

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程
(重大变动) 环境影响报告书
(征求意见稿)



厦门蓝海绿洲科技有限公司

Xiamen Ocean Oasis Sci-Tech

福建 厦门

2022年5月

目 录

概 述.....	5
一、项目由来.....	5
二、工程环境影响评价过程.....	9
三、相关分析判定情况.....	11
四、关注的主要环境问题及环境影响.....	14
五、环境影响报告书主要结论.....	15
第一章 总 论.....	19
1.1 编制依据.....	19
1.2 环境影响识别与评价因子筛选.....	22
1.3 环境功能区划和评价标准.....	23
1.4 评价等级及评价范围.....	33
1.5 主要环境保护目标.....	38
第二章 建设项目工程分析.....	42
2.1 所服务污水处理厂概况及排污口、管道路由选化.....	42
2.2 本工程概况.....	56
2.3 施工方案.....	71
2.4 工程建设的污染源和影响源分析.....	89
2.5 项目建设环境可行性分析.....	97
第三章 环境现状调查与评价.....	111
3.1 自然环境现状调查与评价.....	111
3.3 环境保护目标调查.....	127
3.4 区域污染源调查.....	132
3.5 海域开发利用现状.....	132
第四章 环境影响预测与评价.....	140
4.1 水文动力环境影响预测与评价.....	140
4.2 地形地貌与冲淤环境影响分析.....	149
4.3 水环境影响预测与评价.....	159
4.4 海洋沉积物环境影响预测与评价.....	182
4.5 海洋生态环境影响预测与评价.....	183
4.6 大气环境影响分析与评价.....	192
4.7 声环境影响分析与评价.....	194

4.8 固体废物环境影响分析与评价	195
4.9 对海域敏感目标的影响分析	195
4.10 工程建设对陆域生态影响分析	204
第五章 环境风险评价	205
5.1 项目环境风险分析	205
5.2 环境敏感目标	206
5.3 环境风险潜势判断	206
5.4 施工期施工船舶事故溢油环境风险	207
5.5 排海管破裂或断裂的风险	217
5.6 尾水事故排放风险	226
5.7 台风、风暴潮对工程的风险分析	231
5.8 管道破损风险分析	231
第六章 环境保护对策措施及其可行性论证	232
6.1 施工期环境保护措施与对策	232
6.2 运营期环境保护措施与对策	237
6.3 风险事故防范与应急措施	238
第七章 环境影响经济损益分析	242
7.1 环境经济效益分析	242
7.2 环境经济损失分析	244
7.3 环境保护投资估算	244
7.4 环境保护的技术经济合理性	245
第八章 环境管理与环境监测	246
8.1 污染物排放清单	246
8.2 总量控制	247
8.3 环境管理	247
8.4 环境监理要求	249
8.5 环境监测计划	254
8.6 建设项目竣工环境保护验收	255
第九章 环境影响评价结论	257
9.1 工程概况	257
9.2 工程建设的主要生态及环境问题	257
9.3 环境质量现状调查与评价结论	257
9.4 环境影响预测与评价结论	261

9.5 公众意见采纳情况	265
9.6 环境保护措施	265
9.7 环境影响经济损益分析结论	267
9.8 环境管理和环境监测计划	267
9.9 总结论	268
9.10 建议	268

概述

一、项目由来

(1) 建设必要性

“泉州芯谷”南安高新技术产业园区位于南安石井镇境内，总规划面积 33.304km²，将秉承“港产城融合”的发展理念，按照半导体核心产业区、芦青科教区、综合物流区、滨海总部花园、中央商务区、后井生态休闲区和滨海运动度假区等功能分区布局，致力建设一个生态、智慧、健康、人文的滨海产业都市。

根据福建（泉州）半导体产业发展实施方案，福建（泉州）半导体高新园区规划打造三大产业集群，石井园区或将成为未来高新园区核心区。以化合物半导体的晶圆制造环节为切入点，化合物半导体元器件为重点方向，集聚上下游产业链企业，近期将以晶圆制造、化合物半导体元器件为核心重点发展方向。项目建成后将成为连接海峡两岸、具有较强产业竞争力和国际影响力的科技创新中心。

为集中处理南安市沿海片区的工业废水和生活污水，目前“泉州芯谷”南安高新技术产业园区周边已建污水处理厂三座（南安市电镀集控中心污水处理厂、南翼污水处理厂、“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂），规划建设一座生活污水处理厂（南安市石井镇生活污水处理厂），总计四座。“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及周边污水处理厂位置示意图见图 2.1-1。

目前，“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及周边污水处理厂尾水去向存在问题：①南安市电镀集控中心污水处理厂的尾水暂时排入安海湾临时排污口，根据《泉州市生态环境局关于南安市电镀集控中心尾水排海工程过渡期临时排污口延期使用的函》临时排污口延期使用年限至 2021 年 12 月 31 日；②南翼污水处理厂的尾水重力流临时排入院下溪，根据《泉州市南翼污水处理厂近期工程（3 万 m³/d）环境影响技术审查会专家复审意见》：“项目排污口选择在院下溪环境容量有限，而目前引管至安海湾湾口尚有困难，院下溪只能作为临时排污口，污水处理厂超过 3 万 m³/d 处理能力时应引至安海湾口。”；③“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂利用尾水湿地公园作为过渡性措施临时排放，污水厂出水经人工湿地进一步净化后，就近排入老港溪作为生态景观补水。根据《“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工艺污水处理厂尾水湿地公园环境影响报告表》，尾水湿地公园的设计日处理能力为 2.5m³/d。

综上，基于尾水湿地公园的日处理能力有限、已备案的临时排污口即将到达排放

年限，且后续延期较困难等，以及尾水对环境影响的程度考虑，统筹开展南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放是非常必要的。

（2）项目由来

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程（以下简称“本工程”）于 2020 年 11 月开展环境影响评价工作，并于 2021 年 7 月取得《泉州市生态环境局关于南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程环境影响报告书；的批复》（泉南环评[2021]书 8 号）（见附件 1）。原环评批复建设内容包括：新建两条并行 D1016mm 钢制海底管道，管道中心线间距约 30m，设计污水输量为 16 万 m³/d，设计压力 1.0Mpa，管道终端设置两座扩散器，海底管道单根长度约 10.5km，单座新建扩散器长度约 149m；海底管道路由下海点位于南安市石井海峡科技生态城 3 号地块南侧海域，终点位于围头湾中部海域石井航道西南侧，位置见图 1，建设内容见表 1。

2021 年 9 月泉州市自然资源和规划局按有关规定，就本工程用海征求相关部门意见期间，晋江市人民政府认为该排污口临近晋江市海域，会制约晋江市海洋经济高质量发展，影响群众生产生活等，并提出将排污口向西北侧外移或进一步向南侧外移至围头湾外海海域。

2022 年 3 月，泉州市人民政府组织召开南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程的专题协调会，并形成《关于南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程的会议纪要》（泉州市人民政府专题会议纪要[2022]14 号）（见附件 2），会议明确：原则同意南安市研究论证后提出的排放口调整方案，并要求 2022 年 12 月底前完成任务。

本工程发生变动后其性质、生产工艺与原环评批复一致；规模及地点有变动，具体变动见表 1。

根据“关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知”（环办环评函[2020]688 号），本工程涉及变动的内容为：排污口位置向西南侧调整直线距离 1.13km，属于地点重新选址，因此，界定为重大变动。

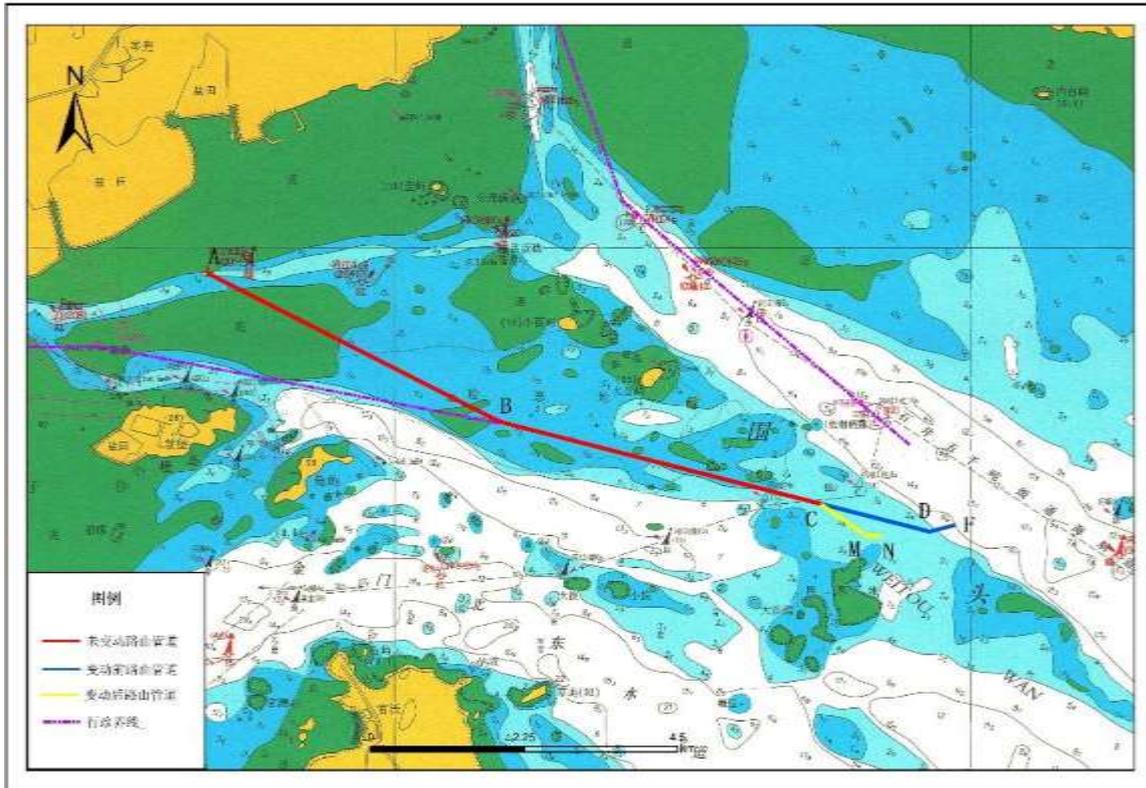


图 1 变动前后项目位置关系图

表 1 本工程原环评批复和变更后的工程组成对比一览表

序号	项目	原环评批复方案	变更后方案	变动情况	是否属于重大变动	
1	规模	新建两条并行 D1016mm 钢制海底管道，设计污水输量为 16 万 m ³ /d，管道终端设置两座扩散器，海底管道单根长度约 10.5km，单座新建扩散器长度约 149m	新建两条并行 D1016mm 钢制海底管道，设计污水输量为 16 万 m ³ /d，管道终端设置两座扩散器，海底管道单根长度约 10.5km，单座新建扩散器长度约 149m	路由管道缩短 2.2km（单根管道缩短 1.1km）	不属于	
2	地点	下海点	位于南安市石井海峡科技生态城 3 号地块南侧海域（南安已划定海域）	下海点位于南安市石井海峡科技生态城 3 号地块南侧海域（南安已划定海域）	不变	不属于
		终点	位于围头湾中部海域石井航道西南侧	排放口向西南侧调整直线距离 1.13km，其中向西侧偏移 1.125km，向南侧偏移 0.133km	排污口位置向西南侧调整直线距离 1.13km	属于

本工程作为“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及沿海片区的配套污水排放管道工程，将所衔接的污水处理厂处理后的尾水集中输送至海上排污口排放。南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程前期工作成果完成情况见表 2。

表 2 本工程前期工作成果汇总一览表

前期工作	重大变动前		重大变动后	
	时间	内容及成果	时间	内容及成果
排污口选化及备案	2019年3月	排污口选化并报泉州市生态环境局排污口备案（泉环评函[2019]18号，附件2）	2022年4月	完成排污口（调整）位置备案登记，备案号为：泉排 污 口[2022]002号，原备案（排污口备[2019]001号）作废，附件15
	2020年9月	排污口优化调整后，取得主管部门排污口备案（泉环水函[2020]23号，附件3）；排污口备案号为：排污口备2019]001号		
项目立项及工程设计	2020年9月	初步设计通过评审（南发改投[2020]181号，附件5）		
路由勘察	2021年1月	取得自然资源部东海局批复意见（自然资东海办函[2021]6号，附件7）		
海域使用论证	2021年7月	取得工程用海的预审意见（泉资规函[2021]351号，附件8）		
环境影响评价	2021年7月	取得环评批复文件（泉南环评[2021]书8号，附件14）		

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》等法律法规的有关规定，泉州市南翼置业发展集团有限责任公司委托厦门蓝海绿洲科技有限公司开展南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程（重大变动）环境影响评价工作（附件1）。本单位结合现场勘测、外业调查、数值模拟计算、搜集分析现有资料及相关专题论证的基础上，编制完成了《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程（重大变动）环境影响报告书（送审稿）》，供建设单位上报主管部门审查。



图 1 工程地理位置图

二、工程环境影响评价过程

根据生态环境部办公厅“关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知”（环办环评函[2020]688 号），本工程为重大变动，涉及的重大变动为排污口位置重新选址，因此应重新报批环境影响评价报告书。

本次评价内容为南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程海域段施工期及运营期的环境影响，以及穿越海堤约 80m 的陆域管段的环境影响，工程建设规模为污水排放量 16 万 m^3/d (2×8 万 m^3/d) 的永久排放管工程，本工程海域段单根管道长度约 10.5km，单座扩散器长度 149m。本工程入海排污口已完成备案。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》的要求，本工程位于围头湾（半封闭海域），属于涉及环境敏感区的海底管道工程及排放工业废水与生活污水的排海工程，需编制环境影响报告书（见表 1）。

表 1 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》

环评类别 项目类别	报告书	报告表	登记表	本栏目环境敏感区含义	本工程
五十四、海洋工程					
152 海底隧道、管道、电（光）缆工程	海底隧道工程；挖沟埋设单条管道长度20公里及以上的海上和海底电（光）缆工程、海上和海底输水管道工程、天然气及无毒无害物质输送管道工程；长度1公里及以上的海上和海底有毒有害及危险品物质输送管道等工程； 涉及环境敏感区的海底管道、电（光）缆工程	其他（海底输送无毒无害物质的管道及电（光）缆原地弃置工程除外）	海底输送无毒无害物质的管道及电（光）缆原地弃置工程	第三条（一）中的自然保护区、海洋特别保护区；第三条（二）中的除（一）外的生态保护红线管控范围，海洋公园，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生长繁殖地， 封闭及半封闭海域	项目位于围头湾海域；两根管道长度均约10.5km，扩散器长均为149m
159 排海工程	低放射性废液排海； 污水日排放量10万立方米及以上的城镇生活污水排污管道工程；日排放量0.5万立方米及以上的工业废水排放工程	其他	/	/	废水日排放量16万 m ³

本次环评主要分为以下三个阶段：

第一阶段：建设单位于 2022 年 4 月 28 日委托评价单位开展环评工作。评价单位接受委托后，根据建设单位提供的工程相关资料，判断工程建设是否符合国家和地方有关法规、政策及相关规划，判定项目的环境影响评价类型，并进行初步的工程分析，开展初步的环境现状调查，进行环境影响因素识别及评价因子筛选，明确评价重点和环境保护目标，确定评价工作等级、评价范围和标准，并制定工作方案。

第二阶段：进行评价范围内的环境状况调查、监测与评价，了解环境现状情况；通过过程分析和类比调查，厘清项目建设内容及规模，分析工程施工期及运营期的环境影响因素、污染类型及排污方式，确定主要污染源、主要污染物和排放强度，并预测与评价污染物排放对环境的影响程度和范围，提出相应的污染防治措施。

第三阶段：对本工程拟采取的环保措施可行性、有效性进行论证，提出相应的优化调整建议，给出工程建设环境可行的结论，并于 2022 年 5 月编制完成《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程（重大变动）环境影响报告书（送审稿）》。

本工程评价技术路线见图 2。

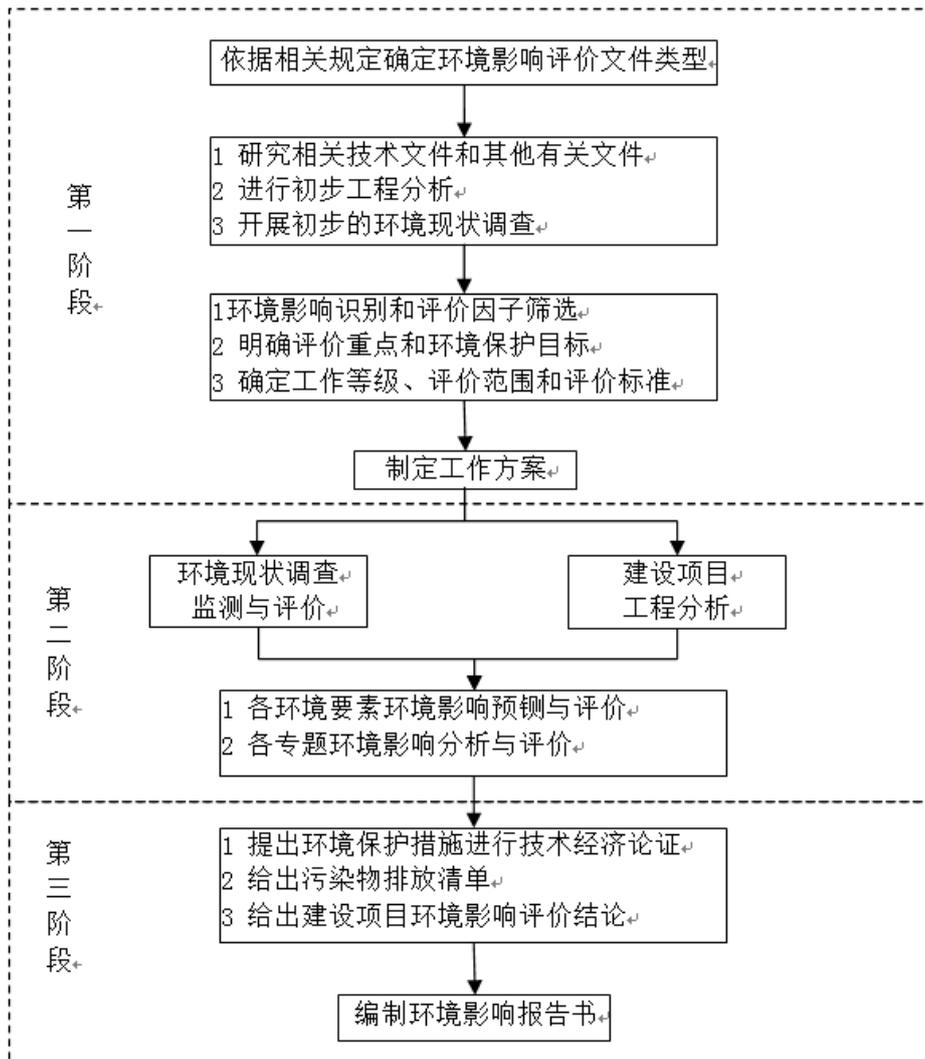


图 2 评价技术路线框图

三、相关分析判定情况

(1) 产业政策符合性分析

本工程属于国家发展与改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的鼓励类产业“城市基础设施”行业中“9、城镇供排水管网工程……”。因此，拟建项目符合国家产业政策的要求。

(2) “三线一单”符合性分析

根据《泉州市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（泉政文〔2021〕50 号），“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单”，泉州市环境管控单元图见图 3。

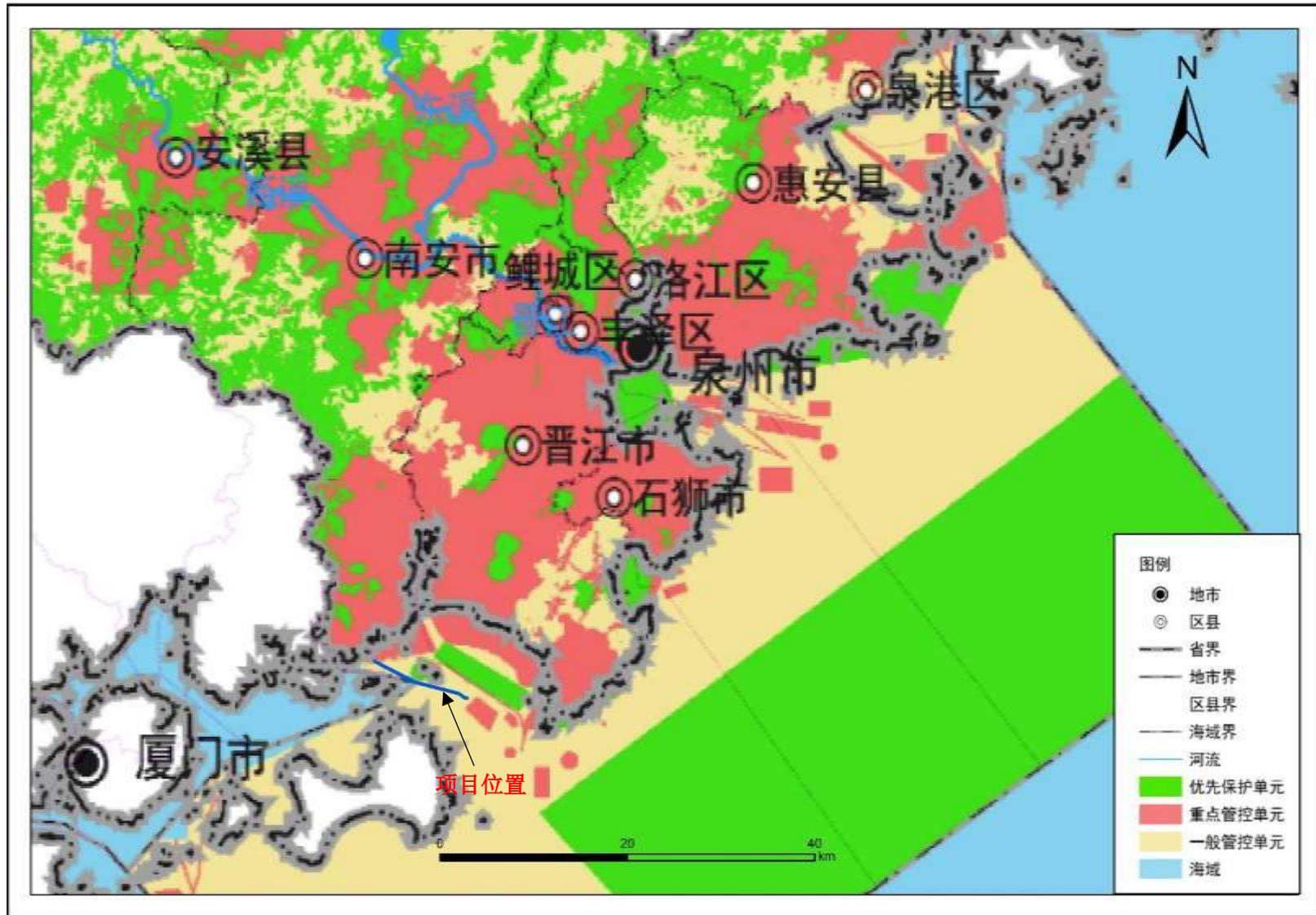


图3 泉州市环境管控单元图（叠加管道）

①生态保护红线：泉州市陆域生态保护红线划定面积为 2045.60km²，海洋生态保护红线划定面积为 2401.90km²。本工程作为南安市沿海片区污水处理厂的配套工程，其主要功能为承接南安市沿海片区 4 个污水处理厂处理后的尾水，将其引至围头湾海域排放，本工程及污水混合区不占用泉州市生态保护红线，工程水下开挖悬浮泥沙增量大于 10mg/L 的扩散范围进入生态保护红线区，但在施工结束后将随之消失。本工程建设能够维持生态保护红线区内的海域自然属性，对生态保护红线区内的自然岸线形态、海底地形、海洋水动力环境的影响均很小。因此，项目建设符合生态保护红线要求。

②环境质量底线：本工程施工期间的悬浮泥沙扩散对海洋环境产生暂时性影响，施工结束后影响将随之消失，在落实环评提出的污染防治措施后，工程建设带来的海洋生物和渔业资源损失可通过适当的生态补偿等进行修复。运营期排入围头湾海域的城镇污水处理设施执行不低于一级 A 排放标准，尾水排放对海域环境的影响较小，除氮、磷污染物现状超标为福建省沿海普遍存在问题外，其他污染物排放不会突破区域各环境质量底线；且本工程建设完成后能够实现陆源污染物离岸排放，有利于污染物的稀释扩散，对改善围头湾海域整体水质状况起到积极作用。因此，本工程建设符合环境质量底线的要求。

③源利用上线：本工程为排海管道工程，施工期用水、用电等依靠陆域且用量较少，不会突破资源利用上线。本工程围堤破除、管道开挖等弃方拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程进行陆域回填，实现固体废物的减量化、资源化。本工程运营不消耗水、电资源，用海面积 63.7025hm²，符合资源利用上线要求。

④生态环境准入清单

本工程为排海管道工程，不属于围填海项目；工程下海点位于南安市海峡科技生态城 A 片区科院南路工程的防坡堤顶约 50m 处，不占用自然岸线。本工程建成后能够实现陆源污染物离岸深水排放；且本工程实施后促进工程所衔接的污水处理厂的收水率，污水处理厂通过收集区域的生产废水、生活污水，集中处理达标后排放，对整个区域的 COD、氮、磷等污染物有大量的削减。因此，符合泉州市总体准入要求。

综上，本工程建设符合“三线一单”管控要求。

（3）相关规划及条例符合性

①本工程属于尾水排海的管道工程，不占用海洋生态保护红线区，距离最近的海洋生态保护红线区为“小百屿海洋自然景观与历史文化遗产生态保护红线区”和“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“塘东重要滨海湿地生态保护红线区”，最近距离分别

为 24m、1616m、7789m。工程建设符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》要求；

②根据《泉州港总体规划（修订）》，本工程位于围头湾港区范围内，但不占用规划港区及岸线，不影响港口布局及功能的发挥，工程建设符合《泉州港总体规划（修订）》，与规划环评及审查意见相协调；

③工程建设与《福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020 年)》围头湾二类区（FJ095-B-II）的养殖、旅游功能可以协调，符合《福建省近岸海域环境功能区划》（2011-2020）水质保护目标要求；

④工程建设符合《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》及《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》；

⑤工程部分管道穿越“1-2-11 围头港口航运区”禁止养殖区、“2-1-16 石井工业与城镇用海区”限制养殖区，与《泉州市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）（修编）》管理要求相协调。

⑥工程部分管道穿越“1-2-1 石井港口航运区”禁止养殖区、“2-1-1.2 石井工业与城镇用海区”限制养殖区，与《南安市养殖水域滩涂规划（修编）（2018-2030 年）》管理要求相协调。

（4）选址合理性

本工程在推荐路由预选线上，排污口位置进一步远离习惯性锚地区域，远离了航道水域，不占用航道锚地资源，运营期基本不存在受船舶抛锚破坏的重大风险。扩散器所在区域水深条件较好，水动力条件和水质扩散条件均较好，符合深海排污口设置规范，本工程管道选址合理。

（5）清洁生产分析

工程采用的管道敷设工艺和施工方案成熟，设备较为先进，可有效控制施工过程的环境污染，有利于减少施工生产过程中的污染物排放，符合国家“清洁生产”的要求。

四、关注的主要环境问题及环境影响

本次评价对象为污水排海管道工程，施工期的主要生态及环境问题为：管沟开挖方式及施工期悬浮泥沙入海对海域水环境质量、海洋生态及生物资源的影响。

运营期的主要生态及环境问题为：污水排放对海域水环境质量、海洋生态及生物资源的影响。

五、环境影响报告书主要结论

(1) 海域水文动力及地形地貌与冲淤环境影响分析结论

本工程管道埋设于海底（埋深约 2m），工程对潮流场的影响主要是在扩散器附近海域，由于本工程扩散器附近海域水深较深，海流较强，平均每个喷嘴尾水排放量仅约 $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ，这对于水深在-14.1m（理论基准面）海域水动力条件的影响很小，基本可忽略。

本工程管道是通过挖沟放管、再回覆的方式掩埋在海底表层下约 2m 处，覆盖后表层采用自然回淤、粗砂或碎石回填（岩石段）的方式，仅扩散器连接段采用了连锁排压载，管道工程基本没有改变海底地形地貌。

管道运营后，扩散器排水口出水速度最大约 3.0m/s ，大于当地的潮流速度，且排水口出水方向与主潮流涨落潮方向垂直布置，因此本工程建设仅在排污口附近有限范围内将对潮流场产生一定的扰动，影响范围通常在扩散器上升管周边很小范围内，对海底冲淤环境的影响基本可忽略。

(2) 水环境影响分析结论

①施工期

本工程排海管道施工引起悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大影响面积为 13.5km^2 。施工后约一个潮周期内，海水水质可恢复原状。此外，沟槽回填主要回填中粗砂，粒径大，入海后将很快就沉入海底。沟槽回填过程产生的入海泥沙相对于沟槽开挖作业而言要小得多，因此，沟槽回填对海域水质的影响较小。

建设单位应严格遵守相关要求，并与泉州海事部门认可的船舶污水和垃圾接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶舱底含油污水、船舶生活污水和垃圾的接收处理；如施工船舶利用船载生活污水处理装置处理的，向环境水体排放船舶生活污水，其污染物排放限值应符合《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）。

②运营期

本工程污水预测规模为 16 万 t/d，正常排放情况下，选取 COD_{Mn} 、氰化物、总镍、六价铬、活性磷酸盐、无机氮作为预测因子。

计算结果表明，总镍、六价铬、 COD_{Mn} 浓度增量叠加排污口附近海域现状监测最大值的本底后，污染物最大浓度均低于二类海水水质浓度限值。

由于围头湾海域现状水质中活性磷酸盐、无机氮含量均已超二类海水水质标准，因此在数模预测时，活性磷酸盐、无机氮只做增量预测，不对超标范围进行评价。活

性磷酸盐浓度增量最大值约为 0.035mg/L，是活性磷酸盐现状水质（0.045mg/L）的 77.78%。无机氮浓度增量最大值约为 1.239 mg/L，是现状水质无机氮含量（0.342mg/L）的 362.28%。在局部区域活性磷酸盐、无机氮增量相对较高，但本工程实施后将促进工程所衔接的污水处理厂的收水率，而污水处理厂作为区域减排工程，将大大削减区域活性磷酸盐、无机氮的排放，综上，本工程间接起到减少陆域活性磷酸盐、无机氮排放入海的作用。

本工程经选划后的排污口位置水深条件、水动力条件良好，除氰化物、无机氮和磷酸盐现状因子超标外，其余排放因子污染物浓度均没有超过排污口所在功能区对应的第二类海水水质标准情况。通过模型计算分析以叠加本底值最大的氰化物超标范围进行划定，将氰化物超标范围的最外围做切线与扩散器平行的交点围成的矩形面积为最终的混合区范围（图 4.3-19），排污口混合区面积 0.9105hm²，小于 83.76hm²，根据《福建省海洋功能区划（2011—2020 年）》，故排污口混合区划分符合《污水海洋处置工程污染控制标准》混合区划定要求。该混合区内不执行任何水质标准。

本工程作为南安市沿海片区污水处理厂的配套工程，其主要功能为承接南安市沿海片区 4 个污水处理厂处理后的尾水，将其引至围头湾海域排放，本工程建设完成后能够实现陆源污染物离岸排放，有利于污染物的稀释扩散，对改善围头湾海域整体水质状况起到积极作用。

（3）固体废弃物环境影响分析结论

本工程实施过程所产生的主要固体废物为施工弃方、施工人员生活垃圾等。施工人员的生活垃圾主要为塑料薄膜、纸类、果皮等，生活垃圾经收集后由市政统一收集处理，对环境基本不产生影响。项目施工产生弃方 94.6485 万 m³，外运至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程进行回填利用，对周边环境影响较小。

（4）海洋沉积物环境影响分析结论

目前排污口周边的沉积物环境质量较好，但是随着污水的长时间连续大量排入，该处海域的沉积物环境有可能受到一定的累积影响。建设单位在运营期应加强对排污口周边海域的沉积物环境的跟踪监测，一旦发现异常，应及时上报有关部门，采取相应措施。本工程收集南安市沿海片区污水处理厂的达标尾水进行深海排放，从长远来看，有利于减少陆域污染源对海域沉积物的影响。

（5）海洋生态环境影响分析结论

本工程建设对海洋生态环境的影响，主要为施工期悬浮物含量的增加、排海管道

占用海域以及运营期污水排放，造成海洋生物资源损失。

施工期可能造成的浮游植物和浮游动物一次性损害受损量分别为 1.1×10^{12} cells 和 1.0×10^9 mg，造成的鱼卵、仔鱼一次性损害受损量分别约为 3.2×10^5 ind.、 2.8×10^5 ind.，游泳动物一次性损害受损量为 2.5×10^2 kg，底栖生物损失量为 26.38t。

运营期尾水排海造成混合区内浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼、游泳动物持续性损害受损量分别为 7.3×10^9 cells/a、 7.3×10^6 g/a、 2.2×10^3 ind./a、 1.9×10^3 ind./a。

对于上述生态环境影响，将在施工完成后采取增殖放流等措施进行补偿。

(6) 大气环境影响分析结论

施工期间对大气的影晌主要表现为施工机械、车辆、船舶等产生废气；建筑材料（管材、沙、石等）装、卸及堆放过程产生的扬尘。

施工机械数量较少、较为分散、废气产生量有限，运输车辆、船舶为流动性，且该区域空气扩散条件良好。施工营地设置围挡、施工营地及施工道路进行地面硬化、及时采取定期洒水、车辆密闭运输等措施。项目施工期大气环境影响是暂时的，施工结束后，影响随即消失。

(7) 声环境影响分析结论

施工期间的施工设备噪声应从设备、劳动保护和管理等方面采取保护措施，如尽量采用较先进的低噪声施工设备；组织好施工安排，高声级的施工设备尽可能不同时使用等，使各受声点的噪声水平降至可以接受的程度；合理疏导进入施工场地的车辆，减少汽车会车时的鸣笛声。但总体而言，施工期噪声影响面相对较窄，具有暂时性和间歇性的特点，随着施工活动的结束，影响即消失。

(8) 环境风险分析结论

本工程建设过程中存在船舶事故溢油的环境风险，运营期存在尾水事故排放的风险，以及排海管破裂或断裂的环境风险。

①施工期船舶溢油风险选取冬季主导风向、夏季主导风向、不利风向及静风作为计算风况；根据数模预测结果，多个工况的油料漂移范围较广，围头湾海域均有被影晌的风险。工程施工应从避免船只事故发生、泄漏源控制、溢油收集和溢油处置等方面采取相应控制措施，准备好相关处理设备以对溢油进行有效的处理，清理以及回收，使油品泄漏对环境和生态的危害及经济损失降至最低。

②污水处理厂废水未经处理直接排入海底管道造成的污水事故排放，尾水在排污口发生事故排放时，造成氰化物浓度超过第二类海水水质标准的面积为 4km^2 ，六价铬

浓度超过第二类海水水质标准的面积为 39km²。在严格落实各污水处理厂应急预案提出的相关要求及本报告提出的各项环境风险防范措施的前提下，尾水事故排放环境风险是可控的。

③排海管道在与菊江航道交汇处断裂，导致尾水未通过扩散器直接在水深较浅区域排放，造成氰化物浓度超过第二类海水水质标准的面积为 175.6m²；COD_{Mn}浓度超过第二类海水水质标准的面积为 350.4m²。因此，管道在设计过程中应考虑到管道的安全稳定，同时在管道两侧要设置警示标志，避免船船抛锚等对管道造成损坏。项目运行过程中应加强巡查，一旦发现管道破裂/断裂，及时抢修，并控制污水厂的进水。

(10) 总结论

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程属于市政基础设施建设项目，项目建设对于改善围头湾海域环境质量，改善区域市政基础设施条件方面具有积极意义。工程的建设符合国家产业政策、相关规划及“三线一单”的要求。

拟建工程施工期对工程区附近海域水环境、生态环境及工程所在区域声环境、大气环境等的影响较小；运营期间，尾水通过排海管道排海对排污口周边海域海洋环境造成的影响可接受。在严格采取本报告提出的各项污染防治对策措施、生态保护与补偿对策以及环境风险防范与应急措施的前提下，从环境保护角度考虑，本工程建设是可行的。

第一章 总论

1.1 编制依据

1.1.1 法律、法规、规章及规范性文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月修订，2015年1月1日施行；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017年11月4日修订，2017年11月5日施行；
- (3) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日通过，2002年1月1日施行；
- (4) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订并施行；
- (5) 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月修订并施行；
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日修订，2018年1月1日施行；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日修订并施行；
- (8) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2018年12月29日修订并施行；
- (9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月修订，2020年9月1日起施行；
- (10) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2018年10月26日修改并施行；
- (11) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2016年11月修改并施行；
- (12) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013年12月第二次修订并施行；
- (13) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年3月19日修订并施行；
- (14) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院第698号令）2018年3月19日修订并施行；
- (15) 《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》，2017年3月1日修订并施行；
- (16) 《建设项目环境保护管理条例》，2017年7月16日修订，2017年10月1日施行；
- (17) 《近岸海域环境功能区管理办法》，1999年12月10日发布施行；

- (18) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，2007年5月1日发布并施行；
- (19) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部 部令 第4号），2018年7月16日公布，自2019年1月1日起施行；
- (20) 《福建省环境保护条例》，2012年3月31日发布并施行；
- (21) 《福建省海洋环境保护条例》，2016年4月修订并施行；
- (22) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，2021年1月1日起施行；
- (23) 《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政[2020]12号），福建省人民政府，2020年12月25日；
- (24) 关于印发《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》的通知，生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688号；
- (25) 《国务院办公厅关于加强入河入海排污口监督管理工作的实施意见》，国办函〔2022〕17号；
- (26) 《泉州市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》，泉政文〔2021〕50号。

1.1.2 相关规划

- (1) 《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》，国务院，2012年；
- (2) 《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011-2020年）》，福建省人民政府，2011年6月；
- (3) 《福建省海洋环境保护规划（2011-2020年）》，福建省人民政府，2011年5月；
- (4) 《福建省海洋生态保护红线划定成果》（闽政文〔2017〕457号），福建省人民政府，2017年12月28日；
- (5) 《泉州港总体规划（修订）》（2019年报批稿）；
- (6) 《泉州市海水养殖水域滩涂规划（2018-2030年）（修编）》，泉州市人民政府，2020年12月；
- (7) 《南安市养殖水域滩涂规划（修编）（2018-2030）》，南安市人民政府，2020年4月。

1.1.3 技术规范

- (1) 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

- (2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014);
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018);
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ/T2.3-2018);
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009);
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011);
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018);
- (8) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007);
- (9) 《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》, 2011年;
- (10) 《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017), 中华人民共和国交通运输部;
- (11) 《海洋监测规范》(GB17378-2007);
- (12) 《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007);
- (13) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》, 国家海洋局, 2002年。

1.1.4 项目相关文件、资料

- (1) 《环评委托书》, 泉州市南翼置业发展集团有限责任公司, 2020年10月;
- (2) 《“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及周边污水处理厂尾水排放工程入海排污口设置论证报告》, 国家海洋局第三海洋研究所, 2018年10月;
- (3) 《南安高新技术产业园区及周边污水处理厂尾水排放工程入海排污口位置优化补充报告》, 厦门蓝海绿洲科技有限公司, 2020年8月;
- (4) 《南安市电镀集控中心(方案调整)环境影响报告书(报批稿)》, 华侨大学环境保护设计研究所, 2009年;
- (5) 《“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂工程环境影响报告书(报批本)》, 福建省环境保护设计院有限公司, 2018年4月;
- (6) 《泉州市南翼污水处理厂近期工程(日处理3万吨)环境影响报告书(报批版)》, 华侨大学, 2010年12月;
- (7) 《泉州港总体规划(修订)环境影响报告书(报批本)》, 福建省泉州港口管理局。

1.2 环境影响识别与评价因子筛选

1.2.1 环境影响因素识别

本工程主要环境影响因素如下：

施工期生产和生活废水、施工船舶废气、车辆尾气、噪声、固体废物对环境的影响；运营期污水排海影响。

表 1.2-1 主要环境影响行为及环境影响

时段	环境影响因素	工程内容及其表征	影响程度及分析深度
施工期	海水水质环境、沉积物环境	管道施工	+++
	海洋生态环境	管道施工	++
	大气环境	施工船舶废气、车辆尾气	+
	声环境	施工机械	+
	固体废物	施工人员	+
运营期	海水水质环境、沉积物环境	污水排放	+++
	海洋生态环境	污水排放	+++

1.2.2 评价因子筛选

根据本工程环境影响因素识别结果，结合现场调查情况及工程周边环境特征，筛选出了本工程的评价因子，详见表1.2-2。

表 1.2-2 环境影响评价内容与评价因子筛选

环境要素	现状评价因子	评价因子
海域水质环境	水温、盐度、pH、COD _{Mn} 、溶解氧、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、石油类、汞、铜、铅、镉、铬、砷、锌、硫化物、镍、氰化物等。	施工期悬浮泥沙； 运营期 COD _{Mn} 、活性磷酸盐、氰化物、总镍、六价铬
海洋沉积环境	有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷和铬共 10 项	—
海洋生态环境	叶绿素 a 和初级生产力、浮游动植物、底栖生物、海洋生物质量、鱼卵仔鱼和游泳动物（包括海洋物种数量、生物量、生物多样性等评价指标）	—
声环境	等效连续 A 声级 Leq	等效连续 A 声级 Leq
环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、CO、PM _{2.5} 、PM ₁₀ 、O ₃	—
固体废物	固废	固废
水文动力	潮流场（潮流、潮位）	—
地形地貌	冲淤环境、海床的地形地貌	—

1.3 环境功能区划和评价标准

1.3.1 环境功能区划及质量标准

(1) 海水水质

根据《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020年）》，工程用海区涉及围头湾二类区（FJ095-B-II），其水质保护目标为二类。工程所在近岸功能区划见图 1.3-1，近岸海域环境主导功能及海水水质保护目标见表 1.3-1。

表 1.3-1 项目用海区域近岸海域环境功能区划

沿海地 市	海域名 称	标识号	功能区 名称	范围	中心坐标	面积 (平方 公里)	近岸海域环 境功能区		水质保 护目标
							主导 功能	辅助 功能	
泉州 市	围 头 湾	FJ095- B-II	围头湾 二类区	东起围头角，西至石 井沿岸海域。	24°33'52.92"N, 118°29'2.4"E	138.93	养 殖、 旅 游		二

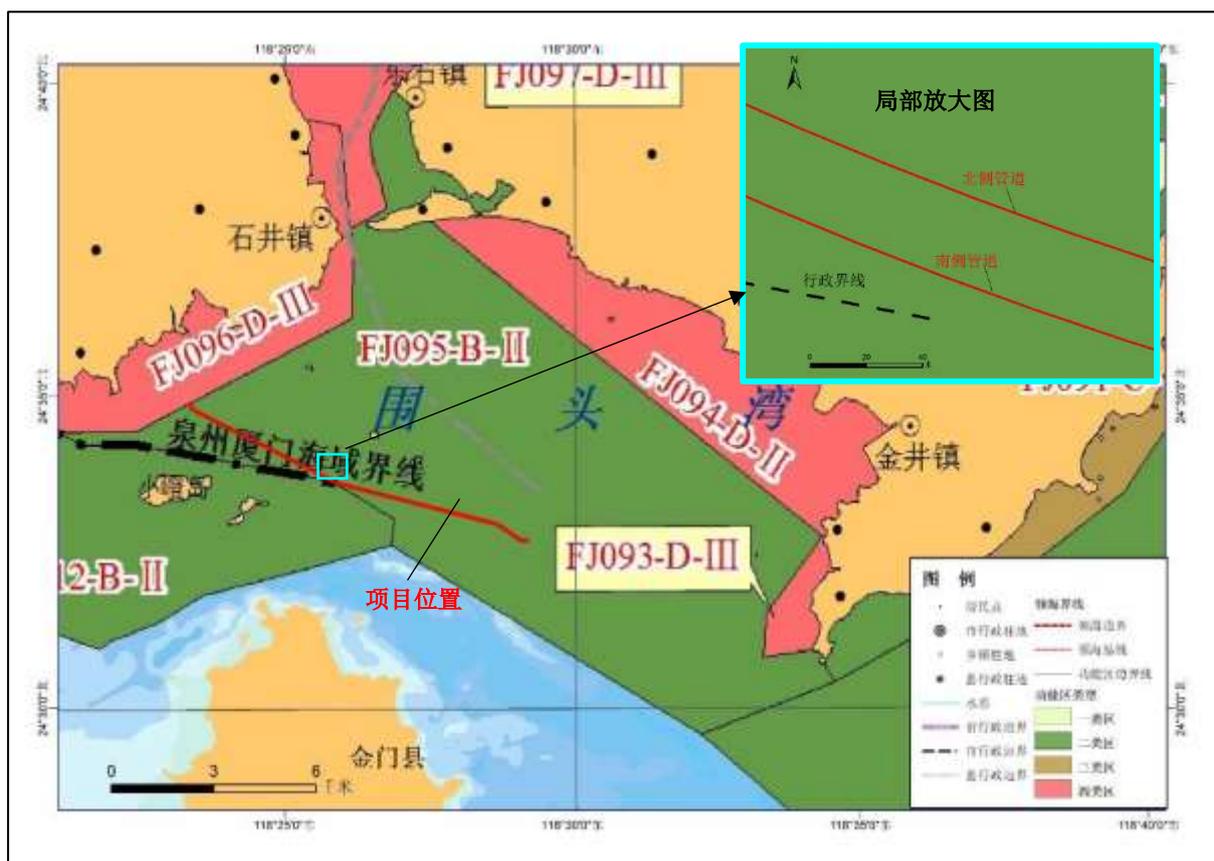


图 1.3-1 工程所在近岸功能区划图

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020年）》，工程区位于“3.1-46 院下—菊江港口与工业开发监督区”、“2.1-25 围头湾渔业环境保护利用区”，院下—菊江港口与工业开发监督区海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中三类标准、围头湾渔

业环境保护利用区海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中二类标准。工程区所在海域海洋环境保护规划见表 1.3-2 及图 1.3-2。

表 1.3-2 福建省海洋环境分级控制区登记表

海洋环境分级控制区		海域名称	地理位置 (中心坐标)	分区范围	面积* (公顷)	环境质量目标			环保管理要求
代码	分区名称					海水水质	海洋沉积物质量	海洋生物质量	
3.1-46	院下—菊江港口与工业开发监督区	围头湾	24°36'40"N, 118°24'41"E	南安市水头镇-石井镇菊江附近海域	3230	三	二	二	控制工业、城镇与港口污染，加强溢油和化学品泄漏风险防范，控制围填海。
2.1-25	围头湾渔业环境保护利用区	泉州东部海域	24°33'29"N, 118°29'07"E	围头湾附近海域	10326	二	一	一	加强对育苗场、索饵场、洄游通道等渔业环境的保护，严格控制陆源污染物的排放，禁止向养殖集中区排放有毒有害的污染物质。防范船舶风险事故和压舱水对渔业环境的影响，控制围填海规模。



1.3-2 福建省海洋环境分级控制区规划图

综上，评价海域海水水质执行《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020 年）》，

海水水质执行第二类标准，标准值见表 1.3-3。

表 1.3-3 海水水质标准（GB3097-1997）（摘录） 单位：mg/L（pH 除外）

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
水温	人为造成水温上升夏季不超过当时当地 1°C,其他季节不超过 2°C		人为造成水温上升不超过当时当地 4°C	
pH	7.8~8.5, 同时不超过海域正常变动范围 0.2pH 单位		6.8~8.8, 同时不超过海域正常变动范围 0.5pH 单位	
悬浮物质	人为造成增加量≤10		人为造成增加量≤100	人为造成增加量≤150
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量≤	2	3	4	5
无机氮≤ (以 N 计)	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤ (以 P 计)	0.015	0.030		0.045
石油类≤	0.05		0.30	0.50
铜≤	0.005	0.010	0.050	
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
镉≤	0.001	0.005	0.010	
砷≤	0.020	0.030	0.050	
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
氰化物≤	0.005		0.10	0.20
镍≤	0.005	0.010	0.020	0.050
六价铬≤	0.005	0.010	0.020	0.050

(2) 海洋沉积物

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》，工程区位于“3.1-46 院下—菊江港口与工业开发监督区”、“2.1-25 围头湾渔业环境保护利用区”，见图 1.3-2。院下—菊江港口与工业开发监督区海域海洋沉积物执行第二类标准，围头湾渔业环境保护利用区海域海洋沉积物执行第一类标准。详见表 1.3-4。

表 1.3-4 海洋沉积物质量 (GB18668-2002) (摘录)

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

(3) 海洋生物

根据《福建省海洋环境保护规划 (2011-2020 年)》，工程区位于“3.1-46 院下—菊江港口与工业开发监督区”、“2.1-25 围头湾渔业环境保护利用区”，见图 1.3-2。院下—菊江港口与工业开发监督区海域贝类 (双壳类) 生物质量执行《海洋生物质量》(GB18421-2001) 中第二类标准，围头湾渔业环境保护利用区海域贝类 (双壳类) 生物质量执行《海洋生物质量》(GB18421-2001) 中第一类标准。详见表 1.3-5。

表 1.3-5 海洋生物质量 (GB18421-2001) (摘录) 单位: mg/kg

项目	第一类	第二类	第三类
石油烃 \leq	15	50	80
镉 \leq	0.2	2.0	5.0
铜 \leq	10	25	50 (牡蛎 100)
铅 \leq	0.1	2.0	6.0
铬 \leq	0.5	2.0	6.0
汞 \leq	0.05	0.10	0.30
砷 \leq	1.0	5.0	8.0
锌 \leq	20	50	100 (牡蛎 500)

(4) 大气环境

根据《泉州港总体规划 (修订) 环境影响报告书 (报批本)》，泉州港大气环境执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准。详见表 1.3-6。

表 1.3-6 环境空气质量标准 GB3095-2012 (摘录)

污染物名称	取值时间	二级标准浓度限值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO ₂	年平均	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	24h 平均	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

污染物名称	取值时间	二级标准浓度限值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	1h 平均	$500\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	年平均	$40\mu\text{g}/\text{m}^3$
	日平均	$80\mu\text{g}/\text{m}^3$
	小时平均	$200\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM ₁₀	年平均	$70\mu\text{g}/\text{m}^3$
	日平均	$150\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM _{2.5}	年平均	$35\mu\text{g}/\text{m}^3$
	日平均	$75\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO	24h 平均	$4\text{mg}/\text{m}^3$
	1h 平均	$10\text{mg}/\text{m}^3$
O ₃	日最大 8h 平均	$160\mu\text{g}/\text{m}^3$
	1h 平均	$200\mu\text{g}/\text{m}^3$

(5) 声环境

根据《泉州港总体规划（修订）环境影响报告书（报批本）》，港区作业区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类区标准，交通干线两侧执行4类区标准；敏感点声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类区标准。本工程位于围头湾海域，距离附近居住区等敏感点在1000m以上。本工程参照执行港区作业区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类区标准。见表1.3-7。

表 1.3-7 声环境质量标准（GB3096-2008） 单位：dB（A）

声环境功能区类别	时段	昼间	夜间
	3类		65

(6) 生态功能区划

根据《福建省生态功能区划》，本工程位于厦门湾港口发展和海洋珍稀物种保护生态功能区（工程位于泉州围头湾海域，项目用海不涉及相邻的翔安及晋江已划定海域范围），见表1.3-8和图1.3-3。

表 1.3-8 项目涉及的福建省生态功能区简表

代号	生态功能区	主要生态系统服务功能	所在地区	保护措施与发展方向
5304	厦门湾港口发展和海洋珍稀物种保护生态功能区	生物多样性保护、港口航运、滨海旅游生态环境	围头湾、安海湾、同安湾、厦门西港、九龙江口以及金门岛附近海域。地理坐标 $24^{\circ}01'12''\sim 24^{\circ}42'36''\text{N}$, $117^{\circ}54'00''\sim 118^{\circ}23'24''\text{E}$, 面积约 2521km^2 。	加强海洋生物多样性保护，重点加强厦门珍稀海洋物种国家级保护区和九龙江河口红树林生态系统自然保护区的建设；合理布局海洋水产养殖，防止水产养殖污染；合理控制海洋渔业捕捞强度，实行休渔制度；加强岸线蚀退的防护，保护滨海与海岛旅游资源；协调好生态保护与港口建设的关系。

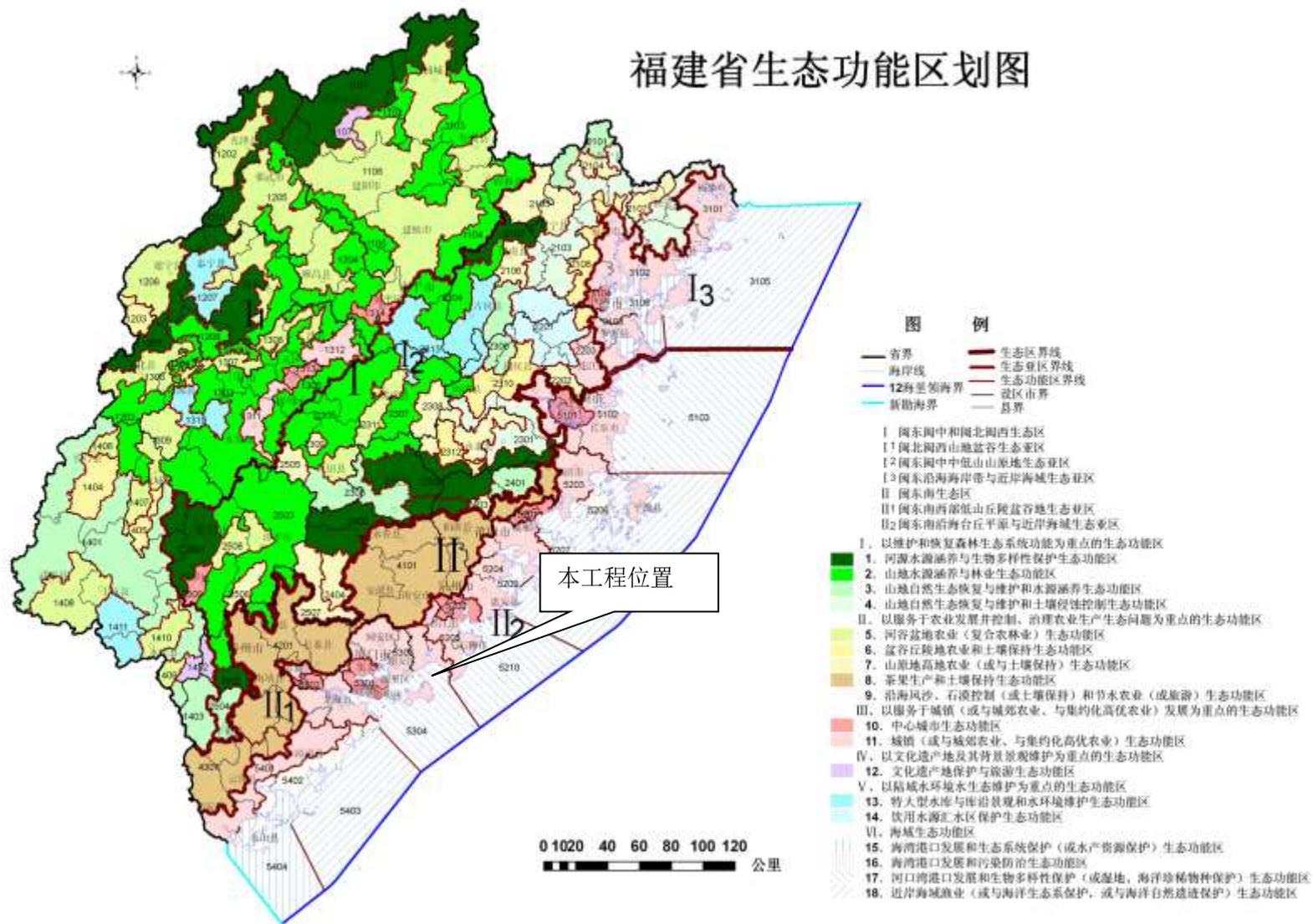


图 1.3-3 项目所在地生态功能区划图

1.3.2 污染物排放标准

1.3.2.1 水污染物排放标准

(1) 排海管道污水

本工程为南安市沿海片区污水处理厂的配套工程，其主要功能为承接南安市沿海片区4个污水处理厂处理后的尾水，将其引至围头湾海域排放。根据工程初步设计文件，排海管道中污水主要为城镇生活污水，执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准。污染物最高允许排放浓度限值详见表1.3-9。

表 1.3-9 污染物最高允许排放浓度限值

单位：mg/L

序号	污染物项目	一级 A 标准
1	化学需氧量（COD）	50
2	五日生化需氧量（BOD ₅ ）	10
3	悬浮物（SS）	10
4	动植物油	1
5	石油类	1
6	阴离子表面活性剂	0.5
7	总氮（以 N 计）	15
8	氨氮（以 N 计） ^②	5（8）
9	总磷（以 P 计）	0.5
10	色度（稀释倍数）	30
11	pH 值（无量纲）	6-9
12	总铬	0.1
13	六价铬	0.05
14	总镍	0.05
15	总氰化物	0.5
16	总铜	0.1

备注：②括号外数值为水温>120C 时的控制指标，括号内数值为水温≤120C 时的控制指标。

(2) 船舶含油污水、生活污水

根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》：“第五条禁止本管理规定适用的船舶向沿海海域排放油类污染物。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。第六条除机舱通岸接头（接收出口）管系外，船舶的油污水系统的排放阀以及能够替代该系统工作的其它系统与油污水管路直接相连的阀门应予以铅封”。

船舶生活污水排放执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）。

①自 2018 年 7 月 1 日起，400 总吨及以上的船舶，以及 400 总吨以下且经核定许可载

运 15 人及以上的船舶，在不同水域船舶生活污水的排放控制分别按相应的要求执行。本工程属于“距最近陆地 3 海里以内（含）的海域”，船舶生活污水采用下列方式之一进行处理，不得直接排入环境水体：

- A、利用船载收集装置收集，排入接收设施；
- B、利用船载生活污水处理装置处理，达到相关规定要求后在航行中排放。

②距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，根据船舶类别和安装（含更换）生活污水处理装置的时间，利用船载生活污水处理装置处理的，向环境水体排放船舶生活污水，其污染物排放限值如下。

在 2012 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，向环境水体排放生活污水，其污染物排放控制按表 1.3-10 规定执行。

表 1.3-10 船舶生活污水污染物排放限值（二）

序号	污染物项目	限值	污染物排放监控位置
1	五日生化需氧量（BOD ₅ ）（mg/L）	25	生活污水处理装置出水口
2	悬浮物（SS）（mg/L）	35	
3	耐热大肠菌群数（个/L）	1000	
4	化学需氧量（COD _{Cr} ）（mg/L）	125	
5	pH 值（无量纲）	6~8.5	
6	总氯（总余氯）（mg/L）	<0.5	

在 2012 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，向环境水体排放生活污水，其污染物排放控制按表 1.3-11 规定执行。

表 1.3-11 船舶生活污水污染物排放限值（二）

序号	污染物项目	限值	污染物排放监控位置
1	五日生化需氧量（BOD ₅ ）（mg/L）	25	生活污水处理装置出水口
2	悬浮物（SS）（mg/L）	35	
3	耐热大肠菌群数（个/L）	1000	
4	化学需氧量（COD _{Cr} ）（mg/L）	125	
5	pH 值（无量纲）	6~8.5	
6	总氯（总余氯）（mg/L）	<0.5	

（3）陆域生活污水

施工营地设置临时厕所，生活污水收集后由专业运污水槽车运走后排入市政污水管网，进入污水处理厂处理。运营期无生活污水产生。

施工期生活污水执行《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）中的 B 级

标准，详见表 1.3-12。

表 1.3-12 污染物最高允许排放浓度限值

单位：mg/L

序号	污染物项目	B 级
1	pH 值（无量纲）	6.5-9.5
2	悬浮物	400
3	五日生化需氧量（BOD ₅ ）	350
4	化学需氧量（COD）	500
5	石油类	15
6	氨氮（以 N 计）	45
7	总磷（以 P 计）	8

1.3.2.2 大气污染物排放标准

(1) 船舶废气

船舶废气排放执行《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、第二阶段）（GB15097-2016）》。具体见下表 1.3-13。其中第一阶段标准，适用时间为 2018 年 7 月 1 日至 2021 年 7 月 1 日。第二阶段适用时间为 2021 年 7 月 1 日起。

表 1.3-13 船舶废气污染物排放限值及测量方法（GB15097-2016）

船机类型	单缸排量 (SV) (L/缸)	额定静功率 (P) (kW)	CO (g/kWh)	HC+NO _x (g/kWh)	CH ₄ (1) (g/kWh)	PM (g/kWh)
第一阶段						
第 1 类	SV<0.9	P≥37	5.0	7.5	1.5	0.40
	0.9≤P<1.2		5.0	7.2	1.5	0.30
	1.2≤P<5		5.0	7.2	1.5	0.20
第 2 类	5≤P<15		5.0	7.8	1.5	0.27
	15≤P<20	P<3300	5.0	8.7	1.6	0.50
		P≥3300	5.0	9.8	1.8	0.50
	20≤P<25		5.0	9.8	1.8	0.50
	25≤P<30		5.0	11.0	2.0	0.50
第二阶段						
第 1 类	SV<0.9	P≥37	5.0	5.8	1.0	0.3
	0.9≤P<1.2		5.0	5.8	1.0	0.14
	1.2≤P<5		5.0	5.8	1.0	0.12
第 2 类	5≤P<15	P<2000	5.0	6.2	1.2	0.14
		2000≤P<3700	5.0	7.8	1.5	0.14

(1) 仅适用于 NG（含双燃料）船机

船机类型	单缸排量 (SV) (L/缸)	额定静功率 (P) (kW)	CO (g/kWh)	HC+NO _x (g/kWh)	CH ₄ (l) (g/kWh)	PM (g/kWh)
		P≥3700	5.0	7.8	1.5	0.27
	15≤P<20	P<2000	5.0	7.0	1.5	0.34
		2000≤P<3300	5.0	8.7	1.6	0.50
		P≥3300	5.0	9.8	1.8	0.50
	20≤P<25	P<2000	5.0	9.8	1.8	0.27
		P≥2000	5.0	9.8	1.8	0.50
	25≤P<30	P<2000	5.0	11.0	2.0	0.27
		P≥2000	5.0	11.0	2.0	0.50

(1) 仅适用于 NG (含双燃料) 船机

(2) 施工机械尾气

施工机械大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 的无组织排放监控浓度限值, 详见表 1.3-14。

表 1.3-14 施工期大气污染物排放标准

污染物名称	最高允许排放浓度 (mg/m ³)	无组织排放监控浓度限值	
		浓度 (mg/m ³)	监控点
颗粒物	120	1.0	周界外浓度最高点
氮氧化物	240	0.12	
非甲烷总烃	120	4.0	
二氧化硫	550	0.4	

1.3.2.3 噪声排放标准

施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011), 见表 1.3-15。

表 1.3-15 建筑施工场界环境噪声排放限值 (GB12523-2011) 单位: dB (A)

昼间	夜间
70	55

1.3.3 污染控制标准

本工程排海管道的初始稀释度、混合区范围执行《污水海洋处置工程污染控制标准》(GB18486-2001)。

(1) 初始稀释度规定

污水海洋处置排放点的选取和放流系统的设计应使其初始稀释度在一年90%的时间保证率下满足表 1.3-16 规定的初始稀释度要求。

表 1.3-16 90%时间保证率下初始稀释度要求

排放水域	海域		按地面水分类的河口水域		
	第三类	第四类	III类	IV类	V类
水质类别					
初始稀释度 \geq	45	35	50	40	30

注：对经特批在第二类海域划出一定范围设污水海洋处置排放点的情形，按 90%保证率下初始稀释度 ≥ 55 。

(2) 混合区规定

若污水排往开敞海域或面积 $\geq 600\text{km}^2$ （以理论深度基准面为准）的海湾及广阔河口，允许混合区范围： $A_a \leq 3.0\text{km}^2$ 。

若污水排往 $< 600\text{km}^2$ 的海湾，混合区面积必须小于按以下两种方法计算所得允许值（ A_a ）中的小者：

$$\textcircled{1} A_a = 2400(L + 200) \quad (\text{m}^2) \quad (\text{式 1})$$

式中，L 为扩散器长度（m）；

$$\textcircled{2} A_a = (A_0 / 200) \times 10^6 \quad (\text{m}^2) \quad (\text{式 2})$$

式中， A_0 为计算至湾口位置的海湾面积（ km^2 ）；

对于重点海湾和敏感海域，划定污水海洋处置工程污染物的混合区时还需考虑排放点所在海域的水流交换条件、海洋水生生态等。

1.4 评价等级及评价范围

1.4.1 评价等级

1.4.1.1 地表水及海洋环境影响评价等级

本工程作为南安市沿海污水处理厂尾水排海的配套设施，其主要功能为承接南安市沿海片区 4 个污水处理厂处理后的尾水，将其引至围头湾海域排放。参照《环境影响评价技

术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)中水污染影响型建设项目评价等级判定,本工程污水排放量为16万 m³/d,地表水环境影响评价等级为一级,详见表 1.4-1。

表 1.4-1 水污染影响型建设项目评价等级判据一览表

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量Q/(m ³ /d); 水污染物当量数W/(无量纲)
一级	直接排放	Q≥20000或 W≥600000
二级	直接排放	其他
三级A	直接排放	Q<200或 W<6000
三级B	间接排放	—
备注	水污染物当量数等于该污染物的年排放量除以该污染物的污染当量值,计算排放污染物的污染物当量数,应区分第一类水污染物和其他类水污染物,统计第一类污染物当量数总和,然后与其他类污染物按照污染物当量数从大到小排序,取最大当量数作为建设项目评价等级确定的依据。	
本工程	废水排放量为Q=160000m ³ /d。总镍当量数=0.175/0.025=7; 六价铬当量数=0.0788/0.02=3.94。第一类污染物当量数总和10.94。	

工程垂直投影面积及外扩范围约 63.7025hm² (申请用海范围),工程施工扰动近岸海域水底面积约 0.44km²。工程排污口位置所处海域为围头湾海域,依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)中水文要素影响型建设项目评价等级判定,本工程地表水环境影响评价等级为一级,详见表 1.4-2。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014),水文动力、水质、沉积物、生态和生物资源环境评价等级为1级;地形地貌和冲淤环境影响评价等级定为3级(表 1.4-3)。根据建设项目的环境影响评价等级取各单项环境影响评价等级中的最高等级,作为建设项目的环境影响评价等级的原则,综上可判定本工程海洋环境影响评价等级为1级。

表 1.4-2 水文要素影响型建设项目评价等级判据一览表

评价等级	受影响地表水域	
	工程垂直投影面积及外扩范围A1 / km ² ; 工程扰动水底面积A2 / km ²	入海河口、近岸海域
一级	A1≥0.5; A2≥3	
二级	0.5>A1>0.15; 或3>A2>0.5	
三级	A1≤0.15; A2≤3	
本工程	A1约为0.64km ² ; A2约为0.44km ²	

表 1.4-3 海洋工程环境影响评价等级判据一览表

工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级				
			水动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境	地形地貌和冲淤环境
导则 海洋排污管道工程； 城市排污管道工程； 污水海洋处置等工程	污水排放量大于30000m ³ /d	生态环境敏感区	1	1	1	1	/
导则	面积30×10 ⁴ m ² ~20×10 ⁴ m ² 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度1km~0.5km）等工程；其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目	/	/	/	/	/	3
本工程	污水排海管道工程，污水设计排放量为16万m ³ /d	项目位于围头湾	1	1	1	1	3

综上，本工程地表水环境影响评价等级为一级，海洋环境影响评价等级为1级。

1.4.1.2 大气、声环境影响评价等级

(1) 大气

工程对大气环境影响主要是施工期机械、船舶尾气排放对周边环境的影响。工程属于排海管道工程，没有集中式大气排放源，施工期机械、船舶尾气量较小，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本工程大气评价工作等级为三级，仅对大气环境影响进行简要分析。

(2) 声环境

陆域段：本报告针对陆域段管道仅评价穿越海堤约80m的管段，管道所在地块为南安市石井海峡科技生态城3号地块，目前已基本完成土地平整，本工程管道与附近居住区等敏感点最近距离约2500m；施工区域与附近居住区等敏感点最近距离为1134m。80m的陆域管道位于规划的南安高新技术产业园区，属于声环境3类功能区。

海域段：本工程位于围头湾海域，距离附近居住区等敏感点在1000m以上。本工程参照港区作业区执行3类区标准。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），建设项目所处的声环境功能区为GB3096规定的3类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在3dB(A)以下（不含3dB(A)），且受影响人口数量变化不大时，按三级评价。因此，本工程

声环境评价等级为三级。

1.4.1.3 风险评价等级

本工程位于围头湾，临近厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带，属于环境敏感区。本工程建设过程中存在船舶事故溢油的环境风险，营运期存在尾水事故排放的风险，以及排海管破裂或断裂的环境风险。根据 5.3 节分析可知，Q 值依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），计算得出突发环境事件风险物质（施工期船舶载油量）与临界量比值 $Q=0.12$ 。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）， $Q<1$ ，风险潜势为I，进行简单分析。考虑到周边海域敏感性及项目特点，本报告对船舶溢油风险、尾水事故排放风险以及排海管道断裂环境风险进行数学模型预测。

1.4.1.4 生态影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19—2011）有关要求及现场踏勘，本工程单段管道路由全长 10.729km（包括陆域管道 80m、海底管道 10.5km、扩散器 149m）；其中陆域管道（80m）占地面积 81.28m²，临时施工场地占地面积 13.96hm²；海域段管道（包括扩散器）运营期占海面积 52.8669hm²，施工期开挖面积为 0.44km²。

陆域管道位于填海造地地块内，目前正在进行土地平整状态，海域段管道位于围头湾海域内，不属于《环境影响评价技术导则 生态影响》中特殊生态敏感区或重要生态敏感区，根据生态影响评价工作等级划分表，本工程全长 24.458km（2*10.729km）<50km，占地（含水域）面积 1.49km²<2km²，因此本工程生态影响评价工作等级为三级。

表 1.4-4 生态环境影响评价工作等级一览表

影响区域生态敏感区	工程占地（含水域）范围		
	面积≥20km ² 或长度≥100km	面积2~20km ² 或长度 50~100km	面积≤2km ² 或长度≤50km
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

1.4.1.5 土壤环境影响评价等级

本工程为南安市沿海片区污水厂尾水深海排放工程，评价范围内的管道约 80m 位于陆域段，对照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A，本工程属于其他行业，土壤环境影响评价项目类别为IV类，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018），IV类建设项目可不开展土壤环境影响评价。

1.4.1.6 地下水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016),本工程为南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程,属于 21、海底隧道、管道、电(光)缆工程、147、管网建设,地下水环境影响评价类别均为IV类项目。IV类建设项目可不开展地下水环境影响评价。

1.4.2 评价范围

1.4.2.1 地表水及海洋环境影响评价范围

(1) 地表水

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018),地表水评价等级为一级的建设项目,评价范围应①应根据主要污染物迁移转化状况,至少需覆盖建设项目污染影响所及水域②受纳水体为入海河口和近岸海域时,评价范围按照 GB/T 19485 执行;③影响范围涉及水环境保护目标的,评价范围至少应扩大到水环境保护目标内受到影响的水域④同一建设项目有两个及两个以上废水排放口,或排入不同地表水体时,按各排放口及所排入地表水体分别确定评价范围;有叠加影响的,叠加影响水域应作为重点评价范围。

本次地表水环境影响评价范围同海洋水质环境影响评价范围。

(2) 海洋环境

①海洋水文动力环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014),1级评价范围:垂向(垂直于工程所在海域中心的潮流主流向)距离一般不小于5km;纵向(潮流主流向)距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的2倍。

②海洋地形地貌与冲淤环境影响评价范围

同海洋水文动力环境影响评价范围。

③海洋水质环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014),海水水质评价范围,应能覆盖建设项目的环境影响所及区域,并能充分满足水质环境影响评价与预测的要求。

④海洋沉积物环境影响评价范围

同水质评价范围。

⑤海洋生态环境影响评价范围

一级评价项目，以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围，扩展距离一般不能小于 8km~30km。

⑥海域评价范围确定

综上，根据本工程水文动力实测流速数据以及平均涨潮、落潮历时，针对本工程特点及敏感目标分布，确定本工程海域评价范围为：东至金门乡蚝壳墩（A）至围头村前沿海域（B）连线，北至围头湾湾顶（C）—（D）连线；西至翔安上苏（E）至金门乡五沙角（F）连线，海域评价范围面积约为 405.7km²，位置见图 1.5-1。评价范围四至坐标见表 1.5-1。

表 1.5-1 评价范围四至坐标一览表

序号	北纬 (N)	东经 (E)	序号	北纬 (N)	东经 (E)
A	24°26'49.56"	118°28'21.72"	D	24°40'17.76"	118°25'58.08"
B	24°30'43.56"	118°34'14.16"	E	24°31'46.20"	118°13'58.80"
C	24°40'05.52"	118°27'02.16"	F	24°28'08.40"	118°17'29.76"

1.4.2.2 大气及声环境影响评价范围

本工程大气环境影响评价等级为三级，不设评价范围。

本工程声环境影响评价范围为：管道中心线外两侧 200m 以内为评价范围。

1.4.2.3 环境风险评价范围

环境风险评价水质评价范围同海洋环境评价范围。

1.4.2.4 生态影响评价范围

本工程海域段管道生态影响评价范围同海洋生态环境影响评价范围；陆域段评价范围为临时施工场地及管道两侧 200m 范围。

1.5 主要环境保护目标

本工程建设和运营期的主要环境保护目标见表 1.5-2、图 1.5-1~图 1.5-2。

表 1.5-2 拟建项目周边环境保护目标一览表

序号	环境敏感目标类别	环境保护目标名称	与排海管道相对位置	与排污口相对位置	保护对象	保护等级
1	自然保护区外围保护地带	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带（文昌鱼）	西南侧，637m	西侧，6682m	文昌鱼	国家级自然保护区
2		厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带（中华白海豚）	西南侧，637m	西侧，6682m	白海豚	
3	海洋生态保护红线区	小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区（350500-LCR-II-06，限制类）	东北侧，24m	西北侧，5316m	小百屿及周边海域	省级生态保护红线区
4		围头湾重要渔业水域生态保护红线区（350500-FSH-II-03，限制类）	东侧，1616m	东侧，1616m	传统渔业海域；鲷科、鲱科、鲉科等鱼类产卵繁殖的主要场所。	
5		塘东重要滨海湿地生态保护红线区（350500-WET-II-2，限制类）	东侧，7789m	东侧，7789m	滨海湿地及沙滩等自然景观	
6	海水养殖	菊江村养殖区 ^①	下海点西侧，353m	西北侧，11.28km	吊砺、紫菜、黄鳍鲷、对虾等	
7		奎霞村养殖区 ^②	占用、管道两侧	西北侧，8.74km		
		大佰岛养殖场 ^③	占用、管道两侧	西北侧，4.12km		
8		英林镇、东石镇、金井镇养殖区	北侧及东侧，最近距离约2.13km	北侧及东侧，最近距离约2.74km		
10	海水水质、生态	围头湾	位于	位于	水质、生态	
11	供水管线	金门供水海底管道工程（晋江段）	东侧，4.9km	东侧，4.9km	海底供水管线	

备注：表格中①②③分别对应于图 1.5-2。

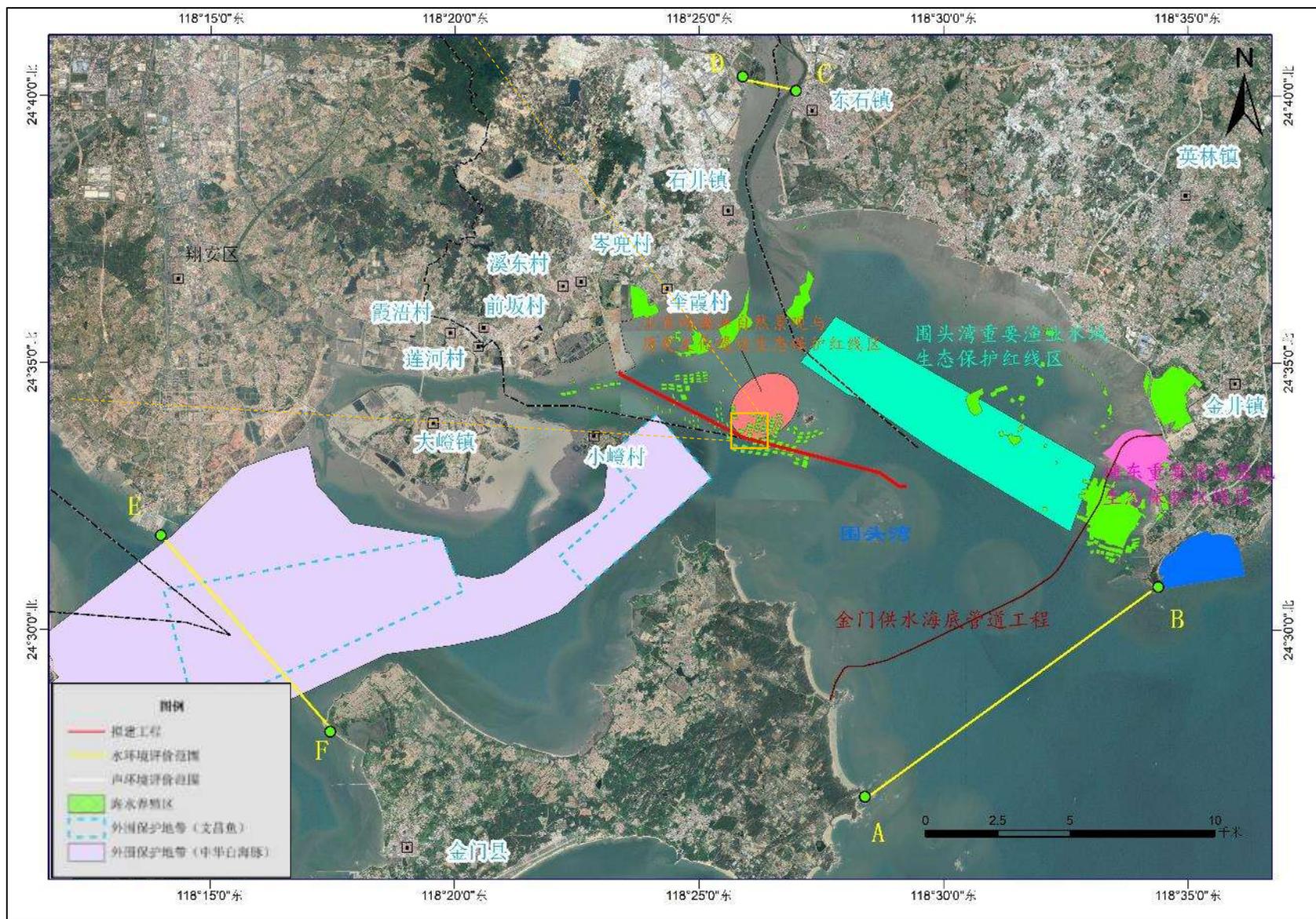


图 1.5-1 主要环境保护目标示意图



图 1.5-2 项目周边养殖区分布图

第二章 建设项目工程分析

2.1 所服务污水处理厂概况及排污口、管道路由选化

本工程主要接收“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及周边污水处理厂处理后的达标污水。

“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及周边已建污水处理厂 3 座，分别为“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂、南安市电镀集控中心污水处理厂、泉州市南翼污水处理厂；规划建设南安市石井镇生活污水处理厂 1 座。已建污水处理厂的尾水目前通过近岸临时排污口排放至浅水区域。污水处理厂地理位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 “泉州芯谷”南安高新技术产业园区及周边污水处理厂位置示意图

2.1.1 污水处理厂概况

2.1.1.1 污水厂概况

(1) 南安市电镀集控中心污水处理厂

南安市电镀集控中心污水处理厂概况如下：

①规模

A、规划情况

集控区电镀污水处理厂工业废水处理规模为 8600m³/d，分两期建设，一期、二期均为 4300m³/d。电镀废水分质处理后 60%回用于电镀生产，40%达标排放。即一期、二期工业废水排放量均为 1700m³/d。

电镀集控区一、二期工程均执行“增产不增污”或“增产减污”的原则，即工业废水排放量不得超过 0.3440 万 t/d。

生活污水总排放量 536 m³/d，一期、二期排放量均为 268 m³/d。

B、现场调查情况

目前华源电镀集控区一期工程已建成，企业已入驻并投产，二期工程厂房正在建设中，部分电镀企业已入驻投产；污水厂现状污水排放量为 0.17 万 t/d（其中生活污水排放量为 200t/d），一旦本工程排海管道建成后，污水厂的尾水能够短期内达到排水量 0.4 万 t/d（包括生活污水）。污水排放情况见表 2.1-1。

表 2.1-1 南安电镀集控中心污水处理厂污水排放情况一览表

	分期建设		现状 (2021年)
	一期	二期	
规划情况	1968t/d (包括生活污水 268t/d)	1968t/d (包括生活污水 268t/d)	/
现场调查情况	已建	土建已建设 设备未建设	1700t/d (包括生活污水 200t/d)

②排放标准

电镀废水排放执行《电镀污染物排放标准》(GB21900—2008)新建企业水污染物排放限值（表 2.1-2），处理后尾水暂时排入安海湾中部临时排污口，待南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程建成后排入围头湾。

表2.1-2 南安市电镀集控中心污水处理厂工业废水设计进、出水水质

单位: mg/L

污染物项目	进水水质	出水水质
总铬	200	1.0
六价铬	180	0.2
总镍	100	0.5
总铜	60	0.5
总锌	20	1.5
COD _{cr}	180	80
总氰化物(以CN ⁻ 计)	90	0.3

(2) “泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂

“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂概况如下:

①规模

A、规划情况

南安市高新技术产业园区污水处理厂工程总规模为 5 万 m³/d, 分两期建设, 近期设计规模 2.5 万 t/d, 远期规模 5 万 t/d。

B、现场调查情况

目前“泉州芯谷”南安高新技术产业园区, 仅泉州三安半导体科技有限公司的部分项目投产运营, 污水厂已建规模 2.5 万 t/d, 现状污水排放量为 0.6 万 t/d。污水排放情况见表 2.1-3。

表 2.1-3 高新技术产业园区工业污水处理厂污水排放情况一览表

	分期建设		现状 (2021 年)
	近期	远期	
规划情况	2.5 万 t/d	5.0 万 t/d	/
现场调查情况	已建	未建设	0.6 万 t/d

②污水成分及排放标准

目前, 污水处理厂实际处理量为 0.6 万 t/d, 污水处理厂处理后水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准(表 2.1-4) 后暂时排入“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂尾水湿地公园(见图 2.1-2)(过渡性措施), 污水处理厂尾水经人工湿地进一步净化后, 就近排入老港溪。待南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程建成后排入围头湾。



图 2.1-2 芯谷湿地公园现状照片

表2.1-4 “泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂设计进、出水水质

单位：mg/L，除pH外

污染物项目	进水水质	出水水质
pH 值	6-9	6-9
COD _{Cr}	400	50
BOD ₅	250	10
氨氮	40	5
SS	250	10
总氮	45	15
总磷	5.0	0.5
氟化物	0.5	0.5
总铜	0.5	0.5
总铬	0.1	0.1
六价铬	0.05	0.05
总银	0.1	0.1
总镍	0.05	0.05
总砷	0.1	0.1

(3) 泉州市南翼污水处理厂

①规模

A、规划情况

根据《泉州市南翼污水处理厂近期工程（日处理 3 万吨）环境影响报告书》（2010 年 12 月），南翼污水处理厂近期建设规模日处理量为 3 万 t，远期建设规模日处理量为 13.5 万 t。因石井镇已规划单独建设 6.5 万 t/d 的污水厂，因此，南翼污水厂远期污水量扣除石井污水厂处理的 6.5 万 t/d 污水后，剩余污水量为 7 万 t/d。

B、现场调查情况

根据 2021 年 6 月现场调查情况可知，南翼污水处理厂于 2015 年建设，已建处理规模 3.0 万 t/d，目前处理规模为 1.0 万 t/d，污水排放情况见表 2.1-5。

表 2.1-5 南翼污水处理厂污水排放情况一览表

	分期建设		现状 (2021 年)
	近期	远期	
规划情况	3.0 万 t/d	7.0 万 t/d	/
现场调查情况	已建	未建设	1.0 万 t/d

②污水成分及排放标准

根据收集的资料及现场调查情况可知，南翼污水处理厂目前纳管的污水为生活污水，且污水处理厂近期及远期规划纳管的污水也基本是生活污水。目前污水处理厂尾水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 B 标准，排入院下溪临时排污口。污水处理厂计划在本工程排海管道建成前，完成提标改造，水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 A 标准，最终污水厂尾水通过本工程的排海管道尾水排入围头湾。

表 2.1-6 泉州市南翼污水处理厂设计进、出水水质

单位：mg/L，除 pH 外

污染物项目	进水水质	出水水质
pH 值	6-9	6-9
COD _{cr}	300	50
BOD _{cr}	150	10
氨氮	30	5
SS	300	10
总氮	35	15
总磷	4	0.5
氟化物	0.5	0.5
总铜	0.5	0.5

污染物项目	进水水质	出水水质
总铬	0.1	0.1
六价铬	0.05	0.05
总银	0.1	0.1
总镍	0.05	0.05
总砷	0.1	0.1

(4) 南安市石井镇生活污水处理厂

①规模

根据《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程可研 C 版》及现状调查可知，拟建南安市石井镇生活污水处理厂，近期设计污水处理规模为 2.5 万 t/d，远期设计污水处理规模为 6.5 万 t/d。污水处理工艺采用具有脱氮除磷功能的前置厌氧改良型 A²O 工艺+高效澄清池+纤维转盘滤池，消毒采用接触消毒。

②污水成分及排放标准

污水处理厂处理后水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准（表 2.1-7）后排入围头湾。

表2.1-7 石井镇生活污水处理厂设计进、出水水质

单位：mg/L，除pH外

污染物项目	进水水质	出水水质
pH 值	6-9	6-9
COD _{cr}	300	50
BOD _{cr}	150	10
氨氮	30	5
SS	300	10
总氮	35	15
总磷	4	0.5
氟化物	0.5	0.5
总铜	0.5	0.5
总铬	0.1	0.1
六价铬	0.05	0.05
总银	0.1	0.1
总镍	0.05	0.05
总砷	0.1	0.1

2.1.1.2 污水厂废水排放分配量及污染物排放浓度

考虑到石井镇规划片区开发建设还未成熟，存在不确定因素较多，因此，针对南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程，石井镇污水处理厂暂按规划近期排污水量 2.5 万 t/d 考虑，其余三个污水处理厂废水排放量均按远期规划量分配。各污水厂尾水量分配详见表 2.1-8、各污水厂的尾水排放情况详见表 2.1-9。

表 2.1-8 各污水处理厂现状排放及拟定尾水量分配情况一览表

	南安市电镀集控中心污水处理厂	“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂	南翼污水处理厂	石井镇生活污水处理厂	富余量
现状污水排放量 (万 t/d)	0.17 (包含生活污水)	0.6	1.0	0	—
各污水处理厂拟分配尾水排放量 (万 t/d)	0.4 (包含生活污水)	5	7	2.5	1.1
备注	管道设计规模为 16 万 t/d，各污水处理厂分配水量合计为 14.9 万 t/d；剩余约 7% (1.1 万 t/d 考虑为生活污水) 容量，可根据后续污水厂实际运行情况进行调整。				

表 2.1-9 本工程服务污水处理厂尾水排放情况表

单位：mg/L

污染因子 污水厂		氰化物	总镍	六价铬	COD _{cr}	总磷	总氮	执行标准
南安市电镀集控中心污水处理厂 (0.4 万 t/d)	进水水质	90	100	180	180	-	-	出水水质执行《电镀污染物排放标准》(GB21900-2008)
	出水水质	0.3	0.5	0.2	80	1	20	
“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂 (5 万 t/d)	设计进水水质	0.4	0.001	0.001	400	5	45	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，其中“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂氰化物、总镍、六价铬进水水质低于出水水质标准，按进水水质考虑
	出水水质	0.4	0.001	0.001	50	0.5	15	
南翼污水处理厂 (7 万 t/d)	进水水质	-	-	-	300	4	35	
	出水水质	-	-	-	50	0.5	15	
南安市石井镇生活污水处理厂 (2.5 万 t/d)	进水水质	-	-	-	300	4	35	
	出水水质	-	-	-	50	0.5	15	

2.1.1.3 污水厂的现状环境管理及应急防控措施

本工程衔接的 4 个污水处理厂，仅南安市石井镇生活污水处理厂尚处于规划阶段，其

余三个污水厂均已建设，本节针对三个已建污水厂的现状环境管理及应急防控措施说明如下：

(1) 南安市电镀集控中心污水处理厂

①现状环境管理

A、南安市电镀集控中心污水处理厂已编制《福建省南安华源电镀集控区投资有限公司突发环境事件应急预案》，该预案与《泉州市突发环境事件应急预案》、《南安市突发环境事件应急预案》、《水头镇突发公共事件总体应急预案》等上级主管部门突发环境事件应急预案相衔接，并实施与上级的应急联动。

B、采取重点岗位巡检制度、重要设施的检测维护制度以及日常监测制度。

污水厂实行《水质自动监测站质量控制管理办法》，对水站应实施“日监视、周检查、月或季比对、半年考核”质量管理体系。对污水厂进水水质实行日抽查制度，日常监测数据建档备查。每天从各调节池抽取水样，对各股废水的进水水质进行两次抽查，确保符合污水进水水质要求后泵入相应的处理池。

污水处理厂区排污口分别独立安装在线流量、COD_{Cr}、总铜、pH、总氰化合物、总镍、六价铬在线监控设备，总铬、总镍等污染物分别在各废水处理单元出口安装在线监控设备，所有在线监控设备统一接入厂区在线监测室，并与南安市环保局监控中心（现泉州市南安生态环境局监控中心）、泉州市环保局（现泉州市生态环境局）监控中心联网，实时监测外排废水水质。

②环境风险与应急防控措施

A、截流措施：污水厂化学贮罐区设置 36×8×1m 高的围堰，围堰容积为 288m³。

B、事故排水收集措施：污水厂目前设置 2 个事故池，总容积 3000 m³，并配套设置导流系统，能自流式或事故状态下顺利收集事故消防废水。

C、污水排放口设置在线自动监测监控系统，监测项目包括水量、COD_{Cr}、总铜、总镍、总铬、总氰化物，在线监控系统与环保部门联网；一旦发现污水站出口处的废水浓度出现异常情况，关闭出水口阀门，将出水抽回上一道工序中继续处理，直到废水达标方可通过尾水排放管道排海。

D、污水厂配备相应的应急物资，主要应急物资详见表 2.1-10。

表 2.1-10 主要应急物资情况一览表

类型	名称	数量	存放位置
个人防护	铁铲	10 个	仓库
	塑料桶	20 个	
	pH 试纸	5 盒	
	防毒面具	20 个	
	一次性口罩	50 个	
	安全帽	20 个	
	防酸碱工作服	2 套	
	自给正压式呼吸器	15 个	
	防护眼镜	20 个	
	防酸碱手套	50 套	
	急救箱	1 个	
	紧急喷淋洗眼装置	1 套	化学处理间
现场抢险	沙袋	50 个	污泥间
	移动泵	20 个	仓库
	泄漏液收集器	4 个 (4m ³)	贮罐区
	警示牌	10 个	仓库
	0.5%碳酸氢钠溶液	5 瓶	
	1%稀醋酸	5 瓶	

(2) “泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂

①现状环境管理

A、“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂已编制《福建省南港水处理有限责任公司突发环境事件应急预案》，该预案与《南安市人民政府突发公共事件总体应急预案》、《南安市突发环境事件应急预案》等上级应急预案相互衔接、保持一致，并与《泉州市南安生态环境局突发环境事件应急预案》、《南安市突发公共事件物资保障应急预案》、《泉州半导体高新技术产业园区南安分园区突发环境事件应急预案》等相联动。

B、污水厂已制定严格的污水排入许可制度，进入污水处理厂处理的废水必须达到接管要求后方可进入污水管网。制定各环保设施的操作规程、定期维修制度、每日巡查制度等。

C、各主要污水处理单元（如生化池）设置了在线特征指标监测系统，厂区内设置了化验室，定期对进、出水水质及各主要构筑物水质进行监测；污水进、出水设有在线监控

装置。

②环境风险与应急防控措施

A、污水厂内已建 13800m³ 的事故应急池及切换阀门，同时，设置备用风机和水泵，一旦发生设备故障，及时更换。

B、MBR 膜加药间、接触池加药间的次氯酸钠储罐均设有围堰，围堰容积分别为 12m³、16m³，围堰外配有截流沟，若发生储罐破裂泄漏，可将次氯酸钠收集暂存在围堰内。

C、污水排放口设置在线自动监测监控系统，一旦发现污水站出口处的废水浓度出现异常情况，关闭出水口阀门，将出水抽回上调节池继续处理，直到废水达标方可通过尾水排放管道排海。

D、污水厂配备相应的应急物资，主要应急物资详见表 2.1-11。

表 2.1-11 主要应急物资情况一览表

类型	名称	数量	存放位置
个人防护	急救箱	1	污水厂车间及办公室
	逃生绳	2	
	灭火毯	2	
	化学防护服	2	
	过滤式防毒面具	1	
	防酸碱面罩	5	
	防酸碱口罩	10	
	耐酸碱手套	10	
	防护眼镜	10	
	橡胶手套	100 双	
	布、纱手套	500 双	
	橡胶雨鞋	20 双	
现场抢险	灭火器	按消防要求配置	
	消防栓		
	空桶	10 个	
	扫帚	20 个	
	反光背心	10	
	警示隔离带	1	
	铁锹	2	
	消防腰斧	2	

类型	名称	数量	存放位置
	铁剪	2	
	铁锯	2	
	扳手	2	
	螺丝刀	2	
	正压式空气呼吸器	2	

(3) 泉州市南翼污水处理厂

①现状环境管理

A、泉州市南翼污水处理厂已编制《福建爱思水务有限公司突发环境事件应急预案》，该预案与《南安市环保局突发环境事件应急预案》、《南安市水头镇突发公共事件应急预案》等预案相衔接，并实施与上级的应急联动。

B、建立环境风险防控和应急措施制度，对职工开展环境风险和应急措施宣传培训；

C、在线监测室配备 COD_{cr}、氨氮、总磷在线自动监控仪和电磁流量计等监控设施，与省、市、县三级环保局部门进行联网，实现 24 小时对出水水量水质实时在线监控；

D、厂区内设全厂视频监控，中控室对全厂生产过程进行实时监视，处理各种生产数据，进行生产管理以及进水泵房液位的监视和进水水量的控制。

②环境风险与应急防控措施

A、污水处理厂废水排放口设有应急阀门，可有效保证废水水质出现异常情况时及时进行截留，将废水引入集水池，防止超标废水排放。

B、废水排放口安装有 COD_{cr}、氨氮、总磷在线监控装置，对出水水量水质实时 24h 在线监控。

C、污水厂配备相应的应急物资，主要应急物资详见表 2.1-12。

表 2.1-12 主要应急物资情况一览表

类型	名称	数量	存放位置
个人防护	口罩	20 个	仓库
	安全带	2 条	
	安全绳	2 条	
	安全帽	15 个	
	雨衣	10 套	
	警戒绳	1 捆	
	游泳圈	10 个	
现场抢险	手提式灭火器	15 个	车间及生产办公室
	消防带和消防枪	2 条	
	移动应急泵	2 台	
	沙袋	10 袋	
	柴油发电机	1 台	
	1%稀醋酸	5 瓶	

2.1.2 排污口比选论证

2.1.2.1 排污口位置调整过程

《“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及周边污水处理厂尾水排放工程入海排污口设置论证报告》于 2019 年 3 月通过泉州市生态环境局排污口备案（泉环评函[2019]18 号）（附件 2），推荐的入海排污口坐标为：东经 118°30'45.73"，北纬 24°32'27.51"，排水量远期设计规模为 30 万吨/天。排污口备案编号为：排污口备[2019]001 号。排污口位置见图 2.1-3。

根据泉州海事局所提“避开现有习惯避风锚地，适当远离排污口东侧航道水域”的优化建议，结合后续路由地形勘测、周边海域开发利用现状，充分考虑专家的评审意见及相关部门建议（附件 4），将备案口 1 调整至备案口 2（118°29'51"E，024°32'47"N），于 2020 年 9 月 3 日取得泉州市生态环境局复函（泉环水函[2020]26 号）（附件 3）。

2021 年 9 月泉州市自然资源和规划局按有关规定，就本工程用海征求相关部门意见期间，晋江市人民政府认为该排污口临近晋江市海域，会制约晋江市海洋经济高质量发展，影响群众生产生活等，并提出将排污口向西北侧外移或进一步向南侧外移至围头湾外海海域。经多次沟通商讨，2022 年 3 月泉州市人民政府组织召开南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程的专题协调会，会议明确原则同意向西南侧调整排放口的方案。

据此，建设单位委托厦门蓝海绿洲科技有限公司编制《南安市沿海片区污水处理厂尾

水排放工程入海排污口（调整）设置论证报告》，经专家评审后，于2022年4月20日取得泉州市生态环境局备案意见（现有备案排污口）（附件15）。

原备案口1、原备案口2及现有备案排污口位置关系见图2.1-3。

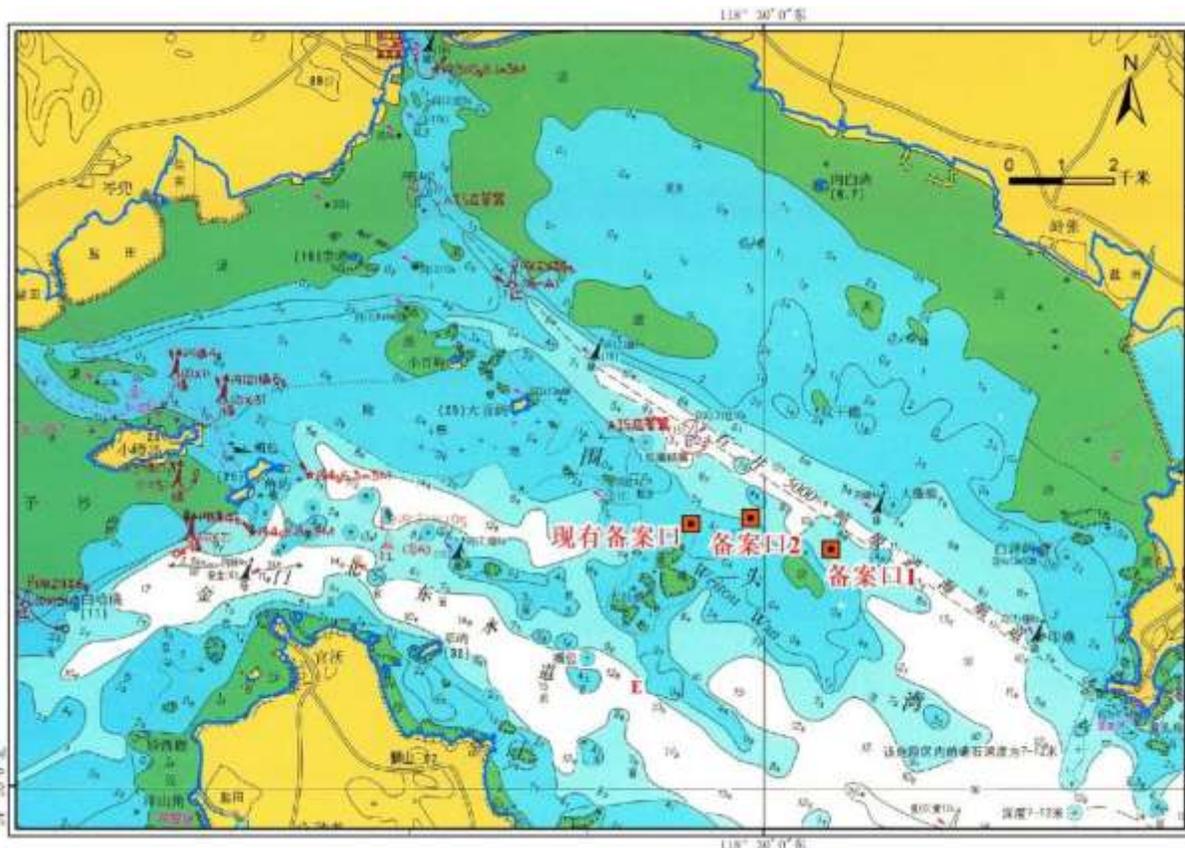


图 2.1-3 原备案排污口及现有备案排污口位置关系图

2.1.2.2 排污口位置比选结论

拟选排污口（现备案口）相较于原备案口 2，海域环境现状未反明显变化，调整前后的海洋功能区划、近岸海域环境功能区划、海洋环境保护规划保持一致。调整后排污口位置进一步远离习惯性锚地区域，远离了航道水域，不占用航道锚地资源，运营期基本不存在受船舶抛锚破坏的重大风险。近年来排污口所在海域开发活动无明显变化，排污口调整前后利益相关者一致，未新增利益相关者，调整方案减少了与“小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区”之间的距离，但是增大了“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“重要滨海湿地生态保护红线区”的距离，进一步减少了尾水排放对晋江市海水养殖的影响。排污口调整环境条件对比详见表 2.1-13。

表2.1-13 排污口调整环境条件对比

方案	备案口 2	现有备案排污口	与原排污口 2 相比是否存在较大差异
位置	围头湾航道的南侧 118°29'51.3939"E, 24°32'46.6632"N	围头湾航道西南侧 118°29'11"E, 24°32'43"N	是
水深（理基，m）	13	12.9	否
离岸距离（km）	11.6	11.5	否
福建省海洋功能区划的符合性	厦门湾保留区，排污区与最近其它功能区“能源与矿产区”相距约 142m，可满足排污区论证用海不进入该区域需求	厦门湾保留区，排污区与“能源与矿产区”距离为 837m，可满足排污区论证用海不进入该区域需求	否
福建省生态保护红线区划	排污口不涉及，最近 1.1km；路由与工可论证单位确认，不涉及	排污口不涉及，最近 1.8km；路由不涉及	否
福建省近岸海域功能区划	围头湾二类区		否
福建省海洋环境保护规划	围头湾渔业环境保护利用区		否
与排放口设置国家规定的符合性	可以满足		否
与周边用海的符合性	排污管道穿越菊江航道和泉金航道，可协调；排污口已尽可能远离习惯性锚地分布区	排污管道穿越菊江航道和泉金航道，可协调；排污口周边分布较多岛礁	是；调整后排污口避开了习惯性锚地区域
海域环境质量现状	位于同一片海域		否
水动力条件	流向与围头湾主航道基本平行，流速较强	受地形影响，流向发生明显变化，流速较弱	是
水质扩散条件	代表因子排放过程中，叠加本底值后基本不超过二类水质标准	选取浓度增量和扩散范围最大的污染物计算，叠加本底值后最大浓度超二类水质标准	是
对生态敏感目标的影响	对生态红线保护区、大佰岛、养殖和文昌鱼等敏感目标无影响		否
是否存在跨界污染	水深条件较好，水质扩散情况良好，代表因子基本未超二类水质标准，不存在跨界污染	周边海域水深条件和扩散条件较差，排污口周边高浓度区增加，但是扩散范围较小，不存在跨界污染	否
路由用海行政归属	均在泉州海域		否
冲淤环境	处于弱冲刷区域，冲淤环	位于淤积强度较大的区域，	是

	境较好，运营期不淤积	回淤量较大	
工程施工难度	位点沿北偏西 70°方向在路由勘测范围内回缩 1712.89m，末端无需大量炸礁	路由距离更短，无需炸礁，但是水深变化大，地形坡度较大，运营期回淤量大，需要采取工程措施。	是

现有备案排污口方案水深条件符合深海排污口设置规范，符合《福建省海洋功能区划》、《福建省生态保护红线区划》等相关规（区）划要求，不对周边生态敏感目标造成影响，管道路由穿越泉金航道、菊江航道问题可协调，不存在跨界污染问题，相比于原备案排污口，现有备案排污口进一步远离了习惯性锚地区域，降低了排污管道遭到抛锚损坏的风险。

重点从利益相关者角度考虑，现有备案排污口进一步远离了晋江海域环境保护目标，但是调整后排污口周边的水动力条件较弱，对污染物扩散相对不利，导致污染物高浓度区域增加，局部范围影响变大。此外，排污口位于水深地形变化大、冲淤不稳定区域，工程运营期存在管道铺设不稳定、回淤较大等风险。对此，因此工程实施前应对周边地形进行平整，以利于工程稳定运行，避免回淤或滑坡等地质风险。

综上，现有备案排放口所在位置基本具备环境适宜性。

2.2 本工程概况

2.2.1 项目基本情况

(1) 项目名称：南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程

(2) 用海单位：泉州市南翼置业发展集团有限责任公司

(3) 建设性质：新建工程

(4) 工程建设规模：新建两条并行 D1016mm 钢制海底管道，管道中心线间距约 30m（登陆段管道中心线间距为 4m），设计污水输量为 16 万 m³/d，管道终端设置两座扩散器，陆域段单根管道长约 80m，海底管道单根长度约 10.5km，单座新建扩散器长度约 149m。工程组成及评价范围见表 2.2-1。

(5) 地理位置：南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程位于泉州围头湾海域，海底管道路由下海点位于南安市石井海峡科技生态城 3 号地块南侧海域（南安已划定海域），终点位于围头湾中部海域，项目用海不涉及相邻的翔安及晋江已划定海域范围。项

目地理位置见图 1。

(6) 建设期：施工期 17 个月，详见表 2.3-6。

(7) 总投资：初设概算投资为 54056.72 万元

2.2.2 项目总平面布置、主要尺度、结构形式

2.2.2.1 平面布置

根据《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程初步设计文件》（2020年9月）海底管道自南安市石井海峡科技生态城3号陆上起始SP点下海后，沿东南方向直线敷设穿越防波堤约80m后至TP1折点处，随后路由向北折转64°，沿直线敷设4.8km至小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区南侧，到达转折点IP2位置后，路由向北折转13°，沿直线敷设4.7km到达转折点TP4位置后，路由向北折转20°，最终沿直线敷设约280m到达转折点TP6位置后，路由向北折转34°后敷设至围头湾污水排放口EP位置，全长约10.5km。路由穿越菊江航道、泉金航道。海底管道路由走向见图2.2-1。

本工程陆域段施工内容包括排海管的预制、穿越防波堤的80m管道的施工，其余均为海域施工内容。

表2.2-1 工程组成一览表

项目	工程名称	工程组成	是否本次评价范围
一、主体工程			
1	排海管道	<p>海域段：①新建两条并行 D1016mm 钢制海底管道，设计污水输量为 16 万 m³/d，管道终端设置两座扩散器，单根海底管道长度约 10.5km，单座新建扩散器长度约 149m。</p> <p>②采用抓斗挖泥船、水力喷射后挖沟等备进行管沟开挖，开挖深度为 1.55m~9.54m，管沟平均埋深 3m~4m（距管底）；产生弃方 94.6485 万 m³，弃方抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程进行回填利用。</p> <p>陆域段（80m）：①陆域管线由片区污水处理厂顺着南安市石井镇科院南路直至入海点，单根管道长度约 80m；②采用挖掘机、吊机进行土方开挖并回填；管沟挖深约 2m，形成管沟宽 8m；开挖土方 4869m³，产生弃方 1082m³。</p>	纳入本次评价范围
二、配套工程			
1	浮标	海底管道路由沿线设置海洋警示浮标，在下海点设置岸标；设置深水新型灯浮标 6 套	纳入本次评价范围
2	联锁排	扩散器连接段覆盖混凝土联锁排进行保护；尺寸 300×300×300mm	
3	防沉板及防护笼	扩散器段设置防沉板及防护笼；防护笼呈半圆型，顶部高于上升管顶 100~200mm，由 6×80 扁钢纵横交错焊接而成。	
三、依托工程			
1	施工场地	南安市海峡科技生态城 2、3 号地块作为本工程临时施工场地；面积约 13.96hm ² 。	纳入本次评价范围
2	菊江航道、泉金航道	<p>菊江航道：航程 10.6km，航宽 80m，设计底高程-0.9m。</p> <p>泉金航道：航程 20.4km，航宽 100m，设计底高程-3.0m。</p>	不属于本次评价范围
四、环保工程			
1	临时厕所、隔油沉淀池	施工营地设置临时厕所，生活污水收集后由专业运污水槽车运走后排入市政污水管网；施工场地设置隔油沉淀池	纳入本次评价范围
五、相关工程			
1	陆域管段	陆域段尾水管道总长度 15.79km，管径 DN800-DN1800，共设置 3 座尾水提升泵站	不属于本次评价范围
2	5#排海泵站	位于本工程陆域段起点西北侧约 170m 处。站内设置 2 个集水池，单池尺寸为 15.59×11.5m，有效水深 2m；近期配置水泵 4 台，3 用 1 备。Q=2125m ³ /h，扬程 H=75m，功率 N=630kW。	不属于本次评价范围

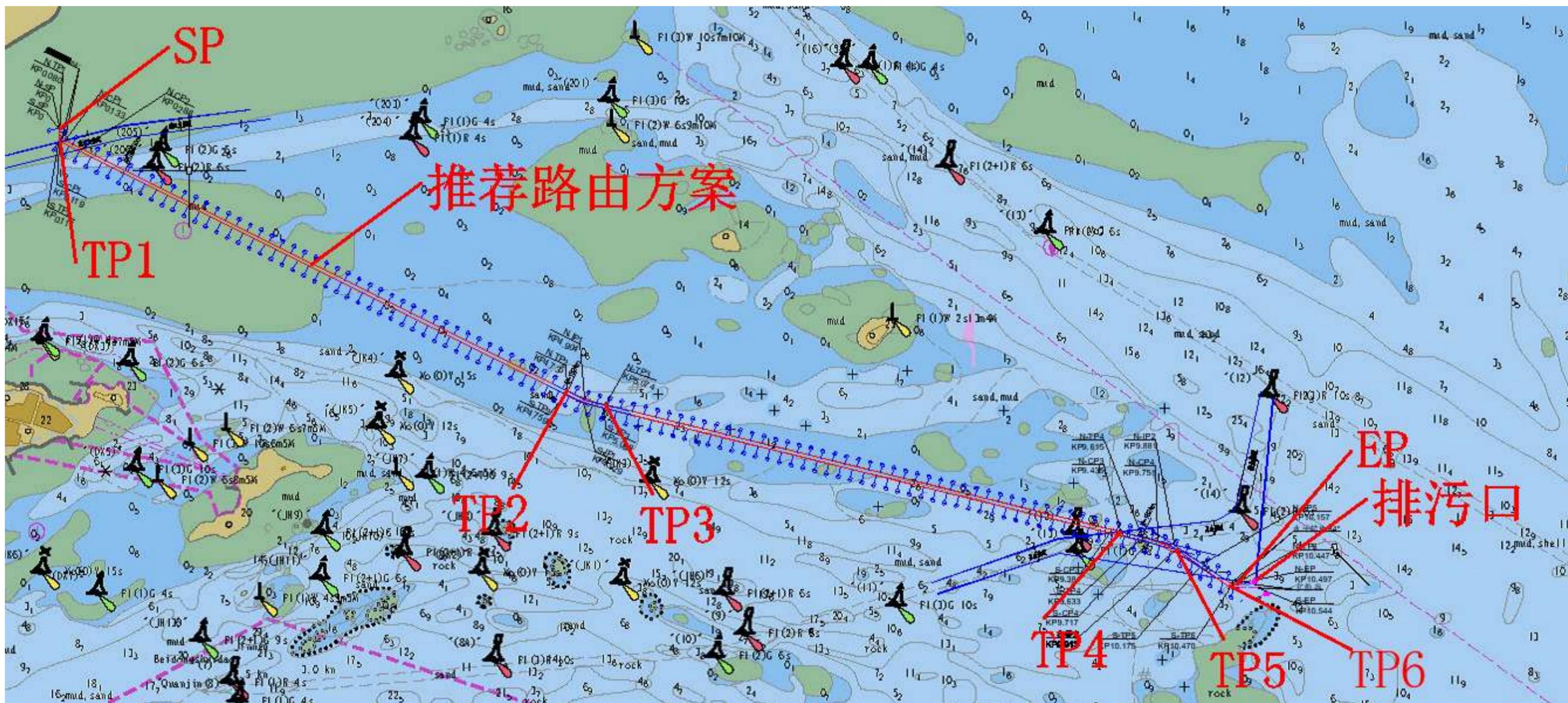


图 2.2-1 项目总平面布置图

2.2.2.2 管道结构

本工程海底管道拟采用非保温输送单层带混凝土配重层结构，管道外径为 D1016mm，管道壁厚为 15.88mm（考虑内腐蚀裕量为 5.0mm）、材质为 API5LPSL2X56，选用双面螺旋埋弧焊管（即 SAWH）（管材主要参数见表 2.2-2），海底管道外涂覆的防腐涂层为 3LPE（三层聚乙烯），配重涂层为密度 3040kg/m³、厚度为 40mm 的混凝土。海底管道的设计压力初定为 1.0Mpa。海底管道截面见图 2.2-2。

表 2.2-2 管材主要参数一览表

项目	主要参数
管线制造工艺	螺旋缝埋弧焊
管线壁厚制造允许偏差	±1mm
密度(kg/m ³)	7850
管道材料等级	API5LX56PSL2
规定的最小屈服应力 SMYS(MPa)	390
规定的最小拉伸强度 SMTS(MPa)	490

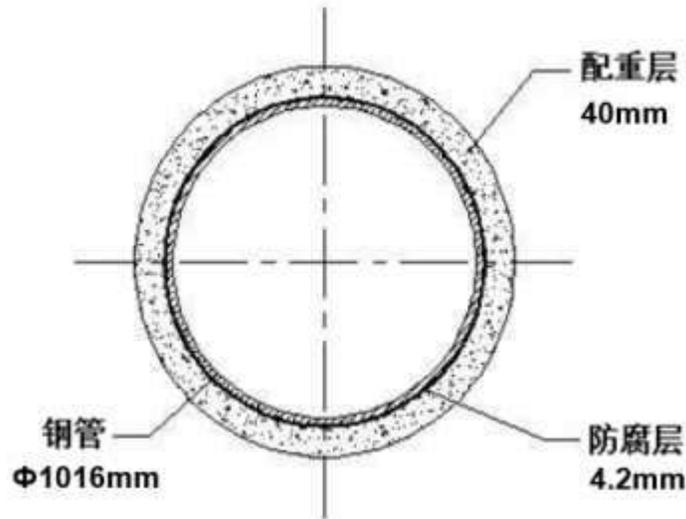


图 2.2-2 海底管道截面示意图

2.2.2.3 扩散器结构

(1) 扩散器结构

本工程污水排海管道末端排污口处设置扩散器，在采取工程措施后，扩散器段水深约 -14.1m（理论基准面）。由图2.2-3、2.3-13（e）可知，本工程建成后上升管喷嘴顶距离海床约854m，喷嘴顶距离海面约13.25m。两条并行管道各设置一座扩散器，共两座。单座

扩散器长度149m，主管结构分三段变径，分别为D813、D508和D324，设置上升管22个，每个上升管设置两个分支管。为了保证扩散器稳定性及安全性，扩散器设置防沉板及防护笼。扩散器整体结构详见图2.2-3。单座扩散器结果参数见表2.2-3。

表 2.2-3 单座扩散器结构参数

项目	数值		
扩散器长度	149m		
上升管间距	7m		
上升管数量	22支（1#~22#）		
单上升管喷口数	2个		
水平方位角	90°		
射流角度	0°		
主管规格（mm）	813×15.88	508×15.88	323.8×14.27
主管变径长度	86m	46m	16m
上升管规格（mm）	219.1×12.7		
上升管长度	1.3m		
过渡段长度	1.0m		
喷口规格（mm）	114.3×11.13		

备注：规格尺寸为外径×壁厚

(2) 扩散器管材选择

扩散器管材规格详见表2.2-4。

表2.2-4 扩散器管材规格一览表

名称	内径	规格（外径×壁厚）	材质钢级
主管	0.78m	D813×15.88mm	API5LPSL2X56 直缝埋弧焊钢管
	0.48m	D508×15.88mm	
	0.30m	D323.8×14.27mm	
上升管	0.19m	D219.1×12.7mm	API5LPSL2X56 无缝钢管
口	0.092m	D114.3×11.13mm	

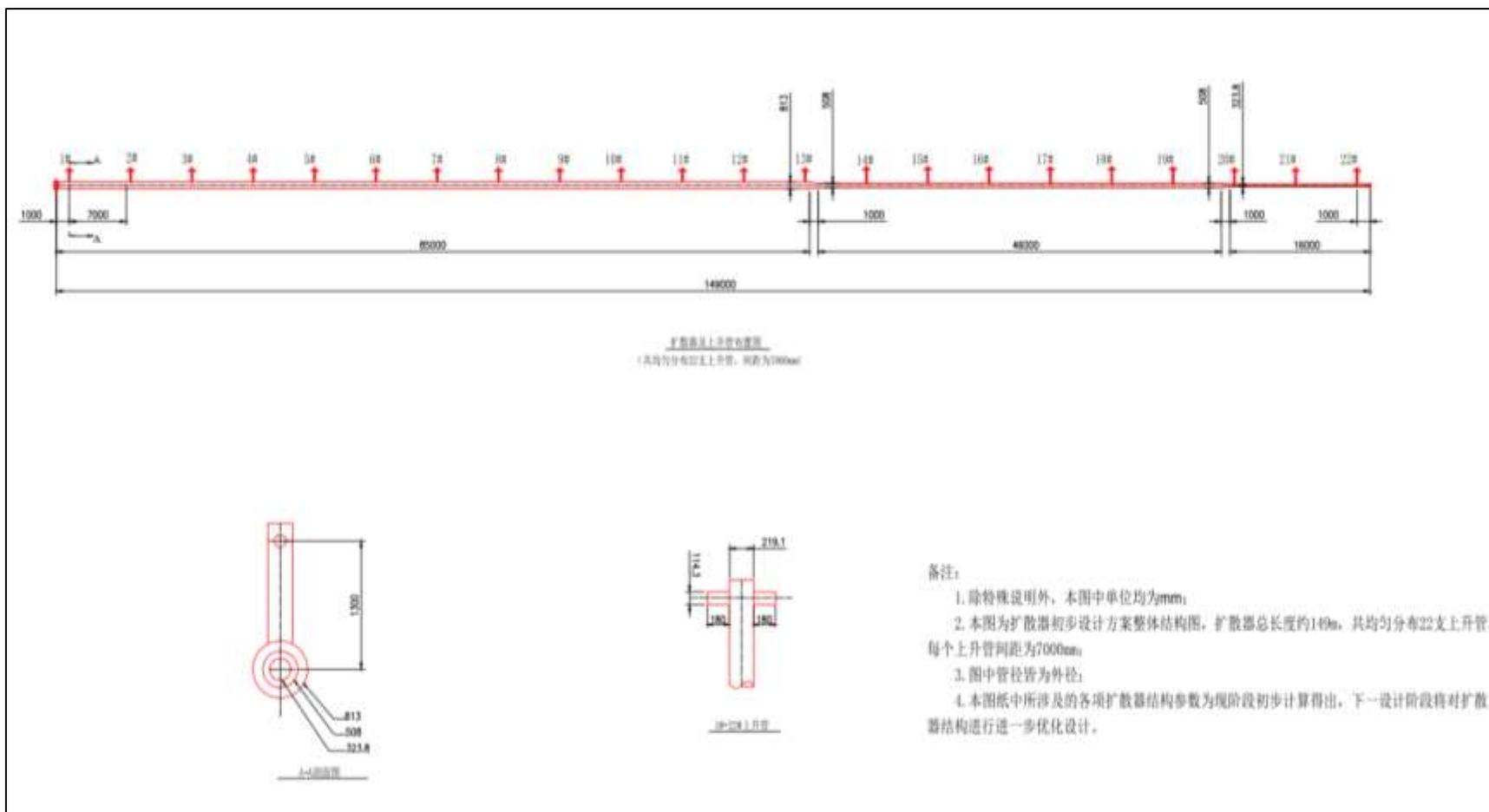


图2.2-3 扩散器整体结构图

(3) 扩散器防护结构

扩散器由扩散主管、防沉板及防护笼等结构组成。其中，防沉板主要功能是为扩散主管提供支撑，固定扩散主管，防止海流对扩散器的冲刷，维持其在使用过程中稳定性。防沉板由底板和钢梁构成，底板和钢梁之间焊接连接。

防沉板长度根据扩散器吊装要求，长度分别为48m、50m、51m。防沉板底板选用8mm厚钢板，主要作用是增大防沉板接触面积，以满足承载力要求。经初步计算，防沉板纵梁型号为热轧H型钢HW300×300×10×15（材质Q235B），横梁型号为热轧H型钢HN300×150×6.5×9（材质Q235B）。

防护笼为扩散器的附属结构，主要功能是防止海底水草、礁石等障碍物对上升管和喷口的破坏和堵塞。防护笼一般呈半圆型，顶部高于上升管顶100~200mm，由6×80扁钢纵横交错焊接而成。

扩散器埋设保护示意图见图2.2-4。

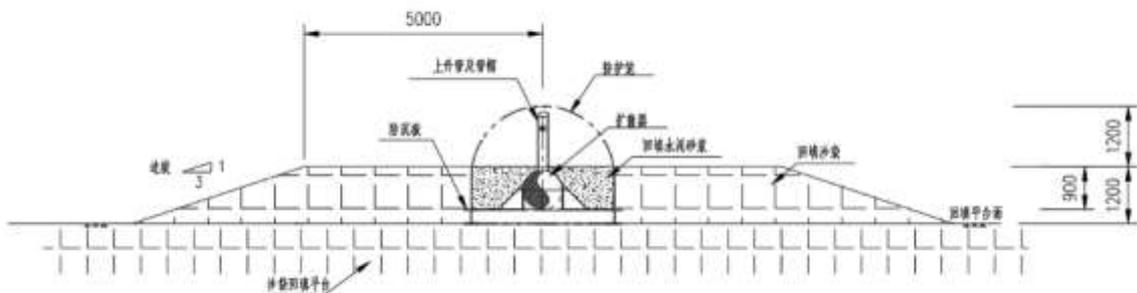


图 2.2-4 扩散器埋设保护示意图

(4) 扩散器水力设计

根据《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程初步设计文件》，设计规模 $16 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 下扩散器水力计算成果具体见表 2.2-5 和 2.2-6。本工程扩散器流速能够满足《污水排海管道工程技术规范》（GB/T19570-2017）中流速不小于 0.6m/s 的设计要求。

污水排海管道设计规模为 16 万 m^3/d （6667 m^3/h ），根据扩散器允许流速及分析，单管最小流量 1667 m^3/h ，当输量从 1700 m^3/h 至 3400 m^3/h 时采用单管运行，当输量从 3400 m^3/h 至设计输量时采用双管运行，当尾水外排流量 $Q < 1667 \text{m}^3/\text{h}$ 时，流速 $v < 0.6 \text{m/s}$ ，为防止介质流速太小，导致污染物淤积沉淀，影响污水深海排放系统的安全运行，污水外排泵站不允许开车，尾水外排管道暂不接纳上游污水。为保证工业园区企

业正常生产的需要，在尾水外排水量小时，可采用间歇运行方式（即外排污水利用排海泵站前端的调节池/汇水井进行调蓄，当调蓄量达到设计最小流量要求时，污水外排泵站开车排水）。

表 2.2-5 16×10⁴m³/d 规模下扩散器水力计算成果表（一）

上升管序号	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#
直径, mm	φ813×15.88																					
流速, m/s	1.55	1.54	1.53	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.55	1.54	1.53	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44
喷口直径, mm	φ219×12.7																					
喷口流量, m ³ /h	164.18	163.12	162.06	161.00	15.94	158.88	157.82	156.76	155.70	154.64	153.59	164.18	163.12	162.06	161.00	15.94	158.88	157.82	156.76	155.70	154.64	153.59
喷口流速, m/s	3.45	3.43	3.41	3.38	3.36	3.34	3.32	3.30	3.27	3.25	3.23	3.45	3.43	3.41	3.38	3.36	3.34	3.32	3.30	3.27	3.25	3.23
水头损失, m	2.22																					

表 2.2-6 16×10⁴m³/d 规模下扩散器水力计算成果表（二）

上升管序号	12#	13#	14#	15#	16#	17#	18#	19#	20#	21#	22#	12#	13#	14#	15#	16#	17#	18#	19#	20#	21#	22#
直径, mm	φ813×15.88																					
流速, m/s	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.44	1.43	1.42	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.44	1.43	1.42
喷口直径, mm	φ219×12.7																					
喷口流量, m ³ /h	152.53	151.47	150.41	149.35	148.29	147.23	146.17	145.11	152.53	151.47	150.41	152.53	151.47	150.41	149.35	148.29	147.23	146.17	145.11	152.53	151.47	150.41
喷口流速, m/s	3.21	3.18	3.16	3.14	3.12	3.10	3.07	3.05	3.21	3.18	3.16	3.21	3.18	3.16	3.14	3.12	3.10	3.07	3.05	3.21	3.18	3.16
水头损失, m	2.22																					

2.2.2.4 防腐设计

(1) 管道

本工程海底管道拟采用外表面涂覆密度为 940kg/m^3 、厚度为 4.2mm 的 3LPE 防腐涂层结合设置牺牲阳极的保护系统进行保护，管道接头采用聚乙烯热收缩带进行补口。管道内防腐层采用增加腐蚀裕量的防护措施。

其中阳极材料为铝-锌-铟合金，类型为手镯型阳极，阴极保护系统设计寿命为 50 年；经过计算配重段理论计算阳极间距为 125.72m ，阳极数量为 190 支（ $150\text{kg}/\text{支}$ ），考虑一定的安全系数后设计采用 229 支手镯型合金牺牲阳极，阳极间距为 104.78m 。总重量为 34350kg 。

(2) 扩散器

本工程扩散器主管及支管外表面、防沉板、防护笼，上升管组件外表面均采用无溶剂液体环氧涂料，干膜厚度 $\geq 1000\mu\text{m}$ ，采用高压无气喷涂。表面处理等级要求达到 Sa2.5 级。

其中阳极材料为铝-锌-铟合金，扩散器采用梯形铝合金阳极。规格为 A11 I-4900×（ $150+170$ ）× 160 ，总重量为 9075kg 。

2.2.2.5 相关工程

(1) 陆域管道

本工程衔接的陆域段尾水管道总长度 15.79km ，管径 DN800-DN1800，共设置 3 座尾水提升泵站。其中 1# 泵站用于提升南翼污水处理厂、南安市电镀集控中心污水处理厂尾水；2# 泵站用于提升“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂尾水；5# 高压泵站用于提升石井镇生活污水处理厂及上述 3 座污水处理厂尾水。管道及泵站的布置见图 2.2-5。

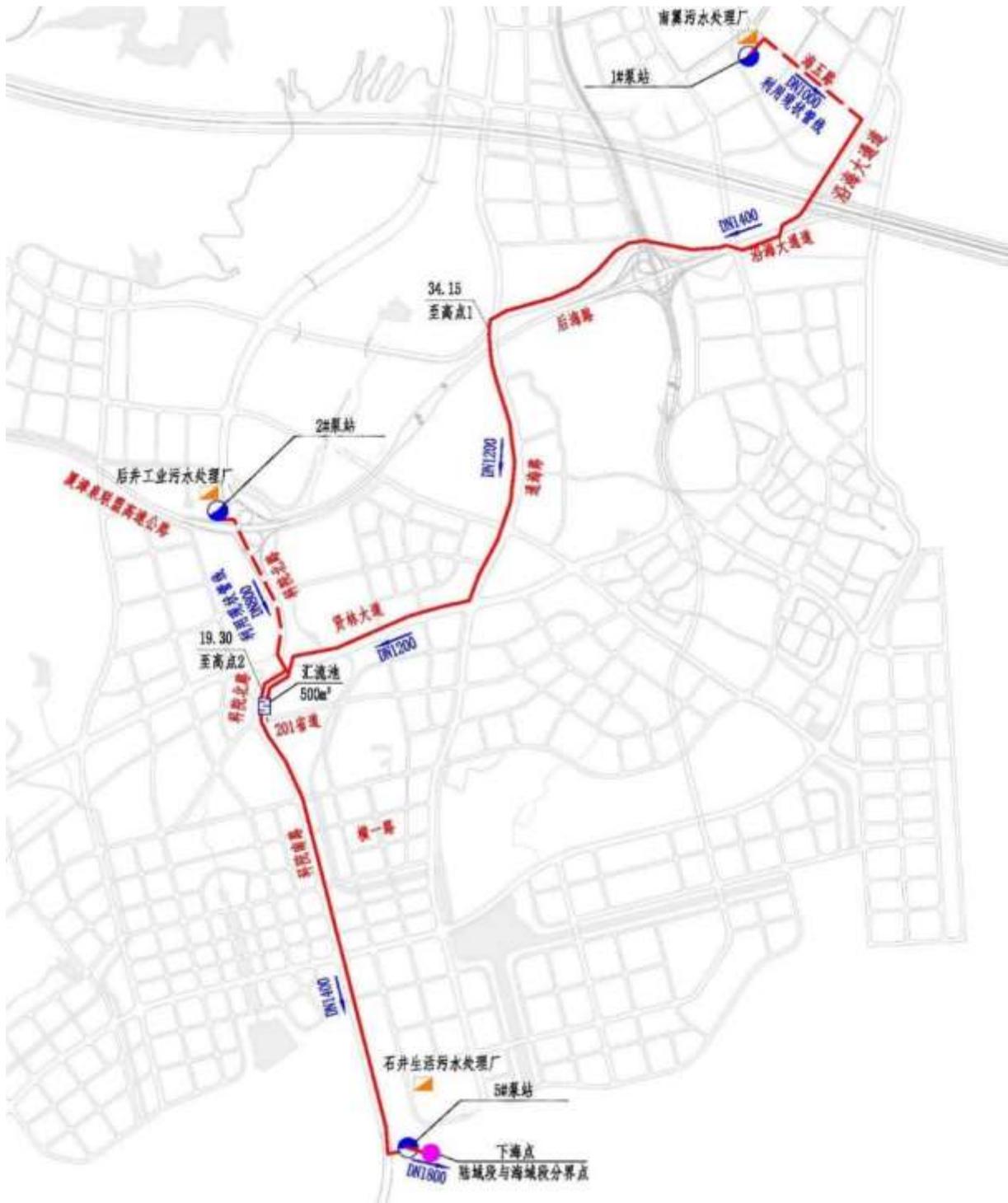


图2.2-5 陆域管道布置示意图

(2) 5#排海泵站

根据《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程（陆域段）方案设计文件》，5#泵站位于科院南路靠南段地块，靠东侧绿化退线内布置，位于本工程陆域段起点西北侧约170m处。5#泵站整体场地为矩形，泵站内部附属用房与主体泵房分东西两侧布置，内设停车场等配套设施。位置见图2.2-6。



图2.2-6 5#泵站位置示意图

(1) 集水池概况

5#泵站集水池最低水位标高2.4m，本工程所在海域最高潮位3.50m，最低潮位-3.42m，平均高潮位2.28m，平均低潮位-1.99，集水池停泵水位（3m）与最低水位高程为0.6m。泵站出水管2根管径为DN1000。

根据《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程（陆域段）方案设计文件》，近期水泵配置4台，3用1备。Q=2125m³/h，扬程H=75m，功率N=630kW。

集水池：设计按2个集水池设置，单池尺寸为15.59×11.5m，有效水深2m，有效容积为358.57m³。T=358.57÷2125×60=10.13min，能够满足10分钟大水泵出水量的要求。

(2) 运行方式

设备采用自动运行方式控制，污水泵根据液位自动或定时开/停，当泵井液位到达起泵液位时，启动一台水泵。经过一段延时后，若液位继续上升，再启动一台水泵，以此类推，直到液位不再上升为止。水泵按6个小时轮流使用，以使每台水泵的工作时间趋于平衡。泵坑内安装超声波液位计，当液位达到报警高度时自动报警。当水位降至停泵水位及以下时，所有潜水泵停止运行。本工程利用动力泵将集水池中污水泵至排海管道排污口排放，不再另外设置高位井（调压井）等。

2.2.2.6 警示浮标

工程所在海域渔业活动及船舶通航活动较频繁，为提示往来船只，避免船舶抛锚威胁管道安全，在海底管道路由沿线设置海洋警示浮标，在海底管道下海点设置岸标。

拟采用抛锚艇，配备相关起吊设备进行警示浮标安装，如图2.2-7所示。警示浮标安装过程中，潜水员要随时进行水下检查，以保证安装位置和外露尺寸符合设计要求。

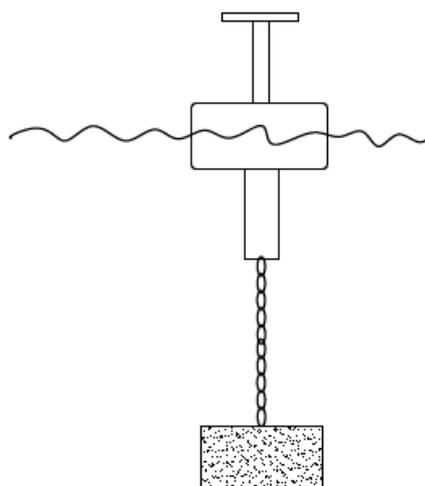


图 2.2-7 警示浮标示意图

2.2.3 项目用海情况

项目海域使用类型为“工矿通信用海”中的“1906 海底电缆管道用海”；排污管道、混合区和排污口用海方式分别为“其他方式”中的“海底电缆管道”、“污水达标排放”和“取、排水口”。

本工程拟申请用海面积共63.7025hm²，其中申请海底管道用海面积52.8669hm²，取、排水口用海面积为5.2288hm²，污水达标排放用海面积为0.9105hm²，申请用海年限为40年。施工期用海面积为4.6963hm²，申请用海年限为1年。项目宗海位置图见图2.2-8、宗海界址图见图2.2-9。

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程宗海位置图

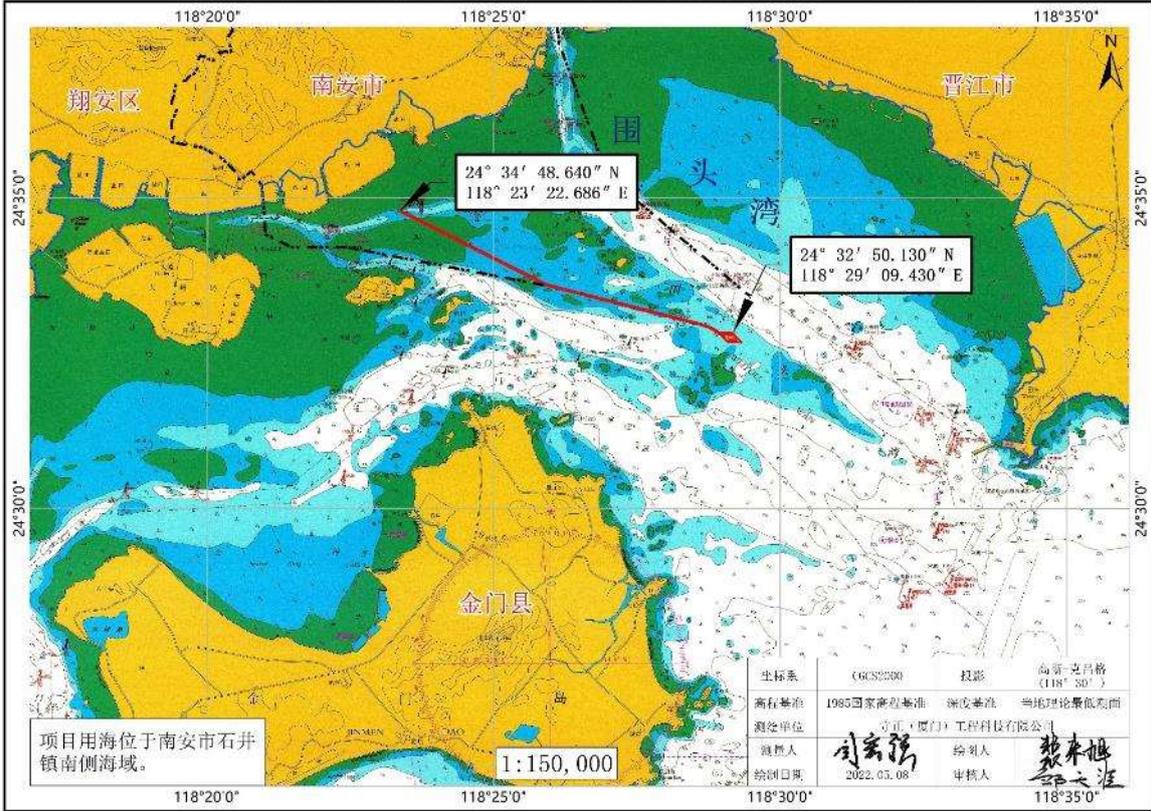


图2.2-8 项目宗海位置图

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程宗海界址图

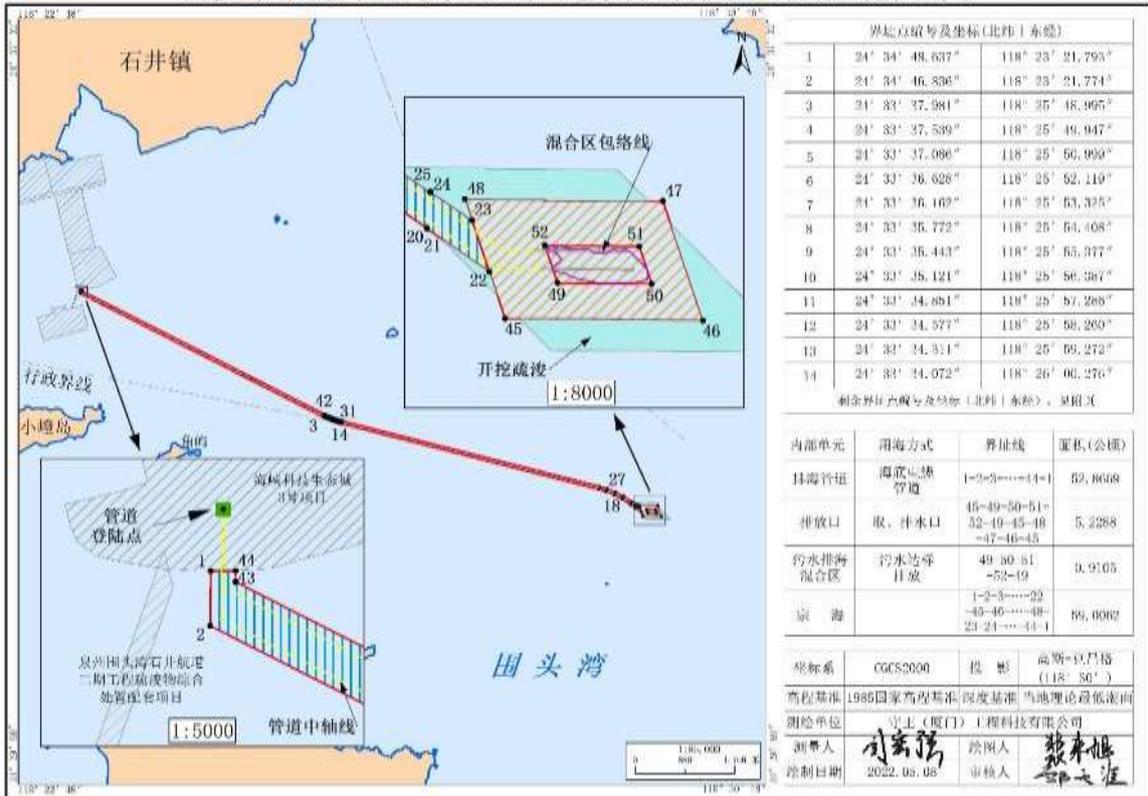


图2.2-9 项目宗海界址图

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程（施工期用海）宗海界址图

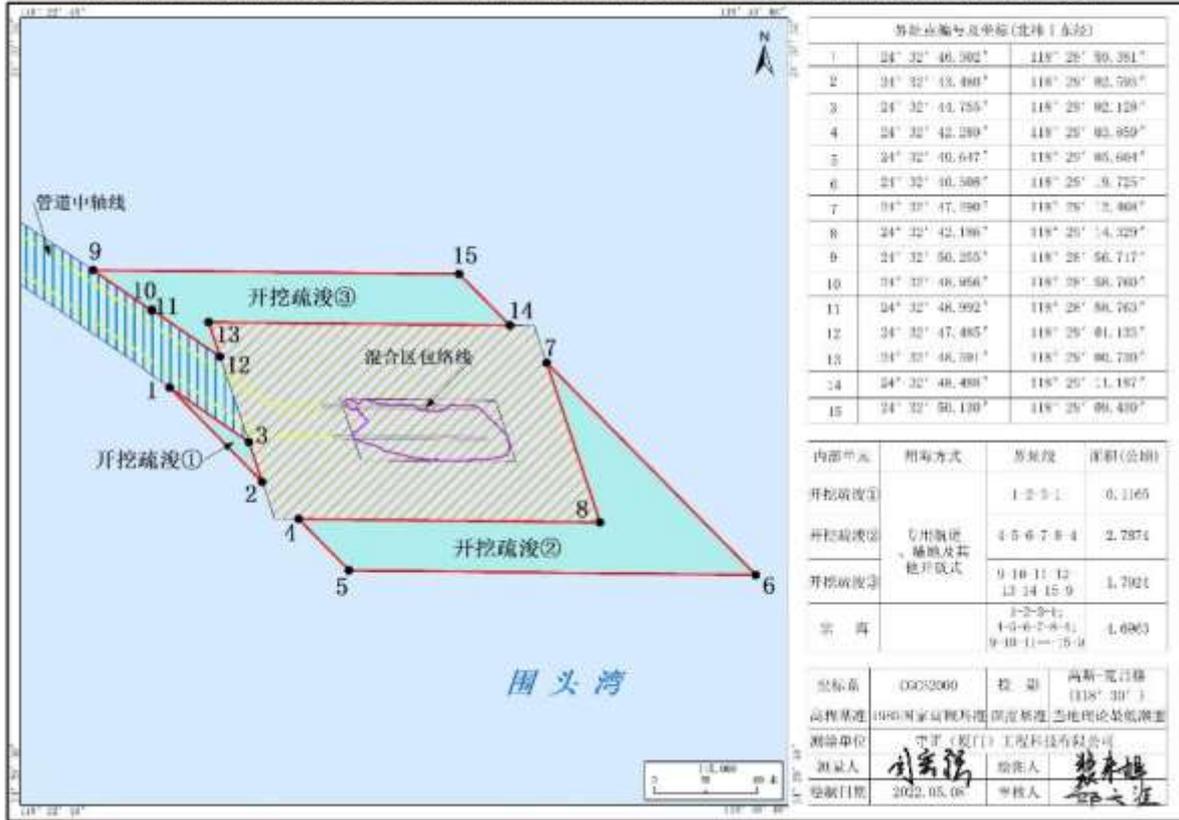


图2.2-10 项目施工期用海宗海界址图

2.3 施工方案

2.3.1 总体施工方案

本工程海底排污管道总体铺设方案为：管道采取斜立管方式穿堤下海，路由沿线存在主要海域水深均无法满足铺管船作业要求，因此拟全线采用陆上预制管道，分段整体浮拖至管道设计位置后，注水下沉将管道就位后，各段管道之间采用水下法兰连接的施工方式；对于岩石段和海床高程变化较大不平整区域的海底管道铺设，提前将岩石段海床进行预处理达到敷设要求。

本工程需设置两座扩散器，单座扩散器长度为149m，扩散器考虑分段吊装结合水下法兰连接的施工方式，在陆地上预制场地内将扩散装置按设计要求分段预制，选择天气及水文条件良好的施工窗口期，将预制完成的各段扩散器装船运输至设计指定位置，采用浮吊吊装至海床上后，通过水下法兰的方式将各段扩散及扩散器与海底管道进行水下连接完成施工。为减小预挖沟长度及工程量，考虑两条管道单独敷设。

2.3.1.1 陆域段施工

项目下海点位于科院南路东侧，该位置人工护岸为斜坡式结构的挡浪堤，防波堤

的结构为堤心砂、袋装砂棱体、无纺土工布、袋装碎石、抛石垫层、3t扭王工字块等，目前大堤已基本建设完成。挡浪堤结构见图2.3-1，现状见图2.3-2。

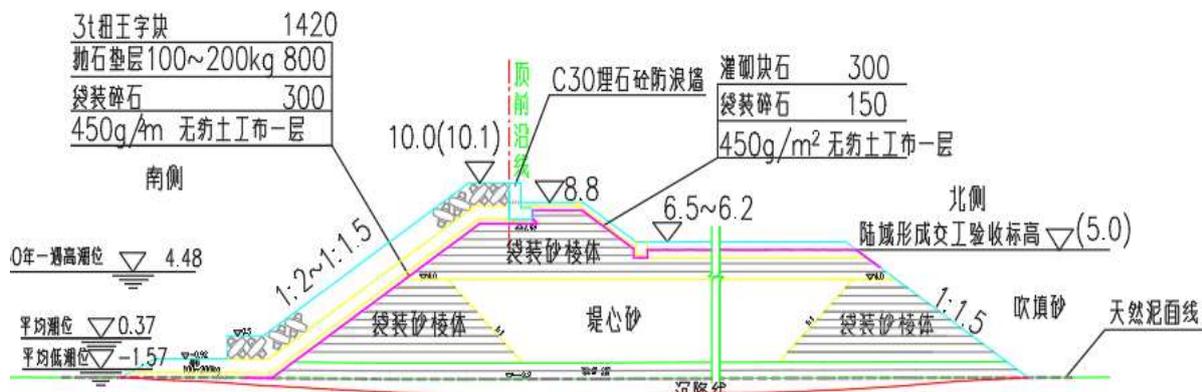


图 2.3-1 下海点防波堤结构图

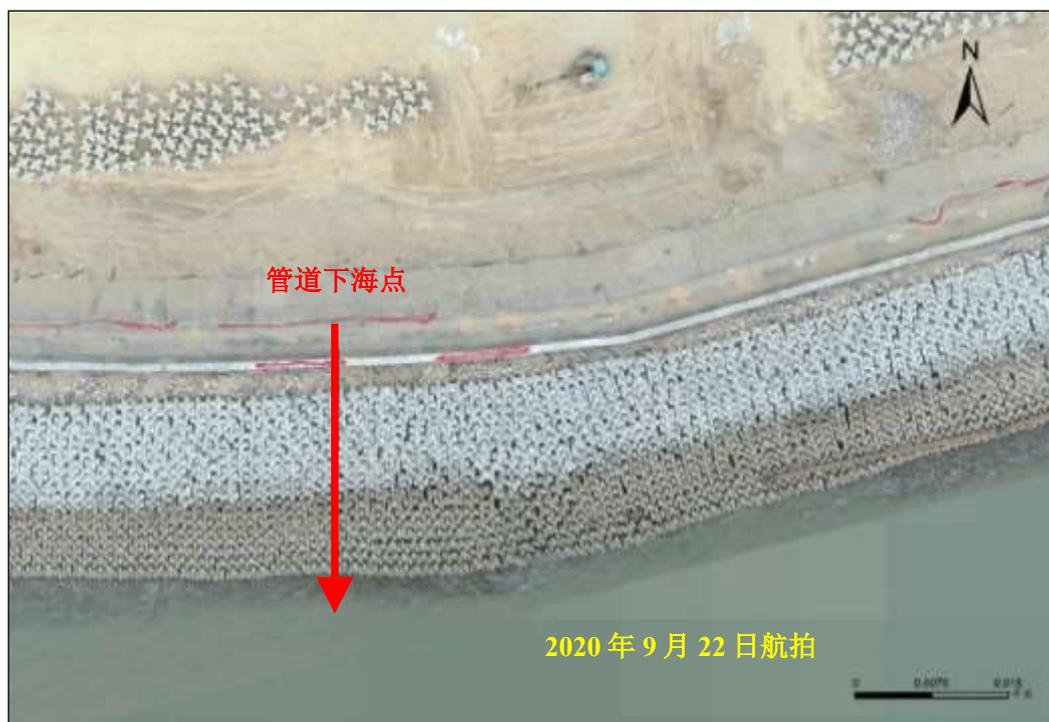


图 2.3-2 在建斜坡式结构的挡浪堤现状图

根据设计方案，下海点防波堤的迎海面高差变化范围为7.77~15.57m，边坡比为1:2~1:5，拟采用开挖管沟斜立管穿堤方式登陆，斜立管角度为34°。为减小对大堤主体结构的破坏，管沟开挖施工时，仅将大堤表层的袋装碎石、抛石垫层、3t扭王工字块进行清除，在管沟开挖的同时进行斜立管焊接预制施工，当管沟开挖完成后，采用吊机和海上起重船配合的方式将预制完成的斜立管整体吊装就位后，采用法兰方式与海中段管道进行连接，管段整体连接完成后，现状浇筑混凝土对管道进行保护，随后对防波堤进行恢复施工。下海点斜立管穿越防波堤登陆断面见图2.3-3、图2.3-4；斜立管吊装施工常见照片见图2.3-5。

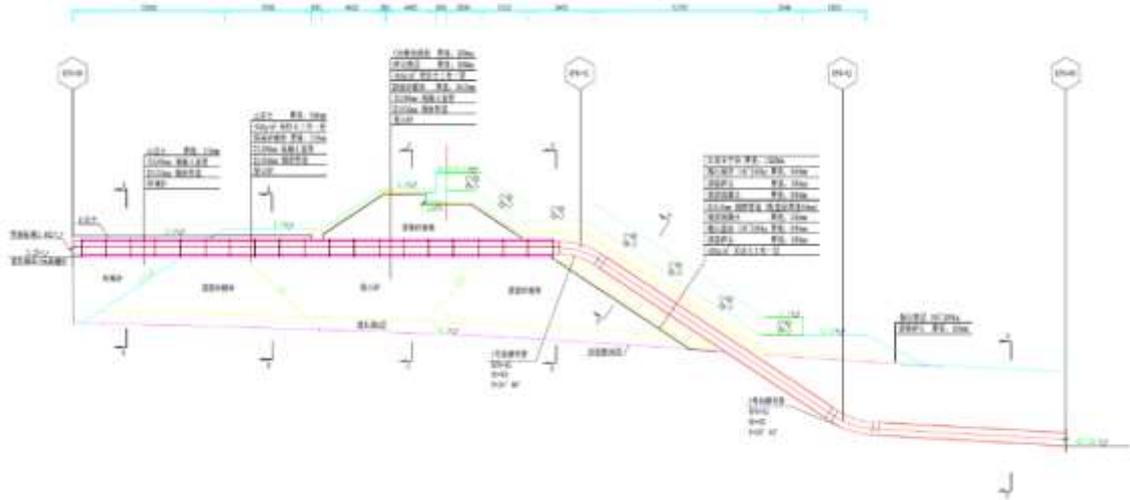
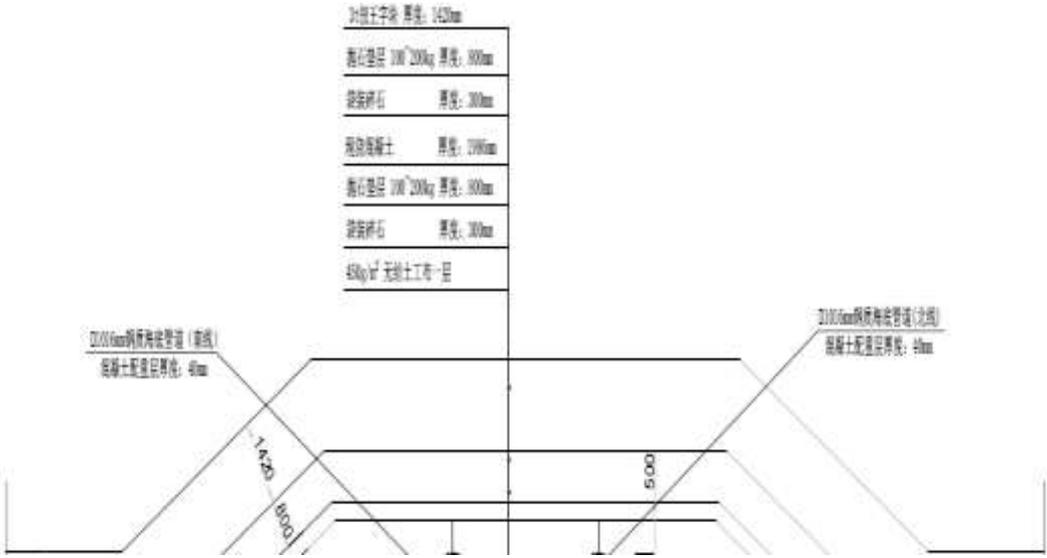


图2.3-3 岸开挖斜立管穿堤登陆断面图



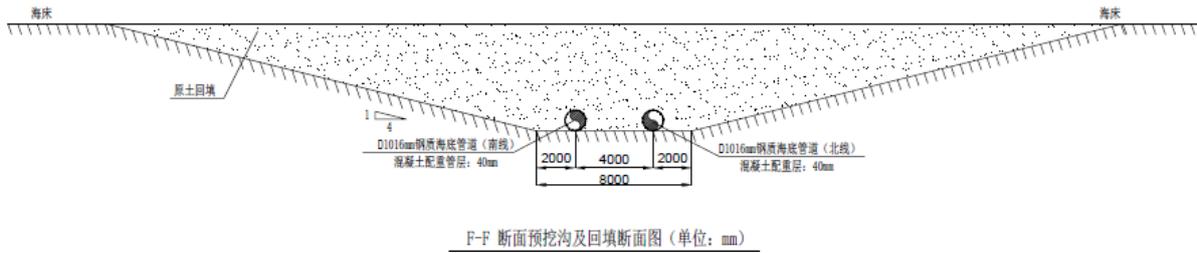


图2.3-4 护岸开挖斜立管穿堤登陆断面图 (D-D与F-F)



图2.3-5 斜立管吊装施工

2.3.1.2 海域段施工

(1) 管沟开挖

根据本工程路由沿线地形地貌、地质条件及海洋开发活动情况，科院南路近岸段及水深小于2m（海图水深）无法满足后挖沟机作业的浅水区域，拟采用预挖沟施工方式；对于海中分布硬质岩石区域，拟采用机械凿岩方式+预挖沟施工方式；对于海中满足后挖沟机作业的一般段区域，拟采用后挖沟施工方式；扩散器段拟采用预挖沟施工方式。管沟开挖不同施工方式的里程见表2.3-1、2.3-2，位置详见图2.3-6。其中，海底管道北线采用水力喷射后挖沟段位置为KP4.425~KP4.822、KP4.874~KP5.896，总长度为1.419km；海底管道南线采用水力喷射后挖沟段位置为KP4.446~KP4.85、KP5.121~KP6.223、KP7.273~KP8.68，总长度为2.877km。

菊江航道



泉金航道



图2.3-6 管沟开挖方式分布示意图

①预挖沟

在管道预定路由位置，使用挖沟设备，在管道铺设之前按照规定要求挖出海底管道的沟槽，随后再铺设管道并回填埋设。

本工程采用抓斗式挖泥船进行预挖沟作业，预挖沟段为科院南路近岸段及水深小于2m（海图水深）无法满足后挖沟机作业的浅水区域。

②后挖沟

后挖沟埋设法是在管道铺设就位后，采用后挖沟机设备沿管道路由，在管道底部吹扫或开挖出管沟，同时将管道下沉至设计要求深度的施工方式。根据挖沟设备的作业原理，又可分为水力（喷射）式、机械式和犁式三种。结合本工程路由沿线主要地质为粉砂、粗砂、中砂、淤泥质黏土、粉质粘土等，施工时考虑采用水力（喷射）式后挖沟机进行施工。主要根据流体力学原理，首先通过与挖沟机前端导向柱相连的高压喷射水枪喷射，击碎海床泥沙；然后利用轴流泵产生低扬程大流量的强大水柱对海床软泥产生有效冲刷将沟底泥沙冲刷到沟外进行作业，从而冲刷出有效深度和宽度的沟形。后挖沟施工整体流程见图2.3-7，常见后挖沟机现场作业见图2.3-8。

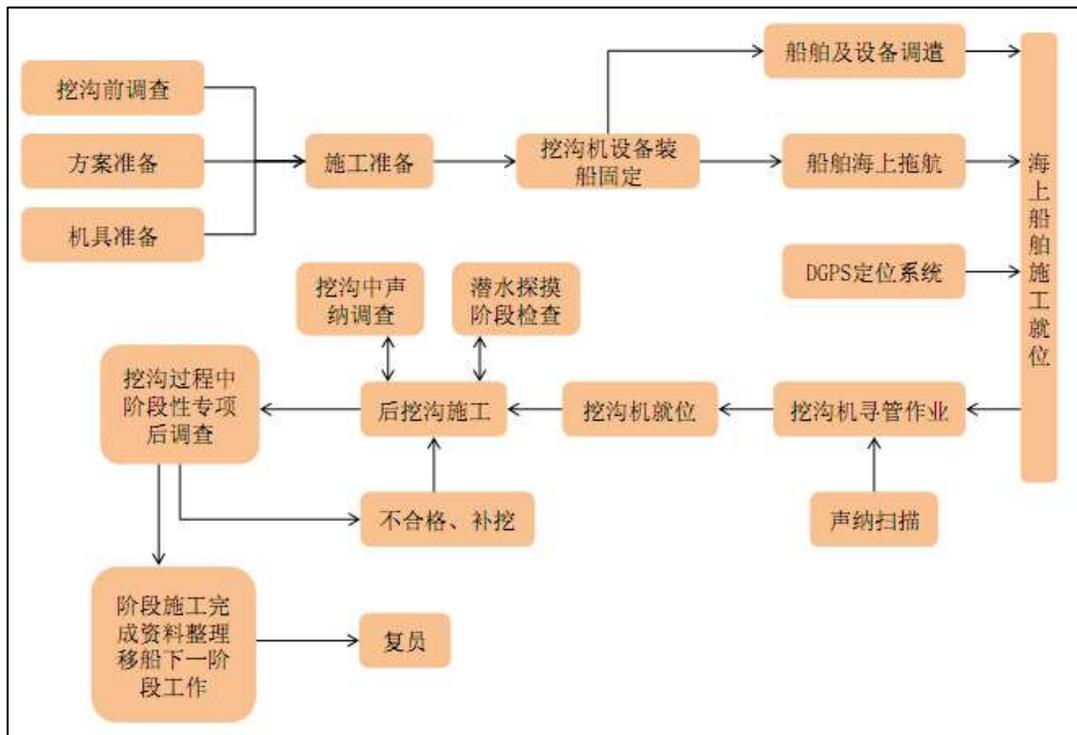


图2.3-7 后挖沟施工流程图



图2.3-8 后挖沟机现场作业图

③机械凿岩

机械凿岩：水下重锤冲击凿岩法一般先使用抓斗船清除表面覆盖的淤泥、黏土后，确定礁石范围，然后采用钻孔船间距一定距离进行钻孔，最后使用吊机设备将锰钢制造的重锤提高到一定的高度后自由落下，利用其重力势能转化为动能冲击礁石，重锤接触礁石的瞬间会产生大的冲击力，使岩石松动，从裂隙中破碎。施工流程为：清除表面淤泥→钻孔船钻孔→重锤凿岩→抓斗船清渣。

(2) 管道安装

综合考虑铺管船作业水深限制、施工难度及工程投资，全线采用浮拖拖管法施工。施工步骤如下：

①岸上设置海底管道预制场地进行海底管道预制工作，预制单条管段长度为1500m，并对预制管段完成试压工作；接着利用拖轮将陆上预制好的管段拖拉至距下海点海底管道附近。

②在下海点设置拖拉绞车或回拖索具，陆地操作人员将尼龙绳抛给停靠在岸边的自航驳，自航驳上人员将绞车钢缆牵引至自航驳并固定；自航驳牵引着绞车钢缆向海上预制管道方向前进，同时进行放缆作业缆绳在被牵引至海面上前，应按要求的间距绑扎浮筒。

③自航驳牵引着绞车钢缆前进至海上预制海底管道段的近岸段，并将钢缆连接至海底管道近岸端的拖拉头。

④陆上拖拉绞车进行收缆作业，将海上预制海底管道整体拖拉就位。钢缆回收过程中同时解除绑扎在钢缆上的浮筒。

⑤海底管道拖拉就位后，在岸端将充水管与拖拉头充水口连接，开启阀门向海底管道

内注水，将海底管道逐渐沉降海底；随着充水，缓慢释放绞车钢缆。待海底管道铺设一定距离后，完全释放绞车钢缆，解除并回收钢缆。

⑥完成近岸第一段海底管道铺设后，利用拖轮将陆上预制场地中预制完的海底管道拖拉至预定位置；海底管道就位后，利用辅助船舶将充水管与拖拉头充水口连接，开启阀门向管道内注水，至管道逐渐沉降海底。

⑦利用辅助船舶将相邻的海底管道进行水下法兰连接；水下法兰连接完成后，对后面的海底管道采用第⑥步与第⑦步进行铺设，直至铺设至扩散器连接位置。

⑧完成海底管道铺设作业后，在拖拉头上系上浮标。

⑨在陆地上将扩散器装置按照设计要求进行分段预制，预制满足海上安装条件后，将扩散器吊装至驳船运输至海上指定位置；扩散器地基处理；扩散器吊装就位。

⑩第一段扩散器吊装就位后，将扩散器与海底管道通过水下法兰连接；第一段扩散器安装完成后，先后吊装第二段与第三段扩散器；第二段扩散器与第一段扩散器通过水下法兰连接，第三段扩散器与第二段扩散器之间通过水下法兰连接；安装后开展检查调整。见图2.3-9。

（3）扩散器安装

①扩散器区域预处理方法

扩散器区域初步拟定采用软体排型式回填沙袋将海床面回填至统一标高-14.1m，回填沙袋放坡比为1:3，软体排型式拟采用聚乙烯编织布、网绳和沙袋等组成排体。并于排上抛铺一层压载沙袋，以防排体松动移位。以海流方向为倾斜方向，以扩散器为中心，南北侧清淤100m，东西侧清淤50m，清淤至-13.0m，清淤放坡比为1:10，扩散器段处理方案示意图2.3-9。

施工机械考虑采用抓斗挖泥船，在清淤区域挖方后装袋进行沙袋回填。沙袋回填区域为扩散器南北侧各50m范围内水深低于-14.1m区域深槽位置及对应的放坡区域。

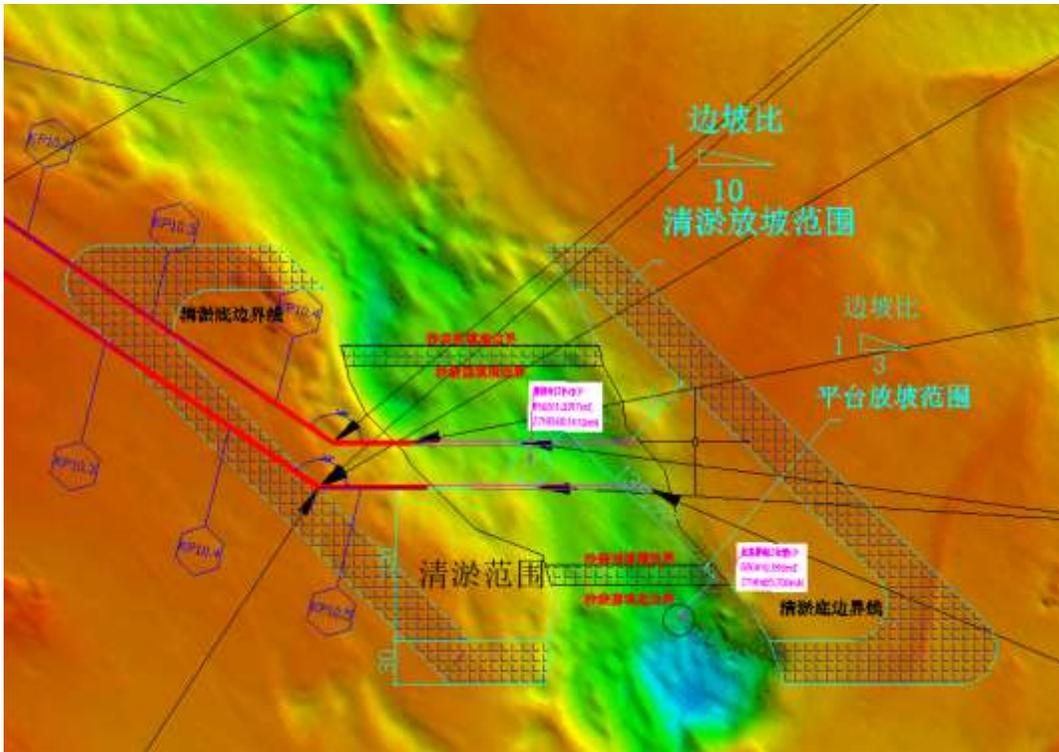


图2.3-9 扩散器段处理方案示意图

②扩散器安装

本工程需设置两座扩散器，单座扩散器长度为149m。本工程扩散器安装采用“陆地预制+水下分段安装”的方式，扩散器安装流程如图2.3-10。

扩散器段采用预开挖沟槽后，回填碎石层进行地基找平处理，同时在陆上进行扩散器的分段整体预制，预制完成后将各段拖运至海上设计位置，吊装下沉至指定位置，各分段之间采用法兰连接。

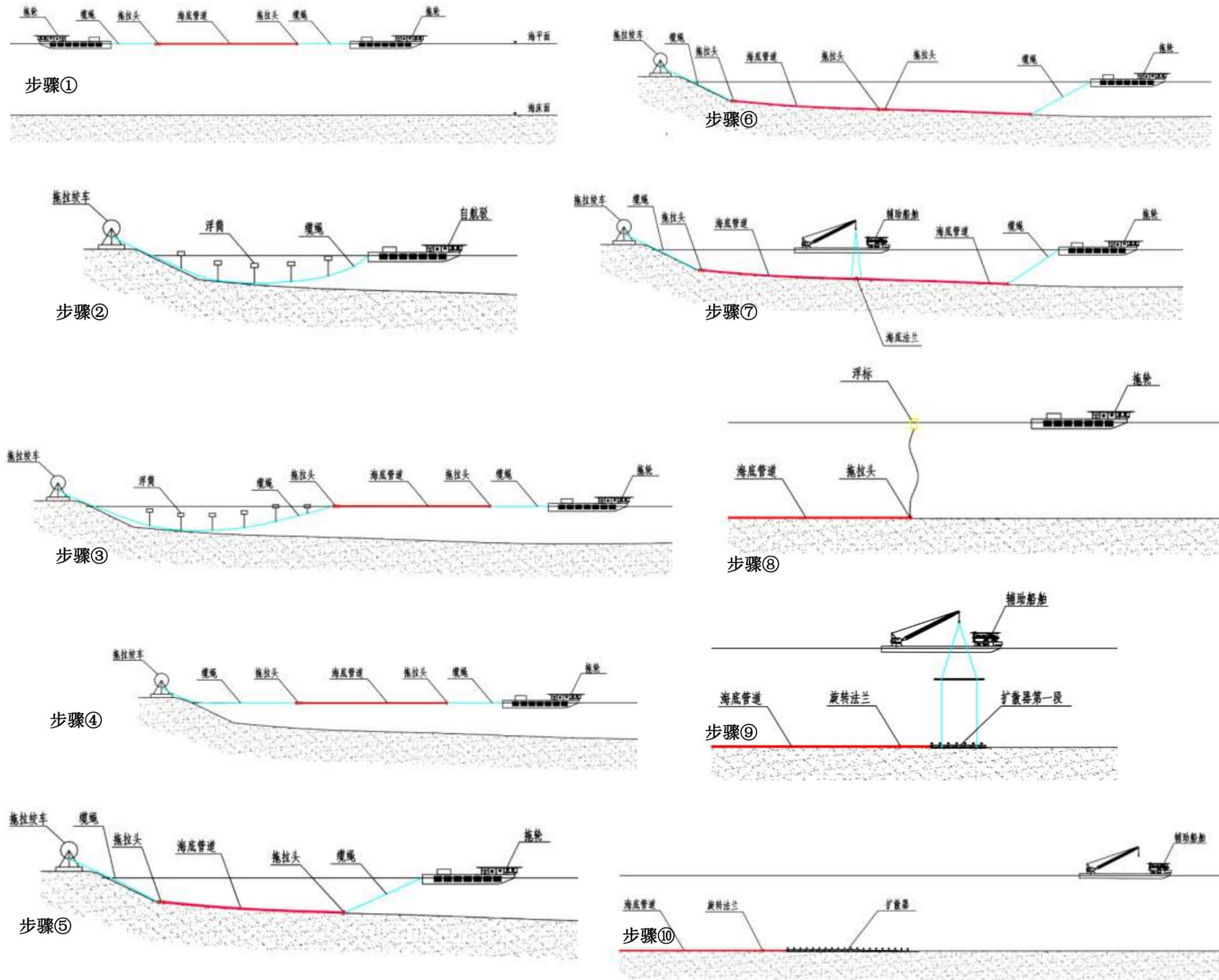


图2.3-10 海底管道安装流程示意图

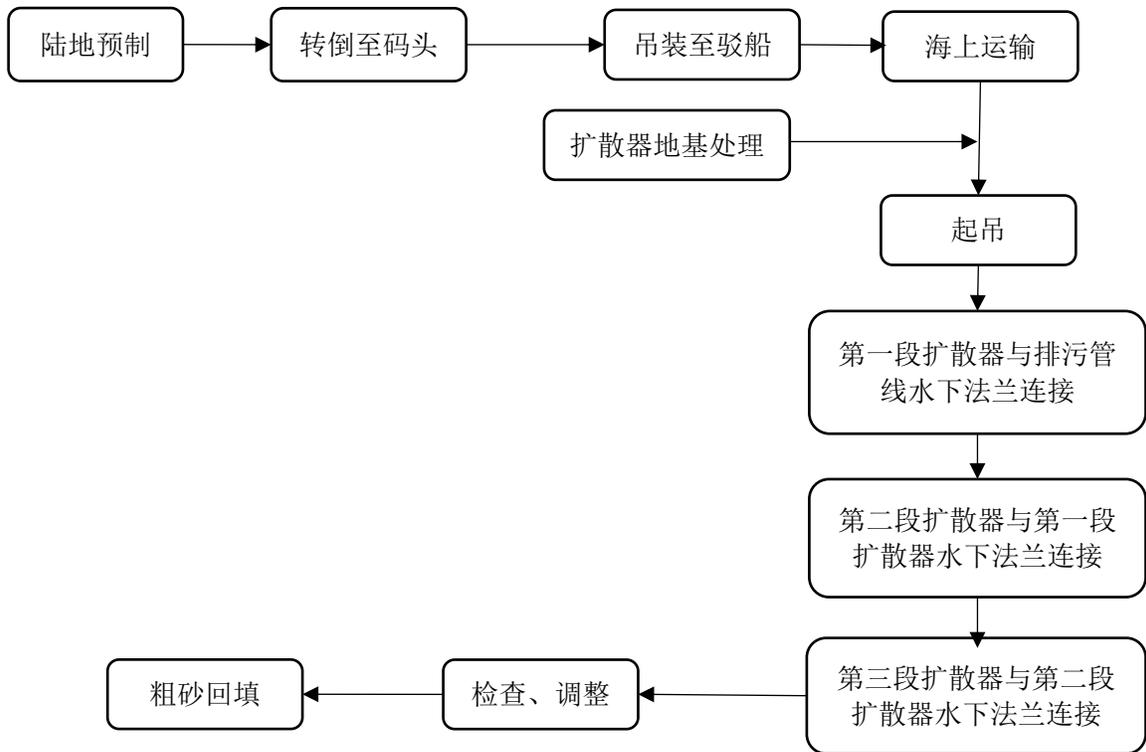


图 2.3-11 扩散器安装流程图

(4) 回填保护及防腐阳极安装

① 回填保护

常用的海底管道保护方法是，通过将石块、灌浆垫层或其他机械方法覆盖于管道上方，目的在于确保在该区域频繁活动的船只上坠落的锚或在锚的拖曳过程中，管道不会受到破坏。本工程海底管道主要采用自然落淤，机械回填（回填犁等设备将挖沟挖出的原土回填），以及扩散器连接段考虑覆盖混凝土连锁排的保护措施。具体埋设保护方案见表2.3-1、表2.3-2。常见回填现场作业见图2.3-12。



图 2.3-12 常见回填现场作业图

表 2.3-1 海底管道北线埋设保护方案

位置	里程	长度 (m)	挖沟 方式	挖沟深 (m)	保护方式
登陆段	KP0~KP0.08	80	—	—	—
生态城3号近岸段	KP0.08~KP0.095	15	预挖沟	3.1 (管顶2m)	粗砂回填1.5m
菊江支航道穿越段	KP0.095~KP0.42	325	预挖沟	4.1 (管顶3m)	粗砂回填2m, 自然回淤1m
生态城3号近岸段	KP0.42~ KP4.425	4005	预挖沟	3.1 (管顶2m)	粗砂回填1.5m
一般海中段	KP4.425~KP4.822 KP4.874~KP5.896	1419	后挖沟	3.1 (管顶2m)	机械回填1.5m (回填原土)
基岩段	KP4.822~KP4.874 KP5.896~KP9.270	3426	预挖沟	3.6 (管顶2m, 超挖0.5m)	粗砂回填0.5m, 碎石回填1.5m
泉金航道穿越段	KP9.270~ KP9.875	605	预挖沟	4.1 (管顶3m)	粗砂回填2m
泉金航道穿越后至扩散器连接段	KP9.875~KP10.297	422	预挖沟	4.1 (管顶3m)	粗砂回填2m
扩散器连接段	KP10.297~ KP10.497	200	预挖沟	管底1.1m	覆盖混凝土联锁排, 粗砂回填

表 2.3-2 海底管道南线埋设保护方案

位置	里程	长度 (m)	挖沟 方式	挖沟深 (m)	保护方式
登陆段	KP0~KP0.08	80	—	—	—
菊江支航道穿越段	KP0.08~KP0.411	331	预挖沟	4.1 (管顶3m)	粗砂回填2m
生态城3号近岸段	KP0.411~KP4.446	4035	预挖沟	3.1 (管顶2m)	粗砂回填1.5m
一般海中段	KP4.446~KP4.85 KP5.121~KP6.223 KP7.273~KP8.68	2877	后挖沟	3.1 (管顶2m)	机械回填1.5m (回填原土)
基岩段	KP4.85~KP5.121 KP6.223~KP7.273 KP8.059~KP8.095 KP8.68~KP9.220	1897	预挖沟	3.6 (管顶2m, 超挖0.5m)	粗砂回填0.5m, 碎石回填1.5m
泉金航道穿越段	KP9.220~KP9.845	625	预挖沟	4.1 (管顶3m)	粗砂回填2m
泉金航道穿越后至扩散器连接段	KP9.845~KP10.344	499	预挖沟	4.1 (管顶3m)	粗砂回填2m
扩散器连接段	KP11.43~ KP11.63	200	预挖沟	管底1.1m	覆盖混凝土联锁排, 粗砂回填

①对于后挖沟机无法正常作业的浅水区域(根据海图水深小于 2m 的海域), 拟采用预挖沟结合回填粗砂+自然回淤保护的方案, 管道埋设深度距离管顶不小于 2m, 沟底边宽 3.0m, 挖沟边坡比为 1:4, 回填粗砂至管顶 1.5m。埋设保护断面图如图 2.3-13 (a) 所示。

②对于海中分布硬质岩石区域, 拟采用机械凿岩方式预挖沟结合回填砂石保护的方案, 管道埋设深度距离管顶不小于 2m, 超挖 0.5m, 沟底边宽 3.0m, 挖沟边坡比为 1:0.25, 回填粗砂至管顶 0.5m+碎石回填 1.5m。埋设保护断面图如图 2.3-13 (b) 所示。

③对于海中航道穿越区域, 拟采用预挖沟结合回填砂石保护的方案, 管道埋设深度距离管顶不小于 3m, 回填粗砂至管顶 2m+自然回淤。埋设保护断面图如图 2.3-13 (c) 所示。

④对于海中一般段区域(根据海图水深大于 2m 的海域), 拟采用后挖沟结合自然回淤保护的方案, 管道埋设深度距离管顶不小于 2m, 机械回填至管顶 1.5m。埋设保护断面图如图 2.3-13 (d) 所示。

⑤对于扩散器连接段, 拟采用预挖沟结合回填粗砂的方案, 管道埋设深度距离管底不小于 1.1m, 沟底边宽 3.0m, 挖沟边坡比为 1: 4, 回填粗砂至原海床面。同时, 考虑覆盖混凝土连锁排的保护措施。埋设保护断面图如图 2.3-13 (e) 所示。

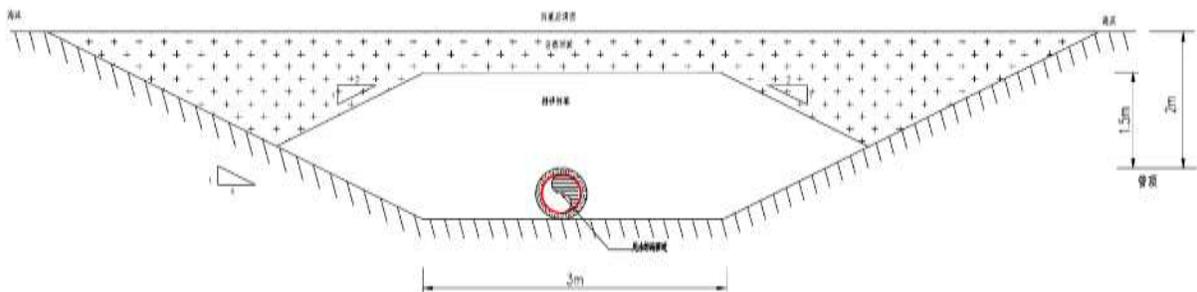


图 2.3-13 (a) 生态城 3 号近岸段预挖沟及埋设保护断面图

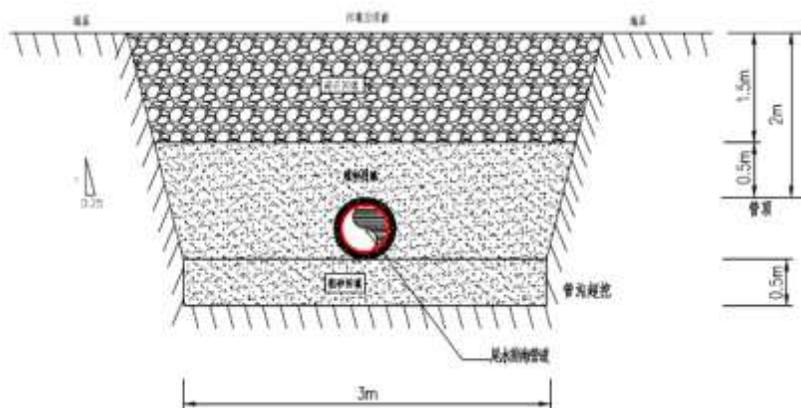


图 2.3-13 (b) 岩石段预挖沟及埋设保护断面图

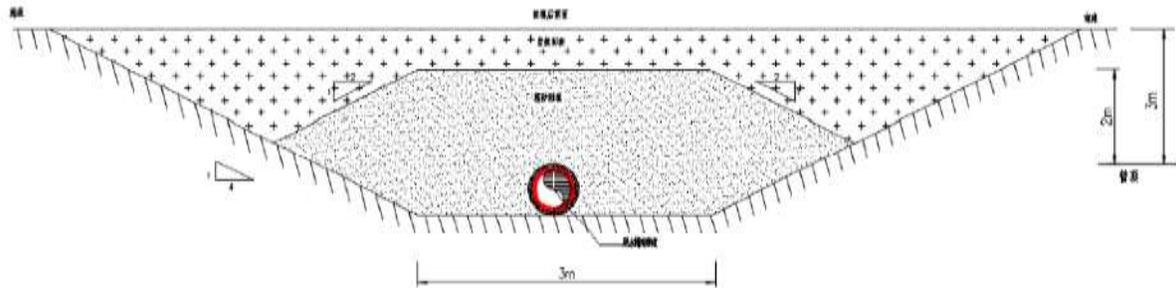


图 2.3-13 (c) 航道段预挖沟及埋设保护断面图

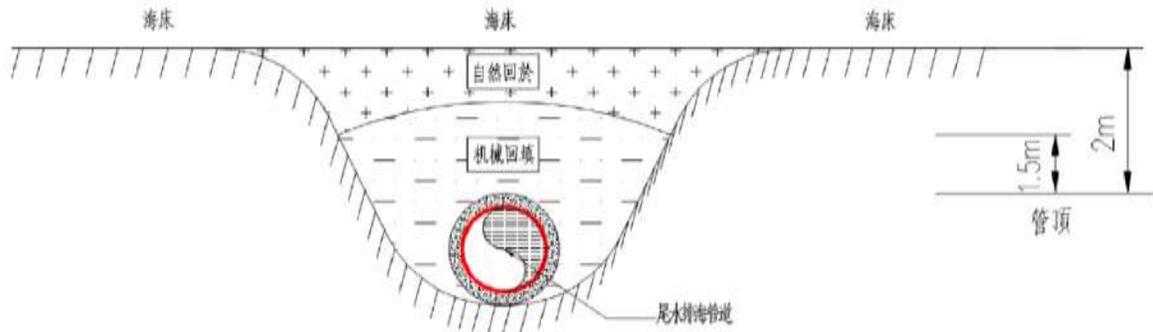


图 2.3-13 (d) 一般海中段后挖沟及埋设保护断面图

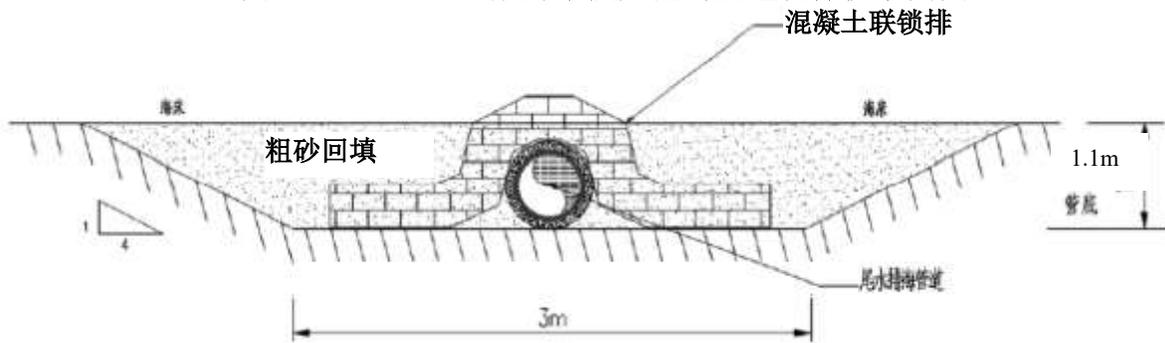


图 2.3-13 (e) 扩散器连接段预挖沟及埋设保护断面图

②防腐

管道阳极安装步骤为：局部清管线外防腐层,焊接（铝热焊）一根电缆到管道 12 点钟方向→焊接完后旋转管道，焊接另一根电缆到管道 12 点钟方向→安装铝阳极，焊接阳极扁钢→焊接电缆和阳极扁钢→浇筑混凝土配重层→用沥青玛蹄酯填充所有空隙。详见图 2.3-14。

2.3.2 临时施工场地

临时施工场地建设内容包括施工营地建设、管段预制拖拉场地建设和临时堆土场建设，其中施工营地建设设施为职工生活区、项目办公区等，管段预制拖拉场地建设包括场地平整，场地围挡施工，拖拉发射轨道设置，焊接、吊装、检测等设备的布置。

(1) 施工布置：本工程拟利用科院南路及南安市石井海峡科技生态城 2、3 号地块的围填场地作为临时施工场地，主要建设内容包括施工营地建设、管段预制拖拉场地建设、临时堆土场建设。其中，施工营地为施工人员暂住区域；管段预制拖拉场地用于拖拉施工长度约 1km 的管段预制、绑扎浮筒施工、堆放施工材料及施工机械等；临时堆土场用于堆放陆域施工开挖的土石方。本工程临时施工场地布置方式如图 2.3-15 所示。待本工程施工完成后，需将临时施工场地恢复至陆域原状（土地平整状态）。



图 2.3-15 临时施工场地布置示意图

(2) 施工组织：为保障项目安全顺利的实施，施工方在项目建设阶段将组建专项项目组，形成以项目经理为总体负责人，下设工程部、技术部、质量部、HSE部、采办部、经营管理部、行政部等相关管理职能部门对于施工过程中十余个作业机组进行全面管理。

2.3.3 主要设备

施工机械船舶配备见表 2.3-3。

表 2.3-3 施工机械、船舶配备一览表

序号	工序	设备名称	规格	数量（艘/台）
1	陆域段施工	吊机		2
2		起重机		2
3		挖掘机		2
4		自卸车辆		3
5		支撑移动小车		2
6		焊机		3
7	海域段 预挖沟、后挖沟	挖泥船	PC300	4
8		三用拖轮	5000HP	1
9		抛锚艇	1500HP	1
10		抛锚艇	1000HP	1
11		交通船	350HP	1
12		交通船	150HP	1
13		后挖沟母船	300t浮吊	1
14		爬犁式移动电站	EAC110P-WH	6
15		平板驳	1000t	1
16		自航驳	2000t	1
17	回填犁		1	
18	海上安装	拖轮	1670HP	1
19		起重船	500t	1
20		抛锚艇	700HP	1
21		交通船	350HP	6
22		测量船	850HP	2
23		慢速卷扬机	10t	6
24		履带吊	50t	6
25	安装后试验	拖轮	2400HP	2
26		发电机	400KW	2

2.3.4 土石方平衡

(1) 围堤破除及恢复

本工程陆域段挖方 4869m³，回填土方 4188m³。其中挖方 3787 m³ 回用于本工程，其余 401 m³ 为外购土方；围堤破除及恢复产生弃方 1082m³，拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程进行回填（B 片区市政道路由泉州市南翼置业发展集团有限责任公司开发建设（附件 9），与本工程为同一建设单位，可内部协调）。

(2) 管道段

①预挖沟

本工程海域预挖沟段开挖土石方 82.9803 万 m³，弃方 82.9803 万 m³；回填土石方量 46.3723 万 m³。弃方拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程陆域回填，回填土、砂、石均采取外购。

②后挖沟

本工程海域后挖沟段开挖土方量为 12.8544 万 m³，机械回填土方量为 7.4588 万 m³（回填犁等设备进行原土回填），5.3956 万 m³ 为自然回淤。土方不外抛，自然淤落。

(3) 扩散器段

扩散器部分，采用预处理，清淤土方量 16.5 万 m³，沙袋回填方量 4.94 万 m³。弃方 11.56 万 m³ 抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程进行回填，回填土、砂、石均采取外购。

土石方平衡详见表 2.3-4。

表 2.3-4 本工程土石方平衡一览表

	挖方 (万m ³)	填方 (万m ³)	弃方 (万m ³)	外购 (万m ³)	
围堤破除及恢复	0.4869	0.4188	0.1082	0.0401	
管道段	预挖沟	82.9803	46.3723	82.9803	46.3723
	后挖沟	12.8544	7.4588万m ³ 机械回填（原土回填）、5.3956万m ³ 自然回淤	0	0
扩散器	16.5	4.94	11.56	0	
合计	112.8216	64.5855	94.6485	46.4124	

2.3.5 施工计划

施工计划 17 个月。详见表 2.3-5。

表 2.3-5 施工计划一览表

项目	计划开始	计划结束	
总体工期	2022 年 7 月中旬	2023 年 12 月中旬	17 个月
施工准备	2022 年 7 月中旬	2023 年 9 月中旬	2 个月
管沟开挖	2022 年 9 月中旬	2023 年 3 月中旬	6 个月
管道铺设	2023 年 3 月中旬	2023 年 8 月中旬	5 个月
管道安装及沟槽回填	2023 年 8 月中旬	2023 年 18 月中旬	3 个月
安装检验及竣工验收	2023 年 11 月中旬	2023 年 12 月中旬	1 个月

2.4 工程建设的污染源和影响源分析

2.4.1 施工期主要污染源和影响源分析

2.4.1.1 陆域段污染源分析

(1) 废水

项目陆域段施工期废水主要有施工生产废水和施工人员生活污水。

A、生活污水

本工程设置临时施工营地，施工高峰期施工人员约 50 人，根据《室外给水设计标准》(GB 50013-2018)，南安市属于 II 型大城市，人均生活用水定额按每人每天 150L 计算，排放系数取 0.8，则生活污水排放量约为 6.0t/d，生活污水主要污染物为含 COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮等。根据有关类比资料，施工期间生活污水浓度以及污染物产生量详见表 2.4-1。

表 2.4-1 陆域施工人员生活污水污染物排放量

污染物类型	排放浓度 (mg/L)	排放量 (kg/d)
SS	400	2.40
BOD ₅	250	1.50
COD	450	2.70
氨氮	35	0.21

施工营地设置临时厕所，生活污水收集后由专业运污水槽车运走后排入市政污水管网，不得直接排入海域。

B、生产废水

施工期生产废水包括车辆、机械冲洗废水、施工机械跑、冒、滴、漏的油污水等，主要污染物为 SS、石油类，根据类比，施工期生产废水中 SS 值可达 300-400mg/L。项目施

工场地周围设集水沟和沉砂池、沉淀池等，生产废水经隔油沉淀处理后回用。

(2) 大气

施工期间大气污染主要来自施工机械、车辆排放废气；建筑材料（管材、沙、石等）装、卸及堆放过程产生的扬尘。

施工机械、车辆排放废气：主要特征污染物为 NO_x 、CO、THC等，主要是对作业点周围和管道路由两侧产生一定影响，但这种污染源较为分散，且为流动性，影响是短期的、局部的，影响也相对小。

施工扬尘排放方式主要为无组织间歇性排放，其产生量受风向、风速和空气湿度等气象条件的影响，主要来源于挡浪堤破除、管道敷设等施工过程产生的扬尘，以及建材、土石方运输时产生的道路扬尘；主要特征污染物为TSP。

施工场地及临时堆土场设置围挡、施工场地及施工道路进行地面硬化、及时采取定期洒水、车辆密闭运输等措施减少大气污染。

(3) 噪声

施工期施工机械以及施工车辆等产生的噪声，将对工程区附近声环境造成一定的影响。施工期主要噪声源是施工机械(主要有自卸车辆、挖掘机、起重机、吊机等)噪声，噪声在71~95dB(A)左右。施工阶段的主要施工机械噪声源见表 2.4-2。

表 2.4-2 主要施工机械噪声源强

噪声源	监测距离	噪声级dB (A)
吊机	15	71-83
起重机	10	85-92
挖掘机	10	72-82
自卸车辆	15	72-84

(5) 固体废物

生活垃圾：本工程陆域段施工人员约为 50 人，施工人员产生的生活垃圾按 1.0kg/人·d 计，则施工期每天可产生 50kg/d 的生活垃圾。生活垃圾由环卫部门统一收集处理。

建筑垃圾：本工程围堤破除及恢复产生的土石方量为 1082m³。土石方拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程进行回填。

2.4.1.2 海域段污染源分析

(1) 废水

①入海悬浮泥沙影响分析

本工程施工期悬浮泥沙主要来源于排海管沟槽开挖、回填过程。具体分析如下：

A、预开挖段、扩散器预处理区（疏浚）悬浮泥沙源强

预开挖段、扩散器预处理区疏浚悬浮泥沙发生量按《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）中提出的公式进行估算。

$$Q = \frac{R}{R_0} \times T \times W_0$$

式中： Q —疏浚作业悬浮物发生量（t/h）；

W_0 —悬浮物发生系数（t/m³）取 0.038；

R —发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比（%），取 89.2；

R_0 —现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），取 80.2；

T —挖泥船疏浚效率（m³/h），按 50 斗/h，每斗充泥系数取 0.5，项目采用 PC300 挖泥船（斗容 1.45m³），则一艘 PC300 挖泥船施工产生悬浮泥沙源强为 0.43kg/s（1.53t/h）。

B、后挖沟段悬浮泥沙源强

本工程在工程区中部水深较深的海域采用水力喷射挖沟进行管道开挖施工，埋设速度平均为 1m/min，其中管沟平均深度按 3.1m 计，宽 2.5m，埋设施工的土方量为 7.75m³/min。泥沙容重按 2650 kg/ m³ 计，根据《海岸工程中悬浮泥沙源强选取研究概述》，王时悦，科技资讯，现有的研究成果中表示悬浮比一般为 5%~10%，本次取 7.5%。则管道后挖沟敷设过程悬浮泥沙发生量为：7.75m³/min×2650 kg/ m³×7.5%/60=25.67 kg/ s。

C、回填区溢流口悬浮物

本工程挖沟弃方拟抛填至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程，作为该区域造地回填料，吹填工程溢流口位于现有废弃盐田的排水口，抛泥区拟分隔成多级沉淀池，利用废弃盐田排水口作为尾水溢流口，并在溢流口设置防污帘，进一步减少泥沙入海。回填引起的泥沙入海量计算公式为：

$$Q = C * L$$

式中：Q——回填时 SS 发生量(t/h)；

C——围堰污水中悬浮物浓度；

L——围堰排出的污水量(m³/h)；

吹填过程主要的污染来自溢流口尾水排放，类比厦门市海沧大道吹填工程泥沙入海源强（如表 2.4-3）可知，吹填物经二级沉淀后，第一沉淀池池内水体明显比第二沉淀池来的浑浊，吹填泥沙过程经过护岸的倒滤层，并经过围堰的多级沉淀池沉淀后，至溢流口时，出水水质将得到很大程度的改善。

表 2.4-3 类比调查海沧大道吹填工程泥沙入海影响

采样位置	含沙量 (g/L)	百分率 (%)
吹填排泥管口	111.6463	12.548
池 1 排水口 (第一沉淀池, 排入池 2)	0.2162	0.024
池 2 排水口 (第二沉淀池, 排入海)	0.0448	0.005

本工程围堰排出的污水量依据吹泥泵的转吹速度 3500m³/h，吹填淤泥浓度以 12.5%、含水率以 87.5%计，则估算尾水量约为 2.45 万 m³/h，排水速率约为 6.81m³/s，溢流口排海泥沙含泥混水的悬浮泥沙约为 44.8mg/L，则算得溢流口悬浮物的排放速率约为 0.305kg/s。

②船舶生活污水

船舶生活污水：施工人员按 50 人估算，人均用水量按 120t/d，排污系数取 0.8，计算生活污水产生量为 4.8t/d。生活污水主要含 COD_{cr}、BOD₅、氨氮等，施工期间生活污水浓度以及污染物产生量详见表 2.4-4。生活污水经船舶自备处理装置收集后上岸处理。

表 2.4-4 船舶生活污水污染物产生量

污染物类型	排放浓度 (mg/L)	排放量 (kg/d)
SS	400	1.92
BOD ₅	250	1.20
COD	450	2.16
氨氮	35	0.17

③船舶含油污水

主要考虑施工船舶机舱含油污水，含油污水实行铅封管理，船舶产生含油污水定期排放至岸上或水上移动接收设施，由在海事局备案的单位接收处理。

(2) 大气

本工程施工期大气污染物主要有施工船舶以及施工机械驱动设备排放的废气，主要影响范围为管道路由附近。

施工船舶、施工机械驱动设备废气：主要特征污染物为NO_x、CO、THC等，主要是对管道路由两侧产生一定影响，但这种污染源较为分散，且为流动性，影响是短期的、局部的，影响也相对小。

(3) 噪声

施工期施工船舶等产生的噪声，将对工程区附近声环境造成一定的影响。类比厦门海沧港区泊位施工过程现场的监测资料，本工程施工阶段的主要噪声污染源及强度见表 2.1-5。

表 2.4-5 施工阶段主要噪声源及噪声强度 dB(A)

噪声源	监测距离	噪声级 dB (A)
施工船舶	10m	87

(4) 固体废物

施工船舶固体废物主要为生活垃圾，根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018)，港作船员生活垃圾按每人 1kg /d 计，则 50 个施工人员生活垃圾产生量为 50kg/d。若随意丢入海中，将影响海域水环境质量和景观，生活垃圾统一收集后上岸处理。

管道及扩散器施工产生土石方 94.6485 万 m³，拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程陆域回填。

2.4.2 运营期主要污染源和影响源分析

本工程运营期的环境影响主要为污水排放及采用铝合金牺牲阳极进行阴极保护锌析出对排污口周围海域水质、沉积物的影响，进而对海域生态环境产生的影响。

(1) 污水排放

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程的管道污水排放量设计为 16 万 m³/d，本工程尾水排放污染物按设计量 16 万 m³/d 进行计算。

① 计算因子筛选

A、选取原则

本次计算因子的选取原则如下：根据污水处理厂的环评及相关调查资料，优先选择在

《海水水质标准》(GB 3097-1997)中具有明确海水水质指标的污染物;选择排放量大,毒性大的污染因子。

B、选取结果

a、选取的代表性常规排放因子包括 COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮。

b、选取的《海水水质标准》(GB 3097-1997)中具有明确海水水质指标的污染物—氰化物。

c、选取毒性较大的重金属中的代表物质—总镍、六价铬。

C、计算因子确定

综上,最终确定本次评价的预测因子为 COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮、氰化物、总镍、六价铬。

②源强计算

根据项目周边资料收集、现场调查结果可知,南安市电镀集控中心污水处理厂收水范围内的企业已陆续落地,待本工程建成运营,电镀集控中心污水处理厂尾水能够短期内达到排水量 0.4 万 t/d (包括生活污水);根据《福建(泉州)半导体高新技术产业开发区总体规划环境影响报告书(报批本)》“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂远期规划工业废水排放量为 2.0 万 t/d,生活污水排放量为 3.0 万 t/d;泉州市南翼污水处理厂目前纳管的污水为生活污水,且污水处理厂近期及远期规划纳管的污水也基本是生活污水;南安市石井镇生活污水处理厂规划以处理生活污水为主。

本次报告以氰化物、重金属排放的最不利情况计算,即污水处理厂的工业废水均以远期满负荷出水量考虑(南安市电镀集控中心污水处理厂排放尾水为 0.4 万 t/d,“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂工业废水为 2.0 万 t/d,),其余均按生活污水考虑。各污水处理厂进出水水质情况详见表 2.1-9。排海管道污水中污染物源强计算见表 2.4-6。

表 2.4-6 排海管道污水中污染物源强计算一览表

	排污量 (万 t/d)	氰化物 (mg/L)	总镍 (mg/L)	六价铬 (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	总磷 (mg/L)	总氮 (mg/L)
南安市电镀集控中心污水处理厂	0.4	0.3	0.5	0.2	80	1	20
“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂	5.0 (工业废水为 2.0 万 t/d)	0.4 ^①	0.001 ^①	0.001 ^①	50	0.5	15

	排污量 (万 t/d)	氰化物 (mg/L)	总镍 (mg/L)	六价铬 (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	总磷 (mg/L)	总氮 (mg/L)
南翼污水处理厂	7.0	/	/	/	50	0.5	15
南安市石井镇生 活污水处理厂	2.5	/	/	/	50	0.5	15
富余量	1.1 ^②	/	/	/	50	0.5	15
排海管道尾水	16	0.0575	0.0126	0.0051	50.750 ^③	0.513	15.125

备注^①：由于“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂设计进水水质中的氰化物及重金属标准严于排放标准（城镇污水处理厂一级 A 标准），因此尾水中氰化物及重金属浓度以设计进水水质来计算；

备注^②：富余量分配为生活污水。

备注^③：本报告 COD_{Cr} 源强按各污水处理厂尾水执行标准来计算，得出 COD_{Cr} 浓度为 50.75mg/L（高于城镇一级 A 标准，50mg/L）；但实际运营过程中各污水处理厂的尾水中 COD_{Cr} 浓度均低于执行的标准限值，且南安电镀集控中心污水处理厂的污水占比小（2.5%），因此，实际运营过程中，排海管道污水按城镇污水处理厂一级 A 标准监管是可控的。

氰化物排放浓度为： $(0.3\text{mg/L} \times 0.4 \text{万 t/d} + 0.4\text{mg/L} \times 2.0 \text{万 t/d}) / 16 \text{万 t/d} = 0.0575\text{mg/L}$ ；
总镍排放浓度为： $(0.5\text{mg/L} \times 0.4 \text{万 t/d} + 0.001\text{mg/L} \times 2.0 \text{万 t/d}) / 16 \text{万 t/d} = 0.0126\text{mg/L}$ ；
六价铬排放浓度为： $(0.2\text{mg/L} \times 0.4 \text{万 t/d} + 0.001\text{mg/L} \times 2.0 \text{万 t/d}) / 16 = 0.0051\text{mg/L}$ ；
COD_{Cr} 排放浓度为： $(80\text{mg/L} \times 0.4 \text{万 t/d} + 50\text{mg/L} \times 15.6 \text{万 t/d}) / 16 = 50.750\text{mg/L}$ ；
总磷排放浓度为： $(1\text{mg/L} \times 0.4 \text{万 t/d} + 0.5\text{mg/L} \times 15.6 \text{万 t/d}) / 16 = 0.513\text{mg/L}$ ；
总氮： $(20\text{mg/L} \times 0.4 \text{万 t/d} + 15\text{mg/L} \times 15.6 \text{万 t/d}) / 16 \text{万 t/d} = 15.125\text{mg/L}$ 。

污水处理厂尾水中 COD 指标为 COD_{Cr}，类比《集美污水处理厂尾水排海管项目环境影响报告书（报批稿）》（自然资源部第三海洋研究所，2019 年 1 月）、《“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及周边污水处理厂尾水排放工程入海排污口设置论证报告》（国家海洋局第三海洋研究所，2018 年 3 月），根据通常的换算方法，计算时取 COD_{Cr}=2.5 COD_{Mn}；对于磷，污水处理厂尾水排放指标为总磷，海水水质评价指标为活性磷酸盐，因海水中活性磷酸盐以 P 计，因此，总磷的排放量即为活性磷酸盐的排放量；对于氮，污水处理厂尾水排放指标为总氮，海水水质评价指标为无机氮，从保守角度考虑，以总氮的排放量作为无机氮的排放量。

各计算因子源强详见表 2.4-7。

表 2.4-7 各计算因子源强一览表

源强	尾水排放量	排放浓度 (mg/L)	正常排放源强 (g/s)
氰化物	16 万 t/d	0.0575	0.106
总镍		0.0126	0.023
六价铬		0.0051	0.009
COD _{Mn}		20.3	37.593
活性磷酸盐		0.513	0.950
无机氮		15.125	28.009

(2) 牺牲阳极锌析出

根据《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程初步设计文件》，管道及扩散器采用阳极材料为铝—锌—铟合金材料。其中管道采用手镯型合金牺牲阳极，扩散器采用梯形铝合金阳极；铝—锌—铟合金阳极总量为 43425kg。

阳极材料锌纯度按 99.7%计，则牺牲阳极锌含量总计为 $43425\text{kg} \times 99.7\% = 43295\text{kg}$ 。排海管道及扩散器设计寿命为 50 年，牺牲阳极析出锌按最不利条件 100%析出，则每年析出锌含量为 866kg，释放速度约 30mg/s。

2.4.3 生态环境影响因素分析

(1) 对局部海域水动力及海底冲淤变化的影响

本工程建设和运营期尾水的排放可能会造成工程区附近海域流场、流速发生一定的变化，从而引起周边海域水动力、冲淤环境发生变化，并可能会改变局部海域原有的冲淤平衡。

(2) 海洋生态环境影响

①施工产生的悬浮物会引起局部海域水体浑浊，将降低阳光的透射率，从而导致局部海域内的游泳生物迁移，浮游生物也将受到不同程度的影响，尤其是对滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物的影响较大。此外，海域水体混浊水质下降，也会对鱼类等造成一定的影响。

②工程占用海域对底栖生物的影响

排海管道沟槽开挖施工过程对底栖生物的直接影响为施工范围内的底栖生物及其生境被彻底损伤破坏。施工结束后，工程区及附近海域的底栖生物群落会逐渐恢复、重建。因此，本工程产生的入海悬浮泥沙对底栖生物造成一定的影响。

本工程尾水排海管道埋于海床下，单根海底管道沿线路由约 6.8km（两根合计 13.6km）位于滨海湿地范畴（水深不超过 6m 区域），本工程施工期开挖敷设管道将临时占用约 3.25 公顷湿地，对该区域的生态系统造成一定影响。

③ 营运期污水排放的影响

营运期污水排放对附近海域沉积物及海洋生态环境的影响。

2.4.4 环境风险因素分析

施工期的环境事故风险主要为施工船舶事故溢油环境风险，溢油量为 30t；运营期的环境事故风险主要是污水厂污水事故排放的环境风险、管道破裂/断裂导致污水泄漏环境风险。

2.5 项目建设环境可行性分析

2.5.1 产业政策符合性分析

本工程为海底管道工程，是南安市沿海污水处理厂尾水排海的重要配套设施，本工程属于国家发展与改革委员会《产业结构调整指导目录》（2019 年本）中的鼓励类产业“城市基础设施”行业中“9、城镇供排水管网工程.....”。拟建项目符合国家产业政策的要求。

2.5.2 “三线一单”符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环评[2016]150 号）文件，“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”约束，建立项目环评审批与规划环评、现有项目环境管理、区域环境质量联动机制，更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量。本工程的“三线一单”符合性分析具体见表 2.5-1。

表 2.5-1 “三线一单”符合性分析

序号	生态空间	符合性分析	符合性结论
1	生态保护红线	本工程及污水混合区未占用生态保护红线，与“小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区”、“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“塘东重要滨海湿地生态保护红线区”，最近距离分别为24m、1616m、7789m，工程建设符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》管控措施和环境保护要求。	不占用生态红线
2	资源利用上线	本工程为海底管道工程，施工期用水、用电等依靠陆域且用量较少，不会突破资源利用上线。围堤破除、挖沟弃方采用综合利用的方式，用于泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程陆域回填，运输路线较短，节约运输成本，不会突破资源利用上线要求。	不会突破资源利用上线要求
3	环境质量底线	工程施工期间的悬浮泥沙扩散对海洋环境产生暂时性影响，施工结束后影响将随之消失；本工程施工期和运营期船舶的含油污水和船舶工作人员的生活污水严禁排入海域，拟委托有资质的单位接收上岸处理； ①本工程作为南安市沿海片区污水厂尾水排海的重要配套设施，工程实施后，能够实现所衔接的3个已建污水处理厂的远期规划处理后的尾水排放及石井镇污水处理厂（目前处于规划阶段）近期规划处理后尾水的排放，提高了污水处理厂的收水率，从区域的角度来看，南安市沿海片区污水处理厂及其配套工程的建设将有助于促进南安市沿海片区区域污染物的削减。详见 7.1.3 节环境效益分析②相对于近岸排放，本项目的建设有利于南安市沿海片区污水厂尾水的离岸排放，有利于污染物的稀释扩散，有利于保护海洋生态环境。工程建设符合环境质量底线要求。	不会突破环境质量底线要求
4	负面清单	本工程是南安市沿海污水处理厂尾水排海的配套设施，本工程为海底管道工程，根据《泉州市人民政府关于公布泉州市内资投资准入特别管理措施（负面清单）（试行）的通知》，本工程不属于“限制”和“禁止”投资项目，符合泉州市环境准入要求。	不属于泉州市的负面清单范围

综上，本工程建设符合“三线一单”要求。

2.5.3 相关规划及条例符合性分析

- (1) 工程建设符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》要求；
- (2) 工程建设符合《泉州港总体规划（修订）》（2019年报批稿），与规划环评及审查意见相协调；
- (3) 工程建设与《福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020年)》围头湾二类区（FJ095-B-II）的养殖、旅游功能可协调，符合《福建省近岸海域环境功能区划》（2011-2020）水质保护目标要求；

(4) 工程建设符合《福建省海洋功能区划(2011-2020年)》及《福建省海洋环境保护规划(2011-2020年)》;

(5) 工程部分管道穿越“1-2-11 围头港口航运区”、“1-2-14 石井工业与城镇用海区”禁止养殖区,与《泉州市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》管理措施相协调;

(6) 工程建设符合《福建省湿地保护条例》。

相关规划及条例符合性分析具体分析见表 2.5-2。

2.5.4 相关技术规范符合性分析

《污水排海管道工程技术规范》(GB/T19570-2017)规定:混合区和排污点的选择,不仅应符合海洋功能区划,避开海洋生态红线,还应考虑海域水动力条件和路由地质地貌的状况,应选择在海底稳定、海域开阔、水动力活跃,最小水深大于 10m,生物资源相对贫乏,无珍稀濒危生物,海底面地形地貌单一,易于管道施工的水域。

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程入海排污口深海设置,实行离岸排放,根据管道路由区域水深渲染图,本工程入海排污口所在海域水深大于 10m,排污口设置符合海洋功能区划和海洋环境保护规划,避开海洋生态红线,不会影响邻近功能区的使用功能,因此南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程入海排污口设置符合规定。

2.5.5 开挖淤泥处置的合理性

根据《泉州芯谷石井临港高新区 B 片区围填海生态保护修复方案(报批稿)》,B 片区的废弃盐田现状高程约 2m(黄海高程),设计高程为 5.0m。市政道路一期工程包括 8 条城市道路,总长约 7.96km,宽约 22~42m;市政道路二期工程包括 8 条城市道路,总长约 6.462km,宽约 22~30m。泉州芯谷石井临港高新区 B 片区规划市政道路详见图 2.5-1。泉州芯谷石井临港高新区 B 片区规划市政道路拟需回填土方 126.82 万 m³,能够接纳本工程排海管道施工产生的弃方(94.64856 万 m³)。本工程施工产生弃方通过回填,可以充分实现固体废物的资源化和减量化,有利于陆域和海洋生态环境的保护。工程与回填区距离较近,有较强的可操作性。

泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程与本工程为同一建设单位,回填方案由建设单位提出,本工程管道施工产生的弃方回填于 B 片区市政道路一、二期工程可由建设单位内部协调。

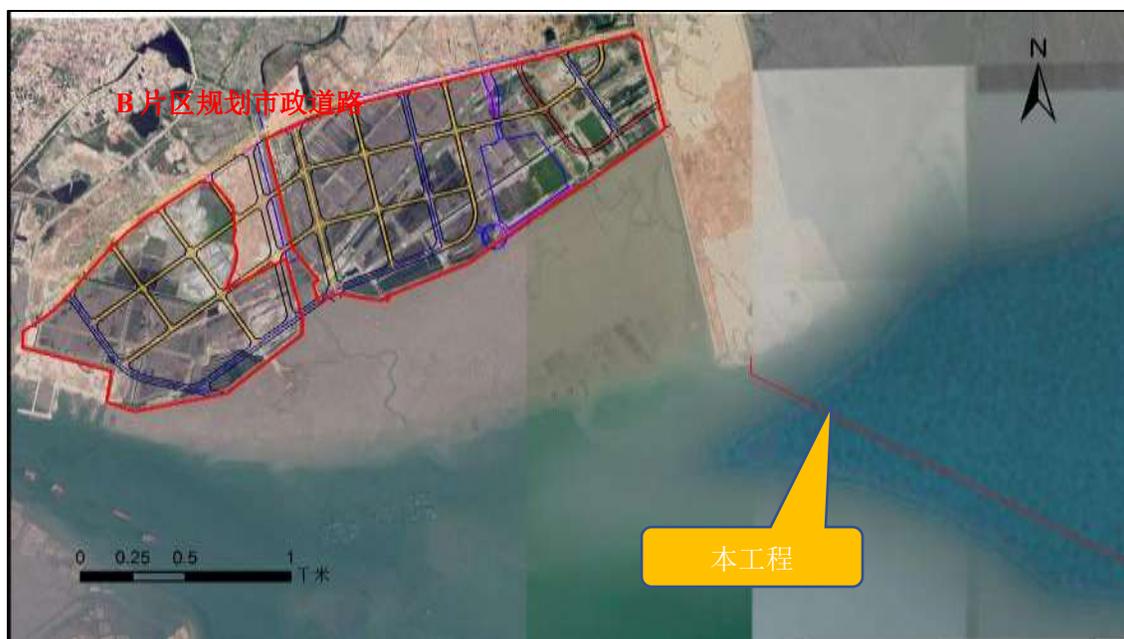


图 2.5-1 泉州芯谷石井临港高新区 B 片区规划市政道路示意图

根据 2019 年秋季调查结果可知，工程所在海域的表层沉积物中各因子（有机碳、硫化物、石油类、Hg、Cd、Pb、Zn、Cu、Cr、As）的检测指标符合《围填海工程填充物质成分限值》（GB30736-2014）要求。

综上，本工程开挖淤泥符合《围填海工程填充物质成分限值》（GB30736-2014）要求，采用陆域回填的方式处理，回填区属于围填海历史遗留问题项目，不涉及新增围填海，且容量满足要求，运输距离较近，因此，本工程开挖淤泥作为泉州芯谷石井临港高新区 B 片区回填的填充物是合理的。

表 2.5-2 工程建设与环境功能区划和保护规划的符合性分析

序号	相关规划	相关规划内容及管理要求	符合性/协调性分析	符合性/协调性结论	备注
1	福建省海洋生态保护红线划定成果	<p>《福建省海洋生态保护红线划定成果》文本第二十九条【海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区管控措施】：执行《风景名胜区条例》、《地质遗迹保护管理规定》等相关规定，维持海洋自然景观和历史遗迹的原始风貌。……限制类海洋生态保护红线区内，禁止围填海，禁止采石、爆破等危害海岸地貌形态、海岸景观的开发活动，保护自然景观完整性；禁止开展污染海洋环境、破坏岸滩整洁、排放海洋垃圾、引发岸滩蚀退等损害公众健康、妨碍公众亲水活动的开发活动，禁止占用沙滩和沿海防护林；严格控制岸线附近的景区建设工程，限制养殖活动。</p> <p>第三十三条【重要滨海湿地生态保护红线区管控措施】：维持重要滨海湿区的自然属性，保持自然岸线形态、长度，保持潮滩地形地貌稳定。禁止类海洋生态保护红线区内，参照自然保护区的核心区与缓冲区进行管理，禁止开发。在限制类海洋生态保护红线区内，禁止围填海、底土开挖等可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能和生态保护对象的开发活动；生产设施与水禽筑巢区、觅食及栖息地等集中分布区须保留安全距离，禁止惊扰鸟类的作业。在受损的滨海湿地，综合运用生态廊道、退养还湿、植被恢复、海岸生态防护等手段，恢复湿地生态系统功能。</p> <p>第三十五条【重要渔业水域生态保护红线区管控措施】：维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。……在限制类海洋生态保护红线区内，禁止新增围填海，禁止截断洄游通道、水下爆破施工等开发活动；禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定；开放式养殖用海应注意控制养殖密度和养殖方式，减少养殖污染，提倡生态养殖。开展增殖放流活动，保护和恢复水产资源。</p>	<p>本工程未占用生态保护红线，距离最近的海洋生态保护红线区为“小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区”、“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“重要滨海湿地生态保护红线区”，最近距离分别为 24m、1616m、7789m。</p> <p>工程是南安市沿海片区尾水处置的配套设施，为海底管道工程，且位于红线区外，不改变海域自然属性，对生态红线地形地貌及海洋水动力环境影响较小，能够维持海洋自然景观；根据预测结果，污水排放混合区未进入生态红线区，在采取生态保护措施后，对红线区的渔业资源影响很小。</p>	符合	见图 3.3-1、表 3.3-1。

序号	相关规划	相关规划内容及管理要求	符合性/协调性分析	符合性/协调性结论	备注
3	《泉州港总体规划（修订）》（2019年报批稿）、规划环评文件	福建省泉州市港口管理局组织编制了《泉州港总体规划（修订）》，并开展规划环境影响评价工作。《泉州港总体规划（修订）环境影响报告书》于2018年10月24日通过福建省生态环境厅组织的审查小组会议审查，并于2018年11月22日获得《福建省生态环境厅关于印发泉州港总体规划（修订）环境影响报告书审查小组意见的函》（闽环保评[2018]46号，见附件6）。 《泉州港总体规划（修订）》及规划环评文件提出：港区的油污水及生活污水，必须经过处理后达标排放，严格控制排入海域中的污染物总量。 对于污水处理，港口规划明确规划各港口作业区的污水排放流向，不设向陆域地表水的排放口，……。评价提出港区应随着泉州市市政排水及污水处理设施的建设而同步提升港区的污水收集处理水平，杜绝污水直排海洋中的现象。	与规划符合性： 本工程为海底管道建设，除扩散器上升管外，其余均敷设于海床下2.0m，不占用表层陆域及海域，与规划的预留的围头湾港区菊江作业区的港口功能不冲突，不影响港口布局及功能的发挥。 工程建设符合《泉州港总体规划（修订）》（2019年报批稿）。 与规划环评文件符合分析： 本工程是南安市沿海片区尾水处置的配套设施，为海底排海管道。项目建成对于改善南安市沿海片区周边海域环境质量，改善区域市政基础设施条件方面具有积极意义。 项目建设符合规划环评文件要求。	符合	见图2.5-1。
4	《福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020年)》	工程用海区涉及围头湾二类区，近岸海域环境主导功能为养殖、旅游，水质保护目标为二类标准要求。	与功能区划符合性分析： 本工程为海底管道工程，与围头湾二类区的养殖、旅游功能可以协调。 与水质保护目标符合性分析： 经过数模预测，本工程尾水排放除混合区不执行水质标准外，符合水质目标要求。	可协调	详见图1.3-1、表1.3-1
5	《福建省海洋功能区划(2011-2020)》	本工程主要涉及石井工业与城镇用海区、厦门湾保留区（本工程位于泉州围头湾海域）、围头湾港口航运区。 石井工业与城镇用海区用途管制为：保障工业与城镇建设用海，兼容不损害工业与城镇建设功能的用海；用海方式为：允许适度改变海域自然属性，控制填海规模，填海范围不得超过功能区前沿线，优化人工岸线布局，尽量增加人工岸线曲折度和长度；海岸整治为：加强海岸景观建设，实施人工造沙滩；海洋环境保护要求为：维持海域自然环境质量现	本工程是南安市沿海污水处理厂尾水排海的重要配套设施，属于海底管道工程，不改变海域自然属性，管道施工完成后埋设于海底，能够保障船舶停泊和通航用海；本工程仅扩散器附近设置相关警示标识以保护扩散端，不会影响海岸景观建设，能够保障渔业资源自然繁育空间。施工期产生的	符合	详见表2.5-3、图2.5-2。

序号	相关规划	相关规划内容及管理要求	符合性/协调性分析	符合性/协调性结论	备注
		<p>状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响。</p> <p>厦门湾保留区用途管制为：保障渔业资源自然繁育空间。用海方式为：禁止改变海域自然属性。海洋环境保护要求为：重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道，执行不低于现状的海水水质标准，加强生态环境整治和改善。</p> <p>围头湾港口航运区用途管制为：保障船舶停泊和通航用海。用海方式为：除进行必要的航道疏浚外，禁止其他改变海域自然属性和影响航行安全的开发活动。海洋环境保护要求为：保护航道、锚地资源，执行不劣于第三类海水水质标准、不劣于第二类海洋沉积物质量标准、不劣于第二类海洋生物质量标准。</p>	<p>悬浮泥沙影响较小，且随着施工期结束而消失；除混合区外，对渔业苗种场、索饵场、洄游通道等影响很小；混合区外水质除氮磷外，能够执行不低于现状的海水水质标准，因活性磷酸盐及无机氮现状超标为整个福建省沿海普遍存在的问题，且本工程建设完成后能够实现陆源污染物离岸排放，有利于污染物的稀释扩散，对加强生态环境整治起到积极作用。综上，本工程建设符合海洋功能区划实施的目标和环境保护的目的。</p>		
6	《福建省海洋环境保护规划（2011~2020）》	<p>项目所在海域涉及院下—菊江港口与工业开发监督区、围头湾渔业环境保护利用区；</p> <p>院下—菊江港口与工业开发监督区的环境质量目标为：海水水质执行三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量近远期均执行二类标准。环境保护要求为控制工业、城镇与港口污染，加强溢油和化学品泄漏风险防范，控制围填海。</p> <p>围头湾渔业环境保护利用区的环境质量目标为：海水水质执行二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量近远期均执行一类标准。环境保护要求为加强育苗场、索饵场、洄游通道等渔业环境的保护，严格控制陆源污染物的排放，禁止向养殖集中区排放有毒有害的污染物质。防范船舶风险事故和压舱水对渔业环境的影响，控制围填海规模。</p>	<p>本工程是南安市沿海污水处理厂尾水排海的重要配套设施，实现陆源污染物离岸排放，有利于污染物的稀释扩散；本工程为海底管道工程，不属于围填海工程，运营期除混合区外，基本不影响周边海域环境质量和功能发挥，对育苗场、索饵场、洄游通道等渔业环境的影响很小。因此，本工程用海符合《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》。</p>	符合	具体见表 1.3-2 和图 1.3-2。
8	《泉州市海水养殖水域滩涂规划（2018-2030）（修编）》	<p>根据《泉州市海水养殖水域滩涂规划（2018-2030）（修编）》，规划将养殖水域滩涂功能区划分为：禁止养殖区、限制养殖区、养殖区。</p> <p>禁止养殖区管理要求：严格禁止水产养殖活动，保障港口、航道、机场建设等交通运输用海，维护公共利益。对已存在的水产养殖活动，限期搬迁或清退。</p>	<p>本工程穿越“1-2-11 围头港口航运区”禁止养殖区、“1-2-14 石井工业与城镇用海区”限制养殖区，与禁止养殖区管理要求相协调；本工程为海底管道工程，属于涉海工程，与限制养殖区“在涉海工程建设启动时，择机退出。”的</p>	符合	见图 2.5-3。

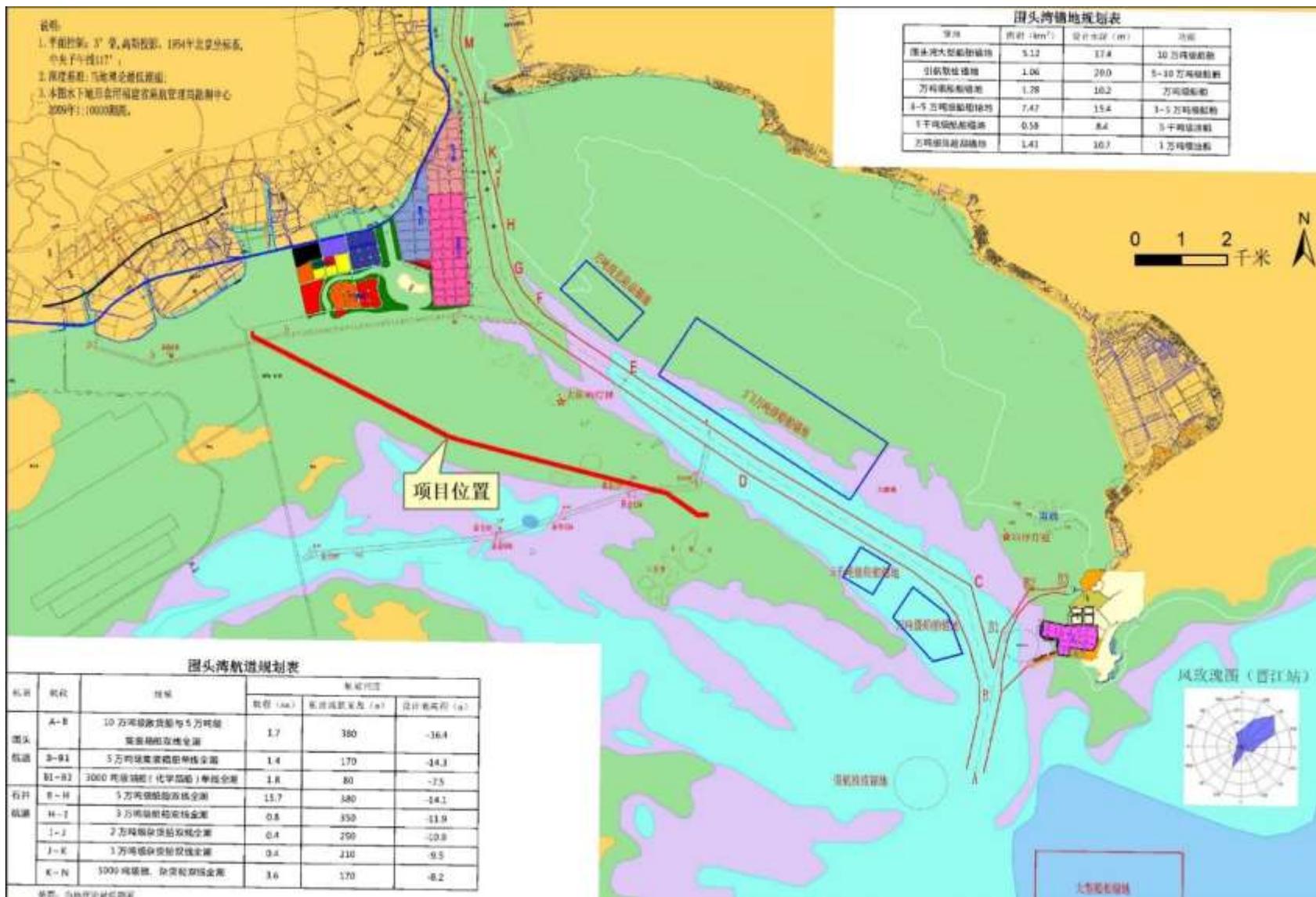
序号	相关规划	相关规划内容及管理要求	符合性/协调性分析	符合性/协调性结论	备注
		限制养殖区管理要求：工业与城镇用海限制养殖区不得对周边航道造成影响。加强执法，对侵占航道等非法行为进行整治。在涉海工程建设启动时，择机退出。	管理要求相协调。		
9	《南安市养殖水域滩涂规划（修编）（2018-2030）》	<p>根据南安市养殖水域滩涂规划（修编）（2018-2030），规划将养殖水域滩涂功能区划分为：禁止养殖区、限制养殖区、养殖区。</p> <p>禁止养殖区管控要求：禁止养殖区内严格禁止养殖活动，对现有的水产养殖由本级人民政府及相关部门负责限期搬迁或清退。严格执法，清理整治侵占港区和航道等公共设施安全区域的非法养殖行为。禁止养殖区包括沙滩范围，沙滩范围内禁止设置池塘养殖和育苗厂等陆基养殖，对现有的围塘养殖和陆基养殖限期搬迁或关停。</p> <p>限制养殖区管控要求：按照水产养殖技术规范要求，合理布局，控制养殖密度。加强养殖环境和产品质量检测。不得对周边航道造成影响。加强执法，对侵占航道等非法行为进行整治。严格按照有关法律法规要求，采取措施，防止污染饮用水水体。兰溪、淘溪等 12 条小流域纳入限制养殖区，养殖废水排放要符合环保要求，达到排放标准。</p>	<p>本工程穿越“1-2-1 石井港口航运区”禁止养殖区、“2-1-1.2 石井工业与城镇用海区”限制养殖区。</p> <p>根据《南安市养殖水域滩涂规划（修编）（2018-2030）》总体思路：海洋功能区划中明确划定为其他功能、并且已经或者明确近期拟开工建设的滩涂、浅海和垦区池塘水产养殖予以退出。本工程为南安市沿海污水处理厂尾水排海的重要配套设施，将有助于促进南安市沿海片区区域污染物的削减，减轻对海域生态和环境质量的影响，且本工程拟于近期开工建设，与养殖规划的避让涉海工程建设思路相协调。</p>	可协调	图 2.5-4。
10	《福建省湿地保护条例》	第三十三条禁止任何单位和个人擅自占用省重要湿地和一般湿地或者改变其用途。……因省以上重点基础设施建设项目确需占用一般湿地或者改变其用途的，应当经省人民政府有关湿地保护主管部门同意。	<p>本工程为南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程，已列入福建省 2020 年度省重点项目名单（闽发改重综[2020]89 号）。</p> <p>本工程位于海域水深小于 6m 处的路由管道约 13.6km（两根合计）。其中约 2.06km 的管道采用后挖沟施工工艺，11.54km 采用预挖沟施工工艺。</p> <p>根据现行已发布的重要湿地名录、一般湿地名录，本工程路由管线所在水域不属于已发布的湿地名录，且本工程仅施工期临时占用湿地进行挖沟作</p>	符合	

序号	相关规划	相关规划内容及管理要求	符合性/协调性分析	符合性/协调性结论	备注
			业，但随着管道的敷设后立即进行粗砂、碎石回填，本工程不会改变湿地用途，施工结束后可恢复湿地功能。因此，本工程符合《福建省湿地保护条例》。		

表 2.5-3 本工程所在海洋功能区划登记表

代码	功能区名称	地理范围	功能区类型	面积 (公顷)	岸段长度 (米)	用途管制	用海方式	海岸整治	海洋环境保护要求
A3-62	石井工业与城镇用海区	南安石井沿岸海域, 东至 118°25'17.1" E、西至 118°20'55.5" E、南至 24°34'37.4" N、北至 24°36'43.4" N。	工业与城镇用海区	1511	13800	保障工业与城镇建设用海, 兼容不损害工业与城镇建设功能的用海	允许适度改变海域自然属性, 控制填海规模, 填海范围不得超过功能区前沿线, 优化人工岸线布局, 尽量增加人工岸线曲折度和长度	加强海岸景观建设, 实施人工造沙滩	维持海域自然环境质量现状, 尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响
B8-09	厦门湾保留区	围头湾, 东至 118°34'49.0" E、西至 117°48'32.7" E、南至 24°15'34.4" N、北至 24°38'42.3" N。	保留区	69001		保障渔业资源自然繁育空间	禁止改变海域自然属性		重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道, 执行不低于现状的海水水质标准, 加强生态环境整治和改善
B2-09	围头湾港口航运区	围头湾, 东至 118°34'22.6" E、西至 118°22'29.7" E、南至 24°26'57.6" N、北至 24°42'15.1" N。	港口航运区	2301		保障船舶停泊和通航用海	除进行必要的航道疏浚外, 禁止其他改变海域自然属性和影响航行安全的开发活动。		保护航道、锚地资源, 执行不劣于第三类海水水质标准、不劣于第二类海洋沉积物质量标准、不劣于第二类海洋生物质量标准

备注: 根据《福建省海洋功能区划(2011-2020年)》, 厦门湾海域位于福建省东南部沿海, 隶属泉州市、厦门市和漳州市。本工程用海不涉及相邻的翔安及晋江已划定的海域范围。



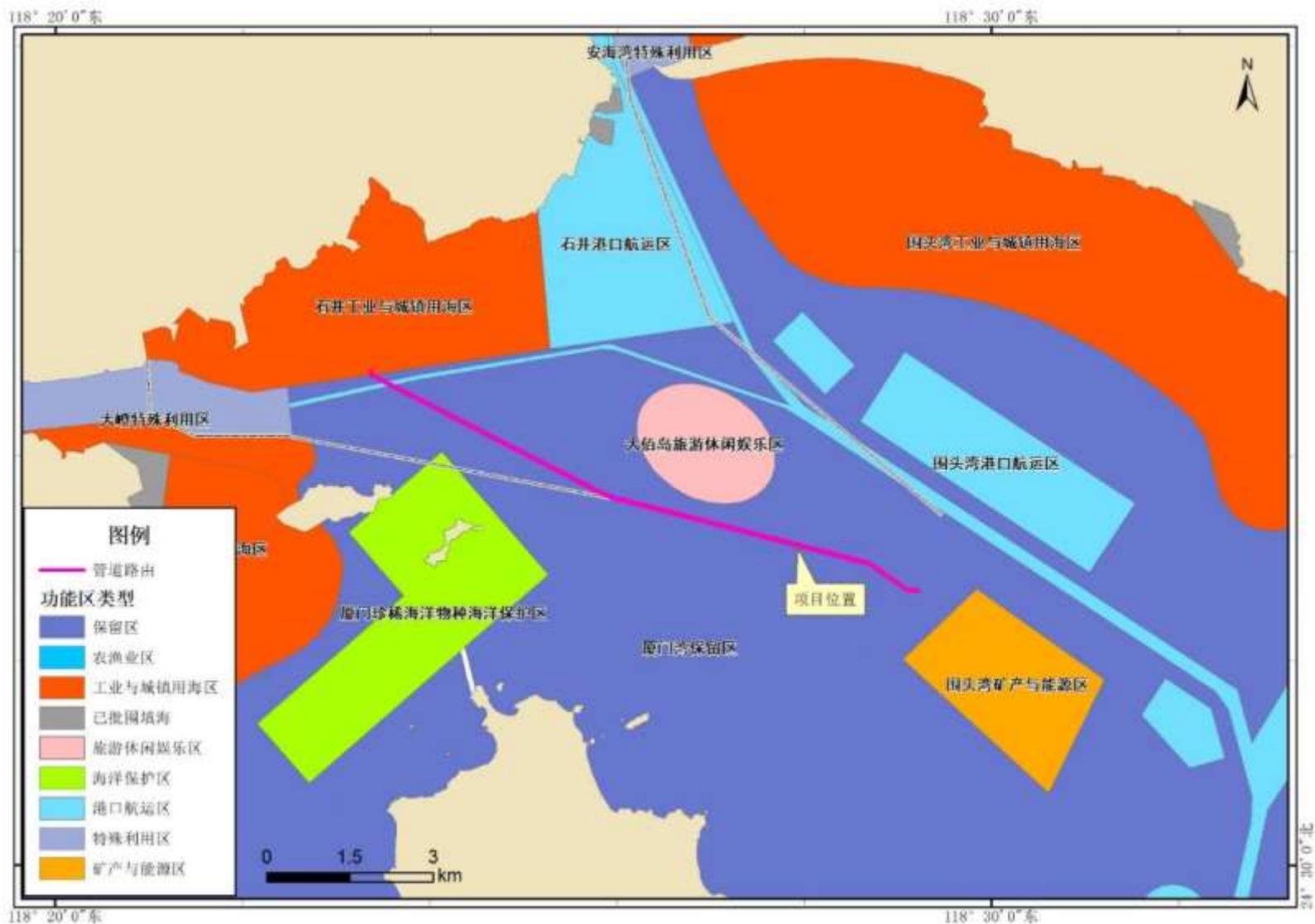


图 2.5-2 工程所在海洋功能区划位置

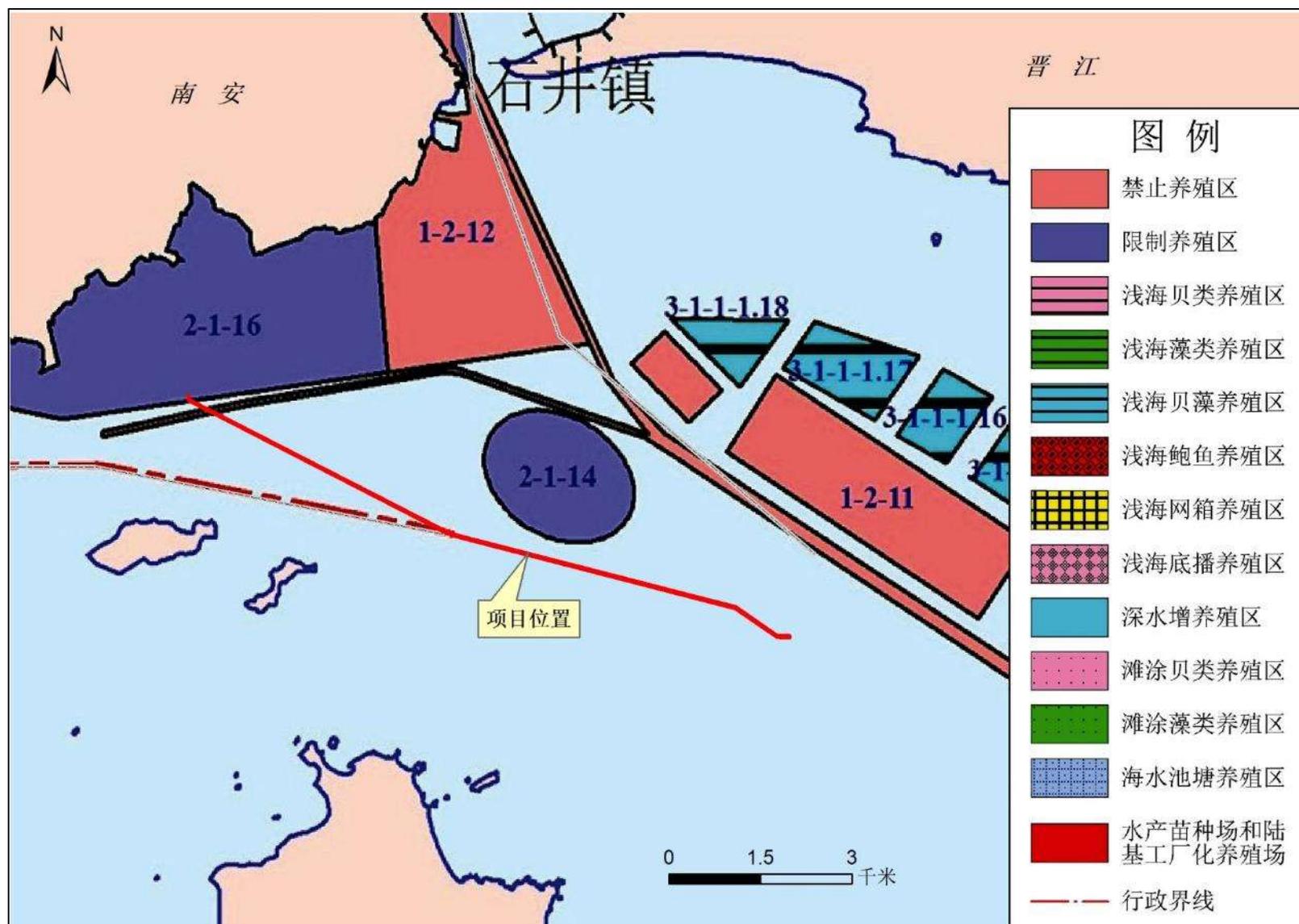


图 2.5-4 本工程与泉州市养殖规划的位置关系

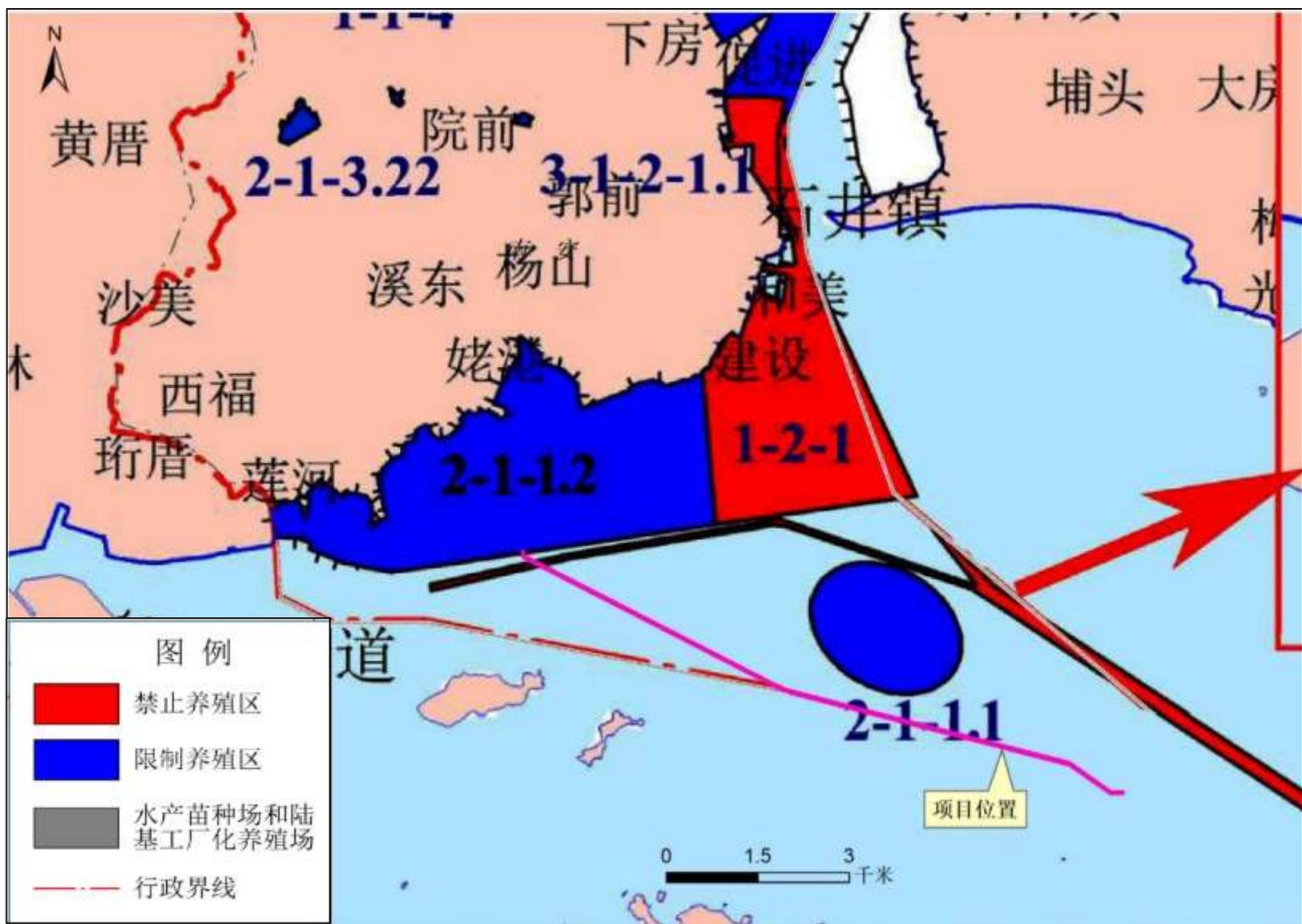


图 2.5-5 本工程与南安市养殖规划的位置关系

第三章 环境现状调查与评价

3.1 自然环境现状调查与评价

3.1.1 地形地貌

(1) 海底地貌

①下海点地貌

考虑到施工便利性，管道一般垂直于防波堤登陆，且管道下海弯管处应预留足够的排布空间。因此，本工程推荐下海点位于科院南路东偏北约 52m 处的防波堤坡脚线处（图 3.1-1），下海点坐标为：24°34'48.552"N，118°23'22.239"E。另外，在推荐下海点约 40m 处设一处管线路由转折点。

下海点位于南安市海峡科技生态城 A 片区科院南路工程的防坡堤顶约 50m 的海中，根据路由勘察成果，该处海底地形较为平坦，周边底质为砂质粉砂。下海点现状及海底地貌见图 3.1-1。

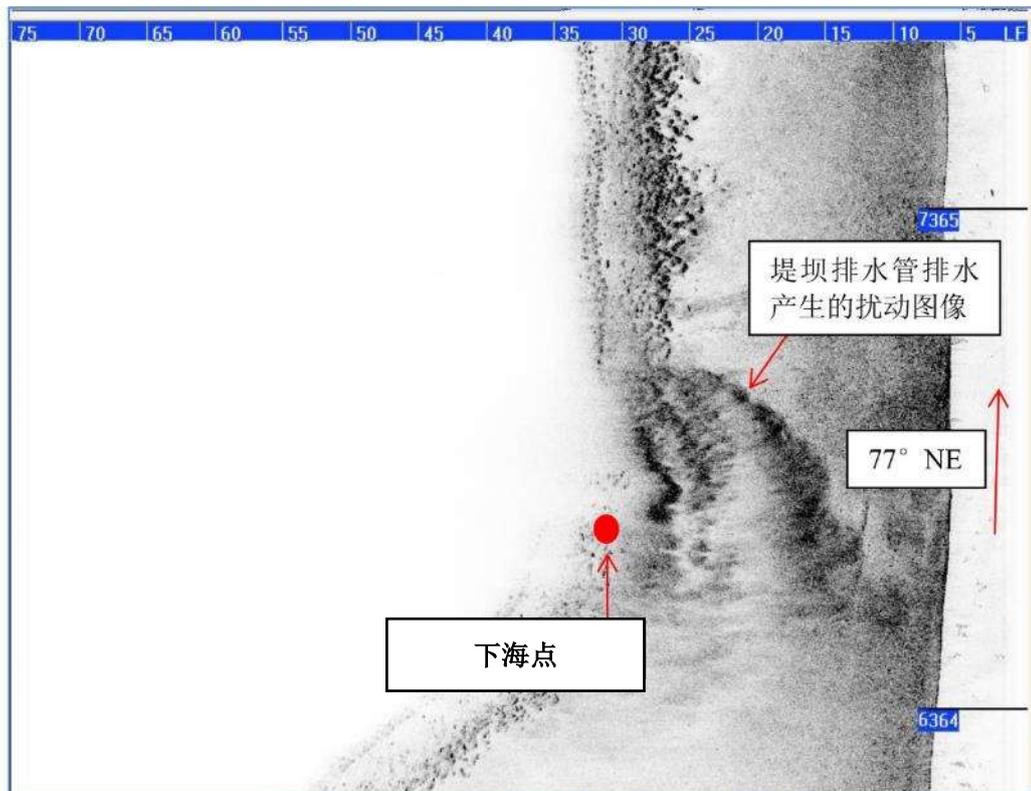


图 3.1-1a 下海点位置现状及海底地貌图

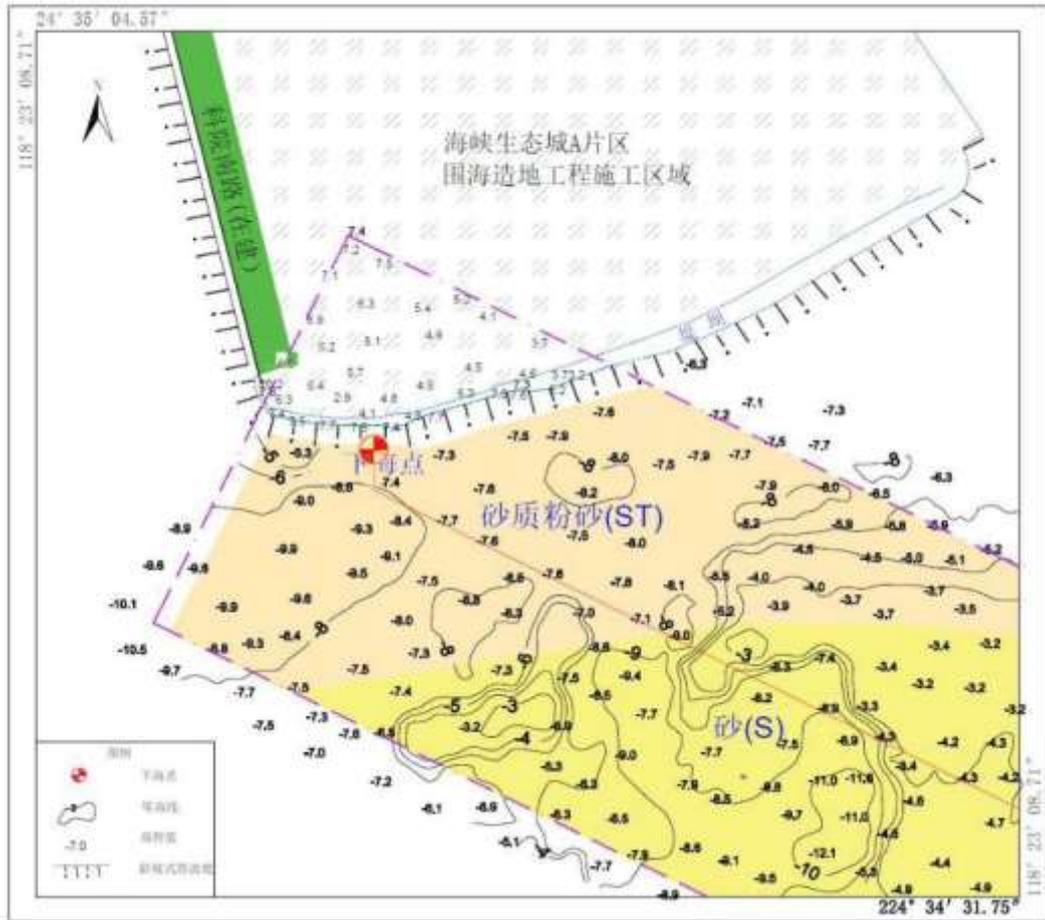


图 3.1-1b 下海点位置现状及海底地貌图

②工程区海底地貌

根据侧扫声纳、浅地层剖面仪探测并结合底质取样结果综合分析路由区海底面状况（图 3.1-2），路由区的海底地貌特征主要包括：礁石出露、沙坑、渔业养殖痕迹等。

调查区域发现多处礁石出露，主要位于 KP4.7 至 KP9.2 之间，面积约 0.204km²，在 KP9 北侧区域分布面积较大。在路由中心线发现 7 处礁石裸露，分别位于 KP4.796、KP6.779、KP8、KP8.684~KP9.076、KP10.639（排放口）附近。

KP4.796（礁石出露段 1）附近礁石出露区：在路由上及路由两侧均有礁石散布，在该 KP 路由南侧 250m 范围内均有分布，在北侧 100m 范围内有分布。影响路由中心线长度约 30m。

KP6.779（礁石出露段 2）附近礁石出露区：在路由上及路由两侧均有礁石零散分布，低潮时可露出，在该 KP 路由南侧 250m 范围内均有分布，主要影响该 KP 路由南侧管道以南 115m 及北侧管道 130m 范围。影响路由中心线长度约 20m。

KP8（礁石出露段 3）附近礁石出露区：在路由上及路由北侧有较大面积的礁石出

露，影响路由中心线长度约 20m。

KP8.684 及 KP9.076（礁石出露段 4）附近礁石出露区：该区域路由北侧及南侧分布有较大面积的礁石分布，低潮时可露出，礁石分布范围几乎占满 500m 宽度的路由调查区域，路由中心线上所处位置为礁盘边缘部位，受礁石影响较路由两侧区域更小，影响长度约 223m。

KP10.639（礁石出露段 5）附近礁石出露区：该处位于排放口处，在紧邻排放口及排放口周边均可见有少量的礁石区裸露于海底。根据初步设计方案，排放口处需要采用沙袋等回填至一定深度后再行布设尾水释放器，因此基岩的分布会对排放口释放器的布设影响较小。

管道路由周边海底礁石分布见图 3.1-3。

（2）海底地形情况

①北侧管道路由海底高程在-2.2~-17.9m 之间，其中最浅点位于 KP0.49 隆起的砂堆和 KP9.03 处出露的礁石上，最深处位于 KP10.639（排放口）附近的深槽。

②南侧管道路由

优化后的南侧管道路由海底高程在-2.6~-21m 之间，其中最浅点位于 KP0.47 处隆起的砂堆上，最深处位于 KP10.639（排放口）附近的深槽。

管道路由区域水深见图 3.1-4。

（3）底质

路由区海底底质主要为砂质粉砂（ST）、砂（S），局部出现粘土质粉砂（YT），粉砂质砂（TS）四种类型（图3.1-12）。其中砂底质约占52.38%，在路由大部分区域有分布；砂质粉砂底质约占26.19%，在下海点附近及KP2附近出现；粘土质粉砂仅在S22站位出现；粉砂质砂亦有零星分布。

路由海区底质偏细，泥沙中值粒径在 0.0129~0.5529mm 之间变化，平均为 0.2287mm。底质分选系数在 1.16~2.55 之间变化，平均为 1.85，分选性一般。详见图 3.1-5。

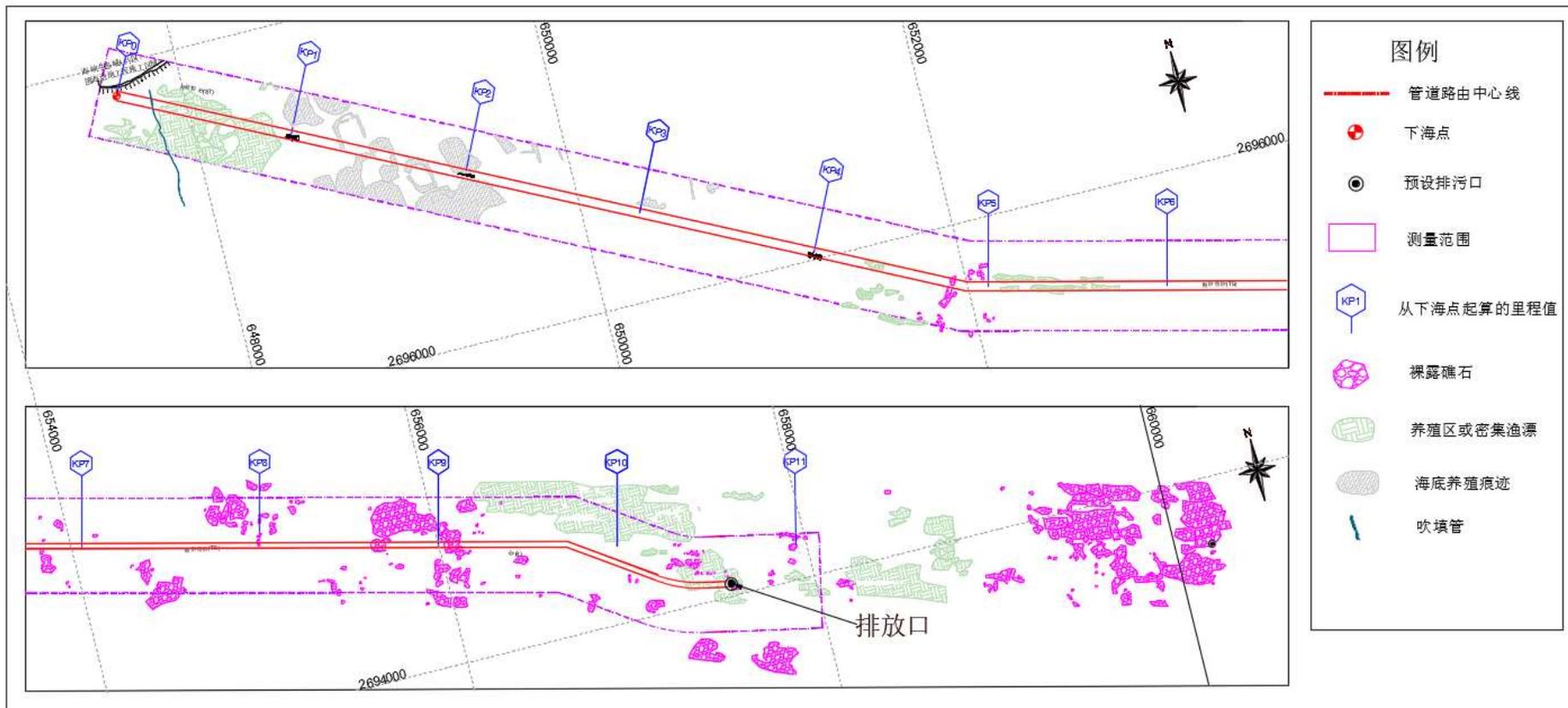


图 3.1-2 路由区域海底地貌图

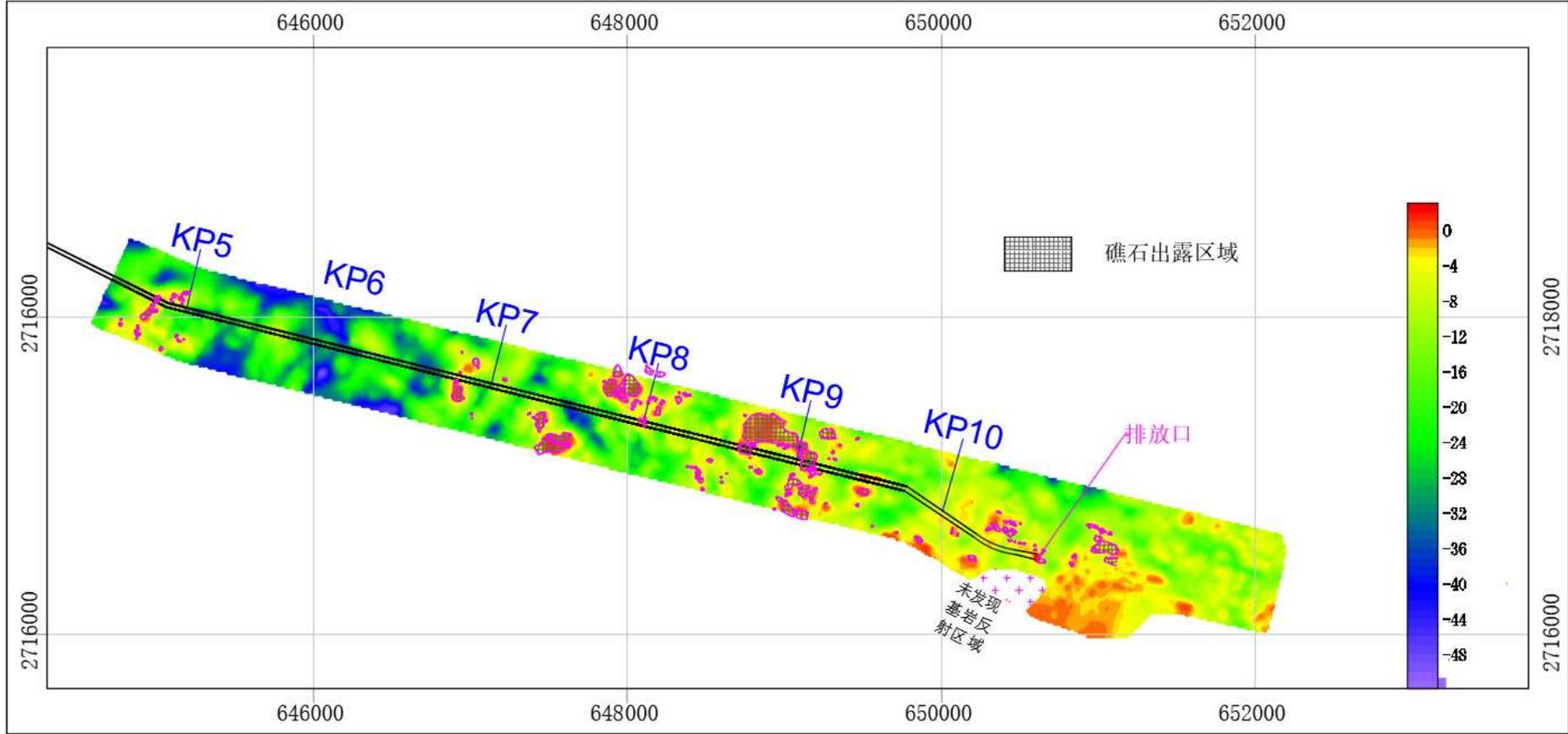
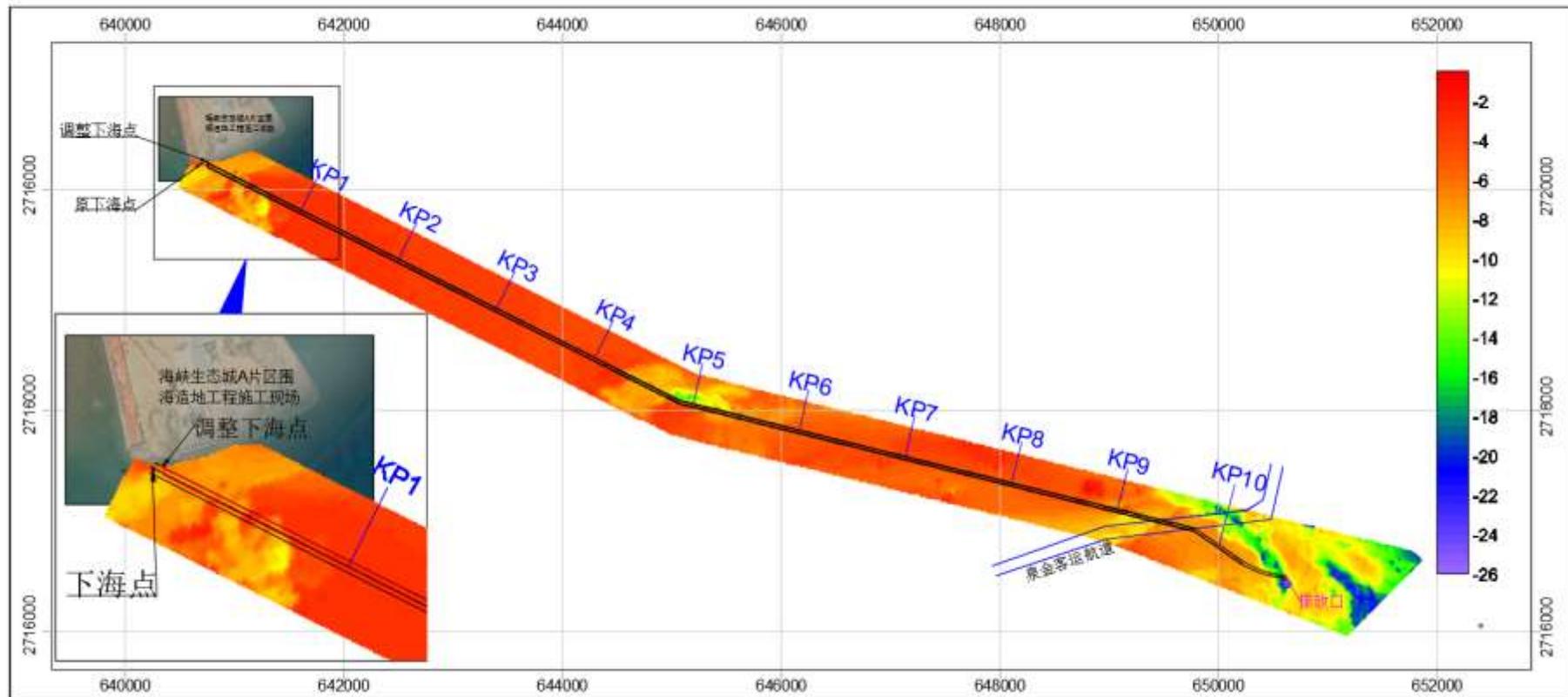


图 3.1-3 管道路由周边海底礁石分布

路由区域地形渲染图

比例尺 1: 40000

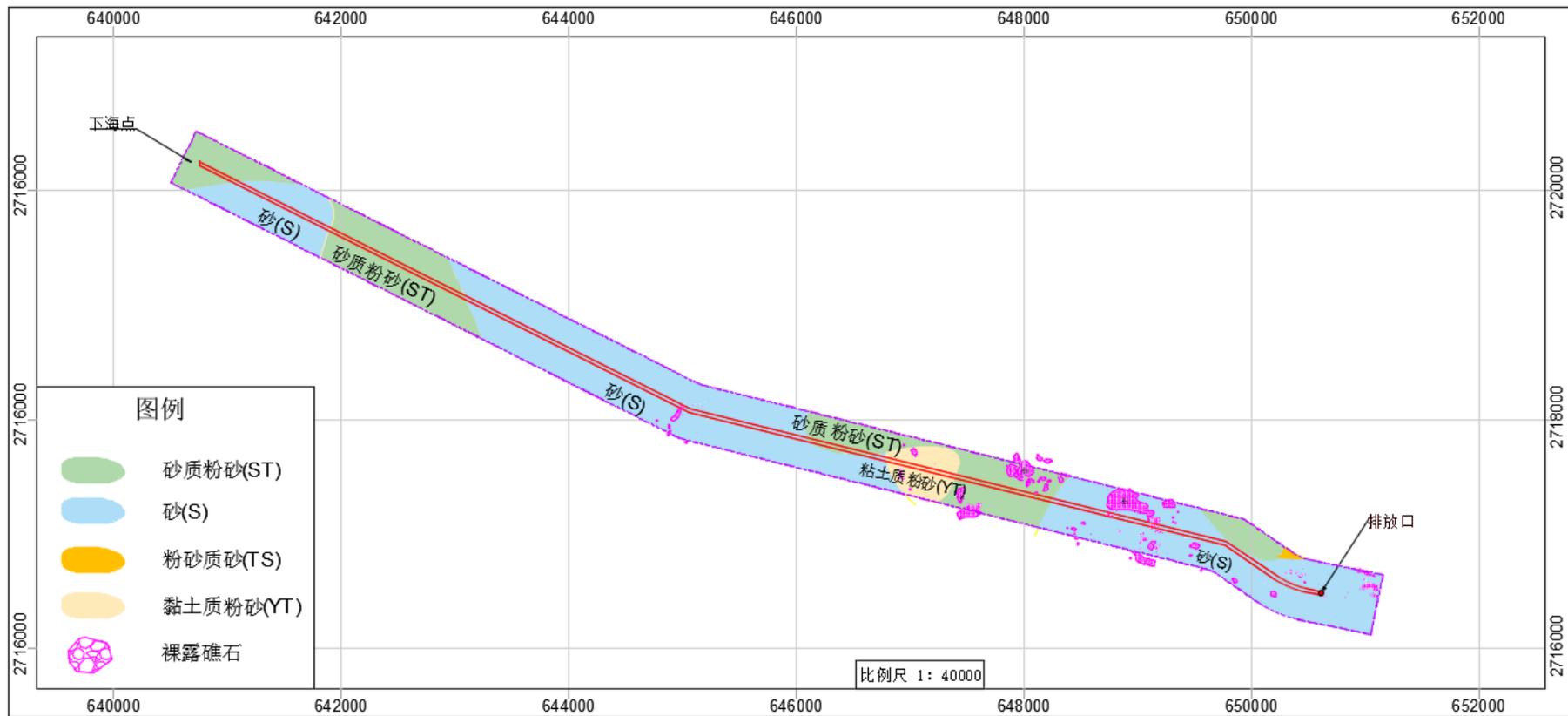


坐标系统: CGCS-2000
高程基准: 1985国家高程基准

绘图: 龙成
审核: 赵阳

图3.1-4 管道路由区域水深渲染图

路由区域底质分布图



坐标系统: CGCS-2000
 高程基准: 1985国家高程基准

绘图: 龙成
 审核: 赵阳

图 3.1-5 路由区域底质分布图

3.1.2 地质

3.1.2.1 区域地质构造

南安市地质构造上属于闽东南新华夏火山岩基底隆起带的一部分。官桥以南属闽东南沿大陆边缘拗陷变地带，地势自西北向东南逐渐下降。北部为山地丘陵，往东南逐渐过渡为丘陵和滨海台地，高度递降，形成明显的阶状地形。南安市陆地总面积1985km²，拥有浅海面积（取0m~20m等深线范围）37.33km²，滩涂面积24.23km²。海岸线长40km。海域由围头湾及其内湾安海湾组成，围头湾岸坡较平缓。沿海有大佰屿、小佰屿、圭屿等10多个小岛礁。

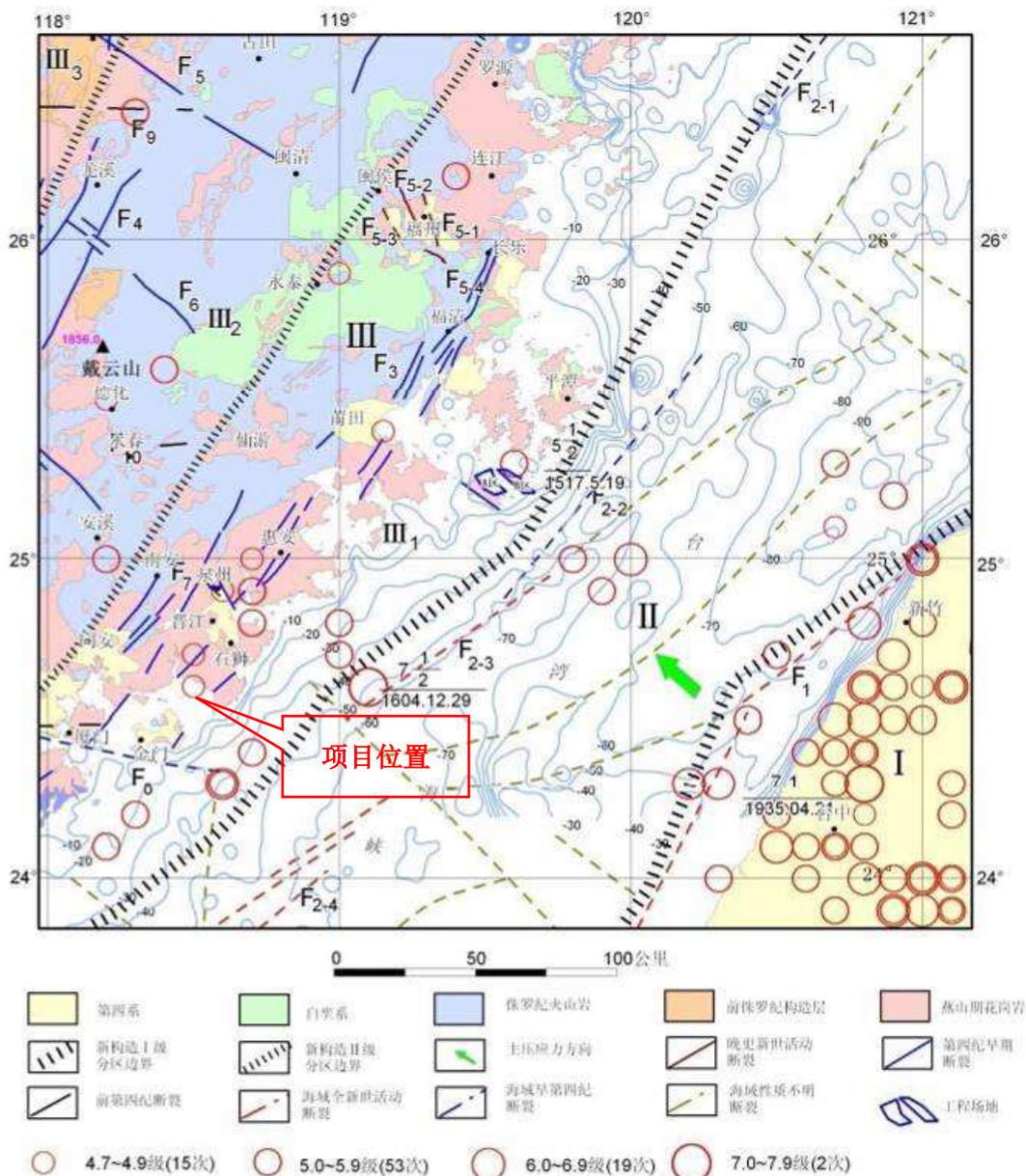


图3.1-6 区域地质构造图

3.1.2.2 场地地质构造

本工程场地大地构造位置处于中国华南地块的武夷—戴云隆褶带和台湾海峡沉降带中部。属于闽东南沿海断隆（变质带）带二级构造单元，其西邻福鼎—云霄火山断陷带，东邻台湾海峡西部断拗带。自中生代以来，本区处于太平洋板块与欧亚板块俯冲—碰撞的构造环境。区域主要发育有北北东—北东向、北西向和东西向3组断裂，其中以滨海断裂带的活动性最强，最新活动年代为全新世，全新世之后，该断裂再无活动迹象。近场区位于长乐—诏安断裂带中段，该断裂到晚更新世虽然有活动迹象，但是活动强度大为减弱，至全新世之后，尚未见有断层新活动的迹象。

3.1.2.3 工程区浅地层及工程地质

（1）浅部地层特征

根据浅地层剖面探测记录的声波反射特征，结合工程地质钻探分析，自海底至以下50m深度范围内识别出R0、R1、R2三个较强的波阻抗反射界面，依次划分出A、B、C三个较典型的浅部地层结构，其中R0为海底，R2为基岩顶界面，各层声学反射特征和空间分布特征如下：

A层：海底R0和R1之间的地层为A层，该层反射振幅较强，频率较高，层内同相轴连续性较好，底界面R1比较清晰，连续性好。A层分布于无礁石出露的大部分路由区域，地层基本呈水平或近水平层理，部分区域因海底自然沉积被破坏，该层地层层理不明显，局部区域层厚变化较大。该层主要为砂质沉积，A层厚度约在0m~10.0m之间。

B层：R1和R2之间的地层为B层，该层反射振幅一般，同相轴连续性一般，声学反射能量较为均匀，钻探资料揭示该层主要为粘性土及残积土沉积。B层底界面R2即为基岩层的顶界面，部分区域R2界面突出海底，表现为海底礁石的出露。在浅地层剖面探测范围内，浅地层剖面仪有效探测深度内，R2界面埋深约在0m~50m之间，部分区域受限于仪器探测深度，并未发现基岩顶界面。

本次铺设的管道主要位于A层或B层内，A层和B层底质为粉细砂、粉质粘土或残积土层。部分区域预选管道路由需穿越C层（基岩层）。

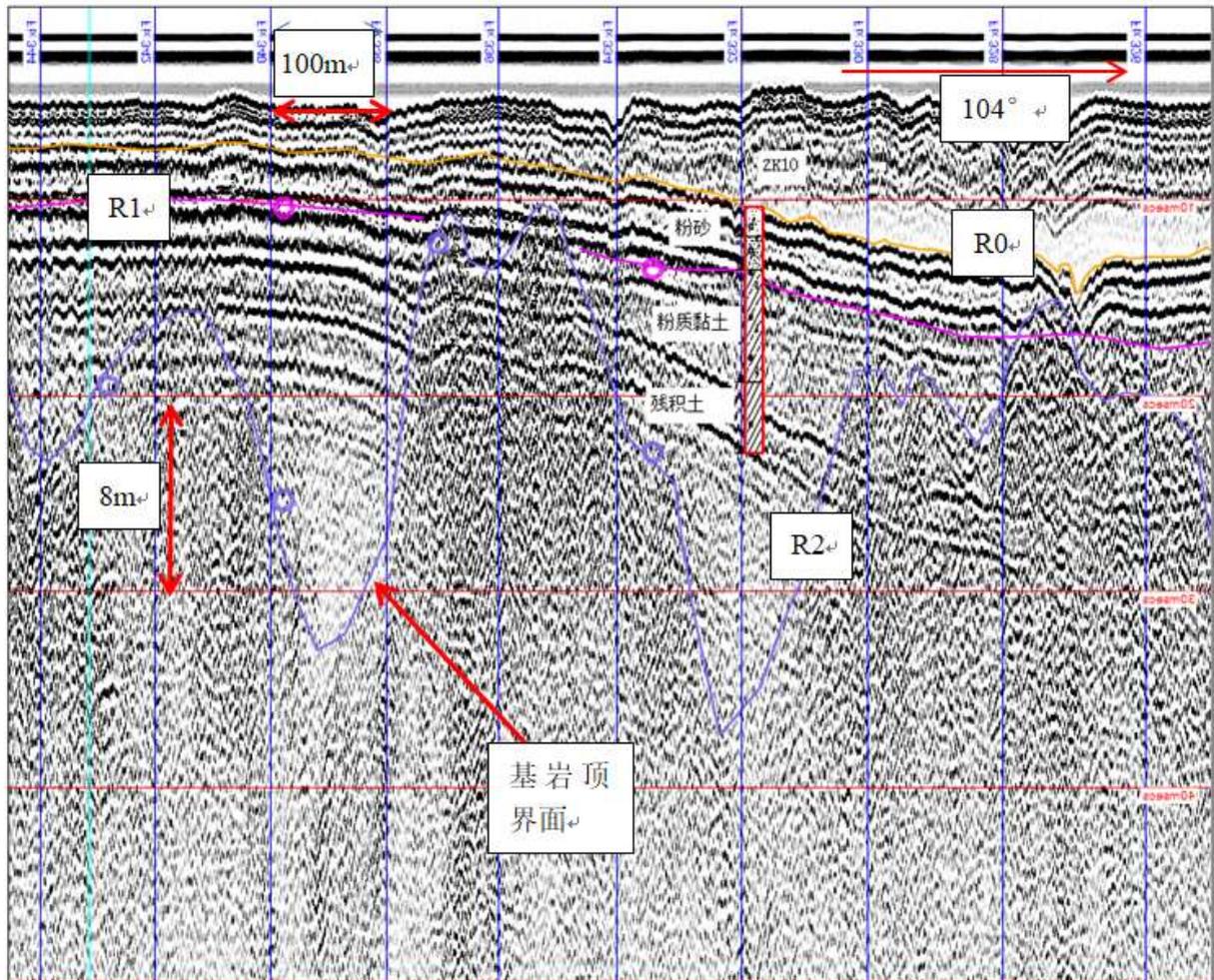


图3.1-7 典型剖面图像

(2) 工程地质

海底管道路由勘察共进行了16个站位的工程地质钻探，钻探深度为10m，遇岩石则钻进至中风化层2m。根据钻孔资料揭示，测区勘探深度内的地层包括第四系全新统冲积相或海相沉积层，主要岩性有粉砂、粗砾砂、中砂、淤泥质粘土、粉质黏土等，第四系晚更新世残积层及燕山期花岗岩。根据现场勘察及室内土工试验结果并结合地区经验，按岩土单元层成因时代、埋藏条件、岩土特征及其物理力学性质的差异等，将勘探深度以内地基土划分为5个岩土工程单元层。各层特征分述如下：

①₁层：粉砂（Q₄^{al}）

灰色为主，局部黄色、灰黄色，饱和，松散状，含有少量粘性颗粒和贝壳碎屑，分选性较好，级配差，磨圆度一般。顶层平均标高-7.30m（-3.54~-8.1m），平均厚1.90m（1.10~3.6m）。

①₂层：粗砾砂（Q₄^{al}）

灰黄色，松散-稍密，饱和，为冲积成因土。成分以粗砂、砾砂粒为主，含较多贝

壳、少量中细砂。粒径>2mm的砾砂粒含量约28.8%，粒径2~0.5mm的粗砂粒含量约26.5%，粒径0.5~0.25mm的中砂粒含量,22.9%，0.25~0.075mm的细砂粒含量约13.3%，<0.075mm的粉黏粒含量约8.5%。颗粒分布均匀，级配不良。该层主要揭露于排放口周边，层顶平均标高为0m（-6.64m~16.6m），平均厚度为3m（0.8~6.8m）

①₄层：中砂（Q₄^{al}）

黄灰色、灰色，饱和，松散，局部夹粉砂，主要矿物成分为石英砂，含有较多泥质和少量贝壳碎屑，分选性较好，级配差，磨圆度一般。该层分布在ZK2~ZK6、ZK10号钻孔内。层顶平均标高-4.23m（-2.47~-6.8m），平均厚1.59m（2.50~1.10m）。

②₁层：淤泥质粘土（Q₄^m）

灰色，湿，软塑，切面光滑，手捏滑腻，整体分布均匀，质较纯，局部可见少量贝壳碎屑，ZK5孔出该层混有较多粉砂，摇震反应慢，粘性好，韧性一般，干强度高。该成分布在ZK4、ZK5、BK1钻孔上。顶层平均标高为-8.25m（-6.5~-9.25m），平均厚度2.1m（0.60~3.5m）。

②₂层：粉砂（Q₄^{al}）

灰色，饱和，松散，主要矿物为石英砂，含少量粘性土和贝壳碎屑，分选性稍好，级配差，磨圆度一般。该层仅存在于ZK5号孔中。层厚2.4m，层顶标高-9.62m。

③₁层：粉质粘土（Q₄^{al}）

灰黄色，很湿，软塑~可塑，质纯，粘性好，手捏较滑腻，无摇震反应，干强度中等。该层只分布在ZK3、BK6号孔中。层厚分别为3.6m、1.4m，孔口标高分别为-3.57m、-15.5m。

③₂层：粉质粘土（Q₄^{al+pl}）

灰色，局部夹灰白色（ZK10）、灰黄色（ZK7），湿~很湿，软塑~可塑，切面粗糙，无光泽，土质分布不均匀，手捏砂感明显，无摇震反应，韧性一般，干强度中等。该层主要分布，部分钻孔未钻穿该层，如ZK3、ZK5。平均层厚3.0m（4.60~1.40m），平均孔口标高-9.25m（-7.17~-12.02m）。

④₁层：残积土（Q₃^{el}）

黄色（如ZK2、ZK9）、棕红色（如ZK1、ZK8）、杂色（ZK10），局部夹灰白色，湿，硬塑，岩心成砂土状，原岩结构已基本破坏，切面粗糙，砂感明显，粘性一般，韧性差，干强度高，无摇振反应，手捏易碎，遇水易软化崩解。该层广泛分布于整个场地内，层顶平均标高-13.79m（-5.34~-22.03m），平均厚度3.98m（5.60~2.20m）。

⑤₁层：全风化（ r_5^2 ）

灰黄色为主，ZK7为棕红色，局部夹灰白色，ZK8中该层杂色，含灰黄色、紫色、灰白色、深黄色等。湿，岩心成砂土状，原岩结构可辨，切面粗糙，韧性差，无摇晃反应，手捏易碎，遇水易软化崩解。该层在场地内局部分布，部分钻孔未钻穿该层。平均层厚1.67m（2.3~0.9m），平均层顶高程-17.82m（-10.44~-24.00m）。

⑤₂层：强风化（ r_5^2 ）

灰黄色为主，局部浅灰色，局部夹灰白色，岩心成砂土状，原岩结构清晰，手握可碎，遇水易软化崩解。该层在场地内分布于BK1~BK6钻孔位置，部分钻孔未钻穿该层。层顶平均标高-16.22m（-12.2~-19.17m），平均层厚1.70m（0.8~3.0m）。

⑤₃层：碎裂状强风化花岗岩（ γ_5^2 （³））

浅黄色、灰黄色，具粗粒花岗结构，块状构造。矿物成分主要为石英、长石、云母及氧化锰铁矿物质，岩石受强烈风化，节理、裂隙发育，岩体结构已大部分破坏，岩芯呈碎块状，岩石切面粗糙，点荷载试验强度 $I_s(50)$ 换算饱和单轴抗压强度统计标准值 $R_c=15.33\text{MPa}$ ，属于较软岩，岩体破碎，岩体基本质量等级为V级。该层BK1、BK3、BK4、BK5、BK6、BK7钻孔有揭露。层顶平均标高-18.05m（-15.10~-20.55m），平均层厚1.00m（0.7~1.3m）。

⑤₄层：中风化（ r_5^2 ）

灰白色，以短柱状为主，主要矿物成分为石英、长石、云母，岩质新鲜，岩样较完整，敲击声脆，锤击不易碎，RQD在75~90%，岩体基本质量等级为II级，未钻穿该层。平均孔口标高-24.61m（-22.13~-28.43m）。

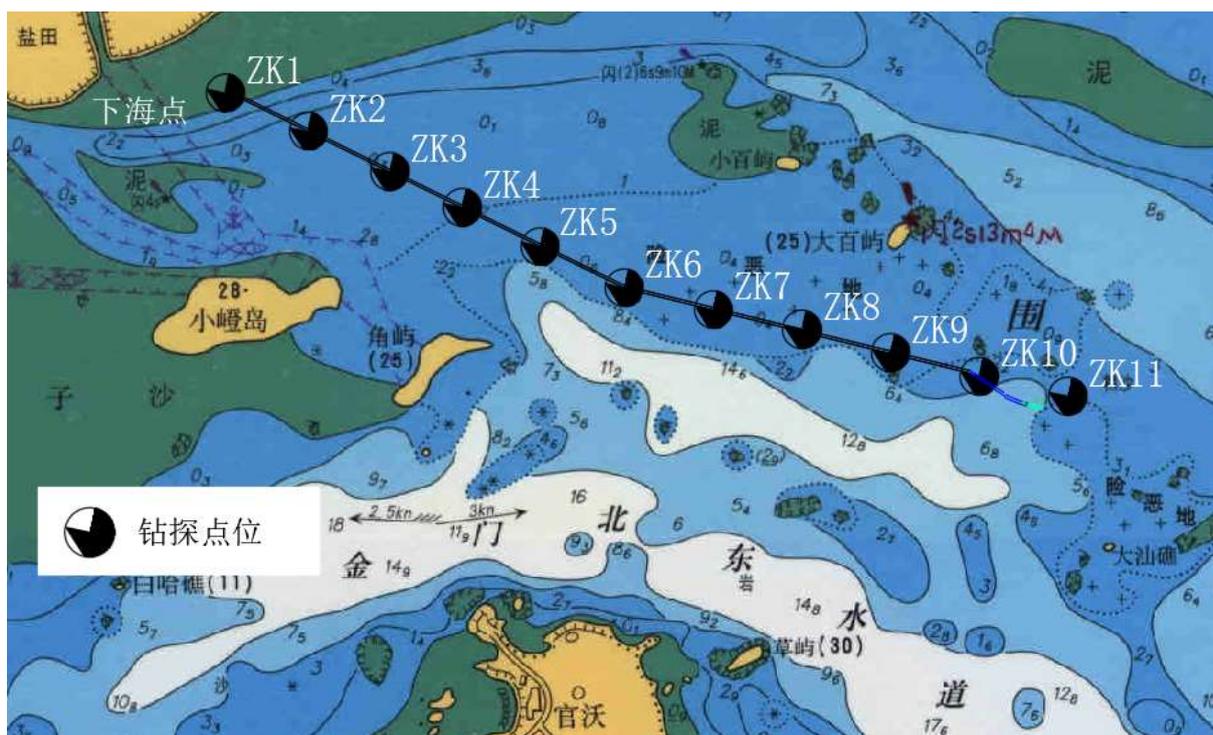


图3.1-8a 工程地质钻探点位分布示意图

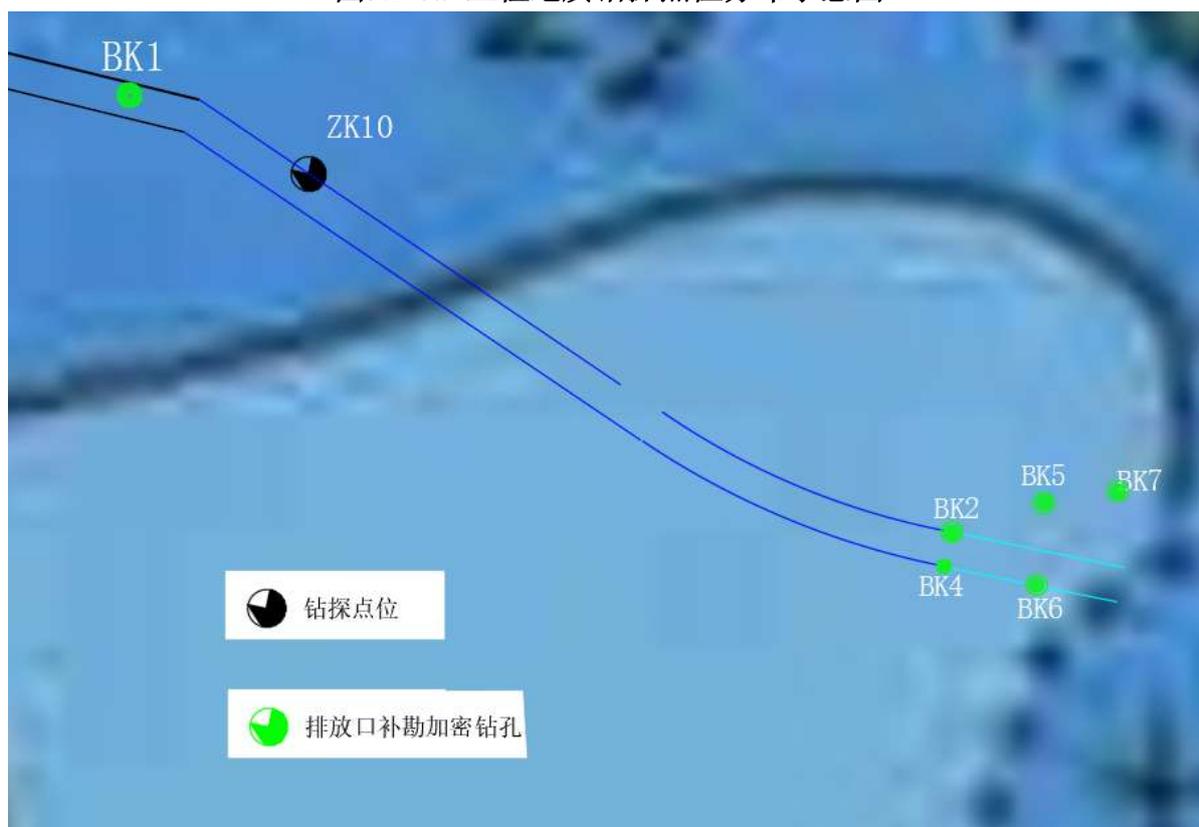


图3.1-8b 工程地质钻探点位分布示意图

(3) 不良地质作用

本次调查发现的主要不良地质为裸露及浅埋基岩，主要分布于 KP4.5 至排污口之间，其位置分布如图 3.1-3，尤其在 KP9 北侧有较大面积分布。

总体来看裸露礁石在路由中心线两侧分布相对较多，在 KP7.5 至 KP8 段，在 KP9 南北两侧均有裸露礁石分布，整体来看，在本次调查路由范围内，考虑管道设计施工的要求，路由无法完全避开礁石分布区域。另一方面，在 KP0~KP10.64 之间，管道路由基本避开了大面积礁盘的主要分布区域，处于海底裸露礁石的薄弱边缘带，基本为本次调查范围内较好的线路。

3.1.2.4 抗震设防参数

根据本次工程地质调查结果：根据钻探资料和区域地质资料，场地覆盖层厚度小于 50m，判定场地类别为 II 类，所处位置属于抗震不利地段，地基等级为二级地基，即中等复杂地基。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010（2016年版））附录 A 中 A.0.21 和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）的划分，工程场地标准抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，场地特征周期（ T_g ）为 0.35s。但由于该海域地区临近金门岛，拟建路由区域所在地区抗震设防烈度建议可按 8 度考虑，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组为第二组。

3.1.3 气候与气象

3.1.3.1 气候气象概况

工程所在区域属南亚热带海洋性季风气候。由于地势的影响冬天降温不剧，霜冻甚少，夏季也无酷暑，四季比较温和。

项目所在区域多年平均气温 21.2℃，极端最高气温 36.9℃，极端最低气温 4.3℃。多年平均年降水量为 1388.2mm 左右，雨量分布随着地形变化而变化，从东南部沿海向西北部山区逐渐递增。多年最大降水量为 2168.20mm，多年最小降水量为 916.70mm。降水量主要集中在 4 至 9 月。日降水量 ≥ 0.1 毫米的多年平均日数为 137 天，日降水量 ≥ 25.0 毫米的多年平均日数为 18 天，日降水量 ≥ 50.0 毫米的多年平均日数为 6 天。历年年平均相对湿度 76%，历年平均蒸发量 1626 毫米，年均蒸发量大于年均降水量。

本地区年均日照时数约为 1907.5 小时，日照率 43%。7~9 月各月日照时数在 200 小时以上，其中 7 月份日照时数最多达 244.0 小时，日照率达 58%；2~3 月各月日照时数在 100 小时左右，日照率 30%左右。历年平均雾日 7 天，以 3 月份为最多。

3.1.3.2 区域 20 年（1997—2016 年）的主要气象统计资料

本工程位于围头湾海域。工程附近分布有 5 个地面气象站（见图 3.1-9。本环评经过综合比选，拟采用厦门气象站（59134，地面气象站点 2）资料，其距离本工程近，

站点等级高（基本站），地面气象观测资料齐全的优点。而周边其它气象站均属于一般站。厦门气象站，地理坐标为东经 118.07 度，北纬 24.48 度，海拔高度 139m，于 1952 年正式进行气象观测。以下资料根据 1997-2016 年气象数据统计分析。



图 3.1-9 项目周边气象站位置

近 20 年区域气候特征，见表 3.1-1。

表 3.1-1 区域 20 年主要气候特征统计表（1997~2016 年）

序号	项目	统计结果	序号	项目	统计结果
1	多年平均风速	2.5m/s	8	多年平均降水量	1388.2mm
2	多年最大风速	9.5m/s	9	多年最大降水量	2168.20mm
3	多年平均气温	21.2℃	10	多年最小降水量	916.70mm
4	累年极端最高气温	36.9℃	11	多年主导风向及风频	E（14%）
5	累年极端最低气温	4.3℃	12	多年静风频率	4.1%
6	多年平均气压	997.9hPa	13	多年平均雷暴日数(d)	32.8
7	多年平均相对湿度	75.9%	14	多年平均大风日数(d)	7.2

(1) 月平均风速

区域月平均风速如表 3.1-2，每年 10 月平均风速最大，3.01 米/秒；每年 5 月份平均风速最小，2.22 米/秒。

表 3.1-2 区域 20 年各月平均风速变化统计表（1997~2016 年）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
风速/（m/s）	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2	2.5	2.5	2.4	2.7	3.0	2.8	2.7	2.5

(2) 根据近 20 年资料分析，本区域风速无明显变化趋势，2007 年年平均风速最大，2.80 米/秒；2002 年年平均风速最小，2.40 米/秒；周期为 10 年。

(3) 风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图 3.1-10 所示，区域主导风向为 E 和 ESE、NE、

ENE，占 43.6%，其中以 E 为主风向，占到全年 14.0%左右。

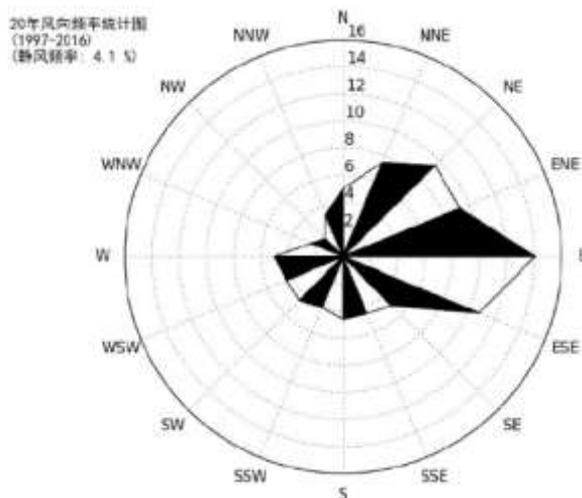


图 3.1-10 区域多年风向玫瑰图（静风频率 4.1%）

近 20 年各月风向频率统计，见表 3.1-3。

表 3.1-3 多年月风向频率统计（单位%）

风向 频率 百分	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
01	6.5	7.2	11.8	12.7	23.3	12.6	1.7	1.2	1.2	1.2	2.8	3.6	2.8	2.5	1.9	3.2	3.9
02	4.2	6.8	8.8	11.8	20.6	16.4	3.0	2.3	2.3	1.6	2.6	4.5	4.0	2.1	1.8	2.3	5.0
03	4.0	5.0	7.5	10.5	19.2	14.8	4.0	3.6	2.6	2.9	2.8	4.4	4.8	2.5	2.3	3.6	5.4
04	3.5	4.5	6.7	7.4	15.8	14.0	5.0	3.9	5.6	4.8	4.0	4.4	5.9	2.9	2.8	2.6	6.2
05	3.1	4.4	6.8	6.7	13.4	14.1	6.5	5.8	5.9	4.2	5.2	4.9	5.9	2.7	2.1	2.9	5.3
06	1.8	2.5	3.5	3.7	8.3	8.2	8.5	10.0	13.1	11.5	9.1	6.1	6.2	2.0	1.0	1.3	3.5
07	1.7	2.7	2.5	2.1	2.5	4.8	9.1	10.7	11.5	11.1	11.3	8.0	11.0	3.5	1.4	1.9	4.2
08	3.0	3.9	4.8	3.7	5.0	9.3	10.2	9.4	7.7	6.5	8.1	6.9	8.0	3.8	2.3	3.0	4.4
09	6.5	10.3	12.6	8.7	11.8	10.2	7.2	3.6	2.3	2.0	2.9	4.2	4.1	3.0	2.5	4.8	3.5
10	7.9	15.9	18.8	14.7	16.3	8.5	2.5	1.3	0.6	0.8	1.1	1.0	1.7	1.3	0.8	4.0	2.5
11	9.5	15.3	15.1	14.5	14.7	8.3	1.5	1.4	1.1	0.6	1.9	2.5	2.5	1.9	1.7	5.5	2.2
12	8.1	11.7	15.3	14.7	18.1	8.3	1.4	0.4	1.1	1.0	2.4	3.1	3.3	1.9	1.7	4.6	2.8

3.2.6 环境空气质量现状

根据泉州市生态环境局发布的《2020 年泉州市城市空气质量通报》，南安市环境空气质量达标天数比例为 99.2%，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃-8h、CO 均可达到《环境空气

质量标准》(GB3095-2012)二级标准,评价区域属于环境空气达标区。

3.2.7 声环境质量现状

根据泉州市生态环境局发布的《泉州市环境质量状况公报(2020年度)》,南安市的昼间、夜间声环境功能区质量达标率均为100%。

3.2.8 陆域生态

本工程施工营地位置及穿越防波堤80m管道均位于在建的科院南路及其东侧正在回填的陆域,根据实地调查情况,本工程沿线及其周边评价区范围内,未发现涉及有珍稀、或濒危野生动植物资源自然分布。此外,评价范围内无涉及自然保护区、风景名胜、森林公园等敏感生态景观环境保护问题。

3.3 环境保护目标调查

3.3.1 生态保护红线区

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》,本工程不占用海洋生态保护红线区,评价范围的海洋生态保护红线区为“小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区”和“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“塘东重要滨海湿地生态保护红线区”,与排海管道最近距离分别为24m、1616m、7789m;与扩散器最近距离分别为5316m、1616m、7789m,位置关系见表1.5-2、图1.5-1。海洋生态红线保护红线区详见图3.3-1,其管控要求详见表3.3-1。

表 3.3-1 海洋生态红线保护红线区登记表

代码	管控类别	名称	地理位置	覆盖区域面积	生态保护目标	管控措施
350500- LCR-II-06	限制类	小百屿海洋自然景观与历史遗迹生态保护红线区	小百屿海域，四至： 118°25'37.63"E,18°27'2.22"E,24°33'35.23"N,24°34'48.61"N	4.10 km ²	小百屿及周边海域	管控措施：维持海洋景观和海岛生态系统的自然风貌。禁止开展污染海洋环境、破坏岸滩整洁、排放海洋垃圾、引发岸滩蚀退等损害公众健康、妨碍公众亲水活动的开发活动。严格控制岸线附近的景区建设工程，严格限制占用沙滩和沿海防护林，严格限制近海养殖活动。按生态环境承载能力控制旅游发展强度，允许符合海洋功能区划等相关规划的港口与航道用海，允许适度进行交通和旅游基础设施建设。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口和垃圾倾倒地，逐步改善海洋环境质量。
350500- FSH-II-03	限制类	围头湾重要渔业水域生态保护红线区	围头湾工业与城镇用海区前沿线南侧至围头航道间海域，四至： 118°27'4.13"E,118°32'53.36"E,24°31'50.85"N,24°35'54.19"N	24.13 km ²	① 传统渔业海域； ② 鲷科、鲆科、鲆科等鱼类产卵繁殖的主要场所。	管控措施：维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工等开发活动；禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。允许符合规划的港口和航道用海。开展增殖放流活动，保护和恢复水产资源。可适度进行养殖用海，注意控制养殖密度和养殖方式，减少养殖污染，提倡生态养殖。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口和垃圾倾倒地，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，逐步改善海洋环境质量。
350500- WET-II-2	限制类	塘东重要滨海湿地生态保护红线区	金井镇塘东岸段滨海湿地，四至： 118°33'14.78"E,118°34'41.03"E,24°32'34.89"N,24°33'44.95"N	2.71 km ²	滨海湿地及沙滩等自然景观	管控措施：维持岸线自然属性，严格保持自然岸线形态、长度，保持海岸原始景观。禁止围填海、挖砂、采石、倾倒、垃圾填埋等破坏沙滩或诱发岸滩蚀退的开发活动。建议设立海岸退缩线，原则上禁止在高潮线向陆一侧 200 米或第一个永久性构筑物或防护林以内新建不利于沙滩稳定和滨海景观的设施；砂质海岸向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。可适度进行符合海洋功能区划等相关规划的航运、交通、旅游及其他重要民生项目基础设施建设，建设活动应以不破坏岸线核心自然景观为前提。清理不合理的岸线占用项目，整治影响岸滩稳定和滨海旅游活动的设施，实施岸线整治修复工程，清理海岸和海漂垃圾，加强沿海防护林建设和养护，恢复岸线的自然属性和景观。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口和垃圾倾倒地，防治海岸侵蚀灾害，维持自然岸线。

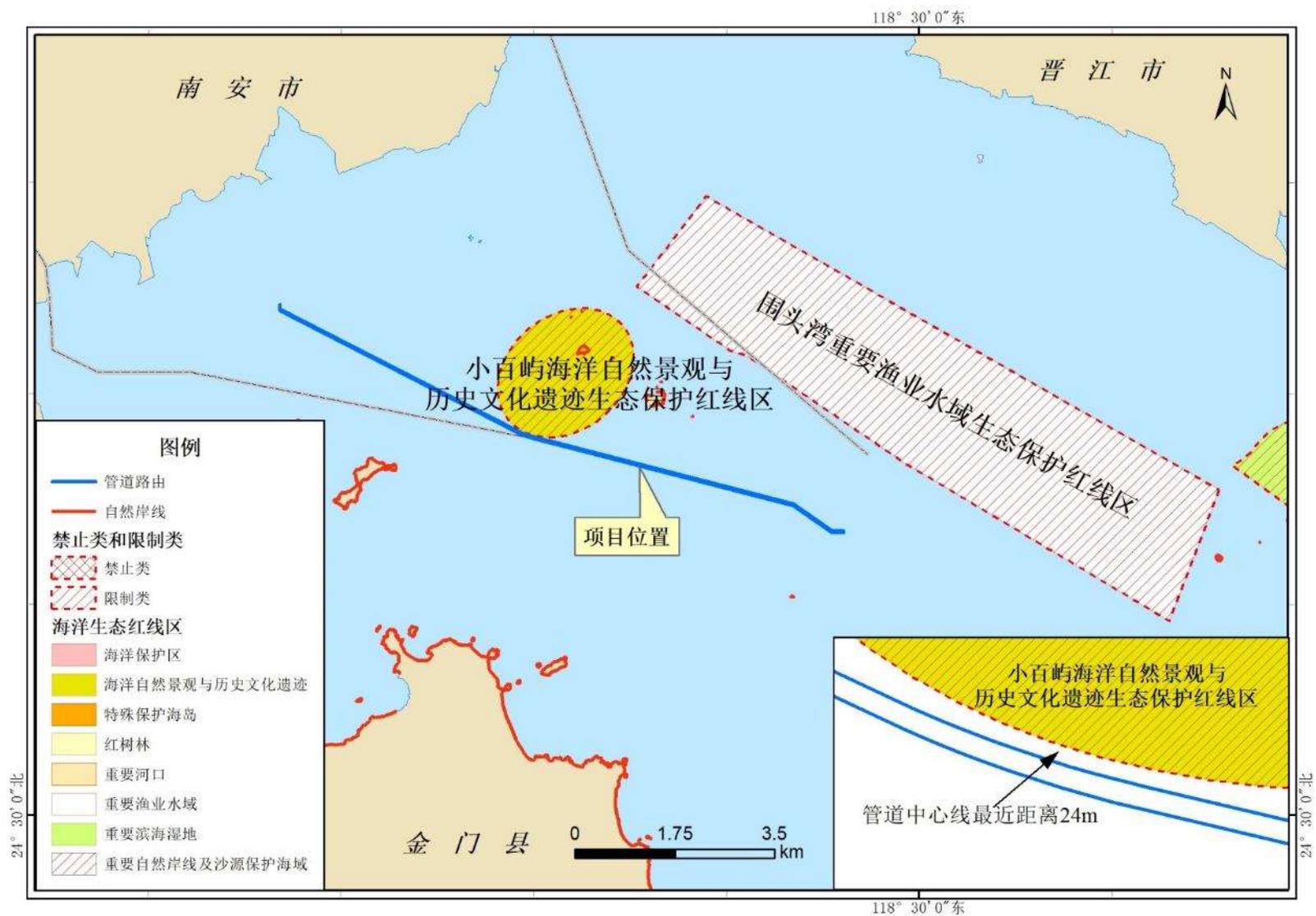


图 3.3-1 项目与海洋生态红线保护区位置关系图

3.3.2 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区位于厦门海域（地理坐标为 117°57'~118°26'E、24°23'~24°44'N）范围内。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区及外围保护地带面积共 33088 公顷，其中保护区面积 7588 公顷，外围保护地带面积 25500 公顷。

（1）中华白海豚

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）范围界定为第一码头和常屿联线以北、高集海堤以南的 3500 公顷西港海域和钟宅、刘五店、澳头、五通四点联线的同安湾口 2000 公顷海域，总面积 5500 公顷。厦门市其他海域为中华白海豚外围保护地带，面积 25500 公顷。

（2）文昌鱼

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（文昌鱼）位于黄居海域，面积 1871 公顷。

外围保护地带位于厦门与大金门岛之间的南线至十八线一带海域，面积 3206 公顷和小峻岛以南与大金门岛之间的海域，面积 1111 公顷，总面积 4317 公顷；文昌鱼外围保护地带与中华白海豚外围保护地带重叠。

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带与本工程位置关系见表 1.5-2、图 3.3-2。

3.3.3 水产养殖区

根据调查，工程区周边海域主要有网箱养殖、涂滩养殖、浅海藻类养殖、围垦养殖四种，主要养殖品种有黄鳍鲷、对虾、牡蛎、文蛤、紫菜、海带等。养殖区分布情况见图 1.5-1 及表 1.5-2。

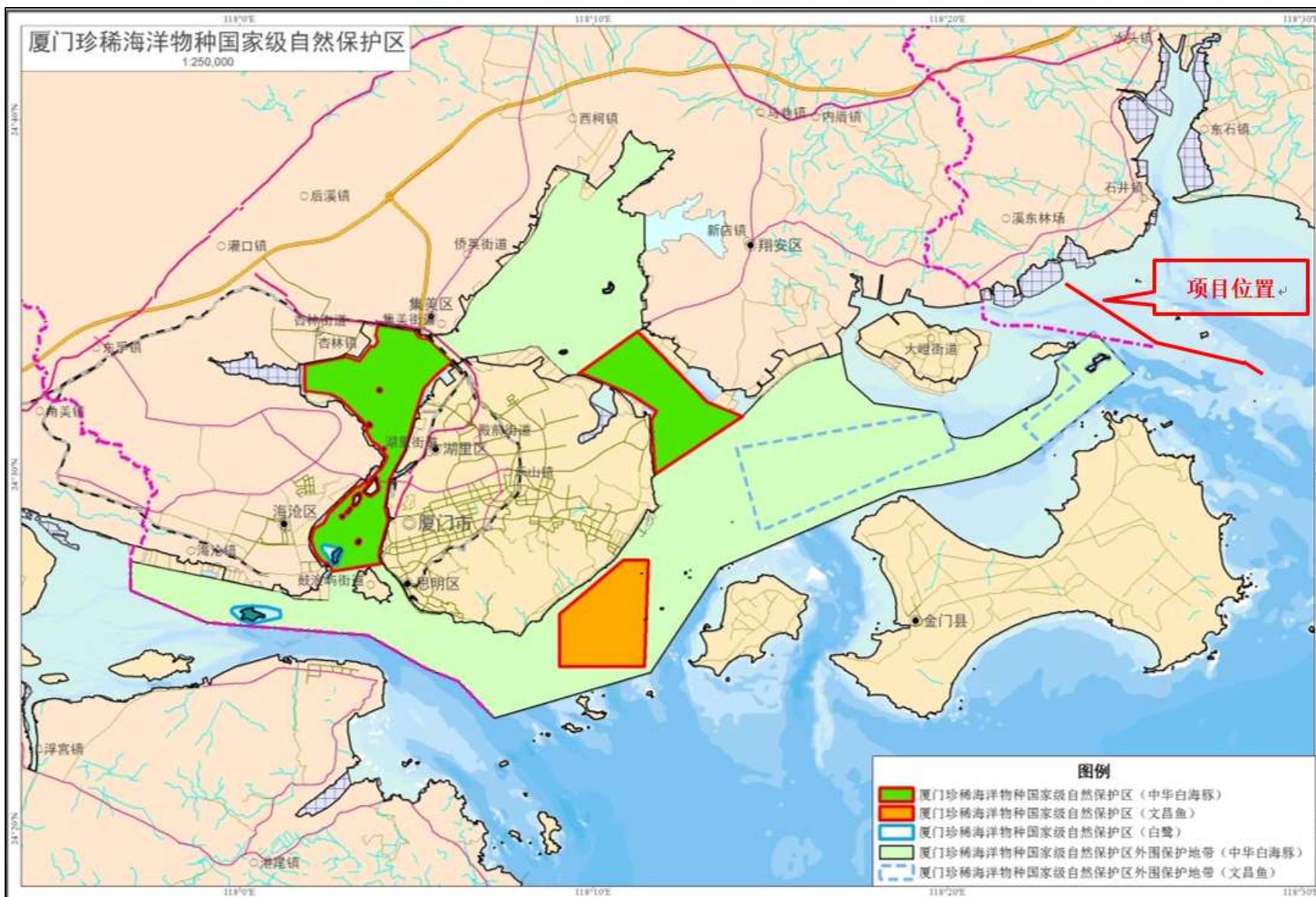


图 3.3-2 本工程与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带位置关系图

3.4 区域污染源调查

根据调查，区域已投产的污水处理厂有泉州南翼污水处理厂、晋江市晋南污水处理厂、泉州市安平工业综合开发区污水处理厂、晋江泉荣远东水处理有限公司（污水处理厂），污水处理厂尾水最终汇入安海湾。

周边污水处理厂污染源调查统计见表 3.4-1。

表 3.4-1 区域污水处理厂主要污染源统计一览表

序号	项目名称	废水排放量 (t/a)						排放方式	排放去向
		六价铬	COD _{Cr}	总磷	氨氮	氰化物	总镍		
1	泉州南翼污水处理厂	0.001	110.481	19.837	18.548			连续排放	院下溪
2	晋江市晋南污水处理厂		159	1.35	2.39			连续排放	港塔溪
3	泉州市安平工业综合开发区污水处理厂	0.00234	6.67	0.27	0.69			连续排放	安海湾
4	晋江泉荣远东水处理厂	0.212	1588.31	7.42	37.09			连续排放	安海湾
5	南安市电镀集控中心污水处理厂	0.0120 (总铬)	4.465	0.047	0.628	0.0046	0.030	连续排放	安海湾

注：以上数据来源污水处理厂年报或省重点污染源信息综合发布平台(2019年数据)。

3.5 海域开发利用现状

3.5.1 渔业用海

本工程周边有 2 片较大面积养殖区，一块位于石井镇泉州港石井作业区和海峡科技生态城附近海域，另一块位于晋江市围头湾区域建设用海区附近海域；另外在大佰岛附近有少量的海带养殖；其他只在航道两侧有少量定置网。

(1) 围头湾石井镇海域养殖情况

根据 2019 年南安市统计数据，南安市现有涉海渔船 637 艘，纳入农业部系统管理的 144 艘，其中石井镇 132 艘，水头 12 艘。乡镇管理的 493 艘。其中石井镇 487 艘，水头镇 6 艘。功率均在 44.1 千瓦以下，船长 12m 以下。纳入农业部系统管理的 144 艘渔船中，86 艘捕捞船，58 艘捕捞船，其中 46 艘钓具船，12 艘为敷网船，所有拖网作为违规渔具已全面清退。2019 年全年近海渔业捕捞量为 1017t，主要经济种类为金钱鱼、皮氏叫姑鱼、褐蓝子鱼、多鳞鱻、中华海鲈，长毛对虾、鹰爪虾、口虾姑、鱿鱼等。海水养殖 53182t，主

要为吊养海蛎，滩涂缢蛏养殖。

(2) 围头湾晋江市海域

根据《晋江市海水养殖水域滩涂规划（2018-2030）》晋江市海水养殖品种有鱼类、贝类、虾蟹类和藻类。

①浅海贝类养殖区养殖面积为 512.6hm²，主要分布于深沪湾和围头湾，其中围头湾内金井镇养殖面积 323.54 hm²，英林镇养殖面积 10.66 hm²。主要养殖品种为牡蛎。

②晋江浅海藻类养殖区养殖面积为 529.02 hm²，主要分布在围头湾浅海水域，其中金井镇 191.27 hm²，英林镇 83.7 hm²，东石镇 254.05 hm²。主要养殖品种为紫菜、海带和裙带菜。

③晋江市浅海鲍鱼养殖区位于金井镇，养殖总面积 62.71 hm²。

④晋江有少量浅海网箱养殖位于金井镇，养殖面积为 4.34 hm²，主要养殖石斑鱼、鲷科鱼类、鲈鱼等。

(3) 工程区附近海域养殖情况

根据 2020 年 4 月、9 月海上勘查，同时结合 2019、2020 年 6、8、10 月和 2021 年 1 月的卫星遥感影像，本工程周边海域养殖为开放式养殖（无海域使用权证），养殖品种为吊斫、紫菜等，主要分布在泉州芯谷石井临港高新区 B 片区南侧，厦门小嶝岛及石井镇大佰屿之间海域，养殖户为石井镇菊江村养殖户（图 3.5-2 中①）、石井镇奎霞村委会（图 3.5-2 中②）、大佰岛养殖场（图 3.5-2 中③）。石井 5000 吨级通海航道东侧有养殖密集区，主要为晋江市英林镇、东石镇、金井镇等村民养殖。现南安市、晋江市正在组织开展围头湾海域水产养殖清退工作。

(4) 工程所在海域退养工作实施情况

根据《泉州市海洋与渔业局关于贯彻落实水产养殖业绿色发展的实施意见》（泉海渔〔2019〕96 号）、《南安市农业农村局关于继续做好超规划海水养殖整治清退工作的通知》（南农〔2020〕85 号，附件 10）、《晋江市人民政府关于开展围头湾海上养殖清退的通告》（晋政文〔2020〕77 号），围头湾内南安市和晋江市已在组织清退不符合规定的养殖设施，其中晋江市清退范围见附件 11。

3.5.2 交通运输用海

(1) 码头

根据《泉州港总体规划（修订）》，围头湾港区是泉州港三大港区之一，围头湾港区：多年来以建设中小型泊位为主。现有千吨级以上生产性泊位26个，其中万吨级以上深水泊位2个，设计年货物通过能力件杂散货588万吨、集装箱31万TEU，主要分布在石井、东石作业点，以通用、多用途、成品油泊位为主，泊位最大5万吨级，最小1000吨级；设计年旅客通过能力70万人次，全部集中在石井对台客运泊位。

（2）航道

根据《泉州港总体规划（修订）》，围头湾内现有航道情况如下：

①围头湾10万吨级航道：自湾口的围头作业区西南侧的S1点起，至围头作业区10万吨级泊位船舶回旋水域附近的S2'点，航道里程2.4km。航道通航能力为10万吨级集装箱船乘潮单线通航，乘潮水位3.79m，乘潮历时3h，保证率90%。航道通航宽度为250m，设计底高程为-13.0m。

②石井5000吨级通海航道：自围头作业区10万吨级航道的S1'点起至石井5000吨级战备码头前沿回旋水域，航道里程22.14km。航道通航能力为5000吨级单线航道，可满足5000吨级杂货船、集装箱船、货物滚装船乘潮通航，乘潮历时均在5h以上，保证率90%，3000吨级登陆舰可不乘潮通航。航道通航宽度为100m，设计底高程为-5.6m。泉州围头湾石井航道二期工程是在石井5000吨航道基础上的改扩建项目，从围头湾10万吨级航道上的S1'点接入至石井作业区5000吨级战备码头，全长约19.1km。其中S1'~S4航段可满足3万吨级集装箱船乘潮双向通航要求，航道宽度为350m；S4~S7航段可满足3万吨级集装箱船乘潮单向通航要求，航道宽度为180m；S7~S9航段可满足5000吨级杂货船全潮单向通航要求，航道宽度100m。

③菊江航道：为天然水深航道，自石井5000吨级航道小佰岛北侧水域接入，至菊江陆岛交通码头前沿，航道里程10.6km。航道通航能力可满足实载吃水不大于4.2m的3000吨级杂货船乘潮单线通航要求，同时也可满足营运吃水不大于4.2m的1000吨级杂货船乘潮单线通航要求。航道通航宽度为80m，设计底高程为-0.9m。

④安海湾航道：处于围头湾顶部的安海湾内，从石井对台客运码头附近的A1点起至安平码头下游灯桩附近的A7点，航道里程约5.97km。航道A1~A3航段可满足5000吨级杂货船乘潮通航，该航段通航宽度为100m，设计底高程为-5.0m；航道A3~A7航段可满足2000吨级杂货船乘潮通航，乘潮历时2h，保证率90%，兼顾3000吨级船舶不满载乘潮通航，

乘潮历时1h，保证率20%，该航段通航宽度为70m，设计底高程为-2.0m。

⑤泉金航线泉州至金门客运航道（泉州航段）：自石井对台客运码头起，沿石井5000吨级通海航道至大佰屿灯桩东南侧，转向西侧至金门水域，航道里程20.4km。航道通航代表船型采用泉州中远金欣海运有限公司的“泉州轮”，设计船型需乘潮通航，乘潮水位0.5m。航道通航宽度为100m（双线），设计底高程为-3.0m。

⑥厦门新机场采砂航道：包括海砂运输航道工程和储砂坑工程。海砂运输航道工程能满足万方级施工船不乘潮双向通航要求；从厦门东南海域采砂区至小嶝岛附近，全长为46.4km。其中，外海海域的31.0km有效宽度设计260m，底标高-15m；其余15.4km航段设计有效宽度240m，底标高-11.6m。储砂坑布置在海砂运输航道的终端位置，共设置6个储砂坑，每个储砂坑的尺寸为500m×400m，设计底标高为-14m，6个储砂坑的储砂量约为1680万m³。申请航道用海面积324.5376hm²，储砂坑用海面积167.0489hm²。

（3）锚地

规划在围头湾口围头角南布置大型船舶锚地；在围头角西面规划布置万吨级锚地和5000吨级船舶锚地；湾内规划航道北侧水域布置万吨级危险品船舶锚地和3~5万吨级锚地；围头角南侧为现引航检疫锚地。此外，泉金航道南侧、石井5000吨级通海航道西侧当前亦为中小船舶的习惯性锚地，现场调查发现有多只船舶于排放口周边抛锚。

3.5.3 填海造地用海

根据《南安市围填海历史遗留问题调查报告》，南安市在安海湾内有南安市万家汇家电生产项目、南安市石井海峡科技生态城1号、2号、7号项目、南安市领航者体育用品生产项目、南安市森态木业综合产业园区项目、泉州芯谷石井临港高新区B片区以及村民自建等多宗填海造地工程。

3.5.4 海底管道管线

目前围头湾有一条海底供水管道——金门供水海底管道工程（晋江段），由福建晋金供水有限公司投资建设，位于围头湾金井海堤砂场附近~金井田埔，管线总长为27.495km。龙湖至金井海堤东侧砂场附近入海点段管线长11.6km，金门岛上至田埔水库线路长203m，跨海段输水线路总长15.9692km，其中大陆段输水线路长7.846km，金门段输水线路长7.846km，供水规模为3.4万m³/d。2015年10月12日，福建向金门地区供水工程大陆段正

式开工。2018年5月10日，金门与大陆方进行了金门供水工程系统联合运行测试通水。距离本工程扩散器距离约4.9km。

根据《晋江市人民政府关于加强金门供水工程和龙湖饮用水源保护的通告》（晋政文〔2019〕28号），海域段管线管理范围为管线结构外延20m，保护范围为管线结构外延100m。

3.5.5 旅游娱乐用海

旅游娱乐主要位于石井镇奎霞、浣江一带的沙滩和大佰屿、小佰屿等岛群。

3.5.6 其他用海

本工程西侧49m为泉州围头湾石井航道二期工程疏浚物综合处置配套项目，在生态城3号项目西南侧设计转运坑（尺寸650m×260m），作为泉州围头湾石井航道二期工程疏浚物抛至南安市海峡科技生态城A片区弃泥点的中转，然后通过一根管径0.8m的吹填管线将转运坑内疏浚土吹至南安市博宇半导体产业项目、南安市万家汇家电生产项目、南安市领航者体育用品生产项目、南安市森态木业综合产业园区项目、南安市石井海峡科技生态城2号项目、南安市石井海峡科技生态城3号。截至2020年10月，该项目尚未开始施工。

本工程周边主要开发利用现状统计表见表3.5-1及图3.5-1~图3.5-2。

表 3.5-1 项目周边主要开发利用现状统计表

用海类型	用海活动		使用主体/责任人	内容/规模	方位	最近距离 (m)
填海造地用海	南安市石井镇 A 片区	南安市石井海峡科技生态城 2 号	泉州市南翼置业发展集团有限责任公司	占海面积 47.7600hm ²	北侧	/
		南安市石井海峡科技生态城 3 号	泉州市南翼置业发展集团有限责任公司	占海面积 39.4280hm ²	北侧	1034m
		南安市海峡科技生态城 A 片区科院南路工程	泉州市南翼置业发展集团有限责任公司	占海面积 8.65hm ²	西北侧	123m
	泉州芯谷石井临港高新区 B 片区		泉州市南翼置业发展集团有限责任公司	占海面积 220.5774hm ²	西北侧	1313m
	厦门新机场填海造地		厦门翔安机场投资建设有限公司	规划面积 623.6108hm ²	南侧	1738m
交通运输用海	菊江航道		/	3000t 级航道, 长 11.6km	穿越	/
	石井 5000 吨级通海航道		/	5000 吨级航道, 长 22.14km	东侧	排污口石井航道二期工程最近距离约 530m
	泉金航线		/	航道里程 20.4km	穿越	/
	厦门新机场采砂航道		/	万方级施工船全长为 46.4km	西南侧	1093m
	习惯性避风锚地		/	/	东侧紧邻	
	规划万吨级危险品锚地		/	面积 1.41km ²	东北侧	2915m
	规划 3~5 万吨级锚地		/	面积 7.47km ²	东侧	1313m
	规划 5000 吨级船舶锚地		/	面积 0.58km ²	东南侧	2440m
规划万吨级锚地		/	面积 1.28km ²	东南侧	3908m	
养殖用海	围海养殖		南安市石井镇、晋江市英林镇、东石镇、金井镇等村民养殖户	/	北侧及东侧	最近 2.13km
	开放式养殖			/	周边, 部分占用	/
海底管道用海	金门供水海底管道工程 (晋江段)		福建晋金供水有限公司	用海面积 18.0459 hm ²	南侧	4.9km
其他用海	泉州围头湾石井航道二期工程疏浚物综合处置配套项目		泉州市南翼置业发展集团有限责任公司	转运坑 (尺寸 650m×260m)	西侧	49m

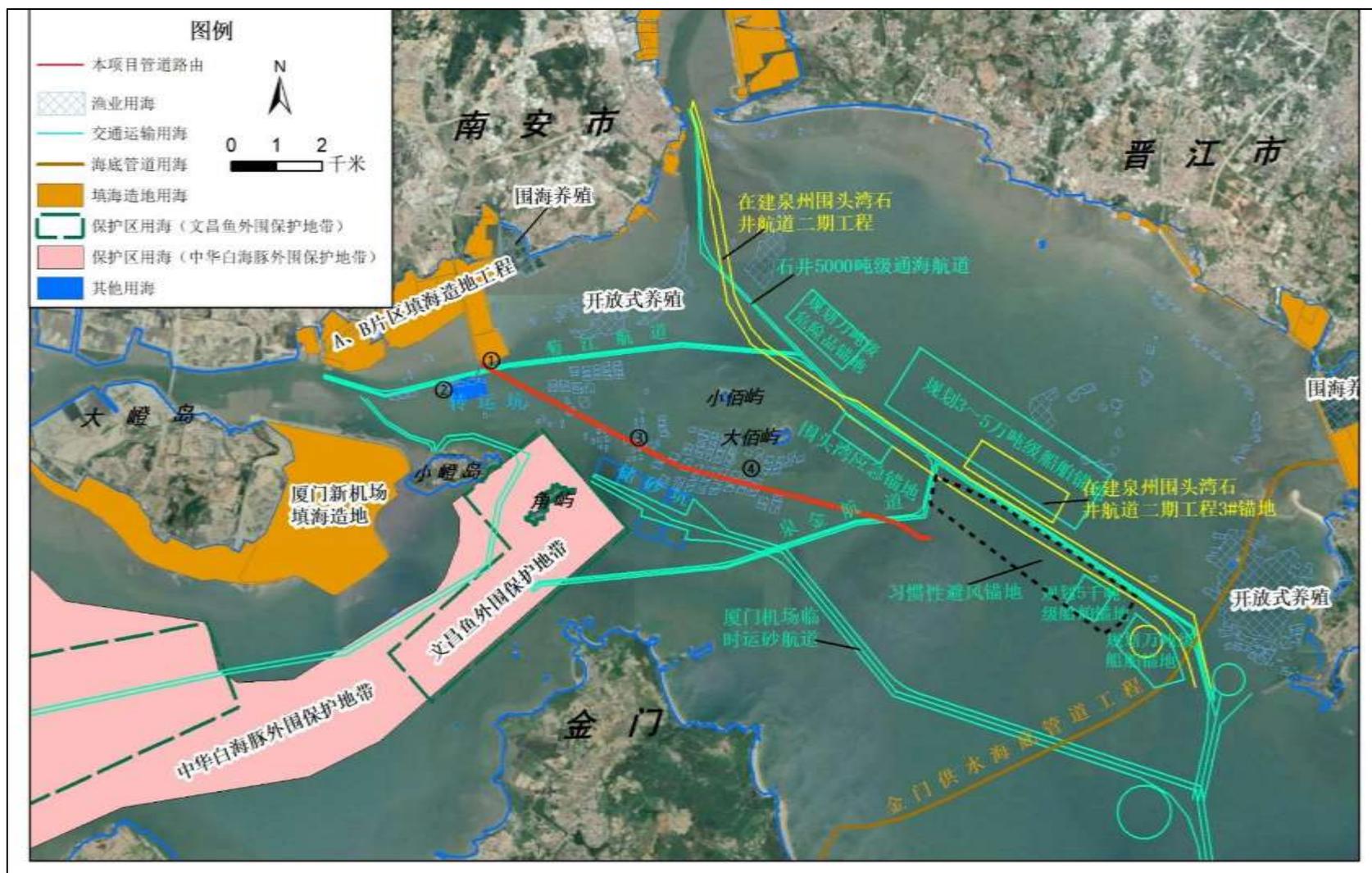


图 3.5-1 海域开发利用现状图（图中①②③④现场照片详见下图）

	
<p>①本项目下海点附近航拍图</p>	<p>②生态城 3 号西南侧开放式养殖</p>
	
<p>③角屿附近养殖</p>	<p>④大佰屿附近养殖</p>
<p>备注：序号对应图中序号</p>	

图 3.5-2 项目周边现状照片

第四章 环境影响预测与评价

4.1 水文动力环境影响预测与评价

4.1.1 海洋水文动力数学模型

4.1.1.1 数值模拟软件介绍

本次数值模拟采用《CJK3D 水环境数值模拟系统》(CJK3D-WEM)。该软件系统的编制符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》(JTS/T231-2-2010)及相关现行行业标准的规定,于2012年取得国家软件著作权登记(软著登字第0433442号),2013年通过中国工程建设标准化协会水运专业委员会组织的软件鉴定,并纳入“水运工程计算机软件登记”(目录号:KY-2013-01)。适用于江河湖泊、河口海岸等涉水工程中的水动力、泥沙、水质、温排、溢油模拟预测研究。

(1) 模型控制方程及求解

水流、水质运动方程向量形式可写为:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \nabla E = M + \nabla E^d \quad (\text{式 1})$$

式中: $U = (H, Hu, Hv, H\phi)^T$

$$E = (F, G), \text{ 式中: } F = \begin{pmatrix} Hu \\ Hu^2 + gH^2/2 \\ Huv \\ Hu\phi \end{pmatrix}, G = \begin{pmatrix} Hv \\ Huv \\ Hv^2 + gH^2/2 \\ Hv\phi \end{pmatrix}$$

水流运动方程的紊动扩散项表示为:

$$E^d = (F^d, G^d), \text{ 其中: } F^d = \begin{pmatrix} 0 \\ N_x H \partial u / \partial x \\ N_x H \partial v / \partial x \\ K_x H \partial \phi / \partial x \end{pmatrix}, G^d = \begin{pmatrix} 0 \\ N_y H \partial u / \partial y \\ N_y H \partial v / \partial y \\ K_y H \partial \phi / \partial y \end{pmatrix}$$

$$\text{源项 } M \text{ 表示为: } M = M_0 + M_f = \begin{pmatrix} 0 \\ gH(M_{0x} + M_{fx}) + fv \\ gH(M_{0y} + M_{fy}) - fu \\ S \end{pmatrix}$$

其中:

H —总水深, $H = h + z$;

U 、 V —流速矢量 V 沿 X 、 Y 方向的速度分量;

f —科氏力 ($f = 2w\sin\varphi$, w 是地球自转的角速度, φ 是所在地区的纬度);

g —重力加速度;

C —谢才系数;

N_x 、 N_y — X 、 Y 向水流紊动粘性系数;

φ —水质浓度;

K_x 、 K_y — X 、 Y 向水质扩散系数。

k —水质降解系数;

S —水质源、汇项;

M_{ox} 、 M_{oy} — X 、 Y 方向的河床底部高程变化;

M_{fx} 、 M_{fy} — X 、 Y 方向的底摩擦项;

4.1.1.2 数学模型关键技术问题的处理

(1) 动边界的处理

考虑到模拟海域浅滩较多, 滩地随着潮位变化出露和淹没, 计算中要求正确反映浅滩的干湿特征, 需采用适当的动边界处理技术。本项研究中采用了冻结法, 根据计算单元水深判断是否露滩, 当水深小于某一控制水深时, 单元潮位“冻结”不变, 要进行下一时刻计算前, 被冻结的单元水深由周边有效水深进行修正, 如果水深大于控制水深则重新参与计算, 为避免水量不平衡, 动边界控制水深采用 0.01m。

(2) 糙率处理

糙率是潮流计算的主要计算参数之一, 反映了潮流运动过程中的阻力特性。糙率是一个综合参数, 与床面泥沙特性、水深及地形形态都有一定关系, 本项研究中根据经验选用了附加糙率公式, 考虑水深变化后的糙率响应。

4.1.1.3 数学模型的建立

数学模型范围包括包括莆田市忠门镇文甲-漳州市六鳌连线以西海湾、水系及连线以

东部外海海域。西北边界以岸线为主，西南、东北和东南边界为开阔海域。以工程位置为参考点，模型西南、东北和东南开边界距离分别为 100km、100km、100km。模型网格总数 74823 个，工程水域网格局部加密，网格最大边长 4296.2m，最小边长 5.51m，扩散器周边为 7m（图 4.1-1，图 4.1-2）。外边界潮位由全球潮汐预报模型 Tide-Process 提供，模型水深主要由海事局电子海图、2020 年和 2022 年工程区周边大范围地形扫测资料插值得到，工程区周边由于近年频繁的人工采砂，水深变深较为明显，现多在 10~25m 之间。模型高程统一至当地多年平均海平面，表 4.1-1 为数学模型的主要计算参数。

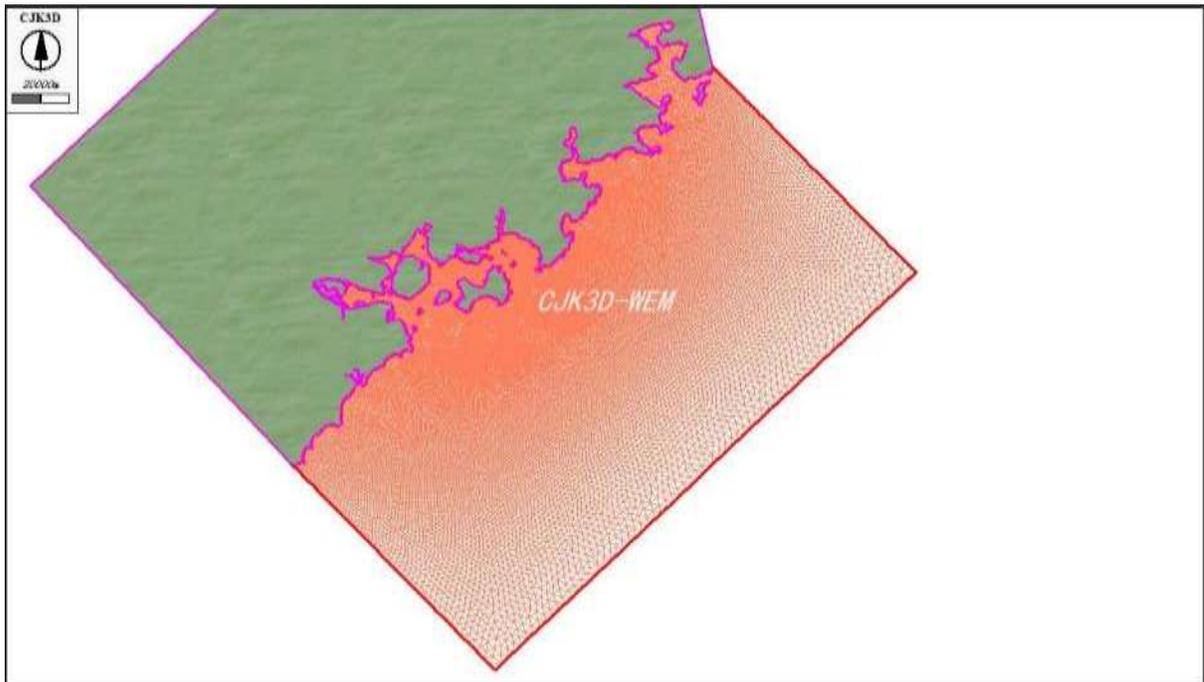


图 4.1-1 模型计算范围与网格

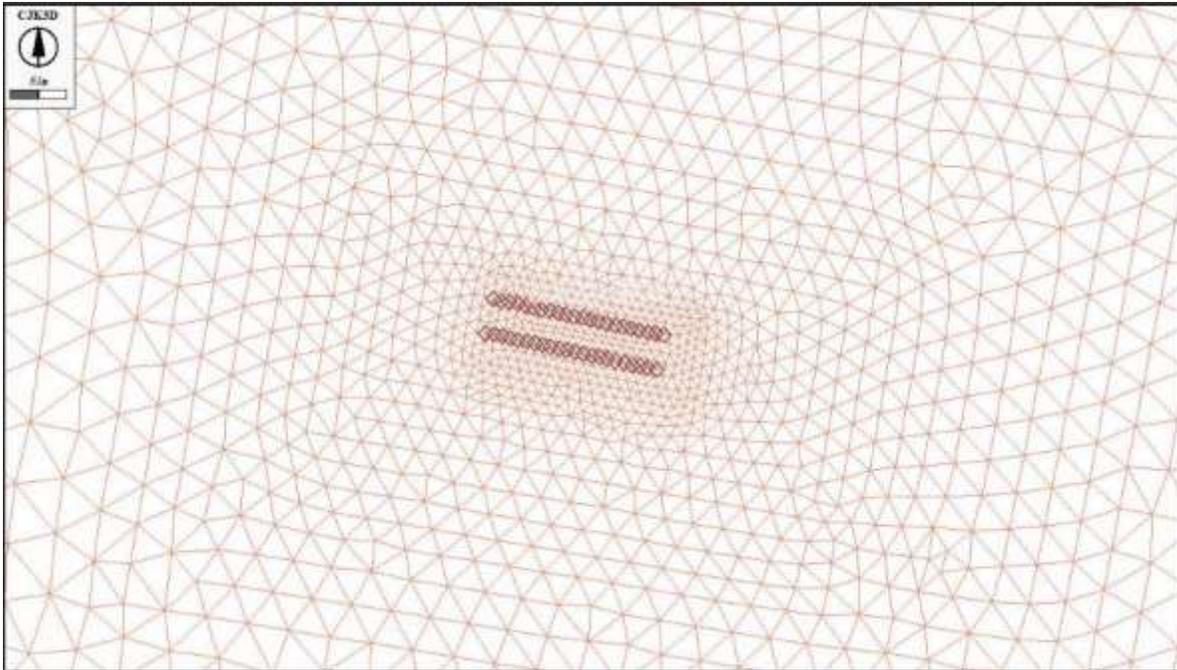


图 4.1-2 工程区加密网格及入海排污口位置

表 4.1-1 模型计算参数

名称	参数值
高程系统	当地平均海平面
最小网格边长	5.51 m
最大网格边长	4296.2m
单元总数	74823 个
时间步长	5 秒
柯氏力系数	$f = 2 \cdot \omega \cdot \sin \varphi$ $\omega = 2\pi / (24 \times 3600)$ $\varphi = 24.5^\circ$
谢才系数	$c = \frac{1}{n} (h + \zeta)^{\frac{1}{6}}$ $n = \begin{cases} 0.015 & h + \zeta \leq 1.0m \\ 0.013 + \frac{0.012}{h + \zeta} & h + \zeta > 1.0m \end{cases}$
水流紊动粘性系数	$\varepsilon_x = \varepsilon_y = khU *$
动边界控制水深	$H_a = 0.01m$

4.1.1.4 数学模型验证

数学模型验证含潮位验证和潮流验证。实测点位包括 1 个潮位点和 10 个潮流点，同时获取周边 3 个长期潮位站同期潮位数据，分布于工程区附近海域（图 4.1-4）。潮位观测时段为 2019 年 4 月 29 日 12 时~5 月 29 日 12 时。潮流观测时段位于潮位观测时段内，为 5 月 19 日 10 时~20 日 13 时（农历十五），10 站位流速流向连续 28 小时同步观测。

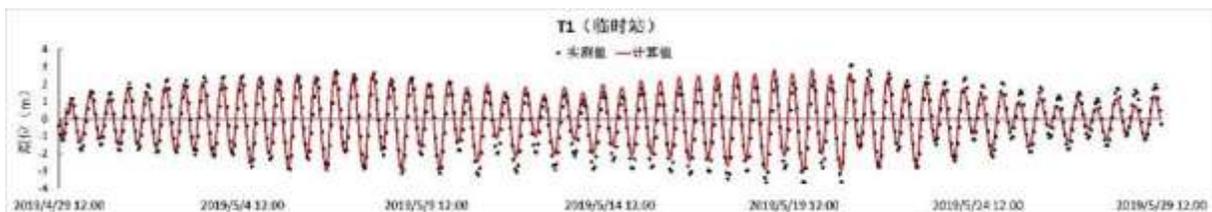


图 4.1-4 潮位与潮流验证站位分布 (★: 潮流位点; ⊙: 潮位位点)

潮位验证：数学模型验证采用 2019 年 4 月-5 月的同步水文测验资料进行验证，潮位观测站布置 4 个，其中 T1 为临时站，T1'（石井）、T2（小嶝岛）、T3（围头）为长期站，验证结果显示（图 4.1-5），T1'潮位点位于安海湾内，安海湾上游河流缺乏水深地形资料，模型将安海湾北部近似处理成陆边界，形成湾口狭窄的封闭水域，导致模型中安海湾内水流在低平潮前易受湾外水流顶托，T1'站低潮位部分水位高于实际。工程区历史潮位变化起伏不大，平均偏差基本在 10% 以内，见图 4.1-6。

潮流验证：潮流验证结果显示（图 4.1-7），各点位流速、流向模拟值与观测值较为吻合，平均偏差基本在 10% 以内，主潮流向上排污口邻近点位 F1、F3 两点潮流验证情况较好。

综上，安海湾以外海域潮位、潮流验证总体满足《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T 231-2021）的要求，模型能较好地模拟工程区周边的实际水流情况。大范围涨、落急流场如图 4.1-8。



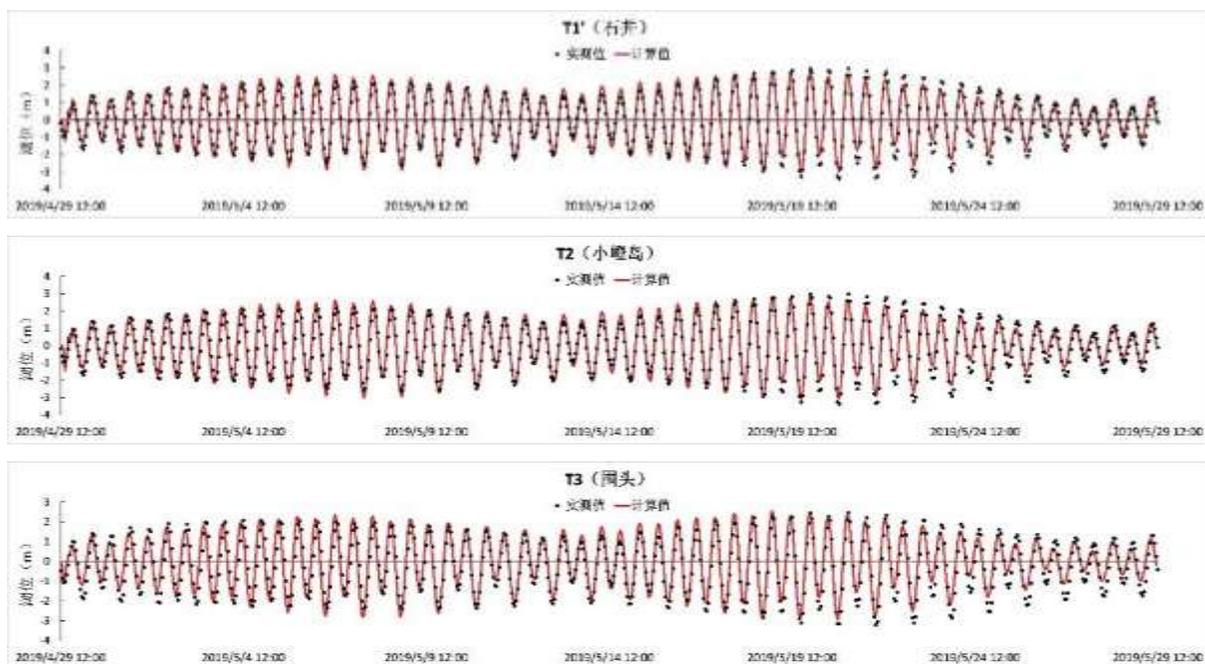


图 4.1-5 潮位验证（2019 年 4 月~5 月）

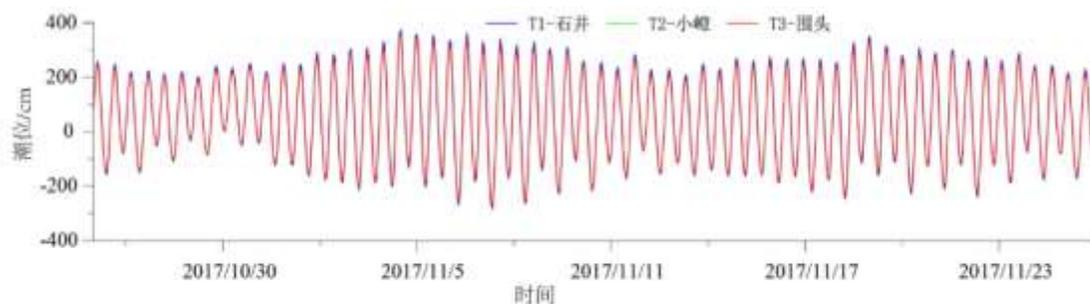
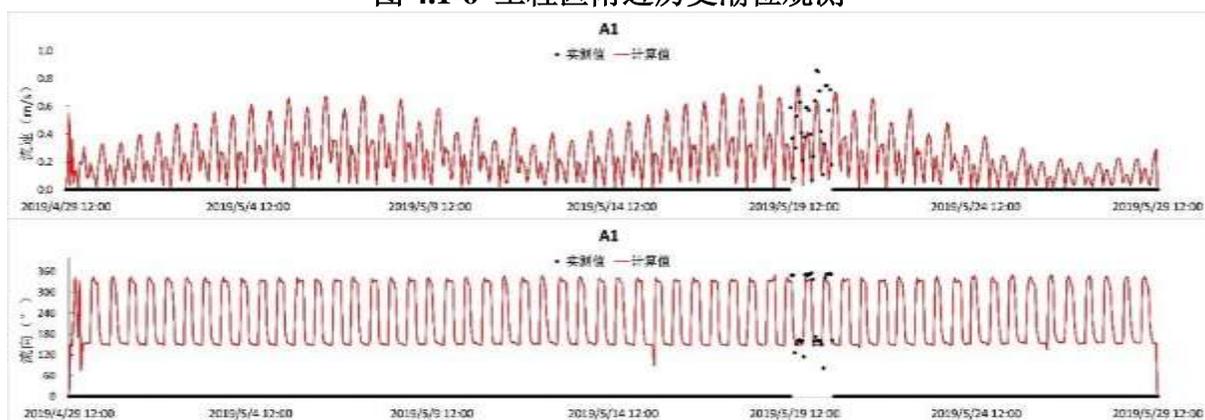
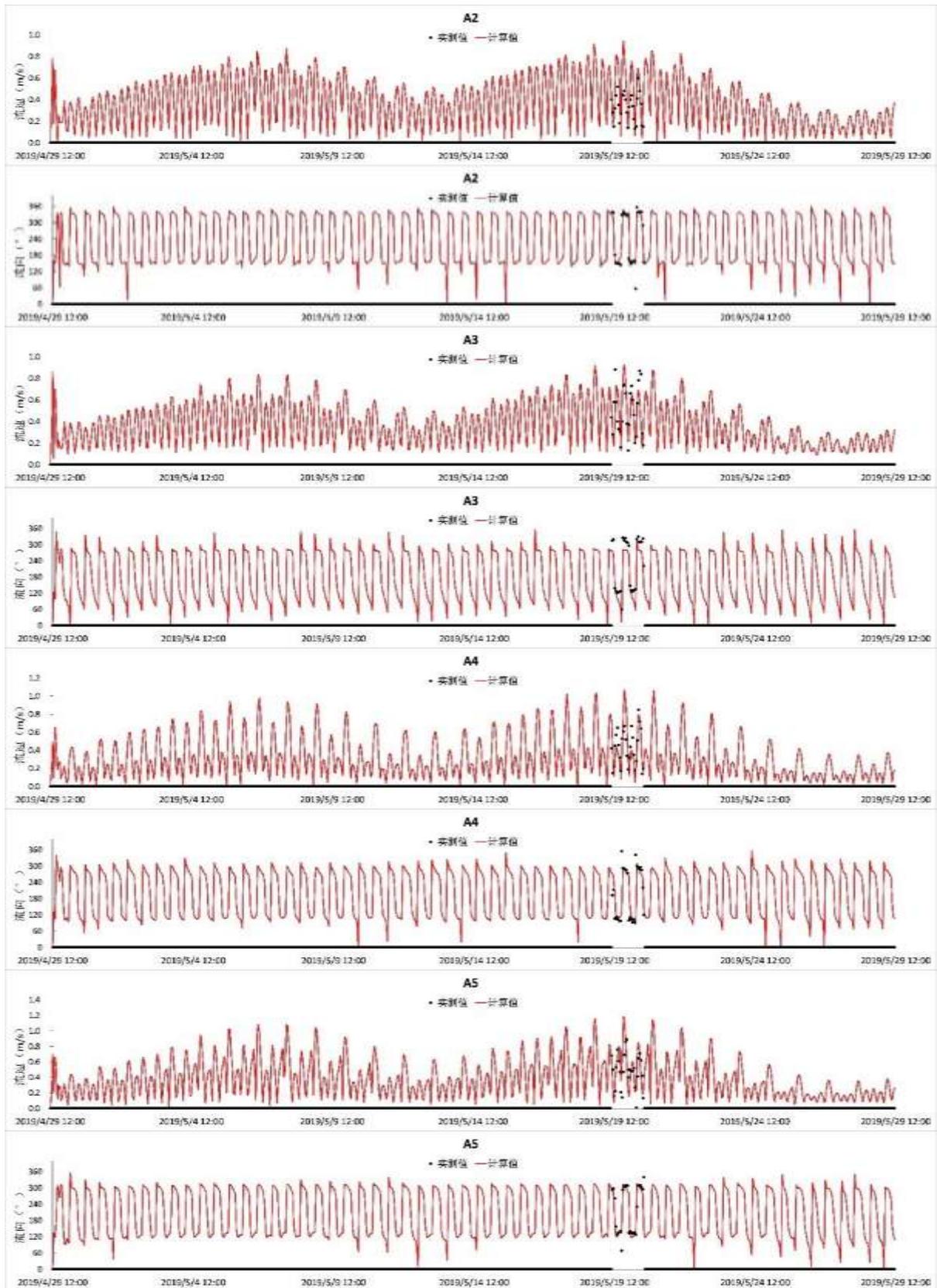


图 4.1-6 工程区附近历史潮位观测





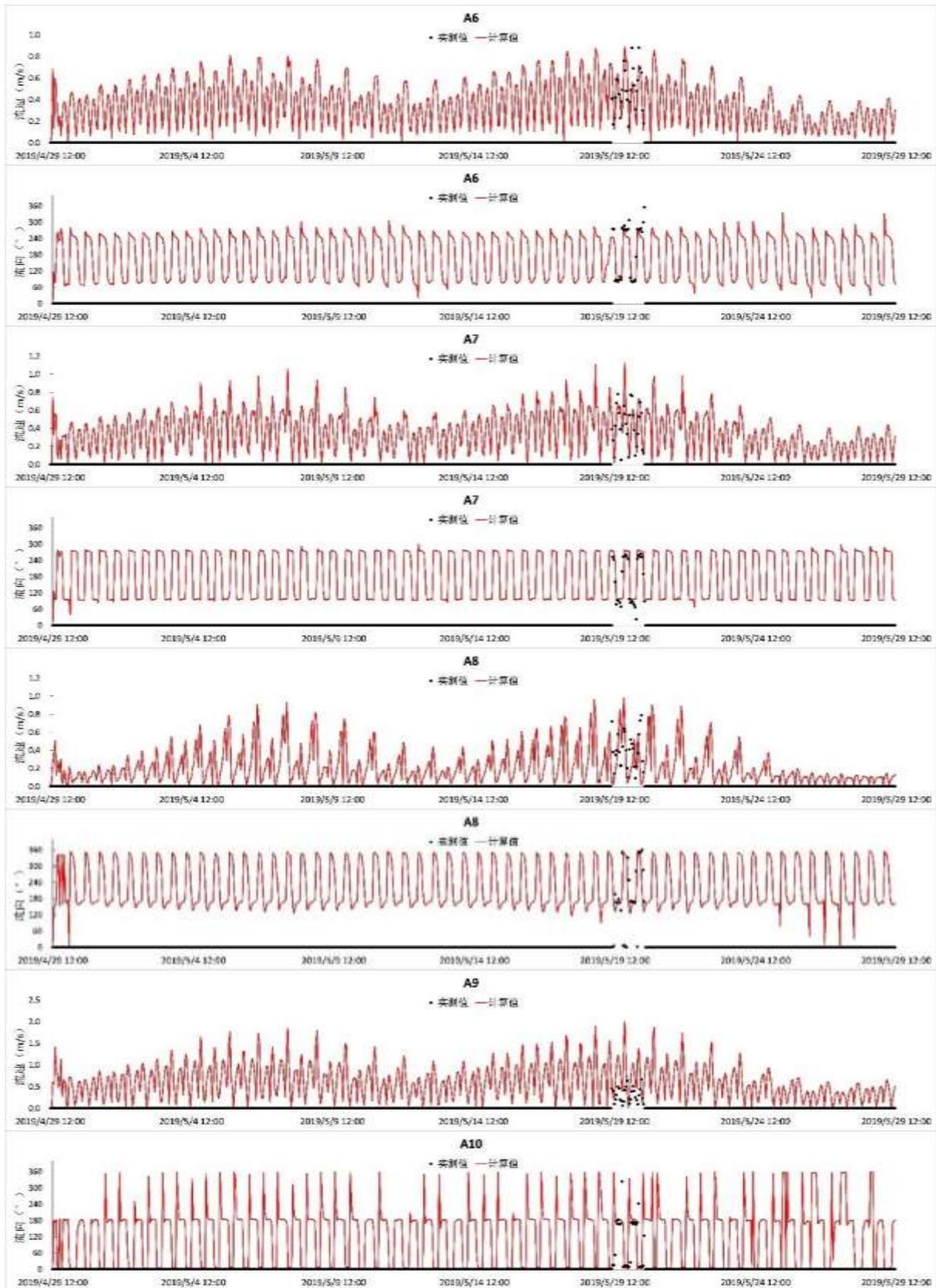
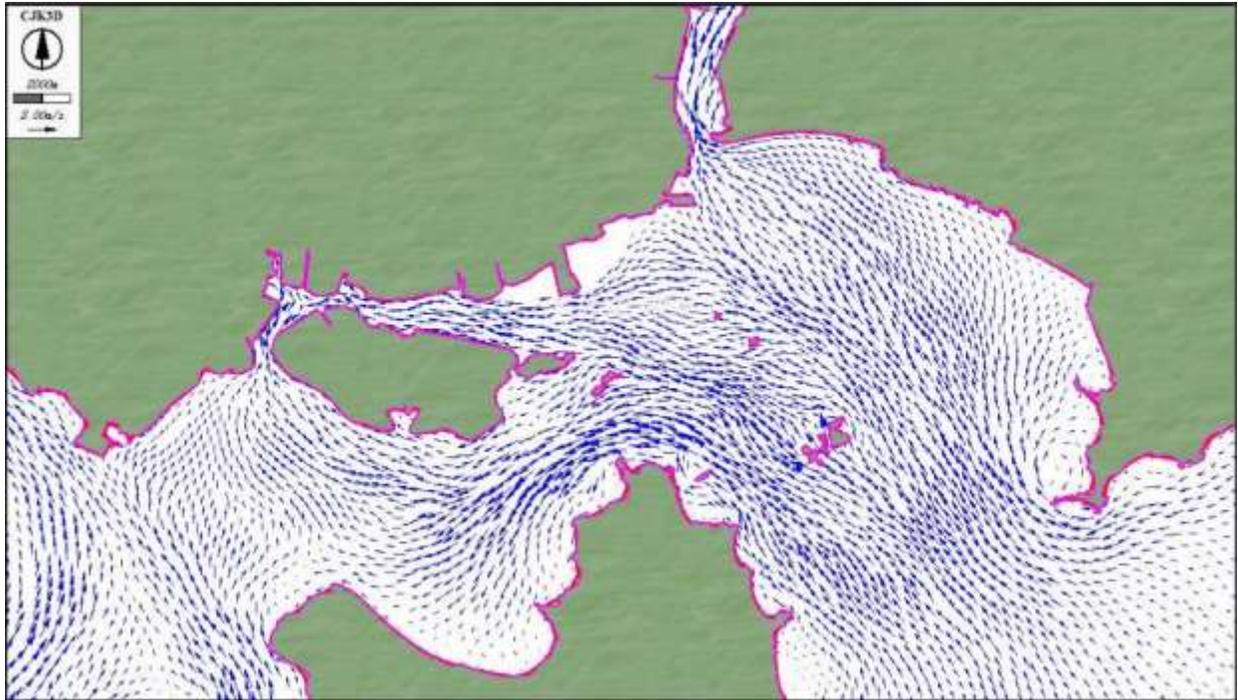
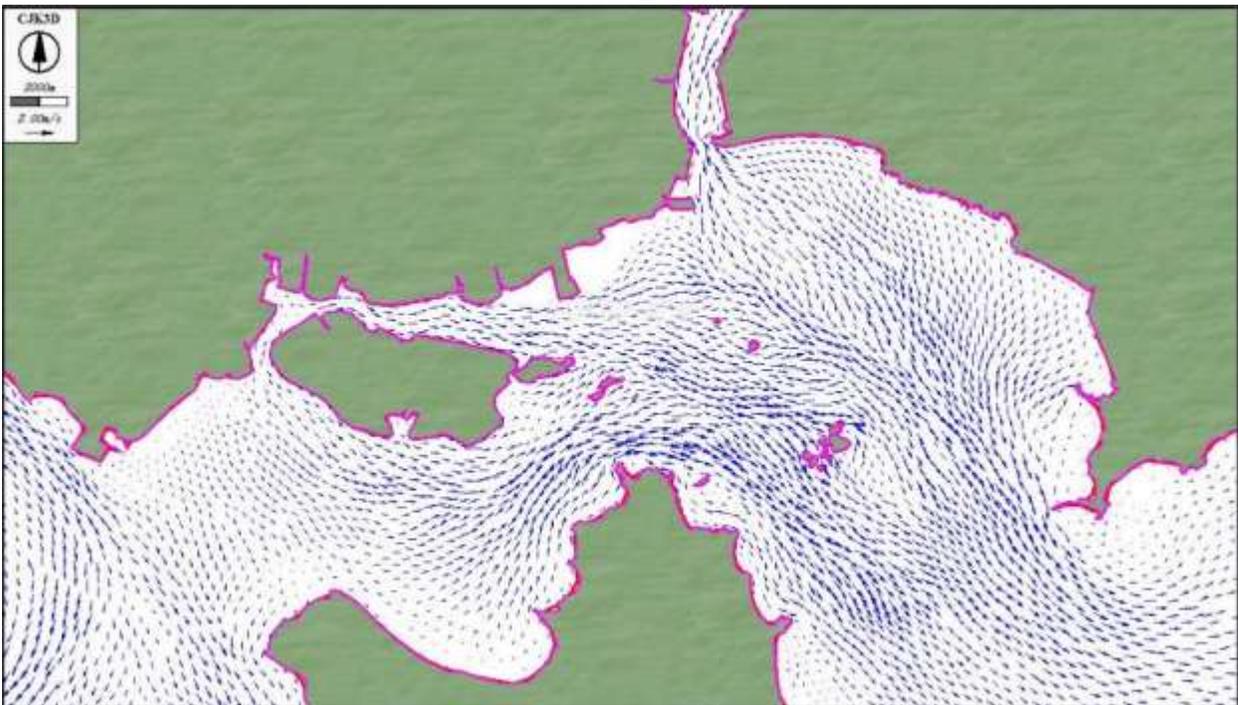


图 4.1-7 流速、流向验证 (2019 年 4 月~5 月)



(a) 涨急流场



(b) 落急流场

图 4.1-8 工程周边海域涨、落急流场

4.1.2 水动力环境影响分析

与施工前周边海域涨、落急流场对比可知：本工程管道埋设于海底（埋深约 2m），工程对潮流场的影响主要是在扩散器附近海域，由于本工程扩散器附近海域水深较深，海

流较强，平均每个喷嘴尾水排放量仅约 $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ，这对于水深在-14.1m（理论基准面）海域水动力条件的影响很小，基本可忽略。

4.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

4.2.1 地形地貌环境影响分析

本工程管道是通过挖沟放管、再回覆的方式掩埋在海底表层下约 2m 处，覆盖后表层采用自然回淤、粗砂或碎石回填（岩石段）的方式，仅扩散器连接段采用了连锁排压载，管道工程基本没有改变海底地形地貌。

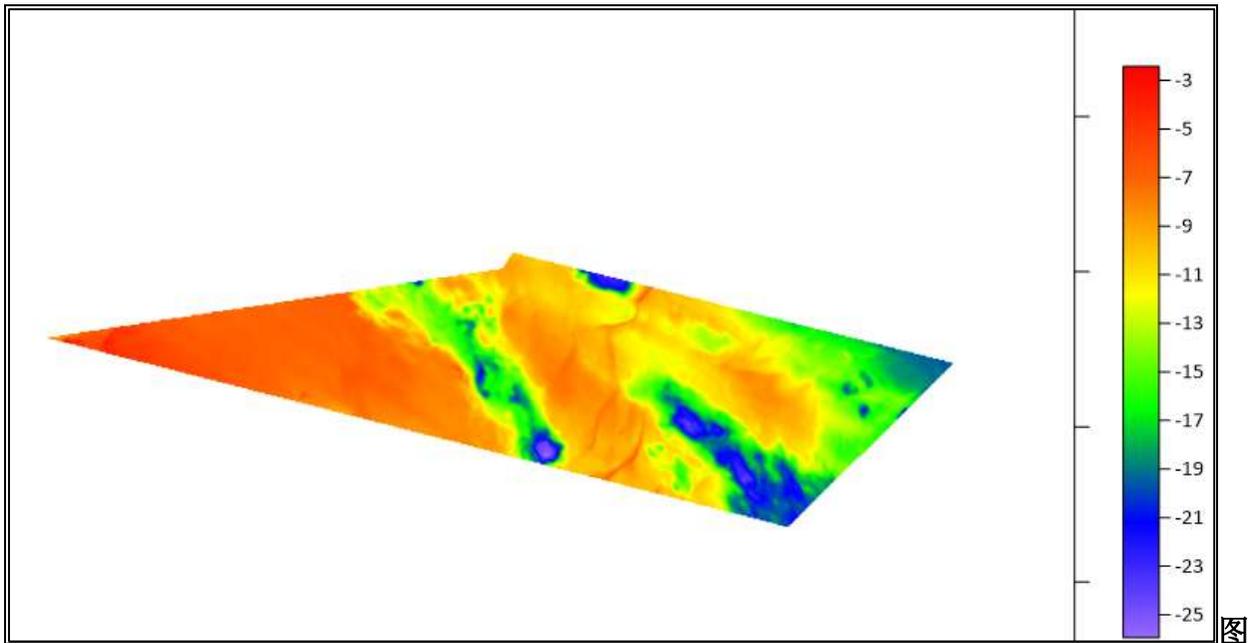
4.2.2 冲淤环境影响分析

据泉州海事局了解，2009 年之后工程区及其周边海域存在频繁的采砂活动，自 2017 年该片区采砂活动基本停止。通过 2009 年的海图资料（图 4.2-1）和 2020 年 3 月海底管道路由勘测的结果（图 4.2-2）中可以看出，不规范的采砂活动造成泉金航道东南侧海域的地形地貌发生很大变化，形成局部深槽和起伏不平的地形。

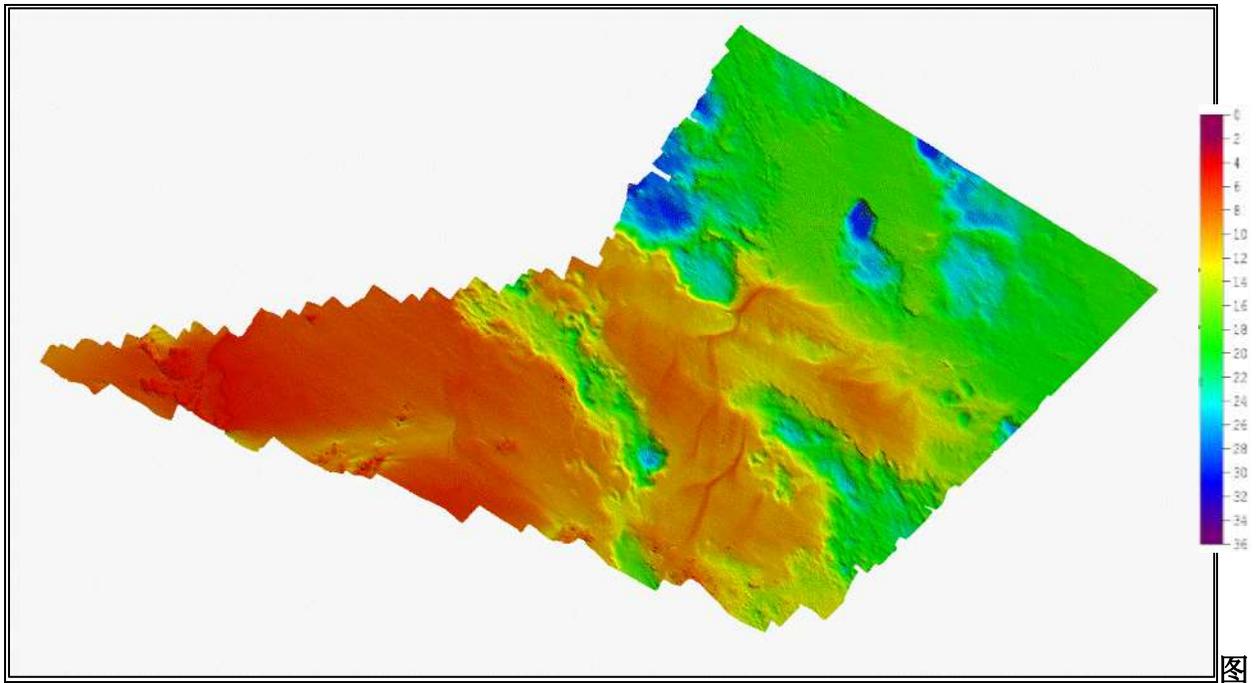
本次排污口调整补充勘测期间同时对 2022 年 3 月泉金航道东南侧原路由勘测区重新进行水深勘测（图 4.2-2 和图 4.2-3），通过两次的水深对比以获得该海域 2 年来实际的冲淤变化（图 4.2-4），并基于 2 年的冲淤变化对工程区及其周边海域的地形冲淤演化进行预测分析。



图 4.2-1 泉金航道东南侧 2009 年海图中区域水深情况



4.2-2 2020 年 3 月泉金航道东南侧水深勘测成果渲染图



4.2-3 2022年3月泉金航道东南侧水深勘测成果渲染图

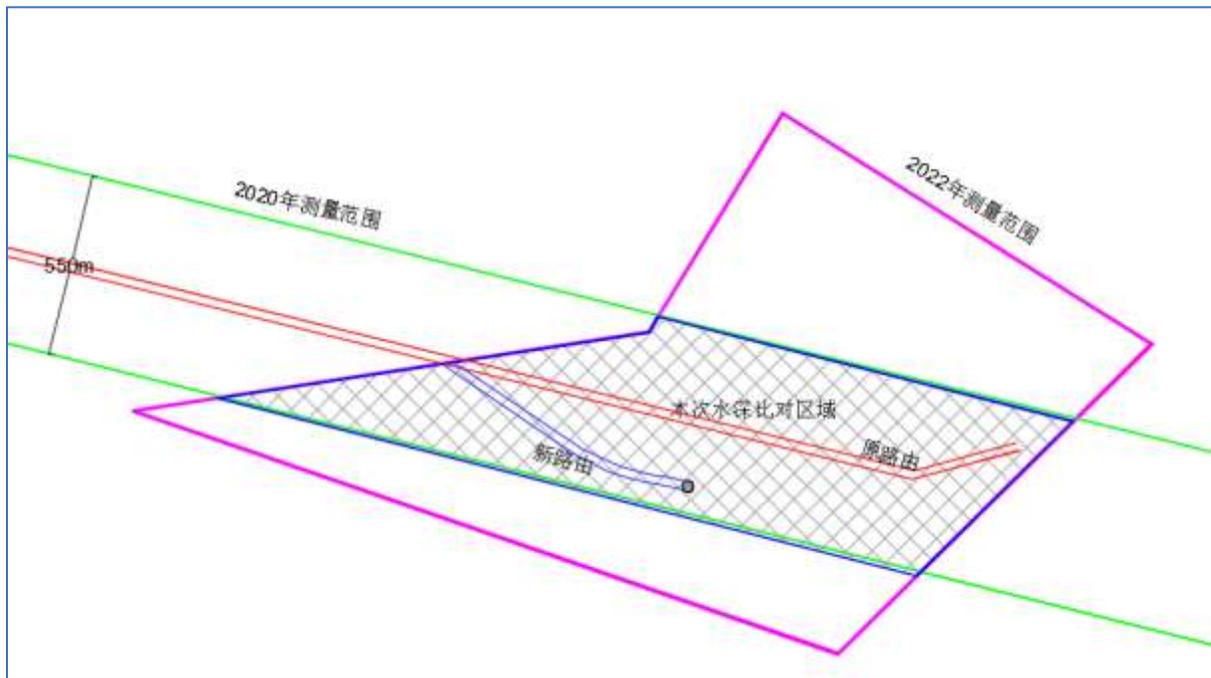


图 4.2-4 2020年3月与2022年3月泉金航道东南侧水深勘测对比范围

对比图 4.2-1 和 4.2-2 可以看出，2009 年之后勘测区海底地形地貌发生了明显变化，从图 4.2-2 和 4.2-3 看出 2020 年和 2022 年的水深勘测结果没有发生明显变化，与人为活动一致，可以认为近两年来区域以自然冲淤为主，测量单位对工程及周边海域的自然冲淤情

况进行了对比分析。

测量时间及方法：2020 年 3~4 月水深测量采用单波束测量方法，测量比例尺为 1:2500（点密度 25m）。2022 年 3 月采用多波束全覆盖的方法进行，经处理后的出图比例尺为 1:500（点密度 5m）。

（1）区域对比分析

由于两次测量方式方法存在差异，2020 年水深数据较稀，2022 年水深数据较密，因此数据格网化后 2020 年局部数据失真，从而导致局部最大冲淤值不准确，如插值显示局部最大淤积厚度达到 1.7m，但在剖面分析时淤积厚度不存在该极大值。

将格网化的 2022 年的水深减去 2020 年水深，获得在该区域两年时间的冲淤厚度，可作为总体评价区域冲淤活动的依据（图 4.2-5），可见在拟设排放口所在深槽及周边海域调查范围冲淤整体平衡。由于调查范围内地形起伏变化较大，体现为以局部调整为主的淤积冲刷作用，其中排放口所在深槽以淤积作用占主导，深槽西侧总体呈轻微淤积，深槽东侧台地以冲刷作用为主，台地东南、东北区域水深逐渐变深，以淤积作用占主导。总体来说表现为水深较浅的台地沉积向周边水深较深的深槽或移动，地形对冲淤活动起主导作用。

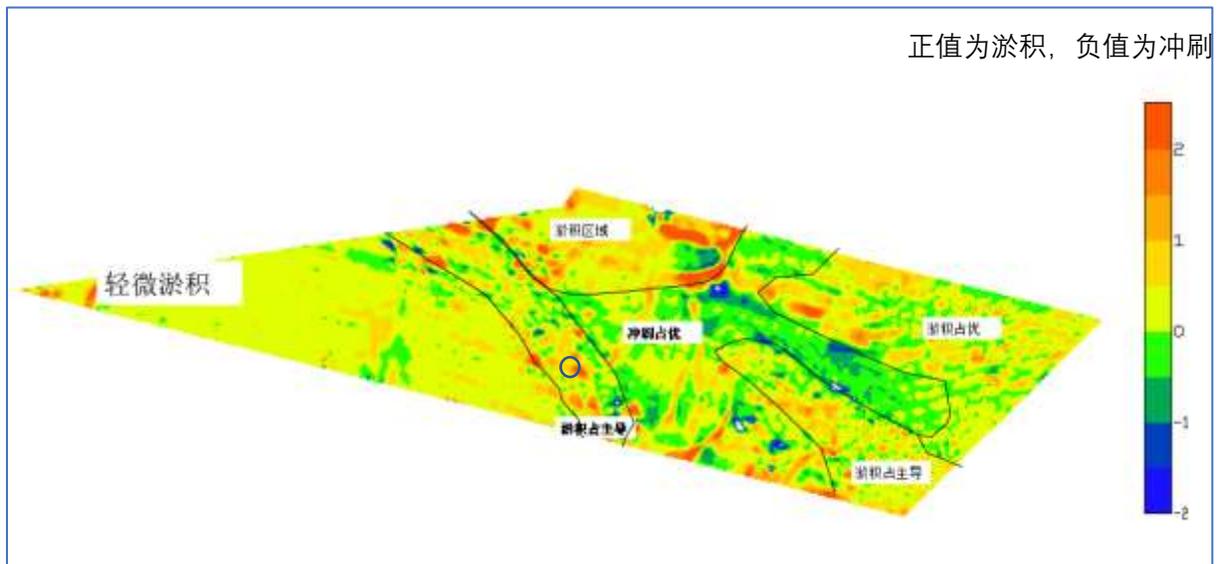


图 4.2-5 近 2 年区域冲淤情况渲染图

（2）剖面对比分析

考虑到 2020 年本区采用单波束进行水深测量工作，测线间距为 25m，测线间点距离较大，但沿测线上点密度较密，因此选取数据较密，偏航较小的几组勘测剖面进行了水深

的比对分析，剖面分布如下图 4.2-6。

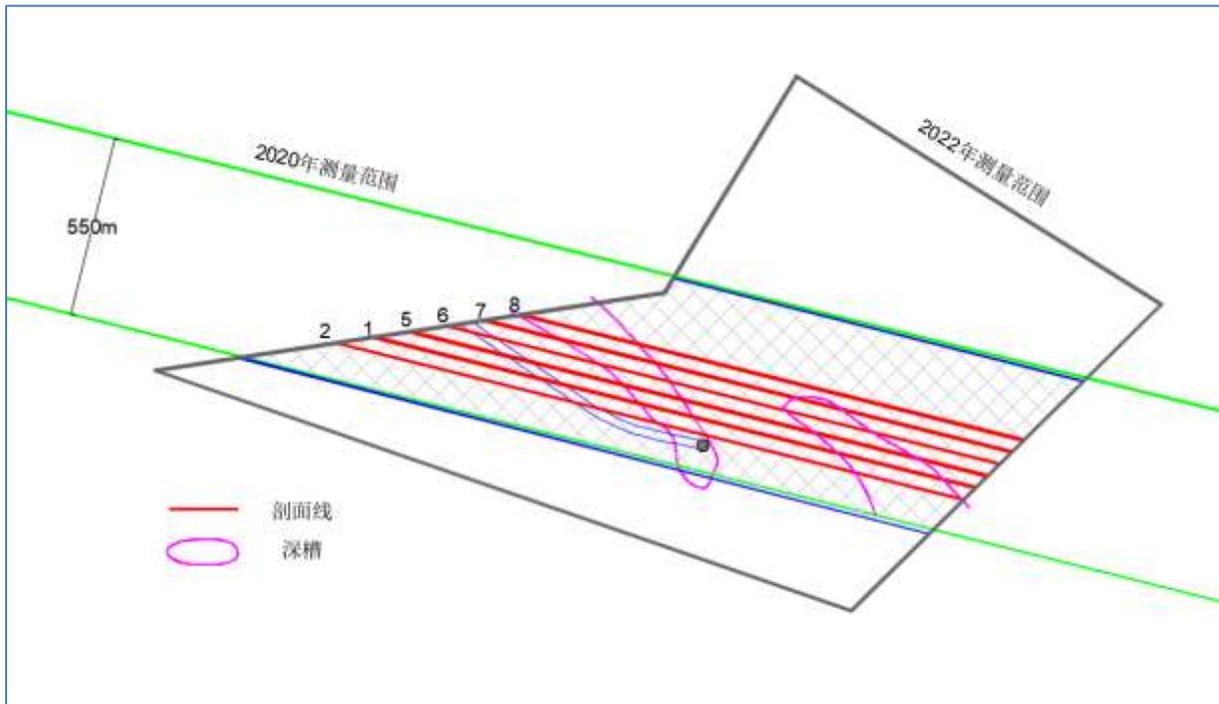
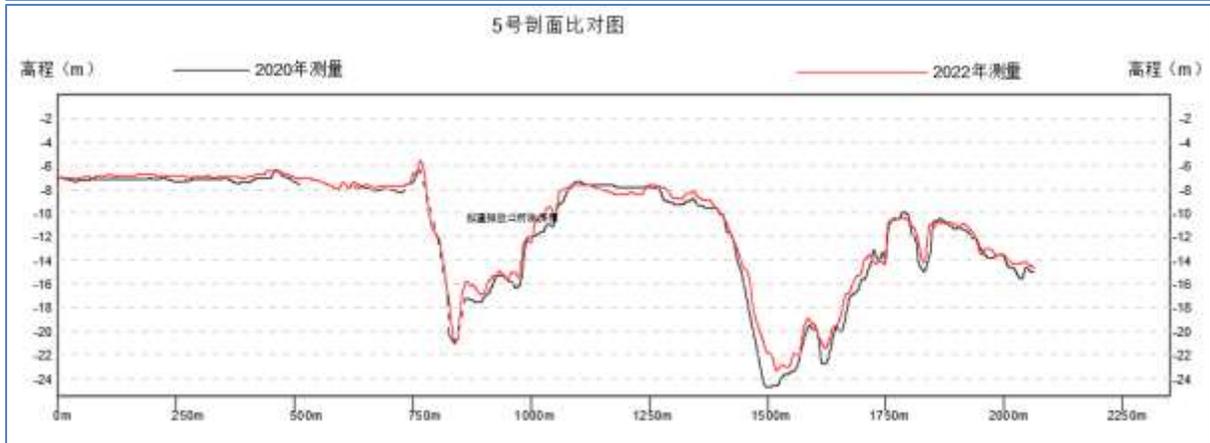
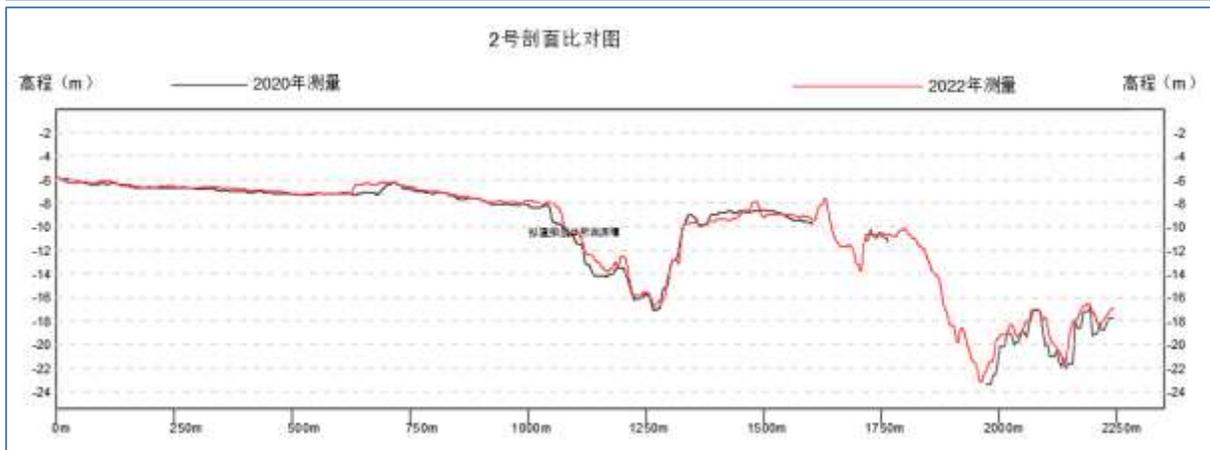
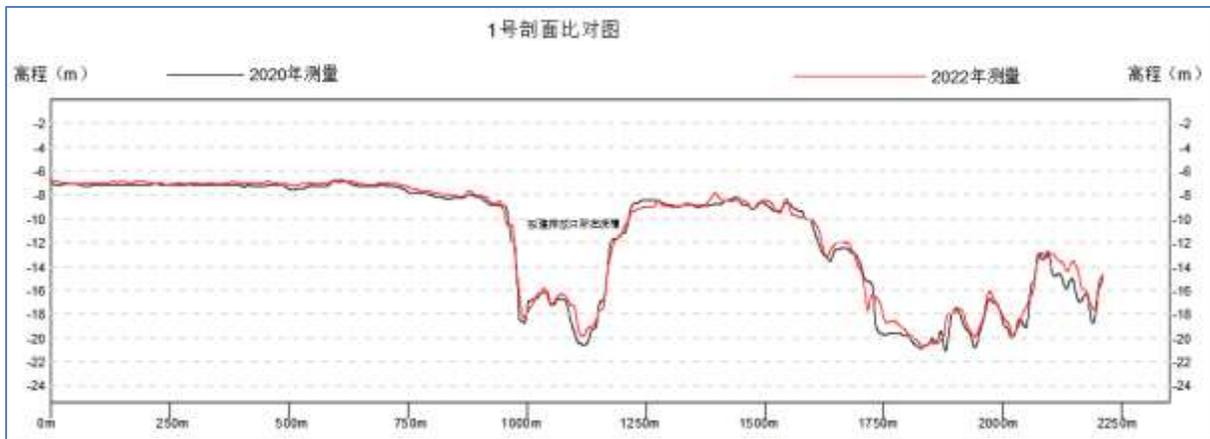


图 4.2-6 近 2 年区域水深对比分析剖面位置

剖面比对结果如下图 4.2-7，可见拟建排放口所在深槽总体呈淤积状态，淤积厚度在 0m~2.0m 之间。深槽东侧台地基本呈冲刷状态，在 1#、2#、5#、7#测线较为明显。对各条测线以断面 20m 距离数据取值进行对比，以及深槽处淤积深度进行统计，如下表 4.2-1，平均为 0.47m，对应一年为 0.235m/a。

表 4.2-1 各剖面在排放口所在深槽淤积情况统计

时段(年)	淤积值	剖面线 1	剖面线 2	剖面线 5	剖面线 6	剖面线 7	剖面线 8
2020-2022	淤积厚度范围 (m)	-0.8~1.9	-0.8~1.2	-0.3~1.4	-0.6~1.4	-0.7~2.0	-0.2~0.64
	平均值 (m)	0.32	0.46	0.68	0.35	0.38	0.64
	总平均值 (m)	0.47					



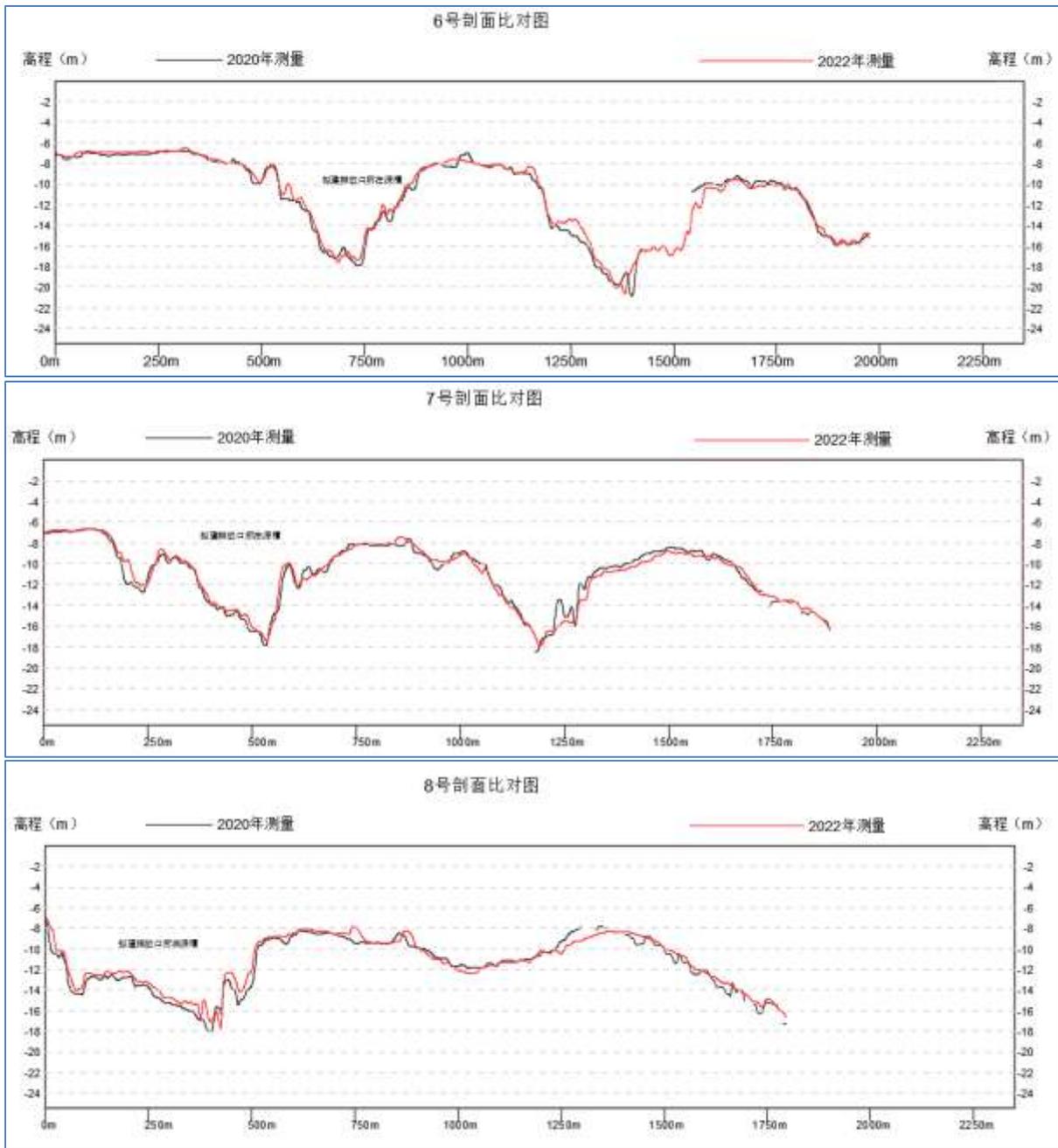


图 4.2-7 近 2 年区域水深剖面对比分析图

由区域对比和剖面分析可知，工程区及周边海域大范围内冲淤基本平衡，但是勘测范围内受地形起伏影响，水深较浅的台地呈弱冲刷趋势，而周边水深较深的深槽呈淤积趋势，总体为地形影响导致台地向深槽移动和沉积。

参考《计算淤泥质海岸围垦多年回淤强度的一种简便方法》（王义刚等，河海大学学报）和工程所在海域近 2 年来的自然冲淤情况进行回淤分析，在沙源、流路和动力条件都

相同时，水深越大淤积强度越大。随着水深的变浅，工程后第二年的回淤量必然小于第一年的回淤量。在边界来沙条件不变的情况下，可以将当年回淤强度与去年回淤强度的比值同去年平均水深与前年平均水深的比值视作正比关系，这样可以根据前一年的淤积强度和前一年淤积后的水深变化进行后一年的回淤强度的计算。使用前一年的水深减去当年的回淤量作为第二年的水深，并通过迭代计算得到第二年的淤积量。以 2020 年和 2022 年实测的深槽区域水深变化情况的极大值（2.0m/2 年）作为第一年的平均淤积厚度，充分考虑工程周边泥沙来源于区域冲淤平衡，迭代计算得到逐年冲淤厚度见表 4.2-2。由迭代计算结果可知，调整方案排污口周边前期淤积强度较大，泥沙的淤积强度变化会较明显，随着时间的推移，在经过一段时间的重新调整适应后，随着深槽区域的水深逐渐变浅，海底地形坡度减缓，潮流流态的结构性调整及流速发生变化，泥沙淤积强度将逐渐趋于减弱，并最终达到新的平衡状态。

表 4.2-2 工程区及其周边特征点冲淤强度统计（m/a）

编号	2021 年（实测）	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2032 年
调整方案深槽	1.0	0.8	0.67	0.46	0.33	0.24	0.05

由上表可知，排污口所在深槽前期淤积强度较大，随着时间的推移，淤积区域的水深逐渐变浅，泥沙回淤强度逐渐减弱。但是排污工程预计 2023 年初竣工投产，投产后第一年（即表 4.2-2 中的第 2023 年）的淤积量约 46cm/a，之后每年减少，但是在无其它人为影响的情况下，至 2032 年总淤积量预计为 230cm，影响工程的正常运行。

因此本项目排污口采取工程措施，抬高扩散器基础（平均水深-13.5m，85 高程），周边台地适当清淤降低现状高程（平均水深-9m，85 高程，边坡 1:10）与扩散器填方基础相衔接，对于南北两侧深槽保留现状（扩散器基础北侧平均水深-16m，扩散器基础南侧平均水深-20m，85 高程），作为备淤区域，有效的减少扩散器周边淤积程度。

使用《海岸泥沙运动研究及应用》（刘家驹）所推荐的淤积强度估算公式，对工程周边海域进行年淤积强度进行估算，其估算公式为：

$$P = \frac{\omega S_1 t}{\gamma_0} \left\{ K_1 \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^3 \right] \sin \theta + K_2 \left[1 - \frac{d_1}{2d_2} \left(1 + \frac{d_1}{d_2} \right) \right] \cos \theta \right\} \quad (\text{式 1})$$

（式 1）中 P 为淤积强度，m； ω 为细颗粒泥沙的絮凝沉降速度，m/s；S1 为相应于平均水深 d_1 的浅滩水域的平均含沙量，kg/m³；t 为淤积历时，s； γ_0 为淤积物的干密度，

kg/m³; K₁、K₂ 分别为横流和顺流淤积系数, 在缺少现场资料的情况下, 分别可取为 0.35 和 0.13; d₁、d₂ 分别代表浅滩平均水深和工程开挖后的水深, m; θ 为航道走向与水流流向之间的夹角, °。

泥沙的干密度可按此式计算: $\gamma_0 = 1750D_{50}^{0.183}$ 。

平均含沙量 S₁ 按照内以下公式计算:

当 $0.02 \leq \frac{(|V_1|+|V_2|)^2}{gd_1} \leq 0.25$ 时

$$S_1 = 0.045 \frac{\gamma_s \gamma}{\gamma_s - \gamma} \frac{(|V_1|+|V_2|)^2}{gd_1} \cdot F^{1/F} \quad (\text{式 2})$$

$$\vec{V}_1 = \vec{V}_T + \vec{V}_U \quad (\text{式 3})$$

$$\vec{V}_U = 0.02\vec{U} \quad (\text{式 4})$$

$$V_2 = 0.2 \frac{H}{d_1} C \quad (\text{式 5})$$

(式 2) 中 S₁ 为平均含沙量, kg/m³; γ_s 为泥沙颗粒的容重, kg/m³; \vec{V}_1 为潮流和风吹流的时段平均合成流速, m/s; V₂ 为波浪水质点的平均水平速度, m/s; d₁ 为滩面的平均水深, m; \vec{V}_T 为潮流的时段平均流速, m/s; \vec{V}_U 为风吹流的时段平均流速, m/s; \vec{U} 为时段平均风速, m/s; H 为波高, m; C 为波速, m/s。

此外 (式 2) 中 F 为泥沙因子, 构成形式为:

$$F = \frac{D_0}{D_K + \frac{\alpha}{D_K}} \quad (\text{式 6})$$

(式 6) 中 D₀ 为特定粒径, D₀=0.11mm; α 为特定面积, α=0.0024mm², D_K 为大于等于 0.03mm 的泥沙粒径。

(式 6) 为均匀沙, 而海岸泥沙均属于非均匀沙。对于非均匀沙泥沙因子计算方法为:

$$F^{1/F} = F_1^{1/F_1} \cdot f_1 + F_2^{1/F_2} \cdot f_2 + \dots = \sum_{n=1}^N F_n^{1/F_n} \cdot f_n \quad (\text{式 7})$$

(式 7) 中 F₁, F₂, ..., F_n 为粒径 D₁, D₂, ..., D_n 相应的 F 值, f₁, f₂, ..., f_n 为粒径 D₁, D₂, ..., D_n 的重量百分比。

泥沙因子 F^{1/F} 将 (式 1) 的由黏性泥沙过渡到非黏性泥沙, 因此 (式 1) 适用于不同泥沙类型海岸工程的淤积厚度计算。

水动力条件作用下, 悬移质输沙运动占有主导作用, 不过随着泥沙粒径的增大, 推移

质输沙占比也逐渐增大，考虑到工程区泥沙粒径较大，从工程应用出发，在悬移质的淤积厚度计算中，增加推移质的某一比例也是需要的。悬移质和推移质造成的总淤积厚度可通过以下公式计算：

$$P = (1 + \psi) \frac{\omega S_1 t}{y_0} \left\{ K_1 \left[1 - \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^3 \right] \sin \theta + K_2 \left[1 - \frac{d_1}{2d_2} \left(1 + \frac{d_1}{d_2} \right) \right] \cos \theta \right\} \quad (\text{式 } 8)$$

其中 ψ 为推移质淤积厚度与悬移质淤积厚度的比值，根据工程取地勘资料，此处取 1/25。

风暴潮情况下，近岸破波带破波产生的水流平均流速 V_2 用下式计算：

$$V_2 = V_b = \frac{1}{2} \left(\frac{gH_b^2}{d_b} \right)^{1/2} \quad (\text{式 } 9)$$

正常天气下，根据计算得到，工程实施后扩散器周边的回填区淤积幅度在 0.15m/a 左右，而南北两侧深槽区域的淤积幅度在 0.6~0.8m/a。根据第一年的平均淤积厚度（15cm/a），迭代计算得到逐年淤积厚度见表 4.2-1。

表 4.2-3 排污口区域平均回淤强度逐年变化 (cm/a)

年度	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年	2027 年	2032 年
扩散器周边淤积强度	15	10	7	5	4	1
扩散器北侧深槽	67	46	33	24	18	5
扩散器南侧深槽	80	64	52	42	35	13

由迭代计算结果可知，区域前期淤积强度较大，随着时间的推移，淤积区域的水深逐渐变浅，泥沙回淤强度逐渐减弱。排污工程投产后第一年（预计 2023 年，即表 1 中的第 1 年）的淤积量约 15cm/a，之后地形逐渐趋于稳定，第 10 年的预计量约 1cm/a，在无其它人为影响的情况下，总淤积量基本在 40cm 左右，小于扩散器支管高度（60~80cm）。另外为防止扩散器周边淤积采取了扩散器南北两侧保留现状深槽作为备淤区域，有效的减少扩散器周边淤积程度，南北两侧深槽的回淤强度明显大于扩散器填高区域，预计 2032 年总淤积量分别为 2.3m 和 3.7m，此时扩散器填高基础区域、南北深槽备淤区域、两侧台地水深将区域一致，因此，从工程投产后局部回淤量上看，排污口区域在一般情况下具有工程可行性。

4.3 水环境影响预测与评价

4.3.1 施工期水环境影响预测与评价

施工期对海洋水环境影响主要为施工期悬浮泥沙

入海对海水水质影响，本工程可能引起悬浮泥沙的工程因素主要为管道开挖施工引起的悬浮泥沙。

4.3.1.1 数学模型

泥沙在海水中的沉降、迁移、扩散过程，模型建立见 4.1.1 节海洋水文动力数学模型。

4.3.1.2 源强

根据本工程施工情况，施工期入海悬浮泥沙主要产生于管道开挖施工、扩散器区域预处理，预开挖段及扩散器区域预处理均采用 PC300 挖泥船，每艘 PC300 挖泥船产生的悬浮泥沙源强为 0.43kg/s。后开挖段悬浮泥沙源强 25.67kg/s。预开挖及后开挖段位置见图 2.3-6。

(1) 管道路由

由于预开挖其悬浮泥沙源强 0.43kg/s，明显小于后挖沟段悬浮泥沙源强 25.67kg/s，预开挖产生的悬沙扩散范围远小于邻近后挖沟引起的悬沙扩散范围。因此，从模型概化及不利性影响分析角度出发，根据地形和流场特点于路由管线上取 6 个特征点（1#~6#），分成两组进行悬沙扩散计算，每组点位保持足够间距，各点位悬沙扩散基本做到互相独立。其 1#~2#段采用的是预挖沟方式施工，3#~6#段采用的是后挖沟方式施工。因此，从模型概化及不利性影响分析角度出发，忽略局部预开挖、抛石挤淤计算（其扩散范围将被后挖沟悬浮泥沙扩散范围涵盖）。根据地形和流场特点于路由管线上取 6 个特征点，见图 4.3-1。

(2) 扩散器

扩散器处清淤后水深均为 14.1m，其清淤范围以坡脚外缘线为界在排污口四周各 130m 的交点上取 4 个特征点（7#~10#），分成两组进行悬沙扩散计算，每组点位间距约 400m，各点位悬沙扩散基本做到互相独立，见图 4.3-1。

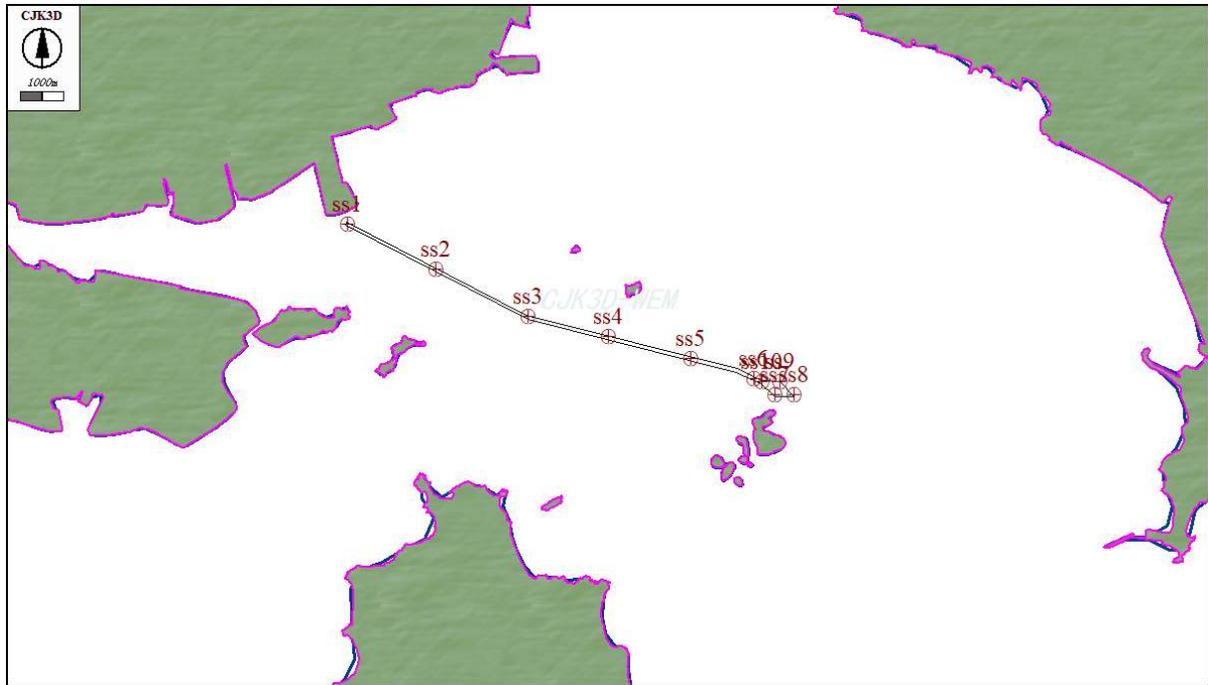


图 4.3-1 悬浮泥沙计算点位图

4.3.1.3 计算工况设计

施工点位悬浮泥沙入海时刻分为高/低平潮两种工况，连续施工时间为 10h/d，同时施工，计算 10h 施工时段及其后两个潮周期悬浮泥沙扩散的最大浓度范围。

4.3.1.4 预测结果

(1) 管道路由区域

以管道路由沿线 6 个特征点为代表，预测整个管线施工过程，悬浮泥沙增量（浓度 $>10\text{mg/L}$ ）可能影响到的范围。悬浮泥沙浓度 $>10\text{mg/L}$ 、 $>20\text{mg/L}$ 、 $>50\text{mg/L}$ 、 $>100\text{mg/L}$ 和 $>150\text{mg/L}$ 的最大扩散范围分别约 13.5km^2 、 8.42km^2 、 2.05km^2 、 0.33km^2 和 0.14km^2 。高平潮起始入海，停止施工后，悬沙浓度将在 30min 后降至 10mg/L 以下，1h10min 后降至 2mg/L 以下。低平潮起始施工，停止施工后，悬沙浓度将在 30min 后降至 10mg/L 以下，1h20min 后降至 2mg/L 以下。

由于预开挖段为近岸及水深小于 2m 段，该部分在路由线上的比重小，其悬浮泥沙源强 0.43kg/s 明显小于后挖沟段悬浮泥沙源强 25.67kg/s ，同时该部分水深浅，悬沙沉落床面较快，其悬沙扩散范围远小于邻近后挖沟引起的悬沙扩散范围。而排污口处施工采用的是 PC300 挖泥船，悬浮泥沙源强值较小，扩散器所处位置水深较深，悬沙得到迅速沉降（如图 4.3-2、4.3-3）。

综上，本项目为线性工程，为移动式、阶段性施工，至多 2 个施工点同时作业。因此施工期对海域的影响是非持续性的，施工点暂停或远离后，泥沙迅速沉降；管道工程水下扰动作业完成后，由施工引起的悬浮泥沙增量完全消失。因此，施工期悬浮泥沙对周边敏感区的影响总体较小，基本不影响周边功能区的功能实现。

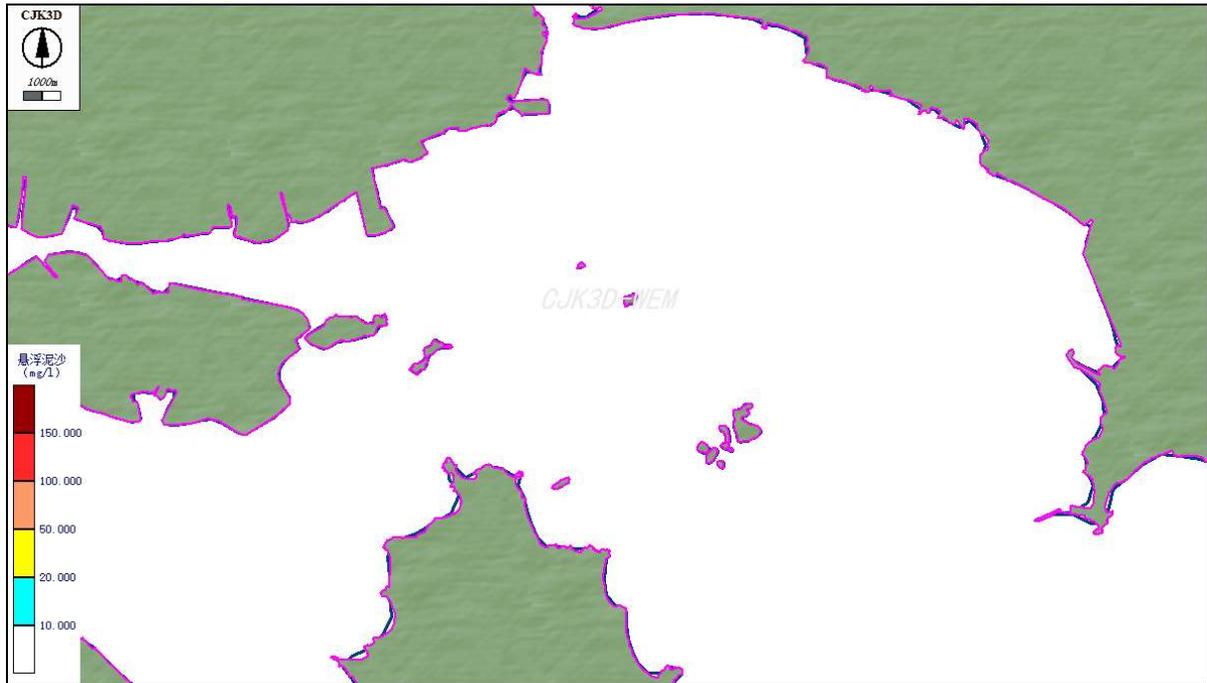


图 4.3-2 排污口处高/低平潮入海悬沙最大扩散范围

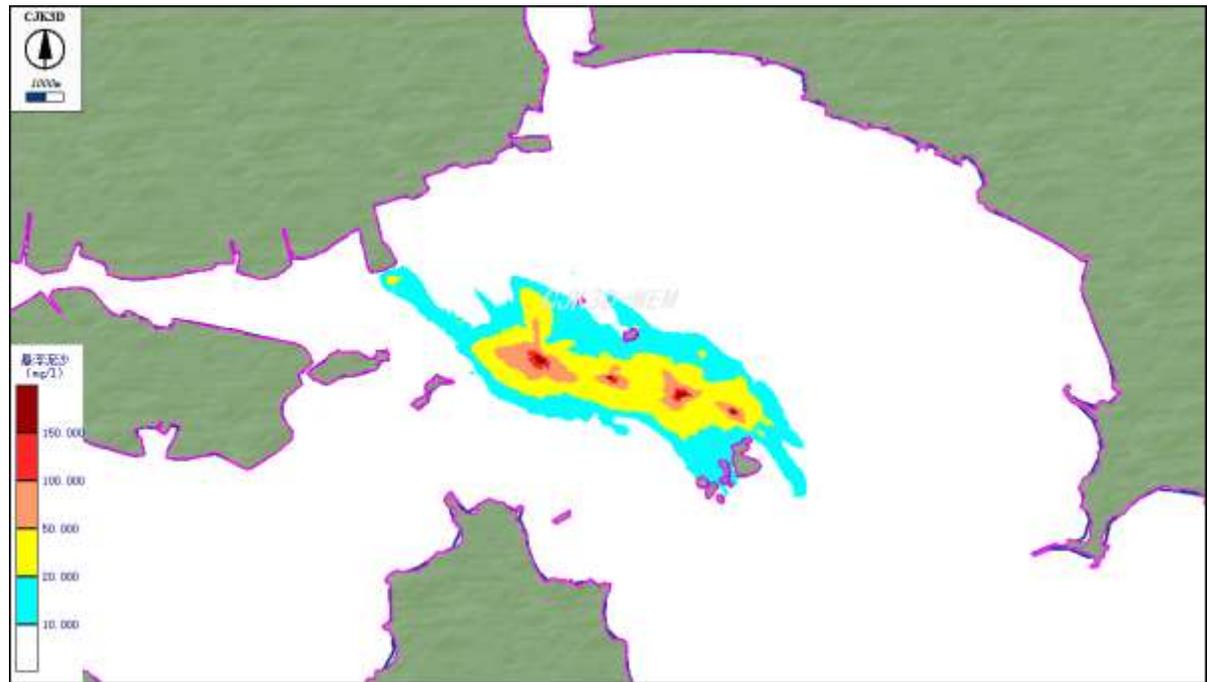


图 4.3-3 路由高/低平潮入海悬沙最大扩散范围

表 4.3-1 六个点位停止施工后悬沙浓度与时间的关系汇总

悬浮物入海起始时刻	悬沙浓度降至 10mg/L 以用时	悬沙浓度降至 2 mg/L 以用时
高平潮	30 min	1h 10 min
低平潮	30 min	1 h 20 min

表 4.3-2 高/低平潮入海悬沙最大扩散范围统计

污染因子	浓度(mg/L)	10~20	20~50	50~100	>100
悬浮物	最大扩散面积 (km ²)	13.5	8.42	2.05	0.09

(2) 回填区悬浮物影响情况

本工程预挖沟土方拟抛填至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程进行回填，吹填工程溢流口位于废弃盐田的排水口。吹填区域溢流口排放过程中会造成附近海域泥沙量增加。为避免吹填尾水悬浮物超标排放对环境造成影响，严格控制吹填区域内尾水分级放水和废弃盐田间隔时间的施工方案，以保吹填泥浆有足够的落淤长度，达到土体沉淀、水体排出的目的。吹填尾水经多级沉淀后定期通过废弃盐田排水口排放，溢流口悬浮物排放浓度约为 44.8mg/L，影响范围很小。根据现状调查，尾水排放主要影响范围内未设养殖区，不会对养殖造成影响。

4.3.2 运营期污水排海的水环境影响预测分析

4.3.2.1 计算因子与源强

根据污水处理厂的环评及相关调查资料可知，计算因子选取原则见第二章 2.4.2 节，最终确定本次评价的预测因子为 COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮、氰化物、总镍、六价铬。各计算因子源强详见表 2.4-5。

4.3.2.2 排污口本底值及标准值

(1) 本底值

本底值选取考虑了现状监测值的代表性以及排污口附近混合区划定的严谨性。因此本底值的选取考虑两种方案，第一种方案是选取排污口附近监测站位的现状平均值，第二种方案是选取排污口附近监测站位的最大值。根据计算结果，氰化物、COD_{Mn}、总镍、六价铬预测增量叠加上述两种本底值后均未超标，因此，从保守角度考虑，采用第二种方案，即选取排污口附近监测站位的最大值做为本底值。

最不利本底值：氰化物、COD_{Mn}、总镍、六价铬、活性磷酸盐、无机氮的本底值分别取为 0.0005 mg/L、0.76mg/L、0.00077mg/L、0.00061mg/L、0.045 mg/L、0.342mg/L（表 4.3-3，表 4.3-4）。

表 4.3-3 2019 年 5 月调查站位监测结果（部分）

点位	COD	氰化物	总镍	铬	活性磷酸盐	无机氮
	mg/L					
W3	0.75	/	/	/	0.035	0.278
W6	0.76	/	/	/	0.045	0.342
最大值	0.76	/	/	/	0.045	0.342

表 4.3-4 2019 年 11 月调查站位监测结果（部分）

点位	COD	氰化物	总镍	铬	活性磷酸	无机氮
	mg/L					
5	0.42	<0.0005	0.00077	0.00056	0.022	0.131
7	0.33	<0.0005	0.00073	0.00047	0.022	0.133
8	0.28	<0.0005	0.00057	0.00053	0.023	0.146
9	0.38	<0.0005	0.00068	0.00061	0.020	0.144
最大值	0.42	<0.0005	0.00077	0.00061	0.023	0.146

（2）水质标准

根据项目用海区域近岸海域环境功能区划，排污口位于围头湾二类区（图 1.3-1），水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）二类海水水质标准。二类海水水质标准中氰化物、COD_{Mn}、总镍、六价铬、活性磷酸浓度分别为 0.005mg/L、3mg/L、0.010mg/L、0.010mg/L、0.030mg/L。

从排污口背景值和标准来看，活性磷酸盐、无机氮水质现状已超二类海水水质标准，因此在数模预测时，活性磷酸盐、无机氮只做增量预测，不对超标范围进行评价。

4.3.2.3 排污口处水文条件

排污口理基水深大于 10m。根据大、小潮潮流矢量椭球及一个月时均流速、流向统计可知（图 4.3-4），排污口处水流基本沿西北（涨潮）-东南（落潮）向流动，落潮流速大于涨潮，涨潮流速基本在 0.5m/s 以下，落潮流速最大可达 0.75m/s 以上。落潮优势流利于污染物总体向湾外扩散。

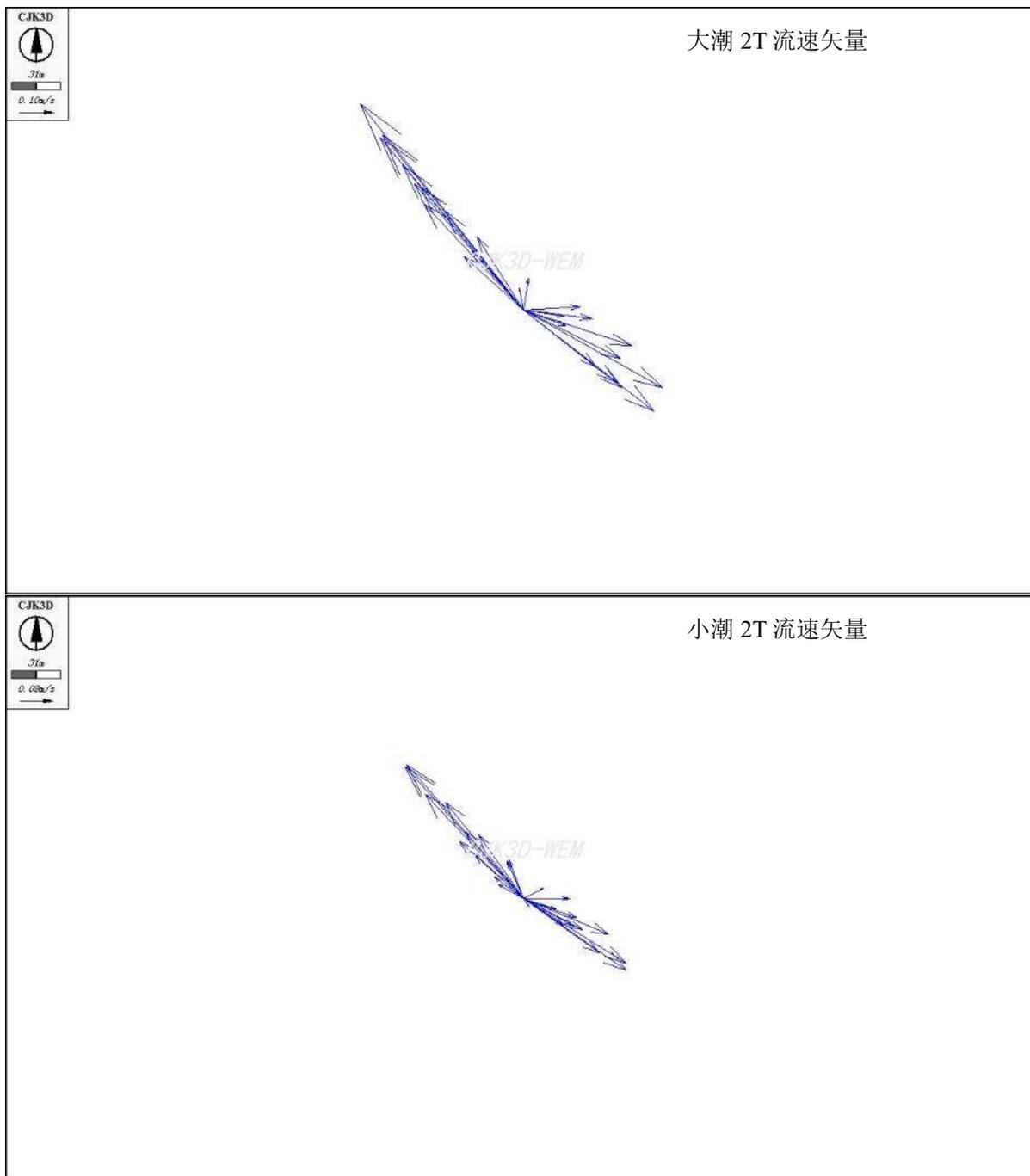


图 4.3-4 排污口处周期流速矢量

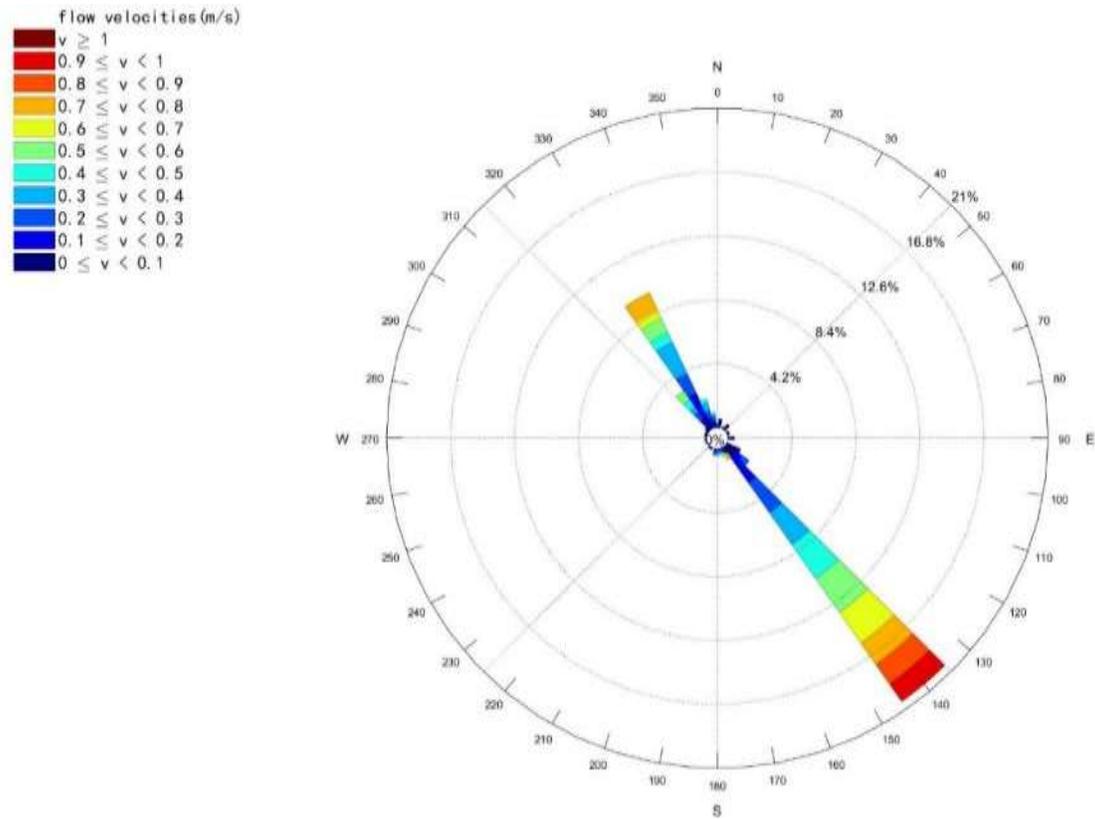


图 4.3-5 排污口一个月时均流速统计图

4.3.2.4 初始稀释度

①初始稀释度概述

初始稀释度是指污水由扩散器排出后，在出口动量和浮力作用下与环境水体混合并被稀释，在出口动量和浮力作用基本完结时污水被稀释的倍数。

从喷口排出的污水以射流方式运动的整个阶段称为初始稀释阶段，在此阶段，污水与周围环境水体不断掺混，其浓度不断降低。影响该阶段污水稀释扩散的因素很多，概况起来有如下因素：

环境参数：环境水深、环境流速、环境水体垂向密度分布等；

污水排放参数：设计污水量、污水排放密度、污水排放浓度；

扩散器设计参数：扩散器长度、扩散器型式、喷口数目、喷口直径等；

初始稀释度是一个以上各种参数的组合概率，但从实用的角度讲比较麻烦，有时甚至是不可能的。通常是从环境参数中选取 1~2 个主控因子分析设计保证率。初始稀释度的设计保证率取决于流速和水深，应考虑水深和流速的组合设计条件。

国内外有关研究近区初始稀释度的方法很多，如 Agg-Wakeford 公式、Bennett 公式、Sharp-Moore 公式和 Lee- Neville- Jones 公式等，后者与实验数据吻合程度最好，因此，目前多数采用的是以量纲分析为基础的半理论半经验的方法进行计算的 L-NJ 公式：

强浮力近区浮射流(BDNF)：

$$S_m = 0.31 \frac{B_0^{1/3} \cdot H^{5/3}}{Q_0}, \quad \frac{HU_a^3}{B_0} < 5$$

强浮力远区浮射流(BDFF)：

$$S_m = 0.32 \frac{Ua \cdot H^2}{Q_0}, \quad \frac{HU_a^3}{B_0} \geq 5$$

$$\text{其中 } B_0 = \frac{\rho_a - \rho_0}{\rho_0} \cdot g \cdot \frac{Q}{n}$$

式中： S_m 为初始稀释度；

ρ_a 为海水密度；

ρ_0 为污水密度；

Ua 为环境设计流速；

Q 为污水总流量；

n 为扩散器竖管根数；

H 为排污口处的平均水深；

Q_0 为单管流量。

②初始稀释度要求

根据《污水海洋处置工程污染控制标准》(GB18486)，污水海洋处置排放点的选取和放流系统的设计应使其初始稀释度在一年 90%的时间保证率下满足表 1.3-16 规定的初始稀释度要求。对经特批在第二类海域划出一定范围设污水海洋处置排放点的情形，按 90%保证率下初始稀释度应 ≥ 55 。本次排污口所在海域执行二类水质标准，故应满足 90%保证率下初始稀释度应 ≥ 55 的要求。

表 4.1-5 90%时间保证率下初始稀释度要求

排放水域	海域		按地面水分类的河口水域		
	第三类	第四类	III类	IV类	V类
初始稀释度 \geq	45	35	50	40	30

注：对经特批在第二类海域划出一定范围设污水海洋处置排放点的情形，按 90%保证率下初始稀释度应 ≥ 55 。

③初始稀释度计算结果

本次排污口排水量 16 万 t/d，上升管个数共 44 支，排污口处水深保守取-14.1m（理论基准面），环境流速根据排污口处水动力模型一个月每小时流速从小到大排列统计（图 4.3-6），90%保证率流速取 0.05 m/s。代入上文公式计算，本次排污口初始稀释度为 66.7，大于 55，满足导则要求。

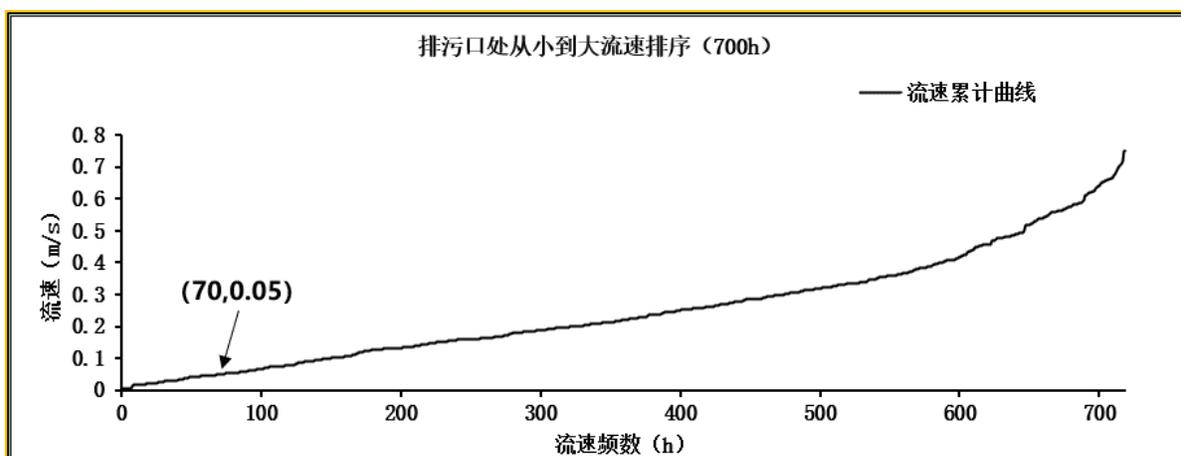


图4.3-6 排污口从小到大流速排列曲线

4.3.2.5 污水排放预测结果

(1) 扩散器设置

扩散器设计如图 2.2-3，为双排管结构，每支长 149m，各分 22 支上升管，每支上升管又分 2 个出水喷嘴。扩散器各喷嘴出水流速为 3m/s，满足《污水排海管道工程技术规范》GB/T 19579-2017 流速不小于 0.6 m/s 的要求。扩散器走向与主涨潮流向夹角约 130 度。

(2) 排量

根据排污管道工可设计，双管道设计排水量共为 16 万 t/d。出于长远和不利性考虑，本次计算排水量取 16 万 t/d，由远期工业污水规划排量和生活污水构成。

(3) 计算时长

计算时长超过一个月，计算至各污染物扩散范围稳定。

(4) 起始排放时刻

由于计算时长较长，且至扩散稳定，故起始排放时刻对结果影响不大，本次模拟选取大潮期低平潮为污染物扩散起始时刻。

(5) 污染物计算选择

选择COD_{Mn}、氰化物、活性磷酸盐、无机氮、总镍、六价铬为污染物代表进行水质计算。其中，COD_{Mn}为生活污水主要常规污染物，活性磷酸盐、无机氮为本底超标污染物代表，总镍、六价铬、氰化物为电镀污水特征污染物，重金属不降解而氰化物降解较快。

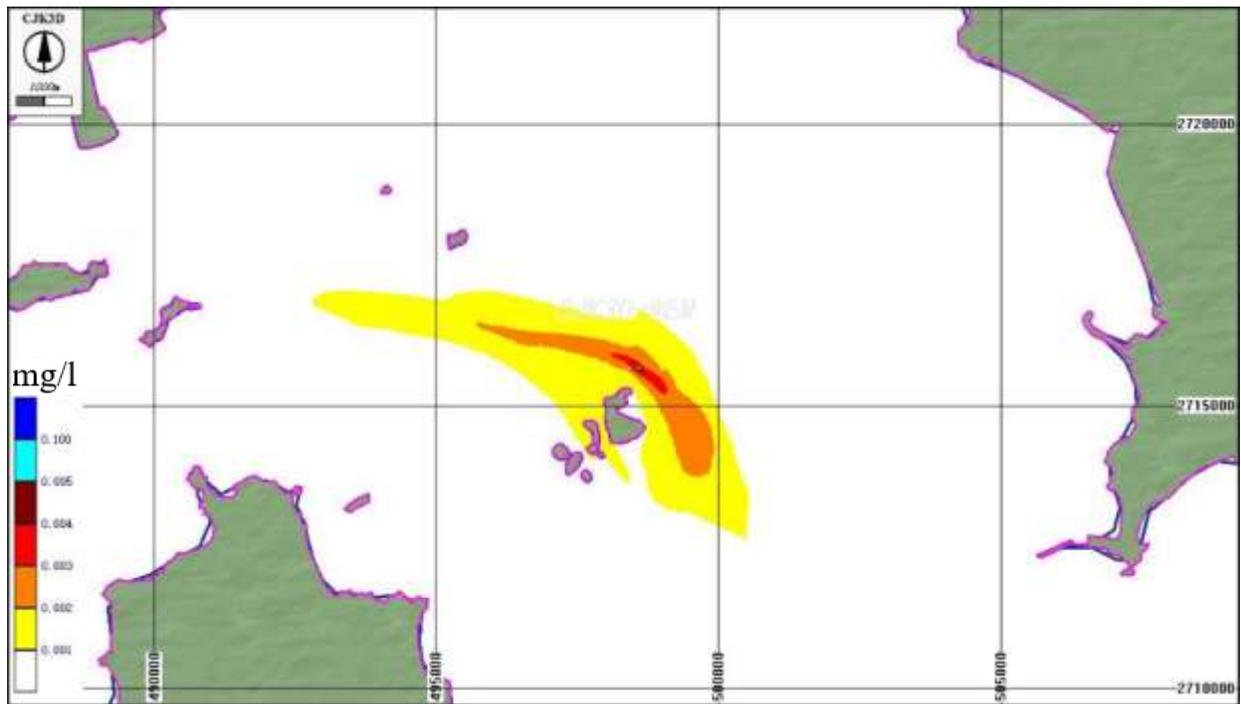
(6) 自然降解率

各污染物参考相关资料保守取值如表 4.3-6，其中氰化物为降解率较大物质，根据《氰化物在不同环境中的自然降解规律研究》(王秀芹，2014)，动态废水中氰化物自然降解率保守取值 0.44 d⁻¹。

表4.3-6 计算因子自然降解率 (d⁻¹)

污染因子	氰化物	COD _{Mn}	活性磷酸盐	无机氮	总镍	六价铬
自然降解率	0.44	0.06	0.07	0.2	0	0

4.3.2.6 污染物扩散分析

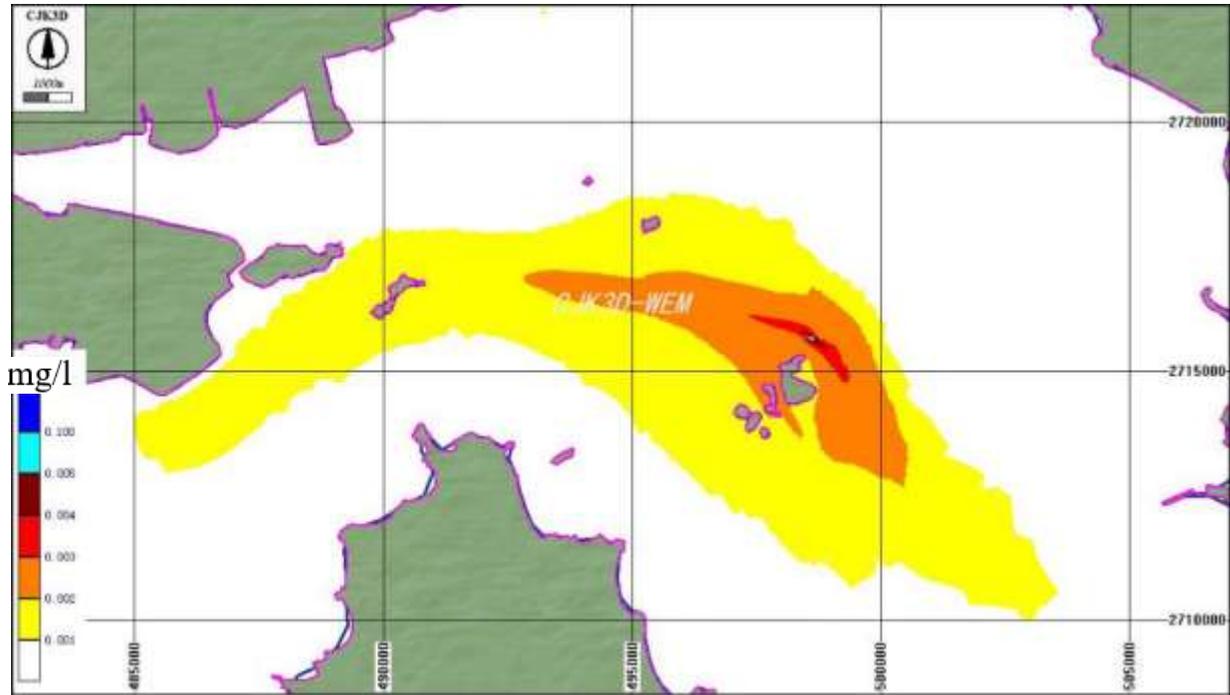


a.大范围

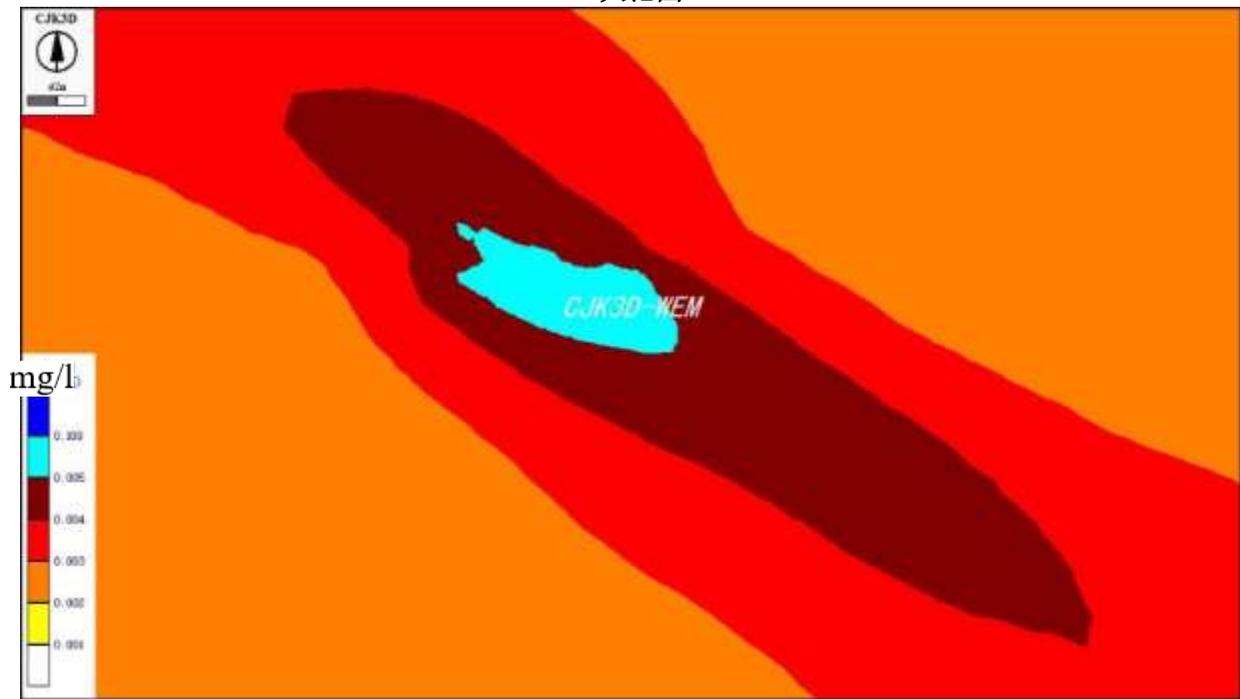


b.小范围

图 4.3-7 氰化物正常排放增量

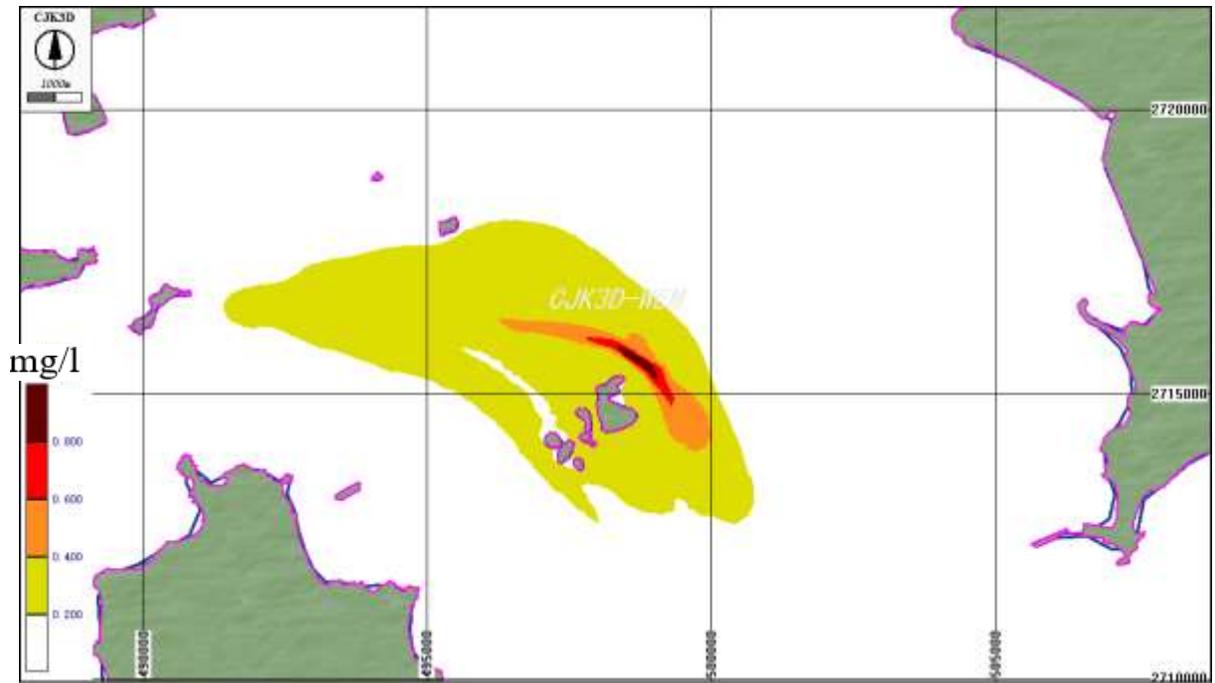


a.大范围

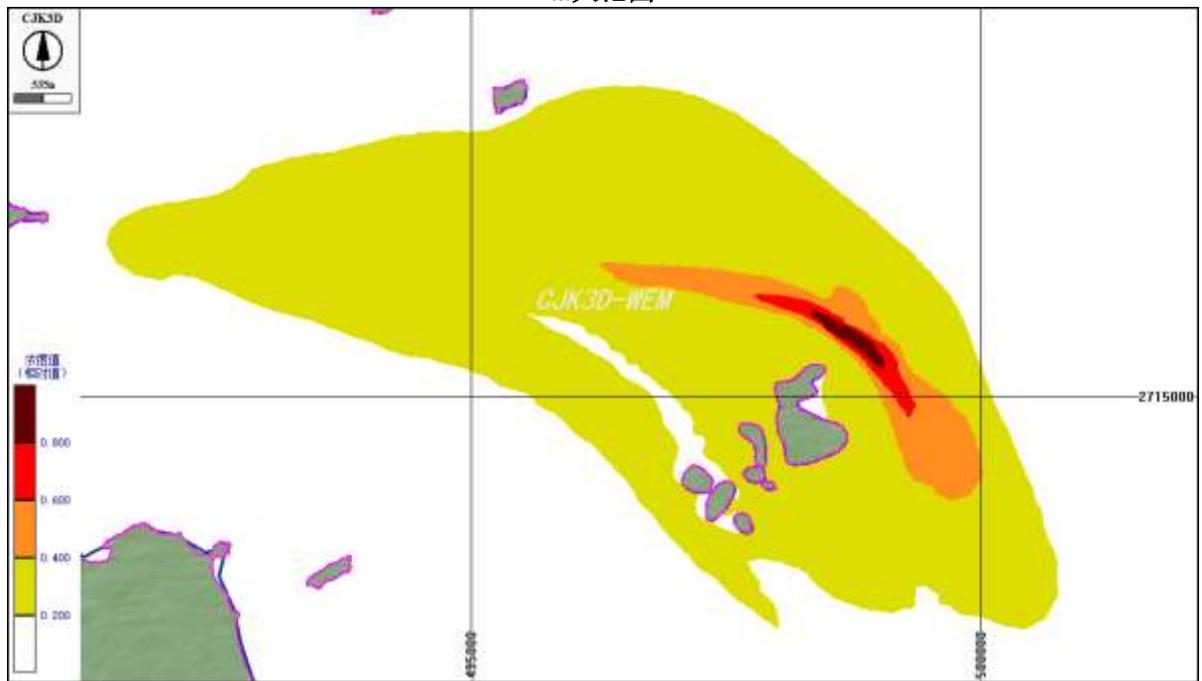


b.小范围

图 4.3-8 氰化物正常排放叠加本底扩散范围

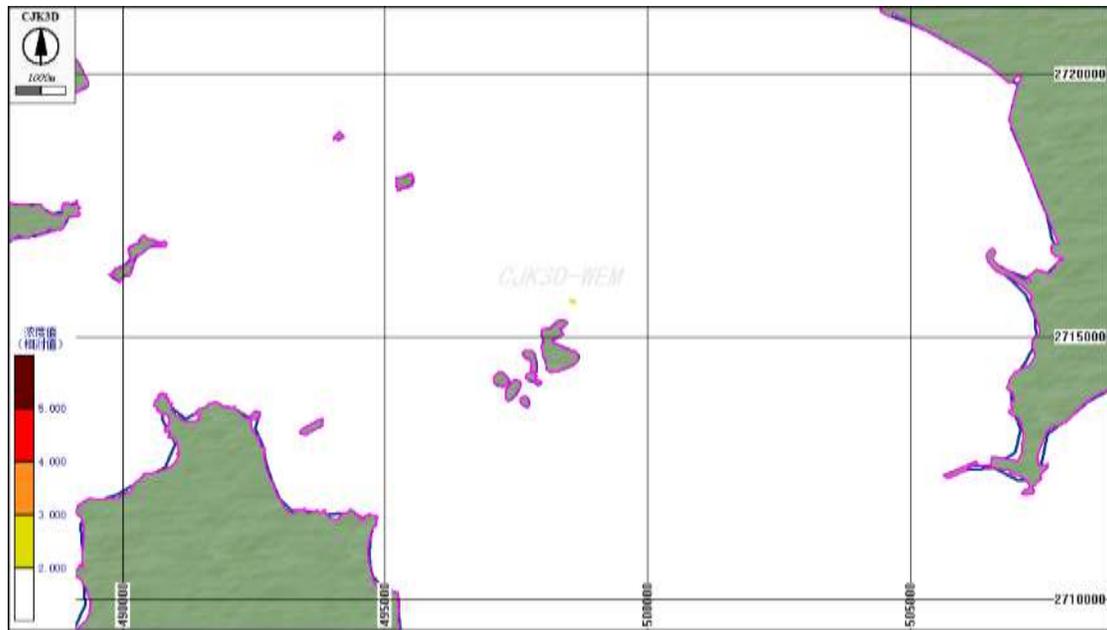


a.大范围

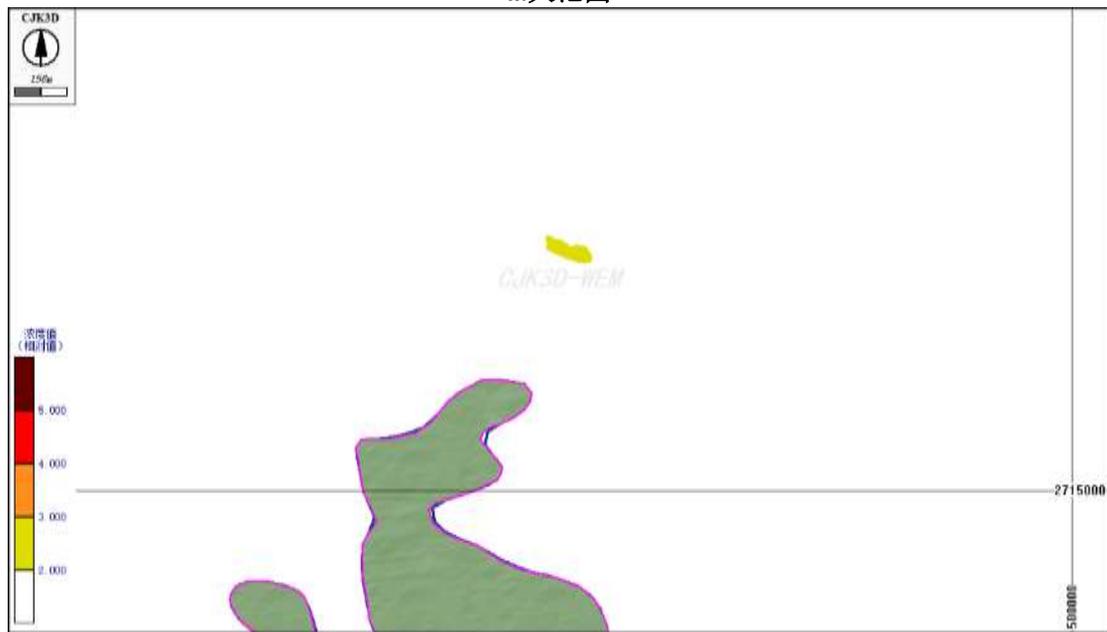


b.小范围

图 4.3-9 COD_{Mn} 正常排放增量范围

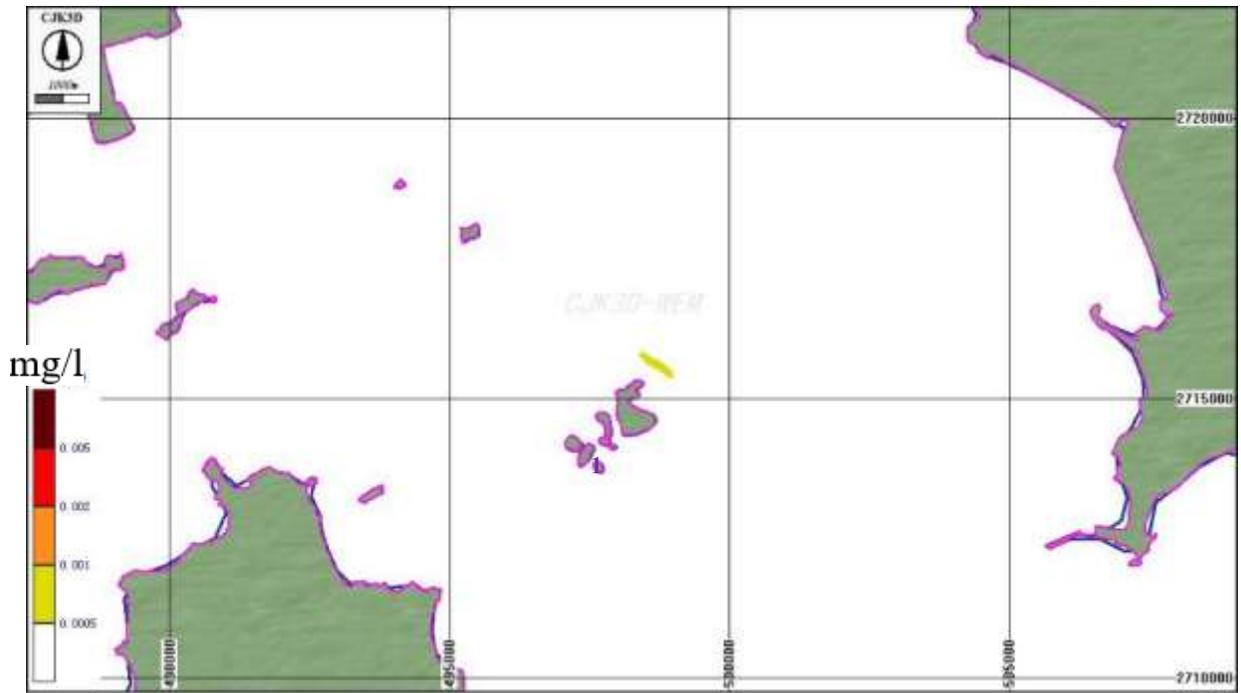


a.大范围

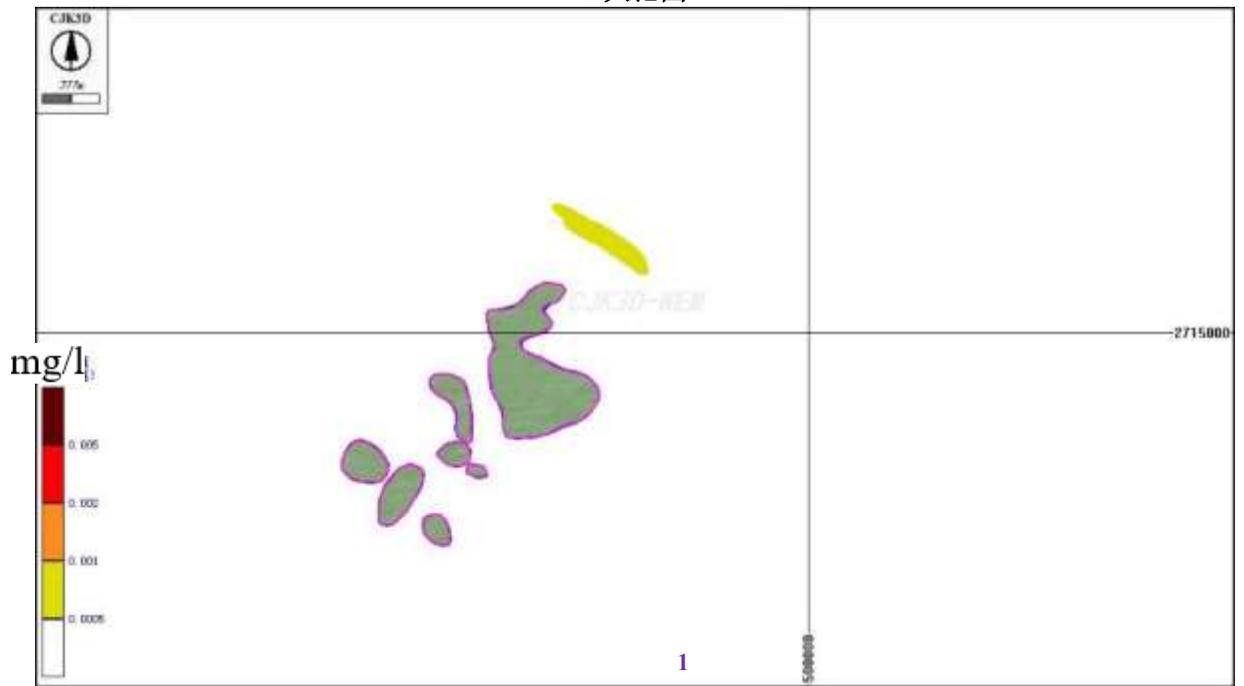


b.小范围

图 4.3-10 COD 正常排放叠加现状监测最大值浓度范围



a.大范围



b.小范围

图 4.3-11 镍正常排放浓度增量范围

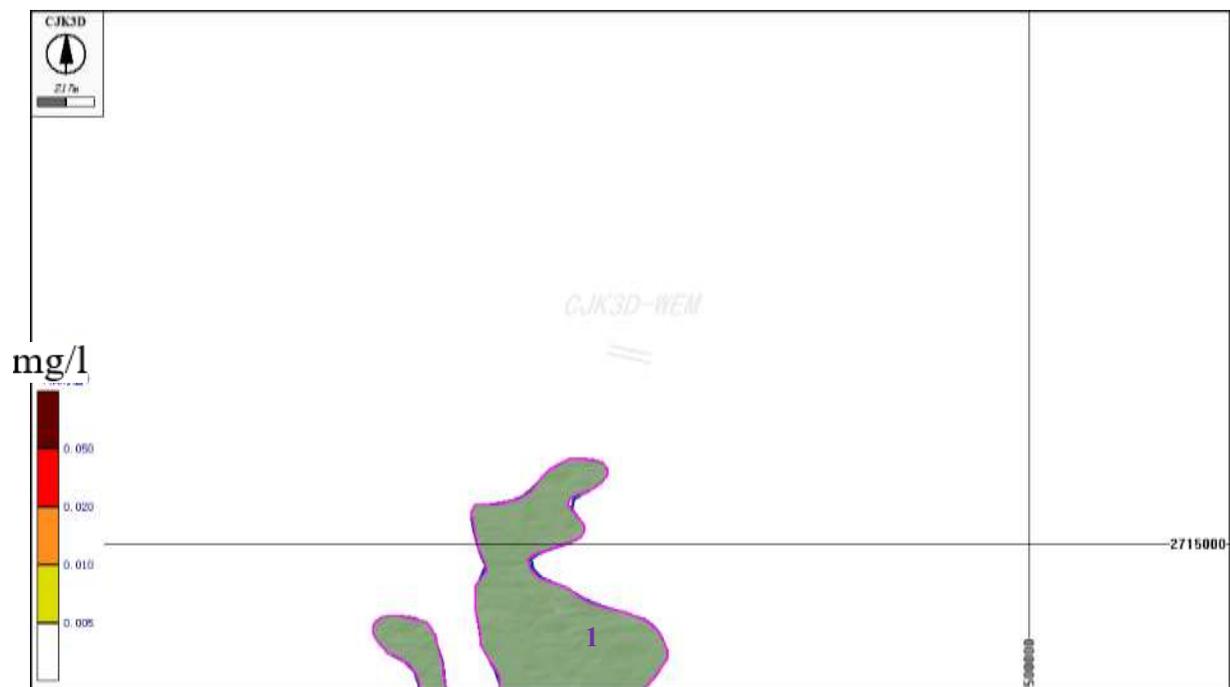
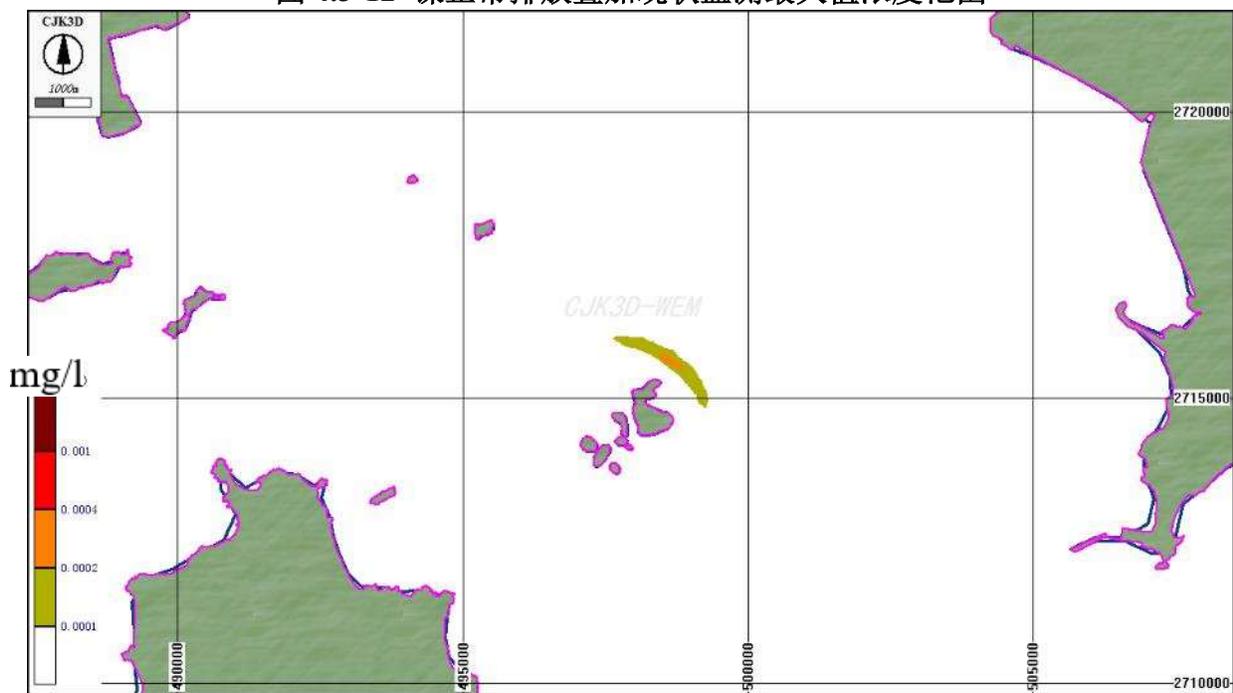
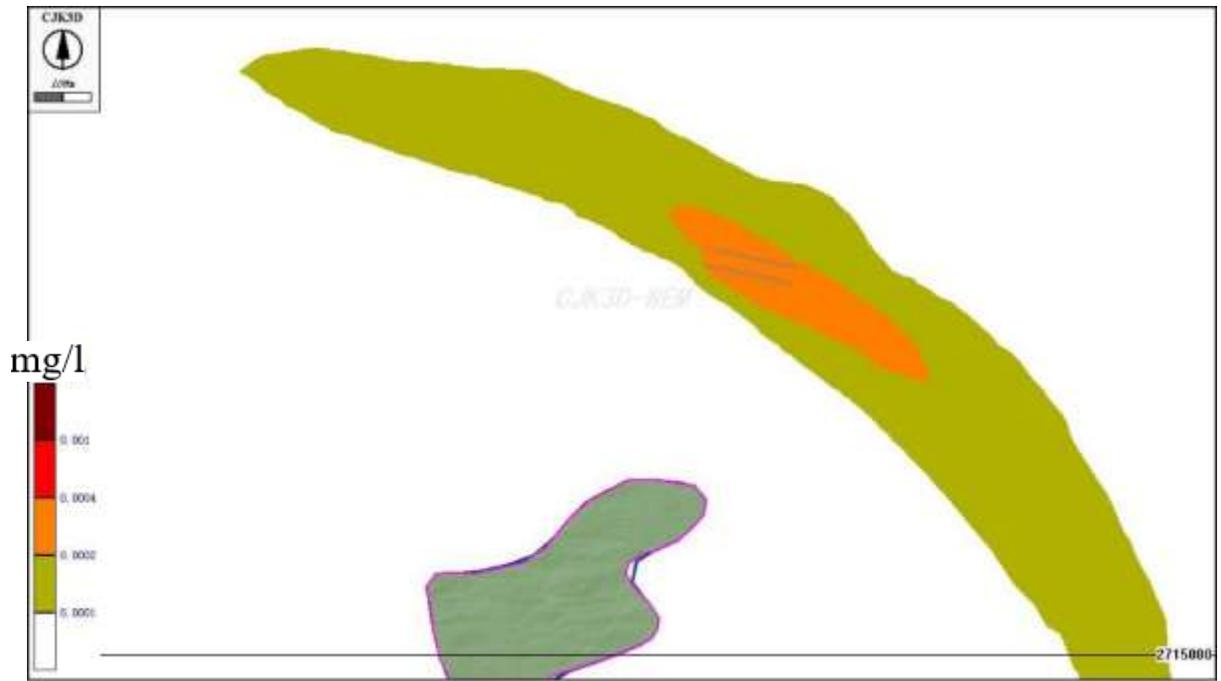


图 4.3-12 镍正常排放叠加现状监测最大值浓度范围



a.大范围



b.小范围

图 4.3-13 六价铬正常排放浓度增量范围

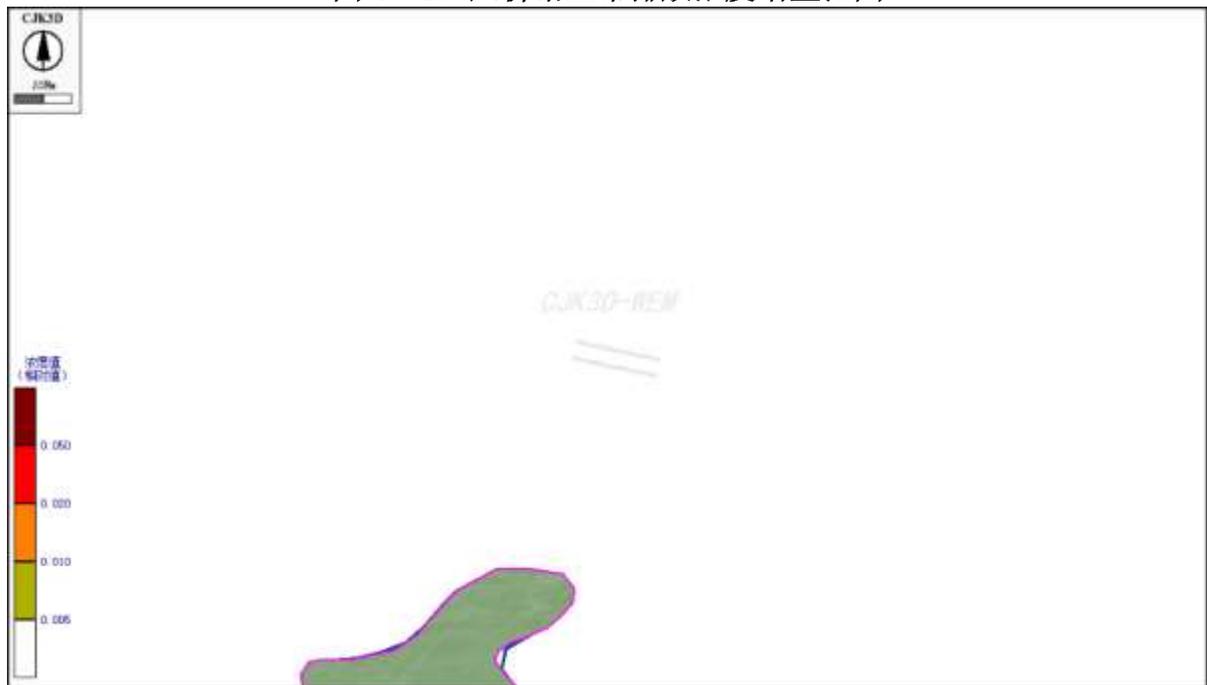
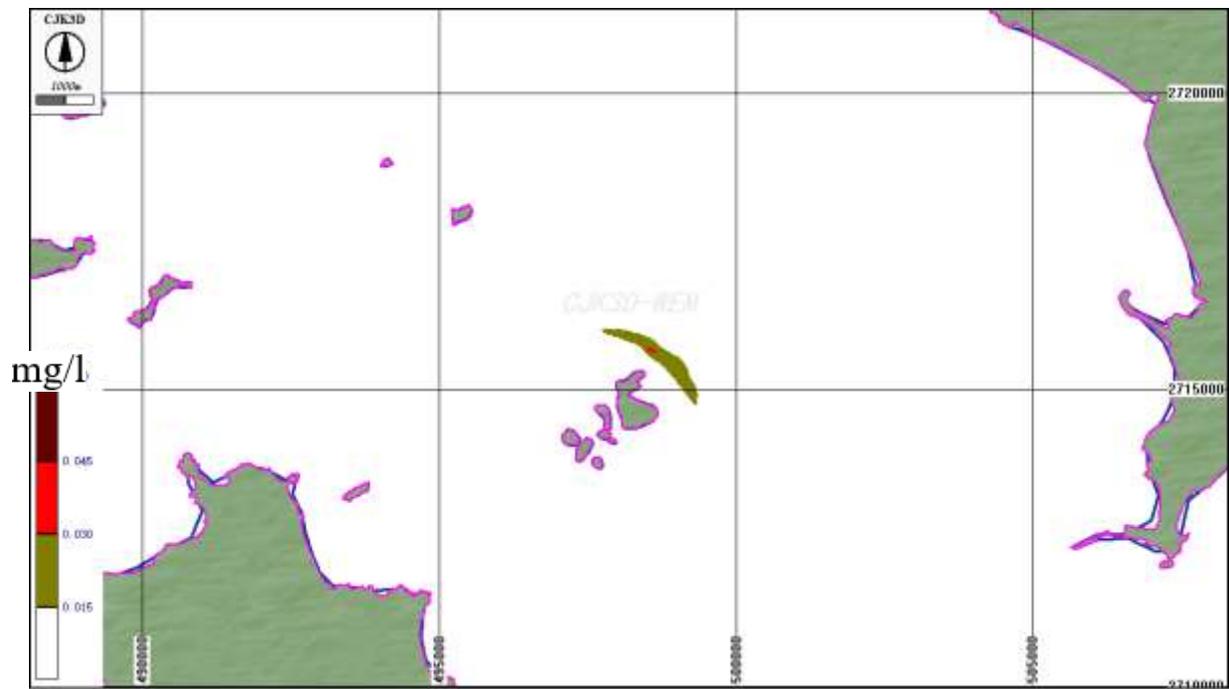


图 4.3-14 六价铬正常排放叠加现状监测最大值浓度范围



a. 大范围

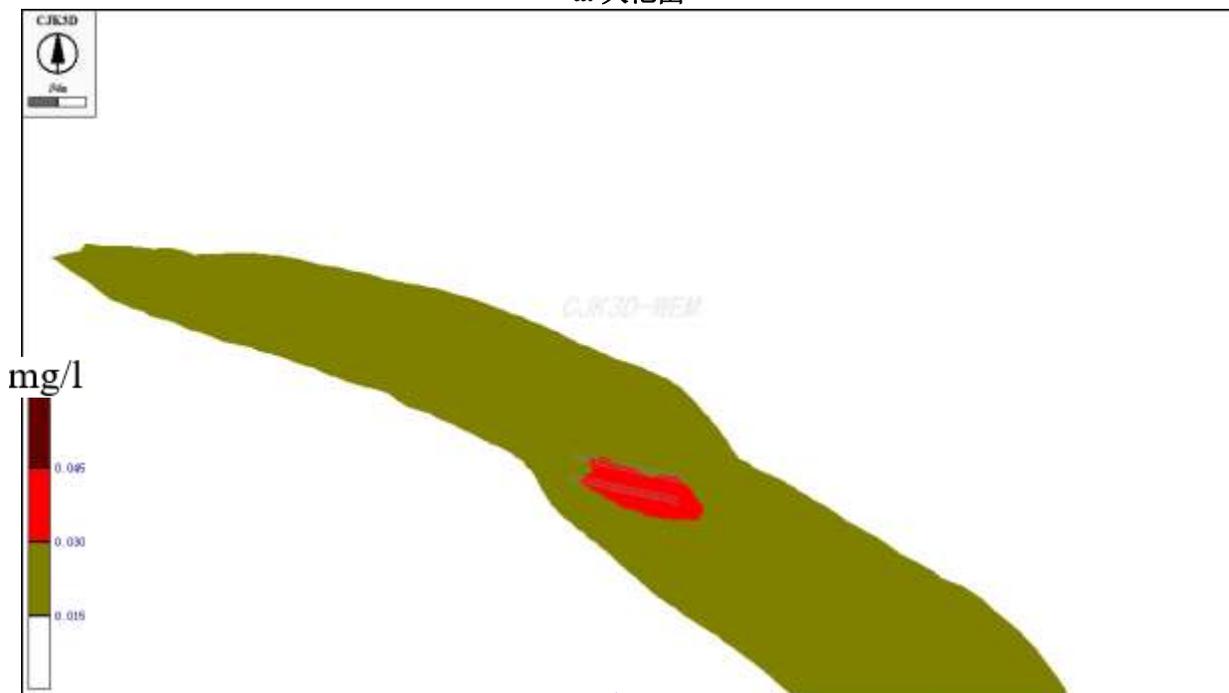


图 4.3-15 活性磷酸盐正常排放浓度增量范围

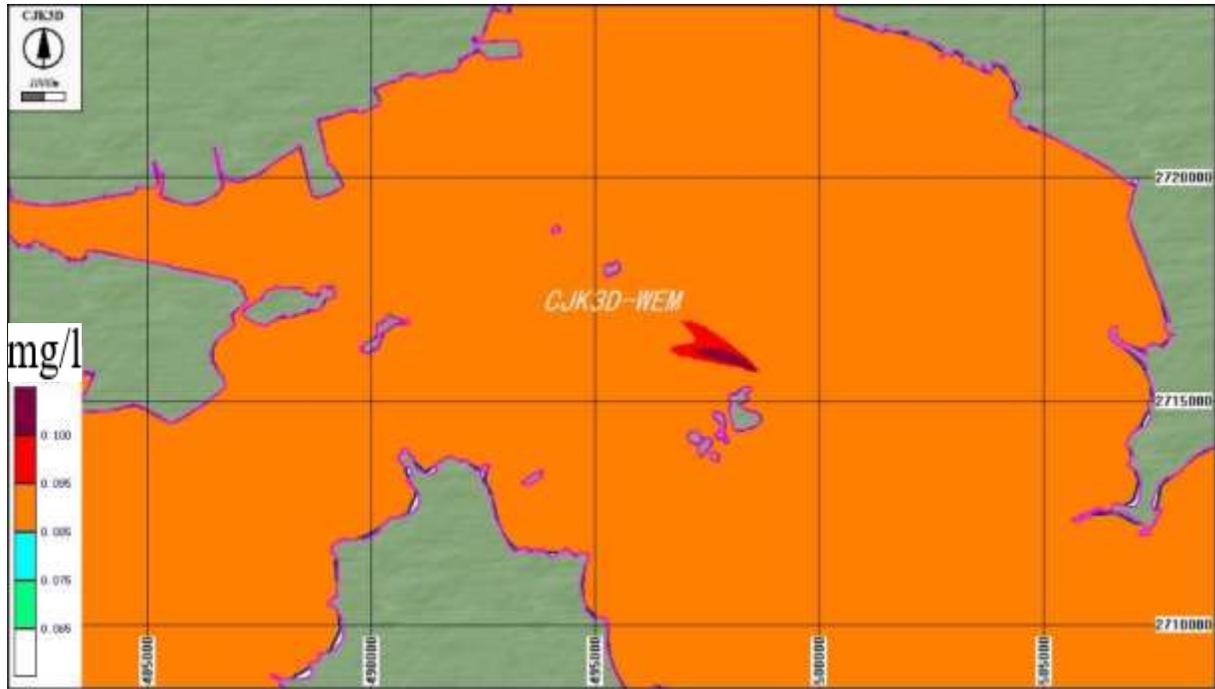
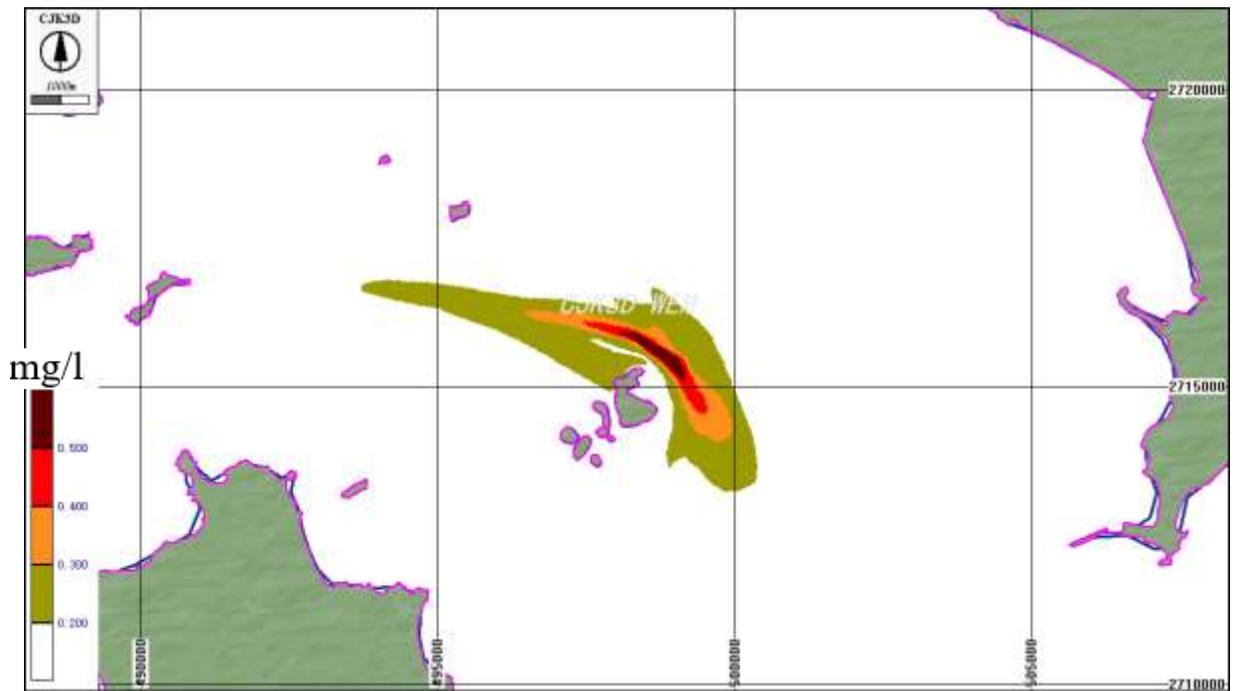
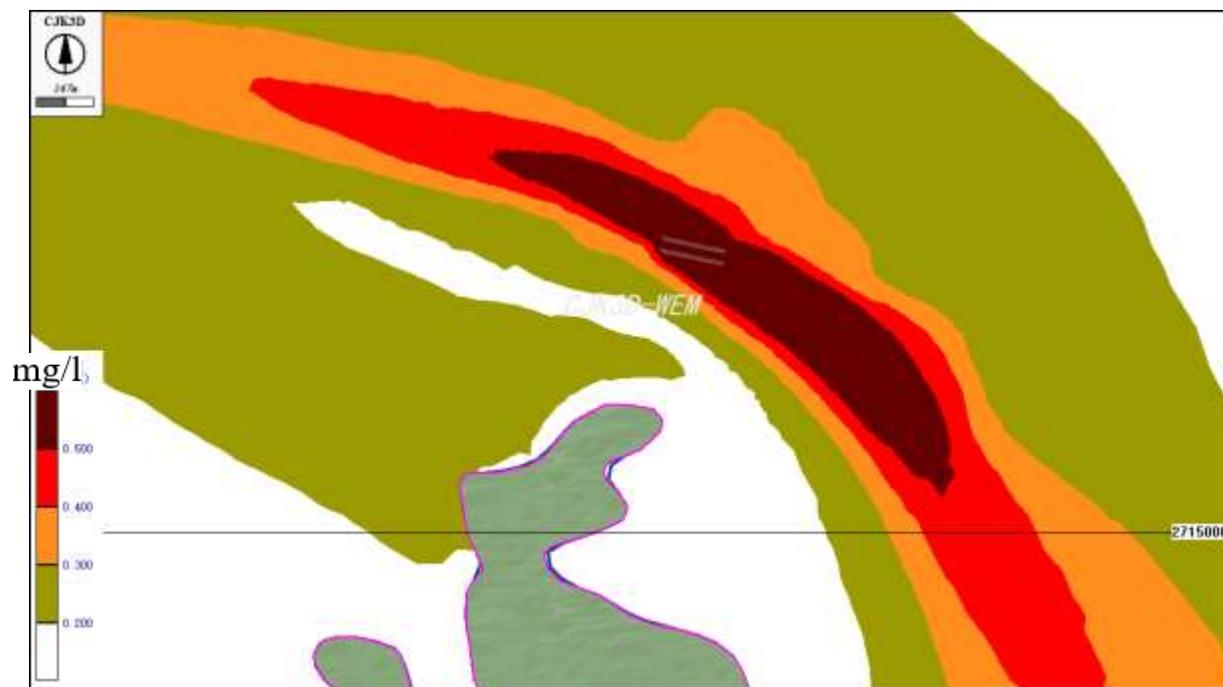


图 4.3-16 活性磷酸盐正常排放叠加本底浓度范围



a.大范围



b.小范围

图 4.3-17 无机氮正常排放浓度增量范围

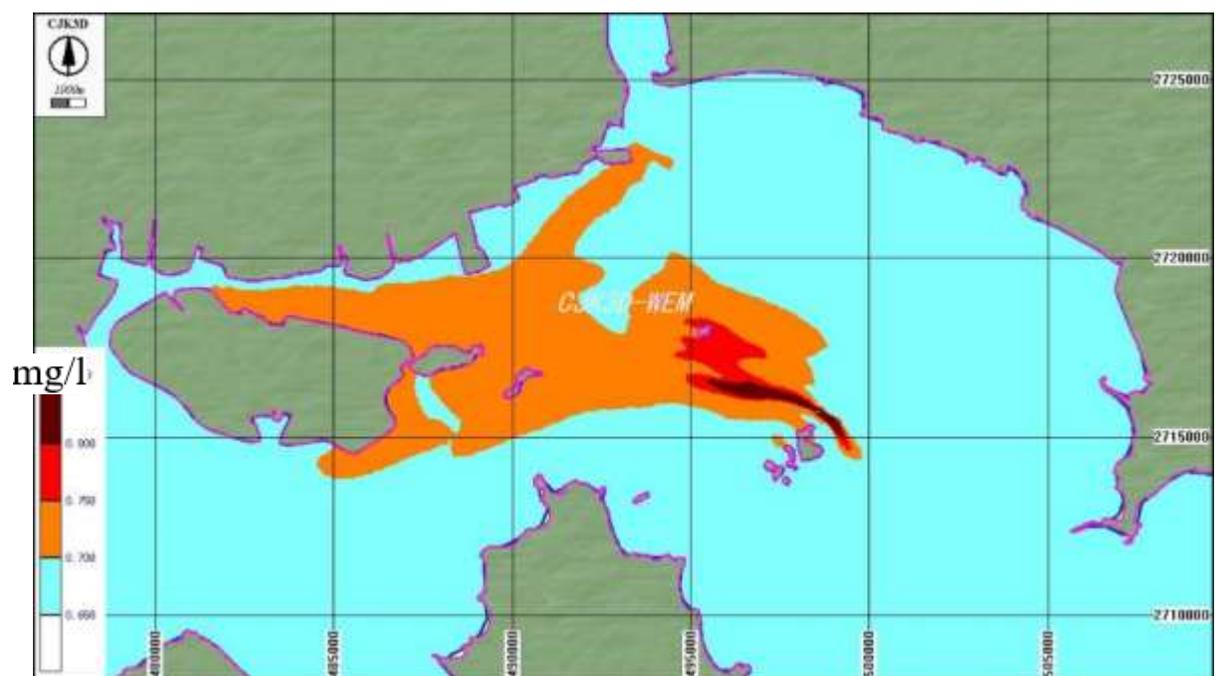


图 4.3-18 无机氮叠加本底浓度范围

4.3.2.7 污水排放环境影响分析

排污口附近水深较深，水动力条件总体较好，污染物沿涨落潮方向（西北-东南）扩散，总体呈长条状。

计算结果表明，正常排放条件下：

（1）氰化物

正常排放下，氰化物浓度增量 $>0.001\text{mg/L}$ 、 $>0.002\text{mg/L}$ 、 $>0.003\text{mg/L}$ 、 $>0.004\text{mg/L}$ 和 $>0.005\text{mg/L}$ 的范围面积分别约 9.21km^2 、 1.93km^2 、 0.17km^2 、 0.02km^2 和 0.001km^2 ，污染物浓度增量最大值出现在低平潮，排污口附近，为 0.005mg/L 。叠加本底值后，最大浓度值为 0.0055mg/L ，小面积超二类水质标准（ 0.005mg/L ）。

（2） COD_{Mn}

正常排放下， COD_{Mn} 浓度增量 $>0.2\text{mg/L}$ 、 $>0.4\text{mg/L}$ 、 $>0.6\text{mg/L}$ 和 $>0.8\text{mg/L}$ 的范围面积分别约 23.03km^2 、 1.42km^2 、 0.27km^2 和 0.1km^2 ，排污口附近最大浓度增量出现在低平潮，为 1.427mg/L 。叠加本底值后，最大浓度值为 2.187mg/L ，小于 COD_{Mn} 二类水质标准浓度（ 3mg/L ），满足该区域二类水质标准（ 3mg/L ）要求。

（3）镍

正常排放下，镍浓度增量 $>0.0005\text{mg/L}$ 的范围约 0.08km^2 ，最大浓度增量出现在低平潮，排污口周边，为 0.001mg/L 。叠加本底值后，镍最大浓度为 0.00177mg/L ，小于一类水质标准（ 0.005mg/L ），满足该区域二类水质标准（ 0.01mg/L ）要求。

（4）活性磷酸盐

正常排放下，活性磷酸盐浓度增量 $>0.015\text{mg/L}$ 的范围约 0.43km^2 ， $>0.03\text{mg/L}$ 的范围面积约 0.01km^2 ，最大浓度增量出现在低平潮，排污口周边，为 0.035mg/L 。叠加本底值后，活性磷酸盐最大浓度为 0.080mg/L ，超四类水质标准。

（5）六价铬

正常排放下，六价铬浓度增量 $>0.0001\text{mg/L}$ 的范围约 0.43km^2 、 $>0.0002\text{mg/L}$ 的范围约 0.05km^2 。最大浓度增量出现在低平潮，排污口周边，为 0.0002mg/L 。叠加本底值后，六价铬最大浓度为 0.0081mg/L ，小于一类水质标准浓度（ 0.005mg/L ），满足该区域二类水质标准（ 0.01mg/L ）要求。

（6）无机氮

正常排放下，无机氮浓度增量 $>0.2\text{mg/L}$ 、 $>0.3\text{mg/L}$ 、 $>0.4\text{mg/L}$ 、 $>0.5\text{mg/L}$ 的范围面积分别约 5.6km^2 、 1.00km^2 、 0.37km^2 、 0.21km^2 。最大浓度增量出现在低平潮，排污口周边，为 1.239mg/L 。叠加本底值后，无机氮最大浓度为 1.581mg/L ，超四类水质标准。

(6) 小结

除无机氮、活性磷酸盐、氰化物，正常排放下，排污口各类污染物排放、扩散情况均满足该区域二类水质标准要求。

氰化物超标范围局限在扩散器周边 21m 范围内，无机氮和活性磷酸盐2019年5月现状调查数据存在超标现象，预测结果显示，叠加本底值后活性磷酸盐和无机氮超过或局部超四类海水水质。但本工程实施后促进工程所衔接的污水处理厂的收水率，而污水处理厂作为区域减排配套工程，将大大削减区域活性磷酸盐及无机氮的排放。因此，从区域上，本工程将改善周边海域水质状况。

4.3.2.8 混合区范围确定

(1) 混合区划定的相关规定

① 根据《污水海洋处置工程污染控制标准》，若污水排往开敞海域或面积 $\geq 600\text{km}^2$ （以理论深度基准面为准）的海湾及广阔河口，允许混合区范围： $A_a \leq 3.0 \text{ km}^2$ 。

② 若污水排往 $< 600 \text{ km}^2$ 的海湾，混合区面积必须小于按以下两种方法计算所得允许值（ A_a ）中的小者：

$$A_a = 2400(L + 200) \quad (\text{m}^2) \quad (\text{式 1})$$

式中， L 为扩散器长度（ m ）；

$$A_a = (A_0 / 200) \times 10^6 \quad (\text{m}^2) \quad (\text{式 2})$$

式中， A_0 为计算至湾口位置的海湾面积（ km^2 ）；

由于围头湾海湾面积约 $198.84\text{km}^2 < 600\text{km}^2$ ，经计算，式1中 $A_a = 2400 \times (149 + 200) = 837600\text{m}^2$ ，式2中 $A_a = (198.84 / 200) \times 10^6 = 994200\text{hm}^2$ 。因此，工程所在海域混合区的面积必须小于 83.76hm^2 。

③ 对于重点海域和敏感海域，划定污水海洋处置工程污染物的混合区时还需考虑排放点所在海域的水流交换条件、海洋水生生态等。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），混合区为以排水口为中心，以污染物稀释扩散后达到周围海域环境质量标准的最大距离为半径表示的圆面积。

(2) 混合区划定结果

正常排放条件下，COD_{Mn}、镍、六价铬等污染物排放，叠加排污口附近海域现状监测最大值的本底后，均满足该区域二类海水水质标准要求，活性磷酸盐浓度增量最大值约为0.035mg/L，是活性磷酸盐现状水质（0.045mg/L）的77.78%，无机氮浓度增量最大值约1.239mg/L，是现状水质无机氮含量（0.342mg/L）的362.3%。在局部区域活性磷酸盐、无机氮增量相对较高，但本工程实施后促进工程所衔接的污水处理厂的收水率，而污水处理厂作为区域减排配套工程，将大大削减区域活性磷酸盐、无机氮的排放。运营期应密切监控排污口附近海域海洋环境质量，待区域经济发展等基本条件具备前提下，优先考虑加强中水回用或区域统筹进一步深远海排放。

根据现状调查结果，活性磷酸盐及无机氮现状超标是福建沿海较为普遍的问题。本工程经选划后的排污口位置水深条件、水动力条件良好，除无机氮和磷酸盐两项因子超标外，其余排放因子污染物浓度均没有超过排污口所在功能区对应的第二类海水水质标准情况。

通过模型计算分析以叠加本底值最大的氰化物超标范围进行划定，将氰化物超标范围的最外围做切线与扩散器平行的交点围成的矩形面积为最终的混合区范围（图4.3-19），排污口混合区面积0.9105hm²，小于83.76hm²，根据《福建省海洋功能区划（2011—2020年）》，故排污口混合区划分符合《污水海洋处置工程污染控制标准》混合区划定要求。该混合区内不执行任何水质标准。

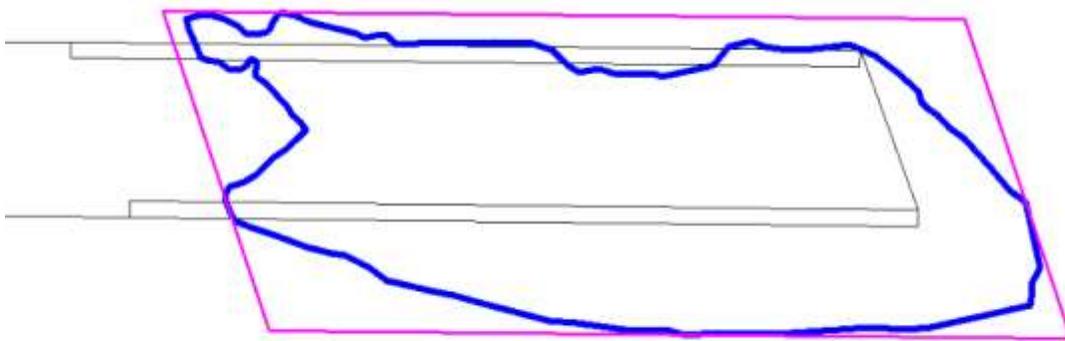


图 4.3-19 混合区划定范围示意图

4.3.3 牺牲阳极锌释放对海水水质的影响

本工程运营期排海管道采用铝合金牺牲阳极进行阴极保护，参考《铝-锌-铜系合金牺

性阳极》(GB4948-2002)及本工程防腐设计内容, 纯度达 99.7%以上即可作为阳极材料。根据王恕昌等的研究成果, 海水中的无机锌以 Zn^{2+} 、 $Zn(OH)^+$ 及 $Zn(CO_3)$ 的形式存在, 近岸及河口区含量相对较高, 其存在形式有颗粒态、不稳定态、弱结合态和结合态。较大的颗粒态锌会较快沉降下来。

根据工程设计, 本工程海底管道及扩散器每年释放锌约 866kg, 释放速度约 30mg/s。则在工程海域最小流速 3cm/s (最不利工况) 扩散条件情况下, 每 1m 管道其扩散至不同距离时每年增加的锌浓度见表 4.3-8。

表 4.3-8 每 1m 排海管道周边海水锌浓度每年增量一览表

距离 (m)	10	20	30	50	100	150	200
锌的年浓度增量 (ug/L)	0.00030	0.00021	0.00017	0.00013	0.00009	0.00008	0.00007

由表 4.3-6 可知, 在最不利工况条件下, 每 1m 排海管道牺牲阳极释放的锌浓度增量 10m 处为 0.00030 μ g/L, 远小于海水锌浓度背景值 3.2 μ g/L(现状监测点位中锌浓度最小值)。同时, 管道整体埋设在海底, 对海水中金属释放量不大, 牺牲阳极释放的微量锌将随海水输移扩散, 不会在管道沿线持续叠加。

4.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

本工程对海域沉积物环境影响主要表现施工期挖槽对海域沉积物的扰动以及产生的悬浮泥沙在周边海域沉降, 引起局部海域表层沉积物环境的变化。根据调查, 本工程所在海域沉积物环境质量总体良好, 施工过程中产生的悬浮泥沙主要来源于既有海域表层沉积。

(1) 施工期悬浮物扩散和沉降对环境的影响

施工期工程区沟槽开挖会扰动区域内的表层沉积物环境, 形成悬浮泥沙, 进入水体中, 其中颗粒较大的悬浮泥沙会直接沉降在沟槽开挖区内, 形成新的表层沉积物环境, 颗粒较小的悬浮泥沙会随海流漂移扩散, 并最终沉积在沟槽开挖区域周围的海底, 将原有的表层沉积物覆盖, 引起局部海域表层沉积物环境的变化。由于开挖引起的悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物本身, 一般情况下沟槽开挖对沉积物的改变大多是物理性质的改变, 对沉积物的化学性质的改变不大, 对工程区既有的沉积物环境产生的影响甚微, 不会引起海域总体沉降环境质量的变化。

调查资料表明, 本工程所在海域沉积物环境质量良好, 一般情况下, 其化学溶出物有限。因此, 施工期间泥沙入海可能使工程区附近局部区表层沉积物类型、粒度参数等物理

特性发生一定变化，但对表层沉积物化学质量指标的影响很小，不会引起海域总体沉积环境质量的变化。

(2) 管道覆盖回填料对沉积环境的影响

根据工可，管道铺设后将在管道上面抛填碎石、粗砂等，导致管道上方局部海域沉积环境改变，但其影响是局部的，短暂的，随着管道铺设完成，海床的回淤，周边沉积环境将逐渐得到恢复。

(3) 营运期尾水排放对沉积环境的影响

目前排污口周边的沉积物环境质量较好，但是随着污水的长时间连续大量排入，该处海域的沉积物环境也有可能受到一定的累积影响。因此，本工程尾水在拟定排污区排放后，建设单位应加强对排污口周边海域沉积物环境的跟踪监测，一旦发现异常，应及时上报有关部门，采取相应措施。

4.5 海洋生态环境影响预测与评价

4.5.1 施工期悬浮泥沙对海洋生态环境影响分析

本工程排海管道施工作业将导致作业区及附近海域悬浮物含量增加，悬浮物浓度增加，海水透明度降低，对浮游生物、游泳动物、鱼卵仔稚鱼、底栖生物均会产生一定的影响。

由于本工程施工方式为移动式、阶段性施工，施工期对某海域的影响非持续性，施工点暂停或远离后，泥沙沉降较快，约一个潮周期内，海水水质可恢复原状。为了方便计算施工悬浮泥沙扩散范围对海洋生态及生物资源的影响，将各特征点施工悬浮泥沙最大包络面积进行相加，得出悬浮泥沙增量大于 100mg/L 浓度的总得影响范围为 0.33km²，大于 50mg/L 浓度的总得影响范围为 2.05km²，大于 20mg/L 浓度的总得影响范围为 8.42km²，大于 10mg/L 浓度的总的的影响范围为 13.5km²。

(1) 对底栖生物的影响

排污管道铺设过程对底栖生物的直接影晌首先表现在沟槽开挖范围内的底栖生物将被彻底地损伤破坏。在海底铺设管道，对底栖生物的危害较大，由于挖沟作业，管道路由区的底栖生物将被破坏，但这种损害只是出现沟槽及其两侧作业区域范围内，当施工作业结束后，由于沉积物变化不大，底栖生物将逐步得到恢复。此外，开挖所激起悬浮泥沙的二次沉淀也将掩埋挖泥区两侧的底栖生物，从而对开挖区附近的底栖生物也产生一定的影响。

本工程单根管道长度约 10.5km，扩散器长 149m，根据管沟开挖及回填情况（图 2.3-2），开挖面积为 0.4431km²。根据根据路由区域水深监测数据，海底高程均位于低潮位以下，因此管沟开挖仅考虑对潮下带底栖生物造成的损耗。根据 2019 年秋季和 2019 年春季底栖生物监测数据，以潮下带底栖生物平均总生物量 59.54g/m²，则底栖生物的损失量约为：59.54g/m²×0.4431km²=26.38 t。

（2）对浮游生物的影响

施工导致水中悬浮物含量增多，增加海水的浑浊度，减弱水体的真光层厚度，从而降低海洋初级生产力，随之浮游植物生物量下降，进而影响以浮游植物为饵料的浮游动物，单位水体中的生物量也必然相应地减少。过量悬浮物质使浮游动物食物过滤系统和消化器官受到阻塞，悬浮物质含量达到 300mg/L 以上时影响特别明显；高浓度增量甚至会导致其死亡，对浮游动物生长率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等造成影响。

根据数模预测结果，施工期间悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 的影响面积约 13.5km²，沿开挖处线位向两侧扩散，对此范围内浮游生物的生长繁殖可能产生一定的干扰，将会导致生物量下降，由于浮泥沙最多在持续一个潮周期后基本落淤完毕，持续影响时间不长。每次停止作业后，由于潮汐作用，会将外海的浮游动植物带入工程区及其附近海域，使工程区浮游动植物得以补充。因此，本工程产生的入海悬浮泥沙不会对浮游生物造成长期、显著的不利影响。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中污染物对各类生物损失率，计算浮游植物、浮游动物损失量。详见表 4.4-2。

（3）对鱼卵、仔稚鱼的影响

施工期间，高浓度悬浮颗粒扩散场对海洋生物幼体会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。根据渔业水质标准要求，人为增加悬浮物浓度大于 10mg/L，会对鱼类生长造成影响。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中污染物对各类生物损失率，计算鱼卵、仔稚鱼损失量。损失量详见表 4.4-2。

（4）对游泳生物的影响

游泳生物主要包括鱼类、虾蟹类、头足类软体生物等。海水中悬浮物在许多方面对游

泳生物产生不同的影响。首先是水体中悬浮微粒过多时将导致水的混浊度增大，透明度降低现象，不利于天然饵料的繁殖生长，其次水中大量存在的悬浮物也会使游泳生物特别是鱼类造成呼吸困难和窒息现象，因为悬浮微粒随鱼的呼吸动作进入鳃部，将沉积在鳃瓣鳃丝及鳃小片上，损伤鳃组织或隔断气体交换的进行，严重时甚至导致窒息。由于成鱼具有相对较强的避害能力，在施工期间海水混浊时，成鱼一般会主动避开。而虾蟹类因其本身的生活习性，大多对悬浮泥沙有较强的抗性，因此施工悬浮泥沙对该海域游泳生物的影响不大。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中污染物对各类生物损失率，计算游泳动物损失量。损失量详见表 4.4-2。

（5）工程建设的海洋生物资源损失量估算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中的规定，生物资源损失量通过生物资源密度，浓度增量区的面积等进行估算，计算公式如下：

①一次性平均受损量计算公式：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中：

W_i —第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

D_{ij} —某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米（尾/km²）、个平方千米（个/km²）、千克平方千米（kg/km²）；

S_j —为某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

n —某一污染物浓度增量分区总数；

K_{ij} —某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率（%）；生物资源损失率取值参见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）附录 B，见表 4.5-1。

表 4.5-1 污染物对各类生物损失率

污染物 <i>i</i> 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 50

注：1、本表列出污染物 *i* 的超标倍数 (B_i)，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据。2、损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。3、本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。4、本表对 pH、溶解氧参数不适用。

②持续性损害受损量计算公式：

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损害量。

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

M_i —第 *i* 种类生物资源累计损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

W_i —第 *i* 种类生物资源一次平均损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

T—污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个（个）。

③悬浮泥沙扩散导致的生物量损失

根据 2019 春、秋两季周边海域调查结果、项目施工悬浮泥沙影响面积，计算海洋生物资源受损量见表 4.5-2。

表 4.5-2 施工期海洋生物资源受损量计算一览表

	各类生物平均损失率 (%) 及生物资源密度				
	浮游植物	浮游动物	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物
生物资源密度	46795 cell/m ³	46.52 mg/m ³	1.44 ind./100m ³	1.22 ind./100m ³	279.72 kg/km ²
超标倍数 $B_i \leq 1$ 生物损失率	悬浮泥沙面积 13.5km ²				
	5%	5%	5%	5%	1%
$1 < B_i \leq 4$ 生物损失率	悬浮泥沙面积 8.42km ²				
	20%	20%	20%	20%	5%
$4 < B_i \leq 9$	悬浮泥沙面积 2.05km ²				

生物损失率	各类生物平均损失率(%)及生物资源密度				
	浮游植物	浮游动物	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物
	40%	40%	40%	40%	15%
Bi≥9 生物损失率	悬浮泥沙面积 0.09km ²				
	50%	50%	50%	50%	20%
合计一次性平均受 损量	1.1×10 ¹² cells	1.0×10 ⁹ mg	3.2×10 ⁵ ind.	2.8×10 ⁵ ind.	2.5×10 ² kg

备注：一次性损害：本工程施工期间悬浮泥沙增量区域存在时间少于 15 天

(6) 生物资源损失量

综上，排污管道铺设过程造成浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼及游泳动物持续性损害受损量分别为 1.1×10¹²cells、1.0×10⁹mg、3.2×10⁵ind.、2.8×10⁵ind.、2.5×10²kg，底栖生物损失量为 26.38t。

4.5.2 施工产生的水下噪声对海洋生态的影响分析

水下声环境敏感目标主要为水中的鱼类和海洋哺乳动物。鱼类及海洋哺乳动物经过长时期的演变，形成了一套水动态-声音感知系统，使得其感知不可识别的扰动和水下声音的格局以进行捕食、躲避掠食动物或躲开障碍物。鱼类水下感声器官为侧线、膘及内耳，研究表明声音压力的高低变化会使膘发生收缩或膨胀变化，超过一定压力便可使膘胀破，此外肝、肾等器官也可能受水下噪声影响而发生损伤。

在各种频率的噪声中，低频噪声尤其 10—200Hz 的噪声对鱼类影响最为明显。根据 Qinetiq 的研究，噪声传播距离随频率降低而减小，见表 4.5-3。根据许肖梅等人的研究，声波随距离的衰减曲线可以分成三部分：一部分是近距离处的平坦衰减，比较符合平方反比衰减规律；第二部分是近距离处的起伏衰落，其适用距离的上限可达 20km，这中间存在很大的衰落起伏，但这一部分的衰减也近似符合平方反比规律；第三部分则是处于较远距离，其衰减较为平坦，大致符合反比规律；更远处的衰落则更加平坦。

表 4.5-3 水下噪声影响范围

噪声频率	水下噪声影响范围
>400 Hz	20000m
100-400 Hz	10000m
80 Hz	5000m
31-50 Hz	2000m
20-25Hz	1000m

不同鱼类在不同声压级条件下会产生不同的反应，类似于人类听力听阈和痛阈，不同鱼类也具有其特定的听觉阈值，包括：

- ① Absolute hearing threshold(AHT): 鱼类能感受的阈值；
- ② Awareness reaction threshold(AVRT): 鱼类出现生理反映（如心跳加快等）的阈值；

图 4.4-1 给出了几种鱼类的 AHT 值。试验和研究证明，当水域声压值大于 AVRT 时，鱼类会逃离该水域，而仅当鱼类长时间、连续性暴露在远高于 AVRT 声压条件下，噪声才会对鱼类身体器官造成影响，并出现鱼类昏迷和死亡的现象。

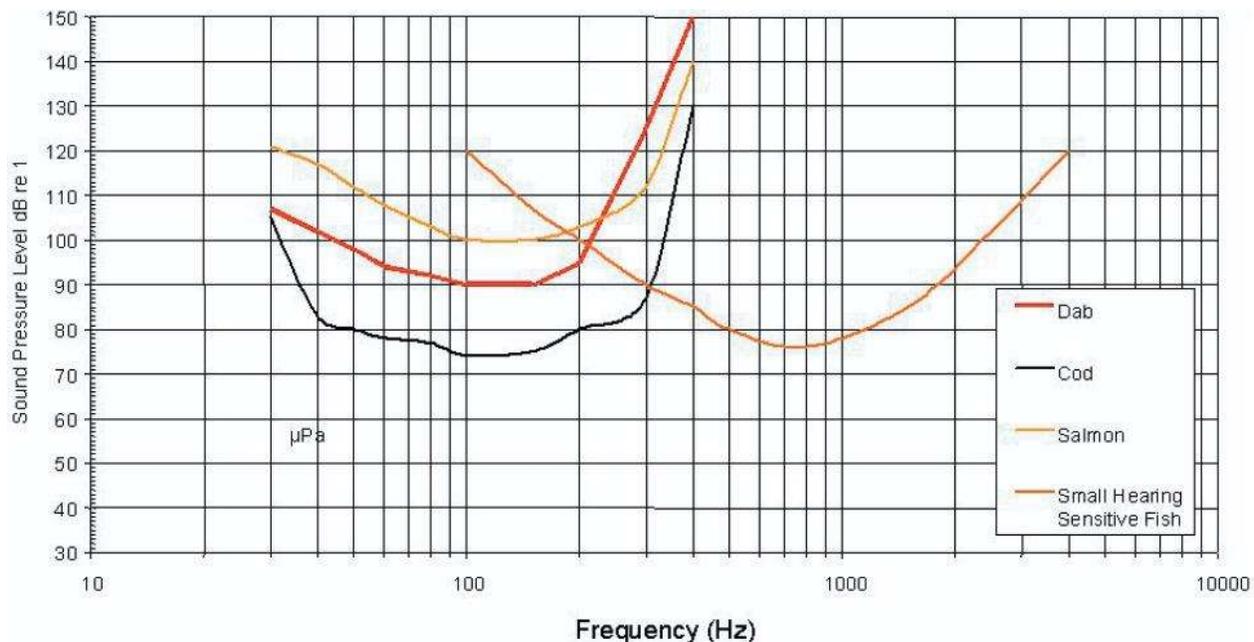


图 4.5-1 部分鱼类 AHT 值

由图 4.5-1 可见，工程施工产生的 100Hz 噪声对于鱼类的 AHT 值（鱼类能感受的阈值）一般在 80~100 dB/1 μ Pa，而研究表明，AVRT 值（鱼类出现生理反映的阈值）一般远高于 AHT 值，对于不同鱼类一般在 150~180dBre1 μ Pa。

本工程水下噪声主要来自施工船舶挖泥作业及航行。根据类比监测结果，本工程船舶挖泥作业及航行等产生的水下噪声将比海洋环境背景噪声高出约 16~30 dB/1 μ Pa，声压谱级较高的噪声频率集中在 50~1000Hz 之间。叠加背景值后，水下噪声最大值约 150 dB/1 μ Pa。施工造成水下声压高于 AVRT 的水域面积较小，主要局限于施工区域及其周边。施工水下噪声对鱼类的影响主要表现为噪声滋扰导致鱼类暂时游离施工水域，不会造成大范围鱼类死亡等明显影响。水下噪声对中华白海豚的影响详见 4.9.2.2 节。

4.5.3 运营期污染物扩散对海洋生态的影响分析

4.5.3.1 生物损失计算

随着污染物的不断输入，排污口附近的海域生态环境将不利于浮游植物的繁殖生长，还表现在对浮游生物的生长率、摄食率的影响等。由于鱼类等游泳动物的活动能力较强，能够避开不利环境，因此运营期海洋生物资源受损估算未考虑游泳动物。

本工程排污口排放的污染因子中除无机氮和磷酸盐本底已经超标外，其余污染物超标范围均小于本工程数值模拟计算所采用的网格精度（网格长度为 7m）。生物资源损失面积按混合区 0.9105hm² 计算，混合区平均水深取 14.1m。生物损失量详见表 4.5-4。

表 4.5-4 运营期海洋生物资源受损量计算表

	各类生物平均损失率（%）及生物资源密度			
	浮游植物	浮游动物	鱼卵	仔稚鱼
生物资源密度	46795cell/m ³	46.52mg/m ³	1.44ind./100m ³	1.22ind./100m ³
超标倍数 Bi≤1	混合区 0.9105hm ² ，平均水深 14.1m，年实际影响天数取 365 天			
生物损失率	5%	5%	5%	5%
一次性平均受损量	3.0×10 ⁸ cells	3.0×10 ⁵ mg	92ind.	78ind.
年持续性损害受损量	7.3×10 ⁹ cells	7.3×10 ⁶ mg	2.2×10 ³ ind.	1.9×10 ³ ind.

因此，运营期污水排放造成混合区内浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼持续性损害受损量分别为 7.3×10⁹cells/a、7.3×10⁶g/a、2.2×10³ind./a、1.9×10³ind./a。

4.5.3.2 尾水排海的累积性环境影响分析

本工程尾水排放可能产生的累积性环境影响主要表现在水环境、生态环境和底质环境三个方面。

（1）工程海域生态环境

对工程海域生态环境来说，就本工程而言，南安市沿海片区的污水经过处理达标后集中排放，尾水对工程海域生态环境势必造成一定的影响，而受影响的生态环境的修复需要一定的时间，如果影响的速度超过了恢复的时间，对环境就将产生累积影响。

（2）工程海域水环境

经污水处理厂处理后的尾水污染物的排放浓度低，本工程排污口位置水深及水流条件良好，在尾水达标排放的前提下，短期内各类污染物的累积作用不明显。但经过处理后的尾水长期集中排放，对排污口附近海域环境可能造成长期的和累积性影响，尤其是重金属

等物质，在海水中通过沉淀作用、吸附作用、络合与螯合作用和氧化还原作用在水体中迁移转化，或被海洋生物吸收后随食物链累积和放大。

(3) 底质环境

对底质环境来说，累积性环境影响原因主要表现在：由于尾水的长期排放，水体中含有的微量重金属或有机化合物等容易通过各种化学反应产生不溶性物质沉积下来，通过长期的累积，使底质沉积物环境中污染物含量升高，导致对生态环境的不利影响。

(4) 本工程累积影响因子分析

参考《连江县可门经济区污水处理厂尾水排海工程典型因子生态毒理学综合分析报告》（中国水产科学研究院东海水产研究所，2017年3月）中污染物对于水生生物毒性的分析结果，COD、氮、磷等常规污染因子的生物毒性相对较低，生物富集作用不明显，氰化物生物毒性最高，但氰化物不会在生物体内富集，同时降解速度快，不会产生累积影响。可能产生累积影响的污染因子主要为苯系物和重金属。

①重金属对甲壳类的影响

甲壳动物在水生生态系统之中分布广泛，是水生生物食物链中具有重要作用的物种，对水环境中发生的物理、化学和生物性的各种变化，反映十分灵敏。

日本对虾(*Penaeus japonicus*)为暖水性大型虾类，在印度-西太平洋海域广泛分布，是我国近海尤其是东海区拖虾作业的重要对象种类之一；同时也是我国港湾生态系统重要的增殖放流对象。姜会超等（2013）以受精 1h 以内的日本对虾(*Penaeus japonicas*)受精卵为实验对象，采用静水试验方法，研究了 Zn、Hg、Cu、Pb、As、Cd 和 Cr 7 种重金属对日本对虾胚胎发育的影响。结果表明，在实验浓度范围内，7 种重金属中 Hg、Cu 对日本对虾胚胎发育毒性最大，其次是 Zn、As、Cd，Pb 和 Cr 无明显影响。

斑节对虾(*Penaeus onodon*)具有盐度适应广、耐高温、杂食性、生长快、个体大、产量高和经济效益显著等优点，在东南亚地区和我国台湾省广为养殖。邹栋梁和高淑英（1994）在恒温（22±0.5℃）和充气条件下研究了 Cu²⁺、Zn²⁺、Cd²⁺、Hg²⁺、Mn⁷⁺、Cr⁶⁺对斑节对虾仔虾的急性致毒效应。Cu²⁺、Zn²⁺、Cd²⁺、Hg²⁺、Mn⁷⁺、Cr⁶⁺对斑节对虾仔虾 24hLC50 值分别为 7.798、8.904、4.365、0.3296、4.216 和 62.63mg/L，48hLC50 值分别为 3.869、4.411、1.264、0.09484、2.380 和 14.28mg/L，72hLC50 值分别为 1.125、2.175、0.4480、0.047130、0.7707 和 9.365mg/L，96hLC50 值分别为 0.5710、1.363、0.2656、

0.01975、0.4246 和 4.782mg/L。六种重金属对斑节对虾仔虾的毒性顺序依次为 $\text{Hg}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Mn}^{7+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cr}^{6+}$ 。

重金属 Cu^{2+} 对甲壳类的平均 LC_{50} 为 0.2677mg/L, 变动范围为 0.107~0.571mg/L, 安全浓度为 0.0107mg/L; 重金属 Zn^{2+} 对甲壳类的 LC_{50} 为 0.973mg/L, 变动范围为 0.583~1.363mg/L, 安全浓度为 0.0583mg/L; 重金属 Cd^{2+} 对甲壳类的 LC_{50} 为 0.5279mg/L, 变动范围为 0.161~1.157mg/L, 安全浓度为 0.0161mg/L; 重金属 Pb^{2+} 对甲壳类的 LC_{50} 为 1.917mg/L, 安全浓度为 0.1917mg/L; 重金属 Cr^{6+} 对甲壳类的平均 LC_{50} 为 3.4671mg/L, 变动范围为 2.1522~4.782mg/L, 安全浓度为 0.215mg/L。 Hg^{2+} 对甲壳类的平均 LC_{50} 为 1.00mg/L, 变动范围 0.012~7.6mg/L。

②重金属对鱼类的影响

吴玉霖等 (1990) 报道, 5 种重金属对牙鲆仔鱼毒性大小顺序为: $\text{Cu} > \text{Cd} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cr}$, 仔鱼对 Cu 和 Zn 的敏感性比胚胎高, 重金属对胚胎有延滞发育的影响。 Cu 、 Zn 、 Cd 、 Cr 和 Pb 对牙鲆仔鱼的 48h LC_{50} 依次为 0.36、6.7、2.0、62.3 和 8.0mg/L。

柳敏海等 (2007) 研究了 Cu^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cr^{6+} 和 Pb^{2+} 5 种重金属对早繁鳊鱼胚胎发育和初孵仔鱼的影响。 Cu^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cr^{6+} 和 Pb^{2+} 对鳊鱼初孵仔鱼的 96h LC_{50} 分别为 0.068、0.129、1.576、3.649 和 0.525mg/L, 安全浓度依次为 0.007、0.013、0.158、0.365 和 0.053mg/L。重金属在胚胎发育过程中引起各种畸形, 如胚胎尾巴弯曲、初孵仔鱼不能出膜、胚胎死亡等; 胚胎和初孵仔鱼上出现黑色颗粒, 初孵仔鱼脊柱弯曲成 L、V、S 形或尾部没有展开呈逗号状, 褶皱边缘被破坏等畸形。 Cu 、 Cd 、 Zn 、 Cr 和 Pb 5 种重金属均延迟胚胎发育速率。综合孵化率、胚胎畸形和仔鱼畸形率等指标得出 5 种重金属对胚胎的毒性大小依次为 $\text{Cu} > \text{Cd} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cr}$ 。计算了 5 种重金属对早繁航鱼初孵仔鱼的 LC_{50} 和安全浓度, 得出 5 种重金属对早繁航鱼初孵仔鱼毒性大小顺序为: $\text{Cu} > \text{Cd} > \text{Pb} > \text{Zn} > \text{Cr}$ 。

郭建波等 (2016) 报道了 Cr^{6+} 对大黄鱼幼鱼的急性毒性研究, Cr^{6+} 对大黄鱼幼鱼的 96h LC_{50} 为 10.260mg/L, 其 95% 置信区间为 6.676~12.672mg/L。 Cr^{6+} 对大黄鱼幼鱼属于高毒。

重金属对海洋鱼类的急性毒性试验研究表明, Cu^{2+} 对海洋鱼类的 LC_{50} 平均为 0.167mg/L, 变动范围为 0.032~0.360mg/L, 安全浓度为 0.0032mg/L; Zn^{2+} 对海洋鱼类的 LC_{50} 平均为 3.023mg/L, 变动范围为 0.67~6.7mg/L 之间, 安全浓度为 0.067mg/L; Cd^{2+} 对

海洋鱼类的平均 LC50 为 1.408mg/L，变动范围为 0.129~5.6mg/L，安全浓度为 0.0129mg/L；Pb²⁺对海洋鱼类的平均 LC50 为 1.026mg/L，变动范围为 0.52~8.00mg/L，安全浓度为 0.052mg/L；Cr⁶⁺对海洋鱼类的平均 LC50 为 18.290mg/L，变动范围为 1.456~62.3mg/L，安全浓度为 0.146mg/L。Hg²⁺对鱼类的平均 LC50 为 0.90mg/L，变动范围为 0.50~1.93mg/L。

(5) 累积影响分析结论

就本工程而言，对比现状情况，现状南安市沿海片区污水未经处理直接通过地表径流分散排入围头湾，具有排放点多，影响面广的特点。而污水经过污水处理厂收集和处理达标后的尾水，其污染负荷将大大少。未来污水处理厂运行期间也有着严格的进水和出水水质标准，其水质指标可控。根据预测结果，污染物的排放浓度低，排污口位置水深及水流条件良好，在达标排污的前提下，各类污染物的累积作用不明显。但经过处理后的尾水长期集中排放，有可能会造成排污口附近水质下降，生物多样性减少等。建设单位应做好排放期的跟踪监测工作，对排污影响进行监控，一旦出现排污口附近水质、沉积物质量下降的情况，应考虑对污水处理厂提出更为严格的处理工艺改进措施，提高对变化显著影响因子的处理效率。

4.6 大气环境影响分析与评价

施工期间对附近区域大气环境产生影响的主要是施工扬尘、施工机械废气、施工船舶的废气及汽车尾气污染等。

(1) 施工扬尘

①陆域施工扬尘

施工扬尘来自陆域管道沟槽开挖、回填及运输扬尘。按起尘原因可分为风力起尘和动力起尘。风力起尘主要是由于裸露的施工场地由于天气干燥及遇风及露天堆放的建材时产生的风力扬尘；而动力起尘，主要是土石方卸载或在建材的装卸、搅拌过程中，由于外力而产生的尘粒悬浮而造成。

土建施工阶段，包括土方的开挖、堆放、回填、土地平整；建筑材料装卸、堆放。据类比调查表明，土建阶段产生的扬尘其影响范围为施工场界 200m 之内，以下风向 100m 内影响较明显。土建施工阶段可通过采取减少露天堆放和定期喷淋洒水提高的含水率等措施来减少风力起尘。在采取以上有效措施后，一般情况下在距施工现场 100m 范围以外基本

可恢复环境本底值。

②运输扬尘

工程交通运输起尘采用下述公式进行计算：

$$Q_y = 0.123 \times \frac{V}{5} \times \left(\frac{M}{6.8}\right)^{0.85} \times \left(\frac{P}{0.5}\right)^{0.72}$$

式中： Q_y ——交通运输起尘量，Kg/Km·辆；

V ——汽车行驶速度，Kg/a；

P ——路面状况，以每平方米路面灰尘覆盖率表示，Kg/m²；

M ——车辆载重，t/辆。

表 4.6-1 给出了一辆载重量为 10t 的卡车，通过一段长度为 1km 的路面时，不同路面清洁程度、不同行驶速度下的扬尘量。由此可见，在同一路面下，扬尘量与车速成正比；在同一车速下，扬尘量与路面粉尘量成正比。因此，限制车辆行驶速度及保持路面的清洁是减少汽车扬尘的有效手段。若施工阶段对场地内汽车行驶路面勤洒水(每天 4~5 次)，可使空气中粉尘量减少 70%左右，起到很好的降尘效果。

表 4.6-1 不同车速和地面清洁程度的汽车扬尘量一览表 kg/辆·km

车速 \ 粉尘量	0.1 (kg/m ²)	0.2 (kg/m ²)	0.3 (kg/m ²)	0.5 (kg/m ²)	0.8 (kg/m ²)	1 (kg/m ²)
5(km/h)	0.0536	0.0883	0.1182	0.1707	0.2394	0.2812
10(km/h)	0.1072	0.1766	0.2364	0.3414	0.4788	0.5624
15(km/h)	0.1608	0.2649	0.3546	0.5121	0.7182	0.8436
20(km/h)	0.2144	0.3532	0.4728	0.6828	0.9576	1.1248

③施工废气

施工废气主要来自施工船舶、施工机械驱动设备排放的废气和运输车辆尾气以及管道预制过程产生的焊接烟气，主要污染物是 NO₂、CO、THC。管道预制过程产生的焊接烟气量极少，且施工场地开阔，其影响基本可忽略。施工船舶、施工机械及运输车辆尾气，对环境的影响是暂时的，将随施工期结束而基本消失，且由于运输车辆为流动性的，施工机械、施工船舶较为分散，废气产生量有限，因此可预计这类污染物对大气环境的影响较小。

(2) 对周边环境的影响

施工扬尘、废气等影响范围主要集中在周边 100m，本工程施工场地、管道路由距人群集中点较远，在施工过程应注意减少土石方运输车辆对周边区域的大气粉尘影响、管道铺设完成后场地应尽快恢复原状。施工期大气环境的影响是暂时的，将随施工期结束而基本消失。

4.7 声环境影响分析与评价

本工程施工期噪声主要来自施工现场的各类机械设备作业噪声、车辆交通噪声以及海上施工船舶作业噪声，可能对工程区附近的声环境造成一定的影响，但其影响是暂时的，将随施工结束而消失。

(1) 陆域施工的声环境影响分析

根据噪声源特点，采用 HJ2.4-2009《环境噪声评价技术导则-声环境》推荐的点声源衰减模式进行预测：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20\lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中： $L_A(r)$ ---距离某设备 r 处时设备的辐射声级 dB(A)；

$L_A(r_0)$ ---距离某设备 r_0 处测得的设备辐射声级 dB(A)；

r ---预测点到声源的距离；

r_0 --- $L_A(r_0)$ 的监测距离；

ΔL ---在 r_0 与 r 间，墙体、屏障及其它因素引起的声能衰减量，包括由于云、雾、温度梯度、风等引起的声能量衰减，地面效应引起的声能量衰减，以及空气吸收引起的衰减。

由于施工区场地比较开阔，施工机械及车辆在室外作业，故评价时不考虑墙体等障碍物引起的衰减、大气衰减等衰减作用，只考虑几何衰减。

类比预测施工机械噪声的距离衰减情况见表 4.7-1。

表 4.7-1 施工期机械设备和车辆噪声影响预测结果 单位：dB(A)

噪声源	监测距离 r_0	$L_A(r_0)$	预测结果					
			50m	100m	200m	300m	500m	1000m
吊机	15	83	73	67	61	57	53	47
起重机	10	92	78	72	66	62	58	52
挖掘机	10	82	68	62	56	52	48	42
自卸车辆	15	84	74	68	62	58	54	48

依照《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，施工场界 L_{Aeq} 昼间为 70dB，夜间为 55dB。从上表可见，当在距施工场界 150m 以上进行昼间施工时，场界噪声

基本可符合场界噪声限值，夜间施工场界噪声超标。当施工点距离场界 150m 以内，施工场界噪声昼夜均超标。施工单位应做好减噪降噪措施，将高噪音设备尽量安排在距离场界较远的地方运行，安排好施工时间。

(2) 海域施工的声环境影响分析

施工船舶在海面上作业，故在进行噪声预测时，仅考虑距离衰减。

类比同类工程施工现场监测资料，距挖泥船 10m 的监测噪声级约为 87dB (A)，采用点声源衰减模式预测噪声影响，计算结果见 4.7-2。

表 4.7-2 施工期船舶噪声影响预测结果

监测距离 r_0	$L_A(r_0)$	预测结果						
		100m	200m	300m	400m	500m	800m	1000m
10m	87	73	67	61	57	55	53	49

从表 4.9-2 可以看出，在距离挖泥船 200m 时，施工噪声即降至 70dB (A) 以下；距离挖泥船 500m 时，施工噪声降至 55 dB (A)。本工程海上施工区域距离声环境敏感目标较远（最近距离为 2025m），因此，船舶作业对声环境敏感目标的影响较小。

4.8 固体废物环境影响分析与评价

本工程建设过程所产生的主要固体废物为施工船舶垃圾、陆域施工人员生活垃圾、陆域围堤破除产生的建筑垃圾、海域沟槽开挖产生的淤泥等。

施工营地的施工人员产生的生活垃圾由环卫部门统一收集处理；施工船舶垃圾统一由有资质单位接收上岸处理，施工船舶固体废物对海域环境基本不产生影响。围堤破除及恢复产生的土石方及管道及扩散器施工产生土石方，拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程回填，可以充分实现固体废物的资源化和减量化，有利于陆域和海洋生态环境的保护。工程与回填区距离较近，有较强的可操作性。

在采取上述措施情况下，施工期各类固体废物正常情况下不会对陆域及海域环境造成直接影响。

4.9 对海域敏感目标的影响分析

4.9.1 对厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带的的影响分析

4.9.1.1 施工期对文昌鱼外围保护地带的的影响分析

(1) 施工悬浮泥沙扩散对文昌鱼外围保护地带的的影响分析

根据方永强、冯季芳等人的研究结果，厦门文昌鱼自然保护区文昌鱼生殖季节可分为两个繁殖时期，从6月初开始至7月初为繁殖高峰期，8和9月为繁殖小产期；厦门文昌鱼鱼卵大约受精后11~12 h，胚胎出膜变为浮游幼虫，第3天开口，在第18天左右文昌鱼幼虫开始从表层转入到中下层活动。根据有关文献，悬浮颗粒将直接对海洋生物仔幼体造成伤害，主要表现为影响胚胎发育。一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。

根据数模预测结果，排海管道沟槽开挖引起悬浮泥沙增量超过10mg/L的最大影响面积约13.5km²；施工期悬浮泥沙增量超过10mg/L不会进入厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带（文昌鱼）—小嶝岛海域。

（2）底质变化对文昌鱼外围保护地带的的影响分析

工程建设产生的悬浮泥沙进入水体之后，其中颗粒较大的悬浮泥沙将直接沉降于附近，形成新的表层沉积物环境，颗粒较小的悬浮泥沙将随流漂移扩散，并最终沉积在工程区周边海域海底，覆盖原有的表层沉积物。现状调查资料表明，工程区及邻近海域的海洋沉积物质量良好，施工期间产生的悬浮泥沙来源于邻近海域表层沉积物，两者的环境背景值相近，一般情况下对沉积物大多是物理性质的改变，对沉积物化学性质的改变不大，因此对既有沉积物环境的影响甚微。悬浮落淤对悬沙影响范围内的栖息地沉积物表层粉砂含量增加，但不会改变原来底质类型。

（3）饵料生物变化对文昌鱼外围保护地带的的影响分析

文昌鱼是一种半穴居滤食性的动物，喜在中细沙和少量泥质混合的底质中，活动能力较弱。大部分时间则将身体埋于泥沙中，露出前端进行滤食，其滤食对象（饵料生物）主要以硅藻和原生动物为主，常见的种类有园筛藻、舟形藻、小环藻、菱形藻等。

根据文昌鱼的食性，主要探讨工程施工导致浮游生物和底栖生物的变化对厦门海域文昌鱼外围保护地带的的影响。项目首先主要反映在施工期悬浮泥沙入海将导致水体的混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长。此外还表现在对浮游动物的生长率、摄食率的影响等。一般而言，悬浮物的浓度增量在10mg/L以下时，水体中的浮游动植物受到的影响较小，而当悬浮物浓度增量达50mg/L以上时，浮游动植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性较差，破坏浮游动物的生理功能，以致浮游动植物基本上无法生存。当悬浮物的浓度增量10~50mg/L时，浮游动植物将会受到一

定的影响。但施工悬浮物对浮游生物的影响是暂时的，随着施工结束浮游生物很快就恢复。饵料生物变化对文昌鱼有一定不利影响，但这种影响是暂时的，施工结束后这种影响就将消失。

(4) 施工噪声对文昌鱼的影响评价

文昌鱼是头索动物，头索动物主要特点是脊索向前延伸至脑前部，没有特殊发达的感觉器官，因此施工噪声对文昌鱼几乎没有影响。

4.9.1.2 运营期对文昌鱼外围保护地带的的影响分析

尾水排放污染物可能在排污口附近海域底质中造成累积影响，从而导致海域底栖生物种类减少，但这种影响一般集中于混合区范围，对混合区范围外的底质和底栖生物影响较小。且随着南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程建设完成，将南安市沿海片区污水处理厂尾水引至水深条件和水动力条件均较好的海域排放，整体上大大削减了陆源入海污染物负荷，并有利于污染物的稀释扩散，因此，本工程建设对改善评价海域海水水质、沉积物和海洋生态是有利的，对文昌鱼外围保护地带中文昌鱼的栖息地的影响也是可以接受的。

文昌鱼主要饵料为底栖硅藻等藻类，由于整个污水处理系统处于常温下运行，夏季陆地空气温度高于同区域海水水温，因此所排尾水水温比入海口海水水温略高；冬季则是海水水温高于所排尾水水温。但由于温差不大，尾水排放量不大（约 $0.02\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{喷嘴}$ ），因此尾水排放对海水水温影响不大，水温的微小变化对文昌鱼外围保护地带及其饵料生物影响不大。

虽然目前排污口周边的沉积物环境质量现状较好，但是随着污水的长时间连续排入，运营期建设单位应加强对排污口周边海域的沉积物环境和文昌鱼外围保护地带文昌鱼资源的跟踪监测。

4.9.2 对中华白海豚及其外围保护区的影响分析

4.9.2.1 施工悬浮泥沙对中华白海豚的影响分析

从生理结构上来看，中华白海豚是用肺呼吸的水生哺乳动物，这有别于用鳃呼吸的鱼类，它呼吸时头部露出水面直接呼吸空气，浑浊的水体对其呼吸影响不大；其视觉不发达，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，进行摄食活动和个体间的沟通联系，因此推测水中泥沙悬浮物的增加对中华白海豚的摄食影响较小。

从生境选择上来看，中华白海豚对水的透明度没有明显的偏好（Jefferson, 2000; Bowater 等, 2003）。

从生态习性上来说，中华白海豚长期生活在河口海域，通常河口海域水体较浑浊，表明中华白海豚对浑浊水体具有一定的适应性。2007年03月19日在鸡屿水域发现9头白海豚时，正值退潮，鸡屿附近形成了面积比较大的浑浊区域，但仍见白海豚在其中自由活动、摄食。2007年11月13日、20日在目屿岛与海门岛之间，及鸡屿南侧浑浊的海域中发现10头中华白海豚，经监测海水中悬浮物分别为27mg/L和22mg/L。另外，经取样监测，当时周边非浑浊区域海水中悬浮泥沙含量11mg/L~16mg/L。可见，海水中的悬浮泥沙增量达11mg/L~16mg/L时，中华白海豚仍可以自由活动的。

本工程施工过程悬浮泥沙浓度增量超过10mg/L的最大影响面积约13.5km²，影响范围主要集中在管道两侧范围内。由于中华白海豚用肺呼吸，对浑浊水体具有一定的适应性和趋避能力，而且中华白海豚靠回声定位系统觅食，回避敌害和与同伴沟通，因此施工产生的悬浮泥沙浓度增加将对中华白海豚的活动空间有短暂的影响，并将随施工结束而消失，但不会对中华白海豚的摄食、社交等活动产生明显的影响。

施工悬浮泥沙将造成悬浮泥沙浓度增量超过10mg/L范围内的鱼卵、仔鱼、游泳动物资源量有所减少，从而对工程区局部海域中华白海豚的饵料资源产生一定的影响，但这种影响将随着施工结束而消失。

4.9.2.2 水下噪声对中华白海豚的影响分析

(1) 声波在水下衰减规律

自然界各种声源的声波在水下的传播具有随距离逐步衰减的规律，引起声波在介质中传播衰减的原因，可归纳为以下几个方面：

- ①扩散损失，由于声波波阵面在传播中不断扩展而引起的声强衰减（几何衰减）；
- ②吸收损失，指在均匀介质中，由于介质粘滞，热传导以及其他弛豫过程引起的声强衰减；
- ③散射损失，在海水介质中，存在泥沙、气泡、浮游生物等悬浮颗粒或物体，以及介质不均匀引起的声波散射和声强衰减；
- ④边界损失，包括海水上下界面对声波的吸收和反射损失。

厦门市海洋与渔业局曾委托厦门大学许肖梅等人进行了相关研究。采用射线声学模型

从计算机仿真得到的声信号随距离的变化关系（海深 40m，声源处于水下 3m，接收机处于水下 5m），见图 4.9-1。研究表明：声波随距离的衰减曲线可以分成三部分，一部分是近距离处的平坦衰减，比较符合平方反比衰减规律；第二部分是近距离处的起伏衰落，其适用距离的上限可达 20km，这中间存在很大的衰落起伏，但这一部分的衰减也近似符合平方反比规律；第三部分则是处于较远距离，其衰减较为平坦，大致符合反比规律；更远处的衰落则更加平坦，在不同海况下，传播损失的差别很大。

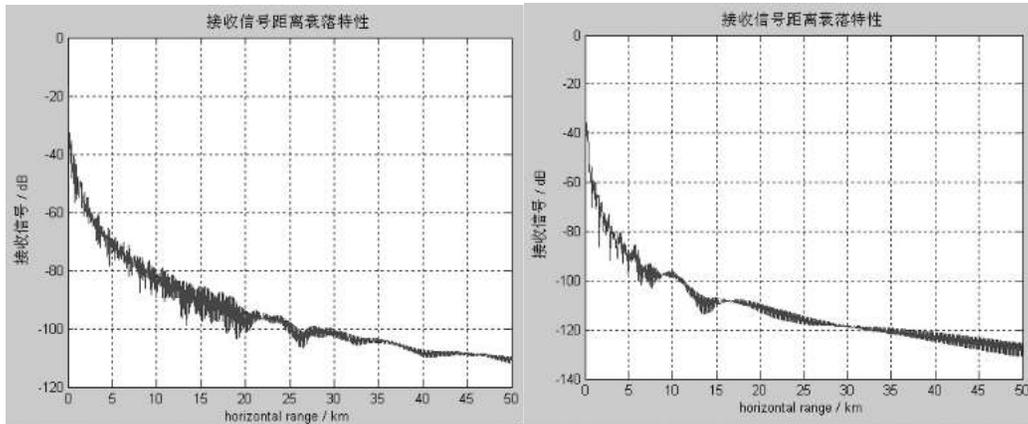


图 4.9-1 海况为 1、3 级时的传播损失（载频 5kHz）

（2）水下噪声对中华白海豚的影响等级

水下噪声对中华白海豚的影响与伤害主要包括行为与听觉两个方面。在中华白海豚行为方面，水下强噪声会导致中华白海豚的声行为变化、捕食行为变化、以及回避和迁移行为等。在声行为方面，中华白海豚（海豚）可以通过增大声信号的幅值或持续时长，克服水下噪声对声信号的屏蔽效应【Weilgart, et al, 2007】。在海豚听觉方面，水下强噪声会造成海豚听觉系统的听阈变化(Threshold shift, TS)。根据噪声造成的听阈变化持续时效的不同，可将其分为短暂性听阈改变(Temporary Threshold Shift , TTS)与永久性听阈改变(Permanent Threshold Shift , PTS)。TTS 类型的听阈变化可以在经过某段时间后完全恢复为零，即噪声对海豚听阈的影响完全消除，PTS 类型的听阈变化则是永久性的。

有关研究表明，长时间暴露于高水平水下噪声对鲸豚类动物可能造成的慢性威胁包括：遮蔽效应和听力损失、行为模式改变（如躲避）、紧张等。当海豚听觉系统所接收到水下噪声的有效声压级超过 180 dB/1 μ Pa 时，海豚的听觉系统有可能会出现 TTS。美国国家海洋渔业局和 NOAA 噪声工程“声阈值导则”中制定的标准规定，鳍脚类和大多数鲸豚类海洋哺乳动物所接收到的空气枪噪声声压级应低于 190 dB/1 μ Pa，须鲸和抹香鲸所接收到的空

气枪噪声声压级应低于 180dB/1 μ Pa【http://www.nwr.noaa.gov/Marine-Mammals/MM_sound-threshold.cfm】。参考这些资料可以对水下工程噪声的危险性进行分级。其中声源级高于 180 dB/1 μ Pa 的水下噪声为危险级，可能会对海豚的听觉系统造成伤害，主要有打桩噪声和水下爆破噪声。声源级在 120~180 dB/1 μ Pa 范围的水下噪声为警告级，可能会对海豚行为产生影响，主要有施工船舶噪声以及钻孔噪声和开挖噪声。声源级低于 120 dB/1 μ Pa 的水下噪声强度基本接近海洋环境噪声，因此评定为安全级 9（见表 4.9-1）。目前我国尚未颁布中华白海豚的最大可承受声压标准。

表 4.9-1 水下噪声对海豚听觉影响分析单位：dB/1 μ Pa

噪声声源级	噪声级别	噪声类型	噪声影响
>180	危险级	打桩、爆破噪声	海豚听觉损伤、TTS
120-180	警告级	船舶、钻孔、开挖噪声	干扰海豚行为
<120	安全级	海洋环境噪声	影响较小

（3）施工水下噪声对中华白海豚影响分析

根据厦门大学海洋与环境学院的有关研究资料，利用水听器对海沧钱屿岸壁工程施工时的水下噪声监测结果表明，海域疏浚施工（抓斗式挖泥船）以及船舶通行（泥驳船）等所造成的水下噪声谱级变化不大，在距离施工高噪声的抛砂船 50m 处相比原来的水下背景噪声提高仅约 4~5dB。

根据《厦门市轨道交通 3 号线（厦门本岛至翔安过海通道）海洋环境影响报告书（报批稿）》（国家海洋局第三海洋研究所，2016 年 3 月），对刘五店前沿航道的海洋环境噪声监测结果：低频段较高，随着频率的增加而衰减；在 2kHz 频点上的声压谱级平均值为 92dB，在 6kHz 频点上声压谱级为 73dB，10kHz 频点上为 66dB，且随深度的变化不明显。

根据以上资料可知，本工程使用抓斗式挖泥船施工时处于静止状态，工程施工水下噪声最大提高 4~5dB，且施工噪声具有间歇性，声波在传播中随距离的增加成反平方规律衰减。另外，中华白海豚通常可在喧闹的海洋环境噪声下嬉戏、生存，具有一定的抗水下环境噪声干扰的能力，可自然海区的豚类可以采用避开噪声源等方法远离施工区。因此，一般的水下施工活动基本不会对开阔海域的中华白海豚带来大的影响。

（4）施工船舶航行对中华白海豚的影响分析

施工期来往的船舶数量增多，导致中华白海豚因躲避不及而遭遇船舶的撞击或螺旋桨的伤害的风险有所提高。船舶在各种不同的通航速度时对中华白海豚的影响会有所不同。

船舶由远及近靠近白海豚时，对中华白海豚的影响则由弱逐渐加强，如果船舶速度较快，中华白海豚则有可能没有足够的时间反应，被船体或是螺旋桨撞伤或是致死；如果船舶速度控制在较低的水平，让中华白海豚有足够的反应时间，其可采取适当的逃避行为以避开船舶。一般情况下，大中型船舶的通航速度相对较低，而且大多直线行驶，转弯缓慢，对中华白海豚的直接撞击的可能性较小；而交通艇等小型船舶由于速度较快，灵活性高，经常突然性的改变方向，对中华白海豚的潜在威胁较大。

参考《厦门市中华白海豚保护规定》中规定：“海上船舶除执行紧急任务或抢险救灾、救护等特殊情况下，内港航速不得超过 8 节，同安湾海域航速不得超过 10 节”。本工程临近中华白海豚外围保护地带，但由于本工程船舶进出港时受航道水深、航道宽度等自然条件的限制，以及从安全角度考虑，航速较慢不会超过 10 节，且中华白海豚具有较大的活动范围，对船舶行驶具有一定的适应能力和躲避能力。因此，本工程船舶正常航行对中华白海豚的影响不大。

本工程施工船开始工作前，应密切注意观察船舶周围区域是否有白海豚出入，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可开工，避免螺旋桨等对白海豚的直接伤害。

4.9.2.3 运营期对中华白海豚的影响分析

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程管道距离最近的中华白海豚保护区最近距离约 26km，与中华白海豚外围保护地带距离约 7.69km，距离均较远。且通过对近年来中华白海豚死亡原因调查与分析可知，除了年老生病自然死亡以及种群自身生理弱点之外，人为因素如炸鱼、电捕、流刺网等最易误伤海豚，在低潮区的挂养牡蛎桩柱埋地，退潮时白海豚易在此搁浅。由于本工程建成后，区域内原未经处理无序排放的污水将经生化处理达标后排放，整体上大大削减了陆源入海污染物负荷，对改善邻近海域生态环境质量有利。另从污水排放影响预测可知，按规划建设规模排放时，其尾水排放后污/海水混合区范围相对较小，尾水排放仅局限在有限范围内，对整个海区生态环境影响不大，并且尾水的排放水温与海水环境温度相近，水温对中华白海豚及其饵料生物影响不大。同时根据有关资料，中华白海豚游泳速度快，对有异常水质也会本能地躲避游走，所以污水厂尾水排放对中华白海豚生境影响不大，从污染源削减角度来考虑，本工程建设对改善海域生态环境是有利的，对中华白海豚生境也是有利的。

综上，本工程尾水排放管的建设将减少区域污水散排入海域，削减区域污染源，从长

远来看，将进一步减轻对海域水质及海洋生态的影响，对文昌鱼、中华白海豚及其栖息地是有利的。只要工程建设中采取严格的保护措施保护海洋生态环境，保护文昌鱼、中华白海豚的栖息环境，防止对文昌鱼、中华白海豚的伤害，项目建设对文昌鱼、中华白海豚影响程度有限，在可接受的范围内。

4.9.3 对海洋生态保护红线区的影响分析

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》，工程区附近的海洋生态保护红线区为“小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区”、“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“塘东重要滨海湿地生态保护红线区”，本工程排海管道、扩散器与“小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区”的最近距离分别为 24m、5316m，与“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”的最近距离均为 1612m，与“塘东重要滨海湿地生态保护红线区”的最近距离均为 7789m。工程区附近海洋生态保护红线区登记表见表 3.3-1，位置见图 3.3-1。

本工程与“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“塘东重要滨海湿地生态保护红线区”距离均较远，根据数模预测结果，尾水正常排放情况下，各污染物的浓度增量及影响范围均不会进入到“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“塘东重要滨海湿地生态保护红线区”；施工期悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的影响范围不会进入“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“塘东重要滨海湿地生态保护红线区”。因此，正常情况下，本工程建设对围头湾重要渔业水域生态保护红线区、塘东重要滨海湿地生态保护红线区没有影响。

本工程管道、扩散器与“小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区”的最近距离分别为 24m、5316m，根据数模预测结果，尾水正常排放情况下，各污染物的浓度增量及影响范围均不会影响到小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区；施工期排海管道沟槽开挖引起悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大包络面积约 13.5km²，施工期悬浮泥沙增量超过 10mg/L 部分进入小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区，影响面积约 3km²；小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区的生态保护目标为小百屿及周边海域，本工程施工期间产生的悬浮泥沙将对海域环境产生短暂的不利影响，但随着施工结束悬浮泥沙影响将逐渐消失，属于短期和可恢复性质的影响。本工程建设能够维持小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区海洋景观和海岛生态系统的自然风貌。

建议靠近小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区的路由（K0.08~KP5）中涉及采用后挖沟施工工艺的，改成施工悬浮泥沙影响较小的预挖沟施工工艺，减小施工悬浮泥沙影响范围。

综上，由于施工影响具有临时性，并具有可恢复性，对造成的影响进行生态补偿的基础上，本项目建设符合以上红线区的管控要求及环境保护要求。

4.9.4 对养殖区的影响

（1）施工悬浮泥沙扩散影响

根据水产养殖生产要求，并结合海水水质标准（GB3097-1997），海水水质达二类标准，悬浮泥沙人为增量 $\leq 10\text{mg/L}$ 时才适于水产养殖。根据数模预测结果，悬浮泥沙增量超过 10mg/L 影响范围叠加养殖现状图（图 4.9-2），施工期悬浮泥沙增量超过 10mg/L 范围内的海水养殖造成影响，对悬浮泥沙影响范围内的养殖户造成经济损失。



图 4.9-2 悬浮泥沙扩散影响范围与养殖区的位置关系图

（2）项目占用及运营对海水养殖的影响

根据《海底电缆管道保护规定》，禁止在海底电缆管道保护区内从事挖砂、钻探、打

桩、抛锚、拖锚、底拖捕捞、张网、养殖或者其它可能破坏海底电缆管道安全的海上作业。本项目用海范围及管道保护区范围内原有的养殖活动将不能继续进行。

根据《渔业水质标准》(GB11607-89)，主要水质指标见表 4.9-2。对比《海水水质标准》(GB3097-1997，表 1.3-3)，本项目排污口所在海域执行的二类海水水质标准与《渔业水质标准》(GB11607-89)相同，甚至要求更严。

表 5.1-1 《渔业水质标准》(GB11607-89) 摘录

氰化物	镍	铬	COD	总氮	总磷
≤0.005	≤0.05	≤0.1	/	/	/

根据预测结果，运营期污水正常排放情况下，混合区外水质能够满足二类海水水质标准，即能够满足渔业水质要求。混合区范围目前没有进行养殖活动，且根据泉州市、南安市养殖水域滩涂规划可知，本工程混合区范围不属于规划的养殖区。

综上，本工程对养殖区的影响表现为：①本工程用海范围及管道保护范围内原有的养殖活动将不能继续进行；②本工程施工期产生悬浮泥沙会对悬沙增量超过 10mg/L 范围内的养殖户造成经济损失。

4.10 工程建设对陆域生态影响分析

根据现状调查情况，项目陆域管线（80m）、临时施工场地位于海峡科技城生态城 2、3 号城地块，该地块为围填场地，目前正在进行土地平整，周边无植分布。在严格按照施工设计方案施工，尽量减少裸地的暴露时间，施工结束后及时进行场地修复（恢复原状），生态影响随施工结束而消失，故施工期造成的生态影响在可接受范围内。本工程敷设于地底下，管道起到输送污水厂尾水至深海排放的作用，运营期间不会对陆域生态环境造成影响。

第五章 环境风险评价

5.1 项目环境风险分析

本工程施工期的环境事故风险主要包括施工期船舶事故溢油环境风险、运营期尾水事故排放、排海管破裂或断裂的环境风险，事故原因可能来自以下几个方面：

（1）施工船舶事故性溢油的环境风险

排海管施工会用到挖泥船、拖轮等施工船舶，施工过程中存在船舶碰撞导致的事故性溢油风险，溢油对海洋环境有很大危害。

（2）污水处理设施运行不正常造成尾水事故排放

①电力及机械故障导致污水事故性排放

污水厂一旦出现停电或机械故障，将造成污水处理设施不能正常运行，出现事故排放。若长时间停电，还可能导致活性污泥缺氧窒息死亡，导致工艺处理不正常。

②进水水质不达标导致尾水事故性排放

城市污水处理厂，服务范围广，有时局部污染性事故或个别企业进管水质不达标，可能会导致污水厂进水水质、水量不稳定，对污水厂污水处理工艺造成冲击，使处理效率下降，可能导致出水水质超标。

③污泥膨胀导致出水水质不达标

根据国内外活性污泥系统调查结果，无论是普通活性污泥系统，还是生物脱氮除磷系统都会发生污泥膨胀。污泥膨胀一般是由丝状菌和真菌引起的，其中由丝状菌过量繁殖引起的污泥膨胀最为常见。当发生污泥膨胀时，可能严重影响污水处理设施的处理效果，导致出水水质不达标。

（3）排海管破裂或断裂造成尾水事故排放

海底管道的失效种类较多，图 5.1-1 列出了主要的失效形式。据国内外海底管道的失效统计，不同原因所导致的失效比例为：腐蚀占 35%，外力损伤占 30%，管道设计占 15%，操作失误占 12%，其他占 8%。其中内腐蚀与外力损伤导致的失效所占比例最大。

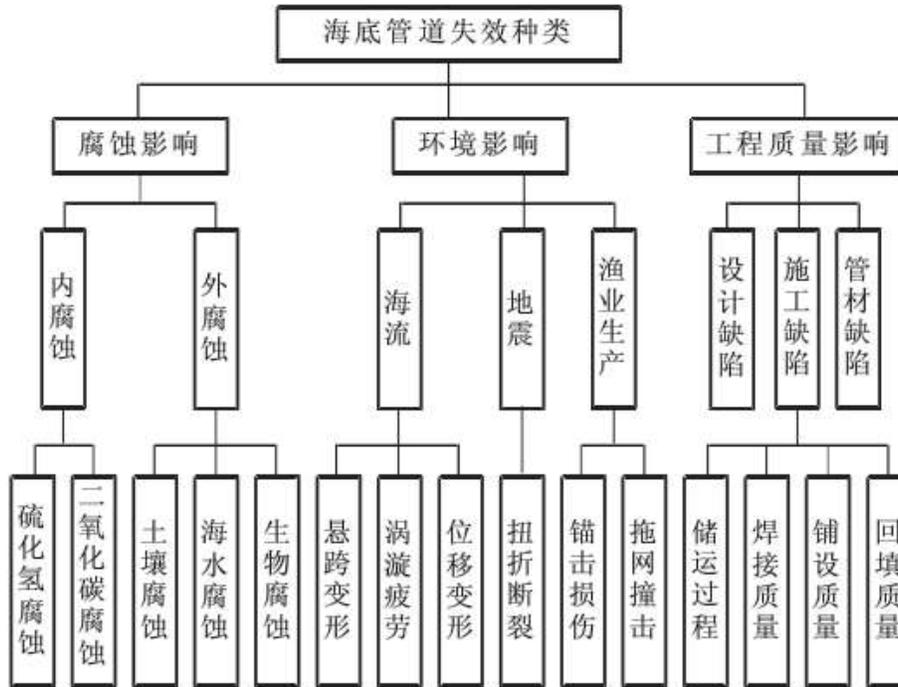


图 5.1-1 海底管道的失效形式

5.2 环境敏感目标

根据现场踏勘情况，项目区周围环境敏感目标主要有“小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区”、“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”、“塘东重要滨海湿地生态保护红线区”、“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带（文昌鱼）”、“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带（中华白海豚）”及管道两侧分布的海水养殖区。环境敏感目标见表 1.5-2、图 1.5-1。

5.3 环境风险潜势判断

本工程为污水排海管道工程，项目本身不涉及危险物质使用、贮存。项目建设过程中施工船舶存在溢油风险；运营过程存在尾水事故排放、排海管破裂或断裂的风险。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C，计算所涉及的每种危险物质在厂界内的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。

(1) 当只涉及一种危险物质时，计算该物质的数量与其临界量比值，即为 Q；

(2) 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)：

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

式中：q₁, q₂, …, q_n—每种危险物质的最大存在总量，t；

Q₁, Q₂, …, Q_n—每种危险物质的临界量，t；

当 Q < 1 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 Q ≥ 1 时，将 Q 值划分为：(1) 1 ≤ Q < 10；(2) 10 ≤ Q < 100；(3) Q ≥ 100；。

表 5.3-1 主要风险物质辨识一览表

物质名称	最大存储量 (t)	临界量 (t)	位置
柴油	249	2500	施工船舶

备注：柴油最大储存量按施工船舶载油量最多的时期（管道预挖沟、后挖沟阶段）计算

由表 5.3-1 可知，突发环境事件风险物质与临界量比值 $Q = 292/2500 = 0.12$ 。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)， $Q < 1$ ，风险潜势为 I，进行简单分析。考虑到周边海域敏感性及项目特点，本报告对溢油风险事故风险进行数学模型预测。

另外根据尾水深海排放工程特点和周围环境特征，本报告对管道断裂、污水厂尾水异常排放导致排海管道事故排放的污染物扩散影响进行模型预测。

5.4 施工期施工船舶事故溢油环境风险

施工期间施工作业船舶较多，因船舶进出碰撞而发生溢油事故的概率将会增大，同时也增加了工程所处海域的通航环境安全风险。一旦发生燃料油泄漏入海，将对海域生态环境、旅游区等造成重大的影响。

5.4.1 溢油预测模型

溢油进入水体后将发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生不断变化。本模型采用的是目前国际上广泛应用的油粒子模型，该模型可以很好地模拟上述物理化学过程。此外，油粒子模型基于拉格朗日体系，具有高稳定性和高效率的特点。模型本身把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是

由这些大量的油粒子所组成的云团。

(1) 动力学过程

动力学过程分为两个主要部分，平流过程和扩散过程，溢油在每一个瞬时的三维空间位置和分布状态是各种运动过程综合作用的结果。油粒子的输移包括扩展、漂移、扩散等过程，这些过程是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

Fay (1969) 首次研究了油膜在平静海面上的扩展过程，认为扩展过程主要受惯性力、重力、粘性力和表面张力控制，采用修正的 Fay 理论基础上的重力—粘力公式计算油膜扩展：

$$\left[\frac{dA_{oil}}{dt} \right] = K_a \cdot A_{oil}^{\frac{1}{3}} \cdot \left[\frac{V_{oil}}{A_{oil}} \right]^{\frac{4}{3}}$$

式 1

式中： A_{oil} 为油膜面积， $A_{oil} = \pi Roil^2$ ； $Roil$ 为油膜直径； K_a 为系数（率定为 0.6）； t 为时间； V_{oil} 为油膜体积， $V_{oil} = Roil^2 \cdot \pi \cdot h_s$ ； h_s 为油膜初始厚度。

油粒子漂移的作用力是水流和风拽力，油粒子总漂移速度由以下权重公式计算：

$$U_{tot} = c_w(z) \cdot U_w + U_s$$

式 2

式中： U_w 为海面上 10 m 处的风速； U_s 为表面流速； c_w 为风应力系数。流场数据由二维水动力模型计算获得。

(2) 非动力学过程

油粒子的非动力学过程包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程，在这些过程中，油粒子组分发生改变，但其水平位置没有发生变化。

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定油膜内部扩散不受限制（气温高于 0°C 以及油膜厚度小于 10 cm 时基本如此），油膜完全混合，油组分在大气中的分压与蒸气压相比可忽略不计。

蒸发率可由下式表示：

$$N_i^e = k_{ei} \cdot \frac{P_i^{SAT}}{RT} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X$$

式 3

式中: N_e 为蒸发率; k_{ei} 为物质输移系数; P_{sat} 为蒸汽压; R 为气体常数; T 为温度; M 为分子量; ρ 为油组分的密度; X 为摩尔分数; i 代表各种油组分。 k_{ei} 由下式估算:

$$k_{ei} = k \cdot A_{oil}^{0.045} \cdot Sc^{-\frac{2}{3}} \cdot U_w^{0.78}$$

式 4

式中: k 为蒸发系数(通过率定设为 0.029); Sc_i 为组分 i 的蒸气 Schmidt 数。

油在水中的溶解率用下式表示:

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = K_{si} \cdot C_i^{SAT} \cdot X_{moli} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot A_{oil}$$

式 5

式中: V_{oil} 为油膜体积; C_i^{SAT} 为组分 i 的溶解度; X_{moli} 为组分 i 的摩尔分数; M_i 为组分 i 的摩尔质量; K_{si} 为溶解传质系数 ($K_{si} = 2.36 \cdot 10^{-6} \cdot i$)。

乳化是一种液体以微小液滴均匀地分散在互不相溶的另一种液体中的过程。油向水体中的运动包括扩散、溶解和沉淀等。

从油膜扩散到水体中的油分损失量 D 为:

$$D = D_\alpha \cdot D_b$$

式 6

$$D_\alpha = \frac{0.11(1 + U_w)^2}{3600}$$

式 7

$$D_b = \frac{1}{1 + 50\mu_{oil}h_s\gamma_{ow}}$$

式 8

式中: D_α 是进入到水体的分量; D_b 是进入到水体后没有返回的分量; U_w 为风速; μ_{oil} 为油粘度, h_s 为油膜厚度, γ_{ow} 为油-水界面张力。

油滴返回油膜的速率为:

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_\alpha \cdot (1 - D_b)$$

式 9

油中含水率变化可由下式平衡方程表示:

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2$$

式 10

$$R_1 = K_1 \frac{(1+U_w)^2}{\mu_{oil}} (y_w^{\max} - y_w)$$

式 11

$$R_2 = K_2 \frac{1}{As \cdot Wax \cdot \mu_{oil}} y_w$$

式 12

式中： y_w 为实际含水率； R_1 和 R_2 分别为水的吸收速率和释出速率； As 为油中沥青含量； Wax 为油中石蜡含量； K_1 ， K_2 分别为吸收系数和释放系数。

5.4.2 溢油情景及工况

5.4.2.1 溢油情景

本次溢油点预设 为 泉金航线与路由线的交汇点，位点坐标为 $24^{\circ}32'58.64''N$ ， $118^{\circ}28'39.82''E$ （图 5.4-1），该区域地形束窄、航线弯曲、船只来往频繁，碰撞事故发生风险较大。

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），项目施工期可能最大水上溢油事故溢油量按照施工船舶的 1 个燃料油边舱容积确定，为 30t。预测不利泄漏方式的影响即一次性泄漏。预测时间范围为溢油开始后 72 小时。本次溢油评价目标包括溢油扫海面积（油粒子轨迹外围包络线范围）、油料漂移至各敏感区的最短时间、进入敏感区方向及大概位点估计。

表 5.4-1 事故溢油情景一览表

事项	情景说明
开始时间	低平潮/高平潮
地点	$24^{\circ}32'58.64''N$ ， $118^{\circ}28'39.82''E$ （泉金航线与路由线交汇点）
油种	船用柴油，密度取 0.855 g/ml
溢油量	30 t
不利泄漏方式	一次性泄漏
预测时长	72 h
预测目标	扫海面积、首次进入各敏感区的位点及用时、可能影响程度

5.4.2.2 溢油方案

海上油料漂移与风况和海水运动息息相关，本次溢油风险评估工况共 6 个，为风况和潮流过程组合方案。夏季主导风向为 S，平均风速 2.47 m/s，冬季主导风向为 E，平均风速

2.5 m/s，由于拟设溢油点西部厦门岛周边布有较多重要敏感区，因此不利风向定为 E，平均风速为 2.5 m/s。潮流过程主要考虑涨、落潮两阶段的差异，溢油起始时刻分为低/高平潮两种情况。具体工况见表 5.4-2。

表 5.4-2 事故溢油工况一览表

泄漏位置	工况	风况	潮型
泉金航线与路由线交汇点	工况 1	冬季主导风向 (E, 2.5m/s)	高平潮
	工况 2	冬季主导风向 (E, 2.5m/s)	低平潮
	工况 3	夏季主导风向 (S, 2.47m/s)	高平潮
	工况 4	夏季主导风向 (S, 2.47m/s)	低平潮
	工况 5	不利风向 (E, 2.5m/s)	高平潮
	工况 6	不利风向 (E, 2.5m/s)	低平潮

5.4.3 各工况溢油情况

各工况对敏感区的溢油风险影响有所不同。总体来看，油料在偏东风或高平潮泄漏，其在 72h 内形成的扫海面积、涉及的生态红线区相对较大、较多，油料扫海轨迹多沿湾外海域总体向西南漂移。而偏西、南风或低平潮期泄漏则使油料漂移轨迹整体更局限于湾内，油料在湾内海岛、岸线上附着，扫海面积相对较小。具体情况如下：

工况 1：油料在冬季主导风 (E, 2.5m/s) 作用下，高平潮期泄漏时，油料 72 h 的扫海面积约 915.1 km² (图 5.4-2)，油料从溢油点沿金门岛南侧向西南向漂移，先后经过金屿至围头重要自然岸线保护海域生态保护红线区、围头角海洋自然景观与历史文化遗产生态保护红线区、围头湾重要渔业水域生态保护红线区和泉州东部重要渔业水域生态保护红线区，分别用时 8 h 40 min、12 h、21 h 40 min 和 63 h 20 min。

工况 2：油料在冬季主导风 (E, 2.5m/s) 作用下，低平潮期泄漏时，油料 72 h 的扫海面积约 419.9 km² (图 5.4-3)，油料从溢油点沿金门岛北侧向西漂移，先后经过黄厝海洋保护区海洋生态保护红线区、同安湾口海洋保护区海洋生态保护红线区和厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区，分别历时 39 h 40 min、40 h 和 52 h 20 min。

工况 3：油料在夏季主导风向 (S, 2.47m/s) 作用下，高平潮期泄漏时，油料 72 h 的扫海面积约 1080.0 km² (图 5.4-4)，部分油料在 S 风作用下附着于围头湾岸线，少部分油料随落潮流漂移出围头湾，最终向西南向漂移。油料先后经过围头角海洋自然景观与历史文化遗产生态保护红线区、金屿至围头重要自然岸线保护海域生态保护红线区、围头湾重

要渔业水域生态保护红线区、塘东重要滨海湿地生态保护红线区、小白屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区、泉州东部重要渔业水域生态保护红线区、镇海角南侧重要渔业水域生态红线区和东碇岛领海基点特殊保护海岛生态红线区，分别历时 8 h 20 min、8 h 40 min、9 h 20 min、11 h 20 min、35 h 40 min、38 h 20 min、70 h 20 min 和 71 h。

工况 4：油料在夏季主导风向（S，2.47m/s）作用下，低平潮期泄漏时，油料 72 h 的扫海面积约 116.5 km²（图 5.4-5），油料在 S 风的作用下向北漂移，72 h 内，部分油料附着于岸线，部分油料仍在溢油点周边约 6 km 范围内随涨落潮流漂移。油料漂移路径涉及敏感区相对较少，先后经过小白屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区和围头湾重要渔业水域生态保护红线区，分别用时 14 h 40 min 和 23 h 20 min。

工况 5：同工况 1。

工况 6：同工况 2。

工况 7：油料在静风条件下，高平潮期泄漏时，油料 72 h 的扫海面积约 511.3 km²（图 5.4-6），油料总体从溢油点沿金门岛南侧向西南漂移，先后经过金屿至围头重要自然岸线保护海域生态保护红线区、镇海角南侧重要渔业水域生态红线区和东碇岛领海基点特殊保护海岛生态红线区，分别历时 11h 40 min、44 h 20 min 和 69 h 40 min。

工况 8：油料在静风条件下，低平潮期泄漏时，油料 72 h 的扫海面积约 412.0 km²（图 5.4-7），油料从溢油点总体沿金门岛南北两侧向西南向漂移，由于起始于低平潮，金门岛北侧油料较多，多数油料最终在金门岛-厦门岛-鼓浪屿-大小嶝岛之间的岸线上附着。油料漂移先后经过小白屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区、黄厝海洋保护区海洋生态保护红线区和同安湾口海洋保护区海洋生态保护红线区，分别历时 20 h 40 min、64 h 40 min 和 66 h。

总体而言，溢油事故的影响范围较大，应从避免船只事故发生、泄漏源控制、溢油收集和溢油处置等方面采取相应控制措施，准备好相关处理设备以对溢油进行有效的处理，清理以及回收，使油品泄漏对环境和生态的危害及经济损失降至最低。

表 5.4-3 风险事故溢油到达敏感点最短历时一览表

溢油到达敏感点历时	围头湾重要渔业水域生态保护红线区	镇海角南侧重要渔业水域生态红线区	东碇岛领海基点特殊保护海岛生态红线区	黄厝海洋保护区海洋生态保护红线区	厦门东部海洋保护区海洋生态保护红线区	塘东重要滨海湿地生态保护红线区	围头角海洋自然景观与历史文化遗产生态保护红线区	金屿至围头重要自然岸线保护海域生态保护红线区	小白屿海洋自然景观与历史文化遗产生态保护红线区	同安湾口海洋保护区海洋生态保护红线区	泉州东部重要渔业水域生态保护红线区
工况1/工况5	21h40min						12h	8h40min			63 h 20 min
工况2/工况6				39h40min	52 h 20 min					40hn	
工况3	9h20min	7h20min	71h			11h20min	8h20min	8h40min	30h40min		38h20min
工况4	23h20min								14h40min		
工况7		44h20min	69h40min					11h40min			
工况8				64h40min					20h40min	66h	

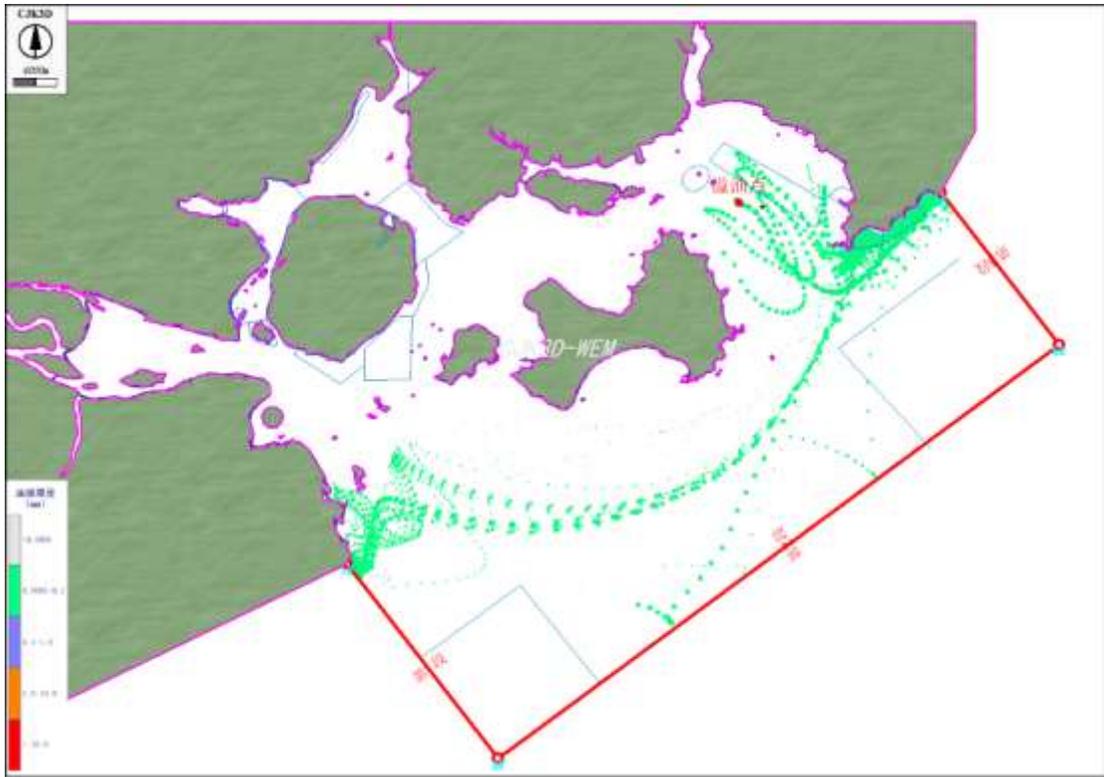


图 5.4-2 工况 1 冬季主导风向 (E, 2.5m/s), 高平潮

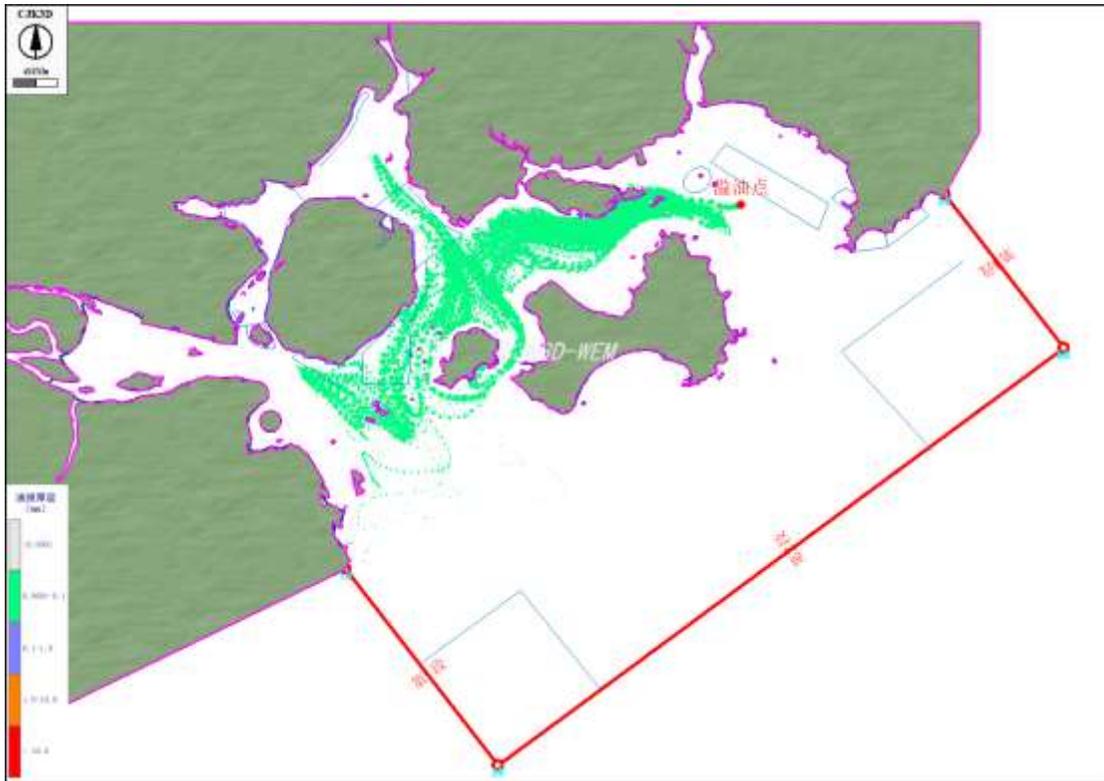


图 5.4-3 工况 2 冬季主导风向 (E, 2.5m/s), 低平潮

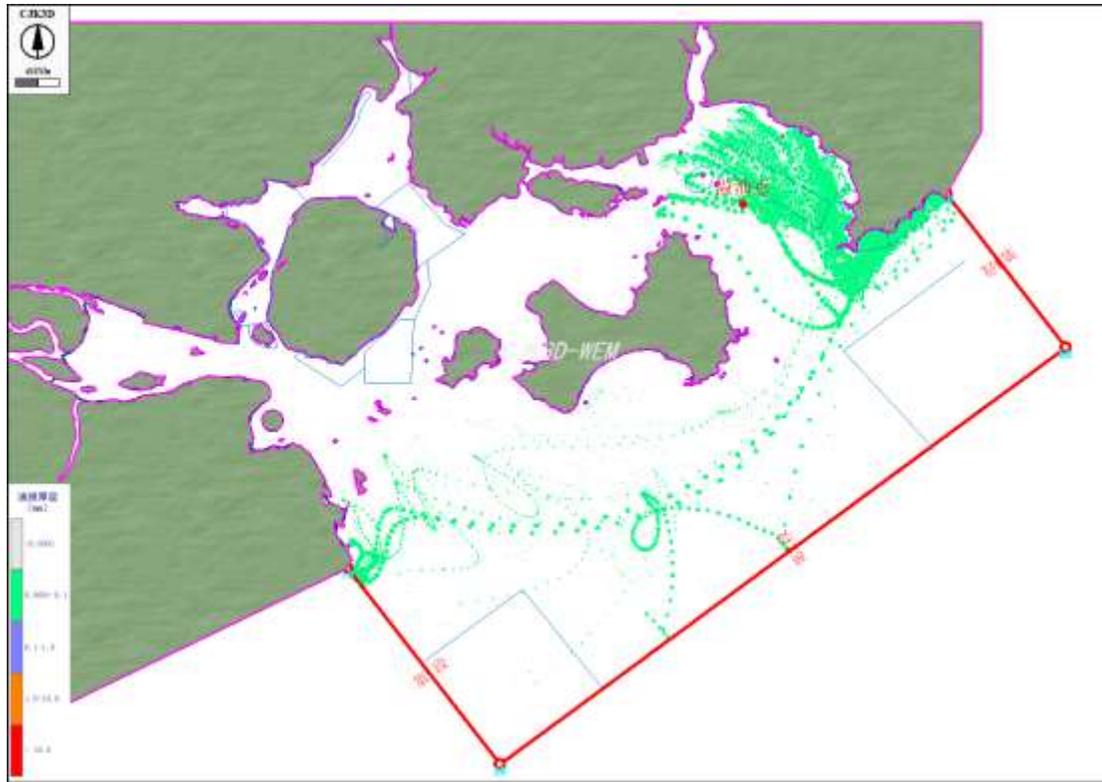


图 5.4-4 工况 3 夏季主导风向 (S, 2.47m/s), 高平潮

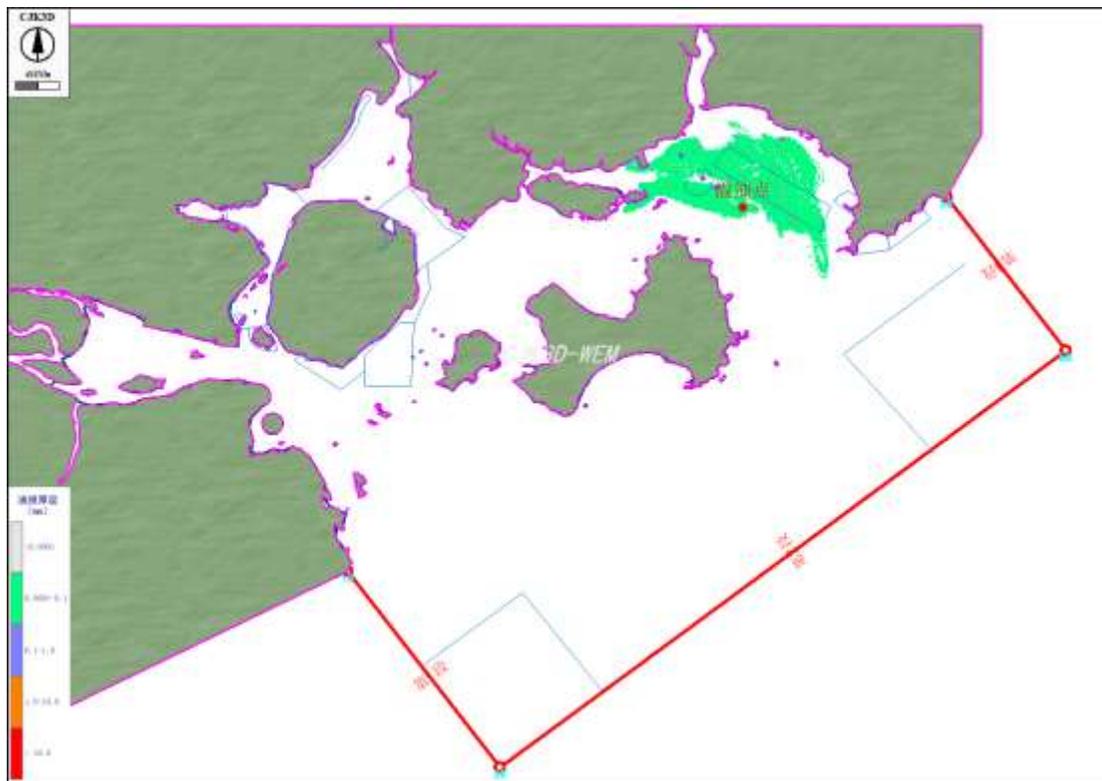


图 5.4-5 工况 4 夏季主导风向 (S, 2.47m/s), 低平潮

工况 5 同工况 1，工况 6 同工况 2。

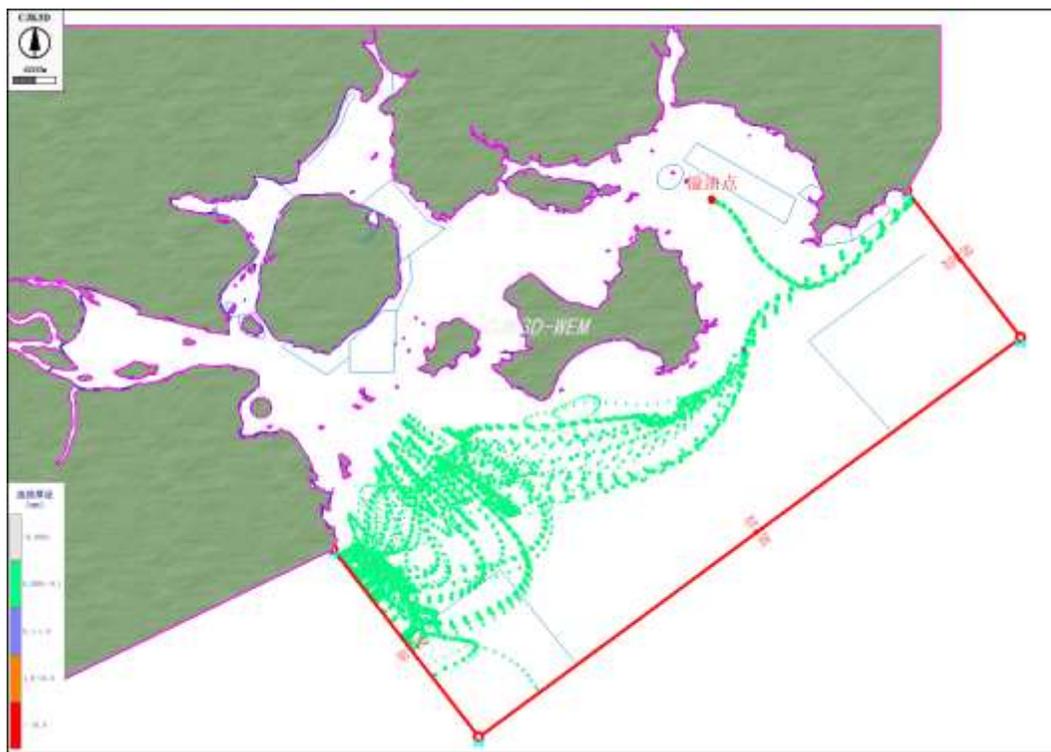


图 5.4-6 工况 7，静风，高平潮

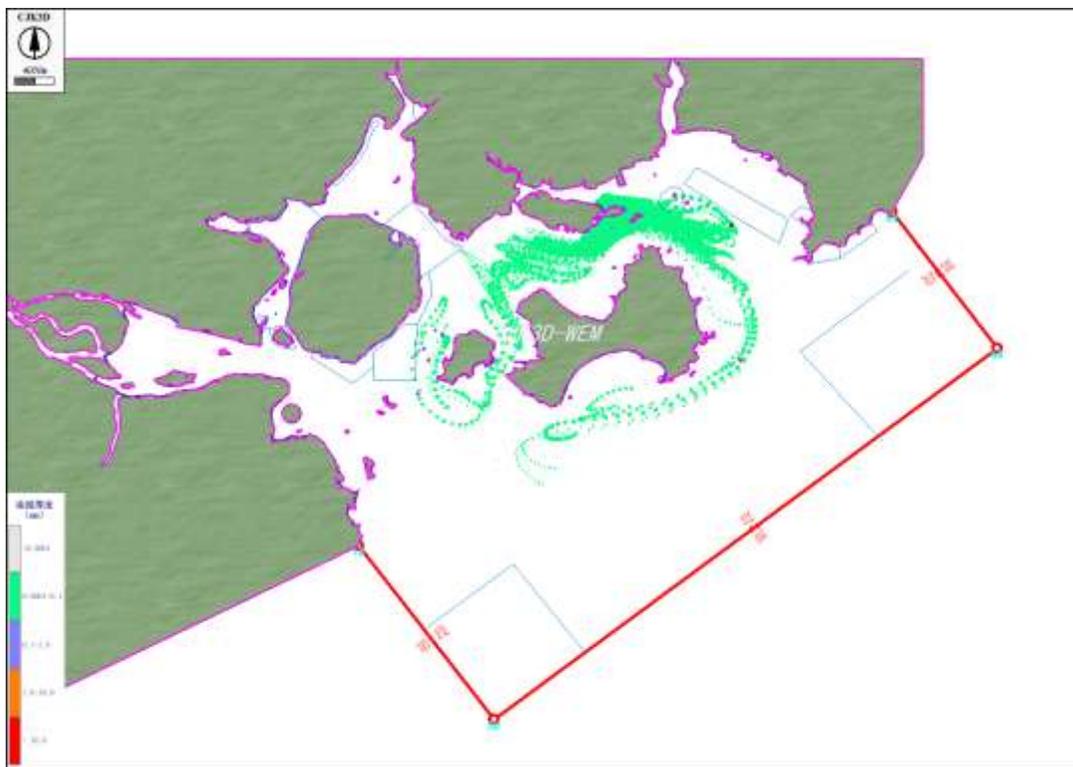


图 5.4-7 工况 8，静风，低平潮

5.5 排海管破裂或断裂的风险

本工程排海管道自南安市石井海峡科技生态城 3 号地块南侧下海，路由穿越菊江航道、泉金航道。由于管道穿越航道，船舶抛锚时有损坏排海管道的风险。

5.5.1 预测模型

(1) 模型建立与验证

本次数值模拟采用《CJK3D 水环境数值模拟系统》（CJK3D-WEM），模型的建立与验证见 4.1.1 节海洋水文动力数学模型。

(2) 模型计算

模型计算分两个阶段：

①认为事故发生后 24h 内即可被察觉并停止事故排放，故排污口端污染物事故排放时间为 24h，该阶段污染物不断排出并随潮流扩散。

②事故排放 24h 后，排污口处不再排污，排出污染物随潮流自由扩散至污染物浓度基本消失。

事故排放结果中污染物扩散的最大范围指以上两个扩散范围的并集。

(3) 模型网格

在原网格基础上对事故点进行局部加密，不影响模型验证情况。加密情况见图 5.5-1。



图 5.5-1 模型计算网格

5.5.2 事故情景

相较于泉金航道，菊江航道的水深较浅，周边渔船出没较多，从事故的发生概率以及对环境的影响程度角度考虑，假设断裂处位于管道与菊江航道航道的交会处，单根管道破裂（单根管道污水量为 8 万 t/d）。管道断裂导致事故排放的尾水为正常排放浓度。事故发生点详见见图 5.5-2。

5.5.3 计算因子与源强

排海管道断裂事故发生概率相对较低，污染物预测可选取具有代表性的因子，本报告为了更好的比较近岸排放与深海扩散器排放的区别，最终确定本次评价的预测因子同正常排放预测因子，为氰化物、总镍、六价铬、COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮。各计算因子源强同正常排放方案。事故排放源强详见表 5.5-1。

表 5.5-1 事故污染物排放源强一览表

最终排放	氰化物	总镍	六价铬	COD _{Mn}	总磷	总氮
排放浓度 (mg/L)	0.0575	0.0126	0.0051	20.3	0.513	15.125

5.5.4 本底值及标准值

本底值选取事故发生点附近监测站位的最大值。氰化物、总镍、六价铬、COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮的本底值分别取为 0.0005mg/L、0.00103mg/L、0.00068mg/L、1.79mg/L、0.049mg/L、0.329mg/L（表 5.5-2，表 5.5-3）。

表 5.5-2 2019 年 5 月调查站位监测结果（部分）

单位：mg/L

点位	氰化物	总镍	六价铬	COD _{Cr}	活性磷酸盐	无机氮
W16	/	/	/	0.56	0.041	0.329
W23	/	/	/	0.67	0.029	0.226
W27	/	/	/	0.55	0.045	0.304
W28	/	/	/	1.79	0.049	0.308
最大值	/	/	/	1.79	0.049	0.329

表 5.5-3 2019 年 11 月调查站位监测结果（部分）

单位：mg/L

点位	氰化物	总镍	六价铬	COD _{Cr}	活性磷酸盐	无机氮
18	<0.0005	0.00081	0.00063	0.36	0.023	0.144
19	<0.0005	0.00103	0.00063	0.38	0.026	0.154
20	<0.0005	0.00092	0.00068	0.36	0.024	0.18

最大值	<0.0005	0.00103	0.00068	0.38	0.026	0.18
-----	---------	---------	---------	------	-------	------

(2) 水质标准

根据项目用海区域近岸海域环境功能区划，事故发生点位于位于围头湾二类区，水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）二类海水水质标准。二类海水水质标准中氰化物、COD_{Mn}、总镍、六价铬、活性磷酸浓度分别为 0.005mg/L、3mg/L、0.010mg/L、0.010mg/L、0.030mg/L。

5.5.5 预测结果

(1) 氰化物

图 5.5-3、图 5.5-4 分别为氰化物事故排放浓度增量范围、氰化物事故排放叠加本底浓度范围图。计算结果表明，氰化物浓度增量最大值约为 0.0105mg/L，叠加本底值后约为 0.011mg/L，局部超二类海水水质，超标面积 175.6m²。

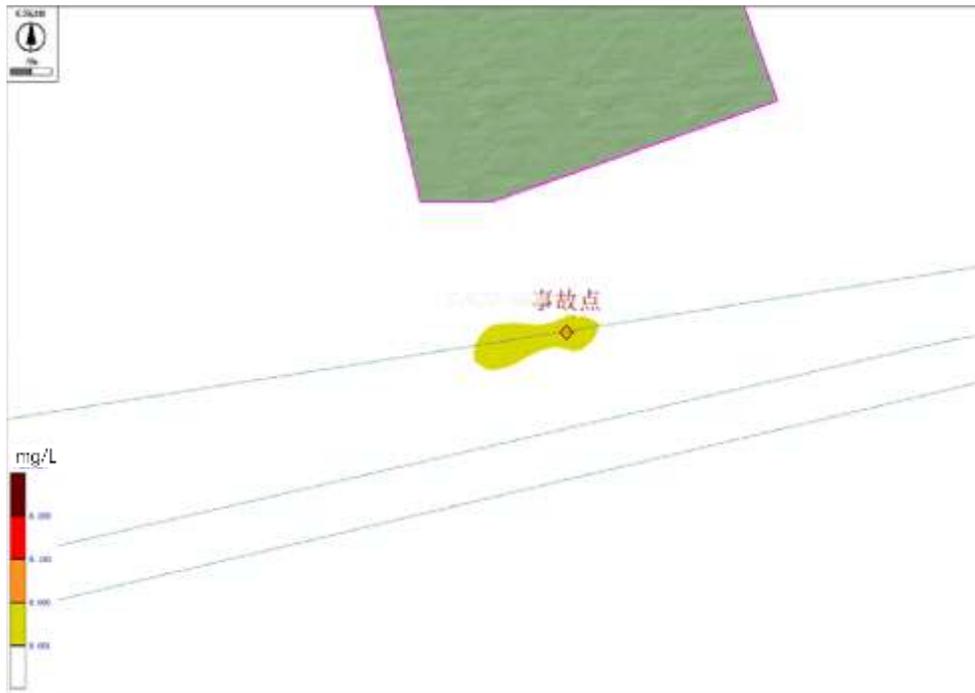


图 5.5-3 氰化物事故排放浓度增量范围



图 5.5-4 氰化物事故排放叠加本底浓度范围

(2) COD_{Mn}

图 5.5-5、图 5.5-6 分别为 COD_{Mn} 事故排放浓度增量范围、COD_{Mn} 事故排放叠加本底浓度范围图。计算结果表明，COD_{Mn} 浓度增量最大值约为 3.76mg/L，叠加本底值后约为 5.55mg/L，超二类海水水质标准，超标面积 350.4m²，局部超四类海水水质标准，超标面积 175.6m²。

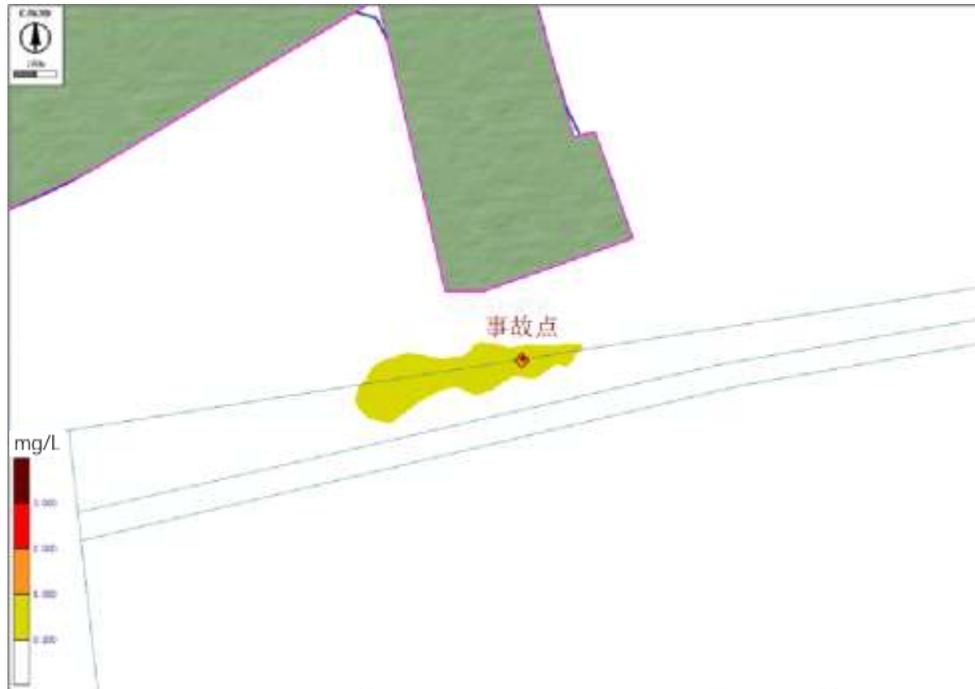


图 5.5-5 COD_{Mn} 事故排放浓度增量范围



图 5.5-6 COD_{Mn} 事故排放叠加本底浓度范围

(3) 总镍

图 5.5-7、图 5.5-8 分别为总镍事故排放浓度增量范围、总镍事故排放叠加本底浓度范围图。计算结果表明，总镍浓度增量最大值约为 0.0023mg/L，叠加本底值后约为 0.0033mg/L，满足一类海水水质标准。



图 5.5-7 总镍事故排放浓度增量范围



图 5.5-8 总镍事故排放叠加本底浓度范围

(4) 六价铬

图 5.5-9、图 5.5-10 分别为六价铬事故排放浓度增量范围、六价铬事故排放叠加本底浓度范围图。计算结果表明，六价铬浓度增量最大值约为 0.0009mg/L，叠加本底值后约为

0.0016mg/L，满足一类海水水质标准。



图 5.5-9 六价铬事故排放浓度增量范围



图 5.5-10 六价铬事故排放叠加本底浓度范围

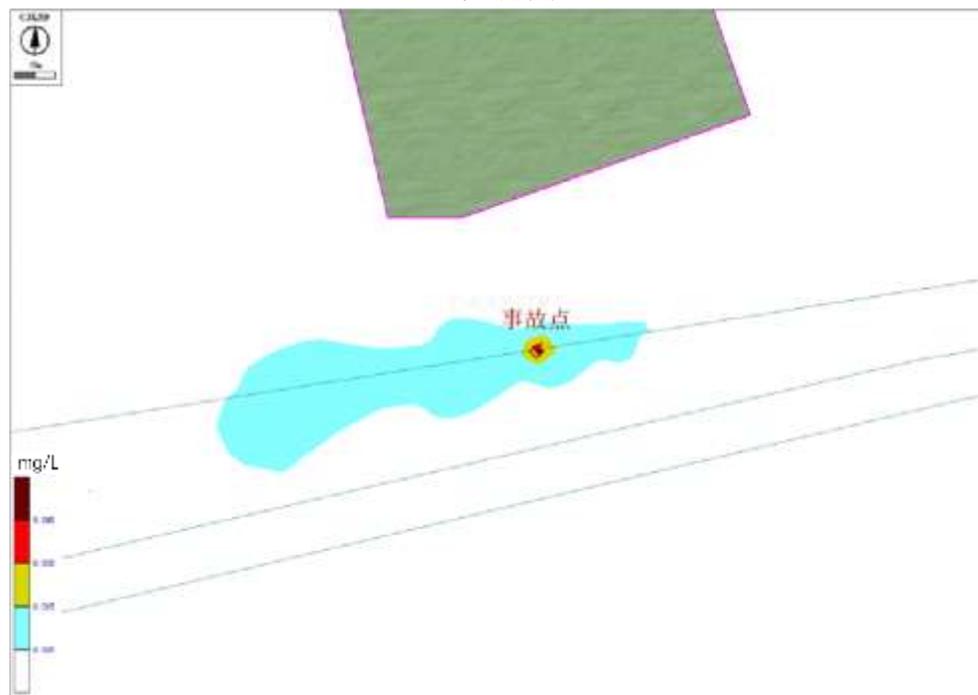
(5) 活性磷酸盐

图 5.5-11 为活性磷酸盐事故排放浓度增量范围图。计算结果表明，活性磷酸盐浓度增

量最大值约为 0.95mg/L。



a.大范围



b.小范围

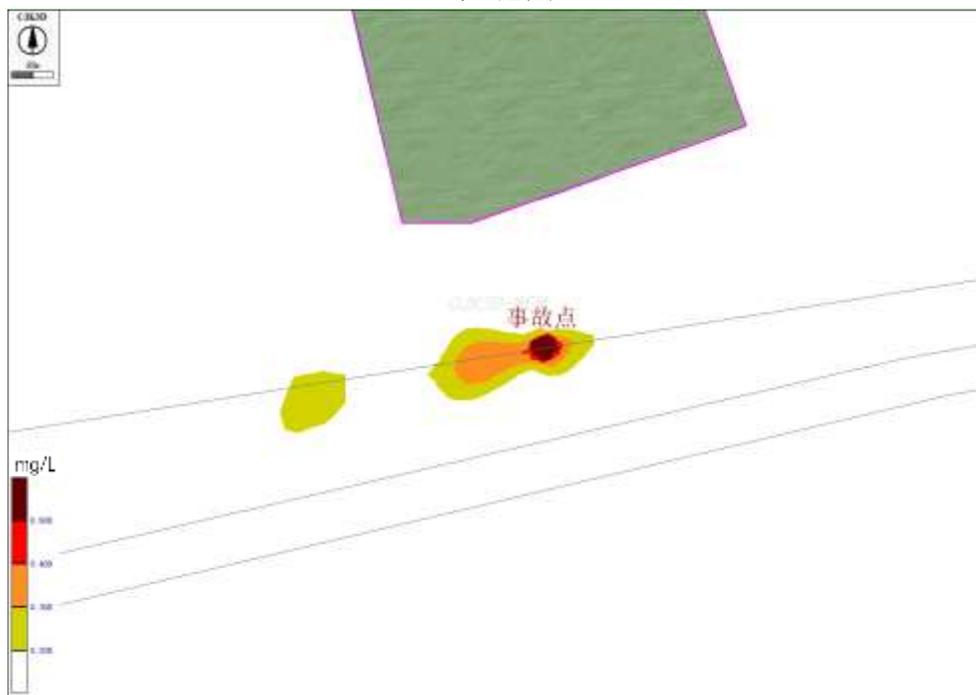
图 5.5-11 活性磷酸盐事故排放浓度增量范围

(6) 无机氮

图 5.5-12 为无机氮事故排放浓度增量范围。计算结果表明，无机氮增量最大值约为 2.8mg/L。



a.大范围



b.小范围

图 5.5-11 无机氮事故排放浓度增量范围

5.5.6 小结

排海管道在与菊江航道交汇处断裂，导致尾水未通过扩散器直接在水深较浅区域排放，造成氰化物浓度超过第二类海水水质标准的面积为 175.6m²；COD_{Mn} 浓度超过第二类海水水质标准的面积为 350.4m²。因此，管道在设计过程中应考虑到管道的安全稳定，同时在管道两侧要设置警示标志，避免船抛锚等对管道造成损坏。项目运行过程中应加强巡查，一旦发现管道破裂/断裂，及时抢修，并控制污水厂的进水。

5.6 尾水事故排放风险

5.6.1 预测模型

(1) 模型建立与验证

本次数值模拟采用《CJK3D 水环境数值模拟系统》（CJK3D-WEM），模型的建立与验证见 4.1.1 节海洋水文动力数学模型。

(2) 模型计算

模型计算分两个阶段：

①认为事故发生后 24h 内即可被察觉并停止事故排放，故排污口端污染物事故排放时间为 24h，该阶段污染物不断排出并随潮流扩散。

②事故排放 24h 后，排污口处不再排污，排出污染物随潮流自由扩散至污染物浓度基本消失。

事故排放结果中污染物扩散的最大范围指以上两个扩散范围的并集。

③计算思路同正常排放方案。

5.6.2 事故情景

根据资料收集及现场调查结果可知，南安市电镀集控中心污水处理厂目前已设置 2 个事故池，总容积 3000m³，“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂已建 13800m³ 的事故应急池及切换阀门，这两个污水厂因事故导致未经处理废水直接排入排海管道的概率很小。但考虑到这两个污水厂的废水未经处理直接排入海底管道的环境影响相对较大，因此，本报告考虑污水厂出现事故导致未经处理废水直接排放的风险，尾水事故排放发生在扩散器。

本工程排海管道收水范围为“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及周边污水处理厂，其

中涉及工业污水处理的有南安市电镀集控中心污水处理厂、“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂，其余均为生活污水处理厂。

(1) 氰化物、六价铬：4个污水处理厂中，南安市电镀集控中心污水处理厂进水水质中氰化物、六价铬浓度最高，且相较于其他污水处理厂高出很多。因此，氰化物、六价铬事故排放考虑南安市电镀集控中心污水处理厂事故排放，其余污水厂正常排放。

综上，考虑到南安市电镀集控中心电镀含铬、含氰等各股废水分质分流收集、处理、排放；因此，氰化物、六价铬事故排放条件下最不利工况为：南安市电镀集控中心污水处理厂单股废水事故排放，其他股废水正常排放（回用后）+其余污水处理厂正常排放（含1.1万t/d富余分配的排水量）。

(2) COD_{Mn}：4个污水处理厂中，“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂的进水水质中COD_{Cr}浓度最高，且规划其处理的水量相对较多。因此，COD_{Mn}事故排放考虑“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂事故排放，其余污水厂正常排放。

综上，COD_{Cr}事故排放条件下最不利工况为：“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂事故排放（其中5万t/d为远期规划排放量，1.1万t/d富余量考虑“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂的生活污水，合计出水6.1万t/d，）+其余污水处理厂正常排放。

5.6.3 计算因子与源强

由于污水厂出现事故导致未经处理废水直接排放的风险概率较低，因此计算因子选取毒性较大的氰化物、具有代表性的重金属六价铬以及代表性常规排放因子COD_{Cr}。

根据调查，规划进入南安市电镀集控中心污水处理厂的含氰废水约为0.0516万t/d（总进水量0.86万t/d的6%），含铬废水约为0.129万t/d（总进水量0.86万t/d的15%）因此，事故排放浓度如下：

(1) 氰化物浓度： $(90\text{mg/L} \times 0.0516 \text{万 t/d} + 0.3\text{mg/L} \times 0.375 \text{万 t/d} + 0.4\text{mg/L} \times 2.0 \text{万 t/d}) / 16 \text{万 t/d} = 0.347\text{mg/L}$ ；

(2) 六价铬浓度： $(180\text{mg/L} \times 0.129 \text{万 t/d} + 0.2\text{mg/L} \times 0.346 \text{万 t/d} + 0.001\text{mg/L} \times 2.0 \text{万 t/d}) / 16 \text{万 t/d} = 1.456\text{mg/L}$ ；

(3) COD_{Cr}浓度： $(80\text{mg/L} \times 0.4 \text{万 t/d} + 400\text{mg/L} \times 6.1 \text{万 t/d} + 50\text{mg/L} \times 9.5 \text{万 t/d}) / 16 = 184.19\text{mg/L}$ ，根据通常的换算方法，计算时取COD_{Cr}=2.5COD_{Mn}，则COD_{Mn}=73.68。

排海管道污水中污染物源强计算见表 5.6-1，计算结果见表 5.6-2。

表 5.6-1 排海管道污水中污染物源强计算一览表

污水处理厂	污染因子	氰化物 (mg/L)	六价铬 (mg/L)	COD _{cr} (mg/L)	排水量 (万 t/d)
南安市电镀集控中心污水处理厂	进水水质	90	180	180	含氰废水事故排放: (0.0516+0.375 ^①) 含铬废水事故排放: (0.129+0.346 ^②)
	出水水质标准	0.3	0.2	80	
“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂	设计进水水质	0.4	0.001	400	6.1 (含未分配的 1.1 万 t/d 富余量), 其中工业废水 2 万 t/d。
	出水水质标准	0.5	0.05	50	
南翼污水处理厂	进水水质	—	—	300	7
	出水水质标准	—	—	50	
南安市石井镇生活污水处理厂	进水水质	—	—	300	2.5
	出水水质标准	—	—	50	
排海管道事故排放	尾水	0.347	1.456	73.68	16

备注 1: 由于“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂设计进水水质中的氰化物及重金属标准严于排放标准 (城镇污水处理厂一级 A 标准), 因此尾水中氰化物及六价铬浓度以设计进水水质来计算。

备注 2: ①0.375 万 t/d={0.86 万 t/d (工业废水量) -0.0516 万 t/d (含氰废水量)}*{1-60% (回用率)}+0.0536 万 t/d (生活污水)

备注 3: ②0.346 万 t/d={0.86 万 t/d (处理水量) -0.129 万 t/d (含铬废水量)}*{1-60% (回用率)}+0.0536 万 t/d (生活污水)

表 5.6-1 事故污染物排放源强一览表

最终排放	氰化物	六价铬	COD _{Mn}
排放浓度 (mg/L)	0.347	1.456	73.68

5.6.4 预测结果

(1) 氰化物

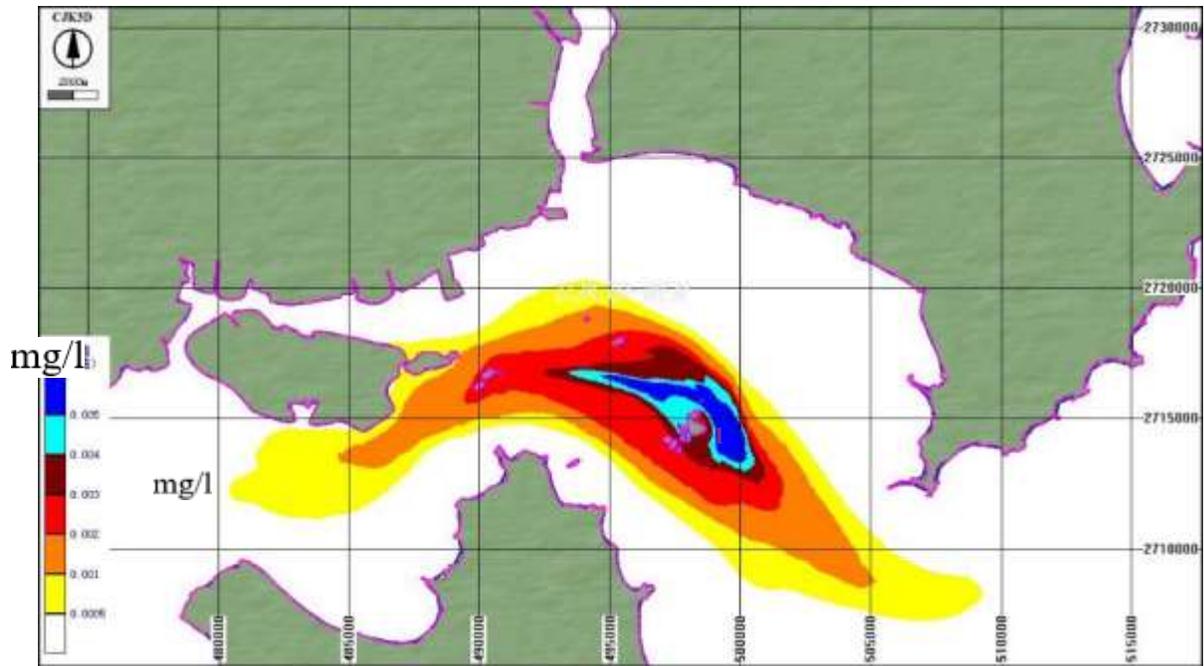


图 5.6-1 氰化物事故排放浓度增量范围

(2) COD_{Mn}

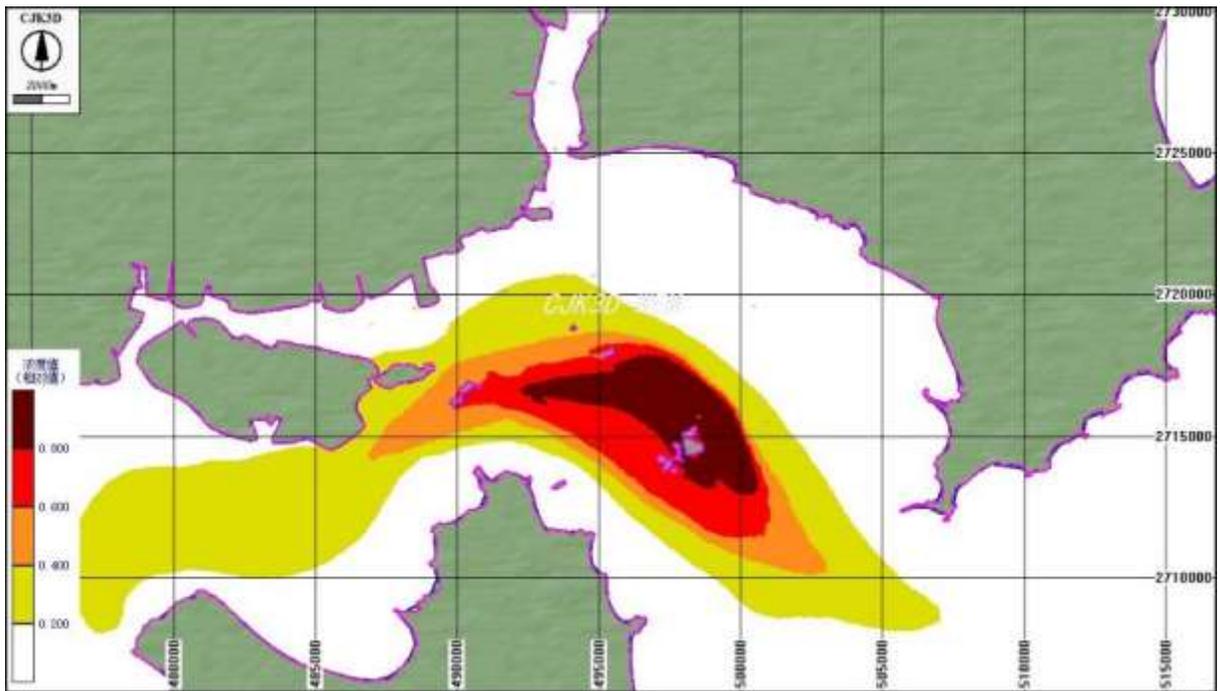


图 5.6-3 COD_{Mn} 事故排放浓度增量范围

(3) 六价铬

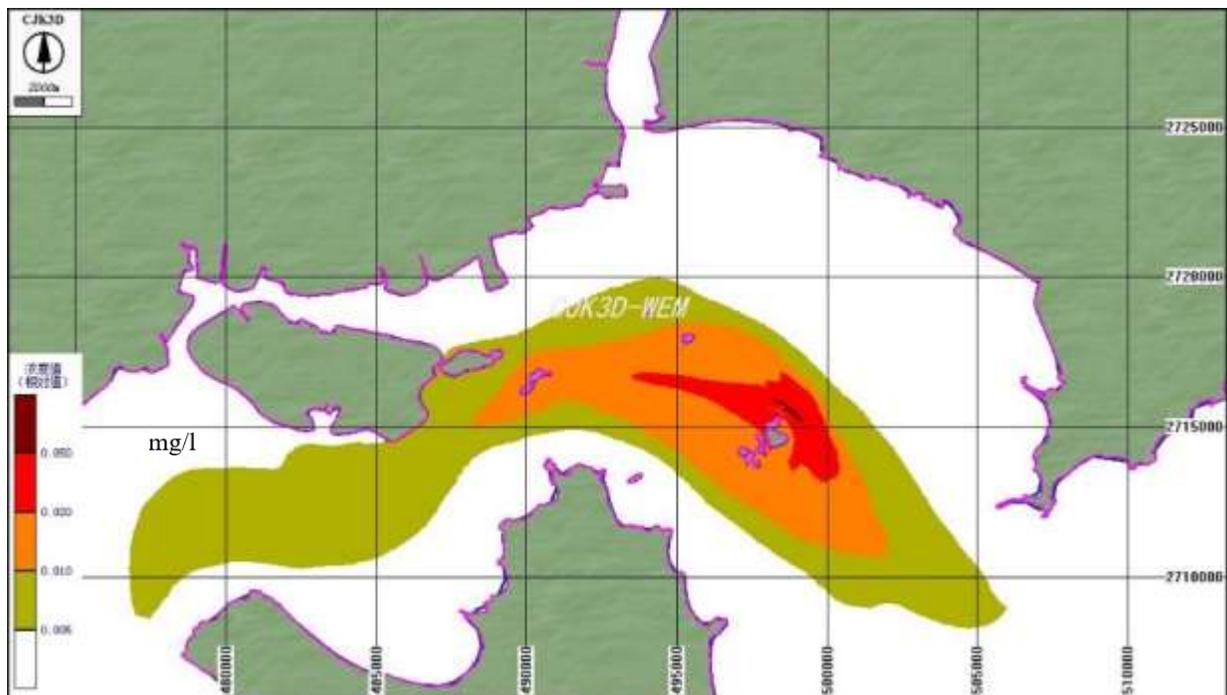


图 5.6-5 六价铬事故排放浓度增量范围

5.6.5 小结

根据数模预测结果可知，在事故情况下氰化物浓度增量最大值约为 0.027mg/L，超二类海水水质面积约 4km²。六价铬浓度增量最大值约为 0.112mg/L，超二类海水水质面积约 39km²。

由数模预测结果得出，南安市电镀集控中心污水处理厂污水未经处理直接排入排海管道会对周边海域水质造成一定影响。根据污水厂现场调查结果可知，

①南安市电镀集控中心污水处理厂目前已设置 2 个事故池，总容积 3000m³，能够容纳单股废水最大排放量+地面冲洗水排放量的 1 天容量。同时，为防止污水处理构筑物损坏时事故池有足够的容积暂存构筑物中的废水，考虑最不利的情况即污水构筑物有效容积最大的池子故障情况下所需缓存的废水量。污水厂混合废水调节池最大，其有效为 2140m³，可以满足事故情况下废水的暂存。

②南安市电镀集控中心污水处理厂厂区排污口分别独立安装在线流量、COD_{Cr}、总铜、pH、总氰化合物、总镍、六价铬在线监控设备，六价铬、总镍等污染物分别在各废水处理单元出口安装在线监控设备，能够及时发现异常，防止污水未经处理直接排入排海管道。

因此，南安市电镀集控中心污水处理厂污水未经处理直接排入排海管道的概率很小。

综上，一方面在严格监管南安市电镀集控中心污水处理厂排污口的尾水排放，另一方

面从排海管道进水口的集水池对进入排海管道的污水进行监管，可有效杜绝污水处理厂尾水未经处理排放导致事故的发生。在严格落实各污水处理厂应急预案提出的相关要求及本报告提出的各项环境风险防范措施的前提下，尾水事故排放环境风险是可控的。

5.7 台风、风暴潮对工程的风险分析

本工程建设工期 17 个月，可能会受到台风和风暴潮的影响。从区域内的气候特征可见，在 7~10 月份内，本工程施工期间易遭受台风和风暴潮的影响。为保障工程顺利实施，施工作业应避免在雨天、台风等不利条件下进行，并尽量缩短施工时间。海上工程应根据区域的台风灾害活动特点，安排好施工期，回避施工期间突遇的风暴潮灾害风险。

5.8 管道破损风险分析

管线事故原因主要是外来力(包括自然因素和外来人为因素)、腐蚀(包括内腐蚀和外腐蚀)、机械失效(包括由施工缺陷或材料缺陷造成的)和操作失误造成。

管道破裂引起污水泄漏为本工程最主要的风险之一，根据工程特点及工程所在场地特征，本工程潜在的管道事故诱因有：

(1) 地基不均匀沉降：从路由区岩土层工程地质特征来看，工程区场地分布有较厚的软弱土(淤泥)，存在地基不均匀沉降导致管道变形乃至破裂的风险。

(2) 锚害风险：本工程管道与泉金航道交叉、与石井二期航道距离较近，且扩散器段的上升管的喷嘴顶距离海床约 0.854m，喷嘴顶距离海面约 13.25m。因此存在船舶抛锚对海底排污管道造成损坏的风险。

(3) 此外，管道使用年限过久、管道腐蚀、管材质量以及地质灾害(如地震或塌陷)等都可能引起管道破损或破裂。

为此，本工程在设计过程中应考虑到管道的安全稳定，对所在场地进行基础处理，为避免船舶抛锚等对管道造成损坏，管道上方及管顶上部覆盖结构应有足够的安全技术保护措施，同时，在管道两侧及扩散器保护范围要设置警示标志；

并按规范配置风险防范设施，编制应急预案，做好风险防范工作，减小管道事故引起污水泄漏风险。

第六章 环境保护对策措施及其可行性论证

6.1 施工期环境保护措施与对策

6.1.1 水环境保护措施

(1) 施工营地设置临时厕所，生活污水收集后由专业运污水槽车运走后排入市政污水管网；施工生产废水应经隔油、沉淀处理后，可用于喷洒道路及施工场地。

(2) 管道开挖敷设应天气和海况良好、潮流较缓情况下作业，严禁在恶劣天气条件下施工。施工船舶严格按照设定路由范围区进行施工，开挖范围严格控制在设计范围内，严格控制开挖宽度和深度，减少悬浮泥沙的产生。

(3) 施工船舶执行铅封管理，每天产生的含油污水和生活污水不得随意排放，应经船舶自备处理装置处理或收集上岸后交由有资质的单位进行处理。

(4) 挖泥船和运输船都需装备有精确的自动监测设备和 DGPS 定位设备，从而实现高精度的定深开挖，提高开挖施工精度。

(5) 在开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生立即采取措施。

(6) 施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故。甲板上机械出现设备漏冒油时，立即停机处理，使用吸油棉及时吸取，并迅速堵塞泄水口，防止油水流入海中。

(7) 建议管道路由 KP0.08~KP5 中涉及采用后挖沟施工工艺的，改成施工悬浮泥沙影响较小的预挖沟施工工艺。

(8) 选择高质量的抛填石料，严格控制石料中的细颗粒泥沙，尽可能减小抛填作业的泥沙入海量。

6.1.2 海洋生态环境保护措施

6.1.2.1 施工期海洋生态环境保护措施

(1) 开挖作业应尽可能避开春末夏初鱼虾类等渔业资源集中繁殖的季节，并应尽量缩短工期，力争将施工对环境造成的不利影响降到最低水平。禁止在滩涂带设置施工区，减少潮间带的生态破坏。

(2) 沉管完成后，回填的覆盖物应采用中粗砂、贝壳等，营造、恢复适合文昌鱼生存的生境。

(3) 施工过程中应设置专人进行瞭望，如发现白海豚应立即停止施工，待白海豚离去再施工。

(4) 制定白海豚应急救援预案，一旦发现施工海域有中华白海豚异常情况发生，除停止施工作业外，施工单位和建设单位应立即与保护区主管部门联系，并积极配合保护区主管部门采取应急救助措施。应急救助措施应在有关专家的指导下进行，主要包括对受伤白海豚的捕捞、观察治疗、人工喂食等。

(5) 选择具有良好资质和相关工程经验的施工队伍，提高施工人员对中华白海豚及文昌鱼的保护意识。

(6) 施工期间，严格按照设定路由范围区进行施工，开挖范围严格控制在设计范围内，严格控制开挖宽度和深度。

(7) 建设单位应在施工前与需拆迁及受悬沙影响的养殖户进行充分沟通协调，尽早制定征迁补偿方案。

(8) 部分路由段管沟开挖采用水力喷射的施工方式，该施工方式悬浮泥沙含量较大，对海洋生态影响明显，建议尽量减少后挖沟的施工方式（尤其是路由段 KP0.08~KP5），建设单位应在工程附近海域开展鱼虾贝类增殖放流，并对放流效果进行跟踪监测，减少工程施工产生的悬浮泥沙对海洋生态的不利影响。

6.1.2.2 生物资源补偿措施

(1) 海洋生物资源补偿计算方法

根据中华人民共和国水产行业标准（SC/T9110-2007）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中“生物资源损害赔偿和补偿计算方法”中鱼卵、仔稚鱼、底栖生物经济价值的计算，其补偿年限（倍数）确定按以下原则：

- ◆ 施工对水域生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的补偿年限均按不低于20年计算；
- ◆ 占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于3年的，按3年补偿；占用年限3年~20年的，按实际占用年限补偿；占用年限20年以上的，按不低于20年补偿；
- ◆ 一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的3倍；

◆ 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年~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。

(2) 海洋生物资源经济损失量价值计算

➤ 鱼卵、仔稚鱼经济价值的计算

鱼卵、仔稚鱼经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下列公式计算：

$$M = W \times P \times E$$

式中：

M—鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元（元）；

W—鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个（个）、尾（尾）；

P—鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按5%成活率计算，单位为百分比（%）；

E—鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元每尾（元/尾）。按照目前平均为0.5元/尾，渔业资源按10元/kg计。

本工程施工期间悬浮泥沙造成的鱼卵、仔稚鱼与游泳动物的持续性受损量分别为 $3.2 \times 10^5 \text{ind.}$ 、 $2.8 \times 10^5 \text{ind.}$ 、 $2.5 \times 10^2 \text{kg}$ 。经计算，鱼卵损失的经济价值为1600元，仔稚鱼损失的经济价值为7000元，渔业资源损失的经济价值为2500元，因此施工期鱼卵、仔稚鱼、渔业资源损失总额为1.11万元。

运营期污水排放造成混合区内鱼卵、仔稚鱼持续性损害受损量分别为 $2.2 \times 10^3 \text{ind./a}$ 、 $1.9 \times 10^3 \text{ind./a}$ 。经计算，运营期一年的鱼卵损失的经济价值为11.3元，仔稚鱼损失的经济价值为47.5元，因此运营期污水排放造成混合区内鱼卵、仔稚鱼一年损失总额为58.5元。

➤ 底栖生物经济价值的计算

底栖生物经济损失按下列公式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M—经济损失额，单位为元（元）；

W—生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E—生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算（如当年统计资料尚未发布，可按上年度统计资料计算），单位为元每千克（元/kg）。按照目前贝类的平均价格为 10 元/kg。

施工造成的底栖生物损失 26.38t。因此，施工造成的底栖生物损失的经济价值为 26.38 万元。

由于施工引起的悬浮泥沙对生物和水质的影响是暂时的，随着工程施工的结束，泥沙的沉降作用，水质将逐渐恢复，其对海洋生物的影响也将得以消除。由于本工程管道（扩散器除外）均埋设于海床面下，施工结束后，经过一段时间能够恢复。

因此，本工程施工期间引起的悬浮泥沙对海域的实际影响年限低于 3 年，按 3 年补偿，补偿金额=3×（鱼卵仔稚鱼+游泳动物经济价值）=3×1.11 元=3.33 万元。管道埋埋设过程作为一次性生物资源的损害，补偿金额为 3 倍损害额=3×26.38 万元=79.14 万元。

本工程申请用海年限为 40 年，因此持续性生物资源损害的补偿按 40 年计，补偿金额为 40×58.5 元=2340 元。

综上所述，本工程造成的海洋生物资源经济价值总损失值为 82.704 万元。

（3）生态补偿措施

建设单位可以采用缴纳海洋生态补偿金方式进行海洋生态损害补偿或采取生态修复工程方式进行海洋生态损害补偿，补偿金交由相关主管部门统筹安排海洋生态损害补偿。

海洋生态损害补偿主要用于清理海洋（海岸）垃圾、清理海域污染物、改善海域水质、海底清淤与底质改造、海岸带生境（沙滩、红树林、盐沼）修复、渔业资源增殖放流、海洋生态保护区、海洋特别保护区保护、其他海洋生态保护、修复和治理活动等。

6.1.2.3 养殖区征迁、补偿

本工程用海占用和悬浮泥沙影响范围内的海水养殖部分超出南安市、晋江市规定的清退范围。建设单位应在施工前与受影响的养殖户进行充分沟通协调，取得其理解和支持，尽早制定征迁补偿方案，并尽快落实具体赔偿协议，避免发生纠纷。南安市石井镇承诺，会协助建设单位做好养殖户的征迁补偿工作（附件 12）。考虑海水养殖的季节性变化，本工程建设如占用或影响到晋江范围内海水养殖户，由石井镇人民政府协同建设单位一同做好利益相关者的征迁补偿工作（附件 13）。

随着养殖清退工作的开展，排污口附近、石井 5000 吨级通海航道东侧晋江养殖中不

符合规划的海水养殖将进一步减少。考虑尾水长期排放所带来的累积性影响，本工程应加强运营期排污口附近海水水质、海洋生物质量、海洋生态等环境监测，发现问题及时查找原因并加以整改，防止污水事故排放。

6.1.3 陆域生态保护措施

(1) 在施工场地设置临时的雨水排水沟道，减少水土流失。

(2) 严禁施工材料乱堆乱放，划定适宜的堆料场；弃土和施工废料作到及时清运。施工结束后，要进行现场清理，采取恢复措施（恢复原状）。

(3) 提高工程施工效率，缩短施工时间，减少裸地的暴露时间。

6.1.4 大气环境保护措施

(1) 物料堆场要完全密闭，禁止露天堆放，不能完全密闭的，要采用防尘网（布）全覆盖，并配备必要的喷淋设施。

(2) 对运输路线洒水，保持路面一定湿度；运输车辆应当采取密闭、覆盖方式进行运输，装车物料最高点不得高出车厢上沿；运输车辆进入施工场地应低速行驶，或限速行驶，减少产尘量；施工场地设置围挡。

(3) 清运杂土必须使用封闭车，现场要有专人负责管理，渣土清运时，应当按照批准的路线和时间到指定的地点倾倒。

(4) 施工过程中还应经常对机械设备进行维修保养，避免其非正常排放废气。

(5) 建设单位与施工船舶应加强船舶管理，使各项性能参数和运行工况均处于最佳状态，使用低硫分的燃油，以减少 SO₂ 等尾气的排放，确保船舶大气污染物排放符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案》各项要求，减少大气污染物排放。

(6) 合理安排施工作业，在大风天气避免进行围堤破除、开挖等容易产生扬尘的施工作业，必要时采取喷雾洒水减少扬尘产生。

6.1.5 声环境保护措施

(1) 施工时应进行良好的施工管理，严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）控制施工场界噪声排放。

(2) 合理选择施工机械、施工方法，优先选用性能良好的低噪施工设备，日常注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

(3) 合理安排施工工序，通过车辆减速、禁鸣喇叭，必要时采取施工时段避让等措施降低施工噪声影响。

6.1.6 固体废物污染防治措施

(1) 施工船舶垃圾禁止直接排入海域。施工船舶上应配备生活垃圾和机械保养固体垃圾分类收集设施，对船舶垃圾实施分类收集。船舶应配设《船舶垃圾管理记录簿》。船舶垃圾收集后应通过有偿服务，委托专业、有资质的船舶垃圾回收服务公司落实接收处置。

(2) 管道施工产生淤泥、渣石等，及时运至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程实施陆域回填。

(3) 建筑垃圾尽可能回收再利用，对于小部分未能利用的建筑垃圾、渣土以及围堤拆除的土石方，及时清运至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程实施陆域回填。

(4) 陆域生活垃圾设垃圾桶收集，由当地环卫部门统一清运处理。

6.2 运营期环境保护措施与对策

(1) 管道内外都应采取合适的防腐措施，以减小管道渗漏风险避免对水环境造成污染。

(2) 排污口及排污管网均应设立专门的工作岗位，专职管理，按班操作，并应有完善的岗位制度和详细的操作规程，应有检查考核责任制。确保排污口、排污管网正常发挥作用。

(3) 尾水扩散器（含排污口）处应设立明显的警示标志，标明管口离岸距离，防止小船撞击事故。

(4) 对污水尾水排放管应经常进行检查巡视，预防管道破裂事故发生。

(5) 加强排污口监测及对污水排放的海域生态环境质量及赤潮的跟踪监测，制定海洋生态风险防范与应急预案。

(6) 南安市沿海片区污水厂出水水量如达不到排海管设计规模（16 万 m^3/d ）时，应关闭部分上升管喷口阀门，增加管道流速，防止管道堵塞。

(7) 建议南安市沿海片区处理厂在有条件的前提下，将尾水处理达到相应标准后进行中水回用，提高尾水的中水回用率，减少尾水排放量，从而进一步的减轻污水排放对海

洋生态环境的影响。

(8) 在项目运行过程中应加强巡查，按计划定期对排海管道及扩散器进行检修，防止管道因被腐蚀、破损而发生泄漏事故。

6.3 风险事故防范与应急措施

6.3.1 污水事故排放风险防范措施

(1) 采用先进、成熟、可靠的工艺和设备，保证管道安全带压运行，提高整个生产过程的安全性。

(2) 管道应采用防腐材料和阴极保护相结合的方式。

(3) 采用先进的自动控制方案，并对某些与安全生产密切相关的控制参数采用自动调节及时发现问题，采取对策，防止事故发生。

(4) 经常对管道、阀门等设备进行检修，发现问题及时解决。

(5) 管道的焊接要严格执行有关的技术标准，保证焊接质量；管道材质和防腐措施应正确选用；定期进行清管、维护和检修，发现问题及时处理；避免管道爆管、穿孔和断裂而发生污水泄漏。

(6) 提高风险事故的防范意识，在不良的地质地段做好工程防护措施。

(7) 加强所衔接污水处理厂的环境保护管理，建立与污水处理厂的水质共享机制，对进、出水水质进行监测，密切注意水质变化，保证排污管道中污水符合排放标准：

①建立可靠的污水处理厂运行监控系统，在进水口和排污口安装水质连续在线自动监测系统，实现 24 小时在线监测，监控和预防发生事故性排放。一旦发生事故，立即停止不达标污水的排放；

②在污水处理厂运行中应采取措施避免事故排放，若污水厂需检修等情况，需将检修生产线相应污水引至其他生产线处理达标后排放；

③污水厂处理工艺设计参数以及处理设备、电源选择方面应留有余地，减少事故发生概率。

(8) 运营期间，建设单位定期进行管道路由沿线巡视，发现破坏、裸露或自由悬跨管道，及时进行维修更换或安全处理，避免管道泄漏事故发生。

(9) 建立一套民众参与监督制度，民众一旦发现事故排放而上报时，应给予奖励。

6.3.2 其他风险防范措施

(1) 加强对施工船舶作业人员的安全教育。施工船舶在施工期间应加强值班了望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作，认真落实巡回检查制度。

(2) 在施工前应通过当地海事部门发布施工航行通告，施工期间应服从港口管理部门的调度，注意与过往船只的相互避让，防止船舶碰撞，严禁无关船舶进入作业水域。

(3) 船舶必须接受海事和港口管理部门的协调、监督和管理，施工单位应配备必要的人员、海上安全保障设施，负责海上通信联系、船舶导航、引航、助航、航标指示、海事警报、气象海况预报等安全监督业务。

(4) 施工作业期间所有施工船舶必须按照交通部信号管理规定显示信号，在施工水域外围设置专门的警戒船或者浮筒，提醒航行船舶注意避让。

(5) 施工期在施工附近区域增设 CCTV 监控点，并在施工船舶上安装 AIS 系统，以便泉州 VTS 中心实时监控，防止潜在的风险事故。

(6) 施工船舶配备必要的通讯器材，一旦出现事故，确保第一时间与签订协议的清污单位以及泉州海域船舶污染应急指挥部联系上。

(7) 施工船舶应配置一定的吸油材料，发生船舶溢油事故时，对漏油船舶立即查找泄漏污染源，关闭阀门，封堵甲板出水孔（缝），并投放吸附材料，收集泄漏油污，及时控制油污扩散。

(8) 在施工作业期间，应加强同当地气象预报部门的联系。在恶劣天气条件，台风季节，要及时了解气象情况，充分了解热带风暴及台风预报，落实施工船只避风及转移方案，以免船舶事故的发生。

(9) 制定溢油事故风险防范应急预案，一旦发生溢油事故，及时采取溢油风险应急管理 and 防范措施。

6.3.3 应急预案

建设单位应建立风险组织管理体系，编制风险应急预案，并编制周围区域社会应急救援预案。

风险应急预案强调组织机构的应急能力，重点是组织救援响应协调机构的建立及要求，应急管理、应急救援各级响应程序是否能快速、安全、有效启动，对风险影响的快速、有

效控制措施。应急预案主要应包括以下方面内容：

6.3.3.1 应急救援及响应组织机构

海上排污管道应急预案应与污水处理厂、污水收集系统应急预案做到对接、联动。

应急预案应包括识别事故风险、可能的影响后果分析、事故发展趋势分析、优先保护的敏感目标与资源等内容，并绘制详细的控制与保护范围图。

6.3.3.2 应急联动机制

项目应建立与上级主管部门及所在地环境保护主管部门之间的应急联动机制，统筹配置应急救援组织机构、队伍、装备和物资，共享区域应急资源，提高共同应对突发环境事件的能力和水平。

当发生重大突发环境应急事件，企业应急指挥中心向上级主管部门、环保部门及他相关部门的联络汇报，配合地方人民政府及其有关部门的应急处置工作。

当政府及有关部门介入突发环境事件应急处置过程时，企业应全面配合政府及有关部门工作，企业应急指挥中心应配合政府及有关部门对突发环境事件的总体指挥，各应急小组根据政府及有关部门要求开展应急处置工作、环境应急专家组为政府及有关部门提供技术支持，应急装备和物资应根据政府及有关部门的要求随时调配使用。

6.3.3.2 事故现场应急措施

根据发生事故性质，配备现场应急抢救设施。一旦发生事故，根据预案立即关闭相关阀门，最大限度地控制泄漏量。

事故发生后，现场人员根据应急处理程序，一面进行现场抢救，一面拨打联动报警电话，然后向上级报告，同时指挥现场抢险，上级部门根据事故情况通知相关部门采取措施。

6.3.3.3 突发事故时水环境应急防范措施和应急预案管理

(1) 应急监测

由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据。

若发生污水泄漏入海，则应进行海域环境应急监测。

① 监测布点

海水水质监测点位需根据污水入海量、当时的潮期具体而定。

② 监测项目

选择氰化物、六价铬、总镍、COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮作为基本应急监测项目。

③监测频率

事故发生时，每 6 个小时采一次水样进行监测；险情得到控制后，每天采集一次水样进行监测，直至影响水域海水水质恢复到事故前的水平。

（2）应急防范措施和应急预案管理

①建设单位应与污水厂厂方共同建立《污水厂及排海管环境污染事故应急预案》，并报环保主管部门备案。

②建设单位应协同污水厂厂方确实落实污水厂尾水出水 24 小时在线监测监督及污水接管企业出水水质在线监测事宜，指定专人负责，一旦发现水质异常，应立即报告相关主管部门，查找原因，及时采取措施。

第七章 环境影响经济效益分析

环境经济效益分析是建设项目环境影响评价的一个重要组成部分，它是综合评判建设项目的环保投资是否能够补偿或在某种程度上补偿了由此可能造成的环境损失的重要依据。环境经济效益分析不仅需要计算用于环境治理、控制污染所需的投资和费用，还要同时核算可能受到的环境经济效益、社会环境效益和环境损失的损失。通常环境效益和污染影响带来的损失较难于用货币进行定量计算，因此，目前多采用定性与半定量的方法来讨论，以判断项目在经济效益、社会效益和控制环境污染等方面的得失。

7.1 环境经济效益分析

工程环境经济效益分析就是从投资费用和收益效果两方面因素来衡量建设项目的可行性，一般从经济、社会和环境效益三个方面来体现项目的总收益效果。

7.1.1 经济效益分析

根据《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排海工程可行性研究报告》（2020年3月），由经济效益费用流量表计算得出全部投资的经济内部收益率(EIRR)为7.64%，大于社会折现率6%，表明项目超过社会对资金的利益能力要求。

在社会折现率为6%时，全部投资的经济净现值(ENPV)为11127万元，大于零，说明该项目是可以接受的。通过以上计算，从国民经济的角度可以看出项目是可行的。

7.1.2 社会效益分析

南安市沿海污水处理厂尾水深海排放工程位于围头湾海域，该工程为南安市沿海污水处理厂尾水排海的重要配套设施。南安市沿海污水处理厂规划设计的总规模为16万m³/d。南安市沿海的污水量随之呈明显的上升趋势，目前南安市沿海污水处理厂的处理流量最高已达到了1.77万t/d，随着园区企业落地及污水的纳入，污水量不断增加，不仅给污水厂带来巨大的负荷，同时对于尾水的排放去向和处置也是一个巨大的挑战。南安市沿海污水处理厂尾水深海排放管作为南安市沿海片区污水厂尾水排海的重要配套设施，排海管的建设为将来更多区域的污水能纳入南安市沿海污水厂处理起到至关重要的作用。

7.1.3 环境效益分析

本工程建设完成后对改善围头湾海域整体水质状况起到积极作用，其环境效益主要从

两方面考虑，一是本工程实施后促进工程所衔接的 4 个污水厂的收水率，整体上大大削减了陆源入海污染物负荷；二是本工程建成后能够实现陆源污染物离岸排放，有利于污染物的稀释扩散。

7.1.3.1 污水厂对区域氮、磷削减情况

(1) 现状削减情况

根据已建三个污水处理厂年度监测报告可知，污水处理厂的氮、磷现状处理情况，见表 7.3-1。

表 7.3-1 污水处理厂氮、磷现状处理情况一览表

	污水量 万 t/d	总氮		总磷		排放方式
		进水量 (kg/a)	出水量 (kg/a)	进水量 (kg/a)	出水量 (kg/a)	
南安市电镀集控中心污水处理厂	0.17	62050	2418.580	4964	48.278	安海湾临时排污口 (近岸排放)
“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂	0.6	87750	29250	9750	975	芯谷湿地公园
泉州市南翼污水处理厂	1.0	23000	47.3742	2000	19.837	院下溪
合计	1.77	172800	31715.9542	16714	1043.115	

由此，可知 3 个污水处理厂年度总氮、总磷合计削减量分别为 141.084t、15.67t。

(2) 远期规划削减情况

根据已建污水处理厂的现状氮、磷削减情况，以及远期污水处理厂的规划情况，可估算本工程所衔接的远期 4 个污水处理厂满负荷情况下氮、磷削减量分别为 769.93t、96.9t。

7.1.3.2 本工程的环境效益分析

根据资料收集及现场调查可知，南安市电镀集控中心污水处理厂尾水排放的安海湾临时排污口到期时间为 2021 年 12 月 31 日；“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂尾水的芯谷湿地公园设计日处理能力为 2.5m³/d；南翼污水处理厂尾水排放的院下溪临时排污口，只是作为过渡排污口，当污水处理量大于 3 万 t/d 时，必须把排污口移至湾外。

本工程作为南安市沿海片区污水厂尾水排海的重要配套设施，工程实施后，能够实现

所衔接的 3 个已建污水处理厂的远期规划处理后的尾水排放及石井镇污水处理厂（目前处于规划阶段）近期规划处理后尾水的排放，提高了污水处理厂的收水率，从区域的角度来看，南安市沿海片区污水处理厂及其配套工程的建设将有助于促进南安市沿海片区区域污染物的削减。

7.2 环境经济损失分析

7.2.1 空气污染损失

本工程运营期无大气污染源。施工期陆域采取围挡和洒水抑尘措施后，扬尘的影响范围和程度可有效减小，施工机械和船舶对大气的影晌虽然不可避免，但其影响却是短期的、局部的和轻微的；因此项目对环境空气变化造成的经济损失较小。

7.2.2 噪声影响损失

本工程运营期无噪声污染源，项目对周边声环境的影响主要在于施工期。施工场地距离声环境敏感目标较远，在落实相关措施的前提下可有效降低噪声对周边环境的影响，且施工噪声是短期污染行为，对区域声环境变化造成的经济损益总体不大。

7.2.3 水环境影响损失

施工期陆域生活污水产生量约 4.5 t/d，利用槽车外运排入周边市政污水管网，进入周边市政污水处理厂处理。施工场地污水设隔油沉淀池收集后部分回用，少量泼洒场地。施工船舶含油污水定期排放至岸上或水上移动接收设施，船舶生活污水经船舶自备处理装置收集后上岸处理。排海管道敷设过程产生悬浮泥沙主要通过增加水体浑浊度所产生的一系列负效应及沉降后的掩埋作用而对水体中各生物类群如浮游植物、浮游动物及鱼类等进行生理、行为、繁殖、生长等方面的影响，从而影响整个海洋生态系的种群动态及群落结构。经计算本工程施工期造成的生态损失金额约为 82.47 万元。本工程施工期作业为移动式、阶段性施工，施工期对海域的影响非持续性，施工点暂停或远离后，泥沙沉降较快，同时，悬沙扩散的影响将随着管道工程的完成而完全消失。

运营期尾水排放也将对混合区内海域生态环境造成影响。拟通过等量生态补偿原则，主要采取增殖放流进行生态补偿，每年生态损失金额为 2340 元。

7.3 环境保护投资估算

通过估算，本工程环保总投资额约 319.71 万元，约占总投资（54056.72 万元）的

0.59%，主要用于施工船舶污染物接收处理费用、施工生活污水处理及固废处理措施费用、大气抑尘、减噪措施、环境监测费用、海洋生态环境补偿费用等（详见表 7.3-1）。

表 7.3-1 本工程环保投资一览表

时期	种类	环保工程措施	投资（万元）
施工期	废水	施工废水设置油水分离器和临时沉沙池	5
		施工船舶污染物的接收处理	20
	废气	施工围挡，车辆篷布、临时堆土场防尘网、场地及堆土场洒水降尘	10
	噪声	设备减振、降噪	2
	固体废物	建筑垃圾及弃土方处置	5
	生态	临时施工场地恢复	10
其他		环境管理预留费用	5
		环境跟踪监测	180
		生态补偿	82.71
合计			319.71

7.4 环境保护的技术经济合理性

建设单位对于生态补偿的大规模投资体现了建设单位对于生态环境的重视。

跟踪监测是工程环境影响最直接的监控措施，污染物排放类项目最重要的环保措施，通过跟踪监测可以及时掌握环境变化趋势，一旦发现环境恶化可针对性的采取对应措施。本次评价提出的其他环保措施均为同类建设项目已经采用的、成熟的环保工艺，其处理效果及经济性已经经过验证。采取各项环保措施能有效地减少污染物排放量，可将其环境影响降至较低水平。

综上，本工程竣工后，能够实现陆源污染物离岸排放，有利于污染物的稀释扩散；且本工程实施后促进工程所衔接的污水处理厂的收水率，污水处理厂通过收集区域的生产废水、生活污水，集中处理达标后排放，对整个区域的 COD、氮、磷等污染物有大量的削减。因此，本工程建设对陆域环境及海域生态环境都有较大的改善，对当地周边陆域环境和海域的生态环境可带来正面的效益。

第八章 环境管理与环境监测

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程施工期、运营期会对周边环境造成一定的影响，因此应及时采取保护措施以减轻或消除不利影响。制定环境管理和环境监测计划，实施有效的监督和管理，以确保各项环保措施的落实和改进，更好的保护环境，充分发挥工程的社会经济效益。

8.1 污染物排放清单

项目污染物排放清单见表 8.1-1。建设单位应严格按照污染物排放清单及其管理要求，进行项目的污染物排放的管理，确保各项污染物达标排放。

表 8.1-1 项目污染物排放清单

污染物		产生量 /发生量	排放量 /处理量	执行标准	拟采取的环保措施	
水环境	陆域段	生活污水	SS 2.40kg/d	2.40kg/d	《污水排入城镇下水道水质标准》 (GB/T31962-2015) B 级标准	纳入周边市政污水管网
		BOD ₅ 1.50kg/d	1.50kg/d			
		COD 2.70kg/d	2.70kg/d			
		氨氮 0.21kg/d	0.21kg/d			
	施工废水	少量	0	/	经油水分离器和临时沉沙池处理后回用于场地洒水降尘，不外排，油污应委托有资质的单位接收处理	
海域段	生活污水	SS 1.92kg/d	1.92kg/d	《船舶水污染物排放控制标准》 (GB3552-2018)	生活污水经船舶自备处理装置收集后上岸处理	
		BOD ₅ 1.20kg/d	1.20kg/d			
		COD 2.16kg/d	2.16kg/d			
		氨氮 0.17kg/d	0.17kg/d			
	悬浮泥沙	25.67kg/s	25.67kg/s	/		
大气环境	扬尘	少量	少量	施工机械大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 的无组织排放监控浓度限值；船舶执行《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、第二阶段)	在施工场地设置施工围挡；临时堆土场采用防尘网覆盖，定期清扫施工场地并采取洒水降尘的措施	
	施工设备及车辆、船舶尾气	少量	少量		选用符合国家标准的施工机械设备和运输工具，确保其废气排放符合国家有关标准	

污染物		产生量 /发生量	排放量 /处理量	执行标准	拟采取的环保措施	
				(GB15097-2016)》		
声环境	施工噪声	/	/	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)表1中的排放限值	使用低噪声设备,并采取有效的降噪减振措施,合理设置施工设备位置及施工时间	
固体废物	弃方	94.6485万 m ³	94.6485万 m ³	/	建筑垃圾中可回收的回收利用,不可回收部分及弃土方抛至泉州芯谷石井临港高新区B片区市政道路一、二期工程陆域回填	
	建筑垃圾	1082 m ³	1082 m ³			
	陆域	生活垃圾	50kg/d	50kg/d	/	由环卫部门负责清运处置
	海域	船舶生活垃圾	50kg/d	50kg/d	/	统一收集后上岸处理。

8.2 总量控制

本工程为南安市沿海片区污水处理厂达标污水的排海管道工程,运营期管道自身仅维修、维护以及牺牲阳极会产生极少的污染物,其基本可忽略。在此根据排海管道接纳水质和规模计算南安市沿海片区污水处理厂排放污染物总量。

根据工程分析,本工程污水量为16万 t/d。本工程排放尾水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002表1一级A标准,即 COD_{Cr}≤50mg/L,氨氮≤5mg/L。

则本工程水污染物总量为:排放废水量≤16万 t/d,即 5840 万 t/a;排放 COD_{Cr}≤8t/d,即 2920 t/a;氨氮≤0.8t/d,即 292 t/a。

根据《泉州市环保局关于全面实施排污权有偿使用和交易后做好建设项目总量指标管理工作有关意见的通知》(泉环保总量[2017]1号):“.....我市、县两级环保部门审批的集中式水污染治理、...等环保基础设施建设项目,其新增主要污染物排放总量指标,暂不纳入建设项目主要污染物排放总量指标管理范围”,本工程为南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放配套工程,起到输送污水厂尾水至深海排放的作用,管道工程本身产生污染物,不涉及排污权交易。

8.3 环境管理

环境管理是企业的重要组成部分,它与企业的计划、生产、质量、技术、财务等

管理同样重要。它对促进环境效益、经济效益的提高，都起到了明显的作用。

根据国家环境保护有关规定和《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》、《陆源入海排污口及邻近海域环境监测与评价技术规程（试行）》等有关要求，南安市沿海片区污水厂尾水排海管工程必须加强环境管理和环境监测工作。

8.3.1 环境管理机构的设置及其职责

本排海管道建成投入营运后，福建省南安华源电镀集控区投资有限公司、福建省南港水处理有限责任公司、福建爱思水务有限公司及石井镇污水处理厂运营单位分别对南安市电镀集控中心污水处理厂、“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂、南翼污水处理厂、南安市石井镇生活污水处理厂进行监管，各自负责其营运的污水处理厂，确保污水处理厂出口尾水达标排放；泉州市南翼置业发展集团有限责任公司对深海排放管道的尾水进行监管，负责管道营运期间的维护等。根据工程环境管理的需要，泉州市南翼置业发展集团有限责任公司应设置一个环境保护科，配备 2-3 名专职管理人员，具体负责本工程环保设施运转及日常环境管理工作。在项目竣工后，按规定申请环保设施竣工验收。

环境保护管理机构的主要职责是：

- （1）宣传和贯彻执行国家、省、市的有关环保法律、法规、政策和要求；
- （2）制定本工程的环境管理规章制度和各专项环境管理办法，并对其实施情况进行监督、检查；
- （3）负责本环评报告书提出的各项环保措施在工程中的落实、实施；
- （4）负责报表编报、统计，做好环境状况及各种污染物排放数据的统计，上报与存档并定期汇报；
- （5）协助环保管理部门监督自行处理后接管排海企业尾水达标状况。
- （6）负责本工程的污染事故的防范，应急处理和报告工作；
- （7）负责本工程的环保资料的收集、汇总、保管、归档工作。

8.3.2 施工期环境管理

（1）工程环境监理的组织与实施：

建设单位应委托具有工程监理单位承担工程环境监理工作。工程监理单位应配备必要的环境监理工程师，负责施工过程的环境保护的监理。

(2) 建设单位应依据本环境影响报告书、工程设计等文件的有关要求，制定施工期工程环境监理计划，并在施工招标文件、施工合同、工程监理招标文件和监理合同中明确施工单位和监理单位的环境保护责任和目标任务。

(3) 与施工部门订立施工期环境保护责任书，具体可要求使用低噪声、少污染的机械设备，并采取有效的降噪减振措施，合理设置施工机械位置及施工时间。施工场地周边应设置围挡，临时堆土场在堆土期间应采用防尘网覆盖，定期清扫施工场地并采取洒水降尘的措施，施工完成后应及时对临时施工场地进行生态恢复；施工营地设置油水分离器和临时沉沙池，经处理后清水回用于场地洒水。开挖的弃土及建筑垃圾中不可回收部分运往抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程陆域回填；施工期的生活垃圾设置垃圾桶并及时统一收集，由当地环卫部门清运处理。

8.3.2 运营期环境管理

(1) 排污口、排污管网均应设立专门的工作岗位，专职管理，按班操作，并应有完善的岗位制度和详细的操作规程，应有检查考核责任制。确保排污口、排污管网、泵站正常发挥作用。

(2) 污水处理厂应根据有关环保法律法规、标准，制定入网污水管理办法。这方面的管理工作，厂方应主动取得当地环保部门的指导和帮助，从区域上加强监控，确保污水处理工艺的正常运转。

(3) 在 5# 泵站的集水池设置尾水达标排放的监控点，一旦集水池中污水达不到城镇一级 A 排放标准，立即通知污水处理厂控制出水，并通过协调 4 家污水处理厂出水量，使得集水池中污水达标后城镇一级 A 排放标准排放。

(4) 建议远期在客观条件基本具备的情况下，优先考虑进一步中水回用，减少排放规模，或实施污水处理设施提标升级改造，进一步降低入海污染物总量。

8.4 环境监理要求

8.4.1 环境监理的任务、工作程序、方式及范围

(1) 环境保护监理的主要任务

环境保护监理的主要任务一方面是根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》及相关法律法规，对工程建设过程中污染环境、破坏生态的行为进

行监督管理；另一方面对建设项目配套的环保工程进行施工监理，确保“三同时”的实施。

本工程环境保护监理包括两部分任务：一是监理工程施工过程应符合环保要求，如污水、废气、噪声等污染物排放应达标、减少水土流失和生态环境破坏。二是对保护施工期的环境而建设的配套环境保护设施进行监理，包括水处理设施、降尘设施等。

（2）环保监理的工作程序

本工程的环保监理工作程序见图 8.4-1。

（3）环境监理方式

环境监理人员对施工活动中的环境保护工作按照施工进度实施动态管理。工程环境监理的工作方式以日常巡视为主，辅以必要的环境监测，以便及时调整环保监控力度。环保工程监理与其他工程的监理相似，工作方式主要以工程监理的方式进行。环境监测人员应在开工前熟悉环评中的相关的环保要求和措施内容。

（4）环境监理范围

环境监理范围：工程所在区域与工程影响区域

监理工作范围：海水施工作业施工现场、施工营地、临时堆土场、附属设施等以及上述范围内生产施工对周边造成环境污染和生态破坏的区域；工程施工造成环境影响所采取环保措施的区域。

监理工作阶段：①施工准备阶段环境监理；②施工阶段环境监理；③工程保修阶段(交工及缺陷责任期)环境监理。

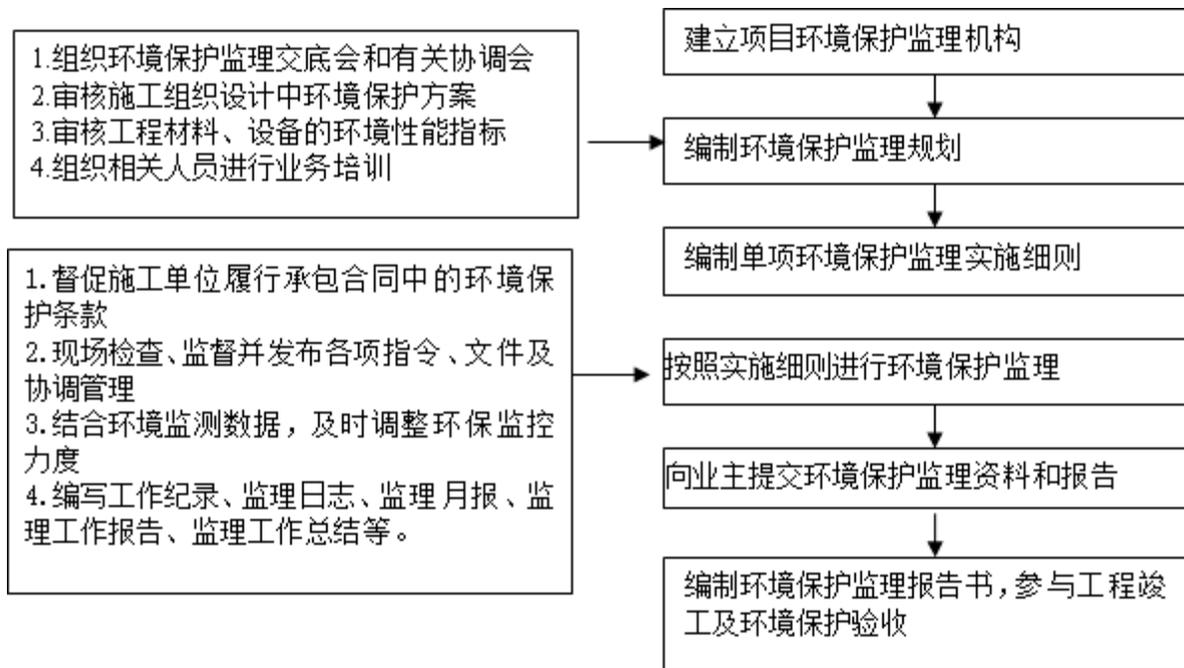


表 8.4-1 环境监理的工作程序图

8.4.2 本工程环境保护监理重点

环境保护监理的工作内容主要为：针对施工期环境保护措施，以及落实为项目生产营运配套的污染治理设施的“三同时”工作执行情况进行技术监督。

(1) 施工准备阶段

施工准备阶段的主要环境监理内容是：检查施工合同中环境保护条款落实情况，审查施工组织设计中的环保措施，与建设单位、设计单位、工程监理单位、施工单位一同进行施工场地等的现场核对优化以及对施工环保措施的审查等。其监理要点见表 8.4-2。

表 8.4-2 施工准备阶段环境监理重点

施工活动	监理重点	监理方法
施工招投标	编制工程环境监理工作计划	
	复核施工合同中的环保条款	文件复核
	复核施工标段现场环境敏感点和保护目标	巡视
	审查承包商的施工组织设计中的环保措施	文件审查
	审批承包商的施工期环境管理计划	文件审查
	审查开工申请中的施工方案及相应环保措施	文件审查
临时材料堆放场	检查临时材料堆放场的防止物料散漏污染措施	巡视

(2) 施工阶段

施工期是环境监理的重点阶段，本工程施工阶段环保达标监理的重点包括挖泥工程、施工临时场地等，其监理要点见表 8.4-3。

表 8.4-3 建设与施工工艺控制监理内容

单位工程	监理地点	监理方法	监理重点及内容
开挖工程	开挖施工现场	旁站检查 现场监测 巡视	<p>①检查开挖作业的施工工艺及设备是否与环评报告书一致。</p> <p>②开挖作业季节及作业周期是否避开春末夏初鱼虾类等渔业资源集中繁殖的季节。</p> <p>③落实跟踪监测： I.海水水质：施工点附近 SPM、COD、石油类。 II.海洋生态：叶绿素 a、浮游动物、浮游植物、底栖生物。</p> <p>④监督检查在开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工。</p> <p>⑤监督检查淤泥的运输过程，防止淤泥洒漏、随意倾倒等污染海域水体现象，必要时可安排相应人员，配置必要的监测仪器（如 GNSS 船舶监控管理系统）进行监控。</p> <p>⑥检查挖泥及运输船舶是否配备装备有精确的自动监测设备和 DGPS 定位设备。</p>
其他工程	施工现场	旁站检查 巡视	<p>①监督是否按涨落潮时间施工。铺管作业时是否落潮搁浅坐滩时进行管道吊装、对口、焊接作业，涨潮时进行绞锚移船、铺管施工；挖泥作业时是否涨潮时进行挖泥作业，落潮搁浅坐滩时进行泥驳运输抛泥；沟槽回填作业时是否落潮搁浅坐滩和水位较低时进行抛填、回填作业，涨潮水位较高时船舶离开装运回填材料。</p>
施工全过程	施工场地	检查及巡查	<p>①监督检查施工污水是否通过临时排水系统进入市政污水管道；</p> <p>②检查施工营地是否设置临时垃圾桶和垃圾箱，安排专人负责定时分类收集垃圾，是否存在任意焚烧或向海域倾倒等现象；</p> <p>③未能利用的建筑垃圾、渣土，及时清运至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程进行陆域回填处置；</p> <p>④检查是否对施工场地和敏感点附近的运输道路进行洒水、围挡，减轻扬尘污染；</p> <p>⑤现场抽测附近敏感点的噪声达标情况；</p>
海上施工	施工船舶	上船检查 并查阅登记记录	<p>①监督检查施工作业是否发布航行公告，在施工水域外围是否设置专门的警戒船或者浮筒，提醒航行船舶注意避碰。</p> <p>②检查施工船舶是否有海事部门出具的符合安全生产条件的相关证明材料。</p> <p>③检查施工单位是否编制《施工船舶油污污染应急计划》，并落实到位，职责分明。</p> <p>④检查施工船舶、机械设备性能的情况，禁止跑、冒、滴、漏严重的船只参加作业；</p> <p>⑤监督检查施工船舶是否配备生活污水和生产污水（含油污水）的收集装置，并定期委托由有资质单位接收处置。</p> <p>⑥监督检查施工船舶是否配备生产和生活垃圾存放措施，做到垃圾分类并且标识明显，并定期委托由有资质单位接收处置。</p>

(3) 竣工验收阶段

竣工验收阶段的环境监理工作的重点是环保工程的施工以及验收准备工作，主要包括：施工场地等临时用地清场及恢复措施监理；环保工程、生态补偿等的落实情况监理，环境监理预验收工作，整理资料，编写总结报告，协助业主准备竣工环保验收工作等。

8.4.3 环境监理文件编制

(1) 环境保护监理规划编制

环境保护监理规划是环境保护监理单位接受业务委托之后，监理单位应根据合同、环评要求、施工计划及工程的实际情况，制定本工程环境保护监理规划，明确环境保护监理工作范围、内容、方式和目标。

(2) 环境保护监理实施细则编制

环境保护监理实施细则是在环境保护监理规划的基础上，由项目环境保护监理机构的专业环境保护监理工程师针对建设工程单项工程编制的操作性文件。本工程应根据工程实际情况及环评要求编制环境保护监理实施细则。

(3) 环境保护监理总结报告编制

环境保护监理工作完成后，项目环境保护监理机构应及时进行监理工作总结，向建设单位提交监理工作总结，主要内容包括：委托监理合同履行情况概述，监理任务或监理目标完成情况评价。

8.4.4 环境监理考核

建设单位每半年对环境监理工作进行一次考核，主要考核对国家和地方有关的环境保护法律、法规和文件以及指挥部相关文件的执行情况、环境监理工作开展情况和各施工单位施工现场环境保护措施落实情况。环境监理工作完成后，应及时提交就工程环境监理情况的总结报告，该报告作为环保单项验收的资料之一。建设单位在环境保护单项工程考核和验收时，应请交通管理部门、海事部门、项目主管部门及地方环保单位的有关人员参加。

8.4.5 环境监理档案管理

环境监理档案应包括环境监理文件和监理资料等。

(1) 环境监理文件主要包括：环境保护监理规划、环境保护监理实施细则、环境保护监理总结报告等。

(2) 环境监理资料主要包括:

①日常工作记录: 主要记录当天环境监理的工作内容、发生环境影响时采取的措施以及执行情况等;

②环境监理月报: 主要对本月的监理工作进行汇总总结, 记录本月环境监理工作内容, 施工中发生环境影响时采取的措施以及执行情况等;

③与建设单位、施工单位往来函件及与工程环境监理有关的其它资料。

环境监理档案的管理应制定相应管理制度, 专人负责本工程各类环境监理资料的收集、分类、整理与归档, 作为工程环境保护验收的重要资料及环境管理的重要资料。

8.5 环境监测计划

8.5.1 目的与原则

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段, 通过监测可以掌握工程的污染排放情况和周围地区环境质量的变化情况, 验证环保设施的实际治理效果。环境监控的目的为动态掌握施工过程中施工附近水域水质、沉积物的变化情况, 并将监测结果及时反馈给工程决策部门和施工单位, 为海域环境管理提供科学依据。

8.5.2 环境监测机构

环境监测主要由项目建设单位委托有资质的环境监测部门按照制订的计划进行监测, 为建设项目环境管理部门执行各项环境法规、标准、开展环境管理提供可靠的监测数据和资料。为保证监测计划的执行, 建设单位应与监测单位签订有关环境监测合同。

8.5.3 环境监测计划

根据本工程的工程特征和主要环境影响问题, 结合区域环境现状、敏感目标的具体情况, 参考《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》、《陆源入海排污口及邻近海域环境监测与评价技术规程(试行)》、《排污单位自行监测技术指南 水处理》(HJ1083-2020)、《福建省入海排污口排查整治技术指南(试行)》(2020年), 制定本工程的环境监测计划, 包括环境监测的项目、频次、监测实施机构等具体内容。本工程施工期、运营期环境监测计划详见表 8.5-1。

表 8.5-1 本工程环境监测计划一览表

	序号	监测内容	监测项目	测点布设与监测频次	监测实施机构
施工期	1	海水水质	SPM、COD、石油类	在离施工点顺涨潮、落潮方向的 500m、1000m 海域各布置横断面，每断面各设置 1 个测站；并在开挖影响区外设置 1 个对照站位，共 7 个站位。在后冲沟施工过程中监测一次。施工结束后监测一次。	委托有资质的环境监测单位
	2	海洋生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、潮下带底栖生物	在离施工点顺涨潮、落潮方向的 500m、1000m 海域各布置横断面，每断面各设置 1 个测站，并在开挖影响区外设置 1 个对照站位，共 5 个站位。在开挖施工过程中监测一次。	
运营期	3	海水水质	pH、盐度、化学需氧量、溶解氧、石油类、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、硫化物、重金属(铜、铅、镉、锌、六价铬、汞、砷、镍)、氰化物	<p>(1) 排污口监测</p> <p>监测布点：入海口的污水主流道的中心点布设 1 个站位</p> <p>监测频率：运营期前 5 年每年监测，至少在一个潮汐年的丰水期、平水期和枯水期进行一次大、小潮期的监测。5 年后可根据之前监测结果调整监测频率。</p> <p>(2) 邻近海域监测</p> <p>①在排污口混合区内布设 1 个站位（可与排污口监测布点一致）；②在混合区边缘控制线上布设 3 个站位；③邻近海域中部控制线和邻近海域外边缘控制线上分别布设 3 个站位；④在邻近海域外边缘控制线外侧布设一个对照站位，与外边缘控制线的距离参照中部控制线和外边缘控制线之间的距离，且不得少于 2000 米；⑤距离排污口 1000m 涨落潮方向各布设 1 个站位。</p> <p>监测频率：每年至少 1 次，并与排污口监测同步进行</p>	
	4	沉积物	有机碳、硫化物、石油类、汞、铅、锌、铜、镉、铬、砷、镍	<p>①混合区内布设 1 个站位</p> <p>②在邻近海域外边缘控制线外侧布设 1 个对照站位</p> <p>③混合区边缘控制线、邻近海域外边缘控制线、邻近海域中部控制线各布设 1 个站位</p> <p>监测频率：每年至少 1 次，并与海水水质监测同步进行，一般在每年的 8 月份监测。</p>	
	5	生物质量	铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油烃、镍	以排污口为圆心，在混合区边界均匀布设 3-5 个监测站位，混合区内、外分别布设 1-2 个监测站位。监测频率为每年一次。	
	6	海洋生态	浮游植物、浮游动物、潮下带底栖生物	以排污口为圆心，在混合区边界均匀布设 3-5 个监测站位，混合区内、外分别布设 1-2 个监测站位。在每年 5-8 月监测一次。	

8.6 建设项目竣工环境保护验收

项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的要求开展竣工环境保护自主验收，对各项环保措施“三同时”的落实情况、效果以及工程建设对环境的影响进行评估，为给工程竣工验收提供依据。建议本建设项目的环保验收主要内容如下：

表 8.6-1 竣工环保验收一览表

实施时段	环境影响要素	环境保护对策措施内容	竣工验收内容和要求
施工期	水质	陆域：施工营地设置临时厕所，生活污水收集后由专业运污水槽车运走后排入市政污水管网；施工生产废水应经隔油、沉淀处理后，可用于喷洒道路及施工场地。 海域：施工期船舶污水的铅封管理。油污水经自备处理装置处理或收集上岸后交由有资质的单位进行处理。	验收接收合同、接收方资质证明，接收记录是否完整
	大气	物料堆场要完全密闭，禁止露天堆放，不能完全密闭的，要采用防尘网（布）全覆盖，并配备必要的喷淋设施；运输路线洒水、运输车辆采取密闭、覆盖方式进行运输；施工场地设置施工围挡；清运杂土必须使用封闭车，按照批准的路线和时间到指定的地点倾倒；合理安排施工作业，在大风天气避免进行容易产生扬尘的施工作业。	检查是否落实措施
	声	优先选用性能良好的低噪施工设备；合理安排施工时段。	检查是否落实措施
	固体废物	船舶垃圾收集后，委托专业、有资质的船舶垃圾回收服务公司落实接收处置，禁止直接排入海域；建筑垃圾尽可能回用，不能回用的与施工产生淤泥、渣石等土石方，及时运至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程实施陆域回填；陆域生活垃圾由当地环卫部门统一清运处理。	验收接收合同、接收方资质证明，接收记录是否完整
	生态	陆域生态：在施工场地设置临时的雨水排水沟道；划定适宜的堆料场；弃土和施工废料作到及时清运。施工结束后，要进行现场清理，恢复原状。 海域生态：①开挖作业应尽可能避开春末夏初鱼虾类等渔业资源集中繁殖的季节，禁止在滩涂带设置施工区；②海底管道路由区的海水养殖区进行征迁或清退，并落实补偿措施；③施工过程应设置专人进行瞭望，如发现白海豚应立即停止施工，待白海豚离去再施工；④对工程建设造成的生态损失进行生态补偿，如缴纳生态补偿金。	检查是否措施；养殖户补偿、生态补偿金是否落实到位
	环境管理和环境监理	(1) 建设单位与施工单位是否设置环境管理职能机构，并配备有专职人员；是否落实施工环境监理要求；建设单位与施工环境监理单位签订的相关合同文件；施工期环境监理的相关记录文件等。(2) 编制溢油事故风险防范应急预案。(3) 环保设施投资及“三同时”落实情况。	
	环境监测	跟踪监测的落实情况。	
试运营期	水质	进入排海管道的废水的流量、水质情况。	检查是否满足执行的标准
	环境管理	(1) 尾水接管处（集水池），安装废水流量在线计量装置、自动比例采样装置、在线监测装置等； (2) 尾水扩散器（含排污口）处应设立明显的警示标志，标明管口离岸距离，防止小船撞击事故； (3) 设立专门的工作岗位，专职管理，并应有完善的岗位制度和详细的操作规程。 (4) 建立风险组织管理体系，编制风险应急预案。	
	生态	建设单位参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》对工程建设造成的生态损失进行生态补偿。	检查是否落实措施

第九章 环境影响评价结论

9.1 工程概况

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程位于泉州围头湾海域，海底管道路由下海点位于南安市石井海峡科技生态城 3 号地块南侧海域（南安已划定海域），终点位于围头湾中部海域，项目用海不涉及相邻的翔安及晋江已划定海域范围。工程建设规模为：新建两条并行 D1016mm 钢制海底管道，管道中心线间距约为 30m，设计污水输量为 16 万 m³/d，设计压力 1.0Mpa，管道终端设置两座扩散器，单根海底管道长度约 10.5km，单座扩散器长度约 149m。工程总投资约 54056.72 万元。

9.2 工程建设的主要生态及环境问题

（1）施工期

本工程施工期的主要环境问题是管沟开挖方式及对海洋生态的影响，以及施工期悬浮泥沙入海对海域水环境质量、海洋生态及生物资源的影响。

（2）运营期

本工程运营期的主要的环境问题为：污水排放对海域水环境质量、海洋生态及生物资源的影响。

9.3 环境质量现状调查与评价结论

9.3.1 海域水文动力及地形地貌与冲淤环境现状

（1）水文动力环境现状

①潮汐

围头湾-安海湾海域是强潮海域，潮差较大，平均潮差在 426cm 左右，最大潮差在 681cm。围头湾海域平均涨、落潮历时相差不大，差值在 2min 左右。

②潮流

评价海域的潮流系潮沟和岸形制约的稳定往复流，湾内各点表现往湾内深处进发；退潮时湾内流向表现与涨潮相反。

实测流速涨、落潮流最大流速分别为 104cm/s 和 95cm/s，涨、落潮流最大垂线平均流速分别为 89cm/s 和 88cm/s；观测期间最大余流流速为 13cm/s。

(2) 地形地貌与冲淤环境现状

金井镇周边近岸海域大致呈轻微冲刷状态；深沪周边海域近岸大致呈冲淤平衡状态；调查区周边的远岸海域呈轻微淤积的特征。

9.3.2 水环境质量现状

2019年春季项目区海域主要超标因子为活性磷酸盐和无机氮，其中活性磷酸盐65%超第三类海水水质标准，15%超第四类海水水质标准；无机氮15%超第三类海水水质标准，100%满足第四类海水水质标准。其余调查因子符合所在海域功能区海水水质要求。

2019年秋季各站位所调查海水水质项目均符合所在功能区海水水质目标要求。

9.3.3 沉积物质量现状

2019年秋季调查结果表明该海域沉积物调查结果全部符合第一类海洋沉积物质量标准。均能符合所在海域海洋沉积物质量标准，评价海域内沉积物环境质量现状良好。

9.3.4 海洋生物质量现状

2019年春季调查海域测站SW1菲律宾蛤仔体内总汞、镉、铅、铜、砷、铬、锌、石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准；测站SW2牡蛎体内总汞、镉、铅、砷、铬、石油烃的含量均符合第二类海洋生物质量标准，铜、锌含量超过第二类海洋生物质量标准；SW3牡蛎体内总汞、镉、铅、砷、铬、石油烃的含量均符合第二类海洋生物质量标准，铜、锌含量超过第二类海洋生物质量标准；SW4菲律宾蛤仔体内总汞、镉、铅、铜、砷、铬、锌、石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准。

2019年秋季调查海域海洋生物质量除了石油烃和重金属总汞，6号站重金属铬和1号站、20号站重金属镉符合第一类海洋生物质量标准，其他重金属含量均超过第一类海洋生物质量标准的的要求。

9.3.5 海洋生态环境现状

(1) 叶绿素和初级生产力

2019年春季调查海域叶绿素 α 的变化范围在 $1.21\mu\text{g/L}$ ~ $3.57\mu\text{g/L}$ 之间，平均值为 $2.29\mu\text{g/L}$ 。初级生产力的变化范围为 $67.86\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ ~ $248.04\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ ，平均值为 $157.03\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 。

2019年秋季调查海域叶绿素 α 含量变化范围介于 $1.21\mu\text{g/L}$ ~ $2.09\mu\text{g/L}$ 之间，平均含量为

1.58 $\mu\text{g/L}$ 。初级生产力变化范围介于61 $\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ ~96 $\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 之间，平均值为82 $\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ ，

(2) 浮游植物

2019年春季共鉴定浮游植物 4 门 85 种，浮游植物细胞密度范围为 (0.81~21.48) $\times 10^4\text{cells/L}$ ，平均值为 6.81 $\times 10^4\text{cells/L}$ 。调查海域浮游植物多样性指数 (H') 变化范围为 1.63~2.89，均匀度指数 (J') 变化范围为 0.45~0.81，平均值为 0.61；丰富度指数 d 变化范围为 1.16~2.02，平均值为 1.50。

2019年秋季共鉴定记录浮游植物 5 门 46 属 90 种，各站浮游植物平均数量为 25490 cells/L ，各站浮游植物多样性指数范围 3.42~4.26，平均 3.83。各站浮游植物均匀度的范围 0.74~0.89，平均 0.8。

(3) 浮游动物

2019年春季共鉴定浮游动物 54 种以及阶段性浮游幼体 15 种，生物量波动范围为 15.22~145.47 mg/m^3 ，平均值为 56.46 mg/m^3 。调查海域浮游动物多样性指数 (H') 变化范围为 1.34~2.66，平均值为 1.91；均匀度指数 (J') 变化范围为 0.40~0.74，平均值为 0.53；丰富度指数 d 变化范围为 0.77~1.78，平均值为 1.29。

2019年秋季共记录各类浮游动物 45 种，调查海域浮游动物平均生物量为 36.58 mg/m^3 ，变化范围 7.14~103.13 mg/m^3 。调查海域浮游动物总个体密度平均值为 3072.57 个/ m^3 ，变化范围 886.61 个/ m^3 ~16293.73 个/ m^3 。调查海域浮游动物物种多样性指数 (H') 和均匀度 (J') 平均值分别为 2.81 和 0.63。

(4) 大型底栖生物

2019年春季调查海域共鉴定浅海大型底栖生物 5 门 65 种。生物量范围为 2.45~63.27 g/m^2 ，平均值为 14.88 g/m^2 ，调查海域浅海大型底栖生物多样性指数 (H') 变化范围为 1.61~3.41，平均值为 2.52；均匀度指数 (J') 变化范围为 0.62~0.97，平均值为 0.82；丰富度指数 d 变化范围为 1.09~2.55，平均值为 1.68。

2019年秋季调查海区潮下带底栖生物共出现 84 种，该海域生物量波动在 0.085~1146.150 g/m^2 范围内，平均生物量为 104.193 g/m^2 。调查海区潮下带各站底栖生物的丰富度 (d) 在 0~5.886 之间波动，平均丰富度 (d) 为 3.207。

(5) 潮间带底栖生物

2019年春季调查海域共鉴定潮间带底栖生物 4 门 54 种。生物量范围为 17.71~

154.05g/m²，平均值为 77.40g/m²，调查海域潮间带底栖生物多样性指数 (H') 变化范围为 0.41~3.50，平均值为 2.49；均匀度指数 (J') 变化范围为 0.41~0.95，平均值为 0.86；丰富度指数 d 变化范围为 0.21~265，平均值为 1.61。

2019 年秋季潮间带底栖生物共出现 83 种（其中定量调查获取 71 种，定性调查 14 种），该海域生物量波动在 0~168.397g/m² 范围内，平均生物量为 24.016g/m²。该调查海域底栖生物平均物种多样性指数 (H') 为 2.718，平均均匀度 (J') 为 0.825。

（6）游泳生物

2019 年春季调查海域共鉴定游泳动物 79 种，调查海域游泳动物重量资源密度均值为 104.56kg/km²（22.20~292.84kg/km²）。

2019 年秋季拖网调查的渔获物共鉴定有 63 种，调查海区平均资源生物量为 454.883kg/km²。

（7）鱼卵仔稚鱼

2019 年春季调查海域共记录仔稚鱼 4 目 5 科 6 种，调查海域水平拖网共采集鱼卵 37 粒，平均密度为 0.020 粒/m³（0.006~0.045 个/m³），共采集仔稚鱼 26 尾，平均密度为 0.009 尾/m³（0.003~0.019 个/m³）。水平拖网共采集鱼卵 11 粒，平均密度为 1.80 粒/m³（0.37~5.00 个/m³），共采集仔稚鱼 8 尾，平均密度为 2.46 尾/m³（30.63~5.00 个/m³）。

2019 年秋季采集的样品中鱼卵 34 个（其中水平 34 个，垂直 0 个），仔稚鱼 72 尾（其中水平 72 尾，垂直 0 尾）。调查海区水平拖网鱼卵密度范围为 0~5.33ind./100m³，平均密度为 0.88ind./100m³，调查海区水平拖网仔稚鱼密度范围 0~6.18ind./100m³，平均密度为 1.54ind./100m³。

9.3.6 环境空气质量现状

根据泉州市生态环境局发布的《2020 年泉州市城市空气质量通报》，南安市环境空气质量达标天数比例为 99.2%，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃-8h、CO 均可达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，评价区域属于环境空气达标区。

9.3.7 声环境质量现状

根据泉州市生态环境局发布的《泉州市环境质量状况公报（2020 年度）》，南安市区的昼间、夜间声环境功能区质量达标率均为 100%。

9.4 环境影响预测与评价结论

9.4.1 海域水文动力及地形地貌与冲淤环境影响分析结论

(1) 水文动力环境影响分析

本工程管道埋设于海底（埋深约 2m），工程对潮流场的影响主要是在扩散器附近海域，由于本工程扩散器附近海域水深较深，海流较强，平均每个喷嘴尾水排放量仅约 0.02 m³/s，这对于水深在-14.1m（理论基准面）海域水动力条件的影响很小，基本可忽略。

(2) 地形地貌环境影响分析

本工程管道是通过挖沟放管、再回覆的方式掩埋在海底表层下约 2m 处，覆盖后表层采用自然回淤、粗砂或碎石回填（岩石段）的方式，仅扩散器连接段采用了连锁排压载，管道工程基本没有改变海底地形地貌。

(3) 冲淤环境影响分析

管道运营后，扩散器排水口出水速度最大约 3.0m/s，大于当地的潮流速度，且排水口出水方向与主潮流涨落潮方向垂直布置，因此本工程建设仅在排污口附近有限范围内将对潮流场产生一定的扰动，影响范围通常在扩散器上升管周边很小范围内，对海底冲淤环境的影响基本可忽略。

综上，工程实施后对海洋水文动力环境及地形地貌与冲淤变化的影响很小，基本可忽略。

9.4.2 水环境影响分析结论

(1) 施工期

本工程排海管道施工引起悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大包络面积约 13.5km²。施工后约一个潮周期内，海水水质可恢复原状。此外，沟槽回填主要回填中粗砂，粒径大，入海后将很快就沉入海底。沟槽回填过程产生的入海泥沙相对于沟槽开挖作业而言要小得多，因此，沟槽回填对海域水质的影响较小。

建设单位应严格遵守相关要求，并与泉州海事部门认可的船舶污水和垃圾接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶舱底含油污水、船舶生活污水和垃圾的接收处理。

(2) 运营期

本工程污水预测规模为 16 万 t/d，正常排放情况下，选取 COD_{Mn}、氰化物、总镍、六价铬、活性磷酸盐、无机氮作为预测因子。

计算结果表明，氰化物浓度增量最大值约为 0.005mg/L，叠加排污口附近海域现状监测最大值的本底后，氰化物最大浓度约为 0.0055mg/L，浓度超过二类海水水质面积为 0.679hm²。

COD_{Mn} 浓度增量最大值约为 1.427 mg/L，叠加排污口附近海域现状监测最大值的本底后，海域的 COD_{Mn} 最大浓度约为 2.187mg/L，浓度低于二类海水水质 COD_{Mn} 浓度限值（3.0mg/L）。

镍浓度增量最大值约为 0.001mg/L，叠加排污口附近海域现状监测最大值的本底后，海域的镍最大浓度约为 0.00177mg/L，浓度低于二类海水水质镍浓度限值（0.01mg/L）。

六价铬浓度增量最大值约为 0.0002mg/L，叠加排污口附近海域现状监测最大值的本底后，六价铬最大浓度约为 0.00081mg/L，浓度低于二类海水水质六价铬浓度限值（0.01mg/L）。

正常排放条件下，COD_{Mn}、镍、六价铬等污染物排放，叠加现状值后均满足该区域二类海水水质标准要求，活性磷酸盐浓度增量最大值约为 0.035mg/L，是活性磷酸盐现状水质（0.045mg/L）的 77.78%。无机氮浓度增量最大值约为 1.239 mg/L，是现状水质无机氮含量（0.342mg/L）的 362.28%。

根据现状调查结果，活性磷酸盐及无机氮现状超标是福建沿海较为普遍的问题。本工程经选划后的排污口位置水深条件、水动力条件良好，除氰化物、无机氮和磷酸盐现状因子超标外，其余排放因子污染物浓度均没有超过排污口所在功能区对应的第二类海水水质标准情况。通过模型计算分析以叠加本底值最大的氰化物超标范围进行划定，将氰化物超标范围的最外围做切线与扩散器平行的交点围成的矩形面积为最终的混合区范围（图 4.3-19），排污口混合区面积 0.9105hm²，小于 83.76hm²，根据《福建省海洋功能区划（2011—2020 年）》，故排污口混合区划分符合《污水海洋处置工程污染控制标准》混合区划定要求。该混合区内不执行任何水质标准。

本工程为南安市沿海片区污水处理厂的配套工程，其主要功能为承接南安市沿海片区 4 个污水处理厂处理后的尾水，将其引至围头湾海域排放，本工程建设完成后能够实现陆源污染物离岸排放，有利于污染物的稀释扩散，对改善围头湾海域整体水质状况起到积极

作用。

9.4.3 固体废弃物环境影响分析结论

本工程实施过程所产生的主要固体废物为施工弃方、施工人员生活垃圾等。施工人员的生活垃圾主要为塑料薄膜、纸类、果皮等，生活垃圾经收集后由市政统一收集处理，对环境基本不产生影响。项目施工产生弃方 94.6485 万 m^3 ，外运至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程进行回填利用，对周边环境影响较小。

9.4.4 海洋沉积物环境影响分析结论

目前排污口周边的沉积物环境质量较好，但是随着污水的长时间连续大量排入，该处海域的沉积物环境有可能受到一定的累积影响。建设单位在运营期应加强对排污口周边海域的沉积物环境的跟踪监测，一旦发现异常，应及时上报有关部门，采取相应措施。本工程收集南安市沿海片区污水处理厂的达标尾水进行深海排放，从长远来看，有利于减少陆域污染源对海域沉积物的影响。

9.4.5 海洋生态环境影响分析结论

本工程建设对海洋生态环境的影响，主要为施工期悬浮物含量的增加、排海管道占用海域以及运营期污水排放，造成海洋生物资源损失。

施工期可能造成的浮游植物和浮游动物一次性损害受损量分别为 1.1×10^{12} cells 和 1.0×10^9 mg，造成的鱼卵、仔鱼一次性损害受损量分别约为 3.2×10^5 ind.、 2.8×10^5 ind.，游泳动物一次性损害受损量为 2.5×10^2 kg，底栖生物损失量为 26.38t。

运营期尾水排海造成混合区内浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼、游泳动物续性损害受损量分别为 7.3×10^9 cells/a、 7.3×10^6 g/a、 2.2×10^3 ind./a、 1.9×10^3 ind./a。

对于上述生态环境影响，将在施工完成后采取增殖放流等措施进行补偿。

9.4.6 大气环境影响分析结论

施工期间对大气的影晌主要表现为施工机械、车辆、船舶等产生废气；建筑材料（管材、沙、石等）装、卸及堆放过程产生的扬尘。

施工机械数量较少、较为分散、废气产生量有限，运输车辆、船舶为流动性，且该区域空气扩散条件良好。施工营地设置围挡、施工营地及施工道路进行地面硬化、及时采取定期洒水、车辆密闭运输等措施。项目施工期大气环境影响是暂时的，施工结束后，影响

随即消失。

9.4.7 声环境影响分析结论

施工期间的施工设备噪声应从设备、劳动保护和管理等方面采取保护措施，如尽量采用较先进的低噪声施工设备；组织好施工安排，高声级的施工设备尽可能不同时使用等，使各受声点的噪声水平降至可以接受的程度；合理疏导进入施工场地的车辆，减少汽车会车时的鸣笛声。但总体而言，施工期噪声影响面相对较窄，具有暂时性和间歇性的特点，随着施工活动的结束，影响即消失。

9.4.8 环境风险分析结论

本工程建设过程中存在船舶事故溢油的环境风险，营运期存在尾水事故排放的风险，以及排海管破裂或断裂的环境风险。

①施工期船舶溢油风险选取冬季主导风向、夏季主导风向、不利风向及静风作为计算风况；根据数模预测结果，多个工况的油料漂移范围较广，围头湾海域均有被影响的风险。工程施工应从避免船只事故发生、泄漏源控制、溢油收集和溢油处置等方面采取相应控制措施，准备好相关处理设备以对溢油进行有效的处理，清理以及回收，使油品泄漏对环境和生态的危害及经济损失降至最低。

②污水处理厂废水未经处理直接排入海底管道造成的污水事故排放，尾水在排污口发生事故排放时，造成氰化物浓度超过第二类海水水质标准的面积为 4km^2 ，六价铬浓度超过第二类海水水质标准的面积为 39km^2 。在严格落实各污水处理厂应急预案提出的相关要求及本报告提出的各项环境风险防范措施的前提下，尾水事故排放环境风险是可控的。

③排海管道在与菊江航道交汇处断裂，导致尾水未通过扩散器直接在水深较浅区域排放，造成氰化物浓度超过第二类海水水质标准的面积为 175.6m^2 ； COD_{Mn} 浓度超过第二类海水水质标准的面积为 350.4m^2 。因此，管道在设计过程中应考虑到管道的安全稳定，同时在管道两侧要设置警示标志，避免船抛锚等对管道造成损坏。项目运行过程中应加强巡查，一旦发现管道破裂/断裂，及时抢修，并控制污水厂的进水。

9.4.9 对文昌鱼、中华白海豚及其外围保护地带影响分析结论

本工程距离中华白海豚、文昌鱼外围保护地带约 637m ，工程施工可能对文昌鱼、中华白海豚产生一定影响。本工程的建设削减了陆源入海污染物负荷，并有利于污染物的稀

释扩散，因此，本工程建设对改善评价海域海水水质、沉积物和海洋生态是有利的，对文昌鱼、中华白海豚栖息地的影响也是可以接受的。

9.5 公众意见采纳情况

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》要求进行信息公开，编制了《建设项目环境影响评价公众参与说明》，其主要内容如下：

建设单位于2022年5月5日在福建环保网（<http://www.fjhb.org/>）进行了项目建设的环评信息首次公示，公示内容包括建设项目名称、建设地点、建设内容等，建设单位名称和联系方式，环评编制单位的名称，公众意见表，提交公众意见的方式和途径等；于2022年5月10日在福建环保网（<http://www.fjhb.org/>）进行《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程（重大变动）环境影响报告书（征求意见稿）》公示。

9.6 环境保护措施

9.6.1 施工期环境保护措施

（1）施工营地设置临时厕所，生活污水收集后由专业运污水槽车运走后排入市政污水管网；施工生产废水应经隔油、沉淀处理后，可用于喷洒道路及施工场地。

（2）管道开挖敷设应天气和海况良好、潮流较缓情况下作业，严禁在恶劣天气条件下施工。施工船舶严格按照设定路由范围区进行施工，开挖范围严格控制在设计范围内，严格控制开挖宽度和深度，减少悬浮泥沙的产生。

（3）施工船舶执行铅封管理，每天产生的含油污水和生活污水不得随意排放，应经船舶自备处理装置处理或收集上岸后交由有资质的单位进行处理。

（4）挖泥船和运输船都需装备有精确的自动监测设备和 DGPS 定位设备，从而实现高精度的定深开挖，提高开挖施工精度。

（5）在开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物（包括船用油和开挖泥沙）的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生立即采取措施。

（6）施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故。甲板上机械出现设备漏冒油时，立即停机处理，使用吸油棉及时吸取，并迅速堵塞泄水口，防止油水流入海中。

(7) 施工营地设置临时厕所，生活污水收集后由专业运污水槽车运走后排入市政污水管网；施工生产废水应经隔油、沉淀处理后，可用于喷洒道路及施工场地。

(8) 严禁施工材料乱堆乱放，划定适宜的堆料场；弃土和施工废料作到及时清运。物料堆场要完全密闭，禁止露天堆放，不能完全密闭的，要采用防尘网（布）全覆盖，并配备必要的喷淋设施。施工结束后，要进行现场清理，采取恢复措施（恢复原状）。

(9) 清运杂土必须使用封闭车，现场要有专人负责管理，渣土清运时，应当按照批准的路线和时间到指定的地点倾倒。

(10) 合理安排施工作业，在大风天气避免进行围堤破除、开挖等容易产生扬尘的施工作业，必要时采取喷雾洒水减少扬尘产生。

(11) 施工时应进行良好的施工管理，严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）控制施工场界噪声排放。

(12) 合理安排施工工序，通过车辆减速、禁鸣喇叭，必要时采取施工时段避让等措施降低施工噪声影响。

(13) 在施工场地设置临时的雨水排水沟道，减少水土流失；提高工程施工效率，缩短施工时间，减少裸地的暴露时间。

(14) 海域管道施工产生淤泥、渣石等，及时运至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区市政道路一、二期工程实施陆域回填。

(15) 开挖作业应尽可能避开春末夏初鱼虾类等渔业资源集中繁殖的季节，并应尽量缩短工期，力争将施工对环境造成的不利影响降到最低水平。禁止在滩涂带设置施工区，减少潮间带的生态破坏。

(16) 施工过程应设置专人进行瞭望，如发现白海豚应立即停止施工，待白海豚离去再施工。

(17) 一旦发现施工海域有中华白海豚异常情况发生，除停止施工作业外，施工单位和建设单位应立即与保护区主管部门联系，并积极配合保护区主管部门采取应急救助措施。应急救助措施应在有关专家的指导下进行，主要包括对受伤白海豚的捕捞、观察治疗、人工喂食等。

9.6.2 运营期环境保护措施与对策

(1) 排污口及排污管网均应设立专门的工作岗位，专职管理，按班操作，并应有完

善的岗位制度和详细的操作规程，应有检查考核责任制。确保排污口、排污管网正常发挥作用。

(2) 尾水扩散器（含排污口）处应设立明显的警示标志，标明管口离岸距离，防止小船撞击事故。

(3) 对污水尾水排放管应经常进行检查巡视，预防管道破裂事故发生。

(4) 加强排污口在线监测及对污水排放的海域生态环境质量及赤潮的跟踪监测，制定海洋生态风险防范与应急预案；

(5) 南安市沿海片区污水厂出水水量如达不到排海管设计规模（16万 m³/d）时，应关闭部分上升管喷口阀门，增加管道流速，防止管道堵塞；

(6) 建议南安市沿海片区处理厂在有条件的前提下，将尾水处理达到相应标准后进行中水回用，提高尾水的中水回用率，减少尾水排放量，从而进一步的减轻污水排放对海洋生态环境的影响。

(7) 在项目运行过程中应加强巡查，按计划定期对排海管道及扩散器进行检修，防止管道因被腐蚀、破损而发生泄漏事故。

9.7 环境影响经济损益分析结论

本工程竣工后，能够实现陆源污染物离岸排放，有利于污染物的稀释扩散；且本工程实施后促进工程所衔接的污水处理厂的收水率，污水处理厂通过收集区域的生产废水、生活污水，集中处理达标后排放，对整个区域的 COD、氮、磷等污染物有大量的削减。因此，本工程建设对陆域环境及海域生态环境都有较大的改善，对当地周边陆域环境和海域的生态环境可带来正面的效益。

9.8 环境管理和环境监测计划

本排海管道建成投入营运后，福建省南安华源电镀集控区投资有限公司、福建省南港水处理有限责任公司、福建爱思水务有限公司及石井镇污水处理厂运营单位分别对南安市电镀集控中心污水处理厂、“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂、南翼污水处理厂、南安市石井镇生活污水处理厂进行监管，各自负责其营运的污水处理厂的尾水达标排放；泉州市南翼置业发展集团有限责任公司对深海排放管道的尾水进行监管，负责管道营运期间的维修维护工作（定期进行管道路由沿线巡视，发现破坏、裸露或自由悬跨管

道，及时进行维修更换或安全处理)。根据工程环境管理的需要，应设置一个环境保护科，配备 2-3 名专职管理人员，具体负责本工程环保设施运转及日常环境管理工作。在项目竣工后，按规定申请环保设施竣工验收。

9.9 总结论

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程属于市政基础设施建设项目，项目建设对于改善围头湾海域环境质量，改善区域市政基础设施条件方面具有积极意义。工程的建设符合国家产业政策、相关规划及“三线一单”的要求。

拟建工程施工期对工程区附近海域水环境、生态环境及工程所在区域声环境、大气环境等的影响较小；运营期间，尾水通过排海管道排海对排污口周边海域海洋环境造成的影响可接受。在严格采取本报告提出的各项污染防治对策措施、生态保护与补偿对策以及环境风险防范与应急措施的前提下，从环境保护角度考虑，本工程建设是可行的。

9.10 建议

(1) 应按照报告书环境跟踪监测计划的要求，严格落实营运期环境跟踪监测，建设单位应委托具有相关资质的单位编制具体的排污跟踪监测方案，经海洋行政主管部门审定后加强跟踪监测工作，及时报告监测结果。

(2) 排海管道中污水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准。建议在 5#泵站高位井(污水进海底管道前)，设置监控点进行水质监控。

附表1：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 <input type="checkbox"/>	二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input checked="" type="checkbox"/>				
	评价范围	边长=50km <input type="checkbox"/>	边长=5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>				
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a <input type="checkbox"/>	500~2000t/a <input type="checkbox"/>		<500t/a <input checked="" type="checkbox"/>				
	评价因子	基本污染物 (SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃) 其他污染物 ()		包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input checked="" type="checkbox"/>					
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>	地方标准 <input type="checkbox"/>		附录 D <input type="checkbox"/> 其他标准 <input type="checkbox"/>				
现状评价	评价功能区	一类区 <input type="checkbox"/>		二类区 <input checked="" type="checkbox"/>					
	评价基准年	(2019) 年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据 <input type="checkbox"/>		主管部门发布的数据 <input checked="" type="checkbox"/>					
	现状评价	达标区 <input checked="" type="checkbox"/>		不达标区 <input type="checkbox"/>					
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源 <input type="checkbox"/> 本项目非正常排放源 <input type="checkbox"/> 现有污染源 <input type="checkbox"/>	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>		其他在建、拟建项目污染源 <input type="checkbox"/> 区域污染源 <input type="checkbox"/>				
大气环境影响评价	预测模型	AERMOD <input type="checkbox"/>	ADMS <input type="checkbox"/>	AUSTAL2000 <input type="checkbox"/>	EDMS/AEDT <input type="checkbox"/>	CALPUFF <input type="checkbox"/>	网格模型 <input type="checkbox"/>	其他 <input type="checkbox"/>	
	预测范围	边长≥50km <input type="checkbox"/>		边长 5~50km <input type="checkbox"/>		边长=5km <input type="checkbox"/>			
	预测因子	预测因子 ()				包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/> 不包括二次 PM _{2.5} <input type="checkbox"/>			
	正常排放短期浓度贡献值	C 本项目最大占标率≤100% <input type="checkbox"/>				C 本项目最大占标率>100% <input type="checkbox"/>			
	正常排放年均浓度贡献值	一类区		C 本项目最大占标率≤10% <input type="checkbox"/>		C 本项目最大占标率>10% <input type="checkbox"/>			
		二类区		C 本项目最大占标率≤30% <input type="checkbox"/>		C 本项目最大占标率>30% <input type="checkbox"/>			
	非正常 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h		C 非正常占标率≤100% <input type="checkbox"/>				C 非正常占标率>100% <input type="checkbox"/>	
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C 叠加达标 <input type="checkbox"/>				C 叠加不达标 <input type="checkbox"/>			
区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% <input type="checkbox"/>				k>-20% <input type="checkbox"/>				
环境监测计划	污染源监测	监测因子: ()		有组织废气监测 <input type="checkbox"/> 无组织废气监测 <input type="checkbox"/>		无监测 <input type="checkbox"/>			
	环境质量监测	监测因子: ()		监测点位数 ()		无监测 <input type="checkbox"/>			
评价结论	环境影响	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> 不可以接受 <input type="checkbox"/>							
	大气环境防护距离	距 () 厂界最远 () m							
	污染源年排放量	SO ₂ : () t/a	NO _x : () t/a		颗粒物: () t/a		VOCs: () t/a		

附表2：环境风险评价自查表

工作内容		完成情况								
风险调查	危险物质	名称	柴油							
		存在总量/t	249							
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数 0 人				5km 范围内人口数 人			
			每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）						人	
		地表水	地表水功能敏感性	F1 <input type="checkbox"/>		F2 <input type="checkbox"/>		F3 <input type="checkbox"/>		
			环境敏感目标分级	S1 <input type="checkbox"/>		S2 <input type="checkbox"/>		S3 <input checked="" type="checkbox"/>		
		地下水	地下水功能敏感性	G1 <input type="checkbox"/>		G2 <input type="checkbox"/>		G3 <input checked="" type="checkbox"/>		
			包气带防污性能	D1 <input type="checkbox"/>		D2 <input type="checkbox"/>		D3 <input type="checkbox"/>		
物质及工艺系统危险性		Q 值	Q < 1 <input type="checkbox"/>		1 ≤ Q < 10 <input type="checkbox"/>		10 ≤ Q < 100 <input type="checkbox"/>		Q > 100 <input type="checkbox"/>	
		M 值	M1 <input type="checkbox"/>		M2 <input type="checkbox"/>		M3 <input type="checkbox"/>		M4 <input checked="" type="checkbox"/>	
		P 值	P1 <input type="checkbox"/>		P2 <input type="checkbox"/>		P3 <input type="checkbox"/>		P4 <input checked="" type="checkbox"/>	
环境敏感程度		大气	E1 <input type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>			
		地表水	E1 <input type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>			
		地下水	E1 <input type="checkbox"/>		E2 <input type="checkbox"/>		E3 <input type="checkbox"/>			
环境风险潜势		IV ⁺ <input type="checkbox"/>		IV <input type="checkbox"/>		III <input type="checkbox"/>		II <input type="checkbox"/>		I <input type="checkbox"/>
评价等级		一级 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>		三级 <input type="checkbox"/>		简单分析 <input type="checkbox"/>		
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input checked="" type="checkbox"/>				易燃易爆 <input type="checkbox"/>				
	环境风险类型	泄漏 <input checked="" type="checkbox"/>				火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放 <input type="checkbox"/>				
	影响途径	大气 <input type="checkbox"/>		地表水 <input type="checkbox"/>		地下水 <input type="checkbox"/>				
事故情形分析		源强设定方法		计算法 <input type="checkbox"/>		经验估算法 <input type="checkbox"/>		其他估算法 <input type="checkbox"/>		
风险预测与评价	大气	预测模型		SLAB <input type="checkbox"/>		AFTOX <input type="checkbox"/>		其他 <input type="checkbox"/>		
		预测结果		大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 m						
				大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 m						
	地表水	最近环境敏感目标，到达时间 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										
评价结论与建议		建设单位落实相关风险防范措施的前提下，项目环境风险可接受。								
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，“”为填写项。										

附表3：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 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/>		
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input type="checkbox"/> ；饮用水取水口 <input type="checkbox"/> ；涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ；涉水的风景名胜区分区 <input type="checkbox"/> ；重要湿地 <input type="checkbox"/> ；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道 <input type="checkbox"/> ；天然渔场等渔业水体 <input type="checkbox"/> ；水产种质资源保护区 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
	影响途径	水污染影响型		水文要素影响型
		直接排放 <input type="checkbox"/> ；间接排放 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>		水温 <input type="checkbox"/> ；径流 <input type="checkbox"/> ；水域面积 <input checked="" type="checkbox"/>
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ；非持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；pH 值 <input type="checkbox"/> ；热污染 <input type="checkbox"/> ；富营养化 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>		水温 <input type="checkbox"/> ；水位（水深） <input type="checkbox"/> ；流速 <input type="checkbox"/> ；流量 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
评价等级	水污染影响型		水文要素影响型	
	一级 <input checked="" type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 A <input type="checkbox"/> ；三级 B <input type="checkbox"/>		一级 <input checked="" type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>	
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源
		已建 <input type="checkbox"/> ；在建 <input type="checkbox"/> ；拟建 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input type="checkbox"/> ；环评 <input type="checkbox"/> ；环保验收 <input type="checkbox"/> ；既有实测 <input type="checkbox"/> ；现场监测 <input type="checkbox"/> ；入河排放口数据 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源
		丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		生态环境保护主管部门 <input type="checkbox"/> ；补充监测 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
	区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ；开发量 40% 以下 <input type="checkbox"/> ；开发量 40% 以上 <input type="checkbox"/>		
	水文情势调查	调查时期		数据来源
		丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input type="checkbox"/> ；补充监测 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>
补充监测	监测时期		监测因子	监测断面或点位
	丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		()	监测断面或点位个数 () 个
现状评价	评价范围	河流：长度 () km；湖库、河口及近岸海域：面积 (405.7) km ²		
	评价因子	(水温、盐度、pH、COD _{Mn} 、溶解氧、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、石油类、汞、铜、铅、铬、镉、砷、锌、氰化物、镍、硫化		

		物)	
	评价标准	河流、湖库、河口：I类 <input type="checkbox"/> ；II类 <input type="checkbox"/> ；III类 <input type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/> ；V类 <input type="checkbox"/> 近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准（）	
	评价时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>	
	评价结论	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 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 依托污水处理设施稳定达标排放评价 <input type="checkbox"/>	达标区 <input type="checkbox"/> 不达标区 <input type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	河流：长度（）km；湖库、河口及近岸海域：面积（）km ²	
	预测因子	（COD _{Mn} 、氰化物、总镍、六价铬、活性磷酸盐）	
	预测时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 设计水文条件 <input type="checkbox"/>	
	预测背景	建设期 <input type="checkbox"/> ；生产运行期 <input type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input type="checkbox"/> ；非正常工况 <input type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input type="checkbox"/> 区（流）域环境质量改善目标要求情景 <input type="checkbox"/>	
	预测方法	数值解 <input checked="" type="checkbox"/> ；解析解 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标 <input type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>	
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 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□				
污染物排放量核算	污染物名称		排放量/ (t/a)	排放浓度/(mg/L)	
替代源排放情况	污染源名称	排污许可证 编号	污染物名称	排放量/(t/a)	排放浓度/ (mg/L)
	()	()	()	()	()
生态流量确定	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				
环保措施	污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ；依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>				
防治措施			环境质量	污染源	
	监测方式		手动 <input type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>	手动 <input type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>	
	监测点位				
	监测因子				
污染物排放清单	□				
评价结论	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>				
注：“□”为勾选项，可打√；“（）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。					