

粤海大道排涝通道及配套工程
环境影响报告书
(征求意见稿)

建设单位：海口市路桥建设投资有限公司

编制单位：海南南海海岸工程与生态环境研究所

编制时间：二〇二五年六月

目 录

概 述	1
1.项目建设由来	1
2.项目特点	2
3.相关情况分析判定	3
4.环境影响评价工作程序	3
5.关注主要环境问题	4
6.评价主要结论	5
1 总则	6
1.1 编制依据	6
1.2 评价目的及评价原则	10
1.3 环境影响因素识别与评价因子筛选	11
1.4 环境功能区划	13
1.5 评价标准	21
1.6 评价内容和评价重点	27
1.7 评价等级和评价范围	28
1.8 环境保护目标	35
1.9 项目与国家产业政策和规划符合性分析	41
2 工程概况	59
2.1 本项目建设概况	59
2.2 项目建设的必要性	65
2.3 工程建设内容、平面布置、结构和尺度	68
2.5 施工方案、工程量及流程	93
2.6 项目用地、用海情况分析	102
2.7 用海选址合理性分析	106
3 工程分析	110
3.1 生产工艺与过程分析	110

3.2 土石方平衡分析	110
3.3 工程各阶段污染环境的影响分析	112
3.4 工程各阶段非污染环境的影响分析	120
4 区域自然环境和社会环境概况	122
4.1 区域自然环境概况	122
4.2 区域社会经济环境概况	142
4.3 区域海洋资源和海域开发利用与保护概况	143
5 环境质量现状调查与评价	149
5.1 水文动力环境现状调查与评价	149
5.2 地质地貌和冲淤环境现状调查与评价	156
5.3 水质现状调查与评价	170
5.4 沉积物现状调查与评价	174
5.5 生态环境质量现状调查与评价	175
5.6 珊瑚礁现状调查与评价	183
5.7 大气环境质量现状评价	187
5.8 声环境质量现状调查与评价	187
5.10 陆域生态植被调查	192
6 环境影响预测与评价	195
6.1 水文动力环境影响预测与评价	195
6.2 地形地貌与冲淤环境影响预测预评价	209
6.3 水质环境影响预测与评价	211
6.4 沉积物环境影响分析与评价	232
6.5 生态环境影响分析与评价	233
6.6 声环境影响分析与评价	242
6.7 固体废物影响分析与评价	253
6.8 大气环境影响分析与评价	254
6.9 环境敏感目标的影响分析与评价	255
6.10 对“三场一通道”的影响分析	259
7 珊瑚礁资源影响评价	264

7.1 珊瑚礁资源现状调查与评价	264
7.2 建设项目对珊瑚礁的影响	264
7.3 珊瑚保护措施	269
8 环境风险分析与评价	270
8.1 环境风险评价工作等级	270
8.2 事故风险分析	270
8.3 事故溢油扩散预测分析	272
8.4 事故防范措施	282
8.5 风险事故应急程序	284
9 清洁生产和总量控制分析	294
9.1 清洁生产	294
9.2 总量控制	295
10 环境保护对策措施	297
10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施	297
10.2 建设项目各阶段的生态保护对策措施	300
11 环境保护的技术经济合理性分析	303
11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	303
11.2 环境保护的经济损益分析	303
11.3 环境保护的技术经济合理性	305
12 环境管理与监测计划	306
12.1 环境管理	306
12.2 环境监理计划	307
12.3 环境监测计划	308
12.4 竣工环境保护验收	313
13 环境影响评价结论与建议	316
13.1 项目概况	316
13.2 工程分析结论	316
13.3 环境质量现状调查与评价结论	317
13.4 环境影响预测综合分析与评价结论	321

13.5 环境事故影响综合分析与评价结论	328
13.6 清洁生产与总量控制结论	328
13.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论	328
13.8 社会经济环境影响综合分析与评价结论	330
13.9 相关规划相符性	330
13.10 公众参与结论	331
13.11 综合结论	331
13.12 环境保护对策与建议	331

概 述

1.项目建设由来

2021年04月，国务院办公厅发布《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》（国办发〔2021〕11号），提出到2025年，各城市因地制宜基本形成“源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急”的城市排水防涝工程体系，排水防涝能力显著提升，内涝治理工作取得明显成效；有效应对城市内涝防治标准内的降雨，老城区雨停后能够及时排干积水，低洼地区防洪排涝能力大幅提升，历史上严重影响生产生活秩序的易涝积水点全面消除，新城区不再出现“城市看海”现象。到2035年，各城市排水防涝工程体系进一步完善，排水防涝能力与建设海绵城市、韧性城市要求更加匹配，总体消除防治标准内降雨条件下的城市内涝现象。

2022年1月4日，海南省水利厅开展“六水共治”攻坚战动员部署会，要求各县市系统推进治污水、保供水、排涝水、防洪水、抓节水、优海水“六水共治”，保护好海南岛的“肾脏”。

2023年4月，住房和城乡建设部办公厅和国家发展改革委办公厅联合发布《住房和城乡建设部办公厅、国家发展改革委办公厅关于做好2023年城市排水防涝工作的通知》，提出深刻汲取2021年郑州“7·20”特大暴雨灾害等教训，加快排水防涝设施建设，紧抓排水管网新建改造、泵站排涝能力提升、排水通道整治疏通、河湖水系联动蓄排等工程项目，倒排工期，精准调度，加强督导。

海口作为全国最年轻的省会城市，基础相对较差、底子较薄，突出体现在城市防灾减灾能力的薄弱和基础设施建设标准的偏低。由于降雨强度大，现状排水防涝设施历史欠账严重，且易受潮位顶托影响，逢雨必涝的问题长期未得到有效解决。2017年海口被列为60个近年来内涝灾害严重的城市，2020年海口被列为100个近年来内涝灾害严重的城市，国家重点督办，扎实推进城市易涝区段整治，补齐短板，经整治的城市易涝点排水防涝能力和应急处置能力要达到国家标准。

粤海大道（西海瑞园至星华海岸路段）、滨海大道（西海瑞园路段、滨海大道与粤海大道交叉口段）处积水比较严重，积水原因主要为下游规划粤海北路排涝通道尚未建设，现状滨海大道与粤海大道交叉口处雨水方沟无出路，此处雨水方沟承担上游粤海大道（星华海岸至西海瑞园段）及滨海大道（长滨七路至粤海大道段）雨水，现

状雨天仅由两条 D1000mm 溢流管排放入新海大道，形成排水瓶颈，排水能力严重不足造成积水比较严重，基本上逢雨必积。

本项目的建设将极大改善周边环境，缓解道路拥堵、雨天积水等问题，充分体现政府为民办实事的服务精神，因此本项目的建设是极其必要和迫切的。

2023 年 12 月海口市设计集团有限公司编制了《粤海大道排涝通道及配套工程可行性研究报告》，2024 年 6 月 7 日取得了海口市发展和改革委员会关于同意工程的可行性研究报告的复函（海发改投资函〔2024〕490 号）。

2025 年 3 月海口市设计集团有限公司编制了《粤海大道排涝通道及配套工程工程初步设计》，已于 2025 年 4 月 18 日取得了海口市住房和城乡建设局关于同意粤海大道排涝通道及配套工程初步设计的复函（海住建工〔2025〕118 号）。

本次建设工程为粤海大道排涝通道及配套工程，拟建道路北起规划新海北路，南至现状滨海大道，道路等级为城市主干路，道路全长约 572.343m，红线宽 50 米，设计速度 60km/h。新建雨水管道，雨水管道总长度为 1404m，总汇水面积为 157.74 公顷，设计雨水流量为 30.87m³/s，雨水管道自南向北最终排入海域，雨水管道陆域段管长 1257.23m，主要敷设于拟建道路下方，雨水管道海域段（以下简称排海通道）管长 146.77m。

2.项目特点

根据项目的工程特点，项目建设包含施工期及运营期，项目施工期主要污染源为排海通道基槽开挖、基础回填、护底抛石及桩基等施工过程中产生的悬浮泥沙，施工人员生活污水，船舶生活污水，船舶含油污水，施工机械运行噪声，拆除的建筑垃圾，开挖的土方以及海域段的开挖砂，施工扬尘、施工机械及车辆尾气等；运营期主要污染源为道路交通噪声，车辆燃油尾气、雨水排放等。项目生态环境影响主要为施工期对浮游动植物、潮间带生物、渔业资源和珊瑚礁资源的影响，运营期排海通道（雨水）对海域水文动力环境、冲淤环境和海水盐度的影响，项目运营期存在排海通道堵塞风险。本项目施工过程合理安排施工时序，加强施工管理，减小悬浮物扩散范围；施工期和运营期产生的各项污染物均采取相应的处理措施妥善处理，严禁排入周边海域和陆域环境；项目施工前制定风险事故防范措施和应急预案，并配备应急设备和物资；项目实施后拟对区域水质、沉积物、生态环境、岸滩冲淤、珊瑚礁进行跟踪监测，项

目采取相应的环保措施及生态补偿恢复措施后，项目建设对周围环境的影响在可接受范围内。

3.相关情况分析判定

(1) 环评文件类别的判定

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《国务院关于修改(建设项目环境保护管理条例)的决定》(2017 年国务院第 682 号)等环保法律法规的要求，需对本项目开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)，本项目新建雨水排海通道，海域段长度 146.77m，属于“五十四、海洋工程”中的“152、海底隧道、管道、电（光）缆工程”中的“涉及环境敏感区的海底管道、电（光）缆工程”类别，应编制环境影响报告书。新建城市主干路，长度 572.343m，属于“五十二、交通运输业和管道运输业”中的“131 城市道路（不含维护，不含支路，人行天桥，人行地道）中的“新建快速路、主干路；城市桥梁、隧道”类别，应编制环境影响报告表。按照就高不就低的原则，本项目应编制环境影响报告书。因此，海口市路桥建设投资有限公司特委托海南南海海岸工程与生态环境研究所开展《粤海大道排涝通道及配套工程环境影响报告书》的编制工作。我单位接受委托后，立即开展了详细的现场调查、资料收集工作，在对本项目的环境现状和可能造成的环境影响进行分析后，依照环境影响评价技术导则及相关规范的要求编制完成了本项目的环境影响报告书。

(2) 产业政策符合性判定

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目为“二十二、城镇基础设施”中的“城市道路及智能交通体系建设”以及“城镇供排水工程”，属于鼓励类，因此本项目的建设符合国家产业政策的。

根据海南省发展和改革委员会印发的《海南省产业准入禁止限制目录(2025 年版)》（琼发改产业（2025）203 号）中的相关规定，本项目不属于禁止类、限制类产业，因此，项目符合海南省产业政策的要求。

4.环境影响评价工作程序

本次环境影响评价工作分三个阶段，在第一阶段，根据相关规定我单位组织技术人员对项目场地进行了踏勘，对项目周围的自然环境及环境现状进行初步调查、进行

初步工程分析，明确评价重点和环境保护目标，确定工作等级、评价范围，制定工作方案；在第二阶段，对环境现状调查进行监测和评价，对项目进行工程分析，对项目可能产生的各项污染物均进行了详细的分析，对项目排放污染物对周围环境的影响进行预测；第三阶段提出切实可行的环境保护措施、进行技术经济论证，给出污染物排放清单，给出建设项目环境影响评价结论。具体工作流程见图 1。



图 1 环境影响评价技术路线

5.关注主要环境问题

本工程重点关注的主要环境问题为：

- (1)项目建设对水生生态、水环境影响及污染控制措施、环境风险影响及防范、应急要求等；
- (2)项目生态环境影响重点分析工程建设、运营期盐度变化对区域海域浮游动物、浮游植物、底栖生物、潮间带生物及游泳生物的影响；
- (3)项目水环境重点评价工程建设产生的水文动力、岸滩冲淤、海底地形变化的影

响；

(4)项目生态环境影响重点分析工程施工和运营过程对项目区附近珊瑚礁生态环境的影响和珊瑚礁保护措施；

(5)道路运营期交通噪声对沿线声环境保护目标的影响。

6.评价主要结论

拟建项目符合国家产业政策及相关规划的要求，所采用的污染防治措施技术经济可行，能保证各种污染物稳定达标排放，污染物的排放符合总量控制的要求，预测表明该项目的实施对周围环境的影响在可接受范围内。在充分落实本报告书提出的各项工程环保措施、风险控制措施及环境监督管理措施情况下，从环保角度分析，拟建项目建设具有环境可行性。

1 总则

1.1 编制依据

1.1.1 国家法律、法规

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

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》(第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订通过,自 2024 年 1 月 1 日起施行);

(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第二次修正);

(4) 《中华人民共和国海上交通安全法》(2021 年 4 月 29 日,中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订,自 2021 年 9 月 1 日起施行);

(5) 《中华人民共和国水污染防治法》(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正,自 2018 年 1 月 1 日起施行);

(6) 《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第二次修正);

(7) 《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通过对《中华人民共和国环境噪声污染防治法》作出修改。);

(8) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议修订通过,自 2020 年 9 月 1 日起施行。);

(9) 《中华人民共和国清洁生产促进法(2012 年修正)》(2012 年 2 月 29 日);

(10) 《中华人民共和国渔业法》(第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修改,自 2014 年 3 月 1 日起施行);

(11) 《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修订通过,自 2016 年 9 月 1 日起施行);

(12) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令 682 号文,《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》2017 年 6 月 21 日国务院第 177 次常务会议通过,自 2017 年 10 月 1 日起施行);

(13) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年1月1日起施行)；

(14) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令，2023年第7号令，2024年2月1日起施行)；

(15) 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部，2019年1月1日起施行)；

(16) 《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号文，自2006年11月1日起施行。根据2017年3月1日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》，其中对《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》进行了修订)；

(17) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(国务院令第507号文，自2008年1月1日起施行。根据2017年3月1日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》，其中对《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》进行了修订)；

(18) 《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年第2号，2019年5月1日实施；

(19) 《中华人民共和国海南自由贸易港法》，中华人民共和国主席令第八十五号，2021年6月10日实施；

(20) 《海岸线保护与利用管理办法》，中央全面深化改革领导小组第二十九次会议，2017年11月1日；

(21) 《自然资源部办公厅关于加强珊瑚礁保护修复的通知》(自然资办发〔2024〕27号)，2024年06月04日。

1.1.2 地方法律、法规和政策

(1) 《海南省环境保护条例》，海南省人民代表大会常务委员会公告第109号，2018年1月1日；

(2) 《海南生态省建设规划纲要》(海南省人大常委会，2005年5月27日)；

(3) 《海南省人民政府关于印发海南省水污染防治行动计划实施方案的通知》(琼府〔2015〕111号)；

(4) 《海南省人民政府关于印发海南省大气污染防治实施方案(2016-2018年)的通知》(琼府〔2016〕23号)；

(5) 《海南省人民政府关于划定海南省生态保护红线的通告》，琼府〔2016〕90号；

(6) 《海南省实施<中华人民共和国海域使用管理法>办法》，2015年1月；

(7) 《海洋生态损害赔偿与生态补偿评估方法》，2013年；

(8) 《海南省近岸海域环境功能区划(2010年修编)》，2012年3月；

(9) 《海南省实施〈中华人民共和国海域使用管理法〉办法修正案二》(海南省人民代表大会常务委员会，2018年4月3日海南省第六届人民代表大会常务委员会第三次会议修订，2018年5月15日发布，自发布之日起施行)；

(10) 《海南省实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》(海南省人民代表大会常务委员会，2015年7月31日海南省第五届人民代表大会常务委员会第十六次会议第二次修订)；

(11) 《海南省海洋主体功能区规划》，2017年4月；

(12) 《海南省海洋环境保护规定修正案》，2017年11月30日海南省第五届人民代表大会常务委员会第三十三次会议通过；

(13) 《海南省生态保护红线管理规定》，海南省第五届人民代表大会常务委员会第二十二次会议通过，2016年9月1日起施行；

(14) 《海南经济特区海岸带保护与利用管理实施细则》，2022年6月10日，海南省人民政府。

(15) 《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》，海南省人民代表大会常务委员会公告第84号，2017年1月1日实施；

(16) 海南省自然资源和规划厅关于印发《海南省珊瑚礁生态保护修复三年行动方案(2023~2025年)》的通知，琼自然资修〔2022〕436号，2023年01月10日；

(17) 海南省生态环境厅关于发布《海南省生态环境分区管控方案(2023年版)》的函，2024年8月5日；

(18) 《海南省国土空间规划(2021-2035年)》，国函〔2023〕97号，2023年9月15日；

(19) 《海口市国土空间规划(2021-2035年)》2024年11月24日。

1.1.3 技术标准、导则、规范

(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 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)；

- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018);
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018);
- (5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016);
- (6) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021);
- (7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022);
- (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018);
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018);
- (10) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018);
- (11) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011);
- (12) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB/T18918-2002);
- (13) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996);
- (14) 《海水水质标准》(GB3097-1997);
- (15) 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002);
- (16) 《海洋生物质量》(GB18421-2001);
- (17) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- (18) 《声环境质量标准》(GB3096-2008);
- (19) 《海洋调查规范》(GB/T12763-2007);
- (20) 《海洋监测规范》(GB17378-2007);
- (21) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007);
- (22) 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T 451-2017);
- (23) 《公路建设项目环境影响评价规范》(JTGB03-2006);
- (24) 《公路环境保护设计规范》(JTGB04-2010);
- (25) 《声环境功能区划分技术规范》(GB/T15190-2014);
- (26) 《地面交通噪声污染防治技术政策》(环发[2010]7号);
- (27) 《声屏障声学设计和测量规范》(HJ/T90-2004);
- (28) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008);
- (29) 《《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。

1.1.4 项目资料

- (1) 建设单位委托书;

- (2)《粤海大道排涝通道及配套工程工程可行性研究报告》，海口市设计集团有限公司，2023年12月；
- (3)《粤海大道排涝通道及配套工程初步设计》，海口市设计集团有限公司，2025年3月；
- (4)《粤海大道排涝通道及配套工程岩土工程勘察报告》，海口市设计集团有限公司，2024年8月；
- (5)《粤海大道排涝通道及配套工程水土保持报告》，海南海环环境科技有限公司，2025年4月；
- (6)建设单位提供的其他有关资料。

1.2 评价目的及评价原则

1.2.1 评价目的

将主要从保护环境、维护生态可持续发展的原则出发，根据工程附近海域的环境特点和环境质量控制目标，对各类施工行为和建成后带来的环境影响进行全面、科学的论证，以期达到如下的目的：

- (1)通过环境调查和现状监测掌握拟建工程所在区域的环境质量现状和自然、社会环境基本情况；
- (2)通过工程分析，查清建设工程的主要污染源、污染物及主要污染物的排放量；
- (3)通过分析工程建设对海域生态环境的影响，提出合理、可行的生态保护和修复措施、建议等；
- (4)对拟建工程的环境影响和污染事故环境风险进行预测和评价，提出切实可行的环保措施和应急对策，反馈于工程设计与施工管理，使工程对环境造成的不利影响降至最小程度，达到工程建设与环境保护协调发展的目的；
- (5)通过公众参与，引导公众参与到项目建设期和营运期的环境保护工作的管理和监督中，起到宣传国家有关环保法规和政策的作用；
- (6)从环境保护角度出发，对本工程可行性以及应采取的环保对策做出结论。

1.2.2 评价原则

- (1)依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服

务环境管理。

(2) 科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

(3) 突出重点

根据建设项目的工程内容及其特点，明确与环境要素间的作用效应关系，根据规划环境影响评价结论和审查意见，充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

1.3 环境影响因素识别与评价因子筛选

1.3.1 环境影响因素识别

(1) 污染因素

施工期：项目施工期主要污染源为排海通道基槽开挖、基础回填、护底抛石及桩基等施工过程产生的悬浮泥沙、施工人员生活污水，船舶生活污水，船舶含油污水，施工机械运行噪声，拆除的建筑垃圾，开挖的土方以及海域段的开挖砂，施工扬尘、施工机械及车辆尾气等。施工期对环境的影响是暂时的，这些影响随着施工完成而逐渐消失。

运营期：项目运营期主要污染源为道路交通噪声，车辆燃油尾气、雨水排放等，对周边环境产生一定的影响。

项目各阶段污染因素识别见表 1.3-1。

表 1.3-1 环境影响因素识别一览表

阶段	环境要素	主要污染源/影响源	主要污染物	影响性质
施工期	水环境	排海通道基槽开挖、基础回填、抛石护底及桩基施工	SS	暂时、一般影响
		施工人员陆域生活污水、船舶生活污水、船舶含油污水	COD、BOD ₅ 、氨氮、石油类	暂时、一般影响
	大气环境	施工机械废气、施工船舶废气	NO _x 、SO ₂	暂时、一般影响
		施工扬尘	TSP	暂时、一般影响
	声环境	施工船舶、施工机械作业噪声	噪声	暂时、一般影响
	固体废物	生活垃圾	--	暂时、一般影响
		施工船舶和机械保养废油	石油类	暂时、一般影响
		道路工程拆除产生的建筑垃圾	建筑垃圾	暂时、一般影响
		道路工程开挖土、排海通道开挖砂	土石方	暂时、一般影响
	生态环境	施工对底栖生物、潮间带生物、渔业资源、珊瑚礁资源的影响	--	长期、一般影响

阶段	环境要素	主要污染源/影响源	主要污染物	影响性质
	环境风险	施工船舶碰撞发生溢油	石油类	长期、一般影响
营运期	水动力环境	桩基、排海通道建设引起潮流场、波浪场变化		长期、一般影响
	大气环境	车辆尾气	NO _x 、SO ₂	长期、一般影响
	声环境	道路交通噪声	噪声	长期、一般影响
	水环境	市政雨水	SS	长期、一般影响
	生态环境	项目建设引起的水动力变化、泥沙冲淤变化、盐度变化对珊瑚礁资源及海洋生物环境产生一定的影响		长期、较大影响

(2) 非污染因素

根据工程的规模、工艺流程等特征，工程各阶段存在非污染环境的影响如下：

① 项目排海通道的建设改变了海域的自然属性，工程后将引起工程区及附近水动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。

② 项目建设破坏了底栖生物赖以生存的底质环境，并造成部分底栖生物的直接死亡，基槽开挖、基础回填、抛石护底等施工过程产生的悬浮泥沙对浮游生物、游泳动物等也将产生一定的影响。

③ 项目运营期引起的盐度变化、水动力变化、地形地貌和泥沙冲淤环境变化对项目区附近海域珊瑚礁生态环境产生一定的影响。

④ 项目建设可能引起的诱导生态影响和与周边或工程建设前后可能产生的累积生态影响。

⑤ 道路工程建设对陆域生态植被、水土流失等生态环境影响。

⑥ 项目施工期船舶溢油事故风险，运营期存在危险品运输车辆事故风险。

1.3.2 评价因子筛选

根据对项目的工程分析、项目所在地区各环境要素的特征以及存在的环境问题，确定的评价因子见表 1.3-2。

表 1.3-2 评价因子一览表

评价要素		评价因子	
		现状评价	预测评价
海域	水质	pH、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、石油类、重金属（Hg、Cu、Pb、Zn、Cd、As）等。	悬浮物扩散、浮游生物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵与仔稚鱼、游泳生物、珊瑚礁的影响
	沉积物	有机碳、石油类、硫化物、重金属（Hg、Cu、Pb、Zn、Cd、As）等。	

生态环境	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、生物质量、珊瑚礁等。	
渔业资源	鱼卵与仔稚鱼、游泳生物	
生物质量	石油类、重金属 (Hg、Cu、Pb、Zn、Cr、Cd、As)	
水文动力环境	潮流场、波浪场	潮流场、波浪场变化
地形地貌与冲淤环境	地形地貌、冲淤环境、工程地质	地形地貌与冲淤环境变化
环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 等。	/
声环境	等效连续 A 声级: L_{Aeq}	L_{Aeq}
陆域生态环境	分布范围、种群数量、生境面积、物种组成、群落结构、生物量、丰富度	定性分析

1.4 环境功能区划

1.4.1 大气环境功能区划

项目位于海口市秀英区西秀镇粤海大道，无自然保护区、风景名胜区等特殊敏感区。根据《环境空气质量标准(GB3095-2012)》，项目评价范围内属于二类大气环境功能区。



图 1.4-1 海口市环境空气质量功能区划（2024 年修编）图

1.4.2 声环境功能区划

项目位于海口市秀英区西秀镇粤海大道，根据《海口市声环境功能区划图》(见图 1.4-1)，项目属于 2 类和 4a 类声环境功能区。

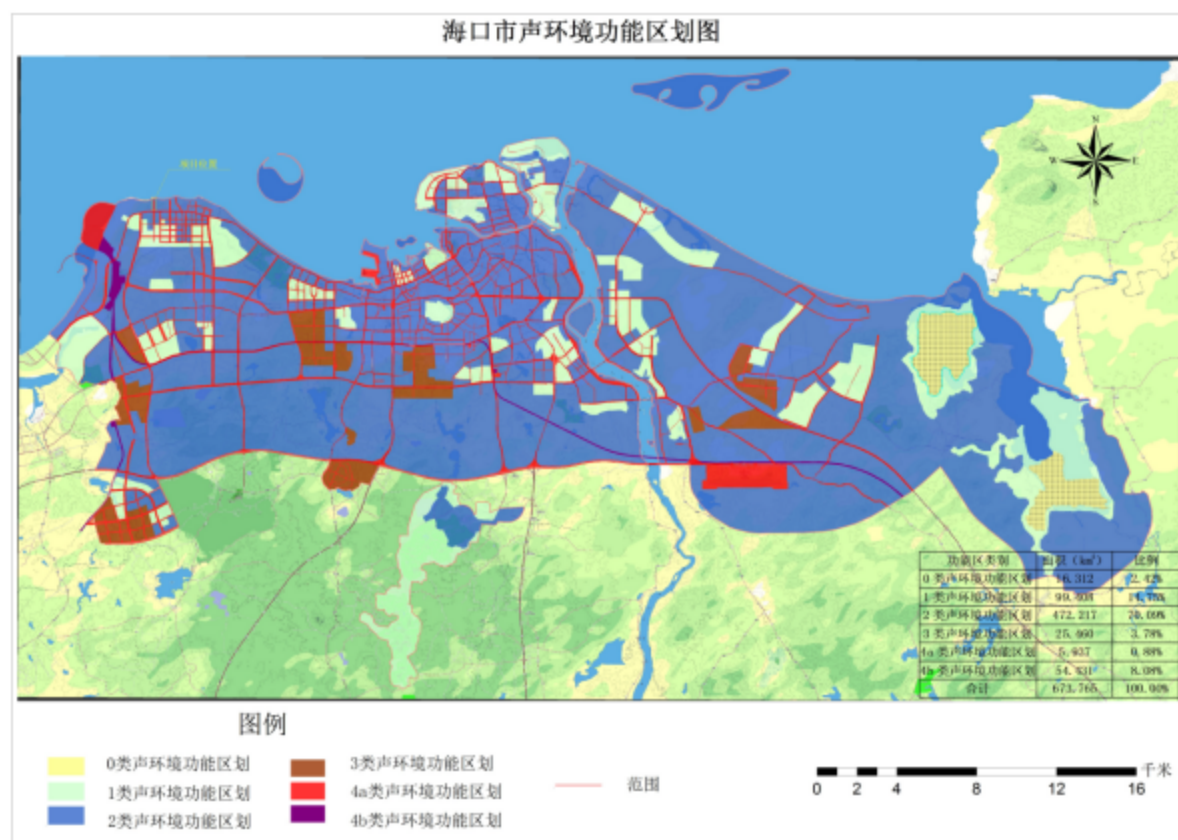


图 1.4-1 海口市声环境功能区划图

1.4.3 近岸海域环境功能区划

根据《海南省近岸海域环境功能区划(2010年修编)》，见图 1.4-3，项目区近岸海域规划为海口西海岸度假旅游区（HN030BII），主导功能为旅游娱乐，水质执行《海水水质标准》(GB3097-1997)二类海水水质保护目标。



图 1.4-2 海南省近岸海域功能区划(海口部分)

1.4.4 国土空间规划

根据《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》，项目所在海域属于海洋开发利用空间，见图 1.4-3；根据《海口市国土空间规划（2021-2035 年）》，项目所在海域属于交通运输用海区，见图 1.4.4。

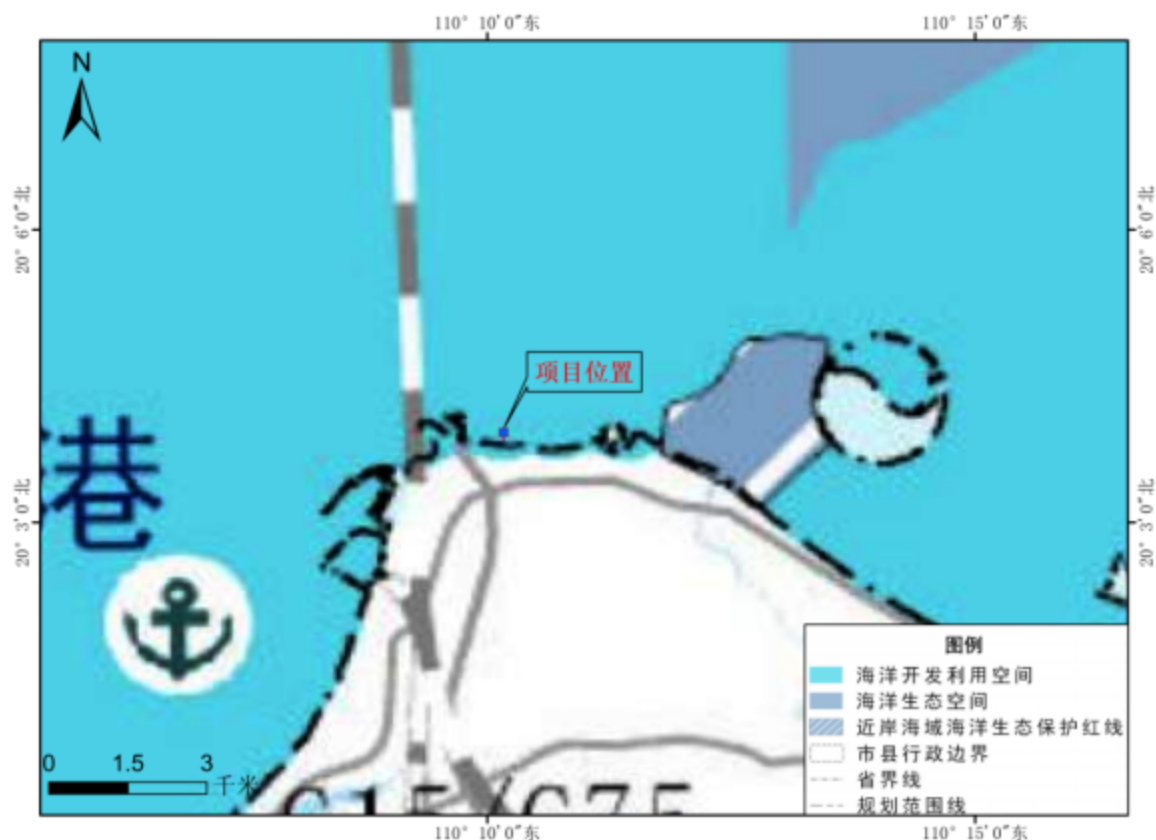


图 1.4-3 项目与《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》叠置图

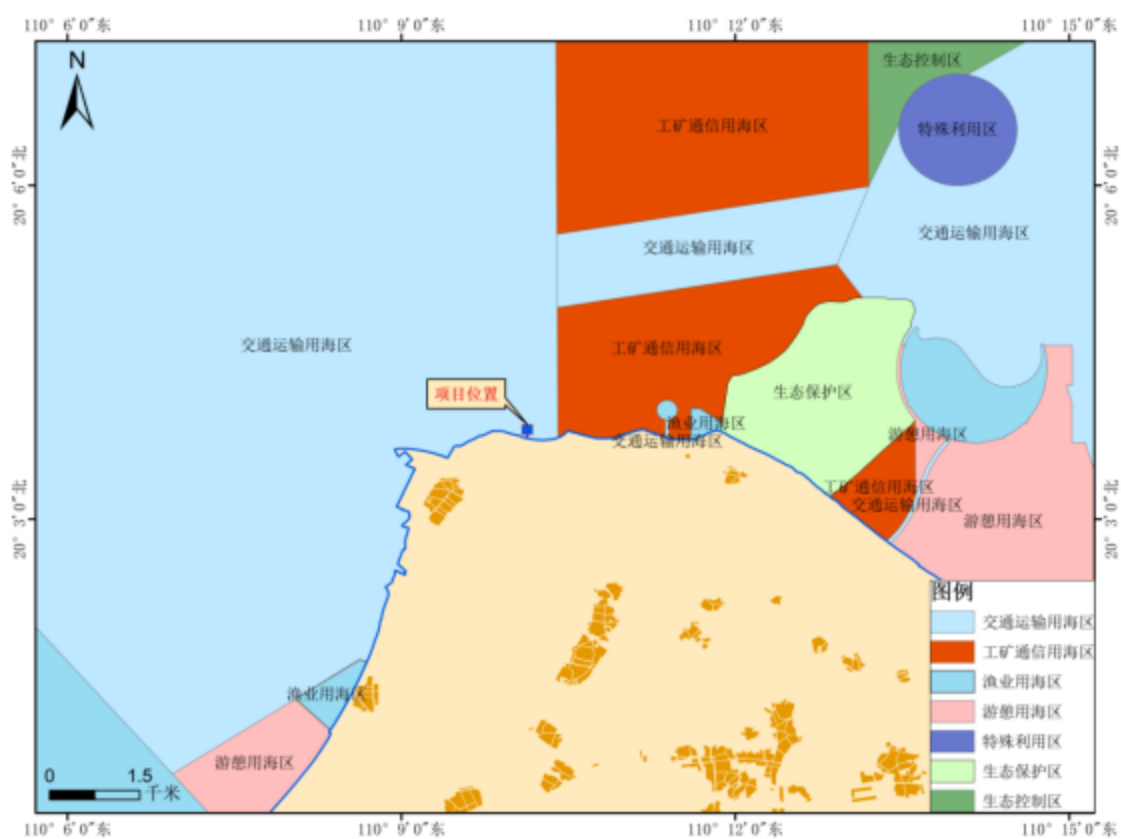


图 1.4-4 项目与《海口市国土空间规划（2021-2035 年）》叠置图

表 1.4-1 项目所在地及周边海域海洋功能区分布见表《海口市国土空间规划（2021-2035 年）》

序号	代 码	功能区名称	地 区	地理范围	功能区类型	与本项目区相对位置和最近距离	面 积 (公顷)	管控要求			
								空间准入	利用方式	保护要求	其他要求
1	D0002	新海港交通运输用海区	海口市	位于海口市西秀镇近岸海域	交通运输用海区	占用	11034.72	主导用海类型为交通运输用海，可兼顾游憩用海、工矿通信用海和特殊用海	允许适度改变海域自然属性	保护港口水深地形条件、保护航道水域宽度，防止淤积；保护海底管线	合理规划港口基础设施建设，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域；提高码头使用效率；海域内船舶活动时，严格控制溢油污染
2	E0001	西海岸工矿通信用海区	海口市	位于海口市秀英区北侧海域	工矿通信用海区	0.3km	3919.85	主导用海类型为工矿通信用海，可兼顾游憩用海、交通运输用海、特殊用海；涉海工程建设需征求相关部门意见	严格限制改变海域自然属性	保护海域生态环境	对海底电缆管道采取定期复查、监视和保护措施，对海底管线用海区进行设置标识
3	D0003	新海-秀英交通运输用海区	海口市	位于海口市南海明珠岛西北侧海域	交通运输用海区	2km	563.25	主导用海类型为交通运输用海，可兼顾工矿通信用海	禁止改变海域自然属性	保护海域水深地形条件；保护海底管线	海域内船舶活动时，严格控制溢油污染；禁止锚泊。
4	C0001	荣山寨渔业用海区	海口市	位于海口市西部荣山寨村近岸海域	渔业用海区	4.6km	53.20	主导功能为渔业用海，兼顾特殊用海、游憩用海、工矿通信用海，允许开展休闲渔业活动。	严格限制改变海域自然属性。	保护传统渔业资源和海洋自然生态系统。	/
5	F0055	金沙湾游憩用海区	海口市	位于海口市西秀镇	游憩用海区	5.8km	284.05	主导用海类型为游憩用海，兼顾渔业用海、交通运输用海、海底电缆管道用海和特殊用海，可适度开展休闲渔业活动。	严格限制改变海域自然属性。	保护沙滩、沿岸地质地貌、自然岸线和防护林。	/

1.4.5 生态环境功能区划

根据《海南省生态功能区划》，见图 1.4-5。项目位于 I-1-3 海口城镇发展生态功能区。

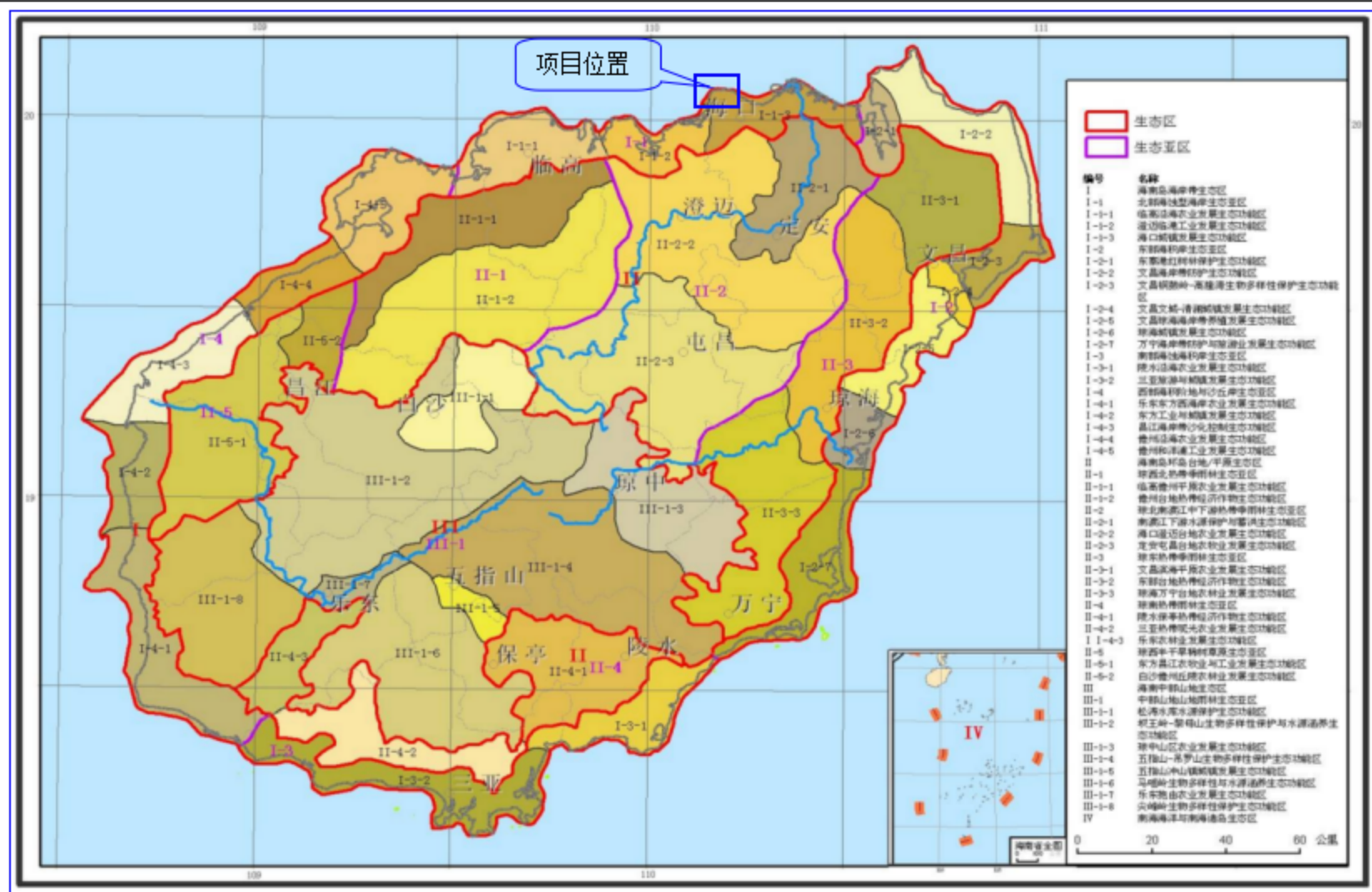


图 1.4-5 项目在海南省生态功能区划中的位置

1.5 评价标准

1.5.1 环境质量标准

(1) 水质、沉积物质量标准

根据《海南省近岸海域环境功能区划(2010年修编)》，项目位于海口西海岸度假旅游区(HN030BII)，主导功能为旅游娱乐，水质执行《海水水质标准》(GB3097-1997)二类海水水质保护目标。故项目所在区域水质执行第二类海水水质标准，沉积物执行第一类海洋沉积物质量标准，海洋水质、沉积物标准限值见表1.5-1、表1.5-2。

表 1.5-1 海水水质标准(GB3097-1997)(mg/L, 除 pH 外)

污染物名称	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 ≤10	人为增加的量 ≤100	人为增加的量 ≤150
pH	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		0.045
Hg≤	0.00005	0.0002		0.0005
Cd≤	0.001	0.005	0.01	
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	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

表 1.5-2 沉积物质量标准(GB18668-2002)($\times 10^{-6}$, 有机质为 $\times 10^{-2}$)

污染因子	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	As	有机质	硫化物
一类标准≤	500.0	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	20.0	2.0	300.0
二类标准≤	1000.0	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	65.0	3.0	500.0
三类标准≤	1500.0	250.0	600.0	200.0	5.00	1.00	93.0	4.0	600.0

(2) 生物质量评价标准

海洋贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的第一类标准值；其它甲壳类和鱼类生物体内污染物质(Hg、Zn、Pb、Cd、Cu)含量评价标准采用《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，石油烃含量采用《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。各指标标准限值见表 1.5-3、表 1.5-4。

表 1.5-3 海洋生物质量标准(GB18421-2001)(湿重, $\times 10^{-6}$)

污染因子	感观要求	铜 $\leq$	铅 $\leq$	镉 $\leq$	锌 $\leq$	总汞 $\leq$	石油类 $\leq$
第一类	贝类的生长和活动正常, 贝类不得沾粘油污等异物, 贝肉的色泽、 气味正常, 无异色、异臭、异味	10	0.1	0.2	20	0.05	15
第二类		25	2	2	50	0.10	50
第三类	贝类能生存, 贝肉不得有明显的 异色、异臭、异味	50 (牡蛎 100)	6	5	100 (牡蛎 500)	0.30	80
注: 以贝类去壳部分湿重计							

表 1.5-4 海岸带标准生物调查标准 (湿重, $\times 10^{-6}$)

生物类别	铜 $\leq$	铅 $\leq$	镉 $\leq$	锌 $\leq$	总汞 $\leq$	石油类 $\leq$
鱼 类	20	2.0	0.6	40	0.3	20
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	20
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20

(3) 声环境质量标准

项目位于海口市秀英区西秀镇粤海大道, 根据《海口市声环境功能区划图》, 属于 2 类、4a 类声环境功能区, 故道路以及道路沿线 35 $\pm$ 5m 区域内声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 4a 类标准, 其余区域执行 2 类。具体标准值见表 1.5-5。

表 1.5-5 声环境质量标准(GB3096-2008) 单位: dB(A)

类别	适用区域	昼间	夜间
0	疗养院、高级别墅区、高级宾馆区等特别需要安静区域	50	40
1	单位文教机关为主的区域(乡村居住环境可参照执行)	55	45
2	居住、商业、工业混杂区	60	50
3	工业区	65	55
4	4a 城市中的道路交通干线两侧区域等	70	55
	4b 铁路干线两侧区域	70	60

(4) 环境空气质量标准

项目所在区域属于二类大气环境功能区, 故区域大气环境质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准限值及修改单中的要求。标准摘录见表 1.5-6。

表 1.5-6 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)(摘录)

污染物名称	取值时间	浓度限值		浓度单位	备注
		一级	二级		
二氧化硫 (SO ₂)	年平均	20	60	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及修改单
	24 小时平均	50	150		
	1 小时平均	150	500		

二氧化氮 (NO ₂)	年平均	40	40		
	24 小时平均	80	80		
	1 小时平均	200	200		
一氧化碳 (CO)	24 小时平均	4	4	mg/m ³	
	1 小时平均	10	10		
臭氧 (O ₃)	日最大 8 小时平均	100	160	μg/m ³	
	1 小时平均	160	200		
颗粒物 (粒径小于等于 10μm)	年平均	40	70		
	24 小时平均	50	150		
颗粒物 (粒径小于等于 2.5μm)	年平均	15	35		
	24 小时平均	35	75		
总悬浮颗粒物 (TSP)	年平均	80	200		
	24 小时平均	120	300		
氮氧化物 (NO _x)	年平均	50	50		
	24 小时平均	100	100		
	1 小时平均	250	250		

1.5.2 污染物排放标准

(1) 废水

工程废水主要来源于施工期，运营期不产生废水。施工期施工人员产生的陆域生活污水经化粪池处理后清掏外运至长流污水处理厂处理，污水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级标准及长流污水处理厂接管标准中严格者，其中氨氮、总氮、总磷的出水水质执行《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)中的B级标准。见表1.5-7。施工期船舶生活污水经收集后委托有资质的船舶污染物接收单位接收处理，排放按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)的要求，见表1.5-8。

表 1.5-7 生活污水排放限值

序号	项目	标准限值	标准来源
1	pH	6~9	《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)表4中三 级标准
2	COD (mg/L)	500	
3	BOD ₅ (mg/L)	300	
4	NH ₃ -N (mg/L)	/	
5	SS (mg/L)	400	
6	动植物油 (mg/L)	100	
7	粪大肠杆菌(个/L)	5000	
8	TN (mg/L)	70	《污水排入城镇下水道 水质标准》中的B级标 准 (GB/T31962-2015)
9	NH ₃ -N (mg/L)	45	

10	TP (mg/L)	8	
----	-----------	---	--

表 1.5-8 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)

船舶含油污水	排放到船舶航行中	石油类指标≤15mg/L	
	或收集并排入接收设施		
船舶生活污水	利用船载收集装置收集，排入接收设施		
	在距最近陆地 3 海里以内（含）海域，利用船载生活污水处理装置处理的船舶生活污水中污染物排放限值	BOD ₅ （mg/L）	≤25
		SS（mg/L）	≤35
		耐热大肠菌群数（个/L）	≤1000
		COD _{Cr} （mg/L）	≤125
		pH 值（无量纲）	6~8.5
		总氯（总余氯）（mg/L）	<0.5
	3 海里<与最近陆地间距离 ≤12 海里的海域	同时满足下列条件： （1）使用设备打碎固形物和消毒后排放； （2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	
与最近陆地间距离 >12 海里的海域	船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。		
船舶垃圾	塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾	收集并排入接收设备	
	食品废弃物	在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。	

(2) 大气污染物排放标准

① 粉尘排放标准

施工期产生的粉尘、施工机械排放的废气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的无组织排放监控浓度限值,见表 1.5-9。

表 1.5-9 大气污染物综合排放标准(GB16297-1996) 单位: mg/m³

污染物	生产工艺	无组织排放监控浓度限值
颗粒物	施工作业、运输	周界外浓度最高为: 1.0
氮氧化物	施工机械	周界外浓度最高为: 0.12
		周界外浓度最高为: 0.4

② 施工船舶废气排放标准

施工期船舶废气排放执行《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、二阶段)》(GB15097-2016)排放限值标准,见表 1.5-10。根据《海南省交通运输厅 海南海事局关于印发海南省实施船舶大气污染物排放控制区的通告》(琼交管运[2019]290

号)。2022年1月1日起,应使用硫含量不大于0.1% m/m 的船用燃油。单缸排量大于或等于30升的船应同时执行《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。2020年3月1日起,未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施的船舶进入排放控制区只能装载和使用《实施方案》规定的船用燃油。

表 1.5-10a 船舶排气污染物第一阶段排放限值 单位: g/kWh

船机类型	单缸排量(SV) (L/缸)	额定净功率 (P) (kW)	CO	HC+NO _x	CH ₄ ⁽¹⁾	PM
第1类	SV < 0.9	P ≥ 37	5.0	7.5	1.5	0.40
	0.9 ≤ SV < 1.2		5.0	7.2	1.5	0.30
	1.2 ≤ SV < 5		5.0	7.2	1.5	0.20
第2类	5 ≤ SV < 15		5.0	7.8	1.5	0.27
	15 ≤ SV < 20	P < 3300	5.0	8.7	1.6	0.50
		P ≥ 3300	5.0	9.8	1.8	0.50
	20 ≤ SV < 25		5.0	9.8	1.8	0.50
	25 ≤ SV < 30		5.0	11.0	2.0	0.50

表 1.5-10b 船舶排气污染物第二阶段排放限值 单位: g/kWh

船机类型	单缸排量(SV) (L/缸)	额定净功率(P) (kW)	CO	HC+NO _x	CH ₄ ⁽¹⁾	PM
第1类	SV < 0.9	P ≥ 37	5.0	5.8	1.0	0.30
	0.9 ≤ SV < 1.2		5.0	5.8	1.0	0.14
	1.2 ≤ SV < 5		5.0	5.8	1.0	0.12
第2类	5 ≤ SV < 15	P < 2000	5.0	6.2	1.2	0.14
		2000 ≤ P < 3700	5.0	7.8	1.5	0.14
		P ≥ 3700	5.0	7.8	1.5	0.27
	15 ≤ SV < 20	P < 2000	5.0	7.0	1.5	0.34
		2000 ≤ P < 3700	5.0	8.7	1.6	0.50
		P ≥ 3700	5.0	9.8	1.8	0.50
	20 ≤ SV < 25	P < 2000	5.0	9.8	1.8	0.27
		P ≥ 2000	5.0	9.8	1.8	0.50
	25 ≤ SV < 30	P < 2000	5.0	11.0	2.0	0.27
		P ≥ 2000	5.0	11.0	2.0	0.50

③施工机械产生的废气执行标准

项目非道路移动柴油机械排气烟度执行《非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法(GB 36886—2018)》中的标准限值,详见表 1.5-11,非道路移动柴油机械排气污染物执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法(中国第三、四阶段)》(GB 20891—2014)及其修改单中排放限值的要求,详见表 1.5-12。同时项目使用非道路移动柴油机械应符合《非道路柴油移动机械污染物排放控制技术要求》(HJ 1014-2020)中的要求。

表 1.5-11 排气烟度限值

类别	额定功率 (P_{MAX}) /kW	光吸收系数/ m^{-1}	林格曼黑度级数
I类	$P_{MAX} < 19$	3.00	1
	$19 \geq P_{MAX} < 37$	2.00	
	$37 \geq P_{MAX} \leq 560$	1.61	
II类	$P_{MAX} < 19$	2.00	1
	$19 \geq P_{MAX} < 37$	1.00	1
	$P_{MAX} \geq 37$	0.80	
III类	$P_{MAX} \geq 37$	0.50	1
	$P_{MAX} < 37$	0.80	

表 1.5-12 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放标准

阶段	额定净功率 (P_{max})(kW)	CO(g/kWh)	HC(g/kWh)	NOx(g/kWh)	HC+NOx(g/kWh)	PM(g/kWh)
第三阶段	$P_{max} > 560$	3.5	—	—	6.4	0.20
	$130 \leq P_{max} \leq 560$	3.5	—	—	4.0	0.20
	$75 \leq P_{max} < 130$	5.0	—	—	4.0	0.30
	$37 \leq P_{max} < 75$	5.0	—	—	4.7	0.40
	$P_{max} < 37$	5.5	—	—	7.5	0.60
第四阶段	$P_{max} > 560$	3.5	0.40	3.5	—	0.10
	$130 \leq P_{max} \leq 560$	3.5	0.19	2.0	—	0.025
	$75 \leq P_{max} < 130$	5.0	0.19	3.3	—	0.025
	$56 \leq P_{max} < 75$	5.0	0.19	3.3	—	0.025
	$37 \leq P_{max} < 56$	5.0	—	—	4.7	0.025
	$P_{max} < 37$	5.5	—	—	7.5	0.60

④运营期车辆尾气

运营期车辆尾气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16279-1996)中新污染源无组织排放监控浓度限值。

表 1.5-13 大气污染物综合排放限值 单位: mg/m^3

污染物	最高允许排放浓度 mg/Nm^3	最高允许排放速率, kg/h	无组织排放监控浓度限值	
			监控点	浓度 mg/Nm^3
NO _x	240	—	周界外浓度最高点	0.12
SO ₂	550	—	周界外浓度最高点	0.40

(3) 噪声排放标准

项目施工期噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011), 见表 1.5-14。

表 1.5-14 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 单位: dB(A)

昼间	夜间
70	55

本项目道路等级为城市主干路，所在位于 2 类、4a 类声环境功能区。本项目运营期道路以及道路红线边界 35±5m 的范围内执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)标准 4a 类，其他区域执行 2 类。详见表 1.5-5。

(4)固体废物

船舶垃圾排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)，见表 1.5-8；一般工业固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023)。

1.6 评价内容和评价重点

1.6.1 评价内容

本次环评主要评价内容包括：

(1) 工程概况及工程分析

主要包括项目建设及周边环境变化情况、项目建设必要性、建设方案、工程规模、平面布置方案、结构方案、施工工艺、施工进度，施工期产生的污染源、污染物排放量及污染源源强的分析等。

(2) 区域自然环境与社会环境概况

主要包括区域自然环境概况、社会经济环境状况、区域海洋资源和海域开发利用与保护概况等。

(3) 环境质量现状调查与评价

主要包括水文动力、地质地貌与冲淤、水质、沉积物、海洋生物、噪声、土壤、陆域生态植被等环境现状调查。

(4) 环境影响预测与评价

主要包括项目建设对水文动力、地质地貌与冲淤、水质、沉积物、生态、噪声等环境及其他环境要素分析以及评价范围内保护目标的影响分析。

(5) 环境事故风险分析与评价

主要包括自然灾害风险，船舶碰撞风险，运营期车辆通行安全风险等分析及防范措施。

(6) 清洁生产和总量控制

主要包括清洁生产分析、污染物排放种类、排放方式与排放量分析以及污染物排放

总量控制方案等。

(7) 环境保护对策措施

主要包括悬浮泥沙、水质、大气、噪声、固体废物等污染防治措施和海洋生态（特别是珊瑚礁）的生态保护措施。

(8) 环境保护的技术经济合理性

主要包括环境保护设施和对策措施的费用估算、环境保护经济损益分析、环境保护的技术经济合理性。

(9) 工程的环境可行性

项目建设与相关规划和政策的符合性分析、工程选址与布置的合理性等。

(10) 环境管理与监测计划

主要包括环境管理、环境监理计划、环境监测计划等。

1.6.2 评价重点

本工程产生的主要影响是工程施工过程产生的悬浮物和施工人员生活污水等对周围水质、沉积物、海洋生态环境的影响，工程建设对周围水动力、地形地貌与冲淤环境的影响分析以及工程存在环境风险评价，运营期市政雨水排放对海水盐度的影响，进而影响珊瑚礁资源，以及运营期交通噪声对周边声环境保护目标的影响。因此，确定本次评价重点为：

- (1) 施工期和运营期对工程及附近海域水质、沉积物和海洋生态的环境影响评价；
- (2) 项目运营期对周围海域盐度、水文动力、地形地貌、岸滩冲淤等环境的影响评价；
- (3) 运营期市政雨水排放海域盐度的变化对周边珊瑚礁资源的影响评价；
- (4) 运营期道路交通噪声对沿线声环境保护目标的影响评价及预测分析；
- (5) 各阶段污染和非污染环境保护对策措施，生态保护、补偿和恢复对策措施分析；
- (6) 对评价范围内的环境保护目标影响分析、保护措施及环境事故风险分析与评价。

1.7 评价等级和评价范围

1.7.1 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》和《海洋工程环境影响评价技术导则》中

的评价等级划分原则，结合本项目周边环境及项目污染分析，确定各环境要素单项评价等级。

1.7.1.1 大气环境

本项目大气环境影响因素主要来自施工船舶、施工机械排放废气以及物料运输扬尘。项目运营期间大气环境影响因素主要是车辆排放的尾气。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)，本项目大气环境的评价等级为三级。

1.7.1.2 海洋生态环境

项目位于粤海大道延长段以北的海域，项目选址区域不涉及重要敏感区，本工程雨水排海通道海域段长度为 146.77m，仅排放雨水，水下开挖、回填量分别为 3603.5m³、3758.7m³，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，本项目海洋生态环境评价等级判定为三级，见表 2-1 所示。

表 2-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

评价等级		1	2	3
影响类型				
废水排放量 Q (10 ⁴ m ³ /d) ^a	含 A 类污染物	$Q \geq 2$	$0.5 \leq Q < 2$	$Q < 0.5$
	含 B 类污染物	$Q \geq 20$	$5 \leq Q < 20$	$Q < 5$
	含 C 类污染物	$Q \geq 500$	$50 \leq Q < 500$	$Q < 50$
水下开挖/回填量 Q (10 ⁴ m ³) ^b		$Q \geq 500$	$100 \leq Q < 500$	$Q < 100$
泥浆及钻屑排放量 Q (10 ⁴ m ³)		$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$
挖沟埋设管缆总长度 L (km) ^c		$L \geq 100$	$60 \leq L < 100$	$L < 60$
水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q (10 ⁴ m ³) ^d		$Q \geq 6$	$0.2 \leq Q < 6$	$Q < 0.2$
入海河口(湾口)宽度束窄/拓宽尺度占原宽度的比例 R%		$R \geq 5$	$1 < R < 5$	$R \leq 1$
用海面积 S (hm ²)	围海	$S \geq 100$	$S < 100$	/
	填海	$S \geq 50$	$S < 50$	/
	其他用海 ^e	$S \geq 200$	$100 \leq S < 200$	$S < 100$
线性水工构筑物轴线长度 L (km)	透水	$L \geq 5$	$1 \leq L < 5$	$L < 1$
	非透水	$L \geq 2$	$0.5 \leq L < 2$	$L < 0.5$
人工鱼礁固体投放量 Q (空方 10 ⁴ m ³)		$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$

a: 排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级(最低为 3 级);建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子,评价等级应不低于 2 级。

b: 海底隧道按水下开挖(回填)量划分评价等级,采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道,评价等级降低一级(最低为 3 级)。

c: 挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。

d: 爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。

e: 其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目;不投加饵料的海水养殖项目,评价等级为 3 级。

1.7.1.3 陆域生态环境

本项目用地面积为 4.746hm^2 ，用地规模小于 20km^2 ，用地范围内不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境、生态保护红线、自然公园，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中生态环境影响评价等级判定，本项目陆生生态评价等级等级为三级。

表 1.7-5 生态影响评价工作等级划分表

原则	判定依据及等级		本项目
	判定依据	等级	
a	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时	一级	本项目不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境
b	涉及自然公园时	二级	本项目不涉及自然公园
c	涉及生态保护红线时	不低于二级	本项目不涉及海南省生态保护红线
d	根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目	不低于二级	本项目水文要素评价等级判定为三级。
e	根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目	不低于二级	本项目地下水水位或土壤影响范围内无天然林、公益林、湿地等保护目标
f	当工程占地规模大于 20km^2 时（包括永久和临时占用陆域和水域）	不低于二级	本项目占地规模小于 20km^2
g	除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况	三级	本项目不属于 a)、b)、c)、d)、e)、f) 的情况

1.7.1.4 声环境

参考《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2 4-2009）中的 5.2.3“评价范围内有适用于 GB 3096 规定的 0 类声环境功能区，或建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量达 5dB(A) 以上（不含 5dB(A) ），或受影响人口数量显著增加时，按一级评价”，本项目所在区域为 4a 类和 2 类声环境功能区，根据声环境影响预测，项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量为 10.8dB ，因此本项目声环境评价等级为一级。

1.7.1.5 地表水环境

项目施工期生活污水经化粪池处理后定期清运至长流污水处理厂处理，项目所产生的废水为间接排放。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）（见表 1.7-4），由于项目所产生的废水均为间接排放，因此，确定该项目水污染影响评价

等级为三级 B。

表 1.7-4 水污染影响型建设项目评价等级判定

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q (m^3/d) ; 水污染物当量数 W (无量纲)
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	—

1.7.1.6 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016) 附录 A, 本项目行业类别是“B、农、林、牧、渔、海洋”中“21、海底隧道、管道、电(光)缆工程”, 属 IV 类建设项目。根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ610-2016) 中“4.1 一般性原则:IV 类建设项目不开展地下水环境影响评价。”因此, 本项目不开展地下水环境影响评价。

1.7.1.7 土壤环境

本项目属于土壤环境影响评价项目类别中的“其他行业”, 属于 IV 类项目, 可不开展土壤环境影响评价。

1.7.1.8 环境风险

① 危险源类别

根据本项目的特点及主要环境风险因子的理化性质, 确定项目危险源类型船舶燃油, 为易燃、易爆危险源。

② 环境分析潜势初判

计算项目区危险物质在最大存量与对应临界量的比值 Q :

单元内存在的危险物质为单一品种, 计算该物质的总量与临界量比值, 即为 Q ;

单元内存在的危险物质为多品种时, 则按下式计算物质的总量与临界量比值 (Q)。

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中: $q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险物质实际存在量, t ;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——与各危险物质相对应的生产场所或贮存区的临界量, t 。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025) 附录 G, 油类物质的临界量为 100t, 船舶在线量按单个船舶所载船用燃料油全部舱容的数量确定。

本项目施工期拟使用挖泥船、驳船、打桩船、起重船、基槽整平船、抛石夯填船各 1 艘进行施工，根据设计单位提供资料，起重船吨位约 1800t，根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》附录 4.1 中的规定，非油轮船舶燃油最大携带量也可用船舶总吨推算，根据船型不同，一般取船舶总吨的 8%~12%。本项目保守按 10% 计算，则施工船舶燃油最大携带量为 $1800 \times 10\% = 180\text{t}$ 。

油类物质的临界量为 100t，本项目涉及船舶最大燃料油量为 180t，与临界量比值 $Q=180/100=1.8$ ， $1 < Q < 10$ ，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C 表 C.1，本项目行业及生产工艺(M)等于 5，根据表 C.2 判定危险物质及工艺系统危险性等级判断(P)为 P4，项目周边涉及珊瑚礁资源分布，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 G，本项目环境敏感程度为 E1，因此本项目本项目环境风险潜势为 III。

表 1.7-3 建设项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	该种危险物质 Q 值
381	油类物质(矿物油类, 如石油、汽油、柴油等; 生物柴油等)	/	180	100	1.8
项目 Q 值 Σ					1.8

③风险评价等级

本项目环境风险潜势为 III，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），确定本项目环境风险评价工作等级为二级。

1.7.2 评价范围

(1) 大气环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）关于评价范围的规定，三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围。

(2) 海洋环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）的要求，3 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 1km~5km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。

结合项目海区的国土空间规划和敏感目标情况，确定海洋环境影响评价控制在东经 $110.120^\circ \sim 110.218^\circ$ ，北纬 $20.016^\circ \sim 20.110^\circ$ 范围内的海域，评价面积为 70.52km^2 。评价范围北边缘、东边缘、西边缘距离项目区距离约为 5km，南边缘至评价范围海岸线。评

价范围见图 1.7-1(红线以内海域)。

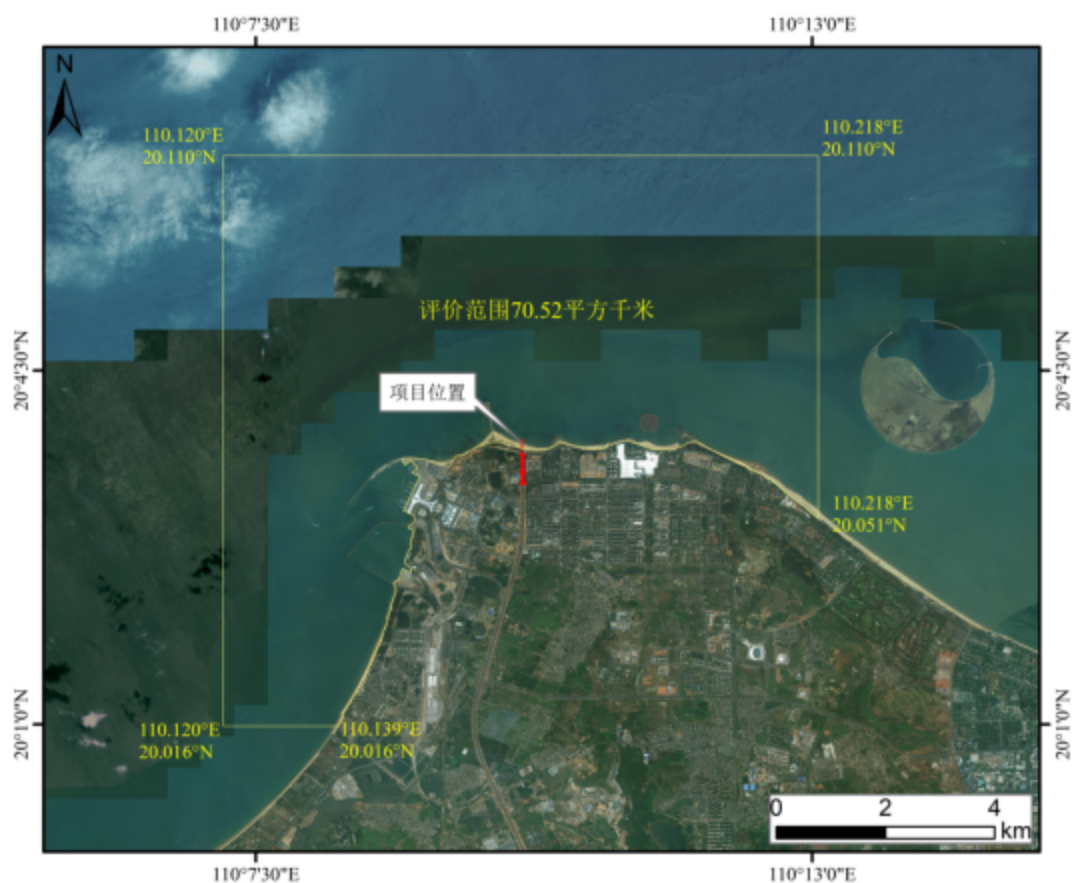


图 1.7-1 海洋环境影响评价范围图

(3) 地表水影响评价范围

水污染影响评价应满足依托污水处理设施环境可行性分析的要求。

(4) 声环境影响评价范围

声环境影响评价范围为拟建项目外扩 200m，见图 1.7-2。



图 1.7-2 项目噪声环境影响评价范围

(5) 陆域生态环境影响评价范围

本项目陆域生态环境评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，项目生态环境影响评价范围为项目区场界外 300m，见图 1.7-3。



图 1.7-3 项目生态环境影响评价范围

(6) 环境风险影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025)，海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围。二级评价项目的评价范围根据危险物质 48 h 扩散范围确定，根据溢油数值模拟，本项目环境风险影响评价范围北边缘、东边缘、西边缘距离项目区分别约为 20km、12km、47km，南边缘至评价范围海岸线。

1.8 环境保护目标

1.8.1 海洋环境保护目标

根据现场踏勘及调研结果，本项目附近主要环境保护目标主要有：项目区附近珊瑚礁、砂质岸线、南海明珠二期临时码头工程、西海岸生态整治与修复项目、长流污水处理厂海底排污管线工程、新海港滚装客运码头、新海港交通枢纽(GTC)配套及排海方

沟海域段工程、粤海铁路通道琼州海峡火车轮渡工程、千禧酒店填海工程、海阔天空海上驿站、海南省近岸海域国控、省控水质监控点等。

主要环境保护功能区包括：新海港交通运输用海区、西海岸工矿通信用海区、新海-秀英交通运输用海区、荣山寮渔业用海区、金沙湾游憩用海区。

项目主要环境保护目标和海洋环境保护功能区详见表 1.8-1 和表 1.8-2、图 1.8-1 和图 1.8-2 所示。

表 1.8-1 工程附近环境保护目标

序号	名称	方位	与工程区最近距离	保护内容
1	南海明珠二期临时码头珊瑚礁分布	NW	930m	珊瑚礁
2	新海港及南港珊瑚礁分布	W	1.6km	珊瑚礁
3	沙滩、砂质岸线	工程区	本项目占用	沙滩
4	南海明珠二期临时码头工程	NW	500m	通航安全
5	长流污水处理厂海底排污管线工程	NW	600m	保护海底管线
6	西海岸生态整治与修复项目	E	550m	水质、通航安全
7	新海港滚装客运码头	W	1.3km	通航安全
8	新海港交通枢纽（GTC）配套及排海方沟海域段工程	SW	2.2km	通航安全
9	粤海铁路通道琼州海峡火车轮渡工程	W	2.3km	通航安全和保护海底管线
10	千禧酒店填海工程	E	2km	通航安全
11	海阔天空海上驿站	E	4.5km	通航安全
12	近岸海域国控水质监测点	N	2.4km	水质
13	近岸海域省控水质监测点	SW	2.6km	水质

表 1.8-2 工程附近海洋环境保护功能区

序号	名称	方位	与工程区最近距离	保护内容
1	新海港交通运输用海区	—	占用	水质、生态环境、通航环境
2	西海岸工矿通信用海区	E	0.3km	水质、生态环境
3	新海-秀英交通运输用海区	NE	2km	水质、生态环境、通航环境
4	荣山寮渔业用海区	SW	4.6km	水质、生态环境
5	金沙湾游憩用海区	SW	5.8km	水质、生态环境



图 1.8-1a 项目与周围环境保护目标的位置关系图（一）



图 1.8-1b 项目与周围环境保护目标的位置关系图（二）

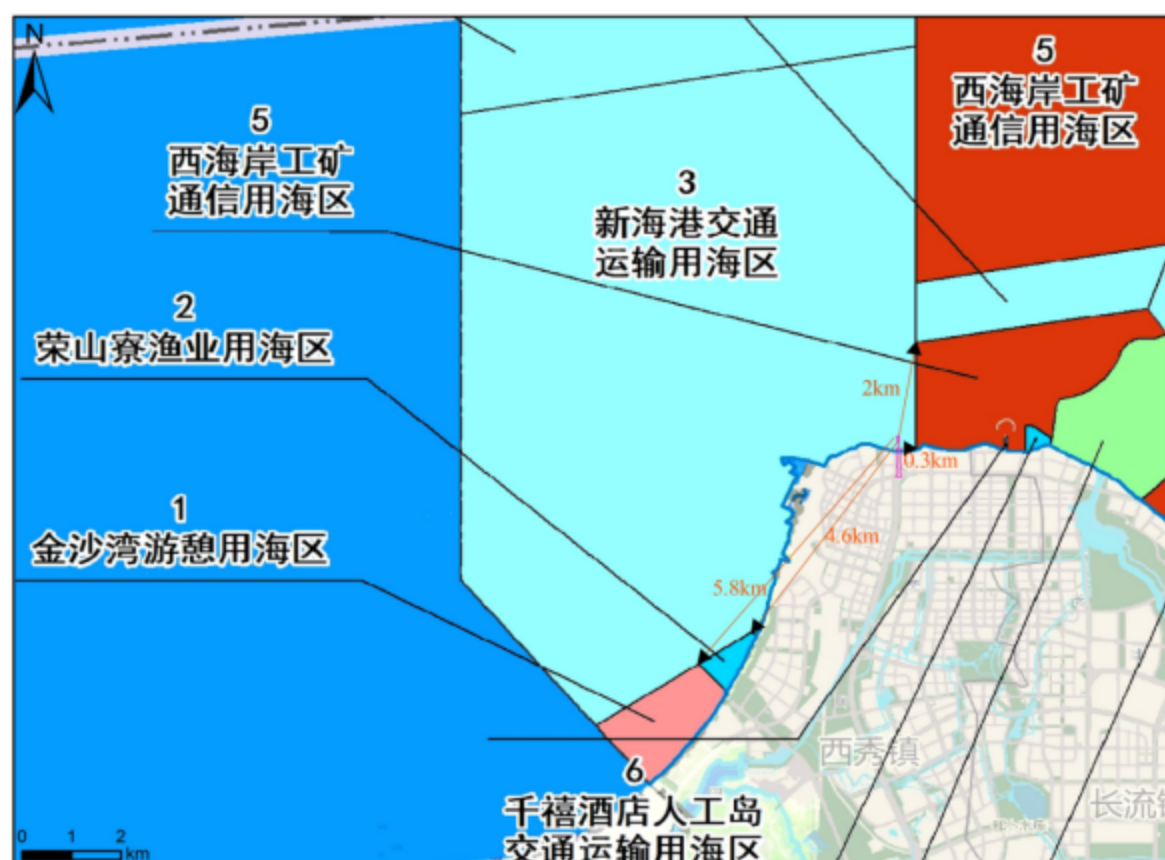


图1.8-1b 项目与周围环境保护功能区的位置关系图

1.8.2 陆域环境保护目标

依据现场勘查结果，确定本项目陆域环境保护目标主要有：龙园酒店、凤凰悦海、西海瑞园以及陆域生态植被。

表 1.8-3 陆域环境保护目标一览表

环境要素	名称	位置（方位）	距道路边界距离/m	距道路中心线距离/m	性质	户数/人数	环境特征	保护目标
环境噪声、大气环境	龙园酒店	桩号K0+145~K0+315东侧	60	85	酒店	运营后日接纳人数约500人	在建，建筑为酒店，评价范围内2栋8F高层建筑，5栋1F低层建筑，钢筋混凝土结构，铝合金窗。临项目一侧有围墙。	声环境质量执行（GB3096-2008）2类标准； 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单中二级标准
	凤凰悦海	桩号K0+360~K0+480东侧	80	105	住宅区	125户，约500人	已建，建筑为小区，评价范围内2栋12F高层建筑，钢筋混凝土结构，铝合金窗。临项目一侧有围墙。	
	西海瑞园	拟建道路终点东南侧	145	187	住宅区	16户，约80人	已建，建筑为小区，评价范围内16栋2F低层建筑，钢筋混凝土结构，铝合金窗。临项目一侧有围墙。	
生态环境	沿线区域土壤、地貌、动植物、水土流失等生态环境							不影响区域陆地生物多样性



图1.8-3 陆域环境保护目标一览表

1.9 项目与国家产业政策和规划符合性分析

1.9.1 产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目为“二十二、城镇基础设施”中的“城市道路及智能交通体系建设”以及“城镇供排水工程”，属于鼓励类，因此本项目的建设符合国家产业政策的。

根据海南省发展和改革委员会印发的《海南省产业准入禁止限制目录（2025 年版）》（琼发改产业（2025）203 号）中的相关规定，本项目不属于禁止类、限制类产业，因此，项目符合海南省产业政策的要求。

1.9.2 与相关规划符合性分析

1.9.2.1 与《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据《海南省国土空间规划（2021—2035 年）》，按照“两空间内部一红线”分区要求，构建“两空间内部一红线”近岸海域总体布局，对近岸海域开发保护功能进行引导。其中“两空间”包括海洋生态空间和海洋开发利用空间，“一红线”为海洋生态保护红线。本项目位于海洋开发利用空间，如图 5.1.1-1 所示。

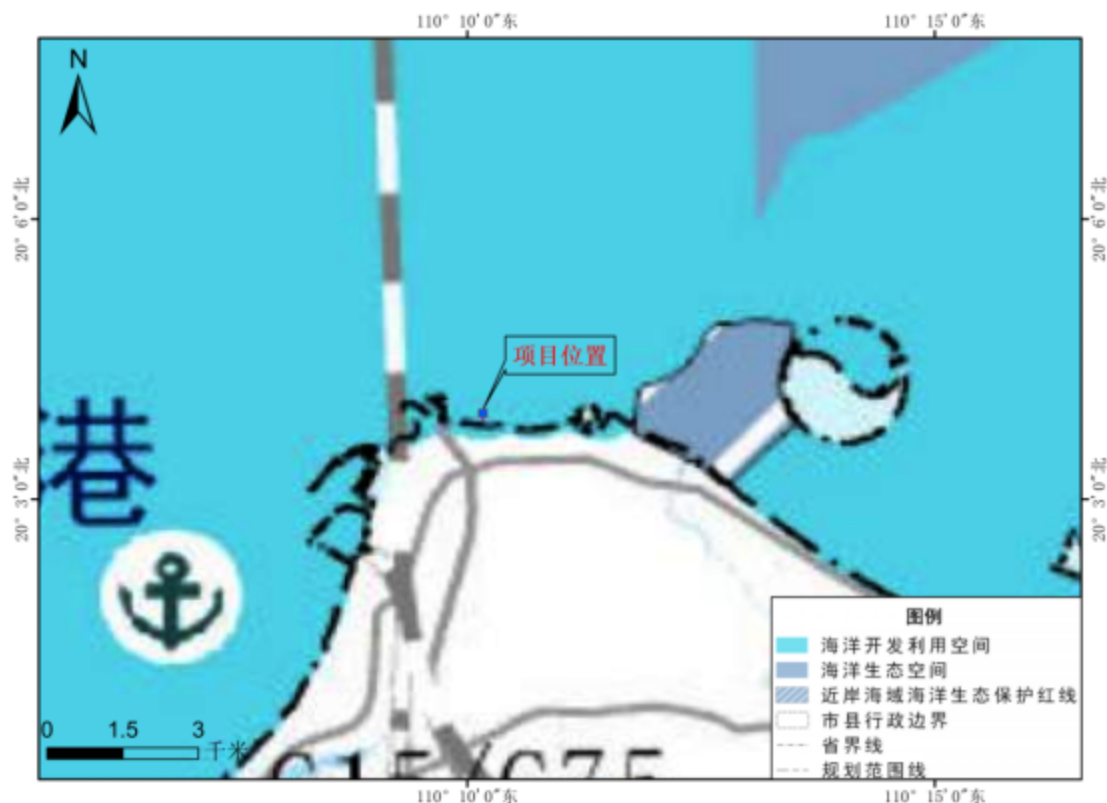


图 5.1.1-1 项目与海洋空间功能布局叠置图

①与近岸海域海洋功能区管控要求的符合性

根据《海南省国土空间规划（2021-2035年）》，按照“两空间内部一红线”分区要求，构建“两空间内部一红线”近岸海域总体布局，对近岸海域开发保护功能进行引导。“两空间”包括海洋生态空间和海洋开发利用空间，“一红线”为海洋生态保护红线。构建“陆海相辅相成、协同有序”的海岸带开发利用格局，优化空间功能布局，节约集约利用浅海近岸，有序开拓利用深水远岸，推动形成沿海区域发展新局面。同时规划提出：统筹陆海生态空间，构建完整有机的“山水林田湖海岛”生态系统；统筹陆海环保设施建设，提升生态环境质量；统筹陆海基础设施建设，保障陆海生产生活联系便利；科学配置陆海资源，加快构建现代海洋产业体系，不断提升南海资源开发服务保障能力，为建设海洋强省提供坚实支撑。统筹陆海生态保护与修复，加强近岸海域空间的协调保护，重点开展潟湖和海湾综合整治工程。

经叠图，项目所在海域属于海洋开发利用空间(图 5.1.1-1)，海洋开发利用空间允许集中开展海洋渔业、海洋交通运输业、海洋工矿通信业、海洋旅游业等活动。根据《规划》要求，海洋开发利用空间，优先保障以国防用海为主的特殊用海，全面保障海上交通运输用海需求，充分考虑海底管线的用海需求和安全保障。

目前粤海大道片区排水能力严重不足，造成积水比较严重。本项目为雨水排海管道的建设相较于向内陆河道排放，直接排海可缩短排水路径，提高暴雨期间的泄洪效率，大幅提升排水效率，减少内涝损失。项目的实施符合海洋开发利用空间的管控要求。

②与海岸带保护利用规划符合性分析

根据《海岸线保护与利用管理办法》等要求，落实自然岸线保有率控制制度和岸线分类保护制度。以岸线功能为基础，按照严格保护、限制开发和优化利用三种类型，分类分段实施精细化管控。根据《海南省国土空间规划（2021-2035年）》，本项目位于优化利用岸段，主要包括港口工业岸线、城镇生活岸线、渔业发展岸线和旅游娱乐岸线等。优化利用岸线为沿海地区产业集聚、产业升级和产城融合提供空间，要统筹规划、集中布局确需占用海岸线的建设项目，推动海域资源利用方式向绿色化、生态化转变。

本项目粤海大道排涝通道及配套工程的建设，有利于提升城市防洪排涝能力，减少城市内涝经济损失，符合优化利用岸线管理要求。

海南省国土空间规划(2021-2035年)

海岸带保护利用规划图

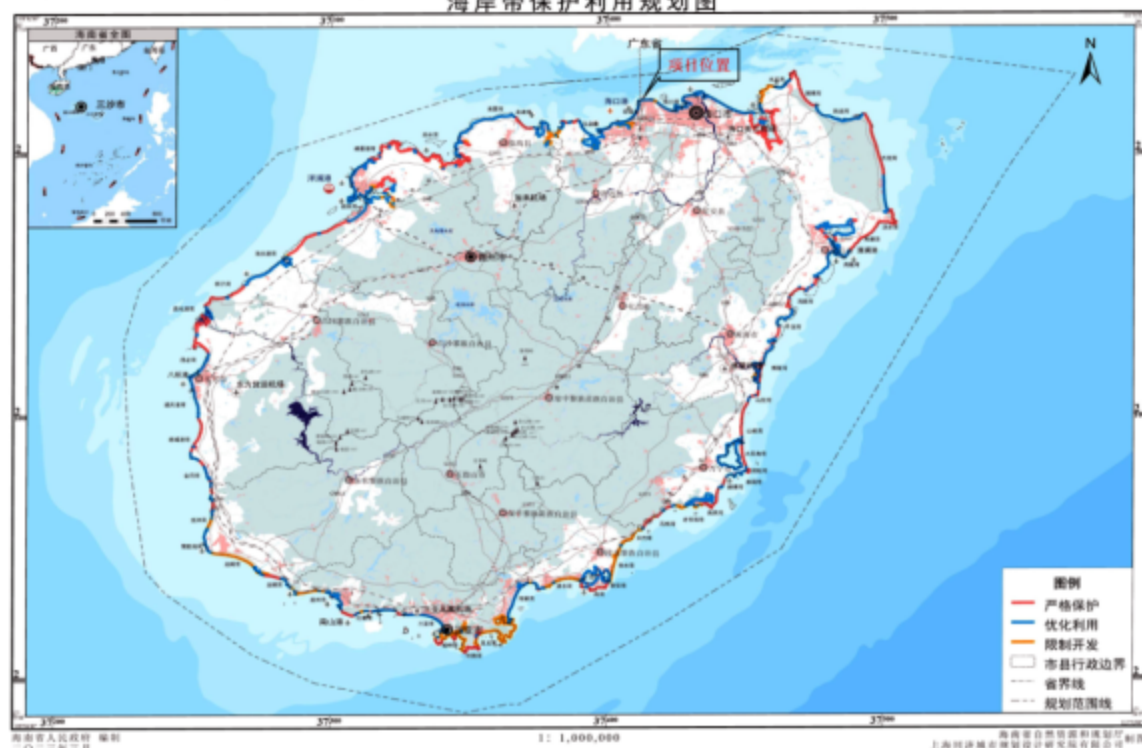


图 5.3.1-1 项目与海岸带保护规划的位置关系图

综上所述，项目建设与《海南省国土空间规划(2021—2035 年)》是相符合的。

1.9.2.2 与《海口市国土空间总体规划(2021-2035 年)》的符合性分析

根据《海口市国土空间总体规划(2021-2035 年)》，海口市在省级国土空间规划“两空间内部一红线”基本布局内划定生态保护区、生态控制区、渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区等 7 个二级类海洋功能区。本项目位于交通运输用海区。

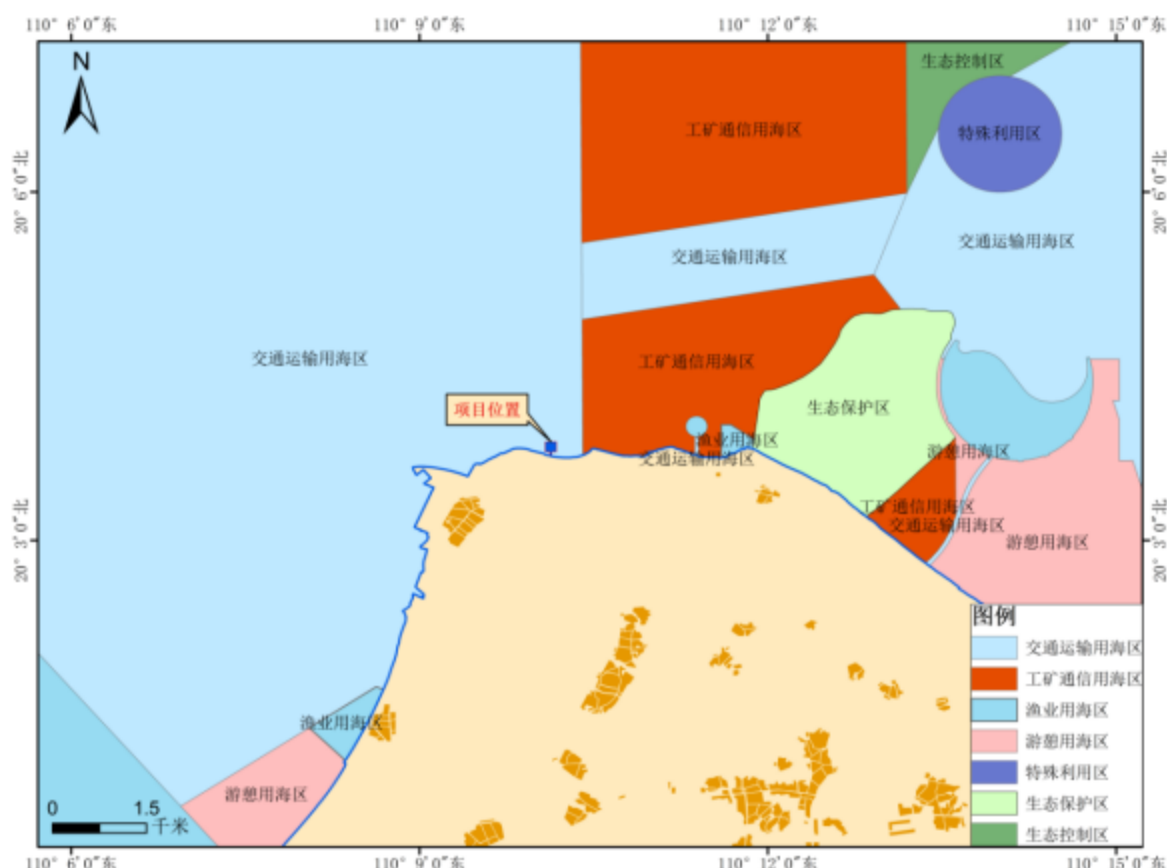


图 5.1-1 项目套核《海口市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

根据《海口市国土空间总体规划(2021-2035 年)》，本项目位于新海港交通运输用海区(代码 D0002)。项目所在海洋功能区划及周边海洋功能区划位置关系见图 5.1.1-2。项目用海与所在新海港交通运输用海区管控要求的符合性分析如下：

(1) 与空间准入的符合性分析

新海港交通运输用海区的空间准入为：“主导用海类型为交通运输用海，可兼顾游憩用海、工矿通信用海和特殊用海。”

本项目用海类型为海底电缆管道用海，属于工矿通信用海，项目建设符合新海港交通运输用海区空间准入要求。

(2) 与利用方式的符合性分析

新海港交通运输用海区的利用方式为：“允许适度改变海域自然属性。”

本项目用海方式为海底管道电缆和透水构筑物，海底管道电缆和透水构筑物的用海方式基本不改变海域自然属性，项目建设符合新海港交通运输用海区利用方式要求。

(3) 与保护要求的符合性分析

新海港交通运输用海区的保护要求为：“保护港口水深地形条件、保护航道水域宽度，防止淤积；保护海底管线。”

本项目建设不占用港口、航道，雨水排海通道两侧及排口处设铅丝笼护底防止水流冲刷的影响，项目建设符合新海港交通运输用海区保护要求。

（4）与其他要求的符合性分析

新海港交通运输用海区的其他要求为：“合理规划港口基础设施建设，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域；提高码头使用效率；海域内船舶活动时，严格控制溢油污染。”

本项目建设不占用港口，施工期使用周边新海港停靠施工船舶，施工期施工船舶注意避让，避免发生船舶碰撞事故，避免溢油污染，项目建设符合新海港交通运输用海区其他要求。

综上所述，本项目与《海口市国土空间规划(2021-2035 年)》中新海港交通运输用海区的管控要求相符合。

1.9.2.3 与生态保护红线的符合性分析

经“海南省国土空间基础信息平台”查询，项目不占用陆域及近岸海域生态保护红线区，与最近的生态保护红线海南省（本岛）海洋生态保护红线重要滩涂及浅海水域-海南海口五源河国家湿地公园的最近距离为 2.9km，见图 5.3.1-1。

本项目距离生态红线区较远，根据悬浮泥沙扩散和盐度变化数模，施工期悬浮泥沙不会扩散至该生态保护红线区，盐度变化也不会影响到该生态保护红线区，施工期及运营期产生的生活污水、固体废物等污染物等均进行收集处置，严禁排海，对海域的影响较小。因此，项目建设符合生态保护红线管控要求。

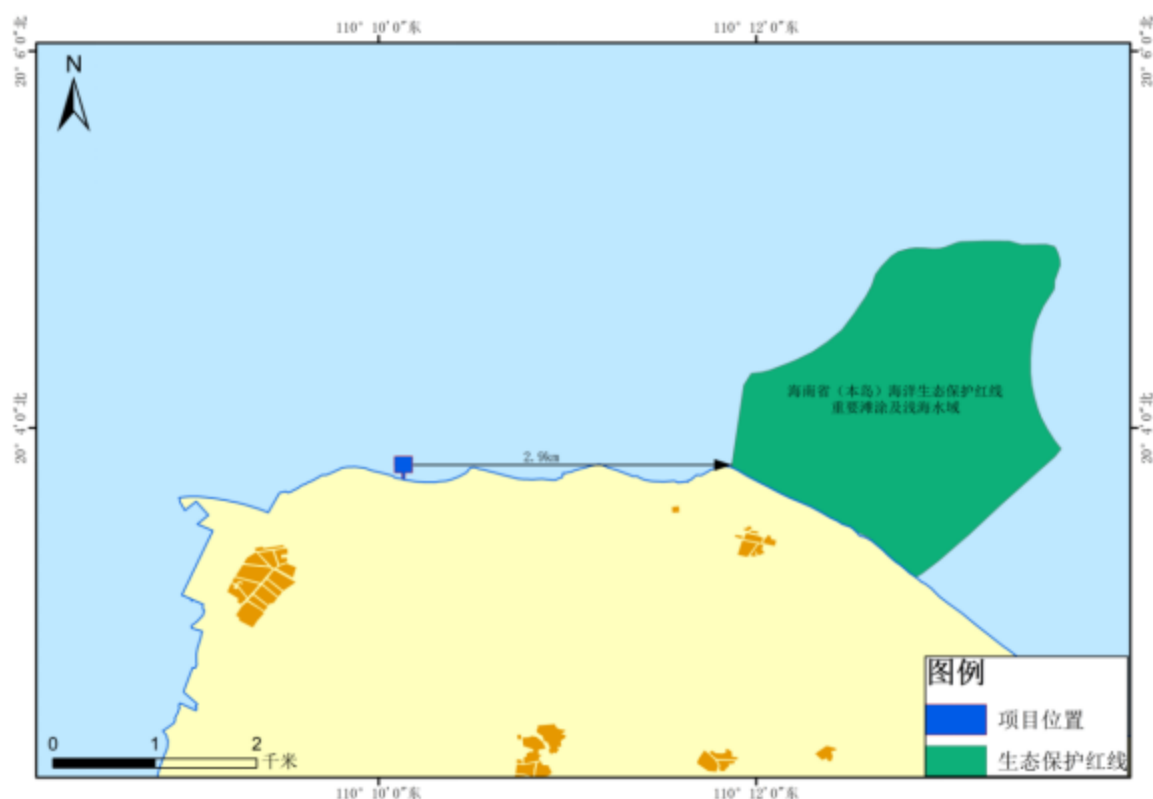


图 5.3.1-1 项目与生态红线的位置关系

1.9.2.4 与《海南省海洋主体功能区规划》的符合性分析

《海南省海洋主体功能区规划》将海南省海域划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域，本项目位于重点开发区域，见图1.6.1-1。

海洋重点开发区域是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。我省海洋重点开发区域共包括三亚市、海口市重点开发海域。其功能定位、发展方向和开发原则如下：

功能定位：“充分发挥海口市和三亚市作为我省 21 世纪海上丝绸之路的重要战略支点作用，打造以海口、三亚为中心的现代服务业合作战略支点。我省海洋经济发展的增长极，是未来我省经济发展的重要载体。城镇建设用海、港口和临港产业用海、海洋工程和资源开发的重点建设区域。”

发展方向和开发原则：“加强海洋工程监管。统筹规划港口、桥梁、隧道及其配套设施等海洋工程建设，形成陆海协调、安全高效的基础设施网络；海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。加强对重大海洋工程特别是围填海项目的环境影响评价，

对临港工业集中区和重大海洋工程施工过程实施严格的环境监控。注重海洋生态环境保护。注重该区域海洋自然保护区、滨海湿地、红树林、珊瑚礁等海洋生态系统的保护，维护海洋生物多样性，保持海洋生态系统的健康性，增强海洋生态系统调节能力。海洋工程建设等活动应注重对海洋生态环境的影响，尽量减少海洋开发利用活动对海洋生态环境造成的损失。”

本项目为粤海大道排涝通道及配套工程，项目范围北起规划新海北路，南至现状滨海大道。项目新建道路全长约572.343m，宽50m，设计速度60km/h。新建雨水管道1404m，转输上游地块雨水及收集道路本身、两侧地块雨水后自南向北排海。本项目施工时期将采取各种措施，控制入海悬浮泥沙，减少对周边海洋水质、沉积物和生态环境的影响。经调查，项目区西北侧930m处有少量珊瑚分布，项目建设及运营过程中严格按照本报告中提出的环境保护措施，可有效的减少项目建设对周边海域珊瑚礁海洋生态系统的影响。

综上所述，项目建设符合《海南省海洋主体功能区规划》。



图1.6.1-1 项目用海与海南省海洋主体功能区分区图叠置图

1.9.2.5 与《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》的符合性分析

根据《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》，本项目尾水排入海域所属

近岸海域环境功能区为海口西海岸度假旅游区（HN030BII），主导功能为旅游娱乐，执行二类海水水质保护目标。

本项目雨水管道转输上游地块雨水及收集道路本身、两侧地块雨水后自南向北排海，项目的建设将极大改善周边环境，缓解道路拥堵、雨天积水等问题。项目施工期生活污水、船舶含油废水、固体废物经收集后外运处置，严禁排海，且施工期悬浮泥沙为短期临时性影响，在施工结束后较快恢复到海水本底水质环境，不会对海水水质造成长期不利的影响，项目施工对周边海域水质影响较小；本项目建成后排海通道埋于海底面以下，排海通道两侧及排口设铅丝笼护底，以减少雨水排放对潮流和海底地形地貌影响较小。项目实施后对水质、沉积物、生态环境影响较小，不会导致该海域海洋环境质量明显降低，海域水质能满足相应环境功能区的要求。

因此，项目实施符合《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》的要求。

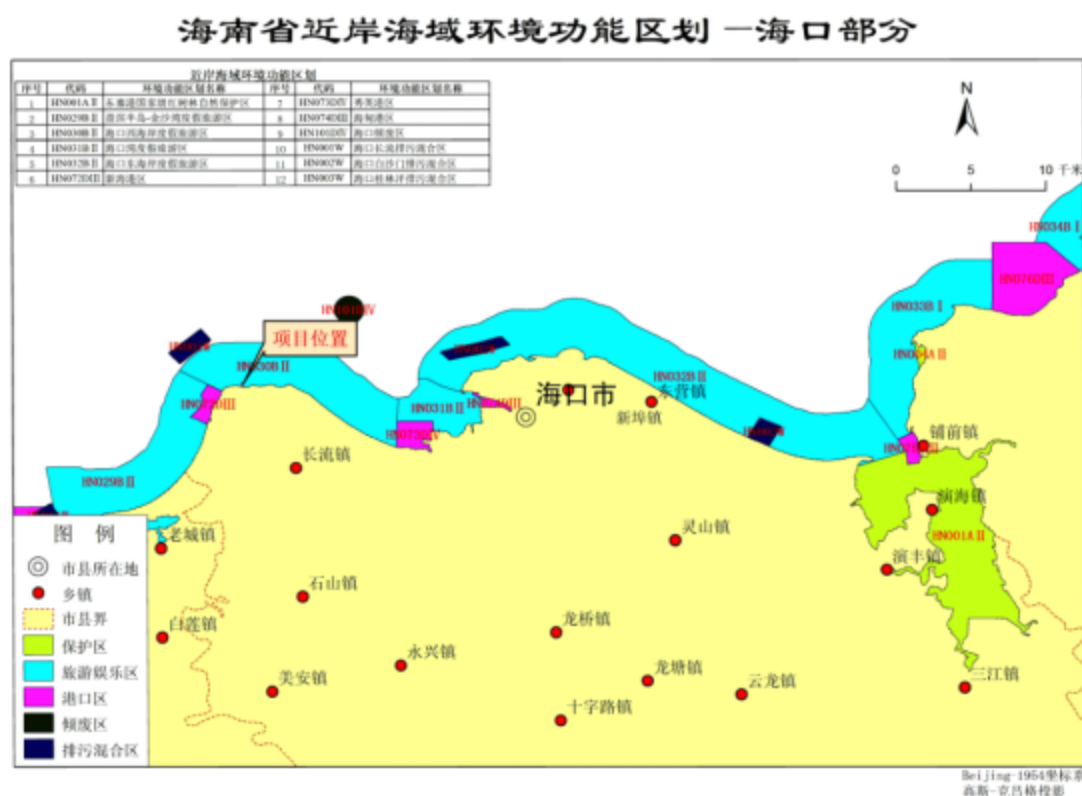


图 1.6.1-2 项目与海南省近岸海域环境功能区划位置关系图

1.9.2.6 与《海南经济特区海岸带保护与利用管理实施细则》的符合性分析

根据《海南经济特区海岸带保护与利用管理实施细则》第十条：除下列情形以外，省和市、县、自治县国土空间总体规划、详细规划在海岸带陆域 200 米非生态保护红线范围内，不再规划新建建设项目。

(一) 港口、码头、滨海机场、桥梁、道路、轨道交通及海岸防护工程、污水处理、垃圾储运、公共卫生设施、供电、供气、供水设施、通信、安全防护、应急避难、医疗救护、污染物处理处置排海工程、渔政站、边检站、海警站、综合执法站等基础设施和民生项目；

(二) 造船厂、修船厂；

(三) 滨海电站、滨海油气勘探开发、海洋海水淡化等能源设施项目；

(四) 滨海军事设施项目；

(五) 滨海科研项目，公益性的监测监管设施；

(六) 村庄及农（林）场场部（队）居民点生产生活设施；

(七) 旅游骑行道、步道、栈道、观景台、停车场、淋浴更衣、公共厕所、休憩休息设施等旅游相关配套性服务设施和必要公共设施；

(八) 国家级开发区确需建设的石化新材料、清洁能源、智能装备制造、海工装备制造、仓储物流等临港产业；

(九) 省政府确定的其他重大、特殊建设项目。

本项目规划新建雨水管道约 1404m；建设城市主干路长约 572.343m；包含给排水工程、道路工程、交通工程、照明工程、绿化工程、电力通道工程等配套工程，属于“（一）港口、码头、滨海机场、桥梁、道路、轨道交通及海岸防护工程、……、综合执法站等基础设施和民生项目”中的道路、排海工程等基础设施项目。本项目不涉及生态保护红线，同时项目符合《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》、《海口市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，因此，项目实施符合《海南经济特区海岸带保护与利用管理实施细则》的要求。

1.9.2.7 与《自然资源部办公厅关于加强珊瑚礁保护修复的通知》的符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于加强珊瑚礁保护修复的通知》（自然资办发〔2024〕27 号，2024 年 6 月 4 日）：加强涉及珊瑚礁生态系统的项目用海用岛管控。项目用海用岛审批前，自然资源（海洋）主管部门要将项目实施范围与已上图入库和纳入规划的珊瑚礁相关基础数据进行套合比对分析，避免用海用岛占用珊瑚分布区。如国家重大项目用海用岛实施区域及其影响范围确实无法避让的，建设单位应结合其敏感脆弱因子，依据《海域使用论证技术导则》等相关要求，重点论证珊瑚礁生态系统占用必要性，进行资源生态损害及其影响评估，制定针对性强、可实施的生态保护修复目标和措施，减

少建设过程中对生态系统的破坏范围和程度，及时开展原位保护修复，并开展不少于 3 年的管护和跟踪监测，确保修复后生态的恢复与损害基本保持平衡。禁止采取迁地移植修复。涉及珊瑚礁生态系统的用海用岛项目位于生态保护红线内的，应严格落实生态保护红线管控要求。自然资源（海洋）主管部门按照“谁审批、谁监管”的原则，定期对影响珊瑚礁生态系统的用海用岛项目进行监督检查并组织开展保护修复效果评估；修复效果未达到预期的，督促用海用岛主体应重新制定修复措施、预留足够资金，持续推进修复以达到预期目标。

本项目未占用珊瑚分布区，本项目距离珊瑚礁分布区最近距离为 930m（见图 1.8-1），本项目不进行迁地移植修复，根据本报告第七章的珊瑚礁资源影响评价专章，项目建设对珊瑚礁资源的影响在可接受的范围内，运营期定期对珊瑚礁开展跟踪监测。因此项目建设符合《自然资源部办公厅关于加强珊瑚礁保护修复的通知》的相关要求。

1.9.2.8 与《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》的符合性分析

根据《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》：“第九条 禁止采挖珊瑚礁和以爆破、钻孔、施用有毒物质、电击等方式破坏珊瑚礁”、“第十一条 禁止出售、购买、利用珊瑚礁、砗磲及其制品。禁止利用珊瑚礁、砗磲为原材料制作旅游纪念品、装饰观赏品或者其他制品；禁止利用珊瑚礁、砗磲及其碎体烧制石灰或者作为其他建筑材料。……”。“第十四条：任何单位和个人不得占用、填毁珊瑚礁。因国家和本省重点建设工程的需要，必须占用、填毁珊瑚礁的，应当进行环境影响评价，依法办理审批手续。环境影响评价报告中应当设专章评估建设工程对珊瑚礁生态环境的影响，提出相应的减少珊瑚礁损害的施工方案及应采取的保护措施，预防、控制或者减轻建设工程对海洋环境和海洋资源造成的影响和破坏，对受到影响的珊瑚礁提出生态损害赔偿方案”。

排海通道的建设是实现城市排涝的重要工程。本项目不占用或填毁珊瑚礁资源，不采挖珊瑚礁等破坏珊瑚礁的行为，不涉及利用珊瑚礁、砗磲为原材料制作旅游纪念品、装饰观赏品或者其他制品。本项目距离珊瑚礁分布区最近距离为 930m（见图 1.8-1），本报告针对项目施工和运营阶段对珊瑚礁的影响设置了专章分析（见本报告第 7 章），提出了减少珊瑚礁损害的施工方案及应采取的保护措施，项目建设对珊瑚礁资源的影响在可接受的范围内，运营期定期对珊瑚礁开展跟踪监测。项目建设潮流场改变、悬浮泥沙、岸滩冲淤、雨水排放等对周边珊瑚礁资源的影响在可接受的范围内。

因此，项目建设能够符合《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》的要求。

1.9.2.9 与《海口市新海港临港片区控制性详细规划》的符合性分析

根据《海口市新海港临港片区控制性详细规划》雨水工程规划，本项目雨水管道两侧布管，转输上游地块雨水及收集道路本身、两侧地块雨水后自南向北排至深海。规划雨水管径为 $W \times H = 3200 \times 1600$ 。

粤海大道排涝通道及配套工程设计粤海北路雨水，汇集滨海大道、粤海大道、天美路、新海北路西段雨水后经本次拟建排海通道排入琼州海峡，总汇水面积为 157.74 公顷。本次设计雨水管径 $W \times H = 3200 \times 1600 \sim 5400 \times 2000$ ，双侧布管。本项目设计雨水排向与规划一致符合，《海口市新海港临港片区控制性详细规划》雨水工程规划。



图1.6.1-3 项目与《海口市新海港临港片区控制性详细规划》给水工程规划叠置图



图1.6.1-3 项目与《海口市新海港临港片区控制性详细规划》雨水工程规划叠置图

1.9.2.10 与《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》符合性分析

《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》将海洋空间划分为生态保护区、生态控制区和海洋发展区。本项目位于海洋发展区重的交通运输用海区，详见图 5-2，

交通运输用海区是以港口建设、航道利用、锚地利用、路桥建设等为主要功能导向的海域。交通运输用海区面积共 1687.18 平方千米，占海南岛近岸及周边海域总面积的 1.44%。海南岛近岸及周边海域共划分交通运输用海区 37 个，其中包括港口区 16 个：新海港、秀英港、沙上、铺前港、木兰港、清澜港、龙湾、乌场、三亚港、红塘港、南山港、莺歌海、八所港、洋浦港、金牌港、马村港等港口区；航运区 10 个：琼州海峡船舶定线制、新海-秀英、海甸溪、沙上、琼州海峡水道、铺前港、清澜港、三亚港、后水湾、马村港等航运区；路桥隧道区 11 个：千禧酒店人工岛、南海明珠岛、如意岛、海文大桥、清澜大桥、港北、青梅、榆林港、南山、富力红树湾、东水港等路桥隧道区。

管控要求：主导用海类型为交通运输用海，可兼容游憩用海、工矿通信用海和特殊用海；经科学论证并得到相关部门同意后，可兼容渔业用海。严格限制改变海域自然属性。保护海域水深地形条件、保护航道水域宽度，防止淤积；合理规划港口基础设施建设，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域；提高码头使用效率；海域

内船舶活动时，严格控制溢油污染。

本项目用海类型为海底电缆管道用海，属于工矿通信用海，本项目用海方式为海底管道电缆和透水构筑物，海底管道电缆和透水构筑物的用海方式基本不改变海域自然属性，本项目建设不占用港口、航道，雨水排海通道两侧及排口处设铅丝笼护底防止水流冲刷的影响，本项目建设不占用港口，施工期使用周边新海港停靠施工船舶，施工期施工船舶注意避让，避免发生船舶碰撞事故，避免溢油污染。

因此项目建设符合《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中海洋功能分区规划的要求。

海南省海岸带及海洋空间规划海洋功能分区规划图
(海南岛东北部海域)

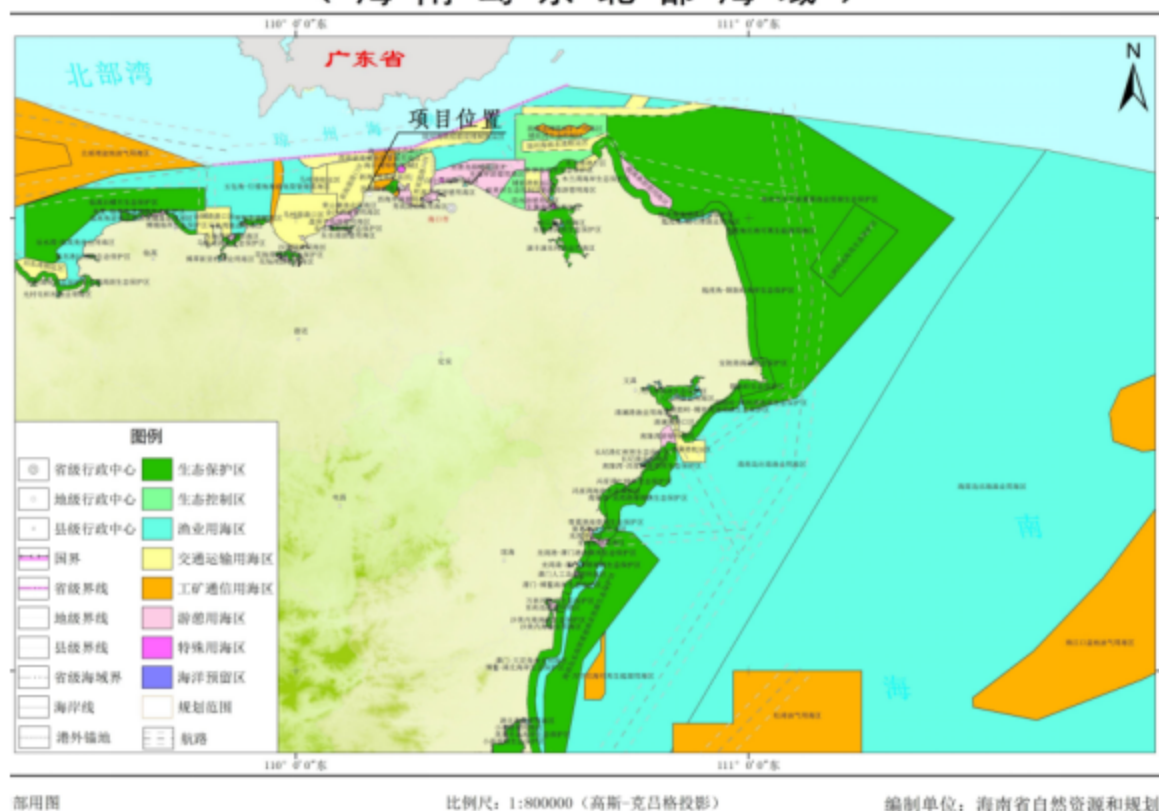


图 5-2 项目与《海南省海岸带及海洋空间规划》中海洋功能分区规划图

《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》以岸线功能为基础，按照严格保护、限制开发和优化利用三种类型，分类分段实施精细化管理。本项目位于严格保护岸线，详见图 5-3。严格保护岸线管控要求为：除国防安全需要外，禁止在严格保护岸线的保护范围内构建永久性建筑物、围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。保持现有砂质岸线长度不变。经科学论证，不损害海岸线原有形

态或生态功能的，可在严格保护岸线保护范围内实施的项目包括：空中跨越的跨海桥梁和透水构筑物；底土穿越的海底隧道和海底电缆管道；无需对海岸线进行改造施工的港池、蓄水以及离岸取、排水口，开放式养殖、浴场、游乐场、专用航道、锚地及其他开放式项目；生态修复和防灾减灾工程；已建构筑物、围海养殖等用海用岸活动的继续使用和升级改造。

本项目为雨水排海通道建设，用海类型为海底工程用海，用海方式为海底管道电缆和透水构筑物，本项目属于上述的“底土穿越的海底隧道和海底电缆管道”，本项目底土穿越砂质岸线，不直接占用自然岸线，项目建成后可保持现有的砂质岸线长度不变。因此，项目实施符合严格保护岸线管控要求。

综上所述，项目实施符合《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》。

海南省海岸带及海洋空间规划海岸线分类保护与利用规划图 (海南岛东北部)



项目与《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中岸线类型叠置图

1.9.2.11 与《海口市林地保护利用规划（2021—2035 年）（修编）》的符合性分析

本项目不占用林地，拟建道路红线毗邻IV级林地。根据《海口市林地保护利用规划

（2021—2035 年）（修编）》IV级保护管理措施：严格控制林地非法转用和逆转，限制采石取土等使用林地。推行集约经营、农林复合经营，在法律允许的范围内合理安排各类生产活动，最大限度地挖掘林地生产力。本项目拟建道路现状为草地、交通运输用地、林地、水域及水利设施用地、园地、住宅用地和人工混交林等，项目建设不占用、破坏性IV级林地。且本项目拟建设绿化工程，种植椰子树、银海枣、大叶榄仁等绿化植被。施工期应做好监管措施，明确禁止施工车辆、机械进入林地，确保施工期间不破坏现有林地生态功能。本项目在保障生态安全的前提下实现土地高效利用，严格落实对IV级林地的管控要求，项目建设符合《海口市林地保护利用规划(2021-2035 年)》的要求。

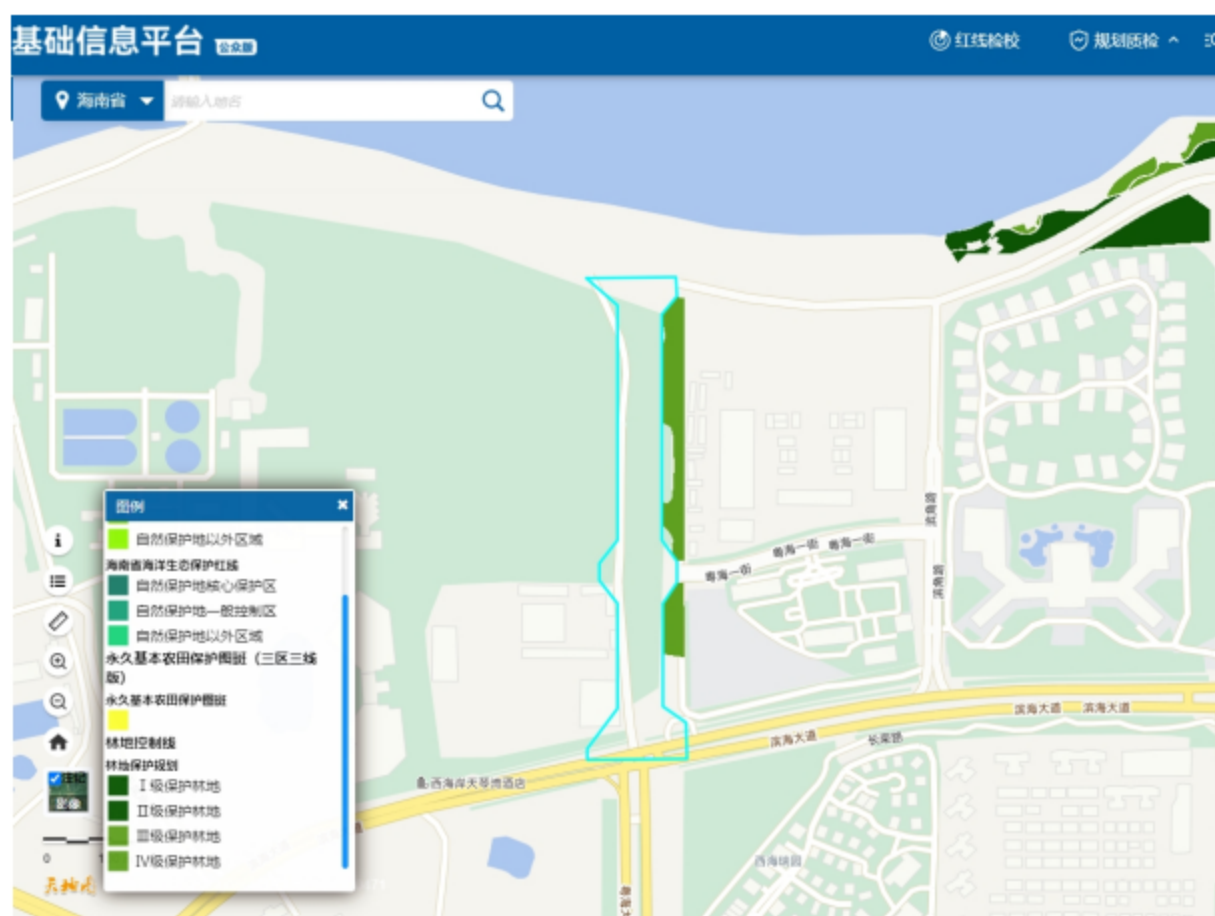


图 1.6.1-6 项目与林地保护利用规划叠置图

1.9.2.12 与《海南省生态环境分区管控方案（2023 年版）》的符合性分析

根据海南省生态环境厅 2024 年 8 月 5 日发布的《海南省生态环境分区管控方案(2023 年版)》的函（琼环函（2024）167 号），为深入实施主体功能区战略，全面落实《海南省国土空间规划（2021—2035 年）》，实现生态环境精细化管理，建立国土空间全覆盖的生态环境保护制度，将海南省（本岛）及近岸海域从生态环境保护角度划分为优先

保护单元、重点管控单元和一般管控单元等 3 类环境管控单元，制定以落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线硬约束为重点，以生态环境管控单元为基础，以生态环境准入清单为手段，以信息平台为支撑的生态环境分区管控方案。

(1) 生态保护红线

项目不占用陆域及近岸海域生态保护红线区，项目论证范围内的生态保护红线区为重要滩涂及浅海水域，与生态红线区最近的距离约为 2.9km，其施工期产生的悬浮泥沙量较少，不会扩散至生态保护红线，施工期及运营期产生的生活污水、固废等均进行收集处置，严禁排海。因此，项目选址符合《海南省生态保护红线管理规定》的要求。

(2) 环境质量底线

本项目施工期大气污染物主要为施工扬尘、船舶废气，运营期无废气产生，施工船舶、机械废气属于移动源产生的污染物无组织排放，排放强度低，对大气影响程度小，项目运营期无废气产生，项目建设不会降低现状空气质量水平，可满足空气质量底线。

项目施工人员生活污水经收集后外运处置，施工船舶含油污水委托有资质单位接受处理，不排海，对水环境质量影响较小，可满足水环境质量底线。

本项目拟建道路现状为未开发林地，项目选址选线避让林地保护区，不涉及永久基本农田，满足生态环境质量底线要求，满足生态环境质量底线要求。

综上，项目建设符合环境质量底线的要求。本项目建设满足海口市环境质量底线的要求。

(3) 资源利用上限

项目建设不破坏原有的砂质岸线属性，对自然岸线保有率没有影响。项目建设过程主要消耗的资源为施工人员生活用水、船舶燃油，其项目资源消耗量相对区域资源利用总量较少。因此，项目建设符合海口市资源利用上线的要求。

(4) 环境负面清单原则要求

从产业政策、空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率等方面分析：根据《产业结构调整指导目录》（2024 年本），本项目为鼓励类建设项目，项目建设符合《产业结构调整指导目录(2024 年本)》的规定。

(5) 与《海南省生态环境分区管控方案》的符合性分析

经查询“海南省生态环境分区管控公众服务平台”，本项目占用海口市秀英区城镇集中建设区重点管控单元、海口市秀英区水环境城镇生活污染重点管控单元、海口市新海

港交通运输用海区重点管控单元，单元管控要求见表 5.3-1。

表 5.3-2 项目所在区域管控要求

环境管控单元编码	管控区分类	管控要求	本项目情况
ZH4601052 0 006	海口市秀英区城镇集中建设区重点管控单元	空间布局约束： 1.执行水环境城镇生活污染重点管控区普适性管控要求。2.执行大气环境受体敏感重点管控区普适性管控要求。3.执行建设用地重点管控区普适性管控要求。 污染物排放管控： 1.执行水环境城镇生活污染重点管控区普适性管控要求。2.执行大气环境受体敏感重点管控区普适性管控要求。 环境风险防控： 1.执行大气环境受体敏感重点管控区普适性管控要求。2.执行建设用地重点管控区普适性管控要求。	本项目产生的各项污染物均妥善处理，不外排。本项目排水采用雨、污水分流制，本项目为市政道路及排海通道建设项目，不涉及油漆、餐饮油烟、有毒有害气体、恶臭等废气的排放，不属于可能造成土壤污染的建设项目，本项目土石方运输拟采取封闭措施，运输道路定期洒水降尘，尽可能降低扬尘污染。项目产生的各类固体废物均能够妥善堆存，并合理的处置。因此本项目符合海口市秀英区城镇集中建设区重点管控单元的相关管控要求。
ZH4601052 0 007	海口市秀英区水环境城镇生活污染重点管控单元	空间布局约束： 执行水环境城镇生活污染重点管控区普适性管控要求。 污染物排放管控： 执行水环境城镇生活污染重点管控区普适性管控要求。	本项目产生的各项污染物均妥善处理，不外排。本项目排水采用雨、污水分流制。项目建设符合海口市秀英区水环境城镇生活污染重点管控单元的相关管控要求。
HY460100 20001	海口市新海港交通运输用海区重点管控单元	空间布局约束： 1.主导用海类型为交通运输用海，可兼顾游憩用海、工矿通信用海和特殊用海。允许适度改变海域自然属性。合理规划港口基础设施建设，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域；提高码头使用效率。 2.禁止在港口区、锚地、航道、通航密集区、航道与码头前沿线之间的海域以及规定的航线内进行与航运无关或有碍航行安全的活动。 3.保护港口水深地形条件、保护航道水域宽度，防止淤积；保护海底管线。	本项目用海类型为工可通信用海，项目建设不改变海域自然属性。项目选址不涉及港口、锚地、航道，建议工程建设完成后设置警示标志引导过往船只避让，避免引发船舶碰撞事故，保护排海管线安全。

	污染物排放管控： 1.执行近岸海域环境（交通运输用海区）普适性管控要求。船舶排放含油污水、生活污水，应当符合船舶污染物排放标准。 2.新海港到港船舶含油污水、生活污水等含有毒有害物质的污水，残油、废油，垃圾等禁止进入水体。 3.加快完善港口污水和垃圾接收、转运及处理处置设施建设，提高含油污水、化学品洗舱水等接收处置能力，禁止未经处理的船舶污水和垃圾直接排放。 环境风险防控：加强新海港港口溢油和船舶危险化学品事故应急反应能力建设，港口、码头、装卸站和船舶必须编制溢油污染应急计划，配备与其污染风险相适应的物资设备和应急力量。	本项目施工期船舶生活污水和船舶含油污水收集上岸，交由有处理资质的单位统一接收处理，严禁排海，施工期固体废物统一收集上岸交由环卫部门处理。 本项目制定施工现场应急措施，一旦发生环境污染事故，立即启动应急措施，并按规定的程序做好事故报告和善后处理工作。
--	--	--



图 5.3-2 项目与近岸海域环境管控单元叠置图

综上所述，本项目建设符合海南省生态环境分区管控的要求。

2 工程概况

2.1 本项目建设概况

项目名称：粤海大道排涝通道及配套工程

项目性质：新建

建设单位：海口市路桥建设投资有限公司

建设地点：本工程位于海南省海口市秀英区西秀镇粤海大道。道路起点与规划新海北路相交（起点坐标：110°10'8.329"E，20°3'4.0715"N），道路终点与现状滨海大道相交（终点坐标：110°10'8.329"E，20°3'22.281"N），排海通道中心点地理坐标为：110°10'7.853"E，20°3'46.326"N，项目地理位置图见图 2.2-1。

建设内容及规模：本次建设工程为粤海大道排涝通道及配套工程，项目拟建道路北起规划新海北路，南至现状滨海大道，道路等级为城市主干路，道路全长约 572.343m，红线宽 50 米，设计速度 60km/h。工程建设包含道路工程、给排水工程、交通工程、照明工程、绿化工程、电力通道工程等。

新建雨水管道，雨水管道总长度为 1404m，总汇水面积为 157.74 公顷，设计雨水流量为 30.87m³/s。雨水管道自南向北最终排入海域，雨水管道陆域段管长 1257.23m，主要敷设于拟建道路下方，雨水管道海域段（以下简称排海通道）管长 146.77m。

工程总工期：本项目计划施工周期为 12 个月。

工程总投资：工程总投资为 10733.27 万元。



图 2.1-1 工程地理位置图

项目工程建设内容与卫星图叠置如下图 2.1-2 所示:

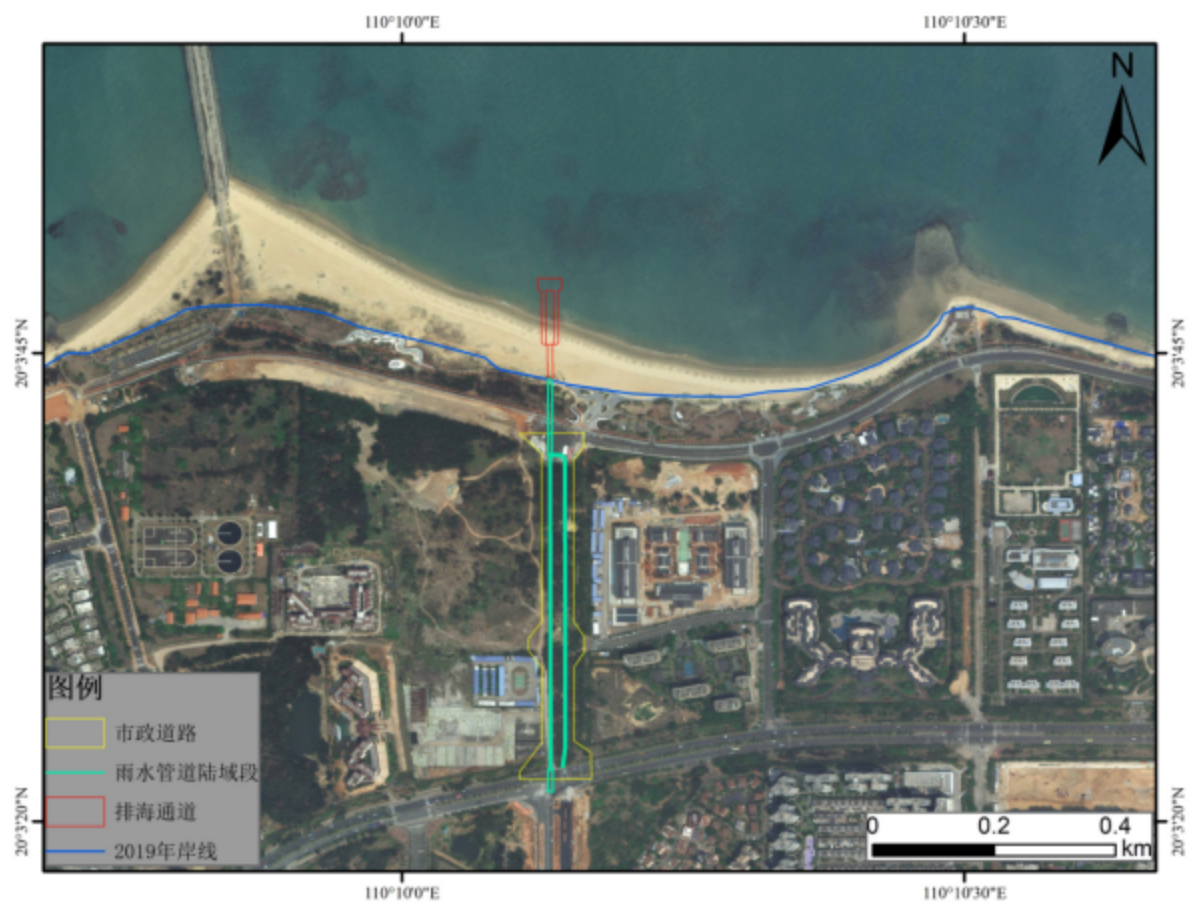


图 2.1-2a 工程建设内容卫片图



图 2.1-3a 项目区拟建道路现状（一）



图 2.1-3b 项目区拟建道路现状（二）

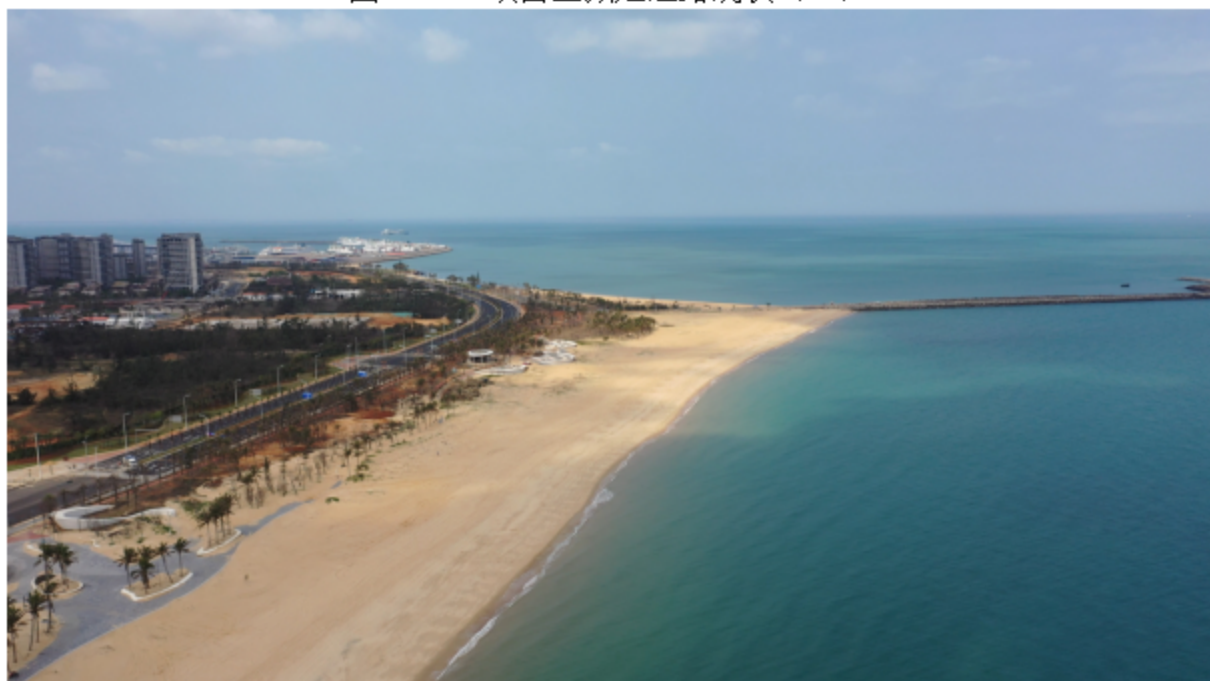


图 2.1-3b 项目区拟建排海通道现状

（拍摄坐标：E110.168961484°，N20.062856355°，拍摄人：尧重重，拍摄时间：2025 年 3 月 5 日）

表2.1-1 项目工程及建设内容一览表

工程类别		工程内容					备注	
主体工程	道路工程	桩号	道路等级	长度（m）	红线宽度（m）	设计时速（km/h）	沥青混凝土路面，新建	
		K0+000~K0+572.343	城市主干路	572.343	50	60		
	雨水工程	总体	雨水管道总长度为 1404m，总汇水面积为 157.74 公顷。设计雨水流量 30.87m³/s。仅排放市政雨水，不涉及污水。雨水管道整体采用坡度为 3‰~4‰，确保重力排水。					新建
		陆域段	雨水管道陆域段长度为 1257.23m，基本敷设于道路下方，中心线与道路中线平行，双侧对称布管，管中心距离道路中心线 11.5m，自南向北在道路桩号 K0+040 处接入单侧布置的主干管，本次设计雨水管径 W*H=2600*1600~5400*2000。在道路桩号 K-0-032 处设置一座尺寸为 7.6m×2.05m 的矩形闸门井，用于防止海水倒灌。雨水管道陆域段设计管内底标高为 -1.506m~4.00m，管道埋深 3.18m~4.95m。					新建
		海域段（排海通道）	排海通道海域段总长 146.77m，分为岸滩部分及涉水部分。其中桩号为 CK0+000~CK0+058.253 为岸滩部分（即大潮高潮线以上），CK0+058.253~CK0+146.773 为涉水部分。排海通道结构尺寸为 6.5m×3.1m，内口尺寸为 5.4m×2.0m，顶底板及侧壁厚度均为 0.55m，排海通道下方铺设 30cm 碎石垫层，出水口底高程为 -3.0m，坡度为 3‰。 根据地勘资料，由于排海通道基础位于中砂层，属于严重液化层，因此排海地基采用预应力混凝土管桩进行地基处理，桩基直径为 0.4m，横向中心间距 2.7m，纵向中心间距 2.5m。涉水部分排海通道为防止冲刷基底，通道基础侧面及箱涵出口均采用铅丝笼（含块石）护底，厚度 1.5m，块石重量为 200~300kg。排海通道基槽开挖标高为 -5.5m，基槽开挖边坡为 1:2。					新建
辅助工程	污水工程	本项目仅收集道路两侧地块污水，新建 DN400 污水管道，双侧布管，主管长度为 882m，管中心距离道路中心线 17.5m，汇水面积为 9.14 公顷，设计污水流量为 0.04m³/s，管道末端接入经六街在建污水井中，最终排入长流污水处理厂进行集中处理。					新建	
	给水工程	新建给水主管 DN300，给水主管长度为 1111m。给水管道敷设在道路两侧非机动车道下，距离路中 19m，起点与滨海大道北侧现状 DN300 给水管道驳接。					新建	
	交通工程	设置警告、指示、禁令等标志，路面漆划有关标线，设置护栏、信号灯等相应的交通管理设施。					新建	
	照明工程	照明供配电系统、照明系统、防雷接地系统。					新建	
	电力管沟工程	本项目范围内无 110KV 及以上的高压敷设路由，仅设置 10KV 中压电力管沟，本项目 2 侧人行道上均采用 12 线式隐蔽式电力电缆沟布置。					新建	
	绿化工程	包括行道树绿化带、两侧分车绿化带、中间分车绿化带。					新建	

拆除工程	本项目拆除砼房 1770.9m ² , 拆除铁皮房 394.5m ² , 拆除围墙 184m, 拆除的建筑垃圾尽量回收利用,不能利用的运至当地指定的市政建筑垃圾处置点处理。		/
依托工程	项目市政管线的沟槽回填材料主要购至海口周边的土场。本项目不新设取土场。		/
	道路工程产生的开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理,不设置弃土场。		/
	项目所用混凝土及铺路沥青均进行商品采购,不新设搅拌站。		/
临时工程	临时施工营地: 本项目施工营地设置在桩号 K0+520 处西侧,主要用于施工人员的生活、办公。距离道路红线约 15m,占地面积约 1000m ² 。临时办公场地和临时施工场地现状为废弃的工地,无植被等覆盖。		新建, 临时设施
	临时堆土场: 在道路桩号 K0+480 西侧设置一处临时堆土区,距离道路红线约 10m,占地面积约为 4000m ² ,主要用于道路工程开挖土方的堆放,该场地现状为废弃的工地,无植被等覆盖。		
	临时堆砂场: 本项目排海通道部分开挖砂用于回填,剩余的开挖砂临时堆放至道路桩号 K0+440 西侧,占地面积约 4000m ² ,海域段开挖砂产生的弃方量为 5764.7m ³ 。		
	排海箱涵预制场地: 排海通道涉水部分采用预制箱涵,本项目拟在道路桩号 K0+480 西侧设置一处临时预制场地,距离道路红线约 75m,占地面积约为 4000m ² ,主要用于排海通道箱涵的预制。		
环保工程	大气环境	施工期易起尘的物料要加盖篷布、控制车速,防止物料洒落和产生扬尘。对陆域施工现场以及运送土石方的道路应定期清扫洒水,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,并尽量要求运输车辆减缓行驶速度。运输车辆加蓬盖、施工现场采用彩钢板围护。	新建
		施工船机、车辆尽可能使用清洁型燃料,车辆排气口加装废气过滤器,加强车辆管理,合理规划车辆进出口以及路线等。	
	水环境	施工废水经沉淀池处理后回用;施工陆域生活污水经化粪池处理后由吸粪车定期清运至长流污水处理厂处理。施工船舶生活污水、船舶含油污水由船舶运营方联系有资质船舶污水接收单位接收处理。	新建
		运营期道路雨水排入雨水管网,最终进入海域。	
	噪声	施工期施工单位应注意施工机械的保养,合理安排高噪声施工机械作业的时间。对施工车辆进行统一调配,减少车辆进出场会车鸣笛次数,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,减少对附近居民的噪声影响。	新建
		运营期通过绿化,设置限速、禁鸣标志减缓噪声的影响。	
固体废物	生活垃圾集中收集,由环卫部门定期清运处置。		新建
	施工机械、施工船舶产生的残油、废油等危险废物交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。		
	施工期排海通道开挖砂土部分用于工程回填利用,未利用的交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理,严禁随意丢弃。		

		陆域段开挖产生的土方交由土方接收单位处置。拆除产生的建筑垃圾运至政府指定地点处置。	
	生态环境	加强管理，严格按照划定的道路红线施工并采取防护措施；严格落实水土保持措施；施工结束后做好施工占地的生态恢复，进行道路的绿化恢复工作。 海域段进行生态补偿，补偿金额不低于 10.45 万元。	新建

项目主要技术指标见下表所示：

表 2-2 项目主要技术指标一览表

指标名称	项目采用值
一、道路工程	
道路等级	城市主干路
设计速度km/h	60
路面类型	沥青混凝土路面
车道数（双向）	双向6车道
路面结构设计年限	15年
路面设计标准轴载	BZZ-100
地震基本烈度	8度
交通量饱和状态设计年限	15年
交通等级	重交通
二、雨水工程	
雨水管道长度	总长1404m，其中陆域段1257.23m，海域段146.77m
雨水管道管径	陆域段W×H=3.2m×1.6m~5.4m×2m， 海域段管径均为W×H=5.4m×2m
雨水管道结构	陆域段及海域段桩号CK0+000~CK0+058.25为现浇混凝土结构，桩号CK0+058.25~CK0+146.77为预制箱涵结构
雨水管道设计坡度	3‰~4‰

2.2 项目建设的必要性

2.2.1 项目建设必要性

一、是海南建设自由贸易试验区、自由贸易港的要求

2018年4月11日，中共中央、国务院发布《关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》，意见要求：“提高基础设施网络化智能化水平。按照适度超前、互联互通、安全高效、智能绿色的原则，大力实施一批重大基础设施工程，加快构建现代基础设施体系”，“创新投融资方式，规范运用政府和社会资本合作（PPP）模式，引导社会资本参与基础设施和民生事业”，“始终坚持以人民为中心的发展思想，完善公共服务体系，加强社会治理制度建设，不断满足人民日益增长的美好生活需要，形成有效的社会治理、

良好的社会秩序，使人民获得感、幸福感、安全感更加充实、更有保障、更可持续”。

2018年4月13日，习近平总书记在“庆祝海南建省办经济特区30周年大会上的讲话”中指出：“党中央决定支持海南全岛建设自由贸易试验区，支持海南逐步探索、稳步推进中国特色自由贸易港建设”，“要坚持解放思想和实事求是的有机统一，一切从国情出发、从实际出发，既总结国内成功做法又借鉴国外有益经验，既大胆探索又脚踏实地，敢闯敢干，大胆实践，多出可复制可推广的经验，带动全国改革步伐。要坚持问题导向，从群众关心的事情做起，从群众不满意的地方改起，敢于较真碰硬，勇于破难题、闯难关，在破除体制机制弊端、调整深层次利益格局上再啃下一些硬骨头。海南要坚持以人民为中心的发展思想，不断满足人民日益增长的美好生活需要，让改革发展成果更多更公平惠及人民”，“要坚持从人民群众普遍关注、反映强烈、反复出现的问题背后查找体制机制弊端，找准深化改革的重点和突破口。要始终把人民利益摆在至高无上的地位，加快推进民生领域体制机制改革，尽力而为、量力而行，着力提高保障和改善民生水平，不断完善公共服务体系，不断促进社会公平正义，推动公共资源向基层延伸、向农村覆盖、向困难群体倾斜，着力解决人民群众关心的现实利益问题”。

道路排水设施是重要的城市基础设施，是建设海南自由贸易试验区、自由贸易港的重要基础。道路积水点问题是群众普遍关注、反映强烈，关系居民获得感、幸福感、安全感的重要问题。解决道路积水等城市内涝问题符合中央12号文件和习近平总书记4.13讲话的精神，是建设海南自由贸易试验区、自由贸易港的需要。

二、是海口市城市建设发展的需要，符合城市发展规划

随着海口市城市化进程的加快，主城区及各组团社会及经济均快速发展。近年来受自由贸易试验区、自由贸易港及国际旅游岛重大战略规划利好政策影响，海口市乃至整个海南省旅游度假及其相关产业均迅速发展，大量相关项目开发建设，城市快速发展，城市排水需求快速增加。排水设施是城市最重要的基础设施之一，排水设施的落后将严重限制城市发展，制约城市向现代化迈进。城市总体规划、各片区控制性详细规划、各专项规划等均要求进一步提高城市排水系统设计标准，对现状不能满足排水需求的排水设施进行改造提高。城市排水设施同其他市政设施一样，是城市的生命线，因此加快城市排水设施建设，符合海口市城市总体规划，是城市建设发展的需要。

三、有利于保障城市排水安全、保障城市正常运行

排水设施是城市重要基础设施之一，排水系统的构建完善与否不仅关系排水系统自

身，也关系整个城市的正常运行。城市污水随雨水直接排入河流或低洼处，垃圾随意丢弃，部分地区水土流失加剧，自然生态环境退化现象明显，生物物种不断减少，生物多样性受到破坏。大量合流雨水进入污水主管道，造成污水处理厂进水水量增加，进水浓度下降，影响了处理厂的正常处理。多次发生暴雨造成严重内涝事件，进而造成交通中断，严重影响城市的正常运行。道路积水严重路段造成车辆被淹、车辆驾乘人员被困，影响居民人身安全等等。因此，道路排水系统的不合理严重影响城市正常运行。本项目的建设能有效改善城市排水条件，保证城市排水安全，进而保障城市正常运行。

四、是优化投资环境，促进经济发展的需要

城市基础设施状况是投资环境的重要组成部分。城市基础设施的建设将直接服务于经济建设，良好的经济发展环境离不开排水管渠等基础设施的建设。良好的基础设施水平能大力提升投资环境，促进经济发展。目前海口市主城区及各组团片区均处于快速发展中，排水设施建设需求快速增加。排水基础设施的缺乏或排水能力的不足将严重恶化投资环境，阻碍项目投资，进而妨碍经济发展。完善排水基础设施及其他基础设施，能优化地区投资环境，促进招商引资工作的进一步进行，促进经济的进一步发展。

本项目的建设将改善城市排水基础设施条件，增加排水系统能力，缓解城市积水严重程度，减少合流污水对水环境的污染，降低污水处理厂的进厂水量，保证排水安全，提高居民日常生活质量，保障居民人身安全，优化投资环境，满足城市进一步发展对排水设施的需求，促进经济社会发展。该项目的建设符合海口市城市发展的需要，符合城市发展规划，符合当地居民切身利益，符合海南自由贸易试验区、自由贸易港及国际旅游岛建设发展重大战略规划。因此，本项目的建设是十分必要的，也是切实可行的。

2.2.2 项目用海必要性

粤海大道沿线现状排水能力不足，雨季积水比较严重，粤海大道排涝通道及配套工程项目规划粤海大道北段新建雨水管道，雨水管道沿粤海大道呈南北向线性布置，南接滨海大道现状雨水管，向北最终排入海域，总长约 1404m。项目包含给排水工程、道路工程、交通工程、照明工程、绿化工程、电力通道工程等。仅雨水排海管道涉及占用海域，因此用海必要性仅对雨水排海通道进行分析。

粤海大道临近海域，建设雨水排海管道可实现雨水快速入海，减少对河道的排水压力，避免内涝风险向城区蔓延。雨水管道由粤海大道向海延伸，项目具有用海的必然性。为保障粤海大道排涝通道及配套工程顺利建设，缓解雨天积水问题，项目用海是必要的。

根据 2021 年海南省批复海岸线成果，雨水管道陆域段长度为 1257.23m，基本敷设于道路下方，排海通道海域段长度为 146.77m。根据项目设计方案和《海籍调查规范》确定的用海标准，最终确定粤海大道排涝通道及配套工程项目最终用海面积为 3.0614 公顷。

综上所述，粤海大道排涝通道及配套工程建设和用海是必要的。

2.3 工程建设内容、平面布置、结构和尺度

2.3.1 平面布置

1、道路工程：

项目拟建道路起点与规划新海北路相交，终点与现状滨海大道相交，道路全长约 572.343m，红线宽 50m，道路等级为城市主干路，设计速度 60km/h。

2、雨水管道工程

雨水管道沿粤海大道呈南北向线性布置，南接滨海大道现状雨水管，向北最终排入海域，总长约 1404m。雨水管道整体采用坡度为 3‰~4‰，确保重力排水。本项目拟建雨水管道分为陆域段和海域段。

雨水管道陆域段长度为 1257.23m，基本敷设于道路下方，中心线与道路中线平行，双侧对称布管，管中心距离道路中心线 11.5m，自南向北在道路桩号 K0+040 处接入单侧布置的主干管，桩号 K-0-032 处设置一座尺寸为 7.6m×2.05m 的矩形闸门井，用于防止海水倒灌。雨水管道陆域段设计管内底标高为 -1.506m~4.00m（85 高程，下同），管道埋深 3.18m~4.95m。

排海通道海域段长度为 146.77m，设计管内底标高为 -1.725m~-3.00m，排放口处底标高为 -3.0m，管道埋深 2.64m~5.18m，雨水排海口出口处底标高为 -3.00m。涉水部分排海通道为防止冲刷基底，通道基础侧面及箱涵出口均采用铅丝笼块石护底，厚度均为 1.5m，块石重量为 200~300kg。排海通道桩号 CK0+058.253~CK0+146.773 铅丝笼块石护底设置于排海通道东、西两侧，每侧宽度为 6.2m，雨水排海口出口处设置 36.5m 宽，长度为 20m 的铅丝笼块石护底防止雨水冲刷。排海通道基槽开挖标高为 -5.5m，基槽开挖边坡为 1:2。



图 2.4-6a 工程总平面布置图

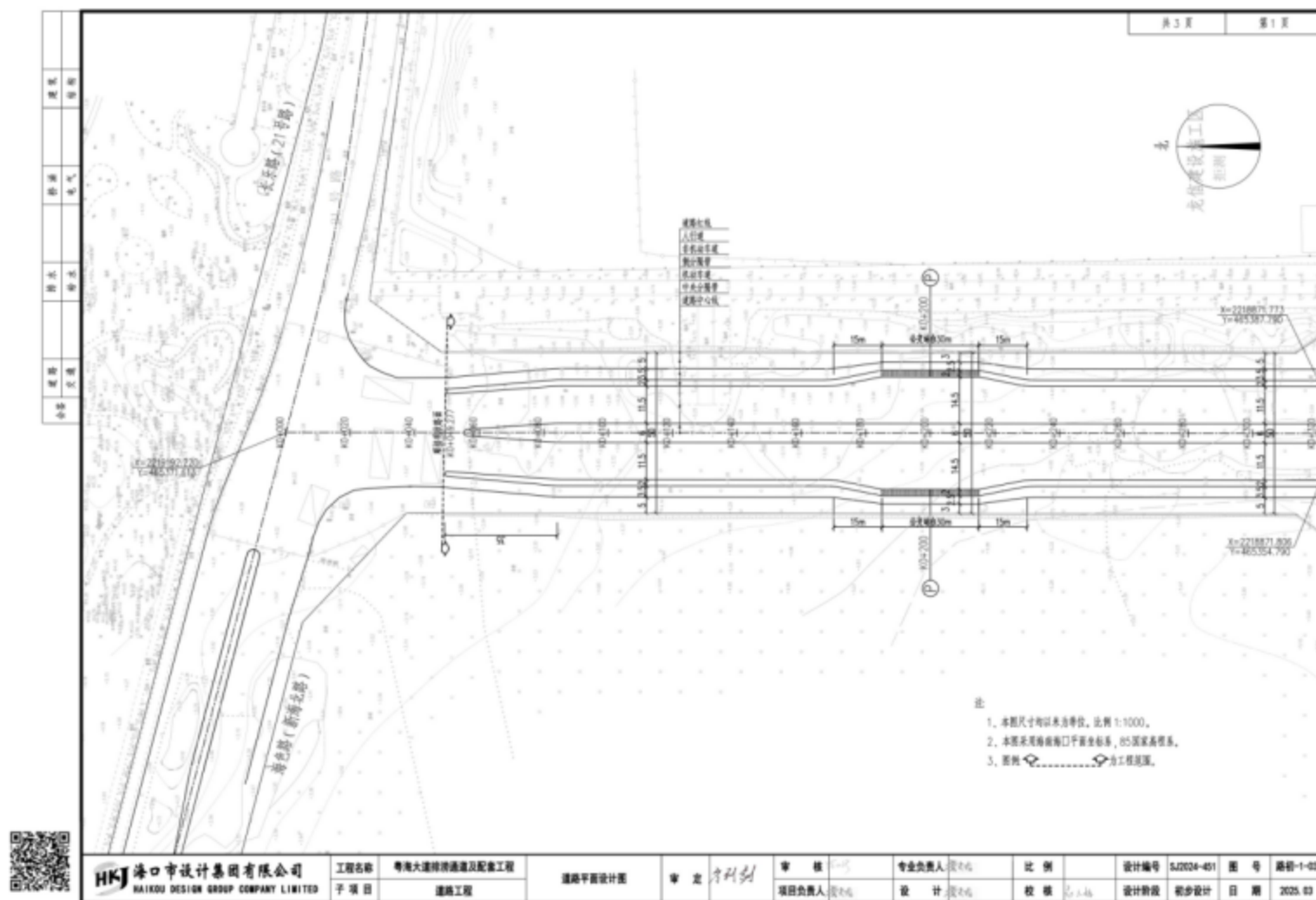


图 2.4-7 道路平面布置图 (K0+000~K0+320)



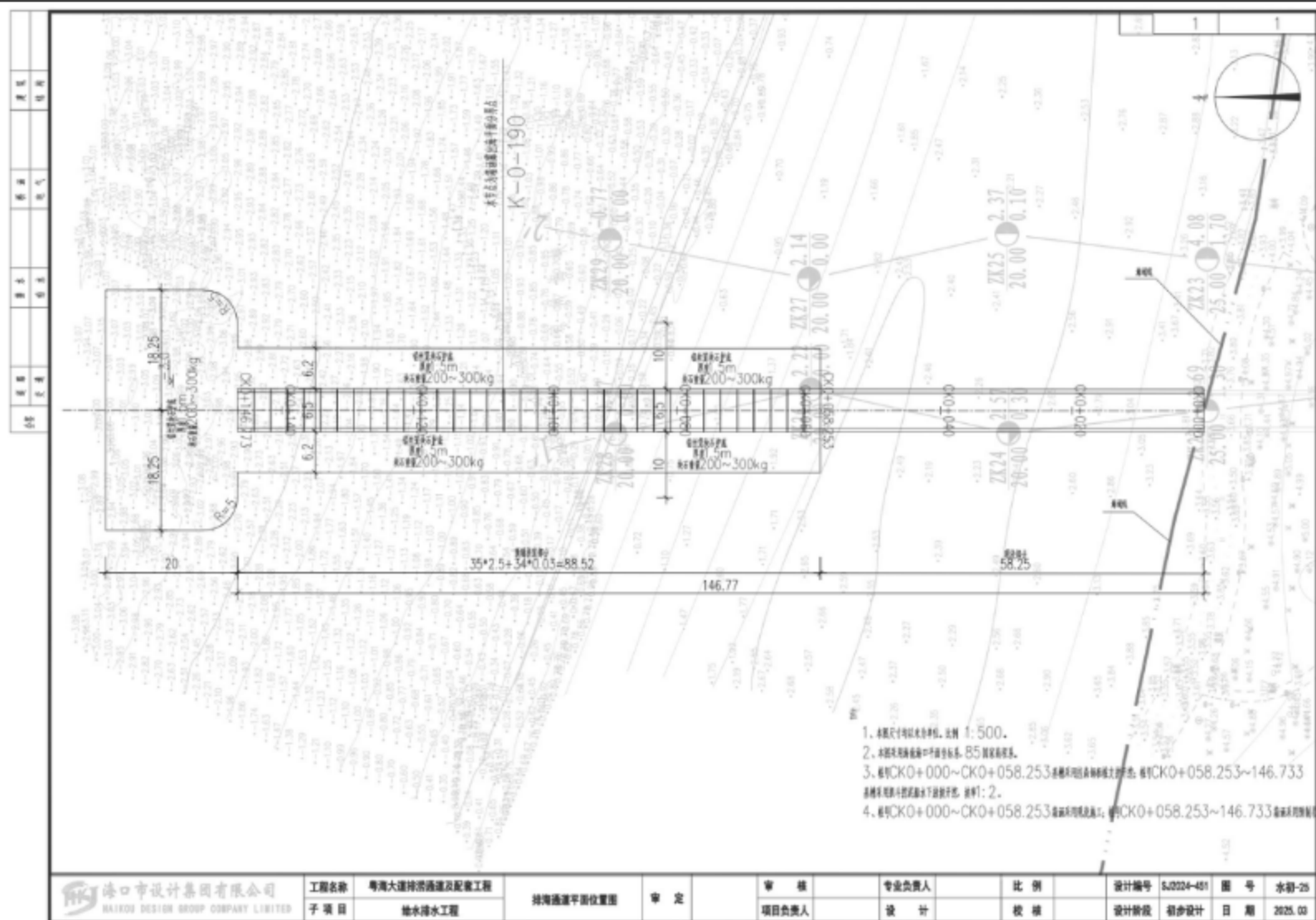


图 2.4-8 排海通道平面图

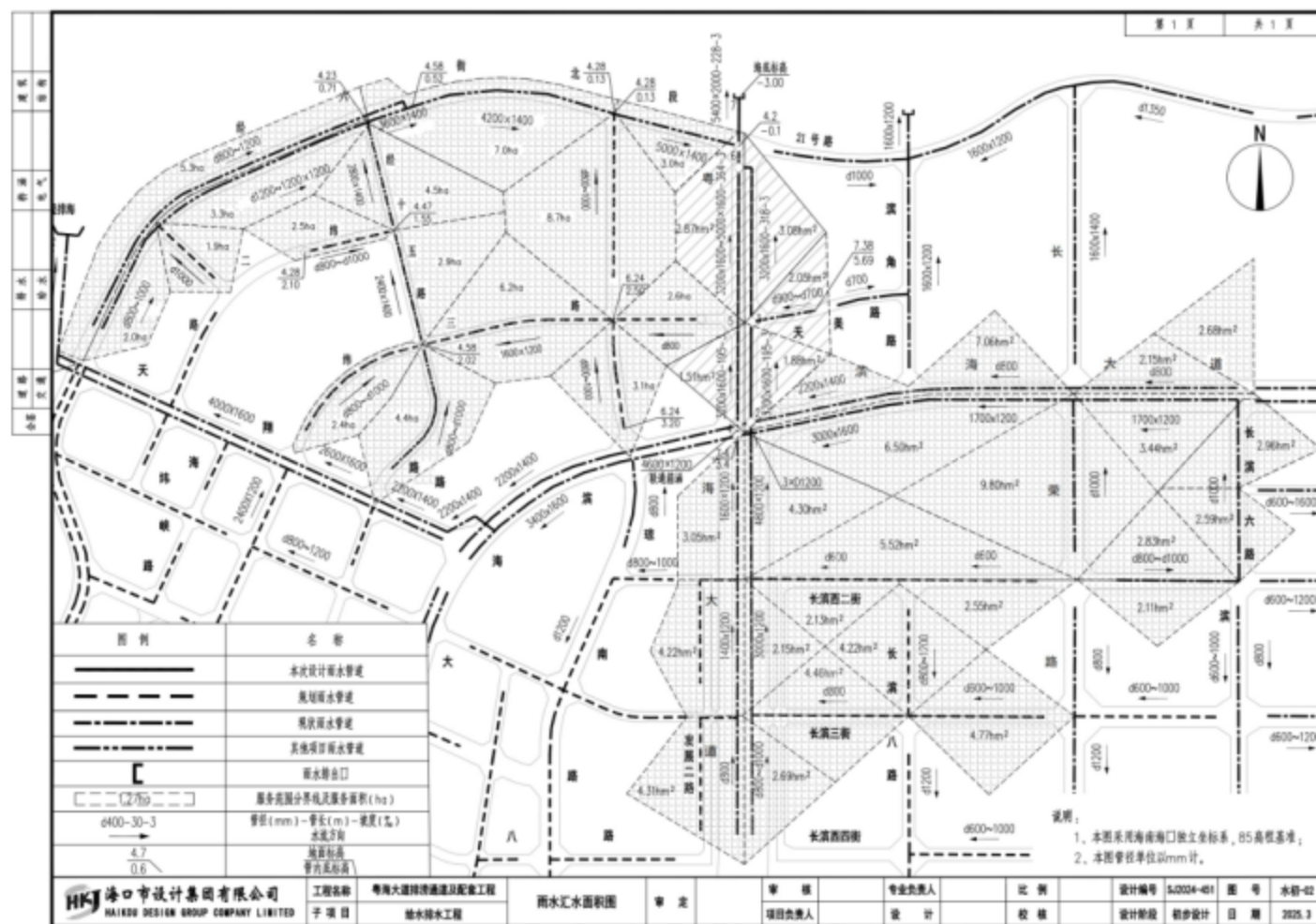


图 2.4-9 雨水汇水面积图

2.3.2 设计主尺度

1、暴雨强度计算

雨水计算采用海口市最新暴雨强度公式 $q = \frac{3245.114 \times (1 + 0.2561 \lg P)}{(t + 17.172)^{0.654}}$

参数：其中 P 为重现期，取值 5。

t 为上游起点至管道末端管段雨水汇流实际，经统计为 31.61min；

代入参数计算，得出 $q=301.042$ (L/s·ha)。

2、汇水面积计算

上游起点至管道末端管段雨水汇水面积为 157.74ha，具体详见雨水汇水面积图

径流系数 ϕ 取值 0.65，经公式计算累计面积*径流系数=157.74*0.65=102.5

3、设计汇水量计算

$Q_1 = \text{暴雨强度} \times \text{累计面积} \times \text{径流系数} = 301.042 \times 157.74 \times 0.65 = 30856.81$ (L/s)

4、高程

排海通道高程设置是主要是为了保证排海通道(横穿沙滩段)完全敷设于沙滩下，避免箱涵外露，影响沙滩正常游客通行等。所以根据实际可调整最低点选择末端标高为 -3.0m。

5、排水箱涵尺寸计算

依据《给水排水设计手册-第 01 册-常用资料》-P804，矩形断面暗沟-满流计算：

矩形断面暗沟(满流)水力计算见公式(22-1)~式(22-4)。

$$Q = vA$$

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \quad (22-1)$$

$$A = WH \quad (22-2)$$

$$X = 2W + 2H \quad (22-3)$$

$$R = \frac{A}{X} \quad (22-4)$$

式中 Q ——流量(m^3/s)；
 v ——流速(m/s)；
 A ——水流断面(m^2)；
 n ——粗糙系数， $n=0.013$ ；
 R ——水力半径(m)；
 i ——水力坡度；
 X ——湿周(m)。

经计算，当选用排海通道尺寸为 $W \times H = 5.4\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，坡度 $i=0.003$ 时，计算得到水流断面 $A=10.80$ ，湿周 $X=2W+2H=14.8$ ，水力半径 $R=A/X=0.73$ ，代入得流速 $V=3.4\text{m}/\text{s}$ ，

实际流量 $Q=36882.11$ (L/s)

综上, $Q_1 < Q$, 因此选用排海箱涵尺寸 $W \times H=5.4m \times 2.0m$, 满足规范要求。

2.3.3 构筑物结构

1、地基处理

根据地勘资料, 由于排海通道基础位于中砂层, 属于严重液化层, 因此排海地基采用预应力混凝土管桩进行地基处理, 桩基直径为 $0.4m$, 横向中心间距 $2.7m$, 纵向中心间距 $2.5m$ 。混凝土管桩数量为 177 根, 每根长度为 $12m$ 。

2、排海通道

根据平面布置, 排海通道的功能是将收集上游的市政雨水排入大海, 上游市政管道采用雨污分流制, 根据设计单位提供汇水面积, 汇水面积 157.74 公顷, 管道设计雨水管流量为 $30.87m^3/s$ 。排海通道海域段总长 $146.77m$, 分为岸滩部分及涉水部分。其中桩号为 $CK0+000 \sim CK0+058.253$ 为岸滩部分 (即大潮高潮线以上), $CK0+058.253 \sim CK0+146.773$ 为涉水部分。排海通道结构尺寸为 $6.5m \times 3.1m$, 内口尺寸为 $5.4m \times 2.0m$, 顶底板及侧壁厚度均为 $0.55m$, 排海通道下方铺设 $30cm$ 碎石垫层, 排海通道出水口底高程为 $-3.0m$, 坡度为 3% 。

岸滩部分采用 FSP-IV 型拉森钢板桩支护开挖, 现浇施工, 每根钢板桩长度为 $12m$, 两道支撑围檩支护体系。涉水部分采用挖泥船放坡开挖, 坡率 $1:2$, 由北向南开挖, 采用预制吊装施工。结构安全等级为二级, 结构设计使用年限 50 年。

3、钢丝护笼护底防冲刷

为防止海浪及排水冲刷, 排海通道涉水部分设置铅丝护笼 (块石), 厚度均为 $1.5m$, 块石重量为 $200 \sim 300kg$ 。排海通道桩号 $CK0+058.253 \sim CK0+146.773$ 铅丝护笼 (块石) 设置在箱涵东、西两侧, 两侧宽度均为 $6.2m$ 。雨水排海口出口处设置 $36.5m$ 宽, 长度为 $20m$ 的铅丝笼块石护底防止雨水冲刷。

本项目排海通道 (海域段) 主要工程数量表见下表所示:

表 2-4 排海通道主要工程数量表

序号	工程量名称	单位	工程量	备注
1	现浇箱涵	m^3	547.3	C35
2	预制箱涵	m^3	822.1	C35。共 35 件, 每件 59t
3	现浇箱涵钢筋	t	89.1	/

4	预制箱涵钢筋	t	133.8	/
5	预制高强混凝土薄壁钢管桩	根	177	直径 400mm, 钢管壁厚 8mm, 桩壁厚度 90mm, 每根长度 12m
6	现浇箱涵 C20 耐腐蚀垫层	m ³	39.0	/
7	现浇箱涵碎石垫层	m ³	99.0	20cm 厚
8	预制箱涵碎石垫层	m ³	342.6	30cm 厚
9	抛填铅丝笼块石	m ³	2326.6	/
10	挖方	m ³	3510.5	岸滩开挖
11	填方	m ³	2198.7	岸滩回填, 利用开挖方
12	填方	m ³	3758.7	涉水区域回填, 利用开挖方
13	挖方	m ³	8211.6	涉水区域开挖

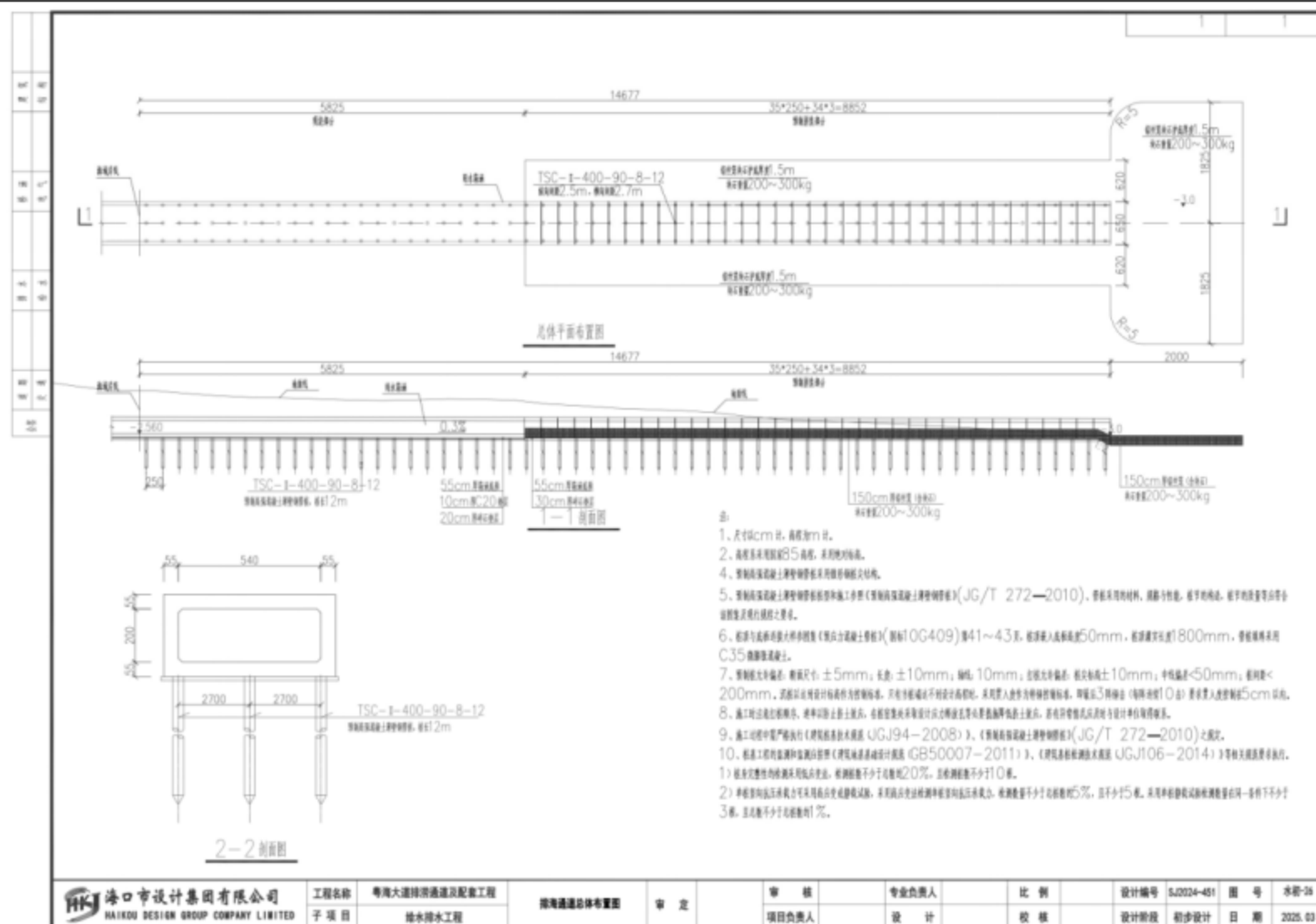


图 2.4-10a 排海通道剖面图 (一)

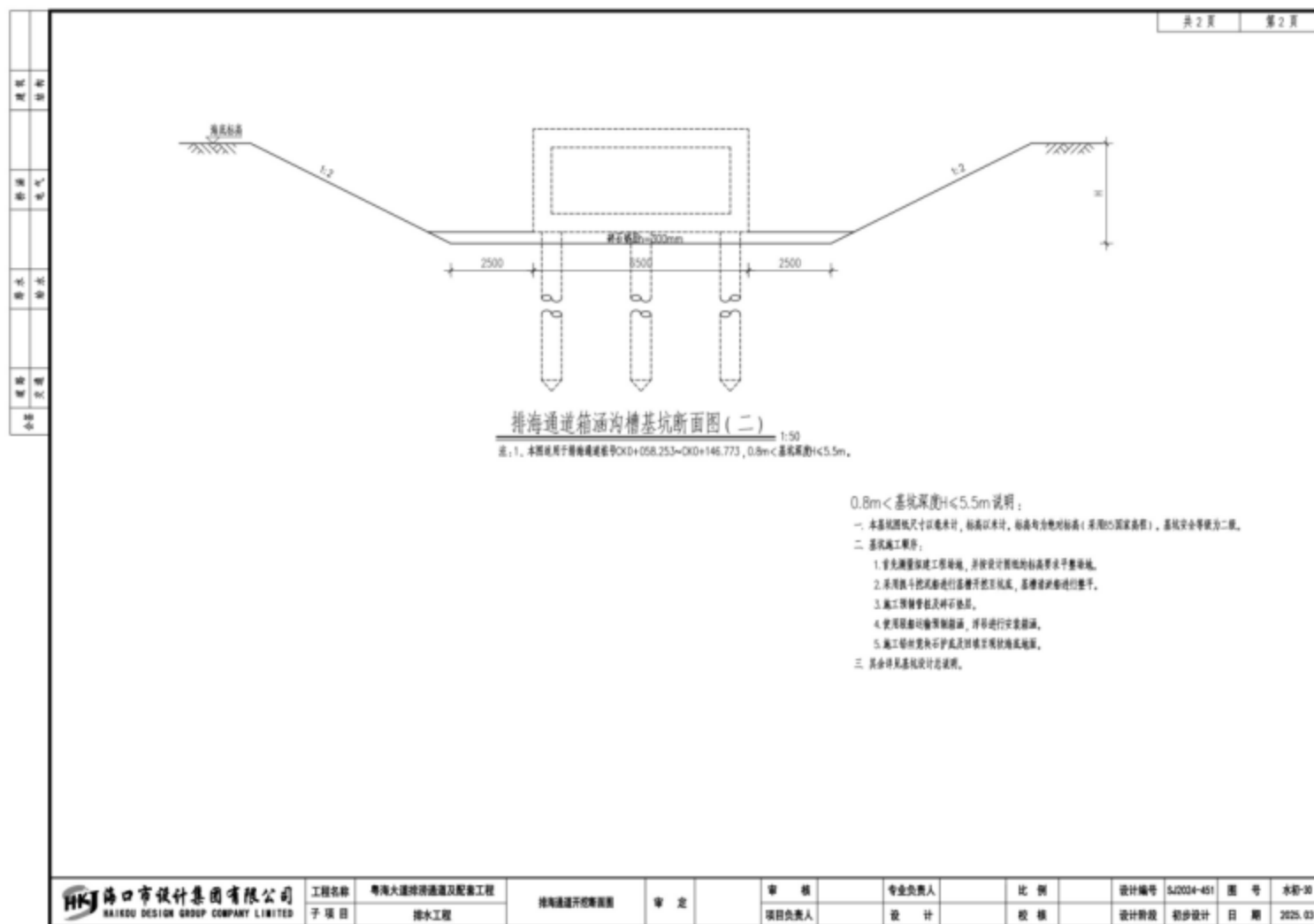


图 2.4-10b 排海通道箱涵沟槽基坑断面图 (二)

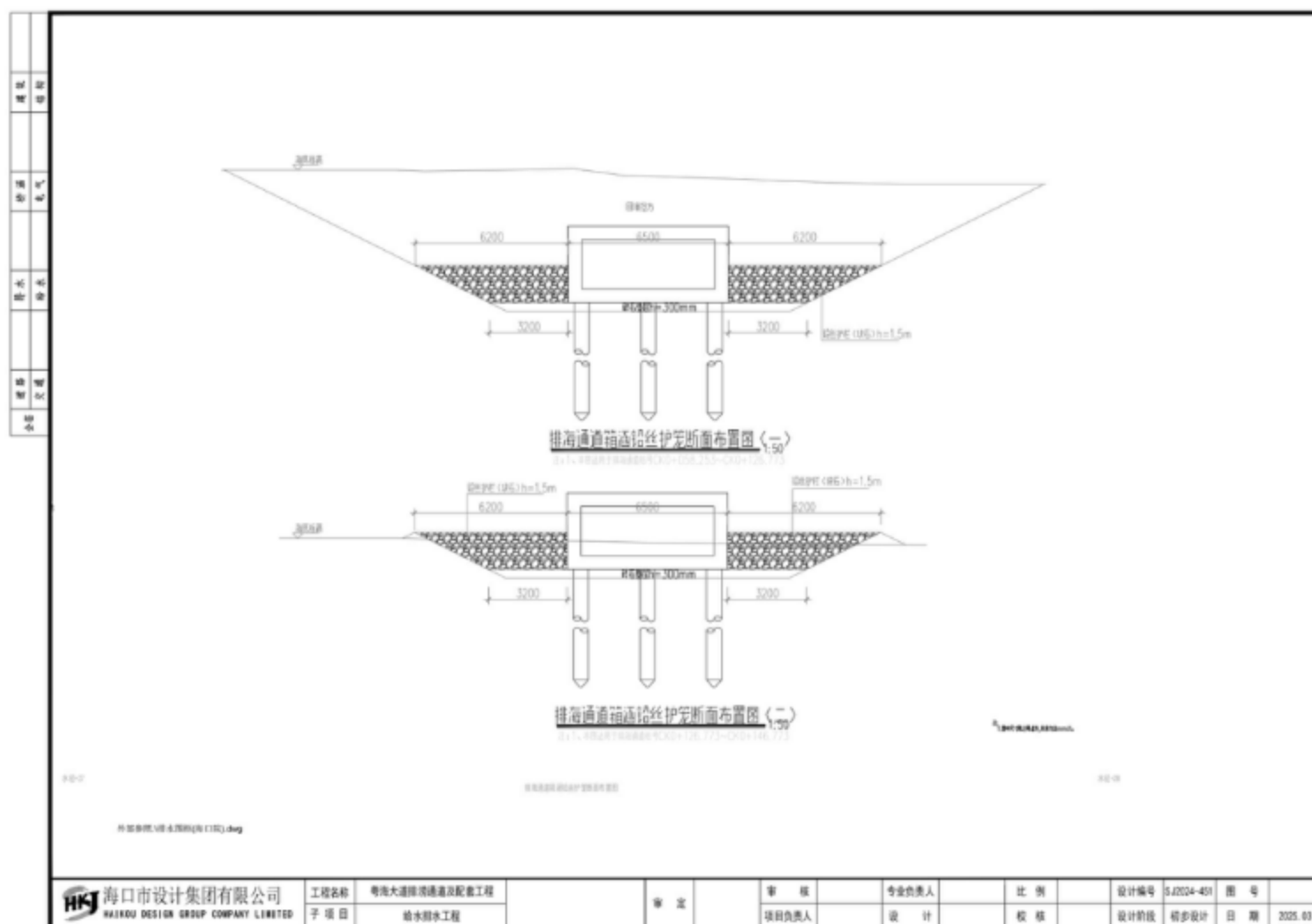


图 2.4-11 排海通道箱涵铅丝护笼断面布置图

2.3.4 粤海北路及配套工程

(一) 道路工程

1、道路平面布置

本次平面根据本项目规划条件进行布设。本项目粤海北路本次建设范围北起新海北路，南至粤海大道与滨海大道交叉口，全长约 572.343m，为城市主干路，道路红线宽度 50m。本次设计道路全线均无圆曲线，无需进行超高及加宽。

2、纵断面设计

纵断面设计原则上根据路面改造方案拟合现状路面，并综合考虑控制性详细规划各交叉路口的控制标高、横向相交现状道路路面标高和两侧已建成的临街建筑现状地坪标高等因素进行设计。同时纵断面设计时各项指标参数设计（坡度、坡长、竖曲线半径等）在满足规范要求前提下，尽量做到道路平、纵线形结合良好，使车辆行驶舒畅，与规划道路竖向衔接平顺，结合路面排水的需要以及周边现成临街建筑的地坪标高，道路纵断面设计考虑尽可能结合自然纵坡，最小坡度按 0.3% 控制。

本项目粤海北路最大纵坡为 1.921%，最小纵坡为 0.38%，最大坡长 440m，最小坡长 62.343m，竖曲线最小半径 1300m，竖曲线最小长度 38.844m。

3、横断面布置

横断面具体布置如下：5m（人行道）+3.5m（非机动车道）+2m（绿化带）+11.5m（机动车道）+6m（中央分隔带）+11.5m（机动车道）+2m（绿化带）+3.5m（非机动车道）+5.0m（人行道）=50m。详见图 2-1。

车行道路拱横坡为 2.0%，坡向人行道，人行道横坡为 1.5%，坡向车行道一侧。

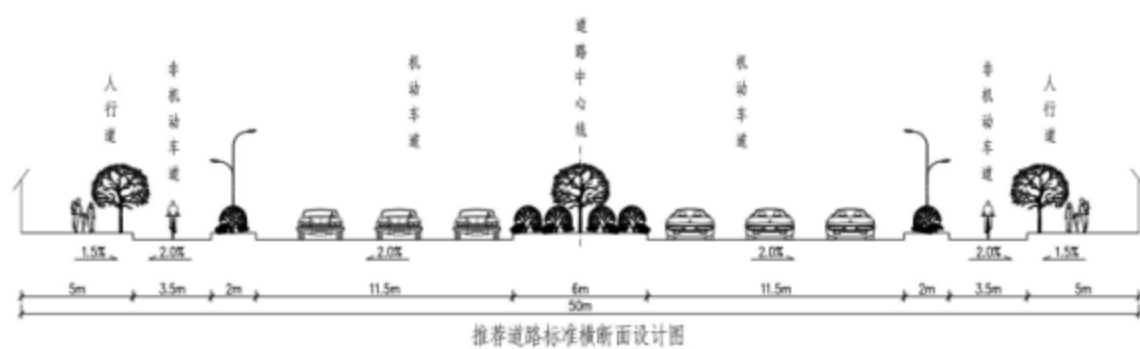


图 2-1 项目标准横断面图

4、交叉口设计

粤海北路与现状滨海路交叉口为主干路与主干路交叉口，推荐采用平 A1 类交叉口

进行设计。粤海北路与现状新海北路交叉口为主干路与主干路交叉口，推荐采用平 A2 类交叉口进行设计。粤海北路在进口道，压缩中央分隔带宽度，展宽出两个车道。粤海北路与现状天美路交叉口为主干路与支路交叉口，推荐采用平 B1 类交叉口进行设计，支路采取右进右出的交通组织形式。

5、路基工程设计

①清表及路基压实

填方路基边坡填土按 1: 1.5 放坡；根据地勘报告、纵坡设计和规范规定，挖方路段出露有中砂，故挖方路段边坡土层按 1: 1.5 放坡。

为减少路基沉降，保证路基稳定，必须严格控制分层铺筑和均匀压实。用不同填料填筑路基时，应分层填筑，每一水平层均应采用同类填料，填料宜选用级配较好的粗粒土作为填料，砾（角砾）类土、砂类土应优先选作路床填料。填方路基应分层铺筑，均匀压实。

路基压实度、填料最小强度和填料最大粒径按《城市道路路基设计规范》（CJJ 194-2013）标准进行，采用重型击实标准。

路基土不得含有草、树根、淤泥等生活垃圾土、腐殖土，粒径超过 10cm 的土块应打碎。土基（不论路堤或是路堑）必须用重型压路机或等效碾压机械进行碾压，如发现过干土，应当洒水；如过湿，发生“弹簧”现象，应采用挖开晾晒换土，掺粒料等措施处理。

②特殊路基处理

根据本项目工程地质勘察报告（详细勘察阶段）及道路纵断面设计、各路段地质情况，具体路基处理方案如下：

AK0+000~K0+250 机动车道路床位于①层素填土层，该路段机动车道路床下素填土层较厚，且地下水位较高，建议处理方案为：超挖 80cm 素填土换填未筛分碎石。

BK0+250~K0+572.343 机动车道路床位于①层素填土层，该路段机动车道路床下素填土层较薄，清除素填土后，出露为中砂层，为保证路基压实度，建议处理方案为：超挖 50cm 素填土换填未筛分碎石。

CK0+000~K0+572.343 非机动车道路床位于①层素填土层，该路段非机动车道路床地下水位较高且部分为中砂层，为保证路基压实度，建议处理方案为：超挖 50cm 素填土换填未筛分碎石。

DK0+000~K0+572.343 人行道道路床位于①层素填土层,该路段人行道路床地下水位较高且部分为中砂层,为保证路基压实度,建议处理方案为:超挖 30cm 素填土换填未筛分碎石。

③路基防护

因本次填挖均不大,同时考虑到沿线部分地块处于未开发及在建状态,故此次路基边坡防护采用临时防护为主,防护方式采用植草防护。

6、路面结构设计

本着经济、实用、节省投资等多项综合性指标进行考虑,本项目推荐机动车道上面层采用改性沥青混凝土,中下面层采用普通沥青。车行道路面结构主要根据道路等级、交通等级、沿线地质情况以及施工质量控制要求等因素确定。车行道路面结构设计如下表 2-5、表 2-6 所示。

表 2-5 机动车道路面结构表

道路名称		粤海北路
交通等级		重交通
机动车道路面结构	上面层	4cmAC-13C SBS改性细粒式沥青砼
		粘层油
	中面层	6cmAC-20C中粒式沥青砼
		粘层油
	下面层	8cmAC-25C粗粒式沥青砼
	封层	透层油+1cm改性沥青封层
	基层	36cm水泥稳定碎石
	底基层	20cm级配碎石
总厚度		75cm

表 2-6 非机动车道路面结构表

非机动车道路面结构	上面层	4cmAC-13C SBS改性细粒式沥青砼
		粘层油
	中面层	6cmAC-20C中粒式沥青砼
		透层油
	基层	20cm水泥稳定碎石
	底基层	20cm级配碎石
	总厚度	50cm

道路主要经济技术指标

项目	单位	本项目机动车道	
		规范值	设计值
道路等级		城市主干路	城市主干路
路面设计标准轴载		BZZ-100	BZZ-100
设计速度	Km/h	60	60

项目			单位	本项目机动车道	
				规范值	设计值
沥青路面设计使用年限			年	15	15
最小净高	机动车道		m	4.5	4.5
	非机动车道		m	2.5	2.5
	人行道		m	2.5	2.5
平曲线	不设超高最小圆曲线半径		m	600	--
	设超高最小圆曲线半径	一般值	m	300	--
		极限值	m	150	--
	不设缓和曲线最小圆曲线半径		m	1000	--
	圆曲线最小长度		m	50	--
	缓和曲线最小长度		m	50	--
竖曲线	机动车道最大纵坡	一般值	%	5	1.921
		极限值	%	6	--
	非机动车道最大纵坡		%	3.5	1.921
	最小纵坡		%	0.3	0.38
	最小坡长		m	150	440
	凸形竖曲线一般最小半径		m	1800	5000
	凹形竖曲线一般最小半径		m	1500	--
	竖曲线最小长度	一般值	m	120	--
		极限值	m	50	72.337
停车视距			m	70	70

(二) 交通工程

(1) 交通电子设备设计

根据交通组织形式,本项目范围内电子设备为正反向电子警察、高清高速球机、信号灯及信号机等。

(2) 交通标志设计

根据道路等级及交通功能,设置标志以明确道路整体交通。交通标志分别为大型指路标志牌、分车道指示标志牌及各种指示、禁令、警告标志牌。

(3) 交通标线设计

根据道路等级及交通功能,对路段进行标线设计以完善道路整体交通工程。交通标线内容如下:

1) 本项目设计速度为不小于 60km/h 时,可跨越同向车道线(白色虚线)宽 15cm,长度 6m,间隔 9m。

- 2) 路口导向线宽 15cm, 长度 2m, 间隔 2m。
- 3) 道路中间单黄实线、车行道边缘线、车行道分界线、导向车道线宽 15cm。
- 4) 人行横道(白色平行斑马线), 线条宽 40cm, 间隔 60cm。
- 5) 停止线(白色实线)宽 40cm。

(4) 反光膜设计

本项目所有交通设施杆件在距离地面 1m 处起粘贴 V 类钻石级反光膜, 反光膜布置形式为“黄-黑-黄”。大型杆件的反光膜各层间隔 30cm, 小型标志牌立杆的反光膜各层间隔 20cm。

(三) 给水工程

1、给水管布置

本项目给水用户主要为居民生活, 对供水稳定性要求较高, 因此本项目设计道路考虑布置给水管道, 以便形成环状给水管网, 保证供水安全。给水管道敷设在道路两侧非机动车道下, 距离路中心线 19m, 管径 DN300, 主管道总长 1111m。起点与滨海大道北侧现状 DN300 给水管道驳接。

2、给水工程设计

本工程供水管道主要采用球墨铸铁管, 本次工程给水管道管径 $\geq$ DN100 采用球墨铸铁管。球墨铸铁管管材壁厚等级采用 K9 等级, 管材压力等级为 1.0MPa, 接口采用 T 型橡胶圈承插柔性接口。给水管的敷设应顺水方向敷设, 其承口方向朝来水方向。给水管道: 挖深 $H \leq 1.5\text{m}$, 采用 1:0.75 放坡开挖方式。供水主、支管每 500m 左右设置一座阀门井, 支干管从主管接出后均设阀门井, 以便管网维修、管理、尽量减少管网事故发生时的停水范围。

(四) 排水工程

排水体制: 排水采用雨、污水分流制。

1、雨水设计:

本次粤海北路雨水, 汇集滨海大道、粤海大道、天美路、新海北路西段雨水后经本次拟建排海通道排入北侧海域, 总汇水面积为 157.74 公顷, 雨水设计流量为 $30.87\text{m}^3/\text{s}$ 。本次雨水管径 $W \times H = 3.2\text{m} \times 1.6\text{m} \sim 5.4\text{m} \times 2\text{m}$, 本次设计雨水管道总长 1404m。雨水管道由南向北最终排入海域, 雨水管道陆域段管长 1257.23m, 雨水管道海域段管长 146.77m。雨水管道整体采用坡度为 3‰~4‰, 确保重力排水。

①陆域段：

在滨海大道与粤海大道交叉口布置南北雨水连通箱涵 $W \times H = 4.6m \times 1.2m$ ，与粤海大道交叉口 3 根 $d1200$ 现状雨水连通管同时使用，衔接滨海大道南侧现状雨水箱涵 $W \times H = 3m \times 1.6m$ ，滨海大道北侧现状雨水箱涵 $W \times H = 2.2m \times 1.4m$ ，贯通滨海大道交叉口雨水系统。

本项目拟建陆域段雨水管道长度为 1257.23m，基本敷设于道路下方，管道中心距离道路中心线 11.5m，道路桩号 K0+040~K0+555 管径 $W \times H = 2.6m \times 1.6m$ ，双侧对称布管，自南向北在道路桩号 K0+040 处接入单侧布置的主干管，主干管管径 $W \times H = 5m \times 1.6m$ ，在道路桩号 K-0-002 至雨水管道排海口处管径均为 $W \times H = 5.4m \times 2m$ 。本次拟建粤海北路排海管道在桩号 K-0-032 处设置一座尺寸为 $7.6m \times 2.05m$ 的矩形闸门井，用于防止海水倒灌。

②海域段排海通道：

本项目拟建排海通道海域段长 146.77m，箱涵净尺寸为宽 $\times$ 高= $5.4m \times 2.0m$ ，顶底板及侧壁厚度均为 0.55m，根据地勘资料，由于排海通道基础位于中砂层，属于严重液化层，因此排海地基采用预应力混凝土管桩进行地基处理，桩基直径 0.4m，横向中心间距 2.7m，纵向中心间距 2.5m。海域段桩号 CK0+000~CK0+058.25 为现浇混凝土结构，桩号 CK0+058.25~CK0+146.77 为预制箱涵结构。为防止基底冲刷，通道基础侧面及出口均采用铅丝笼（含块石）护底，宽度 6.2~36.5m 不等，铅丝笼（含块石）护底厚度为 1.5m。

2、污水设计

本次设计粤海北路污水，仅收集道路两侧地块污水，自南向北接入经六街在建污水管道 DN400，经在建污水排至长流污水厂。本次设计污水主管管径为 DN400，双侧布管，管中心距离路中 17.5m，主管道总长 882m，收集汇水面积为 9.14 公顷，设计污水流量为 $0.04m^3/s$ ，管道末端接入经六街在建污水井，井底标高 0.75m，最终排入长流污水处理厂进行集中处理。

（五）电力、照明工程

1、本项目 2 侧人行道上均采用 12 线式隐蔽式电力电缆沟布置，电缆沟断面形式为 $B \times H = 1.41m$ （净宽） $\times 1.07m$ （净深）砖砌结构，12 线电缆沟内采用复合支架双侧三层布置。道路直线段每隔 50 米设置工作井，交叉路口和横过道路排管处设三通井。每隔 200 米设置中间接头井。12 线电缆沟内采用复合型支架，沿电缆沟两侧交错放置，支架

纵向间距 0.8 米，电缆沟通道间距 0.77 米。

2、本工程照明负荷等级为三级，考虑到低压供电半径的影响、供配电系统的经济性、道路周边交通信号灯用电及未来道路照明用电的考虑，本项目设置一台 80KVA 箱式变电站。道路照明采用钢杆单杆双臂 LED 路灯机非隔离带上双侧对称布灯，路灯采用 12m 灯杆，灯臂的长度为 2.0m，功率为 320W+160W，布灯间距 35m 左右。

（六）绿化工程

道路两侧人行道选择以树姿优美、冠大浓阴、生长较快的常绿乔木，树冠与树高必须与道路环境空间尺度相适应，行道树间距按 6m 进行布置。结合周边道路现状景观方案，本项目采用树种为椰子树、雨树、大叶榄仁、小叶龙船花、银海枣、鸡蛋花、三角梅、黄馨梅；具体方案如下：

（1）中间分车绿带

中间分车绿带自然式分段种植高低错落的椰子树和银海枣，以鸡蛋花组团点缀。绿化带中分段式种植灌木三角梅、黄馨梅、小叶龙船花丰富绿化带景观。为阻挡路口相向行驶车辆的眩光，乔木种植株距小于其冠幅的 5 倍。

（2）两侧分车绿带

两侧分车绿带种植雨树，间距 6 米种植。绿化带中种植灌木小叶龙船花。

（3）行道树绿带

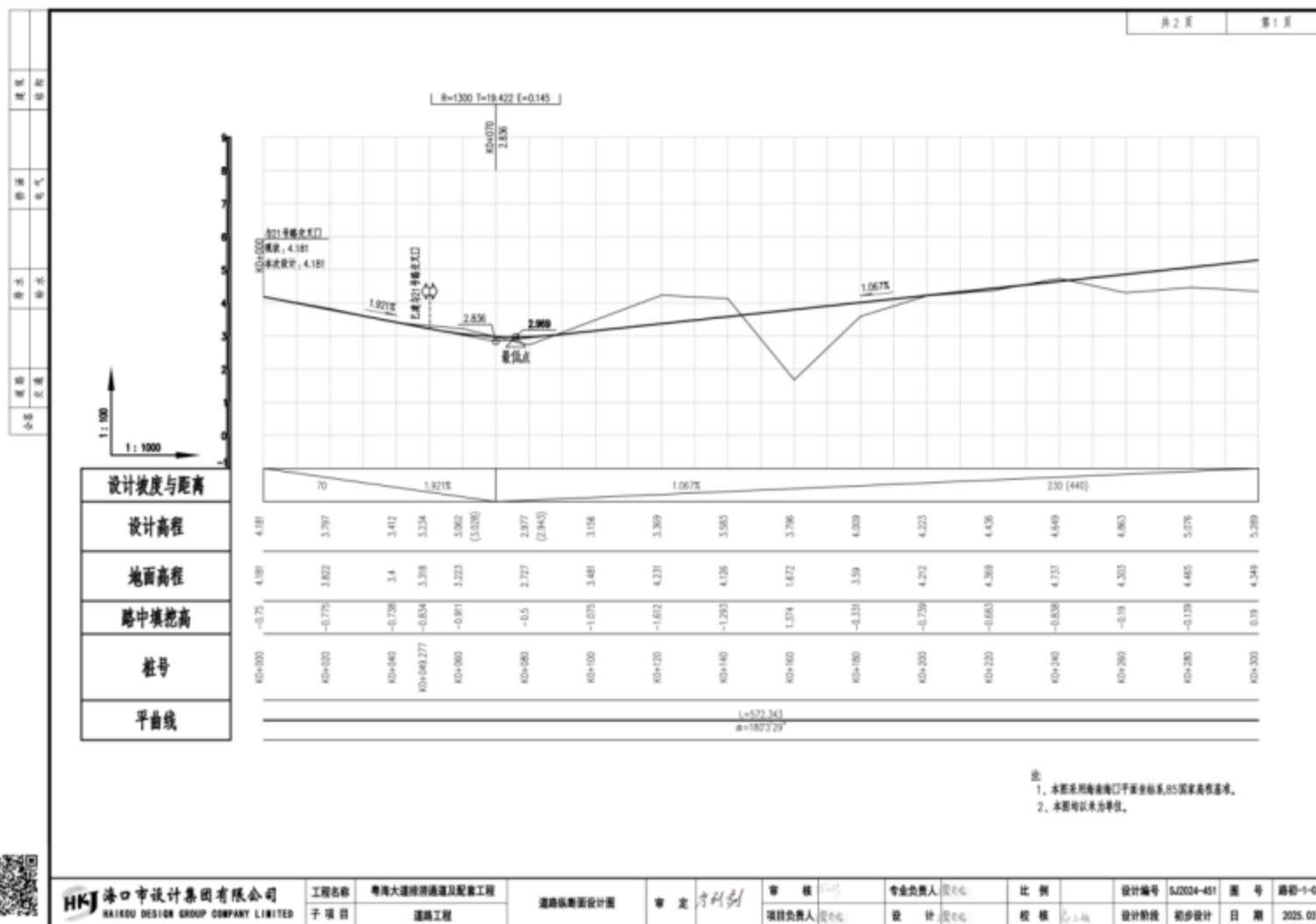
考虑到道路的整体协调性，又能突出观叶效果，人行道采用大叶榄仁作为行道树，间距 6 米种植，树干中心至路缘石外侧的最小距离为 0.75 米。确保行道树的生长不会干扰到道路通行，同时也为行人提供了足够的通行空间，为行人提供遮荫纳凉的步行空间，又能营造景观效果。

本项目道路主要工程数量表见下表所示：

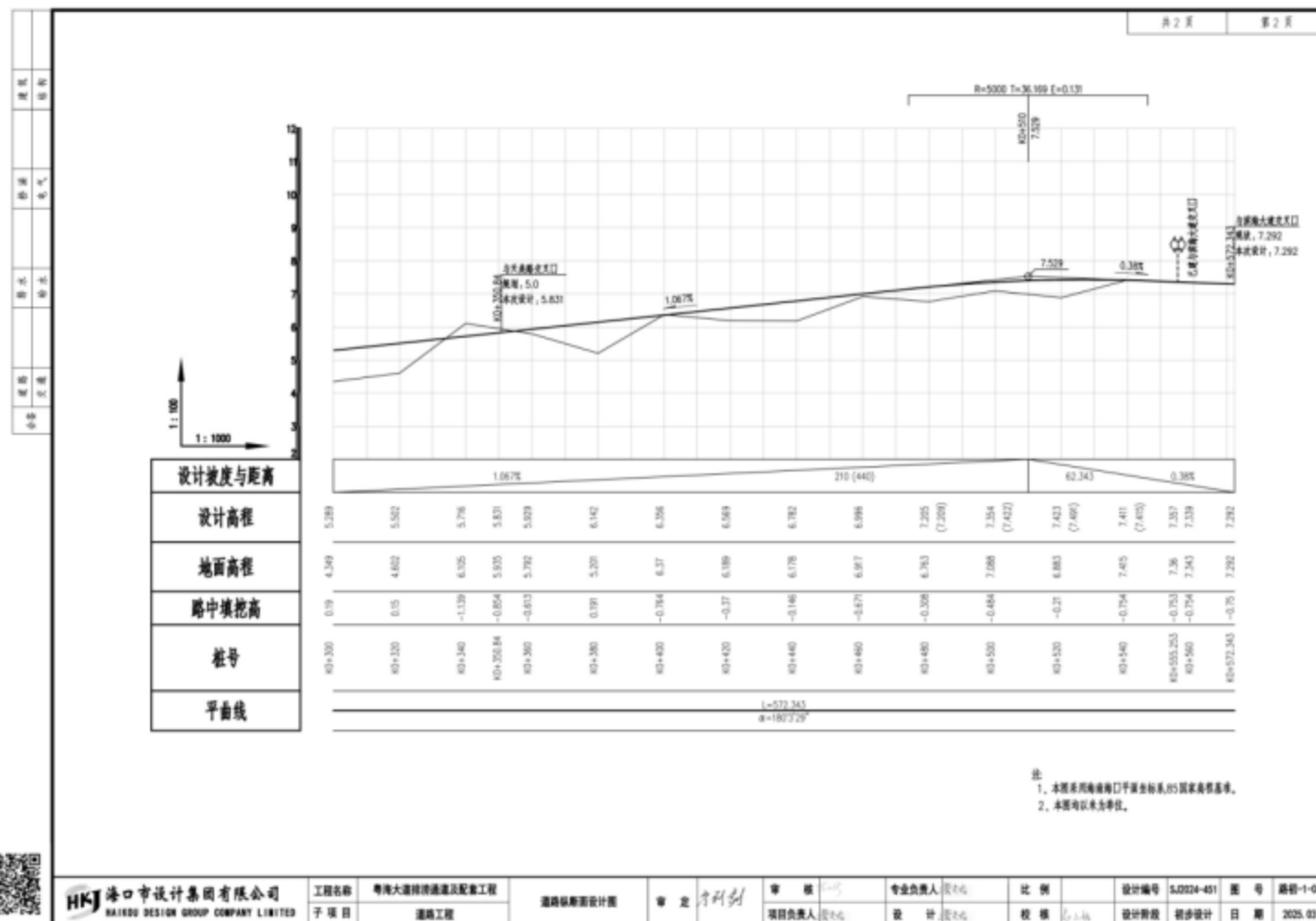
表 2-3 道路主要工程数量表

序号	项目	单位	数量	备注
1	挖方	m ³	21328	/
2	填方	m ³	2363	/
3	借方	m ³	2363	/
4	弃方	m ³	21328	
5	挖除杂填土或耕植土	m ³	15189	
6	换填未筛分碎石	m ³	15189	
7	级配碎石层（20cm厚）	m ²	20259.7	
8	C30砼侧平石（18cm厚，25cm宽）	m	2129	
9	C30砼侧平石（10cm厚，25cm宽）	m	1693	

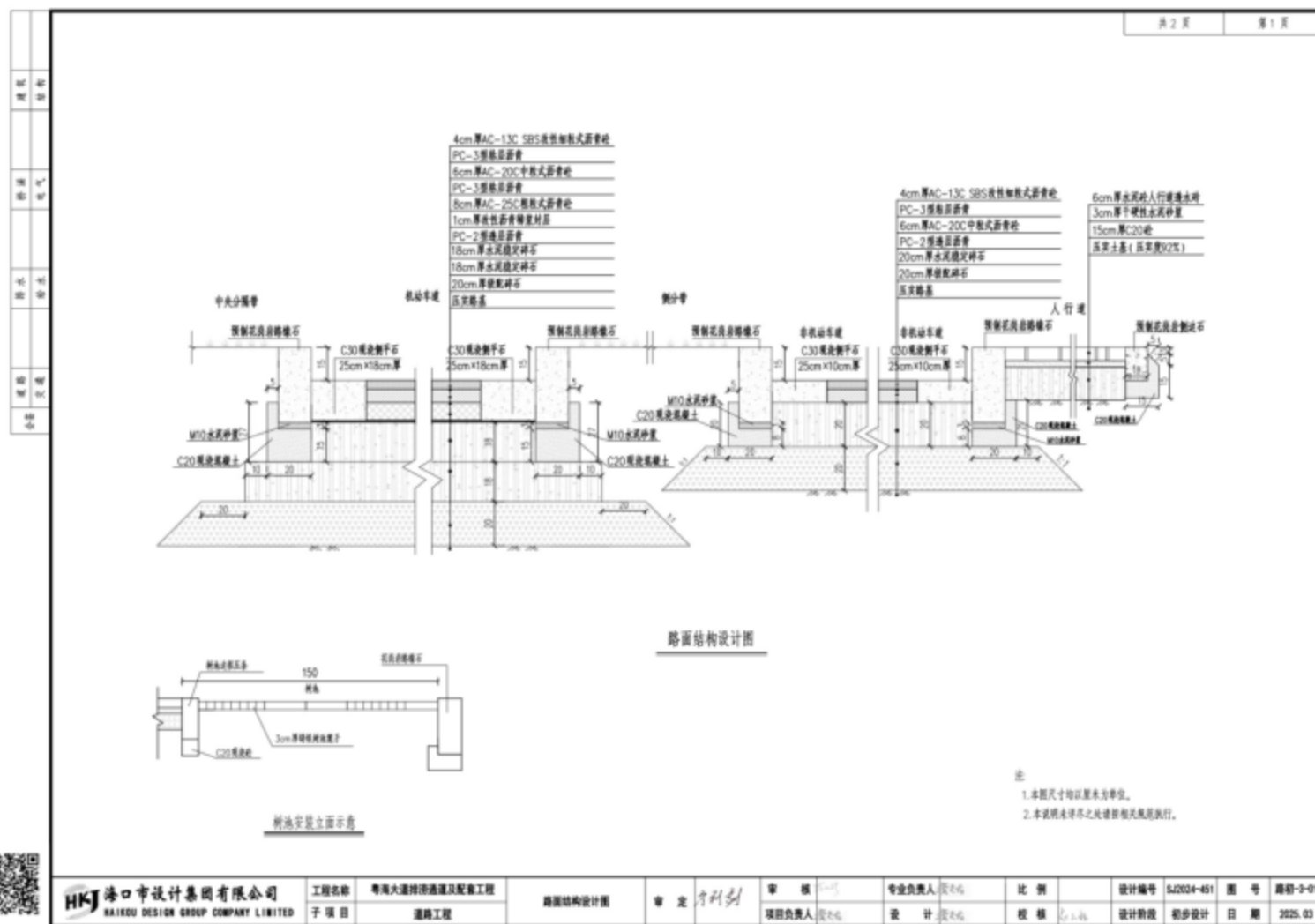
10	水泥稳定碎石基层（20cm厚）	m ²	2878.3	
11	水泥稳定碎石基层（36cm厚）	m ²	15896.2	
12	改性沥青封层（1cm）	m ²	15258	
13	AC-25C 粗粒式沥青混凝土（8cm厚）	m ²	14193	
14	AC-20C 中粒式沥青混凝土（6cm厚）	m ²	16224.8	
15	AC-13C SBS改性细粒式沥青混凝土（4cm厚）	m ²	16224.8	
16	植草防护	m ²	1205	
17	6cm厚透水人行道砖	m ²	7022	
18	拆除砼房	m ²	1700.9	
19	拆除铁皮房	m ²	394.5	
20	拆除围墙	m	184	
21	破除现状水泥路	m ²	1595	
22	破除现状地坪	m ²	1481	



道路纵断面图（一）



道路纵断面图（二）



路面结构图

2.3.5 项目交通量预测

1、总车交通量

项目交通量预测特征年定为 2026 年（近期）、2035 年（中期）、2045 年（远期），根据设计单位提供的资料，本项目特征年道路交通流量如下表所示：

表 2.3-4 特征年道路预测交通流量一览表

特征年	高峰小时流量 (pcu/h)			平均日交通量 (pcu/d)		
	2026 年	2035 年	2045 年	2026 年	2035 年	2045 年
粤海北路	1225	1933	2417	17908	28258	35333

2、车型分类及交通量折算

本评价按照《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)附录B.2.1.1 对项目车型进行分类和交通量折算。根据设计单位提供资料，本项目道路自然车型比例详见下表。

表 4 车辆折算系数

车型	汽车代表车型	车辆折算系数	车型划分标准
小	小客车	1.0	座位≤19 座的客车和载质量≤2t 货车
中	中型车	1.5	座位>19 座的客车和 2t<载质量≤7t 货车
大	大型车	2.5	7t<载质量≤20t 货车
	汽车列车	4	载质量>20t 的货车

3、项目道路各类车型比例

根据建设单位提供的设计资料，本项目各类车型比例如下表所示。

表 6 本项目车流量分配参数一览表

特征年	小型车	中型车	大型车		合计
			大型车	汽车列车	
2025 年	60%	20%	10%	10%	100%
2031 年	60%	20%	10%	10%	100%
2039 年	60%	20%	10%	10%	100%

4、PCU 与各类车型自然交通量的转换

自然车流量计算公式如下所示：

$$N_{d,j} = \frac{n_d}{\sum (a_j \beta_j)} \times \beta_j$$

式中： $N_{d,j}$ ——第 j 类车的日自然交通量，辆/d；

n_d ——预测路段交通量，pcu/d；

a_j ——第 j 类车的折算系数；

β_j ——第j类车的自然交通量比例，%。

本项目各车型交通量见下表。

表 7 各车型自然车流量（单位：辆/d）

路段	特征年	小型车	中型车	大型车	合计
粤海北路	近期	6932	2311	2311	11554
	中期	10939	3646	3646	18231
	远期	13677	4559	4559	22795

5、具体车流量计算

根据车流量分配参数，本项目昼间和夜间小时车流量计算公式如下所示：

$$\text{昼间: } N_{h(d)} = \frac{N_{d,j} \cdot C_d}{16}$$

$$\text{夜间: } N_{h(n)} = \frac{N_{d,j} \cdot (1 - C_d)}{8}$$

式中：

$N_{h(d)}$ ——昼间每小时大、中、小型车交通量自然数（辆/h）；

$N_{h(n)}$ ——夜间每小时大、中、小型车交通量自然数（辆/h）；

C_d ——昼间 16 小时系数，根据经验取值本项目取 0.8。夜间 8 小时系数，本项目取 0.2，根据建设单位提供的资料，项目高峰小时约占总车流量的 6.8%，高峰时段车流量按照全天车流量的 6.8% 计算。

根据上述计算公式，本项目各特征年不同时段车流量计算结果如下表所示。

表 8 本项目小时交通量一览表（辆/h）

路段	时段	特征年	小型车	中型车	大型车	合计
粤海北路	高峰小时	近期	471	157	157	786
		中期	744	248	248	1240
		远期	930	310	310	1550
	昼间小时	近期	347	116	116	578
		中期	547	182	182	912
		远期	684	228	228	1140
	夜间小时	近期	173	58	58	289
		中期	273	91	91	456
		远期	342	114	114	570

2.5 施工方案、工程量及流程

2.5.1 施工条件

(1) 交通

项目位于海南省海口市秀英区西秀镇粤海大道，有现状滨海大道和新海北路到达现场，交通便利。

(2) 供电、供水

项目施工用水、用电就近接通，可以满足施工期间用水用电需求。

(3) 工程材料供应

本项目建设所需的砂、石等建筑材料均全部向外就近采购，建设单位有责任要求施工单位向有合法开采、销售资质的供应商采购。项目建设所需其他的水泥、钢材等建筑材料可在海口市内购买。

(4) 施工队伍

海南经过多年的连续建设，当地常驻多家具有相应资质，经验丰富并且配备大型专用施工设备的专业化航务施工企业，具备承建本工程建设的能力。

(5) 临时施工场地设置情况

根据初步设计，项目临时施工场地设置在拟建道路沿线西侧，主要包括预制场地 4000m^2 ，临时堆土场 4000m^2 ，开挖砂堆放场地 4000m^2 ，施工办公、生活场地 1000m^2 。临时施工场地布置图见图 2.5-1。

①施工办公、生活场地

本项目施工营地设置在桩号 **K0+520** 处西侧，主要用于施工人员的生活、办公。距离道路红线约 15m ，占地面积约 1000m^2 。临时办公场地和临时施工场地现状为废弃的工地，无植被等覆盖。

②道路工程临时堆土区

根据项目初步设计资料，本项目道路工程开挖土为素填土，土质不均匀，不能用于路基回填，开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理。在道路桩号 **K0+480** 西侧设置一处临时堆土区，距离道路红线约 10m ，占地面积约为 4000m^2 ，主要用于道路工程开挖土方的堆放，该场地现状为废弃的工地，无植被等覆盖。根据设计单位提供的资料，本项目道路工程弃方量为 21328m^3 ，临时堆土堆高约为 $1.5\sim 2\text{m}$ ，场地单次最高堆存量为 8000m^3 ，临时堆存后定期进行转运。

③排海通道开挖砂临时堆放区

根据项目初步设计资料，本项目排海通道部分开挖砂用于回填，剩余的开挖砂临时堆放至道路桩号 **K0+440** 西侧，占地面积约 4000m^2 ，海域段开挖砂产生的弃方量为 5764.7m^3 ，临时堆土堆高约为 1.37m ，满足堆存要求。

④临时预制场地

根据项目初步设计资料，排海通道涉水部分采用预制箱涵，本项目拟在道路桩号K0+480西侧设置一处临时预制场地，距离道路红线约75m，占地面积约为4000m²，主要用于排海通道箱涵的预制。

⑤取土（石、砂）场

本项目道路工程需借土方2363m³，不设置取土场，建设所需的土方购至海口周边的土场。

⑥弃土场

本项目拆除的旧硬化路面等建筑垃圾尽量回收利用，不能利用的运至当地指定的市政建筑垃圾处置点处理。道路工程产生的开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理，不设置弃土场。

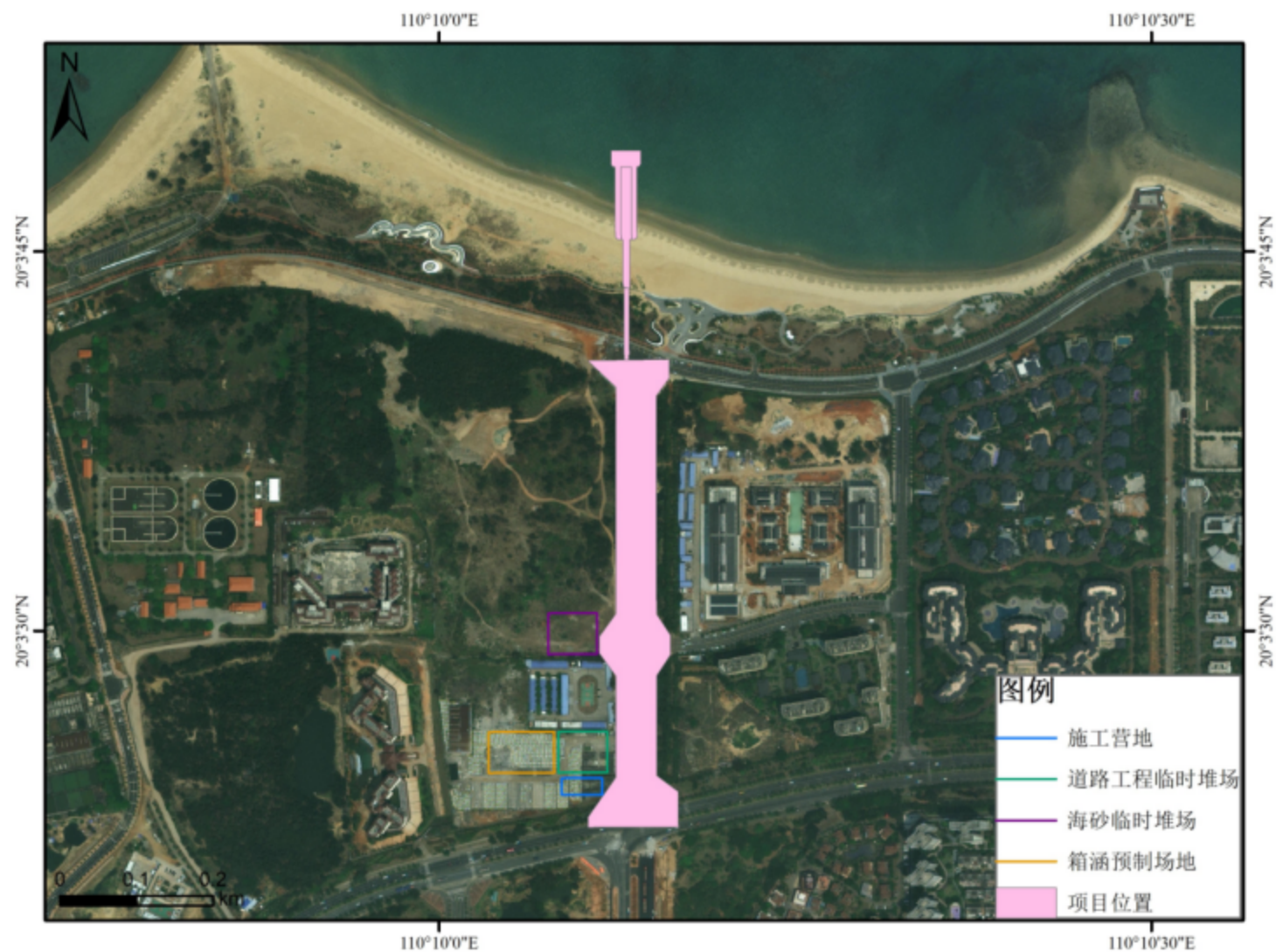


图 2.5-1b 施工场地布置图

2.5.2 施工方法

一、总体施工方法

本项目建设内容主要有道路工程、雨水排海通道工程，总体施工方法流程如下所示：

工程总体施工流程为道路清表→路基施工→预制排海箱涵→支护开挖施工市政管线（雨污水、给水、电力等）→排海通道基槽开挖、地基处理→现浇/安装排海箱涵结构→车行道路面及人行道路面施工→交通、绿化施工→竣工验收。

1、道路工程

道路工程施工工艺包括清理地表、路基开坑、路基填筑、路面防护、路面铺设和附属工程的安装，主要工艺流程如下：

清理地表→路基开挖、填筑→路基防护→给排水、电力管网敷设→路面铺设→附属设施→验收。

2、排海通道（海域段）

根据地勘资料，由于排海通道（海域段）基础位于中砂层，属于严重液化层，因此采用预应力混凝土管桩进行对排海通道地基处理。排海通道（海域段）分为岸滩部分及涉水部分。

①排海通道岸滩部分

岸滩部分位于大潮高潮线之上，不涉水，采用干施工的施工方式。

主要施工流程为：整平地表→施打拉森钢板桩→安装围檩及横撑，基槽开挖→施打预制管桩→施工碎石垫层及混凝土垫层→浇筑箱涵主体混凝土→基槽回填→竣工验收。

②排海通道涉水部分

涉水部分采用船舶进行施工，抓斗挖泥船由深水处开始开挖基槽，水深不断加深，深度可达 3~4 米，可满足船舶吃水深度的要求。

主要施工流程为：预制钢砼箱涵→挖泥船开挖基槽→打桩船施打预制管桩→碎石整平基床→起重船安放排海箱涵→抛石夯填船回填块石、护底施工→竣工验收。

二、主要施工工艺流程

1、道路工程

道路工程施工工艺流程及产污环节分析见下图所示。

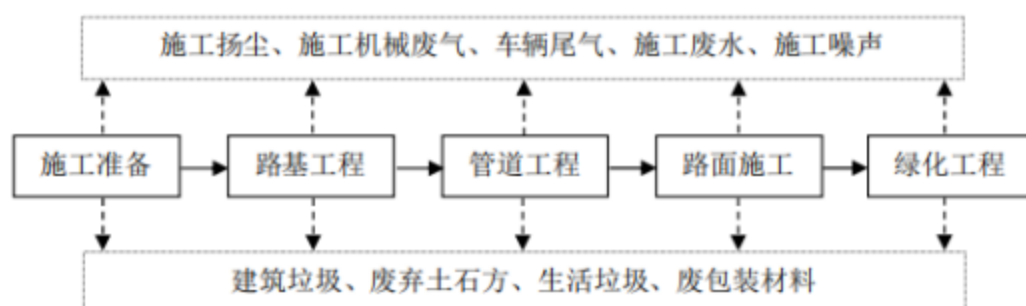


图 2-2 道路工程工艺流程及产污节点图

路基工程：采用机械开挖为主，人工配合修整边坡。开挖过程中要注意控制开挖深度及边坡坡度，防止超挖或欠挖。采用振动压路机等对路基进行压实，压实顺序为从路边向路中、先轻后重、先慢后快。路基应分层铺筑，均匀压实，路基压实度采用重型击实标准。

管道工程：主要包括给排水管道、电力管沟、通信管沟等，管道工程基本与路基土方工程施工一并进行。

路面施工：经测量放线后，将沥青混合料由沥青摊铺机摊铺，并采用振动压路机进行碾压，经接缝处理后即可检查验收。

绿化工程：主要对道路中央分隔带、人行道边进行绿化种植。

2、排海通道岸滩部分施工工艺流程

排海通道岸滩部分位于沙滩上，不涉水，采用干施工的方式。箱涵采用现浇施工。

整平地表：清理沙滩表面的垃圾和杂物，以便后续的施工。用挖机等设备对挖、填后的土方进行平整，使其表面达到设计要求。

施打钢板桩：将钢板桩逐根插入土中，形成屏风状，然后再依次打入。打桩时，先将钢板桩吊至桩位，调整垂直度后，利用振动锤或其他打桩设备将其打入土中，每打入一定深度，检查并调整桩的垂直度。

围檩及支撑安装：钢板桩施打完成一定长度后，根据设计要求安装围檩和支撑。围檩一般采用型钢制作，安装在钢板桩的内侧，与钢板桩连接牢固；支撑则根据基坑的大小和形状，采用钢管、型钢等材料，两端与围檩连接，形成稳定的支撑体系，以承受基坑周围的土压力和水压力。

基坑开挖：在围檩及支撑安装完成后，进行基坑开挖。开挖过程中要注意保护钢板桩和支撑，避免碰撞和损坏。同时，要根据设计要求进行分层开挖，每开挖一层，及时检查支撑的受力情况，如有异常，及时采取措施进行处理。

施打预制管桩：

- ①预应力混凝土管桩从厂家外购至项目区施工现场，不自行预制；
- ②岸滩部分管桩可采用板车运输至施工场地；
- ③测量定位桩孔，岸滩部分管桩采用陆上打桩机进行沉桩；
- ④沉桩顺序宜采用先深后浅、先大截面后小截面、先密后疏的原则；密集桩群应控制沉桩速率，宜自中间向两边对称前进，或自中间向四周进行；
- ⑤预制桩的允许偏差：新面尺寸：+5mm，长度：+10mm；轴线：10mm。打桩的允许偏差：桩尖标高+100mm；中线偏差<50mm；桩间距<200mm。沉桩以达到设计标高作为控制标准，只有当桩端达不到设计高程时，采用贯入度作为停锤控制标准，即最后3阵锤击(每阵连续10击)要求贯入度控制在5cm以内；
- ⑥桩基工程的检测和监测应按《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)、《建筑基桩检测技术规范》(JGJ106-2014)等相关规范要求执行。

a)桩身完整性的检测采用低应变法，检测桩数不得少于总数的20%，且检测桩数不小于10根；

b)单桩竖向抗压承载力可采用高应变或静载试验，采用高应变法检测单桩竖向抗压承载力，检测数量不少于总桩数的5%，且不得少于5根。采用单桩静载试验检测数量在同一条件下不少于3根，且不少于总桩数的1%。

垫层施工：

采用装载机或推土机进行摊铺，将碎石均匀地摊铺在基层上，摊铺厚度应符合设计要求。将混凝土运输车停靠在浇筑地点，通过滑槽或泵车将混凝土卸入模板内，混凝土采用的是商品混凝土。采用人工或机械摊铺混凝土，将混凝土均匀地摊铺在模板内，摊铺厚度应略高于设计厚度，使用振捣器对混凝土进行振捣。

浇筑箱涵主体混凝土：

混凝土浇筑应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015及《给水排水构筑物工程施工及验收规范》(GB50141-2008)的规定执行。

浇筑井壁混凝土时，应分层连续浇筑。浇筑混凝土要求振捣密实，不允许出现松散及蜂窝麻面。混凝土浇筑完毕应及时进行遮盖，并派专人浇水养护；在浇筑后14天内，使混凝土始终保持湿润状态；在井外壁回填土前不得撤除养护措施，以防混凝土开裂渗水。冬季浇筑混凝土应按冬季施工要求对混凝土进行防护，以防受冻。

不得设置竖向施工缝。水平施工缝宜设置在底板面以上不小于 300mm 处，水平施工缝处要求埋设镀锌钢板止水带。镀锌钢板规格为 3mm 厚 300mm 宽带折边。镀锌钢板连接采用搭板焊，保证止水效果。

基槽回填：

利用开挖砂进行回填，将开挖砂运至基槽边缘，然后用装载机或人工将土均匀摊铺在基槽内。回填过程中，应从基槽两侧同时进行，避免单侧回填造成箱涵结构偏移。对于靠近箱涵结构的部位，应采用人工回填，防止机械碰撞损伤结构。回填至设计标高后，对回填土表面进行平整和压实，使其表面平整。

3、排海通道涉水部分施工工艺流程

预制钢砼箱涵：临时预制场地进行箱涵的预制，临时预制场地设置在道路桩号 K0+500 西侧 500m 处，占地面积约 4000m²。

基槽开挖：采用 5m³ 的挖泥船进行开挖，先从排海口处进行开挖，由北向南逐段进行，设计开挖边坡 1:2，基槽开挖深度 1.5~5.5m，水深不断加深，深度可满足船舶吃水深度的要求。

打桩船施打预制管桩：预应力混凝土管桩从厂家外购至项目区施工现场，不自行预制；涉水管桩可采用驳船运输至施工场地；测量定位桩孔，涉水管桩采用打桩船进行沉桩；

沉桩顺序宜采用先深后浅、先大截面后小截面、先密后疏的原则；密集桩群应控制沉桩速率，宜自中间向两边对称前进，或自中间向四周进行。

碎石整平基床：采用分段、分层的方式进行抛石。在抛石过程中，通过控制抛石充填船的移动速度、抛石口的开启大小和抛石时间，确保碎石均匀抛撒在基床范围内。同时，利用船上的定位设备和测深仪，实时监测抛石的位置和厚度，保证抛石质量。

抛石完成后，采用基槽整平船对抛填的基床进行整平，按照测量定位标识，调整船身位置和姿态，使整平设备对准基床。

安装预制排海箱涵：将预制好的箱涵吊运至驳船指定位置，使用起重设备将箱涵缓慢吊起，平稳放置在驳船上，并采用支撑、捆绑等方式将箱涵固定牢固，防止在运输过程中发生位移和晃动。起重船的吊钩下降至箱涵吊点位置，安装好吊具和索具，检查连接牢固后，缓慢起吊箱涵。当箱涵吊运至基床上方合适高度后，缓慢下降箱涵，使箱涵准确放置在基床上。

抛石夯填船回填块石、护底施工：采用分段、分层的方式进行抛石。在抛石过程中，通过控制抛石夯填船的移动速度、抛石口的开启大小和抛石时间，确保碎石均匀抛撒在基床范围内。同时，利用船上的定位设备和测深仪，实时监测抛石的位置和厚度，保证抛石质量。

2.5.3 施工机械

本项目施工拟投入的主要施工机械设备见表2.5-3。

表2.5-3 拟投入的主要施工机械设备

序号	施工机械	型号	数量（台/辆）	用途
1	挖泥船	5m ³	1	水上基槽开挖
2	驳船	1500t	1	预制构件运输及填挖方运输
3	打桩船	600t	1	预制管桩施打
4	起重船	1800t	1	水上预制构件吊装
5	基槽整平船	500t	1	基槽整平
6	抛石夯填船	500t	1	碎石及块石夯填
7	履带吊	5~300t	2	预制场预制构件吊装
8	平板车	50t	2	预制场预制构件倒运
9	断臂挖掘机	/	2	土方开挖
10	长臂挖掘机	/	4	土方开挖
11	钻机	GPS-15	2	灌注桩施工
12	推土机	T80	2	场地平整
13	载重汽车	/	5	材料运输
14	压路机	/	2	路基及路面碾压
15	摊铺车	/	2	路面结构摊铺
20	平板振动器	ZJ-1-50	2	混凝土捣实
21	插入式捣固棒	VN-100	4	混凝土浇筑

2.5.4 施工进度安排

本工程排海通道及配套工程施工量较大，应做好详细、科学的施工组织，并在施工外部条件和工程资金方面予以充分的保证，才能在最短的时间内完成建设任务。本工程施工工期约需12个月。施工进度安排详见下表2.5-4。

表2.5-4 工程施工进度安排表 单位：月

序号	项目名称	工期 (月)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	施工准备	■											
2	场地清表	■	■										
3	道路路基施工		■	■	■	■							
4	预制排海箱涵			■	■	■	■	■	■				
5	施工市政管线(雨污水、给水、电力)				■	■	■	■	■	■			
6	排海方沟基础施工			■	■	■	■	■	■				
7	排海箱涵安装及现浇箱涵					■	■	■	■	■	■		
8	道路路面结构施工									■	■	■	
9	绿化施工									■	■		
10	竣工验收												■

2.5.5 施工人员安排

根据设计单位提供的资料, 本项目施工人员数量约 70 人, 其中陆域施工人员数量约 34 人, 海上施工人员数量约 36 人。

2.6 项目用地、用海情况分析

2.6.1 工程用地情况

本项目占地主要为拟建道路、拟建道路与排海通道连接段的雨水管道以及临时施工场地用地。根据设计单位提供的资料, 本项目总占地面积为 4.746hm^2 , 其中永久占地 3.446hm^2 , 临时占地 1.3hm^2 。

2.6.2 工程占用海岸线和海域情况

根据海南南海海岸工程与生态环境研究所提供的项目宗海图, 项目申请用海总面积为 3.0614 公顷, 其中排水口用海面积为 2.4792 公顷, 用海方式为取、排水口, 输水管道用海面积为 0.5103 公顷, 用海方式为海底电缆管道, 排水口防护设施用海面积 0.0719 公顷, 用海方式为透水构筑物。项目占用岸线长度 29.5 米。

项目宗海位置图和宗海界址图见图 2.6-1~图 2.6-2。



图 2.6-1 项目宗海位置图

粤海大道排涝通道及配套工程宗海界址图

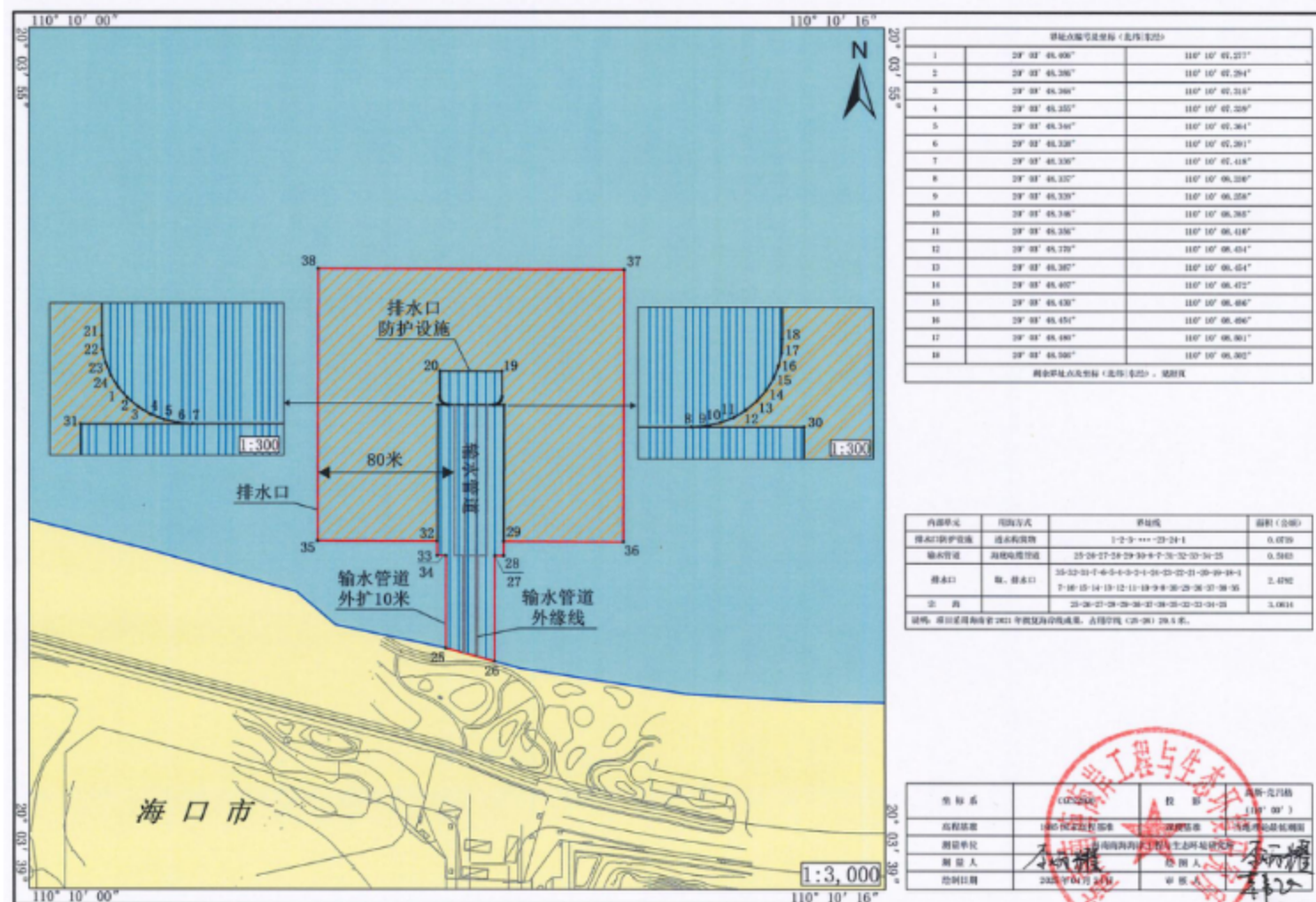


图 2.6-2 项目宗海界址图

附页 粤海大道排涝通道及配套工程宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北纬 东经）					
19	20° 03′ 48.988″	110° 10′ 08.502″	29	20° 03′ 45.736″	110° 10′ 08.547″
20	20° 03′ 48.986″	110° 10′ 07.246″	30	20° 03′ 48.338″	110° 10′ 08.544″
21	20° 03′ 48.504″	110° 10′ 07.246″	31	20° 03′ 48.336″	110° 10′ 07.205″
22	20° 03′ 48.478″	110° 10′ 07.247″	32	20° 03′ 45.734″	110° 10′ 07.209″
23	20° 03′ 48.453″	110° 10′ 07.253″	33	20° 03′ 45.457″	110° 10′ 07.209″
24	20° 03′ 48.428″	110° 10′ 07.263″	34	20° 03′ 45.458″	110° 10′ 07.388″
25	20° 03′ 43.688″	110° 10′ 07.391″	35	20° 03′ 45.731″	110° 10′ 04.800″
26	20° 03′ 43.441″	110° 10′ 08.372″	36	20° 03′ 45.739″	110° 10′ 10.957″
27	20° 03′ 45.459″	110° 10′ 08.369″	37	20° 03′ 50.948″	110° 10′ 10.949″
28	20° 03′ 45.459″	110° 10′ 08.548″	38	20° 03′ 50.935″	110° 10′ 04.792″
测绘单位		海南南海海岸工程与生态环境研究所			
测量人		李丽耀		绘图人 李丽耀	
绘制日期		2025 年 04 月 24 日		审核人 李书	

2.7 用海选址合理性分析

2.7.1 工程选址的合理性分析

1、选址区域的社会条件适宜性分析

本工程建设地点位于海口市粤海大道北侧海域，水陆交通便利。本工程施工用水、用电均可从后方在建工程接通，以满足工程施工需要。砂石材料可在市内或周边地区采购，运距较近，材料储量可满足本工程需要。钢材、水泥可在岛内或广东大型钢厂、水泥厂中选择供货。

项目的设计和施工均有成熟的经验，海南省及周边省份有多家技术雄厚，施工设备、机具齐全的航务工程专业施工企业，均具有承接本工程施工的能力。

本工程的道路、供水、供电、通信、建筑材料等外部协作条件均能满足本工程建设需要，项目选址区域的工程施工条件满足项目建设需求。

根据《海口市长流起步区控制性详细规划》和《海口市新海港临港片区控制性详细规划》，该区域被定位为港口物流与城市发展的重要节点。本项目选址于粤海大道北侧海域，可充分利用海岸线资源，避免与陆域已规划功能区冲突，同时与片区内的防洪排涝体系形成协同效应，符合整体规划布局。粤海大道作为交通主干道，排涝系统需具备快速排水能力。北侧海域选址可通过重力流设计缩短排水路径，减少泵站等高能耗设施依赖，提升排水效率，降低长期运维成本。

因此，选址区域的区位条件和社会条件均适宜本项目建设。

2、项目选址与自然环境和生态环境的适宜性分析

(1) 水文条件

项目用海区根据 2024 年调查资料，调查海域大潮期涨潮最大流速为 157.8cm/s，流向为 ESE 向，出现在 S4 号站 0.8H 层。落潮最大流速为 145.2cm/s，流向为 ESE 向。调查海域水动力条件较好，适宜开展本项目的建设。

(2) 生态环境条件

根据 2024 年 9 月海洋环境调查结果，调查期间除个别站位无机磷、无机氮符合第二类海水水质标准，其余站位油类、镉、铜、铅、砷、汞、溶解氧、总铬、pH、锌和化学需氧量等测项均符合第一类海水水质标准。调查海区表层沉积物中各项检测指标铅、铜、砷、铬、硫化物、锌、镉、有机碳和总汞均符合第一类海洋沉积物质量标准。沉积

物油类出现个别站位超标。Y15 号站位沉积物油类符合第三类海洋沉积物质量标准，其余各站位沉积物中油类均符合第一类海洋沉积物质量标准。调查海区各调查站位的生物体，所有监测要素均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。本项目区域生态环境质量较好，适宜开展本项目的建设。

（3）水下地形条件

项目用海区水深条件为 3m 至 -3.0m，地势逐渐降低，符合重力排水要求，项目区水下地形条件适宜本项目建设。

（4）工程地质条件

根据地质勘察结果，拟建工程沿线在钻孔揭露深度范围内，揭露地层如下，场地共揭露 8 个岩性单元层，①素填土、②中砂、③粉砂、④砾砂、⑤粉质粘土、⑥-1 强风化玄武岩、⑥-2 中风化玄武岩、⑦粉质粘土。建筑场地及其附近无岩溶、滑坡、泥石流、地面沉降等不良地质作用及地质灾害，无高陡边坡，但本场地与全新世活动断裂长流—仙沟断裂最近距离约 4.7km，区域构造稳定性差，且场地存在液化砂层属于抗震不利地段，综合判定建设场地稳定性差。

本项目雨水排海通道基础采用预应力混凝土管桩进行地基处理，在采取相应的抗液化措施处理后，项目用海区工程地质条件满足项目建设需求。

综上所述，项目用海区域水文条件、生态环境条件、水下地形条件、工程地质条件均能满足用海要求。

3、项目选址与周边用海活动的适宜性分析

本项目雨水排海通道埋设于地面之下，根据数模结果，本项目建设对潮流场影响较小，项目建设对已建确权用海项目基本无影响。

根据周边用海现状，项目涉及的利益相关者为海南港航控股有限公司、粤海铁路有限责任公司、海事管理部门等。

项目施工期应优化施工工艺，加强施工过程控制，制定合理、科学的施工方案，尽可能的减少对水质和底质的扰动，减少海水悬浮物的增加量；项目新海港港口周边船只、车辆数量较多，用海申请单位应加强与海南港航控股有限公司的协调，做好安全生产，减少意外事故发生的几率。

建议用海申请单位应向海事管理部门申请办理水上水下施工许可，申请设置施工作

业区水域，并设置警示标志，明确标示施工水域，确保海区船舶交通安全。采用先进技术设备、环保的施工工艺，加强施工过程控制，制定合理、科学的施工方案，尽可能的减少对水质和底质的扰动，减少海水悬浮物的增加量。

2.7.2 用海平面布置合理性分析

(1) 平面布置体现了集约、节约用海原则

本项目工程雨水管道沿粤海大道呈南北向线性布置，南接滨海大道现状雨水管，向北最终排入海域，总长约 1404m。排海通道海域段长度为 146.77m，该平面布置方案海底管道部分长度短，占用海域面积小。为防止雨水排放冲刷基底，在通道基础侧面及箱涵出口采用铅丝笼块石护底。平面布置体现了集约、节约用海的原则，最大限度地减少了对周边海域的影响。

(2) 用海平面布置有利于生态和环境保护，并已避让生态敏感目标

本项目平面布置不占用生态保护红线，同时避开了珊瑚分布范围。经分析，本项目平面布置已避让生态敏感目标，施工期产生的悬浮泥沙不会扩散至珊瑚分布区，施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区域周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。运营期暴雨季节雨水长时间排放造成盐度下降在一定程度上会胁迫珊瑚的生存环境，但根据数模结果，在停止排放后，项目附近海域盐度逐渐恢复到自然盐度状态，雨水排放对珊瑚的影响是有限的。平面布置避让了珊瑚等生态敏感目标，有利于生态和环境保护。

(3) 平面布置能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目雨水排海通道埋设于海底，并在通道基础侧面及箱涵出口均采用铅丝笼块石护底防止冲刷基底。根据数模计算结果，项目工程的建设对项目用海区域及其附近海域潮流场影响较小，对项目用海区域地形冲淤的影响均较小。平面布置能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

(4) 平面布置与周边其它用海活动适宜性分析

项目周边海域开发活动主要码头、港口等，本项目雨水排海管道埋设于海底，且距离码头、港口较远，项目建设不会影响船舶停靠和通航，对周边海域开发利用活动的影响较小，与周边其他用海活动相适应。

综上所述，本项目的平面布置方案体现了节约集约用海的原则，能够最大程度的减少对水文动力环境和冲淤环境的影响，平面布置避让了生态敏感目标，在本项目实施过

程中采取有效措施，最大限度地减少污染物扩散，保护周边环境，落实与利益相关者协调方案，对周边其他用海活动影响较小，项目平面布置是合理的。

3 工程分析

根据项目建设对环境的影响范围、影响程度、影响时段因工程所处的建设阶段不同而有所差别，不同的工程行为对环境要素的影响不尽相同。根据本工程项目的进展程序，工程对环境的影响分为施工期、运营期两个阶段，从污染和非污染两个方面进行分析。

3.1 生产工艺与过程分析

本项目主体工程建设内容主要包括粤海北路和雨水排海管道。主要建设工序为：道路清表，路基施工，预制排海箱涵施工，市政管线施工，排海通道基槽开挖、地基处理，现浇、安装排海箱涵，车行道路面及人行道路面施工，交通、绿化施工等工序。

施工期主要产污环节包括：排海通道基槽开挖、基础回填、护底抛石及桩基等施工过程中产生的悬浮泥沙，施工人员生活污水，船舶生活污水，船舶含油污水，施工机械运行噪声，拆除的建筑垃圾，开挖的土方以及海域段的开挖砂，施工扬尘、施工机械及车辆尾气。

运营期产污主要为道路交通噪声、汽车尾气等。

3.2 土石方平衡分析

根据《粤海大道排涝通道及配套工程项目水土保持报告》（海南海环环境科技有限公司，2025年4月），本项目土石方挖填总量 14.60 万 m^3 ，其中挖方 7.41 万 m^3 （含建筑垃圾 0.32 万 m^3 ），填方 7.19 万 m^3 ，借方共计 1.52 万 m^3 （为特殊路基超挖换填），余方共计 5.52 万 m^3 （其中包括建筑垃圾 0.32 万 m^3 ，特殊路基超挖换填余方 1.52 万 m^3 ）。

本项目土石方平衡表详见表 3.2-1。

表 3.2-1 土石方平衡表 单位: 万 m³

序号	项目	开挖		回填		调入		调出		借方		余方	
		土方	小计	土方	合计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
一	表土剥离	0.87	0.87					0.22	四			0.65	
二	建筑垃圾拆除	0.32	0.32									0.32	
三	道路工程	1.76	1.76	3.65	3.62							3.41	
(1)	路基土石方量	0.24	0.24	2.13	2.13							1.89	
(2)	特殊路基	1.52	1.52	1.52	1.52					1.52		1.52	
三	管线工程	4.46	4.46	3.32	3.32							1.14	
(1)	雨水管线	3.51	3.51	2.54	2.54							0.97	
(2)	给污水管线	0.95	0.95	0.78	0.78							0.17	
四	绿化工程			0.22	0.22	0.22	—						
合计		7.41	7.41	7.19	7.19					1.52		5.52	
注: 各行均按: “开挖+调入+外借=回填+调出+余方”进行校核													

3.3 工程各阶段污染环境影响分析

项目施工期环境污染主要包括排海通道基槽开挖、基础回填、护底抛石及桩基等施工过程产生的悬浮泥沙，施工人员生活污水，船舶生活污水，船舶含油污水，施工机械运行噪声，拆除的建筑垃圾，开挖的土方以及海域段的开挖砂，施工扬尘、施工机械及车辆尾气。运营期环境污染主要为道路交通噪声、汽车尾气等。

3.3.1 施工期污染源强分析

3.3.1.1 施工期水污染源强分析

1、悬浮物

(1) 基槽开挖产生的悬浮物源强

抓斗式挖泥船挖泥悬浮泥沙源强：

$$Q = V \times E \times r \times a \times \rho$$

式中：Q——抓斗式挖泥船挖泥作业悬浮泥沙产生量，kg/h；

V——抓斗式挖泥船斗容，取5m³；

E——抓斗式挖泥船工作效率，取20斗/h；

a——抓斗内充泥系数，取0.4~0.6；

r——悬浮泥沙产生系数，按抓泥量的5%计；

ρ——开挖物密度，kg/m³，取1380kg/m³。

抓斗式挖泥船工作效率约为100m³/h，悬浮泥沙的发生量为5×20×0.5×5%×1380/3600=0.96kg/s。

(2) 沟槽回填、护底抛石产生的悬浮物源强

沟槽回填包括回填砂和回填石料，回填砂总量为4452.9m³，产生悬浮泥沙量按回填砂量的5%计，为222.6m³。

抛石产生的水体悬浮物包括两部分，一部分为块石自身携带的泥土进入水体形成的悬浮物，一部分为抛填块石时扰动底床产生的悬浮物。项目排海通道碎石垫层回填量为342.6m³，铅丝笼块石抛石量为2326.6m³，块石中的泥土含量很低(含泥、砂<5%)，以抛石体积的5%计，该部分泥沙进入海水后形成悬浮泥沙的比率以80%计，则可形成悬浮泥沙的量为106.8m³；抛石过程中搅动产生的悬浮泥沙量按抛石量的1%计，为26.7m³。以每天回填、抛石施工时间6h计，排海通道沟槽回填、护底抛石施工时间为30d，悬浮泥沙容重取1380kg/m³，则抛石工序产生的悬浮泥沙量约为0.76kg/s。

(3) 管桩桩基施工产生的悬浮物源强

对于管桩施工而导致的悬浮泥沙产生量采取以下公式进行测算：

$$M = \frac{1}{4} \pi d^2 h \rho$$

其中 M ：单桩垢工量；

d ：桩基直径，混凝土管桩管径取 0.4m；

h ：管桩深度为 12m；

ρ 为底质泥沙的容重，取 1380kg/m³。

由以上公式计算的预应力混凝土管桩的单桩垢工量为 2079.94kg，桩基施工过程中单桩泄漏进入水体环境的泄漏量按照垢工量的 5%估算。

管桩单桩施工时间约为 2h，据此计算得单桩悬浮物泄漏源强为 0.014kg/s。

2、陆域生活污水

项目施工期的生活污水产生量参照《海南省用水定额》(DB46/T 449—2021)，用水量按 130L/人·d 计，本工程施工工作人员平均按 50 人计，施工工期为 12 个月，排污系数按 0.8 计，则施工队伍每天产生的生活污水约 5.2m³/d，施工期的生活污水量约为 1872m³。施工场地设置移动厕所，施工人员生活污水经三级化粪池处理后，由吸粪车定期清运至长流污水处理厂处理。

3、施工场地生产废水

施工废水产生于施工过程设备的冲洗，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。施工废水可收集到指定地点，经沉淀处理后可循环回用。

4、施工船舶生活污水

本项目施工船舶及船舶施工人员见表 3.2-1，经计算，施工期船舶生活污水量为 1m³/d，施工期船舶生活污水总产生量为 240m³。项目施工船舶生活污水定期由船舶运营方联系有资质的船舶污水接收单位接收处理。

表 3.2-1 施工船舶生活污水产生量计算表

序号	施工船舶	船舶数量(艘)	船舶施工人员(人/艘)	生活污水产生系数(L/人·d)	生活污水产生量(m ³ /d)	工期(月)	施工期总产生量(m ³)
1	挖泥船	1	6	25	0.15	8	36
2	驳船	1	6	25	0.15	8	36
3	打桩船	1	8	25	0.2	8	48
4	起重船	1	8	25	0.2	8	48

5	基槽整平船	1	6	25	0.15	8	36
6	抛石夯填船	1	6	25	0.15	8	36
7	总计	6	36	/	1.0	/	240

5、施工船舶含油污水

本项目施工船舶数量及对应的船舶吨位见表 3.2-2，根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018)进行计算，挖泥船舱底含油污水产生量约为 0.084t/d，驳船舱底含油污水产生量约为 0.405t/d，打桩船舱底含油污水产生量约为 0.166t/d，起重船舱底含油污水产生量约为 0.486t/d，基槽整平船舱底含油污水产生量约为 0.14t/d，抛石夯填船舱底含油污水产生量约为 0.14t/d，施工时间为 8 个月，则施工期船舶舱底含油污水产生量为 341.04t。未经处理的船舶舱底水含油浓度为取 2000mg/L，则石油类产生量为 0.68t。施工船舶上设置油水分离器和油污水罐，含油污水及时接收上岸，由船舶运营方联系资质单位接收处理，严禁向水域排放含油污水。

表 3.2-2 施工船舶含油污水产生量计算表

序号	施工船舶	数量 (艘)	船舶 吨位(t)	舱底油污 水产生量 (t/d·艘)	含油污水 产生量 (t/d)	工期 (月)	施工期总 产生量(t)
1	挖泥船	1	300	0.084	0.084	8	20.16
2	驳船	1	1500	0.405	0.405	8	97.2
3	打桩船	1	600	0.166	0.166	8	39.84
4	起重船	1	1800	0.486	0.486	8	116.64
5	基槽整平船	1	500	0.14	0.14	8	33.6
6	抛石夯填船	1	500	0.14	0.14	8	33.6
7	总计	6	/	1.421	1.421	/	341.04

3.3.1.2 施工期大气污染源强分析

项目区临时预制场不设混凝土搅拌站，采用成品混凝土，混凝土罐车运输至施工场地，项目施工期的大气污染物主要有施工作业及运输扬尘、各类施工机械、船舶所排放的尾气等。

1) 施工扬尘

施工期扬尘污染源主要有：拆除、基础开挖等工序产生的扬尘，物料在装卸、运输、堆放过程中因风力作用产生尘粒飘扬，运输车辆往来造成的地面扬尘等。

施工期间产生的扬尘污染主要决定于施工作业方式及风力等因素，其中受风力因素的影响最大。在一般气象，平均风速 2.6m/s 的情况下，工地内扬尘 TSP 浓度为上风向对照点的 2.0~2.5 倍，施工扬尘的影响范围为下风向的 200m 范围。施工扬尘影响强度和范围，见表 3.3-1。

表 3.3-1 施工场地扬尘浓度衰减过程及影响范围

距现场距离(m)	10	30	50	100	200
TSP 浓度(mg/m ³)	1.83	0.987	0.542	0.398	0.372

根据表 3.3-1 中数据，绘制出施工扬尘浓度随距离的衰减变化图如下所示：

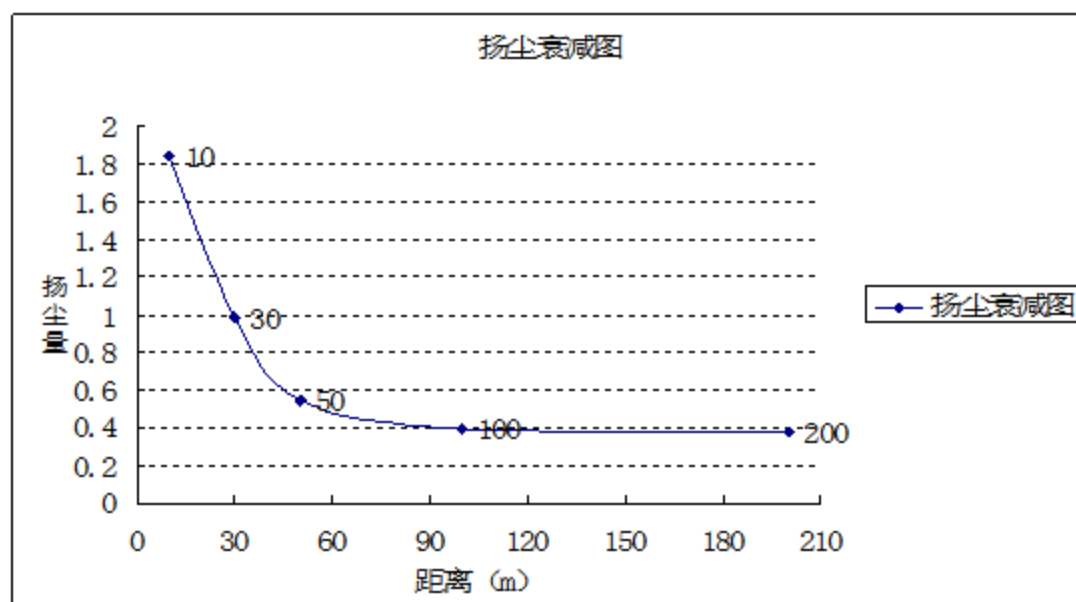


图 3.3-1 施工扬尘衰减图

2) 运输扬尘

按经验公式计算得出：一辆载重 5t 的卡车，通过一段长度为 500m 的路面时，不同表面清洁程度，不同形式速度情况下产生的扬尘量见表 3.3-2。

表 3.3-2 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘 单位：kg/km·辆

车速(km/h)	P(kg/m ²)					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
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
20	0.1133	0.1905	0.2583	0.3204	0.3788	0.6371

3) 施工船机、车辆的尾气

施工机械、船舶所排放的尾气产生的主要决定因素为燃料油种类、机械性能、作业方式和风力等，其中机械性能、作业方式因素的影响最大，排出的各类燃油废气主要污染物为 SO₂、NO_x、CO、颗粒物等。考虑到施工单位使用符合环保标准要求的机械设备及船舶，以及海船进入排放控制区，应使用符合《海南省交通运输厅 海南海事局关于印发海南省实施船舶大气污染物排放控制区的通告》（琼交运[2019]290 号）的燃料。

2022年1月1日起，应使用硫含量不大于0.1% m/m 的船用燃油。运输车辆车顶加盖篷布、控制车速，防止砂石料洒落和产生扬尘；对施工现场定期清扫洒水，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，并尽量要求运输车辆减缓行驶速度。因此这些废气的产生量不大，影响范围、时间有限，且项目所在地周边地形简单，沿岸区域开阔，大气流动性较好，大气环境影响比较小。

项目施工期主要大气污染物具有短期性、间歇性和流动性，施工结束后影响随之消失。

3.3.1.3 施工期噪声污染源强分析

施工噪声包括：施工船舶、履带吊、平板车、挖掘机、钻机、推土机、载重汽车、压路机、摊铺车、平板振动器、插入式捣固棒等施工机械作业。声源强度范围在75~105dB(A)，主要噪声源及声源强度见表3.2-2。

表 3.2-2 主要施工机械噪声值表

序号	噪声源	声源强度 dB(A)
1	施工船舶	85~100
2	履带吊	85~90
3	平板车	80~85
4	挖掘机	75~85
5	钻机	95~105
6	推土机	80~85
7	载重汽车	85~95
8	压路机	70~85
9	摊铺车	80~85
10	平板振动器	85~90
11	插入式捣固棒	85~90

3.3.1.4 施工期固废污染源强分析

施工期的固体废物主要有拆除的建筑垃圾、施工人员生活垃圾和施工船舶、机械产生的废油、拟建道路开挖土方以及排海通道开挖砂等。

(1) 拆除产生的建筑垃圾

本项目拆除砼房 1770.9 m^2 ，拆除铁皮房 394.5 m^2 ，拆除围墙 184m，拆除的建筑垃圾尽量回收利用，不能利用的运至当地指定的市政建筑垃圾处置点处理。

(2) 施工人员生活垃圾

① 陆域施工人员生活垃圾

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，陆域施工人员生活垃圾产生量按 1.5kg/d·人估算，生活垃圾产生量约为 51kg/d，施工期陆域生活垃圾产生量为

18.36t。施工场地设置垃圾桶，生活垃圾及时收集，由环卫部门统一外运并安全处置。

② 船舶生活人员

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶施工人员生活垃圾产生量按 1kg/d·人估算，则施工期船舶生活垃圾排放量为 36kg/d，施工期船舶生活垃圾产生总量为 8.64t。船舶生活垃圾由有资质的船舶污染物接收单位接收处理。

（3）残油、废油

施工船舶、机械产生的残油、废油等危险废物，经收集拟统一交由有资质的单位接收处理。

（4）道路工程开挖土

根据项目初步设计资料，本项目道路工程开挖土为素填土，土质不均匀，不能用于路基回填，开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理。本项目道路工程开挖土弃方量为 21328m³。

（5）排海通道开挖砂

根据项目初步设计资料，本项目排海通道部分开挖砂用于回填，未利用的交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理，海域段开挖砂产生的弃方量为 5764.7m³。

3.3.2 运营期污染源强分析

本项目建设内容为粤海北路及雨水排海管道，运营期间不产生生活污水、主要为道路交通噪声、汽车尾气以及雨水排放。

3.3.2.1 运营期废气污染源强分析

本项目拟建粤海北路，运营期大气污染物主要为车辆尾气，车辆尾气主要污染物为 CO、NO_x、SO₂、HC 等，产生量较少，为无组织排放，经稀释扩散后，对周边环境影响较小。

3.3.2.2 运营期噪声污染源强分析

运营期噪声污染源主要为车辆行驶产生的噪声。噪声源来自以下几个方面：

①在道路上行驶的机动车辆噪声源为非稳态源。运营后，车辆发动机、冷却系统、传动系统等部件均会产生噪声。另外，行驶中引起的气流湍动、排气系统、轮胎与路面的摩擦等也会产生噪声。

②由于道路路面平整度等原因而使高速行驶的汽车产生整车噪声。

③运营期交通量的增大会提高道路沿线昼夜的交通噪声。

计算公式：

(1) 辐射声级

第 i 种车型车辆在参照点（7.5m 处）的平均辐射噪声级参照《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ1358-2024）推荐的公路交通噪声预测模式计算：

大型车： $(L_{OE})_L = 22.0 + 36.32 \lg V_L$

中型车： $(L_{OE})_M = 8.8 + 40.48 \lg V_M$

小型车： $(L_{OE})_S = 12.6 + 34.73 \lg V_S$

式中： $(L_{OE})_S$ 、 $(L_{OE})_M$ 、 $(L_{OE})_L$ —分别表示小、中、大型车的平均辐射声级，dB；
 V_S 、 V_M 、 V_L —分别表示小、中、大型车的平均行驶速度，km/h。

(2) 行驶车速

根据《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ1358-2024），平均车速 取值按以下公式计算：

$$v_i = \left(k_{1i} u_i + k_{2i} + \frac{1}{k_{3i} u_i + k_{4i}} \right) \times \frac{v_d}{120}$$

$$u_i = vol \times (\eta_i + m_i (1 - \eta_i))$$

式中： v_i —第 i 种车型车辆的预测车速，km/h；

v_d —设计车速 km/h。

u_i —该车型的当量车数；

η —该车型的车型比；

vol —单车道车流量，辆/h；

m_i —其他 2 种车型的加权系数。

k_{1i} 、 k_{2i} 、 k_{3i} 、 k_{4i} 分别为系数，如表 3.6-9 所示。

表 3.6-9 车速计算公式系数

车型	k_{1i}	k_{2i}	k_{3i}	k_{4i}	m_i
小型车	-0.061748	149.65	-0.000023696	-0.02099	1.2102
中型车	-0.057537	149.38	-0.000016390	-0.01245	0.8044
大型车	-0.051900	149.39	-0.000014202	-0.01254	0.70957

预测交通量见报告前文 2.3.5 节计算得出的交通量。本项目为双向 6 车道，因此单车道车流量见下表所示。

表 8 本项目单车道小时交通量一览表（辆/h）

路段	时段	特征年	合计
粤海北路	昼间小时	近期	192.67
		中期	304
		远期	380
	夜间小时	近期	96.33
		中期	152
		远期	190

表 6 本项目车流量分配参数一览表

车型 特征年	小型车	中型车	大型车
2025 年	60%	20%	20%
2031 年	60%	20%	20%
2039 年	60%	20%	20%

②单车源强

根据公式计算，拟建道路营运各期小、中、大型车的单车平均辐射声级预测结果见表 3.6-12。

表 4.2-5 道路交通噪声源强

名称	预测年份	时段	预测噪声源强		
			小型车	中型车	大型车
粤海北路	2026 年近期	昼间	71.3	72.2	78.8
		夜间	71.7	71.8	78.5
	2035 年中期	昼间	70.8	72.4	79.0
		夜间	71.5	72.1	78.7
	2045 年远期	昼间	70.3	72.4	79.0
		夜间	71.3	72.2	78.8

3.3.2.3 运营期固体废物影响分析

本项目投入营运后，道路本身不产生固体废物，运营期固体废物主要为沿途车辆及行人丢弃在路面的垃圾以及绿化树木的落叶，由环卫部门定期清扫，不会对环境造成不良影响。

3.3.2.4 运营期排海通道排放雨水污染源强分析

本项目排海通道仅排放上游收集的市政雨水，无污水混排，根据查阅资料，市政雨水的污染物主要为 SS，其污染源强约为 100mg/L。

3.3.4 污染源汇总

工程各阶段污染源估算情况汇总见表 3.2-4。

表 3.2-4 污染要素清单一览表

阶段	污染项目	污染源	主要污染物	污染物排放源强	排放方式
施 工 期	悬浮泥沙	排海通道基槽开挖	SS	0.96kg/s	自然沉降及扩散
		沟槽回填、护底抛石	SS	0.76kg/s	
		混凝土管桩施工	SS	0.014kg/s	
	废水	陆域生活污水	COD、BOD ₅ 、氨氮、SS	5.2m ³ /d	经化粪池处理有吸粪车定期清运至长流污水处理厂处理
		施工船舶生活污水	COD、BOD ₅ 、氨氮、SS	1m ³ /d	有资质的船舶污水接收单位接收处理
		施工船舶含油污水	石油类	1.421m ³ /d	
	固体废物	施工人员	陆域生活垃圾	51kg/d	设置垃圾桶收集，环卫部门及时清运
		施工人员	船舶生活垃圾	36kg/d	有资质的船舶污染物接收单位接收处理
		施工船舶、机械	残油、废油	—	交由有资质的单位接收处理
		拆除产生的建筑垃圾	建筑垃圾	—	运至当地指定的市政建筑垃圾处置点处理
		道路工程开挖土方	土方	21328m ³	开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理
		排海通道开挖砂	海砂	5764.7m ³	交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理
	施工噪声	施工船舶、机械	噪声	70~105dB(A)	自然传播
	废气	施工船舶、施工机械	SO ₂ 、NO _x 、颗粒物、CO	—	无组织排放
		扬尘	TSP、PM ₁₀	—	无组织排放
运 营 期	废气	车辆尾气	SO ₂ 、NO _x	—	无组织排放
	噪声	交通噪声	噪声	—	自然传播

3.4 工程各阶段非污染环境影响分析

根据工程的规模、工艺流程等特征，工程各阶段存在非污染环境的影响如下：

(1) 项目排海通道的建设改变了海域的自然属性，工程后将引起工程区及附近水动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。

(2) 项目建设破坏了底栖生物赖以生存的底质环境，并造成部分底栖生物的直接死亡，基槽开挖、基础回填、抛石护底及桩基等施工过程产生的悬浮泥沙对浮游生物、游泳动物、珊瑚礁等也将产生一定的影响。

(3) 项目运营期引起的盐度变化、水动力变化、地形地貌和泥沙冲淤环境变化对

项目区附近海域珊瑚礁生态环境产生一定的影响。

(4) 项目建设可能引起的诱导生态影响和与周边或工程建设前后可能产生的累积生态影响。

(5) 道路工程建设对陆域生态植被、水土保持等陆域生态环境影响。

(6) 项目施工期存在潜在的溢油等环境事故风险，运营期可能存在危险品运输车辆事故环境风险。

4 区域自然环境和社会环境概况

4.1 区域自然环境概况

本项目位于海南省海口市新海港区，项目地处热带北缘，属热带海洋性季风气候区，具有高温多雨、干湿季分明、雷暴多、蒸发量大、夏秋季节热带气旋影响频繁等气候特征。冬季盛行东北季风，夏季盛行西南季风，春秋两季则是季风转换季节。

本报告气温、降水、风况、湿度、雾况等资料均采用海口市气象站 1990-2019 年的观测资料进行统计；热带气旋采用 1975~2019 年的统计资料进行分析。

4.1.1 气温

4.1.1.1 月变化

统计海口气象站 1990-2019 年的气温数据期间月气温变化如图 4.1-1，可知海口地区月气温变化呈单峰性，月平均气温为 24.6°C ，月平均气温峰值出现在 6 月份，为 28.9°C ，月平均气温最小值出现在 1 月份，为 18.1°C 。

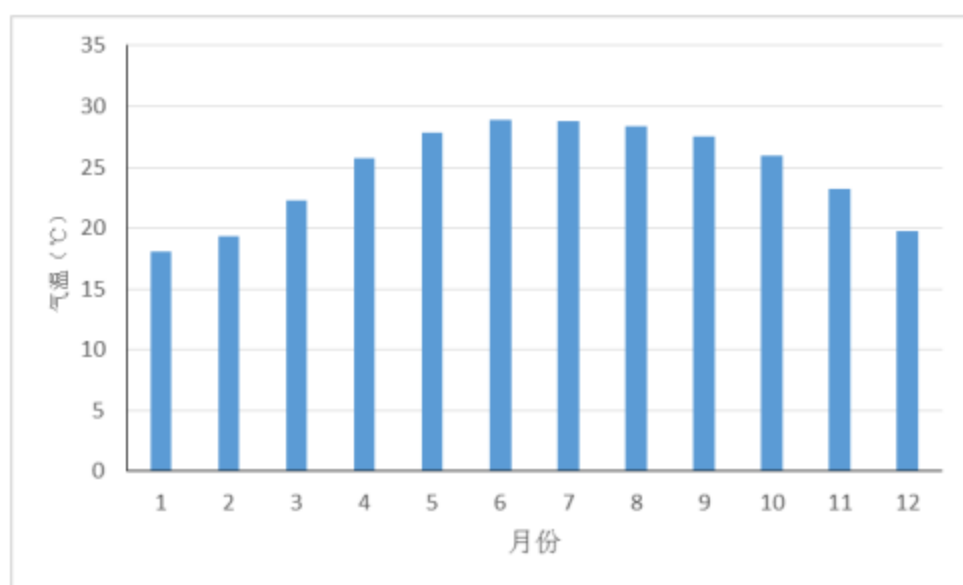


图4.1-1 1990-2019年海口气象站月平均气温

4.1.1.2 年变化

统计海口气象站 1990-2019 年的气温数据期间年气温变化如图 4.1-2，年平均气温为 24.6°C ，年平均气温变化呈多峰性，其中有五个峰值比较明显，分别是 1999、2007 年气温为 25.4°C ；2003、2015 年年气温为 25.3°C ；2019 年年气温为 25.9°C ；最低气温出现在 2011 年，为 23.3°C 。

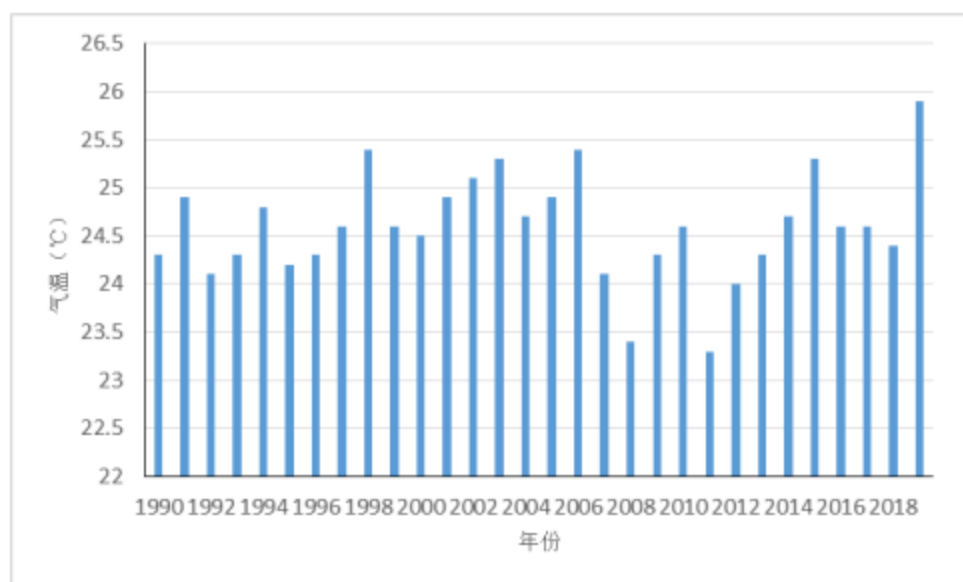


图4.1-2 1990-2019年海口气象站年平均气温

4.1.1.3 高温日数

高温主要从各月、年极高气温及高温日数这几个方面，对海口高温引起的干旱、中暑以及工农业生产造成的影响等高温灾害进行分析。为了研究各高温灾害风险的分布状况，选取海口气象站 1990-2019 年的气温数据，以 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 气温为指标，分析海口地区高温气候特征，为高温灾害的防御提供科技支撑和理论支持。

统计海口气象站 1990-2019 年的气温数据期间高温日数，如图 4.1-3，该地区全年高温主要出现在 2-9 月，其中高温日数月变化峰值出现在 6 月份，为 8.4 天；其次是 5 月份，为 7.2 天。由图 4.1-4 高温日数的年变化可知，该地区高温日数整体呈现多峰变化的趋势，较为明显的四个峰值分别出现 1998 年为 53 天；2006 年为 52 天；2015 年为 57 天；2019 年为 55 天；其中 2015 年为最高峰值。绝大多数年份的高温日数都大于 10 天以上，年平均高温日数低于 10 天仅有 3 个年份(2008 年、2009 年、2012 年)。

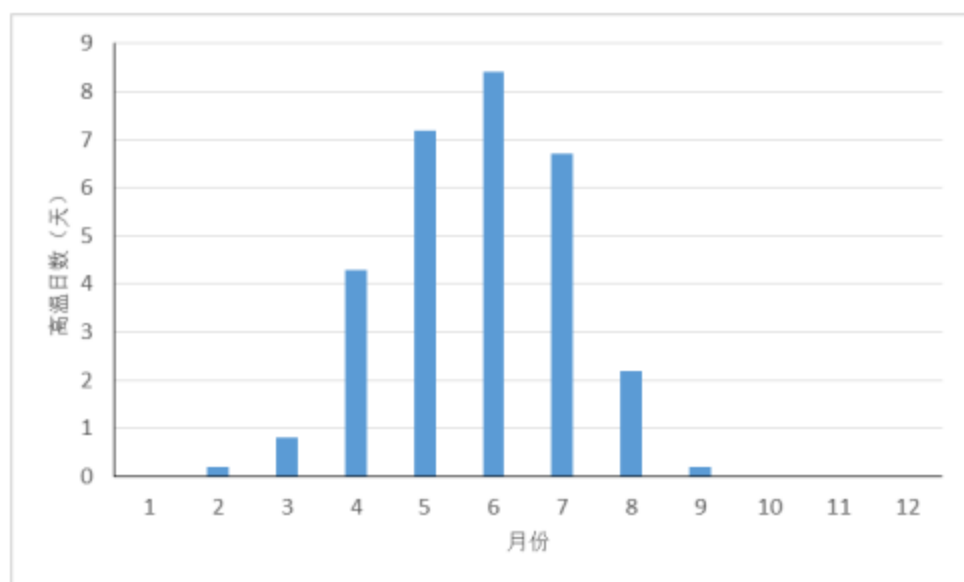


图4.1-3 1990-2019年海口历年月平均高温日数

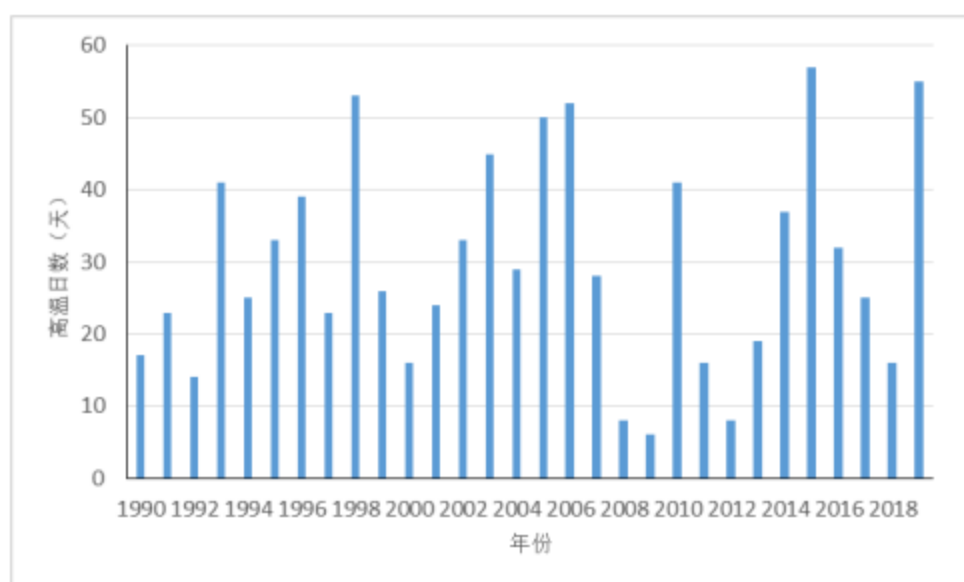


图4.1-4 1990-2019年海口历年高温日数

4.1.1.4 极端气温

统计海口气象站 1990-2019 年月极端气温和年极端气温(表 4.1-1、4.1-2)，月极端最高气温均大于 30℃，月极高最高气温为 39.6℃，出现在 7 月份；月极端最低气温为 5.6℃，出现在 1 月份。年极端最高气温均大于 35℃，年极端最高气温为 39.6℃，出现在 2001 年；年极端最低气温为 5.6℃，出现在 2016 年。

表4.1-1 1990-2019年海口气象站月极高、极低气温(单位℃)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
极最高气温	32.1	36.6	38.1	39.6	38.9	37.9	38.7	37.3	35.7	34.5	34.7	31.2
极低气温	5.6	7.0	10.0	14.5	18.6	21.9	21.7	22.3	19.7	15.5	11.4	7.4

表4.1-2 1990-2019年海口气象站年极低、极最高气温(单位℃)

年份	极最高气温	极低气温	年份	极最高气温	极低气温	年份	极最高气温	极低气温
1990	38.2	7.7	2000	36.3	10.5	2010	38.4	8.4
1991	37.7	7.4	2001	39.6	10.2	2011	35.9	7.7
1992	37.5	8.6	2002	37	9.1	2012	36.1	9.2
1993	38.4	7.5	2003	38.6	7.4	2013	37.3	8.9
1994	38.7	8.7	2004	37.2	9	2014	37	8.3
1995	36.8	9.2	2005	38.5	-	2015	38.7	11
1996	38	7.5	2006	38.2	10.4	2016	37.4	5.6
1997	36.4	11.1	2007	37.9	10.7	2017	37.9	11.1
1998	37.7	10.8	2008	36.4	7.7	2018	36.7	7
1999	38.1	7.4	2009	35.5	9	2019	38.9	11.4

4.1.2 降水

4.1.2.1 月变化

统计分析海口气象站 1990-2019 年月降水量(见图 4.1-5)，月降水量差异性显著。月平均降水量为 150.0 毫米，月降水量最高为 8 月份，达到 289.1 毫米，最低为 1 月份，仅为 28.0 毫米。降水主要集中在 5-10 月，其中，6-10 月月降水量均大于 200 毫米。

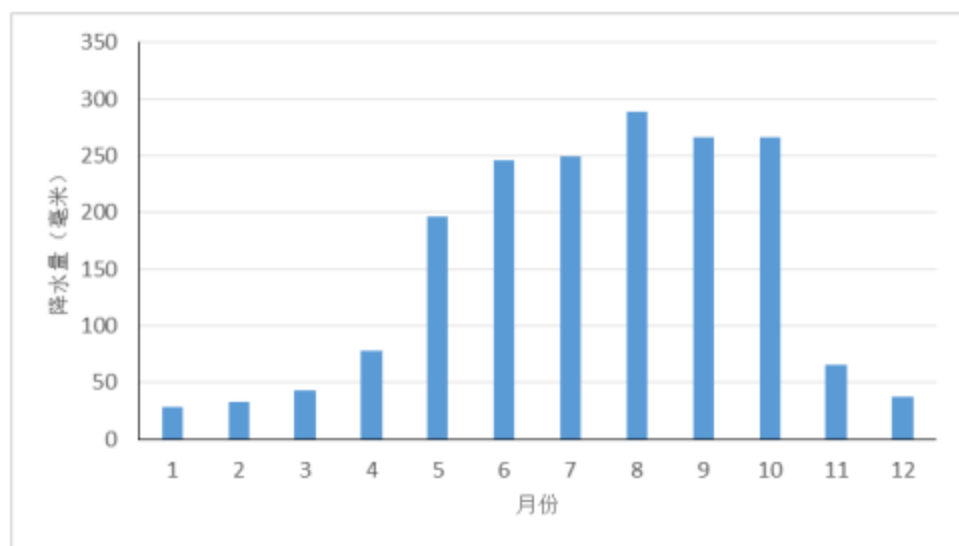


图4.1-5 1990-2019年海口气象站月降水量分布

4.1.2.2 季变化

统计分析海口气象站 1990-2019 年 30 年季(春季: 3-5 月; 夏季: 6-8 月; 秋季: 9-11 月; 冬季: 12-2 月)降水量图 4.1-7 可知, 海口地区主要降水出现在夏秋两季, 占全年降水量的 77%, 其中, 季降水量以夏季为最高, 总降水量达到 785.0 毫米, 占年总降水量的 44%; 秋季降水为 598.5 毫米, 占年总降水的 33%。春季降水为 318.3 毫米, 占年总降水的 18%。冬季节降水最少, 为 98.2 毫米, 仅占全年总降水量的 5%, 春、冬季降水大幅度减少。

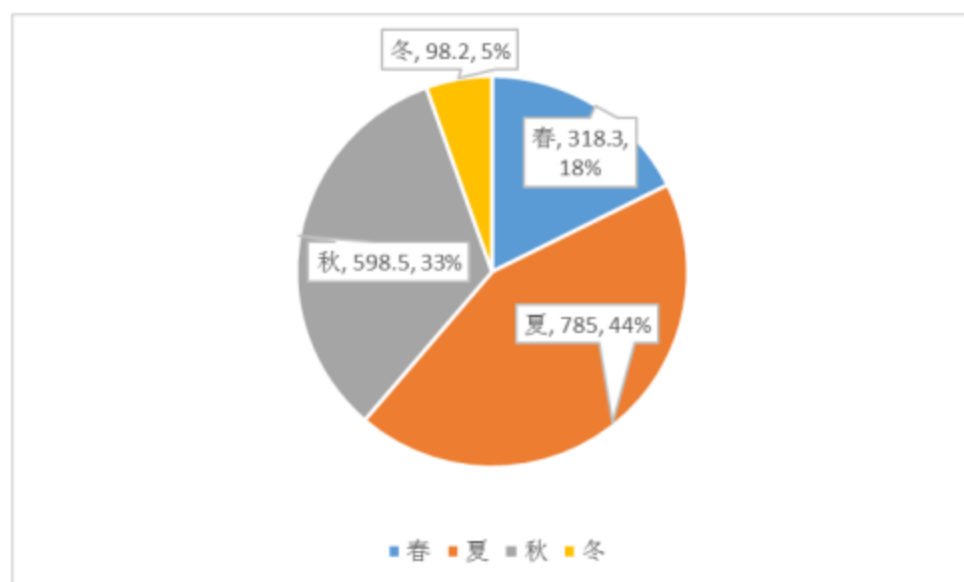


图4.1-6 1990-2019年海口气象站季降水量分布

4.1.2.3 年变化

统计分析海口气象站 1990-2019 年 30 年年降水量资料, 得出如图 4.1-7 所示的年降水量时间分布, 海口地区年平均降水量为 1781.2 毫米, 最大年降水量为 2628.2 毫米(2009 年), 最小年降水量为 983.6 毫米(2004 年), 降水量年变化相对较大。

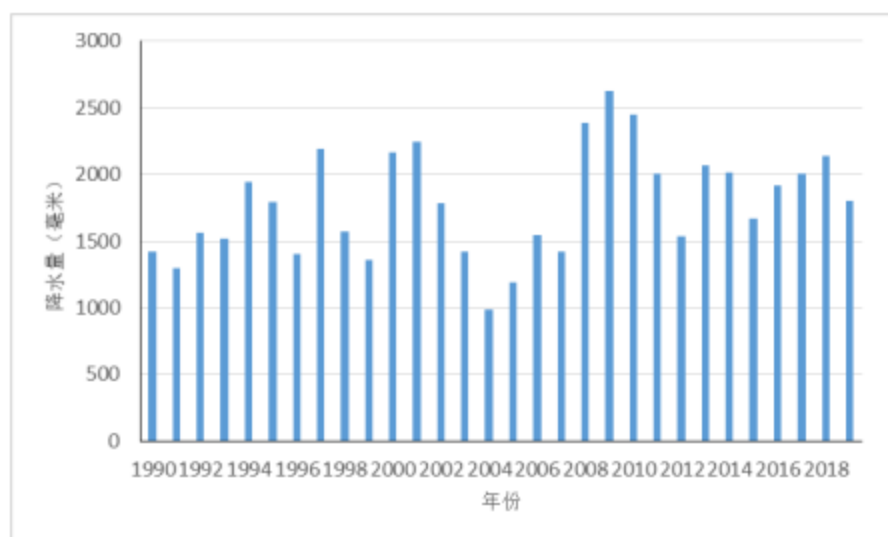


图4.1-7 1990-2019年海口气象站年降水量分布

4.1.2.4 暴雨

(1) 暴雨分析

统计海口气象站 1952-2019 年历年降水日数和逐月降水日数资料，得出如图 4.1-8~图 4.1-11 所示的暴雨日数、特大暴雨日数分布，由图可知，历年暴雨日数、月暴雨日数差异性显著。68 年累计暴雨日数为 503 天，年平均暴雨日数约为 7.4 天，最高为 2009 年，达到 15 天，最低为 1969 年、1981 年，仅为 1 天。月平均暴雨日为 0.6 天；月暴雨日数最高为 10 月份，达到 1.6 天；最低为 2 月份，为 0 天；受台风和季节性天气影响，暴雨主要集中在 5-10 月。如图 4.1-10、4.1-11，该地区特大暴雨日数较少，为 1 天，主要集中在 7 月~11 月。

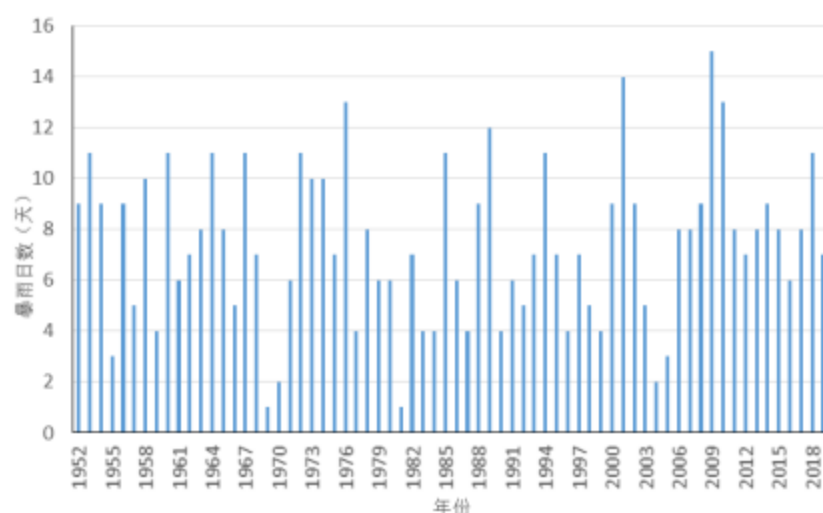


图4.1-8 1952-2019年海口历年暴雨日数分布

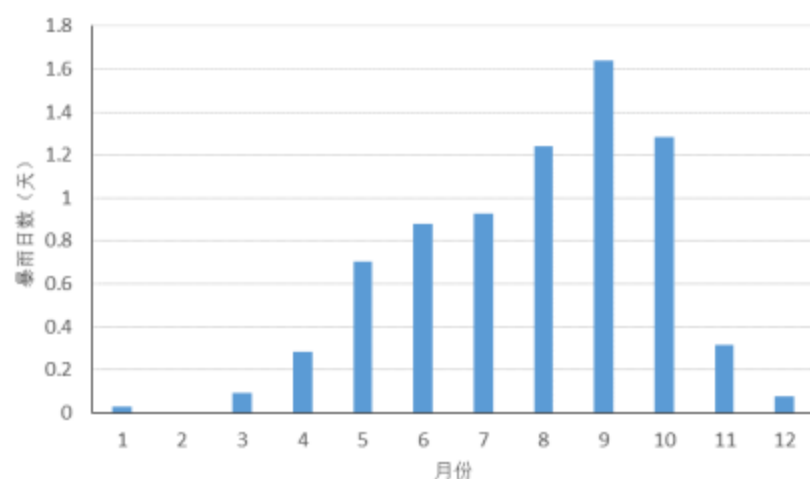


图4.1-9 1952-2019年海口各月暴雨日数分布

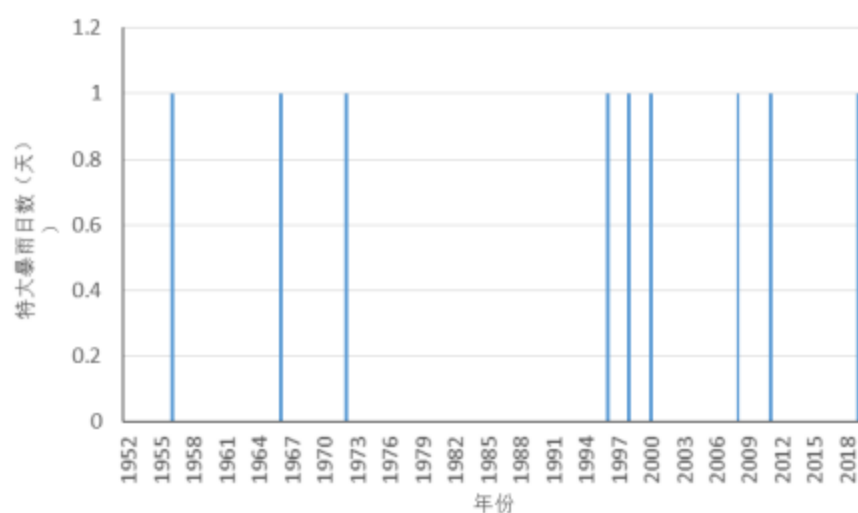


图4.1-10 1952-2019年海口历年特大暴雨日数分布

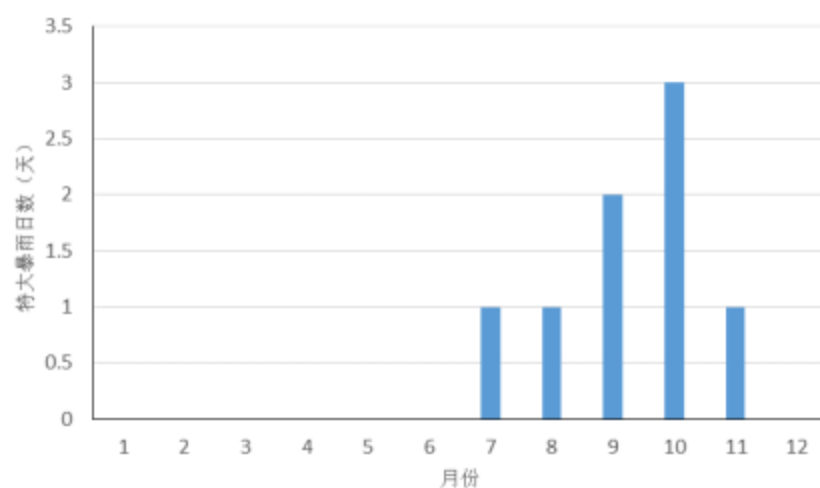


图4.1-11 1952-2019年海口各月特大暴雨日数分布

(2) 最大降水

1) 年日最大降水量

统计分析海口气象站 1952-2019 年年降水量资料(见图 4.1-12)。可知, 日最大降水量近 68 年来波动比较明显, 最高值出现在 2011 年, 为 331.2 毫米。

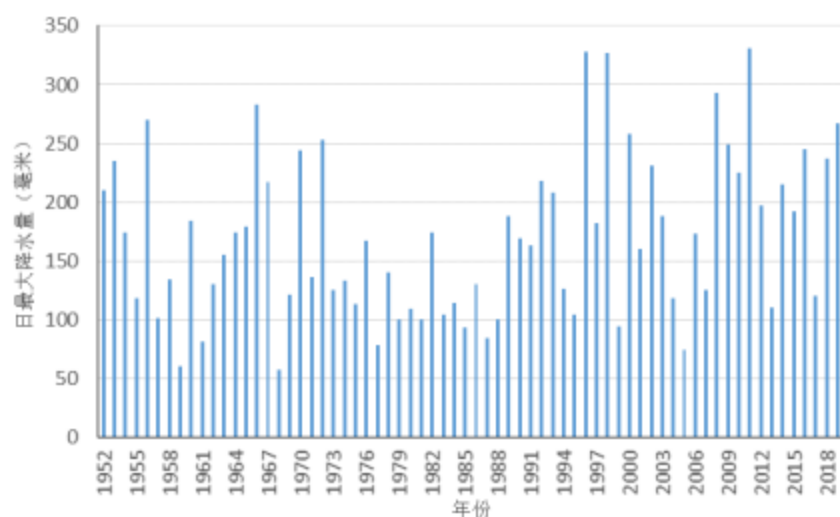


图4.1-12 1952-2019年海口气象站日最大降水量分布

2) 月最大日降水量

统计分析海口气象站 1952-2019 年年降水量资料(见图 4.1-13)。月最大日降水量最高值出现在 10 月份, 为 331.2 毫米, 最低值出现在 2 月份, 为 41.5 毫米。日最大降水量表征了致洪性降水的强度特征, 我们可以看到, 从 4 月到 11 月, 都有产生暴雨灾害的风险, 其中 4、5 月份主要由于季节性天气转变产生的强降水, 6-11 月受台风天气影响。

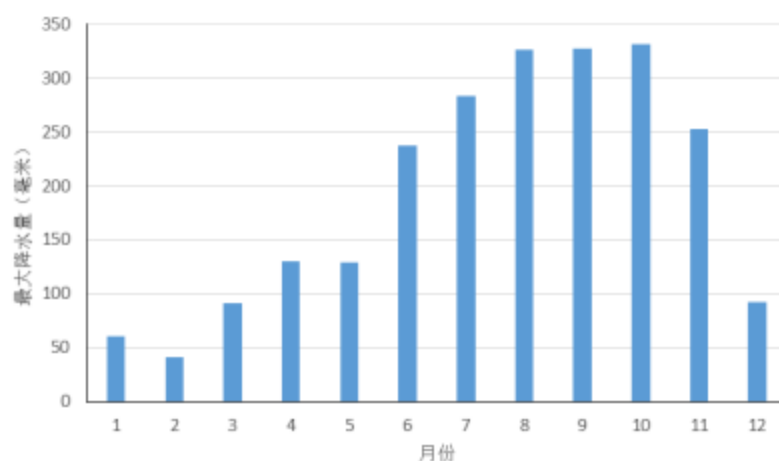


图4.1-13 1952-2019年海口气象站月最大日降水量分布

(3) 最大连续降水量

1)最大连续降水量

统计分析海口气象站 1952-2019 年年降水量资料(见图 4.1-14)。可知,除 1969 年、2005 年外,最大连续降水量均超过 100mm。近 68 年最大连续降水量出现在 1996 年,达到了 879.5 毫米,2010 年次之,为 815.1 毫米。

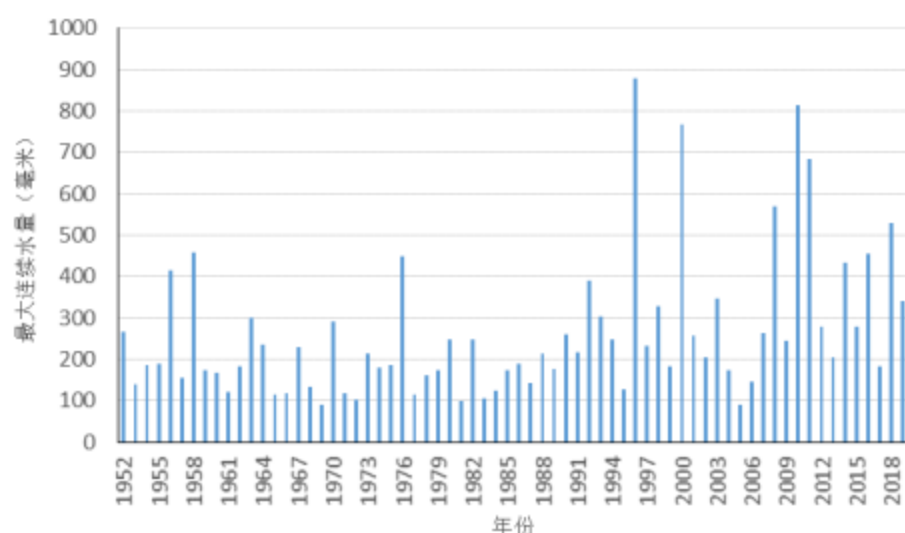


图4.1-14 1952-2019年海口气象站年最大连续降水量分布

统计分析海口气象站 1952-2019 年月最大连续降水量资料(见图 4.1-15)。月最大连续降水量最高值出现在 9 月份,为 879.5mm,最低值出现在 1 月份,为 60mm。

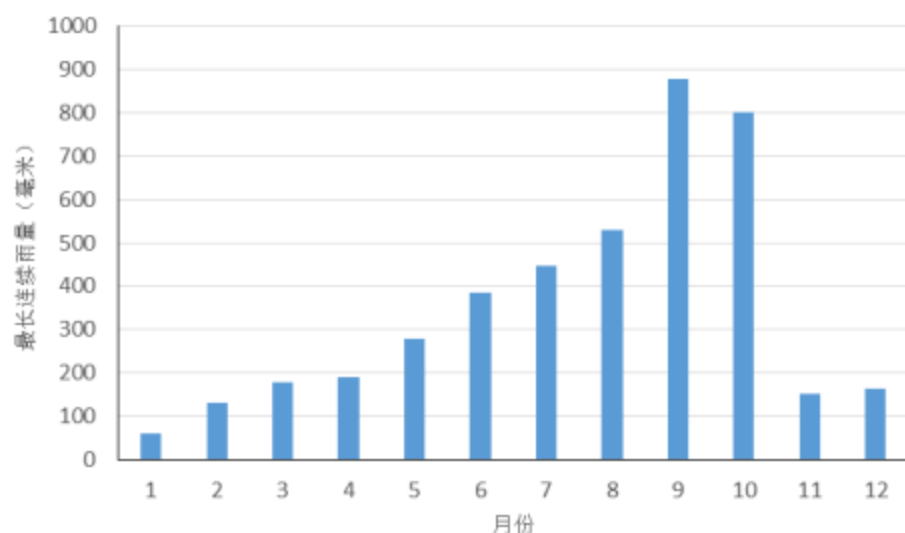


图4.1-15 1952-2019年海口气象站月最大连续降水量分布

2)最长连续降水日数

统计分析海口气象站 1952-2019 年 68 年年降水量资料(见图 4.1-16),可知海口全年

降水日数呈季节性变化，春季偏少，夏、秋、冬季偏多。6月为最长，达到19天，其次是2月、9月为16天。

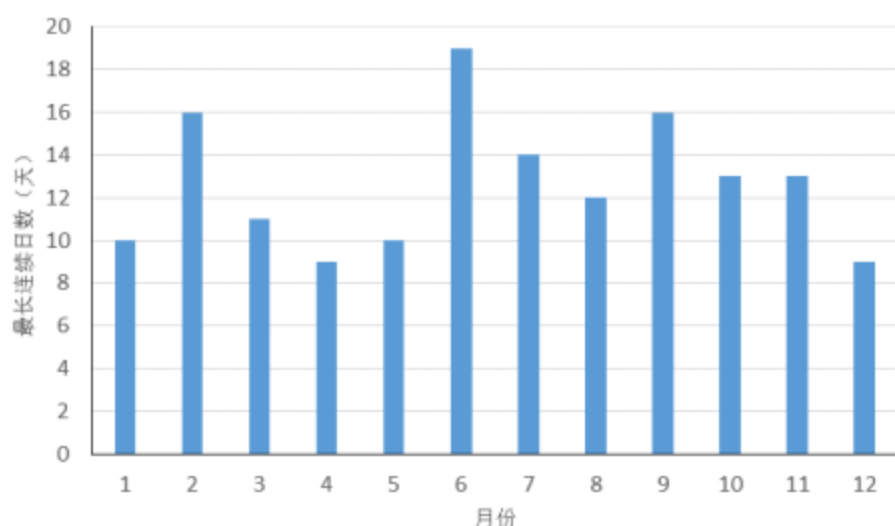


图4.1-16 1952-2019年海口气象站连续降水最大日数分布

3)年暴雨日数变化趋势

统计海口气象站1952-2019年近68年的暴雨日数，如图4.1-17分析可知：暴雨日数开始呈现平滑稳定的趋势，其中最高值出现在2009年，暴雨日数为21天，最低值出现在1969年、1981年，暴雨日数为1天，极值之间差距比较大。近68年的暴雨平均日数近9.5天，超过9天的年份个数为32个。逐年暴雨日数的波动周期性显著，表现为四个比较明显的高峰期，分别为1963-1964，1971-1972，2000-2001，2008-2009，这四个高峰都是相对于暴雨日数平均值较高的年份。

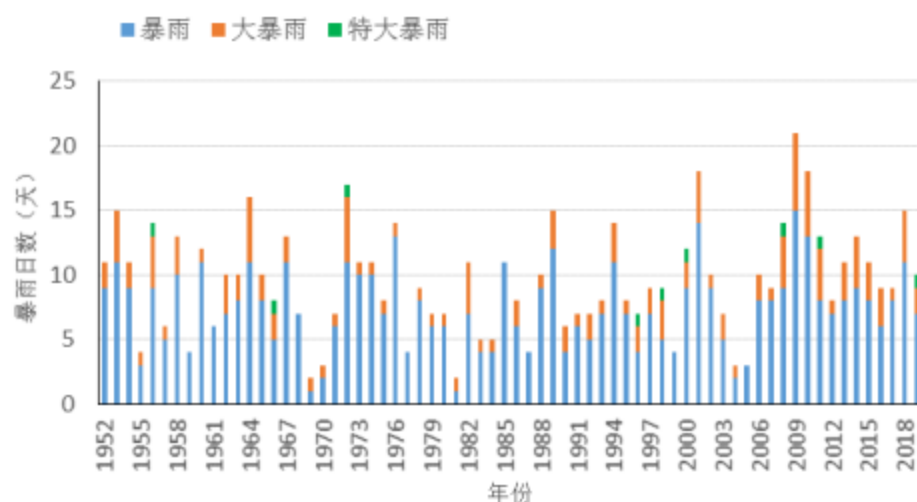


图4.1-17 1952-2019年暴雨日数年变化

4.1.3 风况

4.1.3.1 平均风速

统计海口气象站 1990-2019 年平均风速(见图 4.1-18), 结果显示, 30 年平均风速为 2.6m/s, 年平均风速最大值出现 2008 年, 为 4.2m/s。1990-2006 年平均风速为 2.0 m/s, 2007-2019 年平均风速为 3.4 m/s。2007-2019 年平均风速普遍高于 1990-2006 年, 由于海口气象站于 2007 年 1 月 1 日由海府路龙岐村搬迁至南海大道 286 号, 搬迁后, 由于地理环境变化, 郊区风速明显偏大。

累年各月平均风速在 2.2-3.0m/s 之间(见图 4.1-19), 月平均风速最大值出现在 3 月份, 为 3.0m/s, 8 月平均风速最小, 为 2.2m/s。

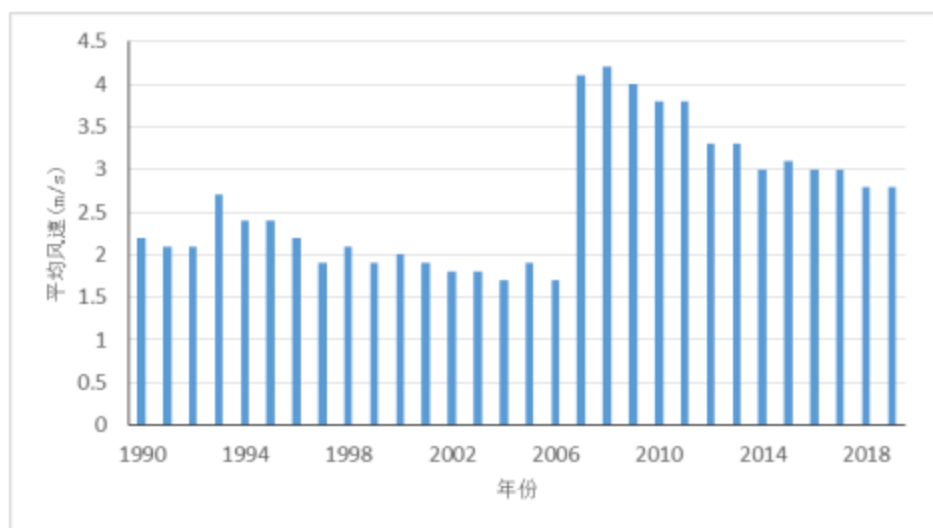


图4.1-18 1990-2019年海口气象站年平均风速

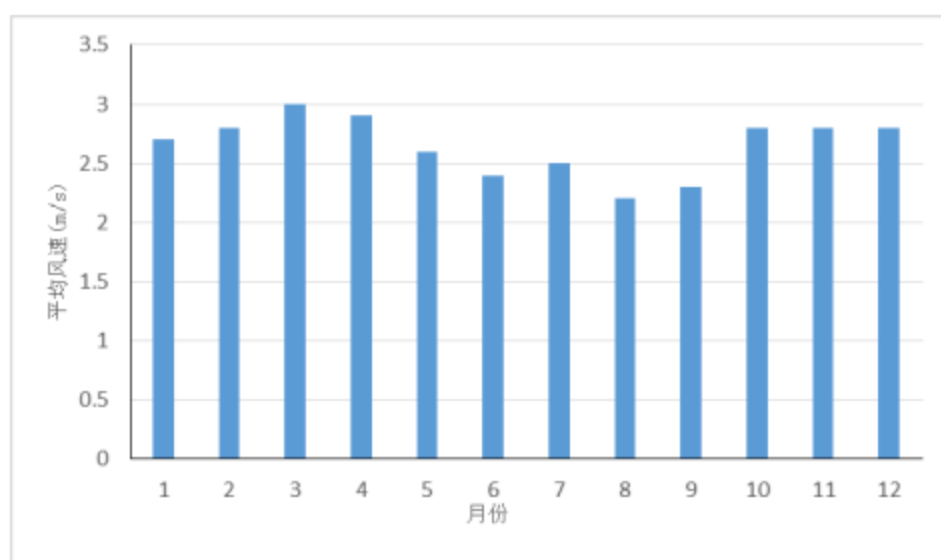


图4.1-19 1990-2019年海口气象站月平均风速

4.1.3.2 最大风速

统计海口气象站 1990-2019 年最大风速(图 4.1-20、图 4.1-21), 结果显示, 30 年平均最大风速 12.2m/s, 搬迁前年最大风速在 5.3-17.3 m/s 之间, 搬迁后, 风速明显偏大, 年最大风速在 10.3-27.5 m/s 之间, 可见年最大风速变化波动幅度较大, 最大风速出现在 2014 年, 为 27.5m/s。

累年各月最大风速在 10.8-27.5m/s 之间, 7-11 月最大风速均超过 15m/s, 月最大风速最大值出现在 7 月份, 为 27.5m/s, 次大值出现在 10 月份, 为 19.3m/s, 1 月最小, 为 10.8m/s。

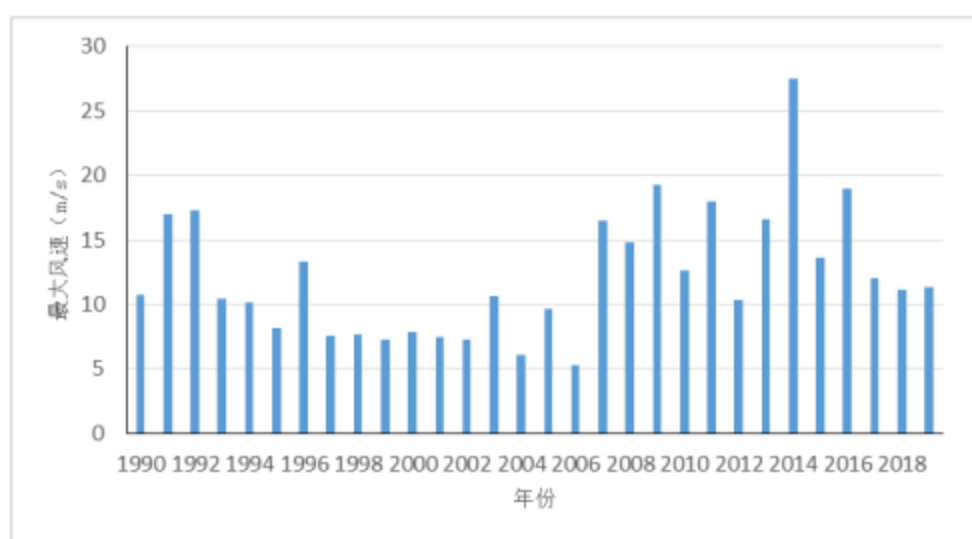


图4.1-20 1990-2019年海口气象站年最大风速

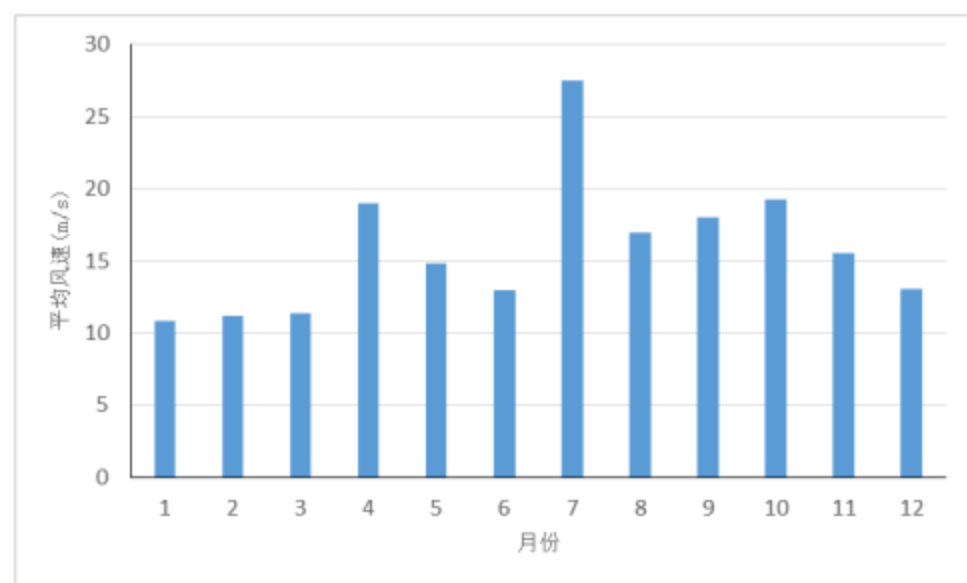


图4.1-21 1990-2019年海口气象站月最大风速

4.1.3.3 极大风速

表 4.1-3 为海口 1990-2019 年期间逐年极大风速。可见,极大风速的最大值为 45.6m/s,出现在 2014 年 7 月 18 日,风向为西南偏西向(WSW);次大值为 37.0m/s,出现在 1991 年 8 月 16 日,对应风向为西北(NW)。年极大风速以 8 月出现频次最多。

表 4.1-3 1990-2019 年海口逐年极大风速

年份	极大风速 (米/秒)	风向	时间 (月日)	年份	极大风速 (米/秒)	风向	时间 (月日)
1990	24.7	NE	0828	2005	22.9	PSE	0926
1991	37	NW	0816	2006	14	NE	0924
1992	34	NE	0713	2007	32.2	NE	0924
1993	20.6	NNE	0808	2008	24.9	SSW	0530
1994	23.1	NE	0913	2009	26.1	NE	0929
1995	17.5	E	0828	2010	19	E	0716
1996	23.5	S	0920	2011	27.5	N	0929
1997	15.8	W	0822	2012	15.8	ENE	1027
1998	18.1	E	1004	2013	29	NE	0803
1999	13.1	E	1019	2014	45.6	WSW	0718
2000	17.9	SW	0731	2015	21.8	WNW	1004
2001	15.2	SW	0607	2016	31.3	W	0411
2002	15	NW	0819	2017	23.2	WSW	0421
2003	24.8	SSE	0825	2018	21.4	NE	0809
2004	15	SSW	0530	2019	21.2	WSW	0816

4.1.3.4 大风日数

统计海口 1990-2019 年大风资料(见图 4.1-22),结果显示:30 年有 137 天大风天气,年平均大风日数为 4.6 天,最多年 28 天(2007 年),最少年 0 天。

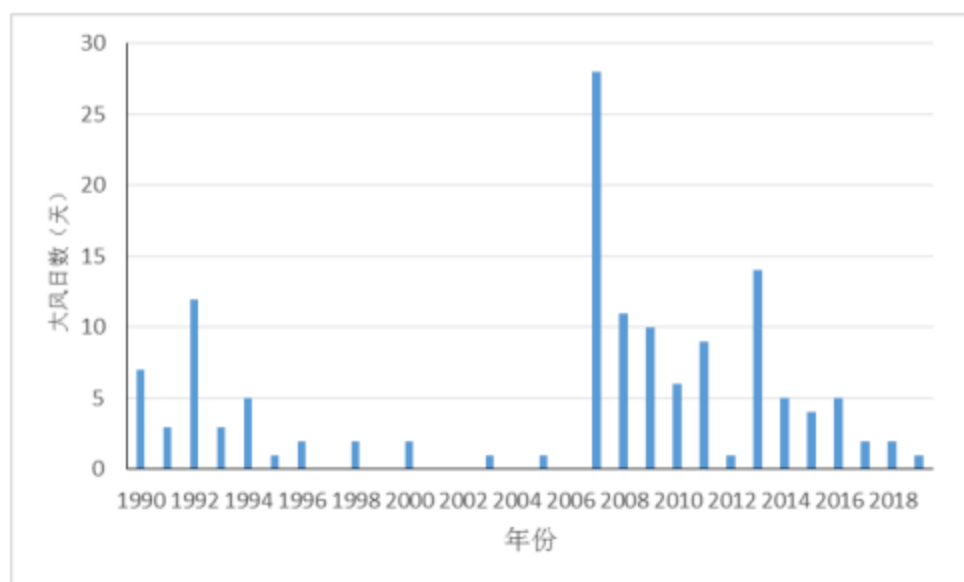
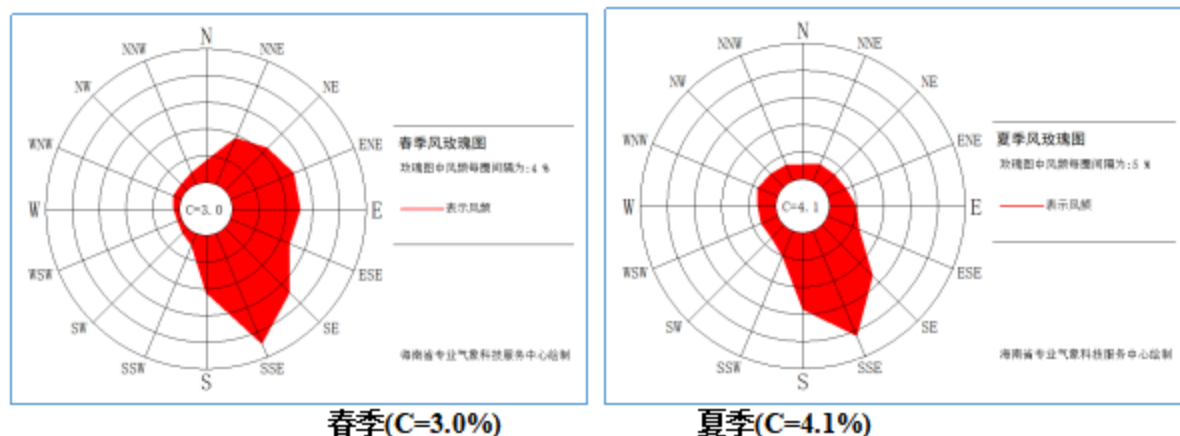


图4.1-22 1990-2019年海口气象站大风日数变化图

4.1.3.5 主导风向

根据海口逐日风向数据统计得到风向的季节及年变化(图 4.1-23)。从季节演变来看,春、夏季的主导风向为东南偏南风(SSE),出现频率分别为 17.7%、20.7%;秋、冬季的主导风向为东北偏东风(ENE),频率分别为 18.2%、22.0%。可以看出,春夏季节海口主要由东南偏南风控制,秋冬季节主要由东北偏东风控制。

从年风向频率可以看出,海口年出现频率最高风向是东北偏东风(ENE),频率为 13.4%,年频率次高风向是东南偏南风(SSE),频率为 11.8%。



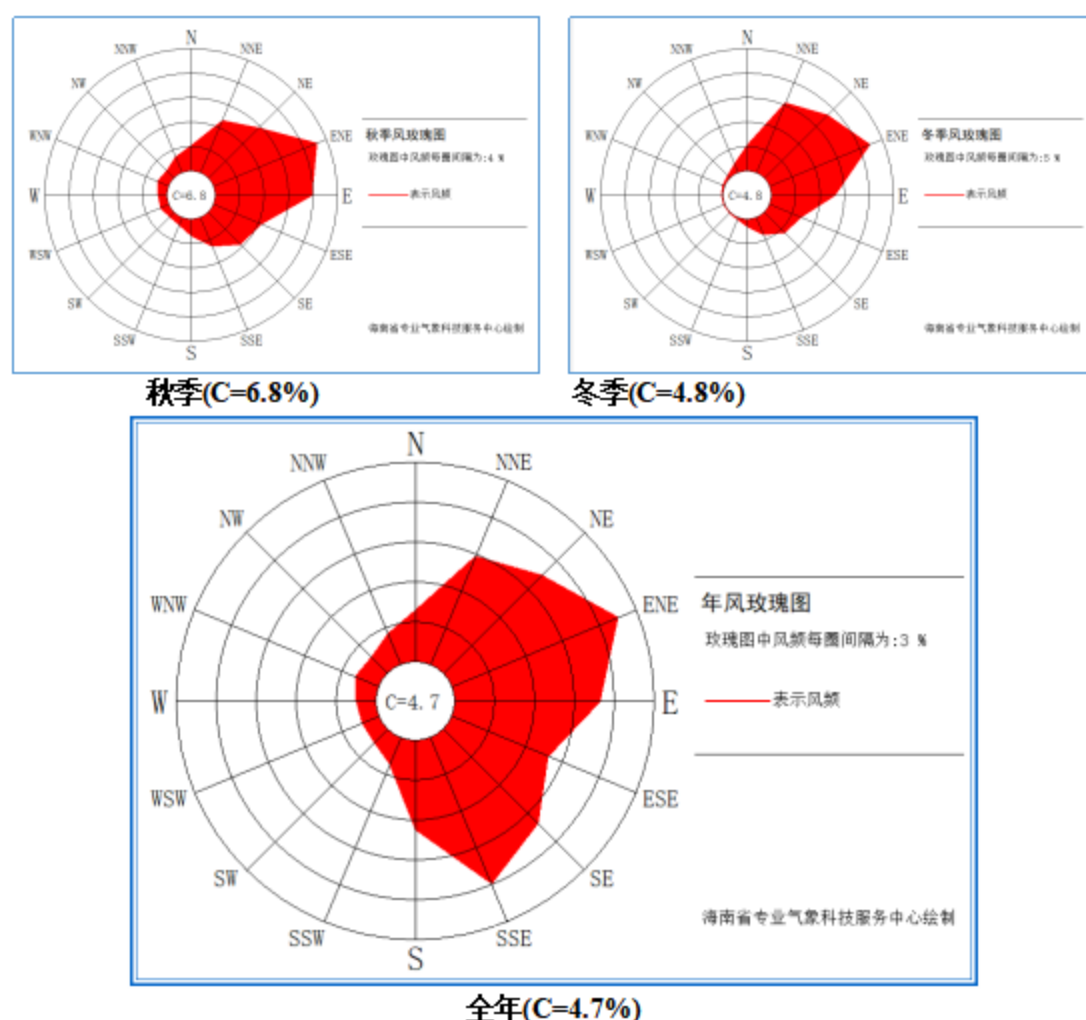


图 4.1-23 1990-2019 年海口气象站春、夏、秋、冬四季和全年风向玫瑰图

4.1.4 雾况

统计海口气象站1951-2019年(图4.1-24), 结果显示, 年平均雾日有25.8天, 年雾日数最大值为58天, 出现在1968年, 次大值出现在1965年, 为53天, 最小值出现在2003年, 为5天, 总体来看, 逐年雾日呈下降的趋势。

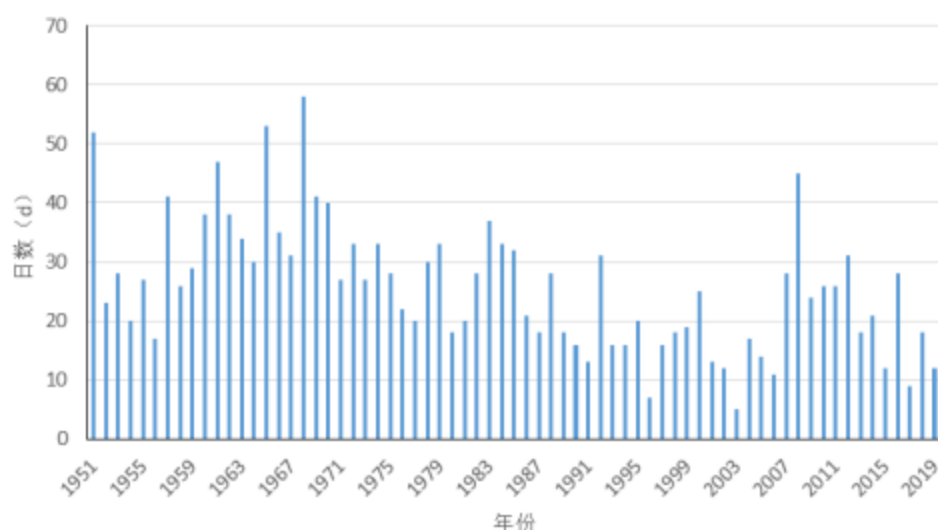


图 4.1-24 1951-2019 年海口逐年雾日数分布

统计海口气象站1951-2019年累年各月平均雾日数(图4.1-25)，雾主要出现在11月份到翌年4月份，集中在冬季和春季，最大值日出现在1月份，为5.56天，夏季基本无雾，秋季为少雾。

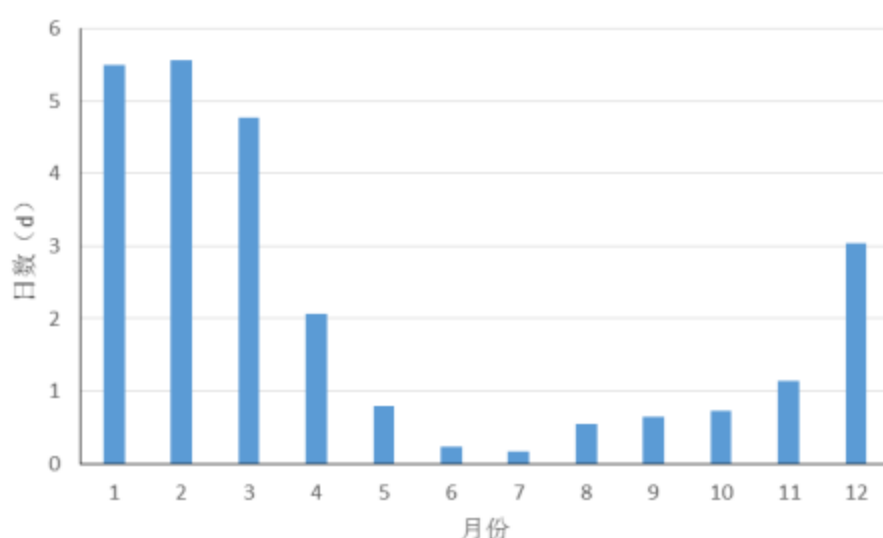


图 4.1-25 1951-2019 年海口逐月平均雾日数分布

4.1.5 相对湿度

由于常年受到来自海洋的气流影响，本区域的湿度相对较大，年平均相对湿度为84%。因主要受海洋性气候影响，全年相对湿度没有明显的季节变化，各月平均相对湿度均在80%以上，平均相对湿度的季节变化很小，年平均呈双峰型；1~3月相对湿度较高，2月份出现最高峰值，为88%其主要由于冬春季之交，冷暖气团常在沿海交锋，多

云、雾、连绵细雨等天气现象，故造成相对湿度较高。第二峰值出现在 9 月，为 85%，主要是由后汛期降雨这一天气现象所造成。11 月份相对湿度最低，为 80%，主要是受到北方干冷的高压脊控制，相对比较干燥。

4.1.6 热带气旋

热带气旋几乎为大部分海洋灾害的诱因，它产生大风的同时，引发灾害性巨浪和风暴潮。根据中国气象局热带气旋资料中心资料，截至 2024 年 10 月，2001~2024 年期间登陆或影响海南的热带气旋有 40 个，年平均 1.67 个，见表 4.1-4。热带气旋的影响范围通常很广，有些台风的大风半径甚至达 300km 左右，会对该范围内的海上作业造成不同程度的影响。在统计的 40 个热带气旋中，其中台风及以上级别的热带气旋有 9 个，热带风暴和强热带风暴有 27 个，热带低压 4 个。热带气旋一般出现在每年的 4~11 月，主要集中在 7~10 月。

表 4.1-4 中国气象局热带气旋资料中心登陆海南的台风资料

年份	我国编号	中文名	海南登录地点	登录时强度等级
2001	0114	菲特	海口	热带低压(TD)
2002	0220	米克拉	三亚	热带风暴(TS)
2003	0308	天鹅	万宁	热带风暴(TS)
	0312	科罗旺	海南北部	台风(TY)
	0320	尼伯特	海南西部	台风(TY)
2004	—	—	—	—
2005	0508	天鹰	琼海	强热带风暴(STS)
	0518	达维	万宁	强台风(STY)
2006	—	—	—	—
2007	0703	桃芝	万宁	热带低压(TD)
	0714	范斯高	文昌	热带风暴(TS)
2008	0801	浣熊	文昌	强热带风暴(STS)
	0817	海高斯	文昌	热带风暴(TS)
2009	0905	苏迪罗	文昌	热带风暴(TS)
	0913	彩虹	文昌	热带风暴(TS)
	0916	芭玛	万宁	热带风暴(TS)
2010	1002	康森	三亚	台风(TY)
2011	1108	洛坦	文昌	强热带风暴(STS)

	1117	纳沙	文昌	台风(TY)
	1119	尼格	乐东	强热带风暴(STS)
2012	—	—	—	—
2013	1305	贝碧嘉	琼海	热带风暴(TS)
	1309	飞燕	文昌	强热带风暴(STS)
2014	1409	威马逊	文昌	超强台风(SuperTY)
	1415	海鸥	文昌	强台风(STY)
2015	1508	鲸鱼	万宁	强热带风暴(STS)
2016	1603	银河	万宁	强热带风暴(STS)
	1621	莎莉嘉	万宁	台风(TY)
2017	—	—	—	—
2018	1804	艾云尼	海口	热带风暴(TS)
	1809	山神	万宁	热带风暴(TS)
	1816	贝碧嘉	琼海	热带低压(TD)
2019	1904	木恩	万宁	热带风暴(TS)
	1907	韦帕	文昌	热带风暴(TS)
	1914	剑鱼	万宁	热带风暴(TS)
2020	2016	浪卡	琼海	强热带风暴 (STS)
2021	2104	小熊	陵水	热带低压 (TD)
	2117	狮子山	琼海	热带风暴 (TS)
	2118	圆规	琼海	强热带风暴 (STS)
2022	2207	木兰	文昌	热带风暴 (TS)
2023	2316	三巴	东方	强热带风暴(STS)
2024	2404	派比安	万宁	强热带风暴(STS)
	2411	摩羯	文昌	超强台风(SuperTY)
	2415	苏力	海南西部	热带风暴

热带气旋直径往往达 600km 以上,在海南岛东部、北部登陆或靠近海南岛东部、北部的热带气旋都对会严重影响海口,近年来影响海口最强的台风为 1409 号超强台风“威马逊”和 1415 号台风“海鸥”以及 2411 号台风“摩羯”。

“威马逊”是继 1973 年台风玛琪后,41 年以来登陆华南的最强风暴,“威马逊”登陆时中心附近最大风力有 17 级(72m/s)中心最低气压 888 百帕。根据国家海洋局海口海洋环境监测中心站于台风期间(2014 年 7 月 17 日~19 日)海口秀英站潮流观测资料,17 日

最高潮位为 139cm，最低潮位为 -22cm (国家 85 高程)，最大波高为 1.6m，最大风速为 5.2m/s；18 日台风登陆时最高潮位为 249cm，最低潮位为 19cm，最大波高达 7.0m，最大风速为 33.4m/s；台风过后 19 日最高潮位为 163cm，最低潮位为 42cm，最大风速为 11.7m/s。“威马逊”造成海南省 18 市县 216 个乡镇 325.8 万人受灾，基础设施严重损毁，农作物大量受损，倒塌房屋 23163 间，直接经济损失 119.5 亿元，海南省 18 日平均降水 264mm，其中文昌、海口降雨量均超过 500mm，水库库容增加 3.18 亿 m^3 ，241 个水库泄洪。

台风“海鸥”登陆时中心附近最大风力为 13 级(40m/s)，中心最低气压为 960 百帕。根据国家海洋局海口海洋环境监测中心站于台风期间(2014 年 9 月 15 日~17 日)海口秀英站潮流观测资料，15 日最高潮位为 158cm，最低潮位为 8cm (国家 85 高程)，最大波高为 1.0m，最大风速为 9.3m/s；16 日台风登陆时最高潮位为 354cm，最低潮位为 -21cm，最大波高达 6.1m，最大风速为 20.8m/s；台风过后 17 日最高潮位为 213cm，最低潮位为 13cm，最大波高达 1.4m，最大风速为 5.2m/s。台风“海鸥”路径走向与超强台风“威马逊”接近，但受回南风及天文潮造成海水倒灌影响，海口、文昌等地形成灾情叠加效应，澄迈、临高、儋州、琼海一带灾情较“威马逊”期间更为严重，海南省有 17 个市县 219 个乡镇(街道、农场)受灾，受灾人口 286.5 万人，房屋受损倒塌 441 间，农作物受灾面积 215.1 万亩，直接经济损失 57.874 亿元。

2024 年第 11 号台风“摩羯”(超强台风级)的中心于 9 月 6 日下午 16 时 20 分前后在海南省文昌翁田沿海登陆，登陆时为超强台风级，中心附近最大风力 17 级以上(62 米/秒)，中心最低气压为 915 百帕。台风“摩羯”成为登陆中国的最强秋台风。这场风暴带来了强风和暴雨，导致大量房屋损毁、农作物受损、道路阻塞以及水电供应中断。台风“摩羯”共造成全省 19 个市县 52.61 万人受灾，其中海口倒塌房屋约 400 间，损坏房屋 3 万多间，农作物受灾面积 5.7 万公顷，造成直接经济损失超 260 亿元，因灾死亡 1 人。文昌房屋受损 2.5 万余间，农作物受灾面积约 27 万亩、绝收约 16 万亩，预计经济损失总计 327 亿元。

4.1.7 风暴潮

风暴潮是由台风、寒潮大风、气压骤变等原因引起的海面异常升降现象。风暴潮叠加在正常潮位上，同时叠加风浪、涌浪，三者共同作用引起的沿岸海水暴涨而酿成的巨大灾害，称之为风暴潮灾害。风暴潮分为台风风暴潮和温带风暴潮，海南主要受台风风

暴潮影响，台风风暴潮的特点是：多见于夏秋季节，来势猛、速度快、破坏力强。截至2024年10月，根据《中国海洋灾害公报》《海南省海洋灾害公报》和《海南省生态环境状况公报》等相关资料，近十年海南岛沿岸风暴潮情况如下：

2014年1409号超强台风“威马逊”在海南岛沿岸引发不同程度的风暴增水，对海口、文昌造成严重的风暴潮灾害。海口秀英验潮站的最大增水为215 cm，超过当地警戒潮位53 cm。受1409号台风“威马逊”（超强台风级）引起的海洋灾害影响，海南省受灾人口132.30万人。倒塌房屋22663间，水产养殖受灾面积10.37千公顷，水产养殖损失13.24万吨，毁坏渔船523艘，损坏渔船1954艘，损毁码头1.18千米，损毁防波堤3.11千米，损毁海堤、护岸1.61千米，损毁道路9.88千米，淹没农田22.53千公顷。死亡（含失踪）6人，直接经济损失27.32亿元。1415号强台风“海鸥”在海南岛沿岸引发不同程度的风暴增水，造成海南岛北部的海口、文昌、澄迈出现严重的风暴潮灾害。海口秀英验潮站的最大增水为199 cm，出现了破历史记录的高潮位，超过当地警戒潮位147 cm。受1415号台风“海鸥”（强台风级）引起的海洋灾害影响，海南省受灾人口121.72万人。倒塌房屋11间，水产养殖受灾面积4.21千公顷，水产养殖损失0.78万吨，毁坏渔船576艘，损坏渔船991艘，损毁码头0.05千米，损毁防波堤9.70千米，损毁海堤、护岸2.58千米。直接经济损失9.26亿元。

2015年1522“彩虹”台风风暴潮在海南岛沿岸引发不同程度的风暴增水，海口秀英验潮站出现了超过当地警戒潮位41 cm的高潮位。受1522号台风“彩虹”（强台风级）引起的海洋灾害影响，海南省水产养殖受灾面积0.15千公顷，养殖设备、设施损失150个。毁坏渔船1艘，损毁防波堤0.10千米。死亡（含失踪）2人，直接经济损失0.33亿元。

2016年1621“莎莉嘉”台风风暴潮造成海南省水产养殖受灾面积3.19千公顷，海岸工程损毁5.23千米，损毁船只143艘。直接经济损失3.54亿元。

2017年未出现风暴潮过程。

2018年1804号热带风暴“艾云尼”和1809号热带风暴“山神”登陆海南岛，在海南岛沿岸引发不同程度的风暴增水，但均未超当地蓝色警戒潮位。未出现明显灾害过程。

2019年1907号热带风暴“韦帕”在海南省文昌市附近沿海登陆，在海南岛沿岸引发不同程度的风暴增水，海南省东方站和秀英站的最高潮位均超过当地蓝色警戒潮位值。造成直接经济损失0.04亿元。

2020 年 2017 号台风“沙德尔”掠过海南岛以南海面，虽然未登陆海南岛沿海，但“沙德尔”在海南岛沿岸引发了不同程度的风暴增水，其中秀英站出现了超过当地黄色警戒潮位的高潮位，清澜站、莺歌海站和东方站出现了超过当地蓝色警戒潮位的高潮位。该台风风暴潮造成海南省直接经济损失 0.153 亿元。

2021 年 2118 “圆规”台风风暴潮造成死亡（含失踪）1 人，直接经济损失 7133.02 万元。

2022 年海南省沿海发生 3 次台风风暴潮过程，分别由 2203 号台风“暹芭”、2220 号强台风“纳沙”和 2222 号台风“尼格”引发。未造成明显灾害。

2023 年海南省沿海发生 3 次台风风暴潮过程，分别由 2304 号台风“泰利”、2306 号超强台风“苏拉”和 2316 号强热带风暴级台风“三巴”引发，均未造成人员死亡(含失踪)和直接经济损失，以上台风风暴潮过程海南岛沿海各潮位站均未出现达到当地蓝色警戒潮位的高潮位。未造成明显灾害。

2024 年海南省沿海发生 3 次台风风暴潮过程，分别由 2402 号台风“派比安”（强热带风暴级）、2411 号台风“摩羯”（超强台风级）和 2415 号台风“苏力”（热带风暴级）引发。2402 “派比安”台风风暴潮过程海南岛各站均未出现超过当地蓝色警戒潮位的高潮位；2411 “摩羯”台风风暴潮过程，海南岛沿海出现了 34 cm 至 300 cm 的风暴增水，其中文昌铺前验潮站的增水最大，为 300 cm，最高潮位 304 cm，超过当地红色警戒潮位 28 cm；海口秀英验潮站出现了 223 cm 的最大增水，实测潮位 305 cm，超过当地红色警戒潮位 29 cm，澄迈马村验潮站出现了 188cm 的最大增水，实测潮位 304 cm，超过当地橙色警戒潮位 11 cm。2415 “苏力”台风风暴潮过程海口秀英和文昌铺前站出现超过当地蓝色警戒潮位的高潮位。

4.2 区域社会经济环境概况

4.2.1 社会环境概况

海口市分设秀英、龙华、琼山、美兰 4 个区，共辖 23 个镇和 18 个街道办事处，150 个社区居委会、249 个村民委员会、2504 个经济社(村民小组)、4 个农垦农场、2 个省属农场。其中，秀英区辖秀英、海秀 2 个街道办事处，长流、西秀、海秀、石山、永兴、东山 6 个镇，共 16 个社区居民委员会、70 个村民委员会；龙华区辖中山、滨海、大同、金贸、金宇、海垦 6 个街道办事处，城西、龙桥、龙泉、新坡、遵谭 5 个镇，东昌 1 个农场，共 64 个社区居民委员会、54 个村民委员会；琼山区辖国兴街道办事处，府城、

龙塘、云龙、红旗、旧州、三门坡、甲子、大坡 8 个镇，红明、大坡、东昌、岭脚 4 个农场和长昌煤矿，共 18 个社区居民委员会、72 个村民委员会；美兰区辖白龙、白沙、博爱、海甸、蓝天、海府路、人民路、和平南、新埠 9 个街道办事处，灵山、演丰、三江、大致坡 4 个镇，桂林洋、罗牛山、三江 3 个农场，共 52 个社区居民委员会、53 个村民委员会。

本项目位于海口市秀英区海口湾新海港区，秀英区总面积 511.5km²，下辖海秀、长流、西秀、石山、永兴、东山 6 个镇和秀英、海秀 2 个街道办事处，常驻人口 38 万人。

4.2.2 经济环境

根据《2021 年海口市政府工作报告》，2020 年海口市实现地区生产总值 1791.6 亿元，增长 5.3%；固定资产投资 1221.4 亿元，增长 9.9%；社会消费品零售总额 835.9 亿元，增长 1.5%；地方一般公共预算收入 186.1 亿元，增长 0.4%；城镇常住居民人均可支配收入 40049 元，增长 2.8%；农村常住居民人均可支配收入 17405 元，增长 8.0%。全市地区生产总值、固定资产投资、社会消费品零售总额全省占比分别达到 32.4%、35.2%、42.3%。

根据海口市秀英区统计局公布的 2020 年前三季度秀英区国民经济和社会发展统计信息，秀英区 2020 年前三季度农业总产值 21.14 亿元，比去年同期增长 4.3%；工业总产值 234.3 亿元，比去年同期降低 3.7%；社会消费品零售总额 182.86 亿元，比去年同期降低 6.1%；固定资产投资总额比去年同期增长 3.3%；全体居民人均可支配收入 23375 元，比去年同期增长 3.3%；城镇常住居民人均可支配收入 26201 元，比去年同期增长 2.5%；农村常住居民人均可支配收入 13584 元，比去年同期增长 5.7%。

4.3 区域海洋资源和海域开发利用与保护概况

4.3.1 海洋资源概况

4.3.1.1 港口资源

海口市港口岸线资源丰富，从西到东可分为以下几个岸段：马村岸段、盈滨~天尾岸段、海口湾岸段。如今的海口港共有秀英港、新港、马村港三个港区，港口岸线总长 4614m，拥有各类生产性码头泊位 33 个，客滚船舶 21 艘(总吨位 43799 吨)和生产辅助船舶 5 艘，各类主要生产机械设备共 236 台，仓库 27 间共 7.39hm²，堆场 12.85hm²。“三港合一”，海口港越发凸显其海南港航旗舰的地位。海口港群是海南省对外交通和外贸

运输的主要口岸，承担了海南省大部分货运和客运交通，是海南能源、原材料的转运中心，也是我国沿海的主要枢纽港之一。

海口秀英港是目前海口港的主要港区，是全国 73 个对外开放一类沿海水运口岸之一。现有三家码头区，泊位 23 个，主要经营大宗散杂货、集装箱、货车滚装运输，在整个海口港的货物吞吐量构成中占有 50% 以上的份额。新港港区是海口港的公用港区之一，由多家企业码头组成，其中，北岸段有盐务局码头、海警码头、海关码头、航道局码头和武警码头等，南岸段有航道局新港码头和水产码头。现有泊位 53 个，主要为小型泊位，以经营过海峡的车客滚装运输和短途客运为主，兼营小宗散杂货和建筑材料，以及少量集装箱运输。马村港区位于澄迈湾东侧岸线上，主要由业主码头组成，有散货或散杂泊位 5 个，主要经营油气危险品和煤炭，还有少量建筑材料。新开辟的新海港区位于海口湾西端，有火车轮渡码头和油气码头泊位 3 个，经营火车货客滚装轮渡和油气危险品。

4.3.1.2 渔业资源

海口市控制区范围内沿岸有南渡江、美舍河、五源河、那博水、美崖水、演州河、演丰西河、罗雅河等注入海域，多年平均入海径流量为 60 多亿 m^3 以上，携带大量有机物质和各种无机盐类入海，给近岸海域生物提供充足的饵料和养分，饵料生物资源丰富，形成了鱼虾类洄游索饵、繁殖生长和栖息的良好生态环境。

海口市主要海洋经济鱼类有马鲛鱼、鱿鱼、黄花鱼、乌贼、金线鱼等 100 多种；虾类有墨吉对虾、斑节对虾、沙虾、毛虾和青虾等；蟹类有青蟹、小蟹、梭子蟹等；贝类有泥蚶、毛蚶、牡蛎、江瑶、文蛤等。还有海马、海蜇、沙虫、江蓠。鱼类资源种类多，群体小，在渔获物中除了毛虾群体较大外，都没有占绝对优势的种类。另外，鱼类既有地方性又有洄游性，而地方性的鱼类为大多数，均在琼州海峡 60m 等深线以内，自西至东分布广泛，但密度小，混栖生存，成为多种作业的捕捞对象。在当地渔民的反复高强度的捕捞之下，海洋渔业资源也日渐枯竭。

海水养殖主要有鱼类、贝类、虾类、蟹类和江蓠。鱼类养殖主要分布在美兰区演丰镇、三江镇，秀英区西秀镇等，主要品种有：鲈鱼、石斑鱼、美国红鱼、军曹等鱼类；贝类养殖主要分布在美兰区三江湾、东寨港，秀英区西秀镇荣山村，主要品种有：牡蛎、泥蚶和鲍鱼；虾类养殖对虾养殖是海水养殖的优势品种，主要分布在美兰区演丰镇、灵山镇、三江镇、新埠街道办，秀英区西秀镇等，主要品种有：南美白对虾、斑节对虾等；

蟹类养殖以养殖青蟹为主，主要分布在美兰区演丰镇、三江镇、灵山镇、新埠岛等；江蓠养殖主要养殖地在秀英区西秀镇、美兰区灵山镇。

4.3.1.3 旅游资源

海口市地处低纬度，属热带季风海洋性气候，日照时间长，天气暖和，长夏短冬，是我国难得的热带滨海旅游度假休闲和避寒胜地。海口旅游圈景点体系较为完备，主要旅游产品有温泉度假、滨海休闲、海上运动、主题公园、高尔夫运动、人文遗址、自然奇观等，经过长期不断的开发已形成了一定的规模效应。海口是“全国环境综合整治十佳城市”、“全国卫生城市”。海口空气污染指数平均值仅为 28，居全国大中城市之首。海口绿化覆盖率达 42%，地下水水质优良，近岸海域海水水质大多数达到国家一级标准。因此海口被“世界卫生组织”选定为中国第一个世界健康试点城市。

海口的旅游项目多种多样，商务、会展旅游已成雏形，海口的旅游商品也十分丰富。海南椰雕、贝壳工艺品、水晶和珍珠饰品、热带水果以及天然椰子汁、力神咖啡、鹿龟酒等，在国内外都享有盛名。

由于海南岛最长的河流南渡江穿过海口市中部而入海口湾，给近海海域带来丰富的泥沙，形成象海甸岛和新埠岛等岛屿和广阔的滩涂。海岸大多为砂质海岸，地貌结构复杂，形态多变。沙滩、沙丘、泻湖、沙岛、离岸沙堤构成多样的海岸景观。海岸、沙滩、海水、热带作物以及气候都是海口市发展旅游的自然条件和资源。主要的风景旅游区有美丽沙滨海风景区和西海岸海滨风景区。目前，海口湾的旅游资源开发程度较高，在海口湾从东到西，已开发建设的有西海岸带状公园、万绿园等景区与景点以及沿岸的度假酒店和滨海住宅区。

4.3.1.4 海岛资源

海口市近岸海域有居民海岛共 3 个，分别为海甸岛、新埠岛、北港岛，其中海甸岛、新埠岛为优化利用海岛，北港岛为一般开发类海岛。

海口市管辖海域内共 12 个无居民海岛，分别为草岛、东华坡岛、罗北堆、罗亭坡岛、上洋墩、四脚坡岛、小叶岛、洋仔墩、野菠萝岛、竹排坡岛、浮水墩和南渡江口岛。

4.3.1.5 岸线资源

根据 2021 年海南省批复海岸线，海口市海岸线长 161.81km，其中自然岸线 97.63km，人工岸线 62.50km，其他岸线 1.68km。文昌市海岸线长 303.188km，其中自

然岸线 207.915km，人工岸线 94.879km，其他岸线 0.394km。

本项目论证范围内海岸线长度约为 15.18km，其中涉及到的自然岸线 9.83km，涉及到人工岸线为 5.28km，涉及到其他岸线为 0.08km。其中自然岸线二级类为砂质岸线，人工岸线二级类为填海造地和构筑物，其他岸线二级类为河口岸线。

4.3.1.6 生态资源

海口市的海洋生态资源主要为红树林，红树林主要分布于泥质滩涂海湾和受潮汐影响的河口海岸，涨潮时树根被淹没，退潮时显露，被称为“海上森林”。红树林是热带、亚热带海湾、河口泥滩上特有的常绿灌木和小乔木群落。红树林生态系是世界上最富多样性、生产力最高的海洋生态系之一。海口市红树林连片面积最大、分布最为密集的是东寨港红树林自然保护区，该保护区面积为 2601 hm^2 。除此之外，在河口、港湾等地均有小面积生长。与珊瑚礁一样，红树林也是天然防波护岸的屏障，而且具有较高的科研价值和观赏价值。红树林海滩，营养物质丰富，生态环境良好，是鱼、虾、蟹、蛇鳗和螺等海洋生物的栖息地，并为大量珍稀鸟类提供越冬和栖息觅食场所，构成高生产力的海洋生态系统。红树的茎、根和树皮，还可作为医药和轻工业原料。沿海潮间带红树林具有降解污染的作用，进一步促进了海岸带的生态平衡。同时，红树林以它独特的自然景观，形成了海上森林，风光秀丽，可供国内外游客参观游览。

东寨港红树林是世界上少有的自然保护区，据初步调查，东寨港红树林面积共 2000 公顷，有维管束植物 108 科 298 属 395 种，其中红树林植物 16 科、32 种，占世界红树林植物总数 82 种的 39%，占中国红树林总类的 92%。此外，还有半红树林植物 20 科 30 种。保护区内动物种类众多，现有哺乳类动物 8 种、鸟类 159 种、两栖爬行类 7 种、蝶类 6 科 27 种、鱼类 57 种、两栖动物 92 种。其中珍稀濒危鸟类 16 种。

4.3.2 海域开发利用现状和权属现状

项目位于新海港交通运输用海区，评价范围内已确权的用海项目主要有：南海明珠二期临时码头工程、长流污水处理厂海底排污管线工程、新海港滚装客运码头、新海港交通枢纽（GTC）配套及排海方沟海域段工程、粤海铁路通道琼州海峡火车轮渡工程、千禧酒店填海工程、海阔天空海上驿站、西海岸生态整治与修复项目等。项目附近海域开发利用现状分布详见图 4.3-1，项目附近确权用海项目见表 4.3-1。



图 4.3-1 项目周边海域开发利用现状

表 4.3-1 项目周边海域开发利用情况一览表

用海项目	用海类型	用海方式	面积 (公顷)	用海期限	与本项目相对 位置关系
粤海铁路通道琼州海峡火车轮渡工程	交通运输用海	非透水构筑物	12.6426	2068 年 08 月 29 日	西南侧, 2.5km
		专用航道、锚地及其它开放式	106.866		
海口港二期深水泊位起步工程	港口用海	港池	44.45	2057 年 08 月 02 日	西侧, 1.3km
海口港新海港区汽车客货滚装码头一期起步工程项目		建设填海造地	89.6522		
海口港新海港区新增用海项目		建设填海造地	38.2285	2064 年 10 月 30 日	西侧, 1.3km
新海港交通枢纽 (GTC) 配套及排海方沟海域段工程	交通运输用海	非透水构筑物、港池、蓄水等	6.9340	2066 年 04 月 17 日	西侧, 1.3km
海口市长流污水处理厂海底排污管线工程	电缆管道用海	透水构筑物	1.7088	2062 年 7 月 28 日	西南侧 2.2km
海口市千禧酒店填海工程项目	旅游基础设施用海	海底电缆管道	8.7852	2049 年 09 月 30 日	西北侧, 0.6km
海口湾南海明珠人工岛二期项目临时码头工程 (已到期)		透水构筑物	1.1393		
		建设填海造地	7.2320	2060 年 06 月 10 日	东侧, 2km
海阔天空海上驿站	旅游娱乐用海	非透水构筑物	9.0685	2022 年 11 月 11 日	西北侧, 0.5km
西海岸生态整治与修复项目	特殊用海	透水构筑物	0.8169	2039 年 11 月 4 日	东侧, 4.5km
		透水构筑物、取排水口	1.7586	2061 年 7 月 21 日	东侧, 0.55km

5 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

5.1.1 潮汐

本报告引用秀英海洋站(110° 17'E, 20° 01'N)验潮资料代表其潮汐状况。根据秀英站 2008 年~2012 年验潮资料调和分析,可知潮汐形态数($F=(HK1+HO1)/HM2$)为 3.48,属不正规日潮。在月球赤纬较大的日期,潮汐现象为一日有一次高潮和一次低潮,潮差最大,为大潮期;月球赤纬较小的日期,潮汐现象为一日有两次高潮和两次低潮,潮差较小,为小潮期。图 5.1-1 是秀英站典型大小潮潮位曲线。



图 5.1-1 秀英站典型大小潮潮位曲线

(1) 基面关系

根据秀英站多年潮位资料统计及计算结果,图 5.1-2 给出基面关系图。

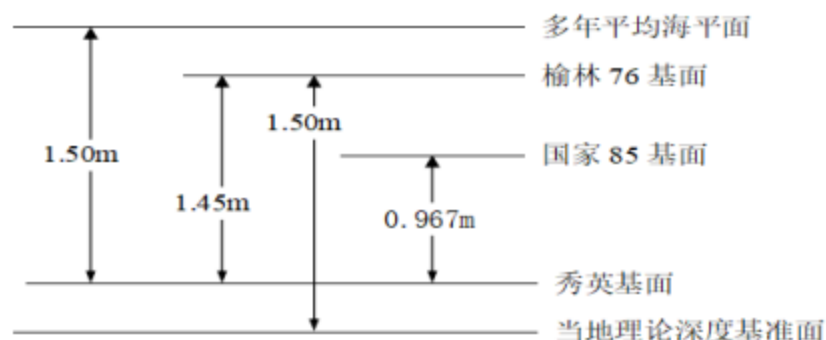


图 5.1-2 基面换算关系图

(2) 潮汐性质

对秀英站 2008 年~2012 年的验潮资料统计,潮位特征值如下(以 85 基面起算):

最高潮位为: 2.28m

最低潮位为：-0.86m

平均高潮位：1.17m

平均海平面：0.61m(2008-2012)

平均低潮位：-0.04m

平均潮差：1.21m

最大潮差：3.60m

秀英站潮差月变化见图 5.1-3，由图可以看出，平均最大潮差和平均潮差的峰值发生在 1 月和 7、8 月份。

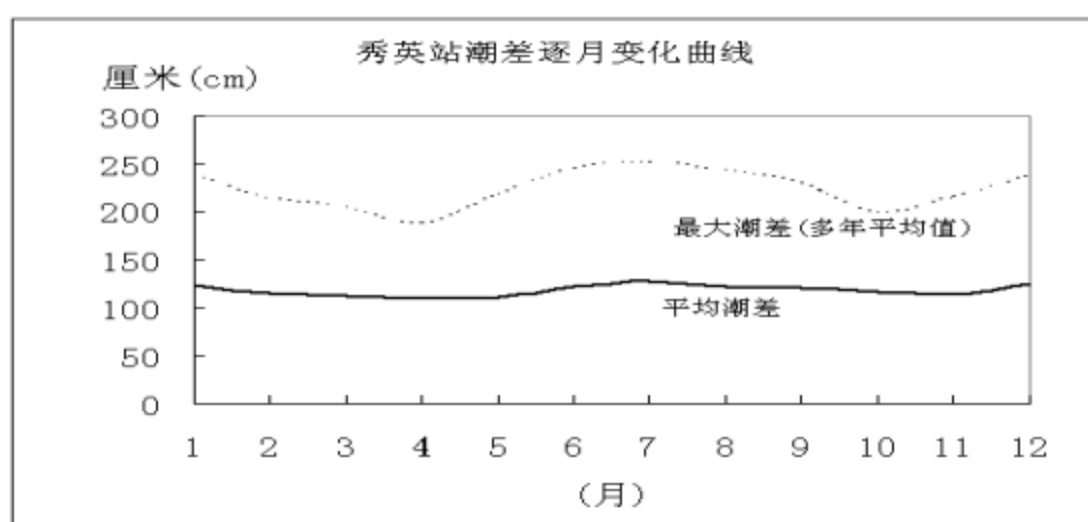


图 5.1-3 秀英站潮差月变化图

5.1.2 潮流

本项目水文资料为《粤海大道排涝通道及配套工程海洋水文动力秋季调查报告》，海南安纳检测技术有限公司，2025 年 3 月)。海南安纳检测技术有限公司于 2024 年 9 月 23 日~10 月 8 日在琼州海峡附近海域开展水文调查工作。

大潮期布设 5 个海流观测站，在各站同步进行流速、流向、悬沙含量、盐度等要素观测，观测 26 时次，并同步取样。同时，布设 2 个潮位观测站，从 9 月 23 日至 10 月 8 日连续观测 15 天，每隔十分钟读取一次数值，以获取潮位实测数据。观测站位分布见图 2.2.2-1，观测站位坐标详见表 2.2.2-1。

图 5.1.2-1 观测站位分布图

表5.1.2-1 大潮期海流、潮位观测站位坐标

(1)潮汐特征

根据实测潮位数据，海流观测期间 W1、W2 号站高、低潮位资料统计大潮期潮汐特征值，见表 2.2.2-2，图 2.2.2-2 为潮位过程曲线图。本海区潮汐特征如下：

观测时段 W1 号站最高潮时出现于 25 日 11:00，潮高为平均海平面以上 1.78m，最低潮时出现于 24 日 19:30，潮高为平均海平面以下 0.52m，最大涨潮潮差 2.30m，最大落潮潮差 2.24m；W2 号站最高潮时出现于 25 日 11:00，潮高为平均海平面以上 1.45m，最低潮时出现于 24 日 19:50，潮高为平均海平面以下 0.24m，最大涨潮潮差 1.69m，最大落潮潮差 1.60m。

表2.2.2-2 大潮期W1、W2、W3号站潮高、潮时统计表

项目	W1 号站		W2 号站	
	潮时(Hrs)	潮高(m)	潮时(Hrs)	潮高(m)
2024.9.24	10:00	1.72	10:00	1.36
	19:30	-0.52	19:50	-0.24
2024.9.25	11:00	1.78	11:00	1.45
	11:00	1.78	11:00	1.45
最大涨潮潮差(m)	2.30		1.69	
最大落潮潮差(m)	2.24		1.60	

潮位过程曲线图(2024年9月24日~9月25日) 潮高基面：1985国家高层基准

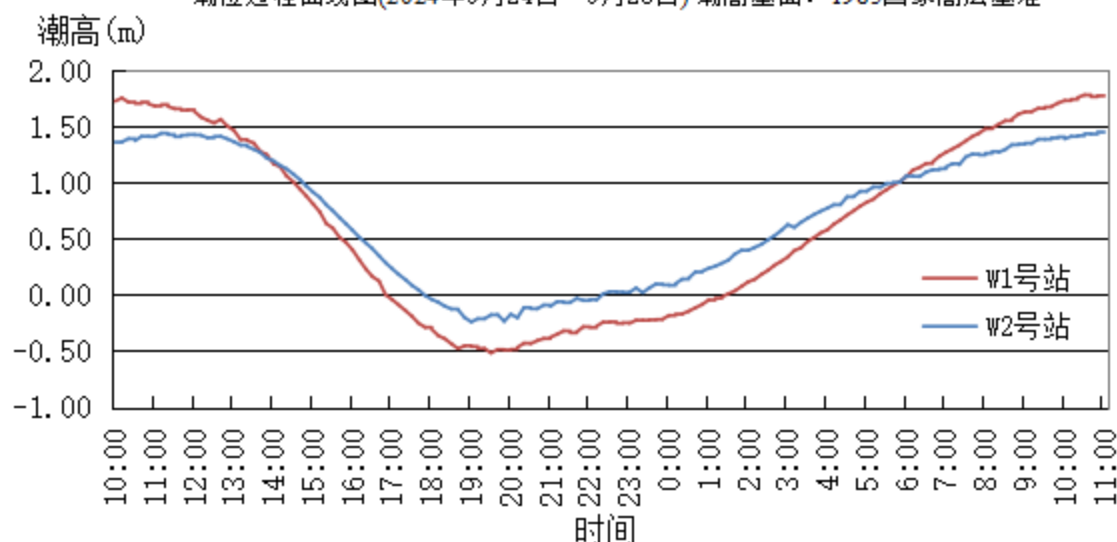


图2.2.2-2潮位过程曲线图

(2) 海流

根据大潮期在观测海域潮流调查提供的结果，将实测资料整理成流速、流向报表(附表 6.2)，S1、S2、S3 号站位采取潮位 W1 号站整点观测资料，S4、S5 号站位均采取潮

位 W2 号站整点观测资料, 绘制出大潮各站流速、流向分布图、各层潮流矢量图以及海流矢量时间序列图(图 2.2.2-3~图 2.2.2-19), 并对大潮涨落潮期各层流速特征值进行统计, 见表 2.2.2-3。分析观测期间工程海域潮流特征如下:

①大潮期观测海域各站位潮流类型基本为往复流, S1、S2、S4 号站潮流流向主要集中在东北-西北方向, S3、S5 号站主要集中在东南-西北。

②大潮期涨潮最大流速为 157.8cm/s, 流向为 ESE 向, 出现在 S4 号站 0.8H 层。落潮最大流速为 145.2cm/s, 流向为 ESE 向, 出现在 S4 号站 0.8H 层。各站表层流速介于 8.7cm/s~145.2cm/s 之间, 0.2H 层流速介于 5.8cm/s~143.5cm/s 之间, 0.4H 层流速介于 7.4cm/s~141.2cm/s 之间, 0.6H 层流速介于 5.3cm/s~142.4cm/s 之间, 0.8H 层流速介于 4.9cm/s~157.8cm/s 之间, 底层流速介于 7.4~141.8cm/s 之间。

③大潮期, 从流速最大值来看, S4、S5 涨潮各层流速最大值大于落潮各层流速最大值, S2 落潮各层流速最大值大于涨潮各层流速最大值, 涨、落潮潮流流速最大值最大相差 44.9cm/s, 出现在 S4 号站 0.2H 层; 从各站潮流平均流速上看, S1、S3、S4、S5 号站位涨潮各层流速平均值均强于落潮各层流速平均值, 涨、落潮各层潮流流速平均值最大相差 47.4cm/s, 出现在 S4 号站 0.4H 层。

表 2.2.2-3 大潮期实测海流涨落潮期各层流速特征值统计表

④余流

余流主要是由热盐效应、风和地形等因素引起的流动, 它是从实测海流资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。表 2.2.2-4 为大潮观测期间各站余流统计表, 图 2.2.2-20 为大潮观测期间各站余流玫瑰图。现根据调查资料, 分析本次观测该海区余流特征如下:

各站余流差异较大, 季节因素和潮型对其影响较多。从垂线平均来看, S1、S2、S4 号站余流流向为 SSW 向, S3 号站余流流向为 WSW 向, S5 号站余流流向为 WNW 向; 垂线余流流速最大为 16.8cm/s, 出现在 S5 号站; 最小为 2.3cm/s, 出现在 S3 号站。各站表层余流流速在 2.8~23.2cm/s 之间, 0.2H 层流速介于 1.8~18.8cm/s 之间, 0.4H 层流速介于 1.6~14.8cm/s 之间, 0.6H 层流速介于 2.8~17.1cm/s 之间, 0.8H 层流速介于 4.7~17.2cm/s 之间, 底层流速介于 5.0~17.7cm/s 之间。

表 2.2.2-4 大潮期各站余流流速、流向统计表

图 2.2.2-20 各站余流矢量图

(3) 悬沙

各站各层含沙量特征值见表 2.2.2-5, 涨落潮含沙量最大值见表 2.2.2-6, 各站含沙量分布见图 2.2.2-21~图 2.2.2-25。分析观测期间本海区含沙量有如下特征:

观测期间含沙量浓度最大值出现在 S5 号站底层, 为 266.72mg/L, 最小值出现在 S4 号站底层, 为 7.38mg/L。

观测期间含沙量平均值介于 12.08~141.23mg/L 之间, 最大值出现在 S5 号站表层, 最小值出现在 S4 号站 0.6H 层, S5 号站平均含沙量大于其它站位。

表 2.2.2-5 各站各层含沙量特征值表 (单位: mg/L)

表 2.2.2-6 涨落潮含沙量最大值(单位: mg/L)

5.1.3 波浪

根据玉苞站、新海站、马村站实测波浪资料分析, 获得波浪分级频率统计结果如表 5.1-4 所示, 图 5.1-17~图 5.1-19 为各站波玫瑰图。

玉苞海洋站 (-10.0m 水深处), 常浪向和次常浪向分别为 NE 向和 ENE 向, 频率分别占 30.82%和 24.26%, 强浪向为 NE 向。最大波高为 7.7m, 波向为 NE 向, 最大周期为 7.1s, 全年平均波高 $H_{1/10}=0.6m$, 平均周期为 2.9s。

新海海洋站 (-10.0m 水深处), 常浪向和次常浪向分别为 ENE 向和 NE 向, 频率分别占 19.95%和 14.13%, 强浪向为 W 向。最大波高 $H_{1/10}=3.8m$, 最大周期为 7.5s, 全年平均波高 $H_{1/10}=0.8m$, 平均周期为 3.5s。但在 1991 年 8 月和 1996 年 9 月 20 日期间, 因受 9111 号和 9618 号热带气旋的影响, 本站实测到最大波高分别为 6.2m 和 5.4m, 最大周期分别为 7.4s 和 7.5s, 瞬时最大风速为 35.7m/s 和 35.0m/s, 风向为 NW 向和 WSW 向。

在海口电厂附近 (-6.0m 水深处), 常浪向和次常浪向分别为 NE 向和 NNE 向, 频率分别占 26.73%和 17.92%, 强浪向为 NNW 向。特别是 NW 向波浪, 在向石礁湾岸边传播过程中, 受到石礁湾北侧-2m 水下沙洲的影响, 波浪会发生破碎, 波能将大大减弱。

表 5.1-4 波浪分级频率统计结果 (单位: %)

站位	分级 (m)	N	NNE	NE	ENE	E	W	WNW	NW	NNW
玉苞海洋站 (1960~1969)	0.0~0.5	5.8	3.8	19.1	10.0	2.8	0.6	0.8	6.6	4.1
	0.6~1.2	3.6	1.9	9.1	11.8	1.6	0.3	0.6	1.7	1.2
	1.3~1.8	1.2	0.6	2.2	2.1	0.2	0.03	0.1	0.2	0.3

	1.9~2.4	0.2	0.1	0.3	0.3	0.1	0.03	0.03	0.1	0.03
	2.5~3.0	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	
	3.1~4.5	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03				
	4.5~6.0			0.03		0.03				
	>6.0	0.03	0.03	0.03						
	合计	10.89	6.49	30.82	24.26	4.79	0.99	1.56	8.63	5.63
新 海 港 站 (1966)	0.0~0.5	3.57	1.57	1.21	1.68	0.31	0.63	3.25	3.20	4.09
	0.6~1.0	1.36	2.62	7.14	10.34	0.47	0.37	0.94	1.26	1.31
	1.1~1.5	0.47	1.05	3.52	6.51	0.26	0.37	0.21	0.21	0.26
	1.6~2.0	0.05	0.42	2.05	1.42	0.05		0.10	0.05	0.16
	2.1~2.5	0.05	0.10	0.21			0.05			
	2.6~3.0							0.05	0.05	
	3.1~3.5						0.05			
	3.6~4.0									
	合计	5.50	5.76	14.13	19.95	1.09	1.47	4.55	4.77	5.82
芒 花 站 (1986~1987)	0.0~0.5	2.2	14.04	18.76	0.72		0.14	0.82	2.78	3.48
	0.7~0.8	0.41	2.16	4.54	0.38		0.04	0.07	0.31	0.34
	0.9~1.0	0.58	0.93	1.86	0.04				0.24	0.41
	1.1~1.2	0.29	0.52	0.79	0.07				0.07	0.05
	1.3~1.5	0.18	0.17	0.74					0.07	0.1
	>1.6	0.14	0.1	0.04					0.04	0.18
	合计	3.8	17.92	26.73	1.21		0.18	0.89	3.51	4.56

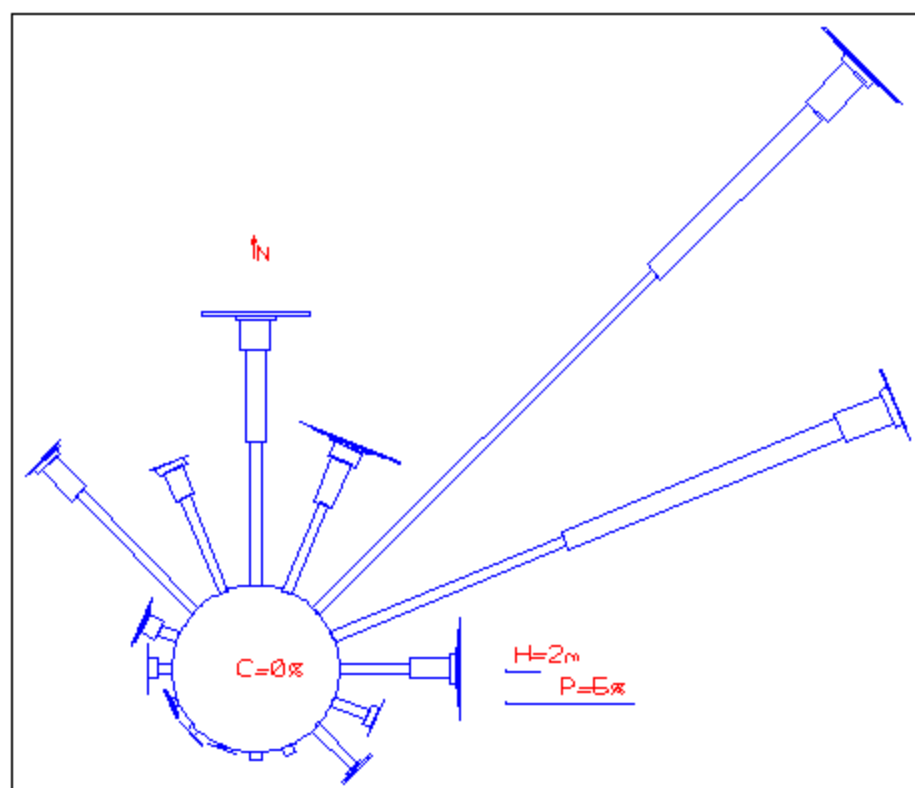


图 5.1-17 玉苞海洋站波玫瑰图 (-10.0m 水深处)

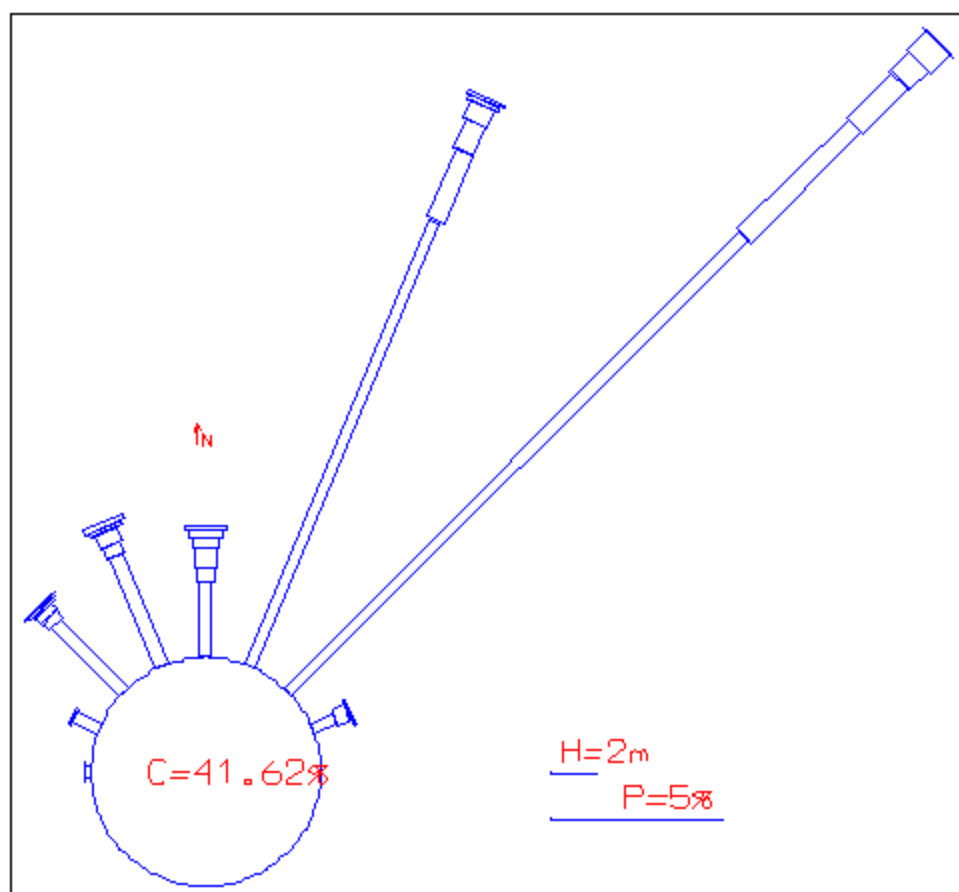


图 5.1-18 马村测波站波玫瑰图 (-10.0m 水深处)

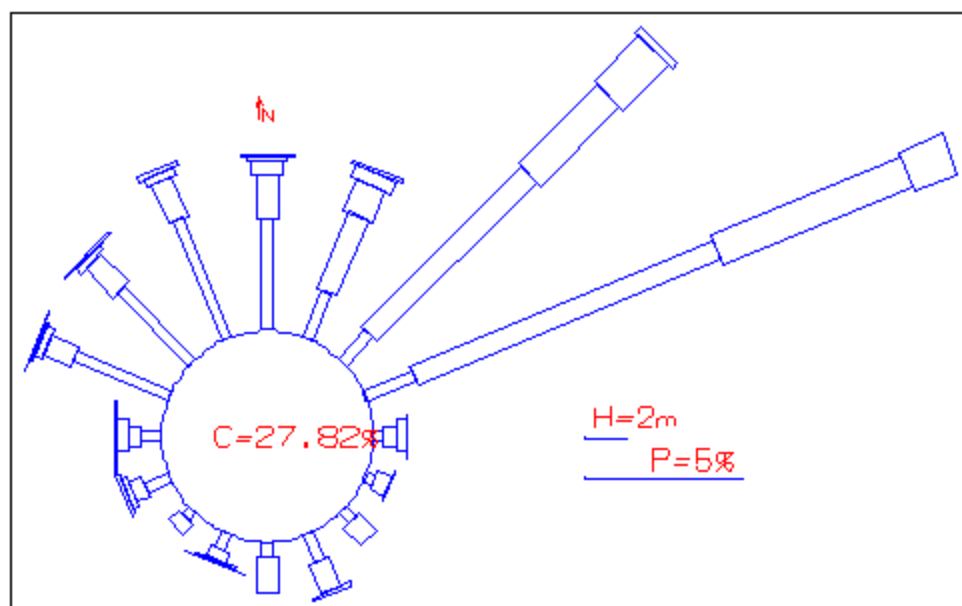


图 5.1-19 新海测波站波玫瑰图 (-10.0m 水深处)

5.2 地质地貌和冲淤环境现状调查与评价

5.2.1 区域地质构造

海口市大地构造位于南华准地台（一级）的华夏褶皱带（二级）内的海南隆起带（三级）及雷琼新凹陷（四级）中雷海凹陷（四级）构造单元内，即在琼北断陷盆地（五级）东段的北侧临海地带。由于第四纪沉积物和火山喷发岩的大面积覆盖，基底构造难见露头。新构造运动表现比较强烈，处琼山差异运动强烈区，其较为典型的断裂有马袅～铺前断裂（F2）、长流～仙沟断裂（F7）。更新世—全新世地壳以上升为主，属构造隆起区。第四纪火山活动十分强烈，区内广泛发育有第四纪火山熔岩，是新构造运动活跃的重要标志。

拟建场地在大地构造上属于琼北新生代断陷盆地，该盆地主要由近东西向的王五～文教深大断裂所控制，由于受到北东向临高断裂及北西向马袅断裂、颜春岭～道崖断裂和长流～仙沟断裂等及近东西向展布的马袅～铺前断裂的切割，次级构造自西向东划分为临高地垒、福山地堑、花场地垒、白莲地堑和云龙地垒。琼北地区断裂构造主要有东西向、南北向、北西向和北东向四组，近东西向断裂控制着断陷盆地的形成和发展，而北东向、北西向断裂控制着内部次级构造的形成。四级断裂明显有多期次活动特性，控制着新生代多次火山活动。距离场地范围最近的全新世活动断裂如下：

①马袅~铺前断裂（F2）：

该断裂东起文昌县兴坡岭，向西经文昌市铺前、海口市塔市、长流、澄迈县老城、临高县马袅，向西经儋州光村、干冲入海，陆地长度约 150 公里。属发震断裂，断裂在地表不连续，总体走向为北东 80°，据钻孔揭露的地层资料分析，倾向北北西，倾角 80°，北盘下降，南盘上升，属正断层性质，为一现今活动性很强的隐伏断裂。属活动发震断裂。在影像图上可见，该断裂多为短的线性体，呈雁列状展布，其东端延至海城，呈色调不同的直线状界区。光村—铺前断裂是 1605 年 7 月 13 日琼州大地震 7.5 级地震的主要发震断裂，它与铺前—清澜断裂共同活动，形成琼州大地震的双轴破裂。该断裂带中段的海口、琼山和西段的澄迈老城曾发生过 4~5 级地震。沿断裂带地震地质灾害严重，地面沉降、砂土液化、软土震陷等都是琼北最严重地区。

据地震活动断层探索数据中心资料：该项目断裂大致分为三段，其中西段位于南渡江以西，为全新世活动断裂；中段位于南渡江以东至东寨港以西之间，为早-中更新世断裂；东段位于东寨港以东，为全新世活动断裂；各段活动性不同与历史上地震强弱相对应，项目场地位于西段的全新世活动断裂。与场地最近大致距离 12km。

②长流~仙沟断裂（F7）

该断裂为北部湾盆地福山凹陷东部边界断裂，陆上长度为 50km 左右。总体走向北西 30°，倾向南西，倾角 60~80°，控制西侧福山凹陷厚达数千米的第三系沉积。中段（石山—雷虎岭段）在全新世早期有过较强烈的活动，在道堂—石山—永新—咸琼一带，还出现一系列晚更新世至全新世火口，排列方向为北北西向（李坪等，1988）。

在该断裂带的定安田头村一带，可看到平直的玄武岩台地陡坎西升东降现象。据地震活动断层探索数据中心资料：该断裂为发震断裂。场地距该断裂最近大致距离为：4.7km。

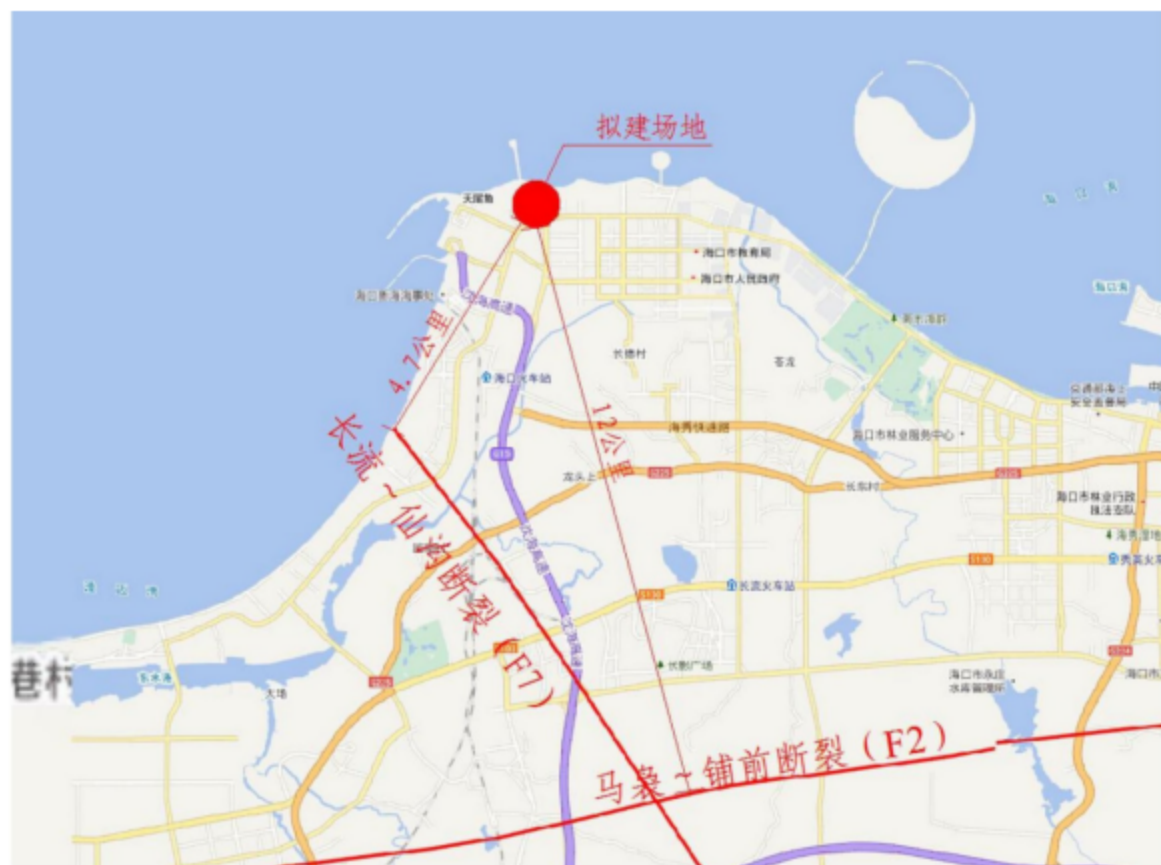


图 5.2-1 断层分布图

5.2.2 区域地形地貌

拟建工程沿线进行踏勘及调查，拟建道路及管道沿线为沙滩、灌木丛、水泥路，拟建场地东西两侧为工地，拟建道路北端 K0+000 处衔接已修筑新海北路，南端 K0+573 处衔接已修筑滨海大道。已修道路附近路面下埋设管线，包含电力、燃气、给排水、通讯等。

拟建场地属于海相沉积一级阶地地貌单元，地势大体呈北低南高，整体较为平坦。

钻孔高程为 -0.77m~7.45m，高差约为 8.22m。

5.2.3 区域工程地质

根据海口市设计集团有限公司提供的《粤海大道排涝通道及配套工程岩土工程勘察报告》（2024 年 8 月），勘察实际共完成 29 个钻孔，钻孔平面布置图见图 5.2-3，钻孔剖面图见图 5.2-4，钻孔柱状图见图 5.2-5。

(1) 地层岩性

根据野外鉴别、原位测试结合室内土工试验成果，本次钻探最大揭露深度范围内揭示的地层从上至下可划分为 8 个工程地质层，即①素填土、②中砂、③粉砂、④砾砂、

⑤粉质粘土、⑥-1 强风化玄武岩、⑥-2 中风化玄武岩、⑦粉质粘土，各地层如下表 2.5 所示。各岩土层岩性及埋藏分布特征分述如下：

①素填土 (Q_4^{ml})

黄褐、褐色，仅 K0-560~K0-573 为路基土，基本压实，顶部为混凝土块及沥青路面，中间为碎石层，底部为粘土及中粗砂颗粒组成，不均匀夹有碎石块等，回填时间约 10 年。其余地段为受建设活动而扰动的砂土，松散状，局部含植物根系，粒径 $>2.00\text{mm}$ 的粒组平均值为 7.60%， $2.00\text{mm} \sim 0.50\text{mm}$ 粒组平均值为 28.50%， $0.50\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 粒组平均值为 34.30%， $0.25\text{mm} \sim 0.075\text{mm}$ 粒组平均值为 13.50%， $<0.075\text{mm}$ 粒组平均值为 16.10%，回填时间约 2 年。该层在本次勘察所有钻孔中均有揭露。

②中砂 (Q_4^{mc})

黄色、灰黄色，稍湿~饱和，稍密为主，局部松散或中密状，砂粒矿物成分主要为石英，磨圆度中等，分选性较差，颗粒级配较好，局部含卵石。粒径 $>2.00\text{mm}$ 的粒组平均值为 7.30%， $2.00\text{mm} \sim 0.50\text{mm}$ 粒组平均值为 22.40%， $0.50\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 粒组平均值为 45.60%， $0.25\text{mm} \sim 0.075\text{mm}$ 粒组平均值为 10.40%， $<0.075\text{mm}$ 粒组平均值为 14.20%，该层在本次勘察沿线所有钻孔均有揭露。

③粉砂 (Q_4^{mc})

灰色，饱和，中密状，局部稍密，砂粒矿物成分主要为石英，磨圆度中等，分选性较差，颗粒级配较差，局部黏粒含量高，岩心成柱状。粒径 $>2.00\text{mm}$ 的粒组平均值为 5.10%， $2.00\text{mm} \sim 0.50\text{mm}$ 粒组平均值为 8.70%， $0.50\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 粒组平均值为 19.60%， $0.25\text{mm} \sim 0.075\text{mm}$ 粒组平均值为 33.70%， $<0.075\text{mm}$ 粒组平均值为 33.00%，该层在本次勘察沿线所有钻孔均有揭露。

④砾砂 (Q_4^{mc})

黄色，饱和，稍密为主，局部松散或中密状，砂粒矿物成分主要为石英，磨圆度中等，分选性较差，颗粒级配较好，局部含砾石。粒径 $>2.00\text{mm}$ 的粒组平均值为 41.20%， $2.00\text{mm} \sim 0.50\text{mm}$ 粒组平均值为 23.90%， $0.50\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 粒组平均值为 10.50%， $0.25\text{mm} \sim 0.075\text{mm}$ 粒组平均值为 8.60%， $<0.075\text{mm}$ 粒组平均值为 15.80%，该层在本次勘察沿线所有钻孔中均有揭露。

⑤粉质粘土 (Q_4^{mc})

灰色、可塑，主要由粉粒和粘粒组成，韧性中等，干强度中等，无摇振反应，切面

光滑，稍有光泽反应，含较多中粗砂颗粒，底部含玄武岩碎块。该层在本次钻孔 ZK15、ZK26 有揭露。

⑥-1 强风化玄武岩 ($Qp2d1$)

灰色、黄褐色，主要矿物为辉石和基性斜长石，隐晶质结构，碎裂状构造，气孔发育，节理裂隙极为发育，间隙间夹有较多风化残积土，岩芯破碎，呈碎块状，局部为短柱状，锤击易碎，岩质极软， $RQD < 5$ 。该层在本次勘察沿线钻孔 ZK1、ZK4、ZK9、ZK11~ZK13、ZK16~ZK23、ZK25~ZK27、ZK29 有揭露。

⑥-2 中风化玄武岩 ($Qp2d1$)

深灰色、黄褐色，主要矿物成分为黑云母、角闪石、橄榄石等，隐晶质结构，气孔状构造，岩芯呈短柱状~长柱状，局部机械破碎呈碎块状，岩体较完整，局部较破碎， $RQD=40\sim90$ ，岩质较硬，锤击声脆。该层在本次勘察沿线钻孔 ZK1~ZK6、ZK9、ZK11~ZK29 有揭露。

⑦粉质粘土 (Q_1^m)

灰色，可塑，主要由粉粒和粘粒组成，韧性中等，干强度中等，无摇振反应，切面光滑，稍有光泽反应，含较多粉砂颗粒。该层在本次勘察沿线钻孔 ZK14、ZK15、ZK22、ZK23 有揭露。

上述各岩土层埋藏分布情况，具体详见《工程地质剖面图》(附图 3-1~3-2)和《钻孔柱状图》(附图 4-1~4-15)及钻孔岩芯照片。各地层数据统计见下表：

表 5.2-1 地层一览表

系	统	地层代号	层序号	厚度范围值(m)	厚度平均值(m)	层顶高程(m)	层顶埋深(m)	土层名称
第四系	全新统	Q_4^{ml}	①	0.50~3.40	1.23	2.76~7.45	0.00~0.00	素填土
		Q_4^{mc}	②	0.60~6.30	3.58	-0.77~6.20	0.00~3.40	中砂
			③	1.00~5.10	3.23	-5.27~3.89	2.00~6.80	粉砂
			④	0.80~8.00	3.35	-8.87~2.89	3.00~9.30	砾砂
			⑤	2.40~2.50	2.45	-7.54~-6.78	9.00~10.30	粉质粘土
	中更新统	$Qp2d1$	⑥-1	0.60~3.60	1.74	-9.77~-1.60	8.50~12.00	强风化玄武岩
			⑥-2	1.40~10.30	6.56	-12.78~-2.40	9.40~15.00	中风化玄武岩

下更新统	Q ₁ ^{al}	⑦	揭露层厚 3.00~7.30	5.05	-18.12~ -14.94	17.70~22.00	粉质粘土
------	------------------------------	---	-------------------	------	-------------------	-------------	------

(2) 不良地质作用及地质灾害

据现场钻孔揭露及附近地质调查表明,拟建场地附近区域未发现泥石流、崩塌、滑坡、地面沉降等不良地质作用及地质灾害;场地外的马袅~铺前断裂、长流~仙沟断裂属于发震断裂。

(3) 场地和地基稳定性评价

建筑场地及其附近无岩溶、滑坡、泥石流、地面沉降等不良地质作用及地质灾害,无高陡边坡,但本场地与全新世活动断裂的长流~仙沟断裂最近距离约 4.7km,区域构造稳定性差,且场地存在液化砂层属于抗震不利地段,综合判定建设场地稳定性差。

根据工程地质与水文条件,该地段场地稳定性差,地形有一定起伏,岩土种类多,分布较不均匀,浅层岩土工程性质差,地下水对工程建设影响较大,局部地表易形成内涝;根据场地治理难易程度,场地平整简单,地基条件和施工条件较差,地基专项处理及基础工程费用较高,工程建设不会诱发次生地质灾害,依据《城乡规划工程地质勘察规范》(CJJ57-2012)附录 C,综合判断属于适宜性差场地。

场地地形一定起伏,场地内除揭露的液化砂层外,未发现滨沟、防空洞等对工程不利的埋藏物,由于场地下部岩土为玄武岩地层,根据相关工程经验不排除存在孤石的可能,须采取适当地基基础措施消除上述不利情况后方可进行工程建设。

(4) 抗震设防烈度

据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),拟建场地各个区抗震设防烈度均为 8 度,Ⅱ类场地基本地震动峰值加速度值为 0.30g,设计地震分组为第二组。

按《建筑工程抗震设防分类标准》(GB50223-2008)拟建的管道为标准设防类(丙类)。

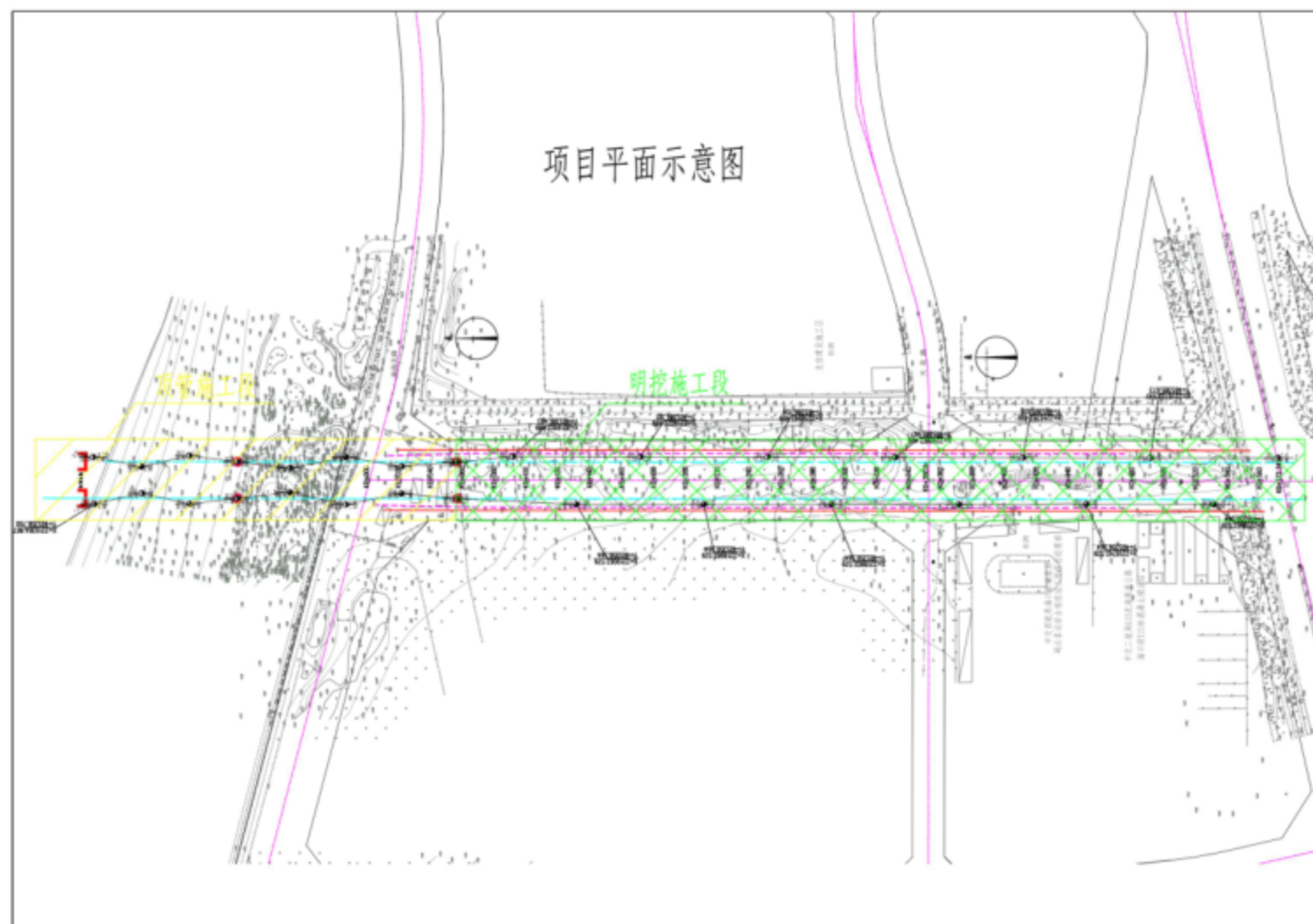


图 5.2-2 勘探点平面示意图

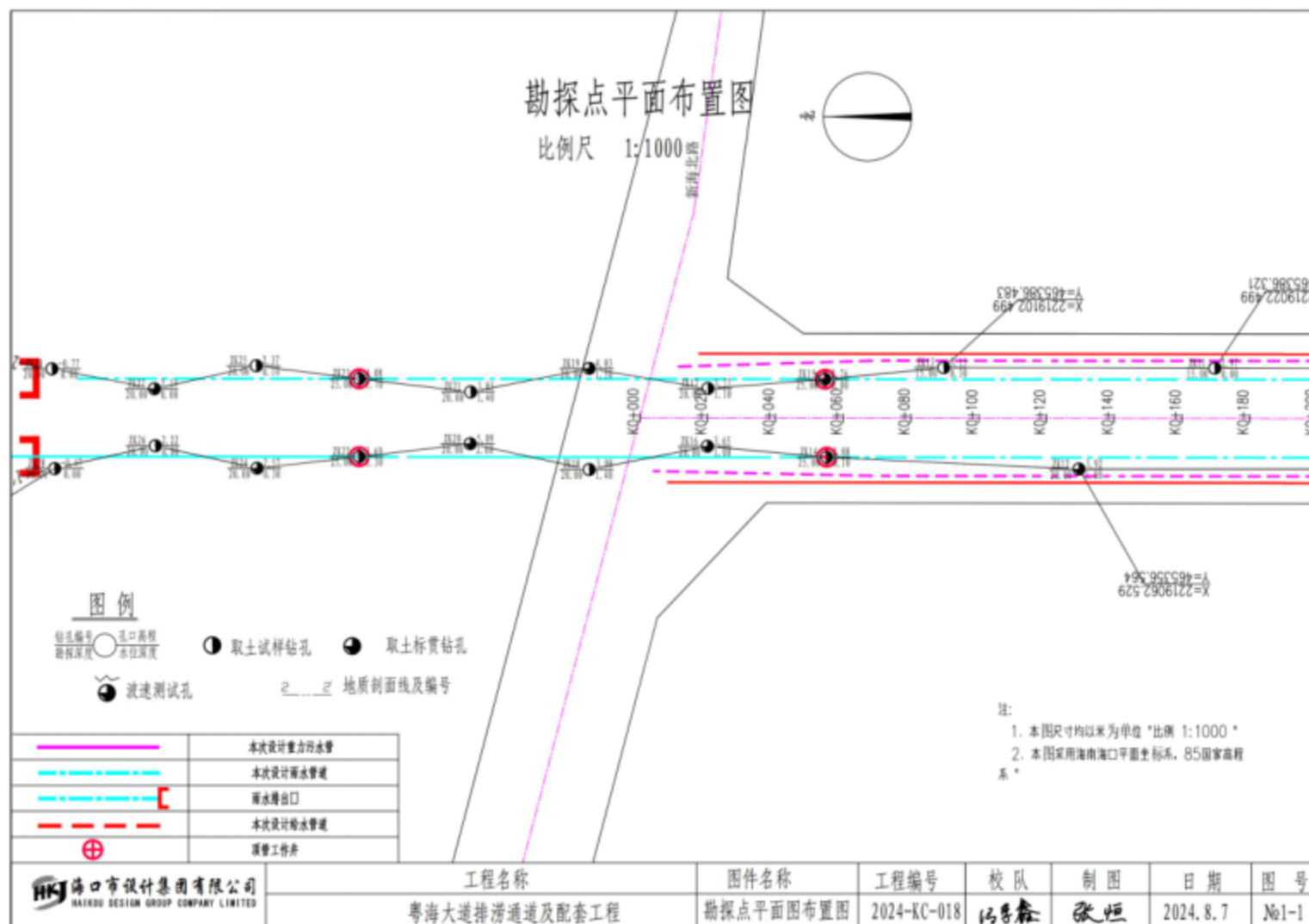
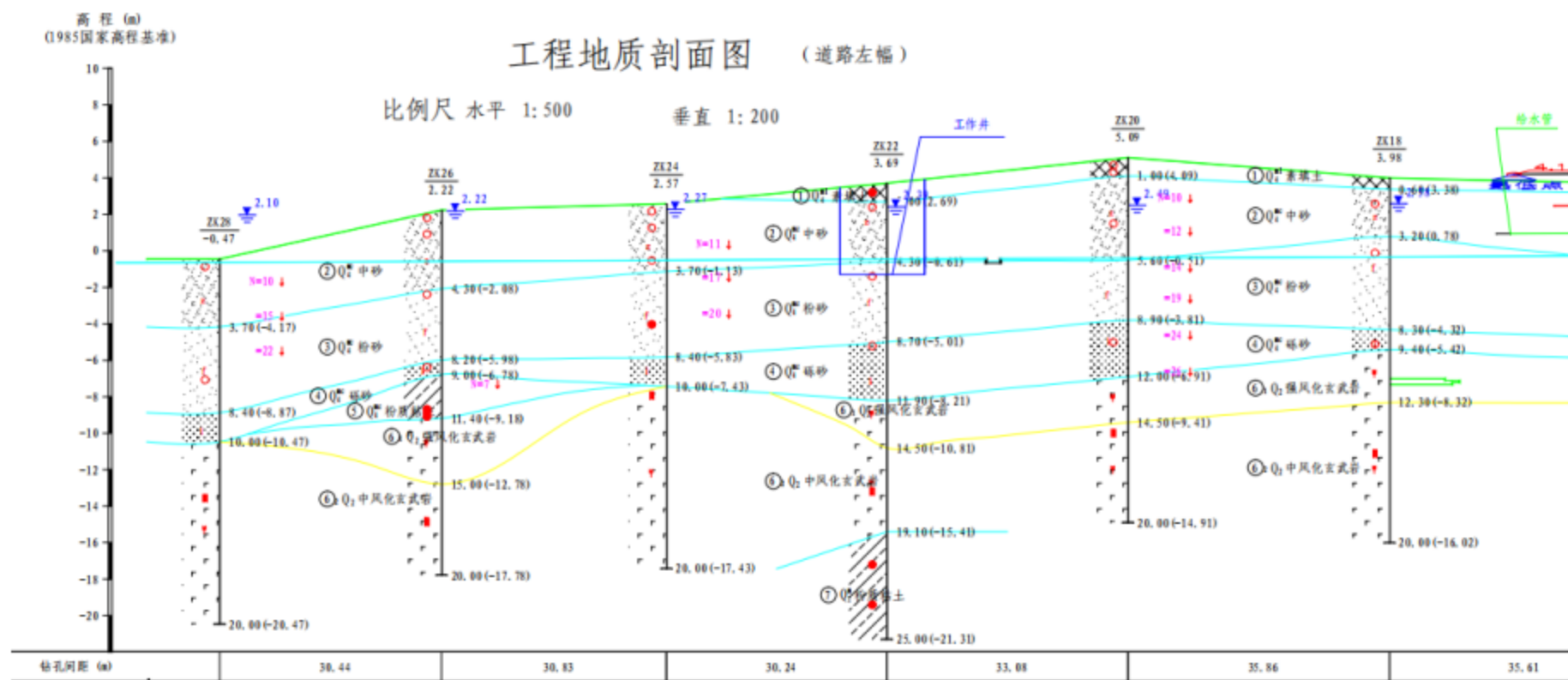


图 5.2-3a 勘探点平面布置图（一）



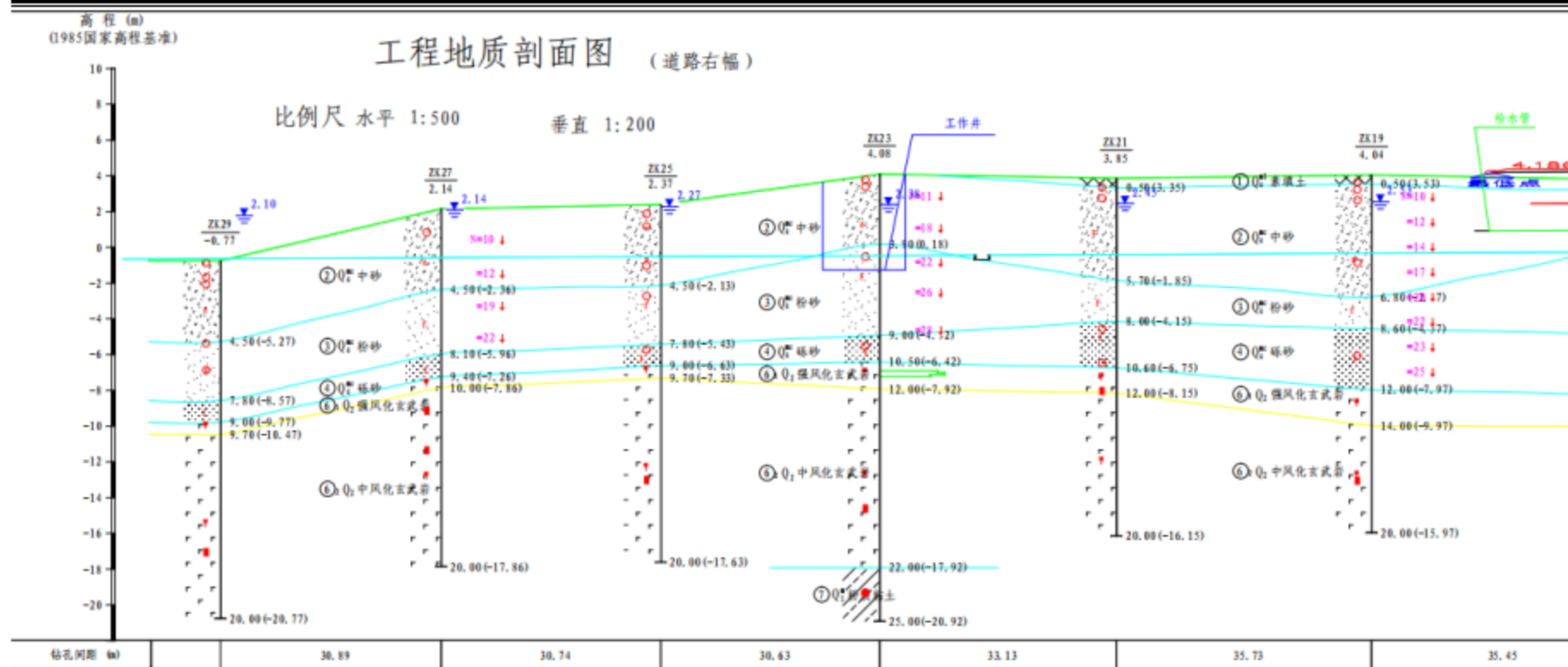


图 5.2-3b 工程地质剖面图

5.2.4 水下地形

根据海口市设计集团有限公司 2024 年 10 月对项目区及周边的地形测量结果(坐标系采用海南海口平面坐标系；高程基准为 1985 国家高程基准，等高距 0.5m，比例尺 1:5000)，拟建道路及管道沿线为沙滩、灌木丛、水泥路，拟建场地东西两侧为工地，拟建道路北端 K0+000 处衔接新海北路，南端 K0+573 处衔接滨海大道。

道路工程陆域部分沿线标高在 +1.41m~+7.99m 之间，测区海域部分标高在 -3.15m~+3.87m。项目地形测量图见图 5.2-6。

图 5.2-6 项目地形测量图

5.2.5 沉积物粒度分析

根据沉积物粒度调查结果，工程区附近海域沉积物类型有砂、粉砂质砂、砾质砂泥质砂质砾，沉积物的调查结果详见表 5.2.5-1。

5.3 水质现状调查与评价

5.3.1 站位布设

海南安纳检测技术有限公司 2024 年 09 月 22~28 日在项目附近海域进行水质、沉积物、海洋生态环境质量现状调查，布设水质环境调查站位共 15 个，海洋沉积物站位 8 个，海洋沉积物粒度调查站位 15 个；渔业资源调查站位和海洋生物调查站位各 10 个。站点布设见图 2.2.5-1 和表 2.2.5-1。

图 2.2.5-1 海洋环境调查站位分布图

表 2.2.5-1 海洋环境监测站位表及监测内容

5.3.2 调查项目

水深、透明度、水温、盐度、溶解氧(DO)、pH 值、化学需氧量、无机氮（氨、亚硝酸盐、硝酸盐）、无机磷、油类、悬浮物(SS)、重金属（砷(As)、总汞(Hg)、铜(Cu)、铅(Pb)、锌(Zn)、镉(Cd)）。

5.3.3 分析方法

样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)中的规定进行，具体分析方法见表 5.3-2。

表 5.3-2 水质要素分析方法

监测项目	分析方法	检出限	检测标准(方法)名称
水温	表层温度表层法	--	《海洋监测规范 第 4 部分 海水分析》 (GB 17378.4-2007)
盐度	盐度计法	--	
pH	pH 计法	--	
透明度	透明度盘法	--	
化学需氧量	碱性高锰酸钾法	--	
溶解氧	碘量法	--	
油类	紫外分光光度法	3.5μg/L	
悬浮物	重量法	--	
氨氮	靛酚蓝分光光度法	--	
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	--	
硝酸盐	镉柱还原法	--	
无机磷	磷钼蓝比色法	--	
汞	原子荧光法	0.007μg/L	
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L	
铅	无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L	
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L	

锌	火焰原子吸收分光光度法	3.1µg/L	
总铬	无火焰原子吸收分光光度法	0.4µg/L	
砷	原子荧光法	0.5µg/L	

5.3.4 评价标准与评价方法

(1) 评价标准

根据《海南省近岸海域环境功能区划（2010年修编）》，各站位所在功能区及所执行水质标准见表 5.3-3。

表 5.3-3 监测站点所在海洋功能区及环保要求

站号	代码	功能区划	海洋环境保护要求
Y06、Y13、 Y14、Y15、	HN030B II	海口西海岸度假旅 游区	执行二类海水水质保护目标
Y01-Y05、 Y07-Y12	/	/	维持现状

(2) 评价方法

根据监测结果，利用《环境影响评价导则 地表水环境》(HJ/T2.3-2018)所推荐的单项水质参数法进行评价。

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： $S_{i,j}$ —*i* 污染物在 *j* 点的污染指数；

$C_{i,j}$ —*i* 污染物在 *j* 点的实测浓度，mg/L；

$C_{s,i}$ —*i* 污染物的评价标准，mg/L。

② DO 的标准指数为：

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

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

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

DO_j —溶解氧在 *j* 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流， $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ；

对于盐度比较高的湖泊、水库及入海口、近岸海域, $DO_f=(491-2.65S)/(33.5+T)$;

S —实用盐度符号, 量纲为 1;

T —水温, $^{\circ}\text{C}$ 。

③ pH 的标准指数为:

$$SpH = \frac{|pH - pH_{sm}|}{DS}$$

$$\text{其中: } pH_{sm} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2}, \quad DS = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$$

式中: SpH —评价因子的质量指数;

pH —测站评价因子的实测值;

pH_{su} —pH 评价标准的上限值;

pH_{sd} —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。

5.3.5 水质监测结果及评价

工程海域海水水质监测统计结果见表 5.3-3, 各评价因子标准指数见表 5.3-4。

评价结果表明: 调查期间各站位海水油类、镉、铜、铅、砷、汞、溶解氧、总铬、pH、锌和化学需氧量等测项均符合第一类海水水质标准。无机磷、无机氮出现个别站位超标。

无机磷: 调查期间, Y02(50m、底层)、Y03(底层)、Y04(底层)、Y06、Y07(10.0m、底层)、Y08(表层)、Y09(底层)、Y10(10.0m、50.0m、底层) Y11~Y15 号站位海水无机磷均超过第一类海水水质标准, 超标倍数范围为 0.01~0.63, 符合第二类海水水质标准; 其余各站位海水无机磷均符合第一类海水水质标准。

无机氮: 调查期间, Y14 号站位海水无机氮超过第一类海水水质标准, 超标倍数为 0.07, 符合第二类海水水质标准; 其余各站位海水无机氮均符合第一类海水水质标准。

表 5.3-3 2024 年 9 月工程附近海域的水质监测结果

表 5.3-4 2024 年 9 月调查海域海水各评价因子单项标准指数

5.4 沉积物现状调查与评价

海南安纳检测技术有限公司 2024 年 09 月 22~28 日在项目附近海域进行水质、沉积物、海洋生态环境质量现状调查，布设水质环境调查站位共 15 个，海洋沉积物站位 8 个，海洋沉积物粒度调查站位 15 个；渔业资源调查站位和海洋生物调查站位各 10 个。采样点位置详见表 5.3-1 及图 5.3-1。

5.4.1 调查项目和分析方法

(1) 调查项目

调查项目有硫化物、含水率、油类、有机碳、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As、Cr、粒度。

(2) 分析方法

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB12763-2007)的规定进行。样品检测按照表 5.4-1 的方法进行分析。

5.4-1 沉积物项目分析方法

监测项目	分析方法	检出限	检测标准(方法)名称
有机碳	重铬酸钾氧化-还原法	--	《海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析》(GB 17378.5-2007)
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	0.3mg/kg	
油类	紫外分光光度法	3.0mg/kg	
总汞	原子荧光法	0.002mg/kg	
砷	原子荧光法	0.06mg/kg	
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.5mg/kg	
铅	无火焰原子吸收分光光度法	1.0mg/kg	
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.05mg/kg	
锌	火焰原子吸收分光光度法	6.0mg/kg	
铬	无火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg	
粒度	综合法	--	《海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》(GB/T 12763.8—2007)

5.4.2 评价标准和评价方法

(1) 评价标准

沉积物质量按现状进行评价。

(2) 评价方法

评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数； C_i — i 项评价因子的实测值； S_i — i 项评价因子的评价标准值。

5.4.3 监测与评价结果

沉积物监测结果见表 5.4-2，评价结果见表 5.4-3。

2024 年 9 月沉积物监测结果显示：调查海区表层沉积物中各项检测指标铅、铜、砷、铬、硫化物、锌、镉、有机碳和总汞均符合第一类海洋沉积物质量标准。沉积物油类出现个别站位超标。调查期间，Y15 号站位沉积物油类超过第二类海洋沉积物质量标准，超标倍数为 0.49，符合第三类海洋沉积物质量标准；其余各站位沉积物中油类均符合第一类海洋沉积物质量标准。

表 5.4-2 工程附近海洋沉积物监测结果

表 5.4-3 工程附近海洋沉积物标准指数表

5.5 生态环境质量现状调查与评价

海南安纳检测技术有限公司 2024 年 09 月 22~28 日在项目附近海域进行水质、沉积物、海洋生态环境质量现状调查，布设水质环境调查站位共 15 个，海洋沉积物站位 8 个，海洋沉积物粒度调查站位 15 个；渔业资源调查站位和海洋生物调查站位各 10 个。调查采样点位置详见表 5.3-1 及图 5.3-1。

5.5.1 调查方法

(1) 叶绿素 a 与初级生产力

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（ $\text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ）

$Chla$ —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) $\times 2.71$

(2) 浮游植物

采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007 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。

(3) 浮游动物

采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007 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。

(4) 底栖生物

大型底栖生物的定量采样用张口面积为 0.067m^2 的采泥器进行, 每个站采样 3 次。定性样品采用阿氏拖网采集, 拖拽时间为 10~15min, 拖速为 2-3 节。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。

(5) 潮间带生物

a、生物样品的采集方法

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。

滩涂定量采样用面积为 $25\text{cm}\times 25\text{cm}$ 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。

对某些生物栖息密度很低的地带, 可采用 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 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。

b、生物样品处理与保存

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。

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；

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；

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。

(6) 鱼卵与仔稚鱼

采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007 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。

(7) 游泳生物

项目所在海区地形较为复杂，根据现场情况在外海使用单拖网渔船进行捕捞作业，单拖网渔船为“临 01.12022”，网衣全长 20m，宽 10m，网具曳纲长度为 20-100m，囊网网目为 40mm。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 12763.6-2007）进行。游泳动物采用底拖网生产渔船现场试捕法进行，根据调查站位现场条件，调整连续拖曳时间和拖速。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：

$$IRI = (N + W) \times F \times 10^4$$

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/km²)和现存资源量(t)根据扫海面积法估算，公式如下：

$$D = Y \times 10^{-3} / (A(1-E)) \quad B = D \cdot S$$

B=现存资源量 (t)，D=资源密度 (kg/km²)，A=每小时扫海面积 (km²/h)，S=调查监测水域面积 (km²)，Y=平均渔获率 (kg/h)，E=逃逸率 (这里取 0.5)

(8) 生物质量

分别选取鱼类、软体类、贝类的常见种各 1~2 种，包括双壳类、甲壳类、鱼类、大型藻类等，分袋、冰冻保存，取可食部分进行分析。

a、样品采集：样品选取渔业资源调查的优势种和潮间带调查的优势种。

b、样品制备：

● 贝类样品的制备

用塑料刀或塑料刷除去贝壳外部所有的附作物，用蒸馏水或清洁海水漂洗每一个样品个体，让其自然流干，拉出足丝。用天平称个体全重，并记下重量。用另一把塑料刀插入足丝神出口，切断闭合肌，打开贝壳。用蒸馏水或清洁海水洗贝壳内的软组织，用塑料刀和镊子取出软组织，让水流尽。

单个样品：按上述步骤将至少 10 个个体的软组织放入已称重的塑料容器内，再称重，记下鲜重。盖紧，贴上标签。用尺子测量并记录贝壳长度。

多个样品：按上述步骤将至少 10 个个体的软组织放入已知重量的塑料容器中，称重，记下鲜重。于匀浆器中匀化样品，将匀浆样放回原塑料容器，再称重，并记录总重量，计算匀浆样重。贴上样品标签。

各生物个体大小应相近，并在取出生物组织前分别测量其个体长度和总重量。

单个样品用尺子量虾体长，将虾放在聚乙烯称样膜上，称重，记下长度和鲜重。用塑料刀将腹部和头胸部及尾部分开，小心将其内脏从腹部取出。腿全部切除。将腹部翻下，用塑料刀沿腹部外甲边缘切开，用塑料镊子取出肌肉。检查性腺，记录所鉴别的性别。用镊子将肌肉移入塑料容器中，称重并记录鲜重。盖紧容器，标上号码。将几个容器一起放入同一塑料袋中，并附样品登记清单，结紧袋口，低温冰箱中保存。

多个样品按上述方法制备样品，仔细地记录各个个体长度、鲜重、腹部肌肉重和性别。每个样品须包括 6 个以上性别相同、大小相近的个体肌肉。将样品放入匀浆器中匀化腹部肌肉，转入已知重量的塑料容器中盖紧，标上号码，称重，记下鲜重和其他数据。将几个容器放在同一塑料袋中，并附上样品登记清单，结紧袋口，在低温冰箱中保存。

● 中小型鱼样制备

单个个体样品先测量鱼的叉长，并于聚乙烯称样膜上称重。鉴定性腺性别，记下叉长和体重。用蒸馏水或清洁海水洗涤鱼样，将它放在工作台上，用塑料刀切除胸鳍并切开背鳍附近自头至尾部的鱼皮。在鳃附近和尾部，横过鱼体各切一刀；在腹部，鳃和尾部两侧各切一刀。四刀只切在鱼体一侧，且不得切太深，以免切开内脏，玷污肉片。用

镊子将鱼皮与肉片分离，谨防外表皮沾污肉片。用另一把塑料刀将肌肉与脊椎分离，并用镊子取下肌肉。将组织盛于塑料容器中，称重并记录重量。若一侧的肌肉量不能满足分析用量，取另一侧肌肉补充。盖紧容器，贴上标签或记号，做好记录，于低温冰箱中保存。

多个体样品要仔细记下各个体长、鲜重。肌肉重。个体数不应少于 6 个，且性别应相同，大小相近。用匀浆器匀化鱼组织，将匀浆样转入已知重量的塑料容器中，盖紧，贴上标签并称重，记下匀浆样重和其他数据。置于低温冰箱中存放。

● 大型鱼样制备

若必要，将现场采集的样品放在-2℃-4℃冰箱中过夜，使部分解冻以便于切片。用蒸馏水或清洁海水洗涤鱼样。将鱼样置于清洁的工作台上，剔除残存的皮和骨，用塑料刀切去表层，再用另一把塑料刀重复操作一次，留下不受污染的肌肉组织。将肌肉组织放入塑料容器中，盖紧，贴上标签，称重，将数据记入记录表，样品存于低温冰箱中。

5.5.2 评价方法

用反映生物群落特征指数，多样性指数(H')、均匀度(J)、优势度(D_2)对浮游植物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

① 优势度(Y):

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

② Shannon-Wiener 多样性指数:

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

③ Pielou 均匀度指数:

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

式中: $P_i = n_i / N$; $H_{\max} = \log_2 S$, 为最大多样性指数; n_i : 第 i 种的个体数量(ind. m^{-3}); N : 某站总生物数量(ind. m^{-3}); f_i : 某种生物的出现频率(%); S : 出现生物总种数。

④ 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 单纯度指数

$$C = \text{SUM}(n_i/N)^2$$

C表示单纯度指数；N为群落中所有物种丰度或生物量， n_i 为第i个物种的丰度或生物量。

5.5.3 调查结果

1、叶绿素 a 与初级生产力

由表 5.5.1-1 可见，调查海区叶绿素 a 含量范围是 (0.37~1.24) $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.71 $\mu\text{g/L}$ 。各站点间的叶绿素 a 含量最高出现在 Y15 号站位。调查海区初级生产力变化范围是 (30.40~314.89) $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ；平均值是 135.43 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

2、浮游植物

(1) 小结

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定出浮游植物 4 门 36 属 89 种（包括变型及变种）。其中，硅藻门 26 属 60 种，甲藻门 8 属 27 种，蓝藻门、定鞭藻门各 1 属 1 种。各调查站位浮游植物的细胞密度范围为 (1.53~217.67) $\times 10^4 \text{cells}/\text{m}^3$ ，平均细胞密度为 29.30 $\times 10^4 \text{cells}/\text{m}^3$ 。

调查海域浮游植物优势种为中肋骨条藻、菱形海线藻、高盒形藻、劳氏角毛藻、波状新角藻。

丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度的计算结果表明，各站位的浮游植物丰富度指数范围为 1.47~2.93，平均值为 2.46；单纯度指数范围为 0.08~0.56，平均值为 0.21；多样性指数范围为 1.62~4.07，平均值为 3.35；均匀度指数范围为 0.32~0.78，平均值为 0.63。

3、浮游动物

(5) 小结

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定出浮游动物 7 类 33 属 10 种，桡足类有 10 属 20 种；水螅虫类有 8 属 10 种；栉水母类有 3 属 4 种；毛颚类有 3 属 3 种；樱虾类、介形类和端足类均有 1 属 1 种；另有 11 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔稚鱼。

本次调查浮游动物生物量范围为 (7.60~146.00) ind/m^3 ，平均密度为 48.76 ind/m^3 ；生物量范围为 (9.12~209.14) mg/m^3 ，平均生物量为 54.72 mg/m^3 。

调查期间该海域浮游动物优势种类为肥胖软箭虫、间型莹虾、锥形宽水蚤、亚强次真哲水蚤、拟细浅室水母、微刺哲水蚤和美丽秃鳍箭虫。

丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度的计算结果表明,各站位的浮游动物丰富度指数范围为 1.37~4.91,平均值为 3.20;单纯度范围为 0.11~0.34,平均值为 0.17;多样性指数范围为 2.25~3.55,平均值为 3.14;均匀度范围为 0.68~0.97,平均值为 0.80。

4、大型底栖生物

(6)小结

根据本次调查所采集到的样品,调查海域共鉴定出大型底栖生物 6 门 33 科 38 种,其中刺胞动物有 4 科 4 种,环节动物有 2 科 2 种,棘皮动物有 5 科 5 种,脊索动物有 4 科 6 种,节肢动物有 16 科 19 种,软体动物有 2 科 2 种。

各站位底栖生物栖息密度范围为(0~79.60)ind/m²,平均密度为 16.42ind/m²;生物量的范围为(0~18.87)g/m²,平均生物量为 4.63g/m²。大型底栖生物中节肢动物栖息密度最高,平均密度为 13.93ind/m²;其次为刺胞动物。生物量最高的是节肢动物,平均生物量为 4.42g/m²;其次为刺胞动物。

该海域大型底栖生物优势种为伍氏奥蛄虾。

丰富度、单纯度、均匀度和多样性指数分析表明,Y15 号站位定量未采集到样品,故不纳入统计计算。其余各站丰富度范围为 0~0.82,平均值为 0.19;单纯度范围为 0.22~1.00,平均值为 0.78;多样性指数范围为 0~2.25,平均值为 0.57;均匀度范围为 0~1.00,平均值为 0.36。

5、游泳动物

(八)小结

本次调查共渔获游泳动物 79 种,其中鱼类 45 种,头足类 4 种,甲壳类 30 种。游泳动物的平均渔获率为 7.56kg/h 和 284ind/h。其中,鱼类为 5.20kg/h 和 136ind/h,头足类的平均渔获率为 0.06kg/h 和 1ind/h,甲壳类的平均渔获率为 2.31kg/h 和 147ind/h。根据扫海面积法估算,评价区外海海域目前游泳动物的资源密度约为 544.27kg/km²和 20424ind/km²,其中鱼类约为 374.06kg/km²和 9824ind/km²,头足类 4.03kg/km²和 45ind/km²,甲壳类约为 166.18kg/km²和 10556ind/km²。

本次调查的优势渔获物鱼类共有 9 种。其中,黄鲫的 IRI 最高,为 1471;其它优势种依次为大鳞舌鲷(1290)、黑鳍棘鲷(1148)、杜氏叫姑鱼(676)、中华海鲶(664)、孔虾虎鱼(575)、褐海鳗(396)、褐蓝子鱼(354)、四线天竺鲷(184)。优势渔获物甲壳类有 7 种优势种。墨吉对虾的 IRI 最高,为 1427,远洋梭子蟹(1203)、哈氏仿

对虾(1055)、法氏口虾蛄(843)、假矛形梭子蟹(403)、猛虾蛄(223)、红星梭子蟹(133)。优势渔获物头足类没有优势种。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3.50(2.53-4.21),均匀度指数(J')均值为0.76(0.67-0.90),单纯度指数(C')均值为0.15(0.07-0.26),丰富度指数(d')均值为3.32(2.00-4.36)。渔获物个体密度多样性指数(H')均值为3.89(3.03-4.42),均匀度指数(J')均值为0.84(0.80-0.89),单纯度指数(C')均值为0.10(0.06-0.18),丰富度指数(d')均值为1.93(1.43-2.55)。

在本次调查的渔获物中,鱼类幼体约占35.17%,主要幼鱼渔获物为黄鲫、大鳞舌鳎、黑鳍棘鲷、杜氏叫姑鱼、中华海鲶、孔虾虎鱼、褐海鳗、褐蓝子鱼、四线天竺鲷。

6、潮间带生物

2个潮间带断面共采集了4个生物类别中的13科13种生物(包含定性样品)。其中环节动物有4科4种,脊索动物有1科1种,节肢动物有5科5种,软体动物有3科3种。

2条潮间带断面高潮区平均栖息密度为0.02ind/m²,平均生物量为0.20g/m²;中潮区平均栖息密度为0.02ind/m²,平均生物量为0.11g/m²;低潮区生物密度较低,定量框内为采集到生物。栖息密度和生物量以节肢动物为主,平均值为0.01ind/m²、0.10g/m²。

海域的潮间带生物优势种类为角眼沙蟹。

丰富度、单纯度、均匀度和多样性指数分析表明,2个断面高潮区、中潮区均采集到1种生物,丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度分别为0、1.00、0、0;低潮带定量未采集到生物。

7、鱼卵与仔稚鱼

(1)种类组成

在采集的20个样品中共鉴定出14个种类,隶属11科。其中鉴定到属级分类单元的有7种,鉴定到种级分类单元的有1种,其余鉴定到科。从发育阶段来看,鱼卵出现的种类9种,仔、稚鱼出现的种类有9种。

水平拖网共采集鱼卵36粒,仔、稚鱼23尾。鱼卵的优势种鳎和中华小公鱼,分别占总数的36.11%、22.22%;仔、稚鱼的优势种为鳎,占总数的56.52%。见表5.5.1-29。

表 5.5.1-29 鱼卵和仔鱼种类组成

(2)密度分布

本次垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围为(0~7.50)粒/m³,平均值为1.00粒/m³,

最大值出现在 Y15 号站位。采集到的仔、稚鱼密度范围为 (0~5.00) 尾/m³, 平均值为 1.06 尾/m³, 最大值出现在 Y15 号站位。详见表 5.5.1-30。

表 5.5.1-30 鱼卵和仔鱼调查结果

8、生物质量评价

由于目前海南岛周边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 10 个生物质量监测站位, 调查项目附近海域的鱼类(棕斑兔头鲈、中华海鲈、黑鳍棘鲷、皮氏叫姑鱼、黄鲫、孔虾虎鱼)、甲壳类(墨吉对虾)和软体类(真蛸)的生物体质量。详见表 5.5.1-32。

监测结果表明: 调查海域各站位鱼类、甲壳类和软体类生物样品中的石油烃、铜、铅、汞、锌和镉等指标均符合《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。

表 5.5.1-32 生物体样品中总石油烃、重金属元素含量

表 5.5.1-33 生物体样品中总石油烃、重金属含量标准指数

5.6 珊瑚礁现状调查与评价

5.6.1 南海明珠二期临时码头及新海港北防波堤东侧珊瑚礁现状调查

5.6.1.1 调查站位

海南华源检测技术有限公司于 2025 年 4 月 8-10 日对项目区周边海域进行了珊瑚礁调查, 在海口市南海明珠二期临时码头及新海港周边海域共布设 10 个断面。

表 5.6-1 珊瑚礁资源调查站位

图 5.6-1 项目周边海域珊瑚礁生态调查断面布设图

5.6.1.2 调查内容

本次调查区域在海口市南海明珠二期临时码头附近海域, 珊瑚礁生态系统的生物调查包括珊瑚种类、珊瑚覆盖度、死珊瑚覆盖率、珊瑚病害、硬珊瑚补充量、大型底栖生物、珊瑚礁鱼类等内容。

5.6.1.3 调查方法

本次珊瑚礁生态调查区域位于近岸, 水下能见度较差, 受潮汐及光照影响, 该区域

珊瑚主要分布在人工堤坝低潮水位线下、1至2米水深。因此，根据珊瑚实际分布情况，10个调查断面均只布设1条样线；调查的主要内容包括：活珊瑚种类及覆盖率、底质类型、造礁石珊瑚死亡率、珊瑚礁病害情况、大型底栖生物、石珊瑚白化情况、珊瑚礁鱼类等。

珊瑚礁生物调查方法结合《珊瑚礁生态监测技术规程》(HY/T082-2005)中断面线监测法、《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第5部分：珊瑚礁》(T/CAOE 20.5-2020)、国际珊瑚礁调查方法截线样条法(LIT)的要求执行。

(1) 潜水调查方法

定性调查：主要记录调查点附近方圆50米范围的底质、底栖生物、鱼类、珊瑚覆盖率估计、珊瑚优势种和珊瑚礁状况，以及珊瑚分布的边界。珊瑚分布范围的确定方法为：在大潮期最低潮时段勘测人员自海岸线徒步进入低潮带或潮下带；实地确认珊瑚生长的最内侧边界，现场采集坐标数据。由于珊瑚分布的外边界无法在退潮时露出水面，需进行潜水调查，作业人员驾船抵达预定坐标点后，由潜水员下潜至海底定位珊瑚分布的外界；潜水员沿珊瑚外边界巡游过程中，每间隔约300米左右布设充气浮标升至海面作为标记；船载定位人员同步驾船前往浮标位置，通过GPS设备记录地理坐标；针对珊瑚边界的重要转折区域，采用多点重复定位法提高坐标精度；针对距离项目区较近区域的珊瑚分布区的确定采用以上2种方法重复矫正珊瑚分布范围。所有数据经实验室处理系统进行空间校正后，通过GIS平台生成珊瑚分布范围的矢量图斑。

定量调查：选择一条长50m带刻度(1cm)的皮尺在样带上布设，用水下数码摄像机从样带上尺的一端沿着皮尺拍摄，水下摄影、拍照完后，用GPS测定样带两端的坐标，为下次监控提供准确位置。珊瑚礁的调查以摄影和拍照为主，回到实验室后在电脑上进行判读，鉴定所拍摄到的珊瑚、大型海藻、鱼类、大型底栖生物的种类，分析样带下活珊瑚覆盖率、死亡造礁石珊瑚覆盖率、珊瑚病害、造礁石珊瑚补充量、底质类型等。

(2) 数据分析

①珊瑚种类鉴定

硬珊瑚种类的鉴定、分类参照国内外权威书籍分类方法、珊瑚标本图片，在计算机看图软件细致比对、观察样带上的珊瑚图像、礁区特写照片，鉴定和分类硬珊瑚种属。国外参考权威书籍包括：《Coral of the world》(Verson, 2000)、《Staghorn corals of the world》(Wallace, 1999)；国内及港澳台参考权威书籍包括：《台湾石珊瑚志》、《台湾珊瑚礁

地图(上/下)》(戴昌凤, 2011)、《香港石珊瑚图鉴》(陈乃观, 2005)、《中国动物(腔肠动物门)珊瑚虫纲石珊瑚目硬珊瑚》邹仁林、《西沙群岛珊瑚礁生物图册》(黄晖, 2018)、《南沙群岛造礁石珊瑚》(黄晖, 2021)、《台湾珊瑚全图鉴》(戴昌凤, 2020)、《中沙群岛造礁石珊瑚》(黄晖, 2023)等。

②活珊瑚覆盖率

通过电脑播放软件仔细浏览每一条 50m 样带影像, 判读样带正下方的底质类型, 每 0.1m 距离, 用代码标注记录一个数据, 代表该点正下方所对应的底质类型, 共记录 500 个点, 由此计算出活珊瑚覆盖率。

活硬珊瑚覆盖率=活珊瑚占据的点/500×100%

③死亡造礁石珊瑚覆盖率

依据《珊瑚礁生态监测技术规程》(HY/T082-2005)死亡造礁珊瑚覆盖率测定方法, 分析样带、样框影像资料及记录数据, 测定调查样带上硬珊瑚总个数及死亡个数, 并估计死亡时间。珊瑚死亡特征判别标准为: 活珊瑚都呈现不同的颜色, 判断死亡珊瑚的标准是珊瑚的颜色为白色或黑色, 早期死亡的为黑色, 近期死亡的为白色。死亡时间判别标准如下:

30 天以内珊瑚单体骨骼白色、完整清晰;

6 个月以内珊瑚单体被小型藻类或薄层沉积物覆盖;

1-2 年之内珊瑚单体结构轻微腐蚀, 但仍然能分辨出珊瑚的属级分类单位;

2 年以上珊瑚单体结构消失, 或单体上的附着生物(藻类、无脊椎动物等)已经很难取下。

判读样带正下方的底质类型, 每 0.1m 距离, 用代码标注记录一个数据, 代表该点正下方所对应的底质类型, 共记录 500 个点, 由此计算出死珊瑚覆盖率。

死亡造礁珊瑚覆盖率=死亡造礁珊瑚占据的点/500×100%

④珊瑚病害

珊瑚礁病害主要通过颜色的改变来判断, 白化病在全球范围内都有发生。应对白化病及其它颜色的异常进行监测并拍照, 只统计每个珊瑚“头部”平面上颜色的异常状况。分枝珊瑚, 白化死亡区域集中在每个分枝的边缘部分。记录每个珊瑚颜色异常状况; B 为白化病, BB 为黑边病, WB 为白带病, RW 为侵蚀病, YB 为黄斑病, RB 为红带病, 并对病害情况进行现场拍照。

⑤造礁石珊瑚幼体补充量

在调查的珊瑚礁站位附近寻找没有大型固着生活的无脊椎动物的区域，放置 50cm×50cm 网格样方(5cm×5cm×100 格)，统计样方内直径小于 5cm 的死珊瑚数量，尽可能记录每一种类的属名。每个调查站位按照上述方法重复调查 20 个样方以上。

⑥大型底栖生物

A.大型底栖生物根据资料判定其种类。

B.大型底栖藻类/海葵覆盖率计算

判读样带正下方的大型藻类，每 0.1m 距离，用代码标注记录一个数据，代表该点正下方所对应用的大型藻类，共记录 500 个点，由此计算出大型藻类覆盖率。

大型底栖藻类/海葵=(大型底栖藻类/海葵)/500×100%

⑦珊瑚礁鱼类调查方法

珊瑚礁鱼类监测采用带状断面普查法，每一调查区，根据站位和样带的布设范围，选定好珊瑚礁鱼类监测区域，然后分别在 1-3m 和 4-5m 水深处，各设置 50m 长样带 1 条。沿着样带游向样带的另一端，记录样带两侧各 1m 宽的范围内常见种类的个体数量；并记录每条鱼种类名称、体长范围(<5cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40, >40cm)。

5.6.1.4 珊瑚礁调查结果

5.6.1.5 小结

1、本次珊瑚礁生态调查区域位于近岸，水下能见度较差，受潮汐及光照影响，该区域珊瑚主要分布在人工堤坝低潮水位线下、1至2米水深。

2、本次调查共布设 10 个珊瑚礁生态调查断面，根据珊瑚实际分布情况，10 个调查断面均只布设 1 条样线；其中 2 个断面调查到珊瑚分布，分别是 2 号和 7 号断面，其余断面未调查到珊瑚分布。

3、该海域底质类型以扭王石、块石为主，占 48.2%；泥占 30.5%；沙占 3.2%。其他生物包括海绵、大型藻类、苔藓虫和海鞘，共占 17.7%。造礁石珊瑚占 0.2%，未发现软珊瑚和死珊瑚。

4、本次调查共发现造礁石珊瑚 2 科 2 属 2 种，2 号断面调查到一株假铁星珊瑚，7 号断面调查到两株澄黄滨珊瑚；无造礁石珊瑚幼体补充量和珊瑚病害发生。

5、该海域大型底栖生物主要有大型藻类、软体动物和节肢动物、多孔动物、苔藓

动物及被囊动物；观察到斑刻新雀鲷和赖氏犁齿鲷 2 种珊瑚礁鱼类。

5.6.2 新海港南北防波堤及南港防波堤珊瑚礁现状

(4) 总结

本次调查南港防波堤造礁石珊瑚平均覆盖度的为 6.2%，新海港南侧防波堤造礁石珊瑚平均覆盖度最大为 12.7%，新海港北侧防波堤造礁石珊瑚平均覆盖度最小为 5.4%。

造礁石珊瑚主要优势种为普哥滨珊瑚、澄黄滨珊瑚、斯氏角孔珊瑚、团块角孔珊瑚、交替扁脑珊瑚、小业扁脑珊瑚、粗糙腔星珊瑚、粗糙菊花珊瑚、丛生盔形珊瑚等。

南港周边实际调查到造礁石珊瑚数量为 53550 株，通过估算南港港池防波堤造礁石造礁石珊瑚数量约为 171264 株。

5.7 大气环境质量现状评价

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018) 中的 6.2.1.1，项目所在区域达标判定，优先采用国家或者地方生态环境主管部门公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论”。

依据《2023 年海南省生态环境状况公报》(海南省生态环境厅，2024 年 6 月)，2023 年海口市环境空气质量现状浓度见表 5.8-1。根据导则，本次环评按照 HJ663 中各评价项目的年评价指标进行判定，项目所在区域环境空气质量达标判定见表 5.8-1。

表 5.8-1 2023 年海口市环境空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	二级标准限值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	达标情况
SO ₂	年平均浓度	6	60	达标
NO ₂	年平均浓度	11	40	达标
CO	24 小时平均第 95 百分位	0.7mg/m ³	4mg/m ³	达标
O ₃	日平均 8 小时滑动平均值第 90 百分位数	127	160	达标
PM _{2.5}	年平均浓度	15	35	达标
PM ₁₀	年平均浓度	29	70	达标

由表 5.9-1 可知，项目所在区域 SO₂、NO₂、CO、O₃、PM₁₀、PM_{2.5} 等六项指标均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准要求，属于环境空气质量达标区。

5.8 声环境质量现状调查与评价

为了解项目区域的声环境质量现状，委托海南均安检测技术有限公司于 2025 年 3 月 9 日至 10 日对本项目评价范围的声环境质量现状进行了监测。

(1) 监测布点

结合本工程的特点及周边环境特征在项目区及周边布设 15 个监测点，监测布点见表 5.7-1 和图 5.7-1。



图 5.7-1 声环境质量现状监测点位布置图

表 5.7-1 声环境质量现状监测点位布置一览表

站位		经度	纬度	点位说明
N1		110.168972082	20.061137696	拟建道路起点
N2		110.168918437	20.056321790	拟建道路终点
N3	N3-1	110.169900125	20.059277584	龙园酒店，临项目最近建筑物 1 层
	N3-3			龙园酒店，临项目最近建筑物 3 层
	N3-5			龙园酒店，临项目最近建筑物 5 层
	N3-7			龙园酒店，临项目最近建筑物 7 层
N4	N4-1	110.170082515	20.057915022	凤凰悦海，临项目最近建筑物 1 层
	N4-3			凤凰悦海，临项目最近建筑物 3 层
	N4-5			凤凰悦海，临项目最近建筑物 5 层
	N4-7			凤凰悦海，临项目最近建筑物 7 层
	N4-9			凤凰悦海，临项目最近建筑物 9 层
	N4-12			凤凰悦海，临项目最近建筑物 12 层
N5		110.170458025	20.055200626	西海瑞园

N6	110.168886250	20.062571336	雨水管道海域段沙滩
N7	110.168322986	20.057110359	临时施工场地

(2) 分析方法、使用仪器及检出限

表 5.7-2 分析方法、使用仪器及检出限一览表

分析项目	分析方法名称及编号 (含年号)	仪器名称及型号(编号)	检出限
噪声	声环境质量标准 (GB3096-2008)	多功能声级计 AWA5688 (JA-XC105) (JA-XC144) (JA-XC128)	28~133dB(A)
		多功能声级计 AWA6228+ (JA-XC089)	20~132dB(A)

(3) 监测时间和频率

2025 年 3 月 9 日至 10 日连续监测 2 天, 每天监测两次, 昼夜间各一次。

(4) 监测结果评价

声环境现状监测评价结果见表 5.7-3。

表 5.7-3 声环境现状监测评价结果 单位 dB(A)

测点 编号	测点位置	检测 时段	检测日期及结果		主要声源	标准限 值	达标情 况
			03 月 09 日	03 月 10 日			
N1	拟建道路起 点	昼间	55	56	交通噪声	70	达标
		夜间	48	47	交通噪声	55	达标
N2	拟建道路终 点	昼间	61	60	交通噪声	70	达标
		夜间	53	53	交通噪声	55	达标
N3-1	龙园酒店, 临 项目最近建 筑物 1 层	昼间	45	46	社会生活噪声	60	达标
		夜间	40	40	社会生活噪声	50	达标
N3-3	龙园酒店, 临 项目最近建 筑物 3 层	昼间	47	47	社会生活噪声	60	达标
		夜间	41	41	社会生活噪声	50	达标
N3-5	龙园酒店, 临 项目最近建 筑物 5 层	昼间	48	49	社会生活噪声	60	达标
		夜间	42	44	社会生活噪声	50	达标
N3-7	龙园酒店, 临 项目最近建 筑物 7 层	昼间	50	51	社会生活噪声	60	达标
		夜间	45	45	社会生活噪声	50	达标
N4-1	凤凰悦海, 临 项目最近建 筑物 1 层	昼间	45	45	社会生活噪声	60	达标
		夜间	39	39	社会生活噪声	50	达标
N4-3	凤凰悦海, 临 项目最近建 筑物 3 层	昼间	46	46	社会生活噪声	60	达标
		夜间	41	41	社会生活噪声	50	达标
N4-5	凤凰悦海, 临	昼间	48	48	社会生活噪声	60	达标

	项目最近建筑物 5 层	夜间	42	44	社会生活噪声	50	达标
N4-7	凤凰悦海, 临项目最近建筑物 7 层	昼间	50	50	社会生活噪声	60	达标
		夜间	45	45	社会生活噪声	50	达标
N4-9	凤凰悦海, 临项目最近建筑物 9 层	昼间	49	49	社会生活噪声	60	达标
		夜间	44	44	社会生活噪声	50	达标
N4-12	凤凰悦海, 临项目最近建筑物 12 层	昼间	47	47	社会生活噪声	60	达标
		夜间	42	42	社会生活噪声	50	达标
N5	西海瑞园	昼间	49	50	社会生活噪声	60	达标
		夜间	46	45	社会生活噪声	50	达标
N6	雨水管道海域段沙滩	昼间	48	49	社会生活噪声	60	达标
		夜间	46	46	社会生活噪声	50	达标
N7	临时施工场地	昼间	51	52	社会生活噪声	60	达标
		夜间	47	46	社会生活噪声	50	达标

注：昼间：指 06:00~22:00 之间的时段；夜间：指 22:00~次日 06:00 之间的时段。

表 5.7-4 现状车流量统计表

检测日期	检测点/位置	检测时段	车流量 (辆/20 分钟)			
			大型	中型	小型	摩托车
2025 年 03 月 09 日	N1 拟建道路起点 (海色路)	昼间	0	0	17	0
		夜间	0	0	2	0
	N2 拟建道路终点 (滨海大道)	昼间	22	9	271	1
		夜间	3	7	91	0
2025 年 03 月 10 日	N1 拟建道路起点 (海色路)	昼间	0	0	14	0
		夜间	0	0	3	0
	N2 拟建道路终点 (滨海大道)	昼间	21	11	261	2
		夜间	4	6	106	0

注：1、大型车：车长大于等于 6m 或者乘坐人数大于等于 20 人的载客汽车，以及总质量大于等于 12t 的载货汽车和挂车。
2、中型车：车长小于 6m 且乘坐人数 10~19 人的载客汽车。
3、小型车：车长小于 6m 且乘坐人数少于或等于 9 人的载客汽车。

(5) 现状评价

通过监测数据分析，拟建道路起终点与现状道路相交，昼间、夜间的噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 4a 类标准，其余各监测点位昼间、夜间的噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类标准，均满足区域声环境功能区划

的要求。项目区及周边总体声环境质量状况良好。

5.9 土壤环境现状评价

委托海南中科环境检测有限公司于 2025 年 04 月 01 日对项目区及开挖土堆放区进行采样监测，开挖土最终拟交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理，开挖砂堆放区的用地性质为建设用地。具体监测方案如下：

(1) 监测布点

监测点位：设 3 个监测点，其中 2 个为项目区，1 个为开挖土堆放区，监测布点见表 5.9-1 和图 5.9-1 和 5.9-2。

(2) 监测频次

监测频次：1 次。

(3) 监测因子

土壤监测因子见表 5.9-2。

表 5.9-1 监测点位坐标

图 5.9-1 土壤监测布点图

表 5.9-2 建设用地土壤监测因子表

项目	监测因子	指标数
重金属和无机物	砷、镉、铜、铅、汞、镍、六价铬、锌、含盐量	9 个指标
挥发性有机物	氯甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、顺式-1,2-二氯乙烯、氯仿、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、1,2-二氯丙烷、甲苯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、氯苯、1,1,1,2-四氯乙烷、乙苯、间，对二甲苯、邻二甲苯、苯乙烯、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯	27 个指标
半挥发性有机物	苯胺、2-氯酚、硝基苯、萘、苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽	11 个指标

(4) 土壤现状监测结果

监测结果见表 5.9-3 和表 5.9-4。

表 5.9-4a 建设用地土壤样品测试结果一览表

表 5.9-4b 土壤样品测试结果一览表(挥发性有机物)

表 5.9-4c 土壤样品测试结果一览表(半挥发性有机物)

根据监测结果可见，T1、T2、T3 站位土壤样品各项指标均满足《土壤环境质量-建

设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中的第二类用地筛选值。

5.10 陆域生态植被调查

本项目总占地面积为 3.3920 hm²，根据生态环境现状调查，本项目土地利用类型主要为草地、交通运输用地、林地、水域及水利设

施用地、园地、住宅用地和人工混交林等。工程占地范围内无特殊天然植被覆盖，无国家或省级保护植物类型。

5.10.1 植被调查

①调查范围

调查范围为项目道路范围沿线两侧 300m 范围内。调查范围或周边主要的植被生态环境敏感目标主要是一些自然受损（台风影响）的防护林（人工混交林）。

②植物组成特征分析

经过野外调查与室内分类鉴定分析和统计，该地区的维管植物有 148 种，隶属 49 科。其中蕨类植物有 4 科，4 种；被子植物有 45 科，144 种。植物种类主要分布在木麻黄为主的人工混交林内。

人工植被主要为园林景观植被和木麻黄林为主的人工混交林，而天然植被，主要是草丛，呈斑块状分布；项目区内的外来入侵植物主要为飞机草、马樱丹、含羞草等。项目区受人为干扰严重，植被类型单一，植物种类多为适应人为干扰的常见物种。本次调查未发现有珍稀濒危植物和古树名木。

③植被类型分析

由于深受热带海洋气候和季风气候及人类活动等的影响，目前该地区的植被类型较为单一，主要由人工植被和自然植被组成。人工植被主要有人工混交林、园林景观植被等；自然植被主要是斑块状的草丛植被构成。

具体分类和面积如下表 1：

I 自然植被

1. 草地

II 人工植被

2. 园林景观植被

人工混交林

表 5.10-1 评价区及项目用地涉及的植被群落面积概况（面积：公顷）

A.自然植被

草地

项目区域内的草地群落主要分布于人工林或弃荒地，群落以草本植物为绝对优势，草地植物组成以豆科、菊科、锦葵科、莎草科和禾本科等为优势，盖度一般在 60%左右，高度一般在 1m 以下。群落组成种简单，常见的有猪屎豆、黄花稔、梵天花、飞机草、加拿大蓬等。而在靠近内缘局部多为高草类，如斑茅、芒、倒扣草、鬼针草等，此外，还有南美蟛蜞菊、葛藤等蔓性草本。评价区内该植被类型的 Shannon-wiener 生物多样性指数小于 1.0，群落的生物量小于 1kg/m^2 。

B、人工植被

该地区的人工植被主要由园林景观植被和人工混交林构成。园林景观植被个体发育水平较好，人工混交林受台风影响严重。

①园林景观植被

园林植被主要分布在道路两侧，这一类植被多由常见的园林绿化用的植物种类构成。常见的植物有：椰子、刺葵、榕树、印度紫檀、凤凰木、苦楝、桃花心木、非洲楝、木棉、小叶榄仁、高山榕、宝巾、洋蒲桃(连雾)、扶桑(大红花)、秋枫(重阳木)等植物。估算平均生物量为 $7-9\text{kg/m}^2$ ，林下 Shannon-wiener 生物多样性指数为 1.5 左右。

②人工混交林

人工混交林由于受到台风等自然灾害的影响，现有的个体分布较稀疏，总覆盖率为 40%，其中木麻黄、马占相思等林木胸径为 6-10cm，树高为 8-12m，但林下植物发育一般，覆盖度为 30%左右。在林内及林缘常见的植物有：对叶榕、马樱丹、假连翘、苦楝、构树、黑面神、黄花稔等。估算平均生物量为 $5-7\text{kg/m}^2$ ，Shannon-wiener 生物多样性指数为 1.2-1.5。

5.10.2 植被与植物资源评价

项目建设范围现有植被主要由人工混交林和园林景观植被等构成；自然植被群落面积较小，主要为斑茅+飞机草草丛群落。从下面几个方面可以看出现有植被质量和物种资源的总体水平较低。

(1) 植被生态系统完整性分析

生态系统的完整性评价主要是对其生态稳定性进行评价，包括两种特征，即阻抗和恢复，这是从生态系统对干扰因子反应的意义上定义的，对生态系统稳定状况的度量要

从恢复的稳定性和阻抗的稳定性两个方面来度量和评价。

1) 生态系统稳定性：目前评价区内自然景观大多数已经被人工景观取代，有幸存下来的草丛植被分布面积较小，植物群落完整性较差，景观破碎程度较高，主要分布在人工植被的边缘或荒地，而人工植被受人类干扰程度较大，组成与结构都比较简单，自然恢复能力一般。

2) 生态系统阻抗稳定性：评价区内的植被以人工林为主。人工组成单一，不能形成多样性的群落结构，林分质量较差，易受干扰，自我调节能力差等缺陷，功能不够完善。另外，有研究表明，人工林的土壤饱和持水量、土壤肥力都比天然林低，而土壤侵蚀量则大于天然林，因此对生态环境的缓解改善作用是有限的。

(2) 植被类型和植被分布特点

评价区未发现有植被完整性较好的群落类型，仅有少量的非地带性草丛植被，但其结构与组成成分相对其他地区而言相对简单一些，群落结构也一般，物种多样性较低。没有找到有特色的植被类型。

评价区植被受人类活动的影响明显，区域原生植被较少，植被自然规律已经遭受严重破坏，自然植被仅为草地，海岸线和道路周边为人工景观或防护林植被分布；水域主要为一些水塘组成；没有表现出具有垂直分布和水平分布规律等自然植被的分布特征。

(3) 植物种类质量和物种资源分析

评价范围内的植物资源较低，仅有 148 种高等植物，植物种类密度较小，且绝大多数种类是集中分布在园林绿化植被和人工混交林中，由于自然森林的消失，当地的裸子植物大多数也消失，目前未发现有野生的裸子植物。蕨类植物也较少，记录蕨类植物仅有 4 科 4 种，说明该地区受到人类影响程度很高。未发现有古树名木和珍稀保护植物。因此，总体上植物种类质量较一般，植物种类资源组成简单，物种常见，无特别需要保护的植物资源。

图 5.10-1 评价范围内植被类型分布图

6 环境影响预测与评价

6.1 水文动力环境影响预测与评价

根据《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T231-2021)的要求,建立工程海域二维潮流模型。用有限体积元方法对二维潮流运动基本方程组(如下)进行离散,得到离散方程组,从而得出流速、流向、潮位。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出,采用活动边界技术,以保证计算的精度和连续性。

6.1.1 控制方程

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (2.3-1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + fv + \tau_x \quad (2.3-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v - fu + \tau_y \quad (2.3-3)$$

式中: A_h 水平方向扩散系数, η 为平均海面起算的海面高度, u 、 v 为垂向平均流的东、北分量, $H = \eta + h$ 总水深, h 为平均海面起算的水深, f 为体现地球自转效应的科氏参数, R_b 为海底摩擦系数, g 为重力加速度,

τ_x, τ_y 为风对自由水面的剪切力在X、Y方向的分量;

$$\tau_x = f_s \rho_a u_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}, \quad \tau_y = f_s \rho_a v_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}$$

f_s 为风阻力系数; ρ_a 为空气密度, u_w, v_w 风速在X、Y方向的分量。

6.1.2 边界条件和初始条件

(1) 边界条件

在本研究采用的数值模式中,需给定两种边界条件,即闭边界条件和开边界条件。

所谓开边界条件即水域边界条件,可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案,计算域外海开边界条件给定潮汐调和常数。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加,分潮振幅(H)和专用迟角(g)只与地点有关,称潮汐调和常数。从理论上讲,分潮的数目是很多的,但大部分影响不大,一般以 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 分潮最大,其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供,并根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整。河流开边界条件由流量进行控制,河流流量数据根据海南省志水利志统计

数据确定。

所谓闭边界条件即水陆交界条件，计算域与其它水域相通的开边界 Γ_1 上有：

$$\zeta(x, y, t)|_{\Gamma_1} = \zeta^*(x, y, t) \quad (2.3-4)$$

或

$$\left. \begin{aligned} u(x, y, t)|_{\Gamma_1} &= u^*(x, y, t) \\ v(x, y, t)|_{\Gamma_1} &= v^*(x, y, t) \end{aligned} \right\} \quad (2.3-5)$$

计算水域与陆地交界的固边界上有：

$$\vec{U} \cdot \vec{n}|_{\Gamma_2} = 0 \quad (2.3-6)$$

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(2.3-6)中的 $\vec{U}$ 为流速矢量($|\vec{U}| = \sqrt{u^2 + v^2}$)，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

$$\left. \begin{aligned} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} &= \zeta_0(x, y, t_0) \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} &= u_0(x, y, t_0) \\ v(x, y, t)|_{t=t_0} &= v_0(x, y, t_0) \end{aligned} \right\} \quad (2.3-7)$$

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。

(3)活动边界处理

本模型采用干湿点判断法处理潮滩活动边界，在岸边界处，将邻近计算点的水位等值外推，根据潮滩“淹没”与“干出”过程同潮位变化的相关关系，当水深 $h \leq 0$ 时，潮滩露出，当水深 $h > 0$ 时，潮滩淹没。如果在某一时刻一节点干出，那么将此格点从有效计算域中去掉，同时，对流速做瞬时垂直壁处理，将与此水位点相邻的流速点设置为零流速；如果某个水位点判断为淹没，则将此点归入计算域。为了确保潮流方程不失去物理意义，选取一个最小水深 $h_{\min}$ 作为判断值，若 $h \leq h_{\min}$ ，则认为格点干出。

6.1.3 计算域及网格划分

(1)计算区域

从满足工程研究需要出发，选定计算域包括：西边界到至 $108^{\circ}46'E$ 经度线，东边界至 $111^{\circ}42'E$ 经度线，北至 $21^{\circ}36'N$ 纬度线，南至 $19^{\circ}28'N$ 纬度线。

(2) 网格剖分

本模型采用三角形网格剖分计算域，三角形网格节点数为 19471 个，三角形个数为 36047 个，相邻网格节点最大间距为 6500m，工程区域最小间距为 3m，计算时间步长为 60s，大范围模型网格剖分见图 2.3-1，工程区域剖分网格见图 2.3-2。

(3) 计算水深

大范围计算区域水深由以下测图基面统一到平均海平面后确定：1:60000 琼州海峡西半部(图号 15819)；1:60000 琼州海峡东半部(图号 15799)；1:20000 海口湾(图号 15831)；1:150000 琼州海峡(图号 15770)；1:120000 大放鸡至硃洲岛(图号 15710)；1:25000 铺前湾(图号 15821)；1:10000 后水湾(图号 00703)。模型计算水深图见图 2.3-3。

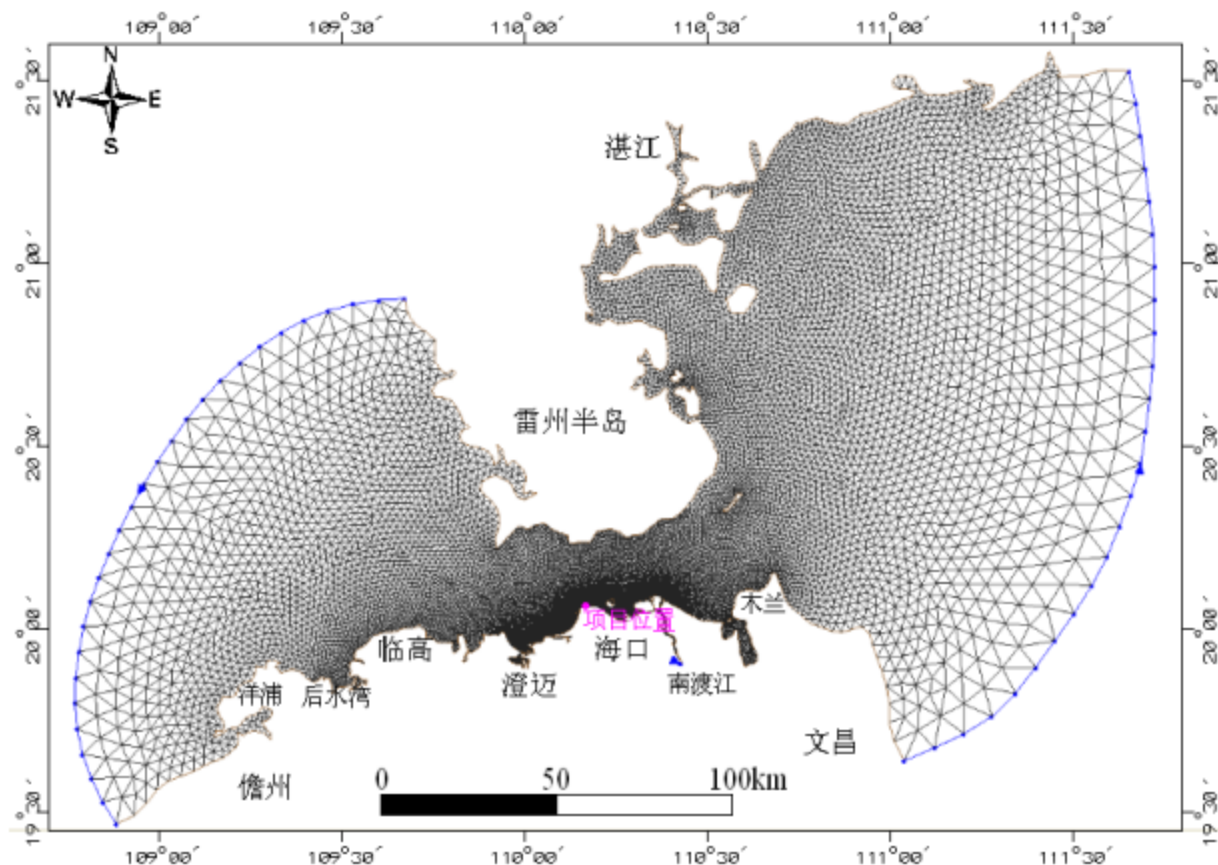


图 2.3-1 大范围模型计算网格

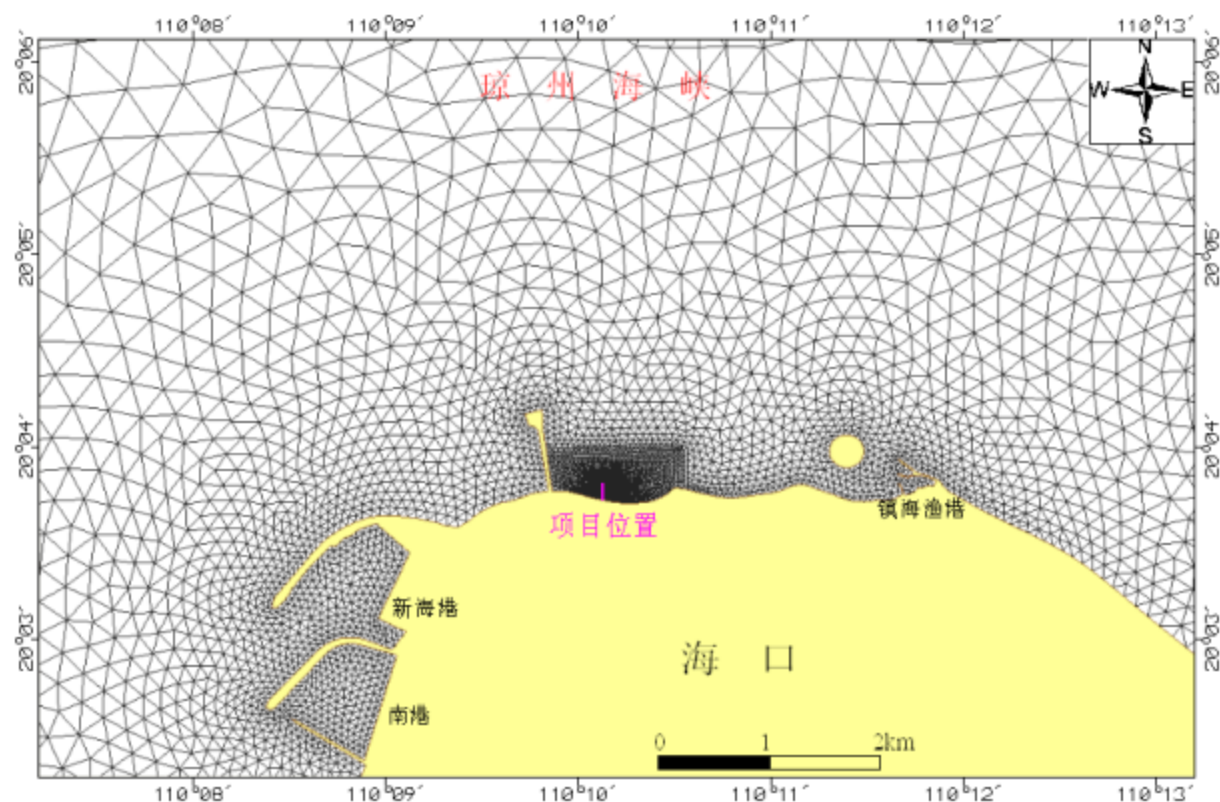


图 2.3-2a 项目工程附近海域剖分网格

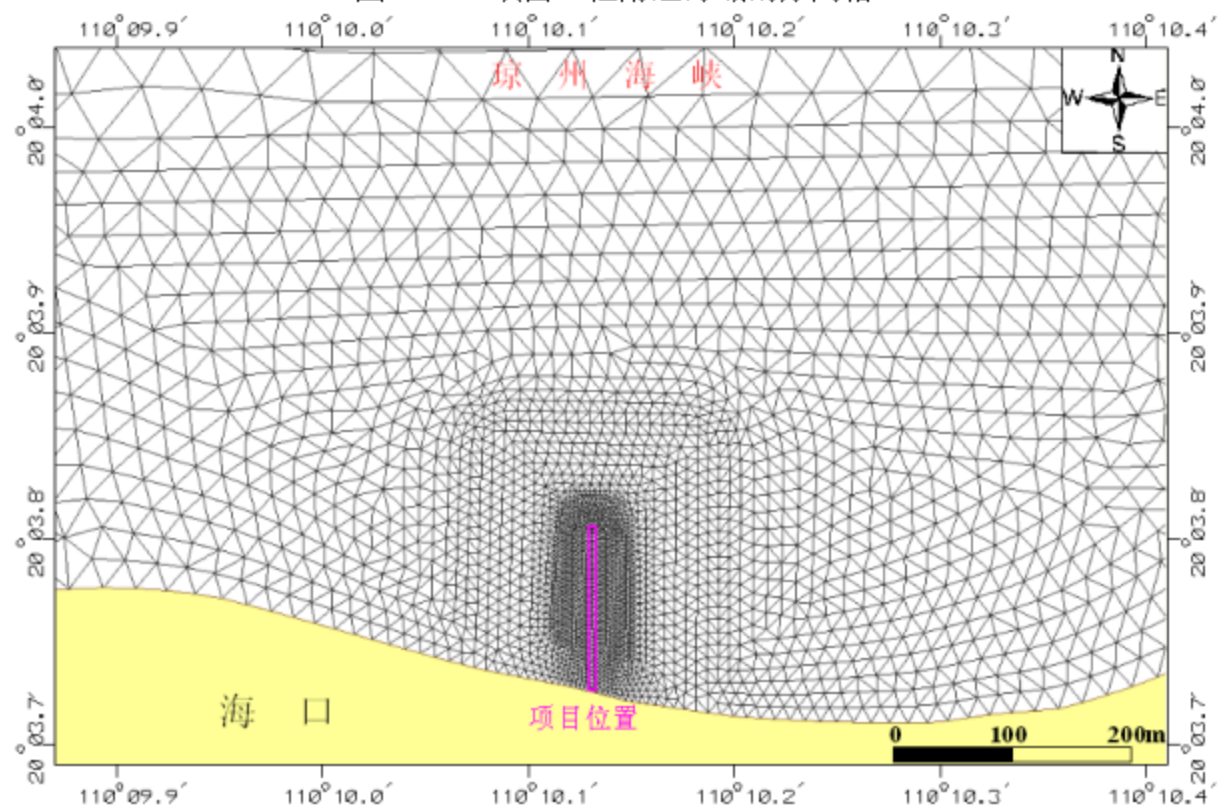


图 2.3-2b 项目工程用海区域局部剖分网格

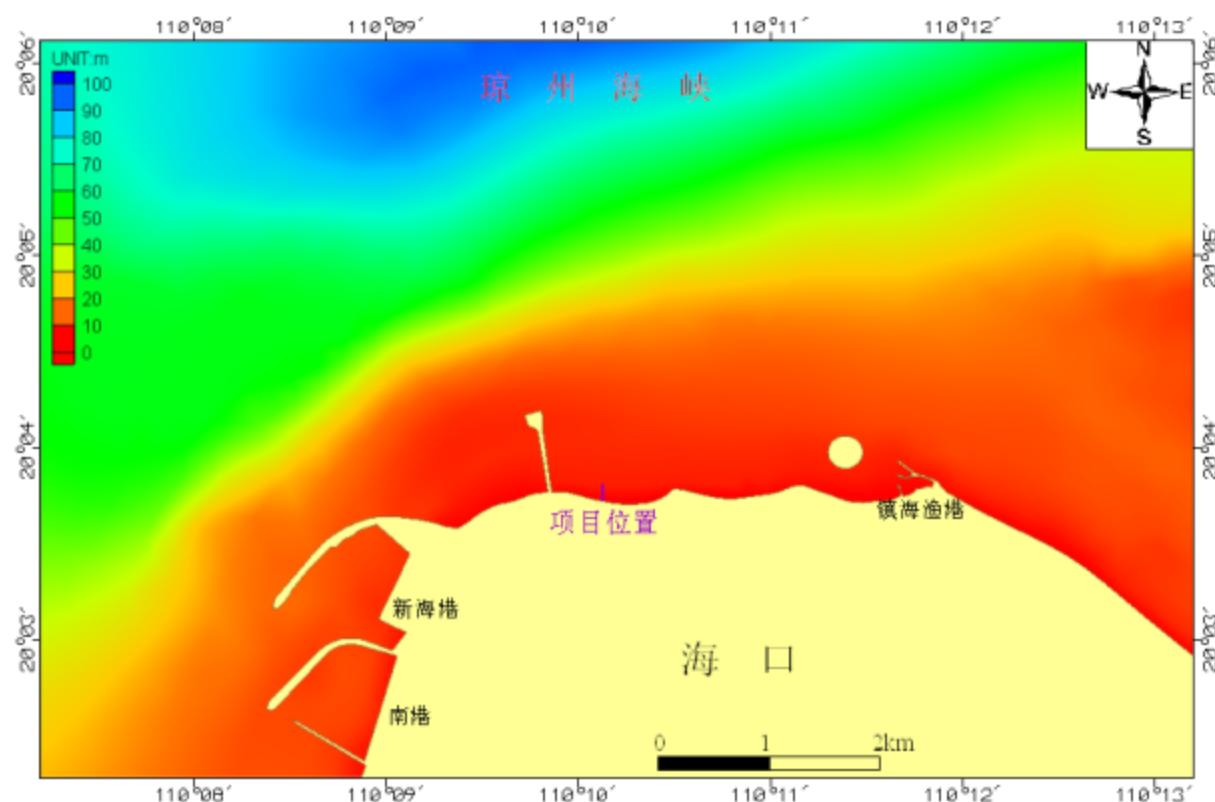


图 2.3-3 项目工程附近海域计算水深

6.1.4 模型的验证

模型的验证有两部分：潮位验证和流速验证。其中潮位验证采用海南安纳检测技术有限公司于 2024 年 9 月 24 日 10:00~25 日 11:00 位于项目附近海域的 2 个站位的潮位观测资料(潮位站点见图 5.1.2-1)；流速验证采用海南安纳检测技术有限公司 2024 年 9 月 24 日 10:00~25 日 11:00 位于项目附近海域的 5 个站大潮期的同步实测资料(流速站点见图 5.1.2-1)。绘制潮位曲线和流向、流速曲线如图 2.3-4~图 2.3-10。由于实测流速为表、中、底三层，因此，比较时采用垂向平均流速、流向资料。

6.1.5 工程前潮流场分析

为了能够反映出本项目工程附近海域的流态特征，本报告给出了大潮期项目附近海域涨急时刻与落急时刻潮流情况，流场分布见图 2.3-12~图 2.3-13。流场的数值计算结果表明：

(1) 琼州海峡的潮流具有较明显的东西向往复流性质；琼州海峡潮流具有四种流动形式，即涨潮东流、涨潮西流、落潮东流和落潮西流，潮流流向与等深线走向基本一致；潮流转流时刻基本发生在涨、落潮中间时刻，最大流速出现在高潮和低潮时刻，具有明显的前进波性质。

(2) 琼州海峡流速存在明显的横向梯度变化,在一定范围内,随着离岸距离的增加潮流值迅速增大,流速以琼州海峡的中央深槽为最大,可以达到 2.3m/s 左右;涨、落潮流向基本与等深线平行。

(3) 在本项目工程北侧琼州海峡,涨潮时,潮流主要是由东向西流动,涨急时刻最大流速在 135cm/s 左右;落潮时,潮流主要是由西向东流动,落急时刻最大流速在 155cm/s 左右;落急流速大于涨急流速。

(4) 在本项目工程附近海域,涨潮时,潮流主要是由东向西流动,涨急时刻最大流速在 42cm/s 左右;落潮时,由于项目西侧码头对潮流的阻挡作用,项目附近海域形成了一个顺时针涡旋,项目工程附近海域潮流主要是由东向西流动,落急时刻最大流速在 22cm/s 左右。

(5) 在本项目工程用海区域,涨潮时,项目用海区域潮流主要是由东向西流动,最大涨急流速是 12.1cm/s ;落潮时,项目用海区域潮流同样是由东向西流动,最大落急流速是 14.0cm/s 。

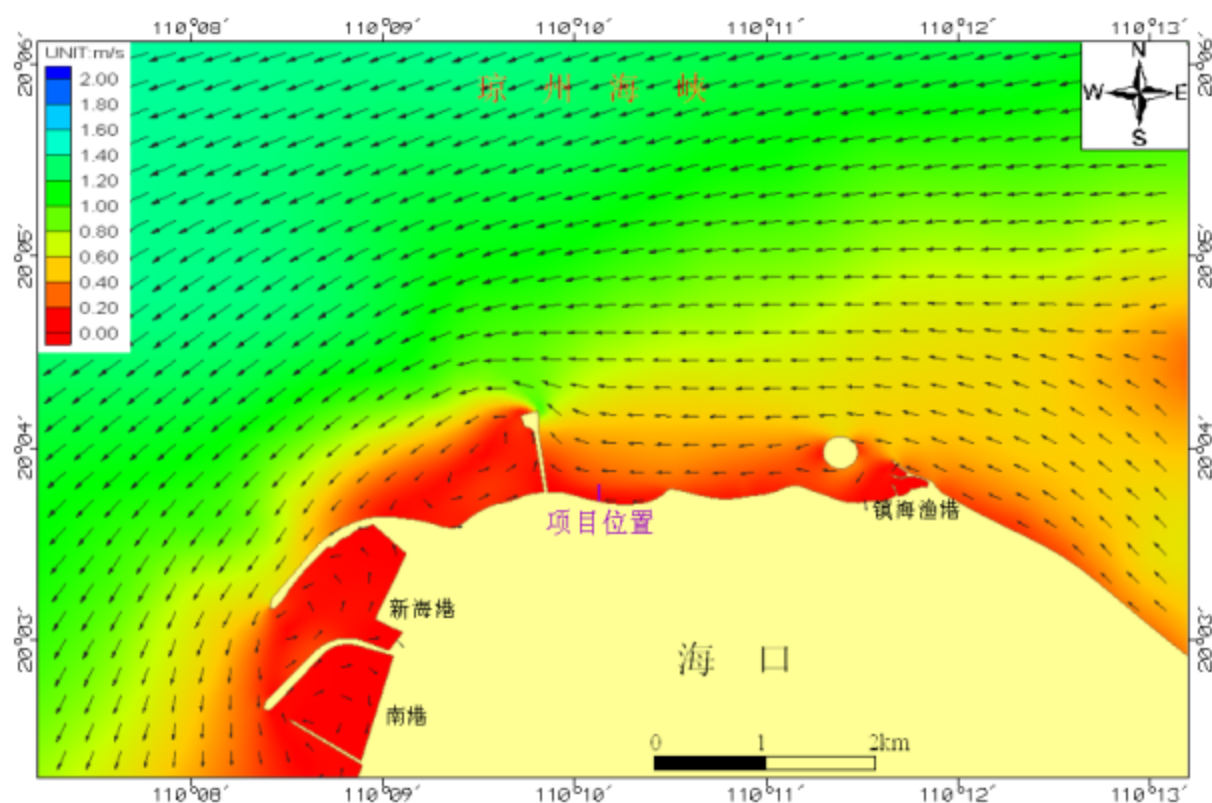


图 2.3-12a 工程前项目工程附近海域大潮期涨急流场

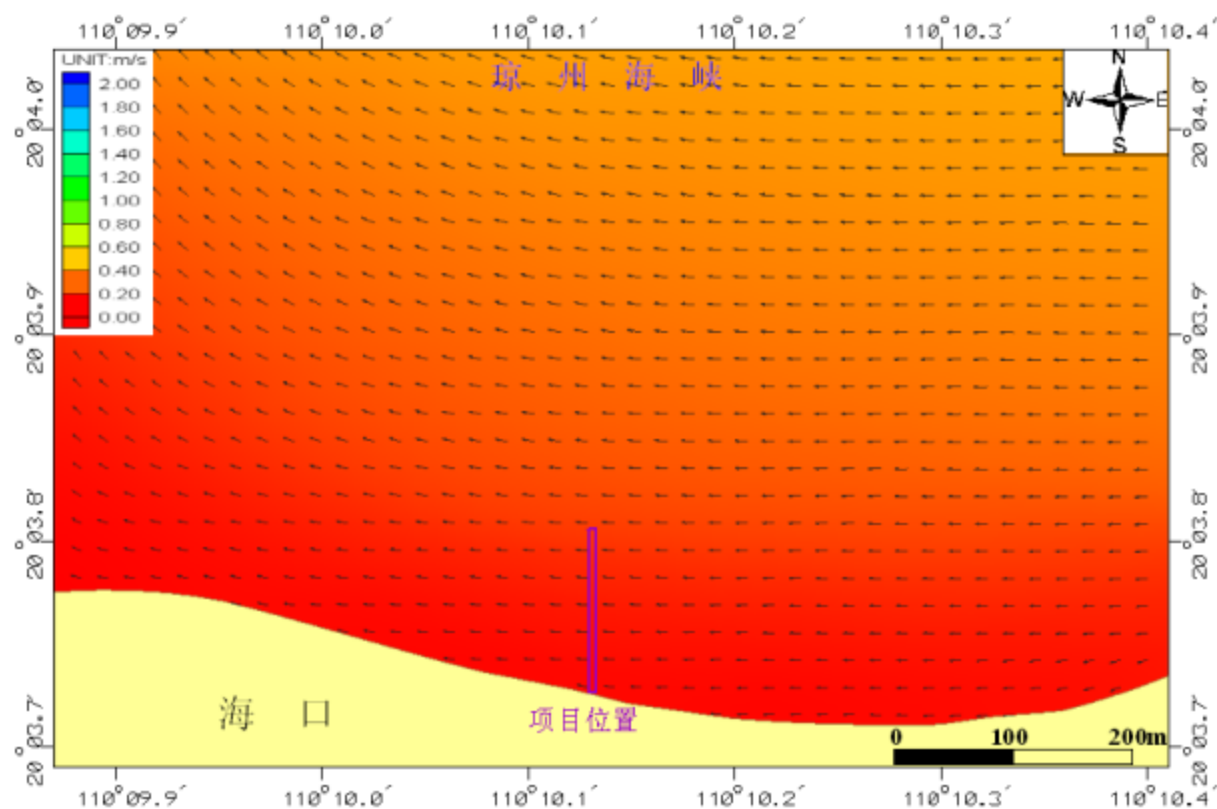


图 2.3-12b 工程前项目工程用海区域大潮期局部涨急流场

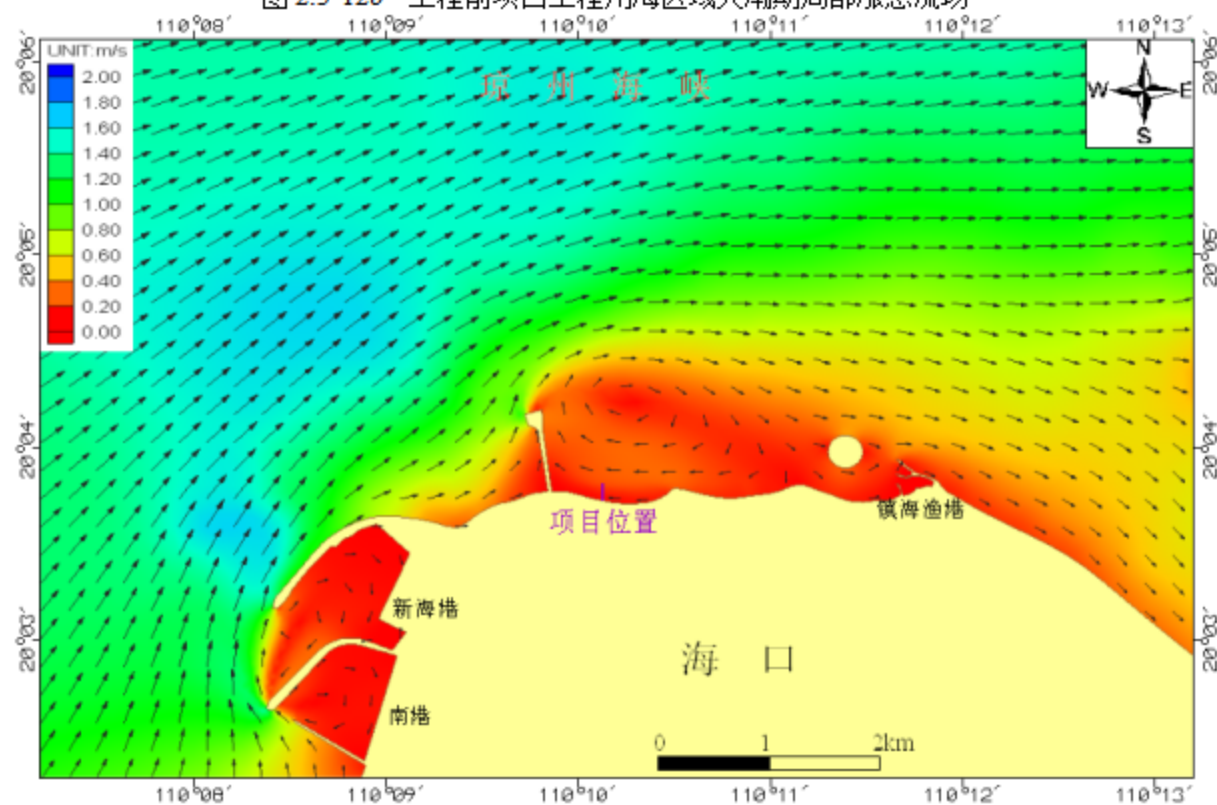


图 2.3-13a 工程前项目工程附近海域大潮期落急流场

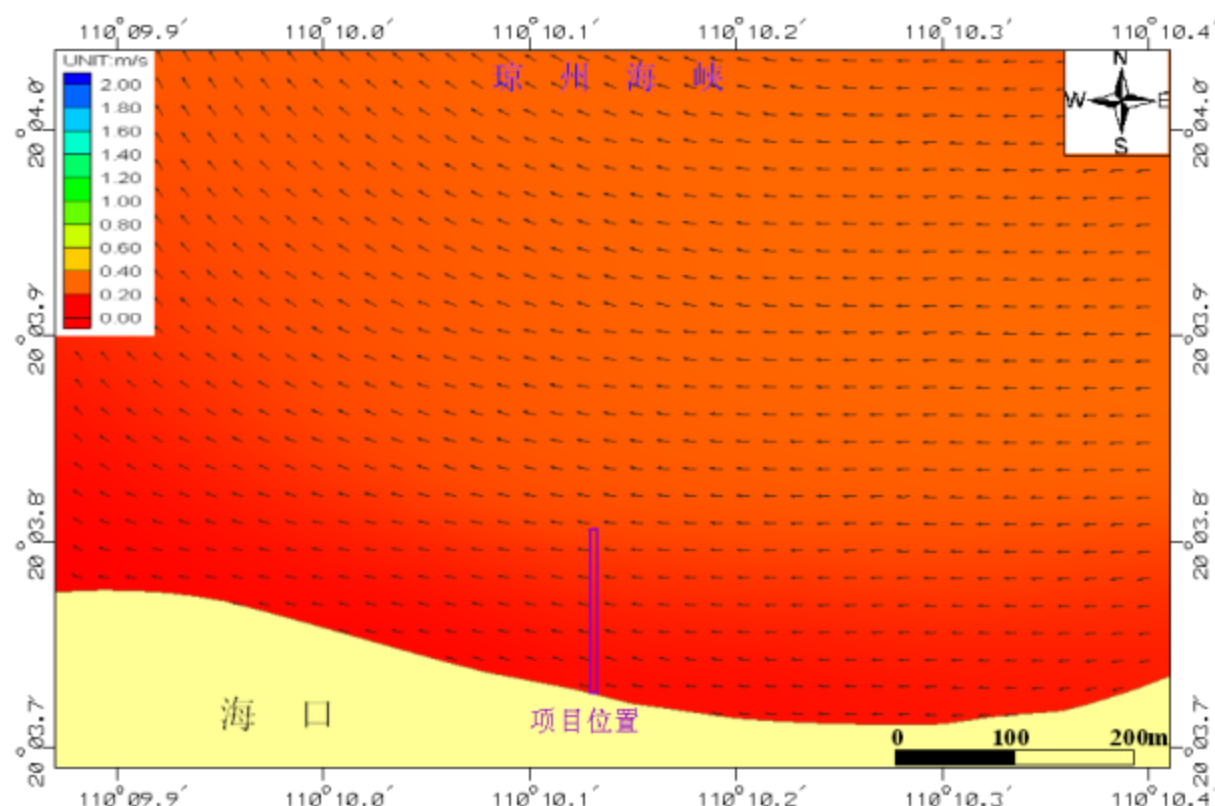


图 2.3-13b 工程前项目工程用海区域大潮期局部落急流场

6.1.6 工程后潮流场变化

在排涝通道建设完成后,将导致海底海床发生改变,从而引起该区域流场的变化。为了更好的分析工程后流场的变化,同样输出排涝通道不排水情况下一个潮周期内项目工程用海区域局部涨急时刻与落急时刻流场分布图,见图 2.3-14~图 2.3-15。排涝通道建设完成后流场的数值计算结果表明:在本项目工程用海区域,涨潮时,项目用海区域潮流主要是由东向西流动,最大涨急流速是 15.51cm/s ;落潮时,项目用海区域潮流同样是由东向西流动,最大落急流速是 18.6cm/s 。

为了对比工程前后潮流场的变化,本报告给出涨急时刻和落急时刻前后流速变化大小等值线图,见图 2.3-16~图 2.3-17。通过分析可以发现:涨急时刻,靠近排放口的管道东西两侧海域潮流流速减小,减小幅度最大为 -5.0cm/s ,本项目管道用海区域、靠近海岸的管道东西两侧区域潮流流速增大,流速增大值最大为 4.9cm/s ,流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离离排放口约 250m ;落急时刻,靠近排放口的管道东西两侧海域潮流流速减小,减小幅度最大为 -4.4cm/s ,本项目用海区域、靠近海岸的管道东西两侧区域潮流流速增大,流速增大值最大为 5.7cm/s ,流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离离排放口约 280m 。

总体来说,本项目工程排涝通道排水建设完成后,项目工程附近海域潮流流速变化最大值为 5.7cm/s , 流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离约 280m , 主要影响区域是管道东西两侧海域。因此,本项目工程的排涝通道建设后对项目工程附近海域的潮流有一定的影响,但影响范围较小。

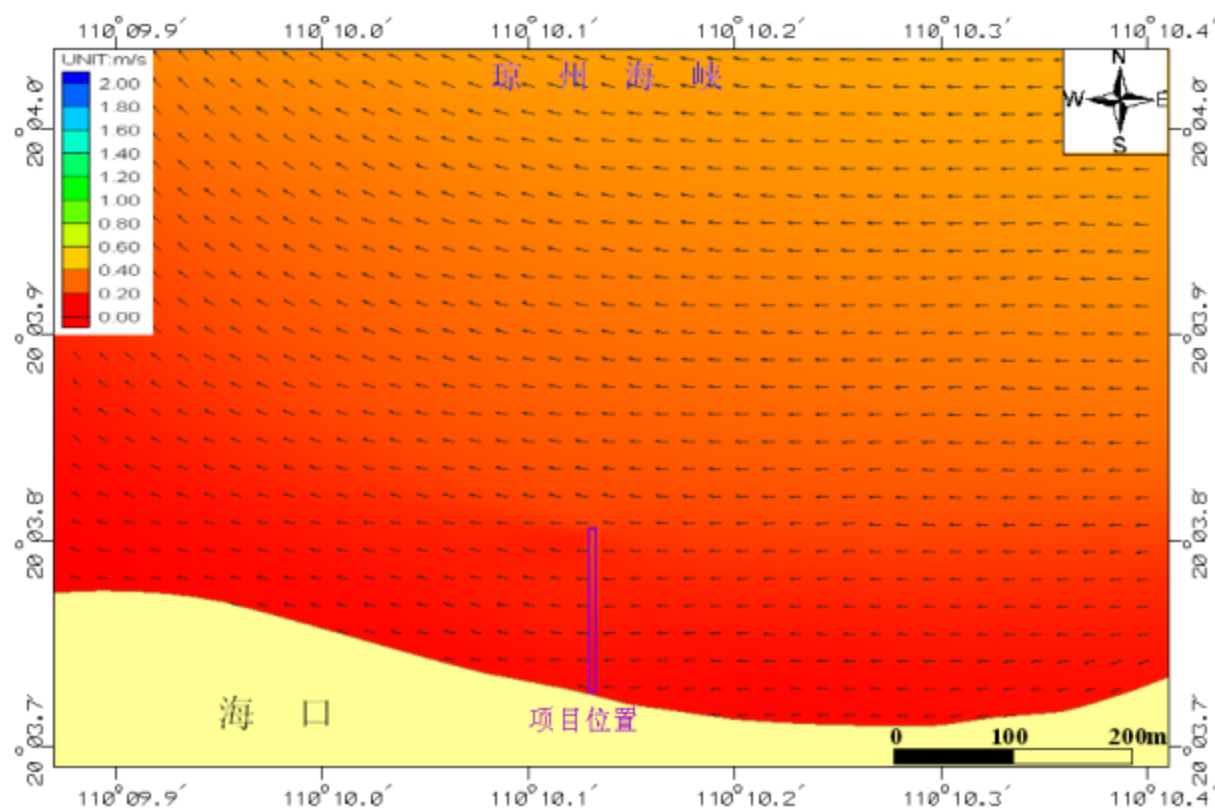


图 2.3-14 工程后项目工程用海区域大潮期局部涨急流场

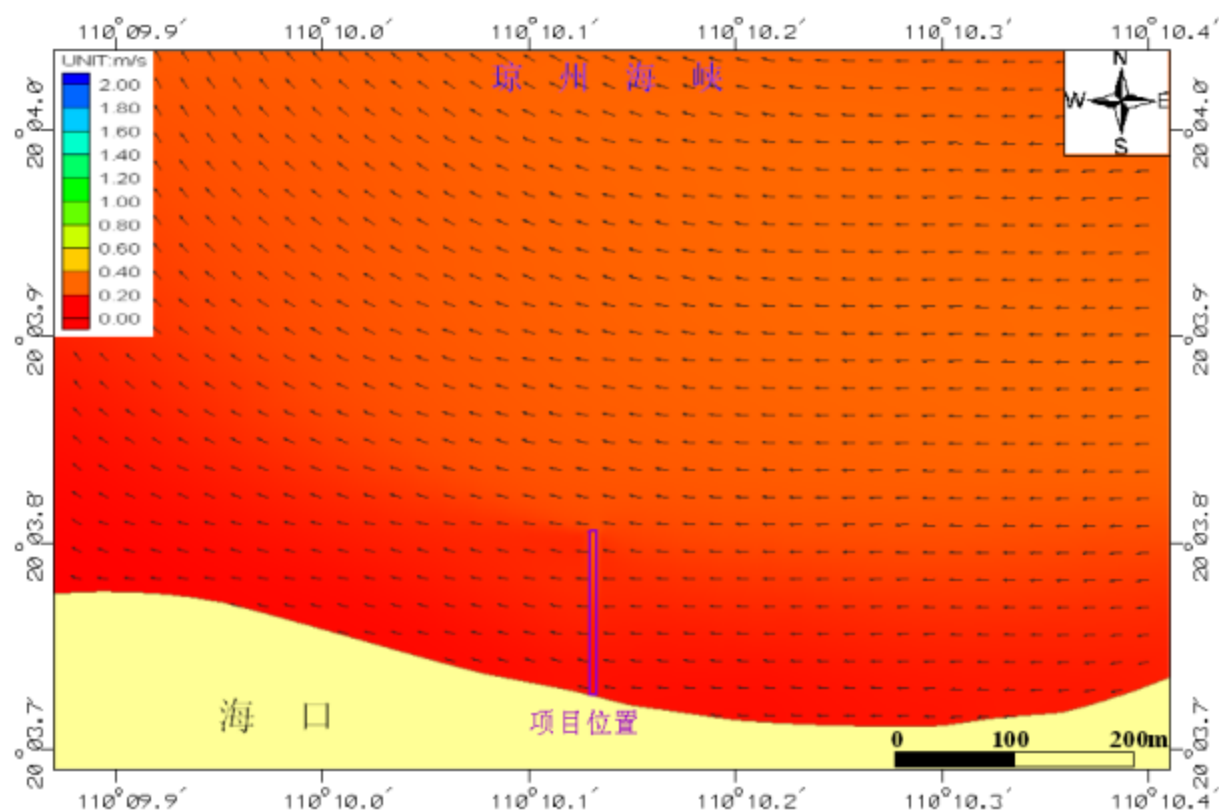


图 2.3-15 工程后项目工程用海区域大潮期局部落急流场

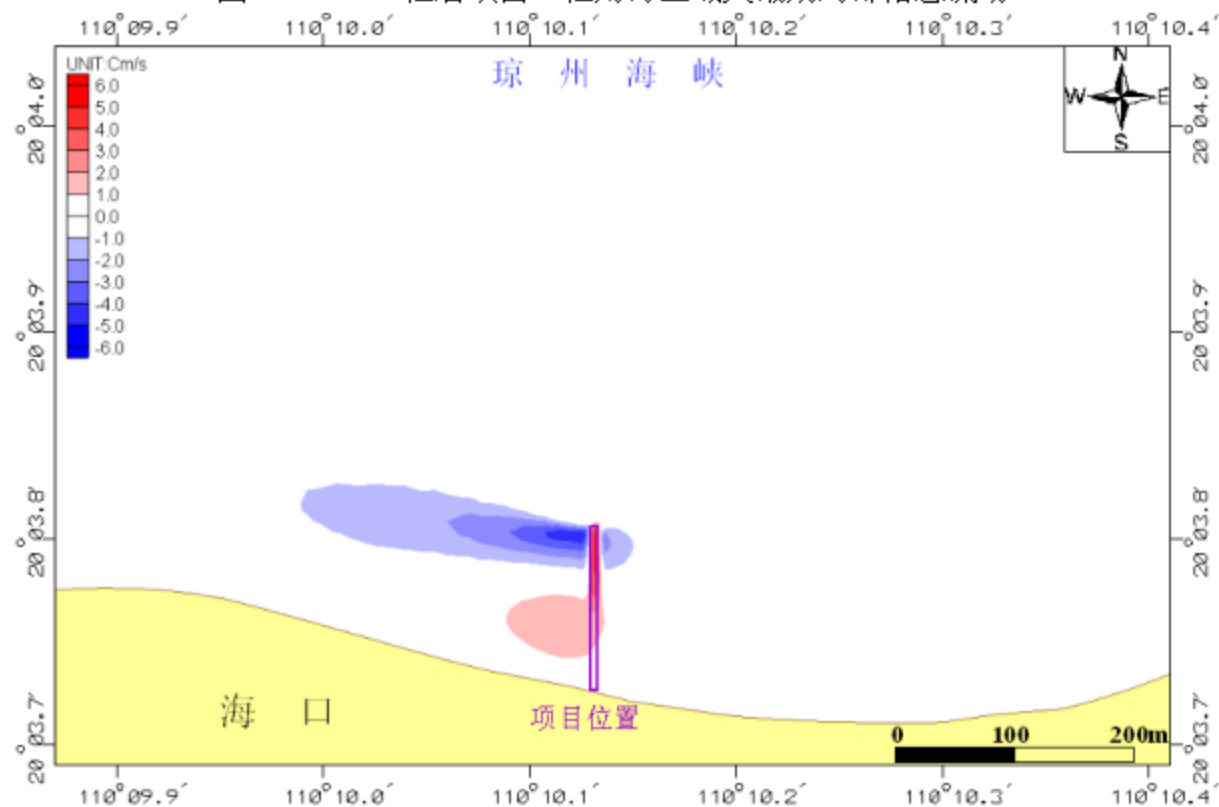


图 2.3-16 工程前后涨急时刻流速大小变化图

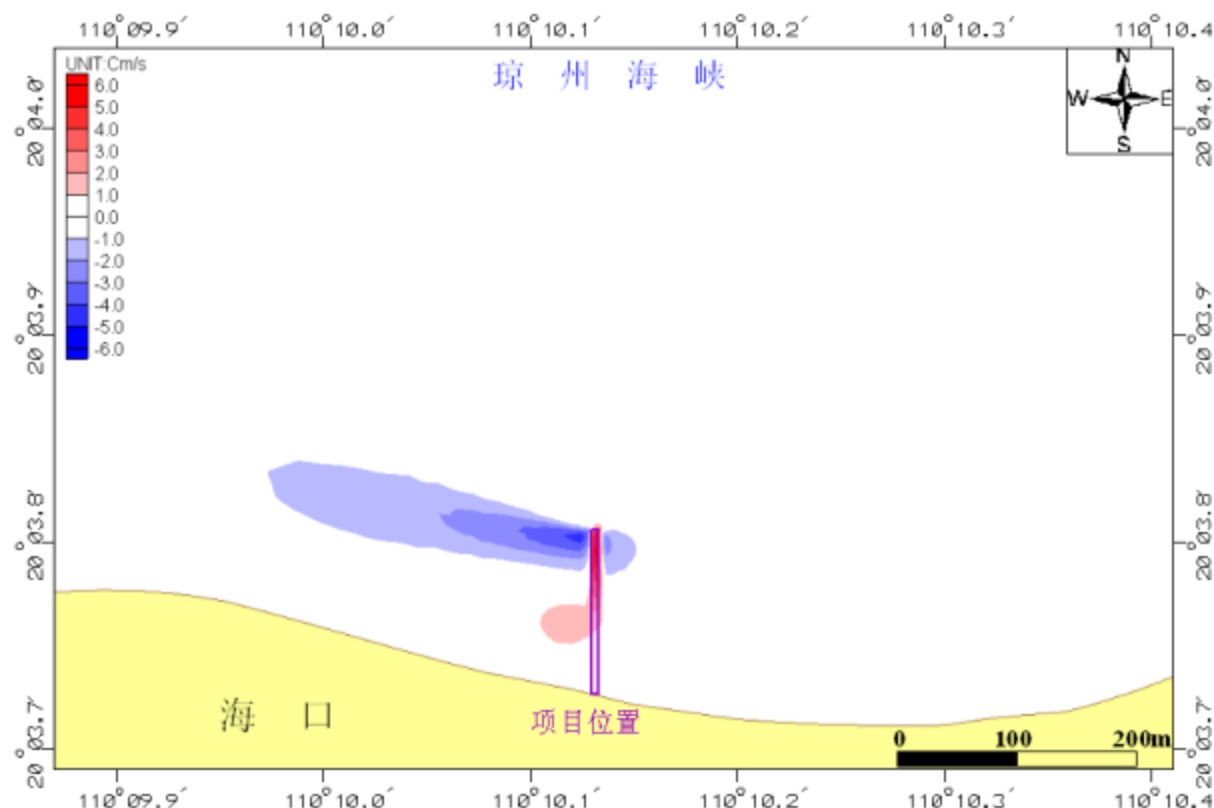


图 2.3-17 工程前后落急时刻流速大小变化图

6.1.7 排涝通道排水过程潮流场模拟分析

在排涝通道排水过程中，由于大量的雨水冲入大海，从而引起该区域流场的变化。为了更好的分析工程后流场的变化，同样输出排涝通道排水时一个潮周期内项目工程用海区域局部涨急时刻与落急时刻流场分布图，见图 2.3-18~图 2.3-19。排涝通道排水时流场的数值计算结果表明：

(1) 涨潮时，雨水从排放口排放出去后，潮流主要是向西北流动，排放口附近区域流速最大可达 283cm/s，在排放口西侧形成一个顺时针小涡旋，项目工程东侧附近海域潮流主要是由东向西流动，涨急时刻最大流速在 40cm/s 左右；本项目工程用海区域潮流主要是由东向西流动，最大涨急流速是 47.0cm/s。

(2) 落潮时，雨水从排放口排放出去后，潮流主要是向西北流动，排放口附近区域流速最大可达 265cm/s，在排放口西侧形成一个顺时针小涡旋，项目工程东侧附近海域潮流主要是由东向西流动，涨急时刻最大流速在 20cm/s 左右；本项目工程用海区域潮流主要是由东向西流动，最大涨急流速是 35.2cm/s。

为了对比排涝通道排水时潮流场的变化，本报告给出涨急时刻和落急时刻前后流速变化大小等值线图，见图 2.3-20~图 2.3-21。通过分析可以发现：涨急时刻，排放口东

北侧和西北侧海域潮流流速减小,减小幅度最大为 -16.3cm/s ,本项目用海区域及其东西两侧海域、排放口北侧偏西区域潮流流速增大,流速增大值最大为 272cm/s ,本项目用海区域流速增大值最大为 37.9cm/s ,流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离在排放口西北侧约 910m ;落急时刻,排放口东北侧和西北侧海域潮流流速减小,减小幅度最大为 -15.6cm/s ,本项目用海区域及其东西两侧海域、排放口北侧偏西区域潮流流速增大,流速增大值最大为 251cm/s ,本项目用海区域流速增大值最大为 24.0cm/s ,流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离在排放口北侧约 1180m 。

总体来说,本项目工程排涝通道排水后,项目工程附近海域潮流流速变化最大值为 272cm/s ,流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离约 1180m 。因此,本项目工程的排涝对项目工程附近海域的潮流有一定的影响。

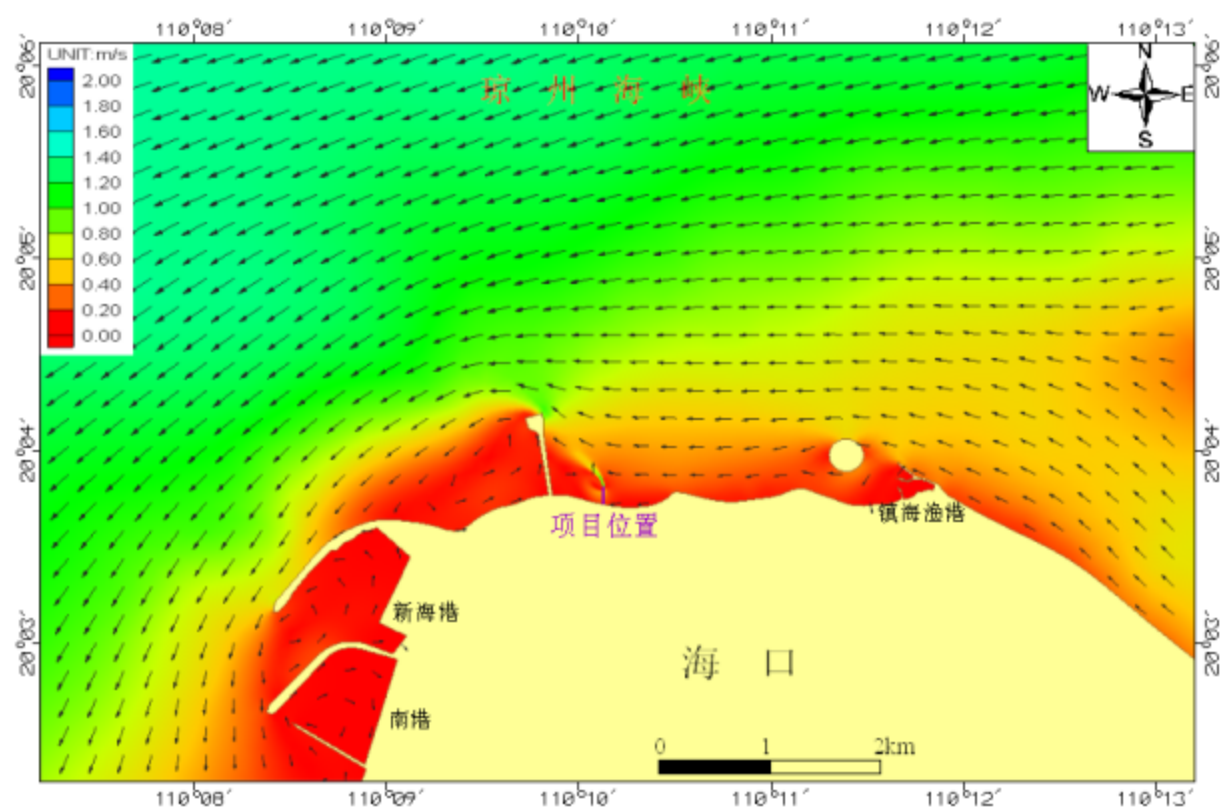


图 2.3-18a 排涝通道排水时项目工程附近海域大潮期涨急流场

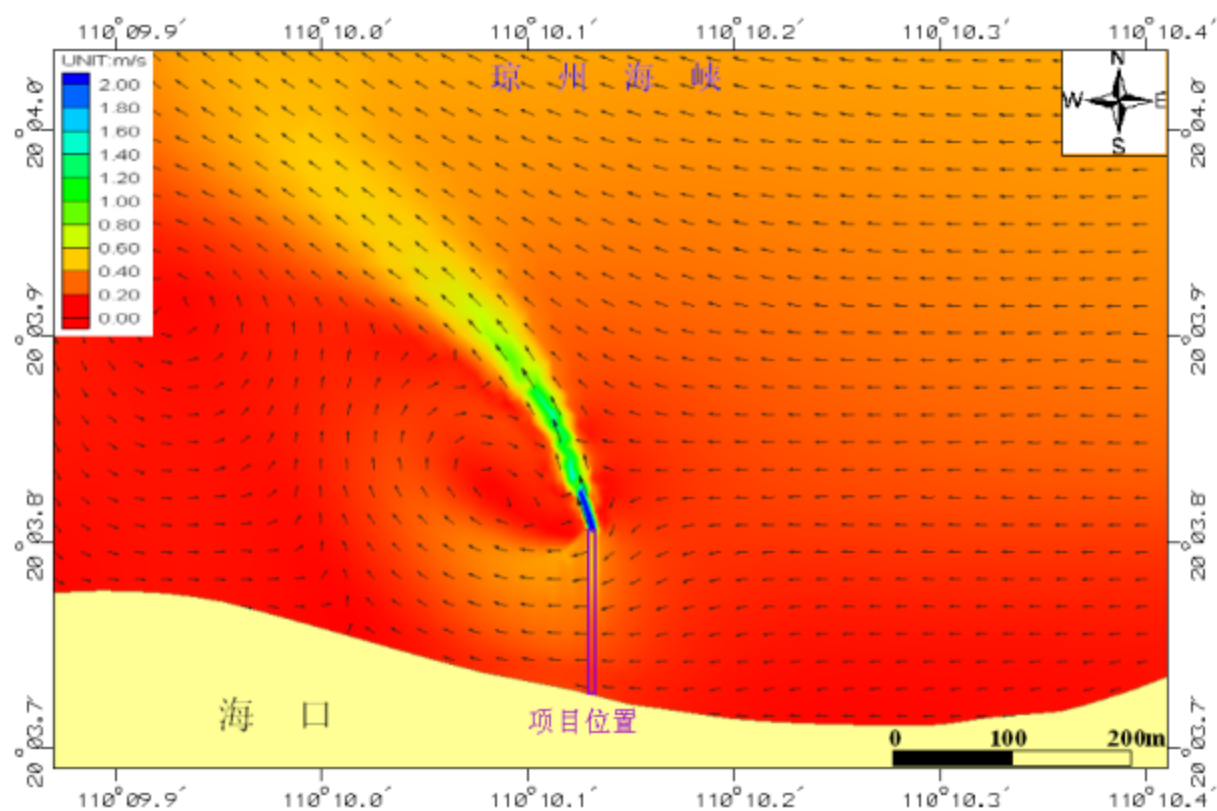


图 2.3-18b 排涝通道排水时项目工程用海区域大潮期局部涨急流场

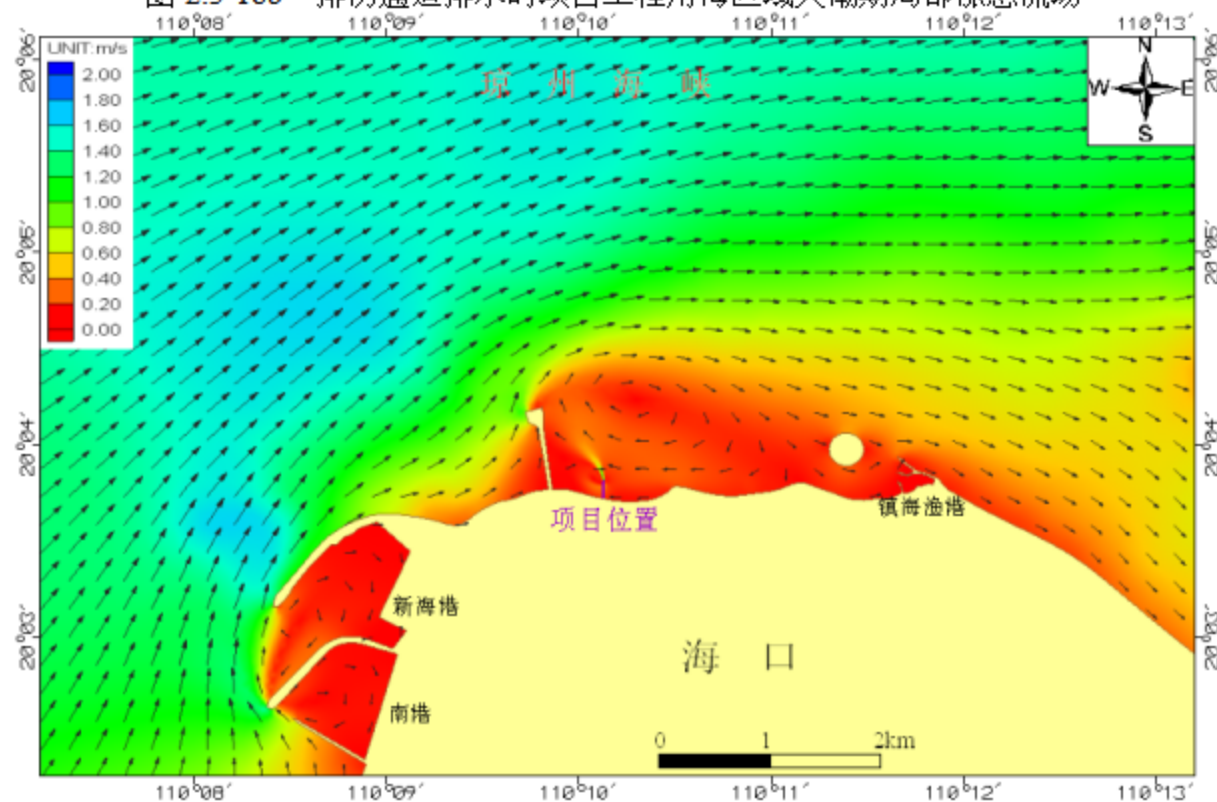


图 2.3-19a 排涝通道排水时项目工程附近海域大潮期落急流场

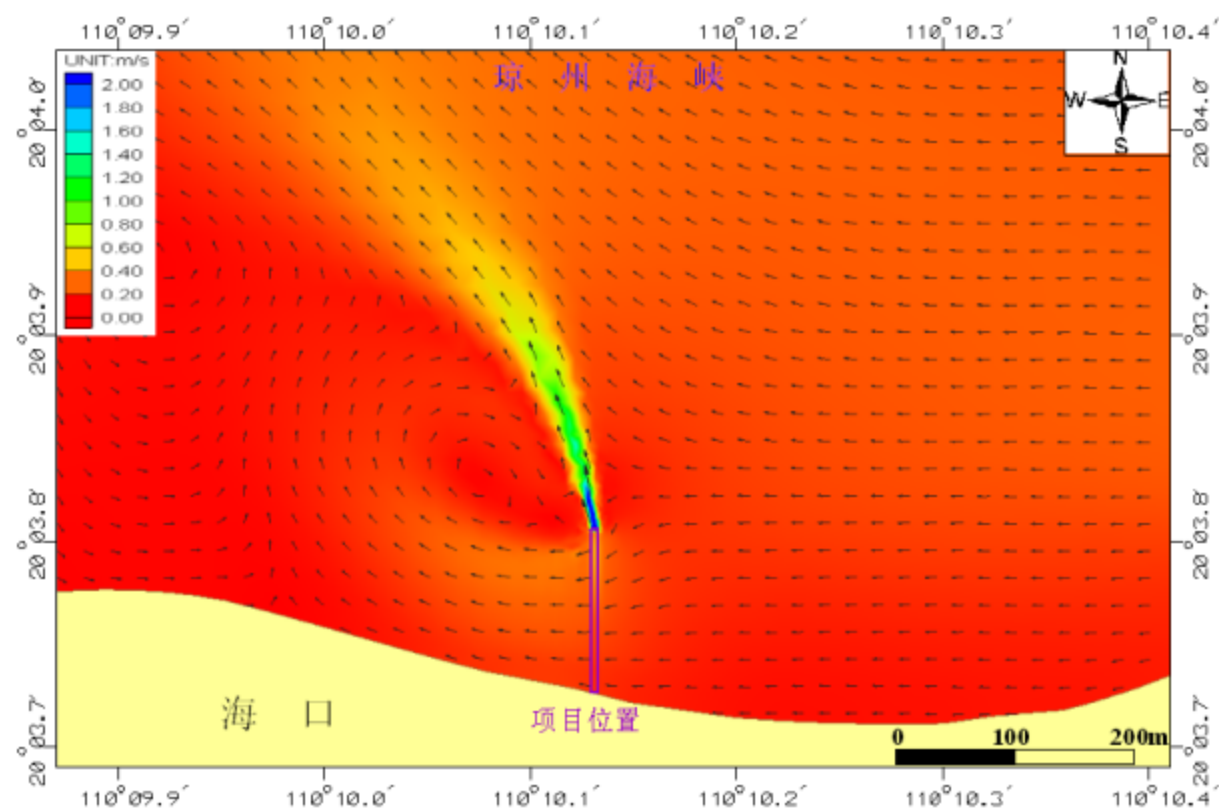


图 2.3-19b 排涝通道排水时项目工程用海区域大潮期局部落急流场

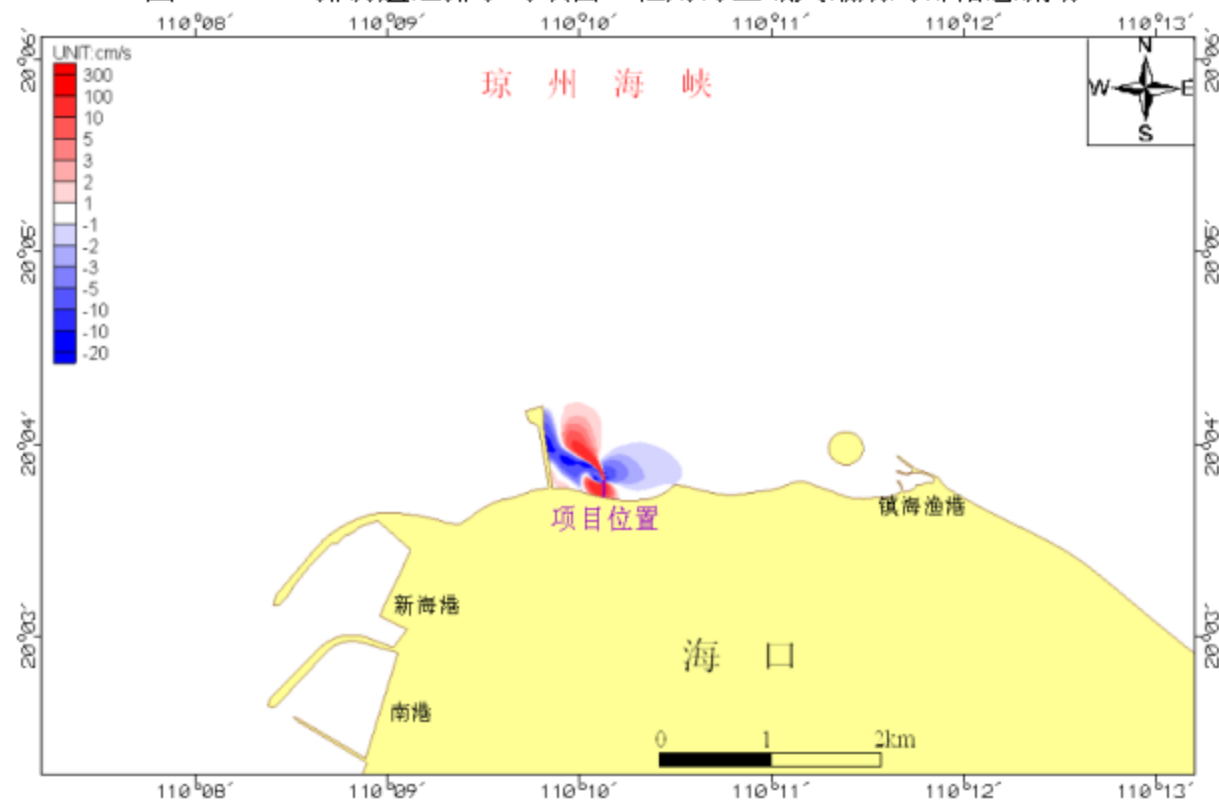


图 2.3-20 排涝通道排水时涨急时刻流速大小变化图

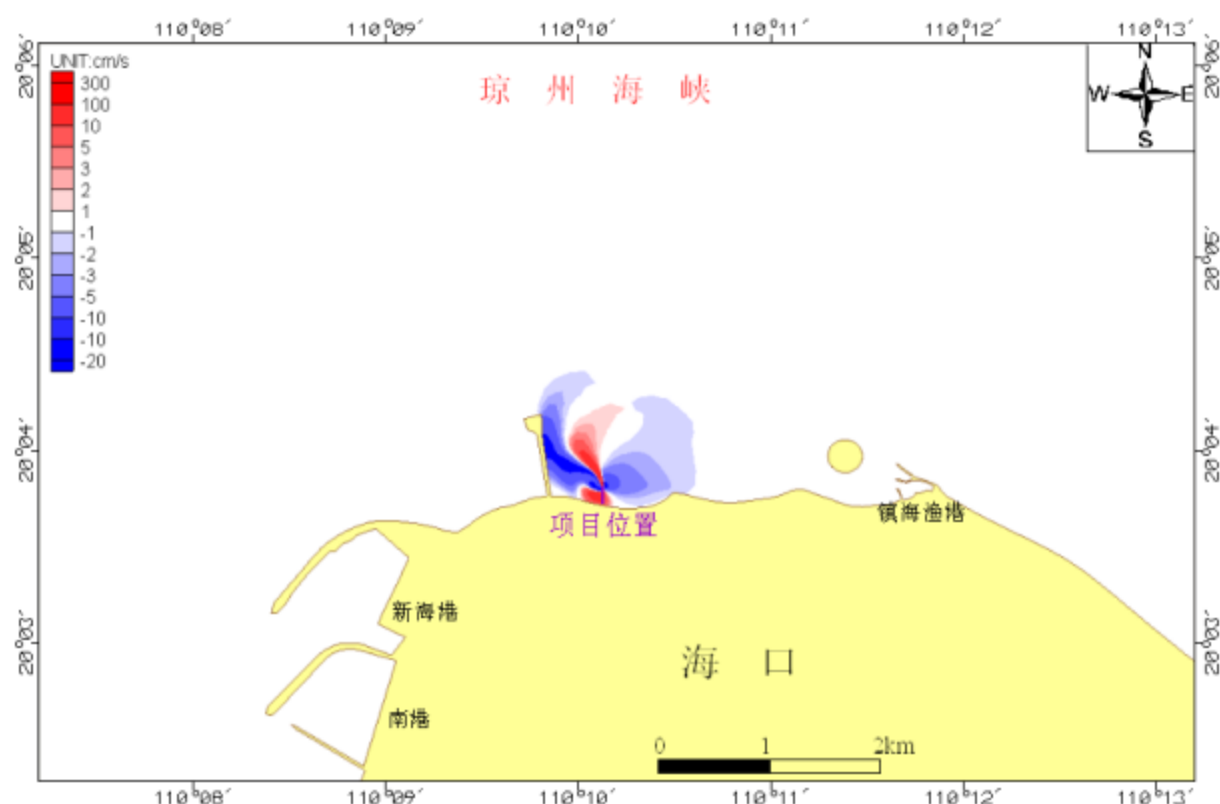


图 2.3-21 排涝通道排水时落急时刻流速大小变化图

6.2 地形地貌与冲淤环境影响预测预评价

6.2.1 计算公式和参数确定

为了定量工程后周边海域的泥沙回淤情况，在完成潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响进行计算分析。回淤强度的计算采用以下公式进行计算：

$$p = \frac{\alpha S \omega t}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{2m} \right]$$

式中， p 为年淤积厚度(m)；

α 为沉降几率，取 0.67；

S 为水体平均悬沙含量，单位： kg/m^3 ；本海域平均含沙量平均值大约为 $0.020\text{kg}/\text{m}^3$ ；

t 为年淤积历时，单位取秒 (S)，一年即为 31557600 秒；

γ_d 为泥沙干容重，取值为 $1380\text{kg}/\text{m}^3$ ；

V_1 、 V_2 分别为数值计算工程前、工程后全潮平均流速，单位为 m/s ，全潮平均流速的取值采用流速大小绝对值的平均值；

M 根据当地的流速与含沙量的关系近似取作 1。

ω 为泥沙沉速，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:

$$\omega = \sqrt{(13.95 \frac{v}{d_s})^2 + 1.09 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_s} - 13.95 \frac{v}{d_s}$$

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, 取值 $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 。

根据以上的设定和潮流数值模拟计算的结果, 计算得到工程后工程所处海域泥沙每年回淤强度情况, 绘制出冲淤强度等值线图(图 2-53) (+表示淤积, -表示冲刷)。

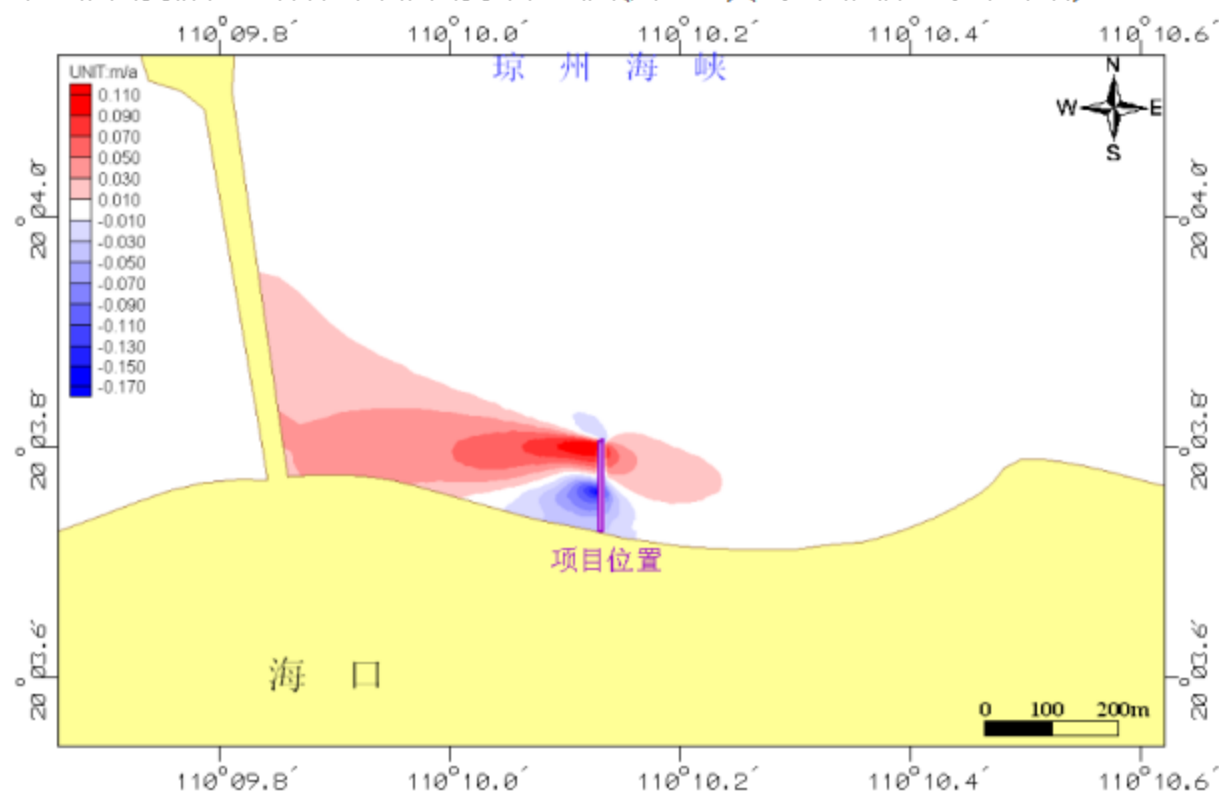


图 2-53 工程后项目工程附近海区冲淤图(+表示淤积, -表示冲刷)

6.2.2 计算结果分析

由图 2-53 可以看出, 排涝通道建设完成后, 在靠近排放口的管道东西两侧海域将产生一定的淤积, 淤积最大为 11.4 cm/a , 淤积强度大于 1 cm/a 的范围最远的距离在排放口西北侧约 600 m ; 在本项目排放口北侧区域、靠近海岸的管道东西两侧区域, 则会造成轻微的冲刷, 冲刷最大强度为 17.3 cm/a , 冲刷强度大于 1 cm/a 的范围最远的距离在管道西侧约 150 m 。需要说明的是, 海床的淤积和冲刷在经过两三年的调整之后将会达到冲淤平衡状态, 不会一直持续淤积和冲刷, 海床的最大淤积厚度在 0.25 m 左右, 最大的冲刷深度在 0.40 m 左右。

因此, 本项目排涝通道的建设对项目用海区域周边的冲淤环境影响较小。

6.2.3 管道排水过程排水口冲刷深度

由于箱涵排水口位于水下，针对水下排海流量引起水动力条件改变，进而导致的冲刷强度变化，使用计算闸下冲刷的毛昶熙公式（公式 6-1）进行估算，该公式适用于水工建筑物局部冲刷深度的计算。计算工况为设计流量 $28\text{m}^3/\text{s}$ 。

$$t_P = \frac{0.66q\sqrt{2\varepsilon - \frac{y}{h}}}{\sqrt{(s-1)gd}\left(\frac{h}{d}\right)^{1/6}} - h \quad (\text{公式 6-1})$$

式中： t_P 为河床冲刷深度； q 为单宽流量，取值 $5.7\text{ m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ； ε 为流速分布不均匀性的动量修正系数，取值 1.1； d 为河床土粒直径，取值 0.01mm ； s 为土粒质量与水质量的比值，取值 2.65； g 为重力加速度； h 为水深， m ； y 为最大流速的位置高度， m 。

本项目管道排水口底高程为 -3.0m ，平均海平面为 0.44m ，则 $h=3.44\text{m}$ ， y 取值 0.5m 。经过计算可得出，排水口附近的最大可能冲刷深度约为 1.6m 。

6.3 水质环境影响预测与评价

6.3.1 施工期水环境影响分析

1、施工期悬浮泥沙扩散对水质环境的影响

(1) 悬浮物扩散数学模式

根据《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T 231-2021）及有关研究方法，建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组（如下）进行离散，得到离散方程组，根据潮流模型计算出的水位、流速，从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

二维潮流泥沙输运扩散基本方程：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + F_s / H + Q_s / H$$

$$Q_s = Q_0 - S\omega (1-R)$$

$$R = \begin{cases} \frac{\alpha D_{50}}{\beta + D_{50}} (u_* - u_{*cr}) & (u_* \geq u_{*cr}) \\ 0 & (u_* \leq u_{*cr}) \end{cases}$$

$$u_{*cr} = 0.04 \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \sqrt{g D_{50}}$$

S 为铅直方向积分的水体含沙浓度； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数； F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数， Q_0 为海底疏浚产生的悬浮泥沙量； ρ_s 为悬砂密度； ρ_0 为海水密度(取为 1.035g/cm^3)； γ 为海水分子运动粘性系数(取为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$)； u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度； R 为沉降泥沙的再悬浮率($0 \leq R \leq 1$)； D_{50} 为泥沙的中值粒径。

泥沙源函数按下面方法确定：

底部切应力计算公式：

$$\tau = \rho f_b U U$$

当 $\tau \leq \tau_d$ 时,水中泥沙处于落淤状态,则：

$$F_s = \alpha \omega S (1 - \frac{\tau}{\tau_d})$$

当 $\tau_d < \tau < \tau_c$ 时,海底处于不冲不淤状态,则：

$$F_s = 0$$

当 $\tau \geq \tau_c$ 时,海底泥沙处于起动状态,则：

$$F_s = -M (\frac{\tau}{\tau_c} - 1)$$

以上各式中： U 为平均流速；

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_c 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：

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{v}{d_s}\right)^2 + 1.09 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_s} - 13.95 \frac{v}{d_s}$$

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。
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:

$$\tau_d = \rho f_b U_c U_c$$

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

$$U_c = k \left[\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right] \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{\frac{1}{6}} \sqrt{3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d_s + \left(\frac{\gamma_0}{\gamma'_0} \right)^{1/2} \frac{\varepsilon_0 + g h \delta (\delta / d_s)^{1/2}}{d_s}}$$

式中: $k=0.32$;

$$d_* = 10;$$

$\varepsilon_0 = 1.75 \text{ cm}^3 / \text{s}$, 为综合泥沙粘结力, 一般泥沙取该值;

$\delta = 2.31 \times 10^{-5} \text{ cm}$, 是薄膜水厚度参数;

γ_0 为海底泥沙干容重;

γ'_0 泥沙颗粒的稳定干容重;

h 为水深;

ρ_s 为泥沙密度;

$$d' = \begin{cases} 0.5 \text{ mm} & \text{当 } d \leq 0.5 \text{ mm} \text{ 时} \\ d & \text{当 } 0.5 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm} \text{ 时} \\ 10 \text{ mm} & \text{当 } d \geq 10 \text{ mm} \text{ 时} \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{cases} 1.0 \text{ mm} & \text{当 } d \leq 0.5 \text{ mm} \text{ 时} \\ 2d & \text{当 } 0.5 \text{ mm} \leq d \leq 10 \text{ mm} \text{ 时} \\ 2d_*^{1/2} d^{1/2} & \text{当 } d \geq 10 \text{ mm} \text{ 时} \end{cases}$$

①定解条件

1)初始条件

$$S(x, y, t)|_{t=t_0} = S_0(x, y, t_0)$$

式中: $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

2)边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有:

$$S(x, y, t)|_{\Gamma_1} = S^*(x, y, t) \quad (\text{当水流流入计算域时})$$

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t} + \frac{\partial(HSu)}{\partial x} + \frac{\partial(HSv)}{\partial y} = 0 \quad (\text{当水流流出计算域时})$$

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有:

$$\frac{\partial S}{\partial \bar{n}} = 0$$

式中: $S^*(x, y, t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值), $\bar{n}$ 为陆地边界的单位法向矢量, 式(25)的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

②数值方法

将一个时间步长分为两个半步长, 在每个半时间步长内, 依下述求解过程计算潮位及 x, y 方向流速。离散差分方程如下:

前半步长:

$$As1S_{i-1,j}^{n+1/2} + Bs1S_{i,j}^{n+1/2} + Cs1S_{i+1,j}^{n+1/2} = Ds1$$

后半步长:

$$As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2$$

上式中 $As1, Bs1, Cs1, Ds1, As2, Bs2, Cs2, Ds1, Ds2$ 为已知系数。

(2) 悬浮泥沙源强度

根据本项目施工工艺, 基槽开挖过程、管桩桩基施工过程和沟槽回填、护底抛石过程会产生悬浮物, 从而对水环境产生影响。各种施工工况下悬浮泥沙源强详见本报告 3.3.1.1 节。

在本报告模型中, 悬浮泥沙扩散的计算时间为 15 天, 即包含一个完整的大、中、小潮全潮汐过程。在本报告中分别计算基槽开挖过程、管桩桩基施工过程和回填抛石过程悬浮泥沙扩散, 再计算三种工况叠加后的悬浮泥沙扩散过程。在模型计算过程中, 基槽开挖过程、管桩桩基施工过程和回填抛石过程中分别选取 20 个、26 个和 40 个代表点作为悬浮泥沙扩散的模拟源强点, 源强位置覆盖了施工范围内的所有网格点, 本报告中以 A 点为基槽开挖过程源强示意点, 以 B 点为管桩桩基施工过程源强示意点, 以 C 点为回填抛石过程源强示意点, 如图 4-28 所示。此外, 由于仅考虑施工过程中产生的悬

浮泥沙增量的影响，因此，潮流对底床作用产生的泥沙将不计算。

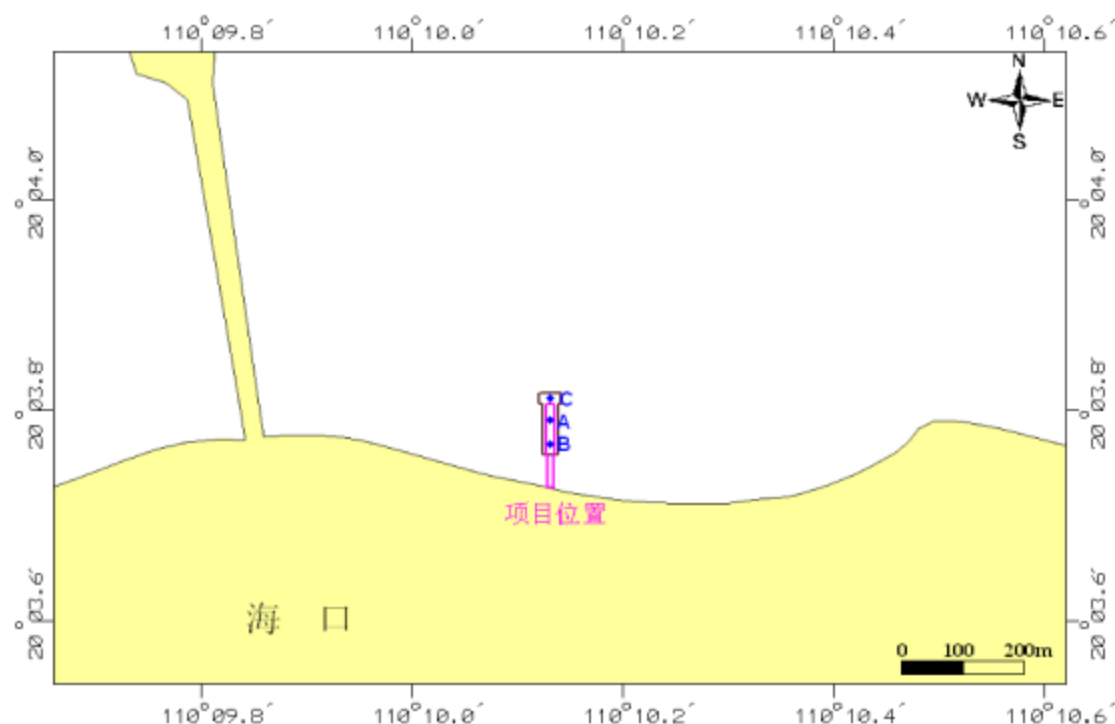


图 4-28 悬浮泥沙源强位置示意图

3、悬浮物分布的计算结果及分析

自项目施工开始产生悬浮泥沙的初始时刻起，源点附近由于沉降、掺混过程所形成的悬浮物混浊云团，在海流作用下扩散迁移形成“污染区”。由于持续作业，云团核心浓度(中心含沙量)随着时间的推移而不断升高，云团面积不断扩大。在初始阶段，这一过程演变很快，但经过一定时间后，浓度随时间的变化变缓，至某一时间不再升高，即达到所谓“平衡态”。它表征了各种因素(源强、自净能力)对环境水质的影响程度。潮混合使核心浓度达到平衡态的时间，决定于水域的地形特征和流场的强弱以及流态。通常，水域小，流场强，达到平衡态的时间就短。

图 4-29 为源强示意点 A 开挖过程中产生的悬浮泥沙增量分布图，图 4-30 为基槽开挖全过程中产生的悬浮泥沙增量分布图。通过计算可知，超I、II类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.094028km^2 ，超III类水质($>100\text{mg/L}$) 面积为 0.023303km^2 ，超IV类水质($>150\text{mg/L}$) 面积为 0.016691km^2 。超IV类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m ，超III类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m ，超I、II类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m ，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 240m 。

图 4-31 为源强示意点 B 桩基施工过程中产生的悬浮泥沙增量分布图，图 4-32 为管

桩基施工全过程中产生的悬浮泥沙增量分布图。通过计算可知，超I、II类水质(>10mg/L)面积为 0.005509km²，超III类水质(>100mg/L) 面积为 0.000308km²，超IV类水质(>150mg/L) 面积为 0.000171km²。超III类水质和超IV类水质基本上是在项目用海区域内扩散，超I、II类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 35m。

图 4-33 为源强示意点 C 回填过程中产生的悬浮泥沙增量分布图，图 4-34 为回填抛石全过程中产生的悬浮泥沙增量分布图。通过计算可知，超I、II类水质(>10mg/L)面积为 0.108887km²，超III类水质(>100mg/L) 面积为 0.025602km²，超IV类水质(>150mg/L) 面积为 0.019272km²。超IV类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 90m，超III类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 120m，超I、II类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 310m，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m。

图 4-35 为三种工况叠加后悬浮泥沙增量分布最大包络线图。通过计算可知，超I、II类水质(>10mg/L)面积为 0.110085km²，超III类水质(>100mg/L) 面积为 0.026566km²，超IV类水质(>150mg/L)面积为 0.019685km²。超IV类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m，超III类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m，超I、II类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m。

表 4.3-1 悬浮泥沙增量各浓度的最大包络面积(km²)

	A点开挖	基槽开挖	B点施工	桩基施工	C点抛石	回填抛石	工况叠加
>10mg/L	0.049596	0.094028	0.000853	0.005509	0.047462	0.108887	0.110085
>20mg/L	0.029962	0.067941	0.000273	0.002560	0.024109	0.075053	0.076751
>50mg/L	0.012223	0.040207	0.000053	0.000873	0.008281	0.043455	0.045505
>100mg/L	0.004743	0.023303	0.000011	0.000308	0.002902	0.025602	0.026566
>150mg/L	0.002777	0.016691	0.000000	0.000171	0.001633	0.019272	0.019685

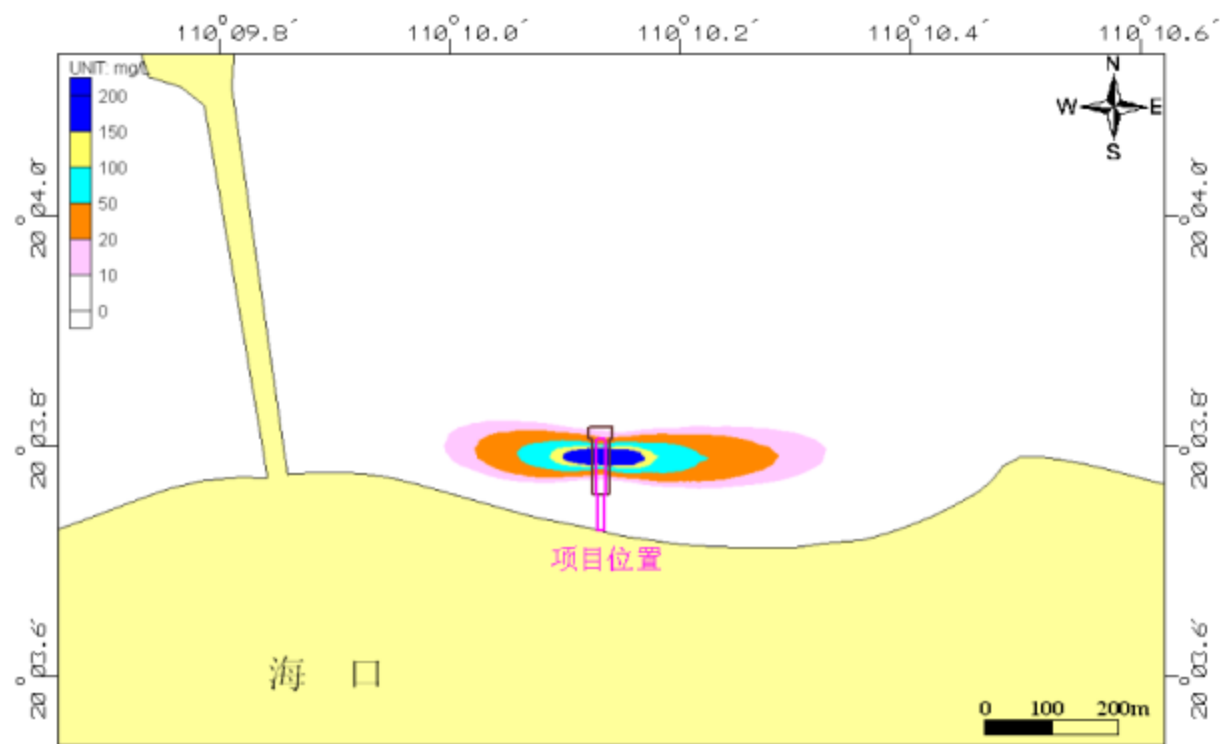


图 4-29 源强示意点 A 开挖过程悬浮泥沙增量分布包络线图

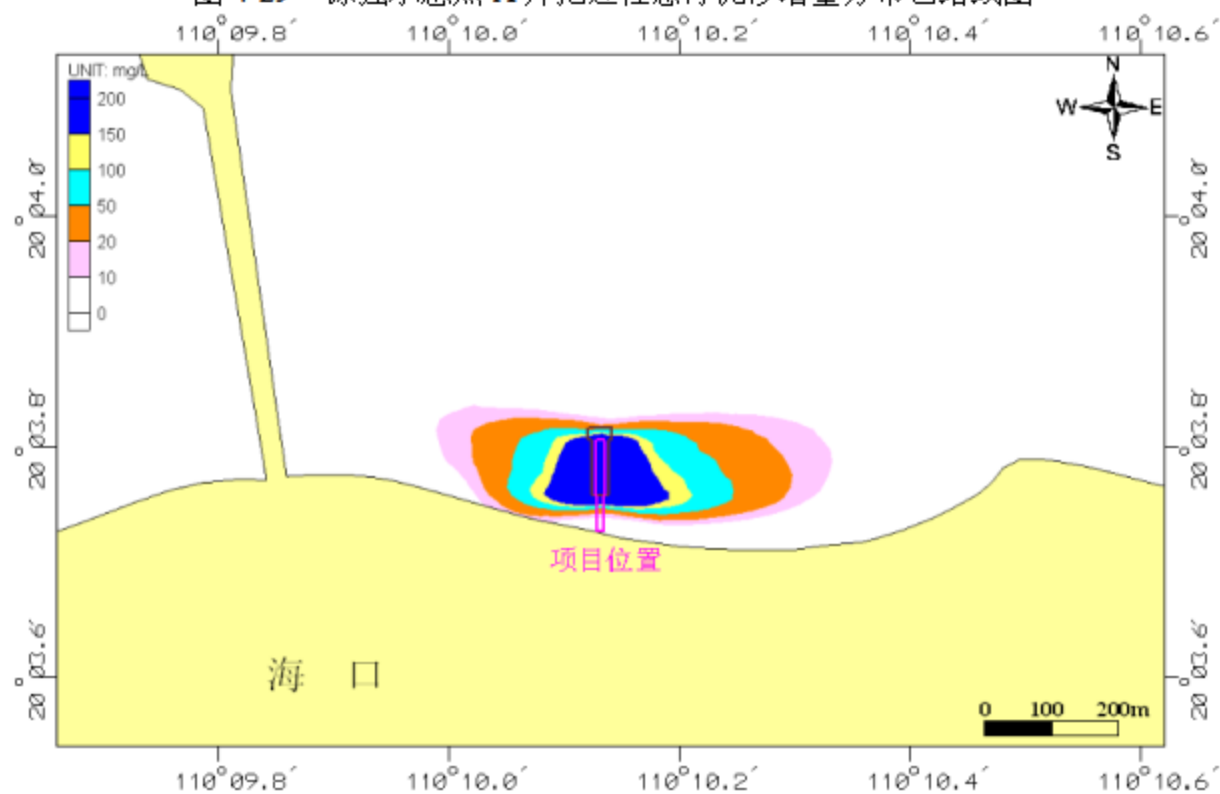


图 4-30 基槽开挖全过程悬浮泥沙增量分布包络线图

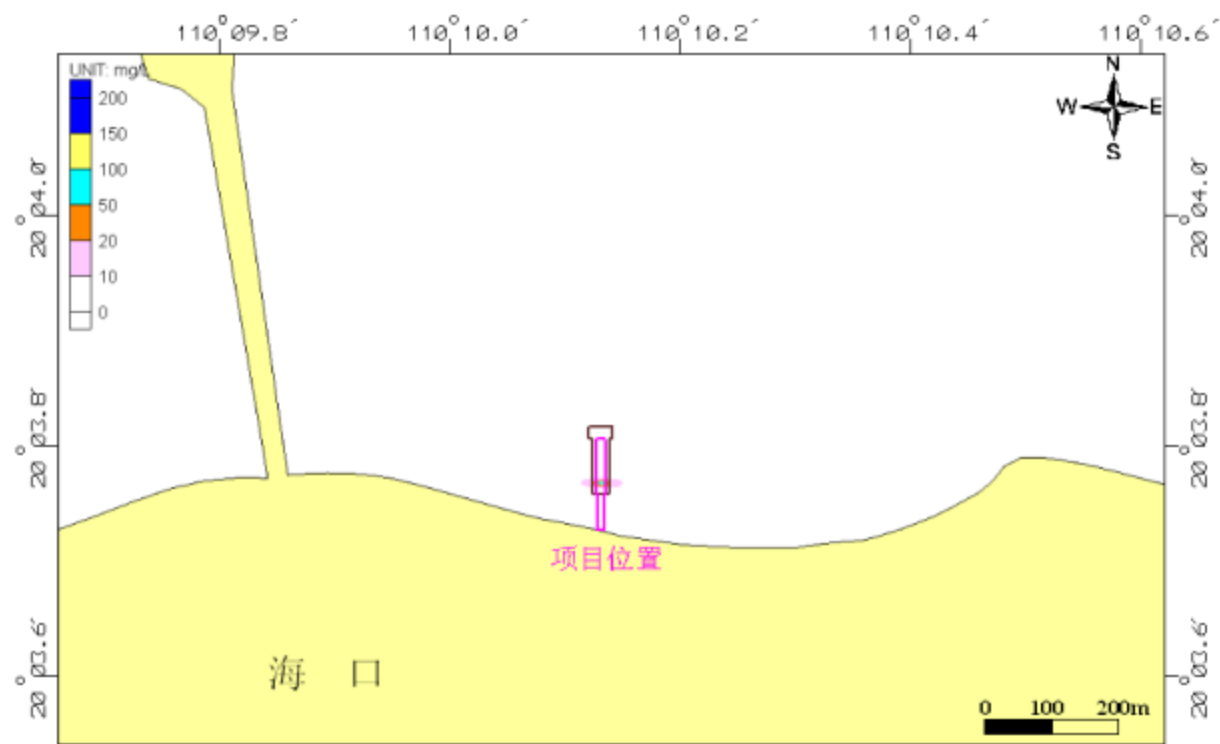


图 4-31 源强示意点 B 桩基施工过程悬浮泥沙增量分布包络线图

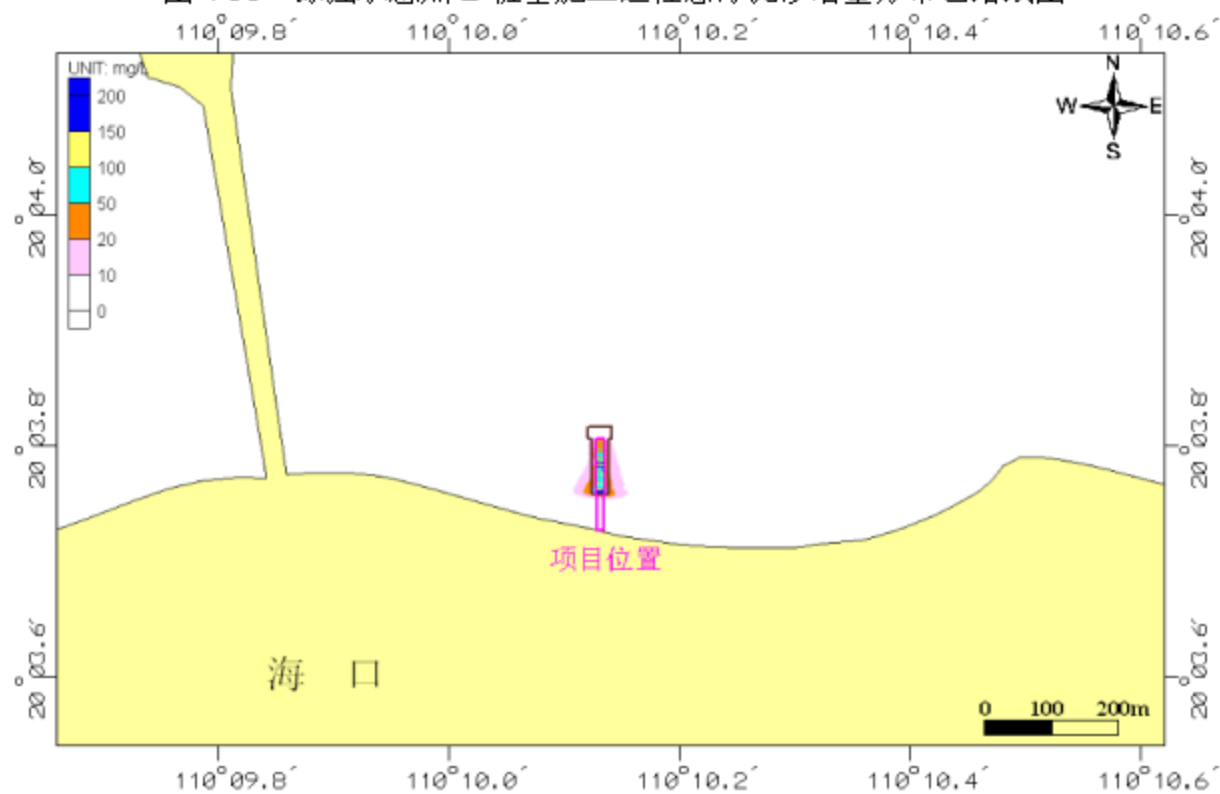


图 4-32 管桩桩基施工全过程悬浮泥沙增量分布包络线图

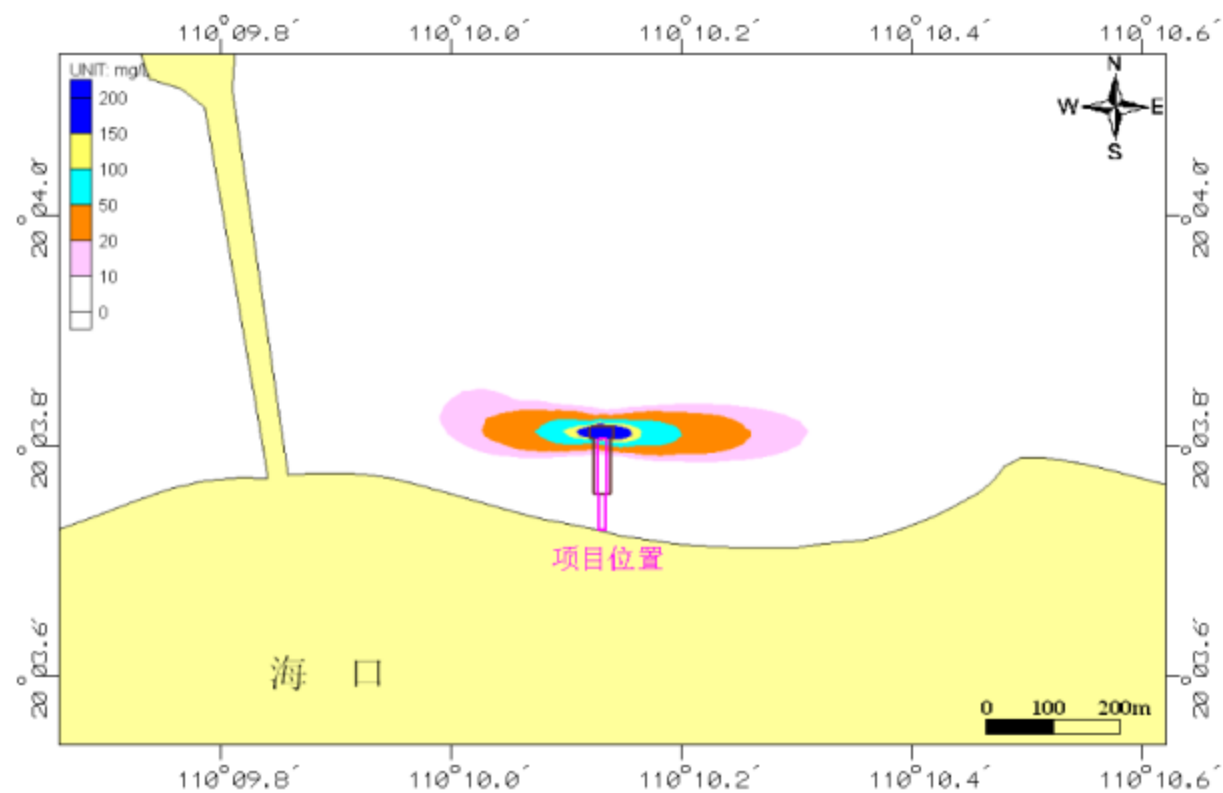


图 4-33 源强示意点 C 抛石过程悬浮泥沙增量分布包络线图

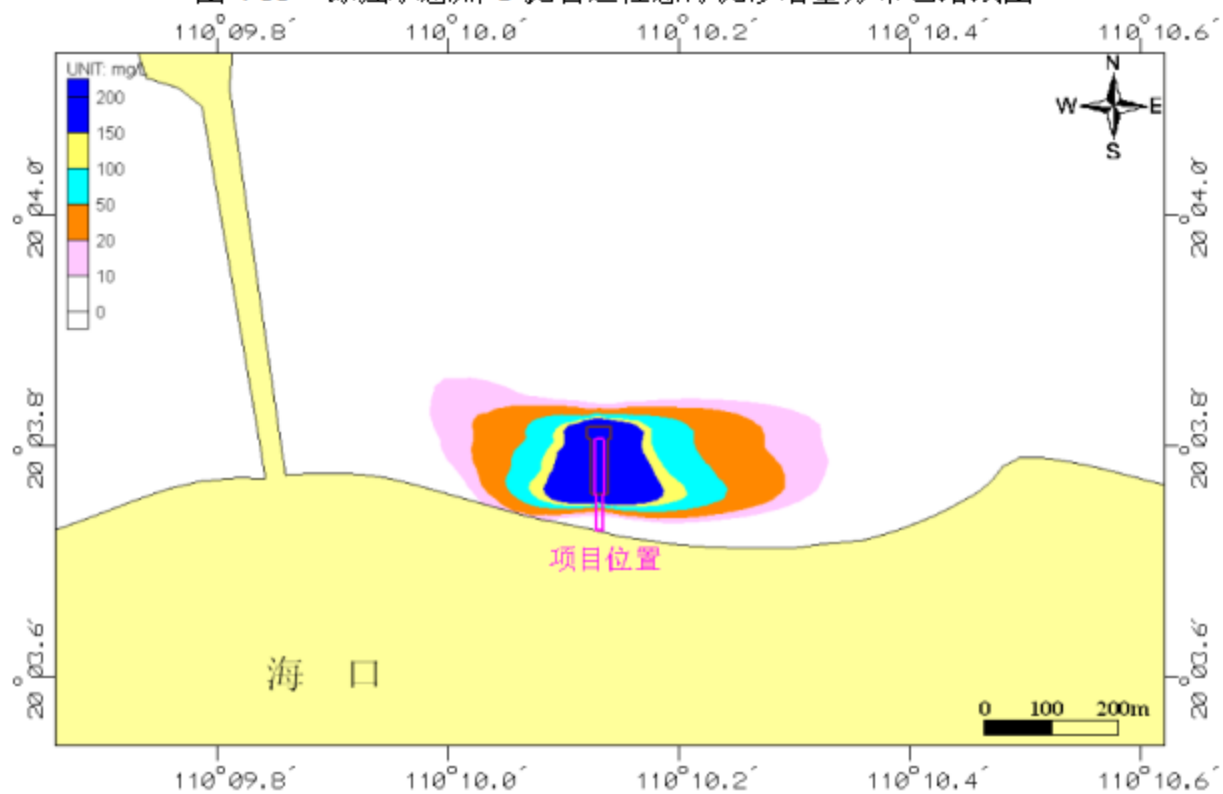


图 4-34 回填抛石全过程悬浮泥沙增量分布包络线图

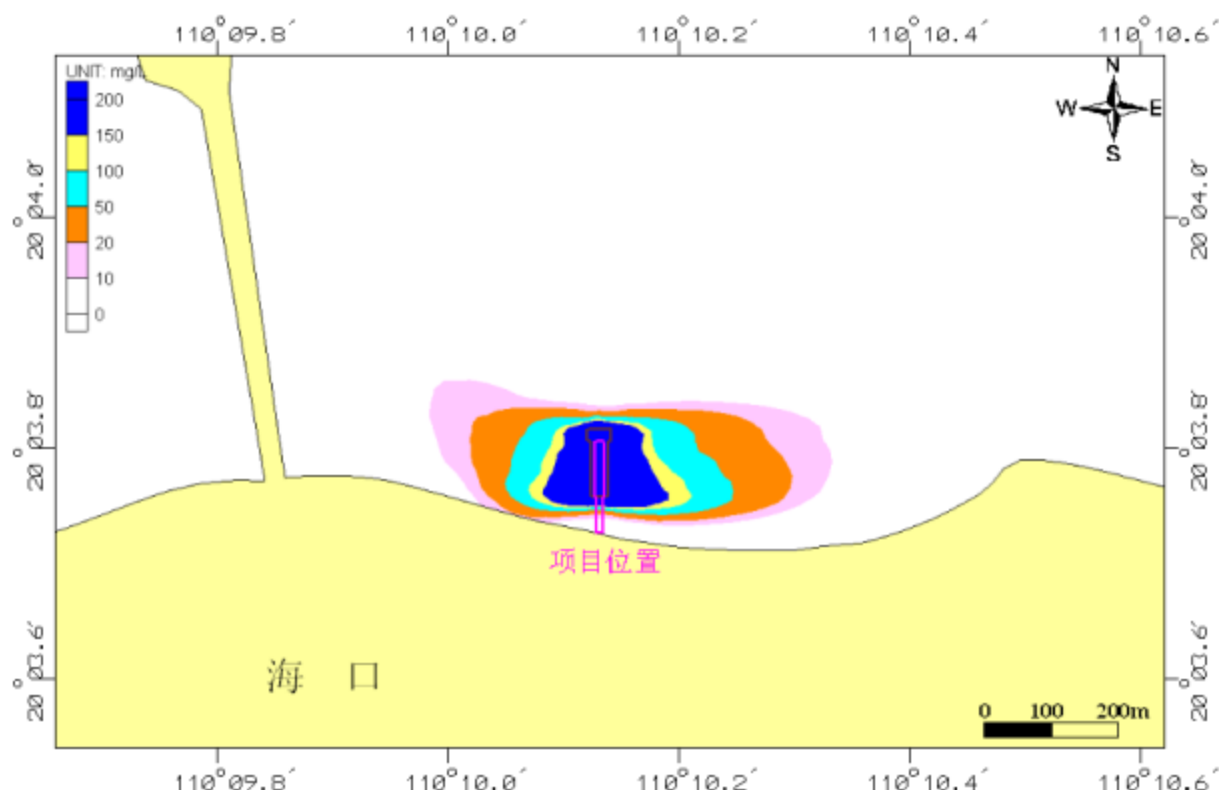


图 4-35 三种工况叠加后悬浮泥沙增量分布最大包络线图

需要指出的是，上述计算结果是在悬浮物扩散过程中未采取任何防护措施的情况下得出的，如在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区域周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。此外，项目施工过程中对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

2、施工废水对水质环境的影响

根据工程分析，项目施工期水污染源为施工人员生活污水、施工设备冲洗废水和船舶污水。施工人员生活污水产生量为 $5.2\text{m}^3/\text{d}$ ，施工期的生活污水总量为 1872m^3 ，主要污染物为 COD、 BOD_5 、SS 及氨氮等，项目施工营地设置移动厕所，施工人员生活污水经三级化粪池处理后，由吸粪车定期清运至长流污水处理厂处理；施工设备冲洗废水可收集到指定地点，经沉淀处理后可循环回用。

施工期船舶生活污水量为 $1\text{m}^3/\text{d}$ ，施工期船舶生活污水总产生量为 240m^3 。项目施工船舶生活污水定期由船舶运营方联系有资质的船舶污水接收单位接收处理。施工期船舶舱底含油污水产生量为 341.04t 。施工船舶上设置油水分离器和油污水罐，含油污水及时接收上岸，由船舶运营方联系资质单位接收处理，严禁向水域排放含油污水。

施工期生活污水、生产废水、船舶含油污水均不外排，因此施工期废水对项目区水质环境影响较小。

6.3.2 运营期水环境影响分析

本项目建设内容为粤海北路及排海通道，运营期间不产生生活污水，运营期主要水环境影响为排海通道排放雨水对项目区周围海水盐度变化的影响。

6.3.2.1 控制方程

采用沿深度平均的二维平流—扩散模型，模拟研究海域的盐度场，物质输运扩散方程如下：

$$\frac{\partial P}{\partial t} + u \frac{\partial P}{\partial x} + v \frac{\partial P}{\partial y} = \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} \left(HD_x \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} \left(HD_y \frac{\partial P}{\partial y} \right) + S - KP \quad (5.4-1)$$

其中， P 为沿垂向平均的盐度；

u , v 分别为水体垂向平均后的 x , y 方向的流速；

H 为水深；

D_x , D_y 分别为 x , y 方向的分散系数；

K 为污染物的降解率；

S 为盐度强度。

一般地，计算的初始条件可以根据现状监测资料给出。

$$P(x, y)|_{t=0} = P_0(x, y) \quad (5.4-2)$$

闭边界条件为：

$$\partial P / \partial n = 0 \quad (5.4-3)$$

n 为闭边界外法线方向。

在开边界处，第一边值的实测资料很难获得。因此，可以认为在海湾涨潮入流阶段，流入的是纯净海水（或污染浓度不变的海水）；落潮出流阶段，假定只有平流输运，边界无污染源。即，开边界条件为：

$$\begin{cases} P = P_0 & (\text{涨潮}) \\ \frac{\partial P}{\partial t} + V_n \frac{\partial P}{\partial n} = 0 & (\text{退潮}) \end{cases} \quad (5.4-4)$$

分散系数 D_x 、 D_y 一般可采用经验公式确定，对于二维模型，可采用 Elder 公式

$$D_x = 5.93 H g^{\frac{1}{2}} C^{-1} U \quad (5.4-5)$$

$$D_y = 5.93Hg^{\frac{1}{2}}C^{-1}V \quad (5.4-6)$$

其中 U 、 V 为平均流速， C 为谢才系数。

6.3.2.2 计算工况

(1) 粤海大道排涝通道概况：

雨水排海管道（海域段）采用雨水箱涵结构，箱涵净尺寸宽×高=5.4m×2.0m，排海管道海域段长度约 146.77m，顶底板及侧壁厚度均为 0.55m。基础采用预应力混凝土管桩进行地基处理，管桩直径 0.6m，横向中心间距 2.7m，纵向中心间距 2.5m。本段雨水流量为 30.87m³/s。

(2) 盐度影响计算工况：

计算条件考虑涨潮时和落潮时开始连续排水 12 小时的情况，模型计算时间为 72 小时，并且给出排放 2h、4h、8h、12h、24h、48h 和 72h 后项目工程附近海域盐度分布情况。本次模拟假设海水基准温度（自然水温）为 25℃，自然盐度为 32Psu，排水口排放盐度为 0Psu，取盐度变化最大值绘成盐度包络线。

6.3.2.3 模拟计算结果

在本报告中，图 5.4-1 至图 5.4-16 分别给出了雨水箱涵在涨潮时和落潮时开始连续排水并且给出排放 2h、4h、8h、12h、24h、48h 和 72h 后盐度分布图。从盐度分布图可以看出：

(1) 无论是涨潮时还是落潮时开始连续排水，低盐度海水主要都是向西北方向扩散，主要集中在排放口西北侧至项目西侧码头之间的海域；

(2) 涨潮时开始连续排水 12 小时情况下，盐度 31Psu、30Psu、20Psu、10Psu 等值线最远点离排放口距离分别为 270m、150m、10m、2m。

(3) 落潮时开始连续排水 12 小时情况下，盐度 31Psu、30Psu、20Psu、10Psu 等值线等值线最远点离排放口距离分别为 1600m、1100m、180m、50m。

(4) 从各个时刻盐度分布图可以看出，涨潮时和落潮时开始连续排水 12 小时情况下，除了连续排水期间对项目附近海域影响较大外，在停止排水后影响逐渐减小，最终逐渐恢复至自然盐度。

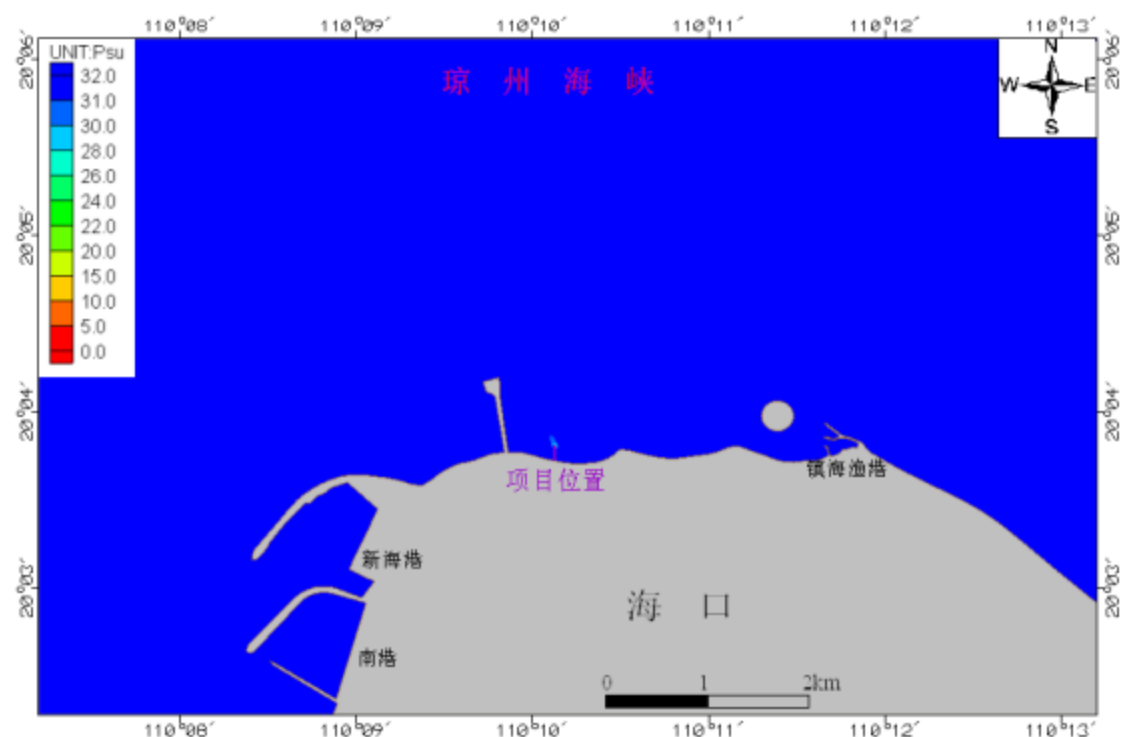


图 6.3.2-1 涨潮时开始连续排水 2h 后盐度分布图

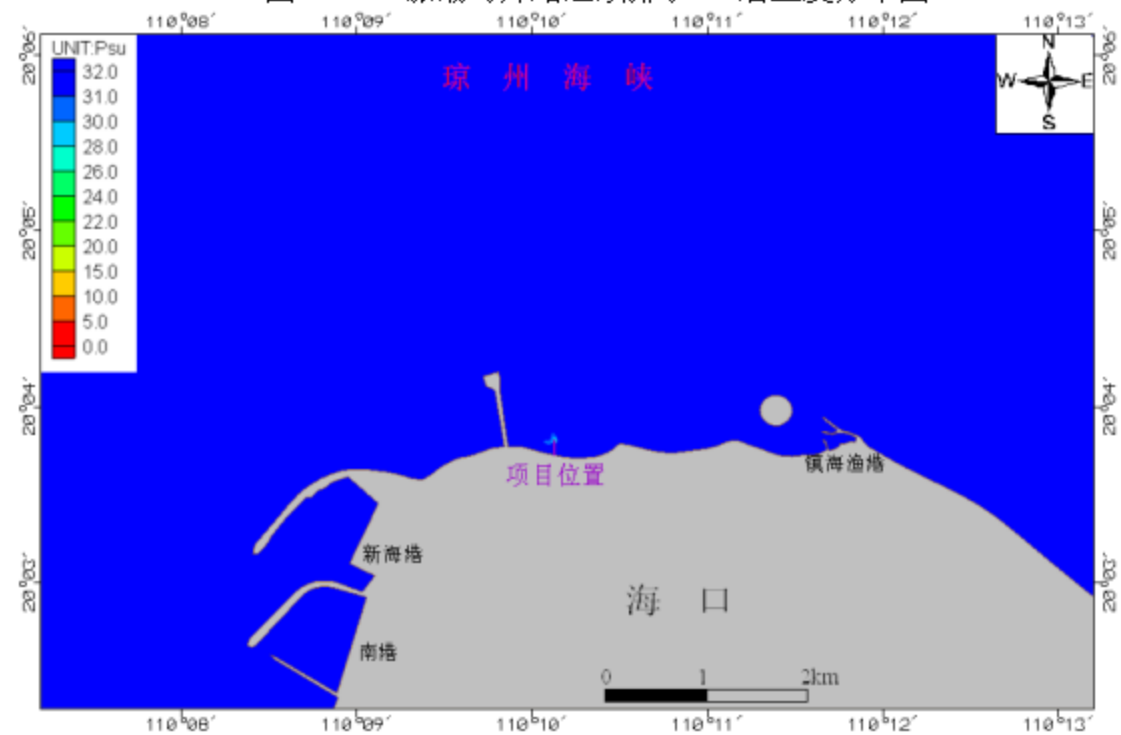


图 6.3.2-2 涨潮时开始连续排水 4h 后盐度分布图

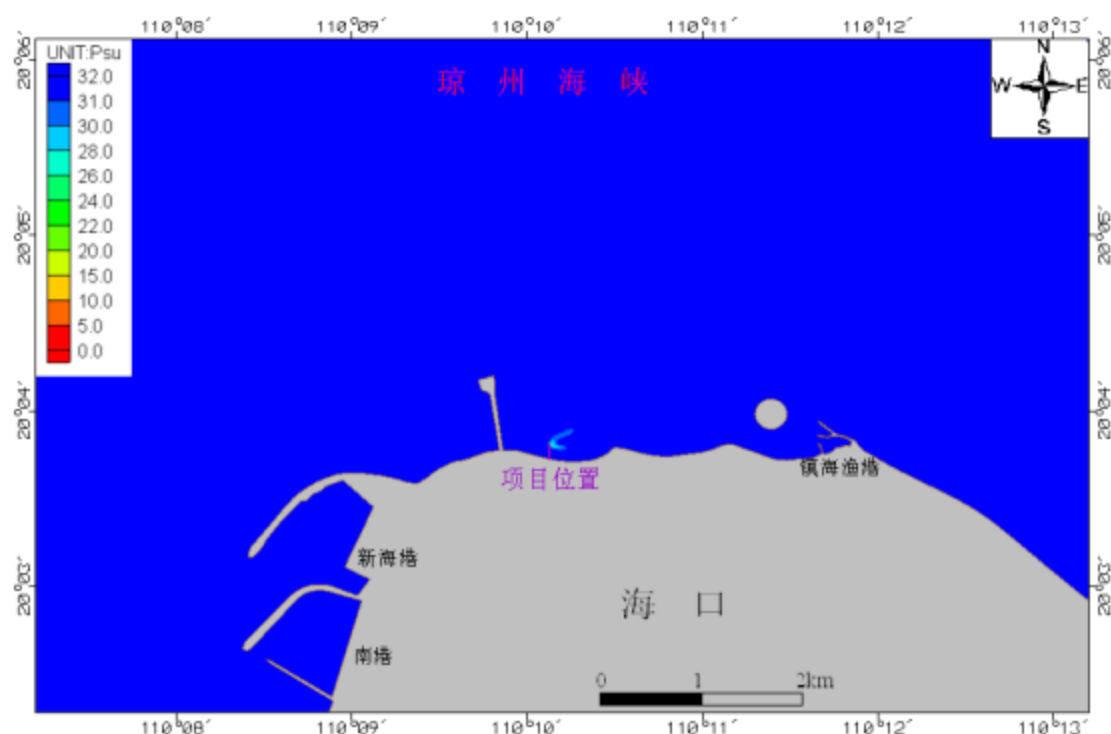


图 6.3.2-3 涨潮时开始连续排水 8h 后盐度分布图

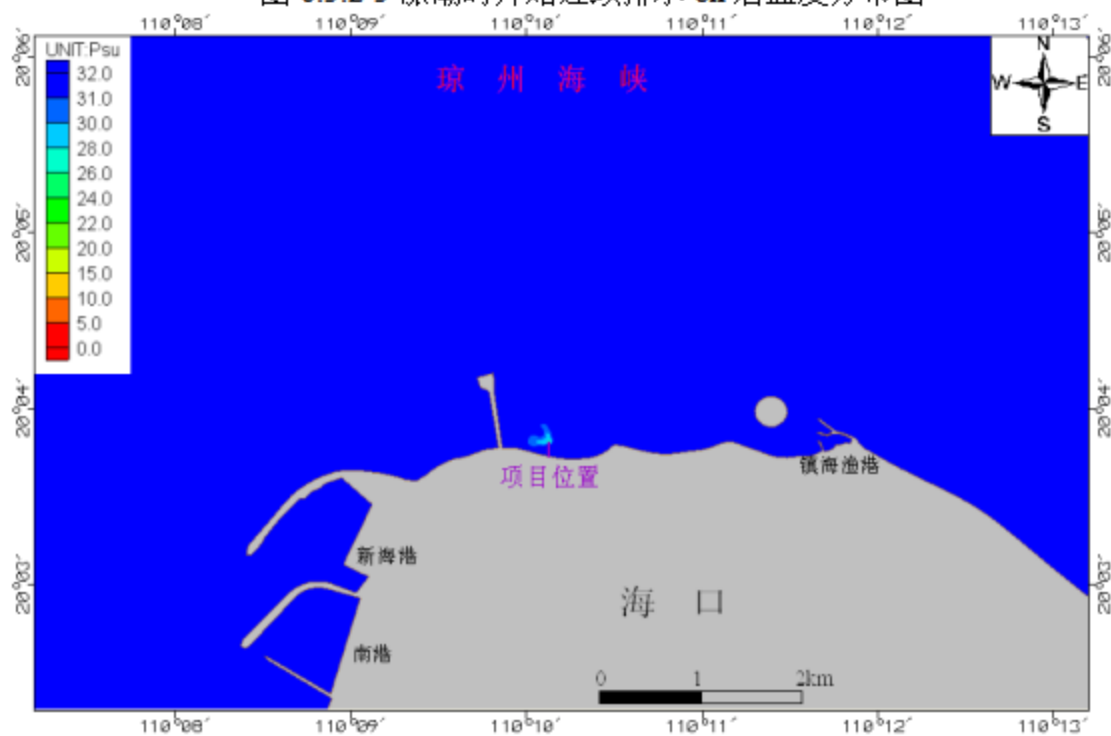


图 6.3.2-4 涨潮时开始连续排水 12h 后盐度分布图

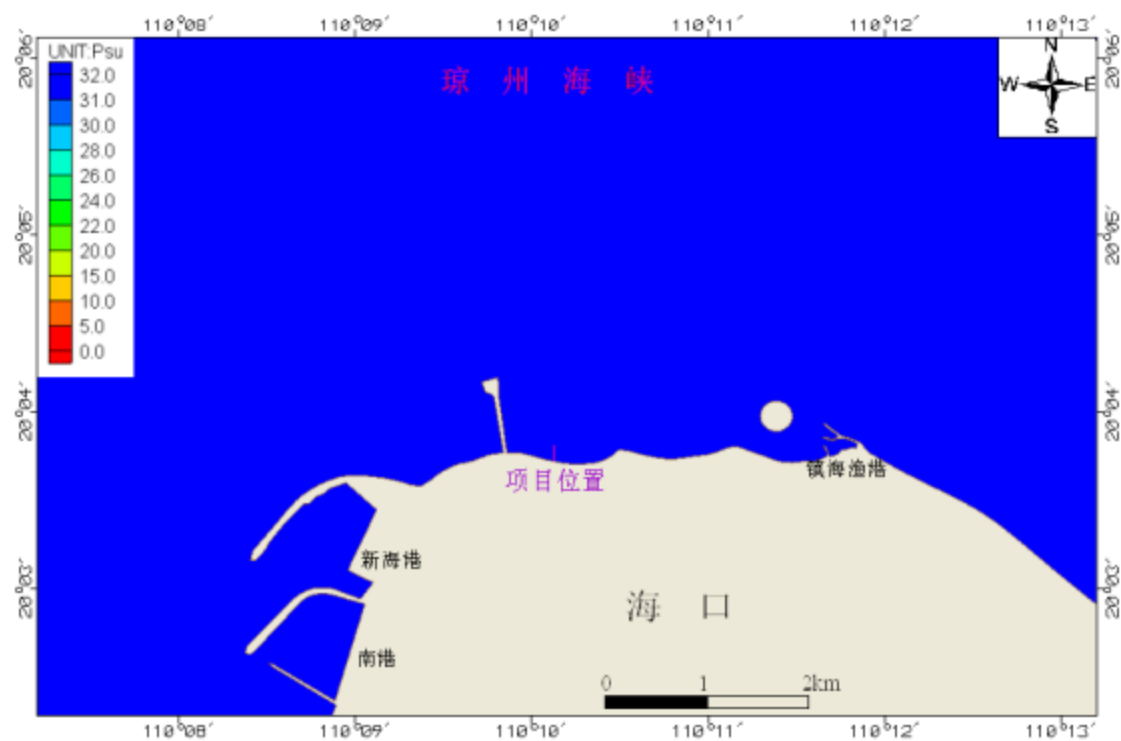


图 6.3.2-5 涨潮时开始连续排水 12 小时第 24h 后盐度分布图

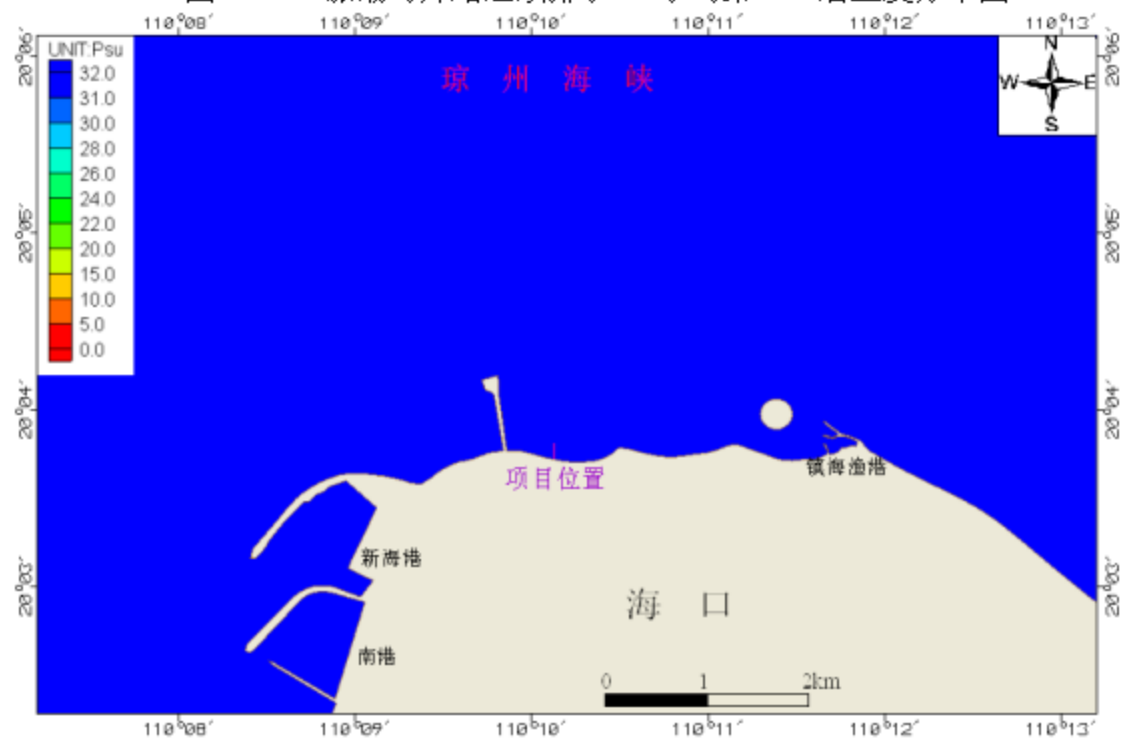


图 6.3.2-6 涨潮时开始连续排水 12 小时第 48h 盐度分布图

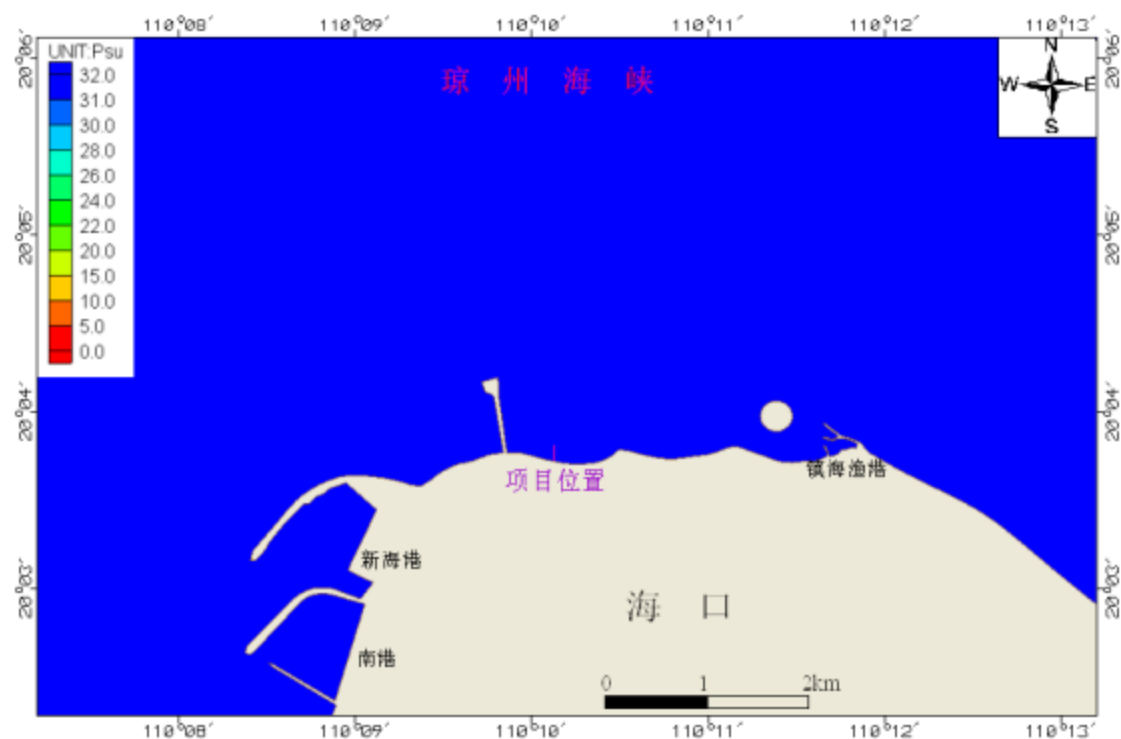


图 6.3.2-7 涨潮时开始连续排水 12 小时第 72h 盐度分布图

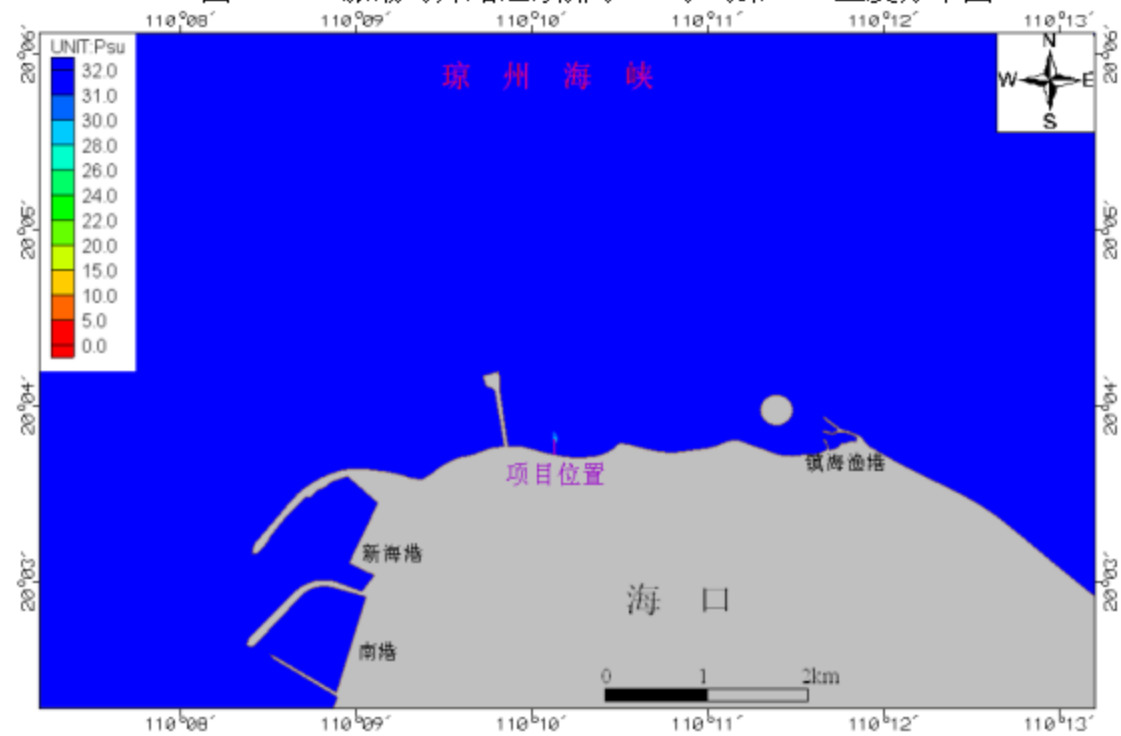


图 6.3.2-9 落潮时开始连续排水 2h 后盐度分布图

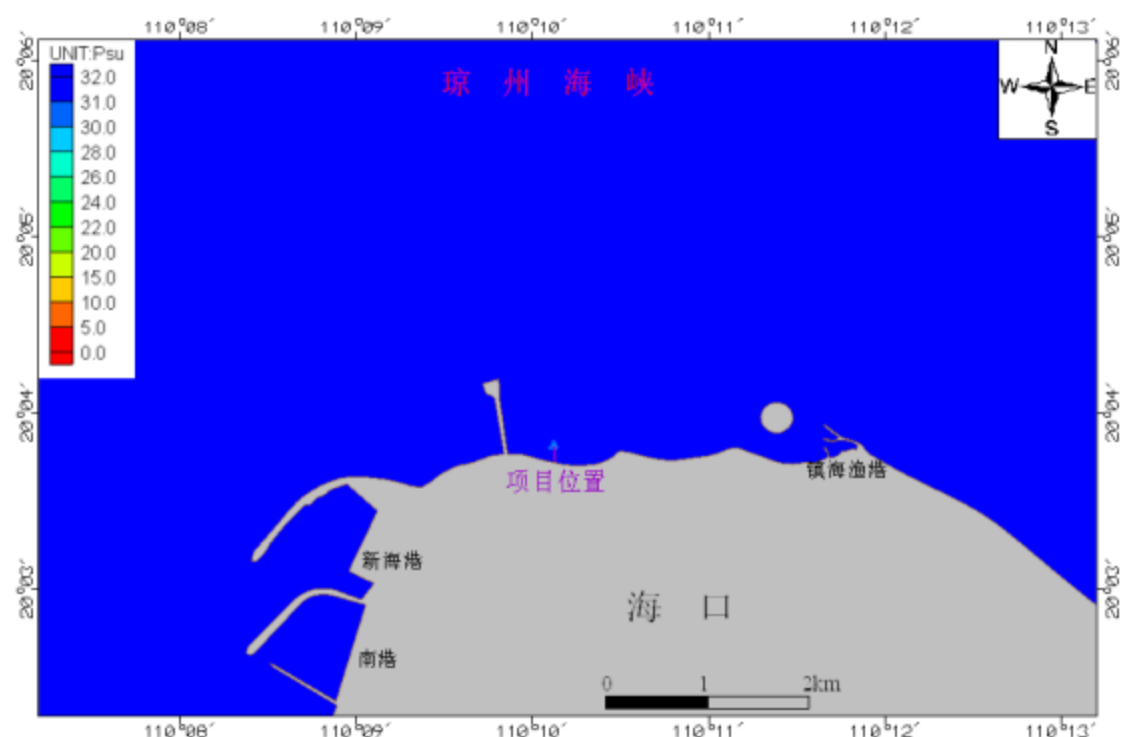


图 6.3.2-10 落潮时开始连续排水 4h 后盐度分布图

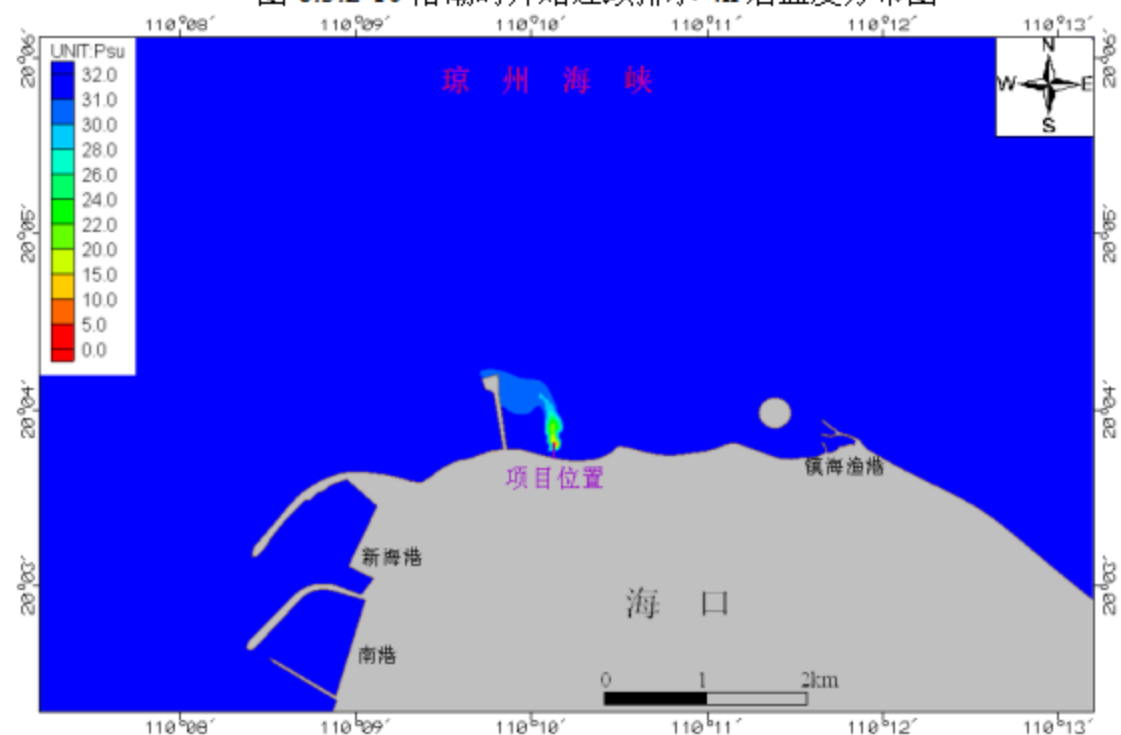


图 6.3.2-11 落潮时开始连续排水 8h 后盐度分布图

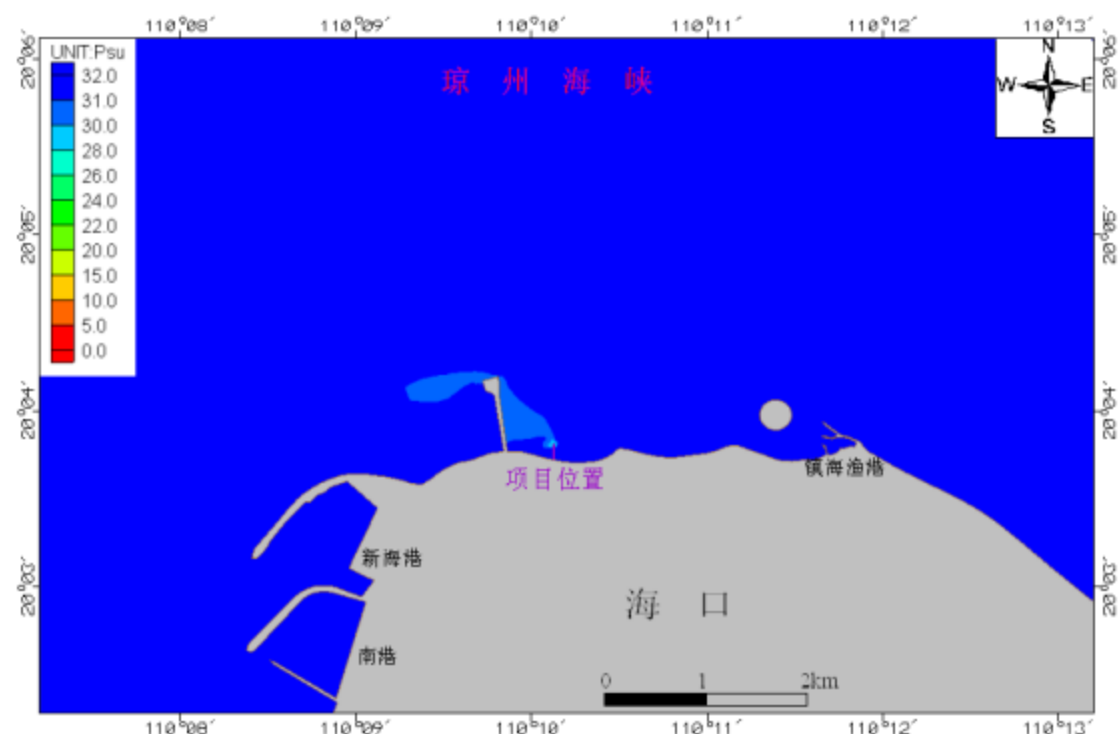


图 6.3.2-12 落潮时开始连续排水 12h 后盐度分布图

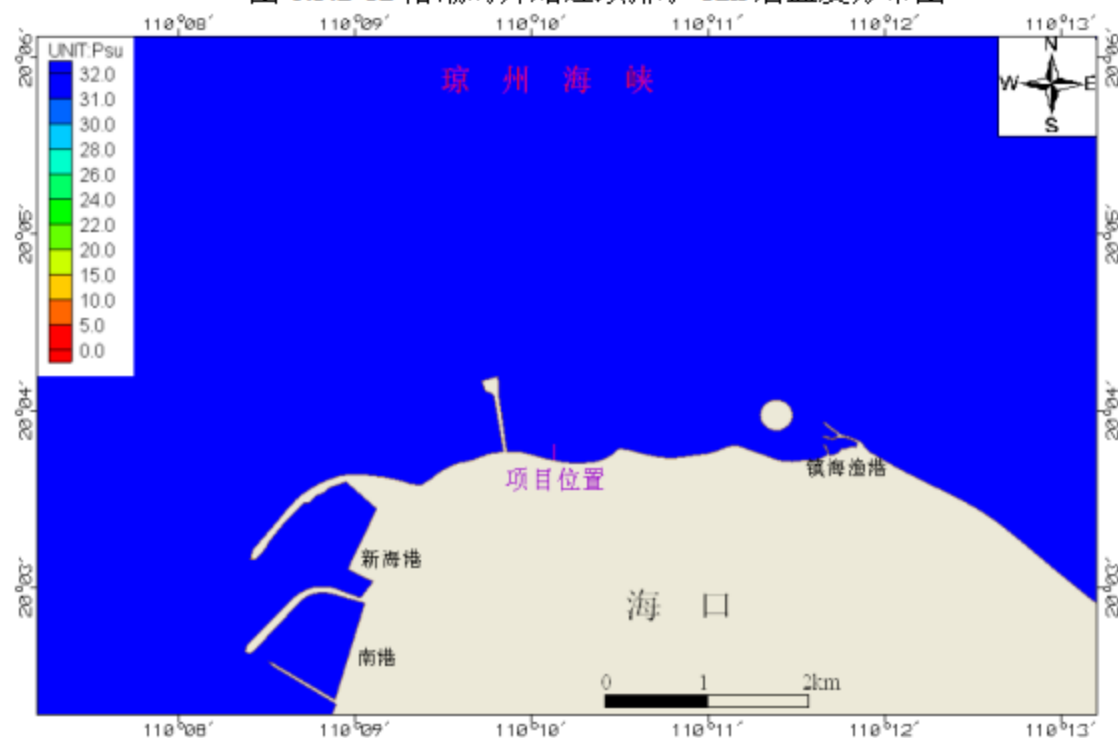


图 6.3.2-13 落潮时开始连续排水 12 小时第 24h 后盐度分布图

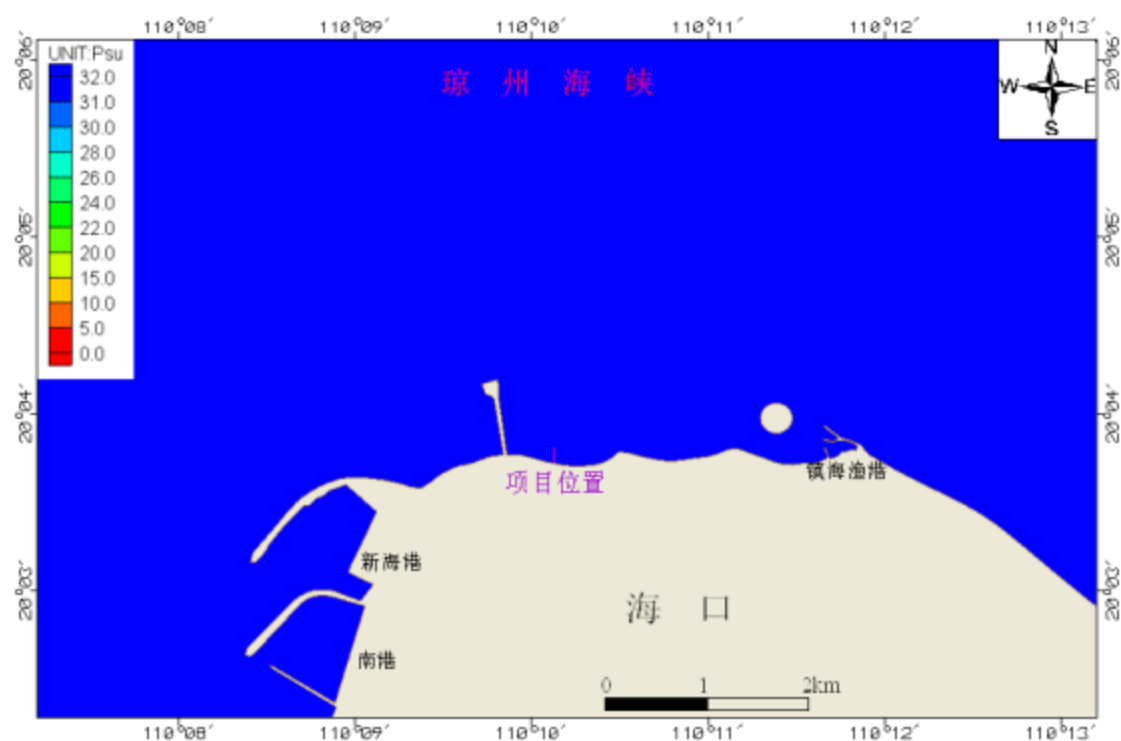


图 6.3.2-14 落潮时开始连续排水 12 小时第 48h 盐度分布图

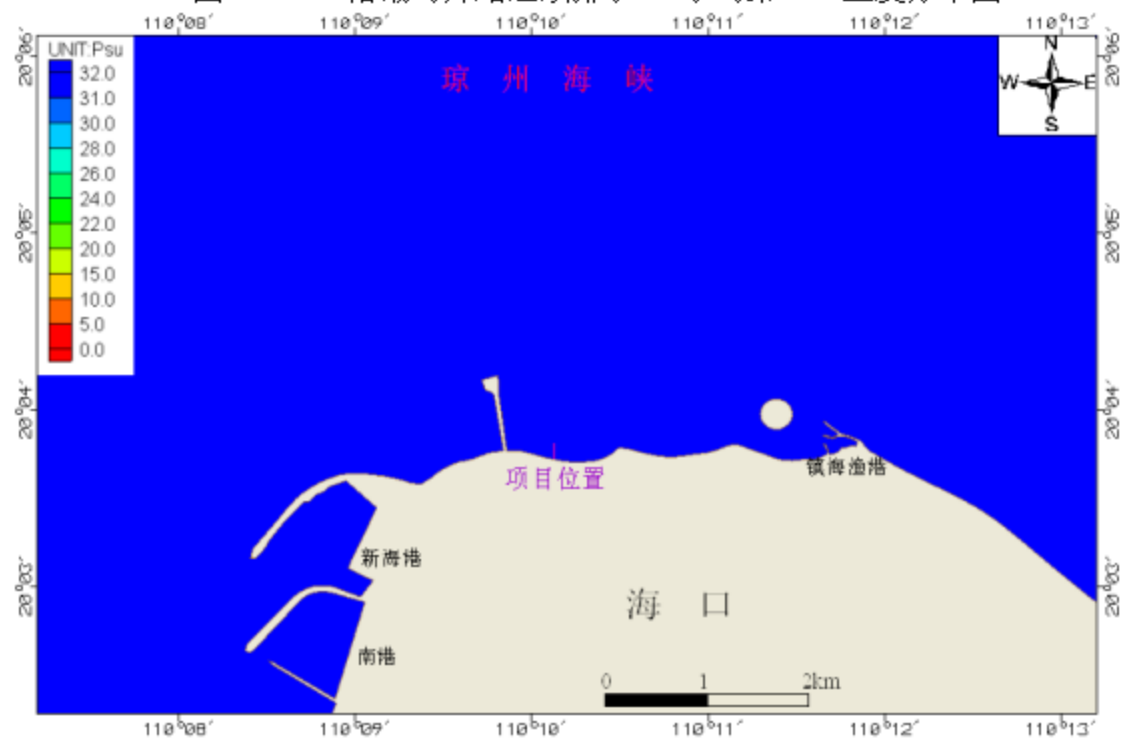


图 6.3.2-15 落潮时开始连续排水 12 小时第 72h 盐度分布图

6.3.2.4 特征点分析

为了分析箱涵连续排水对项目附近海域盐度的影响,选取 5 个特征点进行盐度分析,特征点位置见图 6.3.2-17。

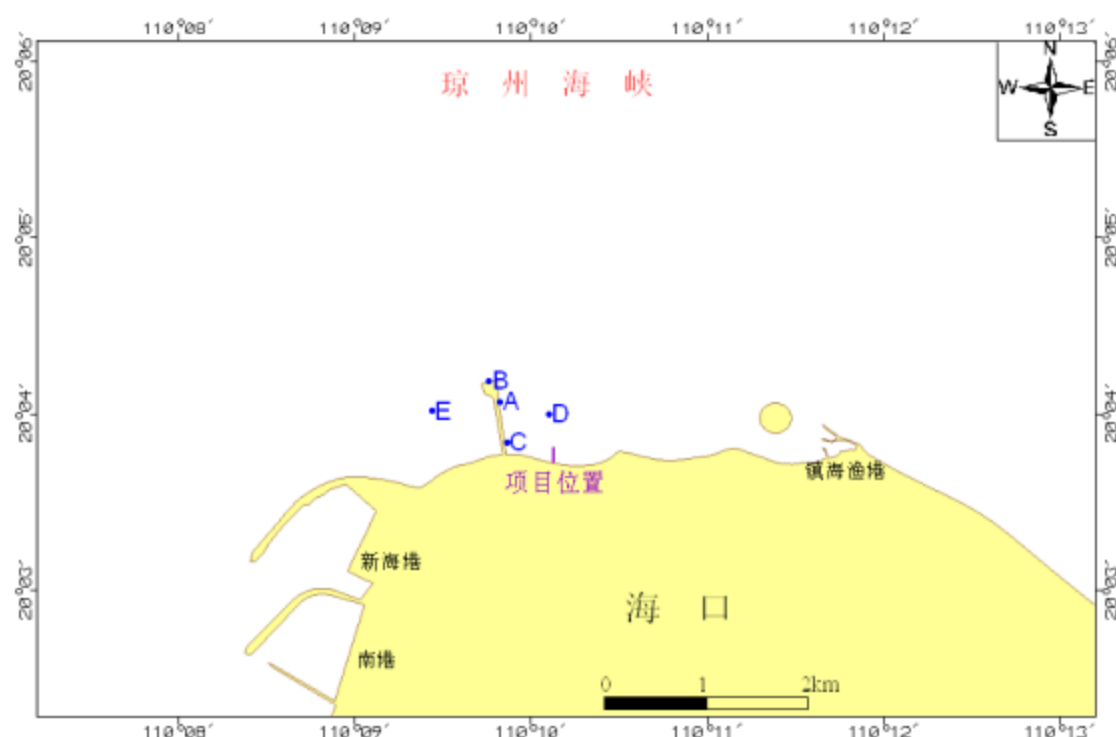


图 6.3.2-17 区域选取的特征点位置图

根据模型计算结果，本报告给出了涨潮时和落潮时箱涵开始连续排水后不同时间段 5 个特征点的盐度值以及连续排放 12 小时后盐度变化最大值（见表 6.3.2-1），并绘制了涨潮时和落潮时箱涵开始连续排水各特征点不同时段盐度变化曲线（见图 6.3.2-18 和图 6.3.2-19）。

根据表 6.3.2-1、图 6.3.2-18 和图 6.3.2-19 可以发现：

- （1）在箱涵连续排水过程中，箱涵排水口北侧附近海域盐度变化最大，其次是箱涵排水口西北侧海域；
- （2）在箱涵连续排水过程中，特征点 A 处盐度变化大于特征点 B 处盐度变化，特征点 A 处域盐度变化最大值为 2.96，特征点 B 处殖区域盐度变化最大值为 3.00；
- （3）在箱涵连续排水过程中，落潮时开始排放盐度变化远大于涨潮时开始排放盐度变化；
- （4）在箱涵连续排水过程中，项目附近盐度变化较大，在停止排放后，项目附近海域盐度逐渐恢复到自然盐度状态。
- （5）涨潮时，特征点 B（珊瑚分布附近）盐度最小值出现在连续排水后 18h，盐度最低值为 31.9Psu，落潮时盐度最小值出现在连续排水后 10h，盐度最低值为 29Psu。

表 6.3.2-1 涨潮时和落潮时箱涵开始连续排水后各个特征点的盐度值 (Psu)

开始排放 后时间	涨潮					落潮				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
2	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	31.98	32.00
3	31.97	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	31.95	32.00
4	31.95	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	31.93	32.00
5	31.93	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	31.99	32.00	31.42	32.00
6	31.92	31.99	32.00	31.99	32.00	31.97	31.96	32.00	29.88	32.00
7	31.93	31.99	32.00	31.64	32.00	31.81	31.72	31.99	28.36	32.00
8	31.94	32.00	31.99	31.88	32.00	30.87	30.76	31.93	28.01	31.99
9	31.93	32.00	31.99	31.91	32.00	30.43	30.32	31.62	23.70	31.93
10	31.94	32.00	31.99	31.68	32.00	29.64	29.00	31.25	29.70	31.77
11	31.94	32.00	31.99	31.67	32.00	29.15	29.52	31.05	30.41	31.51
12	31.92	32.00	31.99	31.67	32.00	29.04	30.41	30.86	31.79	31.21
13	31.91	32.00	31.99	31.73	32.00	29.33	30.69	30.73	31.98	31.14
14	31.90	31.99	31.99	31.81	32.00	29.74	30.75	30.66	32.00	31.25
15	31.88	31.99	31.99	31.87	32.00	30.24	30.80	30.63	32.00	31.41
16	31.86	31.98	31.99	31.91	32.00	30.69	30.87	30.60	32.00	31.50
17	31.85	31.92	31.99	31.89	32.00	30.99	30.93	30.58	32.00	31.57
18	31.80	31.90	31.98	31.94	31.99	31.23	30.99	30.56	32.00	31.58
19	31.84	31.94	31.89	31.95	31.98	31.33	31.55	30.44	31.94	31.56
20	31.93	31.96	31.84	31.91	31.97	31.41	31.92	30.30	31.96	31.54
21	31.94	31.95	31.87	31.97	31.97	31.44	31.85	30.32	31.95	31.56
22	31.93	31.96	31.90	31.97	31.98	31.50	31.82	30.32	31.72	31.64
23	31.93	31.97	31.91	31.99	31.98	31.56	31.83	30.33	31.74	31.84
24	31.93	31.97	31.91	32.00	31.98	31.60	31.84	30.34	31.83	31.96
48	31.99	32.00	31.99	32.00	32.00	31.96	31.96	31.69	31.97	31.99
72	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	31.99	31.98	31.91	31.99	31.99
盐度最小 值	31.80	31.90	31.84	31.64	31.97	29.04	29.00	30.30	23.70	31.14
变化最大 值	0.20	0.10	0.16	0.36	0.03	2.96	3.00	1.70	8.30	0.86

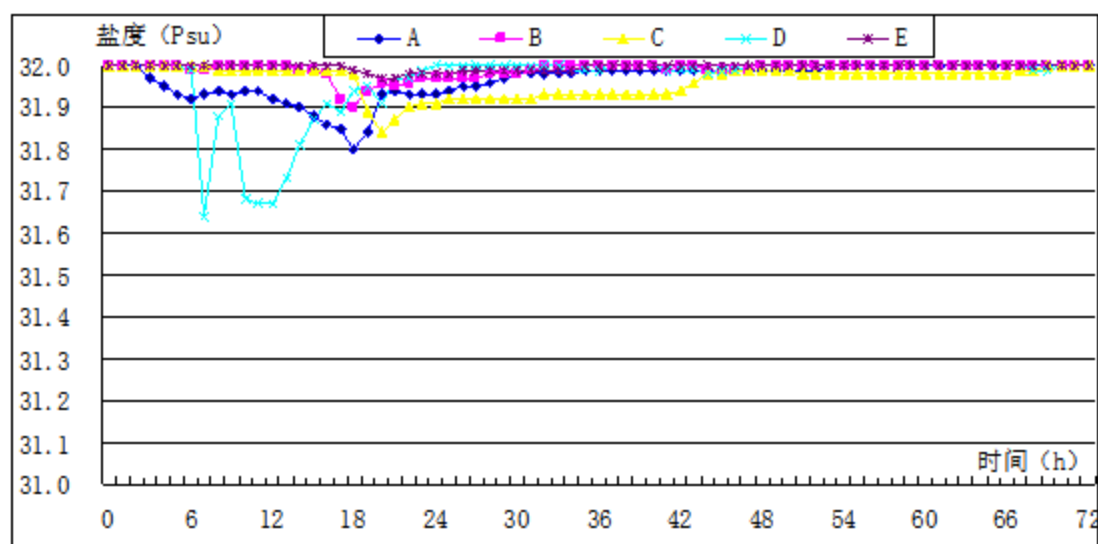


图 6.3.2-18 涨潮时箱涵开始连续排水各特征点不同时段盐度变化曲线

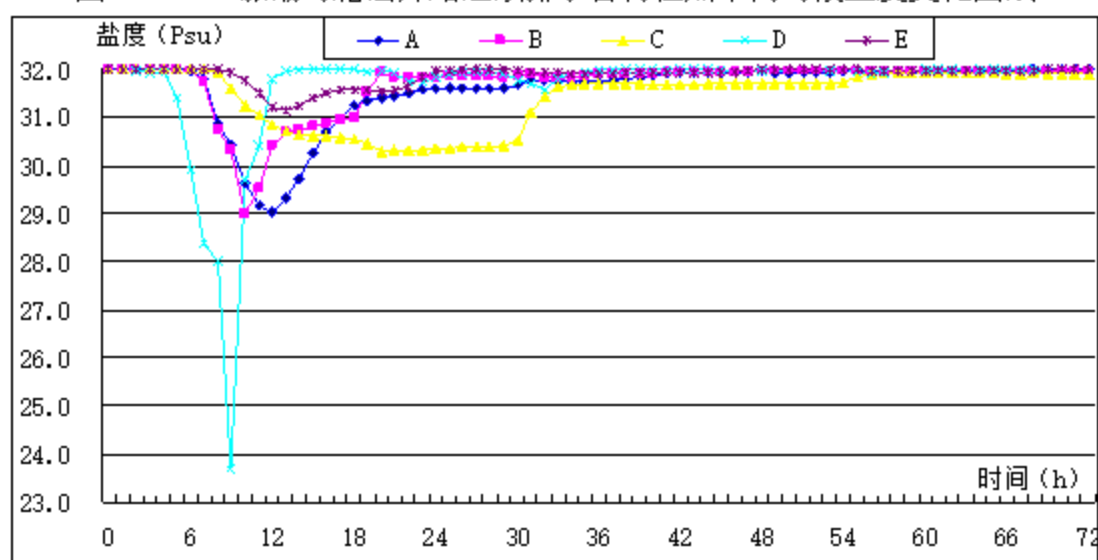


图 6.3.2-19 落潮时箱涵开始连续排水各特征点不同时段盐度变化曲线

6.4 沉积物环境影响分析与评价

(1) 入海泥沙对沉积物环境的影响分析

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。根据施工悬浮泥沙扩散模拟计算结果，本项目各工况叠加悬浮泥沙扩散超I、II类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.110085km^2 ，超III类水质($>100\text{mg/L}$) 面积为 0.026566km^2 ，超IV类水质($>150\text{mg/L}$) 面积为 0.019685km^2 。超IV类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m ，超III类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m ，超I、II类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m ，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m 。

根据沉积物质量监测结果，工程区域海域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积

物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。此外，工程施工等对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。

(2) 污染物排放对沉积物环境的影响分析

施工期产生的污染物均经过处理，不直接在工程区域排放，不会对工程海域的沉积物环境产生影响；因此，总体来说，项目建设对沉积物环境影响不大。

6.5 生态环境影响分析与评价

本项目对海洋生态环境及渔业资源的主要影响因素发生在施工期，运营期对海洋生态环境及渔业资源的影响主要为排海方沟排放的雨水导致海水盐度产生变化，从而影响海洋生态环境及渔业资源。

6.5.1 施工期海洋生态环境影响分析

6.5.1.1 对底栖生物的影响

基槽开挖、桩基施工破坏或改变了生物原有的栖息环境，对底栖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/T 9110-2007)》（以下简称《规程》），底栖生物的资源损失按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

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。

根据设计单位提供资料，本项目排海管道占用海域面积为 954m²；钢丝护笼护底抛石海域面积约为 1828m²。根据底栖生物现状调查结果，项目周边海域底栖生物平均生物量为 4.63g/m²。

经计算工程施工造成底栖生物损失量：(954+1828) × 4.63 × 10⁻³ = 13kg

6.5.1.2 对浮游生物的影响

按照《规程》排海管道施工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 6.5-1 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，本工程施工叠加产生的悬浮物浓度增量分区总数取 4。

表 6.5-1 悬浮物浓度增量区面积(km²)

浓度(mg/L)	10~20	20~50	50~100	≥100
施工工况悬沙扩散	0.033334	0.031246	0.018939	0.026566

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”，近似按超标倍数 $B_i \leq 1$ 、 $1 < B_i \leq 4$ 倍、 $4 < B_i \leq 9$ 倍及 $B_i \geq 9$ 倍损失率范围的中值确定本工程增量区的各类生物损失率，详见表 6.5-2。

表 6.5-2 本工程悬浮物对各类生物损失率

分区	浓度增量范围 (mg/L)	超标倍数 (B_i)	各类生物损失率(%)			
			浮游动物	浮游植物	鱼卵和仔稚鱼	游泳动物
I区	10~20	$B_i \leq 1$ 倍	5	5	5	1
II区	20~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	15	15	17	5
III区	50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	40	40	15
IV区	≥100	$B_i \geq 9$ 倍	≥50	≥50	≥50	≥20

3) 持续周期数(T)和计算区水深

根据项目施工方案，排海通道、抛石护底施工工期约为 180 天，算得污染物浓度增量影响的持续周期数别为 12。根据工程海域测量资料，工程区域平均水深取-1.5m。

4)生物资源密度(D_{ij})

根据项目用海区附近生物现状调查结果,工程区附近浮游植物的资源平均密度为 $29.3 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 浮游动物的资源平均密度为 48.76 mg/m^3 。

5)悬浮泥沙扩散导致浮游生物损失情况:

悬浮泥沙扩散导致浮游生物损失量:

$$\text{浮游植物损失量} = 29.3 \times 10^4 \times (0.033334 \times 0.05 + 0.031246 \times 0.15 + 0.018939 \times 0.40 + 0.026566 \times 0.50) \times 10^6 \times 12 \times 1.5 = 1.44 \times 10^{12} \text{ cells}$$

$$\text{浮游动物损失量} = 48.76 \times (0.033334 \times 0.05 + 0.031246 \times 0.15 + 0.018939 \times 0.40 + 0.026566 \times 0.50) \times 10^6 \times 12 \times 1.5 \times 10^{-6} = 23.88 \text{ kg}$$

6.5.1.3 对渔业资源的影响

施工过程会对渔业资源产生一定影响,这里的渔业资源主要包括游泳生物(主要为鱼、虾、蟹)和鱼卵仔稚鱼。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,但对骤变的环境,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。工程施工属于短期行为,随着施工期的结束,其环境影响会很快消失。

1)悬浮泥沙扩散导致游泳生物损失情况:

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”,小于 10 mg/L 增量浓度范围内的海域同样近似认为悬浮泥沙对游泳生物不产生影响,游泳生物损失率见表 6.5-2。根据项目用海区附近海域生物现状调查结果,游泳生物资源密度为 544.27 kg/km^2 。

悬浮泥沙扩散导致的游泳生物损失量

$$= 544.27 \times (0.033334 \times 0.01 + 0.031246 \times 0.05 + 0.018939 \times 0.15 + 0.026566 \times 0.20) \times 12 = 65.6 \text{ kg}$$

2)悬浮泥沙扩散鱼卵、仔鱼损失情况:

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，小于 10mg/L 增量浓度范围内的海域同样近似认为悬浮泥沙对鱼卵和仔稚鱼不产生影响，鱼卵和仔稚鱼生物损失率见表 3.8-2。根据项目用海区附近生物现状调查结果，鱼卵平均密度为 1 粒/m³，仔稚鱼平均密度为 1.06 尾/m³，则鱼卵和仔稚鱼的损失量为：

$$\text{鱼卵损失量} = 1 \times (0.033334 \times 0.05 + 0.031246 \times 0.17 + 0.018939 \times 0.40 + 0.026566 \times 0.50) \\ \times 10^6 \times 12 \times 1.5 = 5.01 \times 10^5 \text{ 粒}$$

$$\text{仔鱼损失量} = 1.06 \times (0.033334 \times 0.05 + 0.031246 \times 0.17 + 0.018939 \times 0.40 + 0.026566 \times 0.50) \\ \times 10^6 \times 12 \times 1.5 = 5.31 \times 10^5 \text{ 尾}$$

6.5.1.4 海洋生物资源经济损失

在项目区施工过程造成的各类海洋生物资源损失量中，由于浮游生物价值量较低，不计算其经济损失。

(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：

底栖生物及潮间带生物经济损失计算公式为：

$$M = W \times E$$

式中： M 为经济损失额，元；

W 为生物资源损失总量，千克(kg)；

E 为生物资源的价格，元/kg，按市场平均价格计算(15 元/kg)。

②鱼卵和仔稚鱼：

鱼卵和仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式为：

$$M = W \times P \times V$$

式中： M 为鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，元；

W 为鱼卵和仔稚鱼损失量，尾或个；

P 为鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，%；

V 为鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，取 1 元/尾。

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(30元/kg)。

(2) 直接经济损失量

根据以上方法和参数计算各类海洋生物资源的直接经济损失。

底栖生物直接经济损失=13×15=195 元

鱼卵直接经济损失=5.01×10⁵×0.01×1=5011 元

仔鱼直接经济损失=5.31×10⁵×0.05×1=26557 元

游泳生物直接经济损失=65.6×30=1969 元

项目对所在海域的生物直接经济损失=195+5011+26557+1969=33731 元。

(3) 海洋生物资源补偿量

根据《规程》，进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额度进行校正。各类生物资源的损害赔偿计算如下：

1)底栖生物

排海通道基槽开挖、抛石护底施工对底栖生物及其生境造成长期的不可逆影响，按照《规程》应按至少 20 年补偿，则对底栖生物的补偿为 195×20=3900 元。

2)卵、仔稚鱼及游泳生物

桩基施工过程中因影响水质造成鱼卵、仔稚鱼及游泳生物的伤害为持续性伤害，按 3 年补偿，则对鱼卵、仔稚鱼及游泳生物损害补偿总额为：(5011+26557+1969)×3=100609 元。

3)项目建设造成海洋生物资源损失汇总

根据上述计算结果，项目区施工对海洋生物资源造成的损害进行补偿金额约为 3900+100609=104509 元，海洋生物资源损失量、损失额和补偿额列于表 6.5-3。

表 6.5-3 海洋生物资源损失汇总表

项目 种类	影响方式	直接损失量	折算	单价	补偿 倍数	补偿额(元)
底栖生物	基槽开挖、抛石悬浮泥沙影	13kg	—	15 元/kg	20	13×15×20=3900

	响					
游泳动物	悬浮泥沙影响	65.6kg	—	30 元/kg	3	$65.6 \times 30 \times 3 = 5907$
鱼卵	悬浮泥沙影响	5.01×10^5 粒	1%	1 元/粒	3	$5.01 \times 10^5 \times 1\% \times 1 \times 3 = 15032$
仔鱼	悬浮泥沙影响	5.31×10^5 尾	5%	1 元/尾	3	$5.31 \times 10^5 \times 5\% \times 1 \times 3 = 79670$
总计						104509

本工程生态损失金额为共计 10.45 万元，建议采取一定的生态补偿措施，有针对性的对海洋生态环境和渔业资源进行修复。

6.5.2 运营期海水盐度变化对海洋生态环境影响分析

根据盐度数模预测结论：无论是涨潮时还是落潮时开始连续排水，低盐度海水主要都是向西北方向扩散，主要集中在排放口西北侧至项目西侧码头之间的海域；涨潮时开始连续排水 12 小时情况下，盐度 31Psu、30Psu、20Psu、10Psu 等值线最远点离排放口距离分别为 270m、150m、10m、2m。落潮时开始连续排水 12 小时情况下，盐度 31Psu、30Psu、20Psu、10Psu 等值线最远点离排放口距离分别为 1600m、1100m、180m、50m。从各个时刻盐度分布图可以看出，涨潮时和落潮时开始连续排水 12 小时情况下，除了连续排水期间对项目附近海域影响较大外，在停止排水后影响逐渐减小，最终逐渐恢复至自然盐度。

6.5.3 陆域生态环境影响分析

6.5.3.1 水土流失影响分析

本节内容主要引用自《粤海大道排涝通道及配套工程项目水土保持报告》（海南海环环境科技有限公司，2025 年 4 月）中的结论。

项目建设扰动地表可能产生的土壤流失总量 389t，其中新增土壤流失量 364t。在新增的土壤流失总量中，施工期造成土壤流失 354t，自然恢复期土壤流失 10t。总体来看，施工期是产生水土流失的主要时段，其中道路工程区是产生水土流失的主要区域。详见表 4-8。

预测单元			土壤侵蚀模数背景值 $t/(km^2 \cdot a)$	扰动后土壤侵蚀模数 $t/(km^2 \cdot a)$	侵蚀时间 (a)	侵蚀面积 (hm^2)	背景流失量(t)	预测流失量(t)	新增流失量(t)
施工期	建设区	道路工程区	425	6880	1	3.10	13	213	200
	扰动区	施工扰动区	403	6830	1.33	0.71	4	64	60
		排海管线区	143	12500	1	0.76	1	95	94

	小计						18	372	354
自然 恢复 期	建设区	道路工程区	425	1000	2	0.16	1	3	2
	扰动区	施工扰动区	403	1000	2	0.71	6	14	8
	小计						7	17	10
合计							25	389	364

本工程建设过程中，一方面扰动了项目区地形地貌，损坏了原有地表植被，使其原有的蓄水保土功能降低或丧失；另一方面施工过程中场地造型、基础开挖产生土石方极易造成水土流失。

通过对项目区地形地貌、地质、土壤以及工程施工方式等的分析，本工程可能造成水土流失危害主要表现在以下几个方面：

(1) 对工程本身安全的影响

工程施工期间，场地造型、基础施工等土石方工程会形成较多的松散堆积物和裸露地表、边坡，如遇暴雨，地面将会形成高含沙水流，严重时冲毁施工设施，影响到主体工程的安全。

(2) 对排水系统可能造成的危害

工程施工过程中，地表裸露会大大降低地表土壤抗蚀能力，并产生大量的松散堆积物。裸露地表被雨水冲刷，松散堆积物沿雨水流入路边排水系统，会造成排水系统的淤塞与破坏，影响排水系统泄洪能力。

(3) 对周围区域生态环境的影响

各类施工活动破坏了表层土壤的结构，使得表层土壤的养分和有机质含量减少，造成土壤的养分流失，土地生产力降低，给植被恢复带来一定的损失和难度。

6.5.3.2 施工期对植被和生态的影响分析

拟建道路工程将使项目范围内的植被生境受到破坏，生物个体失去生长环境，拟建道路如果施工管理不善，容易造成周边林地群落发生改变，群落稳定性和抗干扰性下降，造成的水土流失问题。因此，必须严格控制施工占地范围，避免干扰、破坏用地范围外的植被，减小对当地植被群落的影响。

(1) 对主要工程建设的植被生态影响分析

通过利用 GIS 技术将道路两侧评价范围与植被类型图进行叠加处理，得出道路工程建设对植被的永久破坏情况。沿线天然植被及人工经济林等植被类型单位面积生物量参考《中国主要森林类型生物生产力格局及其数学模型》、《中国森林生态系统的生物量

和生产力》等文献。

本项目拟建设道路的路基将使植被生境破坏，生物个体失去生长环境，影响的程度是不可逆的。永久占地的土地面积为 3.4460hm^2 ，涉及植被面积约 2.2237hm^2 ，将对植被造成永久性的破坏，工程路基永久占地占用的植被类型面积按大小依次为人工混交林、园林景观植被、草地；从生物量损失看，工程建设将造成永久性生物量损失约为 131.7422t ，生物量损失占比较大的为人工混交林（见表 2）。道路沿线涉及的主要植物种类中，除木麻黄、马占相思外，涉及的灌草物种主要有对叶榕、马樱丹、假连翘、苦楝、构树、黑面神、黄花稔等。这些植物种类为海南各地常见种。另外，人工的混交林不同于自然植被，植被生长和恢复周期相对灌丛和草地较长，当植被损失后，可采用人工种植补偿原有物种的方式，促进顺向演替的方式进行，缩短植被恢复的周期。

综上，道路硬化过程需要清除的植被主要为人工混交林、园林景观植被、草丛。

在道路工程建设后植被的恢复和重建是生态环境保护的重要手段之一。要求其植被恢复达到或超过原有的标准，生态环境好于现状水平；树种、林型与原生态系统协调一致为最优。

表 2 永久占地的生物量损失情况

序号	植被类型	面积(hm^2)	平均生物量(t/hm^2)	永久损失量 (t)
1	草地	0.0652	8.5	0.5542
2	园林景观植被	0.0839	80	6.712
3	人工混交林	2.0746	60	124.476
	总计	2.2237		131.7422

(2) 对物种多样性的影响分析

评价区域的主要植被类型为人工植被，区域内人工林分布的面积较大，且树种组成主要为木麻黄和常见园林绿化树种等，群落结构简单。从林地植被的角度进行分析，因为道路不会造成植物散布的阻隔，通过花粉流植物仍能进行基因交流，并未对植物的繁殖及种子的更新以及传播造成较大影响，所以，从以上情况可以看出道路建设对沿线物种多样性的组成并未造成威胁，且由于该区域内种群结构单一，道路建设并不会造成整个评价区域物种组成的变化，所以由这些群落组成的生态系统也不会受到较大影响，生态系统的功能和其中的生态关系仍能延续。

(3) 对生态系统结构和稳定性的影响分析

拟建项目施工对于区域整体景观斑块的破碎度影响较小，对一些自然景观内部功能的发挥阻碍作用较小，斑块之间继续保持着现有的连通性。对于整个评价区，局部单个

斑块面积的改变不会引起整体景观格局和功能的改变，评价区内系统的稳定性和协调性受此处变动的影响比较微弱。

工程施工期对植被的影响主要来源于工程占地及各种施工活动，将直接对植物生物量带来损失，从而致使研究区总生物量减少，施工对植物、植被的清除，使陆生动物迁离生境遭受破坏，被迫迁离工程影响区，从而造成种群布局的变化。总的来说，施工期对研究区的生物总量产生的不良影响在可接受范围内。

工程建成运营后，各种土地类型发生少量变化，如草地、林地减少，建筑面积（主要是道路占地）增加，对沿线景观有一定影响，工程建设造成评价区生态系统生物量减少，道路建成后部分草地、林地面积的减少将使评价范围生物量出现少量的减少，生产力减少，但只要及时做好林地植被补偿、道路植被绿化恢复等工程，工程引起的干扰是可以承受的，生态系统的稳定性不会发生较大的改变。

6.5.3.3 营运期对植物资源的影响分析

拟建道路营运期对植被的影响基本没有，在施工后期可采取有效的绿化措施及道路完整良好的情况下，拟建道路营运期对周边植被不会造成影响。

（1）沿线植物资源和植被生态结构的影响

根据区域植被分布规律，道路占地植被主要是人工混交林等，林地组成简单，多样性群落结构较差，易受到干扰（病，虫害），自我调节能力差，功能不够完善，研究表明，人工林的土壤饱和持水量，土壤肥力都比天然林低，而土壤侵蚀量大于天然林，因此对生态环境的改善作用有限，工程建成和运行后，整个评价区总体林地覆盖率没有变化，因此基本不会对沿线生态或生态效益产生大的改变。

但工程完成初期，道路沿线的植被或植物个体可能受到一定程度的破坏，道路沿线和植被恢复等工作需要及时实施。道路绿化及其防护工作的设计和植物种类的选取，将对沿线植被的景观结构产生较大的影响。因此，需要及时合理地做好道路绿化及工程影响范围内植被恢复工作。

（2）外来入侵物种的影响

运输建筑材料或者种植绿化物种，有可能会将外来物种带进该区域，外来入侵物种比当地物种更好的适应和利用被干扰的环境，将导致当地生存的物种数量较少、树木逐渐衰退。

在森林砍伐迹地，这些植物最先侵入并形成单优势群落，影响植物群落的自然演替，

降低区域的生物多样性。因此植物措施应以本地植物为主，禁止使用三裂叶蟛蜞菊和光荚含羞草等入侵物种作为绿化树种。

(3) 对生态系统完整性的影响

工程运营期，大量的施工期影响因素消失，随着植被恢复等措施的展开，研究区内动、植物生境趋向更加良好的方向发展，部分动物还可能返回原来的栖息地生存；工程建成运营后，各种土地类型未发生变化，林地面积没有减少，建筑面积（道路占地）可能少量增加，对沿线景观有一定影响，但各种植被类型的面积和比例与现状仍然相当，生态系统保持稳定。因此，运营期不会对生态系统造成负面影响。

6.6 声环境影响分析与评价

6.6.1 施工期声环境影响分析与评价

本项目施工过程由于各种施工机械设备的运转、船舶的施工和各类车辆的运行，不可避免地产生噪声污染，本项目施工期主要噪声声源强度见表 6.6-1。

施工机械体积相对庞大，其运行噪声也较高，在实际施工过程中，往往是各种机械同时工作，各种噪声源的声能量相互迭加，噪声级将会更高，辐射面也会更大。

本项目施工期施工机械噪声影响预测可采用点声源扩散模型：

$$L_{p2} = L_{p1} - 20 \lg \left(\frac{r_1}{r_2} \right)$$

式中： L_{p1} 、 L_{p2} ——分别为 r_1 、 r_2 距离处的声压级；

r_1 、 r_2 ——分别为预测点离声源的距离。

由此式可计算出，项目施工时噪声值随距离衰减的情况，见表 6.6-1、表 6.6-2。

表 6.6-1 距施工机械不同距离处的噪声值 单位：dB(A)

序号	机械名称	源强	不同距离处的噪声预测值						
			10m	20m	40m	60m	80m	100m	150m
1	施工船舶	100	80	74	68	64	62	60	56
2	履带吊	90	70	64	58	54	52	50	46
3	平板车	85	65	59	53	49	47	45	41
4	挖掘机	85	65	59	53	49	47	45	41
5	钻机	105	85	79	73	69	67	65	61
6	推土机	85	65	59	53	49	47	45	41
7	载重汽车	90	70	64	58	54	52	50	46
8	压路机	85	65	59	53	49	47	45	41
9	摊铺车	85	65	59	53	49	47	45	41
10	平板振动器	85	65	59	53	49	47	45	41

11	插入式捣固棒	85	65	59	53	49	47	45	41
----	--------	----	----	----	----	----	----	----	----

表 6.6-2 不同施工机械的噪声达标排放所需衰减距离 单位: m

序号	机械名称	昼间达标排放所需衰减距离	夜间达标排放所需衰减距离
1	施工船舶	32	178
2	履带吊	13	70
3	平板车	6	31
4	挖掘机	6	31
5	钻机	56	316
6	推土机	6	31
7	载重汽车	13	70
8	压路机	6	31
9	摊铺车	6	31
10	平板振动器	6	31
11	插入式捣固棒	6	31

市政道路沿线施工设备叠加计算后进行衰减预测计算,现场施工随距离衰减后的声压值见下表。

表 4-2 现场施工噪声随距离衰减后的值 dB (A)

距离 (m)	10	17	20	30	40	60	70	80	95
噪声值	74.61	70.00	68.59	65.07	62.57	59.05	57.71	56.55	55.06

由表 6.6-1 和表 6.6-2 可知,项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为 6~56m,夜间达标距离为 31~316m。施工期噪声昼间影响距离在 56m 以内,夜间影响距离在 316m 以内。考虑到市政道路施工时多台机械同时施工噪声叠加,在不采取噪声防治措施的情况下,施工期噪声昼间影响距离在 17m 以内,夜间影响距离在 95m 以内,据调查,项目区拟建道路沿线声环境保护目标为龙园酒店、凤凰悦海,距离道路红线分别约 60m、80m,其中龙园酒店在建,尚未运营,施工期对其基本无影响。建议项目施工期间向周围排放噪声必须按照《中华人民共和国环境噪声污染防治法》等相关规定,严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)进行控制,尽量采用低噪声的设备,同时注意施工机械的保养,维持施工机械低声级水平,避免超过正常噪声运转,高噪声设备采取隔声、减震措施,并且尽可能减少高噪声设备机械使用时间;同时拟建道路沿线设置施工围挡进一步降低对沿线居民的影响,对合理安排高噪声施工机械作业的时间,禁止午间、夜间施工,以减少施工期噪声对周围环境影响。因此,通过采取上述措施,项目正常施工下对周边声环境影响很小。

6.6.2 运营期声环境影响分析与评价

本项目通车营运后的噪声源主要是路面行驶的机动车噪声，机动车噪声主要由发动机噪声、排气噪声、车体震动噪声、冷却制动系统噪声、传动机械噪声等声源组成，另外车辆行驶中引起的气流湍动、排气系统、轮胎与路面的摩擦等也会产生噪声；道路路面平整度状况变化亦使高速行驶的汽车产生整车噪声。

6.6.2.1 预测模式

本项目为城市道路，根据项目建设完成后路面行驶机动车产生噪声的特点，声环境影响预测采用《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2021）附录 A.2 中推荐的公路（道路）交通运输噪声预测模式进行模拟预测。

(1) 第 i 类车等效声级的预测模式

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{OE}})_i + 10\lg\left(\frac{N_i}{V_i T}\right) + \Delta L_{距离} + 10\lg\left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{\pi}\right) + \Delta L - 16$$

式中：

$L_{eq}(h)_i$ ——第 i 类车的小时等效声级，dB(A)；

$(\overline{L_{OE}})_i$ ——第 i 类车速度为 V_i , km/h；水平距离为 7.5m 处的能量平均 A 声级，dB(A)；

N_i ——昼间、夜间通过某预测点的第 i 类车平均小时流量，辆/h；

V_i ——第 i 类车的平均车速，km/h；

T ——计算等效声级的时间，1h；

$\Delta L_{距离}$ ——距离衰减量，dB(A)，小时车流量大于等于 300 辆/小时：

$$\Delta L_{距离} = 10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right), \text{ 小时车流量小于 } 300 \text{ 辆/小时: } \Delta L_{距离} = 15\lg\left(\frac{7.5}{r}\right)$$

r ——从车道中心到预测点的距离，m；适用于 $r > 7.5\text{m}$ 预测点的噪声预测； ψ_1 、 ψ_2 ——预测点到有限长路段两端的张角，弧度，见下图。

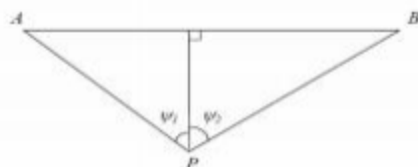


图 6 有限路段的修正函数，A~B 为路段，P 为预测点

由其他因素引起的修正量 ΔL ，可按下列式计算：

$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 + \Delta L_3$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_{\text{坡度}} + \Delta L_{\text{路面}}$$

$$\Delta L_2 = A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}}$$

式中： ΔL_1 ——路线因素引起的修正量，dB(A)；

$\Delta L_{\text{坡度}}$ ——公路纵坡修正量，dB(A)；

$\Delta L_{\text{路面}}$ ——公路路面材料引起的修正量，dB(A)；

ΔL_2 ——声波传播途径中引起的衰减量，dB(A)；

ΔL_3 ——由反射等引起的修正量，dB(A)。

(2) 总车流等效声级

$$Leq(T) = 10 \lg(10^{0.1Leq(h)\text{大}} + 10^{0.1Leq(h)\text{中}} + 10^{0.1Leq(h)\text{小}})$$

式中： $Leq(T)$ ——总车流等效声级，dB(A)；

$Leq(h)\text{大}$ 、 $Leq(h)\text{中}$ 、 $Leq(h)\text{小}$ ——大、中、小型车的小时等效声级，dB(A)。

6.6.2.2 预测模式中各参数的确定

(1) 车速及单车行驶辐射噪声级

根据前文工程分析，本项目各预测特征年各车型各时段车速及预测路段距道路中心线 7.5m 处单车辐射噪声级详见前文。

(2) 道路横断面结构

5m (人行道) + 3.5m (非机动车道) + 2m (绿化带) + 11.5m (机动车道) + 6m (中央分隔带) + 11.5m (机动车道) + 2m (绿化带) + 3.5m (非机动车道) + 5.0m (人行道) = 50m

(3) 路面结构

道路为沥青混凝土结构，机动车道最大纵坡为 1.921%，设计车速为 60km/h，双向 6 车道。

(4) 修正量和衰减量的计算

1) 路线因素引起的修正量 ΔL_1

① 纵坡修正量 $\Delta L_{\text{坡度}}$

公路纵坡修正量 $\Delta L_{\text{坡度}}$ 可按下式计算：

大型车： $\Delta L_{\text{坡度}} = 98 \times \beta \text{dB(A)}$

中型车： $\Delta L_{\text{坡度}} = 73 \times \beta \text{dB(A)}$

小型车： $\Delta L_{\text{坡度}} = 50 \times \beta \text{dB(A)}$

式中： β ——公路纵坡坡度，%。本项目在建模时按地形图输入不同点的高程及项目设计高度。

②路面修正量 ΔL 路面

不同路面的噪声修正量见下表，本项目道路均为沥青混凝土路面，路面修正量 ΔL 路面取值为0。

表 27 常见路面噪声修正量一览表单位：dB(A)

路面类型	不同行驶速度噪声修正量 km/h		
	30	40	≥ 50
沥青混凝土路面	0	0	0
水泥混凝土路面	1.0	1.5	2.0

2) 声波传播途径引起的衰减量 ΔL_2

①声屏障衰减量 (A_{bar}) 计算

位于声源和预测点之间的实体障碍物，如围墙、建筑物、土坡或地堑等起声屏障作用，从而引起声能量的较大衰减。在环境影响评价中，可将各种形式的屏障简化为具有一定高度的薄屏障。

如图3所示，S、O、P 三点在同一平面内且垂直于地面。

定义 $\delta=SO+OP-SP$ 为声程差， $N=2\delta/\lambda$ 为菲涅尔数，其中 λ 为声波波长。

在噪声预测中，声屏障插入损失的计算方法需要根据实际情况作简化处理。

屏障衰减 A_{bar} 在单绕射（即薄屏障）情况，衰减最大取 20dB；在双绕射（即薄厚屏障）情况，衰减最大取 25dB。

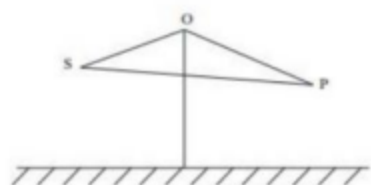


图 7 无限长声屏障示意图

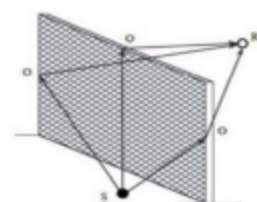


图 8 有限长声屏障传播路径

无限长声屏障可按下式计算：

$$A_{bar} = \begin{cases} 10 \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{(1-t^2)}}{4 \arctan \sqrt{\frac{(1-t)}{(1+t)}}} \right] & t = \frac{40f\delta}{3c} \leq 1, dB \\ 10 \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{(t^2-1)}}{2 \ln \left(t + \sqrt{(t^2-1)} \right)} \right] & t = \frac{40f\delta}{3c} > 1, dB \end{cases}$$

式中： f ——声波频率，Hz；公路中可取 500 计算 A 声级衰减量；

C ——声速，m/s；

δ ——声程差，m。

在使用上式计算声屏障衰减时，当菲涅尔数 $0 < N < 0.2$ 时也应计算衰减量，同时保证衰减量为正值，负值时舍弃。

有限长声屏障的衰减量(A'_{bar})可按式近似计算：

$$A'_{bar} \approx -10 \lg \left(\frac{\beta}{\theta} 10^{-0.1 A_{bar}} + 1 - \frac{\beta}{\theta} \right)$$

式中： A'_{bar} ——有限长声屏障引起的衰减，dB；

β ——受声点与声屏障两端连线的夹角，(°)；

θ ——受声点与声源两端连线的夹角，(°)；

A_{bar} ——无限长声屏障引起的衰减，dB。

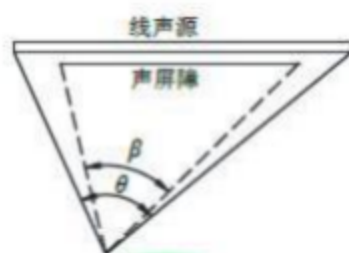


图 9 受声点与线声源两端连接线的夹角

声屏障的透射、反射修正可参照《声屏障声学设计和测量规范》(HJ/T90-2004) 计算。

②大气吸收引起的衰减 (A_{atm})：

$$A_{atm} = \frac{a(r - r_0)}{1000}$$

式中： a ——温度、湿度和声波频率的函数，预测计算中一般根据建设项目 所处区域常年平均气温和湿度选择相应的空气吸收系数。

r ——预测点距声源的距离；

r_0 ——参考位置距声源的距离。

③地面效应衰减 (A_{gr})

地面类型可分为：

a) 坚实地面，包括铺筑过的路面、水面、冰面以及夯实地面。

b) 疏松地面，包括被草或其它植物覆盖的地面，以及农田等适合于植物生长的地面。

c) 混合地面，有坚实地面和疏松地面组成。

声波越过疏松地面传播时，或大部分为疏松地面的混合地面，在预测点仅计算 A 声级前提下，地面效应引起的倍频带衰减可用下式计算。

$$A_{gr} = 4.8 - \left(\frac{2h_m}{r} \right) \left(17 + \frac{300}{4} \right)$$

式中： A_{gr} ——地面效应引起的衰减量，dB；

R——声源到预测点的距离，m；

H_m ——传播路径的平均离地高度，m；可按下图进行计算， $h_m = F/r$ ；F：面积， m^2 ；若 A_{gr} 计算出负值，则 A_{gr} 可用“0”代替。

其他情况可参照 GB/T17247.2 进行计算。

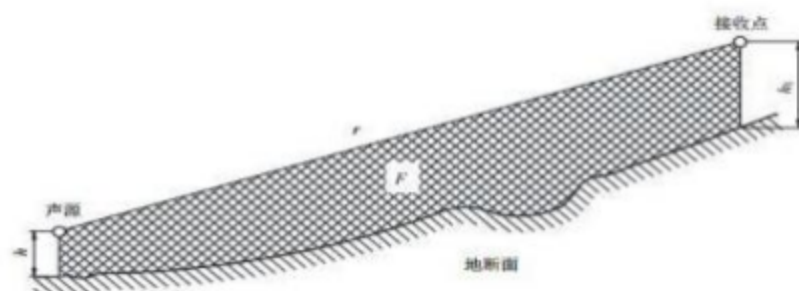


图 10 估计平均高度 h_m 的方法

6.6.2.3 预测结果与评价

本次评价噪声预测采用三捷环境工程咨询有限公司研发的噪声影响预测软件（BREEZE NOISE）进行预测，采用上述预测模式，对近期（2026 年）、中期（2035 年）和远期（2045 年）进行交通噪声预测计算。

（1）路两侧水平方向噪声预测结果

1) 预测情景说明

为了解本项目在不考虑建筑物和绿化带遮挡，以及不采取噪声防治措施的情况下，本项目各路段（不包括周边道路）近期、中期以及远期昼间和夜间在水平方向的噪声贡献值，本次预测仅在环安噪声环境影响评价系统中输入本次项目道路相关设计参数，对交通噪声的水平衰减预测仅考虑距离衰减、空气吸收、地面效应等影响，假定道路两侧为空旷地带，按不同预测年的昼间、夜间小时的车流量及车型分布进行预测，得到本

工程建成后评价路段交通噪声贡献值在道路两侧的衰减变化情况。

2) 预测结果

在不考虑建筑物和绿化带遮挡, 以及不采取噪声防治措施的情况下, 本项目在近期、中期以及远期昼间和夜间在水平方向的噪声贡献值预测结果见下表。

表 31 项目道路两侧水平方向的噪声贡献值一览表单位: dB (A)

路段	距离道路 中心线距 离 (m)	距离道路 边界线距 离(m)	标准值		近期		中期		远期	
			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
粤海北路	25	0	70	55	61.02	56.92	62.69	58.97	63.66	60.95
	35	10	70	55	59.04	54.62	60.88	56.66	61.64	58.97
	45	20	70	55	57.54	52.84	59.35	54.88	60.10	57.47
	55	30	70	55	56.31	51.38	58.11	53.43	58.84	56.24
	65	40	60	50	55.27	50.14	57.06	52.19	57.78	55.2
	75	50	60	50	54.36	49.06	56.14	51.1	56.85	54.29
	85	60	60	50	53.55	48.09	55.32	50.13	56.02	53.48
	95	70	60	50	52.82	47.21	54.57	49.25	55.27	52.75
	105	80	60	50	52.14	46.40	53.89	48.45	54.58	52.08
	115	90	60	50	51.52	45.66	53.26	47.70	53.94	51.45
	125	100	60	50	50.94	44.96	52.67	47.00	53.35	50.87
	135	110	60	50	50.39	44.31	52.12	46.35	52.79	50.33
	145	120	60	50	49.88	43.69	51.60	45.74	52.27	49.81
	155	130	60	50	49.39	43.11	51.11	45.15	51.77	49.32
	165	140	60	50	48.93	42.55	50.64	44.6	51.30	48.86
	175	150	60	50	48.48	42.02	50.19	44.07	50.85	48.42
	185	160	60	50	48.06	41.52	49.76	43.56	50.42	47.99
	195	170	60	50	47.65	41.03	49.35	43.08	50.00	47.58
	205	180	60	50	47.26	40.56	48.95	42.61	49.60	47.19
	215	190	60	50	46.88	40.12	48.57	42.16	49.22	46.81
	225	200	60	50	46.52	39.68	48.2	41.73	48.85	46.45

3) 结果分析

在不考虑建筑物和绿化带遮挡, 以及不采取噪声防治措施的情况下, 本项目水平噪声预测结果分析如下:

①路面上行驶机动车产生的噪声在道路两侧的噪声贡献值随距离的增加而逐渐衰减变小。随着年份的增加, 各道路车流量的增加, 预测噪声值随之增加, 道路营运期, 随着交通量的增加, 交通噪声影响也随之增大。

②《声环境质量标准》(GB3096-2008) 的规定, 本项目与 2 类功能区相邻时, 在距车道边线 30m 范围内按照 4a 类标准评价; 在距道路边线 30m 以外范围按照 2 类标准评

价。

A.不同预测时期，4a 类区的达标距离

运营期近、中、远期，粤海北路昼间噪声值均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 4a 类标准要求，夜间噪声值满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 4a 类标准要求的最小距道路边界线距离分别为：10m、20m、40m。

B.不同预测时期，2 类区的达标距离

运营期近、中、远期，粤海北路昼间噪声值满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准要求的最小距道路边界线距离分别为 40m、60m、50m，夜间噪声值均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准要求的最小距道路边界线距离分别为：30m、30m、110m。

③ 从各时段的噪声情况来看，夜间时段的交通噪声影响比昼间的影响大。

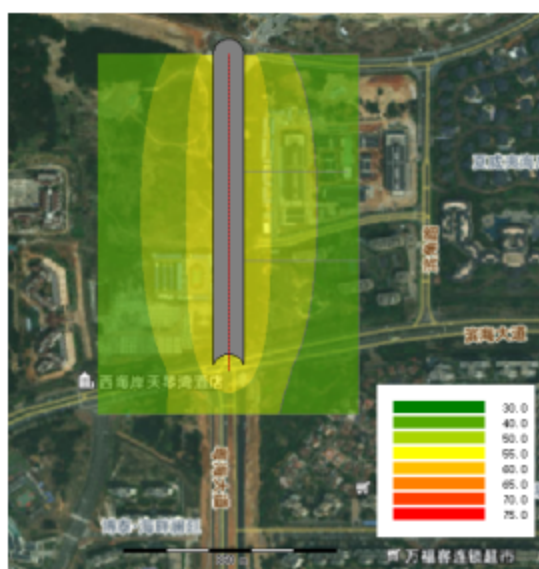
(2) 项目道路等声级线图

1) 预测情景说明

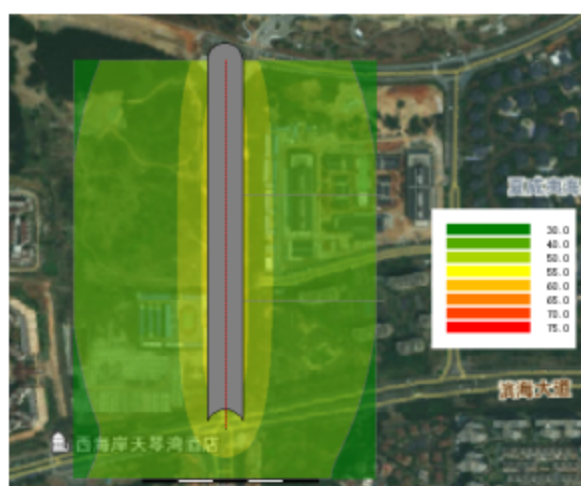
本次环评对本项目平面道路中心线外 200m 范围内的敏感点（龙园酒店、凤凰悦海）等进行了噪声影响预测，分别选取了各敏感点距道路红线最近距离的房屋第一排（面向道路一侧）作为接收点。

2) 贡献值等声级线图

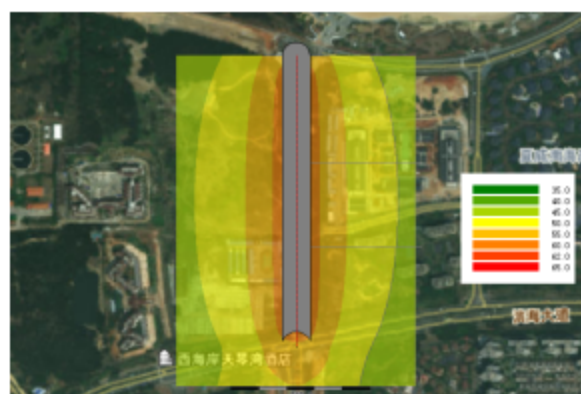
本项目分别绘制近、中、远期本项目市政道路昼间和夜间机动车噪声贡献值的等声级线图，详见下图。



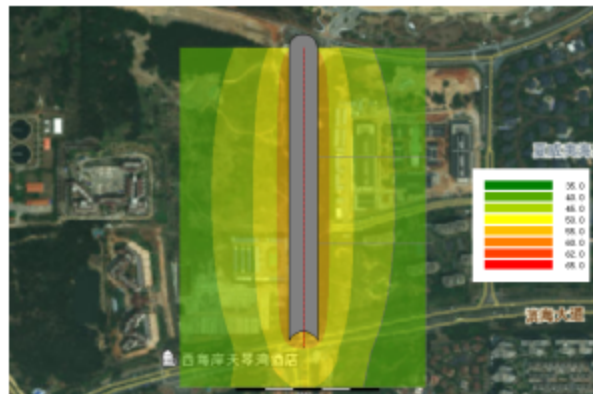
本项目近期昼间噪声预测图



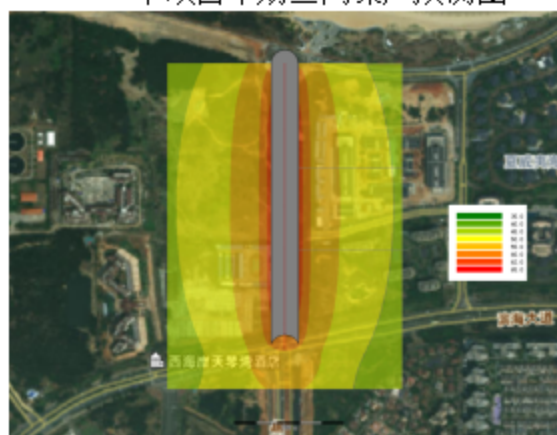
本项目近期夜间噪声预测图



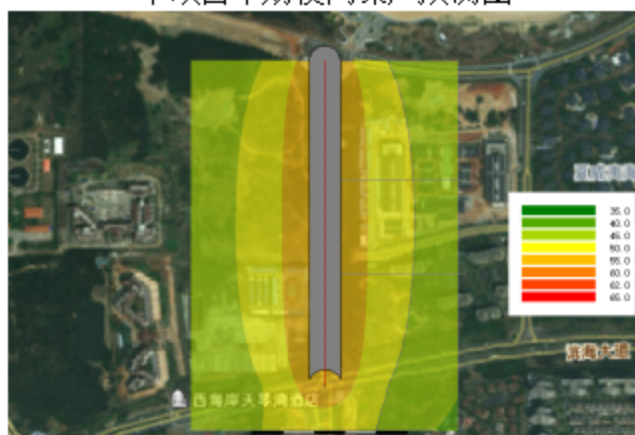
本项目中期昼间噪声预测图



本项目中期夜间噪声预测图



本项目远期昼间噪声预测图

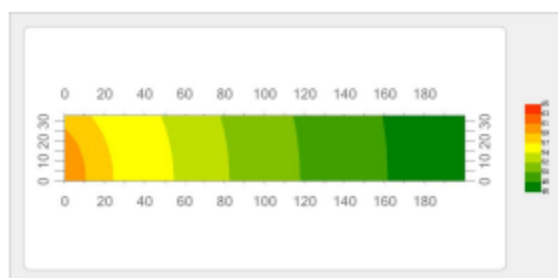


本项目远期夜间噪声预测图

3) 垂向等声级线图

本项目选取评价范围内高度高于3层楼的龙园酒店（7F）、凤凰悦海（12F），2个点做垂向预测，预测结果见下图所示。

根据本项目设计参数，对路段沿线敏感点考虑垂直方向上交通噪声随距离的衰减情况，以明确路段沿线敏感点在不同高度、不同水平距离下，仅在本项目作用下受到噪声影响的变化情况。经采用软件预测，并对预测结果进行整理，详细见下图。



凤凰悦海垂向预测



龙园酒店

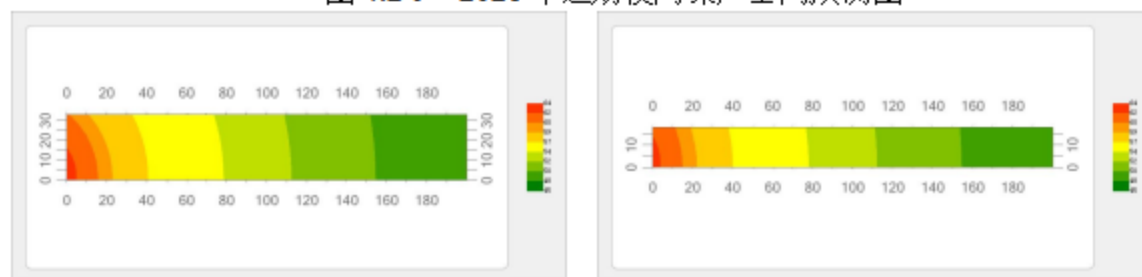
图 4.2-9 2026 年近期昼间噪声垂向预测图



凤凰悦海垂向预测

龙园酒店

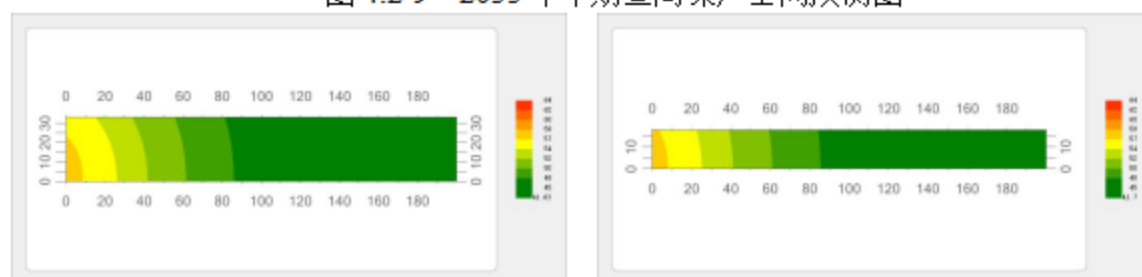
图 4.2-9 2026 年近期夜间噪声垂向预测图



凤凰悦海垂向预测

龙园酒店

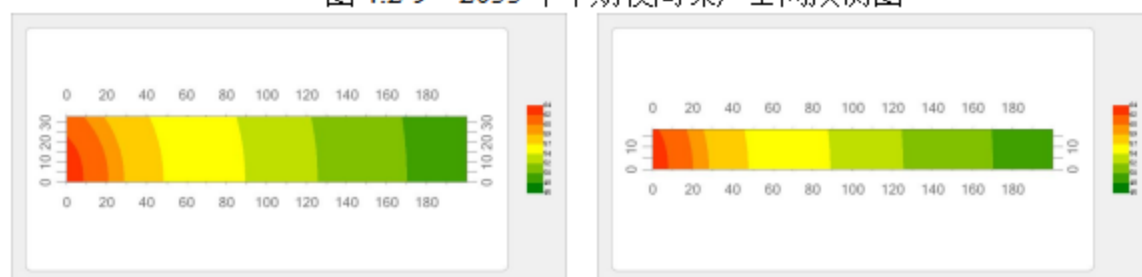
图 4.2-9 2035 年中期昼间噪声垂向预测图



凤凰悦海垂向预测

龙园酒店

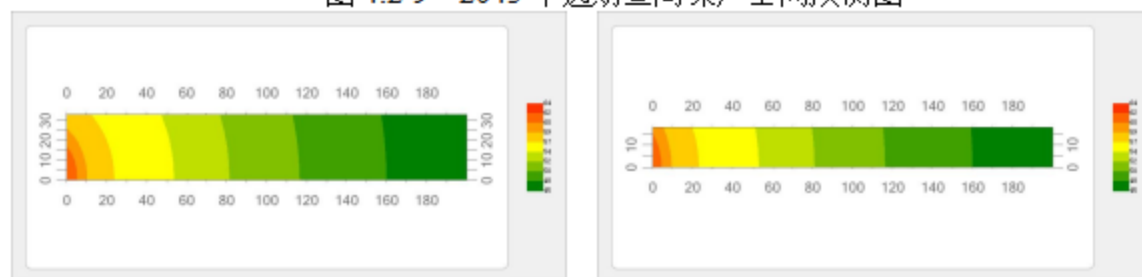
图 4.2-9 2035 年中期夜间噪声垂向预测图



凤凰悦海垂向预测

龙园酒店

图 4.2-9 2045 年远期昼间噪声垂向预测图



凤凰悦海垂向预测

龙园酒店

图 4.2-9 2045 年远期夜间噪声垂向预测图

(3) 敏感目标预测结果

表 4.2-7 交通噪声对环境保护目标噪声预测结果与评价表

序号	敏感点名称	位置 (方位)	与道路 边界的 距离 (m)	测点 声环 境	预测 年度	预测 时段	现状 值 dB (A)	贡献 值 dB (A)	背景 值 dB (A)	环境噪 声预测 值 dB (A)	执行 标准	超标 量	较现 状值 增量
1	龙园酒店	桩号 K0+145~K 0+315 东侧	60	2 类 区	2026	昼间	47.9	52.8	47.9	54.0	60	0	6.1
						夜间	42.3	47.2	42.3	48.4	50	0	6.1
					2035	昼间	47.9	54.6	47.9	55.4	60	0	7.5
						夜间	42.3	49.2	42.3	50.0	50	0	7.7
					2045	昼间	47.9	55.3	47.9	56.0	60	0	8.1
						夜间	42.3	52.8	42.3	53.1	50	3.1	10.8
2	凤凰悦海	桩号 K0+360~K 0+480 东侧	80	2 类 区	2026	昼间	47.5	51.8	47.5	53.2	60	0	5.7
						夜间	42.3	46.0	42.3	47.6	50	0	5.3
					2035	昼间	47.5	53.6	47.5	54.5	60	0	7
						夜间	42.3	48.0	42.3	49.1	50	0	6.8
					2045	昼间	47.5	54.2	47.5	55.1	60	0	7.6
						夜间	42.3	51.8	42.3	52.2	55	2.2	9.9

根据表4.2-5预测结果可知,在不考虑建筑物和绿化带遮挡,以及不采取噪声防治措施的情况下,项目交通噪声对道路两侧的龙园酒店、凤凰悦海远期(2045年)夜间噪声预测值分别超标3.1dB, 2.2dB,其余时段均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2类标准。通过考虑围墙、建筑墙体的隔声,道路沿线采取绿化等措施,项目拟建道路对周边声环境保护目标影响较小。

6.7 固体废物影响分析与评价

6.7.1 施工期固体废物环境影响分析与评价

施工期的固体废物主要有拆除的建筑垃圾、施工人员生活垃圾和施工船舶、机械产生的废油、拟建道路开挖土方以及排海通道开挖砂等。

拆除的建筑垃圾尽量回收利用,不能利用的运至当地指定的市政建筑垃圾处置点处理。施工场地设置垃圾桶,生活垃圾及时收集,由环卫部门统一外运并安全处置。船舶生活垃圾收集后交由船舶污染物接收单位接收处理。施工船机产生的残油、废油等危险废物,经收集拟统一交由船舶污染物接收单位接收处理。道路工程产生的开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理。本项目排海通道部分开挖砂用于回填,未利用的交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理。项目施工期产生的固体废物

均能得到合理妥善的处置，对环境的影响较小。

6.7.2 运营期固体废物环境影响分析与评价

本项目投入营运后，道路本身不产生固体废物，运营期固体废物主要为沿途车辆及行人丢弃在路面的垃圾以及绿化树木的落叶，由环卫部门定期清扫，不会对环境造成不良影响。

6.8 大气环境影响分析与评价

6.8.1 施工期大气环境影响分析与评价

施工期大气污染源主要为施工机械、船舶及车辆排放的废气、运输扬尘；其中施工机械、船舶及车辆排放的废气主要是由其所采用的燃料及设备决定，如果采用清洁型燃料，在车辆及机械设备排气口加装废气过滤器，同时保持车辆及有关设备化油器、空气滤清器等部位的清洁，废气污染的影响基本可以接受；施工扬尘源一般高度较低，粉尘颗粒较大，属于瞬时源，污染扩散范围较小，危害时间较短，其影响主要在项目区周边100m范围内，对施工人员影响较大。运输过程中的扬尘属于流动性、间歇性大气污染源，一般来说，此类污染源的排放量较小，影响范围也不大。

6.8.2 运营期大气环境影响分析与评价

项目运营期间，大气环境影响主要为车辆行驶造成的扬尘及排放的汽车尾气。为减少汽车尾气对环境的影响，建设单位应采取：

(1) 道路管理职能部门可按照《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国五阶段)》、《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国六阶段)》、《装用点燃式发动机重型汽车曲轴箱污染物排放限值》、《装用点燃式发动机重型汽车燃油蒸发污染物排放限值》等标准，禁止超标机动车通行(例如黄标车)。

(2) 降低路面尘粒。及时清扫路面，降低路面尘粒。

(3) 建议在道路两旁绿化带栽种对汽车尾气有较强吸收能力的树种，以充分利用植被对环境空气的净化功能。

项目区北侧临海，大气扩散条件较好，通过采取上述措施后，运营期产生的车辆尾气对周边环境的影响较小。

6.9 环境敏感目标的影响分析与评价

6.9.1 对通航环境的影响分析

项目位于新海港交通运输用海区，项目区西侧为新海港滚装客运码头，有较多的船舶进出，本项目施工船舶导致项目区周边海域航行的船舶密度增大，与其他进出该海域的船舶难免发生相互干扰，施工期间船舶碰撞几率增高。

因此项目施工阶段，①应向有关部门申请设置施工作业区水域，并由海事部门发布公告并设置警示标志，明确标示施工水域，确保进出该海域船舶的交通安全；②应严格按施工方案和作业方式在规定的施工作业区内作业，加强施工作业监管，避免与过往船只发生碰撞事故；③施工时段应选择避开台风多发期，遇不利天气时停止施工。

通过上述措施后，项目用海对周边通航环境影响降至最低程度。

6.9.2 对砂质岸线的影响分析

本项目为雨水排海通道建设，用海类型为海底工程用海，用海方式为海底管道电缆和透水构筑物，排海通道为底土穿越砂质岸线，不直接占用自然岸线，项目建成后可保持现有的砂质岸线长度不变。项目建设不会使得砂质岸线保有率降低，因此项目建设对砂质岸线的影响较小。

6.9.3 对项目周边海洋功能区的影响分析

本项目占用新海港港口航运区，项目建设对功能区的影响主要为通航环境影响。具体分析见本报告 6.9.1 章节。

西海岸工矿通信用海区位于项目区东侧，最近距离约 0.3km；新海-秀英交通运输用海区位于项目区东北侧，最近距离约为 2km；荣山寨渔业用海区位于项目区西南侧，最近距离约 4.6km；金沙湾游憩用海区位于项目区西南侧，最近距离约 5.8km。项目建设对上述功能区的影响主要为施工悬浮泥沙扩散影响功能区水质、生态环境。

根据悬浮泥沙数值模拟计算结果，超Ⅰ、Ⅱ类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.110085km^2 ，超Ⅲ类水质($>100\text{mg/L}$)面积为 0.026566km^2 ，超Ⅳ类水质($>150\text{mg/L}$)面积为 0.019685km^2 。超Ⅳ类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m，超Ⅲ类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m，超Ⅰ、Ⅱ类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m。

项目最近的其他海洋功能区距离为 0.3km，因此项目施工期产生的悬浮泥沙仅对新

海港港口航运区及西海岸工矿通信用海区有影响，对附近其他海洋功能区基本没有影响。本项目拟在施工区域周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围。此外，项目施工过程中对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。因此本项目建设对周边海洋功能区影响较小。

6.9.4 项目对海口市近岸海域国控、省控环境监测点的影响分析

根据海口市近岸海域国控、省控环境监测点的分布图（见图 6.9-1），距离项目最近的国控点为北侧的 HNN01006，距离为 2.4km，距离项目最近的省控点为西侧的 HNN01015，距离为 2.6km。项目实施过程对区域水质的影响主要发生在施工期，施工期产生的悬浮泥沙，对区域水体环境产生一定的影响。根据悬浮泥沙数值模拟计算结果：工程施工期悬浮泥沙超 I、II 类水质 ($>10\text{mg/L}$) 面积为 0.110085km^2 ，超 III 类水质 ($>100\text{mg/L}$) 面积为 0.026566km^2 ，超 IV 类水质 ($>150\text{mg/L}$) 面积为 0.019685km^2 。超 IV 类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m，超 III 类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m，超 I、II 类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m。

因此项目施工产生的悬浮泥沙不会扩散至国控、省控环境监测点，且施工期通过采取防污帘等措施，项目建设对区域国控、省控环境监测点的影响较小。

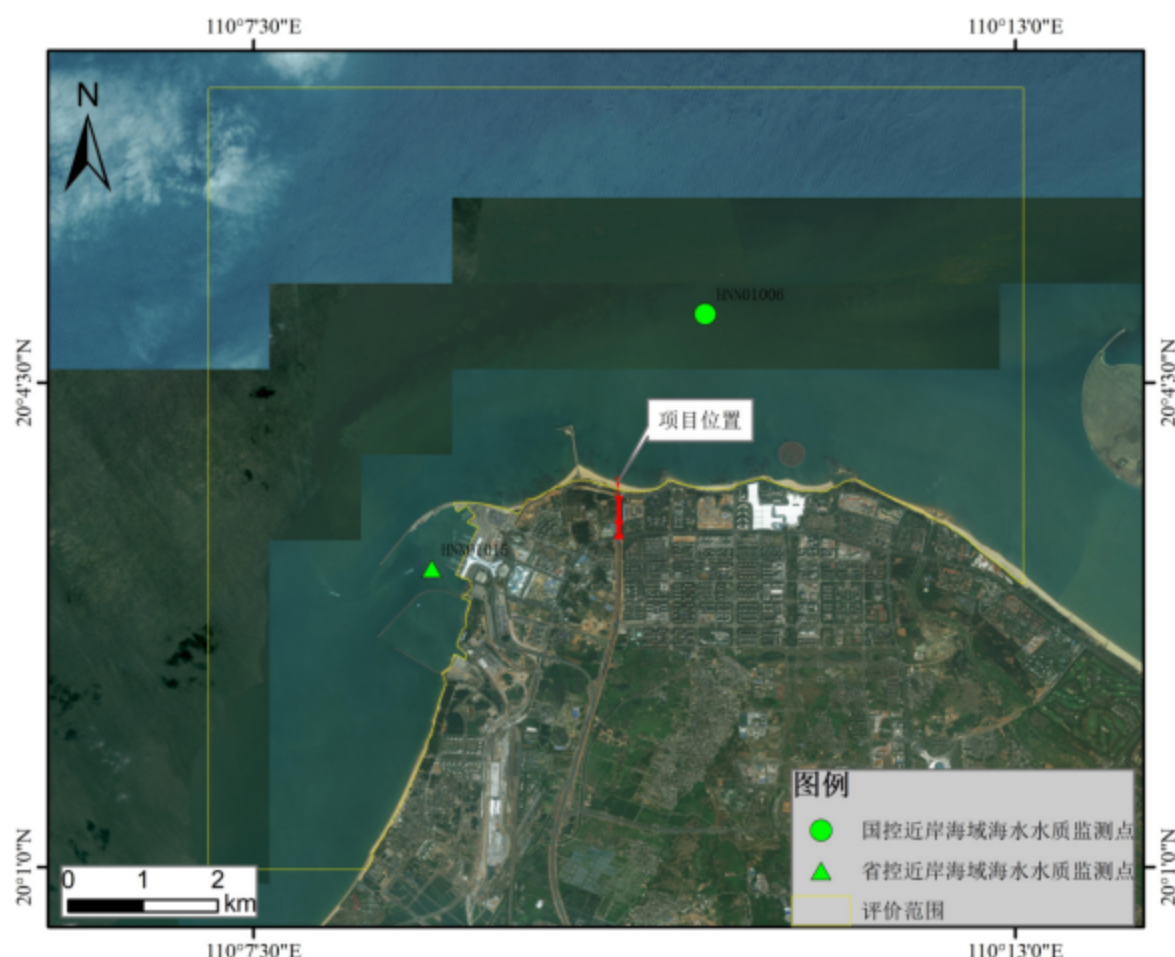


图 6.9-1 项目与海口市近岸海域国控、省控、市控环境监测点位置关系图

6.9.5 项目对附近生态保护红线的影响分析

项目不占用生态保护红线，与最近的生态保护红线为海南省（本岛）海洋生态保护红线重要滩涂及浅海水域-海南海口五源河国家湿地公园，最近距离为 2.9km，根据悬浮泥沙扩散数模，超Ⅰ、Ⅱ类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m。施工期悬浮泥沙不会扩散至该生态保护红线区，因此本项目建设对周边生态保护红线基本无影响。

6.9.6 对周边用海活动的影响分析

本项目周边用海活动主要有南海明珠二期临时码头工程、西海岸生态整治与修复项目、长流污水处理厂海底排污管线工程、新海港滚装客运码头、新海港交通枢纽（GTC）配套及排海方沟海域段工程、粤海铁路通道琼州海峡火车轮渡工程、千禧酒店填海工程、海阔天空海上驿站。

距离项目区较近的用海主要有南海明珠二期临时码头工程、西海岸生态整治与修复

项目、长流污水处理厂海底排污管线工程，分别距离为 0.5km，0.55km，0.6km，本项目施工对该用海项目的影响主要为通航环境影响，施工过程中通过采取本报告 6.9.1 节提出的措施，可尽可能减小项目施工对周边用海活动的影响。

其余周边用海活动距离项目区相对较远，最近约 1.3km，根据悬浮泥沙数值模拟结果，超Ⅰ、Ⅱ类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m，施工期悬浮泥沙不会扩散中至上述周边用海项目。根据冲淤数值模拟计算结果，项目建设导致的冲淤变化对上述用海项目基本无影响。

6.9.7 开挖土暂存及处置方式合理性的影响分析

根据初步设计提供的工程量，排海通道基槽开挖总量为 11722.1m³，排海通道利用开挖砂回填中砂总量为 5957.4m³，开挖处理剩余的海砂交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理。剩余的海砂工程量为 5764.7m³，工程施工过程中先将开挖土堆存在施工场地，项目区本身能够回填利用的开挖土用于本工程，剩余的开挖土交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理。

根据《海口市人民政府办公厅关于印发海口市项目范围内砂石料规范管理工作方案的通知》（海府办〔2018〕279 号），“（二）对项目建设、工程施工中产生不再重复利用的砂石料资源，由市城建集团实施统一堆放、运输、管理，确保砂石料资源规范管理和有效利用。（三）堆放点选址不得占用基本农田等农用地，应符合我市“多规合一”的要求，优先选址在我市储备地，且尽量少用好地，多使用未利用地、劣质地等。”

根据海口市住房和城乡建设局《关于做好在建工地砂石料整治工作的通知》（海住建施〔2021〕302 号）文件要求，2021 年 3 月 18 日以后所有新建项目建设、施工单位在开工建设前向市城建集团（下属子公司海口市生态环境建设投资有限公司）提交项目总开挖方量、回填方量及剩余方量、使用计划、处置渠道管理台账及其他相关材料。海口市生态环境建设投资有限公司为市城建集团全资二级子公司，负责做好项目范围内砂石料的统一堆放、运输、管理等相关工作。

项目排海通道基槽开挖产生的海砂临时堆放点设置于拟建道路桩号 K0+440 西侧，属于建设用地，不涉及基本农田等农用地，根据开挖土的土壤检测报告，项目 T1、T2、T3 点位各指标均能满足《土壤环境质量-建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中的第二类用地筛选值。根据土壤检测报告，项目区 T1、T2 的含盐量分别为 0.4g/kg、0.3g/kg，海砂临时堆放区 T3 的含盐量为 1.0g/kg，项目区的含盐量低于

海砂临时堆放区的含盐量，海砂临时堆放区占地面积约 4000m^2 ，海域段开挖砂产生的弃方量为 5764.7m^3 ，临时堆土堆高约为 1.37m ，因此该临时堆放区满足堆存要求。因此本项目开挖土暂存及处置方式合理，对周边环境影响较小。

6.10 对“三场一通道”的影响分析

6.10.1 对鱼类“三场一通道”的影响

(1) 中上层鱼类产卵场

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》(第一批)，南海中上层鱼类产卵场示意图，项目附近的产卵场主要为：蓝圆鲹粤西外海区产卵场的位置位于约为东经 $110^{\circ}30' \sim 112^{\circ}40'$ ，北纬 $18^{\circ}15' \sim 20^{\circ}05'$ ，水深约为 $70 \sim 180\text{m}$ ，产卵期 $4 \sim 6$ 月；北部湾产卵场：东经 $107^{\circ}15' \sim 109^{\circ}40'$ ，北纬 $20^{\circ} \sim 20^{\circ}30'$ ，为水深 40m 以内海域，产卵期 $3 \sim 7$ 月。

鲈鱼粤西外海区产卵场的位置位于约东经 $110^{\circ}15' \sim 113^{\circ}50'$ ，北纬 $18^{\circ}15' \sim 19^{\circ}20'$ ，水深约为 $90 \sim 200\text{m}$ ，产卵期 $1 \sim 6$ 月。以上产卵场与本工程距离较远，最近距离分别约 65km 和 100km 。

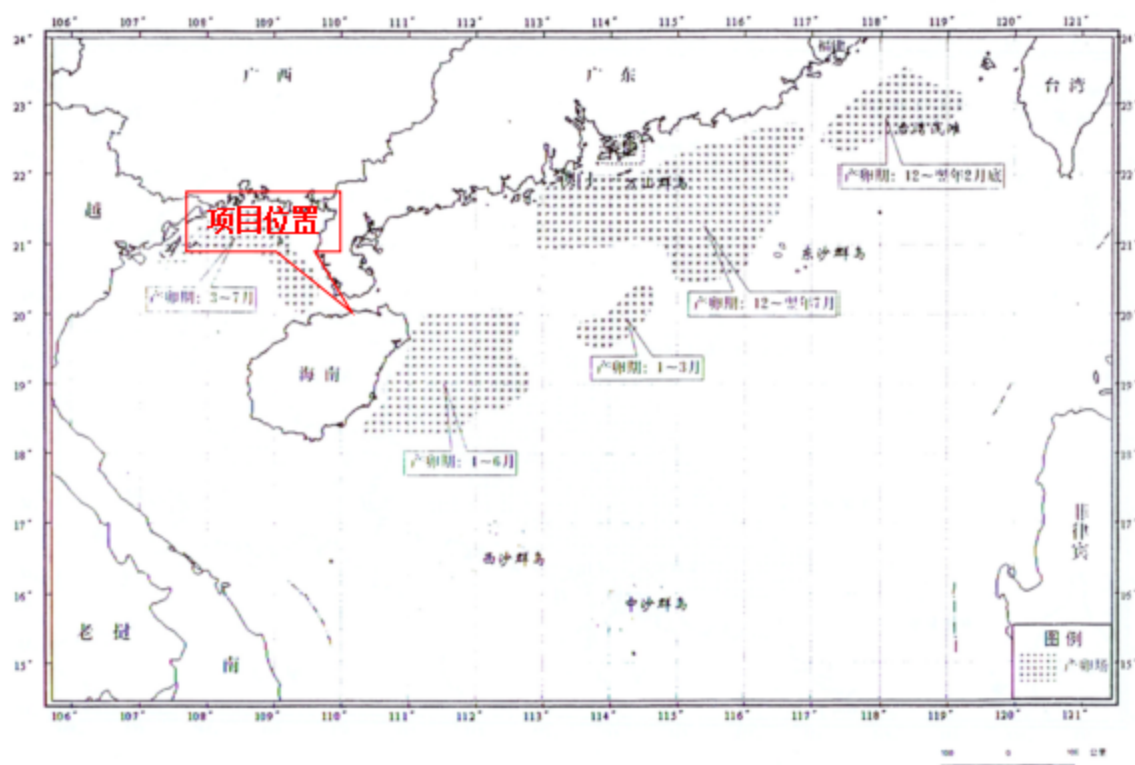


图 6.10-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

(2) 底层、近底层鱼类产卵场

南海底层、近底层鱼类产卵场主要包括金线鱼、深水金线鱼、二长棘鲷、红笛鲷、绯鲤类、短尾鳍大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。其中，金线鱼产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场；二长棘鲷产卵场位于北部湾东经 $107^{\circ}20'$ ~ $109^{\circ}15'$ ，北纬 20° 至近岸，水深 60m 以浅海区，产卵期1~3月。红笛鲷产卵场有二处，均位于北部湾。绯鲤类产卵场包括：①珠江口近海产卵场、②海南岛以东近海产卵场、③珠江口—粤西外海产卵场、④北部湾产卵场。深水金线鱼产卵场在南海北部的分布范围很广，从海南岛东岸东经 $110^{\circ}30'$ 以东一直延伸到东经 $117^{\circ}00'$ 的水深 $90\sim 200\text{m}$ 范围内均有分布，主要产卵期3~9月。短尾鳍大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场，共有二处、③北部湾产卵场。深水金线鱼产卵场在南海北部的分布范围很广，从海南岛东岸东经 $110^{\circ}30'$ 以东一直延伸到东经 117° 。短尾鳍大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场，共有二处。长尾大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场，②北部湾产卵场。长尾大眼鲷产卵期5~7月。脂眼鲱产卵场位于海南岛以东近海，东经 $110^{\circ}45'\sim 111^{\circ}30'$ ，北纬 $18^{\circ}50'\sim 19^{\circ}50'$ ，水深 $40\sim 100\text{m}$ ，产卵期5~8月。黄鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②海南岛南部产卵场。

以上产卵场距离本工程距离很远，最近距离约 100km 。

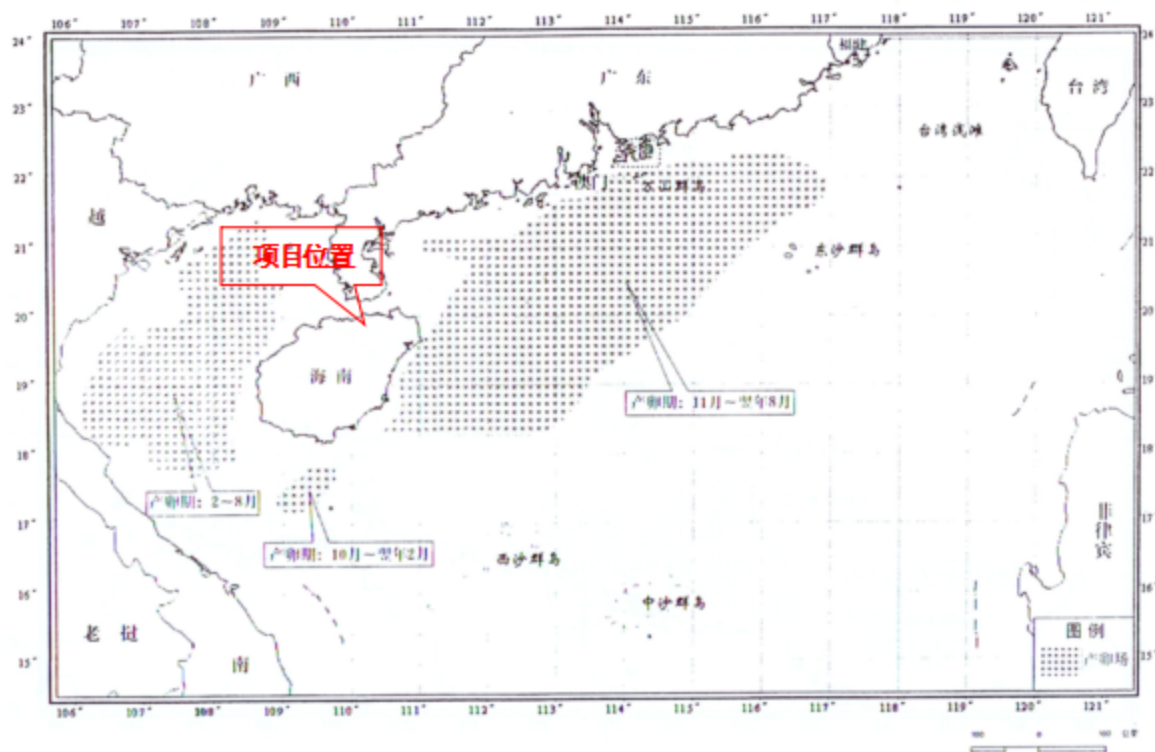


图 6.10-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

(3) 幼鱼幼虾保护区：南海区幼鱼、幼虾保护区共有4处，一为广东省沿岸由粤东的

南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海20m水深以内的海域，保护期为每年的3月1日至5月31日；二为海南省东部沿岸文昌县木栏头浅滩东北至抱虎角40m水深以内海域。保护期为每年的3月1日至6月15日；三为海南省万宁县大洲岛至陵水县赤岭湾50m水深以内海域。保护期为每年的3月1日至5月31日；四为海南省临高县临高角至东方县八所港20m水深以内海域。保护期为每年的3月1日至6月15日。

(4) 南海北部幼鱼繁育场保护区：位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个基点连线以内水域，保护期为 1~12 月。17 个基点的地理位置见表 6.10-1、图 6.10-3。项目所在海域为南海北部幼鱼繁育场保护区。

(5) 经济鱼类繁育场保护区

① 珠江口经济鱼类繁育场保护区

从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角至三点连线以北；番禺的莲花山至东莞的新沙二点连线以南的水域。禁渔期：农历四月二十日至七月二十日。

② 崖门经济鱼类繁育场保护区

南面由台山县广海口的鸡罩山角起点至少鵝咀对开二哩处，再经大襟西南角及小芒直到南水西南角的连线。禁渔期：农历四月二十日至七月二十日。

项目区域未有经济鱼类繁育场保护区。

(6) 调查海区主要经济鱼类的产卵期

根据历年调查所掌握的资料，将调查水域主要经济鱼类的产卵期列于表 6.10-2。从表可知，各种鱼类的产卵期主要集中与 2 月~7 月份。

表 6.10-1 主要经济鱼类的产卵期

种 名	产卵期	种 名	产卵期
黄带绯鲤	3 月~5 月	平鲷	2 月~4 月
白姑鱼	5 月~8 月	鲈	2 月~7 月
黑鲷	3 月~9 月	斑点马鲛	1 月~3 月
银鲳	10 月翌年 3 月	多齿蛇鲻	2 月~10 月
黄鳍鲷	10 月翌年 2 月	刺鲳	1 月~7 月
丽叶鲷	5 月~8 月	斑鲳	1 月~2 月
鲷	4 月~6 月	蓝圆鲷	2 月~5 月
中国鲳	4 月~7 月	黄鲫	3 月~7 月
海鳗	3 月~4 月	皮氏叫姑鱼	3 月~7 月
带鱼	3 月~11 月	日本金线鱼	5 月~7 月
鲷	2 月~6 月	孔鰕虎鱼	5 月~8 月
黄吻棱鲷	3 月, 7 月~8 月	六指马鲛	2 月~5 月

长棘银鲈

3月~5月

《中国海洋渔业水域图》(见图 6.10-1 和图 6.10-2)显示:项目周边南海中上层鱼类产卵场为蓝圆鲹粤西外海区产卵场和鲳鱼粤西外海区产卵场,这两个产卵场与本工程距离较远,最近距离分别约 65km 和 100km;底层、近底层鱼类产卵场分别为绯鲤类海南岛以东近海产卵场、深水金线鱼产卵场、位于海陵岛南部南海北部长尾大眼鲷产卵场、位于海南岛以东近海脂眼鲱产卵场,以上产卵场距离本工程最近距离约 100km。根据悬浮泥沙扩散预测结果,施工过程中产生的悬浮泥沙增量超I、II类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.110085km^2 ,超III类水质($>100\text{mg/L}$) 面积为 0.026566km^2 ,超IV类水质($>150\text{mg/L}$)面积为 0.019685km^2 。超IV类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m,超III类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m,超I、II类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m,向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m。因此,施工期悬浮泥沙不会对上述产卵场造成影响。

6.10.2 对南海北部幼鱼繁育场保护区影响分析

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个几点连线以内水域(见图 6.10-3),保护期为 1~12 月,17 个几点的地理位置见表 6.10-2。

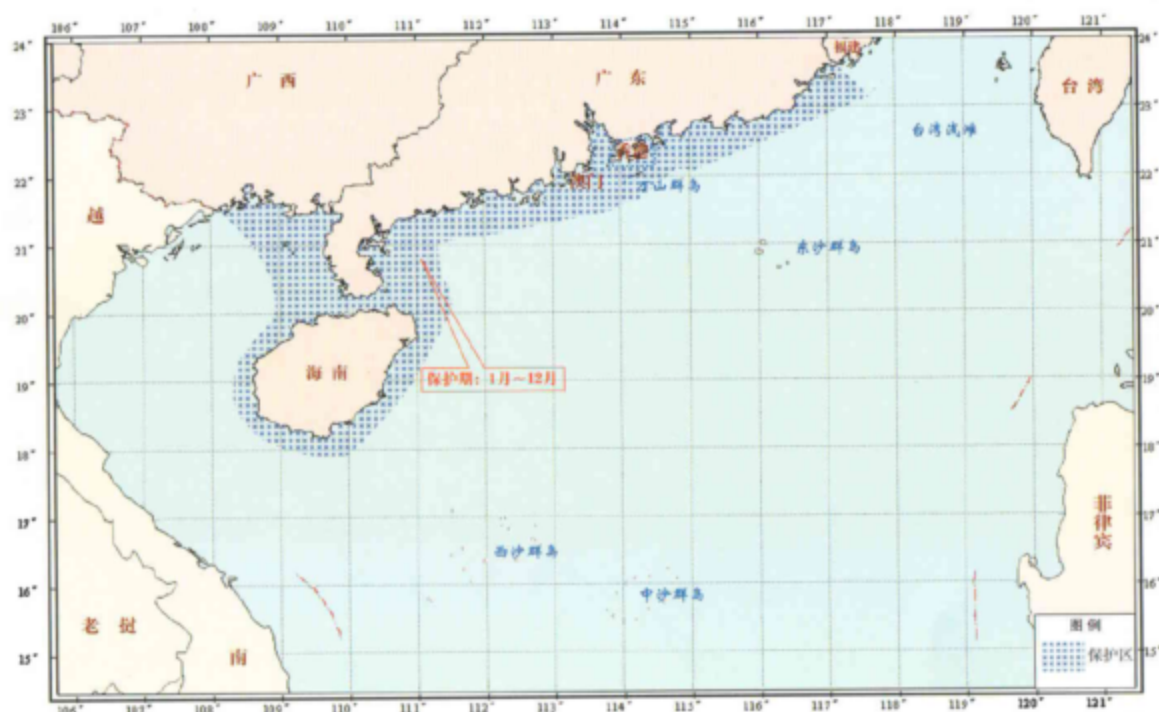


图 6.10-3 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

表 6.10-2 幼鱼繁育区 17 个几点地理位置表

基点编号	东经	北纬	基点编号	东经	北纬
------	----	----	------	----	----

第一基点	117°40'	23°10'	第十基点	109°00'	18°00'
第二基点	117°25'	23°00'	第十一基点	108°30'	18°20'
第三基点	115°10'	22°05'	第十二基点	108°20'	18°45'
第四基点	114°50'	22°05'	第十三基点	108°20'	19°20'
第五基点	114°00'	21°30'	第十四基点	109°00'	20°00'
第六基点	111°20'	21°00'	第十五基点	108°50'	20°50'
第七基点	111°35'	20°00'	第十六基点	108°30'	21°10'
第八基点	110°40'	18°30'	第十七基点	108°30'	21°31'
第九基点	109°50'	17°50'			

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40 m 等深线水域, 保护期为 1~12 月, 该保护区的管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

从该区域的管理要求来讲, 禁止在保护区内进行底拖网作业, 主要针对渔业生产行为, 而本项目建设不属于渔业限制行为, 因此符合管理要求。由于整个南海海区 40m 等深线以浅全部为本保护区范围, 本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。虽然项目建设不属于渔业限制行为, 但项目施工对底质扰动不可避免会对幼鱼幼虾成长造成应影响; 考虑到南海北部幼鱼繁育场保护区横跨整个广东、广西和海南沿海, 本项目建设占用海域面积及施工造成的悬浮物增量扩散面积相对于整个保护区面积微小, 且项目运营期对鱼虾幼鱼成长影响较小, 因此, 项目建设对南海北部幼鱼繁育场保护区的影响很小。

7 珊瑚礁资源影响评价

7.1 珊瑚礁资源现状调查与评价

海南华源检测技术有限公司于 2025 年 4 月 8-10 日对项目区周边海域进行了珊瑚礁调查，共布设 10 个珊瑚礁调查断面。调查结果见本报告第 5.6 章节。

调查结果显示：10 个珊瑚礁生态调查断面，其中 2 个断面调查到珊瑚分布，分别是 2 号和 7 号断面，其中新海港海域 2 号断面的活珊瑚覆盖度为 0.2%，海口市南海明珠二期临时码头海域 7 号断面的活珊瑚覆盖度为 1.8%。其余断面未调查到珊瑚分布。扭王字块能够为珊瑚幼虫提供良好的附着环境，珊瑚幼虫从其他海域漂过来后附着在扭王字块上日积月累而形成了现状珊瑚礁。

7.2 建设项目对珊瑚礁的影响

7.2.1 珊瑚礁影响因素

(1) 珊瑚礁生长环境

珊瑚礁是生长在热带海洋中的石珊瑚以及生活于其间的其他造礁生物、附礁生物、藻类等经历了长期生活、死亡后的骨骼堆积建造而成。珊瑚礁必须在水温 20℃、盐度 28 以上、清洁无污浊的海水中才能生存并得到发展，生活在其中的众多热带动、植物群构成富有热带特色而又相当特殊的生态系统。

造礁珊瑚对水温、盐度、水深和光照等自然环境条件都有比较严格的要求。造礁珊瑚在平均水温约为 23℃~27℃的水域中生长最为旺盛；在低于 18℃的水域只能生活，而不能成礁。因此，珊瑚礁通常只分布在低纬度的热带及邻近海域。光线的强弱、海水透明度和盐度的大小，也会影响珊瑚礁的分布。在造礁珊瑚的体内，生有大量的虫黄藻。虫黄藻需要充足的光线进行光合作用。它一面制造养料，一面为造礁珊瑚清除代谢废物并提供氧气。高透明度和清澈的高盐度海水，能加速上述的光合过程。因此，造礁珊瑚一般在水深 10~20m 处生长最为旺盛，水深超过 50~60m 则停止造礁。盐度大约为 34 左右的海区最宜造礁珊瑚的生存，所以在河口区和陆地径流较大输入的海区，由于盐度的降低，并无珊瑚礁生态系统的存在。一般波浪和海流有利于造礁珊瑚的生长，大浪会折断珊瑚的躯干和肢体，或将生长珊瑚的砾石翻动，使珊瑚体被碾碎或反扣砾下，或被碎屑物覆盖而死亡。潮汐限制了其生长空间的上限，而具有特殊温盐结构的上升流经常出现的地方对珊瑚的生长一般也有良好的影响。

(2) 影响珊瑚礁退化的因素

影响珊瑚礁退化的因素很多，主要包括人类活动和气候变化两个方面。由于人类活动影响的范围和强度不断增大，全球气候持续变暖，珊瑚礁生态系面临前所未有的威胁。人类活动对珊瑚礁的影响主要表现为过度捕捞、生态环境污染和直接挖掘等方面。

一些学者认为温室气体含量增加，全球持续变暖引起海水升温导致的珊瑚礁白化是造成当前珊瑚礁生态系统退化的最主要原因，即气候变化是珊瑚礁目前所面临的最大威胁。1998年是厄尔尼诺发生的年份，1999年有关的调查结果证实，受全球气温上升的影响，全世界损失了约15%的珊瑚礁。

2020年8月，海南岛西北部海域出现大片珊瑚白化，有学者称其规模和白化程度“史上罕见”。此外，雷州半岛西部和广西涠洲岛等区域也发生了大面积珊瑚白化。据多名科研人员推测，此次多地大规模珊瑚白化的直接原因是南海海水温度过高——接近或超过30℃。而海水之所以持续高温，或与今年的厄尔尼诺事件和北部湾地区台风偏少紧密相关。美国国家海洋和大气管理局的数据显示，8月上旬，海南岛西北部及雷州半岛西部的海水热度数值高升，珊瑚白化预警已达到最高值。9月4日，国家海洋环境预报中心最新预测，南海海温未来一周比往年同期平均偏高0.6℃左右。事实上，全球气候变化和频繁的人类活动干扰一直是珊瑚礁面临的重要挑战。近年来，珊瑚在全球出现白化的频率越来越高，保护珊瑚礁的工作也愈发紧迫。盐度降低、高紫外线辐射和低温等也是导致珊瑚礁白化的因素。频繁发生的强烈台风事件，直接摧毁折断枝状珊瑚、掀翻大块礁岩并降低海水盐度、增大海水混浊度、减少溶解氧等恶化珊瑚礁生态环境从而影响生物群落变化，使得珊瑚礁受损，短期内得不到很好恢复。此外，珊瑚病害的越来越严重和遭受其它动物捕食等也是造成珊瑚礁退化的一些因素。

7.2.2 本项目建设对珊瑚礁的影响

根据调查结果，新海港海域活珊瑚覆盖度为0.2%，海口市南海明珠二期临时码头海域的活珊瑚覆盖度为1.8%。见图5.6-4。拟建工程距离海口市南海明珠二期临时码头珊瑚礁分布区最近约930m，项目建设不占用珊瑚礁资源。

(1) 项目建设潮流场改变对珊瑚礁资源的影响

根据水文动力数值模拟结果，排海通道建设前后潮流流速变化对比分析，涨急时刻，靠近排放口的管道东西两侧海域潮流流速减小，减小幅度最大为-5.0cm/s，本项目管道用海区域、靠近海岸的管道东西两侧区域潮流流速增大，流速增大值最大为4.9cm/s，

流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离离排放口约 250m ；落急时刻，靠近排放口的管道东西两侧海域潮流流速减小，减小幅度最大为 -4.4cm/s ，本项目用海区域、靠近海岸的管道东西两侧区域潮流流速增大，流速增大值最大为 5.7cm/s ，流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离离排放口约 280m 。

调查到的珊瑚所在位置距离项目区最近约 930m ，根据水文动力数值模拟结果，项目建设导致的潮流场变化对项目附近海域的珊瑚影响较小。

（2）施工悬浮泥沙对珊瑚礁资源的影响

施工区悬浮物含量增加，对光照产生很大的影响，因为只有充足的光线才能使共生藻类顺利进行光合作用以及促使碳酸钙沉淀。而绝大多数造礁珊瑚要求水质清洁和水流畅通的环境，污浊的淤泥能使珊瑚虫窒息而死，而且混浊的水也影响珊瑚虫共生藻类的光合作用。同时，对于在此环境里生活栖息的生物(鱼贝及供珊瑚虫共存的微生物)由于其生存环境的恶化，也会受到影响。根据悬浮泥沙扩散影响模拟结果可知，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙最大扩散范围超I、II类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.110085km^2 ，超III类水质($>100\text{mg/L}$)面积为 0.026566km^2 ，超IV类水质($>150\text{mg/L}$)面积为 0.019685km^2 。超IV类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m ，超III类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m ，超I、II类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m ，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m 。



图 7.2-1 悬浮泥沙扩散范围与珊瑚分布位置叠置图

悬浮泥沙扩散范围与珊瑚分布区叠置图见图 7.2-1，由图可以看出，正常施工情况下悬浮泥沙不会扩散至珊瑚分布区。

(3) 岸滩冲淤对珊瑚礁资源的影响

排涝通道建设完成后，在靠近排放口的管道东西两侧海域将产生一定的淤积，淤积最大为 11.4cm/a ，淤积强度大于 1cm/a 的范围最远的距离在排放口西北侧约 600m ；在本项目排放口北侧区域、靠近海岸的管道东西两侧区域，则会造成轻微的冲刷，冲刷最大强度为 17.3cm/a ，冲刷强度大于 1cm/a 的范围最远的距离在管道西侧约 150m 。需要说明的是，海床的淤积和冲刷在经过两三年的调整之后将会达到冲淤平衡状态，不会一直持续淤积和冲刷，海床的最大淤积厚度在 0.25m 左右，最大的冲刷深度在 0.40m 左右。

项目位置海域无造礁石珊瑚分布，由项目建设引起的泥沙冲淤影响范围较小，调查到的珊瑚所在位置距离项目区最近约 930m ，因此不会影响到南海明珠二期临时码头和新海港防波堤的珊瑚。

(4) 盐度对珊瑚礁资源的影响

根据盐度数模结果，涨潮时，南海明珠二期临时码头珊瑚分布（特征点 B）盐度最小值出现在连续排水后 18h，盐度最低值为 31.9P_{su}，落潮时盐度最小值出现在连续排水后 10h，盐度最低值为 29P_{su}。新海港防波堤珊瑚分布盐度保持现状，盐度为 32P_{su}。

根据海南大学《三亚湾两种造礁石珊瑚对水环境变化的响应研究》（2023 年 5 月），造礁石珊瑚适应的盐度范围为 27~40‰，最适生长盐度为 34~36‰（Veron, 1986），根据广东海洋大学《主要环境因子对滨珊瑚的胁迫作用研究》可知：“珊瑚生长的适宜盐度范围为 32~40，澄黄滨珊瑚是耐受性较强的种类，当盐度变化低于 30 时，珊瑚表面单位面积虫黄藻密度和单位面积叶绿素 a 含量急剧降低，珊瑚颜色变浅，触手收缩。这一盐度值可能是在珊瑚对盐度的耐受范围之内，如果此时环境条件恢复至正常时，珊瑚有可能恢复。”

长时间的雨水排放后，排水口周边的盐度会有所降低，长时间的低盐度可能会对造礁石珊瑚造成破坏(DIAS, M. et al., 2018)。以风信子鹿角珊瑚为例，盐度 23 时，珊瑚在 4 小时就开始分泌粘液，24 小时后虫黄藻脱离水螅体珊瑚开始白化。盐度降低到 20 时，珊瑚快速白化死亡。此外，经过低盐度胁迫的珊瑚更容易遭受细菌感染而死亡。

澄黄滨珊瑚是耐受性较强的种类，但是长时间（4 天）待在盐度较低的海水中（28），也会出现白化的情况。

全球变暖加剧水循环导致了降水量和河流径流量大幅度增加，给近岸珊瑚礁生态系统带来了严峻的低盐胁迫压力。珊瑚生态调查发现在淡水输入导致大面积白化事件中部分珊瑚个体显示出了对低盐胁迫更高的适应能力。学者们通过对免疫防御、细胞应激、虫黄藻系群、共生细菌群落结构等的研究结果表明，长期的低盐驯化作用已经提高了部分造礁珊瑚对低盐胁迫的耐受性，耐受性更高的珊瑚个体可能通过减缓自身代谢以减少能量消耗，提高其共生虫黄藻的能量代谢满足珊瑚共生功能体能量需求以及改变共生细菌群落组成来避免白化（Chen Junling, 2024）。

结合本项目盐度数模结果，南海明珠二期临时码头珊瑚分布位置（特征点 B）涨潮时盐度最低值为 31.9P_{su}，落潮时盐度最低值为 29P_{su}，本项目涨、落潮时开始连续排水 12 小时的情况下，南海明珠二期临时码头珊瑚分布位置盐度最低值 29 PSU 仍处于澄黄滨珊瑚的耐受区间内，长时间的雨水排放会导致排水口周边盐度有所降低，但是降低幅度不大，且短时间内就可以恢复到正常水平，基本不会对南海明珠二期临时码头珊瑚

的造礁石珊瑚造成破坏。因此，本项目雨水排放对南海明珠二期临时码头珊瑚的影响较为有限；而新海港防波堤珊瑚分布点盐度始终维持在适宜水平，雨水排放对其基本无影响。

7.3 珊瑚保护措施

项目区不占用珊瑚礁，项目距离珊瑚分布点最近距离为 930m，为防止项目建设对珊瑚礁资源产生影响，应采取相应的珊瑚保护措施，具体措施如下：

①施工期工程严格控制施工时间，选择在低潮时段施工，从源头上控制悬浮泥沙产生量。

②施工期工程严格控制在施工作业范围内，不得超出划定的施工作业范围施工。施工船舶不得在珊瑚礁分布位置抛锚，避免对破坏珊瑚礁。

③施工期产生的船舶污染物交由有资质的单位接收处理，严禁随意海抛影响珊瑚礁生境。

④项目施工期存在事故性溢油风险，一旦发生溢油事故，油膜扩散至珊瑚礁，破坏珊瑚礁的生长环境。因此，项目应根据有效的溢油风险防范措施，对船舶在进行严格管理，杜绝溢油事故的发生，同时做好溢油风险的防范措施和应急预案。

⑤可在雨水管道陆域段设置高效的拦截、过滤设施，阻拦垃圾、固体废弃物以及部分污染物进入排海通道，从而减少污染物排放入海，减少垃圾等污染物对周边海域珊瑚的影响。

⑥施工期和运营期加强珊瑚礁宣传力度，张贴公示栏，禁止采挖、买卖珊瑚，禁止利用珊瑚作为建筑材料，提高人员对珊瑚的保护意识。

⑦运营期严禁向海域排放污水和生活垃圾等，加强运营期海洋环境质量状况的跟踪监测，维护好该海域的水质环境和生态环境。

8 环境风险分析与评价

8.1 环境风险评价工作等级

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) 船舶碰撞风险；
- (3) 运营期运输危化品车辆事故风险；
- (4) 溢油事故风险。

根据前文 1.7.1.8 节，本项目环境风险评价工作等级为二级。

8.2 事故风险分析

8.2.1 自然灾害风险分析

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：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。

(1) 热带气旋

根据《台风年鉴》资料，以台风中心进入 $109.5^{\circ} \sim 111.5^{\circ}$ ， $19^{\circ} \sim 21^{\circ}$ 为影响标准，1975~2015 年期间，登陆或影响海口的热带气旋共有 81 个，年平均 2 个，年最多为 3 个热带气旋登陆或影响海口。此期间，典型热带气旋过程对海口最具影响的热带气旋有 10 个，热带气旋中心风速均在 35m/s 以上。通常在热带气旋影响本地区时会出现大风大浪、强降水过程和风暴潮。本项目在设计阶段要充分考虑热带气旋、风暴潮的影响；在施工阶段应避开热带气旋季节，以免出现施工意外；同时工程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，确保各构筑物的抗风抗浪要求。在工程施工期间，突遇强风暴潮时，应做好抗风暴潮预案和安全措施，在恶劣条件下停止施工，施工人员、施工船机及时撤离，以减轻灾害带来的损失。

(2) 风暴潮

造成海南岛风暴潮的多是进入南海西行的西北太平洋热带气旋，或是南海生成的热带气旋移向海南岛所致。由于热带气旋路径及其影响强度的多变性，以及海南岛沿岸地

形的多样性，形成海南岛北部增水最强，东部次之，南部再次之，西部最弱的地理分布特征。项目所在的海口湾西部海域位于海南岛北部，易形成增水，可能造成平台和排海方沟的损坏，进而引发环境损害事故。

热带气旋和台风带来的巨浪和风暴潮破坏力巨大，对项目工程的施工期和正常运营期都会带来一定的风险。为了防患于未然，工程施工期间，业主单位、施工单位应密切关注天气预报，避免台风期间进行施工作业。同时在施工和运营期间，业主单位需制定和采取相应的防范、应急措施，以抵御热带气旋和台风，降低巨浪和风暴潮可能带来的危害。

8.2.2 船舶碰撞风险分析

排海通道选址位于海口市秀英区西秀镇粤海大道北侧海域。本项目施工期间，排海通道等海上施工作业将占用一定的海域空间，客观上增加了该海域的通航密度，对该海域通航安全造成一定的干扰和影响，增大了船舶项目碰撞发生风险事故的几率。因此施工期间应加强施工过程控制，制定合理、科学的施工方案；同时向有关部门申请设置施工作业区水域，并由海事部门发布公告并设置航标、警示标志，明确标示施工水域，确保施工船舶交通安全。

8.2.3 运营期运输危化品车辆事故风险分析

运营期主要为粤海北路市政道路投入运营后，道路上行驶的运输危险化学品车辆发生事故时，可能发生爆炸，造成危险化学品泄漏，泄漏的化学品对当地大气环境、水环境造成污染。

(1) 事故风险对大气环境影响分析

运输有毒有害的气相化学危险品的车辆在运输途中发生交通事故引发毒气突然泄漏会造成严重的环境危害，集中表现为造成对人体(或生态系统)的一定危害强度下的事故危害区域和事故危害时间。

(2) 事故风险对水环境影响分析

若发生危险品泄漏到水体中，将污染水体，导致生长在该水体内的各种生物出现病害。人和动物食用受污染水体生长的生物，将严重影响人类和动物的健康。因此，需要加强管理并采取工程措施防止有毒有害化学物质倾漏流入河体。

8.2.4 溢油风险分析

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，事故性污染是指船舶碰撞、搁浅等

突发性事故造成的污染；操作性污染是指加油作业以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油等造成的污染。造成溢油事故，除一些不可抗拒的自然因素外，绝大部分是由于操作不当或违章作业等人为原因引起的。

本项目施工期施工船舶发生碰撞或搁浅导致溢油事故发生，溢油发生后，油膜在海面上漂浮扩散，阻止海气交换，将对海洋水环境、生态环境和景观造成影响。

（1）溢油对海域水质和沉积物环境的影响

受溢油影响的海域，油膜覆盖在海水表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。油膜覆盖下，影响海—气之间的交换，致使溶解氧减小，从而影响水的物理化学和生物化学过程。

溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

（2）溢油对海域生物资源的影响

油膜覆盖下，影响水—气之间的交换，致使溶解氧减小，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油会对水生生物资源造成一定危害，沉积到底质的油类将对底栖生物造成严重影响。因此，一旦发生事故溢油且处理不及时，将对油膜扫过海域的水生生物资源造成一定影响，主要体现在溢油突发时的急性致死影响及围油、回收油不彻底而产生的长期慢性污染影响。

8.3 事故溢油扩散预测分析

8.3.1 源项分析

根据本项目的设计，本项目施工船舶最大吨位约为 1800 吨，施工船舶在运输或者施工过程中由于操作失误或者碰撞导致溢油事件发生，可能会导致船舶溢油污染事故。在本模型计算中，模拟最大吨位的船舶的溢油事故，按照《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）中表 C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系，1800 吨级对应的操作性船舶污染事故溢油量约为 18 吨。

本项目工程对施工船舶在输运或者施工作业时发生溢油事故进行模拟，溢油点设置在排海通道处，船舶燃油泄漏源强按 18 吨考虑，油品为柴油。假设船舶油仓中 18 吨柴油在 1 小时内全部溢出，则溢油强度为 $Q=18000\text{kg}/1/3600\text{s}=5\text{kg/s}$ 。为方便预测计算，假设一个油粒子代表 18kg 的油料。也即由 1000 个油粒子代表 18 吨溢油量。由于溢油发生在不同地点时扩散范围差异较大，每个油粒子代表的溢油油膜面积和影响范围跟溢油

点、溢油发生时间（涨潮、落潮）、风速、流速、波浪等因素有关，所以，每个油粒子代表的溢油油膜面积是一个受多因素影响的、不断变化的值。溢油模拟的情况只是一个大概的范围，具体的油膜范围受多种环境影响因子控制。

不可溶泄漏物多为油状液体，密度比水轻，在空气的蒸发或挥发以及在水中溶解性都很小。因此，当石油类物质溢散到水层表面时，就会发生各种变化，产生各种现象，反映出溢油的特征。首先发生的变化是快速扩散，同时产生挥发现象，挥发速度的快慢决定于石油的性质、天气状况和地形位置。溢油在自然界还可发生各种反应，如氧化反映、乳化作用、溶解作用、微生物降解等。各种反映之间都是相互关联的，这些现象和反应会造成溢油性质的改变，或者影响到水面除油的方法。因此，不可溶泄漏物溢出到海面以后，存在以下几种运动形态：

扩展 由于油品比水轻，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。

漂移 是指油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。

分散 油品在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油品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而挥发到大气中。

乳化 由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油品和水激烈混合，形成油包水乳化物和水包油乳化物。

吸附沉淀 部分油品粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

生物降解 海洋环境中的微生物对水中的油品有降解作用。

油品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、地理位置和本身的化学组成等)的影响，每一次事故溢出物的归宿也不尽相同。其主要的影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。

溢油在水体中的运动主要表现为两种过程：在平流作用下的整体位移和在剪流与湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩展过程持续时间很短，而持续时间较长的运动形式主要表现为平流输运和湍流扩散。平流和湍流两种运动模式同时存在，通常称为“平流—扩散”问题。以往多数的研究方法都是基于各种类型的平流扩散方程的数值求解，这类数值方法的困难在于数值扩散问题，即数值离散引进的一种与物理扩散无关的伪扩散

效应,可能存在数值扩散完全掩盖物理扩散的现象,使所得到的数值结果完全失真,不能描述真实的物理过程。

本次模拟采用“油粒子”方法来模拟溢油在海洋环境中的形成,即把溢油分成许多离散的小油滴(或小斑块)来模拟溢油在水体中的输运扩散过程。采用“粒子—扩散”概念的方法可以真实地重现许多实际观测到的溢油扩散特征。例如潮流和风将油膜拉长,波浪导致油膜的破裂等特征。

“粒子扩散”的概念,是把浓度场模拟为由大量的粒子组成的“云团”,其个每一个粒子携带一定数据的示踪物质,采用拉格朗日法模拟油粒子在特定的流场条件下发生平移和位移的过程。再迭加油粒子在湍流场中的随机运动,即采用同时考虑到平流和湍流的扩散模式。

8.3.2 溢油粒子漂移模型

本报告采用溢油粒子漂移模型进行预测。

油粒子模式为:假设油膜由油粒子为代表,所有油粒子在海流和风作用下作拉格朗日运动,某一油粒子其运动遵循下列运动方程控制:

原坐标为 (X_0, Y_0) 油粒子在 Δt 时间后漂移到坐标 (X, Y) 则

$$X = X_0 + u_i \times \Delta t + R_x$$

$$Y = Y_0 + v_i \times \Delta t + R_y$$

$$u_i = u_{ci} + \alpha w_{xi}$$

$$v_i = v_{ci} + \alpha w_{yi}$$

u_{ci} 和 v_{ci} 分布是坐标 (X_i, Y_i) 的海流东、北分量; w_{xi} 、 w_{yi} 为风速东、北分量, α 为风对油膜拖曳系数,采用 ECOMSI 公式, R 为随机扩散位移,同流速、流向、时间有关。

$$R_x = \beta u_{ci} \times (\alpha + 1/e')$$

$$R_y = \beta v_{ci} \times (\alpha + 1/e')$$

跟踪每一油粒子 (X, Y) 的位置,统计油粒子扫过的网格面积,可得油膜在各区域的面积。

8.3.3 风险组合

在本报告中分别对大潮期涨潮期和落潮期发生溢油泄漏事故的情况进行计算,并选

取常风向下的平均风情况、不利风向的平均风和极值风情况对溢油事件进行预测分析，本项目工程所处海域的常风向主要是夏季的 SSE 向风和冬季的 ENE 向风。项目工程不利风向主要为 SE 向风。所以本报告在溢油模拟中，主要考虑夏季常风向 SSE 向平均风和冬季常风向 ENE 向平均风情况、不利风向 SE 的平均风和极值风情况的溢油扩散情况。组合情况如表 6-1。

表 6-1 预测风险组合

风况	溢油时刻	风向	风速(m/s)
常风向	大潮涨急	SSE	夏季平均风速 2.6
	大潮落急	SSE	夏季平均风速 2.6
	大潮涨急	ENE	冬季平均风速 2.6
	大潮落急	ENE	冬季平均风速 2.6
不利风向	大潮涨急	SE	平均风速 2.6
	大潮落急	SE	平均风速 2.6
	大潮涨急	SE	极值风速 12.2
	大潮落急	SE	极值风速 12.2

8.3.4 运营期预测结果

根据模型预测，8 种风险组合条件下溢油事故发生后的油膜漂移轨迹及其扩散范围见图 6-1~图 6-8(溢油轨迹旁边数字表示发生溢油后到达所在位置的时间，小时)，各风况下的油膜的扫海面积、抵达敏感区时间、抵达敏感区时溢油残留量和影响岸线长度情况见表 6-2~表 6-5。

从计算结果可见，不同组合情况下油膜漂移轨迹有差异，油膜漂移主要取决于风况与潮流的共同作用。

从图 6-1 和图 6-2 以及表 6-2 中可以看出，在夏季平均风速(2.6m/s)SSE 风向下，溢油发生于涨潮时，油膜缓慢向北偏西漂移，大约 2 小时后抵达海航码头北侧海域，随后油膜向西南漂移，大约 12 小时后油膜抵达盈滨内海口门北侧海域，随后油膜向东北漂移，大约 21 小时后油膜抵达南海明珠岛北侧海域，随后油膜向西偏南漂移，大约 36 小时后油膜又向东偏北漂移，如此往复，72 小时内向西北最远扩散距离为 42km，向东北最远扩散距离为 12km。溢油发生于落潮时，油膜向北偏西漂移，大约 2 小时后油膜向东漂移，大约 6 小时后抵达镇海渔港北侧海域，随后油膜向西偏北漂移，大约 9 小时后

油膜向西偏南漂移,大概 24 小时后油膜向东漂移,大约 34 小时后油膜向西偏北漂移,大约 48 小时后油膜又向东偏南漂移,如此往复,72 小时内向西北最远扩散距离为 57km,向东北最远扩散距离为 3km。

从图 6-3 和图 6-4 以及表 6-3 中可以看出,在冬季平均风速(2.6m/s)ENE 风向下,溢油发生于涨潮时,油膜向西南漂移,大约 0.5 小时后油膜抵达项目工程西侧岸滩,受影响的岸线长度为 0.2km;溢油发生于落潮时,油膜向西漂移,大约 1.0 小时后油膜抵达海航码头东侧岸滩,受影响的岸线长度为 0.5km。

从图 6-5 和图 6-6 以及表 6-4 中可以看出,在不利风 SE 平均风速(2.6m/s)下,溢油发生于涨潮时,油膜向西北漂移,大约 1.5 小时后油膜抵达项目海航码头防波堤东侧沿岸,受影响的岸线长度为 0.8km;溢油发生于落潮时,油膜向西北漂移,大约 1.5 小时后油膜抵达项目海航码头防波堤东侧沿岸,受影响的岸线长度为 0.6km。

从图 6-7 和图 6-8 以及表 6-5 中可以看出,在不利风 SE 极值风速(12.2m/s)下,溢油发生于涨潮时,油膜快速向西北漂移,大约 0.5 小时后油膜抵达项目海航码头防波堤东侧沿岸,受影响的岸线长度为 0.2km;溢油发生于落潮时,油膜快速向西北漂移,大约 0.5 小时后油膜抵达项目海航码头防波堤东侧沿岸,受影响的岸线长度为 0.2km。

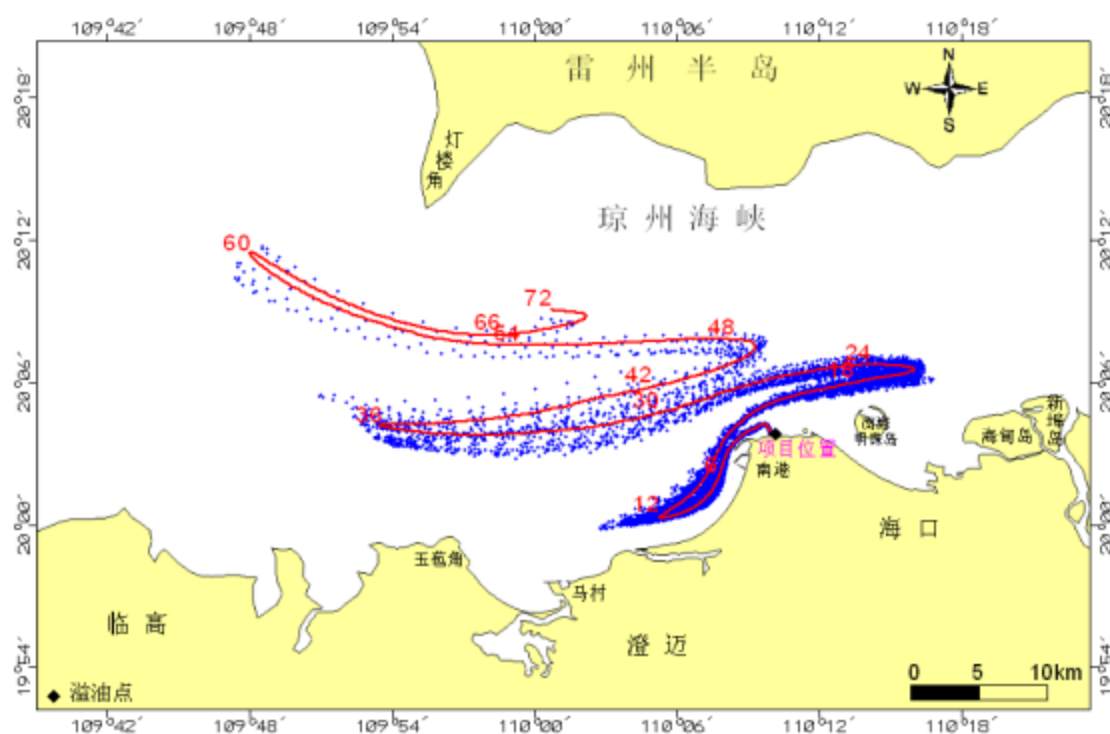


图 6-1 夏季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SSE, 平均风速 2.6m/s)

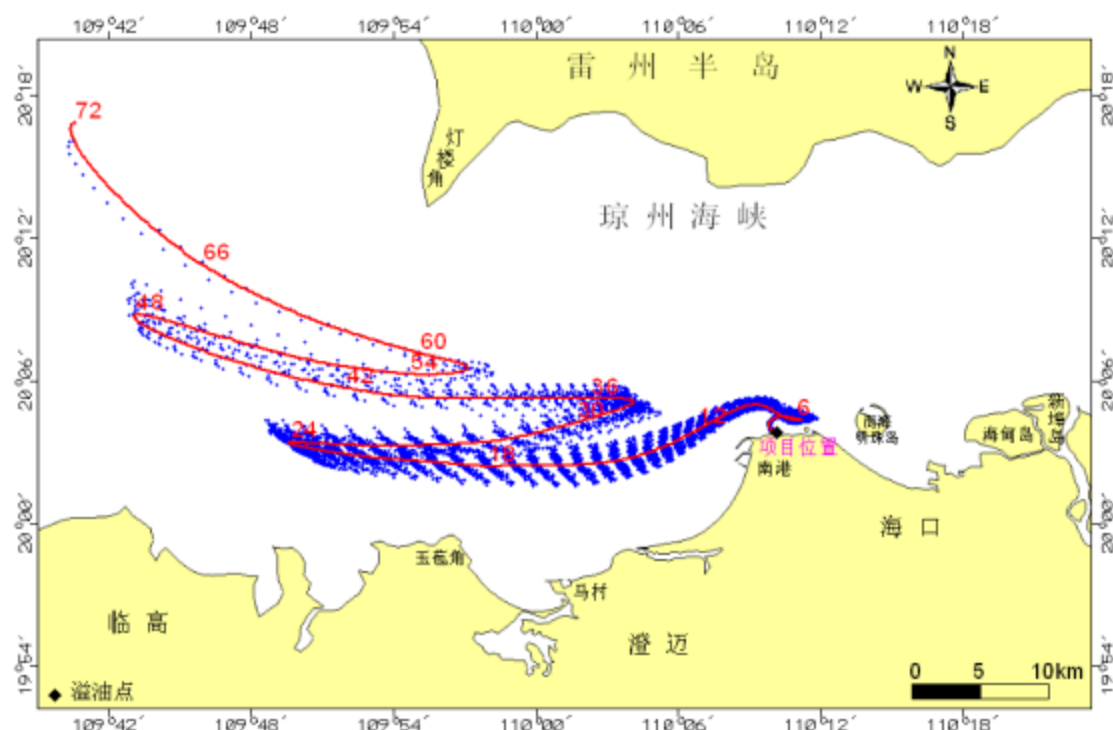


图 6-2 夏季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SSE, 平均风速 2.6m/s)

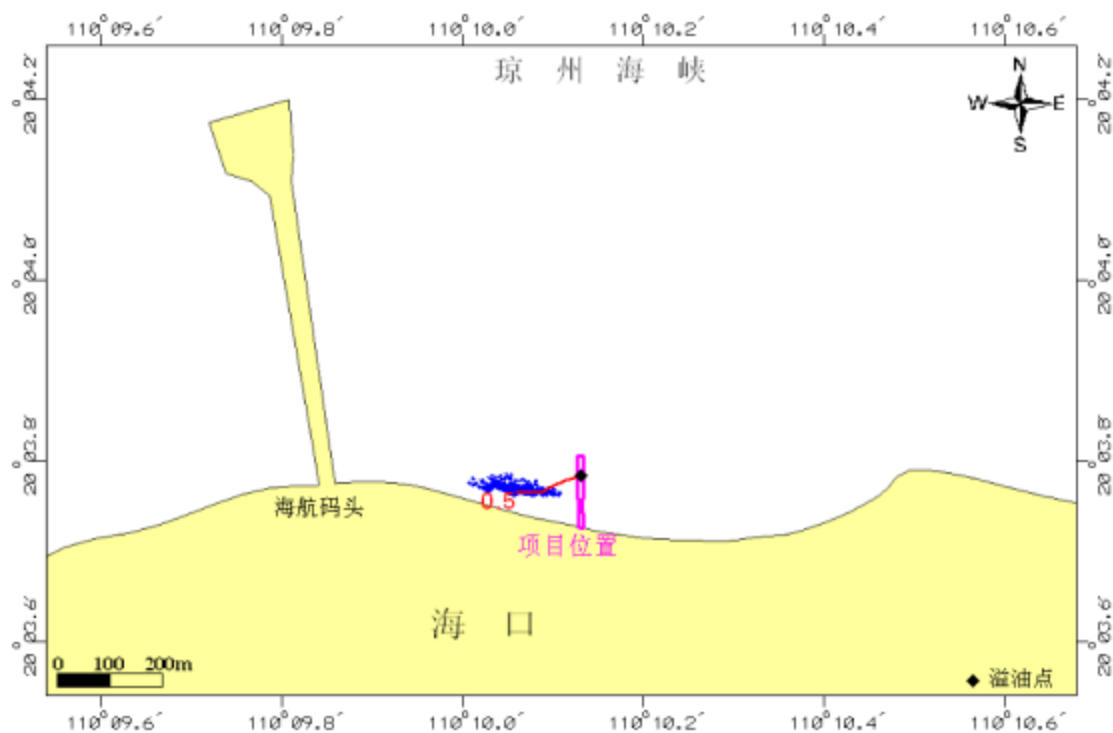


图 6-3 冬季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (ENE, 平均风速 2.6m/s)

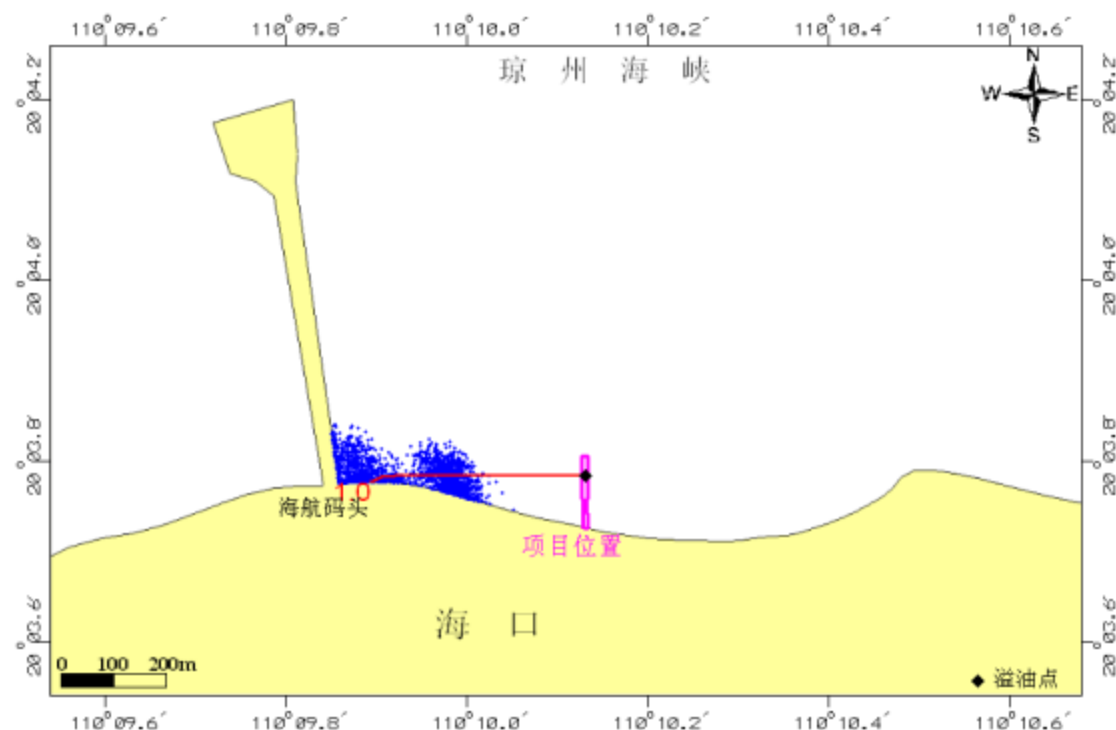


图 6-4 冬季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (ENE, 平均风速 2.6m/s)

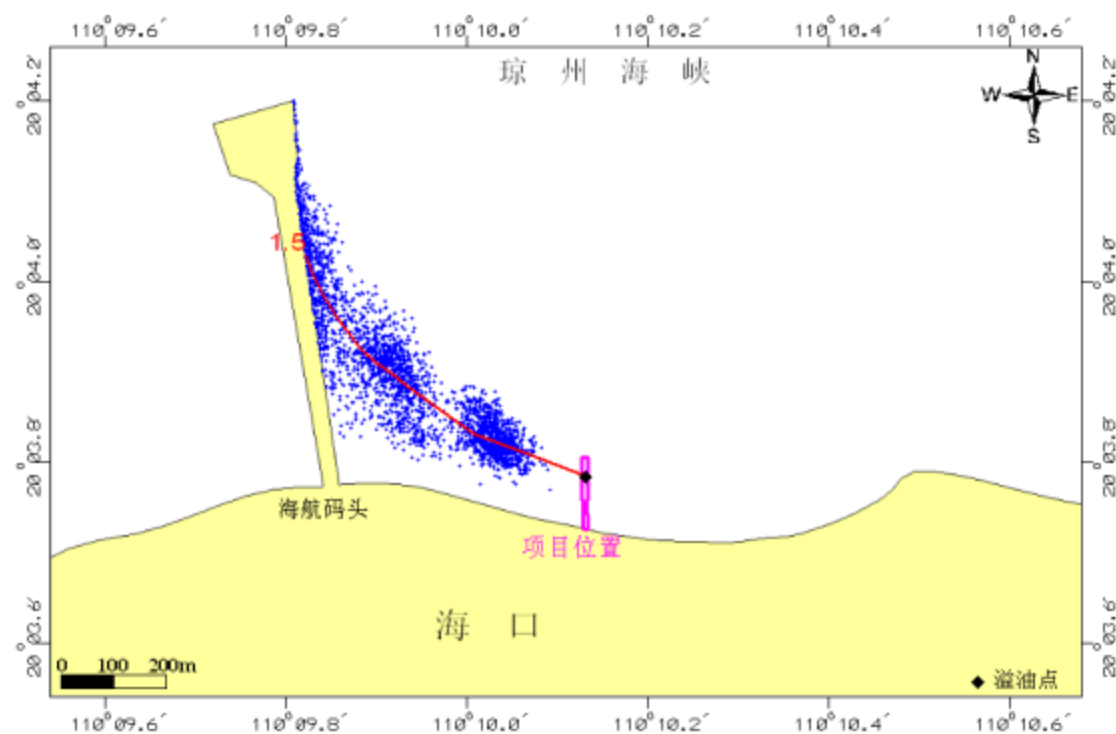


图 6-5 不利风向 SE 平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (风速 2.6m/s)

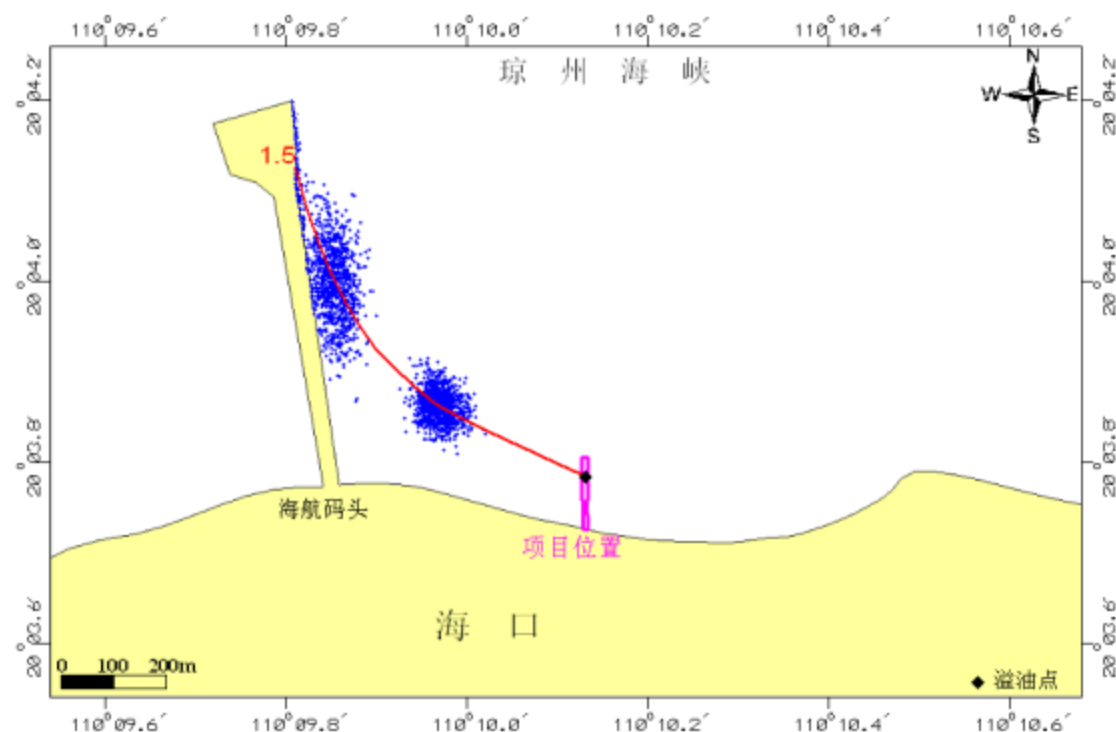


图 6-6 不利风向 SE 平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围（风速 2.6m/s）

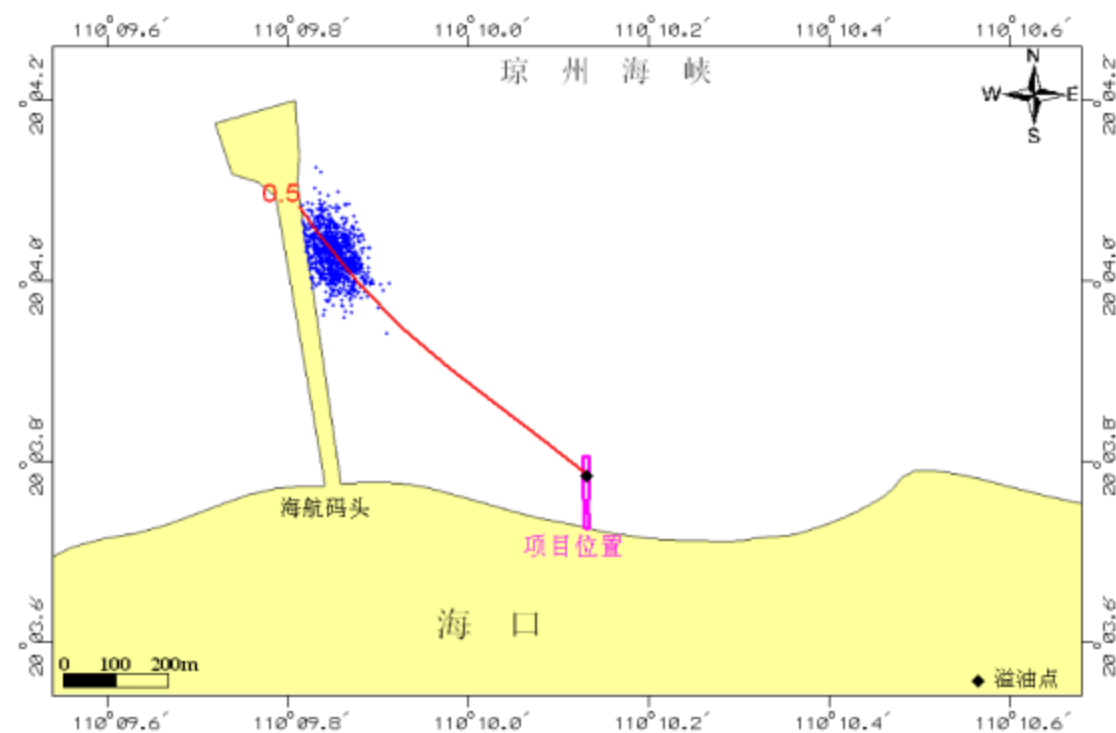


图 6-7 不利风向 SE 极值风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围（风速 12.2m/s）

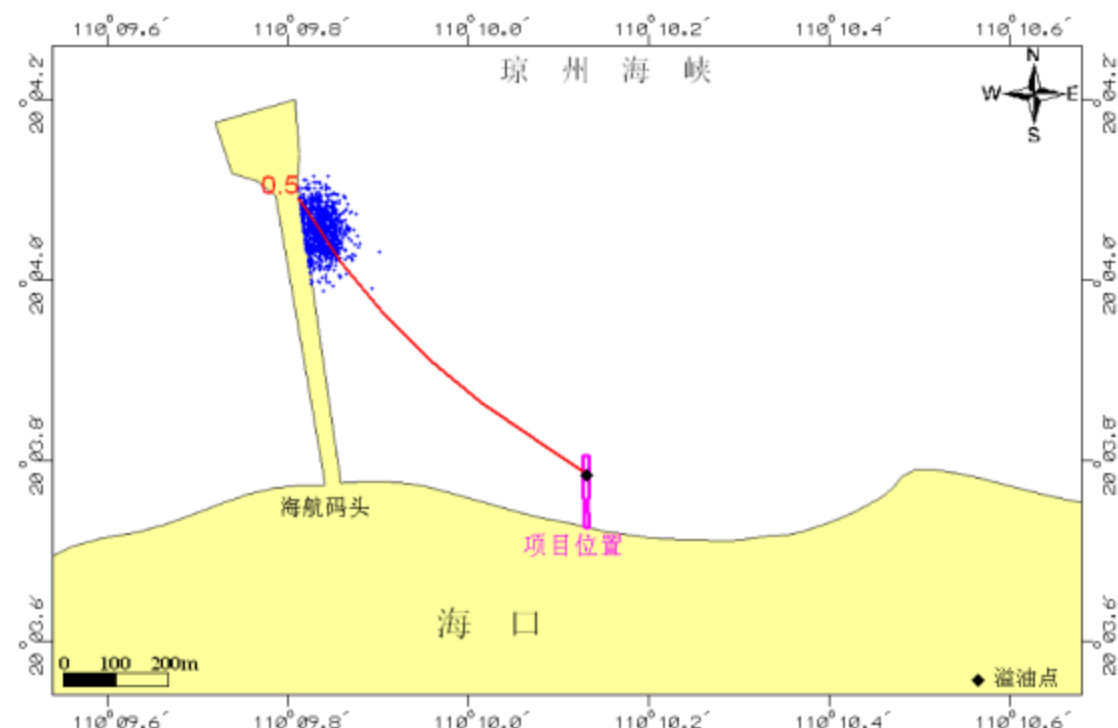


图 6-8 不利风向 SE 极值风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (风速 12.2m/s)

 表 6-2 夏季常风向 SSE 向平均风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

	涨急		落急	
抵达敏感目标时间及抵岸时间	/		/	
溢油残留量	1.998t (24h) 0.198t (48h) 0.018t (72h)		1.746t (24h) 0.162t (48h) 0.018t (72h)	
影响的岸线长度 (km)	/		/	
溢油后时间(h)	瞬时面积	扫海面积	瞬时面积	扫海面积
1	0.0341	0.0526	0.0361	0.0585
2	0.1158	0.2156	0.1159	0.2533
3	0.1826	0.5358	0.2054	0.5979
4	0.3541	0.9940	0.3635	1.0114
5	0.4966	1.6308	0.6206	1.2837
6	0.6578	2.4809	0.8673	1.6769
12	3.1827	9.5891	0.9036	8.1601
18	4.6154	39.3222	2.5461	32.2200
24	4.2171	54.2122	4.3078	59.8105
36	10.8726	163.5299	5.2616	117.6423
48	7.0490	223.8362	8.5035	222.2314
72	8.8056	372.1766	12.2224	380.3596

表 6-3 冬季常风向 ENE 向平均风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

	涨急		落急	
抵达敏感目标时间及抵岸时间	项目工程西侧海岸 (0.5h)		海航码头东侧海岸 (1.0h)	
溢油残留量	17.316t (0.5h)		16.488t (1.0h)	
影响的岸线长度 (km)	0.2		0.5	
溢油后时间(h)	瞬时面积	扫海面积	瞬时面积	扫海面积
0.5	0.0071	0.0083	0.0122	0.0108
1.0	/	/	0.0099	0.0199

表 6-4 不利风向 SE 向平均风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

	涨急		落急	
抵达敏感目标时间及抵岸时间	海航码头防波堤东侧沿岸 (1.5h)		海航码头防波堤东侧沿岸 (1.5h)	
溢油残留量	15.036t (1.5h)		15.354t (1.5h)	
影响的岸线长度 (km)	0.8		0.6	
溢油后时间(h)	瞬时面积	扫海面积	瞬时面积	扫海面积
0.5	0.0182	0.0165	0.0147	0.0144
1.0	0.0486	0.0657	0.0318	0.0448
1.5	0.0682	0.1091	0.0332	0.0611

表 6-5 不利风向 SE 向极值风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

	涨急		落急	
抵达敏感目标时间及抵岸时间	海航码头防波堤东侧沿岸 (0.5h)		海航码头防波堤东侧沿岸 (0.5h)	
溢油残留量	16.722t (0.5h)		16.938t (0.5h)	
影响的岸线长度 (km)	0.2		0.3	
溢油后时间(h)	瞬时面积	扫海面积	瞬时面积	扫海面积
0.5	0.0235	0.0246	0.0151	0.0162

8.3.5 风险分析

从溢油漂流轨迹和扫海面积可以看出,在夏季常风向 SSE 向平均风情况下,油膜主要都是对本项目工程北侧的琼州海峡外海环境产生影响。在冬季常风向 ENE 向平均风情况下,油膜主要是对本项目工程至海航码头之间的海岸海域环境产生影响。在不利风 SE 向平均风情况和极值风情况下,油膜主要是对海航码头防波堤东侧沿岸海域环境产生影响。

因此,在发生溢油时,应当及时采取相应措施防止溢油扩散,最大限度地减少溢油污染对海洋环境的影响。控制和减轻溢油事故所造成的损害程度的进一步扩散的最合理时间是在溢油发生后 2 小时内采用必要的消油或围油措施防止油膜范围扩大。

8.4 事故防范措施

8.4.1 自然灾害风险防范措施

1、风险防范措施

(1) 施工前应制定科学合理的施工工艺，工程设计应符合抗浪、抗震等相关规范要求。

(2) 合理安排施工时间，避开台风、风暴潮多发期施工，使工程安全度汛。5~10月为热带气旋影响季节，对工程各类设施都要作好防台风的安全措施，切实加强监管。

(3) 业主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，应做好抗风暴潮预案和安全措施，在恶劣条件下停止施工，施工人员、施工机械及时撤离，以减轻灾害带来的损失。

(4) 与气象部门保持工作联系注意天气的动态，凡气象台发布特大暴雨、风暴等紧急警报，应急预案领导小组启动应急预案。

2、台风应急措施

(1) 防台工作的组织

应当加强设施预防和抵御台风的管理工作，建立防台应急小组；具体应做到以下几点：

- ① 掌握台风信息，注意台风动态，及时通报台风动向，发布防风防台状态命令；
- ② 台风来临前，事先与海事主管部门联系，做好防台的组织工作。
- ③ 进行防阵风防台风的部署；
- ④ 负责与相关部门的沟通与协调；
- ⑤ 监督、检查工程各基础设施防风防台措施的落实；
- ⑥ 为基础设施配备和设置防阵风和防台风装置；
- ⑦ 台风季节来临前，组织进行一次应急演练，并检验有关应用工具；
- ⑧ 对有关防台的设备和属具应于台风季节来临的前一个月组织一次系统的检查；
- ⑨ 对每年的防风防台工作进行总结。

(2) 台风过后的工作

① 台风袭击过后，应即检查遭受损失情况，特别注意检查桩基和排海通道是否在风浪中受损。

② 台风过后，应检查维修工程受损部分。

8.4.2 船舶碰撞风险防范措施

①业主单位应加强对施工单位的施工作业和船舶航行的管理，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

②施工作业开工前按规定向海事局有关部门申办妥水下施工作业手续，申请发布有关施工作业航行通告和航行警告。

③设置安全作业区：业主应向海事主管机关申请设定工程施工期间的安全作业区，安全作业区应由海事行政主管机关审批；施工作业船舶应在规定的作业区内有序施工，不得擅自施工区域外锚泊、漂航。

④施工船舶交通组织：施工作业船舶不得占据规定施工范围以外的水域，以免影响其他过往船舶的航行；船舶作业时应特别注意附近过往船舶的动态以及施工船舶之间可能产生相互影响。加强驾驶员、施工人员的培训，近岸水深较浅的区域施工时密切关注水深，避免船员操作疏忽导致船舶搁浅；合理安排施工船舶数量和作业水域，避免狭窄水域作业导致船舶碰撞或搁浅事故发生。

⑤设置安全作业区警示标志：在安全作业区界限上应设置明显的警示标志，附近船舶不得进入警示标志内的施工水域；当发现附近船舶接近警示标志或有可能进入施工区域，施工船舶应用有效的方法及时发出警告，并注意双方的避让；施工作业船舶不得擅自擅在警示标志外侧水域逗留、漂航。

⑥施工船舶上必须配备和使用救生设备和消防设备，做好船舶维护和管理的工作；配备足够的溢油应急设备和消防器材。

8.4.3 溢油事故风险防范措施

(1) 在平台附近设置明显的警示标志，引导过往船舶避让，警示标志在白天应有明显的颜色，夜间应有明显的灯光标志，应保证警示灯发光正常，以防船舶误入；

(2) 在平台临海一侧安装木质或铁质挡板，防止渔船在低潮时进入平台底部、高潮时碰撞平台造成破坏，同时也可防止渔船直接碰撞平台桩基，并设置“禁止通航”的警示标志；

(3) 平台做好车辆路线规划，保持车辆间距，尽可能避免车辆碰撞事故；

(4) 妥善收集、安全处置施工机械残油、废油以及各类含油废水、生活污水等，

严禁将污水直排入海，以保证不发生含油污水污染水域的事故；

(5) 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；

(6) 业主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。

8.4.4 运营期运输危化品车辆风险防范措施

(1) 加强道路的交通运输管理，设置完善的交通指示、限速、隔离等设施，减少交通事故发生概率。尤其是危险化学品运输车辆，要求采取押运、限时通行等措施。

(2) 沿线环境敏感路段(主要为居民区路段)应设标志牌和警示牌，禁止停靠；必要时设固定测速装置，加强通行车辆的监控管理，同时提高护栏防撞等级。

(3) 在沿线环境敏感路段(主要为居民区路段)应储备一定的危险化学品事故应急物资，一旦发生危险化学品运输事故可以在最短的时间内进行处理。

(4) 制定危险化学品运输环境风险事故应急救援预案，配备一支训练有素事故处理、环保、消防队伍，同时要有充分的应急物资储备。

(5) 应加强视频监控，设置“谨慎驾驶”警示牌和危险品运输车辆限速标志，提醒司机注意安全和控制车速。

8.5 风险事故应急程序

8.5.1 台风应急措施

项目海域受台风影响较频繁，必须做好防台工作。为确保工程和施工安全，降低灾害损失，制定台风应急预案。

(1) 安全防护体系：

① 成立应急抢险防护领导小组，组长：本项目相关负责人；成员：各施工队负责人。

② 主要职责：领导小组负责预案的检查、指导及协调工作和预案的现场落实工作。

(2) 具体措施

① 建立对施工区域范围内的观测点，由专人负责。每个施工场地由施工场地领队负责该项工作，随时掌握天气及潮水变化情况并进行统计记录。现场与施工总部保持联络，及时了解相关动态，遇紧急情况时，在接到通知后两小时内，迅速组织现场施工队伍撤离。

② 强化对进入该区域施工的施工队及负责人的安全防护意识的培训教育工作，做

到平日施工有序，临风暴潮时服从命令，听从指挥，平稳撤离。

③ 分工明确，责任到人。

各施工队伍，各施工队伍各工段、各班组、各工种都要形成人员预案网络，都要有专人负责，在接到撤离通知后整个网络要上下左右形成协调联动，做到撤离时不漏一人。

材料、设备有专人管理，责任落实到具体管理人员。每个设备、材料管理人员都要有应急管理措施。对管理的材料、设备必须心中有数，对哪些材料需进行风雨加固、哪些设备不能进屋、不能开走，需重点设防加固，都必须了如指掌，以便应急处理。

物资准备必须充足：准备足够的木桩、钢管、雨帐篷以便在人员撤离时对水泥堆放点、设备集聚地进行加固、掩盖，以确保材料、设备不受损失。

确保通讯畅通：为预防手机受水侵后的不良作用，应配备足额的对讲机，以保证突发风暴潮时的通讯联络。

建立特殊联系信号：在夜间突发台风或时，建立防水照明联络信号系统，以方便与外界的救生联络。

以人为本，确保人身安全。备有足够的、完好的救生衣、救生圈。以在特殊的、来不及逃生的情况下使用。

配备足够的、性能完好的车辆：应急预令下达后，配备的车辆必须及时，足数赶到现场，以确保现场人员及时撤离。

(3) 预防风暴潮预案指导平时工作

① 施工人员驻地选址时要选择在地势较高、背风暴潮面建设。要特别注意修建房屋的加固措施。

② 主要材料应放在高地上，且应高出高地地面 30cm，并平时就要做好防雨。

③ 大型主要设备要注意加固、防雨。带不走和不能进屋的设备特别加固好。

④ 道路要通畅：对预防灾害撤离的路线要特别明显，主要指挥者要牢记清楚，在撤离干道上绝不准乱堆乱放材料、设备、以免影响顺利撤离，对撤离的道路必须严加巡查，随时保持道路畅通。

(4) 灾害过后的处理

① 台风袭击过后，应即检查遭受损失情况，特别注意检查工程排海通道等有无在风浪中遭受潜在的损伤。

② 台风过后，应检查维修受损部分并确认安全无误的前提下才能恢复正常施工与

运营。

8.5.2 溢油事故应急预案

1、应急预案纲要

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。

本项目突发事故应急预案纲要见表 8.5-1，当污染事故发生时，该公司有关人员应迅速将准确的事故信息上报至海口市应急管理部门，并根据管理部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本公司的应急力量不足时，应请求海口市应急管理部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

表 8.5-1 应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急计划区	作业区
3	应急组织	建立本项目的应急反应组织机构，包括建立单位内的应急反应领导小组，落实各级上级主管部门
4	预案分级响应条件	将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故 一般污染事故自行处理，较大、重大、特大污染事故启动上级预案，接受上级应急反应部门的领导
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式
6	应急救援保障	主要依靠项目配备的应急设施和区域应急设备
7	紧急处置措施	制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序
8	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序 规定事故现场善后处理，恢复措施 规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
9	应急培训计划	制订培训与演练计划
10	公众教育和信息	对邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
11	附件	应急联络方式，包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式 预案编制与更新等

2、应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成；下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、主办、领班、现场人员、安环处人员、工程处人员、管理部值班警卫组成。

(1) 指挥领导小组的职责：

- ① 负责本单位“预案”的制订、修改；
- ② 组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③ 检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

(2) 指挥部的职责：

- ① 发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；
- ② 组织指挥救援队伍实施救援行动；
- ③ 向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请求；
- ④ 组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

(3) 应急救援队伍的职责：

- ① 各处室全体职工都负有事故应急救援的责任；
- ② 应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

3、应急救援保障

本工程的应急设备应纳入海区的溢油应急防治系统内，作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。此外，施工期船舶溢油事故发生后可依托区域现有应急力量和设施实施救援。项目周边有溢油应急处置能力的企业有海口鑫海纳港航技术有限公司，该企业有充足的应急力量和设施，可满足项目施工溢油事故应急要求。该企业在海口区域主要配置的应急设备如下：

表 8.5-2 海口鑫海纳港航技术有限公司存放在海口区域应急设备和物资清单

序号	类别	设备名称	主件和配件名称	型号规格	数量	单位	存放地点
1	应急围控设备	快速布放围油栏	围油栏	KSW1000	200	米	海口设备库
2			卷绕机	1000 型	1	件	海口设备库
3			动力站	1000 型	1	件	海口设备库
4		充气式橡胶围油栏	围油栏	WQJ1500	800	米	海口设备库
5			集装箱	WQX1500	4	个	海口设备库
6	应急机械回收设备	转盘式收油机		ZSJ20Y	2	套	海口设备库
7	应急储运设备	轻便储油罐		QG-5	5	套	海口设备库
8		轻便储油罐		QG-10	1	套	海口设备库

序号	类别	设备名称	主件和配件名称	型号规格	数量	单位	存放地点
9	喷洒装置	溢油分散剂喷洒装置		PS40	1	套	海口设备库
10	溢油分散剂	消油剂			2	吨	海口设备库
11		溢油分散剂			2	吨	海口设备库
12	吸油材料	吸油毡		PP5	3	吨	海口设备库
13		吸油拖栏		XTL-Y220	200	米	海口设备库

4、建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损失降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

(1) 应急计划主要内容

- ① 明确组织指挥机构；
- ② 绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；
- ③ 加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；
- ④ 了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；
- ⑤ 加强清污人员训练；
- ⑥ 建立通畅有效的指挥通讯网络。

(2) 事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

- ① 建立健全的应急反应的组织指挥系统
- ② 应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③ 应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用周边原有应急防治力量外，可考虑充分利用本项目工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付

突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④ 应急通讯联络

为确保本工程船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠的传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与海口市应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤ 应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期和运营期除了海口市应急管理部门进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 8.5-3。

表 8.5-3 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH 值、COD 和 DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 6 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 6 个站位	事故清除后

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 8.5-1。

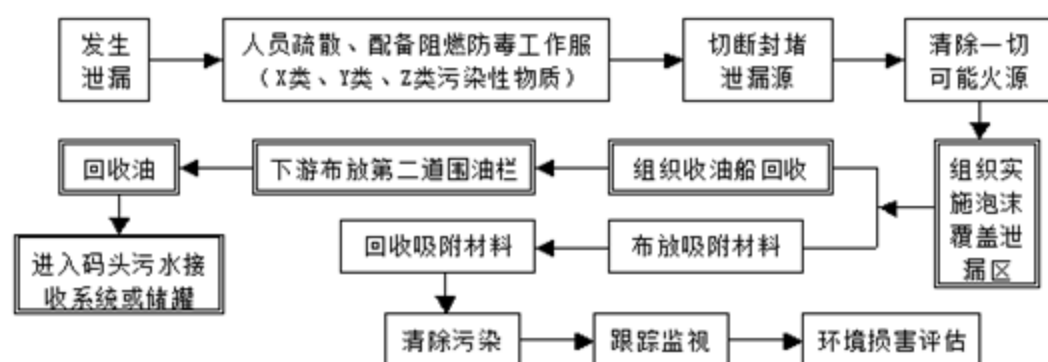


图 8.5-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

① 污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以

下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

② 应急反应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策。

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域和周围村庄进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，指定具体的应急清除作业方案。

③ 污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收割、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

(5) 制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

事故应急程序见图 8.5-2，事故应急反应工作流程见图 8.5-3。

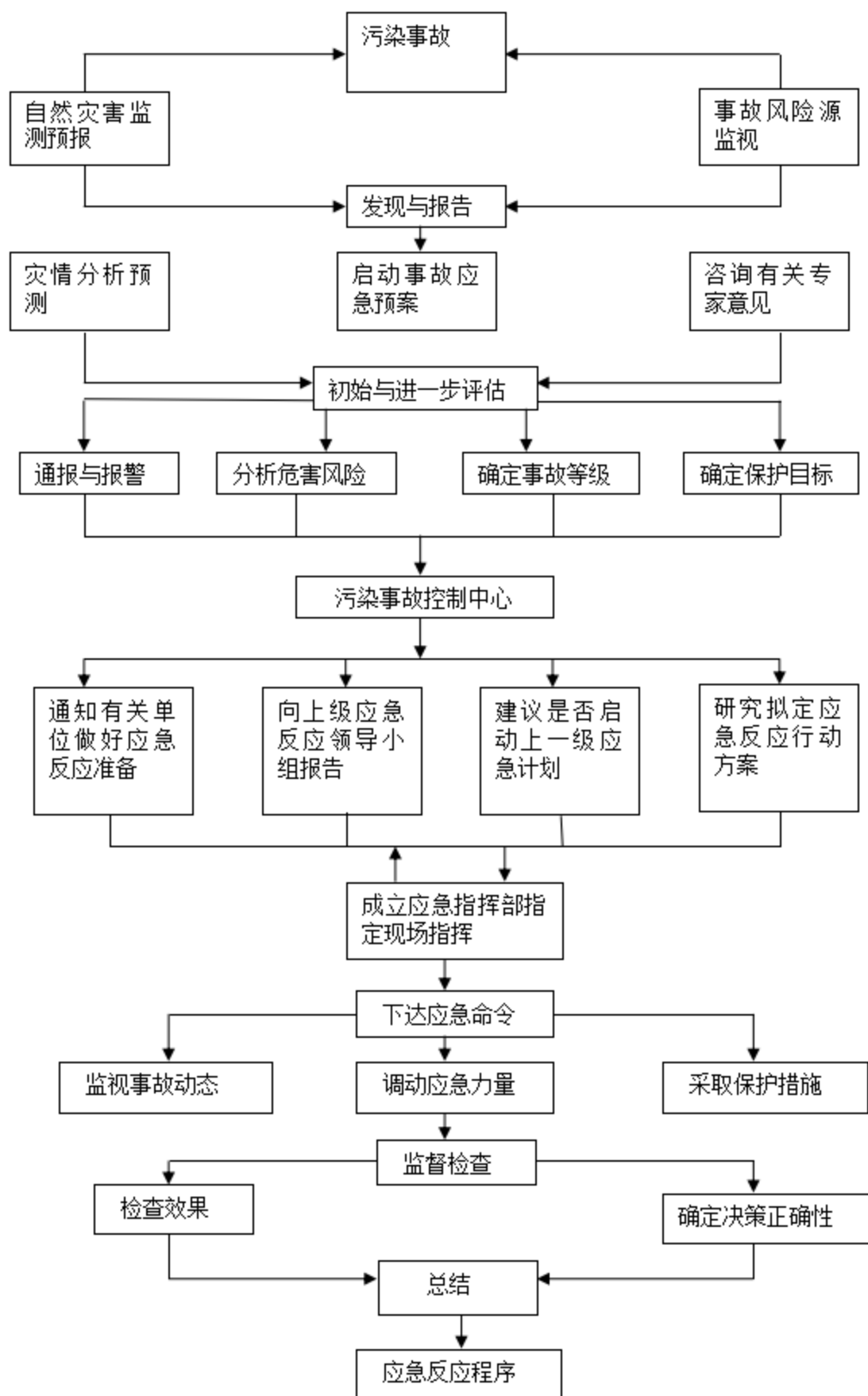


图 8.5-2 事故应急程序图

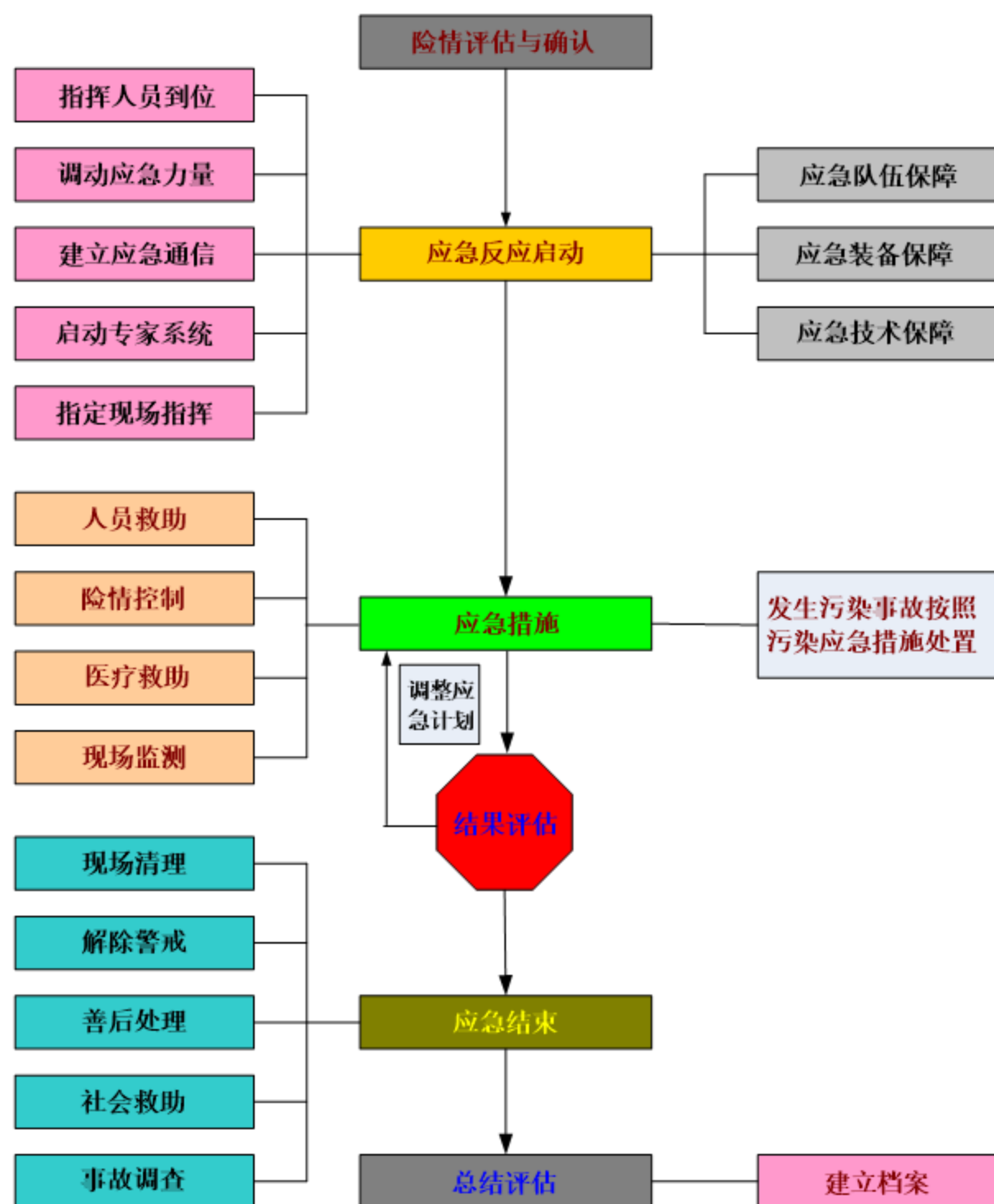


图 8.5-3 应急响应工作流程图

9 清洁生产和总量控制分析

9.1 清洁生产

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，本工程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，合理选择污染小的产业链，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。

本章节主要拟从该工程施工期方面考虑本项目是否符合清洁生产的原则和要求，主要考虑施工过程、污染物产生与治理措施等方面内容，具体分析如下：

9.1.1 施工期清洁生产分析

本工程建设内容包括市政道路、排海通道等。从清洁生产方面考虑，本工程清洁生产环节主要体现在施工工艺、施工设备选择、环保措施及原辅材料等方面。

(1) 施工工艺

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。排海通道采用预制件结构，地基处理采用预应力混凝土管桩结构。

项目施工期施工人员生活污水利用环保厕所收集，经化粪池处理达标后，由吸粪车定期清运至长流污水处理厂处理；施工机械设备冲洗污水及其他施工废水，经沉淀处理后循环回用。施工船舶产生的生活污水、含油污水等交由船舶污染物接收单位处置，施工期产生的建筑垃圾、旧料和其它杂物，尽可能的回用利用，不能利用的应有计划、有步骤的搬运或堆存，施工人员生活垃圾设置垃圾桶收集，交由环卫部门收集处理。

综上所述，本项目施工工艺能满足清洁生产的要求。

(2) 施工设备选择

本工程所用的施工设备主要为施工船舶、履带吊、挖机、推土机、平板车等，为减少施工期环境影响，施工单位应采用先进的低噪声低污染船舶、机械设备，各种施工机

械和设备选用清洁能源电力或柴油。在机械设备选型时，尽可能选用耗油量低的产品，以满足清洁生产的相应要求。

(3) 环保措施

陆域生活污水经化粪池处理后定期清运至长流污水处理厂处理；生活垃圾设置垃圾桶分类收集后，及时由环卫部门清运处理；施工机械设备发生作业操作性或事故性的残油、洗涤油及时交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。船舶污染物交由有资质的单位接收处置，因此，工程采取的环保措施符合清洁生产的要求。

(4) 原辅材料

本项目建设所需的土石方、混凝土、沙料等建筑材料均在海口市及周边购买；通过严格施工过程的环境管理，厉行节约用水，彻底避免长流水等浪费现象发生，将节水指标纳入岗位责任制，提高施工用水重复率。

(5) 海域和陆域场地使用方案

项目申请用海总面积为 2.8688 公顷，其中取排水口用海面积为 2.2925 公顷，用海方式为透水构筑物，输水管道用海面积为 0.5763 公顷，用海方式为海底电缆管道。陆域占地主要为拟建道路，本项目总占地面积为 4.746hm²，其中永久占地 3.446hm²，临时占地 1.3hm²。项目平面布置在项目使用功能的基础上体现了集约节约用海的要求。

综上所述，本工程在施工阶段，在采用各种节能减排、减轻环境污染的施工方式、生产工艺设备及环保措施的基础上，其清洁生产水平可处于国内先进水平。

9.1.2 营运期清洁生产水平

项目运营期无用水，用电设施，基本不产生污水、固体废物等污染物，仅产生车辆尾气和噪声。

车辆采用清洁型燃料，在车辆及排气口加装废气过滤器，同时保持车辆化油器、空气滤清器等部位的清洁；设置禁止鸣笛和限速标志。因此，本项目运营期清洁生产水平较高，符合国家清洁生产的有关规定。

9.2 总量控制

9.2.1 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。

根据《海南省“十四五”生态环境保护规划》（琼府办〔2021〕36号），排放总量控制的污染物为氮氧化物、挥发性有机物、化学需氧量、氨氮。

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，但由于其对环境的影响较大，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。

工程实施对环境的影响主要在施工阶段。根据项目工程分析内容，施工主要环境影响为施工产生的扬尘、施工船机、车辆的尾气、施工人员生活污水、悬浮泥沙及施工固废。项目运营期主要为道路产生的垃圾，不产生污水、废气等污染。

9.2.2 污染物的排放削减方法

项目施工期采取合适的施工工艺及施工设备，合理安排施工顺序和进度；施工产生的悬浮物，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。施工人员生活污水定期抽运至长流污水处理厂，施工人员生活垃圾经收集后交由环卫部门统一清运处理，施工机械设备发生作业操作性或事故性的残油、洗涤油及时交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。船舶污染物交由有资质的单位接收处置，在物料及拆除料运输中，车顶加盖蓬布、控制车速，防止砂石料洒落和产生扬尘；对施工现场定期清扫洒水，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，尽量要求运输车辆减缓行车速度，减少施工/运输产生的扬尘。施工期间通过加强现场管理、落实相关环保措施，确保机械和车辆保持良好状态等措施，减少施工机械、车辆的尾气。

9.2.3 污染物排放总量控制方案与建议

结合本项目的工程特点，项目施工期产生的生活污水经化粪池收集后，定期清掏处理，运营期无废水产生，因此，本项目不设总量控制指标。

10 环境保护对策措施

10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

10.1.1 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基槽开挖、护底抛石施工过程中引起的悬浮物，因此重点对这几个环节进行污染防治，拟采取的悬浮泥沙污染防治措施见表 10.1-1。

表 10.1-1 悬浮泥沙污染防治措施一览表

产污环节	环保措施
基槽开挖、护底抛石	采用先进的施工工艺和设备，严格控制施工作业面，施工准确定位，避免在同一区域重复施工。
	选择中、小潮、海况好的时间施工，以减小悬浮物的扩散范围。
其它	合理安排施工顺序和进度，减小施工船舶对底质的搅动，避免泥沙的再悬浮和扩散。
	在台风、暴雨等恶劣天气下，应提前做好防护工作，对各工程设施等进行必要的加固措施，以保证有足够的强度抵御风浪。
	做好陆域的水土保持工作，合理安排土石方运输和回填的进度，减少陆上堆存土石方量，以免堆存的材料或暴雨径流携带的泥沙等污染海域。

10.1.2 水污染防治措施

(1) 合理规划施工场地的临时供、排水设施，消除跑、冒、滴、漏现象。设移动厕所，并建临时排水渠道和化粪池收集生活污水，由吸粪车定期清运至长流污水处理厂处理。

(2) 严格管理施工船舶、施工机械，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁船舶向水域排放未经处理的机舱水。施工船舶应设置船舶生活污水和含油污水收集器，施工船舶生活污水和含油废水经收集后，委托船舶污染物接收单位接收处理。

(3) 生产废水如砼养护冲洗水、砂石料冲洗与开挖土排水等，经过滤网过滤后，含砂及石废水在沉淀池将其中固体物料沉淀下来。工程结束后应将其填埋并绿化。

(4) 做好陆域水土保持工作，合理安排土石方运输和回填的进度，减少陆上堆存土石方量，以免堆存的材料或暴雨径流携带的泥沙等污染海域。

(5) 本项目建设内容主要为市政道路和排海通道，运营期项目区不产生废水。

水污染主要污染环保设施和对策措施见表 10.1-2。

表 10.1-2 水污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点
施工期	生活污水	陆域生活污水	环保厕所化粪池	环保厕所 2 个, 化粪池 1 座	经化粪池处理, 定期清运	施工场地
	生活污水	船舶生活污水	船舶污水收集罐	污水收集罐 1 个/艘	交由船舶污染物接收单位处理	施工船舶
	含油污水	船舶机舱含油污水	油水分离器	油水分离器 1 台/艘		施工船舶
	生产废水	砼养护冲洗水、砂石料冲洗等, 污染物主要是 SS 建材堆放造成雨水径流污染	临时沉淀池	临时沉淀池 1 座	生产废水经过滤和沉淀后, 重复利用。工程结束后应将其填埋并绿化	施工场地

10.1.3 固体废物污染防治措施

工程施工期固体废物污染环保设施和对策措施见表 10.1-3。

(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, 临时场地不影响交通、电讯等。

(2) 道路工程产生的开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理。本项目排海通道部分开挖砂用于回填, 未利用的交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理。

(3) 施工人员生活垃圾集中堆放在指定的场地, 由环卫部门统一外运并安全处置, 不得将垃圾随意丢弃。船舶生活垃圾收集后交由船舶污染物接收单位接收处理。

(4) 施工船舶发生作业操作性的残油、洗涤油应及时盛接, 再交由船舶污染物接收单位接收处理。

表 10.1-3 固体废物污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间
施工期	生活垃圾	生活垃圾	垃圾桶	垃圾桶 5 个	集中堆放在指定的场地, 环卫部门定期清运	施工场区
		船舶生活垃圾	垃圾桶	1 个/艘	委托船舶污染物接收单位进行妥善处理。	施工船舶
	建筑垃圾	拆除产生的建筑垃圾	/	/	建筑垃圾尽量回收利用, 不能利用的运至当地指定的市政建筑垃圾处置点处理。	施工场区
	残油、废油	施工船舶产生的残油、废油等危险废物	残油、废油收集罐	5 个	交由船舶污染物接收单位接收处理。	施工船舶
	土方	道路工程产生的开挖土	/	/	在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理。	施工场区

		排海通道开挖砂	/	/	部分开挖砂用于回填,未利用的交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理	施工场区
运营期	生活垃圾	垃圾及落叶等	垃圾桶	若干	由环卫部门定期清扫	项目沿线

10.1.4 噪声污染防治措施

项目施工期环境噪声主要为施工船机和运输车辆产生的噪声,运营期主要为交通噪声,主要噪声污染防治对策措施见表 10.1-4。

表 10.1-4 噪声污染防治措施一览表

阶段	污染物排放	环保措施	预期效果
施工期	施工船舶、机械噪声	施工单位应注意施工船舶和机械的保养,维持施工船舶和机械低声级水平,避免超过正常噪声运转。 合理安排高噪声施工机械作业的时间,夜间禁止高噪声设备施工。	减少突发噪声及强噪声源对声环境的影响
	运输车辆噪声	对施工车辆进行统一调配,减少车辆进出场会车鸣笛次数,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,减少对附近居民的噪声影响。	
运营期	车辆噪声	通过设置禁止鸣笛、限速标志牌,同时加强绿化密度。加强道路养护,保证项目道路的良好路况。	减少交通噪声影响

10.1.5 大气污染防治措施

施工期主要大气污染为建设过程中使用的建筑材料,在装卸、堆放等过程中将会产生粉尘外逸,汽车运输砂土等产生的扬尘,施工单位必须加强施工区的规划管理;运营期主要为车辆产生的车辆尾气。主要大气污染防治对策措施见表 10.1-5。

表 10.1-5 大气污染防治对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保措施	预期效果
施工期	船机尾气	施工船舶、机械及车辆排放的废气	施工机械及船舶采用符合标准的清洁型燃料,在施工机械设备排气口加装废气过滤器,同时保持有关设备化油器、空气滤清器等部位的清洁。	减少尾气排放
	粉尘防治	建筑材料装卸、堆放过程中将会产生粉尘外逸	建筑材料的堆场定点定位,置于较为空旷的位置,减少物料起尘对人群的影响。	减少粉尘
			在大风天气,对散料堆场应采用水喷淋法防尘。	减少粉尘
		汽车运输引起扬尘	易起尘的物料要加盖蓬布、控制车速,防止物料洒落和产生扬尘。	减少扬尘
			卸车时应尽量减小落差,减少扬尘。	增加石料含湿量,减少起尘

			对陆域施工现场以及运送土石方的道路应定期清扫洒水,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,并尽量要求运输车辆减缓行驶速度。	
运营期	车辆尾气	车辆排放的废气	禁止超标机动车通行;及时清扫路面,降低路面尘粒;在道路两旁绿化带栽种对汽车尾气有较强吸收能力的树种。	减少废气排放

10.2 建设项目各阶段的生态保护对策措施

10.2.1 海洋生态保护措施

海洋生态损失主要特征有:生态损失的长期性、潜伏性;生态损失的影响范围广;生态损失的修复难度大;海洋生态损失的主体具有多元性和难确定性。

(1) 生态保护与修复

生态修复是人为采取一定的方法,对已经造成损害的海洋生态系统而采取的一项补救措施使遭到破坏的生态系统逐步恢复或使生态系统向良性循环方向发展。根据自然资源损失补偿和受损区域恢复原则,该项目必须采取一定的生态恢复和补偿措施,以削减生态影响程度,改善区域生态系统功能。生态环境保护和修复对策措施见表 10.2-1。

表 10.2-1 生态环境保护和修复对策措施一览表

影响	环保措施	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
渔业资源	施工环节避开渔业资源繁殖季节。	减小悬沙影响程度和范围,减小对鱼卵仔鱼的影响。	施工期工程附近海域	建设单位和施工单位
	建议施工期加强施工区附近海域的水质监测。	掌握施工活动与水体中悬浮物增量的规律,尽可能避免对海洋生态产生不利影响。	施工期工程附近海域	建设单位
	施工过程中应尽可能采用对水体扰动小的机械设备,减少泥沙的扩散和再悬浮。	减小悬沙影响程度和范围,减小对鱼卵仔鱼的影响	施工期工程附近海域	施工单位
底栖生物	严格按照施工方案进行,避免在一个区域重复作业。	减少对项目所在海域底质扰动的强度	施工期工程附近海域	施工单位
	选择具有地方特色且适合本海域生长的贝类底播,增加底栖生物资源量。	建议进行增殖放流	工程附近海域,工程完成后 2 年内完成	建设单位可委托专业机构负责
水生生物	施工前先驱散该区域的水生生物。	有利于减少对水生动物的干扰	施工期	施工单位
	控制施工船舶、施工机械的噪声。			

(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。

目前主要采取以下两种补偿方式：①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；②生境修复，通过修复受损的生态系统和生态重建来实现生态损害的内部化。

建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）对生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）的规定，对项目附近水域的水产资源恢复作出经济补偿。进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额度进行校正。

生态补偿按照等量补偿原则确定。根据本报告分析估算，本项目海洋生态损失补偿总额估算为 10.45 万元。

（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相关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

项目建设完成投入试运营后，应进行项目的竣工验收，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，主管部门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，可委托有资质的监测部门实施监测计划。对跟踪监测中发现的超标预测影响问题，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。

10.2.2 陆域生态保护措施

1、施工期保护措施和建议

(1) 加强周边木麻黄混交林的植被保护工作。这一地区的木麻黄混交林是该地区的生态环境的关键,如果没有这些木麻黄混交林,这一地区的水土流失严重,将发育为各种旱生性草本植物群落,这些群落演替速度极慢,很难向灌丛与森林方向恢复。因此施工期尽可能减少破坏这一地区的木麻黄混交林植被,加强保护生物多样性教育,项目施工基本不涉及原生植被,对自然植被的影响较小。

(2) 植被恢复措施

1) 施工过程中,与当地土地管理部门协商,将取、弃土场取、弃土过程与周边已有规划设计相结合,工程结束后及时平整复垦或绿化造地。

2) 禁止引种带有病虫害的植物。禁止引种外来入侵物种。一定要慎重选种,尽量选用乡土植物。禁止栽种外来入侵物种作为绿化树种。

3) 施工与绿化、护坡、修排水沟应同时施工,应做到边使用,边平整,边绿化,边复耕。

2、营运期植被保护措施和建议

(1) 按市政道路绿化设计的要求,继续完成拟建市政道路边坡等范围内的植树种草工作,以达到恢复植被、保护路基、减少水土流失的目的。

(2) 及时恢复被破坏的植被和生态环境,防止地表裸露。

(3) 按设计要求进一步完善水土保持各项工程措施、植物措施和土地复垦措施。科学合理地进行草、花类与灌木、乔木相结合的立体绿化格局。特别是对土质边坡,在施工后期及时进行绿化,以保护路基边坡稳定,减少水土流失。

(4) 加强绿化工程和防护工程的养护。

(5) 在保持原有景观的基础上,适当创造有特色的道路景观。为了能体现地方景观特色,有必要在道路绿化时有意识地选择相应的树种。除自然植被分布地区外,根据初步设计,本次粤海北路采用树种为椰子树、雨树、大叶榄仁、小叶龙船花、银海枣、鸡蛋花、三角梅、黄馨梅等。

11 环境保护的技术经济合理性分析

11.1 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，并提出了生态保护措施，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 120.56 万元，项目总投资约 10733.27 万元，占总投资的 1.12%，见表 11.1-1，从经济角度论证，该项目的环境保护措施是可行的。

表 11.1-1 环保投资估算表

阶段	要素	项目	单价(万元)	数量	金额(万元)
施工期	环境监理	施工期环境监理	1 万元/月	12 个月	12.0
	生态	施工期跟踪监测	20 万元/次	1 次	16
		海洋渔业资源补偿	—	—	10.45
	废水	环保移动厕所	1.0 万元/座	2	2.0
		沉淀池及集水槽	5.0 万元/套	1	5.0
		生活污水外运处置费用	—	—	6.0
		船舶生活污水、含油污水外运处置费用	—	—	10.0
	废气	施工期洒水、道路清扫等费用	类比估算	—	2.0
		临时挡板及围栏	类比估算	项目区	3.0
		临时抑尘覆盖物	类比估算	临时堆场	3.0
	固废	垃圾回收桶	0.01	11	0.11
		施工船舶产生的生活垃圾，残油、废油等污染物外运处置费用	—	—	8.0
运营期	噪声	设置隔声障碍物、减震措施	类比估算	项目区	3.0
	废气	及时清扫路面；在道路两旁种植绿化带	—	—	计入管理和工程费用
	固废	垃圾落叶等由环卫部门定期清扫	—	—	
	噪声	禁止鸣笛、限速，加强绿化密度，加强道路养护	—	—	
	生态	运营期跟踪监测	20 万元/次	2 次	40.0
合计					120.56

11.2 环境保护的经济损益分析

本项目建设具有良好的社会效益和经济效益，同时工程施工也会在一定程度上破坏海区水质、生态环境，产生不良环境影响。在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。然而，经济效益比较直观，很容易用货币直接计算，而污染影响带来的损失一般是间接的，很难用货币直接

计算。将环境影响经济具体定量化分析，目前难度较大，多采用定性与半定量相结合的方法对工程整体效益进行综合分析比较。

11.2.1 社会效益

项目所在区域在暴雨等极端天气下，以往常面临内涝威胁，给居民的生命财产安全带来隐患。工程新建的雨水管道以及相关排涝设施，大大增强了区域的防洪排涝能力。避免出现道路严重积水、地下设施被淹等情况，有效减少因内涝导致的居民生命伤亡风险，保障居民的正常生活秩序，提升城市抗灾能力，保障居民安全。市政道路的建设，使得居民出行更加便捷，改善居民生活质量。可靠的排水和交通基础设施是社会稳定运行的基础。当城市能够有效应对内涝等灾害，居民生活不受严重干扰，社会生产活动得以正常开展，有助于增强公众对政府管理能力的信任。工程建设过程中以及建成后的维护管理，都提供了一定数量的就业岗位，从建筑工人到后期的设施维护人员等，吸纳了不同层次的劳动力，缓解了就业压力，促进了社会的和谐稳定发展。

11.2.2 经济效益

从长远来看，该项目前期的投资将带来显著的效益。新建的排水系统有效降低了内涝发生的频率和危害程度，减少了灾后道路修复、商业损失赔偿等费用。虽然工程建设初期投入较大，但长期下来，大大提升了城市基础设施的使用效益，降低了整体经济损失，实现了资金的有效利用。项目的实施涉及多个领域，对建筑、建材、工程设计、设备制造等相关产业有明显的拉动作用。在建设过程中，需要采购大量的建筑材料，如水泥、钢材等，促进了建材行业的发展；排水设备、照明设备等等的采购，带动了设备制造业的发展。同时，项目施工需要大量劳动力，为当地居民提供了短期的就业机会，增加了居民收入；建成后的长期维护管理，也创造了稳定的就业岗位，进一步促进了地区经济的发展，形成了产业链协同发展的良好局面。完善的市政道路和排水设施提升了城市的整体形象和吸引力。良好的基础设施条件是吸引投资的重要因素。粤海大道的改善，使得该区域交通更加便捷，物流运输成本降低，能够吸引更多企业入驻，带动相关产业集聚，增加就业岗位，促进消费，进而提升城市的经济活力，增加地方政府的财政收入，形成经济发展的良性循环。

10.2.3 环境损益分析

本工程的建设将产生明显的社会效益、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

项目排海通道的施工将直接破坏底栖生物生存环境，导致底栖生物死亡；施工过程中产生的悬浮泥沙扩散将影响浮游植物生长，驱逐游泳动物，对海洋渔业资源产生一定的不利影响；施工期产生的生活污水、固体废物等若处理不当也会降低海洋水质。

(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 120.56 万元。

(3) 环保投资的效益评估

项目施工期各项环保工作措施，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，可减小基槽开挖悬浮泥沙的产生量，防止施工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和落实执行各项严格、有效的规章制度，可以使项目施工期和营运期可能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。

11.3 环境保护的技术经济合理性

本项目的运营期也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、运营的过程中，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。

12 环境管理与监测计划

12.1 环境管理

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》和《企业法》的精神，企、事业单位在生产和经营中防止污染、保护生态环境应是其重要的职责之一。环境管理是控制污染、保护环境的重要措施，应根据《建设项目环境保护管理条例》等法规的要求，组织环保管理机构，制定环境保护管理计划。

为及时了解和掌握项目的污染源和环境质量发展变化，对该地区实施有效的环境管理，本评价提出项目环境监测机构的组成框架和基本职能，并结合环境质量现状调查和环境影响预测的结果，提出项目建设过程中及建成后环境质量目标及主要污染源的监测计划(监测点位、监测项目、监测频次等)。

12.1.1 施工单位环境管理机构

建设施工单位应设立内部环境保护管理机构，主要由施工单位主要负责人及专业技术人员组成，建议在工程指挥部设 2~3 名环境管理人员，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个施工工序的环境管理工作，保证施工期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。

施工单位的管理内容主要为：

(1) 负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查。

(2) 及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与项目施工有关的污染因素、存在的问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议。

(3) 按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细施工期环境保护措施落实计划，明确各施工工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构(人)等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实。

(4) 建立施工期环境管理台账制度，及时详细记录环保措施的落实、实施情况。

12.1.2 建设单位环境管理机构

为了有效保护项目海域所在区域环境质量，切实保证本报告提出各项施工期环境保护措施的落实，除了施工单位应设置环境保护管理机构外，针对项目的建设施工，项目建设单位还应成立专门小组，定员为 4~5 人(包括施工期和营运期)，负责环境管理和环境监测计划制定和实施。

负责监督施工单位对各项环境保护措施的落实情况，并在选择施工单位前，将主要环境保护措施列入招标文件中，将各施工单位落实主要环境保护措施的能力作为项目施工单位中标考虑因素，将需落实的环保措施列入与施工中标单位签署的合同中，聘请有资质的施工监理机构对施工单位环境保护措施落实情况进行跟踪监理，并且配合环境保护主管部门对项目施工实施监督、管理和指导。具体措施如下：

(1) 对工程辖区范围内的环境保护实行统一管理，贯彻执行国家和地方的有关环境保护法规；

(2) 领导和组织工程辖区范围内的环境监测工作，建立监控档案；

(3) 做好环境教育和宣传工作，提高各级管理人员和操作人员的环境保护意识，加强员工对环境污染防治的责任心；

(4) 加强建设项目的环境管理，严格执行本报告提出的污染防治措施和对策；

(5) 定期对环境保护设施进行维护和保养，确保环境保护设施的正常运行，防止污染事故的发生；

(6) 加强与环境保护管理部门的沟通和联系，主动接受主管部门的管理、监督和指导。

(4) 建立运营期环境管理台账制度，及时详细记录环保措施的落实、实施情况。

12.1.3 环境保护设施“三同时”原则

根据《建设项目环境保护管理条例》要求，建设项目需配套建设的环保设施，必须与主体工程同时设计，同时施工，同时投产使用。

建设项目竣工后，建设单位应当向审批该建设项目环境影响报告书的环境保护行政主管部门，申请该建设项目需要配套建设的环境保护设施竣工验收。环境保护设施竣工验收，应当与主体工程竣工验收同时进行。

12.2 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。

12.2.1 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处理要求，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应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，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素质及施工环境管理水平进行审核。

12.2.2 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；

(3) 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；

(4) 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。

12.3 环境监测计划

环境监测在环境监督管理中占有主要地位，通过制定并实施环境监测计划，可有效管理、监督各项环保措施的落实情况，及时发现存在问题，以便进一步改进环保工程措施，更好地贯彻执行有关环保法律法规和环保标准，确实保护好环境资源和环境质量，实现经济建设和环境保护协调发展。

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，通过监测可以及时掌握施工期和运营

期周围环境变化情况，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。本次评价环境监测包括施工期、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。

12.3.1 施工期环境监测计划

(1) 水质环境监测

- ① 监测站位：布置 7 个水质监测站位。详细坐标见表 12.3-1 和图 12.3-1。
- ② 监测项目：pH、COD、BOD₅、盐度、SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐等。
- ③ 监测频率：施工期及施工后各监测一次。

(2) 沉积物环境监测

- ① 监测站位：选取水质站位中的 2、4、5、6 号站位，共 4 个站位，见表 11.3-1 和图 11.3-1。

- ② 监测项目：石油类、有机碳、硫化物。

- ③ 监测频率：施工期及施工后各监测一次。

(3) 海洋生物监测

- ① 监测站位：选取水质站位中的 2、4、5、6 号站位，共 4 个站位，见表 11.3-1 和图 12.3-1。

- ② 监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼。

- ③ 监测频率：施工期及施工后各监测一次。

(4) 岸滩冲淤动态监测

- 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。

- ② 监测范围：项目用海处向四周的海底地形及岸滩区域。

- ③ 剖面布设：共设置 3 条海底及岸滩冲淤动态监测剖面，即项目区西侧设置 2 条监测断面，项目区东侧设置 1 条监测断面。施工过程中若断面冲淤演变趋势较不利，可再加密监测断面，监测断面见图 12.3-1。

- ④ 监测频率：施工前进行一次，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。

表 12.3-1 海洋环境跟踪监测站位坐标

站 位	经度(E)		纬度(N)		监测项目
1	110° 9' 50.276"E		20° 4' 21.708"N		水质
2	110° 9' 50.062"E		20° 4' 7.574"N		水质、沉积物、 海洋生态
3	110° 10' 8.586"E		20° 4' 20.958"N		水质
4	110° 10' 7.516"E		20° 4' 4.147"N		水质、沉积物、 海洋生态
5	110° 10' 7.944"E		20° 3' 52.262"N		水质、沉积物、 海洋生态
6	110° 10' 28.395"E		20° 4' 20.102"N		水质、沉积物、 海洋生态
7	110° 10' 29.368"E		20° 4' 0.014"N		水质
断 面	起 点		终 点		岸滩剖面
	I	110° 9'57.513"E 20° 3'47.060"N	110° 9' 57.513"E	20° 4' 0.123"N	
	II	110° 10' 5.865"E 20° 3' 44.811"N	110° 10' 5.865"E	20° 3' 57.660"N	
	III	110° 10'13.146"E 20° 3' 42.991"N	110° 10'13.146"E	20° 3' 55.840"N	



图 12.3-1 海洋环境跟踪监测站位布置图

12.3.2 运营期环境监测计划

(1) 水质环境监测

- ① 监测站位：运营期监测点布设与施工期相同，详见表 12.3-1 和图 12.3-1。
- ② 监测项目：pH、DO、浊度、盐度、COD、SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐。

③ 监测频率：运营期每半年监测一次。

(2) 沉积物环境监测

① 监测站位：选取水质站位中的 2、4、5、6 号站位，共 4 个站位，见表 12.3-1 和图 12.3-1。

② 监测项目：石油类、有机碳、硫化物。

③ 监测频率：运营期每年监测一次。

(3) 海洋生物监测

① 监测站位：选取水质站位中的 2、4、5、6 号站位，共 4 个站位，见表 12.3-1 和图 12.3-1。

② 监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼。

③ 监测频率：运营期每半年监测一次。

(4) 海底地形和岸滩冲淤监测

监测断面和监测方法同施工期，运营期每年进行一次，若监测结果显示项目区和附近岸滩明显淤积或侵蚀，应加密监测。

(5) 珊瑚礁跟踪监测

① 监测指标

珊瑚监测指标：珊瑚种类、珊瑚覆盖度、死珊瑚覆盖率、珊瑚病害、硬珊瑚补充量、大型底栖生物、珊瑚礁鱼类等内容，同步拍摄存储照片、视频资料。

② 监测方法

珊瑚礁生物调查方法结合《珊瑚礁生态监测技术规程》(HY/T082-2005) 中断面线监测法、《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第5部分：珊瑚礁》(T/CAOE 20.5-2020)、国际珊瑚礁调查方法截线样条法(LIT)的要求执行。

③ 珊瑚礁跟踪监测站位

结合本次珊瑚礁现状调查结果，本项目珊瑚礁跟踪监测站位如下：

表 12.3-2 珊瑚礁跟踪监测站位

站号	经度(E)	纬度(N)	调查内容
1#	110°9'08.20"	20°3'37.89"	珊瑚礁
2#	110°9'45.24"	20°4'10.78"	珊瑚礁



图 12.3-2 珊瑚礁跟踪监测点位图

④监测频率

应每年定期进行监测评估。

⑤执行单位和监督单位

建设单位委托有资质的第三方技术单位进行跟踪监测。

(6) 声环境监测

建设单位应根据《排污单位自行监测技术指南总则》(HJ819-2017)制定监测计划。根据本项目工程特性,本项目属于运营期主要为交通噪声、机动车尾气,不存在重大环境影响问题。根据项目特点以及道路沿线环境特点,重点监测各环境敏感点,监测计划如下表所示。

表 46 运营期声环境监测计划一览表

内容	监测地点	监测项目	监测频次	监测历时	采样时间	监测方法	负责机构
声环境	龙园酒店、凤凰悦海	等效连续 A 声级	1 次/年	2 天	昼夜各 1 次	《声环境质量标准》(GB3096-2008)	建设单位

(7) 执行单位和监督单位

通过实施运营期的环境监测计划，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冲淤变化，则可逐渐降低监测频率。运营期监测建设单位可委托有资质的监测单位具体执行，并由当地环境保护行政主管部门进行监督指导。项目运营过程中如产生不符合环境影响报告书情形的，应当开展环境影响后评价。

12.4 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》，建设项目竣工后，建设单位应当向审批该建设项目环境影响报告书的环境保护行政主管部门，申请该建设项目需要配套建设的环境保护设施竣工验收，建设单位在项目建设过程应建立环境管理制度，制作环境管理台账，做好环境管理台账的记录；在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，对各项环保工程措施“三同时”的落实情况、效果以及工程建设对环境的影响进行调查。本项目环保验收内容见表 12.4-1。

表12.4-1 项目“三同时”环保验收内容一览表

	环境要素	污染源	主要污染防治措施及验收内容	预期效果验收标准	资料来源
施工期	水环境	悬浮泥沙	设置防污帘，帘布自水面延伸至海底。	防污帘拦沙效率不低于 60%	施工期跟踪监测
		施工人员生活污水	临时施工场地设置环保式移动厕所，施工期生活污水经三级化粪池处理后，由吸粪车定期清运。	《污水综合排放标准》 (GB8978-1996) 表 4 中三级标准	施工记录资料、照片
		施工场地生产废水	合理规划施工场地的临时供、排水设施、沉淀池，消除跑、冒、滴、漏现象。	生产废水经过滤和沉淀后，重复利用	施工记录资料、照片
		船舶生活污水	施工船舶上设置生活污水收集罐，船舶生活污水收集上岸，交由资质单位接收处理。	收集上岸，交有资质单位接收处理	施工记录资料、照片、协议
		船舶含油废水	施工船舶上设置油污水收集罐，船舶含油污水收集上岸，交由资质单位接收处理。	收集上岸，交有资质单位接收处理	施工记录资料、照片、协议
	环境空气	施工扬尘	对陆域施工现场以及运送土石方的道路应定期清扫洒水，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，并尽量要求运输车辆减缓行驶速度。施工场地内的运输道路，铺设碎石或细沙，并对路基进行夯实硬化处理，以减少运输车辆轮胎带泥上路和造成二次扬尘。	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)	施工记录资料
		施工船舶、机械排放的尾气	使用符合环保标准要求的燃料油，减少废气排放量，加强船舶的保养。	减少尾气排放	施工记录资料
	声环境	施工噪声	实行围挡封闭施工，选用产生噪声较低的设备。合理安排各类施工船舶、机械的作业时间，在保证工期条件下，尽可能避开多种机械同时进行施工。 注意施工机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。合理安排高噪声施工机械作业的时间，禁止夜间施工。	《建筑施工场界噪声限值》 (GB12523-2011)	施工记录资料
	固体废物	陆域生活垃圾	设置垃圾桶收集，由市政环卫部门统一处理。	/	施工记录资料、照片、协议
		船舶生活垃圾	设置垃圾桶收集后交由有资质的船舶污染物接收单位接收处理。	/	
		建筑垃圾，施工弃土	道路施工弃方与拆除建筑垃圾尽可能地回用，不能回用的集中堆存，统一运至当地指定的市政建筑垃圾处置点处理。开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理。	《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)	

	环境要素	污染源	主要污染防治措施及验收内容	预期效果/验收标准	资料来源
		排海通道开挖砂	交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理。		
		残油、废油	设置残油、废油收集罐，集中收集施工机械残油、废油，交由资质的单位接收处置。	《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及其修改清单	协议、照片
	生态环境	生态补偿	本工程建设造成的海洋生态损失补偿金额不低于 10.45 万元。	恢复海洋生态环境	生态补偿记录
	环境监测与环境监理	/	施工期环境监测：包括水质、沉积物、生态、岸滩冲淤，监测站位、检测指标、监测频次等；	对施工过程进行监督管理，及时发现并解决环境问题。	监测报告
运营期	环境空气	车辆尾气	尽可能使用清洁型燃料，车辆排气口加装废气过滤器，加强车辆管理，合理规划车辆进出口以及路线等。	《大气污染物综合排放标准》(GB16279-1996)	现场核验
	声环境	车辆噪声	通过设置禁止鸣笛、限速标志牌，同时加强绿化密度。加强道路养护，保证项目道路的良好路况。定期对声环境保护目标进行声环境跟踪监测。	/	现场核验
	冲淤环境	岸滩及海底地形冲淤	跟踪监测断面布设，岸滩及海底地形冲淤变化	跟踪监测工程后项目区岸滩及海底地形冲淤	跟踪监测报告
	生态环境	/	运营期环境跟踪监测：包括水质、沉积物、生态、珊瑚礁、岸滩冲淤，监测站位、检测指标、监测频次等。	掌握工程附近海域水质、沉积物、生态环境特别是珊瑚礁变化情况，便于做出应对措施	跟踪监测报告

13 环境影响评价结论与建议

13.1 项目概况

本次建设工程为粤海大道排涝通道及配套工程，项目拟建道路北起规划新海北路，南至现状滨海大道，道路等级为城市主干路，道路全长约 572.343m，红线宽 50 米，设计速度 60km/h。工程建设包含道路工程、给排水工程、交通工程、照明工程、绿化工程、电力通道工程等。新建雨水管道，雨水管道总长度为 1404m，总汇水面积为 157.74 公顷，设计雨水流量为 30.87m³/s。雨水管道自南向北最终排入海域，雨水管道陆域段管长 1257.23m，主要敷设于拟建道路下方，雨水排海通道管长 146.77m。本项目计划施工周期为 12 个月，总投资为 10733.27 万元。

13.2 工程分析结论

(1) 污染环境影响

项目实施产生的污染物主要在施工期，运营期仅产生车辆尾气和车辆噪声，具体如下：

①施工期

抓斗式挖泥船挖泥悬浮泥沙源强 0.96kg/s，沟槽回填、护底抛石工序产生的悬浮泥沙量约为 0.68kg/s，管桩桩基施工产生的悬浮物源强 0.014kg/s。陆域施工人员每天产生的生活污水约 5.2m³/d，施工期的生活污水量约为 1872m³。施工期船舶生活污水量为 1m³/d，施工期船舶生活污水总产生量为 240m³。施工期船舶舱底含油污水产生量 1.421t/d，施工期船舶舱底含油污水总产生量为 341.04t。施工机械废气的产生量不大，影响范围、时间有限，排放的废气可被海面的风迅速扩散、稀释后，对环境的影响不大。施工期噪声包括施工船舶、履带吊、平板车、挖掘机、钻机、推土机、载重汽车、压路机、摊铺车、平板振动器、插入式捣固棒等施工机械作业，声源强度范围在 75~105dB(A)。拆除的建筑垃圾尽量回收利用，不能利用的运至当地指定的市政建筑垃圾处置点处理。施工期陆域生活垃圾产生量为 18.36t，施工期船舶生活垃圾产生总量为 8.64t。施工船舶、机械产生的残油、废油等危险废物，经收集拟统一交由有资质的单位接收处理。开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理，本项目排海通道部分开挖砂用于回填，未利用的交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理。

②运营期

运营期主要为车辆尾气，车辆尾气主要污染物为 CO 、 NO_x 、 SO_2 、 HC 等，产生量较少，为无组织排放，经稀释扩散后，对周边环境影响较小。

本项目运行期间的噪声污染主要为车辆的交通噪声。通过控制汽车进出车速、禁止鸣笛等措施可以降低噪声对周围声环境的影响。

(2) 非污染环境影响

项目排海通道的建设改变了海域的自然属性，工程后将引起工程区及附近水动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。项目建设破坏了底栖生物赖以生存的底质环境，并造成部分底栖生物的直接死亡，基槽开挖、基础回填、抛石护底及桩基等施工过程产生的悬浮泥沙对浮游生物、游泳动物、珊瑚礁等也将产生一定的影响。项目运营期引起的盐度变化、水动力变化、地形地貌和泥沙冲淤环境变化对项目区附近海域珊瑚礁生态环境产生一定的影响。项目建设可能引起的诱导生态影响和与周边或工程建设前后可能产生的累积生态影响。道路工程建设对陆域生态植被、水土保持等陆域生态环境影响。项目施工期存在潜在的溢油等环境事故风险，运营期可能存在危险品运输车辆事故环境风险。

13.3 环境质量现状调查与评价结论

13.3.1 水环境质量现状

2024 年 9 月水质调查结果显示：调查期间各站位海水油类、镉、铜、铅、砷、汞、溶解氧、总铬、 pH 、锌和化学需氧量等测项均符合第一类海水水质标准。无机磷、无机氮出现个别站位超标。

13.3.2 沉积物质量现状

2024 年 9 月沉积物调查结果显示：调查海区表层沉积物中各项检测指标铅、铜、砷、铬、硫化物、锌、镉、有机碳和总汞均符合第一类海洋沉积物质量标准。沉积物油类出现个别站位超标。调查期间，Y15 号站位沉积物油类超过第二类海洋沉积物质量标准，超标倍数为 0.49，符合第三类海洋沉积物质量标准；其余各站位沉积物中油类均符合第一类海洋沉积物质量标准。

13.3.3 生态环境质量现状

① 叶绿素 a 和初级生产力

调查海区叶绿素 a 含量范围是 $(0.37\sim1.24) \mu\text{g/L}$ ，平均值为 $0.71 \mu\text{g/L}$ 。各站点间的叶绿素 a 含量最高出现在 Y15 号站位。调查海区初级生产力变化范围是 $(30.40\sim314.89)$

$\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ；平均值是 $135.43\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

② 浮游植物

调查海域共鉴定出浮游植物 4 门 36 属 89 种（包括变型及变种）。其中，硅藻门 26 属 60 种，甲藻门 8 属 27 种，蓝藻门、定鞭藻门各 1 属 1 种。各调查站位浮游植物的细胞密度范围为 $(1.53\sim 217.67)\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ ，平均细胞密度为 $29.30\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ 。调查海域浮游植物优势种为中肋骨条藻、菱形海线藻、高盒形藻、劳氏角毛藻、波状新角藻。丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度的计算结果表明，各站位的浮游植物丰富度指数范围为 1.47~2.93，平均值为 2.46；单纯度指数范围为 0.08~0.56，平均值为 0.21；多样性指数范围为 1.62~4.07，平均值为 3.35；均匀度指数范围为 0.32~0.78，平均值为 0.63。

③ 浮游动物

调查海域共鉴定出浮游动物 7 类 33 属 10 种，桡足类有 10 属 20 种；水螅虫类有 8 属 10 种；栉水母类有 3 属 4 种；毛颚类有 3 属 3 种；樱虾类、介形类和端足类均有 1 属 1 种；另有 11 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔稚鱼。本次调查浮游动物生物量范围为 $(7.60\sim 146.00)\text{ind}/\text{m}^3$ ，平均密度为 $48.76\text{ind}/\text{m}^3$ ；生物量范围为 $(9.12\sim 209.14)\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均生物量为 $54.72\text{mg}/\text{m}^3$ 。调查期间该海域浮游动物优势种类为肥胖软箭虫、间型莹虾、锥形宽水蚤、亚强次真哲水蚤、拟细浅室水母、微刺哲水蚤和美丽秃鳍箭虫。丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度的计算结果表明，各站位的浮游动物丰富度指数范围为 1.37~4.91，平均值为 3.20；单纯度范围为 0.11~0.34，平均为值 0.17；多样性指数范围为 2.25~3.55，平均值为 3.14；均匀度范围为 0.68~0.97，平均值为 0.80。

④ 底栖生物

调查海域共鉴定出大型底栖生物 6 门 33 科 38 种，其中刺胞动物有 4 科 4 种，环节动物有 2 科 2 种，棘皮动物有 5 科 5 种，脊索动物有 4 科 6 种，节肢动物有 16 科 19 种，软体动物有 2 科 2 种。各站位底栖生物栖息密度范围为 $(0\sim 79.60)\text{ind}/\text{m}^2$ ，平均密度为 $16.42\text{ind}/\text{m}^2$ ；生物量的范围为 $(0\sim 18.87)\text{g}/\text{m}^2$ ，平均生物量为 $4.63\text{g}/\text{m}^2$ 。大型底栖生物中节肢动物栖息密度最高，平均密度为 $13.93\text{ind}/\text{m}^2$ ；其次为刺胞动物。生物量最高的是节肢动物，平均生物量为 $4.42\text{g}/\text{m}^2$ ；其次为刺胞动物。该海域大型底栖生物优势种为伍氏奥蛄蛄虾。

丰富度、单纯度、均匀度和多样性指数分析表明，Y15 号站位定量未采集到样品，故不纳入统计计算。其余各站丰富度范围为 0~0.82，平均值为 0.19；单纯度范围为 0.22~1.00，平均值为 0.78；多样性指数范围为 0~2.25，平均值为 0.57；均匀度范围为 0~1.00，

平均值为 0.36。

⑤ 游泳动物

本次调查共渔获游泳动物 79 种，其中鱼类 45 种，头足类 4 种，甲壳类 30 种。游泳动物的平均渔获率为 7.56kg/h 和 284ind/h。其中，鱼类为 5.20kg/h 和 136ind/h，头足类的平均渔获率为 0.06kg/h 和 1ind/h，甲壳类的平均渔获率为 2.31kg/h 和 147ind/h。根据扫海面积法估算，评价区外海海域目前游泳动物的资源密度约为 544.27kg/km²和 20424ind/km²，其中鱼类约为 374.06kg/km²和 9824ind/km²，头足类 4.03kg/km²和 45ind/km²，甲壳类约为 166.18kg/km²和 10556ind/km²。

本次调查的优势渔获物鱼类共有 9 种。其中，黄鲫的 IRI 最高，为 1471；其它优势种依次为大鳞舌鲷（1290）、黑鳍棘鲷（1148）、杜氏叫姑鱼（676）、中华海鲶（664）、孔虾虎鱼（575）、褐海鳗（396）、褐蓝子鱼（354）、四线天竺鲷（184）。优势渔获物甲壳类有 7 种优势种。墨吉对虾的 IRI 最高，为 1427，远洋梭子蟹（1203）、哈氏仿对虾（1055）、法氏口虾蛄（843）、假矛形梭子蟹（403）、猛虾蛄（223）、红星梭子蟹（133）。优势渔获物头足类没有优势种。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 3.50(2.53-4.21)，均匀度指数(J')均值为 0.76(0.67-0.90)，单纯度指数(C')均值为 0.15(0.07-0.26)，丰富度指数(d')均值为 3.32(2.00-4.36)。渔获物个体密度多样性指数(H')均值为 3.89(3.03-4.42)，均匀度指数(J')均值为 0.84(0.80-0.89)，单纯度指数(C')均值为 0.10(0.06-0.18)，丰富度指数(d')均值为 1.93(1.43-2.55)。

在本次调查的渔获物中，鱼类幼体约占 35.17%，主要幼鱼渔获物为黄鲫、大鳞舌鲷、黑鳍棘鲷、杜氏叫姑鱼、中华海鲶、孔虾虎鱼、褐海鳗、褐蓝子鱼、四线天竺鲷。

⑥ 潮间带生物

2 个潮间带断面共采获了 4 个生物类别中的 13 科 13 种生物（包含定性样品）。其中环节动物有 4 科 4 种，脊索动物有 1 科 1 种，节肢动物有 5 科 5 种，软体动物有 3 科 3 种。2 条潮间带断面高潮区平均栖息密度为 0.02ind/m²，平均生物量为 0.20g/m²；中潮区平均栖息密度为 0.02ind/m²，平均生物量为 0.11g/m²；低潮区生物密度较低，定量框内为采集到生物。栖息密度和生物量以节肢动物为主，平均值为 0.01ind/m²、0.10g/m²。

海域的潮间带生物优势种类为角眼沙蟹。丰富度、单纯度、均匀度和多样性指数分析表明，2 个断面高潮区、中潮区均采集到 1 种生物，丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度分别为 0、1.00、0、0；低潮带定量未采集到生物。

⑦ 鱼卵仔鱼

水平拖网共采获鱼卵 36 粒，仔、稚鱼 23 尾。鱼卵的优势种鳊和中华小公鱼，分别占总数的 36.11%、22.22%；仔、稚鱼的优势种为鳊，占总数的 56.52%。本次垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围为（0~7.50）粒/m³，平均值为 1.00 粒/m³，最大值出现在 Y15 号站位。采集到的仔、稚鱼密度范围为（0~5.00）尾/m³，平均值为 1.06 尾/m³。

⑧ 生物质量

调查结果表明：调查海域各站位鱼类、甲壳类和软体类生物样品中的石油烃、铜、铅、汞、锌和镉等指标均符合《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。

13.3.4 珊瑚礁现状

本次调查共布设 10 个珊瑚礁生态调查断面，根据珊瑚实际分布情况，10 个调查断面均只布设 1 条样线；其中 2 个断面调查到珊瑚分布，分别是 2 号和 7 号断面，其余断面未调查到珊瑚分布。该海域底质类型以扭王石、块石为主，占 48.2%；泥占 30.5%；沙占 3.2%。其他生物包括海绵、大型藻类、苔藓虫和海鞘，共占 17.7%。造礁石珊瑚占 0.2%，未发现软珊瑚和死珊瑚。本次调查共发现造礁石珊瑚 2 科 2 属 2 种，2 号断面调查到一株假铁星珊瑚，7 号断面调查到两株澄黄滨珊瑚；无造礁石珊瑚幼体补充量和珊瑚病害发生。该海域大型底栖生物主要有大型藻类、软体动物和节肢动物、多孔动物、苔藓动物及被囊动物；观察到斑刻新雀鲷和赖氏犁齿鲷 2 种珊瑚礁鱼类。

13.3.5 大气环境质量现状

依据《2023 年海南省生态环境状况公报》，项目所在区域 SO₂、NO₂、CO、O₃、PM₁₀、PM_{2.5}等六项指标均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准要求，属于环境空气质量达标区。

13.3.6 声环境质量现状

通过监测数据分析，拟建道路起终点与现状道路相交，昼间、夜间的噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 4a 类标准，其余各监测点位昼间、夜间的噪声均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准，均满足区域声环境功能区划的要求。项目区及周边总体声环境质量状况良好。

13.3.7 土壤环境质量现状

根据监测结果可见，T1、T2、T3 站位土壤样品各项指标均满足《土壤环境质量-建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中的第二类用地筛选值。

13.3.8 陆域植被现状

根据生态环境现状调查,本项目土地利用类型主要为草地、交通运输用地、林地、水域及水利设施用地、园地、住宅用地和人工混交林等。工程占地范围内无特殊天然植被覆盖,无国家或省级保护植物类型。

13.4 环境影响预测综合分析与评价结论

13.4.1 水动力影响

涨急时刻,靠近排放口的管道东西两侧海域潮流流速减小,减小幅度最大为 -5.0cm/s ,本项目管道用海区域、靠近海岸的管道东西两侧区域潮流流速增大,流速增大值最大为 4.9cm/s ,流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离离排放口约 250m ;落急时刻,靠近排放口的管道东西两侧海域潮流流速减小,减小幅度最大为 -4.4cm/s ,本项目用海区域、靠近海岸的管道东西两侧区域潮流流速增大,流速增大值最大为 5.7cm/s ,流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离离排放口约 280m 。

总体来说,本项目工程排涝通道排水建设完成后,项目工程附近海域潮流流速变化最大值为 5.7cm/s ,流速变化大于 1cm/s 的范围最远的距离约 280m ,主要影响区域是管道东西两侧海域。因此,本项目工程的排涝通道建设后对项目工程附近海域的潮流有一定的影响,但影响范围较小。

13.4.2 地形地貌与冲淤环境影响

排涝通道建设完成后,在靠近排放口的管道东西两侧海域将产生一定的淤积,淤积最大为 11.4cm/a ,淤积强度大于 1cm/a 的范围最远的距离在排放口西北侧约 600m ;在本项目排放口北侧区域、靠近海岸的管道东西两侧区域,则会造成轻微的冲刷,冲刷最大强度为 17.3cm/a ,冲刷强度大于 1cm/a 的范围最远的距离在管道西侧约 150m 。需要说明的是,海床的淤积和冲刷在经过两三年的调整之后将会达到冲淤平衡状态,不会一直持续淤积和冲刷,海床的最大淤积厚度在 0.25m 左右,最大的冲刷深度在 0.40m 左右。因此,本项目建设对项目用海区域周边的冲淤环境影响较小。

13.4.3 水质环境影响

(1) 施工期对水质的影响

叠加施工过程中各工况超I、II类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.110085km^2 ,超III类水质($>100\text{mg/L}$)面积为 0.026566km^2 ,超IV类水质($>150\text{mg/L}$)面积为 0.019685km^2 。超IV类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m ,超III类水质最远扩散位置距离项目用

海区域大约为 130m，超Ⅰ、Ⅱ类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m。施工期悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

项目施工期水污染源为施工人员生活污水、施工废水和船舶污水，项目施工营地设置移动厕所，施工人员生活污水经化粪池处理后，由吸粪车定期清运至长流污水处理厂处理；施工设备冲洗废水可收集到指定地点，经沉淀处理后可循环回用。项目施工船舶生活污水定期由船舶运营方联系有资质的船舶污水接收单位接收处理。施工船舶上设置油水分离器和油污水罐，船舶含油污水及时接收上岸，由船舶运营方联系资质单位接收处理，严禁向水域排放含油污水。施工期生活污水、生产废水、船舶含油污水均不外排，因此施工期废水对项目区水质环境影响较小。

（2）运营期对水质的影响

运营期项目区不产生生活污水，运营期主要水环境影响为排海通道排放雨水对项目区周围海水盐度变化的影响。根据历史相关资料和水文实测数据，对工程海域的自然条件进行了分析。采用沿深度平均的二维平流—扩散模型，模拟计算不同工况下雨水在排放后对工程海域周边盐度场的变化情况。

无论是涨潮时还是落潮时开始连续排水，低盐度海水主要都是向西北方向扩散，主要集中在排放口西北侧至项目西侧码头之间的海域；涨潮时开始连续排水 12 小时情况下，盐度 31Psu、30Psu、20Psu、10Psu 等值线最远点离排放口距离分别为 650m、330m、50m、10m。落潮时开始连续排水 12 小时情况下，盐度 31Psu、30Psu、20Psu、10Psu 等值线最远点离排放口距离分别为 2000m、1100m、240m、60m。从各个时刻盐度分布图可以看出，涨潮时和落潮时开始连续排水 12 小时情况下，除了连续排水期间对项目附近海域影响较大外，在停止排水后影响逐渐减小，最终逐渐恢复至自然盐度。

13.4.4 沉积物环境影响

（1）入海泥沙对沉积物环境的影响分析

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。根据施工悬浮泥沙扩散模拟计算结果，本项目各工况叠加悬浮泥沙扩散超Ⅰ、Ⅱ类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.110085km^2 ，超Ⅲ类水质($>100\text{mg/L}$) 面积为 0.026566km^2 ，超Ⅳ类水质($>150\text{mg/L}$) 面积为 0.019685km^2 。超Ⅳ类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m，超Ⅲ类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m，超Ⅰ、Ⅱ类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m。

根据沉积物质量监测结果，工程区域海域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。此外，工程施工等对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。

(2) 污染物排放对沉积物环境的影响分析

施工期产生的的污染物均经过处理，不直接在工程区域排放，不会对工程海域的沉积物环境产生影响；因此，总体来说，项目建设对沉积物环境影响不大。

13.4.5 生态环境影响

(1) 海洋生态环境影响

本工程实施对海洋生态的影响主要是施工期产生的悬浮泥沙污染工程区附近的水质环境，使水体浑浊，将对浮游生物、渔业资源、鱼卵仔鱼等产生影响；对于生物资源损害应进行补偿，建议采取一定的海洋生物增殖放流的补偿措施。补偿额不低于 10.45 万元。

(2) 运营期海水盐度变化对海洋生态环境影响

根据盐度数模预测结论：无论是涨潮时还是落潮时开始连续排水，低盐度海水主要都是向西北方向扩散，主要集中在排放口西北侧至项目西侧码头之间的海域；涨潮时开始连续排水 12 小时情况下，盐度 31Psu、30Psu、20Psu、10Psu 等值线最远点离排放口距离分别为 650m、330m、50m、10m。落潮时开始连续排水 12 小时情况下，盐度 31Psu、30Psu、20Psu、10Psu 等值线最远点离排放口距离分别为 2000m、1100m、240m、60m。从各个时刻盐度分布图可以看出，涨潮时和落潮时开始连续排水 12 小时情况下，除了连续排水期间对项目附近海域影响较大外，在停止排水后影响逐渐减小，最终逐渐恢复至自然盐度。

(3) 陆域生态环境影响

评价区域的主要植被类型为人工植被，区域内人工林分布的面积较大，且树种组成主要为木麻黄和常见园林绿化树种等，群落结构简单。由于该区域内种群结构单一，道路建设并不会造成整个评价区域物种组成的变化，所以由这些群落组成的生态系统也不会受到较大影响，生态系统的功能和其中的生态关系仍能延续。

工程建成运营后，各种土地类型发生少量变化，如草地、林地减少，建筑面积（主要是道路占地）增加，对沿线景观有一定影响，工程建设造成评价区生态系统生物量减

少，道路建成后部分草地、林地面积的减少将使评价范围生物量出现少量的减少，生产力减少，但只要及时做好林地植被补偿、道路植被绿化恢复等工程，工程引起的干扰是可以承受的，生态系统的稳定性不会发生较大的改变。

13.4.6 噪声环境影响

(1) 施工期

项目在施工阶段各种机械噪声昼间达标排放所需的衰减距离为 6~56m，夜间达标距离为 31~316m。施工期噪声昼间影响距离在 56m 以内，夜间影响距离在 316m 以内。考虑到市政道路施工时多台机械同时施工噪声叠加，在不采取噪声防治措施的情况下，施工期噪声昼间影响距离在 17m 以内，夜间影响距离在 95m 以内，据调查，项目区拟建道路沿线声环境保护目标为龙园酒店、凤凰悦海，距离道路红线分别约 60m、80m，其中龙园酒店在建，尚未运营，施工期对其基本无影响。建议项目施工期间向周围排放噪声必须按照《中华人民共和国环境噪声污染防治法》等相关规定，严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)进行控制，尽量采用低噪声的设备，同时注意施工机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转，高噪声设备采取隔声、减震措施，并且尽可能减少高噪声设备机械使用时间；同时拟建道路沿线设置施工围挡进一步降低对沿线居民的影响，对合理安排高噪声施工机械作业的时间，禁止午间、夜间施工，以减少施工期噪声对周围环境影响。因此，通过采取上述措施，项目正常施工下对周边声环境影响很小。

(2) 运营期

本项目通车营运后的噪声源主要是路面行驶的机动车噪声，采用预测模式，对近期（2026年）、中期（2035年）和远期（2045年）进行交通噪声预测计算，运营期近、中、远期，粤海北路昼间噪声值均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准要求，夜间噪声值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准要求的最小距道路边界线距离分别为：10m、20m、40m。运营期近、中、远期，粤海北路昼间噪声值满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准要求的最小距道路边界线距离分别为：40m、60m、50m，夜间噪声值均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准要求的最小距道路边界线距离分别为：30m、30m、110m。在不考虑建筑物和绿化带遮挡，以及不采取噪声防治措施的情况下，项目交通噪声对道路两侧的龙园酒店、凤凰悦海远期（2045年）夜间噪声预测值分别超标 3.1dB，2.2dB，其余时段均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。通过考虑围墙、建筑墙体的隔声，道路沿线采

取绿化等措施，项目拟建道路对周边声环境保护目标影响较小。

13.4.7 固体废物

(1) 施工期

拆除的建筑垃圾尽量回收利用，不能利用的运至当地指定的市政建筑垃圾处置点处理。施工场地设置垃圾桶，生活垃圾及时收集，由环卫部门统一外运并安全处置。船舶生活垃圾收集后交由船舶污染物接收单位接收处理。施工船机产生的残油、废油等危险废物，经收集拟统一交由船舶污染物接收单位接收处理。道路工程产生的开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理。本项目排海通道部分开挖砂用于回填，未利用的交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理。项目施工期产生的固体废物均能得到合理妥善的处置，对环境影响较小。

(2) 运营期

本项目投入营运后，道路本身不产生固体废物，运营期固体废物主要为沿途车辆及行人丢弃在路面的垃圾以及绿化树木的落叶，由环卫部门定期清扫，不会对环境造成不良影响。

13.4.8 大气环境

施工期大气污染源主要为施工机械、船舶及车辆排放的废气、运输扬尘；其中施工机械、船舶及车辆排放的废气主要是由其所采用的燃料及设备决定，如果采用清洁型燃料，在车辆及机械设备排气口加装废气过滤器，同时保持车辆及有关设备化油器、空气滤清器等部位的清洁，废气污染的影响基本可以接受；施工扬尘源一般高度较低，粉尘颗粒较大，属于瞬时源，污染扩散范围较小，危害时间较短，其影响主要在项目区周边100m范围内，对施工人员影响较大。运输过程中的扬尘属于流动性、间歇性大气污染源，一般来说，此类污染源的排放量较小，影响范围也不大。

项目运营期间，大气环境影响主要为车辆行驶造成的扬尘及排放的汽车尾气。项目区北侧临海，大气扩散条件较好，通过采取相应的措施后，运营期产生的车辆尾气对周边环境的影响较小。

13.4.9 珊瑚礁影响

根据调查结果，新海港海域活珊瑚覆盖度为0.2%，海口市南海明珠二期临时码头海域的活珊瑚覆盖度为1.8%。拟建工程距离海口市南海明珠二期临时码头珊瑚礁分布区最近约930m，项目建设不占用珊瑚礁资源。

根据水文动力数值模拟结果，项目建设导致的潮流场变化对项目附近海域的珊瑚影

响较小。根据悬沙数值模拟结果，正常施工情况下悬浮泥沙不会扩散至珊瑚分布区。项目位置海域无造礁石珊瑚分布，由项目建设引起的泥沙冲淤影响范围较小，调查到的珊瑚所在位置距离项目区最近约 930m，因此不会影响到南海明珠二期临时码头和新海港防波堤的珊瑚。

结合本项目盐度数模结果，南海明珠二期临时码头珊瑚分布（特征点 B）涨潮时盐度最低值为 31.9Psu，落潮时盐度最低值为 29Psu，根据文献资料，该数值仍处于澄黄滨珊瑚的耐受区间内。并且在实际情况中，连续排放雨水 10 小时以上的情况较少，降雨停止后，海域盐度将逐步回升至正常水平。因此，本项目雨水排放对南海明珠二期临时码头珊瑚的影响较为有限；而新海港防波堤珊瑚分布点盐度始终维持在适宜水平，雨水排放对其基本无影响。

13.4.10 环境敏感目标的影响

（1）对通航环境的影响分析

项目位于新海港交通运输用海区，项目区西侧为新海港滚装客运码头，有较多的船舶进出，本项目施工船舶导致项目区周边海域航行的船舶密度增大，与其他进出该海域的船舶难免发生相互干扰，施工期间船舶碰撞几率增高。因此项目施工阶段，①应向有关部门申请设置施工作业区水域，并由海事部门发布公告并设置警示标志，明确标示施工水域，确保进出该海域船舶的交通安全；② 应严格按施工方案和作业方式在规定的施工作业区内作业，加强施工作业监管，避免与过往船只发生碰撞事故；③施工时段应选择避开台风多发期，遇不利天气时停止施工。

通过上述措施后，项目用海对周边通航环境影响降至最低程度。

（2）对砂质岸线的影响分析

本项目为雨水排海通道建设，用海类型为海底工程用海，用海方式为海底管道电缆和透水构筑物，排海通道为底土穿越砂质岸线，不直接占用自然岸线，项目建成后可保持现有的砂质岸线长度不变。项目建设不会使得砂质岸线保有率降低，因此项目建设对砂质岸线的影响较小。

（3）对项目附近其他海洋功能区的影响分析

西海岸工矿通信用海区位于项目区东侧，最近距离约 0.3km；新海-秀英交通运输用海区位于项目区东北侧，最近距离约为 2km；荣山寨渔业用海区位于项目区西南侧，最近距离约 4.6km；金沙湾游憩用海区位于项目区西南侧，最近距离约 5.8km。项目建设对上述功能区的影响主要为施工悬浮泥沙扩散影响功能区水质、生态环境。

根据悬浮泥沙数值模拟计算结果,超I、II类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.110085km^2 ,超III类水质($>100\text{mg/L}$)面积为 0.026566km^2 ,超IV类水质($>150\text{mg/L}$)面积为 0.019685km^2 。超IV类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m ,超III类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m ,超I、II类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m ,向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m 。

项目最近的其他海洋功能区距离为 0.3km ,因此项目施工期产生的悬浮泥沙仅对新海港港口航运区及西海岸工矿通信用海区有影响,对附近其他海洋功能区基本没有影响。本项目拟在施工区域周围的混水区投放设置防污帘,可以最大限度的控制SS扩散范围。此外,项目施工过程对海水水质的影响,时间是短暂的,这种影响一旦施工完毕,在较短的时间内也就结束。因此本项目建设对周边海洋功能区影响较小。

(4) 项目对海口市近岸海域国控、省控环境监测点的影响分析

距离项目最近的国控点为北侧的HNN01006,距离为 2.4km ,距离项目最近的省控点为西侧的HNN01015,距离为 2.6km 。项目实施过程对区域水质的影响主要发生在施工期,施工期产生的悬浮泥沙,对区域水体环境产生一定的影响。根据悬浮泥沙数值模拟计算结果:工程施工期悬浮泥沙超I、II类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.110085km^2 ,超III类水质($>100\text{mg/L}$)面积为 0.026566km^2 ,超IV类水质($>150\text{mg/L}$)面积为 0.019685km^2 。超IV类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 100m ,超III类水质最远扩散位置距离项目用海区域大约为 130m ,超I、II类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m ,向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m 。

因此项目施工产生的悬浮泥沙不会扩散至国控、省控环境监测点,且施工期通过采取防污帘等措施,项目建设对区域国控、省控环境监测点的影响较小。

(5) 项目对附近生态保护红线的影响分析

项目不占用生态保护红线,与最近的生态保护红线为海南省(本岛)海洋生态保护红线重要滩涂及浅海水域-海南海口五源河国家湿地公园,最近距离为 2.9km ,根据悬浮泥沙扩散数模,超I、II类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m ,向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m 。施工期悬浮泥沙不会扩散至该生态保护红线区,因此本项目建设对周边生态保护红线基本无影响。

(6) 对周边用海活动的影响分析

本项目周边用海活动主要有南海明珠二期临时码头工程、西海岸生态整治与修复项目、长流污水处理厂海底排污管线工程、新海港滚装客运码头、新海港交通枢纽(GTC)

配套及排海方沟海域段工程、粤海铁路通道琼州海峡火车轮渡工程、千禧酒店填海工程、海阔天空海上驿站。

距离项目区较近的用海主要有南海明珠二期临时码头工程、西海岸生态整治与修复项目、长流污水处理厂海底排污管线工程，分别距离为 0.5km，0.55km，0.6km，本项目施工对该用海项目的影响主要为通航环境影响，施工过程中通过采取本报告 6.9.1 节提出的措施，可尽可能减小项目施工对周边用海活动的影响。

其余周边用海活动距离项目区相对较远，最近约 1.3km，根据悬浮泥沙数值模拟结果，超Ⅰ、Ⅱ类水质向东最远扩散位置距离项目用海区域大约为 320m，向西最远扩散位置距离项目用海区域大约为 260m，施工期悬浮泥沙不会扩散中至上述周边用海项目。根据冲淤数值模拟计算结果，项目建设导致的冲淤变化对上述用海项目基本无影响。

13.5 环境事故影响综合分析与评价结论

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；项目施工期船舶碰撞、溢油风险事故。项目施工期和运营期及时掌握和了解当地热带气旋、风暴潮监测预报信息，风浪较大天气禁止作业船活动，避免造成人员生命财产损失；严格按有关规范进行设计、施工，确保构筑物的抗风抗浪要求；项目施工时，采取船舶碰撞和溢油风险防范措施，加强船舶的管理，并制定溢油应急计划，可有效防止事故发生及减轻其危害，本项目的风险影响处于可接受范围内。

13.6 清洁生产与总量控制结论

工程施工采用合适的施工方案，使用先进的工艺装备及合适的建筑材料，降低项目建设对周边环境的不利影响。在施工作业中严格遵守技术规范，以环境保护意识贯穿于整个建设过程中，文明施工，爱护环境。从施工工艺、施工设备选择和施工组织等方面综合分析，项目施工清洁生产水平较高。项目运营期无用水，用电设施，基本不产生污水、固体废物等污染物，仅产生车辆尾气和噪声。

结合本项目的工程特点，项目施工期产生的生活污水经化粪池收集后，定期清掏处理，运营期无废水产生，因此，本项目不设总量控制指标。

13.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

(1) 悬浮泥沙污染防治措施：采用先进的施工工艺和设备，严格控制施工作业面，施工准确定位，避免在同一区域重复施工；施工过程中应尽可能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；选择海况较好的时间施工，以减小悬浮物的扩散范围；合理安排施工顺序和进度，减小施工船舶对底质的搅动，避免泥沙的再

悬浮和扩散。在台风、暴雨等恶劣天气下，应提前做好防护工作，对各工程设施等进行必要的加固措施，以保证有足够的强度抵御风浪。做好陆域的水土保持工作，合理安排土石方运输和回填的进度，减少陆上堆存土石方量，以免堆存的材料或暴雨径流携带的泥沙等污染海域。

(2) 水污染防治措施：合理规划施工场地的临时供、排水设施，消除跑、冒、滴、漏现象。设移动厕所，并建临时排水渠道和化粪池收集生活污水，由吸粪车定期清运至长流污水处理厂处理。严格管理施工船舶、施工机械，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁船舶向水域排放未经处理的机舱水。施工船舶应设置船舶生活污水和含油污水收集器，施工船舶生活污水和含油废水经收集后，委托船舶污染物接收单位接收处理。

(3) 固体废物污染防治措施：道路工程产生的开挖土在项目区临时堆放后由专业的土方接收单位进行处理。本项目排海通道部分开挖砂用于回填，未利用的交由海口市生态环境建设投资有限公司接收处理。施工人员生活垃圾集中堆放在指定的场地，由环卫部门统一外运并安全处置，不得将垃圾随意丢弃。船舶生活垃圾收集后交由船舶污染物接收单位接收处理。施工船舶发生作业操作性的残油、洗涤油应及时盛接，再交由船舶污染物接收单位接收处理。

(4) 噪声污染防治措施：施工单位应注意施工船舶和机械的保养，维持施工船舶和机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。合理安排高噪声施工机械作业的时间，夜间禁止高噪声设备施工。对施工车辆进行统一调配，减少车辆进出场会车鸣笛次数，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，减少对附近居民的噪声影响。运营期通过设置禁止鸣笛、限速标志牌，同时加强绿化密度。加强道路养护，保证项目道路的良好路况。

(5) 大气污染防治措施：施工期施工船舶使用符合标准的燃油；施工机械采用清洁型燃料，在施工机械设备排气口加装废气过滤器，同时保持有关设备化油器、空气滤清器等部位的清洁；施工现场不设混凝土拌合站，采用成品混凝土，减少施工过程中产生的粉尘污染；易起尘的物料要加盖蓬布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘，卸车时应尽量减小落差，减少扬尘；运送建筑材料的道路应定期清扫洒水，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，并尽量要求运输车辆减缓行车速度。运营期禁止超标机动车通行；及时清扫路面，降低路面尘粒；在道路两旁绿化带栽种对汽车尾气有较强吸收能力的树种。

(6) 生态保护措施：施工前先驱散该区域的水生生物；排海通道施工环节避开渔业资源繁殖季节；施工过程中应尽可能采用对水体扰动小的机械设备，减少泥沙的扩散和再悬浮；施工准确定位、详细记录其过程，严格按照施工平面布置进行作业，避免在一个区域重复作业；控制船舶的发动机噪声和其他设备的噪声；建议施工期加强施工区附近水域的水质监测；项目建设造成的海洋生态损失补偿额不低于 10.45 万元。临时施工场地选择空地，不得占用林地，尽可能的少占用植被；明确施工范围和行动路线，不得随意扩大施工活动区域；按设计要求进一步完善水土保持各项工程措施、植物措施和土地复垦措施。在施工后期及时进行绿化，以保护路基边坡稳定，减少水土流失。

综上，本项目环境保护措施是合理、可行的。

13.8 社会经济环境影响综合分析与评价结论

工程新建的雨水管道以及相关排涝设施，大大增强了区域的防洪排涝能力。避免出现道路严重积水、地下设施被淹等情况，有效减少因内涝导致的居民生命伤亡风险，保障居民的正常生活秩序，提升城市抗灾能力，保障居民安全。市政道路的建设，使得居民出行更加便捷，改善居民生活质量。

新建的排水系统有效降低了内涝发生的频率和危害程度，减少了灾后道路修复、商业损失赔偿等费用。虽然工程建设初期投入较大，但长期下来，大大提升了城市基础设施的使用效益，降低了整体经济损失，实现了资金的有效利用。项目的实施涉及多个领域，对建筑、建材、工程设计、设备制造等相关产业有明显的拉动作用。

本项目的施工与运营也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，项目施工建设与运营的过程中，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。

13.9 相关规划相符性

项目建设符合《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》、《海口市国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《海南省近岸海域环境功能区划（2010 年修编）》、《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》、《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》、《海南省生态环境分区管控方案（2023 年版）》及《海南省生态保护红线管理规定》等的规划及政策的要求。

13.10 公众参与结论

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》规定，建设单位在编制环境影响报告书时依据有关法律精神，征求建设项目所在地有关单位和居民及社会各界人士的意见，以便更好地能了解、掌握并妥善解决公众关心的问题，并反馈到工程设计中，使项目建设能更加符合公众的利益。根据国家生态环境部于 2018 年 7 月 16 日发布的《环境影响评价公众参与办法》的规定，本项目在实施过程中遵循了依法、有序、公开、便利的原则开展公众参与。

建设单位于 2025 年 4 月 23 日，在海口市建工集团有限公司网站（<https://www.hkcjtt.com/a/gonggao/599.html>）进行了第一次环评信息公示，公示期间内无持反对意见者。

13.11 综合结论

根据环境影响评价技术导则的要求，经过对粤海大道排涝通道及配套工程实地踏勘、资料收集和调查研究以及综合分析，得到了目前工程区域的地形地貌状况，并利用了已有的研究成果对工程前后的水动力变化和冲淤变化进行了对比分析；同时取得环境现状资料，对该工程从水质、沉积物、生态等各个角度进行了环境评价，并提出了相应的防治对策。

项目建设符合国家当前产业发展政策和当地的发展规划，其选址符合《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》、《海口市国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《海南省近岸海域环境功能区划（2010 年修编）》、《海南省珊瑚礁和碎礁保护规定》、《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》、《海南省生态环境分区管控方案（2023 年版）》等相关规划，其施工过程基本符合清洁生产原则，所采取的各项环保措施基本可行，只要措施落实，基本可实现达标排污，项目使用过程中正常排放的污染物对现有环境功能不会造成太大改变，项目使用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。因此从环境保护的角度，该建设项目是可行的。

13.12 环境保护对策与建议

（1）建设单位在项目实施过程中，认真落实各项污染治理措施，使建设项目的污染物排放达到环境保护的要求；

（2）临时施工场地选择空旷场地，严格在划定范围内施工，避免占用和破坏林地。

(3) 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，加强施工期和营运期对环境的跟踪监测，尤其是加强项目附近珊瑚礁的跟踪监测。

(4) 施工期加强船舶管理，避免发生船舶碰撞和溢油事故，制定应急预案，加强应急演练。