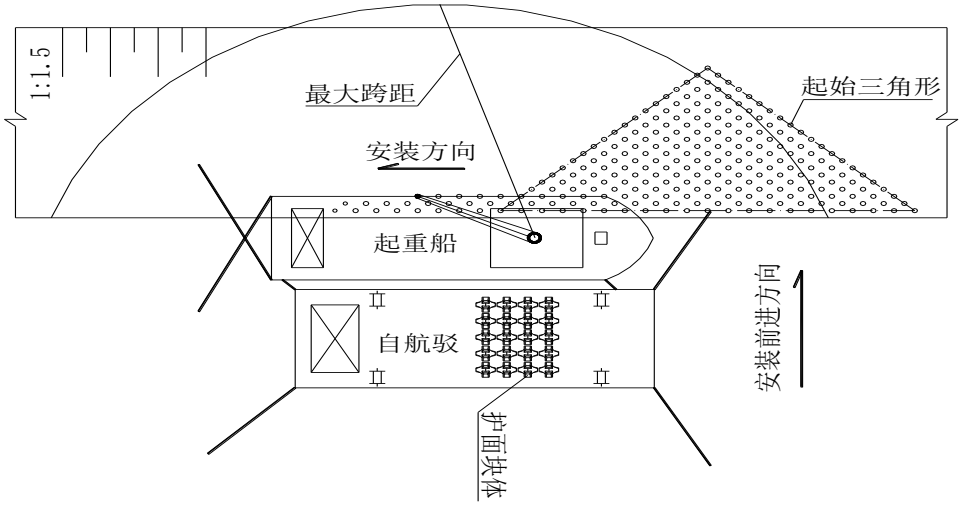


图 2.10.4-6　扭王字块水上安装示意图

④起重船严格按船位就位，起重工将扭王字块放至底部的同时并且按安装方向轻轻摆动，确定是否与已安装部分靠紧。

⑤移船进行下一个船位的扭王字块安装。

⑥不定期观察安装的情况，避免出现漏放及重叠。

3）扭王字块陆上安装

扭王字块陆上安装采用极坐标法，由平板车直接运至防波堤堤顶面进行吊装，采用履带起重机位于堤顶面安装。

极坐标法的原理：以起重机的旋转中心为原点，过起重机中心且平行于两履带板的直线为 X 轴，吊臂相对于 X 轴的水平转角为极角（在起重机转盘的机座上固定一刻度盘显示起重机的转角），起重机垂吊的钩连块体中心与起重机旋转中心之间的水平投影距离为极半径（起重机自动显示），组成一个极坐标系，确定每一件扭王字块的安装位置。

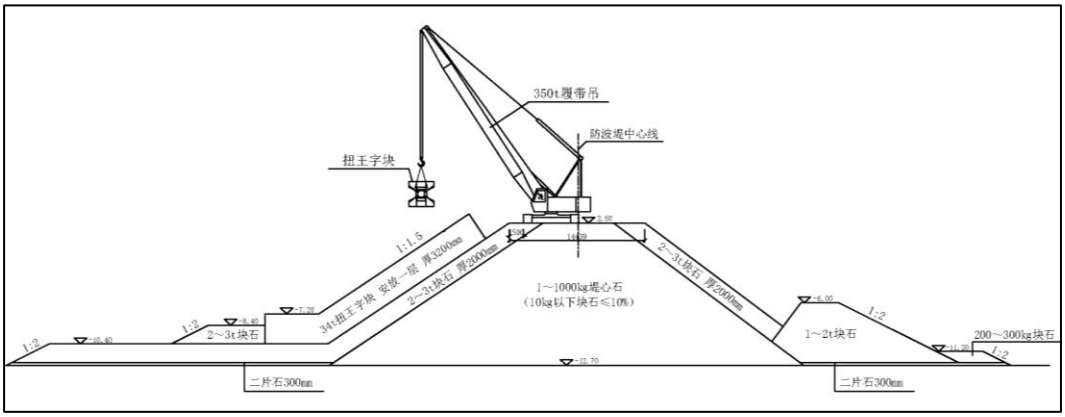


图 2.10.4-7　扭王字块陆上安装示意图

①堤顶测放待安装机位的起重机中心点和方向线。

②起重机就位，检查起重机位置及配套设施是否齐全和安全。

③平板车运载块体至安装地点，起重工指挥安装，并做好记录。

④移机进行下一个机位的块体安装。

2.10.4.5 港池、航道疏浚施工

港池和航道疏浚土共约 79.74 万方，采用绞吸式挖泥船进行开挖，测量定位采用 GPS 定位系统。所挖土方通过海上浮管及陆域管线直接吹填至厂区陆域范围。疏浚区域将通过 GPS 定位系统及自动测深装置进行开挖尺寸控制，并使其达到设计要求。管道布设及疏浚作业关键内容如下：

（1）管线布置要求主管线能满足各区吹填，支管线移动便利，管线端头要固定。

（2）排泥管线由管架头、陆上排泥管（包括管架）、水上排泥管和水上浮筒组成。管线的布置原则是尽可能采取直线形布置，并尽量避免因陡坡、急弯而产生负压。

（3）水上管线的结构均采用 1+1 的组装方式，即 1 节钢管（附浮筒）+1 节橡胶软管。水上浮筒管线预先按需要长度进行连接，用拖轮拖带，连接好后抛八字锚固定，以克服水流、风、浪和吹泥冲击力的影响，水上排泥浮管两端分别与绞吸式挖泥船和岸管相接（水陆接头）。近岸区域采用沉管以便其它施工船舶通行，其余采用浮管。

（4）陆上排泥管敷设位置尽量靠近交通方便的围堤，同时，为获得较好的吹填平整度，除敷设主干线外，考虑敷设若干支管，支管与支管之间的距离取 60m，管线的架设标高尽可能与吹填设计标高相适应，排泥管的出口位置可变，且尽量远离吹填区的泄水口位置。陆上敷设管线时，管线采用砂包衬垫，且接头要紧密、紧固。陆上管线（岸管）的组装方式为：直接用螺栓连接，法兰间加橡皮垫圈防渗漏。

（5）排泥管线应平坦顺直，避免死弯，出泥管口伸出围堰坡脚外的距离不小于 30m，并应高出排泥面 0.5m 以上。排泥管接头应紧固严密，整个管线和接头不得漏泥漏水。一旦发现泄漏，应及时修补和更换。排泥管支架必须牢固，水陆排泥管连接必须采用柔性接头。

（6）在挖泥施工前，以设计提供的平面位置控制点将挖泥区域划分网格，计算出网格交点坐标，绘制成电子海图，输入电脑，当挖泥船驶入挖泥区域，采用船载 GPS 抛锚定位。

（7）根据开挖区土质、工况特点，挖泥采用分条、分段、分层进行开挖，便于挖泥船定位、接管、移管、挖深和边坡控制。

1）分段：根据挖泥船锚缆长度和水上管线有效伸展情况，将挖泥区域横向分段进行施工，每段长度约 200m。

2）分条：根据挖泥船八字缆与挖泥船中心线所成夹角及挖泥船横移锚缆长度，同时考虑相邻挖槽重叠宽度，防止漏挖造成纵向浅埂。因此，挖泥区域纵向分条进行施工，每条长度约 100m。

3）分层：分层厚度太薄，移船频繁，生产效率低；太厚，吸泥口不畅通，易堵塞，泥泵易发生振动。根据挖泥区域土质、挖泥厚度和挖泥船相应绞刀的性能分层进行开挖。挖泥分层上层宜厚些，以保证挖泥船的效能，最后一层应较薄，以保证工程质量。

4）挖泥船进点抛锚以后，根据电子海图确定的坐标位置，采用船载 GPS 抛锚定位，调整船位。每次开挖宽度 10m，挖泥船中心对准分条挖槽的中心，绞刀位于起点中心线上。绞吸挖泥船作业时，以前方八字锚缆控制横移挖泥船和前移挖泥作业。控制绞刀摆动的前方八字锚缆超前角不宜大于 25 度。绞刀和船身摆动角度控制在 70º～80º 为宜。施工时，一方面按扇形挖泥，一方面移船前进。为了一扇紧压一扇而不出现漏挖，对准分条施工中心线，挖泥船以施工中心线作为前移的轨迹。采用岸侧水尺预报潮位，用测深仪控制分层厚度，以绞刀上下升降控制挖深。

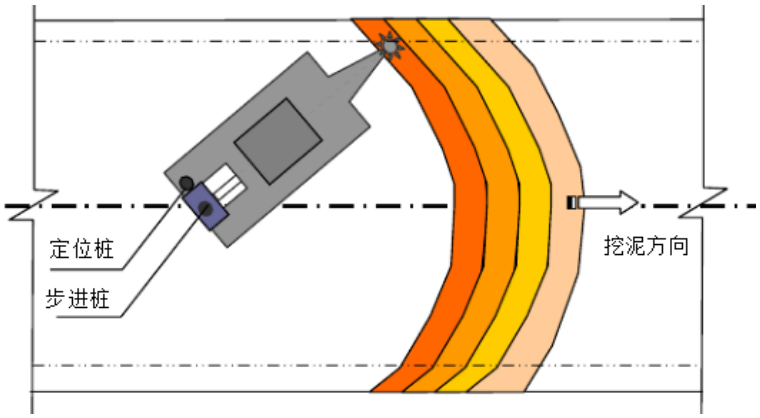


图 2.10.4-8　绞吸式挖泥船施工示意图

5）绞吸船开挖的泥浆通过输泥管道输送至围区内。根据设计要求的吹填区顶面标高，及时调整输泥支线，以防局部过高。在吹填区内设置一定数量的沉降观测点，以积累沉降数据。严格防止局部高度不足，适当预留沉降量，以确保吹填质量。

6）吹填区域具有面积广、管线长等特点，为了预防施工船舶及过往船只与挖泥船相互干扰和航行安全，在挖泥施工过程中，征得海事部门同意，在挖泥网区四角和沉管起点、终点设置浮标；在浮管上每隔 100m 设置灯标。同时，挖泥船有专人值班。

7）排水口外围设置一道潜堤，避免泥水混合物直接排出。吹填管口尽量远离临时排水设施，延长流径，利于水中泥土颗粒有充分的时间沉淀，一般距离不小于 30m。

2.10.5 主要施工机械及人员

项目施工计划投入的主要大型船机设备有：打桩船、平底驳船、绞吸船、抛锚船、开底驳船、起重船、挖掘机等。主要施工机械表见下表 2.10.5-1。

表 2.10.5-1　主要施工船机设备装备表

序号	名称	单位	数量	用途	备注
1	打桩船	艘	1	PHC 桩沉桩施工	
2	平板驳船	艘	1	材料运输	3000 吨位
3	绞吸船	艘	1	港池疏浚	2500 方/小时
4	抛锚艇	艘	1	绞吸船抛锚就位	
5	开底驳船	艘	1	防波堤抛石	800 立方
6	起重船	艘	1	材料吊装	
7	挖掘机	部	3	石料推填	

根据项目施工安排，施工人员日均约为 40 人。

2.10.6 施工进度安排

本工程施工进度计划见表 2.10.6-1。总施工时间为 18 个月，实际施工时间（不含前期准备和竣工验收）为 16 个月。

表 2.10.6-1　施工进度表

序号	项 目	2020									2021								
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
一	施工准备																		
二	抛填堤心石																		
三	抛理垫层块石、护底块石																		
四	预制扭王字块																		
五	安装扭王字块																		
六	基槽和停泊水域疏浚																		
七	灌注桩施工																		
八	PHC 桩施工																		
九	1#码头现浇墩台、横梁																		
十	1#码头预制面板																		
十一	1#码头安装面板、现浇面层																		
十二	1#码头设备、水、电等安装、调试																		
十三	1#码头交工验收																		
十四	2#码头现浇墩台、框架																		
十五	2#码头具备临时靠泊条件																		
十六	2#码头设备、水、电等安装、调试																		
十七	2#码头交通验收																		
十八	竣工验收																		

1#码头：2020 年 11 月 30 日前，具备使用条件；

2#码头：2020 年 12 月 31 日前，具备临时靠泊条件；

码头工程完工：2021 年 5 月 1 日前；

工程整体完工：2021 年 9 月 30 日前。

2.11土石方平衡

2.11.1 土石方来源

本项目建设需要一定的土石料，根据初步设计工程量预算，防波堤建设需要堤心石、垫层块石、护脚棱体块石、护底块石等共 89 万方，根据建设单位与相关单位的友好协商，本项目周边陆丰核电一期临建场地平整工程即将开展，预计将产生 400 万方富余土石方，该土石方可优先无偿供应本项目的使用（附件 8）。

2.11.2 疏浚土质分类及工程量

本工程疏浚水域包括停泊水域、回旋水域及航道，疏浚工程量包括网格工程量、超宽超深工程量及施工期回淤量，疏浚总面积为 22.3 万 m^2，水域边坡为 1：5，超深为 0.5m，超宽为 4m，总疏浚量为 79.74 万方。其中，1#码头停泊水域设计底高程-9.8m，疏浚面积约 2.3 万 m^2，平均挖深 6.6m；回旋水域设计底高程-9.6m，疏浚面积约 17.8 万 m^2，平均挖深 3.6m；2#码头停泊水域设计底高程-9.2m，疏浚面积约 0.9 万 m^2，平均挖深 4.1m；2#码头回旋水域设计底高程-8.8m，疏浚面积约 0.9 万 m^2，平均挖深 2.0m；航道设计底高程-9.6m，疏浚面积约 0.5 万 m^2，平均挖深 1.4m。

根据《疏浚与吹填工程设计规范（JTS 181-5-2012）》，疏浚岩土主要为砂土类（6 级土，状态松散，较容易将 12mm 钢筋插入土中），疏浚土石分级统计表见表 2.11.2-1。

表 2.11.2-1　疏浚土石分级统计表

土类	项目	2 级土	3 级土	6 级土	合计
1#码头停泊水域	比例（%）	7	4	89	100
	工程量	12114	6702	147928	166744
1#码头回旋水域	比例（%）	0	0	100	100
	工程量	0	0	546300	546300
2#码头停泊水域	比例（%）	0	4	96	100
	工程量	0	2727	69232	71959
2#码头回旋水域	比例（%）	0	0	100	100
	工程量	0	0	7816	7816
进港支航道	比例（%）	0	0	100	100
	工程量	0	0	4556	4556
合计	比例（%）	2	1	97	100
	工程量	12114	9429	775832	797375

项目水域疏浚范围见图 2.11.2-1。

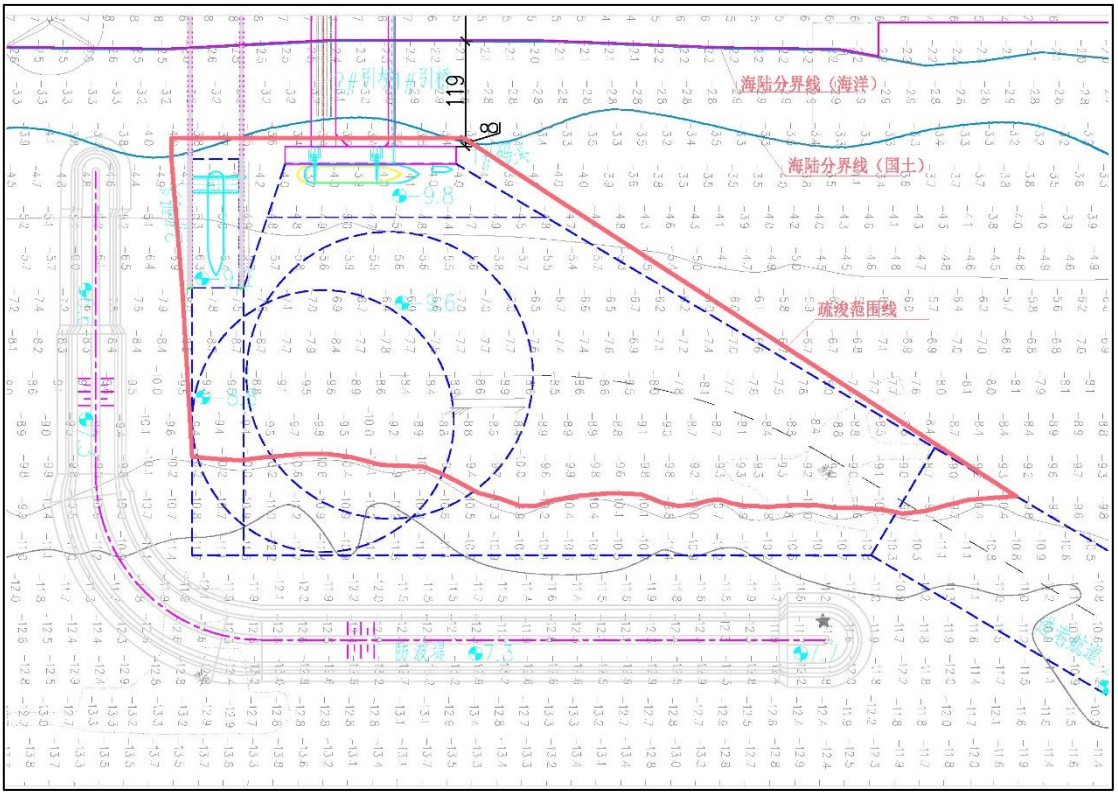


图 2.11.2-1　项目疏浚范围图

2.11.3 灌注桩碴渣量

本项目 1#引桥、2#引桥和 2#码头部分桩基采用灌注桩，其中，1#引桥灌注桩共 34 根，桩径 0.8m，平均入土深度为 25m，则施工产生碴渣量约为 427.04m^3；2#引桥灌注桩共 114 根，桩径 1.0m，平均入土深度为 25m，则施工产生碴渣量约为 2237.25m^3；2#码头灌注桩共 76 根，桩径 1.2m，平均入土深度为 25m，则施工产生碴渣量约为 2147.76m^3。因此，项目施工产生灌注桩碴渣量总量约为 0.4812 万方。

2.11.4 纳泥区

本工程总疏浚量为 79.74 万方，灌注桩碴渣约为 0.4812 万方，总弃土量约为 80.22 万方，拟直接吹填至后方物流园区，避免外抛。

（1）纳泥区的设置

利用疏浚物和现场物料，原泥面上采用充填砂袋形成围堰。为便于挖机进行疏浚泥的清理、卸载和中转，堰顶宽度 6m，底宽 10m，堰身高 4m。

吹填区内吹泥点与排水口呈对角设置。吹泥区设置于纳泥区北侧，排水口设置于纳泥区南侧。

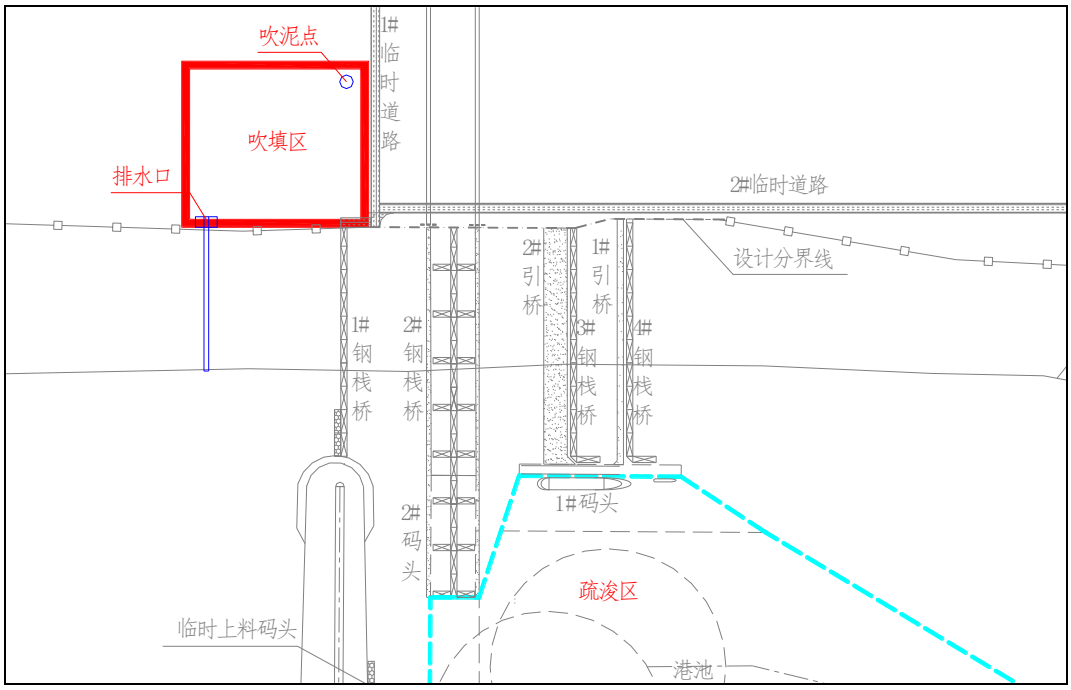


图 2.11.4-1　纳泥区平面示意图

钢闸箱排水口为一个钢质水箱和输水管相连而成，水箱面向围区一侧两端设置闸槽，排水管吹填施工时将闸槽里放置木质挡板，层层叠加，通过挡板抬高过水断面的高度，通过挡板阻挡泥砂，吹填弃水通过挡板上端溢流进水箱，通过输水管排出围区。排水采用Φ800*10 钢管，外包 300g/m^2 无纺土工布。为避免冲刷沙滩，排水口管道排入海里。图 2.11.4-2 为排水口溢流堰示意图，图 2.11.4-3 为闸箱结示意图。

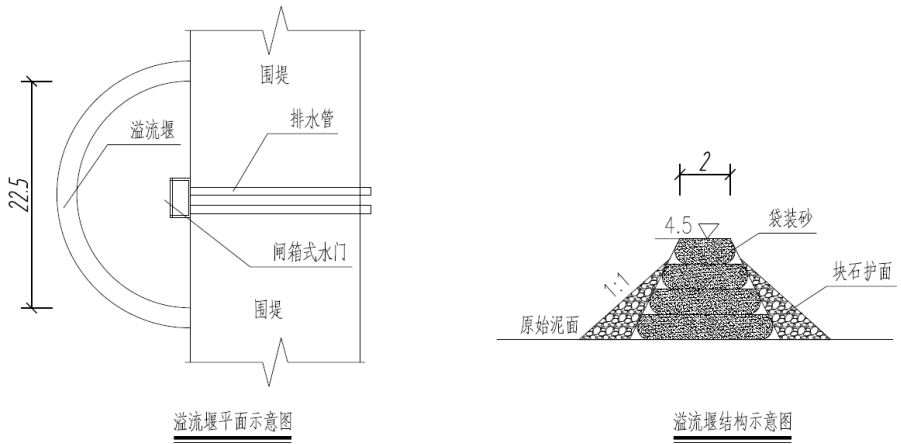


图 2.11.4-2　排水口溢流堰示意图



图 2.11.4-3　闸箱结示意图

（2）工程弃土处理

经过建设单位与陆丰市人民政府协商，工程纳泥区的建设、堆存条件、计量和转运由陆丰市人民政府综合协调（附件 9、附件 10）。

2.12工程占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况

根据《海域使用分类体系》中的用海类型和用海方式的划分原则，本项目申请用海总面积为 41.2238 公顷，其中非透水构筑物（防波堤）用海面积为 13.1773 公顷，透水构筑物用海面积为 1.4525 公顷（码头 1 用海面积为 0.9307 公顷，码头 2 用海面积为 0.511 公顷，绞揽墩用海面积为 0.0036 公顷，靠船墩 1 用海面积为 0.0036 公顷，靠船墩 2 用海面积为 0.0036 公顷），港池、蓄水用海面积为 26.594 公顷（港池 1 用海面积为 0.8015 公顷，港池 2 用海面积为 0.8881 公顷，港池 3 用海面积为 24.9044 公顷）。

本项目占用岸线 250m，其中：两个码头占用岸线 48m，港池申请范围占用岸线 202m。

本项目申请用海期限为 50 年。

此外，本项目防波堤使用施工栈桥，申请海面积为 0.3786 公顷，占用岸线 15m，栈桥用海年限为 18 个月，施工栈桥在结束后即拆除恢复海域原状。

项目主体工程与施栈桥用海面积共 41.6024 公顷。

本工程宗海位置图、界址图见图 2.12-1～图 2.12-2 和表 2.12-1。

中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目宗海位置图



图 2.12-1　项目码头宗海位置图

中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目宗海界址图

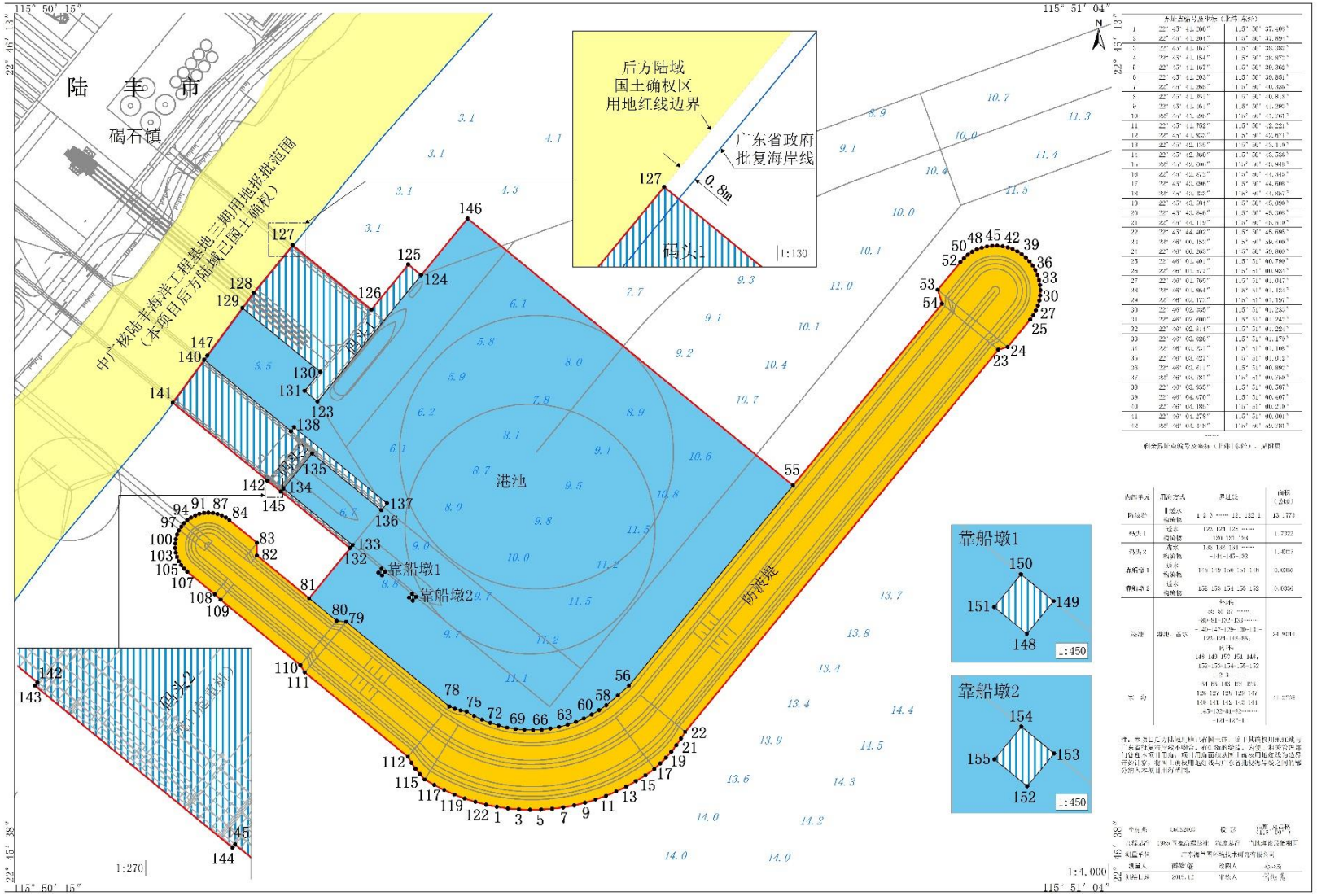


图 2.12-2　项目码头宗海界址图

中广核陆丰海洋工程基地水工工程（施工钢栈桥）项目宗海位置图

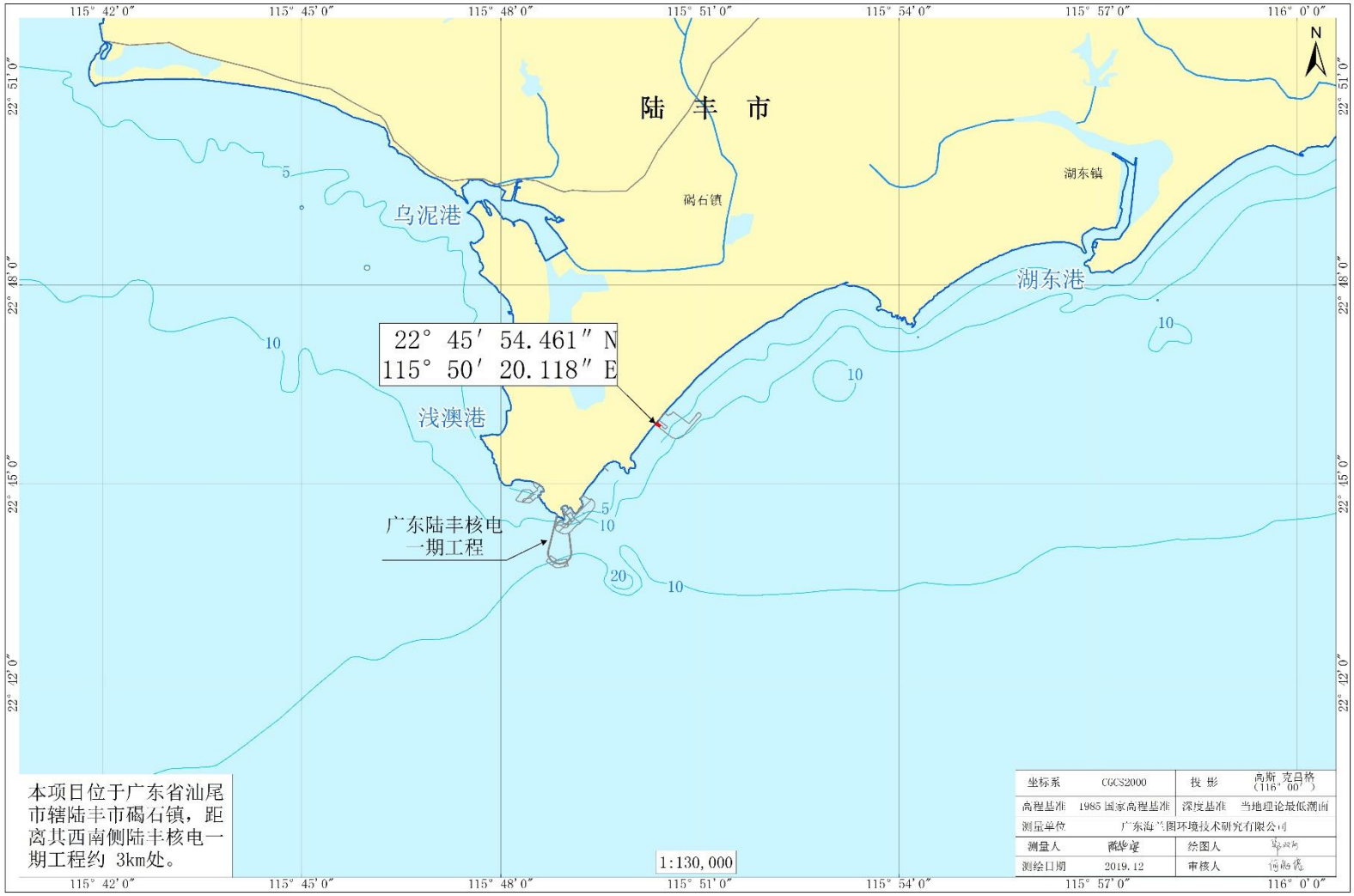
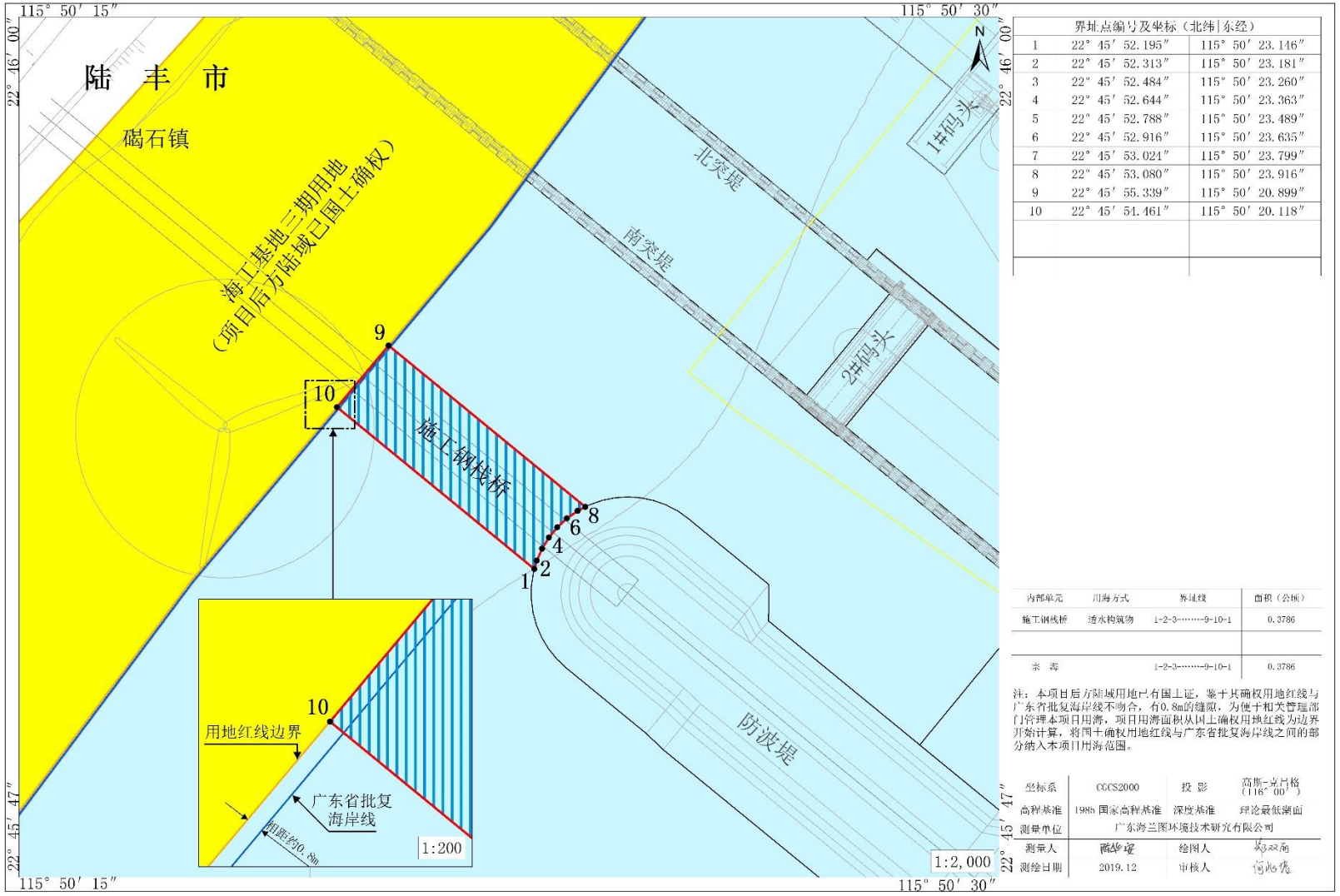


图 2.12-3　项目施工钢栈桥宗海位置图

中广核陆丰海洋工程基地水工工程（施工钢栈桥）项目宗海界址图



界址点编号及坐标（北纬|东经）		
1	22° 45′ 52.195″	115° 50′ 23.146″
2	22° 45′ 52.313″	115° 50′ 23.181″
3	22° 45′ 52.484″	115° 50′ 23.260″
4	22° 45′ 52.644″	115° 50′ 23.363″
5	22° 45′ 52.788″	115° 50′ 23.489″
6	22° 45′ 52.916″	115° 50′ 23.635″
7	22° 45′ 53.024″	115° 50′ 23.799″
8	22° 45′ 53.080″	115° 50′ 23.916″
9	22° 45′ 55.339″	115° 50′ 20.899″
10	22° 45′ 54.461″	115° 50′ 20.118″

内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
施工钢栈桥	透水构筑物	1-2-3……9-10-1	0.3786
宗 海		1-2-3……9-10-1	0.3786

注：本项目后方陆域用地已有国土证，鉴于其确权用地红线与广东省批复海岸线不吻合，有0.8m的缝隙，为便于相关管理部门管理本项目用海，项目用海面积从国土确权用地红线为边界开始计算，将国土确权用地红线与广东省批复海岸线之间的部分纳入本项目用海范围。

坐标系	CGCS2000	投 影	高斯-克吕格（116° 00′）
高程基准	1985 国家高程基准	深度基准	理论最低潮面
测量单位	广东海兰图环境技术研究有限公司		
测量人	陈伟雄	绘图人	郑双南
测绘日期	2019.12	审核人	何帅儒

图 2.12-4　项目施工钢栈桥宗海界址图

附页　　中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目宗海界址点（续1）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
43	22° 46′ 04.391″	115° 50′ 59.554″	84	22° 45′ 52.922″	115° 50′ 25.491″
44	22° 46′ 04.414″	115° 50′ 59.323″	85	22° 45′ 53.029″	115° 50′ 25.327″
45	22° 46′ 04.410″	115° 50′ 59.091″	86	22° 45′ 53.114″	115° 50′ 25.148″
46	22° 46′ 04.381″	115° 50′ 58.861″	87	22° 45′ 53.176″	115° 50′ 24.959″
47	22° 46′ 04.328″	115° 50′ 58.636″	88	22° 45′ 53.213″	115° 50′ 24.762″
48	22° 46′ 04.250″	115° 50′ 58.420″	89	22° 45′ 53.225″	115° 50′ 24.562″
49	22° 46′ 04.150″	115° 50′ 58.214″	90	22° 45′ 53.212″	115° 50′ 24.362″
50	22° 46′ 04.028″	115° 50′ 58.023″	91	22° 45′ 53.173″	115° 50′ 24.166″
51	22° 46′ 03.887″	115° 50′ 57.848″	92	22° 45′ 53.110″	115° 50′ 23.977″
52	22° 46′ 03.727″	115° 50′ 57.692″	93	22° 45′ 53.024″	115° 50′ 23.799″
53	22° 46′ 02.589″	115° 50′ 56.701″	94	22° 45′ 52.916″	115° 50′ 23.635″
54	22° 46′ 02.023″	115° 50′ 56.899″	95	22° 45′ 52.788″	115° 50′ 23.489″
55	22° 45′ 54.527″	115° 50′ 50.376″	96	22° 45′ 52.644″	115° 50′ 23.363″
56	22° 45′ 46.274″	115° 50′ 43.194″	97	22° 45′ 52.484″	115° 50′ 23.260″
57	22° 45′ 45.866″	115° 50′ 42.704″	98	22° 45′ 52.313″	115° 50′ 23.181″
58	22° 45′ 45.467″	115° 50′ 42.205″	99	22° 45′ 52.134″	115° 50′ 23.127″
59	22° 45′ 45.260″	115° 50′ 41.891″	100	22° 45′ 51.949″	115° 50′ 23.101″
60	22° 45′ 45.074″	115° 50′ 41.561″	101	22° 45′ 51.763″	115° 50′ 23.102″
61	22° 45′ 44.909″	115° 50′ 41.218″	102	22° 45′ 51.579″	115° 50′ 23.130″
62	22° 45′ 44.768″	115° 50′ 40.863″	103	22° 45′ 51.400″	115° 50′ 23.185″
63	22° 45′ 44.650″	115° 50′ 40.499″	104	22° 45′ 51.230″	115° 50′ 23.265″
64	22° 45′ 44.556″	115° 50′ 40.126″	105	22° 45′ 51.071″	115° 50′ 23.370″
65	22° 45′ 44.486″	115° 50′ 39.747″	106	22° 45′ 50.927″	115° 50′ 23.497″
66	22° 45′ 44.442″	115° 50′ 39.364″	107	22° 45′ 50.801″	115° 50′ 23.645″
67	22° 45′ 44.422″	115° 50′ 38.979″	108	22° 45′ 49.882″	115° 50′ 24.872″
68	22° 45′ 44.428″	115° 50′ 38.593″	109	22° 45′ 49.659″	115° 50′ 25.128″
69	22° 45′ 44.459″	115° 50′ 38.208″	110	22° 45′ 47.006″	115° 50′ 28.674″
70	22° 45′ 44.515″	115° 50′ 37.827″	111	22° 45′ 46.718″	115° 50′ 28.874″
71	22° 45′ 44.596″	115° 50′ 37.450″	112	22° 45′ 43.285″	115° 50′ 33.460″
72	22° 45′ 44.701″	115° 50′ 37.081″	113	22° 45′ 43.037″	115° 50′ 33.621″
73	22° 45′ 44.830″	115° 50′ 36.721″	114	22° 45′ 42.800″	115° 50′ 33.800″
74	22° 45′ 44.982″	115° 50′ 36.372″	115	22° 45′ 42.574″	115° 50′ 33.997″
75	22° 45′ 45.157″	115° 50′ 36.034″	116	22° 45′ 42.362″	115° 50′ 34.210″
76	22° 45′ 45.202″	115° 50′ 35.772″	117	22° 45′ 42.137″	115° 50′ 34.636″
77	22° 45′ 45.271″	115° 50′ 35.517″	118	22° 45′ 41.934″	115° 50′ 35.074″
78	22° 45′ 45.365″	115° 50′ 35.270″	119	22° 45′ 41.754″	115° 50′ 35.524″
79	22° 45′ 48.798″	115° 50′ 30.684″	120	22° 45′ 41.596″	115° 50′ 35.984″
80	22° 45′ 48.833″	115° 50′ 30.264″	121	22° 45′ 41.462″	115° 50′ 36.452″
81	22° 45′ 49.752″	115° 50′ 29.037″	122	22° 45′ 41.352″	115° 50′ 36.927″
82	22° 45′ 51.487″	115° 50′ 26.719″	123	22° 45′ 57.815″	115° 50′ 29.343″
83	22° 45′ 52.004″	115° 50′ 26.718″	124	22° 46′ 03.025″	115° 50′ 33.877″

测量单位	广东海兰图环境技术研究有限公司		
测量人	陈华安	绘图人	郑双丽
测绘日期	2019.12	审核人	何旭德

表 2.12-1　宗海界址图续表 1

附页　　中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目宗海界址点（续2）

界址点编号及坐标（北纬|东经）					
125	22° 46′ 03.454″	115° 50′ 33.304″			
126	22° 46′ 01.595″	115° 50′ 31.686″			
127	22° 46′ 04.211″	115° 50′ 28.191″			
128	22° 46′ 02.250″	115° 50′ 26.478″			
129	22° 46′ 01.621″	115° 50′ 25.987″			
130	22° 45′ 59.027″	115° 50′ 29.452″			
131	22° 45′ 58.243″	115° 50′ 28.770″			
132	22° 45′ 51.814″	115° 50′ 30.831″			
133	22° 45′ 51.940″	115° 50′ 30.941″			
134	22° 45′ 54.242″	115° 50′ 27.865″			
135	22° 45′ 55.684″	115° 50′ 29.120″			
136	22° 45′ 53.382″	115° 50′ 32.196″			
137	22° 45′ 53.668″	115° 50′ 32.445″			
138	22° 45′ 56.756″	115° 50′ 28.318″			
139	22° 45′ 56.597″	115° 50′ 28.179″			
140	22° 45′ 59.485″	115° 50′ 24.320″			
141	22° 45′ 57.718″	115° 50′ 22.942″			
142	22° 45′ 54.560″	115° 50′ 27.162″			
143	22° 45′ 54.551″	115° 50′ 27.154″			
144	22° 45′ 54.107″	115° 50′ 27.747″			
145	22° 45′ 54.116″	115° 50′ 27.755″			
146	22° 46′ 05.357″	115° 50′ 35.906″			
147	22° 45′ 59.664″	115° 50′ 24.460″			
148	22° 45′ 50.707″	115° 50′ 32.255″			
149	22° 45′ 50.858″	115° 50′ 32.387″			
150	22° 45′ 50.981″	115° 50′ 32.223″			
151	22° 45′ 50.829″	115° 50′ 32.091″			
152	22° 45′ 49.686″	115° 50′ 33.618″			
153	22° 45′ 49.838″	115° 50′ 33.750″			
154	22° 45′ 49.960″	115° 50′ 33.587″			
155	22° 45′ 49.808″	115° 50′ 33.455″			

测量单位	广东海兰图环境技术研究有限公司		
测量人	陈华安	绘图人	郑双丽
测绘日期	2019.12	审核人	何旭德

表 2.12-2　宗海界址图续表 2

2.13项目用海必要性分析

2.13.1 项目建设必要性

1、本工程的建设响应国家大力发展风电产业的号召，对促进我国海上风电核心技术发展，推动海上风电产业链的发展有重要意义。

2、本工程的建设是满足广东省沿海可再生能源开发发展战略的需要，尤其是对汕尾地区经济发展具有强有力的促进作用。

3、本工程的建设是解决粤东海上风电建设中风机大（重）件设备设施的出海运输难题、降低运输成本的迫切需要，同时为粤东海上风电场运行维护提供基本保障。

4、本工程的建设符合汕尾市招商引资需求，促进碣石镇临港工业园区发展，是更好地服务好当地企业发展的需要。

综上所述，本工程的建设必要性充分。

2.13.2 项目用海的必要性

根据上节分析，本项目是为满足广东省沿海可再生能源开发发展战略的需要，可有效解决粤东海上风电建设中风机大（重）件设备设施的出海运输难题、降低运输成本，项目的建设是必要的，根据本项目的生产发展需求和和本工程项目的平面布置方案，本项目的用海方式主要有：防波堤等非透水构筑物、码头及引桥等透水构筑物用海、港池用海。

1）防波堤用海

本项目防波堤主要为满足港内泊稳条件和作业天数要求等布置，防波堤采用 L 型离岸式单堤布置方案，口门朝向为东北向，其作用为阻断波浪的冲击力、围护港池、维持水面平稳以保护港口免受坏天气影响、以便船舶安全停泊和作业，是改善码头作业条件的重要构筑物。因此防波堤用海是必要的。

2）码头及引桥用海

码头泊位在建设过程中，要进行水上结构施工，需要使用海域。码头平台与后方陆域通过引桥相连接，引桥的建设也要需要使用海域。码头营运后，船舶靠岸停泊、装卸也需要使用海域，并要求具备一定的水深条件。因此码头及引桥用海是必要的。

3）港池、蓄水用海

港池属于码头的配套用海，是项目营运期船舶靠、离港及调头必须的。为保证水上作业及通航安全，需对各个单位使用的海域进行确权；在自然水深条件不能满足其

停泊要求下，为满足安全营运需要，需要在港池区内进行疏浚等作业活动，因此需要申请港池、蓄水用海。

综上所述，本项目用海是必要的。

3 工程分析

3.1 生产工艺与过程分析

本项目建设内容包括新建防波堤、新建码头、港池航道疏浚等主体工程及其它配套设施等，其中，码头主要施工工艺包括灌注桩施工、PHC 管桩施打、上部梁板及其附属设施施工；防波堤施工包括抛填堤心石、护底块石、垫层块石、护面层施工。

项目施工主要产污环节包括：港池疏浚工程、码头灌注桩施工、防波堤工程抛石等施工环节会产生一定量的悬浮泥沙；码头、防波堤等工程的水上抛填施工、土石方运输、铺设石料、堆载卸载、场地夯实整平等施工环节各类施工机器、船机、车辆等产生的扬尘、噪声；施工船舶、车辆和机械、施工人员将产生一定量的污水和固废等。主要施工工序及产污环节见图 3.1-1。

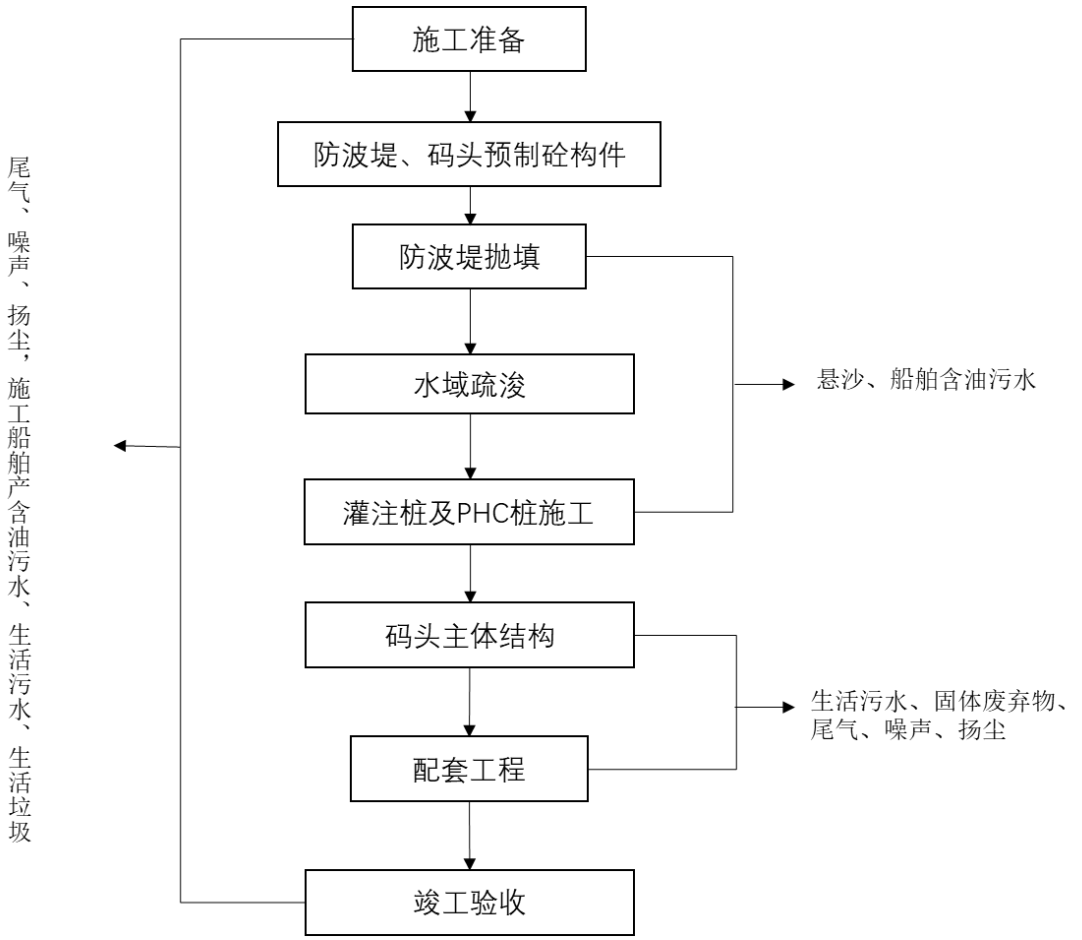


图 3.1-1　主要施工工序及产污环节

3.2 工程各阶段污染源分析

3.2.1施工期污染源分析

3.2.1.1 水污染源污染影响分析

施工期水环境污染主要包括港池航道疏浚及纳泥区溢流、防波堤建设、码头桩基施工等产生的悬浮物，施工船舶含油污、施工人员生活污水和施工场地生产废水。

（1）悬浮物

①防波堤抛石

根据项目初步设计报告，水下堤心石的抛石量约 52 万 m^3，抛石过程中产生的悬浮泥沙量一般为工程量的 2～3%。根据项目实施进度，抛石施工工期为 16 个月，约为 500 天，抛石过程中产生的悬浮泥沙量按 2%计，泥沙的密度取 $1.65\times10^3kg/m^3$，则抛石施工过程中悬浮泥沙源强 1.22kg/s。

②港池航道疏浚

本工程港池疏浚拟采用一艘 $2500m^3/h$ 绞吸式挖泥船进行作业。绞吸式挖泥船产生的悬浮物源强采用《港口建设项目环境影响评价规范》（2011 年）中提出的公式进行估算。

$$Q=R/R_0\times T\times W_0$$

式中：

Q：疏浚作业悬浮物发生量（t/h)；

R：发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比（%），宜采用现场实测法确定，也可参照下表选取；

R_0：现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），宜采用现场实测法确定，也可参照下表选取；

T：挖泥船疏浚效率（m^3/h）；

W_0：悬浮物发生系数（t/m^3）。

表 3.2-1　悬浮物发生量参数

工况	R	R_0	W_0
吹填	23.0%	36.5%	$1.49\times10^{-3}t/m^3$
疏浚	89.2%	80.2%	$38.0\times10^{-3}t/m^3$

根据经验数据，绞吸式挖泥船泥沙再悬浮率为 $5kg/m^3$，以此计算 $2500m^3/h$ 绞吸式挖泥船施工产生的悬浮泥沙源强为 3.86kg/s。

③纳泥区溢流

根据施工经验，本项目溢流源强为 0.278kg/s。参考《钦州港三墩南区海块 09 海洋环境影响报告书》，该项目采用 2 艘 3500m^3/h 的绞吸船进行吹填施工，吹填区溢流口产生的悬浮泥沙源强为 1.17kg/s，类比分析，本项目采用 1 艘 2500m^3/h 的绞吸船进行施工，源强合理。

④灌注桩施工

项目引桥部分采用灌注桩，灌注桩施工选用冲击钻机成孔。对于桩基施工而导致的悬浮泥沙产生量采取以下公式进行测算：

$$Q = M\omega / T$$

其中，

M：单桩垢工量；

ω：可悬浮泥沙的比例，取 5%；

T：桩基施工时间。

根据初步设计报告，项目灌注桩垢土量为 4812m^3，按底质泥沙密度为 1650kg/m^3 计，折合 1.788×10^{7}kg，灌注桩施工工期 4 个月，每天工作按 6 小时计，则灌注桩施工悬浮物泄露源强为 0.15kg/s。

（2）施工船舶含油污水

施工期间的含油废水主要来自施工船舶产生的舱底油污水，本项目施工船舶主要为 2500 方绞吸船、打桩船、运桩船、抛锚船、开底驳船等共 5 艘。

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），500 吨级船舶舱底油污水产生量为 0.14t/d·艘，500~1000 吨级船舶舱底油污水产生量为 0.14~0.27t/d·艘，1000~3000 吨级船舶舱底油污水产生量为 0.27~0.81t/d·艘（表 3.2-2）。

据本工程情况，施工船舶按照 2 艘 3000 吨级船舶、3 艘 500 吨级船舶计，则施工船舶产生的含油污水量约为 2.04t/d，其主要污染物为石油类，舱底油污水浓度在 2000~20000mg/L 之间，按平均值 11000mg/L 计，则石油类产生量约为 22.44kg/d。

表 3.2-2　舱底油污水水量

海上设施载重吨/t	舱底油污水产生量/t/（d·艘）	海上设施载重吨/t	舱底油污水产生量/t/（d·艘）
500	0.14	3000~7000	0.81~1.96
500~1000	0.14~0.27	7000~15000	1.96~4.20
1000~3000	0.27~0.81	15000~25000	4.20~7.00

施工船舶必须执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求，交由有能力单位接收处理，禁止向沿海海域排放油类污染物。

（3）生活污水

项目施工期的生活污水、生活垃圾产生量根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》（2008 年）中提供的系数和计算方法来估算，项目位于广东省汕尾市，属于二区四类城市，主要污染物指标和产生系数见下表 3.2-3。

表 3.2-3　二区居民生活污水、生活垃圾产生和排放系数

城市类别	污染物指标	单位	产生系数	建筑物排污系统	排放系数
四类	生活污水量	升/人.天	153	—	153
	化学需氧量	克/人.天	64	直排	64
				化粪池	55
	五日生化需氧量		28	直排	28
				化粪池	24
	氨氮		7.9	直排	7.9
				化粪池	7.7
	总氮		11.0	直排	11.0
				化粪池	9.7
	总磷		0.84	直排	0.84
				化粪池	0.74
	动植物油		1.16	直排	1.16
				化粪池	1.02
	生活垃圾量	千克/人.天	0.42	直排	0.42

本项目施工日均 40 人，施工人员生活污水量为 153L/人·天，经计算，施工期生活污水量约为 6.12m^3/d。项目施工场地设移动厕所，陆域施工人员生活污水定期清掏，施工船舶生活污水进行收集，均采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。

（4）施工场地生产废水

施工废水产生于施工过程构筑物原料及设备的冲洗，废水中主要污染物为悬浮物（SS），悬浮物浓度一般在（4000～6000）mg/L。施工场地设临时沉淀池，施工废水经沉淀后用于洒水降尘。

3.2.1.2 固体废弃物产生量

项目施工固体废弃物主要是施工过程中产生的生活垃圾、施工垃圾和疏浚淤泥。

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），内河、沿海船舶的废物产生量为 1.5kg/人，项目施工日均 40 人，则每天产生生活垃圾 60kg。固体废物统一收集后交由环卫部门处理。

施工产生的建筑模板、建筑材料下脚料、包装袋以及建筑碎片、碎砖头、水泥块等废弃固体废物，产生量约 0.3t/d。施工期建筑垃圾产生总量约施工期应对施工垃圾分类收集和处理，尽量回收综合利用，不可再利用的部分需按照城市建设主管部门要求运至指定地点妥善处理。

本工程总弃土量约为 80.22 万方，拟直接吹填至后方物流园区，避免外抛。经过建设单位与陆丰市人民政府协商，目前在后方园区划定 5 万平方米的区域作为疏浚土堆放区，项目疏浚土可吹填至指定区域，后续由陆丰市人民政府处理。

3.2.1.3 大气污染

施工期废气主要包括地面扬尘、施工机械以及运输车辆和施工船舶产生的燃油废气及焊接烟尘等，废气对环境的影响会随着工程建设的完成而终止。

（1）施工期车辆行驶扬尘

根据有关调查显示，在施工过程中，车辆行驶产生的扬尘占总扬尘的 62%以上。车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥情况下，可按下列经验公式进行计算：

$$Q = 0.123(V/5)\cdot(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V——汽车速度，km/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面风尘量，kg/m^2。

表 3.2-4 为一辆 5 吨卡车，通过一段长度为 500m 的路面时，不同路面清洁程度，不同行驶速度情况下的扬尘量。由此可见，在同样路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏，则扬尘量越大。根据类比调查，一般情况下，施工场地、施工道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 以内。

表 3.2-4　在不同车速和地面清洁程度的汽车扬尘 单位：kg/辆·km

P（kg/km） 车速（km/h）	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.0283	0.0476	0.0646	0.0801	0.0947	0.1593
10	0.0566	0.0953	0.1291	0.1602	0.1894	0.3186
15	0.0850	0.1429	0.1937	0.2403	0.2841	0.4778
25	0.1133	0.1905	0.2583	0.3204	0.3788	0.6371

（2）堆放扬尘

由于施工需要，一些物料需露天堆放，土石方阶段施工点表层土壤需人工开挖、

堆放，场地裸露，在气候干燥又有风的情况下，会产生堆场扬尘。

（3）施工机械废气

主要为挖掘机、混凝土输送泵、施工船舶等施工机械设备作业及物料运输车辆行驶过程中燃烧动力燃油而排放的废气，其中的主要污染为 CO、SO_2 及 NO_X 等。

（4）焊接烟气

厂区工程在设备安装、管道连接等均使用焊接，在焊接过程中将有一部分焊接烟气产生。焊接烟气成分大致分为尘粒和气体两类。其中焊接烟气中的气体成份主要为 CO、CO_2、O_3、NO_X、C_nH_m 等，其中以 CO 所占的比例最大。而焊接过程对环境影响较大的主要是焊接烟尘，焊接烟尘对环境的影响随着建设期结束而终止。

3.2.1.4 施工噪声

在厂地平整、设备运输、设备安装、设备及管道焊接、敷设等施工过程中，因使用各种机械设备和车辆而产生噪声污染，其排放强度根据装卸、运输车辆和工具的型号不同有所不同，一般约 85~100dB（A），具有间断性和暂时性的特点，建设期结束后噪声随之消失。施工期噪声源强详见表 3.2-5。

表 3.2-5　施工期噪声源强类比调查表

序号	名称	源强/dB（A）	序号	名称	源强/dB（A）
1	电钻	95	5	切割机	100
2	静压式打桩机	100	6	混凝土输送泵	100
3	重型载重汽车	85	7	焊机	85
4	推土机	92	8		

3.2.2营运期污染影响分析

3.2.2.1 营运期废水

本项目不对运输件和船舶进行冲洗，无压舱水，营运期的废水主要为陆域工作人员生活污水、船舶含油污水和船舶生活污水。

（1）陆域工作人员生活污水

根据项目初步设计报告，港区定员 50 人，均不在厂区住宿，根据《广东省用水定额》（DB44/T 1461-2014），非住宿员工生活用水量按 40L/d·人计，则生活用水量为 2.0m^3/d（600m^3/a），排污系数以 0.8 计，则生活污水产生量为 1.6m^3/d（480m^3/a）。生活污水的主要污染物为 COD、BOD_5、SS 和氨氮等污染物。项目陆域部分设水冲厕，员工生活污水经化粪池处理后，排入市政污水管网，然后排至海工基地污水处理厂处

理。如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。

（2）船舶机舱舱底油污水

到港船舶舱底油污水是机舱内各闸阀和管路中漏出的水与机器运转时漏出的润滑油、主辅机燃料油，机舱及机舱板洗刷时产生的油污水等混合在一起的含油污水，主要污染物是石油类。根据初步设计报告，港池泊位可满足多种船型组合方案，总吨位最大的为一艘 8000 吨级和一艘 5000 吨级的组合，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），则营运期产生的含油污水量约为 3.625 t/d，其主要污染物为石油类，舱底油污水浓度在 2000~20000mg/L 之间，按平均值 11000mg/L 计，则石油类产生量约为 39.875kg/d。

根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的相关规定，船舶排放的含油污水浓度为 15mg/L。此外，根据《防治船舶污染海洋环境管理条例》，船舶在中华人民共和国管辖海域向海洋排放的船舶垃圾、生活污水、含油污水、含有毒有害物质污水、废气等污染物以及压载水，应当符合法律、行政法规、中华人民共和国缔结或者参加的国际条约以及相关标准的要求。因此，项目到港船舶舱底油污水可离港后处理达标排放或交由有能力单位接收处理。

（3）船舶生活污水

根据《船舶水污染物排放控制标准》，400 总吨及以上的船舶，以及 400 总吨以下且经核定许可载运 15 人及以上的船舶，在内河和距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，船舶生活污水不得直接排入环境水体，应利用船载收集装置收集，排入接收设施，或利用船载生活污水处理装置处理，达到规定的船舶生活污水污染物排放限值后进行排放；在距最近陆地 3 海里以外海域，船舶生活污水可根据相应的排放控制要求进行排放。

到港船舶生活污水中主要污染因子为 COD、BOD_5 和 NH_3-N，根据同类项目类比分析，其浓度分别达到 300mg/L、200mg/L 和 35mg/L。按照营运期单个泊位船舶在港时间为 300 天，平均每艘船舶船员 20 人，生活污水发生系数 0.1 吨/人•天估算，则船舶生活污水发生量约为 2t/d，全年为 600t，COD、BOD_5 和 NH_3-N 产生量分别为 0.18t/a、0.12t/a 和 0.02t/a。船舶到港后，船舶生活污水排入化粪池预处理后，排入市政污水管网，排至海工基地污水处理厂处理。如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。

3.2.2.2 营运期废气

项目营运过程中产生的废气主要为船舶废气，排放量采用英国劳氏船级推荐的计算方法，每 1t 燃油 NOx 和 SO_2 排放量为 7.2kg、10kg，通过船舶在港时间、船舶辅机的运转时间，进港船舶使用燃油量按 3.72 kg/kt·km 计。本工程营运期吞吐量均为 144.4 万 t/a，进港船舶进港航行里程按 1km 计，则工程营运期港口船舶燃油产生的 NOx 和 SO_2 排放量分别为 0.039t/a、0.054t/a。

根据建设单位的经验资料，船舶停靠时间约 1200h/a，船舶辅机排气量约 120m³/h。则船舶燃油产生的 NOx 和 SO_2 排放量分别为 0.032kg/h、0.045kg/h。

港区装卸机械中牵引车、平板车等以柴油、汽油为燃料，根据《环境影响评价工程师职业资格登记培训教材——交通运输类环境影响评价（上）》推荐的机动车辆污染物排放系数，详见下表：

表 3.2-6　机动车辆污染物排放系数

污染物	以汽油为燃料（g/L）	以柴油为燃料（g/L）	
	小汽车	载重车	机车
SO_2	0.295	3.24	7.8
CO	169.0	27.0	8.4
NO_x	21.1	44.4	9.0

本项目营运期汽车燃料油用量约 10t/a（折合 11.8m³），按载重车排放系数计算，则产生的汽车燃油尾气排放情况如下，SO_2 为 0.038t/a，CO 为 0.319t/a，NO_x 为 0.524t/a。汽车尾气已无组织形式散逸到周围大气环境中。

3.2.2.3 营运期噪声

营运期港区噪声主要为装卸作业的机械噪声、船舶汽笛声等，到港船舶和主要机械设备噪声情况见下表，噪声值在 75～105dB(A)。

表 3.2-7　营运期主要噪声源强

序号	名称	数量	源强/dB（A）
1	起重机	5 台	75
2	船舶发动机	--	80
3	船舶鸣笛	--	105
4	牵引车	4	85
5	平板车	8	75
6	门机	2	85

3.2.2.4 营运期固体废弃物

项目营运期固体废弃物主要为陆域员工生活垃圾、到港船舶固体废物、船舶员工

生活垃圾以及设备维修保养产生的废机油等危废。

（1）陆域员工生活垃圾

营运期港区陆域定员50人，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），陆域生活垃圾量按照1.5kg/人·d，则营运期工作人员生活垃圾产生量为75kg/d。

（2）到港船舶固体废物

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶装卸货物产生部分船舶垃圾，可按下式计算：

$$G= WK$$

式中：

G—高峰期卸货产生的固体废物量（kg）；

W—高峰期卸下的货物量（kg）；

K—货物废弃物发生率，件杂货取1/123。

项目高峰期卸下的货物量按照2#泊位8000t级、3#泊位5000t级货轮进行卸货计算，则根据以上公式计算得本项目高峰期产生的固体废物量为105.7t。

（3）船舶生活垃圾

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），内河、沿海船舶的废物产生量为1.5kg/人，按照营运期单个泊位船舶在港时间为300天，平均每艘船舶船员20人，到港船舶生活垃圾发生量约为30kg/d，年发生量为9t/a。

（4）危险废物

项目项目设备维修、保养等，均会产生含油废料、废机油、废润滑油等，产生量约为0.2t/a，根据《国家危险废物名录（2016年本）》，其属于危废HW08废矿物油（其他生产、销售、使用过程中产生的废矿物油），危废代码：900-249-08。项目产生的危险废物直接交由有能力单位处理处置，不在项目区域暂存。

3.2.3工程各阶段污染源汇总

本工程污染物汇总见表3.2-4。

表 3.2-4 本工程污染物排放汇总

阶段	污染源	污染源	产生量		污染因子
施工期	废水	施工船舶含油污水	2.04t/d		石油类
		生活污水	6.12m^3/d		COD、BOD、NH_3-H、SS
		施工场地生产废水	4000～6000mg/L		SS
	固体废弃物	陆域工作人员生活垃圾	60kg/d		生活垃圾
		建筑垃圾	0.3t/d		建筑垃圾
		施工弃土	80.22 万方		施工弃土
	悬浮泥沙	防波堤抛石	1.22kg/s		SS
		港池航道疏浚	3.86kg/s		SS
		纳泥区溢流	0.278kg/s		SS
		桩基施工	0.15kg/s		SS
	施工噪声	施工机械设备	85～100dB（A）		噪声
营运期	废气	船舶废气	NOx	0.032kg/h	NOx
			SO_2	0.045kg/h	SO_2
		车辆废气	NOx	0.524t/a	NOx
			SO_2	0.038t/a	SO_2
			CO	0.319t/a	CO
	废水	陆域生活污水	1.6m^3/d		COD、BOD、NH_3-H、SS
		船舶生活污水	2.0m^3/d		COD、BOD、NH_3-H、SS
		含油污水	39.875kg/d		石油类
	固体废弃物	陆域生活垃圾	75kg/d		生活垃圾
		船舶生活垃圾	30kg/d		生活垃圾
		船舶固废	105.7t/次		废运输件
		危险废物	0.2t/a		石油类
	噪声	船舶及机械	75～105dB（A）		噪声

3.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析

3.3.1对海洋水文动力的影响

项目港池疏浚改变了海域的自然水深，防波堤的建设改变海域的潮流特征，工程后将引起工程及附近海域海洋水文动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。

3.3.2对海域生态环境的影响

（1）悬浮泥沙的增加对海域生态环境的影响分析

项目港池疏浚、防波堤建设、码头桩基施工等施工使局部范围内海域产生一定的悬浮泥沙，对海域生态环境产生一定的影响。

（2）对潮间带生物底栖生物的影响分析

防波堤占用一定的海域，使该海域潮间带生物或底栖生物发生永久性损失，造成部分底栖生物的直接死亡，对海域生态环境产生一定的影响。

3.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别

3.4.1环境影响要素识别

本工程的环境影响要素和评价因子分析见表 3.4-1。

表 3.4-1　工程环境影响要素和评价因子一览表

时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度
施工期	环境空气	粉尘	运输车辆扬尘、施工粉尘	+
		SO_2、NOx	施工机械和运输车辆排放尾气	+
	环境噪声	噪声	施工机械	+
	海洋水文动力	潮流场	防波堤建设、港池疏浚	＋＋＋
		波浪场		＋＋＋
	海水水质环境	悬浮物	防波堤抛石	＋＋
			港池疏浚	＋＋
		含油污水	施工船舶	＋
		生活污水	施工人员	＋
	沉积物环境	沉积物	抛石、疏浚悬沙再沉降	＋
	生态和生态资源环境	浮游生物	防波堤建设、港池疏浚	＋＋
		底栖生物		＋＋＋
		渔业资源		＋＋
	海洋地形地貌与冲淤环境	海底地形和冲淤变化	防波堤建设、港池疏浚	＋＋＋
营运期	水环境	生活污水	工作人员产生的生活污水	＋
		含油污水	营运船舶	+
	环境空气	SO_2、NOx	船舶废气	++
	声环境	噪声	船舶噪声	+
	固体废弃物	生活垃圾	员工生活产生的垃圾	+
		废机油	船舶及其他机械设备产生的废机油	+
	环境风险	燃油泄漏	船舶碰撞溢油	＋＋
		通航	船舶碰撞	＋＋

注：＋表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，＋＋表示受到的影响程度为中等；＋＋＋表示受到的影响程度为较大或敏感。

3.4.2评价因子筛选

污染类环境影响因子：悬浮物、含油废水、生活污水、生活垃圾等对海洋水质、沉积物和海洋生态的影响。非污染类环境影响因子：防波堤对海洋水动力环境、地形地貌与冲淤环境、海洋生态的影响、环境事故风险等。

根据本工程的环境影响要素识别、工程施工建设和运行的特点，对评价因子进行筛选。筛选的结果见表 3.4-2。

表 3.4-2　评价因子筛选结果

环境要素	现状评价因子	主要预测评价项目
水文动力环境	潮流、波浪	潮流流速、流向变化、波高变化、地形地貌与冲淤环境变化
海水水质环境	水深、水温、透明度、悬浮物、浑浊度、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、砷、总铬、汞等	施工期 SS 扩散、环境事故风险
海洋沉积物环境	有机质、硫化物、石油类、铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷等	定性分析
海洋生态环境	叶绿素 a 和初级生产力、浮游生物、底栖生物、潮间带生物、大型底栖动物、渔业资源	生物损失量
大气环境	$PM_{2.5}$、PM_{10}、SO_2、NO_2、CO、O_3、非甲烷总烃、TSP、NOx	SO_2、NOx
声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级

4 区域自然和社会环境现状

4.1区域自然环境现状

4.1.1气候气象

本项目所在的陆丰市位于广东省东部，北回归线以南的低纬度地区，地处亚热带，属亚热带季风性气候，光热充足，气候温和，雨量充沛，但降雨量的年内分配很不均匀，其中汛期的 4～9 月约占全年降雨量的 85.6%，降雨多属锋面雨和热带气旋雨，前汛期(6 月以前)以锋面雨为主，雨面广，降雨量大后汛期以台风雨为主，降雨强度大。季风盛行，全年盛行偏东风，年内风向随季节转换明显，大致 4～8 月盛行东南风，9～次年 3 月盛行东北偏北风。每年的夏、秋季节常受强烈热带风暴的影响。

离项目所在海域最近的气象台站为陆丰市气象站（位于东海镇东风路尾后壁洋“郊外”，北纬 22°57′，东经 115°39′），根据其 1960 年至 2004 年的实测气象资料，统计获得其气象要素特征值，见表 4.1-1。

表 4.1-1　陆丰气象站多年统计各气象要素的年、月特征值表

项目＼月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均气压(hPa)	1019.9	1018.5	1016.2	1013.0	1009.1	1006.2	1005.4	1005.0	1008.7	1013.9	1017.5	1020.0	1012.8
平均气温(℃)	14.4	15.3	17.9	21.7	25.1	27.1	28.4	28.2	27.0	24.2	20.3	16.2	22.1
极端最高气温(℃)	29.6	29.9	30.7	32.8	34.8	36.7	38.3	38.0	36.6	35.2	33.2	30.1	38.3
极端最低气温(℃)	0.9	1.8	2.8	8.1	14.4	18.4	21.8	21.7	16.6	8.0	5.2	1.0	0.9
平均绝对湿度(hPa)	11.9	13.7	16.7	21.7	26.8	30.9	32.1	31.5	28.3	22.3	17.2	13.0	22.2
最大绝对湿度(hPa)	26.6	29.3	30.9	33.2	36.4	38.1	38.8	38.1	36.6	34.5	30.3	27.6	38.8
最小绝对湿度(hPa)	1.4	3.0	3.1	6.2	8.2	13.6	22.6	17.9	10.8	5.3	2.7	0.6	0.6
平均相对湿度(%)	72	78	80	82	84	86	83	83	80	74	71	70	79
最小相对湿度(%)	7	12	9	22	16	22	34	28	27	17	12	8	7
平均风速(m/s)	2.9	2.8	2.7	2.6	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7	2.8	2.9	2.9	2.8
最大风速(m/s)	14.0	11.3	12.0	13.0	17.3	21.7	31.0	17.4	24.0	14.0	13.0	13.0	31.0
平均降雨量(mm)	27.3	55.7	88.4	157.1	278.5	442.3	318.4	326.5	200.3	51.3	32.1	28.7	2006.6
平均日照时数(h)	159.3	110.6	110.6	120.5	150.1	160.1	231.9	212.2	196.4	212.2	189.2	181.0	2034.1
蒸发量(mm)	109.0	93.3	110.6	122.5	144.4	143.3	180.0	171.5	165.0	171.4	143.1	122.5	1676.6

多年平均气温 22.1℃

历年极端最高气温 38.3(2004 年 7 月 18 日)

历年极端最低气温 0.9(1967 年 1 月 17 日)

历年最大年降水量 3045.0mm(1961 年)

历年最小年降水量 942.2mm(1963 年)

历年最大一日降水量 621.6mm(1977 年 5 月 31 日)

历年最大一小时降水量 106.1mm(1997 年 7 月 5 日)

历年最大十分钟降水量 38.0mm(1997 年 7 月 5 日)

多年平均雨日数为 167d

多年平均雷暴日数为 54d

多年平均冰雹日数为 0.0d

多年平均雾日数为 5d

多年平均大风日数为 4d

多年平均霜日数为 0.0d

多年平均晴天日数为 56d

多年平均阴天日数为 174d

陆丰气象站主导风向是 E，占 18%，静风频率占 12%，其多年风向玫瑰图见图 4.1-1。历年 10m 高度十分钟平均最大风速 29.3m/s，相应风向 E，发生日期 1990 年 7 月 31 日。

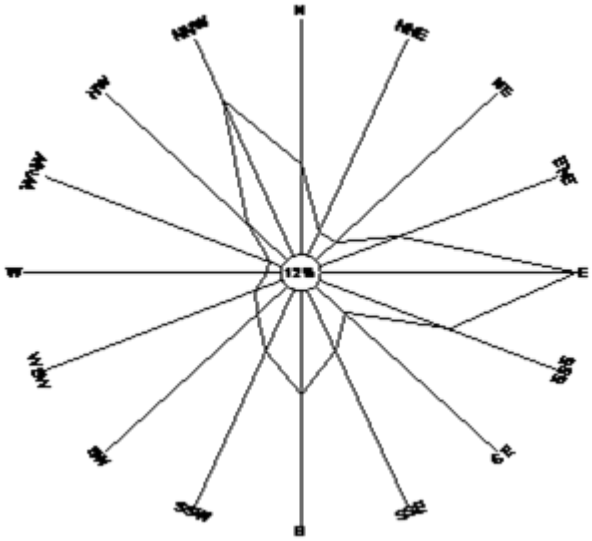


图 4.1-1 陆丰气象站累年统计风玫瑰图

4.1.2海洋水文

4.1.2.1 基面关系

当地理论最低潮面在当地平均海平面下 0.9m，56 黄海平均海面在理论最低潮面上 0.623m，85 国家高程在理论最低潮面上 0.465m，本节除特别说明外，潮位基面均基于平均海平面。各基准面关系如图 4.1-2 所示。

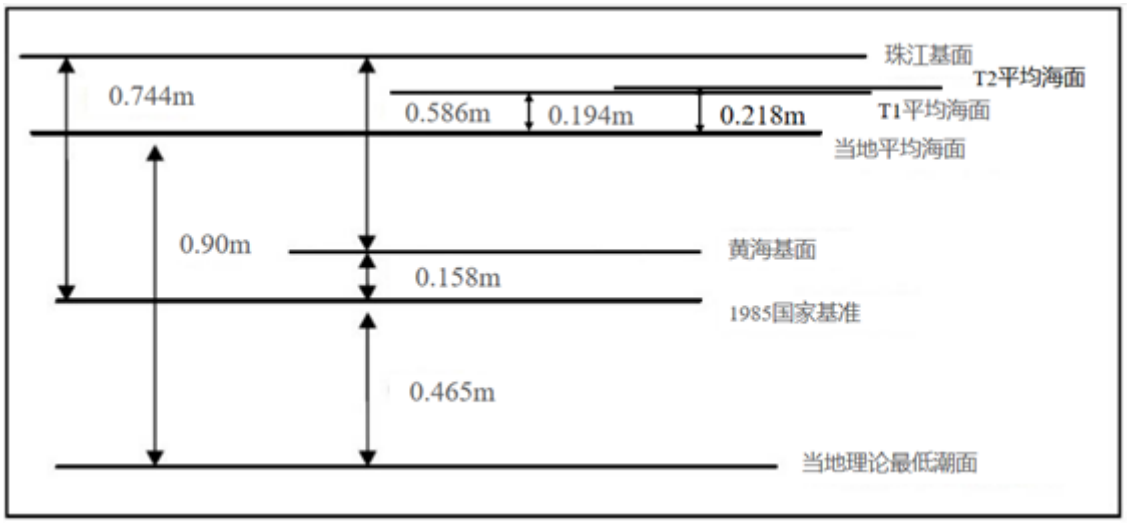


图 4.1-2　　汕尾站基面关系图

4.1.2.2 潮位特征

潮位特征采用神泉站、甲子站和遮浪站的观测情况。潮位站的观测均开始于 2017 年 12 与 1 日 0 时，其中神泉站观测结束于 2017 年 12 月 20 日 12 时，观测日数共计 19 日；甲子站观测结束于 2017 年 12 月 21 日 15 时，观测日数共计 20 日；遮浪站观测结束于 2017 年 12 月 31 日 17 时，观测日数共计 30 日。

各站逐时潮位数据变化如图 4.1-3 所示(潮位基面基于平均海平面)，从图中可以看出各潮位站的潮位数据日周期变化明显，并在其上叠加有半日周期的小幅振荡。约 14 天周期的大一小潮变化显著，在观测期间，3 个验潮站大-小潮周期内的最低潮位相当，最高潮位以遮浪站为最高，甲子站次之，神泉站最低。

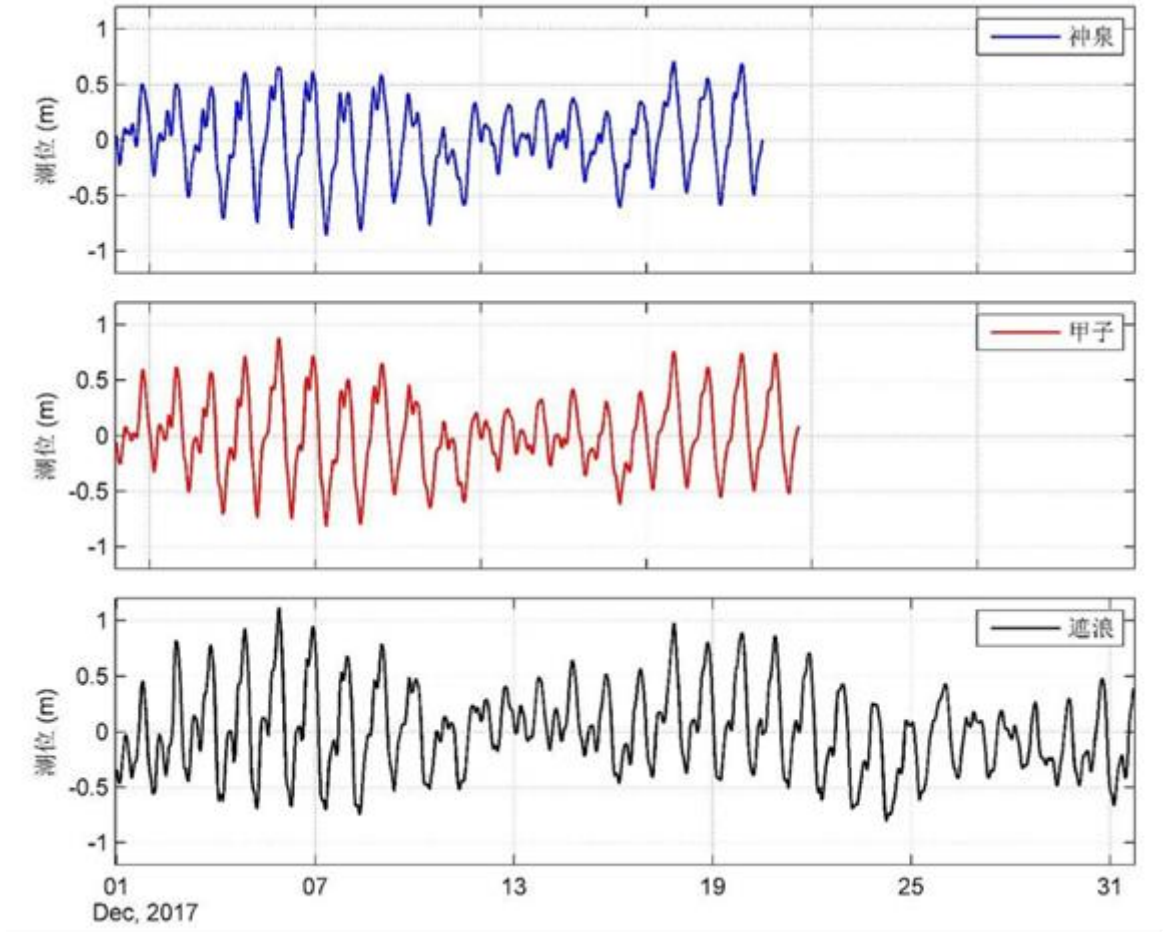


图 4.1-3　神泉、甲子、遮浪潮位站观测到的潮位变化

对神泉、甲子、遮浪这 3 个潮位站的数据资料进行统计，潮位特征如表 4.1-2 所示。

表 4.1-2　冬季潮位站短期潮位特征表（单位：m）

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

4.1.2.3 潮汐

本工程场址所在海域的潮汐为正规全日潮，场址以西的海域则为不正规全日潮。观测期间，3 个站的平均潮差相当，均为 1.1m 左右；平均高潮位以遮浪站为最高为 0.64m，神泉站最低为 0.46m；平均低潮位以遮浪站最高为-0.48m，神泉站最低为-0.88m；观测海域的平均涨潮历时大于落潮历时，在 3 个验潮站中，甲子站的平均涨

潮历时和平均落潮历时均居中，分别为 14.21h 和 9.79h。

4.1.2.4 海流

本项目位于汕尾近岸海区，其海流的主要驱动力为周期性的潮流和广东沿岸流。根据以往的水文观测及研究成果，粤东沿岸流受南海季风的影响显著，流向随季风风向变化，冬季为西南向流，夏季为东北向流；另一方面，夏季珠江径流量增大，珠江冲淡水在强西南季风的驱动下得以向东扩展，对粤东近岸的海流和盐度分布产生影响。

4.1.2.5 波浪

工程附近主要有遮浪海洋站波浪统计资料、2005.5～2006.4 田尾角波浪观测资料、粤东 LNG 沟疏海域 2008 年 7 月～2009 年 8 月波浪观测资料，其中遮浪海洋站距离本工程约 30.9km，田尾角波浪观测站与本工程距离最近，约 3.9km，而粤东 LNG 波浪观测站与本工程距离最远，约 53.7km，各波浪观测站位置见下图。



图 4.1-4　工程附近波高观测站点分布图

遮浪站常浪向为 E 和 ESE 向，出现频率分别为 27.3%和 20.3%；其次为 NE 和 ENE 向，分别占 9.9%和 6.6%。强浪向为 E 向，S 和 SSE 向次之。$H_{1/10}$ 小于 0.5m 仅占 5.9%，而 $H_{1/10}$ 大于 1.5m 的所占频率为 32.6%，表明该海域波浪较强。遮浪站海域出现频率最大的周期为 4.1～5.0s，所占频率为 53.5%，其次为 5.1～6.0s，所占频率为 25.2%，S 向浪最大的周期超过 8s，遮浪站波浪玫瑰图见下图。

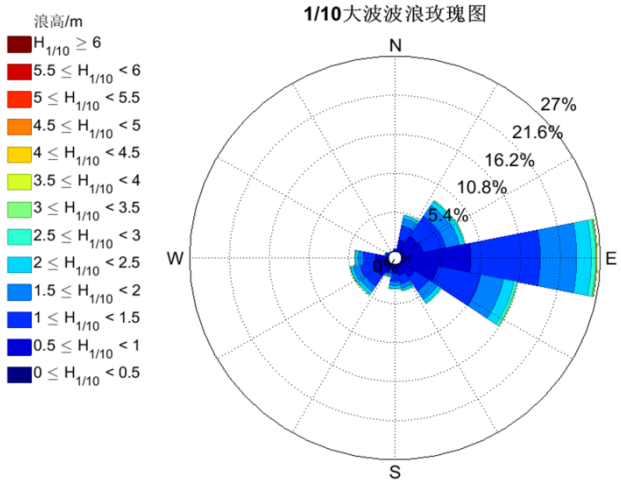


图 4.1-5　遮浪站波浪玫瑰图

田尾角波浪观测站的波浪周年观测时间为 2005 年 5 月 1 日至 2006 年 4 月 30 日，共 365 天，采用 MARKII 型波浪骑士进行波浪测量。波浪仪离岸约 350m，海图水深 12m 左右。测量记录方式为逐时，波浪数据记录是每整点前 18min 开始记录，共记录 20min。365 天观测期间，记录波浪数据共 8760 次，获取有效记录 8316 次波浪数据，有效率达 94.93%。

通过资料分析可知，该工程海域强浪向为 SE 向，最大波高在 4.5m~5m 范围，其次为 S 向，最大波高在 3.5m~4m 范围；常浪向同样为 SE 向，占全年波浪的 38.6%，其次为 ESE 向，占全年波浪的 39%。另外统计了周期大于 6s 的波浪，仅占全年波浪的 1.7%，其波浪玫瑰图见下图。

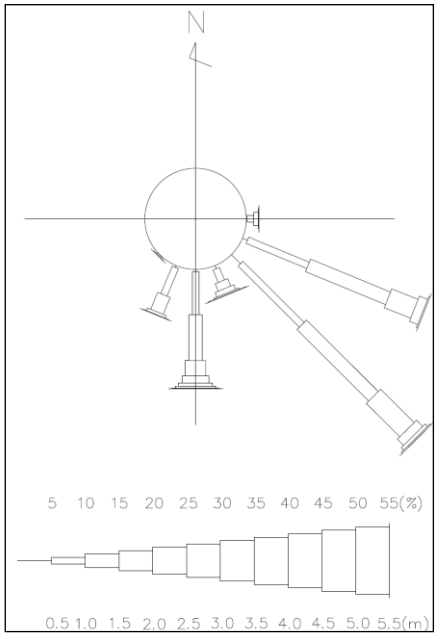


图 4.1-6　田尾角波浪观测站波浪玫瑰图

粤东沟疏海波浪站点的观测位置为广东惠来县沟疏村附近海域，离岸约 7km 处水深约 20m 位置，波浪观测期间为 2008 年 7 月 27 日至 2009 年 7 月 27 日，波浪仪采用波浪骑士II型，测量记录方式为逐时，波浪数据记录是每整点前 18min 开始记录。

粤东沟疏海域 2008.8~2009.7 月观测期间海域的常浪向为 ESE 向，出现频率为 31.5%，次浪向为 E 向，出现频率为 24.5%，SE 向浪出现频率为 19.9%，本海域的强浪向为 SE、SSE、S 向，最大有效波高均超过 5m，其中 S 向超过 5m 的有效波高出现频率最大，为 0.12%，SSE、SE 向频率分别为 0.06%和 0.01%。从波向分布来看，常浪向为 E 和 ESE 向，强浪向为 S 向基本一致，其波浪玫瑰图见下图。

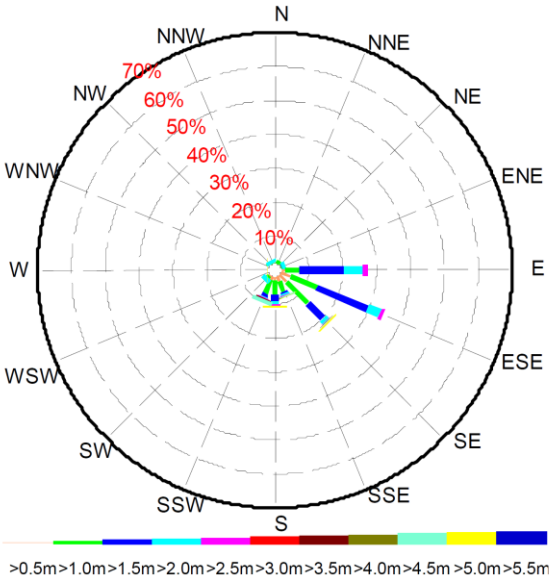


图 4.1-7　粤东沟疏海域波浪玫瑰图（2008.8~2009.7）

各个测站的频率分布见下表。

表 4.1.2-1　遮浪站波高（H1/10）频率分布

波高（m）	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	合计
0.0-0.5	0.1	0	0.3	0.1	0.2	1	0.6	0.5	0.8	0.1	0.1	0.7	1.3	0.1	0	0	0	5.9
0.6-0.8	0.1	0.6	1.2	1.4	2.2	2.8	1.8	1	1.5	0.3	1.3	2.1	1.7	0.5	0.1	0.1	0.1	18.6
0.9-1.0	0.1	0.1	1.4	0.9	2.2	2.3	0.7	0.5	0.5	0.3	1	0.7	0.5	0.1	0.1	0	0	11.2
1.0-1.2	0	0.8	2	0.9	3.6	3	0.9	0.8	0.5	0.1	0.6	0.3	1.2	0.1	0	0	0	14.6
1.3-1.5	0	1	2.6	1.6	5.4	3.2	0.5	0.2	0.6	0.1	0.6	0.4	0.8	0	0	0	0	17
1.6-2.0	0	0.8	1.8	1.3	8.2	5.2	0.6	0.6	1.2	0.1	0.5	0.7	0.6	0	0	0	0	21.7
2.1-2.5	0	0.1	0.6	0.3	4.2	2.3	0.1	0.2	0	0.1	0.1	0	0.2	0	0	0	0	8.2
2.6-3.0	0	0	0.1	0	0.7	0.5	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	1.7
3.1-3.5	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.3
≥3.6	0	0	0	0	0.5	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7
合计	0.2	3.5	9.9	6.6	27.3	20.3	5.2	4	5.3	1.2	4.3	4.9	6.3	0.8	0.2	0.1	0.1	100

表 4.1.2-2　田尾角波浪观测站全年波级波向分布表

H1/10(m)		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	C	TOTAL
0.0-0.5	N	0	0	0	0	6	68	154	38	35	22	0	0	0	0	0	323
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	1.9	0.5	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.4	4.2	4.4	4.1	4.1	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
0.5-1.0	N	0	0	0	0	87	803	1060	163	525	368	14	0	0	0	0	3020
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.7	12.8	2.0	6.3	4.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	36.3
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	4.4	4.8	4.6	4.5	4.3	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
1.0-1.5	N	0	0	0	0	59	1068	1249	102	563	223	5	0	0	0	0	3270
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	12.8	15.0	1.2	6.8	2.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	39.3
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.7	5.1	4.9	5.1	4.8	4.7	4.0	0.0	0.0	0.0	4.9
1.5-2.0	N	0	0	0	0	7	345	582	56	188	33	2	0	0	0	0	1213
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.2	7.0	0.7	2.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	5.0	5.5	5.1	5.4	5.3	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3
2.0-2.5	N	0	0	0	0	0	110	105	13	85	10	0	0	0	0	0	323
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	0.2	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	5.7	5.0	5.9	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6
2.5-3.0	N	0	0	0	0	0	18	38	4	40	2	1	0	0	0	0	103
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	6.3	6.2	6.6	6.3	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3
3.0-3.5	N	0	0	0	0	0	2	14	5	21	0	0	0	0	0	0	42
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	7.0	6.2	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9
3.5-4.0	N	0	0	0	0	0	0	4	3	8	0	0	0	0	0	0	15
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	7.2	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
4.0-4.5	N	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9
4.5-5.0	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	F%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	T(s)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5
≥5.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表 4.1.2-3　粤东 LNG 波浪观测站周年波浪波高波向分级统计表

H1/3(cm)	波向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
0cm<H1/3≤50cm				0.05	0.87	2.84	2.67	1.64	1.17	1.18	0.32					
50cm<H1/3≤100cm		0.02	0.01	0.27	4.44	8.63	8.9	3.26	3.95	4.18	0.72				0.01	0.05
100cm<H1/3≤150cm				0.05	12.84	16.08	6.53	0.53	1.92	1.01	0.24					
150cm<H1/3≤200cm				0.01	5.98	3.84	1.13	0.41	1.02	0.36	0.05					0.01
200cm<H1/3≤250cm					0.38	0.07	0.21	0.21	0.31	0.17						
250cm<H1/3≤300cm							0.09	0.07	0.15	0.03						
300cm<H1/3≤350cm							0.07	0.1	0.09	0.05						
350cm<H1/3≤400cm							0.13	0.03	0.09							
400cm<H1/3≤450cm							0.08	0.08	0.03	0.01						
450cm<H1/3≤500cm							0.05	0.07	0.02							
500cm<H1/3≤550cm							0.01	0.06	0.12							
550cm<H1/3≤900cm																
总计		0.02	0.01	0.37	24.51	31.46	19.87	6.47	8.88	6.99	1.33				0.01	0.06

4.1.2.6 水温

根据场址附近的遮浪站 1961～2006 年的表层水温资料，统计得到该站逐月表层水温特征值如表 4.1-3。

表 4.1-3　遮浪海洋站 1961～2006 年逐月表层水温特征值

项目＼月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均水温(℃)	16.1	15.6	17.1	20.5	24.6	26.9	27.5	27.5	27.7	25.6	22.1	18.4	22.5
最高水温(℃)	21.2	21.9	27.6	27.5	29.9	31.9	32.6	32.2	32.7	30.1	27.8	24.8	32.7
最低水温(℃)	11.6	10.9	11.2	14.8	19.6	21.7	21.8	21.5	22.5	20.0	16.0	9.9	9.9

4.1.2.7 盐度

根据遮浪站 1961～2006 年的表层海水盐度资料统计，得到该站逐月表层海水盐度特征值如表 4.1-4。

表 4.1-4　遮浪海洋站 1961～2006 年逐月表层海水盐度(‰)特征值

项目＼月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均盐度	32.2	32.3	32.9	33.2	33.2	32.0	31.8	32.1	32.5	33.0	32.8	32.2	32.5
最高盐度	34.0	34.8	34.8	34.5	35.5	35.0	35.0	35.3	35.1	35.6	35.2	35.1	35.6
最低盐度	27.3	28.5	28.6	25.1	19.2	17.0	20.3	15.9	18.7	27.9	28.8	24.0	15.9

4.1.3地形地貌

项目海域地貌类型包括海积平原、侵蚀陡坎、沙滩、近岸水下浅滩和水下岸坡等类型。海岸类型为沉积型沙质海岸，岸线为东北-西南走向，岸线比较稳定，海岸沙滩比较宽缓，海岸沙堤高程 1-2m。沙堤向陆内侧为防护林带。

碣石半岛南端地质地貌基础为花岗岩经侵蚀剥蚀形成的低丘陵，几个丘峰(如田尾山、狮山头)高程数十米至 100 余米，呈西北~东南向排列，丘陵表面为花岗岩风化残积层(粘土伴碎石)，并暴露有大量石蛋，地形崎岖。

田尾山花岗岩丘陵北部为碣石泻湖(含泻湖和泻湖平原)，高程 2.0m 以下；东北面为海岸沙坝、沙丘(高程 10 余米)和沙地(高程数米)，地形向西北方倾斜。

花岗岩丘陵南部为典型的岬湾海岸，有 4 个岬角向海突出，它们长年承受波浪冲击，岩体暴露。岬角之间分布三个海湾，其中以田尾大湾(西部)地貌组合比较复杂，该湾内部及湾缘有较大规模的沙坝和海滩分布，但受丘陵区流出的小河切割，形态破

碎。海滩为西北~东南走向，略呈弧形，它承受着 SSW 向波浪的长期作用，前滨坡度 7°~8°，为偏反射型海滩，由细砂组成。海滩向上以高度 1.5~2.0m 之陡坎过渡至滩肩上部，沉积物为砾砂或粗砂。

田尾岬角以外海床，在水深 15m 以内，水下地形仍呈岬角形状，再外等深线逐步呈东－西向分布。由于东桔礁的存在，使海礁岛周围水流湍急，泥沙难于积聚，致使 20m 等深线向北突出，离岸距离仅有 800m，为深层陆架水入侵的范围。

4.1.4工程地质

4.1.4.1 区域地质构造

根据区域地质资料，陆丰市的地层主要属新华夏和东西构造运动所形成。地质年代最早是三叠系，继而侏罗系、第四系。岩石主要是由花岗岩、砂页岩及第四系冲积沙卵石层组成。境内最高山脉不上千米，主要山脉分布于市的北部和中部，环绕市境北、东、西三面展开。山脉走向除南部西山为东西走向外，其余山脉多为南北走向。全市较大的山脉有 4 条，其中主峰高度在 800 米以上、山脉长度在 14 公里以上的为峨眉嶂山脉，从普宁市与陆河县交界线延至市境内，位于陂洋镇西北角，主峰峨眉嶂，海拔 980.3 米，山脉全长 59 公里，山脉长度在 14 公里以下的有 3 条，分别是乌面岭山脉、狮子嶂山脉和西山山脉其中乌面岭山脉位于西南镇西南角，主峰乌面岭，海拔 738.4 米，山脉全长 15 公里，走向为南北向;狮子嶂山脉，位于八万镇西北部，主峰三丫石，海拔 693.6 米，山脉全长 9 公里，走向为西北--东南向;西山山脉位于金厢镇东北部，主峰西山，海拔 445.8 米，山脉全长 13.7 公里，走向为西北--东南向。

区域构造以断裂为主，主要有 NE 向的陆丰深断裂带和海丰深裂带，见下图。

1）海丰深断裂带：断裂经惠来、汕头及澄海一带，南西端延伸入南海，断续出露长约 150km，断裂走向北东 30°～50°，倾向 120～140°，倾角 65～75°，断面舒缓波状延伸，挤压带宽 30～300m，属于压扭性断裂，晚近时期，该断裂有强烈活动。此断裂带在工程场地西北约 90km 处通过。

2）陆丰深断裂带：由一组平行斜列的压剪性断裂组成。北自福建福安、闽侯，经南靖附近入广东饶平、陆丰至海丰、汕尾入南海海域，断续长约 400km，在广东段走向为 NE40～50°，倾角 50～85°。主干断裂沿走向和倾向呈舒缓波状，两侧发育有一系列的平行断裂束。断裂带发育有压碎花岗岩、糜棱岩、硅化岩、构造角砾岩及构造透镜体。此断裂带在工程场地东北约 20km 处通过。



图 4.1.4-1　区域地质构造图

场区内第四纪地层发育，厚度达数百米；从区域地质构造图看到工程场地位置没有明显的断裂带经过，上述两个断裂带也相距较远，不会影响场地地质构造，经现场地质调查，工程场地及附近未发现有影响场地稳定性的断层、滑坡、坍塌、沉陷等不良地质现象，场地区域稳定性较好。

4.1.4.2 地层岩性

根据钻探揭示地层情况，拟建场区自上而下分为第四系海陆交互相沉积层（Q4mc）、第四系残积层（Q4el）。具体见钻孔柱状图、工程地质剖面图。

表 4.1-5　防波堤场地地层分布特征一览表

地层层号	土层名称	层顶埋深(m)	层顶高程(m)	层厚(m)	岩性特征及分布特点
1-1	中砂	0.00	-11.93~-7.85	3.20~6.50	浅黄色，饱和，稍密，主要由石英颗粒组成，分选性好，级配差。该层在 FB01~FB03 共 3 个钻孔有揭露。
1-3	淤泥质粉质黏土	6.50	-14.35	2.30	灰黑色，饱和，软塑，成份为粘粒，粘性较好，含有机质。该层仅在 FB02 号钻孔有揭露
1-4	粉质黏土	3.20	-13.07	4.30	灰白色、深灰色，湿，可塑，成份为粘粒，粘性较好，局部夹少量中粗砂，含有机质，该层仅在 FB03 号钻孔有揭露。
1-7	砾砂	3.50~8.80	-17.37~-15.43	2.30	灰白色，饱和，密实，成份为石英颗粒，级配良好。该层在 FB01~FB03 共 3 个钻孔有揭露，部分钻孔未揭穿砾砂层。
2-1	砂质粘性土	5.80	-17.73	未揭穿	褐红色，稍湿，可塑~硬塑，粘性差，含有石英颗粒，为花岗岩风化残积土。该层仅在 FB01 号钻孔有揭露。

表 4.1-6　港池场地地层分布特征一览表

地层层号	土层名称	层顶埋深(m)	层顶高程(m)	层厚(m)	岩性特征及分布特点
1-1	中砂	0.00	-7.32~-3.27	4.40~6.00	浅黄色，饱和，稍密~中密，主要由石英颗粒组成，分选性好，级配差。该层在 GC01~GC03 共 3 个钻孔有揭露，该层部分钻孔未揭穿。
1-3	淤泥质粉质黏土	6.00	-12.52	未揭穿	灰黑色，饱和，软塑，成份为粘粒，粘性较好，含有机质。该层仅在 GC01 号钻孔有揭露，该层未揭穿。
1-4	粉质黏土	4.40	-7.67	未揭穿	灰白色、深灰色，湿，可塑，成份为粘粒，粘性较好，局部夹少量中粗砂和黏土，含有机质。该层仅在 GC02 号钻孔有揭露，该层未揭穿。

表 4.1-7　码头场地地层分布特征一览表

地层层号	土层名称	层顶埋深(m)	层顶高程(m)	层厚(m)	岩性特征及分布特点
1-1	中砂	0.00~16.40	-15.61~-0.79	1.5~8.9	浅黄色，饱和，稍密~密实，主要由石英颗粒组成，分选性好，级配差。该层在 MT01~MT11 共 11 个钻孔有揭露。
1-2	粉砂	0.00~14.50	-15.45~8.73	1.5~14.2	浅黄色，稍湿，稍密~中密，主要由石英颗粒组成，分选性好，级配差。该层在 MT02、MT06、MT08、MT09、MT11 共 5 个钻孔有揭露。
1-3	淤泥质粉质黏土	5.40~8.20	-11.94~-10.67	2.3~3.9	灰黑色，饱和，软塑，成份为粘粒，粘性较好，含有机质。该层在 MT01、MT03、MT08 共 3 个钻孔有揭露。
1-4	粉质黏土	4.60~14.20	-10.98~-5.47	1.60~11.0	灰白色、深灰色，湿，可塑，成份为粘粒，粘性较好，局部夹少量中粗砂和黏土，含有机质。该层在 MT02、MT04~MT07、MT09 共 6 个钻孔有揭露
1-5	黏土	4.40~9.30	-9.27~-7.33	3.6~6.2	灰白色、深灰色，湿，可塑~硬塑，成份为粘粒，粘性较好，切面光滑，局部夹少量贝壳。该层在 MT02、MT10、MT11 共 3 个钻孔有揭露
1-6	粗砂	10.90	-15.77	8.6	灰黑色，饱和，密实，主要由石英颗粒组成，局部夹有砾砂，级配良好。该层仅在 MT10 号钻孔有揭露
1-7	砾砂	0.00~25.20	-16.95~0.07	1.90~9.80	灰色，饱和，密实，主要由石英颗粒组成，级配良好。该层在 MT01~MT04、MT06~MT08、MT11 共 8 个钻孔有揭露。
1-8	圆砾	16.00~22.30	-21.51~15.65	1.5~8.1	灰色，饱和，密实，主要由石英颗粒组成，级配良好。该层在 MT02、MT05、MT09 共 3 个钻孔有揭露。
3-1	全风化花岗岩	18.00~29.40	-24.37~-20.67	1.0~3.3	灰白色，风化完全，岩芯呈坚硬土柱状，泡水易软化崩解。该层在 MT01~MT11 共 11 个钻孔有揭露。
3-2	强风化花岗岩	19.20~30.40	-27.17~-21.67	未揭穿	灰白色、褐黄色，岩石风化强烈，岩芯呈半岩半土状，泡水易软化崩解。该层在 MT01~MT11 共 11 个钻孔有揭露。
3-3	中风化花岗岩	22.90	-27.35	未揭穿	灰白色、黄褐色，粒状结构，块状构造，主要矿物成份是石英、长石、云母，节理裂隙发育，岩芯呈短柱状、碎块状，岩质较硬。该层仅在 MT08 号钻孔有揭露，该层未揭穿。

4.1.4.3 不良地质

本次勘察场地揭露到的特殊性岩土有软土、残积土及风化岩。

软土：1-3 淤泥质粉质黏土为本场地的主要软土层，软土厚度较大，其具有含水量大、灵敏度高、压缩性高、透水性差、强度低、流变性强等特点，在外力作用下易

发生压缩变形，在强震作用下具震陷性。不良地质现象对本工程建设具一定影响，采用地基处理或桩基础可消除其危害性。

风化岩：风化岩是在岩石风化营力作用下，其结构、成份和性质已产生不同程度的变异，基本上可以反映原岩的结构状态，受其原岩岩性和区域构造等因素的影响。一般表现出风化的不均匀性，常出现软弱土层、软硬互层或出现球形风化的特征，造成力学性质的局部变化。本场地岩浆岩的风化岩表现出风化的不均匀性，常出现软硬互层的特征，造成力学性质的局部变化。场地基岩为白垩系燕山期花岗岩，为一般易风化岩石，其常风化不均匀，强风化岩层夹较多薄层中风化岩，中风化岩层常夹薄层强风化岩，呈现软硬不一、软硬互夹的现象，会导致地基强度差异，危及构筑物安全，对基础施工将造成不利影响。

残积土：残积土和风化岩有相似的性质，在天然状态下物理力学性质较好，但水理性质差，遇水易软化，设计和施工应注意其遇水软化对承载力的影响。根据本次勘察结果，本场地未发现岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面沉降等不良地质作用。

4.1.4.4 场地稳定性与基础适宜性

（1）场地稳定性评价

根据国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）版附录 A，本区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第二组，地震设计特征周期值取 0.40s，属抗震不利地段，建筑物应按有关规定抗震设防。场地内未发现断裂构造迹象，区域构造稳定性一般。本场地不存在滑坡、崩塌、泥石流、采空区等颠覆性的不良地质作用和地质灾害，场地环境地质稳定性较好。

综上所述，场地整体稳定性一般。

（2）场地适宜性

在钻探深度范围内，场区内未发现全新活动断裂；拟建场地不良地质主要为具震陷性的软弱土层及轻微液化砂土层，若采用适当的地基处理措施可消除软弱土及可液化土层的影响问题，因此地基基底稳定，为适宜工程建设的一般场地。场地土类型为中软场地土，建筑场地类别属Ⅱ类，场地内局部地区存在软土层，岩土种类较多，均匀性较差，综合评定属抗震不利地段。

综上所述，场地存在有对工程建设的不利因素，但在工程建设中可采取适当的措

施减少或消除上述不利因素的影响，拟建场地基本适宜进行本工程建设。

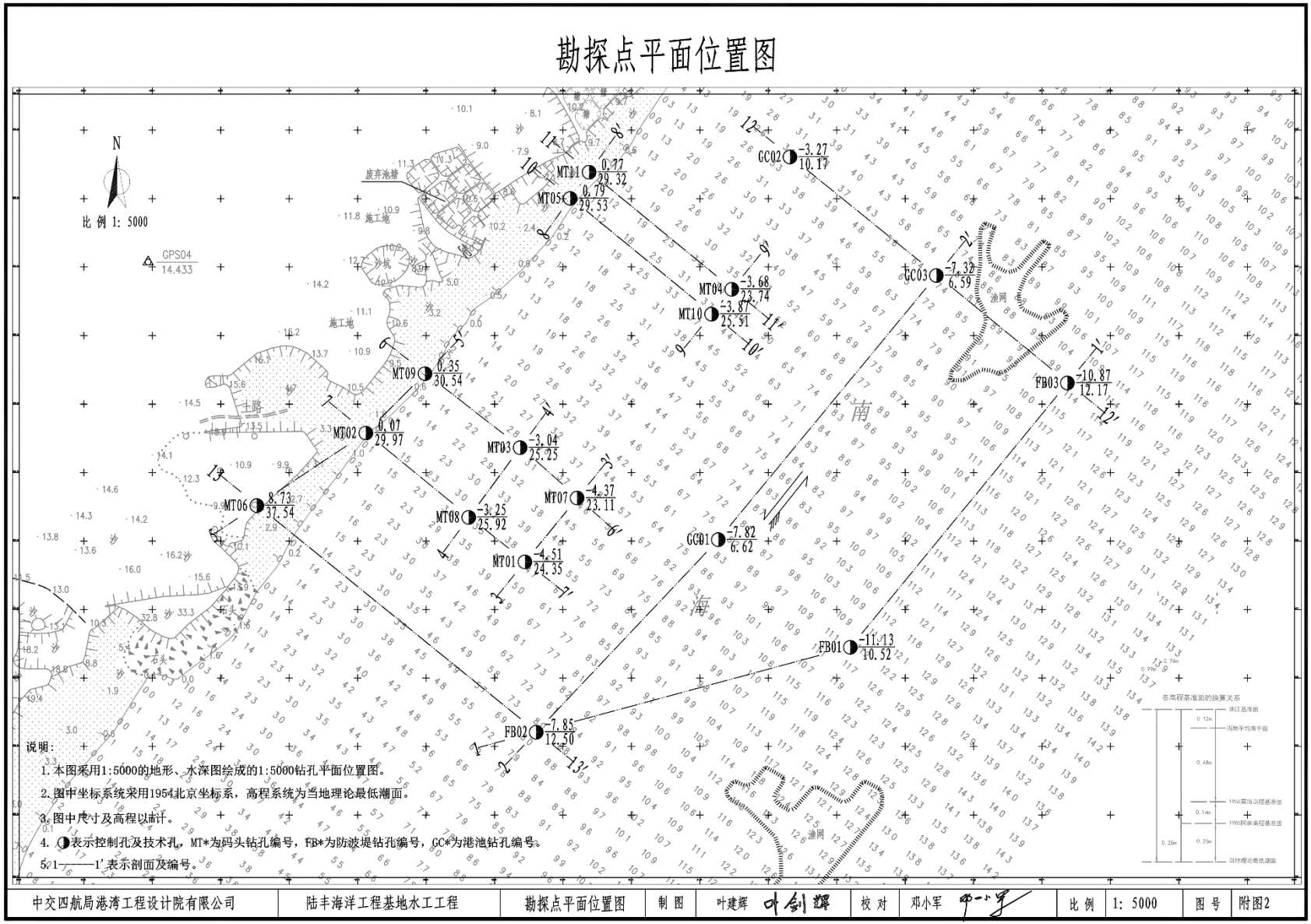

勘探点平面位置图
N
比 例 1: 5000
GPS04
14.433
MT11 0.77 29.32
MT05 0.79 29.53
GC02 -3.27 10.17
MT04 -3.68 23.74
MT10 -3.87 25.51
GC03 -7.32 6.59
MT09 0.35 30.54
FB03 -10.87 12.17
MT02 0.07 29.97
MT03 -3.04 25.25
MT06 8.73 37.54
MT07 -4.37 23.11
MT08 -3.25 25.92
GC01 -7.82 6.62
MT01 -4.51 24.35
FB01 -11.13 10.52
FB02 -7.85 12.50
废弃池塘
施工地
沙坑
土路
渔网
南
海
各高程基准面的换算关系
浙江基准面
当地平均海平面
1956黄海高程基准面
1985国家高程基准面
当地理论最低潮面
说明：
1. 本图采用1:5000的地形、水深图绘成的1:5000钻孔平面位置图。
2. 图中坐标系统采用1954北京坐标系，高程系统为当地理论最低潮面。
3. 图中尺寸及高程以m计。
4. ◑表示控制孔及技术孔，MT*为码头钻孔编号，FB*为防波堤钻孔编号，GC*为港池钻孔编号。
5. 1———1' 表示剖面及编号。
中交四航局港湾工程设计院有限公司
陆丰海洋工程基地水工工程
勘探点平面位置图
制 图
叶建辉
校 对
邓小军
比 例
1: 5000
图 号
附图2

图 4.1-8　勘探位置图

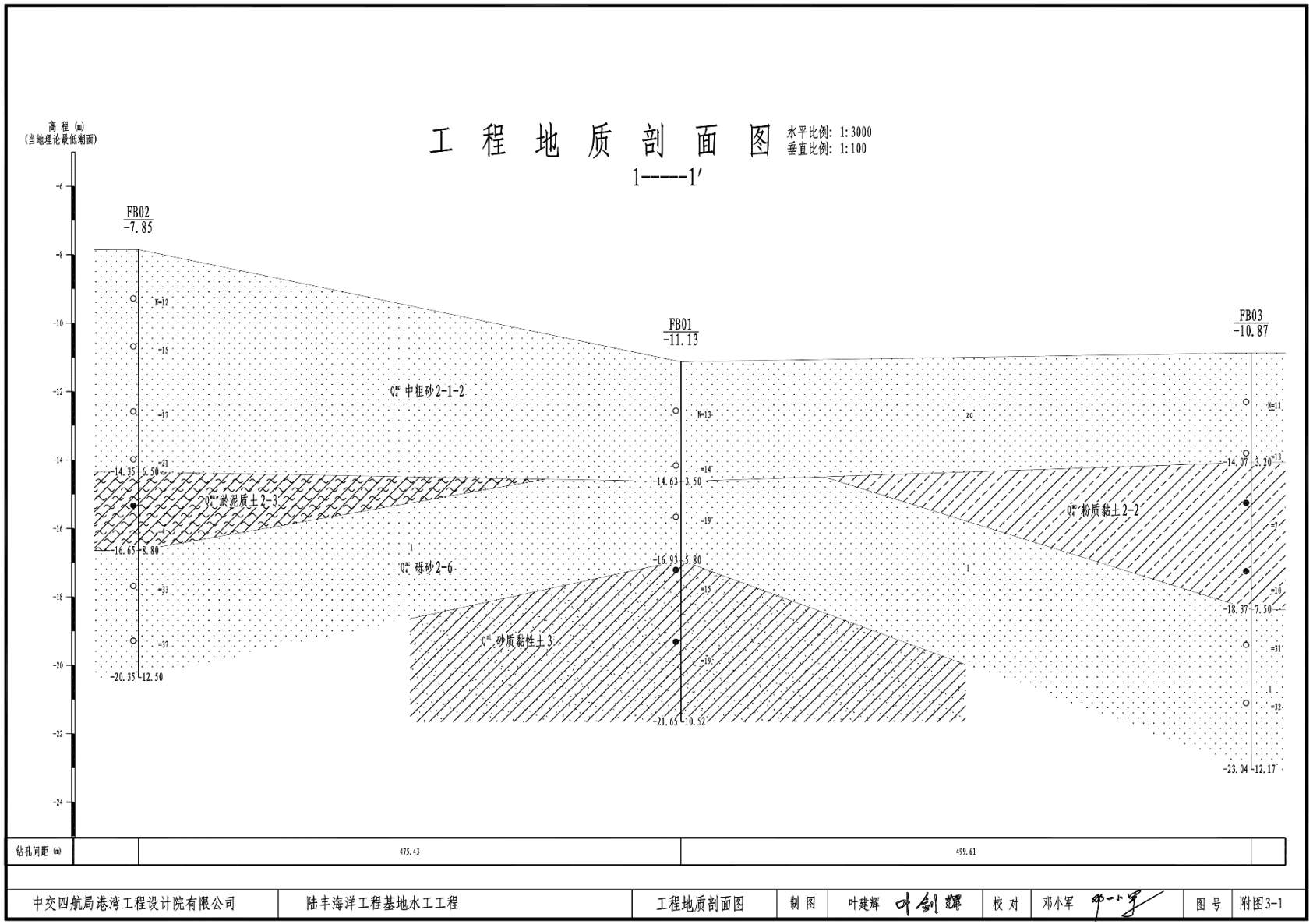


图 4.1-9　工程地质剖面图（1-1′）

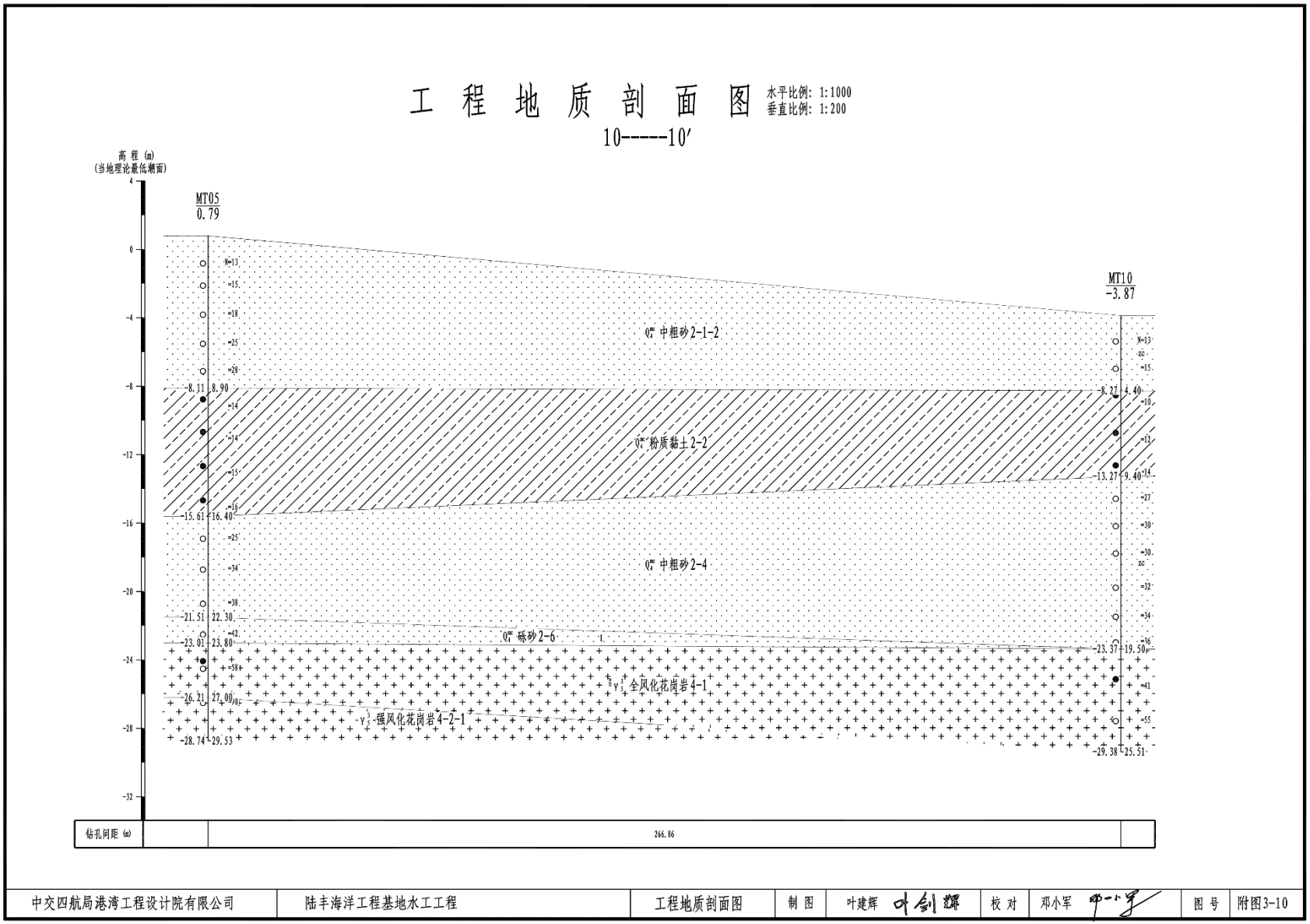


图 4.1-10　工程地质剖面图（10-10′）

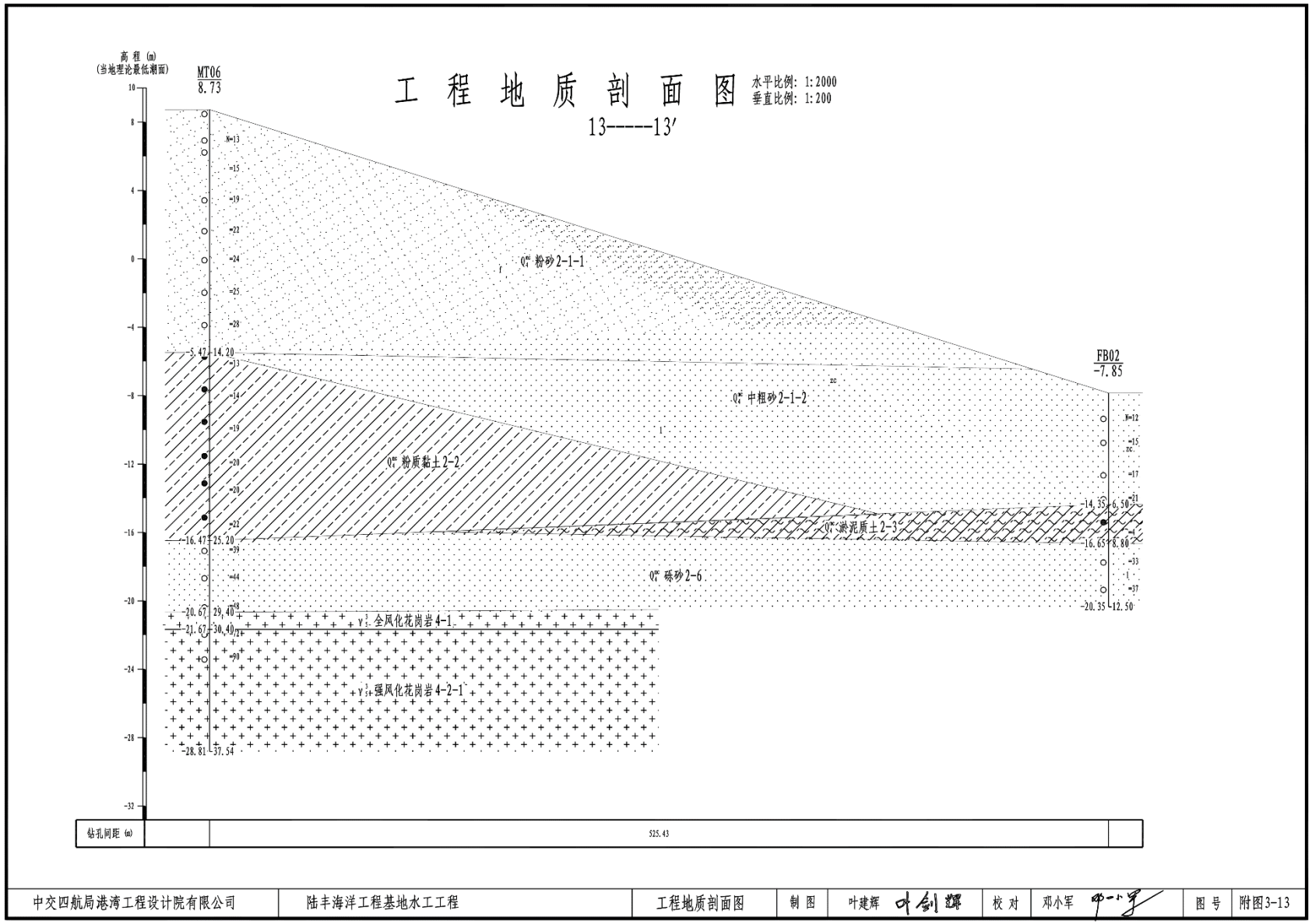


图 4.1-11　工程地质剖面图（13-13′）

钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称	陆丰海洋工程基地水工工程						
钻孔编号	FB02	坐标	X = 2518821.452	开工日期	2018.9.2	钻孔深度(m)	12.50
孔口高程(m)	-7.85		Y = 380961.580	竣工日期	2018.9.2	稳定水位深度(m)	

地层编号	时代成因	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:100	岩土名称及其特征	取样	标贯击数(击)	动探击数(击)
2-1-2	Q_4^{mc}	-14.35	6.50	6.50	zc	中粗砂:浅黄色，饱和，稍密，局部中密，主要由石英颗粒组成，分选性好，级配差。	1 1.35-1.65 2 2.75-3.05 3 4.65-4.95 4 6.05-6.35 5 7.40-7.60 6 9.75-10.05 7 11.35-11.65	=12 1.35-1.65 =15 2.75-3.05 =17 4.65-4.95 =21 6.05-6.35 =4 8.05-8.35 =33 9.75-10.05 =37 11.35-11.65	
2-3		-16.65	8.80	2.30		淤泥质土:灰黑色，流塑，局部软塑，黏性一般，干强度中等，含有机质，稍具臭味。			
2-6		-20.35	12.50	3.70	1	砾砂:灰白色，饱和，密实，主要由石英颗粒组成，级配良好。			

中交四航局港湾工程设计院有限公司	制图	审核	图号	附图4-2

图 4.1-12　钻孔柱状图（FB02）

钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称	陆丰海洋工程基地水工工程						
钻孔编号	FB03	坐标	X = 2519331.504	开工日期	2018.9.5	钻孔深度(m)	12.17
孔口高程(m)	-10.87		Y = 381737.710	竣工日期	2018.9.5	稳定水位深度(m)	

地层编号	时代成因	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:100	岩土名称及其特征	取样	标贯击数(击)	动探击数(击)
2-1-2	Q_4^{mc}	-14.07	3.20	3.20		中粗砂:浅黄色，饱和，稍密，主要由石英颗粒组成，分选性好，级配差。	1 1.35-1.65 2 2.85-3.15	=11 1.35-1.65 =13 2.85-3.15	
2-2		-18.37	7.50	4.30		粉质黏土:灰色，可塑，粘性较好，干强度中等，中等韧性，局部夹少量中砂。	3 4.30-4.50 4 6.30-6.50	=7 4.85-5.15 =10 6.75-7.05	
2-6		-23.04	12.17	4.67		砾砂:灰白色，饱和，密实，主要由石英颗粒组成，级配良好。	5 8.45-8.75 6 10.15-10.45	=31 8.45-8.75 =32 10.15-10.45	

中交四航局港湾工程设计院有限公司	制图	审核	图号	附图4-3

图 4.1-13　钻孔柱状图（FB03）

钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称	陆丰海洋工程基地水工工程						
钻孔编号	MT05	坐标	X = 2519600.994	开工日期	2018.8.23	钻孔深度(m)	29.53
孔口高程(m)	0.79		Y = 381011.286	竣工日期	2018.8.24	稳定水位深度(m)	

地层编号	时代成因	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:200	岩土名称及其特征	取样	标贯击数(击)	动探击数(击)
2-1-2	Q_4^{mc}	-8.11	8.90	8.90		中粗砂:浅黄色，饱和，稍密，底部中密，主要由石英颗粒组成，分选性好，级配差。	1 1.45-1.75 2 2.75-3.05 3 4.45-4.75 4 6.15-6.45 5 7.75-8.05 6 9.40-9.60 7 11.30-11.50 8 13.30-13.50 9 15.30-15.50 10 17.55-17.85 11 19.35-19.65 12 21.35-21.65 13 23.15-23.45 14 24.70-24.90 15 25.15-25.45 16 27.15-27.45	=13 1.45-1.75 =15 2.75-3.05 =18 4.45-4.75 =25 6.15-6.45 =28 7.75-8.05 =14 9.85-10.15 =14 11.75-12.05 =15 13.75-14.05 =16 15.75-16.05 =25 17.55-17.85 =34 19.35-19.65 =38 21.35-21.65 =42 23.15-23.45 =58 25.15-25.45 =90 27.15-27.45	
2-2		-15.61	16.40	7.50		粉质黏土:浅灰色，灰色，可塑，粘性较好，干强度中等，中等韧性，局部夹少量中砂。			
2-4		-21.51	22.30	5.90		中粗砂:灰黄色，灰白色，饱和，中密，主要由石英颗粒组成，级配差。			
2-6		-23.01	23.80	1.50		砾砂:灰白色，饱和，密实，主要由石英颗粒组成，级配良好。			
4-1	γ_5^3	-26.21	27.00	3.20		全风化花岗岩:灰白色，风化完全，岩芯呈坚硬土柱状，岩质极软，岩芯用手捏易散碎，浸水易软化、崩解。			
4-2-1		-28.74	29.53	2.53		强风化花岗岩:灰白色、褐黄色，岩石风化强烈，岩芯呈半岩半土状，岩质极软，岩芯可用手捏碎，浸水易软化、崩解。			

中交四航局港湾工程设计院有限公司	制图	叶剑源	审核		图号	附图4-11

图 4.1-14　钻孔柱状图（MT05）

钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称	陆丰海洋工程基地水工工程						
钻孔编号	MT06	坐标	X = 2519152.382	开工日期	2018.8.16	钻孔深度(m)	37.54
孔口高程(m)	8.73		Y = 380553.461	竣工日期	2018.8.16	稳定水位深度(m)	

地层编号	时代成因	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:200	岩土名称及其特征	取样	标贯击数(击)	动探击数(击)
2-1-1	Q_4^{mc}	-5.47	14.20	14.20		粉砂:浅黄色，饱和，稍密，主要由石英颗粒组成，分选性一般，级配差。	0.10-0.30 1 1.65-1.95 2 2.35-2.65 3 5.15-5.45 4 6.95-7.25 5 8.65-8.95 6 10.55-10.85 7 12.45-12.75 8	=13 1.65-1.95 =15 3.35-3.65 =19 5.15-5.45 =22 6.95-7.25 =24 8.65-8.95 =25 10.55-10.85 =28 12.45-12.75	
2-2		-16.47	25.20	11.00		粉质黏土:灰色，可塑，粘性较好，干强度中等，中等韧性，局部夹少量中砂。	14.30-14.50 9 16.20-16.40 10 18.10-18.30 11 20.10-20.30 12 21.70-21.90 13 23.70-23.90 14	=13 14.75-15.05 =14 16.65-16.95 =19 18.55-18.85 =20 20.55-20.85 =20 22.15-22.45 =22 24.15-24.45 =39	
2-6		-20.67	29.40	4.20		砾砂:灰白色，饱和，密实，主要由石英颗粒组成，级配良好。	25.65-25.95 15 27.25-27.55 16 28.95-29.25 17	25.65-25.95 =44 27.25-27.55 =48 28.95-29.25 =72	
4-1	γ_5^3	-21.67	30.40	1.00		全风化花岗岩:灰白色，风化完全，岩芯呈坚硬土柱状，岩质极软，岩芯用手捏易散碎，浸水易软化、崩解。	30.55-30.85 18 32.00-32.30	30.55-30.85 =90 31.90-32.20	
4-2-1		-28.81	37.54	7.14		强风化花岗岩:灰白色、褐黄色，岩石风化强烈，岩芯呈半岩半土状，岩质极软，岩芯可用手掰碎，浸水易软化、崩解。			

中交四航局港湾工程设计院有限公司	制图	审核	图号	附图4-12

图 4.1-15　钻孔柱状图（MT06）

钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称	陆丰海洋工程基地水工工程						
钻孔编号	MT10	坐标	X = 2519432.010	开工日期	2018.9.7	钻孔深度(m)	25.51
孔口高程(m)	-3.87		Y = 381217.830	竣工日期	2018.9.7	稳定水位深度(m)	

地层编号	时代成因	层底高程(m)	层底深度(m)	分层厚度(m)	柱状图 1:150	岩土名称及其特征	取样	标贯击数(击)	动探击数(击)
2-1-2	Q_4^{mc}	-8.27	4.40	4.40		中粗砂:浅黄色，饱和，稍密，主要由石英颗粒组成，分选性好，级配差。	1 1.35-1.65 2 2.95-3.25 3 4.50-4.70	=13 1.35-1.65 =15 2.95-3.25 =10 4.95-5.25	
2-2		-13.27	9.40	5.00		粉质黏土:灰色，可塑，粘性较好，干强度中等，中等韧性，局部夹少量中砂。	4 6.70-6.90 5 8.60-8.80	=12 7.15-7.45 =14 9.05-9.35	
2-4		-23.37	19.50	10.10		中粗砂:灰黄色，灰白色，饱和，中密，主要由石英颗粒组成，级配差。	6 10.55-10.85 7 12.15-12.45 8 13.75-14.05 9 15.75-16.05 10 17.45-17.75 11 18.95-19.25	=27 10.55-10.85 =30 12.15-12.45 =30 13.75-14.05 =32 15.75-16.05 =34 17.45-17.75 =36 18.95-19.25	
4-1	γ_5^3	-29.38	25.51	6.01		全风化花岗岩:灰白色，风化完全，岩芯呈坚硬土柱状，岩质极软，岩芯用手捏易散碎，浸水易软化、崩解。	12 21.10-21.30 13 23.55-23.85	=41 21.55-21.85 =55 23.55-23.85	

中交四航局港湾工程设计院有限公司	制图	审核	图号	附图4-16

图 4.1-16　钻孔柱状图（MT10）

4.1.5自然灾害

本项目所在位置地处华南暴雨中心，年降雨量大且集中，因而洪涝较多；由于地处南海，热带气旋较多。本海域海洋灾害主要有热带气旋、雷暴等。

4.1.5.1 热带气旋

本项目场址位于陆丰市近海海面，根据历史资料分析，在广东珠江口以东至饶平一带沿海地区登陆的热带气旋均可能对场址区域造成正面的较大影响。从 1949 至 2019 年，71 年中在广东珠江口以东至饶平一带沿海地区登陆的热带气旋有 96 个（其中达到台风以上量级的 52 个），年平均 1.4 个。有 13 年的登陆热带气旋个数达到 3 个以上，其中 1961 年有 6 个热带气旋在此区域登陆。1969 年中，有 14 个（其中达到过台风以上级别的有 8 个，登陆时达到台风以上量级的 3 个）热带气旋在陆丰沿海登陆，登陆时强度最强的是 1510 号台风“莲花”，风速为 38m/s，出现在 2015 年 7 月 9 日。

登陆该区域的热带气旋一般集中在 6 到 10 月，占 9 成以上。登陆最早的是 1980 年 5 月 24 日登陆的 8004 号热带风暴，登陆最迟的是 2016 年 10 月 21 日在海丰登陆的 1622 号台风“海马”。2018 年及 2019 年无热带气旋在这一带登陆。

表 4.1-13　2000-2019 年登陆广东珠江口以东到饶平沿海一带的台风概览

年份	序号	中央编号	强度	过程中心气压极值（hpa）	过程中心风速极值（m/s）	登录地点	登录日期（月、日）	风力（级）	风速（m/s）	中心气压（hpa）
2000	5		热带低压	1002	15	香港	6.18	7	15	1002
2000	17	13	强热带风暴	980	28	惠东-海丰	9.01	10	28	980
2001	4	104	台风	965	35	海丰-惠东	7.06	11	30	970
2001	18	116	台风	960	40	惠来	9.2	10	28	985
2002	15	212	强热带风暴	980	28	陆丰	8.05	10	25	985
2004	12	409	热带风暴	990	23	香港	7.16	9	23	995
2004	14	411	热带风暴	990	23	陆丰-惠来	7.27	8	20	995
2005	10	510	强热带风暴	980	30	澄海	8.13	10	28	982
2006	1	601	强台风	945	45	饶平-澄海	5.18	12	35	960
2007	7	707	强热带风暴	975	30	香港	8.1	8	20	990
2008	7	806	台风	950	45	深圳	6.25	9	23	985
2009	7	906	台风	965	48	深圳	7.19	13	38	965
2011	6	1103	热带风暴	995	20	饶平-澄海	6.11	7	18	996
2013	20	1319	超强台风	915	60	汕尾	9.22	14	45	930
2014	7	1407	热带风暴	988	23	潮阳	6.15	9	23	988
2015	10	1510	台风	955	42	陆丰	7.09	13	38	965
2016	6	1604	台风	965	38	深圳	8.02	11	30	989

年份	序号	中央编号	强度	过程中心气压极值（hpa）	过程中心风速极值（m/s）	登录地点	登录日期（月、日）	风力（级）	风速（m/s）	中心气压（hpa）
2016	24	1622	台风	905	68	海丰	10.21	13	38	970
2017	7	1702	强热带风暴	984	25	深圳	6.11	9	23	990
2017	15	1707	热带风暴	995	18	香港西贡	7.23	8	18	995
2017	25	1716	强热带风暴	990	25	陆丰	9.03	8	20	995

注：2006 年以前的登陆台风，按只定最大 12 级的旧标准记录登陆强度；2006 年以后的按新标准（最大 17 级）记录登陆强度。强度极值和登陆信息以《台风年鉴》或《热带气旋年鉴》

4.1.5.2 风暴潮

风暴潮灾害是由台风强烈扰动造成的潮水位急剧升降，是一种严重的海洋灾害，主要危害沿海地区。在广东地区，台风暴潮灾害的特点是：发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大，且主要危害经济发达的沿海地区。影响工程水域的台风平均每年出现 2 次左右，一般多出现于 7~9 月。

通常为天文潮、风暴潮、海啸及其它长波振动引起海面变化的综合特征。观测期间影响本海区的台风主要有：莲花，浪卡，莫拉菲，天鹅，莫拉克，巨爵和凯撒娜。经过实测潮位值与天文潮的对比，得到它们引起的增水情况列于下表。

表 4.1-14　台风引起的增水

名称/编号	登陆地点	日期	台风引起的增水(m)
莲花(Linfa)/03	福建晋江	2009.6.20	0.34
浪卡(Nangka)/04	广东平海	2009.6.26	0.52
莫拉菲(Molave)/06	广东徐闻	2009.7.19	0.83
天鹅(Goni)/07	广东台山	2009.8.5	0.38
莫拉克(Morakot)/08	福建霞浦	2009.8.9	0.38
巨爵(Koppu)/15	广东台山	2009.9.14	0.51
凯撒娜(Ketsana)/16	越南广义	2009.9.29	0.68

4.1.5.3 雷暴

暴雨是指日量≥50 毫米的强降水过程，日雨量≥100 毫米为大暴雨；日雨量≥250 毫米为特大暴雨。近年来汕尾市雷击灾害时有发生，对供电设施（变压器）、家用电器（电脑、电视机）、人畜等造成过危害。根据多年统计成果，本区域年平均雷暴日数 54.0d。

4.1.5.4 海底地质灾害

根据《中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目可行性研究阶段工程勘测报告》，场区海底地形较为平缓，未见滑坡、崩塌、土洞、浅层气等不良地质作用发

育迹象及海底地震地质灾害问题。

4.2自然资源概况

4.2.1港口资源

根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013 年 5 月），项目所在海域，西南为碣石湾、汕尾港，东北为甲子港、神泉港。

汕尾港地处惠州市与揭阳市之间沿海，毗邻港澳，是华南地区便捷的海上门户，区位优势明显自然条件优越，水陆交通方便。1962 年，汕尾港成为我国率先对外开放的 16 个港口之一，经过 40 几年的发展，汕尾港现有汕尾、汕尾新（红海湾）、海丰和陆丰 4 个港区，其中汕尾港区为国家一类口岸，陆丰港区为国家二类口岸。汕尾新港区已于 2009 年 11 月 20 日由国务院批准作为对外开放的口岸，该口岸现正在进行配套设施建设，迎接国家、省主管部门的检查和验收。进入二十一世纪后，招商引资力度逐渐加大，大型企业开始纷纷落户汕尾，港口发展得到进一步的加强，特别是大型深水泊位开始出现，汕尾新港区建成了汕尾电厂 70000DWT 散货泊位，海丰港区建成了华城 3000DWT 石化泊位。

目前，汕尾港全港有码头泊位 28 个，其中，70000DWT 级泊位 1 个、5000DWT 级泊位 4 个、1000～5000DWT 级泊位 18 个，1000DWT 级以下泊位 5 个。2011 年汕尾港吞吐量为 563.9 万 t。

汕尾港各港区的发展现状如下：

（1）汕尾港区

该港区现共有码头泊位 14 个，其中 5000DWT 级泊位 2 个，1000～5000DWT 级泊位 10 个，1000DWT 级以下泊位 2 个；设计年综合通过能力 180 万 t。

（2）汕尾新港区（红海湾）

该港区现共有泊位 7 个，包括 1 个 70000DWT 泊位、2 个 3000DWT 泊位、2 个 2000DWT 泊位和 2 个 1000DWT 泊位，设计年综合通过能力 638.8 万 t。

（3）海丰港区

该港区现共有泊位 2 个，包括 1 个 3000DWT 泊位和 1 个 1000DWT 级泊位；设计年综合通过能力 113 万 t。

（4）陆丰港区

该港区现共有码头泊位 5 个，其中 5000DWT 级泊位 2 个，1000DWT 级以下泊位 3 个；设计年综合通过能力 55 万 t。

4.2.2主要航道

（1）汕尾港航道

根据《广东省航道发展规划（2018 年~2035 年）》，汕尾港航道主要有汕尾作业区航道（自 1#航标~5#航标）、汕尾作业区内航道、马宫作业区航道、后门作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道和乌坎作业区航道。航道具体情况见表 4.2-1 所示。

表 4.2-1　汕尾港航道统计表

序号	航道名称	长度（m）	宽度（m）	基准水深（m）	底质	可航水域（m）	备注
1	汕尾作业区航道（自 1#航标~5#航标）	4730	75	-5~-7	沙泥	120	人工疏浚形成
2	汕尾作业区内航道			-3.5~-7.0	沙泥	120	自然航道
3	马宫作业区航道			-3.0~-4.5	沙泥	120	自然航道
4	鲘门作业区航道			-2.8~-4.5	沙泥	120	自然航道
5	甲子作业区航道（自西方位标~航道）	2700	60（最窄处）	-2.8（最低处）	沙泥或泥沙质		航道弯曲
6	红海湾发电厂码头航道	4100	300	15.7	泥沙		
7	乌坎作业区航道	2100	60（最窄处）	-2.7~-6.0	泥沙		人工疏浚形成

（2）项目附近航路

风电场项目位于汕尾市陆丰南侧海面。其附近有粤东沿海小船航行的习惯航路、中小型船舶推荐航路及大型船舶推荐航路等，详见图 4.2-1。

粤东沿海小船航行的习惯航路主要为来往粤东沿海各港口口之间小型船舶的习惯航路，该航路小型船舶吨位、吃水较小，抗风浪能力较弱，船舶航行基本沿岸边航行。

根据《2011 年全国沿海船舶定线制总体规划》中括沿海推荐航路及粤东沿海定线制规划。粤东沿海定线制规划航路为中小型船舶推荐航路，宽 3 海里。南下船舶经石碑山角南警戒区后，经西南分隔带 9 海里，航向 250，航程约 31 海里，该段航路北边线距离一期工程风电场(南移)南边线约 1.0 海里，在田尾角正南约 11 海里处转向 258，航程约 50 海里，在针头岩方位 106，距离约 13 海里处转向 235，驶向担杆

水道。

全国沿海大型船舶推荐航路位于风电场南侧约 17.5 海里，航路宽 6 海里，主要是大型船舶推荐航路。

（3）项目附近主要航道

项目所在海域海上交通较为繁忙，主要有粤东海域区域内、粤东海域连接珠三角、以及粤东海域连接华南地区的海上运输航线。风电场北侧海甲航道和大星角甲子航道，这两条航线也与风电场项目路由相交越；另外，项目西北侧近岸海域存在碣石湾与海甲航道相连的航行通道，大星角甲子航道北侧存在煤电厂码头进出航道，项目东北侧神泉港海域存在神泉港与海甲航道相连的神泉港连港航道（图 4.2-1）。



图 4.2-1　项目附近主要航道示意图

4.2.3锚地资源

（1）汕尾港现有锚地和规划锚地

项目区域不涉及规划锚地和现存锚地。汕尾港总体规划现有锚地与规划锚地一致，共 15 个锚地，锚地信息列表见下表。港口与本项目相距较远，本项目周边临近锚地有 1＃、2＃、9＃、10＃、11＃和 12＃锚地，位置如下图所示，汕尾港锚地与项目相距均较远，关系不大。

表 4.2-2　汕尾港锚地规划表

序号	名称	中心地点	半径（海里）	用途
1	大型船舶临时避风锚地	115°13′00.00″，22°37′00.00″	2	避风、防台
2	过驳锚地	115°17′30.00″，22°40′00.00″	2	侯泊、过驳、防台
3	引航锚地	115°13′00.00″，22°44′30.00″	1	引航、防台
4	检疫锚地	115°16′30.00″，22°45′30.00″	0.5	检疫、防台
5	装运危险货物船舶锚地	115°17′36.00″，22°46′18.00″	0.5	装运危险货物船舶侯泊

6	检疫锚地	115°09′00.00″，22°45′60.00″	0.5	检疫、防台
7	装运危险货物船舶锚地	115°07′48.00″，22°45′60.00″	0.5	装运危险货物船舶候泊
8	引航检疫锚地	115°31′60.00″，22°38′00.00″	1	引航、检疫、防台
9	大型船舶临时避风锚地	115°41′00.00″，22°40′00.00″	2	避风、防台
10	过驳锚地	115°41′00.00″，22°45′00.00″	2	过驳、侯泊、防台
11	引航检疫锚地	115°45′00.00″，22°47′00.00″	0.5	引航、检疫、防台
12	引航检疫锚地	115°40′00.00″，22°49′60.00″	0.5	引航、检疫、防台
13	引航检疫锚地	116°04′23.00″，22°49′54.00″	0.5	引航、检疫、防台
14	引航检疫锚地	115°07′40.00″，22°38′60.00″	0.5	引航、检疫、防台
15	引航检疫锚地	115°09′00.00″，22°36′00.00″	1	引航、检疫、防台

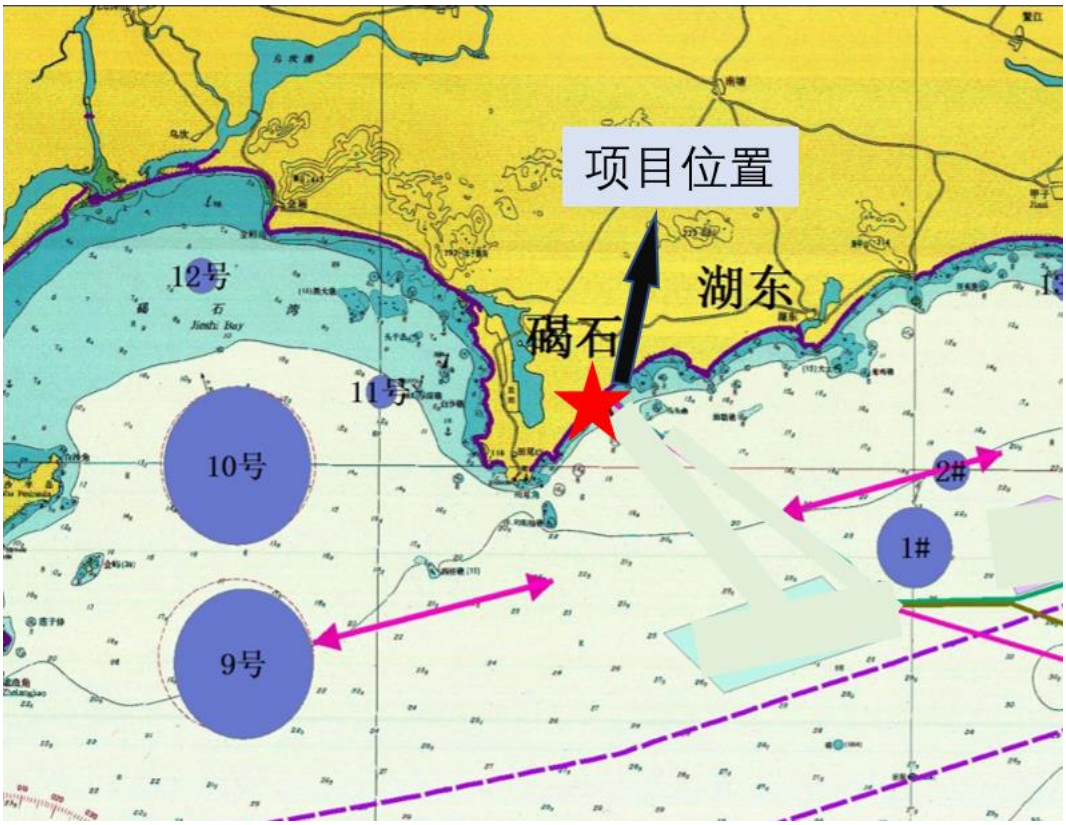


图 4.2-2　项目周边锚地

4.2.4渔业生产

根据《中国海洋志第九分册（中国东部海洋）》（海洋出版社，1998），海洋捕捞是碣石湾沿海居民传统的海洋产业之一。碣石湾渔港众多是渔业发展的基础。湾外不远是汕头渔场、甲子渔场和汕尾渔场。金厢鱿鱼饮誉海内外。

由于近海捕捞过度，近海鱼类资源衰退，渔获物中杂鱼及小鱼增加，而价值较高的经济鱼类减少。因此，海洋渔业发展要坚持“以养为主、养捕结合、多种经营、全面发展”的方针，保护和利用近海水产资源，积极向外海发展，开展资源增殖，发展增养殖业，逐步实现近海渔业农牧化。要积极发展外海捕捞，与现有大马力的渔船进

行改造，增加投资，组织一支由国营渔业公司的沿海县市参加的外海捕捞队，开辟外海渔场，形成渔业基地。东沙群岛离碣石湾较近，如能改进捕捞作业，则可利用该海域资源。东沙群岛以北和以西海域水深为 100~200m，海域面积 $1\times10^4km^2$，蕴藏着竹筴鱼、狭头鲐及红贝圆鳀等中、上层鱼类资源，为底拖网和流刺网捕捞渔场。

（1）海洋渔业从业人员

根据《2017 年陆丰市海洋与渔业局水产生产统计年报表》，陆丰市有海洋渔业乡 7 个，海洋渔业村 42 个，海洋渔业户 17549 户，海洋渔业人口 90333 人。陆丰市海洋渔业从业人员见表 4.2-3。从表可知，海洋渔业从业人员共 26873 人。

表 4.2-3　陆丰海洋渔业从业人员（人）

地区或县市		陆丰市
渔业乡（个）		7
渔业村（个）		42
渔业户（个）		17549
渔业人口	小计	90333
	其中：传统渔民	72274
渔业从业人员	小计	23699
	专业从业人员	20968
	其中：女性	1294
	兼业从业人员	3095
	其中：女性	486
	临时从业人员	1853
	其中：女性	210
专业从业人员中	捕捞	13890
	养殖	5500
	其它	1970

（2）海洋捕捞

本海区捕捞多采用拖网、围网的作业方式，也结合钓和刺等手段。根据《2017 年陆丰市海洋与渔业局水产生产统计年报表》，陆丰市海洋捕捞产量见表 4.2-4。从表得知，海洋捕捞产量合计为 135018 吨，其中鱼类最多，为 79836 吨，占总产量的 59.13%；其次甲壳类为 29312 吨，占总产量的 21.71%；头足类为 18742 吨，占总产量的 13.88%；余下不足 10%为贝类、藻类、和其它类别。如按作业方式分，陆丰市拖网海洋捕捞产量最高，占总产量的 78.12%。

表 4.2-4　陆丰海洋捕捞产量（吨）

鱼类	甲壳类	头足类	贝类	藻类	其他类（海胆海蜇等）	合计
79836	29312	18742	3786	789	2553	135018

表 4.2-5　陆丰按作业方式分的海洋捕捞产量（吨）

按捕捞渔具分						合计
拖网	围网	刺网	张网	钓具	其它渔具	
105480	69467	19467	167	1531	1449	135018

（3）海水养殖

①海水养殖产量

根据《2017 年陆丰市海洋与渔业局水产生产统计年报表》，陆丰市海水养殖产量见表 4.2-6。从表得知，海水养殖总产量为 94277 吨，其中，鱼类最高，接着是鱼类、甲壳类。

表 4.2-6　陆丰海水养殖产量（吨）

鱼类	甲壳类	贝类	藻类	其他类 （海胆海蜇等）	合计
30474	13334	44307	6118	44	94277

②海水养殖面积

陆丰市海水养殖面积见表 4.2-7。从表得知，海水养殖总面积为 6659 公顷，其中甲壳类最多。

表 4.2-7　陆丰海水养殖面积（公顷）

鱼类	甲壳类（公顷）	贝类（公顷）	藻类（公顷）	其他类 （海胆海蜇等）	合计
1410	2709	2053	454	33	6659

（4）海洋渔业产值

陆丰市海洋渔业原始产值（属第一产业部分）见表 4.2-8。从表可知，海洋渔业产值最高的是海洋捕捞，其次是海洋养殖，分别占 51.61%和 40.18%。

表 4.2-8　陆丰海洋渔业原始产值（万元）

捕捞和养殖					合计（万元）
海洋捕捞	海水养殖	淡水捕捞	淡水养殖	水产苗种	
133242	103731	1219	19942	0	258134

4.2.5岛礁资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。

汕尾市海岸线自陆丰与惠来县南海农场交界处至海丰县小漠乌山全长 455.2 公里。全国著名的汕尾渔场，面积达 3.5 万平方公里。其中属大陆架内的海洋国土面积 2.39 万平方公里，相当于汕尾市陆地国土面积的 4.5 倍。据《中国海岛志·广东卷第一册》记载，汕尾市近海海域有岛（礁）311 个，其中有居民岛 2 个，无居民岛（礁）309 个。海岛总面积 79.6 平方公里，岛岸线长 12.82 公里，面积大于或等于 500 平方

米的岛（礁）93 个。根据 2005 年版《海丰县志》和 2007 年版《陆丰县志》记载的岛屿名录共有 74 个。其中陆丰县 17 个。具体名称是：陆丰县：甲子屿岛、叠石岛、东白礁岛屿、大礁母岛、宫仔岛、赤礁东岛、大士岛、羊仔岛、北士岛、渔翁礁、眼礁岛、东桔礁岛、西桔礁岛、刺礁岛、头干岛、白礁岛、黑大礁岛。

汕尾市位于海岛保护区的粤东区，规划范围有 2 个区，分别是红海湾区、甲子湾—碣石湾沿岸区。该区域共有海岛 428 个，其中，有居民海岛 2 个，无居民海岛 424 个，列入国家第一批可开发利用无居民海岛有 2 个。

靠近项目的无居民海岛属于甲子湾—碣石湾沿岸区，有红厝礁、北士岛、水牛坟角、北士一岛、北士二岛、北士三岛、北士四岛、锣锅头、三洲澳东岛、三洲澳南岛、三洲澳西岛、三洲澳岛、鸟石礁、大马礁、大马南一岛、大马南二岛、后耳礁、蚊帐礁、渔翁礁、眠礁、两峡礁、东桔礁、东桔东岛、浪泡石。

4.3社会环境概况

4.3.1社会经济概况

（1）行政区划

汕尾市位于广东省东南部沿海，东临揭阳市，同惠来县交界；西连惠州市，与惠东县接壤；北接河源市，和紫金县相连；南濒南海。汕尾市历史悠久，源远流长。中华人民共和国成立后，海丰、陆丰均属东江专员公署管辖，1953 年改属粤东行政公署，1957 年隶属惠阳专员公署，1958 年 12 月划归汕头地区专员公署，1983 年 9 月，又归属惠阳地区专署管辖，1988 年 1 月，经国务院批准，建立汕尾市。汕尾自然资源丰富，有山有水有平原，地腴水丰，自古有“南海物丰”之说。汕尾市总面积 5271km^2，辖区内有市城区、海丰县、陆丰市、陆河县、红海湾经济开发试验区、华侨管理区等 1 市 2 县 3 区，至 2017 年末全市常住人口 305.33 万人，其中不含深汕特别合作区的常住人口 297.76 万人；户籍人口 362.82 万人，其中不含深汕特别合作区的户籍人口 355.12 万人。

（2）经济发展现状

根据《2019 年 1-10 月汕尾经济运行简况》，2019 年 1-10 月，全市经济运行总体平稳，工业稳步增长、投资增速加快，消费品市场平稳，财税金融形势稳定，进出口继续回落。主要经济特点如下：

一、工业生产稳步增长。1-10 月，全市规模以上工业增加值 183.69 亿元，同比增长 6.7%，增幅与前三季度持平。二、固定资产投资增速加快。1-10 月，全市固定资产投资同比增长 10.5%，比前三季度提高 1.4 个百分点。三、消费品市场稳步扩大，物价指数平稳上涨。1-10 月，全市社会消费品零售总额 542.86 亿元，同比增长 7.6%。四、对外贸易继续回落，利用外资降幅较大。1-10 月，全市外贸进出口总额 140.00 亿元，同比下降 6.9%，其中出口 73.20 亿元，增长 2.1%；进口 66.80 亿元，下降 15.1%。全市实际利用外商直接投资 2.24 亿元，下降 63.7%。五、财政收入稳定增长，金融信贷规模逐步扩大。1-10 月，全市实现地方一般公共预算收入 33.26 亿元，同比增长 7.1%，增幅比前三季度提高 1.3 个百分点。全市财政完成一般公共预算支出 211.61 亿元，增长 5.7%。10 月末，全市金融机构本外币各项存款余额 980.08 亿元，增长 5.7%；金融机构本外币各项贷款余额 501.86 亿元，增长 16.5%。

4.3.2海域开发利用状况

本项目位于广东省陆丰市碣石镇沿海区域，陆丰核电一期工程进厂道路东南侧，距离陆丰核电一期工程约 3km。项目附近海域的开发利用现状，项目论证范围内的开发活动主要有航道、海上风电路由等（表 4.3.2-1 和图 4.3.2-1）。

表 4.3.2-1　项目周边海域开发利用现状一览表

序号	名称	与本项目相对位置	备注
1	甲湖湾电厂码头设施配套 1#锚地	东侧约 16.4km	
2	甲湖湾电厂码头设施配套 2#锚地	东侧约 14.6km	
3	大星角甲子航道	南侧约 6.5km	
4	海甲航道	南侧约 8.0km	
5	中小型船舶推荐航道	南侧约 14.8km	
6	宝丽华汕尾后湖海上风电项目	东南侧约 1.0km（登陆点位于东北侧）	拟建项目
7	中广核汕尾甲子一海上风电场项目	东南侧约 1.1km（登陆点位于东北侧）	拟建项目
8	中广核汕尾甲子二海上风电场项目	东南侧约 1.5km（登陆点位于东北侧）	拟建项目
9	汕尾碣石湾鳊鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区	西侧约 17.2km	
10	湖东三洲澳人工鱼礁区	东北侧约 4km	规划建设
11	金厢南人工鱼礁区	西北侧约 10.8km	规划建设
12	广东陆丰核电一期工程	西南侧约 2.6km	在建项目

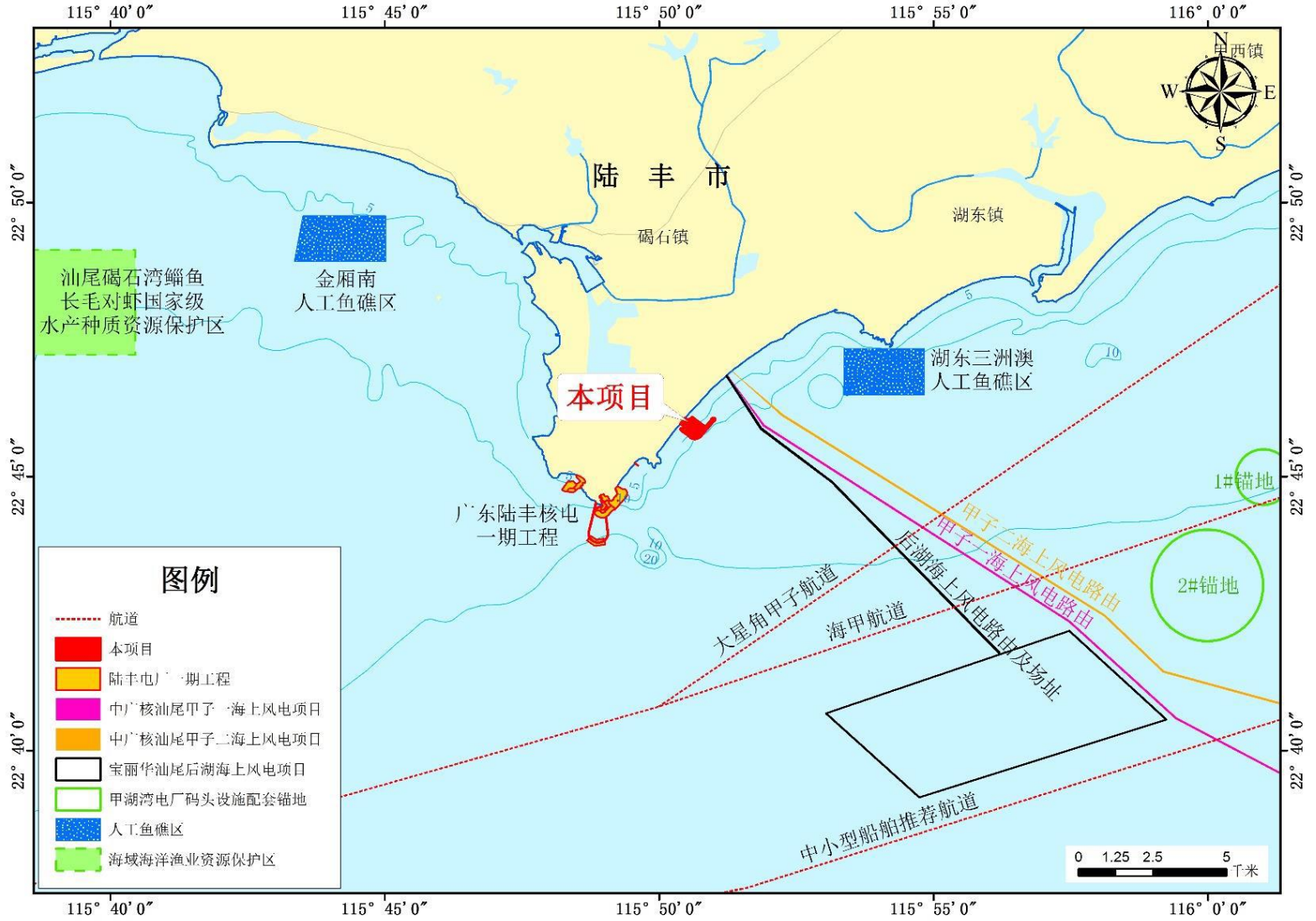


图 4.3.2-1　项目周边海域使用现状图

（1）航道、航路

项目所在海域海上交通较为繁忙，主要有粤东海域区域内、粤东海域连接珠三角，以及粤东海域连接华南地区的海上运输航线。项目南侧有海甲航道和大星角甲子航道，以及中小型船舶推荐航路，宽 3 海里。项目距离海甲航道约 8.0km，距离大星角甲子航道约 6.5km，中小型船舶推荐航路在项目南侧约 14.8km 处。项目施工将增大所在海域的通航密度，因此在施工期间需要注意海上的交通安全。

（2）锚地

距离项目较近的锚地有甲湖湾电厂码头设施配套 1#、2#锚地。其中近年来投入使用的 1#锚地（中心坐标 22º43′ N 116º00′ E），直径为 2 海里，甲湖湾 2#锚地（中心坐标 22º45′ N 116º01′ E），直径为 1 海里。其中 1#锚地距离本项目约 16.4km，2#锚地距离本项目约 14.6km。本项目不占用锚地，排除船舶因故障需临时停泊抛锚外，船舶正常停泊抛锚对本项目位置不产生影响。

（3）海上风电场及路由

项目东南侧海域有 3 处海上风电项目，分别为宝丽华汕尾后湖海上风电项目、中广核汕尾甲子一海上风电场项目、中广核汕尾甲子二海上风电场项目。

1）宝丽华汕尾后湖海上风电场项目场区位于广东省汕尾市陆丰市湖东镇至揭阳市惠来神泉镇之间汕尾陆丰湖东镇后湖南侧海域，后湖海上风电场总用海面积约 624.4846 公顷，水深约 30m~35m，规划装机容量为 500MW，分为西侧 200MW 和东侧 300MW，共安装单机容量为 5.5MW 的风力发电机组 91 台。项目距离宝丽华汕尾后湖海上风电场项目路由最近距离约 1.0km。

2）中广核汕尾甲子一海上风电场项目位于广东省汕尾市陆丰湖东镇南侧海域，规划装机容量为 500MW，拟布置 91 台 5.5MW 风电机组，同时配套建设 2 座 220kV 海上升压站和陆上集控中心（甲子一、二项目共用）。风电机组发出的电能通过 20 回 35kV 集电海底电缆接入海上升压站，升压后通过 2 回 220kV 海底电缆输送到陆上集控中心。项目距离中广核汕尾甲子一海上风电场项目路由最近距离约 1.1km。

3）中广核汕尾甲子二海上风电场项目位于广东省汕尾市陆丰市湖东镇南侧海域，规划装机容量为 400MW，拟布置 73 台 5.5MW 风电机组，同时配套建设 1 座 220kV 海上升压站（陆上集控中心与甲子一项目共用）。风电机组发出的电能通过 16 回 35kV 集电海底电缆接入海上升压站，升压后通过 2 回 220kV 海底电缆输送到陆上集控中心，220kV 海缆路由从场址中部出发向北延伸至陆丰市碣石镇东南的小海湾登陆。项

目距离中广核汕尾甲子二海上风电场项目路由最近距离约 1.5km。

（4）自然保护区

项目所在海域周边自然保护区有：汕尾碣石湾鳐鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区、遮浪角东海洋生态自然保护区、碣石湾海马资源自然保护区。其中，汕尾碣石湾鳐鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区与项目距离最短，位于项目西侧约 17.2km。

1）汕尾碣石湾鳐鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区位于粤东汕尾市碣石湾。保护区总面积 1800 公顷，核心区面积 675 公顷，实验区面积 1125 公顷。主要保护对象为为鳐鱼、长毛对虾以及海鳗、赤点石斑、花鲈、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等经济渔业种类亲体和幼体。国家农业部发布 2012 年第 1873 号公告，经批准晋升为国家级水产种质资源保护区。项目距离该保护区约 17.2km。

2）遮浪角东海洋生态自然保护区

位于遮浪角东北部海域，由汕尾市于 2006 年批准建立。保护区范围包括 A：115°34′11″E，22°41′38″N；B：115°34′33″E，22°39′24″N；C：115°35′51″E，22°40′28″N；D：115°35′14″E，22°41′41″N 四点连线内的水域，面积约 810 公顷，水深范围在 10～21m。保护对象为遮浪角东人工鱼礁区的海洋生物资源及其栖息环境。项目距离该保护区约 27km。

3）碣石湾海马资源自然保护区

位于陆丰市碣石镇对开海域，范围包括 A：东经 115°42′00″、北纬 22°33′00″；B：东经 116°00′50″、北纬 22°34′00″；C：东经 116°02′35″、北纬 22°24′40″；D：东经 115°42′00″、北纬 22°20′40″等四点连线内海域，面积约为 500 公顷，保护对象为三斑海马、日本海马和克氏海马等及其栖息环境。2006 年 8 月 15 日由汕尾市政府（汕府函〔2016〕74 号）文件批准成立。项目距离该保护区约 22.6km。



图 4.3.2-2　海域海洋渔业资源保护区分布图

（5）人工鱼礁区

根据《广东省沿海人工鱼礁建设规划》，碣石湾海域共规划建设人工鱼礁区 6 个，分别为 1、陆丰市甲子麒麟山人工鱼礁区；2、陆丰市湖东三洲澳人工鱼礁区；3、陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区；4、陆丰市金厢南人工鱼礁区；5、汕尾市遮浪角东人工鱼礁区；6、汕尾市遮浪角西人工鱼礁区。目前，已建成汕尾市遮浪角东人工鱼礁区，共投放礁体 860 个，总空方 26691m^3。此外，陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区已易址到陆丰市金厢南人工鱼礁区。目前与项目距离最近的人工鱼礁区为湖东三洲澳人工鱼礁区，位于项目东北向约 4km。根据《广东陆丰核电一期工程环境影响报告书（建造阶段）》，2005 年 8 月，广东省海洋与渔业局以《关于陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区易址的复函》（粤海渔函[2005]307 号）批复了碣石田尾山人工鱼礁的易址，陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区易址到陆丰市金厢南人工鱼礁区。



图 4.3.2-3　人工鱼礁区分布图

5 海洋环境质量现状调查与评价

5.1水文动力环境现状调查与评价

本项目采用珠江水利委员会珠江水利科学研究院于 2018 年 9 月 20 日~9 月 21 日（农历八月十一至八月十二）在项目周边海域进行观测的水文资料，以及国家海洋局南海调查技术中心于 2019 年 1 月 12 日~1 月 13 日（农历腊月初七至腊月初八）在项目周边海域进行观测的水文资料。

5.1.12018 年 9 月水文观测结果

观测站位信息如下表和图。

表 5.1.1-1　2018 年水文观测站坐标和观测内容

观测要素	序号	站号	经度（E）	纬度（N）
海流 悬沙 温盐	1	1#	115°49.134'	22°43.603'
	2	2#	115°51.312'	22°45.726'
	3	3#	115°54.644'	22°46.690'
	4	4#	115°53.604'	22°43.056'
	5	5#	115°54.037'	22°38.001'
	6	6#	115°58.486'	22°41.593'
潮位	7	潮位	115°49.327'	22°44.234'



图 5.1.1-1　2018 年 9 月水文观测站位置图

5.1.1.1 潮汐

1、潮汐特征

从下表可以看出，测量期间，临时潮位站的潮位变化范围为-0.45~0.32m，最高潮位为 0.32m，出现在 9 月 21 日凌晨的 2:00~5:00，在此期间，潮位基本不变；最低潮位为-0.45m，出现在 9 月 20 日 14:00；最大潮差为 0.77m。次高潮位为 0.01m，出现在 9 月 20 日 20:00；次低潮位为-0.05m，出现在 9 月 20 日 23:00。详细潮位过程线见图 5.1.1-2。

表 5.1.1-2　潮汐特征统计表 单位：m

	最高潮位	最低潮位	次高潮位	次低潮位	潮差
临时水位站	0.32	-0.45	0.01	-0.05	0.77
出现时间	9/21 2:00~5:00	9/20 14:00	9/20 20:00	9/20 23:00	

注：85 高程

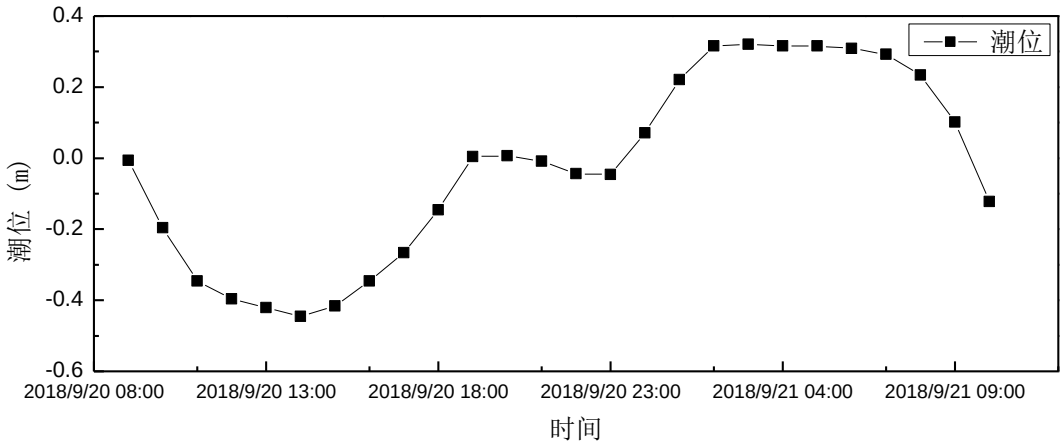


图 5.1.1-2　潮位过程线

5.1.1.2 海流

本章节中的海流，是指包括潮流成分和非潮流成分在内的综合流动。从周日海流观测资料中扣除潮流后的平均值通常称为余流，它是风海流、密度流、潮汐余流等的综合体现。工程的海流，除了受引潮力、风和海水密度分布不均匀性等主要因素作用外，还受到沿岸流、地形和岸线走向等影响。本章拟从实测流场、潮流和余流等三个方面分析其基本特征及其分布和变化规律。

（1）潮流分析

①平均流向

从表 5.1.1-3 可以看出，1#垂线上整体流向为东向，表层东偏东南，底层东偏东北，2#表层东偏东北，底层偏西北向，3#~6#整体流向为东北向和东向之间，表层偏

东，底层偏东北。

表 5.1.1-3　分层平均流向统计表

位置	表层	0.2 层	0.4 层	0.6 层	0.8 层	底层
1#	105	109	112	98	84	74
2#	77	65	285	281	240	310
3#	79	74	77	67	63	69
4#	65	69	67	51	46	47
5#	74	74	74	60	57	54
6#	76	77	69	64	62	57

②平均流速

从表 5.1.1-4 可以看出，各测点流速整体表现为表层流速大，底层流速小。1#0.2 层平均流速最大，为 0.46m/s；2#表层平均流速最大，为 0.12m/s；3#表层平均流速最大，为 0.12m/s；4#表层平均流速最大，为 0.58m/s；5#0.4 层平均流速最大，为 0.63m/s；6#表层平均流速最大，为 0.63m/s。

表 5.1.1-4　分层平均流速统计表

位置	表层	0.2 层	0.4 层	0.6 层	0.8 层	底层
1#	0.42	0.46	0.43	0.39	0.34	0.20
2#	0.12	0.10	0.09	0.09	0.09	0.07
3#	0.21	0.20	0.17	0.18	0.15	0.09
4#	0.58	0.53	0.48	0.44	0.36	0.19
5#	0.49	0.56	0.63	0.62	0.57	0.49
6#	0.63	0.60	0.56	0.52	0.46	0.28

③最大流速特征

从表 5.1.1-5 可以看出，各测点分层最大流速基本集中在表层~0.4 层，其中 1#和 5#最大流速出现在 0.4 层，其流速大小分别为 0.74m/s 和 0.85m/s；2#、3#、4#、6#的最大流速均出现在表层，其流速大小分别为 0.33m/s、0.40m/s、0.77m/s、0.8m/s。

表 5.1.1-5　分层最大流速统计表

位置	表层		0.2 层		0.4 层		0.6 层		0.8 层		底层	
	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）
1#	0.61	101	0.68	87	0.74	91	0.57	83	0.49	89	0.37	72
2#	0.33	91	0.18	66	0.23	38	0.20	30	0.18	317	0.16	292
3#	0.40	45	0.31	69	0.30	74	0.32	83	0.25	79	0.16	80
4#	0.77	69	0.69	64	0.64	71	0.58	61	0.47	55	0.32	64
5#	0.73	96	0.77	76	0.85	69	0.83	59	0.74	56	0.64	58
6#	0.80	71	0.72	76	0.70	63	0.70	67	0.57	68	0.42	63

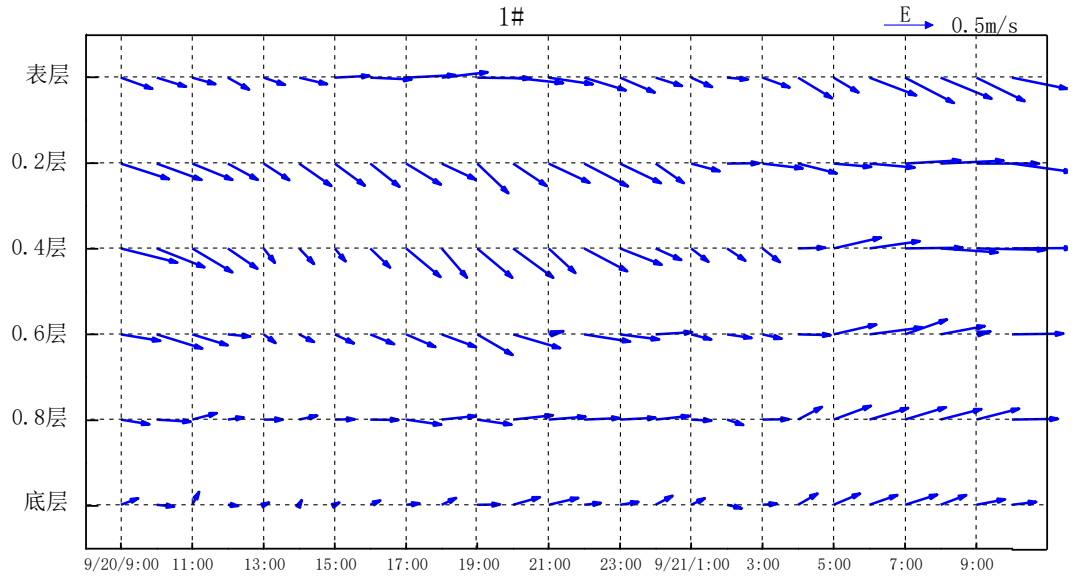


图 5.1.1-3　1#分层流速流向图

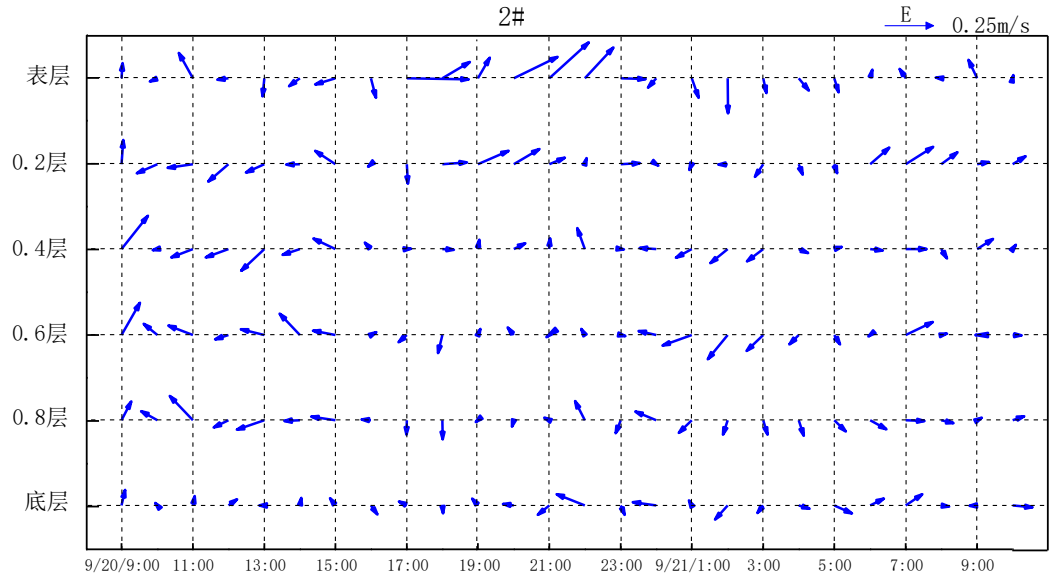


图 5.1.1-4　2#分层流速流向图

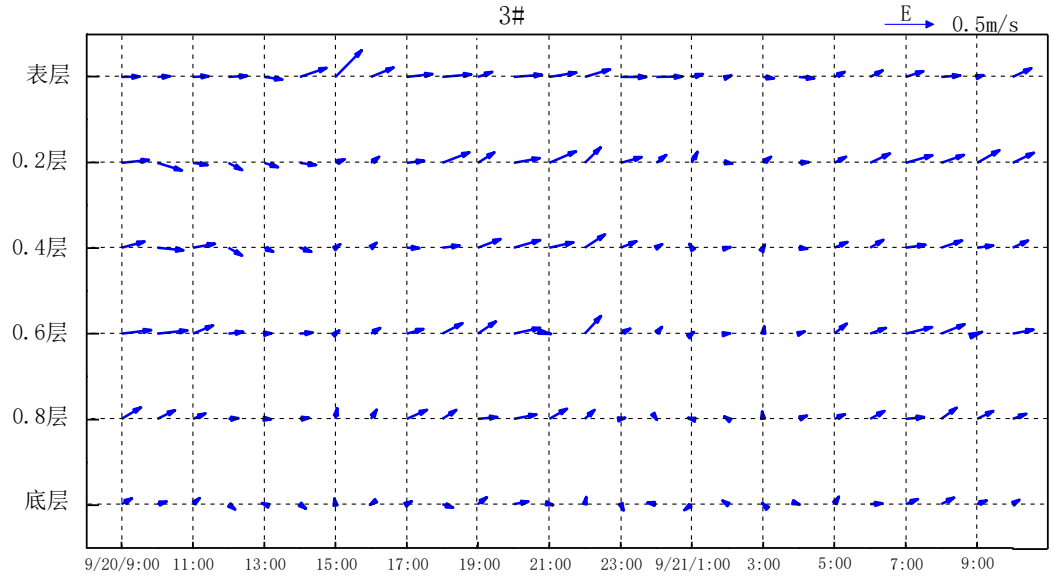


图 5.1.1-5　3#分层流速流向图

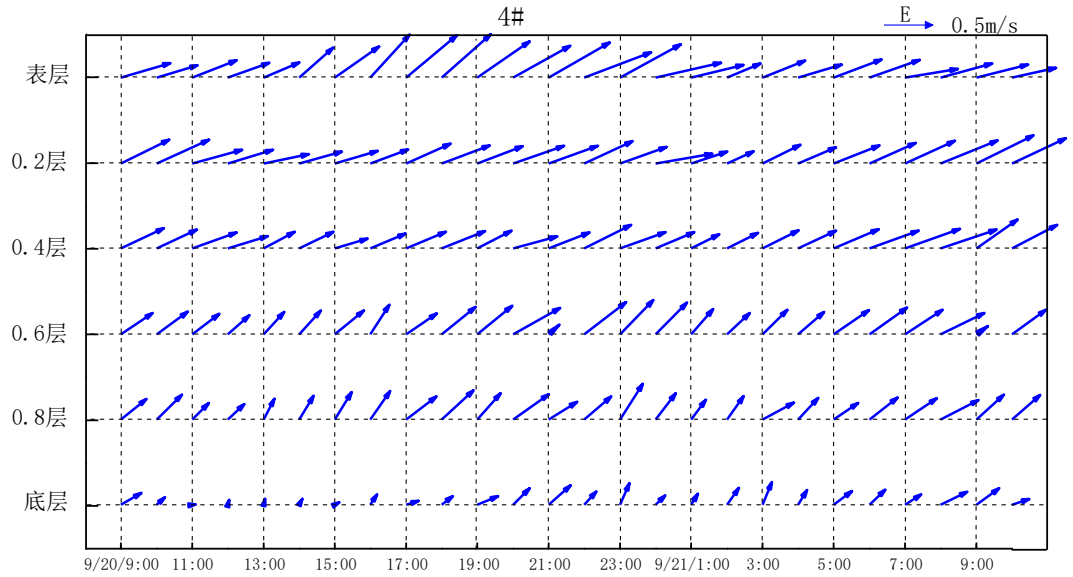


图 5.1.1-6　4#分层流速流向图

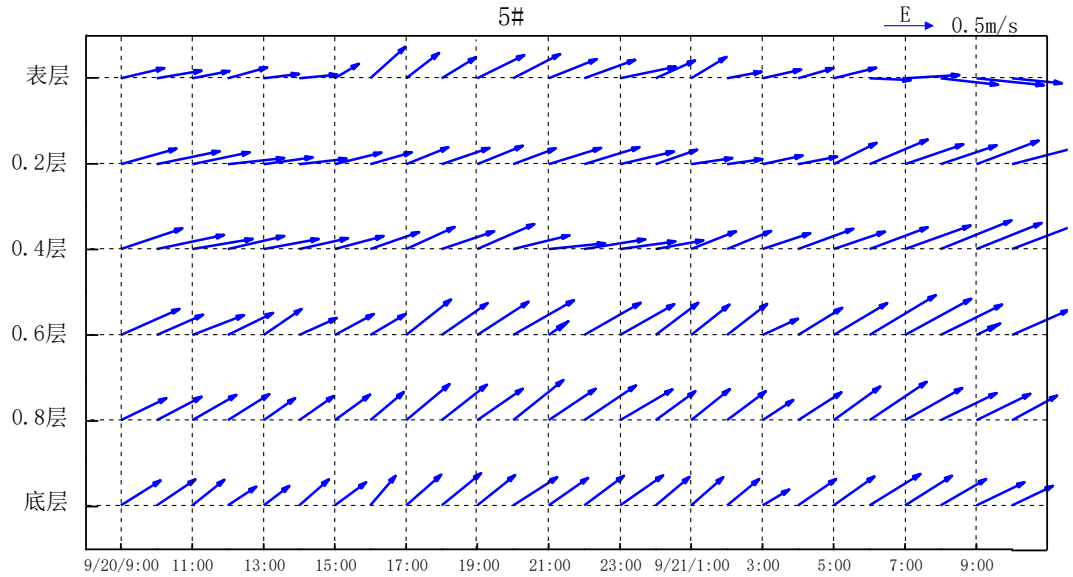


图 5.1.1-7　5#分层流速流向图

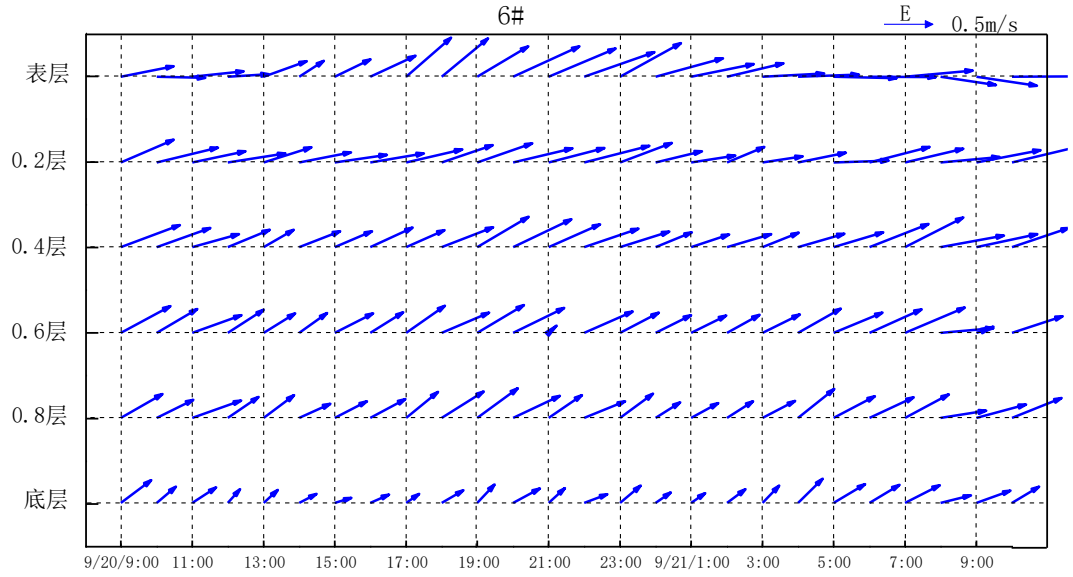


图 5.1.1-8　6#分层流速流向图



图 5.1.1-9　垂线平均流速玫瑰图

（2）余流分析

余流一般指实测海流扣除周期性潮流后所剩余部分。

从余流流向上看，1#流向为 101°，方向指向东南；2#流向为 284°，指向西北；其余测站余流流向在 60°~72°之间，方向指向东北偏东。

从表 5.1.1-6 可以看出，5#测点的垂线平均余流最大，最大值为 0.51m/s，流向为 66°。最小余流发生在 2#测点，为 0.01m/s，流向为 284°。

表 5.1.1-6　各测站余流统计表

位置	流速（m/s）	流向（°）
1#	0.36	101
2#	0.01	284
3#	0.15	72
4#	0.43	60
5#	0.56	66
6#	0.51	69



图 5.1.1-10　余流矢量图

5.1.1.3 悬沙

（1）含沙量变化过程

从图 5.1.1-11 至图 5.1.1-16 的分层含沙量过程线来看，各测站含沙量总体呈表层含沙小，底层含沙量大的规律，在涨潮阶段，含沙量呈上升趋势，1#~6#垂线平均含沙量变化范围分别为：0.015~0.058kg/m^3、0.019~0.049kg/m^3、0.010~0.048kg/m^3、0.009~0.046kg/m^3、0.008~0.029kg/m^3、0.010~0.038kg/m^3。

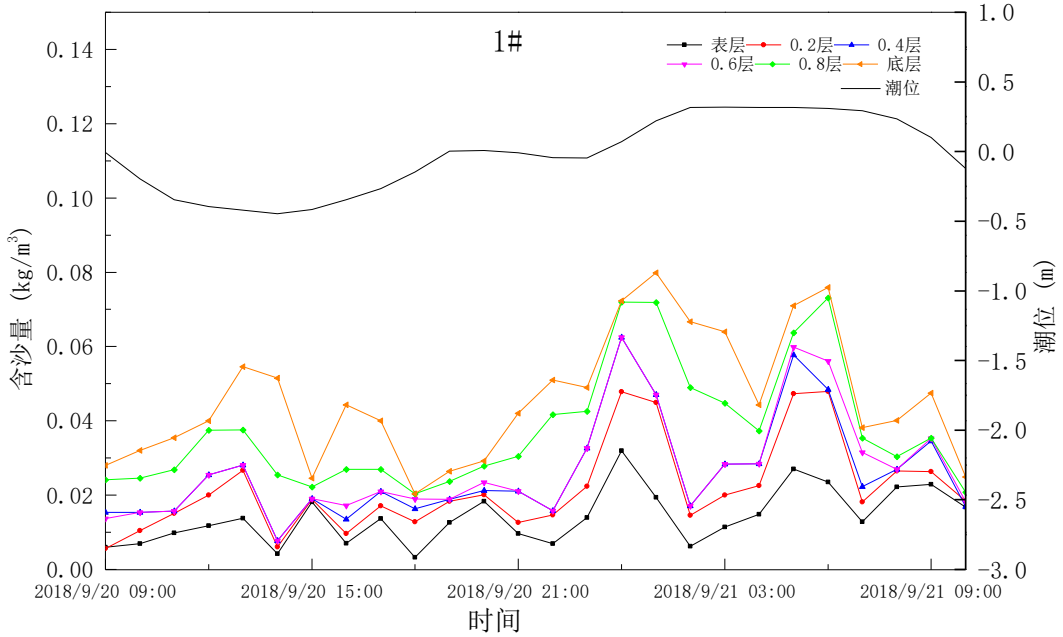


图 5.1.1-11　1#分层含沙量过程线

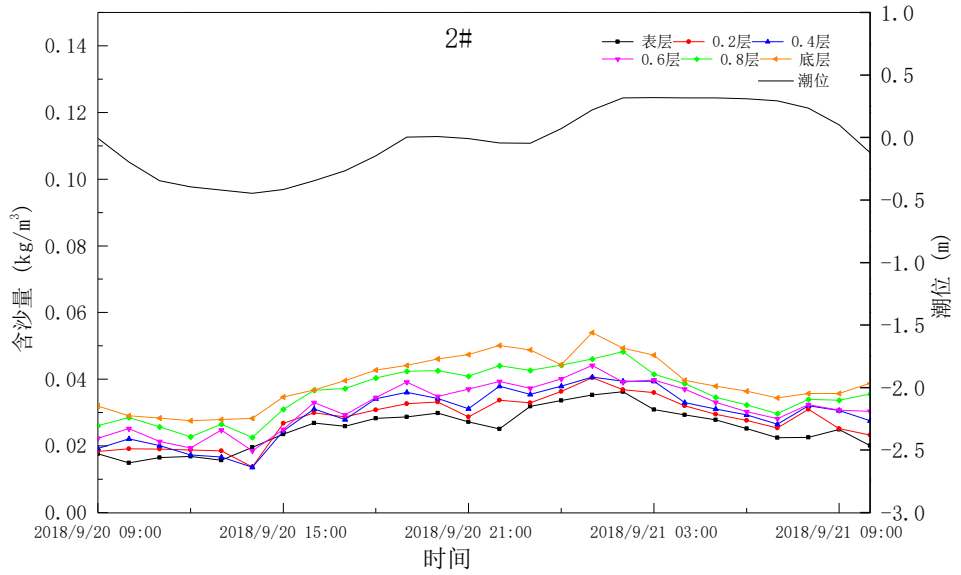


图 5.1.1-12　2#分层含沙量过程线

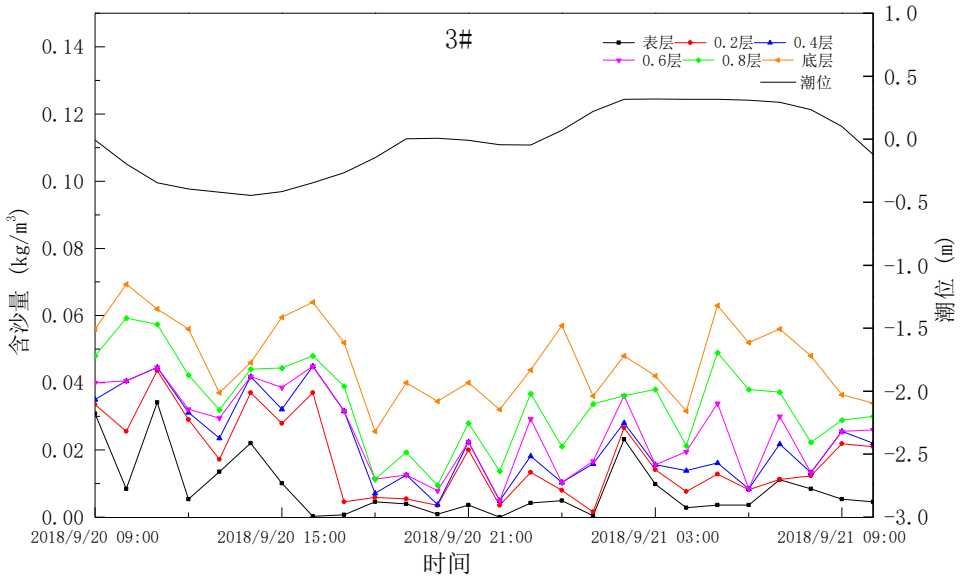


图 5.1.1-13　3#分层含沙量过程线

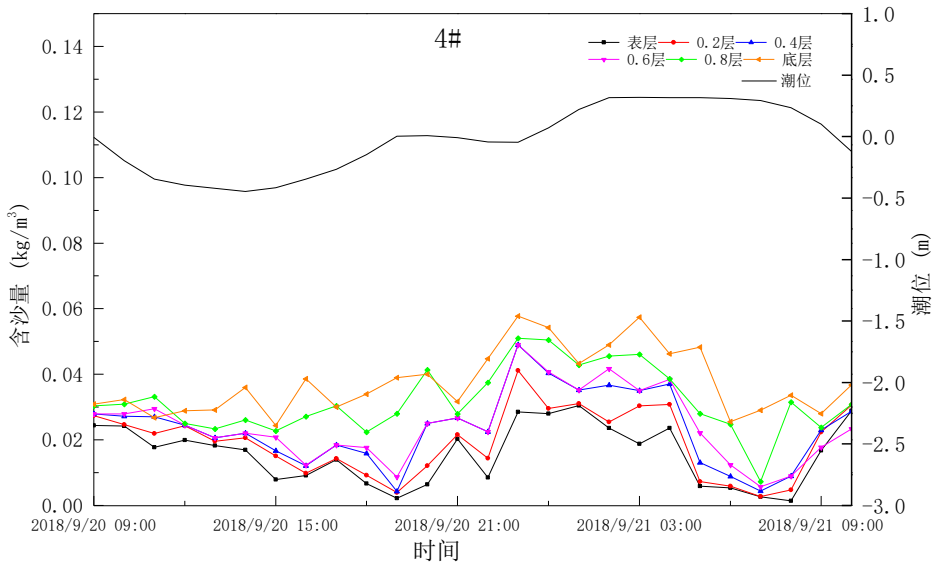


图 5.1.1-14　4#分层含沙量过程线

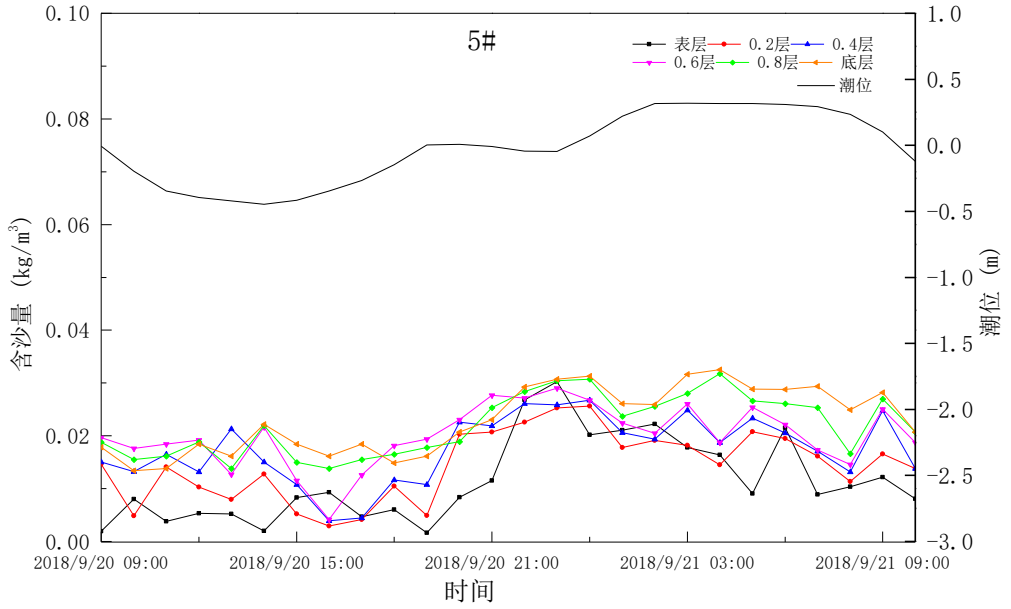


图 5.1.1-15　5#分层含沙量过程线

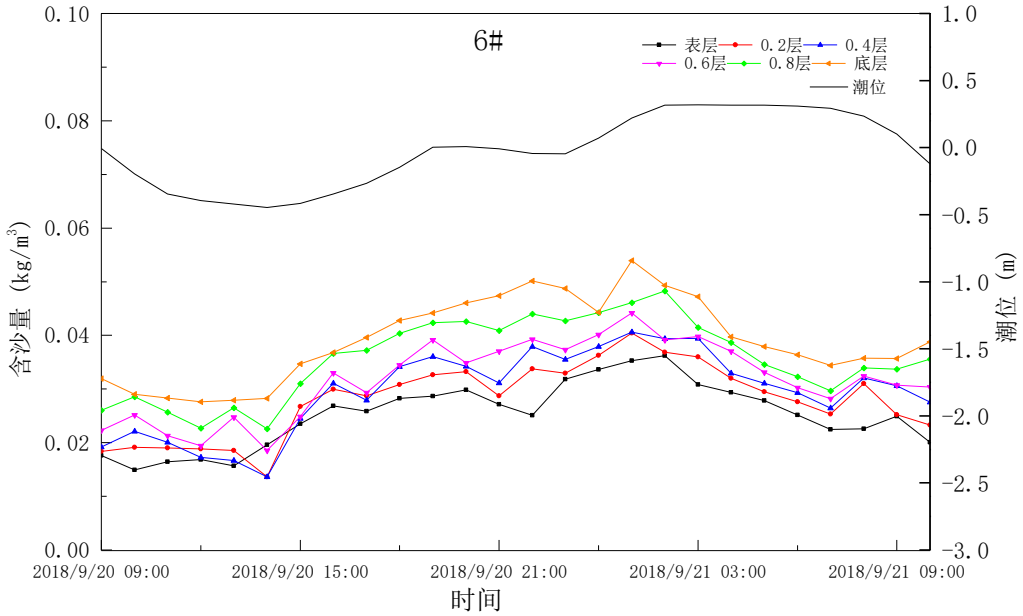


图 5.1.1-16　6#分层含沙量过程线

（2）含沙量特征

通过对本期测验各个测站的垂线平均含沙量进行计算，统计其垂线平均最大含沙量及潮段平均含沙量，总体呈近岸含沙量大，外海含沙量小的规律，其中垂线平均最大含沙量来看，1#含沙量最大，为 0.058kg/m^3，5#最小，为 0.029kg/m^3；从全潮平均含沙量来看，2#含沙量最大，为 0.032kg/m^3，5#最小，为 0.018kg/m^3。

表 5.1.1-7　含沙量特征统计表 单位：kg/m^3

	1#	2#	3#	4#	5#	6#
最大含沙量	0.058	0.043	0.048	0.046	0.029	0.031
最小含沙量	0.015	0.019	0.010	0.009	0.008	0.010
平均含沙量	0.029	0.032	0.026	0.025	0.018	0.021

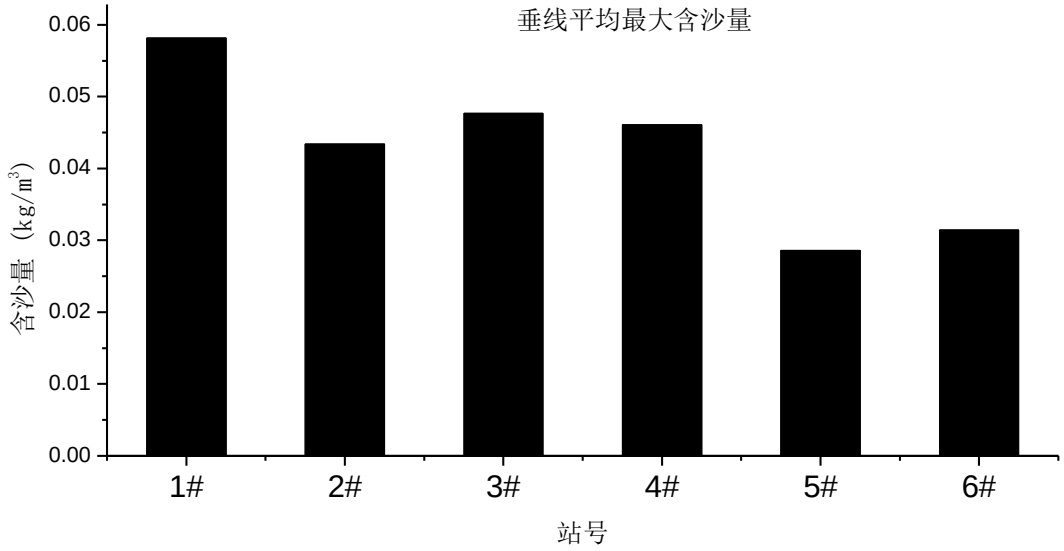


图 5.1.1-17　各测站垂线平均最大含沙量

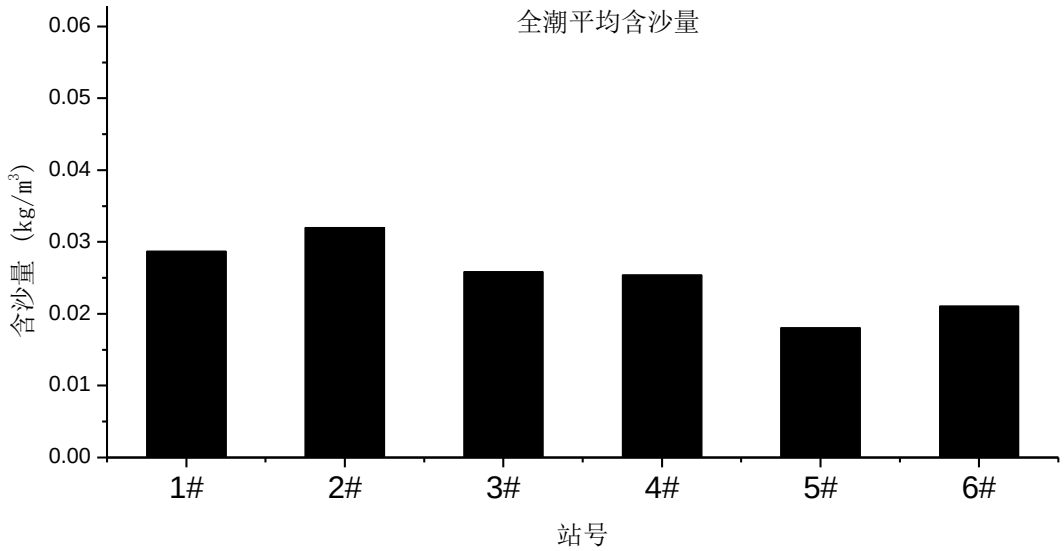


图 5.1.1-18　各测站全潮平均含沙量

5.1.1.4 盐度

（1）盐度变化过程

根据盐度调查情况，各测站盐度总体呈表层盐度小，底层盐度大的规律，1#~6#垂线平均盐度变化范围分别为：32.3~33.6 psu、33.4~33.9 psu、31.6~33.2 psu、32.5~34.5 psu、33.0~34.2 psu、32.9~33.8 psu。

（2）盐度特征

通过对本期测验各个测站的垂线平均盐度进行计算，统计其垂线平均最大盐度及潮段平均盐度，各测站在 34psu 左右，从垂线平均最大盐度来看，4#盐度最大，为 34.5psu，3#最小，为 33.2psu；从全潮平均盐度来看，2#盐度最大，为 33.6psu，3#最小，为 32.3psu。

表 5.1.1-8　盐度特征统计表 单位：psu

	1#	2#	3#	4#	5#	6#
最大盐度	33.6	33.9	33.2	34.5	34.2	33.8
最小盐度	32.3	33.4	31.6	32.5	33.0	32.9
平均盐度	33.1	33.6	32.3	33.5	33.5	33.4

5.1.1.5 温度

（1）温度变化过程

根据温度调查结果，各测站温度总体呈表层温度大，底层温度小的规律，各测站表层温度接近，底层温度差别较大，主要与水深相关，水深越大，底层温越小。1#~6#垂线平均温度变化范围分别为：25.8~26.8℃、25.6~27.7℃、26.6~28.3℃、25.3~27.7℃、25.1~27.1℃、25.0~27.3℃。

（2）温度特征

通过对本期测验各个测站的垂线平均温度进行计算，统计其垂线平均最大温度及潮段平均温度，各测站变化范围为 25.0~28.3℃，从垂线平均最大温度来看，其中 3#温度最大，为 28.3℃，1#最小，为 26.8℃；从全潮平均温度来看，3#温度最大，为 27.3℃，6#最小，为 25.8℃。

表 5.1.1-9　温度特征统计表 单位：℃

	1#	2#	3#	4#	5#	6#
最大温度	26.8	27.7	28.3	27.7	27.1	27.3
最小温度	25.8	25.6	26.6	25.3	25.1	25.0
平均温度	26.2	26.7	27.3	26.3	25.9	25.8

5.1.22019 年 1 月水文观测结果

（1）调查站位

2019 年 1 月水文观测站位布设见图 5.1.2-1；站位坐标见表 5.1.2-1。



图 5.1.2-1　水文观测站位布设图

表 5.1.2-1　冬季水文观测站位坐标与观测要素

观测要素	序号	站号	经度（E）	纬度（N）
海流 悬沙 温盐	1	C1	115° 54.025′	22° 35.195′
	2	C2	115° 56.269′	22° 43.517′
	3	C3	116° 13.051′	22° 45.880′
	4	C4	116° 17.432′	22° 31.663′
	5	C5	116° 6.902′	22° 27.705′
	6	C6	116° 2.666′	22° 32.613′
	7	C7	116° 7.475′	22° 38.722′
	8	C8	116° 12.865′	22° 35.918′
	9	C9	116° 7.466′	22° 36.166′

5.1.2.1 水文

（1）海流

从海流的流态来看，各站海流呈现出略带旋转的往复流特征，中层较为显著，受地形岸线的影响而沿着平行于岸线的方向运动，主要流向为 WSW-ENE。从表层到底层，表层主要表现为 WSW 沿岸流，中底层海流形态较为相似，流向基本与岸线平行。表层海流明显受到冬季广东沿岸流的影响，在东北季风作用下，主要表现为 WSW 沿岸流，且流速较大，其它层主要为 WSW-ENE 往复流。除表层外，各站各层实测海流主要呈现不正规半日潮流特征，工程区域 C6 站至 C9 站的各层流向较为一致。

观测期间最大海流流速为 63.3cm/s，出现在 C4 站 0.2H，其次为 62.3cm/s，出现在 C5 站 0.2H，流向分别为 250°和 240°，以上均出现在落潮时段，各站的涨潮期流速相对较小。各站最大平均流速为 26.6cm/s，为 C4 站表层，最小平均流速为 12.8cm/s，为 C6 站底层。在空间分布上，各站点流速、流向较为相近，C6 站流速略小于其它站点；在垂向分布上，流速由表层到底层基本呈现递减的规律；在数值上，各站的垂线平均流速、平均流向与 0.6H 平均流速、平均流向较为相近。

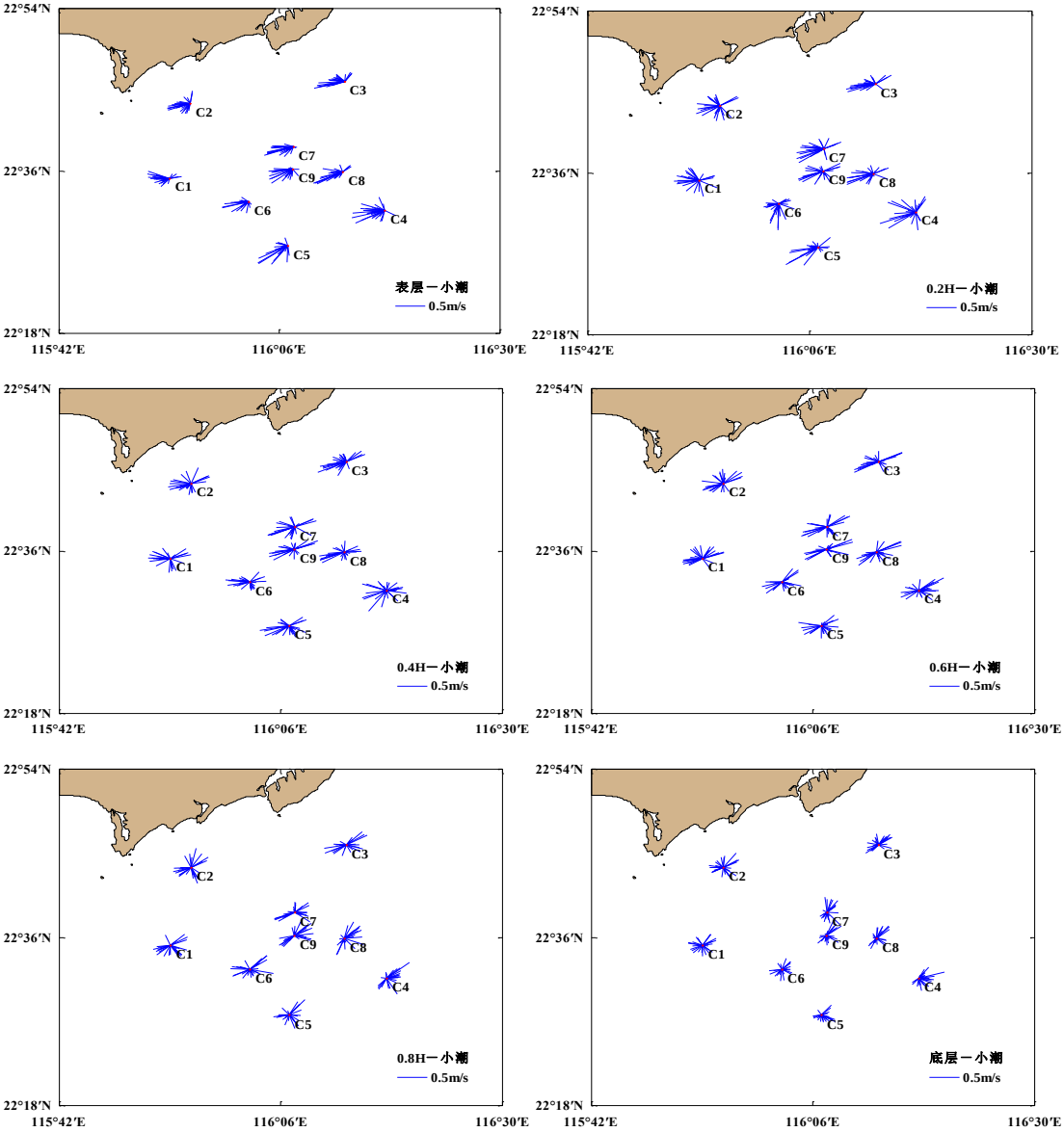


图 5.1.2-2　冬季各站各层海流平面分布玫瑰图

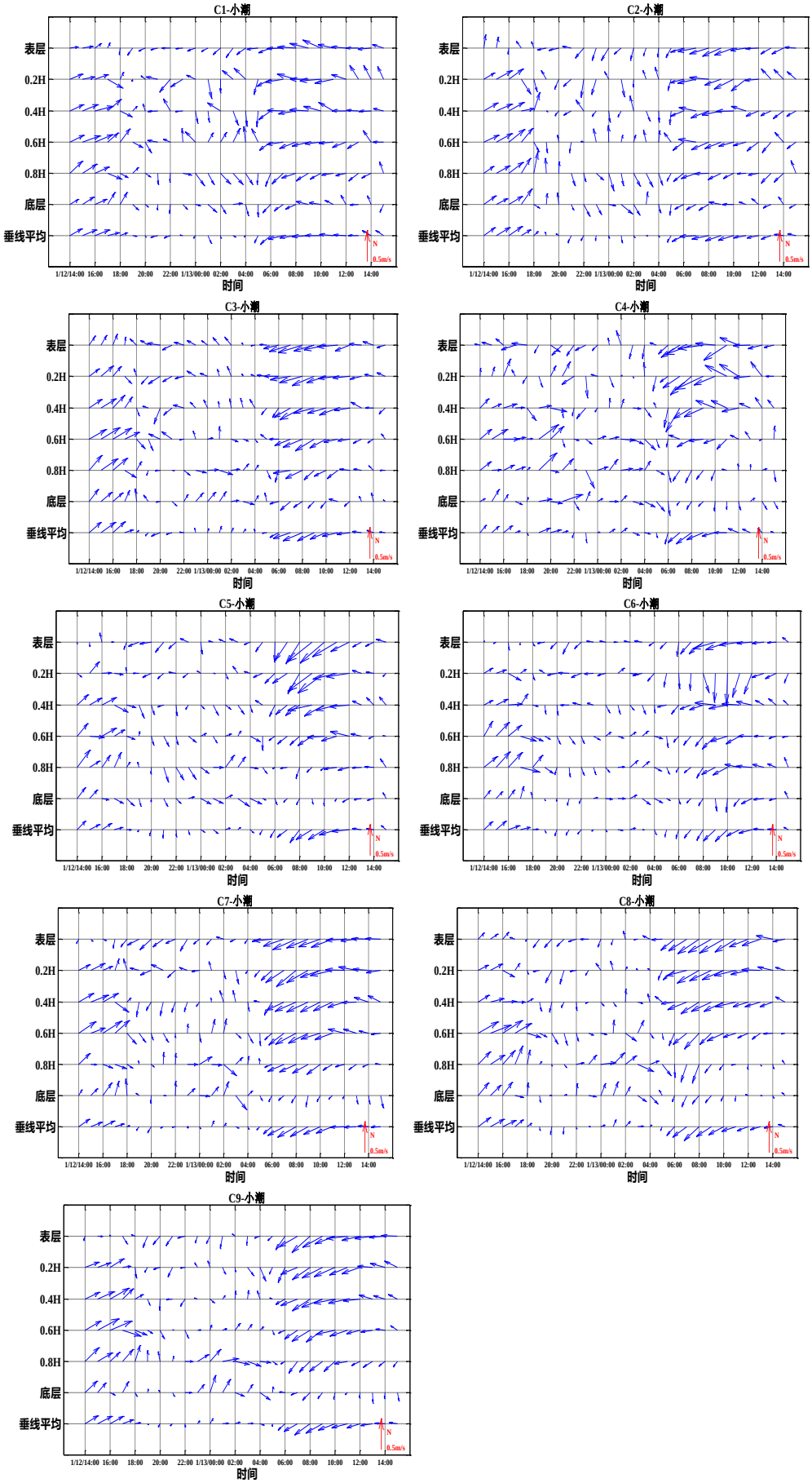


图 5.1.2-3　冬季各站各层海流过程矢量图

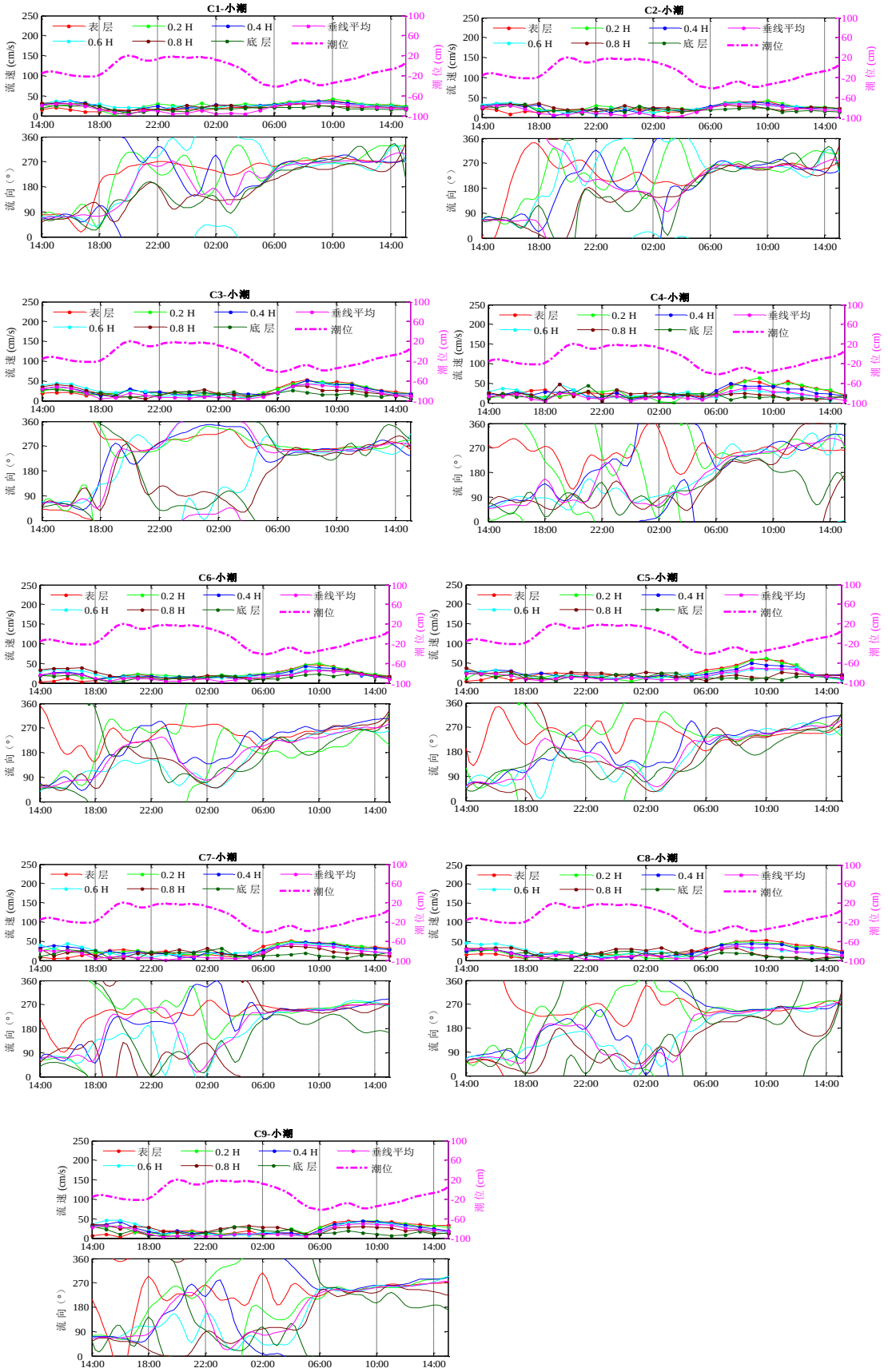


图 5.1.2-4　冬季各站各层流速流向过程线（潮位为平均海面）

（2）潮流

1、潮流性质

根据《海洋调查规范》，潮流性质的划分采用潮流性质系数 $F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 作为判别标准：

当 $F \leqslant 0.5$　　为正规半日潮

$0.5<F \leqslant 2.0$　　为不正规半日潮

$2.0<F \leqslant 4.0$　　为不正规全日潮

$F>4.0$　　为正规全日潮

式中 W 为分潮流椭圆长半轴，其中 W_{O1} 为主要太阴日分潮流 O_1 的最大流速，W_{K1} 为主要太阴太阳合成日分潮流 K_1 的最大流速，W_{M2} 为主要太阴半日分潮流 M_2 的最大流速。根据《海洋调查规范》，选用“引入差比关系的准调和分析方法”，此处选取遮浪海洋站（115°34′E，22°39′N）的潮位资料来计算差比数，对海流观测资料进行分析计算，得出观测期间的余流和 O_1（主要太阴全日分潮）、K_1（太阴太阳合成全日分潮）、M_2（主要太阴半日分潮）、S_2（主要太阳半日分潮）、M_4（浅水分潮）和 MS_4（浅水四分之一分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及椭圆要素等潮流特征值。

通过准调和分析，计算各站层的潮流性质系数 F 值见表 5.1.2-2。由表可知，除了个别站层（尤其是中底层）系数小于 0.5（如 C3 站和 C4 站的底层等），潮流类型为正规半日潮流外，其余各站各层的系数均大于 0.5 且小于 2，潮流类型为不正规半日潮流。由此可见，调查海区潮流类型主要为不正规半日潮流。

表 5.1.2-2　冬季潮流性质系数

测站 / 测层	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
表层	0.51	1.13	0.39	0.81	0.78	1.16	1.07	0.92	1.44
0.2H	0.61	0.88	0.36	0.97	0.66	1.09	0.83	0.81	0.94
0.4H	0.58	0.87	0.52	0.89	0.75	1.10	0.88	0.84	0.68
0.6H	0.70	0.90	0.53	0.77	0.75	1.00	0.77	0.75	0.66
0.8H	1.07	0.95	0.57	0.51	0.72	0.93	0.72	0.51	0.77
底层	1.03	0.93	0.47	0.40	0.54	1.05	0.66	0.40	0.59
垂线平均	0.70	0.87	0.46	0.75	0.69	1.04	0.79	0.72	0.77

2、潮流的运动形式及潮流椭圆要素

潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率 k 值来描述，k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1～1 之间。k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。

（1）本海区潮流主要以 M_2 和 K_1 分潮流为主，其次是 S_2 和 O_1，浅水分潮流 M_4 和 MS_4 的量值相对较小。最大 M_2 和 S_2 分潮流均出现在 C3 站 0.2H，分别为 19.52cm/s 和 8.2cm/s，最大 K_1 和 O_1 分潮流均出现在 C6 站 0.4H，分别为 8.35cm/s 和 6.89cm/s，最大 M_4 和 MS_4 分潮流均出现在 C9 站表层，分别为 6.54cm/s 和 3.46cm/s。

（2）C1～C9 站各层 M_2，K_1、S_2 和 O_1 分潮流的 k 值绝对值大部分小于 0.3，O_1，K_1，M_2，S_2，M_4，MS_4 分潮的最大值分别为 0.497、0.497、0.116、0.116、0.843、0.843，说明观测期间的潮流以略带旋转的往复流为主。各站层各分潮流的椭圆率有正有负，表明观测海区潮流顺时针和逆时针旋转都有，但以顺时针方向旋转居多。

（3）各站层的分潮流运动方向主要为 WSW-ENE，其次为 NW～SE，略有 W～E，且 M_2 和 S_2 分潮流的差异较小。

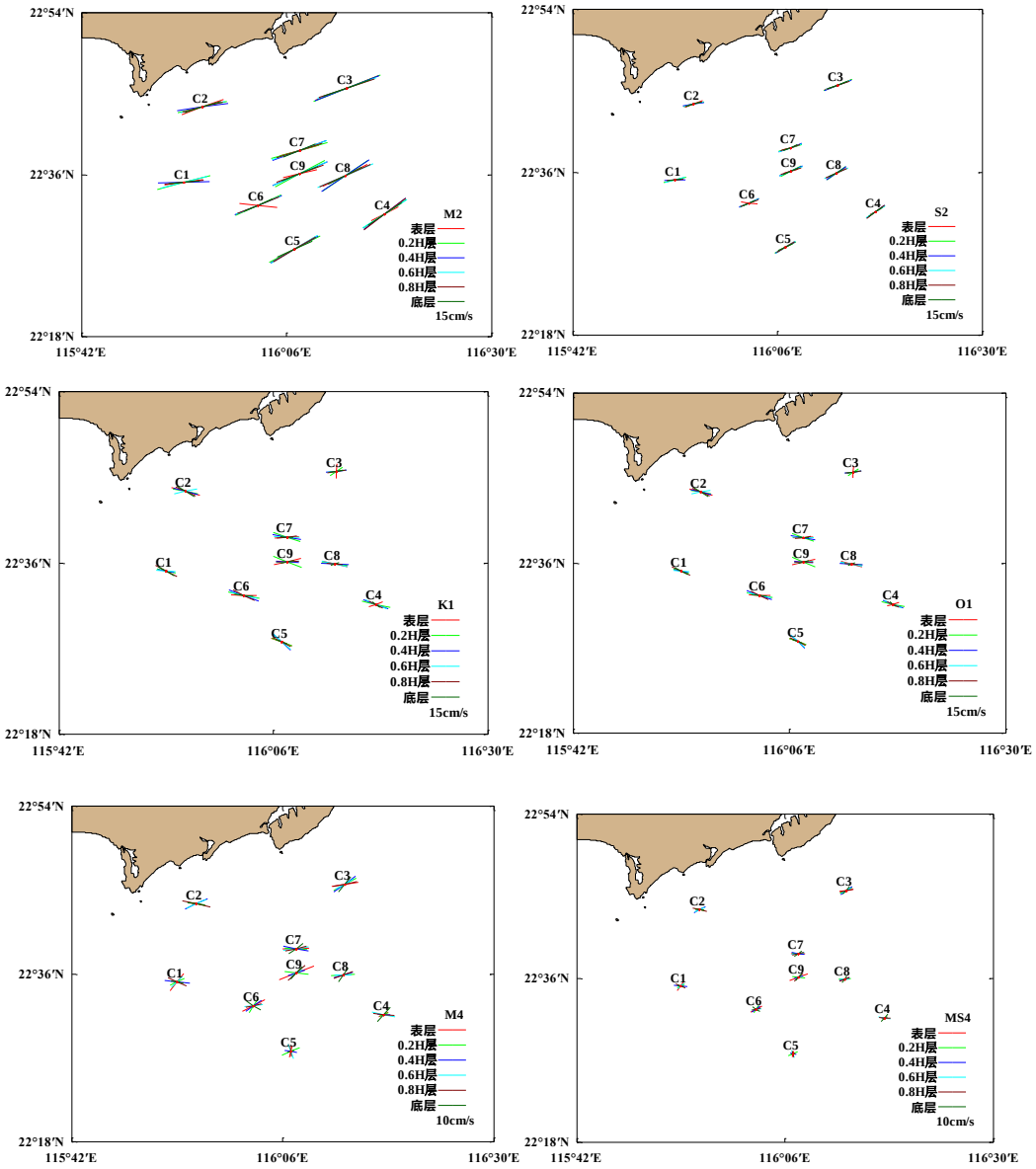


图 5.1.2-5　冬季各站主要分潮的长轴分布图

（3）余流

1、调查海域各站海流呈现出略带旋转的往复流特征，中层较为显著，主要流向为 WSW-ENE，表层流主要表现为 WSW 沿岸流。从表层到底层，中底层海流形态较为相似。除表层外，各站层实测海流主要呈现不正规半日潮流特征。

2、观测期间最大流速为 63.3cm/s，其次为 62.3cm/s，最大和最小平均流速分别为 26.6cm/s 和 12.8cm/s。各站落潮流速普遍大于涨潮流速。

3、调查海域观测期的潮流类型主要为不正规半日潮流，潮流运动形式以略带旋转的往复流为主。潮流主要以 M_2 和 K_1 分潮流为主，其次是 S_2 和 O_1，浅水分潮流 M_4 和 MS_4 的量值相对较小。各站层的分潮流运动方向主要为 WSW-ENE。理论最大可能潮流流速的最大值出现在 C3 站 0.4H，为 50.2cm/s，对应的流向为 69°。理论最大可能潮流流速极大值多出现在中层及以上层，各站层最大可能潮流流向与 M_2 分潮的椭圆长半轴方向 WSW～ENE 基本一致，且随深度变化差异不明显。

4、调查海域观测期的余流主要介于 0.9cm/s～27.6cm/s。各站的余流最大值分别为 25.2cm/s，出现在 C4 站表层。底层余流流速比其余各层流速小。各站各层的余流方向主要为 WSW。

5、观测期的海流以潮流和风海流为主，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，故会出现实测最大流速要大于理论最大可能潮流流速的情况。

表 5.1.2-3　冬季余流流速及流向（流速：cm/s，流向：°）

测站	测层	流速	流向
C1	表层	15.8	267
	0.2H	12.1	272
	0.4H	7.5	262
	0.6H	7.2	317
	0.8H	8.0	166
	底层	2.2	163
C2	表层	17.3	252
	0.2H	9.8	251
	0.4H	7.9	254
	0.6H	6.5	297
	0.8H	3.8	204
	底层	0.9	138
C3	表层	19.7	278
	0.2H	16.6	273
	0.4H	12.2	270
	0.6H	4.8	270
	0.8H	1.7	129
	底层	5.1	13

C4	表层	25.2	259
	0.2H	13.7	267
	0.4H	5.3	232
	0.6H	6.6	91
	0.8H	8.6	103
	底层	9.4	114
C5	表层	20.3	240
	0.2H	14.5	250
	0.4H	8.2	219
	0.6H	4.2	188
	0.8H	2.7	95
	底层	7.4	129
C6	表层	16.4	251
	0.2H	12.8	199
	0.4H	7.7	249
	0.6H	4.1	161
	0.8H	1.9	118
	底层	2.7	151
C7	表层	23.0	252
	0.2H	16.4	261
	0.4H	11.6	242
	0.6H	4.4	229
	0.8H	1.4	213
	底层	3.9	85
C8	表层	19.5	252
	0.2H	14.3	256
	0.4H	9.8	246
	0.6H	5.3	151
	0.8H	8.6	87
	底层	4.2	61
C9	表层	18.2	243
	0.2H	10.8	239
	0.4H	7.3	271
	0.6H	2.1	199
	0.8H	4.3	71
	底层	4.4	78

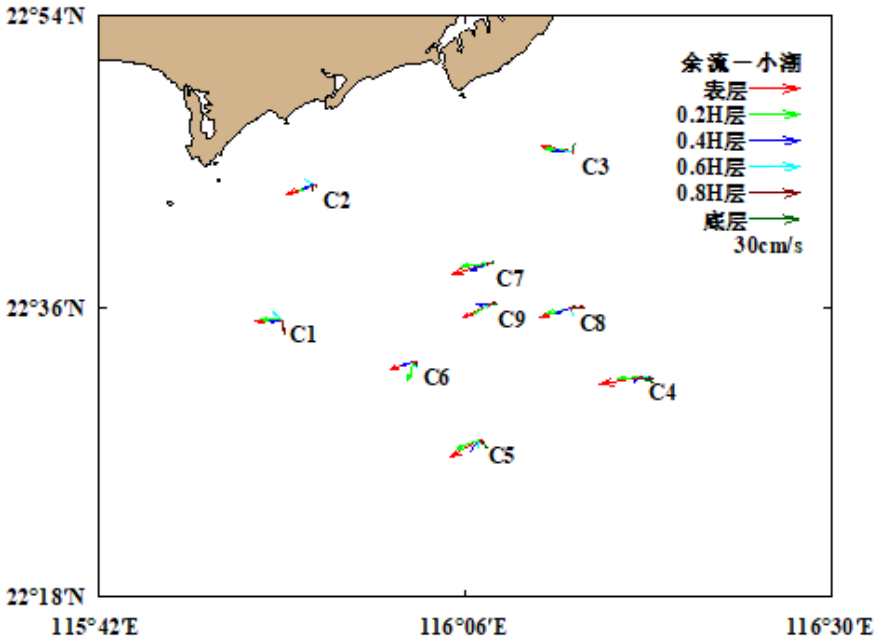


图 5.1.2-6　冬季余流平面分布图

5.1.2.2 温度

本次海水温度观测一共设 9 个站，每个站观测六层，即表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层，H 为瞬时水深。

（1）温度垂向分布特征

观测期间平均水温为 18.19℃，各站表层、0.6H 层和底层的平均水温分别为 18.02℃、18.09℃、18.61℃；C2 站平均水温最低，为 17.39℃，C5 站平均水温最高，为 20.11℃；表层、0.2H 层、0.4H 层和 0.6H 层的平均水温最低的为 C2 站，0.8H 层和底层最低的为 C3 站。水温从表层到底层逐渐升高，表底层最大温度差为 1.48℃，最小温度差为 0.13℃；除去 C1 和 C2 站表层周日变化明显，其余各站的表层和 0.2H 层周日变化均不明显；各站的周日变化主要体现在 0.6H 层和 0.8H 层。

表 5.1.2-3　冬季各站平均水温垂向分布（℃）

层次 / 站名	表层	0.2H 层	0.4H 层	0.6H 层	0.8H 层	底层	平均
C1	17.99	17.85	17.82	17.77	17.82	17.80	17.84
C2	17.49	17.42	17.37	17.35	17.35	17.36	17.39
C3	17.38	17.36	17.30	17.33	17.45	17.50	17.39
C4	18.47	18.54	18.65	18.84	19.10	19.19	18.80
C5	19.51	19.57	19.99	20.27	20.57	20.75	20.11
C6	17.94	17.96	17.89	17.85	18.35	19.42	18.24
C7	17.69	17.66	17.65	17.68	17.89	18.22	17.80
C8	17.78	17.76	17.76	17.88	18.73	18.80	18.12
C9	17.87	17.83	17.81	17.82	18.31	18.50	18.02
平均	18.02	17.99	18.02	18.09	18.40	18.61	18.19

（2）温度水平分布特征

观测期间平均水温为 18.19℃，表底层平均温度差最大值为 1.48℃，发生在 C6 站，最小值为 0.13℃，发生在 C2 站。从空间分布上来讲，表、中、底层温度大部分是从岸边向外海逐渐增大，近岸 C2、C3 站平均温度最低，外海的 C4、C5 站平均温度较高；各站表层平均温度在 17.11℃～23.25℃之间，中层平均温度在 17.10℃～23.00℃之间，底层平均温度分布范围是 17.10℃～22.15℃。

5.1.2.3 盐度

本节将通过 9 个观测站资料分析调查海域的盐度变化规律。

（1）盐度垂向分布特征

从表 5.1.2-4 中可以看出，各站表层、0.6H 层和底层的平均盐度分别为 32.085、32.258、32.806，表层盐度小于底层；表层 C2 站平均盐度最低，为 31.257，C5 站平均盐度最高，为 33.619，0.6H 层 C2 站平均盐度最低，为 31.307，C5 站平均盐度最高，为 34.012，底层 C2 站平均盐度最低，为 31.357，C5 站平均盐度最高，为 34.263。

表 5.1.2-4　冬季各站平均盐度垂向分布

层次 / 站名	表层	0.2H 层	0.4H 层	0.6H 层	0.8H 层	底层	平均
C1	31.901	31.909	31.931	31.963	31.950	32.014	31.945
C2	31.257	31.258	31.275	31.307	31.331	31.357	31.297
C3	31.328	31.327	31.344	31.412	31.595	31.677	31.447
C4	32.920	33.059	33.191	33.341	33.486	33.528	33.254
C5	33.619	33.669	33.868	34.012	34.174	34.263	33.934
C6	32.057	32.065	32.075	32.179	32.667	33.648	32.449
C7	31.771	31.788	31.806	31.873	32.183	32.650	32.012
C8	31.962	31.965	31.980	32.240	33.229	33.277	32.442
C9	31.947	31.957	31.963	31.998	32.616	32.837	32.220
平均	32.085	32.111	32.159	32.258	32.581	32.806	32.333

（2）盐度水平分布特征

观测期间，表底层平均盐度差最大值为 1.591，发生在 C6 站，最小值为 0.100，发生在 C2 站。盐度最低出现在近岸的 C2 和 C3 站，盐度最高的出现在远海的 C4 和 C5 站，即观测海区北侧低、南侧高。

5.1.2.4 悬沙

悬沙测站位置与海流观测站位置一致，选择在 C1～C9 站位。根据水深，采用三点法（表、中、底层）采集水样，其中表层为距表面 0.5m 位置处，中层为 0.6H 位置处，底层为离底 0.5m 位置处（H 为水深）。

（1）悬沙含量及其分布特征

本次悬沙观测的 9 个测站 C1~C9 站远离岸边，水深较深。其中，最小的 C2 测站实测平均水深 20m，最大的 C5 测站平均水深超过 43m，实测悬沙含量普遍偏小。

根据本次实测的悬沙资料统计，项目附近海域冬季海水含沙量在 0.0008kg/m^3~0.024kg/m^{3}之间，表层、中层和底层的含沙量最大值分别为 0.0196 kg/m^3、0.0218 kg/m^3、0.0240 kg/m^3。

总体而言，观测海区测站水深较深，平均悬沙含量普遍较小，近岸测站的平均悬沙含量略高于深水区的测站。各测站表、中、底层的平均悬沙含量分布相近，悬沙含量分布层化不明显。

表 5.1.2-5　冬季悬沙最值含量统计（单位：kg/m^3）

站号	表　层		中　层		底　层	
	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
C1	0.0118	0.0032	0.0103	0.0027	0.0146	0.0027
C2	0.0196	0.0020	0.0218	0.0034	0.0240	0.0053
C3	0.0114	0.0011	0.0096	0.0012	0.0111	0.0012
C4	0.0116	0.0016	0.0120	0.0011	0.0129	0.0020
C5	0.0098	0.0014	0.0117	0.0011	0.0135	0.0018
C6	0.0078	0.0011	0.0103	0.0011	0.0118	0.0010
C7	0.0127	0.0009	0.0185	0.0009	0.0182	0.0009
C8	0.0115	0.0008	0.0095	0.0010	0.0085	0.0009
C9	0.0118	0.0010	0.0071	0.0012	0.0044	0.0010

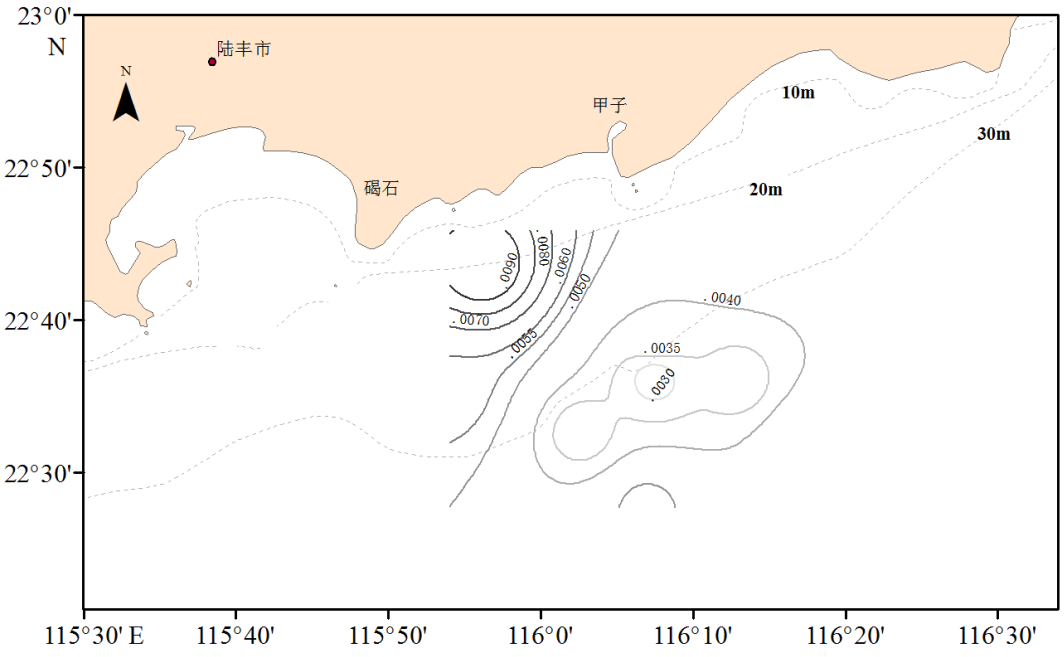


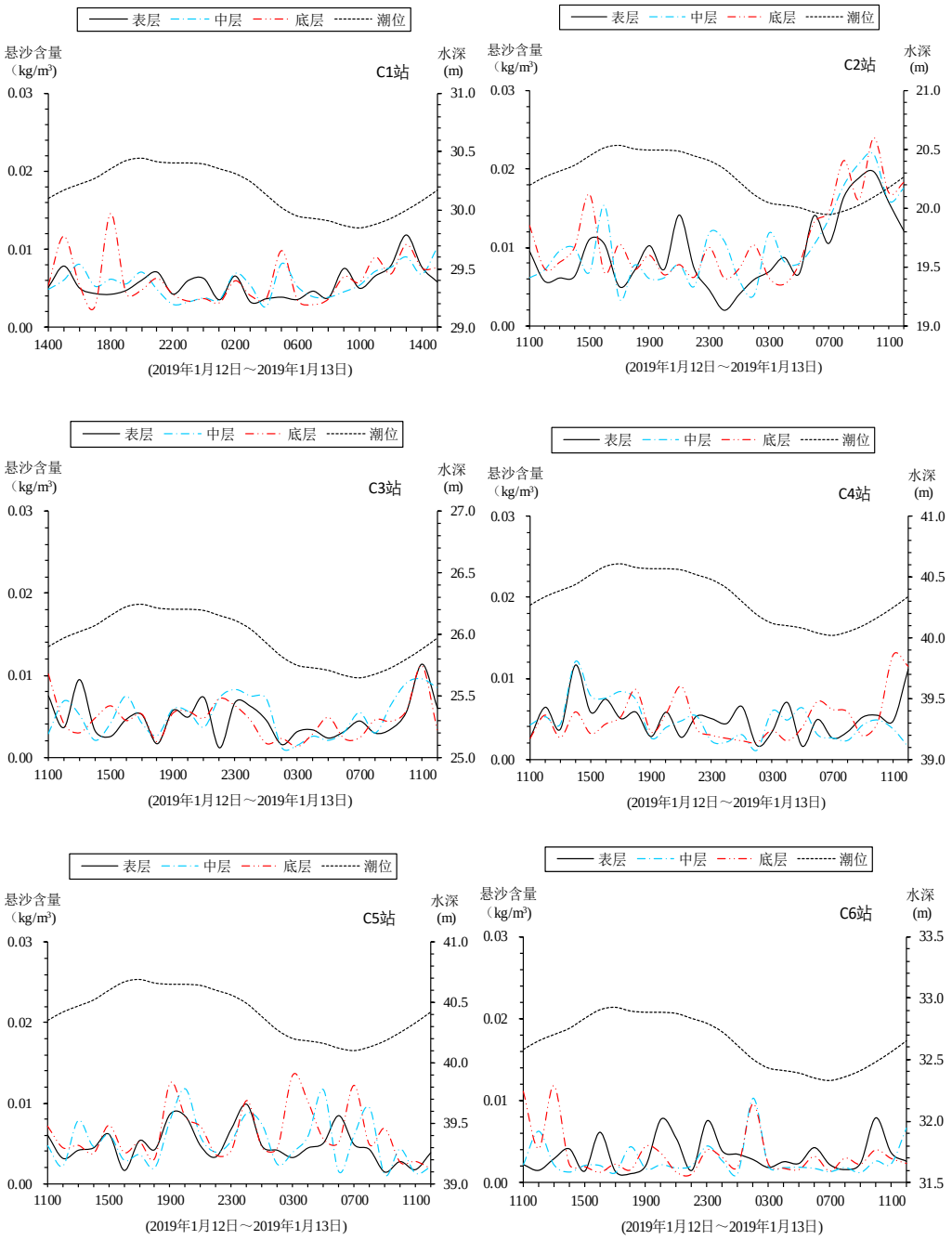
图 5.1.2-6　冬季平均含沙量平面分布

（2）悬沙粒径

本海区悬沙中值粒径范围为 0.0088mm～0.0215mm，平均值 0.0152mm。悬沙类型以沙质粉砂为主，占 64.7%，其次为粘土质粉砂，占 28.0%，再次为粉砂，占 7.3%。

（3）悬沙含量周日变化特征

悬沙含量分布与潮位涨落变化对应并不明显，涨、落潮期间均有悬沙峰值出现。由于本海区水深较深，潮流及波浪动力对海床表面的泥沙运动影响较小，垂向上泥沙含量在观测期间各时刻的变化都不大，出现泥沙峰值的个数及量值都较小，悬沙含量波动幅度变化不大。



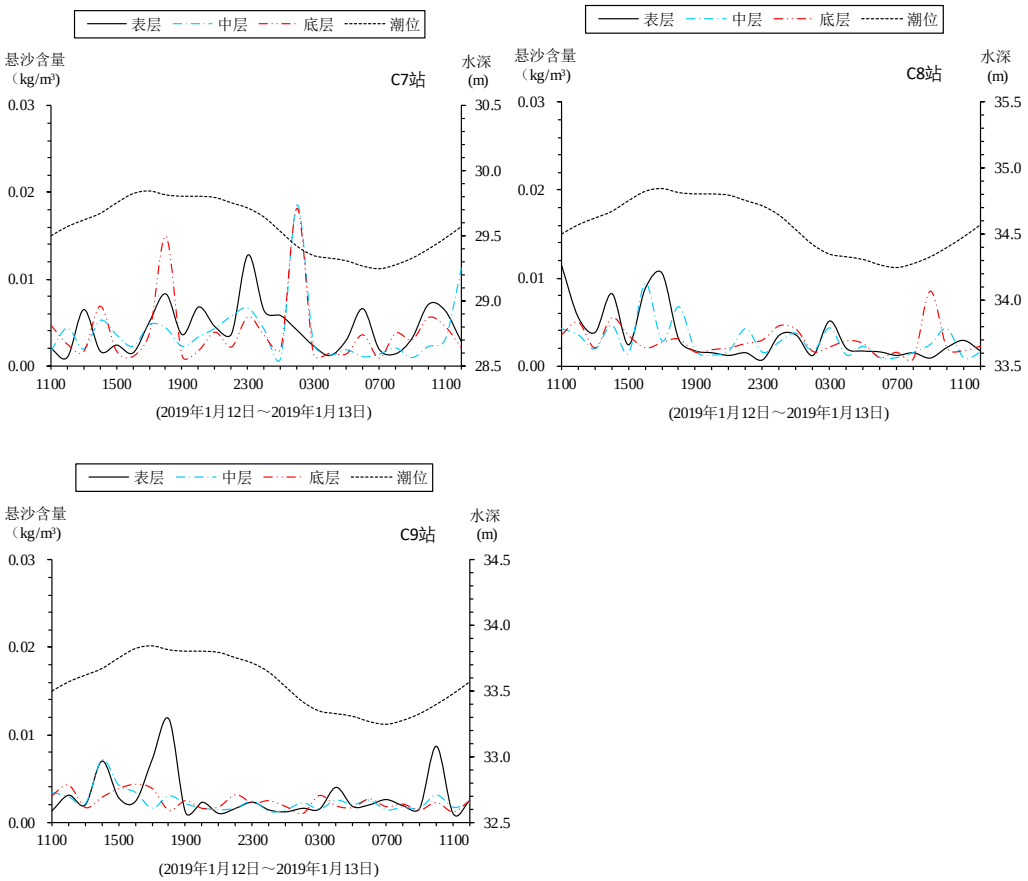


图 5.1.2-7　冬季 C1~C9 站悬沙含量周日变化

5.2地形地貌与冲淤环境影响现状调查与评价

5.2.1地形地貌

拟建场地位于陆丰市碣石镇南部沿海，潮水涨落差较大，近岸地段水深较浅，在退潮后海底地面部分出露。勘察场地水下地面总体上是由南向北方向缓慢倾斜，坡度较小，海底地面较为平整，本场地地貌单元属滨海地貌。拟建工程所在岸滩属于平直砂质海岸，海滩泥沙主要来源于海域供砂。海滩上部发育高大的风成沙丘，属古海岸老红砂残留区，受人类活动影响显著。海滩滩面后部多发育侵蚀陡坎，最大高度 7m 以上，自南向北陡坎高度略有降低。滩面横向剖面变化较小，纵向上发育韵律沙坝，表明岸滩总体处于侵蚀状态。

碣石半岛南端地质地貌基础为花岗岩经侵蚀剥蚀形成的低丘陵，几个丘峰（如田尾山、狮山头）高程数十米至 100 余米，呈西北~东南向排列，丘陵表面为花岗岩风化残积层(粘土伴碎石)，并暴露有大量石蛋，地形崎岖。

田尾山花岗岩丘陵北部为碣石泻湖（含泻湖和泻湖平原），高程 2.0m 以下；东

北面为海岸沙坝、沙丘（高程 10 余米）和沙地（高程数米），地形向西北方倾斜。

花岗岩丘陵南部为典型的岬湾海岸，有 4 个岬角向海突出，它们长年承受波浪冲击，岩体暴露。岬角之间分布三个海湾，其中以田尾大湾(西部)地貌组合比较复杂，该湾内部及湾缘有较大规模的沙坝和海滩分布，但受丘陵区流出的小河切割，形态破碎。海滩为西北~东南走向，略呈弧形，它承受着 SSW 向波浪的长期作用，前滨坡度 7°~8°，为偏反射型海滩，由细砂组成。海滩向上以高度 1.5~2.0m 之陡坎过渡至滩肩上部，沉积物为砾砂或粗砂。

田尾岬角以外海床，在水深 15m 以内，水下地形仍呈岬角形状，再外等深线逐步呈东－西向分布。由于东桔礁的存在，使海礁岛周围水流湍急，泥沙难于积聚，致使 20m 等深线向北突出，离岸距离仅有 800m，为深层陆架水入侵的范围。

陆丰海洋工程基地水工工程（工可阶段）水深地形图

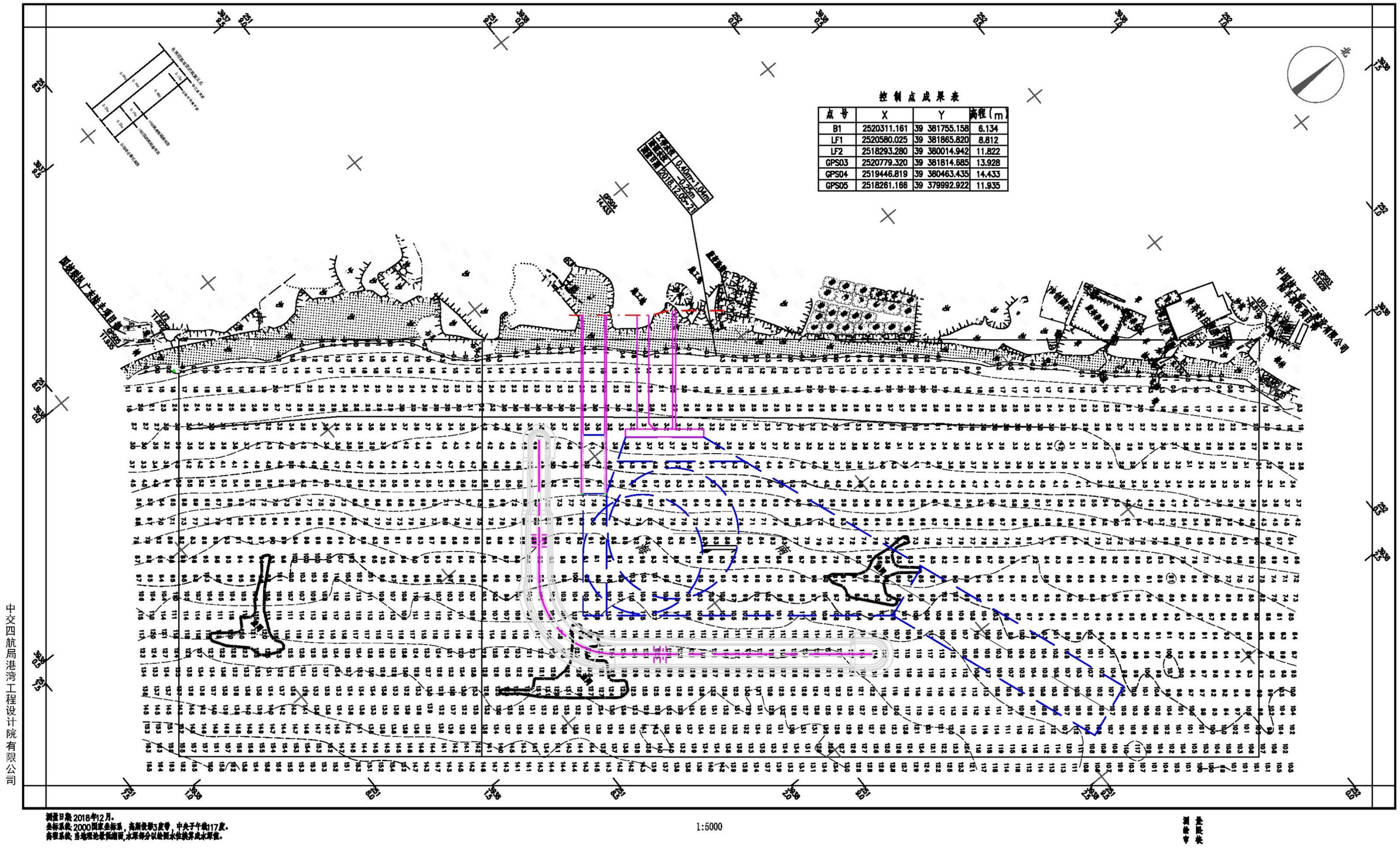


图 5.2.1-1　工程附近海域水深地形图

5.2.2地形地貌冲淤分析

工程附近海域总体呈淤积趋势。8 年来海域总体冲淤幅度在 2m 以内，水下地形基本处于平衡状态。在工程位置附近每 500m 剖切一横断面，断面位置见图 5.2.2-1。由断面变化图可知，工程海域断面地形有冲有淤，总体变化较小。DM1 断面最大淤厚 0.5m，最大冲深 0.9m；DM2 断面最大淤厚 1.7m，最大冲深 2.7m；DM3 断面最大淤厚 0.9m，最大冲深 1.1m；DM4 断面最大淤厚 1.0m，最大冲深 0.7m；DM5 断面最大淤厚 0.7m，最大冲深 0.6m；DM6 断面最大淤厚 1.6m，最大冲深 0.4m，断面变化结果与冲淤变化结果一致。根据地形演变成果可以推测，工程海域泥沙运动以横向运动为主，表现为海滩本身泥沙的横向搬运，海滩剖面陡，形成滩肩地貌。

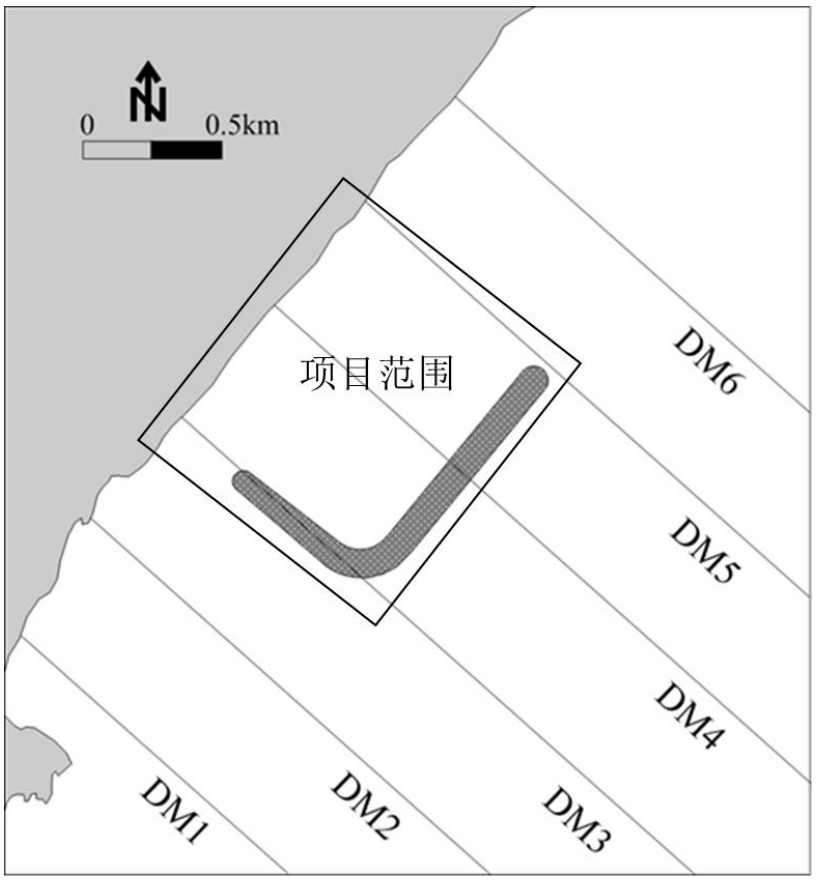


图 5.2.2-1　工程附近海域断面布置图

5.3海水水质现状调查与评价

本报告书引用自然资源部第三海洋研究所 2017 年 4 月（春季）在本项目附近海域进行的海洋环境现状调查资料，并采用海南安纳检测技术有限公司于 2019 年 11 月（秋季）针对本项目所在海域开展的海洋环境现状调查资料。

自然资源部第三海洋研究所于 2017 年 4 月 17 日～4 月 19 日在本项目附近海域进行春季海水水质、海洋生物生态、渔业资源、海洋生物质量等的监测。

海南安纳检测技术有限公司于 2019 年 11 月 30 日~12 月 1 日在本项目所在海域进行秋季海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态、渔业资源、海洋生物质量等的监测。

5.3.12017 年 4 月调查概况

5.3.1.1 调查站位和调查范围

报告选用了自然资源部第三海洋研究所于 2017 年 4 月 17 日~4 月 19 日在项目附近海域海水水质调查的 20 个站位，海水水质调查站位相关信息见表 5.3.1-1 和图 5.3.1-1。

表 5.3.1-1　2017 年 4 月水质调查站位表

站位	经纬度		站位	经纬度	
	东经	北纬		东经	北纬
L1	115.957667	22.777	L17	115.7095	22.817883
L2	115.9982	22.6913	L18	115.662783	22.743433
L5	115.886733	22.7658	L31	115.802917	22.711069
L6	115.9125	22.6603	L32	115.780197	22.678019
L8	115.857233	22.731169	L38	115.888119	22.692481
L9	115.817517	22.733217	L39	115.819958	22.689381
L10	115.818983	22.636867	L40	115.771933	22.737406
L13	115.772267	22.781383	L41	115.722361	22.742053
L14	115.7391	22.6903	L42	115.916006	22.740503
L16	115.785803	22.756067	L43	115.960931	22.712619

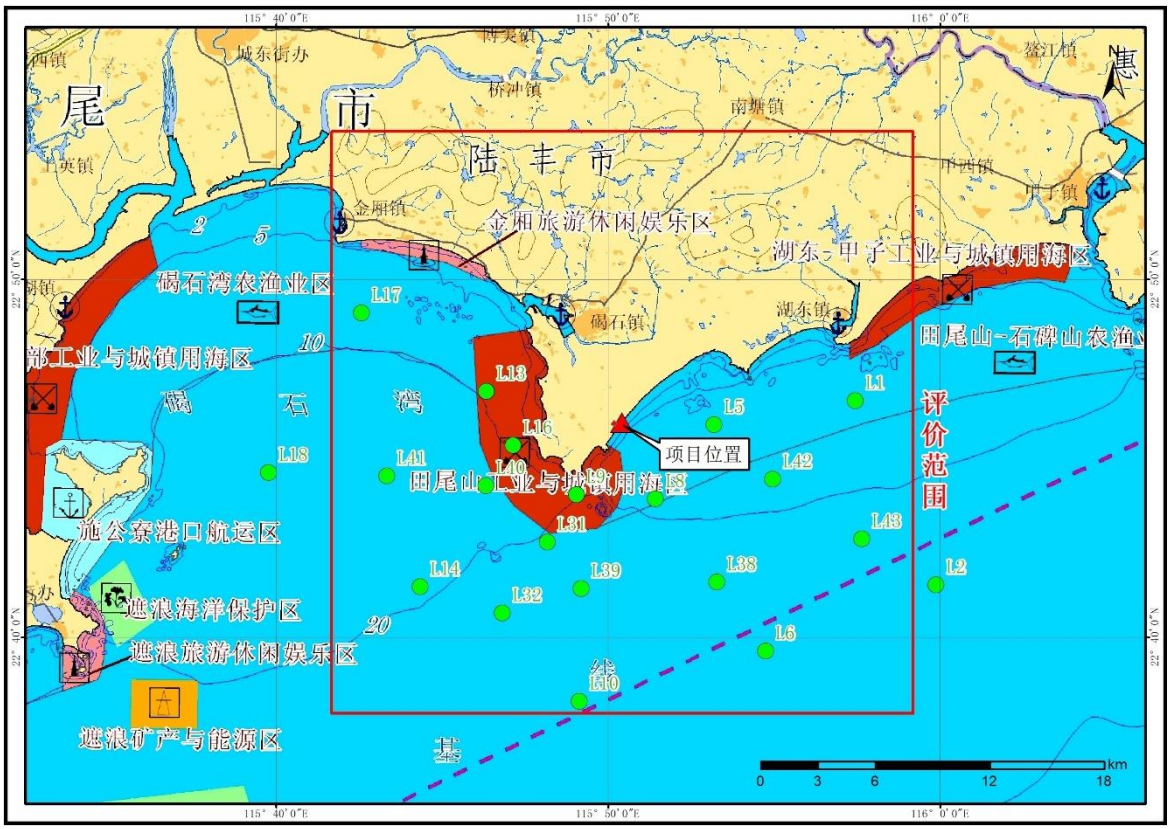


图 5.3.1-1　2017 年 4 月水质调查站位图

5.3.1.2 调查项目及采样分析方法

水质调查监测项目包括悬浮物、pH、DO、COD、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、活性磷酸盐、硫酸盐（以 SO_4^{2-}计）和重金属元素。

样品采集严格按《海洋调查规范》GB/T 12763.4-2007，第 4.4 节样品采集与贮存以及《海洋监测规范》（GB 17378.3-2007）中第一部分样品采集、贮存与运输规定执行。用有机玻璃采水器，采样层次要求如下：

水文项目：各项目样品采集、保存和分析方法分别按《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中规定的有关方法进行。其中水温、盐度项目，＜10m，采集表层；≥10m，＜15m，采集表、底层；≥15m，采集表、10m、底层。

常规水环境化学项目：各项目样品采集、保存和分析方法分别按《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中规定的有关方法进行。各项目，＜10m，采集表层；≥10m，＜15m，采集表、底层；≥15m，采集表、10m、底层。

污染要素及重金属项目：各项目样品采集、保存和分析方法分别按《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中规定的有关方法进

行。石油类只采集表层，其余各项目，＜10m，采集表层；≥10m，＜15m，采集表、底层；≥15m，采集表、10m、底层。

5.3.1.3 水质分析方法

海水水质分析方法主要依据《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763.2-2007）等相关规定的有关方法进行，详见表 5.3.1-2。

表 5.3.1-2　浅海水环境质量调查、分析方法及执行标准

序号	项目	分析方法	执行标准	检出限
1	水温	CTD	《海洋监测规范》GB17378.4-2007	0.02℃
2	盐度	盐度计法		
3	水色	比色法		/
4	透明度	透明圆盘法		/
5	碱度	pH 法		/
6	pH	pH 计法		/
7	浊度	分光光度法		/
8	活性磷酸盐	抗坏血酸还原磷钼蓝法/流动分析法	《海洋调查规范》GB/T12763.2-2007/《海洋监测技术规程》HY/T147.1-2013	0.02μmol/L
9	活性硅酸盐	抗坏血酸还原硅钼蓝法/流动分析法		/
10	亚硝酸盐	重氮-偶氮法/流动分析法		0.05μmol/L
11	硝酸盐	锌镉还原法/流动分析法		0.02μmol/L
12	氨盐	次溴酸钠氧化法/流动分析法		0.03μmol/L
13	溶解氧	碘量滴定法	《海洋监测规范》GB17378.4-2007	0.042mg/L
14	化学需氧量	碱性高锰酸钾法		0.15mg/L
15	悬浮物	重量法		0.8mg/L
16	BOD_5	五日培养法		/
17	石油类	荧光分光光度法	《海洋监测规范》GB17378.4-2007	3.5μg/L
18	铜	无火焰原子吸收分光光度法		仪器检出限 0.2μg/L
19	铅	无火焰原子吸收分光光度法		仪器检出限 0.03μg/L
20	锌	火焰原子吸收分光光度法		仪器检出限 3.1μg/L
21	镉	无火焰原子吸收分光光度法		仪器检出限 0.01μg/L
22	铬	无火焰原子吸收分光光度法		仪器检出限 0.4μg/L
23	总汞	原子荧光法		0.007μg/L
24	砷	原子荧光法		0.5μg/L
25	锰	海水中锰的无火焰原子吸收分光光度法	《海水中锰的无火焰原子吸收分光光度法》QHYSSC－02－01－2012	仪器检出限 0.079μg/L
26	硼	姜黄素光度法（瑰花菁法）	《水和废水监测分析方法》（第四版）	仪器检出限 0.02mg/L
27	银	无火焰原子吸收分光光度法	《海水中银的无火焰原子吸收分光光度法》QHYSSC－02－03－	仪器检出限 0.0094μg/L

序号	项目	分析方法	执行标准	检出限
			2012	
28	水深	钢丝绳测深法	《海洋调查规范》GB/T12763.2-2007	0.1m
32	硫酸盐	离子色谱法	《水和废水监测分析方法》	-

5.3.1.4 评价因子、评价标准和方法

（1）评价因子

评价因子包括 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、汞、砷、铜、铅、锌、镉，总铬共 13 项。

（2）评价标准和方法

根据国家《海水水质标准》（GB3097-1997），采取单因子指数进行评价。

表 5.3.1-3　海水水质标准 单位：mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
水温（℃）	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其它季节不超过 2℃		人为造成的温升不超过当时当地 4℃	
pH	7.8~8.5 同时不超过该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8 同时不超过该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量≤（COD）	2	3	4	5
无机氮≤（以 N 计）	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030		0.045
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.010	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
砷≤	0.020	0.030	0.050	
铜≤	0.005	0.010	0.050	
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
石油类≤	0.05		0.30	0.50

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，L1、L5、L8 位于田尾山-石碑山农渔业区，执行二类海水水质标准；L2、L6、L10、L14、L18、L31、L32、L38-L43 位于珠海-潮州近海农渔业区，执行一类海水水质标准；L9、L13、L16 位于田尾山工业与城镇用海区，执行三类海水水质标准；L17 位于碣石湾农渔业区，执行二类海水水质标准。

参考《广东省近岸海域环境功能区划》及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》，L1 位于湖东养殖区、渔业区，执行二类海水水质标准，L9、L14、L16 位于碣石浅澳工业功能区，执行三类海水水质标准，L13、L17 位于金厢盐业、养殖、旅游区，执行二类海水水质标准。其他站位不位于近岸海域环境功能区划范围内。

综合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《广东省近岸海域环境功能区划》，调查站位从严执行所在海水水质标准，L2、L6、L10、L14、L18、L31、L32、L38-L43 站位执行一类海水水质标准；L1、L5、L8、L13、L17 站位执行二类海水水质标准；L9、L16 执行三类海水水质标准。

各站位执行水质标准详见表 5.3.1-4。

表 5.3.1-4　监测站位执行标准表

站位	执行标准
L2、L6、L10、L14、L18、L31、L32、L38-L43	执行海水水质一类标准
L1、L5、L8、L13、L17	执行海水水质二类标准
L9、L16	执行海水水质三类标准

①单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{s,i}$$

式中：Si，j — i 污染物在 j 点的污染指数；

Ci，j — i 污染物在 j 点的实测浓度，mg/L；

Cs，j — i 污染物的评价标准，mg/L。

②溶解氧的标准指数为：

$$Q_{DO}=DOs/DO_j \qquad DO_j \leqslant DO_f$$

$$Q_{DO}=|DO_f-DO_j|/(DO_f-DOs) \qquad DO_j > DO_f$$

式中：

DO_f 为某水温条件下的饱和溶解氧浓度（mg/L），对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域，DO_f=（491-2.65S）/（33.5+T）；

DO_j 为溶解氧实测值（mg/L）；

DO_s 为溶解氧评价标准限值（mg/L）。

③pH 的标准指数为：

$$SpH = \frac{|pH - pHsm|}{DS}$$

其中：$pHsm=\frac{pHsu+pHsd}{2}$，$DS=\frac{pHsu-pHsd}{2}$

式中：SpH—评价因子的质量指数；

pH—测站评价因子的实测值；

pHsu—pH 评价标准的上限值；

pHsd—pH 评价标准的下限值；

水质参数的标准指数＞1，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

5.3.1.5 评价结果

评价结果表明，调查海区海水环境质量一般，主要表现为活性磷酸盐超标较严重；溶解氧、总无机氮、pH、COD、铜、铅、锌、镉、铬、砷、石油类均符合所在功能区划的海水水质执行标准。

本次调查，执行一类海水水质标准的站位中，多数站位活性磷酸盐超标，超标率为 76%，L41 站位汞超标，汞超标率为 4%，其他监测因子符合一类海水水质标准，超标因子均符合二类海水水质标准。执行二类海水水质标准的站位中，所有监测因子均符合二类海水水质标准。执行三类海水水质标准的站位中，L9 站位底层水质活性磷酸盐超标，活性磷酸盐超标率为 20%，满足四类海水水质标准，其他监测因子均符合三类海水水质标准。

总体上看，活性磷酸盐超标率为 48.78%，与项目周边高位养殖区水体污染有关；汞超标率为 2.44%，仅为 L41 站位汞超标，与周边其他站位的调查结果存在一定差异，认为汞为异常超标。

表 5.3.1-5　2017 年 4 月海水水质评价结果（采用一类海水水质标准）

站号	层次	DO	pH	COD	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类
L2	表	0.36	0.03	0.29	0.06	**1.61**	0.25	0.22	0.03	0	0.02	0.38	0.06	0.31
L2	中	0.5	0.11	0.6	0.04	0.95	0.27	0.25	0.03	0	0.01	0.54	0.07	-
L2	底	0.47	0.14	0.31	0.05	**1.78**	0.23	0.21	0.03	0	0.01	0.64	0.07	-
L6	表	0.42	0.09	0.35	0.04	**1.68**	0.06	0.37	0.05	0	0	0.46	0.05	0.29
L6	底	0.59	0.06	0.39	0.01	**1.78**	0.03	0.3	0.03	0	0.01	0.62	0.06	-
L10	表	0.25	0.23	0.41	0.01	**1.7**	0.02	0.32	0.04	0	0	0.42	0.05	0.41
L10	底	0.37	0.17	0.42	0.02	**1.81**	0.01	0.33	0.04	0	0.01	0.5	0.05	-
L14	表	0.38	0.2	0.27	0.01	**1.68**	0.24	0.24	0.05	0	0.01	0.36	0.05	0.31
L14	底	0.58	0.11	0.24	0.02	0.47	0.19	0.2	0.03	0	0.01	0.38	0.06	-
L18	表	0.25	0.14	0.31	0.03	0.34	0.21	0.19	0.03	0	0.01	0.54	0.05	0.29
L18	底	0.43	0.23	0.32	0.02	0.47	0.89	0.87	0.21	0	0.02	0.92	0.07	-
L31	表	0.48	0.2	0.47	0.04	**1.7**	0.22	0.41	0.05	0	0.04	0.4	0.08	0.34

站号	层次	DO	pH	COD	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类
L31	中	0.4	0.14	0.51	0.11	**1.83**	0.23	0.53	0.2	0	0.03	0.38	0.08	-
L31	底	0.57	0.2	0.41	0.21	**1.87**	0.23	0.51	0.07	0	0.03	0.44	0.08	-
L32	表	0.3	0.09	0.45	0	0.3	0.02	0.29	0.02	0	0	0.44	0.05	0.24
L38	表	0.47	0.06	0.41	0.05	**1.66**	0.23	0.29	0.03	0	0.01	0.46	0.06	0.31
L39	表	0.47	0.03	0.4	0.3	0.81	0.49	0.96	0.34	0	0.05	0.38	0.06	0.3
L40	表	0.41	0.14	0.35	0.12	**1.68**	0.24	0.5	0.07	0	0.08	0.4	0.08	0.43
L40	底	0.55	0.2	0.46	0.09	**1.87**	0.2	0.65	0.1	0	0.07	0.44	0.08	-
L41	表	0.31	0.06	0.38	0.04	**1.46**	0.02	0.36	0.04	0	0	**1.02**	0.04	0.26
L42	表	0.73	0.17	0.28	0.45	**1.68**	0.34	0.44	0.04	0	0.03	0.36	0.07	0.32
L42	中	0.4	0.14	0.17	0.13	**1.78**	0.3	0.43	0.07	0	0.02	0.46	0.07	-
L42	底	0.48	0.06	0.29	0.04	**1.7**	0.3	0.44	0.04	0	0.02	0.68	0.07	-
L43	表	0.24	0.09	0.39	0.03	**1.68**	0.22	0.19	0.02	0	0.01	0.4	0.07	0.34
L43	底	0.59	0.14	0.3	0.05	**1.2**	0.27	0.23	0.04	0	0.01	0.52	0.07	-
超标率		0%	0%	0%	0%	**76%**	0%	0%	0%	0%	0%	**4%**	0%	0%

表 5.3.1-6　2017 年 4 月水质评价结果（采用二类海水水质标准）

站号	层次	DO	pH	COD	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类
L1	表	0.44	0.57	0.13	0.11	0.89	0.15	0.10	0.02	0.00	0.01	0.10	0.05	0.50
L1	中	0.37	0.03	0.18	0.03	0.89	0.14	0.09	0.02	0.00	0.01	0.14	0.05	-
L1	底	0.6	0.09	0.32	0.03	0.89	0.14	0.13	0.10	0.00	0.02	0.11	0.05	-
L5	表	0.4	0.06	0.12	0.23	0.83	0.16	0.08	0.02	0.00	0.01	0.19	0.05	0.31
L5	中	0.47	0.09	0.15	0.09	0.90	0.16	0.08	0.02	0.00	0.01	0.13	0.05	-
L5	底	0.54	0.03	0.11	0.14	0.90	0.16	0.12	0.02	0.00	0.01	0.10	0.05	-
L8	表	0.41	0.06	0.44	0.09	0.84	0.16	0.08	0.03	0.00	0.01	0.10	0.05	0.32
L8	中	0.52	0.06	0.45	0.04	0.89	0.18	0.17	0.04	0.00	0.02	0.10	0.05	-
L8	底	0.48	0	0.34	0.05	0.95	0.15	0.08	0.02	0.00	0.02	0.11	0.07	-
L13	表	0.30	0.06	0.37	0.09	0.90	0.20	0.19	0.06	0.01	0.04	0.09	0.05	0.46
L17	表	0.34	0.06	0.33	0.04	0.83	0.20	0.10	0.06	0.00	0.01	0.11	0.03	0.3
超标率		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

表 5.3.1-7　2017 年 4 月水质评价结果（采用三类海水水质标准）

站号	层次	DO	pH	COD	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类
L9	表	0.18	0.03	0.25	0.04	0.87	0.03	0.04	0.02	0.00	0.01	0.14	0.03	0.06
L9	中	0.4	0.03	0.31	0.07	0.84	0.03	0.06	0.03	0.00	0.01	0.16	0.03	-
L9	底	0.64	0.11	0.35	0.05	**1.01**	0.03	0.03	0.02	0.00	0.01	0.22	0.03	-
L16	表	0.39	0.11	0.24	0.08	0.83	0.02	0.05	0.02	0.00	0.04	0.09	0.03	0.06
L16	中	0.74	0.14	0.21	0.12	0.96	0.02	0.07	0.02	0.00	0.04	0.12	0.03	-
超标率		0%	0%	0%	0%	**20%**	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

表 5.3.1-8　2017 年 4 月水质评价因子超标统计表

水质标准	调查站位	层次	活性磷酸盐				汞		
			一类	二类	三类	四类	一类	二类	三类
一类海水水质标准	L2	表	**1.61**	0.81	-	-	0.38	-	-
		中	0.95	-	-	-	0.54	-	-
		底	**1.78**	0.89	-	-	0.64	-	-
	L6	表	**1.68**	0.84	-	-	0.46	-	-
		底	**1.78**	0.89	-	-	0.62	-	-
	L10	表	**1.7**	0.85	-	-	0.42	-	-

		底	**1.81**	0.9	-	-	0.5	-	-
	L14	表	**1.68**	0.84	-	-	0.36	-	-
		底	0.47	-	-	-	0.38	-	-
	L31	表	**1.7**	0.85	-	-	0.4	-	-
		中	**1.83**	0.92	-	-	0.38	-	-
		底	**1.87**	0.93	-	-	0.44	-	-
	L38	表	**1.66**	0.83	-	-	0.46	-	-
	L40	表	**1.68**	0.84	-	-	0.4	-	-
		底	**1.87**	0.93	-	-	0.44	-	-
	L41	表	**1.46**	0.73	-	-	**1.02**	0.26	-
	L42	表	**1.68**	0.84	-	-	0.36	-	-
		中	**1.78**	0.89	-	-	0.46	-	-
		底	**1.7**	0.85	-	-	0.68	-	-
	L43	表	**1.68**	0.84	-	-	0.4	-	-
		底	**1.2**	0.6	-	-	0.52	-	-
三类海水水质标准	L9	表			0.87	-	-	-	0.14
		中			0.84	-	-	-	0.16
		底			**1.01**	0.67	-	-	0.22

5.3.22019 年 11 月调查概况

5.3.2.1 调查站位和调查范围

在评价范围内布设了 20 个水质调查站位、12 个生态资源调查站位（含生物质量）、10 个沉积物调查站位及 3 个潮间带站位，其中，生态资源调查包括叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳动物和鱼卵仔鱼。调查站位信息见下表和图。

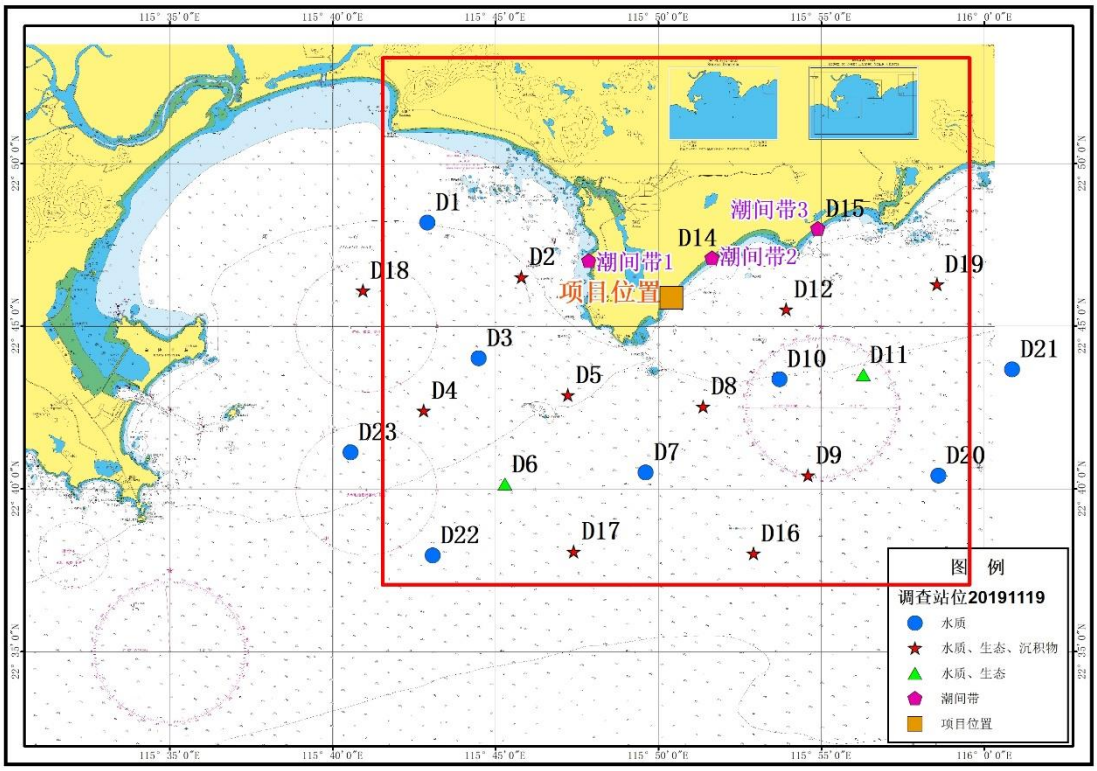


图 5.3.2-1 2019 年秋季调查站位图

表 5.3.2-1　2019 年秋季调查站位及内容

站位	经度	纬度	调查内容
D1	115° 42' 54.771" E	22° 48' 11.192" N	水质
D2	115° 45' 48.651" E	22° 46' 31.373" N	水质、生态、沉积物
D3	115° 44' 29.761" E	22° 44' 1.643" N	水质
D4	115° 42' 48.332" E	22° 42' 25.044" N	水质、生态、沉积物
D5	115° 47' 13.980" E	22° 42' 54.024" N	水质、生态、沉积物
D6	115° 45' 18.061" E	22° 40' 9.805" N	水质、生态
D7	115° 49' 37.270" E	22° 40' 30.734" N	水质
D8	115° 51' 23.529" E	22° 42' 33.094" N	水质、生态、沉积物
D9	115° 54' 36.728" E	22° 40' 25.904" N	水质、生态、沉积物
D10	115° 53' 43.598" E	22° 43' 23.004" N	水质
D11	115° 56' 18.158" E	22° 43' 31.054" N	水质、生态
D12	115° 53' 56.478" E	22° 45' 31.803" N	水质、生态、沉积物
D13	115° 47' 52.205" E	22° 47' 1.332" N	潮间带
D14	115° 51' 39.675" E	22° 47' 6.882" N	潮间带
D15	115° 54' 54.711" E	22° 48' 1.193" N	潮间带
D16	115° 52' 55.777" E	22° 38' 1.964" N	水质、生态、沉积物
D17	115° 47' 24.649" E	22° 38' 5.792" N	水质、生态、沉积物
D18	115° 40' 56.101" E	22° 46' 6.215" N	水质、生态、沉积物
D19	115° 58' 34.561" E	22° 46' 17.699" N	水质、生态、沉积物
D20	115° 58' 36.475" E	22° 40' 25.517" N	水质
D21	116° 0' 52.371" E	22° 43' 40.748" N	水质
D22	115° 43' 4.341" E	22° 37' 58.136" N	水质
D23	115° 40' 33.132" E	22° 41' 7.626" N	水质

样品采集严格按《海洋调查规范》GB/T 12763.4-2007，第 4.4 节样品采集与贮存

以及《海洋监测规范》（GB 17378.3-2007）中第一部分样品采集、贮存与运输规定执行。

5.3.2.2 调查项目及分析方法

表 5.3.2-2　监测项目

调查内容	监 测 项 目
水质	pH 值、水温、透明度、盐度、溶解氧、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、悬浮物、石油类、镉、铜、铅、锌、汞、砷、总铬

表 5.3.2-3　分析方法

分析项目	检测方法	仪器型号名称及编号	标准物质	检出限
pH 值	pH 计法 GB 17378.4-2007(26)	PHSJ-5 酸度计	水质 pH GSBZ 50017-90	--
水温	表层水温表法 GB 17378.4-2007(25.1)	--	--	--
透明度	透明圆盘法 GB 17378.4-2007(22)	--	--	--
盐度	盐度计法 GB 17378.4-2007(29.1)	HWYDA-1 盐度计 AY/115	--	--
溶解氧	碘量法 GB 17378.4-2007(31)	--	--	--
化学需氧量	碱性高锰酸钾法 GB 17378.4-2007(32)	--	--	--
硝酸盐	镉柱还原法 GB 17378.4-2007(38.1)	紫外可见光分光光度计 UV-1801	--	--
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法 GB 17378.4-2007(37)	紫外可见光分光光度计 UV-1801	--	--
氨氮	靛酚蓝分光光度法 GB 17378.4-2007(36.1)	紫外可见光分光光度计 UV-1801	--	--
活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法 GB 17378.4-2007(39.1)	紫外可见光分光光度计 UV-1801	--	--
悬浮物	重量法 GB 17378.4-2007(27)	BT125D 电子天平	--	--
石油类	紫外分光光度法 GB 17378.4-2007(13.2)	紫外可见光分光光度计 UV-1801	--	3.5μg/L
镉	无火焰原子吸收分光光度法 GB 17378.4-2007(8.1)	TAS-990 原子吸收分光光度计 AY/012	海水中铜、铅、锌、镉标准溶液 GBW(E)080040	0.01μg/L

铜	无火焰原子吸收分光光度法 GB 17378.4-2007(6.1)	TAS-990 原子吸收分光光度计 AY/012	海水中铜、铅、锌、镉标准溶液 GBW(E)080040	0.2μg/L
铅	无火焰原子吸收分光光度法 GB 17378.4-2007(7.1)	TAS-990 原子吸收分光光度计 AY/012	海水中铜、铅、锌、镉标准溶液 GBW(E)080040	0.03μg/L
锌	火焰原子吸收分光光度法 GB 17378.4-2007(9.1)	TAS-990 原子吸收分光光度计 AY/012	海水中铜、铅、锌、镉标准溶液 GBW(E)080040	3.1μg/L
汞	原子荧光法 GB 17378.4-2007(5.1)	AFS-8220 原子荧光光度计 AY/011	水质 汞 GSB07-3173-2014 汞溶液 GBW08617	0.007μg/L
砷	原子荧光法 GB 17378.4-2007(11.1)	AFS-8220 原子荧光光度计 AY/011	海水中砷成分分析标准物质 GBW(E)080230 砷溶液 GBW(E)080117	0.5μg/L
总铬	无火焰原子吸收分光光度法 GB 17378.4-2007(10.1)	TAS-990 原子吸收分光光度计 AY/012	水质 铜铅，锌，铬，镉和镍混合溶液 GBW(E)080040	0.4μg/L

5.3.2.3 评价因子、评价标准和方法

（1）评价因子

评价因子包括 pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、镉、铜、铅、锌、汞、砷、总铬共 13 项。

（2）评价标准和方法

根据国家《海水水质标准》(GB3097-1997)，采取单因子指数进行评价。

表 5.3.2-4　海水水质标准 单位：mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
水温（℃）	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其它季节不超过 2℃		人为造成的温升不超过当时当地 4℃	
pH	7.8~8.5 同时不超过该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8 同时不超过该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
溶解氧>	6	5	4	3
BOD_5	1	3	4	5
化学需氧量≤（COD）	2	3	4	5

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
无机氮≤（以 N 计）	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030		0.045
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.010	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
砷≤	0.020	0.030	0.050	
铜≤	0.005	0.010	0.050	
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
石油类≤	0.05		0.30	0.50
氰化物≤	0.005		0.10	0.20

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，D1 位于碣石湾农渔业区，执行二类海水水质标准；D12、D19 位于田尾山-石碑山农渔业区，执行二类海水水质标准；D2-D11、D16-D18、D20-D23 位于珠海-潮州近海农渔业区，执行一类海水水质标准。

参考《广东省近岸海域环境功能区划》及《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》，D19 位于湖东养殖区、渔业区，执行二类海水水质标准，D1、D2 位于金厢盐业、养殖、旅游区，执行二类海水水质标准。其他站位不位于近岸海域环境功能区划范围内。

综合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《广东省近岸海域环境功能区划》，调查站位从严执行所在海水水质标准，D2-D11、D16-D18、D20-D23 站位执行一类海水水质标准；D1、D12、D19 站位执行二类海水水质标准。

各站位执行水质标准详见表 5.3.2-5。

表 5.3.2-5　监测站位执行标准表

站位	执行标准
D2-D11、D16-D18、D20-D23	执行海水水质一类标准
D1、D12、D19	执行海水水质二类标准

5.3.2.4 评价结果

评价结果表明，调查期间各站位海水石油类、锌、镉、铜、pH、溶解氧、总铬、化学需氧量、铅、砷和汞等测项均符合所在功能区划海水水质标准，无机氮和活性磷酸盐有不同程度的超标。

本次调查，执行一类海水水质标准的站位中，部分站位无机氮和活性磷酸盐超标，无机氮超标率为 12.12%，活性磷酸盐超标率为 96.97%，其他监测因子符合一类

海水水质标准。超标的因子中，D6 站位活性磷酸盐超过三类海水水质标准，满足四类海水水质标准，其他超标站位无机氮和活性磷酸盐均满足二类海水水质标准。执行二类海水水质标准的站位中，所有监测因子均符合二类海水水质标准。

总体上看，无机氮超标率为 10.53%，活性磷酸盐超标率为 84.21%，其他监测因子均符合所在功能区划执行标准。本次调查无机氮和活性磷酸盐的超标主要为项目周边高位养殖区造成水体污染。

表 5.3.2-6　2019 年 11 月海水水质调查结果

站号	采样	水温(℃)	盐度	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	PO_4-P (mg/L)	石油类 (mg/L)	SS (mg/L)	Cu (μg/L)	Pb (μg/L)	Zn (μg/L)	Cd (μg/L)	As (μg/L)	Hg (μg/L)	Cr (μg/L)
D1	表层	16.2	32.905	8.17	6.82	0.8	0.059	0.006	0.019	0.023	ND	8.0	0.53	0.26	9.71	0.04	0.93	0.027	未检出
D2	表层	15.9	32.558	8.22	6.92	0.9	0.175	0.004	0.016	0.023	0.0334	8.8	0.39	0.15	7.81	0.09	0.93	0.033	未检出
D3	表层	15.9	32.333	8.21	6.71	0.9	0.112	0.006	0.016	0.021	0.0143	9.6	0.32	0.05	11.86	0.06	0.87	0.023	未检出
	底层	15.7	32.345	8.18	6.64	1.0	0.124	0.006	0.016	0.021	0.0112	9.8	0.53	未检出	8.05	0.02	0.90	0.008	0.88
D4	表层	16.9	32.602	8.20	6.76	0.8	0.118	0.006	0.011	0.022	ND	11.7	2.21	0.26	15.67	0.06	0.84	0.028	0.63
	底层	16.0	32.570	8.19	6.5	0.9	0.144	0.004	0.057	0.029	--	14.1	4.31	0.40	11.86	0.26	0.93	0.016	未检出
D5	表层	15.6	32.277	8.17	6.4	0.8	0.188	0.004	0.012	0.017	ND	8.1	1.65	未检出	7.57	0.07	0.93	0.043	0.66
	底层	15.9	32.353	8.17	6.21	0.7	0.223	0.004	0.009	0.024	--	6.6	0.32	未检出	8.52	0.20	1.09	0.012	未检出
D6	表层	15.6	32.319	8.22	6.17	0.7	0.188	0.004	0.006	0.022	0.0112	7.9	0.25	未检出	6.62	0.14	1.01	0.036	未检出
	底层	15.8	32.294	8.22	6.06	0.8	0.221	0.003	0.009	0.044	--	6.0	0.39	0.89	8.52	0.06	1.12	0.010	未检出
D7	表层	16.4	32.236	8.13	6.36	1.0	0.075	0.005	0.015	0.027	0.0076	9.8	0.53	0.12	5.19	0.04	1.01	0.030	0.56
	底层	16.5	32.224	8.16	6.23	0.8	0.067	0.006	0.004	0.024	--	8.5	1.93	0.12	5.19	0.06	1.11	0.019	0.83
D8	表层	17.2	32.184	8.14	6.38	0.8	0.086	0.006	0.004	0.024	0.0090	9.5	1.23	0.05	3.76	0.06	1.04	0.031	0.93
	底层	17.5	32.219	8.13	6.25	0.7	0.143	0.005	0.003	0.023	--	9.8	1.44	0.40	5.19	0.14	0.91	0.035	0.63
D9	表层	15.1	32.306	8.19	6.28	0.9	0.087	0.002	0.012	0.018	ND	8.4	1.09	0.96	未检出	0.04	0.93	0.038	0.83
	底层	15.7	32.323	8.18	6.1	0.9	0.029	0.002	0.006	0.020	--	9.0	1.58	0.47	6.62	未检出	0.99	0.016	0.49

站号	采样	水温(℃)	盐度	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	PO_4-P (mg/L)	石油类 (mg/L)	SS (mg/L)	Cu (μg/L)	Pb (μg/L)	Zn (μg/L)	Cd (μg/L)	As (μg/L)	Hg (μg/L)	Cr (μg/L)
D10	表层	17.6	32.212	8.13	6.21	0.9	0.154	0.006	0.010	0.024	0.0076	13.8	1.44	0.12	3.76	0.03	1.03	0.015	0.63
	底层	17.8	32.181	8.10	6.16	0.6	0.136	0.005	0.004	0.026	--	15.7	2.00	0.12	未检出	0.16	1.02	0.041	0.83
D11	表层	15.4	32.255	8.21	6.62	0.8	0.040	0.003	0.028	0.013	ND	15.7	0.95	0.26	7.10	未检出	1.06	0.020	0.68
	底层	15.8	32.279	8.20	7.00	0.9	0.032	0.003	0.008	0.016	--	11.4	2.70	未检出	4.24	未检出	0.89	0.036	1.07
D12	表层	17.0	32.256	8.12	6.28	0.8	0.073	0.005	0.009	0.026	0.0113	10.6	4.10	0.12	3.52	0.04	1.01	0.022	0.61
	底层	17.3	32.424	8.11	6.13	1.0	0.117	0.007	0.011	0.025	--	13.4	2.91	0.99	5.43	0.06	0.97	0.038	0.78
D16	表层	14.8	32.155	8.18	6.81	0.9	0.090	0.004	0.002	0.022	0.0047	17.5	1.02	0.05	5.67	0.08	0.91	0.020	1.07
	底层	15.2	32.178	8.17	6.70	1.1	0.066	0.002	0.005	0.022	--	14.1	0.46	0.96	4.71	未检出	0.93	0.009	0.68
D17	表层	16.3	32.291	8.20	6.61	0.7	0.050	0.003	0.013	0.019	0.0591	7.6	0.74	0.12	未检出	0.08	0.94	0.044	未检出
	底层	16.5	32.300	8.21	6.53	0.8	0.043	0.002	0.015	0.022	--	9.5	1.65	未检出	4.71	0.05	0.81	0.045	未检出
D18	表层	16.3	33.065	8.11	6.79	0.9	0.043	0.006	0.014	0.015	0.0488	9.8	0.81	0.47	3.29	0.11	0.88	0.019	0.83
	底层	15.8	32.925	8.15	6.67	0.7	0.060	0.008	0.023	0.017	--	9.2	1.58	0.26	4.24	0.37	1.00	0.028	0.59
D19	表层	17.2	32.177	8.12	6.78	1.0	0.097	0.007	0.006	0.025	0.0076	21.2	1.58	0.19	3.76	0.05	0.92	0.016	1.12
	底层	17.4	32.226	8.11	6.15	0.9	0.108	0.007	0.005	0.022	--	17.3	1.02	未检出	未检出	0.35	0.98	0.041	未检出
D20	表层	16.2	32.162	8.13	6.92	0.9	0.077	0.004	0.006	0.025	0.0072	17.4	3.75	未检出	5.19	0.26	1.10	未检出	0.68
	底层	16.5	32.190	8.15	6.8	1.2	0.095	0.003	0.013	0.021	--	20.0	2.84	0.12	未检出	0.22	0.88	未检出	0.59
D21	表层	16.8	32.164	8.15	6.75	1.3	0.112	0.006	0.004	0.026	0.0105	3.0	0.25	0.05	4.71	0.12	0.99	0.037	未检出

站号	采样	水温(℃)	盐度	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	NO_2-N (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	PO_4-P (mg/L)	石油类 (mg/L)	SS (mg/L)	Cu (μg/L)	Pb (μg/L)	Zn (μg/L)	Cd (μg/L)	As (μg/L)	Hg (μg/L)	Cr (μg/L)
	底层	17.0	32.280	8.16	6.67	1.1	0.076	0.006	0.006	0.028	--	5.8	0.81	0.05	7.57	0.03	0.98	0.027	未检出
D22	表层	16.4	32.345	8.18	6.87	0.8	0.143	0.002	0.009	0.025	0.0412	9.2	0.78	未检出	4.48	0.02	0.97	0.035	0.68
	底层	16.7	32.343	8.18	6.72	0.9	0.154	0.003	0.008	0.020	--	9.6	3.92	0.47	4.71	0.04	0.92	0.038	未检出
D23	表层	16.2	32.619	8.16	6.77	0.8	0.138	0.004	0.004	0.024	0.0459	8.4	0.11	0.26	未检出	0.16	0.99	0.010	未检出
	底层	15.7	32.593	8.17	6.59	0.7	0.128	0.007	0.009	0.023	--	9.6	2.14	0.89	未检出	0.75	0.91	0.024	未检出
表层	最大值	17.6	33.065	8.22	6.92	1.3	0.188	0.007	0.028	0.027	0.0591	21.2	4.1	0.96	15.67	0.26	1.10	0.044	1.12
	最小值	14.8	32.155	8.11	6.17	0.7	0.040	0.002	0.002	0.013	未检出	3.0	0.1	未检出	未检出	未检出	0.84	未检出	未检出
	平均值	16.3	32.371	8.17	6.61	0.9	0.105	0.005	0.011	0.022	0.0213	10.8	1.2	0.22	6.45	0.08	0.96	0.028	0.76
底层	最大值	17.8	32.925	8.22	7.00	1.2	0.223	0.008	0.057	0.044	--	20.0	4.3	0.99	11.86	0.75	1.12	0.045	1.07
	最小值	15.2	32.178	8.10	6.06	0.6	0.029	0.002	0.003	0.016	--	5.8	0.3	未检出	未检出	未检出	0.81	未检出	未检出
	平均值	16.4	32.347	8.16	6.45	0.9	0.109	0.005	0.012	0.024	--	11.1	1.8	0.47	6.40	0.18	0.96	0.026	0.74
最大值		17.8	33.065	8.22	7.00	1.3	0.223	0.008	0.057	0.044	0.0591	21.2	4.31	0.99	15.67	0.75	1.12	0.045	1.12
最小值		14.8	32.155	8.10	6.06	0.6	0.029	0.002	0.002	0.013	未检出	3.0	0.11	未检出	未检出	未检出	0.81	未检出	未检出
平均值		16.3	32.360	8.17	6.53	0.9	0.107	0.005	0.011	0.023	0.0207	10.9	1.48	0.33	6.43	0.13	0.96	0.027	0.75
检出率%											75.00%		100.0%	76.32%	98.58%	89.48%	100.00%	94.74%	60.53%

注:ND 表述低于检出限的值。

表 5.3.2-7　2019 年 11 月海水水质评价结果（采用一类海水水质标准）

评价因子 站位	层次	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	总铬	砷	铜	锌	石油类
D2	表	0.81	0.87	0.45	0.98	**1.53**	0.66	0.09	0.15	--	0.05	0.08	0.39	0.67
D3	表	0.81	0.89	0.45	0.67	**1.40**	0.46	0.06	0.05	--	0.04	0.06	0.59	0.29
	底	0.79	0.90	0.50	0.73	**1.40**	0.16	0.02	--	0.02	0.05	0.11	0.40	0.22
D4	表	0.80	0.89	0.40	0.68	**1.47**	0.56	0.06	0.26	0.01	0.04	0.44	0.78	--
	底	0.79	0.92	0.45	**1.03**	**1.93**	0.32	0.26	0.40	--	0.05	0.86	0.59	--
D5	表	0.78	0.94	0.40	**1.02**	**1.13**	0.86	0.07	--	0.01	0.05	0.33	0.38	--
	底	0.78	0.97	0.35	**1.18**	**1.60**	0.24	0.20	--	--	0.05	0.06	0.43	--
D6	表	0.81	0.97	0.35	0.99	**1.47**	0.72	0.14	--	--	0.05	0.05	0.33	0.22
	底	0.81	0.99	0.40	**1.17**	**2.93**	0.20	0.06	0.89	--	0.06	0.08	0.43	--
D7	表	0.75	0.94	0.50	0.48	**1.80**	0.60	0.04	0.12	0.01	0.05	0.11	0.26	0.15
	底	0.77	0.96	0.40	0.39	**1.60**	0.38	0.06	0.12	0.02	0.06	0.39	0.26	--
D8	表	0.76	0.94	0.40	0.48	**1.60**	0.62	0.06	0.05	0.02	0.05	0.25	0.19	0.18
	底	0.75	0.96	0.35	0.76	**1.53**	0.70	0.14	0.40	0.01	0.05	0.29	0.26	--
D9	表	0.79	0.96	0.45	0.51	**1.20**	0.76	0.04	0.96	0.02	0.05	0.22	--	--
	底	0.79	0.98	0.45	0.19	**1.33**	0.32	--	0.47	0.01	0.05	0.32	0.33	--
D10	表	0.75	0.97	0.45	0.85	**1.60**	0.30	0.03	0.12	0.01	0.05	0.29	0.19	0.15
	底	0.73	0.97	0.30	0.73	**1.73**	0.82	0.16	0.12	0.02	0.05	0.40	--	--
D11	表	0.81	0.91	0.40	0.36	0.87	0.40	--	0.26	0.01	0.05	0.19	0.36	--
	底	0.80	0.86	0.45	0.22	**1.07**	0.72	--	--	0.02	0.04	0.54	0.21	--
D16	表	0.79	0.88	0.45	0.48	**1.47**	0.40	0.08	0.05	0.02	0.05	0.20	0.28	0.09
	底	0.78	0.90	0.55	0.37	**1.47**	0.18	--	0.96	0.01	0.05	0.09	0.24	--
D17	表	0.80	0.91	0.35	0.33	**1.27**	0.88	0.08	0.12	--	0.05	0.15	--	1.18
	底	0.81	0.92	0.40	0.30	**1.47**	0.90	0.05	--	--	0.04	0.33	0.24	--
D18	表	0.74	0.88	0.45	0.32	**1.00**	0.38	0.11	0.47	0.02	0.04	0.16	0.16	0.98
	底	0.77	0.90	0.35	0.46	**1.13**	0.56	0.37	0.26	0.01	0.05	0.32	0.21	--
D20	表	0.75	0.87	0.45	0.44	**1.67**	--	0.26	--	0.01	0.06	0.75	0.26	0.14

	底	0.77	0.88	0.60	0.56	**1.40**	--	0.22	0.12	0.01	0.04	0.57	--	--
D21	表	0.77	0.89	0.65	0.61	**1.73**	0.74	0.12	0.05	--	0.05	0.05	0.24	0.21
	底	0.77	0.90	0.55	0.44	**1.87**	0.54	0.03	0.05	--	0.05	0.16	0.38	--
D22	表	0.79	0.87	0.40	0.77	**1.67**	0.70	0.02	--	0.01	0.05	0.16	0.22	0.82
	底	0.79	0.89	0.45	0.83	**1.33**	0.76	0.04	0.47	--	0.05	0.78	0.24	--
D23	表	0.77	0.89	0.40	0.73	**1.60**	0.20	0.16	0.26	--	0.05	0.02	--	0.92
	底	0.78	0.91	0.35	0.72	**1.53**	0.48	0.75	0.89	--	0.05	0.43	--	--
超标率		0%	0%	0%	**12.12%**	**96.97%**	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

“--”表示未检出。

表 5.3.2-8　2019 年 11 月海水水质评价结果（采用二类海水水质标准）

评价因子 / 站位	层次	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	汞	镉	铅	总铬	砷	铜	锌	石油类
D1	表	0.78	0.73	0.27	0.28	0.77	0.14	0.01	0.05	--	0.03	0.05	0.19	--
D12	表	0.75	0.80	0.27	0.29	0.87	0.11	0.01	0.02	0.01	0.03	0.41	0.07	0.23
	底	0.74	0.82	0.33	0.45	0.83	0.19	0.01	0.20	0.01	0.03	0.29	0.11	--
D19	表	0.75	0.74	0.33	0.37	0.83	0.08	0.01	0.04	0.01	0.03	0.16	0.08	0.15
	底	0.74	0.81	0.30	0.40	0.73	0.21	0.07	--	--	0.03	0.10	--	--
超标率		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

“--”表示未检出。

表 5.3.2-9　2019 年 11 月水质评价因子超标统计表

水质标准	调查站位	层次	无机氮		活性磷酸盐			
			一类	二类	一类	二类	三类	四类
一类海水水质标准	D2	表	0.98	-	**1.53**	0.77	-	-
	D3	表	0.67	-	**1.40**	0.70	-	-
		底	0.73	-	**1.40**	0.70	-	-
	D4	表	0.68	-	**1.47**	0.73	-	-
		底	**1.03**	0.68	**1.93**	0.97	-	-
	D5	表	**1.02**	0.68	**1.13**	0.57	-	-
		底	**1.18**	0.79	**1.60**	0.80	-	-
	D6	表	0.99	-	**1.47**	0.73	-	-
		底	**1.17**	0.78	**2.93**	**1.47**	**1.47**	0.97
	D7	表	0.48	-	**1.80**	0.90	-	-
		底	0.39	-	**1.60**	0.80	-	-
	D8	表	0.48	-	**1.60**	0.80	-	-
		底	0.76	-	**1.53**	0.77	-	-
	D9	表	0.51	-	**1.20**	0.60	-	-
		底	0.19	-	**1.33**	0.67	-	-
	D10	表	0.85	-	**1.60**	0.80	-	-
		底	0.73	-	**1.73**	0.87	-	-
	D11	表	0.36	-	0.87	-	-	-
		底	0.22	-	**1.07**	0.53	-	-
	D16	表	0.48	-	**1.47**	0.73	-	-
		底	0.37	-	**1.47**	0.73	-	-
	D17	表	0.33	-	**1.27**	0.63	-	-
		底	0.3	-	**1.47**	0.73	-	-
	D18	表	0.32	-	**1.00**	0.50	-	-
		底	0.46	-	**1.13**	0.57	-	-
	D20	表	0.44	-	**1.67**	0.83	-	-
		底	0.56	-	**1.40**	0.70	-	-
	D21	表	0.61	-	**1.73**	0.87	-	-
		底	0.44	-	**1.87**	0.93	-	-
	D22	表	0.77	-	**1.67**	0.83	-	-
		底	0.83	-	**1.33**	0.67	-	-
	D23	表	0.73	-	**1.6**	0.80	-	-
		底	0.72	-	**1.53**	0.77	-	-

5.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

5.4.1调查站位及时间

本章节采用海南安纳检测技术有限公司于 2019 年 11 月 30 日~12 月 1 日在本项目周边海域进行秋季海洋沉积物的监测。调查站位及相关信息详见 5.3.2 章节。

5.4.2调查项目

沉积物调查项目包括：铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、总汞（Hg）、砷（As）、铬（Cr）、硫化物、有机碳、石油类等 10 项。

5.4.3分析方法

沉积物样品的采取和分析方法按《海洋监测规范》（GB17378－2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763－2007）的要求进行。沉积物项目分析方法见表 5.4.3-1。

表 5.4.3-1　沉积物项目分析方法一览表

序号	监测项目	样品测定方法	检出限（mg/kg）
1	有机碳	重铬酸钾氧化-还原法	--
2	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	0.3mg/kg
3	石油类	紫外分光光度法	3.0mg/kg
4	总汞	原子荧光法	0.002mg/kg
5	砷	原子荧光法	0.06mg/kg
6	铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.5mg/kg
7	铅	无火焰原子吸收分光光度法	1.0mg/kg
8	镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.05mg/kg
9	锌	火焰原子吸收分光光度法	6.0mg/kg
10	铬	无火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg

5.4.4评价因子、标准和方法

（1）评价因子

调查海域沉积物环境质量评价的调查因子包括硫化物、总汞、铜、铅、砷、锌、镉、总铬、石油类和有机碳，共 10 项。

（2）评价方法

沉积物现状评价采用单项指数法进行，其指数计算方法如下：

$$Q_j = \frac{C_j}{C_o}$$

式中：C_j—评价因子实测值

C_o—评价因子的评价标准值

Q_j—j 站评价因子的质量分指数

$Q_j \leqslant 1$　　属清洁

$Q_j > 1$　　属污染

（3）评价标准

根据调查站位所处的海洋功能区划及近岸海域环境功能区划，评价标准执行《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）的第一类沉积物标准。海洋沉积物质量标准见表5.4.4-1。

表 5.4.4-1　海洋沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞(×10^{-6})≤	0.20	0.50	1.00
2	镉(×10^{-6})≤	0.50	1.50	5.00
3	铅(×10^{-6})≤	60.0	130.0	250.0
4	锌(×10^{-6})≤	150.0	350.0	600.0
5	铜(×10^{-6})≤	35.0	100.0	200.0
6	铬(×10^{-6})≤	80.0	150.0	270.0
7	砷(×10^{-6})≤	20.0	65.0	93.0
8	硫化物(×10^{-6})≤	300.0	500.0	600.0
9	石油类(×10^{-6})≤	500.0	1000.0	1500.0
10	有机碳(×10^{-2})≤	2.0	3.0	4.0
注：均以干重计				

5.4.5评价结果

按照海洋沉积物质量标准第一类指标进行评价，沉积物各项指标调查结果如表5.4.5-1 所示，标准指数如表 5.4.5-2 所示。

表 5.4.5-1　沉积物调查结果

站号	硫化物 ($\times10^{-6}$)	石油类 ($\times10^{-6}$)	有机碳 ($\times10^{-2}$)	锌 ($\times10^{-6}$)	铅 ($\times10^{-6}$)	铜 ($\times10^{-6}$)	总汞 ($\times10^{-6}$)	砷 ($\times10^{-6}$)	镉 ($\times10^{-6}$)	铬 ($\times10^{-6)}$
D2	7.6	23.5	0.73	83.93	34.47	12.26	0.069	9.20	0.16	53.68
D4	17.8	47.5	0.88	85.49	33.90	14.82	0.120	8.14	0.20	50.84
D5	19.5	40.3	0.64	88.41	33.91	15.74	0.064	7.42	0.29	63.37
D8	5.1	16.8	0.78	82.77	34.70	15.72	0.070	8.79	0.39	57.92
D9	20.1	12.0	0.62	79.20	33.51	13.62	0.058	8.49	0.20	45.35
D12	1.4	未检出	0.10	21.06	20.21	1.81	0.054	6.34	0.14	34.81
D16	10.1	24.2	0.48	73.15	26.48	11.86	0.084	7.33	0.13	42.67
D17	4.3	10.2	1.02	75.15	30.29	13.17	0.059	8.18	0.47	49.82
D18	25.2	34.7	0.64	77.53	36.67	21.17	0.112	8.52	0.18	63.59
D19	44.3	18.7	0.54	71.67	32.04	11.85	0.068	8.11	0.37	41.85
最小值	1.4	10.2	0.10	21.06	20.21	1.81	0.054	6.34	0.13	34.81
最大值	44.3	47.5	1.02	88.41	36.67	21.17	0.120	9.20	0.47	63.59
平均值	15.5	25.3	0.64	73.84	31.62	13.20	0.076	8.05	0.25	50.39

从表 5.4.5-1 可以看出，沉积物中石油类的含量变化范围为未检出~47.5($\times10^{-6}$)之间，平均值为 25.3($\times10^{-6}$)；沉积物中有机碳的含量变化范围为 0.10~1.02($\times10^{-6}$)之间，平均值为 0.64($\times10^{-6}$)；沉积物中硫化物的含量变化范围为 1.4~44.3（$\times10^{-6}$）之间，平均值为 15.5（$\times10^{-6}$）；沉积物中铅的含量变化范围为 20.21~36.67($\times10^{-6}$)之间，平均值为 31.62($\times10^{-6}$)；沉积物中铜的含量变化范围为 1.81~21.17($\times10^{-6}$)之间，平均值为 13.20($\times10^{-6}$)；沉积物中汞的含量变化范围为 0.054~0.120($\times10^{-6}$)之间，平均值为 0.076($\times10^{-6}$)；沉积物中砷的含量变化范围为 6.34~9.20($\times10^{-6}$)之间，平均值为 8.05($\times10^{-6}$)；沉积物中镉的含量变化范围为 0.13~0.47($\times10^{-6}$)之间，平均值为 0.25($\times10^{-6}$)；沉积物中铬的含量变化范围为 34.81~63.39($\times10^{-6}$)之间，平均值为 50.39($\times10^{-6}$)。

表 5.4.5-2　沉积物各指标质量指数（第一类）

站号	硫化物	石油类	有机碳	Zn	Pb	Cu	Hg	As	Cd	Cr
D2	0.03	0.05	0.37	0.56	0.57	0.35	0.35	0.46	0.32	0.67
D4	0.06	0.10	0.44	0.57	0.57	0.42	0.60	0.41	0.40	0.64
D5	0.07	0.08	0.32	0.59	0.57	0.45	0.32	0.37	0.58	0.79
D8	0.02	0.03	0.39	0.55	0.58	0.45	0.35	0.44	0.78	0.72
D9	0.07	0.02	0.31	0.53	0.56	0.39	0.29	0.42	0.40	0.57
D12	0.00	0.00	0.05	0.14	0.34	0.05	0.27	0.32	0.28	0.44
D16	0.03	0.05	0.24	0.49	0.44	0.34	0.42	0.37	0.26	0.53
D17	0.01	0.02	0.51	0.50	0.50	0.38	0.30	0.41	0.94	0.62
D18	0.08	0.07	0.32	0.52	0.61	0.60	0.56	0.43	0.36	0.79
D19	0.15	0.04	0.27	0.48	0.53	0.34	0.34	0.41	0.74	0.52
最小值	0.00	0.00	0.05	0.14	0.34	0.05	0.27	0.32	0.26	0.44
最大值	0.15	0.10	0.51	0.59	0.61	0.60	0.60	0.46	0.94	0.79

根据表 5.4.5-2，结果表明，调查海区表层沉积物中各项检测指标有机碳、石油类、砷、硫化物、锌、镉、铅、铜、铬和总汞均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物质量良好。

5.5海洋生物生态环境现状调查及分析

5.5.12017 年 4 月调查结果

5.5.1.1 调查站位

报告选用了自然资源部第三海洋研究所于 2017 年 4 月 17 日~4 月 19 日在项目附近海域开展的海洋生物生态调查，其中，叶绿素 a 及初级生产力调查站位 48 个，生态调查站位 30 个。调查站位相关信息见表 5.5.1-1 和图 5.5.1-1。

表 5.5.1-1　春季海洋生物调查站位表

站位	经纬度		调查内容	
	东经	北纬	Chl-*a* 与初级生产力	生态
L1	115°57′27.6″	22°46′37.2″	√	√
L2	115°59′53.52″	22°41′28.68″	√	√
L3	116°2′6.12″	22°35′50.82″	√	
L4	116°5′57.36″	22°28′8.34″	√	√
L5	115°53′12.24″	22°45′56.88″	√	√
L6	115°54′45″	22°39′37.08″	√	
L7	115°56′19.26″	22°33′49.92″	√	√
L8	115°51′26.04″	22°43′52.21″	√	√
L9	115°49′3.06″	22°43′59.58″	√	
L10	115°49′8.34″	22°38′12.72″	√	√
L11	115°49′8.34″	22°32′20.58″	√	

L12	115°49′13.56″	22°23′40.32″	√	√
L13	115°46′20.16″	22°46′52.98″	√	√
L14	115°44′20.76″	22°41′25.08″	√	√
L15	115°40′2.64″	22°35′50.82″	√	√
L16	115°47′8.89″	22°45′21.84″	√	√
L17	115°42′34.2″	22°49′4.38″	√	√
L18	115°39′46.02″	22°44′36.36″	√	√
L19	115°36′13.68″	22°38′56.4″	√	√
L20	115°26′50.18″	22°34′30.7″	√	√
L21	115°36′58.32″	22°49′5.88″	√	√
L22	116°2′22.2″	22°47′54.96″	√	√
L23	116°4′50.88″	22°43′39″	√	
L24	116°12′42.76″	22°38′11.37″	√	√
L25	116°6′55.14″	22°49′4.38″	√	√
L26	115°49′17.42″	22°18′18.69″	√	√
L27	115°57′5.89″	22°30′57.16″	√	
L28	115°59′30.89″	22°24′10.04″	√	
L29	116°6′1.27″	22°41′16.2″	√	
L30	116°10′45.69″	22°33′55.62″	√	
L31	115°48′10.5″	22°42′39.85″	√	√
L32	115°46′48.71″	22°40′40.87″	√	√
L33	115°43′57.68″	22°33′59.34″	√	
L34	115°41′58.71″	22°30′31.13″	√	
L35	115°34′56.09″	22°36′37.29″	√	
L36	115°38′30.5″	22°23′57.03″	√	
L37	115°30′0.53″	22°25′12.57″	√	√
L38	115°53′17.23″	22°41′32.93″	√	√
L39	115°49′11.85″	22°41′21.77″	√	
L40	115°46′18.96″	22°44′14.66″	√	√
L41	115°43′20.5″	22°44′31.39″	√	
L42	115°54′57.62″	22°44′25.81″	√	
L43	115°57′39.35″	22°42′45.43″	√	√
L44	116°2′57.23″	22°39′58.12″	√	
L45	116°5′11.08″	22°38′45.62″	√	
L46	115°37′34.73″	22°32′59.85″	√	√
L47	115°34′19.54″	22°30′1.39″	√	√
L48	116°17′3.44″	22°53′11.78″	√	√

表 5.5.1-2　潮间带站位经纬度

断面	纬度	经度	底质
LFD1	22°45'1.46"N	115°48'29.15"E	沙
LFD2	22°44'28.90"N	115°49'57.56"E	岩石
LFD3	22°48'10.94"N	115°57'3.01"E	沙
LFD4	22°47'30.66"N	115°54'2.27"E	岩石
LFD5	22°52'23.17"N	115°41'51.25"E	沙
LFD6	22°49'23.01"N	115°47'50.84"E	泥沙

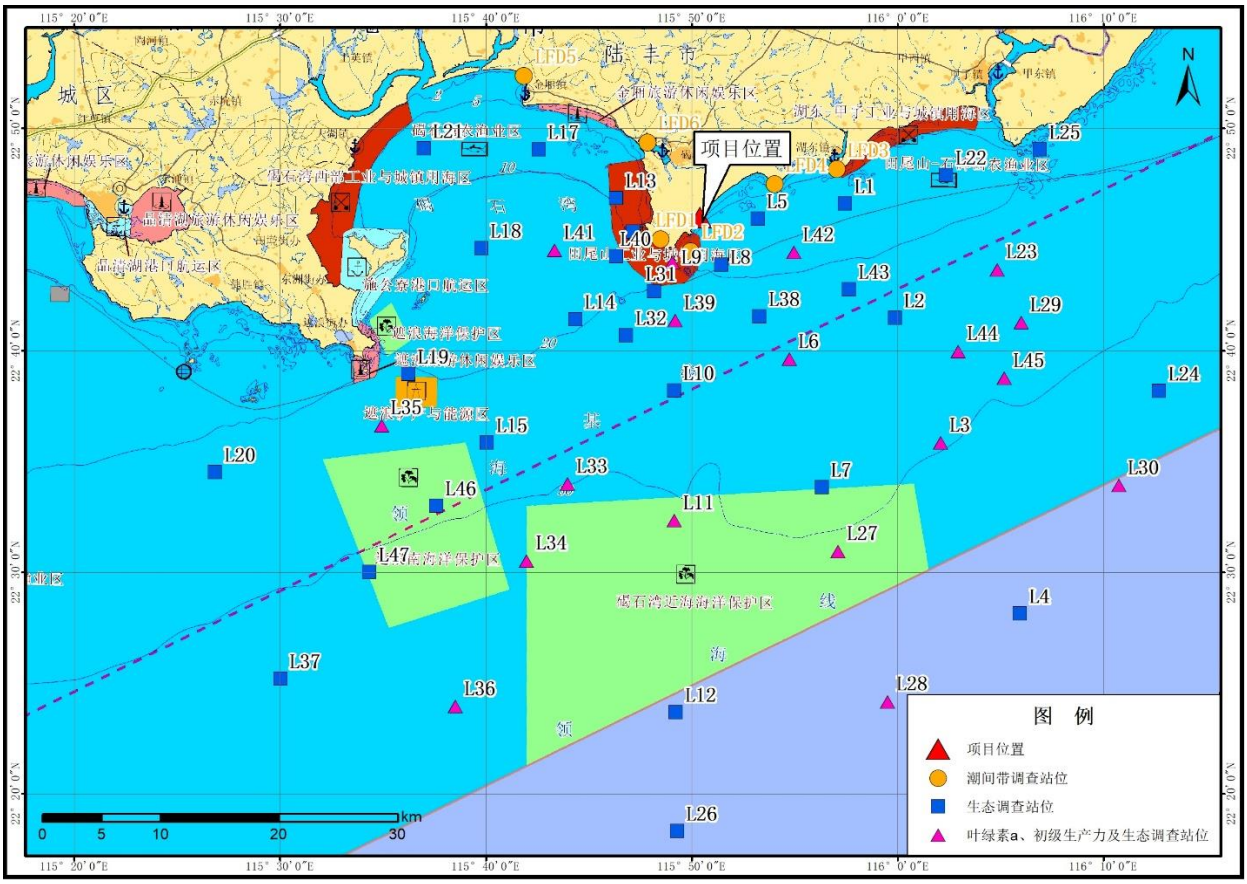


图 5.5.1-1　春季海洋生物调查站位图

5.5.1.2 调查项目

海洋生物：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

5.5.1.3 调查及分析方法

生态调查按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）进行。当观测船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据水深采集样品，采样所用的采样器、采样瓶及其相关用具必须按规范清洁干净。

叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a：均采集表层（<0.5m）、底层（离底 2m）两个层次海水样品 500ml，当水深小于 10m 时，只取表层水样。经 0.45 μ m 滤膜过滤后放干燥冷藏箱保存，采用分光光度法进行分析，以 mg/m^3 表示。

初级生产力：水柱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，依据叶绿素 a、透明度、水深、光照时间和碳同化系数进行估算：

$$P = C_a QLt / 2$$

P——初级生产力（mgC/(m^2 • d)）；

Ca——叶绿素 a 质量浓度（mg/m^3）；

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

L——真光层的深度（m），按 3 倍透明度计算，当 3 倍透明度超过水深时，以水深计算；

t——白昼时间（h），根据调查日出日落时间计算，取 11.5。

浮游植物

浮游植物样品用浅水III型浮游生物网或小型浮游生物网取样。水深小于 200m 时，自底层（距底 2m）至表层垂直拖网取得。

浮游动物

浮游动物样品用浅水Ⅰ型浮游生物网或大型浮游生物网取样。水深小于 200m 时，自底层（距底 2m）至表层垂直拖网取得。

底栖生物

用 0.1m^2 的抓泥斗采泥器（每站采 3 个平行样）采集底栖生物样品，获得泥样经二层套筛冲洗，上层套筛孔径 1mm，下层套筛孔径 0.5mm。

潮间带生物

为获取低潮带的样品，潮间带生物调查必须在间进行。在泥、沙等底质断面，每站用 25cm×25cm×30cm 的定量采样框取 3~4 个样方；在岩基断面，用 25cm×25cm 的定量框取 2 个样方。

鱼卵、仔稚鱼

鱼卵仔稚鱼调查：网口加装流量计，使用水平拖网采样：

a.网速及时间

鱼类浮游生物调查采用大型浮游生物网（内径 80cm，长 270cm，孔径 0.505mm）水平拖曳，水平拖曳 10 分钟，平均拖速 1.5kn。下网前，先检查网具是否有破损，网底管是否处于正常状态，流量计是否完好；放网前先记录流量计流量，降低调查船速度至约 1.5kn，放网入水，并使网口全部位于水下，连续拖网 10 分钟后起网，记录流量计流量。

b.样品采集

把网升至适当高度，用冲水设备自上而下反复冲洗网衣外表面，使黏附于网上的

标本集中于网底管内；将网收入甲板，开启网底管阀门，把标本装入标本瓶，再关闭网底管阀门，用洗耳球吸水冲洗筛绢套，如此反复多次，直至残留标本全部收入标本瓶中，按样品体积 5%的量加入福尔马林溶液固定。

c.样品鉴定、计数

在显微镜下，鉴定样品中鱼卵、仔、稚鱼的种类组成和数量。

d.密度计算

根据网口面积、拖网距离（根据流量计流量）和鉴定的鱼卵、仔稚鱼数量，单位面积或单位体积鱼卵、仔稚鱼分布密度按下式计算：

$$V=\frac{N}{S\times L} \quad \cdots\cdots\cdots\

$IRI = (W\%+N\%)\times F\%$ …… (1)

其中：

*W%*为该种类占总重量的百分比；

*N%*为尾数占总尾数的百分比；

*F%*为该种类出现的站数占调查总站数的百分比。

（6）资源密度估算

拖网调查海域的资源密度（尾数和重量）计算：

$$D=\frac{C}{q\times A} \quad \cdots\cdots\cdots\

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

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

采用 Shannon-Weaner 指数测定多样性指数，其计算公式为：

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

式中：H′——种类多样性指数

S——样品中的种类总数

Pi——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

采用 Pielou 均匀度测定均匀度，其公式为：

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

式中：J——均匀度

H′——种类多样性指数

S——样品中的种类总数

5.5.1.5 海洋生物调查结果及分析

叶绿素 a

调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值为 1.47mg/m^3，变化范围介于 0.33～4.47mg/m^3 之间，变化幅度较小；底层叶绿素 *a* 含量的平均值为 4.28mg/m^3，变化范围介于 1.09～10.87mg/m^3 之间，变化幅度较大。其中表层叶绿素 *a* 含量最高的是 L17 号站，最低的是 L24 号站；底层叶绿素 *a* 含量最高的是 L21 号站，最低的是 L39 号站。总体来看，表、底层叶绿素 *a* 含量分布并不一致，表层叶绿素 *a* 含量远低于底层，大部分站位的叶绿素 *a* 含量在 0.5～2.0mg/m^3 之间，最大值站位于碣石湾湾内；底层大部分站位的叶绿素 *a* 含量在 2.0～5.0mg/m^3 之间，最大值站位于碣石湾湾内。

初级生产力

调查海域初级生产力的平均值为 39.96mgC/（m^2·h），变化范围在 5.38～102.02mgC/（m^2·h）之间，变化幅度较大。所有调查站位中，L21 号站初级生产力最高，L31 号站最低。总起来看，调查海域大部分站位的初级生产力含量在 10.00～50.00mgC/（m^2·h）之间，分布与底层叶绿素 *a* 含量的分布较为一致。

浮游植物

该调查海域优势种主要有小等刺硅鞭藻（*Dictyocha fibula*）、中肋骨条藻，其余的海链藻未定种（*Thalassiosira* spp.）、裸甲藻未定种（*Gymnodinium* spp.）、原甲藻未定种（*Prorocentrum* spp.）。

硅藻在种类组成及丰度上均占优势地位，成为浮游植物群落优势种群的构成者。其次为甲藻、金藻，蓝藻和裸藻在个别测站检出。

一、密度平面分布

调查海区浮游植物密度总量较低，平均为 33.95×10^3cells/L，表、底层分别为 35.73×10^3cells/L 和 32.17×10^3cells/L，表层浮游植物密度高于底层。表层水体中最高值在近岸处的 L2 测站，密度达到 203.6×10^3cells/L，次高值在近岸的 L8 测站，密度值为 65.6×10^3cells/L，最低值在 L13 测站，为 8×10^3cells/L。底层水体中最高值出现在沿岸的 L25 测站，密度达 74.4×10^3cells/L，次高值出现在近海的 L7 测站，数值为 62.4×10^3cells/L，最低值为 9.6×10^3cells/L，出现在沿岸的 L47 测站。

二、主要优势种分布

调查海区浮游植物主要优势种在水体表层集中为少数种类，主要为小等刺硅鞭藻和中肋骨条藻。小等刺硅鞭藻为该调查海域第一优势种，在表层检出率 93.33%，占有率为 8.36%；底层检出率 96.67%，占有率为 13.30%。

调查海区表层小等刺硅鞭藻平均密度为 2.99×10^3cells/L，最高值出现在 L12 测站，为 16.4×10^3cells/L，次高值出现在 L4 和 L37 测站，为 11.6×10^3cells/L；调查海区底层小等刺硅鞭藻集中在 L4，密度为 10.4×10^3cells/L。

三、丰富度（d）、种类均匀度（J′）和多样性指数（H′）

春季调查种类丰富度（*d*）、种类均匀度（*J′*）和多样性指数（*H′*）分析如下：

1.种类丰富度（d）：调查海区浮游植物丰富度平均值为 3.87，其中，表层和底层分别为 3.33、4.41。表层最高值出现在 L12 测站，最低值出现在 L40 测站；底层最高值为 1 测站，最低值是 38 测站。

2.均匀度（J′）：调查海区浮游植物均匀度平均值为 0.71，其中，表层和底层分别为 0.71、0.72。总体上，表层水体最高值出现在 L32 测站，最低值出现在 L38 测站；底层最高值出现在 L38 测站，最低值出现在 L32 测站。

3.多样性指数（H′）：调查海区浮游植物的多样性指数平均值为 2.08，其中，表层和底层分别为 2.06 和 2.09。表层水体仅有 3 个测站多样性指数高于 3.00；底层水

体仅有 2 个测站多样性指数在 3.00 以上，其余站位多样性指数低于 3.00。

调查海区主要优势种在水体集中为少数物种，种间个体数量分配并不均匀，优势种数量大，集中在少数几个种类，种类多样性指数低。

表 5.5.1-4　浮游植物种类丰富度（*d*）、种类均匀度（*J'*）和多样性指数（*H'*）分布

站位	*d*		*J*		*H*	
	表层	底层	表层	底层	表层	底层
L1	2.41	7.28	0.63	0.75	1.98	1.49
L2	3.01	3.38	0.5	0.72	1.42	1.86
L4	4.40	4.84	0.6	0.79	1.67	2.22
L5	2.90	5.45	0.46	0.5	1.28	1.23
L7	3.93	4.84	0.73	0.79	2.04	2.38
L8	3.82	4.15	0.84	0.84	3.28	2.52
L10	2.89	3.22	0.81	0.62	1.88	2.13
L12	5.14	3.50	0.8	0.72	3.14	1.14
L13	1.44	3.71	0.79	0.95	1.57	1.5
L14	3.13	3.72	0.41	0.65	1	1.83
L15	2.71	5.43	0.93	0.71	2.61	1.98
L16	2.77	5.57	0.68	0.96	2.25	2.24
L17	3.90	3.05	0.76	0.79	2.8	3.61
L18	2.75	6.19	0.86	0.78	2.21	2.96
L19	3.00	5.48	0.6	0.86	2.23	3.26
L20	3.54	4.24	0.91	0.77	2.72	1.79
L21	4.00	3.44	0.76	0.71	3.22	2.85
L22	3.53	3.67	0.77	0.73	1.55	2.53
L24	4.14	4.48	0.77	0.74	2.31	2.47
L25	2.41	3.94	0.69	0.45	2.57	1.27
L26	2.30	5.65	0.63	0.73	1.77	2.92
L31	4.21	5.02	0.66	0.56	2.86	1.6
L32	3.07	3.64	0.96	0.28	1.92	0.28
L37	4.10	3.98	0.76	0.79	1.52	2.49
L38	2.88	1.91	0.3	1	0.3	2.32
L40	1.44	4.26	0.47	0.45	0.47	1.51
L43	2.77	3.84	0.77	0.66	1.55	2.09
L46	4.45	4.78	0.79	0.64	2.84	1.4
L47	3.81	4.42	0.78	0.83	2.68	2.89
L48	5.04	5.32	0.75	0.76	2.26	1.96
平均值	3.33	4.41	0.71	0.72	2.06	2.09
	3.87		0.71		2.08	

浮游动物

1、总个体密度季度变化和分布

春季调查海区各调查站位浮游动物总个体密度介于 18.00~128.80ind/m³之间，最

高值出现在 L14 站位，该站位水母类占主要优势，个体密度占浮游动物总个体密度的 49.86%，其次是桡足类，个体密度占浮游动物总个体密度的 47.67%；浮游动物个体密度的次高值为 112.31ind/m^3，出现在 L7 站位，该站位桡足类占主要优势，个体密度占浮游动物总个体密度的 25.15%；调查海区浮游动物个体密度最低值出现在 L22 站位，其中水母类占浮游动物总个体密度的 29.51%；次低值出现在 L13 调查站位，其个体密度为 21.91ind/m^3，该调查站位浮游动物种类组成以水母类最为优势，占浮游动物总体密度的 51.39%。

2、主要种的优势度及其分布

表 5.5.1-5　浮游动物主要种的优势度（Y）

中文名	拉丁文名	春季
大西洋五角水母	*Muggiaea atlantica*	0.20
蝶水母	*Ocyropsis crystallina*	0.11
肥胖箭虫	*Sagitta enflata*	0.08
异体住囊虫	*Oikopleura dioica*	0.04
中华哲水蚤	*Calanus sinicus*	0.02

春季大洋五角水母呈斑块状分布，在近海沿岸区域出现了四个大于 22.0inds/m^3 的站位，分别是 L17、L21、L25 和 L48，最高值位于 L17 站位，个体密度为 46.67inds/m^3，出现率达 96%，仅一个站位未检测到该物种，最低值出现在 L13 站位，个体密度值仅为 0.91inds/m^3。

3、种类均匀度（J′）和多样性指数（H′）

春季调查区浮游动物多样性指数和均匀度均值分别为 3.15 和 0.78；调查海区多样性指数介于 0.52~3.84 之间，均匀度指数介于 0.20~0.87 之间；分布上，多样性指数最低值位于北部近岸的 L25 站位，该站位只检测到四种浮游动物，而最高值出现在西北部外海的 L24 站位，物种多样性指数值为 3.84。

底栖生物

1、种类组成及其分布

本次调查所获样品，经初步鉴定共有大型底栖生物 11 门 91 科 151 种。其中采泥样品获得的大型底栖生物中，软体动物最多，环节动物次之。定性样品仅记录种数及种名录。

表 5.5.1-6　大型底栖生物种类数

	泥样	定性（拖网）	综合

环节动物	55	6	55
软体动物	58	9	59
节肢动物	8	8	13
棘皮动物	7	4	8
其他动物	13	6	16
总数	141	33	151

本次调查各站物种数介于10~33种之间，平均每站有大型底栖生物18种。其中，超过17种的站位有12个，各站均以环节动物及软体动物占优势。环节动物在各站均有分布，种数介于4~21种之间；软体动物物种数介于2~15种之间，在各站也均有分布。棘皮动物、其他动物相较于节肢动物分布较广。

2、栖息密度及组成

春季项目附近海域大型底栖生物的平均总密度为243ind/m^2。其中，环节动物最高，为98ind/m^2，占平均总密度的40.46%。软体动物次之，为80ind/m^2，占平均总密度33.05%，其他动物为10ind/m^2，节肢动物和棘皮动物的平均密度较低。

各站栖息密度介于90~1280ind/m^2之间，其中，栖息密度超过平均总密度的站位共有8个，环节动物和软体动物为主要贡献者。其中，环节动物栖息密度介于25~375ind/m^2之间，在L32站位最高。软体动物介于15~215ind/m^2之间，在L43站位栖息密度最高。

3、生物量组成与分布

春季周边大型底栖生物的平均总生物量为18.94g/m^2，各类群平均生物量相差较大，生物量以软体动物占优势，为8.50g/m^2，占平均总生物量44.89%。其次是棘皮动物，为4.94g/m^2，其余动物生物量均较低。

各站生物量分布差异比较大，介于1.05~107.95g/m^2之间，生物量大于平均生物量的站位有10站。环节动物平均生物量介于0.30~7.00g/m^2之间，在L32站位最高。软体动物平均生物量介于0.1~54.35g/m^2之间，在L12站位最高。节肢动物平均生物量介于0~11.4g/m^2之间，在L13站位最高。棘皮动物平均生物量介于0~98.6g/m^2之间，最高生物量为L2站位。其他动物的平均生物量介于0~25.40g/m^2之间，在L37站位最高。

4、群落构成及其优势种

根据物种数量及其出现频率，该海域大型底栖生物群落中的优势种和主要种有：角贝（*Episiphon* sp.）、双鳃内卷齿蚕（*Aglaophamus dibranchis*）、独毛虫（*Tharyx* sp.）。

根据生物群落分布特征，可将调查海域的大型底栖生物划分为2个生物群落：

群落I：角贝—双鳃内卷齿蚕群落。该群落重要种还包括双鳃内卷齿蚕

（*Aglaophamus dibranchis*）、*Gadila anguidens*、中国小铃螺（*Minolia chinensis*）、叶须内卷齿蚕（*Aglaophamus lobatus*）等。

群落II：独毛虫群落。该群落重要种包括刀明樱蛤（*Moerella culter*）、双鳃内卷齿蚕(*Aglaophamus dibranchis*）、脑纽虫（*Cerebratulus* sp.）、褐色镰毛鳞虫（*Sthenelais fusca*）、中蚓虫（*Mediomastus* sp.）、胶州湾角贝（Episiphon *kiaochowwanensis*）、粗帝汶蛤（*Timoclea scabra*）等。

5、丰富度（d）、种类均匀度（J′）和多样性指数（H′）

30 个站位大型底栖生物 Shannon-wiener 物种多样性指数 *H'*的平均值为 2.49，介于 0.34~3.23 之间，*H'*值高于 3.00 的站位有 3 个；Pielou 物种均匀度指数 *J* 的平均值为0.88，介于0.15~0.98之间；Margalef种类丰度指数 *d* 的平均值为3.16，介于1.26~5.20之间；Simpson 优势度指数 *D* 的平均值为 0.14，介于 0.05~0.89 之间，优势度指数低于 0.10 的站位有 12 个站位。

表 5.5.1-7　大型底栖生物多样性分析

站号	d	J'	H'	D
L1	2.67	0.80	2.21	0.18
L2	3.76	0.84	2.57	0.13
L4	2.94	0.91	2.51	0.10
L5	3.26	0.85	2.47	0.14
L7	3.26	0.94	2.65	0.09
L8	2.22	0.97	2.32	0.10
L10	1.84	0.83	1.92	0.21
L12	2.64	0.93	2.38	0.12
L13	3.11	0.98	2.66	0.07
L14	2.94	0.85	2.36	0.15
L15	1.85	0.78	1.79	0.26
L16	3.97	0.90	2.85	0.08
L17	3.30	0.81	2.46	0.15
L18	3.51	0.95	2.86	0.07
L19	4.08	0.96	3.02	0.05
L20	2.09	0.93	2.22	0.13
L21	4.16	0.92	2.96	0.07
L22	3.55	0.94	2.82	0.07
L24	5.20	0.92	3.23	0.05
L25	2.36	0.94	2.34	0.11
L26	3.52	0.95	2.75	0.08
L31	2.99	0.84	2.32	0.17
L32	4.90	0.94	3.22	0.05
L37	2.94	0.91	2.53	0.10
L38	1.26	0.15	0.34	0.89
L40	3.94	0.88	2.76	0.09
L43	4.52	0.90	2.97	0.07

L46	3.43	0.89	2.62	0.10
L47	2.15	0.94	2.27	0.12
L48	2.41	0.93	2.39	0.10
平均值	3.16	0.88	2.49	0.14

潮间带生物

1、种类组成及其分布

本次调查所获样品，经鉴定共 8 门 68 科 110 种，其中有藻类 10 种，环节动物 21 种、软体动物 42 种、节肢动物有 34 种和其他动物 3 种，没有发现棘皮动物；环节动物、软体动物和节肢动物占总物种 88.18%。

本次调查共有 6 条断面，其中 LFD2 和 LFD4 断面为岩相，物种数分别为 36 种和 37 种。其余 4 条为沙滩断面。LFD1、LFD3、LFD5 和 LFD6 物种数分别为 14、17、26 和 33 种。岩相断面共有物种 50 种，沙滩断面共有物种 67 种。

表 5.5.1-8　各条断面主要生物类群物种数(单位：ind)

底质	站位	藻类	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物	总数
岩相	LFD2	6	5	13	11	1	36
	LFD4	7	4	11	13	2	37
沙滩	LFD1	0	3	4	6	1	14
	LFD3	0	6	3	7	1	17
	LFD5	0	7	11	6	2	26
	LFD6	0	8	16	8	1	33

2、栖息密度及其组成与分布

两条岩相断面的平均栖息密度为 605ind/m^2，在平均栖息密度节肢动物的栖息密度最大，为 264ind/m^2，占总平均栖息密度的 43.64%；其次是软体动物，其平均密度为 235ind/m^2，占总平均密度的 38.84%；环节动物的平均密度为 101ind/m^2，其他动物平均密度只有 5ind/m^2。

4 条沙滩断面的平均栖息密度为 290ind/m^2，在平均栖息密度中环节动物的栖息密度最大，为 135ind/m^2，占总平均栖息密度的 46.52%；其次是软体动物，其平均密度为 96ind/m^2，占总平均密度的 33.08%；节肢动物的平均密度为 57ind/m^2，其他动物平均密度只有 2.2ind/m^2。

表 5.5.1-9　主要类群的平均栖息密度分布（ind/m^2）

底质	站位	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物	平均栖息密度
岩相	LFD2	181	303	407	4	895
	LFD4	20	167	121	7	315
	平均	101	235	264	5	605
沙滩	LFD1	3	9	6	0.4	18
	LFD3	17	8	13	5	43
	LFD5	16	85	150	3	254

	LFD6	504	282	59	0.4	845.4
	平均	135	96	57	2.2	290

岩相 2 条断面 LFD2 和 LFD4 的平均栖息密度分别为 895ind/m^2 和 315ind/m^2；LFD2 断面平均栖息密度均为低潮区>中潮区>高潮区，LFD4 断面平均栖息密度是中潮区>低潮区>高潮区。

沙滩 4 条断面的平均栖息密度见下表，其中各条断面的潮间带生物平均栖息密度的垂直分布各不相同，LFD1 断面、LFD3 断面和 LFD5 断面的平均栖息密度的垂直分布为低潮区>中潮区>高潮区，LFD6 断面的平均栖息密度的垂直分布为中潮区>低潮区>高潮区。

表 5.5.1-10　各断面平均栖息密度的垂直分布（ind/m^2）

底质	断面	高潮区	中潮区	低潮区	平均
岩相	LFD2	152	708	1824	895
	LFD4	144	496	304	315
	岩相平均	148	602	1064	605
沙滩	LFD1	0.1	21	32	18
	LFD3	0.1	25	104	43
	LFD5	0.1	303	460	254
	LFD6	0.1	2072	464	845
	沙滩平均	0.1	605	265	290

3、生物量组成及分布

2 条岩相断面平均生物量为 1060.61g/m^2，在生物量组成中，软体动物的平均生物量最大，为 476.57g/m^2，占总平均生物量的 44.93%；其次是藻类，平均生物量 362.96g/m^2，占总平均生物量的 34.22%；节肢动物平均生物量为 216.32g/m^2，占总平均生物量的 20.40%；平均生物量最小的是其他动物，仅为 0.18g/m^2。

4 条沙滩断面的平均生物量为 138.85g/m^2，在平均生物量组成中，软体动物的平均生物量最大，为 112.18g/m^2，占总平均生物量的 80.79%；环节动物和节肢动物的平均生物量分别为 12.98g/m^2 和 13.65g/m^2；其他动物平均生物量最小，仅为 0.047g/m^2。

表 5.5.1-11　主要类群的平均生物量分布（g/m^2）

底质	站位	藻类	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物	平均生物量
岩相	LFD2	318.68	7.56	686.75	355.58	0.05	1368.62
	LFD4	407.24	1.61	266.39	77.05	0.31	752.6
	平均	362.96	4.59	476.57	216.32	0.18	1060.61
沙滩	LFD1	0	0.16	8.55	0.23	0.004	8.94
	LFD3	0	0.88	49.99	46.23	0.12	97.22
	LFD5	0	1.01	21.14	0.84	0.06	23.05
	LFD6	0	49.88	369.02	7.30	0.004	426.20
	平均	0	12.98	112.18	13.65	0.047	138.85

岩相 2 条断面 LFD2 和 LFD4 的平均生物量分别为 1368.62g/m^2 和 752.6g/m^2；LFD2 和 LFD4 断面平均生物量均为中潮区>低潮区>高潮区。

沙滩 4 条断面的平均生物量见下表，其中各条断面的潮间带生物平均生物量的垂直分布：LFD1 断面是低潮区>中潮区>高潮区，LFD3 断面是低潮区>高潮区>中潮区，LFD5 断面和 LFD6 断面平均生物量的垂直分布是中潮区>低潮区>高潮区。

表 5.5.1-12　各断面平均生物量的垂直分布（g/m^2）

底质	断面	高潮区	中潮区	低潮区	平均生物量
岩相	LFD2	14.32	2436.05	1655.52	1368.63
	LFD4	3.12	1216.11	1038.56	752.60
	平均	8.72	1826.08	1347.04	1060.61
沙滩	LFD1	0.43	1.11	25.28	8.94
	LFD3	86.08	22.24	183.36	97.22
	LFD5	0.26	66.95	1.92	23.04
	LFD6	0.04	641.13	637.44	426.20
	平均	0.48	183.69	211.91	138.85

4、优势度（D）、丰富度（d）、种类均匀度（J′）和多样性指数（H′）

根据 Shannon-Wiener 种类多样性指数(*H′*)、Pielous 种类均匀度指数(*J*)、Margalef 种类丰度指数(*d*)和 Simpson 优势度（*D*）显示，Simpson 优势度（*D*）、均匀度指数(*J*)和多样性指数(*H′*)岩相群落较高，丰度指数(*d*)则以沙滩群落较大。断面间比较，多样性指数(*H′*)以 LFD2 断面最高，LFD6 断面最低，丰度指数(*d*)以 LFD6 断面最高(4.748)，LFD2 断面最低（4.267），Simpson 优势度（*D*）指数以 LFD6 断面最高(0.364)，LFD4 断面最低（0.095），均匀度指数为 LFD3 断面最高（0.856），LFD6 断面最低（0.453）。

表 5.5.1-13　各断面群落生态特征值

		d	*J*	*H′*	*D*
岩相	LFD2	4.267	0.787	3.865	0.099
	LFD4	4.694	0.79	3.799	0.095
	平均值	4.481	0.789	3.832	0.097
沙滩	LFD1	4.514	0.848	3.232	0.129
	LFD3	4.401	0.856	3.501	0.107
	LFD5	4.513	0.511	2.403	0.34
	LFD6	4.748	0.453	2.284	0.364
	平均	4.544	0.667	2.855	0.235

鱼卵仔鱼

春季调查中鱼卵仔鱼的种类为 32 种（含未定种）。

1、鱼卵分布

调查中，鱼卵春季（2017 年 4 月）数量均值达 1460.7ind/100m^3。在数量组成上，

以鳊占主导地位。春季鱼卵数量为 48.1~20088.1ind/100m^3，主要分布在调查区的西北部和中北部水域，其中以最靠北部(L7 号站)水域数量最高(>20000ind/100m^3)，导致这一密集区的出现主要是因鳊和小沙丁鱼鱼卵大量的聚集，调查区东部水域数量明显较低。

2、仔稚鱼分布

本调查仔稚鱼明显低于鱼卵，平均数量为 8.7ind/100m^3，在数量组成上，以小沙丁鱼属、鲷属和美肩鳃鳚为主。春季仔稚鱼数量为 0~123.2ind/100m^3，在调查区中东部(L24 站)水域形成数量大于 100ind/100m^3 密集区，密集的主要种类是小沙丁鱼和鲷科种类。其它水域，除西北部个别测站数量较高外，大多数水域数量(<10ind/100m^3)明显较低。

游泳动物

1、渔获量及组成

30 个调查站位的渔获物重量分布范围为 5.354～38.76kg/网•时，总平均重量为 14.136kg/网•时，尾数分布范围为 519～3612ind/网•时，总平均尾数为 1186ind/网•时。其中，L22 站位渔获重量最大，为 38.76kg/网•时，占全部渔获量 9.1%；L12 站位渔获重量最少，仅为 5.354kg/网•时，仅占全部渔获量的 1.3%。占渔获尾数最大的是 L22 站位，为 3612ind/网•时，占全部渔获量 10.1%；L12 站位渔获尾数最少，为 319ind/网•时，占总渔获量 1.5%；从平面分布看来，L22 站位附近海域的渔获种数最高；L33 和 L12 站位的渔获种数最少。

表 5.5.1-14　春季渔业资源调查各站位渔获量和渔获尾数

站号	渔获重量	所占比例	渔获尾数	所占比例
	（kg/网·时）	（%）	（ind/网·时）	（%）
L1	10.595	2.5	933	2.6
L2	13.262	3.1	1092	3.1
L4	8.817	2.1	933	2.6
L5	8.798	2.1	681	1.9
L7	11.57	2.7	774	2.2
L8	9.605	2.3	756	2.1
L10	8.64	2	546	1.5
L12	5.354	1.3	519	1.5
L13	12.096	2.9	879	2.5
L14	17.857	4.2	1410	4
L15	10.676	2.5	951	2.7

L16	19.267	4.5	1800	5.1
L17	17.942	4.2	1348	3.8
L18	19.319	4.6	1564	4.4
L19	14.373	3.4	1984	5.6
L20	26.359	6.2	2452	6.9
L21	13.077	3.1	1176	3.3
L22	38.76	9.1	3612	10.1
L24	17.445	4.1	1700	4.8
L25	13.865	3.3	1272	3.6
L26	20.558	4.8	1772	5
L31	11.761	2.8	1020	2.8
L32	12.365	2.9	936	2.6
L37	8.8774	2.1	628	1.8
L38	11.423	2.7	1092	3
L40	12.154	2.9	1110	3.1
L43	27.421	6.5	696	2
L46	5.962	1.4	648	1.8
L47	9.298	2.1	681	1.9
L48	6.574	1.6	624	1.7
合计	424.0704	100	35589	100
平均	14.136		1186	

2017 年 04 月调查共出现游泳动物 100 种，其中，鱼类种类数最多，为 67 种，占所有出现种类数的 67.0%；虾类 14 种，占 14.0%；蟹类 11 种，占 11.0%；虾蛄 2 种，占 2.0%；头足类 6 种，占 6.0%。

从渔获重量和渔获尾数分析，鱼类平均渔获重量 9.193kg/网•时，占 65.0%，鱼类平均渔获尾数 720ind/网•时，占 60.7%；虾类平均渔获重量 2.196kg/网•时，占 15.5%，虾类平均渔获尾数 293ind/网•时，占 24.7%；蟹类平均渔获重量 0.367kg/网•时，占 2.6%，蟹类平均渔获尾数 7ind/网•时，占 0.6%；虾蛄平均渔获重量 2.002kg/网•时，占 14.2%，虾蛄平均渔获尾数 140ind/网•时，占 11.8%；头足类平均渔获重量 0.377kg/网•时，占 2.7%，头足类平均渔获尾数 26ind/网•时，占 2.2%。

从渔获物种类数平面分布图分析，L22 站位渔获种类数最多，为 33 种；种类数最少的为 L12 站位，为 16 种，所有站位平均出现种类数为 25.0 种。

2、渔获物优势种

根据渔获物出现的次数、重量和数量来判断本次底拖网渔业资源调查游泳动物优势种，前五种优势种渔获重量最多的是短吻鲳，为 3.585kg/网•时，占优势种总渔获重量比例达 31.4%；其次为虾蛄类，为 1.807kg/网.时，占优势种总渔获重量比例达 15.8%；其三为中华管鞭虾，为 1.778kg/网•时，占优势种总渔获重量比例为 15.6%；

其四为鹿斑鲾，为 1.166kg/网•时，占优势种总渔获重量比例为 10.2%；其五为叫姑鱼，为 0.9kg/网•时，占优势种总渔获重量比例为 7.9%。

前五种优势种渔获尾数最多的是短吻鲾，为 310ind/网•时，占优势种总渔获尾数的 29.9%；其次为中华管鞭虾，为 237ind/网•时，占优势种总渔获尾数的 22.7%；其三为鹿斑鲾，为 175ind/网•时，占优势种总渔获尾数的 16.9%；其四为虾蛄类，为 132ind/网•时，占优势种总渔获尾数的 12.7%；其五为赤鼻棱鳀，为 95ind/网•时，占优势种总渔获尾数的 9.2%。

3、渔获物个体大小、出现率和幼鱼比例

本次调查渔获的所有游泳动物当中，最小体重为 0.3g，最大体重为 735.1g，最小体长为 10mm，最大体长为 370mm，平均体重最大的种类为黄姑鱼，达 603.4g，平均重量最小的种类为细巧仿对虾，达 0.6g；全部游泳生物平均体重仅为 11.9g；鱼类最大体重为 735.1g，最小体重为 0.8g，最小体长为 30mm，最大体长为 370mm，平均体重为 12.8g；虾类最小体重为 0.3g，最大体重为 51.4g，最小体长为 10mm，最大体长为 43mm，平均体重为 7.5g；蟹类最小体重为 0.7g，最大体重为 303.7g，最小体长为 11mm，最大体长为 80mm，平均体重为 51.4g；虾蛄类最小体重为 3.2g，最大体重为 74.5g，最小体长为 16mm，最大体长为 35mm，平均体重为 14.3g；头足类最小体重为 2.6g，最大体重为 175.9g，最小体长为 11mm，最大体长为 168mm，平均体重为 14.5g。

渔获物出现率最高的种类是虾蛄类，出现在 30 个站位，出现率为 100%；其次为叫姑鱼、短吻鲾、中华管鞭虾，出现在 29 个站位，出现率为 96.7%；其三为截尾白姑鱼和鹰爪虾，出现在 27 个站位，出现率为 90%；其四为刀额仿对虾，出现在 26 个站位，出现率为 86.7%；其五为赤鼻棱鳀、竹荚鱼、白姑鱼，出现在 25 个站位，出现率为 83.3%；出现率在 50～80%还有中颌棱鳀、前鳞鳓、四线天竺鲷、鹿斑鲾、拟矛尾鰕虎鱼、刺鲳、鲜明鼓虾、小管枪乌贼等。

根据“渔获物个体长度大于其生物学最小型为成鱼，而小于生物学最小型为幼鱼”的划分标准，所有游泳动物中，幼鱼比例为 26.2%，其中，鱼类的幼鱼比例为 39.0%。

表 5.5.1-15　春季渔业资源调查各渔获物体重、体长、出现率和幼鱼比例

种类名称	最小体长 mm	最大体长 mm	最小体重 g	最大体重 g	平均体重 g	出现率 %	幼鱼比例 %
圆腹鲱	145	216	39.8	123.8	76	16.7	0

裘氏小沙丁鱼	108	123	15.7	25.3	21.6	10	0
康氏小公鱼	60	60	2.4	2.4	2.4	3.3	0
黄鲫	100	125	18.2	22.8	20.1	16.7	0
中颌棱鳀	50	113	3.1	16.9	7.9	60	90
赤鼻棱鳀	52	112	3.2	18.8	8.7	83.3	30
长颌棱鳀	134	143	21.4	32	26	6.6	100
长蛇鲻	142	168	26.2	40.7	35.1	10	100
龙头鱼	142	246	20.8	136.2	72.5	30	0
尖尾鳗	56	112	3.6	26.9	12.2	33.3	0
海鳗	203	203	198.4	198.4	198.4	3.3	0
前肛鳗	54	54	68.2	68.2	68.2	3.3	0
杂食豆齿鳗	158	178	39.3	91.6	61.7	6.6	100
尖吻蛇鳗	152	317	22.8	331.8	177.3	6.6	50
长海鳝	228	348	258.5	322.5	291	6.6	0
麦氏犀鳕	64	77	3.3	5.6	4.5	6.6	0
前鳞鲻	90	156	18.4	64.5	27	50	0
六指马鲅	103	136	30.5	52.1	35.9	10	0
青石斑鱼	96	96	25.8	25.8	25.8	3.3	100
斑鰶天竺鱼	42	162	5.6	60.9	8.7	26.7	0
细条天竺鱼	65	66	9.3	9.4	9.4	6.6	0
黑边天竺鱼	60	76	7	12.4	8.7	6.6	0
四线天竺鲷	40	76	3.6	13.5	7.4	63.3	0
少鳞鳟	160	160	37.9	37.9	37.9	3.3	0
竹荚鱼	36	112	1.6	24.5	6.7	83.3	100
丽叶鲹	110	110	25.7	25.7	25.7	3.3	100
叫姑鱼	40	179	3.7	141.1	32.3	96.7	35
条纹叫姑鱼	108	150	29.6	63.8	42.7	40	0
白姑鱼	38	165	3.7	79.6	31	83.3	20
斑鰶白姑鱼	42	112	3.9	33.9	14.9	26.6	40
截尾白姑鱼	100	145	27.6	82.1	49.5	90	0
黄姑鱼	268	348	465.8	735.1	603.4	10	0
尖尾黄姑鱼	81	90	11.5	15	13	3.3	100
鹿斑鲾	30	68	1.4	14.4	6.7	80	0
短吻鲾	40	98	3.2	24.6	11.6	96.7	0
紫红笛鲷	112	112	50	50	50	3.3	100
真鲷	198	198	235.5	235.5	235.5	3.3	0
二长棘鲷	32	43	1.5	2.8	2.1	20	100
黄鳍鲷	156	156	129.7	129.7	129.7	3.3	0
平鲷	158	178	134.2	172.8	153.5	6.6	0
列牙鯻	98	164	33.5	55.4	39.9	20	0
尖吻鯻	115	115	29.8	29.8	29.8	3.3	100
眼斑拟鲈	82	84	6.9	8.3	7.8	10	0
日本騰	110	110	36.6	36.6	36.6	3.3	0
小鳞沟尖尾鱼	62	78	3.3	7.1	4.2	33.3	0
拟矛尾鰕虎鱼	60	96	4.2	13.3	8.1	70	0
矛尾鰕虎鱼	76	112	4.9	12.7	9.1	20	0
孔鰕虎鱼	68	146	2.9	23.7	10.6	10	35
小带鱼	68	156	8.9	70.3	31.4	46.7	90
中国鲳	102	116	40.3	57.6	50.2	10	100
刺鲳	34	108	2	39.1	23.3	56.7	20

褐菖鲉	74	83	15	25.2	20.8	10	70
须蓑鲉	62	70	4.4	6.2	4.3	6.6	100
触须蓑鲉	70	70	6.2	6.2	6.2	3.3	100
日本红娘鱼	35	92	0.8	12.8	7.4	13.3	100
凯氏红娘鱼	72	122	3.6	23.7	15.1	6.6	100
日本瞳鲬	176	180	43.4	48.2	46.1	6.6	100
鲬	178	334	53.7	252.8	117.8	6.6	0
斑鲆	58	96	4.5	15.4	10	30	100
木叶鲽	70	102	6.1	27.1	16.8	10	100
缨鳞条鳎	120	120	27.8	27.8	27.8	3.3	0
日本须鳎	145	158	24.6	26.7	25.7	6.6	0
大鳞舌鳎	128	370	12.7	312.5	77.3	20	35
三线舌鳎	148	152	24.8	38.7	31.7	6.6	0
宽体舌鳎	143	143	22.6	22.6	22.6	3.3	100
斑头舌鳎	100	112	11.1	18.8	15.7	13.3	100
铅点东方鲀	110	121	56.7	57.2	57	6.6	100
日本对虾	32	33	7.9	12.4	10.7	10	0
墨吉对虾	32	43	28.9	51.4	37	26.7	0
刀额新对虾	20	34	4.5	34.6	11.4	36.7	0
中型新对虾	21	27	5	12.3	9.1	6.6	0
近缘新对虾	30	43	9	45.5	25.2	10	0
鹰爪虾	11	32	0.7	17.7	4.7	90	0
哈氏仿对虾	19	32	2.5	12	9.9	20	0
细巧仿对虾	10	22	0.3	1.1	0.6	13.3	0
刀额仿对虾	16	38	1	18.9	8.6	86.7	0
缺刻仿对虾	20	20	4.5	4.5	4.5	3.3	0
须赤虾	11	33	0.4	7.4	4.3	60	0
中华管鞭虾	10	40	0.3	16	7.5	96.7	0
鲜明鼓虾	16	24	1.1	5.3	2.5	60	0
葛氏长臂虾	15	15	0.9	0.9	0.9	3.3	0
红星梭子蟹	40	40	36.1	46.5	42	6.6	0
远海梭子蟹	56	64	204.3	273	226	10	0
锈斑蟳	35	80	23.1	303.6	118.3	13.3	0
双斑蟳	11	28	0.7	12.4	6.1	53.3	0
日本蟳	48	64	92.2	200.2	123.6	16.7	0
近亲蟳	43	43	70.5	70.5	70.5	3.3	0
双额短桨蟹	40	40	37.4	37.4	37.4	3.3	0
颗粒关公蟹	28	28	19.1	19.1	19.1	3.3	0
隆线拳蟹	34	46	36.2	53.1	43.9	3.3	0
杂粒拳蟹	28	28	5.8	5.8	5.8	3.3	0
隆线强蟹	30	42	17.7	62.3	49.5	33.3	0
口虾蛄	18	35	3.2	52.7	13.7	100	0
点斑缺角虾蛄	16	34	4.3	74.5	25	66.7	0
剑尖枪乌贼	30	168	2.6	108.4	17.9	46.7	0
小管枪乌贼	28	61	3.2	20.9	8.7	50	0
曼氏无针乌贼	41	76	12.8	72	42.3	6.6	0
柏氏四盘耳乌贼	11	38	3.2	17.2	7.4	30	0
长蛸	34	54	11.7	175.9	63.3	10	0
短蛸	52	52	49.6	49.6	49.6	3.3	0

4、渔获物密度指数

重量密度分布范围为113.915～824.681kg/km^2，平均重量密度为300.759kg/km^2，尾数密度分布范围11.043～76.851×10^{3}ind./km^2，平均尾数密度为25.240×10^{3}ind./km^2。从平面分布情况来看，22号站位的重量密度最高，为824.681kg/km^2，主要是鹿斑鲾和短吻鲾占重量比较多。

重量密度最高的前5种为短吻鲾（76.277kg/km^2）、虾蛄类（38.447kg/km^2）、中华管鞭虾（37.83kg/km^2）、鹿斑鲾（24.809kg/km^2）和叫姑鱼（19.000kg/km^2）；尾数密度最高的前 5 种为短吻鲾（6596ind./km^2）、中华管鞭虾（5043ind./km^2）、鹿斑鲾（3723ind./km^2）、虾蛄类（2809ind./km^2）和赤鼻棱鳀（2021ind./km^2）。

5、丰富度、均匀度与多样性指数

游泳生物种类丰富度指数 *D* 范围为 2.339～4.475，平均为 3.4743。多样性指数 *H* 范围为 1.619～2.482，平均为 2.0798；均匀度指数 *J* 范围为 0.4796～0.7684，平均为 0.647。

表 5.5.1-16　春季渔业资源调查渔获物多样性指数

	丰富度 *D*	均匀度 *J*	多样性 *H'*
1	3.802	0.6497	2.141
2	3.574	0.6812	2.219
4	3.363	0.5987	1.903
5	2.606	0.7144	2.065
7	3.759	0.6878	2.241
8	3.772	0.7223	2.353
10	4.284	0.7317	2.438
11	2.399	0.7368	2.043
12	3.54	0.6509	2.095
13	3.723	0.5762	1.92
14	2.771	0.5847	1.752
15	3.736	0.6277	2.114
16	3.747	0.7238	2.412
17	3.807	0.6325	2.13
18	3.556	0.6878	2.292
19	2.947	0.5667	1.801
20	2..536	0.6468	2.107
21	3.906	0.4796	1.677
22	2.958	0.5906	1.852
24	3.637	0.7348	2.422
25	2.941	0.692	2.17
26	4.475	0.7163	2.482
31	3.946	0.7422	2.473
32	3.415	0.7684	2.409
38	3.145	0.5163	1.619
40	3.565	0.5548	1.808
43	4.278	0.6046	2.036
46	2.78	0.5948	1.751

47	3.526	0.6201	1.971
48	2.797	0.5766	1.698
总和	100.755	19.4108	62.394
平均值	3.4743	0.647	2.0798
均值范围	2.339～4.475	0.4796～0.7684	1.619～2.482

5.5.22019 年 11 月秋季调查结果

5.5.2.1 调查站位及时间

本章节采用海南安纳检测技术有限公司于 2019 年 11 月 30~12 月 1 日在本项目周边海域进行秋季海洋生物生态环境调查。调查站位及相关信息详见 5.3.2 章节。

5.5.2.2 调查项目与测试方法

具体调查项目详见下表 5.5.2-1。

表 5.5.2-1　调查项目

调查对象	调查项目	采用及分析方法
生物生态	叶绿素 a 及初级生产力	按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求进行
	浮游植物：种类、个体数量、分布、多样性指数和均匀度	
	浮游动物：生物量、种类、数量、多样性和均匀度	
	鱼卵与稚仔鱼：种类及种群结构、生物量及分布、资源密度	
	大型底栖生物：种类、分布、栖息密度、生物量、多样性指数和均匀度、群落特征	
	潮间带生物：种类、数量、生物量、栖息密度、多样性，按不同底质分高、中、低三个潮带分别采集。	
渔业资源	资源密度、渔获种类、渔获量、渔获率、鱼类资源状况（包括各大类群种类分布）	

5.5.2.3 调查及分析方法

浮游植物

采样方法是按《海洋调查规范》GB/T 12763.6-2007 中的有关浮游生物调查的规定进行。利用浅水III型浮游生物网采样，拖网方式为底-表垂直拖。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。

浮游动物

采样方法是按《海洋调查规范》GB/T 12763.6-2007 中的有关浮游生物调查的规定进行，利用浅水I型浮游生物网采样，拖网方式为底-表垂直拖。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

大型底栖生物

大型底栖生物的定量采样用张口面积为0.066m^{2}的采泥器进行，每个站采样3次。

采集样品采用 75%无水乙醇固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

潮间带生物

(一) 生物样品的采集方法

1) 定性采样在高、中、低潮区分别采 1 个样品，并尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全。

2) 滩涂定量采样用面积为 25cm×25cm 的定量框，取样时先将定量框插入滩涂内，观察框内可见的生物和数量，再用铁铲清除挡板外侧的泥沙，拔去定量框，铲取框内样品，若发现底层仍有生物存在，应将采样器再往下压，直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。

3) 对某些生物栖息密度很低的地带，可采用 5m×5m 的面积内计数(个数或洞穴数)，并采集其中的部分个体称重，再换算成生物量。

(二) 生物样品处理与保存

1) 采得的所有定性和定量标本，洗净按类分开瓶装或封口塑料袋装，或按大小及个体软硬分装，以防标本损坏；

2) 定量样品，未能及时处理的余渣，拣出可见标本后把余渣另行分装，在双筒解剖镜下挑拣；

3) 按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定；

4) 对受刺激易引起收缩或自切的种类(如腔肠动物、纽形动物)，先用水合氯醛或乌来糖进行麻醉后再固定，某些多毛类(如沙蚕科、吻沙蚕科)，先用淡水麻醉，挤出吻部，再用福尔马林固定，对于大型海藻，除用福尔马林固定外，最好带回一些完整的新鲜藻体，制作腊叶标本。

鱼卵与仔稚鱼

采样方法是按《海洋调查规范》GB/T 12763.6-2007 中的有关鱼类浮游生物调查的规定进行，利用浅水I型浮游生物网采样，定性样品采用平行拖网采集，定量样品采用垂直拖网采集。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

游泳生物

项目所在海区地形较为复杂，根据现场情况本次调查渔船使用单拖网渔船，为“琼临渔 00136”，网衣全长 20m，宽 24m，网具曳纲长度为 24m，囊网网目为 53mm。

现场调查采样方法按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）、《海洋调查规范 海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）进行。渔获样品分析先将较大和稀有种类的渔获物单独挑出，然后随机采集 20kg 渔获样品供进一步分析，渔获物不足 20kg 时，则全部取样。每个站位的渔获样品，均进行生物学测定。

优势渔获物分析通过 Pinkas 等应用的相对重要性指标（IRI）来确定：

IRI=（N+W）×F×10^4

N 为某种类的尾数占总渔获尾数的百分比；

W 为某种类的质量占总渔获质量的百分比；

F 为某种类在调查中被捕获的站位数与总调查站位数之比。

本报告以 IRI 大于 100 为优势种

资源密度(kg/km^2)和现存资源量(t)根据扫海面积法估算，公式如下：

$D=Y\times10^{-3}/(A(1-E))$

$B=D\cdot S$

B=现存资源量 (t)；

D=资源密度 (kg/km^2)；

A=每小时扫海面积 (km^2/h)；

S=调查监测水域面积 (km^2)；

Y=平均渔获率 (kg/h)；

E=逃逸率 (这里取 0.5)。

5.5.2.4 生态数据处理和评价

① 初级生产力

采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7-2007 中有关叶绿素 a 调查的规定进行。使用紫外分光光度计测定叶绿素 a 的含量。

初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织(UNESCO)推荐的下列公式估算：

$$P=\frac{Chla\cdot Q\cdot D\cdot E}{2}$$

式中：

P—现场初级生产力(mg·C/(m^2·d))

Chla—真光层内平均叶绿素 a 含量(mg/m^3)

Q—不同层次同化指数算术平均值，取 3.71

D—昼长时间(h)，根据季节和海区情况取 12.0 小时

E—真光层深度(m)，取透明度(m)×2.71

② 优势度、多样性指数、均匀度和丰富度

用反映生物群落特征指数，优势度、多样性指数(H′)、均匀度(J′)和丰富度对所调查的生物群落结构特征进行分析。计算公式如下：

优势度(Y)：

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

Shannon-Wiener 多样性指数：

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

Pielou 均匀度指数：

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

式中：

Pi＝ni/N；

Hmax＝$\log_2$S，为最大多样性指数；

ni：第 i 种的个体数量(ind.·m^2)；

N：某站总生物数量(ind.·m^2)；

fi：某种生物的出现频率(%)；

S：出现生物总种数。

丰富度指数：

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

d 表示丰富度指数；

S 表示样品中的总种数；

N 表示群落中所有物种的总丰度

5.5.2.5 调查结果及分析

叶绿素 a 和初级生产力

调查海区叶绿素 a 含量范围是（0.70~1.55）mg/m^3，平均值为 1.17mg/m^3。叶绿

素 a 含量最高出现在 D11 号站位。调查海区初级生产力变化范围是（34.69~270.25）mg·C/m^2·d；平均值是 145.70mg·C/m^2·d。其结果见表 5.5.2-2。

表 5.5.2-2　调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

站号	表层	底层	叶绿素 a	初级生产力
D2	0.6	0.8	0.70	194.25
D4	0.2	1.4	0.80	202.69
D5	1.7	0.6	1.15	69.37
D6	1.4	0.4	0.90	152.02
D8	0.2	2.1	1.15	34.69
D9	1.8	1.3	1.55	46.75
D11	2.3	0.7	1.50	54.29
D12	0.8	2.1	1.45	157.45
D16	2.0	0.8	1.40	270.25
D17	0.7	1.6	1.15	263.62
D18	1.8	0.9	1.35	130.30
D19	1.1	0.7	0.90	172.77
最小值	0.2	0.4	0.70	34.69
最大值	2.3	2.1	1.55	270.25
平均值	1.2	1.1	1.17	145.70

浮游植物

1、种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 46 属 111 种（包括变型及变种）。其中，硅藻 36 属 85 种，占浮游植物种类数的 76.58%；甲藻门 8 属 24 种，占种类数的 21.62%；蓝藻门和金藻门各 1 属 1 种，均占种类数的 0.90%。

2、细胞密度

各调查站位浮游植物的细胞密度介于（1.29~6.86）×10^5cells/m^3 之间，平均细胞密度为 2.49×10^5cells/m^3。见表 5.5.2-3。

表 5.5.2-3　各站位浮游植物细胞密度（×10^5cells/m^3）

站位	细胞密度（×10^5cells/m^3）
D2	6.86
D4	1.35
D5	1.82
D6	4.70
D8	1.29
D9	2.03
D11	1.93
D12	2.11

D16	2.23
D17	1.48
D18	1.45
D19	2.66
平均值	2.49

3、优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式：$Y=P_i \times f_i$，f_i 为第 i 种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将浮游植物的优势度≥0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查海域浮游植物优势种为红海束毛藻、并基角毛藻、旋链角毛藻、奇异棍型藻、柔弱角毛藻、中肋骨条藻、太阳双尾藻、海链藻属一种、菱形海线藻。具体优势种见表 5.5.2-4。

表 5.5.2-4　浮游植物优势种和优势度

优势种	拉丁文名	平均密度 ($\times10^4$cells/m^3)	占总密度的比例(%)	出现频率 (%)	优势度
红海束毛藻	*Trichodesmiumerythraeum*	6.89	27.66	100.00	0.28
并基角毛藻	*Chaetocerosdecipiens f. decipiens*	4.88	19.58	100.00	0.20
旋链角毛藻	*Chaetoceroscurvisetus*	2.10	8.43	100.00	0.08
奇异棍型藻	*Bacillariaparadoxa*	1.04	4.17	83.33	0.03
柔弱角毛藻	*Chaetoceros debilis*	0.82	3.28	83.33	0.03
中肋骨条藻	*Skeletonemacostatum*	0.70	2.83	91.67	0.03
太阳双尾藻	*Ditylum sol*	0.60	2.43	100.00	0.02
海链藻属一种	*Thalassiosirasp.*	0.74	2.98	75.00	0.02
菱形海线藻	*Thalassionemanitzschioides*	0.55	2.19	100.00	0.02

注：红海束毛藻按条计（条/m^3）。

4、丰富度、多样性指数与均匀度

浮游植物多样性反映其种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系，均匀度则反映其种类数量的分配情况，可以作为水质监测的参数。

计算结果表明，调查期间各站位的浮游植物丰富度指数（*D*）介于 1.39~3.06 之间，平均值为 2.51；多样性指数（*H'*）介于 1.57~4.23 之间，平均值为 3.67；均匀度指数（*J'*）介于 0.33~0.75 之间，平均值为 0.66。丰富度指数最高出现在 D9 号站位，最低出现在 D2 号站位；多样性指数和均匀度指数最高出现在 D5 号站位，最低出现在 D2 号站位。结果见表 5.5.2-5。

表 5.5.2-5　丰富度（*D*）、多样性指数（*H′*）和均匀度（*J′*）

站位	*D*	*H′*	*J′*
D2	1.39	1.57	0.33
D4	2.35	3.18	0.59
D5	2.75	4.23	0.75
D6	2.76	3.94	0.69
D8	2.47	3.58	0.66
D9	3.06	4.16	0.72
D11	2.22	3.64	0.68
D12	2.94	4.03	0.70
D16	2.14	3.78	0.71
D17	3.03	4.20	0.73
D18	2.51	3.99	0.73
D19	2.55	3.79	0.68
平均值	2.51	3.67	0.66

5、小结

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 4 门 46 属 111 种（包括变型及变种）。各调查站位浮游植物的细胞密度介于（1.29~6.86）×10^5cells/m^3之间，平均细胞密度为 2.49×10^5cells/m^3。

调查海域浮游植物优势种为红海束毛藻、并基角毛藻、旋链角毛藻、奇异棍型藻、柔弱角毛藻、中肋骨条藻、太阳双尾藻、海链藻属一种、菱形海线藻。

调查期间各站位的浮游植物丰富度指数（*D*）介于 1.39~3.06 之间，平均值为 2.51；多样性指数（*H′*）介于 1.57~4.23 之间，平均值为 3.67；均匀度指数（*J′*）介于 0.33~0.75 之间，平均值为 0.66。

浮游动物

1、种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 7 类 31 属 31 种，不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼。其中，桡足类最多，有 17 属 17 种，占浮游动物总种数的 54.84%；毛颚类有 2 属 2 种，占浮游动物总种数的 6.45%；水螅水母类有 8 属 8 种，占浮游动物总种数的 25.81%；栉水母类、被囊类、端足类、十足类各有 1 属 1 种，均占浮游动物总种数的 3.23%；另有 5 个类别浮游幼体和若干仔鱼。

2、生物量和丰度

本次调查浮游动物丰度范围为(1.85~22.76)ind/m^3，平均丰度为 8.80ind/m^3，其中最高丰度出现在 D4 号站位，最低为 D6 号站位；生物量范围为（1.40~10.63）mg/m^3，平均生物量为 3.88mg/m^3，其中最高生物量出现在 D4 号站位，最低为 D8 号站位。

结果详见表 5.5.2-6。

表 5.5.2-6　各站位浮游动物丰度（ind/m^3）和生物量(mg/m^3)

站位	丰度（ind/m^3）	生物量(mg/m^3)
D2	17.11	4.47
D4	22.76	9.86
D5	5.59	2.69
D6	1.85	2.30
D8	2.98	1.40
D9	4.00	2.04
D11	13.41	3.34
D12	4.49	2.34
D16	5.48	3.40
D17	7.05	2.38
D18	17.83	10.63
D19	3.06	1.73
平均值	8.80	3.88

3、优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式：$Y=P_i\times f_i$，f_i 为第 i 种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度≥0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域浮游动物优势种类主要有肥胖软箭虫、太平洋纺锤水蚤、亚强次真哲水蚤、叉胸刺水蚤。结果详见表 5.5.2-7。

表 5.5.2-7　浮游动物优势种和优势度

优势种	拉丁文名	平均丰度（ind/m^3）	比例(%)	出现频率(%)	优势度
肥胖软箭虫	*Sagitta enflata*	0.98	11.18	75.00	0.08
太平洋纺锤水蚤	*Acartia pacifica*	1.09	12.38	50.00	0.06
亚强次真哲水蚤	*Subeucalanus subcrassus*	0.49	5.54	50.00	0.03
叉胸刺水蚤	*Centropages furcatus*	0.33	3.78	66.67	0.03

4、丰富度、多样性指数和均匀度

调查期间该水域浮游动物丰富度指数范围在 0.98~4.50 之间，平均值为 3.01，最高出现在 D6 号站位，最低在 D2 号站位；多样性指数范围在 2.10~3.08 之间，平均值为 2.56，最高值出现在 D5 号站位，最低在 D2 号站位；均匀度指数范围在 0.74~0.95 之间，平均值为 0.86，最高出现在 D19 号站位，最低在 D18 号站位。结果详见表 5.5.2-8。

表 5.5.2-8　丰富度(*D*)、多样性指数(*H'*)和均匀度(*J*)

站位	*D*	*H'*	*J'*
D2	0.98	2.10	0.91
D4	3.33	3.01	0.75
D5	3.63	3.08	0.93
D6	4.50	2.13	0.92
D8	3.17	2.14	0.83
D9	3.00	2.42	0.86
D11	2.94	2.94	0.82
D12	3.69	2.90	0.91
D16	2.85	2.38	0.79
D17	3.19	2.87	0.86
D18	2.41	2.57	0.74
D19	2.48	2.20	0.95
平均值	3.01	2.56	0.86

5、小结

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 7 类 31 属 31 种，不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼。其中，桡足类最多，有 17 属 17 种，毛颚类有 2 属 2 种，水螅水母类有 8 属 8 种，栉水母类、被囊类、端足类、十足类各有 1 属 1 种，另有 5 个类别浮游幼体和若干仔鱼。浮游动物丰度范围为(1.85~22.76)ind/m^3，平均丰度为 8.80ind/m^3；生物量范围为（1.40~10.63）mg/m^3，平均生物量为 3.88mg/m^3。

调查期间该海域浮游动物优势种类主要有肥胖软箭虫、太平洋纺锤水蚤、亚强次真哲水蚤、叉胸刺水蚤。

该水域浮游动物丰富度指数范围在 0.98~4.50 之间，平均值为 3.01；多样性指数范围在 2.10~3.08 之间，平均值为 2.56；均匀度指数范围在 0.74~0.95 之间，平均值为 0.86。

大型底栖生物

1、种类组成

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 8 门 40 科 58 种，其中半索动物有 1 科 1 种，占总种类数的 1.72%；刺胞动物有 1 科 2 种，占总种类数的 3.45%；苔藓动物有 2 科 2 种，占总种类数的 3.45%；环节动物有 8 科 10 种，占总种类数的 17.24%；棘皮动物有 1 科 3 种，占总种类数的 5.17%；脊索动物有 3 科 5 种，占总种类数的 8.62%；节肢动物有 15 科 25 种，还有 1 种虾姑幼体，占总种类数的 43.10%；软体动物有 9 科 10 种，占总种类数的 17.24%。

2、生物量和栖息密度

调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的范围为(4.98~24.88)ind/m^2，平均密度为 11.59ind/m^2，最高出现在 D8 号站位；生物量的范围为(0.04~2.75)g/m^2，平均生物量为 0.68g/m^2，最高出现在 D8 号站位。详见表 5.5.2-8。

表 5.5.2-8　各站位大型底栖生物生物量(g/m^2)和栖息密度(ind/m^2)

站位	栖息密度 ind/m^2	生物量 g/m^2
D2	14.93	0.13
D4	19.90	0.53
D5	9.95	0.17
D6	9.95	0.33
D8	24.88	2.75
D9	4.98	0.04
D11	9.95	0.40
D12	9.95	0.49
D16	9.95	1.21
D17	4.98	1.32
D18	14.63	0.11
D19	4.98	0.70
平均值	11.59	0.68

3、各类别生物量和栖息密度

调查海域大型底栖生物栖息密度主要以环节动物为主，平均密度为 6.64ind/m^2；其次为节肢动物，平均密度为 2.08ind/m^2；最低为半索动物，平均密度为 0.42ind/m^2。生物量以脊索动物为主，平均生物量为 0.24g/m^2；其次为节肢动物，平均生物量为 0.22g/m^2；最低为半索动物，平均生物量均为 0.03g/m^2。详见表 5.5.2-9。

表 5.5.2-9　各站位类别生物量(g/m^2)和栖息密度(ind/m^2)

项目	门类	D2	D4	D5	D6	D8	D9	D11	D12	D16	D17	D18	D19	平均值
栖息密度	半索动物	--	--	--	--	--	--	4.98	--	--	--	--	--	0.42
	环节动物	9.95	14.93	4.98	9.95	14.93	4.98	--	4.98	4.98	--	9.98	--	6.64
	棘皮动物	--	--	4.98	--	4.98	--	--	--	--	--	--	--	0.83
	脊索动物	--	--	--	--	4.98	--	--	--	4.98	--	--	--	0.83
	节肢动物	4.98	4.98	--	--	--	--	4.98	--	--	4.98	--	4.98	2.08
	软体动物	--	--	--	--	--	--	--	4.98	--	--	4.98	--	0.83
	总量	14.93	19.9	9.95	9.95	24.88	4.98	9.95	9.95	9.95	4.98	14.63	4.98	11.59
生物量	半索动物	--	--	--	--	--	--	0.31	--	--	--	--	--	0.03
	环节动物	0.06	0.06	0.02	0.33	0.67	0.04	--	0.02	0.12	--	0.04	--	0.11
	棘皮动物	--	--	0.16	--	0.27	--	--	--	--	--	--	--	0.04
	脊索动物	--	--	--	--	1.81	--	--	--	1.09	--	--	--	0.24
	节肢动物	0.07	0.47	--	--	--	--	0.09	--	--	1.32	--	0.70	0.22
	软体动物	--	--	--	--	--	--	--	0.47	--	--	0.08	--	0.05
	总量	0.13	0.53	0.17	0.33	2.75	0.04	0.40	0.49	1.21	1.32	0.11	0.70	0.68

注：--为未发现

4、优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式：$Y=P_i \times f_i$，f_i 为第 i 种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将大型底栖生物的优势度≥0.01 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域大型底栖生物优势种类有中华内卷齿蚕、翅状露索沙蚕、细螯虾。详见表 5.5.2-10。

表 5.5.2-10　大型底栖生物的优势种和优势度

优势种	拉丁文名	平均栖息密度 (ind/m^2)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
中华内卷齿蚕	*Aglaophamussinensis*	1.24	10.71%	25.00%	0.03
翅状露索沙蚕	*Lobonerispterigtha*	0.83	7.14%	16.67%	0.01
细螯虾	*Leptochelagracilis*	0.83	7.14%	16.67%	0.01

5、丰富度、多样性指数和均匀度

D9、D17、D19 号站位均只采集到 1 种生物，丰富度、多样性指数、均匀度为 0；其余各站每种物种均只采到 1 只，均匀度为 1.00。

各站均匀度的范围为 0～1.00，平均值为 0.75；丰富度的范围为 0～0.86，平均值为 0.34，最高值出现在 D8 号站位，最低值出现在 D9、D17、D19 号站位；多样性指数的范围为 0～2.32，平均值为 1.04，最高值出现在 D8 号站位，最低值出现在 D9、D17、D19 号站位。详见表 5.5.2-11。

表 5.5.2-11　丰富度(*D*)、多样性指数(*H'*)和均匀度(*J*)

站位	丰富度（*D*）	多样性指数（*H'*）	均匀度指数（*J*）
D2	0.51	1.58	1.00
D4	0.70	2.00	1.00
D5	0.30	1.00	1.00
D6	0.30	1.00	1.00
D8	0.86	2.32	1.00
D9	0	0	0
D11	0.30	1.00	1.00
D12	0.30	1.00	1.00
D16	0.30	1.00	1.00
D17	0	0	0
D18	0.51	1.58	1.00
D19	0	0	0
平均值	0.34	1.04	0.75

注：0 为只采集到 1 种底栖生物。

6、小结

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 8 门 40 科 58 种，其中半索动物有 1 种，刺胞动物、苔藓动物有 2 种，环节动物有 10 种，棘皮动物有 3 种，脊索动物有 5 种，节肢动物有 25 种，还有 1 种虾姑幼体，软体动物有 10 种。

各站位底栖生物栖息密度的范围为(4.98~24.88)ind/m^2，平均密度为 11.59ind/m^2；生物量的范围为(0.04~2.75)g/m^2，平均生物量为 0.68g/m^2。大型底栖生物栖息密度主要以环节动物为主，平均密度为 6.64ind/m^2，其次为节肢动物，最低为半索动物；生物量以脊索动物为主，平均生物量为 0.24g/m^2，其次为节肢动物，最低为半索动物。

该海域大型底栖生物优势种类突出，优势种分别有中华内卷齿蚕、翅状露索沙蚕、细螯虾。各站均匀度的范围为 0～1.00，平均值为 0.75；丰富度的范围为 0～0.86，平均值为 0.34；多样性指数的范围为 0～2.32，平均值为 1.04。

潮间带生物

1、种类组成

3 个潮间带断面共采获了 5 个生物类别中的 39 科 54 种生物（包含定性样品）。其中环节动物门有 4 科 4 种，占总种类数的 7.41%；棘皮动物门有 2 科 2 种，占总种类数的 3.70%；节肢动物门有 11 科 14 种，占总种类数的 25.93%；软体动物门有 20 科 30 种，占总种类数的 55.56%；星虫动物门有 2 科 4 种，占总种类数的 7.41%。

不同断面出现的生物种类数差异较大，其中 D13 出现的生物种类数最多，有 52 种生物，环节动物、星虫动物各有 4 种、棘皮动物有 2 种、节肢动物有 13 种、软体动物有 29 种；其次是 D14、D15 各有 2 种生物。不同断面出现的生物种类数详见表 5.5.2-12。

表 5.5.2-12　不同断面出现的生物种类数

门类	环节动物	棘皮动物	节肢动物	软体动物	星虫动物	合计
D13	4	2	13	29	4	52
D14	--	--	1	1	--	2
D15	--	--	2	--	--	2

注：--表示未发现该生物类型

2、生物量和栖息密度

3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 70.20ind/m^2，平均生物量为 3.21g/m^2；中潮区平均栖息密度为 68.92ind/m^2，平均生物量为 160.72g/m^2；低潮区平均栖息密度为 158.67ind/m^2，平均生物量为 220.04g/m^2。详见表 5.5.2-13。

表 5.5.2-13　潮间带生物量(g/m²)和栖息密度(ind/m²)

断面	栖息密度（ind/ m²）			生物量(g/m²)		
	高滩	中滩	低滩	高滩	中滩	低滩
D13	210.00	206.67	336.00	8.36	482.01	587.08
D14	0.30	0.04	140.00	1.03	0.11	73.04
D15	0.30	0.06	--	0.23	0.03	--
平均值	70.20	68.92	158.67	3.21	160.72	220.04

注：--为未发现

3、各类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 5.5.2-14 所示，其中栖息密度的分布状况为软体动物（99.08ind/m²）>节肢动物（11.92ind/m²）>环节动物（0.67ind/m²）；生物量分布状况为软体动物（134.67g/m²）>节肢动物（9.05g/m²）>环节动物（0.27g/m²）。

表 5.5.2-14　潮间带生物的类别组成生物量与栖息密度

断面		栖息密度 ind/m²			生物量 g/m²		
		环节动物	节肢动物	软体动物	环节动物	节肢动物	软体动物
D13	高潮	--	--	210.00	--	--	8.36
	中潮	5.33	10.67	190.67	2.15	8.81	471.05
	低潮	--	84.00	252.00	--	62.16	524.92
D14	高潮	--	0.30	--	--	1.03	--
	中潮	--	0.04	--	--	0.11	--
	低潮	--	--	140.00	--	--	73.04
D15	高潮	--	0.30	--	--	0.23	--
	中潮	--	0.06	--	--	0.03	--
	低潮	--	--	--	--	--	--
平均值		0.67	11.92	99.08	0.27	9.05	134.67

注：--为未发现

4、优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式：$Y=P_i \times f_i$，f_i 为第 i 种在各个站位出现的频率。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度>0.02 种类作为该区域的优势种类。

该海域的潮间带生物优势种类有棘刺牡蛎、塔结节滨螺。（见表 5.5.2-15）

表 5.5.2-15　潮间带生物的优势种

优势种	拉丁文名	平均栖息密度 (ind/m²)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
棘刺牡蛎	*Saccostrea echinata*	15.56	15.67	22.22	0.03
塔结节滨螺	*Nodilittorina pyramidalis*	19.11	11.11	11.11	0.02

5、丰富度、多样性指数和均匀度

D14 断面高、中、低潮带和 D15 断面的高、中潮带均只采集到一种生物，丰富

度、多样性指数、均匀度为 0；D15 号断面低潮带未采集到生物。详见表 5.5.2-16。

高潮区丰富度范围在 0~0.13 之间，平均为 0.04；多样性指数范围在 0~0.68 之间，平均为 0.23；均匀度范围在 0~0.68 之间，平均为 0.23。中潮区丰富度范围在 0~2.08 之间，平均为 0.69；多样性指数范围在 0~2.60 之间，平均为 0.87；均匀度范围在 0~0.64 之间，平均为 0.21。低潮区丰富度范围在 0~1.91 之间，平均为 0.64；多样性指数范围在 0~3.12 之间，平均为 1.04；均匀度范围在 0~0.76 之间，平均为 0.25。

表 5.5.2-16　潮间带生物丰富度（*D*）、多样性指数（*H'*）均匀度（*J*）

断面	丰富度 *D*			多样性指数 *H`*			均匀度 *J*		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低
D13	0.13	2.08	1.91	0.68	2.60	3.12	0.68	0.64	0.76
D14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D15	0	0	--	0	0	--	0	0	--
平均值	0.04	0.69	0.64	0.23	0.87	1.04	0.23	0.21	0.25

注：0 为只采集到 1 种生物；--为未发现

6、小结

3 个潮间带断面共采获了 39 科 54 种生物（包含定性样品）。其中环节动物门有 4 科 4 种，棘皮动物门有 2 科 2 种，节肢动物门有 11 科 14 种，软体动物门有 20 科 30 种，星虫动物门有 2 科 4 种。

3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 70.20ind/m^2，平均生物量为 3.21g/m^2；中潮区平均栖息密度为 68.92ind/m^2，平均生物量为 160.72g/m^2；低潮区平均栖息密度为 158.67ind/m^2，平均生物量为 220.04g/m^2。其中软体动物的生物量和栖息密度最大，分别为 99.08ind/m^2、134.67g/m^2。

海域的潮间带生物优势种类有棘刺牡蛎、塔结节滨螺。

高潮区丰富度范围在 0~0.13 之间，平均为 0.04；多样性指数范围在 0~0.68 之间，平均为 0.23；均匀度范围在 0~0.68 之间，平均为 0.23。中潮区丰富度范围在 0~2.08 之间，平均为 0.69；多样性指数范围在 0~2.60 之间，平均为 0.87；均匀度范围在 0~0.64 之间，平均为 0.21。低潮区丰富度范围在 0~1.91 之间，平均为 0.64；多样性指数范围在 0~3.12 之间，平均为 1.04；均匀度范围在 0~0.76 之间，平均为 0.25。

渔业资源

（一）鱼卵和仔稚鱼

1、种类组成

在采集的 24 个样品中共鉴定出 6 个种类，隶属于 6 科，除此之外还有部分的鱼

卵未能确定种类。其中鉴定到属的有 2 种，其余鉴定到科。从发育阶段来看，鱼卵、仔稚鱼出现种类各有 5 种。

水平拖网共采获鱼卵 641 粒，仔稚鱼 15 尾。鱼卵数量以鲷科鱼卵占绝对优势，占总数的 35.73%；其次为鲹科鱼卵，占总数的 21.22%。仔鱼数量鲷科最多，占总数的 33.33%；其次为小公鱼属仔稚鱼，占总数的 26.67%。本次调查鱼卵、仔稚鱼优势种为鲷科。见表 5.5.2-17。

表 5.5.2-17　鱼卵和仔鱼种类组成

鱼卵		仔鱼	
种类	所占比例(%)	种类	所占比例(%)
小公鱼属	19.34	小公鱼属	26.67
鳀科	3.74	鳀科	13.33
鲹科	21.22	鲹科	13.33
鲷科	35.73	鲷科	33.33
舌鳎科	8.58	绯鲤属	13.33
未定种	11.39		

2、密度分布

本次垂直拖网调查，采集到的鱼卵密度范围为(0~0.96)粒/m^3，平均密度为 0.37 粒/m^3，最大值出现在 D12 号站位，D2、D4 站位未采集到鱼卵；采集到的仔稚鱼密度范围为(0~0.26)粒/m^3，平均密度为 0.02 粒/m^3，除 D6 站位外，其余站位均未采集到仔稚鱼。详见表 5.5.2-18。

表 5.5.2-18　鱼卵和仔鱼调查结果

站位	鱼卵(粒/m^3)	仔鱼(尾/m^3)
D2	0	0
D4	0	0
D5	0.53	0
D6	0.26	0.26
D8	0.46	0
D9	0.22	0
D11	0.23	0
D12	0.96	0
D16	0.24	0
D17	0.44	0
D18	0.70	0
D19	0.34	0
平均值	0.37	0.02

（二）游泳生物

1、游泳生物资源现状

①种类组成

本次调查采用单拖底拖网，分析评价该项目海域游泳动物的种类组成。经鉴定，共捕获游泳动物 73 种，分别隶属于 15 目 38 科。其中鱼类 10 目 26 科 43 种，占所有种类的 58.90%；甲壳类 2 目 8 科 25 种，占所有种类的 34.25%；头足类 3 目 4 科 5 种，占所有种类的 6.85%。

②渔获率和现存资源密度

本次调查共采集到游泳动物重量有 31.94kg，其中，鱼类为 6.89kg，占总渔获量的 21.57%；甲壳类为 24.256kg，占总渔获量的 75.94%；头足类渔获量为 0.796kg，占总渔获量 2.49%。个体计，共采集到个体有 3590ind，鱼类为 528ind，占总个体渔获数量的 14.71%；甲壳类为 2962ind，占总个体渔获数量的 82.51%；头足类为 100ind，占总个体渔获量的 2.94%。

游泳动物重量渔获率范围为 3.83kg/h~13.64kg/h，游泳动物的平均重量渔获率为 5.84kg/h。各站位中重量渔获率以 D16 号站最高，为 13.64kg/h；渔获率较高的站位还有 D6 号站，渔获率为 7.70kg/h；D8 号站最低，为 3.83kg/h。各类中鱼类重量渔获率为 1.29kg/h，占渔获游泳动物的 22.03%；甲壳类重量渔获率为 4.37kg/h；占渔获游泳动物的 74.77%；头足类重量渔获率为 0.19kg/h；占渔获游泳动物的 3.20%。按个体计，评价区游泳动物的个体渔获率范围为 382ind./h~1369ind./h，平均个体渔获率为 687ind./h。各站位中个体渔获率以 D16 号站最高，为 1369ind./h；其次为 D11 号站，为 1025ind./h；D8 号站最低，为 382ind./h。各类中鱼类个体渔获率为 131ind./h，占渔获游泳动物的 19.13%；甲壳类个体渔获率为 532ind./h，占渔获游泳动物的 77.50%；头足类个体渔获率为 23ind./h，占渔获游泳动物的 3.37%。其他各站渔获率见表 5.5.2-19。

调查海域中游泳动物的质量资源密度为 525.74kg/km^2。各类中鱼类质量资源密度为 115.83kg/km^2，甲壳类质量资源密度为 393.09kg/km^2，头足类质量资源密度为 16.82kg/km^2。各站中以 D16 号站质量资源密度最高（1227.22kg/km^2），D6 号站次之（693.30kg/km^2），D8 号站较低（344.92kg/km^2）；按个体计，游泳动物的资源密度约为 61815ind/km^2。各类中鱼类个体资源密度为 11825ind/km^2，甲壳类个体资源密度为 47905ind/km^2，头足类个体资源密度为 2085ind/km^2。各站位中个体资源密度以 D16 号站最高（123178 ind./km^2），D11 号站次之（92198 ind./km^2），D8 号站最低（34341 ind./km^2）。其他各站资源密度见表 5.5.2-19。

表 5.5.2-19　调查海域游泳动物渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind./h	重量资源密度 kg/km^2	个体资源密度 ind./km^2
D2	3.85	501	346.51	45075
D4	4.37	528	393.36	47516
D5	4.03	692	362.60	62303
D6	7.70	924	693.30	83153
D8	3.83	382	344.92	34341
D9	5.21	594	468.50	53456
D11	7.15	1025	643.09	92198
D12	5.85	455	526.02	40932
D16	13.64	1369	1227.22	123178
D17	4.55	616	409.88	55468
D18	4.84	492	435.48	44276
D19	5.09	665	457.98	59886
平均值	5.84	687	525.74	61815

3 优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获物鱼类共有 6 种，其中，龙头鱼的 IRI 最高，为 360；其它优势种依次为黄鲫（324）、孔虾虎鱼（264）、大头银姑鱼（227）、拟矛尾鰕虎鱼（224）、鹿斑鲾（143）。优势渔获物甲壳类有 11 种，为伍氏平虾蛄（3658）、口虾蛄（3053）、纤手梭子蟹（2259）、矛形梭子蟹（1349）、中华管鞭虾（919）、周氏新对虾（823）、断脊口虾姑（775）、红星梭子蟹（625）、近缘新对虾（288）、双斑蟳（231）、猛虾姑（119）。渔获物头足类优势种有 1 种，为火枪乌贼（198）。其它种类的相对重要性指数小于 100。优势种渔获率及百分比组成见表 5.5.2-20。

表 5.5.2-20　调查海域渔获物优势种

种类	种	N	W	F	IRI
鱼类	龙头鱼	2.50%	1.42%	91.67%	360
	黄鲫	1.82%	2.51%	75.00%	324
	孔虾虎鱼	1.66%	1.50%	83.33%	264
	大头银姑鱼	3.28%	0.61%	58.33%	227
	拟矛尾鰕虎鱼	0.93%	1.75%	83.33%	224
	鹿斑鲾	0.74%	2.12%	50.00%	143
甲壳类	伍氏平虾蛄	21.97%	17.94%	91.67%	3658
	口虾蛄	16.77%	13.76%	100.00%	3053
	纤手梭子蟹	10.78%	13.87%	91.67%	2259

	矛形梭子蟹	3.79%	12.40%	83.33%	1349
	中华管鞭虾	3.03%	6.99%	91.67%	919
	周氏新对虾	3.08%	6.80%	83.33%	823
	断脊口虾姑	3.55%	4.90%	91.67%	775
	红星梭子蟹	5.12%	1.70%	91.67%	625
	近缘新对虾	1.95%	1.89%	75.00%	288
	双斑蟳	0.80%	2.67%	66.67%	231
	猛虾姑	1.06%	0.97%	58.33%	119
头足类	火枪乌贼	0.88%	1.75%	75.00%	198

2、鱼类资源状况

①种类组成

经鉴定，本次调查共捕获鱼类 43 种，分隶于 10 目 26 科。以鲈形目的种类数最多，有 22 种；鲱形目 6 种；鲉形目 3 种；鲻形目、鲽形目 2 种；其它各目均为 1 种。在各科中，石首鱼科 5 种；鳀科 4 张；鲉科、虾虎鱼科 3 种；天竺鲷科、鲳科、带鱼科、鲱科、蛇鳗科 2 种；其它各科均只有 1 种。

②渔获率与资源密度分布

本次调查底拖网渔获的鱼类总重量为 6.89kg，平均重量渔获率为 1.29kg/h。各站位中以 D16 号站重量渔获率最高，为 3.54kg/h；D2 号站重量渔获率最低，为 0.49kg/h。按个体计，鱼类的平均个体渔获率为 131ind./h。各站位中以 D11 号站个体渔获率最高，为 450ind./h，D8 号站个体渔获率最低，为 38ind./h。结果详见表 5.5.2-21。

调查海域中鱼类的平均重量资源密度为 115.83kg/km^2。各站位中以 D16 号站重量资源密度最高，为 318.24kg/km^2；D2 号站重量资源密度最低，为 44.37kg/km^2。按个体计，鱼类的平均个体资源密度为 11825ind./km^2。各站位中以 D11 号站个体资源密度最高，为 40497ind./km^2；D8 号站个体资源密度最低，资源密度为 3456ind./km^2。结果详见表 5.5.2-21。

表 5.5.2-21　调查海域鱼类的渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind./h	重量资源密度 kg/km^2	个体资源密度 ind./km^2
D2	0.49	81	44.37	7278
D4	0.84	129	75.59	11609
D5	0.60	102	54.41	9138
D6	1.56	141	140.66	12689
D8	0.76	38	68.47	3456
D9	0.97	48	87.11	4320
D11	2.46	450	221.65	40497

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind./h	重量资源密度 kg/km^2	个体资源密度 $ind./km^2$
D12	1.39	45	124.89	4006
D16	3.54	174	318.24	15692
D17	0.71	95	64.06	8590
D18	0.87	150	78.56	13499
D19	1.24	124	111.92	11126
平均值	1.29	131	115.83	11825

③鱼类优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获物鱼类共有 6 种，其中，龙头鱼的 IRI 最高，为 360；其它优势种依次为黄鲫（324）、孔虾虎鱼（264）、大头银姑鱼（227）、拟矛尾鰕虎鱼（224）、鹿斑鲾（143）。其它种类的相对重要性指数小于 100。优势种渔获率及百分比组成见表 5.5.2-22。

表 5.5.2-22　鱼类优势种渔获率及百分比组成

种类	种	N	W	F	IRI
鱼类	龙头鱼	2.50%	1.42%	91.67%	360
	黄鲫	1.82%	2.51%	75.00%	324
	孔虾虎鱼	1.66%	1.50%	83.33%	264
	大头银姑鱼	3.28%	0.61%	58.33%	227
	拟矛尾鰕虎鱼	0.93%	1.75%	83.33%	224
	鹿斑鲾	0.74%	2.12%	50.00%	143

3、头足类资源状况

①种类组成

本次调查共渔获头足类 5 种，隶属 3 目 4 科，其中，中国枪乌贼、火枪乌贼属于枪形目，短穗乌贼、四盘耳乌贼属于乌贼目，卵蛸属于八腕目。

②渔获率和资源密度分布

本次调查，头足类的重量渔获率范围为 0.02~0.80kg/h，平均 0.19kg/h，按个体计，个体渔获率范围为 4~72ind./h，平均 13ind./h 结果详见表 5.5.2-22。

采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区外海海域目前头足类的平均质量资源密度为 $16.82kg/km^2$。各站位中以 D6 号站质量资源密度最高，为 $71.54kg/km^2$；D16 号站质量资源密度最低，为 $1.52kg/km^2$。按个体计，平均个体资源密度为 $2085ind./km^2$。各站位中以 D6 号站个体资源密度最高，为 $6479ind./km^2$；D16 号站个

体资源密度最低，为 337ind./km^2。结果详见表 5.5.2-23。

表 5.5.2-23　调查海域头足类的渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind./h	重量资源密度 kg/km^2	个体资源密度 ind./km^2
D2	0.06	13	5.16	1174
D4	0.09	18	8.37	1620
D5	0.09	21	7.68	1869
D6	0.80	72	71.54	6479
D8	0.05	12	4.54	1080
D9	0.06	4	5.04	360
D11	0.44	18	39.69	1620
D12	0.11	14	9.75	1219
D16	0.02	4	1.52	337
D17	0.27	71	24.05	6381
D18	0.11	12	9.72	1080
D19	0.16	20	14.73	1800
平均值	0.19	23	16.82	2085

③头足类优势种

根据相对重要性指数（*IRI*）公式计算评价调查海域内头足类的相对重要性指标（*IRI*），并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标。渔获物头足类优势种有 1 种，为火枪乌贼（198）。其它种类的相对重要性指数小于 100。优势种渔获率及百分比组成见表 5.5.2-24。

表 5.5.2-24　调查海域头足类的渔获率和资源密度

种类	种	N	W	F	IRI
头足类	火枪乌贼	0.88%	1.75%	75.00%	198

4、甲壳类资源状况

①种类组成

经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 25 种，分属 2 目 8 科。其中，锈斑蟳、口虾姑、猛虾姑、红星梭子蟹、近缘新对虾、周氏新对虾等为陆丰近海渔业的兼捕对象。

②渔获率和资源密度分布

调查海域甲壳类重量渔获率范围为 3.02kg/h~10.08kg/h，平均 4.37kg/h。按个体计，甲壳类的个体渔获率范围为 330ind./h~1191ind./h，平均 532ind./h。结果详见表 5.5.2-25。

评价区海域甲壳类的平均质量资源密度约为 393.09kg/km^2。各站位中以 D16 号

站质量资源密度最高，为 907.46kg/km^2；D8 号站质量资源密度最低，为 271.92kg/km^2。按个体计，甲壳类的平均个体资源密度为 47905ind./km^2。各站位中以 D16 号站个体资源密度最高，为 107148ind./km^2；D18 号站个体资源密度最低，为 29698ind./km^2。结果详见表 5.5.2-25。

表 5.5.2-25　调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind./h	重量资源密度 kg/km^2	个体资源密度 ind./km^2
D2	3.30	407	296.98	36623
D4	3.44	381	309.40	34287
D5	3.34	570	300.51	51296
D6	5.35	711	481.10	63985
D8	3.02	331	271.92	29806
D9	4.18	542	376.35	48776
D11	4.24	557	381.75	50081
D12	4.35	397	391.38	35707
D16	10.08	1191	907.46	107148
D17	3.58	450	321.77	40497
D18	3.86	330	347.19	29698
D19	3.68	522	331.34	46960
平均值	4.37	532	393.09	47905

③甲壳类优势种

根据相对重要性指数（*IRI*）公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标（*IRI*），并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，优势渔获物甲壳类有 11 种，为伍氏平虾蛄（3658）、口虾蛄（3053）、纤手梭子蟹（2259）、矛形梭子蟹（1349）、中华管鞭虾（919）、周氏新对虾（823）、断脊口虾姑（775）、红星梭子蟹（625）、近缘新对虾（288）、双斑蟳（231）、猛虾姑（119）。其它相对重要指数均小于 100，详见表 5.5.2-26。

表 5.5.2-26　调查海域甲壳类优势种类组成

种类	种	N	W	F	IRI
甲壳类	伍氏平虾蛄	21.97%	17.94%	91.67%	3658
	口虾蛄	16.77%	13.76%	100.00%	3053
	纤手梭子蟹	10.78%	13.87%	91.67%	2259
	矛形梭子蟹	3.79%	12.40%	83.33%	1349
	中华管鞭虾	3.03%	6.99%	91.67%	919
	周氏新对虾	3.08%	6.80%	83.33%	823

	断脊口虾姑	3.55%	4.90%	91.67%	775
	红星梭子蟹	5.12%	1.70%	91.67%	625
	近缘新对虾	1.95%	1.89%	75.00%	288
	双斑蟳	0.80%	2.67%	66.67%	231
	猛虾姑	1.06%	0.97%	58.33%	119

小结

本次调查共渔获游泳动物 73 种，其中鱼类 43 种，头足类 5 种，甲壳类 25 种。游泳动物的平均渔获率为 5.84kg/h 和 687 ind./h。其中，鱼类为 1.29kg/h 和 131ind./h，头足类的平均渔获率为 0.19 kg/h 和 23ind./h，甲壳类的平均渔获率为 4.37kg/h 和 532 ind./h。根据扫海面积法估算，评价区海域游泳动物的资源密度约为 525.74 kg/km^2 和 61815ind./km^2，其中鱼类约为 115.83kg/km^2 和 11825ind./km^2，头足类 16.82 kg/km^2 和 2085ind./km^{2,}，甲壳类约为 393.09kg/km^2 和 47905ind./km^2。

本次调查的优势渔获物鱼类共有 6 种，其中，龙头鱼的 IRI 最高，为 360；其它优势种依次为黄鲫（324）、孔虾虎鱼（264）、大头银姑鱼（227）、拟矛尾鰕虎鱼（224）、鹿斑鲾（143）。优势渔获物甲壳类有 11 种，为伍氏平虾蛄（3658）、口虾蛄（3053）、纤手梭子蟹（2259）、矛形梭子蟹（1349）、中华管鞭虾（919）、周氏新对虾（823）、断脊口虾姑（775）、红星梭子蟹（625）、近缘新对虾（288）、双斑蟳（231）、猛虾姑（119）。渔获物头足类优势种有 1 种，为火枪乌贼（198）。其它种类的相对重要性指数小于 100。

项目海域渔获物重量密度多样性指数(*H'*)均值为 0.66(0.35-0.89)，均匀度指数(*J'*)均值为 0.14(0.07-0.20)，丰富度指数(*d*)均值为 3.45(2.70-4.99)。渔获物个体密度多样性指数(*H'*)均值为 0.51(0.22-1.02)，均匀度指数(*J'*)均值为 0.11(0.04-0.23)，丰富度指数(*d*)均值为 1.77(1.45-2.49)。

在本次调查的渔获物中，鱼类幼体约占 88.45%，主要渔获物白腹小沙丁鱼、白缘裸胸鳝、斑鰭银姑鱼、半线天竺鲷、赤鼻棱鳀、大鳞舌鳎、多鳞鳢、汉氏棱鳀、褐篮子鱼、黄鲫、康氏小公鱼、孔虾虎鱼、六指马鲛、鹿斑鲾、拟矛尾鰕虎鱼、皮氏叫姑鱼、前鳞骨鲻、日本绯鲤、三线肌鲈、四线天竺鲷、细鳞鲴、细条天竺鲷、小牙鲾、眼斑拟鲈、棕斑兔头鲀。

5.6海洋生物质量现状调查及评价

5.6.12017 年 4 月春季生物质量调查结果

拖网方式采集鱼类和甲壳类。贝类采用人工现场采集方式，共采集鱼类、贝类、甲壳类、藻类四类生物样，贝类采集站位信息见图 5.6.1-1 和表 5.6.1-1；鱼类采集站位信息见本报告海洋生物生态环境现状调查相应章节；结果调查见表 5.6.1-4、表 5.6.1-5。



图 5.6.1-1　春季贝类采样站位图

表 5.6.1-1　春季贝类采样站位信息

站位	经度	纬度
C1	115°51'08.11"	22°46'46.65"
C2	115°57'58.29"	22°48'52.14"
C3	115°48'02.77"	22°46'26.96"
C4	115°42'20.97"	22°51'04.50"
C5	115°50'05.94"	22°45'37.20"

（1）评价标准：

海洋贝类生物按《海洋生物质量》（GB18421-2001）标准执行（表 5.6.1-2）。鱼类、甲壳类、软体类评价采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》和《第二次全国海洋污染基线调查报告》标准，藻类没有参考标准，暂不做评价。标准限值见表 5.6.1-3。

表 5.6.1-2　海洋生物体质量标准（单位：mg/kg）

调查项目	评价标准		
	第一类	第二类	第三类
铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
铅≤	0.1	2.0	6.0
镉≤	0.2	2.0	5.0
铬	0.5	2.0	6.0
汞≤	0.05	0.10	0.30
砷≤	1.0	5.0	8.0
石油烃≤	15	50	80

表 5.6.1-3　海洋鱼类、甲壳类、软体类生物体内污染物评价标准（单位：mg/kg）

项目	铜	锌	铅	镉	汞	砷	铬	石油烃
鱼类	20	40	2	0.6	0.3	1.0	1.50	20
甲壳类	100	150	2	2	0.2	1.0	1.50	20
软体类	100	250	10	5.5	0.3	1.0	1.50	20

（2）评价方法：

评价方法采用单项污染指数法，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 为生物质量标准值。

（3）评价结果

评价结果见表 5.6.1-5、表 5.6.1-6。

表 5.6.1-4　春季生物质量统计

站位	名称	铜/10^{-6}	铅/10^{-6}	锌/10^{-6}	镉/10^{-6}	总铬/10^{-6}	汞/10^{-6}	砷/10^{-6}	石油烃/10^{-6}
19＃	叫姑鱼	0.178	0.0101	2.74	0.0010	0.0072	0.031	0.57	9.3
2＃	白姑鱼	0.282	0.0083	2.48	0.0005	0.0091	0.022	0.28	4.1
43＃	白姑鱼	0.213	0.0168	2.28	0.0009	0.0124	0.014	0.29	3.1
15#	白姑鱼	0.152	0.0100	2.18	0.0004	0.0117	0.021	0.59	7.6
22＃	鹿斑鲾	0.352	0.0213	7.00	0.0022	0.0101	0.016	0.37	2.6
43＃	鹿斑鲾	0.316	0.0218	6.54	0.0020	0.0117	0.028	0.36	3.2
22＃	短吻鲾	0.311	0.0483	6.80	0.0030	0.0101	0.020	0.37	2.9
43＃	短吻鲾	0.318	0.0150	7.10	0.0010	0.0117	0.014	0.36	3.5
22＃	赤鼻棱鳀	0.581	0.0640	6.23	0.0073	0.0130	0.0042	0.75	5.3
43＃	赤鼻棱鳀	0.51	0.0184	5.79	0.0025	0.0121	0.040	0.33	5.3
15#	赤鼻棱鳀	0.807	0.0301	3.65	0.0007	0.0045	0.011	0.29	6.2
15#	鳙鱼	0.261	0.0126	3.09	0.0006	0.0137	0.010	0.44	9.5
43/22＃	竹荚鱼	0.461	0.0151	2.78	0.0007	0.0126	0.0043	0.41	5.1
1＃	赤鳍	0.148	0.0103	3.04	0.0029	0.0040	0.0034	0.26	9.0
1＃	龙须菜	1.42	0.585	3.67	0.0357	0.440	0.011	0.72	1.6
13＃	浒苔	0.589	1.13	3.33	0.0161	1.17	0.0058	0.77	2.9
13＃	石莼	0.706	0.276	2.26	0.0193	0.245	0.0037	0.67	2.2
13＃	马尾藻	0.35	0.360	3.31	0.0282	0.116	0.008	2.8	2.3
1/19＃	中华管鞭虾	1.38	0.0356	8.07	0.0070	0.0250	0.012	0.36	4.7

22＃	中华管鞭虾	2.39	1.09	10.4	0.0231	0.294	0.010	0.67	5.7
43＃	中华管鞭虾	2.30	0.0431	9.37	0.0200	0.0355	0.033	0.33	6.1
38#	中华管鞭虾	1.74	0.0452	8.12	0.0101	0.0291	0.0071	0.41	6.7
43/22＃	虾姑	13.2	0.0519	16.8	0.662	0.0276	0.024	0.53	6.7
1＃	刀额仿对虾	2.68	0.0370	13.5	0.0084	0.0323	0.014	0.36	4.3
43/22＃	刀额仿对虾	4.13	0.0374	15.1	0.0099	0.0292	0.014	0.83	3.7
43/22＃	尖枪乌贼	7.68	0.0388	8.42	0.0600	0.0251	0.010	0.24	9.3
C1	缢蛏	3.24	0.178	12.1	0.0331	0.0401	0.011	0.43	10.8
C1	青蛤	2.85	0.0919	13.2	0.0223	0.0436	0.018	0.45	10.4
C2	波纹巴非蛤	0.95	0.0918	6.52	0.0470	0.0805	0.0028	0.49	10.8
C2	缢蛏	3.92	0.203	13.8	0.0383	0.0469	0.011	0.47	11.9
C2	紫贻贝	0.541	0.0756	7.94	0.148	0.0270	0.0035	0.41	6.3
C3	嫁戚	0.684	0.263	6.53	0.340	0.133	0.0091	1.00	7.2
C3	波纹巴非蛤	0.923	0.0595	6.55	0.0554	0.0419	0.0049	0.36	12.0
C5	文蛤	1.64	0.0841	11.6	0.258	0.170	0.0087	0.40	9.5
C5	牡蛎	7.75	0.181	91.5	0.628	0.0538	0.0098	0.57	11.8
C5	翡翠贻贝	1.10	0.168	8.76	0.0769	0.209	0.014	0.34	11.0
C5	紫贻贝	0.577	0.123	8.21	0.108	0.0652	0.0071	0.46	7.1

表 5.6.1-5　春季生物质量单因子指数评价结果（PI）

名称	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油烃
叫姑鱼	0.01	0.01	0.07	0.00	0.00	0.10	0.57	0.47
白姑鱼	0.01	0.00	0.06	0.00	0.01	0.07	0.28	0.21
白姑鱼	0.01	0.01	0.06	0.00	0.01	0.05	0.29	0.16
白姑鱼	0.01	0.01	0.05	0.00	0.01	0.07	0.59	0.38
鹿斑鲾	0.02	0.01	0.18	0.00	0.01	0.05	0.37	0.13
鹿斑鲾	0.02	0.01	0.16	0.00	0.01	0.09	0.36	0.16
短吻鲾	0.02	0.02	0.17	0.01	0.01	0.07	0.37	0.15
短吻鲾	0.02	0.01	0.18	0.00	0.01	0.05	0.36	0.18
赤鼻棱鳀	0.03	0.03	0.16	0.01	0.01	0.01	0.75	0.27
赤鼻棱鳀	0.03	0.01	0.14	0.00	0.01	0.13	0.33	0.27
赤鼻棱鳀	0.04	0.02	0.09	0.00	0.00	0.04	0.29	0.31
鳙鱼	0.01	0.01	0.08	0.00	0.01	0.03	0.44	0.48
竹荚鱼	0.02	0.01	0.07	0.00	0.01	0.01	0.41	0.26
赤鳍	0.01	0.01	0.08	0.00	0.00	0.01	0.26	0.45
中华管鞭虾	0.01	0.02	0.05	0.00	0.02	0.06	0.36	0.24
中华管鞭虾	0.02	0.55	0.07	0.01	0.20	0.05	0.67	0.29
中华管鞭虾	0.02	0.02	0.06	0.01	0.02	0.17	0.33	0.31
中华管鞭虾	0.02	0.02	0.05	0.01	0.02	0.04	0.41	0.34
虾姑	0.13	0.03	0.11	0.33	0.02	0.12	0.53	0.34
刀额仿对虾	0.03	0.02	0.09	0.00	0.02	0.07	0.36	0.22
刀额仿对虾	0.04	0.02	0.10	0.00	0.02	0.07	0.83	0.19
尖枪乌贼	0.08	0.00	0.03	0.01	0.02	0.03	0.24	0.47
牡蛎	0.78	1.81	4.58	3.14	0.11	0.20	0.57	0.79
波纹巴非蛤	0.09	0.60	0.33	0.28	0.08	0.10	0.36	0.80
波纹巴非蛤	0.10	0.92	0.33	0.24	0.16	0.06	0.49	0.72
文蛤	0.16	0.84	0.58	1.29	0.34	0.17	0.40	0.63
青蛤	0.29	0.92	0.66	0.11	0.09	0.36	0.45	0.69

翡翠贻贝	0.11	1.68	0.44	0.38	0.42	0.28	0.34	0.73
缢蛏	0.39	2.03	0.69	0.19	0.09	0.22	0.47	0.79
缢蛏	0.32	1.78	0.61	0.17	0.08	0.22	0.43	0.72
紫贻贝	0.05	0.76	0.40	0.74	0.05	0.07	0.41	0.42
紫贻贝	0.06	1.23	0.41	0.54	0.13	0.14	0.46	0.47

由表 5.6.1-4 至表 5.6.1-5 可以看出，春季全部鱼类、甲壳类和软体动物中铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷和石油烃符合评价标准。双壳贝类（嫁戚为单壳贝类，不做统计）中铜、镉、汞、砷、石油烃符合评价标准，在 9 个贝类（双壳类）样品中，有 C1（1 个）、C2（2 个）、C5（2 个）站位的共 5 个生物样品铅含量超过海洋生物质量一类标准；C5 站位 1 个的生物样品锌含量超过海洋生物质量一类标准；C5 站位有 2 个生物样品镉含量超过海洋生物质量一类标准。

5.6.22019 年 11 月秋季生物质量调查结果

由于海域底栖生物的生物量较小，通过阿氏拖网调查获取的底栖生物的生物量已不能满足生物质量样品分析的要求，因此，本次生物质量样品的主要来自于游泳动物。通过渔业资源拖网调查方式，在设定的底栖生物站位上获取的具有代表性的鱼类、甲壳类和软体类的本地经济种类、本地常见和优势种类。

调查海域布设了 13 个生物质量监测站位（站位相关信息见 5.3.2 章节），调查项目附近海域的鱼类（大头银姑鱼、日本带鱼）、头足类（火枪乌贼、中国枪乌贼）、甲壳类（近缘新对虾、周氏新对虾）和贝类（杂色蛤仔）的生物体质量。监测结果见表 5.6.2-1。

表 5.6.2-1　生物体样品中总石油烃、重金属元素含量

站位	样品类型	石油烃 ($\times10^{-6}$)	铜 ($\times10^{-6}$)	铅 ($\times10^{-6}$)	总汞 ($\times10^{-6}$)	砷 ($\times10^{-6}$)	锌 ($\times10^{-6}$)	镉 ($\times10^{-6}$)	铬 ($\times10^{-6}$)
D2	近缘新对虾	1.05	2.04	未检出	0.016	2.08	11.35	0.02	0.01
D4	近缘新对虾	1.00	2.49	0.37	0.004	0.34	11.88	0.23	0.23
D5	周氏新对虾	0.75	1.19	未检出	0.008	0.47	10.92	0.02	0.10
D6	火枪乌贼	0.86	0.19	0.89	0.005	0.15	4.64	0.02	0.09
D8	大头银姑鱼	0.82	0.10	未检出	0.004	0.68	3.95	0.01	0.07
D9	日本带鱼	1.09	0.26	0.26	0.012	0.17	4.42	0.02	0.01
D11	中国枪乌贼	0.59	2.04	未检出	0.003	0.94	8.54	0.09	0.01
D12	大头银姑鱼	0.83	0.24	未检出	0.005	1.91	4.91	0.02	0.03
D16	大头银姑鱼	0.72	0.29	未检出	0.009	0.65	4.39	0.01	未检出
D17	周氏新对虾	0.80	3.35	未检出	0.025	1.16	12.09	0.10	0.19
D18	周氏新对虾	0.88	1.48	未检出	0.027	0.72	10.40	0.02	0.16

D19	大头银姑鱼	0.74	0.74	未检出	0.005	1.15	6.07	0.26	0.08
D13 低潮带	杂色蛤仔	0.66	0.61	0.01	0.023	1.47	6.09	0.04	0.07
鱼类	最小值	1.09	0.74	未检出	0.01	1.91	6.07	0.26	未检出
	最大值	0.72	0.10	0.26	0.00	0.17	3.95	0.01	0.01
	平均值	0.84	0.33	0.26	0.01	0.91	4.75	0.06	0.05

表 5.6.2-2　生物体样品中总石油烃、重金属含量标准指数

站位	样品类型	石油烃	Cu	Pb	Hg	As	Zn	Cd	Cr
D2	近缘新对虾	0.05	0.02	0.01	0.08	0.26	0.08	0.01	0.01
D4	近缘新对虾	0.05	0.02	0.19	0.02	0.04	0.08	0.12	0.15
D5	周氏新对虾	0.04	0.01	0.01	0.04	0.06	0.07	0.01	0.07
D6	火枪乌贼	0.04	0.00	0.09	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02
D8	大头银姑鱼	0.04	0.01	0.01	0.01	0.14	0.10	0.02	0.05
D9	日本带鱼	0.05	0.01	0.13	0.04	0.03	0.11	0.03	0.01
D11	中国枪乌贼	0.03	0.02	0.00	0.01	0.09	0.03	0.02	0.00
D12	大头银姑鱼	0.04	0.01	0.01	0.02	0.38	0.12	0.03	0.02
D16	大头银姑鱼	0.04	0.01	0.01	0.03	0.13	0.11	0.02	0.01
D17	周氏新对虾	0.04	0.03	0.01	0.13	0.15	0.30	0.17	0.13
D18	周氏新对虾	0.04	0.01	0.01	0.14	0.09	0.26	0.03	0.11
D19	大头银姑鱼	0.04	0.04	0.01	0.02	0.23	0.15	0.43	0.05
D13 低潮带	杂色蛤仔	0.04	0.01	0.1	0.46	1.47	0.30	0.20	0.14
最小值		0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
最大值		0.05	0.04	0.19	0.46	1.47	0.30	0.43	0.15

注：样品检出率大于 1/2 时，未检出按检出限的 1/2 量值参与统计；样品检出率小于 1/2 时，未检出按检出限的 1/4 量值参与统计。

监测结果表明：调查海域各站位鱼类、头足类和甲壳类生物样品中各项指标均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准，生物质量良好；贝类生物中的重金属（砷）均超过第一类海洋生物质量标准，符合第二类海洋生物质量标准；其余各指标均符合第一类海洋生物质量标准。本次调查中，贝类生物样品中有（D13 低潮带）砷含量超过第一类海洋生物质量标准，超标倍数为 0.47，符合第二类海洋生物质量标准。

6 陆域环境质量现状调查与评价

6.1 大气环境

6.1.1达标区判定

因为汕尾市生态环境局未发布城市环境空气质量达标情况，本评价环境空气质量达标情况判定采用汕尾市政府环境空气质量监测站 2018 年连续 1 年的监测数据，统计结果见表 6.1.1-1。

由统计结果可知，项目所在区域的环境空气中评价因子 SO_2、NO_2、PM_{10} 和 $PM_{2.5}$ 年平均质量浓度，SO_2 和 NO_2 的 24h 平均质量浓度第 98 百分位数浓度，PM_{10}、$PM_{2.5}$ 和 CO 的 24 平均质量浓度第 95 百分位数浓度，O_3 日最大 8 小时平均质量浓度第 90 百分位数浓度均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，故项目所在地属环境空气达标区域。

表 6.1.1-1　汕尾市环境空气质量现状评价表

污染物	年评价指标		现状浓度（ug/m³）	评价标准	最大浓度占标率	超标率	达标情况
SO_2	24h 平均质量浓度	范围	6~12	150	8.0	0	达标
		第 98 百分位浓度	12	150	8.0	/	达标
	年平均质量浓度		8.84	60	14.74	0	
NO_2	24h 平均质量浓度	范围	2~29	80	36.25	/	达标
		第 98 百分位浓度	24	80	30.00	0	达标
	年平均质量浓度		12.25	40	30.62	/	
PM_{10}	24h 平均质量浓度	范围	8~106	150	70.67	0	达标
		第 95 百分位浓度	74	150	49.33	/	达标
	年平均质量浓度		41.03	70	58.61	0	
$PM_{2.5}$	24h 平均质量浓度	范围	4~53	75	70.67	/	达标
		第 95 百分位浓度	41	75	54.67	0	达标
	年平均质量浓度		22.96	35	65.61	/	
CO	24h 平均质量浓度	范围	500~1100	4000	27.5	0	达标
		第 95 百分位浓度	1000	4000	25.00	/	达标
O_3	8h 平均质量浓度	范围	27~272	600	45.33	0	达标
		第 90 百分位浓度	153	600	95.63	/	达标

6.1.2环境质量监测

为了全面反映区域空气环境质量现状，结合本项目的特征，委托深圳中检联检测有限公司于 2020 年 1 月 6 日--1 月 13 日对项目周边环境空气进行了取样检测，检测点位图如图 6.1.2-1 所示。



图 6.1.2-1　项目陆域监测站位图

（1）监测点位

本次评价共设置 1 个环境空气质量检测点位，监测站位点见表 6.1.2-1。

表 6.1.2-1　环境空气质量检测点位

编号	位置	坐标	风向
A1	后埔村	N22.766172°，E115.822238°	下风向

（2）监测因子及项目

监测因子：非甲烷总烃、TSP、氮氧化物；

监测项目：非甲烷总烃为小时值；TSP、氮氧化物为日均值；同时记录逐时风向、风速、气温、气压等常规气象要素。

（3）监测时间、频次

监测时间：2020 年 1 月 6 日--1 月 13 日，连续监测 7 天，每天 4 次。

（4）分析方法

检测分析方法见表 6.1.2-2。

表 6.1.2-2　检测分析方法一览表

检测项目	检测方法	检测仪器/型号	检出限
氮氧化物	《环境空气 氮氧化物(一氧化氮和二氧化氮)的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法》HJ 479-2009	紫外可见分光光度计/UV POWER	小时值：0.005 mg/m^3 日均值：0.003 mg/m^3
非甲烷总烃	《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法》HJ 604-2017	气相色谱仪/GC9790 II	0.07 mg/m^3
TSP	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法》GB/T 15432-1995	电子天平/AUW220D	0.001 mg/m^3

（5）监测结果

表 6.1.2-3　监测结果一览表

监测项目 \ 监测点位置及采样日期		A1 后埔村						
		01.06-01.07	01.07-01.08	01.08-01.09	01.09-01.10	01.10-01.11	01.11-01.12	01.12-01.13
氮氧化物(μg/m^3)	14:00~15:00	37	33	39	36	37	35	38
	20:00~21:00	31	36	30	31	29	32	33
	02:00~03:00	20	23	24	19	22	23	25
	08:00~09:00	28	29	22	25	27	28	29
	日均值	29	30	29	28	30	30	31
非甲烷总烃(mg/m^3)	14:00~15:00	0.78	0.87	0.88	0.90	0.95	0.86	0.75
	20:00~21:00	0.33	0.42	0.39	0.40	0.45	0.42	0.38
	02:00~03:00	0.09	0.08	0.08	0.09	0.08	0.10	0.08
	08:00~09:00	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TSP(μg/m^3)	日均值	95	105	101	107	99	103	105

（6）现状评价

表 6.1.2-4　大气环境现状评价一览表

监测点位	监测因子	单位	平均时段	监测值		标准值	污染指数		达标分析
				最大值	最小值		最大值	最小值	
A1	氮氧化物	μg/m^3	日均值	31	28	100	0.3	0.3	达标
			小时均值	39	19	250	0.2	0.1	达标
	非甲烷总烃	mg/m^3	小时均值	0.95	0.07	2.0	0.5	0.0	达标
	TSP	μg/m^3	日均值	107	95	300	0.4	0.3	达标

备注：检测结果低于检出限的测定结果时，用“最低检出限（数值）+”表示。

根据检测结果，监测点位各项检测因子均能满足相关标准限值要求，项目所在区域大气环境质量良好。

6.2 声环境

本项目周边 200m 范围内无声环境敏感点，因此本次评价根据评价区内项目

总平面布置图，在项目周边区域设置了 3 个监测点位，监测站位图见图 6.1.2-1。

6.2.1监测点位

本次评价在项目周边区域布设了 3 个声环境监测点位，详见表 6.2.1-1。

表 6.2.1-1　声环境监测布点一览表

编号	位置		监测项目
N1	项目西边界	厂界外 1m	等效连续 A 声级
N2	项目西边界	厂界外 1m	
N3	项目西边界	厂界外 1m	

6.2.2监测时间、频次、监测单位

监测时间及频次：2020.01.06~01.07，连续监测 2 天，每天昼夜各 1 次。

监测单位：深圳中检联检测有限公司

6.2.3监测结果

监测结果见表 6.2.3-1。

表 6.2.3-1　监测结果一览表

监测编号及位置	监测日期	主要声源	监测时段	监测结果 L_{eq} [dB(A)]		标准	达标分析
N1 项目西边界 1m 处	01.06	施工噪声	昼间：15:30-16:50 夜间：22:00-23:30	昼间	59	65	达标
		生活噪声		夜间	55	55	达标
	01.07	施工噪声	昼间：09:50-11:36 夜间：22:05-23:58	昼间	57	65	达标
		生活噪声		夜间	55	55	达标
N2 项目西边界 1m 处	01.06	施工噪声	昼间：15:30-16:50 夜间：22:00-23:30	昼间	59	65	达标
		生活噪声		夜间	53	55	达标
	01.07	施工噪声	昼间：09:50-11:36 夜间：22:05-23:58	昼间	51	65	达标
		生活噪声		夜间	51	55	达标
N3 项目西边界 1m 处	01.06	施工噪声	昼间：15:30-16:50 夜间：22:00-23:30	昼间	59	65	达标
		生活噪声		夜间	51	55	达标
	01.07	施工噪声	昼间：09:50-11:36 夜间：22:05-23:58	昼间	49	65	达标
		生活噪声		夜间	50	55	达标

根据监测结果及统计结果表明：本项目边界噪声主要为施工噪声和生活噪声，声环境现状值为 49~59dB（A），夜间噪声现状值为 50~55dB（A），厂界声环境质量可以满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准限值。

7 环境影响预测与评价

7.1 水文动力环境影响预测与评价

拟建项目位于陆丰市碣石镇田尾角东部海域，水工构筑物包括引桥、码头以及防波堤，同时，项目需开展水域的疏浚，工程建设对水动力环境的影响主要为防波堤的建设以及水域的疏浚，工程导致该水域水文动力发生变化，从而对周边的冲淤环境带来影响。为了科学、合理评价本工程对附近海域水动力环境的影响，运用数值计算手段模拟本工程实施前、后的流场水动力环境变化。

7.1.1潮流水动力模型

7.1.1.1 控制方程

采用二维垂向平均潮流模式进行预测计算，潮流控制方程如下：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(Hu)+\frac{\partial}{\partial y}(Hv)=0$$

$$\frac{\partial uH}{\partial t}+\frac{\partial uuH}{\partial x}+\frac{\partial uvH}{\partial y}-fvH+gH\frac{\partial \zeta}{\partial x}=\frac{\partial}{\partial}[A_xH\frac{\partial u}{\partial x}]+\frac{\partial}{\partial}[A_yH\frac{\partial u}{\partial y}]-g\frac{u(u^2+v^2)^{1/2}}{C^2}+\frac{\tau_x}{\rho}$$

$$\frac{\partial vH}{\partial t}+\frac{\partial uvH}{\partial x}+\frac{\partial vvH}{\partial y}+fuH+gH\frac{\partial \zeta}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial}[A_xH\frac{\partial v}{\partial x}]+\frac{\partial}{\partial}[A_yH\frac{\partial v}{\partial y}]-g\frac{v(u^2+v^2)^{1/2}}{C^2}+\frac{\tau_y}{\rho}$$

式中，ζ 为平均海平面起算的海面高度，h 为海图水深；H=ζ+h，为总水深；u，v 为深度平均流速东、北分量；f 为柯氏参量；A_x，A_y 为水平方向的紊动粘滞系数，采用经验公式计算：

$$A_x=5.93\sqrt{g}\,|u|\,H/c$$

$$A_y=5.93\sqrt{g}\,|v|\,H/c$$

c 为谢才系数，$c=|H^{1/6}|/n$，n 糙度系数。

τ_x，τ_y 为海表风应力$\vec{\tau}$在 x，y 轴方向的分量，表达式为：

$$\vec{\tau}=\rho\,C_D|\vec{W}|\vec{W}$$

其中，$\vec{W}$为风速（m/s），ρ 为空气密度，C_D 为风拖曳系数，采用 ECOM 公式：

$$C_D=\begin{cases}1.2\times10^{-3} & |\vec{W}_a|\le 11\ (\mathrm{m/s})\\ (0.49+0.065|\vec{W}_a|)\times10^{-3} & 11<|\vec{W}_a|\le 25\ (\mathrm{m/s})\\ 2.1\times10^{-3} & |\vec{W}_a|>25\ (\mathrm{m/s})\end{cases}$$

7.1.1.2 定解条件

1、边界条件

计算域与其它水域相通的开边界 Γ_1 上有：

$$\zeta(x,y,t)|_{\Gamma_1}=\zeta^*(x,y,t)$$

或

$$\left.\begin{aligned}u(x,y,t)|_{\Gamma_1}=u^*(x,y,t)\\ v(x,y,t)|_{\Gamma_1}=v^*(x,y,t)\end{aligned}\right\}$$

计算水域与陆地交界的固边界上有：

$$\vec{U}\cdot\vec{n}\Big|_{\Gamma_2}=0$$

式中：$\vec{n}$为固边界法向；$\zeta^*(x,y,t)$、$u^*(x,y,t)$和 $v^*(x,y,t)$为已知值(实测或准实测或分析值)。式中的$\vec{U}$为流速矢量($\left|\vec{U}\right|=\sqrt{u^2+v^2}$)，其物理意义为流速矢量沿固边界的法向分量为零。

2、初始条件

$$\left.\begin{aligned}\zeta(x,y,t)\big|_{t=t_0}&=\zeta_0(x,y,t_0)\\ u(x,y,t)\big|_{t=t_0}&=u_0(x,y,t_0)\\ v(x,y,t)\big|_{t=t_0}&=v_0(x,y,t_0)\end{aligned}\right\}$$

式中：$\zeta_0(x,y,t_0)$、$u_0(x,y,t_0)$和 $v_0(x,y,t_0)$为初始时刻 t_0 的已知值。

边界条件：

在固边界上，潮流在固边界上的法向分量恒为零，$\vec{V}(x,y,t)=0$。

开边界条件：

开边界网格上采用广东大区潮流模式嵌套，为小区边界提供强迫潮位，见图 7.1.1-1。广东大区边界由美国 OSU TIDAL DATA 中国海 8 分调和常数驱动。

$$\eta=\eta_0+\sum_{i=1}^{8}A_i f_i\cos(w_i t+(V_0+u_0)-\phi_i)$$

式中，η_0 为平均潮位，A 为分潮振幅，ω 为分潮角速率，f 为交点因子，t 是区时，(V_0+u_0)是平衡潮展开分潮的区时初相角，ϕ 为区时迟角。

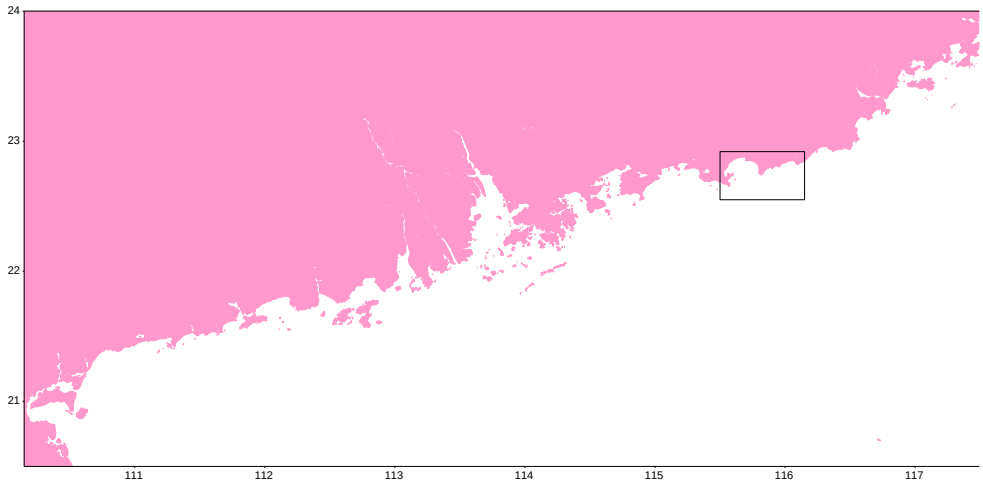


图 7.1.1-1　大区与小区计算范围

7.1.2计算域和网格设置

（1）计算域设置

工程所在水域范围小，要准确反映工程实施对海洋动力环境的影响，需要取较小的计算网格，但开边界条件难以给定。因此，潮流数值计算采用变网格技术，在大范围内采用粗网格，在工程区域附近局部加密网格计算。本模型大区域模拟范围为 22.55°N~22.92°N，115.5E ~116.15°E，粗网格网格分辨率为 0.15′（258.7m ×277.9m），加密小区计算网格分辨率为 0.015′（25.9m×27.8m），计算时间步长为 6s，模拟计算粗、细区域设置如图 7.1.2-1 所示。二维水动力方程采用 ADI 方法求解。

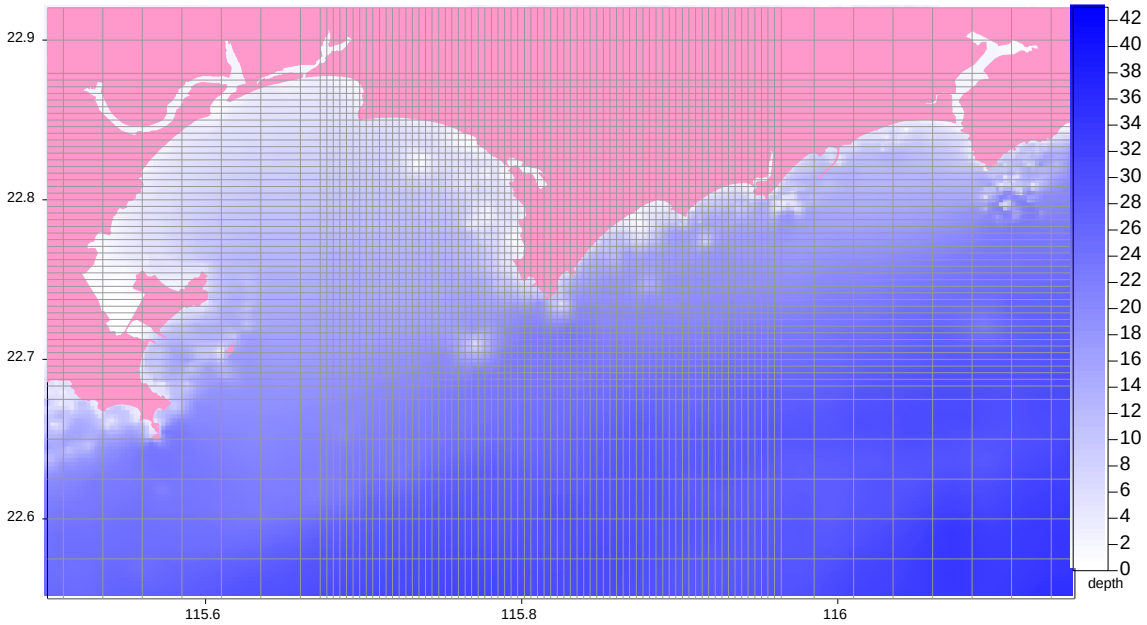


图 7.1.2-1　模拟计算粗、细网格及水深分布（每 10 个网格绘一个单元）

（2）岸界水深和风况

采用本项目 2018 年 9 月 20 日潮流观测时段作代表时段，模拟时间长度 15 天、包含大小潮过程（2018 年 9 月 18 日～10 月 2 日），模拟期间的风况采用 ERAInterim 再分析资料，该时段前期为西南风、后期为东北风，风速 5.4～10.7m/s。水深数据来自于航保部海图（15110 表角至田尾角，15311 碣石湾）。岸线采用最新的遥感影像修正。

7.1.3潮流场模拟预测结果验证与分析

模拟采用遮浪潮位站潮汐资料、2018 年 9 月 20 日 9:00 时~21 日 10:00 时（大潮）项目海域 1 个临时验潮站、6 个测流站（1#~6#）的实测海流数据对模型参数进行率定和结果验证，站位布置见图 7.1.3-1。

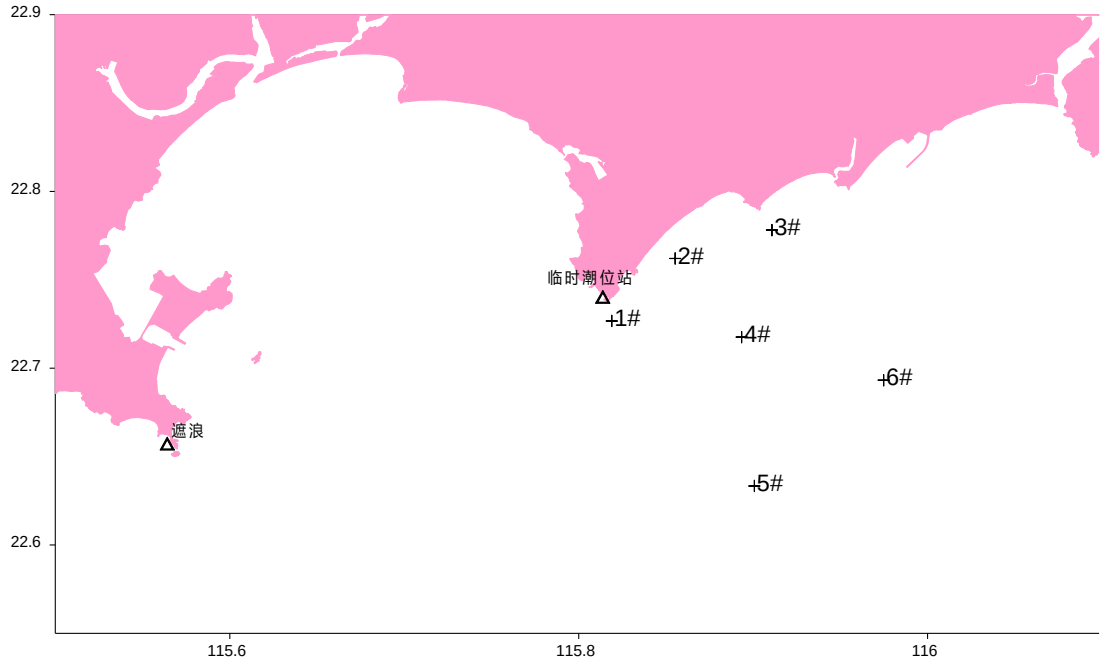


图 7.1.3-1　潮汐潮流站位布置图

模拟潮位与实测潮位拟合度较好，见图 7.1.3-2，潮位绝对平均误差为 0.07m，相对误差 8.2%。6 个潮流站对比过程线见图 7.1.3-3，由海流验证结果可以看出，模拟流速与实测值变化趋势基本一致，流向与实测值吻合较好，潮流模拟结果可以反映计算海区的海流运动过程。

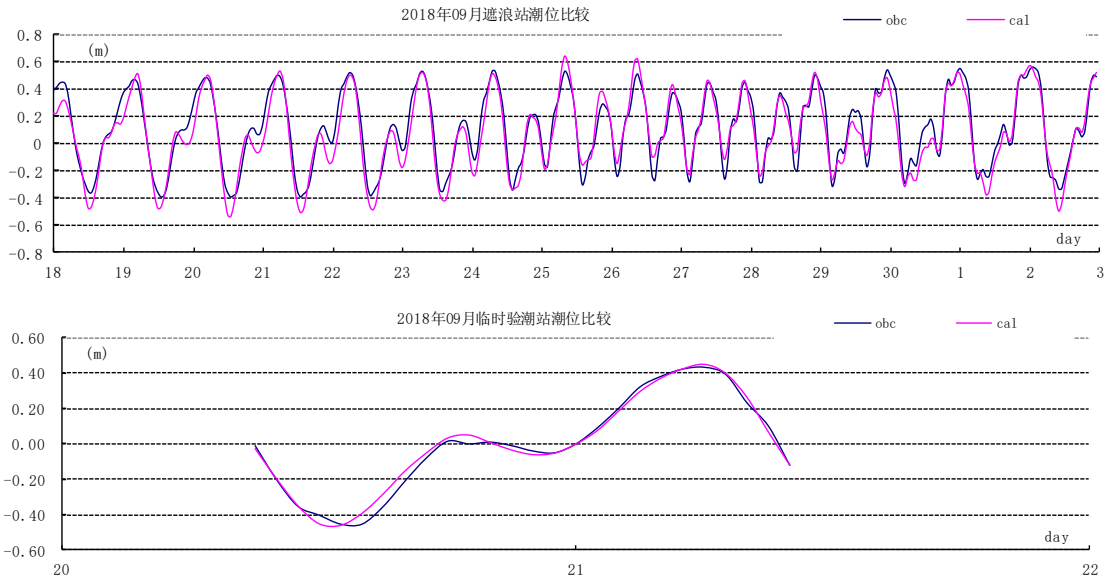
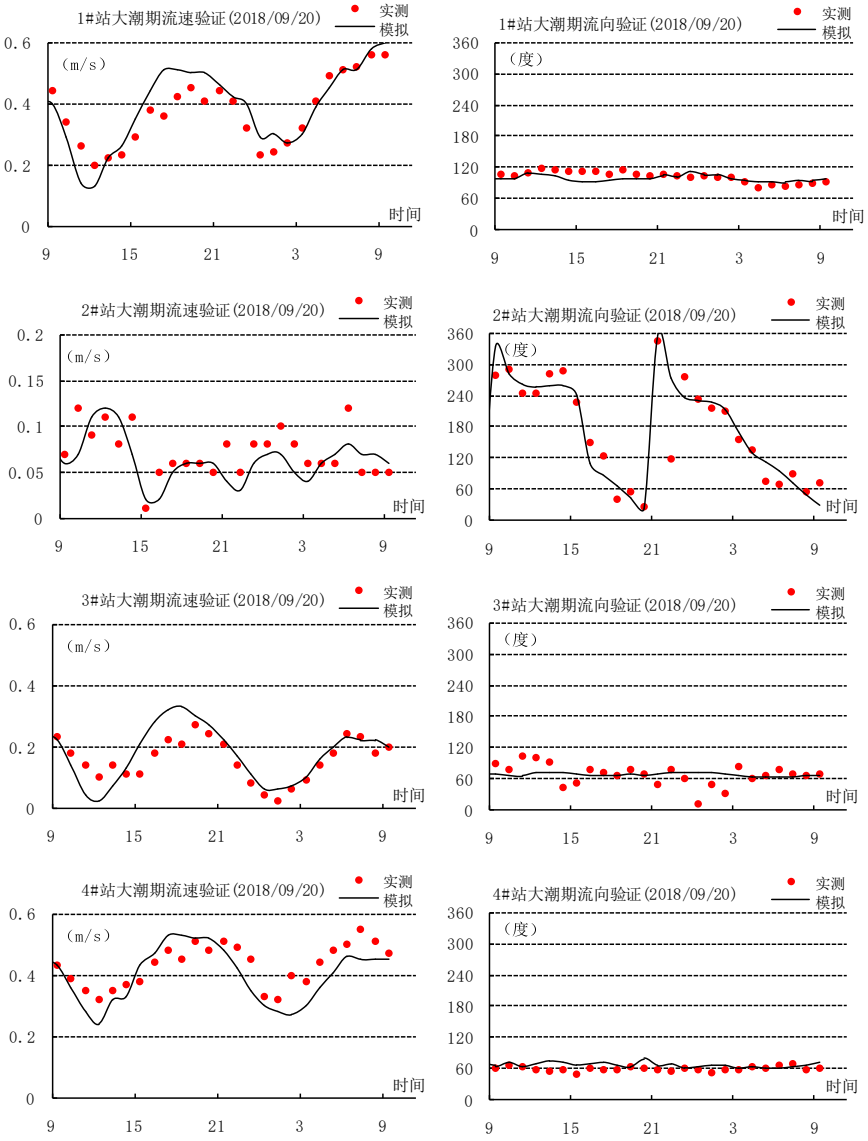


图 7.1.3-2　模拟潮位与实测潮位比较



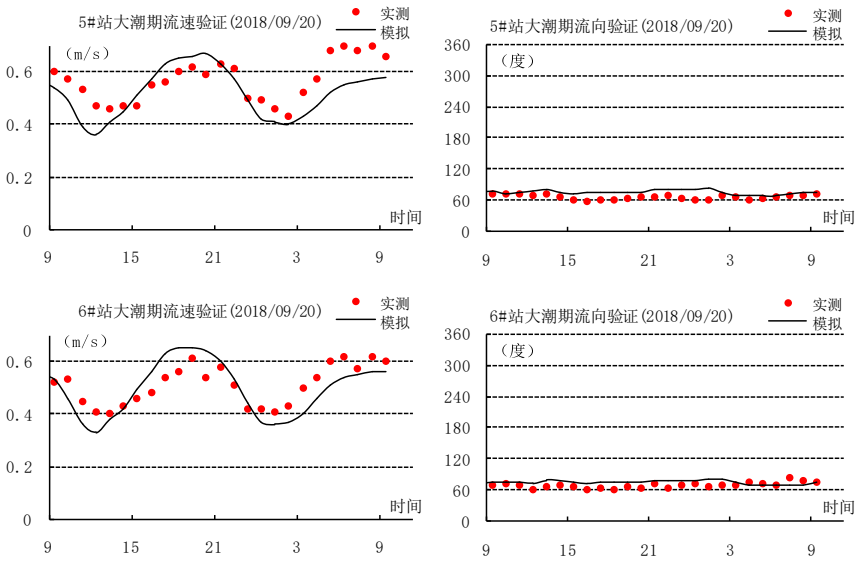


图 7.1.3-3　1#~6#潮流站实测值与计算值对比

7.1.4工程用海对潮流场的影响分析

太平洋潮波从吕宋海峡传入南海后在粤东东部海域分为两支，一支潮波继续由东往西沿广东沿岸传播、一支折向东北进入台湾海峡南部，甲子海域为两支潮波的分支点，表现为半日潮的无潮点。根据已有研究，本海域潮汐较弱（测流期间潮差仅 0.9m），天文潮流受季风、近岸环流影响明显。

（1）潮流流场模拟结果

图 7.1.4-1 和图 7.1.4-2 是 2018 年 9 月 20 日碣石海域涨潮和落潮时刻流场，受“山竹”台风登陆珠江口后在南海形成的西南大风影响，碣石海域涨潮和落潮时刻流场均为东、东北方向。涨潮、落潮流向变化不大，仅有流速大小变化，表现为涨潮流速较小，落潮流速较大，离岸海流表现为偏东方向，近岸海流表现为沿岸运动。

图 7.1.4-3 和图 7.1.4-4 是 2018 年 9 月 25 日碣石海域涨潮和落潮时刻流场，受东北风影响，碣石海域涨潮和落潮时刻流场均为偏西方向，表现为涨潮流速较大，落潮流速较小。

图 7.1.4-5 和图 7.1.4-6 是 2018 年 9 月 20 日工程海域涨潮、落潮流场图，涨潮、落潮近岸流均为东北方向，涨潮在田尾角小湾形成顺时针旋转涡旋，落潮形成逆时针旋转涡旋；工程区沿岸最大流速达 0.4m/s 左右。

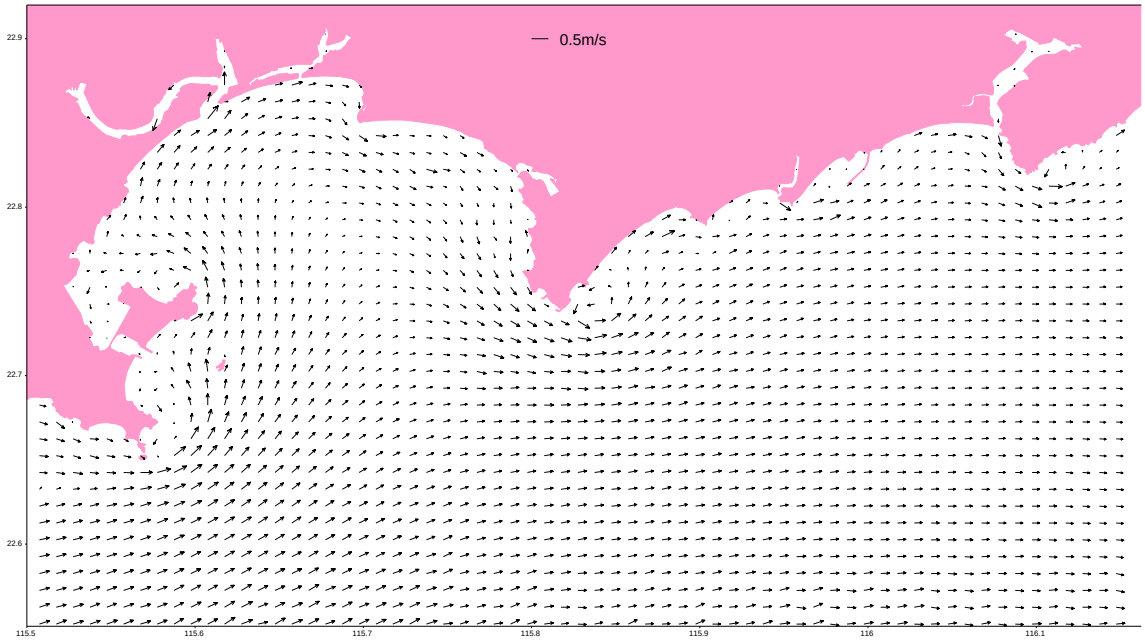


图 7.1.4-1　2018 年 9 月 20 日碣石海域涨潮时刻流场（西南风）

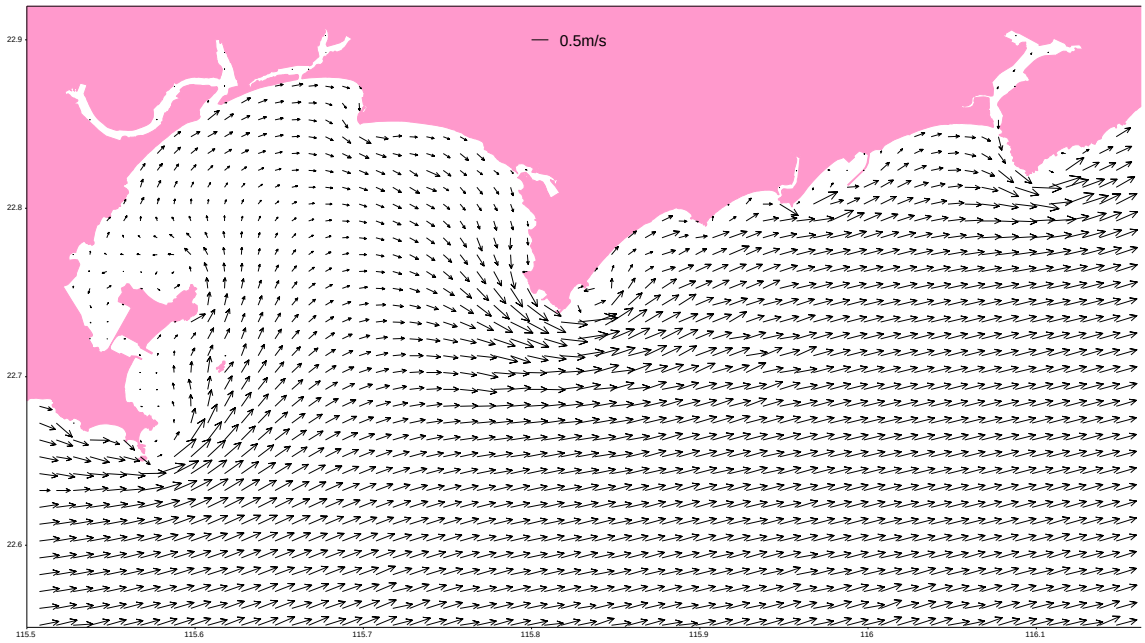


图 7.1.4-2　2018 年 9 月 20 日碣石海域落潮时刻流场（西南风）

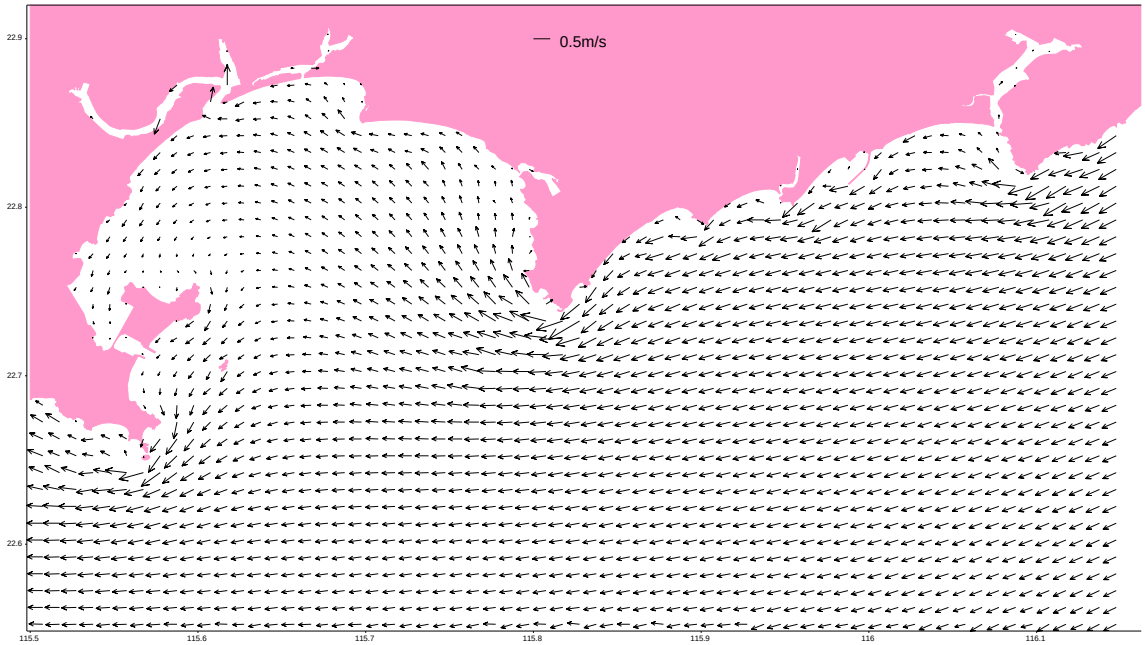


图 7.1.4-3　2018 年 9 月 25 日碣石海域涨潮时刻流场（东北风）

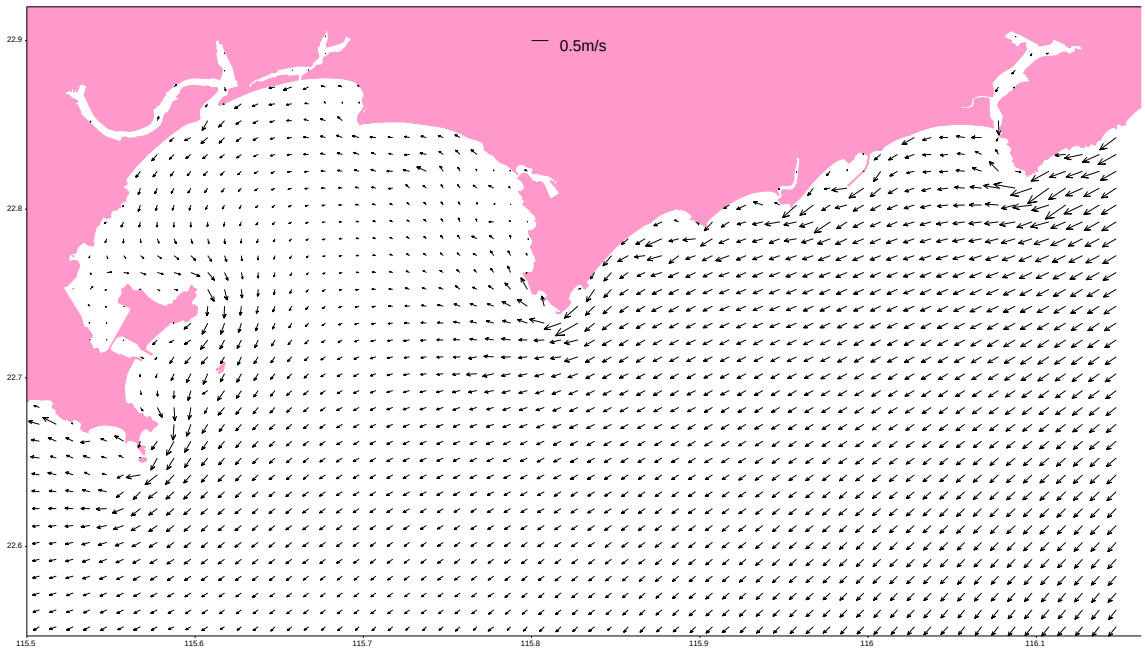


图 7.1.4-4　2018 年 9 月 25 日碣石海域落潮时刻流场（东北风）

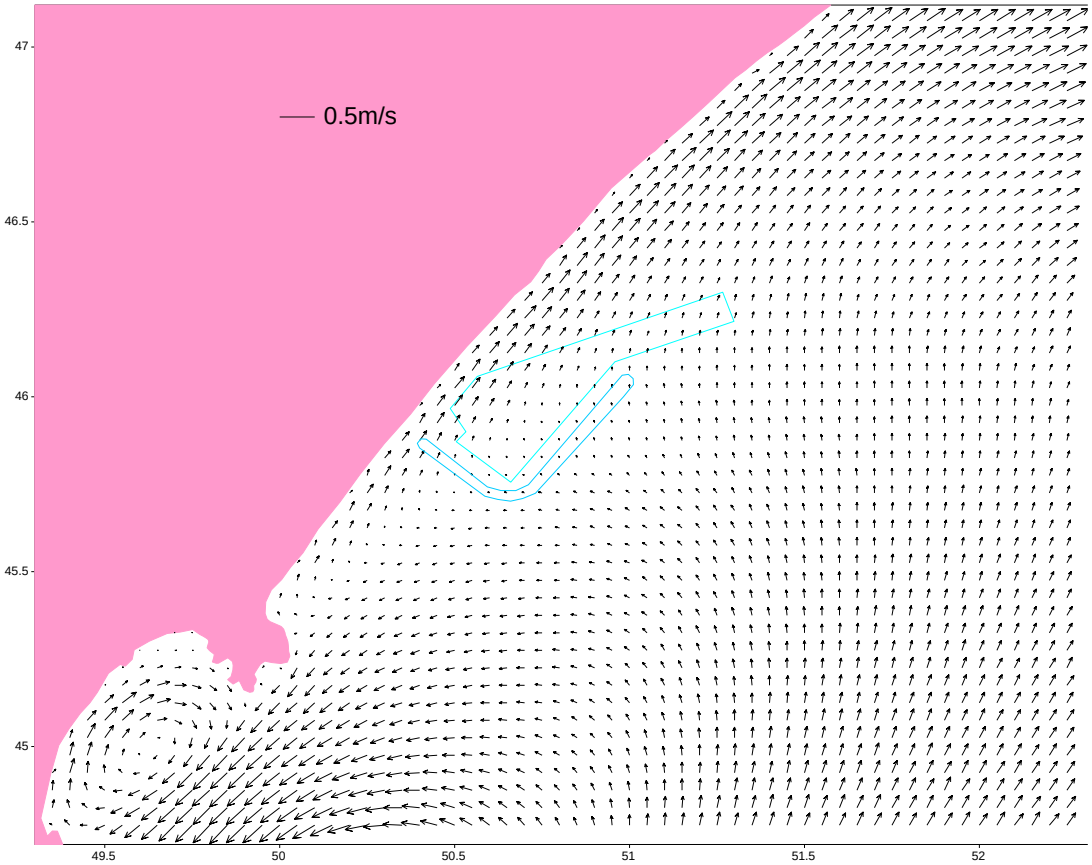


图 7.1.4-5　2018 年 9 月 20 日工程海域流涨潮时刻场图

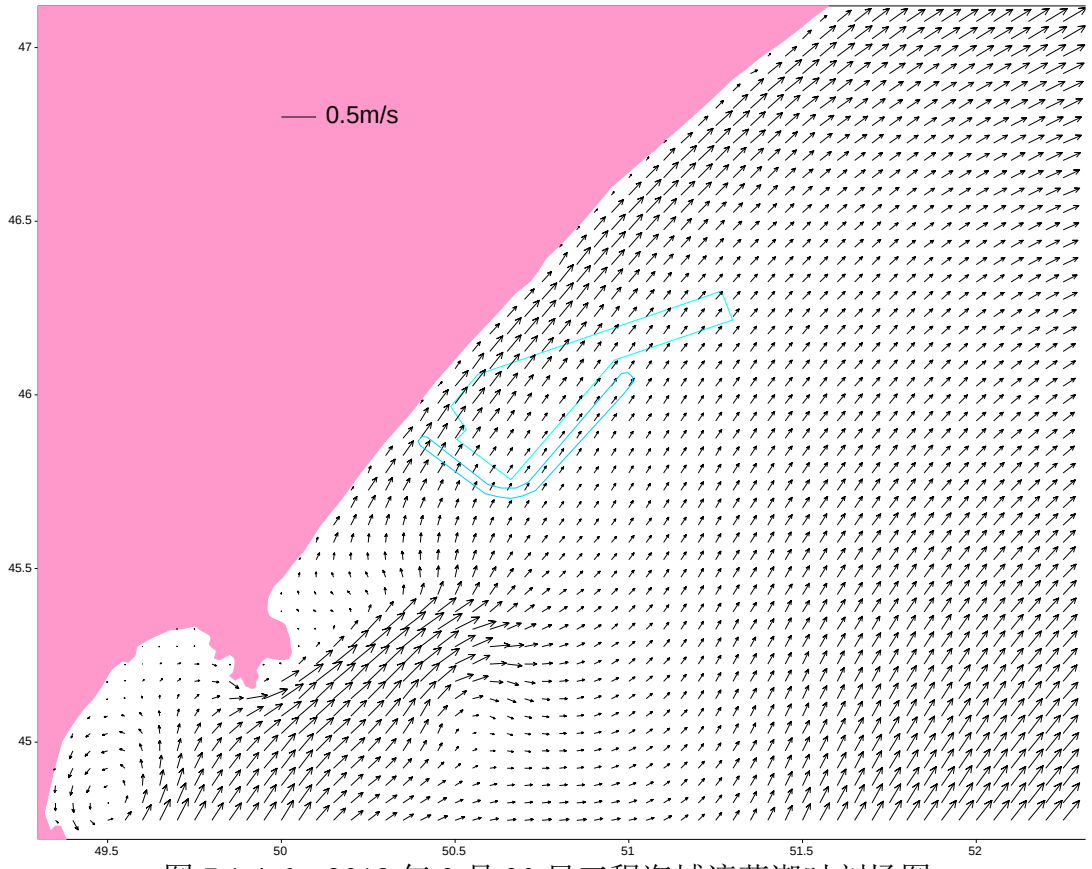


图 7.1.4-6　2018 年 9 月 20 日工程海域流落潮时刻场图

（2）本项目建成后潮流场影响预测

工程的建设内容主要包括有新建 1355m“L”型防波堤、引桥和码头建设，以及水域疏浚。

输出项目周边 20 个代表点的流速和流向来描述工程前、后水流动力的变化，流速和流向代表点分布见图 7.1.4-7。流速流向代表点对比表 7.1.4-1 显示，工程完成后，位于防波堤掩护区内 9~11、15~17 点流速大幅减少，位于防波堤东北岸线外的 18~20、12~14 代表点流速减少，防波堤外西南 1、2 代表点流速同样减少，防波堤外东南 3~6 代表点流速略有增大，距离防波堤较远的 7、8 代表点流速几乎不变。本工程涨潮、落潮工程前后流速和流向对比结果见图 7.1.4-8 和图 7.1.4-9，流速变化见图 7.1.4-10 和图 7.1.4-11。由对比结果图可见，海流绕防波堤流动，工程后防波堤掩护区和阻挡区的东北沿岸的流速减小，防波堤外海域流速增大，1000m 以外流场基本不变。

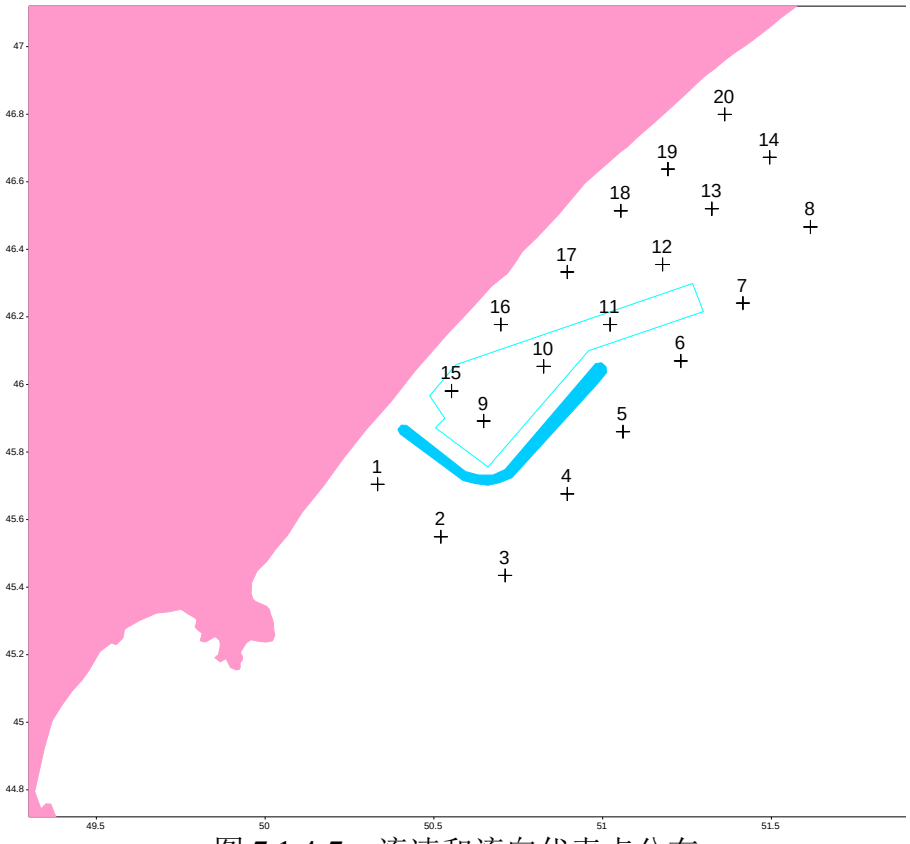


图 7.1.4-7　流速和流向代表点分布

表 7.1.4-1　代表点流速和流向对比（流速：m/s，流向：°）

位置	涨潮流速			涨潮流向		落潮流速			落潮流向	
	工程前	工程后	变化	工程前	工程后	工程前	工程后	变化	工程前	工程后
1	0.19	0.13	-0.06	30	38	0.15	0.15	0	32	39
2	0.13	0.09	-0.04	15	40	0.04	0.02	-0.02	342	225
3	0.14	0.14	0	48	55	0.04	0.02	-0.02	304	315
4	0.10	0.26	0.16	36	58	0.05	0.07	0.02	346	31
5	0.11	0.18	0.07	37	32	0.07	0.10	0.03	9	27
6	0.13	0.17	0.04	38	20	0.10	0.13	0.03	27	20
7	0.14	0.14	0	42	24	0.11	0.12	0.01	32	22
8	0.15	0.14	-0.01	48	35	0.15	0.12	-0.03	39	34
9	0.14	0.01	-0.13	35	90	0.09	0.02	-0.07	30	90
10	0.16	0.04	-0.12	36	214	0.11	0.02	-0.09	32	45
11	0.15	0.04	-0.11	39	342	0.11	0.06	-0.05	32	338
12	0.15	0.12	-0.03	42	11	0.13	0.11	-0.02	38	13
13	0.17	0.13	-0.04	48	31	0.15	0.12	-0.03	42	34
14	0.20	0.16	-0.04	50	39	0.20	0.17	-0.03	47	42
15	0.26	0.03	-0.23	38	333	0.20	0.04	-0.16	38	108
16	0.29	0.17	-0.12	40	48	0.25	0.09	-0.16	39	30
17	0.27	0.06	-0.21	40	37	0.25	0.09	-0.16	37	30
18	0.27	0.13	-0.14	43	31	0.25	0.14	-0.11	43	35
19	0.28	0.18	-0.10	45	40	0.26	0.19	-0.07	45	43
20	0.28	0.23	-0.05	47	45	0.29	0.27	-0.02	48	47

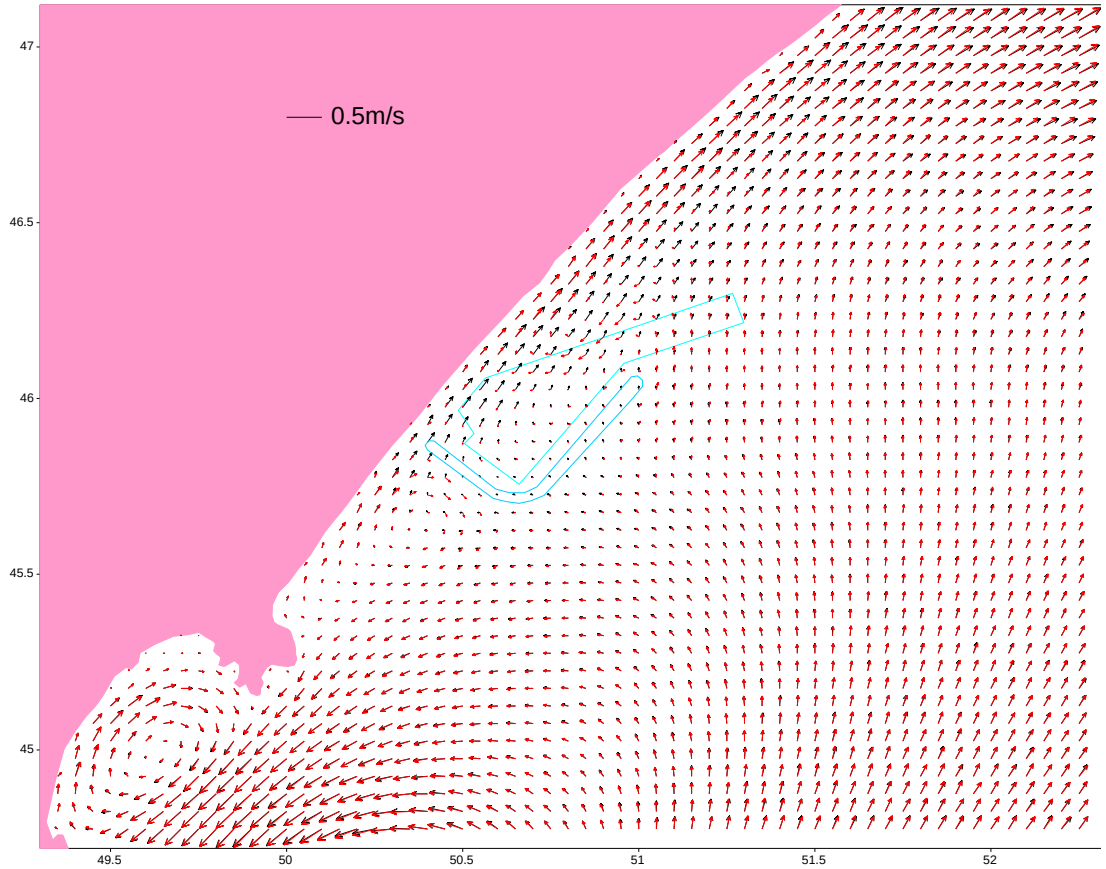


图 7.1.4-8　工程前后涨急流场对比（黑：工程前，红：工程后）

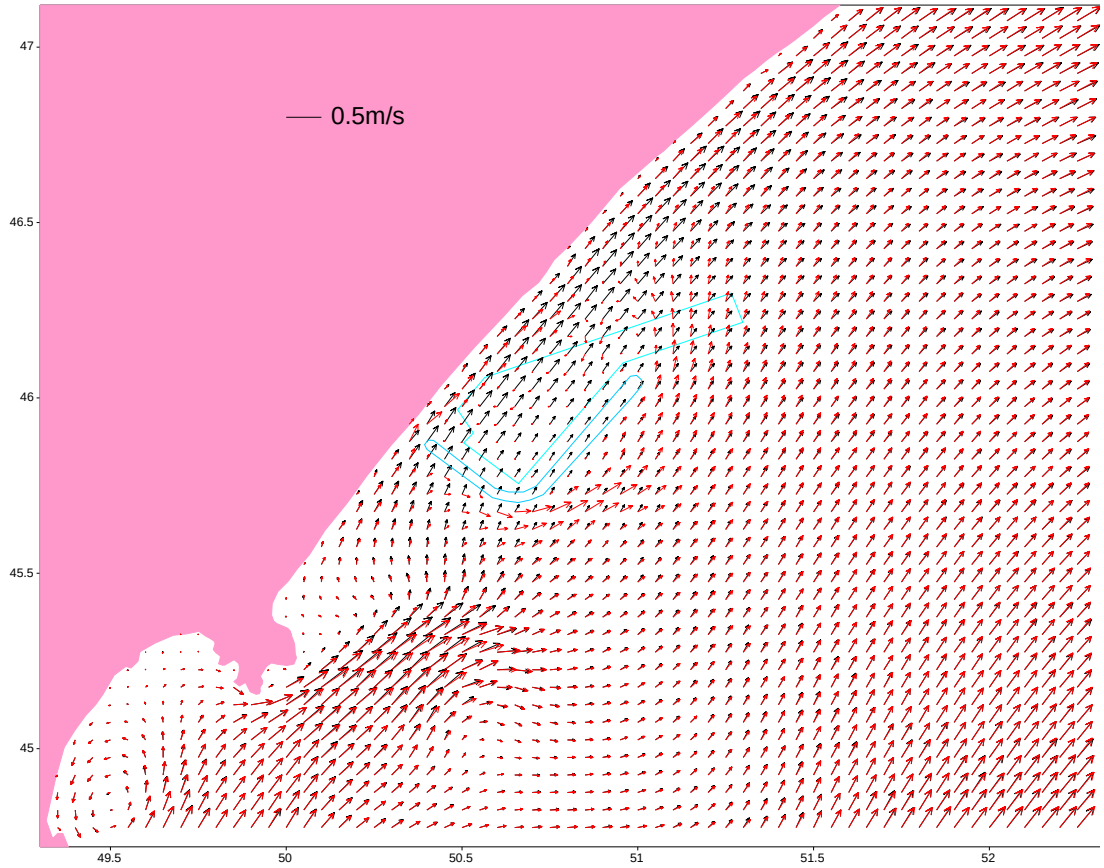


图 7.1.4-9　工程前后落急流场对比（黑：工程前，红：工程后）

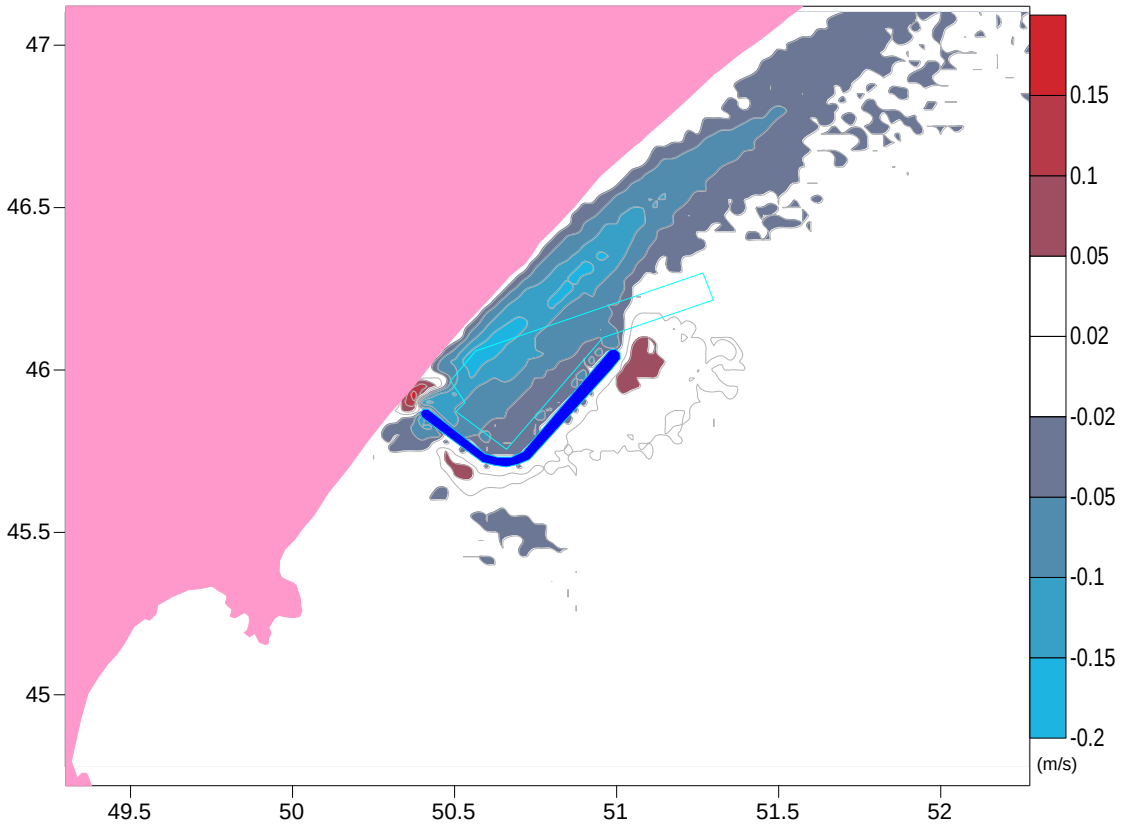


图 7.1.4-10　工程前后涨急时刻流速变化图

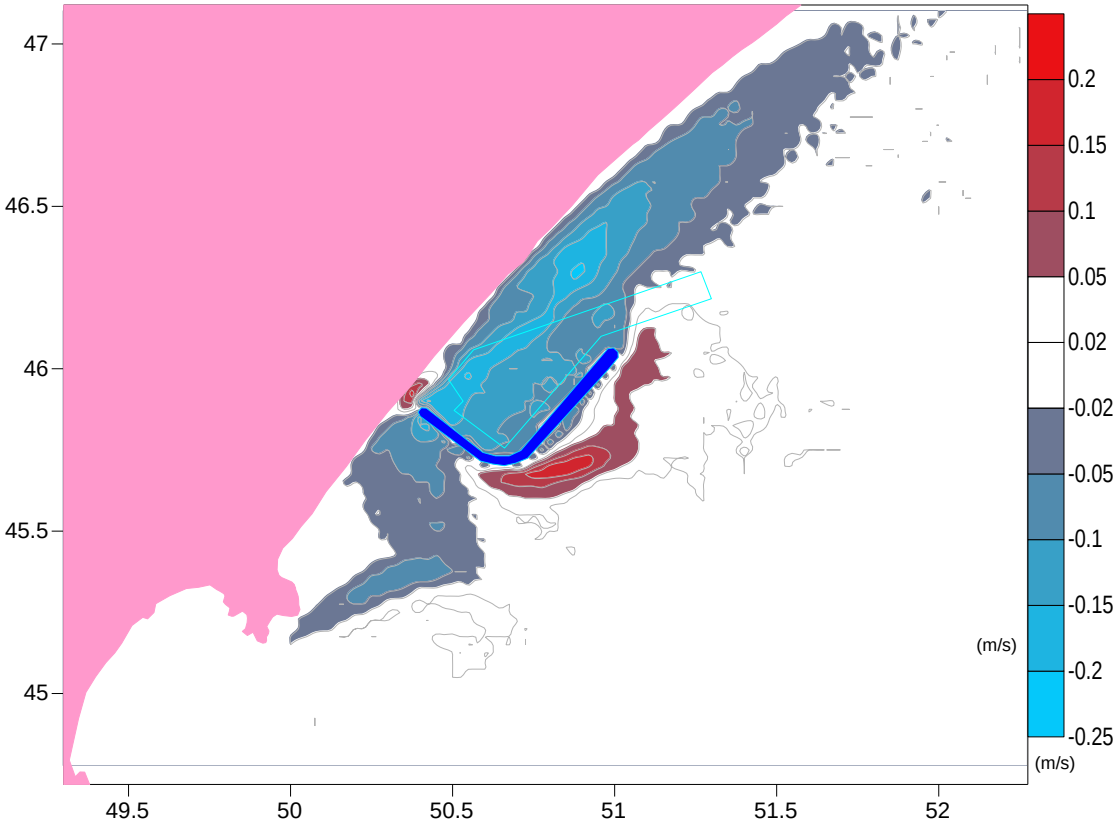


图 7.1.4-11　工程前后落急时刻流速变化图

7.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

7.2.1地形地貌

项目位于碣石半岛东北沿岸，地形地貌基础为花岗岩经侵蚀剥蚀形成的低丘陵，海岸为沙坝、沙丘（高程 10 余米）和沙地（高程数米）。

海岸西北有东北～西南走向的大沙坝，堆积了全新统海成一风成石英砂（含贝壳）；沙坝以下为海滩，潮间带宽 30～80m（西窄东宽）、海滩坡度 3°～6°，其海滩属性，西段属近反射形海滩，东段属近消散形海滩；海滩以下为水下浅滩，坡度 5°～1°（西陡东缓），再下为水下岸坡，坡度 5°～3°（西陡东缓）。本海岸地质历史的变化，现今已发育成侵蚀性海岸。

项目位于烟墩角与田尾角之间的海岸，长年承受 ESE 方向波浪冲击，海岸泥沙有向东北方向输运趋势，由于自然与人类活动的原因，近 10 年海岸呈侵蚀状态。

7.2.2工程对冲淤环境的影响分析

项目防波堤建设后，引起潮流与波浪动力的改变。潮流动力变化引起的冲淤

采用半经验半理论公式进行估算（王义刚等，2007 年）。基于流场的变化以及经验公式分析工程引起的冲淤变化，工程实施后海床的冲淤变化公式。

$$P = \frac{\alpha S \omega t}{\gamma_c}\left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \left(\frac{H_1}{H_2}\right)\right]$$

式中，P 为工程后经过时间 t 的淤积量，t 取值 365×24×3600s；α 为泥沙沉降概率；S 为工程前的平均含沙量，单位为 kg/m^3，γ_c 为淤积物干容重，单位为 kg/m^3，按照公式$\gamma_c = 1750 \times d_{50}^{0.183}$确定，$d_{50}$ 为悬沙中值粒径，单位为 mm；ω 为沉降速度，单位为 m/s；V_1、V_2 分别为工程前、后的全潮平均流速；H_1、H_2 分别是工程前后的水深。

沉速 ω 取 0.03mm 粒径絮凝当量沉速，悬沙浓度S_1取对应段历次观测资料平均值 0.03kg/m，干容重 γ_0 根据各段悬沙中值粒径计算出来。

潮流变化冲淤计算结果见图 7.2.2-1，防波堤内淤强较轻，年回淤约 0.15m，防波堤外南部略有冲刷，年冲刷为 0.1m。

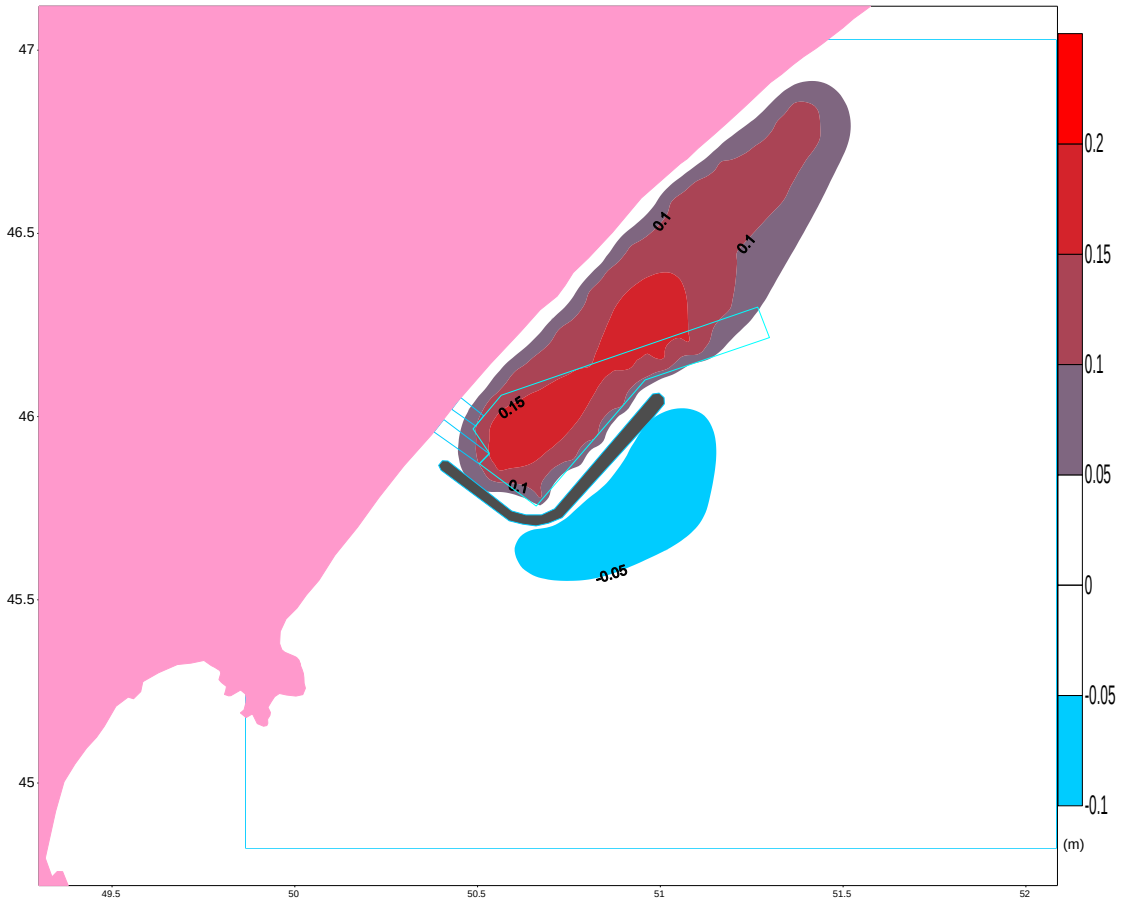


图 7.2.2-1　潮流动力变化冲淤计算结果

本海域海岸泥沙运动除受潮流影响外，也受波浪动力作用，波浪动力减少主要在防波堤掩护区内，参考工况报告，防波堤建成后，掩护区岸线以淤积为主，

防波堤外海岸潮流动力略有下降、波浪动力基本不变，因此冲淤将保持目前的冲淤态势。

7.3 岸滩演变分析

本节内容根据《陆丰海洋工程基地项目防波堤工程岸滩演变研究》的模拟分析内容整理。

7.3.1项目所处岸滩历史变化情况

拟建陆丰海洋工程基地水工工程位于粤东碣石湾以东，属平直海岸。现场考察发现，岸滩均发育巨大的滩肩陡坎（图 7.3.1-1），属华南地区典型的老红砂地貌发育区。据相关研究，华南沿海老红砂多见于花岗岩类岩石的出露区，主要分布在沿海岬湾风大沙多的岸段，也即现代海岸风沙发育良好的地方。在老红砂中存在多个沉积界面，有古土壤或泥炭腐木层。多级沉积界面是风沙活动期与稳定期交替的反映，是风沙沉积的一大特点，它们的存在是老红砂风成成因的重要证据之一，属古海岸风沙沉积并经过长期红化作用形成。

海滩滩面平缓，高度起伏不大，南侧岸段坡度较为一致，中部岸滩偶见中潮位附近发育砂坎，一般高差在 0.6m 以内（图 7.3.1-2）。纵向上，岸滩临水侧发育韵律沙坝（图 7.3.1-3），表明该岸段处于侵蚀状态。

另外，海滩附近随处可见人为干扰海滩的痕迹，例如多处出现的建筑垃圾倾倒区、滩面抛石区、生活垃圾以及人工堆土区（图 7.3.1-4）等，严重影响了海滩的自然调整过程与规律，人为破坏较为严重。根据遥感影像历史资料比较分析，该海域岸线整体后退（图 7.3.1-5），尤其是 2014~2016 年，岸线后退超过 100m，明显超出自然演变的阈值。经对周边村民问询调查得知，海滩砂采挖导致拟建工程所在海滩后退显著，远超出自然侵蚀后退速率。

老红砂分布区地貌剖面结构大致如图 7.3.1-6，会发育海蚀阶地，但阶地的形成并非海洋动力直接作用的结果。现场考察发现，老红砂区岸滩侵蚀阶地往往以高潮位附近水流淘蚀后崩塌的形式导致岸线后退。因工程所在区域潮汐较弱，100 年一遇高潮位 2.54m（国家 85 高程基面），自然条件下岸滩会发生崩塌后退，但是其后退速率远低于 2014 年-2016 年间人为活动干扰下的岸滩后退速率。因此，拟建工程所在海域岸线当前无工程建设，但人为干扰显著，其变化已不属于自然条件下的岸滩演变。



图 7.3.1-1　南侧海滩陡坎发育现状



图 7.3.1-2　南侧海滩陡坎发育现状（高差达 7m 以上）



图 7.3.1-3　拟建工程海域岸滩韵律地形发育现状（自北向南拍摄）









图 7.3.1-4　海滩受人为干扰现状

（1、建筑垃圾倾倒；2、抛石区；3、生活垃圾；4、人工堆土区）



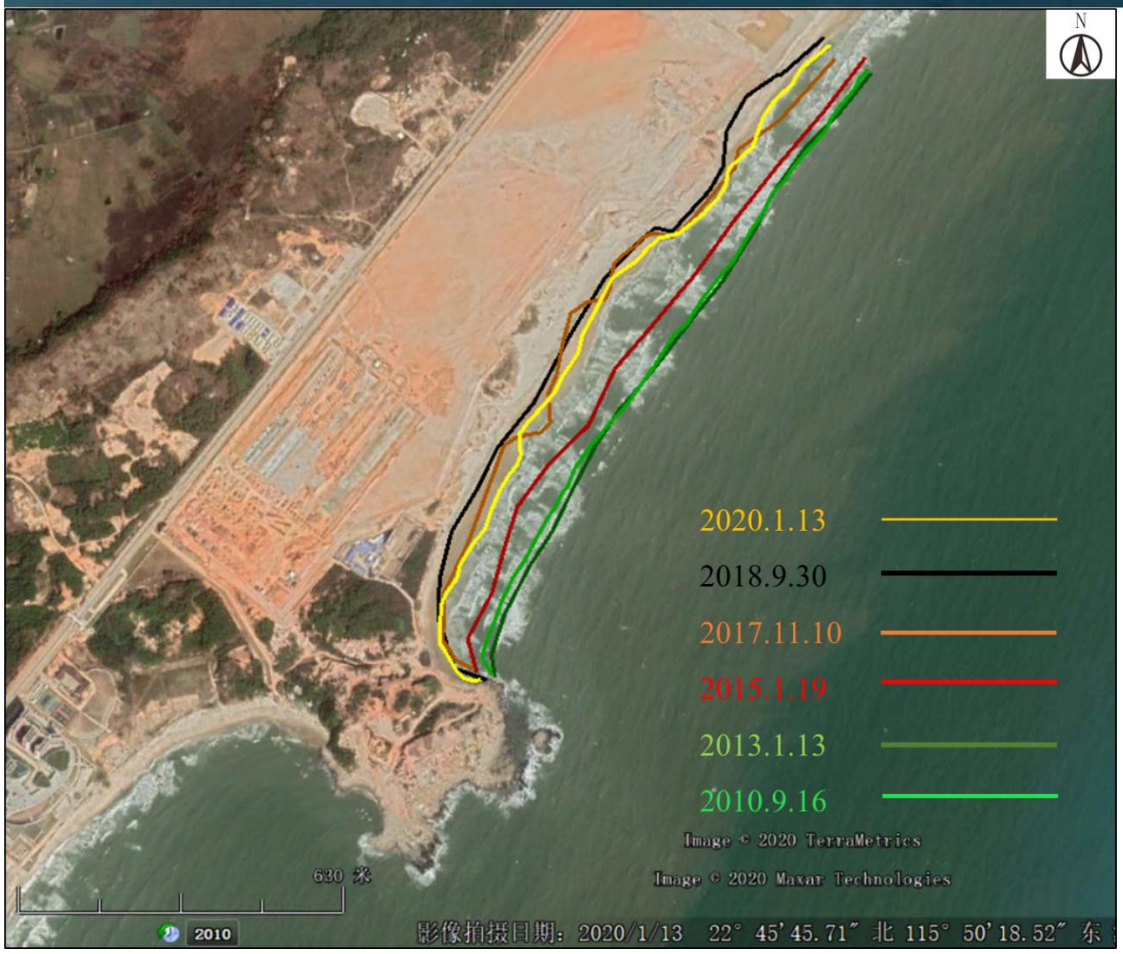


图 7.3.1-5　工程位置岸线变化图

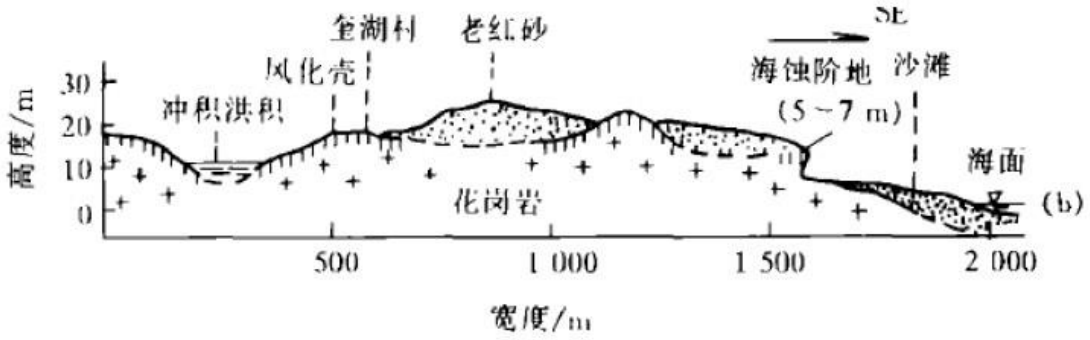


图 7.3.1-6　陆丰老红砂分布区岸滩剖面图（据：吴正，1996）



图 7.3.1-7　岸滩淘蚀后崩塌图

7.3.2岸滩泥沙成分分析及泥沙活动性分析

2019 年 2 月 21 日在拟建工程附近海域共分 10 个断面采集岸滩表层沉积物样品 30 个，每个断面自上而下采集 3 个样品，并进行了颗分分析，其中 1-6 号断面为工程所在岸滩段，7-10 断面为工程所在岸滩南侧。



图 7.3.2-1　岸滩泥沙采样断面位置图（1：10000）

总体上，滩面泥沙较粗，平均中值粒径在 0.3mm 以上，工程段所在滩面更粗，在 0.33mm 左右。南侧岸段泥沙纵向上差异不明显；横向上，低潮位附近泥沙颗粒较细，而中潮位附近泥沙大多粗于低潮位泥沙，可能与老红砂砂丘崩塌后波浪分选作用有关，岸滩细颗粒泥沙侵蚀，向水下搬运输移。工程岸段纵向上差异较小，横向上差异较大，中潮位附近泥沙颗粒粗，而滩肩部位泥沙颗粒略细，在低潮位附近则更细，说明该岸段泥沙输移以横向振荡输移为主。

波浪对海底泥沙的起动以及产生推移作用的临界水深与波高、周期以及底质泥沙粒经的大小有关。不同波级的波浪出现频率不同，而大小不同、周期不同的波浪对海底泥沙的起动悬浮能力也不同。

从前述情况可知，附近海岸海床表层沉积物以细沙和中沙为主，中值粒径 d50 范围为 0.11～0.54mm，取样点平均中值粒径 0.31mm。厂址附近海岸海床表层沉积物以中沙为主，波高为 1.0m 的波浪仅能使 6.89m 水深以内的海底泥沙产生表面推移，使 3.29m 水深以内的海底泥沙产生全面推移；波高为 1.5m 的波浪仅能使 10.94m 水深以内的海底泥沙产生表面推移，使 4.76m 水深以内的海底泥沙产生全面推移；2 年一遇 SE 向浪波高为 4.2m（参见华南理工大学《陆丰核电站波浪整体数学模型研究》，2013）的波浪才能使 11.06m 水深左右的海底泥沙产生全面推移。根据遮浪海洋站一年的波浪观测分析，一年之中，该海域有效波高

大于 4.2m 的大浪持续时间非常少，一般都出现在台风时间，一年中绝大多数情况下都处于小风浪情况下。因此，波浪对该海域 11m 水深以外的海底的影响很小，而在大风浪期间，整个海底都会受到波浪的作用，如 10 年一遇的波高就可使 18.96m 水深以内的海底泥沙发生层移，使水深 32.6m 以内的海底泥沙起动。

在厂址附近海域中，波高较小的常浪仅能对近岸海底泥沙运动及地形产生影响，而大浪对海底泥沙运动的影响就非常大。一次大风浪过程中，海域波浪是由许多频率不同、振幅不同的大小波浪组成。这些大小不同的波浪在海域中传播、破碎，其破碎水深也互不相同，其中，波高大的浪其破碎水深也较大，在其碎波带内，又有其他较小波高的波浪发生破碎，这使得碎波带内，泥沙活动因受波浪紊动的影响而极为活跃，而大浪所形成的沿岸流、沿岸增水及近底回流等更加剧了泥沙运动的复杂性。

一次大风浪的侵袭，沙质海岸可能后退几米至十余米，侵蚀下来的泥沙向陆或向海输运。由于波浪破碎造成的沿岸增水，导致岸滩侵蚀。滩面侵蚀主要有两种方式：一是越浪水体自沟槽区流出时，顺滩面冲泄而下，将海滩上的泥沙搬运到深水区，滩面侵蚀；二是波浪直接作用，滩面被冲刷、侵蚀。在大风浪侵蚀之时，整个海域的泥沙都能被掀动。波浪破碎造成沿岸增水，形成沿岸流。被掀起的泥沙在潮流和沿岸流的作用下，被搬运走，造成岸滩侵蚀。

7.3.3工程后岸滩演变模拟计算结果

根据岸滩演变数值模拟计算结果，工程建成后，防波堤堤头在岸线垂直投影以南发生一定的淤积，淤积范围大致在 176-320m，最大淤积宽度 22-34m 之间；在堤头投影以北相邻区域发生冲刷，最大冲刷宽度在 9.2-18.2m 之间，冲刷范围在 530-780m 之间。

另外在 1#泊位 1#引桥根部亦会发生一定程度的淤积，岸线最大淤积宽度在 28-42m 之间，纵向淤积长度在 110-190m 之间。2#码头南侧突堤堤跟部亦发生一定程度淤积，淤积宽度在 38-52m 之间，纵向淤积长度在 260-410m 之间，南侧岸段略有冲刷后退，最大冲刷宽度 14m 左右，纵向冲刷长度在 350m 左右。在正常波况下，岸线达到新的平衡需要 7-12 年左右的时间。

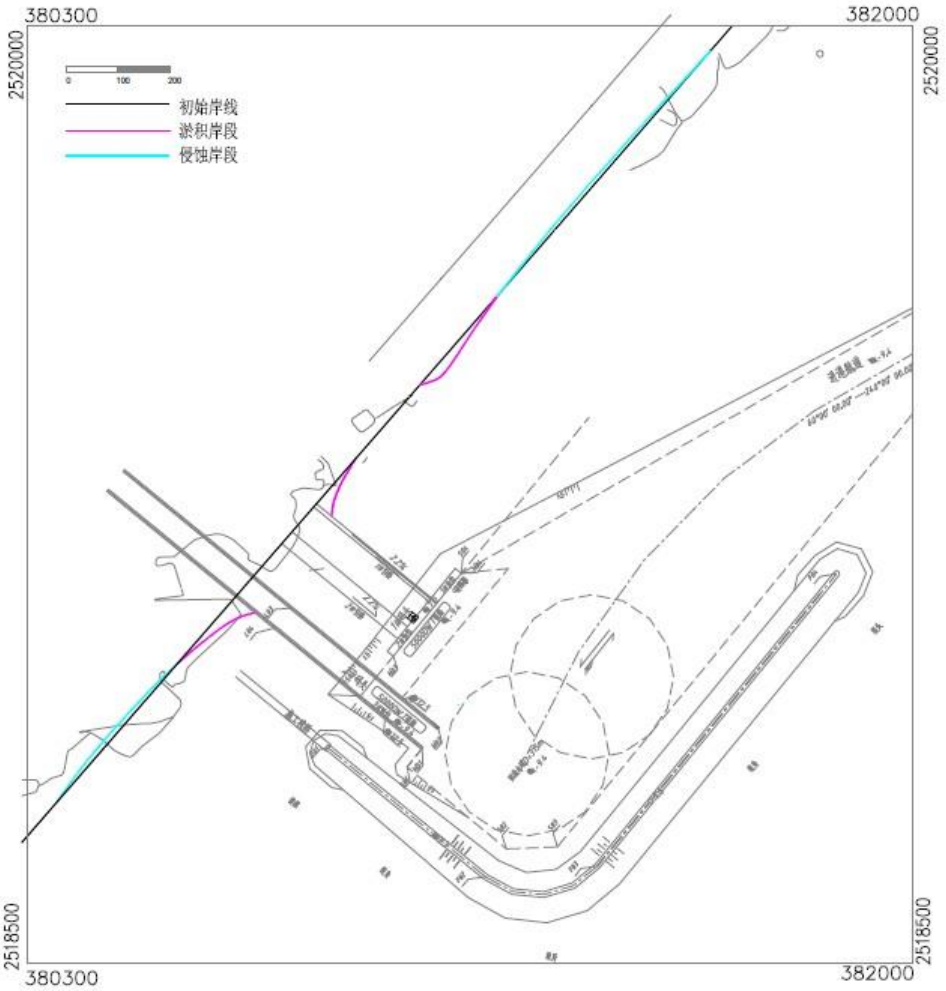


图 7.3.3-1　工程建设后平衡岸线模拟结果

7.4 海水水质环境影响分析

7.4.1施工期水质环境影响分析

（1）基础方程

本节采用二维泥沙模型预测施工期间所产生的悬沙对海水水质环境的影响。

$$\frac{\partial HS}{\partial t}+\frac{\partial uHS}{\partial x}+\frac{\partial vHS}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}(HA_h\frac{\partial S}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(HA_h\frac{\partial S}{\partial y})+F_S$$

H 为总水深，u、v 分别为 x、y 方向上的流速，S 为水体悬沙，F_s 为源汇函数，A_h 为水平扩散系数，采用欧拉公式：

$$A_{hx}=5.93\sqrt{g}H|u|/C_S \qquad A_{hy}=5.93\sqrt{g}H|v|/C_S$$

泥沙源汇函数按下面方法确定 $F_s=S_C+Q_d$

S_C 为输入源强，Q_d 为悬沙与海床交换通量；

底部切应力计算公式：$\tau=\rho f_b UU$

当$\tau \leqslant \tau_d$时，水中泥沙处于落淤状态，则：$Q_d = \alpha\omega_s S\left(1-\frac{\tau}{\tau_d}\right)$；

当$\tau_d < \tau < \tau_e$时，海底处于不冲不淤状态，则：$Q_d = 0$；

当$\tau \geq \tau_e$时，海底泥沙处于起动状态，则：$Q_d = -M\left(\frac{\tau}{\tau_e}-1\right)$。

以上各式中：ω 为泥沙沉降速度，S 为水体含沙量，α 为沉降几率，τ_d为临界淤积切应力，τ_e为临界冲刷切应力，M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨（1998）提出的泥沙沉降速度的通用公式：

$$\omega_s = \sqrt{(13.95\frac{\nu}{d_s})^2 + 1.09\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}gd_s} - 13.95\frac{\nu}{d_s}$$

其中：γ、γ_s分别为水、泥沙的容重，d_s为悬浮泥沙的中值粒径，v 为黏滞系数。本海域沉积物为细沙与粉砂，取 *d*=0.03mm 为代表粒径，相应粒径的泥沙沉速为 0.051cm/s。

关于临界淤积切应力τ_d，这里采用窦国仁（1999）提出的计算公式：

$$\tau_d = \rho f_b V_d V_d$$

V_d为临界淤积流速，其中 k=0.26：

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

关于泥沙悬扬临界切应力τ_e，

$$\tau_e = \rho f_b V_e V_e$$

V_e为泥沙悬扬临界流速，其中 k=0.41：

$$V_e = k\ (\ln 11\frac{h}{\Delta})(\frac{d'}{d_*})^{1/3}\sqrt{3.6\frac{r_s-r}{r}gd + (\frac{r_o}{r_*})^{5/2}\frac{\varepsilon + g\delta h(\delta/d)^{1/2}}{d}}$$

上两公式中其他各参数取值为：*g*=981cm/s^2，当泥沙粒径 *d*<0.05cm，床面糙率 Δ=0.1cm，*d'*=0.05cm，d_*=1.0cm，泥沙粘结系数 ε=1.75cm^3/s^2，薄膜水厚度参数 δ=2.31×10^{-5}cm，*h* 水深(cm)，r_0床面泥沙干容重(g/cm^3)，r_*床面泥沙稳定干容重(g/cm^3)，泥沙容重 r_s=2.65 g/cm^3，海水容重 r=1.025 g/cm^3。

仅考虑悬浮泥沙增量，计算后 V_d取值 0.13m/s，泥沙从海床悬扬临界流速取较大值，V_e＝1.5m/s，即床面泥沙不能悬扬。

岸界固定边界条件：

$$\frac{\partial C}{\partial \vec{n}} = 0$$

$\vec{n}$为岸界法线方向

开边界的边界条件：

入流时

$$C|_{\Gamma} = C_0$$

Γ为水边界，C_0为边界上悬沙浓度

出流时

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial \vec{n}} = 0$$

U_n为边界法向流速

网格与方程求解同小区水动力方程，采用 ADI 迎风格式求解方程。

（2）源强选取

根据工程分析，施工期对水质环境影响主要有：防波堤的抛石，源强为 1.22kg/s；港池航道疏浚，源强为 3.86kg/s；灌注桩桩施工，源强 0.15kg/s；溢流源强 0.278 kg/s。项目安排上述项目同时施工。

模拟分别在防波堤、港池航道各上取 30 个点代表抛石、疏浚源强，每一点模拟 12 小时，另外 15 个点代表码头打桩施工，每一点模拟 24 小时，溢流源强为连续 15 天，各代表点位置见示意图 7.4.1-1。

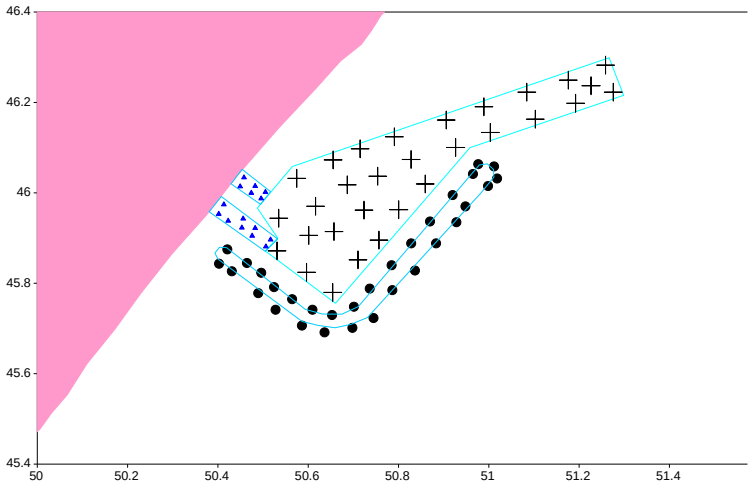


图 7.4.1-1　各代表点位置示意图

（3）施工期水环境影响分析

模拟施工所产生的悬沙输运和扩散，输出每小时的浓度场，分别统计工程施工过程中悬沙增量大于 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络线面积（即在 15 天模拟期间内各网格点构成的最高浓度值），统计结果见表 7.4.1-1，悬沙增量包络线浓度场见图 7.4.1-2，10mg/L 影响范围最大为距离防波堤西南

900m。

表 7.4.1-1　工程施工期间悬浮物增量包络线面积（km^2）

指标	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L	>150mg/L
面积	1.627	0.676	0.097	0.016	0.006

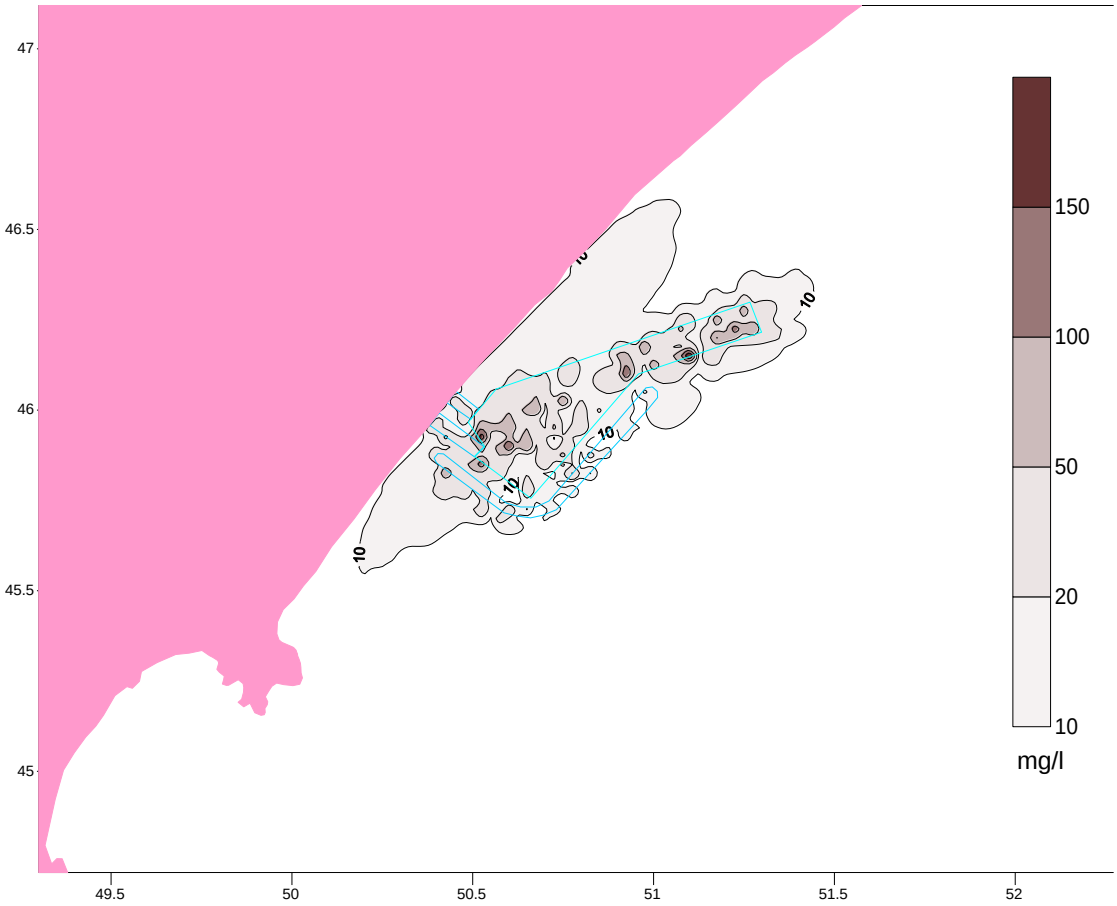


图 7.4.1-2　施工期悬浮物增量包络线

7.4.2工程建设对海域水质影响评价

根据上述模拟结果，工程施工作业产生的悬沙主要分布工程施工海域，悬沙浓度大于 10mg/L 的整体包络线面积为 1.627km^2，最大为距离防波堤西南 900m。由悬浮物最大浓度包络线可知，悬浮物扩散核心区仅限于作业区附近。由于施工所产生悬浮泥沙影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

7.4.3营运期水质环境影响分析

码头进入营运期后对水质环境的影响主要为停靠船舶产生的生活污水和机

舱油污水。

项目营运期船舶机舱含油污水待船舶靠岸后，交由有处理能力的单位接收处理，禁止排海。

停靠船舶生活污水排入化粪池预处理后，排入市政污水管网，然后进入海工基地污水处理厂进一步处理，不直接外排。如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。

因此，本项目在落实船舶污水收集、分类处理的前提下，对项目所在海域水质环境影响很小。

7.5 海洋沉积物影响分析

7.5.1施工期沉积物环境影响分析

本工程施工过程对海洋沉积物的影响主要来自防波堤抛石、水域疏浚和桩基施工过程中产生悬浮泥沙的扩散和沉降。施工期间船舶污废水不排海，回收交由有能力单位处理。施工产生的悬浮泥沙对沉积物影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散及沉降，其沉降范围位于施工点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降，随着粒度较小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。根据 7.3 章节悬浮泥扩散范围分析，本工程施工期引起的悬浮泥沙扩散范围较小，悬浮泥沙增量>10mg/L 的扩散范围为 1.627km^2，最远扩散距离为西南方向 0.9km，由悬浮物最大浓度包络线可知，悬浮物扩散核心区仅限于作业区附近。由于施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，一旦施工完毕，这种影响将不再持续。因此，本海域沉积物的环境质量不会发生明显的变化。

7.5.2营运期沉积物环境影响分析

项目进入营运后，码头所产生的污水均收集处理，不向海域排放，对海域沉积物环境影响不大。营运期船舶污废水不向海域排放，对海域沉积物环境影响不大。

7.6 海洋生态环境影响预测与评价

本项目用海对生态环境产生的影响主要在施工期。一是港池疏浚和防波堤、基桩占用海域对底栖生物造成的影响，二是施工过程产生的悬浮物对浮游生物和渔业资源产生的影响。项目建设为码头工程，通过严格执行对应环保措施，在营运期对周边海域海洋生态环境影响较小。

7.6.1施工期项目用海对海洋生态环境影响分析

7.6.1.1 对底栖生物的影响

本项目的建设对底栖生物最主要的影响是防波堤建设和港池疏浚等行为破坏了底栖生物的栖息地，使底栖生物栖息空间受到了影响，并且可直接导致底栖生物死亡。

7.6.1.2 对浮游生物的影响

本工程建设对浮游植物最主要的影响是水体中增加的悬浮物质影响了水体的透光性，进而影响了浮游植物的光合作用。工程建设过程中造成悬浮物浓度增加，水体透光性减弱，光强减少，将对浮游植物的光合作用起阻碍作用。

一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响，而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，浮游植物基本上无法生存。当悬浮物的浓度增加量在 10～50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响。因此，本项目开发建设过程中要注意悬浮物浓度的控制，避免造成大量水生生态损失。

同样，本项目施工过程中，施工作业对浮游动物最主要的影响是水体中增加的悬浮物质，增加了水体的浑浊度。悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等有关。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等方面。浮游动物受影响程度和范围与浮游植物的相似。

7.6.1.3 对渔业资源的影响

本项目防波堤抛石、疏浚过程以及桩基施工也会对渔业资源产生一定影响。工程施工期间直接或者间接的影响了该海域鱼类特别是鱼卵和稚鱼等水生生物的正常栖息、活动和繁殖。但鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，对于骤变的环境，它们反应则是敏感的，悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，他们将避开这一点源混浊区，

产生“驱散效应”。这种效应会对渔业资源产生两方面的影响：一是由于产卵场环境发生骤变，在鱼类产卵季节，从外海洄游到该区域产卵的群体，因受到干扰而改变其正常的洄游路线；二是在该区域栖息、生长的一些种类，也会改变其分布和洄游规律。施工造成悬浮物质含量的变化对水质混浊度的影响，必然引起鱼卵仔稚鱼的损失，使游泳生物逃避这个污染区，导致生物种群改变原有的集群和正常的洄游路线，给渔业资源带来一定程度上的损失。从总体上看，本项目施工期对工程附近渔业资源产生一定的影响，但总体来说影响不大，工程施工属于短期行为，工程完成后，经过一段时间的调整与恢复，附近海域水生生物会重新聚集并在周边生活繁殖。

7.6.2营运期生态环境的影响分析

项目在营运期对生态环境的影响主要为：营运期的污水对生态环境的影响。

含油污水若不加处理直接排入水域，将会对该水生生物产生较大的影响。如果油膜较厚且连成片，会使水域水体的透光率下降，降低浮游植物的光合作用，因而影响水域的初级生产力，引起生态平衡的失调。

生活污水其污染物主要有大小不等的悬浮物和溶解性的氮、磷与有机物等，如果对生活污水不加控制任意排放，将造成氮、磷等无机盐类和有机物质在港池内的积累，造成生态系统的破坏。

由上述可见，必须严格控制含油污水及生活污水的排放。

7.6.3生物资源损失计算

7.6.3.1 工程建设占用海域导致的生物损失

水域疏浚、防波堤抛石以及码头引桥桩基等破坏或改变了生物原有的栖息环境，对底栖生物和潮间带生物产生很大的影响。参照《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》），底栖生物的资源损失按以下公式进行计算：

$$Wi=D_i \times S_i$$

式中：

W_i 为第 i 种生物资源受损量；

D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度；

S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积。

本项目防波堤非透水构筑物用海面积为 13.1773hm^2；港池需疏浚面积疏浚面积为 26.594hm^2；码头和引桥桩基所占用的底土面积为 846.83m^2；靠船墩和绞揽墩桩基占用底土面积为 108m^2。底栖生物密度采用 2017 年春季和 2019 年秋季距离本项目最近的现状调查站位的平均底栖生物量，为 10.039g/m^2。潮间带生物密度采用 2017 年春季 LFD1 断面和 2019 年秋季的 D14 断面的平均生物量，为 16.83 g/m^2。

由此计算得：

防波堤造成底栖生物损失量：$10.039\times131881\times10^{-6}$ ＝1.324t

码头及引桥桩基造成潮间带生物损失量：$16.83\times108\times10^{-6}$ ＝0.0143t

港池疏浚造成底栖生物损失量：$10.039\times265940\times10^{-6}$ ＝2.670t

因此，本项目造成海区的底栖生物损失总量为 3.994t，造成潮间带生物损失量为 0.0143t。

7.6.3.2 悬浮物扩散范围内的海洋生物资源损害计算

按照《规程》，抛石和疏浚在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i=W_i\times T$$

$$W_i=\sum_{j=1}^{n}D_{ij}\times S_i\times K_{ij}$$

式中：M_i 为第 i 种生物资源累计损害量；

W_i 为第 i 种生物资源一次性平均损失量；

T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），个；

D_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度；

S_i 为某一污染物第 j 类浓度增量区面积；

K_{ij} 为某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率；

n 为某一污染物浓度增量分区总数。

上述各参数的取值如下：

（1）污染物浓度增量区面积（S_i）和分区总数（n）

根据水质影响预测结果，表 7.6.3-1 列出了各分区的面积，超第二类海水标

准的区域悬浮物增量基本在 10mg/L～100mg/L 之间，本工程抛石和疏浚。

表 7.6.3-1　悬浮物浓度增量区面积（km^2）

浓度(mg/L)	≥10	≥20	≥50	≥100
工况叠加	1.627	0.676	0.097	0.016

（2）生物资源损失率（K_{ij}）

由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，详见表 7.6.3-2。

（3）持续周期数（T）和计算区水深

防波堤抛石、码头和引桥桩基施工及水域疏浚工期约为 16 个月，则污染物浓度增量影响的年持续周期数为 32（15 天为 1 个周期）。悬沙扩散范围内的海域平均水深以 6m 计算。

表 7.6.3-2　本工程悬浮物对各类生物损失率

分区数	悬沙增值浓度（mg/L）	污染物 *i* 的超标倍数（B_i）	悬浮泥沙扩散面积（km^2）	各类生物损失率（%）	
				鱼卵和仔稚鱼	成体
Ⅰ区	10~20	B_i≤1 倍	0.951	5	0.5
Ⅱ区	20~50	1＜B_i≤4 倍	0.579	17.5	5
Ⅲ区	50~100	4＜B_i≤9 倍	0.081	40	15
Ⅳ区	＞100	B_i≥9 倍	0.016	75	60

（4）渔业资源密度

根据周边海域春季及秋季现状调查资料，计算得两季游泳生物平均密度为 413.2495kg/km^2；两季鱼卵的平均资源密度为 7488.5 粒/1000m^3，仔鱼的平均密度为 53.5 尾/1000m^3。

则渔业资源损失量为：

游泳生物损失量＝413.2495×0.951×0.5%×32+

413.2495×0.579×5%×32+

413.2495×0.081×15%×32+

413.2495×0.016×60%×32＝733.34kg；

鱼卵损失量=7.4885×0.951×10^6×6×5%×32+

7.4885×0.579×10^6×6×17.5%×32+

7.4885×0.081×10^6×6×40%×32+

7.4885×0.016×10^6×6×75%×32=2.78×10^8 粒

仔鱼损失量=0.0535×0.951×10^6×6×5%×32+

0.0535×0.579×10^6×6×17.5%×32+

0.0535×0.081×10^6×6×40%×32+

0.0535×0.016×10^6×6×75%×32=1.99×10^6 尾

综上所述，施工引起的悬浮物造成的游泳生物直接损失量为 733.34kg，鱼卵直接损失量为 2.78×10^8 粒，仔鱼直接损失量为 1.99×10^6 尾。

7.6.3.3 海洋生物资源损失总量及经济损失

根据以上计算结果，本项目建设引起的直接海洋生物资源的损失量以及项目施工期悬浮物扩散引起的直接海洋生物资源的损失量见表 7.6.3-3。

本工程防波堤和桩基用海造成海域生物资源累计损失量按 20 年计，港池疏浚造成海域生物资源损失量按 3 年计，施工期悬浮物扩散导致的海洋生物资源累计损失量按 3 年计，工程建设造成的生物资源损失总量见表 7.6.3-3。其补偿方式和方法等补偿事宜，由业主与渔业行政主管部门协商。

表 7.6.3-3　生物资源损失计算

影响因素	影响对象	影响面积	生物量	损失量	补偿年限	累计损失量
防波堤	底栖生物	13.1881 公顷	10.039g/m^2	1.324t	20 年	26.48t
港池疏浚		26.594 公顷		2.670t	3 年	8.01t
码头引桥	潮间带生物	846.83 平方米	16.83g/m^2	0.0143t	20 年	0.286t
施工期悬浮物扩散影响（＞10mg/L）	鱼卵	见表 7.4.1-1	7.4885 粒/m^3	2.78×10^8 粒	3 年	8.34×10^8 粒
	仔稚鱼		0.0535 尾/m^3	1.99×10^6 尾		5.97×10^6 尾
	游泳生物		413.2495kg/km^2	733.34kg		2200.02kg

根据上述计算结果，本工程建设导致底栖生物直接损失量约为 3.994t，造成潮间带生物损失量为 0.0143t，工程施工悬浮泥沙影响导致鱼卵损失 2.78×10^8 粒，仔稚鱼损失 1.99×10^6 尾，游泳动物损失 733.34kg。

报告参考项目所在或周边地市生物资源价格，据惠农网信息（www.cnhnb.com/hangqing），2020 年 3 月份广东省广州市荔湾区扇贝价格在 32 元/千克，2020 年 3 月份广东省潮州市小黄鱼价格在 46 元/千克。2020 年 3 月份广东省惠州市鱼苗价格在 0.6 元/尾。

（1）直接经济损失计算方法

根据《规程》的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

①底栖生物：

底栖生物经济损失计算公式为：

M=W×E

式中：*M* 为经济损失额，元；*W* 为生物资源损失总量，千克（kg）；*E* 为生物资源的价格，元/kg，按市场平均价格计算（32 元/kg）。

底栖生物直接经济损失=3.994t×32 元/kg=12.7808 万元

②潮间带生物：

潮间带生物经济损失计算公式为：

M=W×E

式中：M 为经济损失额，元；W 为生物资源损失总量，千克（kg）；E 为生物资源的价格，元/kg，按市场平均价格计算（32 元/kg）。

潮间带生物直接经济损失=0.0143t×32 元/kg=0.04576 万元

③成体生物资源

成体生物资源经济价值按

$M_i=W_i\times E_i$

式中：M_i 为第 *i* 种生物成体生物资源经济损失额，元；

W_i 为第 *i* 种生物成体生物资源损失的资源量，千克(kg)；

E_i 为第 *i* 种生物成体生物资源的商品价格，元/kg，按市场平均价格计算（46 元/kg）。

游泳动物直接经济损失 733.34kg×46 元/kg=3.3733 万元

③鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼经济价值按

$M=W\times P\times E$

式中：*M* 为鱼卵和仔鱼经济损失额，元；*W* 为鱼卵和仔鱼损失量，个、尾；*P* 为鱼卵和仔鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，%；*E* 为鱼苗的商品价格，按市场平均价格计算（0.6 元/尾）。

鱼卵直接经济损失=$2.78\times10^{8}\times1\%\times0.6$ 元/尾×10^{-4}=166.8 万元

仔鱼直接经济损失=$1.99\times10^{6}\times5\%\times0.6$ 元/尾×10^{-4}=5.97 万元

（2）海洋生物资源损害补偿额

根据《规程》，当进行生物资源损害补偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。各类生物资源的损害补偿计算如下：

① 底栖生物

根据《规程》关于生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）的确定，防波堤永久占用底栖生物资源生存空间，资源损害的补偿年限应不低于 20 年，按 20 年计算。

因此，项目建设造成底栖生物经济补偿额为 1324kg×32 元/kg×20×10^{-4}+2670×32 元/kg×3×10^{-4}＝110.368 万元。

由此，本项目用海造成底栖生物经济补偿额约为 110.368 万元。

② 潮间带生物

根据《规程》关于生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）的确定，码头引桥桩基永久占用潮间带生物资源生存空间，资源损害的补偿年限应不低于 20 年，按 20 年计算。

因此，项目建设造成底栖生物经济补偿额为 14.3kg×32 元/kg×20×10^{-4}＝0.92 万元。

由此，本项目用海造成底栖生物经济补偿额约为 0.92 万元。

③游泳生物、鱼卵和仔鱼

施工过程中产生悬浮物影响水质造成游泳动物、鱼卵、仔鱼的损害为持续性损害，根据《规程》，持续性损害不足 3 年的应按 3 年补偿，则施工悬浮物对鱼卵、仔鱼、游泳动物的损害补偿分别为：

鱼卵直接经济损失=2.78×10^{8}×1%×0.6 元/尾×3=500.4 万元

仔鱼直接经济损失=1.99×10^{6}×5%×0.6 元/尾×3=17.91 万元

游泳动物损害补偿额=733.34kg×46 元/kg×3=10.1199 万元

由此，施工悬浮物造成的渔业资源损害补偿总额为 500.4 万元+17.91 万元+10.1199 万元=528.4299 万元。

根据上述计算结果，本项目建设造成底栖生物经济补偿额为 110.368 万元，造成潮间带生物经济补偿额为 0.92 万元，施工悬浮物造成渔业资源损害补偿额约为 528.4299 万元，即本项目用海需对海洋生物资源造成的损害进行补偿的总金额约为 639.7179 万元。

7.7 主要环境敏感区影响分析与评价

项目周边主要环境敏感目标为自然岸线保有的砂质岸线及海洋生态红线区，主要包括湖东港砂质岸线、金厢港砂质岸线、金厢角砂质岸线、浅澳港砂质岸线、长湖村砂质岸线、碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区、金厢重要渔业海域限制类红线区、金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区、湖东重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区，以及项目占用的南海北部幼鱼繁育场保护区和南海幼鱼幼虾保护区，同时，根据 2018 年遥感影像资料，项目东侧分布有高位养殖。

7.7.1对湖东港砂质岸线的影响分析

项目的引桥和港池共占用岸线 250m，位于《广东省海洋生态红线》湖东港砂质保有岸线，其中两个码头占用岸线 48m，港池申请范围占用岸线 202m。根据《广东省海洋生态红线》，湖东港砂质保有岸线的管控措施为：维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。保障不改变自然岸线属性的核电基础设施建设。

本项目不涉及采挖海砂、围填海、倾废等内容，根据湖东港砂质保有岸线的管理要求，主要分析项目建设对自然岸线的影响。

（1）《广东省海洋生态红线》是基于广东省批复岸线进行划定，目前，本项目所处海域的广东省批复岸线位于现水域范围内，实际岸线位于广东省批复岸线后方，因此，项目建设对《广东省海洋生态红线》划定的自然岸线的影响极小。

（2）项目建设涉及广东省批复岸线及实际岸线（以下统称为岸线）的位置均为码头、引桥水工构筑物，该构筑物在岸线处均采用高桩平台的结构进行跨越，占用沙滩的桩基直径主要为 0.8m 以及 1.2m，其中 1#码头的两个引桥桩基为 0.8m，2#码头后方突堤桩基为 1.2m，桩基间间距在 5m 以上，一般情况下桩基建设对岸线自然属性的改变较小，岸线的自然形态仍可保持在原有水平；项目港池占用岸线长约 202m，无任何水工建设，不会改变岸线自然属性。

（3）项目建设离岸式防波堤，防波堤长度为 1355m，防波堤建设将在一定程度上对海域水文动力环境以及冲淤环境产生影响。根据水动力环境预测，项目建设完成后，防波堤掩护区以及阻挡区的东北沿岸、防波堤的西南沿岸流速有所

减少，防波堤外东南海域流速有所增大，1000m 以外流场基本不变；防波堤内淤强较轻，年回淤约 0.15m，防波堤外南部略有冲刷，年冲刷为 0.1m。防波堤建成后，掩护区岸线以淤积为主，防波堤外海岸潮流动力略有下降，波浪动力基本不变。项目建设对水文动力环境和冲淤环境的影响较小。

（4）通过本项目的历史遥感影像的对比分析，项目所在海域岸线整体后退，后退趋势超出自然演变的阈值。项目岸滩演变数模结果表明，项目建成后冲刷和淤积范围在项目 1km 范围内，最大淤积宽度为 22-34m，最大冲刷宽度为 9.2-18.2m，岸线达到新的平衡需要 7-12 年左右的时间，变动趋势小于历史演变情况。

（5）项目建成后在一定程度上可以减少可能存在的采挖海砂等造成岸线侵蚀的海上活动，同时，项目拟开展岸滩修复生态保护措施（报告 11.4 章节），根据岸滩演变情况开展人工修复，维护周边岸线的自然形态。

总体上，本项目建设不会对沙滩自然冲淤趋势、沙滩自然属性造成严重的影响，沙滩岸线仍可保持原有自然状态，且项目将开展岸滩修复工程，项目建设对湖东港砂质岸线的影响是在可接受范围内，能够维持岸线自然属性、保持自然岸线形态、保护岸线原有生态功能。

7.7.2对其他保有自然岸线的影响分析

项目周边其他保有自然岸线包括金厢港砂质岸线、金厢角砂质岸线、浅澳港砂质岸线、长湖村砂质岸线，距离本项目分别为 18.6km、7.9km、3.5km、11.8km，其中，浅澳港砂质岸线距离本项目较近，管控措施与湖东港砂质岸线要求一致。项目数模结果表明，项目建设后对周边环境的影响主要局限在 1km 范围内，对浅澳港砂质岸线基本无影响，项目建设符合浅澳港砂质岸线的管控措施；金厢港砂质岸线、金厢角砂质岸线、长湖村砂质岸线距离本项目较远，项目建设对该保有自然岸线无影响。

7.7.3对海洋生态红线区的影响分析

项目周边海洋生态红线包括碣石湾海马珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区、金厢重要渔业海域限制类红线区、金厢重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区、湖东重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区，距离本项目分别为 14.8km、8.8km、8.0km、11.3km。

项目建设对周边海洋生态红线的潜在影响主要在施工期，项目施工期产生10mg/L 悬浮物影响范围最大为距离防波堤西南 900m，对项目周边海洋生态红线无影响，因此，项目建设对周边海洋生态红线基本无影响。

7.7.4对渔业资源“三场一通道”的影响分析

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区内，本项目施工期产生的悬浮泥沙对南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区范围内海水水质有一定影响，但是该影响是暂时的，随着施工的结束，其影响也随之消失，因此施工期对南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区不会造成不可逆的不利影响；本项目营运期对渔业资源的影响主要为构筑物占海造成其栖息地的减少，本项目构筑物占用海域面积约为 132728m^2，相对保护区所占比例很小；项目建设对冲淤环境的影响主要局限在 1km 范围内，保护区的大范围基本不受本工程的影响。

因此，项目建设不会对鱼类的产卵、索饵、洄游活动造成明显影响。

7.7.5对高位养殖的影响分析

根据 2018 年 10 月遥感影像，项目东侧存在高位养殖区域，距离项目最近距离为 3.8km。

项目建设对高位养殖区可能产生的影响主要为施工期港池疏浚产生的悬浮泥沙。项目悬砂扩散数模表明，项目施工期产生 10mg/L 悬浮物影响范围最大为距离防波堤西南 900m，项目周边高位养殖距离项目最近距离为 3.8km，不在悬影响的范围内，因此，项目建设对高位养殖基本无影响。

7.8 大气环境影响预测与评价

7.8.1施工期大气影响预测与评价

建设期废气主要包括地面扬尘、施工机械和运输车辆产生的燃油废气及焊接烟尘等，废气对环境的影响会随着工程建设的完成而终止。

7.8.1.1 车辆行驶扬尘

根据有关文献资料介绍，在施工过程中，车辆行驶产生的扬尘占总扬尘的 62%以上。车辆行驶产生的扬尘，在完全干燥情况下，可按下列经验公式进行计算：

$$Q=0.123(V/5)\cdot(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

V——汽车速度，km/h；

W——汽车载重量，t；

P——道路表面风尘量，kg/m^2。

表 7.8-1 为一辆 5 吨卡车，通过一段长度为 500m 的路面时，不同路面清洁程度，不同行驶速度情况下的扬尘量。由此可见，在同样路面清洁程度条件下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面越脏，则扬尘量越大。根据类比调查，一般情况下，施工场地、施工道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 以内。

表 7.8-1　在不同车速和地面清洁程度的汽车扬尘 单位：kg/辆·km

P（kg/km） 车速（km/h）	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.0283	0.0476	0.0646	0.0801	0.0947	0.1593
10	0.0566	0.0953	0.1291	0.1602	0.1894	0.3186
15	0.0850	0.1429	0.1937	0.2403	0.2841	0.4778
25	0.1133	0.1905	0.2583	0.3204	0.3788	0.6371

如果施工期内对汽车行驶路面实施洒水抑尘，每天洒水 4～5 次，可以使空气中扬尘量减少 70%左右，表 7.8-2 为施工期场地洒水抑尘的试验结果。

表 7.8-2　施工阶段使用洒水车降尘试验结果

距路边距离（m）		5	20	50	100
TSP 浓度（mg/m^3）	不洒水	10.14	2.810	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.68	0.60

由上表数据可以看出对施工场地每天洒水 4～5 次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘，并可将 TSP 污染距离缩小到 20～50m 范围。

因此，限速行驶及保持路面清洁，同时适当洒水是减少道路扬尘的有效手段。

为了减少项目施工期扬尘的影响，本项目应认真规划好物料运输车辆的运行路线，经常对施工道路洒水，散装物料加盖篷布，通过以上措施可以有效扬尘，减少扬尘影响。

7.8.1.2 堆场扬尘

由于施工需要，一些建材需露天堆放，土石方阶段施工点表层土壤需人工开挖、堆放，场地裸露，在气候干燥又有风的情况下，会产生扬尘，其扬尘量可按

堆场起尘的经验公式计算：

$$Q=2.1(V_{50}-V_0)3^{e-1.023W}$$

式中:Q ——起尘量，kg/吨·年；

V_{50}——距地面 50 米处风速，m/s；

V_0——起尘风速，m/s；

W——尘粒含水率，%。

由此可见，这类扬尘的主要特点是与风速和尘粒含水率有关，因此，减少建材的露天堆放和保证一定的含水率是抑制这类扬尘的有效手段。

尘粒在空气中的传播扩散情况与风速等气象条件有关，也与尘粒本身的沉降速度有关。以沙尘土为例，不同粒径的尘粒的沉降速度见表 7.8-3。

表 7.8-3　不同粒径尘粒的沉降速度

粒径 μm	10	20	30	40	50	60	70
沉降速度 m/s	0.003	0.012	0.027	0.048	0.075	0.108	0.147
粒径 μm	80	90	100	150	200	250	350
沉降速度 m/s	0.158	0.170	0.182	0.239	0.804	1.005	1.829
粒径 μm	450	550	650	750	850	950	1050
沉降速度 m/s	2.211	2.614	3.016	3.418	3.820	4.222	4.624

由表 7.8-3 可知，其沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为 250 微米时，沉降速度为 1.005m/s，因此当尘粒大于 250 微米时，主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内，而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。

在一般的气象条件下，施工扬尘的影响范围在其下风向 150m 内，该影响地区的 TSP 浓度平均值为 0.49mg/Nm^3 左右，在扬尘点下风向 0～50m 为重污染带，50～100m 为较重污染带，100～200m 为轻污染带，200m 以外影响甚微。

建筑施工阶段产生的扬尘将可能使该片区和下风向一定范围内空气中总悬浮颗粒物浓度增大，特别是天气干燥、风速较大时影响更为严重。因此应采取一系列有效措施。

7.8.1.3 施工机械废气

施工过程用到的施工机械，包括主要有运输车辆、施工船舶、装载机等机械，它们以柴油为燃料，产生一定量废气，包括 CO、氮氧化物、SO^2 等。该类大气污染物属于分散的点源排放，排放量由使用的车辆、机械和设备的性能、数量以及作业率决定。

类比同类工程分析，在平均风速 2.6m/s 时，建筑工地的 CO、NOx 以及未完全燃烧的碳氢化物 HC 为其上风向的 5.4～6 倍，其 CO、NOx 以及碳氢化物 HC 影响范围在其下风向可达 100m，距源 100m 处 CO、NOx 浓度值可满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准值，碳氢化物 HC 不超标（我国无该污染物的质量标准，参照以色列国标准 4.0mg/Nm^3）。施工船舶及车辆尾气给项目区带来的环境影响是局部的、短期的，可通过使用耗油量较小的施工设备，提高施工组织管理水平等来将其对大气环境的影响降至最低。

7.8.2营运期大气环境影响预测与评价

7.8.2.1 气象特征

根据汕尾气象站 20 年来（1997-2016 年）气候资料进行统计分析，汕尾市近 20 年气象情况见表 7.8-4~7.8-7。

表 7.8-4　汕尾气象站近 20 年主要气候资料统计结果表

项目	数值
年平均风速（ms）	2.5
最大风速（m/s）及出现的时间	33.4 相应风向：（确测） 出现时间：2013 年 9 月 22 日
年平均气温（℃	22.7
极端最高气温（℃）及出现的时间	38.0 出现时间：2005 年 7 月 18 日
极端最低气温（℃）及出现的时间	2.9 出现时间：1999 年 12 月 23 日
年平均相对湿度（%）	77
年最大降水量（mm）及出现的时间	最大值：2825.4mm 出现时间：1997 年
年最小降水量（mm）及出现的时间	最小值：1111.5m 出现时间：2009 年
年平均日照时数（h）	2057.5

表 7.8-5　汕尾气象站近 20 年的各月平均风速（ms）、气温表（℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
风速	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.8	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.4
气温	15.1	16.0	18.5	22.0	25.3	27.5	28.4	28.3	27.5	25.1	21.3	16.8

表 7.8-6　汕尾气象站近 20 年的各风向年平均风速（ms）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
风速	2.5	2.3	2.2	2.1	2.5	2.9	2.7	1.3	1.8	2.5	3	2.4	1.7	0.7	1.1	1.2

表 7.8-7　汕尾气象站近 20 年的全年风向频率表（%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
风	5.2	7.3	13.3	14.0	15.1	9.2	6.0	1.1	2.1	3.5	8.1	3.9	3.1	0.6	1.2	1.1	6.8

频																	

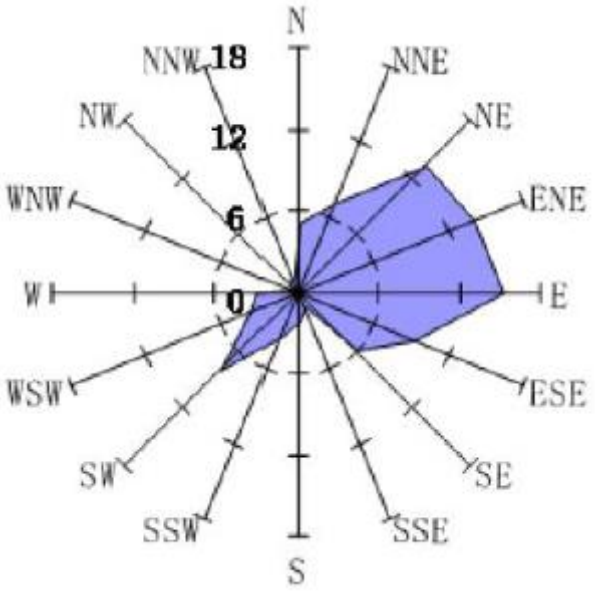


图 7.8-1　汕尾气象站近 20 年年平均风向玫瑰图（统计年限：1997-2016 年）

7.8.2.2 大气环境影响预测与评价

（1）污染源调查

营运期主要废气为靠泊船舶辅机燃油产生的废气。

表 7.8-8　污染源源强参数一览表

污染源	编号	坐标	海拔 m	排气筒参数				年排放小时数	排放工况	污染物排放速率/（kg/h）	
				高度 m	内径 m	温度 ℃	流速 m/s			SO_2	NO_X
船舶排气筒	PQ1	E115.841947 N 22.76659	51	14	0.4	43	21			0.045	0.032

（2）大气环境影响预测与评价

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），采用附录 A 推荐模型中的 AERSCREEN 模式，预测结果见表 7.8-9。

表 7.8-9　项目废气大气环境影响预测结果表

下方向距离(m)	SO_2		氮氧化物	
	浓度（ug/m³）	占标率（%）	浓度（ug/m³）	占标率（%）
10	1.32E-06	0	9.38E-07	0
50	3.80E-03	1.08	2.70E-03	0.76
90	5.72E-03	1.63	4.07E-03	1.14
100	5.62E-03	1.6	4.00E-03	1.12
200	3.17E-03	0.9	2.25E-03	0.63

下方向距离(m)	SO_2		氮氧化物	
	浓度（ug/m³）	占标率（%）	浓度（ug/m³）	占标率（%）
300	3.21E-03	0.91	2.28E-03	0.64
400	3.20E-03	0.91	2.27E-03	0.64
500	2.92E-03	0.83	2.08E-03	0.58
600	2.60E-03	0.74	1.85E-03	0.52
700	2.31E-03	0.66	1.64E-03	0.46
800	2.07E-03	0.59	1.47E-03	0.41
900	1.87E-03	0.53	1.33E-03	0.37
1000	1.70E-03	0.48	1.21E-03	0.34
1500	1.24E-03	0.35	8.84E-04	0.25
2000	1.04E-03	0.3	7.39E-04	0.21
2500	8.74E-04	0.25	6.22E-04	0.17
钟厝（1000m）	1.70E-03	0.48	1.21E-03	0.34
林厝（1300m）	1.37E-03	0.27	9.38E-04	0.38
张厝（1600m）	1.25E-03	0.25	8.55E-04	0.34
沈厝地（1600m）	1.25E-03	0.25	8.55E-04	0.34
后埔村（1700m）	1.21E-03	0.24	8.25E-04	0.33
赤坎头（1800m）	1.16E-03	0.23	7.96E-04	0.32
上林村（2100m）	1.04E-03	0.21	7.13E-04	0.29
下风向最大浓度	0.057		0.041	
下风向最大浓度出现距离	90		90	
最大占标率	1.63		1.14	
D10%最远距离	/		/	

本项目排放的 SO_2 最大落地浓度 0.057mg/m³，占标率为 1.63 %，NO_x 最大落地浓度 0.041mg/m³，占标率为 1.14%。工程船舶辅机废气影响区域局限于港区范围内，对港界外环境敏感目标影响较小。

（3）汽车尾气

燃油废气主要为平板车、门机等运输设备行驶过程中燃烧动力燃油而排放的废气，其中的主要污染为 CO、SO_2 及 NO_X 等，其产生量及废气中污染物浓度视其使用频率及发动机对燃料的燃烧情况而异。运输设备废气属于低架点源无组织排放性质，具有间断性产生、产生量较小、产生点相对分散、易被稀释扩散等特点。加之项目区紧邻海岸，场地周围较空旷、地面风速也较大，大气扩散条件相对较好，故一般情况下，运输车辆所产生的废气污染在空气中经自然扩散和稀释后，对评价区域的空气环境质量影响不大。

（4）大气环境防护距离

本项目大气环境评价等级为二级，根据《环境影响评价技术导则大气环境》

（HJ2.2-2018）的相关规定，无需计算大气环境防护距离。

表 7.8-10　建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目						
评价等级与范围	评价等级	一级□		二级☑		三级□		
	评价范围	边长=50km□		边长 5～50km□		边长=5km☑		
评价因子	SO_2+NOx 排放量	≥2000t/a□		500~2000t/a□		<50t/a□		
	评价因子	基本污染物（ ） 其他污染物（SO_2、NO_X）				包括二次 $PM_{2.5}$□ 不包括二次 $PM_{2.5}$☑		
评价标准	评价标准	国家标准☑		地方标准□		附录 D □	其他标准□	
现状评价	环境功能区	一类区□		二类区☑		一类区和二类区□		
	评价基准年	（2018）年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据□		主管部门发布的数据☑		现状补充监测☑		
	现状评价	达标区☑				不达标区□		
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源☑ 本项目非正常排放源□ 现有污染源□		拟替代的污染源□		其他在建、拟建项目污染源□	区域污染源□	
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD□	ADMS□	USTAL2000□	EDMS/AEDT□	CALPUFF□	网格模型□	其他☑
	预测范围	边长≥50km□		边长 5～50km□			边长=5km☑	
	预测因子	预测因子（SO_2、NO_X）				包括二次 $PM_{2.5}$□ 不包括二次 $PM_{2.5}$☑		
	正常排放短期浓度贡献值	$C_{本项目}$最大占标率≤100%☑				$C_{本项目}$最大占标率>100%□		
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	$C_{本项目}$最大占标率≤10%□			$C_{本项目}$最大标率>10%□		
		二类区	$C_{本项目}$最大占标率≤30%☑			$C_{本项目}$最大标率>30%□		
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长（）h		$C_{非正常}$占标率≤100%□		$C_{非正常}$占标率>100%□		
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	$C_{叠加}$达标□				$C_{叠加}$不达标□		
	区域环境质量的整体变化悄况	k≤-20%□				k>-20%□		
环境监测计划	污染源监测	监测因子：（）			有组织废气监测□ 无组织废气监测□		无监测☑	
	环境质量监测	监测因子：（ ）			监测点位数（ ）		无监测□	
评价结论	环境影响	可以接受☑ 不可以接受□						
	大气环境防护距离	距（ ）厂界最远（ ）m						
	污染物排放量	SO_2:（0.054）t/a	NOx:（0.039）t/a		颗粒物：（）t/a		其他:（）t/a	
注：“□”为勾选项，填“√”；“（ ）”为内容填写项								

7.9 声环境影响预测与评价

7.9.1施工期声环境影响预测与评价

7.9.1.1 施工期声环境影响预测

根据工程分析可知，项目施工期间的噪声主要表现为运输车辆的交通噪声及施工机械产生的噪声和振动，噪声源强可达 85～100dB（A）。

施工机械一般可看作固定点源，在距离 r 米处的声压衰减模式为：

$$L_r = L_0 - 20lg\,{}^{r}/_{r_0}$$

式中：*Lr*——距噪声源距离为 *r* 处声级值，dB(A)；

L0——距噪声源距离为 r_0 处声级值，dB(A)；

r——关心点距噪声源距离，m；

r_0——距噪声源距离，r_0 取 1m。

当单台建筑机械作业时可视为点声源，施工期噪声预测结果见表 7.9-1。

表 7.9-1　施工噪声随距离衰减情况表 单位：dB（A）

施工机械	距机械 r 处的声压级									
	5m	10m	20m	32m	50m	100m	180m	200m	300m	500m
推土机	78.02	72.00	65.98	61.90	58.02	52.00	46.90	45.98	42.46	38.02
电钻	81.02	75.00	68.98	64.90	61.02	55.00	49.90	48.98	45.46	41.02
静压式打桩机	86.02	80.00	73.98	69.90	66.02	60.00	54.90	53.98	50.46	46.02
切割机	86.02	80.00	73.98	69.90	66.02	60.00	54.90	53.98	50.46	46.02
混凝土输送泵	86.02	80.00	73.98	69.90	66.02	60.00	54.90	53.98	50.46	46.02
重型载重汽车	71.02	65.00	58.98	54.90	51.02	45.00	39.90	48.98	35.46	31.02
焊机	71.02	65.00	58.98	54.90	51.02	45.00	39.90	48.98	35.46	31.02

7.9.1.2 施工期声环境影响评价

施工期声环境预测结果表明，如不采取有效措施，施工噪声的影响强度大，影响范围广。单台机械昼间一般需要距离施工边界 10～32m 以上方可达到 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》中的标准限值；而夜间施工高噪声设备在 180m 以上才能达标。根据现场调查，项目区周围 200m 范围内无声环境声环境敏感点，距项目厂界最近的声环境敏感点为厂区西侧 1000m 钟厝村，受到项目施工噪声影响较小。

项目施工噪声对海洋生物存在一定影响，研究表明，对声环境较为敏感的海洋生物声音保护阈值为 190dB（对鳍足目，如斑海豹，听力保护范围）、180dB（对鲸豚目，如江豚，听力保护范围）、160dB（对海洋哺乳动物行为干扰）和 150dB

（对石首鱼科幼鱼行为干扰），项目施工采用静压式打桩机，产生噪声比常规柴油打桩锤小，源强约为 100dB（A），具有不连续，持续时间较短，无多声源叠加等特点。项目施工总体对海洋生物影响较小，建议项目打桩施工采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，能驱使鱼类离开施工水域，能够尽可能地减小水下噪声导致渔业资源的损失。

7.9.2营运期影响预测与评价

营运期噪声来源主要为设备噪声和船舶鸣笛噪声。

7.9.2.1 设备噪声

评价采用《环境影响评价技术导则——声环境》（HJ2.4-2009）中推荐的预测模式，噪声预测模式如下：

（1）高噪声源衰减公式

$Lr= L_0-20lg\ r/\ r_0$

式中：*Lr*——距噪声源距离为 r 处声级值，dB(A)；

L_0——距噪声源距离为 r_0 处声级值，dB(A)；

r——关心点距噪声源距离，m；

r_0——距噪声源距离，r_0 取 1m。

（2）建设项目在预测点产生的等效声级贡献值公式

$$L_{eqg} = 10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_i t_i\ 10^{0.1L_{Ai}}\right)$$

式中：*Leqg*——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

L_{Ai}——*i* 声源在预测点产生的 A 声级，dB(A)；

T——预测计算的时间段，S；

t_i——*i* 声源在 T 时间内的运行时间；

（3）各预测点的等效声级公式

$$L_{Aeq\,总} = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1L_i}\right)$$

式中：$L_{Aeq\,总}$——预测点总声效声级，dB(A)；

Li——声源对预测点的等效声级，dB(A)；

n——预测点受声源数量。

（4）预测点的等效声级计算

$$L_{eq} = 10\lg\ (10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}})$$

式中：*Leqg*——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

Leqb——预测点的背景值，dB(A)。

计算出预测点的总等效声级后，对照评价标准，得出工程完成后噪声源对厂址周围声环境影响评价结论。

根据预测，项目各设备源强如表 7.9-2 所示。

表 7.9-2　营运期设备源强一览表 单位： dB(A)

机械名称	源强	距噪声源距离/m						排放规律
		5	16	28	50	90	1000	
起重机	75	75	64.9	60.0	55.0	49.9	29.0	间断排放
船舶发动机	80	80	69.9	65.0	60.0	54.9	34.0	间断排放

根据预测可知，营运期项目设备噪声昼间在距设备 28m 处可以达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类标准要求，夜间在距设备 90m 处能够达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类标准要求。项目周边最近敏感点为项目西侧 1000m 处的钟厝村，不会受到明显影响。

7.9.2.2 船舶鸣笛噪声

根据《中华人民共和国内河避碰规则》规定，进出港的机动船应配备号笛一个、号钟一只，当船舶相遇时，应当按相关规定使用声号，因此船舶运行时不可避免的存在鸣笛现象，该类噪声具有声级高，时间短促，流动性大的特点。

表 7.9-3　营运期船舶鸣笛噪声级一览表

声源位置 m	5	15	25	50	100	150	200	280	500	10000
噪声值 dB(A)	100	90.5	86.0	80.0	74.0	70.5	68.0	65.0	60.0	34.0

根据表 7.9-3 可知，营运期船舶鸣笛噪声在距船舶 280m 处可以达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类标准要求，500m 处能够达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。项目周边最近敏感点为项目西侧 1000m 处的钟厝村，不会受到明显影响。

7.9.2.3 小结

项目评价范围内无声环境敏感点，距项目最近的声环境敏感点为项目西侧 1000m 的钟厝村，据项目较远，受本项目噪声影响极小。

7.10地表水环境影响分析

7.10.1 施工期废水影响分析

7.10.1.1 生活污水

项目施工期生活污水主要来自于施工人员，生活污水为 6.12m^3/d，主要污染物为 COD：400mg/L、BOD_5：140mg/L、SS：250mg/L、NH_3-N：30mg/L、动植物油：45mg/L，项目施工场地设移动厕所，陆域施工人员生活污水定期清掏，施工船舶生活污水进行收集，均采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理，对周围的水环境不会产生明显的影响。

7.10.1.2 施工场地生产废水

施工废水产生于施工过程构筑物原料及设备的冲洗，废水中主要污染物为悬浮物（SS），悬浮物浓度一般在（4000～6000）mg/L，经现场静置沉淀后用于地面洒水除尘，不外排，对周围地表水环境影响较小。

7.10.1.3 施工船舶含油废水

施工期间的含油废水主要来自施工船舶产生的舱底油污水，污水量约为 2.04t/d，其主要污染物为石油类，舱底油污水浓度在 2000~20000mg/L 之间，按平均值 11000mg/L 计，则石油类产生量约为 22.44kg/d。项目到港船舶舱底油污水可按《船舶水污染物排放控制标准》的要求进行排放或交由有能力单位接收处理，港池内不得排放船舶舱底油污水。

7.10.2 营运期废水环境影响分析

本工程营运后，排放的污水类型包括港区职工生活污水，以及到港船舶产生的生活污水和含油污水。

7.10.2.1 陆域员工生活污水

项目陆域员工生活污水产生量为 1.6m^3/d（480m^3/a）。生活污水的主要污染物为 COD、BOD_5、SS 和氨氮等污染物。项目营运期设置固定厕所，并经化粪池处理后排入市政污水管网，进入海工基地污水处理厂，如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理，因此，项目营运期陆域员工生活污水对周围的水环境不会产生明显的影

响。

7.10.2.2 船舶机舱舱底油污水

到港船舶舱底油污水是机舱内各闸阀和管路中漏出的水与机器运转时漏出的润滑油、主辅机燃料油，加油时的溢出油，机舱及机舱板洗刷时产生的油污水等混合在一起的含油污水，主要污染物是石油类。根据工程分析，项目到港船舶舱底油污水产生量约为 3.625t/d，石油类的产生量为 39.875kg/d。

根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的相关规定，船舶排放的含油污水浓度为 15mg/L。此外，根据《防治船舶污染海洋环境管理条例》，船舶在中华人民共和国管辖海域向海洋排放的船舶垃圾、生活污水、含油污水、含有毒有害物质污水、废气等污染物以及压载水，应当符合法律、行政法规、中华人民共和国缔结或者参加的国际条约以及相关标准的要求。因此，项目到港船舶舱底油污水可离港后到《船舶水污染物排放控制标准》规定的水域排放或交由有能力单位接收处理，港池内不得排放船舶舱底油污水。

一般情况下船舶污水由船舶自身配备的船舶污水处理装置处理达标后，按照船舶污染物排放相关标准排放。在特殊情况下，污水需要港区接收的，由有能力单位接收处理。船舶机舱舱底油污水对环境影响较小。

7.10.2.3 船舶生活污水

根据工程分析，船舶生活污水发生量约为 2t/d，全年为 600t，COD、BOD_5 和 NH_3-N 产生量分别为 0.18t/a、0.12t/a 和 0.02t/a。项目营运期船舶生活污水排入化粪池预处理后，排入市政污水管网，然后进入海工基地污水处理厂进一步处理，如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理，因此，项目营运期船舶生活污水对环境影响较小。

7.10.2.4 海工基地污水处理厂可行性分析

1）陆丰市海工基地污水处理厂概况

陆丰市海工基地污水处理厂位于本项目后方园区内，地理坐标为北纬：22°45'37.37"，东经 115°49'50.09"。陆丰市海工基地污水处理厂采用改良型 A^2/O 污水处理工艺，处理规模为 1 万 t/d，服务范围主要是陆丰市海工基地周边的企

业。本项目属于陆丰市海工基地污水处理厂服务范围内。

A^2/O 工艺即厌氧/缺氧/好氧活性污泥法。其构造是在 A/O 工艺的厌氧区之后、好氧区之前增设一个缺氧区，好氧区具有硝化功能，并使好氧区中的混合液回流至缺氧区进行反硝化，使之脱氮。污水在流经三个不同功能分区的过程中，在不同微生物菌群作用下，使污水中的有机物、氮和磷得到去除，达到同时进行生物除磷和生物除氮的目的。其污水处理工艺流程见下图。

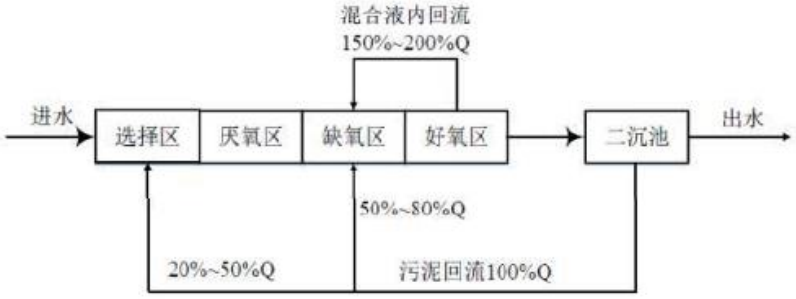


图 7.10.2-1　陆丰市海工基地污水处理厂工艺流程图

陆丰市海工基地污水处理厂设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准与广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准较严值，具体设计污水进出水水质情况见表 7.10.2-1。

表 7.10.2-1　陆丰市海工基地污水处理厂设计进出水水质一览表

水质指标	COD_{cr}	BOD_5	SS	NH_3-N	TP
进水水质(mg/L)	374	253.4	247	34.5	5.9
出水水质(mg/L)	40	10	10	5	0.5
处理程度（%）	89.30	96.05	96.35	85.51	91.53

2）本项目污水依托陆丰市海工基地污水处理厂可行性分析

陆丰市海工基地污水处理厂处理规模为 1 万 t/d。本项目建成后排入陆丰市海工基地污水处理厂污水量为 1.6t/d，本项目的废水量仅占 0.16‰，占海工基地污水处理厂处理规模极小部分，陆丰市海工基地污水处理厂设计污水处理规模可以满足本项目污水处理要求。

从污水处理水质考虑，陆丰市海工基地污水处理厂主要采用改良型 A^2/O 法处理区域废污水，其出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB4426-2001）第二时段一级标准的较严值，本项目营运期产生的生活污水经过三级化粪池处理后

可直接排入陆丰市海工基地污水处理厂处理，不会对陆丰市海工基地污水处理厂产生冲击。

综上所述，本项目依托陆丰市海工基地污水处理厂处理本项目营运期生活废水经济技术上是可行的。

本项目营运期产生的生活污水纳入陆丰市海工基地污水处理厂处理达标后排放，其废水排放对周边水环境影响已在陆丰市海工基地污水处理厂项目中进行了考虑，项目营运期产生的污水经过经隔油隔渣池及三级化粪池预处理后可以依托陆丰市海工基地污水处理厂进行处理达标后排放，基本不对周围水环境产生明显影响。

此外，因海工基地污水处理厂施工建设时间暂未确定，如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。

7.11地下水环境影响分析

对照 HJ610-2016《环境影响评价技术导则地下水环境》中的附录 A，本项目为Ⅳ类建设项目，依据导则中“4.1 一般性原则”，本项目不开展地下水环境影响评价。

项目影响范围很小，对地下水水质无直接影响；同时，区域地下水流场或水位不会因本项目建设发生明显变化。因此，本项目建设对地下水环境影响较小。

项目码头位于港区，周边均为水域，即使发生泄漏事故，废水也将进入地表水中，不会产生地面径流污染地下水，对地下水影响较小。

7.12固体废弃物影响分析

7.12.1 施工期固体废弃物影响分析

本项目施工期固体废物主要为疏浚泥沙、工人生活垃圾和建筑垃圾等。

项目疏浚施工过程中产生的淤泥拟直接吹填至后方物流园区，避免外抛。经过建设单位与陆丰市人民政府协商，目前在后方园区划定 5 万平方米的区域作为疏浚土堆放区，项目疏浚土可吹填至指定区域，后续由陆丰市人民政府处理。通过采取上述措施后，本项目施工过程中产生的疏浚泥沙不会对区域环境产生明显影响。

项目陆域施工产生的生活垃圾产生量较小，但若管理不善，垃圾渗滤液在暴

雨的冲刷下可直接进入项目附近海域，最终污染附近的海域水体，则对周围的水体环境产生一定的影响；施工船舶产生的生活垃圾若任意排放进入项目海域，也将对海域水体产生一定的影响。项目施工期生活垃圾集中收集后，由当地环卫部门统一清运处置。

施工产生的建筑模板、建筑材料下脚料、包装袋以及建筑碎片、碎砖头、水泥块等废弃固体废物，尽量回收综合利用，不可再利用的部分需按照城市建设主管部门要求运至指定地点妥善处理。

综上，项目施工期产生的各项固体废弃物均能实现合理处理处置，不会对周围环境造成二次污染。

7.12.2 营运期固体废弃物影响分析

7.12.2.1 生活垃圾

根据工程分析，项目营运期陆域生活垃圾 75kg/d（22.5t/a），生活垃圾主要是港区人员食品残渣、卫生清扫品、废旧包装袋、瓶、罐等。如随意抛弃，垃圾中的有机质易产生腐烂，发酵，同时由于发酵而蚊蝇滋生，并产生臭废气污染环境。项目生活垃圾集中收集后，交由当地环卫部门统一清运处置。

7.12.2.2 到港船舶固体废物、船舶生活垃圾

到港船舶固体废物主要为维修废弃物、船舶保养产生的废物以及报废运输件等，高峰期产生的固体废物量为 105.7t/次。到港船舶生活垃圾发生量约为 30kg/d，年发生量为 9t/a，主要是食品残渣、卫生清扫品、废旧包装袋、瓶、罐等。维修废弃物主要是甲板垃圾、废弃纱布、脱落的漆渣及废弃工具等。禁止向水域排放船舶垃圾，到港船舶垃圾须用密封袋或桶盛装，统一接收运至陆域处理；对来自疫区和境外的船舶产生的垃圾，必须进行卫生检疫，发现疫情时必须在船上杀菌、消毒处理。船舶保养产生的废物主要为含油废料，该废物交由有能力单位收集处理。

严格执行上述措施，可使船舶固体废弃物对港区水域、生态及社会的不利影响减至最小。

7.12.2.3 危险废物

项目设备维修保养过程中产生的含油废料、废机油、废润滑油等危险废物，

直接交由有能力单位处理处置，不在项目区域暂存。危险废物的转运必须填写“五联单”，且必须符合国家及广东省对危险废物转运的相关规定。

综上所述，本项目营运过程中产生的各项固废经上述措施可有效处置，不会产生二次污染，对周围环境影响较小。

8 环境风险分析与评价

8.1 评价等级

参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），建设项目风险类型分为火灾、爆炸和泄露三种类型。根据评价项目的物质危险性和功能单元重大危险源以及项目所处海域环境敏感程度判定项目环境风险评价，其中，燃料油泄漏总量 100t。柴油的临界量为 2500t，则危险物质数量与临界量比值 Q=0.04<1，该项目环境风险潜势为 I，评价等级为简单分析。

8.2 风险识别

海洋环境事故风险是指由于人为或自然因素引起的、对海域资源环境或海域使用项目造成一定损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害程度。

本项目的环境风险来自两方面，一是海洋灾害对项目造成的危害，另一方面是由项目自身引起的突发或缓发事件。针对本项目的建设内容和所在海区的自然条件，可能存在的风险主要有：

（1）由热带气旋及其引发的巨浪、风暴潮对工程自身的潜在风险；

（2）项目施工和营运期船舶碰撞、引起的溢油事故。

8.2.1自然灾害风险分析

汕尾市热带气旋影响频繁，属中度风害地区。每年 7～10 月受热带气旋影响，登陆或影响广东省东部沿岸的热带气旋常伴有大风、暴雨。在风暴潮、洪水共同作用下，易引起海岸侵蚀、码头、防波堤等产生渗水、坍塌直至溃堤。溃堤发生时，未固结的泥砂倾入海域将引起大量悬浮物的产生，并随水流扩散，造成周围海域水体悬浮物浓度大幅度增加，对水生生态环境影响较为严重，其灾害损失与事故风险不容忽视。

因此本工程建设的码头、防波堤等海上构筑物，应考虑海洋自然条件的特点，严格按有关规范进行设计、施工，确保海上构筑物的抗风抗浪要求。同时应及时了解天气的监测和预报信息，警惕台风、风暴潮等自然灾害的突然袭击，并做好应急防范措施。

8.2.2船舶碰撞风险分析

根据拟建项目性质，结合项目所在海域自然环境特点考虑，本项目为航道疏浚和码头、防波堤建设工程，项目建设期间，海上施工作业将占用一定的海域空间，同时挖泥船、物料运输船等来回运输，加大了海域的通航密度，对该海域通航安全造成一定的干扰和影响，增大了船舶相互碰撞发生风险事故的几率。项目建成营运后，随着船舶停靠的数量将不断增多，客观上会增加该区水域船舶交通密度，船舶发生水上交通安全事故的概率增加，都将对通航环境带来一定的安全隐患。因此项目施工和营运时，建设单位应与海事部门共同协商，加强船舶的管理，尽量减少施工和营运船舶对海上交通的影响。

8.2.3溢油风险分析

随着海上交通运输业的增加，溢油事故屡有发生。大量资料分析表明，船舶发生事故性溢油的主要原因有：船舶触礁搁浅、船与码头相撞、操作失误、失火、风浪、进水及机舱事故等，其中因触礁搁浅而引起溢油的事故最多。造成溢油事故除了一些不可抗拒的自然因素外，绝大多数是由于操作不当或者违章作业等人为因素引起的。

根据工程特点分析，本项目施工期引起溢油事故发生的主要因素如下：

①施工船舶在工程位置作业或者行进时，由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起石油类跑、冒、滴、漏事故，这类溢油事故对环境影响相对较小，但也会对水域造成油污染；

②由于船舶本身出现设施损废，在行进中受海上风浪影响，或者发生船舶碰撞，有可能使油类溢出造成污染；

③施工期及营运期船舶活动提高了该海域海上交通安全事故的发生概率，船只在航行及进出该水域时可能发生船舶碰撞油舱破损，从而引发溢油事故。

8.2.3.1 溢油在海上运动形态及归缩

溢油在海面上的变化是极其复杂的，其中主要有动力学和非动力学过程。动力学过程初期为扩展过程：主要受惯性力、重力、粘性力和表面张力控制，形成一定面积的油膜，其后油膜在波浪、海流和风的作用下作漂移和扩散运动，油膜破碎分成多块，其过程要持续数天。非动力学过程指油膜发生质变的过程，主要

包括蒸发、溶解、乳化、沉降和生物降解等过程。

（1）扩展：由于油比水轻，将漂浮于水面。在初期阶段由于受重力和表面张力的作用而在水面上向四周散开，范围越扩越大。这个过程称为油的扩展。

（2）漂移：油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。

（3）分散：溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油以油滴形式进入水中形成分散油。一部分油滴重新上升到水面，也有部分油滴从海面逸出挥发到大气中。

（4）蒸发：油膜蒸发是指石油烃类从液态变为气态的过程，油膜与空气之间的物质交换与油膜表面积、溢油的组分及其物理特性有关，与风速、海面温度、海况以及太阳辐射的强度等也有关。实验表明，含量占 0～40％的低烃类油膜在溢油后 24 小时内就会蒸发掉。

（5）溶解：油膜溶解是指烃类物质由浮油体到水体的混合交换过程，溶解量和溶解速率取决于石油的组成及其物理性质、油膜扩展度、水温和水的湍流度以及油的乳化和分散程度。一般低烃类既有高蒸发率，又有高溶解度，它们的总效应导致油膜的密度和粘度增加，从而抑制扩展过程和湍流扩散过程。实验表明，溶解量仅为蒸发量的百分之几。

（6）乳化：油膜乳化是一个油包水的过程，已有研究表明，发生乳化的内在因素是原油的沥青烯中含有乳化剂，当其含量达到一定程度时，即发生乳化现象，形成油包水颗粒。海况能影响乳化的速度，但最终的乳化总量与海面状况无关，仅取决于乳化剂的含量，当乳化颗粒与碎屑或生物残骸结合而变重时，油滴将沉降到海底。沉降主要发生在近岸，浅水混浊区较为显著。

（7）吸附沉淀：油的部分重组分可自行沉降或粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

（8）生物降解：生物降解为海水中的某些生物通过对石油类物质的吸收来获取碳元素，生物降解过程是起作用较晚的过程。生物降解过程不仅对漂浮油膜起作用，对沉降的油滴也同样起作用。降解过程与油膜所处环境中微生物群的种类、数量有关，与海水温度、含氧量和无机营养的含量等因素也有关。

溢油在海洋环境中的归宿问题是个复杂的问题，由于受到各种环境条件（温度、盐度、风、波浪、悬浮物、地理位置和油本身的化学组成等）的影响，每一次溢油的归宿也不尽相同。其主要的影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。

油膜非动力学过程及其复杂，发生的时间尺度为 1 天到数周。

8.2.3.2 溢油风险事故影响预测条件

（1）预测模型

$$x = x_0 + \int_{t_0}^{t} u dt \qquad y = y_0 + \int_{t_0}^{t} v dt$$

$$u = u_c + \kappa u_w + u_r \qquad v = v_c + \kappa v_w + v_r$$

原坐标为(x_0,y_0)油膜经时间 $\Delta t=t-t_0$ 后，漂移到坐标(x,y)。u 和 v 分别是油膜运动的东、北分量，它由流速 u_c、风速 u_w、油膜随机运动速度 u_r 组成，k 为风对油膜拖曳系数，本模型取值 0.022。通过跟踪各油膜坐标(x,y)的各位置，确定运移范围，统计其数量和质量，可得各坐标网格的油膜面积。通过上式计算，可以确定任意油质点在任一时刻的位置，同时也可以反映出这些油质点的群体状况，由此来描述溢油漂移扩散的过程。

（2）计算参数

溢油位置：本项目风险事故主要为船舶碰撞溢油风险，本项目将在最可能发生事故的地点为航道东，选其作为风险预测位置。

溢油量：燃料油泄漏总量 100t。

预测风况：根据风与流特点，选取 NE 风向，风速 6.4m/s； SW 风向，风速 4.6m/s。涨潮、落潮四组合条件，预测溢油发生后 36 小时油膜漂移扩散情况。

8.2.3.3 常风条件溢油事故预测结果及分析

根据以上预测条件，预测溢油的扩展漂移扩散见图 8.2.3-1～图 8.2.3-4，各预测条件组合下溢油事故发生后油膜影响范围分析见表 8.2.3-1。

表 8.2.3-1　溢油 100t 四组合情况下油膜漂移扩散范围（km^2）

溢油后时间（h）	SW 风向、风速 4.6m/s、涨潮	SW 风向、风速 4.6m/s、落潮	NE 风向、风速 6.4m/s、涨潮	NE 风向、风速 6.4m/s、落潮
2	0.287	0.305	0.251	0.287
6	0.610	0.880	0.933	1.041
10	2.495	0.628	1.274	1.239
18	3.267	2.046	1.346	1.328
24	2.118	1.813	1.58	1.49
30	1.203	1.562	1.777	1.472
36	0.969	1.041	2.226	1.885
扫海面积	24.22	18.22	42.91	48.05

登岸地点	烟墩角	烟墩角	-	-
登岸时间	8 小时	6 小时	-	-
影响敏感目标与时间	湖东砂质岸线保护区，12 小时；甲子、东海砂质岸线保护区，18~30 小时，鳌江河口重要生态保护区，18 小时	湖东砂质岸线保护区，10 小时；甲子、东海砂质岸线保护区，15~26 小时，鳌江河口重要生态保护区，15 小时	红海湾特别海洋保护区，32 小时；遮浪角东人工鱼礁保护区，32 小时	碣石海马珍稀濒危物种区，15 小时；遮浪南重要渔业保护区，30 小时

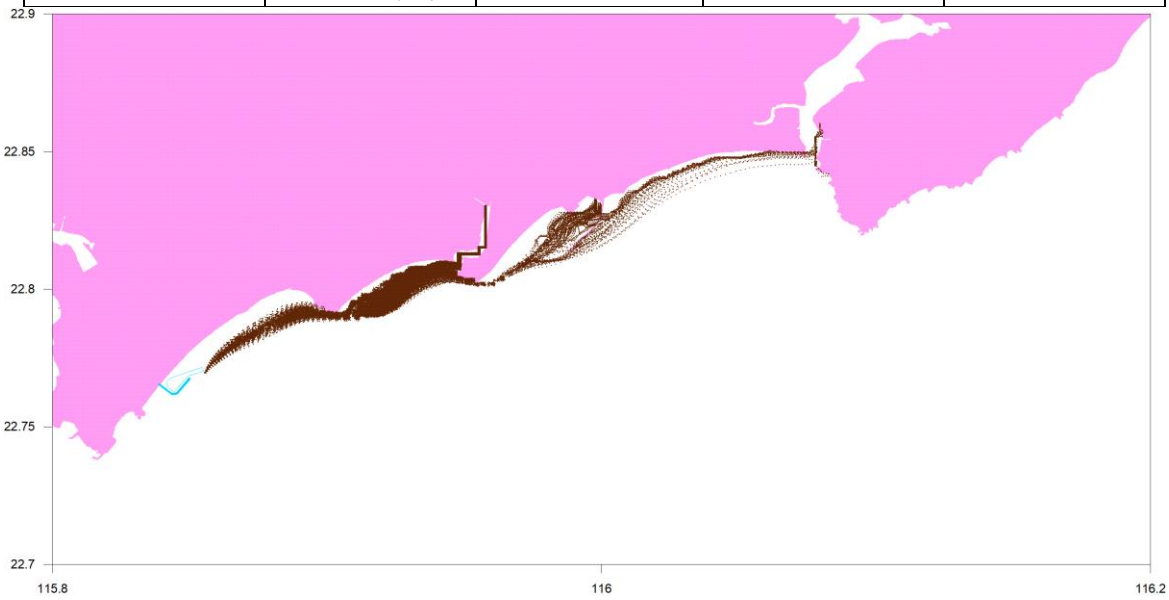


图 8.2.3-1　SW 风向、涨潮时刻溢油扩展漂移扩散

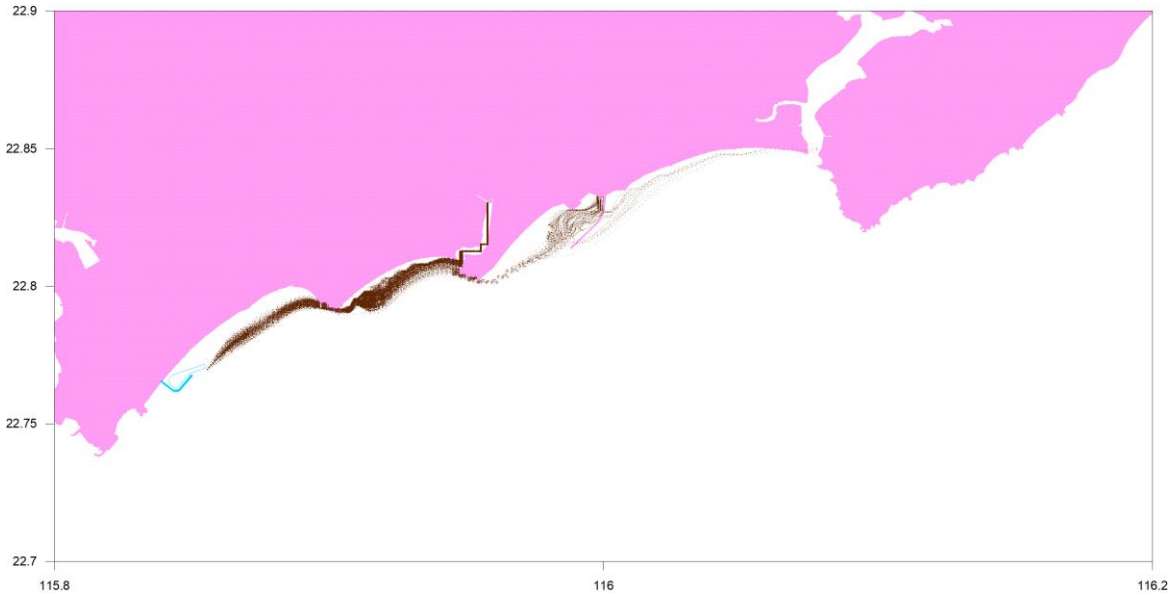


图 8.2.3-2　SW 风向、落潮时刻溢油扩展漂移扩散

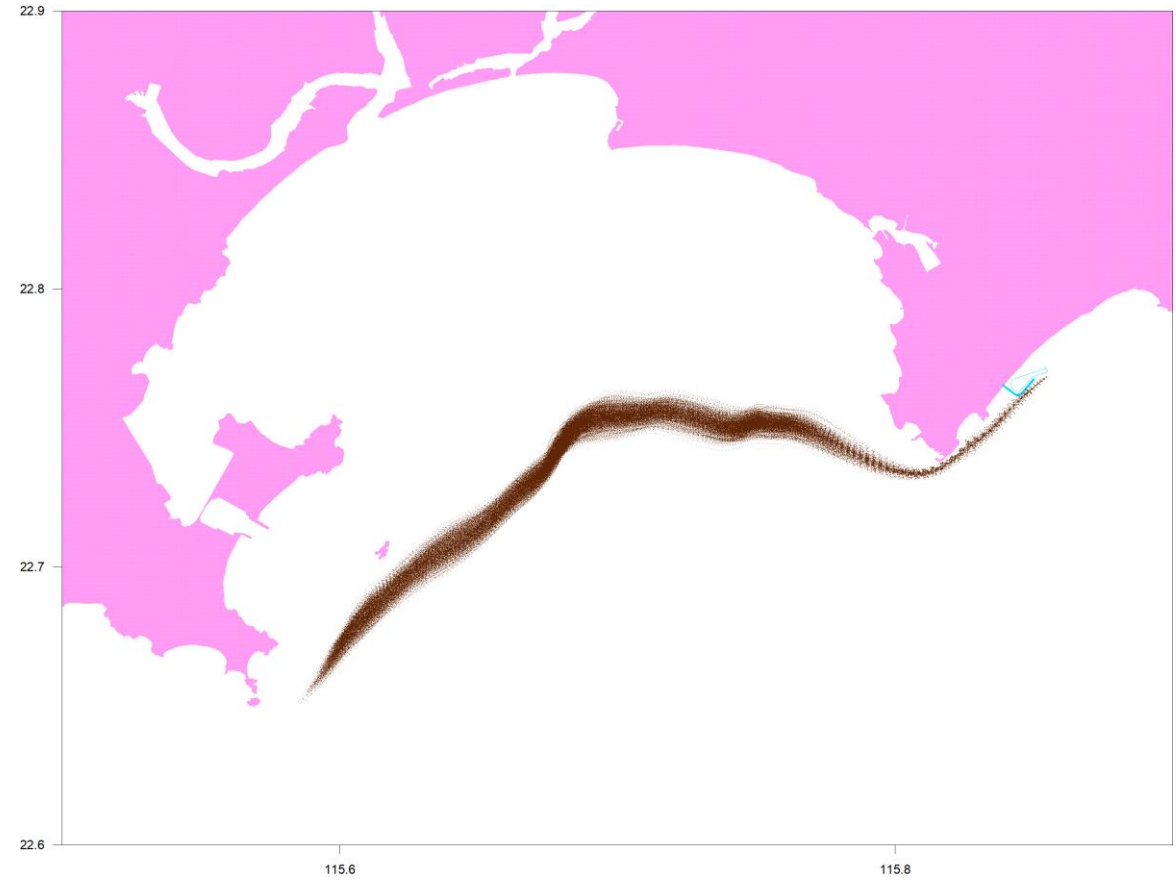


图 8.2.3-3　NE 风向、涨潮时刻溢油扩展漂移扩散

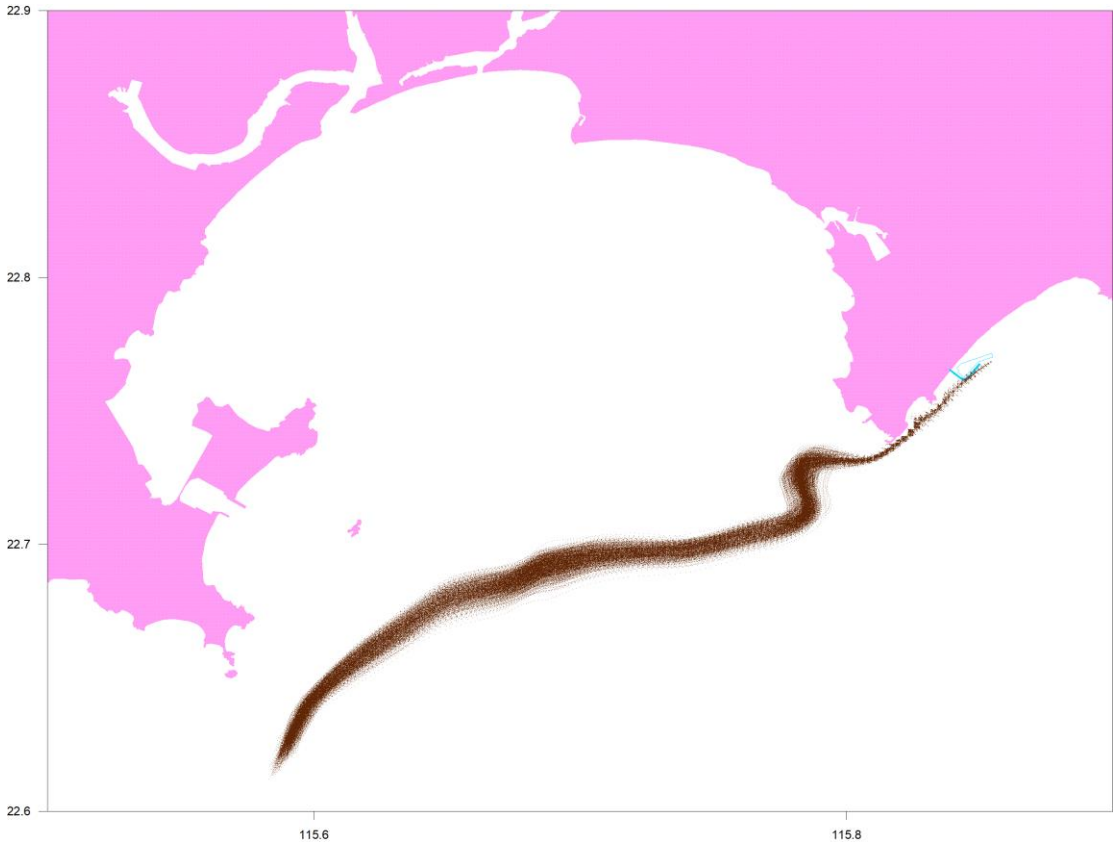


图 8.2.3-4　NE 风向、落潮时刻溢油扩展漂移扩散

从各溢油组合预测结果看，施工船或营运期船舶在发生溢油事故时，影响的最为不利是 SW 风向，油膜将在 10h 影响到湖东砂质岸线保护区。

由于溢油事故中无论是溢油点、溢油量还是溢油时间均有很大的随机性和不确定性，一旦发生泄漏事故时可能会对溢油点周边区域的岸线利用产生不利影响，因此一旦发生泄漏事故需以最短时间启动溢油应急预案，责任人应及时通知当地的应急反应机构，同时采取如使用围油栏、吸油材料、撇油器等必要措施保护重要目标，限制油污的扩散，尽量减小该海区遭受溢油污染损害的程度。

8.3 环境风险事故防范措施

8.3.1自然灾害风险防范措施

（1）施工前制定科学合理的施工工艺，防波堤、码头等设计应符合抗浪、抗震等相关规范要求。

（2）合理安排施工时间，避开台风多发期施工，使工程安全度汛。热带气旋影响季节，无论是施工期或营运期，对工程各类设施都要做好防台风的安全措施，切实加强监管。

（3）建设单位应积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨等气象灾害的措施，当台风来临时，需按照防台要求对船舶进行妥善安置，避免热带气旋等恶劣天气带来的损失。

（4）建设单位应加强对灾害性天气条件下水上交通安全监管，不超过安全适航抗风等级开航，避免在恶劣天气及危及航行安全的情况下航行。

8.3.2通航风险防范措施

8.3.2.1 风险源识别

船舶航行在某一水域，影响其航行安全的通航环境因素众多，难以针对所有与通航安全相关的环境因素均进行风险评价。为了保证风险评价的快速性和评价结果的准确性，本报告通过综合有关学者在该领域的研究成果和专家咨询的方法确定评价的通航安全影响因素，即评价指标，力求使所选取的评价指标能够反映工程水域通航环境的安全状况。

通过前期对工程水域进行现场调研，以及专家咨询，并参考相关文献，本次研究将工程水域通航风险源识别为三大类，共 14 项。其中，三大类为：自然环

境、港口环境、交通环境；14 个风险源为：风、流、雾及能见度、航道宽度、航道水深、航道弯曲程度、码头分布、锚地条件、船舶航路、交通流量、碍航物、导助航设施、保障设施、管理规章。该 14 项通航风险源即为本次通航风险评价所选取的评价指标。

8.3.2.2 防范措施

该章节内容引自《中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目通航水域岸线安全使用技术评估报告》。

为了保障船舶航行安全，根据《中国海区水上助航标志》（GB4696-2016）规范的要求，结合本工程航道、调头区及港池布置，并考虑周围海域状况设置导助航系统。

为了满足船舶航行的安全，需要设置航标以标识航道和港池水域的范围以及防波堤位置。经分析，本工程航道、港池需设置灯浮标 5 座，其中左侧标 3 座，右侧标 2 座，供电采用太阳能电源；设置 10m 高玻璃钢灯桩 3 座置于堤头及堤身转弯处；设置导标一对用于船舶导航，导标间距 700m。

本工程通航安全总体风险评价为“低”级别并趋向于“较低”。考虑到本码头工程的实际情况，除采取前述分类风险缓解措施外，还应采取以下缓解措施以降低总体风险：

（1）码头方应编制有关应急预案，并在码头管理人员及船舶进行良好宣贯，相关人员应熟悉各类应急处置方法；

（2）码头应定期开展应急演习，以保障应急系统有效运行；

（3）船舶停靠在码头，应严格遵守汕尾海事局有关船舶在港停泊的规定，加强值班，注意缆绳受力情况并及时调整缆绳使之受力均匀；做好防范船舶断缆及雷雨大风等突发事件的各项工作，避免危及船舶和码头的安全。

（4）当气象部门预报可能有台风袭击时，停靠在码头的船舶应按港口防台指挥部的安排，及时落实各项防台措施，做好防台工作。

（5）对有关安全问题应向主管机关及时通报，接受安全主管机关的监督管理。

（6）项目周边渔船的管理方面：项目周边海域有一定数量的小型渔船在该工程水域进行捕捞作业。在捕鱼及养殖旺季，项目周围的船舶交通量会对本项目

正常营运构成较大威胁，需要海洋渔业部门加大管理力度，禁止渔船在本项目水域内航行，并保持一定的安全距离。

8.3.3溢油事故风险防范

（1）建设单位要与当地港务监督部门有效沟通和协作，施工前需向海事部门申请水上作业施工许可证，并向社会发布航行安全通告。施工船舶一般限定在批准的水域内进行作业，施工结束后要向海上交通安全管理部门通报施工船舶的航行情况，与施工及船运单位保持联系，切实加强施工船舶进出施工水域航行的指导。

（2）施工期施工单位和营运期建设单位均应制定防范恶劣天气和海况的措施，施工船舶、其他船舶航行及相关作业应在适航的天气条件下进行。

（3）妥善收集、安全处置船舶含油废水、生活污水等，严禁将污水直排入海，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

（4）成立环境安全管理机构，配专职人员，负责检查和落实各项安全、环保措施。施工船舶在水域内定点作业、停泊等，均应根据施工作业场地选择合理的环保措施，加强对施工现场的科学管理，加强对施工人员的管理，制定严格的环保规章制度，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

（5）建设单位应委托有关单位对渔港船舶通航安全进行评估，制定该水域相应的安全管理规定或措施等。

（6）营运期加强船舶的安全管理，提高驾驶员安全意识和操作水平，在风浪较大或预计海况突变时及时采取安全措施，必要时停航，选择适当方式避台。

（7）建设单位应制定溢油应急预案，主要内容包括应急组织、应急设备、应急处理措施、应急监测、通讯联络和人员培训与演练。

8.4 风险事故应急程序

8.4.1台风应急措施

1. 指挥船舶防台工作的机构

汕尾海事局是该辖区全面负责组织和指挥船舶防台工作的机构。

船舶在汕尾水域防抗台风，须遵守汕尾海事局有关防台的管理规定，听从汕尾海事局及其属下各海事处的指挥。

2. 码头方的职责

（1）当船舶装卸货调度与船舶防台发生矛盾时，应以保障船舶安全为主，及时停止卸货，安排船舶离港避台。

（2）应建立健全防台机构，落实值班人员，成立抢险队伍，对所属船舶、设施等进行定期全面检查。

3. 船舶方的职责

（1）进入台风季节，船舶应提前做好各项准备，储备足够的燃料、淡水和食品，对船舶动力、操纵、通讯等设备和器材进行全面检查，确保船舶处于良好的技术状态。

（2）船舶及其所有人、经营人应按时收听天气预报，密切注意气象变化和台风动态及其发展趋势。在港船舶应注意收听天气预报和气象报告，并保持与海事部门通讯联系。

（3）当本地区开始悬挂台风风球信号时，在港装有 VHF 无线电话设备的船舶必须向海事部门报告船位。没有 VHF 无线电话设备的船舶也应尽量想办法向海事部门报告船位。

8.4.1.1 防台步骤

1.本地区悬挂白色 (1 号) 台风信号时：

（1）各有关单位应密切注意台风动向，开始实行 24 小时昼夜值班，并保持与海事局联系。

（2）在港船舶的离船船员应立即回船。

（3）船舶不得拆修主机和其它动力设备，正在拆检的应立即恢复。

（4）在港船舶应检查防台设备情况，包括锚设备、系缆设备、动力设备、水密设备、通讯设备的工作情况，并做好记录。

2.本地区悬挂绿色（2 号）台风信号时：

（1）各单位应全力以赴做好台风可能在本地区登陆的各项应急工作。

（2）船舶停止作业，卸气/卸重件作业船舶应离码头避风。

3.本地区悬挂黄色（3 号）及红色（4 号）、黑色（5 号）台风信号时：

（1）船舶如锚泊防抗台，建议使用一点锚抗台，松出足够的锚链，并应考虑到锚地的船舶密度。

（2）防抗台时应加强值班，备好主机，做好随时用车配合抗台的准备。

8.4.1.2 防台注意事项

1.船舶要服从海事部门的防台指挥。当本码头工程海域可能遭遇台风袭击或严重影响时，建议本码头大型船舶及早驶往附近避风港抛锚防抗台风。船舶如抛锚防抗台风，则锚泊后无特殊情况，不应起锚移泊。装有 VHF 电话的船舶抛锚后，应立即向当地海事部门报告抛锚时间和位置。

2.台风警报解除后，船舶应立即检查受损情况，并将检查情况报海事部门。

3.船舶对水上交通和港口安全造成或可能造成危害时，海事部门将采取必要的强制处置措施。

4.船舶一旦出现险情，应立即向海事部门报告。海事有权组织和指挥在港船舶参加救助。

8.4.2溢油应急措施

工程营运后，受人为、自然等因素的影响，船舶存在发生碰撞、搁浅、触碰等海难事故而导致机舱油污水、燃料油泄漏；船舶在码头、锚地水域加油时由于误操作会导致溢油污染事故；码头装卸过程中由于人为操作失误引起的溢油事故或火灾。这些情况都会对事故发生水域环境造成不同程度的影响。因此本工程营运期间必须制定相应的应急控制程序和操作规程，同时配备相应的应急设施、设备等。

（1）事故报告和初始反应

项目区必须设置专职救护员和救护艇，一旦发生碰撞事故，当班工作人员应立即报警（包括事故发生地点、位置、事故性质和事故范围），由应急指挥中心组织有关人员进行救援工作，防止事故扩大。

（2）报告后的反应

应急救援指挥中心接到报警后，在第一时间内投入运作，根据事故状态及危害程度作出相应的应急决定，调集所属应急救援组赶赴事故现场立即开展救援，并根据事故扩大情况，请求事故抢险或支援，实施相应事故应急救援预案。

根据溢油类型、规模、溢出地点、种类、扩散方向等，考虑采取如下相应的防治措施：对于非持久性的油类，一般不大可能采取回收方式，可利用围油栏拦截和导向；对持久性油类，尽量采取回收方式进行回收，回收时可用浮油回收船、

撇油器、油拖网、油拖把、吸油材料以及人工捞取等。回收的废油、含油废水和岸上清理出来的油污废弃物统一运送到有相关能力的处理单位集中处理。事故发生后，应及时进行分析总结，吸取教训，避免相同事故的再次发生。

（3）医疗救助

医疗救护组到达现场后，与应急小组配合，立即抢救伤员，对受伤人员应根据症状及时采取相应的急救措施，重伤员及时送往医院抢救。

本工程溢油应急设备库依托后方厂区。后方厂区溢油应急设备库应配备有相应的溢油应急设备，防污设备符合《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T 451-2017），详见设备列表。

表 8.4.2-1 工程配备溢油物资表

序号	名称	规格	单位	数量
1	应急充气式围油栏	WGJ1500	m	600
2	岸滩式围油栏		m	200
3	转盘式收油机	2m³/h	套	1
4	油拖网	SW5	套	1
5	吸油毡	PP-2	t	0.3
6	溢油分散剂	GM-2	t	0.3
7	溢油分散剂喷洒装置	PS40	套	1
8	轻便储油罐储存装置	2m³	套	1
9	充气式围油栏集装箱	WX2300	套	4
10	充气式围油栏动力站	PK1660C	套	2
11	充/吸气机	FJC	台	2

8.4.3本项目应急预案

8.4.3.1 应急指挥机构及职责

船舶溢油事故应急指挥机构由项目部及各合作单位组成，包括现场应急指挥部和应急救援工作小组。

应急指挥机构组织见图 8.4.3-1。

（1）现场应急指挥部及工作职责

组　长：程龙。

副组长：周柱桓、张泽峰。

成　员：周文豪、刘鹏、林思浩、丁晓航、蔡思及合作单位主要负责人及安全管理人员。

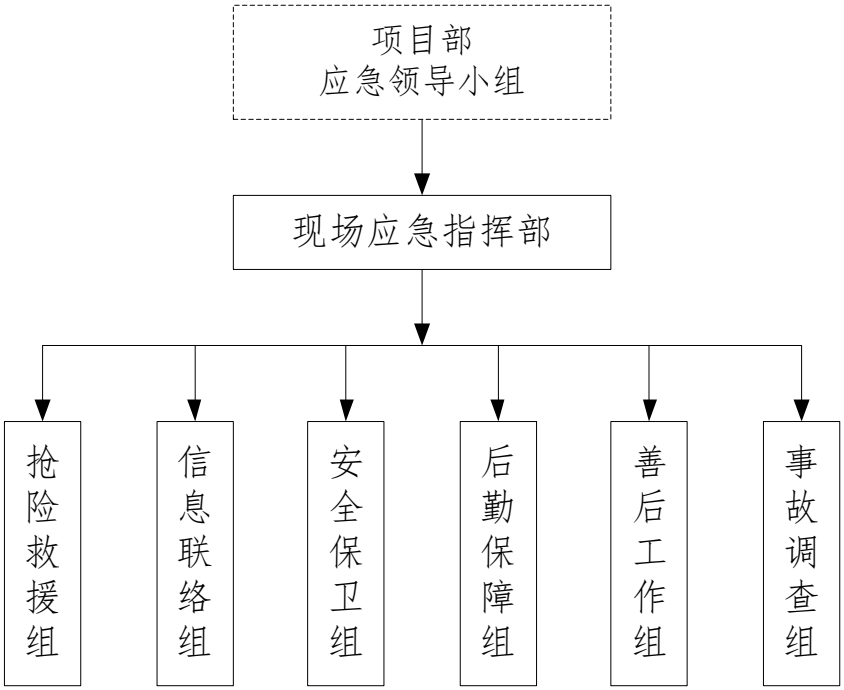


图 8.4.3-1　应急指挥机构组织

现场应急指挥部在项目部应急领导小组授权下，行使现场应急指挥、协调、处置等职责。主要工作职责如下：

1）根据应急领导小组指令，负责现场应急指挥工作，针对事态发展制定和调整现场应急工作方案，配合协调地方政府应急救援工作；

2）负责协调督促事发单位采取有效措施，积极应对；

3）收集现场信息，核实现场情况，保证现场与中交四航局二公司总部之间信息传递的及时与畅通；

4）负责整合调配现场应急资源；

5）及时向公司应急领导小组办公室和地方政府汇报应急处置情况；

6）按公司应急领导小组授权，负责现场有关的新闻发布工作；

7）收集、整理应急处置过程有关资料；

8）核实应急状态解除条件，并向当地政府、公司应急领导小组请示应急状态解除；

9）编写现场应急工作总结报告。

（2）应急救援工作小组及工作职责

应急指挥部下设应急救援工作小组，可包括抢险救援组、信息联络组、安全保卫组、后勤保障组、善后工作组、事故调查组等，各组组长可由应急救援指挥

部成员担任，组员由项目部的有关人员组成。

1）抢险救援组

①排除险情，防止污染范围扩大。

②负责组织实施有关指令和抢险行动方案，遏制事故的恶化和扩大，防止二次事故。

③协助地方政府有关部门开展应急处理工作。

2）信息联络组

①负责事故应急救援的信息搜集、汇总和报告。

②负责对外联系，传达上级指示与要求，并及时反馈有关信息。

③负责与公司生产安全事故应急办公室对接。

3）安全保卫组

①保护和警戒事故现场，保护事故现场，妥善保存现场重要痕迹、物证。

②阻止无关人员进入现场，协助疏散和撤离无关人员。

③维持救援现场秩序，保证救援通道畅通，并安排人员值班值守。

4）后勤保障组

①保障后勤物资供应，包括应急交通保障、应急救援设备和物资、设备技术资料、通信设备及资金等。

②提供现场后勤保障服务，解决抢险救援人员和现场工作人员的食宿问题。

5）善后工作组

①负责财产损失清理和保险索赔事务以及设备的修理和处置。

②负责善后恢复正常生产的相关工作。

6）事故调查组

①查看现场，搜集事故有关的资料和证据。

②按照事故处理“四不放过”的原则，查明事故发生的经过、原因及直接经济损失，总结事故教训，提出防范和整改措施，编写事故调查报告。

③积极配合政府有关部门或调查组进行事故调查工作。

8.4.3.2 处置程序

（1）事故报告

事故报告按照生产安全事故综合应急预案的有关要求。

（2） 应急响应

1）溢油事故发生后，项目部及各合作单位应按照本单位的应急预案，开展应急救援。

2）应采取有效措施控制事故发展，最大限度地减少环境污染。

8.4.3.3 处置措施

（1）处置原则

1）控制事故影响范围优先的基本原则。

2）保护环境优先的基本原则。

（2）救援措施

1）作业过程中发生溢油事故，船长应立即向全体船员发出船舶溢油应急反应部署命令，全体船员按相关规定迅速到达自己的岗位。

2）船舶按有关规定，立即向海上/港航安全监督部门报告，并根据情况向港口有关部门以及与本船有关的部门通报。

3）在确定漏泄和原因的同时，立即采取控制措施，用吸油材料等油污清除设备和材料，把已溢流在甲板上的油围住、收集在一起，将排泄到船外的溢油限制在最小程度。

4）最后可用消油剂将油污清除，但使用前必须得到海上/港航安全监督部门的许可，而且必须使用符合技术标准要求的物品。

5)在做最后处理之前，船上应精心地保管回收的污油和清洁使用过的材料。

6）当本船无力清除海面溢油时，应立即请求有关单位援助。

9 清洁生产

9.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析

9.1.1清洁生产内容

清洁生产是一种新的污染防治战略，是指将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以增加生态效率和减少人类及环境的风险，也就是说清洁生产对生产过程要求节约原材料和能源，淘汰有毒材料，降低所有废弃物的数量和毒性；对服务要求将环境因素纳入设计和所提供的服务中。清洁生产评价指标可分为四大类：原材料指标、产品指标、资源指标和污染物产生指标。

根据清洁生产的原理，该项目应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。本章拟从该项目施工期和营运期两方面考虑拟建项目是否符合清洁生产的原则和要求。施工期主要考虑施工过程中污染物产生和采取相应的治理措施等；营运期主要考虑采用先进的工艺和相应的治理措施以减少污染物产生等。

清洁生产指标分为三级：一级代表国际清洁生产先进水平，二级代表国内清洁生产先进水平，三级代表国内清洁生产基本水平。

9.1.2施工期清洁生产分析

本项目主要施工内容为码头、防波堤和港池等施工。施工期的清洁生产主要体现在施工器械的选择和施工工艺方面。

9.1.2.1 抛石作业

加强对抛石作业船舶柴油机运行管理，使各项性能参数和运行工况均处于最佳状态，从而减少柴油机污染物排放量，尽量使用低硫分的燃油，以减少 $S0_2$ 的排放。

一般防波堤施工建设采用陆抛、水抛或者两者结合的方式，其中，陆上推填堤心石优点是降低工程造价，缺点是车辆运输会带来施工扬尘、噪音等污染；水抛堤心石需要建设码头，或租用附近的出运码头。

本项目采用陆抛和水抛结合的方式进行防波堤施工建设，属于防波堤施工的通行做法。陆抛注意定期洒水降尘，减少空气环境的污染，水上抛石尽量选在落潮阶段进行，以减少施工带来的悬浮泥沙量。

9.1.2.2 码头建设

项目码头建设根据项目需求，采用 PHC 桩及钻孔灌注桩结合的方式，能够有效保证项目需求及施工的开展。项目码头 PHC 桩建设尽量选择在落潮阶段进行，以减少施工带来的悬浮泥沙量。

此种施工方式是国内通行的做法。

9.1.2.3 港池疏浚

港池疏浚作业一般采用抓斗式挖泥船、绞吸式挖泥船、耙吸式挖泥船等。项目根据实际疏浚泥的特征，采用绞吸式挖泥船进行疏浚作业，同时，结合后方陆域园区的需求，将疏浚泥堆放至陆域园区场地，对疏浚泥进行再利用，体现清洁生产原则。

9.1.3营运期清洁生产分析

9.1.3.1 能耗状况

本工程营运期项目主要设施包括码头、防波堤、港区道路、消防设施等。营运期的主要耗能系统为码头区的用电能耗，主要能耗为电和水。

根据工程可行性报告，项目设施主要耗能设备和能源消费量见表 9.1-1 和表 9.1-2。可见，本项目年能耗折合标准煤 806.5 吨标准煤。

表 9.1-1　项目主要耗能系统的耗能工序及耗能设备表

序号	单项名称	设计方案		
		能耗系统	能耗工序	主要能耗设备
1	码头	供电照明系统	非白昼作业	节能型灯具及附属设备
2	港区给水	给水系统	生活给水	办公用水、绿化、道路用水

表 9.1-2　项目年综合能源消费量表

序号	能源品种	单位	年消耗量	折标系数	折合标准煤(吨)	占总能耗比重
1	电	万千瓦时	371.4	1.229	456.5	56.6%
2	自来水	万吨	40.8	0.857	350.0	43.4%
3	合计				806.5	100%

9.1.3.2 能耗分析

通过分析计算可知，港区用电耗能占耗能总量的比重较大，因此合理调度和节约使用供电照明设施等，是本项目的节能关键。

9.1.3.3 节能措施和技术

（1）节能措施

本工程在方案设计中，要充分考虑利用既有资源，提高设备的运行效率、优化设备的技术参数，以达到整体的节能效果，主要措施如下：

①办公空调系统采用高能效比产品，设置自动控制；冷媒管采用橡塑海绵保温材料；合理设置室外机位，减少冷媒管长度；

②加强节能培训教育和管理。

（2）供配电系统节能

①合理选择变压器容量及台数；选择节能型变压器；加强运行管理，实现变压器经济运行；配电线路选用高导电率的导体，尽量采用铜芯线，不采用铝芯线；变电站应设置在负荷中心，同时各层配电间、配电箱也应尽量设置在负荷中心，减少线路的长度；在满足规范要求的前提下，尽量提高电压等级和功率因数。当采用提高自然功率等措施后，仍达不到电网合理运行要求时，可采用并联电力电容器作为无功补偿装置。

②采用高效率电机，变频调速的电动机可以节约电量；根据负荷特性合理的选择电动机；采用星-三角切换装置；根据负荷情况对电动机采取就地无功补偿，减少线损和电压损失。

（3）照明节能

①码头区照明选用生产工艺先进、光效率高的节能型光源，充分利用自然光，合理布置灯具，使照明灯具布置既满足视觉要求，又达到节能效果。建筑物及道路照明分组布置和控制，根据实际需要分别控制各灯具的开和关。

②减少亮灯时间；加强管理工作，房间或办公室无人工作时，应及时关灯；

增加照明开关，每个开关控制的灯数不要过多；对大型空间照明设计，宜采用分区控制；室外照明应采用光电控制器以防白天灯亮；在窗边或人不经常去的地方单独设置照明开关。

③照明线路尽量采用三相四线制，以减少电压损失，尽量使三相负荷平衡；除为了安全必须采用 36V 以下照明电器外，尽量采用较高电压的照明电器；使用高效率的镇流器以减少线路损失；使照明电器的工作电压保持在允许的电压偏差之内，在采用气体的电光源较多的场所应采用补偿电容器提高功率因数。

④在悬挂高度较低的场所，采用荧光灯或小功率高压钠灯，不采用白炽灯，只有在开合频繁或特殊需要时才使用白炽灯；气体电灯尽量采用低耗能的镇流器，对荧光灯和气体放电灯线路必须安装电容器，补偿无功损耗，节约电能。

（4）节水措施

①生活给水以及中水管材采用压力水头，压力水头的优点是损失小，强度好、耐腐蚀，使用寿命长的新型管材，可以达到减少水头损失的效果；

②给水水嘴采用陶瓷芯等密封性好、能限制出流流率并经过国家有关质量检测部门检测合格的节水水嘴；

③大小便器采用节水型产品，坐便器水箱容积不大于 6L；

④公共卫生间采用红外感应水嘴、感应式冲洗阀小便器、大便器等能消除长水流的水嘴和器具；

⑤给水引入管在室外水表井内设水表计量，给水引入管设止回阀；各层集中管井内设旋翼式水表，分层计量。按计划用水，节约用水；

⑥二次加压采用管网叠压供水系统，充分缓解市政供水压力，达到优化调度，降低能耗的目的。

9.1.3.4 节能效果

本工程为达到节能、环保的目标，在项目构筑物的节能设计方面严格执行国家及地方相关方面的标准、规范。积极选用高效节能的设备、材料和技术方案，从根本上执行了国家相关的节能要求。

本工程不得采用国家明令禁止或淘汰的落后工艺、设备；积极采用新工艺、新技术、新产品，达到节能效果。

9.2 建设项目清洁生产评价

总的来说，项目在施工期和营运期各环节上，在采用各种节能减排、减轻环境污染的施工方式，采用先进的生产工艺和设备的基础上，其清洁生产水平可处于国内先进水平。

10 总量控制

10.1主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量

按国家对污染物排放总量控制指标的要求，在核算污染物排放量的基础上，提出工程污染物总量控制的建议指标，是建设项目环境影响评价的任务之一，污染物总量控制建议指标应包括国家规定的指标和项目的特征污染物。

项目的特征污染物，是指国家规定的污染物排放总量控制指标未包括，但又是项目排放的主要污染物。这些污染物虽然不属于国家规定的污染物排放总量控制指标的要求，但由于其对环境影响较大，又是项目排放的特有污染物，所以必须作为项目的污染物排放总量控制指标。

本工程施工内容主要是港池航道疏浚、新建防波堤、新建码头等。其产生的污染物对海洋环境的主要影响表现在水质和生态两方面，主要污染物类型为废水和固体废物，包括施工期的悬浮泥沙、施工废水、生活污水、生活垃圾、噪声和施工船舶含油污水。营运期的生活污水、含油污水和生活垃圾均不排海。

10.2污染物的排放削减方法

项目施工期船舶生活污水收集后定期运送上岸，通过罐车送至碣石镇污水处理厂进行处理。施工场地产生的生活污水经环保厕所收集处理，由吸粪车定期清运。施工船舶含油污水禁止向海域直接排放，船舶含油污水收集后交由有能力的单位妥善处理。工程施工还将产生大量的悬浮物，根据施工实际情况采取相应的削减措施，最大限度降低 SS 含量。

施工期生活垃圾收集后，由当地环卫部门统一处置，禁止将垃圾扔入海域。施工机械设备作业产生的残油、废油等危险废物，统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

营运期项目区产生的生活污水排入化粪池预处理后，排入市政污水管网，然后进入海工基地污水处理厂进一步处理，不直接外排，如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。

营运期到港船舶产生的生活垃圾经收集上岸后，统一收集到指定场所，由环卫部门定期、及时清运。废油、残油和含油污物等危险废物收集在专用袋内，统

一交由有资质的单位安全处置。生活垃圾经分类收集后由当地环卫部门外运至垃圾处理场处理。

10.3污染物排放总量控制方案与建议

根据国家海洋局《关于率先在渤海等重点海域建立实施排污总量控制制度的意见》，2018 年，国家率先在大连湾、胶州湾、象山港、罗源湾、泉州湾、九龙江—厦门湾、大亚湾等重点海湾，以及天津市、秦皇岛市、连云港市、海口市、浙江全省等地区，全面建立实施总量控制制度；2020 年，全国沿海地市全面建立实施重点海域排污总量控制制度。

10.4总量控制指标

依据《建设项目环境管理条例》规定，要求新、扩、改建项目必须实施污染物排放总量控制，必须取得排污指标方可进行建设。

根据国家环保部要求对建设项目排放污染物实施总量控制的要求，针对项目的具体排污情况，结合项目排污特征，确定总量控制因子为：

废水：COD、氨氮；

废气：SO_2、NO_x。

根据本项目特点，项目营运期污水通过市政管网进入陆丰市海工基地污水处理厂，纳入其总量控制指标，本项目不再设废水污染物总量控制指标。营运期港口船舶燃油产生的 NO_x 和 SO_2 排放量分别为 0.039t/a、0.054t/a。

因此，建议本项目总量控制指标为 NO_x：0.039t/a、SO_2：0.054t/a。

11 环境保护对策措施

11.1建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

11.1.1 悬浮泥沙污染防治措施

通过工程分析，产生的悬浮泥沙对环境影响较大的环节是抛石、疏浚等引起的悬浮物等，因此重点对这几个环节进行污染防治。

（1）抛石过程应选择中、小潮、海况好的时间施工。根据海况分段、分层施工，块石抛填选在落潮阶段进行。重点地段应采取加固措施，保证有足够的强度抵御风浪。

（2）港池、航道疏浚时采用绞吸式挖泥船进行作业，操作过程应规范合理，以尽量减少开挖作业对底质的扰动强度和范围，有效控制悬浮泥沙产生的污染。

（3）疏浚绞吸船应精确定位后再开始挖掘，选用 GPS 全球定位系统，精确确定需开挖航道、港池的位置，从根本上减少对环境产生影响的悬浮物的数量。

（4）疏浚时间应选择中、小潮、海况好的时间施工，并在施工区周围混水区设置防污帘，以减小悬浮物的扩散范围。

（5）施工单位应对施工船舶经常检查并定期进行维修保养，保证本项目的所有输泥砂管线质量可靠，禁止使用破旧管。管线的组装必须严密，输泥砂过程中不能有任何泄漏，如有发生则应立即停工维修。

（6）在台风、暴雨等恶劣天气下，应提前做好防护工作，对海堤、排水口等进行必要的加固措施，以保证有足够的强度抵御风浪，避免海堤坍塌泥沙泄漏。

11.1.2 水污染防治措施

（1）施工期

①严格管理施工船舶和施工机械，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁施工船舶向水域排放未经过处理的机舱水。

② 施工船舶含油污水经收集后，交由有能力单位的接收处理。

③施工场地设移动厕所，陆域施工人员生活污水定期清运，施工船舶生活污水进行收集，均采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。

④生产废水如砼养护冲洗水、砂石料冲洗水等，经过滤网过滤，或在沉淀池将其中固体物料沉淀下来后回用。

⑤施工车辆、机械运转、维修时产生的含油废水经收集后交由有能力的单位处理。

⑥合理规划施工场地的临时供、排水设施，消除跑、冒、滴、漏现象。

（2）营运期

①陆域生活污水

项目营运期产生的生活污水经化粪池处理后，排入市政污水管网，经管网排至海工基地污水处理厂，如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。

② 船舶机舱舱底油污水

根据《船舶水污染物排放控制标准》，船舶含油污水应收集并排入接收设施，或者在石油类不高于 15mg/L 的情况下在船舶航行中排放。因此，本项目船舶含油污水收集后，可在船舶靠岸时交由有能力的船舶污染物接收船或车有偿接受处理。

③ 船舶生活污水

根据《船舶水污染物排放控制标准》，400 总吨及以上的船舶，以及 400 总吨以下且经核定许可载运 15 人及以上的船舶，在内河和距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，船舶生活污水不得直接排入环境水体，应利用船载收集装置收集，排入接收设施，或利用船载生活污水处理装置处理，达到规定的船舶生活污水污染物排放限值后进行排放；在距最近陆地 3 海里以外海域，船舶生活污水可根据相应的排放控制要求进行排放。因此到港的船舶生活污水排入化粪池预处理后，排入市政污水管网，然后进入海工基地污水处理厂进一步处理，不直接外排，如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理。

11.1.3 固体废物污染防治措施

（1）施工期

①施工单位不得随意抛弃建筑材料、旧料和其它杂物，应尽可能的回用，不

能利用的应有计划、有步骤的搬运或堆存，临时场地不能影响交通、电讯等。

②施工人员生活垃圾集中堆放在指定的场地，及时由城市环卫部门运至垃圾处理场集中处理，不得将垃圾随意丢置。

③施工船舶、机械设备发生作业操作性的残油、洗涤油应及时盛接，与生活垃圾中分拣出来的危险废物交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。

（2）营运期

①港区建设完善的垃圾收集设施，设立生活垃圾收集装置，由环卫工人每日清运。

②严禁将固体废物倾倒入海污染海域环境。船舶上的所有固体废物收集上岸处理，严禁排入海域。

③建设单位应经常性对港池以及附近海域进行净海活动，对漂浮在海上的垃圾等收集起来，若无法收集时，可向有关部门报告。

④完善垃圾收集及转运工程，缓解码头区域“脏、乱、差”的现状。

11.1.4 大气污染防治措施

（1）施工期

①施工单位必须加强施工区的规划管理，施工场地四周应采用简易围挡，减少扬尘的逸散。

②汽车运输砂土、水泥、碎石等要加盖蓬布、控制车速；卸车时应尽量减小落差；保持车辆出入口路面清洁、润湿，并尽量要求运输车辆减缓行车速度。施工现场还应铺设临时的施工便道，铺设碎石或细沙，并尽量进行夯实硬化处理。在回填场地陆域形成后，尽快铺设遮盖设施，各类推土施工作业应做到随土随压、随夯。对推过的土地应及时整理，植被恢复、绿化和浆砌块石等措施。

③配备洒水车及清扫车，对陆域施工现场以及运送土石方的道路实施清扫、洒水措施，保持车辆出入口路面清洁、润湿，以减少施工车辆引起的地面扬尘污染。

④加强对施工机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少尾气排放。

⑤施工船舶、施工机械和运输车辆产生的废气，属自然排放。要加强管理，

采用符合标准的低含硫燃料。

⑥严格执行《交通运输部关于印发<船舶大气污染物排放控制区实施方案>的通知》（交海发〔2018〕168 号）相关要求。加强船舶燃料控制，使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油。优先选择使用清洁能源、新能源、船载蓄电装置和具有尾气后处理措施的船舶。

（2）营运期

①定期检查所有监控设备的工作状况，一旦发现有损坏的，应及时更换，保证系统正常安全运行。

②尽量选用低能耗、低污染排放的施工机械和车辆，选用有环保检验合格标志的车辆、排气达标的车辆，不得使用不符合排放标准的车辆。

③经常对流动机械进行保养和维护，保持其良好的运行状态，避免因其燃烧系统发生故障燃料不完全燃烧产生的尾气污染。

④严格执行《交通运输部关于印发<船舶大气污染物排放控制区实施方案>的通知》（交海发〔2018〕168 号）相关要求。加强船舶燃料控制，使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油。优先选择使用清洁能源、新能源、船载蓄电装置和具有尾气后处理措施的船舶。

11.1.5 噪声污染防治措施

项目施工期环境噪声主要为施工船舶、施工机械和运输车辆产生的噪声，防治措施包括：

（1）施工现场周围的植被、树木应尽量保留，通往施工现场的道路面应及时修整以保持良好的路况。

（2）施工机械选择低噪设备或有降噪设计的设备，日常应注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

（3）对达不到标准而又必须选用的设备，采取隔震、减噪措施并在操作时间等方面做出相应的规定。

（4）改善施工船舶主机进排气结构、底座震动并采取相应的隔音减噪措施；施工船舶、机动车辆的进出和行驶速度严格按照有关规定进行。

（5）对施工车辆进行统一调配，减少车辆进出场的鸣笛次数，控制车流密

度，减轻交通噪声对周围环境的影响。行驶车辆应限速（30km/h），减少对附近村庄的噪声影响。

（6）合理安排施工进度和时间，尽量避免夜间（22:00～6:00)）施工，以减少对周围环境的影响。

（7）海上打桩时采用“软启动”的方式进行施工，即开始轻打几下，让潜在的水生动物有时间逃离回避，再逐步增强施工强度。

项目营运期环境噪声主要为营运机械及船舶产生的噪声，防治措施包括：

（1）对所有设备加强日常管理和维修，确保设备处于良好的运转状态，杜绝因设备不正常运转而产生的高噪声现象；

（2）船舶进入港区禁止鸣笛，并安排专人通过通信设施或其他设施等方法引导，确保船舶航行安全。

11.2建设项目各阶段的非污染环境保护对策措施

本工程中的码头、防波堤使水流状况发生变化，从而对生态环境产生影响。本工程港池疏浚也会对港池范围内生态产生影响。

为减少工程的建设对生态产生的影响，可采用先进的施工方法，降低海水悬浮物的影响范围。海上工程施工作业应尽可能避开水生生物的敏感期。工程完成后，建议对岸滩演变进行跟踪监测，对于岸滩遭受强烈侵蚀的岸段应经论证后采用科学的防护或修复措施。

11.3建设项目各阶段的生态保护对策措施

海洋生态损失主要特征有：长期性、潜伏性；影响范围广；修复难度大；海洋生态损失的主体具有多元性和难确定性。

（1）生态保护对策措施

项目建设对生态的影响主要体现在海洋生态系统，施工期港池疏浚破坏底栖生物的生境，产生悬浮泥沙损害海洋生物资源，营运期防波堤等构筑物占用海洋生物的栖息环境。项目施工期可采用一定生态保护对策措施，以削减生态影响程度，改善区域生态环境。

①优化施工顺序，合理安排防波堤抛石、港池疏浚等产生较大悬浮泥沙的施

工时间，避开本年度渔业资源繁殖季节（3-5 月），减少悬浮泥沙对鱼卵仔鱼产生的损害。

②施工期加强施工区附近海域的水质监测，掌握悬浮物增量规律。

③疏浚施工过程中应采用对水体扰动小的挖泥船等船只和设备，避免泥沙的扩散和再悬浮。

④海上打桩时采用“软启动”的方式进行施工，即开始轻打几下，让潜在的水生动物有时间逃离回避。

（2）生态补偿

海洋生态补偿包括三方面内容，一是对海洋环境自身的补偿，如恢复和改善海洋生态环境、设立海洋自然保护区等；二是对个人、群体或地区保护海洋的机会成本进行补偿，如对退出海洋捕捞的渔民给予补贴；三是制止海洋环境破坏行为，通过让受益者支付相应费用，使其经济活动的外部成本内部化，以制止破坏海洋环境的行为。

目前主要采取经济补偿的方式进行生态补偿。经济补偿是最常采用的补偿方式，项目建设单位应根据项目建设所造成的生态损失量，包括渔业资源、底栖生物、水生生物等，根据相关规定给予一定的经济补偿。

（3）生态监管

生态监管包括生态保护、生态补偿措施的管理，项目竣工验收和跟踪监测等。

① 生态保护、生态补偿措施的管理

一般情况下，因工程建设而采取的生态保护、生态补偿措施的进度落后于建设项目的进度，如渔业资源人工增殖流放、海洋生态恢复工程等都必须在建设项目基本完成后实施。一般按照海洋环评的要求和实际工作情况，项目建设的生态补偿工作应在施工结束后的第一年六月份开始实施，本项目建设单位应与自然资源管理部门协商海洋生态损失补偿事宜，主管部门应该对生态补偿工作的落实并对实施过程、实施效果进行监管。

②项目竣工验收

项目建成后，自然资源管理部门应参与项目的竣工验收，验收重点为环境保护设施、生态保护和生态补偿措施等。如果本项目环保措施未达标，或者生态补偿费用未落实，不应同意本项目的竣工验收。

③跟踪监测

建设项目对生态的影响机制比较复杂，其影响程度也很难完全准确预测。因此，在本项目施工期和建成后，应就项目对环境的影响进行跟踪监测，可委托有资质的单位实施监测计划。对跟踪监测中发现的超标问题，应及时上报海洋、环保、渔业等行政主管部门，并要求项目建设单位采取相应的补偿措施。

11.4生态修复措施

根据项目所在岸滩现状分析（7.3 章节），项目所在海岸地形地貌已遭受严重破坏，生态功能已基本丧失。需加强对受损自然岸滩的整治与修复。因此建设方需要结合工程布置与岸滩破坏现状，开展受损自然岸线的整治与修复专项论证，以满足粤府[2017]120 号文“确保生态功能不降低、长度不减少、性质不改变”的要求。

结合本工程方案布置，建议采用丁坝（防沙堤）、人工养滩及岬湾控制等综合防护体系进行岸滩防护与修复。防护措施布置如下：

（1）在预测岸滩侵蚀宽度最大区域附近建斜向弧形防沙堤（丁坝），利用岬湾控制法，堤头兼有岬角作用，通过改变波场达到稳定海滩之目的。既利于不同季节不同向浪作用下泥沙纵向往返搬运，又减小丁坝根部年淤积强度，延长丁坝淤积年限。

根据项目所在海域波浪泥沙情况分析，近岸海滩在强浪作用下的泥沙全面起动临界水深为 4.75m，闭合水深 5.04m。防砂堤堤头水深取 5m。在丁坝与防波堤之间形成相对封闭的区域，纵向泥沙运动势必减弱，从而减轻拟建工程对岸滩的影响。布设斜向丁坝后平衡岸线形态见图 11.4-1，尽管丁坝布设后 2 侧均有一定的淤积，最大淤积宽度约 34m，但淤积范围显著减小，2 侧共淤积约 360m 左右；1#泊位处原淤积显著减小，最大淤积宽度 21m 左右，淤积长度 118m 左右。因此，布设丁坝方案能显著减小工程北侧岸滩冲淤幅度和范围。但是否可行，仍需征求海洋、环境保护主管部门的意见。

（2）对于工程范围内老红砂砂丘陡坎区域，采用适当削坡+人工养滩方法进行海滩修复与养护。

（3）对于工程区域以南的岸滩，空间较小，且冲淤幅度不大，建议暂时保持原状，加强监测。

参考珠海市凤凰湾沙滩工程，拟修复海滩岸线长 1165 米，项目总投资为2539.44 万元，本项目引桥和港池共占用岸线 250m，预计投资 500 万元。

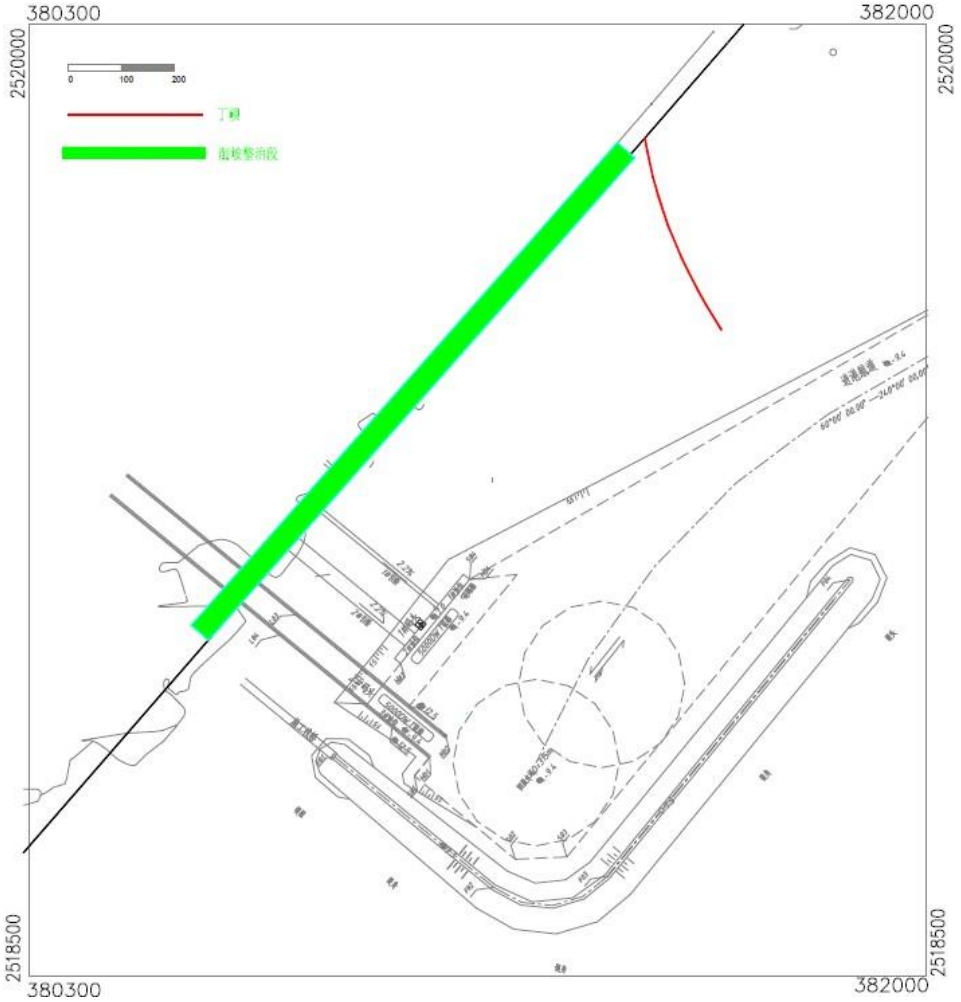


图 11.4-1　岸滩侵蚀防护基本方案布置图

11.5建设项目的环境保护设施和对策措施一览表

综上所述，本项目涉及到的环境保护设施和对策措施如表 11.5-1 所示。

表 11.5-1　建设项目环境保护设施和对策措施一览表

序号	环保项目	环保设备	具体内容	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体
1	污水处理	油污收集罐	收集施工机器作业期间漏油或者维修产生的油污	油污收集罐 1 个，1m^3；	交由有能力的单位安全处理	施工机械	建设单位和施工单位
		船舶污水收集罐	收集船舶生活污水罐	污水收集罐 1 个，2m^3	经化粪池处理，定期清运	施工船舶	
		环保厕所化粪池	处理陆域生活污水	环保厕所 2 个，化粪池 1 座	经化粪池处理，定期清运	陆域施工场地	
		临时沉淀池	生产废水沉淀	临时沉淀池 1 座，容积 30m^3	经过滤、沉淀后，重复利用。工程结束后应将其填埋并绿化。	施工场地	
2	固废处理	垃圾桶、运输车辆	处理陆域生活垃圾、船舶生产垃圾	施工期垃圾桶 10 个，营运期垃圾箱 30 个，运输车 1 辆	生活垃圾集中堆放在指定场地，由指定车辆定期运送至附近垃圾处理场集中处理。	施工场地、施工船舶、陆域	
		残油、废油收集灌	施工船舶、机械作业产生的残油、废油等	残油、废油收集灌 5 个	残油废油统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。	施工场地	
		运输车辆	建筑材料、泥渣、旧料和其它杂物	运输车 2 辆	建筑垃圾有计划、有步骤的搬运或堆存。	施工场地	
3	大气污染防控	洒水车、清扫车	清扫施工场地及道路、洒水	洒水车 2 辆，清扫车 2 辆	减少车辆道路扬尘	施工场地	
4	环境风险防控	围油栏、灭火器、防护面罩、防护服等	事故应急预案	围油栏 200m，便携式灭火器 10 个，防护面具、防护服 20 套，消油剂、吸附材料等	预防、处理突发事故油污水及火灾与溢油事故发生	与主体工程建设同步	

序号	环保项目	环保设备	具体内容	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体
5	海洋生态和生物资源保护	生态补偿	采用增殖放流等防范补偿；	海洋生物资源（底栖生物、游泳生物、鱼卵和仔鱼）生态补偿总额为 639.7179 万元	按照相关主管部门的要求，按时完成生态补偿	工程附近海域，施工完成后 2 年内完成	
		生态修复	人工养滩	项目占用岸线长度 250m	按照相关主管部门的要求，开展生态修复工作，维护自然岸线形态	根据冲淤情况开展	

12 环境保护的技术经济合理性

12.1环境保护设施和对策措施的费用估算

本报告拟采取的清洁生产和污染防治措施主要针对会对海洋环境造成影响的水污染和固体废物污染，并提出了相应的生态保护措施，环境保护措施比较清楚、具体，可以有效执行，能够达到环境保护的要求。

根据当前的市场经济价格估算，本次评价所提出的各项污染防治措施费用约为1481.2179万元，项目总投资为75066万元，占总投资的1.97%，见表12.1-1。

表12.1-1 环保投资估算表

阶段	项目	单价（万元）	数量	金额(万元)
施工期	施工期环境监理	15万元/年	1年	15.0
	施工期跟踪监测	20万元/次	3次	60.0
	油污收集罐	4.0	1套	4.0
	环保厕所、化粪池等建设费用	2	2套	4.0
	施工废水处理装置（含沉淀池）	2.0	1套	2.0
	垃圾箱、垃圾收集站等	—	—	3.0
	施工期洒水、道路清扫等费用	4.0	1项	4.0
	防污帘	10元/米	1000米	1.0
营运期	洒水车	10.0	2台	10.0
	清扫车	15.0	1台	15.0
	垃圾箱	0.05	30个	1.5
	船舶污水接收设施	12.0	1套	12.0
	溢油回收设施（含围油栏、吸油材料等）	10.0	1套	10.0
	营运期跟踪监测	20万元/次	10年	200.0
渔业资源补偿		—	—	639.7179
生态修复		—	—	500.00
合计				1481.2179

注：渔业资源补偿费用具体数值还需与渔业主管部门协商。

12.2环境保护的经济损益分析

12.2.1 经济社会效益

国家十三五风电规划明确提出积极稳妥推进海上风电建设，到2020年四省海上风电开工建设规模均达到百万千瓦以上。积极推动天津、河北、福建、广东等省的海

上风电建设。探索性推进辽宁、山东、广西等省区的海上风电建设。到2020年，全国海上风电开工建设规模达到1000万千瓦，力争累计并网容量达到500万千瓦以上。我国海上风电产业的迅速发展也催生了对海上风电装备产业的巨大需求。

该项目的建设能够满足海上风电装备日益增长的需求，积极促进风电产业的发展，项目的建设也有利于我国构建环境友好、资源节约型社会，进一步带动和辐射地区的综合开发，加快珠三角经济圈建设，为我国经济可持续发展和快速增长作出贡献。对行业影响、区域经济影响和宏观经济影响都是积极的。

1、对腹地经济发展的促进作用

目前，广东省作为粤港澳大湾区发展的核心力量，正迎来极佳的发展机遇，而粤东地区普遍发展比较落后，风电产业能够极大促进粤东地区的发展，且该产业能够积极为现代化建设提供能源保障，也为打造节能减排，绿色环保的世界级示范湾区起到积极的推动作用。

2、对当地及国家财政收入的贡献

根据本项目的财务分析，本工程的项目投资（所得税前）财务内部收益率达到11.08%，在计算期内，累计可为国家和地方缴纳各种税金约5.9亿元，对国家、地方的财政收入有积极的贡献。

12.2.2 环境损益分析

本工程的建设将产生明显的社会效益和经济效益，但也将对周围海域环境造成一定的影响。其中有些影响可以按费用来折算，有些则无法用费用来折算。

（1）项目建设对环境造成的不利影响和损失

疏浚、抛石等施工造成海水中悬浮物增加，将驱逐游泳动物，影响浮游植物生长，直接破坏底栖生物生存环境。

（2）环保投资估算

根据当前的市场经济价格估算，项目环境保护工程的投资额为1481.2179万元，约占项目总投资额的1.97%。

（3）环保投资的效益评估

项目施工期各项环保措施包括直接投资的环保设施和属于管理范围的工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保措施的落实，可减小施工期疏浚、抛石过程中悬浮物质的产生量，防止施工期和营运期各类污水和固体废物的随意散排污染

海域，使施工场地附近海域水环境和生态环境得到有效保护。通过制定和落实事故风险防范和应急保护措施，降低对生态环境潜在的环境风险影响。

通过各项环保工程设施的投入使用且落实执行各项严格、有效的规章制度，可以使拟建项目施工期和营运期对海洋产生的不利影响降到最低，从而确实有效地保护海洋生态环境，实现经济建设和海洋资源保护的协调统一。

12.3环境保护的技术经济合理性

本项目的施工与营运会给项目所在海域环境带来一定的影响，并由此带来一定的经济损失；在采取相应的治理措施后，这种对环境的影响是可以接受的。同时，项目施工建设与营运的过程中，建设单位也将采取一定的环境保护措施，将对环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。

13 工程的环境可行性

13.1 海洋主体功能区规划和海洋功能区划的符合性

13.1.1 海洋主体功能区规划的符合性

13.1.1.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性

2015 年 8 月，国务院印发《全国海洋主体功能区规划》，规划根据“陆海统筹、尊重自然、优化结构、集约开发”的基本原则，依据海洋主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域。

本项目所在海域为海洋渔业保障区，属于《全国海洋主体功能区划》中限制开发区域。限制开发区域的发展方向与开发原则是，实施分类管理，在海洋渔业保障区，实施禁渔区、休渔期管制，禁止开展对海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动；在海洋特别保护区，严格限制不符合保护目标的开发活动，不得擅自改变海岸、海底地形地貌及其他自然生态环境状况；在海岛及其周边海域，禁止以建设实体坝方式连接岛礁，严格限制无居民海岛开发和改变海岛自然岸线的行为，禁止在无居民海岛弃置或者向其周边海域倾倒废水和固体废物。

本项目所在海域属《全国海洋主体功能区规划》中的限制开发区域内的海洋渔业保障区域。项目建设过程中会产生悬浮泥沙、施工噪声等污染，通过合理安排施工计划、做好防泥沙扩散工作、驱逐周边海域鱼类后施工等措施，使得项目的开展对海洋经济生物繁殖生长不会产生较大影响。对永久占用的海域，项目实施完成后结合工程所在海域的海洋生物种类和分布特征，采取人工育苗和增殖放流技术进行增殖放流，尽快恢复工程海域的渔业资源。因此，本项目的建设与《全国海洋主体功能区规划》是符合的。

13.1.1.2 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性

根据《关于印发广东省海洋主体功能区规划的通知》（粤海渔[2018]12 号），依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类区域，项目所在汕尾市陆丰市属于限制开发区域中的海洋渔业保障区。见下表和图 13.1-1。

表 13.1-1　广东省海洋主体功能区划总表（节选）

类型	区域范围		海域面积（km^2）	比例（%）
限制开发区域	海洋渔业保障区	汕头市：南澳县、潮南县 揭阳市：惠来县 汕尾市：海丰县、陆丰县 惠州市：惠东县 阳江市：阳东区、阳西县 茂名市：电白区 湛江市：吴川市、雷州市、徐闻市	28499	44.04

《广东省海洋主体功能区划》对限制开发区域的发展方向及布局为：**积极有序推进海上风电产业。**在风能资源和地质条件较好地区，坚持“三个 10”原则，强化与海洋生态红线协调，科学布局海上风电场址，推进海上风电规模化、集约化开发，实现海洋开发和海洋保护双赢。有序推进珠三角海域的惠州港口，粤东海域的洋东、勒门（一）、海门（二、三）靖海、神泉、后湖、甲子，粤西的南鹏岛、沙扒、外罗、新寮、徐闻等近海浅水区海上风电建设，到 2020 年规划建设装机容量 840 万千瓦，优先保障 1344 平方公里海域使用需求。远期逐步开发粤东、粤西 35-50 米水深的近海深水区海上风电场，科学合理安排远期海上风电发展用海需求。以海上风电规模化开发带动风电装备及服务业发展，推动风电全产业链发展，推动粤东海上风电运维、可研及整机组装基地建设。

本项目是建设陆丰海洋工程基地码头，对汕尾市周边海域的风电建设具有重要的支持作用。本项目工程的建设是满足广东省沿海可再生能源开发发展战略的需要，尤其是对汕尾地区经济发展具有强有力的促进作用。本工程还是解决粤东海上风电建设中风机大（重）件设备设施的出海运输难题、降低运输成本的迫切需要。同时也为粤东海上风电场运行维护提供基本保障。从大局来看，本项目的建设对加快广东省海上风电建设进度具有重要意义，符合广东省相关风电产业规划需求。因此，本项目建设符合《广东省海洋主体功能区划》。

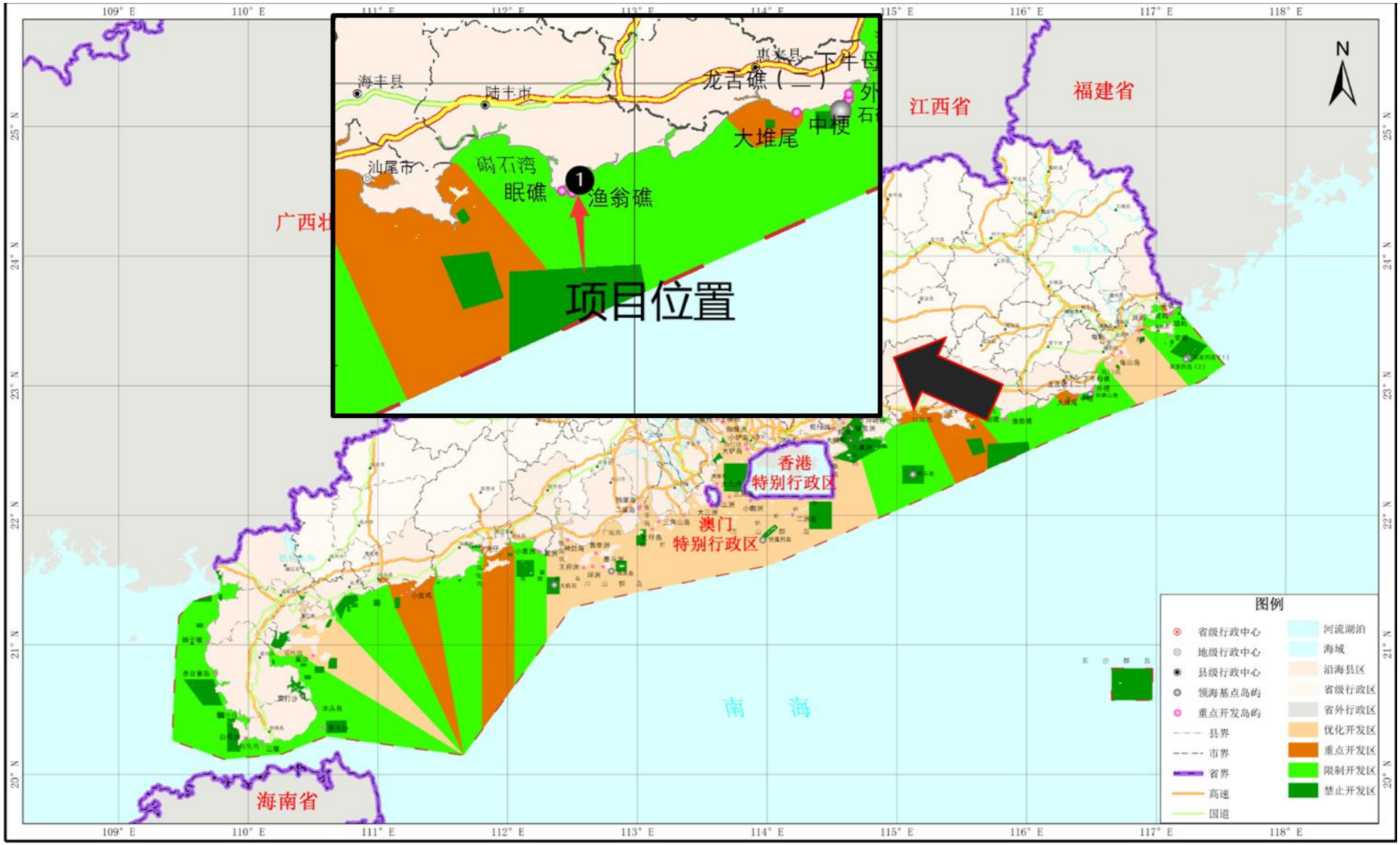


图 13.1-1　项目位置与广东省海洋主体功能区划位置图

13.1.2 海洋功能区划的符合性

13.1.2.1 《全国海洋功能区划》符合性

2012 年 3 月，国务院批准了《全国海洋功能区划》（2011~2020 年），区划将我国管辖海域划分为渤海、黄海、东海、南海和台湾以东海域共 5 大海区，29 个重点海域。其中，“粤东海域包括汕头、潮州、揭阳、汕尾等市毗邻海域，主要功能为海洋保护、渔业、工业与城镇用海、港口航运。大埕湾至柘林湾重点发展渔业、港口航运，保护大埕湾中华白海豚和西施舌种质资源及海洋生态系统；南澳海域重点发展生态旅游和养殖、清洁能源等产业，保护性发展海山岛、南澳岛旅游，维护海岛自然属性，保护南澎列岛、勒门列岛及周边海域的生物多样性，保护南澎列岛领海基点；南澳至广澳湾重点发展工业与城镇、港口航运、渔业和旅游休闲娱乐，重点保护海岸红树林、中国龙虾和中华白海豚，维持牛田洋、濠江等海域的水动力条件和防洪纳潮能力；海门湾至神泉港重点发展渔业、港口航运、工业与城镇，重点保护石碑山角领海基点和沿海礁盘生态系统；碣石湾至红海湾重点发展渔业、海洋保护、港口航运，保护碣石湾海马资源，严格保护沿海礁盘生态系统和遮浪南汇聚流海洋生态系统，维持海洋生态环境和生物多样性。”

本项目位于汕尾市陆丰碣石镇东南部海域，根据第六章节的数模分析，项目建设对海域影响的主要因素为悬浮沙。悬浮沙扩散范围较小，不会对碣石湾海马资源产生影响；悬浮沙对海洋生态环境的影响较小，且是暂时性的，施工结束后海水水质会很快恢复，不会对生物多样性产生影响。本项目对水动力和海床冲淤的影响仅局限于港池与防波堤附近，不会对领海基点地形地貌的稳定造成影响。因此，项目与《全国海洋功能区规划》不冲突。

13.1.2.2 《广东省海洋功能区划》符合性

（1）项目所在海域周边海洋功能区分布

本工程位于汕尾市陆丰碣石镇东南侧海域，根据《广东省海洋功能区划（2011－2020 年）》，项目位于田尾山-石碑山农渔业区（A1-17），项目周边海域海洋功能区划有：田尾山工业与城镇用海区、湖东-甲子工业与城镇用海区和珠海-潮州近海农渔业区等。各功能区的分布详见图 13.1-2 及表 13.1-2，海洋功能区划登记表见表 13.1-3。

表 13.1-2　项目所在及周围海域海洋功能区划分布

编号	海洋功能区划名称	与本项目的方位关系及最近距离	功能区
1	田尾山-石碑山农渔业区	本项目所在海域	农渔业区
2	珠海-潮州近海农渔业区	项目南侧约 3km	农渔业区
3	田尾山工业与城镇用海区	项目西南侧约 3km	工业与城镇用海区
4	湖东-甲子工业与城镇用海区	项目东北侧约 6km	工业与城镇用海区

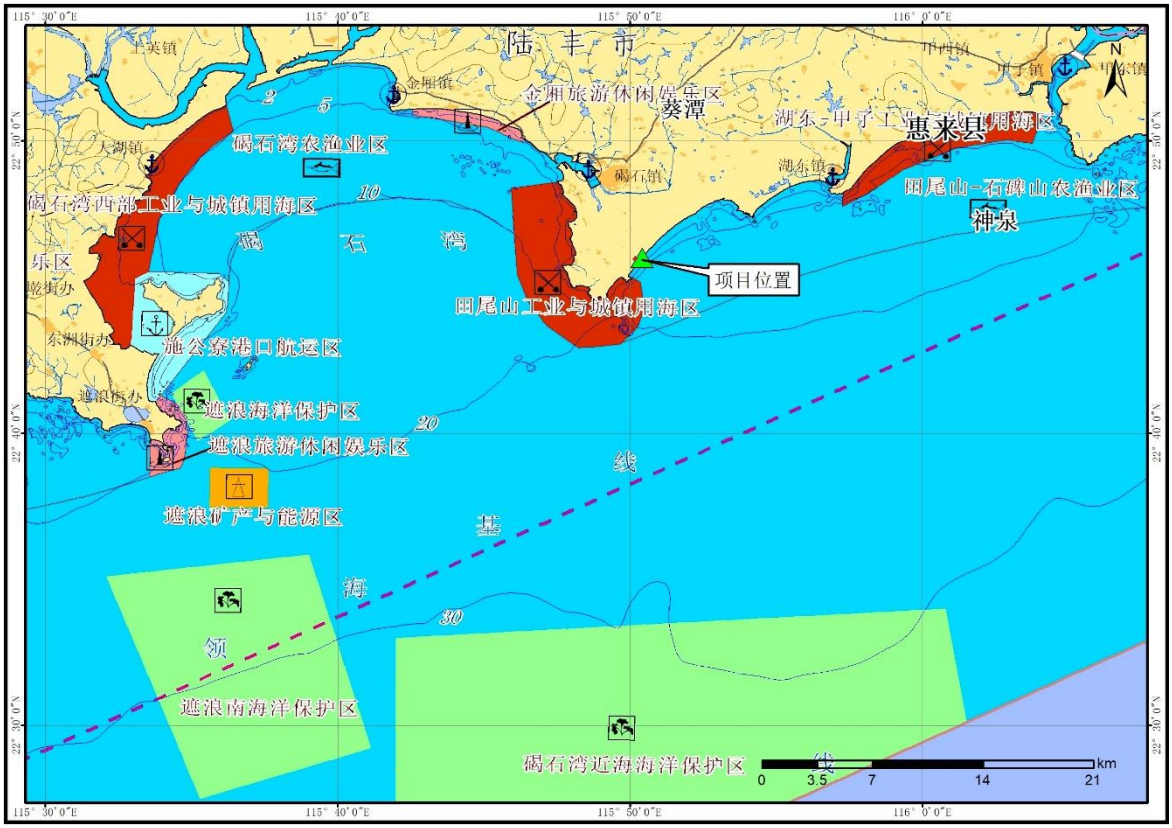


图 13.1-2　项目所在海域及周边海域海洋功能区分布

表 13.1-3　项目周边海洋功能区划一览表（广东省海洋功能区划）

序号	代码	功能区名称	地理范围（东经、北纬）	功能区类型	面积（公顷） 岸段长度（米）	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
130	A1-17	田尾山—石碑山农渔业区	东至:116°30′23″ 西至:115°49′43″ 南至:22°43′05″ 北至:22°59′33″	农渔业区	44281 128331	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2.严格保护石碑山角领海基点； 3.保障神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海需求，保障防灾减灾体系建设用海需求； 4.适当保障后湖、石碑山角等旅游娱乐用海需求； 5.适当保障港口航运用海需求； 6.经严格论证后，适当保障海上风电用海需求； 7.严禁在曲清河、瀛江、隆江等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能，维持航道畅通； 8.合理控制养殖规模和密度； 9.保障国防安全用海需求。	1.保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统，保护龙虾、鲍、蚝、海龟、海胆等重要渔业品种； 2.严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 3.加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
220	B1-2	珠海-潮州近海农渔业区	东至:117°31’36” 西至:114°26’02” 南至:21°49’34” 北至:23°35’10”	农渔业区	1272845	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2.禁止炸岛等破坏性活动； 3.40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序； 4.经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求； 5.优先保障军事用海需求。	1.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道； 2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
129	A3-26	田尾山工业与城镇用海区	东至:115°50′30″ 西至:115°45′56″ 南至:22°42′55″ 北至:22°48′35″	工业与城镇用海区	4183 15382	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2.保障核电用海需求，在基本功能未利用前，保留浅海增养殖等渔业用海； 3.适当保障港口航运用海需求； 4.围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 5.工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响； 6.加强对围填海、温排水的动态监测和监管。	1.加强海洋环境监测，建立完善的应急体系； 2.基本功能未利用前，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； 3.工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地理范围（东经、北纬）	功能区类型	面积（公顷）岸段长度（米）	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
131	A3-27	湖东-甲子工业与城镇用海区	东至:116°04′10″ 西至:115°57′16″ 南至:22°47′45″ 北至:22°51′01″	工业与城镇用海区	1811 14022	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2.在基本功能未利用前，保留增养殖等渔业用海； 3.适当保障港口航运用海需求； 4.保护砂质海岸； 5.围填海须严格论证，严禁在曲清河、瀛江等河口海域围填海，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 6.工程建设期间采取有效措施降低对周边功能区的影响； 7.加强对围填海的动态监测和监管。	1.保护近岸海域生态环境； 2.基本功能未利用前，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； 3.工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

（2）与田尾山—石碑山农渔业区符合性分析

田尾山—石碑山农渔业区相适宜的海域使用类型为渔业用海，海域使用管理要求包括：严格保护石碑山角领海基点；保障神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海需求，保障防灾减灾体系建设用海需求；适当保障后湖、石碑山角等旅游娱乐用海需求；适当保障港口航运用海需求；经严格论证后，适当保障海上风电用海需求；严禁在曲清河、瀛江、隆江等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能，维持航道畅通；合理控制养殖规模和密度；保障国防安全用海需求。

田尾山—石碑山农渔业区海洋环境保护管理要求：保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统，保护龙虾、鲍、蚝、海龟、海胆等重要渔业品种；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；加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

本项目建设与海洋功能区划符合性分析见表 13.1-4。

表 13.1-4　本项目建设与海洋功能区划符合性分析表

功能区名称	海域使用管理要求	项目建设分析	符合性
田尾山—石碑山农渔业区	1.相适宜的海域使用类型为渔业用海；	用海方式为透水构筑物、非透水构筑物用海及港池用海，可兼顾渔业用海；	符合
	2.严格保护石碑山角领海基点；	项目建设不占用石碑山角领海基点，不会对领海基点地形地貌的稳定造成影响；	符合
	3.保障神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海需求，保障防灾减灾体系建设用海需求；	不占用现有和规划渔港、深水网箱养殖和人工鱼礁用海海域，能够保证其用海需求；	符合
	4.适当保障后湖、石碑山角等旅游娱乐用海需求；	项目距离旅游娱乐用海较远，不会对其产生影响；	符合
	5.适当保障港口航运用海需求；	项目不影响航运，能够保障港口航运用海需求；	符合
	6.经严格论证后，适当保障海上风电用海需求；	本项目建设对海上风电用海没有不利影响，可为海上风电项目提供后勤保障；	符合
	7.严禁在曲清河、瀛江、隆江等河口海域围填海，维护防洪纳潮功能，维持航道畅通；	用海方式为构筑物用海和港口用海，不占用河口，不会影响防洪纳潮功能；	符合
	8.合理控制养殖规模和密度；	不属于养殖用海；	符合
	9.保障国防安全用海需求。	项目建设不会对国防安全用海产生影响。	符合

（4）与周边海洋功能区协调性分析

本项目建设可能对周边海域造成影响的主要是施工期悬沙。本项目施工悬沙影响集中分布在施工点附近，未进入周边其他海洋功能区；营运期禁止其他污染

物排放入海，不会影响周边功能区。因此，本项目建设与周边海洋功能区协调。

综上所述，本项目建设和用海符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）。

13.2 海洋生态红线符合性

海洋生态红线是指依法在重要海洋生态功能区、海洋生态敏感区和海洋生态脆弱区等区域划定的边界线以及管理指标控制线，是海洋生态安全的底线。科学划定广东省海洋生态红线，制定和实施相应管控措施，旨在有效保护全省海洋生态环境、维护海洋生态健康、优化海洋生态安全格局、增强海洋经济可持续发展能力，推进海洋生态文明建设。

2017 年 9 月广东省人民政府原则同意《广东省海洋生态红线》，沿海各地级以上市人民政府和省海洋与渔业厅等有关部门要按照“严标准、限开发、护生态、抓修复、减排放、控总量、提能力、强监管”的总体思路，认真执行海洋生态红线制度，切实做到用最严格的制度保护海洋生态环境，保障我省海洋经济可持续发展。根据广东省海洋与渔业厅印发的《广东省海洋生态红线》，广东全省共划定 13 种类型的海洋生态红线区 268 个，总面积 18163.98 平方公里。

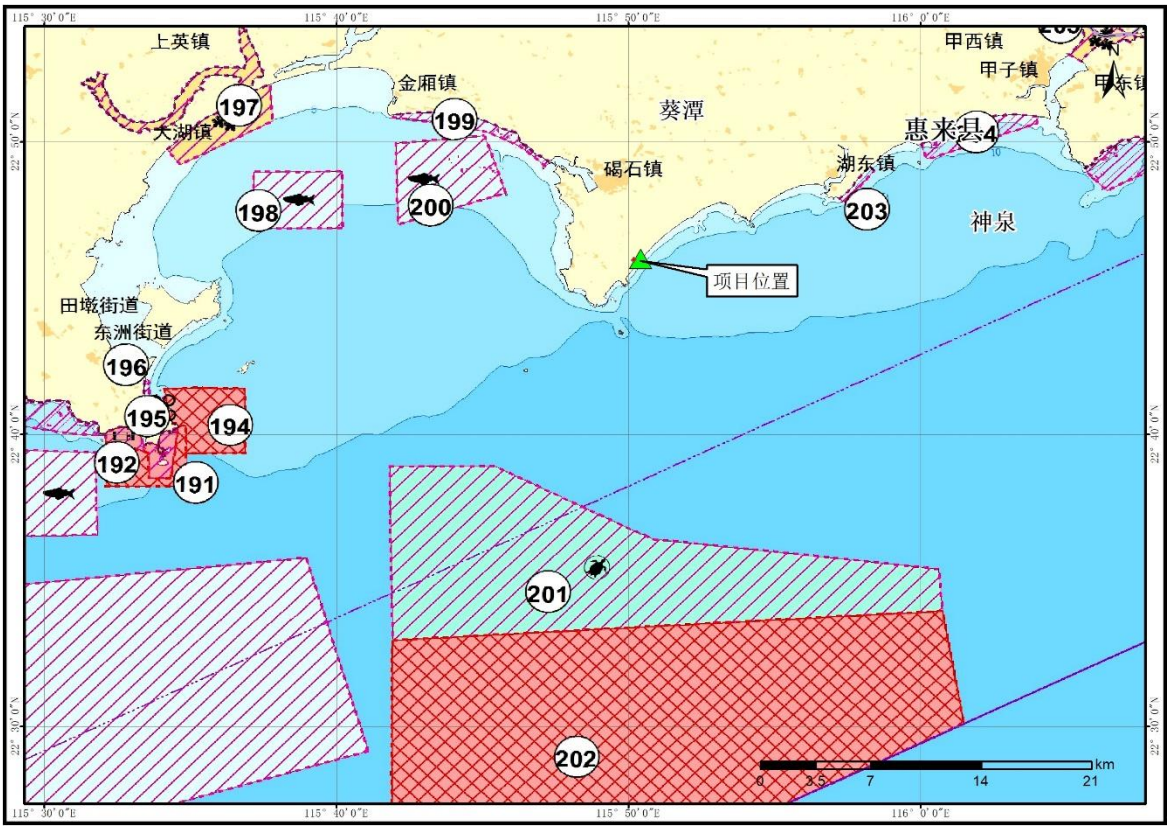


图 13.2-1　项目周边海域海洋生态红线

表 13.2-1　项目附近大陆自然岸线

序号	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置（起止坐标）	岸线长度（m）	生态保护目标	管控措施	备注
185	44-o058	砂质岸线	湖东港	位于甲子湾，起点坐标：115°56′45.827"E，22°48′41.468"N；终点坐标：115°49′16.946"E，22°44′53.819"N。	19521	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。保障不改变自然岸线属性的核电基础设施建设。	含砂质岸线 18378 米，基岩岸线 1143 米。

项目的引桥和港池共占用岸线 250m，位于《广东海洋生态红线》中的湖东港砂质保有岸线（185），其中两个码头占用岸线 48m，港池申请范围占用岸线 202m。根据《广东省海洋生态红线》，湖东港砂质保有岸线（185）的岸线管理要求为：维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。保障不改变自然岸线属性的核电基础设施建设。

本项目不涉及采挖海砂、围填海、倾废等内容，根据湖东港砂质保有岸线的

管理要求，主要分析项目建设对自然岸线的影响。

（1）《广东省海洋生态红线》是基于广东省批复岸线进行划定，目前，本项目所处海域的广东省批复岸线位于现状水域范围内，实际岸线位于广东省批复岸线后方，因此，项目建设对《广东省海洋生态红线》划定的自然岸线的影响极小。

（2）项目建设涉及广东省批复岸线及实际岸线（以下统称为岸线）的位置均为码头、引桥水工构筑物，该构筑物在岸线处均采用高桩平台的结构进行跨越，桩基占用了沙滩，占用沙滩的桩基直径主要为 0.8m 以及 1.2m，其中 1#码头的两个引桥桩基为 0.8m，2#码头后方突堤桩基为 1.2m，桩基间间距在 5m 以上，一般情况下桩基建设对岸线自然属性的改变较小，岸线的自然形态仍可保持在原有水平；项目港池占用岸线长约 202m，无任何水工建设，不会改变岸线自然属性。

（3）项目建设离岸式防波堤，防波堤长度为 1355m，防波堤建设将在一定程度上对海域水文动力环境以及冲淤环境产生影响。根据水动力环境预测，项目建设完成后，防波堤掩护区以及阻挡区的东北沿岸、防波堤的西南沿岸流速有所减少，防波堤外东南海域流速有所增大，1000m 以外流场基本不变；防波堤内淤强较轻，年回淤约 0.15m，防波堤外南部略有冲刷，年冲刷为 0.1m。防波堤建成后，掩护区岸线以淤积为主，防波堤外海岸潮流动力略有下降，波浪动力基本不变。项目建设对水文动力环境和冲淤环境的影响较小。

（4）根据项目岸滩演变分析，本项目的遥感影像历史资料的对比分析，项目所在海域岸线整体后退，后退趋势超出自然演变的阈值。项目岸滩演变数模结果表明，项目建成后冲刷和淤积范围在项目 1km 范围内，最大淤积宽度为 22-34m，最大冲刷宽度为 9.2-18.2m，岸线达到新的平衡需要 7-12 年左右的时间，变动趋势小于历史演变情况。

（5）项目建成后在一定程度上可以减少可能存在的采挖海砂等造成岸线侵蚀的海上活动，同时，项目拟开展岸滩修复生态保护措施（报告 11.4 章节），根据岸滩演变情况开展人工修复，维护周边岸线的自然形态。

总体上，本项目建设不会对沙滩自然冲淤趋势、沙滩自然属性造成严重的影响，沙滩岸线仍可保持原有自然状态，且项目将开展岸滩修复工程，项目建设与维持岸线自然属性、保持自然岸线形态、保护岸线原有生态功能等管理要求无重大冲突，因此，项目建设与《广东省海洋生态红线》相符。

13.3 其他环境保护相关规划符合性

13.3.1 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》符合性

根据广东省人民政府、国家海洋局 2017 年 10 月提出的《广东省海岸带综合保护与利用》，生产空间主要承载支撑经济发展的功能，是集聚临海工业和创新产业的主要平台，一般指资源环境承载能力较高、发展潜力较大、城镇化和人口集聚度较高的重要区域。包括以生产为主的城镇空间和农业空间、以港口开发、临海工业为主的建设用海空间、以渔业生产为主的海洋生物资源利用空间，其中以新能源为主的生产空间面积 2232.8 平方千米，除核电建设外主要为分布在粤东、粤西远海区域的海上风电建设空间，主要分布在粤东的汕头洋东、勒门、海门，揭阳神泉、靖海，汕尾甲子、后湖，珠三角的惠州港口，珠海桂山、金湾，粤西的阳江沙扒、南鹏岛、湛江新寮、外罗、徐闻等临近海域。

本项目为中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目，是广东省重点项目的配套工程，属于新能源产业类型，近期拟利用岸线总长度 275m，拟建设两个码头，一座离岸式防波堤。本项目岸线长度和水域尺度严格按照相关规范标准进行设计，工程建设不影响周边港口岸线使用、港区水域条件满足设计船型的进出港、靠离泊及通航安全需要。因此本项目符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

13.3.2 《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》符合性

2006年，广东省人民政府印发了《广东省环境保护规划纲要（2006-2020年）》，提出了“三区控制、一线引导、五域推进”的总体战略。“三区控制”是指以优化空间布局为突破口，分类指导、分区控制，将全省化为严格控制区、有限开发区和集约利用区。根据生态环境敏感性、生态服务功能重要性和区域社会经济发展差异性等，把全省陆域和沿海海域划分为 6 个生态区、23 个生态亚区和 51 个生态功能区。在此基础上，结合生态保护、资源合理开发利用和社会经济可持续发展的需要，全省陆域划分为陆域严格控制区、有限开发区和集约利用区；结合近岸海域环境功能区划、水质目标和海洋生态保护的要求，近岸海域划分为近岸海域严格控制区、有限开发区和集约利用区，实行生态分级控制管理。

（1）严格控制区

近岸海域严格控制区总面积约 959.9 平方公里，占全省近岸海域面积的13.7%，包括海洋自然保护区、珍稀濒危海洋生物保护区和红树林保护区等区域。

陆域及近岸海域严格控制区内禁止所有与环境保护和生态建设无关的开发活动。陆域严格控制区内要开展天然林保护和生态公益林建设，有效保护原生生态系统、珍稀濒危动植物物种及其生境；近岸海域严格控制区内禁止设置排污口，同时要加强海洋生态环境保护，加快红树林生态恢复，有效保护珍稀濒危海洋生物，避免开设航道和旅游线路。

（2）有限开发区

陆域及近岸海域有限开发区内可进行适度的开发利用，但必须保证开发利用不会导致环境质量的下降和生态功能的损害，同时要采取积极措施促进区域生态功能的改善和提高。陆域有限开发区内要重点保护水源涵养区的生态环境，严格控制水土流失。近岸海域有限开发区内要重点推行科学养殖技术，合理控制养殖密度和规模，滨海旅游区要严格划定边界，并建立完善的管理体系。

（3）集约利用区

近岸海域集约利用区总面积约 1353 平方公里，占全省近岸海域面积的 19.3%，包括工业发展区、排污区、航运发展区、经济开发和围垦区等区域。

农业开发区内要加强生态农业建设、农业清洁生产和基本农田保护，降低化肥和农药施用强度，控制农业面源污染。城镇开发区内要强化规划指导，限制占用生态用地，加强城市绿地系统建设。近岸海域集约利用区内要严格按照近岸海域功能区的范围和功能定位进行有序开发，合理控制围海造地，科学调整工业产业结构和规模，加强治污力度，避免开发建设对周围海域环境产生严重影响。

根据《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》，本项目位于严格控制区，严格控制区内禁止所有与环境保护和生态建设无关的开发活动，制约本项目的落地。

根据《广东省环境保护厅关于规范生态严格控制区管理工作的通知》（粤环函[2014]796 号），受陆丰市人民政府委托，广东智环创新环境科技有限公司开展了项目所在海域严格控制区调整可行性研究。2020 年 6 月，根据《广东省生态环境厅关于对汕尾市近岸海域严格控制区陆丰田尾山岸段调整方案意见的函》

（粤环函〔2020〕392 号），经广东省人民政府同意，将中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目及配套航道区域所占的近岸海域严格控制区范围，由严格控制区调整为有限开发区。

本项目建设对周边环境及生态功能影响分析如下：

（1）项目建设施工作业对周边生态环境的影响主要为项目疏浚破坏底栖生物的栖息环境以及施工悬砂扩散造成一定范围内生物资源的损失。但施工作业时间有限，施工结束后可逐渐恢复生物资源的生境，同时，项目开展增殖放流补偿工作，促进所在区域生物资源的恢复。

（2）项目建成后占用一定的用海空间，但项目引桥采用透水构筑物的方式跨越砂质岸线，尽可能保证水动力环境，保障沙滩的稳定性，且引桥、码头桩基、防波堤表面可供底栖生物着陆繁殖。

（3）项目建成后建设单位将定时开展地形地貌与冲淤环境及岸线跟踪监测，开展岸滩修复等生态修复措施，保护项目所在区域的生态环境，保证项目绿色发展。

（4）本项目是中广核陆丰海洋工程基地项目的配套设施和关键性工程，是广东省重点项目，属于新能源产业类型。目前陆域海洋工程基地已经基本落地开展，园区各企业产品外运均需要通过本工程建设的码头进行出运，码头建设属于项目的关键环节，项目选址位于该区域具有唯一性。

因此，本项目施工期应严格控制施工范围，采取本项目所提的污染防治措施，做好施工期污染防治工作，营运期对港口生活污水、船舶含油污水及固体废物等采取收集处理措施，加强海洋生物资源跟踪监测等，在此前提下，本项目与有限开发区的管理要求一致，与《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》相符。



图 13.3-1　拟调出区域范围与工程及航道关系



图 13.3-2　调整后调出区域近岸海域生态控制分级情况

13.3.3 《广东省近岸海域环境功能区划》符合性

为了保护和改善广东省海洋生态环境，防止海洋环境污染，保证沿海地区经济发展战略的实施和社会、经济、环境协调发展及海洋资源的永续利用，广东省1999 年制订了《广东省近岸海域环境功能区划》，该功能区划主要适用于广东省管辖的近岸海域。

因项目所在区域开发的需要，汕尾市政府开展了广东陆丰（粤东田尾）核电

厂段近岸海域环境功能区划的调整，根据广东省人民政府的回函《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤府函[2013]127 号）（附件 11），本项目位于“碣石港口工业用海功能区”，识别号 405B，主要功能为港口、工业，水质目标为三类。

本项目工程内容为码头和防波堤工程，工程用海期间，除了施工期有短暂的施工悬沙入海污染，运行期禁止污染物排海，对海洋生态环境影响较小，能够满足该功能区的水质目标要求。因此，本项目的建设符合《广东省近岸海域环境功能区划》的环境管理要求。



图 13.3-2　项目所在广东省近岸海域环境功能区划图

13.3.4 《近岸海域环境功能区管理办法》符合性

1999 年 11 月 10 日经国家环境保护总局局务会议原则通过《近岸海域环境功能区管理办法》。根据《近岸海域环境功能区管理办法》，三类近岸海域环境功能区包括一般工业用水区、海滨风景旅游区等；三类近岸海域环境功能区应当执行不低于三类的海水水质标准。

对近岸海域功能区相关管理要求为：对入海河流河口、陆源直排口和污水排海工程排放口附近的近岸海域，可确定为混合区；在一类、二类近岸海域环境功

能区内，禁止兴建污染环境、破坏景观的海岸工程建设项目；禁止破坏红树林和珊瑚礁；在近岸海域环境功能区内可能发生重大海洋环境污染事故的单位和个人，应当依照国家规定制定污染事故应急计划。

本项目为中广核陆丰海洋工程基地码头，所在近岸海域环境功能区为三类；项目所在海域不属于入海河流河口、陆源直排口和污水排海工程排放口附近的近岸海域；项目选址周边无红树林或珊瑚礁；项目施工和营运期发生重大海洋环境污染事故的可能性很小，已按照相关规范制定了污染事故应急计划。因此，本项目建设与《近岸海域环境功能区管理办法》相符。

13.3.5 《广东省近岸海域污染防治实施方案（2018-2020 年）》符合性

为打好污染防治攻坚战，大力实施近岸海域环境综合整治，经广东省政府同意，省环境保护厅与省海洋与渔业厅联合印发并于 2018 年 7 月 24 日公布《广东省近岸海域污染防治实施方案（2018—2020 年）》。《广东省近岸海域污染防治实施方案》提出了“促进沿海地区产业转型升级、控制陆源污染排放、加强海上污染源控制、保护海洋生态、防范近岸海域环境风险、推动粤港澳大湾区近岸海域环境持续改善、明确和落实各方责任、加强信息共享和公众参与”八大重点工作，根据项目所处地理环境位置及项目建设内容，主要开展项目建设与“保护海洋生态和防范近岸海域环境风险”重点工作的分析。

保护海洋生态要求为：1、认真落实《广东省海洋生态红线》；2、严格控制围填海等开发建设活动。3、加大自然岸线保护力度。4、保护典型海洋生态系统和重要渔业水域。5、加强海洋生物多样性保护。6、推进海洋生态整治修复。

防范近岸海域环境风险要求为：1、加强沿海工业企业环境风险防控。2、防范海上溢油及危险化学品泄漏风险。

项目建设与《广东省海洋生态红线》符合性分析；项目建设不涉及围填海开发活动；项目建设占用自然岸线，但项目建成后对所处岸线进行保护和修复，能够满足占用自然岸线的保护的要求；项目建设不影响典型海洋生态系统和重要渔业水域；项目建设对海洋生物造成一定影响，主要存在于施工期阶段，但这种影响是暂时的，在施工结束后逐渐消失；项目营运期对海洋生物的影响较小，项目

将开展增殖放流生态补偿工作，总体对海洋生物影响较小。

项目在施工期和营运期存在相关海域环境风险，主要为溢油风险，对此，本报告提出可控可行的溢油风险防控措施，满足防范近岸海域环境风险的要求。

此外，《广东省近岸海域污染防治实施方案（2018-2020）》对特定目标点入海河流的水质提出了达标要求，项目所在的海域不在本次实施方案范围内。

因此，本项目建设与《广东省近岸海域污染防治实施方案（2018-2020）》相符。

13.3.6 《汕尾市环境保护“十三五”规划》符合性

2017 年 12 月，汕尾市环境保护局印发了《汕尾市环境保护“十三五”规划》，提出的总体思路为：“以生态文明建设为统领，夯实‘生态保护红线、环境质量基线、排放总量上线、环境安全底线’，全面提升环境保护的管控、治理、服务水平与能力，为全市率先全面建成小康社会和建设‘美丽汕尾’奠定坚实环境基础”。重点任务包括：加快构建绿色发展新格局；改善生态环境；促进资源节约；倡导绿色低碳生活；加强生态文明制度建设。

本项目拟建设陆丰海洋工程基地码头。工程的建设满足广东省沿海可再生能源开发发展战略的需求，尤其是对汕尾地区经济发展具有强有力的促进作用。本工程能够解决粤东海上风电建设中风机大（重）件设备设施的出海运输难题，降低运输成本，同时为粤东海上风电场运行维护提供基本保障。从大局看，本项目建设符合可持续发展的原则和国家能源产业发展政策，可减少化石资源的消耗、推动可再生资源开发利用，缓解环境保护压力，有利于加快构建绿色发展新格局。因此，本项目与《汕尾市环境保护“十三五”规划》的要求是相符的。

13.3.7 《汕尾港总体规划》（2013 年）符合性

《汕尾港总体规划》（2013 年）以“统筹规划、远近结合、深水深用、合理开发、有效保护”作为规划原则，在注重港口可持续发展的同时，促进港口及附近相关区域的土地、海洋资源综合开发及经济、社会和环境的可持续发展，将汕尾港划分为海丰港区、汕尾港区、汕尾新港区、陆丰港区等 4 个港区，其中，海丰港区以装卸散货、石化品、水泥为主，件杂货、集装箱装卸为辅的综合性港区，

为电厂、石化基地和海丰县生产生活服务；汕尾港区维持现有发展规划，远景货运功能逐步退化；汕尾新港区装卸散货、件杂货、集装箱等货种的大型多功能港区，是汕尾市发展临港工业的重要组成部分；陆丰港区装卸散货、件杂货为主的综合性港区，主要承担宝丽华电厂燃料煤的供应、腹地煤炭中转、煤炭储运基地煤炭进出，汕尾非金属矿石出运。

规划陆丰港区由乌坎、碣石、湖东三个作业区组成。其中乌坎作业区保持现有规模不变，今后根据港口发展的需要再进行适当的技术改造。乌坎作业区现有码头为乌坎货运码头，码头长度 125m，共有 2 个 500 吨级泊位。碣石作业区位于碣石镇以西，金鼎山南部约 2 公里，距离拟建陆丰核电站 5 公里以外，符合有关部门“陆丰核电站方圆 5 公里内为限制发展区域”的要求。规划布置 4 个 10000DWT 通用泊位。湖东作业区规划布置 2 个 100000DWT-150000DWT 散货泊位和 1 个 3000DWT 重件泊位。

本项目海上风电件杂货码头，与陆丰港区的定位一致，目前，陆丰港区规划乌坎、碣石、湖东三个作业区，因此，基于本项目针对陆丰港区开展规划调整，详见 13.3.9 章节。

13.3.8 《汕尾港总体规划环境影响报告书》（2013 年）符合性

根据《汕尾港总体规划环境影响报告书》（2013 年），汕尾港包括海丰港区、汕尾港区、汕尾新港区、陆丰港区等 4 个港区。汕尾港共规划港口岸线长度 33.2km，包括小漠岸线、鲘门岸线、马宫岸线、城区岸线、大华岸线、白沙湖岸线、白沙半岛南部岸线、金屿岛岸线、小澳岸线、乌坎岸线、金厢岸线、碣石岸线、田尾山岸线、三洲澳岸线、湖东岸线、麒麟山岸线和甲子岸线。其中，田尾山岸线位于碣石田尾山，岸线长度 200m，规划该岸线作为碣石核电厂重件码头使用的岸线。

本项目岸线位于田尾山东侧，不属于上述岸线。

因此，本项目不在《汕尾港总体规划环境影响报告书》（2013 年）评价范围内。

13.3.9 《汕尾港陆丰港区规划调整方案》符合性

为了适应新形势、新要求，立足新起点、新高度，促进汕尾港陆丰港区可持续发展。汕尾市交通局开展了《汕尾港陆丰港区规划调整方案》编制工作，并通过广东省交通运输厅组织的专家评审会。2020 年 6 月，《汕尾港陆丰港区规划调整方案（报批稿）》取得汕尾市人民政府的批复（附件 3）。

《汕尾港陆丰港区规划调整方案》提出：陆丰港区是汕尾港的重点发展港区和核心港区之一；是陆丰市生产生活物资供应的重要平台；是汕尾市发展海洋产业的核心引擎；主要为临港工业，能源保障、海洋能源开发的原材料、产品、设备等提供运输服务为主，兼顾为周边地区提供转运服务；以装卸大宗散货、件杂货为主，集装箱为辅；近期加快发展临港工业、能源保障、现代物流产业为主，逐步发展为设施先进、管理高效、效益显著、文明环保、港城协调的综合性港口。

根据《汕尾港陆丰港区规划调整方案》，陆丰港区由乌坎、碣石、湖东三个作业区以及田尾山港点组成，其中，田尾山港点位于田尾角，西侧为碣石核电厂重件码头。东侧规划布置 2 个 5000DWT~10000DWT 风电专用泊位。

根据《汕尾港陆丰港区规划调整方案》，陆丰港区共规划港口岸线 8855m，其中深水岸线 6900m，预留发展岸线长度 5900m，包括乌坎岸线、金厢岸线、碣石岸线、田尾山岸线、三洲澳岸线、湖东岸线、麒麟山岸线和甲子岸线，其中，田尾山岸线位于碣石田尾山，岸线长度 475m，分为两段岸线，分别位于田尾角东侧和西侧，西侧规划岸线 200m，作为碣石核电厂重件码头使用岸线，东侧规划岸线 275m，规划作为风电专用泊位使用岸线。

本项目为中广核陆丰海洋工程基地码头，属于田尾山东港点，为田尾山岸线的东侧规划岸线，规划岸线 275m，本项目占用岸线 250m，在规划岸线范围内。

本项目能够解决粤东海上风电建设中风机大（重）件设备设施的出海运输难题，降低运输成本；同时为粤东海上风电场运行维护提供基本保障，本项目码头功能与《汕尾港陆丰港区规划调整方案》中提出“为临港工业，能源保障、海洋能源开发的原材料、产品、设备等提供运输服务为主”高度一致。本项目建设包含有两座码头，除了为海上风电等能源保障工程提供运输服务，同时可兼顾周边地区转运服务，促进陆丰港区现代物流产业发展，与《汕尾港陆丰港区规划调整方案》的相关功能规定高度符合。

本项目功能定位及设计与《汕尾港陆丰港区规划调整方案》一致，因此，本项目建设与《汕尾港陆丰港区规划调整方案》相符合。

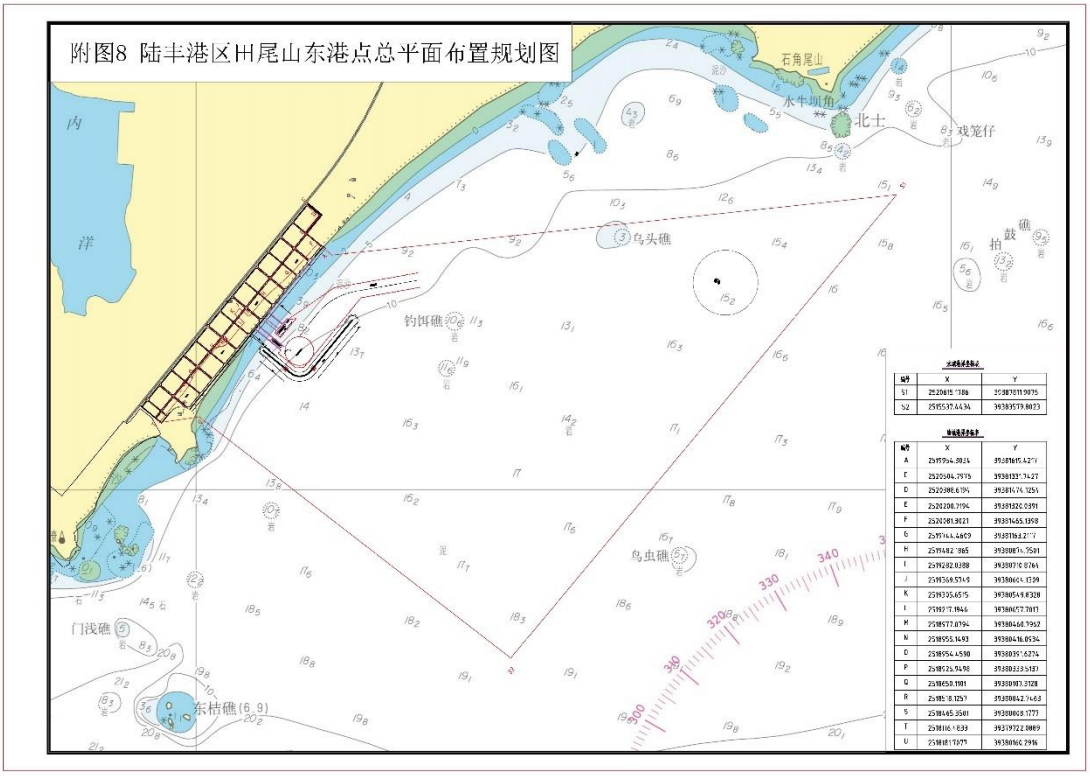


图 13.3-3　陆丰港区田尾山东港点总平面布置规划图

14 环境管理与环境监测

14.1环境保护管理计划

自然资源主管部门应定期对用海项目进行监控和管理，除核算用海面积、审批海域使用用途外，对海域使用资源的监控应以监测为主。

建设项目海洋环境影响跟踪监测的目的是通过对用海项目对海洋环境产生的影响进行跟踪监测，了解和掌握本项目在用海过程中对水质、沉积物、生物、冲淤环境的影响，评价其影响范围和影响程度，并重点加强项目周边海域的淤积观测。

建设单位应委托有资质的环境监测部门，对项目影响范围内的海洋资源环境进行监测，并将监测结果呈报海洋行政主管部门。

14.2环境监理计划

环境监理是工程（建设）监理的派生分支，着重工程建设中环境的维护，因此是环境保护工作的一个方面，是工程建设中环境保护的重要内容，是工程监理的重要组成部分，同时又具有相对社会化和专业化的独立性。

实施环境监理的目的是使施工现场的环境监督、管理责任分明，目标明确，并贯穿于整个工程实施过程中，从而保证环境保护设计中各项环境保护措施能够顺利实施，保证施工合同中有关环境保护的合同条款切实得到落实。

14.2.1 施工前环境监理计划

（1）审核污染防治的方案

根据具体项目的工艺设计，审核施工工艺中的“三废”排放环节，排放的主要污染物及设计中采用的治理技术是否先进，治理措施是否可行。污染物的最终处置方法和去向，应在工程前期按有关文件规定和要求，做好计划，审核整个工艺是否具有清洁生产的特点，并提出合理建议。

（2）审核施工承包合同中的环境保护专项条款

施工单位必须遵循的环境保护有关要求，以专项条款的方式在施工承包合同中体现，并在施工过程中据此加强监督管理、检查、监测，以减少施工期对环境

的污染影响，同时应对施工单位的文明施工及施工环境管理水平进行审核。

14.2.2 施工时环境监理计划

工程施工阶段的监理任务是：管理，即有关监督、环境、质量和信息的收集、分类、处理、反馈及储存的管理；协调，即对业主和承包商之间、业主与设计单位之间及工程建设各部门之间的协调组织工作；控制，即质量、进度、投资控制。环境监理工作可委托具有资质的环境监理机构负责实施。

本报告所说的环境监理主要指本工程施工期针对海洋环境保护的监理。主要有以下内容：

（1）对工程进度进行监理，在当地经济生物繁殖期尽量少施工，其他时间加快施工进度；

（2）对工程安全进行监理，如施工船舶是否在预定区域内施工、是否与当地港务部门协调并发布通航公告等，防止船舶碰撞、溢油导致海洋环境污染；

（3）对环保工程费用监理，保证环保设施的配备和环保措施得到执行；

（4）收集各种有关信息，包括工程区周围利益相关者的投诉意见和建议，施工人员的环保经验等；

（5）召开会议，对各阶段的各种环保措施执行情况进行审核，根据环境监测结果是否达标，及时调整施工进度和计划，总结和改进环保措施等。

14.2.3 营运时环境监理计划

营运期环境监理的基本任务有两方面，一是控制污染物的排放量，二是避免污染物对环境质量造成损害。营运期环境监理计划主要包括以下几个方面的内容：

（1）各类污水得到合理的处理，杜绝水污染事故；

（2）固体废物实现安全卫生处置，不污染周围水域水体环境和破坏生态环境；

（3）成立环境安全管理机构，配专职人员，负责检查和落实各项安全、环保措施；

（4）培训员工，提高职工的环保意识。

14.3环境监测计划

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握施工期和营运期周围海域的环境变化情况，从而反馈给工程决策部门，为本工程的环境管理提供科学依据。根据本工程特点，本次评价环境监测包括施工期和营运期环境监测。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制订本次评价的环境监测计划。

14.3.1 施工期环境监测计划

（1）水质环境监测

①监测站位：在项目区域设置 9 个站位（图 14.3-1）。

②监测项目：DO、COD、SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐、Pb、Zn、Cu 和 Cd。

③监测频率：本项目施工期为 18 个月，施工开始后每半年监测一次，施工结束后进行一次后评估监测。

（2）沉积物环境监测

①监测站位：在上述水质监测断面上选取 6 个测站。

②监测项目：石油类、有机碳、硫化物、Cu、Cd、Pb、Zn。

③监测频率：沉积物监测与水质监测同步。

（3）海洋生物监测

①监测站位：与沉积物监测站位相同。

②监测项目：底栖生物、浮游植物、浮游动物、游泳动物、鱼卵仔鱼。

③监测频率：海洋生物监测与水质监测同步。

（4）海底冲淤动态监测

①监测内容：剖面地形重复测量，根据重复监测资料分析本项目建设前后冲淤变化趋势；剖面水下地貌侧扫，分析本项目建设前后地貌演化特征；沿剖面采集表层样，分析本项目建设前后剖面上底质变化趋势；订购并解译每年春季和秋季工程区附近卫星遥感影像各一幅，对比分析工程区岸段整体的岸线变化情况。

②监测范围：从项目用海最外侧至淤积可能影响的区域。

③剖面布设：垂直岸线方向设置三条海底冲淤动态监测剖面。

④监测频率：施工期进行一次，施工结束后进行一次。

（5）完成单位

建设单位以有偿服务的方式，委托有资质的监测部门实施监测计划。

14.3.2 营运期环境监测计划

（1）海底和岸滩冲淤动态监测

①监测内容：与施工期相同。

②监测范围：与施工期相同。

③剖面布设：与施工期相同。

④监测频率：每年监测一次。

（2）执行单位和监督单位

通过实施营运期的环境监测计划，全面及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或周围其它用海不利的环境变化，应加密监测频次，并根据实际情况，制定必要的工程补救措施或环保措施；若没有发现由项目建设引起的大的海底冲淤变化，则可逐渐降低监测频率。营运期监测可委托有资质的监测单位具体执行，并由当地海洋环境保护行政主管部门进行监督指导。监测单位应编制监测报告报送项目环境管理办公室及当地海洋环境保护行政主管部门。

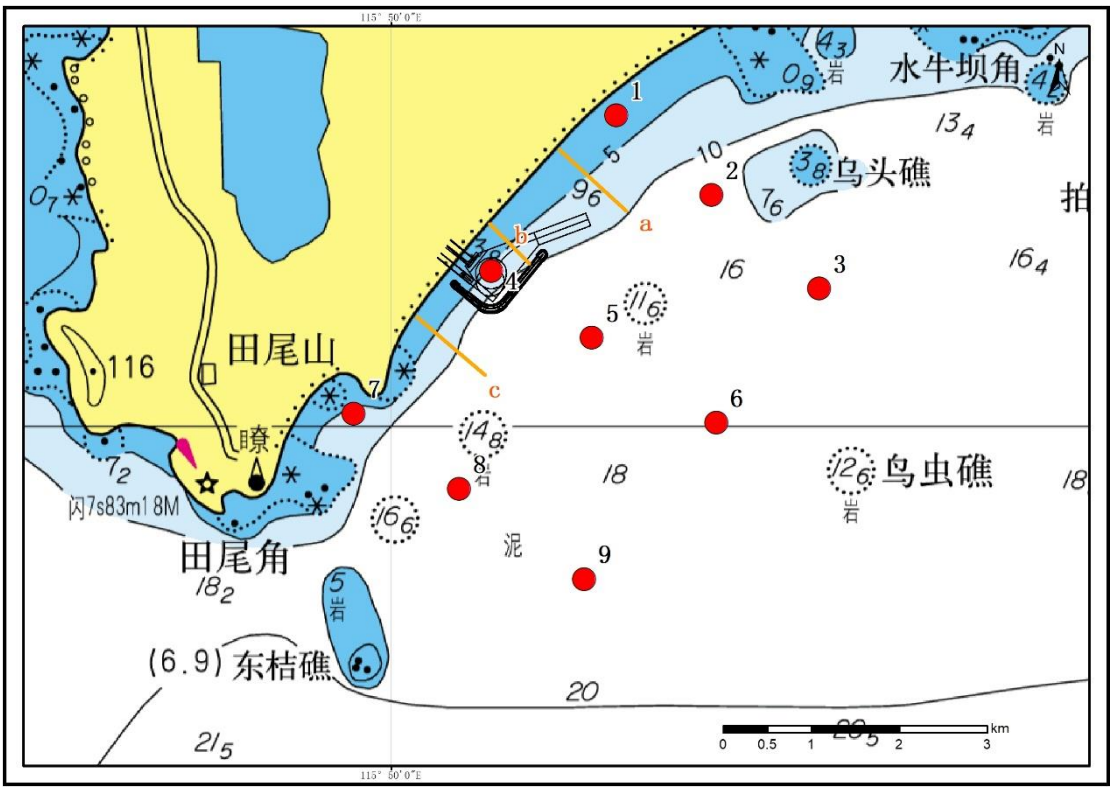


图 14.3-1　跟踪监测站位布置示意图

表 14.3-1　跟踪监测监测站位坐标及监测内容表

站位	经度	纬度	监测内容
a	115°50'36.95"E	22°45'18.85"N	冲淤监测断面
b	115°50'53.53"E	22°46'00.48"N	冲淤监测断面
c	115°51'32.44"E	22°46'18.09"N	冲淤监测断面
1	115°51'28.196"E	22°46'53.209"N	水质、沉积物、生物
2	115°52'5.674"E	22°46'24.248"N	水质、沉积物、生物
3	115°52'47.911"E	22°45'50.320"N	水质
4	115°50'39.118"E	22°45'56.664"N	水质、沉积物、生物
5	115°51'18.678"E	22°45'32.390"N	水质、沉积物、生物
6	115°52'7.458"E	22°45'1.493"N	水质
7	115°49'45.280"E	22°45'4.803"N	水质、沉积物、生物
8	115°50'26.625"E	22°44'37.491"N	水质、沉积物、生物
9	115°51'15.703"E	22°44'4.659"N	水质

14.3.3 竣工环境保护验收

根据《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，工程建成后应及时向海洋主管部门申请环保验收，对各项环保工程措施“三同时”的落实情况、效果及工程建设对环境影响进行调查。本项目环保验收内容见表 14.3-2。

表 14.3-2　项目“三同时”环保验收内容一览表

序号	污染防治类别	验收内容	环保验收措施	依据的排放标准或相关规定
1	废水	施工现场是否设置沉淀池对施工废水和初期雨水污水收集；施工现场是否对生活污水进行定期清理。	检查相关交接手续	《建设项目环境保护管理条例》
		施工船舶含油污水是否交由有能力的单位接收处理；是否就船舶油污扩散采取措施。	检查相关交接手续	《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)
2	固体废物	施工人员生活垃圾是否分类收集并设有贮存设施，是否统一纳入市政垃圾处理系统；	检查相关交接手续	《建设项目环境保护管理条例》
3	疏浚物	疏浚范围、疏浚量、疏浚物去向相关证明文件	检查相关交接手续	《中华人民共和国海洋倾废管理条例》
4	大气	施工期是否对输运沿线、工程区进行了喷洒水等措施；建筑材料运输车辆是否采取了封闭车厢；车辆是否采用无铅燃料油。	检查相关交接手续	《建设项目环境保护管理条例》
5	噪声	施工期运输车辆经过沿线大型敏感点时是否禁止鸣笛，并减速慢行。	检查相关交接手续	《建设项目环境保护管理条例》

序号	污染防治类别	验收内容	环保验收措施	依据的排放标准或相关规定
6	环境管理	是否配备有环境管理人员及相应的仪器设备；是否制定了相应的环境管理制度；是否采用施工方案和工艺规定的施工设施设备。	检查相关交接手续	《建设项目环境保护管理条例》
7	生态补偿	是否做好经济补偿；施工期是否开展项目附近海域的水质监测；疏浚施工过程中是否采用对水体扰动小的挖泥船等船只和设备	检查相关交接手续	《建设项目环境保护管理条例》
8	风险防范	施工期施工船舶是否按照要求配备应急设备	检查相关交接手续	《建设项目环境风险评价技术导则》

15 环境影响评价结论

15.1工程分析结论

15.1.1 工程概况

中广核陆丰海洋工程基地水工工程（码头）项目位于广东省陆丰市碣石镇沿海区域，陆丰核电一期工程进厂道路东南侧，距离陆丰核电一期工程约 3km，紧邻陆丰海洋工程基地。其地理位置为东经 115° 50′ 28.191″，北纬 22° 46′ 04.211″，西距汕尾市 49km，东距汕头市 105km，地理位置优越，水路交通十分便利。项目为陆丰海洋工程基地配套水工工程项目，为海洋工程基地主要物料来源和产品提供基础条件。本工程拟建设 2 个码头、3 个泊位及相应配套设施，码头总长 361m，年设计通过能力 144.4 万吨，建设防波堤 1 座，防波堤总长度为 1355m。

本项目用海类型为工业用海中的电力工业用海，申请用海方式包括非透水构筑物、透水构筑物和港池、蓄水等，本项目申请用海总面积为 41.2238 公顷，其中非透水构筑物（防波堤）用海面积为 13.1773 公顷，透水构筑物用海面积为 1.4525 公顷（码头 1 用海面积为 0.9307 公顷，码头 2 用海面积为 0.511 公顷，绞揽墩用海面积为 0.0036 公顷，靠船墩 1 用海面积为 0.0036 公顷，靠船墩 2 用海面积为 0.0036 公顷），港池、蓄水用海面积为 26.594 公顷（港池 1 用海面积为 0.8015 公顷，港池 2 用海面积为 0.8881 公顷，港池 3 用海面积为 24.9044 公顷）。

15.1.2 工程各阶段污染源

15.1.2.1 施工期污染负荷

施工期水环境污染主要包括港池航道疏浚、码头建设、防波堤建设等产生的悬浮物，施工船舶含油污水和海陆域生活污水。其中，抛石施工过程中悬浮泥沙源强 1.22kg/s，港池航道疏浚采用 2500m^3/h 绞吸式挖泥船作业悬浮物源强为 3.86kg/s，陆域纳泥区溢流源强为 0.278kg/s，桩基悬浮物泄漏源强为 0.15kg/s。产生的含油污水量约为 2.04t/d，石油类产生量约为 22.44kg/d。项目施工期船舶、陆域产生的污水量为 6.12m^3/d。

施工期的固体废物主要有生活垃圾等。其中，陆域生活垃圾每天产生量约60kg，固体废物统一收集后交由环卫部门处理。

大气污染主要来自于施工过程中产生的粉尘和施工机械排放的废气。这种影响是暂时的，将随施工的结束而逐渐消失。

噪声源主要是施工机械、设备和交通运输车辆等。施工机械、设备和交通运输车辆等产生的噪声会对工程区附近声环境造成一定影响。

15.1.2.2 营运期污染负荷

项目营运期的废水主要为海陆域生活污水及船舶含油污水。其中，海陆域生活污水排放量约为 3.6m^3/d，船舶含油污水石油类产生量总计约为 39.875kg/d。

项目营运期的废弃主要为船舶废气，产生的 NOx 和 SO_2 排放量分别为0.032kg/h、0.045kg/h。

项目营运期噪声主要为码头到港船舶产生的噪声。其噪声值在 75～105dB(A)。

项目营运期固体废物主要为港区人员生活垃圾及船舶停靠可能产生的废机油等危废。港区工作人员生活垃圾产生量为 75kg/d，由环卫部门定时清运；船舶生活垃圾产生量为 30kg/d，收集后定期交由环卫部门处理；危废产生量约为 0.2t/a，集中收集后交由有危险废物处理资质的单位回收处理。

15.1.2.3 工程非污染环节

项目港池疏浚改变了海域的自然水深，防波堤的建设改变海域的潮流特征，工程后将引起工程及附近海域海洋水文动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。

疏浚、桩基施工、抛石等施工使局部范围内海域产生高浓度的悬浮泥沙，对海域生态环境产生一定的影响。在施工结束后，影响消失。防波堤占用一定的海域，使该海域潮间带生物或底栖生物发生永久性损失，造成部分底栖生物的直接死亡，对海域生态环境产生一定的影响。工程改变区域自然环境和生态环境，可能对工程区域局部海域的生态适宜性和生物多样性产生影响。

15.2环境现状分析与评价结论

15.2.1 水环境质量现状

春季：评价结果表明，调查海区海水环境质量一般，溶解氧、总无机氮、pH值、COD、铜、铅、锌、镉、铬、砷、石油类均符合所在功能区划的海水水质执行标准。部分站位活性磷酸盐、汞超标，一类海水水质评价标准中的活性磷酸盐超标率为76%，汞超标率为4%，二类海水水质评价标准中所有监测因子均符合二类水质标准;三类海水水质评价标准中的活性磷酸盐超标率为20%,汞未超标。总体上看,活性磷酸盐超标率为48.78%,与项目周边高位养殖区水体污染有关；汞超标率为2.44%，仅为L41站位汞超标，与周边其他站位的调查结果存在一定差异，认为汞为异常超标。

秋季：调查期间各站位海水石油类、锌、镉、铜、pH、溶解氧、总铬、化学需氧量、铅、砷和汞等测项均符合所在功能区划海水水质标准，无机氮和活性磷酸盐有不同程度的超标。一类海水水质评价标准中的活性磷酸盐超标率为96.97%，无机氮超标率为 12.12%；二类海水水质评价标准中所有监测因子均符合二类水质标准。总体上看，无机氮超标率为 10.53%，活性磷酸盐超标率为84.21%，其他监测因子均符合所在功能区划执行标准。本次调查无机氮和活性磷酸盐的超标主要为项目周边高位养殖区造成水体污染。

15.2.2 沉积物环境质量现状

结果表明，调查海区表层沉积物中各项检测指标有机碳、石油类、砷、硫化物、锌、镉、铅、铜、铬和总汞均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物质量良好。

15.2.3 海洋生物生态环境现状

春季调查表层叶绿素 a 含量的平均值为 1.47mg/m^3，变化范围介于 0.33～4.47mg/m^3之间，变化幅度较小；底层叶绿素a含量的平均值为4.28mg/m^3，变化范围介于1.09～10.87mg/m^3之间，变化幅度较大。

春季调查初级生产力的平均值为 39.96mgC/（m^2·h），变化范围在 5.38～102.02mgC/（m^2·h）之间，变化幅度较大。

春季调查浮游植物密度总量较低，平均为33.95×10^3cells/L，表、底层分别为

35.73×10^{3}cells/L 和 32.17×10^{3}cells/L，表层浮游植物密度高于底层。调查海区主要优势种在水体表层集中为少数种类，主要为小等刺硅鞭藻和中肋骨条藻。调查海区浮游植物丰富度平均值、均匀度平均值、多样性指数平均值分别为 3.87、0.71、2.08。

春季调查浮游动物总个体密度介于 18.00~128.80ind/m³之间，多样性指数和均匀度均值分别为 3.15 和 0.78；调查海区多样性指数介于 0.52~3.84 之间，均匀度指数介于 0.20~0.87 之间。

春季调查初步鉴定共有大型底栖生物 11 门 91 科 151 种，平均总密度为 243ind/m^2，平均总生物量为 18.94g/m^2，多样性指数 *H'*的平均值为 2.49，均匀度指数 *J* 的平均值为 0.88，丰度指数 *d* 的平均值为 3.16，优势度指数 *D* 的平均值为 0.14。

春季调查经鉴定潮间带生物共 8 门 68 科 110 种，本次调查共有 6 条断面，其中 LFD2 和 LFD4 断面为岩相，物种数分别为 36 种和 37 种。其余 4 条为沙滩断面 LFD1、LFD3、LFD5 和 LFD6 物种数分别为 14、17、26 和 33 种。两条岩相断面的平均栖息密度为 605ind/m^2，4 条沙滩断面的平均栖息密度为 290ind/m^2，2 条岩相断面平均生物量为 1060.61g/m^2，4 条沙滩断面的平均生物量为 138.85g/m^2。

春季调查鱼卵仔鱼的种类为 32 种（含未定种），鱼卵数量均值为 1460.7ind/100m^3，数量为 48.1~20088.1ind/100m^3，以鳀为主。仔鱼平均数量为 8.7ind/100m^3，数量为 0~123.2ind/100m^3，以小沙丁鱼属、鲷属和美肩鳃鳚为主。

春季调查共出现游泳动物 100 种，其中，鱼类种类数最多，为 67 种，占所有出现种类数的 67.0%；重量密度分布范围为 113.915～824.681kg/km^2，平均重量密度为 300.759kg/km^2，丰富度指数 *D* 范围为 2.339～4.475，平均为 3.4743。多样性指数 *H* 范围为 1.619～2.482，平均为 2.0798；均匀度指数 *J* 范围为 0.4796～0.7684，平均为 0.647。

秋季调查叶绿素 a 含量范围是（0.70~1.55）mg/m^3，平均值为 1.17mg/m^3。初级生产力变化范围是（34.69~270.25）mg·C/m^2·d；平均值是 145.70mg·C/m^2·d。

秋季调查共鉴定到浮游植物 4 门 46 属 111 种（包括变型及变种）。细胞密度介于（1.29~6.86）×10^{5}cells/m^3 之间，平均细胞密度为 2.49×10^{5}cells/m^3。丰富度

指数（*D*）介于 1.39~3.06 之间，平均值为 2.51；多样性指数（*H'*）介于 1.57~4.23 之间，平均值为 3.67；均匀度指数（*J'*）介于 0.33~0.75 之间，平均值为 0.66。

秋季调查共鉴定到浮游动物 7 类 31 属 31 种。浮游动物丰度范围为(1.85~22.76)ind/m^3，平均丰度为 8.80ind/m^3；生物量范围为（1.40~10.63）mg/m^3，平均生物量为 3.88mg/m^3。丰富度指数范围在 0.98~4.50 之间，平均值为 3.01；多样性指数范围在 2.10~3.08 之间，平均值为 2.56；均匀度指数范围在 0.74~0.95 之间，平均值为 0.86。

秋季调查共鉴定到大型底栖生物 8 门 40 科 58 种。栖息密度的范围为(4.98~24.88)ind/m^2，平均密度为 11.59ind/m^2；生物量的范围为(0.04~2.75)g/m^2，平均生物量为 0.68g/m^2。均匀度的范围为 0～1.00，平均值为 0.56；丰富度的范围为 0～0.86，平均值为 0.34；多样性指数的范围为 0～2.32，平均值为 1.04。

秋季调查共采获潮间带生物 39 科 54 种。高潮区平均栖息密度为 70.20ind/m^2，平均生物量为 3.21g/m^2；中潮区平均栖息密度为 68.92ind/m^2，平均生物量为 160.72g/m^2；低潮区平均栖息密度为 158.67ind/m^2，平均生物量为 220.04g/m^2。

秋季调查共鉴定出鱼卵仔鱼共 6 科 6 种，水平拖网共采获鱼卵 641 粒，仔稚鱼 15 尾。垂直拖网采集到的鱼卵密度范围为(0~0.96)粒/m^3，平均密度为 0.37 粒/m^3，采集到的仔稚鱼密度范围为(0~0.26)粒/m^3，平均密度为 0.02 粒/m^3。

秋季调查共鉴定出游泳动物 73 种，其中鱼类 43 种，头足类 5 种，甲壳类 25 种。游泳动物的平均渔获率为 5.84kg/h。游泳动物的资源密度约为 525.74 kg/km^2。重量密度多样性指数*(H')*均值为 0.66，均匀度指数(*J'*)均值为 0.14，丰富度指数(*d*)均值为 3.45。

15.2.4 海洋生物质量现状

秋季航次全部鱼类中铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷和石油烃符合评价标准。甲壳类中铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷和石油烃均符合评价标准。软体类（棒锥螺）中铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷和石油烃均符合相应的评价标准。贝类（双壳类）中汞、砷、石油烃符合评价标准。在 15 个贝类（双壳类）样品中，共有 2 个生物样品铜含量超过海洋生物质量一类标准，有 15 个站位的生物样品铅含量超过海洋生物质量一类标准，有 3 个生物样品锌含量超过海洋生物质量一

类标准，有 6 个生物样品镉含量超过海洋生物质量一类标准，有 1 个生物样品铬含量超过海洋生物质量一类标准。

春季全部鱼类、甲壳类和软体动物中铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷和石油烃符合评价标准。双壳贝类中铜、镉、汞、砷、石油烃符合评价标准，在 10 个贝类（双壳类）样品中，共有 5 个生物样品铅含量超过海洋生物质量一类标准；有 1 个站位的生物样品锌含量超过海洋生物质量一类标准；有 2 个生物样品镉含量超过海洋生物质量一类标准。

秋季鱼类、头足类和甲壳类生物样品中各项指标均符合评价标准，生物质量良好；贝类生物中的重金属砷均超过第一类海洋生物质量标准，符合第二类海洋生物质量标准，其余各指标均符合第一类海洋生物质量标准。

15.2.5 大气环境质量现状

根据汕尾市政府环境空气质量监测站 2018 年连续 1 年的监测数据，项目所在区域为达标区。深圳中检联检测有限公司于 2020 年 1 月 6 日--1 月 13 日对项目西侧约 1000m 处环境空气中非甲烷总烃、TSP、氮氧化物等进行了采样监测，根据检测结果，监测点位各项检测因子均能满足相关标准限值要求，项目所在区域环境质量良好。

15.2.6 声环境质量现状

深圳中检联检测有限公司于 2020.01.06~01.7 在项目陆域边界 3 个点位声环境现状进行了监测，根据监测结果及统计结果表明：本项目边界噪声主要为施工噪声和生活噪声，声环境现状值为 49~59dB（A），夜间噪声现状值为 50~55dB（A），厂界声环境质量可以满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准限值。

15.3环境影响预测分析与评价结论

15.3.1 水文动力环境影响分析结论

工程完成后，海流绕防波堤流动，防波堤掩护区以及阻挡区的东北沿岸、防波堤的西南沿岸流速有所减少，防波堤外东南海域流速有所增大，1000m 以外流

场基本不变。

15.3.2 地形地貌与冲淤环境影响分析结论

潮流变化冲淤计算结果表明，防波堤内淤强较轻，年回淤约 0.15m，防波堤外南部略有冲刷，年冲刷为 0.1m。防波堤建成后，掩护区岸线以淤积为主，防波堤外海岸潮流动力略有下降，波浪动力基本不变，冲淤将保持目前的冲淤态势，变化较小。

15.3.3 海水水质环境影响分析结论

项目建设对海水水质的影响主要在施工期。工程施工作业产生的悬沙主要分布工程施工海域，悬沙浓度大于 10mg/L 的整体包络线面积为 1.627km^2，最大为距离防波堤西南 900m。悬浮物扩散核心区仅限于作业区附近。由于施工所产生悬浮泥沙影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

15.3.4 沉积物环境影响分析结论

本工程施工过程对海洋沉积物的影响主要来自港池疏浚和桩基施工过程中产生悬浮泥沙的扩散和沉降。项目施工期引起的悬浮泥沙扩散范围较小，悬浮物扩散核心区仅限于作业区附近。由于施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，一旦施工完毕，这种影响将不再持续。因此，本海域沉积物的环境质量不会发生明显的变化。

项目进入营运后，码头所产生的污水均收集处理，不向海域排放，对海域沉积物环境影响不大。

15.3.5 生态环境影响分析结论

本项目建设导致底栖生物直接损失量约为 3.994t，造成潮间带直接损失量约为 0.0143t，工程施工悬浮泥沙影响导致鱼卵损失 2.78×10^8 粒，仔稚鱼损失 1.99×10^6 尾，游泳动物损失 733.34kg。本项目用海需对海洋生物资源造成的损害进行补偿的总金额约为 639.7179 万元。

15.3.6 主要环境敏感区影响分析结论

项目周边主要环境敏感目标为自然岸线保有的砂质岸线及海洋生态红线区，以及项目占用的南海北部幼鱼繁育场保护区和南海幼鱼幼虾保护区，同时，根据2018年遥感影像资料，项目东侧分布有高位养殖。

项目占用湖东港砂质岸线，总体上，本项目建设不会对沙滩自然冲淤趋势、沙滩自然属性造成严重的影响，沙滩岸线仍可保持原有自然状态，且项目将开展岸滩修复工程，项目建设对湖东港砂质岸线的影响是在可接受范围内，能够维持岸线自然属性、保持自然岸线形态、保护岸线原有生态功能。

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区内，项目港池疏浚产生悬浮泥沙对保护区造成暂时的影响，项目构筑物用海占用海域空间相对保护区所在比例很小，项目建成后冲淤环境影响范围有限，因此，项目建设不会对鱼类的产卵、索饵、洄游活动造成明显影响。

评价范围内其他环境敏感目标距离本项目较远，项目施工、营运对其他环境敏感目标基本无影响。

15.3.7 大气环境影响分析结论

营运期主要废气为靠泊船舶辅机燃油产生的废气，主要污染物为SO_2和氮氧化物。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），采用附录A推荐模型中的AERSCREEN模式预测，SO_2最大占标率为1.63%，最大落地点位于项目区下风向90m，最大落地浓度为 0.057mg/m^3；氮氧化物最大占标率为1.14%，最大落地点位于项目区下风向 90m，最大落地浓度为 0.041mg/m^3。工程船舶辅机废气影响局域较小，对外环境敏感目标影响较小。

大气防护距离计算结果为，评价范围内无超标点，不需要设置大气防护距离和卫生防护距离。

15.3.8 声环境影响分析结论

营运期噪声来源主要为设备噪声和船舶鸣笛噪声。根据预测可知，营运期项目设备噪声昼间在距设备28m处可以达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中3类标准要求，夜间在距设备90m处能够达到《声环境质量标准》（GB3096-

2008）中 3 类标准要求。营运期船舶鸣笛噪声在距船舶 280m 处可以达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类标准要求，500m 处能够达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准要求。项目周边最近敏感点为项目西侧 1000m 处的钟厝村，不会受到明显影响。

项目施工噪声对海洋生物存在一定影响，项目施工采用静压式打桩机，产生噪声比常规柴油打桩锤小，具有不连续，持续时间较短，无多声源叠加等特点。项目打桩施工采取“软启动”方式，能驱使鱼类离开施工水域，能够尽可能地减小水下噪声导致渔业资源的损失。

15.3.9 地表水环境影响分析结论

项目营运期陆域员工生活污水产生量为 1.6m^3/d（480m^3/a），项目设置固定厕所，经过化粪池处理后排入市政污水管网，进入海工基地污水处理厂进行处理，如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理，因此，营运区陆域员工生活污水对周围的水环境不会产生明显的影响。

项目到港船舶舱底油污水产生量约为3.625t/d，石油类的产生量为39.875kg/d。一般情况下船舶污水由船舶自身配备的船舶污水处理装置处理达标后，按照船舶污染物排放相关标准排放。在特殊情况下，污水需要港区接收的，由有能力的单位接收处理。船舶机舱舱底油污水对环境影响较小。

船舶生活污水发生量约为 2t/d，全年为 600t，COD、BOD_5 和 NH_3-N 产生量分别为 0.18t/a、0.12t/a 和 0.02t/a。本项目船舶生活污水收集后，到港排入化粪池预处理后，排入市政污水管网，然后进入污水处理厂进一步处理，不直接外排，如项目营运期海工基地的市政污水管网及污水处理厂尚未完成建设，污水需采用罐车拉运至碣石镇污水处理厂处理，因此，船舶生活污水对环境影响较小。

15.3.10 固体废弃物影响分析结论

项目疏浚施工过程中产生的淤泥拟直接吹填至后方物流园区，避免外抛。经过建设单位与陆丰市人民政府协商，目前在后方园区划定 5 万平方米的区域作为疏浚土堆放区，项目疏浚土可吹填至指定区域，后续由陆丰市人民政府处理。通

过采取上述措施后，本项目施工过程中产生的疏浚泥沙不会对区域环境产生明显影响。

项目营运期陆域生活垃圾 75kg/d（22.5t/a），集中收集后，交由当地环卫部门统一清运处置。到港船舶固体废物主要为维修废弃物、船舶保养产生的废物以及报废运输件等，高峰期产生的固体废物量为 105.7t/次。到港船舶生活垃圾发生量约为 30kg/d。禁止向水域排放船舶垃圾，到港船舶垃圾须用密封袋或桶盛装，统一接收运至陆域处理；对来自疫区和境外的船舶产生的垃圾，必须进行卫生检疫，发现疫情时必须在船上杀菌、消毒处理。船舶保养产生的废物主要为含油废料，该废物交由有能力单位收集处理。

项目设备维修保养过程中产生的含油废料、废机油、废润滑油等危险废物，直接交由有资质单位妥善处置，不在项目区域暂存。危险废物的转运必须填写“五联单”，且必须符合国家及广东省对危险废物转运的相关规定。

通过上述措施，项目产生各项固体废物能实现合理处置，不会对周围环境造成二次污染。

15.4环境风险分析与评价结论

15.4.1 环境风险危害识别与事故频率估算

本项目的环境风险来自两方面，一是海洋灾害对项目造成的危害，另一方面是由项目自身引起的突发或缓发事件。可能存在的风险主要有：（1）由热带气旋及其引发的巨浪、风暴潮对工程自身的潜在风险；（2）项目施工和营运期船舶碰撞、溢油事故及由其引起的火灾、爆炸风险事故。

15.4.2 风险分析

15.4.2.1 自然灾害风险分析

汕尾市热带气旋影响频繁，属中度风害地区。每年 7～10 月受热带气旋影响，登陆或影响广东省南部沿岸的热带气旋常伴有大风、暴雨。在风暴潮、洪水共同作用下，易引起海岸侵蚀、护岸、码头、防波堤等产生渗水、坍塌直至溃堤。溃堤发生时，未固结的泥砂倾入海域将引起大量悬浮物的产生，并随水流扩散，造

成周围海域水体悬浮物浓度大幅度增加，对水生生态环境影响较为严重，其灾害损失与事故风险不容忽视。

15.4.2.2 船舶碰撞风险分析

根据拟建项目性质，结合项目所在海域自然环境特点考虑，本项目为航道疏浚和码头、防波堤建设工程，项目建设期间，海上施工作业将占用一定的海域空间，同时挖泥船、物料运输船等来回运输，加大了海域的通航密度，对该海域通航安全造成一定的干扰和影响，增大了船舶相互碰撞发生风险事故的几率。项目建成营运后，随着船舶停靠的数量将不断增多，客观上会增加该区水域船舶交通密度，船舶发生水上交通安全事故的概率增加，都将对通航环境带来一定的安全隐患。因此项目施工和营运时，建设单位应与海事部门共同协商，加强船舶的管理，尽量减少施工和营运船舶对海上交通的影响。

15.4.2.3 溢油风险分析

从各溢油组合预测结果看，施工船或营运期船舶在发生溢油事故时，影响的最为不利是 SW 风向，油膜会在 10h 影响到湖东砂质岸线保护区。由于溢油事故中无论是溢油点、溢油量还是溢油时间均有很大的随机性和不确定性，一旦发生泄漏事故时可能会对溢油点附近的浅海养殖区及周边区域的岸线利用产生不利影响，因此一旦发生泄漏事故需以最短时间启动溢油应急预案，责任人应及时通知当地的应急反应机构，同时采取围油栏、吸油材料、撇油器等必要设施保护重要目标，限制油污的扩散，尽量减小该海区遭受溢油污染损害的程度。

15.5清洁生产和总量控制结论

项目在施工期和营运期各环节上，在采用各种节能减排、减轻环境污染的施工方式，且采用先进的生产工艺和设备的基础上，其清洁生产水平可处于国内先进水平。

工程拟建海域目前还不是总量控制海域，因此经本报告分析，项目不做污染物排放总量控制。

根据本项目特点，项目营运期污水通过市政管网进入陆丰市海工基地污水处理厂，纳入其总量控制指标，本项目不再设废水污染物总量控制指标。营运期港

口船舶燃油产生的 NO_x 和 SO_2 排放量分别为 0.039t/a、0.054t/a。因此，建议本项目总量控制指标为 NO_x：0.039t/a、SO_2：0.054t/a。

15.6环境保护对策措施的合理性、可行性结论

本次评价所提出的各项污染防治措施费用约为 1481.2179 万元，项目总投资为 75066 万元，占总投资的 1.97%。

本项目的施工与营运会给项目所在海域环境带来一定的影响，并由此还会带来一定的经济损失；在采取相应的治理措施后，这种对环境的影响是可以接受的。同时，项目施工建设与营运的过程中，建设单位也将采取一定的环境保护措施，将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。

15.7区划规划和政策符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域的海洋功能区划为田尾山-石碑山农渔业区，项目的用海类型与所在功能区的用海类型不产生冲突，项目建成后可与后方产业园形成加工、生产、储运一体化的海洋工程基地，产业辐射能力强，对汕尾市经济发展具有较强的带动作用，总体上项目建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的要求。此外，项目建设还符合《广东省海洋主体功能区规划》、《广东省海洋生态红线》、《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》、《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》、《广东省近岸海域环境功能区划》、《近岸海域环境功能区管理办法》、《广东省近岸海域污染防治实施方案（2018-2020 年）》、《汕尾市环境保护“十三五”规划》、《汕尾港总体规划》（2013 年）、《汕尾港总体规划环境影响报告书》（2013 年）、《汕尾港陆丰港区规划调整方案》等相关规划。

15.8建设项目环境可行性结论

项目建设符合海洋功能区划和当地的发展规划，其施工过程基本符合清洁生产原则。项目营运后可获得较好的经济效益和社会效益。根据环境质量现状调查和影响预测结论，在该工程环保设施建设和提出的环保对策建议得以全面实施的

情况下，可以满足其使用功能的要求。

建议建设单位在项目实施过程中，认真落实各项污染防治措施，使建设项目的污染物排放达到环境保护的要求；加强环保管理和海域使用监督工作，进行毗邻海域环境要素的监测工作，避免影响周边海域环境；加强施工和营运管理，避免项目建设对附近海域船舶等产生不良影响。

因此，从环境保护的角度，该建设项目是可行的。

附录

附录一 2017 年 4 月春季调查生物名录

附件二 2019 年 1 月秋季调查生物名录

2017 年 4 月春季调查生物名录

附录一 浮游植物种类名录

拉丁名	中文名	春季
Actinocyclus ehrenbergii var. *ehrenbergii*	爱氏辐环藻	*
Actinoptychus undulatus	波状辐裥藻	*
Actinoptychus vulgaris	中等辐裥藻	*
Bacillaria paradoxa	奇异棍形藻	*
Bacteriastrum delicatulum	优美辐杆藻	*
Bacteriastrum varians	变异辐杆藻	*
Bellerochea horologicalis	钟状中鼓藻	*
Biddulphia sinensis	中国盒形藻	*
Chaetoceros affinis var. *affinis*	窄隙角毛藻	*
Chaetoceros borealis	北方角毛藻	*
Chaetoceros curvisetus	旋链角毛藻	*
Chaetoceros debilis	柔弱角毛藻	*
Chaetoceros densus	密连角毛藻	*
Chaetoceros dipyrenops	双蛋白核角毛藻	*
Chaetoceros indicus	印度角毛藻	*
Chaetoceros laevis	平滑角毛藻	*
Chaetoceros lorenzianus	劳氏角毛藻	*
Chaetoceros peruvianus	秘鲁角毛藻	*
Chaetoceros socialis	聚生角毛藻	*
Chaetoceros teres	圆柱角毛藻	*
Coscinodiscus asteromphalus var. *asteromphalus*	星脐圆筛藻	*
Coscinodiscus bipartitus	有翼圆筛藻	*
Coscinodiscus curvatulus var. *curvatulus*	弓束圆筛藻	*
Coscinodiscus jonesianus	琼氏圆筛藻	*
Coscinodiscus spinosus	有棘圆筛藻	*
Coscinodiscus wailesii	威利圆筛藻	*
Cyclotella striata var. *striata*	条纹小环藻	*
Diploneis bombus var. *bombus*	蜂腰双壁藻原变种	*
Diploneis fusca var. *fusca*	淡褐双壁藻原变种	*

Ditylum brightwellii	布氏双尾藻	*
Eucampia zodiacus	短角弯角藻	*
Guinardia flaccida	薄壁几内亚藻	*
Hemiaulua sinensis	中华半管藻	*
Hemidiscus hardmannianus	哈氏半盘藻	*
Lauderia annulata	环纹娄氏藻	*
Leptocylindrus danicus	丹麦细柱藻	*
Melosira sulcata var. *sulcata*	具槽直链藻	*
Navicula membranacea	膜状舟形藻	*
Nitzschia frustulum	碎片菱形藻	*
Nitzschia longissima var. *longissima*	长菱形藻原变种	*
Nitzschia lorenziana var. *lorenziana*	洛伦菱形藻原变种	*
Pleurosigma delicatulum	柔弱斜纹藻	*
Pleurosigma falx	镰刀斜纹藻	*
Pleurosigma normanii var. *normanii*	诺马斜纹藻原变种	*
Pseudo-nitzschia delicatissima	柔弱拟菱形藻	*
Pseudo-nitzschia pungens	尖刺拟菱形藻	*
Rhizosolenia alata f. *alata*	翼根管藻	*
Rhizosolenia bergonii	伯氏根管藻	*
Rhizosolenia calcar-avis	距端根管藻	*
Rhizosolenia robusta	粗根管藻	*
Rhizosolenia setigera	刚毛根管藻	*
Rhizosolenia stolterforthii	斯托根管藻	*
Rhizosolenia styliformis var. *styliformis*	笔尖形根管藻	*
Skeletonema costatum	中肋骨条藻	*
Thalassionema nitzschioides var. *nitzschioides*	菱形海线藻原变种	*
Thalassiosira subtilis	细弱海链藻	*
Thalassiothrix frauenfeldii	伏氏海毛藻	*
Dictyocha fibula	小等刺硅鞭藻	*
Distephanus speculum	六异刺硅鞭藻	*
Trichodesmium erythraeum	红海束毛藻	*
Akashiwo sanguinea	血红哈卡藻	*
Ceratium furca	叉状角藻	*
Ceratium fusus	纺锤角藻	*

Ceratium horridum	粗刺角藻	*
Ceratium lineatum	线形角藻	*
Ceratium massiliense	马西里亚角藻	*
Ceratium tripos	三角角藻	*
Dinophysis caudata	具尾鳍藻	*
Gymnodinium catenatum	链状裸甲藻	*
Gyrodinium spirale	螺旋环沟藻	*
Noctiluca scintillans	夜光藻	*
Prorocentrum micans	海洋原甲藻	*
Protoperidinium leonis	里昂原多甲藻	*
Protoperidinium pentagonum	五角原多甲藻	*

附录二 浮游动物种类名录

中文名	拉丁文名	类群	春季
异体住囊虫	*Oikopleura dioica*	被囊类	√
大西洋五角水母	*Muggiaea atlantica*	水母类	√
阿尔单肢水母	*Nubiella alvarinoae*	水母类	√
刺胞真囊水母	*Euphysora knides*	水母类	√
单肢水母幼体	Nubiella larvae	水母类	√
顶室真囊水母	*Euphysora piciloculifera*	水母类	√
短腺和平水母	*Eirene brevigona*	水母类	√
和平水母幼体	Eirene larvae	水母类	√
厚伞玛拉水母	*Malagazzia condensum*	水母类	√
金标八辐水母	*Octovanuccia zhangjinbiao*	水母类	√
软水母幼体	Leptomedusae larvae	水母类	√
嵊山秀氏水母	*Sugiura chengshanense*	水母类	√
四叶小舌水母	*Liriope tetraphylla*	水母类	√
薮枝螅水母	*Obelia spp.*	水母类	√
无疣和平水母	*Eirene averuciformis*	水母类	√
小帽水母	*Petasiella larva*	水母类	√
疣真囊水母	*Euphysora verrucosa*	水母类	√
真囊水母幼虫	Euphysora larva	水母类	√
孟加拉蛮戎	*Lestrigonus bengalensis*	端足类	√
钩虾科	Gammaridae	钩虾科	√
阿利玛幼体	Alima larvae	阶段性浮游幼虫	√
磁蟹溞状幼虫	Porcellana zoea	阶段性浮游幼虫	√
短尾类溞状幼体	Brachyura zoea	阶段性浮游幼虫	√
多毛类幼体	Polychaeta larva	阶段性浮游幼虫	√
蔓足类无节幼体	Cirripedia nauplius	阶段性浮游幼虫	√
桡足类幼体	Copepodite larvae	阶段性浮游幼虫	√
双壳类幼体	Bivalae larvae	阶段性浮游幼虫	√
鱼卵	Fish eggs	阶段性浮游幼虫	√
仔鱼	Fish larva	阶段性浮游幼虫	√
长尾类幼虫	Macrura larva	阶段性浮游幼虫	√
异足类幼体	Heteropoda larva	阶段性浮游	√

		幼虫	
针刺真浮萤	*Euconchoecia aculeata*	介形类	√
糠虾幼体	Mysidacea larvae	糠虾类	√
涟虫	Cumacea	涟虫目	√
假磷虾幼体	Pseudeuphausia larva	磷虾类	√
中华假磷虾	*Pseudeuphausia sinica*	磷虾类	√
百陶箭虫	*Sagitta bedoti*	毛颚类	√
肥胖箭虫	*Sagitta enflata*	毛颚类	√
箭虫幼体	Sagitta larvae	毛颚类	√
伯氏平头水蚤	*Candacia bradyi*	桡足类	√
红大眼水蚤	*Corycaeus erythraeus*	桡足类	√
厚指平头水蚤	*Candacia pachydactyla*	桡足类	√
克氏简角水蚤	*Pontellopsis krameri*	桡足类	√
瘦歪水蚤	*Tortanus gracilis*	桡足类	√
瘦尾胸刺水蚤	*Centropages tenuiremis*	桡足类	√
太平洋纺锤水蚤	*Acartia pacifica*	桡足类	√
微刺哲水蚤	*Canthocalanus pauper*	桡足类	√
微驼隆哲水蚤	*Acrocalanus gracilis*	桡足类	√
异尾宽水蚤	*Temora discaudata*	桡足类	√
长腹剑水蚤幼体	Oithona larva	桡足类	√
真刺唇角水蚤	*Labidocera euchaeta*	桡足类	√
真刺水蚤幼体	Euchaeta larvae	桡足类	√
中华哲水蚤	*Calanus sinicus*	桡足类	√
锥形宽水蚤	*Temora turbinata*	桡足类	√
莹虾幼体	Lucifer larva	十足类	√
中型莹虾	Lucifer intermedius	十足类	√
鸟喙尖头蚤	*Penilia avirostris*	枝角类	√
蝶水母	*Ocyropsis crystallina*	栉水母	√
瓜水母	*Beroe cucumis*	栉水母	√
球型侧腕水母	*Pleurobrachia globosa*	栉水母	√

附录三 底栖动物种类名录

中文名	拉丁文	春季	拖网
双形拟单指虫	*Cossurella dimorpha* Hartman (*Heterocossura aciculata)*	√	
中蚓虫	*Mediomastus* sp.	√	
小头虫	Capitellidae und.	√	
不倒翁虫	*Sternaspis scutata* (Renier)	√	√
节节虫	Maldanidae und.	√	√
后指虫	*Laonice cirrata* (Sars)	√	
丝鳃稚齿虫	*Prionospio malmgreni* Claparede	√	
奇异稚齿虫	*Paraprionospio pinnata* (Ehlers)	√	
光稚虫	*Spiophanes kroeyeri*	√	
光稚虫	*Spiophanes* sp.	√	
尖锥虫	*Scolelepis* sp.	√	
拟特须虫	*Paralacydonia paradoxa* Fauvel	√	
独毛虫	*Tharyx* sp.	√	√
纳加索沙蚕	*Lumbrineris nagae* Gallardo	√	
双唇索沙蚕	*Lumbrineris cruzensis* Hartman	√	
西奈索沙蚕	*Lumbrineris shiinoi* Gallardo	√	
异足索沙蚕	*Lumbrineris heteropoda* (Marenzeller)	√	
索沙蚕	*Lumbrineris* sp.	√	
花冈钩毛虫	*Sigambra hanaokai* Kitamoni	√	
钩毛虫	*Sigambra* sp.	√	
短须钩裂虫	*Ancistrosyllis brevicirris* Rangarajan		
裂虫	*Syllis* sp.	√	
线沙蚕	*Drilonereis filum* (Claparede)	√	
等栉虫	*Isolda pulchella* Müller	√	
树栉虫	*Samytha* sp.	√	
沟栉虫	*Anobothrus* sp.	√	
双鳃内卷齿蚕	*Aglaophamus dibranchis* Grube	√	
叶须内卷齿蚕	*Aglaophamus lobatus* Imajima et Takeda	√	√

吻沙蚕	*Nephtys* sp.	√	
角海蛹	*Ophelina acuminata* Oersted	√	√
梯毛虫	*Scalibregma inflatum* Rathke	√	
拟刺虫	*Linopherus* sp.	√	
长吻吻沙蚕	*Glycera chirori* Izuka	√	
独指虫	*Aricidea* sp.	√	
滑指矶沙蚕	*Eunice indica* Kinberg	√	
长手沙蚕	*Magelona* sp.	√	
寡节甘吻沙蚕	*Glycinde gurjanovoae* Uschakov et Wu	√	
似蛰虫	*Amaeana trilobata* (Sars)	√	
西方似蛰虫	*Amaeana occidentalis* (Hartman)	√	
豆维虫	*Schistomeringos* sp.	√	
狭细蛇潜虫	*Ophiodromus angustifrons* (Rube)	√	
长双须虫	*Eteone* sp.	√	
扇虫	*Brada* sp.	√	
扇毛虫	Flabelligeridae und.	√	
缨鳃虫	Sabellidae und.	√	
真鳞虫	*Eulepethus hamifera* (Grude)	√	
褐色镰毛鳞虫	*Sthenelais fusca* Johnson	√	
日本强鳞虫	*Sthenolepis japonica* (McIntosh)	√	
梳鳃虫	*Terebellides stroemii* Sars	√	
欧文虫	*Owenia fusformis* Delle Chiaje	√	
多鳞虫	Polynoidae und.	√	
卷虫	*Bhawania brevis* Gallardo	√	
卷虫	*Bhawania* sp.	√	
智利巢沙蚕	*Diopatra chilienis* Quatrefages	√	√
杂毛虫	*Poecilochaetus* sp.	√	
胶州湾角贝	*Episiphon kiaochowwanensis* (Tchang et Tsi)	√	
角贝	*Episiphon* sp.	√	
肋变角贝	*Dentalium octangulatum* Donovan	√	
中国小铃螺	*Minolia chinensis* Sowerby	√	√
棒锥螺	*Turritella bacillum* Kiener	√	√

棒锥螺	*Turritella* sp.	√	
浅缝骨螺	*Murex trapa* Röding	√	
核螺	*Mitrella bella* (Reeve)	√	
乳玉螺	*Polynices* sp.	√	
红带织纹螺	*Nassarius (Zeuxis) succinctus* (A. Adams)	√	√
纵助织纹螺	*Nassarius (Varicinassa) variciferus* (A. Adams)	√	
阿蚂螺	*Amaea* sp.	√	
假奈拟塔螺	*Turritella nelliae* (Hedley)	√	√
	Punctacteon teramachii Habe Acteonidae	√	
	Pupa strigosa Acteonidae	√	
杓形小囊蛤	*Saccella cuspidata* (Gould)	√	
凸小囊蛤	*Saccella confusa* (Hanley)	√	
联球蚶	*Anadara consociata* (Smith		√
球蚶	*Potiarca pilula* (Reeve)	√	
秀丽波纹蛤	*Raetellops pulchella* (Adams et Reeve)	√	
锦绣蛤蜊	*Mactra ornata*（Gray）	√	
扁蛤蜊	*Mactra antecedems* Iredale		
椭圆异心蛤	*Heterocardia gibbasula* Stoliczka	√	
布氏尖蛤蜊	*Oxyperas bernardi* (Pilsbry)	√	
小亮樱蛤	*Nitidotellina minuta* (Lischke)	√	
江户明樱蛤	*Moerella jedoensis* (Lischke)	√	√
刀明樱蛤	*Moerella culter* (Hanley)	√	
洁胖樱蛤	*Pinguitellina casta* (Hanley)	√	
美女白樱蛤	*Macoma (Psammacoma) candida* (Lamarck)	√	√
辐射荚蛏	*Siliqua radiata* (Linnaeus)	√	
小荚蛏	*Siliqua minima* (Gmelin	√	√
条纹卵蛤	*Costellipitar chordatum* (Romer)	√	
波纹巴非蛤	*Paphia undulata* (Born)	√	
粗帝汶蛤	*Timoclea scabra* (Hanley)	√	
线异篮蛤	*Anisocorbula lineata* (Lynge)	√	
长板宽柱海笋	*Penitella kamakurensis* (Yokoyama)	√	

北部湾短吻蛤	*Periploma beibuwanensis* Xu	√	
双层笋螺	*Diplomeriza duplicata* (Linnaeus)	√	√
笋螺	*Terebra* sp.	√	
光螺科	Melanellidae		
三叉螺科	TRICLIDAE		
圆筒原盒螺	*Eocylichna braunsi* (Yokoyama)	√	
原盒螺	*Eocylichna* sp.	√	
露齿螺科	RINGICULIDAE		
耳口露齿螺	*Ringicula (Ringiculina) doliaris* Gould	√	
壳蛞蝓	*Philine* sp.	√	
弯指伊氏钩虾	*Idunella curvidactyla* Nagata	√	
尖尾细螯虾	*Leptochela acculeocaudata* Paulson	√	
中华管鞭虾	*Solenocera podopphalmus*（H.Milne-Edwards）	√	√
短脊鼓虾	*Alpheus brevicristatus* de Haan		√
鲜明鼓虾	Alpheus Distinguendus de Maan		√
宽腿巴豆蟹	*Pinnixa penultipedalis* Stimpson		√
模糊新短眼蟹	*Noxenophthalmus obscurus* Henderson	√	√
齿腕拟盲蟹	*Typhlocarcinop denticarpes* Dai et Yang	√	
颗粒仿六足蟹	*Hexapinus granaliferus* Campbell et Stepheeson	√	
东方奇背蟹	*Thaumastoplax orientalis* Rathbun	√	
短刺蟳	*Charybdis brevispinosa* Leene	√	√
矛形梭子蟹	*Portunus hastatoides(*Fabricius)		√
长眼对虾	*Miyadiella podophthalmus* (Stimpson)		√
海地瓜	*Acaudina molpadioides* (Semper)	√	√
棘刺锚参	*Protankyra bidentata* (Woodward et Barrett)	√	
细腕阳遂足	Amphiura(Ophiopeltis) tenuis H. L. Clark	√	
光滑倍棘蛇尾	*Amphioplus (Lymanella) laevis* (Lyman)	√	√
洼颚倍棘蛇尾	*Amphioplus (Lymanella) depressus* (Ljungman)	√	
女神蛇尾	*Ophionephthys difficilis* (Duncan)	√	
倍棘蛇尾	*Amphioplus* sp.幼体	√	√

斑瘤蛇尾	*Ophiocnemis marmorata* (Lamarck)		√
爱氏海葵	*Edwardsia* sp.	√	
亚洲侧花海葵	*Anthopleura asiatica* Uchida et Mun	√	
蕨形角海葵	*Cerianthus filiformis* Carlgren	√	√
橡果海仙人掌	*Cavernularia glans* Kölliker		√
白沙箸海鳃	*Virgularia gustaviana* Herklots	√	
赖氏沙箸海鳃	*Virgularia reinwardtii* Herklots		√
细首纽虫	*Cephalothrix* sp.	√	
脑纽虫	*Cerebratulus spp.*	√	√
无沟纽虫	*Baseodiscus* sp.	√	
今岛柄涡虫	*Stylochus ijimai* Yeri et Kaburaki	√	
革囊星虫	*Phascolosoma* sp.	√	
短吻铲荚蛏	*Listriolobus brevirostris* Chen et Yeh	√	√
三崎柱头虫	*Balanoglossus carnosus* (Willey)	√	
白氏文昌鱼	*Branchiostoma belcheri* (Gray)	√	
尖吻蛇鳗	*Ophichthys apicalis* Bennett	√	
孔鰕虎鱼	*Trypauchen vagina* (Bloch et Schneider)		√

附录四 潮间带种类名录

物种名	春季
小珊瑚藻 *Corallina pilulifera* Post. et Rupr.	√
叉节藻 *Amphiroa* sp.	√
茎刺藻 *Caulacanthus ustulatus* (Turner) Küetz.	√
中间软刺藻 *Chondracanthus* sp.	√
小石花菜 *Gelidium divaricatum* Martens	√
Sargassum sp.	√
Sargassum sp2	√
鼠尾藻*Sargassum thunbergii* (Mertens) O′Kütze	√
花石莼 *Ulva conglobata* Kjellm.	√
石莼 *Ulva* sp.	√
拟特须虫 *Paralacydonia paradoxa* Fauvel	√
细毛背鳞虫 *Lepidonotus tenuisetosus*（Gravier）	√
毛裂虫 *Syllis* sp.	√
腺带刺沙蚕 *Neanthes glandicincta*（Southern）	√
独齿围沙蚕 *Perinereis cultrifera* Grube	√
双管阔沙蚕 *Platynereis bicanaliculata*（Baird）	√
独齿围沙蚕 *Platynereis cultrifera* Grube	√
长吻吻沙蚕*Glycera chirori* Izuka	√
吻沙蚕 *Glycera* sp.	√
寡节甘吻沙蚕 *Glycinde gurjanovae* Uschakov et Wu	√
Nephtys neopolybranchia	√
尖锥虫 *Scoloplos* sp.	√
稚齿虫 *Prionospio* sp.	√
腹沟虫 *Scolelepis* sp.	√
丝鳃虫 *Cirratulus* sp.	√
独毛虫 *Tharyx* sp.	√
小头虫 Capitellidae und.	√
襟松虫 *Lysidice ninetta* Audouin et M.-Edwards	√
西奈索沙蚕 *Lumbrineris shiinoi* Gallardo	√
双唇索沙蚕 *Lumbrineris cruzensis* Hartman	√
缨鳃虫 Sabellidae und.	√

日本花棘石鳖 *Acanthopleura japonica* (Lischke)	√
鳞纹石鳖 *Rhyssoplax* sp.	√
蛇棱角贝 *Gadila anguidens* (Melvil et Standen)	√
胶州湾角贝 *Episiphon kiaochowwanensis* (Tchang et Tsi)	√
角贝*Episiphon* sp.	√
肋变角贝 *Dentalium octangulatum* Donovan	√
嫁虫戚*Cellana toreuma* (Reeve)	√
矮拟帽贝 *Patelloida pygmaea* (Dunker）	√
鸟爪拟帽贝 *P. saccharina* lanx (Reeve)	√
奥莱彩螺 *Clithon oualaniensis* (Lesson)	√
粒结节滨螺 *Nodilittorina radiata* (Eydoux et Souleyet）	√
塔结节滨螺 N. (N.) trochoides （Gray）	√
疣荔枝螺 *Thais clavigera* Kuster	√
丽核螺 *Mitrella bella* (Reeve)	√
布尔小核螺*Mitrella burchardi* (Dunker)	√
Zeuxis sp.	√
小榧螺 *Olivella* sp.	√
粒神螺 *Apollon olivator* rubustus (Fulton)	√
日本菊花螺 *Siphonaria japonica* (Donovan)	√
Brevimyurella sp.	√
翡翠贻贝 *Perna viridis* (Linnaeus)	√
凸壳肌蛤*Musculistasenhousia* (Benson)	√
变化短齿蛤 *Brachidontes variabilis* (Krauss)	√
条纹隔贻贝 *Septifer virgatus* (Wiegmann)	√
豆荚钳蛤 *Isognomon legumen* (Gmelin)	√
咬齿牡蛎 *Saccostrea mordax* (Gould)	√
斯氏印澳蛤 *Indoaustriella scarlatoi* (Zorina)	√
狄氏斧蛤 *Donax dysoni* dysoni Deshayes	√
刀明樱蛤 *Moerella culter* (Hanley)	√
长紫蛤 *Sanguinolaria elongata* (Lamarck)	√
细紫云蛤 *Gari gracilenta*	√
长竹蛏*Solen strictus* (Gould)	√
菲律宾蛤仔 *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve)	√
粗帝汶蛤 *Timoclea scabra* (Hanley)	√
青蛤 *Cyclina sinensis* (Gmelin)	√

文蛤 *Meretrix meretrix* (Linnaeus)	√
钝缀锦蛤*Tapesdorsatus* (Lamarck)	√
等边浅蛤 *Gomphina aequilatera* (Sowerby)	√
中国绿螂 *Glauconome chinensis* Gray	√
光滑河篮蛤 *P. laevis* (Hinds)	√
焦河篮蛤 *Potamocorbula ustulata* (Reeve)	√
鸭嘴蛤 Laternula (Laternula) anatina (Linnaeus)	√
东方小藤壶 *Chthamalus challengeri* Hoek	√
鳞笠藤壶 *Tetraclita squamosa* squamosa (Bruguiére	√
钟巨藤壶 *Megabalanus tintinnabulum* (Linnaeus)	√
龟足 *Capitulum mitella* (Linnaeus	√
企氏外圆柱水虱 *Excirolana chiltoni* Richardson,1912	√
光背团水虱 *Sphaeroma retrolaevis* Richardson,1904	√
腔齿海底水虱 *Dynoides dentisinus* Shen	√
雕刻拟尖水虱 *Paracerceis sculpta* (Holmes)	√
宽尾长尾虫 *Apseudes* sp.	√
大角玻璃钩虾 *Hyale grandicornis* (Kröyer)	√
施氏玻璃钩虾 *Hyale schmidti* (Heller)	√
梳肢片钩虾*Elasmopus pectenicrus* (Bate)	√
齿掌细身钩虾 *Maera serratipalma* Nagata	√
长指马尔他钩虾 *Melita longidactyla* Hirayama	√
镰形叶钩虾 *Jassa falacata* (Montagu)	√
扎克藻钩虾 *Ampithoe zachsi* Gurjanova	√
强壮藻钩虾 *Ampithoe valida* Smith	√
上野蜾蠃蜚 *Corophium uenoi* Stephensen	√
沟额湿尖头钩虾 *Mandibulophoxus uncirostratus* (Giles)	√
潮间拟泵钩虾 *Parhaus torioides* littoralis Ren	√
泵钩虾 *Parhaus* sp.	√
直螯活额寄居蟹 *Diogenes rectimanus* Miers	√
岩瓷蟹 *Petrolisthes* sp.	√
红点黎明蟹 *Ashtoret lunaris* (Forskål)	√
司氏酋妇蟹 *Eriphia smithi* Macleay	√
光辉圆扇蟹 *Sphaeroxius nitidus* Stimpson	√
韦氏毛带蟹 *Dotilla wichmanni* De Man	√

谭氏泥蟹 *Ilyoplax deschampsi* (Rathbun)	√
痕掌沙蟹 *Ocypode stimpsoni* Ortmann	√
平掌沙蟹 *Ocypode cordimana* Desmarest	√
大眼蟹 *Macrophthalmus* sp.	√
日本大眼蟹 *Macrophthalmus japonicus* de Haan	√
宽身大眼蟹 *Marcrophthalmus dilataun* (De Haan)	√
强壮大眼蟹 *Marcrophthalmus crassipes* H.Milne-Edwards	√
弧边招潮 *Uca (Deltuca) arcuata* (De Haan)	√
细首纽虫 *Proephalothrix* sp.	√
脑纽虫 *Cerebratulus* sp.	√
沟鳜虎鱼 *Oxyurichthys* sp.	√

附录五 鱼卵仔稚鱼种类名录

中文名	拉丁文名	春季
脂眼鲱	*Etrumcus micropus*	√
青鳞小沙丁鱼	*Sarinella zunasi*	√
裘氏小沙丁鱼	*Sardinellajussieu*	√
小沙丁鱼	*Sardinella* sp.	√
斑鰶	*Clupanodon punctatus*	√
中颌棱鳀	*Thrissa mystax*	√
赤鼻棱鳀	*Thrissakammalensis*	√
尖吻小公鱼	*Stolephorus heteroloba*	√
康氏小公鱼	*Stolephorus commersoni*	√
小公鱼	*Stolephorus* sp.	√
黄鲫	*Setipinna taty*	√
多磷鱚	*Sillago sihama*	√
鱚	*Sillago sp.*	√
鲻	*Liza haematocheila*	√
鲻科一种	Mugilidae…gen..sp.	√
蓝圆鲹	*Decapterus maruadsi*	√
颌圆鲹	*Decaoterys lajang*	√
金线鱼	*Neipture virgatus*	√
断斑石鲈	*Pomadasya hasta*	√
白姑鱼	*Argyrosomus argentatus*	√
石首鱼科一种	*Sciaenidae…gen..sp.*	√
鳁	*Leiognathus* sp.	√
黑鲷	*Sparus macrocephalus*	√
鲷	*Sparus* sp.	√
红鳍笛鲷	*Lutjanus crythropterus*	√
美肩鳃鳚	*Omobranchus elegans*	√
跳岩鳚	*Pteroscirtes mitratus*	√
鱼衔	*Callionymus sp.*	√
鰕虎鱼	Gobiidae…gen sp.	√
鮟	*Platycephalus indicus*	√
宽体舌鳎	*Cynoglossus robustus*	√

舌鳎	*Cynoglossius sp.*	√

附录六 游泳动物种类名录

种类名称	拉丁文名称	春季
圆腹鲱	*Dussumieria hasselti*	√
裘氏小沙丁鱼	*Sardinella jussieu*	√
康氏小公鱼	*Stolephorus commersonii*	√
黄鲫	*Setipinna taty*	√
中颌棱鳀	*Thrissa mystax*	√
赤鼻棱鳀	*Thrissa kammalensis*	√
长颌棱鳀	*Thrissa setirostris*	√
长蛇鲻	*Saurida elongata*	√
龙头鱼	*Harpodon nehereus*	√
尖尾鳗	*Uroconger lepturus*	√
海鳗	*Muraenesox cinereus*	√
前肛鳗	*Dysomma anguillaris*	√
杂食豆齿鳗	*Pisoodonophis boro*	√
尖吻蛇鳗	*Ophichthys apicalis*	√
长海鳝	*Strophidon ui*	√
麦氏犀鳕	*Bregmaceros macclellandi*	√
前鳞鲻	*Mugil ophuyseni*	√
六指马鲅	*Polydactylus sextarius*	√
青石斑鱼	*Epinephelus awoara*	√
细条天竺鱼	*Apogonichthys lineatus*	√
黑边天竺鱼	*Apogonichthys ellioti*	√
斑鳍天竺鱼	*Apogonichthys carinatus*	√
四线天竺鲷	*Apogon quadrifasciatus*	√
少鳞鱚	*Sillago japonica*	√
竹荚鱼	*Trachinotinae japonicus*	√
丽叶鲹	*Caranx kalla*	√
叫姑鱼	*Johnius belengerii*	√
条纹叫姑鱼	*Johnius fasciatus*	√
白姑鱼	*Argyrosomus argentaius*	√
截尾白姑鱼	*Argyrosomus aneus*	√
斑鳍白姑鱼	*Argyrosomus pawak*	√

黄姑鱼	*Nibea albiflora*	√
尖尾黄姑鱼	*Nibea acuta*	√
鹿斑鰔	*Leiognathus ruconius*	√
短吻鰔	*Leiognathus nuchalis*	√
紫红笛鲷	*Lutianus argentimaculatus*	√
真鲷	*Pagrosomus major*	√
二长棘鲷	*Parargyrops Tanaka*	√
黄鳍鲷	*Sparus latus Houttuyn*	√
平鲷	*Rhsbdosargus sarba*	√
列牙鯵	*Pelates quadrilineatus*	√
尖吻鯵	*Therapon oxyrhynchus*	√
眼斑拟鲈	*Parapercis ommaturus*	√
日本䲗	*Uranoscopus japonicus*	√
小鳞沟尖尾鱼	*Oxyurichthys microlepis*	√
拟矛尾鰕虎鱼	*Parachaeturichthys polynema*	√
矛尾鰕虎鱼	*Chaeturichthys stigmatias*	√
孔鰕虎鱼	*Trypauchen vagina*	√
小带鱼	*Euplerogrammus muticus*	√
中国鲳	*Pampus chinensis*	√
刺鲳	*Psenopsis anomala*	√
褐菖鲉	*Sebastiscus marmoratus*	√
触须蓑鲉	*Pterois antennata*	√
须蓑鲉	*Apistus alatus*	√
日本红娘鱼	*Lepidotrigla japonica*	√
凯氏红娘鱼	*Lepidotrigla kishinouyi*	√
日本瞳鮡	*Inegocia japonica*	√
鮡	*Platycephalus indicus*	√
斑鲆	*Pseudorhombus arsius*	√
木叶鲽	*Pleuronichthys cornutus*	√
缨鳞条鳎	*Zebrias crossolepis*	√
日本须鳎	*Paraplagusia japonica*	√
大鳞舌鳎	*Cynolossus interruptus*	√
宽体舌鳎	*Cynolossus robustus*	√
斑头舌鳎	*Cynolossus punciiceps*	√

三线舌鳎	*Cynoglossus trigrammus*	√
铅点东方鲀	*Fugu bimaculatus*	√
日本对虾	*Penaeus(Marsupenaeus)japonicus*	√
墨吉对虾	*Penaeus merguiensis*	√
刀额新对虾	*Metapenaeus ensis*	√
近缘新对虾	*Metapenaeus affinis*	√
中型新对虾	*M.intermedius*	√
鹰爪虾	*Trachypenaeus curvirostris*	√
哈氏仿对虾	*Parapenaeopsis hardwickii*	√
细巧仿对虾	*Parapenaeopsis tenella*	√
缺刻仿对虾	*Parapenaeopsis*	√
须赤虾	*Metapenaeopsis barbata*	√
中华管鞭虾	*Selenocera crassicornis*	√
鲜明鼓虾	*Alpheus distinguendus*	√
葛氏长臂虾	*Palaemon(Palaemon)gravieri*	√
红星梭子蟹	*Portunus sanguinolentus*	√
远海梭子蟹	*Portunus pelagicus*	√
锈斑蟳	*Charybdis(charybdis)feriatus*	√
双斑蟳	*C.(Gonioneptunus)bimaculata*	√
日本蟳	*Charybdis(charybdis)japonica*	√
近亲蟳	*Charybdis affinis*	√
双额短桨蟹	*Thalamita sima*	√
颗粒关公蟹	*Dorippe granulate*	√
隆线拳蟹	*Philyra carinata*	√
杂粒拳蟹	*Philyra heterograna*	√
隆线强蟹	*Eucrate crenata*	√
口虾蛄	*Oratosquilla oratoria*	√
点斑缺角虾蛄	*Harpiosquilla annandalei*	√
剑尖枪乌贼	*Loligo edulis*	√
小管枪乌贼	*Loligo oshimai*	√
曼氏无针乌贼	*Sepiella maindroni*	√
柏氏四盘耳乌贼	*Euprymna berryi*	√
短蛸	*Octopus ocellatus*	√
长蛸	*Octopus variabilis*	√

2019 年 11 月秋季调查生物名录

附录一 浮游植物种类名录

中文名	拉丁文名	站位											
		D2	D4	D5	D6	D8	D9	D11	D12	D16	D17	D18	D19
硅藻门	Bacillariophyceae												
爪哇曲壳藻亚缢变种	*Achnanthesjavanica var. subconstricta*		√										
亚历山大藻属一种	*Alexandrium*sp.			√	√								
双眉藻属一种	*Amphora* sp.					√			√				
克氏星脐藻	*Asteromphaluscleveanus*	√											
近圆星脐藻	*Asteromphalusheptactis*												√
奇异棍型藻	*Bacillariaparadoxa*	√		√	√	√	√	√	√	√	√		√
棍型藻属	*Bacillaria*spp.			√					√				
透明辐杆藻	*Bacteriastrumhyalinumvar.hyalinum*	√	√				√	√	√		√	√	
变异辐杆藻	*Bacteriastrumvarians*				√		√				√		√
钟形中鼓藻	*Bellerocheahorologicalis*	√	√	√	√	√	√	√			√	√	√
锤状中鼓藻	*Bellerochea malleus*										√		
长耳盒形藻	*Biddulphiaaurita*				√		√				√		√
可疑盒形藻	*Biddulphiadubia*										√		

活动盒形藻	*Biddulphiamobiliensis*			√	√						√		
高盒形藻	*Biddulphia regia*				√						√		
中华盒形藻	*Biddulphiasinensis*		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
大角管藻	*Cerataulina daemon*	√		√			√						√
窄隙角毛藻	*Chaetocerosaffinis*		√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
卡氏角毛藻	*Chaetoceroscastracanei*	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
旋链角毛藻	*Chaetoceroscurvisetus*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
柔弱角毛藻	*Chaetoceros debilis*			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
并基角毛藻	*Chaetocerosdecipiens f. decipiens*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
双孢角毛藻	*Chaetocerosdidymus var. didymus*		√	√	√			√	√			√	√
双蛋白核角毛藻	*Chaetocerosdipyrenops*			√									
印度角毛藻	*Chaetoceros indicus*											√	
劳氏角毛藻	*Chaetoceroslorenzianus*	√		√		√			√			√	√
海洋角毛藻	*Chaetocerospelagicus*												√
秘鲁角毛藻	*Chaetocerosperuvianus*		√				√	√		√			
拟旋链角毛藻	*Chaetocerospseudocurvisetus*		√	√	√	√	√	√	√		√	√	
角毛藻属一种	*Chaetoceros*sp.								√				
圆柱角毛藻	*Chaetoceros teres*				√	√		√	√	√	√		√
威氏角毛藻	*Chaetocerosweissflogii*												√
棘冠藻	*Corethroncriophilum*			√	√	√	√	√	√	√	√		√

中心圆筛藻	*Coscinodiscus centralis*		√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
畸形圆筛藻	*Coscinodiscus deformatus*									√			
强氏圆筛藻	*Coscinodiscus janischii*						√						
琼氏圆筛藻	*Coscinodiscus jonesianus*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
高圆筛藻	*Coscinodiscus nobilis*								√				
虹彩圆筛藻	*Coscinodiscus oculus-iridis*					√				√			
辐射列圆筛藻	*Coscinodiscus radiatus*	√	√	√	√	√			√	√	√		√
薄壁圆筛藻	*Coscinodiscus tenuithecus*					√	√		√	√	√	√	√
格氏圆筛藻	*Coscinodiscus granii*			√	√			√					
细弱圆筛藻	*Coscinodiscus subtilis*								√				
小环藻属	*Cyclotella spp.*	√	√	√	√	√	√		√	√	√		
纺锤中断藻	*Dimeregramma fusiformis*			√									
布氏双尾藻	*Ditylumbrightwellii*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
太阳双尾藻	*Ditylum sol*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
短角弯角藻	*Eucamipazodiacus*						√						
薄壁几内亚藻	*Guinardiaflaccida*						√	√					
膜质半管藻	*Hemiaulusmembranacus*						√						
中华半管藻	*Hemiaulussinensis*	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√
环纹娄氏藻	*Lauderiaannulata*	√			√	√	√	√			√		
丹麦细柱藻	*Leptocylindrusdanicus*						√						

短楔形藻	*Licmophoraabbreiata*			√		√							
念珠直链藻	*Melosira moniliformis*		√				√	√					
具槽直链藻	*Melosirasulcata*			√	√	√	√		√		√	√	√
膜状舟形藻	*Naviculamembranacea*								√				
舟型藻	*Naviculaspp.*	√	√	√		√	√		√			√	√
小新月菱形藻	*Nitzschiaclosterium*						√				√		
洛伦菱形藻	*Nitzschialorenziana*				√								
菱形藻属	*Nitzschia spp.*		√	√								√	
尖刺拟菱形藻	*Pseudo-nitzschiapungens*	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	
翼根管藻	*Rhizosoleniaalataf.alata*						√						
厚刺根管藻	*Rhizosoleniacrassispina*		√	√				√			√		
柔弱根管藻	*Rhizosoleniadelicatula*				√	√	√	√	√	√	√		√
覆瓦根管藻	*Rhizosoleniaimbricataf.imbricata*	√	√		√		√	√			√	√	√
覆瓦根管藻细径变种	*Rhizosoleniaimbricatavar.schrubsolei*		√			√	√	√	√			√	
粗根管藻	*Rhizosoleniarobusta*		√				√						
刚毛根管藻	*Rhizosoleniasetigera*			√			√		√		√		√
斯托根管藻	*Rhizosoleniastolterfothii*					√	√						
笔尖型根管藻	*Rhizosoleniastyliformis*				√					√			
优美旭氏藻	*Schroderelladelicatula*				√					√	√		
优美旭氏藻矮小变型	*Schroderelladelicatulaf.schroderi*				√		√		√		√	√	√

中肋骨条藻	*Skeletonemacostatum*	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
热带骨条藻	*Skeletonematropicum*	√		√		√			√	√	√	√	√
掌状冠盖藻	*Stephanopyxispalmeriana*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
塔形冠盖藻	*Stephanopyxisturrisvar.turris*		√						√		√		
泰晤士扭鞘藻	*Streptothecethamesis*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
针杆藻属	*Synedra spp.*		√	√	√	√	√		√	√	√	√	
菱形海线藻	*Thalassionemanitzschioides*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
细长列海链藻	*Thalassiosiraleptopus*									√			
海链藻属一种	*Thalassiosirasp.*		√	√	√		√	√		√	√	√	√
细弱海链藻	*Thalassiosira subtilis*							√					
伏氏海毛藻	*Thalassiothrixfrauenfeldii*		√										
蜂窝三角藻	*Triceratium favus f. favus*					√	√		√	√			
甲藻门	Dinophyceae												
二齿双管藻	*Amphisoleniabidentata*			√									
具尾鳍藻	*Dinophysis caudate*				√	√					√	√	√
勇士鳍藻	*Dinophysis miles*		√	√	√	√	√		√				
膝沟藻属一种	*Gonyaulax*sp.											√	
短角新角藻	*Neoceratium breve*		√	√	√		√		√	√	√	√	√
镰状新角藻	*Neoceratiumfalcatum*			√					√				
叉状新角藻	*Neoceratiumfurca*	√		√	√	√	√		√		√		√

叉状新角藻矮胖变种	*Neoceratiumfurcavar.eugrammum*				√			√		√	√	√	√
梭状新角藻	*Neoceratiumfusus*		√	√	√	√	√	√	√		√	√	√
瘤状新角藻	*Neoceratiumgibberum*			√									
瘤状新角藻异角变种	*Neoceratiumgibberumvar.dispar*												√
大角新角藻	*Neoceratiummacroceros*								√	√			
反转新角藻	*Neoceratiummassiliense*					√	√						
反折新角藻	*Neoceratiumreflexum*												√
针状新角藻	*Neoceratium seta*				√				√			√	
新角藻属一种	*Neoceratium*sp.								√				
波状新角藻	*Neoceratiumtrichoceros*	√	√		√			√				√	√
三角新角藻	*Neoceratiumtripos*				√			√					
夜光藻	*Noctiluca scintillans*		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
海洋原甲藻	*Prorocentrummicans*		√								√	√	
扁平原多甲藻	*Protoperidiniumcompressum*		√	√	√		√	√		√	√		
五角原多甲藻	*Protoperidiniumpentagonum*					√						√	√
原多甲藻属	*Protoperidiniumspp.*				√							√	
斯氏扁甲藻	*Pyrophacussteinii*								√				
蓝藻门	Cyanobacteria												
红海束毛藻	*Trichodesmiumerythraeum*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
金藻门	Chrysophyceae												

小等刺硅鞭藻	*Dictyocha fibula*	√											

注：“√”表示在该站位采集到

附录二 浮游动物种类名录

门类	中文名	拉丁文名	站位											
			D2	D4	D5	D6	D8	D9	D11	D12	D16	D17	D18	D19
桡足类														
	叉胸刺水蚤	*Centropagesfurcatus*		√			√	√		√	√	√	√	√
	短角长腹剑水蚤	*Oithonabrevicornis*	√											
	红纺锤水蚤	*Acartiaerythraea*												√
	尖刺唇角水蚤	*Labidoceraacuta*								√				
	精致真刺水蚤	*Euchaetaconcinna*		√					√		√	√		
	亮大眼水蚤	*Corycreus(ditrichocorycaeus) andrewsi*					√							
	普通波水蚤	*Undinula vulgaris*							√					
	强额孔雀水蚤	*Pavocalanuscrassirostris*			√		√		√					
	瘦尾筒角水蚤	*Pontellopsistenuicauda*		√										
	太平洋纺锤水蚤	*Acartiapacifica*	√	√	√			√			√		√	
	椭形长足水蚤	*Calanopiaelliptica*							√					
	驼背隆哲水蚤	*Acrocalanus gibber*												√
	微刺哲水蚤	*Canthocalanus pauper*		√		√			√	√	√	√	√	
	小唇角水蚤	*Labidoceraminuta*					√							
	小长腹剑水蚤	*Oithona nana*		√	√		√							

	亚强次真哲水蚤	*Subeucalanussubcrassus*		√		√			√	√			√	√
	锥形宽水蚤	*Temoraturbinata*		√				√				√		
毛颚类														
	百陶带箭虫	*Zonosagittabedoti*								√	√			
	肥胖软箭虫	*Flaccisagittaenflata*		√	√	√		√	√	√	√	√	√	
水螅水母类														
	两手筐水母	*Solmundellabitentaculata*											√	
	拟细浅室水母	*Lensiasubtiloides*	√	√	√	√			√					
	气囊水母	*Physophorahydrostatica*	√											
	曲膝薮枝螅水母	*Obelia geniculata*											√	
	双生水母	*Diphyeschamissonis*						√				√		
	四叶小舌水母	*Liriope tetraphylla*							√					
	薮枝螅水母属	*Obelia* sp.											√	
	无疣和平水母	*Eirene averuciformis*											√	
栉水母类														
	球形侧腕水母	*Pleurobrachiaglobosa*				√					√	√		
被囊类														
	异体住囊虫	*Oikopleuradioica*			√									
端足类														
	加尔板钩虾	*Stenothoegallensis*		√									√	

十足类													
	间型莹虾	*Lucifer intermedius*		√	√					√		√		
浮游幼体													
	短尾类幼体	Brachyura larva	√		√		√	√		√		√	√	
	多毛类幼体	Polychaeta larva		√					√					
	腹足类幼体	Gastropod larva			√				√					
	虾姑幼体	Squilla larva		√										
	长尾类幼体	Macrura larva		√	√			√	√	√	√	√		√
其它														
	仔鱼	Fish larvae		√										

附录三 大型底栖动物种类名录

门类	科名	中文名	拉丁文名	站位											
				D2	D4	D5	D6	D8	D9	D11	D12	D16	D17	D18	D19
半索动物															
	殖翼柱头虫科	短殖舌形虫	*Glossobalanusmortenseni*				√			√					
刺胞动物															
	桧叶螅科	六齿海女螅	*Salacia hexodon*						√						
	桧叶螅科	桧叶螅科	Sertulariidae…gen sp.						√			√	√		
苔藓动物															
	胞苔虫科	斑胞苔虫	*Cellaria punctata*						√			√	√		
	草苔虫科	长室滨苔虫	*Halophila longicauda*									√			
环节动物															
	齿吻沙蚕科	中华内卷齿蚕	*Aglaophamussinensis*		√	√		√						√	
	单指虫科	双形拟单指虫	*Cossurelladimorpha*	√							√			√	
	多毛纲	多毛类残体	POLYCHAETA					√							
	海女虫科	海女虫	*Hesione splendida*					√							
	海稚虫科	后指虫	*Laonicecirrata*				√								
	海稚虫科	开普敦稚齿虫	*Prionospio(Prionospio) dubia*									√			
	索沙蚕科	翅状露索沙蚕	*Lobonerispterigtha*				√		√						

	索沙蚕科	纳加斯索沙蚕	*Lumbrinerisnagae*	√	√										
	吻沙蚕科	白色吻沙蚕	*Glycera alba*					√							
	小头虫科	背蚓虫	*Notomastuslatericeus*		√										
	蛹科	角海蛹	*Ophelinaacuminata*					√							
棘皮动物															
	阳遂足科	克氏三齿蛇尾	*Amphiodiaclarki*					√							
	阳遂足科	光滑倍棘蛇尾	*Amphiopluslaveis*			√									
	阳遂足科	倍棘蛇尾属	*Amphioplus*sp.											√	
脊索动物															
	龙头鱼科	龙头鱼	*Harpodonnehereus*			√				√					
	鳀科	小公鱼属	*Stolephorus*sp.								√				
	虾虎鱼科	孔虾虎鱼	*Amblyotrypauchenarctocephalus*					√							
	虾虎鱼科	尖鳍寡鳞虾虎鱼	*Oligolepisacutipinnis*					√	√	√		√			√
	虾虎鱼科	拟矛尾虾虎鱼	*Parachaeturichthys polynema*			√									
节肢动物															
	玻璃虾科	细螯虾	*Leptochelagracilis*			√		√		√					√
	瓷蟹科	绒毛细足蟹	*Raphidopusciliatus*			√		√					√		
	短眼蟹科	豆形短眼蟹	*Xenophthalmuspinnotheroides*			√									
	对虾科	刀额新对虾	*Metapenaeusensis*									√			

	对虾科	长眼对虾	*Miyadiellapodophthalmus*					√				√	√		
	对虾科	哈氏仿对虾	*Parapenaeopsisgardwickii*										√		√
	对虾科	细巧仿对虾	*Parapenaeopsistenella*			√	√					√	√		
	鼓虾科	贪食鼓虾	*Alpheus avarus*			√	√					√	√		
	鼓虾科	日本鼓虾	*Alpheus japonicus*			√	√	√					√		
	鼓虾科	东方鼓虾	*Alpheus sibogae*			√				√		√	√		
	管鞭虾科	中华管鞭虾	*Solenoceracrassicornis*			√			√		√				√
	精干蟹科	海绵精干蟹	*Iphiculusspongiosus*							√					
	宽背蟹科	隆线强蟹	*Eucratecrenata*		√		√								
	利尔钩虾科	畸铲钩虾	*Listriellajanisae*										√		
	毛刺蟹科	裸盲蟹	*Typhlocarcinusnudus*				√	√							
	美人虾科	广布美人虾	*Callianassadivergens*	√											
	鳃虱科	齿圆真虾鳃虱	*Ovobopyrusdentatus*			√									
	梭子蟹科	香港蟳	*Charybdis(Goniohellenus) hongkongensis*					√							
	梭子蟹科	疾进蟳	*Charybdis(Goniohellenus) vadorum*				√								
	梭子蟹科	纤手梭子蟹	*Portunusgracilimanus*				√					√	√		
	梭子蟹科	假矛形梭子蟹	*Portunuspseudohastatoides*						√						
	虾蛄科	长叉三宅虾蛄	*Miyakeanepa*		√								√		

	虾蛄科	口虾蛄	*Oratosquillaoratoria*			√			√	√					
	虾蛄科	断脊小口虾蛄	*Oratosquillinainterrupta*			√									
	虾蛄科	虾姑幼体	*Squilla larva*										√		
	樱虾科	日本毛虾	*Acetes japonicus*		√		√		√					√	
	蚶科	联球蚶	*Anadaraconsociata*				√								
	帘蛤科	饼干镜蛤	*Dosiniabiscocta*							√					
	三叉螺科	圆筒原盒螺	*Eocylichnabraunsi*											√	
	蛸科	砂蛸	*Octopus aegina*						√						
	笋螺科	双层笋螺	*Duplicariaduplicata*			√	√	√		√					
	塔螺科	假奈拟塔螺	*Turriculanelliaespurius*			√									
	细纹蚶科	中华拟蚶	*Arcopsissinensis*				√								
	玉螺科	大窦螺	*Sinumneritoideus*					√							
	织纹螺科	西格织纹螺	*Nassariussiquijorensis*					√							
	织纹螺科	红带织纹螺	*Nassariussuccinctus*								√				

附录四 潮间带生物种类名录

门类	科名	中文名	拉丁文名	D13			D14			D15		
				高	中	低	高	中	低	高	中	低
环节动物												
	沙蚕科	多齿围沙蚕	*Perinereisnuntia*		√							
	丝鳃蚕科	须鳃虫	*Cirriformiatentaculata*			√						
	索沙蚕科	纳加斯索沙蚕	*Lumbrinerisnagae*		√							
	蛰龙介科	扁蛰虫	*Loimia medusa*		√							
棘皮动物												
	海参科	玉足海参	*Holothurialeucospilota*		√							
	长海胆科	紫海胆	*Anthocidariscrassipina*			√						
节肢动物												
	蝉蟹科	截额蝉蟹	*Hippatruncatifrons*									√
	瓷蟹科	哈氏岩瓷蟹	*Petrolistheshastatus*		√	√						
	瓷蟹科	马鲁古岩瓷蟹	*Petrolisthesmoluccensis*		√	√						
	方蟹科	平背蜞	*Gaeticedepressus*		√	√						
	方蟹科	小相手蟹	*Nanosesarmagordonae*		√							
	鼓虾科	优美鼓虾	*Alpheus euphrosyne*		√	√						

	寄居蟹科	皮氏寄居蟹	*Paguruspitagsaleei*		√	√						
	铠茗荷科	龟足	*Capitulum mitella*		√							
	笠藤壶科	鳞笠藤壶	*Tetraclita squamosa*		√							
	毛刺蟹科	马氏毛粒蟹	*Pilumnopeusmakiana*		√	√						
	沙蟹科	痕掌沙蟹	*Ocypodestimpsoni*	√			√	√		√	√	
	扇蟹科	火红皱蟹	*Leptodiusexaratus*		√	√						
	梭子蟹科	相模蟳	*Charybdis(Charybdis) sagamiensis*			√						
	梭子蟹科	斑点短桨蟹	*Thalamitapicta*			√						
软体动物												
	宝贝科	阿文绶贝	*Mauritia arabica*			√						
	滨螺科	小结节滨螺	*Nodilittorinaexigua*	√	√							
	滨螺科	塔结节滨螺	*Nodilittorina pyramidalis*	√								
	斧蛤科	楔形斧蛤	*Donax cuneatus*						√			
	骨螺科	珠母爱尔螺	*Ergalataxmargariticola*			√						
	骨螺科	粒核果螺	*Morula (Morula) granulate*			√						
	骨螺科	镶珠结螺	*Morula(Morula)musiva*			√						
	骨螺科	疣荔枝螺	*Thais clavigera*		√	√						
	骨螺科	黄口荔枝螺	*Thais luteostoma*			√						
	蚶科	青蚶	*Barbatiaobliquata*		√	√						
	核螺科	杂色蛤仔	*Euplica versicolor*		√	√						

	菊花螺科	日本菊花螺	*Siphonaria japonica*		√	√						
	棱蛤科	斑纹棱蛤	*Trapezium liratum*		√							
	笠贝科	嫁(虫戚)	*Cellanatoreuma*		√							
	帘蛤科	颗粒加夫蛤	*Gafrariumdispar*		√							
	马蹄螺科	黑凹螺	*Chlorostomanigerrima*		√	√						
	马蹄螺科	锈凹螺	*Chlorostomarustica*		√	√						
	马蹄螺科	粗糙真蹄螺	*Euchelusscaber*		√							
	马蹄螺科	单齿螺	*Monodontalabio*		√	√						
	牡蛎科	棘刺牡蛎	*Saccostrea echinata*		√	√						
	牡蛎科	团聚牡蛎	*Saccostrea glomerata*		√							
	平轴螺科	平轴螺	*Planaxissulcatus*		√	√						
	嵌线螺科	粒蝌蚪螺	*Gyrineum natator*			√						
	蠑螺科	粒花冠小月螺	*Lunellacoronata granulate*			√						
	石鳖科	日本花棘石鳖	*Liolophurajapomic*		√							
	滩栖螺科	疣滩栖螺	*Batillariasordida*			√						
	细饰蚶科	对称拟蚶	*Striarcasymmetrica*			√						
	蜒螺科	渔舟蜒螺	*Neritaalbicilla*		√	√						
	贻贝科	变化短齿蛤	*Brachidontesvariabilis*		√	√						
	贻贝科	翡翠贻贝	*Pernaviridis*		√							
星虫动物												

	革囊星虫科	暗色革囊星虫	*Phascolosomanigrescens*		√							
	革囊星虫科	棕突革囊星虫	*Phascolosomaperlucens*		√	√						
	枝触星虫科	梨囊枝触星虫	*Themistecymodoceae*		√							
	枝触星虫科	长颈枝触星虫	*Themistelageniformis*		√							

附录五 鱼卵与仔稚鱼种类名录

科名	中文名	拉丁文名	发育阶段	站位											
				D2	D4	D5	D6	D8	D9	D11	D12	D16	D17	D18	D19
鲷科	鲷科	Sparidae…gen sp.	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			仔稚鱼		√		√		√					√	
羊鱼科	绯鲤属	*Upeneaus*sp.	仔稚鱼										√		√
舌鳎科	舌鳎科	Cynoglossidae…gen sp.	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
鲹科	鲹科	Carangidae…gen sp.	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			仔稚鱼								√			√	
鳀科	小公鱼属	*Stolephorus*sp.	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			仔稚鱼		√		√	√				√			
鲻科	鲻科	Mugilidae…gen sp.	鱼卵			√		√	√		√	√	√	√	
			仔稚鱼			√						√			
未定种	未定种	Unidentified species	鱼卵	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

附录六 游泳动物种类名录

编号	中文名字	拉丁文名	站位										
			D2	D4	D5	D6	D8	D9	D11	D12	D16	D17	D18	D19
1	阿氏强蟹	*Eucrate alcocki*	√					√	√			√	√	√
2	白腹小沙丁鱼	*Sardinella lemuru*			√									√
3	白缘裸胸鳝	*Gymnothorax albimarginatus*									√			√
4	斑鰶银姑鱼	*Pennahia pawak*						√						
5	半线天竺鲷	*Apogon semilineatus*							√					
6	变态蟳	*Charybdis variegata*						√	√					
7	赤鼻棱鳀	*Thryssa kammalensis*	√	√	√			√	√	√	√		√	
8	大鳞舌鳎	*Cynoglossus macrolepidous*												√
9	大头银姑鱼	*Pennahia macrocephalus*				√	√		√	√	√	√		√
10	带纹蹙鱼	*Antennarius striatus*							√					
11	单指虎鮹	*Minous monodactylus*							√					√
12	短带鱼	*Trichiurus brevis*				√							√	√
13	短穗乌贼	*Sepia brevimana*				√						√		
14	断脊口虾姑	*Oratosquilla interrupta*	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
15	多鳞鱚	*Sillago sihama*								√				√
16	副拟鳎	*Pardachirus xenicus*							√					

17	哈氏仿对虾	*Parapenaeopsis hardwickii*		√			√		√			√		
18	汉氏棱鳀	*Thryssa hamiltonii*				√								
19	褐菖鲉	*Sebastiscus marmoratus*							√		√			√
20	褐篮子鱼	*Siganus fuscescens*				√			√		√			√
21	红星梭子蟹	*Portunus sanguinolentus*	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
22	黄姑鱼	*Nibea albiflora*								√				
23	黄鲫	*Setipinna tenuifilis*	√	√	√	√	√	√		√		√	√	
24	火枪乌贼	*Loligo beka*	√	√	√	√	√	√		√		√	√	
25	脊额外鞭腕虾	*Exhippolysmata ensirostris*				√								
26	尖尾鳗	*Uroconger lepturus*	√		√	√		√	√		√			
27	金色小沙丁鱼	*Sardinella aurita*							√					
28	近缘新对虾	*Metapenaeus affinis*	√	√	√	√	√		√	√	√			√
29	锯缘青蟹	*Scylla serrata*									√			
30	康氏小公鱼	*Stolephorus commersoni*												√
31	孔虾虎鱼	*Trypauchen vagina*	√	√	√	√	√	√	√		√	√		√
32	口虾蛄	*Oratosquilla fabricii*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
33	六指马鲅	*Polynemus sextarius*			√								√	
34	龙头鱼	*Harpadon nehereus*		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
35	隆线强蟹	*Eucrate crenata*	√	√	√	√	√		√		√	√		
36	鹿斑鲾	*Leiognathus ruconius*	√	√		√	√					√	√	

37	卵蛸	*Octopus ovulum*							√	√				√
38	矛形梭子蟹	*Portunus hatatoides*		√	√	√	√	√	√	√	√	√		√
39	美丽短鳍蓑鲉	*Dendrochirus bellus*						√						
40	猛虾姑	*Harpiosquilla harpax*		√		√	√		√			√	√	√
41	拟矛尾鰕虎鱼	*Parachaeturichthys polynema*	√	√	√	√		√	√		√	√	√	√
42	皮氏叫姑鱼	*Johnius belengerii*								√		√		√
43	前鳞骨鲻	*Osteomugil ophuyseni*												√
44	球形拳蟹	*Philyra globulosa*	√											
45	日本带鱼	*Trichiurus japonicus*	√					√						
46	日本绯鲤	*Upeneus japonicus*						√						
47	日本关公蟹	*Dorippe japonica*	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√
48	三线肌鲈	*Parapristipoma trilineatum*												√
49	食蟹豆齿鳗	*Pisodonophis cancrivorus*							√		√			
50	双斑蟳	*Charybdis bimaculata*	√		√	√	√	√		√	√	√		
51	四盘耳乌贼	*Euprymna morsei*												√
52	四线天竺鲷	*Apogon quadrifasciatus*									√		√	
53	台湾芳虾姑	*Faughnia formosae*	√		√	√		√	√		√			√
54	汤氏团扇鳐	*Platyrhinatangi*									√			
55	伪装关公蟹	*Dorippe facchina*	√	√		√	√			√		√	√	
56	伍氏平虾蛄	*Erugosquilla woodmasoni*	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√

57	细鳞鲴	*Terapon jarbua*								√	√			
58	细条天竺鲷	*Apogon lineatus*							√					
59	纤手梭子蟹	*Portunus gracilimanus*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√
60	小牙鰕	*Gazza minuta*								√				
61	锈斑蟳	*Charybdis feriatus*		√					√		√		√	√
62	须赤虾	*Metapenaeopsis barbata*						√	√		√			√
63	须鳗虾虎鱼	*Taenioides cirratus*	√	√								√	√	√
64	眼斑拟鲈	*Parapercis ommatura*							√					
65	银姑鱼	*Pennahia argentata*												√
66	拥剑梭子蟹	*Portunus gladiator*							√					
67	杂食豆齿鳗	*Pisodonophis cancrivorus*												√
68	长丝犁突虾虎鱼	*Myersina filifer*									√			
69	直额蟳	*Charybdis truncaa*	√		√		√	√	√		√			√
70	中国枪乌贼	*Loligo chinensis*			√			√	√	√	√		√	√
71	中华管鞭虾	*Solenocera crassicornis*	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√
72	周氏新对虾	*Metapenaeopsis joyneri*	√	√	√	√	√			√	√	√	√	√
73	棕斑兔头鲀	*Lagocephalus spadiceus*	√	√		√	√					√	√	