项目编号：a0s174

广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目生态环境影响报告书

建设单位：广东雷州经济开发区管理委员会

编制单位：自然资源部南海发展研究院（自然资源部南海遥感技术应用中心）

二〇二六年十月

打印编号：1792117028000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	a0s171
建设项目名称	广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目.
建设项目类别	54—159排海工程
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	广东雷州经济开发区管理委员会
统一社会信用代码	11440882MB2E05211J
法定代表人（签章）	陈锡广
主要负责人（签字）	陈锡广
直接负责的主管人员（签字）	陈小立
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	自然资源部南海发展研究院(自然资源部南海遥感技术应用中心)
统一社会信用代码	12100000722457176J
三、编制人员情况	

1.编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张翠萍	07354443507440042	BH014514	

2.主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
赵科	环境影响预测与评价、环境保护措施与监测计划、环境影响经济损益分析	BH076525	
徐婉明	区域环境概况、环境风险分析与评价	BH082867	
张翠萍	概述、总则、工程概况、工程分析、环境现状调查与评价、工程环境可行性分析、结论与建议	BH014514	

目 录

1 概述.....1
1.1 建设项目背景.....1
1.2 建设项目特点.....3
1.3 环境影响评价过程.....4
1.4 分析判定相关情况.....6
1.5 关注的主要环境问题及环境影响.....7
1.6 综合评价结论.....7
2 总则.....8
2.1 评价依据.....8
2.1.1 国家法律法规及政策.....8
2.1.2 地方法律法规及政策.....10
2.1.3 技术导则及规范.....12
2.1.4 基础资料.....13
2.2 生态环境功能分区.....14
2.2.1 国土空间规划.....14
2.2.2 水环境功能区划.....15
2.2.3 声环境功能区划.....16
2.2.4 环境空气功能区划.....16
2.2.5 地下水功能区划.....16
2.2.6 生态功能区划.....16
2.2.7 小结.....17
2.3 评价标准.....19
2.3.1 环境质量标准.....19
2.3.2 污染物排放标准.....24
2.4 环境影响评价等级及评价范围.....28
2.4.1 海洋生态环境影响评价.....28
2.4.2 陆域生态环境影响评价.....30
2.4.3 地表水环境影响评价.....32
2.4.4 声环境影响评价.....32
2.4.5 大气环境影响评价.....33
2.4.6 地下水环境影响评价.....34
2.4.7 土壤环境影响评价.....34
2.4.8 环境风险影响评价.....34
2.5 评价内容及评价重点.....36
2.5.1 评价内容.....36
2.5.2 评价重点.....37
2.6 环境保护目标和环境敏感目标.....38
2.6.1 海洋生态环境保护目标.....38
2.6.2 陆域环境保护目标.....41
3 工程概况.....42

3.1 工程基本情况.....42
3.2 污水处理厂进出水设计及建设情况.....44
3.3 污水管道总平面布置.....47
3.4 污水管道纵向布置.....48
3.5 管道设计.....48
3.5.1 污水管道.....48
3.5.2 扩散器.....48
3.5.3 防护笼.....50
3.6 施工方案.....51
3.6.1 陆上施工方案.....51
3.6.2 穿堤段及海上近岸段施工方案.....57
3.6.3 海上近排放口段施工方案.....59
3.6.4 施工进度安排.....62
3.7 工程用海必要性及占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况.....63
3.7.1 项目建设必要性.....63
3.7.2 项目用海必要性.....65
3.7.3 项目用海情况.....66
4 工程分析.....69
4.1 海上工程分析.....69
4.1.1 建设期工程分析.....69
4.1.2 营运期工程分析.....74
4.2 陆上工程分析.....79
4.2.1 建设期工程分析.....79
4.2.2 营运期工程分析.....87
4.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析.....88
4.3.1 工程建设对水动力环境的影响.....88
4.3.2 对区域海域地形地貌与冲淤的影响.....88
4.3.3 工程建设对海洋生态的影响.....88
5 区域环境概况.....90
5.1 自然环境概况.....90
5.1.1 气候、气象特征.....90
5.1.2 海洋水文动力状况.....91
5.1.3 区域地质与工程地质.....93
5.1.4 海洋自然灾害.....97
5.2 自然资源概况.....99
5.2.1 港航资源.....99
5.2.2 渔港.....102
5.2.3 旅游资源.....103
5.2.4 岸线与海岛资源.....103
5.2.5 油气资源和海洋能源.....103
5.2.6 海湾资源.....104

5.2.7 滩涂资源.....104
5.2.8 渔业生产.....104
5.2.9 自然保护区.....105
5.2.10 海洋珍稀濒危生物分布情况.....105
5.3 项目附近开发利用现状.....106
6 环境现状调查与评价.....108
6.1 海洋水文特征概况.....108
6.1.1 调查站位和调查项目.....108
6.1.2 潮汐特征.....108
6.1.3 实测海流特征.....109
6.1.4 潮流特征.....113
6.1.5 余流特征.....114
6.2 地形地貌与冲淤环境.....115
6.3 海水水质环境质量现状调查与评价.....116
6.3.1 调查站位及时间.....117
6.3.2 调查结果与评价.....117
6.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价.....118
6.4.1 调查时间与调查站位.....119
6.4.2 调查结果与评价.....119
6.5 海洋生物质量现状调查与评价.....121
6.5.1 调查概况.....121
6.5.2 评价标准.....122
6.5.3 调查结果与评价.....123
6.6 海洋生态环境现状调查与评价.....123
6.6.1 调查概况.....123
6.6.2 叶绿素 a 和初级生产力.....123
6.6.3 浮游植物.....124
6.6.4 浮游动物.....126
6.6.5 底栖生物.....127
6.6.6 潮间带生物.....128
6.6.7 鱼卵与仔稚鱼.....130
6.6.8 游泳动物.....131
6.7 陆域生态现状调查与评价.....132
6.7.1 土地利用现状调查.....133
6.7.2 植被及野生植物现状调查.....133
6.7.3 野生动物现状调查.....135
6.8 典型海洋生态系统现状调查与评价.....135
6.8.1 珊瑚礁生态系统现状调查与评价.....135
6.8.2 红树林生态系统现状调查与评价.....137
6.8.3 海草床生态系统现状调查与评价.....138
6.9 地表水环境质量现状调查与评价.....139

6.10 声环境质量现状调查.....139
6.11 大气环境质量现状调查与评价.....139
6.12 地下水环境质量现状调查与评价.....140
6.13 土壤环境质量现状调查与评价.....140
7 环境影响预测与评价.....141
7.1 水动力环境影响预测与评价.....141
7.1.1 数学模型.....141
7.1.2 现状流场模拟结果分析.....141
7.1.3 工程后潮流动力影响分析.....141
7.2 地形冲淤环境影响预测与评价.....141
7.3 水质环境影响预测与评价.....142
7.3.1 施工期悬浮泥沙对水质环境的影响.....142
7.3.2 营运期污水排放对水质环境的影响.....145
7.4 海洋沉积物环境影响分析.....148
7.5 海洋生态环境影响分析.....148
7.5.1 施工期海洋生态环境的影响分析.....148
7.5.2 营运期海洋生态环境的影响分析.....150
7.5.3 渔业资源损失价值估算.....155
7.6 陆域生态环境影响分析.....156
7.6.1 工程占地对土地资源的影响分析.....156
7.6.2 工程建设对沿线植被的影响分析.....156
7.6.3 工程建设对沿线野生动物的影响分析.....157
7.6.4 工程建设对水土稳定的影响分析.....157
7.7 声环境影响评价.....159
7.8 大气环境影响评价.....163
7.8.1 施工扬尘对大气环境影响分析.....163
7.8.2 施工机械、车辆和船舶的燃油尾气对大气环境影响分析.....164
7.9 土壤及地下水环境影响分析.....166
7.10 固体废物环境影响分析.....168
7.10.1 生活垃圾的环境影响分析.....168
7.10.2 土石方的环境影响分析.....168
7.10.3 钻渣、泥浆、建筑垃圾的环境影响分析.....169
7.11 对环境敏感区和环境保护目标的影响分析与评价.....170
7.11.1 对生态保护红线的影响分析.....170
7.11.2 对自然保护区的影响分析.....172
7.11.3 对海上养殖活动的影响分析.....174
7.11.4 对陆上养殖活动的影响分析.....177
7.11.5 对“三场一通道”的影响分析.....177
7.11.6 对广东大唐国际雷州电厂 2×1000MW“上大压小”工程取水口的影响分析.....177
7.11.7 对国控水质监测点的影响分析.....178

7.11.8 对典型生态系统的影响分析.....179
8 环境风险分析与评价.....181
8.1 总则.....181
8.2 风险调查.....181
8.2.1 风险源调查.....181
8.2.2 环境敏感目标调查.....182
8.3 评价等级及评价范围.....186
8.3.1 危险物质.....186
8.3.2 环境风险潜势.....186
8.3.3 评价等级.....187
8.3.4 评价范围.....188
8.4 风险识别.....188
8.4.1 物质危险性识别.....188
8.4.2 生产系统危险性识别.....189
8.4.3 危险物质向环境转移的途径识别.....189
8.4.4 风险识别结果.....189
8.5 风险事故情形分析.....189
8.5.1 风险事故情形设定.....189
8.5.2 溢油事故概率分析.....190
8.5.3 事故源项分析.....190
8.6 溢油风险预测与评价.....191
8.7 超标排污预测与评价.....191
8.8 污水排海管道破裂风险后果分析.....192
8.9 环境风险防范措施及应急处置措施.....192
8.9.1 溢油风险防范措施及应急处置措施.....192
8.9.2 超标排污风险防范措施及应急处置措施.....194
8.9.3 污水管道损坏的环境风险防治措施.....195
8.9.4 乌石油田群风险防范措施及应急处置措施.....196
8.10 环境风险评价结论.....207
9 环境保护措施与监测计划.....210
9.1 环境保护措施.....210
9.1.1 施工期环境保护措施.....210
9.1.2 运营阶段环保措施.....217
9.1.3 生态环境环保措施.....219
9.1.4 环保投资估算.....226
9.1.5 环境保护措施技术、经济可行性分析.....227
9.2 环境管理与监测.....228
9.2.1 环境管理.....228
9.2.2 环境监测计划.....229
9.3 竣工环境保护验收清单.....232
10 环境影响经济损益分析.....234

11 工程环境可行性分析.....234
11.1 与国土空间规划的符合性分析.....234
11.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析 234
11.1.2 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析 234
11.1.3 与《湛江市国土空间总体规划（2021—2035 年）》的符合性分析 235
11.1.4 与《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析 235
11.2 与相关规划的符合性分析.....236
11.2.1 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析 236
11.2.2 与《湛江市生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析.236
11.3 与“生态环境分区管控”的符合性分析.....237
11.3.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析 237
11.3.2 与《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析 237
11.4 项目建设的产业政策符合性分析.....238
11.5 项目选址合理性分析.....238
12 环境影响评价结论及建议.....239
12.1 工程概况.....239
12.2 工程分析结论.....240
12.2.1 施工阶段.....240
12.2.2 营运阶段.....241
12.3 环境质量现状调查与评价结论.....242
12.3.1 水文水动力环境.....242
12.3.2 地形地貌与冲淤环境.....243
12.3.3 海水水质.....243
12.3.4 海洋沉积物.....243
12.3.5 海洋生态环境.....243
12.3.6 陆域生态.....247
12.3.7 典型海洋生态系统.....248
12.3.8 地表水环境.....248
12.3.9 声环境.....248
12.3.10 大气环境.....249
12.3.11 地下水环境.....249
12.3.12 土壤环境.....249
12.4 环境影响预测分析与评价结论.....249
12.4.1 水动力环境影响分析.....249

12.4.2 地形地貌与冲淤环境影响分析.....249
12.4.3 水环境影响分析.....250
12.4.4 沉积环境影响分析.....251
12.4.5 海洋生态环境影响分析.....251
12.4.6 陆域生态环境影响分析.....251
12.4.7 声环境影响分析.....252
12.4.8 大气环境影响分析.....252
12.4.9 陆域地表水环境分析.....252
12.4.10 土壤和地下水环境分析.....252
12.4.11 固体废物环境影响分析.....253
12.4.12 对环境敏感保护目标的影响分析.....253
12.5 环境风险评价结论.....255
12.6 环境影响经济损益分析.....256
12.7 项目建设环境可行性.....256
12.8 公众意见采纳情况.....256
12.9 综合结论.....257
12.10 建议.....257

1 概述

1.1 建设项目背景

2019 年，广东省提出构建“一核一带一区”区域发展新格局，是广东当前和今后一个时期推动区域协调发展的总抓手。湛江位于新时代全省发展主战场的沿海经济带内，是西翼地区发展极，在区域发展新格局中，强化基础设施建设和临港产业布局，对接海西经济区、海南自由贸易港和北部湾城市群，把东西两翼地区打造成全省新的增长极。2020 年，广东省要求湛江围绕打造省域副中心城市，坚定不移推动高质量发展，紧紧抓住“双区”建设、“双城”联动重大机遇，进一步做强全国性综合交通枢纽，发展壮大临港产业，持续深化改革开放，对接粤港澳大湾区中心城市优质资源提升城市发展能级，推动省域副中心城市建设迈上新台阶、取得新突破，加快打造现代化沿海经济带的重要发展极，为全省构建“一核一带一区”区域发展新格局作出湛江努力、湛江贡献。湛江市应按照“1+1+9”工作部署，牢牢把握一系列国家重大战略带来的历史机遇，积极对接粤港澳大湾区、海南自由贸易港和西部陆海新通道建设，在更大格局、更高水平上融入全省、全国发展。

为落实国家、广东省赋予湛江“打造现代化沿海经济带重要发展极点”和“与海南相向而行”的重大使命，2020 年 7 月，中共湛江市委十一届十次全会提出谋划建设雷州经济开发区，打造对接海南的重要物流通道和能源供应基地。2020 年 8 月中共雷州市委十三届八次全会，提出强力推进工业园区建设与招商引资、城市扩容提质、交通基础设施建设，打造沿海经济带西翼重要增长极、对接海南自贸港重要腹地和建设湛江市域副中心城市，推动雷州经济社会高质量跨越式发展。在工业园区建设与招商引资方面，提出大力促进产业园区扩能增效，规划建设雷州经济开发区。2021 年 7 月，《广东省人民政府关于同意设立广东雷州经济开发区的批复》（粤府函〔2021〕199 号）发布，同意设立广东雷州经济开发区，实行现行省级经济开发区的政策。

广东雷州经济开发区规划面积 626.1403 公顷，采取“一区三园”结构，分 A、B、C 三个园区，A 园区主要位于沈塘镇，打造电子、轻工类制造基地；B 园区主要位于白沙镇、杨家镇，规划与海南相向而行，打造各种专业园区、仓储物流

基地；C 园区主要位于乌石镇，即雷州市临港工业园，打造西海岸重要临港产业基地和对接海南的重要能源供应基地。根据《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书（报批稿）》，A、B 区的污水处理达接管标准后排入市政管网，依托雷州市政污水厂处理，**C 区的污水则经园区内污水处理厂处理达标后离岸排放**。

为落实 C 区污水离岸排放的规划，广东雷州经济开发区管理委员会已委托相关技术单位开展《广东雷州经济开发区污水入海排污口设置论证报告》和《广东雷州经济开发区污水排海管道路由选择依据说明材料》，经比选论证，确定了入海排污口设置方案（排污口已备案，见附件 2）及污水处理厂至入海排污口的污水管道路由方案（附件 3）。目前 C 区在建一座污水处理厂，即为雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期），已取得环评批复（附件 4）。该污水厂服务范围为 C 区及周边村镇，总收水面积约 17.29km^2。主要收集该区域的工业废水及生活污水，不含电镀废水。污水厂一期设计规模 2.5 万 m³/d，二期设计规模合计 5 万 m³/d，近期接收园区东岛（雷州）锂电材料有限公司、稀美资源（雷州）有限公司的废水，废水经达标处理后暂存于废水暂存池，经市政洒水车回用于园区绿化灌溉。

依据园区发展规划，后续随着园区入驻企业的增加，预测污水厂最高日污水量达 4.57 万 m^3/d，远期回用模式无法消纳，需新建一条污水排海管道，将达标处理后废水排入乌石港近岸海域。根据《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目工程可行性研究报告》（2025 年 6 月）、批复文件（雷发改（经开区）投审〔2025〕3 号、4 号）及初步设计工程资料，广东雷州经济开发区 C 区拟建该条污水排海管道。本次评价对象即为广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目。污水特征因子入海对海洋生态环境及环境敏感目标的影响分析，在已批复的《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》中体现，本次评价将直接引用相关内容。

根据《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日）等有关法律法规要求，项目需进行环境影响评价。项目为污水排海管道，属于《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021 年版）中“五十四、海洋工程——159、排海工程

——日排放量 0.5 万立方米及以上的工业废水排放工程”类别，应编制环境影响报告书。

为此，建设单位广东雷州经济开发区管理委员会委托自然资源部南海发展研究院（自然资源部南海遥感技术应用中心）（以下简称“南海院”）承担该建设项目的环境影响评价工作。评价单位接受委托后，对此项工程进行实地考察并收集相关资料，根据国家和地方的有关法规、建设单位提供的本项目有关文件，经过对项目工程内容的分析、区域环境现状调查和环境影响数值模拟工作，按照《环境影响评价技术导则》的要求，于 2026 年 10 月编制完成了《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目环境影响报告书》（送审稿）。

1.2 建设项目特点

（1）工程特点

本项目位于广东省湛江市雷州乌石镇附近，拟建设一条污水排海管道，将雷州经开区 C 区内已建污水处理厂的达标污水输送至乌石镇以西海域排放，该污水管道长 3.23km，其中陆上平距约 660m，海上平距约 2.57km。

污水处理厂近期规模 2.5 万 m^3/d、远期规模 2.5 万 m^3/d，总规模为 5 万 m^3/d。已单独开展了环境影响评价，并获得了环评批复，不属于本次评价内容。

污水入海排污口位置经选划论证已备案，污水排海管道路由选择依据说明材料报告已通过雷州市自然资源局组织的专家评审，污水排海管道勘察报告已通过专家咨询会。排污口污水扩散对生态环境的影响已在已批复的《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》中体现，本次评价将直接引用相关内容。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），项目的海域使用类型为污水倾倒用海（一级类）中的污水达标排放用海（二级类）；用海方式界定为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类）、其他方式（一级类）中的海底电缆管道（二级类）和污水达标排放（二级类）。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，项目的用海类型为特殊用海（一级类）中的排污倾倒用海（二

级类）。本项目拟申请海域使用面积 40.0491 公顷。其中，透水构筑物用海 0.2123 公顷，海底电缆管道用海 5.4024 公顷，污水达标排放用海 34.4344 公顷。

拟申请用海范围占用海岸线 21.68m，污水管道实施需穿越人工岸线总长度约 1.086m。本项目拟申请用海期限为 50 年。

（2）环境及影响特点

本项目主要特点体现在以下几方面：

✧ 本项目污水排海管道以顶管法穿越珊瑚礁保护区，项目周边海域分布有自然保护区、生态保护红线、海草床及红树林典型生态系统等，所在海域及周边海域为海洋生态敏感区；

✧ 本项目不位于大气一类环境功能区和声环境 0 类和 1 类功能区，大气环境和声环境敏感程度整体较低；

✧ 本项目为生态影响型项目，用海方式基本不改变海域和岸线的自然属性，产生的环境影响主要为施工期间管道挖沟埋设等施工悬浮泥沙入海对海洋生态环境的影响，施工作业对陆域生态的影响评价，以及工程运营及事故状态下污水排放对海洋生态环境、环境敏感区和环境保护目标的影响。

1.3 环境影响评价过程

（1）2025 年 12 月 4 日，我院受广东雷州经济开发区管理委员会委托，承担《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目环境影响报告书》的编制工作。按照《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021 年版），本项目为污水排海管道，属于“五十四、海洋工程——159、排海工程——日排放量 0.5 万立方米及以上的工业废水排放工程”类别，应编制环境影响报告书。

（2）我院接受委托后，立即成立了项目课题组，研究了国家和地方有关环境保护的法律法规、政策、标准、相关规划、相关技术文件等，进行了初步工程分析，对工程所在区域进行了实地踏勘，同时收集了区域自然社会经济、环境现状监测等资料。

（3）2025 年 12 月 8 日，建设单位广东雷州经济开发区管理委员会在“雷州市人民政府网站”对本次环境影响评价工作进行了首次公示。2026 年 7 月 24 日~8 月 7 日，环境影响报告书征求意见稿在“雷州市人民政府网站”进行第二次公示，在污水处理厂、大唐电厂陆域终端、中海油陆域终端及乌石镇人民政府进行张贴公示，同时在项目所在地湛江发行量较大有一定影响力的“南方都市报”进行报纸公示，公示日期分别为 2026 年 7 月 27 日及 2026 年 8 月 3 日。2026 年 9 月 14 日，建设单位向生态环境主管部门报批环境影响报告书前，通过建设项目所在地 “雷州市人民政府网站”官网公开拟报批的环境影响报告书全文和公众参与说明。

项目公示期间，未收到公众意见，无需对公众意见进行处理。

环境影响评价工作流程详见图 1.3-1。

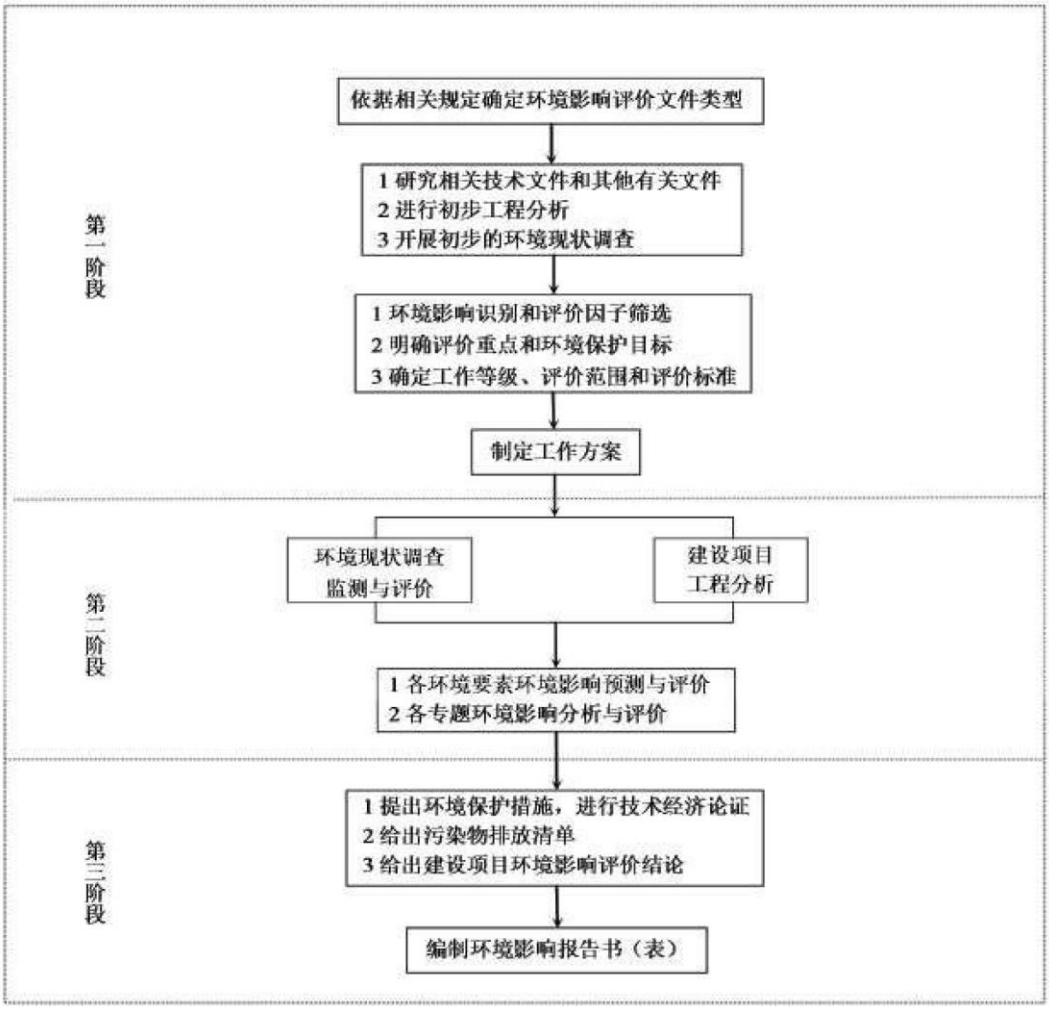


图1.3-1　本项目环评工作流程图

1.4 分析判定相关情况

（1）产业政策相符性

本项目为污水排海管道，为污水处理厂配套设施，接收污水处理厂处理达标的工业废水和生活污水。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，列为鼓励类项目，属于第四十二条第 3 点的城镇污水垃圾处理。项目管道施工采用的技术和设备均不属于国家产业目录中的限制和淘汰类。

本项目未列入《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》禁止类。此外，根据《市场准入负面清单（2025 年版）》，本项目不属于市场禁止准入行业，符合准入要求。

综合分析，本项目的建设符合国家相关产业政策要求。

（2） “三线一单”相符性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，项目选址不涉及“自然保护地核心保护区”，位于“三线一单”的重点管控单元，项目建设对资源环境的影响相对较小，符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

根据《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目污水排海管道位于湛江大型产业园区雷州片区并临港产业转移集重点控制单元（ZH44088220030）和乌石工业与城镇用海区（HY44080020002）。

详细分析见本报告 11.3 小节相关内容。

（3）其他相关规划符合性分析

本项目建设及用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求，符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《广东省近岸海域环境功能区划》的海域使用管理和环境保护要求，对周边海洋功能区的影响较小。

同时，本项目的建设也符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《湛江市生态环境保护“十四五”规划》等相关规划的要求。

详细分析见本报告 11.1 和 11.2 小节相关内容。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

本项目关注的主要环境问题和环境影响为：

（1）施工期海上施工产生的悬浮泥沙对海水水质、海洋生态环境的影响；

（2）污水排海管道占用海域造成的底栖生物损失，施工悬浮泥沙引起的渔业资源等生物量损失；

（3）本项目施工产生的噪声对海洋生物的影响；

（4）本项目运营及事故状态下污水排放对海洋生态环境的影响；

（5）本项目的施工及营运过程对环境敏感区及环境保护目标的影响。

本次评价对象为污水排海管道，不包含营运期排污口污水扩散内容。关于排污口营运期污水扩散情况及其环境影响的内容，已在《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》中进行过分析，本次予以直接引用。

1.6 综合评价结论

本项目为污水排海管道项目，符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。本工程建设会对周边海域的海水水质及生态环境等产生一定的影响。针对本项目的工程特点和环境特征，本报告提出了相应的生态环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施。评价认为：在建设单位认真落实报告书中提出的各项污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施的前提下，工程建设所造成的生态环境影响和生物资源损失在可接受的范围内，从环境影响和环境保护的角度考虑，广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目建设总体可行。

2 总则

2.1 评价依据

本环境影响报告书主要根据广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目可行性研究报告及初步设计方案内容，在各项专题研究的基础上，按照中华人民共和国有关环保法规的要求编制，具体编制依据如下。

2.1.1国家法律法规及政策

（1） 《中华人民共和国生态环境法典》（自 2026 年 8 月 15 日起施行）

（2） 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》；

（3）《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改通过）；

（4）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订通过，自 2011 年 3 月 1 日起施行）；

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

（6）《中华人民共和国循环经济促进法》（2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会六次会议修正通过，自 2018 年 10 月 26 日起施行）；

（7）《中华人民共和国节约能源促进法》2018 年 10 月 26 日第十三届全国人民代表大会常务委员会六次会议第二次修正通过，自 2018 年 10 月 26 日起施行；

（8）《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号文，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）；

（9）《国家危险废物名录（2025 年版）》（2025 年 1 月 1 日起施行）；

（10） 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行）；

（11） 《排污许可管理办法（试行）》（环境保护部令第 48 号，2018 年 1 月 10 日发布，2019 年 7 月 11 日修改）；

（12） 《生态环境部建设项目环境影响报告书（表）审批程序规定》（生态

环境部令第 14 号，2021 年 1 月 1 日起施行）；

（13）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行）；

（14）《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》（生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 10 月 24 日发布）；

（15）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号，2018 年 7 月 16 日发布，2019 年 1 月 1 日实施）；

（16）《固定污染源排污许可分类管理名录（2019 年版）》（生态环境部令第 11 号，2019 年 12 月 20 日发布）；

（17）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号，2012 年 7 月 3 日发布）；

（18）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号，2012 年 8 月 7 日发布）；

（19）《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发[2013]37 号，2013 年 9 月 10 日发布）；

（20）《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发[2018]22 号，2018 年 6 月 27 日发布）

（21）《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17 号，2015 年 4 月 2 日发布）；

（22）《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发[2016]31 号，2016 年 5 月 28 日发布）；

（23）《国务院办公厅关于印发控制污染物排放许可制实施方案的通知》（国办发[2016]81 号，2016 年 11 月 10 日发布）；

（24）《国务院关于印发“十四五”节能减排综合工作方案的通知》（国发〔2021〕33 号，2021 年 12 月 28 日发布）；

（25）《国务院关于印发<美丽中国建设“十五五”规划〉的通知》（国发〔2026〕20 号）；

（26）《关于发布<环境影响评价公众参与办法>配套文件的公告》（生态环境部公告 2018 年 第 48 号，自 2019 年 1 月 1 日起施行）；

（27）《城镇排水与污水处理条例》（国务院 641 号，2014 年 1 月 1 日实

施）；

（28） 《关于进一步规范城镇（园区）污水处理环境管理的通知》，生态环境部，环水体〔2020〕71 号；

（29） 《入海排污口监督管理办法（试行）》，生态环境部，环海洋〔2024〕72 号；

（30） 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号）；

（31） 《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》，自然资发〔2024〕273 号；

（32） 《市场准入负面清单（2025 年版）》，发改体改规〔2025〕466 号；

（33） 《近岸海域环境功能区管理办法》，国家环护总局，〔1999〕8 号；

（34） 《海底电缆管道保护规定》，中华人民共和国国土资源部令第 24 号；

（35） 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）；

（36） 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168 号）；

（37） 《中国海洋渔业水域图（第一批）》，中华人民共和国农业部公告第 189 号，2002 年 2 月；

（38） 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于加强生态环境分区管控的意见》，2024 年 3 月 6 日；

（39） 关于印发《生态环境分区管控管理暂行规定》的通知（环环评〔2024〕41 号），生态环境部，2024 年 7 月 6 日。

2.1.2地方法律法规及政策

（1） 《广东省环境保护条例》（2022 年 11 月 30 日，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议通过修改）；

（2） 《广东省大气污染防治条例》（2022 年修正）；

（3） 《广东省水污染防治条例》（根据 2021 年 9 月 29 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议《关于修改〈广东省城镇房屋租赁条例〉等九项地方性法规的决定》修正）；

（4） 《广东省海域使用管理条例》，根据 2021 年 9 月 29 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正；

（5） 《广东省渔业管理条例》（广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十四次会议第三次，2019 年 9 月 25 日修正）；

（6） 《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）；

（7） 《关于印发<广东省海洋工程建设项目环境保护监督管理办法（试行）>的通知》（粤海渔函〔2017〕1252 号，2017 年 11 月 9 日）；

（8） 《关于发布广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南的通知》（粤农农函〔2024〕1318 号）；

（9） 《广东省野生动物保护管理条例》（自 2020 年 5 月 1 日起施行）；

（10）《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，广东省人民政府，2020 年 12 月 29 日；

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

（12）《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》，广东省生态环境厅，2022 年 4 月 27 日；

（13）《广东省生态文明建设“十四五”规划》，广东省人民政府，2021 年 10 月 9 日；

（14）《广东省水生态环境保护“十四五”规划》，广东省生态环境厅，2021 年 12 月 3 日；

（15）《湛江市人民政府关于印发湛江市海岸带保护与利用管理办法的通知》，湛江市人民政府，2024 年 12 月 12 日；

（16）印发《广东省近岸海域环境功能区划》的通知，粤府办[1999]68 号；

（17）《近岸海域环境功能区管理办法》，国家环境保护总局，1999 年 12 月 10 日；

（18）《关于印发〈广东省地表水环境功能区划〉的通知》（粤环〔2011〕14 号）；

（19）《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》，湛江市人民政府，2021 年 6 月 29 日；

（20）《中共广东省委办公厅 广东省人民政府办公厅关于加强生态环境分区管控的实施意见》，2024 年 11 月 25 日；

（21）《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》（粤府〔2023〕105 号）；

（22）《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号）；

（23）《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（湛府函〔2025〕21 号）；

（24）《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（雷府函〔2025〕5 号）。

2.1.3技术导则及规范

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；

（3）《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；

（4）《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；

（5）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

（6）《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；

（7）《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）；

（8）《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；

（9）《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）；

（10）《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ/T 14-1996）；

（11）《声环境功能区划分技术规范》（GB/T 15190–2014）；

（12）《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025）；

（13）《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》（HY/T0341-2022）；

（14）《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置论证技术导则》（HJ 1406-2024）；

（15）《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口规范化建设》（HJ 1437-2025）；

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

（17）《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）；

（18）《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；

（19）《近岸海域海洋生物多样性评价技术指南》（HY/T 215-2017）；

（20）《海洋监测规范》（GB17378-2007）；

（21）《海洋调查规范 第 1 部分：总则》（GB/T12763.1-2007）；

（22）《海洋调查规范 第 2 部分：总则》（GB/T12763.2-2007）；

（23）《海洋调查规范 第 3 部分：海洋气象观测》（GB/T12763.3-2020）；

（24）《海洋调查规范 第 4 部分:海洋化学要素调查》(GB/T12763.4-2007)；

（25）《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T12763.1-2007）；

（26）《海洋调查规范 第 9 部分:海洋生态调查指南》(GB/T12763.9-2007)；

（25）《海洋调查规范 第 10 部分：海底地形地貌调查》（GB/T12763.10-2007）；

（27）《海洋调查规范 第 11 部分：海洋工程地质调查》（GB/T12763.11-2007）；

（28）《海水水质标准》（GB 3097-1997）；

（29）《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；

（30）《渔业水质标准》（GB 11607-89）；

（31）《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；

（26）《化学品分类和标签规范 第 28 部分：对水生环境的危害》（GB 30000.28-2013）。

2.1.4基础资料

（1） 《广东雷州经济开发区总体规划(2021-2035 年)环境影响报告书》，生态环境部华南环境科学研究所，2023 年 9 月）；

（2） 《广东雷州经济开发区污水入海排污口设置论证报告》，自然资源部南海发展研究院（自然资源部南海遥感技术应用中心），2025 年 1 月；

（3） 《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目工程可行性研究报告》，天津市政工程设计研究总院有限公司，2025 年 6 月；

（4） 《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目工程初步设计》，广东雷州经济开发区管理委员会，2026 年 7 月；

（5） 《广东雷州经济开发区污水排海管道路由选择依据说明材料》，广东省海洋发展规划研究中心，2025 年 8 月；

（6） 《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》，湛江市尚蓝环保科技有限公司，2026 年 7 月；

（7） 《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目夏冬季海洋环境质量现状调查报告（第一期）》，自然资源局南海调查中心/广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 10 月；

（8） 《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目夏冬季海洋环境质量现状调查报告（第二期）》，自然资源局南海调查中心/广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 10 月；

（9） 《广东雷州经济开发区污水排海管道项目路由调查勘测报告》，衡德(山东)勘察测绘有限公司，2026 年 3 月；

（10）《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目所在及周边海域珊瑚礁现状调查》，自然资源部海口海洋中心，2026 年 6 月；

（11）《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目所在及周边海域潮间带沉积物现状调查报告》，自然资源部海口海洋中心，2026 年 6 月；

2.2 生态环境功能分区

2.2.1国土空间规划

（1）《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本工程污水排海管道穿越乌石工况通信用海区，污水排放口及污水达标排放用海位于乌石港-流沙湾交通运输用海区，详见图 2.2-1。污水管道所在海洋功能分区登记表见表 2.2-1。

（2）《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

根据《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目污水管道不占用海洋生态保护红线，陆域管线位于城镇发展区，见图 2.2-2。

（3）《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

根据《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目污水管道不占用生态保护红线，陆域管线位于城镇发展区，见图 2.2-3。

2.2.2水环境功能区划

（1）近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函〔2007〕344 号）及《广东省人民政府办公厅关于调整湛江市雷州乌石镇部分近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2012〕825 号），本项目污水排海管道位于近岸海域，港彩三类区（G41B），项目所在海域的近岸海域功能区登记表见表 2.2-2 所示。

表 2.2-2 本项目所在海域近岸海域功能区划登记表

功能区名称	所属地区	范围	面积（km^2）	主导功能	水质目标
港彩三类区	雷州(西)	那澳港至港彩	8.89	工业、港口	III

（2）陆域地表水环境功能区划

本工程陆域管线周边无饮用水源保护区，与本工程陆域管线相距较近的地表水体为平南水库灌渠，相距约 10m，但本工程的污水排放口并不设置在平南水库主渠，管线建设与平南水库灌渠亦无水力联系。《关于印发〈广东省地表水环境功能区划〉的通知》（粤环〔2011〕14 号）中**并未对平南水库灌渠划定环境功能区**，本评价参考《广东省地表水环境功能区划》的功能区划原则与分类，“水库的水环境质量一般要求达到地面水环境质量II类，特殊情况不低于III类”，“各水体未列出的上游及支流的水体环境质量控制目标以保证主流的环境质量控制目标为最低要求，原则上与汇入干流的功能目标要求不能相差超过一个级别”，平南水库灌渠作为平南水库下游，且主要的水功能为农业用水、水产养殖用水，平南水库灌渠水质目标参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准评价。

2.2.3声环境功能区划

《湛江市城市声环境功能区划分（2020 年修订）》及《湛江市县（市）声环境功能区划》（湛江市生态环境局 2022 年 12 月）的声环境功能区划未能覆盖本项目所在的广东雷州经济开发区 C 区。本评价参考《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014）以及《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书》，广东雷州经济开发区 C 区按照 3 类声环境功能区执行，本工程污水管线周边的声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

2.2.4环境空气功能区划

《关于印发湛江市区环境空气质量功能区划的通知》（湛环〔2011〕457 号）的大气环境功能区划未能覆盖本项目所在的广东雷州经济开发区 C 区。本评价参考《环境空气质量功能区划分原则与技术方法》（HJ14-1996），本工程所在区域不属于自然保护区、风景名胜区或其他需要特殊保护的地区，故按二类环境空气质量功能区的要求开展评价，本工程所在区域的环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准。

2.2.5地下水功能区划

根据《关于印发广东省地下水功能区划的通知》（粤水资源〔2009〕19 号），本工程陆域管线所在区域属于湛江市浅层地下水二级功能区“粤西湛江雷州西海岸地质灾害易发区（H094408002S04）”，地下水类型为孔隙水、裂隙水，水质目标为III类；属于湛江市深层地下水二级功能区“深层地下水粤西桂南沿海诸河湛江雷州南集中式供水水源区（H094408001P04(深)）”，地下水类型为孔隙水，水质目标为III类；因此，本工程陆域管线所在区域的地下水水质目标为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准。

2.2.6生态功能区划

根据湛江市自然保护地整合优化方案，本工程排污管线及周边无陆域型自然保护地。

根据《湛江市国土空间规划（2020-2035 年）》及《雷州市国土空间规划（2020-2035 年）》，本工程陆域管线位于城镇开发边界内，不涉及占用、穿越、跨越陆域生态保护红线及永久基本农田，见图 2.2-5~图 2.2-7。

根据《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》及《湛江市 2023 年“三线一单”生态环境分区管控成果更新调整成果》，本工程排污管道分别位于湛江大型产业园区雷州片区并临港产业转移集重点控制单元（ZH44088220030）、乌石工业与城镇用海区（HY44080020002）。本项目与湛江市“三线一单”生态环境管控单元示意图见图 2.2-12 和图 2.2-13。

2.2.7小结

表 2.2-3 项目所在区域环境功能属性一览表

序号	项目	功能属性及执行标准
1	海域功能分区	乌石工况通信用海区、乌石港-流沙湾交通运输用海区
2	陆域空间区划	城镇发展区
3	近岸海域环境功能区	港彩三类区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第三类海水水质标准
4	地表水环境功能区	平南水库灌渠，参照III类水体，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准
5	地下水环境功能区	粤西湛江雷州西海岸地质灾害易发区、深层地下水粤西桂南沿海诸河湛江雷州南集中式供水水源区，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准
6	声环境功能区	参考 3 类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准
7	环境空气质量功能区	参照二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）
8	生态环境管控区	湛江大型产业园区雷州片区并临港产业转移集重点管控单元（ZH44088220030）、乌石工业与城镇用海区（HY44080020002），执行该单元管控要求
9	是否属于饮用水源保护区	否
10	是否涉及自然保护区、自然公园	否
11	是否涉及生态保护红线	否
12	是否涉及基本农田保护区	否
13	是否在城镇开发边界内	是
14	是否在污水厂纳污范围	是



图 2.2-1 本工程污水管道所在海域的海洋功能分区

2.3 评价标准

2.3.1环境质量标准

（1）海水水质标准、海洋沉积物质量标准、海洋生物质量标准

《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）、《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函〔2007〕344 号）以及《湛江市雷州乌石镇附近岸段近岸海域环境功能区划调整方案（2012）》覆盖水域测站的水质标准按近岸海域环境功能区划执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的相应标准限值，各调查站位需执行的标准见表 2.3.1-1，具体标准限值见表 2.3.1-2。

海洋沉积物和海洋生物质量（双壳贝类）依据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）、《海洋生物质量》（GB18421-2001），在海水水质标准基础上提高一级进行评价，具体标准限值见表 2.3.1-3 和表 2.3.1-4。

海洋生物中的其他软体类（非双壳贝类）、甲壳类和鱼类生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中“附录 C 其他海洋生物质量参考值”，详见表 2.3.1-5。

表 2.3.1-1 各调查站位所在近岸海洋功能区划一览表

表 2.3.1-2 海水水质标准（单位：pH 无量纲，其余单位为 mg/L）

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
2	溶解氧	＞6	＞5	＞4	＞3
3	化学需氧量（COD_{Mn}）	≤2	≤3	≤4	≤5
4	生化需氧量（BOD_5）	≤1	≤3	≤4	≤5
5	无机氮（以N计）	≤0.20	≤0.30	≤0.40	≤0.50
6	活性磷酸盐（以P计）	≤0.015	≤0.030		≤0.045
7	汞	≤0.00005	≤0.0002		≤0.0005
8	镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010	
9	铅	≤0.001	≤0.005	≤0.010	≤0.050
10	砷	≤0.020	≤0.030	≤0.050	

11	铜	≤0.005	≤0.010	≤0.050	
12	锌	≤0.020	≤0.050	≤0.10	≤0.50
13	六价铬	≤0.005	≤0.01	≤0.02	≤0.05
14	总铬	≤0.05	≤0.10	≤0.20	≤0.50
15	石油类	≤0.05		≤0.30	≤0.50
16	硫化物(以硫计)	≤0.005		≤0.005	≤0.010

表 2.3.1-3　海洋沉积物质量标准（单位：×10^{-6}，干重，有机碳为%）

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	有机碳≤	2.0	3.0	4.0
2	石油类≤	500.0	1000.0	1500.0
3	硫化物≤	300.0	500.0	600.0
4	汞≤	0.20	0.50	1.0
5	砷≤	20.0	65.0	93.0
6	镉≤	0.50	1.50	5.00
7	铅≤	60.0	130.0	250.0
8	铜≤	35.0	100.0	200.0
9	锌≤	150.0	350.0	600.0
10	铬≤	80.0	150.0	270.0

表 2.3.1-4　海洋生物（双壳贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重：mg/kg）

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

表 2.3.1-5　其他海洋生物质量参考值（鲜重：mg/kg）

生物类别 / 评价因子	软体动物（非双壳贝类）	甲壳类	鱼类
总汞	0.3	0.2	0.3
镉	5.5	2	0.6
锌	250	150	40
铅	10	2	2
铜	100	100	20
砷	1	1	1
石油烃	20	20	20

（2）陆域地表水环境质量标准

与本工程陆域管线最近的陆域地表水体——平南水库灌渠的环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，各因子标准值详见表 2.3.1-6。

表 2.3.1-6 《地表水环境质量标准》（摘录，单位：mg/L，注明除外）

序号	项	III类标准值	序号	项目	III类标准值
1	pH 值（无量纲）	6≤pH≤9	12	汞	≤0.0001
2	溶解氧	≥5	13	镉	≤0.005
3	化学需氧量（COD）	≤20	14	铬（六价）	≤0.05
4	五日生化需氧量（BOD_5）	≤4	15	铅	≤0.05
5	氨氮	≤1.0	16	氰化物	≤0.2
6	总磷（以 P 计）	≤0.2	17	挥发酚	≤0.005
7	铜	≤1.0	18	石油类	≤0.05
8	锌	≤1.0	19	阴离子表面活性剂	≤0.2
9	氟化物	≤1.0	20	硫化物	≤0.2
10	硒	≤0.01	21	粪大肠菌群（个/L）	≤3.0
11	砷	≤0.05			

（3）地下水环境质量标准

本工程所在区域地下水环境质量执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，各因子标准值详见表 2.3.1-7。

表 2.3.1-7 《地下水质量标准》（摘录，单位：mg/L，注明除外）

序号	项	III类标准值	序号	项目	III类标准值
1	色（铂钴色度单位）	≤15	18	氨氮	≤0.50
2	嗅和味	无	19	硫化物	≤0.02
3	浑浊度（NTU）	≤3	20	钠	≤200
4	肉眼可见物	无	21	总大肠菌群（MPN/100mL）	≤3.0
5	pH 值（无量纲）	6.5≤pH≤8.5	22	菌落总数（CFU/mL）	≤100
6	总硬度	≤450	23	亚硝酸盐	≤1.00
7	溶解性总固体	≤1000	24	硝酸盐	≤20.0
8	硫酸	≤250	25	氰化物	≤0.05
9	氯化物	≤250	26	氟化物	≤1.0
10	铁	≤0.3	27	汞	≤0.001
11	锰	≤0.10	28	砷	≤0.01
12	铜	≤1.00	29	镉	≤0.005
13	锌	≤1.00	30	铬（六价）	≤0.05

序号	项	III类标准值	序号	项目	III类标准值
14	铝	≤0.20	31	铅	≤0.01
15	挥发性酚类	≤0.002	32	苯（μg/L）	≤10.0
16	阴离子表面活性剂	≤0.3	33	甲苯（μg/L）	≤700
17	耗氧量（CODMn 法，以 O2 计）	≤3.0	34	乙苯（μg/L）	≤300
			35	二甲苯（μg//L）	≤500

（4）大气环境质量标准

本工程所在区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2026）二级标准限值，各因子标准值详见表 2.3.1-8。

表 2.3.1-8　环境空气质量标准一览表

项目	取值时间	浓度限值（μg/m³）	标准来源
二氧化硫（SO_2）	年平均	60	《环境空气质量标准》（GB3095-2026）
	24h 平均	150	
二氧化氮（NO_2）	年平均	40	
	24h 平均	80	
可吸入颗粒物（$PM_{2.5}$）	年平均	30	
	24h 平均	60	
可吸入颗粒物（PM_{10}）	年平均	60	
	24h 平均	120	
CO	24h 平均	4000	
O_3	日最大 8h 平均	160	
	1h 平均	200	

（5）声环境质量标准

本工程所在区域声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

表 2.3.1-9　《声环境质量标准》（摘录）（单位：dB(A)）

功能区	标准值	
	昼间	夜间
3 类	65	55

2.3.2污染物排放标准

2.3.2.1 施工期

（1）水污染排放标准

在本工程施工期，陆域施工场地在顶管施工过程产生的泥水和场地及基坑排水经沉砂池沉淀处理后，回用到顶管施工用水和场地洒水抑尘用水，不外排；施工营地内施工人员产生的生活污水经临时化粪池处理达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中的旱作灌溉标准后用于周边农林灌溉，具体见表 2.3.2-1。

表 2.3.2-1 《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）旱作标准

控制项目	旱作标准限值	控制项目	旱作标准限值
pH	5.5~8.5	化学需氧量/（mg/L）	200
BOD_5/（mg/L）	100	阴离子表面活性剂/（mg/L）	8
悬浮物/（mg/L）	100	粪大肠菌群数/（MPN/L）	4000

施工船舶产生的污水按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中污水排放要求，将在船舶设置收集装置收集污水，污水由有接收能力的单位统一收集处理，不外排，船舶污染物排放标准见表 2.3.2-2。

表 2.3.2-2 《船舶污染物排放控制标准》（GB3552-2018）

污水类别	船舶类别/排放水域	排放控制要求
机器处所含油污水	400 总吨及以上船舶	自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类≤15mg/L，排放在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。
	400 总吨以下船舶	自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类≤15mg/L，排放在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。
含货油残余物的油污水	150 总吨及以上油船	自 2018 年 7 月 1 日起，收集并接入接收设施，或在达船舶航行中排放，并同时满足下列条件：(1) 油船距最近陆地 50 海里以上；(2) 排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里；(3) 排入海中油污水含油量不得超过货油含量的 1/30000；(4) 排油监控系统运转正常。

污水类别	船舶类别/排放水域		排放控制要求
	150 总吨以下油船		自 2018 年 7 月 1 日起，收集并接入接收设施
船舶生活污水	400 总吨及以上船舶，400 总吨以下且经核定许可载运 15 人	距最近陆地 3 海里以内（含）的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，应利用船载收集装置收集，排入接收设施或利用船载生活污水处理设施处理，根据船舶类别和安装生活污水处理装置的时间，处理达标排放。
		3 海里＜与最近陆地间距离＜12 海里的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，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允许排放速率。
		与最近陆地间距离＞12 海里的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，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允许排放速率。
船舶垃圾	任何海域		1.应将塑料废弃物、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施。 2.对于食品废弃物，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。 3.对于货物残留物，在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放。 4.对于动物尸体，在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。 5.在任何海域，对于货仓、甲板和外表面清洗水，其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放，其他操作废弃物应收集并排入接收设施。 6.在任何海域，对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾的排放控制，应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求。

（2）大气污染物排放标准

施工期施工场界废气排放执行《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值，主要污染因子的排放标准限值详见表 2.3.2-3。

表 2.3.2-3 《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段标准

污染物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度（mg/m^3）
SO_2	周界外浓度最高点	0.40
NOx		0.12
颗粒物		1.0

（3）噪声排放标准

施工期水下噪声排放标准参照执行《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》（HY/T0341-2022）中附录 A3 的影响阈值。

施工期陆域施工场界噪声排放执行《建筑施工噪声排放标准》（GB 12523-2025），具体限值为昼间≤70dB(A)，夜间≤55dB(A)。

（4）固体废物污染控制标准

施工期产生的固体废物执行《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 8 月 15 日）中的有关规定，施工期陆上工作井开挖施工产生的土石方后续回填至各个工作井，海上管道施工和扩散器施工挖沟产生的土方、工作井多余土石方暂运至周边已回收地块的虾塘；顶管施工产生的钻渣和泥浆，运至政府指定的弃土场进行处置。

就地无法回用的建筑垃圾应及时清运至政府部门指定的消纳场处理，不得随意倾倒；一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）的相关要求，危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。同时，船舶垃圾需执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的排放控制要求，见表 2.3.2-2。

2.3.2.2 营运期

本项目排污管道属于地下管道，本项目营运期不涉及大气污染物的排放、不涉及噪声排放，仅涉及水污染物排放。

根据《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书（报批稿）》及《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》，C 区规划主导产业为新材料、金属加工、精细化工、新型建筑工程、能源电力及节能环保、物流业。本项目污水排海管道承接的 C 区公共污水厂，主要服务范围为 C 区及周边村镇，主要收集园区内的除电镀废水以外的工业废水和生活污水，设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002，2025 年修改单）一级 A 标准、广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准的较严值，见表 2.3.2-4。

表 2.3.2-4　C 区公共污水处理厂出水标准

2.4 环境影响评价等级及评价范围

2.4.1海洋生态环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）“5.1 评价等级的判定”，根据建设项目海洋生态环境影响类型和影响程度，评价等级划分为1、2、3 级，见下表 2.4.1-1。

表 2.4.1-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

影响类型 评价等级		1	2	3
废水排放量 Q($10^4m^3/d$)[a]	含 A 类污染物	Q≥2	0.5≤Q＜2	Q＜0.5
	含 B 类污染物	Q≥20	5≤Q＜20	Q＜5
	含 C 类污染物	Q≥500	50≤Q＜500	Q＜50
水下开挖/回填量 Q（10^4m^3）[b]		Q≥500	100≤Q＜500	Q＜100
泥浆及钻屑排放量 Q（10^4m^3）		Q≥10	5≤Q＜10	Q＜5
挖沟埋设管缆总长度 L(km）		L≥100	60≤L＜100	L＜60
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。				

本项目尾水采用专管排放至乌石镇近岸海域，海上污水管道总长 2.57km，其中海上沉管法施工段长 0.54km，水下开挖量较小（远小于 $100\times10^4m^3$）。项目废水含氟化物，属于 A 类污染物，废水排放总规模为 5 万 m^3/d，即 Q≥2；因此**本项目海洋生态环境评价等级为 1 级**。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）确定评价范围的具体要求：

a）评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级、2 级和 3 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km～30km、5km～15km、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。

对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目，评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散距离等情况，适当扩展。

b）管缆、航道类项目穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧和两端外延 1km 为参考评价范围。穿越一般敏感区时，以线路中心线向两侧和两端外延 2km 为参考评价范围；**穿越重要敏感区时，以线路中心线向两侧和两端外延 3km 为参考评价范围**；实际确定评价范围时，应结合生态敏感区主要保护对象的分布、物种生态习性、项目的穿越方式等适当扩展。

c）建设项目涉及多个不相连的组成部分时，分别确定评价范围；各组成部分的环境影响范围可能存在明显叠加时，应整体考虑其评价范围。

综上所述，本项目为污水排海管道项目，属于管缆类项目，项目管道采用顶管法从珊瑚礁分布区以下底土穿越，以线路中心线向两侧和两端外延 3km 为参考评价范围，结合施工期悬浮泥沙、营运期特征污染物扩散范围及周边自然保护区主要保护对象的分布、物种生态习性、项目的穿越方式，本项目海洋评价范围适当扩大。本项目的海洋生态环境影响评价范围：南至 20° 23' 43.260"N，北至 20°36 ′11.260"N，西至 109° 43' 8.260"E，东至 109° 55' 10.120"E，评价面积约 210km^2，评价范围图见图 2.4.1-1。

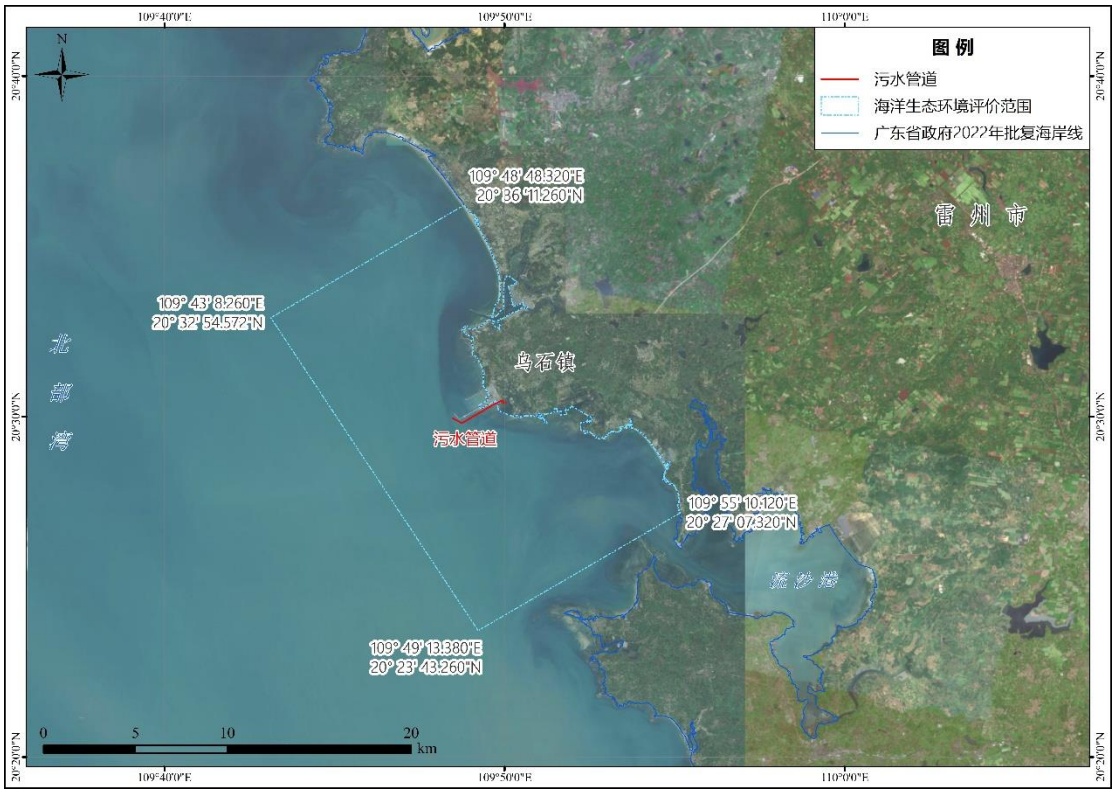


图 2.4.1-1 海洋生态环境评价范围图

2.4.2陆域生态环境影响评价

（1）评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）评价等级判定要求，建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级，本工程污水排海管道分别涉及陆生生态和海洋生态，涉海工程已根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）确定海洋生态环境影响评价等级，涉陆工程则按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的评价等级判定原则确定陆域生态影响评价工作等级，划分原则如下：

a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；

b) 涉及自然公园时，评价等级为二级；

c) 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；

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，生态影响评价等级不低于二级；

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，生态影响评价等级不低于二级；

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），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；

g) 除本条 a)、b）、c）、d）、e）、f）以外的情况，评价等级为三级；

h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。

本工程陆域管线位于广东雷州经济开发区 C 区内，陆域管线不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）定义的生态保护区（国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等区域），亦不涉及重要生境陆域管线地表水评价等级不低于二级但不涉及水文要素影响；根据 HJ610、HJ964，陆域管线无需划定地下水及土壤环境影响范围，陆域管线施工范围内无天然林、公益林、湿地等生态保护目标分布；陆域管线采用顶管施工，除工作井及周边区域需要对地表进行施工临时占用外，沿线其他区域未对地表实施永久占用或临时占用，经核算，本工程占地规模远小于 20km^2。

综合分析，本工程陆域管线均属于上述 a)至 f）以外的情况，因此本工程陆域生态影响评价等级为三级。

（2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），线性工程穿越非生态敏感区域时，以线路中心线向两侧外延 300m 为参考评价范围，本评价参考该要求，以陆域管线中心线向两侧外延 300m 的区域设置为生态影响评价范围。评价范围图见图 2.4.2-1。



图 2.4.2-1 陆域生态评价范围示意图

2.4.3地表水环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），建设项目地表水环境影响评价等级按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。

因本项目纳污水体为海域，不需要做地表水评价工作等级判定。

2.4.4声环境影响评价

（1）评价等级

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），声环境影响评价等级主要依据工程所在地的声环境功能区等级、建设项目建设前后声环境保护目标的声级增量和受影响人口规模进行划分。

本工程陆域管线位于广东雷州经济开发区 C 区内，陆域管线沿线的声功能区为 3 类区，且无声环境保护目标分布，故本工程噪声源对声环境保护目标的噪

声级增量为 0dB(A)，受本工程噪声影响人口数量基本不变；海上管线长 2.57km，仅施工期船舶及施工机械产生噪声，在海浪的背景噪声下，本项目建设对声环境的影响很小，类比同类项目，综合确定本工程声环境影响评价等级为三级。

（2）评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），本工程陆域管线施工场界外 200m、海域管线中心线两侧 200m 区域划定为声环境影响评价范围，详见图 2.4.4-1。

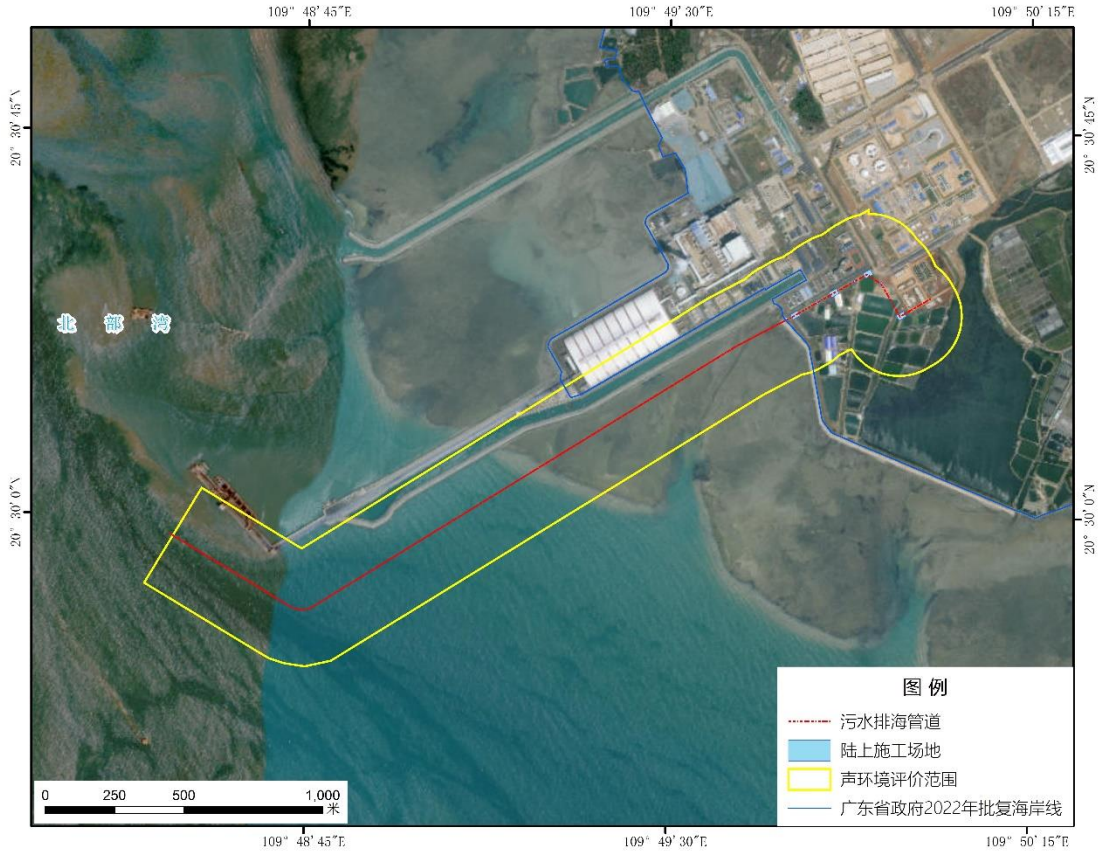


图 2.4.4-1 工程声环境影响评价范围示意图

2.4.5大气环境影响评价

本工程施工期有少量施工机械、车辆、施工船舶尾气、施工场地扬尘产生，属于无组织排放；营运期无大气污染物排放。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本工程环境空气影响评价等级为三级。

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的评价范围确定："三级评价项目不需设置大气环境影响评价范围"，故本评价不设置大气环境影响评价范围。

2.4.6地下水环境影响评价

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：根据建设项目对地下水环境影响的程度，结合《建设项目环境影响评价分类管理名录》，将建设项目分为四类，详见附录 A。I 类、II 类、III 类建设项目的地下水环境影响评价应执行本标准，**IV 类建设项目不开展地下水环境影响评价**"。经查询《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A，本工程陆域管线的地下水环境影响行业类别为"147、管网建设"，属于地下水环境影响 IV 类建设项目，可不开展地下水环境影响评价，本评价仅作简要的地下水环境影响分析，不设置地下水环境影响评价范围。

2.4.7土壤环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中"4.2.2 根据行业特征、工艺特点或规模大小等将建设项目类别分为 I 类、II类、III类、IV 类，见附录 A，其中 **IV 类建设项目可不开展土壤环境影响评价**；自身为敏感目标的建设项目，可根据需要仅对土壤环境现状进行调查"。查询《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A，本工程陆域管线的土壤环境影响行业类别为其他行业，属于土壤环境影响 IV 类建设项目，可不开展土壤环境影响评价，本评价仅作简要的土壤环境影响分析，不设置土壤环境影响评价范围。

2.4.8环境风险影响评价

（1）环境风险评价等级

本项目可能发生的环境风险事故为海洋生态环境风险。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等级采用《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的判定方法，分析建设项目环境

风险潜势，判定风险评价等级。建设项目的海洋环境风险评价等级划分为一级、二级和三级。

结合环境风险源调查结果，本工程建设施工阶段的主要危险物质为施工船舶燃油舱中装载的燃油。按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 和附录 C，本项目危险物质数量与临界量比值 Q＜1，项目环境风险潜势为I，可展开简单分析。

鉴于本项目污水管道所在海域环境敏感，由此确定本项目海上污水管道环境风险评价等级为二级，陆上污水管道评价工作等级为简单分析。

（2）环境风险评价范围

本项目陆上污水管道环境风险评价工作等级为简单分析，因此不设置风险评价范围。海上污水管道环境风险评价等价为二级，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）4.4.4.2“地表水环境风险预测。一级、二级评价应选择使用的数值方法预测地表水环境风险，给出风险事故情形下可能造成的影响范围与程度。”

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）8.4“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。一、二级评价项目的评价范围分别根据危险物质 72h、48h 扩散范围确定，可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。”

因此，结合危险物质扩散范围及生态敏感区分布情况等，海上污水管道环境风险评价范围确定为北纬 22°14′28″至 22°44′43″，东经 109°29′46″与岸线之间围成的海域，如图 2.4.8-1 所示。

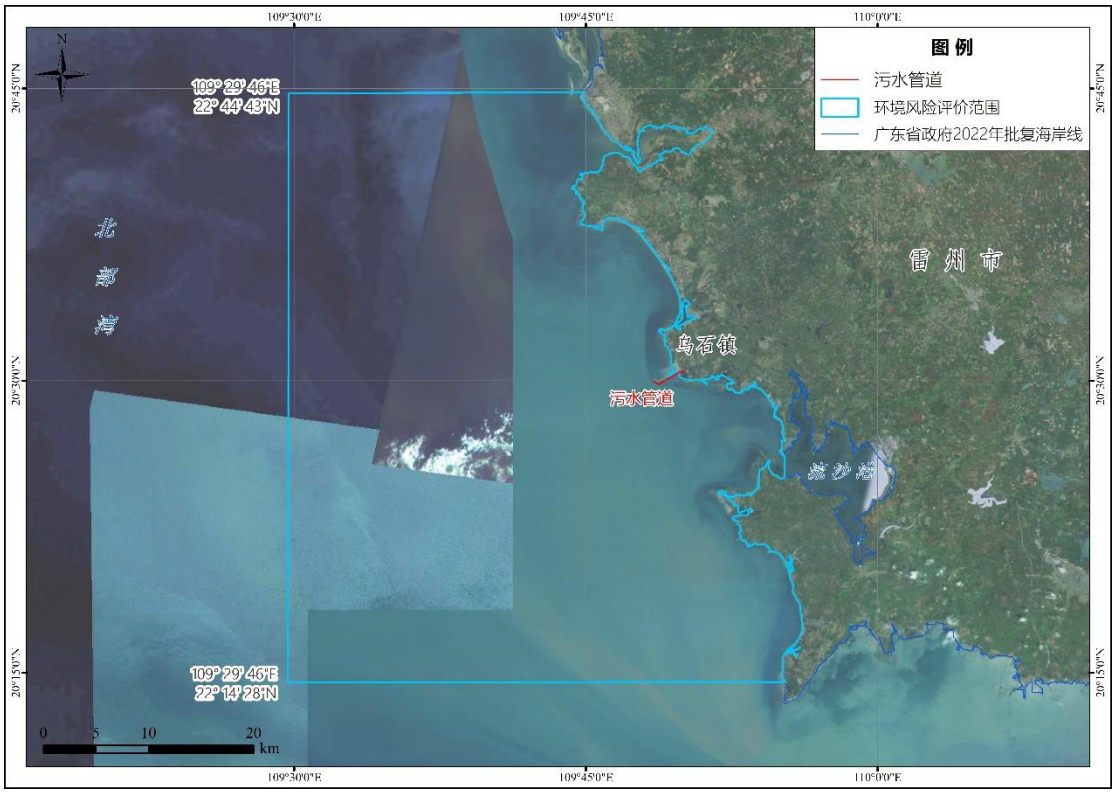


图2.4.8-1　海上污水管道环境风险评价范围图

2.5　评价内容及评价重点

2.5.1评价内容

根据环境影响识别和有关技术规范的要求，确定本次环境影响评价的评价内容主要为：

海域污水管道建设阶段（沟槽开挖掀起的悬浮物）、正常运行及事故工况产生的各种污染物（污水特征污染物）对海水水质、沉积物、海洋生态环境影响评价，以及潜在的溢油事故对海洋生态、渔业资源和环境敏感目标的影响评价。

本工程陆域污水管道施工期产生的大气污染物、施工噪声对大气环境、声环境的影响评价，施工作业对陆域生态的影响评价，以及营运期环境风险事故对土壤、地下水环境的影响评价。

2.5.2评价重点

2.5.2.1 海上污水管道工程环境评价重点

根据雷州经开区污水排海管道工程的特点，在对评价项目进行筛选的基础上，确定正常作业情况下，环境影响评价的评价重点包括：

①海洋生态红线、国土空间规划、三线一单及相关规划符合性分析；

②铺设管道挖沟埋设时掀起的悬浮物对周围海域的海水水质、底质和海洋生态环境以及对周边环境敏感目标的影响范围和程度；

③营运期污水中特征污染物排放对周围海域的海水水质、底质和海洋生态环境以及对周边环境敏感目标的影响范围和程度；

④环境保护对策措施及合理性分析。

溢油风险事故情况下的评价重点包括：

①溢油事故对工程设施周围海域的环境敏感目标、海洋生态环境、渔业资源以及渔业生产的潜在影响。

②溢油事故应急措施及可行性分析。

污水事故情况下的评价重点包括：

①管道破裂、污水事故排放对工程设施周围海域的环境敏感目标、海洋生态环境、渔业资源以及渔业生产的潜在影响。

②管道破裂、污水事故排放应急措施及可行性分析。

2.5.2.2 陆上污水管道工程环境评价重点

根据雷州经开区污水排海管道工程的特点，在对评价项目进行筛选的基础上，确定正常作业情况下，环境影响评价的评价重点包括：

①顶管施工时施工扬尘、车间机械尾气对周边环境空气质量的影响程度，施工噪声对周边声环境质量的影响程度，以及施工期各项施工活动对生态的影响程度。

②环境保护对策措施及合理性分析；

管道破裂等风险事故情况下的评价重点包括：

①管道破裂尾水下渗对周边土壤环境和地下水环境的影响程度；

②管道破裂等事故应急措施及可行性分析。

2.6 环境保护目标和环境敏感目标

2.6.1海洋生态环境保护目标

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》和《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中对环境敏感区的定义，通过资料收集和现场踏勘等，确定本项目的海洋环境敏感区与环境保护目标主要包括自然保护区、海洋生态红线区、养殖场、三场一通道、产卵场、白蝶贝（学名大珠母贝）、鲸豚类与海龟类珍稀动物、红树林、珊瑚礁、海草床和海藻场等。此外，虽然国控水质监测点不属于前述文件规定的生态环境保护目标，但考虑到为确保国控水质监测点监测数据的准确性，其保护要求也较高，因此，本次也将评价范围内的国控水质监测点列为海洋生态环境保护目标。各保护目标的基本情况及与本项目的位置关系见表 2.6.1-1 所示。本项目与南海北部幼鱼繁育场保护区的位置关系见图 2.6.1-1 所示，与二长棘鲷幼鱼保护区的位置关系见图 2.6.1-2，与评价范围内海洋生态环境敏感区的位置关系见图 2.6.1-3、2.6.1-4、2.6.1-5 所示。

表 2.6.1-1 本项目海上主要环境敏感目标

序号	类型	环境敏感区/保护对象	与污水管道最近距离及方位	与管道排污口最近距离及方位	敏感时间	环境保护要求
1	自然保护区	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区				
2		湛江红树林国家级自然保护区				
3		雷州海草县级自然保护区				
4		广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区				
5	海洋生态保护红线	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区				
6		乌石人工鱼礁重要渔业资源产卵场				
7		湛江雷州海草地方级自然保护区				
8		广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区				
9		徐闻南部重要渔业资源产卵场				
10		湛江市雷州市红树林				
11		湛江市徐闻县红树林				
12	渔业水域	二长棘鲷幼鱼保护区				
13		南海北部幼鱼繁育场保护区				
14	典型生态系统	海草床				
15		珊瑚礁				
16		红树林				

序号	类型	环境敏感区/保护对象	与污水管道最近距离及方位	与管道排污口最近距离及方位	敏感时间	环境保护要求
17	国控点	GDN07014				
18	确权养殖	源博源 1 号深水网箱养殖				
19		源博源 2 号深水网箱养殖				
20		湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目				
21		福运深水网箱养殖				
22		梁文景深海网箱养殖				
23		海边姑娘网箱养殖				
24		宏悦水产养殖				
25		尊鼎 2 号海水珍珠养殖				
26		深水网箱养殖				
27	无证养殖	无证养殖				
28	大唐电厂取水口	广东大唐国际雷州电厂 2×1000MW“上大压小”工程				
29	高位养殖取水	高位养殖取水				

2.6.2 陆域环境保护目标

根据现场勘查结果，本工程的大气环境影响范围内无划定为一类区的自然保护区、风景名胜区和其他需要特殊保护的区域，无二类区的居民区、文化区和农村地区中人群较集中的区域，因此本工程无大气环境保护目标。

根据现场勘查结果，本工程的声环境影响评价范围内无医院、学校、机关、科研单位、住宅等需要保持安静的建筑物，无 0 类或 1 类声环境功能区等区域，因此本工程无声环境保护目标。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），生态保护目标受影响的重要物种、生态敏感区、以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间。结合生态调查结果，本次陆域生态影响评价范围内无国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等区域，亦无重要物种的天然集中分布区、栖息地，无重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，无迁徙鸟类的重要繁殖地、停歇地、越冬地以及野生动物迁徙通道等，同时，本次陆域生态影响评价范围内未发现有重要物种分布。因此本工程无陆域生态保护目标。

3 工程概况

3.1 工程基本情况

项目名称：广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目

项目性质：新建

建设单位：广东雷州经济开发区管理委员会

项目投资：12345.50 万元

地理位置：广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目（以下简称“本项目”）位于雷州半岛西侧，起点为广东雷州经济开发区污水处理厂（在建），终点为已备案排污口（排污口备案位置：109.807931°，20.499282°），项目地理位置见图 3.1-1 和图 3.1-2。管道总长 3.23km，其中陆上管道长约 0.66km，采用顶管施工；海上管道长约 2.57km，采用顶管法+沉管法（入海至 WS16 段约 2.03km 采用顶管法，近排放口段约 0.54km 采用沉管法）。

用海情况：根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），项目的海域使用类型为**污水倾倒用海（一级类）**中的**污水达标排放用海（二级类）**；用海方式界定为**构筑物（一级类）**中的**透水构筑物（二级类）**、**其他方式（一级类）**中的**海底电缆管道（二级类）**和**污水达标排放（二级类）**。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，项目的用海类型为**特殊用海（一级类）**中的**排污倾倒用海（二级类）**。本项目拟申请海域使用面积 40.0491 公顷。其中，透水构筑物用海 0.2123 公顷，海底电缆管道用海 5.4024 公顷，污水达标排放用海 34.4344 公顷。

拟申请用海范围占用海岸线 21.68m，污水管道实施需穿越人工岸线总长度约 1.086m。本项目拟申请用海期限为 50 年。



图 3.1-1　项目地理位置图

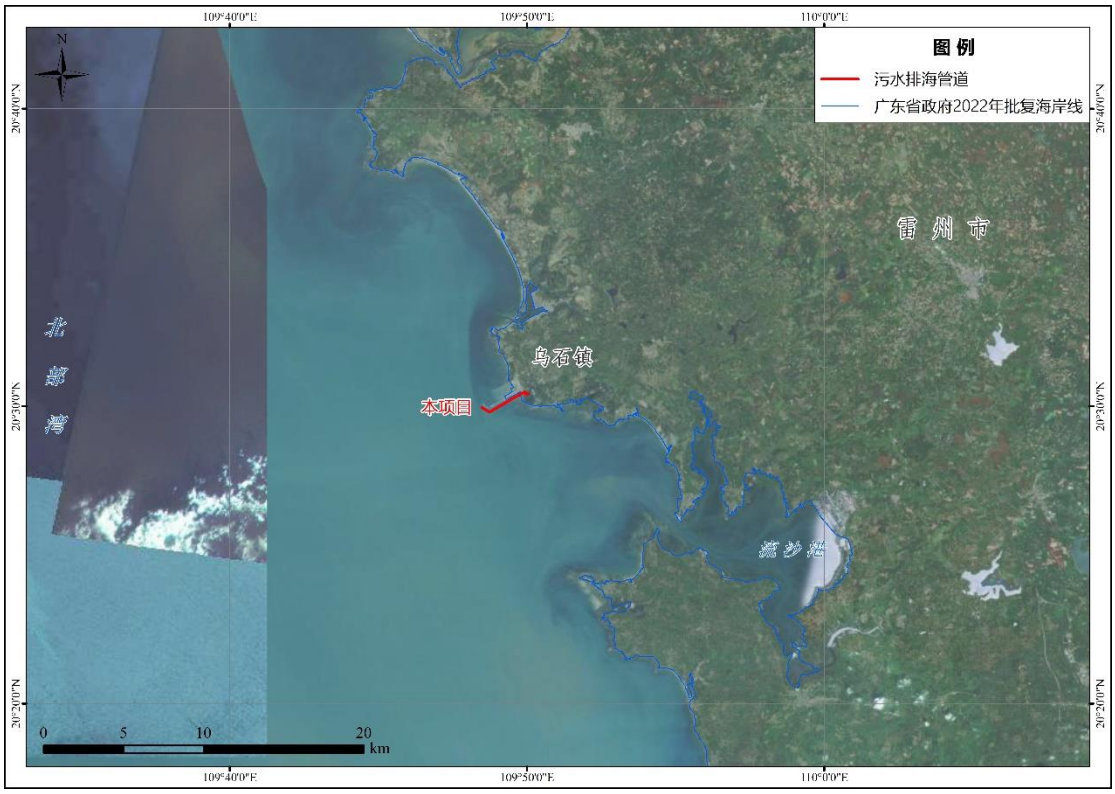


图 3.1-2　项目地理位置图

3.2　污水处理厂进出水设计及建设情况

广东雷州经济开发区 C 区内正在建设雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）污水处理厂，其地理位置见图 3.2-1。污水厂水处理工艺为“A^2/O+高效沉淀池+滤布滤池+二氧化氯消毒”，主要建构筑物有生产保卫室、生产调度楼、粗格栅间、沉淀池、生化池、滤布滤池等。

（1）污水量预测

根据《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》，污水处理厂服务区现状人口数为 7.32 万人，规划末期，规划居住人口约为 8.53 万人、就业人口约 12.76 万人。采用指标分析法计算预测水量，即将历史资料按用水性质分类，统计出水量和人口、工业产业值、用地面积等的关系，同时考虑各种因素，提出不同年限的规划人均水量指标或单位用地面积用水量指标等，计算不同时期的需水量。其中，城市综合生活污水排放系数采用 0.8，城市工业废水排放系数采用 0.7，地下水渗入量采用设计污水量的 10%。一、二类工业用地污水重复利用率为 40%，三类工业用地污水重复利用率为 50%。

预测污水厂远期最高日污水量为 4.57 万 m^3/d，具体见表 3.2-1。

表 3.2-1　污水量预测表

鉴于 C 区现状污（废）水总量为 4100.83m^3/d，远期预测水量可达 4.57 万 m^3/d。污水处理厂拟定处理规模控制在近期 2.5 万 m^3/d，远期增加 2.5 万 m^3/d，达到总规模 5 万 m^3/d 的处理量。

（2）污水量组成

项目废水组成主要为广东经济开发区 C 片区及周边村镇。

①工业废水（含广东经济开发区 C 片区生活污水）

根据《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书》（报批稿）可知，情景 2 中 C 区废水排放总量为远期 1.18 万 m^3/d。

其中涉重金属废水：C 区排放涉重金属等污染物的产业主要为精细化工，规划发展内容为食品和饲料添加剂、生产助剂、日用化学品(如化妆品、洗涤用品)等精细化工产品，废水量为三类工业用地排水量 0.93 万 m^3/d。考虑地下水入渗量增加 10%，则工业废水量为 1.02 万 m^3/d。C 区近期未涉及精细化工，因此，近期涉重金属的工业废水量为 0，远期为 1.02 万 m^3/d。

②周边村镇生活污水

根据建设单位提供的《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）污水厂部分 规划设计方案》（中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司，2022 年 4 月），污水厂远期最高日污水量为 4.57 万 m^3/d。其中 1.18 万 m^3/d 为工业废水，生活污水产生量为 3.39 万 m^3/d。

综上，污水厂污水收集范围内废水总量为 4.57 万 m^3/d，其中生活污水量为 3.39 万 m^3/d、涉重金属废水量为 1.02 万 m^3/d，则其余废水量为 0.16 万 m^3/d。预测废水量组成见下表。

表 3.2-2　污水厂预测废水量组成一览表

（3）污水处理厂进水水质

根据《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》，C 区入驻企业向污水处理厂排放废水时，应满足如下接管要求：企业废水基本污染因子执行广东省《水污染物排放限值》(DB 44/26-2001) 第二时段三级标准、规划设计进水水质标准及《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准的较严值，具体见表 3.2-3。

表 3.2-3　污水厂纳污标准及设计进水水质　　单位：mg/L

另外，综合考虑 C 区规划主导产业类型特征及污水厂可接收的产业废水，得到污水厂特征污染因子详见表 3.2-3。其接管标准执行《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准及《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002，2025 年修改单)一级 A 标准的较严值，具体见下表 3.2-4。

表 3.2-4　本项目涉重金属等特征污染物接管标准（单位：mg/L）

（3）污水处理厂出水水质

污水处理厂出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002，2025 年修改单）一级 A 标准、广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准的较严值。具体见表 3.2-5。



图 3.2-2　污水处理厂建设现状

（4）污水处理厂建设情况

污水厂环境影响报告书已取得批复。经现场踏勘，雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）污水处理厂主体工程已建成，近期处理废水量为 232.13m^3/d。

3.3　污水管道总平面布置

本工程设计起点位于雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）污水处理厂尾水提升泵房，终点位于乌石港近岸海域，管道敷设长度约 3.23km，沿线地形较为平缓。工程采用压力输送方式，通过尾水提升泵将尾水经压力管道输送至排放海域。污水排海管道总平面布置见图 3.5-1。

3.4 污水管道纵向布置

本项目污水管道长 3.23km，其中陆上污水管线长 660m，管道内底埋深 1.76~3.01m，管顶覆土 0.73~1.98m，设计管中心标高介于 0.2~2.0m，管道埋设纵断面图见图 3.6-2。海上污水管道长 2.57km，管道内底埋深 2.01~8.21m，管顶覆土 0.98~7.17m，设计管中心标高介于-1.69~-19.0m，管道埋设纵断面图见图 3.6-3。

3.5 管道设计

3.5.1污水管道

本项目污水管道长 3.23km，其中陆上平距约 660m，海上平距约 2.6km。依据《污水排海管道工程技术规范》（GB/T 19570-2017），综合考量施工条件、防腐性能、工程造价等因素，并结合类似工程经验，本工程污水排海管道**采用玻璃钢夹砂管**（连续工艺），管径为 De1086，无需防腐处理。该管材以玻璃纤维纱为增强材料、树脂为基体，近年来在排水、压力输水管道中应用广泛。考虑到地质情况，管道连接方式设计如下：陆域段采用承插接口，海域段采用加强法兰连接。

3.5.2扩散器

本项目扩散器由多个上升管和喷口组成，根据《污水排海管道工程技术规范》（GB T19570-2017），扩散器长度 L_b 计算公式如下：

$$L_b = 4.27 Q S_c^{3/2} h^{-2/3} \left(\frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_0} g' \right)^{-1/2}$$

式中：

L_b--扩散器长度，单位为米（m）；

Q--污水排放量，单位为立方米每秒（m^3/s）；

Sc--初始稀释度；根据 COD 指标确定稀释度为 40/3=13.33

h--污水的最大浮升高度，单位为米（m）；本次取 5m；

g' --折减重力加速度，单位为米每二次方秒（m/s^2）；

ρ_a --排口处海水密度 $1.03g/cm^3$；

ρ_0 --污水密度 $1.00g/cm^3$；

计算出 L_b=65.92m，本次设计取 70m。

依据相关规范，扩散器设计流速取 0.8~1.0 m/s，管径确定为 600mm，该管径可满足远期规模下流速达 2.0 m/s 的要求。经计算，污水提升泵所需扬程为 7.862m，设计扬程取值 12m，满足运行要求。

扩散器由一根水平铺设的排放管（主管道）和垂直连接其上的扩散管（支管）组成，结构型式类似于“鱼骨形”，**采用玻璃钢夹砂管**，扩散器结构断面图见 3.7.2-1。具体设计参数如下。

（1）排放管（主管道）

功能：负责输送污水至扩散区域。

管径：De1086（直径 1086mm）。

长度：70m。

高程：管道中心线高程为 -19.0m（采用 85 国家高程基准）。

位置关系：在管道中间位置，与污水排海管道（主管）呈垂直相交连接。

（2）扩散管（支管）

数量：竖向设计共 9 根。

管径：De600（直径 600mm）。

管长：每根长度 5m。

管口位置：位于水体中（即竖管顶部开口，用于将污水喷出）。

平面布置（间距）：扩散管之间的间距为 8m，最外侧扩散管与排放管末端的间距为 3m。

本项目污水排海管道与扩散器呈正交布置，通过多根上升管将达标排放污水排入深水区域。利用水体巨大的稀释扩散能力，实现污水在排放口处的快速混合稀释。

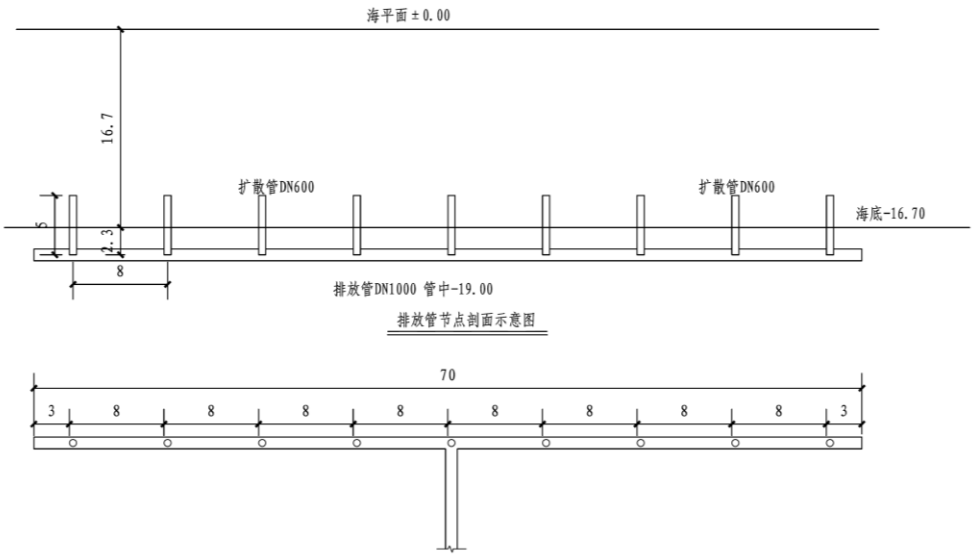


图 3.7.2-1　本项目扩散器结构断面图

3.5.3防护笼

扩散器设置防护笼，以防止扩散器被藻类植物缠绕。防护笼材质选用耐腐蚀、抗海洋生物附着的材料（316L 不锈钢），网孔尺寸（5cm*5 cm）需兼顾防护效果与排水通畅性，既要阻挡藻类缠绕，又不影响尾水正常扩散排放。

防护笼结构需与扩散器匹配，固定牢固，避免受海水水流冲击发生移位、变形，确保长期稳定发挥防护作用。防护笼设计为长宽高为72m*3m*6m的长方体，框架主筋 Φ36，竖向肋板间距 1.5m，横向肋板间距 1.5m，埋深 1m。

由于排污口距离航道较近，防护笼四角各布设一个浮标。浮标选用符合航道警示标准的类型，具备明显的视觉警示效果（采用橙红色醒目配色），配备反光

标识，确保白天、夜间均能清晰识别。浮标与防护笼四角牢固连接，布设高度需高于水面 1m，避免被海浪淹没，同时浮标底部设置配重，防止因水流、风力作用发生偏移，准确标识防护笼及排污口的位置，提醒过往船舶避让，保障航道通行安全与排放口设备安全。

3.6 施工方案

根据工艺设计，结合项目实际情况，确定管道施工方式如下：

（1）本工程陆域段管道（WS1~WS8）、穿海堤段（WS8-WS9）及海域近岸段（WS9~WS16）均采用顶管法施工。

（2）海域近排放口段（WS16~WS20）采用沉管法施工。鉴于本工程处于海涂平坦，滩地稳定的海域，水下沉管法的适应性更强。虽然需要专用船只等大型设备，且易受海上水文气象条件的影响，但管道在岸上加工制作，水下沉放，施工质量和工期相对易控制。

3.6.1陆上施工方案

本工程陆域管线采用顶管法敷设污水管道。陆上管线 WS1~WS8 段长约626m，陆域分别布设 4 个工作井和 4 个接收井。工作井为 φ7000，接收井为 φ4000。

3.6.1.1 施工工艺流程

本工程陆域管线采用顶管施工。顶管施工的工艺流程如下图所示：

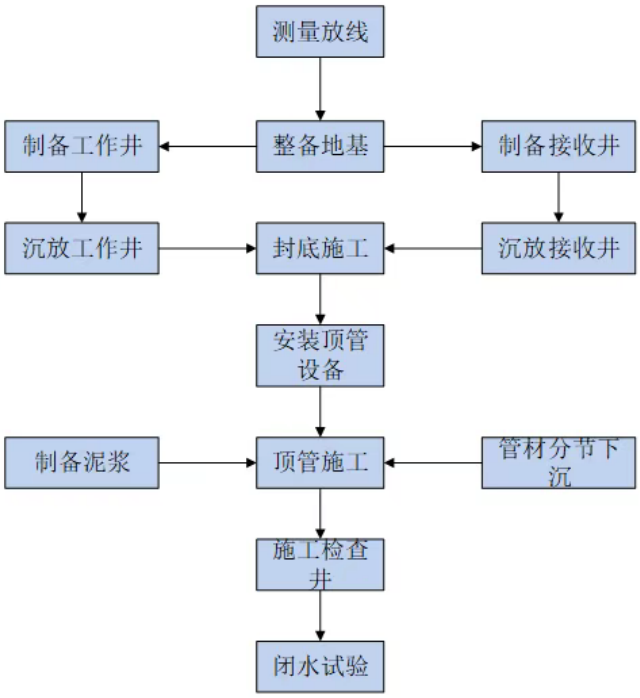


图 3.8.1-1　陆域管线顶管施工主要工艺流程图

3.6.1.2　施工工艺流程说明

（1）施工前期准备

①顶管机械设备、管材进场准备及施工人员组织，针对地质特点和工程管材选定与之相适应的顶管掘进设备、顶管施工工艺，对顶管配套设备、设施进行检修及调试，使其保持在良好的待用状态；提前做好管材供应计划，将相应的管材技术参数以书面形式向管材生产厂交底。

②对顶管沿线地质情况进行核查为确保顶管成功，需对顶管沿线的地质情况核查，进行补勘，加密钻孔密度，通过补勘资料与原地勘报告相比较，出具更详细、准确的地基情况说明用以指导现场施工和方案编制。

（2）施工现场准备

①根据规划红线和设计图纸，测放工作井、接收井的轴线、基坑开挖边线，设置永久测量基准点和临时水准点；

②清理施工区域内的障碍物（树木、建筑垃圾、临时构筑物等），平整场地，根据施工方案规划材料堆放区、机械停放区、泥浆处理区等，划分作业区域并做标识。

③布置施工临时用水、用电：

④圆形顶管工作井施工场地按长 30m、宽 20m 布置，圆形顶管接收井施工场地按长 10m、宽 10m 布置，施工场地边界布置 2.5m 高钢架可装配式彩钢瓦封闭式施工围挡，围挡外侧设置标识牌；

⑤施工场地内设置必要的排水沟、沉砂池，做好现场排水。

（3）工作井、接收井施工

按设计要求进行工作井、接收井的沉井施工，具体施工流程为沉泥制作、取土、下沉、封底施工。沉井采用钢筋混凝土结构，分节现场制作。由于沉井所在位置距离海边近，地下水位较高，沉井下沉施工采用不排水法施工，具体为采用抓斗水下挖土。在采用不排水下沉时，后续采用水下封底，具体为浇筑水下混凝土，待强度达到要求后，抽水清理井底，再浇筑二次封底混凝土。同时基坑周边设置防护栏杆（高度 1.2m，挂密目安全网，设警示标识）、排水设施和沉降观测点，基坑底部设置集水井和排水沟，及时排除积水。

（4）止水洞口、后背及基坑导轨（简称“导轨”）安装

止水洞口（也叫穿墙止水环）设置在工作井、接收井的顶管轴线位置，核心作用是顶管机和管节进出井时，封堵井壁与管体之间的间隙，防止地下水、流沙、泥土从间隙涌入井内，同时减少管节顶进时的摩擦，保护密封件。主要包括洞口定位与预埋、止水圈安装与固定、洞口周边加强与密封等。

后背墙是顶进的反力支撑，需保证足够的强度和稳定性，因此后背墙施工需符合设计要求。后背墙采用素混凝土或钢筋混凝土浇筑施工，主要包括绑扎后背墙钢筋、支设模板、浇筑混凝土、后背墙养护、铺设钢垫板等。

基坑导轨设置在工作井、接收井的底部，核心作用是引导顶管机和管节按设计轴线顶进，控制顶管的平面位置和高程精度，同时作为管节的临时支撑，防止

管节在顶进过程中下沉、偏移。导轨安装主要包括对工作井、接收井的底部混凝土垫层进行清理、整平、铺设钢板；根据测量放线的顶管轴线，确定导轨的中心位置、高程和坡度；将导轨固定在垫层、基础梁上。

（5）搭建平台、吊架

在沉井上部搭建施工平台、架设起重吊架。

（6）顶进设备安装、井上组装试转、井下就位

按地质、工艺所需对油缸、泵体、破碎锥、导向系统等关键部件进行精准安装、运送至施工场地后进行管线组装、试转，确认无误后利用起重吊架将顶管掘进机、顶推系统等吊装至导轨上。

（7）开洞、顶进，首节管吊放、与机头连接

顶管掘进机、顶推系统经调试后，开始顶进；顶管机头顶进到位后，吊放首节管至导轨上，顶管掘进机机头与首节管采用刚性联结。

（8）初始顶进、正常顶进

顶管顶进施工开始后，将进行连续不断的顶进作业。本工程计划采用的是泥水平衡顶管施工，顶管掘进机顶进时，破碎锥切削下来的岩土在破碎腔内被破碎成比格栅孔小的颗粒后，通过格栅进入泥水仓，并经过泥水环流系统的排泥管、排泥泵导出至施工场地设置的沉砂池。泥水经过沉淀后，上层的清液则经泥水环流系统的进浆管、进浆泵送至顶管掘进机回用，而沉积在底部的钻渣和泥浆在干化后运送至当地政府指定的弃土场进行处置。

（9）机头进入接收井、拆除、吊出

顶管最后一节管节顶进至接收井设计对接位置，顶管掘进机机头在进入接收井前，应减慢顶进速度，确保机头顺利出洞。顶管掘进机机头整体进入接收井后，应尽快把机头和管节分离，并把机头利用起重吊架吊装出井。

（10）管道连接

接收井管道连接主要包括管节精准就位、对接面处理、接口安装、接口加固、闭水试验等。顶管掘进机机头在进入接收井前，复核轴线、高程，通过微调千斤顶调整管节位置，保证与预留管段轴线平顺、间隙均匀。清理顶管管节和预留管段的对接端面，去除渣土、浮浆、油污，保证端面平整、干燥；在对接端面外侧做好密封凹槽，用于后续填塞密封材料。将橡胶圈套在顶管管节的对接端，用专用工具将橡胶圈压入密封凹槽，保证橡胶圈连续、无扭曲、无破损。在接口外侧做刚性加固，或浇筑混凝土包封。开展闭水试验，封堵连接管段两端，向管内注水至设计水位，保持 24 小时，检查接口有无渗漏。

（11）场地恢复

陆域管线顶管施工全部完成且验收合格后，启动场地恢复工作，主要包括临时设施拆除，工作井、接收井及施工扰动区域土体分层回填与场地平整，按施工场地原有使用功能恢复路面，对施工中破坏的植被等进行生态恢复，做到绿植成活、景观美观。

3.6.1.3 施工设备

陆域管线顶管施工的主要施工设备详见表 3.8.1-1。

表 3.8.1-1　陆域管线顶管施工主要施工设备一览表

序号	设备名称	设备数量/台	使用环节
1	载重货车	2	施工准备
2	抓斗挖掘机	1	工作井、接收井施工
3	商砼搅拌车	1	工作井、接收井施工
4	混凝土振捣器	2	工作井、接收井施工
5	起重龙门吊	2	工作井吊装、接收井吊出
6	千斤顶	1	顶进
7	千斤顶液压台	1	顶进
8	油泵	1	顶进
9	顶管掘进机（盾构机）	1	顶进
10	排泥泵	1	顶进
11	进浆泵	1	顶进
12	抽水泵	1	顶进

3.6.1.4 施工场地布置

本工程陆域管线施工所需设置工作井施工场地和接收井施工场地，施工场地的设置可参考以下施工场地基础布置设置（详见图 3.8.1-2 和图 3.8.1-3）。

本工程陆域管线沿线设置 4 个工作井施工场地；工作井施工场地长 30m，宽 20m，单个工作井施工场地临时占地为 600m^2；工作井内径为 7000mm，外径为 8000mm，深度约 3~7m；沉砂池尺寸为 1000mm×500mm；土石方临时堆放点长约 15m，宽 5m。

本工程陆域管线沿线设置 4 个接收井施工场地；接收井施工场地长 10m，宽 10m，单个接收井施工场地临时占地为 100m^2；接收井内径为 4000mm，外径为 5000mm，深度约 3~7m；沉砂井尺寸为 1000mm×500mm。

综合计算，本工程陆域管线施工临时占地 2800m^2。

本工程陆域管线施工的土石方平衡见表 3.8.1-2 所示。工作井、接收井以及临时设施开挖方量共计 990m^3，其中 780m^3 就地回填，210m^3 用于管线穿越的沟塘填筑；管掘进出土的开挖方量为 850m^3，此部分土方因含有钻渣需要运送至当地政府指定的弃土场进行处置。因此本工程陆域管线施工全过程开挖方量为 1840m^3，就地回填或就近用于管线穿越的沟塘填筑的回填方量为 990m^3，外弃方量 850m^3，土石方平衡。

表 3.8.1-2 本工程陆域管线施工土石方平衡分析

项目		开挖方量（m^3）	回填方量（m^3）	调出/调入方量（m^3）	外弃方量（m^3）
陆域管线施工	工作井开挖及填筑	480	400	-80	-
	接收井开挖及填筑	260	200	-60	-
	临时设施开挖及填筑	250	180	-70	-
	管掘进出土	850	-	-	850
	管线穿越的沟塘填筑	-	210	+210	-
合计		1840	990	0	850

3.6.2穿堤段及海上近岸段施工方案

3.6.2.1 施工概况

本工程穿堤段及海上近岸段均采用顶管法。在 WS9 处新建工作井，分两个方面施工，先向右侧短距离顶进穿堤至 WS8 处陆上接收井，顶进长约 52m，顶进完成后机头从工作井取出，重新安装至左侧用于顶进至 WS16 处海上接收井，顶进长约 2.0km。

工作井：顶管施工始发作业井，井内安装顶推设备、导轨、后座支撑体系，De1086 玻璃钢夹砂管由此逐节顶进。

海上接收井：设于排污管道出土端，用于顶管机接收、管道贯通及后期设备拆除。

顶管法实施过程应严格按设计排污管线走向布置，入土点、出土点与井位中心对齐，轴线偏差控制在规范允许范围内。

（1）穿堤段

现状防浪堤堤顶标高约 6.80，于海岸线向海一侧布设一座工作井，工作井内径 7m，为圆形钢筋混凝土结构，距离堤脚线外约 11 米。于海岸线向陆一侧布设一座接收井，接收井内径 4m，为圆形钢筋混凝土结构，距堤顶线约 18m。井体建设全面采用高等级防渗混凝土，以满足海洋工程的严格防渗要求。穿堤段（WS9~WS8 段）平面设计及结构剖面见图 3.8.2-1~3.8.2-4，穿越防浪堤段污水管道管顶距离堤顶约 8.0m。陆域顶管段通过两个弯头在工作井内衔接，实景图见图 3.8.2.5。

穿堤段海上施工场地以工作井为核心，采用封闭式围挡。围挡区沿管道轴线方向每侧延伸不少于 10m，用于吊装、设备操作等。本项目海上工作井布设于防浪堤堤脚外缘，工程所在海域退潮期为宽阔滩涂，拟于退潮期实施围挡及工作井作业。

（2）海上近岸段

污水管道 WS16 处接收井采用双壁钢围堰结构，机头采用水下接收工艺。

3.6.2.2 施工方案

（1）顶管机海上接收方式

本工程顶管法接收井为海上双壁钢围堰结构。

（2）水下接收工艺

在顶管机切口到达接收井前 10m 左右时，作一次贯通测量；注意在顶管机进入接收井后，其掘进速度需加以控制减慢，同时密切监测顶管机的掘进里程，防止第一节管节进入接收井的长度过长(超过管节长度 50%)，为后续水下回收泥水平衡顶管机带来风险；顶管机掘进至接收井指定位置后，可进行设备回收前的准备工作，包括：

① 检查并更换所有密封门组件，确保密封效果；

② 完全缩回转向油缸，给主驱动器注满油，同时关闭球阀以密封驱动装置；

③ 关闭所有泥浆管进出料闸阀，断开回收模块隔板处的进出料管线连接，同时断开所有电气和液压管路，并密封回收模块隔板上的所有开口；

④ 进行预制管节外壁二次灌浆，加强铺设管道的整体性，灌浆完成后拆除管道内所有管线设施，并清理出管道；

⑤ 清除接收井内回填的泥沙，使泥水平衡顶管机裸露于竖井底部的海水中。

（3）置换泥浆

管道顶进结束后，为防止管道出现滞后沉降，必须用惰性浆液将顶进过程中的触变泥浆置换掉。置换的泥浆采用纯水泥浆进行置换。利用压注触变泥浆的系统及管路进行置换，注浆范围管外壁 5cm 左右。

（4）顶管贯通

此阶段重点控制顶进操作参数防止超挖，控制顶进姿态与设计规划轴线一致，严格控制自动润滑注浆量和泥浆循环参数。

①泥水压力控制

在这一阶段，地层稳定性较差，顶进过程中采用泥水加压平衡模式，控制泥水压力略高于地层水压 0.2-0.3bar，避免压力有较大变化，保持供、排浆量基本平衡。

②顶进速度及刀盘转速

顶进速度限定在 25-50mm/min 左右（可根据实际情况进行实际调整），适当调整刀盘转速；顶进开始时刀盘转速调低至 1rpm 左右，减少对地层的扰动。

③顶管姿态控制

按照设定轴线，在该阶段将顶管机向设计轴线贯通段调整。由于纠偏过程中，顶管机开挖面较正常顶进时稍大，易导致地表沉降，因此，采用点动操作导向油缸，尽量避免大角度纠偏，以确保地层稳定。

④泥浆控制

关键控制点是泥浆性能、进水量、排泥量，实现良好的护壁和防塌功能。由于本机的切削功能由刀盘完成。刀盘由中心刀、刀盘面板、面板上焊接的边缘刀和主切削刀组成。顶管机刀盘设计结构是适用于多种土质条件，能通过泥水压力有效平衡土压和水压。刀盘安装有边缘刀和主切削刀顶进面扰动较小，同时刀盘开口较小，进入渣土量通过进水排量和压力控制，控制泥浆的滤失水量，在顶进中具有快速随机形成良好泥膜，现实顶进面稳定与支承效果,在 1-2s 内就能形成薄而韧的优质泥饼,达到护壁防塌的效果。贯通前的顶管机轴线与洞门误差测量、顶管机姿态与接收轨道角度偏差测量、地下水位测量等进行复合。”

检查顶管机尾部混凝土节所有注浆管安装、连接管路、控制阀、注浆设备、材料运输通道等，是否已完成全部的准备工作。

3.6.3海上近排放口段施工方案

本项目污水管道 WS16～WS20 段长约 540m，采用沉管法施工。沉管段起点与顶管段终点在海上接收井内衔接，见图 3.8.2-5。

3.6.3.1 施工方案

本项目海上近排污口段管道采用 “分段预制+浮运沉管法”施工。管道在岸上加工制作，水下沉放，采用起重机施工，海底玻璃钢管接头进行海底玻璃钢管道发射施工，接头韧性强，在起吊时接头两端均有较大的缓冲转角，增强了抗拉、抗折性能。

具体施工步骤为：海上测量定位→管道岸上预制（或船上预制）→浮运至现场→下沉就位→接口处理→稳管固定。

（1）挖沟

管沟底宽 1.886m，挖沟深度介于 2.3~4.8m 之间，沟坡为 1:2，海床挖沟顶宽介于 11.4~20.2m，挖沟示意图见图 3.8.3-2。

现场清理→定位放线→土方开挖、运输→基底清理整平、验槽→普探→压实土方开挖宜分段依次开挖。由专人指挥，依次开挖到位，开挖宽度应符合设计要求。为便于施工且有利于基坑边坡稳定，土方开挖前先做好定位放线工作。采用机械开挖时，深度应根据现场标高和设计标高确定，底部采用人工挖土并清底。当挖至接近基坑底设计标高时，边抄平边人工配合清槽，防止超挖，并按要求及时修坡。

本项目污水管道沉管法施工，先采用抓斗船挖沟。

（2）铺设

① 管段运输

施工开始，用驳船装载管道，每段管道下垫气囊支托并绑扎固定，既防运输磕碰，又兼作应急助浮。由拖轮牵引运至施工海域附近的水面。

② 水面拼接

运输驳船将预制管段（含混凝土配重层）运抵作业区后，两根管段并靠于水面，借助调节压载使两管轴线齐平，在水面干施工条件下安装带限位器的柔性接头。

✧ 接头密封圈就位后连接管段，保证密封性能；

✧ 限位器控制相邻管段相对转角在允许范围内，使管串形成柔性连接，适应拖曳及下沉过程中的弯曲变形；

✧ 每完成一个接头，即进行接头密封性检验，合格后方可续接下一根。

按此方式将管段逐根接长，形成设计长度的管串。

③ 浮运定位

管串两端安装封头（浮筒），沿设计轴线布设定位。

④ 注水下沉

管串定位后，按对称、分级、缓慢的原则向管内注水压载。

⑤ 水下连接与验收

潜水员水下拆除封头，进行管段间接口连接；随后对管线分段试压。

（3）回填

先通过施工船舶对管沟实施粗砂回填，回填厚度为 0.3m；管道铺设到位后，对管沟实施粗砂/碎石回填。管道回填密实度应满足《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268-2008）相关条文的要求。管道埋深（管顶至海床）不少于1.1m，管沟回填示意图见图 3.8.3-1。

3.6.3.2 主要施工设备

本项目陆域管道、穿堤段采用顶管法施工，海域段采用“顶管法+沉管法”组合施工，主要的施工设备详见表 3.8.3-1。

表 3.8.3-1 主要施工设备

序号	设备名称	数量	参数	用途
1	起重机	1 艘	**200t**	吊运管道
2	抓斗船	1 艘	**200t**	近岸段外其余管段挖沟
3	驳船	1 艘		运输
4	拖轮	1 艘		拖管

3.6.3.3 土石方平衡

本项目海域段管道施工土石方平衡见表 3.8.3-2，沉管工艺施工和扩散器施工挖沟产生的开挖方量共计 12000m^3，计划挖出土方暂运至周边已回收地块的虾塘。另需购买粗砂 2000m^3、碎石 10000m^3，用于挖沟后回填。

表 3.8.3-2 本项目海域管道施工土石方平衡分析表

项目		开挖方量（m^3）	外抛方量（m^3）	回填方量（m^3）
污水管道工程施工	挖土方量	12000	12000	-
	回填粗砂	-	-	2000（外购）
	回填碎石	-	-	10000（外购）

3.6.4施工进度安排

（1）施工周期

本工程计划于 2026 年 12 月 1 日开工，2027 年 12 月 31 日竣工，总工期 1 年，包含施工准备、施工、调试及验收全过程。

（2）施工分区

依据“分区施工、流水作业”原则，工程划分为四区：

陆域管网区：De1086 管道 660m（顶管法）；

海域管道区：De1086 管道 2570m（沉管+顶管法施工）；

扩散管区：扩散管 70m（含末端结构安装）；

附属工程区：各类井室施工及路面恢复。

（3）施工进度

工程以“先地下后地上、先主体后附属、陆域与海域错峰施工（避开台风季集中海域作业）”为施工原则。施工分陆域管道、海上管道及扩散器三部分，采用“分段预制、分段安装”策略，重点控制接口密封与管道稳定。陆上施工 3 个月，海上施工 5 个月，具体进度见表 3.8.4-1。

表3.8.4-1 本工程计划施工进度表

施工阶段	施工时间	周期	主要施工内容	备注
准备阶段	2026.12-2027.1	2 个月	临建搭设、材料设备进场、技术交底、测量放线	
污水处理厂扩建	2027.2-2027.7	6 个月	基坑开挖→地基处理→主体结构（池体浇筑）→设备安装→单机调试	不属于本次评价内容
陆域管道	2027.3-2027.5	3 个月	工作井、接收井施工→顶进→机头吊出→管道连接→场地恢复	
海域管道	2027.4-2027.9	4 个月	管道预制→浮运沉管→稳管固定→接口处理	避开 7-9 月台风高峰
扩散管及附属工程	2027.6-2027.10	5 个月	扩散管铺设→阀门井/排气井砌筑→路面恢复	
系统联调与验收	2027.11-2027.12	2 个月	全系统通水试验、水质监测、竣工验收	

3.7 工程用海必要性及占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况

3.7.1项目建设必要性

（1）满足广东雷州经济开发区 C 园和周边村镇污水排放需求、完善基础设施的需要

为落实国家、广东省赋予湛江“打造现代化沿海经济带重要发展极点”和“与海南相向而行”的重大使命，按照省委、省政府“1+1+9”工作部署，积极对接粤港澳大湾区、海南自由贸易港和西部陆海新通道建设的，2020 年 7 月，中共湛江市委十一届十次全会提出谋划建设雷州经济开发区，打造对接海南的重要物流通道和能源供应基地。2021 年 8 月，广东省人民政府同意设立广东雷州经济开发区（粤府函[2021]199 号），总规划面积 6.26 平方公里。广东雷州经济开发区分为 A、B、C 三个园区。完善的污水排放设施是现代园区的重要组成部分，A 园和 B 园污水排入市政管网依托雷州市政污水厂处理。而 C 园周边水库、河流等陆上水体无足够环境容量接纳其尾水，C 园主要位于乌石镇、沿海布置，随着园区建设力度的推进，园区处理达标后的尾水排放至海洋是别无他法的唯一选择，污水排海管道建设是必需的。本项目建设对雷州经开区园区产业发展有重大意义。

污水排海管道建设是园区的配套基础实施，满足 C 园发展港口物流经济和临港产业、新材料以及金属表面处理等主导产业的长期排污需求。有利于推动 C 园成为现代产业的集聚区。同时，周边村镇人口集聚、村镇建设提速，生活污水量持续增长，原排污设施建设标准偏低，且存在无序、零散的排污方式，存在潜在的陆域及近岸海域环境风险，通过建设污水排海专用管道，提升区域整体承载能力和营商配套水平，为后续片区成片开发、村镇功能提质坚定坚实的基础实施基础。

（2）增强 C 园可持续发展能力和助力打造临港经济区先行示范区建设的需要

雷州市正迎来湛江大型产业集聚区、湛江承接产业有序转移主平台、琼州海峡一体化高质量发展示范区、湛江临港经济区“四区合一”的重大发展机遇。其中，临港经济区首期规划选址同时位于湛江大型产业集聚区、琼州海峡一体化高质量发展示范区和湛江承接产业有序转移主平台内，作为省级重点支持建设主平台之一的湛江市承接产业有序转移主平台**乌石片区**全部纳入临港经济区范围。乌石片区作为承接产业有序转移主平台，未来将涌入大量临港工业、制造加工及配套产业。产业集聚必然带来污水排放量的激增。污水排海管道作为区域排污系统的关键“咽喉”，其建设直接决定了 C 园及临港经济区污水处理厂效能的发挥。污水排海管道工程通过构建畅通的区域尾水排放通道，能够有效释放 C 园及周边区域的环境容量，提升区域整体的污染物消纳能力，避免因污水排放问题对产业发展造成限制。因此污水排海管道的建设是必要的。

（3）是打造现代化、生态型省级经济开发区的需要

依据经开区发展规划，其总体目标是将广东雷州经济开发区打造为粤西双循环战略枢纽，雷州半岛制造业高地，生态文明的现代园区。发挥雷州市地处粤港澳大湾区、海南自贸港、北部湾经济区三区交汇的枢纽优势，面向国内国外两个市场，强化半岛货运物流枢纽中心功能，全面融入大湾区、自贸港产业链与供应链体系，构筑粤西双循环战略枢纽。实施区域协同发展战略，积极承接粤港澳大湾区产业外溢、主动对接海南自贸港产业链条、联动湛江东海岛和奋勇高新区上下游产业、错位徐闻主导产业，建设产业特色鲜明、具有较强辐射带动作用的雷州半岛制造业高地。规划定位是对接粤港澳大湾区和海南自由贸易港，发展以时

尚型和创新型绿色工业及港口物流为主导的现代化、生态型省级经济开发区。随着园区重点项目的落地运营及周边村镇人工增加，污水量将会大幅的增加。根据《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》，至 2023 年污水厂收集范围内污水量达 4.57 万 m^3/d，污水排海管道的建设为后续提升污水厂排污能力鉴定的基础。入海排污口位置可以根据海洋环境的承载能力和水流情况进行科学规划和设计，选择更有利于污水扩散和稀释的区域，从而提高污水排放的效率和安全性。雷州经开区 C 园污水排海管道作为园区的基础设施，大幅度削减入河涌水体的污染负荷，从而改善城市水环境和水体水质，污水排海管道建设是广东雷州经济开发区实现经济发展与生态保护双赢的必由之路。

综上所述，推进本项目建设，是增强 C 园可持续发展能力、实现雷州工业的全面崛起，推动雷州经济社会高质量跨越式发展的迫切需要和关键支撑。

3.7.2项目用海必要性

污水排海管线建设的目的是有效解决广东雷州经济开发区 C 园和周边村镇污水无处排的环保瓶颈，将工业污水、生活废水集中排入乌石镇西侧近岸海域。

管线路由区周围海域分布有乌石油田区输油气管道及单点系泊、大唐电厂防波堤及重件码头。本项目管道施工采用顶管法+沉管法，需在管线两侧一定范围内的海域进行沟槽的开挖、布设工作井和接收井；管线敷设完成后需要在管线两侧一定距离内划定保护范围。因此，管线用海是必要的。

扩散器是我国目前进行污水海洋处置工程的重要方式，其充分利用水文条件等环境参数，有效地进行污水初始稀释，最终目的既要保证排海工程合理利用自然降解能力，又能使对近区海域的环境污染和生态负面影响降到最低。因此扩散器用海也是必要的。

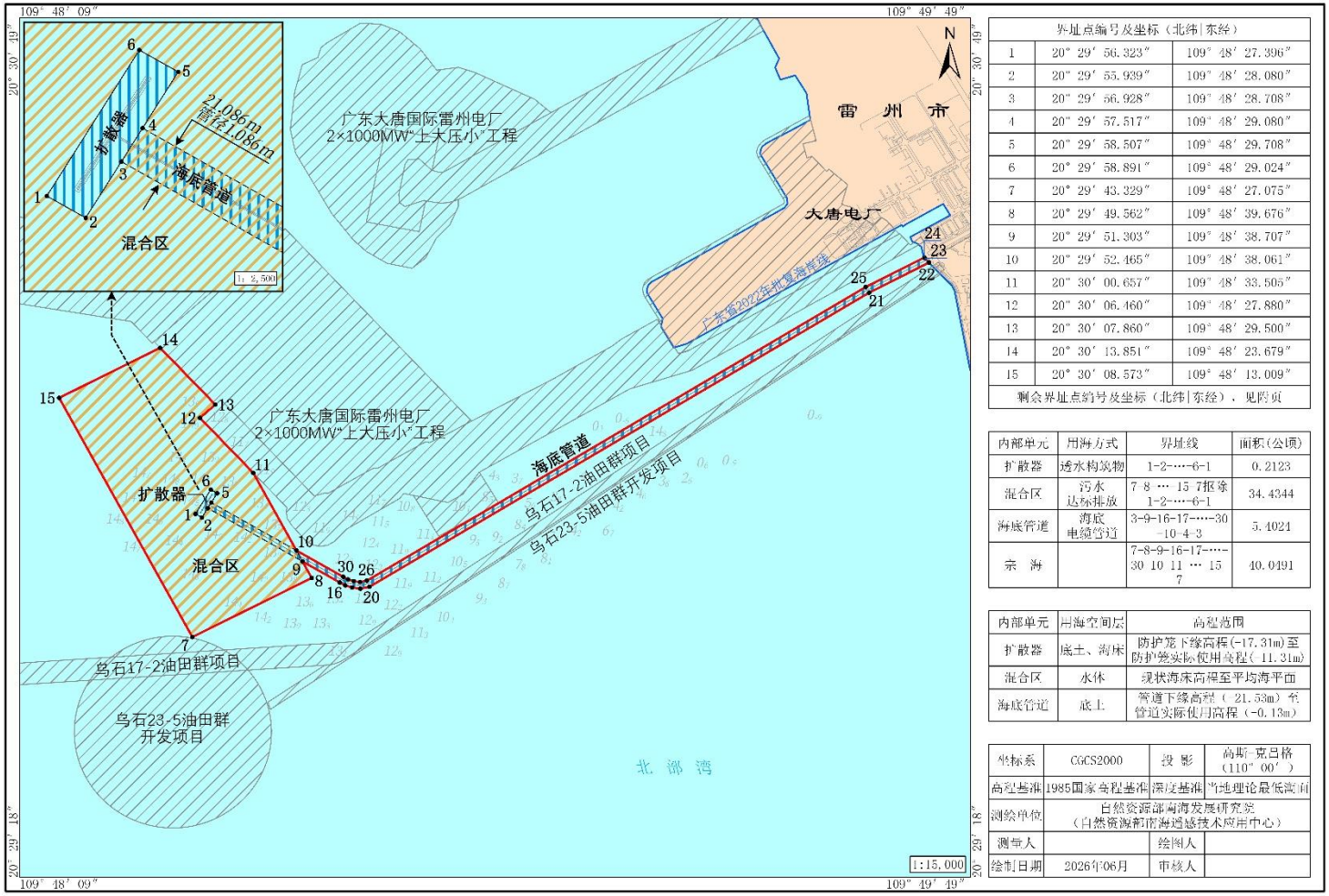
同时污水管道排出的污水根据区划和保护目标，以其所排放的特征因子随距离浓度衰减，达到海水水质标准要求时水体所波及的最大包络线为界，界定的污水达标排放用海也是必要的。

3.7.3项目用海情况

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），项目的海域使用类型为**污水倾倒用海（一级类）**中的**污水达标排放用海（二级类）**；用海方式界定为**构筑物（一级类）**中的**透水构筑物（二级类）**、其他方式（一级类）中的**海底电缆管道（二级类）**和**污水达标排放（二级类）**。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，项目的用海类型为**特殊用海（一级类）**中的**排污倾倒用海（二级类）**。本项目拟申请海域使用面积 40.0491 公顷。其中，透水构筑物用海 0.2123 公顷，海底电缆管道用海 5.4024 公顷，污水达标排放用海 34.4344 公顷。

拟申请用海范围占用海岸线 21.086m，占用岸线类型为人工岸线，污水管道实施需穿越人工岸线总长度约 1.086m。本项目拟申请用海期限为 50 年。

广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目宗海界址图



界址点编号及坐标（北纬|东经）		
1	20° 29′ 56.323″	109° 48′ 27.396″
2	20° 29′ 55.939″	109° 48′ 28.080″
3	20° 29′ 56.928″	109° 48′ 28.708″
4	20° 29′ 57.517″	109° 48′ 29.080″
5	20° 29′ 58.507″	109° 48′ 29.708″
6	20° 29′ 58.891″	109° 48′ 29.024″
7	20° 29′ 43.329″	109° 48′ 27.075″
8	20° 29′ 49.562″	109° 48′ 39.676″
9	20° 29′ 51.303″	109° 48′ 38.707″
10	20° 29′ 52.465″	109° 48′ 38.061″
11	20° 30′ 00.657″	109° 48′ 33.505″
12	20° 30′ 06.460″	109° 48′ 27.880″
13	20° 30′ 07.860″	109° 48′ 29.500″
14	20° 30′ 13.851″	109° 48′ 23.679″
15	20° 30′ 08.573″	109° 48′ 13.009″
剩余界址点编号及坐标（北纬|东经），见附页		

内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
扩散器	透水构筑物	1-2-……-6-1	0.2123
混合区	污水达标排放	7-8-…-15-7抠除1-2-……-6-1	34.4344
海底管道	海底电缆管道	3-9-16-17-……-30-10-4-3	5.4021
宗 海		7-8-9-16-17-……-30-10-11-…-15-7	40.0491

内部单元	用海空间层	高程范围
扩散器	底土、海床	防护笼下缘高程（-17.31m）至防护笼实际使用高程（-11.31m）
混合区	水体	现状海床高程至平均海平面
海底管道	底土	管道下缘高程（-21.53m）至管道实际使用高程（-0.13m）

坐标系	CGCS2000	投 影	高斯-克吕格（110° 00′）
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	自然资源部海洋发展研究所（自然资源部南海遥感技术应用中心）		
测绘人		绘图人	
绘制日期	2026年06月	审核人	

图 3.9-1 项目宗海界址图

广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目宗海平面布置图

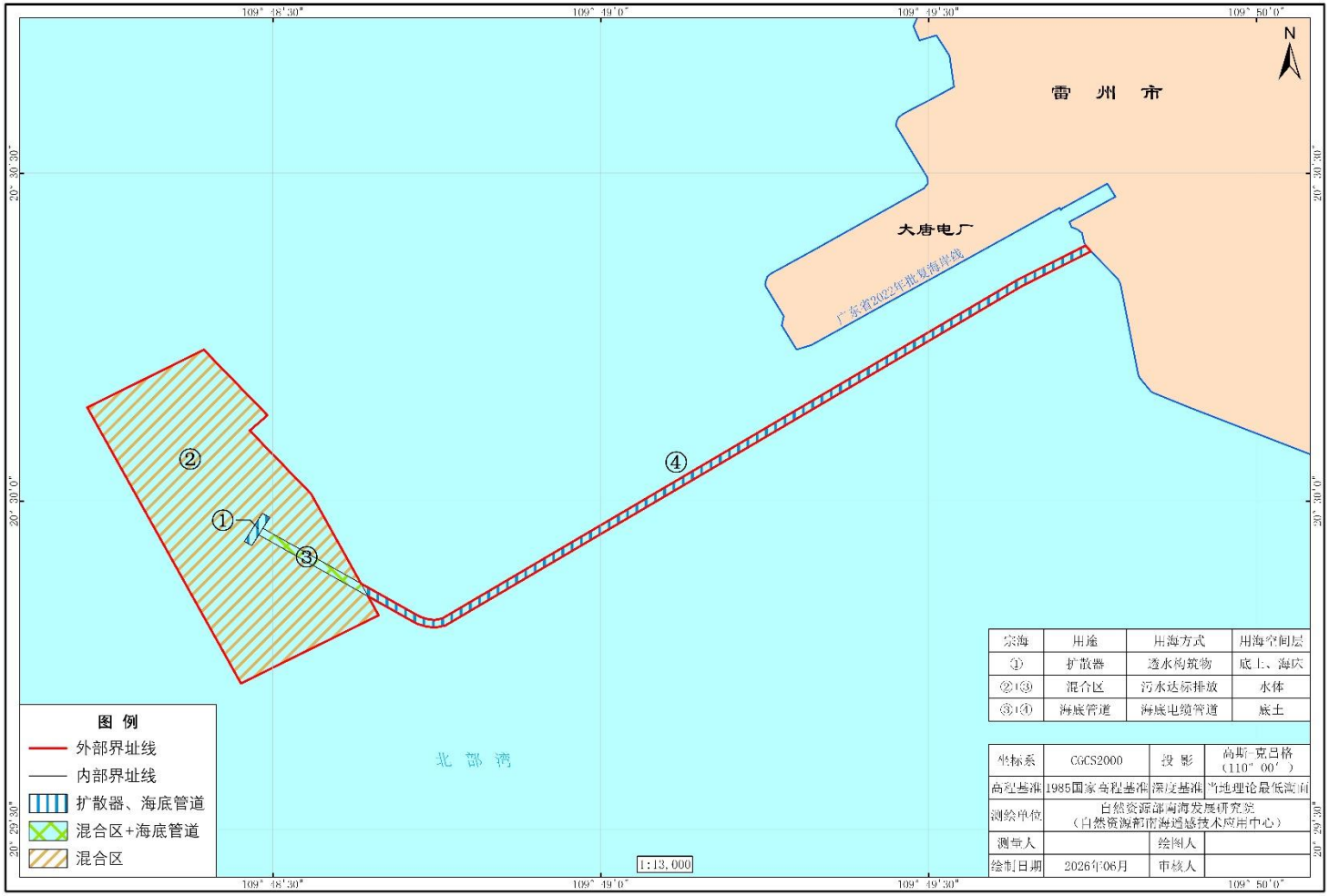


图 3.9-2 项目宗海平面布置图

4 工程分析

4.1 海上工程分析

4.1.1建设期工程分析

4.1.1.1 主要施工工艺流程及产污环节分析

本项目海上污水管道敷设主要施工工艺过程及产污环节见图 4.1.1-1 和图 4.1.1-2。

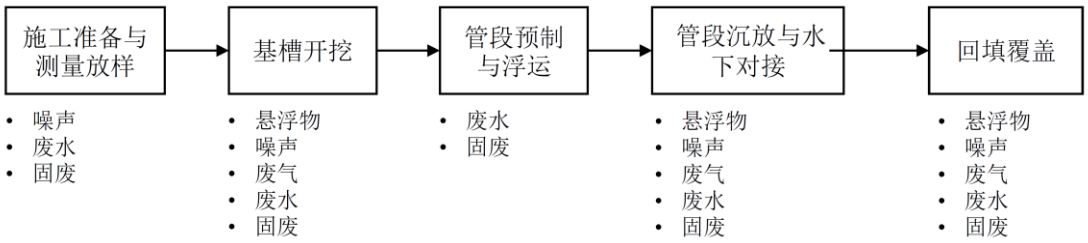


图 4.1.1-1 本项目海上污水管道沉管法主要施工工序及产污环节

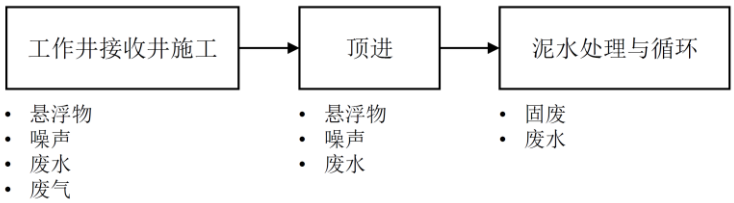


图 4.1.1-2 本项目污水管道顶管法主要施工工序及产污环节

根据工程特点，结合工程附近海域的环境特征，海上排污管道施工期间主要环境影响体现在：

（1）敷设管道、扩散器等海底作业产生的悬浮泥沙对海水水质、海洋生态环境的影响；

（2）施工船舶产生机舱含油污水对海洋生态环境的影响；

（3）施工人员产生的生活污水对海洋生态环境的影响；

（4）施工过程中施工机械噪声对声环境的影响；

（5）施工过程中产生的固体废物对海洋生态环境的影响；

（6）施工船舶的尾气对大气环境的影响。

海上污水管道施工期可能发生突然性事故造成环境风险，主要为施工船舶因发生碰撞事故导致溢油的风险。

4.1.1.2 施工期污染物源强估算

（1）悬浮泥沙

①扫海清障作业悬浮物

扫海作业范围在路由两侧 50m，采用声呐仪器扫海，发现障碍物才进行打捞回收，因此悬浮泥沙污染仅在打捞点发生。打捞的障碍物主要是缆线、绳索、插网、渔网等小型障碍物，打捞操作一般发生在泥面以上，引起海底扰动较小，影响时间为打捞的瞬间。总体来看，扫海清障作业悬浮物影响很小，相比污水管道铺设作业产生的悬沙源强，扫海源强基本可以忽略。

②穿堤段及污水管道入海至 WS16 段顶管法埋设悬浮物

穿堤段及海上近岸段施工采用顶管法施工，海上需布设工作井。本工程海上工作井布设于防浪堤附近，拟退潮期施工，控制悬浮泥沙进入海域；WS16 处布设接收井，采用双壁钢围堰结构，因施工周期很短，悬浮物产生量不大；顶管法施工期间产生的废浆、废水经泥水分离系统处理后循环利用，分离出的干土及废弃泥浆全部运至陆上合规场地处置，严禁直接排入周边海域。

③污水管道 WS16 至排放口段沉管法挖沟与回填悬浮物

采用抓斗船挖沟。据钻孔资料，路由区主要为粉质粘土、粉砂等，干密度取 0.9 g/cm^3。挖沟效率 2000 m^3/d，每天施工时间约 9h，抓斗船悬浮物产生量一般为抓泥量的 3%~5%，按照 5%考虑，则挖沟过程中的悬浮物源强约为 2.78kg/s。

沉管法段管道沉放与基槽回填作业、扩散器及防护笼安装等过程中亦会产生一定量的悬浮泥沙。鉴于其施工作业面相对集中、持续时间较短，与挖沟埋设段相比悬浮物产生源强相对较低。本次评价中，将其与挖沟埋设施工产生的悬浮物影响进行合并分析与综合考量，不再单独进行源强估算。

（2）船舶施工人员生活污水

本项目主要施工船舶共 4 艘，施工船舶上的工作人员总数约为 30 人，船员生活用水量按《广东省地方标准用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T 1461.3-2021）-居民生活用水定额 140L/人·d（小城镇），则日用水量约为 4.20m³/d。参照《生活污染源产排污系数手册》（生态环境部公告 2021 年第 24 号）-第一部分城镇生活源水污染物产生系数：生活污水折污系数为 0.89，则施工船舶生活污水产生量约 3.74m³/d；化学需氧量、氨氮、总氮、总磷产生系数分别为 285mg/L、28.3mg/L、39.4mg/L、4.10mg/L，估算工程施工期间船舶生活污水中化学需氧量、氨氮、总氮、总磷排放量分别为 1.07kg/d、0.11kg/d、0.15kg/d、0.02kg/d。

本项目施工期船舶生活污水由施工船方通过简易收集设备将污水统一收集后运回陆上交由相关单位合规处置。

（3）施工船舶舱底含油污水

本工程施工船舶含油污水主要来自施工船舶产生的舱底含油污水。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）表 4.2.4 船舶舱底油污水水量，按同时施工保守考虑，施工期舱底含油污水产生量为 5.96t/d；根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），并类比同类项目，处理前舱底油污水含油量按 10000mg/L 计算，则船舶含油污水中石油类产生量为 59.6kg/d。

表 4.1.1-1　本项目施工期船舶机舱含油污水产生量一览表

序号	船舶名称	施工船舶规格/数量	产污系数（t/d 艘）	施工天数（天）	机舱含油污水产生量（t）
1	抓斗船	8m³/1	0.14	150	21
2	起重船	200t/2	0.81		121.5
3	驳船	200t/2	0.81		121.5
4	拖轮	200HP/1	4.2		630
合计			5.96		1192

按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号），机舱含油污水不得向沿海海域排放，船舶所产生的油类污染物须定期排放至岸上或水上移动接收设施。本项目施工期船舶含油污水由施工船方自行委托，铅封运回陆上交由有资质单位处置。

（4）清管试压废水

根据《管道工程设计规范》，管道试压前应采用清管器进行清管，并不应少于两次。本项目采用清洁海水试压，系统试验压力为设计压力的 1.25 倍。根据现有施工实践，清管和试压采用清水分段进行，废水排放总量约 5200m^3，该部分废水中含有少量泥砂。

（5）固体废物源强估算

本项目施工期产生的固体废物主要为废弃土方和船舶施工人员产生的生活垃圾。

根据土石方平衡，管道施工和扩散器施工挖沟产生的开挖方量共计 12000m^3，计划挖出土方暂运至周边已回收地块的虾塘。管掘进出土的开挖方量为 850m^3，此部分土方因含有钻渣需要运送至当地政府指定的弃土场进行处置。

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），内河、沿海船舶生活垃圾产生量为 1.5kg/（人·天）。根据本项目施工方案，主要施工船舶共 4 艘，船舶施工人员约 30 人/天，则施工船舶生活垃圾产生量约 45kg/天，施工期产生量为 6.62t。分类收集后定期接收至岸上，一并交由环卫部门接收处置，禁止将生活垃圾扔入海域。

（6）大气污染源强估算

本项目施工期对大气环境产生影响的主要为施工机械设备、施工船舶燃油废气，该部分废气产生量极少且产生时间有限，由于项目位于开阔地区，通风良好，一旦施工结束，影响也随之消失，因此本次评价不做定量分析。

各施工机械、船舶等以柴油、汽油为燃料，施工过程中会产生一定量的燃油废气，主要污染物为 NOx、SO_X、颗粒物、CO 等。根据交通运输部《关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交海发〔2018〕168 号），本项目位于沿海控制区，船舶应使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油；生态环境部、工业和信息化部、海关总署《关于实施重型柴油车国六排放标准有关事宜的公告》（公告 2021 年第 14 号），自 2021 年 7 月 1 日起，全国范围全面实施重

型柴油车国六排放标准。本项目距离环境敏感点较远，在加强施工管理，确保燃料符合国家和广东省规定的质量标准、排放标准，施工机械、船舶废气对周边大气环境产生的影响较小，且随着施工结束、影响随之消失。

（7）噪声污染源源强估算

本项目按常规施工方法，施工期对声环境的影响主要是施工机械、设备、船舶噪声，主要噪声源强在 70~95dB(A)之间，具体见表 4.1.1-2。

表 4.1.1-2　施工期主要噪声源及源强一览表

序号	噪声源	最大声级 dB（A）	测点与声源距离（m）	数量	降噪方式
1	各类船舶	70~95	1	4	选用低噪声的施工设备，合理安排施工时间、加强维护保养等
2	起重机	85	1	1	
3	挖掘机	95	1	1	

（8）海上建设阶段污染物汇总

在采取相应措施后，本项目施工期各类污染物的产生、排放情况见表 4.1.1-3。

表 4.1.1-3　施工期污染源情况汇总

污染源	主要污染物	发生量	环保措施及排污去向
管道铺设	悬浮物	2.78kg/s	选择适当的施工设备、优化施工作业方式，避免不必要的悬浮物产生
船舶施工人员生活污水	污水量	3.74m^3/d	水由施工船方通过简易收集设备将污水统一收集后运回陆上交由相关单位合规处置
	COD	1.07kg/d	
	氨氮	0.11 kg/d	
	总氮	0.15 kg/d	
	总磷	0.02 kg/d	
船舶含油污水	污水量	5.96t/d	经收集后交由有处理能力的单位统一接收处理
	石油类	59.6kg/d	
清管试压废水	泥砂悬浮物	5200m^3	自然排放
船舶施工人员生活垃圾	生活垃圾	45kg/d	经收集后一并交由环卫部门接收处置

废弃土方	土方	12000m^3	挖出土方暂运至周边已回收地块的虾塘。
施工船舶	CO、NOx、SO_2、颗粒物等	少量	项目通过加强管理，采用清洁能源原料等措施，减少废气产生
施工现场	噪声	70~95dB（A）	尽量选用低噪声机械设备或带隔声、消声设备，加强对施工设备的维护保养

4.1.2营运期工程分析

4.1.2.1 营运期主要工艺流程及产污环节分析

本项目营运期间是将污水处理厂达标污水输运至乌石镇近岸海域排放。营运期排污口附近海域水体中污染物浓度增加，造成局部水域超标。另外污水管道敷设于海底，管道运行维护船舶将产生少量的船舶废气、噪声、船舶含油污水，运维人员也会产生少量的生活污水、生活垃圾等。

海上污水管道营运期的环境影响，主要为污水排放对海洋生态环境及环境敏感目标造成的不利影响。此外，营运期存在潜在的突发环境风险，主要包括两种情形：一是污水处理厂突发事故导致未经有效处理的污水直接排海；二是排海管道发生意外破裂，造成污水泄露或在非指定海域排放。

4.1.2.2 营运期污染物源强估算

营运期虽存在管道巡检维护产生的船舶废气、含油污水及生活污水等，但鉴于其产生量极小且易于管控，环境影响可忽略不计。因此，本次评价重点核算排海尾水的源强，对上述船舶污染源不作定量分析。

本节排海尾水源强分析内容主要引自《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》。

根据园区管委会提供资料，C 区现仅有 2 家企业落户生产、 2 家企业在建。本项目服务范围内现有企业排污情况见表 4.1.2-1。由表可知，C 区目前已确定落户企业共有 4 家，其中广东大唐国际雷州火电项目、中海石油（中国）有限公司湛江分公司生产、生活污水均经处理后回用，不进入污水处理厂。其余 2 家企业

废水排放总量为 4141.33m^3/d，拟进入污水处理厂进行深度处理，该废水不含电镀、电解工艺，主要污染物为 pH、COD、BOD_5、SS、NH_3-N、TN 及氟化物等。

表 4.1.2-1　C 区内现有工业企业排污情况

序号	企业名称	生活污水排放量（m^3/d）	工业废水排放量（m^3/d）	工业废水主要污染物	温排水（m^3/s）	排放去向	备注
1	广东大唐国际雷州发电有限责任公司	0	0	/	夏季 68.12 冬季 51.10	生产、生活污水均回用不外排，温排水经处理后直接排海	正在运营
2	东岛（雷州）锂电材料有限公司	9	3905.2	pH 值、化学需氧量、生化需氧量、悬浮物、氨氮、氟化物、总氮	0	进入本项目的污水处理厂	在建
3	稀美资源（雷州）有限公司	31.5	195.63	生化需氧量、悬浮物、氨氮、氟化物	0	进入本项目的污水处理厂	在建
4	中海石油（中国）有限公司	0	0	/	0	生产、生活污水均回用不外排	正在运营
5	小计	40.5	4100.83	/	/	进入本项目的污水处理厂	/

（1）污水厂进水水质

根据《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书（报批稿）》《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》，C 区规划主导产业为新材料、金属加工、精细化工、新型建筑工程、能源电力及节能环保、物流业。C 区入驻企业向污水厂排放废水时，基本污染因子接管要求执行广东省《水污染物排放限值》(DB 44/26-2001) 第二时段三级标准、规划设计进水水质标准及《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准的较严值，具体见表 4.1.2-2。

表 4.1.2-2　项目基本污染因子进水水质标准

污染控制项目	GB31572-2015，2024年修改单的间接排放标准	DB44/26-2001第二时段三级标准	规划设计进水水质	本项目接管标准	单位
pH	--	6~9	--	6~9	无量纲
COD_{Cr}	--	--	350	350	mg/L
BOD_5	--	--	200	200	mg/L
SS	--	--	350	350	mg/L
氨氮	--	--	28	28	mg/L
总氮	--	--	40	40	mg/L
总磷	--	--	4.0	4.0	mg/L
石油类	--	20	--	20	mg/L
动植物油	--	100	--	100	mg/L
LAS	--	20	--	20	mg/L

污水厂特征污染因子接管标准执行《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准及《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002，2025 年修改单)一级 A 标准的较严值，具体见下表 4.1.2-3。

表 4.1.2-3　污水厂涉重金属等特征污染物接管标准（单位：mg/L）

污染物	广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准	《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准	《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002，2025 年修改单)一级 A 标准	污水厂接管标准
氟化物	10	10	/	10
总氰化物	0.3	0.5	0.5	0.3
总有机碳	20	20	/	20
总铅	/	1.0	0.1	0.1
总镉	/	0.1	0.01	0.01
总砷	/	0.5	0.1	0.1
总镍	/	1.0	0.05	0.05
总汞	/	0.05	0.001	0.001
总铬	/	1.5	0.1	0.1
六价铬	/	0.5	0.05	0.05

（2）污水厂出水水质

根据《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿），污水处理厂出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002，2025 年修改单）一级 A 标准、广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准的较严值，具体见表 4.1.2-4。

表 4.1.2-4 污水厂尾水出水排放标准（单位：mg/L，pH 无量纲）

污染控制项目	（GB18918-2002，2025 年修改单）一级 A 标准		（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准	DB44/26-2001 第二时段一级标准	污水厂排放标准		单位
	日均值	瞬时值	日均值	日均值	日均值	瞬时值	
pH	--	6-9	--	6-9	6-9	6-9	无量纲
色度	--	30	--	40	40	30	稀释倍数
COD_{Cr}	50	75	--	40	40	75	mg/L
BOD_5	10	--	--	20	10	--	mg/L
SS	10	--	--	20	10	--	mg/L
氨氮	5（8）	10（15）	--	10	5（8）	10（15）	mg/L
总氮	15	20	--	--	15	20	mg/L
总磷	0.5	1	--	0.5	0.5	1	mg/L
石油类	1	--	--	5	1	--	mg/L
动植物油	1	--	--	10	1	--	mg/L
LAS	0.5	--	--	5	0.5	--	mg/L
粪大肠菌群	--	10^3（回用），10^4（非回用）	--	--	--	10^3（回用），10^4（非回用）	MPN/L
氟化物	/	/	10	10	10	/	mg/L
总氰化物	0.5	/	0.5	0.3	0.3	/	mg/L
总有机碳	/	/	20	20	20	/	mg/L
总铅	0.1	/	1.0	/	0.1	/	mg/L
总镉	0.01	/	0.1	/	0.01	/	mg/L

总砷	0.1	/	0.5	/	0.1	/	mg/L
总镍	0.05	/	1.0	/	0.05	/	mg/L
总汞	0.001	/	0.05	/	0.001	/	mg/L
总铬	0.1	/	1.5	/	0.1	/	mg/L
六价铬	0.05	/	0.5	/	0.05	/	mg/L
注 1：括号外为水温＞12℃的控制指标，括号内为水温≤12℃的控制指标。							

（3）污水排放量及组成

根据《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿），污水处理厂污水收集范围内废水总量为 4.57 万 m^3/d，其中生活污水量为 3.39 万 m^3/d、涉重金属废水量为 1.02 万 m^3/d，其余废水量为 0.16 万 m^3/d。

（4）污染物排放量

陆上污水处理厂分两期实施，设计规模近期 2.5 万 m^3/d、远期 5 万 m^3/d。主体工艺拟采用 A^2/O 氧化沟工艺，出水水质达标排放浓度，可计算出经本项目污水管道排放的污水中主要污染物排放量，详见表 4.1.2-5。

表 4.1.2-5　污水处理厂进出水水中主要污染物量及污染物削减量

污染源类型及排放量	污染物	产生浓度 mg/L	产生量 t/d	实际排放浓度 mg/L	排放量 t/d	消减量 t/d
废水排放量（近期）25000m³/d	COD	350	8.75	35	0.875	7.875
	BOD_5	200	5	10	0.25	4.75
	SS	350	8.75	10	0.25	8.5
	氨氮	28	0.7	5	0.125	0.575
	总氮	40	1	15	0.375	0.625
	总磷	4	0.1	0.4	0.01	0.09
	石油类	20	0.5	1	0.025	0.475
	氟化物	4.08	0.102	4.08	0.102	0
	总氰化物	0.1224	3.06×10^{-3}	0.1224	3.06×10^{-3}	0
	总有机碳	8.16	0.204	8.16	0.204	0
	总铅	0.0408	1.02	0.0408	1.02	0
	总镉	4.08×10^{-3}	1.02×10^{-4}	4.08×10^{-3}	1.02×10^{-4}	0
	总砷	0.0408	1.02×10^{-3}	0.0408	1.02×10^{-3}	0
	总镍	0.0204	5.1×10^{-4}	0.0204	5.1×10^{-4}	0

污染源类型及排放量	污染物	产生浓度 mg/L	产生量 t/d	实际排放浓度 mg/L	排放量 t/d	消减量 t/d
	总汞	4.08×10^{-4}	1.02×10^{-5}	4.08×10^{-4}	1.02×10^{-5}	0
	总铬	0.0408	1.02×10^{-3}	0.0408	1.02×10^{-3}	0
	六价铬	0.0204	5.1×10^{-4}	0.0204	5.1×10^{-4}	0
废水排放量（远期）50000m³/d	COD	350	17.5	35	1.75	15.75
	BOD_5	200	10	10	0.5	9.5
	SS	350	17.5	10	0.5	17
	氨氮	28	1.4	5	0.25	1.15
	总氮	40	2	15	0.75	1.25
	总磷	4	0.2	0.4	0.02	0.18
	石油类	20	1	1	0.05	0.95
	氟化物	2.04	0.102	2.04	0.102	0
	总氰化物	0.0612	3.06×10^{-3}	0.0612	3.06×10^{-3}	0
	总有机碳	4.08	0.204	4.08	0.204	0
	总铅	0.0204	1.02	0.0204	1.02	0
	总镉	2.04×10^{-3}	1.02×10^{-4}	2.04×10^{-3}	1.02×10^{-4}	0
	总砷	0.0204	1.02×10^{-3}	0.0204	1.02×10^{-3}	0
	总镍	0.0102	5.1×10^{-4}	0.0102	5.1×10^{-4}	0
	总汞	2.04×10^{-4}	1.02×10^{-5}	2.04×10^{-4}	1.02×10^{-5}	0
	总铬	0.0204	1.02×10^{-3}	0.0204	1.02×10^{-3}	0
	六价铬	0.0102	5.1×10^{-4}	0.0102	5.1×10^{-4}	0

4.2 陆上工程分析

4.2.1建设期工程分析

4.2.1.1 陆域管产污环节

管线施工主要施工节点以及产污情况详见下图。

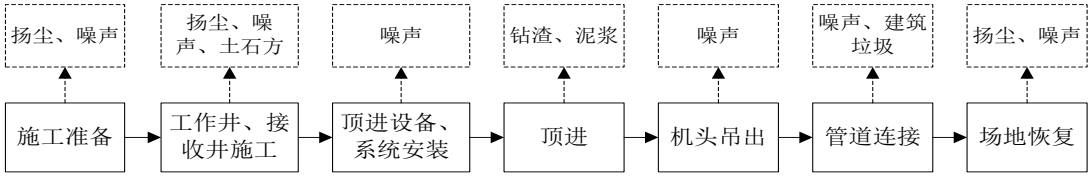


图 4.2.1-1　陆域顶管施工工作井施工场地平面布置图

陆域管线施工期间的环境污染因素主要有：

（1）废气：施工机械和运输车辆的燃油尾气，主要污染物为 SO_2、NOx、CO 和烟尘；基坑（工作井、接收井）施工、场地恢复等阶段的土石方工程以及施工准备阶段以及其他施工阶段的材料装卸、运输、堆存过程所产生的施工扬尘；

（2）废水：施工人员产生的生活污水；顶管施工过程产生的泥水；施工场地及基坑（工作井、接收井）排水；

（3）噪声：各施工过程中施工机械、运输车辆产生的施工噪声；

（4）固体废物：施工人员产生的生活垃圾；工作井、接收井施工产生的土石方；顶进施工产生的钻渣、泥浆；其他施工阶段产生的建筑垃圾。

4.2.1.2　施工期废气污染源强核算

陆域管线施工过程产生的大气污染物主要为施工扬尘、施工机械和车辆的燃油尾气。

（1）施工扬尘

施工扬尘是施工过程中主要的大气污染源，其主要产生来源于以下方面：

①施工现场在场地平整、基坑（工作井、接收井）开挖过程产生的作业扬尘以及裸露土表受风力吹扬产生的风力扬尘，施工现场内土石方临时堆放时受风力吹扬产生的风力扬尘；

②车辆装载的土料、建筑材料等在运输和装卸过程中飘洒、散落、飞扬的粉尘；

③施工机械和车辆行驶过程中车轮与路面摩擦导致积尘飞扬产生的道路运输扬尘。

1）施工场地扬尘

施工场地扬尘按起尘原因可分为风力起尘和动力起尘，其中风力起尘主要是由于露天堆放的土石方及裸露的施工区表层浮尘因天气干燥及大风，产生风力扬尘；而动力起尘，则主要是土方开挖、土石方的装卸过程中，由于外力而产生的尘粒再悬浮而造成。

风力扬尘的扬尘量可按堆场起尘的经验公式计算：

$$Q=2.1(V_{50}-V_0)^3 e^{-1.023W}$$

式中：Q——起尘量，kg/t·a；

V_{50}——距地面 50m 风速，m/s；

V_0——起尘风速，m/s；

W——尘粒的含水率，%。

可见，起尘量与粒径和含水率有关，因此减少露天堆放、保证一定的含水率等措施是减少风力起尘的有效手段。粉尘在空气中的扩散稀释与风速等气象条件有关，也与粉尘的沉降速度有关。不同粒径的沉降速度见下表。

表 4.2.1-1 不同粒径尘粒的沉降速度一览表

粉尘粒径/μm	10	20	30	40	50	60	70
沉降速度/（m/s）	0.003	0.012	0.027	0.045	0.075	0.108	0.147
粉尘粒径/μm	80	90	100	150	200	250	350
沉降速度/（m/s）	0.158	0.170	0.182	0.239	0.804	1.055	1.829

由上表可以看出，粉尘的沉降速度随着粒径的增大而迅速增大，当粒径大于 250μm 时，主要影响范围在扬尘产生点下风向近距离范围内，而对外环境影响较大的是一些粒径微小的粉尘。

根据文献资料介绍，施工场地扬尘在自然风作用下一般影响范围在 100m 以内。如果对裸露砂石料堆场实施洒水抑尘，每天洒水 4～5 次，可有效地控制施工扬尘，将 TSP 污染距离缩小至 20～50m 范围内，洒水抑尘试验资料见下表。

表 4.2.1-2 施工场地洒水抑尘试验结果

距离/m		5	20	50	100
TSP 小时平均浓度/（mg/m³）	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.4	0.67	0.60

2）运输扬尘

运输扬尘主要是由运输车辆行驶产生，扬尘产生量与道路路面及车辆行驶速度有关。在完全干燥情况下，可按经验公式计算：

$$Q = 0.123 \times \left(\frac{v}{5}\right)\left(\frac{W}{6.8}\right)^{0.85}\left(\frac{p}{0.5}\right)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶的扬尘，kg/km·辆；

v——汽车速度，km/h；

W—汽车载重量，t；

P——道路表面粉尘量，kg/m²。

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，不同行驶速度情况下产生的扬尘量如下表所示。

表 4.2.1-3 不同车速和地面清洁程度时的汽车扬尘（单位：kg/km·辆）

v（km/h） P（kg/m²）	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0
5	0.0283	0.0476	0.0646	0.0801	0.0947	0.1593
10	0.0566	0.0953	0.1291	0.1602	0.1894	0.3186
15	0.0850	0.1429	0.1937	0.2403	0.2841	0.4778
20	0.1133	0.1905	0.2583	0.3204	0.3788	0.6371

由上表可知，在同样路面清洁情况下，车速越快，扬尘量越大；而在同样车速情况下，路面清洁度越差，则扬尘量越大。根据类比调查，一般情况下，施工场地、施工道路在自然风作用下产生的扬尘所影响的范围在 100m 以内。

（2）施工机械和车辆的燃油尾气

陆域管线施工需要使用载重货车、抓斗挖掘机、商砼搅拌车等，以上设备需要使用轻质柴油作为燃料，会产生一定量的尾气。施工机械和运输车辆产生的大气污染物主要以 SO_2、NOx、CO、烟尘等污染物为主，本工程管线施工场地位于

海岸空旷地带，现场大气扩散稀释条件好，施工车辆、施工机械及车辆尾气在风的作用下，很快得到扩散稀释，对周围大气环境影响较小。

4.2.1.3 施工期废水污染源强核算

（1）施工人员生活污水

根据施工方案可知，本工程陆域施工高峰期的施工人数为 20 人，临时的施工营地就近布置在未投运的 C 区污水处理厂内部空地。根据《用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T691461.3-2021）中表 2 居民生活用水定额表，农村居民II区（含湛江)用水定额为 130L/(人·d)，本工程施工人员用水量按每人每天 130L 计，陆域施工工期为 90 天，生活污水产污系数按 90%计，则陆域施工期内最大生活污水日产生量为 2.34m^3/d，生活污水总产生量为 210.6m^3/施工期。施工期生活污水污染物主要污染物为 COD、BOD_5、SS、氨氮、动植物油，根据类比调查，生活污水水质为：COD：300mg/L、BOD_5：250mg/L、SS：200mg/L、NH_3-N：30mg/L、动植物油：80mg/L。生活污水经临时化粪池处理达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中的旱作灌溉标准后用于周边农林灌溉，不得随意排放，经临时化粪池处理后的生活污水水质为：COD：150mg/L、BOD_5：100mg/L、SS：80mg/L、NH_3-N：26mg/L、动植物油：40mg/L。

表 4.2.1-4 施工期生活污水的水污染源强核算一览表

工序	污染源	污染物	污染物产生情况				治理措施		污染物排放情况			
			核算方法	废水产生量（m^3/a）	产生浓度（mg/L）	产生量（t/a）	治理工艺	处理效率	核算方法	废排放水量（m^3/a）	排放浓度（mg/L）	排放量（t/a）
办公生活	生活污水	COD_{Cr}	类比法	210.6	300	0.06	化粪池	50%	产物系数法	210.6	150	0.03
		BOD_5			250	0.05		60%			100	0.02
		SS			200	0.04		80%			80	0.02
		氨氮			30	0.01		15%			26	0.01
		动植物油			80	0.02		50%			40	0.01

（2）顶管施工过程产生的泥水

利用顶管掘进机进行顶管施工时，机头在挖掘、破碎岩土过程会排出泥水。泥水通过排泥管和排泥泵汇入施工场地设置的沉砂池中，泥水经沉淀处理后，上层清液会通过进浆管和进浆泵回用到顶管作业或施工场地洒水抑尘，不外排。

（3）施工场地及基坑（工作井、接收井）排水

在陆域管线施工过程如遇降雨，施工场地及基坑内汇集的雨水含有较多的悬浮泥沙，施工场地四周设置的排水沟能有效收集施工场地排出的废水，并通过重力自流的方式汇入沉砂池或沉砂井中，基坑则通过排水沟和排水泵将坑内积聚的废水收集至沉砂池或沉砂井中。根据湛江市气象站统计的近 20 年（2005 年~2024 年）气象数据，本工程所在地区的多年平均降雨量为 1705.1mm，本工程所在地区的年降雨天数按 150 天/年计算，径流系数取值为 0.9，则单个工作井施工场地及基坑排水量约 6.1m^3，单个接收井施工场地及基坑排水量约 1.0m^3。根据类比调查，施工场地及基坑排出的废水水质为 SS：2000mg/L。施工场地及基坑排出的废水在沉砂池中进行连续 2h 的静置、沉淀处理，其 SS 浓度可降至 60mgL。沉淀后的上清液回用于顶管作业或施工场地洒水抑尘，不外排。

4.2.1.4 施工期噪声源强核算

陆域管线施工期的噪声具有阶段性、临时性和不固定性的特点，本工程陆域管线施工时常用的施工设备产生的机械噪声声压级参照《环境噪声与振动控制工程技术导则》附录 A 和同类项目的施工设备噪声源强给出，陆域管线施工设备噪声级约 70～95dB(A)。具体情况见下表。

表 4.2.1-5 陆域管线施工环节的主要噪声源及源强一览表

使用环节	设备名称	设备数量	声源 5m 处的噪声级/dB(A)
施工准备	载重货车	2	86
工作井、接收井施工	抓斗挖掘机	1	83
	商砼搅拌车	1	88
	混凝土振捣器	2	85
工作井吊装	起重龙门吊	1	75
接收井吊出	起重龙门吊	1	75
顶进	油泵	1	75
	顶管掘进机	1	75

	排泥泵	1	75
	进浆泵	1	75

4.2.1.5 施工期固体废物源强核算

（1）生活垃圾

根据施工方案可知，本工程陆域施工高峰期的施工人数为 20 人，临时的施工营地就近布置在未投运的 C 区污水处理厂内部空地。施工人员的生活垃圾产生量 1.5kg/人·d 计，陆域施工工期为 53 天，则陆域施工期生活垃圾日产生量约为 0.03t/d，总产生量为 1.59t/施工期。本工程施工期的生活垃圾收集至生活垃圾收集箱，交由当地环卫部门清运处理。

（2）工作井、接收井以及临时设施开挖土石方

根据本工程陆域管线施工的土石方平衡分析，工作井、接收井以及临时设施开挖方量共计 990m^3，其中 780m^3 就地回填，210m^3 用于管线穿越的沟塘填筑，此部分土石方实现就地或就近回填，无弃方。

（3）钻渣、泥浆

根据本工程陆域管线施工的土石方平衡分析，管掘进出土的土方量为 850m^3。类比同类工程，因钻渣、泥浆含水率较高，顶管施工的钻渣、泥浆产生量预计为土方量的 3 倍，则本工程陆域管线施工的钻渣、泥浆产生量约为 2550m^3。钻渣、泥浆随泥水排出至沉砂池中，经过静置沉淀分离后，沉积在底部的钻渣、泥浆运至当地政府指定的弃土场进行处置。

（4）建筑垃圾

本工程陆域管线施工期间还会产生建筑垃圾，如废钢筋、废水泥、废破碎椎等，由于本工程陆域管线采用顶管法施工，建筑垃圾相对较少，少量建筑垃圾运至当地政府指定的位置进行处置或综合利用。

4.2.1.6 陆上建设阶段污染源汇总

在采取相应措施后，本项目陆上管线施工期各类污染物的产生、排放情况见表 4.2.1-6。

表 4.2.1-6　施工期污染源情况汇总

污染源	主要污染物	发生量	环保措施及排污去向
施工扬尘	TSP	少量	实施洒水抑尘
施工机械和车辆的燃油尾气	SO_2、NOx、CO、烟尘等	少量	项目通过加强管理，采用清洁能源原料等措施，减少废气产生。
施工人员生活污水	COD_{Cr}	0.03 t/a	生活污水经临时化粪池处理达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中的旱作灌溉标准后用于周边农林灌溉，不得随意排放。
	BOD_5	0.02 t/a	
	SS	0.02 t/a	
	氨氮	0.01 t/a	
	动植物油	0.01 t/a	
顶管施工	泥水	少量	泥水经沉淀处理后，上层清液会通过进浆管和进浆泵回用到顶管作业或施工场地洒水抑尘，不外排。
施工场地及基坑排水	废水	24.4m^3	在沉砂池中进行连续 2h 的静置、沉淀处理，其 SS 浓度可降至 60mgL。沉淀后的上清液回用于顶管作业或施工场地洒水抑尘，不外排。
施工设备	噪声	70~95dB（A）	尽量选用低噪声机械设备或带隔声、消声设备，加强对施工设备的维护保养。
固体废物	施工人员生活垃圾	1.59t	生活垃圾收集至生活垃圾收集箱，交由当地环卫部门清运处理。
	开挖土石方	990m^3	就地回填和沟塘填筑，无弃方。
	钻渣、泥浆	2550m^3	排出至沉砂池中，经过静置沉淀分离后，沉积在底部的钻渣、泥浆运至当地政府指定的弃土场进行处置。
	建筑垃圾	少量	运至当地政府指定的位置进行处置或综合利用。

4.2.1.7　施工期施工对陆地生态系统的影响

陆上管线施工区周围未发现重点保护野生植物和重点保护古树名木，未发现重点保护及珍稀濒危野生动物 。

施工期施工场地主要沿管线布设，临时用地范围主要占用的植被为草地、养殖坑塘周边的草本植被，群落的优势种为鬼针草，因临时占地将造成生物量损失。

陆上管线的施工作业，会占用周边动物的活动场所和生存空间，施工期间排放的废气、噪声等一定程度上会对评价范围内动物资源的迁移、散步、繁衍造成直接或间接的影响。由于野生动物均有主动避让性和较强适应性，且施工临时占地整体呈点状分布，施工扰动区域面积很小且分散，不会对周边动物生境造成明显改变。

4.2.2营运期工程分析

本工程陆域管线沿线不设置泵站，日常运营由 C 区污水处理厂的技术人员负责管线巡检，无需单独配套管理人员，因此本工程陆域管线营运期无污染物产生和排放。

4.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析

4.3.1工程建设对水动力环境的影响

本工程污水管道采用顶管法和沉管法方式，由沿岸防浪堤伸向大唐电厂重件码头西南侧的排污口，开挖的素填土、粉质粘土层海底基槽将回填粗砂和碎石，在水流作用下海底地形将自然恢复到原有的情况。污水管道及扩散器主管位于海床 1m 以下，扩散器的上升管出露海床，上升管管径为 600mm，共 9 根，对海底海流的影响微不足道。污水管道营运后，近期污水排放量为 2.5 万 m^3/d，即 0.289 m^3/s，远期污水排放量为 5 万 m^3/d，即 0.578 m^3/s，且排污口终端设有扩散器，对水动力的影响都很微弱。

因此工程对海床地形以及水深的改变甚微，污水管道营运期所在海域流速流向基本保持不变。

4.3.2对区域海域地形地貌与冲淤的影响

本项目污水管道陆上段 660m，海上段 2.57km。陆上段采用顶管法工艺，施工结束将对各类井室及路面恢复，管线穿越段对地表植被原貌改变极小，陆上施工结束后将采取有效的复垦恢复措施，尽量恢复到施工前状态；污水管道登陆点附近为防浪堤，拟通过顶管法方式穿越防浪堤，接收井与工作井布设位置远离堤肩、堤脚，不会对岸滩造成明显改变；污水管道入海至 WS16 段采用顶管法工艺，管道深埋于海底，对海底地形改变很小；污水管道海上近排放口段管道敷设采用沉管法，管道敷设结束后，将进行机械回填，恢复原有地貌，水域地形基本不发生改变。总体而言，本项目建设对海底的冲淤环境影响很小。

4.3.3工程建设对海洋生态的影响

（1）对底栖生物的影响

①施工期

敷设海底管道挖沟所破坏的海底面积及在沟两侧所堆积的挖沟泥沙对底栖生物造成毁灭性破坏，并对其周边底栖生物的生长造成一定的影响。但随着施工结束以及时间的推移，海底管道路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

②营运期

排污管道排放污水中主要特征污染物为 COD、无机氮、石油类、活性磷酸盐和氟化物等，污染物浓度随着污水处理厂的达标处理与海水稀释作用下，浓度逐渐降低，且排放口附近海域悬浮物含量很低，黏附到悬浮物上而沉降到底栖生境的污染物较少，可以认为污水排放对底栖生物影响不大。

（2）对浮游生物、游泳生物的影响

①施工期

项目施工对浮游生物和游泳生物的影响主要来自两方面：一是预挖沟扰动海床搅起来的悬浮泥沙影响；二是打桩、沉管、接口连接等作业噪声影响。从施工悬浮沙影响来看，施工过程产生的悬浮物会引起局部海域水体浑浊，透明度降低，从而导致局部海域内海洋初级生产力下降，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是对进行光合作用的浮游植物和滤食性浮游动物的影响较大。此外，海域水体污浊水质下降，也会对渔业资源造成一定的影响。从施工噪声影响来看，施工作业海域水上、水下噪声会对石首科鱼类等噪声敏感生物的生存活动产生影响，海上作业期间会导致游泳生物迁移或受损。

②营运期

由于强劲的径流与潮流作用，营运期污染物将得到快速稀释。根据营运期水质预测，达标排放下，污染物超标范围主要分布在中层，仅无机氮的超标范围会上升至表层。浮游生物主要分布于表层海水，其次为中层海水，分布于底层的较少。

营运期污水入海后石油类浓度超过一类海水水质标准面积很小，排污口附近 0.026 km^2 范围石油类的浓度将可能对幼鱼仔虾和某些贝类的胚胎幼体产生一定的影响。在这个范围内，一些品种的产卵可能受到影响，其幼体的存活率将降低。

游泳生物通过该小范围污染海域停留时间短，正常排放下总体对渔业资源影响不大。

5 区域环境概况

5.1 自然环境概况

5.1.1气候、气象特征

本节采用项目附近的雷州海洋站（20°33.2′N，109°45′E）2020~2024 年的实测资料，阐述项目所在海域的气候特征。

（1）气压

项目区域附近气压统计如下表，年平均气压为 1010.9hPa，12 月月平均气压最高，为 1018.8hPa，7 月最低，为 1004.1hPa。五年最高气压为 1031.1hPa，发生在 2023 年 12 月 23 日，最低气压为 973.1hPa，发生在 2024 年 9 月 6 日。

表 5.1.1-1 项目所在海域气压统计（单位：hPa）

（2）风况

雷州海洋站 2016 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日期间，平均风速为 4.72 m/s；历年最大风速为 29.9 m/s，对应风向为 ENE；历年极大风速为 48.7 m/s，对应风向为 N。累年各月最大风速为 29.9m/s，出现在 9 月，风向为 NNE；其次为 4 月，风速和风向分别为 21.8m/s 和 NW，见表 5.1.1-2 和图 5.1.1-1。

表 5.1.1-2 雷州海洋站平均、最大风速、极大风速（m/s）及其对应的风向和日期

图 5.1.1-1 雷州海洋站平均、最大风速月份累年统计直方图（m/s）

2016 年至 2024 年所有时间段，主导风向为 E 和 ESE，频率达到 15.5%和 13.92%；其次频率较高的风向为 ENE，频率达到 11.95%；最少的风向为 NNW（图 5.1.1-2）。全年风强度在 3.4 m/s 以下，频率达到 25.17%。6-7 级大风（10.8-17.1 m/s）的概率为 0.82%，8 级大风（>17.1 m/s）的频率仅为 0.06%。

图 5.1.1-2 雷州海洋站 16 向风频率分布（%）（2016~2024）

（3）相对湿度

雷州海洋站海域相对湿度较高，最大湿度为 99%，最小湿度为 15%，年平均相对湿度起伏较小，2023 年最高为 83.9%（表 5.1.1-3）。3 月相对湿度最大，达到 84.4%；12 月相对湿度最小，为 75.2%（见表 5.1.1-4、图 5.1.1-3）。

表 5.1.1-3 项目所在海域年平均、最大、最小相对湿度（%，2016~2024）

表 5.1.1-4 项目所在海域累年各月平均、最大、最小相对湿度（%，2016~2024）

图 5.1.1-3 项目所在海域累年逐月平均、最低相对湿度（%，2016~2024）

5.1.2海洋水文动力状况

5.1.2.1 潮汐特征

（1）平均海平面、高程和理论深基关系

根据雷州海洋站观测数据，雷州海洋站平均海平面位于理论深度基准面上 212cm，85 高程位于理论深度基准面上 148cm。

（2）潮位统计

雷州海洋站主要日潮和半日潮的振幅比(HK1+HO1)/HM2=5.57（见表 5.1.2-1）。依照潮汐分类标准，属日潮。即在朔望前后多数天里在一个太阴日内有一次高潮和一次低潮。本站 2016 年 1 月以来，平均高潮位 315cm(理论深度基准面，下同)，平均低潮位 116cm。平均潮差 199cm，最大潮差 424cm，最小潮差 11cm。平均涨潮时间 10.36h，平均落潮时间 8.54h。

表 5.1.2-1 雷州海洋站潮位统计结果

（2016 年 1 月~2024 年 12 月，单位：cm，理论深度基准面）

本站 2016 年至 2024 年历年最高、最低潮位(理论深度基准面)及出现时间如表 5.1.2-2 所示。历年最高潮位为 474.4cm，出现时间 2024 年 11 月 19 日；最低潮位为-3.6cm，出现时间 2023 年 12 月 16 日。

表 5.1.2-2 本站历年最高、最低潮位（2009~2024 年，单位：cm，理论深度基准面）

本站 2016 年至 2024 年逐月及年平均潮位(理论深度基准面)如表 5.1.2-3 所示，逐年平均潮位如表 5.1.2-4 所示，年平均潮位为 212cm。

表 5.1.2-3 本站逐月平均潮位（2016~2024 年，单位：cm，理论深度基准面）

表 5.1.2-4 本站逐年平均潮位（2016~2024 年，单位：cm，理论深度基准面）

5.1.2.2 **波浪**

由于工程海域缺乏长期波浪观测站，本节采用涠洲海洋站 2018 年 1 月～2022 年 12 月实测资料对波浪进行分析。

（1）波浪类型

传统波浪类型分风浪与涌浪，统计结果显示，工程海域主要受风浪影响，风浪频率达 98.3%，混合浪频率仅为 1.7%。

（2）波高与波周期特征

本海区全年波高较小，年平均 $H_{1/10}$ 为 61cm，各月平均 $H_{1/10}$ 均小于 100cm，6 月平均波高最大，为 74cm，5 月平均波高最小，为 50cm。历年最大波高为 220cm，发生分别为 2018 年 7 月、2018 年 8 月和 2019 年 5 月。

年平均周期为 3.2s，最大周期为 5.8s；平均周期的季节变化较小，夏季（6 月～8 月）较其它季节稍大，月均周期最大差值为 0.4s。

表 5.1.2-5 涠洲海洋站波浪统计特征（单位：m）

3）波向

对各个方向 $H_{1/10}$ 平均值和最大值进行统计，统计结果见表 5.1.2-6。波浪玫瑰图，见图 5.1.2-1。

由图表可见，波浪观测站全年波向主要集中在 NNE、NE、ENE、E 和 SW 五个方向，分布频率分别为 19.0%、19.0%、13.5%、7.9%和 8.6%；即工程海区常浪向为 NE 向，次常浪向为 NNE 向；强浪向为 E、S 和 SW。

工程海区波向受季风影响明显。1 月到 4 月波向主要为受东北季风影响的 NE 向和 NNE 向；5 月 ENE 向波浪逐渐减少，SW 向波浪增多；6 月到 8 月波向主要为 SW；9 月 NE 向波浪逐渐增多，SW 向波浪逐渐减少，10 月至 12 月常浪向又变为受东北季风影响的 NE 向和 NNE 向。

表 5.1.2-6 涠洲海洋站波向频率统计 （单位：%）

图 5.1.2-1 涠洲海洋站波浪玫瑰图

5.1.3区域地质与工程地质

本节内容主要引自《广东雷州经济开发区污水排海管道项目路由调查勘测报告》（衡德（山东）勘察测绘有限公司，2026 年 3 月）。

5.1.3.1 区域地质特征

污水排海管道路由区内经历了多期次构造运动，其中燕山运动规模最为宏伟，影响深远，形成了一系列大小不等、方向不一、性质不同的断裂构造，尤其是深、大断裂，对区域构造的发展起着重要的控制作用，与地震活动有着密切的关系。断裂的继承性活动，导致东西向断裂再一次复活，北东向断裂活动进一步加强，与此同时，形成了新生的北西向断裂和南海北部海域的北东东向断裂，从而奠定本区棋盘格状的基本构造轮廓。区域范围内主要发育有近东西向断裂、北东向断裂、北西向断裂构造，以及北东东向断裂见图 5.1.3-1。兹将各组断裂的基本特征简述如下。

1）北东向断裂

区内的北东向断裂规模最宏伟，其中部份为切割硅镁层的深断裂，自西至东有：平南—龙州断裂带（1）、钦州—灵山断裂带（2）、合浦—北流断裂带（3）、

信宜—廉江断裂带（4）、吴川—四会断裂带（5）、苍城—海陵断裂带（6）、鹤城—金鸡断裂带（7）、三灶—上下川岛断裂带（8）。

区内北东向断裂带控制地形地貌，是隆起和拗陷的分界线。断裂主要形成于印支期，强烈活动于燕山期，沿带岩浆活动强烈，并形成一系列中新生代断陷盆地。北东向断裂带与地震的关系密切，东南沿海地区的 MS 级以上地震震中基本是沿北东向断裂呈条带状分布，表明北东向断裂是控制强震震中空间分布的主要构造。

2）近东西向断裂

近东西向断裂横贯本区的中部，地表断续延长 70～150km。自北至南有：遂溪断裂带（10）、琼州海峡断裂带（11）、王五－文教断裂带（12），断裂深部延伸常常穿过基底，是深部构造的主要骨架。

断裂形成于加里东期，以后多次复活，近期以来仍有不同程度的活动，控制区内的隆起和拗陷以及大型玄武岩体的分布。

3）北西向断裂

北西向断裂主要分布在沿海地区，由东至西有：镇海湾断裂带（13）、丰头河断裂带（14）、杨柑—沈塘断裂带（15）、铺前—清澜断裂带（16）、天尾—定安断裂带（17）。

北西向的断裂大多沿北西向水系或港湾分布，长约 80～150～300km，主要形成于燕山期或喜山期，现今仍有一定程度的活动，是延深最浅、形成最晚、活动新的一组断裂，往往成为发生地震的发震构造。经研究发现，东南沿海内陆地区不少地震断裂的破裂方向呈北西向，强震的极震区以及余震震中的分布也呈北西向，表明北西向断裂是中强震以至强震的重要发震构造。

（4）北东东向断裂

北东东向断裂以珠江口外盆地北缘断裂带亦（9）为代表。在重力图上南澎列岛－担杆列岛为正异常，异常值较大，在其南侧，则为大面积的负异常带，两者之间显示明显的北东东向重力梯度带。南海北缘断裂带是一条新生代较长时期

内控制海陆交界的分界线，断裂北部陆地的珠江三角洲的新生界主要为陆相沉积，南部的珠江口外盆地，则沉积厚达 7000m 的上第三系和 250m 的第四系新生界海相沉积，地层等厚线呈北东东向分布。陆上的北东向断裂延伸至海域均被该断裂带所阻截。

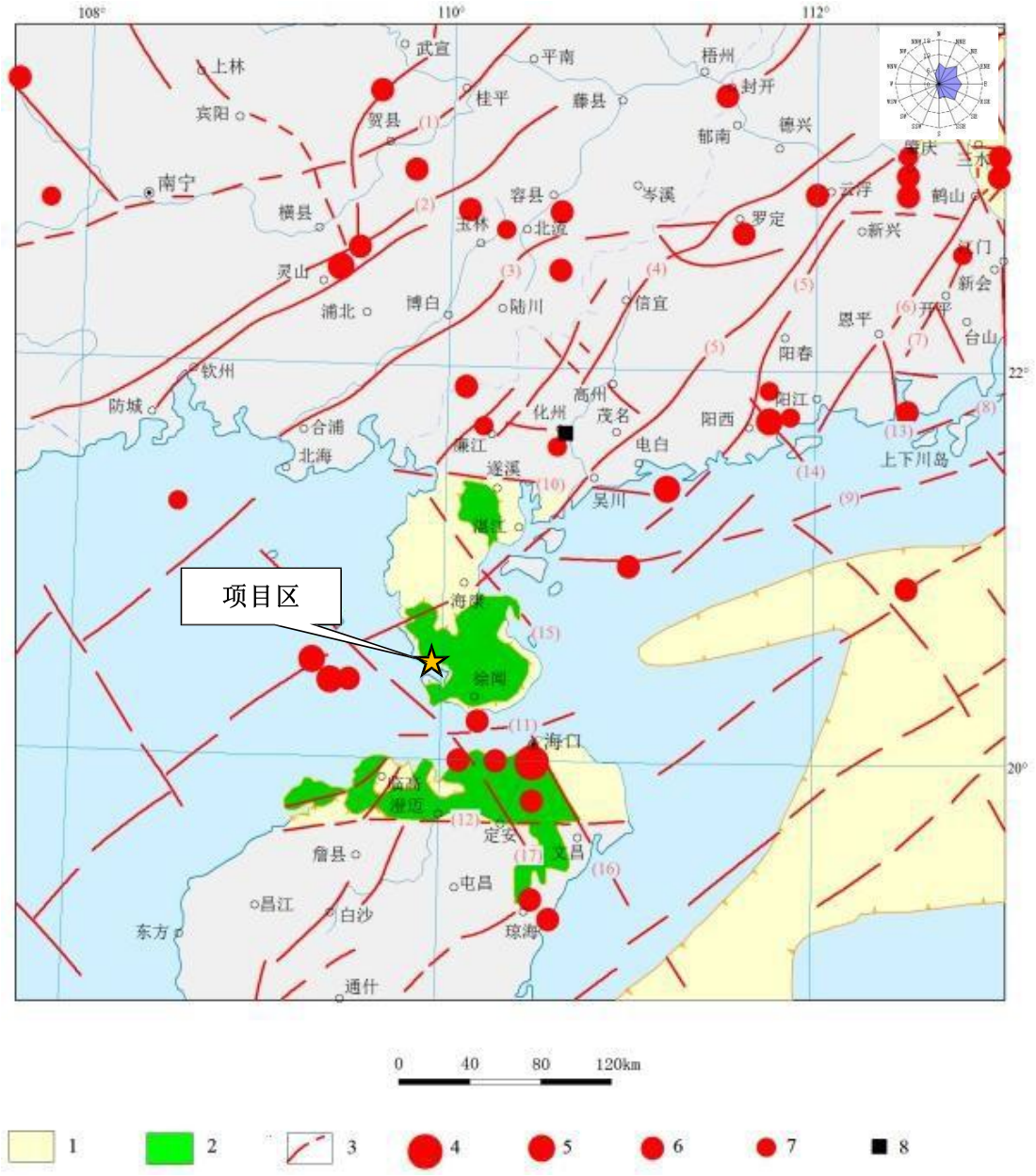


图 5.1.3-1 区域主要断裂构造与地震分布

1.第四系盆地 2.第四纪火山岩 3.实测、推测断裂 4. Ms7.0 级及以上地震 5.Ms6.0～6.9 级地震震中 6.Ms5.0～5.9 级地震震中 7.Ms4.7～4.9 级地震震中 (1)平南—龙州断裂带 (2)钦州—灵山断裂带 (3)合浦—北流断裂带 (4)信宜—廉江断裂带 (5)吴川—四 会断裂带 (6)苍城—海陵断裂带 (7)鹤城—金鸡断裂带 (8)三灶—上下川岛断裂带 (9)珠江口外盆地北缘断裂带 (10)遂溪断裂带(11)琼州海峡断裂带 (12)王五—文教断裂带 (13)镇海湾断裂带 (14)丰头河断裂带 (15)杨柑—沈塘断裂带 (16)铺前—清澜断裂带 (17)天尾—定安断裂带。

5.1.3.2 地震活动

工程所在的乌石海域雷琼地震带（华南沿海地震活动区），历史上受区域断裂控制，具有中低等地震活动性，但存在潜在发震风险。主要发震断裂位于乌石-流沙港断裂、遂溪断裂等北东向断裂具有走滑兼正断性质，可能触发 5~6 级中强震。

据《广东地震烈度区划图》，本海区地震基本烈度为VII度，建议按地震烈度VII度标准以上的要求，采取相应的抗震措施。

5.1.3.3 工程地质

本次勘察在污水管道中心线布设了 8 个地质钻探站位，钻孔深度为 10m。钻孔位置见图 5.1.3-2。

根据钻探揭露的地层与浅地层剖面探测结果以及土工试验成果，结合区域地质资料，路由区海底 10m 范围内岩土特性自上而下主要分布有素填土、粉质粘土、全风化花岗岩、强风化花岗岩、粉质黏土、粗砂、中砂、粉细砂、粉质黏土。路由区地层岩土特征如下：

①素填土：灰色，回填碎石混砂，松散状态。局部夹粉质黏土薄层，砂以粗砂为主，碎石块多为灰色，表面呈蜂窝状。厚度 0.35 至大于 10m，该层在 T1、T2、T3、T4 钻孔可见，T3 孔未揭穿此层。标准贯入试验击数 3-10 击，平均 7.2 击。

②粉质黏土：灰色，回填碎石混砂，松散状态。局部夹粉质黏土薄层，砂以粗砂为主，碎石块多为灰色，表面呈蜂窝状。厚度大于 2.0，该层在 T1、T2 孔可见。标准贯入试验击数 11-12 击，平均 11.3 击。含水率 33.7-35.3%，平均值 35.9%；密度 1.81-1.89g/cm3，平均值 1.86g/cm3。

③-1 全风化花岗岩：黄褐色，风化为黏土及石英矿物，角砾硬度较高。厚度大于 2.0m，该层只在 T4 可见。

③-2 强风化花岗岩：黑色，表面粗糙，多为碎石，质地坚硬，由石英长石云母碎片等组成。厚度大于 2.65m，该层只在 T4 可见。

④粉质黏土：黄灰色，可塑状态，韧性中等，切面粗糙，含少量粗砂及贝壳碎片。厚度 1.0~1.35m，该层在 T5、T6、T7、T8 钻孔可见，T3 孔未揭穿此层。标准贯入试验击数 3-10 击，平均 7.2 击。含水率 25.8-26.6%，平均值 26.2%；密度 1.97g/cm3；压缩系数 0.34MPa-1，压缩模量 5.11MPa；黏聚力 25.8kPa，内摩擦角 19.4°。

⑤-1 中粗砂：灰褐色，稍密状态，混砾砂，矿物以石英长石为主，分选性差、磨圆度次等、棱角次圆，含大量黏土团块及贝壳碎片。该层厚度 2.0~6.0m，该层在 T5、T6、T7、T8 钻孔可见。标准贯入试验击数 9-15 击，平均 10.3 击。含水率 20.5%。

⑤-2 中砂：青灰色，稍密-中密状态，混砾砂，矿物以石英长石为主，分选性差、磨圆度次等、棱角次圆，含大量黏土团块及贝壳碎片。该层厚度大于 3.0m，该层仅在 T7 钻孔可见，未揭穿此层。标准贯入试验击数 15-17 击，平均 16 击。

⑥粉质黏土：灰色，可塑状态，韧性中等，切面较光滑，含少量细砂。该层厚度 5.0~5.65m，该层在 T5、T6、T8 钻孔可见。标准贯入试验击数 9-14 击，平均 11.7 击。含水率 28.5-34.5%，平均值 31.2%；密度 1.80-1.86 g/cm3，平均值 1.83g/cm3；压缩系数 0.26-0.49MPa-1，平均值 0.38MPa-1，压缩模量 4.02-7.71 MPa，平均值 5.32MPa；黏聚力 20.3-24.6kPa，平均值 22.1kPa，内摩擦角 14.0-19.2°平均值 16.4°。

⑦粗砂：稍密-中密状态，混砾砂，矿物以石英长石为主，分选性较差，含大量黏土团块及贝壳碎片。该层厚度大于 2.0m 该层在 T5、T6、T8 钻孔可见。标准贯入试验击数 13-17 击，平均 15.2 击。

5.1.4海洋自然灾害

5.1.4.1 热带气旋

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

表 5.1.4-1 热带气旋等级划分（GB/T 19201-2006）

等级	热带气旋等级	中心附近地面最大平均风速(m/s)	中心地面附近最大风力(级)
1	热带低压 (TD)	10.8-17.1	6~7
2	热带风暴 (TS)	17.2-24.4	8~9
3	强热带风暴 (STS)	24.5-32.6	10~11
4	台风 (TY)	32.7-41.4	12~13
5	强台风 (STY)	41.5-50.9	14~15
6	超强台风 (SuperTY)	≥51.0	16 或以上

雷州沿岸海岛海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋来自西太平洋和南海，根据 1949 年~2023 年期间的台风资料统计，75 年间登陆或影响雷州海域的热带气旋共有 309 个，年平均 4.12 个。热带气旋 8 月和 9 月出现最多，占 22.98％，其次是 7 月占 21.36％，1 月至 3 月没有热带气旋影响本海域。热带气旋登陆时达到超强台风的有 2 个，强台风 15 个，台风 73 个，强热带风暴 68 个，热带风暴 59 个，表 5.1.4-2 是登陆或影响本海域的热带气旋的统计。

表 5.1.4-2　1949~2023 热带气旋影响雷州个数统计

5.1.4.2 **暴雨**

根据 GB/T 28592-2012：24 小时降水总量在 50.0~99.9 mm 之间为暴雨、100.0~249.9 mm 之间为大暴雨，≥250.0 mm 为特大暴雨。根据 GB/T 33680-2017，暴雨持续天数指标等级（RD）为暴雨灾害评估指标之一：1≤Days<3 为 1 级，3≤Days<5 为 2 级，5≤Days<8 为 3 级，Days≥8 为 4 级。雷州海洋站暴雨统计情况见表 5.1.4-3。

表 5.1.4-3 本站累年各月各级暴雨平均日数

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	总计
暴雨	0	0	0	0	0.4	0.2	0.4	1.1	0.1	0.4	0.1	0	2.7
大暴雨	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0	0	1
特大暴雨	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.1.4.3 大风

根据中国气象局发布的预警科普（https://www.cma.gov.cn/yjkp/202111/t20211104_4194717.html）：在陆地上平均（2 分钟或 10 分钟）风速>14 m/s（风力达 6 级以上），或阵风风速>17 m/s（风力达 8 级以上）被称为大风，8 级以上大风对航运、高空作业等威胁较大。台风、冷空气影响和强对流天气发生时均可出现大风。

表 5.1.4-4 风力等级（GB/T 28591-2012）

统计雷州海洋站 8 级及以上风力的平均日数（日最大小时风速大于 17.1 m/s），2016 年 1 月~2024 年 12 月间 8 级及以上风力平均日数累积 1.9 天。

表 5.1.4-5 累年逐月累积 8 级平均天数（2016~2024）

5.2 自然资源概况

5.2.1港航资源

（1）港口

北部湾是广东雷州半岛、海南岛和广西壮族自治区及越南之间的海湾。其面积接近 13 万平方公里，平均水深 42 米，最深达 100 米。北部湾是我国大西南地区出海口最近的通路，是中国大陆通往东南亚、非洲、欧洲和大洋洲航程最短的港口，是中国大西南和华南地区货物的出海主通道，现已与世界 100 多个国家和地区通航。

本项目污水排海管道附近水域的港口主要有乌石港、流沙港、海康港、企水港。位置关系见图 5.2.1-1。本项目位于乌石港南侧，距离约 4.6km。

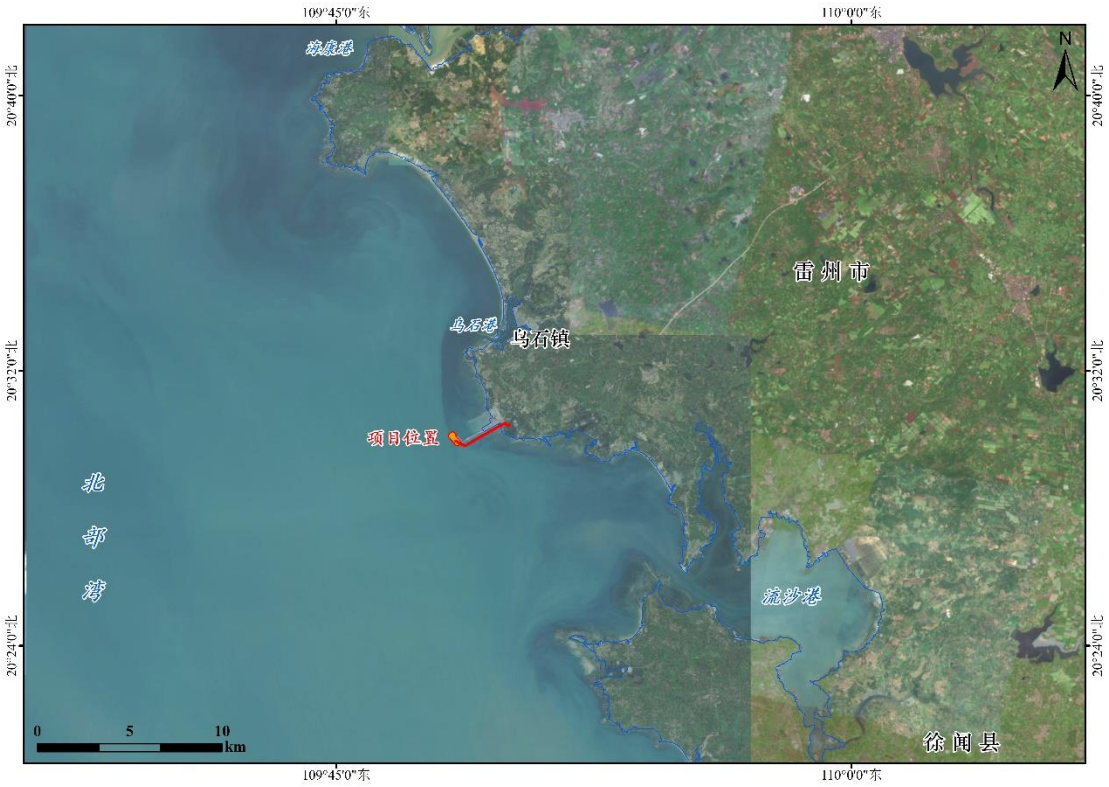


图 5.2.1-1　项目附近海域港口分布图

（2）航道

本项目所在水域附近航道主要为大唐国际雷州电厂配套码头工程进港航道，能够满足 7 万吨级散货船通航，航道方位角 73°35′6"~253°35′6"，航道宽度 192m，底标高-14.5m（当地理论最低潮面），满足 7 万吨级散货船单向乘潮进出港。进港航道转向角为 40°，航道转弯段长度为 1371.6m，转弯半径为 1250m，航道直线段长度为 4158.4m，航道总长 5530m。

该航道申请用海期限为 2015-11-27 至 2016-11-26，目前已过期。本项目污水管道排放口位于电厂重件码头西南侧，与进港航道最近距离为 0.5km。

（3）锚地

湛江港湾内及湾口区域拥有锚地 36 处，其中万吨级及以上锚地 28 处（其中湾内 24 处、湾外 4 处）、湾内小型锚地 8 处，锚地总面积约 134.64km^2。工程附近乌石港港内无良好锚地，流沙作业区现有锚地及防风锚地主要有：

（1）内港北方锚地位于流沙角东侧，3 号灯浮以北的支岔水域，即 a1(20°25′55″N、109°55′35″E)，b1(20°27′14″N、109°56′10″E)，长约 2.4km，宽约 110～200m，水深 3～10m，面积 0.36km^2，泥底，可避台风。

（2）内港南方锚地位于流沙角东南侧，3～4 号灯浮之间水域，即 a2(20°25′46″N、109°55′31″E)，b2(20°25′03″N、109°56′38″E)长约 2200m。宽约 400m，面积 0.88km^2，水深 10～18m，泥底，可避台。

（3）龙腋角锚地位于 4 号灯浮以西，龙腋北方，即 a3(20°25′03″N、109°56′38″E)，b3(20°24′48″N、109°58′42″E)，长约 3600m，宽约 100m，面积 0.36km^2，泥底，可避台。

（4）航路

湛江港拥有航道总里程 157km，包括湛江港主航道和湛江港湾外港区（县域）航道。

工程所在海域为北部湾海域，根据《北部湾广西水域船舶航行指南》，北部湾广西海域推荐航路主要包括北部湾广西沿海诸港至琼州海峡西口航路、北部湾广西沿海诸港至越南下龙湾（北部湾航段）航路、北部湾广西沿海诸港至东盟各国（北部湾航段）航路（图 5.2.1-3）。本项目海域段污水管道长 2.57km 航路，与上述航路距离均较远。

① 铁山港至琼州海峡西口

出铁山港的船舶在铁山港 1#灯浮标（21°21'24"N，109°33'54"E）附近，转航向 219°，航行约 16.5 海里，至涠洲岛灯桩方位 247°、18 海里处（21°07'48"N，109°23'36"E），转航向 175°航行，航行约 41 海里，至 20°27'12"N，109°27'30"E 处，转航向 132°，航行约 30 海里达到琼州海峡西口 20°07'35"N，109°50'30"E 处（灯楼角灯桩方位 36.5°、距离 7 海里），艏对琼州海峡警 3#灯浮（20°09'14.3"N，110°06'15.7"E），按琼州海峡分道通航定线制规定驶往各方向。

② 北海港至琼州海峡西口

大型船舶从北海港 0#灯浮标驶出后（21°21'20.2"N，109°00'08.37"E），按航向 180°航行约 30 海里，至涠洲岛灯塔方位 030°、距离约 11 海里处，转航向 132°，航行约 65 海里，到达琼州海峡西口 20°07'35"N，109°50'30"E 处（灯楼角灯桩方 36.5°、距离 7 海里），艏对琼州海峡警戒 3#灯浮标（20°09'14.3'N，110°06'15.7"E），按琼州海峡分道通航定线制规定驶往各方向。中小型船舶从北海港 0#灯浮标驶出后，改航向 138°航行约 15 海里，可转航向 160°，从斜阳岛和涠洲岛东侧驶过，航行约 45 海里，驶至 20°27'12"N，109°27'30"E 处，转航向 132°，航行约 30 海里到达琼州海峡西口，艏对琼州海峡警戒 3#灯浮（20°09'14.3"N，110°06'15.7"E），按琼州海峡分道通航定线制规定驶往各方向。灯楼角灯塔西北方有多处浅滩、养殖区和油井，斜阳岛东侧大陆沿岸有向外伸出的浅滩。

③ 钦州港至琼州海峡西口

从钦州港 1#灯浮标（21°31'23.43"N，108°33'24.52"E）驶出的船舶停经钦州港 3 号锚地后，转航向 180°，航行约 11 海里，航行至 21°11.0′N，108°36.0′E 处，改驶航向 132°，行驶约 95 海里，到达琼州海峡西口 20°07'35"N，109°50'30"E 处（灯楼角灯桩方位 036.5°、距离 7 海里），艏对琼州海峡警戒 3#灯浮标（20°09'14.3"N，110°06'15.7"E），按琼州海峡分道通航定线制规定驶往各方向。

5.2.2渔港

乌石、企水、流沙三大渔港是广东的重点渔港之一。

广东省雷州市乌石国家级中心渔港一期工程位于雷州半岛西海岸，渔港面向南海北部湾海域，与二级公路及 207 国道相连，离雷州市仅 70km。地理坐标东经 109°50′34″、北纬 22°33′45″。主体工程项目为新建拦沙堤 1300m，新建大功率渔业码头 300m，小功率渔业码头 100m，休闲渔业码头 100m，护岸 720m；配套工程项目为执法办证中心一幢，指挥中心一座，灯塔三座，以及环保、给排水及消防设施。

企水渔港位于广东省雷州市企水镇，地理位置为东经 109°46′，北纬 20°49′。渔港北距江洪港 32km，南距乌石港 26km，距雷城 54km。工程主要建设内容与规模为：新建渔业码头 500m、护岸 240m、渔港管理中心、临时预制场、水电、消防、通讯导航等设施。

流沙港位于雷州半岛西南部的"中国珍珠第一村"——流沙镇流沙湾内，水域宽广，避风条件好，港池航道自然水深达 7m 以上。建设一座 5000 吨级水产品码头和水产品加工冷藏库。

拟建污水管道位于乌石渔港南侧，约 4.6km。

5.2.3旅游资源

雷州市滨海旅游资源丰富，后劲发展潜力大。雷州市东西临海，沿海岸线长，全年气候适宜，具备“阳光、沙滩、海水、空气、绿色”5 个旅游资源基本要素，旅游资源种类繁多，数量丰富。据初步调查，雷州市海滨旅游景点 24 处，其中最重要的有雷州国家历史文化名城，9 处文物古迹，10 大景区，以及 2 处国家海洋自然保护区。雷州市高度重视旅游业发展，把旅游作为“六大抓手”之一，强力推进。乌石天成台旅游度假村成为旅游度假的热点，带动了雷州市滨海旅游业的发展。同时，雷州市大力招商引资，开发蟠龙滩滨海旅游区，计划将雷州蟠龙滩海岸打造成继海南三亚之后中国又一个世界级旅游度假、健康养生的新基地，打造以文化旅游为核心，兼具海洋文化中心、滨海旅游、国际养生、海洋经济、商业集群、生态居住等功能的世界级“滨海旅游示范区”和“中国南方冬休基地”。

5.2.4岸线与海岛资源

根据广东省政府 2022 年批复海岸线，湛江市大陆海岸线长约 1195.26km，自然岸线（含生态恢复岸线）长 455.64km；湛江市人工岛岸线有三段，均位于湛江市坡头区；有居民海岛 12 个，有居民海岛岸线长约 416.25km。

拟建污水管道申请用海范围占用海岸线 21.68m，为人工岸线。管道所在及周边海域无有居民海岛分布。

5.2.5油气资源和海洋能源

雷州市还拥有丰富的油气资源和海洋能源。乌石油气田正在开发利用，东里风电新能源、乌石临港产业园、大唐国际火电等临港产业都有不同程度的发展，带动雷州海洋经济的发展。

5.2.6海湾资源

雷州市海岸线长约 406km，沿岸有雷州湾、那沃湾、流沙湾三大海湾，大小岛屿、沙洲星罗棋布。其中流沙湾是雷州半岛较大的天然渔场，流沙湾海湾面积 62.5 平方公里，深处 27 米，可泊巨轮，藻类和鱼、虾、蟹、贝类等品类繁多，海水网箱养殖业发达。

5.2.7滩涂资源

沿海滩涂宽阔平坦，-10 米等深线以内浅海滩涂面积达 150 万亩，-20 米等深线以内的浅海滩涂面积达 330 万亩，发展海水养殖业条件得天独厚。

5.2.8渔业生产

雷州半岛西侧海域（主要涉及雷州市的企水、流沙、乌石、北和、纪家等镇）是广东省乃至全国重要的海水养殖基地，其养殖生产现状呈现出传统池塘养殖与深远海智能养殖并重、品种特色鲜明、产业链逐步完善的特点。

雷州半岛西侧的养殖品种极具特色，形成了显著的产业集群效应。雷州是湛江市重要的金鲳鱼养殖基地，2023 年产量达 30,345 吨，居湛江市首位。南北美对虾是传统支柱产业，形成了从种苗、养殖到加工的完整产业链。雷州市拥有近 500 家对虾种苗场和 1.6 万多个养殖场。

养殖生产正经历从“靠天吃饭”到“知天而作”的深刻转型，装备化、智能化、深远海化是核心方向。2026 年，农林牧渔业总产值 266.62 亿元，同比增长 4.7%。

根据《2026 年雷州市政府工作报告》，雷州着力打造海洋强市。全链条推进现代海洋牧场建设，新增 1 万立方桁架平台 5 座、围栏式生态网箱 2 座、深水网箱 60 个以上，加快乌石、流沙、企水、三吉等渔港建设。持续推进渔业种业工程，深化院地、院企联动，支持硇洲族大黄鱼、凡纳滨对虾等良种场加快发展。聚焦流沙珍珠、金鲳鱼、南美白对虾、海鸭等优势特色产业，延伸精深加工链条，研发即食产品、高值化制品等品类。加快综合冷链物流园建设，规划建设大型水产品交易市场。培育壮大海洋生物医药产业，鼓励威希德、龙之润等生物科技企

业深化研发、扩能增效。立足海洋油气、智能养殖等发展需求，因地制宜发展海工装备产业。探索推进海上风电、海上光伏与海洋牧场深度耦合发展模式。

5.2.9自然保护区

工程所在海域分布有 4 个自然保护区，工程与周边保护区位置关系见图 5.2.9-1。其中包括 3 个国家级自然保护区：广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区、广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区及广东湛江红树林国家级自然保护区；另有 1 个地方级自然保护区：湛江雷州海草地方级自然保护区。

（1）广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区

本项目拟建污水管道位于保护区南侧，管道排污口与保护区南边界的最近距离为 3.8km。

（2）广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区

本项目拟建污水管道位于保护区西北侧，污水管道与保护区北边界的最近距离为 8.4km。

（3）广东湛江红树林国家级自然保护区

本项目拟建污水管道与湛江红树林国家级自然保护区的最近距离为 18km。

（4）雷州海草自然保护区

本项目拟建污水管道位于保护区东北侧，污水排放口与保护区东边界的最近距离为 1.1km。

5.2.10 海洋珍稀濒危生物分布情况

根据《乌石 23-5 油田群开发工程环境影响报告书》，本次评价海域的珍稀濒危生物主要分布于广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区中。以下引用《乌石 23-5 油田群开发项目对广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区生态影响专题评价报告（报批稿）》（中国科学院南海海洋研究所，2022 年），保护区内主要保护物种分布见图 5.2.10-1，主要珍稀濒危保护物种现状如下：

略。

5.3 项目附近开发利用现状

本项目位于雷州半岛西侧，雷州市乌石镇沿岸。经现场踏勘、走访及收集资料，项目所在海域开发利用现状情况见表 5.3-1，陆域开发利用现状情况见表 5.3-2，项目周边海域开发利用现状见图 5.3-1~图 5.3-3，陆域开发利用现状见图 5.3-4。

本项目海上污水管道布置于大唐电厂与乌石油田群管缆之间的狭长水域，陆上管道起于污水处理厂提升泵站，经穿越养殖塘及防浪堤后入海。本项目所在区域开发活动密集，本节仅介绍项目区域开发利用现状情况，工程施工期及营运期对附近开发活动的影响分析详见 7.11 节。

表5.3-1 项目所在海域开发利用现状一览表

序号	附近海域开发活动					
1	广东大唐国际雷州电厂 2×1000MW“上大压小”工程					
2	乌石 17-2 油田群项目					
3	乌石 23-5 油田群开发项目					
4	源博源 1 号深水网箱养殖					
5	源博源 2 号深水网箱养殖					
6	湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目					
7	福运深水网箱养殖					
8	梁文景深海网箱养殖					
9	海边姑娘网箱养殖					
10	宏悦水产养殖					
11	深水网箱养殖					
12	尊鼎 2 号海水珍珠养殖					
13	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区					
14	湛江雷州海草地方级自然保护区					
15	广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区					
16	广东湛江红树林国家级自然保护区					
17	海草床					
18	珊瑚礁					
19	红树林					
20	水闸及排水涵					
21	防浪堤					
22	灯塔					
23	高位养殖					
24	无证养殖用海					
25	国控点 GDN07014					

表5.3-2 项目所在陆域开发利用现状一览表

序号	名称	保护对象	位置及与污水管道最近距离
1	污水处理厂		
2	养殖塘及临时屋舍		
3	平南水库主渠		
4	平南水库灌渠		
5	乌石油田群陆域终端		
6	大唐电厂终端		
7	稀美资源（雷州）有限公司		
8	那沃村		
9	三教村		
10	那毛村		
11	谭板村		
12	港彩村		
13	雷州盐场职工医院		

6 环境现状调查与评价

6.1 海洋水文特征概况

6.1.1调查站位和调查项目

自然资源局南海调查中心分别于 2024 年 8 月 18 日 13 时～2024 年 08 月 25 日 14 时和 2024 年 12 月 4 日 10 时~2024 年 12 月 11 日 11 时，在雷州半岛西侧乌石镇近岸海域进行了全潮水动力观测，水动力观测站位及内容见表 6.1.1-1，观测站位图见 6.1.1-1。

6.1.2潮汐特征

6.1.2.1 夏季调查潮汐特征

潮汐调和常数是进行潮汐预报和潮汐特性分析的基本参数，它的准确性是十分重要的。观测期间，雷州海洋站因潮位仪故障，有部分时刻潮位缺测，缺测时间为 20 日 11:17-18:13、21 日 13:27 时-22 日 11:17 和 29 日 20:26-30 日 11:47。本次利用实测资料，采用最小二乘法原理计算得到临时潮位站 T2 站分潮的短期调和常数，应用 T0 站同期和 7 年的潮位数据（2017 年~2023 年），对 T2 站的调和常数进行差分订正，获得稳定的调和常数。

取主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $F=(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}$，作为划分潮汐性质的判据。根据调和常数计算得到，T0 站和 T2 站的潮汐判别数 F 分别为 5.62、6.87，表明海区的潮汐类型为正规全日潮。

观测期间T0站和T2站最高潮位（以下潮位特征基于平均海面）分别为186cm、154cm，出现具体时间分别为 2024 年 8 月 18 日 14:26、8 月 28 日 11:50。平均高潮位分别为 121cm、104cm，各站相差不大。

T0 站和 T2 站最低潮位分别为-170cm、-160cm，出现在天文潮大潮低潮期间，具体时间分别为 2024 年 8 月 18 日 01:17、8 月 19 日 03:40。平均低潮位分别为-115cm、-100cm。

观测期间 T0 站与 T2 站的最大潮差分别为 356cm、307cm，均出现在天文潮大潮期间，平均潮差分别为 236cm、204cm。调查期间涨潮历时大于落潮历时。

6.1.2.2 冬季调查潮汐特征

T0 站与 T1 站实测潮位的比较结果，最大潮位差为 19cm，平均潮位差为 10cm，平均潮时差为 12min。T0 站与 T2 站实测潮位的比较结果，最大潮位差为 47cm，平均潮位差为 42cm，平均潮时差为 18min。从潮位过程线上看，这三个测站的潮位变化过程基本一致。

观测期间 T0 站与 T1、T2 站的分潮以 O1、K1 和 M2 分潮为主，M4 和 MS4 分潮量值较小。T0 站与 T1、T2 站的潮汐判别数 F 分别为 5.62、5.20、6.81，海区的潮汐类型为正规全日潮。

观测期间 T0 站与 T1、T2 站最高潮位（基于平均海面，下同）分别为 222cm、235cm、192cm，平均高潮位分别为 158cm、154cm、137cm。最低潮位分别为-190cm、-196cm、-173cm，平均低潮位分别为为-138cm、-133cm、-118cm。

观测期间 T0 站、T1 站和 T2 站的最大潮差分别为 412cm、431cm、365cm，均出现在天文潮大潮期间，平均潮差分别为 296cm、287cm、255cm。调查期间涨潮历时大于落潮历时。

6.1.3实测海流特征

6.1.3.1 夏季调查海流特征

海洋中由各种因素引起的海水运动称之为海流。通常又将海流分为由天体引潮力引起的潮流和由水文、气象等非天文因素引起的非潮流，它们在海洋中所占的成分因地因时而异。一般来说，大洋中的海流以非潮流为主，而我国近海的海流以潮流为主。海流是塑造海底地形演变的主要外动力之一，它对海洋工程基础设施影响较大。本章中的海流，是指包括潮流成分和非潮流成分在内的综合流动。从周日海流观测资料中扣除潮流后的平均值通常称为余流，它是风海流、密度流、潮汐余流等的综合体现。项目海域位广东省雷州半岛西侧，琼州海峡西北部海域，此海域海流不仅受到潮流、风海流、沿岸流和海水密度等因素作用，还受到地形

的影响。本章拟从实测海流、潮流和余流等三个方面分析其基本特征及其分布和变化规律。

全潮期间实测海流矢量图中各时刻的垂线平均流速按如下公式进行矢量计算：V 垂线=0.1*V 表+0.2*（V0.2H+V0.4H+V0.6H+V0.8H）+0.1*V 底，本节潮位为雷州海洋站同步实测的潮位资料。

✧ 大潮期海流

图 6.1.3.1-1 为大潮期各站各层（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层，H 为瞬时水深）海流平面分布玫瑰图。从海流的流态来看，大潮期 C2，C3 站海流呈现出旋转流特征，其他各站海流均表现为往复流的特征，各站从表层到底层的海流形态较为相似，海流方向主要为 NW~SE（见图 6.1.3.1-1）。

从流速来看，大潮期的最大海流流速为 148.8cm/s，出现在 C7 站 0.2H，其次为 109.2cm/s，出现在 C6 站表层，流向分别为 148°和 150°。各站最大平均流速为 78.5cm/s，为 C7 站 0.2H，最小平均流速为 24.2cm/s，为 C3 站底层。在空间分布上，C3 站流速较小，C7 站流速较大，其余站点流速、流向较为相近；在垂向分布上，流速由表层到底层基本呈现递减的规律；在数值上，各站的垂线平均流速、平均流向与 0.6H 平均流速、平均流向较为相近。

图 6.1.3.1-1 大潮期各站各层海流平面分布玫瑰图

✧ 中潮期海流

图 6.1.3.1-2 为中潮期各站各层（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层，H 为瞬时水深）海流平面分布矢量图。从海流的流态来看，中潮期 C2，C3 站海流呈现出旋转流特征，其他各站海流均表现为往复流的特征，各站从表层到底层的海流形态较为相似，海流方向主要为 NW~SE（见图 6.1.3.1-2）。

从流速来看，中潮期的最大海流流速为 141.1cm/s，出现在 C7 站 0.2H 层，其次为 126.7cm/s，出现在 C4 站表层，流向分别为 150°和 149°。各站最大平均流速为 72.3cm/s，为 C7 站 0.2H，最小平均流速为 20.3cm/s，为 C1 站底层。在空间分布上，C1 站流速较小，C7 站流速较大，其余站点流速、流向较为相近；在垂向分布上，流速由表层到底层基本呈现递减的规律；在数值上，各站的垂线

平均流速、平均流向与 0.6H 平均流速、平均流向较为相近。

图 6.1.3.1-2 中潮期各站各层海流平面分布玫瑰图

✧ 小潮期海流

图 6.1.3.1-3 为小潮期各站各层（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层，H 为瞬时水深）海流平面分布玫瑰图。从海流的流态来看，小潮期除 C2，C3 和 C9 站外，其他各站海流均表现为往复流的特征，各站从表层到底层的海流形态较为相似，海流方向主要为 NW~SE。

从流速来看，小潮期的最大海流流速为 102.0cm/s，出现在 C7 站表层，其次为 88.8cm/s，出现在 C6 站表层，流向分别为 136°和 156°。各站最大平均流速为 44.2cm/s，为 C7 站 0.2H，最小平均流速为 15.5cm/s，为 C9 站底层。在空间分布上，近岸 C1，C2 和 C3 站流速较小，海峡口 C7 站流速较大，其余站点流速、流向较为相近；在垂向分布上，流速由表层到底层基本呈现递减的规律；在数值上，各站的垂线平均流速、平均流向与 0.6H 平均流速、平均流向较为相近。

图 6.1.3.1-3 小潮期各站各层海流平面分布玫瑰图

6.1.3.2 冬季调查海流特征

全潮期间实测海流矢量图中各时刻的垂线平均流速按如下公式进行矢量计算：V 垂线=0.1*V 表+0.2*（V0.2H+V0.4H+V0.6H+V0.8H）+0.1*V 底，本节潮位为雷州海洋站同步实测的潮位资料。

✧ 大潮期海流

图 6.1.3.2-1 为大潮期各站各层（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层，H 为瞬时水深）海流平面分布玫瑰图。从海流的流态来看，大潮期 C2、C3 站海流呈现出旋转流特征，其他各站海流均表现为往复流的特征，各站从表层到底层的海流形态较为相似，除了 C1 站海流方向主要为 W~E 外，其余站的海流方向均主要为 NW~SE。

从流速来看，大潮期的最大实测流速为 143.4cm/s，出现在 C7 站表层，其次为 134.2cm/s，出现在 C7 站 0.2H 层，流向分别为 151°和 152°。各站最大平均流速为 83.4cm/s，为 C7 站表层，最小平均流速为 22.5cm/s，为 C3 站底层。在空间

分布上，近岸的 C1 站和 C3 站流速较小， C7 站流速较大，其余站点流速、流向较为相近；在垂向分布上，除了 C4 站表层较次表层小外，其余站的流速由表层到底层基本呈现递减的规律;在数值上,各站的垂线平均流速、平均流向与 0.6H 平均流速、平均流向较为相近。

图 6.1.3.2-1 大潮期各站各层海流平面分布玫瑰图

✧ 中潮期海流

图 6.1.3.2-2 为中潮期各站各层（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层，H 为瞬时水深）海流平面分布矢量图。从海流的流态来看，与大潮期一致，中潮期 C2、C3 站海流也呈现出旋转流特征，其他各站海流均表现为往复流的特征，各站从表层到底层的海流形态较为相似，除了 C1 站海流方向主要为 W~E 外，海流方向主要为 NW~SE。

从流速来看，中潮期的最大实测流速为 135.0cm/s，出现在 C7 站表层，其次为 129.4cm/s,出现在 C7 站 0.2H 层,流向均为 148°。各站最大平均流速为 77.0cm/s，为 C7 站表层，最小平均流速为 22.0cm/s，为 C3 站底层。在空间分布上，与大潮期一致，近岸的 C1 站和 C3 站流速较小，C7 站流速较大，其余站点流速、流向较为相近；在垂向分布上，流速由表层到底层基本呈现递减的规律；在数值上，各站的垂线平均流速、平均流向与 0.6H 平均流速、平均流向较为相近。

图 6.1.3.2-2 中潮期各站各层海流平面分布玫瑰图

✧ 小潮期海流

图 6.1.3.2-3 为小潮期各站各层（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层，H 为瞬时水深）海流平面分布玫瑰图。从海流的流态来看，小潮期除 C1 站和 C3 站外，其他各站海流均表现为往复流的特征，各站从表层到底层的海流形态较为相似，除了 C1 站海流方向主要为 W~E 外，海流方向主要为 NW~SE。

从流速来看，小潮期的最大实测流速为 83.2cm/s，出现在 C7 站表层，其次为 82.9cm/s，出现在 C7 站 0.2H 层，流向分别为 156°和 151°。各站最大平均流速为 38.6cm/s，为 C7 站 b 表层，最小平均流速为 13.1cm/s，为 C1 站底层。在空间分布上，近岸 C1 站和 C3 站流速较小，南侧的 C7 站和 C4 站流速较大，其余

站点流速、流向较为相近；在垂向分布上，除了 C1 站和 C3 站表层流速略小于次表层外，其余站的流速由表层到底层基本呈现递减的规律；在数值上，各站的垂线平均流速、平均流向与 0.6H 平均流速、平均流向较为相近。

图 6.1.3.2-3 小潮期各站各层海流平面分布玫瑰图

6.1.4潮流特征

6.1.4.1 夏季调查潮流可能最大流速

根据《港口与航道水文规范》的规定，对于规则半日潮流的海区，潮流可能最大流速 V_{MAX} 按式（A）计算；对于规则全日潮流的海区，潮流可能最大流速 V_{MAX} 按式（B）计算；对于不规则半日潮流和不规则全日潮流的海区，潮流可能最大流速 VMAX 取式（A）和式（B）计算中的较大值：

$$\vec{V}_{MAX} = 1.295\vec{W}_{M2} + 1.245\vec{W}_{S2} + \vec{W}_{K1} + \vec{W}_{O1} + \vec{W}_{M4} + \vec{W}_{MS4} \quad （A）$$

$$\vec{V}_{MAX} = \vec{W}_{M2} + \vec{W}_{S2} + 1.600\vec{W}_{K1} + 1.450\vec{W}_{O1} \quad （B）$$

式中 W 为分潮流的最大流矢量。本海区内最大可能潮流流速和对应的流向受地形影响各有不同，计算结果列于表 6.1.4-1 中：

（1）潮流可能最大流速的最大值出现在 C7 站 0.2H，为 205.3cm/s，流向为 SSE。

（2）各站层的潮流可能最大流速极大值均出现在 0.2H 及以上层。

（3）除近岸 C1~C3 外，各站最大可能潮流流向基本近似为 SSE，随深度变化不大，在涨潮和落潮均会出现一次最大潮流，方向相差 180°。

（4）观测期的海流以潮流和风海流为主，海流可能最大流速可取潮流可能最大流速与风海流可能最大流速的矢量和，故会出现实测最大流速要大于潮流可能最大流速的情况。

表 6.1.4-1 潮流可能最大流速及流向

6.1.4.2 冬季调查潮流可能最大流速

本海区内最大可能潮流流速和对应的流向受地形影响各有不同，计算结果列

于表 6.1.4-2 中：

（1）潮流可能最大流速的最大值出现在 C7 站表层，为 190.3cm/s，流向为 SSE。

（2）各站层的潮流可能最大流速极大值均出现在表层或 0.2H 层。

（3）各站最大可能潮流流速大小主要呈现自表到底递减趋势，流向基本主要为 NW~SE，流向随深度变化不大。

（4）观测期的海流以潮流和风海流为主，海流可能最大流速可取潮流可能最大流速与风海流可能最大流速的矢量和，故会出现实测最大流速要大于潮流可能最大流速的情况。

表 6.1.4-2　潮流可能最大流速及流向

6.1.5余流特征

6.1.5.1 夏季调查余流特征

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动(天文潮)之外，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。调查海区各潮期的余流流速及流向列于表 6.1.5-1。图 6.1.5-1 为各潮期余流平面分布图。从图和表中，可以看到以下特点：

调查海区余流介于 0.2cm/s~27.1cm/s。大、中、小潮期各站的余流最大值分别为 19.3cm/s、19.4cm/s 和 27.1cm/s，分别出现在 C4 站表层、C3 站表层和 C8 站表层。除了个别站层出现 SW 及 NW 外，大部分站层余流方向主要为 SSE-NE，各站底层余流流速一般比其余各层流速小。这是由于底摩擦耗能的结果，近海海底余流一般要小于表层。

表 6.1.5-1　各潮期的余流流速及流向（流速：cm/s，流向：°）

图 6.1.5-1　各潮期余流平面分布图

6.1.5.2 冬季调查余流特征

调查海区各潮期的余流流速及流向列于表 6.1.5-2。图 6.1.5-2 为各潮期余流平面分布图。从图和表中，可以看到以下特点：

调查期间，调查海区余流介于 0.2cm/s~18.4cm/s。大、中、小潮期各站的余流最大值分别为 17.3cm/s、18.4cm/s 和 9.6cm/s，大潮和中潮均出现在 C3 站表层，小潮出现在 C3 站 0.2H 层。大潮和中潮期，各站层余流流向主要为 NW 和 NE，小潮期，各站上层（表层、0.2H 层、0.4H 层）除了 C4 站、C6 站和 C7 站为 SE 向外，其余各站上层均主要为 NW 和 SW，各站下层余流流向主要为 SE 向；受底摩擦作用，下层余流流速一般比上层流速小。

6.2 地形地貌与冲淤环境

雷州半岛的地势南、北高，中间低，属第三纪玄武岩与第四纪浅海沉积物所构成的平台阶地及低丘陵地带。南部最高海拔 259m，北部最高海拔 233m。南部以石峁岭和石板岭为中心，北部以螺岗岭和城里岭为中心，分别向四周呈阶梯式下降。全区地貌以台地、阶地、低丘陵为主，坡度相对比较平缓。东、西部沿海有海积平原，近岸泥沙滩广阔。

根据《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目地形地貌、岸滩演变影响预测专题》（自然资源部南海调查中心，2025 年 10 月），流沙湾沿岸可划分为四个典型沉积区，本项目位于大唐电厂防波堤南侧，所属沉积物为基岩岸滩沉积区，该岸段基岩（礁盘）底质，近岸岸滩很稳定，部分岸段为海堤。在海域来沙少的情况下，表层沉积物很薄的粉砂层覆盖在礁坪上，礁坪宽约 1100m，礁坪外侧地形变化剧烈，-3m~-10m 之间等深线密集。2023 年春季项目附近海域表层沉积物调查结果显示，表层沉积物中值粒径范围为（0.0087~0.2162）mm，平均值为 0.0598mm；分选系数范围 1.36~3.03 之间，分选性等级为差；质量分数组成上，大部分站位质量组成占比以粉砂、砂为主，搭配少量粘土，砾石含量较少。沉积物类型主要有含砾泥、砂、砂质粉砂、砾质泥质砂、粉砂、粉砂质砂等，其中粉砂质类型较多。

根据《广东雷州经济开发区污水排海管道项目路由调查勘测报告》（衡德（山东）勘察测绘有限公司，2026 年 3 月），路由所在调查区域内大部分区域海底较为平缓。测量区域内大部分海底光滑，测区中东部有礁石分布。测区西南部和礁石西侧有斑状海底分布，测区水下有 2 处明显存在施工痕迹，一处位于测区西

北堤坝周围，靠近堤坝水深较深，疑似进行了挖掘操作，挖掘的土就堆在旁边，堆土高 1-2m。另一处位于测区的东南部，疑似一条开挖的廊道，廊道长约 950m，宽约 30m，挖掘深度不大，最大开挖深度约 2m。在测区中西部测区分布了 3 处丢弃物区，疑似施工丢弃物，在海底形成了一定高度，最大高度约 0.8m。堤坝施工区西端有防护排堆积。调查区分布 1 条海底输油管道，处于埋藏状态，其管沟在测区内与廊道施工痕迹重合，在测区南端开始与廊道分开，管沟朝南，廊道向西。

通过对比分析 2021 年路由海域海图与 2025 年最新电子海图数据，见图 6.2-4 和图 6.2-5。结果显示：污水管道拟敷设区水深相对稳定，水深介于-3.0~17.1m，水底地形变化程度较小，同时管道附近海床冲淤特征不明显。

将本次测深数据与最新海图对比发现，路由勘测范围内 2 米、5 米等深线基本未变化，路由中心线附近海域 10 米等深线基本未变，两侧则向陆侧移动，深度变化幅度约 0-1.5 米，表明海床有一定的冲刷趋势。

6.3 海水水质环境质量现状调查与评价

根据 2.4.1 章节的海洋生态环境影响评价等级判定，本工程海洋生态环境影响评价等级为 1 级，项目位于沿岸海域，需春、秋季两季海洋环境质量资料。

为了解项目所在海域的海洋环境质量现状，环评单位收集了雷州半岛西侧乌石镇附近海域 2024 年春、秋两季海洋环境调查资料。本节水质监测数据引自以下两份调查报告：

（1）《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目夏冬季海洋环境质量现状调查报告（第一期）》（自然资源局南海调查中心/广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 10 月）；

（2）《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目夏冬季海洋环境质量现状调查报告（第二期）》（自然资源局南海调查中心/广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 10 月）。

6.3.1调查站位及时间

受湛江市海洋与渔业局委托，广州海兰图检测技术有限公司分别于 2024 年 04 月 28 日～04 月 30 日、05 月 06 日～05 月 11 日、2024 年 11 月 01 日～11 月 03 日、11 月 06 日～11 月 09 日、11 月 16 日～11 月 18 日对雷州半岛西侧乌石镇近岸海域开展海洋环境质量现状调查。

两次调查站位相同，共布设 48 个海水水质调查站位，各站位调查内容见表 6.3.1-1，调查站位图见图 6.3.1-1。

6.3.2调查结果与评价

6.3.2.1 2024 年春季调查结果与评价

各采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，监测点水质评价因子的标准指数见表 6.3.4-1、表 6.3.4-2、表 6.3.4-3 以及 6.3.4-5。

调查海域执行海水水质第一类标准要求的站位有：WS01、WS02、WS03、WS05、WS06、WS07、WS08、WS09、WS10、WS11、WS12、WS14、WS15、WS16、WS17、WS18、WS20、WS21、WS22、WS23、WS24、WS27、WS28、WS29、WS30、WS39、WS40、WS41、WS46、WS47、WS48。由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为活性磷酸盐，最大超标倍数为 0.23，超标率为 5%，WS08 和 WS14 站位海水的活性磷酸盐含量不符合海水水质第一类标准要求；部分站位海水表层溶解氧处于过饱和状态，其余水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

调查海域执行海水水质第二类标准要求的站位有：WS04、WS26、WS32、WS34、WS35、WS36、WS42、WS45。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

调查海域执行海水水质第三类标准要求的站位有：WS13、WS19、WS25。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第三类标准要求。

调查海域执行海水水质第四类标准要求的站位有：WS31、WS33、WS37、WS38、WS43、WS44。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第四类标准要求。

6.3.2.2 **2024 年秋季调查结果与评价**

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 6.3.4-5、表 6.3.4-6、表 6.3.4-7 以及表 6.3.4-8。

调查海域执行海水水质第一类标准要求的站位有：WS01、WS02、WS03、WS05、WS06、WS07、WS08、WS09、WS10、WS11、WS12、WS14、WS15、WS16、WS17、WS18、WS20、WS21、WS22、WS23、WS24、WS27、WS28、WS29、WS30、WS39、WS40、WS41、WS46、WS47、WS48，由监测结果及标准指数表结果可知：超标因子为无机氮，最大超标倍数为 0.22，超标率为 10%，WS08、WS14 和 WS20 站位海水的无机氮含量不符合海水水质第一类标准要求；其余水质监测因子均符合海水水质第一类标准要求。

调查海域执行海水水质第二类标准要求的站位有：WS04、WS26、WS32、WS34、WS35、WS36、WS42、WS45。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第二类标准要求。

调查海域执行海水水质第三类标准要求的站位有：WS13、WS19、WS25。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第三类标准要求。

调查海域执行海水水质第四类标准要求的站位有：WS31、WS33、WS37、WS38、WS43、WS44。由监测结果及标准指数表结果可知：所有水质监测因子均符合海水水质第四类标准要求。

6.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

为了解项目所在海域的海洋环境质量现状，环评单位收集了雷州半岛西侧乌石镇附近海域 2024 年春季沉积物环境质量调查资料。另外，依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），评价范围内涉及海岸（海岛）时，

增加潮间带沉积物调查。为此，环评单位委托自然资源部海口海洋中心，于 2026 年 5 月对乌石镇附近的潮间带沉积物质量开展调查监测。

本节沉积物监测数据引自《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目夏冬季海洋环境质量现状调查报告（第一期）》（自然资源局南海调查中心/广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 10 月）及《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目所在及周边海域潮间带沉积物现状调查报告》（自然资源部海口海洋中心，2026 年 6 月）。

6.4.1调查时间与调查站位

受湛江市海洋与渔业局委托，广州海兰图检测技术有限公司于 2024 年 4 月在雷州半岛西侧开展了海洋沉积物环境质量现状调查。共布设 24 个沉积物站位，各调查站位坐标及调查内容见表 6.3.1-1，调查站位分布见图 6.3.1-1。

受环评单位委托，自然资源部海口海洋中心于 2026 年 5 月对乌石镇附近的潮间带沉积物质量开展调查监测，分别在高潮带、中潮带、低潮带等代表性位置各设置一个表层沉积物取样点，共 3 个断面 9 个站位。具体站位见图 6.4.1-1 和表 6.4.1-1。

6.4.2 调查结果与评价

6.4.2.1 沉积物要素测定结果

24 个站位的海洋沉积物监测结果见表 6.4.4-1。潮间带 9 个站位的海洋沉积物监测结果见表 6.4.4-2。潮间带沉积物粒度分析结果见表 6.4.4-3。

总体来讲，在质量分数组成上，潮间带沉积物主要以砂（53.30~96.84）%为主，其次是砾石（1.24~39.74）%，以及少量的粉砂（1.38~6.01）%和粘土（0.55~2.27）%。大部分表层沉积物被命名为“砾质砂”，少数被命名为“含砾砂”“泥质砂质砾”。

作为粒度参数之一的中值粒径 Md 指示了底质粒度频率分布的中心趋势，其大小反映了底质的平均动能情况，是水动力强弱的综合表征。潮间带沉积物中值粒径介于（0.1363~1.5682）mm，平均值为 0.6885 mm。如图 6.4.4-1，WSC1：高

潮带＞中潮带＞低潮带；WSC2 各潮带位置的沉积物中值粒径较为接近；WSC3：低潮带＞中潮带＞高潮带。

分选系数可用以表示沉积物粗细粒级的对称程度，反映沉积物粒度的集中趋势，分选性好粒度分布集中。调查区表层沉积物分选系数介于（0.69~2.43）φ，平均值为 1.79 φ，除 WSC1 低潮表层沉积物分选好（介于 0.35 φ~0.71 φ），其余沉积物的分选均为差（介于 1.00 φ~4.00 φ）。

6.4.2.2 沉积物质量评价

采用单项指数法，选取工程海域沉积物的有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、锌、铬、总汞和砷监测结果进行标准指数计算，监测点水质评价因子的标准指数见表 6.4.4-4~表 6.4.4-7。

工程海域执行海洋沉积物质量第一类标准要求的站位有：WS03、WS04、WS05、WS07、WS08、WS11、WS15、WS18、WS24、WS26、WS27、WS29、WS32、WS36、WS39、WS42、WS47、WS48。由监测结果及标准指数表结果可知：所有监测因子均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

工程海域执行海洋沉积物质量第二类标准要求的站位有：WS13、WS19、WS25。由监测结果及标准指数表结果可知：所有监测因子均符合海洋沉积物质量第二类标准要求。

工程海域执行海洋沉积物质量第三类标准要求的站位有：WS31、WS33、WS38。由监测结果及标准指数表结果可知：所有监测因子均符合海洋沉积物质量第三类标准要求。

本次工程调查海域的 24 个沉积物样品，均符合相应的海洋沉积物质量标准要求。潮间带 9 个沉积物样品所有监测因子均符合第一类海洋沉积物质量标准，表明区域沉积物综合质量良好。

6.5 海洋生物质量现状调查与评价

为了解项目所在海域的海洋环境质量现状，环评单位收集了雷州半岛西侧乌石镇附近海域 2024 年春、秋两季海洋环境调查资料。本节内容引自以下两份调查报告：

（1）《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目夏冬季海洋环境质量现状调查报告（第一期）》（自然资源局南海调查中心/广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 10 月）；

（2）《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目夏冬季海洋环境质量现状调查报告（第二期）》（自然资源局南海调查中心/广州海兰图检测技术有限公司，2025 年 10 月）。

6.5.1调查概况

受湛江市海洋与渔业局委托，广州海兰图检测技术有限公司分别于 2024 年 04 月 28 日～04 月 30 日、05 月 06 日～05 月 11 日、2024 年 11 月 01 日～11 月 03 日、11 月 06 日～11 月 09 日、11 月 16 日～11 月 18 日对雷州半岛西侧乌石镇近岸海域开展海洋环境质量现状调查。

海洋生物体样品来源于游泳动物拖网统一采集，共 31 个调查站位，站位经纬度及站位图见表 6.3.1-1 和图 6.3.1-1。选取具有代表性的样品（贝类、虾与中小型鱼类）遵照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB 17378.6-2007）进行生物体样品的预处理和分析，检测项目包括总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油烃。各项目的分析方法见表 6.5.1-1。

表 6.5.1-1 海洋生物质量调查项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
1	总汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
2	铜	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
3	铅	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
4	镉	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.005mg/kg

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
1	总汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
5	锌	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
6	铬	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
7	砷	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/11.1	原子荧光法	0.2mg/kg
8	石油烃	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》GB 17378.6-2007/13	荧光分光光度法	0.2mg/kg

6.5.2评价标准

（1）评价指标

海洋生物质量评价指标包括总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油烃。

（2）评价标准

海洋生物中的甲壳类和鱼类生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中“附录 C 其他海洋生物质量参考值”，详见表 6.5.2-1。

表 6.5.2-1 海洋生物质量评价标准

评价因子	软体动物（非双壳贝类）	甲壳类	鱼类
	鲜重(mg/kg)		
总汞	0.3	0.2	0.3
镉	5.5	2	0.6
锌	250	150	40
铅	10	2	2
铜	100	100	20
砷	1	1	1
石油烃	20	20	20

（3）评价方法

采用单因子污染指数评价法，大于 1 表明该指标超标。

6.5.3调查结果与评价

调查海域鱼类、软体类、甲壳类生物质量基本处于较稳定状态，生体内的总汞、砷、铜、铅、镉、铬、锌和石油烃含量全部符合相应的评价标准，各项污染物指数均小于1.0。

6.6 海洋生态环境现状调查与评价

为了解项目所在海域的海洋环境质量现状，环评单位收集了雷州半岛西侧乌石镇附近海域2024年春、秋两季海洋环境调查资料。本节内容主要引自以下两份调查报告：

（1）《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目夏冬季海洋环境质量现状调查报告（第一期）》（自然资源局南海调查中心/广州海兰图检测技术有限公司，2025年10月）；

（2）《湛江市雷州乌石新增围填海重大平台建设项目夏冬季海洋环境质量现状调查报告（第二期）》（自然资源局南海调查中心/广州海兰图检测技术有限公司，2025年10月）。

6.6.1调查概况

1.调查时间及站位

广州海兰图检测技术有限公司于2024年04月28日～04月30日、05月06日～05月11日和2024年11月01日～11月03日、11月06日～11月09日、11月16日～11月18日对湛江市乌石镇附近海域开展海洋环境质量现状调查，共布设海洋生态调查站位31个、潮间带调查断面6条，海洋生态调查站位见表6.3.1-1，调查站位图见图6.3.1-1。

6.6.2叶绿素a和初级生产力

6.6.2.1 2024年春季调查结果与评价

（1）叶绿素a

本次调查结果显示，各站表层叶绿素 a 变化范围在（1.94~22.03）mg/m^3，平均为 8.18 mg/m^3；底层叶绿素 a 含量变化范围在（0.84~11.70）mg/m^3，平均为 4.56 mg/m^3。以各站各层水样的平均值作为该站叶绿素 a 的浓度，各站叶绿素 a 浓度的变化范围为（1.94~22.03）mg/m^3，平均为 7.75 mg/m^3，WS31 站位叶绿素 a 平均值最高，WS13 站位叶绿素 a 平均值最低。

（2）初级生产力

本次调查海域的初级生产力变化范围在（191.292~2530.836）mg·C/(m^2·d)之间，平均值为 967.007 mg·C/（m^2·d），其中 WS06 站位初级生产力值最高，WS13 站位初级生产力值最低。

6.6.2.2 2024 年秋季调查结果与评价

（1）叶绿素 a

本次调查结果显示，各站表层叶绿素 a 变化范围在（0.74~6.69）mg/m^3，平均为 1.87 mg/m^3；底层叶绿素 a 含量变化范围在（0.58~2.60）mg/m^3，平均为 1.22 mg/m^3。以各站各层水样的平均值作为该站叶绿素 a 的浓度，各站叶绿素 a 浓度的变化范围为（0.66~6.69）mg/m^3，平均为 1.18 mg/m^3，WS38 站位叶绿素 a 平均值最高，WS18 站位叶绿素 a 平均值最低。

（2）初级生产力

本次调查海域的初级生产力变化范围在（20.038~360.357）mg•C/(m^2•d)之间，平均值为 94.187 mg•C/（m^2•d），其中 WS38 站位初级生产力值最高，WS36 站位初级生产力值最低。

6.6.3浮游植物

6.6.3.1 2024 年春季调查结果与评价

（1）种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 4 门 5 纲 13 目 27 科 117 种。硅藻门种类最多，共 16 科 86 种，占总种类数的 73.50%。以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查浮

游植物优势种共出现 6 种，分别为中肋骨条藻（Skeletonema costatum）、柔弱伪菱形藻（Pseudo-nitzschia delicatissima）、旋链角毛藻（Chaetoceros curvisetus）、菱形海线藻（Thalassionema nitzschioides）等。

（2）密度

调查区域内各站位浮游植物密度变化范围在（80.091~46193.938）×10^3 cells/m^3 之间，平均值为 4947.344×10^3 cells/m^3，最高密度出现在 WS31 站位，最低密度出现在 WS24 站位。

（3）多样性、均匀度指数及丰富度指数

各调查区站位浮游植物种数范围为 30~56 种。多样性指数范围在 1.794~3.648 之间，平均值为 2.704，多样性指数以 WS24 站位最高，WS38 站位最低；均匀度指数范围在 0.339~0.634 之间，平均值为 0.495，均匀度指数以 WS24 站位最高，WS10 站位最低；丰富度指数范围在 1.531~3.032 之间，平均值为 2.109，丰富度指数以 WS24 站位最高，WS38 站位最低。

6.6.3.2 **2024 年秋季调查结果与评价**

（1）种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 4 门 5 纲 13 目 25 科 152 种。硅藻门种类最多，共 16 科 125 种，占总种类数的 82.24%。以优势度 Y≥0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 8 种，分别为中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）、尖刺伪菱形藻（*Pseudo-nitzschia pungens*）、海链藻属（*Thalassiosira* sp.）、菱形海线藻（*Thalassionema nitzschioides*）等。

（2）密度

调查区域内各站位浮游植物密度变化范围在（103.978~24710.769）×10^3 cells/m^3 之间，平均值为 4363.832×10^3 cells/m^3。

（3）多样性、均匀度指数及丰富度指数

调查海域浮游植物种数范围为 43~67 种。多样性指数范围在 1.934~4.471 之间，平均值为 3.409；均匀度指数范围在 0.335~0.780 之间，平均值为 0.589；丰富度指数范围在 1.802~3.298 之间，平均值为 2.663。

6.6.4浮游动物

6.6.4.1 2024 年春季调查结果与评价

（1）种类组成和优势种

本次调查共记录浮游动物 7 门 11 纲 20 目 32 科 70 种。以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查浮游动物优势种共 10 种。分别为桡足幼体（Copepoda larvae）、微刺哲水蚤（*Canthocalanus pauper*）、针刺真浮萤（*Euconchoecia aculeata*）、肥胖箭虫（*Sagitta enflata*）等。

（2）密度与生物量

31 个调查站位浮游动物生物量变化范围在（6.63~214.12） mg/m^3 之间，平均值为 58.19 mg/m^3，其中 WS18 站位生物量最高，WS36 站位生物量最低；浮游动物密度变化范围在（11.111~257.748）ind/m^3 之间，平均值为 103.656 ind/m^3。

（3）多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查，各调查区站位浮游动物种数范围为 9~26 种。浮游动物多样性指数变化范围在 1.982~3.821 之间，平均值为 3.243；均匀度指数变化范围在 0.625~0.948 之间，平均值为 0.813；丰富度指数范围在 1.349~2.864 之间，平均值为 2.127。

6.6.4.2 2024 年秋季调查结果与评价

（1）种类组成和优势种

本次调查共记录浮游动物 6 门 9 纲 15 目 27 科 77 种，以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查浮游动物优势种共 6 种。分别为桡足幼体（Copepoda larvae）、

毛颚类幼体（Chaetognatha larva）、亚强次真哲水蚤（*Subeucalanus subcrassus*）、肥胖箭虫（*Sagitta enflata*）等。

（2）密度与生物量

31 个调查站位浮游动物生物量变化范围在（16.54~302.91）mg/m^3 之间，平均值为 86.89 mg/m^3；浮游动物密度变化范围在（27.557~431.421）ind/m^3 之间，平均值为 137.435 ind/m^3。

（3）多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查，各调查区站位浮游动物种数范围为 10~34 种。浮游动物多样性指数变化范围在 2.360~3.856 之间，平均值为 3.113；均匀度指数变化范围在 0.537~0.883 之间，平均值为 0.719；丰富度指数范围在 1.680~3.461 之间，平均值为 2.633。

6.6.5底栖生物

6.6.5.1 2024 年春季调查结果与评价

（1）种类组成和优势种

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物 7 门 9 纲 19 目 39 科 47 种。以优势度指数 $Y\geq0.02$ 为判断标准，本次调查的优势种共 2 种，分别为模糊新短眼蟹（*Neoxenophthalmus obscurus*）和光滑倍棘蛇尾（*Amphioplus laevis*）。

（2）生物量和栖息密度

本次调查海域 31 个站位大型底栖生物的生物量范围在（0~28.705） g/m^2 之间，平均生物量为 4.325 g/m^2。栖息密度范围在（0~95.000） ind/m^2 之间，平均栖息密度为 23.387 ind/m^2。

（3）多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 0~11 种，多样性指数变化范围在 0～3.247 之间，平均值为 1.152；均匀度指数变化范围在 0.387～1.000 之间，平均值为 0.927；丰富度指数范围在 0~2.354 之间，平均值为 1.082。

6.6.5.2 2024 年秋季调查结果与评价

（1）种类组成和优势种

本次大型底栖生物调查共记录大型底栖生物 8 门 9 纲 15 目 29 科 41 种。本次调查的优势种共 2 种，分别为模糊新短眼蟹（*Neoxenophthalmus obscurus*）和背蚓虫（*Notomastus latericeus*）。

（2）生物量和栖息密度

本次调查海域 31 个站位大型底栖生物的生物量范围在（0~10.325）g/m^2 之间，平均生物量为 2.223 g/m^2；栖息密度范围在（0~55.000） ind/m^2 之间，平均栖息密度为 20.000 ind/m^2。

（3）多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海域的大型底栖生物种类数范围在 0~7 种，多样性指数变化范围在 0～2.725 之间，平均值为 1.224；均匀度指数变化范围在 0.669～1.000 之间，平均值为 0.899；丰富度指数范围在 0.289~1.893 之间，平均值为 1.165。

6.6.6潮间带生物

6.6.6.1 2024 年春季调查结果与评价

（1）潮间带岸相和生物种类组成

潮间带 6 个调查断面岸相分布情况：C1、C2、C3 和 C6 断面均为礁滩断面，C5 断面为沙滩断面，C4 断面为沙滩-礁滩断面。本次潮间带生物定性定量调查，共记录潮间带生物 6 门 8 纲 17 目 36 科 62 种，其中包括软体动物 26 种、节肢动物 22 种、环节动物 11 种、刺胞动物、纽形动物和星虫动物各 1 种，分别占种类总数的 41.94%、35.48%、17.74%及 1.61%。

（2）潮间带各断面的生物量及栖息密度分布

6 个断面定量调查的平均生物量为 108.973 g/m^2，平均栖息密度为 80.148 ind/m^2。C4 断面的生物量最大，为 160.970 g/m^2；C6 断面的栖息密度最大，为 128.888 ind/m^2。

（3）潮间带各站位生物量及栖息密度分布

6 个调查断面中，C4 断面的低潮带生物量最高，为 370.524 g/m^2；其次是 C1 断面的低潮带，生物量为 347.872 g/m^2；C5 断面的高潮带生物量为最低，为 3.142 g/m^2。C4 断面低潮带的栖息密度最高，为 204.000 ind/m^2；其次是 C3 断面的低潮带，栖息密度为 172.000 ind/m^2；C3 断面的高潮带的栖息密度最低，为 10 ind/m^2。

（4）生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围在 2.782～4.029 之间，平均值为 3.381；均匀度指数的变化范围在 0.746～0.879 之间，平均值为 0.814；丰富度指数范围在 1.503~3.728 之间，平均值为 2.696。

6.6.6.2 **2024 年秋季调查结果与评价**

（1）潮间带岸相和生物种类组成

潮间带 6 个调查断面岸相分布情况：C1、C2、C3 和 C6 断面均为礁滩断面，C5 断面为沙滩断面，C4 断面为沙滩-礁滩断面。本次潮间带生物定性定量调查，共记录潮间带生物 7 门 8 纲 20 目 41 科 78 种，其中包括软体动物 35 种、节肢动物 26 种、环节动物 13 种，刺胞动物、棘皮动物、脊索动物和星虫动物各 1 种，分别占种类总数的 44.87%、33.33%、16.67%及 1.28%。

（2）潮间带各断面的生物量及栖息密度分布

6 个断面定量调查的平均生物量为 146.885 g/m^2，平均栖息密度为 76.889 ind/m^2。C6 断面的生物量最大，为 282.520 g/m^2。

（3）潮间带各站位生物量及栖息密度分布

6 个调查断面中，C6 断面的低潮带生物量最高，为 545.560 g/m^2；其次是 C2 断面的低潮带，生物量为 399.064 g/m^2；C5 断面的高潮带生物量为最低，为 0.176 g/m^2。C3 断面低潮带的栖息密度最高，为 280.000 ind/m^2；其次是 C1 断面的低潮带，栖息密度为 232.000 ind/m^2；C5 断面的高潮带的栖息密度最低，为 4.000 ind/m^2。

（4）生物多样性指数、均匀度指数及丰富度指数

本次调查海区潮间带生物多样性指数的变化范围在 1.936～4.331 之间，平均值为 3.340；均匀度指数的变化范围在 0.658～0.859 之间，平均值为 0.779；丰富度指数范围在 1.262~4.692 之间，平均值为 3.118。

6.6.7鱼卵与仔稚鱼

6.6.7.1 2024 年春季调查结果与评价

（1）种类组成

本次鱼卵仔稚鱼调查中，定性调查采获鱼卵 27044 ind，仔稚鱼 80 ind；定量调查采获鱼卵 347 ind，仔稚鱼 22 ind。经鉴定隶属于 5 目，分别为鲽形目、鲱形目、鲈形目、鲀形目和银汉鱼目，采获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类。

（2）数量分布

调查 31 个站位的鱼卵仔稚鱼垂直拖网共采到鱼卵 347 ind，仔稚鱼 22 ind；鱼卵平均密度为 5.416 ind/m^3，仔稚鱼平均密度为 0.513 ind/m^3。共 30 个站位采获到鱼卵，共 12 个站位采获到仔稚鱼。

6.6.7.2 2024 年秋季调查结果与评价

（1）种类组成

本次鱼卵仔稚鱼调查中，定性调查采获鱼卵 3495 ind，仔稚鱼 143 ind；定量调查采获鱼卵 36 ind，仔稚鱼 4 ind。经鉴定隶属于 5 目，分别为鲽形目、鲱形目、鲈形目、鲀形目和鳀形目，采获的鱼卵和仔稚鱼基本上属于沿岸浅海性鱼类。

（2）数量分布

调查 31 个站位的鱼卵仔稚鱼垂直拖网共采到鱼卵 36 ind，仔稚鱼 4 ind；鱼卵平均密度为 0.544 ind/m^3，仔稚鱼平均密度为 0.112 ind/m^3。共 22 个站位采获到鱼卵，共 4 个站位采获到仔稚鱼。

6.6.8游泳动物

6.6.8.1 2024 年春季调查结果与评价

（1）种类组成和优势种

本次游泳动物调查共捕获 3 门 4 纲 20 目 73 科 214 种，其中：鱼类 132 种，占总种类数的 61.68%，虾类 29 种（其中虾蛄类 9 种），占总种类数的 13.55%，蟹类 42 种，占总种类数的 19.63%，头足类 11 种，占总种类数的 5.14%；属于经济物种的有 154 种，占总种类数的 71.96%。本次调查游泳动物优势种（*IRI*≥1000）共 1 种，为须赤虾(*Metapenaeopsis barbata*)。

（2）渔业资源密度

①尾数资源密度

本次调查 31 个站位尾数资源密度范围在（10.475～88.279）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 36.843×10^3 ind/km^2。其中，鱼类尾数资源密度分布范围在（4.320~61.538）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 14.811×10^3 ind/km^2；虾类尾数资源密度分布范围在（0.648~37.257）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 11.798×10^3 ind/km^2；蟹类尾数资源密度分布范围在（1.296~28.618）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 9.359×10^3 ind/km^2；头足类尾数资源密度分布范围在（0~2.983）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 0.875×10^3 ind/km^2。

② 重量资源密度

本次调查 31 个站位渔业资源重量资源密度范围在（219.655~1681.580）kg/km^2 之间，平均值为 549.408 kg/km^2。其中，鱼类重量资源密度变化范围在（105.616~1405.773） kg/km^2 之间，平均值为 357.235 kg/km^2；虾类重量资源密度变化范围在（4.320~256.299） kg/km^2 之间，平均值为 83.009 kg/km^2；蟹类重量资源密度变化范围在（6.479~178.726） kg/km^2 之间，平均值为 82.487 kg/km^2；头足类重量资源密度变化范围在（0~87.905） kg/km^2 之间，平均值为 26.677 kg/km^2。

6.6.8.2 2024 年秋季调查结果与评价

（1）种类组成和优势种

本次游泳动物调查共捕获 3 门 4 纲 19 目 69 科 198 种，其中：鱼类 122 种，占总种类数的 61.62%。本次调查游泳动物优势种（IRI≥1000）共 1 种，为须赤虾（Metapenaeopsis barbata）。

（2）渔业资源密度

①尾数资源密度

本次调查 31 个站位尾数资源密度范围在（11.843～91.073）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 30.404×10^3 ind/km^2。其中，鱼类尾数资源密度分布范围在（4.536~34.917）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 12.685×10^3 ind/km^2；虾类尾数资源密度分布范围在（4.598~42.477）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 13.725×10^3 ind/km^2；蟹类尾数资源密度分布范围在（0.216~11.879）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 3.436×10^3 ind/km^2；头足类尾数资源密度分布范围在（0~2.880）×10^3 ind/km^2 之间，平均值为 0.558×10^3 ind/km^2。

② 重量资源密度

本次调查 31 个站位渔业资源重量资源密度范围在（174.180~1609.612）kg/km^2 之间，平均值为 635.736 kg/km^2。其中，鱼类重量资源密度变化范围在（116.352~1426.746）kg/km^2 之间，平均值为 455.312 kg/km^2；虾类重量资源密度变化范围在（23.758~309.035）kg/km^2 之间，平均值为 91.112 kg/km^2；蟹类重量资源密度变化范围在（1.080~182.145）kg/km^2 之间，平均值为 49.187 kg/km^2；头足类重量资源密度变化范围在（0~167.027）kg/km^2 之间，平均值为 40.125 kg/km^2。

6.7 陆域生态现状调查与评价

根据 2.4.2 章节的生态影响评价等级判定，本工程陆域生态影响评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的生态现状调查要求：“三级评价现状调查以收集有效资料为主，可开展必要的遥感调查或现场校核”，本评价主要引用《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035）环境影响

报告书》的生态调查资料，并结合本次评价工作开展的现场调查、遥感调查结果进行综合评价。

6.7.1土地利用现状调查

《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035）环境影响报告书》中，根据全国第三次土地调查结果，分析了广东雷州经济开发区 C 区内的土地利用现状，本评价在此基础上，结合遥感调查结果，按照《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）中有关分类标准，对本次生态影响评价范围的土地利用现状及临时占地区域的土地利用现状进行统计分析。

经分析，本次生态影响评价范围总面积为 60.61hm^2，其中海域面积为 11.61hm^2，陆域面积为 49.00hm^2，陆域范围的土地利用情况为林地 0.13hm^2，草地 1.10hm^2，商服用地 1.15hm^2，工矿仓储用地 17.50hm^2，住宅用地 0.27hm^2，公共管理与公共服务用地 3.56hm^2，交通运输用地 1.52hm^2，水域及水利设施用地 20.93hm^2，其他土地 2.84hm^2，详见表 6.7-1 与图 6.7-1。

本工程无永久占地，施工临时占地面积共约 0.28hm^2，其中占用草地 0.04hm^2，商服用地 0.02hm^2，交通运输用地 0.06hm^2，水域及水利设施用地 0.14hm^2，其他土地 0.02hm^2，详见表 6.7-2。

6.7.2植被及野生植物现状调查

（1）植物区系划分

本工程位于湛江市雷州市乌石镇，属于我国东南沿海的海积构造平原地区，地形较平坦，略有起伏，残丘呈馒头状或浅碟状，丘陵地区植被较发育，林木葱茏。根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等，2011 年），本工程生态影响评价范围属于古热带植物区—马来西亚亚区—南海地区—粤西-琼北亚地区。

（2）植被类型现状调查

根据现场调查结果，本次生态影响评价范围内的植被按植被型组可分为阔叶林、其他，具体又可分为细叶桉群系和鬼针草群系。各植被类型的调查结果详见表 6.7-3 和图 6.7-2。

（3）植物群落特征调查

根据植被类型调查调查结果，本次生态影响评价范围的植被群系主要为细叶桉群系和鬼针草群系，本评价以群系作为植物群落特征的调查单元，主要引用《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035）环境影响报告书》的植被群落调查结果进行评价。

①细叶桉群落

细叶桉群落平均高度为 8m，盖度为 65%，生物量为 48.7 t/hm^2，净生产量为 8.5t/hm^2·a，物种量为 16 种/1000m^2。群落的乔木层高度为 8m，盖度为 65%，优势种为细叶桉。灌木层平均高度为 0.8m，盖度 30%，优势种山黄麻和野牡丹，其他种类有马樱丹、簕仔树、盐肤木。草本层平均高度为 0.4m, 盖度为 45%，优势种芒萁，其他还有乌毛蕨、飞蓬、莎草、鬼针草。藤本植物有海金沙、菝葜。

②鬼针草群落

鬼针草群落平均高度为 0.6m，盖度 80%，生物量为 7.8t/hm^2，净生产量 7.8t/hm^2·a，物种量为 14 种/1000m^2。群落为草本群落，乔木层、灌木层发育不良，仅零星分布有木麻黄、楝、马樱丹。草本层高度 0.7m，盖度 75%，优势种为鬼针草，其他草本植物有飞机草、铺地黍、仙人掌、虎尾草、蒲苇、青葙等。

（4）植被质量综合评价

本次生态影响评价范围总体的生态质量水平相对较低，但植物群落净生产量属于中等水平，且南亚热带的植物种类较为丰富，只要采取合适的措施和手段，区域生态环境状况较容易恢复，故具有恢复良好生态环境的优越条件。

（5）重要野生植物物种调查

根据现场勘探结果，本次生态影响评价范围内未发现重点保护及珍稀濒危野生植物，未发现中国特有植物种，未发现古树名木。

（6）外来入侵物种调查

参考《中国外来入侵物种名单》，结合现场勘探结果，本次生态影响评价范围内发现有飞机草、鬼针草、马缨丹等外来入侵植物分布。

6.7.3野生动物现状调查

调查结果表明，区域的动物以蜻蜓、螳螂、蚊、蝇、蜜蜂等昆虫和少量的鸟类及鼠类等为主，未见其他大型兽类，调查区域内无珍稀濒危野生动物。

根据现场勘探结果，本次生态影响评价范围内未发现重点保护及珍稀濒危野生动物，未发现中国特有动物种。

6.8 典型海洋生态系统现状调查与评价

本次生态环境评价范围有 4 个保护区，分别为广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区、广东湛江红树林国家级自然保护区、广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区以及湛江雷州地方级自然保护区，分布见图 5.2.9-1。5.2.9 节已介绍了自然保护区基本情况，本节通过收集历史调查资料，分析典型生态系统、珍稀濒危动植物及其生境现状特征。

6.8.1珊瑚礁生态系统现状调查与评价

经前期资料收集，研究院获取了 2019 年雷州半岛西侧珊瑚礁调查与 2025 年广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区珊瑚礁监测结果。鉴于以往调查站位未覆盖本项目污水管线拟敷设区域，为补充和更新现状数据，南海院特委托自然资源部海口海洋中心于 2026 年针对管线敷设区域开展了珊瑚礁调查。

6.8.1.1 **2019 年珊瑚礁调查**

根据 2019 年雷州半岛珊瑚礁调查结果，造礁石珊瑚主要分布在徐黄角、北栋湾至东产湾海域。本项目所在的乌石镇沿岸海域未发现造礁石珊瑚分布，见图 6.8.1.1-1。

图 6.8.1.1-1 雷州半岛珊瑚礁历史分布情况（2019 年调查结果）

6.8.1.2 **2025 年珊瑚礁调查**

本节主要引用《乌石 17-2、23-5 油田群项目关于广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区跟踪监测报告》（2025 年 6 月）的相关监测成果对项目周边的珊瑚礁生态系统现状进行分析。

根据 2019 年调查珊瑚礁分布情况，分别在广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区和广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区布设 1 个珊瑚礁调查站位，在每个站位布设 2 条样带，每条样带长 50m，每条样带分别沿 2m、4m 等深线布设；具体站位经纬度详情见表 6.8.1.2-1，站位具体位置见图 6.8.1.2-1。

调查结果显示，保护区内 S1 站位珊瑚礁呈零星分布，徐闻珊瑚礁保护区内 S2 站位珊瑚生长状态较好。位于保护区内的北和镇西部 S1 站位珊瑚呈现零星分布，仅发现 2 种造礁石珊瑚，硬珊瑚补充量为 0ind/m^2，区域底质及生物覆盖方面以礁石和沙覆盖为主（占比分别为 66.6%和 29.1%），活珊瑚覆盖率仅为 0.5%，未发现珊瑚死亡和白化病害情况。位于徐闻珊瑚礁保护区内的 S2 站位珊瑚生长状态较好，发现 24 种造礁石珊瑚，优势种主要有盾形陀螺珊瑚、斯氏伯孔珊瑚、团块角孔珊瑚等，硬珊瑚补充量为 1.6ind/m^2，处于差水平，区域底质及生物覆盖方面以礁石、活珊瑚和沙覆盖为主（占比分别为 50.9%、23.9%和 20.7%），未发现珊瑚死亡和白化病害情况。两个珊瑚礁调查站位共鉴定出 11 类的大型底栖无脊椎动物，分别为软珊瑚、柳珊瑚、海葵、海参、海绵、海鞘、甲壳类、双壳类、螺类、管虫和羽螅。S1 站位大型底栖无脊椎动物栖息密度为 245.50ind/100m^2，S2 站位栖息密度为 248.50ind/100m^2，两个站位海绵和柳珊瑚对栖息密度的贡献均较大。大型藻类方面，S1 站位未发现大型藻类，S2 站位发现 2 种大型藻类，均属于红藻门，覆盖率为 0.58%。

6.8.1.3 **2026 年珊瑚礁调查**

2026 年 6 月，为充分摸清工程建设可能影响的范围内的珊瑚分布情况，受南海院委托，自然资源部海口海洋中心在污水管线拟敷设海域开展了珊瑚礁分布调查。

6.8.1.3.1调查概况

（1）珊瑚礁调查内容

本次珊瑚礁调查项目见表 6.8.1.3-1。

表 6.8.1.3-1 调查海域珊瑚礁生态调查项目和要素

调查内容	调查要素	数量
珊瑚	造礁石珊瑚：种类、活珊瑚覆盖度、珊瑚死亡率、硬珊瑚补充量、珊瑚白化与病害情况	5
生物群落	珊瑚礁鱼类：种类、丰度与体长范围	3
	大型底栖无脊椎动物：种类、密度	2
	大型底栖藻类：种类、覆盖度、高度	3

6.8.1.3.2珊瑚礁生态状况

全调查海域共发现造礁石珊瑚 4 科 8 种，裸肋珊瑚科及滨珊瑚科为该调查海区珊瑚的主要类群，占比分别为 50.0%和 25.0%。全调查海域造礁石珊瑚优势种按优势度排列分别为斯氏伯孔珊瑚、盾形陀螺珊瑚、柱形角孔珊瑚、秘密角蜂巢珊瑚和海洋盘星珊瑚，其中斯氏伯孔珊瑚占明显优势。

全调查海域活珊瑚覆盖率范围为 4.0~5.6%，平均为 4.6%。各站点间的硬珊瑚补充量分布较为均匀，密度变化范围为 3.2~4.8 ind/m^2，整个调查海域硬珊瑚补充量的站位平均值为 4.0 ind/m^2，全调查海域的硬珊瑚补充量在 3.0~4.9 ind/m^2 之间，处于“一般”水平。珊瑚死亡、白化和病害情况较少。在全调查海域样带上礁石平均覆盖率均大于 30%，为造礁石珊瑚的生长和新珊瑚的附着提供较大的生长空间。

为最大程度降低工程对珊瑚礁生态系统的影响，本项目污水管道拟采用顶管法在珊瑚礁底土下方穿越，顶管工艺与珊瑚礁分布区位置关系见图 6.8.1.3-8。同时，工作井与接收井的选址均向外退让，与珊瑚礁范围保持超过 700m 的安全缓冲距离。

6.8.2红树林生态系统现状调查与评价

6.8.2.1 调查概况

2024 年 7 月下旬，自然资源部南海发展研究院在雷州半岛西侧乌石沿岸开展了红树林生态系统调查，布设 5 条红树林调查断面，每个断面设置高、中、低 3 个调查站位，调查区域站位见图 6.8.2-1，调查内容见表 6.8.2-1。

表 6.8.2-1 红树林监测项目一览表

项目	要素	监测指标	监测方式
红树林植被	群落调查	红树植物种类、植株密度、株高、胸径/基径、盖度	现场监测
		红树林的面积、分布	遥感调查

6.8.2.2 **红树林植被群落特征调查结果**

本次调查区域 WS-1调查点红树林面积约1.61公顷，WS-2调查点红树林面积约为8.36公顷， WS-3调查点红树林面积约为2.24公顷， WS-4调查点红树林面积约23.82公顷， WS-5调查点的红树林面积47.83公顷。那澳港各个调查点局部影像图及无人机调查结果见图6.8.2-2。

WS-1 调查点红树林树种类型主要以白骨壤为主，伴有少量的桐花及红海榄；WS-2 及 WS-3 调查点红树林树种类型主要以白骨壤为主。总体而言，调查区域的红树群落相对较简单，主要以白骨壤、桐花及海漆等本土种红树组成的稳定型群落。

6.8.3海草床生态系统现状调查与评价

海草生长在海岸泥沙上，是唯一淹没在浅海水下的被子植物，其花在水下结果，然后发芽。全世界的海草包括 12 个属，约 50 多种。南中国海分布有 20 多种海草。根据历史资料，雷州海草自然保护区海草床的优势种为卵叶喜盐草，另有少量二药藻成斑块状独立分布。

根据中华人民共和国生态环境部网站发布的广东省自然保护区名录（截止 2012 年底），雷州海草自然保护区的保护对象为海草及其生境。本节收集了该保护区水域多年的海草床历史调查资料。

2020 年、2023 年及 2024 年共三次调查结果显示，**雷州海草自然保护区内均未发现海草**，引起海草床退化的原因可能主要包括海水养殖、底网拖鱼、人为污染及水动力影响等。

6.9 地表水环境质量现状调查与评价

平南水库灌渠水质监测结果见表 6.9-3，标准指数分析结果见表 6.8-4。根据监测数据可知，平南水库灌渠水质能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的III类标准要求。

6.10声环境质量现状调查

本项目声环境监测点监测结果见表 6.10-2。本工程陆域管线沿线的声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准要求。

表 6.10-2 声环境质量现状监测结果（单位：dB(A)）

6.11大气环境质量现状调查与评价

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），“SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO 和 O_3 等六项污染物全部达标即为城市环境空气质量达标”“项目所在区域达标判定，优先采用国家或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”。

本工程位于湛江市雷州市，因此，本评价引用湛江市生态环境局公布的《湛江市生态环境质量年报简报（2024 年）》对本工程所在区域的环境空气质量进行调查评价。

《湛江市生态环境质量年报简报（2024 年）》载明，2024 年，湛江市二氧化硫、二氧化氮年浓度值分别为 9μg/m^3、12μg/m^3，PM_{10} 年浓度值为 33μg/m^3，一氧化碳（24 小时平均）全年第 95 百分位数浓度值为 0.8mg/m^3，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中一级标准限值；$PM_{2.5}$ 年浓度值为 21μg/m^3，臭氧（日最大 8 小时平均）全年第 90 百分位数为 134μg/m^3，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2026）中二级标准限值。因此，2024 年湛江市属于环境空气质量达标区，本工程所在区域的环境空气质量较好。

6.12地下水环境质量现状调查与评价

根据监测结果及评价分析结果可知，本工程陆域管线所在区域的地下水检测结果均符合《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，区域地下水水质良好。

6.13土壤环境质量现状调查与评价

根据监测结果及评价分析结果可知，本工程所在区域的土壤环境监测点的土壤环境质量符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）)第二类用地筛选值，区域土壤环境质量良好。

7 环境影响预测与评价

7.1 水动力环境影响预测与评价

7.1.1数学模型

本项目采用丹麦水力学研究所（DHI）研制的商业软件 mike3 来计算三维水动力及物质输运模型计算。

7.1.2 现状流场模拟结果分析

模拟期内夏冬季表中底层涨急、落急流场如图 7.1.2-1 和图 7.1.2-2 所示。模拟结果显示，受岸界影响，雷州半岛西侧海域的潮流以南北向为主。涨潮为 N 方向，落潮为 S 方向，落潮流速大于涨潮流速。近岸流速较小，外海流速较大。受大唐电厂防波堤影响，管线两侧流速较小。流速表层最大，其次是中层，底层流速最小。

7.1.3工程后潮流动力影响分析

本项目不同排放情景污水排放量较小，近期污水排放量为 2.5 万 m^3/d，即 0.289 m^3/s，远期污水排放量为 5 万 m^3/d，即 0.578 m^3/s，且排污口终端设有扩散器，对水动力的影响都很微弱，因此工程实施后对周边水动力环境基本没有影响。

7.2 地形冲淤环境影响预测与评价

本项目污水管道铺设长度为 3.23km，海上管道长 2.57km。

海底管道施工期掀起的悬浮物在水流的作用下逐渐沉积在管沟周围，管道铺设结束后，将进行机械回填，扩散器管沟也进行管沟回填，恢复原有地貌，水域地形基本不发生改变。海底管道登陆点为防浪堤，根据工程施工方案，拟通过顶管方式穿越防浪堤，顶管接收井布设位置远离堤肩、堤脚，不会对岸滩造成明显改变，陆上管道由污水处理厂提升泵至防浪堤段采用顶管方式，钻机场地及管道预制场地需平整土地，导致原地表形态发生改变，管线穿越段对地表植被原貌改

变极小，陆上施工结束后将采取有效的复垦恢复措施，尽量恢复到施工前状态。因此，本项目的建设对地形地貌与冲淤环境的影响很小。

7.3 水质环境影响预测与评价

本工程为雷州市零碳产业园基础设施配套项目，主要建设内容为污水排海管道。通过工程分析，施工期主要环境影响表现为：陆域顶管施工产生泥浆水及基坑废水，海上管道基槽开挖引起海水悬浮物浓度增加，同时伴随施工人员生活污水及船舶含油污水的排放。营运期主要任务是输送经达标处理的工业废水和生活污水至乌石镇近岸海域排放，其环境影响主要集中于尾水排放对海域水环境及海洋生态的潜在影响。

本报告的评价对象为污水排海管道。关于尾水入海对海域水环境及海洋生态的影响分析，在已批复的《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）工程环境影响报告书（报批稿）》中已有体现，本报告直接引用相关内容。

7.3.1施工期悬浮泥沙对水质环境的影响

7.3.1.1 施工期悬浮泥沙对水质环境影响预测

根据工程分析管槽开挖悬沙产生源强，采用 15 天背景流场，模拟悬浮物扩散情况，模拟范围和时段与三维水动力相同。输出每小时的浓度场，统计各计算网格点在模拟期间内的污染物浓度增量最大值，采用这些最大值绘制表、中、底层悬浮物最大增量浓度包络线图，见图 7.3.1-1~图 7.3.1-2，表 7.3.1-1 为表、中、底悬沙增量浓度包络线面积统计结果，表 7.3.1-2 为 10mg/L 增量浓度包络线距离管线的最远距离。

从图、表上可以看出：工程施工造成施工区域的悬沙浓度增加，由于底层海流动力较弱，扩散条件差，施工对底层海区影响较大，悬沙增量浓度超过第四类海水水质标准。

由于海水垂向密度差异所产生的浮力，将使得悬浮物逐渐上升并扩大。悬浮物上升至中层后，由于中层海流动力作用较强，悬沙增量超过第四类海水水质标准，但超标面积较小。

悬浮物上升至水体中某一高度后，达到平衡状态将不再上升而形成水下悬沙浑浊区。因此，表层受施工影响较小。

底层悬沙扩散至一类海水水质标准时距离管线的距离最大为 1.437km。

表 7.3.1-1　工程施工产生的悬浮物增量浓度包络线面积（km^2）

指标	>10mg/L（超I、II类水质）	>20 mg/L	50 mg/L	>100 mg/L（超III类水质）	>150 mg/L（超IV类水质）
表层	0	0	0	0	0
中层	0.704	0.118	0.001	0	0
底层	1.624	0.591	0.215	0.107	0.058

表 7.3.1-2　10mg/L 增量浓度包络线距离管线的最远距离（km）

层次	北	东南
表层	/	/
中层	1.031	0.585
底层	1.437	0.870

图 7.3.1-1　工程施工造成的中层悬沙增量浓度

图 7.3.1-2　工程施工造成的底层悬沙增量浓度

需要指出的是，上述计算结果是在未采取任何防护措施的情况下得出的，如果在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区周围的浑水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制悬沙扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程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（6 个小时以内）也就结束。

7.3.1.2 施工期其他水污染物影响分析

本项目施工期废水主要来自施工生活污水、施工船舶舱底含油污水、清管废水。

（1）施工人员生活污水影响分析

本工程施工期在雷州市零碳产业园基础设施建设项目内的空地设置临时营地，并设置临时厕所和化粪池，施工人员在此产生的生活污水会被收集至化粪池中进行处理，生活污水处理后的水污染物浓度为 COD：150mg/L、BOD_5：100mg/L、SS：80mg/L、NH_3-N：26mg/L、动植物油：40mg/L，可知生活污水经临时化粪池处理后能达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中的旱作灌溉标准，并转运至用于周边农林回用于灌溉，不得随意排放。因此，本工程施工期产生的生活污水不会对地表水环境产生不利影响。

（2）泥水、施工场地和基坑排水的影响分析

本工程陆域施工场地内，顶管施工过程顶管掘进机会通过排泥泵和排泥管排出泥水，施工场地及基坑在雨季会排出地面径流，本工程陆域管线施工共设置了 4 个工作坑施工场地，每个工作坑施工场地内设置有临时的沉砂池，顶管掘进机排出的泥水、施工场地和基坑的排水均被收集至沉砂池中，经沉淀处理后回用于顶管作业或施工场地洒水抑尘，不外排。因此，本工程施工期产生的泥水、施工场地和基坑排水不会对地表水环境产生不利影响。

（3）船舶废水的的影响分析

本项目主要施工船舶共 4 艘，施工船舶上的工作人员总数约为 30 人，船员生活用水量按《广东省地方标准用水定额第 3 部分：生活》（DB44/T 1461.3-2021）-居民生活用水定额 140L/人·d（小城镇），则日用水量约为 4.20m^3/d。参照《生活污染源产排污系数手册》（生态环境部公告 2021 年第 24 号）-第一部分城镇生活源水污染物产生系数：生活污水折污系数为 0.89，则施工船舶生活污水产生量约 3.74m^3/d。为避免施工船舶舱底含油废水对施工海域的污染，所有施工船舶的排污设备需进行铅封管理，定期接收上岸处理，交由有资质的单位接收处理。船舶生活污水由施工单位负责通过简易收集设备收集后，运回陆上交由相关单位合规处置。因此，本工程施工期产生的船舶废水不会对水环境产生不利影响。

（4）试压水的影响分析

本项目清管和试压采用清水分段进行，使用水量约 5200m^3，该部分试压废水中含有少量泥砂，对水环境影响不大。

（5）小结

①海上施工悬浮物影响分析

总体而言，本工程海上管道敷设基槽开挖作业将导致局部水体中悬浮物浓度升高。若在施工过程中采取设置防污帘、控制开挖速度等环保措施，可有效抑制悬浮泥沙的扩散范围，并显著缩短影响持续时间。此外，悬浮泥沙对海水水质的影响具有短暂性，随着施工作业的结束，在水动力条件的稀释扩散作用下，水体水质将在较短时间（约 6 小时）内恢复至背景水平。

②施工期其他废水影响分析

本工程施工过程中产生的生活污水、顶管泥浆水、施工场地及基坑排水、船舶含油废水、试压废水等，其产生水量相对较小。鉴于本工程施工期较短，在严格落实各项废水收集、处理及回用等防治措施的前提下，各类污废水得到有效处置，不外排或达标排放，故本工程施工期其他废水不会对周边水环境造成不利影响。

7.3.2营运期污水排放对水质环境的影响

本节内容主要引用已批复的《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）工程环境影响报告书（报批稿）》中的相关论述。

略。

本项目地表水环境影响评价自查表见表 7.3.2-18。

表 7.3.2-18 本项目地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目	
影响识别	影响类型	水污染影响型 ☑；水文要素影响型 □	
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 □；饮用水取水口 □；涉水的自然保护区 ☑； 涉水的风景名胜区 □；重要湿地 ☑；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 ☑；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道 ☑； 天然渔场等渔业水体 ☑；水产种质资源保护区 □；其他 ☑	
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型
		直接排放 □；间接排放 ☑；其他 □	水温 □；径流 □；水域面积 □
	影响因子	持久性污染物 □；有毒有害污染物 □； 非持久性污染物 ☑；pH 值 □； 热污染 □；富营养化 □；其他 □	水温 □；水位（水深） □；流速 □； 流量 □；其他 □

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">评价等级</td><td colspan="2">水污染影响型</td><td colspan="2">水文要素影响型</td></tr>
<tr><td colspan="2">一级 □；二级 □；三级 A □；三级 B ☑</td><td colspan="2">一级 □；二级 □；三级 □</td></tr>
<tr><td rowspan="10">现状调查</td><td rowspan="2">区域污染源</td><td colspan="2">调查项目</td><td colspan="2">数据来源</td></tr>
<tr><td>已建 □；在建 □；拟建 □；其他 □</td><td>拟替代的污染源 □</td><td colspan="2">排污许可证 □；环评 □；环保验收 □；既有实测 □；现场监测 □；入河排放口数据 □；其他 □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">受影响水体水环境质量</td><td colspan="2">调查时期</td><td colspan="2">数据来源</td></tr>
<tr><td colspan="2">丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期 □；春季 ☑；夏季 ☑；秋季 ☑；冬季 ☑</td><td colspan="2">生态环境主管部门 ☑；补充监测 ☑；其他 □；</td></tr>
<tr><td>区域水资源开发利用状况</td><td colspan="4">未开发 □；开发利用 40%以下 □；开发利用 40%以上 □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">水文情势调查</td><td colspan="2">调查时期</td><td colspan="2">数据来源</td></tr>
<tr><td colspan="2">丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期 □；春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □</td><td colspan="2">水行政主管部门 □；补充监测 □；其他 □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">补充监测</td><td>监测时期</td><td>监测因子</td><td>监测断面或点位</td></tr>
<tr><td>丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期 □；春季 □；夏季 □；秋季 ☑；冬季 □</td><td>（pH、水温、盐度、悬浮物、硫化物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌）</td><td>监测断面或点位个数（ 6 ）个</td></tr>
<tr><td rowspan="5">现状评价</td><td>评价范围</td><td colspan="4">河流：长度（ ）km；湖库、河口及近岸海域：面积（29.25）km^2</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="4">（pH、水温、盐度、悬浮物、硫化物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌）</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td colspan="4">河流、湖库、河口：I 类 □；II类 □；III类 □；IV 类 □；V 类 □
近岸海域：第一类 □；第二类 ☑；第三类 □；第四类 □
规划年评价标准（ ）</td></tr>
<tr><td>评价时期</td><td colspan="4">丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期 □；
春季 □；夏季 □；秋季 ☑；冬季 □</td></tr>
<tr><td>评价结论</td><td colspan="3">水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：
达标 ☑；不达标 □
水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 □；不达标 □
水环境保护目标质量状况：达标 □；不达标 □
对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标 □；不达标 □
底泥污染评价 □
水资源与开发利用程度及其水文情势评价□
水环境质量回顾评价 □
流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 □
依托污水处理设施稳定达标排放评价 □</td><td>达标区 ☑；
不达标区 □；</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="4">影响预测</td><td>预测范围</td><td colspan="5">河流：长度（　　）km；湖库、河口及近岸海域：面积（　　）km^2</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="5">（　　）</td></tr>
<tr><td>预测时期</td><td colspan="5">丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期 □；
春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □</td></tr>
<tr><td>预测情景</td><td colspan="5">建设期 □；生产运行期 □；服务期满后 □
正常工况 □；非正常工况 □
污染控制和减缓措施方案 □
区（流）域环境质量改善目标要求情景 □</td></tr>
<tr><td>预测方法</td><td colspan="5">数值解 □；解析解 □；其他 □
导则推荐模式 □；其他 □</td></tr>
<tr><td rowspan="8">影响评价</td><td>水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价</td><td colspan="5">区（流）域环境质量改善目标 □；替代削减源 □</td></tr>
<tr><td>水环境影响评价</td><td colspan="5">排放口混合区外满足水环境管理要求 □
水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 □
满足水环境保护目标水域水环境质量要求 □
水环境控制单元或断面水质达标 □
满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 □
满足区（流）域水环境质量改善目标要求 □
水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 □
对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 □
满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 ☑</td></tr>
<tr><td rowspan="7">污染源排放量核算</td><td>污染源名称</td><td>排放量/(t/a)</td><td colspan="3">排放浓度/(mg/L)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>生活污水</td><td colspan="2">初期雨水、生产废水</td></tr>
<tr><td>COD_{Cr}</td><td>0.82</td><td>125</td><td colspan="2">525</td></tr>
<tr><td>BOD_5</td><td>0.07</td><td>60</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td>SS</td><td>0.14</td><td>40</td><td colspan="2">75</td></tr>
<tr><td>氨氮</td><td>0.02</td><td>20</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td>石油类</td><td>0.18</td><td>/</td><td colspan="2">140</td></tr>
<tr><td rowspan="2">替代源排放情况</td><td>污染源名称</td><td>排污许可证编号</td><td>污染物名称</td><td>排放量/(t/a)</td><td>排放浓度/(mg/L)</td></tr>
<tr><td>（　　）</td><td>（　　）</td><td>（　　）</td><td>（　　）</td><td>（　　）</td></tr>
<tr><td>生态流量确定</td><td colspan="5">生态流量：一般水期（　　）m^3/s；鱼类繁殖期（　　）m^3/s；其他（　　）m^3/s；
生态水位：一般水期（　　）m；　鱼类繁殖期（　　）m；　其他（　　）m^3/s；</td></tr>
<tr><td rowspan="3">防治措施</td><td>环保措施</td><td colspan="5">污水处理设施 ☑；水温减缓设施 □；生态流量保障设施 □；区域削减 □；
依托其他工程措施 ☑；其他</td></tr>
<tr><td rowspan="2">监测计划</td><td></td><td colspan="2">环境质量</td><td colspan="2">污染源</td></tr>
<tr><td>监测方式</td><td colspan="2">手动 □；自动 □；无监测 □</td><td colspan="2">手动 □；自动 □；无监测 □</td></tr>
</table>

		监测点位	（ ）	（ ）
		监测因子	（ ）	（ ）
	污染物排放清单	☑		
评价结论		可接受 ☑ 不可接受 □		
注：“□”为勾选项，可打“√”；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。				

7.4 海洋沉积物环境影响分析

本项目污水管道海上施工近岸段采用顶管法，近排污口段采用预挖沟埋设方式，沟槽开挖将破坏开挖区的海底沉积物特征，同时，开挖出来的淤泥粒径较小的在海流的作用下向周围海域扩散，粒径较粗的则堆积在沟槽两侧并在海流作用下在底床发生迁移。

由沉积物调查和评价结果可知，调查区域内所有监测站点的沉积物质量分级均为良好。因此，管线区由于悬浮泥沙扩散和迁移的沉积物向周围海域扩散、迁移后，不会改变周围海域沉积物的特征。管线铺设结束后，将进行回填，恢复原有地貌，重新建立与周围海域相似的沉积物环境。

在长期排污累积作用下，本项目易产生累积效应的污染因子主要为氟化物、氰化物及铅、六价铬等重金属。根据《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）工程环境影响报告书（报批稿）》关于海洋沉积物影响分析结论，项目实施后，污水达标排放对海洋沉积物的累积影响较小。

7.5 海洋生态环境影响分析

7.5.1施工期海洋生态环境的影响分析

根据 7.1~7.4 节环境影响预测与评价结果，工程实施对所在海域的水动力环境、地形冲淤环境及沉积物环境影响很小。因此，本节主要分析因工程实施过程引起所在海域悬沙浓度增加，对海洋生态环境的影响。

7.5.1.1 海洋生态环境影响分析

（1）对浮游植物的影响分析

海底管道铺设掀起的小颗粒轻物质悬浮于水中，将使海水浑浊度增加，透明度降低，致使光合作用降低，从而影响浮游植物的繁殖生长，基础生产力将受到影响。但由于底质多以粉砂和砂质粉砂为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短，因此挖沟而引起的海水透明度会很快得到恢复。

（2）对浮游动物的影响分析

浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用，浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。海底管道铺设挖起的悬浮物将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游生物的正常生存环境。

（3）对底栖生物的影响分析

海底管道挖沟破坏海底对底栖生物造成毁灭性破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏施工现场周围海底部分底栖生物并影响沿管道一带的海底生态环境，对底栖生物的影响主要是对底栖生物的掩埋作用。但随着施工结束以及时间的推移，路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

（4）对渔业资源的影响

海底管道铺设挖沟产生的悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡，对渔业资源会产生一定的影响。悬浮物对渔业资源的影响除可产生直接致死效应外，还存在间接、慢性的影响，例如：①造成生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰度下降；②造成水体中溶解氧、透光度和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，进而影响水生动物的生长和发育；③混浊的水体使某些种类的

游动、觅食、躲避致害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力等。但本项目施工时间较短，挖沟完成后施工海域水质即可恢复至施工前的水平，海底管道挖沟铺设不会对渔业资源带来长期负面影响。

（5）地形地貌冲淤对海洋生态的影响分析

本项目所在海域海底坡度变化不大，没有明显的凸起和凹陷，路由海区海床冲刷淤积幅度很小，总体海底地形比较稳定。

在工程建设过程中铺设管道会对当地海底底质产生一定的影响。新建管道全程埋设，仅管道挖沟作业过程中会对路由附近局部海域的冲淤环境产生一定影响，但施工完成后则对海底的冲淤环境基本无影响，总体而言，本项目对该海域地形地貌和冲淤环境的影响很小，不会对海洋生态环境造成重大不利影响。

7.5.1.2 海洋生物资源损失估算

本项目施工期对海洋生物资源的主要影响因素为污水管道敷设占用海域、扩散器占用海域、施工悬沙扩散影响。

项目施工产生的悬浮物增量将造成生物资源损失为：9.59×10^6 粒鱼卵、0.53×10^6 尾仔稚鱼和 28.2kg 游泳生物。

7.5.2营运期海洋生态环境的影响分析

根据《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035 年）环境影响报告书》及其审查意见（粤环审[2023]201 号），C 区规划主导产业为新材料、金属加工、精细化工、新型建筑工程、能源电力及节能环保、物流业。本项目排放涉重金属等污染物的产业主要为精细化工，规划发展内容为食品和饲料添加剂、生产助剂、日用化学品(如化妆品、洗涤用品)等精细化工产品，用地为三类用地。根据本节“表 3.2.1-2　项目污水量预测表”，三类工业用地排水量为 0.93 万 m^3/d。考虑地下水入渗量增加 10%，则废水量为 1.02 万 m^3/d。本次拟从严考虑若三类工业用地全部用于精细化工类项目，则涉重金属等特征污染因子工业废水量为 1.02 万 m^3/d。

本项目易产生累积效应的污染因子主要为氟化物、氰化物及铅、六价铬等重金属废水，该股产生量及废水来源与《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035年）环境影响报告书》及其审查意见（粤环审[2023]201号）一致，因此，本次海域生态环境影响预测评价引用《广东雷州经济开发区总体规划（2021-2035年）环境影响报告书》（报批稿）中“5.10 海域生态环影响预测评价”并结合本次水质预测结果进行海洋生态影响预测评价是可行的。具体内容如下：

雷州经济开发区规划项目的实施对海洋生态的影响主要表现在产业园污水排海而造成海洋环境污染，从而影响海洋生物资源。

雷州经济开发区规划以汽车关键零部件、电子信息、生物医药、新材料等先进制造业为主。由于海洋的特殊性，其污染有其突出的特点:海洋污染造成的海水浑浊严重影响海洋植物(浮游植物和海藻)的光合作用，从而影响海域的生产力；有毒有机化合物等有毒物质在海域中累积，并通过海洋生物的富集作用，对海洋动物和以此为食的其他动物造成毒害；石油污染在海洋表面形成面积广大的油膜，阻止空气中的氧气向海水中溶解，同时石油的分解也消耗水中的溶解氧，造成海水缺氧，对海洋生物产生危害，并祸及海鸟和人类；由于好氧有机物污染引起的赤潮(海水富营养化的结果)，造成海水缺氧，导致海洋生物死亡；海洋污染还会破坏海滨旅游资源等。不同污染物对水生生物的急性毒性以及安全浓度见表7.5.2-1。

表 7.5.2-1　不同污染物对水生生物的急性毒性及安全浓度

项目废水经排污口排放后，各功能区的海水水质仍能满足水质目标要求。只要严格执行污水排放标准和规定的排放量，规划实施后污水达标排放对周边海洋生态系统的影响是有限的。

7.5.2.1 对浮游生物的影响

由于强劲的径流与潮流作用，营运期污染物将得到快速稀释。根据营运期水质预测，达标排放下，污染物超标范围主要分布在底层，仅石油类、无机氮的超标范围会上升至中层。浮游生物主要分布于表层海水，其次为中层海水，分布于底层的较少。因此，大部分浮游生物不在污染扩散影响的范围内。

7.5.2.2 对底栖生物资源的影响

底栖生物对污染的反应极为敏感。根据华南环境科学研究所会同有关部门开展的不同浓度 COD 值对牡蛎个体耐限适应项目的研究。研究结果表明，当 COD 值为 10mg/L，对牡蛎的生殖基质精子和卵子已产生了显著的影响，导致精子大部分死亡，卵子只有个别细胞裂开，已形成的胚胎体在 16 小时以内仍发育正常，40 小时后的胚胎 D 形期阶段已有 20%死亡。COD 值大于 10mg/L 时有更为强烈的影响。当 COD 在 7.5mg/L 时，其对精子、卵子均没影响。本项目远期达标排放大于 5mg/L 的最大影响面积为 0.0002km^2。可见，本项目污染物排放所引起的浓度增量对敏感的底栖生物影响较小。污水中所含的悬浮物排放后大部分将沉降于排污口四周的海床，受水流的冲刷，沉降下来的悬浮质难于形成稳定的沉积区。

据国外的资料，排放污水对底栖生物的影响按其距排放口的远近，可分为四个区域：其一为紧邻排放口的小区域内，由于沉积物较多，有缺氧现象，各类底栖生物的数量及密度降低，对于本项目而言，由于潮流强劲，此区域不易形成，即使形成，范围也较小；其二为次层，其底栖生物多属抵抗力较高的种类，而且数量甚高。本工程建成后，要进一步重点研究此区域底栖生物的生息情况；其三为尚次外层，底栖生物多属不成比例分布，属依赖沉积物为生的特殊种类。其四是影响周围以为的区域，底栖生物将保持正常自然族群。底栖生物被影响的范围大小及影响程度的具体细节，按目前的预测技术还较难定量估计，但海洋环境质量现状调查显示，工程所在海域海域悬浮物含量很低，只要污染物经过处理达标后排放，黏附到悬浮物上而沉降到底栖生境的污染物就会很少，可以认为污水排放对底栖生物影响极小。

由于合成有机物及不易分解的重金属，在排海海域有积累现象。因此，应严格禁止这类物质进入排海管道。本排污管线排放的不仅有生活污水还有除电镀废水外的工业废水，应进一步减少有机物及重金属含量。

7.5.2.3 对渔业资源的影响

（1）石油类对渔业资源的影响

1）急性致死影响

不同的石油对海洋生物的致死浓度不同，不同种类的海洋生物以及同种生物的不同生命阶段对石油的敏感性和耐受能力亦不相同。总的来说，石油对大部分成体海洋鱼、虾、贝类的致死浓度为 1～100mg/L，对较敏感的幼体和仔体阶段的致死浓度为 0.1~1mg/L（Hyland 等，1976）。大多数浮游藻类在 0.1～1.0 mg/L 的石油浓度中细胞死亡，某些藻类（如缘刺双尾藻）的细胞甚至在低至 0.0001mg/L 的浓度中都会死亡（Connell 等，1981）。Rice 等（1979）曾报道了 Cook Inlet 燃料油对 39 种海洋生物的毒性，其中对 5 种上层鱼类（如太平洋鲱）的 96h TLm 值为 1.22～2.55mg/L（水溶性组分），对 4 种虾（如阿拉斯加褐虾）的 96h TLm 值为 0.87～4.94mg/L，对 13 种软体动物（如贻贝、节孔扇贝）的 96h TLm 值为 0.15~1.31 mg/L，对 6 种甲壳类的 96h TLm 值为 0.36～>3.36mg/L，对 5 种软体动物的 96hTLm 值为 1.25～>3.36 mg/L。由此可见，鱼类和虾类（尤其是他们的仔、幼体）对石油类的耐受力相对要低于其他类动物，而同类生物的不同生命阶段中以仔、幼体发育阶段较为敏感。

海域现状调查资料显示：项目所在海域油类浓度平均值为 0.0152mg/L，本项目营运期正常排放工况下对水质的环境影响预测表明，冬季表层 0.0004 km^2 范围内的海域石油类浓度超过一类海水水质标准，冬季中层 0.0079 km^2 范围内的海域石油类浓度超过一类海水水质标准；夏季表层 0.005 km^2 范围内的海域石油类浓度超过一类海水水质标准，夏季中层 0.026 km^2 范围内的海域石油类浓度超过一类海水水质标准，即排污口附近 0.026km^2 范围内石油类的浓度将可能对幼鱼仔虾和某些贝类的胚胎幼体产生一定的影响。相对于北部湾的面积而言，0.026km^2 是一个很小的区域，海水容量大，进入海水中的污染物经一定距离的扩散稀释后浓度会大大降低，对渔业资源的影响不是很大。

2）长期慢性污染影响

由于排污而引起海域中石油类污染物质浓度增加，在排污口区域外的一定范围内虽未达到产生急性毒性的浓度，但可能存在长期的慢性毒性影响。集中主要的慢性污染效应如下：

①生理和行为效应：主要表现在麻醉效应干扰基础生物化学机制、降低浮游植物的光合作用合生长率、影响视觉感觉及诱变效应等（Hyland 等，1976）。

②生态效应：试验生态曝油的研究结果表明，长期曝露于 0.01~0.05 mg/L 的石油浓度中，可造成生态、群落结构的破坏。群落结构中某些对石油敏感的种类消失或者数量减少，代之以某些嗜污种类增加，使不同营养级别生物的比率失调而可能导致局部海域海洋生物食物链（网）的破坏。

③异味效应：海洋动物具有从栖息环境中积累石油烃的能力。一般来说，鱼类和甲壳类对水体石油烃的富集系数可达 102～103，软体贝类的可达 105，有些甚至可高达 107。Kerhoff（1974）曾报道紫贻贝 Mytilus edulis 肌肉中的烃类浓度约 5ppm 时就有油嗅味。Moore 等（1974）报道过牡蛎曝露于低至 0.001ppm 的融解性烃类中 24h 内即可致嗅。Nita（1972）也曾报道过 0.01ppm 的含油海水在 24h 内即可使鱼类致嗅。国内有关研究结果表明，胜利原油对中国对虾的致嗅阈值 9.4ppb（受试 9d），对鲈鱼的致嗅阈值未 8.2ppb（受试 10d），对毛蚶的致嗅阈值为 8.90ppb（10d），对文蛤的为 ppb（9d）。

根据水质模拟预测结果，本项目营运期正常排放工况下对水质的环境影响预测表明，冬季中层 0.0079km^2 范围内的海域石油类浓度超过一类海水水质标准，夏季中层 0.026 km^2 范围内的海域石油类浓度超过一类海水水质标准。与文献报道的研究结果比较，这些浓度已达到或超过了对某些生物产生致死影响的阈值。在这个范围内，一些品种的产卵可能受到影响，其幼体的存活率将降低。饵料生物会减少，群落结构发生改变，食物链（网）发生变化，使局部范围生态系统变得脆弱。

石油类污染物质的长期慢性影响作用是相当复杂的，尚难作出准确定量的预测，尤其是对整个生态系统的影响，还需要深入的专门研究。

项目污染物稀释扩散区内，成鱼可以回避，但鱼卵、仔鱼、幼鱼回避能力差，排入水中的有机污染物有明显的致突变作用。不同性质的废水在混合与降解过程中各种污染物会产生相加、相乘、协同和拮抗的效应，各种效应对鱼类的致死作用不同。由于排污口周围海域水体自净能力强，达标排放情况下污水得到充分的稀释，仅小范围海域超过一类海水水质标准要求。游泳生物通过该小范围污染海域停留时间短，因此，正常排放下总体对渔业资源影响不大。

（2）其他污染物质对渔业资源的影响分析

排污口所排放的废水中尚含有 COD、无机氮、磷酸盐等污染物。本项工程所排放的废水中无机氮主要为 NH_4^+-N 及其衍生物 NO_3^--N 和 NO_2^--N，非离子氨的比率很低，而对水生生物直接产生毒性效应的主要是非离子氨。非离子氨对鱼类的急性致死浓度范围大约为 0.2～2.0mg/L；对鱼卵和初孵鱼苗的急性致死浓度范围为 0.05～0.5 mg/L，亚硝酸盐对水生生物的急性致死浓度范围为 3～30mg/L（Alabaster，1982；Arthur，1987；Hasan，1986a&1986b；Thursbon，1984）。

根据水质预测，项目废水经排污口排放后，各功能区的海水水质仍能满足水质目标要求。只要严格执行污水排放标准和规定的排放量，项目实施后污水达标排放对海洋生态环境的累积影响是有限的。

7.5.2.4 海洋生物资源损失估算

营运期废水排放导致局部水域产生高浓度场，对海洋生态产生损害影响。

本项目营运期废水排放造成的生物资源损失为：8.05×10^6 粒鱼卵、0.45×10^6 尾仔稚鱼和 25.45kg 游泳生物。

7.5.3渔业资源损失价值估算

根据《关于发布广东省涉渔工程渔业资源损失生物价格核算技术指南的通知》（粤农农函〔2024〕1318 号）和《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）计算细则计算本项目建设造成的海洋生物资源损失金额：“一次性生物资源的损害补偿为一次性损额的 3 倍”，管道敷设产生的悬浮泥沙、管道占海造成的海洋生物资源影响属一次性损害，补偿金额按海洋生物资源损失金额 3 倍计。“持续性生物资源损害的补偿分 3 种情形，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限为 3~20 年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间 20 年以上的，补偿计算时间不应低于 20 年。”营运期污水管线设计寿命为 50 年，营运期造成的海洋生物损失及扩散器占海造成的海洋生物损失按 50 年进行补偿，项目建设造成的海洋生物资源补偿金额分别是 37.29 万元和 517.62 万元。

7.6 陆域生态环境影响分析

7.6.1工程占地对土地资源的影响分析

根据本工程为污水排海管道建设工程，无永久占地，施工期间设置的施工场地的临时占地面积约 0.28hm^2。原地貌土地利用类型主要为草地、商服用地、交通运输用地、水域及水利设施用地以及其他土地，本工程建成后，对临时占地进行复原，不会改变其土地利用类型，也不会影响土地的规划用途，因此本工程建设对陆域评价范围内的土地资源基本没有影响。

7.6.2工程建设对沿线植被的影响分析

根据本次植被及野生植物现状调查结果，本次生态影响评价范围内植被以亚热带常见的细叶桉群系和鬼针草群系为主，生态质量总体水平相对较低，但植物群落净生产量属于中等水平，且南亚热带的植物种类较为丰富，只要采取合适的措施和手段，区域生态环境状况较容易恢复，故具有恢复良好生态环境的优越条件。本次生态调查未发现重点保护野生植物和重点保护古树名木。

本工程陆域管线主要沿现状道路敷设，且陆域管线全线埋地，后续运营无需新增永久占地，而施工期施工场地主要沿管线布设，临时用地范围主要占用的植被为草地、养殖坑塘周边的草本植被，群落的优势种为鬼针草。本工程在土石方开挖、填筑、临时施工占用等活动，对地表植被进行剥离清除，因此会造成植被破坏，但本工程的临时施工场地仅占本次陆域生态影响评价范围的 0.6%，剥离清除植被面积仅占本次陆域生态影响评价范围内植被覆盖面积的 6.0%，且不占用林地范围的细叶桉群系，经过估算，本工程施工临时占地将造成生物量损失 0.78t，造成净生产量损失 0.78t/a，可见本工程对植被资源量的影响不大。另一方面工程建设清除的植物资源为区域常见的植物物种，不会造成珍稀保护植物物种的损失，更不会导致植物种群消失，对区域植物物种及植物群落影响较小。结合植被调查评价结果，本次生态影响评价范围内的南亚热带植物种类较为丰富，且容易恢复，具有恢复良好生态环境的优越条件，而本工程施工期较短，只要严格落实植被恢复措施，受影响的植物物种及植物群落将在工程施工结束后短期内得到有效恢复。

7.6.3工程建设对沿线野生动物的影响分析

根据本次评价野生动物现状调查结果，本次生态影响评价范围的工业活动频繁，区域生态受到较强的人为干扰影响，生态环境质量不高，对适应地面和森林活动的哺乳动物并不友好，但对昆虫类、爬行类、两栖类以及少量鸟类的影响相对较小。本次生态调查未发现重点保护及珍稀濒危野生动物。

本工程陆域管线的施工作业，会占用周边动物的活动场所和生存空间，在施工期间排放出的废气、废渣等会污染动物生境，降低了动物的生境质量，施工机械发出的噪声、灯光将干扰动物正常的生活规律，严重时导致动物暂时性甚至永久性的迁徙。上述影响在一定程度上会对评价范围内动物资源的迁移、散布、繁衍造成直接或间接的影响，产生轻度干扰和障碍。但野生动物均有主动避让性和较强的适应性，可以向无变动的其它保护区域迁移、散布以维持其正常繁衍，因此本工程建设对野生动物的迁移、散布、繁衍影响较小。此外，本工程施工临时占地整体呈现点状分布，施工扰动区域面积很小且分散，基本不会对本工程周边生境产生阻隔，不会对周边动物生境造成明显改变，对在评价范围内野生动物的迁移、散布、繁衍来说影响不显著。

总的来说，本工程建设虽在短期内会造成局部的动物种群数量下降，但是影响性质和程度并不严重，并不会造成评价范围内动物种类灭绝或绝迹，而且本工程施工期较短，这些不利影响在施工结束、并严格落实相应的保护与恢复措施后，可得到有效减缓和消除，因此本工程不会对评价范围内的野生动物资源造成明显影响。

7.6.4工程建设对水土稳定的影响分析

本工程在土石方开挖、填筑、碾压等活动，对地表造成扰动，形成大量裸露地表，表层土质松散，容易随雨水流走，使其截留降水、涵蓄水分、滞缓径流、固土拦泥的作用降低，造成水土保持功能下降，加剧水土流失。如果水土流失得不到有效治理，不仅对工程本身建设不利，同时也会对本工程所在区域的自然环境等带来不利影响。

针对以上可能造成的水土流失危害，本工程施工过程中首先要重点做好施工场地的临时排水工作，配备抽水泵及时抽排基坑积水。其次，对开挖土方做到先拦后弃，准备足够的土袋和彩条布，对临时堆土及时实施拦挡，对裸露场地时采取覆盖，避免遭受雨水和径流的直接冲击。再者，施工期间要定期洒水降尘，维护空气质量，避免给当地群众生活环境造成破坏。此外，要做到施工工序上的有效衔接，完成施工的管段要及时完成路面及植被恢复，避免地表长时间裸露。同时，本工程应按规范要求编制工程的水土保持报告，全面详尽预测分析工程的潜在水土流失影响，并明确提出应采取的水土保持措施方案。通过落实相应的表土保护措施和植被恢复措施，本工程建设带来的水体流失影响将得到有效控制，并保障本工程所在区域的水土稳定。

本项目陆域生态影响评价自查表见表 7.6-1。

表7.6-1 本项目陆域生态影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种□；国家公园□；自然保护区□；自然公园□；世界自然遗产□；生态保护红线□；重要生境□；其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域□；其他☑
	影响方式	工程占用□；施工活动干扰☑；改变环境条件□；其他□
	评价因子	物种☑（植物物种组成；动物物种组成） 生境☑（生境质量） 生物群落☑（植物群落结构） 生态系统☑（植被净生产量、生物量） 生物多样性□（　　） 生态敏感区□（　　） 自然景观□（　　） 自然遗迹□（　　） 其他□（　　）
评价等级		一级□　二级□　三级☑　生态影响简单分析□
评价范围		陆域面积：0.49km^2；水域面积：0.1161km^2
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集☑；遥感调查☑；调查样方、样线□；调查点位、断面□；专家和公众咨询法□；其他□
	调查时间	春季□；夏季☑；秋季□；冬季□ 丰水期□；枯水期□；平水期□
	所在区域的生态问题	水土流失□；沙漠化□；石漠化□；盐渍化□；生物入侵□；污染危害□；其他□

	评价内容	植被/植物群落☑；土地利用☑；生态系统☑；生物多样性□；重要物种☑；生态敏感区□；其他□
生态影响预测与评价	评价方法	定性□；定性和定量☑
	评价内容	植被/植物群落☑；土地利用☑；生态系统☑；生物多样性☐；重要物种□；生态敏感区□；生物入侵风险□；其他☑
生态保护对策措施	对策措施	避让□；减缓☑；生态修复☑；生态补偿□；科研□；其他□
	生态监测计划	全生命周期□；长期跟踪□；常规□；无☑
	环境管理	环境监理□；环境影响后评价□；其他☑
评价结论	生态影响	可行☑；不可行□
注：“□”，填“√”；“（ ）”为内容填写项		

7.7 声环境影响评价

本工程为污水排海管道建设工程，施工期各种机械设备、运输车辆和施工船舶的运行会运行噪声，由于本工程的污水排海管道沿线无需设置泵站等，因而营运期并无提升泵等噪声源，因此，本工程对声环境的影响体现在施工期。

（1）施工噪声预测方法和预测模式

本工程施工期的噪声源均为室外点声源，因此施工噪声对周围声环境的影响按照点声源随距离增加而引起发散衰减模式进行预测，不考虑设置隔声屏障等措施，计算方法及公式参照《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中点声源的几何发散衰减计算公式，如下所示：

$$L_p(r)=L_p(r_0) - 20\lg(r/r_0)$$

式中：$L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

$L_p(r_0)$ ——参考位置 r_0 处的声压级，dB；

r ——预测点距声源的距离；

r_0——参考位置距声源的距离。

对某一受声点多个点声源影响时，此处噪声贡献值计算公式，如下所示：

$$L_{eqg} = 10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_i t_i 10^{0.1L_{AI}}\right)$$

式中：L_{eqg} ——噪声贡献值，dB；

T ——预测计算的时间段，s，按 1 小时计算；

t_i —— i 声源在 T 时段内的运行时间，s，按 1 小时计算；

L_{Ai} ——i 声源在预测点产生的等效连续 A 声级，dB。

单台施工机械、车辆的几何发散衰减在不同距离的噪声水平见表 7.7-1；本工程施工期噪声排放执行《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）噪声限值，即昼间≤70dB(A)，夜间≤55 dB(A)，各施工阶段施工机械噪声几何发散衰减达到噪声限值所需达标距离详见表 7.7-2。

表 7.7-1　各单台施工机械噪声随距离衰减情况一览表

施工阶段	设备名称	Lp (r_5)	不同距离的声级/dB(A)									
			10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
施工准备	载重货车	86	80	74	70.4	67.9	66	64.4	63.1	61.9	60.9	60
工作井、接收井施工	抓斗挖掘机	83	77	71	67.4	60.3	63	61.4	60.1	58.9	57.9	57
	商砼搅拌车	88	82	76	72.4	66.4	68	66.4	65.1	63.9	62.9	62
	混凝土振捣器	85	79	73	69.4	62.5	65	63.4	62.1	60.9	59.9	59
吊装/吊出	起重龙门吊	75	69	63	59.4	53.1	55	53.4	52.1	50.9	49.9	49
顶进	油泵	75	69	63	59.4	54.5	55	53.4	52.1	50.9	49.9	49
	顶管掘进机	75	69	63	59.4	54.3	55	53.4	52.1	50.9	49.9	49
	排泥泵	75	69	63	59.4	54.3	55	53.4	52.1	50.9	49.9	49
	进浆泵	75	69	63	59.4	54.3	55	53.4	52.1	50.9	49.9	49

表 7.7-2　施工期施工噪声达标距离一览表

施工阶段	主要施工机械	机械同时运行噪声级（距声源5m 处，dB(A)）	昼间		夜间	
			噪声限值/dB(A)	达标距离/m	噪声限值/dB(A)	达标距离/m
施工准备	载重货车	89	70	45	55	250
工作井、接收井施工	抓斗挖掘机、商砼搅拌车、混凝土振捣器	90.6	70	54	55	300
吊装/吊出	起重龙门吊	86	70	32	55	180
顶进	油泵、顶管掘进机、排泥泵、进浆泵	81	70	18	55	100

本工程陆域管线施工包括施工准备；工作井、接收井施工；工作井、接收井的设备吊装/吊出；顶进基础施工等，根据上表 7.7-2 噪声预测结果，在考虑主要施工机械同时运行的保守情况下，本工程陆域管线的不同建设阶段的昼间施工噪声在 18~54m 外可达到《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值要求；夜间施工噪声在 100~300m 外可达到《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值要求。可见，本工程陆域管线施工噪声夜间影响较昼间要大，夜间施工场界噪声存在超标的情况，故需禁止夜间施工作业（特殊情况除外）。此外，在实际施工过程中往往是多种机械同时工作，各种噪声源的相互叠加，噪声声级更高，影响范围更大。

除禁止夜间施工措施，应避免在昼间午休时间（12:00-14:00）进行高噪声施工，避免同一施工点安排多台高噪声设备同时运行，在施工边界设置硬质、连续的封闭围挡，围挡高度不低于 2.5m，围挡能起到一定的隔声作用，隔声量不低于 20dB(A)。

采用上述噪声防控及隔声措施后，施工场界噪声预测结果如下（夜间不施工）。

表 7.7-3　施工期施工场界噪声等效声级预测结果一览表（单位：dB(A)）

施工阶段	采取噪声控制措施前施工场界噪声				治理措施	采取噪声控制措施后施工场界噪声				场界噪声排放限值	达标分析
	上	右	下	左		上	左	下	右		
工作井施工准备	84	80	83	80	施工厂界设置 2.5m 高的围挡，隔声量为 20dB(A)	69	65	69	65	70	达标
工作井施工	84	79	84	85		70	65	70	70		达标
工作井吊装	68	62	68	69		54	49	54	54		达标
工作井顶进	74	68	76	75		59	55	62	60		达标
接收井施工	90	90	89	92		73	73	73	75		不达标
接收井吊出	74	74	74	74		58	58	58	58		达标

（2）陆上施工声环境影响分析

根据表 7.7-3 的预测结果，工作井施工场地边界设置围挡隔声后，场界外 1m 处的噪声预测值在 54dB(A)~90dB(A)，场界噪声排放能满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值要求；接收井施工场地边界设置围挡隔声后，

场界外 1m 处的噪声预测值在 58dB(A)~75dB(A)，场界噪声排放未能满足《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值要求。

市政污水管道等线路工程由于施工活动区较窄，施工边界处一般难以达到《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值要求，但本工程陆域管线周边无声环境敏感建筑，本评价要求施工单位在施工场界设置高度不小于 2.5m 的施工围挡，合理安排施工时间，避免夜间作业，建议施工单位应选用低噪声施工设备，进一步降低施工噪声对周围声环境质量的影响。本工程施工期是短期、暂时的，随着施工期的结束，本工程建设对陆域声环境的影响也会随之消失。

（3）海上施工声环境影响分析

本项目海上管道施工期噪声主要来自船舶发动机噪声和机械设备噪声，由于海上管道周边无声环境保护目标，且周边海浪的背景噪声较大，船舶航行及机械设备作业产生的噪声通过距离衰减，对周边环境基本无影响。施工单位在施工过程中，要加强作业管理、选用低噪声设备和船舶、加强设备和船舶的维护管理等，避免出现异常情况下的较大噪声。

（4）声环境影响评价自查表

本项目声环境影响评价自查表见表 7.7-4。

表 7.7-4 本项目声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级与范围	评价等级	一级 □	二级 □	三级 ☑			
	评价范围	200m ☑	大于 200m □	小于 200m □			
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 ☑	最大 A 声级 □	计权等效连续感受噪声级 □			
评价标准	评价标准	国家标准 ☑	地方标准 □	国外标准 □			
现状评价	环境功能区	0 类区 □	1 类区 □	2 类区 □	3 类区 ☑	4a 类区 □	4b 类区 □
	评价年度	初期 ☑	近期 □		中期 □	远期 □	
	现状调查方法	现场实测法 ☑	现场实测加模型计算法 □	收集资料 □			
	现状评价	达标百分比			100%		
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测 □	已有资料 ☑	研究成果 □			
声环境影响预测与	预测模型	导则推荐模型 ☑	其他 □				
	预测范围	200m ☑	大于 200m □	小于 200m □			

评价	预测因子	等效连续 A 声级 ☑　最大 A 声级 □　计权等效连续感受噪声级 □		
	厂界噪声贡献值	达标 ☑　不达标 □		
	声环境保护目标处噪声值	达标 □　不达标 □		
环境监测计划	排放监测	厂界监测 □；固定位置监测 □；自动监测 □；手动监测 □；无监测 ☑		
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（　）	监测点位数（　）	无监测 ☑
评价结论	声环境影响	可行 ☑　不可行 □		
注：“□”为勾选项，可打“√”；“（　）”为内容填写项。				

7.8 大气环境影响评价

本工程为污水排海管道建设工程，施工期会产生与排放施工扬尘、施工机械、车辆和船舶的运行也会产生与排放燃油尾气，而营运期并不产生与排放大气污染物，因此，本工程对大气环境的影响体现在施工期。

7.8.1施工扬尘对大气环境影响分析

施工扬尘是本工程施工过程中主要的大气污染源之一，根据前文的工程分析可知，施工扬尘按起尘原因可分为风力起尘和动力起尘，其中风力起尘主要是由于露天堆放的土石方及裸露的施工区表层浮尘因天气干燥及大风，产生风力扬尘；而动力起尘，主要有土方开挖、土石方装卸过程，由于外力作用下造成尘粒悬浮，以及运输车辆行驶过程造成的扬尘。在本工程施工过程中，运输车辆行驶造成的运输扬尘的影响是相对较大的。

而运输扬尘量的大小与天气干燥程度、道路路况、车辆行驶速度、风速大小有关。一般情况下，在自然风作用下，运输扬尘影响范围 100m 以内。在大风天气，扬尘量及影响范围将有所扩大。根据本工程陆域管线的位置，沿线没有居民区等大气环境保护目标分布，因此，本工程建设并不会对大气环境保护目标造成影响，同时，本工程采用顶管法施工，能减少土石方开挖工程量，减少土石方露天堆放量，相比开挖施工方案，能有效降低施工扬尘的产生。为进一步减轻施工期对周围环境空气质量的影响，建设单位应在施工过程中落实以下降尘措施：

①严格落实“六个 100%”的要求；

②在开挖土方过程中，应洒水使作业面保持一定的湿度；

③施工场地内临时堆存的松散、干涸的土石方，应经常洒水防尘，正常情况下可每天洒水 3～4 次，大风天气可增加到 4～5 次，以保持物料湿润；

④施工场地及车辆运输的主要区域应设置喷雾炮进行洒水降尘；

⑤后期回填土方时，对土质干燥的土石方进行适当的洒水，防止回填过程尘土飞扬；

⑥进出场地的车辆限制车速行驶。

在采取洒水防尘措施后，可有效地控制施工扬尘的产生，将施工场地扬尘的污染距离缩小至20~50m范围内。在采取车辆限速、运输道路洒水等抑尘措施后，运输车辆行驶过程产生的运输扬尘量较小，运输扬尘的污染影响范围控制在100m 以内，虽然对环境空气质量有一定影响，但本工程施工期是短期、暂时的，随着施工期的结束，本工程建设对大气环境的影响也会随之消失。

7.8.2施工机械、车辆和船舶的燃油尾气对大气环境影响分析

本工程陆域管线的施工需要使用载重货车、商砼搅拌车、挖掘机等，海域管线的施工需要使用施工船舶，以上的施工机械、车辆和船舶需要使用轻质柴油作为燃料，会产生一定量的燃油尾气，主要的大气污染物主要以 SO_2、NOx、CO 和烟尘等。

由于本工程不需要较多的大型施工机械，施工量较小，施工作业具有暂时性和间歇性的特点，工程建设产生的废气量及车辆废气排放量在总量上增加不大。工程设计阶段已提出在施工工区周围设立围挡，减少施工废气对外环境的不利影响。

另外，本工程施工区域位于空旷地带，大气扩散稀释条件好，施工机械、车辆和船舶的燃油尾气在风的作用下，很快得到扩散稀释。而且本工程的施工工期短，在施工过程中注意做好施工机械、车辆和船舶的维修和保养工作，严禁燃用高污染燃料，施工机械、车辆和船舶的燃油尾气污染物排放量相对较少，随着施工期的结束，这种影响随即消失，对周围大气环境影响较小。

本项目大气环境影响评价自查表见表 7.8-1。

表7.8-1 本项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目						
评价等级与范围	评价等级	一级 □	二级 □	三级 ☑				
	评价范围	边长=50km □	边长 5~50km □	边长=5km □				
评价因子	SO_2+NOx 排放量	≥2000t/a □	500~2000t/a □	＜500t/a ☑				
	评价因子	基本污染物（SO_2、NO_2、$PM_{2.5}$、PM_{10}、CO、O_3） 其他污染物（）		包括二次 $PM_{2.5}$ □ 不包括二次 $PM_{2.5}$ ☑				
现状评价	评价标准	一类区 □	二类区 ☑	一类和二类区 □				
	评价基准年	（2024）年						
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 ☑	主管部门发布的数据 □	现状补充监测 □				
	现状评价	达标区 ☑		不达标区 □				
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 ☑ 本项目非正常排放源 □ 现有污染源 □	拟替代的污染源 □	其他在建、拟建项目污染源 □	区域污染源 □			
大气环境影响预测与评价	预测模型	AERMOD □	ADMS □	AUSTAL2000 □	EDMS/AEDT □	CALPUFF □	网络模型 □	其他 □
	预测范围	边长=50km □	边长 5~50km □	边长=5km □				
	预测因子	基本污染物（ ） 其他污染物（ ）		包括二次 $PM_{2.5}$ □ 不包括二次 $PM_{2.5}$ □				
	正常排放短期浓度贡献值	$C_{本项目}$最大占标率≤100% □		$C_{本项目}$最大占标率＞100% □				
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	$C_{本项目}$最大占标率≤10% □	$C_{本项目}$最大占标率＞10% □				
		二类区	$C_{本项目}$最大占标率≤30% □	$C_{本项目}$最大占标率＞30% □				
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长（ ）h	$C_{非正常}$占标率≤100% □	$C_{非正常}$占标率＞100% □				
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	$C_{叠加}$达标 □		$C_{叠加}$不达标 □				
	区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% □		k＞-20% □				
环境监测计划	污染源监测	监测因子：（ ）		有组织废气监测 □ 无组织废气监测 □	无监测 ☑			
	环境质量监测	监测因子：（ ）		监测点位数（ ）	无监测 ☑			

评价结论	环境影响	可接受 ☑　　不可接受 □
	大气环境防护距离	距（　）厂界最远（　）m
	污染源年排放量	

7.9 土壤及地下水环境影响分析

本工程陆域管线全线均采用顶管施工埋管道，埋深为 2-6 米。根据本工程管道的设计方案，本工程尾水压力管采用玻璃钢夹砂管（连续工艺），陆域段采用承插接口，海域段采用加强法兰连接。

玻璃钢夹砂管主要以玻璃纤维纱作为增强材料和树脂作为基体制成，近年来在排水管道、压力办输水管道中有较广泛的运用。相比传统管材，玻璃钢夹砂管具有以下几个明显的特点：

①重量轻，易于安装，单位重量仅为同口径混凝土管的 1/6-1/8；钢管的 1/3-1/4。

②耐腐蚀性能好，可以耐酸、碱、盐、氧化剂、有机溶剂、油脂、海水等。

③单根管材长，接口少，从而加快安装速度，减少泄漏率，缩短建设工期。

④内表面光滑，摩阻系数小，水力特性好。在管道输送流量相同的情况下，可采用较小的管径，从而降低一次性工程投入。

承插接口是通过承口与插口的嵌套配合实现管道连接，采用焊接、螺纹或胶圈密封等方式形成稳定接缝。承插接口的施工必须满足如下要求：

①首节管道需用管枕定位，设置中心定位杆控制轴线偏差；

②安装前须清理承插口油污，橡胶圈需按管径匹配并均匀涂抹专用润滑剂，高温环境下应采用凡士林辅助密封；

③管节合拢时使用手扳倒链同步牵引，承插口间隙控制在 9-15 毫米范围。

我国市政工程多年的深耕发展，本工程污水排海管道采用玻璃钢夹砂管在市政工程中已有非常多的应用案例，玻璃钢夹砂管因其耐腐蚀性能好的特点，基本不会发生管壁因长期埋地被腐蚀出现破损的情况，而管节采用承插接口，管节之

间的接缝稳定，正常情况下是不会出现污水通过接缝渗出的情况。故在采用合格、优质的管道、接口材料，并做好渗水试验的前提下，本工程营运期并不会出现污水渗漏的情况。因此，本工程营运期，在正常情况下无土壤和地下水环境的污染环节，不会对土壤和地下水环境造成污染，本工程建设对土壤和地下水环境无明显影响。

本项目土壤环境影响评价自查表见表 7.9-1。

表7.9-1 本项目土壤环境影响评价自查表

工作内容		自查项目			
影响识别	影响类型	污染影响型☑；生态影响型□；两种兼有□			
	土地利用类型	建设用地☑；农用地☑；未利用地☑			
	占地规模	（0）hm^2			
	敏感目标信息	敏感目标（　　）、方位（　　）、距离（　　）			
	影响途径	大气沉降□；地面漫流□；垂直入渗☑；地下水位□；其他（　　）			
	全部污染物	废水污染物：COD_{Cr}、BOD_5、石油类、硫化物、挥发酚、氨氮总氰化物、SS、总有机碳、总磷、总氮等			
	特征因子	/			
	所属土壤环境影响评价项目类别	I类□；II类□；III类□；IV类☑			
	敏感程度	敏感□；较敏感□；不敏感□			
评价工作等级		一级□；二级□；三级□			
现状调查内容	资料收集	a）☑；b）☑；c）□；d）□			
	理化特征	/			
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度
		表层样点数	0	3	0~0.2m
		柱状样点数	/	/	/
	现状监测因子	GB36600-2018 表 1 中 45 项、pH 值、石油烃			
现状评价	评价因子	GB36600-2018 表 1 中 45 项、pH 值、石油烃			
	评价标准	GB15618□；GB36600☑；表 D.1□；表 D.2□；其他（　　）			
	现状评价结论	达标			
影	预测因子	/			

<table>
<tr><td rowspan="3">响预测</td><td>预测方法</td><td colspan="3">附录 E□；附录 F□；其他（　　）</td></tr>
<tr><td>预测分析内容</td><td colspan="3">影响范围（　）
影响程度（　）</td></tr>
<tr><td>预测结论</td><td colspan="3">达标结论：a）□；b）□；c）□
不达标结论：a）□；b）□</td></tr>
<tr><td rowspan="4">防治措施</td><td>防控措施</td><td colspan="3">土壤环境质量现状保障□；源头控制☑；过程防控□；其他（　　）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">跟踪监测</td><td>监测点数</td><td>监测指标</td><td>监测频次</td></tr>
<tr><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>信息公开指标</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论</td><td colspan="3">环境可接受</td></tr>
</table>

7.10固体废物环境影响分析

本工程为污水排海管道建设工程，其中施工期会产生生活垃圾、土石方、钻渣和泥浆、建筑垃圾等，而营运期并不产生各类固体废物，因此，本工程固体废物对周边环境的影响主要体现在施工期。

7.10.1 生活垃圾的环境影响分析

施工人员生活垃圾如不及时清运处理，则会腐烂变质、滋生蚊蝇，产生恶臭，传染疾病，会对工程区域的土壤和水环境造成污染，影响环境卫生，同时会对作业人员的健康带来不利影响。本工程施工期陆上施工营地的生活垃圾产生量为11.76t/d，施工单位应在施工营地内设生活垃圾收集箱；海上施工船舶生活垃圾产生量为45kg/d，分类收集后定期接收至岸上，一并交由环卫部门接收处置，禁止将生活垃圾扔入海域。生活垃圾收集后交由当地环卫部门定期清运处理，禁止乱丢乱弃。生活垃圾由当地环卫部门清运处理不会对周围环境产生明显污染影响。

7.10.2 土石方的环境影响分析

根据土石方平衡分析，本工程陆域管线施工的工作井、接收井以及临时设施开挖方量共计 990m^3，其中 780m^3 就地回填，210m^3 用于管线穿越的沟塘填筑，无余方量，基本实现挖填平衡。本工程陆域管线施工共设置了 4 个工作坑施工场地，每个工作坑施工场地内设置有临时堆土点用于堆存开挖产生的土石方，临时堆土点周边需要设置围挡设施，防止地表径流对土石方的冲刷。由于本工程陆域

管线采用分段施工，且施工期短暂，土石方临时堆存量较小，海上管道施工和扩散器施工挖沟产生的开挖方量共计 12000m^3，计划挖出土方暂运至周边已回收地块的虾塘。

本工程通过加强土石方装载、运输环节的环保措施，如严格控制装载量，运输中要保持运输车辆的良好密封状态，土石方堆至指定区域存放等，可有效避免在装卸、运输过程中可能发生土石方遗撒造成的环境污染。同时，拟在临时堆土点四周坡脚设置编织袋装土拦挡，在编织袋拦挡边外布设临时排水沟，排水沟末端接入沉砂池。堆土需采取彩条布临时遮盖，以上措施可有效降低工程土石方堆存过程产生的水土流失、扬尘等影响。在采取以上措施后，工程土方所带来的环境影响可以接受。

7.10.3 钻渣、泥浆、建筑垃圾的环境影响分析

本工程陆域管线施工过程会产生泥水，泥水排入沉砂池沉淀后，上清液会通过进浆管和进浆泵回用到顶管作业或施工场地洒水抑尘，底部沉积的固体由于含有钻渣等，不能随意回用到本工程的土石方回填，钻渣、泥浆的产生量为 2550m^3。钻渣、泥浆沉积在沉淀池底部，不需另行设置暂存点。为了避免钻渣、泥浆影响沉砂池的处理效率，施工单位应定期委托取得当地市政管理部门核发的建筑垃圾运输许可证的运输单位，对沉砂池内的钻渣、泥浆进行清掏，并将钻渣、泥浆外运至当地政府指定的弃土场进行处置。

本工程陆域管线施工过程会产生少量的废钢筋、废水泥、废破碎椎等建筑垃圾。建筑垃圾若不及时清运，堆放在现场，遇雨天时可能会产生流失，部分建筑垃圾随地面径流进入附近水体，造成附近水体漂浮物增多，浊度增加，污染附近的水环境。为防止临时堆放的建筑垃圾被雨水冲刷造成流失，本项目拟在工作坑施工场地内设置铁质的建筑垃圾收集箱（带盖密封），用于收集和暂存建筑垃圾。此外，施工单位应委托取得当地市政管理部门核发的建筑垃圾运输许可证的运输单位将建筑垃圾外运至当地政府指定的位置进行处置或综合利用。

除此之外，钻渣、泥浆、建筑垃圾外运过程中，若处置不当，易产生扬尘和沿途洒落，对沿途环境产生一定影响，造成二次污染现象，但通过加强管控，采用密闭式运输，可以避免上述环境影响。

在严格采取上述及相关环保措施后，可确保施工期间的钻渣、泥浆、建筑垃圾等固体废物得到有效处理，减少对当地环境的影响。

7.11对环境敏感区和环境保护目标的影响分析与评价

7.11.1 对生态保护红线的影响分析

本项目污水管道不位于生态保护红线区。评价范围内生态保护红线有广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区、乌石人工鱼礁重要渔业资源产卵场、湛江雷州海草地方级自然保护区、湛江市雷州市红树林、广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区、粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线等，项目周边生态保护红线分布情况见图 7.11.1-1，与周边生态保护红线位置关系统计情况见表 7.11.1-1。

表 7.11.1-1 项目与周边生态保护红线位置关系

序号	生态保护红线名称	红线类型	与污水管道最近距离及方位	与管道排污口最近距离及方位
1	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区	珍稀濒危物种分布区		
2	乌石人工鱼礁重要渔业资源产卵场	重要渔业资源产卵场		
3	湛江雷州海草地方级自然保护区	海草床		
4	湛江市雷州市红树林	红树林		
5	广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区	珊瑚礁		
6	徐闻南部重要渔业资源产卵场	重要渔业资源产卵场		
7	广东湛江红树林国家级自然保护区	红树林		
8	粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线	水土保持		

与污水管道距离最近的为湛江雷州海草地方级自然保护区，排污口距离保护区边界约 1.1km。本项目施工过程产生的悬浮泥沙影响范围较小，由数值模拟结果可知（见图 7.11.1-1），本项目施工过程产生的悬浮泥沙不会扩散至附近海洋生态红线区。悬浮泥沙增量超过 10mg/L 最大包络范围面积为 1.624km^2，主要集中在管道两侧临近海域，悬浮泥沙增量 10mg/L 最大包络线与海草床保护区、乌石人工鱼礁重要渔业资源产卵场、雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区最近距离

分别为740m、1.9km、2.3km。且项目施工期影响是暂时的，经采取措施后，项目施工期可能产生的海洋环境影响可降至最低，也将随着施工期的结束而逐渐消失。另外，施工期施工船舶产生的污水按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中污水排放要求，将在船舶设置收集装置收集污水，污水由有接收能力的单位统一收集处理。施工期作业人员产生少量的生活污水和生活垃圾将随船收集上岸处理，不外排。因此，本项目施工期不会对周边海洋生态保护红线产生不良影响，不会影响其生态功能。

本项目陆上管道拟采用顶管法的施工方式，与粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线最近距离约 5.8km，由于污水管道入、出点离该生态保护红线较远，本项目污水管线的施工不会对粤西沿海丘陵台地水土保持生态保护红线产生影响。

本项目建成营运期，污水处理厂处理的达标污水经本项目污水管道排入乌石近岸海域三类区，污水排海不可避免会造成排污口附近海域水体中特征污染物浓度增加。因排污口附近水动力条件较好，经海水稀释特征污染物浓度快速降低，形成的污水达标排放混合区面积为 34.4344 公顷。根据海洋环境现状调查资料，排污口附近水质满足所在功能区水质标准，污水排放造成的超出三类水质范围（混合区）位于三类区范围内。本项目污水达标排放用海范围与周边生态保护红线最近距离为0.84km，也未扩散至周边生态保护红线，见图 7.11.1-1 和图 7.11.1-2。因此，营运期污水正常排放对周边生态保护红线的影响很小。

本项目施工期和营运期可能发生突发性事故，如施工期船舶溢油风险和污水事故排放风险。根据溢油风险预测结果，夏季、冬季主导风涨落潮 48 小时油膜将扩散至周边生态保护红线区，会对生态保护红线造成不利影响。由于船舶碰撞产引发溢油事故的概率很小，且建设单位在施工前将编制污水排海管道施工期溢油应急预案，在采取有效处理措施下，将溢油环境风险造成的危害降低到最小。

因此，在项目建设和营运期，通过严格落实本报告提出的风险防范措施、应急处置预案以及各项生态保护要求，可有效遏制环境风险。在此前提下，本项目实施对周边生态保护红线的影响很小。

7.11.2 对自然保护区的影响分析

根据收集资料，工程所在海域分布有 4 个自然保护区，工程与周边保护区位置关系见图 7.11.2-1。其中包括 3 个国家级自然保护区：广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区、广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区及广东湛江红树林国家级自然保护区；另有 1 个地方级自然保护区：湛江雷州海草地方级自然保护区。

（1）广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区影响分析

本项目位于广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区东南角，最近距离为3.8km。该保护区主要保护对象为珍稀海洋生物及其栖息地，包括中华白海豚、大珠母贝、文昌鱼、绿海龟、棱皮龟、玳瑁、印太江豚、真海豚、布氏鲸等国家I、II级重点保护动物，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统。

① 施工期悬浮泥沙对哺乳动物的影响

儒艮和鲸豚类动物用肺呼吸，水下悬浮物的增加及含氧量的下降对于儒艮和鲸豚类动物影响有限，不易受悬浮物增加的影响。白海豚长期生活在水体浑浊的河口水域，视觉不发达，主要依靠位于头部的回声定位系统来探测周围环境和识别物体，悬浮物的增加不会直接影响白海豚的觅食、社交等活动。但悬浮有机物和溶解氧的下降可能造成相对低氧区域，使鱼类产生回避反应，间接影响到海豚类的觅食。悬浮物的增加也可能增加海豚体表感染细菌的机会，使海豚患皮肤病。但悬浮物的增加引起的白海豚觅食回避行为可以大大降低其患病几率。根据预测结果，污水管道施工掀起的悬浮沙扩散影响范围位于保护区南侧，10mg 包络线未进入保护区范围（图 7.11.2-1），且项目为线性工程，施工期的影响是一次性、短期的、可恢复的影响，随着施工期的结束，环境影响会逐渐消失，因此施工期悬浮物对海洋哺乳动物的影响很小。

② 施工期噪声的影响

项目施工期施工船舶及机械设备均会产生噪声，将会对海洋生物产生一定的影响。多数研究表明，噪声可能会对哺乳动物产生一定的影响，但不会造成不良生理反应及听力损伤；同时也有研究认为海洋生物可以很好地适应噪声，而不产

生有害影响。本项目污水管道与保护区最近距离为3.8km，噪声源主要集中在管线所在海域，施工期产生的噪声对海洋哺乳动物影响有限。

③ 溢油风险的影响

在SE方向风速13.8m/s下，施工船舶碰撞发生溢油事故时，溢油最快3小时扩散至广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区，对保护区造成影响。但不利条件下发生溢油风险的几率较低，而且如果防范措施和应急措施得当有效，溢油事故对保护区的影响是可控的。

④ 营运期污水排海的影响

本项目污水管道承接园区污水处理厂的废水，于备案排污口位置排海。根据前述章节内容，污水处理厂污水中特征污染物主要为 COD、无机氮、石油类、活性磷酸盐和氟化物等，出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准较严值。本项目污水排海后，在排污口附近海域形成面积为34.4344公顷的排污混合区（混合区与周边保护区位置关系见图7.11.2-1）。预测结果表明，混合区内水体污染物浓度虽存在超标现象，但受海流稀释扩散作用影响，污染物浓度随远离排污口呈梯度衰减，超标水体边界未触及广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区。因此，营运期污水排海对该保护区的海洋生态环境影响较小。

⑤ 对保护生物的影响

综合前述分析，本项目管道与广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区最近距离为3.8km，具备充足的空间缓冲距离。预测结果显示，施工期挖沟埋管产生的悬浮泥沙增量（10mg/L 最大包络线）及营运期污水排海混合区，均未扩散至该保护区范围内。因此，项目建设及营运期不会对保护区的保护对象及其栖息环境产生实质性不利影响。

（2）广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区影响分析

本项目位于广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区西北侧，污水管道与保护区北边界的最近距离为8.4km。

工程建设会对项目附近的海洋生物及水产资源造成一定程度破坏，导致资源生物量及生物多样性下降，某些生物物种种群结构发生改变。但由于本项目施工期挖沟埋管产生的悬浮泥沙增量 10mg/L 最大包络线及营运期污水排海混合区均未扩散至保护区，并不会对保护区主要保护对象造成影响。此外，针对潜在的溢油及污水非正常排放等环境风险，在严格落实本报告提出的各项污染防治、风险防范措施及应急预案的前提下，项目建设对保护区的生态环境影响处于可接受范围内。

（3）广东湛江红树林国家级自然保护区影响分析

本项目位于广东湛江红树林国家级自然保护区西北侧，污水管道与保护区最近距离为 18km。工程施工及营运期产生的海洋生态环境影响（如悬浮泥沙、污染物排放等）主要集中在工程沿线及排污口局部海域，随离岸距离增加迅速衰减，由于工程与保护区距离较远，项目建设及营运对保护区红树林及其生境基本无影响。

（4）湛江雷州海草地方级自然保护区影响分析

本项目位于湛江雷州海草地方级自然保护区东北侧，污水排放口与保护区东边界的最近距离为 1.1km。根据 6.8.3 节海草床生态系统现状调查结果，雷州海草自然保护区内均未发现海草。根据预测结果，本项目施工期挖沟埋管产生的悬浮泥沙增量 10mg/L 最大包络线及营运期污水排海混合区均未扩散至保护区，见图 7.11.2-1，因此，项目建设及营运对保护区生态环境基本无影响。

针对潜在的溢油及污水非正常排放等环境风险，在严格落实本报告提出的各项污染防治、风险防范措施及应急预案的前提下，项目建设对保护区的生态环境影响处于可接受范围内。

7.11.3 对海上养殖活动的影响分析

（1）无证养殖区

根据雷州半岛西侧海域无证养殖活动调查及现场航拍资料，项目附近海域无证养殖的分布情况见图 7.11.3-1，多为网箱养殖，养殖品种主要为石斑鱼等渔业，排污口距邻近无证养殖区最近距离约 0.34km。

根据数模预测结果，本项目施工期挖沟埋管产生的悬浮泥沙增量 10mg/L 最大包络线覆盖周边养殖区域，影响范围很小，仅为 0.02 km^2。项目海上施工对水产养殖区的影响主要表现为：水中大量存在的悬浮物对生物的毒理危害首先表现为堵塞或破坏海洋生物的呼吸器官，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，从而造成窒息死亡。室内毒性实验表明，前鳞鲳幼鱼在香港维多利亚港疏浚淤泥悬浮液中的中毒症状主要为缺氧窒息，镜检发现幼鱼鳃部不同程度地分布着悬浮微粒从而阻碍其正常呼吸。大颗粒悬浮物在沉降过程中还将直接覆盖底栖生物，如贝类、甲壳类，尤其是它们的稚幼体。长时期的累积覆盖影响将导致底栖生物的减产或死亡。悬浮颗粒粘附在动物体表面，也会干扰其正常的生理功能，滤食性游泳动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。南海水产研究所根据国内外文献资料整理的关于悬浮物对某些水生生物种类的致死浓度和明显影响浓度见表 7.11.3-1。

表 7.11.3-1 悬浮物对海洋生物的致死浓度和明显影响浓度（mg/L）

种类	成体		幼体	
	致死浓度	明显影响浓度	致死浓度	明显影响浓度
鱼类	52000	500	250	125
虾类	8000	500	400	125
蟹类	9200	4300	700	125
贝类	700	500	250	125

项目海上施工造成局部水中悬浮物质含量过高，使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关实验数据，悬浮物质的含量为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活一天；含量为 6000mg/L 时，最多能存活一周；含量为 300mg/L 时，若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 300mg/L 时，则鱼类能存活 3～4 周。通常认为悬浮物质的含量在 200mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。

本项目营运期排污混合区边界距离无证养殖区最近约 380m。预测结果表明，正常工况下污水排放影响范围有限，未波及周边无证养殖海域，对养殖活动无不利影响。

（2）确权养殖项目

本次评价范围海域分布 9 个确权渔业用海活动，见图 7.11.3-1。本项目距离源博源 1 号深水网箱养殖 0.54km、福运深水网箱养殖 1.6km、梁文景深海网箱养殖 2.0km、海边姑娘网箱养殖 3.4km、源博源 2 号深水网箱养殖 4.5km、湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目 5.3km、宏悦水产养殖 4.7km、尊鼎 2 号海水珍珠养殖 10.3km、深水网箱养殖 6.0km。

根据数模预测结果，项目施工产生的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 包络线未扩散至周边已确权养殖区域，见图 7.11.3-1。营运期，污水排放至三类近岸海域环境功能区，且混合区范围控制在三类区内。混合区与附近源博源 1 号深水网箱养殖最近距离为 0.9km，由于混合区与周边渔业活动区域均保持一定距离，因此，本项目营运期对周边已确权养殖活动不构成影响。

7.11.4 对陆上养殖活动的影响分析

本项目污水管道登陆点陆侧有几处高位养殖，通过取水管涨潮期取水。根据数值模拟结果，项目施工期产生的悬浮物浓度增量包络范围未覆盖陆上养殖取水区域。

7.11.5 对“三场一通道”的影响分析

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区和二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区，保护区的保护期分别为 1 月~12 月和 1 月 15 日~6 月 30 日。

项目施工期对南海北部幼鱼繁育场保护区和二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区的影响主要是扩散器和管道挖沟产生的悬浮物，影响范围主要是作业点周围海域，且这种影响只是暂时的，随着工程结束，其对海洋环境的影响也将消失，可采取适当的生态补偿措施予以恢复。

项目营运期排污口所排放的废水中有 COD、无机氮、磷酸盐、石油类等污染物，由于强劲的潮流作用，污染物将得到快速稀释扩散，在排污口扩散区内，成鱼可以回避，但鱼卵、仔鱼、幼鱼回避能力差，可能产生一定的不利影响。本项目排污口超标范围是一个很小的区域，海水容量大，进入海水中的污染物经一定距离的扩散稀释后浓度会大大降低，正常排污情况下，污染物浓度增量对海洋水产资源产生急性致死作用的范围和程度是很小的。

7.11.6 对广东大唐国际雷州电厂 2×1000MW“上大压小”工程取水口的影响分析

本项目与广东大唐国际雷州电厂 2×1000MW“上大压小”工程电厂取水口较近，项目管道及排污口与电厂取水口最近距离分别为 120m 和 0.8km。

本项目施工期对电厂取水口的影响主要体现在以下两个方面：

（1）施工期顶管作业不可避免会对局部地层造成一定的扰动，可能对取水口箱涵的稳定性带来一定不利影响，影响取水口结构安全。

（2）沉管段挖沟、回填等产生的悬浮泥沙在水体中扩散，存在细颗粒泥沙随取水水流进入取水系统、堵塞滤网孔隙的风险，导致进水流速减慢、取水效率降低、取水量不足等问题，可能对电厂冷却水系统的正常运行造成不利影响。

本项目营运期污水排海对电厂排水口的影响主要体现：本项目营运期排放的污水温度略高于周边海水温度，污水在取水口附近水域扩散后，可能抬升电厂取水口附近的海水温度，对电厂取水冷循环系统产生一定影响，如降低冷却效率、增加机组运行能耗等。

针对上述影响，本项目将严格落实各项施工与环保管控措施，最大限度降低项目建设对电厂正常营运的干扰。施工阶段，项目将严格依照设计路由开展顶管施工作业，精准把控顶管顶进速率，减少施工过程对周边海域地层的扰动；在基槽开挖与回填施工过程中，合理调控施工船舶作业频次与作业强度，同时布设排污帘，有效约束悬浮泥沙扩散范围，减轻施工海域水质扰动影响。营运期阶段，项目实行污水水温源头管控，将污水厂出水水温严格控制在 12℃以下，污水经扩散器均匀排放并依托海水充分稀释扩散后，对排污口周边海域水温基本无不良影响。

同时，建设单位将全面落实本报告 9.2.2 节环境监测方案，在大唐电厂取水口水域布设专属水质监测站位，常态化开展水质监测工作。一旦监测发现水质异常情况，第一时间启动应急处置预案，落实针对性环保整改措施，必要时暂停施工作业或排污作业，排查并彻底整改隐患。在全面落实本项目各项环保措施、施工管控及环境监测要求的前提下，本项目建设不会对大唐电厂的正常生产营运、取水安全造成不利影响。目前，项目建设单位已取得电厂用海主体出具的用海支持意见。

7.11.7 对国控水质监测点的影响分析

本项目评价范围内有 1 个水质国控监测点（GDN07014），与本项目距离约 9.1km，距离较远。由数值模拟结果可知，本项目施工期悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大包络线不会扩散至附近的国控水质监测点，营运期污染物排放范围均未波及周边国控水质监测站位，基本不会引起过国控监测点所在海域水质发生明显的变化。但本项目仍应采取严格控制施工范围、尽量缩短施工周期、加强施工期间

的跟踪监测、根据跟踪监测结果及时调整措施，确保本项目施工过程不会对附近国控水质监测点的水质产生影响。同时，应采取措施严防污水的非正常排放，确保本项目营运期污水排放不会对附近国控水质监测点的水质产生影响。

7.11.8 对典型生态系统的影响分析

项目周边区域分布有珊瑚礁、海草床和红树林等典型生态系统。现状调查与评价内容详见本报告 6.8 节。本节主要分析工程施工与营运对典型生态系统的影响。

（1）对珊瑚礁的影响分析

根据历史调查资料，本次评价范围内分布有珊瑚礁生态系统，主要位于广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区和广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区内。其中，雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区调查站位的珊瑚礁呈零星分布，而徐闻珊瑚礁国家级自然保护区内的珊瑚生长状态较好。

根据 2026 年 6 月对拟敷设海域开展的珊瑚礁分布现状调查，调查区内共分布有 3 处造礁石珊瑚群落，整体呈零星状态分布于 4m 以浅的礁石区，未连成片。本项目污水管线路由不可避免需穿越上述造礁石珊瑚分布区。考虑到珊瑚生长对水体透明度和水质高度敏感，易受悬浮物及营养盐变化影响，本项目在穿越珊瑚礁区域时采用顶管法于底土下方掘进，以物理隔离避免扰动，穿越长度为 360m，其余远离珊瑚礁管段采用沉管法。管道顶管法施工出土点与珊瑚礁分布区最近距离约为 0.8km，污水排放口与珊瑚礁分布区最近距离约为 1.2km，与预测结果表明，沉管法施工产生的悬浮物扩散范围（大于 10mg/L 包络范围），以及营运期污水达标排放的影响范围，均严格控制在珊瑚礁分布海域之外（图 7.11.8-1 和图 7.11.8-2），基本不会对珊瑚生境产生不利影响。

建设单位应严格管控施工强度，针对珊瑚礁分布区实施全覆盖的生态环境跟踪监测。重点加强水体悬浮物及污水污染因子浓度的监控，一旦发现监测指标异常，须立即停工排查污染源并采取有效补救措施，切实保障珊瑚礁分布区的生境安全。

图 7.11.8-1　项目所在海域典型生态系统分布区与悬浮物扩散及超标污水范围叠加图

图 7.11.8-2　项目所在海域珊瑚礁分布区与悬浮物扩散及超标污水范围叠加图

（2）对海草床的影响分析

本项目距湛江雷州海草地方级自然保护区约 1.1km，根据近年调查结果，保护区及周边水深大于 8m 的海域均未见海草分布，**现有海草仅分布于近岸浅水区**。数模预测表明，施工期悬浮泥沙增量（>10mg/L 最大包络线）及营运期排污混合区，均未扩散至上述海草保护区及周边海草生长区，见图 7.11.8-1。因此，本项目的建设与运营不会对海草床典型生态系统产生不利影响。

（3）对红树林的影响分析

根据 2024 年项目附近的红树林调查结果，共计发现白骨壤、红海榄、桐花、拉关木、卤蕨等 5 种真红树植物及海漆 1 种半红树植物。调查区域内的植株密度相对较高，范围介于 5700 株/ha~12400 株/ha。总体而言，调查区域的红树群落相对较简单，主要以白骨壤、桐花及海漆等本土种红树组成的稳定型群落。

本项目距离湛江市雷州市红树林约 3.9km，距离湛江市徐闻县红树林约 11.4km。数模预测表明，施工期悬浮泥沙增量（>10mg/L 最大包络线）及营运期排污混合区，均未扩散至红树林分布区，见图 7.11.8-1。本项目建设与运营不会对红树林典型生态系统产生不利影响。

8 环境风险分析与评价

8.1 总则

本次排污管道工程环境风险评价依据《建设项目环境风险评价导则》（HJ 169-2018），以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，针对排污管道工程在建设施工阶段和生产运行阶段存在的环境风险进行识别、分析、预测和评估，提出相应的环境风险预防、控制和减缓措施，明确环境风险监控及应急预案要求，为排污管道工程环境风险防控提供科学依据。

8.2 风险调查

8.2.1风险源调查

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ 169-2018），存在物质或能量意外释放，并可能产生环境危害的源为风险源。

根据《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目工程可行性研究报告》（天津市政上程设计研究总院有限公司，2025 年 6 月）《广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目工程初步设计》（广东雷州经济开发区管理委员会，2026 年 7 月）和前面的工程分析，本工程陆上管道采用顶管法施工，管线深埋于地下，因此施工期产生环境风险的可能性很低。本工程施工期的环境风险主要来自于排污管道海上段。

本工程海上段由海岸线至 WS16 采用顶管法进行施工，WS16 至排污口段（约 543m）采用沉管法施工，具体施工步骤为：海上测量定位→管道岸上预制（或船上预制）→浮运至现场→挖泥船开挖沟槽→下沉就位→稳管固定→沟槽回填砂。以上施工工艺需要使用专用船只等大型设备，施工过程中存在施工船舶因发生碰撞事故导致溢油的风险。因此，本工程建设施工阶段的主要风险源为施工船舶。

根据《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》，本工程主要用于排放雷州经济开发区 C 区污水处理厂的尾水，尾水中含有 COD、BOD_5、SS、氨氮、总氮、总磷、石油类、氟化物、总氰化物、总有机碳、总铅、总镉、总砷、总镍、总汞、总铬、六价铬等。污水处理厂出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002，2025 年修改单）一级 A 标准、广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准及《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准的较严值。营运期当污水处理厂发生事故不能正常运转时，会直接导致排海管道排放的污水出现超标，从而对受纳海域的生态环境产生一定的危害；本工程污水排海管道一旦出现管壁破裂、接口缝隙变形等，均会导致污水渗出管道，对周边的生态环境造成一定危害。

此外，本项目与中海油乌石油田群设施距离较近（距 23-5 单点系泊仅 385m，周边分布有海底输油气管线）。施工期船舶作业密集，主要环境风险为施工船舶与原油外输穿梭油船碰撞，以及施工船舶抛锚、拖锚损害海底管线，一旦引发溢油将造成海域严重污染。关于乌石油田群的环境风险防范措施，已在《乌石 23-5 油田群开发工程环境影响报告书（报批稿）》中提出，本次评价引用其主要结论作为参考。

8.2.2环境敏感目标调查

本工程为污水排海管道，位于雷州市乌石近岸海域，主要环境风险包括建设施工阶段施工船舶碰撞溢油。根据本工程危险物质可能的影响途径，结合本工程环境风险评价范围内环境敏感区及其他需要保护对象的分布情况，确定本工程的环境敏感目标包括广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区、雷州海草县级自然保护区、广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区等自然保护区，乌石人工鱼礁重要渔业资源产卵场、徐闻南部重要渔业资源产卵场、湛江市雷州市红树林等生态保护红线，已确权的渔业用海与大唐电厂取水口、无证养殖、国控监测点及珊瑚礁、红树林、海草床典型生态系统等。详见表 8.2.2-1 和图 8.2.2-1。

表 8.2.2-1　排污管道工程环境敏感目标一览表

序号	类型	环境敏感区/保护对象	与污水管道最近距离及方位	与管道排污口最近距离及方位	敏感时间	环境保护要求
1	自然保护区	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区				
2		湛江红树林国家级自然保护区				
3		雷州海草县级自然保护区				
4		广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区				
5	海洋生态保护红线	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区				
6		乌石人工鱼礁重要渔业资源产卵场				
7		湛江雷州海草地方级自然保护区				
8		广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区				
9		徐闻南部重要渔业资源产卵场				
10		湛江市雷州市红树林				
11		湛江市徐闻县红树林				
12	渔业水域	二长棘鲷幼鱼保护区				
13		南海北部幼鱼繁育场保护区				
14	典型生态系统	海草床				

序号	类型	环境敏感区/保护对象	与污水管道最近距离及方位	与管道排污口最近距离及方位	敏感时间	环境保护要求
15		珊瑚礁				
16		红树林				
17	国控点	GDN07014				
18	确权养殖	源博源 1 号深水网箱养殖				
19		源博源 2 号深水网箱养殖				
20		湛江市流沙湾 1 号海域现代化海洋牧场建设项目				
21		福运深水网箱养殖				
22		梁文景深海网箱养殖				
23		海边姑娘网箱养殖				
24		宏悦水产养殖				
25		尊鼎 2 号海水珍珠养殖				
26		深水网箱养殖				
27	无证养殖	无证养殖				
28	大唐电厂取水口	广东大唐国际雷州电厂 2×1000MW“上大压小”工程				

序号	类型	环境敏感区/保护对象	与污水管道最近距离及方位	与管道排污口最近距离及方位	敏感时间	环境保护要求
29	高位养殖取水	高位养殖取水				

8.3 评价等级及评价范围

8.3.1危险物质

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ 169-2018），具有**易燃易爆、有毒有害**等特性，会对环境造成危害的物质为危险物质。

结合环境风险源调查结果，本工程建设施工阶段的主要危险物质为施工船舶燃油舱中装载的燃油。

8.3.2环境风险潜势

（1）危险物质数量与临界量比值计算方法

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ 169-2018），判定环境风险潜势需计算项目所涉及的每种危险物质最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。对于长输管线项目，按照两个截断阀室之间管段危险物质最大存在总量计算。当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q；当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值 Q：

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

式中：

q_1，q_2，…，q_n——每种危险物质的最大存在总量（t）；

Q_1，Q_2，…，Q_n——每种危险物质的临界量（t）。

（2）危险物质最大存在总量

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），新建水运工程建设项目的最大可信水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型所载货油或船用燃料油**全部泄漏**的数量确定。

本工程施工船舶的代表性船型为挖沟船，满载排水量为 200t。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）附录 C 船舱船容对应表中表 C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系，载重吨位小于 5000t 的驳船，保守考虑，本项目施工船舶燃油总量取 10m^3，燃油密度取 850kg/m^3，则最大可信水上溢油事故溢油量为 8.5t。

（3）危险物质临界量

依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 G 中 G.1 危险物质的临界量，确定本工程建设施工阶段施工船舶燃油舱中装载的燃油的临界量为 100t。

（4）计算结果

根据前述计算公式，计算得出本工程危险物质数量与临界量比值Q为 0.085，小于 1。详见表 8.3.2-2。根据 HJ/T169-2018，评价工作等级为简单分析

表 8.3.2-2 排污管道工程危险物质数量与临界量比值

阶段	风险源	危害水环境物质	最大存在总量（t）	临界量（t）	危险物质数量与临界量比值
施工	施工船舶	燃油	8.5	100	0.085

8.3.3评价等级

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ 169-2018），环境风险评价等级按照表 8.3.3-1 确定。本项目 Q 值为 0.085，环境风险潜势为 I，本项目风险评价等级为简单分析。鉴于本项目海上污水管道周边环境敏感，由此确定本项目海上污水管道环境风险评价等级为二级，陆上污水管道评价工作等级为简单分析。

表 8.3.3-1 环境风险评级等级划分

环境风险潜势	**VI、VI+级**	**III级**	**II级**	**I级**
评价工作等级	一级	二级	三级	简单分析
备注	简单分析是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径 、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明，见附录 A。			

8.3.4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。一、二级评价项目的评价范围分别根据危险物质 72 h、48 h 扩散范围确定，可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。

本工程环境风险评价等级为二级，评价范围根据溢油预测 48h 的最远扩散范围确定，详见图 8.3.4-1。

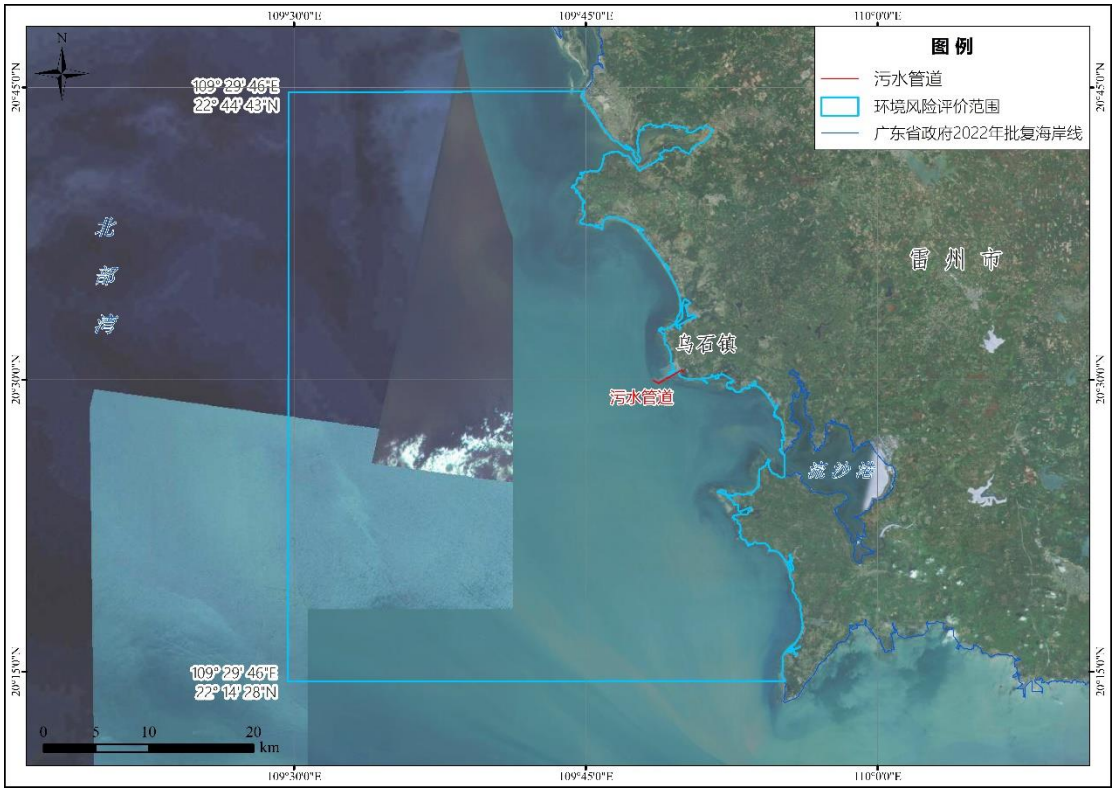


图8.3.4-1　海上管道工程环境风险评价范围图

8.4 风险识别

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ 169-2018），风险识别内容包括物质危险性识别、生产系统危险性识别和危险物质向环境转移的途径识别。

8.4.1物质危险性识别

本工程的主要危险物质主要为施工船舶燃油舱中装载的燃油，其中施工船舶燃油舱中装载的燃油具有易燃易爆的特性。

8.4.2生产系统危险性识别

8.4.2.1 危险单元分布

本项目危险单元为污水管道。

8.4.2.2 危险性识别

海底管道铺设期间施工船舶可能与该海域航行的外来航船发生碰撞导致油品泄漏。

8.4.3危险物质向环境转移的途径识别

施工期船舶溢油转移途径：施工船舶若发生碰撞导致燃油舱破损，燃油将直接泄漏入海，在表层海水风场及潮流作用下迅速扩散、漂移，通过水体污染对海洋生态环境造成不利影响。

8.4.4风险识别结果

施工期间，施工船舶在作业或航行过程中，受恶劣海况、操作失误或通航环境影响，可能发生船舶碰撞事故。一旦碰撞导致燃油舱破损，将引发燃油泄漏，泄漏的燃油在海面迅速扩散漂移，将对周边海域生态环境造成污染和损害。

本工程环境风险主要为海洋生态环境风险，识别结果见表 8.4.4-1。

表 8.4.4-1 海上管道工程环境风险识别汇总表

阶段	风险源	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能造成的危害
建设施工	施工船舶	燃油	危险物质泄漏（溢油）	海水	影响海洋生态环境

8.5 风险事故情形分析

8.5.1风险事故情形设定

基于环境风险识别结果，本工程环境风险事故情形设定如下：建设施工阶段，施工船舶发生碰撞事故引起燃油泄漏，造成水体污染。

8.5.2溢油事故概率分析

根据国际油轮船东防污染联合协会（ITOPF）油轮溢油事故统计结果（见表8.5.2-1），2010-2024年全球范围内共发生7吨及以上油轮溢油事故100起，据此估算全球油轮溢油事故概率约6.7起/年。

表8.5.2-1　2010-2024年全球7吨及以上油轮溢油事故统计一栏表

年份	7-700吨（起）	>700吨（起）	>7吨（起）	溢油量（吨）
2010	5	4	9	12000
2011	4	1	5	2000
2012	7	0	7	1000
2013	5	3	8	7000
2014	4	1	5	5000
2015	6	2	8	7000
2016	4	1	5	6000
2017	4	2	6	7000
2018	4	3	7	116000
2019	2	1	3	1000
2020	4	0	4	1000
2021	5	1	6	10000
2022	4	3	7	15000
2023	9	1	10	2000
2024	4	6	10	10000
合计	71	29	100	202000

8.5.3事故源项分析

建设施工阶段，本工程存在施工船舶碰撞导致燃油泄漏的风险。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），新建水运工程建设项目的最大可信水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型所载货油或船用燃料油全部泄漏的数量确定；新建水运工程建设项目的可能最大水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型的1个货油边舱或燃油边舱的容积确定。

本工程施工船舶的代表性船型为挖沟抓斗船及起重船，满载排水量为200t。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）附录C船舱船容对

应表中表 C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系，载重吨位小于 5000t 的驳船，燃油总量（载油率 80%）小于 245m^3，燃油舱单舱燃油量小于 31m^3。保守考虑，本项目施工船舶燃油舱单舱燃油量取 10m^3，燃油密度取 850kg/m^3，则可能最大水上溢油事故溢油量为 8.5t。

8.6 溢油风险预测与评价

项目周边环境敏感目标分布密集，溢油事故具有较高的风险敏感性。常规工况夏季主导风 SW 风作用下发生溢油，涨潮时油膜最快 8h 即可到达珊瑚礁分布区，落潮时油膜最快 2h 即可到达广东大唐国际雷州电厂 2×1000MW“上大压小”工程取水口区；常规工况冬季主导风 NE 风作用下发生溢油，涨潮时油膜最快 1h 到达养殖区，落潮时油膜最快 2h 到达养殖区；不利工况下，涨潮时油膜最快 1h 到达养殖区，落潮时油膜最快 1h 到达养殖区。一旦发生溢油，油膜随水流快速扩散至敏感区域，将对敏感目标造成严重损害。

另外，鉴于本项目邻近乌石油田群，陆上与油田管线交越，海上与输油管道及单点系泊距离较近，存在较高的船舶碰撞及次生溢油污染风险。

8.7 超标排污预测与评价

本次超标排污风险预测模型与达标污水排放环境影响预测模型一致，预测结果详见 7.3.2.4 小节。

根据超标排污风险预测结果，排污口事故工况情景下，除广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区的东南局部海域底层活性磷酸盐出现超标（不符合一类海水水质标准）外，其他海域的海水水质均符合所在海域水质标准。总体上看，本项目污水处理厂非正常运转造成的超标排污不会对周边海域的环境敏感目标造成较大影响。建议生产单位加强污水处理的日常监控，严格落实各项风险防范措施，一旦发生污水超标排放，立即关闭排海管道的闸门，将对海洋生态环境的影响降至最低。

8.8 污水排海管道破裂风险后果分析

本工程建设的污水排海管网一旦出现管壁破裂、接口缝隙变形等，均会导致管道内部与外部环境连通，污水会渗出管道，若地下水位低于管内污水水位，污水会通过破损处进入外部土壤，造成土壤污染，进而造成地下水污染，影响生态环境。

为此，建设单位在建设阶段应做好管道选材工作，选用符合国家质量标准要求、抗压性、耐腐蚀性等物理性能较好的材料，并选择合适的施工工艺，这能从源头降低事故发生的概率。其次，建设范围应做好管道维护工作，及时清理淤泥，避免淤积，实施泄漏检测和监测技术至关重要，通过系统地检查管道的淤塞及损坏情况，定期地有计划地安排管道的维护。当发现管道因管壁破裂、接口缝隙变形出现污水渗漏的情况，应启动事故应急预案，切断污水排放，及时对破损的管道进行更换后方可继续进行污水排放。因此，本工程管线若出现污水渗漏的非正常情况，通过迅速和有效地实施应急处置措施，污水泄漏量能得到有效控制，对海洋生态、土壤及地下水环境产生的影响较小。

8.9 环境风险防范措施及应急处置措施

8.9.1溢油风险防范措施及应急处置措施

（1）溢油风险防范措施

施工期间，为防止施工船舶发生碰撞导致燃油泄漏，本工程应采取以下防范措施：

①施工期间所有施工船舶需按照国际信号管理规定显示信号。操作人员认真学习《海上避碰规则》，严格遵守航行法规，使用安全航速，配齐必要的助航仪器，如 AIS 船舶防撞系统等。

②建设单位应加强对施工单位的管理和要求，根据海域船舶动态，合理安排施工船舶的作业面，在有船舶通过时，提前采取避让措施。施工船舶必须遵守交通管理规划，施工时应有守护船监护。

③施工单位应根据作业需要划定施工作业安全区，并**结合珊瑚礁分布区及乌石油田群权属范围划定禁止抛锚区，**报经海事管理机构核准并公告。同时，应在上述区域设置醒目标志，严禁擅自扩大安全作业区，严禁无关船只进入施工海域。此外，需提前并定时发布航行通（警）告，并协助相关部门做好进出作业船舶的调度工作。

④合理安排船舶的作业，使船舶间的间距尽可能大，应根据船舶装载状态、水文、气象和航道作业状况，合理安排船期，以保证作业安全。

⑤遇到风暴潮、台风、大雾等恶劣天气时，应停止施工作业，提前做好安全防护工作，避免发生船只碰撞、翻船等事故。

（2）溢油应急处置措施

施工过程中，一旦施工船舶发生溢油事故，施工单位应迅速响应，及时采取以下应急措施：

①切断溢油源。船舶溢油事故发生后，首先立即关闭溢油船舱的所有阀门（包括透气阀），堵漏或将破损油舱内剩下的油转移到该船其它舱内或过驳到其他船上。

②溢油的围控。及时布设围油栏或其它等效器材（如可漂浮的缆绳等），以防止溢油扩散。对于持久性油类，应尽可能地利用吸油材料等回收设备将油收回。对于非持久性油类，可根据《消油剂使用规则》立即做出是否使用消油剂的决策。

③海面溢油的处理。尽可能依靠机械方法将围控的浮油回收，回收时可用浮油回收船、撇油器、油拖网、油拖把、人工捞取等方法，对于不同的情况采用不同的方法回收：对已经漂散、围控困难且威胁到环境敏感区域的油污，可使用消油剂，但必须经总指挥部或现场指挥部的批准；在天气良好，海面较平静情况下，如溢出的大片油污离海岸及设施、生态敏感区等较远，可采用现场点火燃烧的方式消除溢油，但需要在溢出后 1~2 天内，油包水状液含水量小于 30%时进行，现场燃烧时必须加强安全警戒，防止船舶进入燃烧现场。

④回收油和油污废弃物的处理。回收的油和油污废弃物应委托有资质的单位处理，避免造成二次污染。

8.9.2超标排污风险防范措施及应急处置措施

（1）超标排污风险防范措施

生产运行阶段，为污水处理厂发生事故导致尾水超标排放，本项目应采取以下防范措施：

①在污水处理厂工艺设计时应将考虑将关键工艺设备设计为一备一用，易损部件配有备用件。

②污水处理厂各项仪器设备应选择质量优良、事故率低、便于维修的产品。

③定期检查、维护污水处理厂各项仪器设备，并进行详细的相关记录。

④污水处理厂应设有备用蓄水池等设施应对非正常工况，避免污水未经处理直接排放入海。

⑤加强污水处理厂进水口和出水口的水量和水质监测，严格控制各处理单元负荷强度，确保处理效果的稳定性。

⑥完善污水处理厂运行管理制度，加强工作人员理论知识和操作技能培训。

（2）超标排污应急措施

生产过程中，一旦污水处理厂出现非正常运转情况导致尾水超标排放，生产单位应迅速响应，立即关闭出水阀门，停止污水排放，排查事故原因，并向厂内负责人、应急指挥中心和当地生态环境主管部门报告相关情况。同时持续开展排污口水质监测，必要时采取措施控制已排放超标污染物的扩散。针对不同原因造成的污水处理厂出水水质超标，可分别采取以下处理措施：

①因进水浓度过大，系统负荷增加造成出水超标时，生产技术主管应及时对污水处理工艺进行调整，通过增加曝气量、减少进水流量、延长水力停留时间等方式实现出水的达标排放；或向处理后未达标的水中，投加相应的水处理剂，通过化学处理后，使其达标排放。

②系统溶解氧浓度不足时，增开曝气设备；如果曝气设备因故障无法供氧时，应迅速组织机修人员抢修设备，尽快恢复供氧；在设备维修期间，应通过减少进水流量、延长水力停留时间等方式实现出水的达标排放。

③因技术管理人员污水处理工艺控制不当造成的出水超标时，应及时更正生产指令。

8.9.3污水管道损坏的环境风险防治措施

（1）风险防范措施

为减少管道故障所引起的环境风险影响，本评价建议做好以下方面：

①污水管道的日常养护工作主要是清理淤泥，建设单位应组织制定完整详细的清淤方案，对管道系统进行日常的养护和管理，系统地检查管道的淤塞及损坏情况，定期地有计划地安排管道的维护。

②定期检查进、出水井闸门的运行情况，保证闸门能正常启闭；定期清理进、出水井，以免淤泥堵裹进出水口，造成污水外溢。

③养护工作人员必须熟悉管线情况，各项设备的安装部位、性能、接管的方位等，以便及时处理突发情况。

④建设单位应根据本工程的风险防范措施制定相应的应急培训计划，对单位员工进行定期培训。

⑤平时要准备好备用的管材、阀门、配件和修理工具等，便于抢修。

⑥制定管网故障的应急处理方案和抢修应急预案，有效的处置管网破裂，防止发生污染事故。一时发生管道破裂等事故，立即关闭闸门，启动备用管道，并及时进行抢修，待情况得到控制后，应立即清除现场污染物，清扫现场。

⑦泄漏发生后，就立即向市、区生态环境管理部门汇报情况，请求生态环境管理部门应急监测工作组进行应急监测。

（2）风险应急措施

①应急救援组织。建设单位应成立应急救援指挥领导小组，负责制定事故应急预案、检查督促事故预防措施及应急救援的准备工作。

②现场事故处置管网漏水事故排放应急措施：迅速切断事故源头，尽快维修事故装置。

③对于发生的大小事故，要有紧急应对措施，及时与应急管理、生态环对周边环境将会构成一定的影响，但通过采取以上环境风险防范措施，本工程环境风险在可控制和可接受范围。境管理等有关部门联系，应设有抢险车辆，并对有关人员配有联络电话，30 分钟内赶到指定地点，相应的抢险工具、材料应放在指定地点。

8.9.4乌石油田群风险防范措施及应急处置措施

本节环境风险及防范措施相关内容，主要引用自《乌石 23-5 油田群开发工程环境影响报告书（报批稿）》。

（1）乌石油田群海上主体工程生产阶段风险防范措施

在生产阶段可能存在的主要环境风险为油气泄漏事故，其中建设阶段的环境风险事故包括井喷、输油软管破裂、船舶碰撞、地质性溢油风险、浅层气风险；生产阶段的环境风险事故包括井喷、平台泄漏、平台火灾爆炸、海底管道与立管泄漏、原油外输单点输油软管泄漏和船舶碰撞等。

a. 井喷事故防范措施

为防止建设阶段及生产阶段井喷风险事故的发生，油田作业者应采取如下措施：

严格实施钻井作业规程；

在钻台、钻井液池和钻井液工艺室等场所设置通风系统和烃类气体探测器，自动探测可能聚集的烃类气体；

油管强度设计采用较高的安全系数；

井口控制安全屏蔽由机械或液压控制的监测装置组成，用来控制井喷；

选择优质封隔器并及时更换损坏元件；

在开钻之前制定周密的钻井计划；

配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备；

对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理系统；

加强生产时的观测，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制，并及时组织压井作业；

设置二氧化碳灭火系统；关键场所设手提灭火器；

制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷便采取相应的应急措施；

保证钻井、钻井液处理和压井等设备的良好运转；

配备反应灵敏的灭火系统；

配置守护船值班。

b. 输油软管破裂事故防范措施

对于钻完井阶段可能发生的供应船向受油设施输油时的输油软管破裂事故，输油作业者需严格按照已有的输油作业操作规定进行输油操作，并定期检测、更换输油软管；同时，在进行输油作业时供应船及受油设施均应设专人值班监视，一旦发生漏油事故立即关泵停输，最大限度防范输油软管破裂事故的发生。

c. 平台容器泄漏/火灾、爆炸事故防范措施

主要设备、装置和单元均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置及应急关断系统。 在平台容器附近装备火焰和气体探测器，以监测火情和可燃气体浓度，发现异常及时报警。

d. 海底管道事故防范措施

作业者将制定相应的管道保护和检测程序，由值班船对管道沿途进行定期巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，对海底管道进行不定期局部检测和定期全

面检测，确保海底管道的安全性。 油气传输系统中的主要设备和管道均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置，对于易发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，重要位置设置相应的应急关断系统。 定期对油田群海底管道进行清管作业，以减少腐蚀等原因对管道的影响。 每年均有定期的外勘来监测是否有移位和悬空现象，如有超过设计允许的悬跨长度，可通过管道下方垫水泥灌浆袋支撑管道以减小悬跨。

e. 船舶碰撞事故防范措施

作业者将制定相应的保护和监测程序，由值班船对平台周围进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保平台设施的安全性。 按照《海上固定平台安全规则》的要求，在平台上设置助航标识灯、障碍灯、雾灯、平台标志牌等。

f. 其它防范措施

在设计、施工、运营中严格落实法律法规和要求，建设单位应制定严格的操作和管理规程，采取严格的防范措施，确保设施安全正常的运行。

鉴于本项目距离环境敏感目标较近的特点，除了上述在生产管理中采取的各类防范性措施之外，还将采取如下特别措施。

a. 环保船值班守护巡查，第一时间发现溢油，及时迅速进行处理

—海洋石油 255Ⅱ环保船专门用于乌石区块，作为值班船在平台附近值班守护，并且沿海管路由巡查，对有可能影响平台和海管安全的其他船只进行驱离，避免对平台和海管造成损害，进一步降低溢油风险概率。如果发生溢油，环保船可以第一时间发现，并利用自身配置的应急设备及时进行处理，使溢油在可控范围内，不至于造成较大的影响。

b. 在 WS17-2WHPA 平台与广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区实验区之间布设固定式围油栏。

由于本项目所依托的 WS17-2WHPA 平台距离广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区实验区较近，在不利风向（朝向保护区风向）下很短时间内就会影响到该实验区，通常的应急响应很难满足要求，因此，在 WS17-2WHPA 平台与该

保护区的实验区之间布设固定式围油栏，阻断溢油进入实验区的通道，消除溢油进入实验区的风险。通过分析和计算，在阻断平台各方位进入保护区溢油的同时，满足生产安全需要，围油栏的布置见图 8.2-6 采用六点固定式围油栏布置方式，综合考虑所有朝向保护区的风浪流，围油栏布置总长度约 499m。可以保证在最不利的风向下，溢油亦能被有效围控，而不会进入该实验区。在本项目海域守护的环保船可在 0.5 h 之内对围油栏围住的溢油进行回收。

c. 无人机空中侦查，实现远程实时监控

构建无人机信息化综合管理系统，无人机可搭载可见光相机和红外热像仪进行航拍，通过无线网络完成远程控制无人机，控制相机拍照摄像，传输至控制台实现远程实时监控工程海域海洋环境，发现溢油及时通报。重点对乌石海管沿线和保护区周边进行巡查。巡查监控频次每天巡查 1 次。单点原油外输作业时，由无人机进行巡检，发现溢油及时通报。

d. 海洋环境在线监测/监视预警

在本项目依托设施 WS17-2WHPA 平台 50 米范围内设有 1 套海底有缆在线监测监视系统。主要由平台基控制系统、海底观测系统、海底电缆、数据显示分析系统等组成。 海底观测系统搭载溶解氧、COD、水中石油类等探头及高清摄像头，负责传感器探头的电源管理与数据采集控制，经过海底电缆将观测数据传输至平台控制系统，并在平台上进行在线查看，从而实现对平台附近海域海底溶解氧、COD、水中石油类等水质要素及高清视频的全天候实时在线监测。实时获取海底高清视频；对水中石油类等观测异常数据进行预警报通知。

e. 8 级风以上（围油栏适用工况以外）停产措施

根据气象预报和平台实测气象数据，平台附近持续出现 8 级大风天气时，为预防溢油事故的发生，油田实施生产关停、扫线。

关停生产

1、油田总监通知生产监督根据停产扫线程序开始停产扫线，WS16-1WWHPA 和 WS23-5WHPA 井口平台按关井程序进行油井关停，停井顺序为先关停高含油井，最后关停高含水井，期间平台注水系统保持正常运行； 2、WS16-

1WWHPA 和 WS23-5WHPA 井口平台根据指令进行停产关井，并做好相应的隔离； 3、WS16-1WWHPA 和 WS23-5WHPA 井口平台关停油井及扫线期间，乌石陆上终端保持生产处理系统的正常运行，停产扫线期间所产生的生产水需继续输往 WS16-1WWHPA 和 WS23-5WHPA 井口平台回注；WS16-1WWHPA 和 WS23-5WHPA 井口平台保持注水系统的正常运行。

扫线

1、采用扫线泵向混输海管注入海水的方式进行扫线。当乌石陆上终端上岸海管取样口取出介质含水率超过 90%时，扫线合格； 2、WS16-1WWHPA 和 WS23-5WHPA 井口平台停产扫线期间，乌石陆上终端维持正常生产，并根据各系统实际流量、压力、温度等参数情况实时调整； 3、乌石陆上终端在停产扫线期间，需关注生产水处理系统，将扫线来液处理合格后输送至井口平台回注地层；4、扫线合格之后生产监督通知井口平台停止扫线，关停注水系统，隔离海管；5、乌石陆上终端逐步降低海管压力，关闭上岸 SDV，隔离上岸流程，停产扫线作业结束。

f. 原油外输溢油两级防控措施

第一级为环保船快速防控

乌石油田单点外输作业期间，“海洋石油 255 环保船”近距离值守，保持船载溢油雷达处于开机状态，人员 24 小时值班，持续监控海面状态。一旦发生溢油，环保船根据现场目视和雷达监控情况，利用船载设备模拟计算预测溢油范围，同时打开船载的围油栏，最快 15min 内可完成船载溢油回收装置布放，快速回收溢油，控制溢油向保护区扩散。

第二级为值守拖轮拖带围油栏进行溢油围控

外输期间，两艘值守拖轮组成围油栏工作单元，保持在海流方向提油轮的下游 200m-400m 处，布放好 400m 围油栏值守待命。值守拖轮围油栏拖带示意详见图形成第二道防线，与环保船形成防溢油双保险。 发生溢油时，两艘应急值守拖轮根据海流流向，顶风顶流向海面溢油带航行；如果发生溢油事故溢油量较大，拖轮应使用撇油器，并采用 U 型或 J 型拖带对溢油进行围控和回收。

g. 6 级风以上（围油栏适用工况以外）停输措施

根据气象预报和实测气象数据，单点附近持续出现 6 级以上大风天气时，为预防溢油事故的发生，穿梭油轮停止提油作业。

h. 设置岸基雷达溢油监测系统

在原油外输管道登陆点附近设置岸基雷达溢油监测系统，安装雷达溢油检测系统和摄像头，通过雷达不断扫描监测，可有效监测单点、外输海管及外输作业区域的海面溢油情况，能克服夜间及恶劣天气，全天候监测海区溢油状况，发现并测算溢油面积，及时预警。

i. 原油外输作业结束后对乌石陆上终端至 WS23-5SPM2 条原油外输管道进行置换原油外输作业完成后，乌石陆上终端至 WS23-5SPM2 条原油外输管道成环路进行置换，置换水为终端清水罐内淡水，置换压力 2100kPaA, 置换流量 1500m3/h，置换时间约 1.1h，置换出的油进入终端储罐储存。海管完成置换后再对漂浮软管进行置换，置换出的油进入油轮。本项目新建乌石陆上终端至 WS23-5SPM2 条原油外输管道仅在外输作业时内部充满原油，外输作业结束后将及时使用淡水进行置换，在非外输工况下无原油泄漏风险。

（2）乌石油田群海上主体工程生产阶段溢油应急处置措施

乌石 23-5 油田群开发项目虽在设计、建造、施工、运行期间将采取各种预防措施，但仍有难以预料的内部或外部原因导致海上油气泄漏事故发生的可能性。这种发生概率很低，但却难以预料，仍然存在不可忽视的环境风险。因此必须在以预防为主的基础上，配备适当的应急设备，制定科学的应急计划并建立严格的应急程序，并充分利用现有的应急处理能力和措施，尽最大能力降低海上溢油的环境危害程度。

a. 制定溢油应急预案

在乌石 23-5 油田群开发项目正式投产之前，建设单位中海石油(中国)有限公司湛江分公司将编制乌石油田群溢油应急预案。乌石油田群溢油应急预案需与附近其他油气田应急预案统一考虑，并纳入湛江分公司应急体系中，编制的应急预案应与《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》相衔接。

应急预案的主要内容应包括油田作业区情况、应急组织机构及职责、溢油风险分析、溢油事故处理和溢油应急能力等。所有参加油田开发作业的施工船舶（供应船、值班船或工程船舶等）均需按健康安全环保管理体系的要求向建设单位提供其安全应急计划和溢油应急计划。

发生溢油事故后，无论大小，均必须按照要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报。

b. 建立分级响应机制

溢油事故的应急程序是根据事故类型的大小不同而定。不同规模的溢油需要不同的级别、应急设备和人员。根据原国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案的规定，溢油事故分为特别重大、重大、较大和一般四种类型。 （1）特别重大溢油事故，是指溢油 1000 吨以上的海洋石油勘探开发溢油事故； （2）重大溢油事故，是指溢油 500 吨至 1000 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故；

（3）较大溢油事故，是指溢油 100 吨至 500 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故； （4）一般溢油事故，是指溢油 0.1 吨至 100 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故。 根据溢油事故的严重程度和发展态势，将应急响应设定为I级、II级、III级和IV级四个等级。溢油事故发生在敏感海域时，可适当调整响应级别。应急响应启动后，可根据事态发展调整响应级别，避免响应不足或响应过度。 发生特别重大、重大、较大、一般溢油事故后，将根据相关部委最新职能划分，由生态环境部相关主管部门分别启动I级、II级、III级、IV级应急响应。发生溢油事故后，建设单位应及时启动油气田溢油应急计划和分公司溢油应急计划，并由分公司应急中心报集团公司及政府相关部门，集团公司和相关主管部门及地方政府根据情况确定是否启动相应应急计划。 乌石 23-5 油田群开发项目的作业者将严格按照上述要求执行。当发生一般性溢油事故后，建设单位将根据不同情况，充分利用乌石油田群现场及中海油专业溢油应急机构的应急资源加以处理和控制；当发生较大溢油事故后，需要中海石油中国有限公司湛江分公司及政府的溢油应急力量协助处理和控制。当发生特别重大或重大溢油事故时，要迅速上报，并根据生态环境部相关主管部门统一指挥，按照国家重大海上溢油应急处置预案进行相应的溢油应急处理。

c. 规范应急处理措施

井喷/井涌事故应急措施

① 现场人员发现井涌险情立即报告司钻、平台长；

② 如果已经发生油气泄漏则通过广播报警，熄灭所有火源、禁止使用非防爆设备，停止所有可能产生火源的作业；

③ 启动平台应急程序并向油田总监报告，平台操作人员进入应急状态；

④ 关闭油井安全装置（SSV、SSSV 和防喷器），确保所有作业人员安全，到作业现场评估事故严重性，停止可能产生火源的活动，尽可能减少溢油入海，执行井控程序；

⑤ 启动应急预案，向分公司应急值班室汇报和作业公司总经理汇报，协调指挥所有应急活动，必要时停止生产活动；

⑥ 守护船随时保持与平台联系，注意观察平台上的情况；判断事故现场风向，赶赴事故现场上风处待命，做好撤离人员的准备工作。

当有迹象表明，井内压力有可能超过井控设备额定压力时或有可能失控时，应立即下令采取以下措施：

① 立即按照指令关闭生产流程；

② 广播通知所有人员事故情况；

③ 通知守护船提供协助；

④ 报告分公司应急指挥中心已采取行动和效果；

⑤ 如井喷原油对海洋造成污染，其处理方案和汇报程序执行溢油应急计划；

⑥ 事态发展到需要先撤离无关人员时，先撤离部分人员以减少不必要的损失；

⑦ 若发生火灾、爆炸，在保证人员安全的前提下组织人员灭火；

⑧ 若井喷失控无法控制，对人员生命造成极大威胁时，油田总监下达撤离平台的命令；

⑨ 应急领导小组根据现场情况，在分公司应急协调办公室配合下，调动其他船舶、直升机使现场人员撤离。

管道泄漏事故应急措施

① 发现生产流程参数异常变化，立即报告平台长；

② 启动应急预案，通过广播通告事故情况；

③ 及时向分公司应急值班室和作业公司总经理汇报事故情况，必要时请求支援；

④ 对生产流程进行全面检查，根据情况实施生产关断；

⑤ 根据情况对破损海管进行泄压及海水置换的工艺处置；

⑥ 通知守护船前往管道破损地点，勘察现场溢油情况；

⑦ 启动油田溢油应急计划清理海面原油，或根据溢油情况通知专业溢油处置公司协助清理海面溢油。

平台容器泄漏事故应急措施

① 发现泄漏事故后，发现者应立刻向中控室、平台长报告泄漏事故，汇报内容包括泄漏品的名称、泄漏位置、人员伤亡情况；并向上风向撤离，启动警报并通知周围人员；

② 启动危险化学品泄漏警报并进行广播通知；

③ 根据现场情况进行必要生产、设备的关停；

④ 评估现场风险，建立警戒区；

⑤ 确认泄漏的危险化学品的 MSDS（化学品安全说明书）、毒性、对生活区、设备设施及海洋环境的影响；分析泄漏的危险化学品或其蒸气发生火灾/爆炸的可能性；

⑥ 根据危险化学品的使用情况，采用设备停转或技术措施减少危险化学品的泄漏量；根据事故情况决定是否关停生产或进行部分疏散撤离；

⑦ 现场应急救援（穿戴自给式空气呼吸器并携带气体探测设备和隔离服），组织堵漏和危化品回收方案，做好泄漏介质的围堵和回收措施，防止扩散或流入海里。

平台火灾/爆炸事故应急措施

① 发现火灾或爆炸后立即拉响警报，同时用附近合适的消防设备灭火；

② 立即向中控或油田总监报告事件的位置、类型和程度；

③ 现场应急消防队穿好消防救生设备，到达事故现场；

④ 查清起火位置后，应立即组织全体人员根据不同火种，采取不同的灭火方式进行灭火；

⑤ 如有伤员，抢救伤员到安全地带；

⑥ 防止火灾蔓延，对周围设备设施采取有效地隔离、降温；

⑦ 尽可能先使用水消防炮和泡沫消防炮进行灭火，对着火点周围进行灭火和冷却，以控制火灾；

⑧ 通知守护船立即到现场附近待命或实施救助；

⑨ 向分公司应急值班室汇报所有信息。

船舶碰撞事故应急措施

① 当发生船舶碰撞平台的事故后，发现者应第一时间报告中控室、平台长，并提供碰撞船只/物体的种类、尺寸、形状、构造、位置、漂移速度、方向以及附近区域是否有其它船只等重要信息。

② 启动应急预案；通知守护船赶赴事故现场；通知分公司应急指挥中心，视事故情况决定是否请求外部支援；

③ 对海上设施的风险做出评估，根据情况准备实施关断并且准备好消防器材、救生设备，采取行动保护人员、设施和环境；

④ 获取碰撞船只的确切位置，利用适当的锚定船只/拖轮帮助失控船只或使其转向以避开海上设施；

⑥ 根据失事船舶需求，组织本油田人员参加失事船舶抢险救援工作。

d. 定期举行培训演习

为了确保油田群在发生应急情况时，应急机构各层次人员能够反应迅速地进行应急反应，通过溢油应急培训和溢油应急演习，了解和掌握以下内容：

熟悉相关的法律法规。

了解溢油应急设备的结构和基本原理。

了解溢油应急设备操作规程。

不动用溢油应急设备进行溢油模拟练习。

会操作有关防污染设施。

熟悉溢油分散剂的使用规定和施放方法。

参与分公司组织的的大型溢油演练。

凡在乌石 23-5 油田群生产现场工作的固定岗位人员，必须经过应急计划岗位培训，参加建设单位组织的溢油应急一、二级培训，提高应急响应能力。其中，溢油应急一线操作人员需要参加一级培训计划，切实掌握溢油回收设备的基本原理及操作技能，从而提高应对溢油突发事件的能力；中层管理人员及现场骨干人员要参加二级培训计划，掌握溢油应急应具备的基础知识，通过课堂演练的方式提升现场指挥技巧及组织协调能力。

油田总监应根据实际情况制定油田溢油应急演习计划，每个季度至少进行一次溢油相关的应急演习，演习的种类包括桌面演练、现场演练和海上实操演练，可以单个科目进行或多个科目结合混演，并可以将溢油应急演习和救生、消防、弃船等其它应急情形组合进行演习。演习范围可以是一个平台或平台与终端联合，

规模可根据具体情况由油田自行决定或参与上级部门组织的多个油气田联合演习，突出功能性演练和锻炼性演练，以保证生产现场固定岗位人员遇到油田溢油事故时，熟练执行溢油应急计划。

e. 配置溢油应急资源

本项目虽在设计、建造、施工、运行期间将采取各种预防措施，但仍有难以预料的内部或外部原因导致海上油气泄漏事故发生的可能性。这种发生概率很低，但却难以预料，仍然存在不可忽视的环境风险。因此必须在以预防为主的基础上，配备适当的应急设备，制定科学的应急计划并建立严格的应急程序，并充分利用现有的应急处理能力和措施，尽最大能力降低海上溢油的环境危害程度。

（3）乌石油田群陆上终端生产阶段溢油应急处置措施

原油外输陆管受外力破坏、管道破裂，引发原油泄漏，泄露到土壤中的原油可能进入地下水，污染土壤和地下水。

原油外输陆管选用聚氨酯泡沫保温防腐管，基材外壁采用无溶剂液态环氧涂层结构，干膜厚度≥400μm，基材表面喷砂除锈等级为 Sa2.5 级。企业定期对管道进行检测和维护保养，加强管道日常巡检，维护管道的完好性。若一旦发生管道泄露事故，立即启动应急预案，采用土壤及地下水应急措施。

8.10环境风险评价结论

本工程主要环境风险包括建设施工阶段施工船舶碰撞溢油和生产运行阶段尾水超标排放及污水排海管网破裂导致污水泄露。

溢油风险预测结果显示，施工船舶碰撞溢油会对广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区、广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区、徐闻南部重要渔业资源产卵场、乌石人工鱼礁重要渔业资源产卵场、珊瑚礁分布区以及周边养殖等多个环境敏感目标产生影响。

超标排污风险预测结果显示，污水处理厂非正常运转造成的超标排污将导致广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区东南局部海域底层活性磷酸盐出现超

标（不符合一类海水水质标准），但不会对周边海域的其他环境敏感目标造成较大影响。

本工程建设的污水排海管网一旦出现管壁破裂、接口缝隙变形等，均会导致管道内部与外部环境连通，污水会渗出管道，若地下水位低于管内污水水位，污水会通过破损处进入外部土壤，造成土壤污染，进而造成地下水污染，影响生态环境。

在严格落实本报告提出的环境风险防范措施及应急处置措施的前提下，本工程的环境风险是可控的。

本项目环境风险自查表见表 8.8-1。

表8.8-1 本项目环境风险自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="6">完成情况</td></tr>
<tr><td rowspan="11">风险调查</td><td rowspan="2">危险物质</td><td>名称</td><td colspan="2">柴油（施工期）</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>存在总量/t</td><td colspan="2">8.5t</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="9">环境敏感性</td><td rowspan="2">大气</td><td colspan="3">500 m 范围内人口数_____人</td><td colspan="3">5 km 范围内人口数_____人</td></tr>
<tr><td colspan="5">每公里管段周边 200 m 范围内人口数（最大）</td><td>_____人</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地表水</td><td>地表水功能敏感性</td><td>F1 ☐</td><td>F2 ☐</td><td colspan="2">F3 ☐</td></tr>
<tr><td>环境敏感目标分级</td><td>S1 ☐</td><td>S2 ☐</td><td colspan="2">S3 ☐</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地下水</td><td>地下水功能敏感性</td><td>G1 ☐</td><td>G2 ☐</td><td colspan="2">G3 ☐</td></tr>
<tr><td>包气带防污性能</td><td>D1 ☐</td><td>D2 ☐</td><td colspan="2">D3 ☐</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">物质及工艺系统危险性</td><td>Q 值</td><td>Q<1 ☑</td><td>1≤Q<10 ☐</td><td>10≤Q<100 ☐</td><td colspan="2">Q>100 ☐</td></tr>
<tr><td>M 值</td><td>M1 ☐</td><td>M2 ☐</td><td>M3 ☐</td><td colspan="2">M4 ☐</td></tr>
<tr><td>P 值</td><td>P1 ☐</td><td>P2 ☐</td><td>P3 ☐</td><td colspan="2">P4 ☐</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">环境敏感程度</td><td>大气</td><td>E1 ☐</td><td>E2 ☐</td><td colspan="3">E3 ☐</td></tr>
<tr><td>地表水</td><td>E1 ☐</td><td>E2 ☐</td><td colspan="3">E3 ☐</td></tr>
<tr><td>地下水</td><td>E1 ☐</td><td>E2 ☐</td><td colspan="3">E3 ☐</td></tr>
<tr><td colspan="2">环境风险潜势</td><td>IV+ ☐</td><td>IV ☐</td><td>III ☐</td><td>II ☑</td><td colspan="2">I ☐</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价等级</td><td colspan="2">一级 ☐</td><td>二级 ☑</td><td>三级 ☐</td><td colspan="2">简单分析 ☑</td></tr>
<tr><td rowspan="3">风险识别</td><td>物质危险性</td><td colspan="3">有毒有害 ☐</td><td colspan="4">易燃易爆 ☑</td></tr>
<tr><td>环境风险类型</td><td colspan="3">泄漏 ☑</td><td colspan="4">火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 ☐</td></tr>
<tr><td>影响途径</td><td colspan="3">大气 ☐</td><td colspan="2">地表水 ☑</td><td colspan="2">地下水 ☑</td></tr>
<tr><td colspan="2">事故情形分析</td><td>源强设定方法</td><td colspan="2">计算法 ☑</td><td colspan="2">经验估算法 ☑</td><td colspan="2">其他估算法 ☐</td></tr>
<tr><td rowspan="3">风险预</td><td rowspan="3">大气</td><td>预测模型</td><td colspan="2">SLAB ☐</td><td colspan="2">AFTOX ☐</td><td colspan="2">其他 ☐</td></tr>
<tr><td rowspan="2">预测结果</td><td colspan="6">大气毒性终点浓度-1 最大影响范围___m</td></tr>
<tr><td colspan="6">大气毒性终点浓度-2 最大影响范围___m</td></tr>
</table>

测与评价	地表水	最近环境敏感目标 无证养殖用海活动 ，到达时间 1 h
	地下水	下游厂区边界到达时间____d
		最近环境敏感目标____，到达时间____d
重点风险防范措施		严格落实溢油环境风险、自然灾害风险等环境风险事故防范措施，杜绝事故的发生。同时要加强突发事故的风险防范和应急处置能力建设，一旦发生溢油事故，应尽快采取阻拦措施，并组织人员进行油品的回收工作，尽量减小污染。
评价结论与建议		建设单位应做好各项风险的预防和应急措施，可将其影响范围和程度控制在较小程度之内。当发生风险事故时采取相应的措施和应急预案，可以把事故的危害程度降低到最低程度，环境风险水平可以接受。
注:“口”为勾选项，“____”为填写项。		

9 环境保护措施与监测计划

9.1 环境保护措施

9.1.1施工期环境保护措施

本项目污水排海管线陆域部分采用顶管施工，对陆域生态环境影响较小。海域部分埋深不小于1.5m，采用顶管法+沉管法施工工艺。其中近岸段（WS8-WS16）采用顶管法，非近岸段（WS16至排放口）采用沉管法铺设。在岸上将多节玻璃钢夹砂管法兰连接，使用驳船将预制管段托运至沉放位置铺设。施工期产生的污染物主要为预挖沟、沉管铺设、扩散器铺设等产生的悬浮泥沙以及施工船舶等产生的废弃物。

9.1.1.1 海水水质保护措施

（1）施工期悬浮泥沙控制

①采用较新、检验合格、污染较小的施工船舶和设备，采取先进的施工工艺进行施工。

②合理安排施工进度计划。加强与当地气象预报部门的联系，妥善安排施工进度及施工时间，避免在雨季、台风或天文大潮等不利气象条件下进行施工作业，确保施工安全。

③管道铺设作业时，精确定位，尽量减小管沟开挖面和施工时间。

④为船舶制定作业程序、划定作业范围，禁止珊瑚礁分布区和乌石油田群权属范围抛锚。配备必要的安全保护设备、设施，同时制定健全的潜水作业实施细则和应急预案，防止发生海底管道断裂事故。制定施工通航安全保障方案，并在施工前提交相关监管部门备案。

⑤严格按照设计要求进行施工，并在施工中保证海底管道连接质量。管道铺设完成，要进行扫线、清管和试压。

⑥本项目污水管道中心线与大唐电厂取水口用海范围最近距离约 11m，与附近养殖活动最近距离约 340m，管道顶管法施工出土点与珊瑚礁分布区最近距离约 800m。施工过程中通过采取防污帘等措施控制悬沙扩散范围，降低对附近珊瑚礁、养殖活动及电厂取水的影响。

⑦优化项目建设施工方案、加强管理，严格限制施工区域，在满足施工质量要求的前提下，尽量缩小作业时间和作业范围。

（2）施工期污水及废弃物控制

①为避免施工船舶舱底含油废水对施工海域的污染，根据交通部《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，施工单位应按照有关规定将施工船舶上油污水系统阀门进行铅封管理，收集上岸委托有资质的单位接收处理。建设单位配备监理检查人员监督含油污水和生活污水收集处置情况，违规的应进行处罚。施工船舶还应加强管理，防止发生机油溢漏事故。甲板上机械出现设备漏冒油时，立即停机，使用吸油棉及时吸取，并用毛巾堵塞泄水口，防止油水流入海中。

②船舶生活污水由施工单位负责通过简易收集设备收集后，上岸交由船舶污染物接收单位统一处理。施工过程中产生的废弃土方暂运至周边已回收地块的虾塘处理。生活垃圾等运回陆地处理。

③施工人员生活垃圾、扫海垃圾、施工垃圾及顶管法施工泥浆钻渣应分类进行收集处理，不得直接排放入海。

④船舶作业过程中，应加强对船舶的检修和管理，经常检查机械设备性能，避免发生机油溢漏事故。

（3）加强跟踪监测

委托具有相应监测能力的环境监测单位对项目区周边环境进行跟踪监测，以全面、准确掌握施工对海域生态环境的影响，针对跟踪监测发现的具体环境问题，及时反馈给施工单位，施工单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化施工作业安排和保护措施。

采取以上措施后，可大大降低本项目施工期对海水水质产生的影响。

9.1.1.2 海洋沉积物质量保护措施

（1）在海底管道挖沟铺设等可能产生悬浮泥沙的作业中，采用先进的管道敷设设备和施工工艺。采取悬浮泥沙控制措施，减低悬浮泥沙产生量及其扩散范围。

（2）施工过程中产生的各类污废水和固体废物禁止直接排放入海，避免污废水和固体废物对海洋沉积物产生影响。

（3）施工过程中采用高精度的定位技术和施工设备，避免不必要的大面积施工对周边沉积物的扰动，减少对非目标区域沉积物的影响。

（4）加强施工船舶及设备的维护保养，避免漏油对海洋沉积物的环境影响。

采取以上措施后，可大大降低本项目施工期对海洋沉积物质量产生的影响。

9.1.1.3 陆域水污染防治措施

（1）施工人员生活污水

本工程施工期在雷州市零碳产业园础设施建设项目内的空地设置临时营地，并设置临时厕所和化粪池对施工人员产生的生活污水进行收集处理。根据污染源强核算章节分析，施工期生活污水最大产生量为 6.08 m^3/d（海上船舶生活污水量为 3.74 m^3/d，陆上生活污水量为 2.34 m^3/d），生活污水中的水污染物主要是有机污染物，衡量指标主要为 COD、BOD_5、SS、氨氮和动植物油，根据类比调查，生活污水水质为：COD：300mg/L、BOD_5：250mg/L、SS：200mg/L、NH_3-N：30mg/L、动植物油：80mg/L。

化粪池为常见的生活污水处理工艺，化粪池一般分为三个处理环节，工作流程为过滤沉淀-厌氧发酵-固体物分解-排放，其工作原理为：

①过滤沉淀：在第一格污水中的比重较大的固体物及寄生虫卵等物沉淀下来，开始初步的发酵分解，经第一格处理过的污水可分为三层：糊状粪皮、比较澄清的粪液、和固体状的粪渣。

②厌氧发酵：经过初步分解的粪液流入第二格，而漂浮在上面的粪皮和沉积在下面的粪渣则留在第一格继续发酵。在第二格中，粪液继续发酵分解，虫卵继

续下沉，病原体逐渐死亡，粪液得到进一步无害化，产生的粪皮和粪渣厚度比第一格显著减少。

③固体物分解：流人第三格的粪液一般已经腐熟，其中病菌和寄生虫卵已基本杀灭。第三格功能主要起暂时储存已基本无害的粪液作用。

参考《市政技术》（中华人民共和国住房和城乡建设部）2019 年第 6 期《两种容积比的三格化粪池处理农村生活污水效率对比研究》文献资料，对 2 个总容积相同、拥有不同容积比的三格化粪池模型，研究其在常温下处理农村生活污水的效果。试验由启动到稳定运行的时间里，模型 1 对污水中的 COD_{Cr}、BOD_5、SS、NH_3-N 平均去除率分别达到了 55.7%、60.4%、92.6%、15.37%，而模型 2 则为 57.4%、64.1%、92.3%、17.76%。本工程在采取化粪池对生活污水进行预处理后，生活污水处理前后的水质情况详见表 9.1.1-1，处理效率参考上述水污染物处理效率保守取值。

表 9.1.1-1 生活污水预处理前后水质情况一览表

序号	污染物	处理前浓度（mg/L）	处理效率	处理后浓度（mg/L）	标准限值（mg/L）
1	COD_{Cr}	300	50%	150	200
2	BOD_5	250	60%	100	100
3	SS	200	80%	80	100
4	氨氮	30	17%	26	/
5	动植物油	80	50%	40	/

根据表 9.1.1-1 的数据可知，生活污水经临时化粪池处理后水质为：COD：150mg/L、BOD5：100mg/L、SS：80mg/L、NH3-N：26mg/L、动植物油：40mg/L，生活污水经临时化粪池处理后能达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中的旱作灌溉标准，可用于周边农林灌溉，可见采取化粪池作为生活污水的处理工艺是可行的。

结合施工期的生活污水产生量，建议施工单位配备的化粪池污水处理规模为 $10m^3/d$，同时还需要配备污水收集箱，用于暂存经化粪池处理后的尾水，污水收集箱的有效容积为 $60m^3$，可满足 6 日以上的生活污水暂存，施工单位应委托污

水转运槽罐车定期将生活污水运送至本工程周边的农林地进行灌溉回用，不得向周边水环境排放。

（2）顶管施工过程产生的泥水和施工场地及基坑排水

根据污染源强核算章节分析，本工程施工期顶管施工过程产生的泥水和施工场地及基坑排水均含有较多的泥沙，水质的悬浮物浓度较高。本工程拟在工作井的施工场地外围设置排水沟，场地内设置沉砂池，接收井的施工场地外围设置排水沟，场地内设置小型沉砂井，顶管施工过程产生的泥水通过排泥泵和排泥管排至沉砂池中，场地排水通过排水沟截流后，通过自流的方式分别流入沉砂池或沉砂井，基坑排水通过水泵等机械方式排入沉砂池或沉砂井中。

参考同类项目，顶管施工过程产生的泥水和施工场地及基坑排水通过采用静置、沉淀 2h 后，其悬浮物浓度可降至 60mgL，沉淀处理后的上清液可回用于顶管作业或施工场地洒水抑尘，不外排。

9.1.1.4 大气污染防治措施

（1）施工扬尘防治措施

①严控陆域施工场地的区域，缩小施工扬尘的扩散范围，不得随意超出施工场地进行施工作业；

②陆域施工场地要设连续的硬质围挡，围挡高度不得低于 2.5m；

③严格落实“六个 100%”的要求，加强施工过程的环境管理与环境监理；

④对施工现场进行科学管理，统一堆放施工土石方、施工材料，土石方的临时堆存点应设置防尘网或苫布覆盖，临时堆土点周边需要设置围挡，避免露天长期堆放易起尘的弃土和物料，减少扬尘或粉尘污染；

⑤陆域施工场地、土石方堆存点以及主要交通道路经常洒水抑尘，正常情况下可每天洒水 3～4 次，大风天气可增加到 4～5 次，使作业面或物料保持一定的湿度，减少扬尘的产生；

⑥汽车运输土石方、建筑材料时，选用带密闭盖的运输车辆，运输时装载不宜太满，饼加盖运输，保证运载过程不散落，进出场地的车辆应限制车速行驶，降低二次扬尘；

④ 采用商品混凝土，现场不设置混凝土生产系统；

⑧并合理安排施工计划，严禁在大风天气进行施工。

（2）施工机械、车辆、船舶的燃油尾气防治措施

①施工机械、车辆、船舶应选用发动机为耗油低、污染物排放量少的型号，采用符合标准的低含硫燃料。加强施工机械和船舶的日常维护保养，确保设备正常运行，避免不正常运行产生的废气；

②对进入施工场地的机械、车辆进行管理，检查合格的机器方可进场作业，尽量减少施工机器产生的燃油废气；

③施工机械和运输车辆的燃烧废气，属自然排放，要加强管理，采用符合标准的低含硫燃料。

采取以上措施后，可尽量降低施工对大气环境的影响。

9.1.1.5 噪声污染防治措施

（1）陆域施工场地要设连续的硬质围挡，围挡高度不得低于 2.5m；

（2）施工单位应选用低噪型设备，从根本上降低噪声源强。尽量选用低噪声或带隔声、消声的施工机械和工艺，如用液压工具代替气压工具，为机械应安装消声器；

（3）加强设备检修，使施工机械和泵体等保持良好的运行条件，减少机械噪声；

（4）合理布置施工现场，避免在同一地点安排大量动力机械设备，以免局部声级过高，高噪声设备应尽量布设在远离敏感点的位置；

（5）施工运输车辆进出应合理安排，尽量减少交通堵塞。加强运输车辆的管理，按规定组织车辆运输，车辆进入施工现场时，严禁鸣笛，限速行驶，以减少运输车辆行走时产生的汽车噪声，施工现场装卸材料应做到轻拿轻放；

（6）合理安排施工时间，制订施工计划时，对高噪设备在运行过程中进行必要的屏蔽防护。除此之外，严禁在中午（12:00～14:00）和夜间（22:00～6:00）期间作业，因特殊需要延续施工时间的，必须报有关管理部门批准，施工场界噪声应控制在《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）限值之内，才能施工作业。

采取以上措施后，可尽量降低施工产生的噪声。

9.1.1.6 **固废污染防治措施**

（1）施工单位应在施工营地内需设生活垃圾收集箱，生活垃圾收集后交由当地环卫部门定期清运处理，禁止乱丢乱弃；

（2）在每个工作坑施工场地内设置有临时堆土点用于堆存开挖产生的土石方，临时堆土点周边需要设置围挡设施，防止地表径流对土石方的冲刷；

（3）工程采用分段施工，减少土石方临时对存量；

（4）钻渣、泥浆沉积在沉淀池底部，施工单位应定期委托取得当地市政管理部门核发的建筑垃圾运输许可证的运输单位，对沉砂池内的钻渣、泥浆进行清掏，并将钻渣、泥浆外运至当地政府指定的弃土场进行处置；

（5）加强施工过程的固体废物管控，钻渣、泥浆不得任意堆砌在施工场地内或直接向附近水塘、农田及河流排放，以避免污染环境；

（6）在工作坑施工场地内设置铁质的建筑垃圾收集箱（带盖密封），用于收集和暂存建筑垃圾，施工单位应定期委托取得当地市政管理部门核发的建筑垃圾运输许可证的运输单位将建筑垃圾外运至当地政府指定的位置进行处置或综合利用。

施工期固体废物经上述处理处置后，对环境的影响很小。

9.1.2运营阶段环保措施

本项目营运期影响主要是污水排海管线持续排放造成的排污口附近水质、沉积物质量降低，排污管道破裂造成的污水达标排放区以外海域水质、沉积物质量降低，以及污水处理厂发生事故导致尾水超标排放。营运期拟采取的环保措施如下：

9.1.2.1 排污混合区范围管控措施

（1）慎重开展排污口选划。本项目进行了《广东雷州经济开发区污水入海排污口设置论证报告》编制，在综合考虑所在海域开发利用活动和敏感目标分布情况、资源环境条件适宜性及污水排放造成的环境影响等因素，提出了两个比选方案，通过比选确定排污口位置，确保污水排放造成的影响可控。

（2）从外界因素着手，杜绝管道泄漏排放。如加强海底管道位置标识，排放口处设置明显的警示标志，加强对管道沿线的海域的巡航检查，避免周边其他其他用海活动对污水排海管道的破坏。

（3）设置事故管道流破损监视警报系统装置和应急通讯指挥设施，一旦发现管道破损，立即采取应急措施，及时控制污水的进一步扩散。

（4）认真做好海底管道的安全检查，及时排除各类隐患和险情，确保设备及管道的安全运行，防止管道破损或泄漏。

（5）实时监测污水排放情况，严格控制污水排放量及排放浓度，不得超出批复的污水排放量，不得随意增加污染物种类。通过安装在线监控系统对水质进行监测，一旦发生水质不达标情况，通过回流泵将缓冲池内污水转移至应急事故池，由污水厂再次处理达标后方可排放。

（6）加强排污口处海水水质监测，若污水扩散范围长期超出污水达标排放区，应重新开展评价工作。

9.1.2.2 污水管道损坏破裂防治措施

①污水管道的日常养护工作主要是清理淤泥，建设单位应组织制定完整详细的清淤方案，对管道系统进行日常的养护和管理，系统地检查管道的淤塞及损坏情况，定期地有计划地安排管道的维护。

②定期检查进、出水井闸门的运行情况，保证闸门能正常启闭；定期清理进、出水井，以免淤泥堵裹进出水口，造成污水外溢。

③养护工作人员必须熟悉管线情况，各项设备的安装部位、性能、接管的方位等，以便及时处理突发情况。

④建设单位应根据本工程的风险防范措施制定相应的应急培训计划，对单位员工进行定期培训。

⑤平时要准备好备用的管材、阀门、配件和修理工具等，便于抢修。

⑥制定管网故障的应急处理方案和抢修应急预案，有效的处置管网破裂，防止发生污染事故。一时发生管道破裂等事故，立即关闭闸门，启动备用管道，并及时进行抢修，待情况得到控制后，应立即清除现场污染物，清扫现场。

⑦泄漏发生后，就立即向市、区生态环境管理部门汇报情况，请求生态环境管理部门应急监测工作组进行应急监测。

9.1.2.3 超标污水排放防治措施

①在污水处理厂工艺设计时应将考虑将关键工艺设备设计为一备一用，易损部件配有备用件。

②污水处理厂各项仪器设备应选择质量优良、事故率低、便于维修的产品。

③定期检查、维护污水处理厂各项仪器设备，并进行详细的相关记录。

④污水处理厂应设有备用蓄水池等设施应对非正常工况，避免污水未经处理直接排放入海。

⑤加强污水处理厂进水口和出水口的水量和水质监测，严格控制各处理单元负荷强度，确保处理效果的稳定性。

⑥完善污水处理厂运行管理制度，加强工作人员理论知识和操作技能培训。

9.1.3生态环境环保措施

9.1.3.1 海洋生态保护措施

本项目周边分布有广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区、广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区、广东湛江红树林国家级自然保护区、湛江雷州海草地方级自然保护区等多个保护区，分布有海草床、珊瑚礁、红树林等典型生态系统。此外，项目南面分布有较大范围的养殖用海。

（1）总体保护措施

①选址避让。项目排污口选划及路由选址阶段，对广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区、广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区、广东湛江红树林国家级自然保护区、湛江雷州海草地方级自然保护区等保护区以及典型生态系统、养殖用海区等进行了避让，与上述保护区最近距离分别约 3.8km、8.4km、18km、1.1km。项目施工期产生的悬浮物扩散增量浓度大于 10mg/L 包络线及营运期污水排放未扩散至上述保护区范围内。

②施工避让。项目施工过程合理安排施工船舶航线，尽可能避开敏感目标。

③优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短水下作业时间。尽量避开幼鱼、幼虾等水产资源繁殖高峰季节，确实无法避开的，应尽量降低施工强度，缩短每月的施工时间，在保护期内尽量安排对海洋环境影响较低的工程内容的施工。

④优化施工工艺，避免对珊瑚礁造成扰动。鉴于污水管道入海至排放口之间海域分布有珊瑚礁，穿越该段采用顶管工艺，使管道由珊瑚礁下方底土穿越并保障足够的穿越深度；同时，接收井与工作井的布设均与珊瑚礁保持安全缓冲距离。

⑤加强施工船只管理，所有施工机械均应保持良好的性能状态。同时避免施工区域船舶集中，以减少施工噪音的累加效应，降低对水生生物的可能影响。

⑥施工过程中建议使用隔泥帘防护，降低悬浮泥沙的扩散范围，防止短期悬浮泥沙扩散至周边养殖区。隔泥帘在施工挖沟机两侧外围布设，根据布设位置地

形的不同设定不同规格，整体构成屏状结构，拦截悬浮物或泥沙的扩散，垂直有效作用范围为水面以下至海底。

⑦避开台风多发期，尽量选择中、小潮、海况好的时间施工，以减少污染物的扩散范围，尽量减少施工对海洋生态环境的影响。

⑧委托具有相应监测能力的环境监测单位对项目区及其周围海域进行海洋生态环境的跟踪监测，针对跟踪监测发现的具体环境问题，及时反馈给施工单位，施工单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化施工作业安排和生态保护措施。

⑨选择适合本海域生长的鱼类进行增殖放流，进行生态补偿。从根本上恢复渔业资源，弥补本项目施工和营运等因素对海洋渔业资源造成的损失。

⑩加强渔业资源和生态保护宣传，在进行海洋生物增殖放流时，举行仪式，以保护海域生态环境为主题，加强社会环境保护教育。

（2）对珊瑚礁的保护措施

针对顶管法施工工艺特点，建议采取以下珊瑚礁保护措施：

①严格穿越深度与轴线控制，防范地层变形扰动

施工前采用多波束测深、浅地层剖面等手段精准探明珊瑚礁底部分布边界及底层地质条件；科学设计顶管轨迹，严格控制并保障管道在珊瑚礁下方的安全覆土厚度，避免因顶管上方土体隆起或沉降破坏礁体；顶进过程中实时监控顶力、姿态等参数，及时纠偏，杜绝超挖或盲目加压。

②强化泥浆全流程闭环管理，严防水体污染与渗漏

顶管掘进必须采用无毒害、易降解的环保型泥浆，严禁添加有毒化学添加剂；严格控制泥浆仓压力平衡，一旦发现漏浆征兆立即停机封堵，严防泥浆通过地层裂隙上溢至珊瑚礁区造成覆盖与浑浊污染；废弃泥浆及钻渣需通过管道收集至工作井集中进行固液分离处理，严禁向海域直排。

③落实震动控制与生态监测，建立预警停工机制

在工作井及接收井施工中优选低震动设备并设置减震垫层，降低机械震动向底层传导对珊瑚礁的累积影响；在珊瑚礁分布区布设水质（浊度、悬浮物等）监测点进行动态监测，根据珊瑚生态耐受度设定预警阈值，一旦悬浮物等指标超标触发预警，立即暂停施工并排查原因，确保损害可控。

针对沉管法施工工艺特点，建议采取以下珊瑚礁保护措施：

①选择海况平稳、流速较小的时段（如小潮期、平潮时）进行高扰动作业，最大限度减少泥沙扩散；

②在施工区与珊瑚礁区之间可考虑设双层防污帘以增强拦截效果；

③可在珊瑚礁分布区边缘，布设固定式水质自动监测浮标，实时监测悬浮物浓度（TSS）、浊度等关键指标，超标立即响应，避免累积影响。

（3）对文昌鱼、中海白海豚等重要物种的保护措施

根据收集资料，白氏文昌鱼的产卵期和繁育期为 6~7 月，江豚、宽吻海豚、中华白海豚等哺乳动物的产卵期和繁育期为 4~5 月。

本工程施工期间应合理选择施工时间和降低挖沟速度等以最大限度降低对本次评价海域珍稀濒危物种的影响。施工期间应配备专职观察员（或设置瞭望台），对施工水域进行实时监视。一旦发现中华白海豚、江豚等哺乳动物出现在作业警戒范围内，或作业区周边有文昌鱼由于底栖扰动上浮被发现，必须立即停止施工或降低作业强度，采取必要的声学软驱赶措施（经论证），待动物确认游离安全区域后方可恢复施工。

（4）生态补偿方案

根据工程建设方案，工程施工等破坏了底栖生物的栖息环境，且工程施工过程中产生的悬浮物影响也会减弱浮游植物光合作用能力，在一定程度上影响水域的初级生产能力，并导致海域中浮游动物数量的减少，以及造成渔业资源的损失。

为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境水生生物的不利影响，建设单位应作为责任单位根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复作出经济补偿，

由 7.5.3 节的分析结果可知，本项目造成的海洋生态损失额约为 554.91 万元，本项目开展生态补偿的金额应不低于 554.91 万元。

（5）生态修复方案

对于建设项目施工及营运期间对海洋生物资源造成的损失，项目建设单位应与主管部门协商，就工程建设造成生物资源损失制定合理的补偿计划。补偿金专款用于海洋渔业资源与生态环境的恢复。主要生态补偿措施包括：资源增殖放流、人工鱼礁建设、底播增殖、海洋牧场建设、自然岸线整治保护、人工岸线生态修复等，具体补偿方案由建设单位与主管部门协商确定。

本项目造成的生态资源损失主要包括底栖生物和渔业资源的损失，国内外长期从事渔业资源研究的专家研究证实，在渔业资源等衰退或受损的情况下，除了降低捕捞强度和减少海洋环境污染及生境破坏之外，从根本上恢复渔业资源、改良资源结构、增加渔业生产，进行渔业资源的人工增殖放流是重要、快捷的有效措施；此外，底栖生物也可采用所在海域适宜放流的鱼苗进行等金额补偿。通过增殖放流，可以迅速弥补建设项目施工和营运等因素对海洋生物资源造成的损失，下面主要对增殖放流方案进行简要论述，供建设单位参考，具体方案由建设单位与主管部门协商确定。

1）增殖放流区域的选择

根据《广东省海洋生物增殖放流技术指南》《海水鱼类增殖放流技术规范》（DB44/T2280-2021）、《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T9401-2010），增殖放流区域应远离排污口，非海洋倾废区，非港口，非盐场、电厂、养殖场等进排水区，非管制海区。同时，常见海水鱼类增殖放流海域应符合相应的水深、水温、盐度、底质和水质等要求。

根据上述要求，建议本项目的增殖放流位置选取在项目西北侧海域（见图 9.1.3-1），该处海域远离排污口，非海洋倾废区，非港口，非盐场、电厂、养殖场等进排水区。且该处附近为现代化海洋牧场建设项目和网箱养殖区，能够在一定程度上为鱼苗提供食物和栖息场所，是海洋生物多样性较为丰富的地方，可以为放流苗种提供良好的庇护场所，提高放流苗种的成活率。

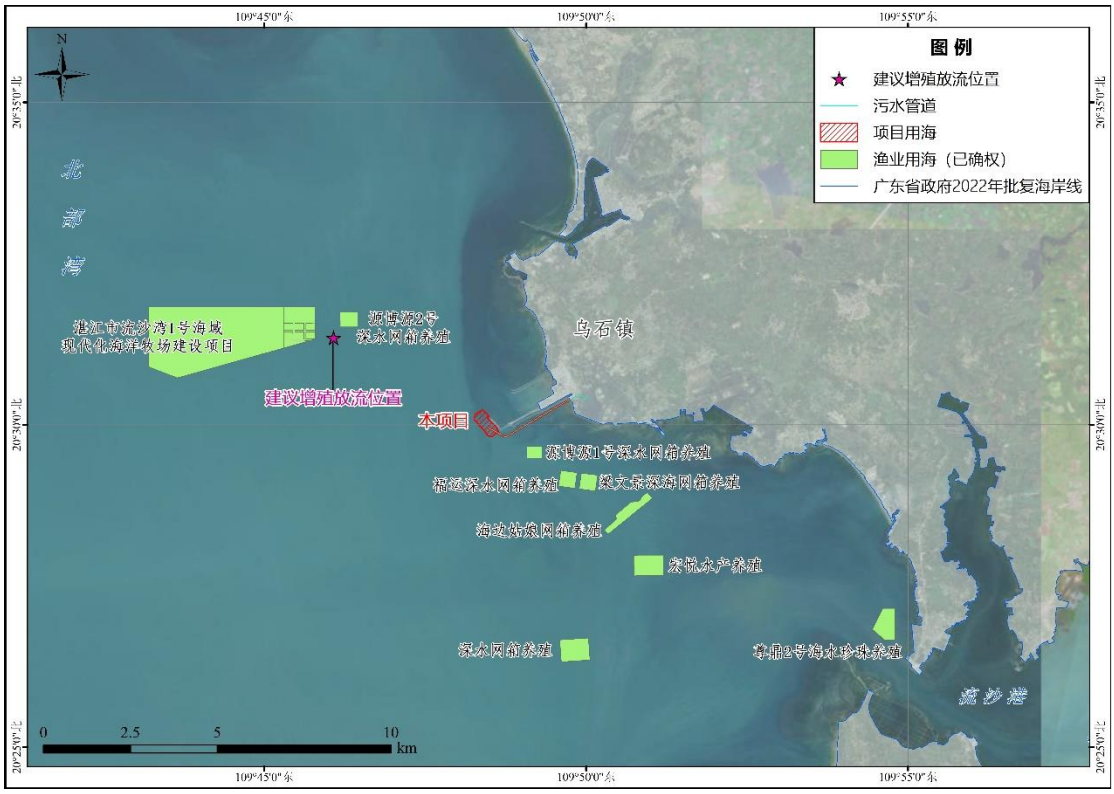


图 9.1.3-1 建议增殖放流位置示意图

2）增殖放流品种选择原则

本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自然生态状况中曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

3）增殖放流备选品种

根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》中南海增殖放流分水域适宜性评价表及项目所在区域海洋生物及其栖息环境的实际情况，项目海区适宜增殖放流的备选品种包括：花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、卵形鲳鲹、军曹鱼、大黄鱼、紫红笛鲷、红笛鲷、真鲷、平鲷、黑鲷、黄鳍鲷、断斑石鲈、花尾胡椒鲷、斑节对虾、长毛对虾、墨吉对虾等。

4）增殖放流苗种规格质量

鱼苗体长应在 5cm 以上；虾苗体长应在 1cm 左右；贝苗壳长应在 0.5cm 以上。放流苗种应当来自有处理能力的生产单位、检验机构认可。

5）增殖放流计划

在项目施工结束后进行增殖放流，根据实际情况实施海洋生物增殖放流，每年的增殖放流工作安排在南海区伏季休渔期间内的 5 月下旬至 7 月上旬，以避开高强度捕捞压力时间，提高增殖放流效果。

6）增殖流放前后的管理

放流前清理放流区域的作业，并划出一定范围的临时保护区，放流后加强巡逻管理。

9.1.3.2 **陆域生态保护措施**

（1）对植被的保护措施

表层土壤营养成分较多，是植物生长的活力来源。一般为植物根系发育所能伸展到的区域，土壤最为松软、肥沃，对植物的生长发育至关重要；其中，耕作层是土壤表层经过耕作熟化的土层。本工程陆域管线的施工过程中，施工单位必须按照“先剥离、收集耕作层土壤，再施工”的原则进行施工，避免耕作层土壤资源的浪费。本工程动工之初，应注意保护表层土壤，可将上表 0～30cm 表土铲取后，集中堆置，以后可分配在需要复绿区域，有利于植被的生长。

耕作层土壤堆放过程中，施工单位应选择地势比较平缓的地面集中堆放剥离的表土；表土堆置高度不超过 5m，堆置边坡比控制在 1:1.5 以内。为防止水土流失和土壤风化，土石方的应压实堆放，土堆周围加设土袋等临时拦护措施。

本工程的施工临时占地，要求在施工结束后及时清理剩余材料，可以先种植一些浅根性草本植物进行先期绿化，然后复耕，也可以清除硬化表层，复填其它疏松土壤，然后再复耕。应注意在复耕土壤上增施肥料，可以加快植被恢复。

（2）对野生动物的保护措施

合理安排基坑开挖等高噪声作业时间，防止噪声对野生动物的惊扰。野生鸟类大多是早晨、黄昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间。为了减少工程施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午进行大型机械施工产生的噪声影响等。施工期间应尽量采用低噪声施工机械，尽可能加强减震、减噪声措施，以降低噪音对区域爬行动物的影响。

生物多样性的保护很大程度上取决于公众和管理者对生物多样性重要性的认识和观念的转变。一是加强对承包商的环保教育，加强对施工人员进行野生动植物资源和生态环境的保护意识的宣传教育，严禁施工人员在施工区域以外的林区活动，特别是采挖、破坏植被。树立警示牌，明令禁止施工人员进入沿线林区进行捕猎，禁止捕食两栖动物、爬行动物、鸟类等野生动物；对于施工过程中发现的兽类幼子、鸟卵（蛋）或幼鸟，尽量交给当地林业部门的专业人员处理，不得擅自处理。保护野生动物的栖息地，施工后及时进行生态恢复，进入施工区的野生动物应进行有目的驱赶，使其转移至相邻的生境；二是要提高群众和各级领导干部对生物多样性重要性的认识，增强全社会法制观念和生物多样性保护意识。

（3）水土保持措施

①优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下，尽可能减少开挖面、开挖量，选择环境友好的施工方案，做好施工前后的水土保持工作；

②做好施工场地的临时排水工作，施工场地及土石方临时堆放点外围合理排水沟，使得场地排水能够通过排水沟顺利排入沉砂池中，配备抽水泵及时抽排基坑积水；

③对开挖土方做到先拦后弃，准备足够的土袋和彩条布，对临时堆土及时实施拦挡，对裸露场地时采取覆盖，避免遭受雨水和径流的直接冲击；

④施工期间要定期洒水降尘，使作业面或物料保持一定的湿度，减少在风力作用下造成的尘土飞扬；

⑤要做到施工工序上的有效衔接，完成施工的管段要及时完成路面及植被恢复，避免地表长时间裸露；

⑥应按规范要求编制工程的水土保持报告，全面详尽预测分析工程的潜在水土流失影响，并明确提出应采取的水土保持措施方案。

（4）生态补偿修复

建议在对施工临时占地实施植被恢复时，植被种类尽量采用乡土种，并增加物种多样性；养护管理应减少割草的频率和强度，减少农药的使用；通过自然演替过程来建立新的平衡。这样可有效地减少因本工程建设造成的生态功能损失。

（5）其他生态保护措施

①严格控制施工场地范围，施工活动严格限制在既定的范围之内，不得随意扩大施工范围；

②合理安排施工工序，采取渐进式方式，分区、分段施工，合理调运土石方，缩短地表裸露以及土石方堆存时间，降低施工对区域生态破坏强度；

③合理安排施工季节，土方开挖尽量避免雨季施工，不能避免时，应做好排水工作，保证排水通畅，不出现积水浸泡工作面的现象，并对土石方临时堆放点、裸露暂时不施工区域采取临时覆盖措施；土石方及时清运，避免在场地内长时间堆存，防止水土流失；

④施工过程采用围挡设施；

⑤在施工人员进场后，加强对施工人员的管理，做好生态保护的宣传教育；

⑥临时用地待施工结束后尽快恢复原有使用功能。

9.1.4环保投资估算

本项目用于环境保护的投资主要包括环境管理和监测、生态补偿以及废水、固废等处理设施的投资。对建设项目拟采取的污染防治和生态保护措施进行投资估算，结果见表 9.1.4-1。本项目主要环保工程投资估计约 782.51 万元，占项目总投资 12345.50 万元的 8%，均由建设单位自行筹措落实。环保投资额可以较好地满足环境保护的需要。同时，环保投资相较于本项目可能产生的经济效益和社会效益，所占比较较小，因此环保投资数额合理。

表 9.1.4-1 环保投资估算表

序号	项目和费用名称	投资（万元）
一	**环境保护措施**	554.91
1	海洋生物资源修复补偿	554.91
二	**环境监测措施**	106
1	海洋监测费用	90
2	陆域生态修复费用	14
3	施工期陆域环境监测、监理费用	2
三	**环境保护设备**	121.6
1	施工围挡购置、安装费用	16.8
2	工作井排水沟、沉砂池，接收井排水沟	40
3	土石方防尘网、苫布、抑尘洒水设施等	4.5
4	临时机械设备减振设施	10
5	临时生活垃圾箱，委托环卫部门处置费用	2
6	建筑垃圾收集箱，钻渣、泥浆、建筑垃圾转运处置费用	38.3
7	预留的其他临时措施费用	10
合计		782.51

9.1.5环境保护措施技术、经济可行性分析

施工期，严格按照施工管理要求，减少悬浮泥沙的发生量和影响后果；施工期间产生的含油废水和生活污水统一收集处理。这在技术上都是可行的，在经济方面没有较大投入。

营运期，应及时进行污水排海管道检修以及水质监测。这在技术上亦是可行的，在经济方面也没有较大投入。

本项目从清洁生产与污染治理、技术措施与管理手段等多个角度设计和建立本项目环境保护措施、对策，在实施环境保护措施情况下施工和运营，其产生的海洋环境影响达到最小，海区渔业资源和环境敏感目标所受损害较小，对营运期产生的主要污染物质通过采取相应的防治措施可以得到妥善处理。经过分析，认为工程项目具有较好的经济效益，相比之下，环境污染经济损失是可以承受的，环境经济效益比较明显。因此，本项目的环境保护措施在技术上和经济上是可行的。

9.2 环境管理与监测

9.2.1环境管理

建设单位应针对本项目实际特点进行环境管理，使工程建设和环境保护设施建设符合国家同时设计、同时施工和同时投产的“三同时”制度要求，使环保措施得以具体落实，确保各项污染物达标排放，并为环境保护主管部门提供监管依据。通过实施环境管理，使本项目的经济效益和环境效益协调发展，持续、稳定运行。

9.2.1.1 管理机构及职责

本工程环境管理由建设单位设立的环境管理机构负责，建设单位业务上接受生态环境部门的指导和监督。环保管理机构承担以下环境管理职责：

（1）贯彻、执行国家、省、市有关环境保护方面的法律、规范、标准及其他要求；

（2）组织制定企业环境保护规划和计划；

（3）负责制定和建立本企业环保制度与规章；

（4）制定企业环境保护管理目标和指标；

（5）负责企业的环境统计、环境保护档案的建立与管理；

（6）负责实施与监督企业环境管理；

（7）负责监督企业各项环保设施的正常运行、维修；

（8）负责对企业各级领导于部和员工的环境教育与培训。

9.2.1.2 环境保护管理要求

（1）施工期环境管理

针对本项目的施工期特点，提出如下施工期环境保护管理要求：

①所有与本项目直接相关的污染防治设施的建设必须与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

②建设单位应配合相关主管部门，做好海洋生物资源修复和补偿工作，以期实现对区域海洋生物资源的修复和补偿。

③施工期环境监测工作需要委托有相关资质的海洋环境监测部门或环保监测单位承担，由建设单位监督执行。

④依据《广东省环境保护条例》（2019 年 11 月第二次修正）第二十三条中“防治污染设施及其他环境保护设施的建设，应当实施工程环境监理。”的要求，建议本项目开展建设项目施工期环境监理相关工作。监理工程师应接受必要的环境知识、工程监理知识的培训，按照保证工程质量和环保要求对项目进行全面质量监理。监理记录作为环保竣工验收的支持文件。

（2）营运期环境管理

针对本项目的建设和投入营运，提出如下环境保护管理要求：

①所有与本项目直接相关的污染防治设施的建设必须与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用；

②建设单位应配合相关主管部门，做好渔业资源修复和补偿工作，以期实现对区域渔业资源的修复和补偿；

③环境监测工作需要委托有相关资质的海洋环境监测部门或环保监测单位承担，由建设单位的环保机构监督执行。

9.2.2环境监测计划

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目施工及营运期间所在地区的环境质量发展变化情况以及主要污染源的污染排放状况，建设单位必须定期委托有监测能力的环境监测单位对建设项目对海洋环境产生的影响进行跟踪监测，并提交具计量认证的跟踪监测分析测试报告，为主管部门对该项目进行环境监管提供技术依据，避免因工程建设和环境污染造成的纠纷和损害。

9.2.2.1 污染源自行监测计划

根据《排污许可证申请与核发技术规范 总则》（HJ942-2018）、《排污许可证申请与核发技术规范 水处理（试行）》（HJ978-2018）、《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）及《排污单位自行监测技术指南 水处理》（HJ1083-2020）的要求，本项目需开展污染源自行监测。该部分已在《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》中体现，本报告不再另行开展污染源自行监测。

9.2.2.2 生态环境质量跟踪监测

参考《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程（2002 年 4 月）》的要求，结合本项目工程特点和主要保护目标，制定本项目的环境监测计划。监测计划见表 9.2.2-1、表 9.2.2-2，监测布点见图 9.2.2-1、9.2.2-2，监测站位坐标见表 9.2.2-3、表 9.2.2-4。

表 9.2.2-1 施工期环境监测计划

海水水质	每月 1 次	Z1~Z8	pH、温度、悬浮物、石油类、COD、无机氮、活性磷酸盐、氟化物、总氰化物、总有机碳、总铅、总镉、总砷、总镍、总汞、总铬、六价铬
沉积物	每 3 个月 1 次	Z1~Z8	粒度、硫化物、有机碳、石油类、铜、铅、镉、锌、汞等
海洋生态	每 3 个月 1 次	Z1~Z8	叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物

表 9.2.2-2 营运期环境监测计划

海水水质	一季度监测一次，每年四次，长期监测	Y1~Y12	pH、温度、悬浮物、石油类、COD、无机氮、活性磷酸盐、氟化物、总氰化物、总有机碳、总铅、总镉、总砷、总镍、总汞、总铬、六价铬
沉积物	每年一次，长期监测	Y1、Y2、Y4 、Y7、Y8	石油类、铜、铅、镉、锌
海洋生态	每年进行春、秋两季监测，长期监测	Y1、Y2、Y4 、Y7、Y8	叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物及其生物体残毒（铜、铅、镉、汞、锌、铯和石油烃）

图 9.2.2-1 施工期海洋环境监测站位布设示意图

图 9.2.2-2 营运期海洋环境监测站位布设示意图

表 9.2.2-3 施工期海洋环境监测站位坐标表

站位	纬度	经度
Z1	20°30′13.069″	109° 49′41.436″
Z2	20°29′59.458″	109° 49′17.777″
Z3	20°29′43.902″	109° 48′48.934″
Z4	20°29′46.332″	109° 48′22.845″
Z5	20°30′05.291″	109° 48′17.498″
Z6	20°30′11.255″	109° 48′26.201″
Z7	20°30′33.974″	109° 48′44.756″
Z8	20° 29' 58.275"	109° 48' 54.986"

表 9.2.2-4 营运期海洋环境监测站位坐标表

站位	纬度	经度
Y1	20°29′57.416″	109° 48′28.551″
Y2	20°29′45.457″	109° 48′31.378″
Y3	20°29′57.129″	109° 48′20.030″
Y4	20°30′09.995″	109° 48′16.917″
Y5	20°30′07.860″	109° 48′29.500″
Y6	20°29′55.746″	109° 48′36.236″
Y7	20°30′01.407″	109° 49′09.928″
Y8	20°30′33.974″	109° 48′44.756″
Y9	20°30′39.039″	109° 48′00.844″
Y10	20°29′41.331″	109° 47′50.110″
Y11	20°29′17.689″	109° 48′29.549″
Y12	20° 29' 58.275"	109° 48' 54.986"

9.2.2.3 **其他环境管理与监测**

本工程施工期环境监测计划见表 9.2.2-5。营运期跟踪监测已在《雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期）环境影响报告书（报批稿）》中体现，本报告不再另行设置。

表 9.2.2-5 施工期环境监测计划

序号	监测项目	监测时间	监测频次	执行标准
1	无组织废气	施工过程中每半年进行一次监测	一次/半年	《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中第二时段无组织排放浓度限值
2	噪声	施工过程中每季度进行一次监测	昼间监测一次/季度	《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）

9.3 竣工环境保护验收清单

本工程的建设应执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。本建设项目正式投产运行前，建设单位应按照《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》〔国环规环评〔2017〕4 号〕等的要求，在正式投产运行前，按照规定开展竣工环境保护验收工作。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照暂行办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

本项目竣工环保验收清单列于表 9.3-1。

表 9.3-1 “三同时”竣工环保验收清单

类型	验收类别	治理措施内容	验收标准
废水	悬浮泥沙控制措施	合理安排施工时间和施工进度，采取防污帘等措施控制悬沙扩散范围等	将悬浮泥沙影响降至最低
	船舶含油污水	根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）排放控制要求，收集上岸后交由具有处理资质的单位接收处理，禁止直接排海	全部得到有效处理，不直接排海
	生活污水	上岸交由船舶污染物接收单位统一处理	
废气	扬尘，施工机械、车辆、船舶的燃油尾气等	施工场地围挡；洒水抑尘；使用低硫燃油；严格管理进场机械、车辆，加强施工机械和船舶的日常维护保养，确保设备正常运行，避免不正常运行产生的废气等	将大气环境影响降至最低
固废	施工废弃土方	施工过程中产生的废弃土方暂运至周边已回收地块的虾塘处理；含有钻渣的泥浆运送至当地政府指定的弃土场进行处置	全部安全处置，不直接排海
	生活垃圾	生活垃圾等运回陆地处理	全部安全处置，不直接排海
噪声	噪声	选用低噪型设备，从根本上降低噪声源强；加强设备检修；合理安排施工运输车辆进出，尽量减少交通堵塞；合理安排施工时间等	将声环境影响降至最低
生态	生态补偿	对项目附近水域的生物资源恢复做出经济补偿额为 554.91 万元	组织实施生态补偿方案
环境风险	溢油风险防范	溢油风险防范设施落实到位	/
其他	环境监测计划执行情况	实施制定的环境监测计划	/

10 环境影响经济损益分析

略

11 工程环境可行性分析

11.1与国土空间规划的符合性分析

11.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

本工程主要承接雷州经济开发区 C 园区污水厂处理的达标污水，通过本工程专用污水管道输送至指定海域排放。本工程污水管道建设彻底解决了园区废水排放的瓶颈问题，是落实雷州市提出强力推进工业园区建设与招商引资，推动雷州经济社会高质量跨越式发展的需要；本工程污水管道建设更好地保护陆域水环境，同时充分利用海洋的环境容量的需要。项目建设与运营阶段对项目所在的国土空间规划分区产生的不利影响较小，项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》相关要求。

11.1.2 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》承接《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》空间布局和沿海县主体功能定位，依据海岸带资源禀赋、生态功能、环境现状和经济社会发展需求，细化海洋生态保护区、海洋生态控制区和海洋发展区，明确海洋功能区管理要求。

本项目位于广东省海岸带分区发展及管控规划中的雷州半岛（图 11.1.2-1），区域发展定位为：我国西南重要通道、广东临海重化工业及物流基地、与海南相向而行的国际滨海旅游半岛和国家级海洋重点保护区。支持湛江立足自身资源优势和产业基础创建现代海洋城市。拟建污水管道位于海洋发展区中的乌石工况通信用海区和乌石港-流沙港交通运输用海区，见图 11.1.2-2。登记表见图 11.1.2-3、11.1.2-4。

项目建设引起的水质变化及冲淤变化集中在项目所在区域，未扩散至周边海洋功能分区。项目建设符合所在海洋功能分区管控要求。本项目与所在海洋功能分区的符合性分析见表 11.1.2-1。

综上分析，本项目实施符合所在海洋功能分区的管控要求，与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》相符合。

11.1.3 与《湛江市国土空间总体规划（2021—2035 年）》的符合性分析

拟建污水管道海上段位于**交通运输用海区和工况通信用海区，陆上段位于城镇发展区，整条污水管道不占用农田保护区、生态保护区和生态控制区，**见图 11.1.3-1。根据前述分析，项目施工期间引起的水质变冲淤环境变化集中在项目区域，未影响周边生态保护红线；污水处理厂出水水质需达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2012，2025 年修改单）一级 A 标准、广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准较严值及《合成树脂工业污染物排放标准》（GB31572-2015，2024 年修改单）直接排放标准的较严值后，进入本项目污水排海管道；项目营运期排污混合区控制在三类区范围内，且排海污水中不含有毒有害物质。

本工程污水管道的建设将彻底解决园区废水排放瓶颈，有力支撑园区招商引资工作，为乌石片区打造大型出口加工产业基地提供基础设施保障。项目建设符合《湛江市国土空间总体规划（2021—2035 年）》要求。

11.1.4 与《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析

本项目海上污水管道位于县域国土空间总体格局规划中的“临港工业与物流板块”，以乌石镇和覃斗镇为载体，加快建设国家西部陆海新通道湛江港乌石港区，发展港口物流、临港装备制造、海洋新能源等产业。

依据园区发展规划，后续随着园区入驻企业的增加，预测污水厂最高日污水量达 4.57 万 m^3/d，远期回用模式无法消纳，急需解决广东雷州经济开发区发展

而产生的污水处理排放问题。C 园污水厂服务范围为 C 区及周边村镇，主要收集该区域的工业废水及生活污水，不含电镀废水。本项目承接污水厂达标处理的废水，项目建设有利于提高纳污范围内的污水集中处理率，助推雷州市经济实现高质量发展，与“临港工业与物流板块”的定位是相符合。因此项目建设符合《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》相关要求。

综上，本项目用海类型为污水达标排放用海，用海方式为透水构筑物、污水达标排放和海底电缆管道。项目位于海洋开发利用空间，未占用生态保护红线，已统筹考虑航行通道安全、海洋生态系统保护。本项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《湛江市国土空间总体规划（2021—2035 年）》《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》管控要求。

11.2与相关规划的符合性分析

11.2.1 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

本项目建成后需按照相关要求，编制环境风险事故应急预案，并报当地生态环境管理部门完成备案工作。一旦发生较大事故，本项目需与管委会及地方政府成立突发环境事件应急预案指挥与协调领导小组，提高应急响应效率，有效控制环境事件的扩大。

综上分析，本项目与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》相符合。

11.2.2 与《湛江市生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

本项目为经开区 C 区污水排海管道工程，将承接园区污水处理厂的达标污水，排入乌石镇近岸海域。本项目污水管道排放口位置经专题论证，排污口位置合理且已在生态局进行备案。达标污水排放混合区未超过近岸海域三类水质功能区范围，未波及周边环境敏感目标。污水管道与国控监测站位距离较远，工程建设与正常运营，对近岸海域生态环境的影响在可控范围。根据 11.1 节分析，本项目建设符合国土空间规划。本项目污水管道在施工期间，施工器械、施工船舶及施工人员产生的含油污水、生活污水及固体垃圾等均得到合理处置，做到从源头

上预防海洋生态环境破坏和环境污染。陆上管线施工采用顶管法形式，在正常情况下无土壤和地下水环境的污染环节，不会对土壤和地下水环境造成污染。

综上所述，本项目符合《湛江市海洋生态环境保护“十四五”规划》的总体要求。

11.3与“生态环境分区管控”的符合性分析

鉴于目前广东省、湛江市生态环境分区管控方案尚未正式印发，本节暂依据现有成果，分析项目建设与“三线一单”的符合性。

11.3.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目污水排海管道位于重点管控单元，其总体管控要求是以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。广东雷州经济开发区为省级经济开发区，本项目为污水排海管道，承接广东雷州经济开发区 C 区污水厂（即雷州市零碳产业园基础设施建设项目（一期））达标处理的污水。本工程污水管道建设彻底解决了园区废水排放的瓶颈问题。工程与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析见表 11.3.1-1 所示。本项目施工及运营过程均拟采取有效的生态环境保护措施和污染防治对策措施，对生态环境的影响可接受，不会突破区域环境质量底线。此外，本项目属于产业政策鼓励类项目，不属于限制或禁止准入类别，符合环境准入要求。综合分析，本项目的实施是符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求的。

11.3.2 与《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

根据《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目污水排海管道位于湛江大型产业园区雷州片区并临港产业转移集重点控制单元（ZH44088220030）

和乌石工业与城镇用海区（HY44080020002）。各管控单元的管控要求及本项目与其符合性分析见表 11.3.2-1。

11.4项目建设的产业政策符合性分析

本项目为污水排海管道，为污水处理厂配套设施，接收污水处理厂处理达标的工业废水和生活污水。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，列为鼓励类项目，属于第四十二 条第 3 点的城镇污水垃圾处理。项目管道施工采用的技术和设备均不属于国家产业目录中的限制和淘汰类。本项目未列入《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》禁止类。

此外，根据《市场准入负面清单（2025 年版）》（发改体改规〔2025〕466 号），本项目不属于禁止准入类事项，符合产业政策要求。

综合分析，本项目的建设符合国家相关产业政策要求。

11.5项目选址合理性分析

本工程为雷州市零碳产业园基础设施建设项目的污水排放管道建设，污水管道起点连接污水处理厂提升泵，管道终端位于乌石近岸海域大唐电厂重件码头西侧，海上管道长 2.57km，陆上管道长 0.66km。入海排污口设置位置已经专题研究论证，选址合理可行，且已在湛江市生态环境局完成备案（附件 2）。

根据雷州市自然资源局出具的《关于广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目用地预审和选址意见的复函》（见附件 6）及《湛江临港经济区五十片区一期控制性详细规划》，本工程海上管线布设于大唐电厂与中海油油气管道之间区域，不占用生态保护红线、自然保护区和养殖用海活动等环境敏感区；本工程陆域管线的选址不占用、跨越、穿越生态保护红线、永久基本农田等生态敏感区，陆域管线沿线的土地利用规划为防护绿地、公路用地、工业用地，陆域管线全线采用顶管法埋管，无永久占地，不影响土地的规划用途；且本工程污水排海管道选线取得当地自然资源管理部门的同意意见。

综合分析，本项目的选址是合理的。

12 环境影响评价结论及建议

12.1工程概况

广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目位于雷州半岛西侧，起点为广东雷州经济开发区污水处理厂（在建），终点为已备案排污口（排污口备案位置：109.807931°，20.499282°），主要用于输送污水处理厂达标尾水。工程规模按近期 2.5 万 m^3/d、远期 5.0 万 m^3/d 设计。尾水水质严格执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准与广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准中的较严值，污水中特征污染物包含 COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类及氟化物等。

污水管道设计总长 3.23km，其中陆上管道长 0.66km，海上管道长 2.57km。管道采用玻璃钢夹砂管（连续工艺），管径为 De1086。陆上段自污水处理厂出水提升泵房始发，采用水平顶管法工艺穿越沿岸防浪堤，以保护海堤结构安全，管道内底埋深为 1.76~3.01m；管道入海后至 WS16 段采用顶管法施工，最大限度降低施工对珊瑚礁生态的影响；WS16 至排放口段（约 543m）采用水下开挖沟槽+管段沉放法敷设，海上段内底埋深为 2.01~8.21m。污水管道终端设置扩散器及防护笼，扩散器长 70m，管径为 De600，与排海主管呈垂直相交布置。扩散器沿线竖向设置 9 根上升管，通过分散式多点射流排放，使污水在近岸海域实现快速稀释扩散。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），项目的海域使用类型为污水倾倒用海（一级类）中的污水达标排放用海（二级类）；用海方式界定为构筑物（一级类）中的透水构筑物（二级类）、其他方式（一级类）中的海底电缆管道（二级类）和污水达标排放（二级类）。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，项目的用海类型为特殊用海（一级类）中的排污倾倒用海（二级类）。本项目拟申请海域使用面积 40.0491 公顷。其中，透水构筑物用海 0.2123 公顷，海底电缆管道用海 5.4024 公顷，污水达标排放用海 34.4344 公顷。

拟申请用海范围占用海岸线 21.68m，污水管道实施需穿越人工岸线总长度约 1.086m。本项目拟申请用海期限为 50 年。

12.2工程分析结论

12.2.1 施工阶段

本工程陆域管线施工期间会产生施工扬尘、施工机械和运输车辆的燃油尾气；生活污水、顶管施工过程产生的泥水、施工场地及基坑（工作井、接收井）排水；生活垃圾、工作井、接收井施工产生的土石方、顶进施工产生的钻渣、泥浆；其他施工阶段产生的建筑垃圾以及各施工过程中施工机械、运输车辆产生的施工噪声。

本工程海上管道施工期间管道挖沟敷设过程产生悬浮泥沙、施工船舶作业过程产生含油污水、生活污水、生活垃圾及尾气；施工器械作业产生的噪声以及基槽开挖土方等。

其中，陆上生活污水产生量为 2.34m^3/d，海上生活污水产生量 3.74m^3/d，主要污染物为 COD、BOD_5、SS、氨氮、动植物油。施工期船舶生活污水由施工船方通过简易收集设备将污水统一收集后运回陆上交由相关单位合规处置；陆上生活污水经临时化粪池处理达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）中的旱作灌溉标准后用于周边农林灌溉，不得随意排放。

施工船舶产生的舱底含油污水量为 5.96t/d，不得向沿海海域排放，由工船方自行委托，铅封运回陆上交由有资质单位处置。

海上施工人员生活垃圾产生量约 45kg/d，陆上约 30kg/d，生活垃圾收集至生活垃圾收集箱，交由当地环卫部门清运处理。海上挖出土方、陆上施工产生的钻渣、泥浆经静置沉淀分离后，运至当地政府指定的弃土场进行处置。施工期间少量建筑垃圾运至当地政府定的位置进行处置或综合利用。

海上挖沟埋管过程悬浮物源强约为 2.78kg/s，悬沙增量超过 10mg/L 最大包络线范围面积为 1.624km^2，不会扩散至周边已确权渔业养殖区，对 0.0020km^2 无证养殖区带来不利影响。施工期应采取防污帘，严格控制作业范围和强度，将悬沙影响降至最低。由于施工期较短，水体中悬沙含量随施工结束将逐渐降低，恢复至原有水平。由于污水管道与周边其他环境敏感目标保有一定距离，悬沙增量

超过 10mg/L 最大包络线未扩散至周边敏感目标，施工期产生的悬沙基本不会造成不利影响。

本项目陆上施工设备噪音级约 70~95dB（A），由于陆域管线周边无声环境敏感建筑，且要求施工单位在施工场界设置高度不小于 2.5m 的施工围挡，合理安排施工时间，选用低噪声施工设备以降低施工噪声的影响。海上管道施工期噪声主要来自船舶发动机噪声和机械设备噪声，由于海上管道周边无声环境保护目标，且周边海浪的背景噪声较大，船舶航行及机械设备作业产生的噪声通过距离衰减，对周边环境基本无影响。

此外，施工期可能发生突发性事故，如施工期船舶溢油风险，主导风 48 小时油膜将扩散至周边环境敏感目标区，造成不利影响。建设单位应制定溢油应急预案，采取有效处理措施下，控制油膜扩散范围并及时清理，遏制环境风险。

12.2.2 营运阶段

本工程陆域管线沿线不设置泵站，日常运营由 C 区污水处理厂的技术人员负责管线巡检，无需单独配套管理人员，因此本工程陆域管线营运期无污染物产生和排放。营运期海上排海管道终端附近水体中污染物浓度增加，造成局部水域超标；另外污水管道敷设于海底，管道运行维护船舶将产生少量的船舶废气、噪声、船舶含油污水，运维人员也会产生少量的生活污水、生活垃圾等。

营运期排污口附近海域水体中特征污染物浓度增加，形成的污水达标排放混合区，混合区面积为 34.4344 公顷。正常工况下，污水排放影响范围有限，未波及周边生态保护红线、自然保护区、渔业用海区及典型生态系统分布海域，对周边生态环境敏感目标影响在可控范围。

管道运行维护船舶产生的含油污水、生活污水及生活垃圾均不排海，收集至陆上依据相关要求得到妥善处置。

此外，营运期可能发生突发性事故，如污水未经有效处理直接排海或污水管破裂导致，污水可能渗漏并污染周边土壤及浅层地下水环境。若泄漏点位于海上段，污水将在非预设位置（扩散器之前）溢出，对泄漏点周边局部海域水质造成突发性不利影响。

在项目建设和营运期，通过严格落实本报告提出的风险防范措施、应急处置预案以及各项生态保护要求，可有效控制环境风险。

12.3环境质量现状调查与评价结论

12.3.1 水文水动力环境

（1）潮汐特征

2024 年夏、冬季水文观测资料分析表明，调查海区潮汐类型为正规全日潮，与前人研究相同。

（2）实测海流

夏季调查海区 C2，C3 站海流呈现出旋转流特征，其他各站海流均表现为往复流的特征，主要流向为 NW~SE；大潮期的最大海流流速为 148.8cm/s，其次为 109.2cm/s，最大和最小平均流速分别为 78.5cm/s 和 24.2cm/s；中潮期的最大海流流速为 141.1cm/s，其次为 126.7cm/s，最大和最小平均流速分别为 72.3cm/s 和 20.3cm/s；小潮期的最大海流流速为 102.0cm/s，其次为 88.8cm/s，最大和最小平均流速分别为 44.2cm/s 和 15.5cm/s。最大可能潮流流速极大值均出现在 0.2H 及以上层。

冬季调查海区各层海流形态较为相似，除了 C1 站为 W~E 向外，其他各站海流方向主要为 NW~SE；大潮期的最大海流流速为 143.3cm/s，其次为 134.2，最大平均流速和最小平均流速分别为 83.4cm/s 和 22.5cm/s；中潮期的最大海流流速为 135.0cm/s，其次为 129.4cm/s，最大和最小平均流速分别为 77.0cm/s 和 22.0cm/s；小潮期的最大海流流速为 83.2cm/s，其次为 82.9cm/s，最大和最小平均流速分别为 38.6cm/s 和 13.1cm/s。近岸的 C1 站和 C3 站流速较小， C7 站流速较大。各站最大可能潮流流速大小主要呈现自表到底递减趋势，流向基本主要为 NW~SE，流向随深度变化不大。

12.3.2 地形地貌与冲淤环境

工程选址范围所属沉积物为基岩岸滩沉积区，近岸岸滩很稳定。2023 年春季项目附近海域表层沉积物调查结果显示，表层沉积物中值粒径范围为（0.0087~0.2162）mm，平均值为 0.0598mm，沉积物类型主要有含砾泥、砂、砂质粉砂、砾质泥质砂、粉砂、粉砂质砂等，其中粉砂质类型较多。路由所在调查区域内大部分区域海底较为平缓，区域内大部分海底光滑。多年海图数据对比分析显示，污水管道拟敷设区水深相对稳定，水深介于-3.0~17.1m，水底地形变化程度较小，同时管道附近海床冲淤特征不明显。

12.3.3 海水水质

2024 年春季水质调查结果显示，调查海域超标因子为活性磷酸盐，最大超标倍数为 0.23，超标率为 5%。48 个调查站位中其他监测因子的监测结果均能达标所在近岸海域环境功能区的环境保护要求，不存在超标现象，海水水质现状较好。

2024 年秋季水质调查结果显示，调查海域超标因子为无机氮，最大超标倍数为 0.22，超标率为 10%。48 个调查站位中其他监测因子的监测结果均能达标所在近岸海域环境功能区的环境保护要求，不存在超标现象，海水水质现状较好。

12.3.4 海洋沉积物

2024 年春季调查期间，该海域 24 个沉积物调查站位中有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、锌、铬、总汞和砷的含量均符合所在功能区的环境质量要求，海洋沉积物环境质量现状良好。

12.3.5 海洋生态环境

（1）叶绿素 a 和初级生产力

春季调查海域**叶绿素** *a* 含量平均值为 7.75 mg/m^3。表层平均值为 8.18 mg/m^3，底层平均值为 4.56 mg/m^3。**初级生产力**平均值为 967.007 mg·C/（m^2·d），变化范

围在（191.292~2530.836） mg·C/(m^2·d)之间。**初级生产力**平均值为 967.007 mg·C/（m^2·d），变化范围在（191.292~2530.836） mg·C/(m^2·d)之间。

秋季调查海域**叶绿素** *a* 含量平均值为 1.18 mg/m^3。表层平均值为 1.87 mg/m^3，底层平均值为 1.22 mg/m^3。**初级生产力**平均值为 94.187 mg·C/（m^2·d），变化范围在（20.038~360.357）mg·C/(m^2·d)之间。

（2）浮游植物

调查海域**浮游植物**在春季调查中共记录 4 门 5 纲 13 目 27 科 117 种。硅藻门种类最多，共 16 科 86 种，占总种类数的 73.50%；甲藻门种类次之，出现 9 科 27 种，占总种类数的 23.08%；蓝藻门出现 1 科 2 种，占总种类数的 1.71%；金藻门出现 1 科 2 种，占总种类数的 1.71%。浮游植物优势种共出现 6 种，分别为中肋骨条藻、柔弱伪菱形藻、旋链角毛藻、菱形海线藻等，其中中肋骨条藻和柔弱伪菱形藻为第一优势种。浮游植物密度平均值为 4947.344×10^3 cells/m^3，浮游植物的多样性指数平均值为 2.704，均匀度指数平均值为 0.495，丰富度指数平均值为 2.109。

调查海域**浮游植物**在秋季调查中共记录 4 门 5 纲 13 目 25 科 152 种。硅藻门种类最多，共 16 科 125 种，占总种类数的 82.24%；甲藻门种类次之，出现 7 科 22 种，占总种类数的 14.47%；蓝藻门出现 1 科 4 种，占总种类数的 2.63%；金藻门出现 1 科 1 种，占总种类数的 0.66%。浮游植物优势种共出现 8 种，分别为中肋骨条藻、尖刺伪菱形藻、海链藻属、菱形海线藻等，其中中肋骨条藻为第一优势种。浮游植物密度平均值为 4363.832×10^3 cells/m^3，浮游植物的多样性指数平均值为 3.409，均匀度指数平均值为 0.589，丰富度指数平均值为 2.663。

（3）浮游动物

调查海域**浮游动物**在**春季**调查中共记录 7 门 11 纲 20 目 32 科 70 种(包括浮游幼体 14 种)。分属栉水母、水母类、有尾类、腹足类、毛颚类、介形类、桡足类、樱虾类、枝角类、多毛类和浮游幼体 11 个类群。浮游动物优势种 10 种。分别为桡足幼体、微刺哲水蚤、针刺真浮萤、肥胖箭虫等，其中桡足幼体为第一优势种。浮游动物生物量平均值为 58.19 mg/m3，密度平均值为 103.656 ind/m3。浮

游动物多样性指数平均值为 3.243，均匀度指数平均值为 0.813，丰富度指数平均值为 2.127。

调查海域**浮游动物**在**秋季**调查中 6 门 9 纲 15 目 27 科 77 种(包括浮游幼体 14 种)。分属水母类、栉水母、被囊类、有尾类、毛颚类、介形类、桡足类、十足类、樱虾类、多毛类和浮游幼体 11 个类群。浮游动物优势种 6 种。分别为桡足幼体、毛颚类幼体、亚强次真哲水蚤、肥胖箭虫等，其中桡足幼体为第一优势种。浮游动物生物量平均值为 86.89 mg/m^3，密度平均值为 137.435 ind/m^3。浮游动物多样性指数平均值为 3.113，均匀度指数平均值为 0.719，丰富度指数平均值为 2.633。

（4）底栖生物

调查海域**大型底栖生物**在**春季**调查中共记录 7 门 9 纲 19 目 39 科 47 种。其中环节动物为主要生物群，为 18 种，占种类总数的 38.30%。大型底栖生物优势种共有 2 种，分别为模糊新短眼蟹和光滑倍棘蛇尾。大型底栖生物的平均生物量为 4.325 g/m^2，平均栖息密度为 23.387 ind/m^2。节肢动物平均栖息密度最高，为 8.387 ind/m^2，占比为 35.86%。环节动物平均生物量最高，平均生物量为 1.697 g/m^2，占比为 39.24%。大型底栖生物多样性指数平均值为 1.152，均匀度指数平均值为 0.927，丰富度指数平均值为 1.082。

调查海域**大型底栖生物**在**秋季**调查中共记录 8 门 9 纲 15 目 29 科 41 种。其中环节动物为主要生物群，为 19 种，占种类总数的 46.34%。大型底栖生物优势种共有 2 种，分别为模糊新短眼蟹和背蚓虫，其中模糊新短眼蟹为第一优势种。大型底栖生物的平均生物量为 2.223 g/m^2，平均栖息密度为 20.000 ind/m^2。节肢动物平均栖息密度最高，为 10.000 ind/m^2，占比为 50.00%。节肢动物平均生物量最高，平均生物量为 1.366 g/m^2，占比为 61.45%。大型底栖生物多样性指数平均值为 1.224，均匀度指数平均值为 0.899，丰富度指数平均值为 1.165。

（5）潮间带生物

调查海域**春季潮间带** 6 个调查断面岸相分布情况：C1、C2、C3 和 C6 断面均为礁滩断面，C5 断面为沙滩断面，C4 断面为沙滩-礁滩断面。潮间带生物共记

录 6 门 8 纲 17 目 36 科 62 种，其中包括软体动物 26 种、节肢动物 22 种、环节动物 11 种、刺胞动物、纽形动物和星虫动物各 1 种。潮间带生物优势种共有 6 种，分别为单齿螺、独齿围沙蚕、纵带滩栖螺、平轴螺等，其中单齿螺为第一优势种。潮间带生物定量调查 6 个断面的平均生物量为 108.973 g/m^2，平均栖息密度为 80.148 ind/m^2，软体动物的平均生物量和平均栖息密度最高。从水平分布来看 C4 断面生物量最高，C6 断面栖息密度最高；从垂直分布来看低潮带的生物量和栖息密度最高。潮间带 6 个断面的多样性指数平均值为 3.381，均匀度指数平均值为 0.814，丰富度指数平均值为 2.696。

调查海域**秋季潮间带** 6 个调查断面岸相分布情况：C1、C2、C3 和 C6 断面均为礁滩断面，C5 断面为沙滩断面，C4 断面为沙滩-礁滩断面。潮间带生物共记录 7 门 8 纲 20 目 41 科 78 种，其中包括软体动物 35 种、节肢动物 26 种、环节动物 13 种，刺胞动物、棘皮动物、脊索动物和星虫动物各 1 种。潮间带生物优势种共有 7 种，分别为纹藤壶、纵条矶海葵、凸加夫蛤等。其中纹藤壶为第一优势种。潮间带生物定量调查 6 个断面的平均生物量为 146.885 g/m^2，平均栖息密度为 76.889 ind/m^2，软体动物的平均生物量和平均栖息密度最高。从水平分布来看 C6 断面生物量最高，C1 断面栖息密度最高；从垂直分布来看低潮带的生物量和栖息密度最高。潮间带 3 个断面的多样性指数平均值为 3.340，均匀度指数平均值为 0.779，丰富度指数平均值为 3.118。

（7）海洋生物质量

调查海域鱼类、软体类、甲壳类生物质量基本处于较稳定状态，生体内的总汞、砷、铜、铅、镉、铬、锌和石油烃含量全部符合相应的评价标准，各项污染物指数均小于 1.0。

（8）鱼卵仔稚鱼

调查海域**鱼卵仔稚鱼**在**春季**调查中共记录鱼卵 13 种，其中包括鲈形目 8 种，鲽形目 3 种，鲱形目 2 种,；仔稚鱼 14 种，其中包括鲈形目 10 种，鲱形目 2 种，鲀形目和银汉鱼目各 1 种。调查区域垂直拖网的鱼卵平均密度为 5.416 ind/m^3；仔稚鱼平均密度为 0.513 ind/m^3。常见鱼卵仔稚鱼为鳀科、鳢科和鲹科等。

调查海域**鱼卵仔稚鱼**在**秋季**调查中共记录鱼卵 14 种，其中包括鲈形目 10 种，鲽形目、鲱形目、鲀形目和鳚形目各 1 种；仔稚鱼 10 种，其中包括鲈形目 6 种，鲱形目 3 种和鳚形目 1 种。调查区域垂直拖网的鱼卵平均密度为 0.544 ind/m^3；仔稚鱼平均密度为 0.112 ind/m^3。常见鱼卵仔稚鱼为鳀科、笛鲷科和鲹科等。

（9）游泳生物

调查海域**游泳动物**在**春季**调查中共记录 3 门 4 纲 20 目 73 科 214 种，其中：鱼类 132 种，虾类 29 种（其中虾蛄类 9 种），蟹类 42 种，头足类 11 种。游泳动物优势种共 1 种，为须赤虾。平均总尾数渔获率为 262 ind/h，平均总重量渔获率为 3.949 kg/h。平均尾数资源密度为 36.843×10^3 ind/km^2；平均重量资源密度为 549.408 kg/km^2。经济种平均尾数资源密度为 26.985×10^3 ind/km^2，平均重量资源密度为 357.235 kg/km^2，主要经济种类为黑口鰕、短吻鳐和远海梭子蟹等。游泳动物的多样性指数平均值为 3.959，均匀度指数平均值为 0.753，丰富度指数平均值为 4.728。

调查海域**游泳动物**在**秋季**调查中共记录 3 门 4 纲 19 目 69 科 198 种，其中：鱼类 122 种，虾类 33 种（其中虾蛄类 10 种），蟹类 32 种，头足类 11 种。游泳动物优势种共 1 种，为须赤虾。平均总尾数渔获率为 271 ind/h，平均总重量渔获率为 5.590 kg/h。平均尾数资源密度为 30.404×10^3 ind/km^2；平均重量资源密度为 635.736 kg/km^2。游泳动物的多样性指数平均值为 3.838，均匀度指数平均值为 0.744，丰富度指数平均值为 4.445。主要经济种类为尖嘴魟、丝鳍海鲇、须赤虾、鹰爪虾、长蛸等。

12.3.6 陆域生态

本次生态影响评价范围的工业活动频繁，区域生态受到较强的人为干扰影响，评价范围内的植被以亚热带常见的细叶桉群系和鬼针草群系为主，生态质量总体水平相对较低，但植物群落净生产量属于中等水平，且南亚热带的植物种类较为丰富，只要采取合适的措施和手段，区域生态环境状况较容易恢复，故具有恢复良好生态环境的优越条件。而评价范围的生态环境质量对适应地面和森林活动的

哺乳动物并不友好，但对昆虫类、爬行类、两栖类以及少量鸟类的影响相对较小。本次生态调查未发现重点保护及珍稀濒危野生动植物和重点保护古树名木。

12.3.7 典型海洋生态系统

（1）海草床

历史海草资源调查结果显示，雷州海草地方级自然保护区范围内**未见海草分布**。但在保护区附近近岸、水深小于 5m 的海域，因光照条件良好，发现有海草分布，该分布区与本项目最近距离约为 2.9km。

（2）珊瑚礁

项目所在海域共发现造礁石珊瑚分布面积 214.60 公顷，其中南部海区分布面积 96.99 公顷，中部海区 79.43 公顷，北部海区 38.18 公顷，造礁石珊瑚整体呈零星分布于 4 m 以浅礁石区，不连成片。活珊瑚覆盖率范围为 4.0~5.6%，平均为 4.6%，硬珊瑚补充量平均密度为 4.0 ind/m^2。珊瑚死亡、白化和病害情况较少。

本项目污水管道以顶管方式穿越珊瑚礁分布区下方底土，穿越长度为 360m，污水排放口与珊瑚礁分布区最近距离为 0.8km。

（3）红树林

历史红树林资源调查结果显示，工程东南侧那澳湾海域分布有红树林，群落结构相对简单，主要由白骨壤、桐花树及海漆等本土红树品种组成，呈稳定型群落，距本项目最近距离约 3.9km。

12.3.8 地表水环境

根据监测数据可知，平南水库灌渠水质能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的III类标准要求。

12.3.9 声环境

根据监测数据可知，本工程陆域管线沿线的声环境质量满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准要求。

12.3.10 大气环境

根据《湛江市生态环境质量年报简报（2024 年）》，2024 年湛江市属于环境空气质量达标区，本工程所在区域的环境空气质量较好。

12.3.11 地下水环境

根据监测数据可知，本工程所在区域的地下水检测结果均符合《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，区域地下水水质良好。

12.3.12 土壤环境

本工程所在区域的土壤环境监测点的土壤环境质量符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）)第二类用地筛选值，区域土壤环境质量良好。

12.4环境影响预测分析与评价结论

12.4.1 水动力环境影响分析

本工程污水管道采用顶管法和沉管法施工方式，由沿岸防浪堤伸向大唐电厂重件码头西南侧的排污口，海上沉管段长约 0.54km，开挖的素填土、粉质粘土层海底基槽将回填粗砂和碎石，在水流作用下海底地形将自然恢复到原有的情况。污水管道及扩散器主管位于海床 1m 以下，扩散器的上升管出露海床，上升管管径为 600mm，共 9 根，对海底海流的影响微不足道。污水管道营运后，近期污水排放量为 2.5 万 m^3/d，即 0.289 m^3/s，远期污水排放量为 5 万 m^3/d，即 0.578 m^3/s，且排污口终端设有扩散器，对水动力的影响都很微弱。

12.4.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

本工程污水管道陆上段 660m，海上段 2.57km。陆上段施工采用顶管方式，施工结束将对各类井室及路面恢复，管线穿越段对地表植被原貌改变极小，陆上施工结束后将采取有效的复垦恢复措施，尽量恢复到施工前状态；海底管道登陆

点附近为防浪堤，亦拟通过顶管方式穿越防浪堤，接收井与工作井布设位置远离堤肩、堤脚，不会对岸滩造成明显改变。

本工程海上管道敷设采用“顶管法+沉管法”组合工艺。施工期间，顶管泥水排放及沉管基槽开挖、回填作业将引起局部海域悬浮物浓度短暂升高，对周边水环境产生一定扰动影响。沉管段敷设完成后，将及时采用沙土进行机械回填，恢复海床原有地形高程，不改变该海域的整体水动力条件与冲淤格局，区域地形地貌基本保持稳定。总体而言，本项目建设对海底的冲淤环境影响很小。

12.4.3 水环境影响分析

本工程海上污水管道入海至 WS16 段采用顶管法工艺，WS16 至排放口段采用挖沟埋设工艺。顶管法施工期间产生的废浆、废水经泥水分离系统处理后循环利用，分离出的干土及废弃泥浆全部运至陆上合规场地处置，严禁直接排入周边海域，对水环境影响较小。挖沟埋设施工期间，基槽开挖与回填作业将导致局部海域底质再悬浮，产生悬浮泥沙，短期内引起周边水体浊度升高、透明度下降，对局部海洋水质及底层生态环境造成一定程度的扰动。数值模拟结果显示，管道施工产生的悬沙扩散主要在管道两边，大于 100mg/L 高浓度区垂向范围最大包络线面积为 0.107 km^2，而 10mg/L 浓度区主要随涨落潮往四周扩散，最大包络线覆盖范围为 1.624km^2。施工单位在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区周围的浑水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制悬沙扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程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（6 个小时以内）也就结束。施工期船舶含油污水、生活污水及生活垃圾均不排海，收集上岸后交由有资质单位进行处理。施工期不会对所在海域的海水水质产生影响。

工程营运期正常工况下，排污口附近海域水体中特征污染物浓度增加，会形成达标排放混合区。根据主要特征污染物扩散数值模拟结果，各污染因子超过三类水质目标限值的最大平面范围为 34.4344 公顷，超标范围控制在三类功能区范围内。

12.4.4 沉积环境影响分析

由沉积物调查和评价结果可知，调查区域内所有监测站点的沉积物质量分级均为良好。因此，管线区悬沙向周围海域扩散、迁移后，不会改变周围海域沉积物的特征。管线铺设结束后，将进行回填，恢复原有地貌，重新建立与周围海域相似的沉积物环境。

在长期排污累积作用下，污水中残留的锌等重金属易被悬浮泥沙吸附并沉降至海床表层，导致排污口附近沉积物重金属含量不断攀升。底质环境的恶化直接威胁底栖生物生存，底栖生物通过摄食和呼吸途径持续吸收环境中的重金属，产生强烈的生物富集现象，致使其体内重金属浓度远高于周围水环境。

12.4.5 海洋生态环境影响分析

污水管道敷设施工将造成栖息于此的底栖生物量的损失，部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类也将因为躲避不及而被损伤或掩埋。施工产生的悬浮物对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼也将产生一定的影响。

污水管道营运期达标排放下，营运期废水排放导致局部水域产生高浓度场，对海洋生态产生损害影响。

经计算，本项目施工产生的悬浮物增量将造成生物资源损失为：9.59×10^6 粒鱼卵、0.53×10^6 尾仔稚鱼和 28.2kg 游泳生物。本项目营运期废水排放造成的生物资源损失为：8.05×10^6 粒鱼卵、0.45×10^6 尾仔稚鱼和 25.45kg 游泳生物。本项目应及时采取生态补偿措施，将可能对生态环境产生的影响降至最低。

12.4.6 陆域生态环境影响分析

本工程为污水排海管道建设工程，无永久占地，工程建成后，对临时占地进行复原，不会改变其土地利用类型，也不会影响土地的规划用途，工程建设对陆域评价范围内的土地资源基本没有影响。

由于本工程施工临时占地整体呈现点状分布，施工扰动区域面积很小且分散，工程建设对野生动物的影响不显著。临时用地范围主要占用的植被为草地、养殖坑塘周边的草本植被，群落的优势种为鬼针草。工程施工期较短，只要严格落实

植被恢复措施，受影响的植物物种及植物群落将在工程施工结束后短期内得到有效恢复。

12.4.7 声环境影响分析

市政污水管道等线路工程由于施工活动区较窄，施工边界处一般难以达到《建筑施工噪声排放标准》（GB12523-2025）标准限值要求，但本工程陆域管线周边无声环境敏感建筑，本评价要求施工单位在施工场界设置高度不小于 2.5m 的施工围挡，合理安排施工时间，避免夜间作业，建议施工单位应选用低噪声施工设备，进一步降低施工噪声对周围声环境质量的影响。本工程施工期是短期、暂时的，随着施工期的结束，本工程建设对陆域声环境的影响也会随之消失。

12.4.8 大气环境影响分析

本工程施工产生的施工扬尘和施工机械、车辆、船舶排放的燃油尾气虽然会对大气环境造成一定的影响，但在采取洒水防尘措施、注意做好施工机械、车辆和船舶的维修和保养工作，严禁燃用高污染燃料等，本工程施工期的大气污染物排放量较少，通过大气扩散稀释后对周围环境空气质量影响并不明显，且本工程施工期是短期、暂时的，随着施工期的结束，对大气环境的影响也会随之消失。

12.4.9 陆域地表水环境分析

本工程施工过程中产生的生活污水、泥水以及施工场地、基坑排水的水量较少，且本工程施工期短暂，在严格按照上述各项废水处置要求，落实污废水防治措施工作后，本工程施工期不会对周边地表水环境产生不利影响。

12.4.10 土壤和地下水环境分析

建设单位在建设阶段应做好管道选材工作，选用符合国家质量标准要求、抗压性、耐腐蚀性等物理性能较好的材料，并选择合适的施工工艺，这能从源头上杜绝污水渗漏污染土壤和地下水环境。本工程营运期，在正常情况下无土壤和地下水环境的污染环节，不会对土壤和地下水环境造成污染，本工程建设对土壤和地下水环境无明显影响。

12.4.11 固体废物环境影响分析

在严格采取相关环保措施后，可确保施工期间产生的生活垃圾、土石方、钻渣、泥浆、建筑垃圾等固体废物得到有效处置，对周边环境的影响可以接受。

12.4.12 对环境敏感保护目标的影响分析

（1）生态保护红线

本项目施工过程产生的悬浮泥沙不会扩散至附近海洋生态红线区，营运期污水达标排放用海范围与周边生态保护红线最近距离为 0.84km，也未扩散至周边生态保护红线区，营运期污水正常排放对周边生态保护红线的影响很小。

本项目施工期和营运期可能发生突发性事故，如施工期船舶溢油风险和污水事故排放风险。根据溢油风险预测结果，夏季、冬季主导风涨落潮 48 小时油膜将扩散至周边生态保护红线区，会对生态保护红线造成不利影响。由于船舶碰撞产引发溢油事故的概率很小，且建设单位在施工前将编制污水排海管道施工期溢油应急预案，在采取有效处理措施下，将溢油环境风险造成的危害降低到最小。

因此，在项目建设和营运期，通过严格落实本报告提出的风险防范措施、应急处置预案以及各项生态保护要求，可有效遏制环境风险。在此前提下，本项目实施对周边生态保护红线的影响很小。

（2）自然保护区

本项目施工阶段的污水管道挖埋期间所产生的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的分布未进入保护区，因而对其不利影响很小。

项目施工期施工船舶及机械设备产生的噪声主要集中在管线所在海域，施工期产生的噪声对海洋哺乳动物影响有限。

施工船舶碰撞发生溢油事故时，溢油将扩散至自然保护区，对保护区造成影响。如果防范措施和应急措施得当有效，溢油事故对保护区的影响是可控的。

本项目污水排海后，在排污口附近海域形成面积为 34.4344 公顷的排污混合区，混合区内水体污染物浓度虽存在超标现象，但受海流稀释扩散作用影响，污

染物浓度随远离排污口呈梯度衰减，超标水体边界未触及自然保护区，营运期污水排海对保护区的海洋生态环境影响较小。

针对潜在的溢油及污水非正常排放等环境风险，在严格落实本报告提出的各项污染防治、风险防范措施及应急预案的前提下，项目建设对保护区的生态环境影响处于可接受范围内。

（3）养殖活动

本项目施工期挖沟埋管产生的悬浮泥沙增量 10mg/L 最大包络线覆盖周边养殖区域，影响范围很小，仅为 0.02 km^2。

营运期排污混合区边界未扩散至周边养殖水域，正常工况下污水排放影响范围有限，对养殖活动无不利影响。本项目污水管道登陆点陆侧有几处高位养殖，通过取水管取水，由于本项目登陆段采用顶管工艺，对陆上养殖基本无影响。

（4）三场一通道

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区和二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区，项目施工期对其影响主要是扩散器和管道挖沟产生的悬浮物。营运期正常排污情况下，污染物浓度增量对海洋水产资源产生急性致死作用的范围和程度很小。

项目施工引起的悬沙扩散对幼鱼幼虾保护区及繁育场的影响是短暂的，会随着工程结束而结束。另外，本项目可采取适当的生态补偿措施予以恢复。

（5）广东大唐国际雷州电厂 2×1000MW“上大压小”工程取水口

本项目与广东大唐国际雷州电厂 2×1000MW“上大压小”工程电厂取水口较近，施工期悬浮物浓度增量包络线进入取水口取水范围，对取水口水质产生一定影响。

（6）国控水质监测点

本项目评价范围内有 1 个水质国控监测点（GDN07014），与本项目距离约 9.1km，距离较远。本项目施工期悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大包络线不会扩散至附近的国控水质监测点，营运期污染物排放范围均未波及周边国控水质监测站位，基本不会引起过国控监测点所在海域水质发生明显的变化。

（7）典型生态系统

工程海域存在连片珊瑚礁分布。考虑到珊瑚生长对水体透明度和水质高度敏感，易受悬浮物及营养盐变化影响，本项目在穿越珊瑚礁区域时采用顶管法于底土下方掘进，以物理隔离避免扰动；其余远离珊瑚礁管段采用沉管法。预测结果表明，沉管法施工产生的悬浮物扩散范围，以及营运期污水达标排放的影响范围，均严格控制在珊瑚礁分布海域之外，不会对珊瑚生境产生不利影响。

项目东南侧约 2.9km 处有海草床分布，数模预测表明，施工期悬浮泥沙增量（>10mg/L 最大包络线）及营运期排污混合区，均未扩散至海草保护区及周边海草生长区。因此，本项目的建设与运营不会对海草床典型生态系统产生不利影响。

项目周边海域有红树林分布，数模预测表明，施工期悬浮泥沙增量（>10mg/L 最大包络线）及营运期排污混合区，均未扩散至红树林分布区，不会对红树林典型生态系统产生不利影响。

12.5环境风险评价结论

本工程施工期施工船舶如发生碰撞事故，船舶燃油舱中装载的燃油将进入海域，会对周边环境敏感区造成较大影响。生产运行阶段事故工况超标污水进入海域，将导致广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区东南局部海域底层活性磷酸盐出现超标（不符合一类海水水质标准）。

本工程建设的污水排海管网一旦出现管壁破裂、接口缝隙变形等，均会导致管道内部与外部环境连通，污水会渗出管道，若地下水位低于管内污水水位，污水会通过破损处进入外部土壤，造成土壤污染，进而造成地下水污染，影响生态环境。

在严格落实本报告提出的环境风险方法措施及应急处置措施的前提下，本工程环境风险在可控制和可接受范围。

12.6环境影响经济损益分析

本项目具有明显的环境效益，园区污水经污水处理厂处理后，通过污水管道将达标污水排放至乌石镇近岸海域，利用海水水动力条件及扩散器装置，将污水中特征污染物浓度尽快稀释，消纳了陆域园区污水，同时使污水排放海域生态环境影响在可控范围；社会效益显著，污水排海管道的建设为园区招商引资、企业入驻提供基本支撑，有利于促进雷州经开区及雷州市经济发展。本项目在建设过程中会造成渔业资源和海洋生态等方面的环境损失，但其主要发生在施工期，且可通过补偿措施进行恢复。

从环境经济损益综合分析，本项目环境效益远大于损失，环境、社会、经济效益明显。

12.7项目建设环境可行性

本项目建设符合国家产业政策要求，项目建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《雷州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求，符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《广东省近岸海域环境功能区划》的海域使用管理和环境保护要求，对周边功能区的影响很小。

同时，本项目的建设也符合“三线一单”的要求，符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《湛江市生态环境保护“十四五”规划》等相关规划的要求。

12.8公众意见采纳情况

根据《中华人民共和国生态环境法典》《建设项目环境保护管理条例》和《环境影响评价公众参与办法》等有关规定，为切实提高公众对广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目的了解程度，全面反映周边公众对广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目建设的可接受程度，收集公众意见，为工程建设营造和谐稳定的社会环境，广东雷州经济开发区管理委员会在当地相关部门的大力支持下，

采取网络平台公示、报纸公示、张贴公告公示等方式公开征求了公众对广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目建设的意见和建议。

2025 年 12 月 8 日，建设单位广东雷州经济开发区管理委员会在“雷州市人民政府网址”网站对本次环境影响评价工作进行了首次公示。2026 年 7 月 24 日~8 月 7 日，征求意见稿在“雷州市人民政府网站”进行第二次网站公示，在污水处理厂、大唐电厂陆域终端、中海油陆域终端及乌石镇人民政府等项目附近进行张贴公示，同时在项目所在地湛江发行量较大有一定影响力的“南方都市报”进行报纸公示，公示日期分别为 2026 年 7 月 27 日及 2026 年 8 月 3 日。2026 年 9 月 14 日，建设单位向生态环境主管部门报批环境影响报告书前，通过建设项目所在地相关政府网站“雷州市人民政府网站”官网公开拟报批的环境影响报告书全文和公众参与说明。项目公示期间，未收到公众意见，无需对公众意见进行处理。

建议建设单位在后续建设过程中，严格落实环境保护措施，并积极开展宣传教育工作，妥善处理和解决公众关心的问题，争取获得更大的支持和理解。

12.9综合结论

本项目为污水排海管道工程，符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。工程区域目前环境质量状况良好，虽然本工程建设可能会对周边海域的海水水质及生态环境等产生一定的影响，但本报告提出了相应的环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施。评价认为：在建设单位认真落实报告书中提出的各项污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施的前提下，工程建设所造成的环境影响和生物资源损失在可接受的范围内，从环境影响和环境保护的角度考虑，广东雷州经济开发区污水排海管道建设项目建设总体可行。

12.10 建议

（1）鉴于项目陆上管道与乌石油田群 5 条海缆存在交越，施工单位须在开工前精确探明交越位置，据此优化施工路径与工艺。建议制定专项保护方案，严

格控制施工安全距离，采取人工开挖等保护性施工方式，严防机械施工破坏，确保海缆运行安全。

（2）建设单位应认真落实本报告书提出的各项环保措施和污染防治措施，认真执行环保措施“三同时”制度，力争将项目建设对环境造成的不利影响降至最低。

（3）认真执行建设项目环境影响跟踪监测制度，发现问题，及时采取补救措施，并上报有关管理部门，必要时应停止施工和运营。

（4）为防范管道破裂或事故工况下超标污水排放对陆域土壤及海域生态造成的不利影响，建设单位须加强设施维护与监测，建立常态化巡查机制。同时，应制定完善的事故排放应急预案，落实风险防控措施，确保区域生态环境质量不受损害。

（5）施工单位应根据作业需要划定施工作业安全区，并结合珊瑚礁分布区及中海油乌石油田群权属范围划定禁止抛锚区，严防施工作业对周边海底管道及珊瑚礁造成破坏。

（6）顶管法工艺穿越珊瑚礁段，应严格控制顶进速度和注浆、补浆关键参数，将施工引发的海床竖向变形控制在厘米级别，降低对珊瑚礁分布区地层的影响。