

国环评证乙字第 2233 号

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程  
项目环境影响报告书  
(送审稿)



厦门蓝海绿洲科技有限公司

**Xiamen Ocean Oasis Sci-Tech**

福建 厦门

2021 年 4 月

# 目 录

概 述.....	1
一、项目由来.....	1
二、工程环境影响评价过程.....	2
三、相关分析判定情况.....	4
四、关注的主要环境问题及环境影响.....	6
五、环境影响报告书主要结论.....	6
第一章 总 论.....	9
1.1 编制依据.....	9
1.2 环境影响识别与评价因子筛选.....	12
1.3 环境功能区划和评价标准.....	13
1.4 评价等级及评价范围.....	23
1.5 主要环境保护目标.....	26
第二章 建设项目工程分析.....	28
2.1 所服务污水处理厂概况及排污口、管道路由选化.....	28
2.2 本工程概况.....	38
2.3 施工方案.....	47
2.4 工程建设的污染源和影响源分析.....	58
2.5 项目建设环境可行性分析.....	65
第三章 环境现状调查与评价.....	77
3.1 自然环境现状调查与评价.....	77
3.2 环境质量现状调查与评价.....	102
3.3 环境保护目标调查.....	129
3.4 区域污染源调查.....	134
3.5 海域开发利用现状.....	134
第四章 环境影响预测与评价.....	139
4.1 水文动力环境影响预测与评价.....	139
4.2 地形地貌与冲淤环境影响分析.....	148

4.3	水环境影响预测与评价.....	152
4.4	海洋沉积物环境影响预测与评价.....	177
4.5	海洋生态环境影响预测与评价.....	178
4.6	大气环境影响分析与评价.....	187
4.7	声环境影响分析与评价.....	187
4.8	固体废物环境影响分析与评价.....	190
4.9	对海域敏感目标的影响分析.....	190
第五章	环境风险评价.....	198
5.1	项目环境风险分析.....	198
5.2	环境敏感目标.....	199
5.3	环境风险潜势判断.....	199
5.4	施工期施工船舶事故溢油环境风险.....	200
5.5	事故排放污染物扩散影响风险.....	213
5.6	台风、风暴潮对工程的风险分析.....	218
5.7	管道破损风险分析.....	218
第六章	环境保护对策措施及其可行性论证.....	219
6.1	施工期环境保护措施与对策.....	219
6.2	运营期环境保护措施与对策.....	223
6.3	风险事故防范与应急措施.....	224
第七章	环境影响经济损益分析.....	228
7.1	环境经济效益分析.....	228
7.2	环境经济损失分析.....	229
7.3	环境保护投资估算.....	230
7.4	环境保护的技术经济合理性.....	230
第八章	环境管理与环境监测.....	231
8.1	污染物排放清单.....	231
8.2	环境管理.....	232
8.3	环境监理要求.....	234
8.4	环境监测计划.....	238

8.4.1	目的与原则	238
8.4.2	环境监测机构	238
8.4.3	环境监测计划	238
8.5	建设项目竣工环境保护验收	240
第九章	环境影响评价结论	241
9.1	工程概况	241
9.2	工程建设的主要环境问题	241
9.3	环境质量现状调查与评价结论	241
9.4	环境影响预测与评价结论	245
9.5	公众意见采纳情况	248
9.6	环境保护措施	248
9.7	环境影响经济损益分析结论	250
9.8	环境管理和环境监测计划	250
9.9	总结论	250
9.10	建议	250



## 附表

附表 1：大气环境影响评价自查表

附表 2：环境风险评价自查表

附表 3：地表水环境影响评价自查表

## 附件

附件 1：环评委托书

附件 2：泉州市生态环境局关于出具“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备案编号的函

附件 3：泉州市生态环境局关于泉州市南翼置业发展集团有限责任公司优化调整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申请的复函

附件 4：泉州海事局关于南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程海底排污管道路由选址的意见

附件 5：南安市发展和改革局关于南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程初步设计的复函

附件 6：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

附件 7：自然资源部东海局办公室关于南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程海底管道路由审查意见的复函

附件 8：南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程海域使用论证专家意见

附件 9：中共南安市第十三届委员会专题会议纪要（[2020]11 号）

# 概 述

## 一、项目由来

“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 33.304km<sup>2</sup>，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。

为集中处理园区产生的污水包括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。

随着园区开发强度的不断增大，周边现有及规划污水处理厂的建设及投入，目前已建污水处理厂的尾水通过近岸临时排污口排放至浅水区域，近岸浅水区域由于水深较浅，污水扩散效果较差，对沿岸环境影响较大。“泉州芯谷”南安高新技术产业园区及其周边已建污水处理厂均存在污水处理厂处理尾水去向问题。从经济区建设和发展的全局来看，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。

南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放作为“泉州芯谷”南安高新技术产业园区的配套污水排放管道工程，将园区及周边污水处理厂处理后的达标污水集中输送至海上排放口排放。目前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已完成备案（泉环评函[2019]18 号、泉环水函[2020]23 号，分别见附件 2、附件 3）；2020 年 7 月 8 日，自然资源部东海局在泉州组织召开了《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程海底管道路由调查勘测报告》，并于 2021 年 1 月 15 日取得自然资源部东海局办公室关于路由审查意见的复函（自然自然资东海办函[2021]6 号）（附件 7）；2020 年 10 月 10 日取得《南安市发展和改革局关于南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程初

步设计的复函》(南发改投[2020]181号);2021年4月27日,泉州市自然资源和规划局组织召开海域使用论证报告书评审(专家意见见附件8)。

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(以下简称“本工程”)环境影响评价工作(附件1)。评价单位结合现场勘测、外业调查、数值模拟计算、搜集分析现有资料、排污口比选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

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,工程建设规模为16万 $m^3/d$ 的永久排放管工程,本工程海域段单根管道长度约11.6km。南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程排污口选划、排海管道路由比选工作、路由勘察均已完成。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》及《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，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
<b>五十四、海洋工程</b>				
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化学品输送管道等工程； <b>涉及环境敏感区的海底管道、电（光）缆工程</b>	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， <b>封闭及半封闭海域</b>
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； <b>日排放量0.5万立方米及以上的工业废水排放工程</b>	其他	/	/

本次环评主要分为以下三个阶段：

第一阶段：建设单位于2020年10月30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的可行性、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2021年4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项目环境影响报告书(送审稿)》。

本工程评价技术路线见图2。

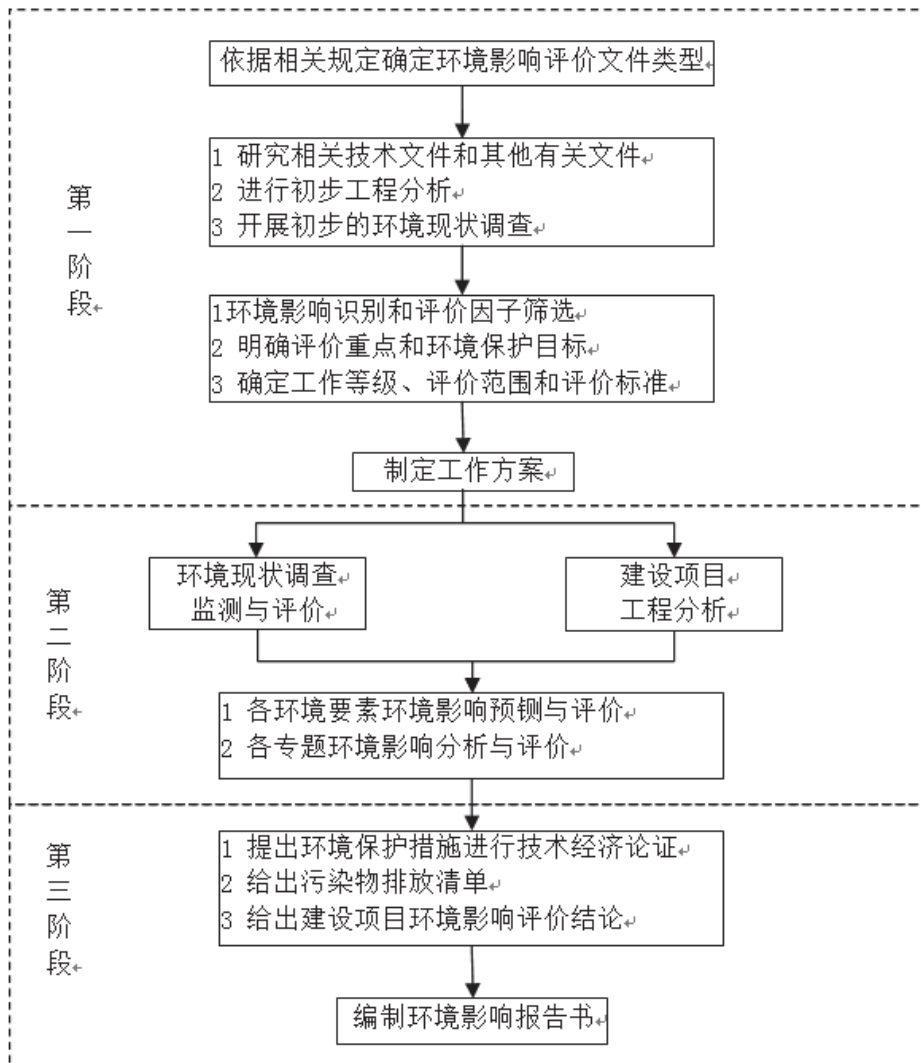


图 2 评价技术路线框图

### 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《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》中全省生态环境总体准入要求：厦门湾等 8 个重点海湾实行主要污染物入海总量控制；尾水排入近岸海域汇水区域、“六江两溪”流域以及湖泊、水库等封闭、半封闭水域的城镇污水处理设施执行不低于一级 A 排放标准。

本工程位于围头湾，工程不占用生态保护红线；施工期间的悬浮泥沙影响在施工结束后将随之消失，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，不会突破区域各环境质量底线；本工程为南安市沿海片区尾水处置配套设施，管道敷设完成后，工程主体均位于水下；根据本工程路由勘查勘测报告，本工程选取了工程路由较短且跟周边海域开发活动可协调的路由，工程运营期，所划定的混合区范围约为 0.9905hm<sup>2</sup>，排放口所在海域开阔，水动力扩散条件好，项目资源利用可满足要求。

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。

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本工程属于排污管道工程，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 23m、994m、5966m。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，避开生态保护红线区，并综合考虑海底管道安全保护和船舶锚泊实际需求，将管道路由和排放口整体向西侧缩短，避开现有习惯避风锚地，

尽量减少与航道的交越，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，施工期的主要环境问题为：污水排海管道施工及施工产生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

本工程新建排海管是通过浮拖托管法，海域段平均埋深约 2m，基本没有改变海底地形地貌。运营期污水排放后。工程对潮流场的影响主要是在扩散器附近海域，由于本工程排放口附近海域水深较深，海流较强，平均每个喷嘴排污水量仅约  $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ，这对于水深大于 10m 海域水动力条件的影响很小。因此，工程实施后对海洋水文动力及地形地貌与冲淤环境的影响较小。

#### (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  $10\text{mg/L}$  的包络面积约  $21.18\text{km}^2$ 。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。

##### 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  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、氰化物、总镍、六价铬、活性磷酸盐作为预测因子。

计算结果表明，氰化物、总镍、六价铬浓度增量叠加项目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。

由于活性磷酸盐水质现状均已超阈值或达到阈值，因此在数模预测时，活性磷酸盐只做增量预测，不对超标范围进行评价。计算结果表明，活性磷酸盐浓度增量最大值约为 0.024mg/L，在局部区域活性磷酸盐有一定增量，但从区域上，本工程将改善围头湾海域整体水质状况。

本评价确定的混合区为以排污口（118°29'51.39"E，024°32'46.66"N）为中心，以氰化物超标排放范围的面积划定混合区约 0.9905hm<sup>2</sup>。该范围内水域的水质不执行任何水质标准。

### （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 86.4466m<sup>3</sup>，外运至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区进行回填利用，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。但从长远来看，南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程的建设能有效减少陆域污染源直接排入海域，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

本工程施工可能造成的浮游植物和浮游动物持续性损害受损量分别为 3.6×10<sup>13</sup>cells 和 7.1×10<sup>10</sup>mg，造成的鱼卵、仔鱼持续性损害受损量分别约为 2.2×10<sup>7</sup>ind.、1.9×10<sup>7</sup>ind.，游泳动物持续性损害受损量为 2.1×10<sup>4</sup>kg，底栖生物损失量为 8.29t。

尾水排海造成混合区内浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼持、游泳动物续性损害受损量分别为 7.33×10<sup>10</sup>cells/a、7.29×10<sup>6</sup>g/a、2.26×10<sup>3</sup>ind./a、1.91×10<sup>3</sup>ind./a。

### （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，夜间不施工等，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

本工程的最大可信事故为污水厂处理设施运行不正常造成的事故排放。尾水在排污口发生事故排放时（考虑单个污水处理厂出水异常），造成氰化物浓度超过第二类海水水质标准的面积为 12.7km<sup>2</sup>，六价铬浓度超过第四类海水水质标准的面积为 0.099km<sup>2</sup>。因此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后排放。

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。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。

#### (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放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507号令）2017年3月1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。

### 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)》，泉州市人民政府，2018年8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) 《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程可行性研究报告》(C版), 2020年3月;
- (5) 《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程海底管道路由调查勘测报告》(报批稿), 2020年10月;
- (6) 《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》(B版), 2020年9月;
- (7) 《南安市电镀集控中心(方案调整)环境影响报告书(报批稿)》, 2009年;
- (8) 《“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)》, 2018年3月;
- (9) 《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)》, 2010年12月;
- (10) 《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程数模分析报告》, 厦门蓝海绿洲科技有限公司, 2020年12月;
- (11) 《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、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	评价因子	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	水质：悬浮泥沙、COD <sub>Cr</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、石油类 沉积物：石油类、重金属等	管道施工	+++
	海洋生态环境	底栖生物、浮游动植物、鱼卵仔鱼、游泳动物等	管道施工	++
	大气环境	NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、TSP、PM <sub>10</sub> 等	施工船舶废气	+
	声环境	Leq (A)	施工机械	+
	固体废物	生活垃圾	施工人员	+
运营期	海水水质环境、沉积物环境	水质：COD <sub>Mn</sub> 、重金属 沉积物：重金属	污水排放	+++
	海洋生态环境	底栖生物、浮游动植物、鱼卵仔鱼、游泳动物等	污水排放	+++

注：+表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要分析与影响预测；

++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；

+++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点影响分析与影响预测。

### 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	评价因子	预测因子
海域水质环境	水温、盐度、pH、COD <sub>Mn</sub> 、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、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	—

环境要素	评价因子	预测因子
声环境	等效连续 A 声级 Leq	等效连续 A 声级 Leq
环境空气	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、O <sub>3</sub>	—
固体废物	固废	固废
水文动力	潮流场	—
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



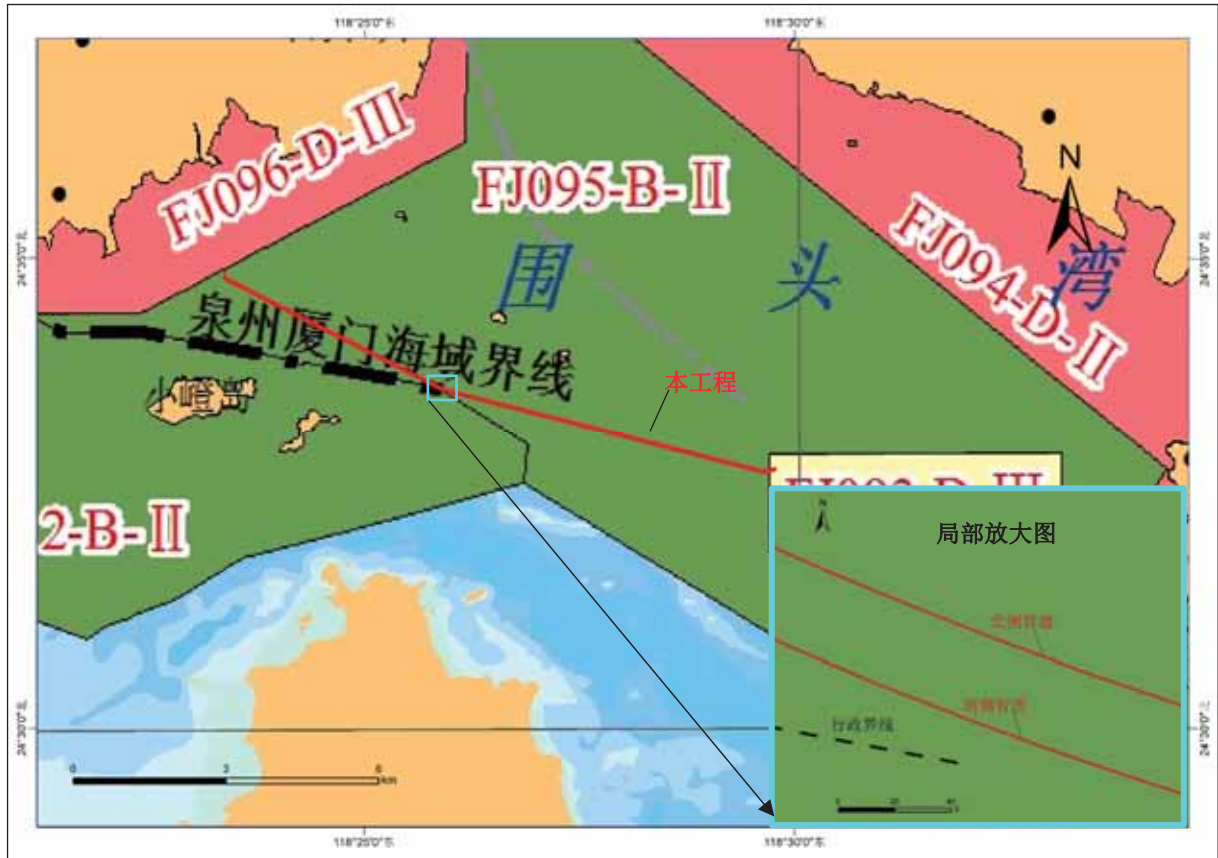


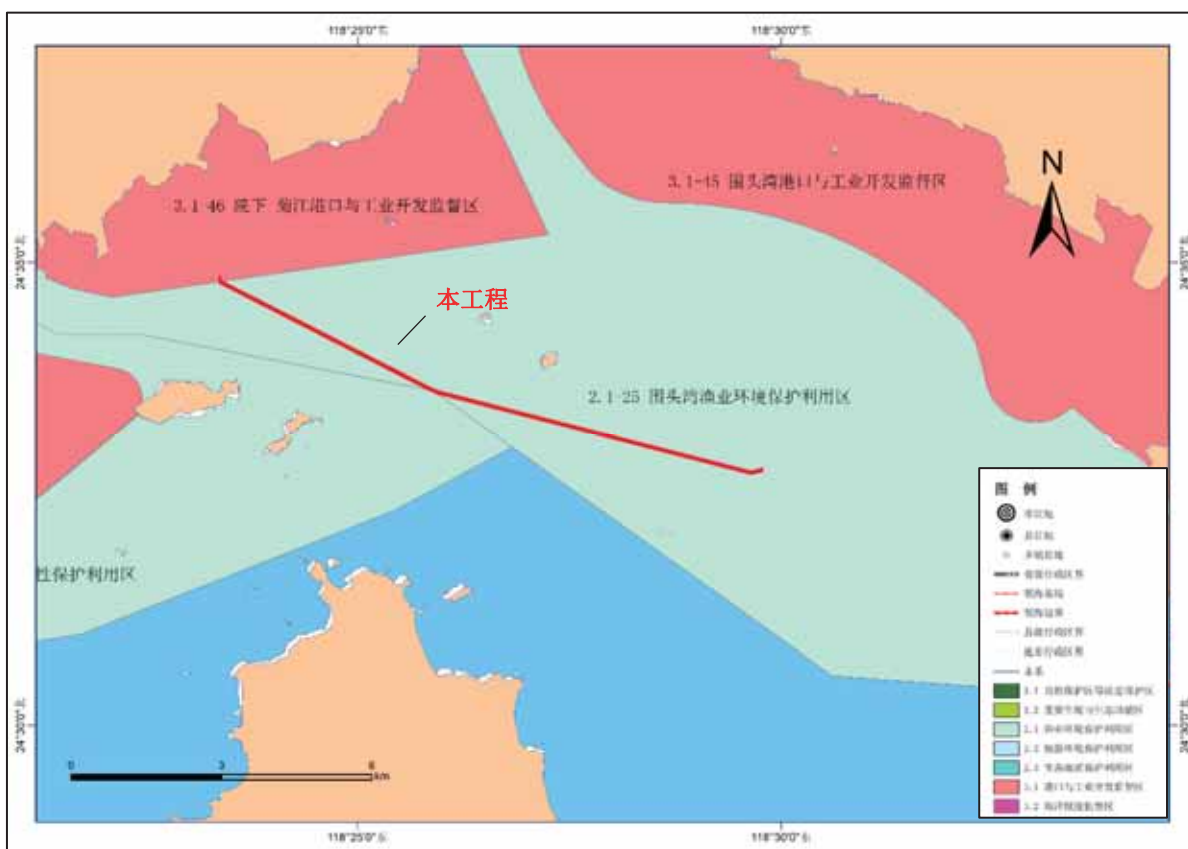
图 1.3-1 工程所在近岸功能区划图

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
						海水水质	海洋沉积物质量	海洋生物质量	
代码	分区名称								
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	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

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	
		海域							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



项目	第一类	第二类	第三类	第四类
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）》，南日岛渔业环境保护利用区海域海洋沉积物执行第一类标准。评价海域海洋沉积物质量执行第一类标准，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 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	500.0	1000.0	1500.0
硫化物 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	300.0	500.0	600.0
有机碳 ( $\times 10^{-2}$ ) ≤	2.0	3.0	4.0
铜 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	35.0	100.0	200.0
铅 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	60.0	130.0	250.0
锌 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	150.0	350.0	600.0
镉 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	0.50	1.50	5.00
汞 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	0.20	0.50	1.00
砷 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	20.0	65.0	93.0

### (3) 海洋生物

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》，南日岛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。评价海域海洋生物质量执行第一类标准，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≤	15	50	80
镉≤	0.2	2.0	5.0
铜≤	10	25	50 (牡蛎 100)
铅≤	0.1	2.0	6.0
铬≤	0.5	2.0	6.0
汞≤	0.05	0.10	0.30
砷≤	1.0	5.0	8.0
锌≤	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 (μg/m <sup>3</sup> )
SO <sub>2</sub>	年平均	60μg/m <sup>3</sup>
	24h 平均	150μg/m <sup>3</sup>
	1h 平均	500μg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	年平均	40μg/m <sup>3</sup>
	日平均	80μg/m <sup>3</sup>
	小时平均	200μg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	年平均	70μg/m <sup>3</sup>
	日平均	150μg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	年平均	35μg/m <sup>3</sup>
	日平均	75μg/m <sup>3</sup>
CO	24h 平均	4mg/m <sup>3</sup>
	1h 平均	10mg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	日最大 8h 平均	160μg/m <sup>3</sup>
	1h 平均	200μg/m <sup>3</sup>

(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》，本工程位于湄洲湾港口发展生态功能区，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°01'12"~24°42'36"N，117°54'00"~118°23'24"E，面积约 2521km <sup>2</sup> 。	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。

# 福建省生态功能区划图

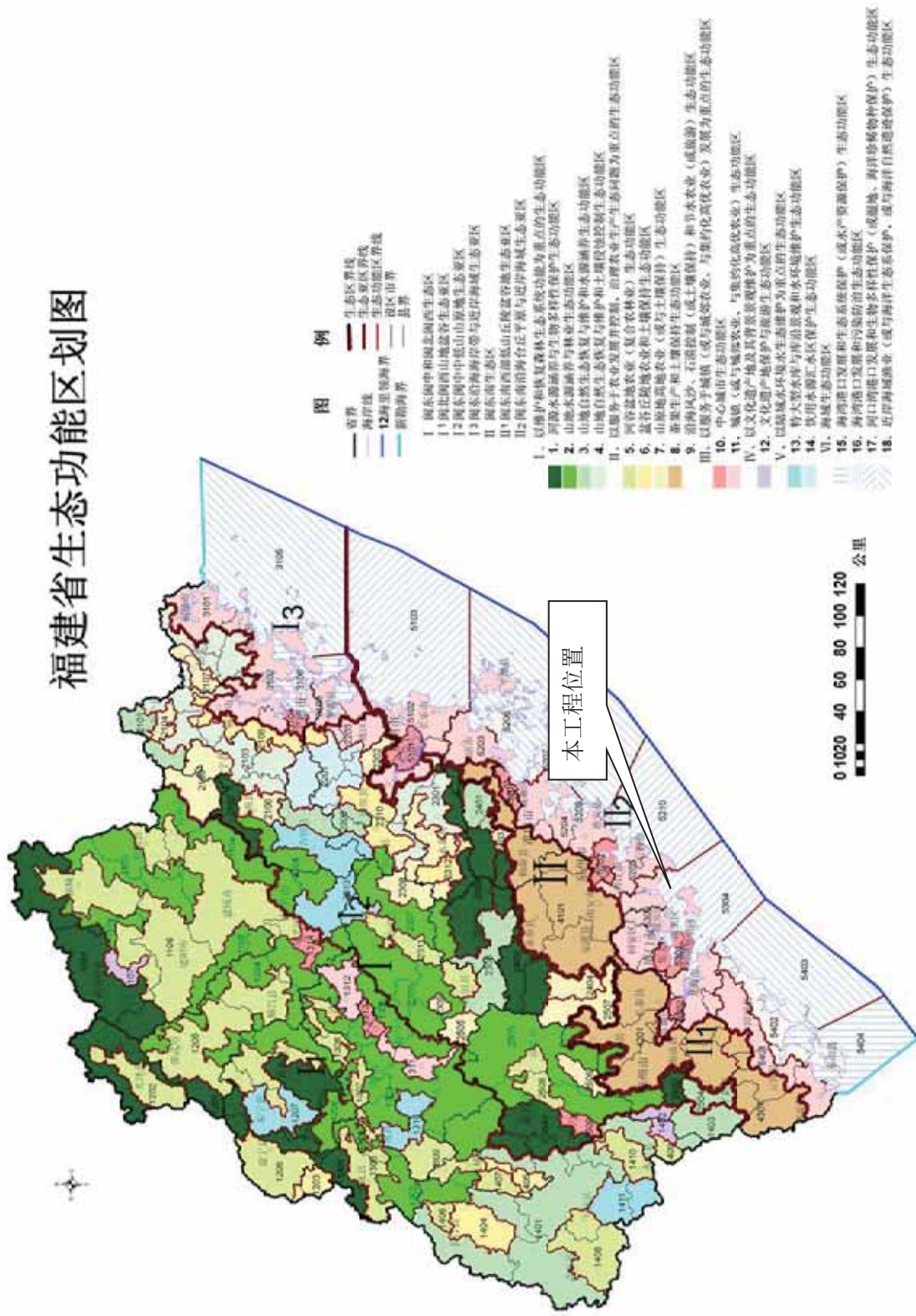


图 1.3-3 项目所在地生态功能区划图

## 1.3.2 污染物排放标准

### 1.3.2.1 水污染物排放标准

#### (1) 船舶生产废水、生活污水

船舶含油污水、生活污水执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018), 标准值见表 1.3-9~1.3-12。另根据《船舶污染物铅封管理规定》:“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”。

#### ①船舶含油污水

船舶含油污水的排放控制要求按表 1.3-9 和表 1.3-10 规定执行。

表 1.3-9 船舶含油污水排放控制要求

污水类别	水域类别	船舶类别		排放控制要求
机器处所油污水	沿海	400 总吨及以上船舶		自 2018 年 7 月 1 日起,按表 1.3-10 执行或收集并排入接收设施。
		400 总吨以下船舶	非渔业船舶	自 2018 年 7 月 1 日起,按表 1.3-10 执行或收集并排入接收设施。
			渔业船舶	(1)自 2018 年 7 月 1 日起至 2020 年 12 月 31 日止,按表 1.3-10 执行; (2)自 2021 年 1 月 1 日起,按表 1.3-10 执行或收集并排入接收设施。

表 1.3-10 船舶机器处所油污水污染物排放限值

污染物项目	限值	污染物排放监控位置
石油类 (mg/L)	15	油污水处理装置出水口

#### ②船舶生活污水

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、在内河和距最近陆地 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船舶生活污水分别执行相应的

污染物排放限值：

在 2012 年 1 月 1 日以前安装（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（一）**

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 <sub>5</sub> ）（mg/L）	50	生活污水处理装置出水口
2	悬浮物（SS）（mg/L）	150	
3	耐热大肠菌群数（个/L）	2500	

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 1.3-12 规定执行。

**表 1.3-12 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 <sub>5</sub> ）（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 <sub>Cr</sub> ）（mg/L）	125	
5	pH 值（无量纲）	6~8.5	
6	总氮（总余氮）（mg/L）	<0.5	

### （2）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，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，污水排入详见表 1.3-13。

**表 1.3-13 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 <sub>5</sub> ）	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

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》》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。具体见下表1.3-14。

**表 1.3-14 船舶废气污染物排放限值及测量方法 (GB15097-2016) 第一阶段**

船机类型	单缸排量 (SV) (L/缸)	额定静功率 (P) (kW)	CO (g/kWh)	HC+NOX (g/kWh)	CH4(l) (g/kWh)	PM (g/kWh)
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

(1) 仅适用于 NG (含双燃料) 船机

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 1.3-15。

**表 1.3-15 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 <sup>3</sup> )	无组织排放监控浓度限值	
		浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	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	

### (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 1.3-16。

**表 1.3-16 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

## 1.4 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

根据项目初步设计报告，本工程作为南安市沿海污水处理厂尾水排海的配套设施，工程本身不产生污染物，但污水处理厂的尾水通过本工程扩散器直接排入围头湾海域。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定一览表

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量Q/(m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 0.6456km<sup>2</sup> (申请用海范围)，工程施工扰动近岸海域水底面积约 0.07km<sup>2</sup>。工程排放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

导则	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 <sup>2</sup> ; 工程扰动水底面积A2 / km <sup>2</sup>
		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	一级	A1约为0.64 km <sup>2</sup> ; A2约为0.058 km <sup>2</sup>

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				
				水文动力环境	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 <sup>3</sup> /d	生态环境敏感区	1	1	1	1	/
导则	面积30×10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> ~20×10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> 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 m <sup>3</sup> /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

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。

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、4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。项目登陆点位于规划南安高新技术产业园区，属于声环境3类功能区，管道约70m位于陆域（穿越海堤段），其余管道均位于海上，且距离附近居住等敏感目标在1000m以上，评价范围内没有声环境敏感目标。因此本工程声环境影响评价为三级。

#### 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，本报告对溢油风险及尾水排海事故风险进行数学模型预测。

### 1.4.2 评价范围

#### 1.4.2.1 海洋环境影响评价范围

##### （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西至金门乡五沙角（118°17'29.76"E，24°28'08.40"N）至翔安上苏（118°13'58.80"E，24°31'46.20"N）连线，东至金门乡蚝壳墩（118°28'21.72"E，24°26'49.56"N）连线，北至围头湾湾顶，海域评价范围面积约为 405.7km<sup>2</sup>，见图 1.5-1。

#### 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。

### 1.5 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 1.5-1、图 1.5-1。

表 1.5-1 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	与项目相对位置	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，约 637m	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，约 637m	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产生态保护红线区（350500-LCR-II-06，限制类）	东北侧，23m	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，994m	①传统渔业海域；②鲷科、鲱科、鮠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，5966m	滨海湿地及沙滩等自然景观	
6	海水养殖	开放式养殖、围垦养殖	项目两侧零星分布	吊斫、海带、紫菜、黄鳍鲷、对虾等	





## 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周边已建污水处理厂两座，分别为南安市电镀集控中心污水处理厂、泉州市南翼污水处理厂。“泉州芯谷”南安高新技术产业园区内规划污水处理厂两座，分别为“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂、南安市石井镇生活污水处理厂。目前上述污水处理厂实际污水处理量约 1.65 万 t/d，规划近期各污水处理厂处理量共计 11.5 万 t/d，规划远期污水处理总规模约 23.5 万 t/d。目前已建污水处理厂的尾水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

### (1) 南安市电镀集控中心污水处理厂

根据《南安市电镀集控中心（方案调整）环境影响报告书（报批稿）》（2009年），可知污水处理厂概况如下：

#### ①规模

##### A、生活污水

生活污水排放量为 536m<sup>3</sup>/d，近期经生化处理达标后，暂时排入安海湾石井院下排污区（临时排放口），待水头镇污水厂建成后，经市政污水管网排入镇区污水处理厂。

##### B、电镀废水

集控中心电镀废水处理厂处理规模为 8600t/d，分两期建设，一期 4300t/d，二期 4300t/d，目前一期已投入运行。污水处理采取“电镀废水分质分流、分质处理”工艺，处理出水 60.4% 回用于电镀生产，39.6% 达标排放。目前污水处理厂实际排放尾水量约 0.15 万 t/d，暂时排入安海湾石井院下排污区（临时排放口），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。

#### ②污水成分及排放标准

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2.1-1 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，除pH外

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 <sub>cr</sub>	180	80
总氰化物（以 CN <sup>-</sup> 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

根据《“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)》，可知污水处理厂概况如下：

### ①规模

“泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂总设计规模 5 万 t/d，近期设计规模 2.5 万 t/d，远期规模 5 万 t/d。项目已建成投入试运营。处理工艺采用具有脱氮除磷功能的前置厌氧改良型 A<sup>2</sup>O 工艺+高效澄清池+深床反硝化滤池+催化臭氧氧化池，消毒采用接触消毒。

### ②污水成分及排放标准

污水厂总水量中工业污水与生活污水各占 50%左右，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 标准后排入围头湾。

表2.1-2 “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 <sub>cr</sub>	400	50
BOD <sub>5</sub>	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

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（报批版）》、《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，泉州市南翼污水处理厂于 2015 年建设，近期设计规模约 6.33 万 t/d（其中一期建成日处理量 1.5 万 t/d），

远期设计规模 11.66 万 t/d。目前，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 B 标准后排入院下溪临时排放口。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。

### ②污水成分及排放标准

据调研，目前已建南翼污水处理厂正在对污水处理设施进行升级改造，并计划于 2020 年底之前完成改造，改造后的出水水质提升至《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级排放标准的 A 类标准。

**表2.1-3 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 <sub>cr</sub>	300	50
BOD <sub>cr</sub>	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

#### （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，主要服务范围为石井镇南部片区和南安高新技术园区，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 A<sup>2</sup>O 工艺+高效澄清池+纤维转盘滤池，消毒采用接触消毒。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



准后拟排入围头湾海域。

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 标准后排入围头湾。

表2.1-4 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 <sub>cr</sub>	300	50
BOD <sub>cr</sub>	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

表 2.1-5 本工程服务污水处理厂尾水排放情况表

序号	项目名称	规划近期污水量 (万t/d)	规划远期污水量 (万t/d)	实际尾水排放量 (万t/d)	建设情况	污水种类	执行排放标准	备注
1	南安市电镀集控中心污水处理厂	0.17	0.34	约0.15	一期 (规划近期) 已运行	工业污水 (电镀废水)	《电镀污染物排放标准》 (GB21900-2008)	近期污水处理量4300t/d, 远期污水处理量8600t/d。处理后的污水60.4%回用, 39.6%达标排放。
2	“泉州芯谷”南安高新技术产业	2.5	5	0.5	试运营	半导体工业污水和生活污水	《城镇污水处理厂污染物排放标准》 (GB18918-2002) 一级 A	

	园区工业污水处理厂							
3	泉州市南翼污水处理厂	6.33	11.66	约1.0	已运行	生活污水	《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级B, 改造后执行排放标准一级A。	
4	南安市石井镇生活污水处理厂	2.5	6.5	未运行	拟建设	生活污水	《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A	
	总计	11.5	23.5	1.65				

## 2.1.2 排污口、桌面路由比选论证

### 2.1.2.1 排放口位置比选主要结论

2018年10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》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。备案编号为:排污口备[2019]001号。排污口位置见图2.1-2。

根据《泉州海事局关于南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程海底排污管道路由选址的意见》(闽海事泉函〔2019〕78号,2019年11月27日)(附件4),泉州海事局认为推荐路由预选线总体合理,同时提出结合后续路由勘测情况,在推荐路由预选线上选择合适排污口位置,将管道路由和排放口整体向西侧回缩,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。

2020年8月,建设单位委托厦门蓝海绿洲科技有限公司编制《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》,并已取得泉州市生态环境局复函(附件3)。排污口位置见图2.1-2。优化后的排污口与海洋功能区、海洋生态保护红线的位置关系见图2.1-3。

排污口调整以原备案口论证过程为基础,结合后续路由地形勘测、周边用海调查情况,充分考虑专家及相关部门各阶段的评审意见与建议,从工程经济技术可行性和环境保护等

角度进行排污口位置局部优化。经比选，建议将原备案口（118°30'45.73"E，24°32'27.51"N）调整至优化口（118°29'51.3939"E，024°32'46.6632"N）。优化口水深条件较好，符合深海排污口设置规范，水动力条件和水质扩散条件均较好，各方面条件及相关符合性与原备案口基本相似，符合《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》、《福建省海洋生态保护红线划定成果》等相关规（区）划要求，对周边生态敏感目标影响较小，路由穿越支航道问题可协调，不存在跨界污染问题。相比于原备案口，优化口避开了习惯性锚地密集区，降低了排污管道遭到抛锚损坏的风险；管道回缩，避开路由末段裸露礁石密集区，缩短排污管道的同时避免了大量炸礁，不仅节约了工程成本、降低了工程难度，也减少了工程施工对海区底床自然属性的破坏，因此优化口更具环保性和工程可行性，优于原备案口。

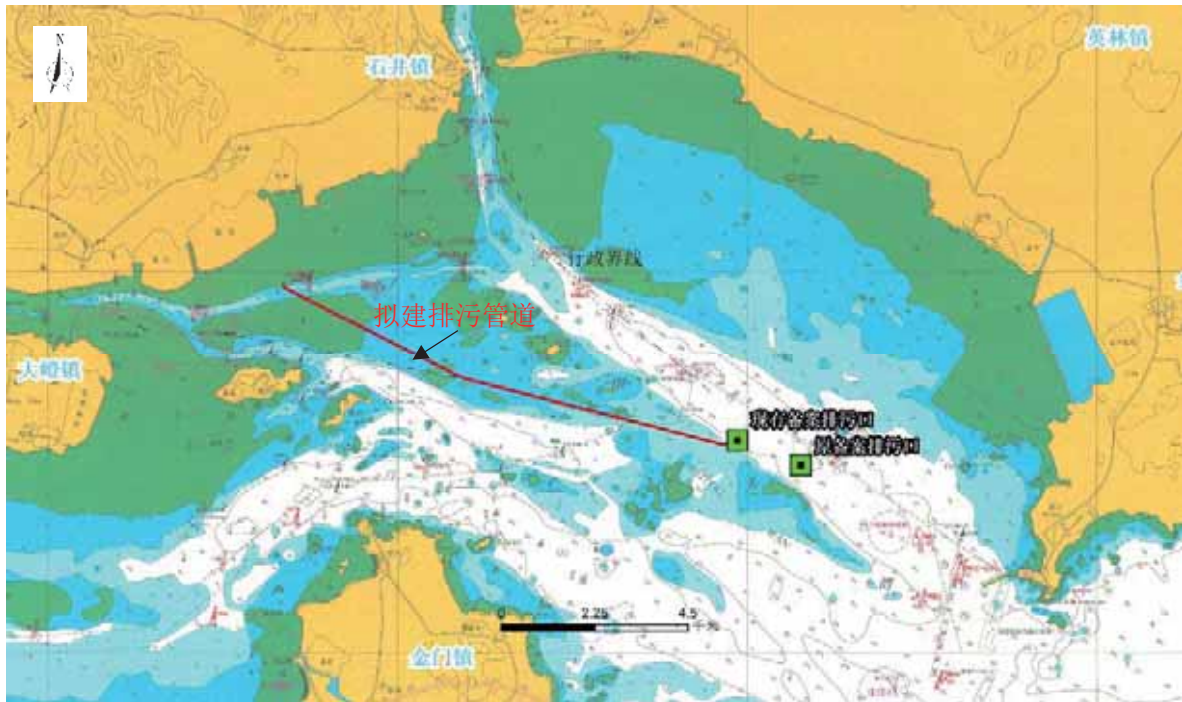


图 2.1-2 原备案排污口及现有备案排污口位置关系图

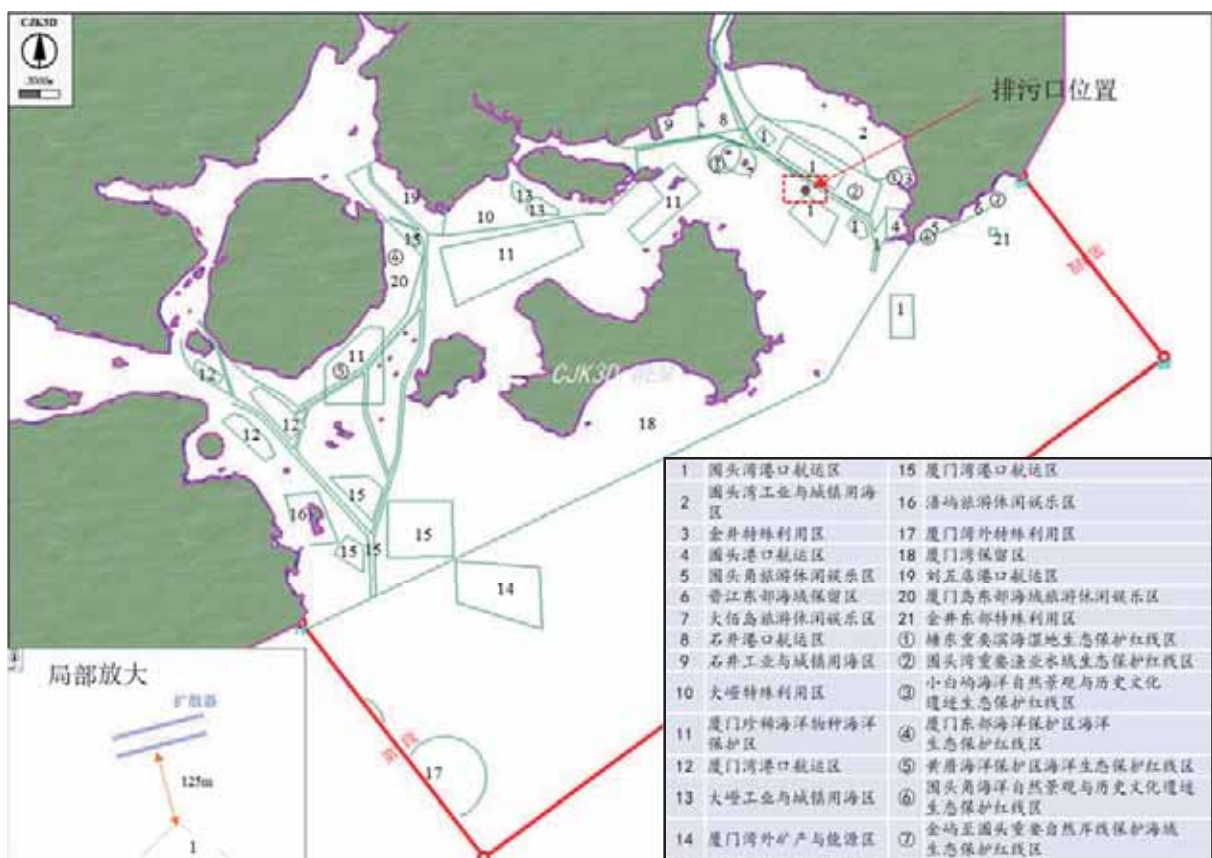


图 2.1-3 排污口与海洋功能区、海洋生态保护红线的位置关系

### 2.1.2.2 排海管道路由比选主要结论

根据《南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程海底管道路由调查勘测报告》的勘察结果，路由地质条件相对较好，路由区存在多处出露和浅埋礁石，水文气象条件较适宜。项目建设不会改变所在海域功能区的海域自然属性，符合海洋功能区划的管理要求，与其它相关规划相符，海洋开发活动是可以协调的，推荐预选路由方案可行。本次调查勘测后，推荐路由信息见表 2.1-6、表 2.1-7；推荐路由平面位置分布见图 2.1-1，下海点拐点见图 2.1-2。

表 2.1-6 北线管道推荐路由中心线信息表

点号	CGCS2000 坐标系		方位角 (°C)	距离 ( km)		备注
	北纬	东经		间距	累计距离	
LP	24°34'48.55"	118°23'22.31"	180		0.000	下海点
				0.015		
AC-N1	24°34'48.07"	118°23'22.30"	116.5		0.015	拐点
				4.824		
AC-N2	24°33'36.69"	118°25'54.91"	103.8		4.839	拐点
				6.506		
AC-N3	24°32'44.05"	118°29'38.75"	74.8		11.345	拐点
				0.365		
D	24°32'47.03"	118°29'51.29"			11.710	排放口

表 2.1-7 南线管道推荐路由中心线信息表

点号	CGCS2000 坐标系		方位角 (°C)	距离 ( km)		备注
	北纬	东经		间距	累计距离	
LP	24°34'48.55"	118°23'22.17"	180		0.000	下海点
				0.046		
AC-S1	24°34'47.04"	118°23'22.15"	116.5		0.046	拐点
				4.817		
AC-S2	24°33'35.78"	118°25'54.53"	103.8		4.863	拐点
				6.511		
AC-S3	24°32'43.09"	118°29'38.55"	74.8		11.374	拐点
				0.378		
D	24°32'46.18"	118°29'51.53"			11.752	排放口



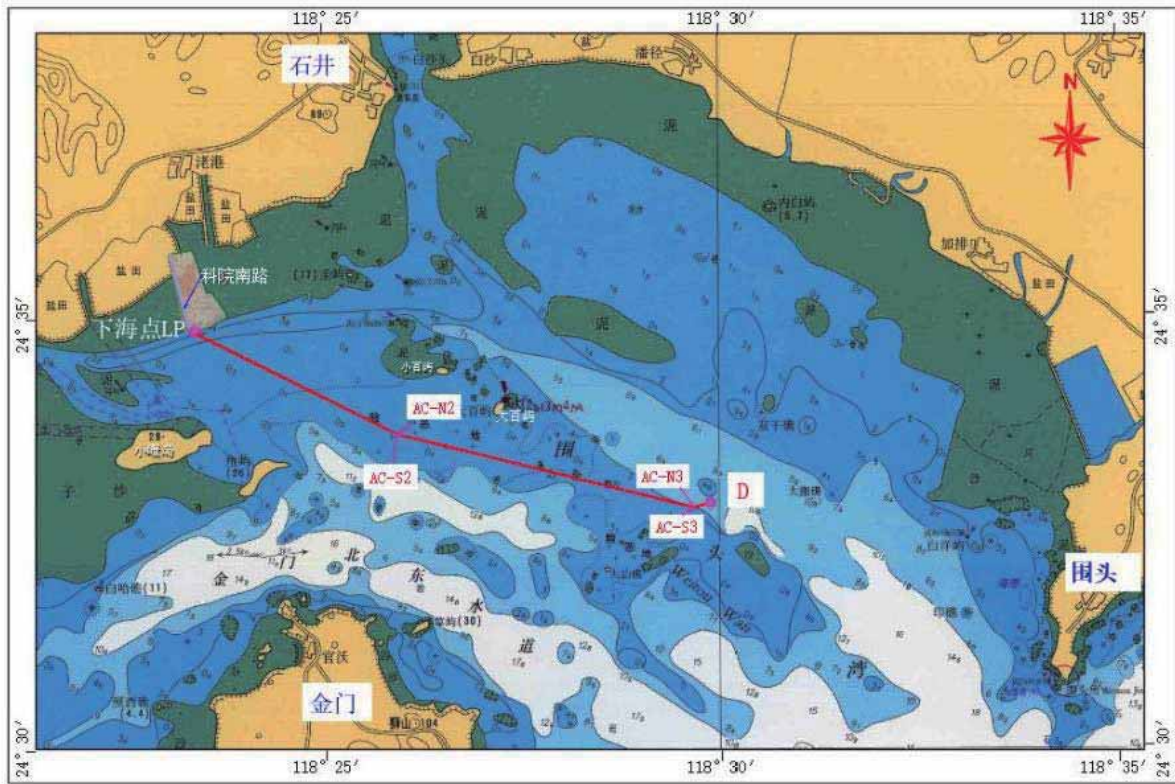


图 2.1-1 预选路由中心线平面位置分布图

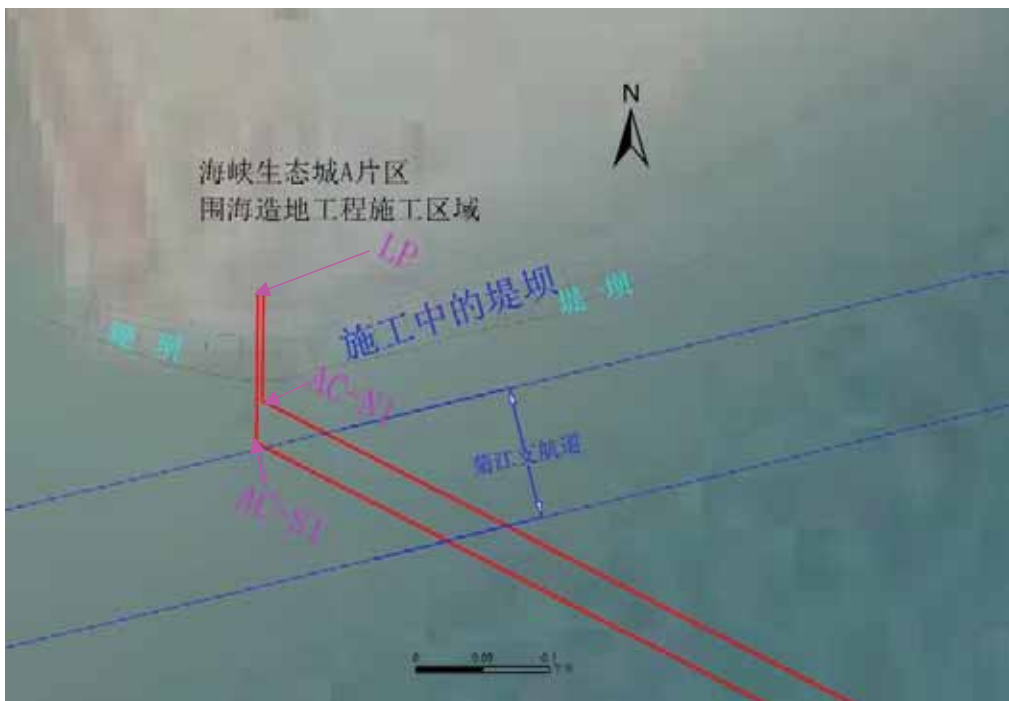


图 2.1-2 下海点附近拐点分布示意图



## 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，设计污水输量为近期 16 万 m<sup>3</sup>/d，设计压力 1.0Mpa，远期 23.5 万 m<sup>3</sup>/d，管道终端设置两座扩散器，单根海底管道长度约 11.6km，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) 建设期：施工期 18 个月

(6) 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

#### 2.2.1 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72m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IP1位置后，路由向北折转13°，沿直线敷设6.5km到达转折点TP4位置后，路由向北折转29°，最终沿直线敷设约210m至围头湾污水排放口EP位置，全长约11.6km。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72m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
<b>一、主体工程</b>			
1	排海管道	新建两条并行 D1016mm 钢制海底管道，设计污水输量为近期 16 万 m <sup>3</sup> /d，设计压力 1.0Mpa，远期 23.5 万 m <sup>3</sup> /d，管道终端设置两座扩散器，单根海底管道长度约 11.6km，单座新建扩散器长度约 149m。	纳入本次评价范围
<b>二、配套工程</b>			
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。	
<b>三、依托工程</b>			
1	施工场地	科院南路、南安市海峡科技生态城 A 片区的填海造地作为本工程临时施工场地；面积约 3.5hm <sup>2</sup> 。	纳入本次评价范围
2	菊江航道、泉金航道	菊江航道：航程 10.6km，航宽 80m，设计底高程-0.9m。 泉金航道：航程 20.4km，航宽 100m，设计底高程-3.0m。	不属于本次评价范围
<b>四、相关工程</b>			
1	陆域管段	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	仅评价穿越海堤约 70m 的管道
2	5#排海泵站	拟采用 DN1800 等径三通结合两个 DN1800×1000 异径管的方式与两条 DN1000 海底管道连接	不属于本次评价范围





## 2.2.2 排海管道主要尺度及结构

### 2.2.2.1 海底管道结构

#### (1) 海底管道结构

D1016mm作为海底管道管径；结合扩散器污水排放要求，以及与陆上部分沟通确定，海底管道的设计压力初定为1.0MPa（需选取的海底管道壁厚15.88mm，管道充水，混凝土配重层密度为3040kg/m<sup>3</sup>，厚度为40mm，横向及垂向稳定性可以满足规范要求。

#### (2) 管道保护方案

具体埋设保护方案见表2.2-1和表2.2-2。

表 2.2-1 海底管道北线埋设保护方案

位置	里程	长度 (m)	水深 (m)	挖沟方式	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	8.4	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	8.4	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	12.3	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 KP9.97~KP11.014 KP11.124~KP11.4	2739	18	后挖沟	3.1 (管顶2m)	机械回填1.5m
基岩段	KP4.822~KP4.874 KP5.896~KP9.197 KP11.014~KP11.124	3463	18	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	KP9.197~ KP9.97	773	10	预挖沟	4.1 (管顶3m)	粗砂回填2m
排污口段	KP11.4~ KP11.6	200	24	预挖沟	管底1.2m	覆盖混凝土联锁排, 粗砂回填

表 2.2-2 海底管道南线埋设保护方案

位置	里程	长度 (m)	水深 (m)	挖沟方式	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	8.4	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	12.3	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	4262	18	后挖沟	3.1	机械回填1.5m



位置	里程	长度 (m)	水深 (m)	挖沟 方式	沟深 (m)	保护方式
	KP7.273~KP8.059 KP8.095~KP8.68 KP9.91~KP10.38 KP10.437~KP11.018 KP11.096~KP11.43				(管顶2m)	
基岩段	KP4.85~KP5.121 KP6.223~KP7.273 KP8.059~KP8.095 KP8.68~KP9.217 KP10.38~KP10.437 KP11.018~KP11.096	2029	18	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	KP9.217~KP9.91	693	10	预挖沟	4.1 (管顶3m)	粗砂回填2m
排污口段	KP11.43~ KP11.63	200	24	预挖沟	管底1.2m	覆盖混凝土联锁 排, 粗砂回填

①为减小预挖沟长度及工程量，考虑两条管道单独敷设，采用后挖沟进行挖沟埋设施工。

②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 2.2-2 (a) 所示。

③对于海中分布硬质岩石区域，拟采用机械或爆破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 2.2-2 (b) 所示。

④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 2.2-2 (c) 所示。

⑤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 2.2-2 (d) 所示。

⑥对于排污口扩散器位置段，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 1.2m，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，考虑覆盖混凝土联锁排的保护措施。埋设保护断面图如图 2.2-2 (e) 所示。

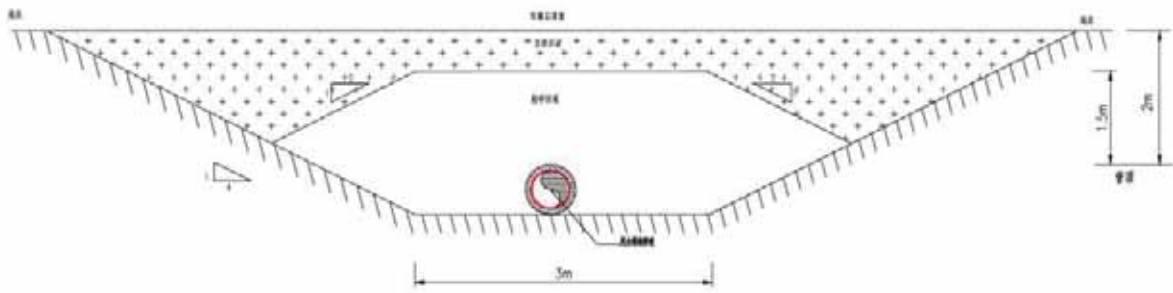


图 2.2-2 (a) 生态城 3 号近岸段预挖沟及埋设保护断面图

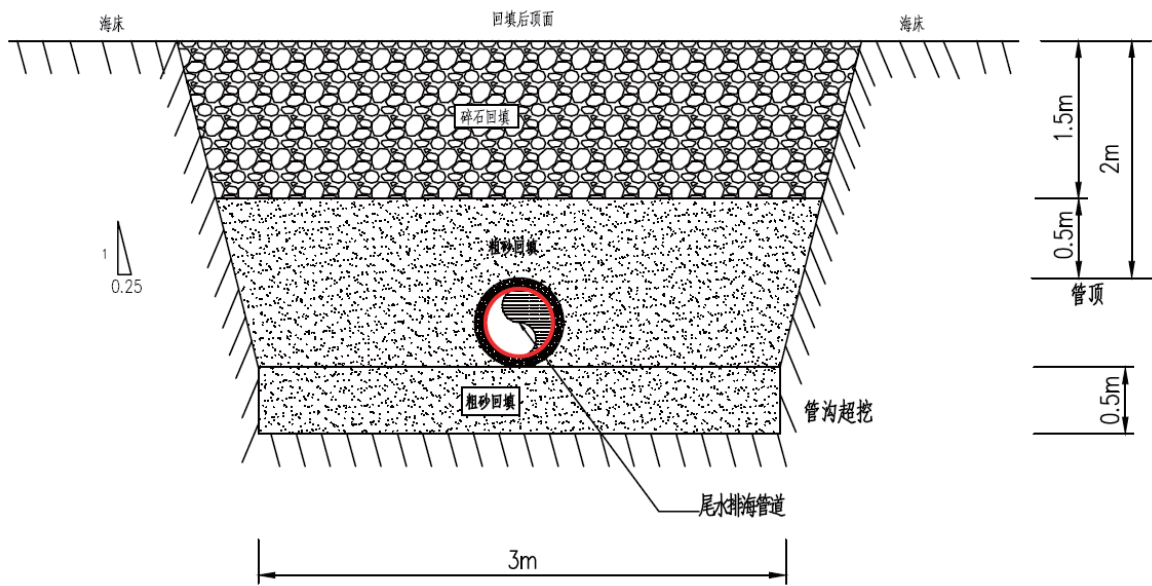


图 2.2-2 (b) 岩石段预挖沟及埋设保护断面图

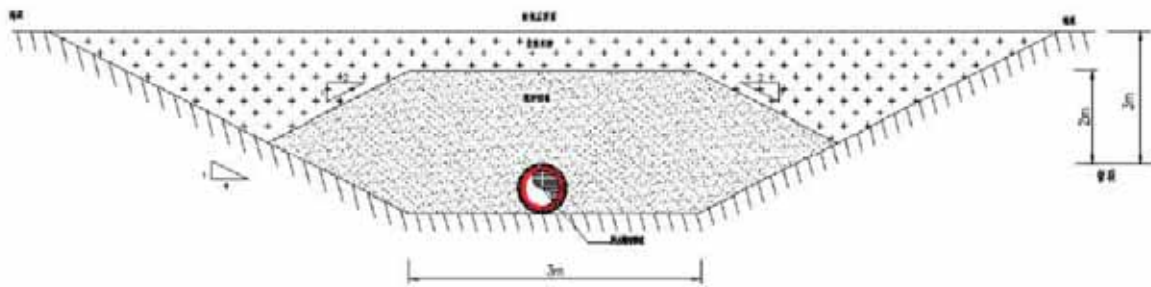


图 2.2-2 (c) 航道段预挖沟及埋设保护断面图



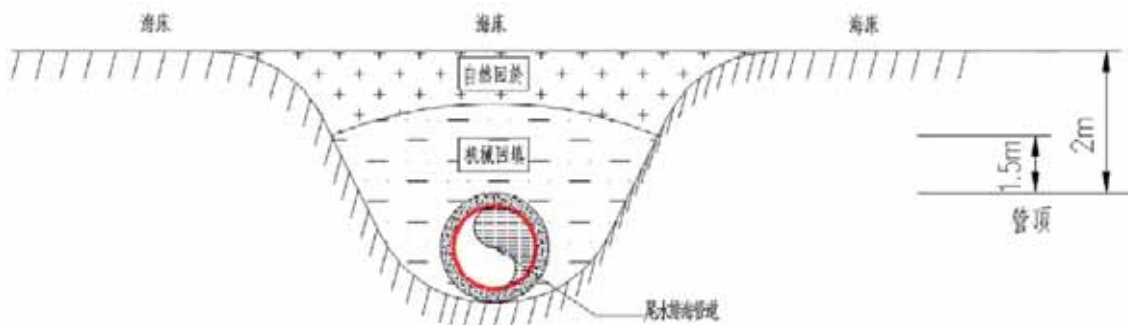


图 2.2-2 (d) 一般海中段后挖沟及埋设保护断面图

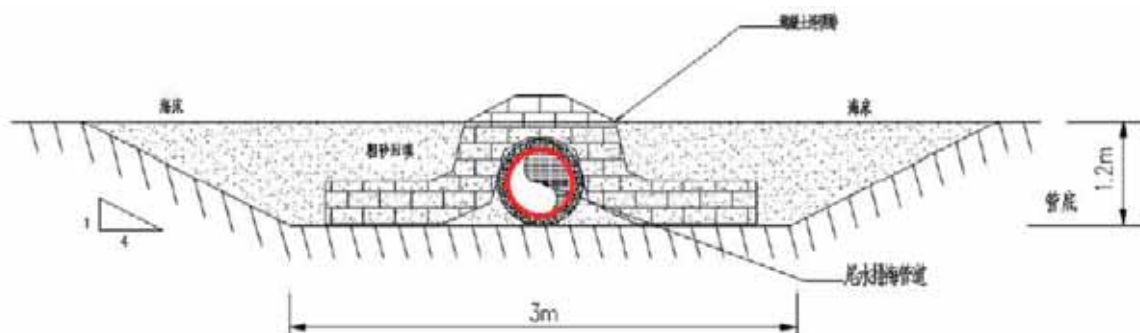


图 2.2-2 (e) 排污口段预挖沟及埋设保护断面图

### 2.2.2.2 扩散器

#### (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，最大水深约17m。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。

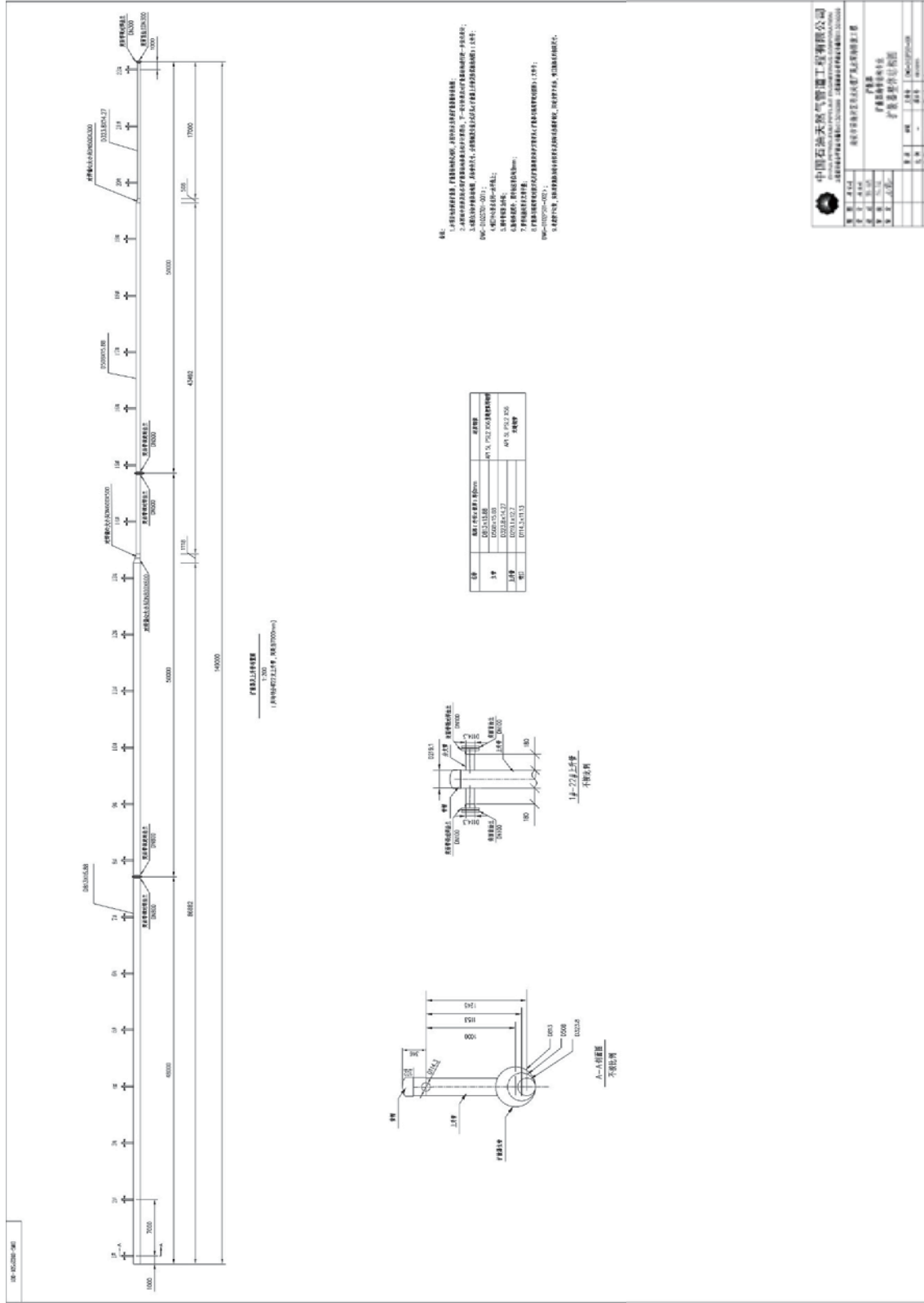


图2.2-3 扩散器整体结构图

表 2.2-4 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) 扩散器防护结构

扩散器由扩散主管、防沉板及防护笼等结构组成。扩散器埋设采用预挖沟方式，沟底铺碎石层找平，将扩散器分段吊装、水下法兰安装连接完毕后，采用粗砂回填进行保护。扩散器埋设保护示意图见图2.2-4。

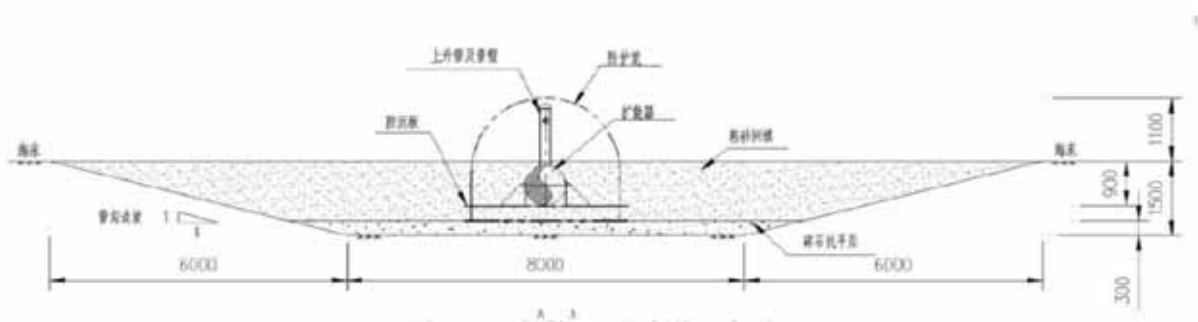


图 2.2-4 扩散器埋设保护示意图

### 2.2.2.3 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。

拟采用铺管船抛锚艇，配备相关起吊设备进行警示浮标和水质监测系统安装，如图2.2-4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。

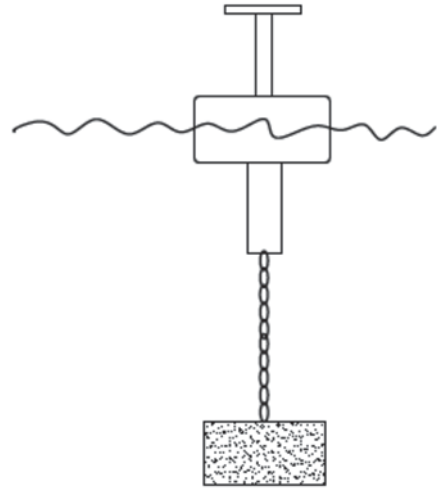


图 2.2-4 警示浮标示意图

## 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。

### 2.2.2 临时施工场地

临时施工场地包括施工场地、施工营地和临时堆土场，临时施工场地位于科院南路及南安市石井海峡科技生态城3号地块内，面积约3.5hm<sup>2</sup>，该地块目前正在进行土地平整。其位置示意图2.3-1。

施工场地用于排海管道的预制、堆放施工材料施工机械等，避免施工设备散乱堆置或占地造成的不必要的新增水土流失；施工营地为施工人员暂住区域；临时堆土场用于堆放需破除的挡浪堤等土石方。待本工程施工工完成后，恢复场地陆域原状。



图 2.3-1 临时施工场地位置示意图

### 2.3.3 陆域段施工

项目下海点位于科院南路东侧，该位置存在在建斜坡式结构的挡浪堤（现状见图2.3-2），为减少对挡浪堤开挖破坏程度及施工工程量，拟考虑采用斜立管的方式登陆。斜立管施工考虑在陆上预制场地内对上下弯段管道全部预制完成后，采用吊机整体吊装就位的方式。



图 2.3-2 在建斜坡式结构的挡浪堤现状图

利用起重机将位于斜坡上的3t扭王十字块吊起并转移至陆上场地。根据设计方案确定的海堤顶部海底管道管沟截面，利用挖掘机开展海堤上部管沟的挖掘工作，最终形成沟底宽8m，两边边坡比为1:4的管沟。海堤顶部的管沟底部的高程需满足初步设计要求，即位于3.25m（累积频率10%高潮位）处，以便保障海堤中心袋装砂棱体的完整性。对于海堤底部管沟，可采用挖泥船进行海底管道管沟的预挖沟作业。

### 2.3.4 海域段施工

#### (1) 生态城3号下海段海底管道

项目下海点位于生态城3号南部，该位置存在斜坡式结构的挡浪堤，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。为减少对挡浪堤开挖破坏程度及施工工程量，采用斜立管的方式登陆（如图2.3-1），斜立管角度34°。斜立管施工考虑在



陆上预制场地内对上下弯段管道全部预制完成后，采用吊机整体吊装就位的方式。

在陆上预制场地内对上下弯段管道全部预制完成后，采用吊机整体吊装就位的方式，对现有人工护岸（防浪堤）进行开挖，根据项目初步设计海底管道登陆方案，利用起重机将位于斜坡上的3t扭王十字块吊起并转移至陆上场地。根据初步设计方案确定的海堤顶部海底管道管沟截面（如图2.3-2），利用挖掘机开展海堤上部管沟的挖掘工作，最终形成沟底宽8m，两边边坡比为1:4的管沟。海堤顶部、管沟底部的高程需满足初步设计要求，即位于3.25m（累积频率10%高潮位）处，以便保障海堤中心袋装砂棱体的完整性。对于海堤底部管沟，可采用挖泥船进行海底管道管沟的预挖沟作业。

将海底管道通过护管斜铺至护岸后侧陆地，使管道斜穿护岸登陆。斜立管施工完成后，将防波堤恢复，以减少对海堤的影响。

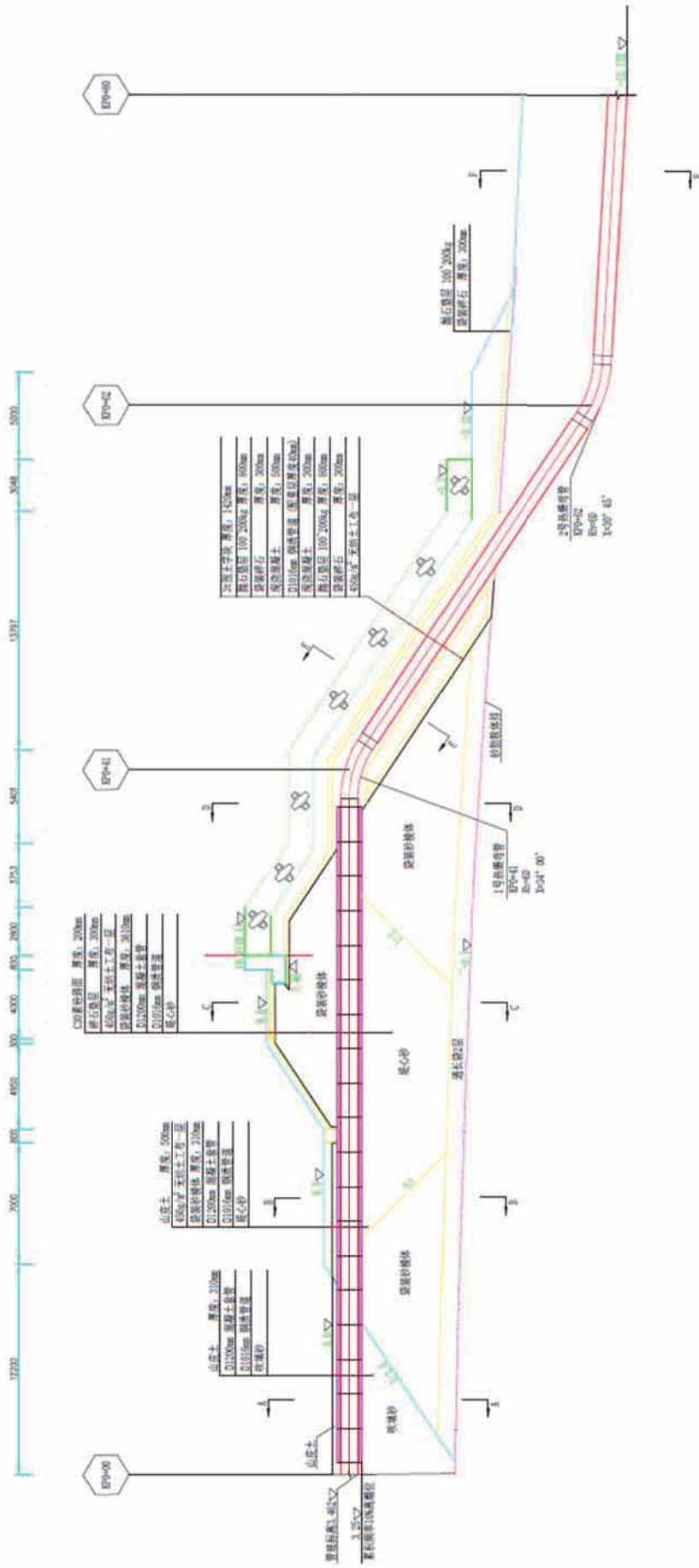
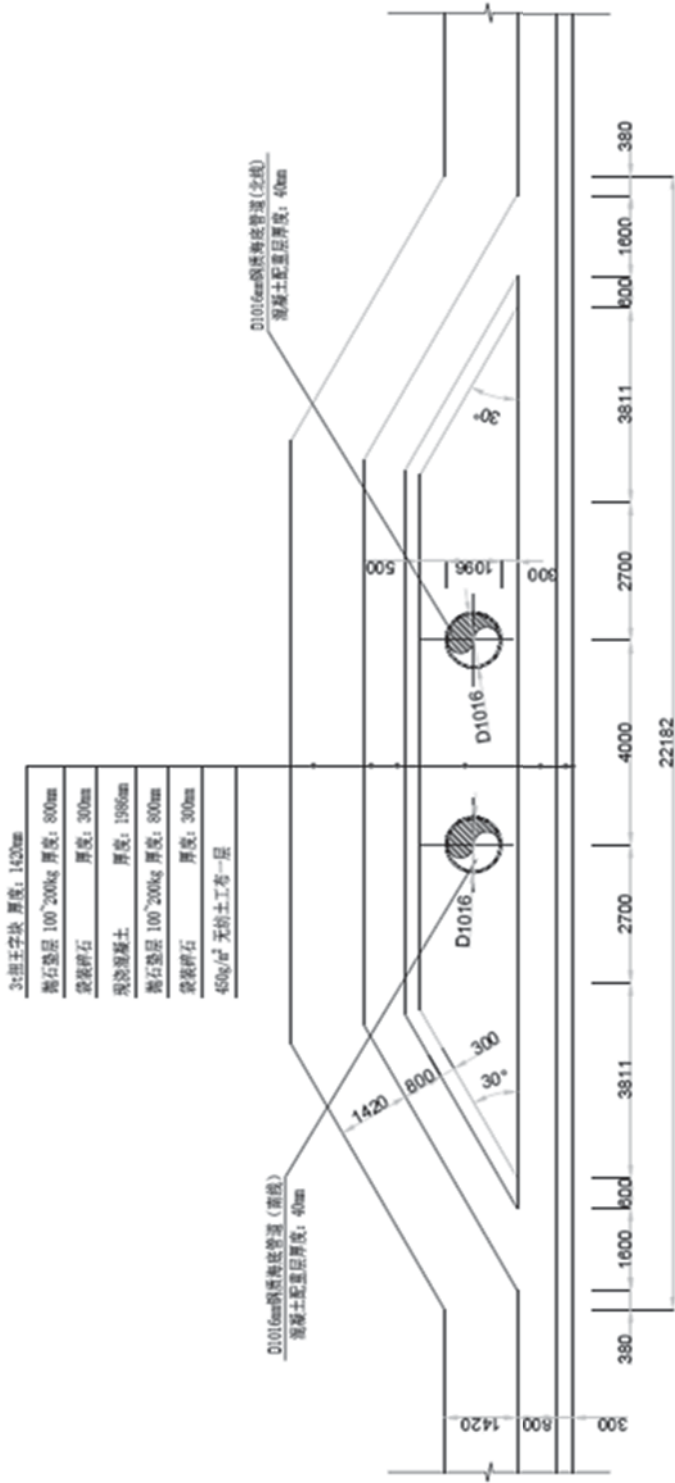
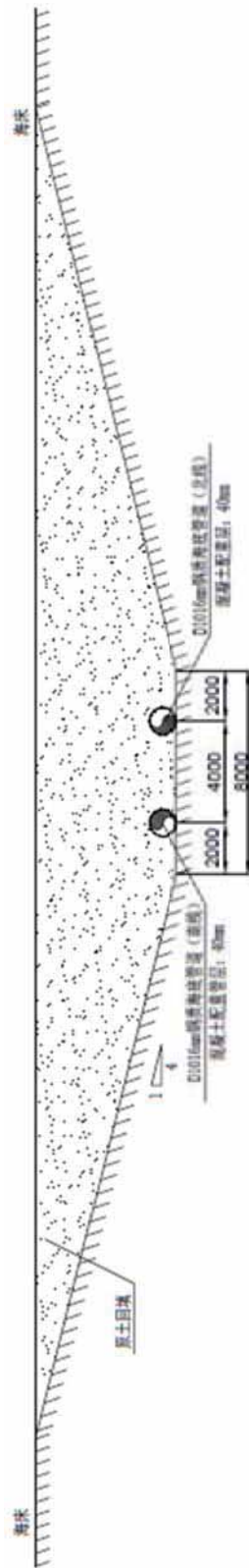


图 2.3-1 护岸开挖斜立管穿堤登陆断面图



D-D 与 E-E 断面预挖沟及回填断面图 (单位: mm)



F-F 断面预挖沟及回填断面图 (单位: mm)

图 2.3-2 护岸开挖斜立管穿堤登陆断面图 (D-D 与 F-F)

## (2) 中间段海底管道

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。浮拖法是将管道在表面拖或近表面的一种拖拉法如同漂浮法，如2.3-3所示。它是采用浮筒使管段漂浮在水面或接近水面，在这两种拖拉方法中，为控制漂浮的管段，除首抛轮外，在尾部常需牵制船。管道拖拉到铺设地点后，解开浮筒将管道下放到海底。

中间段海底管道具体施工过程是在岸上设置管道预制场地进行管道的焊接组装作业，根据作业场地情况，初步考虑单条管段长度为1500m，管段整体组装完成后，选择天气条件较好的施工窗口期，采用拖轮将预制完整的管段通过浮拖法拖拉至设计指定位置后，注水下沉至海床上。为防止拖拉施工过程中，波浪、水流对管道的侧向力作用，可采用打限位桩或其他施工措施，保障管道安全。

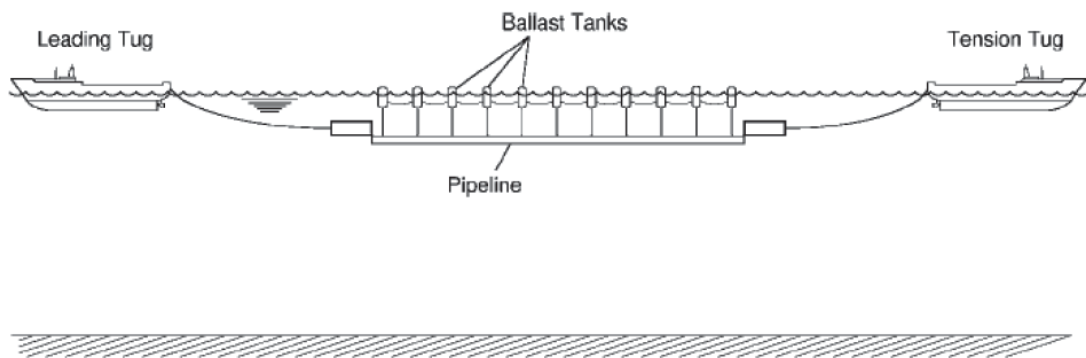


图 2.3-3 浮拖法示意图

## (3) 基岩段海底管道

本工程基岩段海底管道敷设与一般海中段海底管道敷设方式相同，但需要预先对基岩段进行预处理（机械凿岩），使其满足管道敷设深度要求。

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

## (4) 扩散器铺设方法

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2.3-4。

扩散器铺设前，应对待安装区进行水下测量扫测，明确安装区海床条件，进一步确认扩散器安装位置。根据勘测结果，路由排污口区域存在出露基岩，海床崎岖不平，为确保安装条件符合要求，需要对地基进行预处理，以排除障碍物影响，从而保证扩散器准确、安全和无障碍的安装到位。

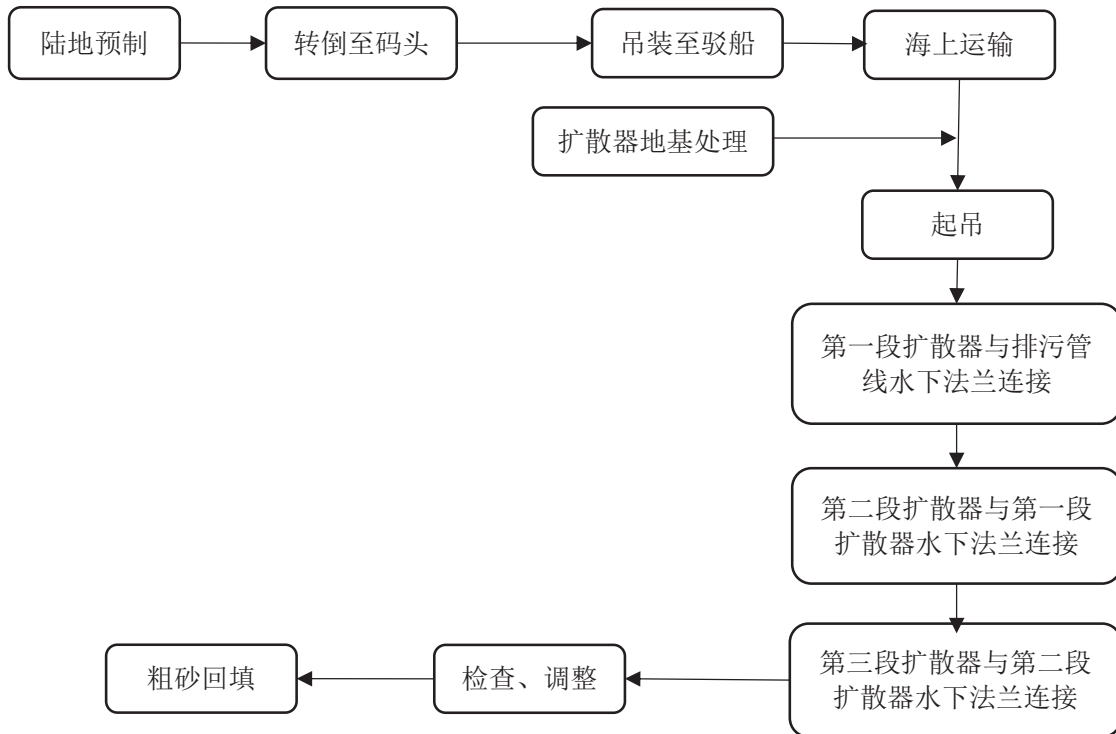


图 2.3-4 扩散器安装流程图

### 2.3.3 挖沟及回填保护

海底管道挖沟方式主要有预挖沟和后挖沟两种方法。

#### (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。

#### (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。后挖沟把管道沉降到指定的深度，回填保护采取自然回淤方式。常见后挖沟机现场作业见图2.3-5。



图2.3-5 后挖沟机现场作业图

### (3) 管沟回填

管沟回填主要有人工回填、机械回填、自然回淤等方法，常用的回填材料主要有粗砂、碎石、块石等，为保证管道在波浪、潮流等水动力因素作用下的稳定性，防止第三方活动可能对管道造成的机械损伤，近岸浅水区域海底管道通常采用挖沟并回填砂石材料进行埋设保护的措施。海底管道埋设总体方案见表2.3-1，具体分段见2.2.2.1节。常见回填现场作业见图2.3-6。

表 2.3-1 海底管道埋设总体方案表

位置	挖沟形式	边坡比	埋深	回填方案
科院南路近岸段	预挖沟	1: 4	距管顶2m	粗砂回填至管顶1.5m+自然回淤
航道段	预挖沟	1: 4	距管顶3m	回填粗砂至管顶2m+自然回淤
一般岩石段	预挖沟	1: 0.25	距管顶2m, 超挖0.5m	回填粗砂至管顶0.5m+碎石回填1.5m
一般海中段	后挖沟	—	距管顶2m	机械回填至管顶1.5m
排污口段	预挖沟	1: 4	距管底1.2m	回填粗砂至原海床面





图 2.3-6 常见回填现场作业图

### 2.3.4 主要设备

施工机械船舶配备见表 2.3-2。

表 2.3-4 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	海上安装	拖轮	1670HP	1
18		起重船	500t	1
19		抛锚艇	700HP	1
20		交通船	350HP	6
21		测量船	850HP	2
22		慢速卷扬机	10t	6

序号	工序	设备名称	规格	数量（艘/台）
23		履带吊	50t	6
24	安装后试验	拖轮	2400HP	2
25		发电机	400KW	2

### 2.3.5 土石方平衡

#### （1）围堤破除及恢复

本工程陆域段挖方 4869m<sup>3</sup>，回填土方 4188m<sup>3</sup>。其中挖方 3787 m<sup>3</sup> 回用于本工程，其余 401 m<sup>3</sup> 为外购土方；围堤破除及恢复产生弃方 1082m<sup>3</sup>，拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区进行回填（B 片区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 85.5003 万 m<sup>3</sup>，弃方 85.5003 万 m<sup>3</sup>；回填土石方量 49.6147 万 m<sup>3</sup>。弃方拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区陆域回填，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 14.0466 万 m<sup>3</sup>，机械回填土方量为 8.1506 万 m<sup>3</sup>（外购），14.0466 万 m<sup>3</sup> 为自然回淤。后挖沟段采用机械回填，土方不外抛，自然淤落。

#### （3）扩散器段

扩散器部分，采用预挖沟方式，预挖沟土方量 0.8381 万 m<sup>3</sup>，填方 0.8382 万 m<sup>3</sup>；弃方 0.8381 万 m<sup>3</sup> 拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区进行回填，回填土、砂、石均采取外购。

土石方平衡详见表 2.3-5。

表 2.3-5 本工程土石方平衡一览表

	挖方 (万m <sup>3</sup> )	填方 (万m <sup>3</sup> )	弃方 (万m <sup>3</sup> )	外购 (万m <sup>3</sup> )
围堤破除及恢复	0.4869	0.4188	0.1082	0.0401
管道段	预挖沟	49.6147	85.5003	49.6147
	后挖沟	14.0466	8.1506万m <sup>3</sup> 机械回填、14.0466万m <sup>3</sup> 自然回淤	/
扩散器	0.8381	0.8382	0.8381	0.8382
合计	100.8719	73.0689	86.4466	58.6436

### 2.3.6 施工计划

施工计划 17 个月。详见表 2.3-6。

表 2.3-6 施工计划一览表

项目	计划开始	计划结束
总体工期	2021 年 5 月中旬	2022 年 10 月中旬
施工准备	2021 年 5 月中旬	2021 年 7 月中旬
管沟开挖	2021 年 7 月中旬	2021 年 12 月中旬
管道铺设	2022 年 1 月中旬	2022 年 6 月中旬
管道安装及沟槽回填	2022 年 6 月中旬	2022 年 9 月中旬
安装检验及竣工验收	2022 年 9 月中旬	2022 年 10 月中旬

## 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<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、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 <sub>5</sub>	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，施工结束后营地复绿。

#### (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<sub>x</sub>、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、PM<sub>10</sub>。

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 1082m<sup>3</sup>。土石方拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区进行回填。

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、预开挖段悬浮泥沙源强（近岸及水深小于 2m 段）

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

式中：Q—疏浚作业悬浮物发生量（t/h）；

W<sub>0</sub>—悬浮物发生系数（t/m<sup>3</sup>）取 0.038；

R—发生系数 W<sub>0</sub> 时的悬浮物粒径累计百分比（%），取 89.2；

R<sub>0</sub>—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（m<sup>3</sup>/h），按 50 斗/h，每斗充泥系数取 0.5，项目采用 PC300 挖泥船（斗容 1.45m<sup>3</sup>），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 7.75m<sup>3</sup>/min。泥沙容重按 2650 kg/m<sup>3</sup> 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： $7.75\text{m}^3/\text{min} \times 2650\text{ kg/m}^3 \times 7.5\%/60 = 25.67\text{ kg/s}$ 。

### 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，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( $\text{m}^3/\text{h}$ )；

吹填过程主要的污染来自溢流口尾水排放，类比如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  $3500\text{m}^3/\text{h}$ ，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  $\text{m}^3/\text{h}$ ，排水速率约为  $6.81\text{m}^3/\text{s}$ ，溢流口排海泥沙含泥混水的悬浮泥沙约为  $44.8\text{mg/L}$ ，则算得溢流口悬浮物的排放速率约为  $0.305\text{kg/s}$ 。

### 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  $120\text{t/d}$ ，排污系数取 0.8，计算生活污水产生量为  $4.8\text{t/d}$ 。生活污水主要含  $\text{COD}_{\text{cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、氨氮等，施工期间生活污水浓度以及污染物产生量详见表 2.4-3。生活污水经船舶自备处理装置收集后上岸处理。

表 2.4-3 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 <sub>5</sub>	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<sub>x</sub>、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 2.1-3。

表 2.4-3 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)，中华人民共和国交通部，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 86.3384 万 m<sup>3</sup>，拟抛至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区

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对排放口周围海域水质、沉积物的影响，进而对海域生态环境产生的影响。

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  $\text{m}^3/\text{d}$ ，从对环境影响最不利角度考虑，本工程尾水排放污染物按设计量 16 万  $\text{m}^3/\text{d}$  进行计算。

### (1) 计算因子筛选

#### ①选取原则

本次计算因子的选取原则如下：根据三个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。

#### ②选取结果

A、选取的代表性常规排放因子包括  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、活性磷酸盐。

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。

#### ③计算因子确定

综上，最终确定本次评价的预测因子为  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 、活性磷酸盐、氰化物、总镍、六价铬。

### (2) 源强计算

根据项目周边资料收集、现场勘查可知，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处理规模可达到 8600t/d。本次报告以氰化物、重金属排放的最不利情况计算，即工业污水处理厂以远期出水量考虑，城镇污水处理厂接近期出水量考虑。

各污水处理厂的主要污染物进出水情况详见表 2.4-4。

表 2.4-4 各污水处理厂的主要污染物进出水情况一览表

项目		COD <sub>cr</sub>	氰化物	总磷	总镍	六价铬	执行标准	备注
南安市电镀集控中心污水处理厂	进水	180	90		100	180	执行《电镀污染物排放标准》(GB21900-2008)	远期 0.86 万 t/d 回用率 60.4%，则出水为 0.34 万 t/d
	出水	80	0.3	1	0.5	0.2		
南翼污水处理厂	进水	400		4			出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准；芯谷污水处理厂进水执行污水处理厂设计水质标准	近期 6.33 万 t/d
	出水	50		0.5				
泉州芯谷”南安高新技术产业园区工业污水处理厂	进水	300	0.4	5	0.001	0.001	一级 A 标准；芯谷污水处理厂进水执行污水处理厂设计水质标准	近期 2.5 万 t/d；远期 5 万 t/d（其中工业污水量为 2 万 t/d）
	出水	50	0.4	0.5	0.001	0.001		
南安市石井镇生活污水处理厂	进水	300		4			近期 2.5 万 t/d	
	出水	50		0.5				

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）》芯谷污水处理厂远期工业废水量按 2.0 万 t/d 计算，由此计算出，氰化物排放浓度为：

$(0.3 \times 0.34 + 0.4 \times 2.0) / 16 = 0.0564 \text{ mg/L}$ ；总镍排放浓度为： $(0.5 \times 0.34 + 0.001 \times 2.0) / 16 = 0.0108 \text{ mg/L}$ ；六价铬排放浓度为： $(0.2 \times 0.34 + 0.001 \times 2.0) / 16 = 0.0044 \text{ mg/L}$ ；COD<sub>cr</sub> 排放浓度为： $(80 \times 0.34 + 50 \times 15.66) / 16 = 50.638 \text{ mg/L}$ ；总磷排放浓度为： $(1 \times 0.34 + 0.5 \times 15.66) / 16 = 0.511 \text{ mg/L}$ 。

污水处理厂尾水中 COD 指标为 COD<sub>Cr</sub>，根据通常的换算方法，计算时取 COD<sub>Cr</sub>=2.5 COD<sub>Mn</sub>；对于 P，尾水排放指标为总磷，而海水水质评价指标为活性磷酸盐，从保守角度本报告活性磷酸盐占总磷比例取 100%，以此确定活性磷酸盐浓度和源强。

各计算因子源强详见表 2.4-5。

表 2.4-5 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	0.0564	0.104
总镍		0.0108	0.020
六价铬		0.0044	0.008
COD <sub>Mn</sub>		20.255	38.065
活性磷酸盐		0.511	0.946

### 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，海底管道沿线主体约 13km 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，事故污染物排放源强为 COD<sub>Mn</sub>70.4mg/L、氰化物 1.96mg/L、六价铬 3.83mg/L。

## 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 3.3-1 “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 23m、994m、5966m,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;本工程位于“围头湾二类区”,该功能区执行第二类海水水质标准,主导功能为旅游、航运,辅助功能为纳污。经过数模预测,本工程推荐排放口,尾水排放后需划定 <b>0.9905hm<sup>2</sup></b> 的混合区面积(在该区域内不执行水质标准);由于本工程仅是南安市沿海污水处理厂尾水排海的配套设施,工程本身不产生污染物,本工程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。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,减轻对海域生态和环境质量的影响。 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》。

### 2.5.4 开挖淤泥处置的合理性

根据调查，泉州芯谷石井临港高新区 B 片区除的海峡科技生态城 7 号项目外，其余区块至今未进行系统性的围填海施工，B 片区规划造陆面积 16.68km<sup>2</sup>。

根据《泉州芯谷石井临港高新区 B 片区 B-4 项目海域使用论证（报批稿）》（2019.05），B-4 项目需回填土方 160.1817 万 m<sup>3</sup>，除接纳纵一河的开挖土方量 1.4280 万 m<sup>3</sup>，海峡湖开挖土方量 22.9 万 m<sup>3</sup>，还余下 135.8537 m<sup>3</sup> 的容量，足以接纳本工程排海管道施工产生的弃方（86.44666 万 m<sup>3</sup>）。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。

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，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管控措施】：执行《风景名胜条例》、《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文化遗迹的原始风貌。……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”和“围头湾重要渔业水域生态保护红线区”，最近距离分别为23m、994m。</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，对渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道影响很小。</p>	符合	见图 3.3-11、表 3.3-1。
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	<p><b>与规划符合性：</b>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。</p> <p>工程建设符合《泉州港总体规划（修订）》（2019</p>	符合	见图 2.5-1。

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
4	《福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020年)》	影响报告书审查小组意见的函》(闽环环评[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,不设向陆地地表水的排放口,……。本次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 <b>规划环评文件符合性分析:</b> 本工程是南安市沿海片区尾水处理配套设施,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。 项目建设和符合规划环评文件要求。	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、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状,尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响。 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	<b>与功能区别符合性分析:</b> 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。 <b>与水质保护目标符合性分析:</b> 经过数值预测,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。 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。施工期产生的悬浮泥沙影响较小,且随着施工期结束而消失;运营期除混合区外,对渔业苗种场、索饵场、洄游通道等影响很小,基 本不影响周边海域环境质量和功能发挥;且本工程建设和完成后能够实现陆源污染物离岸排放,减少陆源污染物的排放,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,本工程建设和符合海洋功能区划实施的目	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>水质标准，加强生态环境整治和改善。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>标和环境保护的目的。</p>		
6	<p>《福建省海洋环境保护规划（2011～2020）》</p>	<p>项目所在海域涉及院下一菊江港口与工业开发监督区、围头湾渔业环境保护利用区；院下一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。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，减少陆源污染物的排放，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	<p>具体见 表 1.3-2 和图 1.3-2。</p>
8	<p>《泉州市海水养殖水域滩涂规划（2018-2030）（修编）》</p>	<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分：禁止养殖区、限制养殖区、养殖区。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。限制养殖区管理要求：工业与城镇用海限制养殖区</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。”的管理要求相协调。</p>	符合	<p>见图 2.5-3。</p>



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
		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。			
9	《 <b>南安市养殖水域滩涂规划（修编）（2018-2030）</b> 》	根据 <b>南安市养殖水域滩涂规划（修编）（2018-2030）</b> ，规划将养殖水域滩涂功能区划分为： <b>禁止养殖区、限制养殖区、养殖区</b> 。 禁止养殖区管控要求： <b>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主管部门负责限期搬迁或清退。严格执行，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。</b> 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。 限制养殖区管控要求： <b>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 and 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。严格按照有关法律规范要求，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。</b>	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。 根据《 <b>南安市养殖水域滩涂规划（修编）（2018-2030）</b> 》总体思路： <b>海洋功能区划中明确划定其他功能、并且已经或者明确近期拟开工建设</b> 的滩涂、浅海和垦区池塘水产养殖予以退出。 本工程为 <b>南安市沿海污水处理厂尾水排海的重</b> 要配套设施，将有助于促进南安市沿海片区 <b>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。</b>	可协调	图 2.5-4。
10	《 <b>福建省湿地保护条例</b> 》	第三十三条 <b>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。第三十四条</b> 建设单位占用湿地或者改变其用途的，建设项目的 <b>环境影响评价文件应当包括湿地生态功能影响评价。</b>	本工程为 <b>南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程</b> ，已列入福建省 2020 年度省重点项目名单（闽发改重综[2020]189 号）。 本工程仅 <b>施工期临时占用湿地进行挖沟作业</b> ，但随着管道的敷设后立即进行回填，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》。	符合	

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	地区	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	泉州市安南	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影响
B8-09	厦门湾保留区	泉州市、厦门市	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种苗场、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	围头港口航运区	泉州市晋江市	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

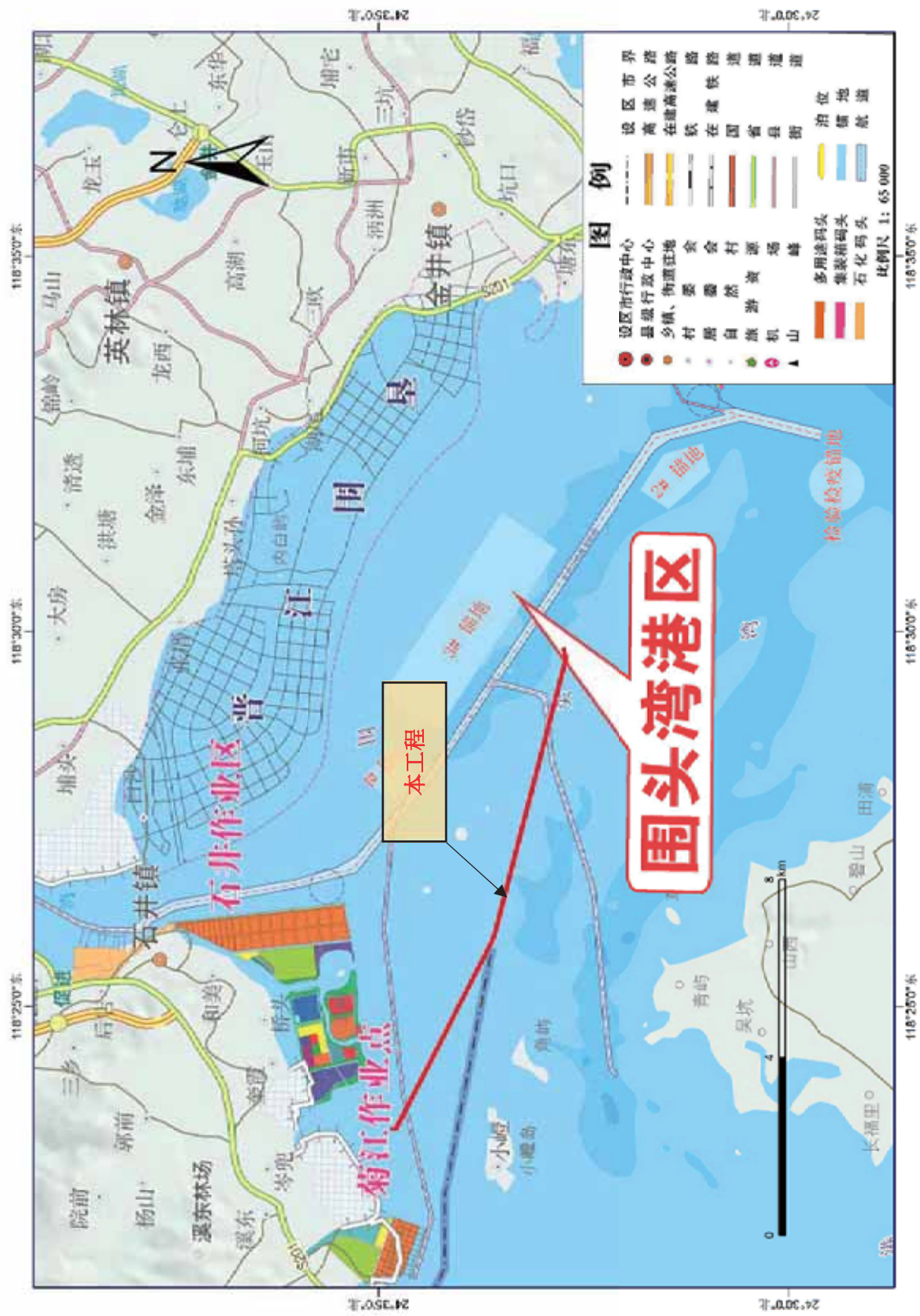


图 2.5-1 本工程与泉州港规划范围布置关系





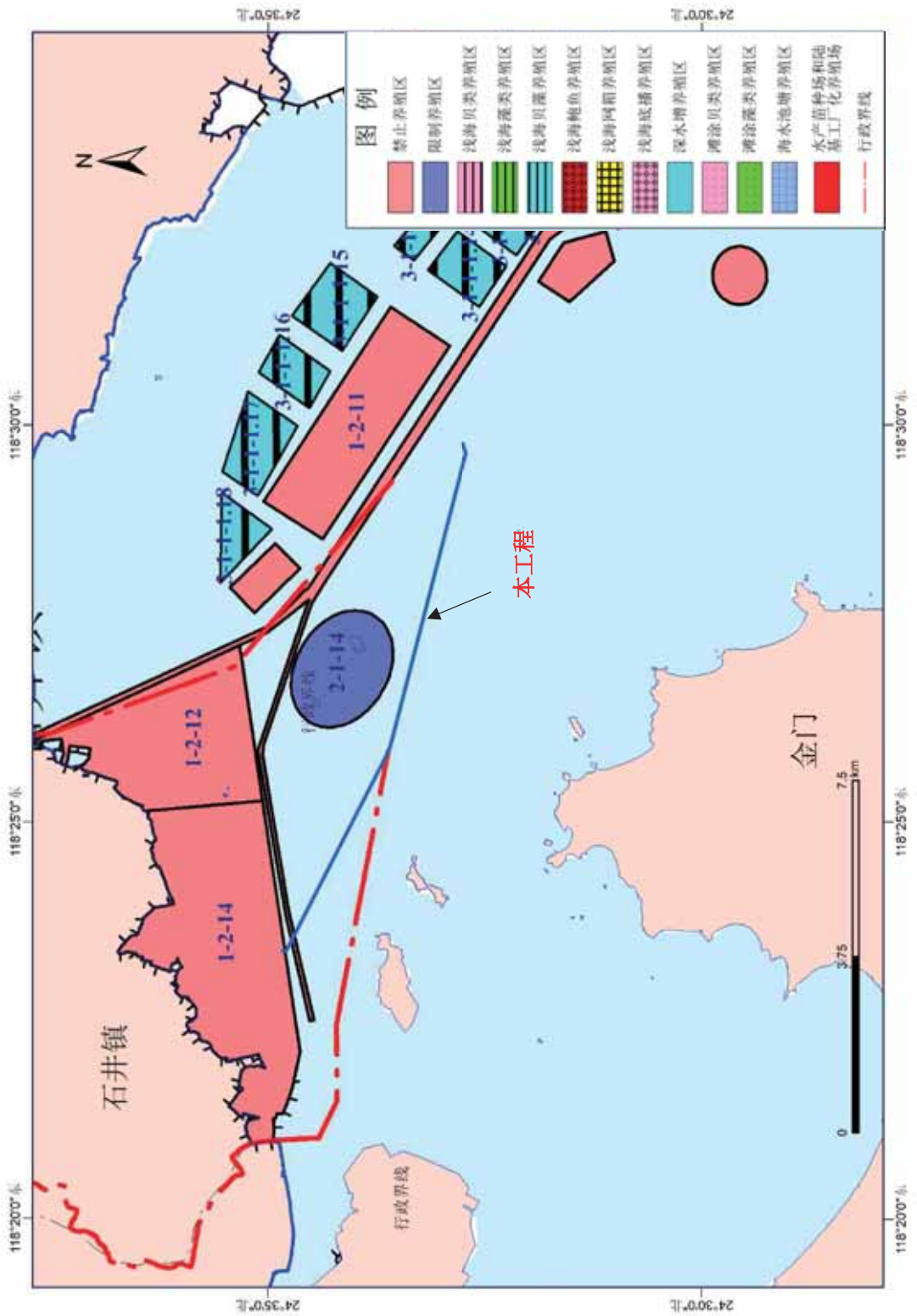


图 2.5-4 本工程与泉州市养殖规划的位置关系



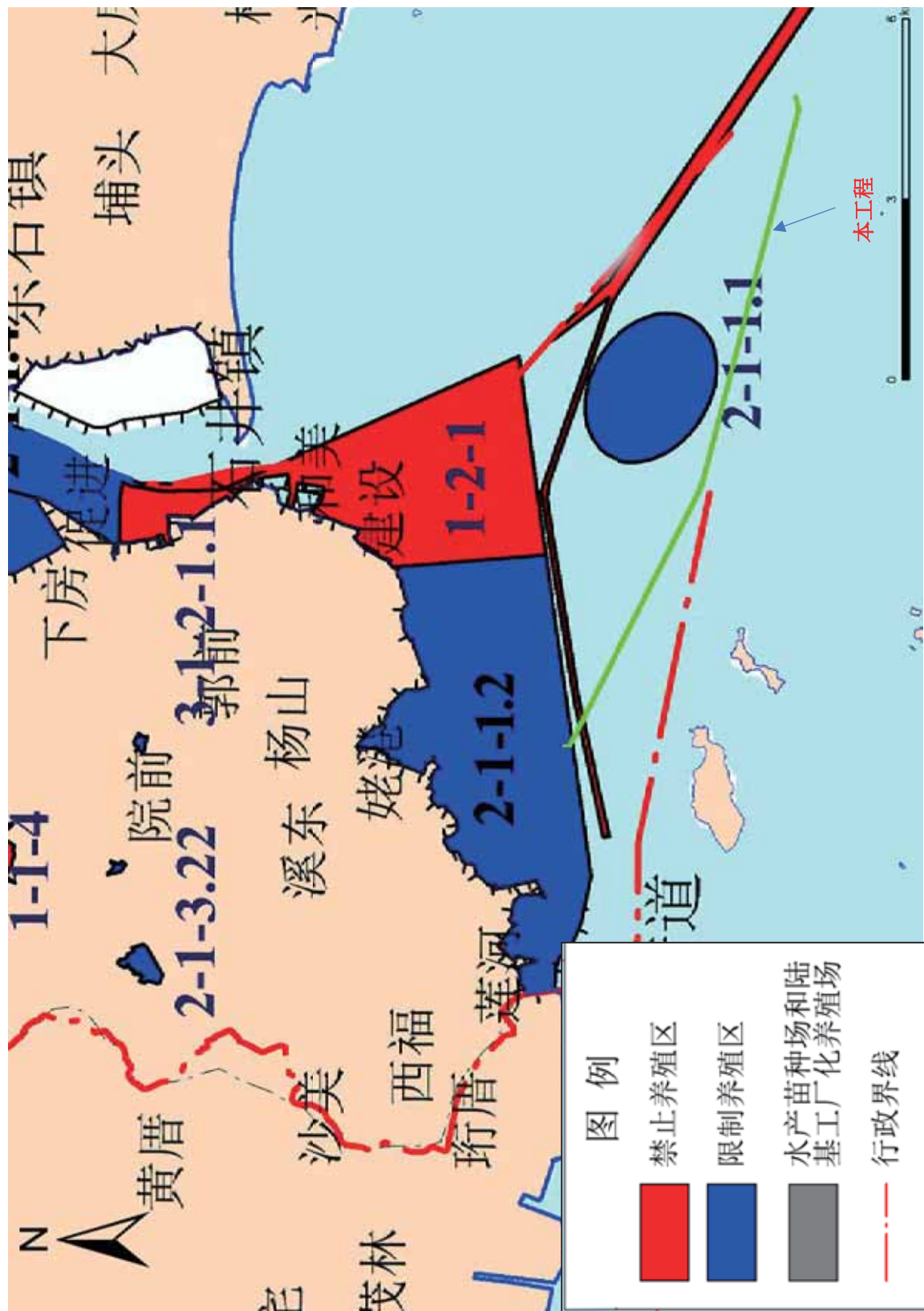


图 2.5-5 本工程与南安市养殖规划的位置关系

## 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。

##### 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，路由区发现的海底地貌特征主要包括：礁石出露、沙坑、渔业养殖痕迹等。详见图 3.1-2。

##### (2) 海底地形情况

本工程路由勘察区海底地形高程在-1.5m~-24.5m 之间，其中，最浅点位于路由 KP8.7 处的北侧，高程为-1.5m，该处分布有较大面积的礁石出露；最深处位于排放口附近 KP13.2 处路由中心线处，高程为-24.5m。路由区域内具体水深情况见图 3.3-3。

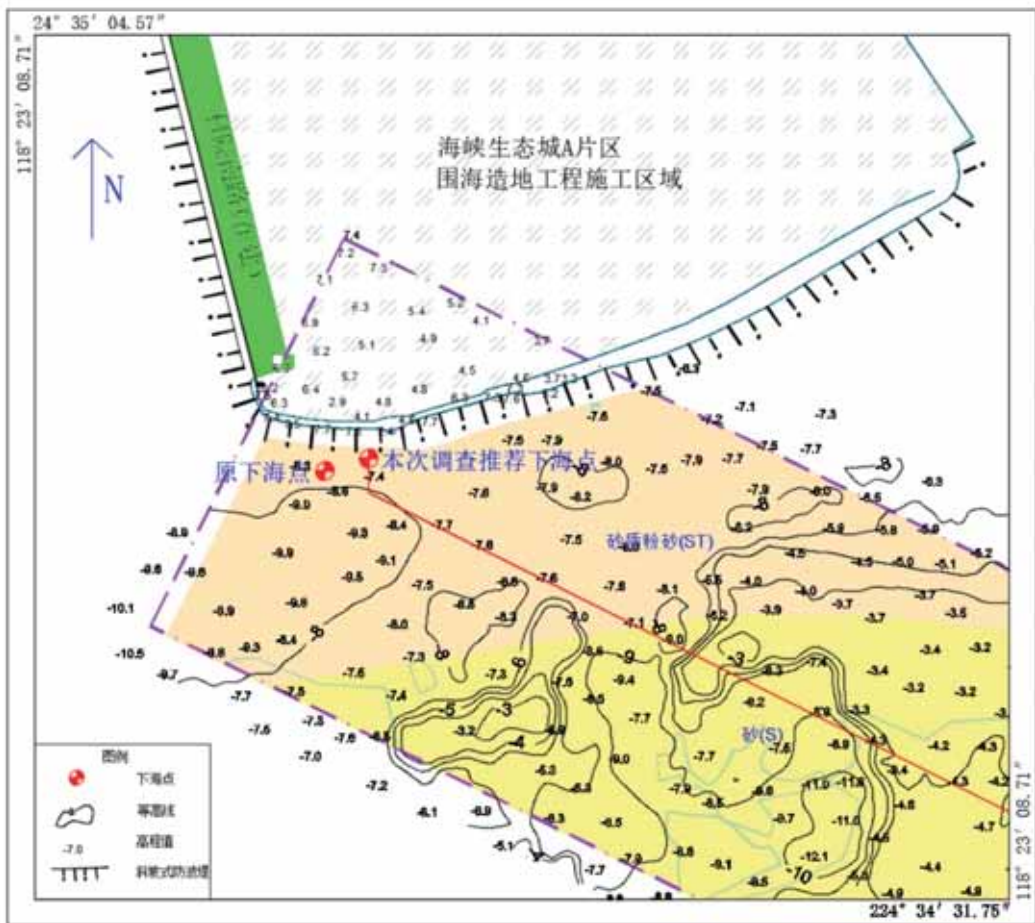
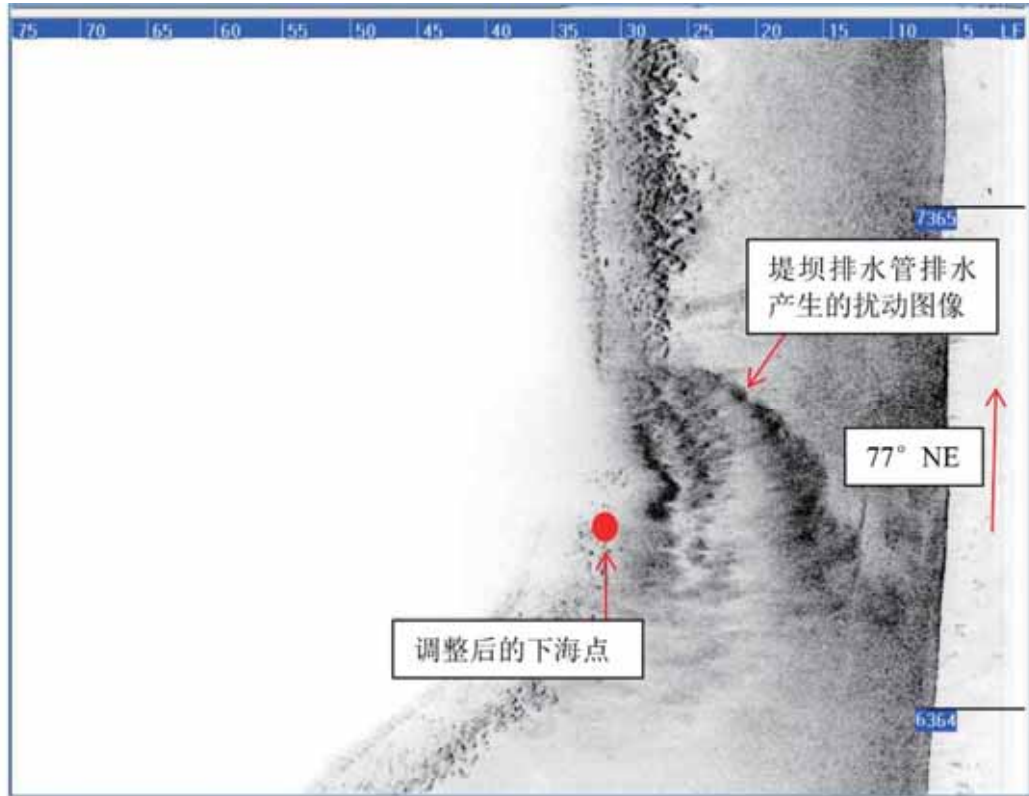


图3.1-1 下海点位置现状及海底地貌图

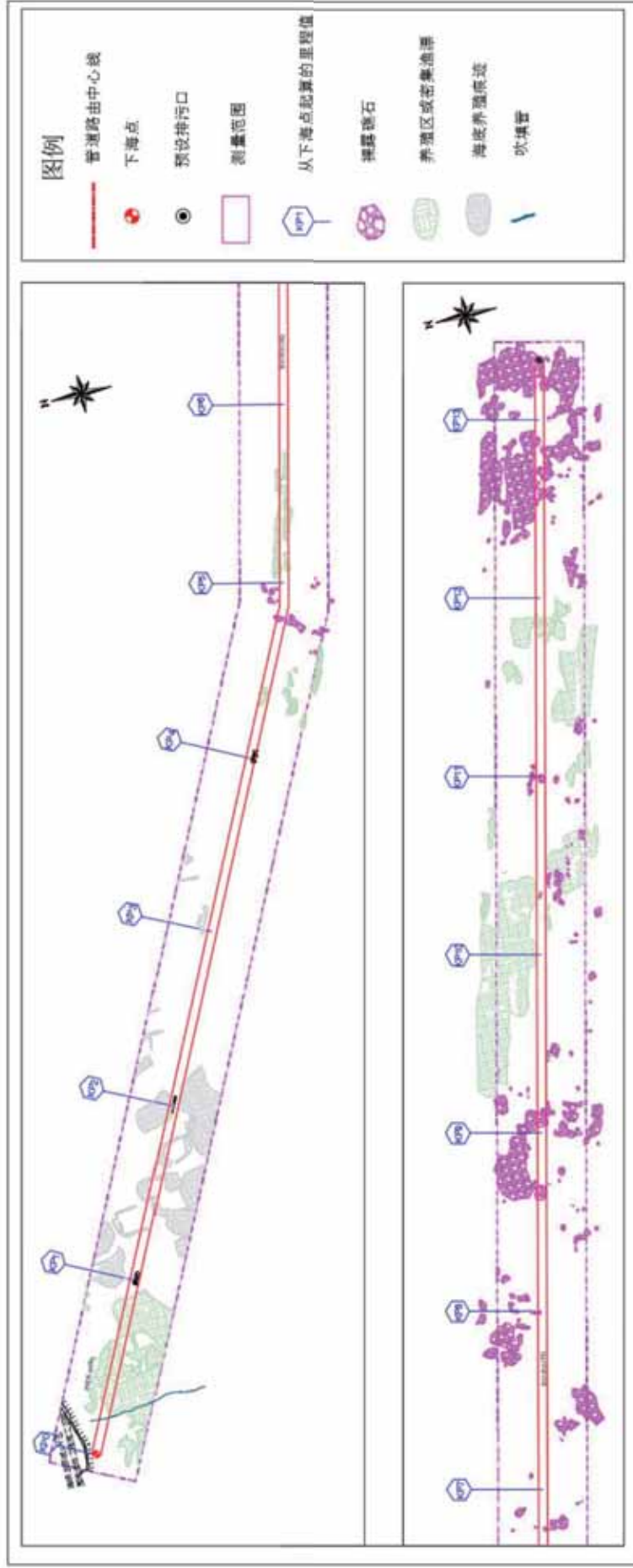
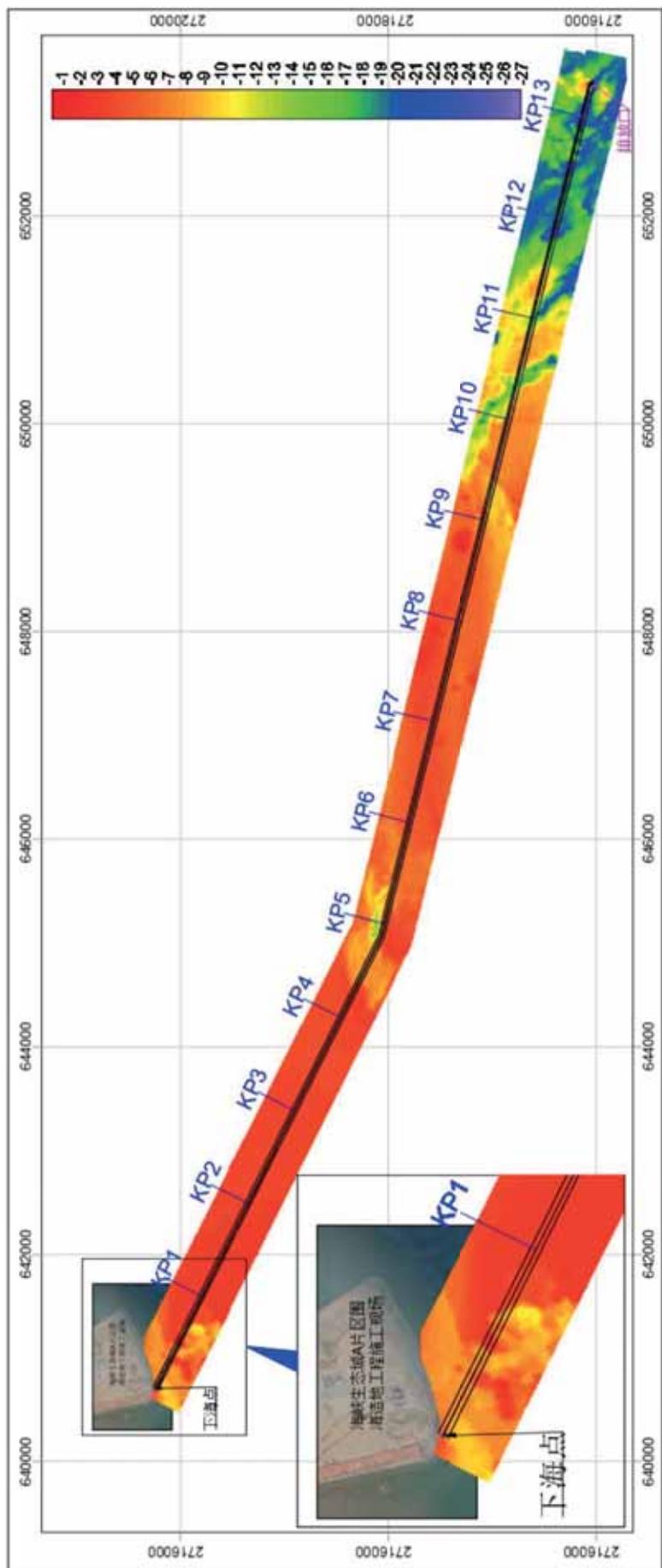


图 3.1-2 路由区域地貌图



路由区域地形渲染图

比例尺 1: 60000



坐标系统: CGCS-2000  
高程基准: 1985国家高程基准

绘图: 龙威  
审核: 赵阳

图3.1-3 路由区域水深渲染图



### 3.1.2 地质

#### (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。晋江及其上游东溪和西溪，穿流全境，沿岸有较宽阔的河谷平原发育，形成“三岭夹两谷”的地貌格局。南安市陆地总面积1985km<sup>2</sup>，拥有浅海面积（取0m~20m等深线范围）37.33km<sup>2</sup>，滩涂面积24.23km<sup>2</sup>。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。

#### (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。

综合而言，预选路由区域属区域稳定区，适合海底管道的建设。

#### (3) 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<sub>g</sub>）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。

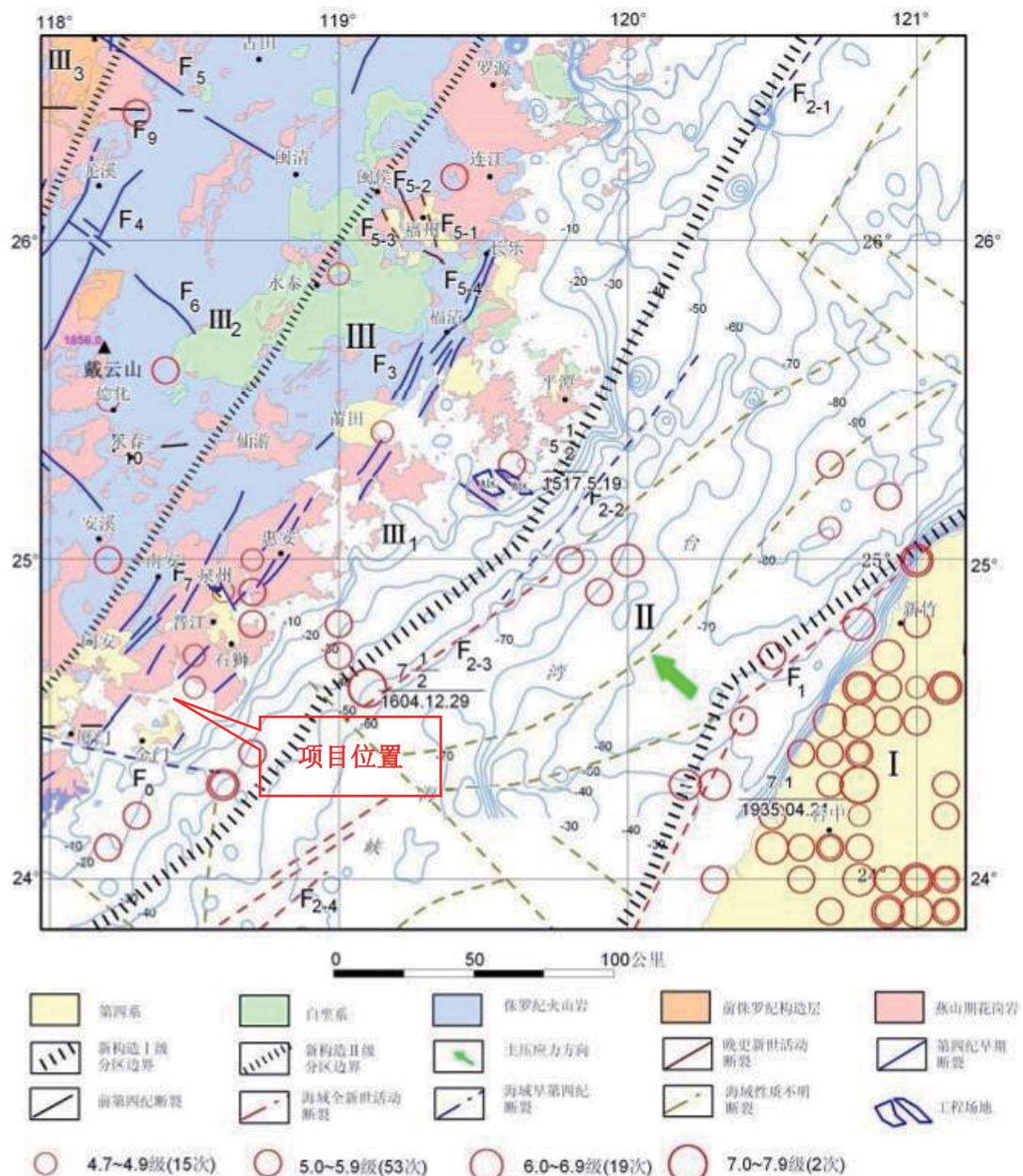


图3.1-4 区域地质构造图

### 3.1.3 工程区浅地层及工程地质特征

#### (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）。

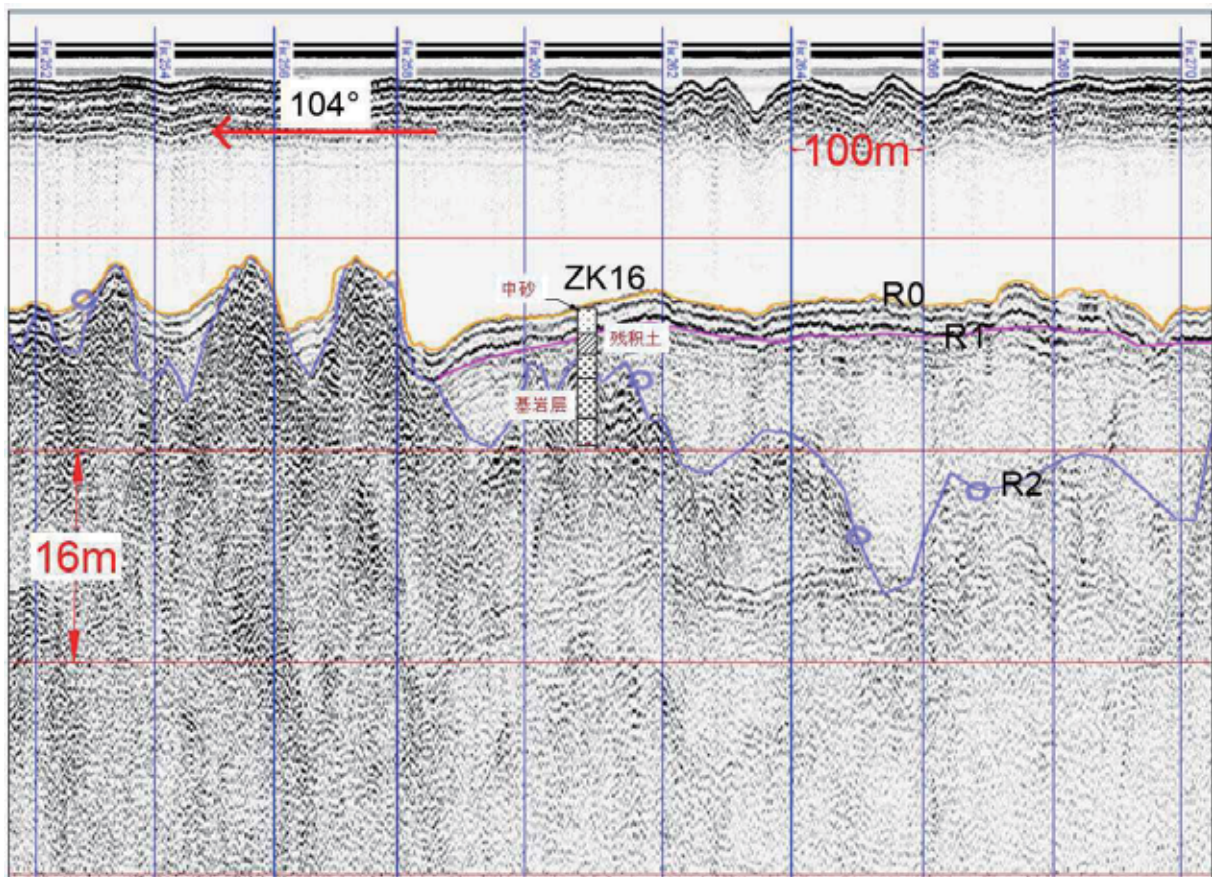


图3.1-5 典型剖面图像

## (2) 工程地质

海底管道路由勘察共进行了17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、粗砂、中砂、淤泥质粘土，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：

①<sub>1</sub>层：粉砂（Q<sup>4al</sup>）

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~-18.44m)，平均厚2.20m(3.60~1.0m)。

①<sub>2</sub>层：粗砂（Q<sup>4al</sup>）

黄灰色、灰黄色、黄色、灰色、深灰色，饱和，松散状，主要矿物成分为石英砂，局部质较纯，局部含少量泥质和少量贝壳，分选性较差，级配较好，磨圆度一般。改层在场地内分布在ZK11~ZK17号孔。顶层平均标高-17.18m（-7.97~-21.33m），平均厚2.17m（5.00m~0.3m）。

①<sub>3</sub>层：中砂（Q<sup>4al</sup>）

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/ZK11号钻孔内。层顶平均标高-4.23m（-2.47~-6.97m），平均厚1.59m(2.50~1.10m)。

②<sub>1</sub>层：淤泥质粘土(Q<sup>4m</sup>)

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。改成分布在ZK4、ZK5、ZK11钻孔上。顶层标高-9.47m(-7.52~-11.87m)，平均厚度2.05m(3.50m~0.60m)。

②<sub>2</sub>层：粉砂(Q<sup>4al</sup>)

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。

③<sub>1</sub>层：粉质粘土(Q<sup>4al</sup>)

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号孔中。层厚3.6m，孔口标高-3.57m。

③<sub>2</sub>层：粉质粘土(Q<sup>4al+pl</sup>):

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)。

④<sub>1</sub>层：残积土（Q<sup>3el</sup>）



灰黄色（如ZK15）、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)。

⑤<sub>1</sub>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，无摇震反应，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)。

⑤<sub>2</sub>层：强风化（ $r_5^2$ ）

灰黄色为主，局部浅灰色（ZK14），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。该层在场地内分布与ZK13~ZK17钻孔位置，部分钻孔未钻穿该层。层顶平均标高-24.02m(-21.63~-26.13m)，平均层厚1.70m(3.0~0.50m)。

⑤<sub>3</sub>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)。

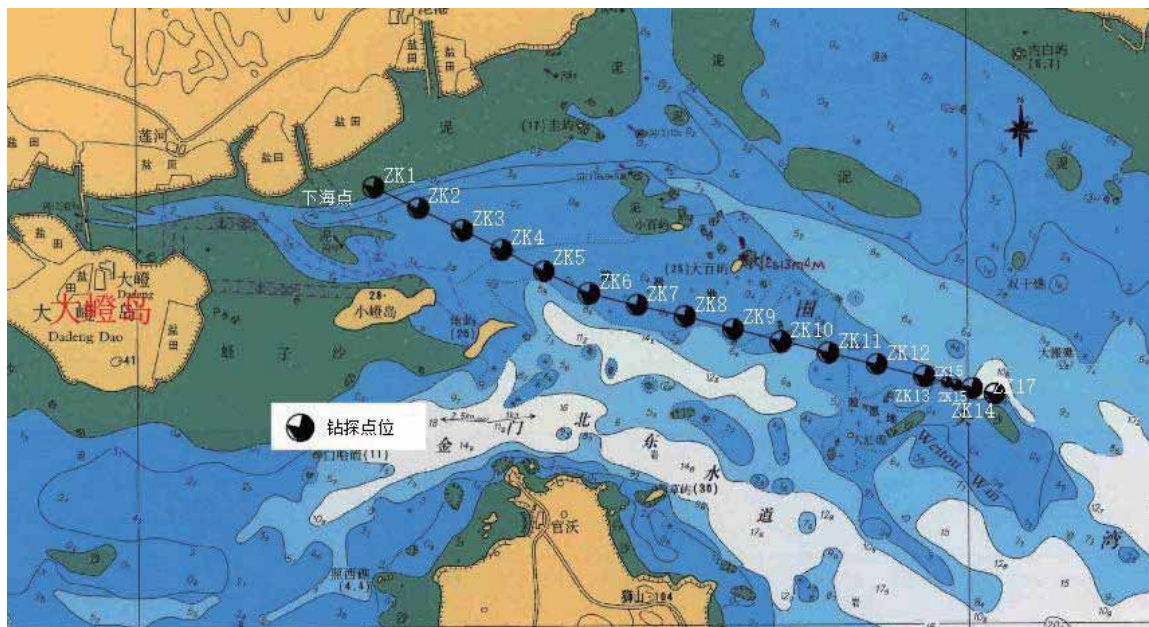


图3.1-6 工程地质钻探点位分布示意图

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至排放口之间，主要分布于 KP4.5 至排放口之间，尤其在 KP9 北侧及 KP12.4~KP13.33 段有较大面积分



布，其中，KP12.4~ KP13.33 段裸露礁石主要分布在路由中心线及其两侧。

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 至排放口之间，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) 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。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。

## 3.1.3 气候与气象

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。

## 3.1.4 水文动力

本节内容引用《围头湾-安海湾水文泥沙测验分析报告》（福建海洋工程咨询服务有限公司），水文测验站位坐标见表 3.1-3、图 3.1-13，潮位观测时间：2019 年 4 月 29 日 12:00~5 月 30 日 9:00。本工程所在海域基准面及换算关系如下：

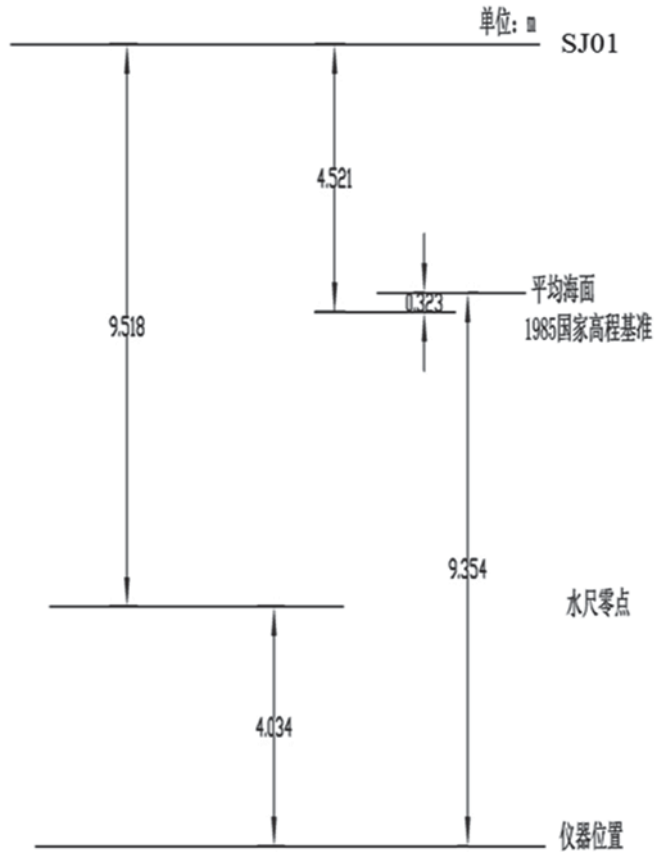


图 3.1-7 南辉码头 (T1) 临时潮位站高关系图

表 3.1-1 海洋水文与临时潮位观测站位坐标表

站位	北纬	东经	监测项目
A1	24°32'30.25"	118°30'34.27"	水深、流速、流向、泥沙
A2	24°34'43.10"	118°30'17.33"	水深、流速、流向、泥沙
A3	24°33'55.12"	118°28'4.50"	水深、流速、流向、泥沙
A4	24°33'17.19"	118°25'3.10"	水深、流速、流向、泥沙
A5	24°35'18.77"	118°26'56.88"	水深、流速、流向、泥沙
A6	24°35'1.55"	118°25'3.67"	水深、流速、流向、泥沙
A7	24°34'21.69"	118°22'17.76"	水深、流速、流向、泥沙
A8	24°36'41.59"	118°26'4.35"	水深、流速、流向、泥沙
A9	24°37'44.13"	118°26'8.41"	水深、流速、流向、泥沙
A10	24°39'0.08"	118°26'4.09"	水深、流速、流向、泥沙
T1	24°37'53.56"	118°25'51.72"	潮位

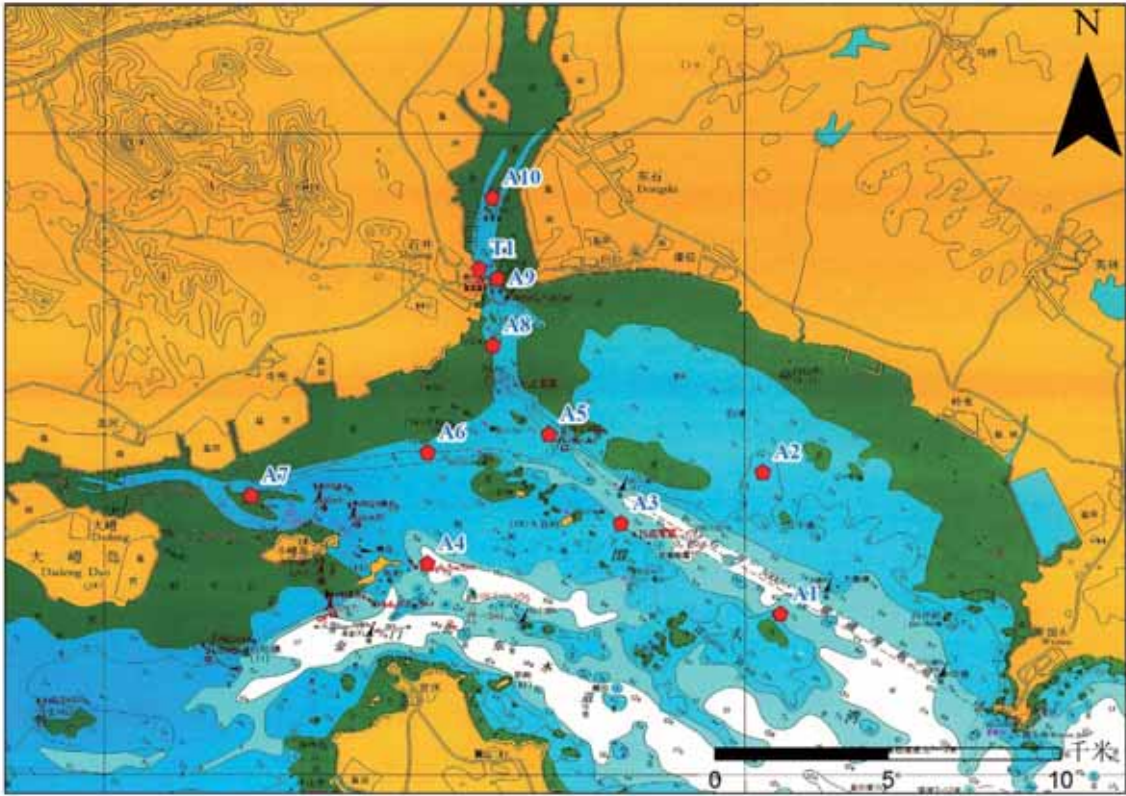


图 3.1-8 水文测验站位图

### 3.1.3.1 潮汐与潮位

为了解围头海域的潮汐变化规律，在全潮水文泥沙测验期间在石井南辉码头设置 1 个临时潮位站，与测流同步进行潮位观测。

通过南辉码头验潮站的潮位数据计算，站位 T1 潮型判别数值  $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$  小于 0.5，属于正规半日潮。

表 3.1-2 潮位站潮汐性质参数表

性质参数	南辉 (T1)
潮港类型 $(H_{K1} + H_{O1}) / H_{M2}$	0.32
主要全日分潮振幅比 $H_{O1} / H_{K1}$	0.86
主要半日分潮振幅比 $H_{S2} / H_{M2}$	0.30
主要浅海与主要半日分潮振幅比 $H_{M4} / H_{M2}$	0.04
主要全日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $(H_{K1} + H_{O1} + H_{Q1}) / (H_{M2} + H_{N2} + H_{S2})$	0.22
主要浅海分潮振幅和 $H_{M4} + H_{S4} + H_{M6}$ 单位 (cm)	16.51

T1 南辉码头临时潮位站 2019 年 04 月 29 日至 2019 年 05 月 30 日的潮位观测资料进行特征值统计，得到各站的潮汐特征值见下表所示。由该表可知：

潮差：潮差是表征海域潮汐强弱的重要标志之一。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。

涨、落潮历时：围头湾海域平均涨、落潮历时相差不大，差值在 2min 左右。

表 3.1-3 潮位站同步的潮汐特征值统计

项目		南辉 (T1)
潮位(m)	最高潮位	3.50
	最低潮位	-3.42
	平均高潮位	2.28
	平均低潮位	-1.99
	平均海面	0.39
潮差(m)	最大潮差	6.80
	最小潮差	2.26
	平均潮差	4.26
涨落潮历时 (h:min)	平均涨潮历时	6h12min
	平均落潮历时	6h13min
资料长度		2019.04.29~05.30

备注：85 国家高程基准

### 3.1.3.2 潮流

项目海域大潮期间各布设 10 条垂线进行连续不少于 26 小时海流观测。

#### 1、测区实测流速、流向分布特征

##### 1) 测区实测流速分布特征

##### ①实测最大涨、落潮流流速

测验期间，各站的实测涨、落潮最大流速一般出现在半潮面附近时段，最小流速出现在高、低平潮附近的涨憩、落憩时段，调查区潮波运动以驻波形式为主。如监测期间 A2 站的最大潮流流速值为 74cm/s，方向为 342°，出现在 20 日的 09:00，即出现于涨潮半潮平面附近。流速最小值为 6cm/s，方向 166°，出现在 20 日 00:00，即高平潮涨憩时段。监测期间 A08 站的最大潮流流速值为 84cm/s，方向为 12°，出现在 20 日的 11:00，即出现于涨潮半潮平面附近。流速最小值为 6cm/s，方向 302°，出现在 20 日 06:00，即低平潮落憩时段。

##### ②潮流的涨、落潮变化

因地形的影响，湾口附近的 A1 站和航道西北边的 A7 站位表现为涨潮流速小于于落差流速。其余各点均表现为涨潮流速大于落潮流速。

##### ③潮流的平面分布

从观测区全貌以及从最大流速、流向的统计表(表 3.1-4~3.1-5)和潮流流矢图来看，

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。

#### ④潮流的垂向分布

从流速最值统计表（表 3.1-5）可知，潮流流速由表层往下逐渐减弱的趋势，实测最大流速一般出现在表层或者近表层，最小流速一般出现在底层或近底层，最小仅为 3cm/s。如 A5 站大潮监测期间，从表到底的流速分别为 54 cm/s、52cm/s、51cm/s、47cm/s、44cm/s、40cm/s。A9 监测期间潮流从表到底的流速分别为 34cm/s、38m/s、38 cm/s、33 cm/s、33 cm/s、30 cm/s。

表 3.1-4 涨潮、落潮时实测海流分层流速统计表

站号	特征	表层		0.2H 层		0.4H 层		0.6H 层		0.8H 层		底层	
		流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)
A1	涨潮最大	78	354	70	348	84	350	81	354	77	353	66	356
	落潮最大	95	165	85	157	95	163	90	163	85	162	77	166
A2	涨潮最大	58	344	60	334	74	342	62	343	56	336	52	338
	落潮最大	56	142	60	134	58	152	54	156	50	142	48	164
A3	涨潮最大	92	312	93	312	93	308	86	312	82	312	76	306
	落潮最大	94	132	94	128	92	128	86	125	88	126	86	128
A4	涨潮最大	96	287	90	291	87	298	78	278	91	289	67	294
	落潮最大	72	87	72	100	71	108	68	88	62	90	64	84
A5	涨潮最大	104	308	94	308	92	316	88	308	82	310	78	306
	落潮最大	90	132	82	134	80	132	76	136	68	134	60	136
A6	涨潮最大	96	268	100	274	88	270	80	272	84	284	84	280
	落潮最大	88	78	92	74	90	88	92	80	84	82	80	76
A7	涨潮最大	68	252	44	248	40	252	72	268	38	268	64	266
	落潮最大	86	91	56	84	59	78	83	95	50	80	82	88
A8	涨潮最大	81	355	84	12	79	8	83	354	76	350	74	354



站号	特征	表层		0.2H层		0.4H层		0.6H层		0.8H层		底层	
		流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)
	落潮最大	68	172	64	178	60	188	58	180	52	172	55	170
A9	涨潮最大	77	352	74	350	72	348	71	337	68	350	64	351
	落潮最大	57	167	47	175	54	166	56	151	50	167	52	171
A10	涨潮最大	78	12	66	13	60	5	72	16	54	12	76	6
	落潮最大	64	164	42	173	44	16	58	183	44	153	50	169

表 3.1-5 各站流速最值统计表

站号	特征	流速 cm/s	流向 (°)	层次	观测时间	站号	特征	流速 cm/s	流向 (°)	层次	观测时间
A1	最大	95	165	表层	20日 03:00	A2	最大	74	342	0.4H	20日 09:00
	最小	4	25	0.2H	20日 07:00		最小	6	166	表层	20日 00:00
A3	最大	94	132	表层	20日 02:30	A4	最大	96	287	表层	20日 09:00
	最小	11	252	0.4H	20日 00:00		最小	8	46	底层	19日 11:30
A5	最大	104	308	表层	19日 23:00	A6	最大	100	274	0.2H	20日 09:00
	最小	4	278	底层	20日 07:00		最小	4	254	底层	19日 11:30
A7	最大	86	91	表层	20日 02:30	A8	最大	84	6	0.2H	19日 20:30
	最小	4	114	底层	20日 00:00		最小	6	302	0.8H	20日 06:00
A9	最大	77	352	表层	19日 22:00	A10	最大	78	12	表层	19日 21:00
	最小	3	56	表层	19日 17:30		最小	4	20	0.8H	19日 12:00

2) 垂线平均流速、流向

垂线平均流速流向的计算结果见表 3.1-6，垂线平均流矢图见图 3.1-9。

表 3.1-6 实测海流垂线平均流速流向特征值统计

站号	涨潮平均		落潮平均		涨潮最大		落潮最大	
	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)
A1	46	326	53	158	75	353	86	162
A2	35	320	31	157	60	339	52	148
A3	50	295	49	135	87	311	88	129
A4	44	269	41	130	85	290	67	93
A5	51	277	44	157	89	309	76	134
A6	50	276	46	111	88	272	88	80
A7	37	237	48	80	69	264	83	92
A8	44	191	34	179	79	360	58	178

站号	涨潮平均		落潮平均		涨潮最大		落潮最大	
	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)
A9	33	325	28	173	67	349	51	164
A10	34	35	30	185	74	12	57	175

垂线平均流速流向的统计数据可得到如下特征：

①监测期间监测站位的垂线平均涨落潮流速趋势与实测流速基本上一致；A1、A7表现为涨潮流速小于落潮流速，剩余各站反之。

以 A4 为例，A4 站涨潮平均流速为 44cm/s，落潮平均流速为 41cm/s；涨潮最大垂线平均流速为 85cm/s，落潮最大垂线平均流速为 67cm/s，涨潮流速大于落潮流速。以 A1 站为例，A1 站涨潮平均流速为 46cm/s，落潮平均流速为 53cm/s；涨潮最大垂线平均流速为 75cm/s，落潮最大垂线平均流速为 86cm/s，涨潮流速小于落潮流速。

②观测期间，涨潮平均流速最大值出现在 A5 站大潮,为 89cm/s。落潮平均流速最大值出现在 A3 站大潮，为 88cm/s。

### 3) 测区流向分布特征

综观测区全貌以及从最大流速、流向的统计表（表 3.1-7）和潮流流矢图（图 3.1-9）来看围头湾-安海湾港区大潮期间潮流运动方向和海岸走向几乎平行。总体体现涨潮流速大于落潮流速。

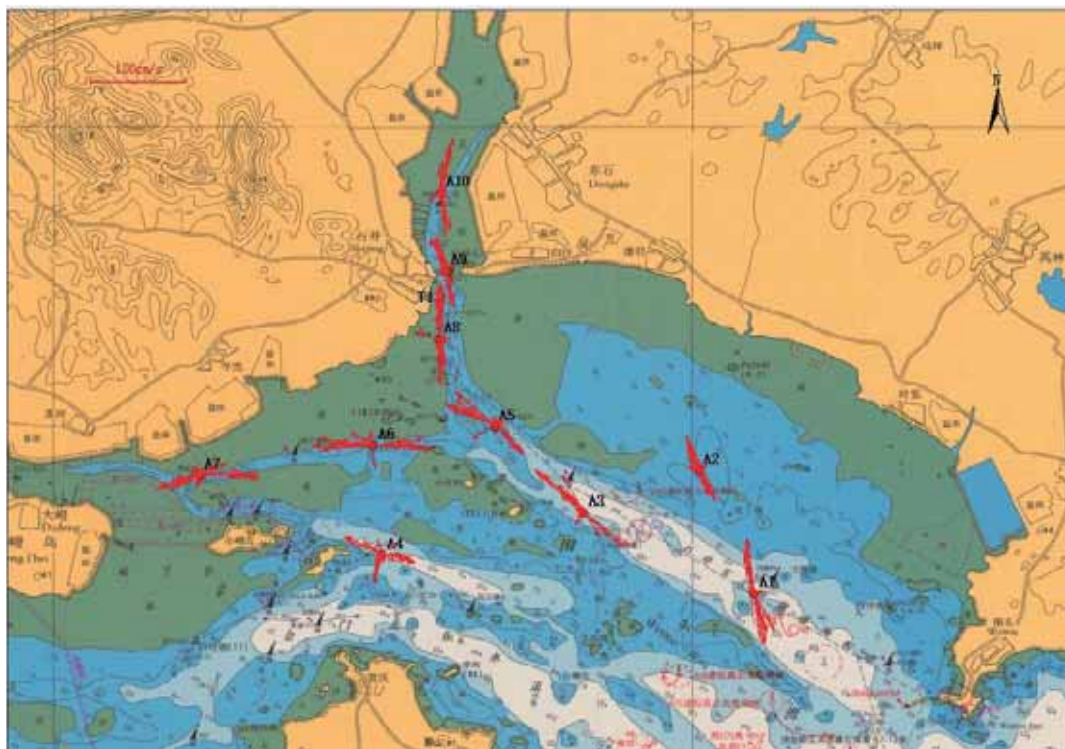


图3.1-9 大潮垂线平均流速流向矢量图

## 2、余流分析

余流主要是指从实测海流中消除周期性流（如潮流）后的剩余部分，受诸多因素的影响，图 3.1-10 给出了观测期间各站垂线平均的余流流矢图。

观测期间各测站余流流速不大，大多小于 10cm/s，除了 A7 站表层。余流总趋势是向内，综上可知潮汐余流是工程海域余流的主要成因。由地形原因分析，涨潮时外来潮波顺金门北东水道等传入围头湾，而落潮时水体大部分有金门西侧水道南泻，使得工程海域涨潮量大于落潮量，从而形成潮汐余流。

表 3.1-7 各站各层余流分析成果表（流速：cm/s、流向：°）

站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂向平均	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
A1	5	84	6	101	5	78	6	81	5	71	4	66	5	82
A2	5	313	7	345	7	332	7	339	5	336	4	319	5	337
A3	5	335	4	355	4	328	6	349	5	343	5	328	5	342
A4	5	281	4	287	4	300	4	324	3	325	4	314	4	305
A5	8	241	10	265	11	278	9	271	12	284	9	274	9	265
A6	9	285	13	289	11	288	8	292	11	303	8	308	8	292
A7	12	129	8	161	7	117	5	155	3	153	7	102	4	154
A8	9	360	10	8	8	12	9	357	8	0	8	9	9	4
A9	7	318	11	333	10	341	7	332	9	351	6	351	7	339
A10	9	51	12	32	11	31	7	34	11	39	6	44	7	42

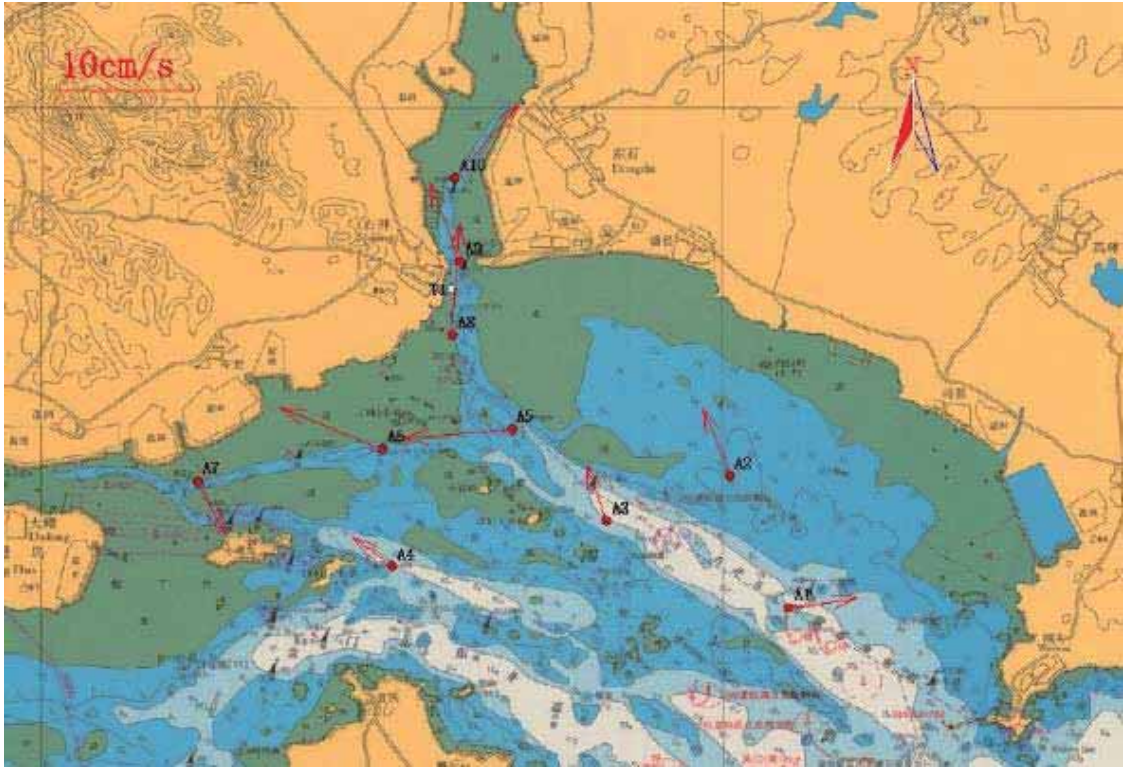


图3.1-10 大潮垂线平均余流矢量图

### 3.1.3.3 泥沙

根据 10 个悬浮泥沙观测站的实测资料统计表明：工程海域的平均含沙量分别为  $0.0465\text{kg/m}^3$ ，实测最大值为  $0.2214\text{kg/m}^3$ （A9 站，底层），实测最小值为  $0.0090\text{kg/m}^3$ （大潮，A4 站，表层）。

观测期间，A1~A10 站的平均含沙量在  $0.0320\text{kg/m}^3 \sim 0.0624\text{kg/m}^3$ ，以安海湾湾内、石井码头前沿水域 A9 站因湾内海水外排原因，平均含沙量最高，围头湾内厦金航道入海口出 A1 站平均含沙量最低。

从本次实测资料的结果统计来看，工程海域的悬沙具有明显的时空变化和分布特征。工程海域的悬沙含量偏低。

#### （1）含沙量的时间变化

测区水域含沙量的时间变化具有半日潮（涨、落潮变化）周期变化特征。从各站实测含沙量报表和泥沙周日过程曲线图可以看出各站含沙量周日变化的规律：各站位的悬沙含量随时间变化受潮流影响较明显，含沙量的高值点出现于半潮面即涨落急时段附近，悬浮泥沙周日过程曲线上的峰态相对较明显，而近平潮憩流时段，含沙量较低。

按照规范中的垂线平均含沙量的计算方法，计算得到各站垂线平均含沙量特征值结果见表 3.1-8。从表 3.1-8 中可见：观测期间各站周日平均最大值为  $0.1219\text{kg/m}^3$ ，出现在



A9 站的底层，周天平均的最小值为 0.0279kg/m<sup>3</sup>，出现在 A1 的表层。

由表 3.1-8 可知，观测期间涨潮垂线平均含沙量总体上大于落潮垂线平均含沙量，除水深较浅且地处围头湾湾顶 A6 和 A7 站。如 A2 站涨潮垂线平均含沙量为 0.0416g/m<sup>3</sup>，落潮垂线平均含沙量为 0.0397 kg/m<sup>3</sup>。涨潮大于落潮。A6 站涨潮垂线平均含沙量为 0.0350 kg/m<sup>3</sup>。落潮垂线平均含沙量为 0.0360kg/m<sup>3</sup>。涨潮小于落潮。观测期间 10 个站位涨潮垂线平均最大值为 0.3709kg/m<sup>3</sup>，落潮垂线平均最大值为 0.4575kg/m<sup>3</sup>，均出现在 A9 站。涨潮垂线最小值为 0.0089kg/m<sup>3</sup>，落潮垂线最小值为 0.0150kg/m<sup>3</sup>。分别出现在 A7 和 A2 站。

以上测验表明：围头湾-安海湾海区垂线平均含沙量总体的规律是：涨潮垂线平均含沙量大于落潮。

### (2) 含沙量的空间变化

含沙量的空间分布主要反映在平面和垂向变化上。

垂向上从含沙量特征值表和含沙量过程曲线中可以看出含沙量的垂直分布规律为由表层向下含沙量值逐渐增高，表层含沙量小，中层含沙量增加，底层含沙量最大。如大潮 A3 站，从表层到底层各层观测期间的平均含沙量分别为 0.0353kg/m<sup>3</sup>、0.0380kg/m<sup>3</sup>、0.0400kg/m<sup>3</sup>、0.0505kg/m<sup>3</sup>、0.0533kg/m<sup>3</sup>、0.0554kg/m<sup>3</sup>。

空间上，围头湾-安海湾海区各测点因位置分布的复杂性，总体上来看，安海湾湾点的 A9、A10 站含沙量较高。其余各站偏低。

**表 3.1-8 各站垂线平均含沙量特征值 (单位: kg/m<sup>3</sup>)**

站位	涨潮最大	涨潮最小	涨潮平均	落潮最大	落潮最小	落潮平均	周日最大	周日最小	周日平均
A1	0.0612	0.0207	0.0343	0.0449	0.0214	0.0325	0.0612	0.0207	0.0335
A2	0.0911	0.0195	0.0416	0.0758	0.0150	0.0397	0.0911	0.0150	0.0407
A3	0.0691	0.0323	0.0458	0.0690	0.0235	0.0456	0.0691	0.0235	0.0457
A4	0.0519	0.0238	0.0392	0.0475	0.0199	0.0360	0.0519	0.0199	0.0377
A5	0.2136	0.0370	0.0565	0.0963	0.0156	0.0496	0.2136	0.0156	0.0534
A6	0.0501	0.0199	0.0350	0.0626	0.0257	0.0360	0.0626	0.0199	0.0355
A7	0.1017	0.0089	0.0514	0.1639	0.0237	0.0710	0.1639	0.0089	0.0602
A8	0.0695	0.0367	0.0537	0.0683	0.0330	0.0491	0.0695	0.0330	0.0517
A9	0.3709	0.0324	0.0927	0.4575	0.0307	0.0900	0.4575	0.0307	0.0915
A10	0.0927	0.0349	0.0678	0.0756	0.0175	0.0491	0.0927	0.0175	0.0594

### (3) 输沙量与悬沙运移趋向

根据本次测验实测含沙量资料计算的单宽输沙特征值列于表 3.1-9，单宽输沙图见



3.1-11。

表 3.1-9 涨落潮输沙及全潮净输沙结果表（大潮）（输沙量单位：t/m·d）

站号	涨潮输沙量	输沙方向	落潮输沙量	输沙方向	净输沙量	净输沙方向
A1	33.41	325	36.53	159	3.12	158
A2	12.72	316	11.00	155	1.72	320
A3	51.49	294	51.56	135	0.06	135
A4	32.12	252	25.70	111	6.42	269
A5	28.80	276	19.86	149	8.94	277
A6	15.84	276	11.07	97	4.77	276
A7	7.39	219	13.17	97	5.78	80
A8	25.54	346	16.04	179	9.50	345
A9	18.76	335	15.37	183	3.38	325
A10	15.07	48	11.89	175	3.18	35

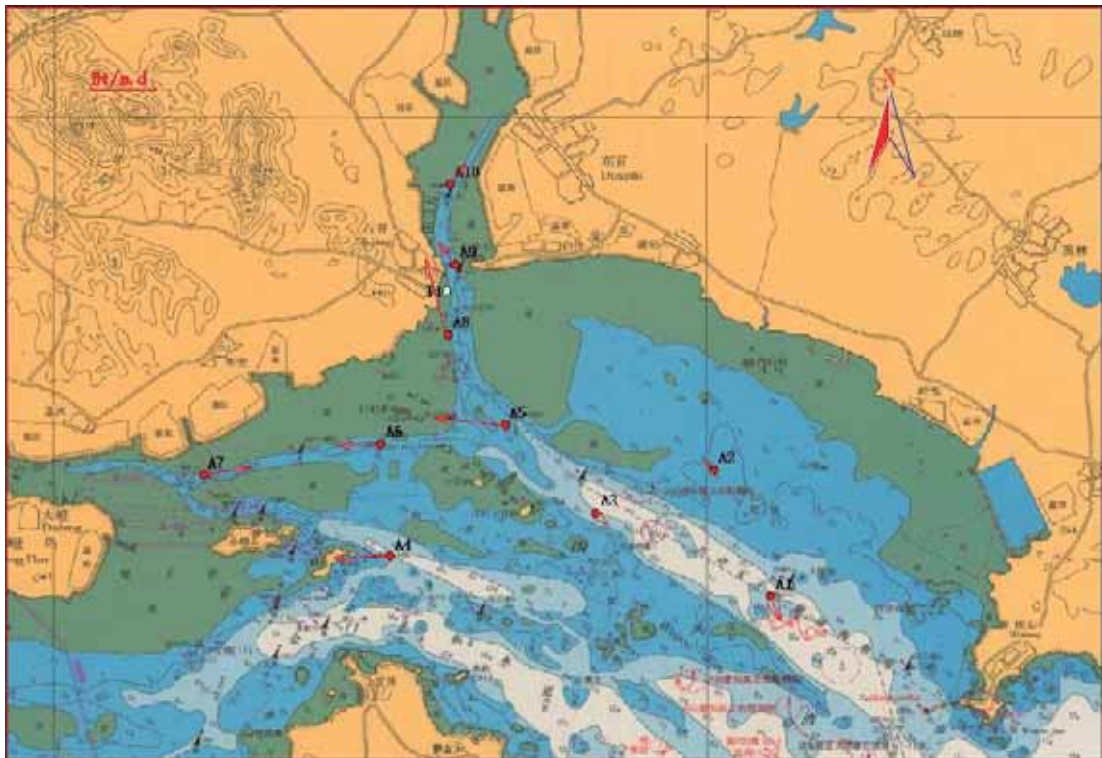


图 3.1-11 单宽输沙图

- 输沙量：测区水域输沙量较大，总体表现为东侧港区水域（A01~A03）输沙量稍高于西侧工程区水域（A4、A6~A7）。工程水域单宽输沙量最大为 51.56t/m.d，发生在东侧港区水域 A3 站的退潮期间；最小为 7.39t/m.d，发生西侧工程区水域北处 A7 站涨潮期间。

- 涨、落潮输沙：测区水域总体表现为涨潮输沙强于落潮输沙。如东侧水域 A2 测

站涨、落潮平均输沙量分别为 33.41 t/m.d 和 36.53t/m.d；西侧水域 A4 测站涨、落潮平均输沙量分别为 32.12t/m.d 和 25.70t/m.d。

●净输沙：测区水域净输沙量较小。单宽净输沙量最大为 9.50t/m.d，发生在进港航道水域 A8 站。净输沙值见如下：

A1 站的全潮净输沙量为 3.12t/m·d，输沙方向为 NNE 向；A2 站的全潮净输沙量为 1.72t/m·d，输沙方向为 SW 向；A3 站的全潮净输沙量为 0.06t/m·d，输沙方向为 NE 向；A4 站的全潮净输沙量为 6.42t/m·d，输沙方向为 W 向；A5 站的全潮净输沙量为 8.94t/m·d，输沙方向为 W 向；A6 站的全潮净输沙量为 4.77t/m·d，输沙方向为 W 向；A7 站的全潮净输沙量为 5.78t/m·d，输沙方向为 ENE 向；A8 站的全潮净输沙量为 9.50t/m·d，输沙方向为 SSW 向。A9 站的全潮净输沙量为 3.38t/m·d，输沙方向为 SW 向 A10 站的全潮净输沙量为 3.18t/m·d，输沙方向为 NE 向。

### 3.1.4 海底冲淤环境

#### (1) 大范围地形冲淤分析

根据调查海区 1986 年和 2009 年(图名深沪湾至东碇岛,图号 14240,比例尺 1:100000)的两幅海图,对调查海区的水下地形进行分析,进而了解调查海域的海床冲淤演变规律和现状。

1986 年版海图中 0m、2m、5m、10m 等深线为 1971 年测量,20m、30m 等深线为 1984 年测量。2009 年版海图 0m、2m、5m、10m、20m、30m 等深线均为 2005 年测量。

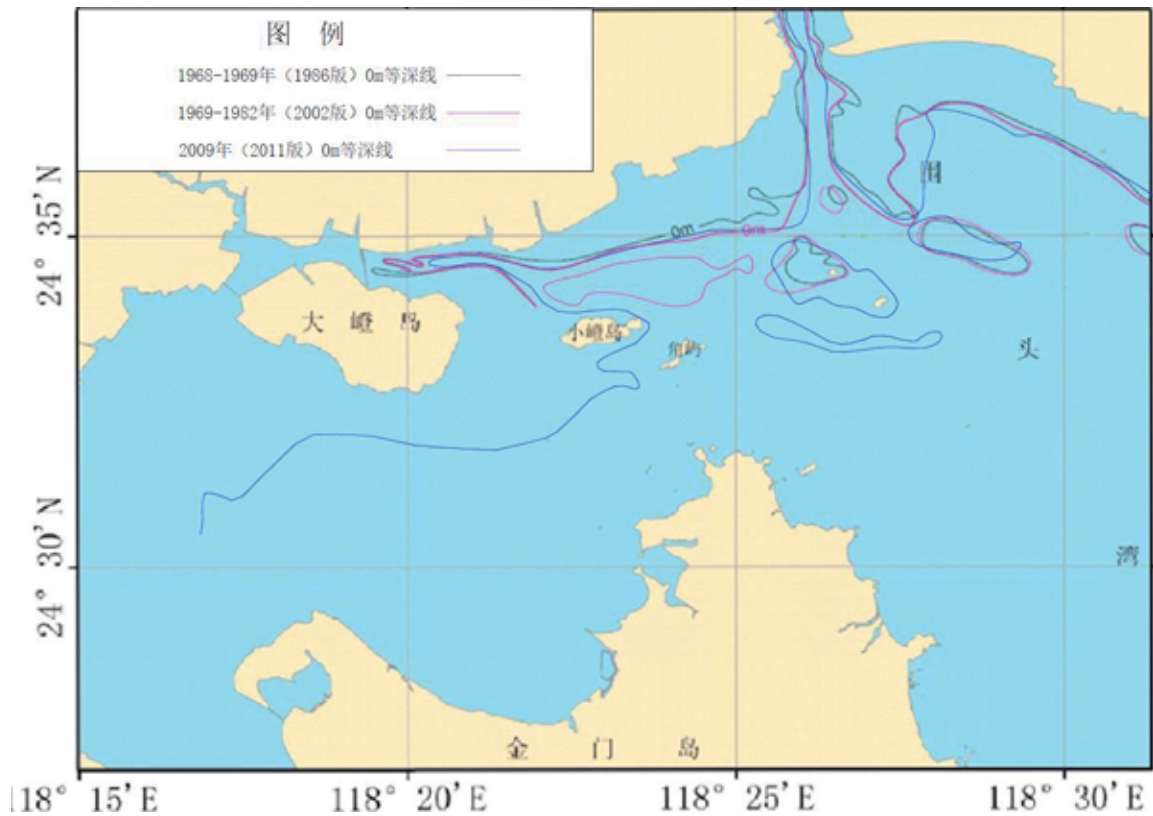


图 3.1-12 海域海床冲淤变化对比图（1986 年、2002 年和 2011 年 0m 等深线对比）

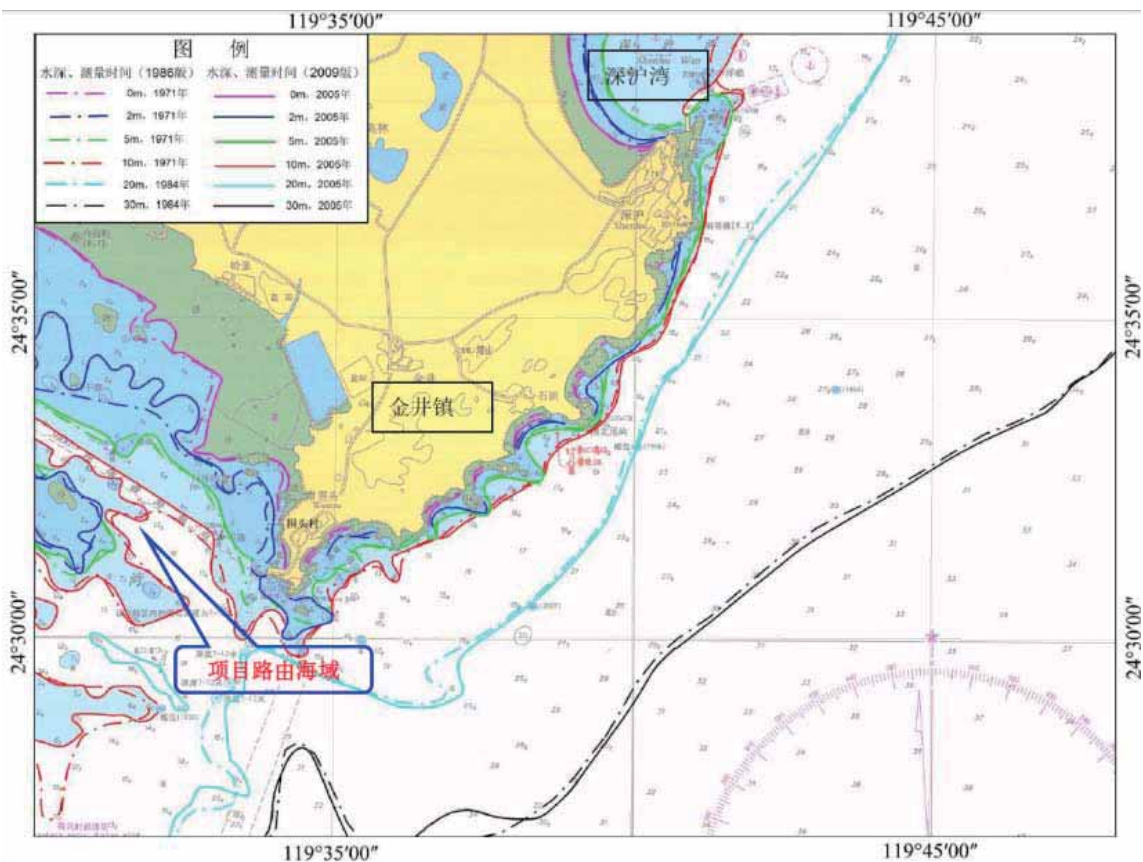


图 3.1-13 海域海床冲淤变化对比图（2002 年、2011 年海图 0m 等深线实测对比）

从图 3.1-12~图 3.1-13 中等深线对比可知,在金井镇西南面、东面 0m 等深线从 1971

年到 2005 年向岸一侧有所蚀退，表现为轻微冲刷的状态，而在深沪周边海域基本保持一致，呈冲淤平衡态势；金井镇西南面海域，2m 等深线从 1971 年到 2005 年有较大距离的向岸一侧蚀退，表现为冲刷态势，而金井镇东面以及深沪周边海域 2m 等深线变化不明显，基本呈冲淤平衡态势；调查区周边海域 5m 和 10m 等深线从 1971 年到 2005 年均表现为相互交错，且变动范围较小，说明调查区周边海域 5m 和 10m 深海域冲淤并存，冲淤的程度较小；调查区周边海域 20m、30m 等深大部分在从 1971 年到 2005 年向外海一侧扩展，表现有轻微淤积态势。

综上所述，在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。

### （3）推荐路由范围内冲淤分析情况

根据前述两部分分析内容，推荐路由范围内，在近岸段，20 世纪 80 年代至 2009 年，工程区周边 0m 等深线呈现向海推进的趋势，显示浅滩和潮滩呈淤积状态，面积呈扩大趋势。20 世纪 80 年代以后，0m 等深线的变化可能与工程建设、不同期次水深测量误差相关。由于 20 世纪 80 年代改革开放后，周边地区的经济开发建设速度的加快，大量的工程建设导致的大量泥沙入海，可能是造成工程区附近海域浅滩、潮滩的淤积主要原因。在远岸段，调查区周边海域 5m 和 10m 等深线从 1971 年到 2005 年均表现为相互交错，且变动范围较小，说明调查区周边海域 5m 和 10m 深海域冲淤并存，冲淤的程度较小。

排污口周边海域，近几年来该区域水深因频繁的采砂活动整体有较明显加深，现状水深、水深对比情况如图 3.1-14~图 3.1-16，近期排污口周边实测数据记录如图。排污口附近区域的淤积情况预测计算结果如表 3.1-10，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。工程区周边采砂活动停止至今（2020 年）超过 2 年，排污工程预计 2021 年底竣工，表明采砂至排污口运营之间至少有 3 年时间间隔，因此排污口开始运营后第一年（即表 1 中的第 4 年）的淤积量约 7 cm/a，第 7 年的预计量约 1 cm/a，之后地形逐渐趋于稳定，在无其它人为影响的情况下，总淤积量基本不超过 30 cm，小于扩散器支管高度（60~80 cm）。由此可知，排污口运营后，其附近地形已逐渐趋于稳定，地形回淤厚度对排污口扩散器的正常排污影响不大。



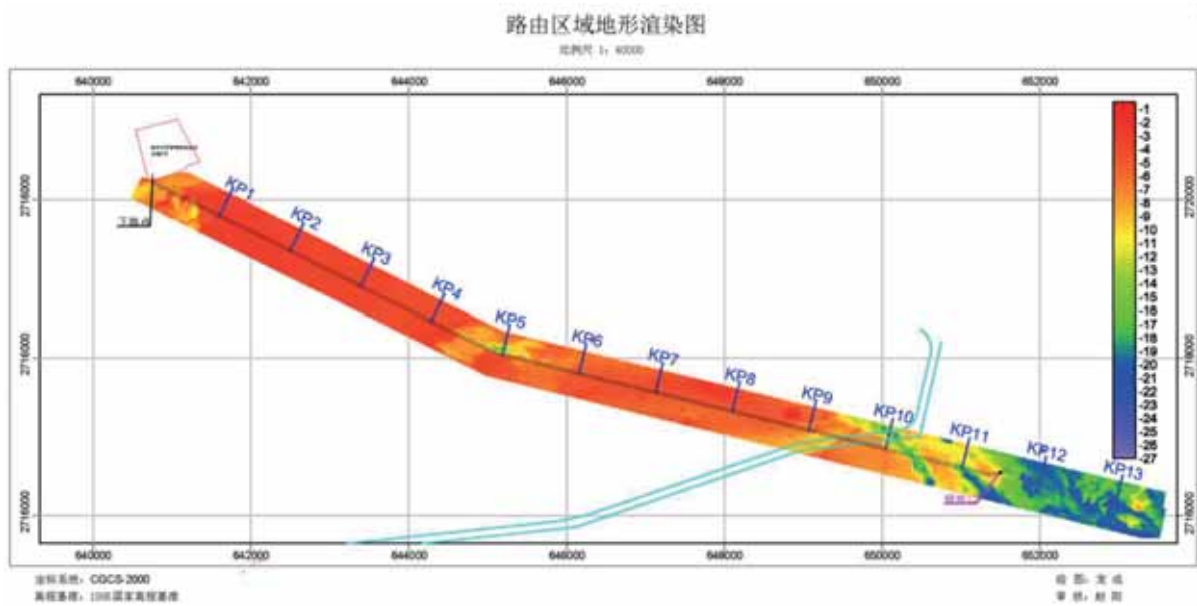


图 3.1-14 路由地形勘测结果

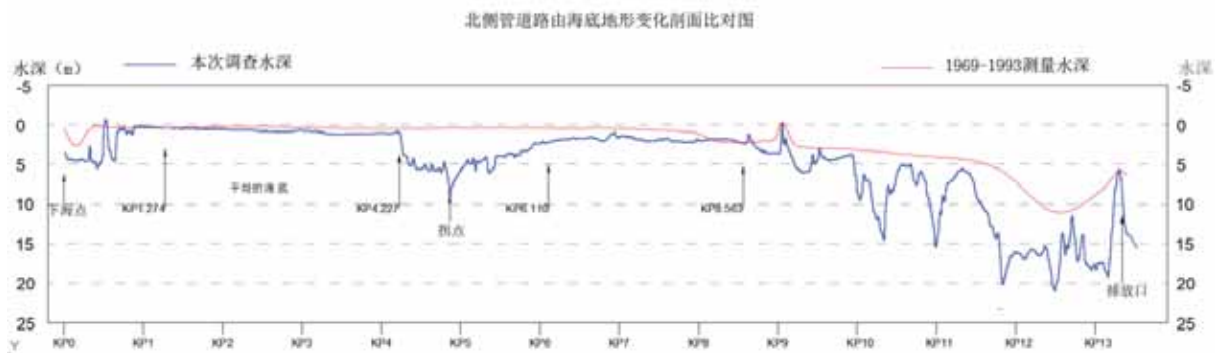
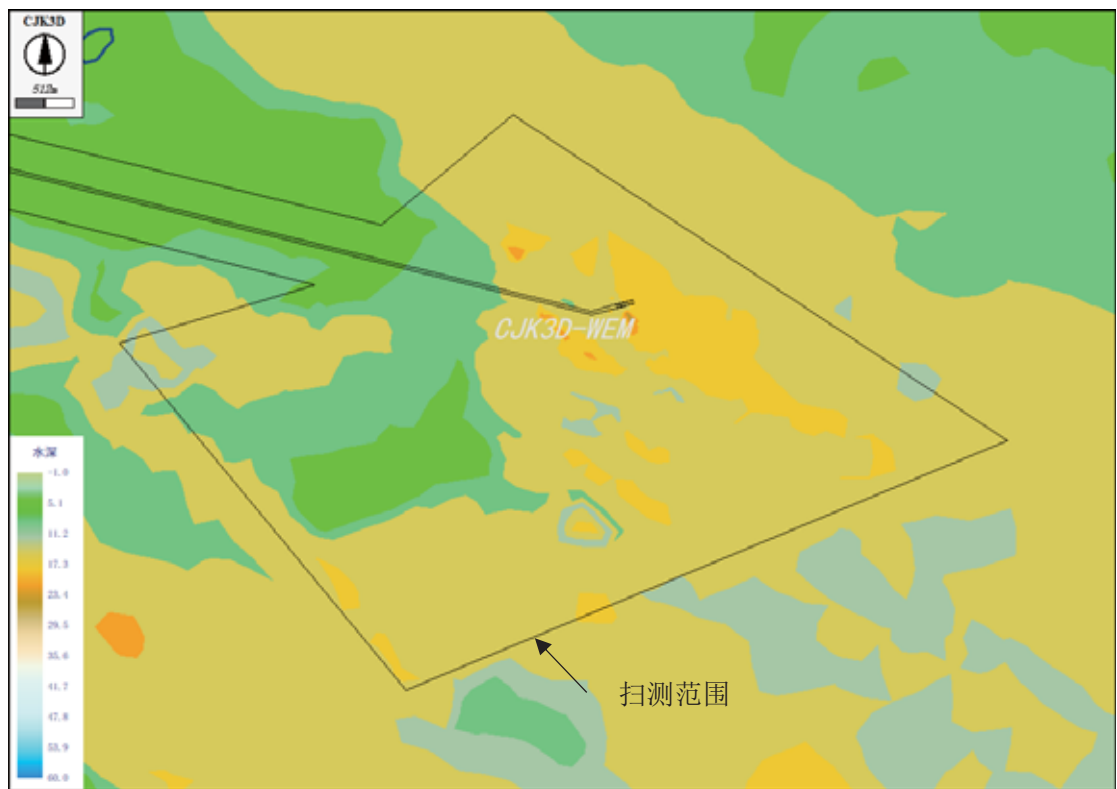


图 3.1-15 近几十年北管路由水深地形对比





a. 2009年海图地形



b. 2020年9月勘测地形

图3.1-16 工程区及其周边海域地形变化

表3.1-10 排污口附近回淤强度逐年变化预测 (cm/a)

年	1年	2年	3年	4年	5年	10年
淤积强度	20	13	9	7	5	1

## 3.2 环境质量现状调查与评价

### 3.2.1 海域水环境质量现状

春季海洋环境质量现状调查与评价内容引用《南安市石井镇 A 片区围填海历史遗留问题生态评估报告(送审稿)》(2019 年 7 月),调查时间为:2019 年 5 月。调查单位为:福建创投环境检测有限公司(资质证书号:171312050005);秋季海洋环境质量现状调查与评价内容引用《“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海底排污管道项目海洋环境现状调查报告》(2020 年 1 月),调查时间为:2019 年 11 月。调查单位为:福建海洋研究所(资质证书号:151300120031)。

#### 3.2.1.1 监测站位、时间

##### (1) 春季

福建创投环境检测有限公司于 2019 年 5 月在项目周边海域设置 20 个海洋水质监测站位进行监测,站点位置表见表 3.2-1,调查站位图见图 3.2-1。

##### (2) 秋季

福建海洋研究所于 2019 年 11 月在项目周边海域设置 20 个海洋水质监测站位进行监测,站点位置表见表 3.2-2。

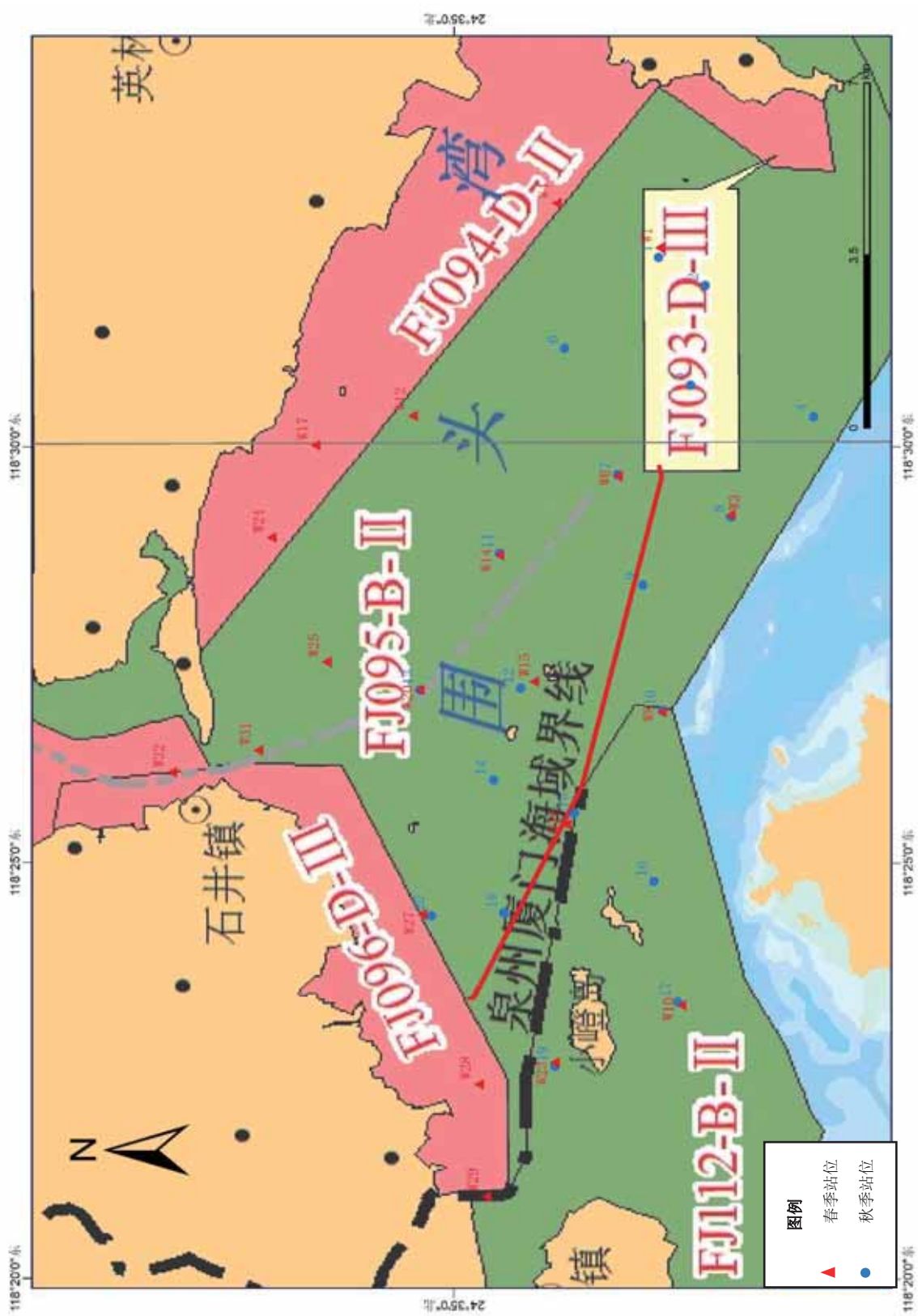


图 3.2-1 2019 年 5 月、11 月水质现状调查站位图

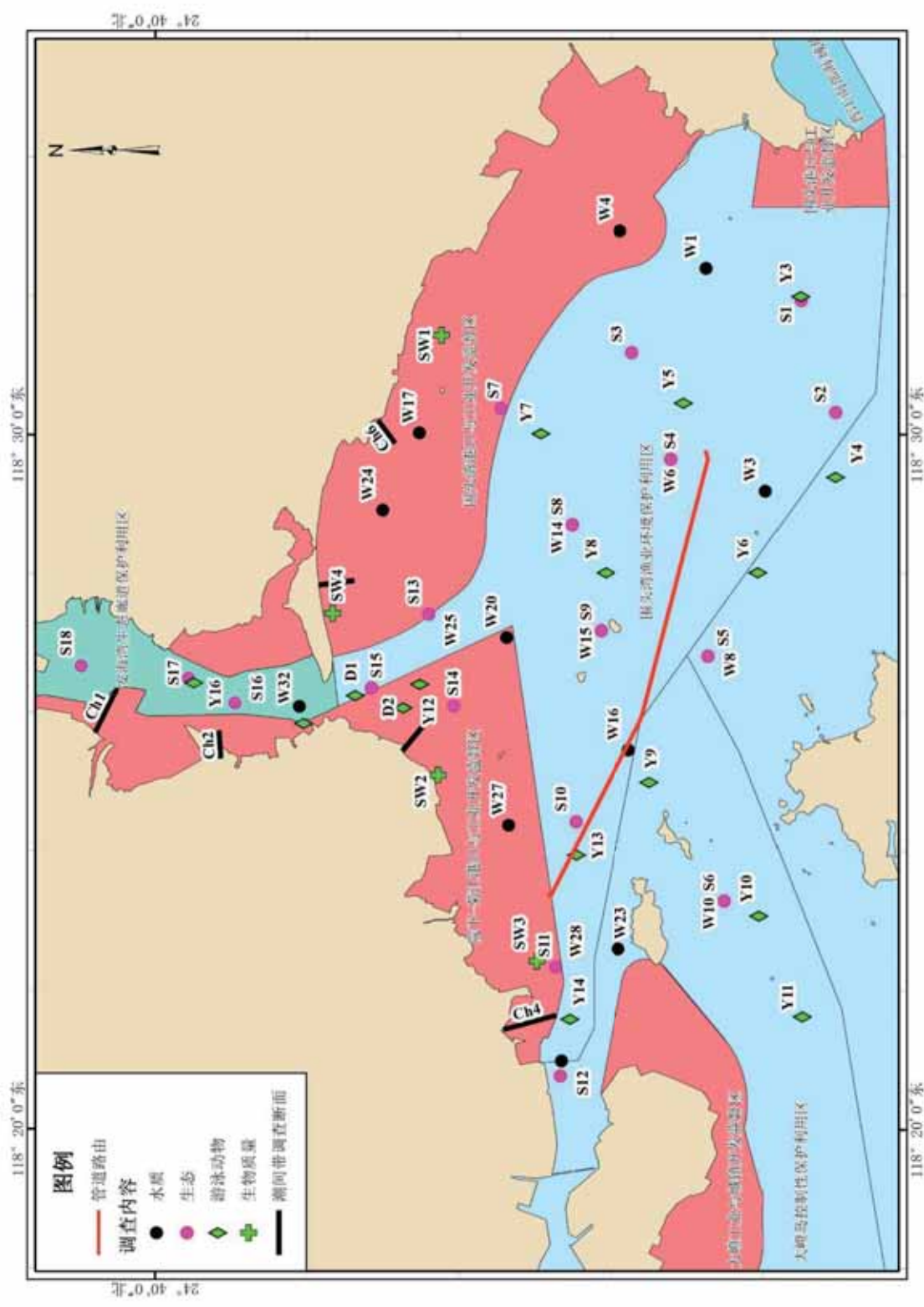


图 3.2-2 2019 年 5 月海洋环境现状调查站位图

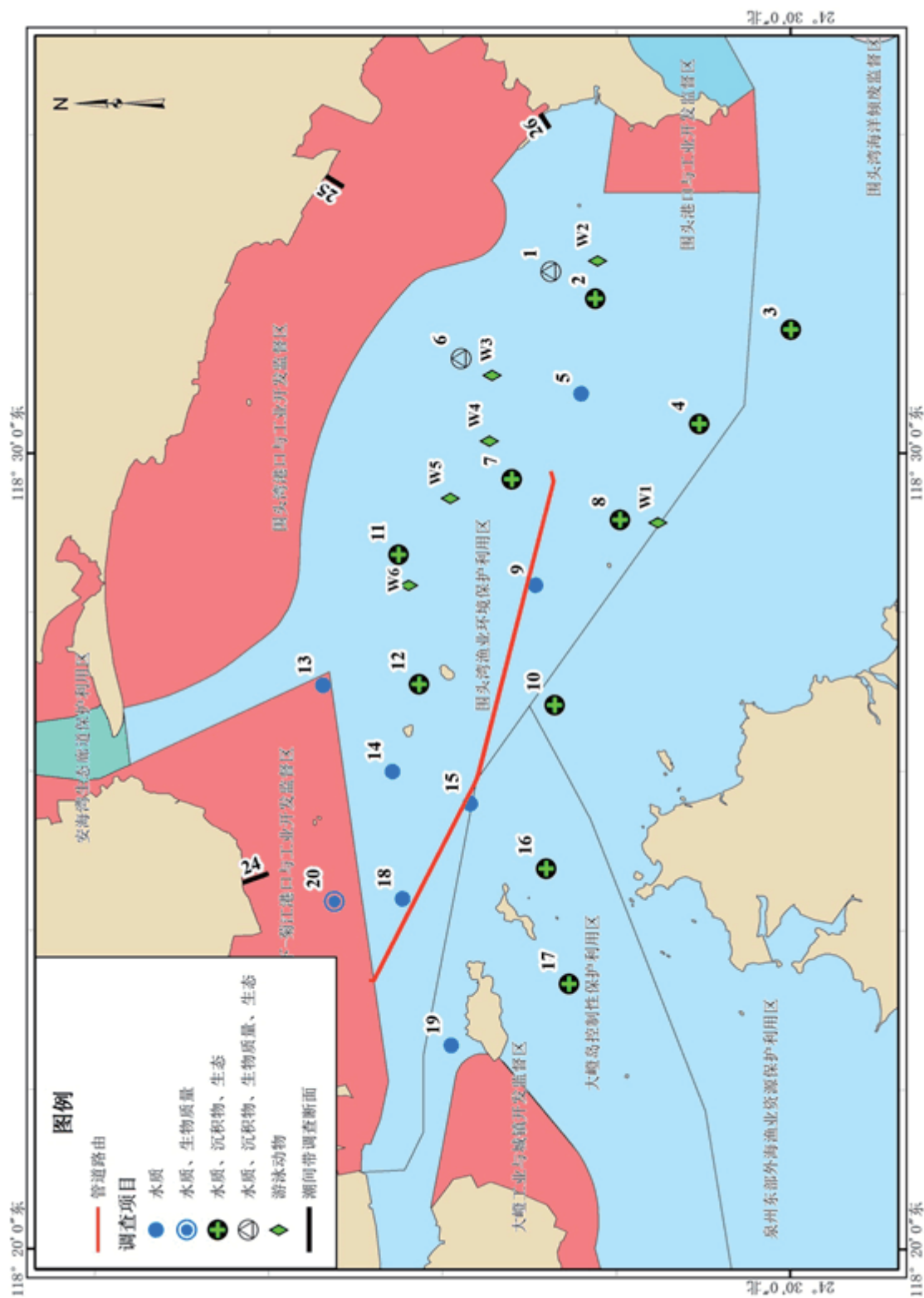


图 3.2-3 2019 年 11 月海洋环境现状调查站位图



### 3.2.1.2 监测项目与监测方法

#### (1) 监测项目

①2019年春季：水温、盐度、pH值、COD<sub>Mn</sub>、溶解氧、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐，重金属（铜、铅、镉、锌、总铬、汞、砷）、石油类、硫化物。

②2019年秋季：盐度、温度、透明度、pH值、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、挥发性酚、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷、总铬、镍、氰化物。

各项目样品采集、保存以及分析方法，按《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中有关方法进行。水质调查各项目分析方法见表 3.1-13。

表 3.2-3 调查项目分析方法一览表

序号	调查项目	分析方法	引用标准
1	水温	水温观测	GB12763.2-2007
2	pH	pH 计法	GB 17378.4-2007
3	盐度	盐度测量	GB12763.2-2007
4	悬浮物	重量法	GB 17378.4-2007
5	溶解氧	电化学探头法	HJ 506-2009
6	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	GB 17378.4-2007
7	活性磷酸盐	流动注射比色法	HJ 442-2008
8	亚硝酸盐-氮	流动注射比色法	HJ 442-2008
9	硝酸盐-氮	流动注射比色法	HJ 442-2008
10	氨-氮	流动注射比色法	HJ 442-2008
11	石油类	紫外分光光度法	GB 17378.4-2007
12	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.4-2007
13	挥发性酚	4-氨基安替比林分光光度法	GB 17378.4-2007
14	氰化物	异烟酸-吡啶啉酮分光光度法	GB 17378.4-2007
15	铜	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 200.8-1994
16	锌	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 200.8-1994
17	铅	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 200.8-1994
18	镉	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 200.8-1994
19	总铬	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 200.8-1994
20	镍	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 200.8-1994
21	汞	原子荧光法	GB 17378.4-2007
22	砷	原子荧光法	GB 17378.4-2007

### 3.2.1.3 评价方法和标准

### (1) 评价方法

水质现状评价方法采用《近岸海域环境调查规范》中推荐的单因子指数评价法：

①第  $i$  项标准指数：

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

式中： $S_{i,j}$ —标准指数；

$C_{i,j}$ —评价因子  $i$  在  $j$  点的实测浓度值，mg/L；

$C_{s,i}$ —评价因子  $i$  的评价标准限值，mg/L。

②DO 的标准指数为：

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

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

式中： $S_{DO,j}$ —第  $j$  个站位的溶解氧标准指数；

$DO_f$ — $j$  点水温、盐度下的饱和溶解氧浓度 (mg/L)；用《空气中氧在不同温度和盐度的海水中饱和浓度》查表求得；

$DO_s$ —溶解氧评价标准限值 (mg/L)；

$DO_j$ —第  $j$  个站位的溶解氧浓度 (mg/L)。

③pH 的标准指数为：

$$S_{pH} = \frac{|\text{pH} - \text{pH}_{sm}|}{DS}$$

其中，

$$\text{pH}_{sm} = \frac{\text{pH}_{su} + \text{pH}_{sd}}{2}, \quad DS = \frac{\text{pH}_{su} - \text{pH}_{sd}}{2}$$

式中： $S_{pH}$ —pH 的污染指数；

$\text{pH}_{sd}$ —水质标准中的下限值

$\text{pH}_{su}$ —水质标准中的上限值

### (2) 评价标准

根据《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020年）》，各调查站位执行海水水质评价标准见表 3.2-4。

表 3.2-4 各调查站位海水水质评价标准一览表

序号	功能区名称	海水水质标准类别	秋季调查站位	春季调查站位
1	围头湾石井—濠江四类区 FJ096-D-III	三类		W28、W32
2	厦门东部海域二类区 FJ112-B-II	二类	10、16、17、19	W8、W10、W23、W29
3	围头湾二类区 FJ095-B-II	二类	1、2、3、4、5、6、7、 8、9、11、12、13、 14、15、18、20	W1、W3、W6、W12、 W14、W15、W16、 W20、W25、W27、W31
4	围头湾塘东-白沙四类区 FJ094-D-II	二类		W4、W17、W24

### 3.2.1.4 海水水质现状评价

#### (1) 2019 年春季海水水质调查结果与评价

2019 年 5 月海水水质监测结果见表 3.2-5，各测站按所在海域评价标准计算达标情况，评价结果见表 3.2-6。

①pH：调查海域 pH 为 7.99~8.23，调查值均满足相应海域海水水质标准的要求。

②溶解氧：调查海域溶解氧介于 5.66mg/L~7.20mg/L 之间，平均值 6.45mg/L。调查值均满足相应海域海水水质标准的要求。

③化学需氧量：调查海域化学需氧量介于 0.46mg/L~2.19mg/L 之间，平均值 0.92mg/L，其中 W32 号站位海水中化学需氧量符合第二类海水水质标准，其余站位全部符合第一类海水水质标准的要求。

④活性磷酸盐：调查海域活性磷酸盐含量变化范围介于 0.024mg/L~0.064mg/L 之间，平均值 0.038mg/L。调查的 20 个站位中，7 个站位活性磷酸盐含量符合第二类海水水质标准，10 个站位活性磷酸盐含量符合第四类海水水质标准，3 个站位活性磷酸盐含量均超过第四类海水水质标准。

⑤无机氮：调查海域无机氮含量变化范围介于 0.214 mg/L~0.512mg/L 之间，平均值 0.317mg/L。调查的 20 个站位中，9 个站位无机氮含量符合第二类海水水质标准，8 个站位无机氮含量符合第三类海水水质标准，3 个站位无机氮含量均超过第四类海水水质标准。

⑥石油类：调查海域石油类含量变化范围介于 0.009mg/L~0.039mg/L 之间，平均值 0.028 mg/L。各站位石油类含量均符合第一类海水水质标准的要求。

⑦硫化物：调查海域硫化物含量变化范围介于 0.0003mg/L ~0.0005mg/L 之间，平均值 0.0004 mg/L。各站位硫化物含量均符合第一类海水水质标准的要求。

⑧铜：调查铜含量变化范围介于 1.1 $\mu\text{g/L}$  ~1.9 $\mu\text{g/L}$  之间，平均值 1.5 $\mu\text{g/L}$ 。各站位铜含量均符合第一类海水水质标准的要求。

⑨铅：调查铅含量变化范围介于 0.30 $\mu\text{g/L}$ ~1.04 $\mu\text{g/L}$  之间，平均值 0.53 $\mu\text{g/L}$ 。1 个站位符合第二类海水水质标准要求，其余各站位铅含量均符合第一类海水水质标准的要求。

⑩锌：调查铜含量变化范围介于 4.8 $\mu\text{g/L}$  ~16.7 $\mu\text{g/L}$  之间，平均值 10.3 $\mu\text{g/L}$ 。各站位锌含量均符合第一类海水水质标准的要求。

⑪镉：调查镉含量变化范围介于 0.05 $\mu\text{g/L}$ ~0.15 $\mu\text{g/L}$  之间，平均值 0.10 $\mu\text{g/L}$ 。各站位镉含量均符合第一类海水水质标准的要求。

⑫汞：调查汞含量变化范围介于 0.007 $\mu\text{g/L}$ ~0.015 $\mu\text{g/L}$  之间，平均值 0.011 $\mu\text{g/L}$ 。各站位汞含量均符合第一类海水水质标准的要求。

⑬砷：调查砷含量变化范围介于 1.1 $\mu\text{g/L}$ ~3.2 $\mu\text{g/L}$  之间，平均值 2.06 $\mu\text{g/L}$ 。各站位砷含量均符合第一类海水水质标准的要求。

根据不同站位所在海域执行海水水质标准分析，调查期间，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%超三类标准，85%超四类标准；无机氮 15%超三类标准，100%满足四类标准。其余调查因子符合或优于所在海域功能区海水水质要求。

## (2) 2019 年秋季海水水质调查结果与评价

2019 年 11 月海水水质监测结果见表 3.2-7，各测站按所在相应评价标准计算达标情况，评价结果见表 3.2-8。

①水温：调查海域期间，水温变化范围为 19.16 $^{\circ}\text{C}$ ~19.93 $^{\circ}\text{C}$ ，平均值为 19.43 $^{\circ}\text{C}$ ，属本海域水温正常变化范围。

②盐度：调查海域调查期间，盐度变化范围为 30.62~31.18，平均值为 30.91，属本海域盐度正常变化范围。

③pH：调查海域调查期间，调查海域 pH 变化范围为 8.04~8.13，平均值为 8.09。调查期间 pH 均符合第一类海水水质标准的要求。

④悬浮物：调查海域调查期间，悬浮物含量变化范围为 22.0 $\text{mg/L}$ ~51.0 $\text{mg/L}$ ，平均值为 33.4 $\text{mg/L}$ 。

⑤溶解氧：调查海域调查期间，溶解氧含量变化范围为 6.86 $\text{mg/L}$ ~7.40 $\text{mg/L}$ ，平均值为 7.14 $\text{mg/L}$ 。调查期间溶解氧含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑥化学需氧量：调查海域调查期间，化学需氧量变化范围为 0.22mg/L~0.58mg/L，平均值为 0.39mg/L。调查期间溶解氧含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑦无机氮：调查海域调查期间，无机氮含量变化范围为 0.128mg/L~0.180mg/L，平均值为 0.144mg/L。无机氮含量全部符合第一类海水水质标准。

⑧活性磷酸盐：调查海域调查期间，活性磷酸盐含量变化范围为0.020mg/L~0.026mg/L，平均值为 0.022mg/L。所有调查站位海水中活性磷酸盐含量均超过第一类海水水质标准，全部符合第二类海水水质标准。

⑨石油类：调查海域调查期间，石油类含量变化范围为 0.005mg/L~0.015mg/L，平均值为 0.009mg/L。调查期间石油类含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑩铜：调查海域调查期间，铜含量变化范围为0.87 $\mu$ g/L~2.45 $\mu$ g/L，平均值为 1.34 $\mu$ g/L。调查期间铜含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑪铅：调查海域调查期间，铅含量变化范围为 0.21 $\mu$ g/L~1.17 $\mu$ g/L，平均值为 0.53 $\mu$ g/L。其中 12、18、19 号站位海水中铅含量符合第二类海水水质标准，其余站位全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑫锌：调查海域调查期间，锌含量变化范围为 3.2 $\mu$ g/L~48.5 $\mu$ g/L，平均值为 15.8 $\mu$ g/L。其中 6、7、13、17 号站位海水中锌含量符合第二类海水水质标准，其余站位全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑬镉：调查海域调查期间，镉含量变化范围为0.06 $\mu$ g/L~0.20 $\mu$ g/L，平均值为0.12 $\mu$ g/L。调查期间镉含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑭汞：调查海域调查期间，汞含量变化范围为 0.003 $\mu$ g/L~0.008 $\mu$ g/L，平均值为 0.005 $\mu$ g/L。调查期间汞含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑮砷：调查海域调查期间，砷含量变化范围为 1.23 $\mu$ g/L~1.49 $\mu$ g/L，平均值为 1.34 $\mu$ g/L。调查期间砷含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑯总铬：调查海域调查期间，总铬含量变化范围为 0.47 $\mu$ g/L~0.74 $\mu$ g/L，平均值为 0.61 $\mu$ g/L。调查期间汞含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑰镍：调查海域调查期间，镍含量变化范围为0.57 $\mu$ g/L~1.59 $\mu$ g/L，平均值为 0.84 $\mu$ g/L。调查期间镍含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑱硫化物：调查海域调查期间，硫化物含量变化范围为<0.0002mg/L~0.0010mg/L，平均值为 0.0031mg/L。调查期间硫化物含量全部符合第一类海水水质标准的要求。



⑲挥发酚：调查海域调查期间，挥发酚含量变化范围为 $<0.0011\text{mg/L}\sim 0.0046\text{mg/L}$ ，平均值为 $0.0017\text{mg/L}$ ，调查期间挥发酚含量全部符合第一类海水水质标准的要求。

⑳氰化物：调查海域调查期间，氰化物含量均 $<0.0005\text{mg/L}$ ，全部符合第一类海水水质标准的要求。

综上所述，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。

## 3.2.2 海洋沉积物质量现状

### 3.2.2.1 调查站位和时间

(1) 监测时间：2019年11月23日。

(2) 监测站位：调查站位布设详见图3.2-3和表3.2-2。

### 3.2.2.2 监测项目和分析方法

沉积物监测项目为：有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类、镍。样品的采集、保存和分析方法均严格按照国家标准《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的标准方法进行，详见表3.2-9。

表 3.2-9 沉积物调查项目和分析方法一览表

序号	调查项目	分析方法	引用标准
1	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.5-2007
2	有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	GB 17378.5-2007
3	石油类	紫外分光光度法	GB 17378.5-2007
4	铜	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 6020A-2007
5	锌	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 6020A-2007
6	铅	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 6020A-2007
7	镉	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 6020A-2007
8	总铬	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 6020A-2007
9	镍	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 6020A-2007
10	汞	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 6020A-2007
11	砷	电感耦合等离子体质谱法	USEPA 6020A-2007

### 3.2.2.3 评价方法和评价标准

(1) 评价方法

评价方法采用单项标准指数法：

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

式中： $S_{i,j}$ —标准指数；

$C_{i,j}$ —评价因子  $i$  在  $j$  点的实测浓度值，mg/L；

$C_{s,i}$ —评价因子  $i$  的评价标准限值，mg/L。

(2) 评价标准

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020年）》，各调查站位执行海洋沉积物一类标准。

### 3.2.2.4 监测结果

评价海域沉积物监测结果见表3.2-10，评价结果见表3.2-11。

①硫化物：沉积物中硫化物含量介于 $<4\sim 91\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $13\times 10^{-6}$ 。调查站沉积物中硫化物含量符合第一类沉积物质量标准的要求。

②有机碳：沉积物中有机碳含量介于 $0.07\%\sim 0.77\%$ 之间，平均值为 $0.39\%$ ，调查期间沉积物有机碳含量均符合第一类沉积物质量标准的要求。

③石油类：沉积物中石油类含量介于 $4\times 10^{-6}\sim 291\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $39\times 10^{-6}$ 。调查站沉积物中石油类含量符合第一类沉积物质量标准的要求。

④铜：沉积物中铜含量介于 $1.0\times 10^{-6}\sim 16.3\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $9.13\times 10^{-6}$ ，调查期间沉积物铜含量均符合第一类沉积物质量标准的要求。

⑤镉：沉积物中镉含量介于 $0.025\times 10^{-6}\sim 0.092\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $0.049\times 10^{-6}$ ，调查期间沉积物中镉含量全部符合第一类沉积物质量标准的要求。

⑥铅：沉积物中铅含量介于 $6.6\times 10^{-6}\sim 34.4\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $22.0\times 10^{-6}$ ，调查期间沉积物中铅含量均符合第一类沉积物质量标准的要求。

⑦锌：沉积物中锌含量介于 $3.9\times 10^{-6}\sim 73.0\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $41.3\times 10^{-6}$ ，调查期间沉积物中锌含量均符合第一类沉积物质量标准的要求。

⑧镍：沉积物中镍含量介于 $1.3\times 10^{-6}\sim 26.6\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $14.1\times 10^{-6}$ ，调查期间沉积物中镍含量均符合第一类沉积物质量标准的要求。

⑨铬：沉积物中铬含量介于 $2.8\times 10^{-6}\sim 45.5\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $25.3\times 10^{-6}$ ，调查期间沉积物中铬含量均符合第一类沉积物质量标准的要求。

⑩汞：沉积物中汞含量介于 $0.001\times 10^{-6}\sim 0.035\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $0.018\times 10^{-6}$ ，调查期间沉积物中汞含量均符合第一类沉积物质量标准的要求。

⑪砷：沉积物中砷含量介于 $2.54\times 10^{-6}\sim 9.00\times 10^{-6}$ 之间，平均含量为 $5.81\times 10^{-6}$ ，调查期间沉积物中砷含量均符合第一类沉积物质量标准的要求。

从调查结果可见：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。

### 3.2.3 海洋生物质量现状

#### 3.2.3.1 调查站位与时间

2019年春季调查站位布设详见图3.2-2和表3.2-1；2019年秋季调查站位布设详见图3.2-3和表3.2-2。

### 3.2.3.2 分析方法

表 3.2-12 生物体质量调查项目和分析方法

序号	调查项目	分析方法	引用标准
1	石油烃	荧光分光光度法	GB 17378.6-2007
2	铜	原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
3	锌	原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
4	铅	原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
5	镉	原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
6	铬	原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
7	镍	原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
8	总汞	原子荧光法	GB 17378.6-2007
9	砷	原子荧光法	GB 17378.6-2007

### 3.2.3.3 评价标准与方法

#### (1) 评价方法

评价方法采用单因子标准指数法：

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

式中： $S_{i,j}$ —标准指数；

$C_{i,j}$ —评价因子  $i$  在  $j$  点的实测浓度值，mg/L；

$C_{s,i}$ —评价因子  $i$  的评价标准限值，mg/L。

#### (2) 评价标准

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》，各调查站位执行海洋生物质量标准见下表。

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》，2019 年春季 SW1、SW4 号站位位于“围头湾港口与工业开发监督区”，海洋生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准；SW2、SW3 站位位于“院下-菊江港口与工业开发监督区”，海洋生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第二类标准。

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》，2019 年秋季 1、6 号站位位于“围头湾渔业环境保护利用区”，海洋生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准；20 号站位位于“院下-菊江港口与工业开发监督区”，海洋生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第二类标准。

### 3.2.3.4 监测评价结果

2019年春季、2019年秋季生物质量监测结果分别见表3.2-13、表3.2-14，单因子污染指数（Si）评价结果分别见表3.2-15~表3.2-16。海洋生物质量采集的样品分别为1号，6号，20号站附近定点养殖的近江牡蛎。

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。

## 3.2.4 海洋生态概况

### 3.2.4.1 调查时间和站位

#### (1) 调查站位

2019年春季调查共设置18个调查站位，6条潮间带底栖生物调查断面。调查站点及各站点的经纬度见表3.2-1、图3.2-2。

2019年秋季调查共设置12个调查站位，3条潮间带底栖生物调查断面。调查站点表3.2-1、图3.2-3。

#### (2) 调查项目

叶绿素 $\alpha$ ，浮游植物和浮游动物、潮下带和潮间带大型底栖生物、鱼卵仔稚鱼，游泳动物。

### 3.2.4.2 调查项目采样和分析方法

各调查项目的具体调查方法按照《海洋调查规范》（GB12763.6-2007）执行。

#### (1) 分析方法

采用的分析方法见表3.2-17。

表3.2-17 生态调查分析方法

叶绿素 $\alpha$	分光光度法	GB 17378.7-2007 第8条
浮游植物（水样）	计数法	GB 17378.7-2007 第5条



浮游动物（网样）	计数法	GB 17378.7-2007 第5条
潮下带底栖生物	计数法	GB 17378.7-2007 第6条
潮间带底栖生物	计数法	GB17378.7-2007 第7条
鱼卵仔稚鱼	计数法	GB/T 12763.6-2007 第9条
游泳动物	——	GB/T 12763.6-2007 第14条

## （2）采样方法

### 2019年春季

#### ①叶绿素 $\alpha$ 和初级生产力

叶绿素  $\alpha$  调查使用 2.5L 有机玻璃采水器采集水样。采样层次分为表层和底层。每份样取 300-500ml 水样，加入两滴 1%碳酸镁溶液，用 GF/F 玻璃纤维滤膜过滤，滤膜用 90%丙酮萃取，定容至 10ml，低温下萃取 20 小时后（中间必须取出摇匀），用 TURNER 荧光仪测定。初级生产力调查采用色素估算方法。

#### ②浮游植物

采水体积 0.50L，水样用 Lugo'溶液固定带回实验室，鉴定计数前在实验室沉降 24 小时，除去上清液，浓集，再随机抽取分样样品在倒置显微镜下分析计数。

#### ③浮游动物

用浅水 I 型浮游生物网（网长 145cm，网口直径 50cm，筛绢孔宽 0.505mm），从底至表垂直拖取样品，并用样品体积量 5%的中性甲醛溶液固定。

用电子天平（感量 0.001g）和真空泵（30dm<sup>3</sup>/min）等器具进行样品湿重生物量的测定，先将样品抽滤去除水份后称出样品的湿重。样品的鉴定与计数则是借助于浮游动物计数框、体视显微镜和普通光学显微镜等将全部样品进行种类鉴定并按种计个体数。

#### ④潮间带底栖生物

根据瓦扬（Vaillant, 1891）和斯蒂芬森（Stephenson, 1949）原则及生物自然分布，将潮间带划分为高、中、低三个潮区。每条断面布设 5 个站，定量取样按每站 25cm×25cm 的样方在泥滩采集 4 次，样品经“WSB1”型底栖生物涡旋分选器分选后，再经网目为 0.5mm 的套筛淘洗分离。同时进行定性取样与观察。样品的取样、保存、分离、鉴定和分析按照国标《海洋调查规范》（GB/T12763.6-2007）。

#### ⑤潮下带大型底栖生物

定量分析：使用 0.05m<sup>2</sup> 抓斗式采泥器，每站连续取样不少于 4 次，每站所采泥样合并为一个样品，放入“MSB 型底栖生物涡旋分选器”中淘洗，并用网目为 1mm 的过筛器分选标本，生物样品置样品瓶中用固定液保存。标本处理以及室内分析和资料整理均按

《海洋调查规范》(GB12763.6-2007)技术要求进行。

定性分析：使用网口宽度为 1.0m 的三角拖网，在船速为 2kn 的速度下拖 15min。

#### ⑥鱼卵、仔稚鱼

本工程鱼卵和仔稚鱼调查中采用大型浮游生物网（内径 80cm，长 270cm，孔径 0.505mm）。放网前降低调查船速度至约 1.5n mile/h，连续拖网 10min 后起网。把网升至适当高度，用冲水设备自上而下反复冲洗网衣外表面，使黏附于网上的标本集中于网底管内；将网收入甲板，开启网底管阀门，把标本装入标本瓶，再关闭网底管阀门，用洗耳球吸水冲洗筛绢套，如此反复多次，直至残留标本全部收入标本瓶中，按样品体积 5% 的量加入福尔马林溶液固定。

#### ⑦游泳动物

底拖网网衣网口拉紧周长 45m，网衣长度 35m，网口高度 3.1m，囊网网目 20mm，扫海宽度 22m，春季实际平均拖速 2.78 n mile/h。渔业资源定置张网试捕调查，渔具类型：无翼锚张网、渔具主尺度 37m×37m、网目规格：小网目 22mm、大网目 110mm。每站拖网时间为 30min~60min，在到站前放网，拖速为 2.4~3.2n mile/h，拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。

定置张网在大潮期间进行，连续 5 次，网口迎流面积 10.2m<sup>2</sup>，作业时间 6h，张网作业的平均流速。

从每网渔获物中先将较大的不同种类单独挑出，然后随机取样采集约 20kg 渔获样品供进一步分析，不足 20kg 时，全部取样。

#### ③生物学评价指数计算方法

种类多样性指数： $H' = - \sum_{i=1}^s (ni / N) \log_2 (ni / N)$  (Shannon-Wiener, 1963)

均匀度指数： $J = H' / \log_2 S$  (Pielou, 1966)

#### 2019年秋季

浮游植物样品采集时在各站的表层采水 1.00dm<sup>3</sup>，鲁哥氏液固定；样品沉降浓缩后鉴定计数分析；浮游动物样品采用浅水 II 型浮游生物网自底层至表层进行垂直拖网获得；采用浅水 I 型浮游生物网和大型浮游生物网分别进行垂直拖网和水平拖网获得鱼卵和仔稚鱼样品。

潮下带大型底栖生物采用面积为 0.20m×0.25m (0.05m<sup>2</sup>) 的蚌式采泥器取样，每站连续采沉积物 3 斗。沉积物样经淘洗后，用网目为 0.5 mm 的套筛分选，分离出大型底

栖生物标本。各个样站的 3 个平行样装入一瓶，进行大型底栖生物计数、称重和数据处理。软相潮间带采用 0.25m×0.25m 的样框，将表层 0.30m 厚度的沉积物用网目为 1.00mm 的筛网淘洗，再将底栖生物分选出，每个调查取样站取 4 个样框。

### 3.2.4.3 叶绿素 a 和初级生产力

初级生产力公式：

$$P \text{ (mgC/m}^2\cdot\text{d)} = \frac{C \times Q \times E \times D}{2}$$

式中 C——叶绿素 a 的含量 (mg/m<sup>3</sup>)；

E——真光层 (取海水透明度的 3 倍, m)；

D——平均日照时数 (h)；

Q——同化系数。

#### (1) 2019年秋季调查结果

调查期间叶绿素a含量变化范围介于1.21μg/L~2.09μg/L之间，平均含量为1.58μg/L。根据《福建省海岛资源综合调查研究报告》，1996年，围头湾海域秋季平均同化系数Q为3.13mgC/(mgChla.h)。海域秋季日照时数D(日出至日落的时间)为12h。调查期间初级生产力变化范围介于61mgC/m<sup>2</sup>·d~96mgC/m<sup>2</sup>·d之间，平均值为82mC/m<sup>2</sup>·d。

表 3.2-18 秋季调查海域叶绿素 a 和初级生产力统计一览表

站号	1	2	3	4	6	7	8	10	11	12	16	17
叶绿素 α (μg/L)	1.36	1.90	1.87	2.09	1.54	1.37	1.50	1.50	1.37	1.58	1.61	1.21
透明度(m)	1.0	0.9	0.6	0.8	0.9	1.1	1.0	1.1	0.8	1.05	1.0	0.9
初级生产力 (mgC/m <sup>2</sup> ·d)	77	96	63	94	78	85	85	93	62	93	91	61

#### (2) 2019年春季调查结果

调查海域叶绿素 a 的变化范围在 1.21μg/L~3.57μg/L 之间，平均值为 2.29μg/L。高值区域主要分布于安海湾附近海域，呈近岸向外海递减的趋势。初级生产力同化系数采用温带近海水平平均同化系数 5.0。本次调查的初级生产力的变化范围为 67.86mgC/m<sup>2</sup>·d~248.04mgC/m<sup>2</sup>·d平均值为 157.03mgC/m<sup>2</sup>·d。本次调查的初级生产力分布趋势与表层叶绿素 a 的分布趋势没有明显关联。详见表 3.2-19。

### 3.2.4.4 浮游植物

#### (1) 2019 年春季

##### ①种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 4 门 85 种，其中硅藻门 77 种，甲藻门 6 种，蓝藻门和金藻门均为 1 种。各站位种类数范围为 9~15 种，最高值位于 S1 和 S5 站位，最低值位于 S12 站位。

##### ②细胞丰度和优势种

浮游植物细胞密度范围为  $(0.81\sim 21.48)\times 10^4\text{cells/L}$ ，平均值为  $6.81\times 10^4\text{cells/L}$ 。最高值位于 S17 站位，最低值位于 S1 站位。主要的优势种为中优势种为旋链角毛藻、中心圆筛藻、柔弱菱形藻、具槽帕拉藻、柔弱根管藻和中肋骨条藻。

##### ③生物多样性分析

调查海域浮游植物多样性指数 (H') 变化范围为 1.63~2.89，平均值为 2.24，S17 站位最高，S2 站位最低。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。总体来看，调查海域浮游植物多样性指数均低于 3.00，处于偏低水平，表明调查海区现有生态环境相对不利于浮游植物的均衡生长繁殖。

#### (2) 2019 年秋季

##### ①种类组成和分布

本次调查浮游植物共鉴定记录 5 门 46 属 90 种 (包括变种和变型等，下同)，其中蓝藻门 1 属 1 种，裸藻门 1 属 1 种，金藻门 2 属 2 种，甲藻门 6 属 10 种，硅藻门 36 属 76 种。硅藻种类占优势。调查中各站浮游植物种类数平均为 35 种，各站种类数接近，大多数站位种类数在 35 种左右。

##### ②数量分布

各站浮游植物平均数量为 25490cells/L，处于调查区域正常范围内；其中硅藻平均数量为 24319cells/L，占浮游植物总数量的 95.4%；蓝藻平均数量为 501cells/L，占浮游植物总数量的 2.0%；裸藻平均数量为 353cells/L，占浮游植物总数量的 1.4%；甲藻平均数量为 242cells/L，占浮游植物总数量的 0.9%。数量最多的 11 号站为 42840cells/L，数量最少的 4 号站为 12512cells/L；各站数量相差有限。浮游植物优势种主要为具槽直链藻、菱形海线藻、中肋骨条藻和柔弱菱形藻等。

##### ③多样性指数和均匀度

各站浮游植物多样性指数范围 3.42~4.26, 平均 3.83, 大多数站位多样性指数大于 3.5。各站浮游植物均匀度的范围 0.74~0.89, 平均 0.80。均匀度值的分布与多样性指数的分布基本一致。

#### ④浮游植物现状与环境

以本次调查所记录的浮游植物种类看, 各站以广布性种类具槽直链藻、菱形海线藻、中肋骨条藻和柔弱菱形藻等为主要优势种, 反映了调查区域浮游植物群落为近岸广布性群落。

### 3.2.4.5 浮游动物

#### (1) 2019 年春季

##### ①种类组成

本次调查共鉴定浮游动物 54 种以及阶段性浮游幼体 15 种。其中桡足类种类最丰富, 共 31 种, 占总种类数的 44.9%; 其次为阶段性浮游幼体 15 种, 占总种类数 21.7%; 刺胞动物 9 种, 占总种类数 13.0%; 毛颚类 5 种, 占总种类数的 7.2%。各站位种类数范围为 9~17 种, 最高值位于 S4 站位, 最低值位于 S14 站位。

##### ②总生物量、总个体密度及平面分布

生物量波动范围为 15.22~145.47mg/m<sup>3</sup>, 平均值为 56.46mg/m<sup>3</sup>。浮游动物生物密度波动范围为 298~4638 个/m<sup>3</sup>, 平均值为 1764 个/m<sup>3</sup>。浮游动物生物量以 S13 站位最高, S5 站位最低; 浮游动物密度以 S13 站位最高, S2 站位最低。在平面分布上, 其高值区均主要出现在测区的中央和南部湾口海域。

##### ③优势种

浮游动物优势种有长尾类幼虫、太平洋纺锤水蚤、强额拟哲水蚤和小拟哲水蚤, 占总密度的比例分别为 4.1%、23.7%、11.7%和 49.2%。其中小拟哲水蚤占总密度的比例最高, 且出现率达到了 100%。

##### ④物种多样性指数

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。总体来看, 本次调查浮游动物多样性指数和均匀度均偏低, 生态群落结构不稳定, 表明调查海域浮游动物的生境质量等级一般。

#### (2) 2019 年秋季

##### ①种类组成和分布



本次调查共记录各类浮游动物 45 种, 包括水母类 6 种 (水螅水母 5 种, 栉水母 1 种), 桡足类 31 种, 糠虾类和毛颚类各 2 种, 樱虾类、介形类、磷虾、被囊类各 1 种, 另外还有若干类阶段性浮游幼虫。在上述浮游动物中数量占优势的种类有强额孔雀哲水蚤(*Parvoacalanus crassirostris*) (41.4%)、针刺拟哲水蚤(*Paracalanus aculeatus*) (16.5%)、短角长腹剑水蚤(*Oithona brevicornis*) (10.0%)和筒长腹剑水蚤(*Oithona simplex*) (5.8%)。调查海域各站浮游动物种类数有 15~30 种, 以 3、7 站较多, 有 28~30 种, 2、6、11 号站较少, 只有 15~16 种, 其它各站有 19~25 种。

#### ②总生物量 (湿重) 的分布

调查海域浮游动物平均生物量为 36.58mg/m<sup>3</sup>, 变化范围 7.14~103.13mg/m<sup>3</sup>。

#### ③浮游动物总个体密度的平面分布

调查海域浮游动物总个体密度平均值为 3072.57 个/m<sup>3</sup>, 变化范围 886.61 个/m<sup>3</sup>~16293.73 个/m<sup>3</sup>。

#### ④多样性指数和均匀度

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。

#### ⑤浮游动物生态现状和发展趋势

从浮游动物生态类群来看调查海域主要以近岸暖水种占优势, 同时调查海域由于受到淡水的影响, 有河口低盐种存在。浮游动物生物量和总个体数量处于本季一般水平。多样性指数大部分站在 2.0~3.0, 海域环境整体上处于较好状态。

### 3.2.4.6 潮下带底栖生物

#### (1) 2019 年春季

##### ①种类组成

调查海域共鉴定浅海大型底栖生物 5 门 65 种。其中, 环节动物种类最多, 有 42 种, 占总种类数的 64.6%; 节肢动物 13 种, 占总种类数的 20.0%; 软体动物 7 种, 占总种类数的 10.8%; 棘皮动物 2 种, 占总种类数的 3.1%; 星虫动物仅为 1 种, 占总种类数的 1.5%。调查海域浅海大型底栖生物种类数变化范围是 4~14 种, S3 和 S5 站位最高。

##### ②栖息密度及其分布

浅海大型底栖生物密度范围为 75~325 个/m<sup>2</sup>, 平均值为 131 个/m<sup>2</sup>, 最高值位于 S3 站位, 最低值位于 S8 站位。在平均总栖息密度组成中, 环节动物居第一位, 其平均栖息密度达 79 个/m<sup>2</sup>, 占平均总栖息密度的 53.5%; 其次为软体动物, 其平均栖息密度达 37 个/m<sup>2</sup>, 占 25.1%; 节肢动物第三, 其平均栖息密度为 11 个/m<sup>2</sup>, 占 7.7%; 其它动物

平均密度较小

### ③生物量组成及分布

生物量范围为 2.45~63.27g/m<sup>2</sup>,平均值为 14.88g/m<sup>2</sup>,最高值位于 S3 站位,最低值位于 S17 站位。在平均总生物量组成中,软体动物居第一位,其平均生物量为 10.84g/m<sup>2</sup>,占平均总生物量的 72.8%;节肢动物其次,平均生物量为 1.99g/m<sup>2</sup>,占平均总生物量的 13.4%;环节动物第三,平均生物量为 1.88g/m<sup>2</sup>,占平均总生物量的 12.6%

### ④优势种

调查海域浅海大型底栖生物主要优势种为昆士兰稚齿虫 (*Prionospio queenslandica*)、凸壳肌蛤 (*Musculus senhousia*) 和菲律宾蛤仔 (*Ruditapes philippinarum*)。其中昆士兰稚齿虫占总密度比例最大,达到 26.9%。

### ⑤物种多样性 (H')、均匀度 (J')、丰富度 (d)

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。总体来看,调查海域浅海大型底栖生物均匀度指数 (J') 较高,多样性指数 (H') 一般,表明底栖生物优势种的数量与其他种类相差不大,各底栖生物种类之间的数量分布比较均匀,调查海区底栖生态环境已受到一定程度的影响。

## (2) 2019 年秋季

### ①种类组成

2019 年 11 月调查海区潮下带底栖生物共出现 84 种,分属刺胞动物门、扁形动物门、纽形动物门、环节动物门、星虫动物门、软体动物门、节肢动物门、棘皮动物门和脊索动物门 9 门。其中环节动物种类最多,有 42 种,占总种类数的 50.0%;节肢动物居第二,有 20 种,占总种数的 23.8%,软体动物居第三,有 12 种,占总种数的 14.3%;其它类有 10 种,占总种数的 11.9%。

主要种类有双鳃内卷齿蚕 (*Aglaophamus dibranchis*)、螺赢蜚 (*Corophium sp.*)、厦门文昌鱼 (*Branchiostoma belcheri*)、马氏独毛虫 (*Tharyx marioni*)、毡毛岩虫 (*Marphysa stragulum*)、光亮倍棘蛇尾 (*Amphioplus lucidus*)、锯额瓷蟹 (*Pisidia serratifrons*)、岩瓷蟹 (*Petrolisthes sp.*)、红刺尖锥虫 (*Scoloplos rubra*) 等。

调查海区潮下带各测站出现的底栖生物种类在 1~25 种,平均为 13 种。

### ②底栖生物总生物量 (湿重) 的分布

该海域生物量波动在 0.085~1146.150g/m<sup>2</sup> 范围内,平均生物量为 104.193g/m<sup>2</sup>。

### ③底栖生物总个体密度的分布

各站的密度范围为 13~740 个/m<sup>2</sup> 之间, 平均值为 273 个/m<sup>2</sup>。

### ④底栖生物生态特征指数

2019 年 11 月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。属于较高水平。该调查海域底栖生物物种多样性指数 ( $H'$ ) 在 0~4.231 之间波动, 平均物种多样性指数 ( $H'$ ) 为 2.675, 属于一般水平。调查海域除了 4 号站因为只采集到 1 种底栖生物, 故没有均匀度指数外, 其他站位底栖生物平均均匀度 ( $J$ ) 为 0.821, 属于均匀度较高的海区。

## 3.2.4.7 潮间带底栖生物

### (1) 2019 年春季

#### ①种类组成

调查海域共鉴定潮间带底栖生物 4 门 54 种。其中, 环节动物种类最多, 有 28 种, 占总种类数的 51.9%; 软体动物 17 种, 占总种类数的 31.5%; 节肢动物 8 种, 占总种类数的 14.8%; 星虫动物仅为 1 种, 占总种类数的 1.9%。调查海域潮间带底栖生物各个断面潮区种类数变化范围是 2~13 种。

#### ②栖息密度组成及分布

本次调查潮间带底栖生物密度范围为 252~384 个/m<sup>2</sup>, 平均值为 294 个/m<sup>2</sup>, 最高值位于 Ch6, 最低值位于 Ch3。在平均总栖息密度组成中, 以环节动物居第一位, 其平均栖息密度达 44 个/m<sup>2</sup>, 占平均总栖息密度的 46.4%; 其次为软体动物, 其平均栖息密度达 36 个/m<sup>2</sup>, 占 37.3%; 节肢动物第三, 其平均栖息密度为 15 个/m<sup>2</sup>, 占 15.8%; 其它动物平均密度较小。

#### ③生物量组成及分布

生物量范围为 17.71~154.05g/m<sup>2</sup>, 平均值为 77.40g/m<sup>2</sup>, 最高值位于 Ch5, 最低值位于 Ch3。在平均总生物量组成中, 软体动物居第一位, 其平均生物量为 22.52g/m<sup>2</sup>, 占平均总生物量的 87.3%; 节肢动物其次, 平均生物量为 2.33g/m<sup>2</sup>, 占平均总生物量的 9.0%; 环节动物第三, 平均生物量为 0.88g/m<sup>2</sup>, 占平均总生物量的 3.4%。

#### ④物种多样性分析

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。总体来看, 调查海域潮间带底栖生物均匀度指数 ( $J$ ) 较高, 多样

性指数 ( $H'$ ) 一般, 表明调查潮区潮间带底栖生物多样性较低, 底栖生物生境较差。

## (2) 2019 年秋季

### ① 生物种类组成

2019 年 11 月调查结果, 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), 属刺胞动物门、纽形动物门、环节动物门、软体动物门、节肢动物门和脊索动物门 6 门。其中环节动物种类最多, 有 30 种, 占总种类数的 36.1%; 软体动物和节肢动物居其次均有 25 种, 各占总种类数的 30.1%; 其它类有 3 种, 占总种类数的 3.6%。

2019 年 11 月该调查海域潮间带底栖生物各测站定量调查中出现的底栖生物种类在 0~23 种, 平均 8 种。其中 3 条断面的高潮区站位均未采集到大型底栖生物, 26 断面的中潮区 2 号站也未采集到大型底栖生物。

### ② 底栖生物总生物量 (湿重) 的分布

该海域生物量波动在 0~168.397g/m<sup>2</sup> 范围内, 平均生物量为 24.016g/m<sup>2</sup>。其中 25 断面中 2 取样站生物量最高, 为 168.397g/m<sup>2</sup>。各断面高潮区站位和 26 中 2 站位最低, 均为 0。其中软体动物占比最多, 为 74.53%; 其次是节肢动物, 占 22.45%。

### ③ 总个体密度的分布

各站的密度范围为 0~532 个/m<sup>2</sup> 之间, 平均值为 119 个/m<sup>2</sup>。其中 25 断面低 2 站最高, 为 532 个/m<sup>2</sup>。各断面高潮区站位和 26 中 2 站位最低, 均为 0。

### ④ 底栖生物生态特征指数

2019 年 11 月调查海区潮间带各站底栖生物的生态特征指数见表 4.3-20。其中 3 条断面的高潮区站位和 26 断面的中潮区 2 号站均未采集到大型底栖生物, 故没有生态指数。其余各站底栖生物的丰富度 ( $d$ ) 在 0.962~5.849 之间波动, 平均丰富度 ( $d$ ) 为 2.918。属于一般水平。

该调查海域底栖生物平均物种多样性指数 ( $H'$ ) 为 2.718, 属于一般水平。

调查海域底栖生物平均均匀度 ( $J$ ) 为 0.825, 属于均匀度较高的海区。

## 3.2.4.8 游泳动物

### (1) 2019 年春季

#### ① 种类组成

调查海域共鉴定游泳动物 79 种, 其中, 鱼类有 46 种, 占总种类数的 58.2%; 蟹类有 13 种, 占总种类数的 16.5%; 虾类有 12 种, 占总种类数的 15.2%; 口足类有 5 种, 占总种

类数的 6.3%；头足类有 3 种，占总种类数的 3.8%。调查海域游泳动物种类数变化范围是 7~19 种，D2 站位最高，Y15 站位最低。

### ②渔获量（尾数、重量）分类群组成

#### A、单拖网调查

调查海域游泳动物尾数中鱼类占 47.25% 虾类占 38.14% 口足类占 8.09%，蟹类占 5.9%，头足类占 0.61%；重量中鱼类占 88.46%，虾类占 4.71%，口足类占 2.99%，蟹类占 3.22%，头足类占 0.62%。

#### B、定制网调查

调查海域游泳动物尾数中鱼类占 44.12% 虾类占 44.92% 口足类占 1.87%，蟹类占 8.56%，头足类占 0.53%；重量中鱼类占 89.79%，虾类占 4.90%，口足类占 1.01%，蟹类占 4.01%，头足类占 0.29%。

### ③渔获物资源密度（重量、尾数）平面分布

#### A、单拖网调查

调查海域游泳动物尾数资源密度均值为  $3.32 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ （ $0.58 \sim 6.30 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ ）。其中鱼类尾数资源密度均值为  $1.57 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ （ $0.40 \sim 3.82 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ ）；虾类为  $1.26 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ （ $0.04 \sim 3.46 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ ）；口足类为  $0.27 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ （ $0.00 \sim 1.15 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ ）；蟹类为  $0.20 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ （ $0.00 \sim 1.12 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ ）；头足类为  $0.02 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ （ $0.00 \sim 0.11 \times 10^3$  个/ $\text{km}^2$ ）。

调查海域游泳动物重量资源密度均值为  $104.56 \text{kg}/\text{km}^2$ （ $22.20 \sim 292.84 \text{kg}/\text{km}^2$ ）。

鱼类重量资源密度均值为  $92.55 \text{kg}/\text{km}^2$ （ $21.38 \sim 259.64 \text{kg}/\text{km}^2$ ）；蟹类为  $3.35 \text{kg}/\text{km}^2$ （ $0.00 \sim 15.17 \text{kg}/\text{km}^2$ ）；虾类为  $4.90 \text{kg}/\text{km}^2$ （ $0.11 \sim 13.53 \text{kg}/\text{km}^2$ ）；口足类为  $3.12 \text{kg}/\text{km}^2$ （ $0.00 \sim 12.36 \text{kg}/\text{km}^2$ ）；头足类为  $0.64 \text{kg}/\text{km}^2$ （ $0.00 \sim 4.08 \text{kg}/\text{km}^2$ ）。

#### B、定制网调查

调查海域游泳动物尾数资源密度均值为  $235.58 \times 10^3$  个/ $\text{km}^3$ 。其中，鱼类尾数资源密度均值为  $103.93 \times 10^3$  个/ $\text{km}^3$ ；蟹类为  $20.16 \times 10^3$  个/ $\text{km}^3$ ；虾类为  $105.82 \times 10^3$  个/ $\text{km}^3$ ；口足类为  $4.41 \times 10^3$  个/ $\text{km}^3$ ；头足类为  $1.26 \times 10^3$  个/ $\text{km}^3$ 。调查海域游泳动物重量资源密度均值为  $5854.33 \text{kg}/\text{km}^3$ ；其中，鱼类重量资源密度均值为  $5256.56 \text{kg}/\text{km}^3$ ；蟹类为  $234.79 \text{kg}/\text{km}^3$ ；虾类为  $286.77 \text{kg}/\text{km}^3$ ；口足类为  $59.32 \text{kg}/\text{km}^3$ ；头足类为  $16.89 \text{kg}/\text{km}^3$ 。

④渔获物优势种调查海域游泳动物优势种包括：棘头梅童鱼、凤鲚、叫姑鱼、刀额仿对虾、哈氏仿对虾和中华管鞭虾。



### ⑤多样性指数

本次调查游泳动物尾数多样性指数 ( $H'$ ) 均值为 2.86 (1.94-3.58); 均匀度指数 ( $J'$ ) 均值为 0.79 (0.58-0.96); 重量多样性指数 ( $H'$ ) 均值为 2.47 (1.19-3.38); 均匀度指数 ( $J'$ ) 均值为 0.67 (0.40-0.89)。

### (2) 2019 年秋季

#### ①种类组成

调查海域 11 月 (秋季) 拖网调查的渔获物共鉴定有 63 种, 其中, 鱼类 29 种, 虾类 11 种, 蟹类 9 种, 口足类 8 种, 头足类 6 种。

#### ②数量和生物量组成

从渔业资源拖网作业的调查结果看, 虾类渔获生物量最高, 有 2.975kg; 鱼类次之, 有 1.349kg; 蟹类第三, 有 1.039kg; 口足类第四, 有 0.753kg; 头足类最低, 仅 0.327kg。

从渔获数量来看, 拖网作业以虾类渔获尾数最高, 有 505 尾; 口足类次之, 有 183 尾; 蟹类第三, 有 137 尾; 鱼类第四, 有 84 尾; 头足类最低, 仅 13 尾。

#### ③渔获物数量分布

调查海域游泳生物拖网调查有效作业共 5 网次, 累计拖曳作业 126min, 渔获量为 6.443kg, 渔获个体数量为 922ind.。

#### ④渔获物优势种

调查海区主要渔获种类重量组成中, 鹰爪虾居首位, 占 15.18%; 细巧仿对虾次之, 占 9.87%。

渔获物数量组成: 在主要渔获物数量组成中, 以长毛明对虾居首位, 占 34.16%; 纤手梭子蟹居第二, 占 5.84%。

#### ⑤群落多样性

本次调查游泳生物 Margalef 丰富度指数 ( $d$ ) 范围为 4.50~5.81, 平均值 5.01; Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H'$ ) 范围为 2.02~2.60, 平均值 2.36; Sielou 均匀度指数 ( $J'$ ) 范围为 0.63~0.78, 平均值 0.72。

#### ⑥现存资源生物量和资源密度

调查海区平均资源生物量为 454.883kg/km<sup>2</sup>, 其中, W5 站资源生物量最高, 为 783.000kg/km<sup>2</sup>; 其次是 W1 号站, 资源生物量为 602.210kg/km<sup>2</sup>; W3 号站资源生物量最低, 为 117.225kg/km<sup>2</sup>。

调查海域平均资源密度为 59067ind./km<sup>2</sup>, 其中, W1 号站资源密度最高, 为

74866ind./km<sup>2</sup>；其次是 W2 号站，为 70076ind./km<sup>2</sup>；W3 号站资源密度最低，为 23302ind./km<sup>2</sup>。

调查海域游泳生物各类别的资源生物量为：虾类 210.056kg/km<sup>2</sup>，鱼类 95.271kg/km<sup>2</sup>，蟹类 73.375kg/km<sup>2</sup>，口足类 53.127kg/km<sup>2</sup>，头足类 23.054kg/km<sup>2</sup>。

调查海域游泳生物各类别的资源密度为：虾类 32352ind./km<sup>2</sup>，口足类 11724ind./km<sup>2</sup>，蟹类 8777ind./km<sup>2</sup>，鱼类 5381ind./km<sup>2</sup>，头足类 833ind./km<sup>2</sup>。

### 3.2.4.9 鱼卵仔鱼

#### (1) 2019 年春季

##### ①种类组成

本次调查海域共记录仔稚鱼 4 目 5 科 6 种（含未定种）；共记录鱼卵 5 目 9 科 9 种（含未定种）。

##### ②数量分布及优势种

#### A、水平拖网

本次调查海域水平拖网共采集鱼卵 37 粒，平均密度为 0.020 粒/m<sup>3</sup>（0.006~0.045 个/m<sup>3</sup>），鱼卵高值区位于 S9 站位，本次采集的鱼卵主要为小沙丁鱼属鱼卵（14 粒）。

本次调查海域共采集仔稚鱼 26 尾，平均密度为 0.009 尾/m<sup>3</sup>（0.003~0.019 个/m<sup>3</sup>），仔稚鱼高值区位于 S4 和 S13 站位，本次采集的仔稚鱼主要为小沙丁鱼属和鲷科。

#### B、垂直拖网

本次调查海域水平拖网共采集鱼卵 11 粒，平均密度为 1.80 粒/m<sup>3</sup>（0.37~5.00 个/m<sup>3</sup>），鱼卵高值区位于 S10 站位，本次采集的鱼卵主要为鰕虎鱼科鱼卵（4 粒）。

本次调查海域共采集仔稚鱼 8 尾，平均密度为 2.46 尾/m<sup>3</sup>（30.63~5.00 个/m<sup>3</sup>），仔稚鱼高值区位于 S13 站位，本次采集的仔稚鱼主要为小沙丁鱼属（4 粒）。

#### (2) 2019 年秋季

##### ①种类组成

本次采集的样品中鱼卵 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）。经分析鉴定，鱼卵和仔稚鱼共有 5 种，隶属于 4 科 4 属。鱼卵种类有大黄鱼（*Larimichthys crocea*）、黄鳍棘鲷（*Acanthopagrus latus*）、舌鳎属一种（*Cynoglossus* sp.）；仔稚鱼种类有康氏小公鱼（*Stolephorus commersoni*）、黄鳍棘鲷、鲷科一种（*Sparidae* sp.）。其中鱼卵中大黄鱼占 79.42%，舌鳎属一种占 11.76%，黄鳍棘鲷占 8.82%。仔稚鱼中康氏小公鱼占 77.78%，黄鳍棘鲷占 20.83%，鲷科一种占 1.39%。

## ②密度分布

垂直拖网没有采到鱼卵和仔稚鱼。

水平拖网采集到的鱼卵有 34 个，种类为大黄鱼、黄鳍棘鲷和舌鲷属一种。调查海区水平拖网鱼卵密度范围为  $0\sim 5.33\text{ind./}100\text{m}^3$ ，平均密度为  $0.88\text{ind./}100\text{m}^3$ ，其中 12 号站最高，有  $5.33\text{ind./}100\text{m}^3$ ，17 号站次之，有  $2.99\text{ind./}100\text{m}^3$ ，其它各站在  $0.82\text{ind./}100\text{m}^3$  以下，1、2、3、4、6 号站没有采到。

水平拖网采集到的仔稚鱼 72 尾，种类为康氏小公鱼、黄鳍棘鲷、鲷科一种。调查海区水平拖网仔稚鱼密度范围  $0\sim 6.18\text{ind./}100\text{m}^3$ ，平均密度为  $1.54\text{ind./}100\text{m}^3$ ，其中以 8 号站最高，有  $6.18\text{ind./}100\text{m}^3$ ，2、6、7、12 号站有  $1.28\sim 2.92\text{ind./}100\text{m}^3$ ，其它各站在  $1.00\text{ind./}100\text{m}^3$  以下，1 号站没有采到。

## ③优势种

本次水平拖网获得鱼卵以大黄鱼最多，占水平拖网鱼卵的 79.42%；仔稚鱼以康氏小公鱼最多，占水平拖网总仔稚鱼数量的 77.78%。

### 3.2.5 环境空气质量现状

根据泉州市生态环境局发布的 2018 年泉州市城市空气质量通报，南安市环境空气  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 $\text{O}_3$ -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。区域空气质量现状评价详见表 3.2-18。

表 3.2-18 区域空气质量现状评价表

行政区	污染物	年评价指标	现状浓度/ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	标准值/ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	最大浓度 占标率 /%	达标情况
南安市	SO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	16	60	27	达标
	NO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	22	40	55	达标
	PM <sub>10</sub>	年平均质量浓度	61	70	87	达标
	PM <sub>2.5</sub>	年平均质量浓度	29	35	83	达标
	O <sub>3</sub> -8h	8h 平均质量浓度 (90%)	129	160	81	达标
	CO	百分位数日平均 (95%)	800	4000	20	达标

### 3.2.6 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（2018 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%。

### 3.2.7 陆域生态

本工程施工营地位置及穿越防波堤 72m 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、风景名胜区、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“大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”，最近距离分别为 23m、994m、5966m。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

所在区域	代码	管控类别	类型	名称	地理位置	覆盖区域面积 (km <sup>2</sup> )	生态保护目标	管控措施
南安市	350500-LCR-II-06	限制类	海洋自然景观与历史文化遗产	小百屿海洋自然景观与历史文化遗迹保护区	小百屿海域，四至： 118°25'37.63"E,118°27'2.22"E,24°33'35.23"N,24°34'48.61"N	4.10	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，严格控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，禁止排放有毒有害的污水、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区，逐步改善海洋环境质量。
晋江市	350500-FSH-II-03	限制类	重要渔业水域	围头湾重要渔业生态保护红线区	围头湾工业与城镇用海区前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	①传统渔业海域； ②鲷科、鲱科、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，禁止排放有毒有害的污水、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区，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。



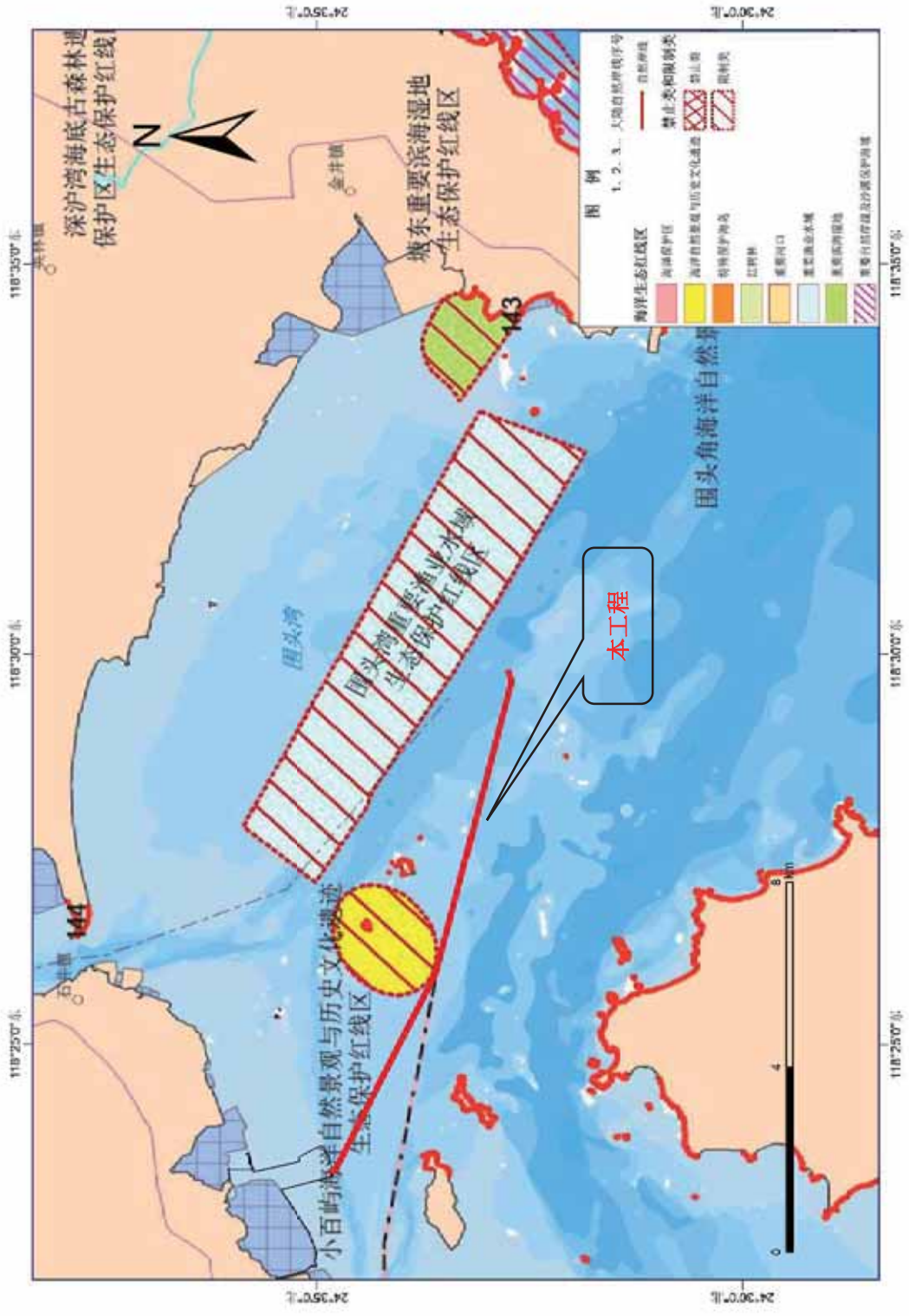


图 3.3-1 项目与海洋生态红线保护区位置关系图

### 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 1.5-1、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 1.5-1。

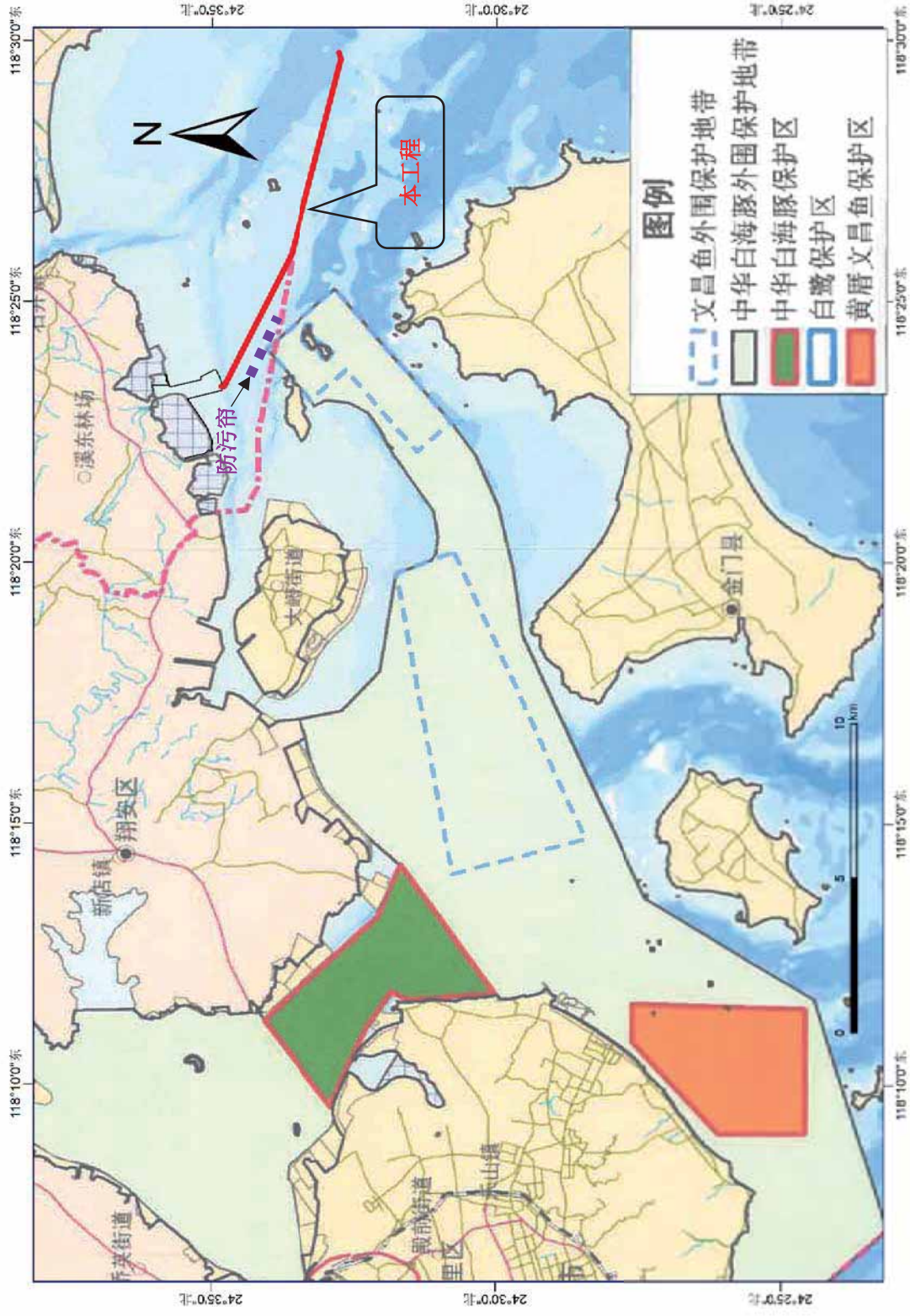


图 3.3-2 本工程与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带位置关系图

### 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(不完全统计)

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 <sub>cr</sub>	总磷	氨氮		
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

注:以上数据根据来源上表项目的环评报告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;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和捕捞

石井镇现状养殖滩涂面积 1008hm<sup>2</sup>,主要集中在石井镇南部海域,养殖品种主要有:牡蛎、花蛤、紫菜、青蟹、梭子蟹、对虾、鲷鱼、棱鲷、缢蛏等。滩涂养殖人口 2916 人,养殖面积约 516.5hm<sup>2</sup>,涉及到 8 个村,分别是营前(138 人)、仙景(1092 人)、溪东(78 人)、瀚江(225 人)、桥头(102 人)、岑兜(198 人)、奎霞(948 人)、和美(135 人)。根据 2011 年南安市石井镇人民政府的统计,石井镇各个村滩涂养殖的品种和面积见下表。

表 3.5-1 滩涂养殖登记面积汇总

单位:亩

村名	浮水吊蛎	海蛎苗	龙须菜	石蛎	石柱吊蛎	紫菜	深水紫菜	底播	围网
营前	55.36	42.99	28.07	92.22	7.85	323.62	-	-	-
仙景	13.8	199.47	-	-	874.1	1120.13	-	144.55	-



村名	浮水吊蛎	海蛎苗	龙须菜	石蛎	石柱吊蛎	紫菜	深水紫菜	底播	围网
溪东	-	4.52	-	75.43	164.57	226.04	-	-	-
瀚江	15.82	59.95	-	43.5	66.66	391.34	-	58.92	-
桥头	-	-	-	-	23.05	95.59	-	-	-
岑兜	-	-	-	-	162.84	353.11	-	-	-
奎霞	-	-	-	2.65	38.26	98.22	19.99	-	-
和美	44.7	265.39	-	-	57.94	4.93	-	-	71.9
汇总	129.68	572.32	28.07	213.8	1395.27	2612.98	19.99	203.47	71.9
	5247.48								

注：奎霞村还有约 2500 亩的养殖未进行清查，因此滩涂养殖面积共计 7747.48 亩，即 516.5hm<sup>2</sup>。

根据《南安市人民政府关于收回石井镇营前村至瀚江村毗邻海域盐业和渔业海域使用权的通告》（南政〔2010〕47号）要求，石井区域内海域实行全海域退养，补偿标准依据《南安市人民政府办公室关于印发南安市石井海域使用权收回补偿方案的通知》（南政办〔2010〕242号）。目前，随着泉州港石井作业区和海峡科技生态城区域建设用海规划的实施，围头湾石井镇海域养殖已逐步退出。

## （2）围头湾晋江市海域养殖和捕捞

围头湾晋江市海域内的海水养殖可分为滩涂养殖、围垦养殖和浅海养殖。位于围头湾东北部围头至白沙一带为沙质泥滩涂，为贝类养殖区，面积为 3727hm<sup>2</sup>；金井镇以南围头湾内海域，目前养殖贝类，可开展吊养、网箱养殖，面积约 3414hm<sup>2</sup>；位于围头东北岸的金井围垦养殖区，是对虾养殖的主要基地，面积 417hm<sup>2</sup>；位于围头湾东北岸，金井镇塘头村西的塘东围垦养殖区面积 18.2hm<sup>2</sup>。

### ①水产养殖现状

晋江市围头湾区域建设用海区附近滩涂及浅海养殖面积 52014.7 亩，共涉及三个镇、16 个行政村，养殖户 1543 户，养殖人口 8180 人，养殖品种有紫菜、海带、鲍鱼菜（草）、吊蛎、钉蛎、石蛎、油蛤、蚶、鲍鱼、蛤蜊、蛭、海瓜子、花蛤、海蛎、浮蛎 15 种。围头湾晋江市海域养殖已在晋江市围头湾区域建设用海规划实施补偿，目前因为规划尚未施工，因此该海域仍在进行养殖活动。

### ②捕捞现状

根据统计，围头湾晋江市海域沿岸共有捕捞船 350 艘，主机功率 10034 千瓦。无证筏 310 个。其中，有证的捕捞船 205 艘。涉及到 3 个镇，16 个村，捕捞人口 546 人，年捕捞



量 4476t。

### (3) 工程区附近海域养殖情况

据现场调查和调访，本工程周边海域养殖主要为开放式养殖（无海域使用权证），主要养殖吊斫、海带、紫菜，主要分布在石井镇小佰屿西南侧海域。

## 3.5.2.2 交通运输用海

### (1) 码头

围头湾港区是泉州港四大港区之一，其下划分五个作业区，即围头作业区、石井作业区、东石作业区、安海作业区以及水头作业区。截止2012年1月围头湾港区已建成500吨级及以上规模的生产性泊位22个，其中5万吨级深水泊位1个，万吨级深水泊位1个；码头岸线长度2744.04m，设计年通过能力762万吨，其中集装箱30.56万TEU。

### (2) 航道

根据泉州海事局南安海事处 2010 年、2011 年统计资料，进出围头湾内的船舶以小型船舶为主，500 吨级以下船舶约占 73%，主要船种依次为其他货船、油船、散货船、集装箱船等。3000 吨级及以上吨级船舶增速明显，从 2010 年的 326 艘次，增加到 2011 年的 406 艘次，增长约 24.5%。围头角 5 万吨级码头处于湾口段，湾口段航道有 5 万吨级~万吨级船舶通航。本海域的主要航道有：

①菊江航道：位于大嶝岛与莲河之间水域。为 3000t 级航道，长 10.6km，是围头湾 5000t 级通海航道工程的一部分，终点为南安菊江码头。设计底高程-0.9m。

#### ②围头湾航道

围头湾航道分为安海湾 2000 吨级航道、围头湾石井 5000 吨级通海航道、围头湾围头作业区十万吨级航道三部分：

安海湾 2000 吨级航道：安海湾航段按单向航道设计，设计船型以 2000 吨级杂货船为代表，兼顾 3000 吨级船舶不满载乘潮通航。航程 5.97km，航线起点从石井对台客运码头附近与石井 5000 吨级通海航道相接，沿安海湾中央深槽至安平码头下游灯桩附近。石井作业区段是利用天然水深条件，航道有效宽度取 100m，其余航道有效宽度取 70m，底标高为一 2.0m。

围头湾石井5000吨级通海航道：围头航段长22.14km，按照单向航道设计，船型以5000吨级杂货船、集装箱船、货物滚装船及3000吨级登陆舰为代表。航线起点位于围头角灯桩

附近，从白洋礁西侧海域两块浅礁中间穿过，沿分流礁附近心滩北侧深槽至石井5000吨级战备码头船舶回旋水域；航道有效宽度100m，航道底标-5.6m。

围头湾围头作业区十万吨级航道：围头作业区航段按照单向航道设计，设计船型以十万吨级集装箱船为代表。航线起点从围头角附近起至围头作业区在建十万吨级码头船舶回旋水域，航程为2.4km，航道有效宽度250m，航道底标-12.5m。

#### ⑤厦门机场海砂运输航道

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m<sup>3</sup>。该航道目前正在申请用海，申请航道用海面积324.5376hm<sup>2</sup>，储砂坑用海面积167.0489hm<sup>2</sup>。

#### ⑥泉金航道（客运）

从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，航程约20.4km，航道有效宽度100m，底标高-3.0m。

#### （3）锚地

围头港区附近有两个锚地：围头1#锚地、围头2#锚地，在围头湾进港航道北侧规划有规划3#锚地和规划4#锚地。

围头1#锚地为引航检疫锚地，位于围头湾航道起点西南水域，可满足1艘10万吨级船舶锚泊要求。锚地为半径580m的圆形水域，水域面积1.06km<sup>2</sup>，锚地水深17~21m。

2#锚地可满足1艘万吨级船舶锚泊要求。锚地为半径500m的圆形水域，水域面积0.79km<sup>2</sup>，锚地水深13m~14m。

### 3.5.2.3 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。

#### **3.5.2.4 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 m<sup>3</sup>/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。

#### **3.5.2.5 旅游娱乐用海**

旅游娱乐主要位于石井镇奎霞、浯江一带的沙滩和大佰屿、小佰屿等岛群。

## 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,  $\varphi$  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;

$\varphi$ —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

数学模型范围包括漳州市镇海角-泉州市围头角连线以西海湾、水系及连线以东部外海



海域。西北边界以岸线为主，西南、东北边界岸线、海域各半，东南边界为开阔海域。以金門岛中心为参考点，模型范围东、西、南、北四至距离分别约 40 km、50 km、38 km 和 28 km。模型网格总数 41906 个，工程水域网格局部加密，网格最大边长 2850.7 m，最小边长 27.4 m（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 2009 年测量海图插值得到（图 4.1-3），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。

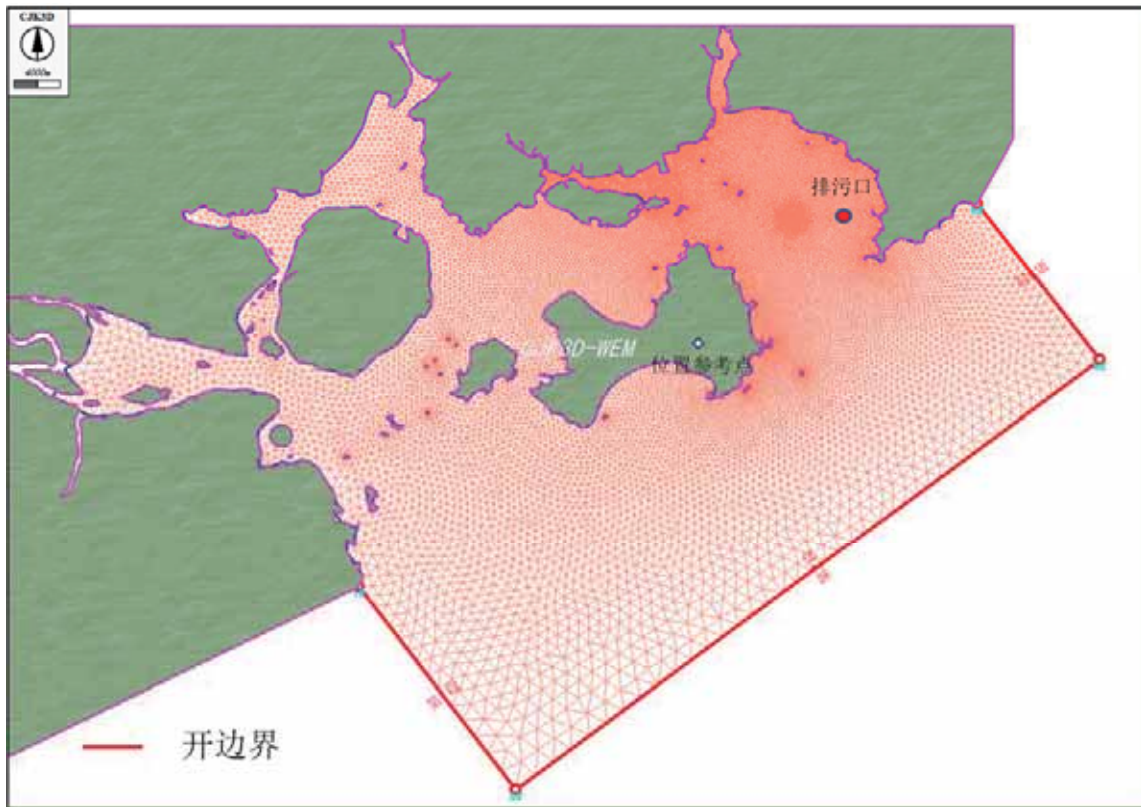


图 4.1-1 模型计算范围与网格

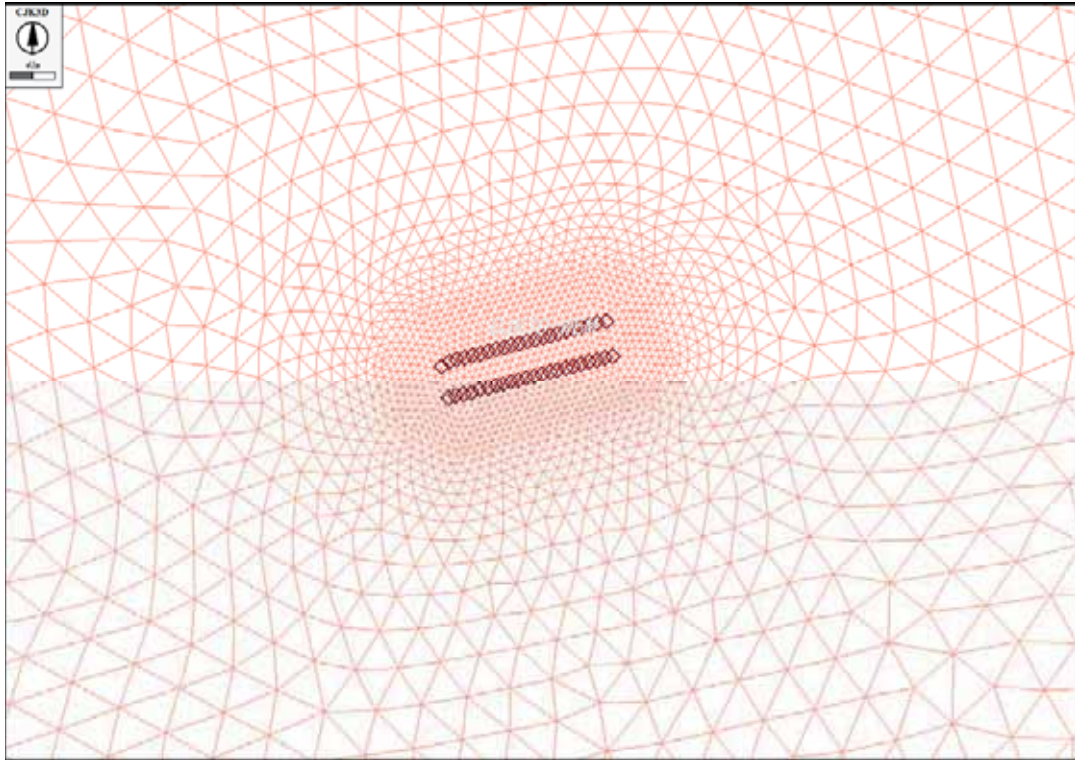


图 4.1-2 工程区加密网格及入海排污口位置

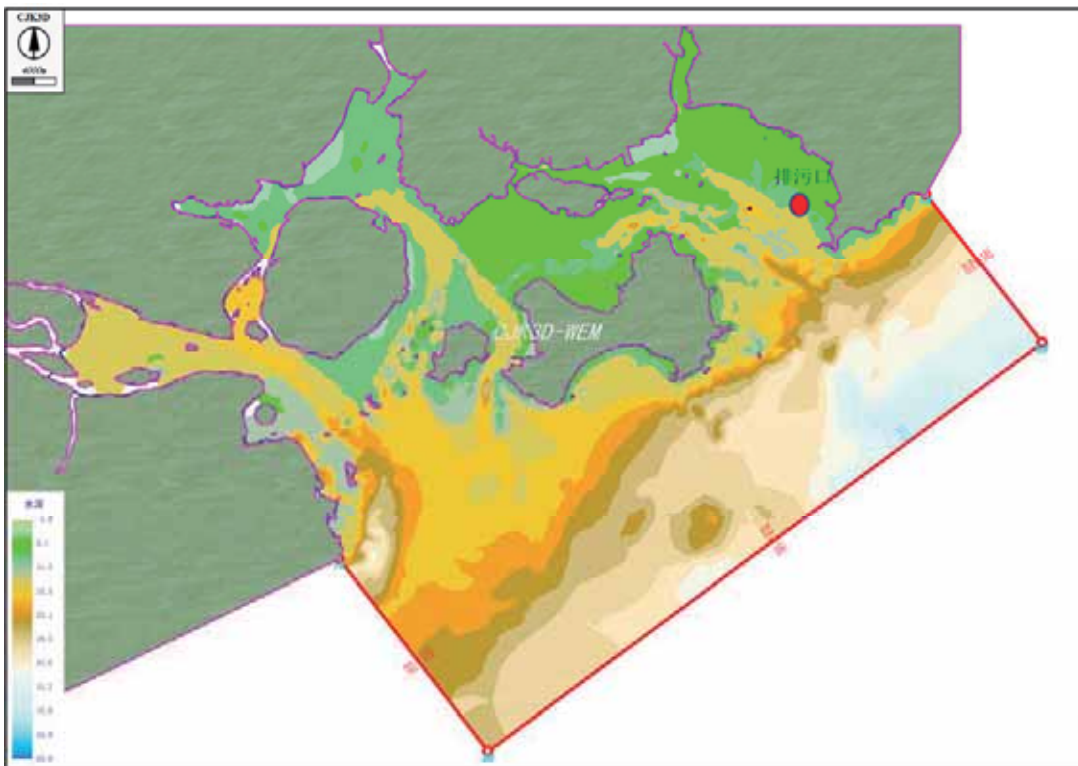


图 4.1-3 计算区域整体与工程区局部水深

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	4.67 m
最大网格边长	2397.9 m
单元总数	41376 个
时间步长	2 秒
柯氏力系数	$f = 2 \cdot \omega \cdot \sin \varphi$ $\omega = 2\pi / (24 \times 3600) \quad \varphi = 24.5^\circ$
谢才系数	$c = \frac{1}{n} (h + \zeta)^{\frac{1}{6}}$ $n = \begin{cases} 0.015 & h + \zeta \leq 1.0 m \\ 0.013 + \frac{0.012}{h + \zeta} & h + \zeta > 1.0 m \end{cases}$
水流紊动粘性系数	$\varepsilon_x = \varepsilon_y = khU *$
动边界控制水深	$H_a = 0.01 m$

#### 4.1.1.4 数学模型验证

数学模型验证内容为潮位验证和潮流验证。实测位点包括 1 个潮位点和 7 个潮流点，分布于工程区附近海域（图 4.1-4）。潮位观测时段为 2019 年 5 月 19 日 0 时（十五）~20 日 23 时（十六），共 48 小时，潮型近大潮。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，6 站位流速流向连续 28 小时同步观测。

潮位验证：T1 潮位点位于安海湾内，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（图 4.1-5（a））。根据近年资料（图 4.1-6），石井-小嶝岛-围头角范围海域潮位过程基本一致，因此以安海湾外 T1' 点位模拟值代替 T1 站位进行潮位验证，结果显示，两者潮位过程基本一致（图 4.1-5（b））。以上表明，模型安海湾内潮位模拟有所偏差，但安海湾距工程较远，在安海湾外潮位、水流验证良好的情况下，安海湾内偏差对本次工程计算影响不大。

潮流验证：潮流验证结果显示（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《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》（JTST231-2-2010）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。

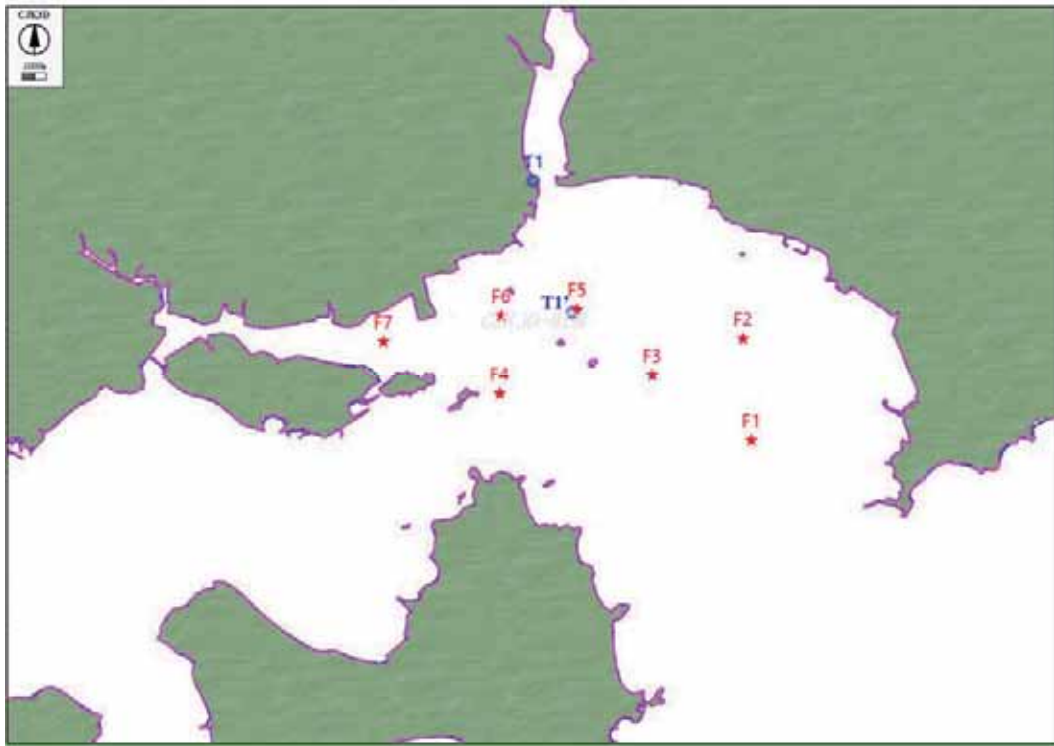


图 4.1-4 潮位与潮流验证站位分布 (★: 潮流位点; ⊙: 潮位位点)

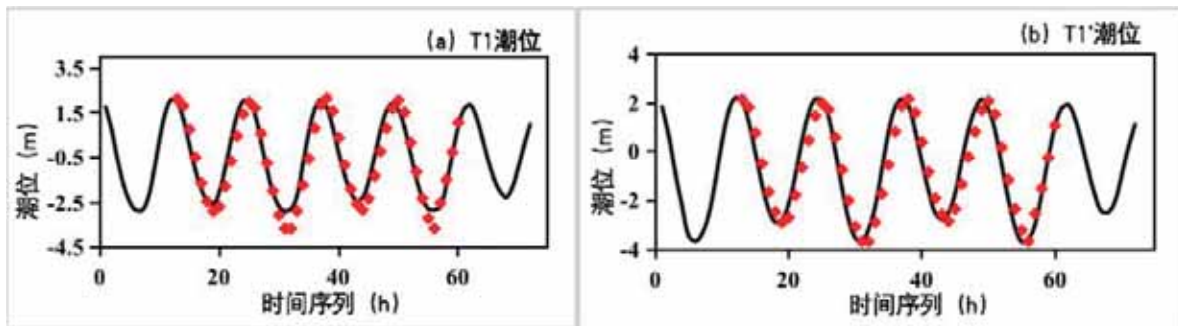


图 4.1-5 潮位验证 (——模型计算 ◆ 观测数据)

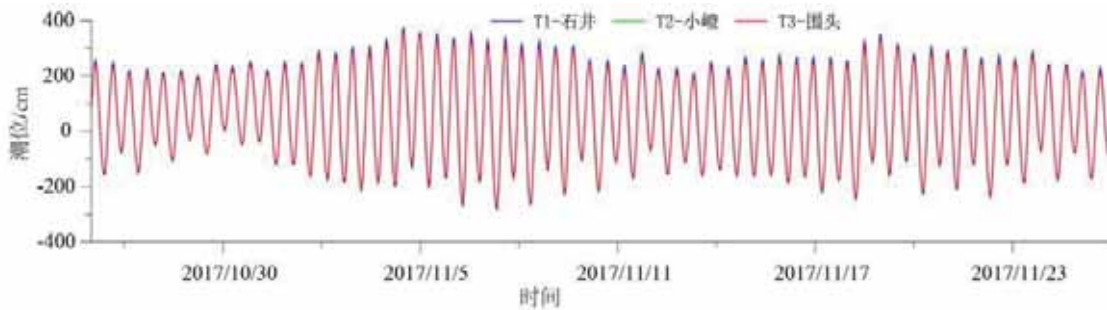
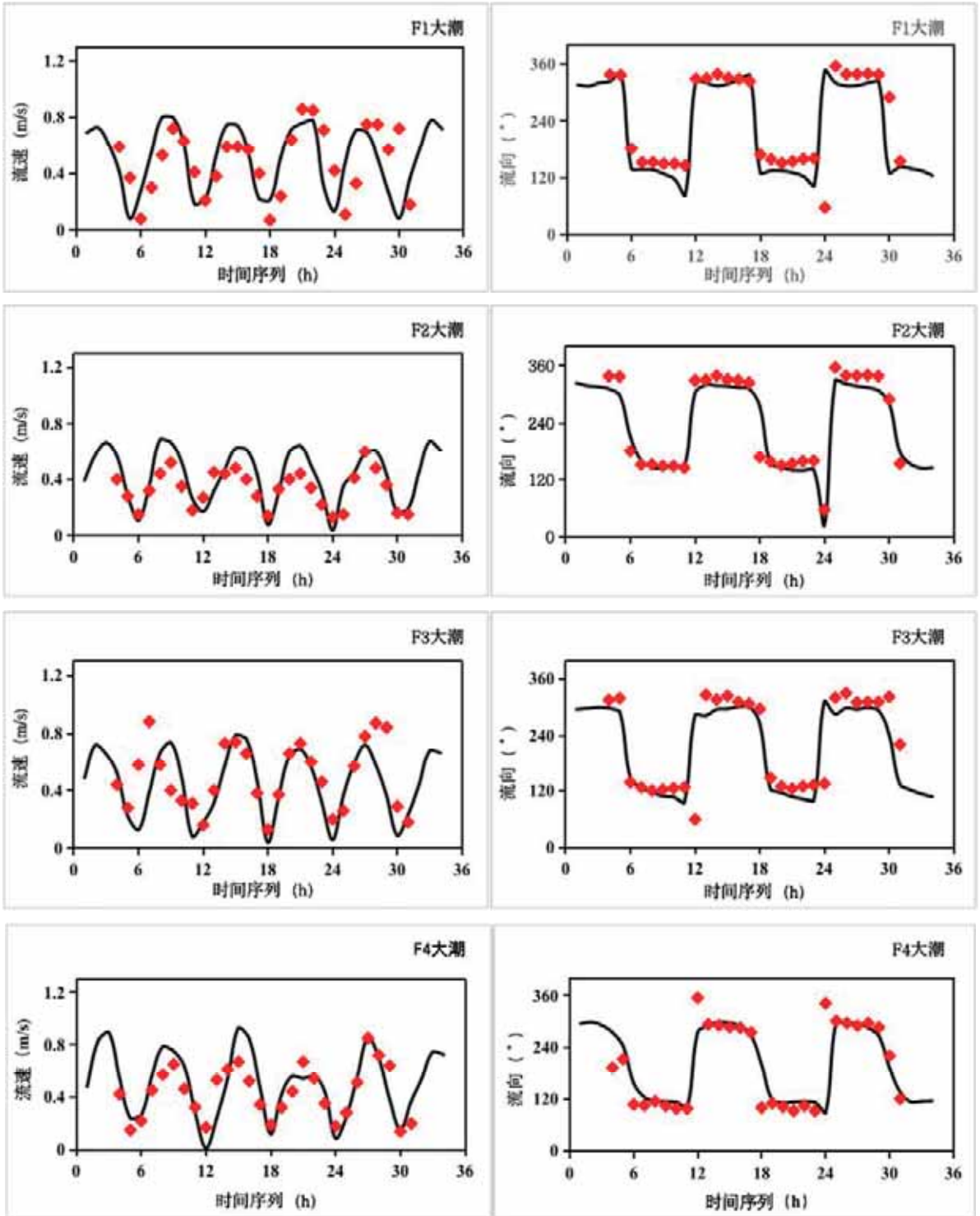


图 4.1-6 工程区附近历史潮位观测







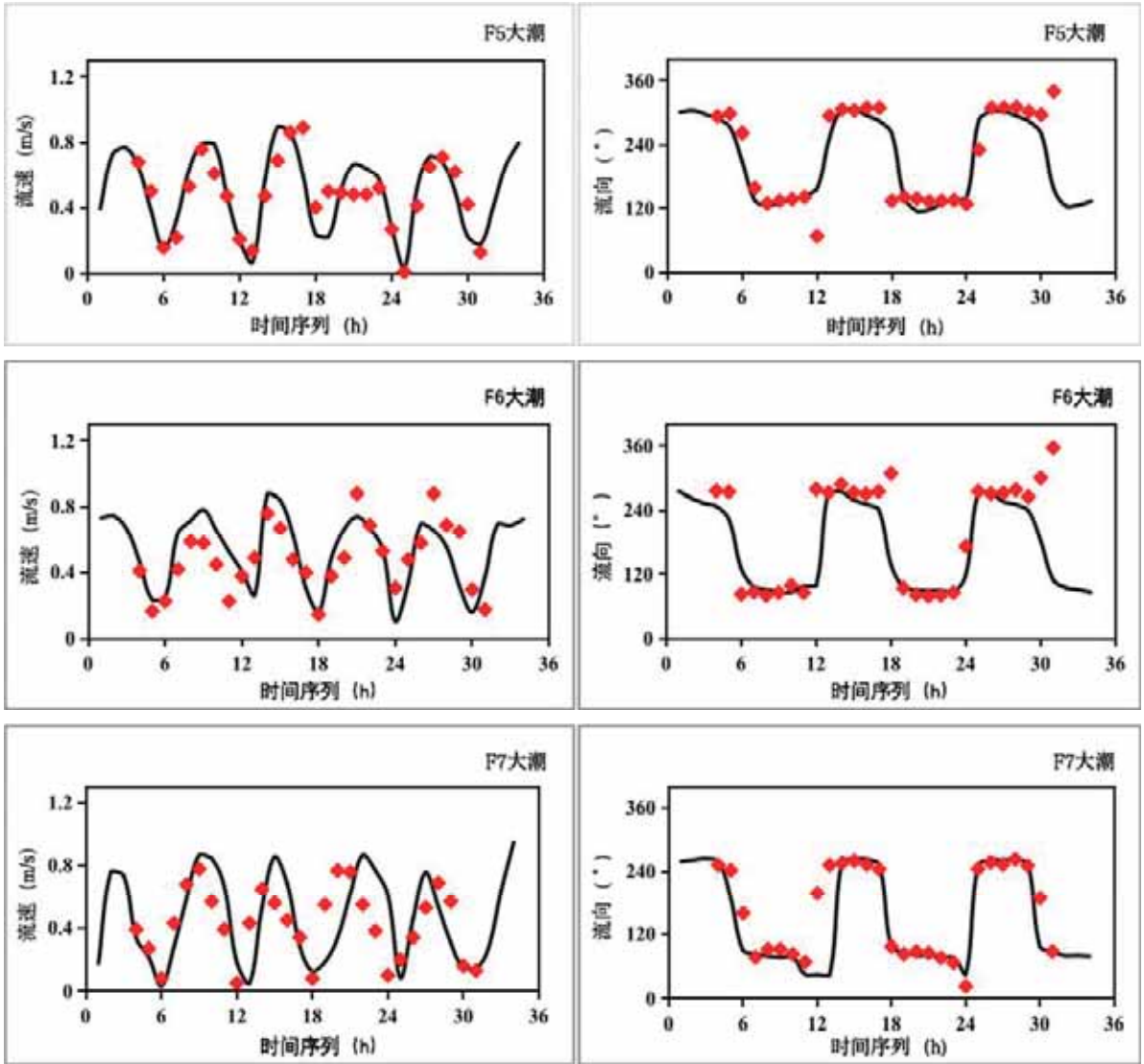


图 4.1-7 潮流验证 (——模型计算 ◆ 观测数据)

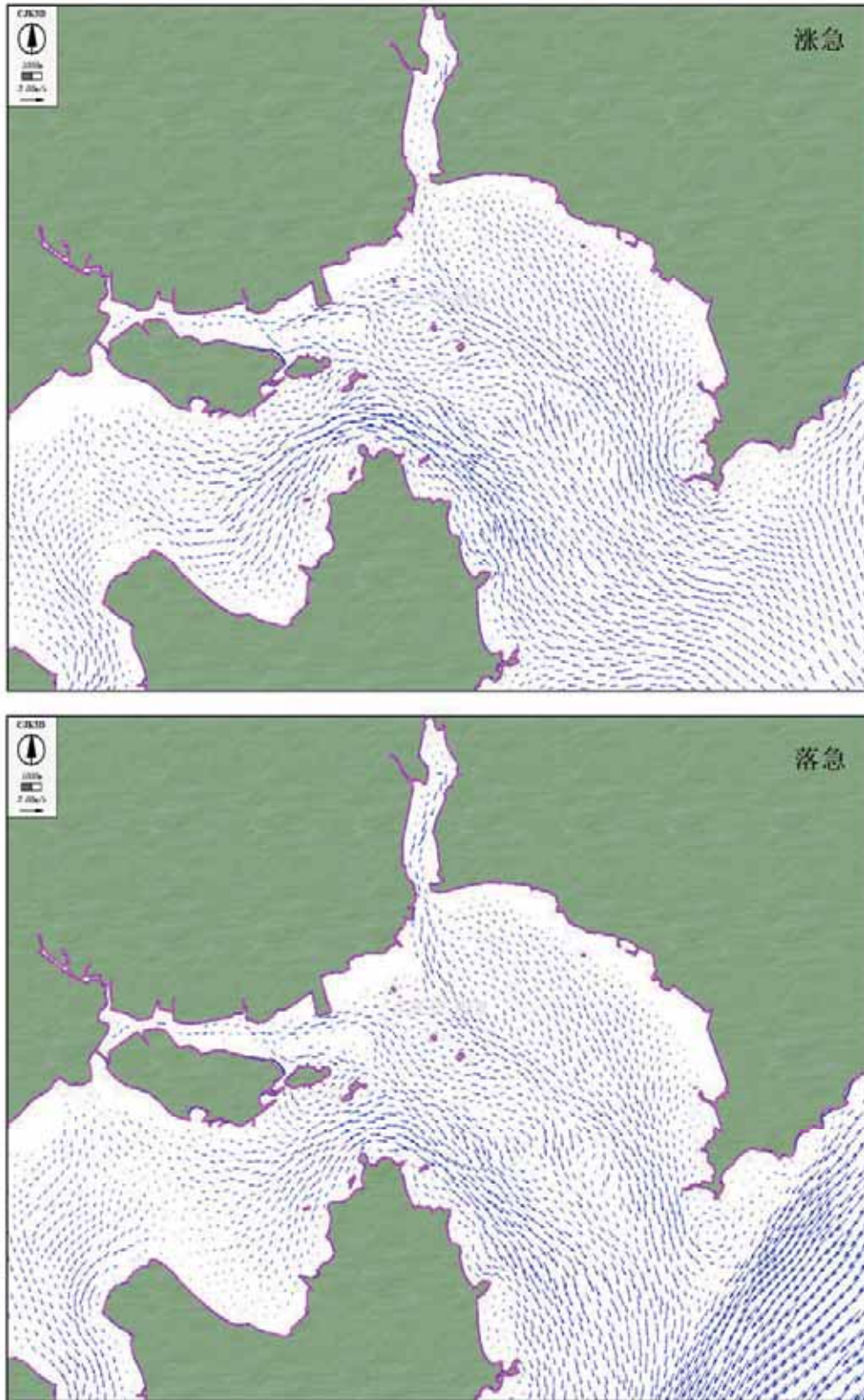


图 4.1-8 工程区附近海域涨、落急流场

## 4.1.2 水动力环境影响分析

本工程为排污管道项目,其中排海段采用挖槽埋管铺设的方法,管道在海底埋深约 2m,工程对潮流场的影响主要是在扩散器附近海域,由于本工程排放口附近海域水深较深,海流较强,平均每个喷嘴排污水量仅约  $0.02 \text{ m}^3/\text{s}$ ,这对于水深大于 10m 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

本污水排海管是通过挖沟放管,再覆盖的方式掩埋在海底表层下约 2m 处,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

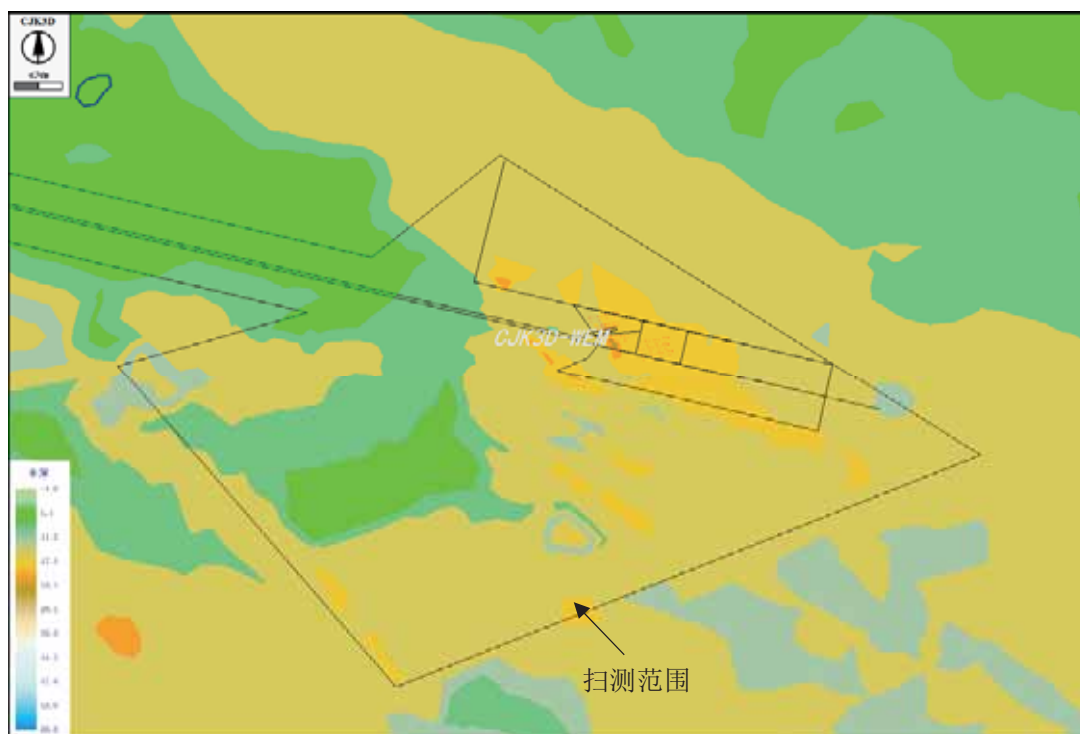
#### (1) 工程区及周边海域冲淤情况

根据收集的调查资料及咨询相关执法部门可知,2009 年之后工程区及其周边海域存在频繁的采砂活动,近 2 年该片区采砂活动基本停止。频繁的采砂活动将造成工程区及其周边海域地形地貌发生改变,水深加深。2020 年 9 月,路由勘查单位在路由地勘基础上对工程区周边大范围地形地貌进行补充扫测(扫测范围如图 4.2-1),结果显示,工程区及其周边海域水深较 2009 年测量的海图资料有较明显冲刷(图 4.2-2)。

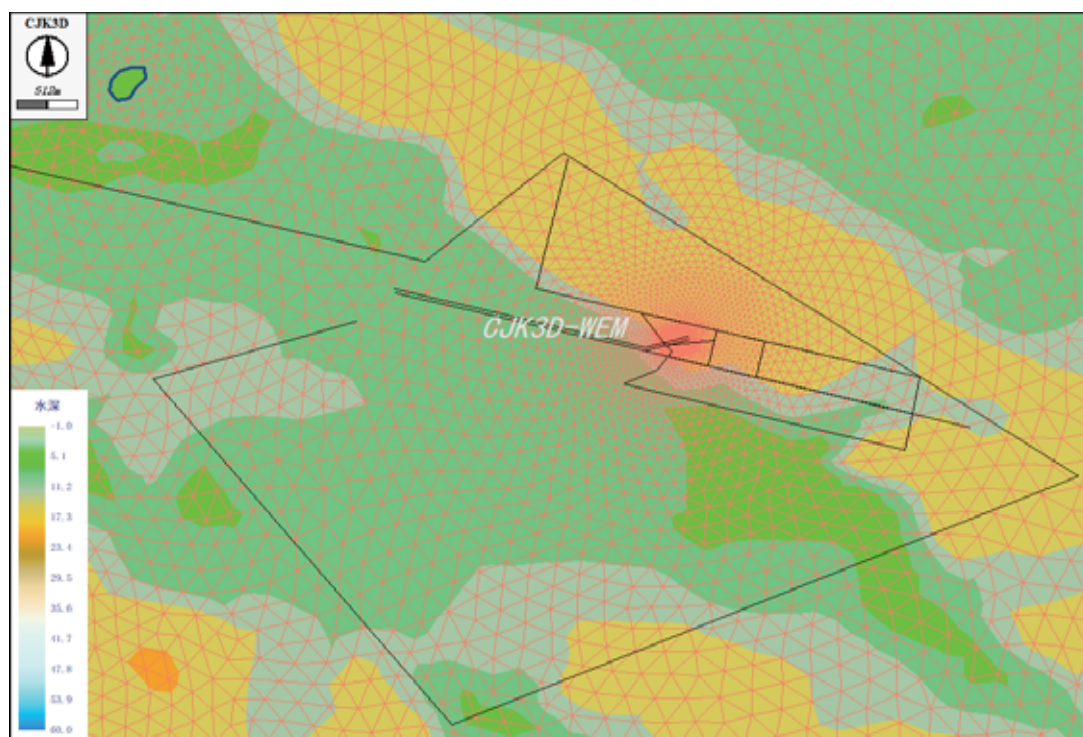
#### (2) 冲淤环境影响预测分析

现基于 2009 年与 2020 年 9 月工程区及其周边海域地形变化对工程区地形冲淤演化进行预测分析。





4.2-1 2020年9月勘测地形



4.2-2 2009年海图地形

根据《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,对工程海域进行年淤积强度的估算,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;  $\omega$  为细颗粒泥沙的絮凝沉降速度, m/s;  $S_1$  为相应于平均水深  $d_1$  的浅滩水域的平均含沙量,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $t$  为淤积历时, s;  $\gamma_0$  为淤积物的干密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $K_1$ 、 $K_2$  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;  $d_1$ 、 $d_2$  分别代表浅滩平均水深和航道开挖后的水深, m;  $\theta$  为航道走向与水流流向之间的夹角,  $^\circ$ 。

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

平均含沙量  $S_1$  按照内以下公式计算:

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

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

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

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

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

(式 2) 中  $S_1$  为平均含沙量,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $\gamma_s$  为泥沙颗粒的容重,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $\vec{V}_1$  为潮流和风吹流的时段平均合成流速, m/s;  $V_2$  为波浪水质点的平均水平速度, m/s;  $d_1$  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  $D_0$  为特定粒径,  $D_0=0.11\text{mm}$ ;  $\alpha$  为特定面积,  $\alpha=0.0024\text{mm}^2$ ,  $D_K$  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  $F_1, F_2, \dots, F_n$  为粒径  $D_1, D_2, \dots, D_n$  相应的  $F$  值,  $f_1, f_2, \dots, f_n$  为粒径  $D_1, D_2, \dots, D_n$  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:

$$P = (1 + \psi) \frac{\omega S_1 t}{\gamma_0} \left\{ K_1 \left[ 1 - \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^3 \right] \sin \theta + K_2 \left[ 1 - \frac{d_1}{2d_2} \left( 1 + \frac{d_1}{d_2} \right) \right] \cos \theta \right\} \quad (\text{式 } 8)$$

其中 $\psi$ 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,工程区第一年的整体淤积幅度在0.10-0.30m/a左右。

在沙源、流路和动力条件都相同时,水深越大淤积强度越大。因为泥沙是靠水体携带的,水越深,淹没的时间越长,可以落淤的泥沙量必然就越多,这样,当淤积到一定高度形成滩地时,只有中、高潮以上才能上滩淹没,且淹没历时较短,水浅沙量少,又受到风浪的冲刷,自然淤积速度就较慢,滩面高程越接近于平均潮位,其年回淤强度就越小。在其他水域也是如此,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。

因此可以根据第一年的水深减去当年的回淤量作为第二年的 $d_2$ ,并通过(式1)迭代计算得到第二年的淤积量。

根据第一年的平均淤积厚度(20cm/a),迭代计算得到逐年淤积厚度见表4.2-1。

表 4.2-1 A 区域平均回淤强度逐年变化 (cm/a)

年	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年	10 年
淤积强度	20	13	9	7	5	1

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。工程区周边采砂活动停止至今（2020 年）超过 2 年，排污工程预计 2021 年底竣工投产，若在 A 区设置排污口，其投产后第一年（即表 4.2-1 中的第 4 年）的淤积量约 7 cm/a，第 7 年的预计量约 1 cm/a，之后地形逐渐趋于稳定，在无其它人为影响的情况下，总淤积量基本不超过 30 cm，小于扩散器支管高度（60~80 cm）。

另外，营运期污水排放后，排水口出水速度最大约 3.45m/s，在排放口附近有限范围内将对潮流场产生一定的扰动，影响范围通常在混合区范围内，产生的影响也较小。综上，工程实施后对海洋水文动力环境及海底冲淤变化的影响较小。

### 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。

##### 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，预开挖段采用 PC300 挖泥船，每艘 PC300 挖泥船产生的悬浮泥沙源强为 0.43kg/s。

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，且其悬浮泥沙源强 0.43kg/s·艘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。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。

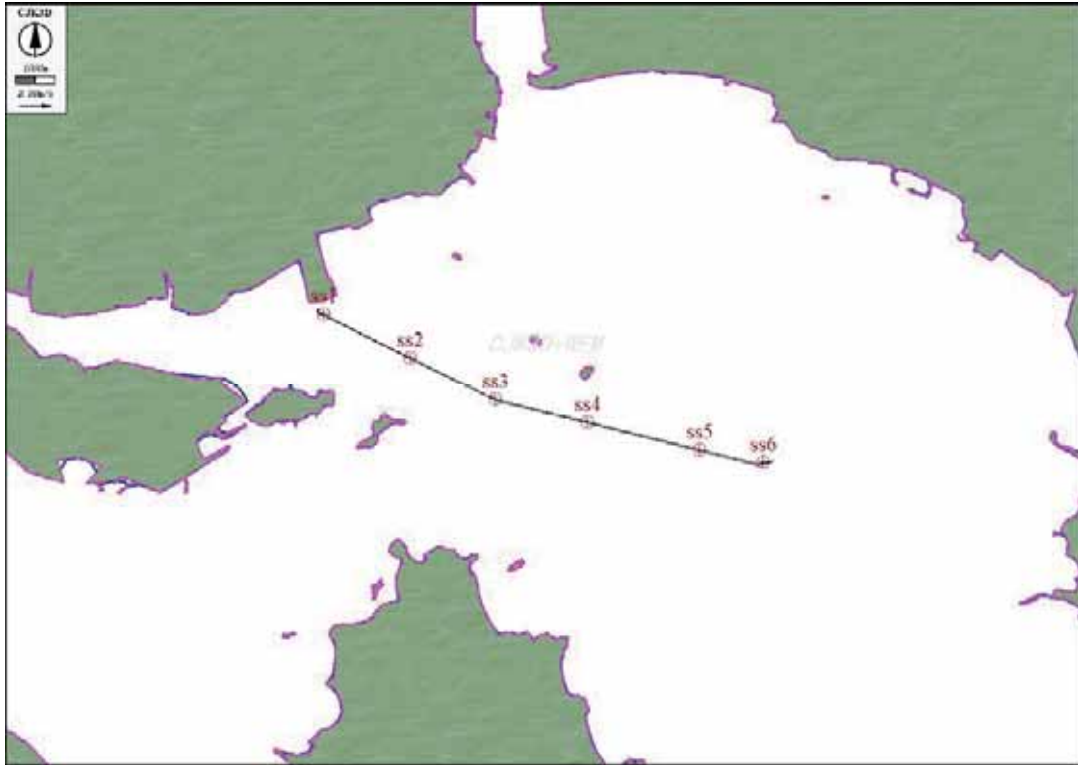


图 4.3-1 悬浮泥沙计算点位图

#### 4.3.1.3 计算工况设计

两组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 10 h/d，每组点位同时施工，计算每组 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。最终由两组计算结果确定管线施工过程中悬沙扩散涉及的最大范围。

#### 4.3.1.4 预测结果

##### (1) 悬沙扩散预测结果

施工期悬浮泥沙浓度 $>10\text{ mg/L}$ 、 $>20\text{ mg/L}$ 、 $>50\text{ mg/L}$ 和 $>100\text{ mg/L}$ 的最大扩散范围分别约  $21.2\text{ km}^2$ 、 $12.4\text{ km}^2$ 、 $6.8\text{ km}^2$ 和  $3.5\text{ km}^2$ ，入海悬沙最大扩散范围统计详见表 4.3-1、图 4.3-2。大于  $10\text{ mg/L}$  悬沙浓度扩散范围涉及的生态红线区为小白屿海洋自然景观与历史文化遗迹生态保护红线区，涉及的功能区划为大佰岛旅游休闲娱乐区、翔安工业与城镇用海区、石井工业与城镇用海区、围头湾保留区、厦门珍稀海洋物种海洋保护区和围头湾矿产与能源区。高平潮起始入海，停止施工后，悬沙浓度将在 30min 后降至  $10\text{ mg/L}$  以下，1h10min 后降至  $2\text{ mg/L}$  以下。低平潮起始施工，停止施工后，悬沙浓度将在 30 min 后降至  $10\text{ mg/L}$  以下，1h20min 后降至  $2\text{ mg/L}$  以下。综上，施工期悬浮泥沙浓度 $>10\text{ mg/L}$ 的最大

范围可能涉及部分邻近敏感区，但施工为移动式、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，同时，悬沙扩散的影响将随着管道工程的完成而完全消失。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。

表 4.3-1 施工期入海悬沙最大扩散范围统计一览表

污染因子	浓度(mg/L)	>10	>20	>50	>100
悬浮物	最大扩散面积 (km <sup>2</sup> )	21.18	12.43	6.84	3.51

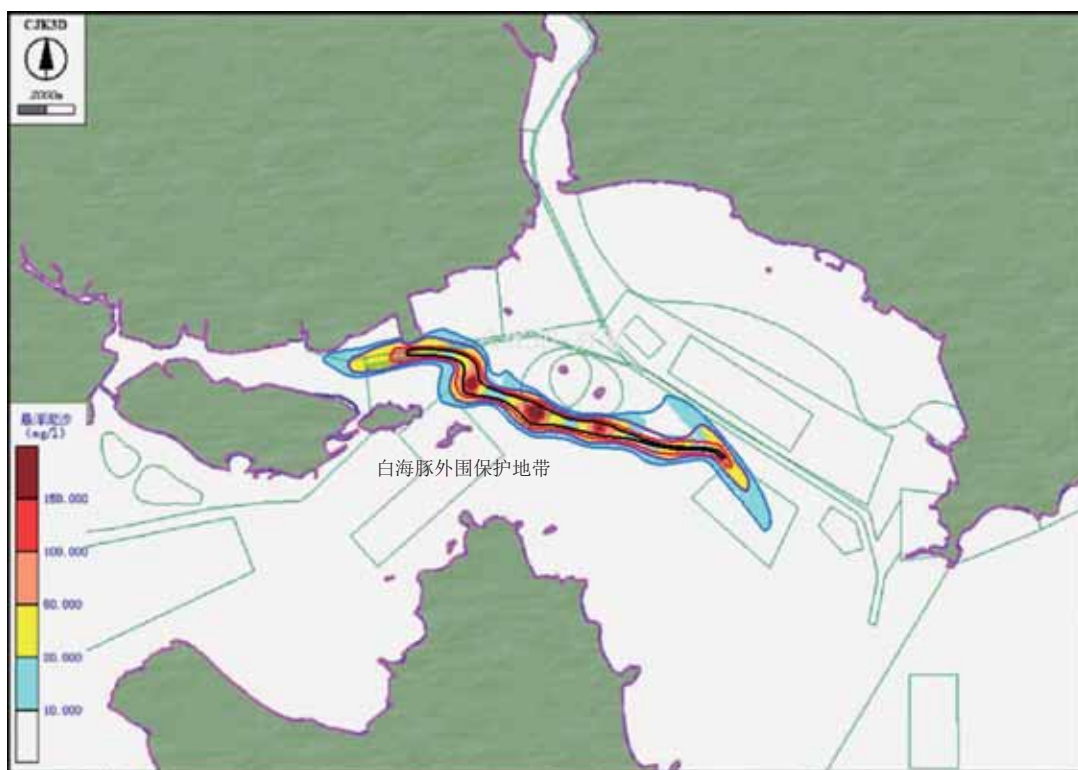


图 4.3-2 施工期入海悬沙最大扩散范围

(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 片区陆域，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

根据三个污水处理厂的环评及相关调查资料可知，计算因子选取为 COD<sub>Mn</sub>、氰化物、总镍、六价铬和活性磷酸盐。各计算因子源强详见表 2.4-5。

#### 4.3.2.2 排污口背景值及阈值

根据项目周边 2019 年 5 月、2019 年 11 月在工程海域进行的海水水质调查结果，背景值参照周边测站（春季：W1、W3、W6；秋季：4~6）现状调查结果。结合现状监测结值，从保守角度，氰化物、COD<sub>Mn</sub>、总镍、六价铬、活性磷酸盐的本底值分别取两季调查中的最大值，分别为 0.0005 mg/L、0.760 mg/L、0.00088 mg/L、0.00065 mg/L、0.045 mg/L，详见表 4.3-2。

表 4.3-2 排污口对应现状监测背景值一览表

因子	氰化物	COD <sub>Mn</sub>	总镍	六价铬	活性磷酸盐
浓度 (mg/L)	0.0005	0.760	0.00088	0.00065	0.045

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。氰化物、COD<sub>Mn</sub>、总镍、六价铬、活性磷酸盐阈值分别取 0.005 mg/L、3 mg/L、0.010 mg/L、0.010 mg/L、0.030 mg/L。

从排污口背景值和阈值来看，活性磷酸盐水质现状已超阈值，因此在数模预测时，活性磷酸盐只做增量预测，不对超标范围进行评价。

#### 4.3.2.3 排污口处水文条件

排污口处大潮至小潮的潮位过程如图 4.3-3，该过程统计结果显示，排污口处最高潮位 190 cm（当地平均海平面基面），最低潮位-374 cm，最大潮差 564 cm，最小潮差 254 cm。

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，图 4.3-5），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 0.8m/s 以下，落潮流速最大可达 1 m/s 以上。落潮优势流利于污染物总体向湾外扩散。



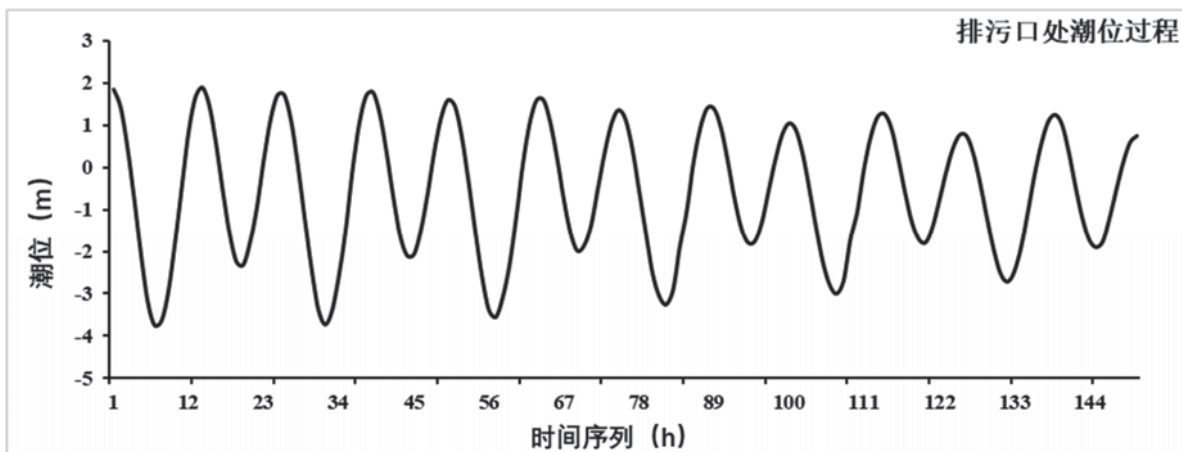


图 4.3-3 排污口处大潮始一个月潮位过程（基面：当地平均海平面）

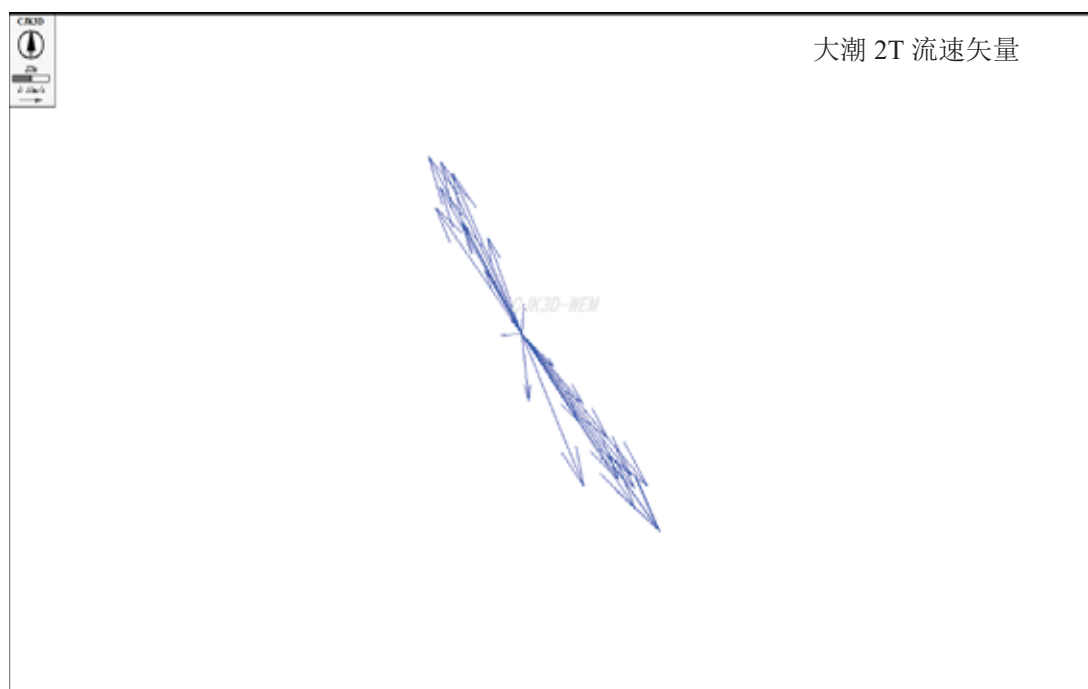




图 4.3-4 排污口处周期流速矢量图

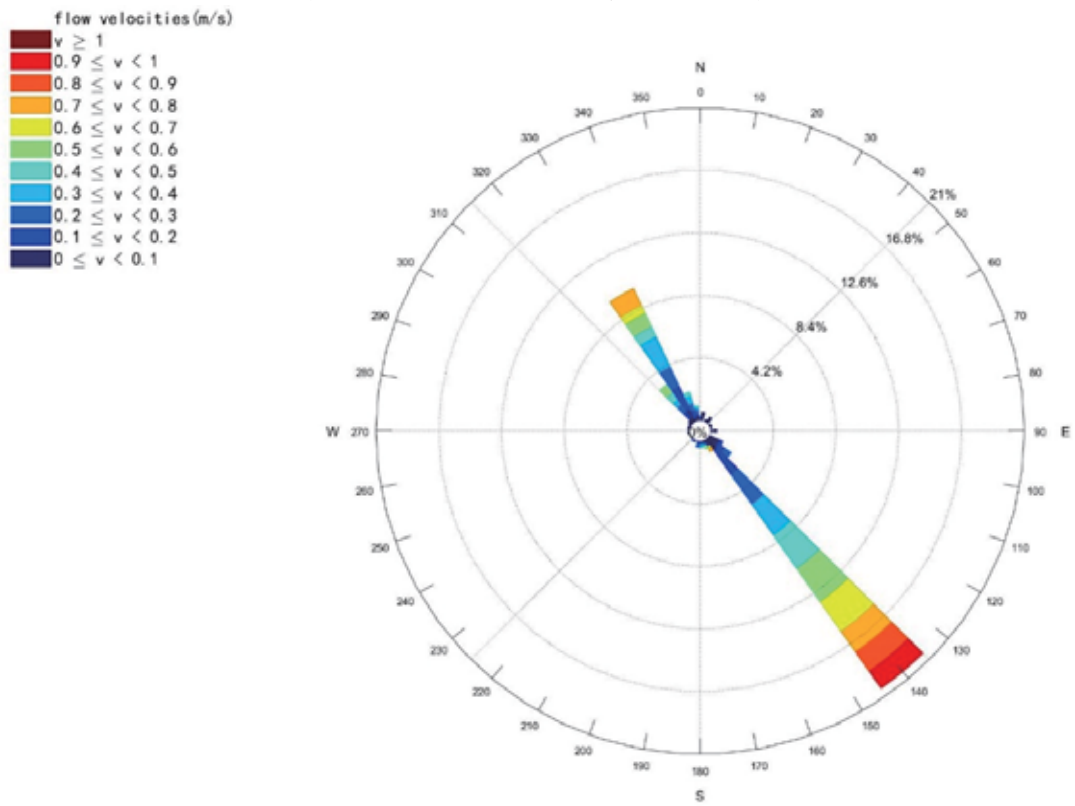


图 4.3-5 排污口一个月时均流速统计图

#### 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)：

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

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；

$\rho_a$  为海水密度；

$\rho_0$  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 4.3-3 规定的初始稀释度要求。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 $\geq 55$ 的要求。

表 4.3-3 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应 $\geq 55$ 。

### 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 13 m，环境流速根据排污口处水动力模型一个月每小时间隔流速从小到大排列统计（图 4.3-6），90%保证率流速取 0.06 m/s。代入上文公式计算，本次排污口初始稀释度为 115.2，大于 55，满足标准要求。

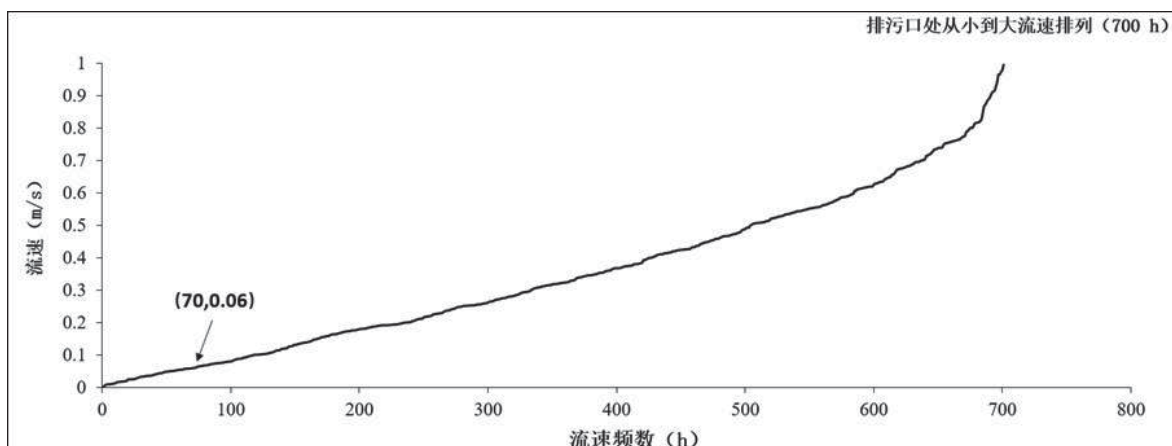


图4.3-6 排污口从小到大流速排列曲线

#### 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约 3 m/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。

##### (2) 排量

排污口近期规划排量为 11.67 万 t/d。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、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 4.3-4，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  $0.44 \text{ d}^{-1}$ 。

表4.3-4 计算因子自然降解率 ( $\text{d}^{-1}$ )

污染因子	氰化物	COD <sub>Mn</sub>	活性磷酸盐	总镍	六价铬
自然降解率	0.4	0.06	0.07	0	0

#### 4.3.2.6 污染物扩散分析

##### (1) 氰化物影响分析

图 4.3-7、图 4.3-8 分别为正常排放条件下氰化物浓度增量分布、叠加海域本底值后氰化物扩散范围，计算结果表明，浓度增量最大值约为  $0.0024 \text{ mg/L}$ ，正常排放时，叠加本底后海域的氰化物最大浓度约为  $0.0029 \text{ mg/L}$ ，浓度低于二类海水水质氰化物浓度限值 ( $0.005 \text{ mg/L}$ )。

##### (2) COD<sub>Mn</sub> 影响分析

图 4.3-9、图 4.3-10 分别为正常排放条件下 COD<sub>Mn</sub> 浓度增量分布、叠加项目附近海域现状监测平均值的本底后 COD<sub>Mn</sub> 扩散范围，计算结果表明，浓度增量最大值约为  $0.95 \text{ mg/L}$ ，正常排放时，叠加本底后海域的 COD<sub>Mn</sub> 最大浓度约为  $1.61 \text{ mg/L}$ ，浓度低于二类海水水质 COD<sub>Mn</sub> 浓度限值 ( $3.0 \text{ mg/L}$ )。

正常排放时，叠加项目附近海域现状监测最大值（站位 W6:  $0.76 \text{ mg/L}$ ）的本底后，海域的 COD<sub>Mn</sub> 最大浓度约为  $1.71 \text{ mg/L}$ ，浓度低于二类海水水质 COD<sub>Mn</sub> 浓度限值 ( $3.0 \text{ mg/L}$ )（见图 4.3-11）。

##### (3) 镍影响分析

图 4.3-12、图 4.3-13 分别为正常排放条件下镍浓度增量分布、叠加项目附近海域现状监测平均值的本底后镍扩散范围，计算结果表明，浓度增量最大值约为  $0.00041 \text{ mg/L}$ ，正常排放时，叠加本底后海域的镍最大浓度约为  $0.0012 \text{ mg/L}$ ，浓度低于二类海水水质镍浓度限值 ( $0.01 \text{ mg/L}$ )。

正常排放时，叠加项目附近海域现状监测最大值（站位 6:  $0.000886 \text{ mg/L}$ ）的本底后，海域的镍最大浓度约为  $0.0013 \text{ mg/L}$ ，浓度低于二类海水水质镍浓度限值 ( $0.01 \text{ mg/L}$ )（见图

4.3-14)。

#### (4) 六价铬影响分析

图 4.3-15、4.3-16 分别为正常排放条件下六价铬浓度增量分布、叠加项目附近海域现状监测平均值的本底后六价铬扩散范围,计算结果表明,浓度增量最大值约为 0.000059mg/L,正常排放时,叠加本底后海域的六价铬最大浓度约为 0.00063mg/L,浓度低于二类海水水质六价铬浓度限值(0.01mg/L)。

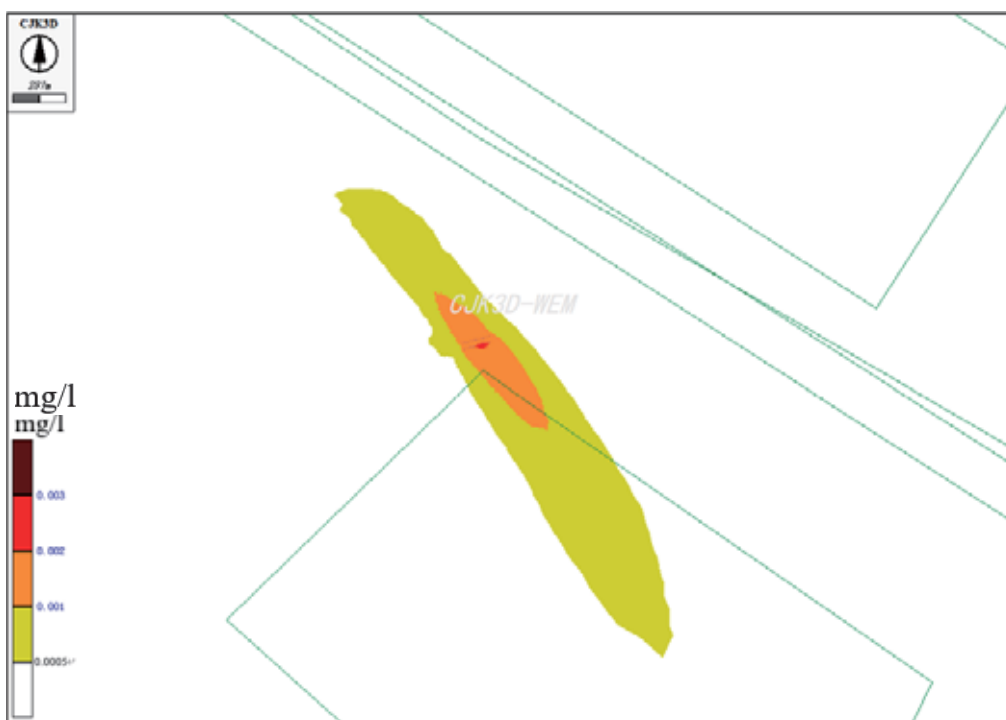
正常排放时,叠加项目附近海域现状监测最大值(站位 6: 0.000886mg/L)的本底后,六价铬最大浓度约为 0.00071mg/L,浓度低于二类海水水质六价铬浓度限值(0.01mg/L)(见图 4.3-17)。

#### (5) 活性磷酸盐影响分析

图 4.3-18 分别为正常排放条件下活性磷酸盐浓度增量分布。由于活性磷酸盐水质现状均已超阈值或达到阈值,因此在数模预测时,活性磷酸盐只做增量预测,不对超标范围进行评价。计算结果表明,浓度增量最大值约为 0.024 mg/L。

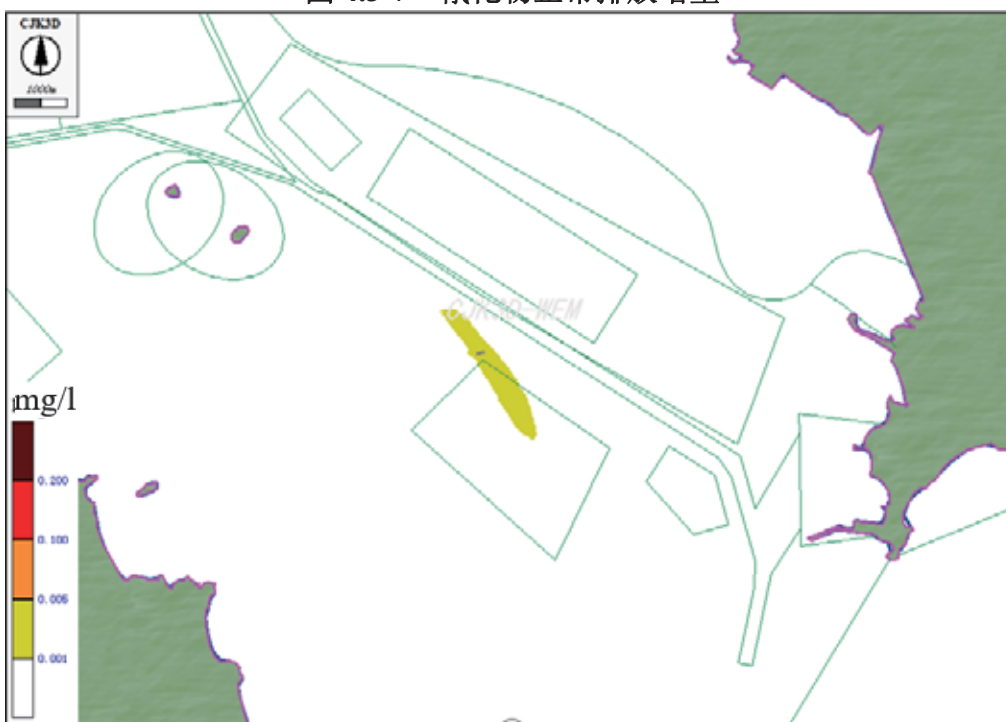


a.大范围

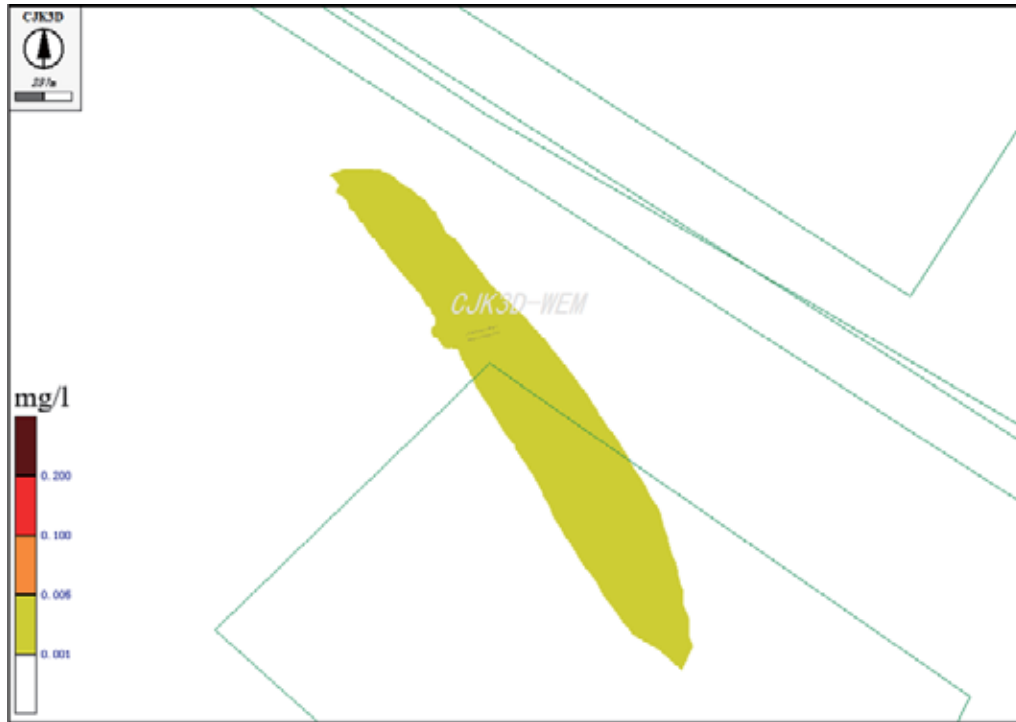


b.小范围

图 4.3-7 氰化物正常排放增量



a.大范围

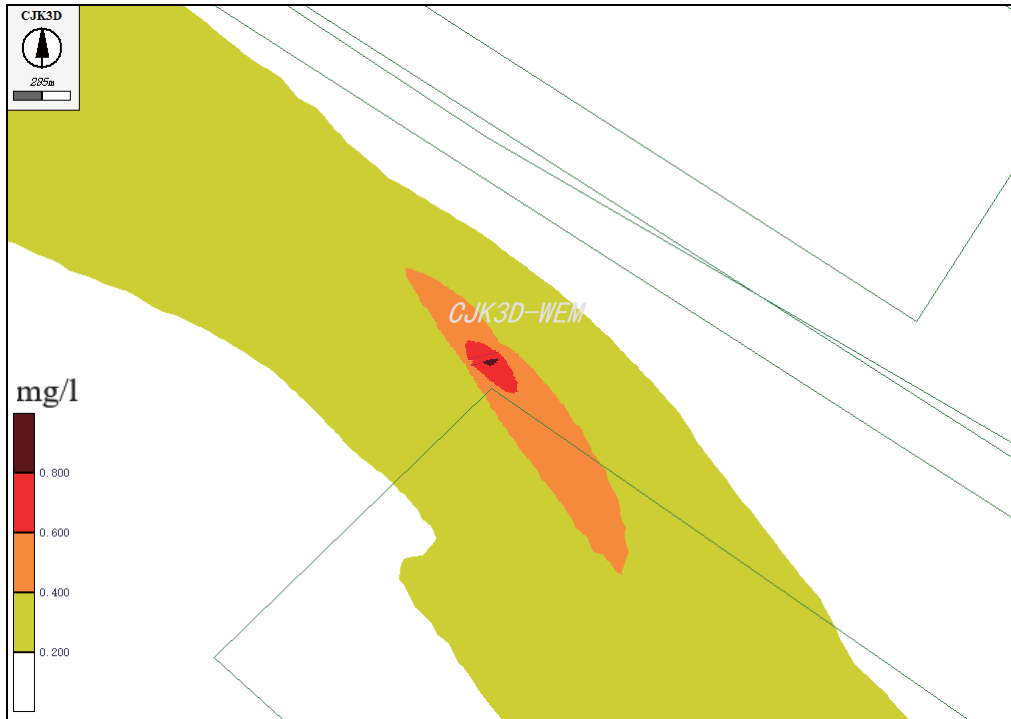


b.小范围

图 4.3-8 氰化物正常排放叠加本底扩散范围



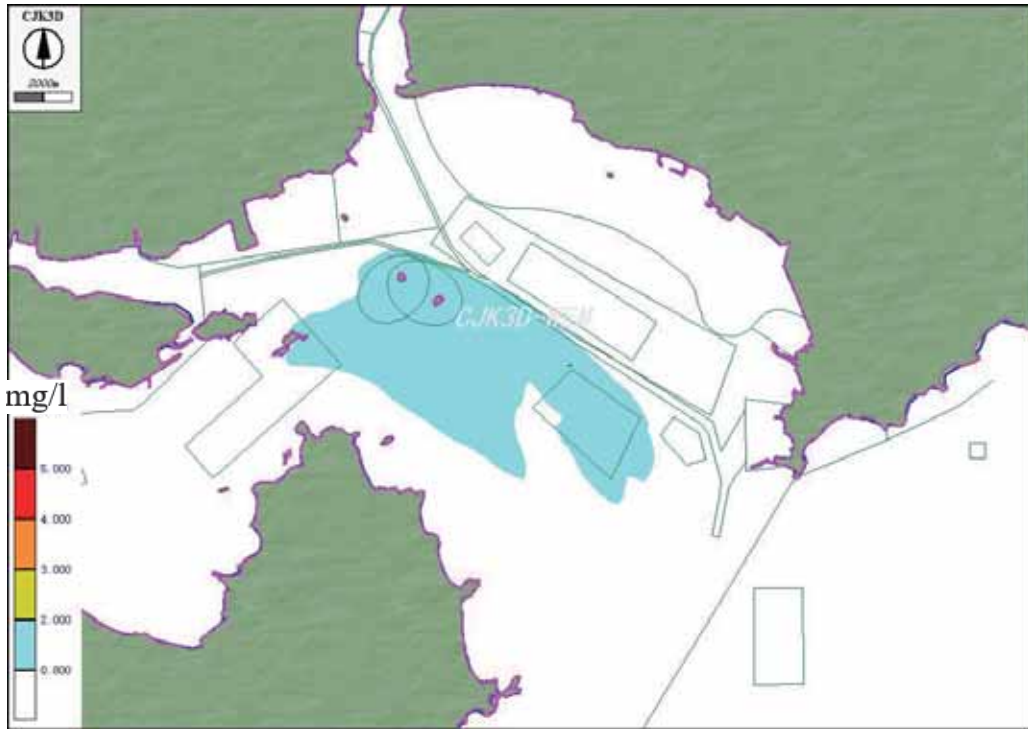
a.大范围



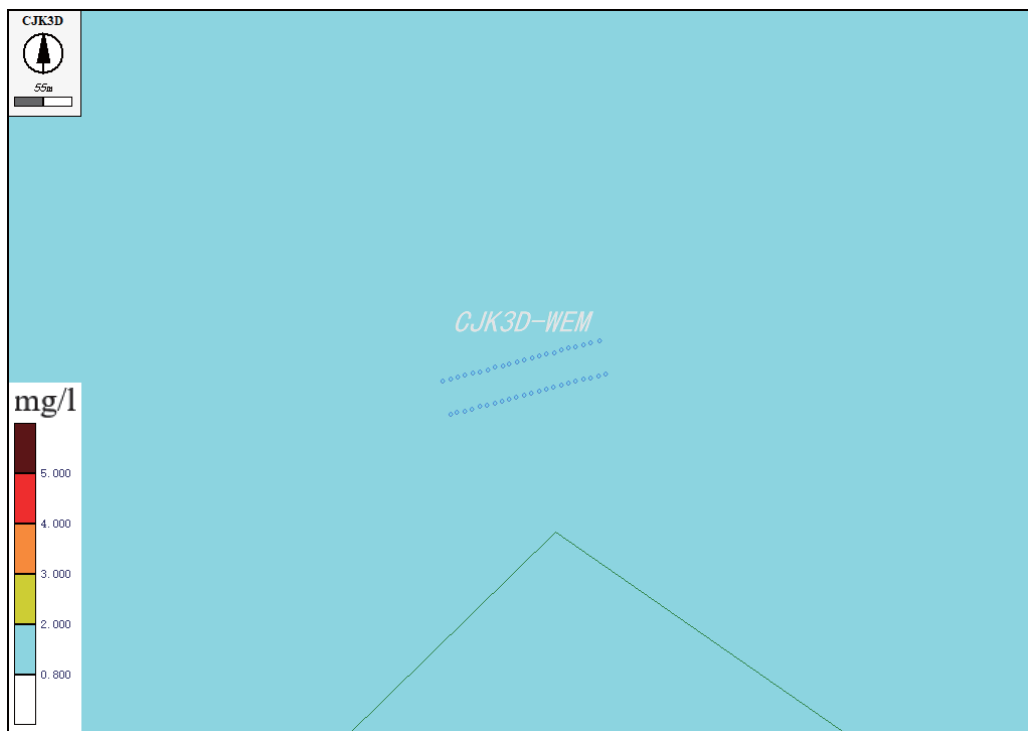
b 小范围

图 4.3-9 COD<sub>Mn</sub> 正常排放增量范围





a.大范围



b.小范围

图 4.3-10  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  正常排放叠加本底浓度范围

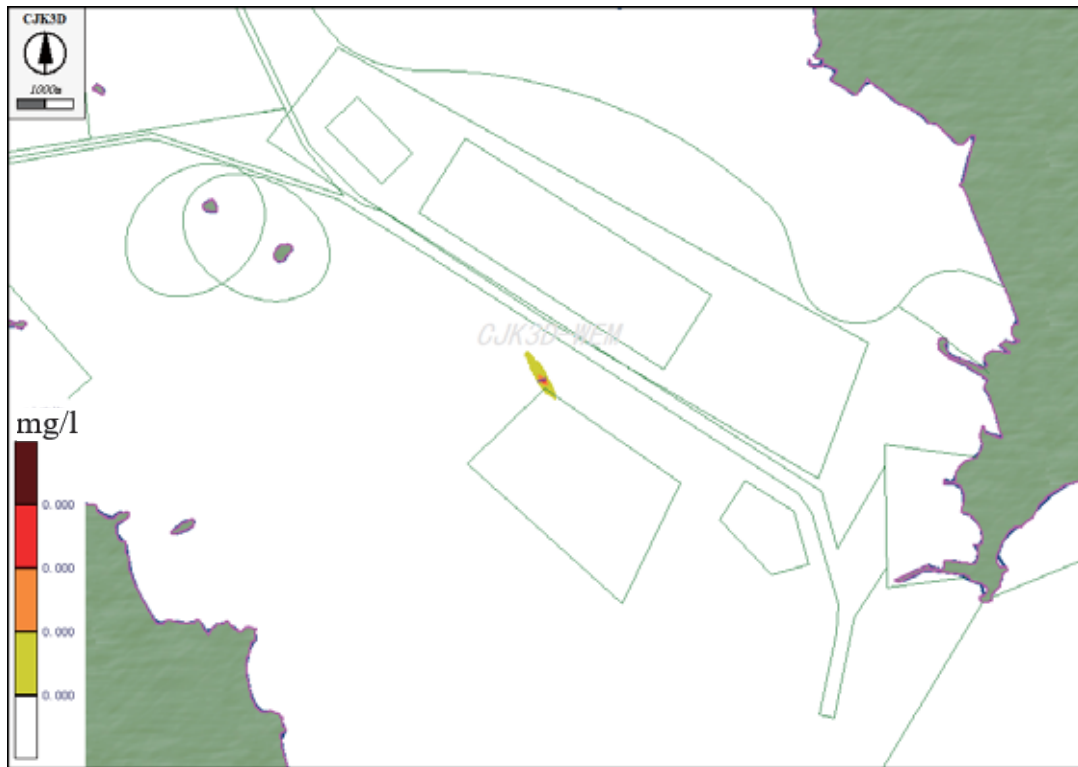


a.大范围

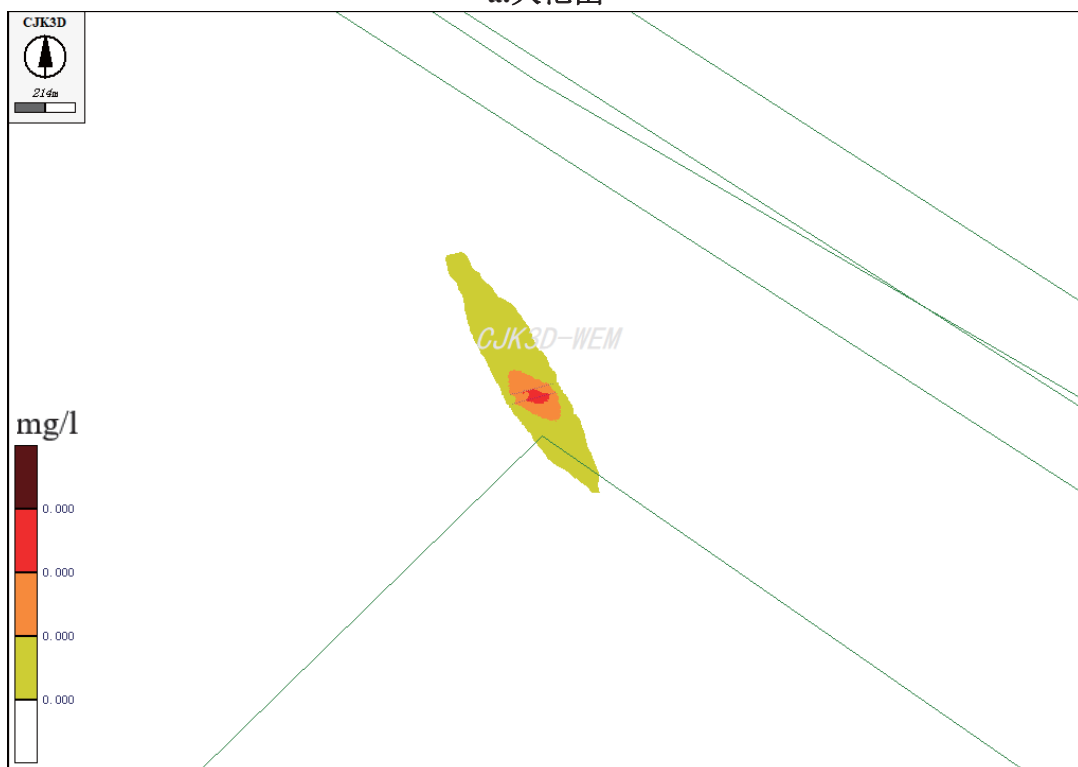


b.小范围

图 4.3-11  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  正常排放叠加现状监测最大值浓度范围



a.大范围

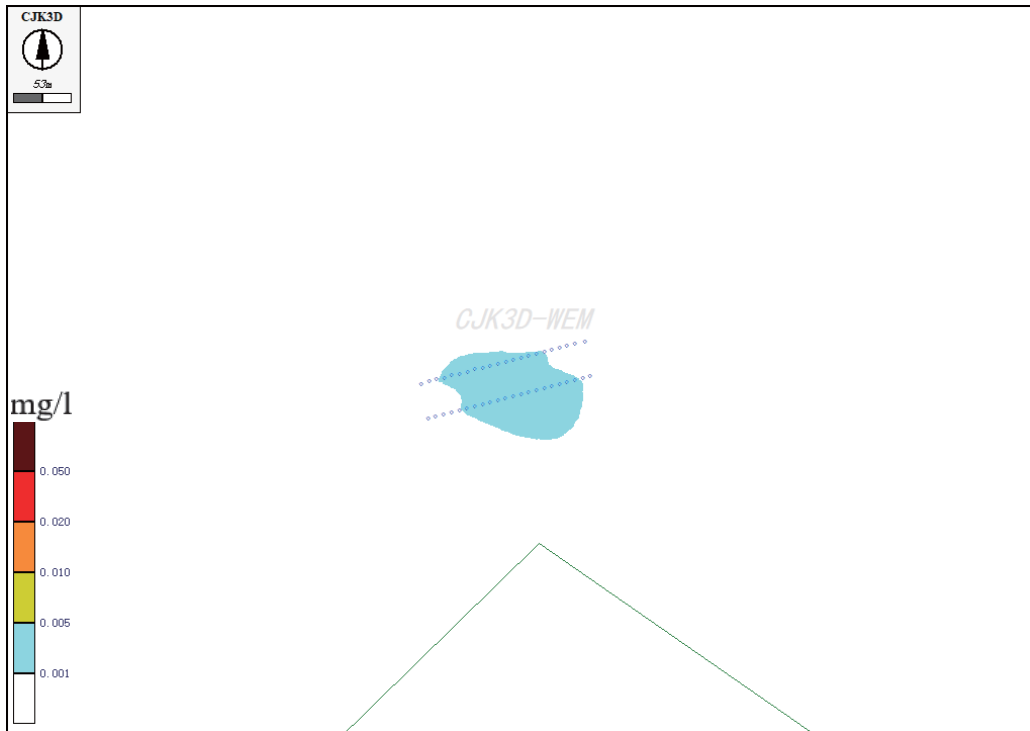


b.小范围

图 4.3-12 镍正常排放浓度增量范围



a.大范围

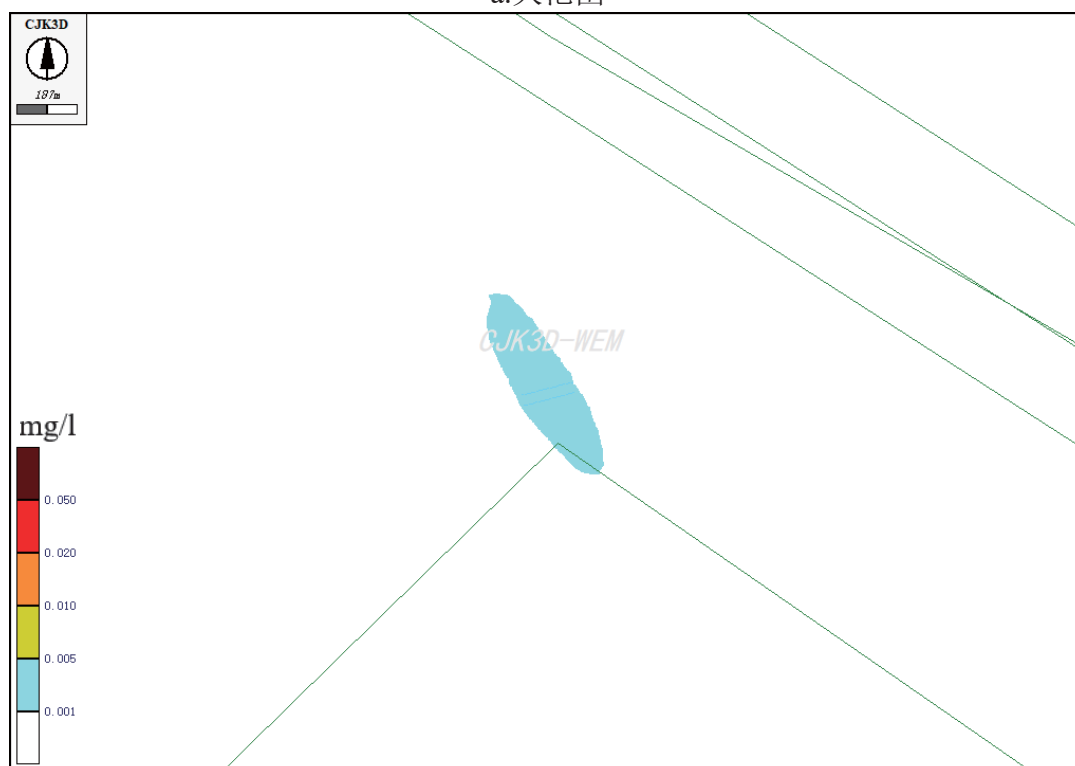


b.小范围

图 4.3-13 镍正常排放叠加本底浓度范围



a.大范围



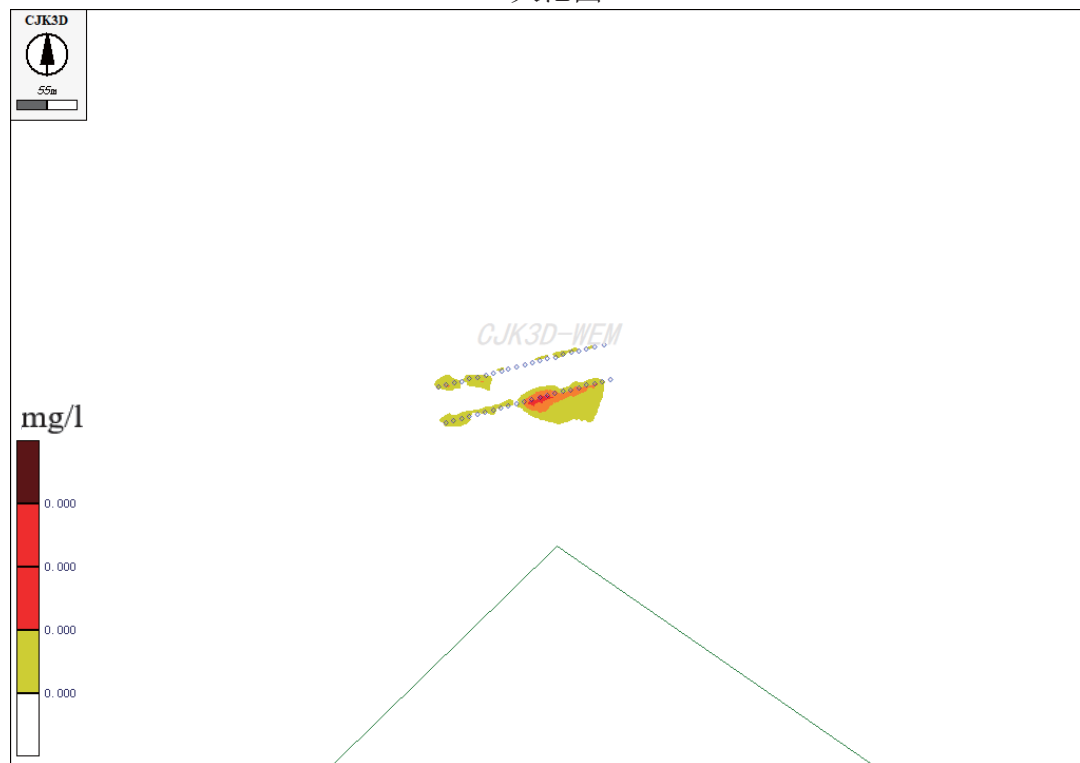
b.小范围

图 4.3-14 镍正常排放叠加现状监测最大值浓度范围





a.大范围

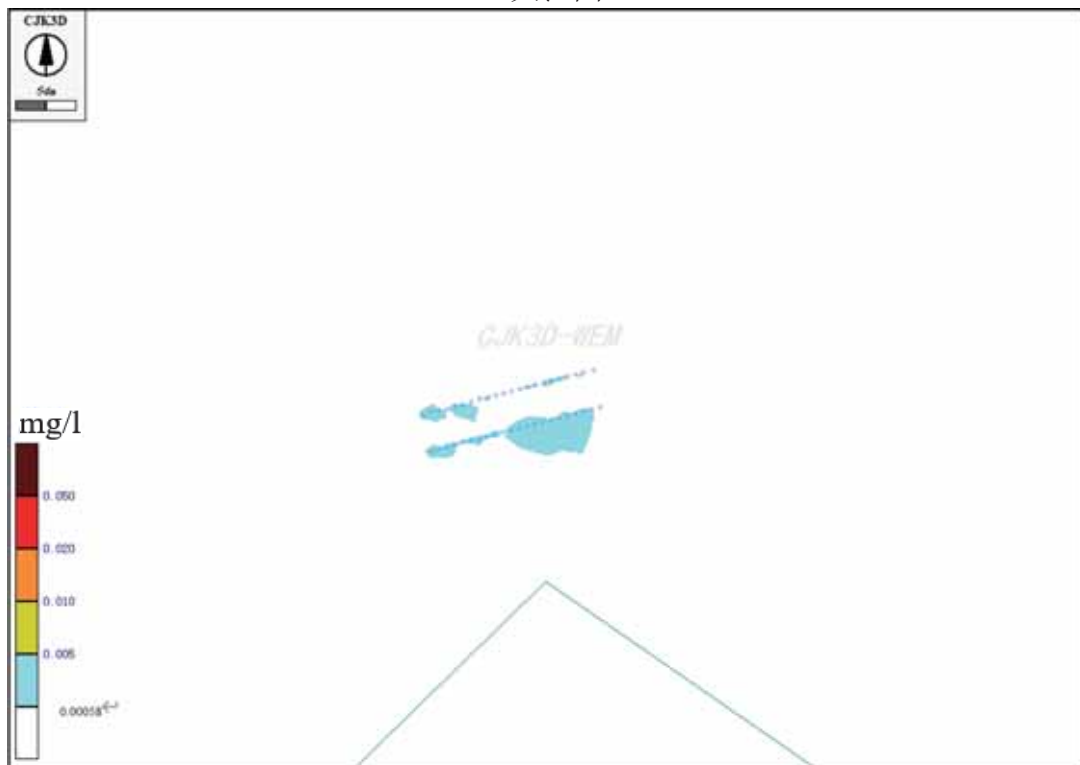


b.小范围

图 4.3-15 六价铬正常排放浓度增量范围



a.大范围

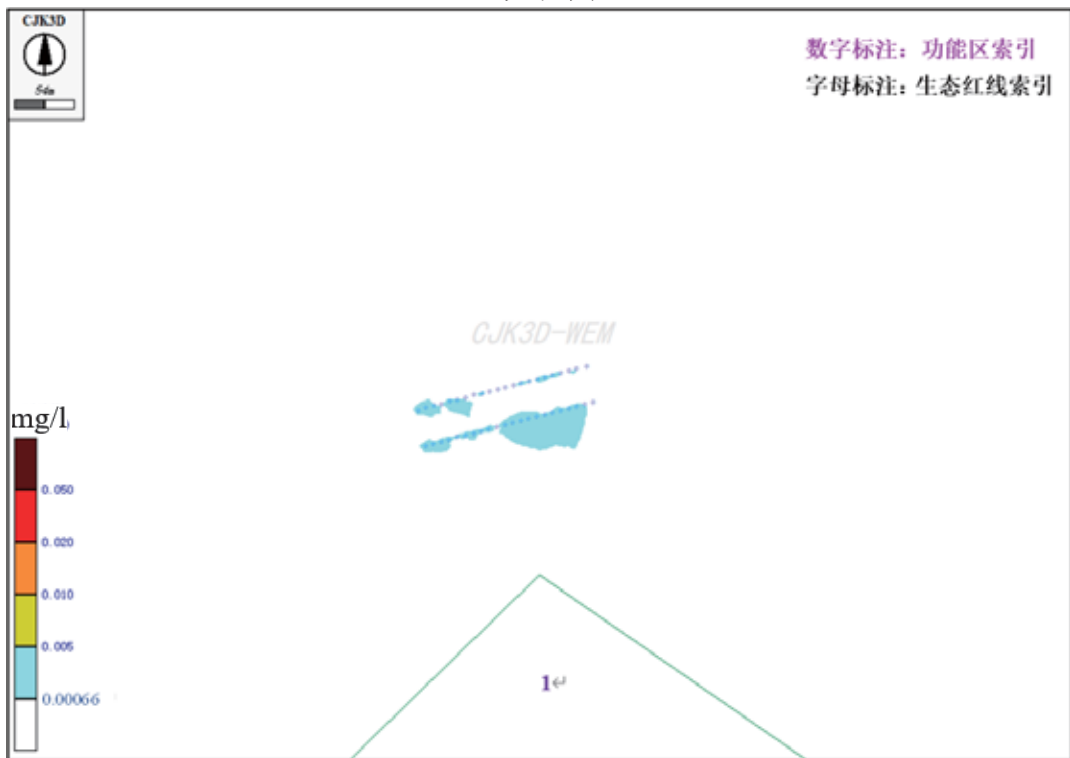


b.小范围

图 4.3-16 六价铬正常排放叠加本底浓度范围



a.大范围



b.小范围

图 4.3-17 六价铬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 4.3-18 活性磷酸盐正常排放浓度增量范围

#### 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

浓度增量最大值约为 0.0024 mg/L，叠加本底后海域的氰化物最大浓度约为 0.0029mg/L，浓度低于二类海水水质氰化物浓度限值（0.005mg/L）。

##### （2）COD<sub>Mn</sub>

浓度增量最大值约为 0.95 mg/L，叠加项目附近海域现状监测平均值的本底后海域的 COD<sub>Mn</sub> 最大浓度约为 1.61mg/L，浓度低于二类海水水质镍浓度限值（3.0mg/L）；叠加项目附近海域现状监测最大值的本底后，海域的 COD<sub>Mn</sub> 最大浓度约为 1.71mg/L，浓度低于二类海水水质 COD<sub>Mn</sub> 浓度限值（3.0mg/L）。

##### （3）镍

浓度增量最大值约为 0.00041mg/L，叠加项目附近海域现状监测平均值的本底后海域的镍最大浓度约为 0.0012 mg/L，浓度低于二类海水水质镍浓度限值（0.01mg/L）；叠加项目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 0.0013mg/L，浓度低于二类海水水质镍浓度限值（0.01mg/L）。

##### （4）六价铬

浓度增量最大值约为 0.000059mg/L，叠加项目附近海域现状监测平均值的本底后海域的六价铬最大浓度约为 0.00063mg/L，浓度低于二类海水水质镍浓度限值（0.01mg/L）；叠加项目附近海域现状监测最大值的本底后，六价铬最大浓度约为 0.00071mg/L，浓度低于二类海水水质六价铬浓度限值（0.01mg/L）。

##### （5）活性磷酸盐

由于活性磷酸盐水质现状均已超阈值或达到阈值，因此在数模预测时，活性磷酸盐只做增量预测，不对超标范围进行评价。计算结果表明，活性磷酸盐浓度增量最大值约为 0.024 mg/L，是活性磷酸盐现状水质（0.035mg/L）的 68.57%。在局部区域活性磷酸盐增量相对较高，但污水处理厂为区域减排工程，工程的建设总体上将消减活性磷酸盐的排放。从区域



上，本工程将改善周边海域水质状况。

#### (6) 小结

正常排放条件下，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。排污口南侧邻近围头湾矿产与能源区，该功能区执行不劣于四类水质标准，故满足矿产与能源区的水质标准要求。

#### 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（ $\text{km}^2$ ）；

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

排放口所在海域无机氮超过二类海水水质标准，符合三类海水水质标准；磷酸盐超过三类海水水质标准，符合四类海水水质标准。而排放口所在位置的近岸海域环境功能区划水质要求满足二类海水水质标准。这使得无机氮和磷酸盐这两项水质指标均不能达到《污水排海管道工程技术规范》、《污水海洋处置工程污染控制标准》以及《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）所规定的“水质目标”。因此，无法通过无机氮和磷酸盐确定传统意义上的混合区。

本工程经选划后的排放口位置水深条件、水动力条件良好，根据预测结果显示，除无机氮和磷酸盐两项因子本底超标外，其余排放因子预测结果没有超过排放口所在功能区对

应的第二类海水水质标准情况。由此可知，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）。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中的关于混合区的定义：向海洋排放的达标污染物稀释扩散后达到周围海域环境质量标准要求时所占用的海域面积（注：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），并在数模预测结果的基础上对影响范围进行适当扩大，从保守角度，出于保守考虑，混合区范围以包围扩散器的椭圆进行划定，混合区面积约 0.9905hm<sup>2</sup>，向相关部门咨询，该范围均位于泉州管辖海域范围。

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》排污口所在海湾为厦门湾海域，海湾面积约 1533 km<sup>2</sup>，大于 600 km<sup>2</sup>，排污口混合区面积 0.9905hm<sup>2</sup>，小于 3.0 km<sup>2</sup>，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。

#### 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放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。

本工程营运期排海管道采用铝合金牺牲阳极进行阴极保护，参考《铝-锌-镉系合金牺牲阳极》(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。由于锌的形态转化、与沉积物、生物物的交换较为复杂，目前尚缺乏系统的研究。

根据本工程管道外防腐设计，管道外侧设置三层 PE 防腐层（4.2mm 厚），管道外附 80mm 厚混凝土配重层。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累积，不会对区域海水水质及沉积物环境造成显著影响。

## 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，根据水环境影响预测结果，悬浮泥沙增量大于 100 mg/L 浓度包络总面积 3.51km<sup>2</sup>，大于 50 mg/L 浓度包络总面积 6.84km<sup>2</sup>，大于 20 mg/L 浓度包络总面积 12.43km<sup>2</sup>，大于 10 mg/L 浓度包络总面积 21.18km<sup>2</sup>。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。

#### (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响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 11.6km，扩散器长 149m，根据管沟开挖及回填情况（图 2.2-2），开挖面积为 0.35km<sup>2</sup>。根据水文监测资料，项目所在海域最低低潮位为-3.42m，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/m<sup>2</sup>，则底栖生物的损失量约为： $59.54\text{g/m}^2 \times 0.35\text{km}^2 = 20.84\text{t}$ 。

### （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 的范围约 21.18km<sup>2</sup>，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仔幼体会造成伤害，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，仔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

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/ $\text{km}^2$ )、个/平方千米 (个/ $\text{km}^2$ )、千克/平方千米 (kg/ $\text{km}^2$ )；

$S_j$ —为某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积，单位为平方千米 ( $\text{km}^2$ )；

$n$ —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	$\geq 50$	$\geq 20$	$\geq 50$	$\geq 50$

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 <sup>3</sup>	46.52 mg/m <sup>3</sup>	1.44 ind./100m <sup>3</sup>	1.22 ind./100m <sup>3</sup>	279.72 kg/km <sup>2</sup>
超标倍数 $B_i \leq 1$ 生物损失率	悬浮泥沙面积 8.75km <sup>2</sup>				
	5%	5%	5%	5%	1%
$1 < B_i \leq 4$ 生物损失率	悬浮泥沙面积 5.59km <sup>2</sup>				
	20%	20%	20%	20%	5%

	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
4 < Bi ≤ 9 生物损失率	悬浮泥沙面积 3.33km <sup>2</sup>				
	40%	40%	40%	40%	15%
Bi ≥ 9 生物损失率	悬浮泥沙面积 3.51km <sup>2</sup>				
	50%	50%	50%	50%	20%
合计一次性平均受 损量	1.52×10 <sup>12</sup> cells	1.51×10 <sup>9</sup> mg	4.68×10 <sup>5</sup> ind.	3.96×10 <sup>5</sup> ind.	4.39×10 <sup>2</sup> kg
合计持续性损害受 损量	<b>4.26×10<sup>13</sup></b> <b>cells</b>	<b>4.23×10<sup>10</sup></b> <b>mg</b>	<b>1.31×10<sup>7</sup></b> <b>ind.</b>	<b>1.11×10<sup>7</sup></b> <b>ind.</b>	<b>1.23×10<sup>4</sup></b> <b>kg</b>

注：项目所在海域平均水深取 7m。实际施工时间按 14 个月计，则持续影响周期数以 28 计。

#### (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 4.26×10<sup>13</sup>cells、4.23×10<sup>10</sup>mg、1.31×10<sup>7</sup>ind.、1.11×10<sup>7</sup>ind.、12.3t，底栖生物损失量为 20.84t。

### 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：

- ①Absolute hearing threshold(AHT): 鱼类能感受的阈值；
- ②Awareness 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。

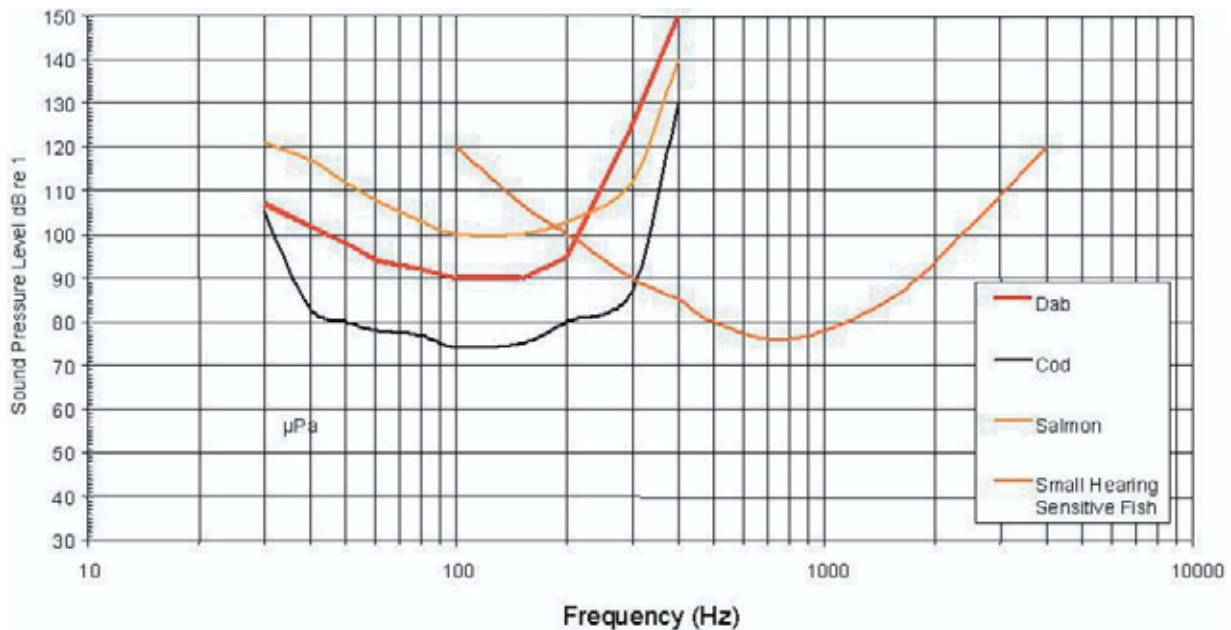


图 4.5-1 部分鱼类 AHT 值

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 $\mu$ 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 $\mu$ 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 $\mu$ 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 $\mu$ 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，并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 4.8.2.2 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，尾水排放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。

经计算本工程排放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 0.9905hm<sup>2</sup> 计算，混合区平均水深取 13m。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 <sup>3</sup>	46.52mg/m <sup>3</sup>	1.44ind./100m <sup>3</sup>	1.22ind./100m <sup>3</sup>
超标倍数 Bi $\leq$ 1	混合区 0.9905hm <sup>2</sup> ，平均水深 13m，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	3.01 $\times$ 10 <sup>8</sup> cells	3.01 $\times$ 10 <sup>5</sup> mg	92.71ind.	78.55ind.
年持续性损害受损量	7.33 $\times$ 10 <sup>9</sup> cells	7.29 $\times$ 10 <sup>6</sup> mg	2.26 $\times$ 10 <sup>3</sup> ind.	1.91 $\times$ 10 <sup>3</sup> 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 7.33 $\times$ 10<sup>10</sup>cells/a、7.29 $\times$ 10<sup>6</sup>g/a、2.26 $\times$ 10<sup>3</sup>ind./a、1.91 $\times$ 10<sup>3</sup>ind./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，南宁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

对工程海域水环境而言，累积性环境影响主要表现在海域中具有累积性环境影响的物质包括：在自然界中不能经物理、化学和生物作用迅速降解或者降解十分缓慢的重金属、各种有机化合物、长期受高浓度有机废水的影响等。重金属不能降解，但由于比重较大，迁移速度较慢，容易沉淀在海域底泥中，而有机污染物容易对水质环境造成影响。

## （3）底质环境

对底质环境来说，累积性环境影响主要表现在：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Cr7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（ $22 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ）和充气条件下研究了 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{7+}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$ 对斑节对虾



仔虾的急性致毒效应。 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{Hg}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{7+}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$ 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  $\text{Cu}^{2+}$ 对甲壳类的平均 LC50 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  $\text{Zn}^{2+}$ 对甲壳类的 LC50 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  $\text{Cd}^{2+}$ 对甲壳类的 LC50 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  $\text{Pb}^{2+}$ 对甲壳类的 LC50 为 1.917mg/L，安全浓度为 0.1917mg/L；重金属  $\text{Cr}^{6+}$ 对甲壳类的平均 LC50 为 3.4671mg/L，变动范围为 2.1522~4.782mg/L，安全浓度为 0.215mg/L。 $\text{Hg}^{2+}$ 对甲壳类的平均 LC50 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  $\text{Cu}$  和  $\text{Zn}$  的敏感性比胚胎高,重金属对胚胎有延滞发育的影响。 $\text{Cu}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Cd}$ 、 $\text{Cr}$  和  $\text{Pb}$  对牙鲆仔鱼的 48hLC50 依次为 0.36、6.7、2.0、62.3 和 8.0mg/L。

柳敏海等(2007)研究了  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$ 和  $\text{Pb}^{2+}$ 5种重金属对早繁鲢鱼胚胎发育和初孵仔鱼的影响。 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$ 和  $\text{Pb}^{2+}$ 对鲢鱼初孵仔鱼的 96hLC50 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。 $\text{Cu}$ 、 $\text{Cd}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Cr}$  和  $\text{Pb}$ 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 LC50 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  $\text{Cr}^{6+}$ 对大黄鱼幼鱼的急性毒性研究, $\text{Cr}^{6+}$ 对大黄鱼幼鱼的 96hLC50 为 10.260mg/L,其 95%置信区间为 6.676~12.672mg/L。 $\text{Cr}^{6+}$ 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,  $\text{Cu}^{2+}$ 对海洋鱼类的  $\text{LC}_{50}$  平均为  $0.167\text{mg/L}$ , 变动范围为  $0.032\sim 0.360\text{mg/L}$ , 安全浓度为  $0.0032\text{mg/L}$ ;  $\text{Zn}^{2+}$ 对海洋鱼类的  $\text{LC}_{50}$  平均为  $3.023\text{mg/L}$ , 变动范围为  $0.67\sim 6.7\text{mg/L}$  之间, 安全浓度为  $0.067\text{mg/L}$ ;  $\text{Cd}^{2+}$ 对海洋鱼类的平均  $\text{LC}_{50}$  为  $1.408\text{mg/L}$ , 变动范围为  $0.129\sim 5.6\text{mg/L}$ , 安全浓度为  $0.0129\text{mg/L}$ ;  $\text{Pb}^{2+}$ 对海洋鱼类的平均  $\text{LC}_{50}$  为  $1.026\text{mg/L}$ , 变动范围为  $0.52\sim 8.00\text{mg/L}$ , 安全浓度为  $0.052\text{mg/L}$ ;  $\text{Cr}^{6+}$ 对海洋鱼类的平均  $\text{LC}_{50}$  为  $18.290\text{mg/L}$ , 变动范围为  $1.456\sim 62.3\text{mg/L}$ , 安全浓度为  $0.146\text{mg/L}$ 。  $\text{Hg}^{2+}$ 对鱼类的平均  $\text{LC}_{50}$  为  $0.90\text{mg/L}$ , 变动范围为  $0.50\sim 1.93\text{mg/L}$ 。

#### (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, 其污染负荷将大大减少。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, 排放口位置水深及水流条件良好, 在达标排污的前提下, 在现状情况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, 有可能会造成排放口附近水质下降, 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, 一旦出现排放口附近水质、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, 主要污染物是  $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{THC}$ 。该类污染物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。

## 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；

$\Delta L$ ---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，避免夜间作业。

## (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

表 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 片区陆域回填，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 对文昌鱼及其外围保护区的影响分析

#### 4.9.1.1 施工期对文昌鱼及其外围保护区的影响分析

##### (1) 施工悬浮泥沙扩散对文昌鱼的影响分析

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 的包络面积约



21.18km<sup>2</sup>；施工期悬浮泥沙增量超过 10mg/L 部分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，影响面积约 0.13 km<sup>2</sup>，集中在小嶝岛海域文昌鱼外围保护地带北侧，建议沟槽开挖前在小嶝岛海域文昌鱼外围保护地带北侧，距离施工区域 100m 左右的距离自东向西设置土工布防污帘（见图 3.3-2），施工过程产生的悬浮物质向南扩散时被附着在土工布上，以避免悬浮物质继续向南迁移，大大减轻施工过程对文昌鱼保护区生境及文昌鱼的影响。

#### （2）底质变化对文昌鱼的影响分析

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文昌鱼的影响。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 运营期对文昌鱼及其外围保护区的影响分析

尾水排放污染物可能在排放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  $0.02\text{m}^3/\text{s}$ ·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放口周边海域的沉积物环境和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  $27\text{mg/L}$  和  $22\text{mg/L}$ 。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 的范围约 21.18km<sup>2</sup>，影响范围相对较大（影响白海豚外围保护地带的面积约 0.13km<sup>2</sup>，见图 4.3-2）。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。

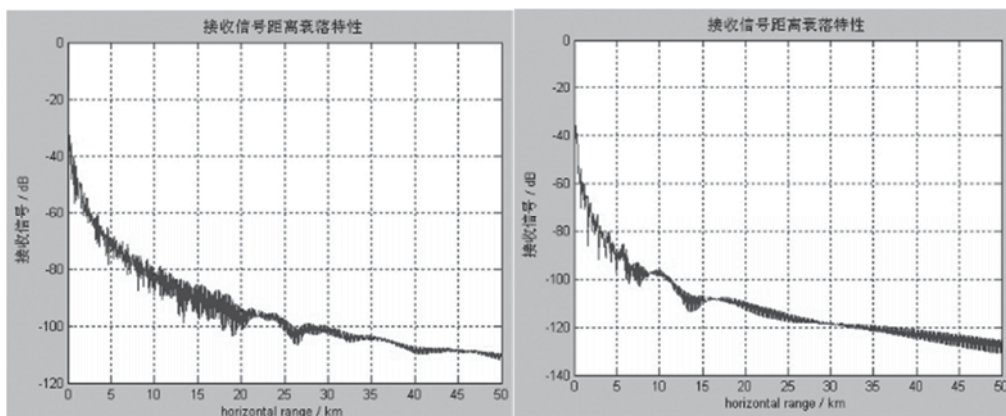


图 4.9-1 海况为 1、3 级时的传播损失（载频 5kHz）

## (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 $\mu$ 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 $\mu$ 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 $\mu$ Pa 【[http://www.nwr.noaa.gov/Marine-Mammals/MM\\_sound-threshold.cfm](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 $\mu$ 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 underwater 爆破噪声。声源级在 120~180 dB/1 $\mu$ 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 $\mu$ 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 $\mu$ 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。

《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。

#### （5）施工期防污帘设置对中华白海豚的影响分析

本工程排海管道沟槽开挖前在小嶝岛海域文昌鱼外围保护地带北侧、距离施工区域 100m 左右的距离自东向西设置土工布防污帘。防污帘高度约 10m，总长约 2200m，设置时长为沟槽开挖工期（约 120 天）。防污帘会形成一道屏障，对中华白海豚在该区域的活动会造成一定的干扰，对中华白海豚活动空间有一定影响，但这种影响将随着施工结束而消失。由于小嶝岛海域较为开阔，防污帘形成的屏障对中华白海豚东西部种群之间的交流不会造成阻隔影响。

#### 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口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。

## 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。

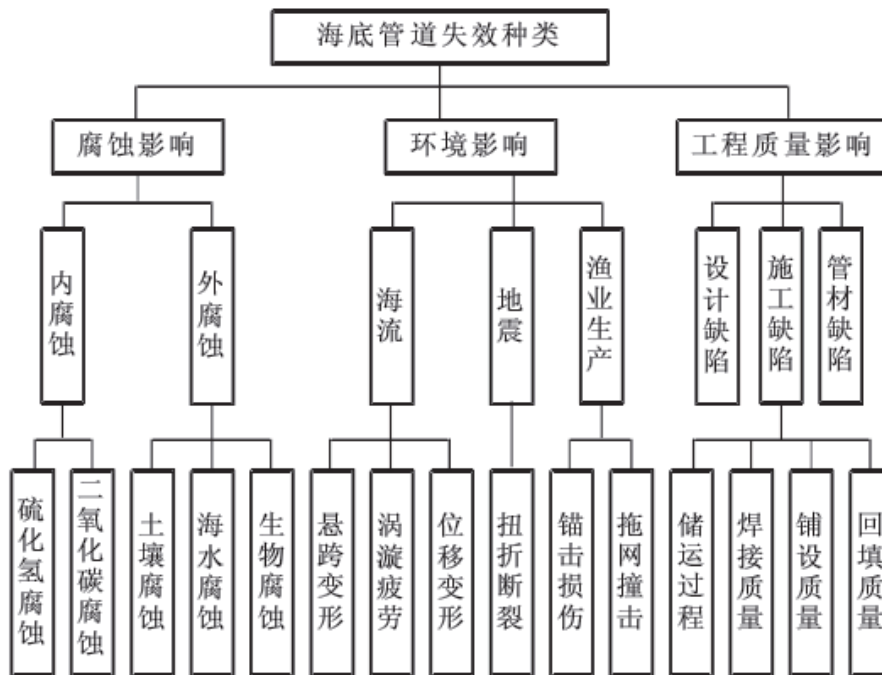


图 5.1-1 海底管道的失效形式

## 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）”及管道两侧零星分布的海水养殖区。环境敏感目标见表 1.5-1、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： $q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险物质的最大存在总量，t；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —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  $Q \geq 1$  时，将 Q 值划分为：(1)  $1 \leq Q < 10$ ；(2)  $10 \leq Q < 100$ ；(3)  $Q \geq 100$ ；。

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，本报告对尾水事故排放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：

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

式中： $A_{oil}$  为油膜面积， $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$ ； $R_{oil}$  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， $V_{oil} = R_{oil}^2 \cdot \pi \cdot h_s$ ； $h_s$  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：

$$U_{tot} = c_w(z) \cdot U_w + U_s \quad \text{式 2}$$

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：

$$N_i^e = k_{ei} \cdot \frac{P_i^{SAT}}{RT} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \quad \text{式 3}$$

式中:  $Ne$  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;  $\rho$  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:

$$k_{ei} = k \cdot A_{oil}^{0.045} \cdot Sc_i^{-\frac{2}{3}} \cdot U_w^{0.78} \quad \text{式 4}$$

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:

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = K_{si} \cdot C_i^{SAT} \cdot X_{moli} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot A_{oil} \quad \text{式 5}$$

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 ( $K_{si} = 2.36 \cdot 10^{-6} \cdot e_i$ )。

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:

$$D = D_\alpha \cdot D_b \quad \text{式 6}$$

$$D_\alpha = \frac{0.11(1+U_w)^2}{3600} \quad \text{式 7}$$

$$D_b = \frac{1}{1+50\mu_{oil}h_s\gamma_{ow}} \quad \text{式 8}$$

式中:  $D_\alpha$  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;  $\mu_{oil}$  为油粘度,  $h_s$  为油膜厚度,  $\gamma_{ow}$  为油-水界面张力。

油滴返回油膜的速率为:

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_\alpha \cdot (1 - D_b) \quad \text{式 9}$$

油中含水率变化可由下式平衡方程表示:

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2 \quad \text{式 10}$$

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

式 11

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

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； $A_s$  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。

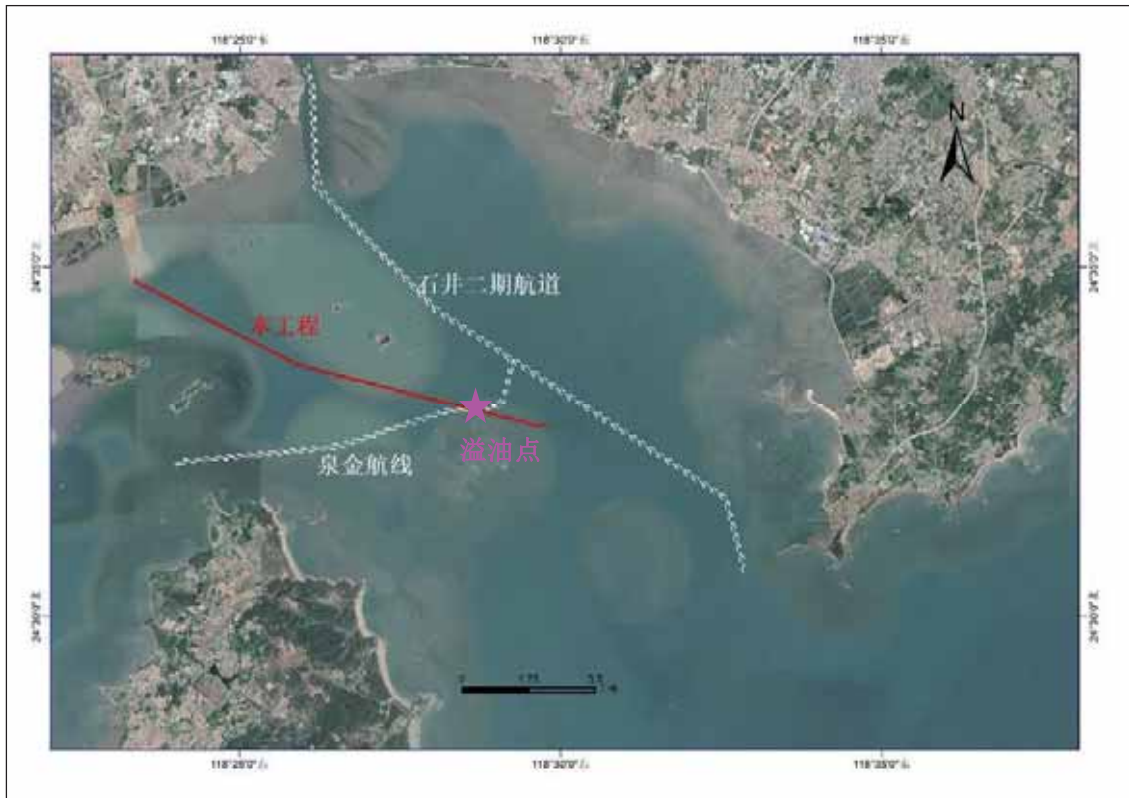


图 5.4-1 溢油点位置

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°32'58.64"N, 118°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	10 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 区域近 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 5.4-2)。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 139 米, 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 5.4-2 项目周边气象站位置

近 20 年区域气候特征，见表 5.4-2。

表 5.4-2 区域近 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°C	10	多年最小降水量	916.70mm
4	累年极端最高气温	36.9°C	11	多年主导风向及风频	E（14%）
5	累年极端最低气温	4.3°C	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 5.4-3，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 5.4-3 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 5.4-3 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。

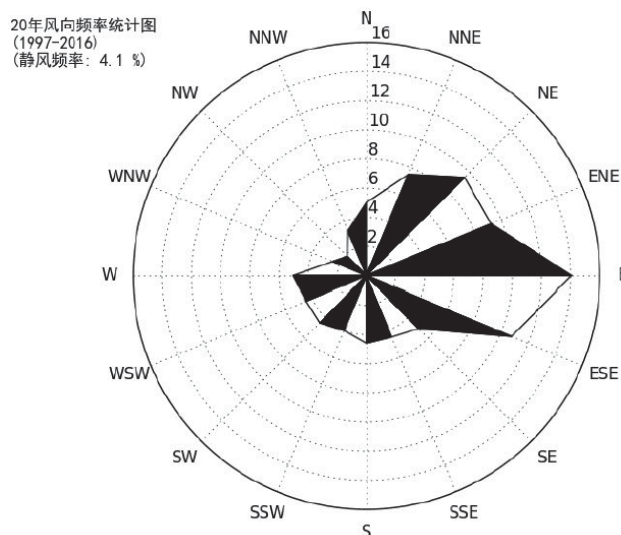


图 5.4-3 区域多年风向玫瑰图（静风频率 4.1%）

近 20 年各月风向频率统计，见表 5.4-4。

表 5.4-4 多年月风向频率统计（单位%）

风向 频率 月份	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

### 5.4.2.3 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 5.4-5。

表 5.4-5 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 km<sup>2</sup> (图 5.4-4)，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迹生态保护红线区、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 km<sup>2</sup> (图 5.4-5)，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 km<sup>2</sup> (图 5.4-6), 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迹生态保护红线区、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 km<sup>2</sup> (图 5.4-7), 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 km<sup>2</sup> (图 5.4-8), 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 km<sup>2</sup> (图 5.4-9), 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保护红线区	东碇岛领海基点特殊保护海岛生态保护红线区	黄厝海洋保护区生态保护红线区	厦门东部海洋保护区生态保护红线区	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遗迹生态保护红线区	金屿至围头重要自然岸线生态保护红线区	小白屿海洋自然景观与历史遗迹生态保护红线区	同安湾口海洋保护区生态保护红线区	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	

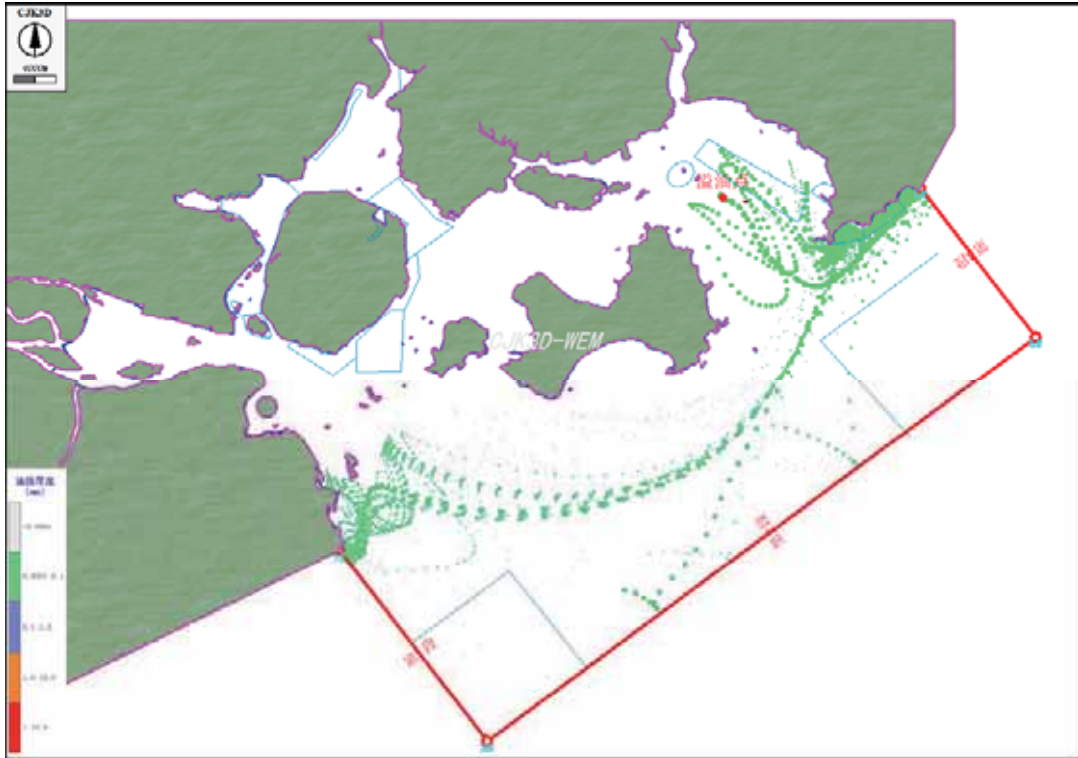


图 5.4-4 工况 1 冬季主导风向 (E, 2.5m/s), 高平潮

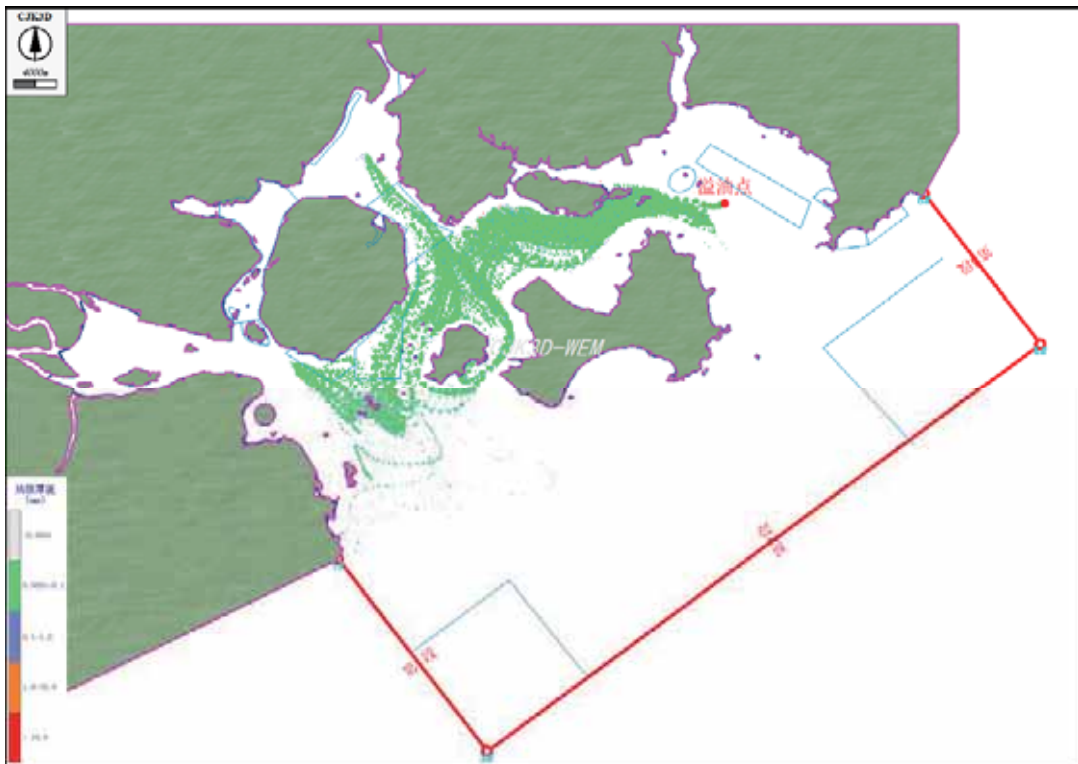


图 5.4-5 工况 2 冬季主导风向 (E, 2.5m/s), 低平潮



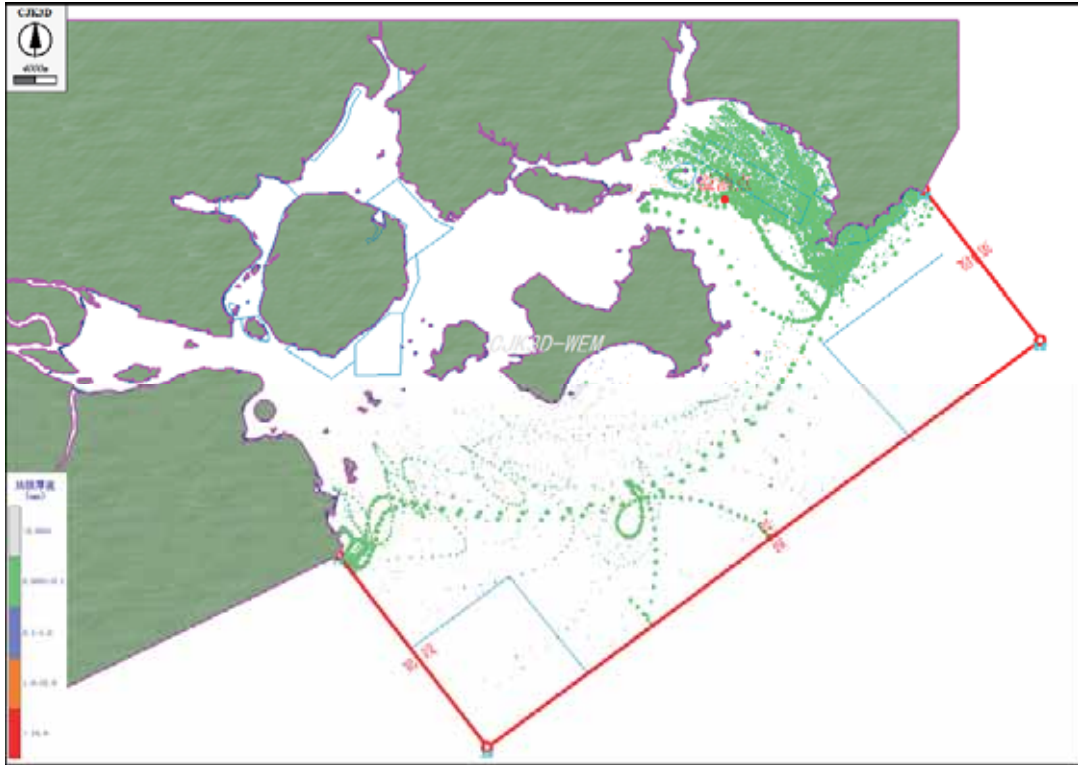


图 5.4-6 工况 3 夏季主导风向 (S, 2.47m/s), 高平潮



图 5.4-7 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。

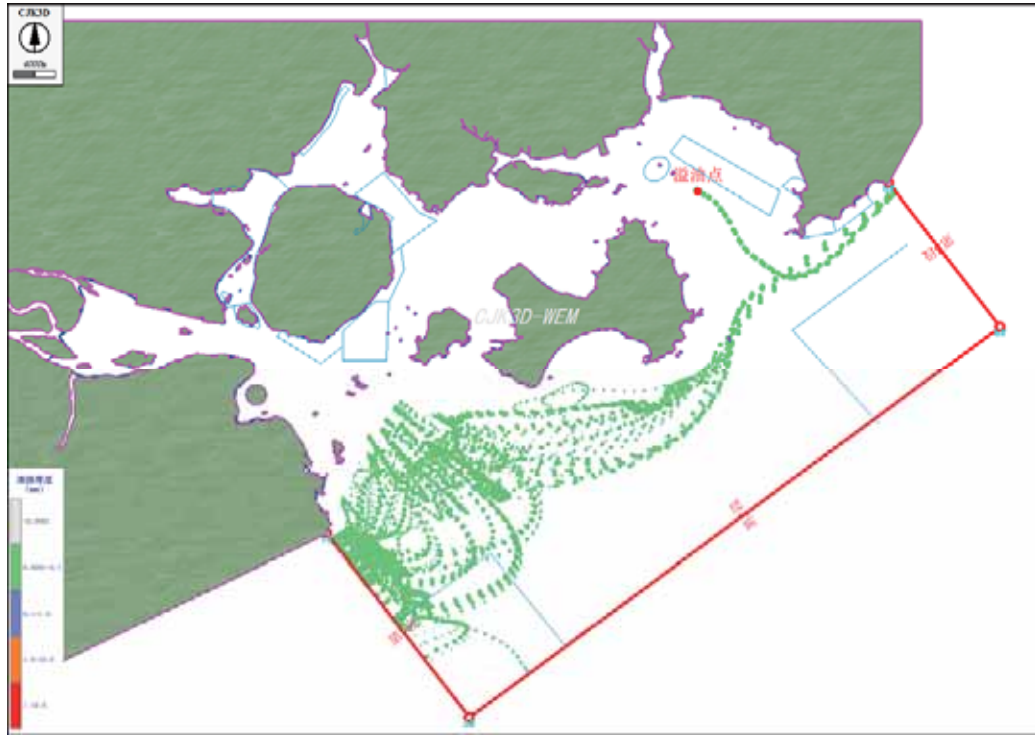


图 5.4-8 工况 7，静风，高平潮

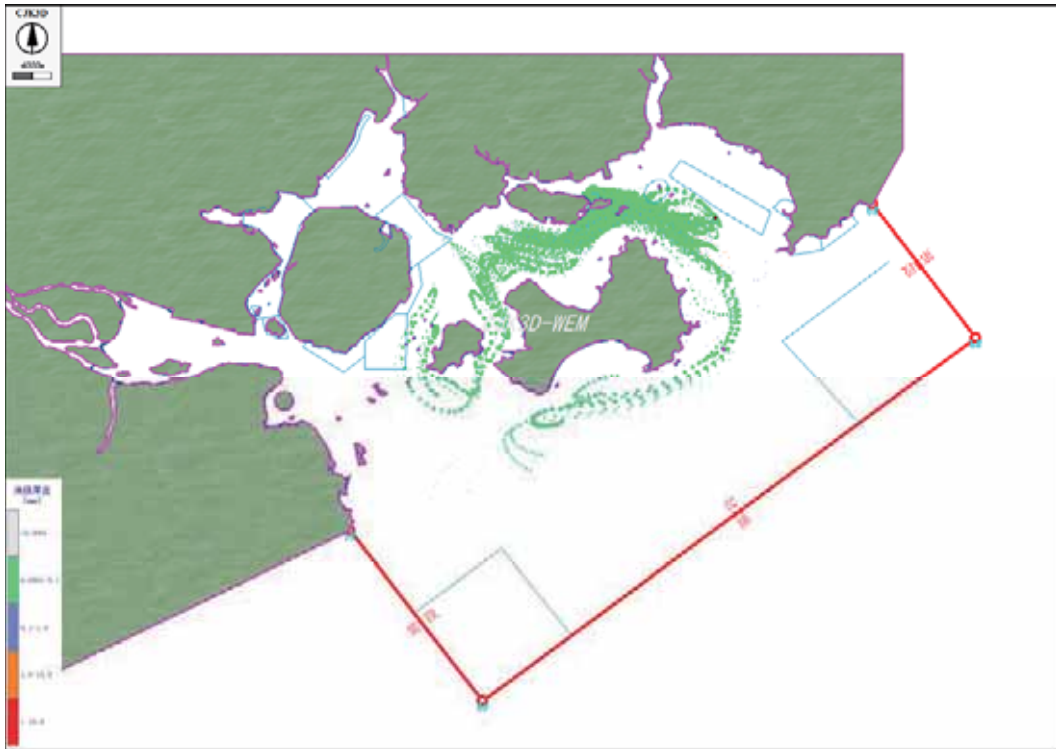


图 5.4-9 工况 8，静风，低平潮

## 5.5 事故排放污染物扩散影响风险

### 5.5.1 计算因子与源强

当污水处理厂出现故障时，可能出现未经处理废水直接排放的风险，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。因此，氰化物、六价铬事故排放考虑涉及此类污染物浓度相对其他污水处理厂较高的南安市电镀集控中心污水处理厂事故排放；而 COD<sub>Mn</sub> 事故排放则考虑浓度相对其他污水处理厂较高且处理水量较大的泉州市南翼污水处理厂事故排放。

综上，氰化物、六价铬事故排放条件下的工况为：南安市电镀集控中心污水处理厂（出水 0.34 万 t/d）事故排放+其余污水处理厂正常排放；COD<sub>Mn</sub> 事故排放条件下的工况为：泉州市南翼污水处理厂（出水 8.16 万 t/d）事故排放+其余污水处理厂正常排放。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	COD <sub>Mn</sub>	氰化物	六价铬
排放浓度 (mg/L)	70.4	1.96	3.83

### 5.5.2 预测结果

#### (1) 氰化物

图 5.5-1、图 5.5-2 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 0.053mg/L，叠加本底值后约为 0.054mg/L，超二类海水水质面积约 17.6km<sup>2</sup>。

事故情况下氰化物浓度超二类海水水质影响范围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、围头湾重要渔业水域生态保护红线区，事故排放条件下氰化物会对周边海域造成一定影响。



图 5.5-1 氰化物事故排放浓度增量范围



图 5.5-2 氰化物事故排放叠加本底浓度范围



(2) COD<sub>Mn</sub>

图 5.5-3、图 5.5-4 分别为 COD<sub>Mn</sub> 事故排放浓度增量范围、COD<sub>Mn</sub> 事故排放叠加本底浓度范围图。计算结果表明，COD<sub>Mn</sub> 浓度增量最大值约为 1.98mg/L，叠加本底值后约为 2.64 mg/L，不会超二类海水水质标准。



图 5.5-3 COD<sub>Mn</sub> 事故排放浓度增量范围



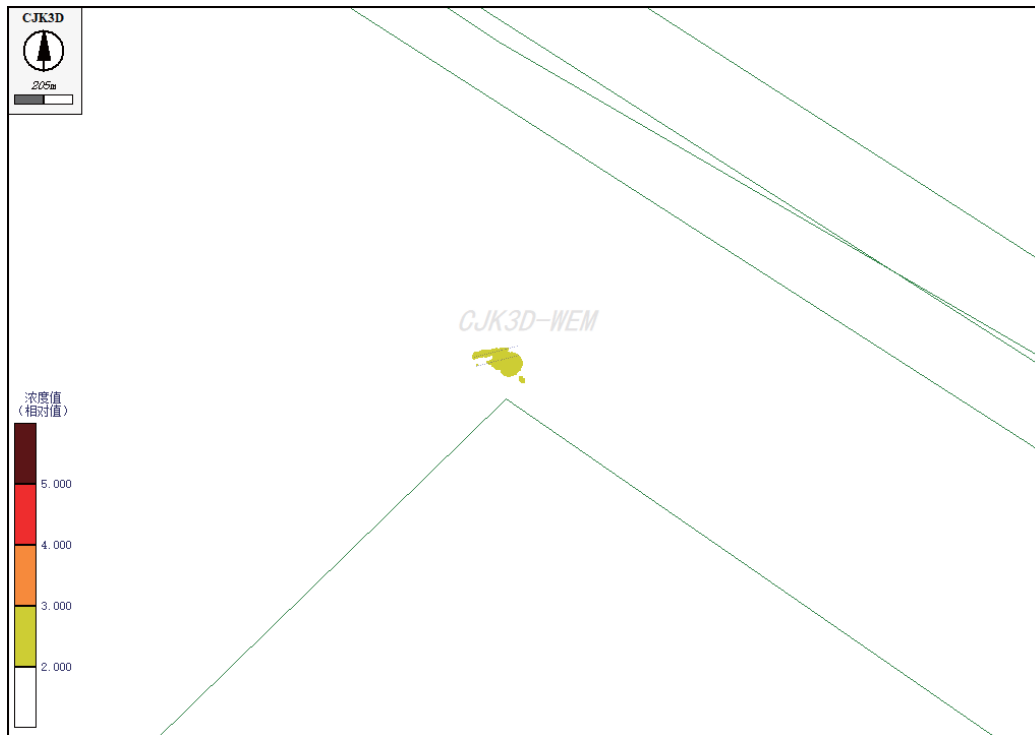


图 5.5-4 COD<sub>Mn</sub> 事故排放叠加本底浓度范围

(1) 六价铬

图 5.5-5、图 5.5-6 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 0.10mg/L，叠加本底值后约为 0.10mg/L，超二类海水水质面积约 14.56km<sup>2</sup>，超四类海水水质面积约 0.099km<sup>2</sup>。

事故情况下六价铬浓度超二类海水水质影响范围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，事故排放条件下六价铬会对周边海域造成一定影响。

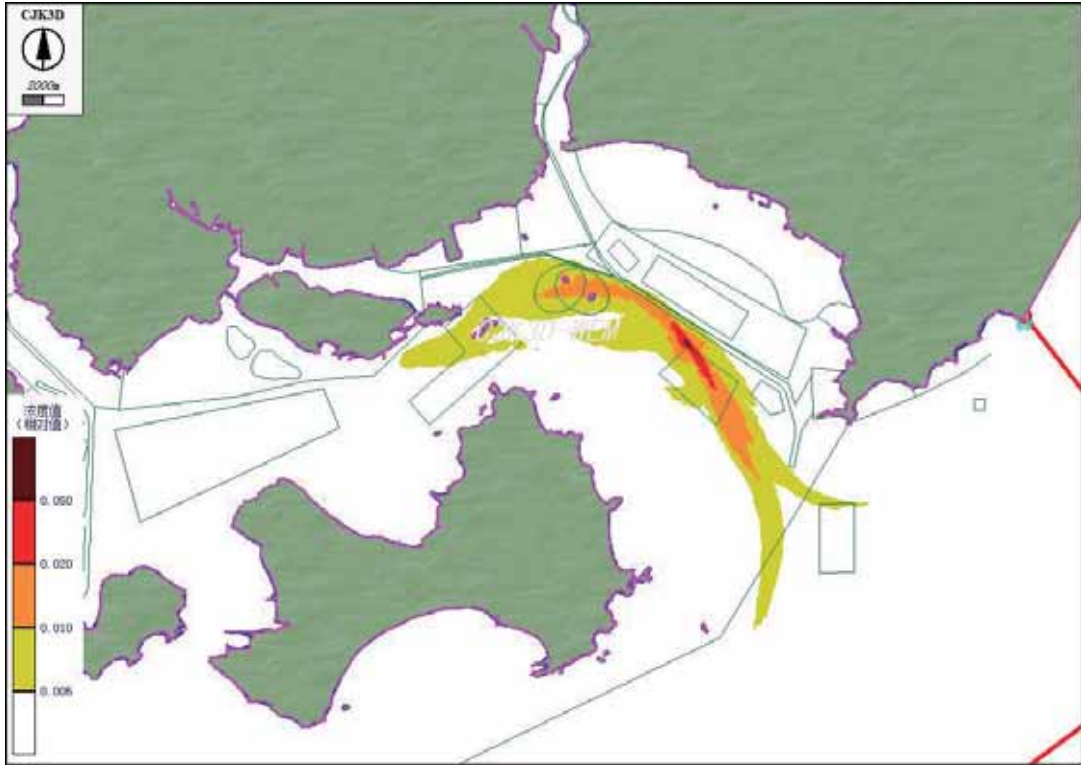


图 5.5-5 六价铬事故排放浓度增量范围

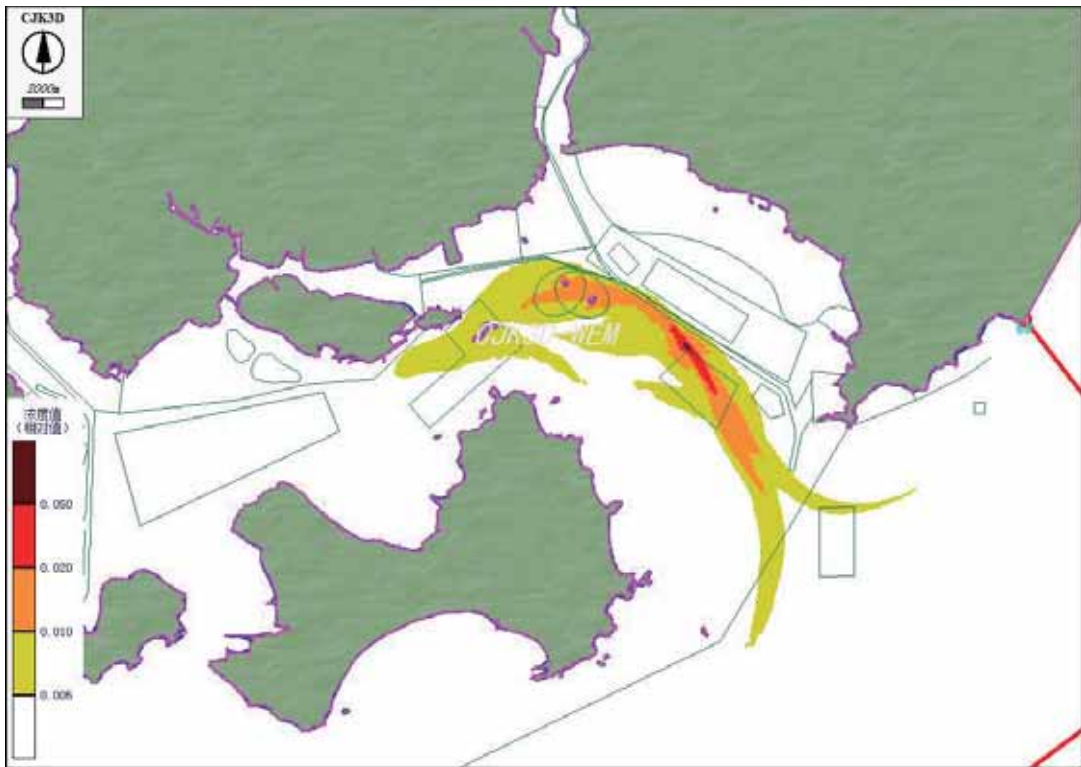


图 5.5-6 六价铬事故排放浓度增量范围

## 5.6 台风、风暴潮对工程的风险分析

本工程建设工期 18 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。

## 5.7 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，且扩散器设计高出海底面约 1.2m，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) 管道开挖敷设应选择海况条件好的季节施工。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。

(2) 管道开挖敷设前在小嶝岛海域文昌鱼外围保护地带北侧，距离施工区域 100m 左右的距离自东向西设置土工布防污帘。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 铺管作业时应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；挖泥作业时应涨潮时进行挖泥作业；沟槽回填作业时应落潮搁浅坐滩和 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。

(6) 根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，拟建工程相关施工船舶应按照海事部门的要求接受铅封管理，船舶含油污水由有资质单位的水上移动接收设施接收处理，禁止向海域排放油类污染物。船舶生活污水经船舶自备处理装置收集后上岸处理。

(8) 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) 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。

#### 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。

(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。

#### **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  $1.31 \times 10^7 \text{ind.}$ 、 $1.11 \times 10^7 \text{ind.}$ 、12.3t。经计算，鱼卵损失的经济价值为 6.55 万元，仔稚鱼损失的经济价值为 27.75 万元，渔业资源损失的经济价值为 12.3 万元，因此施工期鱼卵、仔稚鱼、渔业资源损失总额为 46.6 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  $5.64 \times 10^3 \text{ind./a}$ 、 $4.78 \times 10^3 \text{ind./a}$ 。经计算，运营期一年的鱼卵损失的经济价值为 28.2 元，仔稚鱼损失的经济价值为 119.5 元，因此运营期污水排放造成混合区内鱼卵、仔稚鱼、渔业资源一年损失总额为 147.7 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 20.84t。因此，施工造成的底栖生物损失的经济价值为 20.84 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）=3×46.6 元=139.8 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=3×20.84 万元=62.52 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 40×147.7 元=5908 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 202.91 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赔偿或采取生态修复工程方式进行海洋生态损害赔偿，补偿金交由相关主管部门统筹安排海洋生态损害赔偿。

海洋生态损害赔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、改善海岛地形地貌、恢复岛陆植被、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。

## 6.1.3 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 SO<sub>2</sub> 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。

#### **6.1.4 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，禁止高噪声设备夜间施工，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。

#### **6.1.5 固体废物污染防治措施**

(1) 施工船舶垃圾禁止排入海域。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) 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（含排放口）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) 加强污水排放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。

(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<sup>3</sup>/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) 建立可靠的污水处理厂运行监控系统，在进水口和尾水排放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，建设单位应立即向相关主管部门和保护区管理处汇报事故情况，并成立事故应急小组，查明事故原因，分工负责，协调处理事故。

(8) 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后排放。

(9) 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。

(10) 对污水厂厂外污水管网系统应经常进行检查巡视，预防管道破裂事故发生。

(11) 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碰。

(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<sub>Mn</sub>、总磷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 环境影响经济损益分析

环境经济损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。环境经济损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污染的损失。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，目前多采用定性方法与半定量的方法来讨论，以判断项目在环境经济效益、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

工程环境经济损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m<sup>3</sup>/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1.65万t/d，随着园区企业落地及污水的纳入，近期预计将达到11.65万t/d。不断增加的污水量，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

本工程通过施工期各项环保措施的落实，可减少施工环节中各类环境污染因子产生的强度，使管线区域陆域、海域环境得到有效保护，降低对海洋生态环境的影响程度；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，工程本身不产生污染物，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。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，减轻对海域生态和环境质量的影响。

## 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 202.32 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 5908 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 379.91 万元，约占总投资(54056.72 万元)的 0.70%，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
		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	120
		生态补偿	202.91
合计			379.91

### 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，能有效减少陆域污染源直接排入海域，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 /发生量	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 <sub>5</sub>	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 <sub>5</sub>	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	/	小嶝岛海域文昌鱼外围保护地带北侧，距离施工区域 100m 左右的距离自东向西设置土工布防污帘		
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	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 /发生量	执行标准	拟采取的环保措施	
				测量方法（中国第一、第二阶段）（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	86.4466 万 m <sup>3</sup>	86.4466 万 m <sup>3</sup>	/	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 片区陆域回填	
	建筑垃圾					
	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 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处理厂尾水排海管工程必须加强环境管理和环境监测工作。

### 8.2.1 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，环境管理主要依托泉州市南翼置业发展集团有限责任公司。根据工程环境管理的需要，建设单位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。

### **8.2.2 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。

### **8.2.2 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。

## 8.3 环境监理要求

### 8.3.1 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 8.3-1。

#### (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。

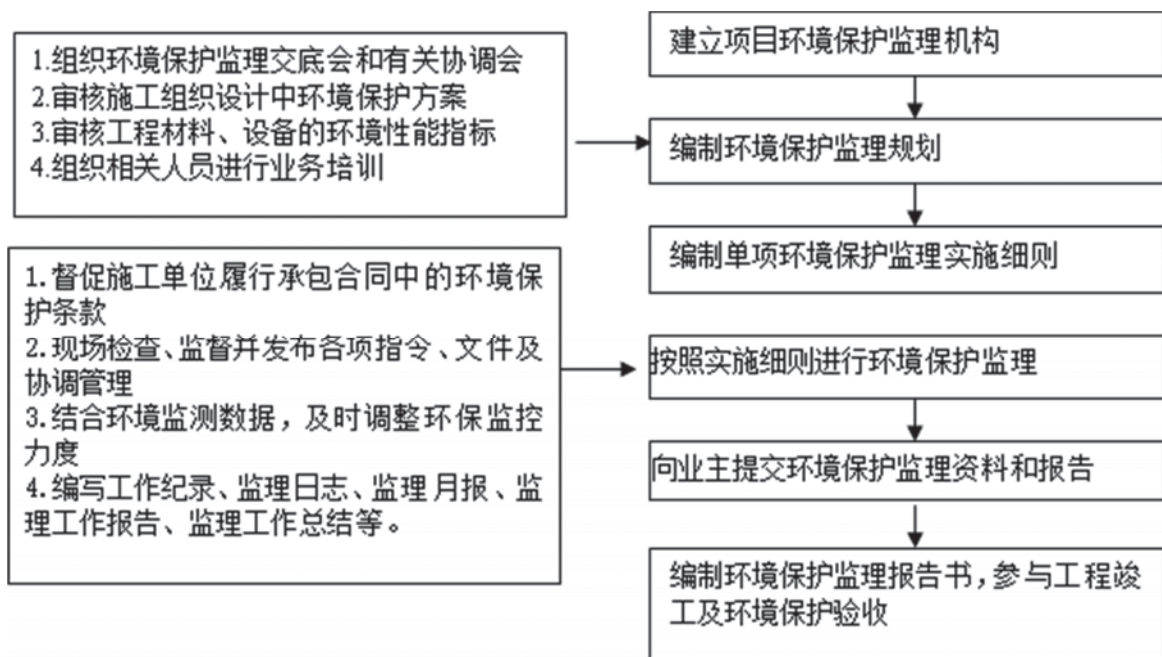


表 8.3-1 环境监理的工作程序图

### 8.3.2 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 8.3-2。

表 8.3-2 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 8.3-3。

表 8.3-3 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。

## 8.3.3 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。

## 8.3.4 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。

## 8.3.5 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。

## 8.4 环境监测计划

### 8.4.1 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。

### 8.4.2 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。

### 8.4.3 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)》, 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 8.4-1。

表 8.4-1 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。施工结束后检查一次。	委托有资质的环境监测单位
	2	海洋生物	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	4	海水水质	pH、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、总铬、汞、砷)、氰化物	(1) 排污口监测 监测布点：入海口的污水主流道的中心点布设 1 个站位 监测频率：每个季度至少监测 1 次；若连续三年未超标，在下一年度可适当降低监测频率，若再次出现超标，则恢复原有监测频率。 (2) 邻近海域监测 ②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） ③在混合区边缘控制线上布设 3 个站位 ④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 ⑤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 监测频率：每年至少 2 次，并与排污口监测同步进行	
	5	沉积物	有机碳、硫化物、石油类、汞、铅、锌、铜、镉、铬和砷	①混合区内布设 1 个站位 ②在邻近海域外边缘控制线外侧布设 1 个对照站位 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 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。	
	6	生物质量	铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油烃	选测	
	7	海洋生物	浮游植物、浮游动物、潮下带底栖生物	以排放口为圆心，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	生物毒性	污水生物毒性	①混合区内布设 1 个站位 ②混合区边缘控制线上布设1个站位	
	9	环境资料整理、归档		分类管理	

## 8.5 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）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 8.5-1 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。海上施工船上的油污水应收集在船上的卫生设施中，由有资质的单位集中收集上岸处理排放。	验收接收合同、接收方资质证明，接收记录是否完整
	大气	在施工场地设置施工围挡，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；施工场地及临时堆土场定时洒水、清扫。	检查是否落实措施
	声	施工尽量采用低噪声设备，强噪声源考虑加装隔声罩或施工屏障；合理安排施工时段	检查是否落实措施
	固体废物	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 片区实施陆域回填；施工船舶应配备的垃圾收集装置，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
	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。	
	环境监测	跟踪监测的落实情况。	
试运营期	环境管理	（1）尾水接管处，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（含排放口）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围头湾海域，新建两条并行D1016mm 钢制海底管道，管道中心线间距约为 30m，设计污水输量为近期 16 万 m<sup>3</sup>/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 11.6km，单座新建扩散器长度约 149m。工程总投资约 54056.72 万元。

### 9.2 工程建设的主要环境问题

#### (1) 施工期

本工程施工期的主要环境问题是施工船舶、机械、车辆产生的噪声及排放的尾气、施工人员产生的生活污水、车辆、机械冲洗废水、建筑垃圾和生活垃圾的影响，以及施工期悬浮泥沙的影响。

#### (2) 运营期

本工程运营期的主要的环境问题为：尾水排放对海水水质、沉积物环境、海洋生态的影响，以及工程实施后对海洋水文动力及地形地貌与冲淤环境的影响。

### 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%超三类标准，85%超四类标准；无机氮 15%超三类标准，100%满足四类标准。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  $\alpha$  的变化范围在  $1.21\mu\text{g/L}\sim 3.57\mu\text{g/L}$  之间，平均值为  $2.29\mu\text{g/L}$ 。初级生产力的变化范围为  $67.86\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}\sim 248.04\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ ，平均值为  $157.03\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$ 。

2019年秋季调查海域叶绿素  $\alpha$  含量变化范围介于  $1.21\mu\text{g/L}\sim 2.09\mu\text{g/L}$  之间，平均含量为  $1.58\mu\text{g/L}$ 。初级生产力变化范围介于  $61\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}\sim 96\text{mgC/m}^2\cdot\text{d}$  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)  $\times 10^4$  cells/L, 平均值为  $6.81 \times 10^4$  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<sup>3</sup>, 平均值为 56.46 mg/m<sup>3</sup>。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<sup>3</sup>, 变化范围 7.14~103.13 mg/m<sup>3</sup>。调查海域浮游动物总个体密度平均值为 3072.57 个/m<sup>3</sup>, 变化范围 886.61 个/m<sup>3</sup>~16293.73 个/m<sup>3</sup>。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<sup>2</sup>, 平均值为 14.88 g/m<sup>2</sup>, 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<sup>2</sup> 范围内, 平均生物量为 104.193 g/m<sup>2</sup>。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 17.71~154.05 g/m<sup>2</sup>, 平均值为 77.40 g/m<sup>2</sup>, 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/m<sup>2</sup> 范围内, 平均生物量为 24.016g/m<sup>2</sup>。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/km<sup>2</sup> (22.20~292.84kg/km<sup>2</sup>)。

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/km<sup>2</sup>。

#### (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/m<sup>3</sup> (0.006~0.045 个/m<sup>3</sup>), 共采集仔稚鱼 26 尾, 平均密度为 0.009 尾/m<sup>3</sup> (0.003~0.019 个/m<sup>3</sup>)。水平拖网共采集鱼卵 11 粒, 平均密度为 1.80 粒/m<sup>3</sup> (0.37~5.00 个/m<sup>3</sup>), 共采集仔稚鱼 8 尾, 平均密度为 2.46 尾/m<sup>3</sup> (30.63~5.00 个/m<sup>3</sup>)。

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./100m<sup>3</sup>, 平均密度为 0.88ind./100m<sup>3</sup>, 调查海区水平拖网仔稚鱼密度范围 0~6.18ind./100m<sup>3</sup>, 平均密度为 1.54ind./100m<sup>3</sup>。

### 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》: 2020 年, 泉州市 13 个县 (市、区) 环境空气质量综合指数范围为 2.13~2.81, 首要污染物主要为臭氧或可吸入颗粒物或细颗粒物。

南安市空气质量达标天数比例平均为 99.2%, 南安市空气质量情况见表 9.3-1。

表 9.3-1 南安市空气质量情况一览表

污染物	年评价指标	现状浓度	二级评价标准	占标率	达标情况
SO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	9μg/m <sup>3</sup>	60μg/m <sup>3</sup>	15%	达标
NO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	17μg/m <sup>3</sup>	40μg/m <sup>3</sup>	42.5%	达标
可吸入颗粒物	年平均质量浓度	48μg/m <sup>3</sup>	70μg/m <sup>3</sup>	68.6%	达标
细颗粒物	年平均质量浓度	21μg/m <sup>3</sup>	35μg/m <sup>3</sup>	60%	达标
一氧化碳	日最大浓度 95 百分位	0.8mg/m <sup>3</sup>	4mg/m <sup>3</sup>	20.0%	达标
臭氧	8小时最大浓度90百分位	106μg/m <sup>3</sup>	160μg/m <sup>3</sup>	66.3%	达标

综上所述，项目所在区域环境质量现状良好，按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）进行评价，各项基本污染物均符合二级标准要求，南安市属达标区域。

### 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（2019 年度）》，泉州市区昼间声环境功能区声环境质量监测点位点次达标率为 93.8%，夜间点次达标率为 50%。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

本工程新建排海管是通过浮拖托管法，海域段平均埋深约 2m，基本没有改变海底地形地貌。运营期污水排放后。工程对潮流场的影响主要是在扩散器附近海域，由于本工程排放口附近海域水深较深，海流较强，平均每个喷嘴排污水量仅约 0.02 m<sup>3</sup>/s，这对于水深大于 10m 海域水动力条件的影响很小。因此，工程实施后对海洋水文动力及地形地貌与冲淤环境的影响较小。

### 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 的包络面积约 21.18km<sup>2</sup>。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<sub>Mn</sub>、氰化物、总镍、六价铬、活性磷酸盐作为预测因子。

计算结果表明，氰化物浓度增量最大值约为 0.0024mg/L，叠加本底后海域的氰化物最大浓度约为 0.0029mg/L，浓度低于二类海水水质氰化物浓度限值（0.005mg/L）。

由于活性磷酸盐水质现状均已超阈值或达到阈值，因此在数模预测时，活性磷酸盐只做增量预测，不对超标范围进行评价。计算结果表明，活性磷酸盐浓度增量最大值约为 0.024mg/L，在局部区域活性磷酸盐有一定增量，但从区域上，本工程将改善围头湾海域整体水质状况。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中的关于混合区的定义以及数模预测结果，本评价确定的混合区为以排污口（118°29'51.39"E，024°32'46.66"N）为中心，以氰化物超标排放范围的面积划定混合区约 0.9905hm<sup>2</sup>。该范围内水域的水质不执行任何水质标准。

### 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 86.4466m<sup>3</sup>，外运至泉州芯谷石井临港高新区 B 片区进行回填利用，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。但从长远来看，南安市沿海片区污水处理厂尾水深海排放工程的建设能有效减少陆域污染源直接排入海域，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

本工程施工可能造成的浮游植物和浮游动物持续性损害受损量分别为  $3.6 \times 10^{13}$  cells 和  $7.1 \times 10^{10}$  mg，造成的鱼卵、仔鱼持续性损害受损量分别约为  $2.2 \times 10^7$  ind.、 $1.9 \times 10^7$  ind.，游泳动物持续性损害受损量为  $2.1 \times 10^4$  kg，底栖生物损失量为 8.29t。

尾水排海造成混合区内浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼持、游泳动物续性损害受损量分别为  $7.33 \times 10^{10}$  cells/a、 $7.29 \times 10^6$  g/a、 $2.26 \times 10^3$  ind./a、 $1.91 \times 10^3$  ind./a。

#### 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，夜间不施工等，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

本工程的最大可信事故为污水厂处理设施运行不正常造成的事故排放。尾水在排污口发生事故排放时（考虑单个污水处理厂出水异常），造成氰化物浓度超过第二类海水水质标准的面积为  $12.7\text{km}^2$ ，六价铬浓度超过第四类海水水质标准的面积为  $0.099\text{km}^2$ 。因此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后排放。

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。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。

#### 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  $637\text{m}$ ，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2020年11月2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2021年1月11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环境影响报告书（征求意见稿）》公示，同日，在建设项目所在地周边石井镇、菊江村、溪东村、奎霞村等宣传栏张贴公告。建设单位分别于2021年1月11日、2021年1月22日在建设项目所在地的《海峡导报》02版、《海峡导报》06版进行征求意见稿全文公示。征求意见稿全文公示时间为2020年1月11日至2021年1月22日（10个工作日），在此期间未收到公众意见。

## 9.6 环境保护措施

### 9.6.1 施工期环境保护措施

（1）管道开挖敷设应选择海况条件好的季节施工。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。

（2）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。

（3）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。

（4）铺管作业时应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；挖泥作业时应涨潮时进行挖泥作业；沟槽回填作业时应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。

（5）根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，拟建工程相关施工船舶应按照海事部门的要求接受铅封管理，船舶含油污水由有资质单位的水上移动接收设施接收处理，禁止向海域排放油类污染物。

（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) 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。

(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，禁止高噪声设备夜间施工，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) 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 片区实施陆域回填。

(14) 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。

(15) 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。

(16) 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（含排放口）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) 加强污水排放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  $\text{m}^3/\text{d}$ ) 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, 能有效减少陆域污染源直接排入海域, 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, 环境管理主要依托泉州市南翼置业发展集团有限责任公司。根据工程环境管理的需要, 建设单位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放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。