

中国石油福建液化天然气接收站项目

# 环境影响报告书

(公示稿)

编制单位：福建省环境保护设计院有限公司

建设单位：福建昆仑能源液化天然气有限公司

编制时间：2023年7月

# 目 录

<b>1 概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 建设项目的特点.....	1
1.2 环境影响评价的工作过程.....	2
1.3 分析判定相关情况.....	4
1.4 关注的主要环境问题及环境影响.....	5
1.5 环境影响评价的主要结论.....	21
<b>2 总则</b> .....	<b>22</b>
2.1 编制依据.....	22
2.2 评价目的与原则.....	33
2.3 评价时段.....	33
2.4 环境影响识别与评价因子筛选.....	33
2.5 评价内容与评价重点.....	38
2.6 环境功能区划及评价标准.....	40
2.7 评价工作等级和评价范围.....	63
2.8 主要环境保护目标.....	77
<b>3 建设项目工程概况</b> .....	<b>114</b>
3.1 项目基本情况.....	114
3.2 工程组成.....	115
3.3 天然气组分及物理性质.....	126
3.4 接收站工程.....	126
3.5 接收站涉海工程.....	148
3.6 配套外输管道工程.....	202
<b>4 工程分析</b> .....	<b>349</b>
4.1 施工期环境影响分析.....	349
4.2 运行期环境影响分析.....	368
4.3 产业政策符合性.....	394
4.4 法律法规符合性分析.....	394
4.5 相关规划符合性分析.....	396
4.6 与“三线一单”的符合性分析.....	439

<b>5 环境现状调查与评价 .....</b>	<b>459</b>
5.1 自然环境概况 .....	459
5.2 自然资源概况 .....	478
5.3 周边海域开发利用现状 .....	481
5.4 环境空气质量现状调查与评价 .....	490
5.5 地表水环境质量现状调查与评价 .....	490
5.6 地下水环境质量现状调查与评价 .....	490
5.7 声环境质量现状调查 .....	490
5.8 土壤环境质量现状调查 .....	491
<b>6 生态环境影响评价 .....</b>	<b>492</b>
6.1 生态环境现状调查 .....	492
6.2 生态环境影响分析 .....	492
6.3 生态保护措施 .....	492
<b>7 海洋环境影响评价 .....</b>	<b>493</b>
7.1 海洋环境现状调查 .....	493
7.2 海洋环境影响分析 .....	493
7.3 海洋环境保护措施 .....	493
<b>8 环境影响预测与评价 .....</b>	<b>494</b>
8.1 施工期环境影响分析 .....	494
8.2 运行期环境影响分析 .....	495
<b>9 环境风险评价 .....</b>	<b>497</b>
<b>10 环境保护措施及其可行性论证 .....</b>	<b>498</b>
10.1 施工期环境保护措施 .....	498
10.2 运行期环境保护措施 .....	499
<b>11 环境影响经济损益分析 .....</b>	<b>501</b>
11.1 建设项目总投资 .....	501
11.2 环境效益分析 .....	503
<b>12 环境管理与监测计划 .....</b>	<b>508</b>
12.1 环境管理计划 .....	508
12.2 环境监测计划 .....	518
<b>13 环境影响评价结论 .....</b>	<b>533</b>
13.1 项目概况 .....	533

13.2 环境质量现状.....	533
13.3 主要环境影响.....	539
13.4 施工期环境保护措施.....	554
13.5 运行期环境保护措施.....	557
13.6 环境影响经济损益分析.....	567
13.7 总量控制分析.....	568
13.8 公众参与结论.....	568
13.9 总结论.....	568
13.10 建议.....	569

**专题报告：**

专题一：福建LNG接收站项目环境影响评价专题报告

专题二：中石油福建LNG接收站项目海洋环境影响专题报告

专题三：福建LNG接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告

# 1 概述

## 1.1 建设项目的特点

随着国民经济的发展，我国天然气资源与市场需求之间的缺口越来越大，从国外引进天然气量将逐年加大，尤其是在东南沿海能源缺乏而经济相对较发达地区，而运输方便、安全、清洁、高效的 LNG 则成了相对较优的选择。不管是作为民用燃料、汽车燃料或是燃气调峰，LNG 都有很好的经济效益和市场前景，并且 LNG 运输的方便性还可解决天然气管网不能到达地区的用气问题。随着国家对能源需求的不断增长，引进 LNG 将对优化中国的能源结构，有效解决能源供应安全、生态环境保护的双重问题，实现经济和社会的可持续发展发挥重要作用。

中石油认真贯彻落实国家加快储气设施建设和完善储气调峰辅助服务的要求，积极在具有 LNG 接收站建设条件的福建省福州市规划建设 LNG 项目；福建 LNG 接收站主要为福建省东部及北部地区城市工业与民用提供 LNG 气源，并与规划的中石油西气东输二线、三线工程中转站相结合，逐步向周边地区纵深辐射。

根据《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》：“十四五”期间，福建省将着力构建煤、油、气、核、新能源和可再生能源多轮驱动、协调发展的能源供应体系；完善能源产供储销体系，构建更加清洁低碳的能源供应结构；推进 LNG 接收站建设，加快形成天然气多气源保供的市场化竞争格局。在福建省“十四五”规划中，中石油福建 LNG 接收站被列入“能源发展重大工程”。在福建省建设 LNG 接收站，引进国外天然气，符合国家天然气产业发展规划，同时也符合福建省“十四五”能源发展规划。

中石油福建 LNG 接收站项目的建设具有以下重要意义：

①本项目的建设符合集团公司天然气产业发展规划，也有利于支撑集团公司在海西经济区的发展，同时与江苏和深圳 LNG 接收站一起构成和完善集团公司东南沿海的 LNG 战略布局，增加集团公司在东南和中南地区的储气及调峰能力。

②本项目的建设既满足了市场需求，又保障了下游用户的用气安全性。

③本项目的建设，将引进 LNG，扩大天然气在能源消费中的比重，提高能源利用效率，有利于加快福建省能源结构的调整和优化、保护环境、改善当地居

民生活质量，有助于构建国家生态文明试验区。

由此可见，中石油福建 LNG 接收站项目的建设是势在必行的。

2022 年 8 月 5 日，项目已取得国家发改委的核准批复（见附件 2）。项目位于福建省福清市福州港江阴港区，建设内容主要包括：新建 1 座可靠泊 8 万—26.6 万立方米 LNG 专用泊位，3 座 20 万方 LNG 储罐，配套外输管道、气化、公用工程及辅助工程设施。根据《液化天然气接收站能力核定办法》（SY/T 7434-2018），本接收站最大能力 650 万吨/年。

本项目具体建设内容包括 LNG 接收站工程和配套外输管道工程。

（1）接收站工程建设规模为  $300 \times 10^4 \text{t/a}$ ，拟建 3 座  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  的 LNG 储罐及配套工艺设施、公用工程设施和辅助生产设施，设计储存能力  $60 \times 10^4 \text{m}^3$ ，设计气化能力为  $2700 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，占地面积  $40.9753 \text{hm}^2$ ，预留 1 座  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  的 LNG 储罐（不在本次评价范围内）位置及气化外输设施扩建用地；配套码头工程包括： $15 \times 10^4 \text{GT}$  LNG 泊位 1 个、1000DWT 工作船码头 1 个（施工期兼做大件码头）及海水取排水设施，LNG 码头接卸能力 650 万吨/年，近期吞吐量为 300 万吨/年；生产负荷最高月份均日调峰（正常工况）海水用量  $Q$  为  $25500 \text{m}^3/\text{h}$ ，应急工况时冷排水量为  $42500 \text{m}^3/\text{h}$ ，冷排水温降约  $5^\circ\text{C}$ ；远期预留  $26.6 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 船舶泊位 1 座。

（2）配套外输管道工程起点位于莲峰首站，终点位于福清分输站，线路总长度约 104km，设计压力 10MPa，管径 D1016mm，管材选用 L485M，新建站场 4 座，阀室 4 座。

## 1.2 环境影响评价的工作过程

根据《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》等的规定，中石油昆仑燃气有限公司福建分公司委托北京中油建设项目劳动安全卫生预评价有限公司编制《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》，委托厦门蓝海绿洲科技有限公司编制《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》，委托福建省环境保护设计院有限公司编制《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》。福建昆仑能源液化天然气有限公司拟于 2023 年 6 月成立，并作为本项目的建设单位，委托福建省环境保护设计院有限公司编制《中国石油福建 LNG 接收站项目环境影响报告书》。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目属于“五十二、交通运输业、管道运输业，138 油气、液体化工码头，新建；岸线、水工构筑物、吞吐量、储运量增加的扩建；装卸货种变化的扩建；143 航道工程、水运辅助工程，新建、扩建航道工程，涉及环境敏感区的防波堤、船闸、通航建筑物；147 原油、成品油、天然气管线（不含城市天然气管线；不含城镇燃气管线；不含企业厂区内管道），涉及环境敏感区的”，“五十三、装卸搬运和仓储业 59，149 危险品仓储 594（不含加油站的油库；不含加气站的气库），其他（含有毒、有害、危险品的仓储；含液化天然气库）”，“五十四、海洋工程，157 海上和海底物资储藏设施工程，海上和海底物资储藏设施等工程及其废弃和拆除等；原油、成品油、天然气（含 LNG、LPG）、化学品及其他危险品、其他物质的仓储、储运等工程及其废弃和拆除等；吞吐（储）50 万吨（万立方米）及以上的粉煤灰和废弃物储藏工程、海洋空间资源利用等工程；160 其他海洋工程，工程量在 10 万立方米及以上的疏浚（不含航道工程）、取土（沙）等水下开挖工程；爆破挤淤、炸礁（岩）量在 0.2 万立方米及以上的水下炸礁（岩）及爆破工程”，应编制建设项目环境影响报告书。

环评单位根据工程特征和区域的环境特点，按照环保法律法规、环境影响评价技术导则及技术规范，确定了项目评价内容及评价重点。报告书设置了概述、总则、建设项目工程概况、工程分析、环境现状调查与评价、生态环境影响评价、海洋环境影响评价、环境影响预测与评价、环境风险评价、环境保护措施及其可行性论证、环境影响经济损益分析、环境管理与监测计划、环境影响评价结论、附录附件等章节，重点论述了工程对生态环境、海洋环境、饮用水源保护区及省级风景名胜区的影响。

评价单位在对现场进行了详细调查和踏勘的基础上，组织开展了全面的环境质量现状调查与监测工作。按照环保法律法规、评价技术导则和规范等要求，认真组织编制项目环境影响报告书。

评价单位在开展项目环境影响评价过程中，得到了福州市福清生态环境局、福建昆仑能源液化天然气有限公司（建设单位）、中国石油规划总院（接收站项目可研单位）、中交第四航务工程勘察设计院有限公司（接收站项目码头工程设计单位）、中国石油工程建设有限公司（接收站项目初步设计、配套外输管道设

计单位)等单位的大力支持和协助,在此表示感谢!

## 1.3 分析判定相关情况

### 1.3.1 环境功能区划

根据福州市环境空气质量功能区划,除石竹山风景名胜区-灵石山林场一类区外,本项目所涉及地区的环境空气功能为二类区。

根据《福州市地表水环境功能区划定方案》,本项目涉及的水体环境功能区划为III类区。

根据接收站所在区域的环境规划,LNG接收站及港区执行3类声环境功能区要求。本项目管线所经地区除林地、农田、鱼塘外,主要为乡村地区,所经地区未划定声环境功能区,依据《声环境质量标准》(GB 3096-2008)和《城市区域环境噪声试用区划分技术规范》(GB/T15190)中声环境功能区的划分要求,村庄执行1类声环境功能区要求,居住、商业混杂区域执行2类声环境功能区要求;高速公路、一级公路等交通干线两侧一定区域为4a类功能区,铁路干线两侧区域为4b类功能区。

本项目涉及福清龙高半岛东南部沿海防风固沙与石漠化防治生态功能小区、福清中部农业生态生态功能小区、福清西南部城镇与工业环境生态生态功能小区、福清东张水库重要饮用水源生态功能小区等生态功能区。

### 1.3.2 评价等级

本项目生态环境评价等级为二级。

本项目运行期正常工况下各站场非甲烷总烃最大小时地面空气质量浓度占标率  $P_{max} < 1\%$ ,大气评价等级为三级。

本项目运行期场站产生少量的生活、生产污水,经站场一体化污水处理设备处理后回用或由环卫部门统一处置,不排放到外环境,地表水评价等级为三级B。

本项目接收站工程地下水环境影响评价项目类别为“IV类”,可以不开展地下水环境影响评价;本项目配套外输管道地下水环境影响评价项目类别为“III类”,环境敏感程度为“不敏感”,评价等级为三级。

本项目接收站土壤影响评价等级为二级,配套外输管道工程属于交通运输仓储邮政业中的其他行业,属于IV类建设项目,可不开展土壤环境影响评价。

本项目最高声环境功能区划为 1 类，评价范围内敏感目标噪声级增量 < 3dB(A)，受影响人口数量变化不大，因此确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。

本项目各工程环境风险评价最高等级为一级，工程各部分内容按照各自评价等级开展环境风险分析。

## 1.4 关注的主要环境问题及环境影响

### 1.4.1 主要环境问题

#### (一) 接收站工程

在项目施工期本次评价关注的重点为施工作业及施工过程中产生的生态破坏及弃土弃渣对周边生态环境产生的影响。本项目 LNG 接收站库区依托莲峰山开山建设，不涉及围填海。LNG 码头港池、工作船码港池(含取水口水域)、进港航道等的疏浚及排水管基槽开挖对海域生态环境影响不在本次评价中，具体见 LNG 码头环境影响评价。

在项目营运期，本次评价关注的重点为项目排放废气中各污染物对大气环境产生的影响、项目产生的海水冷排水对海洋环境产生的影响(具体影响情况见 LNG 码头及海洋环境影响评价报告)、LNG 卸载及储运过程中的环境风险水平及风险防范措施等。根据预测和分析，项目营运期排放的废气中各污染物贡献浓度均未出现超标，随着区域削减方案的实施，项目建成后区域环境空气质量得到整体改善，对大气环境产生的影响可以接受；运营期本工程排放的冷水中余氯在海水潮流作用下，将很快衰减，仅靠近排水口的区域余氯浓度较高，对排水口周边水质影响不大。根据数模计算结果本项目冷海水排放对附近海域温降超过 1.0°C 的影响面积均仅局限在排放口附近最大 0.065km<sup>2</sup> 范围内，而温降超过 4.0°C 的影响面积最大不超过 0.001km<sup>2</sup>，明显小于余氯影响面积。本项目冷海水排放与余氯影响面积总体是重叠的，对海洋生态影响小于余氯影响；同时根据对项目环境风险进行的分析和计算，事故状态下，在最常见气象条件及最不利气象条件下，均未出现甲烷的大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2，也未出现 CO 的大气毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2。出现船舶事故引起燃料油溢漏入海，将对当地的海洋生态造成较大的污染损害，项目制定了相应的风险防范对策，配

备了相应的风险应急物资和设备，防范此类事故的发生。

## （二）配套外输管道工程

本次评价的主要调查沿线的自然环境特征、环境空气质量现状、地下水、地表水、站场噪声等环境要素的环境质量，分析规划符合性，管道建设对生物多样性、生态完整性等生态环境的影响，根据环境质量现状调查，分析管道及站场周围环境质量现状和存在的环境问题，分析项目污染物排放对周边环境的影响、针对典型工程段提出具体的环保措施并论证其可行性，分析管道在运营过程存在的环境风险，提出合理的运营管理要求和监测计划。

针对拟建工程特点和所经过地区的环境特征及沿线的敏感保护目标，在工程分析的基础上，确定本项目的以生态影响评价、环境风险评价为工作重点。具体如下：

- （1）路由选线和站场选址可行性分析；
- （2）施工期生态环境影响评价；
- （3）运行期环境风险评价；
- （4）工程穿越东港段、二级饮用水源保护区及省级风景名胜区的可行性及环境保护措施分析。

## 1.4.2 环境影响

### 1.4.2.1 大气环境影响分析

#### （1）施工期

施工废气污染源主要来自地面平整、土石堆放等施工和运输车辆行驶产生的扬尘（粉尘）、施工机械（柴油机）和运输车辆排放的尾气，烟气中的主要污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CmHn 等；管线施工过程中焊接产生的有机废气等。这些污染物将对环境空气造成一定程度的污染，但这种污染是短期的，工程结束后，将不复存在。

#### （2）运行期

接收站工程运行期有组织废气主要为长明灯燃烧废气，长明灯采用天然气为燃料，主要污染物排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)中的二级标准限值要求。无组织废气主要是运营过程中排放的非甲烷总烃，厂界无组织特征污染物非甲烷总烃厂界浓度满足《大气污染物综合排放标准详解》中

的表 2 无组织排放监控浓度限值。

配套外输管道工程运行期正常工况下各站场非甲烷总烃最大小时地面空气质量浓度占标率  $P_{\max} < 1\%$ ，因此本项目运行期对大气环境影响较小。

#### 1.4.2.2 地表水环境影响分析

##### (1) 施工期

施工期对地表水的影响主要表现为试压废水、生活污水的影响及在水源地、河流穿越施工过程中对地表水体的影响。试压用水重复利用率可达 50%以上，水中的主要污染物为悬浮物 ( $\leq 70\text{mg/L}$ )，对环境的影响不大；施工队伍的食宿依托当地的社会资源，施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统，对环境影响较小。

本工程在东港穿越段采用水下隧道的方式进行敷设，不涉及海上开挖等施工作业。管道穿越地层为海床底部中风化基岩，隧道埋深大于 28.65m，东港隧道施工期间仅在钻爆施工过程中岩层爆破引起的震动可能会引起海床表层沉积物轻微的扰动，不会导致大量悬浮泥沙扩散，且运行期封闭运行，不产生污染物，不会对海水水质产生影响。

本项目已取得《福清市人民政府关于福建 LNG 接收站配套外输管道穿越二级饮用水源保护区有关问题的复函》（融政函〔2022〕154 号），福清市人民政府原则同意福建 LNG 接收站配套外输管道穿越东张水库、北林水库二级饮用水源保护区；项目将严格按照《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规要求，在施工期落实各项污染防治措施，以确保饮用水源地水质安全。

本工程在洋门村连片鱼塘、义庄村连片鱼塘、洋边村连片鱼塘、北郎官村连片鱼塘等处采用采用穿越。定向钻穿越是一种环境影响较小的穿越施工方法，基本不会对水环境造成影响。穿越过程中需要在入土点与出土点分设泥浆池，施工结束后泥浆池恢复原有地貌，对地表水体造成的影响很小。

本工程穿越小河流、水渠、小鱼塘处，因水深较浅，河段实际水域宽度较小，考虑采取大开挖方式。围堰封堵过程会对水质产生影响，使围堰周边局部水域的混浊度提高。

##### (2) 运行期

接收站工程运行期废水包括生活污水、生产废水等。本工程各排水点收集的

生活污水收集后经化粪池净化处理后，统一排至站内的一体化埋地生活污水处理装置，生活污水处理达标后部分用于站内绿化及冲洗道路，不外排。本工程机修废水、初期雨水等含油废水收集后经重力流排入站内含油污水收集池，由含油污水提升泵送入一体化含油污水处理装置处理，分离出的废油统一在污油罐储存，定期外运，处理后的污水进入生活污水处理装置进一步生化处理，达标后的废水用于站内绿化。因此，本项目废水可达到全部回用不外排，不会影响周边水体水环境功能。

配套外输管道工程的南郑分输站、江阴分输站和福清联络站 3 座新建站场附近均无市政污水管网系统可依托，故南郑分输站站场内的生活污水通过化粪池预处理后，再排入埋地式 MBR 污水处理装置进行处理，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化，当有多余回用水量时，交由当地环卫部门外运处置；江阴分输站和福清联络站生活污水极少，故重力流至化粪池内处理后，用于站内绿化，或定期由环卫部门外运处置。项目生产废水经沉淀后回用于站场绿化，不外排。因此项目运行期对地表水环境影响较小。

#### 1.4.2.3 地下水环境影响分析

##### （1）施工期

站场在施工期产生的废污水均可得到有效处置，不外排，不会对站场周边地下水环境造成影响；管道敷设开挖面较小、施工期较短，仅对地下水产生少量的扰动；另外施工结束后将及时覆土，产生影响较小。

##### （2）运行期

接收站工程运营期工艺冷排水水质未受污染，换热后直接排海(冷排水对海洋环境的影响不在本评价范围内，具体见海洋环评文件)；其余废水均有效收集，分质处理，经处理达标后回用或外委处置，不对外直接排放。工程建设区域有很厚的粉质粘土层，粉质粘土的渗透系数较小，对防渗极为有利。且针对本项目厂区不同区域，划分为重点防治区和非污染区，按照相应标准进行防渗。综上，拟建工程运营期对周围地下水环境影响较小，可以为环境所接受。

运行期管道输送天然气为不含水的烷烃类气体。天然气在正常情况下挥发，对地下水水质无不良影响，另外管道防腐设计严格按照相关规定，采用外防腐层

和阴极保护联合保护的方案对管道进行保护，因此对地下水也不会造成影响。

#### 1.4.2.4 声环境影响分析

##### (1) 施工期

施工期噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、吊管机、电焊机、推土机、定向钻机、混凝土搅拌机、混凝土翻斗车、混凝土震捣棒、切割机、柴油发电机等，其强度在 85~100dB (A)。在施工场地 160m 外，各个施工机械产生的噪声均可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》昼间标准的要求。施工噪声大多为不连续性且具有分散性，一般在白天施工，不会对夜间声环境产生影响，噪声会随着施工作业的结束而消除。因此，施工噪声对周围环境影响不是很大。

##### (2) 运行期

接收站工程主要噪声主要来源于压缩机等，经采取相应的消声减振措施，经厂房隔声和距离衰减后，厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准。

配套外输管道工程在正常工况下，运行期各站场昼、夜间厂界噪声贡献值均未超标。本项目各厂界均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的 2 类标准，厂界噪声达标，项目站场噪声对周围声环境影响较小。

#### 1.4.2.5 固体废物环境影响分析

##### (1) 施工期

本项目施工期产生的疏浚物均属清洁疏浚物 (I 类疏浚物)，将会严格按照相关管理要求外抛到兴化湾外倾倒区，倾倒后不会使海域有害物质的含量明显增加。

施工船舶垃圾不得随意倒入海域，统一由有资质单位接收处理。施工单位应与经福州市海事部门认可的船舶垃圾接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶垃圾的接收处理。在采取上述措施的情况下，施工船舶垃圾对海域环境不会产生不利影响。运营期船舶垃圾委托有资质单位接收处理，对海域环境不会产生不利影响。

施工期产生的固体废物还有生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土弃渣和施工废料等。

本工程用砂石料在当地购买，工程未设置取土 (石、料) 场。本工程沿线开

挖回填后的余方全部回填至管道施工作业带，工程未设置弃土（石、料）场。

管道敷设施工场地设置在管道作业带内，施工材料、设备尽可能堆置在作业带内，避免施工对地表造成二次扰动；定向钻、顶管穿越工程的施工场地布置在临时征地范围内，施工结束后，立即对施工场地进行地貌恢复和植被恢复或复耕，控制水土流失发展；站场和阀室施工场地全部布设在站场和阀室永久占地内，完成施工和组装，减少占地和地表的扰动。施工队伍的食宿等依托社会资源解决。

定向钻施工使用配制泥浆，其主要成份为膨润土，含有少量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，呈弱碱性，大部分泥浆重复利用，到施工结束后剩余泥浆经 pH 调节为中性后，经固化处理后就地埋入防渗泥浆池；建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，做到土石方平衡。

## （2）运行期

接收站工程生活垃圾经收集后交环卫部门清运，一般固废经暂存后综合利用；危险废物经暂存后交有资质单位处置。在严格按照评价提出的堆存和处置利用措施后，项目产生的固体废弃物均得到妥善处置和综合利用。对周围环境影响可接受。

配套外输管道工程运行期产生的固体废物主要有站场工作人员产生的生活垃圾、清管收球作业产生的废渣和分离器检修产生的废渣。生活垃圾经收集后由环卫部门定期清运处置；清管收球作业将产生少量废渣，主要成份为氧化铁粉末和粉尘，定期清理送至附近垃圾填埋场进行填埋处置，项目产生的固体废物均得到妥善处置，对周围环境产生的影响很小。

### 1.4.2.6 生态环境影响分析

#### （1）土地利用影响分析

根据现场调查并结合遥感解译结果，永久性占地的主要类型是林地，对沿线地区现有土地利用格局的影响较小。

本项目临时性工程占地主要为施工作业带占地，其他临时占地为穿越工程施工场地及施工便道等临时占地。管线施工便道属于临时性工程占地，施工结束后大部分即可恢复原有用地使用性质，一部分的施工便道将作为农村道路或者管道维护的方便而保持下来，虽然改变了其原有的用地性质，但由于保留的施工便道比较少，不会对区域土地利用格局产生较大影响。

## （2）沿线植被影响分析

本项目永久占地占用的土地类型主要为林地，永久占用的林地对农业生产的影响具有不可恢复性，必须严格落实地方有关征地补偿手续及其费用，降低永久性占地对林业、农业生产的影响。

在管线施工过程中，开挖管沟区将底土翻出，使土体结构几乎完全改变。挖掘区植被全部被破坏，其管线两侧的植被则受到不同程度的破坏和影响。本管道项目施工期将临时占用林地和耕地，这将对沿线地区的林业生态环境和农业生态环境产生影响，表现为对林木生物量和农作物产量减少的影响。施工期沿线工程占地导致植物生物量损失，项目占地对沿线植被生物量的影响主要表现为林地生物量损失。

## （3）沿线动物影响分析

施工区内所占用的水田、池塘等面积不大，影响的动物种群数量有限；管线工程建设不涉及鸟类的栖息地，不会对鸟类产生较大的影响，对其种类、数量均无不良影响。

## （4）景观生态影响分析

项目沿线地形地貌主要以低山丘陵为主，其次为冲积平原。沿线生态系统类型主要为森林生态系统、农田生态系统和人工建筑生态系统。管道施工期间会直接影响到施工作业带区域内的各类景观，由于管道施工对农业景观的影响是短暂的，其影响将随着施工结束后的覆土种植而逐渐消失，农田植被可恢复到原来的景观类型，因此对农田景观影响不大。相对而言，工程对林地景观的影响较大，因为林地在受到人类干扰和破坏后，其恢复时间较长；站场建设将形成永久性建筑物，局部原生态景观彻底改变。但从整体看对景观生态格局影响不大。

## （5）占用基本农田的影响

接收站工程涉及的基本农田约 18.002 公顷。配套外输管道工程永久占地 5.73hm<sup>2</sup>，不占用基本农田。临时占地 254.6356hm<sup>2</sup>，其中临时占地占用约 63.4hm<sup>2</sup>的基本农田。管道施工临时占地对农业生产的影响，主要表现为耽误一季农作物生产，二季农作物减产，这种影响是暂时的。

## （6）占用公益林的影响分析

接收站工程涉及的公益林约 20 公顷。根据现状调查，配套外输管道工程永

久用地共占用省级以上生态林 0.57hm<sup>2</sup>，沿海基干林带 0.019hm<sup>2</sup>；临时用地占用省级以上生态林 37.88hm<sup>2</sup>，沿海基干林带 3.86hm<sup>2</sup>。

工程开工前需明确公益林的占用范围，须按有关规定办理用地审核、林木采伐审批手续，并按照《中华人民共和国森林法》、《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局第 35 号令）《福建省生态公益林管理条例》等有关规定进行补偿。工程开工前，需明确涉及的沿海基干林带是否属于特殊保护林带，若属于，应按照《沿海国家特殊保护林带管理规定》、《福建省沿海防护林条例》等有关规定办理报批手续。

#### （7）土壤生态的影响分析

管道在施工过程中，无论是敷设管道、建设阀室还是建设站场，由于挖掘、碾压、践踏、堆积物品等均会使土壤结构破坏，生产力下降。本项目沿线的土壤以砖红壤性红壤、红壤、盐土、风砂土、水稻土为主。在管道施工过程中，尽量缩小施工范围，减少对土壤的人为干扰，必须严格执行表土分层堆放，分层回填，尽可能降低对土壤结构和养分的影响。施工完毕，应及时整理施工现场，平整土地，恢复植被。

#### （8）对生态敏感区的影响分析

本项目管线涉及石竹山省级风景名胜区，但不涉及核心景区，且施工活动是暂时的，因此对石竹山省级风景名胜区的影响较小。目前，建设单位已委托编制完成《福建 LNG 接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案》，并取得《福清市石竹山风景名胜区管理委员会关于福建 LNG 接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案审查意见的复函》（融石景函〔2022〕23 号）以及《福州市林业局关于福建 LNG 接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案的核准意见》（榕林审〔2022〕1 号），原则同意项目在石竹山风景名胜区内的选址方案。

### 1.4.2.7 海洋环境影响分析

#### 一、接收站工程

##### （一）海洋水文动力环境影响

（1）本项目海上工程主要为新建码头泊位、引桥（采用高桩透水结构），及回旋水域和进港航道局部的开挖，工程后水工结构对工程海域涨落潮流态影响

较小，回旋水域开挖后流速有所减弱，流向总体上变化不大，回旋区南北面水域涨落潮潮流有所加强，工作船水域、取排水附近水域潮流流态变化不大。

(2) 工程实施后，流场强度变化的范围主要在新建码头泊位前后沿、回旋水域、引桥附近水域、工作船水域及回旋水域南侧的进港航道段，工程区外的广大海域流速几乎没有变化。

落潮过程流速减小的区域主要分布于新建码头、工作船的港池水域，平均流速减小约 0.05~0.3m/s，流速增加的区域主要分布于港池北侧和东南侧水域，流速增加约 0.02~0.1/s。涨潮平均流速变化范围、量值小于落潮过程。

(3) 本工程潮流场影响范围周边基本上无已建工程，故本工程实施对周边工程无影响。

## (二) 地形地貌与冲淤环境影响

(1) 码头工程实施后，新建码头停泊水域平均年淤强约 11.8cm/a，回旋水域平均年淤强约 16.9cm/a，进港航道有一处需要开挖，平均年淤强约 14.3cm/a，工作船港池（含取水口）平均年淤强约 15.7cm/a，本工程总回淤量约 27.69 万 m<sup>3</sup>/a。

(2) 除工程水域外新建码头停泊水域后沿泥沙年淤强约 15~20cm/a，码头回旋水域北侧冲刷约 2~10cm/a。

(3) 由于工程区海域底质主要为粘土质粉砂，粉沙含量很小，故基本上不会出现粉沙质海岸特有的骤淤问题。

在台风浪下计算一次台风（12 级，2 天）下相关水域可能的淤强，得到新建码头停泊水域、回旋区、工作船水域（含取水口）平均淤强约 5cm。

运营期建设单位应定期测量港池、航道水深，并根据测量结果及时进行维护性疏浚。

## (三) 海水水质影响

### 1、施工期泥沙入海数值模拟表明：

(1) 施工入海悬沙主要在作业区西北和东南两侧海域随涨落潮流扩散，最终的扩散区域近似长方形，超过 10mg/l 包络线东西宽约 2.0km，南北长约 4km。

(2) 施工期悬沙影响最大范围大于 10mg/l 的包络面积为 5.659km<sup>2</sup>，大于 100mg/l 的包络面积为 0.451km<sup>2</sup>，大于 150mg/l 的包络面积为 0.318km<sup>2</sup>。

2、营运期冷排水对水环境影响预测结果表明：

(1) 温度扩散的分布规律与当地水流流速分布以及工程局部的岸线、地形密切相关。涨、落急时刻，水流流速较大，对流扩散能力较强，排水口处温度与周边差异小，当涨、落憩时刻，水流流速较小，对流扩散能力相对较弱，不利于冷排水的扩散，排水口处温度相对较低。

(2) 总体而言，25500m<sup>3</sup>/h(生产最大水量)下，推荐方案冬、夏季温降 $\leq -1.0^{\circ}\text{C}$ 的包络面积分别为0.031 km<sup>2</sup>和0.020 km<sup>2</sup>，温降 $\leq -4^{\circ}\text{C}$ 的包络面积较小，不足0.001 km<sup>2</sup>。

42500m<sup>3</sup>/h(应急最大水量)下，推荐方案冬、夏季温降 $\leq -1.0^{\circ}\text{C}$ 的包络面积分别为0.095 km<sup>2</sup>和0.090km<sup>2</sup>，温降 $\leq -4^{\circ}\text{C}$ 的包络面积也较小，不足0.001 km<sup>2</sup>。

(3) 冷排水扩散对取水口影响总体较小，25500m<sup>3</sup>/h(生产最大水量)下，推荐方案冬、夏季取水口处最大温降分别为0.37 $^{\circ}\text{C}$ 和0.31 $^{\circ}\text{C}$ 。42500m<sup>3</sup>/h(应急最大水量)下，推荐方案冬、夏季取水口处最大温降分别为0.61 $^{\circ}\text{C}$ 和0.47 $^{\circ}\text{C}$ 。

3、营运期余氯对水环境影响预测结果表明：余氯扩散的形态与温度扩散的形态类似，25500m<sup>3</sup>/h(生产最大水量)下，余氯浓度增量 $\geq 0.01\text{mg/l}$ 和 $\geq 0.02\text{mg/l}$ 的包络面积分别为0.093km<sup>2</sup>和0.012 km<sup>2</sup>。42500m<sup>3</sup>/h(应急最大水量)下，余氯浓度增量 $\geq 0.01\text{mg/l}$ 和 $\geq 0.02\text{mg/l}$ 的包络面积分别为0.206km<sup>2</sup>和0.059 km<sup>2</sup>。

#### (四) 海洋沉积物环境影响

本工程对海域沉积环境的影响主要为施工期施工引起的悬浮泥沙扩散和沉降引起的附近海域表层沉积环境变化。在落实环保措施的情况下，悬浮泥沙扩散和沉降不会引起海域总体沉积环境质量变化。

本项目施工污水主要为船舶油污水和船舶工作人员生活污水。以上污水委托有资质的接收单位接收处理，禁止在作业海域直接排放入海，则对海域水质和沉积物环境基本上没有影响。此外，施工中将一般工业固废和生活垃圾统一收集，由有资质的接收单位接收处理，禁止直接排入海域，则对工程海域沉积物质量基本不产生影响。

营运期间的船舶的含油污水和船舶工作人员生活污水按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)要求由船舶自备污水处理设施处理后在外海达标排放，如在港区内需要接收处理的，须由有资质的接收单位接收处理，建设单

位应在项目营运前与有资质的接收单位签订接收处理协议，由有资质的接收单位对码头船舶运营期产生的污水和固废进行接收处理。在采取上述环保措施后，营运期船舶污染物均不排放入海，不会对工程附近海域的沉积环境造成不利影响。

## **（五）海洋生态环境的影响**

### **（1）施工期海洋生态环境影响**

#### **①入海泥沙及水下爆破对海洋生态影响**

本工程施工期 LNG 码头港池和工作船码港池（含取水口前沿水域）、支航道等的疏浚，取水口头部局部炸礁，排水头基槽开挖、LNG 码头、引桥、工作船码头桩基施工及施工便桥和施工平台搭建和拆除建设等会导致工程周围海域海水中悬浮物浓度增大，增加海水浑浊度，对附近海域海洋生物造成不利影响。

水下爆破形成水下冲击波作用和地震波作用，也将对附近海域海洋生物和海水养殖造成不利影响。

#### **②疏浚、基槽开挖及水工构筑物占用海域海洋生态影响**

疏浚对底栖生物的直接影响首先表现在挖泥区范围内的底栖生物将被彻底地损伤破坏，挖泥所激起的悬浮泥沙的二次沉淀将掩埋挖泥区两侧的底栖生物，此外，由于挖泥机械搅动，使得海底淤泥和细砂悬混上浮，从而在作业区内产生一条羽状浑浊带，对海洋生物，特别是对底栖生物造成很大的影响，将导致大量底栖生物死亡，影响范围主要在挖泥区 100m 左右范围内。

本项目取水口、排水头基槽开挖对底栖生物可表现在三个方面；一是取水口、排水头基槽开挖时，挖沟所经过区域中的底栖生物将全部破坏而死亡。二是基槽开挖导致基槽周边底栖生物被掩埋而窒息死亡。三是施工所掀起的大量沉积物对海水中悬浮泥沙浓度的影响，导致海水透明度和光照下降，对饵料生物的生长、发育、繁殖造成影响，从而对底栖生物造成一定程度的影响。

#### **③水工构筑物对滨海湿地影响**

本项目工作船码头平台、LNG 码头工作平台、靠船墩、系缆墩、引桥、控制楼平台，平水管引桥等桩基直接占用海域总面积约为 440m<sup>2</sup>；支航道及港池疏浚区约 3.63 ha 位于水深 0m~-6m（1985 国家高程）海域。根据已公布的《福建省重要湿地名录（第一批）》，《福建省福州市福清市一般湿地名录（第一批）》，本项目所占海域不属于重要湿地，属于福清市“一般湿地”，具有的生态系统服务

功能主要包括供给功能、调节功能、支持功能。造成的海洋初级生产力年损失约为 0.56tC/a; 导致的气体调节服务功能的损失为每年固定  $CO_2$  的损失量约为 2.05t, 向大气释放  $O_2$  的损失量约为 1.5t。总体而言, 由于本项目直接占海面积较小, 对区域滨海湿地影响较小, 不会造成评价海域物种多样性降低的生态问题, 对后方占岸线的干扰调节服务影响也较小。

## (2) 运营期海洋生态环境影响

### ①冷排水对海洋生态环境的影响

除夏季和秋初(6月~9月), 其余月份评价海域海水环境水温相对较低时(环境水温 $<25^{\circ}C$ ), 本项目冷排水温降 $>3^{\circ}C$ 时(全潮最大影响包络面积约  $0.001km^2$ )的影响范围内, 将不利于浮游生物发育, 对排放口附近海域浮游生物种数、密度和生物量均起抑制作用; 但在夏季和秋初时(6月~9月), 海水环境水温相对较高时(环境水温 $>25^{\circ}C$ ), 冷排水导致的海水温降 0.5 至  $3^{\circ}C$ 的影响范围内, 浮游生物种类组成、数量则会受到一定促进影响, 群落结构将会发生一定变化。

除春末至秋末(5月~11月), 12月至翌年4月评价海域海水环境水温相对较低时(环境水温 $<20^{\circ}C$ ), 本项目生产最大水量和应急最大水量下冷排水温降超过  $1^{\circ}C$ 时(全潮最大影响包络面积冬季分别约  $0.031km^2$  和  $0.095 km^2$ )的影响范围内, 超出大部分鱼类适温范围, 鱼类繁殖、胚胎发育、鱼苗的成活可能将受到一定的影响, 幼鱼和成鱼则会产生回避反应, 会改变冷排水影响区鱼类的正常分布, 引起群落结构变化, 尤其是强降温区(温降 $>3^{\circ}C$ , 全潮最大影响包络面积约  $0.001km^2$ )的鱼类受危害将比较明显; 夏季和秋初(6月~9月), 当评价海域海水环境水温相对较高时(环境水温 $>25^{\circ}C$ ), 冷排水温降 $\leq 3^{\circ}C$ 时, 降温仍在评价海域大部分鱼类适温范围内, 对评价海域鱼类生长不会造成明显影响, 一定范围内鱼类种群数量随水温降而提高, 并且鱼类的迁入增多、迁出减少, 其个体数量也增加, 但会引起鱼类产卵行为和鱼类群落结构的变化。

评价海域底栖生物以多毛类和甲壳类为主。可以预测, 由于 LNG 接收站冷排水的长期排放, 在强降温区即温降 $>3^{\circ}C$ (全潮最大影响包络面积为冬季, 小于  $0.001km^2$ )的影响范围内, 底栖生物生物量及种群结构将发生明显变化, 底栖生物将减少; 在  $1^{\circ}C$ (全潮最大影响包络面积为冬季, 生产最大水量时约  $0.031km^2$ , 应急最大水量时约  $0.095 km^2$ )~ $3^{\circ}C$ 温降影响范围内底栖生物种群结构将会缓慢

变化；在温降 $<1^{\circ}\text{C}$ 影响范围内底栖生物群落结构变化不大。

除 6~9 月外，其余月份在海水环境水温相对较低时（环境水温 $<25^{\circ}\text{C}$ ），冷排水温降 $>3^{\circ}\text{C}$ 时（全潮最大影响包络面积为冬季，小于  $0.001\text{km}^2$ ），超过评价海域大多数甲壳类生物，尤其是幼体适宜温度，对甲壳类生长产生不利影响，但在海水温度较高时（6 月~9 月，环境水温 $>25^{\circ}\text{C}$ ），在冷排水温降 $<3^{\circ}\text{C}$ 影响范围仍在评价海域大部分甲壳类生物成体和幼体适温范围内，对评价海域甲壳类（虾、蟹）生长不会造成明显影响，一定范围内甲壳类种群数量随水温降而提高，引起甲壳类群落结构的变化。

### ②余氯排放对排水口海域生态环境的影响

余氯伴随冷排水排入海域，在海域潮流的作用下，余氯在环境水体中衰减较快，在排放口附近浓度相对较高，其中冷排水排放余氯  $0.01\text{mg/L}$  等浓度线的全潮最大包络面积，在生产最大水量时约为  $0.093\text{km}^2$ ，在应急最大水量时约为  $0.206\text{km}^2$ ，在此影响范围内对水生生物幼体如游泳生物、底栖生物受精卵或幼体、仔鱼及浮游动植物产生一定的影响，对鱼类将产生慢性损伤；冷排水排放余氯  $0.02\text{mg/L}$  等浓度线的全潮最大包络面积，在生产最大水量时约为  $0.012\text{km}^2$ ，在应急最大水量时约为  $0.059\text{km}^2$ ，在此范围内余氯排放还将对甲壳类产生一定影响。

### ③取、排水系统卷吸效应对取水口附近海域海洋生物影响

由于取水系统水泵急速抽取海水，致使水生生物与取水系统的旋转滤网、拦污栅产生机械碰撞损伤，对周围海域海洋生物产生一定的卷吸效应。正常情况下取水口所取海水中约有 40% 的游泳生物个体较大者可能被夹带冲撞在过滤网上而死亡，而通过过滤网的幼体则会遭受海水降温过程中的各种物理和化学过程。

### ④突然温降、残余氯和机械夹带对被卷吸生物的协同效应

本工程排水过程中的海洋生物和渔业资源将受到冷排水、余氯及取水系统卷吸机械夹带等几个方面的协同影响。受协同效应的生物主要是进入 LNG 接收站海水循环系统中的浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼、微生物、游泳生物幼体等。随着 LNG 接收站运营期取水口机械卷载效应、温降和余氯水的共同影响，工程区域附近鱼卵仔鱼密度及游泳生物可能会有一定幅度变化。

## (3) 海洋生物资源损失量

本工程施工期造成的临时性海洋生物损失，鱼卵总计  $3.077\times 10^6$  粒、仔稚鱼

总计  $4.487 \times 10^6$  粒、幼鱼 57298 尾、头足类幼体 666 尾、虾类幼体 53735 尾、蟹类幼体 18501 尾；鱼类成体 94995 尾、头足类成体 609 尾、虾类成体 55936 尾、蟹类成体 33423 尾；底栖生物 46.75t。临时和永久直接占海海域造成的底栖生物损失分别为 28.45t 和 0.28t。营运期每年造成的海洋生物损失，鱼卵总计  $3.32 \times 10^6$  粒、仔稚鱼总计  $5.17 \times 10^6$  粒、幼鱼 72798 尾，头足类幼体 847 尾，虾类幼体 68270 尾，蟹类幼体 23505 尾；鱼类成体 94479 尾、头足类成体 605 尾、虾类成体 55633 尾、蟹类成体 33241 尾。

本项目管道铺设涉及海洋部分的为东港穿越工程。由于本工程采用水下隧道方式穿越东港海域，管道穿越地层为海床底部中风化基岩，隧道在海床底下最小埋深为 28.65m，隧道进出洞口均位于岸线两侧，不涉及海上施工，施工期和运行期污染物不排海。施工过程中岩层爆破引起的震动可能会引起海床表层沉积物的扰动，但由于隧道埋深及较大，这种影响是暂时且轻微的，不会导致大量悬浮泥沙扩散，对海洋环境影响微小，在可接受范围内。

#### 1.4.2.8 环境风险影响分析

##### （一）接收站工程

项目涉及的主要危险物质为天然气，涉及的生产系统主要是 LNG 存储系统等。根据项目的工程资料、类比国内外同行业和同类型事故，项目的主要风险类型为危险物质泄露以及由此引发的火灾、中毒事故。本项目的最大可信事故确定为 LNG 储罐泄漏孔径为 50mm(大型泄漏)。

通过风险防范措施的实施和应急预案的建立，可以最大限度防止风险事故的发生和有效处置环境风险事故，并结合企业在下一步建设和运营过程中不断优化和完善的风险防范措施和应急预案，在此情况下，建设单位环境风险可以有效防控，对环境的不利影响可以得到有效的控制，项目风险水平可接受。

##### （二）接收站配套码头等涉海工程

本项目海洋环境风险最大可信事故是：施工期施工船舶在施工区域发生燃料油泄漏事故，运营期 LNG 船在主航道与进港直航道交汇处发生碰撞导致燃料油、LNG 泄漏事故。

##### （1）溢油事故影响

溢油影响采用油粒子模型模拟，预测施工期码头前沿（O1）溢油 54T，以及

营运期主航道与进港支航道交汇处（O2）溢油 1000T，在静风、NNE 风 6.2m/s，SW 风 6.6m/s、SSE16.8m/s 的风况组合条件下，高潮、落急、低潮和涨急时刻事故性泄漏对海域环境的影响。预测结果表明：

1) 从油膜漂移情况来看，油品泄漏后漂移范围受泄漏位置、初始泄漏潮时和风况影响，泄漏后初始几个小时，油膜面积较小，厚度较厚，而后油膜逐渐分散，面积增大而油膜厚度变薄。

2) 在同样泄漏位置和源强下，不同风况对油膜漂移范围影响较大。

3) O1 溢油点位于新建码头前沿，静风下，油膜主要在兴化湾口目屿至湾外塘屿间海域及高山湾等海域漂移；NNE 风下，油膜主要在溢油点附近海域至南日岛南部外海海域漂移；SW 风下，油膜主要在溢油点附近沿岸海域至平潭岛西南侧、东南侧沿岸海域及高山湾沿岸等海域漂移；SSE 风 16.8m/s 下落急时刻溢油，油膜主要在溢油点至高山湾海域漂移。

O1 溢油点各工况中，工况七 NNE 风下低潮时刻溢油 72 小时后扫海面积最大，约 625.11km<sup>2</sup>，油膜漂移最远的为工况六（NNE 风下落急时刻溢油），其最远处距溢油点约 45.89km。工况一~十三影响的敏感目标较多，主要有工程周边海域养殖区，南日岛周边养殖区，距工程区较远的各类生态保护红线区、海洋保护区等，其中溢油点旁的仁屿西侧海带养殖区除工况十一外各工况溢油均影响到，最短溢油响应时间为 0 小时。

4) O2 溢油点位于主航道与进港支航道交汇处，静风下，油膜主要在兴化湾口目屿至湾南日岛东侧间海域漂移；NNE 风下，油膜主要在溢油点附近海域至平潭岛西侧、东南侧前沿海域漂移；SW 风下，油膜主要在溢油点附近沿岸海域至平潭岛西南侧、东南侧沿岸海域及高山湾沿岸等海域漂移；SSE 风 16.8m/s 下涨急时刻溢油，油膜主要在溢油点至高山湾海域漂移。

O2 溢油点各工况中，工况十九 NNE 风下落急时刻溢油 72 小时后扫海面积最大，约 879.8km<sup>2</sup>，油膜漂移最远的为工况十八（NNE 风下高潮时刻溢油），其最远处距溢油点约 43.65km。O2 点溢油工况十四~二十六影响的敏感目标主要有工程周边海域养殖区，南日岛周边养殖区，距工程区较远的各类生态保护红线区、海洋保护区等，其中影响到的工程周边养殖区较 O1 点溢油少，溢油响应时间最短的敏感目标为高山湾海带养殖区，溢油响应时间为 4 小时。

施工单位和建设单位对船舶事故溢漏事故应引起足够的重视,做好风险防范措施与应急预案,配备相应的风险应急设施,并积极与福州市海域船舶污染应急指挥部及溢油应急单位以及福州海事局保持联系,如遇紧急情况,及时采取应急措施控制事故影响。

## (2) LNG 泄漏事故影响

当 LNG 与温暖液体(如海水、水)接触受到突然加热时, LNG 会发生爆炸式沸腾,从而导致局部过压释放。LNG 泄漏到水面、船面、码头地面,沸腾气化后与周围的空气混合成冷蒸气雾,在空气中冷凝形成白烟,再稀释受热后与空气形成爆炸性混合物。泄漏至海洋环境中,一小部分立即急剧气化成蒸气,形成的冷气体在初期比周围空气浓度大,易形成云层或层流。泄漏的液化天然气的气化量取决于大气、海水、地面的热量供给,刚泄漏时气化率很高,一段时间以后趋近于一个常数,这时泄漏的液化天然气就会在船面、水面上形成一种液流。由于 LNG 液体泄漏后迅速气化,凝结形成的混合气体的范围一般在 200~300m 以内,在海水中气化会引起海水局部水温迅速下降,形成低温区域,导致一定范围内的生物死亡或冻伤,对海洋生物产生暂时的不利影响,随着气化的进行 LNG 会逐步挥发直至消失,对周围海洋环境影响较小。

## (三) 配套外输管道工程

本项目主要大气环境敏感目标为距离项目管线中心线两侧 200m 范围内的村庄等人口集中居住区。

通过对本项目运行过程中的风险识别,选择了阀室和站场之间管道的天然气泄漏、天然气燃烧次生污染作为大气环境风险事故进行了分析。事故状态下,各最大可信事故未出现甲烷毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2,本项目距离管道中心线两侧 200 范围内关心点甲烷浓度均约等于 0,且管道两侧均未达到甲烷毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2;各最大可信事故未出现一氧化碳毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2,本项目距离管道中心线两侧 200 范围内关心点 CO 浓度均约等于 0,且管道两侧均未达到一氧化碳毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2。

本项目在事故状态下,泄露天然气将挥发至大气环境中,天然气对地表水、地下水水质的直接影响较小。

## 1.5 环境影响评价的主要结论

本项目属于《国家产业结构调整指导目录》（2019 年本）中的鼓励类项目，与国家产业政策和能源发展战略规划、福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要、福建省“十四五”生态环境保护专项规划和福建省“十四五”现代综合交通体系专项规划相符；本项目涉海工程建设与《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》和“海洋两空间内部一红线”的管理要求兼容，与“三区三线”的要求、《福建省海洋主体功能区规划》、《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020 年）》、《福建省湿地保护条例》、《福州港总体规划》及其环评的要求相符。项目建成后可以改善沿线地区燃料结构，减少大气污染物的排放，改善沿线用气地区的环境空气质量，因此，本项目建设对优化地区能源结构、改善区域环境质量、提高人民生活质量、促进地区经济和社会协调发展具有重大意义。

本项目在选址选线中贯彻了环保选线的理念，尽量避让居民点、公益林等环境敏感区，选择了对环境影响较小的工程方案，路由、站址选择合理。虽然拟建项目的建设和运营将会对沿线生态、大气、海洋环境等产生一定的不利影响，但影响程度均较不大，在落实本报告书中所提出的环保措施和“三同时”制度的前提下，项目所产生的影响可以降至环境能接受的最低程度。虽存在一定的环境风险，但在严格落实风险防范措施、制定应急预案的情况下，风险可控。因此，从环境保护的角度考虑，项目建设可行。

## 2 总则

### 2.1 编制依据

#### 2.1.1 国家法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日起施行）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日起施行）；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年12月29日起施行）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日起施行）；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022年6月5日起施行）；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日起施行）；
- (7) 《中华人民共和国水法》（2016年7月2日起施行）；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日起施行）；
- (9) 《中华人民共和国土地管理法》（2020年1月1日起施行）；
- (10) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014年7月29日起施行）；
- (11) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日起施行）；
- (12) 《中华人民共和国河道管理条例》（2017年3月1日起施行）；
- (13) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012年7月1日起施行）；
- (14) 《中华人民共和国农业法》（2013年1月1日起施行）；
- (15) 《中华人民共和国森林法》（2018年3月19日起施行）；
- (16) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月26日起施行）；
- (17) 《中华人民共和国防洪法》（2016年7月2日起施行）；
- (18) 《中华人民共和国文物保护法》（2017年11月4日起施行）；
- (19) 《中华人民共和国城乡规划法》（2015年4月24日起施行）；
- (20) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》（2010年10月1日起施行）；
- (21) 《中华人民共和国湿地保护法》（2022年6月1日起实施）；
- (22) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017年11月4日修订）；

- (23) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日起施行）；
- (24) 《中华人民共和国港口法》（2018年12月29日修正）；
- (25) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日修订）；
- (26) 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021年9月1日施行）；
- (27) 《中华人民共和国突发事件应对法》（2007年11月1日施行）；
- (28) 《中华人民共和国航道法》（2016年9月1日施行）；
- (29) 《中华人民共和国节约能源法》（2016年9月1日施行）；
- (30) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日起施行）；
- (31) 《危险化学品安全管理条例》（2011年2月16日修订）；
- (32) 《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）；
- (33) 《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》，（2018年3月19日修订）；
- (34) 《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018年3月19日修订）；
- (35) 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》（2017年3月1日修订）；
- (36) 《中华人民共和国航道管理条例》（2008年12月27日修订）；
- (37) 《基本农田保护条例》（2011年1月8日起施行）。

### 2.1.2 部门规章及规范性文件

- (1) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014年7月29日起施行）；
- (2) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》（1992年3月1日起施行）；
- (3) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011年1月1日起施行）；
- (4) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月7日起施行）；
- (5) 《中华人民共和国森林法实施条例》（2018年3月19日起施行）；
- (6) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日起施行）；
- (7) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》（2017年3月1日起施行）；
- (8) 《土地复垦条例》（2011年3月5日起施行）；
- (9) 《国家级森林公园管理办法》（2011年8月1日起施行）；

- (10) 《森林公园管理办法》（2016年9月22日起实施）；
- (11) 《土地复垦条例实施办法》（2013年3月1日起施行）；
- (12) 《水利风景区管理办法》（2022年3月28日起施行）；
- (13) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）（环境保护部部令第16号 2020年11月30日）；
- (14) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部第4号，2019年1月1日）；
- (15) 《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会令第29号）；
- (16) 《饮用水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月22日起施行）；
- (17) 《关于进一步加强分散式饮用水水源地环境保护工作的通知》（环境保护部办公厅 环办[2010]132号）；
- (18) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，（环发[2012]77号）；
- (19) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98号）
- (20) 《建设项目使用林地审核审批管理办法（2016年修正本）》（原国家林业局第42号令）；
- (21) 《关于发布实施<限制用地项目目录（2012年本）>和<禁止用地项目目录（2012年本）>的通知》（国土资发[2012]98号）；
- (22) 《关于印发<中国生物多样性保护战略与行动计划>（2011-2030）的通知》（环发[2010]106号）；
- (23) 《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》（环环评[2016]150号，2016年10月26日）；
- (24) 《关于制订饮用水源保护区立体空间范围标准有关问题的复函》（环办函（2014）840号）；
- (25) 《国家重点保护野生动物名录》（原国家林业局令第7号）；
- (26) 《国家重点保护野生植物名录（第一批）》（原国家林业局、农业部令第7号）；

- (27) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（2007年5月1日实施）；
- (28) 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》，（交通运输部2018年9月颁布）
- (29) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通运输部2017年5月23日颁布，2011年2月1日起实施）；
- (30) 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发[2013]37号，国务院2013年9月10日）；
- (31) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17号，国务院2015年4月2日）；
- (32) 《国务院办公厅关于印发危险化学品安全综合治理方案的通知》（国办发[2016]88号）；
- (33) 《关于印发机场、港口、水利(河湖整治与防洪除涝工程)三个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》（环办环评[2018]2号）；
- (34) 《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资源部办公厅，自然资办函[2022]2207号）；
- (35) 《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24号）；
- (36) 《船舶水污染防治技术政策》（2018年1月11日）；
- (37) 《突发环境事件应急管理办法》（环保部令第34号，2015年4月16日发布）；
- (38) 《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》（2013年11月14日发布，自2014年1月1日起实施）；
- (39) 《关于加强水上污染应急工作的指导意见》（交通运输部2010年7月30日颁布）；
- (40) 《港口（码头）溢油应急计划编制指南》（国家海事局2001年8月颁布）；
- (41) 《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》，（交海发〔2018〕168号，2018年11月30日发布）；

(42) 关于发布《船舶水污染防治技术政策》的公告（环境保护部公告，2018 年第 8 号，2018 年 1 月 11 日）；

(43) 《经 1978 年议定书修正的 1973 年国际防止船舶污染海洋公约 (MARPOL 73/78)》，国际海事组织；

(44) 《全国生态环境保护纲要》(国务院 2000 年 11 月 26 日)；

(45) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发[2011]35 号)；

(46) 《关于加强工业节水工作的意见》（国经贸资源[2000]1015 号）；

(47) 《危险废物污染防治技术政策》(环发[2001]199 号)

(48) 《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》(环办 [2014]30 号)(2014 年 3 月 25 日)

(49) 《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》(环境保护部 2014 年 12 月 30 日)

(50) 《国家突发环境事件应急预案》(国务院国办函[2014]119 号，2014 年 12 月 29 日)。

### 2.1.3 地方性法规及文件

(1) 《福建省生态环境保护条例》（2022 年 5 月 1 日起施行）；

(2)《福建省人民政府关于环境保护若干问题的决定》(1996 年 9 月 28 日)；

(3) 《福建省水污染防治条例》（2021 年 11 月 1 日起施行）；

(4) 《福建省大气污染防治条例》（2019 年 1 月 1 日实施）；

(5) 《福建省基本农田保护条例》（2010 年 7 月 30 日起施行）；

(6) 《福建省森林公园管理办法》（2017 年 12 月 1 日起施行）；

(7) 《福建省农业生态环境保护条例（2010 年修正本）》（2010 年 9 月 30 日起施行）；

(8)《福建省固体废物污染环境防治若干规定》(2010 年 1 月 1 日起施行)；

(9) 《福建省水利风景区管理办法》（2016 年 1 月 1 日）；

(10) 《福建省生态公益林条例》（2018 年 11 月 1 日起施行）；

(11) 《福建省防洪条例》（2003 年 2 月 1 日起施行）；

(12) 《福建省水土保持条例》（2014 年 7 月 1 日起施行）；

(13) 《福建省森林条例》（2012 年 3 月 31 日起施行）；

- (14) 《福建省临时用地管理办法（试行）》（2002年5月1日起施行）；
- (15) 《福建省河道保护管理条例》（2016年1月1日起施行）；
- (16) 《福建省森林和野生动物类型自然保护区管理条例》（2017年11月24日起施行）；
- (17) 福建省生态环境厅关于印发《福建省2020年挥发性有机物治理攻坚实施方案》的通知（闽环保大气[2020]6号）；
- (18) 《福建省海洋环境保护条例》（2016年4月1日修正）；
- (19) 《福建省湿地保护条例》（2023年1月1日起施行）；
- (20) 《关于做好建设项目占用湿地有关工作的通知》（闽林〔2020〕6号，福建省林业局、福建省自然资源厅，2020年12月31日起施行）；
- (21) 《福建省农业生态环境保护管理条例》（2002年10月1日）；
- (22) 《福建省海洋环境保护条例》（2016年4月修订）；
- (23) 《福建省海域使用管理条例》（2018年3月31日修正，2018年3月31日施行）；
- (24) 《福建省海岸带保护与利用管理条例》（2018年1月1日实施）；
- (25) 《福建省安全生产条例》（2016年12月2日修正，2017年3月1日施行）；
- (26) 《福建省港口条例》（2007年11月30日通过，2008年3月1日施行）；
- (27) 《福建省航道条例》（2009年9月25日通过，2010年1月1日施行）；
- (28) 《福建省湿地名录管理办法（暂行）》（闽林〔2018〕4号，2018年7月11日施行）；
- (29) 《福建沿海码头、装卸站污染防治管理规定（试行）》（2010年）；
- (30) 《福建省建设项目环境影响评价文件分级审批管理规定》（2015年本）；
- (31) 《福建省大气污染防治行动计划实施细则》（福建省人民政府2014年1月发布）；
- (32) 《福建省大气污染防治行动计划实施细则》（福建省人民政府2014年1月发布）；

(33) 《福建省土壤污染防治行动计划实施方案》(福建省人民政府 2016 年 10 月发布);

(34) 《福建省环保厅贯彻部关于进一步推进建设项目境监理工作的通知》(闽环发[2012]28 号, 2012 年 11 月 29 日);

(35) 《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[2020]12 号, 2020 年 12 月 22 日);

(36) 《福建省环保厅关于印发突发环境事件应急预案的通知》(闽环保应急[2017]1 号, 2017 年 1 月 18 日);

(37) 《福建省人民政府办公厅关于印发“十四五”生态环境保护专项规划的通知》(闽政办〔2021〕59 号, 2021 年 10 月 21 日);

(38) 《福州市人民政府办公厅关于印发“十四五”生态环境保护规划的通知》(榕政办〔2021〕123 号);

(39) 《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》, (榕政综[2021]178 号);

(40) 《福清市人民政府关于公布福清市第一批一般湿地名录的通知》(融政综〔2021〕473 号);

(41) 《福建省政府关于划分水土流失重点防治区的通告》(1999 年 11 月 8 日);

(42) 《福建省固体废物污染环境防治若干规定》(2010 年 1 月 1 日);

(43) 《福建省石油天然气管道设施保护暂行办法》(2008 年 9 月 9 日);

(44) 《福建省文物保护管理条例(2009 年修正本)》(2009 年 10 月 1 日起施行)。

#### **2.1.4 相关规划**

(1) 《全国生态功能区划(修编版)》(环境保护部、中国科学院, 2015 年 11 月);

(2) 《福建省主体功能区规划》(2012 年 12 月);

(3) 《福建省生态功能区划》(福建省人民政府, 闽政文〔2010〕26 号);

(4) 《福建省水(环境)功能区划》(福建省人民政府, 2004 年);

(5) 《福州市地表水环境功能区划定方案》(福建省人民政府, 2006 年);

- (7) 《福州市环境空气质量功能区划和福州市声环境功能区划》（福州市人民政府，2014年）；
- (8) 《福建省人民政府关于调整福清市东张水库饮用水源保护区的批复》（福建省人民政府，闽政文[2014]315号）；
- (9) 《福建省人民政府关于晋安区宦溪镇等54个乡镇生活饮用水地表水源保护区划定方案的批复》（福建省人民政府，闽政文[2007]212号）；
- (10) 《海峡西岸经济区天然气管网建设规划》（2009年10月）；
- (11) 《福建省林地保护利用规划（2010-2020年）》（2013年7月）；
- (12) 《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》（国函〔2012〕164号），国务院，2012年；
- (13) 《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》（闽政〔2011〕45号），福建省人民政府，2011年6月；
- (14) 《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》（闽政〔2011〕51号），福建省人民政府，2011年；
- (15) 《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；
- (16) 《福建省海岸带保护与利用规划（2016~2020年）》（闽政文〔2016〕216号），2016年8月；
- (17) 《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（闽政〔2021〕4号），2021年3月；
- (18) 《福建省海岛保护规划（2011-2020年）》（闽政文〔2012〕436号），2012年11月；
- (19) 《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》（榕政综〔2021〕178号）；
- (20) 《福州市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（2019年）；
- (21) 《福州港总体规划（2035年）》（2021年9月）；
- (22) 《福建省海洋主体功能区规划》（2018年2月）；
- (23) 《福建省“十四五”生态环境保护专项规划》，闽政办[2021]59号；
- (24) 《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，2022年2月7日

(25) 《福建省“十四五”能源发展专项规划》，福建省人民政府办公厅，2022年5月

(26) 《福建省“十四五”生态省建设专项规划》（闽政〔2022〕11号），福建省人民政府，2022年4月

(27) 《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

(28) 《福建省沿海港口布局规划》（2020~2035年）

(29) 《福州市海洋功能区划（2013-2020年）》，2018年9月

(30) 《福州市国土空间总体规划（2021~2035）》草案

(31) 《福州市“十四五”生态环境保护规划》，榕政办〔2021〕123号，2021年12月30日

(32) 《福州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

(33) 《福清市城市总体规划（2014-2030）》，福建省城乡规划设计研究院，福州市规划局评审，2019年10月

(34) 《福清市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

(35) 《福清市城市总体规划（2014-2030）》，福建省城乡规划设计研究院，福州市规划局评审，2019年10月

(36) 《福清市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，2018年4月。

### 2.1.5 技术导则与规范

- (1) 《环境影响评价技术导则—总纲》（HJ2.1—2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2—2018）；
- (3) 《环境影响评价技术导则—地表水环境》（HJ2.3—2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4—2021）；
- (5) 《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2022）；
- (6) 《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169—2018）；

- (9) 《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）；
- (10) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；
- (11) 《污染源源强核算技术指南 准则》（HJ 884-2018）；
- (12) 《国家危险废物名录》(2021年1月1日实施)；
- (13) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)；
- (14) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC T 9110-2007）；
- (15) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002年4月）；
- (16) 《海洋调查规范》（GB12763-2007）；
- (17) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (18) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
- (19) 《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T105-2021）；
- (20) 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T 451-2017）；
- (21) 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ 589-2021）；
- (22) 《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS 181-5-2012）；
- (23) 《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）；
- (24) 《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》（2011年）
- (25) 《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2021）。

### 2.1.6 工程及其他资料

- (1) 《福州 LNG 项目预可行性研究》中国石油规划总院，2018 年 8 月；
- (2) 《关于福建 LNG 项目及外输管道工程预可行性研究报告的批复》(石油计[2018]290 号)中国石油天然气股份有限公司，2018 年 10 月 26 日；
- (3) 《关于福建 LNG 项目可研报告的修改意见》中国石油天然气股份有限公司规划计划部，2019 年 8 月 15 日；
- (4) 《福建 LNG 接收站项目可行性研究报告专家评估意见》咨询中心，2019 年 10 月 9 日；
- (5) 《关于编制福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题的委托函》，中石油昆仑燃气有限公司福建分公司，2019 年 12 月；
- (6) 《福州 LNG 项目可行性研究报告》，中国石油规划总院，2019 年 12 月；

(7) 《福建 LNG 接收站项目可行性研究码头工程分报告》（报批稿），中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2022 年 11 月；

(8) 《福建 LNG 接收站项目取排水口海域冷水排放数值模拟研究报告》，交通运输部天津水运工程科学研究所工程泥沙交通行业重点实验室、港口水工建筑技术国家工程实验室，2022 年 12 月；

(9) 《福建 LNG 接收站项目海床稳定性分析及排水口冲淤计算报告》，交通运输部天津水运工程科学研究所工程泥沙交通行业重点实验室、港口水工建筑技术国家工程实验室，2023 年 1 月；

(10) 《福建 LNG 接收站项目水文观测与数值模拟——水文观测报告》，自然资源部第三海洋研究所，2019 年 10 月；

(11) 《福建福州 LNG 接收站项目码头工程水动力数值模拟研究报告》，自然资源部第三海洋研究所，2022 年 1 月。

(12) 《福建 LNG 项目码头工程岩土工程勘察报告》，中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2019 年 5 月；

(13) 《福建 LNG 接收站项目水文观测与分析报告》，自然资源部第三海洋研究所，2019 年 11 月；

(14) 《福建 LNG 接收站项目化学生物调查与分析报告》，自然资源部第三海洋研究所，2019 年 11 月；

(15) 《福建 LNG 接收站项目秋季化学生物调查与分析报告（2022 年）》，自然资源部第三海洋研究所，2023 年 1 月；

(16) 《福建 LNG 接收站项目春季化学生物调查与分析报告》，厦门海洋环境监测中心站，2020 年 6 月；

(17) 《福州港总体规划（修订）环境影响报告书》（报批稿），交通运输部天津水运工程科学研究所，2021 年 1 月。

(18) 《福建 LNG 接收站项目航道通航条件影响评价报告》，大连海事大学，2019 年 7 月；

(19) 《福州 LNG 接收站项目码头工程岸线使用通航安全技术报告（报备稿）》，福州新洋海事咨询服务有限公司，2022 年 2 月；

(20) 《中石油福建 LNG 接收站项目海域使用论证报告（报批版）》，福

建省海洋研究所，2020年6月；

(21) 《兴化湾周边海域倾倒地选划报告》，国家海洋局宁德海洋环境监测中心站，2021年10月；

(22) 《福建 LNG 接收站配套应急锚地选址论证报告（B 版）》，中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2023年1月；

(23) 《福建 LNG 接收站配套外输管道工程初步设计文件》，中国石油工程建设有限公司，2022年10月；

(24) 《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价委托书》，中石油昆仑燃气有限公司福建分公司，2021年8月。

## 2.2 评价目的与原则

### 2.2.1 评价目的

通过对项目周边地区环境现状调查与监测，了解区域环境现状及区域环境问题，预测本工程在施工期和运行期对周围环境影响的范围和程度，从环境保护角度论证项目选址选线及建设的合理性、可行性。并根据评价结果，提出切实可行的环保措施和建议，使项目建设对环境造成的不利影响降至最小程度，达到项目建设与环境保护协调发展的目的，为工程设计、环境管理及环境规划提供依据。

### 2.2.2 评价原则

本次评价采用“以点为主，点线结合，突出重点”的工作原则。针对工程量较大、管线沿线生态环境影响较敏感的特点，并充分考虑项目所经地段环境特征，选择典型工程作为评价重点。根据环境影响评价结果，提出技术上可行、经济上合理的环境保护对策与措施。

## 2.3 评价时段

评价时段包括施工期、运行期两个时段。

## 2.4 环境影响识别与评价因子筛选

### 2.4.1 影响因子的识别

本项目环境影响表征识别和要素识别见表 2.4-1~2。

表 2.4-1 环境影响表征识别表

阶段	工程建设活动	环境影响内容	
施工期	1 场站、阀室建设	①永久占用土地，破坏地表植被和改变土地利用的原有功能。 ②被征土地的原使用者将按规定得到一定的补偿。	
	1.1 施工机械操作	产生机械尾气、机械噪声、机械冲洗水。	
	1.2 施工人员日常生活	生活污水、生活固废排放。	
	2 管线敷设	临时占用部分土地，短期影响土地的使用功能或类型	
	2.1 管沟开挖与回填	①破坏施工作业带内的土壤、植被和视觉景观；特别对沿线林地的破坏是不可逆转的，需要提出林地补偿建设计划。	
		②可能产生废弃土石方，且堆放不当易引起水土流失，污染地表水体或农田。 ③运输、取弃填挖作业中产生扬尘。 ④管道安装完成试压水。	
	2.2 原材料运输	①运输车辆产生尾气、噪声和扬尘。 ②临时料场占用土地，短期影响土地的使用功能或类型。	
	2.3 施工机械操作	产生机械尾气、机械噪声、机械冲洗水。	
	2.4 施工便道建设	临时占用部分土地，对需要保留的巡线道路将永久性改变土地利用的原有功能。	
	2.5 施工人员日常生活	生活污水、生活固废排放。	
	3 穿跨越工程施工	临时占用部分土地，短期影响土地的使用功能或类型，有少量的施工机械或设备含油污水产生。	
	3.1 穿越河流	①开挖式穿越将对河流水质产生短期影响，致使河水泥沙含量增加。 ②回填土或废弃土石方处置不当，可能造成河道淤积或水土流失。 ③从河底挖出的淤泥如堆放或处理不当，可能引起农田或土壤污染。 ④穿越二级饮用水源保护区水域段的影响。	
		3.2 穿越海洋	海底隧道钻爆施工产生的振动和噪声将对海洋环境产生较小的影响。
		3.3 穿越铁路	复合型事故风险影响，由于采用顶管施工工艺，事故发生概率极低。
		3.4 穿越高等级公路	复合型事故风险影响，由于采用顶管施工工艺，事故发生概率极低。
4 文物古迹保护	本项目管线在选址路由时，避开了地上名胜古迹，但在施工中如发现地下文物时，应停止施工，及时向当地文物部门报告。		
运行期	5 管线正常工况运营	无明显环境影响。	
	6 站场	①站场内工作人员的生活污水和少量的不定期排放的地面、设备冲洗水。 ②非正常生产时，系统超压和站场检修时经放空装置直接排放的天然气或燃烧后排放的废气。	

		③各站场工艺设备运行产生的噪声，以及放空系统超压放空产生的瞬时噪声。 ④站场工作人员产生的生活垃圾，清管作业、分离器检修产生的少量固体粉末。
7	输气管线事故	①管线发生泄漏对管线两侧环境和人员的影响。 ②天然气遇明火引起火灾或爆炸事故，对事故区域环境空气质量和管线两侧人口集中居住区、社会关注区产生的影响。
8	工艺站场事故	①工艺站场发生泄漏对站场和周围环境和人员的影响。 ②天然气遇明火引起火灾或爆炸事故，对事故区域环境空气质量和站场周围人口集中居住区、社会关注区产生的影响。
9	社会影响	①影响邻近村庄或城镇的发展空间。 ②增加劳动就业，促进经济发展。 ③天然气属清洁能源，节能减排。

**表 2.4-2 环境影响表征识别表**

环境要素		施工期			运营期		
		有利影响	不利影响	影响程度	有利影响	不利影响	影响程度
生态	植被	×	√	明显	×	×	—
	土壤	×	√	一般	×	×	—
	土地利用	×	√	明显	×	√	一般
	野生植物	×	√	明显	×	×	—
	野生动物	×	√	明显	×	×	—
	保护区	×	√	一般	×	×	—
	农业	×	√	明显	×	×	—
	林业	×	√	明显	×	×	—
地表水		×	√	一般	×	√	一般
地下水		×	×√	一般	×	√	一般
环境空气		×	√	一般	×	√	一般
声环境		×	√	明显	×	√	一般
环境风险		×	×	—	×	√	较大

本项目涉海工程的环境影响因素识别结果见下表。

**表 2.4-3 涉海工程的环境影响因素识别一览表**

时段	环境要素	工程内容及表征	影响程度
施工期	海水水质	港池、回旋水域、支航道等水下挖泥作业产生悬浮物	3S
		施工人员生活污水和施工生产污水	1S
	海洋生态	取水口水下炸礁产生冲击波对海洋生物的影响	3S
		港池、回旋水域、支航道等水下挖泥作业对海洋生态造成影响，对湿地扰动的影响	3S
海洋沉积物	疏浚作业产生的泥沙入海对沉积物环境的影响	1S	

时段	环境要素	工程内容及表征	影响程度
	环境空气	施工扬尘, 机械设备、运输车辆和施工船舶的尾气	1S
	声环境	施工设备、运输车辆和施工船舶产生的噪声	1S
		水下炸礁产生的噪声	1S
	固体废物	疏浚物、礁渣处置, 施工人员生活垃圾, 施工船舶垃圾	1S
	环境风险	施工船舶事故燃料油溢漏入海对环境及生态造成不利影响	2S
	社会环境	施工对工程周边海水养殖的影响	2S
运营期	海洋水文动力及冲淤平衡	码头等水工构筑物建设造成局部海域潮流和冲淤平衡改变	2L
	海洋生态	水工构筑物建设占用对湿地的影响, 对底栖生物的影响	1L
		取水过程卷吸效应对海洋生态的影响	3L
		冷排水(余氯)对排放口附近海洋生态的影响	2L
	海水水质	冷排水(余氯)对排放口附近海水水质的影响	2L
		运营期码头生活、生产污水、船舶污水排放的影响	1L
	环境空气	到港船舶燃油废气排放的影响	1L
	声环境	装卸机械、船舶噪声的影响	1L
	固体废物	港区生活垃圾和船舶垃圾	1L
环境风险	到港船舶事故造成 LNG 溢漏对海洋生态环境的影响	1S	
	到港船舶事故造成燃料油溢漏对海洋生态环境的影响	3S	

注: 1 表示影响程度为较小或轻微; 2 表示影响程度为中等; 3 表示影响程度较大。L 表示长期影响, S 表示短期影响。

## 2.4.2 评价因子筛选

根据本项目环境影响要素识别、环境影响因子表征和环境影响程度, 筛选的评价因子见下表。

表 2.4-4 环境影响评价因子

分类	环境要素	主要评价因子
环境现状评价因子	环境空气	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、O <sub>3</sub> 、非甲烷总烃
	地表水	pH、COD、BOD <sub>5</sub> 、溶解氧、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、石油类、悬浮物
	地下水	pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、总硬度、溶解性总固体、高锰酸盐指数、硫酸盐、氯化物、石油类
	声环境	等效连续 A 声级
	生态	土地利用现状、植被类型、保护动植物物种及分布, 土壤类型、土壤侵蚀、生态敏感目标

影响预测因子	环境空气	非甲烷总烃
	地表水	—
	声环境	等效连续 A 声级
	生态	农业生产损失、生物多样性、水土流失量
	环境风险	CH <sub>4</sub> 、次生污染物 CO

本项目涉海工程环境现状评价和影响评价因子筛选结果分别见表 2.4-5~6。

表 2.4-5 现状评价因子

环境要素	评价类别	现状监测因子
海水水质	现状评价	水温、pH、盐度、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮（亚硝酸盐、硝酸盐、铵盐）、悬浮物、石油类、重金属(汞、铜、锌、镉、铬、铅、砷)
海洋沉积物质量	现状评价	石油类、有机碳、硫化物、总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷
海洋生物质量	现状评价	铜、铅、锌、镉、总汞、砷、铬、石油烃
海洋生态	现状评价	初级生产力、叶绿素 a、潮下带大型底栖生物、浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼、游泳动物

表 2.4-6 影响评价因子

阶段	环境要素	评价类别	评价因子
施工期	海水水质	影响预测	悬浮泥沙
	海洋沉积物	影响分析	沉积环境
	海洋生态	影响分析	疏浚悬浮泥沙及炸礁对海洋生物（浮游动植物、鱼卵仔稚鱼、游泳生物、大型底栖生物）的影响；滨海湿地及其生态服务价值
	海洋水文动力环境、冲淤环境	影响预测	流速、流向、泥沙回淤量
	声环境	影响分析	等效连续 A 声级 L <sub>eq</sub> 、炸礁产生的水下噪声
	环境空气	影响分析	船舶燃料燃烧产生的废气
	固体废物	影响分析	疏浚物、礁渣、船舶垃圾、生活垃圾
	环境风险	影响预测	施工船舶燃料油泄漏产生的水污染物石油类
运营期	海水水质	影响分析	生活污水
	海洋生态	影响分析	取水口卷吸效应、冷排对海洋生物（浮游动植物、鱼卵仔稚鱼、游泳生物、大型底栖生物）的影响
	声环境	影响分析	等效连续 A 声级 L <sub>eq</sub>
	环境空气	影响分析	船舶燃料燃烧产生的废气
	固体废物	影响分析	船舶垃圾、生活垃圾
	环境风险	影响预测	到港船舶燃料油泄漏产生的水污染物石油类

## 2.5 评价内容与评价重点

### 2.5.1 评价内容

#### (1) 接收站工程

接收站工程评价的主要内容包括工程分析、水(包括陆域地表水和海水)、气、噪声环境现状评价及建设项目对环境可能造成的影响的分析和预测；生态环境(陆域生态环境和海洋生态环境)现状及影响评价；环境风险评价、LNG 接收站选址合理性评价、公众参与、清洁生产、环境保护措施及其经济、技术论证、环境影响经济损益分析、环境管理与环境监测计划、评价结论和建议等。

在对涉海工程进行工程分析的基础上，结合项目所在地的环境特征，明确拟建工程存在的主要环境问题；通过环境现状调查和影响预测，分析涉海工程施工期、运行期的环境影响程度和范围；提出减缓影响的环保对策措施和生态补偿建议；通过风险识别分析本工程潜在的海洋环境风险影响，提出针对性的风险防范措施和应急预案；根据国家有关法规、政策以及区域发展规划、环境规划等，分析评价项目产业策的符合性，以及选址的规划符合性。根据上述分析评价结果，从产业政策、规划符合性、环境影响、环境风险等方面综合论证工程建设的环境可行性。

#### (2) 配套外输管道工程

本次评价的主要调查沿线的自然环境特征、环境空气质量现状、地下水、地表水、声环境等要素的环境质量，分析规划符合型，管道建设对生物多样性、生态完整性等生态环境的影响，根据环境质量现状调查，分析管道及站场周围环境质量现状和存在的环境问题，分析项目污染物排放对周边环境的影响、针对典型工程段提出具体的环保措施并论证其可行性，分析管道在运营过程存在的环境风险，提出合理的运营管理要求和监测计划。

### 2.5.2 评价重点

#### (1) 接收站工程

施工期对森林、农业生态系统的影响，提出基本农田保护、临时占地的恢复利用，植被的破坏补偿措施等。

运行期主要关注：1) LNG 接收站冷海水和余氯的排放对局部海域海洋生

态系统的影响，预测运行期冷海水排放的影响程度和范围，提出污染减缓措施。

2) LNG 接收站事故对周围敏感点和影响区域内动植物的生长、生存的影响；分析预测 LNG 泄漏或发生火灾爆炸时，对周边地区产生破坏的最大距离和范围以及提出事故风险的防范措施和应急方案。

涉海部分主要关注：

①国土空间规划、海洋功能区划、近岸海域环境功能区划、海洋环境保护规划等相关规划、区划及“三线一单”符合性分析；

②施工悬浮泥沙、运行期冷排水（余氯）排放对海水水质的影响；

③施工悬浮泥沙、炸礁产生的水下冲击波及运行期冷排水（余氯）排放、取水系统卷载效应对海洋生态环境及敏感目标的影响；

④码头等水工构筑物建设及疏浚对周边海域水文动力和冲淤环境的影响；

⑤施工悬浮泥沙及船舶污染物排放对海洋沉积物环境的影响；

⑥施工期及运行期船舶燃料油泄漏入海以及运行期 LNG 泄漏入海的海洋环境风险评价；

⑦消除或减缓环境影响的环保对策措施，以及风险防范与应急措施。

## （2）配套外输管道工程

针对拟建工程特点和所经过地区的环境特征及沿线的敏感保护目标，在工程分析的基础上，确定本项目的以生态影响评价、环境风险评价为工作重点。具体如下：

①路由选线和站场选址可行性分析；

②施工期生态环境影响评价；

③运行期站场的放空废气、废水、固废的环境影响及环保措施分析；

④运行期环境风险评价；

⑤工程穿越二级饮用水源保护区、石竹山风景名胜区、兴化湾一般湿地的可行性、环境影响及环保措施分析。

## 2.6 环境功能区划及评价标准

### 2.6.1 大气环境

#### 2.6.1.1 环境空气功能区划

根据福州市环境空气质量功能区划，除石竹山风景名胜区-灵石山林场一类区外，本项目所经地区的环境空气功能为二类区。

#### 2.6.1.2 环境空气质量标准

本项目沿线执行的环境质量标准具体见下表。

表 2.6-1 本项目环境空气质量标准限值

主要指标	取值时间	一级标准值	二级标准值	单位	标准来源
SO <sub>2</sub>	年平均	20	60	μg/m <sup>3</sup>	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012)
	24 小时平均	50	150		
	1 小时平均	150	500		
NO <sub>2</sub>	年平均	40	40	μg/m <sup>3</sup>	
	24 小时平均	80	80		
	1 小时平均	200	200		
CO	24 小时平均	4	4	mg/m <sup>3</sup>	
	1 小时平均	10	10		
O <sub>3</sub>	日最大 8 小时平均	100	160	μg/m <sup>3</sup>	
	1 小时平均	160	200		
PM <sub>10</sub>	年平均	40	70	μg/m <sup>3</sup>	
	24 小时平均	50	150		
PM <sub>2.5</sub>	年平均	15	35	μg/m <sup>3</sup>	
	24 小时平均	35	75		
TSP	年平均	80	200	μg/m <sup>3</sup>	
	24 小时平均	120	300		
非甲烷总烃	1 小时平均	1	2	mg/m <sup>3</sup>	一级：参照《环境空气质量标准 非甲烷总烃限值》 (DB13/1577-2012) 二级：《大气污染物综合排放标准详解》

#### 2.6.1.3 污染物排放标准

施工期扬尘排放标准执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中无组织排放监控浓度限值；具体标准见下表。

**表 2.6-2 大气污染物综合排放标准**

污染物	最高允许排放浓度 mg/m <sup>3</sup>	无组织排放监控浓度限值 mg/m <sup>3</sup>	标准依据
颗粒物	120	周界外浓度最高点≤1.0	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)

运行期 LNG 接收站火炬废气排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)中的二级标准，详见下表。

**表 2.6-3 火炬大气污染物排放执行标准(mg/m<sup>3</sup>)**

污染物名称	浓度限值	备注
SO <sub>2</sub>	550	《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中无组织排放监控浓度限值
NO <sub>x</sub>	240	
颗粒物	120	

本项目运行期厂界无组织特征污染物非甲烷总烃厂界浓度执行《工业企业挥发性有机物排放标准》(DB35/1782-2018)。

**表 2.6-4 接收站厂界无组织污染物排放执行标准(mg/m<sup>3</sup>)**

污染物名称	监控点	浓度限值	备注
非甲烷总烃	企业边界	2.0	《工业企业挥发性有机物排放标准》(DB35/1782-2018)
	厂区内	8.0	

本项目一体化生活污水处理装置、含油污水处理装置臭气浓度执行《恶臭污染物排放标准》(GB145549-93)表 1 中二级新扩改建浓度限值。

**表 2.6-5 污水处理设施污染物排放限值**

污染物	单位	标准值	标准来源
臭气浓度	无量纲	20	《恶臭污染物排放标准》(GB145549-93)

站场厂区无组织排放的非甲烷总烃执行福建省《工业企业挥发性有机物排放标准》(DB35/1782-2018)，具体见下表。

**表 2.6-6 站场大气污染物排放标准限值 单位：mg/m<sup>3</sup>**

污染物名称	监控点	浓度限值	备注
非甲烷总烃	站场边界	2.0	《工业企业挥发性有机物排放标准》(DB35/1782-2018)
	厂区内	8.0	

## 2.6.2 地表水环境

### 2.6.2.1 地表水环境功能区划

根据《福州市地表水环境功能区划定方案》，本项目穿越的水体环境功能区划见下表。

**表 2.6-7 本项目涉及的水体环境功能区划**

水体	水环境功能区划
东张水库二级饮用水源保护区	III类区

渔溪	III类区
迳溪	III类区
其他穿越河流	III类区

### 2.6.2.2 地表水环境质量标准

根据本项目穿越河流及周边水源保护区的水质功能类别,东张水库二级水源保护区、渔溪、迳溪等水体执行《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中的III类标准,具体见下表。

**表 2.6-8 本项目地表水环境评价执行标准限值**

序号	项目	III类水质标准
1	pH(无量纲)	6~9
2	溶解氧(DO), mg/L	≥5
3	高锰酸盐指数(CODMn), mg/L	≤6
4	化学需氧量(COD), mg/L	≤20
5	五日生化需氧量(BOD <sub>5</sub> ), mg/L	≤4
6	氨氮, mg/L	≤1.0
7	总磷, mg/L	≤0.2
8	石油类, mg/L	≤0.05
9	悬浮物(SS), mg/L	≤30(执行《地表水环境质量标准》(SL63-94)三级标准)

### 2.6.2.3 废水排放标准

#### (1) 接收站

①含油机修废水经隔油处理后与生活污水依托一体化污水处理装置处理后达到《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)(1999年局部修订)中的一级标准,用于厂区绿化,不外排,标准值详见下表。

**表 2.6-9 污水排放执行标准(mg/L,pH除外)**

项目	pH	COD	SS	氨氮	BOD <sub>5</sub>	动植物油
一级标准	6~9	≤100	≤70	≤15	≤20	≤10

#### ②接收站冷排水

目前,国内海域冷排水排放温差尚无相应的标准,本次评价参考2002年通过国家环境保护总局审批的《广东LNG接收站和输气干线项目一期工程环境影响报告书》中采纳的标准,建议排放口冷排水温差标准为≤5℃。

冷排水中的余氯排放标准参考《海水冷却水排放要求》GB/T 39361-2020,总余氯排放浓度限值为0.1mg/L。

#### ③接收站和码头生产生活污水

LNG 码头设置 1 座生态环保型厕所，不设生活污水排水系统。运行期间接收站生活污水处理后回用，执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中的“城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工”标准，详见下表。

表 2.6-10 城市污水再生利用 城市杂用水水质标准

序号	项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0~9.0	6.0~9.0
2	色度，铂钴色度单位 ≤	15	30
3	嗅	无不快感	无不快感
4	浊度/NTU ≤	5	10
5	五日生化需氧量（BOD <sub>5</sub> ）/（mg/L）≤	10	10
6	氨氮/（mg/L）≤	5	8
7	阴离子表面活性剂/（mg/L）≤	0.5	0.5
8	铁/（mg/L）≤	0.3	—
9	锰/（mg/L）≤	0.1	—
10	溶解性总固体/（mg/L）≤	1000（2000） <sup>a</sup>	1000（2000） <sup>a</sup>
11	溶解氧/（mg/L）≥	2.0	2.0
12	总氯/（mg/L）≥	1.0（出厂），0.2（管网末端）	1.0（出厂），0.2 <sup>b</sup> （管网末端）
13	大肠埃希氏菌/（MPN/100mL 或 CFU/100mL）	无 <sup>c</sup>	无 <sup>c</sup>

注：“—”表示对此项无要求。

<sup>a</sup> 括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。

<sup>b</sup> 用于城市绿化时，不应超过 2.5 mg/L。

<sup>c</sup> 大肠埃希氏菌不应检出。

#### ④船舶水污染物排放标准

船舶含油污水、船舶生活污水等船舶污染物排放执行 GB3552-2018《船舶水污染物排放控制标准》。标准值见下表。

表 2.6-11 船舶含油污水排放控制要求（沿海）

污水分类	船舶类别	排放控制要求	
机器处所油污水	400 总吨及以上船舶	油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)或者收集并排入接收设施。	
	400 总吨以下船舶	非渔业船舶	油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)或者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，执行油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)； (2) 自 2021 年 1 月 1 日起，执行油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)或收集并排入接收设施。
含货油残	150 总吨及以上油	自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施，或在船舶航	

污水分类	船舶类别	排放控制要求
余物的油污水	船	行中排放，并同时满足下列条件： (1) 油船距最近陆地 50 海里以上； (2) 排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里； (3) 排入海中油污水含油量不得超过货油总量的 1/30000； (4) 排油监控系统运转正常
	150 总吨以下油船	自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施。

表 2.6-12 船舶生活污水排放要求及标准（海域）

序号	排放区域	分类	主要污染物名称	标准限值
1	距最近陆地 3 海里以内（含）的海域（应采用下列方式之一进行处理，不得直接排入环境水体： a、利用船载收集装置收集，排入接收设施，b、利用船载生活污水处理装置处理，达到排放要求在航行中排放。）	2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处置装置的船舶	COD	≤50(mg/L)
			SS	≤150(mg/L)
			耐热大肠菌群数	≤2500(个/L)
		2012 年 1 月 1 日以后安装（含更换）生活污水处置装置的船舶	BOD <sub>5</sub>	≤25(mg/L)
			SS	≤35(mg/L)
			耐热大肠菌群数	≤1000(个/L)
			COD	≤125(mg/L)
			pH	6~8.5
	总氯（总余氯）	<0.5(mg/L)		
2	3 海里 < 与最近陆地间距离 ≤ 12 海里的海域	需同时满足： (1) 使用设备打碎固形物质和消毒后排放； (2) 船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。		
3	与最近陆地间距离 > 12 海里的海域	船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。		

(2) 配套外输管道

本项目南郑分输站、江阴分输站和福清联络站的生活污水先进入化粪池预处理，再排入埋地式 MBR 污水处理装置进行处理，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化；福清联络站生活污水量比较少，经化粪池处理后定期由环卫部门外运处置，废水执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）三级标准。

本项目站场生产废水经沉淀后回用于站内绿化，执行《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2020）绿化用水标准。

表 2.6-13 本项目城市污水再生利用城市杂用水水质标准 单位：mg/m<sup>3</sup>

序号	项目	绿化
1	pH	6.0-9.0
2	色（度）≤	30

3	嗅	无不快感
4	浊度≤	10
5	五日生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> ) (mg/L) ≤	10
6	氨氮 (mg/L) ≤	10
7	阴离子表面活性剂 (mg/L) ≤	0.5
8	溶解性总固体 (mg/L) ≤	1000
9	溶解氧 (mg/L) ≥	2.0
10	总氯 (mg/L) ≥	0.2
11	大肠埃希氏菌 (个/L)	不应检出

**表 2.6-14 本项目污水综合排放标准三级标准限值 单位: mg/m<sup>3</sup>**

污染物	pH	悬浮物	COD	NH <sub>3</sub> -N	BOD <sub>5</sub>	石油类
标准值	6-9	400	500	——	300	20

## 2.6.3 海洋环境

### 2.6.3.1 海洋环境功能区划

#### (1) 福建省海洋功能区划 (2011-2020)

根据《福建省海洋功能区划 (2011-2020 年)》，本项目码头工程及取排水工程位于“兴化湾保留区”，周边海域的海洋功能区主要有：高山湾农渔业区、海坛岛南部特殊利用区、塘屿列岛海洋保护区、山岐澳中国鲨海洋保护区、南日岛农渔业区、江阴港口航运区。

本工程海域及周边的海洋功能区包括西港保留区、兴化湾北部农渔业区、江镜矿产与能源区和江阴工业与城镇用海区。

各功能区地理范围、面积、岸线、用途管制、用海方式、海岸整治和海洋环境保护要求见表 2.6-15~16。

表 2.6-15 接收站工程周边海洋功能区情况及要求

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积(公顷)	用途管制	用海方式	海岸整治	海洋环境保护要求
90	A6-06	山岐澳中国鲨海洋保护区	福州市平潭综合实验区	海坛岛西侧山岐澳海域, 东至 119°46'59.7" E、西至 119°42'07.8" E、南至 25°23'11.1" N、北至 25°26'03.6" N。	海洋保护区	1089	保障海洋保护区用海	禁止改变海域自然属性	整治修复岸滩, 使其适宜中国鲨自然繁育环境, 保护海岛景观和典型海岸景观	重点保护中国鲨、典型海滩岩和景观; 严格执行保护区管理要求。
100	A2-19	江阴港口航运区	福州市福清市	江阴半岛南部海域, 东至 119°21'11.0" E、西至 119°15'16.3" E、南至 25°22'44.3" N、北至 25°26'39.7" N。	港口航运区	1754	保障港口用海, 兼容不损害港口功能的用海	填海控制前沿线以内允许适度改变海域自然属性, 以外禁止改变海域自然属性; 控制填海规模, 优化码头岸线布局, 尽量增加码头岸线长度	加强海岸景观建设	重点保护港区前沿的水深地形条件, 执行不劣于第四类海水水质标准、不劣于第三类海洋沉积物质量标准、不劣于第三类海洋生物质量标准
94	A1-17	高山湾农渔业区	福州市福清市	高山湾海域, 东至 119°36'18.0" E、西至 119°31'07.3" E、南至 25°20'51.5" N、北至 25°27'43.5" N。	农渔业区	5256	保障开放式养殖用海, 维持现有围海养殖用海, 优化养殖结构	禁止改变海域自然属性	保护自然岸线和海岛生态	保护海域自然环境, 执行不劣于第二类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准
100	A2-19	江阴港口航运区	福州市福清市	江阴半岛南部海域, 东至 119°21'11.0" E、西至 119°15'16.3" E、南至 25°22'44.3" N、北至 25°26'39.7" N。	港口航运区	1754	保障港口用海, 兼容不损害港口功能的用海	填海控制前沿线以内允许适度改变海域自然属性, 以外禁止改变海域自然属性; 控制填海规模, 优化码头岸线布局, 尽量增加码头岸线长度	加强海岸景观建设	重点保护港区前沿的水深地形条件, 执行不劣于第四类海水水质标准、不劣于第三类海洋沉积物质量标准、不劣于第三类海洋生物质量标准

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积(公顷)	用途管制	用海方式	海岸整治	海洋环境保护要求
257	B7-08	海坛岛南部特殊利用区	福州市平潭综合实验区	海坛海峡南部海域, 图标位置 119°41'38.2"E, 25°25'7.0"N。	特殊利用区	专题论证后确定	保障污水达标排放混合区及排污管道用海, 须进行专题论证确定其具体用海位置、范围、面积, 确保不影响毗邻海域功能区的环境质量	严格限制改变海域自然属性		严格执行污水达标深水排放标准。
258	B6-11	塘屿列岛海洋保护区	福州市平潭综合实验区	塘屿列岛及周围海域, 东至 119°46'45.6" E、西至 119°40'38.4" E、南至 25°16'03.1" N、北至 25°21'10.7" N。	海洋保护区	6115	保障海洋保护区用海, 保护潭紫菜资源	禁止改变海域自然属性	保护海岛自然岸线	重点保护坛紫菜、各种海螺及海岛景观; 严格执行海洋特别保护区管理要求。
261	B8-06	兴化湾保留区	福州市、莆田市	兴化湾海域, 东至 119°40'58.0" E、西至 119°5'49.4" E、南至 25°10'20.1" N、北至 25°29'22.0" N。	保留区	53738	保障渔业资源自然繁育空间	禁止改变海域自然属性		重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道, 滨海湿地与鸟类栖息觅食环境, 执行不低于现状的海水水质标准。

表 2.6-16 配套外输管道周边《福建省海洋功能区划(2011—2020 年)》摘要

功能区名称	地理范围	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
西港保留区	江阴半岛西侧围垦区, 东至 119°22'16.4"E、西至 119°16'00.0"E、南至 25°29'00.3"N、北至 25°35'25.1"N。	1865	31490	不影响周边其它功能区正常运行前提下维持使用现状	保留现有围垦区功能, 保障泄洪安全	保障泄洪安全, 加固防洪防潮堤岸	海域开发利用前, 海洋环境质量维持现状。
兴化湾北部农渔业区	兴化湾北部沿岸海域, 东至 119°30'46.7"E、西至 119°20'22.1"E、南至 25°22'09.7"N、北至 25°33'29.5"N。	12162	52170	保障开放式养殖用海和围海养殖用海, 优化养殖结构	禁止改变海域自然属性	保护自然岸线	重点保护蛸苗繁育生态环境, 维持滨海湿地及鸟类栖息觅食环境, 保护海域自然环境, 执行不劣于第二类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准
江镜矿产与能源区	兴化湾北岸中段海域, 东至 119°27'45.7"E、西至 119°22'44.4"E、南至 25°29'34.1"N、北至 25°31'52.9"N。	1217	12970	保障盐业用海	严格限制改变海域自然属性	保护自然岸线	保护海域自然环境, 开发过程中执行不劣于第二类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准
江阴工业与城镇用海区	江阴半岛东西两侧海域, 东至 119°21'11.5"E、西至 119°15'25.5"E、南至 25°24'31.0"N、北至 25°30'47.1"N。	1969	27290	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, 优化人工岸线布局, 尽量增加人工岸线曲折度和长度	加强海岸景观建设	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

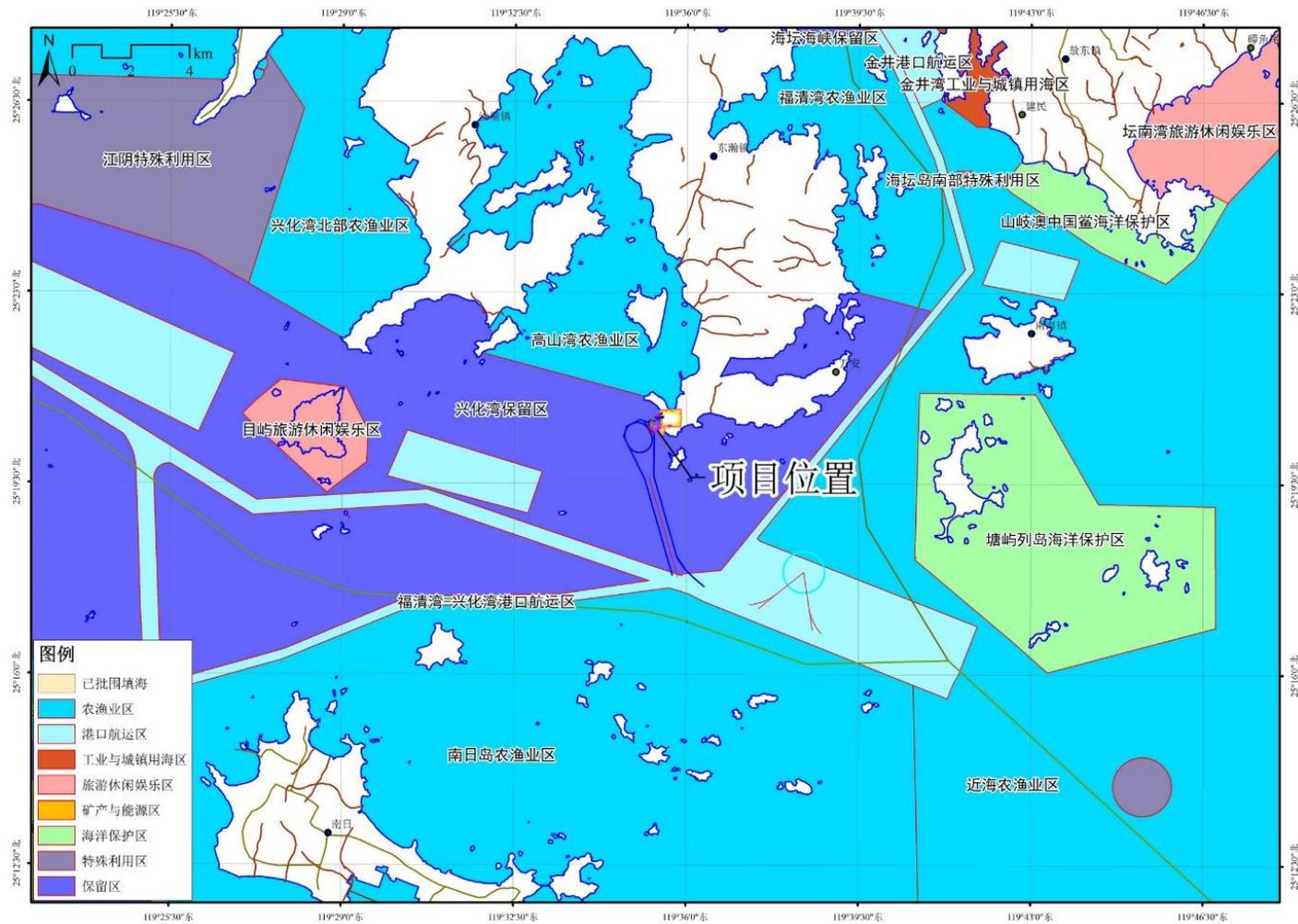


图 2.6-1 接收站工程项目附近福建省海洋功能区划图

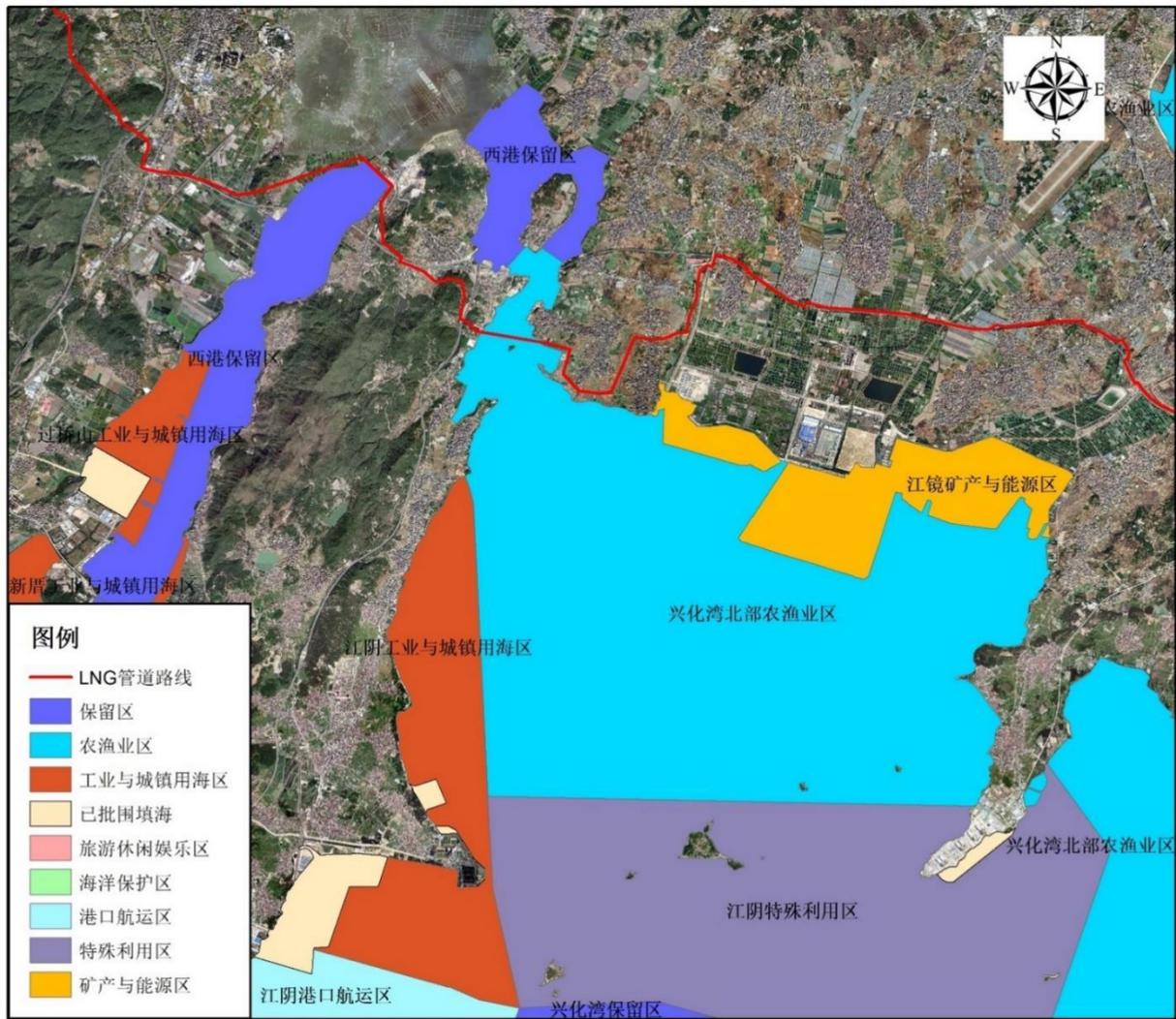


图 2.6-2 配套外输管道工程附近海域功能区与本项目相对位置关系图

(2) 福建省近岸海域功能区划 (2011-2020)

根据福建省近岸海域功能区划, 本项目接收站所在海域为“万安港口四类区(FJ048-D-II)”, 主导功能是港口, 辅助功能是航运, 水质保护目标是二类, 项目附近海域为“兴化湾江阴西部海域二类区(FJ054-B-II)”主导功能是养殖, 水质保护目标是二类。评价海域内还有“牛头尾港口四类区(FJ049-D-II)”, 主导功能是港口, 辅助功能是航运, 水质保护目标是二类。

根据福建省近岸海域功能区划, 本项目配套外输管道东港穿越段穿越海域兴化湾下垄四类区, 该功能区主导功能为港口用海, 近远期水质保护目标均为第三类海水水质。穿越工程附近的近岸功能区分布如下表所示。

表 2.6-17 项目所在功能区及其水质保护目标

标识号	功能区名称	近岸海域环境功能区		水质保护目标	
		主导功能	辅助功能	近期	远期
FJ052-D-III	兴化湾下垄四类区	港口	/	三	三
FJ054-B-II	兴化湾前薛三类区	一般工业用水	/	三	三
FJ050-C-III	兴化湾江阴西部海域二类区	养殖	/	二	二

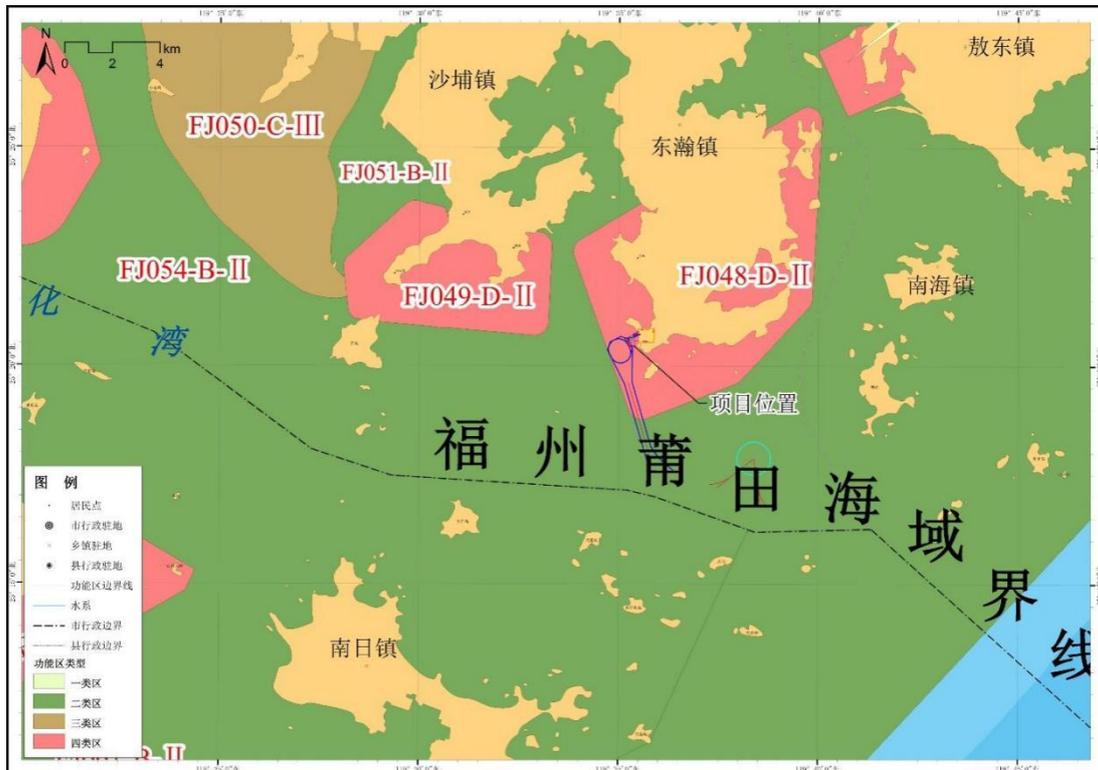


图 2.6-3 接收站工程所在位置近岸海域功能区划图

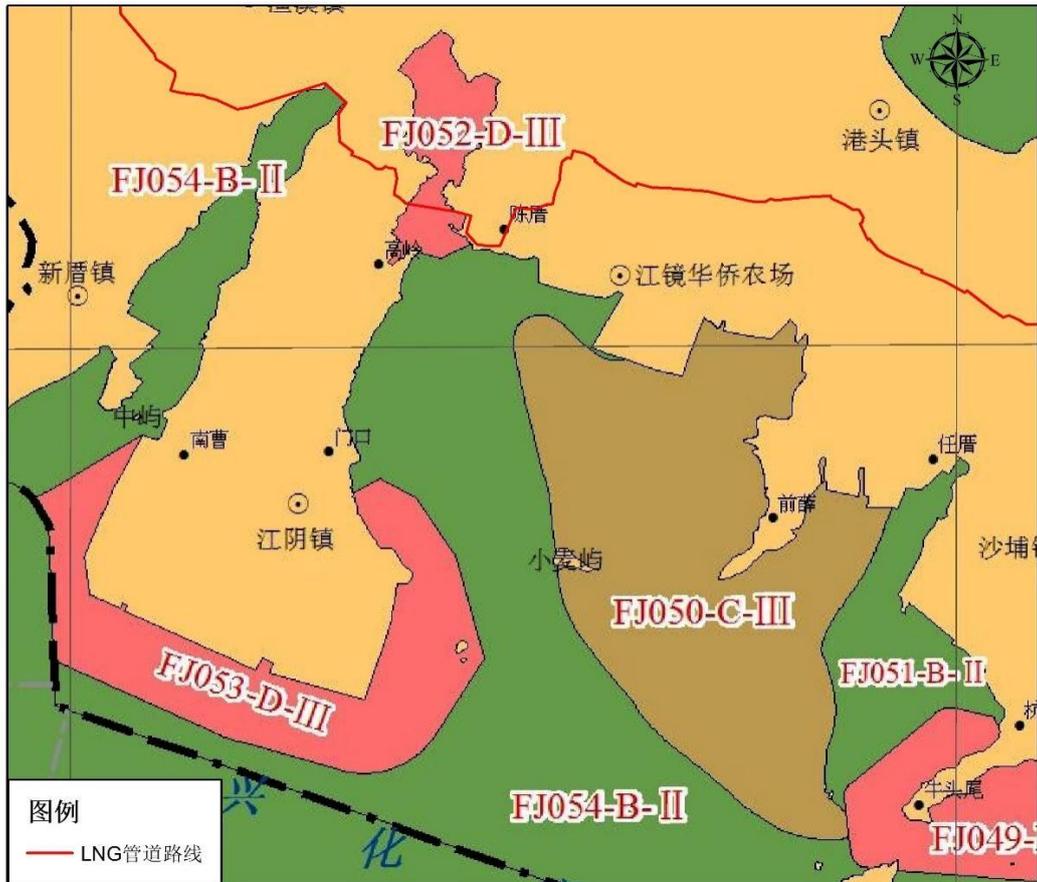


图 2.6-4 配套外输管道工程所在位置近岸海域功能区划图

(2) 福建省海洋环境保护规划（2011-2020）

根据《福建省海洋环境保护规划(2011-2020 年)》，本项目码头工程及取排水工程位于“兴化湾北部渔业环境保护利用区”，环境管理保护要求为：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。评价海域还有：“兴化湾湾口生态廊道保护利用区”、“塘屿列岛海岛生态系统重点保护区”、“山澳中国鲎重点保护区”、南日岛渔业环境保护利用区、海坛海峡渔业环境保护利用区。水质保护目标均为二类。

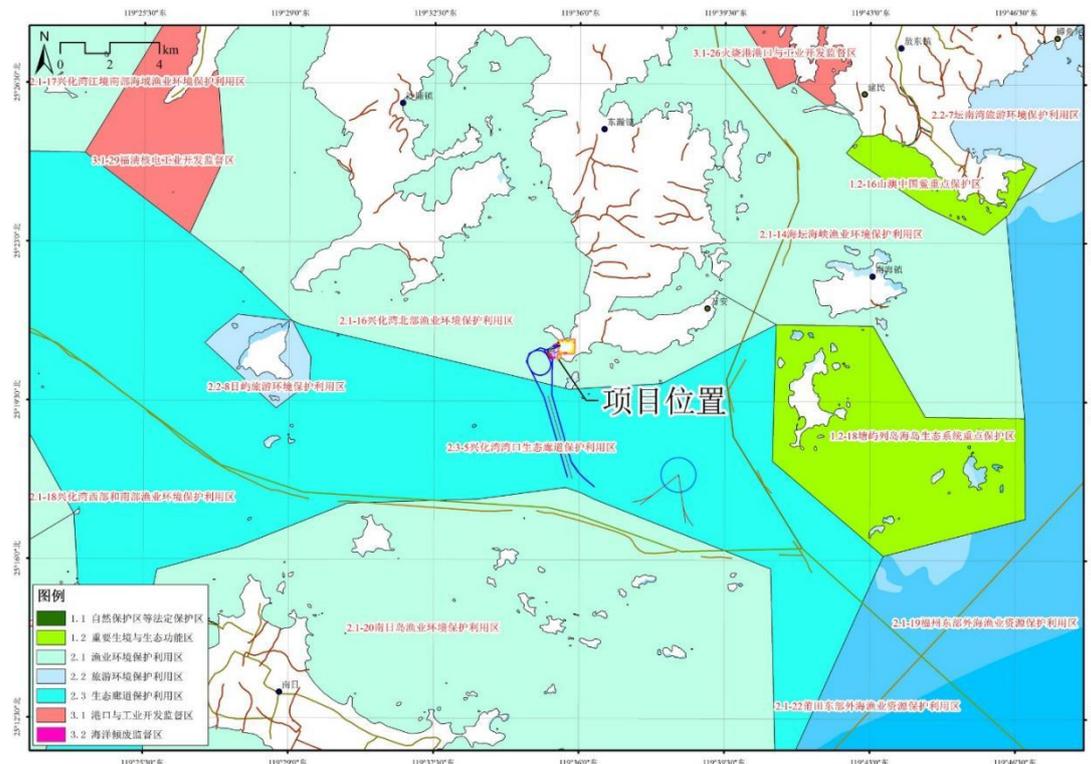
“兴化湾湾口生态廊道保护利用区”保护水生生物的洄游通道，保护鱼虾类产卵场、索饵场，防范溢油风险；“塘屿列岛海岛生态系统重点保护区”，加强海岛生态系统和坛紫菜、海螺等渔业资源和生境的保护。“山澳中国鲎重点保护区”，加强对中国鲎资源及其生境的保护。保护区禁止新设排污口；开展增殖放流，加强养护。南日岛渔业环境保护利用区：严格控制陆源污染物的排放，合理控制养殖规模和选择养殖品种，防止养殖自身污染；恢复渔业资源、建设海洋牧场。海

坛海峡渔业环境保护利用区：加强对渔业环境的保护，控制围填海规模；合理设置排污口。

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》，本项目东港穿越工程位于兴化湾江境南部海域渔业环境保护利用区，项目所在位置所在区名称、环境质量目标和环保管理要求如下表所示。

**表 2.6-18 工程所在及周边海域环境质量目标和环保管理要求**

代码	分区名称	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		
		近期	远期	近期	远期	近期	远期	
2.1-17	兴化湾江境南部海域渔业环境保护利用区	二	二	一	一	一	一	严格控制陆源污染物的排放；防止养殖自身污染；加强养殖环境监测，防范相邻江阴半岛工业区和福清核电工业排污对渔业环境造成影响。
3.1-30	江阴半岛港口与工业开发监督区	三	三	二	二	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。



**图 2.6-5 接收站工程周边福建省海洋环境保护规划图**

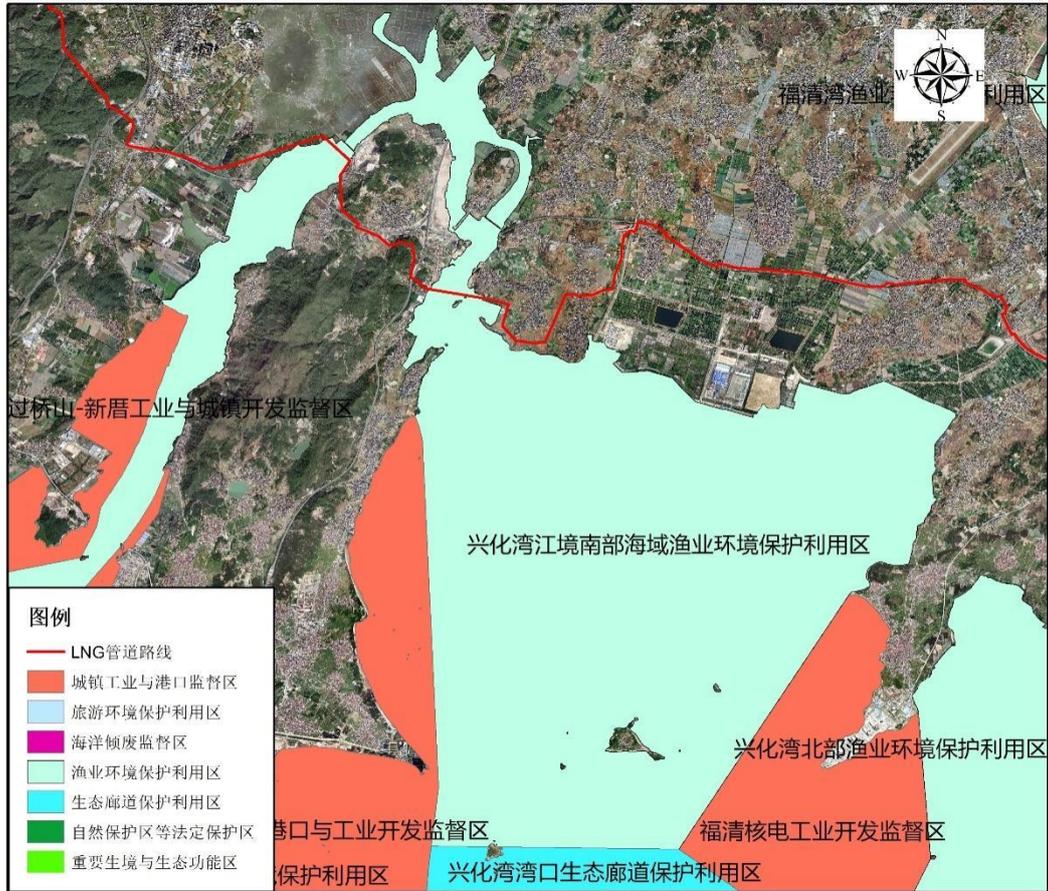


图 2.6-6 配套外输管道工程所在位置海洋环境保护规划图

### 2.6.3.2 海洋水质标准

根据福建省近岸海域功能区划，本项目接收站所在海域为“万安港口四类区(FJ048-D-II)”，主导功能是港口，辅助功能是航运，水质保护目标是二类，项目附近海域为“兴化湾江阴西部海域二类区(FJ054-B-II)”主导功能是养殖，水质保护目标是二类。评价海域内还有“牛头尾港口四类区(FJ049-D-II)”，主导功能为港口，辅助功能为航运，水质保护目标为二类。

根据福建省近岸海域环境功能区划，本项目管道穿越海域管道穿越兴化湾下垄四类区，该功能区水质执行第三类海水水质，邻近的近岸海域功能区兴化湾江阴西部海域二类区，执行第二类海水水质。

海水水质标准具体见下表。

表 2.6-19 《海水水质标准》(GB3097-1997) 摘要 单位:mg/L

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℃，其他季节不超过 2℃		人为造成水温上升不超过当时当地 4℃	

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5, 同时不超过海域正常变动范围 0.2pH 单位		6.8~8.8, 同时不超过海域正常变动范围 0.5pH 单位	
悬浮物质	人为造成增加量≤10		人为造成增加量 ≤100	人为造成增加量 ≤150
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量≤	2	3	4	5
无机氮 (以 N 计) ≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐 (以 P 计) ≤	0.015	0.030		0.045
石油类≤	0.05		0.30	0.50
挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050
铜≤	0.005	0.010	0.050	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
硫化物≤ (以 S 计)	0.02	0.05	0.10	0.25
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
砷≤	0.020	0.030	0.050	
镉≤	0.001	0.005	0.010	

### 2.6.3.3 海洋沉积物质量标准

接收站评价海域的沉积物质量执行《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002)中的一类标准。

根据海洋环境保护规划本项目管道穿越区域为兴化湾江境南部海域渔业环境保护利用区,该海域海洋沉积物执行第一类海洋沉积物质量标准。沉积物主要参数的标准值见下表。

表 2.6-20 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 摘录  
单位: mg/kg (有机碳: %)

监测项目	评价标准		
	第一类	第二类	第三类
硫化物 mg/kg	≤300	≤500	≤600
有机碳 %	≤2.0	≤3.0	≤4.0
石油类 mg/kg	≤500	≤1000	≤1500
汞 mg/kg	0.2	0.5	1.0
铜 mg/kg	35	100	200
铅 mg/kg	60	130	250
镉 mg/kg	0.5	1.5	5

监测项目	评价标准		
	第一类	第二类	第三类
锌 mg/kg	150	350	600
铬 mg/kg	80	150	270
砷 mg/kg	20	65	93

#### 2.6.3.4 海洋生物质量

接收站工程评价海域海洋生物质量（双壳类）的生物质量评价标准按 GB18421-2001《海洋生物质量标准》第一类标准执行，标准值见表 2.6-21。海洋甲壳类和鱼类体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的标准，标准值见表 2.6-22。

配套外输管道工程评价海域海洋生物质量评价标准也采用海洋环境保护规划的要求，贝类的生物质量执行第一类海洋沉积物质量标准，标准参数的标准值见表 2.6-21。鱼类、甲壳类以及软体类生物的总汞、铜、铅、锌和镉含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；铬、砷、石油烃执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准，具体标准见下表。

**表 2.6-21 《海洋生物质量》（GB18421-2001）摘录 单位：mg/kg**

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

注：贝类以去壳后的鲜重计。

**表 2.6-22 其他生物质量评价各评价因子及其标准值（鲜重）单位：mg/kg**

生物类别	铬*	铜	铅	锌	镉	砷*	总汞	石油烃
甲壳类	/	100	2.0	150	2.0	/	0.2	20
鱼类	/	20	2.0	40	0.6	/	0.3	20

\*：由于贝类（双壳类）以外的其他生物体中铬和砷无评价标准，因此不对贝类（双壳类）

以外的其他生物体中铬和砷进行评价。

## 2.6.4 地下水环境

本项目所在区域未进行地下水环境功能区划分，地下水质量现状水质按《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类标准进行评价，石油类指标参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。具体标准见下表。

**表 2.6-23 本项目地下水环境评价执行标准限值**

序号	项目	III类
1	pH（无量纲）	6.5~8.5
2	氨氮，mg/L	≤0.5
3	硝酸盐，mg/L	≤20
4	亚硝酸盐，mg/L	≤1
5	挥发性酚类，mg/L	≤0.002
6	总硬度，mg/L	≤450
7	溶解性总固体，mg/L	≤1000
8	耗氧量(COD <sub>Mn</sub> 法，以 O <sub>2</sub> 计)，mg/L	≤3
9	硫酸盐，mg/L	≤250
10	氯化物，mg/L	≤250
11	氟化物，mg/L	≤1.0
12	氰化物，mg/L	≤0.05
13	砷，mg/L	≤0.01
14	铬（六价），mg/L	≤0.05
15	汞，mg/L	≤0.001
16	铅，mg/L	≤0.01
17	镉，mg/L	≤0.005
18	铁，mg/L	≤0.3
19	锰，mg/L	≤0.1
20	总大肠菌群/(MPN/100 mL 或 CFU/100 mL)	≤3.0
21	石油类，mg/L	≤0.05

## 2.6.5 土壤环境

接收站所在位置土壤环境质量标准执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中规定的“第二类用地”标准；场地外土壤环境质量标准执行《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中规定的风险筛选值标准。

**表 2.6-24 建设用地土壤环境质量标准(mg/kg)**

类别	污染物	第二类用地	
		筛选值	管制值
重金属和无机物	砷	60	140

类别	污染物	第二类用地	
		筛选值	管制值
	镉	65	172
	铬(六价)	5.7	78
	铜	18000	36000
	铅	800	2500
	汞	38	82
	镍	900	2000
挥发性有机物	四氯化碳	2.8	36
	氯仿	0.9	10
	氯甲烷	37	120
	1,1-二氯乙烷	9	100
	1,2-二氯乙烷	5	21
	1,1-二氯乙烯	66	200
	顺-1,2-二氯乙烯	596	2000
	反-1,2-二氯乙烯	54	163
	二氯甲烷	616	2000
	1,2-二氯丙烷	5	47
	1,1,1,2-四氯乙烷	10	100
	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	50
	四氯乙烯	53	183
	1,1,1-三氯乙烷	840	840
	1,1,2-三氯乙烷	2.8	15
	三氯乙烯	2.8	20
	1,2,3-三氯丙烷	0.5	5
	氯乙烯	0.43	4.3
	苯	4	40
	氯苯	270	1000
	1,2-二氯苯	560	560
	1,4-二氯苯	20	200
	乙苯	28	280
	苯乙烯	1290	1290
	甲苯	1200	1200
	间二甲苯+对二甲苯	570	570
	邻二甲苯	640	640
	硝基苯	76	760
	苯胺	260	663
	2-氯酚	2256	4500
	苯并[a]蒽	15	151
	苯并[a]芘	1.5	15
	苯并[b]荧蒽	15	151
	苯并[k]荧蒽	151	1500
蒽	1293	12900	
二苯并[a,h]蒽	1.5	15	
茚并[1,2,3-cd]芘	15	151	
萘	70	700	

**表 2.6-25 农用地土壤环境质量标准(mg/kg)**

标准类别	污染物项目	筛选值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
GB15618-2018	镉	0.3	0.3	0.3	0.6
	汞	1.3	1.8	2.4	3.4
	砷	40	40	30	25
	铅	70	90	120	170
	铬	150	150	200	250
	铜	50	50	100	100
	镍	60	70	100	190

## 2.6.6 声环境

### 2.6.6.1 声环境功能区划

根据接收站所在区域的环境规划，LNG 接收站及港区执行 3 类声环境功能区要求。本项目管线所经地区除林地、农田、鱼塘外，主要为乡村地区，所经地区未划定声环境功能区，依据《声环境质量标准》（GB 3096-2008）和《城市区域环境噪声试用区划分技术规范》（GB/T15190）中声环境功能区的划分要求，村庄执行 1 类声环境功能区要求，居住、商业混杂区域执行 2 类声环境功能区要求；高速公路、一级公路等交通干线两侧一定区域为 4a 类功能区，铁路干线两侧区域为 4b 类功能区。

### 2.6.6.2 声环境质量标准

根据接收站所在区域的环境规划，LNG 接收站及港区执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准，附近的村庄执行 2 类声环境质量标准。管线所经村庄执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 1 类标准，居住、商业混杂区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准，高速公路、一级公路等交通干线两侧一定区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 4a 类标准，铁路干线两侧区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 4b 类标准；站场周围执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

**表 2.6-26 本项目声环境评价执行标准限值 (dB (A))**

标准	沿线两侧村庄		沿线居住、商业混杂区, 站场		以工业生产、仓储物流为主要功能		沿线涉及高速公路、一级公路等交通干线两侧区域		沿线涉及铁路干线处两侧区域	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
《声环境质量标准》(GB 3096-2008)	55	45	60	50	65	55	70	55	70	60
备注	1 类		2 类		3 类		4a 类		4b 类	

### 2.6.6.3 噪声排放标准

#### (1) 施工期噪声

本项目执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)。

**表 2.6-27 本项目建筑施工场界环境噪声排放限值 (dB (A))**

昼间	夜间
70	55

#### (2) 运行期噪声

LNG 接收站厂界噪声执行《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-2008)中的 3 类标准。

**表 2.6-28 LNG 接收站运行期厂界噪声排放限值 (dB (A))**

昼间	夜间
65	55

配套外输管道站场执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准。

**表 2.6-29 配套外输管道站场运行期厂界噪声排放限值 (dB (A))**

昼间	夜间
60	50

### 2.6.7 生态功能区划

根据《福清市生态功能区划》，接收站陆域涉及“520618101 福清龙高半岛东南部沿海防风固沙与石漠化敏感环境生态保育生态功能小区”，该区域范围包括高山、三山、东瀚、沙埔 4 镇东、南部沿海地区，面积 309.1km<sup>2</sup>。其主导功能：敏感环境生态保育；辅助功能：农业生态环境。

配套外输管道涉及生态功能小区及与本项目相关环境保护要求见下表，与福

清市生态功能区划位置关系见图 2.6-7。

**表 2.6-30 本项目涉及的生态功能小区及保护要求**

管线段	生态功能小区	主导功能	与本项目相关的环境保护要求
AA335~AA426 福清联络站	福清东张水库重要饮用水源生态功能小区 (410118101)	水源涵养功能，饮用水源。	把该区域作为重要生态功能区加以保护和建设，按照饮用水体要求保育东张水库（13401）。禁止可能引发污染的开发行为，应把集水区范围的所有林地都划为生态公益林进行管理，并不断扩大有林地面积比例，提高流域汇水区的水源涵养能力。
AA261~AA334	福清西南部城镇与工业环境生态生态功能小区（520118108）	城镇生态环境	生态城镇与工业区规划和建设，乡镇企业污染和农业面源污染的治理和控制；沿海风沙防护林建设。
AA227~AA260 下穿兴化湾东港段	福清中部农业生态生态功能小区（520118106）	农业生态环境	生态城镇建设，沿海防护林建设。
莲峰首站 ~AA226	福清龙高半岛东南部沿海防风固沙与石漠化防治生态功能小区（520618101）	敏感环境生态保育。	进一步完善防风固沙林体系，优化树种结构，提高林分整体稳定性。将该区域作为重要生态功能区保护和建设，并作为水土流失重点治理区，加快水土流失治理步伐。

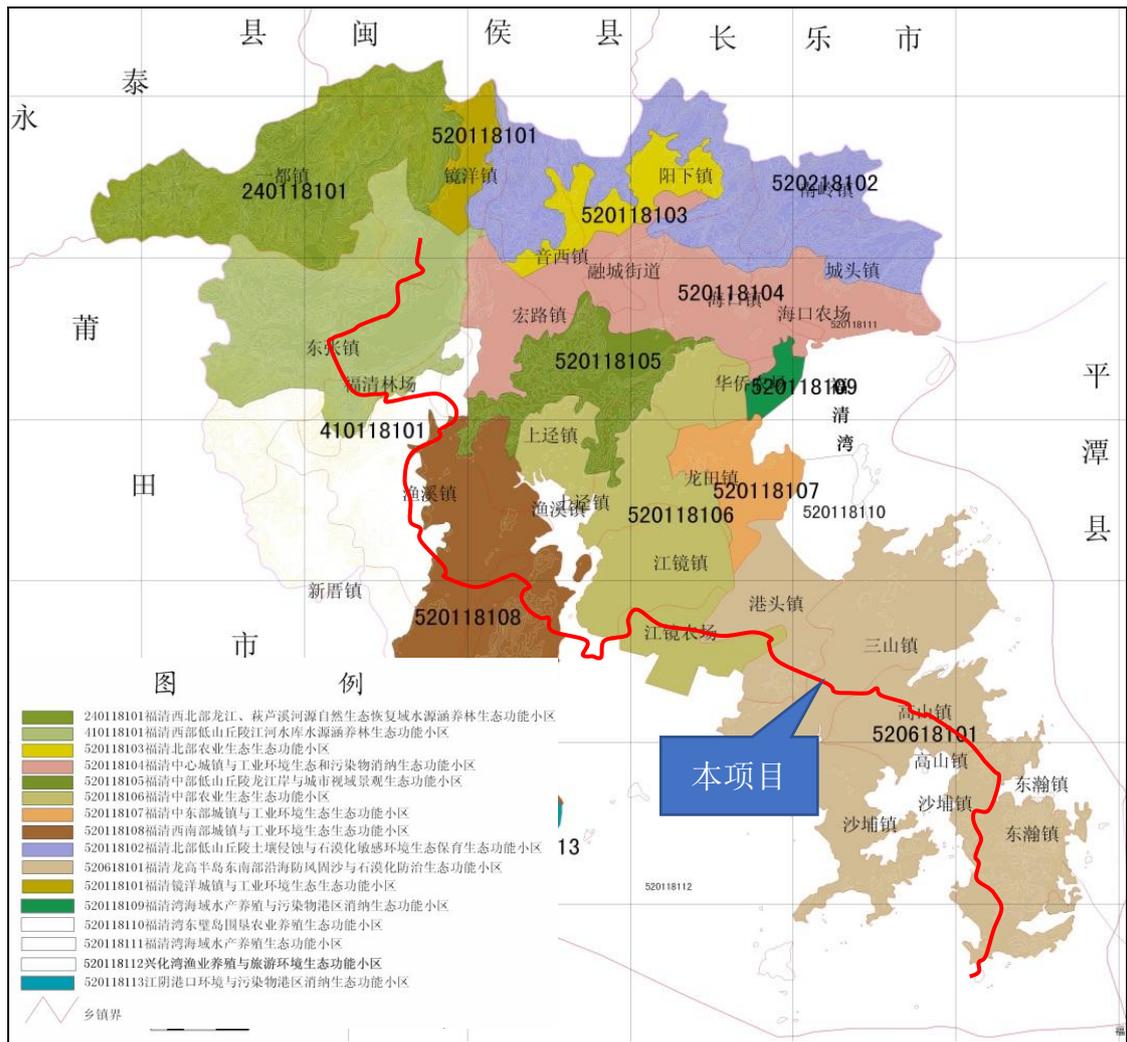


图 2.6-7 本项目与福清市生态功能区划关系图

## 2.6.8 固体废物

- (1) 一般固体废弃物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中相关规定。
- (2) 危险废物临时贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及修改单(环境保护部公告 2013 年第 36 号)中相关规定。
- (3) 外抛的疏浚物应满足《海洋倾倒物质评价规范-疏浚物 GB30980-2014》中清洁疏浚物(I类)标准,见下表。

表 2.6-31 疏浚物分类化学筛分水平(10-6)

污染物	下限	上限
砷(As)	20.0	100.0
镉(Cd)	0.80	5.00
铬(Cr)	80.0	300.0
铅(Pb)	75.0	250.0

汞 (Hg)	0.3	1.0
锌 (Zn)	200.0	600.0
铜 (Cu)	50	300
有机碳 (10 <sup>-2</sup> )	2.0	4.0
硫化物	300.0	800.0
油类	500.0	1500.0

(4) 船舶垃圾排放执行 GB3552-2018《船舶水污染物排放控制标准》中的相关要求，具体排放要求详见下表。

**表 2.6-32 船舶垃圾排放控制要求（海域）**

序号	分类	位置	排放要求
1	食品废弃物	距最近陆地≤3 海里	应收集并排入接收设施
		3 海里<与最近陆地间距离≤12 海里	粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放
		与最近陆地间距离>12 海里	可以排放
2	货物残留物	距最近陆地≤12 海里	应收集并排入接收设施
		与最近陆地间距离>12 海里	不含危害海洋环境物质的货物残留物可排放
3	动物尸体	距最近陆地≤12 海里	应收集并排入接收设施
		与最近陆地间距离>12 海里	可以排放
备注	<p>任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。</p> <p>任何海域，对于货舱、甲板和外表面清洗水，其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放，其他操作废弃物应收集并排入接收设施。</p> <p>任何海域，对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾的排放控制，应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求。</p>		

## 2.7 评价工作等级和评价范围

### 2.7.1 生态环境

本项目管线全长约 104km，沿线涉及风景名胜区等重要生态敏感区，涉及生态保护红线，永久占地、临时占地和水域面积合计约 3.04km<sup>2</sup>，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的划分原则进行判断，具体见下表。

**表 2.7-1 本项目生态环境评价等级判定**

序号	情景	是否涉及
a	涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；	否

b	涉及自然公园时，评价等级为二级；	涉及风景名胜区
c	涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；	涉及
d	根据 HJ 2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	否
e	根据 HJ 610、HJ 964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；	涉及
f	f)当工程占地规模大于 20km <sup>2</sup> 时(包括永久和临时占用陆域和水域)，评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地(包括陆域和水域)确定；	否
g	除 a)、b、c、d)、e)、f) )以外的情况，评价等级为三级；	否
h	当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。	综上，评价等级为二级

综上，本项目生态环境评价等级为二级。本工程穿越生态敏感区时，以线路穿越段向两端外延 1 km、线路中心线向两侧外延 1km 作为评价范围；穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧外延 300 m 为参考评价范围。本工程站场周围 200m 范围作为生态环境现状评价范围。

## 2.7.2 环境空气

本项目运行期正常运行工况，主要污染源为站场无组织排放的少量非甲烷总烃。按照《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）规定，计算污染物的最大地面浓度占标率  $P_i$ （第  $i$  个污染物），及第  $i$  个污染物的地面浓度达标准限值 10%时所对应的最远距离  $D_{10\%}$ ，其中  $P_i$  定义为：

$$P_i = (C_i / C_{0i}) \times 100\%$$

式中： $P_i$ —第  $i$  个污染物的最大地面浓度占标率，%；

$C_i$ —采用估算模式计算出的第  $i$  个污染物的最大地面浓度， $mg/m^3$ ；

$C_{0i}$ —第  $i$  个污染物的环境空气质量标准， $mg/m^3$ ；

$C_{0i}$  一般选用 GB3095 中 1 小时平均取样时间的二级标准的浓度限值，如项目位于一类环境空气功能区，应选择相应的一级浓度限值；对该标准中未包含的污染物，使用 5.2 确定的各评价因子 1 h 平均质量浓度限值。对仅有 8 h 平均质量浓度限值、日平均质量浓度限值或年平均质量浓度限值的，可分别按 2 倍、3 倍、6 倍折算为 1h 平均质量浓度限值。

本项目选择推荐模式中的 AERSCREEN 估算模式对项目大气评价工作进行分级。估算模型参数详见下表。

**表 2.7-2 估算模型参数表**

参数		取值
城市/农村选项	城市/农村	农村
	人口数(城市选项时)	/
最高环境温度/°C		38.4
最低环境温度/°C		-0.7
土地利用类型		针叶林
区域湿度条件		潮湿
是否考虑地形	考虑地形	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	地形数据分辨率 / m	90
是否考虑岸线熏烟	考虑岸线熏烟	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
	岸线距离/ km	/
	岸线方向/°	/

评价工作等级的判定依据见下表。

**表 2.7-3 大气环境评价工作等级判别表**

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	$P_{\max} \geq 10\%$
二级评价	$1\% \leq P_{\max} < 10\%$
三级评价	$P_{\max} < 1\%$

接收站各污染源估算结果见下表。

**表 2.7-4 接收站各污染源估算结果**

排放方式	污染因子	源强 (kg/h)	执行标准 (mg/m <sup>3</sup> )	最大落地点浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	P <sub>max</sub> (%)	D <sub>10%</sub> (m)
长明灯	SO <sub>2</sub>	0.001	0.5	7.11×10 <sup>-6</sup>	0.001	/
	NO <sub>x</sub>	0.013	0.25	9.24×10 <sup>-5</sup>	0.04	/
	颗粒物	0.005	0.9	3.56×10 <sup>-5</sup>	0.004	/
接收站无组织废气	非甲烷总烃	0.36	2	1.75×10 <sup>-2</sup>	0.88	/

配套外输管道各站场污染源强见下表。

**表 2.7-5 本项目无组织源强**

编号	名称	面源长度 /m	面源宽度/m	面源有效排放高度/m	年排放小时数/h	排放情况	污染物排放速率/(kg/h)
1	莲峰首站工艺设备区无组织面源	90	60	3.5	8400	连续排放	0.01
2	南郑分输站工艺设备区无组织面源	100	80	3.5	8400	连续排放	0.01
3	江阴分输站工艺设备区无组织面源	100	60	3.5	8400	连续排放	0.01
4	福清联络站工艺设备区无组织面源	170	80	3.5	8400	连续排放	0.01

配套外输管道各站场估算模式计算结果见下表。

表 2.7-6 估算模式计算结果表

位置	污染源	污染物	下风向最大浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	最大地面浓度 占标率 (%)	D10% (m)	评价 等级
莲峰首站	工艺设备区 无组织面源	NMHC	0.0189	0.95	-	三级
南郑分输 站	工艺设备区 无组织面源	NMHC	0.0153	0.77	-	三级
江阴分输 站	工艺设备区 无组织面源	NMHC	0.0184	0.92	-	三级
福清联络 站	工艺设备区 无组织面源	NMHC	0.0124	0.62	-	三级

根据上表，本运行期各站场非甲烷总烃最大小时地面空气质量浓度占标率  $P_{max} < 1\%$ ，大气评价等级为三级，不需设置大气环境影响评价范围。

### 2.7.3 地表水

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)及工程分析，接收站工程运行期生产废水、生活污水处理后达标用于绿化，不外排；配套外输管道工程运行期属于水污染型项目，管道不产生废水，场站产生少量的生活废水经站场一体化污水处理设备处理后回用于站内绿化，或者定期交由环卫部门处理，生产废水经沉淀后回用于站内绿化，污染物类型简单，且不外排，因此确定地表水环境影响评价等级为三级 B，应进行依托水处理设施的环境可行性分析。本项目运行期地表水评价范围为各站场厂界内。

### 2.7.4 地下水

本项目涉及输气管道工程，根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)要求，线性工程进行分段判定评价等级，并按相应等级分别开展评价工作。

根据行业分类和地下水环境敏感程度划分，确定本次评价工作等级如下：

#### (1) 项目类别

接收站工程对照《环境影响评价技术导则-地下水环境》(HJ610-2016)中“地下水环境影响评价行业分类表”的规定，新建接收站 LNG 储罐为气体储存罐，地下水环境影响评价项目类别为“IV类”，可以不开展地下水环境影响评价；但是由于接收站工程涉及到少量柴油储存及污水的暂存等，在事故情况下可能会对地下水造成污染，因此，本评价对施工期及运行期对地下水的影响进行简要的分

析评价，并提出相应的地下水环境保护对策。

配套外输管道工程包括天然气管线、工艺站场、阀室及其他辅助设施，依据 HJ610-2016 附录 A，拟建项目行业类别属于“F 石油、天然气，41、石油、天然气、成品油管线（不含城市天然气管线）”，地下水环境影响评价项目类别为“III类”。

#### (2) 地下水环境敏感程度

通过对管道沿线区域地质、水文地质及地下水敏感点的调查，管线沿线无集中式地下水饮用水源，部分村庄分布的零散水井已无饮用功能，环境敏感程度为“不敏感”。

#### (3) 评价工作等级

根据上述 2 项指标判别结果，地下水评价工作等级为“三级”。

#### (4) 评价范围

本项目地下水环境评价范围为管道中心线两侧向外延伸 200m 的范围。

### 2.7.5 土壤环境

接收站工程属于危险品仓储项目，结合实际工程建设内容，项目土壤影响类型属于污染影响型，永久占地规模分为大型( $\geq 50\text{hm}^2$ )、中型( $5\sim 50\text{hm}^2$ )、小型( $\leq 5\text{hm}^2$ )，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ964-2018)，评价工作等级划分见表 2.7-8。

表 2.7-7 土壤环境敏感程度分级表

敏感程度	判别依据
敏感	建设项目周边存在耕地、园地、牧草地、饮用水水源地或居民区、学校、医院、疗养院、养老院等土壤环境敏感目标
较敏感	建设项目周边存在其他土壤环境敏感目标的
不敏感	其他情况

表 2.7-8 污染影响型评价工作等级表

敏感程度	I 类			II 类			III 类		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-
不敏感	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-	-

本项目接收站属于 II 类建设项目，永久占地面积约  $40.9753\text{hm}^2$ ，占地规模为中型，项目周边存在耕地、园地，土壤环境敏感程度为敏感，由上表可知，本项

目接收站土壤影响评价等级确定为二级。

配套外输管道工程根据《环境影响评价技术导则 土壤环境》(HJ964-2018), 本项目属于交通运输仓储邮政业中的其他行业, 属于IV类建设项目, 可不开展土壤环境影响评价。

### 2.7.6 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021), 确定本项目声环境影响评价工作等级。具体判断依据见下表。

**表 2.7-9 声环境影响评价等级判定依据**

评价等级	判定依据		
	声环境功能区划	评价范围内敏感目标噪声级增量	受影响人口数量
一级	0 类区或对噪声有特别限制要求的保护区	>5dB(A)	显著增多
二级	1 类、2 类区	≥3dB(A)、≤5dB(A)	增加较多
三级	3 类、4 类区	<3dB(A)	变化不大

符合两个以上级别的, 按较高级别的评价

本项目最高声环境功能区划为 1 类, 评价范围内敏感目标噪声级增量 < 3dB(A), 受影响人口数量变化不大, 因此确定本项目声环境影响评价工作等级为二级。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021) 中有关规定, 施工期评价范围确定为施工场界外 200m, 运行期评价范围确定为各站场厂界外 200m。

### 2.7.7 海洋环境

#### (一) 接收站工程

本项目建设 15×10<sup>4</sup>GT LNG 泊位 1 个(泊位长 390m)及其引桥 347.2m, LNG 接卸能力 650 万吨/年; 建设 1000DWT 工作船码头 1 个(泊位长 105m)及其引桥 148m; 建设取水口、排水口各一个, 生产旺季调峰海水用量为 25500m<sup>3</sup>/h, 应急工况最大海水用量为 42500m<sup>3</sup>/h; 码头港池及航道等疏浚量约 1013.14 万方, 取水口水下炸礁量约 1.2 万方。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018) 相关规定, 本项目涉及海域属“入海河口、近岸海域”, 拟建码头及引桥等工程垂直投影面积以及外扩范围 A<sub>1</sub> 约为 0.01km<sup>2</sup>; 施工期疏浚及水工构筑物建设会扰动海域, 扰动

水底面积  $A_2$  约  $1.6\text{km}^2$ ，属于  $0.5\text{km}^2\sim 3\text{km}^2$  之间，项目地表水影响评价等级应为二级。具体判定依据详见表 2.7-10。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》，本项目评价内容需包括海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋地形地貌与冲淤环境、海洋水文动力环境和环境风险等单项评价内容。

本项目位于兴化湾口，周边有大量海水养殖区，属于生态敏感海域。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》“4.5 海洋工程环境影响评价等级（划分和判定依据）”，取所有工程内容各单项环境影响评价等级中的最高级别（详见表 2.7-11），作为建设项目的海洋环境影响评价等级，因此本项目的海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋水文动力环境评价等级均为 1 级。

综合《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的判定结果，本项目海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境和海洋水文动力环境评价等级定为 1 级。

本项目护岸工程不占用海域，码头（泊位长 390m）和引桥（长 347.2m）采用透水的桩基结构对海岸线、滩涂、海床自然性状影响较小，疏浚（1013.14 万方）对滩涂、海床自然性状有一定的冲刷和淤积影响，排水对周边海域的冲淤环境有一定影响，因此海洋地形地貌与冲淤环境评价等级定为 2 级，详细判据见表 2.7-12。

表 2.7-10 地表水环境影响评价等级分级判定表

评价工作等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与库容之比 $\alpha$	兴利库容占年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$	工程垂直投影面积以及外扩范围 $A_1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A_2/\text{km}^2$ ；过水断面宽度占用比例或占用面积比例 $R/\%$		工程垂直投影面积以及外扩范围 $A_1/\text{km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A_2/\text{km}^2$
				河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	$\alpha \leq 10$ 或稳定分层	$\beta \geq 20$ ；或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 20$	$A_1 \geq 0.5$ ；或 $A_2 \geq 3$
二级	$20 > \alpha > 10$ 或不稳定分层	$20 > \beta > 2$ ；或 季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ； 或 $10 > R > 5$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ； 或 $20 > R > 5$	$0.5 > A_1 > 0.15$ ； 或 $3 > A_2 > 0.5$
三级	$\alpha \geq 20$ ； 或混合型	$\beta \leq 2$ ；或无调节	$\gamma \leq 10$	$A_1 \leq 0.05$ ；或 $A_2 \leq 0.2$ ；或	$A_1 \leq 0.05$ ；或 $A_2 \leq 0.2$ ；或	$A_1 \leq 0.15$ ；或 $A_2 \leq 0.5$

				R≤5	R≤5	
--	--	--	--	-----	-----	--

注1:影响范围涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标,评价等级应不低于二级。  
注2:跨流域调水、引水式电站、可能受到河流咸潮河段影响,评价等级不低于二级。  
注3:造成入海河口(湾口)宽度束窄(束窄尺度达到原宽度的5%以上),评价等级应不低于二级。  
注4:对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物(如防波堤、导流堤等),其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度大于2km时,评价等级应不低于二级。  
注5:允许在一类海域建设的项目,评价等级为一级。  
注6:同时存在多个水文要素影响的建设项目,分别判定各水文要素影响评价等级,并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。

**表 2.7-11 海洋水文动力、水质、沉积物及海洋生态环境影响评价等级判据**

海洋工程分类	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
盐田、海水淡化等海水综合利用类工程	利用海水降温、增温等工程;工业海水利用,海水脱硫等工程	海水用量(100~50)×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d	生态环境敏感区	1	2	2	1
			其它海域	2	2	2	2
其他海洋工程	水下基础开挖等工程;疏浚、冲(吹)填等工程;海中取土(沙)等工程;挖入式港池、船坞和码头等工程;海上水产品加工工程等	开挖、疏浚、冲(吹)填、倾倒入量大于300×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其它海域	2	2	3	2
	水下炸礁(岩)、基础爆破挤淤、海水中和海床爆破(勘探)等工程	爆破挤淤、炸礁(岩)量(6~1)×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	生态环境敏感区	2	1	2	1
			其它海域	3	2	3	2
海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁、海底隧道类工程	原油、成品油、天然气(含LNG、LPG)、化学及其他危险品和其他物质的仓储工程,储运、输送工程等;上述工程(水工构筑物)和设施的废弃、拆除等	所有规模	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其它海域	2	1	2	1

**表 2.7-12 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据**

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 50×10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> 以上的围海、填海、海湾改造工程,围海筑坝、防波堤、导流堤(长

	度等于和大于 2km) 等工程; 连片和单项海砂开采工程; 其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 (50~30) × 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 2km~1km) 等工程; 其它类型海洋工程中较严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 (30~20) × 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; 其它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冲刷、淤积的工程项目。

注: 其它类型海洋工程的工程规模可按照表2中工程规模的分档确定。

## (2) 评价范围

本项目的海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋水文动力环境评价等级均为 1 级。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014), 海洋水文动力环境 1 级评价范围垂向距离一般不小于 5km, 纵向不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍; 海洋生态环境的调查评价范围, 主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定, 1 级评价以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围, 扩展距离一般不能小于 (8~30) km。

综合考虑上述因素确定本项目海域环境影响评价范围为: 东至 119.69719E、25.344598N, 南至 119.571492E、25.2099N, 西至 119.479777E、25.311124N, 北至 119.58379E、25.416822N; 东西宽约 22km, 南北长约 22km, 海域面积约 320km<sup>2</sup>。

根据溢油预测结果, 海域环境风险评价范围适当扩大, 东西宽约 60km, 南北长约 33km, 海域面积约 1100km<sup>2</sup>。

## (二) 配套外输管道工程

### (1) 评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》, 本工程各单项海洋环境影响评价内容的评价等级可通过表 2.7-13 和表 2.7-14 确定。本项目为 LNG 输送管道工程, 其中东港穿越工程长度为 1094m, 因此本工程水文动力环境、海水水质环境、海洋沉积物环境、生态和生物资源环境和海洋地形地貌与冲淤环境的影响评价等级分别为三级、二级、二级、一级和三级。

表 2.7-13 海洋环境评价内容等级判定表

海洋工程分类	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
海底管道、海底电(光)缆类工程	海上和海底电(光)缆工程;海上和海底输水管道工程;无毒、无害物质输送管道工程;海洋电(光)缆废弃、拆除工程;一般管道废弃、拆除等工程	长度大于100km	生态环境敏感	1	1	1	1
			其它海域	2	2	2	1
		长度100km-20km	生态环境敏感	2	1	2	1
			其它海域	3	2	3	2
		长度20km-5km	生态环境敏感	2	2	2	1
			其它海域	3	3	3	2
	海上和海底石油、天然气等输送管道工程;有毒有害及危险品物质输送管道等工程;石油、天然气、化学品、有毒有害及危险品管道的废弃、拆除等工程	管道长度大于10km	生态环境敏感	1	1	1	1
			其它海域	2	2	2	2
		管道长度10km-5km	生态环境敏感	2	1	2	1
			其它海域	3	2	3	2
		管道长度5km-1km	生态环境敏感	3	2	2	1
			其它海域	3	3	3	2

表 2.7-14 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判定表

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 $50 \times 10^4 m^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程,围海筑坝、防波堤、导流堤(长度等于和大于 2km)等工程;连片和单项海砂开采工程;其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 $50 \times 10^4 m^2 \sim 30 \times 10^4 m^2$ 的围海、填海、海湾改造工程,围海筑坝、防波堤、导流堤(长度 2km~1km)等工程;其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 $30 \times 10^4 m^2 \sim 20 \times 10^4 m^2$ 的围海、填海、海湾改造工程,围海筑坝、防波堤、导流堤(长度 1km~0.5km)等工程;其它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冲刷、淤积的工程项目。

注:其它类型海洋工程的工程规模可按照表 2 中工程规模的分档确定。

(2) 评价范围

① 海洋水文动力环境调查和评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》,海洋水文动力环境。3 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 2km；纵向不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离。因此，本次评价范围确定为：以管道工程两侧外扩 3km 的区域。

#### ② 海洋生态环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》，海洋生态环境的调查评价范围，主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定。1 级评价以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围，扩展距离一般不能小于（8~30）km。综合考虑本工程建设的影 响，确定本项目海洋评价范围为向北到围海养殖区域，向南外扩 8km 海域。

#### ③ 海洋水质、沉积物环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》，海洋水质环境现状调查与评价范围，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要求。海洋沉积物环境评价范围与水质环境范围一致。确定海洋水质环境和海洋沉积物环境评价范围同海洋生态环境评价范围，可满足要求。

#### ④ 海洋地形地貌与冲淤环境评级范围

本次海洋地形地貌与冲淤环境评级范围与水文动力环境评价范围相同。

### 2.7.8 环境风险

#### （一）接收站工程

##### 1) 环境风险潜势初判

天然气密度比空气小，沸点极低(-161.5℃)，且几乎不溶于水。天然气的主要成分是甲烷，天然发生泄漏和火灾爆炸事故时，根据天然气输气管道实际发生事故情况案例，只待天然气燃烧完后火即熄灭。不用水灭火故无消防废水产生，本项目正常生产和事故状态下对水体水环境质量和水文要素基本无影响。

本次评价主要分析运输船舶燃料油泄漏和项目 LNG 泄漏对大气环境的影响。

##### (1)危险物质及工艺系统危险性特征分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)“附录 C 危险物质及工艺系统危险性(P)分级”要求，对本项目危险物质数量与临界量比值(Q)和行业及生产工艺(M)进行判定。

结合项目特点将接收站作为功能单元。

### ①危险物质数量与临界量比值(Q)

天然气的主要成分是甲烷，根据 HJ169-2018，甲烷的临界量为 10t，本工程需建设  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  的天然气储罐 3 座，由此可知，本项目危险物质最大存在总量 Q 值为“ $Q \geq 100$ ”。

### ②行业及生产工艺(M)

根据 HJ169-2018 中的表 C.1，危险物质贮存罐区的 M 分值为 5/套，本工程建设 3 个储罐，因为本工程的行业及生产工艺 M 值为 15(M2)。

### ③危险物质及工艺系统危险性(P)分级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)“附录 C 危险物质及工艺系统危险性(P)分级”要求：

Q 值属于“ $Q \geq 100$ ”，M=15 属于 M2，因此项目危险物质及工艺系统危险性(P)分级为 P1。

### (2)环境敏感特征分析

由于本工程接收站存储的介质为 LNG，在事故状态下 LNG 可快速蒸发气化为气态甲烷，甲烷不溶于水，即在事故状态下，本工程不会对周边的地表水及地下水环境造成不利影响，因此，本评价仅针对大气环境风险进行环境敏感程度分级的分析。

本工程周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构的人口总数为 14931 人，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)附录 D 中表 D.1 的判断标准，本工程大气环境敏感程度分级为 E2。

### (3)环境风险潜势判断结果

根据建设项目涉及的危险物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目环境风险水平进行概化分析，按照下表确定环境风险潜势。

**表 2.7-15 建设项目环境风险潜势划分**

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性(P)			
	极高危害(P1)	高度危害(P2)	中度危害(P3)	轻度危害(P4)
环境高度敏感区(E1)	IV <sup>+</sup>	IV	III	III
环境中度敏感区(E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区(E3)	III	III	II	I

根据上表，本项目接收站的大气环境风险潜势为IV。

## 2) 评价等级

依据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)规定, 根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势, 按照下表确定评价工作等级。

**表 2.7-16 评价工作级别**

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 <sup>a</sup>

a 是相对详细评价工作内容而言, 在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

由上表可知, 接收站工程环境风险潜势等级为 IV, 因此环境风险评价等级为一级。

### (二) 接收站工程配套码头等涉海部分

接收站涉海部分涉及 LNG 装卸、船舶航行和靠离泊等风险环节, 参照《船舶污染物海洋环境风险评价技术规范》(试行)及《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)相关要求, 油气、液体化工码头全部为一级评价。因此, 本项目海域环境风险评价等级定为一级。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)评价工作等级划分, 本项目位于环境高度敏感区(E1), 环境风险潜势为IV, 因此, 接收站海域环境风险评价等级定为一级。

### (三) 配套外输管道工程

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)规定, 依据建设项目涉及的物质和工艺系统危险性及其所在地的环境敏感程度, 结合事故情形下环境影响途径, 对建设项目潜在环境危害程度进行分析。

**表 2.7-17 建设项目环境风险潜势划分**

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高度敏感区(E1)	IV <sup>+</sup>	IV	III	III
环境中度敏感区(E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区(E3)	III	III	II	I

注: IV<sup>+</sup>为极高环境风险。

本项目运行期输送的物质为天然气, 项目不产生有毒有害废水污染物, 不会对地表水、地下水环境产生风险影响, 因此, 不考虑地表水、地下水的环境敏感性判定, 环境风险潜势综合等级取大气等级的判定值, 则本项目环境风险潜势等

级见下表。

**表 2.7-18 本项目环境风险潜势分析结果**

类别	单元名称	敏感程度分级	危险物质及工艺系统危害性	环境风险潜势
输气管线	莲峰首站-1#阀室	E3	P3	II
	1#阀室-2#阀室	E3	P3	II
	2#阀室-南郑分输站	E3	P3	II
	南郑分输站-江阴分输站	E3	P2	III
	江阴分输站-3#阀室	E3	P3	II
	3#阀室-4#阀室	E3	P3	II
	4#阀室-福清联络站	E3	P2	III
	福清联络站-福清分输站	E3	P4	I
站场	莲峰首站	/	/	I
	南郑分输站	/	/	I
	江阴分输站	/	/	I
	福清联络站	/	/	I

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）判定本项目的环境风险评价等级如下表。

**表 2.7-19 本项目环境风险评价工作等级判定结果**

类别	单元名称	环境风险潜势判定	环境风险评价等级
输气管线	莲峰首站-1#阀室	II	三级
	1#阀室-2#阀室	II	三级
	2#阀室-南郑分输站	II	三级
	南郑分输站-江阴分输站	III	二级
	江阴分输站-3#阀室	II	三级
	3#阀室-4#阀室	II	三级
	4#阀室-福清联络站	III	二级
	福清联络站-福清分输站	I	二级
站场	莲峰首站	I	简单分析
	南郑分输站	I	简单分析
	江阴分输站	I	简单分析
	福清联络站	I	简单分析

根据以上分析结果，本项目输气管线按照大气风险二级评价开展工作，各站场进行简单分析。由于项目事故状态下基本不产生水污染物，因此，不对地表水和地下水进行事故状态下的影响评价。

本项目大气环境风险评价范围为管道中心线两侧 200m 范围。各站场对其环境风险进行简单分析，不需设置风险评价范围。

#### （四）小结

综上，本项目环境风险评价等级为一级，工程各部分内容按照各自评价等级开展环境风险分析。

## 2.8 主要环境保护目标

### 2.8.1 污染控制目标

#### （一）接收站工程

（1）控制和减轻 LNG 接收站施工期开山炸石、车辆运输所产生的粉尘和噪声的排放，减少其对周围环境的影响；

（2）控制和减轻 LNG 接收站冷海水及余氯排放对海水水质及海洋生态环境的影响；

（3）控制 LNG 接收站各种污染物排放量，做到达标排放，使接收站建成后，周围环境质量不低于现有水平；

（4）控制施工活动对地表水体和地下水的影响；

（5）控制和减轻施工道路及临时施工便道建设对地表植被和土壤的破坏，对沿线农业生态系统的影响。

#### （二）配套外输管道工程

（1）控制管道沿线站场的各种污染物排放量，做到达标排放，使管道建成后各站场周围的环境质量不低于现有的功能。

（2）控制和减轻管沟开挖及临时施工便道建设对地表植被和土壤的破坏而造成的水土流失。

（3）控制和减轻管沟开挖及临时施工便道建设对管道沿线林业、农业生态系统的影响，尽量减少对基本农田的占用，落实好分层开挖、分层堆放、分层回填和农田的恢复工作。

（4）控制沿线穿跨越河流对地表水体的影响，防止由于施工等活动，影响地表水体和地下水体功能。

（5）减轻施工活动对管道沿线及站场周围居民的影响。

### 2.8.2 环境保护目标

#### 2.8.2.1 地表水环境保护目标

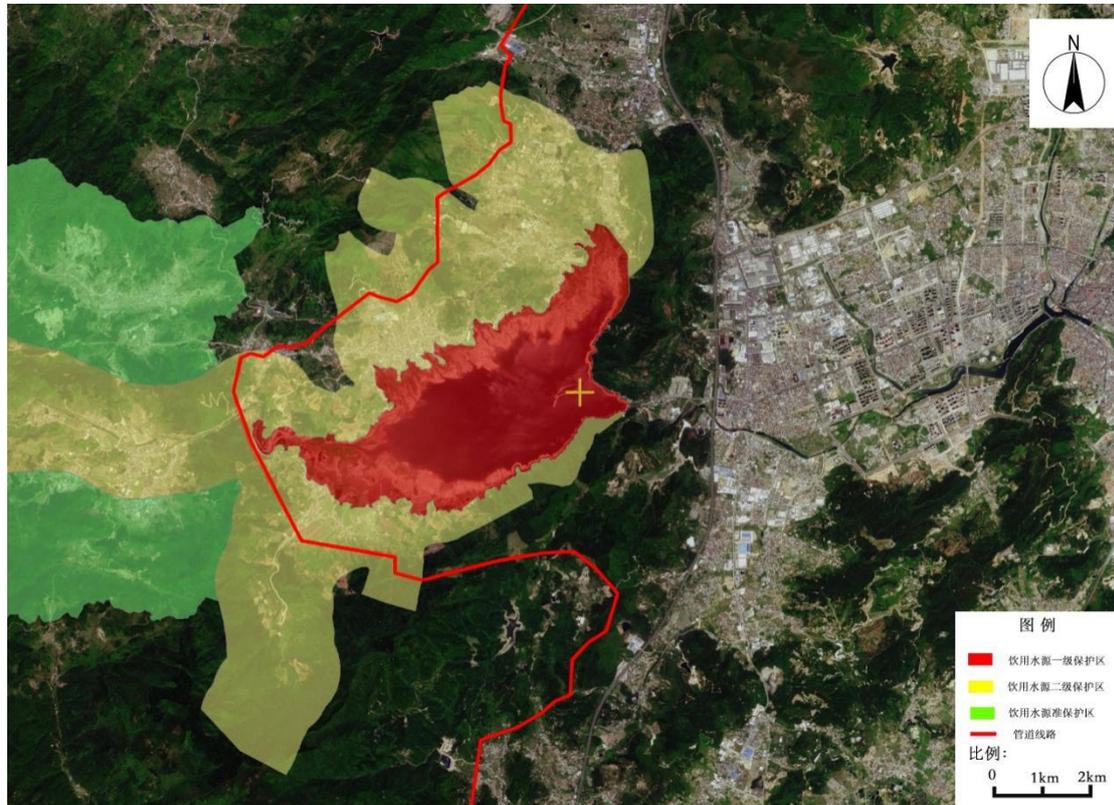
拟建管道穿越东张水库及北林水库饮用水源二级保护区、迳江、渔溪。具体

见表 2.8-1 及图 2.8-1~4。

**表 2.8-1 管道穿越地表水保护目标**

序号	河流名称	穿越位置	穿越方式	穿越长度 (km)	功能区划	水质目标
1	东张水库	二级保护区	水域：顶管 陆域：地理	13.8	饮用水	III类区
2	北林水库	二级保护区	不涉及水域，陆域地理敷设	1.3	饮用水	III类区
3	迳江	宫后村	顶管	0.08	取、排水集中河段	III类区
4	渔溪 <sup>①</sup>	建新村	顶管	0.09	取、排水集中河段	III类区

注：①根据《福清市人民政府关于公布福清市第一批一般湿地名录的通知》（融政综〔2021〕473号），管道穿越渔溪段还涉及福清市一般湿地，湿地名称为福清市渔溪步上湿地。



**图 2.8-1 拟建管线与东张水库饮用水水源保护区位置关系图**

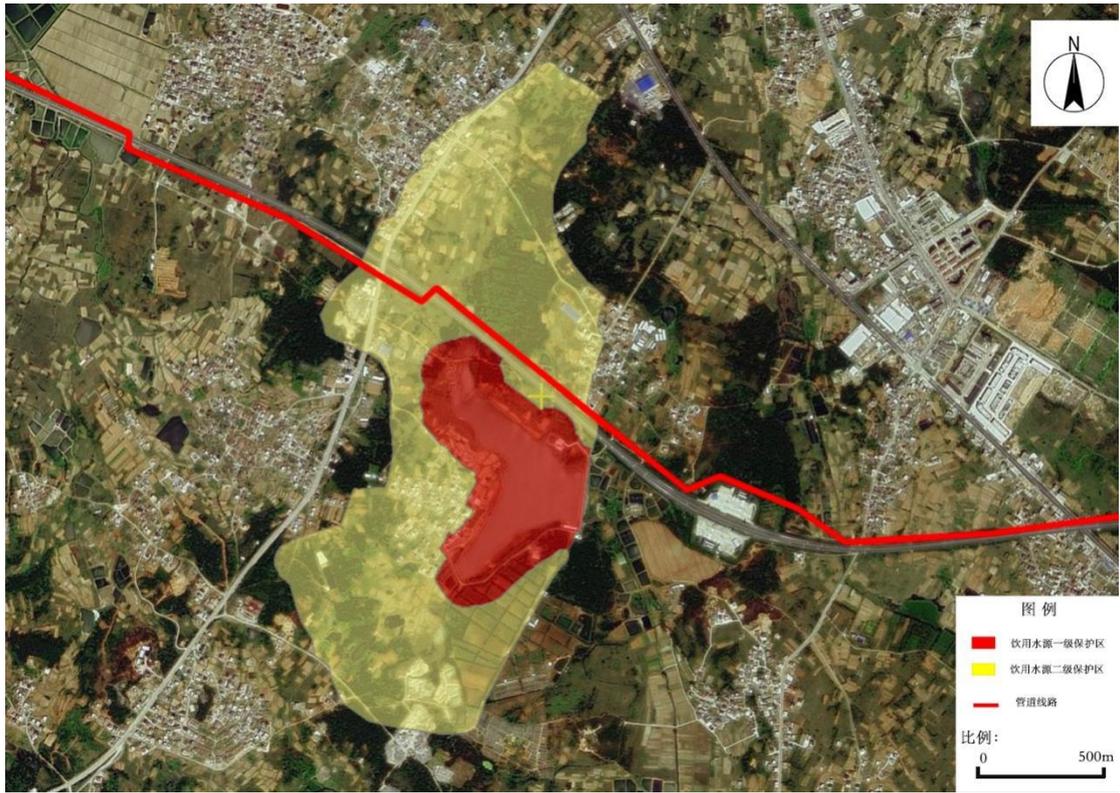


图 2.8-2 拟建管线与北林水库饮用水水源保护区位置关系图

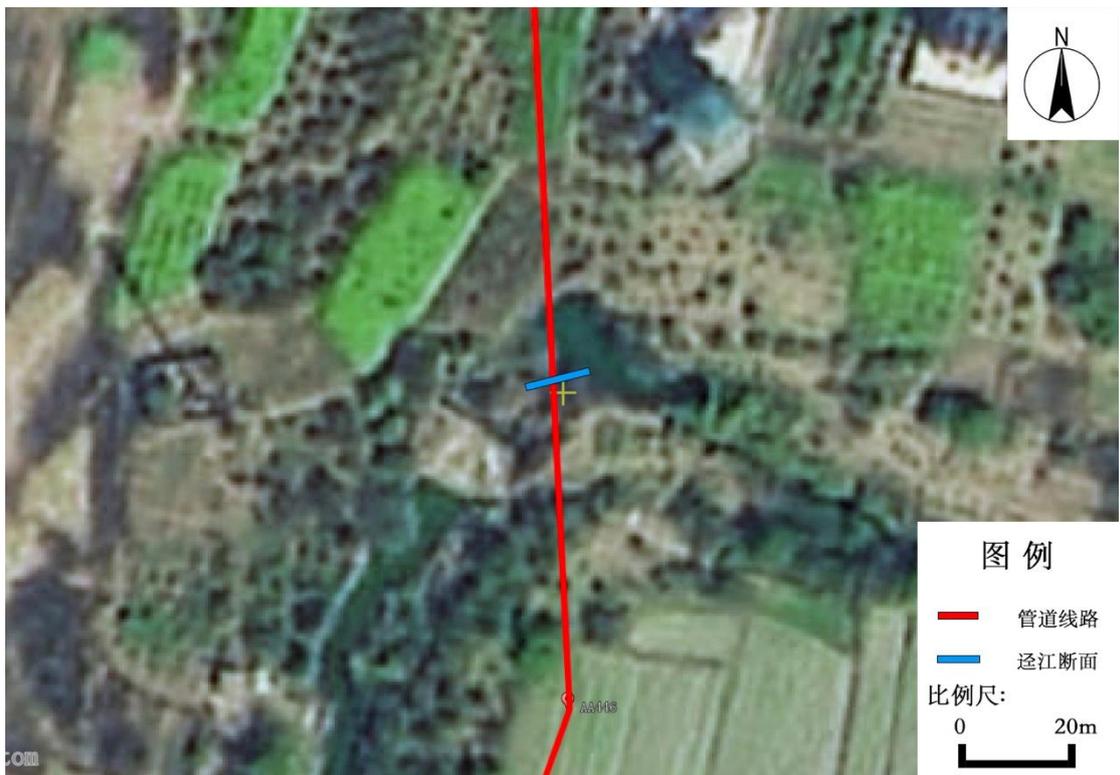


图 2.8-3 拟建管线与迳江位置关系图



图 2.8-4 拟建管线与渔溪及一般湿地位置关系图

### 2.8.2.2 海洋环境保护目标

接收站工程海洋环境保护目标主要为工程区周边海水水质、沉积物环境、海洋生物质量及海洋环境敏感目标。项目周边主要海洋环境敏感目标有工程周边和南日岛周边的海水养殖区及海洋生态保护红线区，具体详见下表、图 2.8-5~6。

表 2.8-2 环境敏感目标与环境保护目标

分类	序号	敏感目标名称	与排水口相对位置及最小距离	环境保护目标
养殖区	1.1	吊养（海带）	部分占用	海水水质符合 GB3097-1997 第二类标准，海洋沉积物质量符合 GB18668-2002 第一类标准，海洋生物质量符合 GB18421-2001 第一类标准
		网箱养殖（石斑鱼、鮟鱼等）	南侧，距排水口 0.2km	
		网箱养殖（黄金鲍）	东南侧，距排水口 0.4km	
		吊养（牡蛎）	南侧，距排水口 0.7km 北侧，距排水口 1.3km	
		苗种场（东风螺、河蚌）	东侧，距排水口 0.7km	
		池塘养殖（菲律宾蛤仔）	北侧，距排水口 0.8km	
		池塘养殖（日本对虾、凡纳滨对虾）	北侧，距排水口 1.8km	
		池塘轮养（菲律宾蛤仔、日本对虾、凡纳滨对虾）	北侧，距排水口 1.9km	
		池塘养殖（日本对虾、凡纳滨对虾、梭子蟹）	北侧，距排水口 2.9km	
		温室养殖（日本对虾、凡纳滨对虾）	北侧，距排水口 4.0km	
		池塘轮养（文蛤、日本对虾、	北侧，距排水口 6.5km	

分类	序号	敏感目标名称	与排水口相对位置及最小距离	环境保护目标
		凡纳滨对虾、梭子蟹)		
	1.2	南日岛养殖区	南侧, 距排水口 8.0km	
海洋生态保护区	2.1	福清万安海岸防护生态保护红线区	东侧, 距排水口 2.4km	海水水质符合 GB3097-1997 第二类标准, 海洋沉积物质量符合 GB18668-2002 第一类标准, 海洋生物质量符合 GB18421-2001 第一类标准
	2.2	高山港海岸防护生态保护红线区	北侧, 距排水口 6.7km	
	2.3	牛华港海岸防护生态保护红线区	西北, 距排水口 7.3km	
	2.4	小日岛海岸防护生态保护红线区	西南, 距排水口 9.6km	
	2.5	横沙屿生态保护红线区	南侧, 距排水口 11.6km	
	2.6	小麦屿海洋生态保护红线区	南侧, 距排水口 13.3km	
	2.7	南日岛海岸防护生态保护红线区	西南, 距排水口 13.8km	
	2.8	塘屿海岸防护生态保护红线区	东南, 距排水口 10.1km	
海洋保护区	3	塘屿列岛海洋保护区	东侧, 距排水口 8.9km	

配套外输管道工程东港穿越段周边存在的海洋环境保护目标包括周边的围海养殖区、开放式养殖区、滩涂养殖区和生态红线区域, 具体分布情况见表 2.8-3 和图 2.8-7、图 2.8-8。

**表 2.8-3 工程海域周边海洋环境保护目标**

序号	名称	方位	与穿越工程管道最近距离	保护对象	
1	生态保护红线区	生态红线区 <sup>①</sup>	周边	404m	湿地生态系统; 红树林生态系统; 珍稀濒危动物物种; 水禽生境
2	养殖用海	江镜镇下垄村围海养殖	周边	交叉	主要经济鱼类、花蛤及其他贝类
		江阴镇高岭村养殖	西南	0.29km	
		江阴镇莆头村养殖	西南	1.07km	
		江镜镇陈厝村养殖	周边	邻近	
		江镜镇南城村养殖	周边	交叉	
		江镜镇吴塘村养殖	东北	1.47km	
		福清市水系联排联调中心柯屿管理站围海养殖	西北	1.53km	
		江镜镇柯屿村围海养殖	北	2.00km	
		江镜镇林厝村围海养殖	东北	2.02km	
		江镜镇前华村围海养殖	东北	2.04km	

注: ①根据《福清市人民政府关于公布福清市第一批一般湿地名录的通知》(融政综(2021)473号), 管道穿越东港段还涉及福清市一般湿地, 湿地名称为福清市兴化湾湿地和福清市南城湿地。

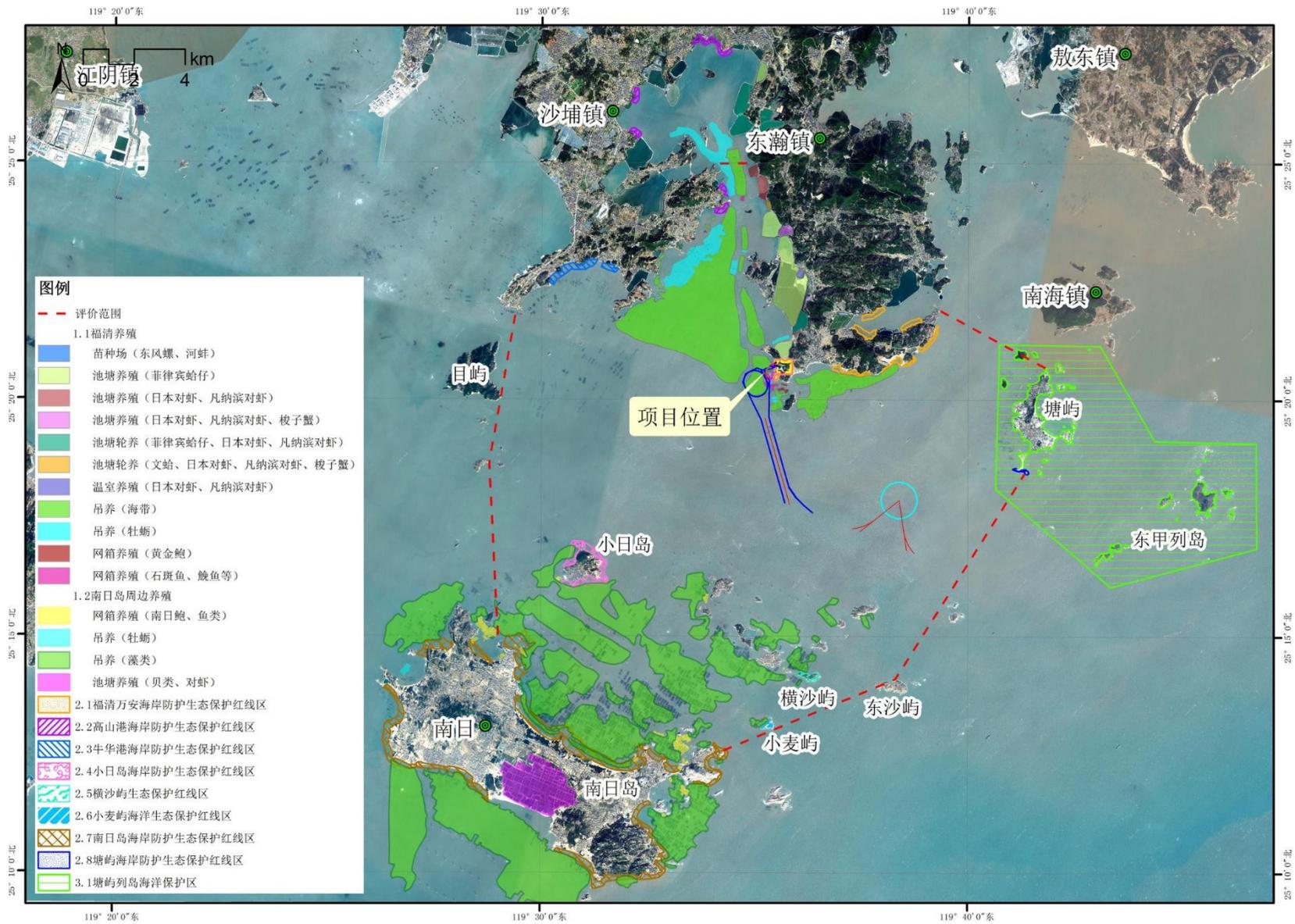


图 2.8-5 海域环境敏感目标示意图



图 2.8-6 海域环境敏感目标示意图 (局部放大)

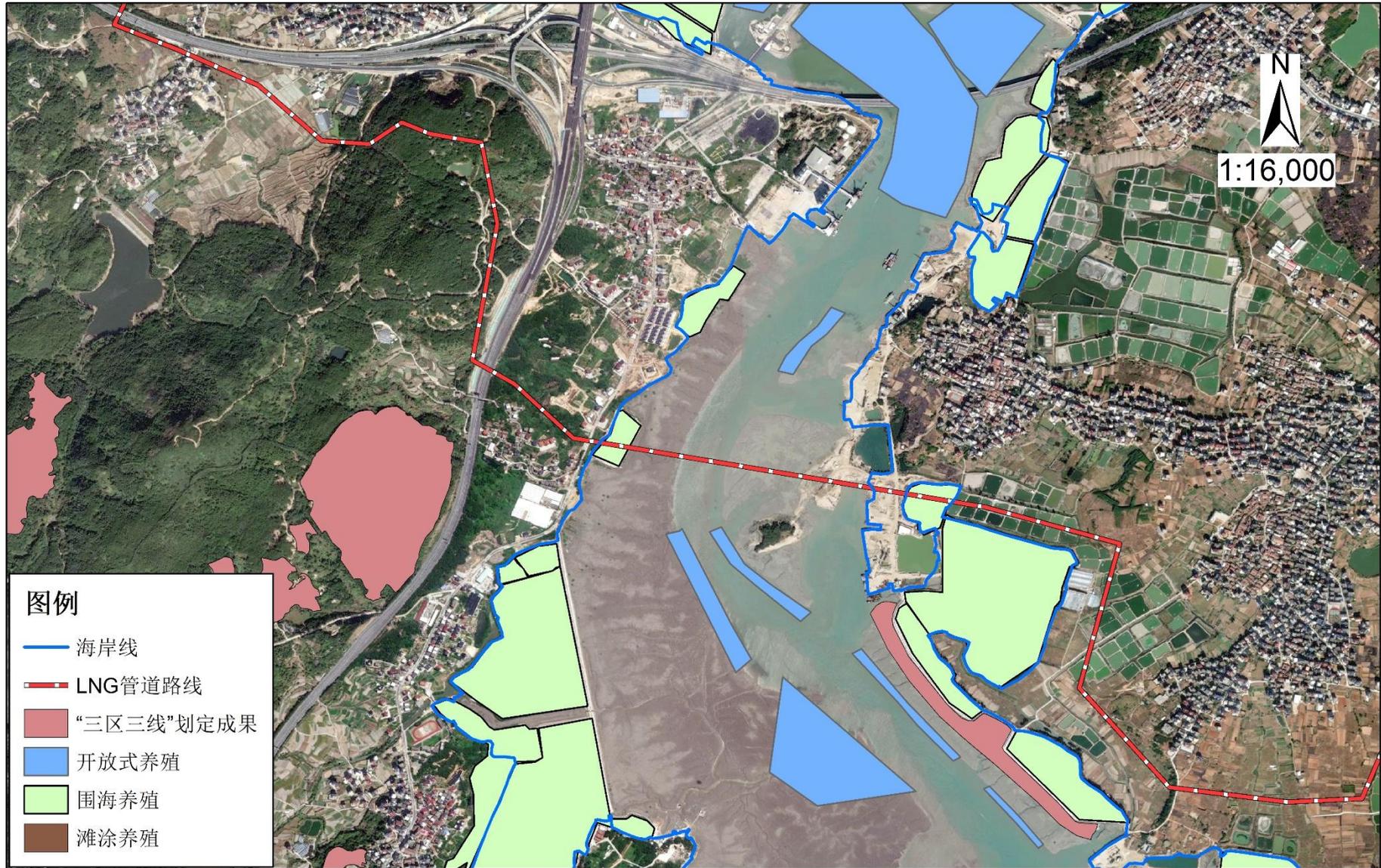


图 2.8-7 东港穿越工程周边环境保护目标分布情况 (1)



图 2.8-8 东港穿越工程周边环境保护目标分布情况 (2)

### 2.8.2.3 地下水环境保护目标

根据调查,接收站工程所在范围内的无地下水环境保护目标,配套外输管道两侧 200m 区域内无地下水水源保护区分布,无集中式饮用水源分布;管道沿线附近分布部分村庄存在民井,但未用于生活饮用。

### 2.8.2.4 大气环境、声环境、环境风险保护目标

接收站工程大气环境保护的目标见下表。

表 2.8-4 接收站工程周围主要大气环境保护目标

序号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数/人
1	莲峰村	东	486	居住区	5376
2	东岭	东	1648	居住区	46
3	小峰东	东	2467	居住区	35

接收站工程环境风险保护目标见下表。

表 2.8-5 接收站工程环境风险保护目标

序号	敏感目标名称	相对方位	距离/m	属性	人口数/人
1	莲峰村	东	486	居住区	5376
2	东岭	东	1648	居住区	46
3	小峰东	东	2467	居住区	35
4	小峰东	东	2506	居住区	1575
5	西兜	东北	985	居住区	420
6	东亭	东北	1360	居住区	315
7	王宅	东北	1447	居住区	385

8	后坑	东北	2220	居住区	473
9	后坑	东北	2500	居住区	123
10	佳乐村	东北	2018	居住区	525
11	坛石	东北	2711	居住区	350
12	佳塘	东北	3403	居住区	158
13	奎峰	东北	4351	居住区	140
14	环青	东北	3959	居住区	333
15	西安村	东北	2592	居住区	1225
16	横坑岭	东北	3936	居住区	67
17	高坪	东	3379	居住区	133
18	文关村	北	2668	居住区	1120
19	后洋	北	3677	居住区	144
20	民田下	北	3990	居住区	137
21	石马	北	4813	居住区	683
22	高宅	东北	4263	居住区	378

本工程的声环境保护目标为站场周边 200m 范围和管道沿线两侧 200m 范围的人口集中区和社会关注区。本工程的环境风险保护目标为管道中心线两侧 200m 范围的人口集中区和社会关注区。管道大气环境、声环境、环境风险保护目标见表 2.8-6。

表 2.8-6 管道大气环境、声环境、环境风险保护目标一览表

序号	环保目标			管线区间	方位	管线中心线最近距离(m)	200m 范围内		拟建项目与环保目标位置关系图	照片
	乡镇	名称	功能				户数(户)	人口(人)		
1	镜洋镇	福清西山职业技术学校	学校	AA409~AA410	东侧	160	/	100 人		
2	东张镇	邱厝村	住宅	AA374~AA375	南侧	170	1	2		

3	东张镇	上溪柄	住宅	AA370~ AA371	西南侧	136	11	30		
4	东张镇	濑底村	住宅	AA351~ AA352	南侧	46	35	100		
5	东张镇	前洋村	住宅	AA343~ AA344	东侧	47	19	60		

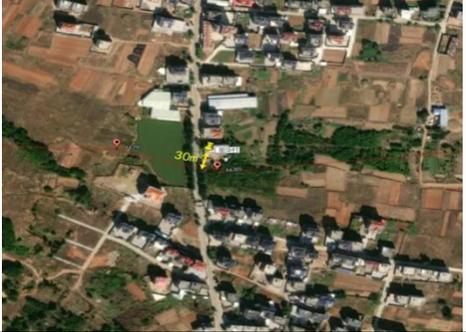
6	东张镇	三星村	住宅	AA338~ AA339	西侧	20	21	65	 
7	三山镇	后洋	住宅	AA336~ AA337	北侧	82	46	138	 
8	渔溪镇	朱山村	住宅	AA331~ AA332	南侧	141	2	3	 

9	渔溪镇	岭头	住宅	AA315~ AA316	西北 侧	46	8	15	 
10	渔溪镇	花生台	住宅	AA313~ AA314	东侧	27	22	62	 
11	渔溪镇	宫后	住宅	AA313~ AA314	东侧	55	12	30	 

12	渔溪镇	三落厝	住宅	AA311~ AA312	西侧	15	5	12		
13	渔溪镇	新长岸	住宅	AA305~ AA306	东、西 侧	10	16	29		
14	渔溪镇	下里村	住宅	AA292~ AA293	东侧	80	50	162		

15	渔溪镇	海乾	住宅	AA287~ AA288	南侧	67	36	108		
16	渔溪镇	北郎官	住宅	AA281~ AA282	南侧	40	16	48		
17	渔溪镇	岭下	住宅	AA276~ AA277	东侧	56	7	20		

18	江阴镇	庄前村	住宅	AA273~ AA274	南侧 与北 侧	0	31	100		
19	港头镇	南郑村	住宅	AA261~ AA262	南侧	50	32	84		
20	江镜镇	南城	住宅	AA260~ AA261	北侧	168	7	16		

21	江镜镇	陈厝村	住宅	AA255~AA256	东侧与西侧	33	22	60		
22	江镜镇	前华村	住宅	AA249~AA250	北侧与南侧	30	55	137		
23	江镜镇	吴塘村	住宅	AA243~AA244	东侧	158	5	13		

24	江镜镇	岸兜村	住宅	AA238~ AA239	西侧	5	13	32		
25	江镜镇	南张村	住宅	AA232~ AA233	北侧	97	13	30		
26	江镜镇	城坂村	住宅	AA230~ AA231	北侧	56	100	240		

27	江镜镇	山河	住宅	AA225~AA226	北侧	50	6	10		
28	港头镇	后园村	住宅	AA223~AA224	北侧	18	50	112		
29	港头镇	东园村	住宅	AA219~AA220	南侧	88	6	15		

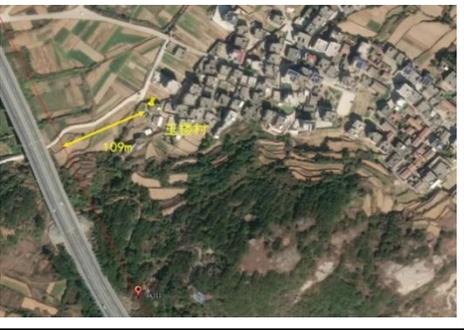
30	港头镇	洋边村	住宅	AA219~ AA220	北侧	16	14	29		
31	港头镇	瑶山村	住宅 混合区	AA217~ AA218	北侧	38	6	14		
32	港头镇	南埔村	住宅	AA209~ AA210	北侧	21	36	90		

33	港头镇	玉塘	住宅	AA204~ AA205	南侧	87	16	40		
34	港头镇	西芦村	住宅	AA201~ AA202	北侧	55	17	43		
35	港头镇	南芦村	住宅	AA200~ AA201	北侧	118	3	6		

36	三山镇	道北村	住宅	AA198~ AA199	北侧	32	47	118		
37	三山镇	赤安村	住宅	AA194~ AA195	北侧	34	20	45		
38	三山镇	塘北村	住宅	AA191~ AA192	北侧 及南 侧	22	40	65		

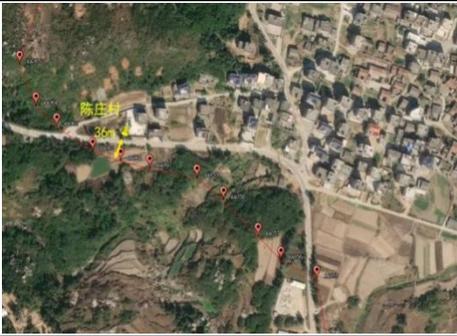
39	三山镇	城山村	住宅	AA186~ AA187	北侧	63	17	43		
40	三山镇	城山村 育儿园	学校	AA187~ AA188	西南 侧	171	/	30		
41	三山镇	东郭村	住宅	AA185~ AA186	北侧	161	2	5		

42	高山镇	洋门村	住宅	AA179~ AA180	南侧 及北 侧	0	102	265		
43	高山镇	洋门村 福耀希望小学	学校	AA179~ AA180	北侧	83	/	200		
44	高山镇	西郑村	住宅	AA175~ AA176	北侧	37	21	52		

45	高山镇	北山后	住宅	AA171~ AA172	西南侧	181	2	5		
46	高山镇	东施村	住宅	AA169~ AA170	西南侧	84	24	60		
47	高山镇	玉楼村	住宅	AA170~ AA171	东侧	109	16	42		

48	东瀚镇	东庄村	住宅	AA162~ AA163	西侧	69	65	158		
49	东瀚镇	田乾	住宅	AA161~ AA162	东南侧	89	15	38		
50	东瀚镇	北楼下	住宅	AA155~ AA156	北侧	60	31	78		

51	东瀚镇	田尾	住宅	AA137~ AA138	东侧	64	10	26		
52	东瀚镇	天马山庄	住宅	AA121~ AA122	东侧	56	5	15		
53	东瀚镇	文山村	住宅	AA108~ AA109	西侧	50	126	360		

54	东瀚镇	洋坪东	住宅	AA067~ AA068	南侧	30	50	114		
55	东瀚镇	陈庄村	住宅	AA057~ AA058	北侧	36	42	105		
56	东瀚镇	高宅	住宅	AA047~ AA048	西南侧	14	13	33		

57	东瀚镇	西安村	住宅	AA040~ AA041	东侧	0	142	352		
58	东瀚镇	西兜村	住宅	AA011~ AA012	东南侧	90	30	76		

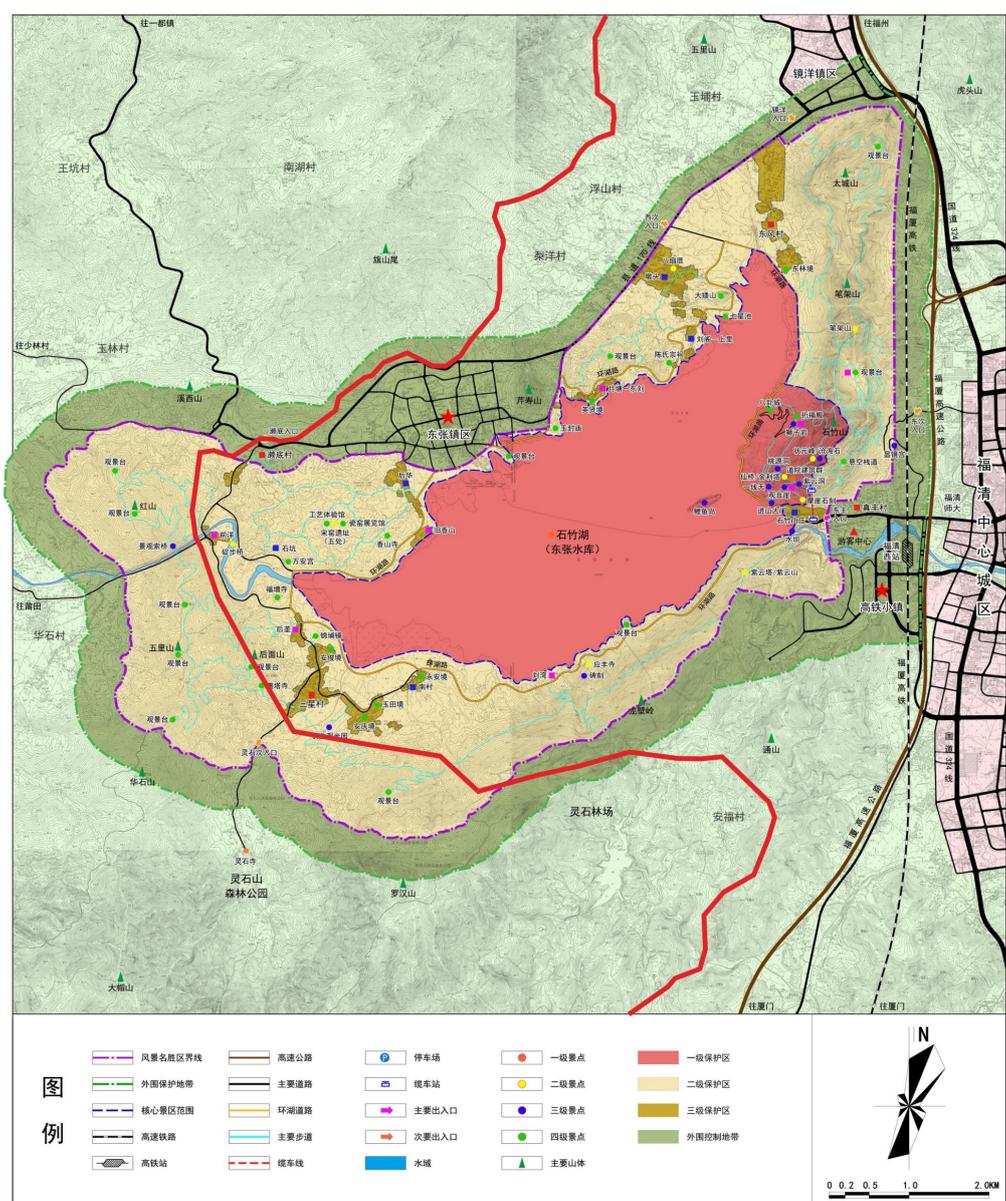
## 2.8.2.5 生态环境保护目标

### (1) 石竹山省级风景名胜区

拟建站场、阀室不涉及生态环境保护目标。拟建管线涉及的主要生态敏感目标有石竹山省级风景名胜区，涉及二级保护区、外围控制地带等区域，未涉及划为一级保护区的核心景区，具体见下表，见图 2.8-13。

**表 2.8-7 管线穿越石竹山省级风景名胜区的概况一览表**

序号	名称	涉及的区域	穿越方式	穿越长度 (km)	临时占用面积 (hm <sup>2</sup> )
1	石竹山省级 风景名胜区	二级保护区	地埋敷设	7.28	21.81
		外围控制地带		5.41	16.26
		合计		12.69	38.07



**图 2.8-13 拟建管线与石竹山省级风景名胜区的位置关系图**

## (2) 福建灵石山国家森林公园

拟建管线涉及的主要生态敏感目标有福建灵石山国家森林公园，涉及的长度约 4.85km，具体见下图。目前建设单位正在委托编制项目涉福建灵石山国家森林公园专题报告。

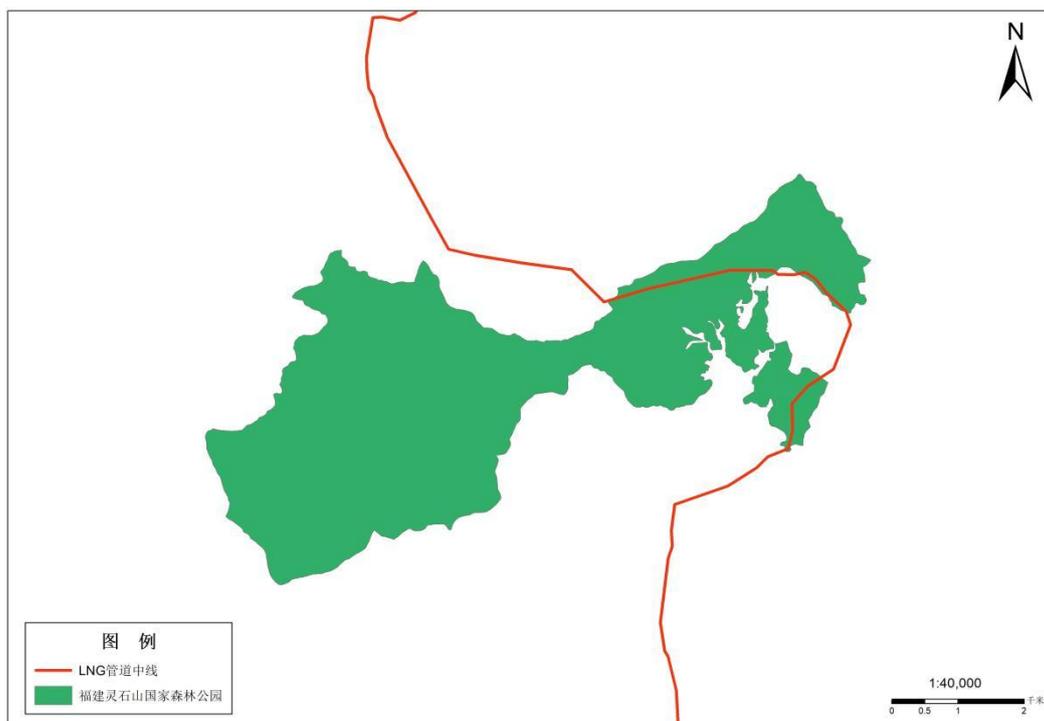


图 2.8-14 拟建管线与福建灵石山国家森林公园的位置关系图

### 2.8.2.6 文物保护单位

拟建管线工程周边较近的文物保护单位主要有县级文物保护单位石坑啖步桥和东张窑址，与其他文物保护单位的距离均超过 1km。本项目与两处文物保护单位的位置关系见下表和图 2.8-15。

表 2.8-8 管线与文物保护单位的位置关系一览表

序号	文物保护单位名称	保护级别	保护范围	建控地带	与本项目位置关系
1	石坑啖步桥	县级	四周各向外延伸 50 米，占地面积 1.82 公顷。	保护范围四周各向外延伸 25 米，占地面积 1.70 公顷。	东北侧约 350m
2	东张窑址	县级	占地面积 49.54 公顷。	占地面积 20.35 公顷。	东北侧约 930m

# 福清市石竹山省级风景名胜区 总体规划（修编）2018-2035年

文物保护单位分布图

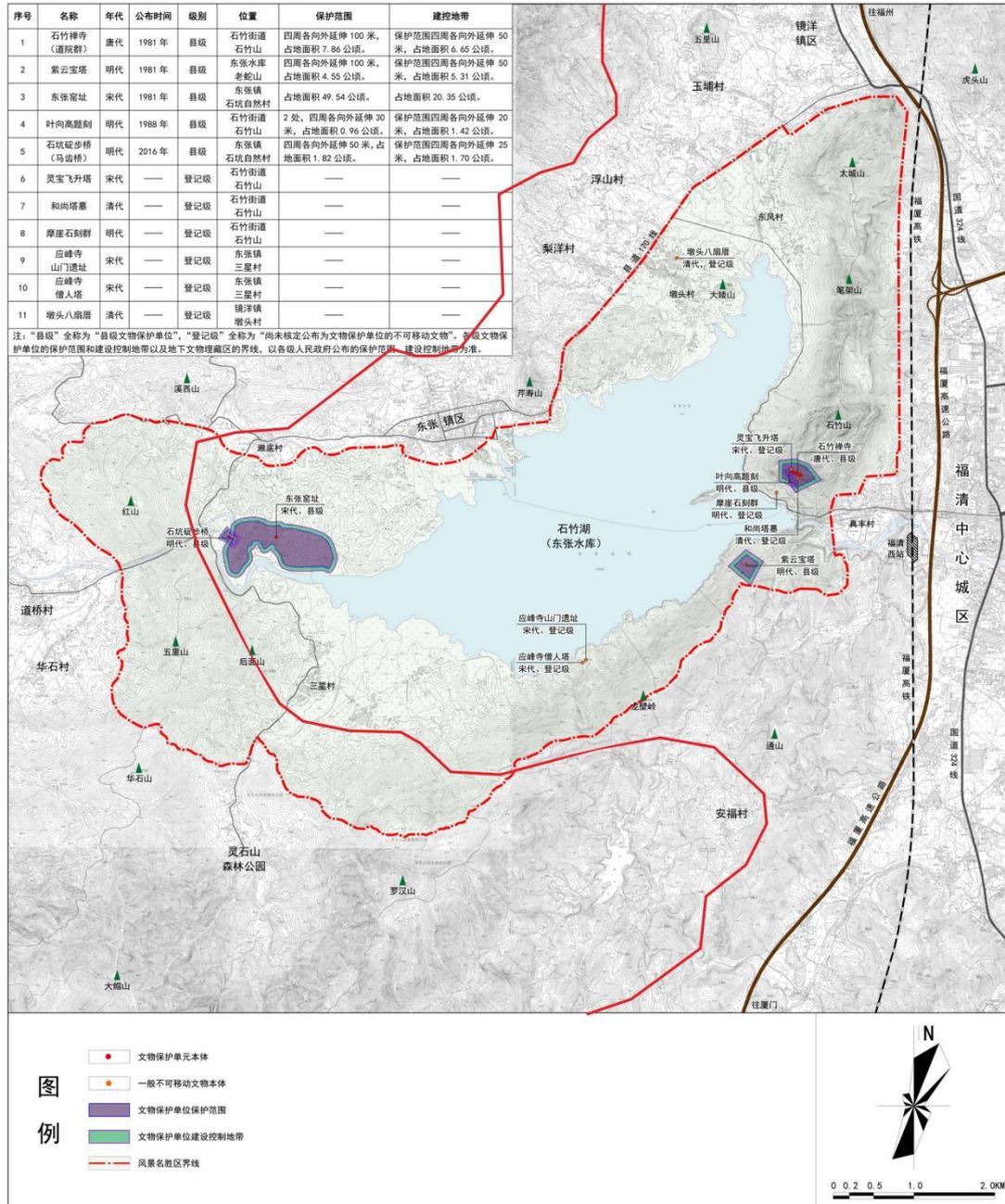


图 2.8-15 拟建管线与文物保护单位的位置关系图

## 2.8.2.7 其他关注的环境保护目标

拟建管线工程走线与福建省平潭及闽江口水资源配置（一闸三线）工程交叉三次。位置关系见图 2.8-16~19。



图 2.8-16 拟建管线与福建省平潭及闽江口水资源配置（一闸三线）工程的位置关系



图 2.8-17 拟建管线与福建省平潭及闽江口水资源配置（一闸三线）工程交叉处示意图（1）



图 2.8-18 拟建管线与福建省平潭及闽江口水资源配置（一闸三线）工程交叉处示意图（2）



图 2.8-19 拟建管线与福建省平潭及闽江口水资源配置（一闸三线）工程交叉处示意图（3）

## 3 建设项目工程概况

### 3.1 项目基本情况

**项目名称：**中石油福建 LNG 接收站项目

**建设性质：**新建

**建设单位：**福建昆仑能源液化天然气有限公司

**建设地点：**本项目建设内容包括 LNG 接收站工程、配套码头工程和外输管道工程三部分。接收站位于福建省福清市东瀚镇莲峰村西南端、兴化湾北岸高山半岛，地理坐标东经 119°35'30"，北纬 25°20'35"；配套的 LNG 码头工程位于接收站的西南侧，规划的福州港江阴港区万安作业区；配套外输管道全线位于福建省福州福清市，起点位于东瀚镇莲峰村，途经高山镇、三山镇、港头镇、江镜华侨农场、江镜镇、江阴镇、渔溪镇、宏路街道、东张镇，终点位于镜洋镇。

**建设规模：**

(1) 接收站工程建设规模为  $300 \times 10^4 \text{t/a}$ ，拟建 3 座  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  的 LNG 储罐及配套工艺设施、公用工程设施和辅助生产设施，设计储存能力  $60 \times 10^4 \text{m}^3$ ，设计气化能力为  $2700 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，占地面积  $40.9753 \text{hm}^2$ ，预留 1 座  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  的 LNG 储罐（不在本次评价范围内）位置及气化外输设施扩建用地；配套码头工程建设  $15 \times 10^4 \text{GT}$  LNG 泊位 1 个、1000DWT 工作船码头 1 个（施工期兼做大件码头）及海水取排水设施；LNG 码头接卸能力 650 万吨/年，近期吞吐量为 300 万吨/年；生产负荷最高月份均日调峰（正常工况）海水用量  $Q$  为  $25500 \text{m}^3/\text{h}$ ，应急工况时冷排水量为  $42500 \text{m}^3/\text{h}$ ，冷排水温降约  $5^\circ\text{C}$ ；远期预留  $26.6 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 船舶泊位 1 座。

(2) 配套外输管道工程起点位于莲峰首站，终点位于福清分输站（西三线已建），线路总长度约 104km，本工程输气量为  $33.9 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ ，设计日输气量  $1571 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ ，采用不降压输送方式，设计压力 10MPa，管径 D1016mm，管材选用 L485M；新建站场 4 座，阀室 4 座；沿线穿越大中型水域 5 处，包括东港穿越段；铁路穿越 10 处，高速穿越 12 处，高等级公路穿越 7 处。

**占地面积：**永久占地面积  $439858 \text{m}^2$ ，临时占地面积  $2546356 \text{m}^2$ 。申请用海面积为  $455.1768 \text{hm}^2$ 。

## 3.2 工程组成

### 3.2.1 接收站工程

本项目一期工程建设规模为  $300 \times 10^4 \text{t/a}$ ，码头接卸能力  $650 \times 10^4 \text{t/a}$ ，建设 3 座  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 储罐及配套工艺设施、公用工程设施和辅助生产设施。工程组成及建设规模见下表。

表 3.2-1 拟建工程项目组成一览表

项目	名称	单位	规模	备注	
主体工程	储罐系统	LNG 储罐	座	3	每座储罐罐容为 $20 \times 10^4 \text{m}^3$ (为二期预留 1 座储罐位置)
		低压输送泵	台	12	$Q=460 \text{m}^3/\text{h}$ (二期增设 4 台低压输送泵)
	高压泵系统	高压输出泵	台	5	$Q=460 \text{m}^3/\text{h}$ (为二期预留 1 台位置，远期预留 4 台位置；为一二期 6 台高压泵设置变频)
	气化系统	开架式气化器(ORV)	台	5	$Q=200 \text{t/h}$ (为二期预留 1 台位置，为远期预留 4 台位置)
	计量系统	高压外输计量撬	套	1	设计能力 $665 \sim 2756 \times 10^4 \text{Sm}^3/\text{d}$ (远期预留 1 路 DN400 计量支路)
	燃料气系统	空温式燃料气加热器	台	2	单台能力 $5000 \text{Sm}^3/\text{h}$
		低压外输计量调压撬	套	1	设计能力 $4.08 \sim 8.16 \times 10^4 \text{Sm}^3/\text{d}$
	BOG 系统	BOG 压缩机	台	3	单台处理量 $3500 \text{m}^3/\text{h}$
		BOG 再冷凝器	台	1	设计能力 $22 \text{t/h}$
	码头装卸船系统	LNG 卸料臂	台	3	16”，单台设计能力 $3500 \text{m}^3/\text{h}$ ，单台最大能力可达 $5000 \text{m}^3/\text{h}$
		LNG 气液两用卸料臂	台	1	16”，单台设计能力 $3500 \text{m}^3/\text{h}$ ，单台最大能力可达 $5000 \text{m}^3/\text{h}$
		气相返回臂	台	1	16”，单台设计能力 $14000 \text{m}^3/\text{h}$
	火炬系统	高架火炬	座	1	$110 \text{t/h}$
装车系统	装车撬	台	15	单台能力 $80 \text{m}^3/\text{h}$ (为二期预留 3 台装车撬位置)	
配套工程	仪表空气、工厂空气	微油螺杆式空压机	台	2	单台能力 $Q=1440 \text{Nm}^3/\text{h}$ , $0.85 \text{MPa}$
		干燥净化撬座	台	2	单台能力 $Q=1440 \text{Nm}^3/\text{h}$
		压缩空气储罐	台	1	$V=120 \text{m}^3$ , $1.0 \text{MPa}$
	自控系统	分散控制系统(DCS)	套	1	
		安全仪表系统(SIS)	套	1	
		火灾自动报警系统(FAS)	套	1	
		可燃气体检测报警系统(GDS)	套	1	
		储罐管理系统	套	1	
		海关国检管理系统	套	1	
		安全监控预警系统	套	1	
LNG 储罐珍珠岩沉降	套	1			

		监测系统			
辅助工程	给排水系统	生活污水处理一体装置	套	1	Q=5m <sup>3</sup> /h
		含油污水处理装置	套	1	Q=3m <sup>3</sup> /h
		淡水给水泵	台	3	Q=25m <sup>3</sup> /h、H=45m、2用1备
		淡水给水泵	台	2	Q=25m <sup>3</sup> /h、H=45m、1用1备
		变频海水泵	台	1	Q=8500m <sup>3</sup> /h,P=0.42MPa
		工频海水泵	台	4	Q=8500m <sup>3</sup> /h,P=0.42MPa
		雨水提升泵	台	12	Q=5m <sup>3</sup> /h、H=15m
		生活污水环保厕所	套	1	L×B=2m×1.5m
辅助工程	消防系统	消防测试泵(电驱)	台	1	Q=900m <sup>3</sup> /h,H=120m
		海水消防系统稳压泵(电驱)	台	2	Q=15L/s,H=80m、1用1备
		海水消防泵(电驱)	台	2	Q=1260m <sup>3</sup> /h,H=190m
		海水消防泵(柴驱)	台	2	Q=1260m <sup>3</sup> /h,H=190m
		淡水消防泵(电驱)	台	1	Q=216m <sup>3</sup> /h,H=60m
		高倍泡沫比例混合装置	套	6	Q=8L/s,P=1.2MPa, V=1.0m <sup>3</sup>
		高倍泡沫生产器	套	12	Q=4L/s
		气体灭火系统	套	5	七氟丙烷气体灭火系统, 中心控制室、110KV 变电所、现场机柜间、槽车机柜间及码头控制室各设1套
		LNG 储罐罐顶固定式水喷雾系统	套	3	
		装车棚固定式水喷雾系统	套	5	
		码头前沿水幕系统	套	1	
		码头逃生通道水喷雾系统	套	1	
		码头卸料平台水喷雾系统	套	1	
		LNG 储罐罐顶固定干粉灭火系统	套	3	
		LNG 装车区移动式干粉炮灭火系统	套	2	
		码头区固定干粉炮灭火系统	套	2	
		固定式消防炮	架	35	
		室外地上式消火栓	套	100	
		减压稳压型室内消火栓	套	60	
		高倍泡沫干粉联用消防车	台	1	
		高喷车	台	1	
		通信指挥车	台	1	
		重型泡沫车	台	1	
抢救救援消防车	台	1			
供配电	干式变压器	台	2	6/0.4kV 2000kVA	

		干式变压器	台	2	6/0.4kV 400kVA
		干式变压器	台	3	6/0.4kV 500kVA
		6kV 真空开关柜	台	57	含母线桥
		柴油发电机	台	1	6kV 1200kW
		抽屉式低压开关柜	面	64	0.4kV
		环网柜	面	4	6kV
		静止无功补偿装置	套	2	5MVar
		接地变及消弧线圈	套	2	125kVA
		固态软启动装置	套	4	6kV 2100kW
		变频调速装置	套	6	6kV 2100kW
		不间断电源 UPS	套	1	150kVA 0.5/3h
辅助工程	供配电	防雷接地在线监测装置	套	1	5kVA
		不间断电源 UPS	套	2	80kVA 0.5/3h
		不间断电源 UPS	套	1	20kVA 0.5h
		应急电源系统 EPS	基	4	10kVA 0.5h
		防爆平台灯	套	450	Exd IIBT4 IP55
		防爆配电箱	面	54	Exd IIBT4
		动力配电柜	面	7	
		动力配电箱	面	128	
		防爆操作柱	套	41	Exd IIBT4
		路灯	基	200	h=6m 120W
		高杆灯	基	6	h=25m 12x1000W
	人体防静电触摸装置	套	16		
	通信系统	电话交换系统	套	1	1000 个用户, 3 条 E1
		工业电视监控系统	套	1	B/S 结构; 室内半球 59 套, 一体化球机 59 套, PTZ 枪机 53 套, 固定枪机 8 套, 防爆固定枪机 47 套
		周界入侵报警系统	套	1	定位行振动光缆系统; 探测光缆约 6km
		防爆扩音系统	套	1	无主机防爆扩音系统; 室外防爆话站 37 套, 全天候话站 15 套, 分控话站 2 套, 主控话站 1 套
		局域网	套	1	路由器 1 台, 交换机 15 台, 百兆宽带租用 1 条
		综合安防平台	套	1	
		无线对讲系统	套	1	数字集群通信系统, 3 台信道机, 30 套手持终端
		出入口控制系统	套	1	离线式门禁系统。门禁控制器 15 套。行人、车辆出入口控制 4 套。
		其他通信系统	套	1	IPTV、综合布线、室外光/电缆敷设等
	氮气系统	液氮储罐	台	2	V=50m <sup>3</sup>
空温汽化器		台	2	Q=2650Nm <sup>3</sup> /h	
电辅热器		台	1	Q=2650Nm <sup>3</sup> /h	
调压装置		套	1	Q=2650Nm <sup>3</sup> /h	
氮气储罐		套	1	V=50m <sup>3</sup>	
PSA 制氮撬座		台	2	Q=350Nm <sup>3</sup> /h, 纯度≥99.9%	

		配套干燥净化撬座			
	配套建筑	LNG 储罐区泡沫撬棚	座	3	12.5m <sup>2</sup>
		BOG 压缩机棚	座	1	1154.8m <sup>2</sup>
		工艺生产区泡沫撬棚	座	1	12.5m <sup>2</sup>
		空压制氮站	座	1	428.7m <sup>2</sup>
		淡水泵房	座	1	385.56m <sup>2</sup>
		分析化验室	座	1	395.20m <sup>2</sup>
		110kV 主变电所	座	1	4917.04m <sup>2</sup>
		维修车间及仓库	座	1	1999.2m <sup>2</sup>
		化学品库房	座	1	554m <sup>2</sup>
		危废品暂存间		1	85.54m <sup>2</sup>
辅助工程	配套建筑	海水泵棚	座	1	632m <sup>2</sup>
		制氯加氯间	座	1	387m <sup>2</sup>
		现场机柜间	座	1	524.56m <sup>2</sup>
		装车综合业务室	座	1	370.44m <sup>2</sup>
		雨淋阀及泡沫撬棚	座	1	38m <sup>2</sup>
		槽车装车棚	座	1	1596.30m <sup>2</sup>
		码头控制室	座	1	616.12m <sup>2</sup>
		办公楼	座	1	2707.6m <sup>2</sup>
		中央控制室	座	1	1569.7m <sup>2</sup>
		综合服务楼	座	1	2394.56m <sup>2</sup>
		主门卫	座	1	90m <sup>2</sup>
		车棚 1	座	1	196m <sup>2</sup>
		消防楼	座	1	2064m <sup>2</sup>
		消防训练塔	座	1	246m <sup>2</sup>
		站外倒班公寓	座	1	2760m <sup>2</sup>
依托工程	给排水	水厂	座	1	水源依托东瀚镇西安村水厂，水厂供水规模 5000m <sup>3</sup> /d，供水扬程 44m，水泵出口压力为 0.42Mpa。

### 3.2.2 接收站配套码头等涉海工程

涉海工程包括主体工程（LNG 码头、工作船码头、取排水口、支航道、应急锚地）、辅助工程（导助航设施、港作车船等）等，依托工程包括江阴港主航道、兴化湾外倾倒区等，工程组成及建设规模详见下表。

表 3.2-2 涉海工程及依托工程组成一览表

类别	工程名称	单位	数量	备注
主体工程	LNG 码头	m	390	15万GT LNG泊位1个（靠泊8×10 <sup>4</sup> ~26.6×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> LNG船），码头通过能力为650×10 <sup>4</sup> t/a；包含工作平台、靠船墩、系缆墩等，港池需疏浚
	LNG码头引桥	m	347.2	
	控制楼平台	座	1	兼做补偿平台
	工作船码头	m	105	施工期兼做大件码头，港池需疏浚
	工作船码头引桥	m	148	

类别	工程名称	单位	数量	备注
	护岸/护坡	m	1778.9	按海工构筑物设计
	海水取水口	座	1	一期工程正常运行时海水取水量为28020m <sup>3</sup> /h,最大海水取水量为45020m <sup>3</sup> /h;布置于库区西侧,通过开山形成
	海水排水口(冷排水排放口)	座	1	正常工况冷排水量为25500m <sup>3</sup> /h,应急工况时冷排水量为42500m <sup>3</sup> /h,冷排水温降约5℃。布置于库区西南侧,通过排水管引桥架立至高山半岛西南侧深槽边缘,设置圆沉箱1座,作为排水口头部
	排水口引桥	m	370	引桥长约370m,宽7m;施工期需搭设施工便桥
	进港支航道	m	3717	长3717m、宽325m,局部需疏浚
	应急锚地	m	1410	直径为1410m
辅助工程	控制系统			主要包括消防设施(消防炮)控制系统和溢油应急监控系统
	信息与通信			包括有线电话、调度通信和闭路电视监控系统以及码头通信设计
	港作车船			租用江阴港拖轮公司的拖轮
	导助航设施			交通、消防车辆由接收站统一考虑
公用工程	供电			电源引自后方库区变电所
	给水排水			水源由后方库区提供
	消防			设置消防炮系统、水幕系统、水喷雾系统、干粉灭火系统、室外消火栓和灭火器等
临时工程	施工便桥与平台			LNG码头、引桥、工作船码头等施工时需搭设施工便桥
	临时预制场			预制沉箱、预应力空心板等构件
环保工程	集液池	个	1	10m×2.5m×3.6m,布置于码头工作平台东南侧
	生态环保厕所	座	1	
	应急设备			溢油监视设备、围油栏、吸油毡等
依托工程	江阴主航道			利用长度约10km,占用时间短
	兴化湾外倾倒区			距离约19.5km

### 3.2.3 配套外输管道工程

接收站配套外输管道线路总长度约 104km,新建站场 4 座,阀室 4 座,本工程年设计输气量为  $33.9 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ ,设计日输气量  $1571 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ 。

本工程外输管道为福建 LNG 接收站的配套工程,通过西三线东段福清分输站与西三线东段管道互联互通,福建 LNG 接收站投产前,本工程短期使用西气东输三线东段管输气,输往江阴分输站和南部分输站。西三线转输西气东输二线所输气源,西气东输二线主力气源为中亚天然气管道来气。西气东输三线是目前

中石油向福建供气管道的主供气源。

福建 LNG 投产后，本工程气源为接收福建 LNG 接收站气化来气，对区域进行供气，剩余气量通过福清分输站注入西三线管道，通过西三线管道供应福建市场，甚至通过西三线对江西、湖南市场供气。

工程组成及建设规模见表 3.2-3。

表 3.2-3 配套外输管道工程组成及建设规模一览表

一、主体工程						
线路工程	行政区域	序号	市县镇		线路长度 (km)	桩号
		1	福州市福清市东瀚镇		17.2	AA001~AA166
		2	福州市福清市高山镇		8.2	AA166~AA180, AA187~AA190
		3	福州市福清市三山镇		5.8	AA180~AA186, AA190~AA198
		4	福州市福清市港头镇		8.5	AA198~AA204, AA209~AA225
		5	福州市福清市江镜华侨农场		1.7	AA204~AA209, AA225~AA226
		6	福州市福清市江镜镇		12.6	AA226~AA260
		7	福州市福清市江阴镇		6.6	AA260~AA278
		8	福州市福清市渔溪镇		22.2	AA278~AA321, AA328~AA333
		9	福州市福清市宏路街道		2.2	AA321~AA328
		10	福州市福清市东张镇		12.6	AA333~AA381
	11	福州市福清市镜洋镇		6.4	AA381~AA426	
	地区等级	序号	地区等级		线路长度 (km)	桩号
		1	二级地区		34.2	AA043~AA052、AA163~AA169、 AA180~AA185、AA295~AA311、 AA316~AA336、AA357~AA426
2		三级地区		69.8	AA001~AA043、AA052~AA163、 AA169~AA180、AA185~AA295、 AA311~AA316、AA336~AA357	
地貌划分	序号	地貌划分		线路长度 (km)		
	1	平原	旱田	33.4		
	2		水网	16		
	3	丘陵		25		

	线路穿越	4	山地	29.6	
		序号	穿越类型	次数（处）/长度（m）	穿越方式
		1	水域	69/7510	顶管/预埋套管/开挖穿越
		2	高速	12/960	顶管
		3	铁路	10/530	顶管/直埋/预埋套管
站场工程及阀室	序号	站场名称	位置	功能	
	1	莲峰首站	福清市东瀚镇莲峰村	清管	
	2	1#监控阀室	福清市东瀚镇赤岭村	干线截断、分输（预留）	
	3	2#监控阀室	福清市三山镇洋门村	干线截断、分输（预留）	
	4	南郑分输站	福清市港头镇瑶山村	清管	
	5	江阴分输站	福清市江阴镇庄前村	清管、过滤、加热、计量、调压	
	6	3#监控阀室	福清市渔溪镇山腰村	干线截断、分输（预留）	
	7	4#监控阀室	福清市宏路街道安福村	干线截断、分输（预留）	
		8	福清联络站	福清市镜洋镇石子磊村	清管、分离、计量
<b>二、辅助工程</b>					
辅助工程	序号	类别	名称	防腐方案	
	1	防腐	线路直管、冷弯管	三层 PE 外防腐层	
			线路热煨弯管	双层熔结环氧粉末外防腐+聚丙烯胶粘带	
			定向钻穿越段管道	三层 PE 外防腐层	
			站场阀室地面管道、设备	涂料	
			站场阀室内与干线管道管径一致的埋地直道	三层 PE 外防腐层	
			站场阀室其他埋地管道及管件	无溶剂液体环氧涂料+聚丙烯胶粘带	
站场阀室埋地阀门、法兰、三通等异形部件			粘弹体防腐材料		

		阴极保护	线路管道	强制电流法进行阴极保护
			江阴分输站	线路阴极保护站
			其他站场、阀室	电位远传设备
	2	自动化控制及通信	采用以计算机为核心的监控与数据采集系统（SCADA 系统），按三级控制的操作管理模式进行设计。	
	3	标志桩	2368 个	
	4	警示牌	673 个	
5	警示带	92.87km		

### 三、公用工程

公用工程	序号	类别	主要内容	
	1	暖通	采用通风与空调相结合。	
	2	供水	南郑分输站、江阴分输站和福清联络站站依托毗邻的市政供水管网；莲峰首站的供水依托 LNG 接收站站内给水系统。	
	3	排水	各站场生产、生活污水实行清污分流；南郑分输站的生活污水经场区污水处理设施处理后回用于站内绿化，或者定期由环卫部门外运处置，不外排；江阴分输站和福清联络站的生活污水经化粪池处理后定期由环卫部门外运处置，不外排；站场生产废水经沉淀后回用于站内绿化。莲峰首站废水依托 LNG 接收站处理。	
	4	供电	南郑分输站、江阴分输站、福清联络站和阀室均由附近 10kV 架空线路上 T 接 1 路 10kV 电源，另设置不间断电源装置作为应急电源；莲峰首站负荷等级与福建 LNG 接收站一致，供电电源引自福建 LNG 接收站供配电系统。	
	5	消防	站场阀室依托社会专职消防队，布设一定数量的移动式灭火器。	

### 四、环保工程

环保工程	序号	类别	主要内容	
	1	废水	污水处理系统	南郑分输站的生活污水经场区污水处理设施处理后回用于站内绿化，或者定期由环卫部门外运处置；江阴分输站和福清联络站的

				生活污水经化粪池处理后定期由环卫部门外运处置；站场生产废水经沉淀后回用于站内绿化。	
	2	废气	放空立管	各站场及阀室均设置 1 根 20m 高的放空立管。	
	3	固废	生活垃圾	江阴分输站、南郑分输站和福清联络站的生活垃圾经收集后由环卫部门定期清运处置。	
			清管废渣	各站场清管废渣定期清理送至附近垃圾填埋场进行填埋处置。	
	4	生态	工程分区	防治措施	措施类型
			管道作业带防治区	表土剥离、浆砌石截、排水沟、覆土整地	工程措施
				临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟	临时措施
				种植乔木、灌木、撒播草籽	植物措施
			河流沟渠穿越防治区	表土剥离、覆土整地	工程措施
				临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、临时沉砂池	临时措施
				撒播草籽	植物措施
			公路铁路穿越防治区	表土剥离、覆土整地	工程措施
				临时拦挡、临时苫盖	临时措施
				种植灌木、撒播草籽	植物措施
			站场阀室防治区	表土剥离、覆土整地	工程措施
				临时拦挡、临时苫盖、临时排水沟、临时沉砂池	临时措施
				种植乔木、灌木、撒播草籽	植物措施
	施工道路防治区	表土剥离、覆土整地	工程措施		
		临时拦挡、临时苫盖	临时措施		
		种植灌木、撒播草籽	植物措施		

### 五、临时工程

临时工程	序号	类别	施工便道长度 (km)
	1	新建施工便道	2.2

	2	整修已建土路	19.4
--	---	--------	------

### 3.3 天然气组分及物理性质

本工程气源来自福建 LNG 接收站。气源组成见下表。

表 3.3-1 福建 LNG 气源天然气组分

组分	单位	数值
甲烷 (CH <sub>4</sub> )	mol%	95.06
乙烷 (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	mol%	3.42
丙烷 (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	mol%	0.9
丁烷 (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	mol%	0.5
戊烷 (C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	mol%	0.11
氮气 (N <sub>2</sub> )	mol%	0.01
平均分子量	kg/kmol	16.59
气液相平衡	温度	°C
18kPaG	液相密度	kg/m <sup>3</sup>
气相密度 (20°C,101.3KPa)	kg/m <sup>3</sup>	0.7105
低热值 (20°C,101.3KPa)	MJ/m <sup>3</sup>	35.29
高热值 (20°C,101.3KPa)	MJ/m <sup>3</sup>	39.13

### 3.4 接收站工程

接收站包括项目用地界线范围内与 LNG 卸船、LNG 气化输出和槽车卸车及外输相关的所有工艺单元、公用工程和辅助生产设施组成。

#### 3.4.1 工艺单元

接收站工艺单元主要包括：接卸系统、储罐系统、蒸发气(BOG)处理系统、高压泵系统、气化外输系统、槽车装车系统、燃料气系统、火炬系统等。

##### 3.4.1.1 接卸系统

本工程一期卸船系统设置 4 台 16" LNG 卸船臂(LA-0101A/B/C/D，其中 LA-0101B 为液相/气相两用臂)和 1 台 16"气相返回臂(RA-0101)。

##### 3.4.1.2 储罐系统

本工程一期工程建设 3 座 LNG 储罐(T-0201/0202/0203)，每座储罐有效工作容积为 20×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。二期工程增设 5 座 20×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>的 LNG 储罐。

本工程储罐为全包容式混凝土顶储罐(简称 FCCR)，内罐采用 9%镍钢，外罐是预应力混凝土材料建成。

### 3.4.1.3 BOG 系统

本工程配置 3 台能力相同的 BOG 压缩机(C-0301A/B/C)。BOG 压缩机采用低温往复压缩机，可通过逐级调节(0-25%-50%-75%-100%)来实现流量控制。本工程按照远期规模，设置 1 台再冷凝器(V-0311)，不设备用。

### 3.4.1.4 高压泵系统

高压输出泵采用立式、电动、恒定转速离心泵，安装在专用的立式泵罐内。一期工程设置 5 台高压输出泵(P-0401A/B/C/D/E)，并为二期和远期工程预留位置。

### 3.4.1.5 气化系统

本项目海域的海水年平均温度较高，可以全年靠天然海水作为 LNG 的气化热源。因此接收站全部选用以海水为加热方式的开架式气化器(ORV)，使气化操作费用最低。

气化器的设计能力按应急保安情况下最大用气量进行考虑。一期工程设置 5 台 ORV(E-0501A/B/C/D/E)，并为二期和远期工程预留位置。ORV 使用海水作为气化 LNG 的热媒。

### 3.4.1.6 计量系统

本工程设有 2 套计量单元(U-0701/U-0801)，U-0701 用于高压输气干线计量，U-0801 用于低压外输管道(城燃)计量。计量站设有在线气体色谱分析仪，可以连续监测外输天然气的热值、组分等。同时设有手动取样口，可作为对在线分析的检验和备用。

### 3.4.1.7 燃料气系统

接收站燃料气系统为火炬点火装置和长明灯提供燃料，并为下游城燃用户提供用气。

燃料气来自 BOG 压缩机提供的压缩蒸发气，以及经减压后的外输天然气，同时设置空温式加热器升温后供给燃料气用户，一部分为火炬点火装置和长明灯提供燃料，另一部分经计量后输至下游城燃用户。

### 3.4.1.8 火炬系统

本工程设置 1 座高架火炬(FL-0901)，处理能力为 110t/h。在火炬的上游低点位置设有火炬分液罐(V-0901)、火炬分液罐加热器(E-0901)，其目的是使排放到分液罐的蒸发气可能携带的液体充分分离和气化。为防止空气进入火炬系统，在火炬总管尾端连续通以低流量氮气，以维持火炬系统微正压。

### 3.4.1.9 装车系统

装车系统由槽车装车设施和 LNG 收集罐组成。每个装车撬设 1 台液相装车臂、1 台气相返回臂及配套的就地控制系统。一期工程在设置 15 个装车撬，同时为远期预留 3 个装车位。

本项目接收站工程主要工程量如下表所示。

表 3.4-1 工程(一期)主要工艺设备工程量表

项目组成	名称	规格	单位	数量
主要工艺设备	LNG 储罐	有效容积 $20 \times 10^4 \text{m}^3$	座	3
	低压输送泵	$460 \text{m}^3/\text{h}$	台	12
	高压输送泵	$460 \text{m}^3/\text{h}$	台	5
	开架式气化器	$200 \text{t}/\text{h}$	台	5
	高压外输计量撬	$665 \sim 2756 \times 10^4 \text{Sm}^3/\text{d}$	套	1
	空温式燃料气加热器	$5000 \text{Sm}^3/\text{h}$	台	2
	低压外输计量调压撬	$4.08 \sim 8.16 \times 10^4 \text{Sm}^3/\text{d}$	套	1
	BOG 压缩机	单台处理量 $3500 \text{m}^3/\text{h}$	台	3
	BOG 再冷凝器	$22 \text{t}/\text{h}$	台	1
	LNG 卸料臂	16", 单台设计能力 $3500 \text{m}^3/\text{h}$ , 单台最大能力可达 $5000 \text{m}^3/\text{h}$	台	3
	LNG 气液两用卸料臂	16", 单台设计能力 $3500 \text{m}^3/\text{h}$ , 单台最大能力可达 $5000 \text{m}^3/\text{h}$	台	1
	气相返回臂	16", 单台设计能力 $14000 \text{m}^3/\text{h}$	台	1
	高架火炬	$110 \text{t}/\text{h}$	座	1
	装车撬	单台能力 $80 \text{m}^3/\text{h}$	台	15

## 3.4.2 辅助生产设施

### 3.4.2.1 通信

为 LNG 接收站的正常生产运行提供相关通信保障，本工程通信设计内容主要包括：行政/调度交换系统、工业电视监控系统、周界入侵报警系统、综合安防平台、防爆扩音系统、局域网络系统、无线对讲系统、会议电视系统、出入口控制系统、建筑单体布线系统、电视系统以及站内光电缆敷设等。

#### 1) 行政/调度交换系统

在 LNG 接收站中央控制室内设置调度、行政一体化的软交换系统中心，配置不少于 1000 个用户的交换处理能力的语音核心交换机，同时设置调度台和调度录音管理服务器，核心服务器通过中继网关，利用 3 个 E1 接口中继与当地 PSTN 网络相连接，实现站内电话与公网间的话音通信。在办公楼、消防楼等建筑单体内设置 IP 电话单机，

各处 IP 电话单机接至各单体内的网络交换机，通过网络交换机接至服务器。服务器、调度台、调度录音管理服务器、IP 电话利用网线与交换机连接。

在中央控制室、装车综合业务室、码头控制室等建筑单体内设置与软交换系统相独立的消防直拨电话，采用直拨公网火警电话的方式，由运营商直接引入市话电缆至中央控制室，通过站内敷设的市话电缆及建筑单体布线系统接至相应单体内的消防电话单机。

## 2) 工业电视监控系统

本工程在接收站站场内设置工业电视监控设施，用工艺装置区、槽车区、储罐区、周界、大门等区域内设备的工作情况、人员活动情况，以便及时发现或确认设备故障、火灾以及非法入侵等安全隐患。工业电视系统与周界入侵报警系统、火灾报警系统在综合安防平台上进行联动。接收站内的工业电视监控为本地监控，接收站内同时为 LPG 站预留工业电视远程监控终端。

工业电视监控系统采用以综合安防平台为核心的网络高清工业电视监控系统，同时工业电视监控系统作为子系统(模块)接入综合安防系统，通过综合安防平台对工业电视系统进行管理、控制。

在站场的工艺区、槽车区、储罐区设置防爆 PTZ 摄像机，在围墙周界、进出口设置高速球型一体化摄像机，在室内房间设置半球型摄像机或防爆固定枪机。本工程所有摄像机均为高清网络摄像机，视频编码为 H.265，分辨率不小于 1920×1080(1080P)支持双码流。网络摄像机选用彩色 CMOS 摄像机。能够实现自动跟踪、自定义巡游、图像稳定等功能。

在中央控制室机柜内分别设置 1 台三层以太网交换机，在变电所、泵房等工业用房内设置 1 台二层以太网交换机，各处二层交换机与中央控制室内的三层交换机连接，组成交换网络，从而接入后端控制设备。工业电视系统 NVR、存储服务器及用于摄像机接入的二层交换机等分别通过三层核心以太网交换机接至综合安防平台。后端设备配置网闸，用于与当地公安外网连接时的信息安全防护。

## 3) 周界入侵报警系统

结合本工程特点，采用定位型振动光缆报警系统，通过报警主机进行集成管理，并实现与工业电视监控系统的联动。定位型振动光缆周界入侵报警系统主要由传感光缆、传输光缆、光缆终端盒、光缆接头盒、报警主机(含软件)及一些辅助设备(电源、显示地图、警号、安装支架)构成，通过在围墙顶部金属围栏上敷设传感光缆实时感应压力及

振动等情况，对人员非法入侵进行报警。通过报警主机进行集成管理，在综合安防平台上实现与工业电视监控系统的联动。

#### 4) 综合安防平台

本工程设置综合安防平台，综合安防系统采用开放式架构和系统集成技术，通过统一的计算机网络平台、管理软件及人机界面实现各安防子系统之间的信息共享与管理。工业电视监控系统、周界入侵报警系统等系统作为子系统(模块)接入综合安防平台。同时与火灾报警系统进行联动，平台为站场值班人员及运行维护人员提供直观、方便、完善的管理工具。

#### 5) 防爆扩音系统

本工程将在 LNG 接收站设置防爆扩音系统，目的是在紧急情况下，可以通过广播调度工作人员有效处理事故，指挥站内人员有秩序疏散和撤离，保护场区内人员的人身安全和财产安全。接收站内采用无主机的防爆扩音系统，该系统主要由话站、扬声器、电源控制器、阻抗均衡器、合并分离器、报警信号发生器、电话转接器、接线端子排、主控话站、分控话站、系统电缆及扬声器电缆等组成。

#### 6) 局域网

在 LNG 接收站设置以太网交换机和接入层路由器，组成办公局域网络。

站内采用星状网络结构，在中央控制室内设置三层以太网交换机作为核心交换机，各办公/生活建筑单体设置二层以太网交换机并通过 24 芯光缆、网线接入至三层核心交换机，三层交换机与路由器相连。本工程核心路由器通过外输管道首站的传输系统，将本工程办公局域网系统连接至中石油办公网中。

#### 7) 无线对讲系统

本工程采用集群通信系统,数字集群基站配备 3 台数字集群信道机,实现对讲机信号的中转,增大覆盖面积,并提供更多的业务信道,更丰富的业务功能。信道机工作于数字模式下,一套三载频数字集群系统,采用单区单基站组网结构,主要包括控制中心设备、基站设备、天馈设备,运营人员配备防爆对讲机,撞车业务综合室、中央控制室及码头控制室配置固定台。

同时,对讲机可设置脱网功能,每台对讲机写入直通频点,在远离系统、意外情况基站宕机或者无需使用系统的情况下,对讲机之间仍然能够直接通信。

本工程对讲机的频率为: 400-470MHz。根据实际情况及目前无线频率的使用条件,

覆盖区域情况，在将来使用过程中，申请 3 对 410~430MHz 频段范围作为本项目的无线通信频率。

#### 8) 出入口控制系统

为限制外来人员随意进入站场，本工程设置出入口系统。系统由门禁控制器、电磁锁、读卡器、开门按钮、电源组成。在站场大门、主要建筑单体入口处设置门禁控制器和磁力锁，工作人员以刷门禁卡方式进入站场及建筑单体，出门设置开门按钮。

本工程在主出入口、生产区与行政办公区交界位置处、槽车大门出入口处以及码头栈桥处分别设置车辆、行人出入口控制设备。车行区出入口车辆控制系统是基于车牌识别的出入口控制系统，实现对车辆的 24 小时全天候监控覆盖，记录所有通行车辆，自动抓拍、记录和处理，完成车牌与车主信息管理等功能。车辆出入口旁配置行人出入口控制，配置与门禁系统相同的门禁控制器，以卡权形式进入指定区域。

#### 9) 其他通信系统

本工程同时设置了 IPTV、综合布线、室外光/电缆敷设等辅助通信系统。

### 3.4.2.2 采暖通风与空调

#### 1) 通风系统

LNG 储罐采取自然通风；为防止 BOG 压缩机棚、装车棚等顶部可燃气体聚集，棚顶设置无动力屋顶风机通风，通风换气 6 次/小时；配电间采用轴流风机排风，通风换气 10 次/小时；制氯加氯间储药间、加药间均设机械排风系统，通风换气次数不小于 8 次/h，采用新鲜空气从房间上部自然进风，轴流风机下部排风；海水泵室采用机械通风，分别按发动机需燃烧空气量和按换气次数 12 次/h 计算风量，设屋顶风机与竖井风道进行上下排风，以消除室内余热及满足事故通风的要求，地面上设风机箱进行送风；UPS 间采用设机械通风，通风换气 6 次/小时。

#### 2) 空调系统

为满足设备正常工作环境的温、湿度要求及人员办公、生活的舒适性要求，在站场内相关单体功能房间内设置空调系统。

低压配电间、6kV 开关室、SVG 室、二次设备室设置单元式空调机；现场机柜间、码头控制室采用风冷冷风型单元式空调机组，机组均考虑备用，满足设备的温湿度要求。

综合服务楼、分析化验室、办公楼、消防楼、维修车间及仓库等人员办公部分采用 VRV 可变制冷剂流量空调系统，其他房间采用分体热泵空调。

其他单体内分散的有舒适性或工艺性要求的房间和门卫采用分体热泵式空调。

### 3) 防排烟系统

#### (1) 防烟系统

建筑地上楼梯间为封闭楼梯间，封闭楼梯间均采用自然通风系统；封闭楼梯间每 5 层设置有不小于 2m<sup>2</sup>的可开启外窗；封闭楼梯间最高处设置有不小于 1m<sup>2</sup>的可开启外窗；

#### (2) 排烟系统

① 办公楼、消防楼、装车综合业务室等建筑物长度大于 20m 的疏散走道，面积大于 100m<sup>2</sup> 且经常有人停留的地上房间，面积大于 300m<sup>2</sup> 且可燃物较多的地上房间均需设置排烟系统。其中装车综合业务室的走廊和办公楼的报告厅采用机械排烟系统，设置专用排烟机房，其他区域均采用自然排烟。

② 中央控制室内面积超过 50m<sup>2</sup> 且经常有人停留或可燃物较多的无窗房间需设置排烟系统，采用机械排烟系统，设置专用排烟机房，内设排烟风机。

③ 设置气体灭火的房间不设置排烟设施。

### 4) 供暖系统

该区长夏无冬，温高湿重，气温年较差和日较差均小，不需集中供暖，为保证人员舒适度，人员办公及休息场所空调均采用热泵型。

### 3.4.2.3 分析化验

分析化验室的分析设备用于 LNG 接收站项目的非在线分析项目，包括分析样品在化验室内的分析测定和在工艺装置区内便携式分析设备的测定。

#### 1) 分析设备配置

分析化验室的分析化验设备如下：

(1) 产品分析配置：气相色谱仪(测定天然气烃类组分)、气相色谱仪(测定天然气微量硫组分)、紫外荧光总硫分析仪、露点仪、微量氧气分析仪、气体发生器等。

(2) 公用工程分析配置：紫外/可见分光光度计、自动滴定仪、离子计、酸度计、电导率测定仪、红外水质油分析仪、水质化学需氧量(COD)分析系统、水质生化需氧量(BOD)测定仪、马弗炉、电热干燥箱、纯水制备仪、浊度仪、分析/电子天平、纯水制备仪、磁力搅拌器、离心机等。

(3) 环境和安全监测配有：便携式可燃气体测定仪、气体检测管等仪器。

#### 2) 分析化验室组成

分析化验室的组成如下：

(1) LPG 工程的分析化验设备依托 LNG 工程分析化验室，分析化验室房间建筑面积约为 690m<sup>2</sup>。

(2) 分析化验室包括色谱间、仪器分析间、钢瓶间等。其中钢瓶间位于室外一层，用于放置气相色谱仪等设备所需的气体钢瓶。

(3) 色谱间、仪器分析间内设通风柜、中央实验台、洗涤盆、设备台、药品柜和储存柜等。

#### 3.4.2.4 维修设施

为实现接收站安全运行的基本功能，接收站设置了必要的维修车间，以进行适当的周期性检查维修。维修车间内将设置一间备品备件库。同时，为了保障接收站的运行，接收站内设置库房。

维修车间由机修间、仪修间、电修间、备品备件库、工具间、办公室和配套生活设施组成，占地面积 960m<sup>2</sup>，维修车间内需要设备的检修，因而设置一台 16T 电动桥式起重机。库房占地面积 576m<sup>2</sup>。

#### 3.4.2.5 燃料油储存设施

LNG 接收站运行期间使用的燃油为柴油，用户为事故发电机、柴驱海水消防泵，柴驱淡水消火栓泵，柴驱淡水水喷淋泵。

由于用户非连续使用，而且事故发电机和柴油消防泵布置距离较远，为了便于操作，不设置联合的燃料柴油工艺系统，各自就近设置单独的供应系统。

事故发电机柴油储罐容量按照工艺要求按单次满足应急负荷连续 24 小时的运行设置，柴油罐采用户外高式布置，预计年耗油量约 5.6m<sup>3</sup>(按年停电两次，每次 8 小时考虑)。

本项目共设有 2 台柴驱海水消防泵，1 台柴驱淡水消火栓泵，1 台柴驱淡水水喷淋泵。每台柴驱海水消防泵配带 1 个燃料油罐，可满足柴驱海水消防泵连续满负荷运行 12 小时的燃油用量。柴驱淡水消火栓泵及水喷淋泵各自配带 1 个燃料油箱，可满足相应柴驱消防泵连续满负荷运行 6 小时的燃油用量。以上所有柴驱消防泵年耗油量约为 10.2m<sup>3</sup>。

#### 3.4.2.6 化学品储存设施

本项目建有一座化学品库房，用于储存压缩机等设备维护所用的润滑油和乙二醇等物资。

### 3.4.3 公用工程设施

#### 3.4.3.1 给排水

##### 1) 接收站给排水可依托现状

本工程临近东瀚镇西安村水厂，距离水厂约 5.3km，水厂设计供水能力是 5000m<sup>3</sup>/d，目前实际日供水量约为 1000m<sup>3</sup>/d；水厂设有 3 台供水泵(其中 2 台泵流量均为 88m<sup>3</sup>/h，扬程为 44m，1 用 1 备；另外 1 台泵流量为 18.5m<sup>3</sup>/h，扬程为 44m)，目前实际运行 1 台流量为 88m<sup>3</sup>/h，扬程为 44m 的供水泵，水泵出口压力为 0.42Mpa。根据以上相关情况，初步判断东瀚镇西安村水厂可作为福建 LNG 接收站项目的外部依托水源。供水水质应满足《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2022)的要求。

本工程接收站周边近期暂无可依托的市政排水管网，在接收站内设 1 套生活污水处理装置及 1 套含油污水处理装置。生活污水及含油污水经站内所设处理装置处理后，水质需达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)中水质要求，用于道路洒水防尘和绿化。

##### 2) 给水系统

###### (1) 生活给水

本工程设 1 座 60m<sup>3</sup>的生活水箱，经变频给水装置(包括 3 台给水泵，2 用 1 备，单泵的供水能力为：Q=25m<sup>3</sup>/h，H=45m)加压后供工作船码头，接收站内办公楼、消防楼、分析化验、综合服务楼等用水点的生活用水，以及 LPG 库区用水。淡水水箱的补水水源来自市政管网。

###### (2) 生产给水

本工程在接收站内设 1 套生产给水系统(包括生产与消防合用水罐、变频生产给水装置、管网系统等)供给接收站内生产设备、辅助设施的生产用水，以及工艺设备检修及其地面冲洗等用水。

本工程设 1 个 1200m<sup>3</sup>的生产与消防合用水罐(其中 1000m<sup>3</sup> 用于消防)，为保证消防用水不作它用，生产用水与消防用水的吸水总管分开设置，同时在生产用水总管的罐内吸水端上设置破真空装置；另，在生产与消防合用水罐内设液位变送器，当生产水水罐液位达低液位时停生产用水泵，并远传至控制室报警。接收站内设有 1 套变频生产给水装置(包括 2 台给水泵，1 用 1 备，单泵的供水能力为：Q=25m<sup>3</sup>/h，H=45m)从生产与消防合用水罐吸水供给接收站内的各个生产用水点用水。生产与消防合用水罐的补水水源

来自市政管网。

### (3) 中水给水

本工程在接收站内设 1 套中水给水系统(包括清水池、中水给水泵组、管网系统等)供给接收站内道路洒水防尘及绿化。

本工程接收站内设有 1 套中水给水泵组(包括 2 台水泵, 1 用 1 备, 单泵的供水能力为:  $Q=10\text{m}^3/\text{h}$ ,  $H=35\text{m}$ )从生活污水处理装置后端所设的清水池中吸水, 供给接收站内道路洒水防尘及绿化用水。

本工程中水给水系统管网采用枝状管网, 中水给水管线埋地敷设, 管材采用 PE 管, 热熔连接, 预留接口处设置防误饮误用标识。

### (4) 消防给水

本工程共设 2 种消防水系统, 1 种为海水消防水系统(平时用淡水稳压, 发生火灾时采用海水消防), 主要用于供应接收站 LNG 储罐区、工艺区、装车区、码头等区域以及 LPG 工程区的消防设施用水。另 1 种为淡水消火栓系统, 主要用于向接收站厂前行政区、公用工程及辅助生产区的消防设施供水。

本工程设 1 座  $1200\text{m}^3$  的生产与消防合用水罐, 用于提供厂前行政区及辅助生产区火灾的淡水消防用水及火灾后对海水消防系统冲洗用水、平时稳压海水消防系统用水等。淡水消防水罐的补水水源来自市政管网。

### (5) 海水给水

本工程一期设 5 台 ORV, 基荷工况开启 2 台, 高月均日工况开启 3 台, 应急工况开启 5 台; 二期增设 1 台 ORV, 达到基荷工况开启 3 台, 高月均日工况开启 4 台, 应急工况开启 6 台; 远期增设 4 台 ORV, 达到应急工况开启 10 台。

根据上述资料, 本工程海水给水系统一期设置海水泵 5 台, 海水泵供水能力均为:  $Q=8500\text{m}^3/\text{h}$ ,  $P=0.42\text{MPa}$ , 其中 1 台为变频泵, 其他海水泵为工频泵。二期增设 1 台, 远期再增设 4 台供水能力为:  $Q=8500\text{m}^3/\text{h}$ ,  $P=0.42\text{MPa}$  的海水泵。

## 3) 排水系统

### (1) 生活污水系统

本工程接收站内生活污水主要来源于厂前行政区的各建筑单体及 LPG 库区排入的生活污水, 各建筑单体排出的生活污水通过重力流排至化粪池, 经化粪池预处理后进入一体化生活污水处理装置(处理能力为  $3\sim 5\text{m}^3/\text{h}$ )处理达标后站内利用, 生活污水排水系

统管道采用 PPH 管，连接方式为热熔连接。

码头设置 1 座环保型厕所，不设生活污水排水系统。

#### (2) 含油污水排水系统

含油污水主要来源于接收站 BOG 压缩机棚的设备检修清洗废水、装车区地面冲洗废水，空压站等单体排出的废水，以及 LPG 库区排入的含油污水等。经水封设施、管路系统收集后排入含油污水处理装置，经其处理后的污水进入生活污水处理装置进一步生化处理。含油污水排水系统管道采用 PPH 管，连接方式为热熔连接。

#### (3) 海水排水系统

经气化器换热后的冷海水重力流排至断面尺寸为 3m×1.5m 的排水支渠，汇至断面尺寸为 5.0m×3.5m 的排水干渠后排入排水工作井，然后通过排水管及排水口排至临近海域。

#### (4) 集液池等雨水排水

储罐区、装车区、工艺区及码头区共设有 6 个 LNG 集液池，每个集液池设有 2 台雨水提升泵(1 用 1 备)用于将集液池中的雨水排至附近雨水沟。

以上提升泵组(2 台为 1 组)均自带控制柜及液位开关，可实现高液位启泵，低液位停泵。提升泵具有手动/自动操作功能，自动状态下主泵不能启动时，备用泵应能自动启动。2 台提升泵均能与火灾报警系统信号联锁跳闸，提升泵的运行/停止、故障状态信号能就地显示，同时应远传至控制室显示。

### 3.4.3.2 供配电

#### 1) 电源现状

本项目拟由南网福建公司下辖的 110kV 东瀚变引两路 110kV 电源供电。

110kV 东瀚变距本项目约 12km，变比为 110/10kV，现有主变 3 台，容量 50MVA。110kV 侧电气主接线为单母线分段接线，110kV 侧采用 GIS 设备。现有 110kV 出线 2 回，分别至 220kV 华塘变和 T 接高山~前进(娘宫)110kV 线路，东瀚 T 接的高山~前进 110kV 线路前进侧热备用，备用 110kV 出线 2 回。

#### 2) 变配电设计方案

##### (1) 变电站设置

本项目供电电压为 110kV，中压配电电压为 6kV，低压配电电压为 0.4kV。同时设置快速自启动柴油发电机组作为应急电源。应急柴油发电机额定电压 6kV，当外电源停

电时，应急电源投入运行。

应急发电机容量选择考虑直接(降压)启动最大一台电动机的能力，并应同时满足《液化天然气接收站工程设计规范》(GB 51156-2015)中所规定的储罐内潜液泵、氮气及空压机以及消防、自动控制系统、消防火灾系统、应急照明等负荷用电需求。

对于自动控制系统、火灾报警系统、通信及应急照明等特别重要负荷应设置不间断电源装置 UPS 供电，保证供电连续性及其可靠性。

本项目站内共设置 110kV 总变电所一座，6kV 码头变电所一座及 6kV 罐区变电所一座。110kV 总变电所配电区域为厂前行政区、工艺生产区、辅助与公用工程区及槽车装车区等。码头变电所配电区域为码头与栈桥区。罐区变电所配电区域为 LNG 储罐区、海水取水区。

## (2) 一期、二期、远期分期建设方案

因本项目远期建设计划尚不能确定，故本次设计中一期、二期及远期衔接计划如下：

### ① 电源进线及 110kV 开关设备

电源进线应按远期容量考虑，电源电缆载流量需满足远期负荷要求。110kV 进线及母联断路器、隔离开关、母线额定电流按远期负荷考虑，电流互感器一次侧额定电流满足远期负荷电流要求。

### ② 10/6.3kV 主变压器

110/6.3kV 主变容量按一、二期负荷考虑，容量为 40000kVA。远期项目实施时新建变电所内新增两台 10/6.3kV 主变，容量 20000kVA。

### ③ 6/0.4kV 站用变压器

由于远期 0.4kV 侧增加容量较小，故本次设计对于全站 6/0.4kV 变压器容量统一按远期负荷容量考虑。

### ④ 中、低压开关柜及补偿设备

变电所的 6kV 侧进线、母联断路器及电流互感器额定值按可满足远期负荷容量考虑。各变电站中压开关室、低压开关室为远期设备预留开关柜安装位置，设备不做预留。

无功补偿装置容量统一按二期补偿容量考虑，项目远期实施后新增补偿设备。

### ⑤ 应急发电机、应急变压器

由于远期增加的应急负荷较小，故本次设计对于应急柴油发电机及应急变压器容量按远期负荷容量考虑。

#### ⑥ UPS 及直流设备

由于远期增加的仪表、通信及变电站二次负荷较小，故本次设计对于不间断电源系统(UPS)容量及直流电源装置容量按远期负荷容量考虑。

#### ⑥ U 变电站建筑面积

变电站建筑单体在项目一期一次建成，为项目二期及远期新增设备预留安装空间。

#### (3) 照明设计

照明设计按《建筑照明设计标准》(GB 50034-2013)的相关规定设计。

在正常照明故障时可能发生危险的重要场所，如高、低压开关室、变压器室、二次设备间、压缩机棚、主控室、通信机房以及罐顶操作平台区域装设应急照明，应急照明采用独立 EPS+蓄电池后备供电型式，蓄电池后备时间不小于 30min。

中央控制室、公寓楼、办公楼等人员密集区域装设独立的消防应急照明及疏散指示系统，采用就地式配电装置加蓄电池后备供电型式，后备时间不小于 30min。

爆炸危险场所的电气照明，按《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058-2014)相关规定设计。

#### (4) 防雷及接地

110kV 变电所防雷设计执行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)相关规定。

液化天然气储罐及罐区防雷设计：储罐设混凝土外罐时，执行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)相关规定。

其他建筑物防雷设计执行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010)，其中消防泵房、基建楼、消防站等按第三类防雷建筑物进行防雷保护。压缩机棚，高压泵棚，工艺装置区，汽化器区、等按第二类防雷建筑物进行防雷保护。其他生活单体按三类防雷建筑进行设计。

场区采用联合接地方式，总接地电阻不大于 1 欧姆。

### 3.4.3.3 仪表空气与工厂空气系统

#### 1) 概述

接收站内仪表空气和工厂空气系统主要供给气动阀、火炬、BOG 压缩机、槽车装车系统及公用工程站等用压缩空气。

根据接收站内仪表空气和工厂空气用量，在站内设置空压机房及配套储罐 1 座，空

压机压缩空气输出为 1440Nm<sup>3</sup>/h，出口压力 0.85MPa，出口温度≤40℃。

#### 2) 仪表空气、工厂空气系统组成

仪表空气和工厂空气系统主要由螺杆式空压机、干燥净化撬座及空气储罐组成。

空压机及过滤净化撬座设置在空压制氮机房内，设置 2 台微油螺杆式空气压缩机，1 用 1 备，单台能力为 1440Nm<sup>3</sup>/h，排气压力 0.85MPa；干燥净化撬座 2 台，1 用 1 备，单台能力为 1440Nm<sup>3</sup>/h，干燥净化撬座包含微热再生干燥装置，过滤装置，压缩空气缓冲储罐等；

干燥净化完之后的压缩空气应满足：

水露点≤-20℃@0.6MPag；

颗粒物≤0.1μm，过滤精度 99.9%。

空气储罐容积为 120m<sup>3</sup>，设计压力为 1.00MPa。

### 3.4.3.4 氮气系统

#### 1) 概述

氮气供给 BOG 压缩机、BOG 增压机、公用工程站、火炬、LNG 储罐、卸船系统及 LPG 厂区等。

根据接收站内氮气用量，设置 1 套 PSA 制氮系统供应站内连续用气，设置 1 套液氮系统供应站内峰值用氮气及 PSA 氮气的备用。

#### 2) 氮气系统组成

氮气系统主要由 PSA 制氮撬座及液氮系统组成。其中 PSA 制氮撬座由氮气过滤撬、制氮机、缓冲罐组成，液氮系统由液氮储罐、空温汽化器和电辅热器组成。

PSA 制氮撬座设置在空压制氮机房内，设置 1 套 PSA 制氮撬座，单套处理能力为 350Nm<sup>3</sup>/h，纯度≥99.9%，配套 2 套过滤撬座，过滤精度需要满足制氮撬座及厂区内氮气需要。制氮撬座采用双塔吸附工艺。

PSA 制氮撬座供应站内连续用氮气，制氮撬座出口氮气压力≥0.8MPa。

液氮系统设置在空压机房外，露天布置。液氮系统由 2 座液氮储罐，1 用 1 备及自增压系统、液氮空温汽化器、液氮电辅热器及出口调压管线组成。

液氮系统设有 2 座立式液氮储罐，单台容积为 50m<sup>3</sup>，2 台空温式汽化器和 1 台电加热器及其相应控制系统，单台设计能力为 2650Nm<sup>3</sup>/h，用于满足高峰及间歇用氮。空温式汽化器当 1 台除霜时另 1 台运行，当氮气温度低于 0℃时，开启电加热器。

制氮设施考虑一期、二期氮气用量，一次性建成，远期考虑新增空温气化器来满足需求，液氮储罐不进行新增。

液氮外购，由槽车运至接收站，卸入储罐内。

### 3.4.3.5 燃料气系统

接收站燃料气系统为火炬点火装置和长明灯提供燃料，并为下游城燃用户提供用气。

燃料气来自 BOG 压缩机提供的压缩蒸发气，以及经减压后的外输天然气，同时设置空温式加热器升温后供给燃料气用户，一部分为火炬点火装置和长明灯提供燃料，另一部分经计量后输至下游城燃用户。

### 3.4.4 自动控制

接收站自动控制系统主要由生产过程控制系统(PCS)、安全仪表系统(SIS)、火灾自动报警系统(FAS)、可燃气体检测报警系统(GDS)、成套供货设备控制系统、储罐管理系统、海关国检管理系统、安全监控预警系统、LNG 储罐珍珠岩沉降监测系统等组成。

1) 生产过程控制系统(PCS)。用于监视和控制工艺流程及设备运行状态，提供与非安全相关的连锁和逻辑功能。该系统将采用分散控制系统(DCS—Distributed Control System)。

2) 安全仪表系统(SIS)。安全仪表系统独立于所有其它的系统，在可能发生危及人身、环境、设备安全或其它危险情况时，该系统将启动并使生产过程处于安全状态。

3) 火灾自动报警系统(FAS)。火灾自动报警系统由火灾检测报警系统和消防联动控制系统组成。该系统能够快速地检测到火灾或 LNG 的泄漏及报警，一旦检测到有危险情况，系统能够及时报警并自动执行相应的消防联动保护措施。

4) 可燃气体检测报警系统(GDS)。该系统能够快速地检测到可燃气体泄漏及报警，一旦检测到有危险情况触发声光报警，提醒人员及时采取措施以保证人员和生产设施的安全。

5) 成套供货设备控制系统。它们随各种设备成套提供，完成对各自设备运行的数据采集、控制和操作任务。如：LNG 卸料臂位置监视系统、BOG 压缩机控制系统、空压机控制系统、制氮装置控制系统、批量装车控制系统、电力综保系统等。

为保证接收站内的设备能够长期安全、平稳、高效地运行，及时纠正设备运行过程中出现的偏差，防止生产过程出现非正常状态，同时便于今后的生产运营管理，接收站自动控制系统中还设置有以下专用监测、分析及管理系统：储罐管理系统、珍珠岩沉降

监测系统、现场仪表管理系统(FIMS—Field Instrument Management System)、机械状态监测及分析系统、生产信息管理系统(PMS—Production Management System)、操作员培训系统(OTS—Operator Training System)等。

### 3.4.5 总图与运输

#### 3.4.5.1 总平面布置

本工程新建 3 座  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 全容罐及配套设施，预留 1 座  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 全容罐。

按照各单元的功能进行分区布置。充分考虑 LNG 工艺流程的合理顺畅，设备和管道的合理布置，施工、检修和安装的方便，同时考虑安全生产、消防、扩建及综合投资等因素。本工程主要划分为储罐区、工艺生产区、预留冷能利用区和冷能发电区、首站工艺区、火炬区、槽车装车区、辅助与共用工程区、海水取水排水区、厂前行政区。

本工程各单元分区如下：

储罐区：共布置 4 台 LNG 储罐，一期新建 3 台 LNG 储罐，预留 1 台 LNG 储罐。

工艺生产区：包含开架式气化器(ORV)、LNG 高压输送泵、BOG 压缩机和再冷凝器。

首站工艺区：不在本次设计范围内。

预留冷能利用区：为冷能利用和冷能发电单独预留场地。

槽车装车区：新建 15 台装车橇，预留 3 台装车橇。

辅助与共用工程区：消防楼、消防训练塔、110kV 主变电所、维修车间及仓库、淡水水泵房、化学品库房、空压制氮站、污水处理区、危废暂存间等。

海水取水排水区：海水泵棚、制氯加氯间、现场机柜间。

行政办公区：办公楼、中央控制室、综合服务楼、分析化验室、停车棚、主门卫。

接收站总平面布置见图 3.4-1。

图 3.4-1 本工程接收站工程总平面布置图

储罐区布置在站区南侧，靠近一期码头布置，尽量缩减主管廊长度，满足安全间距，靠近码头新建 3 座 20 万方储罐，远离码头一侧预留 1 座 20 万方储罐。海水取水排水区根据取排水要求布置在站区边靠海一侧。工艺生产区紧靠储罐区和海水取水排水区东西向布置，在保证工艺流程合理的情况下，工艺管线、海水取排水管线最短。预留冷能发电区位于工艺生产区中 ORV 气化器东侧，紧靠主管廊布置，方便管线进出。预留冷能利用区紧靠工艺区，布置在站区西北角，正对北侧站外道路，方便管廊接入和车辆运输，利于单独运营。首站工艺区位于工艺生产区北侧，靠近厂区边缘，便于管线进出以及首站的独立运营。槽车区靠近工艺生产区东布置，运输管线最短，槽车出入口正对站区东侧站外通道，LNG 槽车进出方便，尽量减少与北侧 LPG 厂区槽车流线交叉。厂前行政区布置在站区东北角，靠近东北角站外唯一联系通道，方便人员进出与疏散。辅助与共用工程区布置在工艺区北侧，靠近接收站负荷中心，管线顺畅短捷，同时接近规划 LPG 厂区一侧，减少共用管线长度。火炬区布置在站区西南角用地红线突出部分，厂区各装置、设备、建筑物均位于火炬热辐射范围以外。

### 3.4.5.2 竖向布置

站址现状为山体，地形起伏高差较大，高度约在 0~54m 之间。考虑开山施工过程的复杂性和危险性，本次竖向设计将预留区域的开山工作统一规划，一次完成。站区南侧存在较大的挖方区域，挖方区地表以下主要是花岗岩，中风化以下的花岗岩可以破碎为石块或碎石，供站内普通建筑物、构筑物、道路、站外疏港公路、码头水工结构、护岸、护坡等工程使用。因此竖向设计要在考虑碎石用量的基础上，尽量做到填挖平衡。

厂区北侧为非储罐区，主要为填方区域，南侧为储罐区，主要为挖方区域。

综合考虑竖向设计的各影响因素，场地统一高度为 16.5m 竖向方案作为最优方案。该方案费用低，场区标高统一，视觉效果较好，且备用石方量充足，因此推荐其为本项目推荐竖向设计方案。

场地粗平整后，施工过程中产生的二次土石方就地回填，其中储罐桩基础、建构筑物 and 管廊基础挖方约 75000m<sup>3</sup>，道路及混凝土场地基槽土方量约 29500m<sup>3</sup>，排水沟开挖土方量约 13640m<sup>3</sup>，管线开挖量约为 19600m<sup>3</sup>，二次总挖方工程量约 137740m<sup>3</sup>。

本工程场地排雨水系统采用重力流有组织排水，站内设置排水明沟，雨水通过排水明沟排至站外海中。站内排水端口为 3 个，总的排水设计流量为 3.12m<sup>3</sup>/s，大于 2.71m<sup>3</sup>/s 的雨水设计流量，排水沟选取 600mm(宽)×1000mm(深)满足排雨水要求。

### 3.4.5.3 项目运输

本工程在项目建设所需设备、材料、施工机械的运输可采用公路运输。项目生产经营期，采用 LNG 船运输、公路运输及管道运输。本项目原料 LNG 通过 LNG 船输送至接收站，LNG 产品通过槽车运出，天然气产品通过管道外输，还有少量辅助材料采用公路运输。

### 3.4.6 建筑与结构

#### 3.4.6.1 建筑

本工程共有 26 座建筑物，包括：泡沫橇棚(4 座)、BOG 压缩机棚、空压制氮站、淡水泵房、分析化验室、110kV 主变电所、维修车间及仓库、化学品库房、危废品暂存间、消防楼、消防训练塔、制氯加氯间、现场机柜间、装车综合业务室、雨淋阀及泡沫橇棚、槽车装车棚、发电机组棚、码头控制室、办公楼、中央控制室、综合服务楼、主门卫、车棚。

表 3.4-2 建筑物一览表

序号	建筑物名称	建筑面积(m <sup>2</sup> )	层数(层)	火灾危险性分类	耐火等级	结构形式	备注
1	LNG 储罐区						
1.1	泡沫橇棚	12.5	1	戊	二级	钢结构	3 座
2	工艺生产区						
2.1	BOG 压缩机棚	1154.8	1	甲	二级	钢结构	16t 吊车
2.2	泡沫橇棚	12.5	1	戊	二级	钢结构	
3	辅助与公用工程区						
3.1	空压制氮站	428.7	1	乙	二级	钢结构	
3.2	淡水泵房	385.56	1	戊	二级	钢筋混凝土框架结构	5t 吊车
3.3	分析化验室	395.20	1	丙	二级	钢筋混凝土框架-加劲砌体抗爆墙结构	抗爆建筑物
3.4	110kV 主变电所	4917.04	2	丙	二级(变压器室一级)	钢筋混凝土框架-加劲砌体抗爆墙结构	5t 吊车 抗爆建筑物
3.5	维修车间及仓库	1999.2	3	戊	二级	钢结构	16t/5t 吊车 抗爆建筑物
3.6	化学品库房	554.49	1	丙	二级	钢结构	
3.7	危废品暂存间	85.54	1	丙	二级	钢结构	
3.8	消防楼	2064.26	2	/	二级	钢筋混凝土框架-加劲砌体抗爆墙结构	抗爆建筑物
3.9	消防训练塔	245.76	6	/	二级	钢筋混凝土框架结构	
4	海水取排水工程区						
4.1	制氯加氯间	387.09	1	甲	二级	钢结构	
4.2	现场机柜间	524.56	1	丁	一级	钢筋混凝土结构	抗爆建筑物
5	槽车装车区						

序号	建筑物名称	建筑面积(m <sup>2</sup> )	层数(层)	火灾危险性分类	耐火等级	结构形式	备注
5.1	装车综合业务室	370.44	1	/	二级	钢筋混凝土结构	抗爆建筑物
5.2	雨淋阀及泡沫撬棚	38.1	1	戊	二级	钢结构	
5.3	槽车装车棚	1596.30	1	甲	二级	钢结构	
6	冷能发电区						
6.1	发电机组棚	39.7	1	甲	二级	钢结构	
7	码头区						
7.1	码头控制室	616.12	2	丁	一级	钢筋混凝土结构	抗爆建筑物
8	厂前行政区						
8.1	办公楼	2707.6	3	/	二级	钢筋混凝土框架-加劲砌体抗爆墙结构	抗爆建筑物
8.2	中央控制室	1569.7	1	丁	一级	钢筋混凝土结构	抗爆建筑物
8.3	综合服务楼	2394.56	2	/	二级	钢筋混凝土框架-加劲砌体抗爆墙结构	抗爆建筑物
8.4	主门卫	90.24	1	/	二级	钢筋混凝土框架-加劲砌体抗爆墙结构	抗爆建筑物
8.5	车棚	196.35	1	IV	二级	钢结构	
9	接收站站外						
9.1	站外倒班公寓	2760					外购

### 3.4.6.2 结构

1) 20 万方 LNG 储罐为全容式 LNG 储罐，外罐底板采用钢筋混凝土板，罐壁采用预应力钢筋混凝土结构，罐顶采用钢拱顶外浇混凝土。

外罐底板采用钢筋混凝土板，中间厚度 1200mm，边缘厚度 1500mm；罐壁采用变截面预应力钢筋混凝土结构，罐壁底部厚度 1100mm，顶部厚度 750mm，环梁厚度 1050mm；罐顶采用钢拱顶外浇钢筋混凝土，顶部中间区域厚度 500mm，边缘为变厚度。

2) 主要建筑物结构形式见建筑物一览表。

3) 管廊采用钢结构。

4) 集液池采用地下钢筋混凝土结构，利用混凝土自重平衡地下水浮力，池底池壁抗渗等级为 P8，防水等级为三级，池壁外侧做防水防腐处理。

### 3.4.7 设备

接收站工程主要设备及机械有 LNG 卸船臂、气相返回臂、LNG 储罐、低压输送泵、高压输送泵、BOG 压缩机、BOG 增压机、再冷凝器、开架式气化器、燃料气加热器、海水泵和海水消防泵等。设备配置和材料类型如下表所示。

表 3.4-3 设备一览表

序号	类型	台(套)数	备注
1	LNG 储罐	3	外罐为预应力混凝土+碳钢衬层
2	码头氮气缓冲罐	1	
3	再冷凝器	1	包含液体分配器和填料等内件
4	BOG 压缩机入口分液罐	1	
5	低压排净罐	1	
6	码头排净罐	1	
7	火炬分液罐	1	
8	槽车装车区排净罐	1	
9	仪表空气缓冲罐	1	
10	消防水罐	2	
11	开架式气化器	5	支撑结构为混凝土
12	燃料气加热器	2	空温式
13	卸船臂	4	包括液压驱动单元
14	气相返回臂	1	包括液压驱动单元
15	防爆电梯	3	
16	罐顶悬臂吊	3	
17	高架火炬	1	
18	BOG 压缩机棚起重机	1	
19	海水取水泵房起重机	1	
20	海水取水泵房进水间上部起重机	1	
21	泵房进水前池上部起重机	1	
22	排水工作井上部起重机	1	
23	生产给水泵房起重机	1	
24	维修车间起重机	1	
25	BOG 压缩机	3	
	BOG 增压机	1	
26	低压输送泵	12	罐内泵
27	高压输出泵	5	罐内泵
28	海水泵	5	
29	海水消防泵	4	
30	淡水消防泵	2	
31	消防测试泵	1	
32	淡水给水泵	5	
33	空压机	2	
34	制氮空气压缩机	2	
合计		81	

### 3.4.8 工程占地

接收站一次规划，统一征地，分期实施。接收站占地面积 27.45 公顷，考虑到站外放空火炬及护坡等，本项目征地面积总计 40.96 公顷。

### 3.4.9 选址合理性分析

接收站选址已取得福清市自然资源和规划局颁发的《建设项目选址意见书》(用字第 350181202100241(校核)号)，与当地规划是相符的。

### 3.4.10 组织机构

#### 3.4.10.1 组织机构

项目拟成立具有独立法人资格的股份有限公司，投资建设、经营管理福建 LNG 项目，包括接收站工程和码头工程。

本项目以中国石油为控股主体，组建股份有限公司。公司的管理体制为董事会领导下的总经理负责制，董事会为企业最高权利机构，总经理负责日常的管理和经营工作，总经理对董事会负责。组织机构见下图。

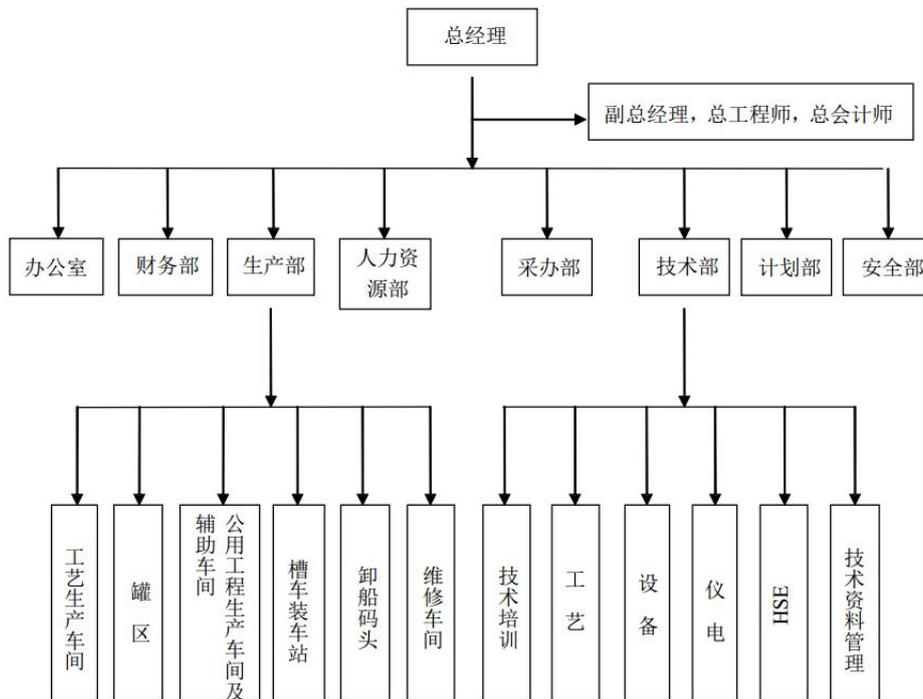


图 3.4-2 组织机构图

#### 3.4.10.2 定员情况

福建 LNG 接收站项目全厂总定员为 150 人，其中行政管理定员 46 人，运维人员定员 104 人。

工程定员情况见下表。

表 3.4-4 福建 LNG 接收站项目定员情况

序号	部门	岗位	人数
1	公司领导	总经理(党委副书记)	1
2	生产技术部	副总经理(党委书记)	1
3	质量安全环保部	副总经理(安全总监)	1
4	经营计划部	副总经理	2
5	企业法规部	总会计师	1

6	财务资产部		5
7	人力资源部		5
8	审计监察部		5
9	办公室		5
10	小计		46
11	生产运营中心管理部	主任	1
		副主任	3
12	生产运行班组	班长	5
		安全员	10
		高级操作员	10
		操作员	25
		智能化设备操作员	5
13	槽车装车站	班长	3
		计量员	9
14	海事港务	海事经理	1
		海事港务主管	1
		码头水手长	
15	化验计量	班长	
		操作员	
16	维检修中心	维修部主任	1
		维修部副主任	3
		维修部安全工程师	1
		维修部机械工程师	1
		维修部仪表工程师	1
		机械维修班组	2
		电气维修班组	2
		仪表维修班组	2
		智能化设备维检修班组	2
17	运行保障中心	后勤保障部主任	1
		后勤保障部主办	2
		物资管理部主办	3
18	其他部门	安全部	2
		生产部	2
		综合部	2
19	小计		104
20	合计		150

### 3.5 接收站涉海工程

#### 3.5.1 江阴港区现状与规划

江阴港区是福州港五大港区之一，位于福建省最大海湾——兴化湾北岸中部，湾内港区风浪较小，常年不冻不淤，是迄今为止“全国少有、福建最佳”的深水良港。港区水域包括以万安、塘屿、南横岛、南日岛东侧的大桥山连线以及南日水道西侧石城山东南灯桩与南日岛西端灯桩连线以内的水域。兴化湾航道除路屿航门水域狭窄，平均宽度仅 600m 左右外，其余水域都较宽阔。进港航道沿深槽布置，航道顺直，主航道水深都

在 23m 以上，主流向基本与航轴线走向一致。20m 深槽宽度平均在 2000m 以上，航行条件十分优越。

江阴港区功能定位：集装箱运输重点港区，适当兼顾汽车滚装、散杂货及液体化工品等货类运输的综合性港区。规划江阴港区下辖壁头作业区、万安作业区和下垄作业点。壁头作业区位于兴化湾江阴半岛南部，以集装箱运输为主，并为后方临港产业发展服务。下垄作业点位于江阴半岛东侧，目前已建融侨 1#、2#泊位，规划结合产业发展情况适时搬迁调整。

万安作业区位于兴化湾湾口北岸，规划是福州港专业化的 LNG 码头作业区，主要满足区域天然气应急调峰需求。根据岸线资源条件，规划布置 15 万总吨级 LNG 泊位 1 个和工作船舶泊位，并预留大型 LNG 泊位 1 个，共形成码头岸线 800m，码头通过能力 1200 万吨，后方建设 LNG 接收站及配套罐区，见图 3.5-1。

2020 年江阴港区完成货物吞吐量 4190 万吨，同比增长 6.0%，占福州港全港货物吞吐量的 16.8%。2010-2020 年江阴港区货物吞吐量年均增长率为 13.8%。



图 3.5-1 江阴港区万安作业区总体规划图

### 3.5.2 江阴主航道

兴化湾主要有两条进出港水道：兴化水道和南日水道。兴化水道沿程水深大部分都在 20m 以上，现已建成江阴 15 万吨级集装箱船单线航道，见下图。



图 3.5-2 江阴港区水域布置

江阴港区进港航道沿兴化水道深槽布置，航线以兴化水道东口门小月屿附近 C2 点（兴化 1#灯浮）作为起点，沿进港航道经白屿南穿过兴化水道西口门 C4 点（兴化 5#灯浮）附近进入兴化湾。进入湾内航线穿越路屿与鸡蛋屿之间的路屿航门，沿进港航道往西北延伸至江阴港区。从外海 C1 点至小月屿附近起始的 C2 点为沿海航线。

江阴港区进港航道从小月屿附近的 C2 点起，沿程经过 C3、C4、C5、C6、C7 等转向点，到达航道终点 C8，与江阴港区掉头区相衔接。航道以路屿（野马屿）与钟屿连线为界，该线以东航段沿程水深均大于 20m，以西航段沿程水深大于 15m。

江阴港区进港航道二期工程建设规模为：C2~C9 航段建设规模为营运吃水不大于 13.8 米的 10 万吨级集装箱船不乘潮通航单线航道，同时满足 15 万吨级散货船和 15 万吨级集装箱船乘潮单向通航、5 万吨级集装箱船不乘潮双向通航要求，已于 2012 年 11 月 8 日通过交工验收。根据《福建省福州港口发展中心关于福州港江阴进港航道的补充通告》（闽福州港规建[2020]62 号），江阴进港航道（C2~C8 航段）可满足 20 万吨级集装箱船减载通航要求。

根据《福建省交通运输厅关于福州港江阴港区进港航道三期工程初步设计的批复》（闽交建【2019】51 号），阴港区进港航道三期工程拟扩建自小月屿附近海域的 C2 点起至江阴港区 12#泊位回旋水域末端 C10 点，全长约 48.7km，并新建 5000 吨级危险品船锚地 2 处，新建 5 万吨危险品船锚地 1 处，扩建小月屿锚地，同步建设导助航设施。三期工程建设后，C2 至 C9 段可满足 15 万吨级（兼顾 20 万吨级）集装箱船乘潮通航单线航道要求。

江阴主航道自兴化湾湾口小月屿附近经兴化水道至各作业区,全长约 48.6km。其中,湾口小月屿附近至集装箱码头区段全长 47.4km,航道有效宽度 300~360m,设计底标高 -16.2~-18.4m,航道水域尺度满足 15 万吨级集装箱和散货船舶单向乘潮通航和 5 万吨级集装箱船舶双向全潮通航要求,也满足本工程 LNG 船舶通航的要求。本项目 LNG 船拟利用江阴主航道东段并经由万安支航道进入港区,利用江阴主航道东段约 10km,占用时间较短。

### 3.5.3 港区锚地规划与现状

江阴港规划有江阴锚地、引航备用锚地、塘屿南锚地、小月屿锚地,扩建小月屿 20 万吨级锚地,新建 5000 吨级危险品 1#应急锚地、5000 吨级危险品 2#应急锚地、5 万吨级危险品应急锚地、15 万吨级 LNG (兼顾 10 万吨级危险品) 应急锚地。

兴化湾内设有塘屿南锚地、白屿东锚地、江阴锚地、引航备用锚地,供检验检疫、引航、待泊使用。

### 3.5.4 兴化湾外倾倒区

#### 3.5.4.1 兴化湾历史倾倒区位置及使用情况

兴化湾因为涉海工程需要,历史上曾设置两个倾倒区。

##### (1) 江阴电厂 1 号倾倒区

2005 年国电福州江阴电厂在兴化湾北部修建 7 万吨级煤码头工程和电厂工程,产生 138 万 m<sup>3</sup> 疏浚物,当时兴化湾并无倾倒区,于是委托国家海洋局第三海洋研究所进行倾倒区选划工作。经国家海洋局批准后,最终选定江阴电厂 1 号预选倾倒区为倾倒区。该倾倒区以 119° 40' 41.93"E、25° 16' 36.92"N 为中心,半径为 0.5km 的圆形海域。倾倒区批准时间:2006 年 3 月 23 日,关闭时间 2007 年 6 月 30 日。倾倒频率:每船次不超过 1000 m<sup>3</sup>,每天不超过 10 船次。

##### (2) 兴化湾临时性海洋倾倒区

福清核电厂位于福建省福清市三山镇西南前薛村的岐尾山前沿,兴化湾北岸,规划建设 6 台百万千瓦级压水堆核电机组。2008 年开工建设,工程建设产生了大量疏浚物,其中部分疏浚物进行回填,还剩余 90 万 m<sup>3</sup> 陆上无法处置,为此福清核电有限公司在 2010 年提出海上倾倒疏浚物的请求。2012 年国家海洋局批准设立兴化湾临时性海洋倾倒区。为避免对近岸海水养殖和航道的影响,倾倒区在江阴电厂 1 号倾倒区的位置上往东南方向移动 5.6km,该倾倒区以 119° 43' 41.25"E、25° 15' 13.75"N 为圆心,半径为 0.5km

的圆形海域，倾倒区开启时间 2012 年 10 月 26 日，关闭时间 2015 年 10 月 25 日

### 3.5.4.2 兴化湾周边海域倾倒区选划

2020 年受国家海洋环境监测中心委托，国家海洋局宁德海洋环境监测中心站开展福建省兴化湾周边海域倾倒区选划工作，并于 2021 年 10 月编制完成《兴化湾周边海域倾倒区选划报告（送审稿）》，目前该报告已通过专家评审，正在报批中。该报告拟选兴化湾倾倒区（3#倾倒区，生态环境部办公厅制定的《全国倾倒区规划（2019-2025 年）》（征求意见稿）中的“D40 兴化湾外倾倒区”）的四至坐标见表 3.5-1 所示，其范围为四点连线海域，面积约为 3.29km<sup>2</sup>，水深为 26.3m~28.1m。年最大倾倒量 1000 万方/年；日最大倾倒量不超过 6 万方/日，允许倾倒物质为以黏土、粉砂和砂为主的清洁疏浚物。

表 3.5-1 推荐倾倒区（3#倾倒区）区域坐标

序号	经度 (E)	纬度 (N)
1	119.7076°	25.2443°
2	119.7128°	25.2494°
3	119.7366°	25.2400°
4	119.7212°	25.2278°



图 3.5-3 兴化湾外倾倒区位置示意图

### 3.5.5 主要技术、经济指标

本项目涉海工程主要技术、经济指标详见下表。

表 3.5-2 涉海工程主要技术、经济指标一览表

序号	建设项目	单位	数量	备注
1	LNG 码头	m	390	包含工作平台、靠船墩、系缆墩等
1.1	工作平台	m <sup>2</sup>	2280	尺寸：60m×38m，顶高程+13.5m（理基）
1.2	靠船墩	座	4	尺寸：12m×12m，顶高程+10.5m
1.3	系缆墩	座	6	尺寸：14m×14m，顶高程+10.5m，6座
1.4	联系桥	m	241	总长241m：其中钢连桥 218m，宽4m；砼连桥23m，宽 4m
1.5	集液池	座	1	10m×2.5m×3.6m，布置于码头工作平台东南侧
1.6	登船梯	座	1	布置于码头工作平台
1.7	消防炮	座	3	布置于码头工作平台、靠船墩 1、靠船墩4
1.8	大屏幕显示器	座	1	布置于码头系缆墩 3
1.9	海洋观测传感器	座	1	布置于码头系缆墩 1
1.10	激光传感器	个	2	布置于码头工作平台前沿
1.11	人行台阶	座	10	布置于系缆墩和靠船墩
1.12	快速解缆钩	座	10	布置于系缆墩和靠船墩
2	LNG码头引桥	m	347.2	宽15.0m，高程+13.5m~+23.5m
3	控制楼平台 (兼做补偿平台)	座	1	尺度：48m×39m（含引桥宽度），高程+17.9~19.1m； 补偿平台：26m×20m
4	工作船码头	m	105	宽25m，顶高程+12.0m，港池底高程-5.8m
5	工作船码头引桥	m	148	宽12m，顶高程+12.0m~+23.5m
6	接收站护岸/护坡	m	1778.9	顶高程24.5 m
6.1	北护岸/护坡	m	331.9	
6.2	西北护岸/护坡	m	246.5	
6.3	西南护岸/护坡	m	690.6	
6.4	东护岸/护坡	m	509.9	
7	进港支航道	m	3717	宽325m，底高程-14.6m
8	应急锚地	m	1410	直径1410m
9	海水取水口	座	1	布置于库区西侧，通过开山形成；平面总长为79m， 总宽为47.2m；顶高程为+18.0m，底高程为-7.80m
10	冷排水排放口	座	1	布置于库区西南侧，通过通过排水管引桥架立至高山 半岛西南侧深槽边缘，设置圆沉箱1座，作为排水口 头部；排水口头部平台直径16.6m，顶标高为14.0m， 底高程-3.0m
11	冷排水管引桥	m	370	引桥长约370m，宽7m
12	水域疏浚及水下炸 礁	万方	1027.98	港池、航道疏浚量（包含施工期回淤量）约1025.4万 方，基槽开挖量为1.24万方，水下炸礁清礁量约1.34 万方。总疏浚面积157.86公顷。
13	码头配套工程	项	1	包含码头供电、给排水等设计
14	沉船等海底设施清 除	项	1	

## 3.5.6 码头工程

### 3.5.6.1 码头平面布置

LNG 码头与工作船码头平面布置图详见附图 2-2。

#### (1) LNG 码头布置

LNG 码头布置在库区西侧，泊位呈顺浪布置，码头泊位的方位角为  $153^{\circ}\sim 333^{\circ}$ 。

LNG 码头采用离岸引桥墩式方案，拟建泊位布置在天然水深为-6~-8m（理基，下同）处，距离后方库区约 350m，通过引桥与后方陆域连接。LNG 泊位长度 390m（停泊水域尺度按照《海港总体设计规范》设计，取 415m），共设置 1 个工作平台，对称布置 4 个靠船墩和 6 个系缆墩。工作平台平面尺度为 60m×38m，顶面高程为+13.5m（理基，下同）；靠船墩平面尺度 12m×12m（高桩墩台结构方案），顶面高程为+10.5m，护舷中心间距最大为 115m，最小为 76m。靠船墩与工作平台间通过 3m 宽的砼连桥相连。系缆墩平面尺寸为 14m×14m，顶面高程均为+10.5m。系缆墩间通过 4m 宽的钢连桥相连接。

工作平台分两层布置，下方为一层工作平台，二层卸料平台相对于工作平台高 9 米，卸料平台上以 4.5 米间距均布卸料臂。平台两侧均布置一台干粉灭火装置和干粉炮。码头及栈桥区设备布置具体布置详见附图 2-3 和附图 2-4。

预留泊位布置于拟建泊位的北侧，与拟建泊位保留安全间距，俩泊位系缆墩净距为 60m，满足后方拖轮进出的航道通航尺度需求（运行期拖轮通航宽度需求为 39m）。

#### (2) LNG 水域布置

LNG 码头前沿停泊水域宽 110m，设计底高程-13.6m。回旋圆布置于停泊水域正前方，长轴 1035m，短轴 865m（2.5 倍最大设计船长），设计底高程取-14.6m，同航道设计底高程。回旋水域与前沿停泊水域之间的连接水域设计底高程为-14.6m，同回旋水域底高程。

#### (3) LNG 引桥布置

拟建 LNG 码头工作平台通过引桥与后方陆域连接。根据码头所处的地形条件及陆域库区布置情况，引桥基本沿码头工作平台与后方陆域的最短连线布置，长约 347.2m，宽 15m，陆侧端与陆域西南护岸连接。引桥北侧为管线区，布置有平面尺度为 48m×39m（含引桥宽度）的控制楼平台（兼做补偿平台）1 个，南侧为行车区。

#### (4) 工作船码头布置

工作船码头采用离岸布置，工作船码头前沿线布置在天然水深约 0m 处，码头泊位的方位角为  $58^{\circ}31'53.352''$ - $238^{\circ}31'53.352''$ ，距离后方西北护岸约 123m，工作船码头长 105m，宽 25m，码头面标高为 12.0m，通过引桥与库区连接，引桥采用高桩透水结构跨越自然基岩岸线，长 148m，宽 12m，坡度约 1:12，转弯半径 15m。工作船码头前沿停泊水域底高程-6.3m，与后方取水口前方水域同高程，运行期回旋圆布置于泊位前方，直径 76m，底高程-6.7m，与 LNG 码头的港池水域连通。

### 3.5.6.2 码头与库区之间的管道布置

一期管廊管线按双层布置：一层主要管线从左至右分别为卸船总管（42"），气相返回管线（24"），保冷循环管线（6"）；二层管线从左至右分别为消防管线（20"），给水管线（20"），及各辅助管线，仪表桥架、电力桥架位于一侧。综合考虑 LPG 预留管道，管廊宽度为 9m。具体布置详见附图 2-5 码头栈桥管廊管道研究图。

### 3.5.6.3 水工构筑物及立面、断面布置

#### （1）LNG 码头

LNG 码头平立面图见附图 2-6、工作平台断面图见附图 2-7。

##### ①工作平台

工作平台长 60m，宽 38m，顶标高为 13.5m，墩台厚 2m。工作平台采用 54 根  $\Phi 1200$ mm 壁厚 25mm 的钢管直桩作为基础，其中 7:1 斜桩 4 根，根，10:1 斜桩 40 根，直桩 10 根，桩端持力层为强风化花岗岩。墩台采用 C45 混凝土掺拌抗腐蚀增强剂，并在混凝土表面设置钢筋网片防止开裂。墩台底部、侧面喷涂硅烷防腐涂层。钢管桩防腐保护采取防腐涂层与牺牲阳极保护两种方式进行联合保护。

##### ②靠船墩

靠船墩平面尺寸为  $12\text{m}\times 12\text{m}$ ，顶标高为 10.5m，墩台厚 2.5m。靠船墩采用 12 根  $\Phi 1200$ mm 壁厚 25mm 的钢管嵌岩斜桩作为基础（其中 2 根为嵌岩桩），桩基斜率为 4:1，（嵌岩桩斜率为 6:1），桩端持力层为强风化花岗岩。每墩安装一套双钩快速脱缆钩（单钩为 1500kN）和一套 SUC2000H 两鼓一板橡胶护舷。墩台构造、防腐以及钢管桩防腐措施同上。

##### ③系缆墩

系缆墩 MD1~MD6 平面尺寸为  $14\text{m}\times 14\text{m}$ ，顶标高为 10.5m，墩台厚 2.5m。系缆墩 MD1~MD3 采用 10 根  $\Phi 1200$ mm 的钢管斜桩作为基础，桩基斜率为 4:1 和 6:1，桩端持

力层为强风化花岗岩；系缆墩 MD4~MD6 采用 9 根 $\Phi 1200\text{mm}$  的钢管斜桩作为基础，其中 5:1 斜桩 8 根，直桩 1 根，桩端进行钻孔嵌岩处理，桩端持力层为中风化花岗岩。MD3 和 MD4 每墩安装一套三钩快速脱缆钩（单钩为 1500kN）。MD1~MD2 和 MD5~MD6 每墩安装一套四钩快速脱缆钩（单钩为 1500kN）。墩台构造、防腐以及钢管桩防腐措施同上。

#### ④人行桥

工作平台与靠船墩之间以及靠船墩之间采用钢筋混凝土结构人行桥连接。

### (2) LNG 引桥

引桥平立面图见附图 2-8，引桥断面图见附图 2-9。

LNG 引桥墩采用高桩墩式结构，选用灌注桩结构方案，即小箱梁方案。

引桥长 347.2m，宽 15.0m，顶标高为 13.5m~23.5m。引桥墩采用 C45 高性能钢筋混凝土结构，长 15.0m，宽 2.5m，高 2.3m，每个墩采用 3 根 $\Phi 1500\text{mm}$  的 C40 钢筋混凝土灌注桩作为基础，桩端持力层为中风化岩或微风化岩，桩顶现浇桩帽，并采用 0.5m $\times$ 0.5m 联系梁相连接，桩帽上部现浇直径 1200mm 的圆柱。墩台中心距为 16m，各墩之间采用小箱梁结构进行连接，小箱梁结构下部采用 C55 高性能钢筋混凝土预应力结构，长 15m，宽 3m，厚 1000mm，上部为 C40 钢筋混凝土现浇面层，厚 150mm。面板上部为现浇 C30 混凝土磨耗层，厚度不小于 50mm。

控制楼平台（兼补偿平台）采用 C45 高性能钢筋混凝土结构，长 48m，宽 39m，顶标高为 17.9~19.1m，每个墩采用 48 根 $\Phi 1200\text{mm}$  的 C40 钢筋混凝土灌注桩作为基础，桩端持力层为中风化岩或微风化岩。

### (3) 工作船码头

工作船码头引桥平立面图详见附图 2-10，工作船码头引桥断面图详见附图 2-11。

工作船码头长 105m，宽 25m，码头顶高程 12.0m，码头前沿底高程-6.30，码头分两个结构段，每个结构段长度 52.5m。工作船码头基础采用高桩墩台结构，采用 $\Phi 1200\text{mm}$  灌注桩作为基础，桩端持力层为中风化花岗岩~微风化花岗岩。墩台采用 C40 混凝土掺拌抗腐蚀增强剂，并在混凝土表面设置钢筋网片防止开裂。墩台底部、侧面喷涂硅烷防腐涂层。工作船码头设置了双层系缆平台，其高程分别为 7.0m 及 9.5m，系船柱规格为 250kN；橡胶护舷采用 DA-A400H $\times$ 2000 标准反力型护舷，其布置考虑常水位情况下工作船的靠泊。码头与后方陆域通过引桥连接。

引桥长 148m，宽 12m，顶面标高为 12m~23.5m，排架间距 12m。引桥基础采用灌

注桩，桩径 1200mm，引桥每榀排架布置 3 根桩，桩基持力层为中风化花岗岩。桩顶现浇桩帽，并采用 0.5m×0.5m 联系梁相连接，桩帽上部现浇直径 1000mm 的圆柱。墩台中心距为 12m，各墩之间采用小箱梁结构进行连接，小箱梁结构下部采用 C55 高性能钢筋混凝土预应力结构，长 11m，宽 3m，厚 1000mm，上部为 C40 钢筋混凝土现浇面层，厚 150mm。面板上部为现浇 C30 混凝土磨耗层，厚度不小于 50mm。

### 3.5.6.4 码头集疏运量与船型

#### (1) 货种及港口吞吐量

本项目接卸货种为 LNG，主要成份为甲烷，另含有少量的乙烷、丙烷，丁烷以及少量硫化物、水和其他非烃类杂质。按照欧洲标准 EN1160 的规定，LNG 的甲烷含量应高于 75%，氮含量应低于 5%。

甲烷的理化性质如下：

①气态比重：在标准状态下的气态密度为 0.717kg/m<sup>3</sup>；

②LNG 密度：LNG 的密度主要取决于其组成成分，通常为 430~470kg/m<sup>3</sup>，甲烷含量越高，密度越小；同时，LNG 的密度受温度影响较大，温度越高，密度越小，其变化梯度为 1.35kg/m<sup>3</sup>；

③既能在常温下加压液化也能在常压下降温液化：在标准大气压下的沸点为 -161.5℃；

④易燃易爆：LNG 蒸气在空气中的爆炸浓度约为 5.3%~14.0%，火灾危险性等级为甲 A；

⑤气化潜热大，热值高；

⑥无色、无味、无毒，溶于油，但基本不溶于水，对橡胶软化性强；

⑦化学性质稳定：与空气、水和其他液化气货品无危险反应。

根据接收站建设规模，本项目 LNG 码头工程吞吐量为 300 万吨/年，具体情况见下表。

**表 3.5-3 本工程吞吐量预测（单位：万吨/年）**

项目	小计	进港	出港	流向
LNG 吞吐量	300	300	0	全部为外贸进港。主要由专用 LNG 运输船从国外气源地中东地区运至本码头，卸料至 LNG 储罐，然后经管道、槽车外运至福建省、江西省及湖南省等地。

#### (2) 流量、流向及集疏运方式

本工程货物主要由专用 LNG 运输船从国外气源地中东地区运至本码头，卸料至

LNG 储罐，然后经管道、槽车外运至福建省、江西省及湖南省等地。

拟建工程集疏运量详见下表。

**表 3.5-4 本项目集疏运量预测（单位：万吨/年）**

集疏运方式 \ 流向	合计	集运	疏运
合计	600	300	300
水运	300	300	0
管道	255	0	255
槽车	45	0	45

### (3) 设计船型

LNG 码头的设计船型为  $26.6 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 船，主力船型为  $17.7 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 船、 $18.0 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 船和  $18.2 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 船，结构兼顾  $8 \sim 26.6 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 船。工作船码头施工期兼作重大件上岸泊位使用，结构按照 1000DWT 杂货船考虑，使用期供 5000HP 拖轮靠泊。设计船型主尺度见表 3.5-5。本港 LNG 船到港频率：待接收站达到预测吞吐量 300 万 t/a 的接卸任务时，LNG 船到港频率约 8 天/艘，即每 8 天才会有一艘 LNG 船到港。

**表 3.5-5 船型尺度表**

码头	船舶吨级	总长 L (m)	型宽 B (m)	型深 H (m)	满载吃水 T (m)	备注
LNG 码头	80,000m <sup>3</sup> LNG 船	239	40	26.8	11.0	兼顾船型
	147,210m <sup>3</sup> LNG 船	291.5	43.35	26.25	11.43	兼顾船型
	165,000m <sup>3</sup> LNG 船	298	46	26.0	11.5	兼顾船型
	172,000m <sup>3</sup> LNG 船	290	46.95	26.25	11.5	兼顾船型
	174,100m <sup>3</sup> LNG 船	290	45.6	26.5	11.7	兼顾船型
	177,000m <sup>3</sup> LNG 船	298.43	46	26.8	11.925	主力船型
		305	48.5	27.3	12.0	主力船型
	180,000m <sup>3</sup> LNG 船	293.2	47.8	26.2	12.0	主力船型
		300	52.0	26.25	12.0	主力船型
	182,000m <sup>3</sup> LNG 船	299.94	52.0	28.0	12.0	主力船型
	217,000m <sup>3</sup> LNG 船	315	50	27.0	12.0	兼顾船型
263,000m <sup>3</sup> LNG 船	345	55	27.0	12.0	兼顾船型	
266,000m <sup>3</sup> LNG 船	345	53.8	27.0	12.0	设计船型	
工作 船 码头	5,000HP 拖轮	37.6	10.5	5.6	4.8	设计船型
	1000 吨级杂货船	85	12.3	7.0	4.3	设计船型
	300 吨级驳船	38~40	7.8~8.8	-	1.5~1.8	兼顾船型

### 3.5.6.5 码头装卸工艺

#### (1) LNG 码头装卸工艺

LNG 卸船系统由卸料臂、卸料管线、蒸发气回流臂、LNG 取样器、蒸发气回流管线以及 LNG 循环保冷管线组成。

LNG 运输船到达码头后，LNG 由运输船上的卸料泵，经过 LNG 卸船臂，并通过卸船总管输送到 LNG 储罐中。LNG 储罐内的部分蒸发气通过气相返回管线，经气相返回臂返回 LNG 船舱中，以保持卸船系统的压力平衡。

一期卸船系统设置 4 台 16" LNG 卸船臂（LA-0101A/B/C/D，其中 LA-0101B 为液相/气相两用臂）和 1 台 16" 气相返回臂（RA-0101）。在卸船初期，用较小的卸船流量进行卸船，避免产生较多的蒸发气使蒸发气处理系统不能处理而排放到火炬造成浪费。当冷却完成后，再逐渐增加流量到设计值。当气相返回臂 RA-0101 故障而不能使用时，LNG 卸船臂 LA-0101B 将被用作气相返回臂。

卸船操作时，考虑到 LNG 船型和储罐的储存能力，可以同时卸料至两个储罐。每座 LNG 储罐均设有液位计，可用来检测 LNG 进料量。取样系统设有一套三组取样设备。卸载 LNG 时，可通过人工取样，在化验室进行 LNG 质量检测。通过对卸入的 LNG 进行分析，同时可以使 LNG 合理地通过储罐的顶部或底部进料阀注入储罐中，避免 LNG 产生分层，从而减少储罐内液体翻滚的可能性。

码头设置码头排净罐和氮气缓冲罐，在卸船完成后，LNG 运输船脱离前，氮气从卸船臂顶部开始吹扫，将卸船臂内的 LNG 分别压送回船内和码头排净罐，并解脱卸船臂法兰。当码头排净罐检修时，也可将卸船臂和卸船管线中的 LNG 通过码头排净罐旁路排回至 LNG 储罐。

在卸船期间，码头保冷循环停止，保冷循环管线用于卸船操作。

在无卸船的正常操作期间，通过一根从低压输出总管来的循环管线以小流量 LNG 经卸船管线循环，以保持 LNG 卸船管线处于冷态备用。循环的 LNG 有两种处理方式：一部分通过 LNG 卸船总管经 LNG 储罐顶部和底部进料阀的旁路回到各 LNG 储罐；另一部分直接进入低压外输总管外输，LNG 循环量可通过流量调节阀控制。

本码头预留远期 LNG 装船功能。

## **(2) 工作船码头生产工艺**

工作船码头需兼顾接收站建设期间的部分重大件装卸。施工期大件运输的水平运输车辆采用 50t 牵引平板车。装卸设备按 130t 汽车吊考虑，重件不落地，水平运输采用载重 50t 挂车，设备由施工单位或重件所有单位租用或提供。

工作船码头生产工艺流程：船→汽车吊→重型平板运输车→后方站区

### (3) 泊位年作业天数

依据本区气象水文资料及码头作业标准,估算本工程码头年可作业天数取约310天,最长连续不可作业天数为9天。

#### 3.5.6.6 码头公用工程与辅助工程

##### (1) 供电

###### ①LNG 码头

LNG 码头与 LNG 船舶操作有关设备(快速脱缆钩、登船梯、消防炮及溢油应急监控设备)的供电电源引自码头控制楼内变电所的低压开关柜。自码头控制楼配电室引出16个回路供与码头船舶靠泊相关的设备用电,采用放射式供电方式,按二级负荷考虑。

LNG 船不需要岸电供电,LNG 船码头区未设置岸电装置,但对岸电容量进行了预留。

###### ②工作船码头

电源引自后方库区变电所的低压开关柜。自后方厂区变电所引1回路到码头配电箱,码头配电箱分别给码头照明灯具、岸电箱提供电源,采用放射式供电方式,按三级负荷考虑。

##### (2) 给水排水

###### ◆ 给水

###### ①用水量

码头区用水量主要为工作船码头的船舶用水、消防用水、环保用水及未预见用水和 LNG 码头的船舶消防给水用水量详见下表。

表 3.5-6 码头区用水量表

序号	用水类别	最大日用水量 (m <sup>3</sup> /d)	最大时用水量 (m <sup>3</sup> /h)	备注
1	工作船 船舶上水	20	18	
2	环保用水	1	0.5	工作船码头区喷洒用水
3	未预见水量	3.15	2.78	按最高日用水量的15%计, 不包括消防水量
4	合计	24.15	21.28	不包括消防水量
5	消防用水	LNG船舶消防用水量流量为380L/s,其中陆上消防设备提供250L/s; LNG船一次消防用水量为8208 m <sup>3</sup> ,其中陆上消防设备提供用水量为5400 m <sup>3</sup> 。		

###### ②水源及供水方式

东瀚镇西安村水厂可作为福建 LNG 接收站项目的外部依托水源。接收站共设1套

海水消防水系统（平时用淡水稳压，发生火灾时采用海水消防），同时设 1 座 1200m<sup>3</sup> 的淡水消防水罐，用于提供厂前行政区及辅助生产区火灾的淡水消防用水及火灾后对海水消防系统冲洗用水、平时稳压海水消防系统用水等。淡水消防水罐的补水水源来自市政管网。

工作船码头给水水源来自码头后方库区，码头给水从后方库区生活用水管网接入，接管点管径为 DN100。LNG 船码头消防水源由后方 LNG 接收站库区提供，接管点位于炮塔根部，接管管径为 DN400。

工作船码头供水管道采用支状布置，从沿引桥架空敷设至码头前沿，提供船舶供水和环保用水。架空管道采用衬塑钢管，法兰或卡箍连接。

#### ◆ 排水

本工程采用雨污分流。

船舶机舱含油污水及船舶生活污水经委托有资质的单位接收上岸处理。

工作船码头无污染源，码头不产生水污染问题，雨水直接排海。LNG 码头面清洁雨水直接排海。LNG 码头设置 1 座生态环保型厕所，不设生活污水排水系统；生态环保型厕所定期委托环卫部门清理固废。

码头区不设置雨水管道，码头面雨水自流排放。为便于雨水流动，防止码头面积水，在工作平台表面设置 1% 的坡度，从平台中央排向四周。

LNG 码头工作平台设置一个集液池，用作 LNG 接卸作业过程中的泄露事故池。每个集液池设有 2 台雨水提升泵(1 用 1 备)用于将集液池中的雨水排至附近雨水沟。2 台提升泵均与火灾报警系统信号连锁跳闸。

接收站设有两套污水处理系统：

##### (a) 生活污水系统

本工程接收站内生活污水主要来源于厂前行政区的各建筑单体，各建筑单体排出的生活污水通过重力流排至化粪池，经化粪池预处理后进入一体化生活污水处理装置(处理能力为 3~5m<sup>3</sup>/h)处理达标后站内回用。

##### (b) 含油污水排水系统

含油污水主要来源于接收站 BOG 压缩机棚的设备检修清洗废水、装车区地面冲洗废水，以及空压站等单体排出的废水等。经收集后排入含油污水处理装置(处理能力为 3m<sup>3</sup>/h)，经其处理后的污水进入生活污水处理装置进一步生化处理。

### (3) 消防

①在工作船码头设置 2 具室外消火栓和 4 具 MF/ABC3 灭火器。

②在 LNG 船码头设置消防炮系统、水幕系统、水喷雾系统、干粉灭火系统、室外消火栓和灭火器等。在码头设置 3 门消防炮塔（25m），在消防炮上设置分别设置 1 门水炮。水炮的流量为 250L/s，射程为 130m，工作时间 6h，工作压力为 1.4Mpa。

#### **(4) 控制**

控制设计内容主要包括消防设施（消防炮）控制系统和溢油应急监控系统，以及码头 LNG 装卸工艺的集散控制系统（DCS）、安全仪表系统（SIS）、可燃气体检测系统（GDS）和火灾报警系统（FAS）。

#### **(5) 信息与通信**

包括有线电话、调度通信和闭路电视监控系统以及码头通信设计（包括海岸电台、船岸通信链、船舶辅助靠泊系统等）。

#### **(6) 港作车船**

##### **①拖轮**

本项目到港 26.6 万 m<sup>3</sup>LNG 船考虑配置 2 艘 5000HP（消拖两用船）和 3 艘 4000HP 拖轮，14.7~21.7 万 m<sup>3</sup>LNG 船考虑配置 2 艘 5000HP（消拖两用船）和 2 艘 4000HP 拖轮，8 万 m<sup>3</sup>LNG 船考虑配置 4 艘 4000HP 拖轮（其中 2 艘为消拖两用船）。

江阴港区拖轮配置情况：4 艘 4000H，其中 2 艘消拖一体；1 艘 5200H 为消拖一体；在 2022 年新增 2 艘 5200H 消拖一体拖轮。江阴港拖轮公司已和建设单位达成协议，将再购置拖轮，保障本项目拖轮使用（见附件 14）。

②本工程所需的交通、消防车辆由接收站统一考虑。

### **3.5.7 支航道、应急锚地及导助航设施**

#### **3.5.7.1 支航道**

拟建的万安支航道轴线方位角 164°~344°，支航道长约 3717m，宽 325m，底标高 -14.6m（本报告高程均以理基算起），航道相关设计尺度满足本工程船舶进出港通航的要求。目前港池及支航道局部天然水深不满足 26.6 万 m<sup>3</sup>LNG 船舶的通航要求，需要对港池水域及局部支航道进行疏浚，挖泥边坡按照 1:7 考虑。

本工程 LNG 码头拟建位置天然水深约 -6~-8m，LNG 港池及回旋水域天然水深约 -6~-13m，支航道与港池水域连接局部段天然水深不足 -14m，工作船码头拟建位置天然水深约 0~-5m。为满足本工程 LNG 船舶的正常通航及靠离泊作业要求，需要对相关水

域进行水域疏浚。

根据海坛海峡及附近海图（14129）（2017年8月）显示，在港池水域位置存在一处沉船概位；根据水域测量图显示，在港池与支航道交接位置附近局部存在渔栅。因此，本项目在水域疏浚时需对沉船及渔栅进行清理。

### 3.5.7.2 应急锚地

本项目拟将 LNG 应急锚地布置于布江阴主航道北侧，现有塘屿南锚地以西，距离新建 LNG 码头约 9km，圆心坐标 X=2799061.399，Y=463738.828，见图 2.3-1。建设单位委托中交第四航务工程勘察设计院有限公司编制了《福建 LNG 接收站配套应急锚地选址论证报告》，该锚地选址方案论证已通过专家评审，并取得福建省交通厅的支持（见附件 15）。

锚地 LNG 应急锚地按非避风防台锚地设计。直径 1410m，底高程计算值-15.0m，边界距离江阴主航道净距 1km，满足规范中危险品锚地与航道的安全距离要求；距离附近海底电缆 500m，满足规范中锚地与海底电缆的安全距离要求；距离东侧港区现有塘屿南锚地净距约 456m，不满足规范中危险品锚地与普通锚地的安全距离要求。为避免 LNG 船舶应急时对港区其他船舶锚泊产生影响，推荐选址方案考虑微调塘屿南锚地位置，将现状塘屿南锚地水域范围沿江阴主航道方向，向东平移 544m，并切除东北角约 300m×400m 范围，避免进入平潭水域。调整后塘屿南锚地规模不变，环境作业条件基本不变，对塘屿南锚地的使用基本无影响；LNG 应急锚地与塘屿南锚地净间距 1000m，满足安全距离要求。

应急锚地选址水深已满足条件，无需疏浚。

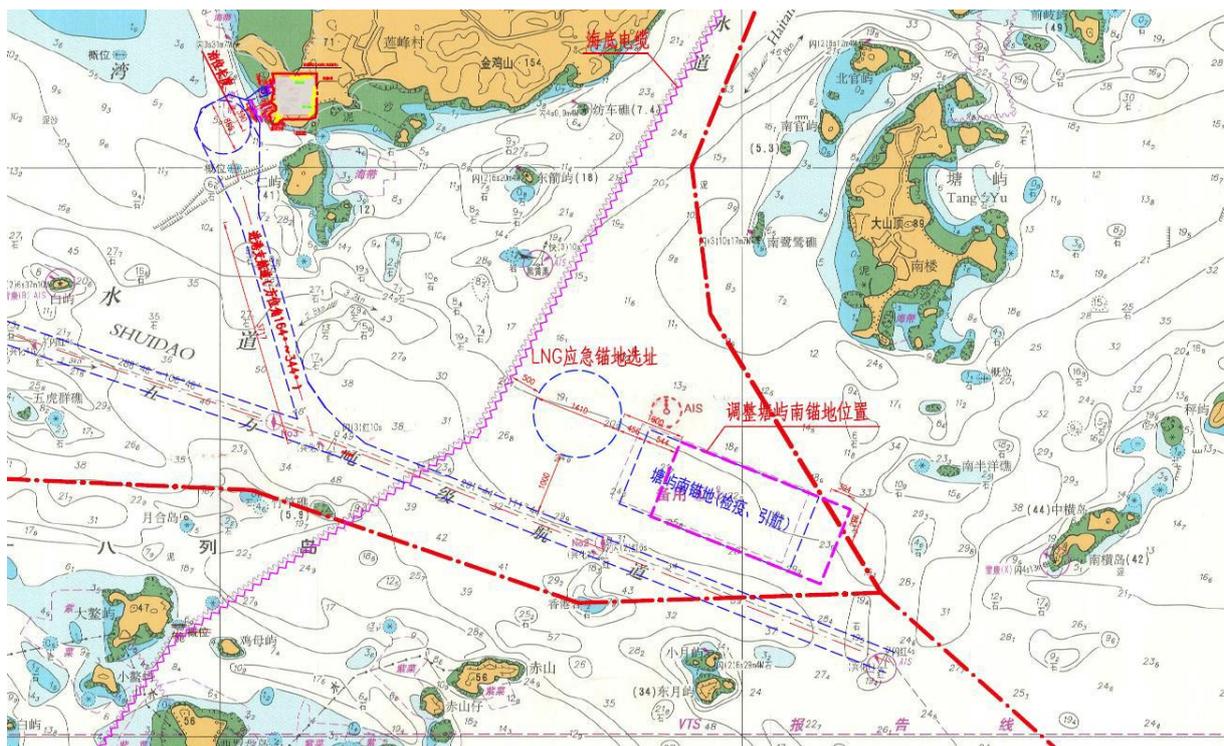


图 3.5-4 应急锚地推荐选址

### 3.5.7.3 导助航设施

本工程助航标志包括航道、回旋区、码头及锚地所需助航标志，设置灯浮标和灯桩。浮标根据规范“中国海区水上助航标志”GB4696—2016 布置。本工程共新设 9 座灯浮标，其中在排水管头部新设 1 座灯浮标，在 LNG 泊位进港支航道及其回旋水域新设 7 座灯浮标，工作船码头进港航道新设 2 座灯浮标。本工程锚地西侧存在海底光缆，新设一座 AIS 虚拟航标，类型为孤立危险物标。每一座灯浮标包括一个浮标、一个航标灯、一套太阳能系统和 12V 电池，以及锚链系统。

在 LNG 泊位两端各设置一座直径 1.0m、高度 10m 的玻璃钢灯桩。在工作船码头海侧端部设置一座直径 0.3m、高度 5m 的钢管灯桩。

## 3.5.8 海水取排水工程

### 3.5.8.1 海水取排水工艺

本工程取海水用于接收站内开架式气化器，在气化器内 LNG 与海水换热后气化成常温天然气，海水是 LNG 气化的热源。

本项目一期工程共设 5 台工艺海水泵，3 用 2 备，海水泵供水能力均为： $Q=8500 \text{ m}^3/\text{h}$ ，扬程为 0.42MPa，其中 1 台为变频泵，其他海水泵为工频泵。海水泵直接从海水取水口的吸水池内吸水，取水口设置格栅清污机和旋转滤网两道过滤器，去除海水中的大颗粒泥

沙和其它悬浮物、漂流物。正常运行时开3台（气化器海水用水量为25500m<sup>3</sup>/h），应急工况时开5台（气化器海水用水量为42500m<sup>3</sup>/h）。本项目一期工程设4台海水消防泵，2用2备，2电2柴，预留2台海水消防泵的位置（1电1柴），单台海水消防泵设计流量为1260m<sup>3</sup>/h，一期工程海水消防最大用水量为2520m<sup>3</sup>/h。综上所述，一期工程正常运行时海水取水量为28020m<sup>3</sup>/h，最大海水取水量为45020m<sup>3</sup>/h考虑。

本期工程采用2条DN2200的供水主管从海水泵室埋地敷设至ORV汽化器区，其管材采用GRV玻璃钢管，设计压力为1.0MPa。

海水通过海水泵输送到气化器，与LNG间接换热后成为冷水。冷海水重力流排至断面尺寸为3m×1.5m的排水支渠（明渠），汇至断面尺寸为5.0m×3.5m的排水干渠后排入排水工作井（集水井），然后通过排水管（架空在引桥上）排至排水口头部，再通过排水口头部（圆筒）四周均匀布置的8个排水孔淹没出流排放，扩散至海域。每气化一吨LNG约需要45~46吨海水，正常工况冷排水量为25500m<sup>3</sup>/h，应急工况时冷排水量为42500m<sup>3</sup>/h。冷排水温降约5℃。

### 3.5.8.2 取、排水口平面布置

取水口平面布置见附图2-12，排水口平面布置见附图2-2。

LNG取水口布置于接收站陆域西侧贴岸布置，工作船码头后方，利用自然岸线的凹角位置开山形成，取水口头部中心距离库区西北侧端点约200m，取水口前方水域底高程与工作船码头停泊水域底高程同高，取-6.3m。

排水口布置于接收站陆域西南侧，在LNG码头引桥南侧新建排水管引桥，引桥长约370m，宽7m，库区冷排水通过库区引桥根部的工作井从明渠转入排水管，并通过排水管引桥架立至高山半岛西南侧深槽边缘。排水管引桥端部设置1座圆沉箱，布置于-10m水深处，作为排水口头部，对水流进行消能后排入外海，圆沉箱直径15.6m，顶高程15.0m，出水口位于沉箱壁设计低水位以下，淹没出流。

### 3.5.8.3 取水口结构

取水口平立面图和取水口剖面图分别见附图2-13和附图2-14，取水口头部沉箱结构图见附图2-15。

取水口平面总长为75m，总宽为48m，顶高程为+15.0m，底高程为-7.60m，由水箱涵、泵房前池和泵房这三大部分组成。

按照LNG接收站的建设规模，结合厂区工艺的需要，考虑到远期海水泵房施工的

难度，本次将海水取水泵房的土建部分按应急调峰站的远期规划一次建成。本次共设 4 个引水流道，4 套旋转滤网及清污设备，1 个泵房前池，10 个吸水流道及泵房。

泵房前池和泵房基础采用陆上炸礁形成深基坑，基坑采用分级放坡，微~中风化岩中按 1: 0.5 进行放坡；强风化岩中按 1: 1 进行放坡；全风化岩、残积土中按 1: 1.5 进行放坡；分别在标高 0.0m、+8.0m 和+15.0m 处设置放坡平台，平台宽度 2m。开挖期间对微、中风化岩层开挖面进行喷射 C20 混凝土防护，厚度 80mm；微、中风化岩以外的开挖坡面进行挂网喷混防护，挂网钢筋采用 $\varnothing 8@200 \times 200$ ，插筋长 1.5m，间距 2m $\times$ 2m，喷射 C20 混凝土。挂网喷混的坡面需设置泄水孔，泄水孔间距 3m，梅花型布置。

泵房前池底板采用陆上干地浇筑，泵房前池底板厚 600mm，侧壁为扶壁结构，前板厚度为 1500mm，底板和肋板厚度为 1000mm。泵房采用陆上干地浇筑，泵房底板厚 1800mm，侧壁为扶壁结构，前板厚度为 1500mm，底板和肋板厚度为 1000mm，后壁厚 1750mm，顶板厚 800mm。

取水箱涵基础采用水陆炸礁结合方式形成基槽，垫层块石采用 500mm 厚度二片石，取水箱涵底板厚 1800mm，侧壁厚度为 1500mm，内隔墙厚度为 1500mm。箱涵采用部分预制后浮运至现场安装。取水口头部设置格栅式消能措施。

#### 3.5.8.4 排水口结构

排水口头部断面图见附图 2-15，排水口引桥平立面图和排水口引桥断面图分别见附图 2-16 和附图 2-17。

##### (1) 排水口头部结构

排水口头部采用重力式圆沉箱结构。圆沉箱直径 15.6m，顶标高为 15.0m。沉箱外壁厚 1.0m，底板厚 1.0m，趾长 2.5m，沉箱单件重量约为 4000t。为增加排水头部整体稳定性，沉箱仓格内标高-2m 以下填充水下自密实混凝土。沉箱基础处开挖至中粗砂层，采用 10~300kg 块石地基换填，沉箱基础采用 10~100kg 抛石明基床；抛石基床两侧设置 5t 扭王字块护面。

圆沉箱竖井内径为 12.6m，底高程-3m，顶高程 15m，在-3.0m~-1.0m 在圆筒 4 周均匀布置 8 个排水孔，排水孔为 2.0 $\times$ 2.0m 的方孔，顶部均匀布设 4 个 DN2000 排水管，管口冲下，管口底高程 14m。

##### (2) 排水口引桥结构

引桥长 370.0m，宽 8.5m，顶标高为 15m~16.26m。引桥墩采用 C45 高性能钢筋混凝土结构，长 8.5m，宽 2.5m，高 2.3m，墩顶高程为 15.0m，每个墩采用 2 根 $\Phi 1200$ mm

的 C40 钢筋混凝土灌注桩作为基础，桩端持力层为强风化岩或中风化岩。桩顶现浇桩帽，并采用  $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$  联系梁相连接，桩帽上部现浇直径 1200mm 的圆柱。墩台中心距为 16m，各墩之间采用小箱梁结构进行连接，小箱梁结构下部采用 C55 高性能钢筋混凝土预应力结构，长 15m，宽 3m，厚 1000mm，上部为 C40 钢筋混凝土现浇面层，厚 150mm。面板上部为现浇 C30 混凝土磨耗层，厚度不小于 50mm。

### 3.5.9 库区护岸及护坡

#### 3.5.9.1 库区护岸及护坡布置

库区护岸平面布置图见附图 2-18。

接收站库区拟建于高山半岛上，库区建设需开山成陆。库区填方区的边界需设置护岸，向海侧考虑防越浪作用，总长度约 1778.9m。本项目 LNG 接收站库区建设用地红线（含护岸及护坡结构放坡范围）均位于海岸线范围内，因此护岸工程的建设未涉及填海。由于本项目接收站厂坪标高较高，场区周边地形复杂，部分向海侧区域会受到波浪的侵袭，因此护岸/护坡结构根据波浪水流作用高度进行划分，其中+14m（北护岸+12m）高程以上基本不受波浪水流作用，按照生态护坡设计，+14m（北护岸+12m）高程以下考虑波浪水流冲刷，按照海工护岸设计。各区域护岸/护坡结构形式结合地形地势及用地限制红线进行确定。

#### 3.5.9.2 库区护坡及护岸结构

库区护坡及护岸代表断面分别见附图 2-19a~附图 2-19d。

##### （1）西南护岸

西南侧护岸（含火炬区）长 573.4m，依托山体采用直立式结构，根据地形条件分别采用现浇挡浪墙和现浇混凝土空心箱体结构现浇挡浪墙结构，顶标高为+24.5m，挡浪墙前侧采用素混凝土护底。现浇混凝土空心箱体结构长 16.75m，宽 9m，底标高为+7.0m，底板厚 0.8m，箱体内共  $2\times 4$  个仓格，尺寸为  $3.85\text{m}\times 3.5\text{m}$ ，内部回填 1~50kg 块石，上部现浇挡浪墙，其顶标高为+24.5m。

##### （2）西北护岸

西北侧护岸长 245.1m，根据用海预审专家意见，为避免斜坡式护岸占用西北侧现状沙质岸线，采用直立式结构，基础采用现浇混凝土空心箱体结构，箱体结构长 16.75m，宽 9m，高度根据地基岩面变化为 5.5m~14.5m，底板厚 0.8m，箱体内共  $2\times 4$  个仓格，尺寸为  $3.85\text{m}\times 3.5\text{m}$ ，内部回填 1~50kg 块石。上部现浇挡浪墙，其顶标高为+24.5m。

### (3) 北护岸

北护岸长 332.3m，根据最新用海红线要求，分别采用抛石斜坡堤结构和现浇混凝土空心箱体结构。对于抛石斜坡堤结构，边坡开挖至强风化岩面或最大冲刷深度位置，堤心回填开山料（小于 1kg 比例不超过 5%，大于 500kg 比例不超过 10%），垫层块石采用 300~500kg 块石，在波浪作用范围以下，护面块体采用 1000~1500kg 护面块石，在波浪作用范围以上，结合生态景观，护面块体采用六角螺母块体，压脚块石棱体采用 500~800kg 块石，外侧回填开挖料。护岸顶部设置挡浪墙，挡浪墙顶标高 24.5m。北护岸局部软弱地基层采用高压旋喷桩地基加固处理。对于现浇混凝土空心箱体结构，箱体结构长 16.75m，宽 9m，底标高为+8.5m，底板厚 0.8m，箱体内共 2×4 个仓格，尺寸为 3.85m×3.5m，内部回填 1~50kg 块石。基础采用开挖换填 10~300kg 块石，再抛填 2m 厚度的抛石基床。上部现浇挡浪墙，其顶标高为+24.5m。

### (4) 东护岸

东护岸长 512.2m，采用抛石斜坡堤结构，边坡开挖至强风化岩面或最大冲刷深度位置，堤心回填开山料（小于 1kg 比例不超过 5%，大于 500kg 比例不超过 10%），垫层块石采用 300~500kg 块石，在波浪作用范围以下，护面块体采用 1000~1500kg 护面块石，在波浪作用范围以上，结合生态景观，护面块体采用六角螺母块体，压脚块石棱体采用 500~800kg 块石，外侧回填开挖料。护岸顶部设置挡浪墙，挡浪墙顶标高 24.5m。

## 3.5.10 临时工程

### (1) 临时预制场

本项目沉箱、预应力空心板等构件需要预制，需要设置临时预制场，总面积约 1 万 m<sup>2</sup>，其中沉箱预制场地 2000m<sup>2</sup>，出运通道 1000m<sup>2</sup>，空心板预制场地 2000m<sup>2</sup>，堆存场地 3000m<sup>2</sup>，道路及机械材料停放场地等其他用地 2000m<sup>2</sup>，位置选择在交通便利、材料运输便捷、满足沉箱出运条件的区域（位置待定）。

### (2) 施工便桥和施工平台

LNG 码头引桥、工作船码头引桥及冷排水管引桥灌注桩施工过程中需搭设施工便桥和施工平台，其平面位置与引桥位置重叠，长度与引桥长度相同，宽度沿灌注桩外边线加宽约 2m，并预留施工便道，基础采用直径 630mm 壁厚 6mm 的钢管桩，横向每断面布置 4 根，排距 10m，沉好的临时支撑桩及时采用 I 18 的工字钢剪刀撑形式连接好。

在钢管支撑桩上焊上牛腿，在牛腿上安放I 36 的工字钢作为施工平台主梁，跨距为 6m；再在主梁工字钢上安放 I 16 的槽钢并点焊固定，间距为 0.5m；上层平铺 5mm 厚的钢板作为桩机作业平台。牛腿采用 I 25a 槽钢加 8mm 腹板制作，长度 35cm。除入口处外，在平台四周设置 1.0m~1.2m 高的安全防护围栏。

典型断面图见下图。

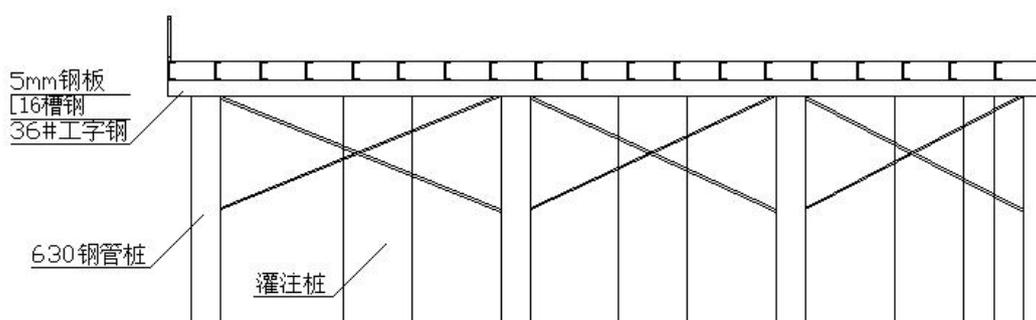


图 3.5-5 施工便桥和作业平台典型断面示意图

### 3.5.11 项目用海及岸线使用情况

本节引用本项目海域使用论证报告中的相关内容。

#### 3.5.11.1 用海情况及宗海图

结合《海籍调查规范》和《宗海图绘制规范》，调整后的中石油福建 LNG 接收站用海总面积为 452.0250 公顷，各类用海面积见表 3.5-7。宗海图见图 3.5-6 和图 3.5-7。

表 3.5-7 调整后 LNG 接收站各类用海面积统计表

用海类型	用海方式	用海面积（公顷）	备注
LNG码头及引桥	透水构筑物用海	4.0692	含（含排水管栈桥）
LNG码头港池	港池、蓄水用海	101.0921	含停泊水域和回旋水域
专用航道	专用航道、锚地用海	179.1838	
专用锚地	专用航道、锚地用海	156.1450	
工作船码头及引桥	透水构筑物用海	0.3657	
工作船码头港池	港池、蓄水用海	4.1339	
取水口闸门	透水构筑物用海	0.0017	
取水口	取、排水口用海	1.0600	扣除与其他用海重叠
排水口	取、排水口用海	2.6512	扣除与其他用海重叠
冷排水温降混合区	温、冷排水用海	3.3224	扣除与其他用海重叠
合计		452.0250	

图 3.5-6 中石油福建 LNG 接收站项目宗海位置图

图 3.5-7 中石油福建 LNG 接收站项目宗海总平面布置图

图 3.5-8 中石油福建 LNG 接收站项目（工作船码头、港池及取水工程）宗海界址图

图 3.5-9 中石油福建 LNG 接收站项目（LNG 码头、排水工程、温降）宗海界址图

图 3.5-10 中石油福建 LNG 接收站项目（港池、专用航道、锚地）宗海界址图

### 3.5.11.2 岸线使用情况

本项目LNG泊位引桥跨越基岩自然岸线，宽15m；工作船舶位引桥跨越基岩岸线，宽12m；取水口占用并开挖基岩自然岸线24.9m；排水管也是引桥跨越基岩自然岸线，宽8.5m。按照宗海图与海岸线的重叠段计算，本项目占用岸线资源总长439.35m（含取、排水口用海与海岸相接但没有实际占用的岸段），见下图。项目占用的岸线类型为基岩自然岸线。

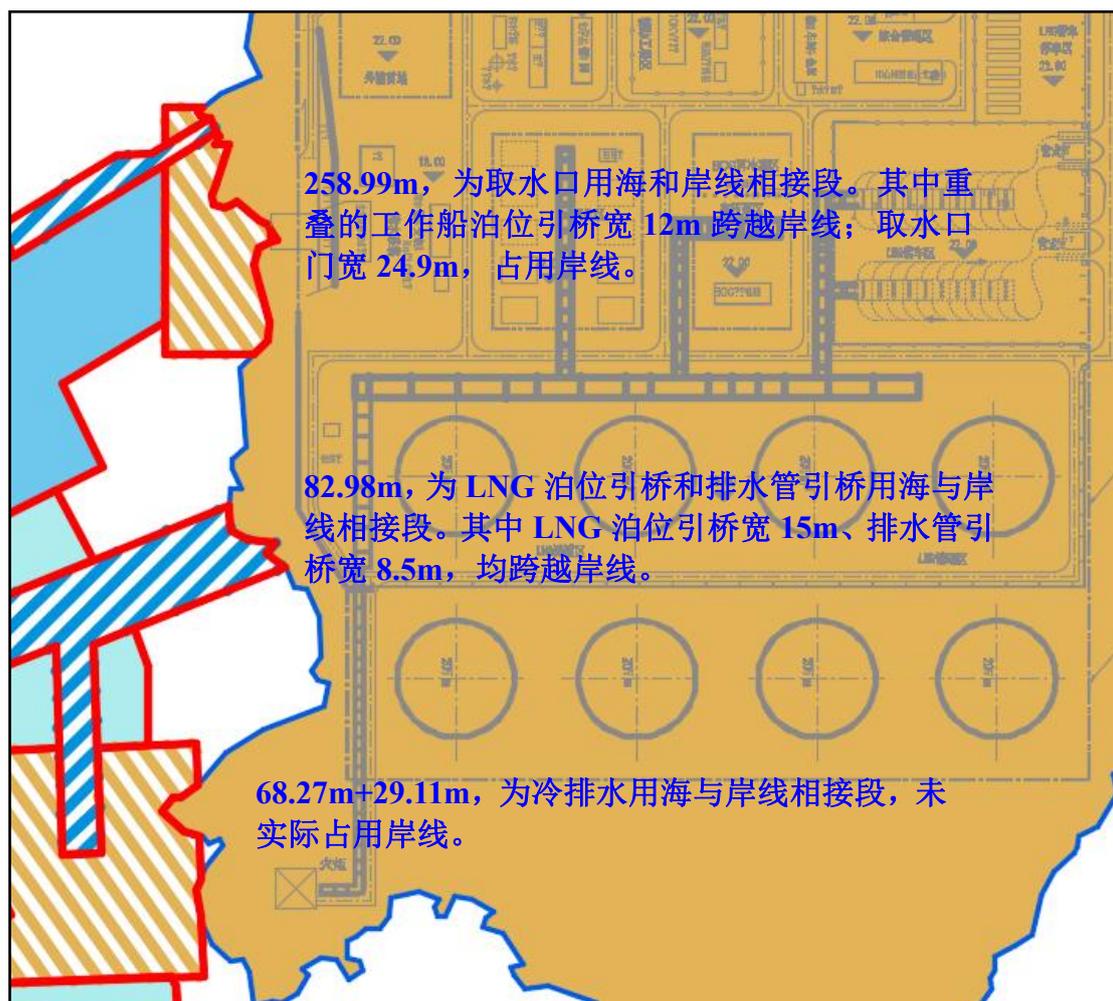


图 3.5-11 本项目占用岸线分布图

### 3.5.12 码头、取排水口及应急锚地方案比选

3.5.12.1 节、3.5.12.2 节和 3.5.12.3 节引用《中石油福建 LNG 接收站项目海域使用论证报告（报批版）》（2020 年 6 月）的相关内容。

#### 3.5.12.1 LNG 码头方案比选

在充分考虑地质、波浪、潮流及泥沙等情况，结合当地的现状及规划，并根据库区平面布置及接收站的管理、安全要求等以及码头水域布置考虑尽量避开近岸礁石区，减

少炸礁量，并满足船舶的安全操纵等因素，统筹远期发展预留泊位，形成了3个方案进行比选。方案一为推荐方案，详见3.5.6.1节介绍和下图，预留泊位布置于拟建泊位的北侧，与拟建泊位保留安全间距，俩泊位系缆墩净距为60m。

**图 3.5-12 方案一（推荐方案）LNG 码头平面布置示意图**

另两个方案介绍如下：

**(1) 方案二（比选方案，见图 3.5-13）**

**①LNG 码头布置**

LNG 码头采用离岸引桥墩式方案，拟建 1#泊位布置在天然水深为-6~-8m 处，并通过引桥与后方陆域连接。LNG 泊位长度 400m，共设置 1 个工作平台，对称布置 4 个靠船墩和 6 个系缆墩。工作平台平面尺度为 50m×27m，顶面高程为+14.5m；靠船墩平面尺度 16m×15m（高桩墩台结构方案），顶面高程为+10.5m，护舷中心间距最大为 115m，最小为 76m，工作平台前沿布置橡胶护舷，预留靠泊小船作业的可能性。靠船墩与工作平台间通过 3.0m 宽的人行栈桥相连。系缆墩平面尺寸为 12m×12m（高桩墩台结构方案），顶面高程为+10.5m。系缆墩间通过 1.5m 宽的联系桥相连接。2#远期发展泊位布置于 1#泊位的南侧，泊位处天然水深为-12~-25m，引桥通过 2#泊位工作平台接至 1#泊位后方引桥。根据水深测图资料，部分水工结构位于峡口深槽内。

由于 2#泊位布置于峡口处，水流流态紊乱且复杂，船舶的泊稳条件相对较差。

### ②水域布置

为合理减少水域疏浚量，本方案两个泊位的港池水域及回旋圆布置统筹考虑，回旋圆布置在 2#泊位前方，呈椭圆形布置，长轴为 1035m，短轴为 865m，设计底标高取为 -14.8m。港池水域通过长约 3124m，方位角为  $344^{\circ}\sim 164^{\circ}$  的进港支航道与江阴港主航道连接。港外江阴港主航道底宽 360m，底标高 -15.5~-17.2m；进港支航道宽 325m，航道底标高为 -14.8m。为了满足 LNG 船舶的通航作业要求，港池和进港支航道需要进行局部疏浚。

### ③引桥布置

1#泊位的码头通过引桥与后方陆域连接。根据码头所处的地形条件及陆域库区布置情况，引桥基本沿码头工作平台与后方陆域的最短连线布置，长约 350m，宽 15m，陆侧端与陆域南护岸连接。引桥一侧为管线区，布置有平面尺度为 25m×24m 的补偿平台 1 个，另一侧为行车区。引桥靠近码头部分行车区一侧布置有控制楼，控制楼平台平面尺度为 23m×38m。2#引桥从工作平台连接至 1#引桥。

## (2) 方案三（比选方案，见图 3.5-14）

### ①LNG 码头布置

LNG 码头采用离岸引桥墩式方案，拟建 1#泊位布置通过长引桥向南延伸至天然水深为 -8~-16m 处。泊位受到仁屿岛掩护。LNG 泊位长度 400m，共设置 1 个工作平台，对称布置 4 个靠船墩和 6 个系缆墩。工作平台平面尺度为 50m×27m，顶面高程为 +15.2m；靠船墩平面尺度 16m×15m（高桩墩台结构方案），顶面高程为 +11.0m，护舷中心间距最大为 115m，最小为 76m，工作平台前沿布置橡胶护舷，预留靠泊小船作业的可能性。靠船墩与工作平台间通过 3.0m 宽的人行栈桥相连。系缆墩平面尺寸为 12m×12m（高桩墩台结构方案），顶面高程为 +11.0m。系缆墩间通过 1.5m 宽的联系桥相连接。2#泊位布置于 1#泊位的北侧，泊位处天然水深为 -8~-15m，工作平台后方直接与 1#引桥相接。

由于 2#远期发展泊位位置正对峡口处，水流流态紊乱且复杂，船舶的泊稳条件差。

### ②水域布置

为合理减少水域疏浚量，本方案两个泊位的港池水域及回旋圆布置统筹考虑，回旋圆布置在 1#泊位前方，呈椭圆形布置，长轴为 1035m，短轴为 865m，设计底标高取为 -14.8m。港池水域通过长约 2566m，方位角为  $344^{\circ}\sim 164^{\circ}$  的进港支航道与江阴港主航道连接。港外江阴港主航道底宽 360m，底标高 -15.5~-17.2m；进港支航道宽 325m，航道

底标高为-14.8m。为了满足 LNG 船舶的通航作业要求，港池和进港支航道需要进行局部疏浚。

### ③引桥布置

1#引桥从陆域库区向南沿最短路径延伸至仁屿岛西侧区域，与 1#码头泊位工作平台连接，引桥长约 1320m，宽 15m。引桥一侧为管线区，布置有平面尺度为 25m×24m 的补偿平台 1 个，另一侧为行车区。考虑到消控楼与泊位前沿的安全距离，工作平台通过 25m 长支引桥从引桥端部引出（控制楼平台与泊位前沿净距>90m），控制楼平台平面尺度为 23m×38m。2#泊位通过支引桥直接与 1#引桥相连。

图 3.5-13 LNG 码头方案二（比选方案）平面布置示意图

图 3.5-14 LNG 码头方案三（比选方案）平面布置示意图

### （3）3 个方案的比选

根据实测水深地形图，莲峰山与仁屿岛之间水道内存在多处深槽。根据水文观测结果，该区域水流流速较大，峡口位置水流流态紊乱、复杂，存在涡流，如图 3.5-15，A 断面各站往复流性质较为明显，涨潮流方向为偏 NNW 向，落潮流方向为偏 SSE 向；B 断面各站也有明显往复流性质，但从 B1—> B11 站方向，各站涨、落潮流流向逐渐偏转，涨潮流方向从 WNW 向往 NNW 向偏转，落潮流方向从 ESE 向往 SSE 向偏转。此外，B8~B11 站，涨潮流流向明显不集中，流态较为紊乱。因此在峡口位置建设泊位存在靠泊安全风险，如图 3.5-16。

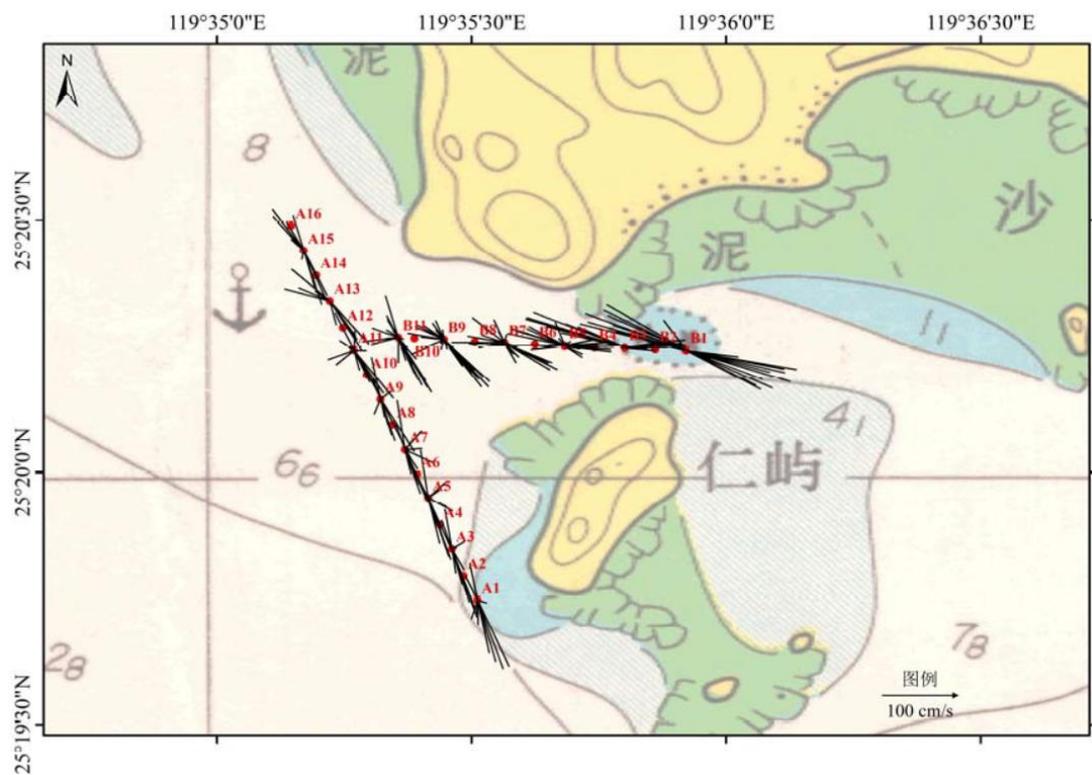
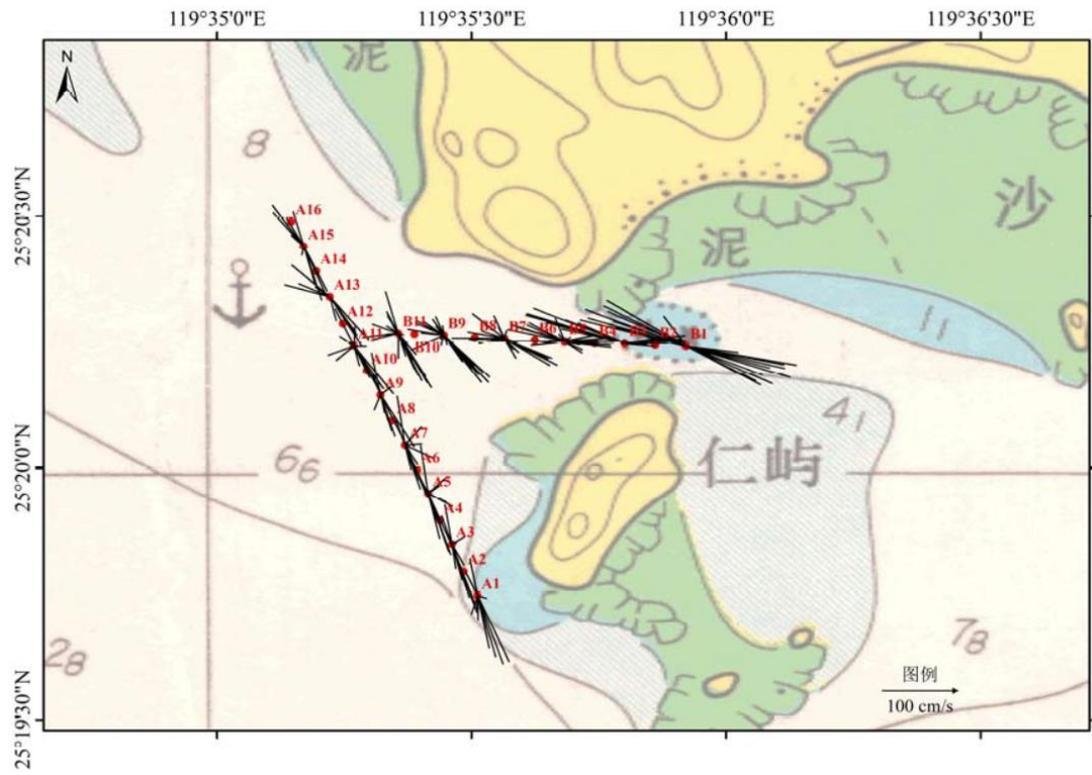


图 3.5-15 潮流观测断面平均各站垂线平均流矢图



图 3.5-16 各影响因素叠合图

基于以上自然环境条件，结合远期规划、自然岸线保护红线等，LNG 泊位总平面布置方案的比选见下表。

表 3.5-8 LNG 泊位总平面布置方案的比选表

对比项目	方案一（推荐方案）	方案二	方案三
合规性	码头的建设符合地方港口发展规划；		仁屿岛无规划 LNG 码头，需调整规划；
泊位掩护条件	掩护条件较好，且不受峡口复杂水流影响；		掩护条件差，并且受峡口复杂水流影响；
引桥长度	引桥较短，引桥和管线投资小，且便于码头管理及后期营运；		引桥较长，引桥和管线投资大，不便于码头管理及后期营运；
疏浚量	水域疏浚量相对较大；		水域疏浚量相对较小；
支航道长度	支航道较长		支航道较短
工程投资	较小		较大
远期发展	预留泊位布置于拟建 LNG 泊位北侧，远期泊位与近期泊位结合布置，共用回旋水域，远期发展 2#泊位新增水域面积小，疏浚量少，投资成本低	预留泊位布置于拟建 LNG 泊位南侧，远期泊位与近期泊位结合布置，共用回旋水域，远期发展 2#泊位新增水域面积小，疏浚量	预留泊位布置于拟建 LNG 泊位北侧，库区的正西侧，远期泊位与近期泊位独立布置，不共用回旋水域，远期发展 2#泊位需单独开挖港址水域，投资成本高

对比项目	方案一（推荐方案）	方案二	方案三
		少,投资成本低。	
利益相关者	港池区域养殖拆迁面积相对大		港池外伸至仁屿岛西侧,养殖拆迁面积相对小
生态环境影响	岩礁自然岸线,未划入自然岸线生态红线区		岩礁自然岸线,但位于福建省划定的自然岸线生态红线区
对预留泊位影响	影响较小	预留泊位正对峡口,水流流态紊乱且复杂,船舶的泊稳条件差存在较大的安全风险	影响较小

①工程费用比较。方案三中引桥长 1420m, 较方案一、方案二长 970m, 疏浚量为 361 万方, 较方案一少 603 万方。综合对比延长引桥后的工程费用, 引桥结构(含管道)每延米约 30 万, 方案三延长引桥后续增加工程投资 2.91 亿元; 本项目疏浚土考虑外抛处理, 外抛距初步估计约 20km, 疏浚外抛费用约 25 元/方, 方案三减少疏浚量可减少投资 1.51 亿元。因此, 方案三的经济性较差。

②掩护条件与年作业天数。方案三泊位布置通过长引桥向南延伸至仁屿岛西侧, 掩护条件较方案一、二差, 年作业天数略有下降。

③方案二的预留泊位布置与方案三的泊位正对峡口处, 仁屿岛屿高山半岛之间存在多处深槽, 据现场勘测观察, 该峡口位置流速相对较大, 且水流流态紊乱、复杂, 港区未来扩建难度系数较大。

综上所述, 对比方案一、二, 方案三存在诸多问题及隐患, 并占用自然岸线生态红线区, 因此不予考虑。方案一、方案二的作业条件和合规性均满足要求, 但方案二的预留泊位正对峡口, 水文环境条件不宜, 存在较大的安全风险。因此, 本评价推荐选择方案一作为 LNG 总平面布置方案。

### 3.5.12.2 工作船码头方案比选

在推荐方案(方案 A)外, 工作船码头还考虑了另外两个比选方案(方案 B 和方案 C)。其中方案 B 如图 3.5-17, 该方案工作船码头通过引桥接岸, 引桥长度约 80m, 码头长 105m, 码头平台宽 20m, 码头面标高为 10.0m。施工期兼顾重大件运输。取水口头部接岸布置, 并通过箱涵引至码头前沿位置, 取水口及箱涵下方部分水域进行清礁。

图 3.5-17 工作船码头布置方案 B

方案 C 如图 3.5-18。工作船码头紧挨陆域西侧护岸布置，与取水口结合布置，采用开挖式平台，码头长 105m，码头平台宽 20m，码头面标高为 10.0m。



方案 A、B、C 的比选如表 2.4-2。B 方案工作船码头与取水口的施工协同性较方案 C 差，而且由于工作船码头兼做重件码头，进出道路布置困难；而 C 方案需要开挖自然海岸，不利于自然海岸的保护，因此本评价推荐方案 A 作为工作船码头布置方案。

表 3.5-9 工作船码头方案的比选

对比项目	方案 A (推荐方案)	方案 B	方案 C
施工协同性	协同性稍差	协同性较差	协同性好
水域发展空间	发展空间小	发展空间小	发展空间大
工程投资	工程投资稍低	工程投资稍低	工程投资稍高
对自然海岸的影响	引桥跨越基岩自然岸线，宽 15m	直接占用基岩自然岸线，宽 15m	直接占用基岩自然岸线，宽 105m
对海域空间的占用	占用海域空间较大	占用海域空间较大	占用海域空间较小

### 3.5.12.3 LNG 取排水方案比选

结合 LNG 陆域平面布置、码头泊位平面布置，LNG 取水口布置在工作船码头附近。取水工程根据工程区海流、地质、码头布局和接收站布局等实际情况通常可分为近岸取水和离岸取水。近岸取水通常指的是采用明渠直接取水，明渠与取水口结构直接相连；离岸取水通常指采用取水箱涵\取水管外伸至一定水深处进行取水，取水箱涵通常采用开挖后敷设并且还需在顶部回填一定厚度的砂石材料进行保护，取水管可根据工程地质等情况采用开挖敷设、顶管布置、盾构法和矿山法。本工程取水口结构处地质主要为基岩，海侧存在厚度较大的淤泥，无法采用顶管或者矿山法；盾构法一般适用于长距离隧洞并且能重复利用钻头的工作，本工程取水口结构距离取水水深处（工作船泊位港池）距离仅约为 150m，且盾构法需要较大的施工产地，本工程陆域为山体，且多为中风化岩体，因此本工程不适宜采用盾构法形成取水隧洞。因此，结合本工程工作船泊位的布置和水深情况，考虑充分利用工作船泊位港池水域，减少海上施工工艺，取水通过适当扩大工作船泊位的港池范围形成明渠取水，直接与岸侧的取水结构相连，形成局部的少量炸礁。



图 3.5-23 取排水口方案四

各工况取排水连续运转 30 天后的最大温降包络等值线如图 3.5-24~27；连续运转至稳定状态下，不同排水方案余氯扩散的最大包络范围等值线如图 3.5-28。图中可以看出，温度、余氯扩散的分布规律与当地水流流速分布以及工程区局部的岸线形态、海域地形密切相关。

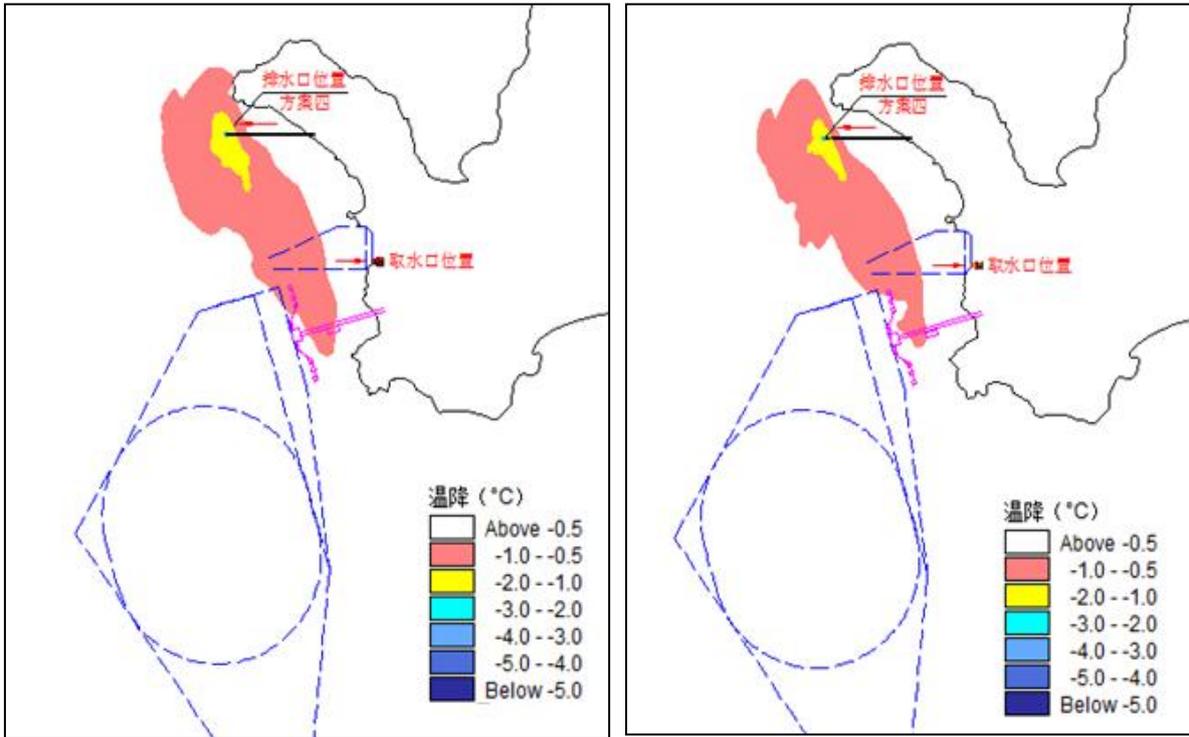


图 3.5-24 方案一最大温降包络范围 (36800m<sup>3</sup>/h, 左: 冬季; 右: 夏季)

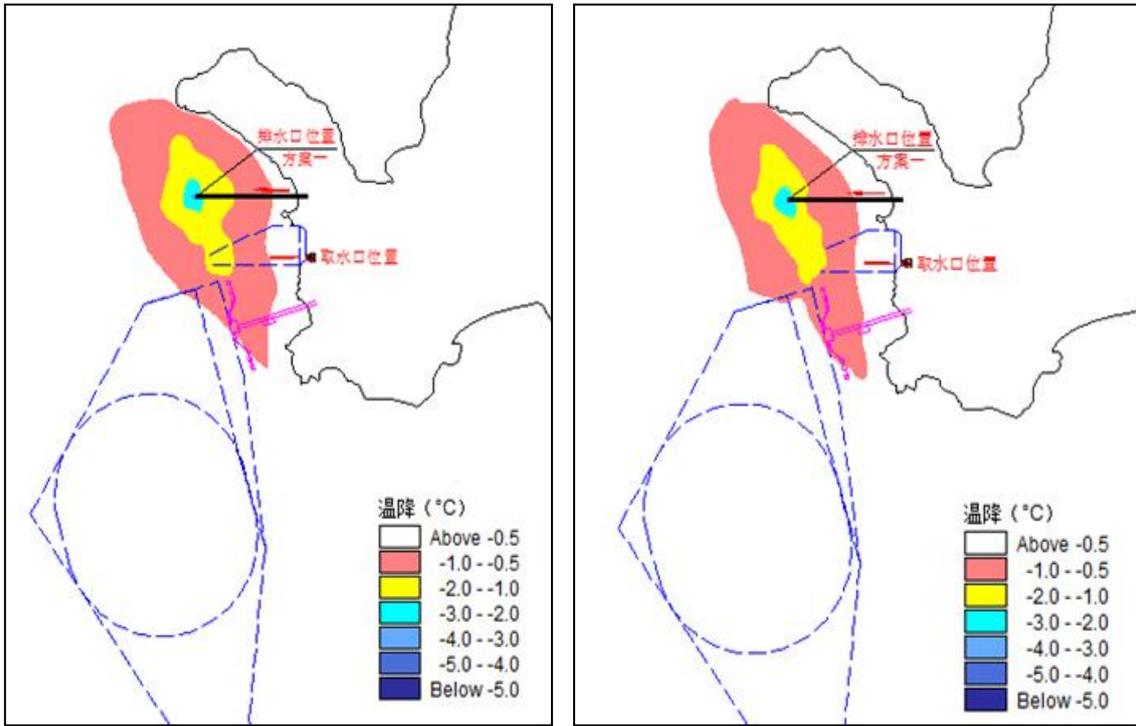


图 3.5-25 方案二最大温降包络范围 (36800m³/h, 左: 冬季; 右: 夏季)

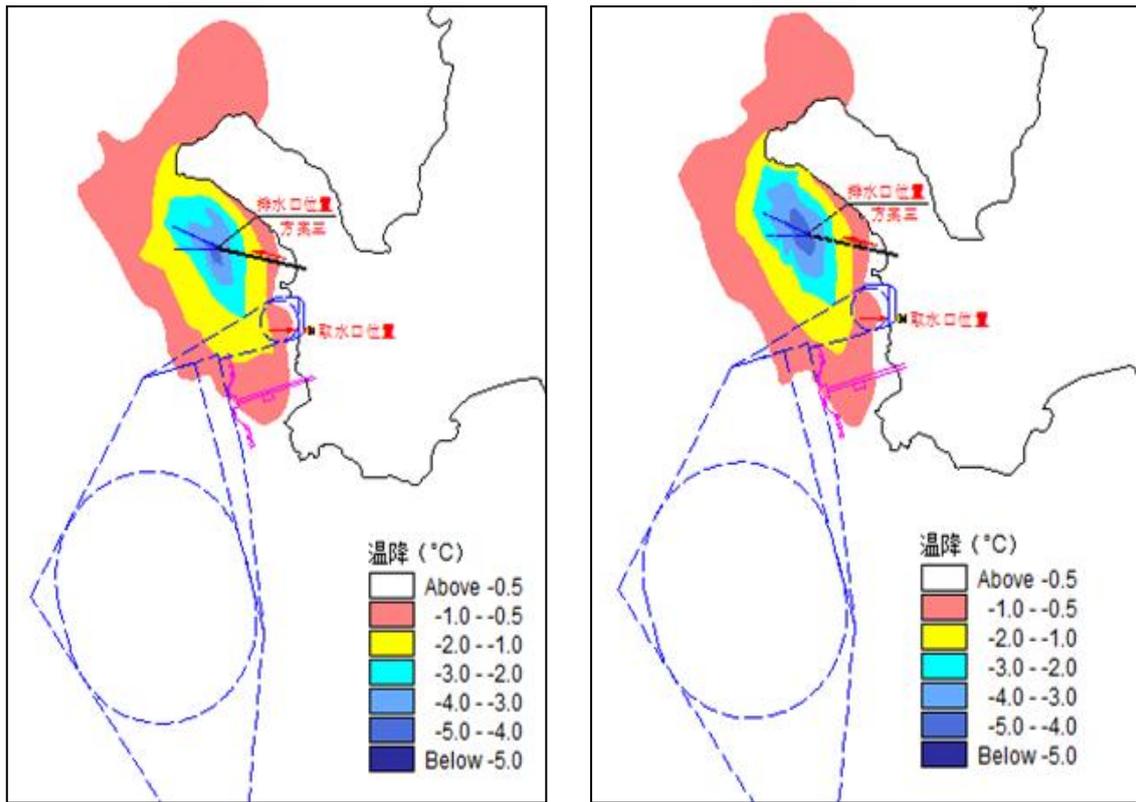


图 3.5-26 方案三最大温降包络范围 (36800m³/h, 左: 冬季; 右: 夏季)

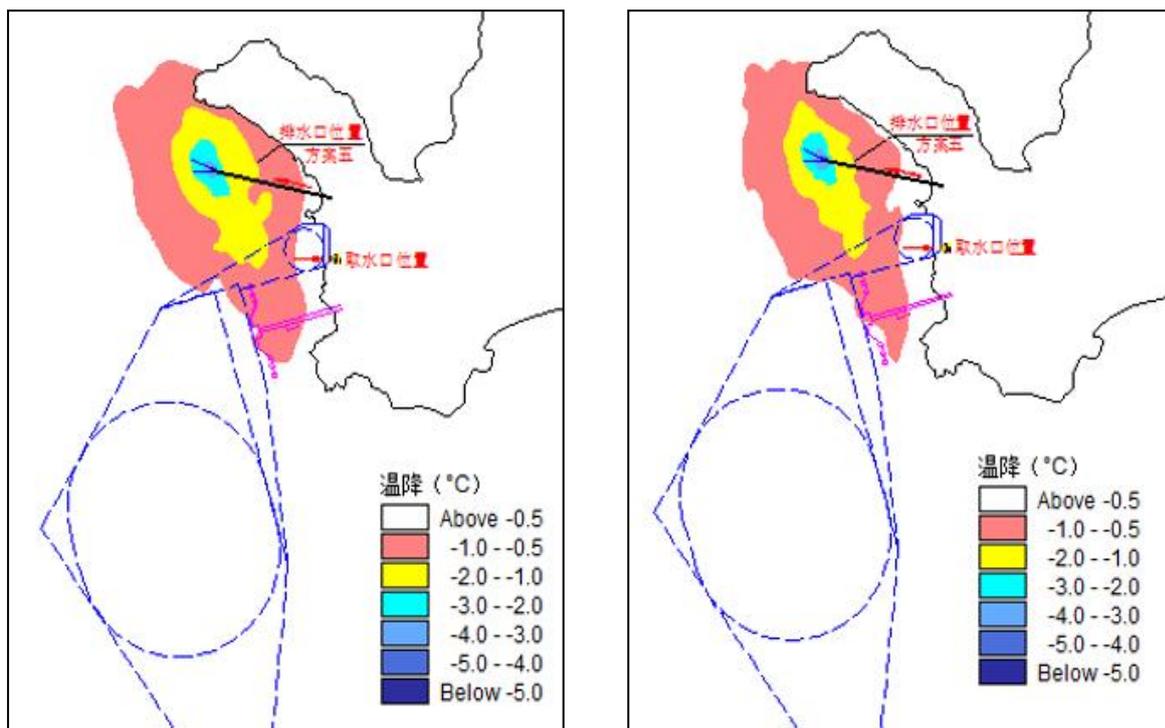
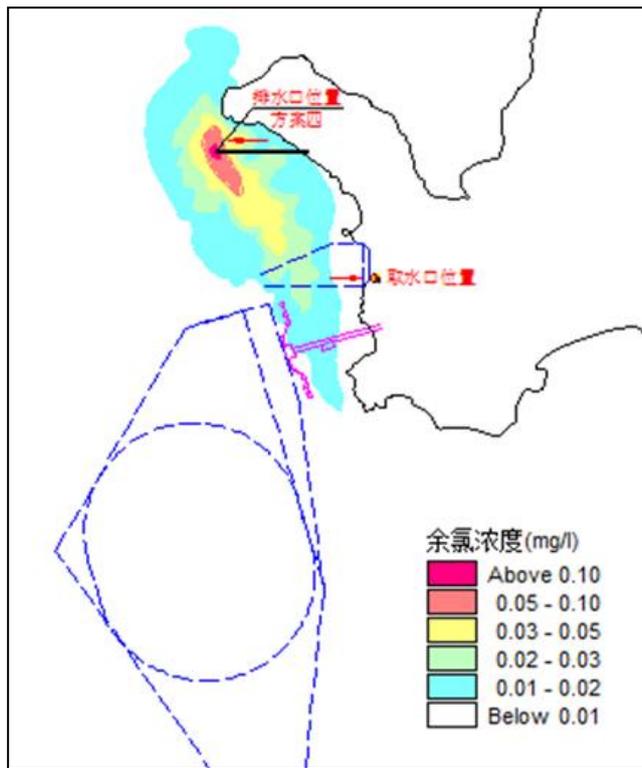
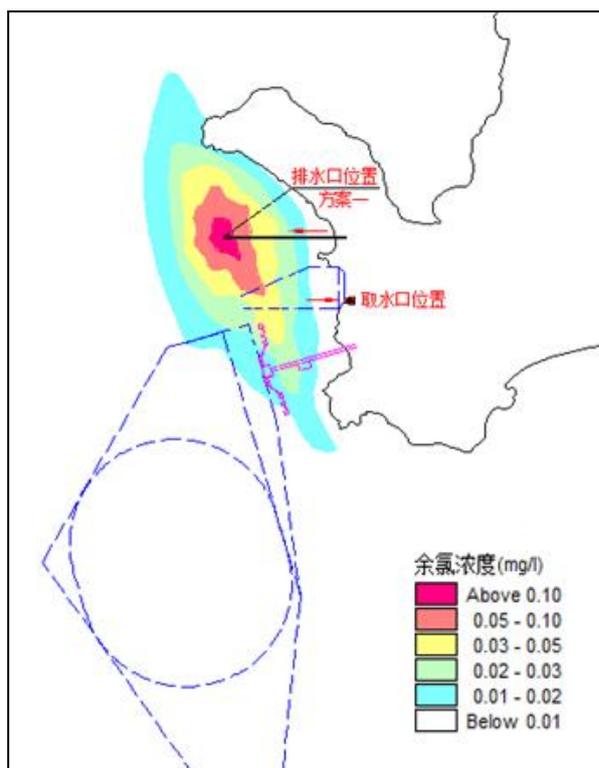


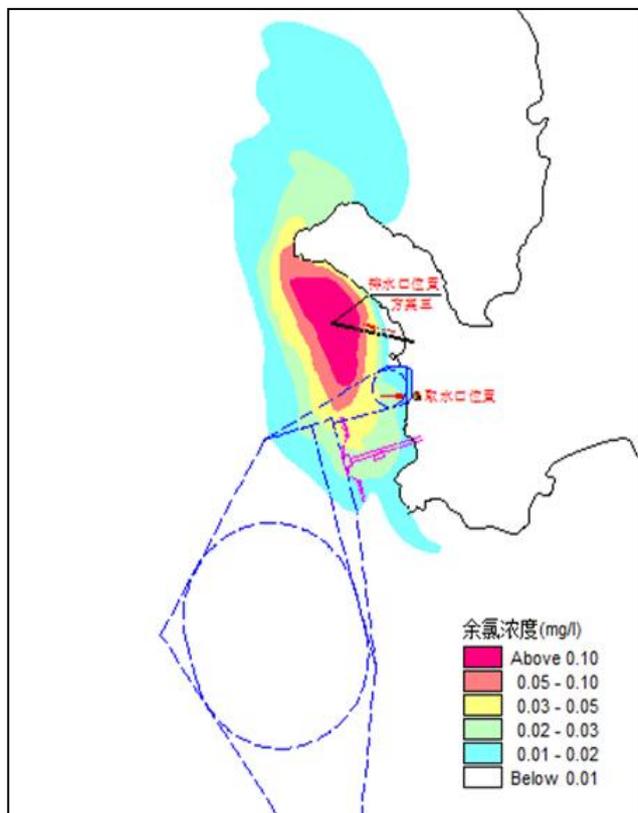
图 3.5-27 方案四最大温降包络范围 (36800m<sup>3</sup>/h, 左: 冬季; 右: 夏季)



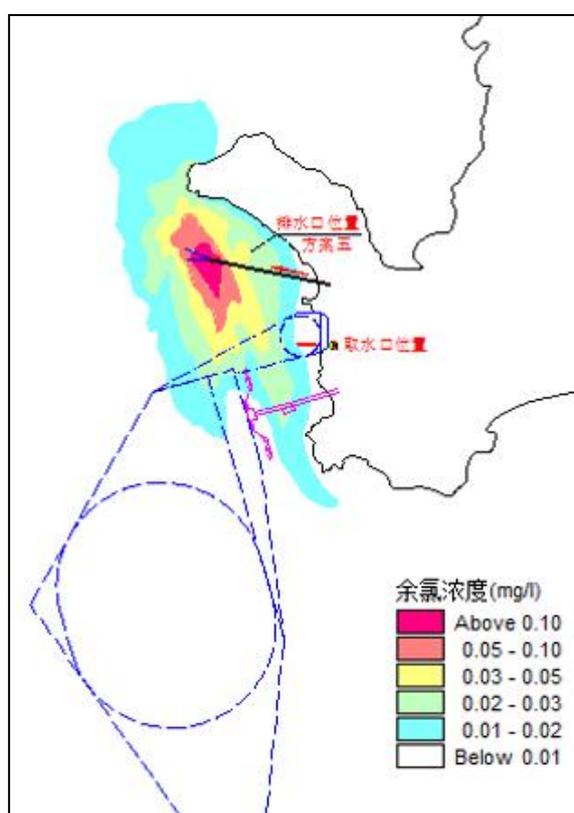
方案一



方案二



方案三



方案四

图 3.5-28 连续运转至稳定状态下各方案余氯扩散浓度变化图

四个排水方案的比选如下表。

表 3.5-10 LNG 排水方案比选表

比选项目	推荐方案	方案一	方案二	方案三	方案四
陆域排水渠	排水管通过在 LNG 泊位引桥南侧的栈桥延伸入海, 引桥长 370m, 宽 7m, 顶标高为 14m~22m。头部采用圆沉箱结构。	开挖排水渠约 400m	通过跌水井进入排水管排入外海	通过跌水井进入排水管排入外海	通过跌水井进入排水管排入外海
海域排水管		排水管长 365m, 沿海床面开挖铺设, 排水头部铺设碎石层防止冲刷。	排水管长 500m, 沿海床面开挖铺设, 排水头部铺设碎石层防止冲刷。	排水管长 410m, 沿海床面开挖铺设, 排水头部铺设碎石层防止冲刷。	排水管长 525m, 沿海床面开挖铺设, 排水头部铺设碎石层防止冲刷。
远期发展影响	无	与远期发展泊位规划冲突	与预留 LNG 泊位冲突	无	无
自然岸线影响	通过引桥跨越自然岸线	通过排水渠穿过自然岸线, 需开挖	通过跌水井穿过自然岸线, 需开挖	通过跌水井穿过自然岸线, 需开挖	通过跌水井穿过自然岸线, 需开挖
生态环境影响	<b>1°C温降包络面积 0.065km<sup>2</sup></b> <b>(温降最大包络范围见图 5.3-5 至图 5.3-8), 余氯 0.02mg/l 包络面积 0.149km<sup>2</sup> (余氯扩散最大包络范围见图 5.3-9 至图 5.3-10)</b>	1°C温降包络面积 0.024km <sup>2</sup> , 余氯 0.02mg/l 包络面积 0.192km <sup>2</sup>	1°C温降包络面积 0.154km <sup>2</sup> , 余氯 0.02mg/l 包络面积 0.328km <sup>2</sup>	1°C温降包络面积 0.296km <sup>2</sup> , 余氯 0.02mg/l 包络面积 0.434 km <sup>2</sup>	1°C温降包络面积 0.159km <sup>2</sup> , 余氯 0.02mg/l 包络面积 0.352km <sup>2</sup>
对取水口影响	取水口温降-0.51°C	取水口温降-0.21°C	取水口温降-0.29°C	取水口温降-0.36°C	取水口温降-0.29°C

方案一通过在陆域建设排水渠延伸到东北部入海，一方面增加建设成本，另一方面对陆域生态会产生一定的影响，而且影响 LNG 项目的远期发展布局；方案二是 LNG 预留泊位布设在拟建泊位的南侧而布设的，由于水动力环境不适宜，预留泊位只能布设在拟建泊位的北侧，故该排水口方案不适用；方案三对预留泊位和远期发展均不造成影响，但 1°C 温降和余氯影响靠岸且影响范围较大，且排水渠建设将对自然岸线及沙滩造成一定的破坏和影响；方案四在方案三的基础上延伸 115m 到水道深槽边缘且不超出港区远期泊位前沿线（停泊水域），各方面都能较好地兼顾且冷排水和余氯的影响面积较小，本项目选定的取排水平面布置是合理和较优的。但方案四从跌水井出来入海，需要穿过自然海岸，对自然岸线及沙滩造成一定的破坏和影响。

因此，为保护自然海岸和沙滩岸段，本评价推荐采用西南侧引桥的深槽边缘排放方案（即推荐方案）。

#### 3.5.12.4 应急锚地方案比选

本小节引用中交第四航务工程勘察设计院有限公司编制《福建 LNG 接收站配套应急锚地选址论证报告》相关内容。

##### （1）应急锚地选址方案位置

应急锚地选址提出了四个方案进行比选，分别如下：

选址方案一（万安支航道方案）布置于福清港界范围，考虑将 LNG 应急锚地布置于万安支航道上，借用支航道水域范围，锚地圆心在航道轴线基础上稍向西偏移，避让 NE-SW 向的习惯航路，并距离江阴主航道满足规范要求的安全距离，圆心坐标  $X=2801373.436$ ， $Y=458429.856$ ，见图 3.5-29。

选址方案二（航道交叉口方案）布置于江阴主航道和万安支航道交叉口的东北角，福清港界范围，距离江阴主航道和万安支航道均满足规范要求的安全距离，距离东侧海底电缆满足规范要求的安全距离，圆心坐标  $X=2800091.328$ ， $Y=461155.310$ ，见图 3.5-30。

选址方案三（塘屿南锚地以西方案）布置于塘屿南锚地以西，福清港界范围，距离西侧海底电缆满足规范要求的安全距离，与现有塘屿南锚地边界净距约 470m，LNG 应急锚地使用时需要对塘屿南锚地部分范围采取一定管控措施，选址方案三圆心坐标  $X=2799061.399$ ， $Y=463738.828$ ，见图 3.5-4。

选址方案四（平潭方案）布置于南横岛西南侧，平潭港界范围，周边无现有锚地、航道等港口设施，水域开敞，掩护条件相对较差，圆心坐标  $X=2795049.721$ ， $Y=473802.711$ ，见图 3.5-31。



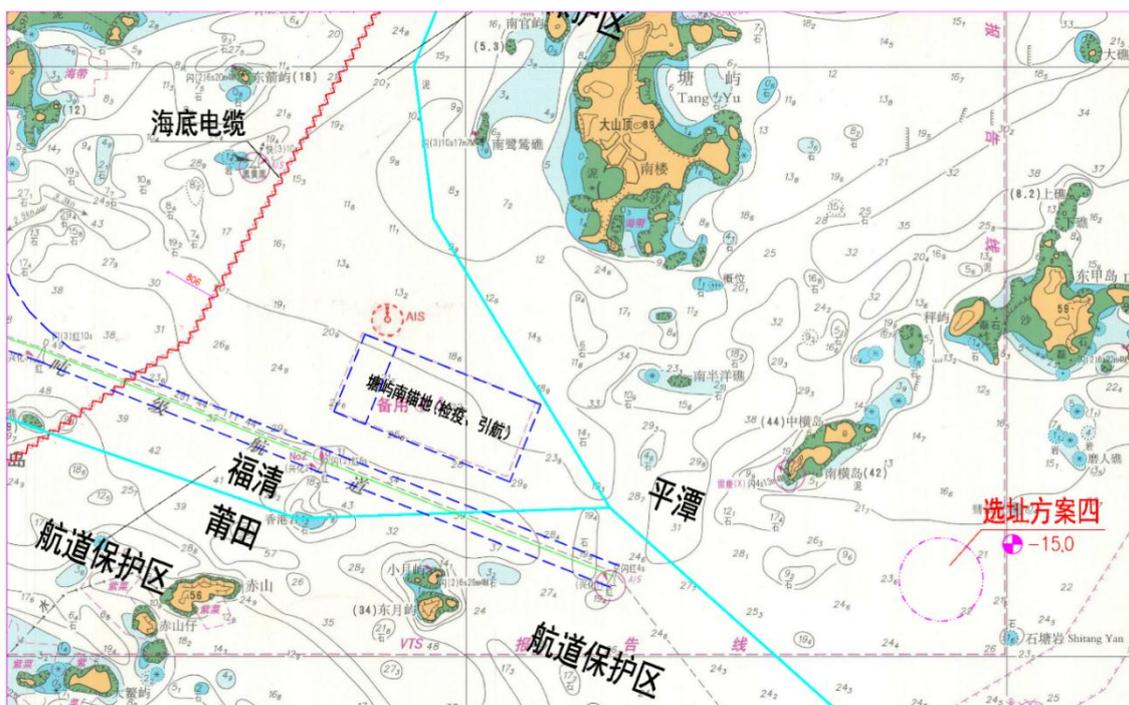


图 3.5-31 选址方案四示意图

## (2) 方案比选

结合港址港界分析、相关规划符合性分析、自然掩护条件分析、水深地形及底质分析、生态环境影响分析、通航影响分析、对 LNG 接收站远期扩建的影响分析等综合因素，四个选址方案的对比详见表 3.5-11。

根据综合比选，方案三天然水深满足锚泊需求，无新增疏浚工程量，工程投资小；锚地建设对生态环境影响小；与现有港区航道、习惯航路无影响；且掩护条件较好，年可作业天数较多，因此本报告推荐方案三，即塘屿南锚地以西方案。

但该锚地距东侧港区现有塘屿南锚地净距约 456m，不满足规范中危险品锚地与普通锚地的安全距离要求。为避免 LNG 船舶应急时对港区其他船舶锚泊产生影响，推荐选址方案考虑微调塘屿南锚地位置，将现状塘屿南锚地水域范围沿江阴主航道方向，向东平移 544m，并切除东北角约 300m×400m 范围，避免进入平潭水域。调整后塘屿南锚地规模不变，环境作业条件基本不变，对塘屿南锚地的使用基本无影响；LNG 应急锚地与塘屿南锚地净间距 1000m，满足安全距离要求。

该锚地选址方案论证已通过专家评审，并取得福建省交通厅的支持（见附件 15）。

表 3.5-11 应急锚地选址方案比选一览表

选址方案	选址方案一 (万安支航道方案)	选址方案二 (航道交叉口方案)	选址方案三 (塘屿南锚地以西方案)	选址方案四 (平潭方案)
地理位置及海域港界	位于万安支航道上，福清港界	位于江阴主航道与万安支航道交叉口东北角，福清港界	位于塘屿南锚地西侧，福清港界；调整后为避免塘屿南锚地进入平潭港界，在不影响锚地使用功能的前提下，需对锚地东北角进行切角。	位于江阴主航道外，平潭港界
《福州港总体规划》	位置与《福州港总体规划》存在一定出入	位置与《福州港总体规划》基本相同；但由于规范更新，锚地尺寸和圆心微调。	布置位置需在《福州港总体规划（2035年）》的基础上进行调整，将锚地位置沿航道方向向东平移	布置位置需在《福州港总体规划（2035年）》的基础上进行调整，将锚地位置移至航道起点以外
《福建省海洋功能区划》	位于“兴化湾保留区”，选址位置与用海预审存在一定出入，需在用海预审方案的基础上做相应调整	位于“兴化湾保留区”，选址位置已完成用海预审；但由于规范更新，锚地尺寸和圆心微调。	位于“福清湾-兴化湾港口航运区”，选址位置与用海预审存在一定出入，需在用海预审方案的基础上做相应调整	位于“兴化湾外特殊利用区”，选址方案与《福建省海洋功能区划（2011-2020）》的管控要求存在出入
《福建省海洋生态红线》	与《福建省海洋生态红线（报批稿）》的管控要求不冲突	与《福建省海洋生态红线（报批稿）》的管控要求不冲突	与《福建省海洋生态红线（报批稿）》的管控要求不冲突	与《福建省海洋生态红线（报批稿）》的管控要求不冲突，但是塘屿列岛海洋保护区及周围海域距离选址方案四较近
与“三线一单”的符合性	选址方案与最近的塘屿和东甲列岛海洋保护区生态红线区不冲突	选址方案与最近的塘屿和东甲列岛海洋保护区生态红线区不冲突	选址方案与最近的塘屿和东甲列岛海洋保护区生态红线区不冲突	选址方案与最近的塘屿和东甲列岛海洋保护区生态红线区不冲突
自然掩护条件	掩护条件相对较好，年作业天数约 335 天	掩护条件相对较好，年作业天数约 335 天	掩护条件相对较好，年作业天数约 335 天	位于开敞海域，掩护条件差，年作业天数约 245 天
水深地形情况及底质情况	天然水深不满足锚泊需求，需进行疏浚，基建性疏浚量约 74.8 万 m <sup>3</sup> ，运行期需常年维护；底质主要为细砂，物探未探摸到礁石，底质条件良好	天然水深良好，水深约在 20~30m 之间，满足 26.6 万 m <sup>3</sup> LNG 船锚泊需求，无需进行疏浚；底质主要为细砂，物探未探摸到	天然水深良好，水深约在 16~25m 之间，满足 26.6 万 m <sup>3</sup> LNG 船锚泊需求，无需进行疏浚；底质主要为细砂，物探未探摸到	天然水深良好，水深约在 20~25m 之间，满足 26.6 万 m <sup>3</sup> LNG 船锚泊需求，无需进行疏浚；底质主要为细砂，物探未探摸到

选址方案	选址方案一 (万安支航道方案)	选址方案二 (航道交叉口方案)	选址方案三 (塘屿南锚地以西方案)	选址方案四 (平潭方案)
		礁石, 底质条件良好	礁石, 底质条件良好	礁石, 底质条件良好
对生态环境的影响	由于选址方案一新增疏浚量较大, 对生态环境将产生一定影响。	无新增工程疏浚量, 生态环境影响与规划环评一致。	无新增工程疏浚量, 生态环境影响与规划环评一致。	无新增工程疏浚量, 生态环境影响与规划环评一致。
与周边航道、锚地的安全距离	与江阴主航道、港区锚地、海底电缆等设施均满足安全距离要求; 基本避让 NE-SW 向的习惯航路	与江阴主航道、港区锚地、海底电缆等设施均满足安全距离要求; 与 NE-SW 向的习惯航路存在一定交叉	与江阴主航道、海底电缆等设施均满足安全距离要求, 与东侧现有塘屿南锚地净距不足 1km; 避让 NE-SW 向的习惯航路	与江阴主航道、港区锚地、海底电缆等设施均满足安全距离要求; 避让 NE-SW 向的习惯航路
对江阴主航道通航条件的影响	不影响江阴主航道其它船舶通航、锚泊	不影响江阴主航道其它船舶通航、锚泊	不影响江阴主航道其它船舶通航; 与现塘屿南锚地不满足安全距离要求, 需微调塘屿南锚地位置, 调整后不影响江阴主航道其它船舶通航、锚泊。	不影响江阴主航道其它船舶通航、锚泊; 距离泊位过远, 应急时拖行距离过长, 存在一定安全风险, 且影响其它船舶通航
对港区往来船舶通航安全的影响	基本不影响海坛海峡-南日水道过境船舶的通航安全	对海坛海峡-南日水道过境船舶的通航产生一定影响, 当 LNG 船需要应急锚泊时, 需要主管部门需做好管控措施, 与往来船舶做好应急避让。	不影响海坛海峡-南日水道过境船舶的通航安全	不影响海坛海峡-南日水道过境船舶的通航安全
是否对 LNG 扩建泊位产生影响	当 2#预留泊位建设时, 需重新再次进行选址	选址位置与万安支航道满足安全距离安全, 港区建设 2#预留泊位时, 应急锚地可继续使用	选址位置与万安支航道无影响, 港区建设 2#预留泊位时, 应急锚地可继续使用	选址位置与万安支航道无影响, 港区建设 2#预留泊位时, 应急锚地可继续使用
锚地投资估算	总估算 3678.63 万元, 投资较大	250.89 万元, 投资较小	250.89 万元, 投资较小	250.89 万元, 投资较小
优点	1、距离港池水域最近, 应急便利性好; 2、与习惯航路及现有港区航道、锚地之间无影响;	1、天然水深满足锚泊需求, 无新增疏浚工程量, 工程投资小; 2、生态环境影响小; 3、与港口总体规划符合性最好;	1、天然水深满足锚泊需求, 无新增疏浚工程量, 工程投资小; 2、生态环境影响小; 3、与现有港区航道、习惯航路	1、天然水深满足锚泊需求, 无新增疏浚工程量, 工程投资小; 2、生态环境影响小; 3、与现有港区航道、锚地、习

选址方案	选址方案一 (万安支航道方案)	选址方案二 (航道交叉口方案)	选址方案三 (塘屿南锚地以西方案)	选址方案四 (平潭方案)
	3、掩护条件最好，年可作业天数最多；	4、与现有港区航道、锚地之间无影响； 5、掩护条件较好，年可作业天数较多；	无影响； 4、掩护条件较好，年可作业天数较多；	惯航路之间无影响；
缺点	1、占用万安支航道，当2#预留泊位建设时，需重新再次进行选址； 2、新增较大疏浚工程量，工程投资较大，且未来运营维护费用较高； 3、增加对生态环境的影响	1、与习惯航路存在交叉； 2、选址位置西北及东北侧存在礁石浅点，存在锚泊风险；	1、与现有塘屿南锚地安全距离不足，需对塘屿南锚地进行协调调整，需与相关部门做好沟通协调；	1、距离港池水域最远，应急时拖行距离过长，且船舶应急时需穿越习惯航路，将影响其他船舶通航，同时产生安全隐患； 2、掩护条件差，年可作业天数最少； 3、用海范围位于“兴化湾外特殊利用区”，与《福建省海洋功能区划（2011-2020）》的管控要求存在出入

### 3.5.13 选址合理性分析

#### 3.5.13.1 选址方案比选

根据《福建省沿海港口布局规划（修订）》，福建省已将福州港江阴港区、三都澳港区、湄洲湾东吴港区、泉州港深沪湾港区、厦门港后石港区列为适宜建设 LNG 码头的港址。本项目原可行性研究选址范围包括了厦门港和福州港，先后完成了多个港址的比选工作，包括有后石港址、流会港址、黄干岛港址、将军湾港址、福州罗源湾港址、牛头尾港址、福州港江阴港区万安作业区港址等。

2011 年中国石油与福建省签订了合作协议及福州市人民政府与中国石油签订的投资协议，明确中国石油福建 LNG 项目在福州市落地建设。结合地方港口管理部门的意见经筛选及论证，在福州港江阴港区进行深入的港址比选工作，选取了万安、金鸡山南、金鸡山北及牛头尾等地作为本工程 LNG 配套码头及接收站拟选港址及站址进行比选分析。各港址位置如下图。各港址建设的资源环境条件和生态环境状况比选见表 3.5-12。

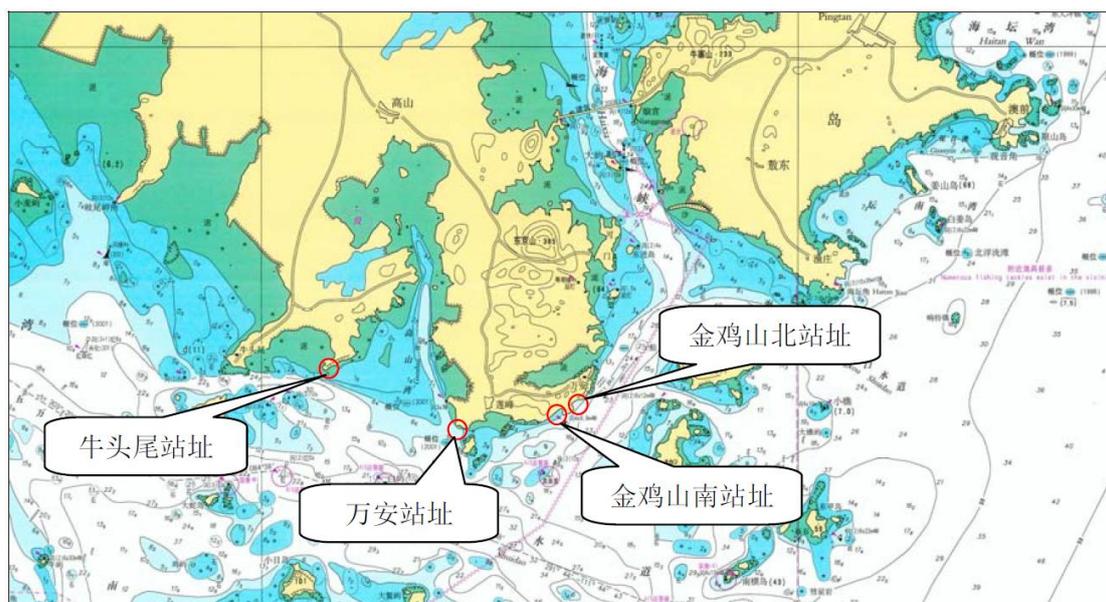


图 3.5-32 各拟选站址位置示意图

表 3.5-12 LNG 站址比选

序号	比较内容		站址方案			
			金鸡山北站址	金鸡山南站址	万安站址	牛头尾港址
1	地形、地貌特征		陆域现状为高山与岸滩并存，山高约 50m；LNG 接收站需通过开山填海形成。		陆域现状为海滩、台地，LNG 接收站陆域需通过开山填海形成。	陆域现状为水深 0~-2m 浅滩，LNG 接收站需通过围海造陆形成。
2	配套码头	水深条件	水域开敞；水深	水域面积偏小，	水域开阔，但存	水域开阔，但存

序号	比较内容		站址方案			
			金鸡山北站址	金鸡山南站址	万安站址	牛头尾港址
	及航道		约在-20m~-25m, 水深条件优越, 但航道水深条件较差, 存在较大范围-10m~-12m 水深区域。	港池周边有纺车礁、东箭屿; 水深条件优越, 但航道水深条件差, 存在较大范围-10m~-12m 水深区。	在大面积海产养殖, 需协调拆迁; 水深条件较差, 天然水深-5.5m~-25m。	在大面积海产养殖, 需协调拆迁; 水深条件良好, 码头水域在-12m~-15m。
		航道	依托福州港, 利用已有进港主航道	依托福州港, 利用已有进港主航道	依托福州港, 利用已有进港主航道	依托福州港, 利用已有进港主航道
3	占地面积情况		约 40ha	约 40ha	约 40ha	约 40ha
4	土石方工程量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	水域疏浚	384	418	671	90
		水域炸礁	0	0	0	0
		陆域开山	330	236	294	5
		陆域填方	237	260	203	385
5	区域稳定情况及地震烈度		七度	七度	七度	七度
6	天然气外输条件		距离西气东输三线平潭支干线较远, 路由条件较差。	距离西气东输三线平潭支干线较远, 路由条件较差。	距离西气东输三线平潭支干线较近, 路由条件较好。	距离西气东输三线平潭支干线近, 路由条件较差。
7	工程地质条件及处理方法	地质条件	无下卧软土	存在下卧软土	填海区原泥面以下存在 8-10m 厚淤泥土层	存在下卧软土
		陆域形成方法	利用开山石填海形成陆域	利用开山石填海形成陆域	利用开山、少量回填形成陆域	采用吹填砂方案形成陆域
8	社会依托条件		条件差	条件差	条件较好	条件较好
9	拆迁工程量		基本无拆迁	存在少量海产养殖拆迁	存在海产养殖拆迁	存在海产养殖拆迁
10	安全环保影响		基本无影响	基本无影响	基本无影响	与福清核电距离较近, 存在安全问题。
11	生态环境影响		占用自然岸线生态红线 (岩礁海岸)	占用自然岸线生态红线 (岩礁海岸)	未只用自然岸线生态红线 (岩礁海岸)	占用自然岸线生态红线 (滩涂海岸)

根据各种建港条件的比较, 金鸡山南港址由于东西两侧有礁盘, 不利于船舶进出港和回旋靠泊; 金鸡山北站址相关条件较好, 但是风浪条件较差, 年作业天数少; 牛头尾站址自然条件较好, 船舶的作业和依托条件也较好, 但与福清核电项目距离过近, 安全方面受到较大影响, 存在不确定性; 万安站址自然条件较好, 虽然存在较大的海产养殖拆迁, 但船舶的作业条件好, 而且依托条件也较好。因此推荐万安港址做为首选港址。

### 3.5.13.2 区位、社会条件适宜性

#### (1) 区位条件

本工程位于福建省福清市东瀚镇莲峰村的西南部，距离福清市区约 50km，与省会福州市区距离约 93km，距离长乐国际机场 90km。距离莆田市直线距离约 60km，距离平潭县直线距离约 20km。

#### (2) 社会依托

拟选场址处于东瀚镇区，辖区总人口 45787 人，有 17 个行政村。

目前有初级中学 2 所，2 个初级中学，10 个小学；全镇有 1 个卫生院，17 个村卫生所；一个行政公安派出所，两个边防派出所。

相关社会依托条件较齐全。

#### (3) 交通条件

接收站位于东瀚镇莲峰村西南处，目前场址周边交通条件较差，仅有一条从东瀚至莲峰村公路，由县道 X178 和乡道 Y047 组成。目前福州市正规划修建一条疏港公路，该疏港公路将依托现有的东瀚至莲峰公路进行修改，终点将连接接收站，起点与省道 305 连接，道路宽度 30m，按照一级公路、双向 4 车道标准，已由福清市委托相关设计研究单位开展该道路前期工作。

#### (4) 供电、给排水、通信

福清市 2015 年在东瀚镇建设 110kV 东瀚变电站，双电源供电，一个电源来自 220kV 华塘变电所，另一个电源来自平潭 220kV 上澳变电所。LNG 项目区距 110kV 东瀚变电站址约 15km，距 220kV 华塘变电站 30km。

拟选场址所处地区淡水资源相对缺乏，尚未建成城镇供水管网。目前本地区生活用水主要依靠海尾溪水库，距拟选场址直线距离 4km。海尾溪水库库容超过  $15 \times 10^4 \text{m}^3$ ，且本地区雨量充沛，年均降水量 1535.5mm，水库库容可以得到及时补充，目前水库水量能够满足本地区生产生活的需求。

此外，本地区规划有闽江调水龙高支线二期工程，供水总规模为  $25 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，其中高山、东瀚支线设计供水能力  $15 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，可作为本项目的远期供水依托。福清市政府已经委托地方水务公司开展本项目外部供水系统的前期研究工作。

目前中国电信在莲峰村已建有莲峰模块局，距站址约 2km。在项目附近海域，中国电信天翼信号已实现了渔区覆盖。本项目附近有有线、无线通信依托条件良好，可以满足本工程通信业务接入需求。

### 3.5.13.3 自然资源、环境条件适宜性

#### (1) 地震地质条件适宜性

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)(2008年修订版)及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010),福清市属抗震设防烈度为7度区,设计基本地震加速度值为0.15g,设计地震分组为第三组。

#### (2) 工程地质条件适宜性

根据区域地质资料及前期资料,结合本次勘察揭示的地层情况及地形地貌,场区内未发现采空、滑坡、空洞、冲刷、崩塌、活动断裂等不良地质作用,场地内存在软弱土及可液化砂土层,可通过工程措施消除不利影响,场地相对稳定。

#### (3) 水文动力环境适宜性

项目所在海区高山湾为兴化湾的次级海湾,本湾内基本没有河流泥沙来源,加之靠近兴化湾口门附近,远离兴化湾西部河口区。泥沙来源十分有限,出现淤积的泥沙来源主要是以附近岸滩泥沙在波流作用下再搬运为主。

高山湾及仁屿附近,潮流性质为非正规半日浅海潮流,湾内和仁屿以西各垂线以往复流为主,仁屿以东具有一定的旋转流特征。兴化水道是整个湾内涨落潮流的主通道,具有流速大、涨落潮流向一致、水流动力强等特点。而在高山湾口门区以及仁屿附近天然水深大、潮流动力强,水体含沙量小,自然水深可保持长期稳定。这种天然的深水资源和稳定的地貌环境,LNG码头建设具有良好的水文环境条件。

### 3.5.13.4 区域生态环境适宜性

本项目用海位于兴化湾口北岸的高山湾口东岸,为基岩深水岸线,施工期对生态环境的影响主要是悬沙扰动扩散,运营期对海洋环境的影响主要是冷排水及余氯扩散,影响范围有限,对海洋生态环境的影响较小,对湿地鸟类的影响也较小,项目用海与区域海洋生态环境是适宜的。

### 3.5.13.5 周边用海活动适宜性

工程所在海域附近用海活动主要为沿海村民季节性的浅海藻类养殖和鱼排、网箱养殖。项目确权用海区的养殖活动按有关标准给予补偿征用退出;施工悬沙影响范围内的临时退出,施工结束后确权用海区之外可恢复养殖活动;运营期船舶通航往返于专用航道,基本不会相互干扰和影响,周边的用海活动是适宜的。

### 3.5.13.6 小结

总体而言，工程区海域开阔、波浪不大、潮流平顺、泥沙淤积较小、地质条件稳定，码头建设的自然条件较好。项目用海的社会条件适宜，环境条件具备，与区域生态环境可相适应，与相关规划区划相符合，与周边用海活动可协调，项目用海选址是合理的。

### 3.5.14 施工方案及土石方平衡

#### 3.5.14.1 施工工艺与方案

##### (1) LNG 码头施工

LNG 码头主要施工工艺流程如下：水上沉桩→水上夹桩→水上钻孔平台搭设→嵌岩钻孔桩→现浇墩台→安装附属设施。

采购或委托加工钢管桩，并做好防腐涂层工作。在钢管桩沉桩完成后进行上部墩台结构的浇注。码头主体工程完成后，安装护舷、系船柱、设备锚碇设施，安装水电和通信设施。



图 3.5-34 水上沉桩施工示意图和水上现浇墩台示意图

##### (2) LNG 引桥施工

LNG 引桥主要有灌注桩基础、墩台以及预应力空心板组成。



**图 3.5-35 水上灌注桩施工示意图和预应力空心板示意图**

灌注桩基础和墩台由现场浇筑完成。预应力空心板采用先张法张拉，在浇筑混凝土前张拉预应力筋，并将张拉的预应力筋临时锚固在台座或钢模上，然后浇筑混凝土，待混凝土强度达到不低于混凝土设计强度值的 75%，保证预应力筋与混凝土有足够的粘结时，放松预应力筋。预应力空心板需要在预制场地预制完成后，再由起重设备吊运至现场安装。

LNG 引桥主要施工工艺流程如下：水上施工灌注桩→水上夹桩→现浇墩台→（预制）安装预应力空心板→安装附属设施。

灌注桩成孔施工所用的主要机械设备包括钻机、泥沙分离器、泥沙收集装置、泥浆池等，泥沙分离器置于钻机与泥浆池中间，主要作用是将泥沙、石渣等颗粒从泥浆中分离出来。灌注桩钻孔施工时，钻渣随泥浆带出孔，排入泥沙分离器中，泥沙、石渣等颗粒从泥浆中分离出来集中收集，由运渣车清运出场，泥浆过滤后排入泥浆池继续钻孔循环。泥浆池采用钢板焊接或直接使用集装箱，泥浆池内部分成不同的仓格，便于泥浆溢流沉淀，沉淀后的泥渣定时清理。

灌注桩最大钻孔深度约 50m， $\Phi 1500$  灌注桩单根泥浆量约  $88\text{m}^3$ ，泥浆池容量按 1.5 倍考虑，约  $130\text{m}^3$ ，其他位置的泥浆池容量可根据实际情况调整。本工程灌注桩总共约 322 根，共可产生泥渣约  $7000+3500=10500\text{m}^3$ 。

### **(3) 工作船码头施工**

工作船码头施工包括桩基施工、平台浇筑以及附属设施安装，主要工作流程如下：桩基施工→梁板预制→现浇墩台→梁板安装→安装附属设施。

### **(4) 库区护岸施工**

斜坡式护岸的主要施工工艺流程如下：开挖→堤心回填→块石垫层→安装护面块体→挡浪墙浇筑。

直立式护岸的主要施工工艺流程如下：开挖→浇筑沉箱→箱内回填块石→挡浪墙浇筑→后方回填块石

### **(5) 取水口施工**

取水口的主要施工工艺流程如下：陆上炸礁→锚杆衬砌护坡→干地施工泵房前池底板及泵房→陆上、水下炸礁→安装取水箱涵→现浇取水箱涵→设备等采购安装。

### **(6) 排水口施工**

排水口的主要施工工艺流程如下：桩基施工→排水头部沉箱预制→现浇墩台→（预

制) 安装预应力空心板→基槽开挖、安装排水头部→安装排水管。基槽开挖采用 13m<sup>3</sup> 抓斗船。

水头沉箱基床夯实工艺采用抓斗挖泥船吊重锤分层锤夯工艺, 每层夯实后厚度不大于 2m。基床夯实采用纵横向相邻接压半夯每点一锤, 并分初、复夯各一遍, 一遍夯两次, 夯实范围按墙身底面各边或应力扩散线加宽一米控制。

基床夯实后, 应在已夯的基床上排水口头部墙底面积范围内不小于 5m 一段采用夯锤相接排列复打一夯次进行基床验收。夯后基床的平均沉降量不应大于 30mm。

### (7) 施工便桥和平台的搭设与拆除

施工便桥和平台安装方法:

- a) 打桩船定位, 并施打临时钢管桩, 沉好的桩及时用 I 18 工字钢夹好;
- b) 在钢管支撑桩上焊接牛腿, 并吊装、安放 I 36 工字钢作为主梁;
- c) 在主梁上铺设 I 16 槽钢作为次梁, 并点焊固定;
- d) 在次梁上铺设 5mm 厚钢板作为作业平台;
- e) 便桥和平台两侧安装护栏及安全警示措施。

施工便桥和平台拆除方法:

- a) 施工完成后, 先清理干净现场的作业机械和施工材料;
- b) 使用起重船清除上部平台结构和夹桩设施;
- c) 使用起重船配振动锤拆除临时钢管桩。

### (8) 疏浚

港池及航道疏浚、排水口基槽开挖采用 5 艘 13m<sup>3</sup> 抓斗船同时施工, 每艘抓斗船配 2 条 1000 方泥驳 (每趟装载 95%), 每条驳船一天考虑运 3 趟, 每日作业 18 小时, 每月工作 25 天, 工期约 14 个月。港池疏浚及航道疏浚范围见附图 2-20。根据工可编制单位中交第四航务工程勘察设计院有限公司提供的疏浚平面布置图及计算结果, 取水口前池挖深至理基-6.3m, 工作船码头回旋水域挖深至理基-6.7m, LNG 码头停泊水域挖深至理基-13.6m, LNG 码头回旋水域挖深至理基-14.6m, 航道水域挖深至理基-14.6m; 港池区域疏浚总面积 144.3 公顷, 航道区域疏浚总面积 13.2 公顷, 排水口基槽清淤 0.36 公顷, 合计 157.86 公顷。LNG 码头回旋水域 (港池)、航道疏浚量 (含取水口前池、工作船码头回旋水域疏浚量, 及施工期回淤量) 约 1025.4 万方, 基槽开挖量为 1.24 万方, 共计 1026.64 万方

疏浚物拟外抛至已选划拟批准的兴化湾外倾倒区 (详见“3.5.4 兴化湾外倾倒区”一

节的内容)。建设单位应尽早向倾倒区主管部门提出抛泥申请,并接受主管部门的监督管理。

### (9) 炸礁方案

本项目 LNG 接收站库区依托高山半岛进行建设,通过开山成陆,取水口头部紧挨陆域西侧护岸布置,前方水域位于高山半岛山势延续部分,局部区域需进行炸礁。取水口头部区域水下炸礁范围约 0.42 公顷。炸礁平面见下图。

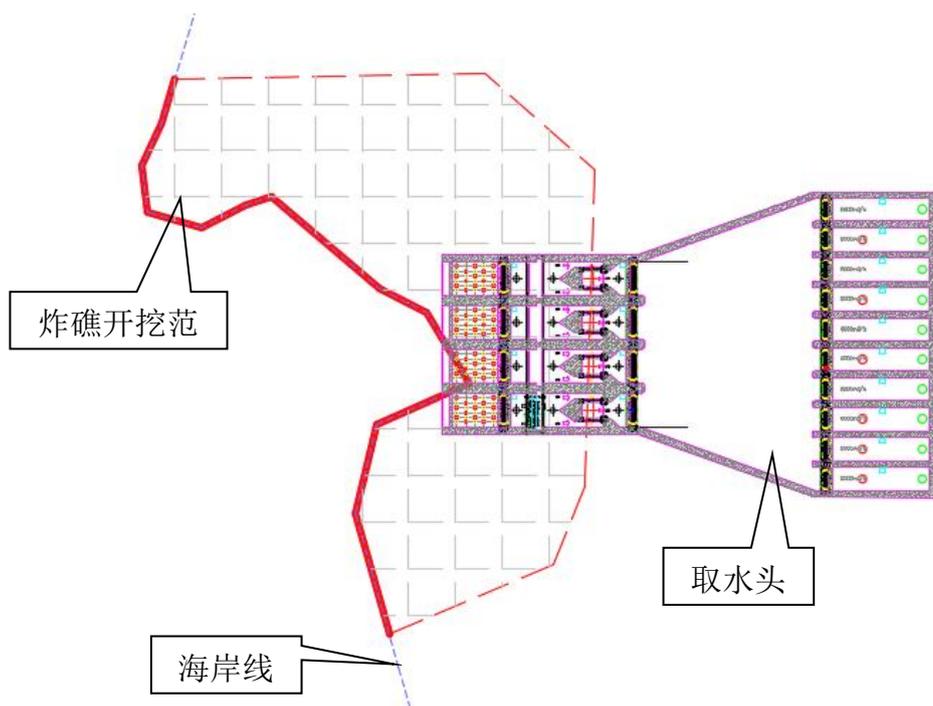


图 3.5-36 炸礁区平面位置

考虑尽量利用现状地形减少工程措施,本项目利用现有山体形成围堰,后方进行开山爆破。预留基岩围堰顶高程按照设计高水位控制,保证后方陆域可以干地施工。待后方开山完成后,利用潮差,对设计低水位以上的基岩围堰部分进行露滩施工。

设计低水位以下部分进行水下爆破,采用炸礁船钻爆施工工艺(采用毫秒微差爆破)。

#### 具体施工工艺如下:

①取水口位置由于有前方预留基岩围堰的掩护,围堰后岩石采用陆上爆破的施工方式,施工作业流程同库区开山工程。开山工艺:山体开挖建议采用高风压履带式液压钻机穿孔、中深孔梯段爆破方法,挖掘机铲装,自卸汽车运输。

②待后方开山完成后,利用潮差,对设计低水位以上的基岩围堰部分进行露滩施工,施工高度约 6.5m,露滩宽度约 11m(设计低水位高程下平台宽度,露滩宽度根据地形

情况变化），抢潮差干地施工土石方量约 0.37 万 m<sup>3</sup>。爆破后利用抓斗船及钩机配合清理碎石，自卸汽车运输回用。

③低于设计低水位以下部分，由于潮差影响无法干地施工，需先进行水下爆破，再利用抓斗船清理碎石并用钩机进行辅助配合，炸礁采用炸礁船钻爆施工工艺，即采用潜孔冲击钻钻孔，钻具的潜孔冲击器在空压机送给的高压气体和钻具的重力作用下钻取炮孔，同时孔内的杂物由高压气体吹出孔外。礁渣采用抓斗挖泥船进行收集清理。水下炸礁清礁量约 1.34 万 m<sup>3</sup>。

据设计单位提供资料，本项目平均孔深 2.0m，平均每孔装药 16kg。微差爆破每段为 10 孔，单段起爆药量为 160kg。一次起爆分 2 段，每次起爆孔数不超过 20 个孔，每次起爆总药量≤320kg。

按照每次爆破不超过 20 个孔计算（一次起爆分 2 段），取水口区域共需 48 次爆破，一天爆破 3 次，共需 16 天，共需炸药量约 15360kg。

#### **（10）沉船及渔栅进行清理**

**沉船采用打捞处理：**

- 探摸复核：进场后，根据设计资料对沉船进行探摸复核，进一步确认沉船的性质、准确位置、形状、尺寸、埋深及材质，同时了解作业水域水下环境。
- 固定沉船：起吊船配备双吊钩，作业人员将沉船通过锁扣搭配钢丝绳进行固定并连接吊钩。
- 起吊作业：浮吊船进行起吊，沉船吊装至泥驳后运送至指定位置。

**渔栅清除：**

- 探摸复核：进场后，根据设计资料对渔栅进行探摸复核，进一步确认渔栅的准确位置、海底固定设施埋深及材质，同时了解作业水域水下环境。
- 海底固定设施拆除：作业人员将渔栅的固定设施进行拆除。
- 固定渔栅：起吊船配备双吊钩，作业人员将渔栅通过锁扣搭配钢丝绳进行固定并连接吊钩。
- 起吊作业：浮吊船进行起吊，渔栅吊装至泥驳后运送至指定位置。

#### **（11）临时预制场布置**

本项目沉箱、预应力空心板等构件需要预制，需要设置临时预制场，总面积约 1 万 m<sup>2</sup>，其中沉箱预制场地 2000m<sup>2</sup>，出运通道 1000m<sup>2</sup>，空心板预制场地 2000m<sup>2</sup>，堆存场地 3000m<sup>2</sup>，道路及机械材料停放场地等其他用地 2000m<sup>2</sup>，位置选择在交通便利、材料运

输便捷、满足沉箱出运条件的区域（具体位置待定）。

### 3.5.14.2 土石方平衡

根据本项目港池、航道疏浚量（含施工期回淤量）约 1025.4 万 m<sup>3</sup>，排水口基槽开挖量约 1.24 万 m<sup>3</sup>，总的水域疏浚物产生量约为 1026.7 万 m<sup>3</sup>，拟用泥驳运输至兴化湾外倾倒区倾倒。取水头部水下炸礁产生的礁渣量约 1.34 万 m<sup>3</sup>，钻孔灌注桩钻渣浆渣约 1.05 万 m<sup>3</sup>，需送往陆域接收站库区周边选取的临时堆场堆存，具体地点待业主与当地主管部门沟通处理。详细的土石方平衡见下表。

表 3.5-13 土石方平衡一览表（单位：万 m<sup>3</sup>）

项目	挖方				填方(灌 砣)	借方	多余土方	
	清表	钻渣 浆渣	碎石、 渣土	疏浚土/ 礁渣			数量	去向
港池、航道疏 浚				1025.4	0	0	1025.4	海洋倾倒
基槽开挖				1.24	1.24	1.24	1.24	海洋倾倒
清礁				1.34	0	0	1.34	指定地点存 放
钻孔灌注桩		1.05			1.05	1.05	1.05	指定地点存 放
合计	0	1.05	0	1027.98	2.29	2.29	1029.03	

### 3.5.15施工进度计划

根据本工程的工程量、施工条件、施工进度安排，工程计划 30 个月完成。具体施工进度安排见表 3.5-14。

表 3.5-14 本项目施工进度计划表

编号	工作内容	工期	总工期(月)																																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
1	施工准备、临建等		→																																		
2	陆域形成																																				
2.1	开山工程		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→				
2.2	回填及地基处理工程				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
2.3	护岸及边坡防护工程					→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
3	港池及航道疏浚			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
4	LNG主码头水工工程		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
4.1	钢管桩采购、制作		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			
4.2	钢管桩沉桩、嵌岩			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		
4.3	引桥灌注桩施工			→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		
4.4	码头上部墩台施工								→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		
4.5	引桥空心板预制、安装								→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		
5	工作船码头水工工程					→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		
4.1	桩基施工					→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		
4.2	梁板预制							→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
4.3	现浇墩台									→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
4.4	梁板安装																																				
4.5	附属设施安装																																				
5	取水口工程																																				
5.1	基槽开挖																																				
5.2	现浇泵房																																				
5.3	预制、安放过滤涵																																				
6	排水口工程																																				
6.1	排水口头部沉箱预制																																				
6.2	桩基施工																																				
6.3	现浇排水管引桥墩台																																				
6.4	安装预应力空心板																																				
6.5	基槽开挖、安装头部																																				
6.6	安装排水管																																				
7	土建施工																																				
8	工艺、水、电等设施安装																																				
9	设备调试、预验收																																				
10	验收交付																																				

## 3.6 配套外输管道工程

### 3.6.1 路由走向

本工程线路全线位于福建省福州福清市，起点位于东瀚镇莲峰村，途经高山镇、三山镇、港头镇、江镜华侨农场、江镜镇、江阴镇、渔溪镇、宏路街道、东张镇，终点位于镜洋镇，线路总长度约 104km，管道总体呈东北-西南走向。

管道起自莲峰首站，出站后管道并行拟建 LNG 进港道路向东北敷设，途经莲峰村、西安村、船坞村、陈庄村、文山村、南庄村，在赤岭村南侧穿越 S305 省道，到达东瀚镇赤岭村 1#阀室。

管道出 1#阀室后向东北敷设，途经东庄村，穿越渔平高速，然后折向西北并行渔平高速敷设，途经小湾村、玉楼村、西郑村、洋门村，到达三山镇洋门村附近 2#阀室。

管道出 2#阀室后并行渔平高速向西北敷设，经东郭村，在塘北村穿越 S305 省道，然后继续并行渔平高速向西北敷设，途经赤坑村、道北村、北林水库，在南芦村村东南穿越渔平高速，穿越后并行渔平高速向西北敷设，在西芦村、义庄村处分别穿越渔平高速 2 次，在港头收费站西南处再次穿越渔平高速，继续并行渔平高速向西南敷设，到达港头镇瑶山村附近南郑分输站。

管道出南郑分输站后继续并行渔平高速敷设，途经洋边村，穿越连片鱼塘，到达城坂村，穿越渔平高速，后穿越连片鱼塘、两次渔平高速、工业园蓝色大道，到达吴塘村东南，之后折向西南、从郭墩村、东曾村之间向西敷设，然后折向南，绕过陈厝村，折向北，到达南城村，折向西敷设，穿越东港、S201 省道、江阴支线高速，管道向西北敷设，到达江阴镇庄前村附近江阴分输站。

管道出江阴分输站后向西北敷设。到达前林村，随后并行渔平高速敷设，穿越渔平高速，继续并渔平高速敷设，在岭下村南折向西北，在山东海村东南折向西北，再折向西南，经后崎村东南，穿越连片鱼塘，到达北郎官。向西北敷设，穿越福厦铁路，在下里村穿越 G324 国道和 G15 沈海高速。继续向西北敷设，途经南升村、下南楼村，到达渔溪镇山腰村附近 3#阀室。

管道出 3#阀室后向北敷设，在建新村穿过渔溪继续向北敷设，途经桂枝林村、西山村、木厝洋村、联华村，在黎湾村折向东北，经岭头村、安福村到达宏

路街道安福村附近 4# 阀室。

管道出 4# 阀室后向西北敷设，途经朱山村、黄仑村，穿越龙江，到达濼底村；管道折向东北并行西三线敷设，途经上溪柄、院口村、浮山村、三分田村到达福清联络站。管道出福清联络站后，向西南，至西三线福清分输站。

本工程管道线路全长 104km。线路走向示意图见图 3.6-1，各段走向示意图见图 3.6-2~13。



图 3.6-1 线路走向示意图

图 3.6-2 线路走向分段示意图 (1)

图 3.6-3 线路走向分段示意图 (2)

图 3.6-4 线路走向分段示意图 (3)

图 3.6-5 线路走向分段示意图 (4)

图 3.6-6 线路走向分段示意图 (5)

图 3.6-7 线路走向分段示意图 (6)

图 3.6-8 线路走向分段示意图 (7)

图 3.6-9 线路走向分段示意图 (8)

图 3.6-10 线路走向分段示意图 (9)

图 3.6-11 线路走向分段示意图 (10)

图 3.6-12 线路走向分段示意图 (11)

图 3.6-13 线路走向分段示意图 (12)

### 3.6.2 沿线行政区域

本工程管道沿线行政区域情况见下表。

表 3.6-1 行政区域划分表

序号	市、县名	线路长度 (km)	桩号
1	福州市福清市东瀚镇	17.2	AA001~AA166
2	福州市福清市高山镇	8.2	AA166~AA180, AA187~AA190
3	福州市福清市三山镇	5.8	AA180~AA186, AA190~AA198
4	福州市福清市港头镇	8.5	AA198~AA204, AA209~AA225
5	福州市福清市江镜华侨农场	1.7	AA204~AA209, AA225~AA226
6	福州市福清市江镜镇	12.6	AA226~AA260
7	福州市福清市江阴镇	6.6	AA260~AA278
8	福州市福清市渔溪镇	22.2	AA278~AA321, AA328~AA333
9	福州市福清市宏路街道	2.2	AA321~AA328
10	福州市福清市东张镇	12.6	AA333~AA381
11	福州市福清市镜洋镇	6.4	AA381~AA426
合计		104	

### 3.6.3 线路用管

本工程管道全线设计压力 10MPa, 管径为 D1016mm, 管道材质均为 L485M。各区段钢管选用明细见下表。

表 3.6-2 本工程用管情况详表

序号	项目	长度 (km)	区段
1	直管		
(1)	D1016×17.5 L485M螺旋缝埋弧焊钢管	21.43	二级地区一般线路段
(2)	D1016×21.0 L485M螺旋缝埋弧焊钢管	44.25	三级地区一般线路段
(3)	D1016×21.0 L485M直缝埋弧焊钢管	5.04	顶管穿越
(4)	D1016×21.0 L485M直缝埋弧焊钢管	8.13	特定场所
(5)	D1016×26.2 L485M直缝埋弧焊钢管	6.46	水域大中型穿越
2	冷弯弯管		
(1)	D1016×17.5 L485M直缝埋弧焊钢管	3.71	二级地区一般线路段
(2)	D1016×21.0 L485M直缝埋弧焊钢管	7.66	三级地区一般线路段
(3)	D1016×21.0 L485M直缝埋弧焊钢管	1.41	特定场所
3	热煨弯管		
(1)	D1016×21.0 L485M直缝埋弧焊钢管	1.71	二级地区一般线路段
(2)	D1016×26.2 L485M直缝埋弧焊钢管	3.53	三级地区一般线路段

(3)	D1016×26.2 L485M直缝埋弧焊钢管	0.65	特定场所
-----	-------------------------	------	------

### 3.6.4 管道敷设

#### 3.6.4.1 一般地段管道敷设

本段线路管道主要采用沟埋方式。考虑管道沿线的地形地貌、农业耕作条件，确定本工程管道覆土埋深按如下要求：

(1) 土方段管顶埋深一般为不小于 1.2m，管沟采用机械或人工开挖。

(2) 石方地段应超挖 0.3m，为保护管道防腐层，在管底以下 0.3m 至管顶以上 0.3m 范围内采用细土回填。石方段管顶覆土厚度不小于 1m。

(3) 水域段管沟应先进行清淤工作后再行开挖，管顶应埋于清淤线以下不小于 1m，当无清淤资料时，管顶埋深应不小于 2m。

#### 3.6.4.2 管道并行敷设

本项目管道局部与进港道路及渔平高速并行。与 LNG 进港道路并行长度约 14km，并行间距为道路红线外不小于 10m；与渔平高速公路并行长度约 50km，并行间距为道路红线外 30m。

本工程管道通过濼底村后，并行已建的西气东输三线向北敷设，并行段主要为土方地段，并行长度约 10.5km，并行间距 20m，局部受地形限制的情况下，特别是两管在林区地段并行敷设时，应适当减少两管间距，但不得小于 6m，同时并行段管沟开挖方式还应满足《油气输送管道并行敷设技术规范》（SY/T 7365-2017）的相关要求。

#### 3.6.4.3 与高压输电线路并行及交叉段

根据《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）相关规定，在路由受限地区埋管道与交流输电系统的各种接地装置之间最小水平距离不宜于下表的规定。

表 3.6-3 埋地管道与交流接地体的最小距离

电压等级 (kV)	≤220	330	500
铁塔或电杆接地 (m)	5.0	6.0	7.5

本工程管道有 10 处与高压输电线路并行，并行总长度约 27.4km；与高压输电线路交叉约 12 次。管道与高压输电线路的接地装置的间距满足上表要求。

### 3.6.5 管道穿越

#### 3.6.5.1 小型水域穿越

本工程管道沿线河渠小型开挖穿越 40 次，鱼塘开挖穿越 20 次，河渠小型顶管穿越 9 次。具体情况见下表。

表 3.6-4 水域小型穿越统计表

序号	水域名称	位置	水域宽度 (m)	穿越长度 (m)	穿越方式
1	渔溪	山腰村北	30	90	顶管
2	迳溪	岭头村北	15	80	开挖
3	迳溪支流	宫后村南	30	70	开挖
4	龙江加 X174 县道	前洋村西	20	100	顶管
5	龙江支流	黄仑村西	10	70	开挖
6	高干渠	坑北村北	—	350/5	顶管
7	福清闽调主线	赤坑村南	—	30	开挖
8	闽调江阴支线	梨港村北	—	30	开挖
9	闽调蓝园支线 (拟建)	南浦村南	—	30	预埋套管
10	东张水库至江阴洋边调节库水源联通工程 (拟建)	安福村东	—	30	预埋套管
11	无名河流、水渠	—	—	2100/35	开挖穿越
12	鱼塘	—	—	4530/20	开挖穿越

当采用开挖穿越时，在有冲刷或疏浚的水域，穿越管段应埋在 50 年一遇洪水冲刷线或疏浚线（取其深者）下 $\geq 1\text{m}$ ；无冲刷或疏浚的水域，穿越管段应埋在水床底面以下不小于 2.5m；河床为基岩并在 50 年一遇洪水下不被冲刷时，应根据各穿越处岩性和风化程度确定管道嵌入基岩的深度且不小于 0.5m。水域开挖穿越段应结合抗漂浮计算结果设置稳管措施。对基岩河床，采取现浇混凝土方式稳管；对于砂、卵、砾石河床和土质河床，可采用马鞍式配重块稳管。

对于鱼塘穿越，管顶埋深一般应大于清淤深度下 1m，无清淤资料时，埋深应不小于 2.5m。穿越段应进行岸坡原貌恢复，并视情况采用马鞍式配重块稳管。

连片水塘段的设计方案为定向钻，其余水塘面积较小，采用开挖方式通过。

当采用顶管法穿越时，套管选用 DRCPIII1800 $\times$ 2000 GB/T 11836，套管顶覆土层的最小厚度应根据工程地质、水文地质条件、设备类型因素确定，最小埋深应大于 2.5 倍隧道外径，且大于设计洪水冲刷线下 1.5 倍隧道外径，并符合抗浮要求。若顶管坑深度大于 5m，应在施工图阶段进行深基坑设计。顶管坑深度大

于 10 米或位于淤泥质土时，应采用钢筋混凝土衬砌结构防护；其他情况下可采用钢板桩进行支护。

### 3.6.5.2 公路穿越

本工程高速及高等级公路 19 次，其中：S1522 渔平高速 10 次，G15 沈海高速 1 次，江阴支线高速 1 次，国道 4 次，省道 2 次（其中 S201 与东港一并穿越），闽台经济产业园蓝色大道 1 次；乡道、县道 8 次，沥青、水泥路 116 次，土路、碎石路 59 次。具体情况见下表。

表 3.6-5 主要公路穿越统计表

序号	公路名称	穿越位置	公路等级	穿越方式	穿越长度 (m/处)
1	渔平高速（一）	福清市东瀚镇东庄村北	高速	顶管	80/1
2	渔平高速（二）	福清市港头镇南芦村南	高速	顶管	80/1
3	渔平高速（三）	福清市港头镇西芦村西南	高速	顶管	80/1
4	渔平高速（四）	福清市江镜华侨农场北	高速	顶管	80/1
5	渔平高速（五）	福清市港头镇南浦村西北	高速	顶管	80/1
6	渔平高速（六）	福清市港头镇东高村南	高速	顶管	80/1
7	渔平高速（七）	福清市江镜镇城坂村东南	高速	顶管	80/1
8	渔平高速（八）	福清市江镜镇东朱村东北	高速	顶管	80/1
9	渔平高速（九）	福清市江镜镇东朱村西北	高速	顶管	80/1
10	渔平高速（十）	福清市江阴镇瓦窑厝村西南	高速	顶管	80/1
11	江阴支线高速	福清市江阴镇下垄村西南	高速	顶管	80/1
12	G15 沈海高速	福清市渔溪镇北下里村西	高速	顶管	80/1
13	G104 国道（一）	福清市东瀚镇北楼下村南	国道	顶管	80/1
14	G104 国道（二）	福清市三山镇塘北村北	国道	顶管	80/1
15	闽台经济产业园蓝色大道	福清市江镜镇东朱村西	市政	顶管	50/1
16	S201 省道	福清市江阴镇下垄村南	省道	隧道	与东港一并穿越
17	G324 国道	福清市渔溪镇下里村南	国道	顶管	80/1
18	S310 省道	东张镇前洋村西	省道	顶管	60/1
19	G534 国道	东张镇濂底村西	国道	顶管	80/1
20	乡道、县道	—	乡道、县道	顶管	240/8
21	沥青、水泥路	—	非等级	顶管	2320/116
22	土路、碎石路	—	非等级	开挖加盖板	885/59

（1）G324国道、S1522渔平高速、江阴支线高速、G15沈海高速、S201省道、闽台经济产业园蓝色大道等推荐采用顶钢筋混凝土套管穿越方式。

（2）县道水泥路，多为居民出行的唯一道路，因此采用顶钢筋混凝土套管

穿越方式，如经协商同意，可采取开挖加盖板穿越方式。

(3) 土路、碎石路推荐采用开挖加盖板穿越方式。

(4) 有套管穿越公路时，为减少套管穿越对路基的影响，套管顶至路面的埋深不小于1.2m，距公路边沟底面的距离不小于1m，套管应伸出公路边沟外不小于2m。保护套管采用钢筋混凝土套管，套管内径为1.5m。

(5) 采用开挖加盖板穿越公路时，管顶的埋深不小于1.2m，盖板伸出路堤坡脚或边沟外缘不少于1m。沟底为石质时应先在沟底回填30cm厚的细土垫层，然后按以下工序回填：铺设光缆套管和光缆→细土回填至管顶以上50cm→铺设钢筋混凝土盖板→原土回填至路床底面→按原路面结构恢复路面。回填土应逐层回填并夯实（夯实系数不小于0.9且满足公路主管部门要求），分层回填层厚一般不大于30cm。

### 3.6.5.3 铁路穿越

本工程与福厦铁路交叉1次、在建福厦高铁交叉1次、规划城轨交叉5次、规划铁路交叉3次。具体情况见下表。

表 3.6-6 主要铁路穿越统计表

序号	铁路名称	穿越地理位置	穿越方式	穿越长度(m)	备注
1	福厦铁路	福清市渔溪镇海乾村东北	顶管	80/1	
2	福厦高铁（在建）	福清市渔溪镇下南楼村西	直埋	50/1	从隧道上方翻越
3	规划城轨	江阴镇、江镜镇	预埋套管	250/5	
4	规划铁路	江镜镇、江镜华侨农场	预埋套管	150/3	

管道采用套管保护时，套管顶至铁路路肩的最小埋深 $\geq 1.7\text{m}$ ，距自然地面或边沟 $\geq 1.0\text{m}$ ，套管应伸出铁路路堤坡脚或排水沟外边缘不小于2m；当穿越路堑时，应长出路堑顶不小于5m。套管内填充满细土（砂）。

根据《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规定》的相关要求，新建管道可在既有铁路隧道洞身上方挖沟敷设，当采取非爆破方式开挖管沟时，管沟底部与铁路隧道结构顶部外缘的垂直间距不应小于10m，当采取控制爆破手段开挖管沟时，管底与铁路隧道顶部的垂直净距不应小于20m，同时应考虑围岩条件、挖沟爆破规模及隧道结构的安全性等因素。

本工程采用从在建福厦高铁山体隧道洞身上方人工挖沟埋地敷设（非爆破）的方式翻越福厦高铁隧道，控制了施工振动，同时在交叉位置设置阴保保护排流

装置；穿越位置管沟底部与铁路隧道结构顶部外缘的垂直间距为 50m，满足管沟底部与铁路隧道结构顶部外缘的垂直间距不应小于 10m 的要求。

#### 3.6.5.4 其他管道、线缆穿越

一般情况下，管道与其它埋地构筑物交叉，原则上在其下方通过。

与电（光）缆交叉时，管道与电（光）缆净距不小于0.5m，还要对电（光）缆采取保护措施，如用角钢围裹住电（光）缆，在电（光）缆上方铺一层红砖等。

与其它管道交叉时，两管间净距不小于0.3m，本工程管道应位于被穿越管道下方。

管沟开挖前，首先探明被穿越管道、电（光）缆位置，并作出明显标记。在交叉点两侧各5m范围内必须采用人工开挖，管道、电（光）缆暴露后，采用橡胶板对被穿越管道、电（光）缆进行包裹保护。为方便焊接、焊口检测及补口工作，穿越处采用沟下焊接时，本工程管道焊口位置距离地下管道、电（光）缆的水平净距应根据焊接空间和操作坑尺寸确定，且不小于2m。穿越处管道应作为重点段突击完成，管道焊接、检测、补口应紧密连贯。补口合格后迅速回填，以免被穿越管道长时间暴露。

本项目与福建省平潭及闽江口水资源配置（一闸三线）工程交叉3次，交叉的主要为大樟溪~福清、平潭输水线路，因该线路埋深较深（几十米到数百米），而本工程管道埋深较浅，埋深仅数米，因此本工程管道位于输水线路上方，本工程的建设不会对输水管道产生影响。管沟开挖前，首先探明被穿越管道位置，并作出明显标记。在交叉点两侧各5m范围内必须采用人工开挖。穿越处管道应作为重点段突击完成，管道焊接、检测、补口应紧密连贯。补口合格后迅速回填。

#### 3.6.5.5 水域大中型穿越

##### （1）东港

本工程东港穿越点为大型穿越点，海域两侧宽约1km，拟穿越区域属于海相沉积地貌和低山地貌，海床断面处海底高程-8.2m~0.9m，西岸高差大，坡度陡，东岸比较平缓，一般高程2.4~5.3m，两岸多为鱼塘、农田，洪水期漫滩，海床变化以淤积作用为主。

施工方案：本工程穿越东港段采用隧道穿越方式，具体隧道参数及施工方案见“3.6.15.5东港段穿越”小节，在管道埋深上能达到设计要求，保证管道的安

全。其次施工时不会破坏耕地、不影响鱼塘养殖、利于环境保护。根据勘察报告成果地层主要为软土及风化花岗岩，适宜隧道穿越。两岸有施工设备和管道回拖场地，交通也较为便利。根据本工程实际情况东港穿越适宜隧道方案。

东港隧道净空断面为：3.0m×3.0m(宽×高)，隧道平面长度1706.5m，实际长度1776.9m。

#### (2) 洋门村连片鱼塘穿越

洋门村连片鱼塘穿越处连续穿越几个大小不一的鱼塘，一般鱼塘长约50m~70m，宽约20m~30m，水深为0.5m~1.5m，鱼塘内主要养殖各种鱼类、牛蛙等。

#### (3) 义庄村连片鱼塘穿越

义庄村连片鱼塘穿越处连续穿越几个大小不一的鱼塘，一般鱼塘长约50m~70m，宽约20m~30m，水深为0.5m~1.5m，鱼塘内主要养殖各种鱼类、牛蛙等。

#### (4) 洋边村连片鱼塘穿越

洋边村连片鱼塘穿越处连续穿越几个大小不一的鱼塘，一般鱼塘长约50m~70m，宽约20m~30m，水深为0.5m~1.5m，鱼塘内主要养殖各种鱼类、牛蛙等。

#### (5) 北郎官村连片鱼塘穿越

北郎官村连片鱼塘穿越处连续穿越几个大小不一的鱼塘，一般鱼塘长约50m~70m，宽约20m~30m，水深为0.5m~1.5m，鱼塘内主要养殖各种鱼类、牛蛙等。

施工方案：水平定向钻穿越方式在管道埋深上能达到设计要求，保证管道的安全。其次施工时不会破坏耕地、不影响鱼塘养殖、利于环境保护。根据勘察报告成果地层主要为软土，适宜定向钻穿越。两岸有钻机设备和管道安装回拖场地，交通也较为便利。根据本工程实际情况洋门村等连片鱼塘穿越适宜定向钻方案。

### 3.6.6 主要工程量

本工程线路主要工程量见表3.6-7。

表 3.6-7 线路工程量表（不含水域大中型穿越）

序号	项目		单位	数量	备注
1	线路长度		km		
(1)	一般段线路长度		km	97.54	
(2)	水域大中型线路长度		km	6.46	
2	地区等级	二级地区	km	34.2	
		三级地区	km	63.34	
3	地貌划分	平原	km	31.85	
		水网	km	11.2	
		丘陵	km	25	
		低山	km	29.6	
4	管道焊接	D1016×17.5 L485M 螺旋缝埋弧焊钢管	km	21.43	二级地区一般线路段直管段
		D1016×17.5 L485M 直缝埋弧焊钢管	km	3.71	二级地区冷弯弯管
		D1016×21.0 L485M 螺旋缝埋弧焊钢管	km	44.25	三级地区一般线路段直管段
		D1016×21.0 L485M 直缝埋弧焊钢管	km	24.11	顶管穿越、特定场所、二级地区热煨弯管、三级地区冷弯弯管
		D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管	km	4.04	三级地区、特定场所热煨弯管
5	清管、试压、扫线、干燥	一般线路段试压	km	94.77	
		穿越段单独试压	km/次	2.77/44	
		通球、扫线、干燥（气管道）	km	97.54	
6	水域小型穿越	渔溪	m/次	90/1	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		迳溪	m/次	80/1	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		迳溪支流	m/次	70/1	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		龙江及 S310 省道	m/次	130/1	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		龙江支流	m/次	70/1	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		高干渠	m/次	350/5	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		福清闽调主线	m/次	30/1	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		闽调江阴支线	m/次	30/1	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		闽调蓝支线（拟建/预埋套管）	m/次	90/1	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		东张水库至江阴洋边调节库水源联通工程（拟建/预埋套管）	m/次	30/1	DRCPIII1800×2000GB/T11836
		其他小型河渠	m/次	2100/35	开挖穿越
鱼塘	m/次	4530/20	开挖穿越		
7	公路穿越	渔平高速	m/次	800/10	DRCPIII1500×2000GB/T11836
		G15 沈海高速	m/次	80/1	DRCPIII1500×2000GB/T11836
		江阴支线高速	m/次	80/1	DRCPIII1500×2000GB/T11836
		国道	m/次	320/4	DRCPIII1500×2000GB/T11836
		省道	m/次	60/1	DRCPIII1500×2000GB/T11836

		闽台经济产业园蓝色大道	m/次	50/1	DRCPIII1500×2000GB/T11836
		乡道、县道	m/次	240/8	DRCPIII1500×2000GB/T11836
		沥青路、水泥路	m/次	1160/58	DRCPIII1500×2000GB/T11836
		土路、碎石路	m/次	885/59	开挖加盖板（3000×1000×200）
8	铁路 穿越	福厦铁路	m/次	80/1	DRCPIII1500×2000GB/T11836
		在建福厦高铁	m/次	50/1	从隧道上方直埋翻越
		规划铁路（预埋套管）	m/次	150/3	DRCPIII1500×2000GB/T11836
		规划城轨（预埋套管）	m/处	250/5	DRCPIII1500×2000GB/T11836
9		一般段定向钻施工	m/处	600/1	
10		洋门村顶管施工	m/处	150/1	DRCPIII1500×2000GB/T11836
11	地下 设施 穿越	已建地下管道穿越	次	230	
		已建地下电（光）缆穿越	次	240	
12	水工 保护	浆砌石	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	3.72	
		生态袋	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	7.01	
13	作业 带土 石方	作业带清扫土石方	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	51.49	
		施工作业带劈土方	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	8	
		施工作业带劈石方	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	5.5	
14	管沟 土石 方	机械开挖土方	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	36.62	
		机械开挖石方	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	27.59	
		人工开挖土方	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	4.07	
		人工开挖石方	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	3.07	
		回填细土	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	22.04	
15	线路 标识	标志桩	个	2368	
		警示牌	个	673	
		警示带	km	92.87	
16	无损 检测	射线探伤（RT）	口	11438	
		相控超声波探伤（PAUT）	口	8406	
17	内检 测	长度	km	104	
		永久标记	个	190	
18		管道永久征地	m <sup>2</sup>	3141	不含站场阀室征地
19	施工 临时 占地	作业带占地	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	258.70	林地 24m 宽；农田 28m 宽；鱼塘 30m 宽；其他 40m 宽
		堆管场地	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	3.8	38 处，每处按 1000m <sup>2</sup>
20	施工 便道	新建碎石土路面	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	0.99	长 2.2km，宽 4.5m
		整修路面	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	8.73	长 19.4km，宽 4.5m
		临时占地	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	19.5	合 291.6 亩
21	拆迁	民房	m <sup>2</sup>	12400	
		简易房	m <sup>2</sup>	3600	
		坟	座	410	
		线杆	座	100	
22	赔偿	果园	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	25.26	番石榴、桂圆
		苗圃	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	24.5	

		大棚	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	12.1	黄皮椒、番茄
		林地	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	100	
		农田	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	48.79	
		鳊鱼塘	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	30.3	
		草鱼塘	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	2.5	
23	措施工程	抽排水	台班	5500	
		围堰堤（修筑和拆除）	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	5.26	
		导流渠（开挖和恢复）	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	0.65	
		铺设钢板	块	50	10m×2.5m×15mm
		施工围挡	m	10000	特定场所段
		临时管涵（1m）	m	550	
		河流清淤	m <sup>3</sup>	59130	
		泥浆充填	m <sup>3</sup>	5271	套管充填，0.96m <sup>3</sup> /m
		马鞍式配重块	块	5200	中心压距 4m
		水泥砂袋	个	8915	光缆用，35kg/个，2个/m
		顶管竖井	处	12	发送井 6m×4m×8m（长×宽×深）
			处	12	接收井 4m×4m×8m（长×宽×深）
			处	13	发送井 6m×4m×5m（长×宽×深）
			处	13	接收井 4m×4m×5m（长×宽×深）
		井点降水	套天	2000	
		静态爆破	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	2	
		钢管管排	km	2	
		钢便桥	m	500	
临时围挡，临时支护措施	km	14	主要并行西三线段和山区段		
护网喷浆	处	10	每处按照 100m <sup>2</sup> 喷浆量考虑		
被动防护网	m <sup>2</sup>	3000	按高度 2m 考虑，按山区段 10% 采用此措施考虑		
人工开挖管沟	km	7	并行西三线段		
24	管材用量	D1016×17.5 L485M 螺旋缝埋弧焊钢管	t	9234.81	二级地区一般线路段直管段
		D1016×17.5 L485M 直缝埋弧焊钢管	t	1598.75	二级地区冷弯弯管
		D1016×21.0 L485M 螺旋缝埋弧焊钢管	t	22802.12	三级地区一般线路段直管段
		D1016×21.0 L485M 直缝埋弧焊钢管	t	12423.93	顶管穿越、特定场所、二级地区热煨弯管、三级地区冷弯弯管
		D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管	t	2583.74	三级地区、特定场所热煨弯管

表3.6-8 东港穿越段线路工程量表

序号	主要项目	单位	数量	备注
一	隧道穿越长度			
1	隧道水平长度	m	1871.4	

2	隧道实际长度	m	1891.4		
3	管道安装实长	m	1941.4		
二	<b>隧道工程</b>				
1	<b>洞口部分</b>				
(1)	洞口土石方开挖				
	进口	m <sup>3</sup>	1200		
	出口	m <sup>3</sup>	800		
(2)	洞口(含端墙) C30 混凝土	m <sup>3</sup>	40		
	HRB400 钢筋	kg	4300		
(3)	天沟, 截、排水沟 (M10 浆砌石)	m <sup>3</sup>	300		
(4)	边仰坡及洞门直立开挖面防护				
	喷 C20 混凝土	m <sup>3</sup>	50		
	HPB300 钢筋网	kg	2000		
	22 砂浆锚杆	kg	550		
(5)	C15 垫层	m <sup>3</sup>	6		
(6)	实心钢门 (成品采购)	个	2		
(7)	钢爬梯	t	2		
(8)	DN2m 过水涵洞	m	100	进、出口工区场地布置	
(9)	洞口护坡 (M10 浆砌石)	m <sup>3</sup>	200	0.5m <sup>3</sup> /平方米	
2	<b>隧道开挖</b>				
(1)	III级围岩开挖	m <sup>3</sup>	0	含躲避洞, 有轨出渣, 运渣距离 500m 内	
(2)	IV级围岩开挖	m <sup>3</sup>	26055		
(3)	V级围岩开挖	m <sup>3</sup>	2281		
(4)	VI级围岩开挖	m <sup>3</sup>	632		
3	<b>洞身水沟</b>				
(1)	水沟盖板 (C25 混凝土)	m <sup>3</sup>	43.5		
(2)	水沟盖板 (HPB300 钢筋)	kg	3523.7		
4	<b>二次衬砌</b>				
(1)	现浇钢筋混凝土 (C40)	墙	m <sup>3</sup>	2621	
		拱	m <sup>3</sup>	2672	
		底板	m <sup>3</sup>	1452	
		HRB400	kg	593480	
		HPB300	kg	18697	
(2)	壁后回填注浆 (M20 水泥砂浆)	m <sup>3</sup>	653		
5	<b>初期支护</b>				
(1)	喷射混凝土 (C20 混凝土)	m <sup>3</sup>	3951	含躲避洞	
(2)	砂浆系统锚杆 (钢筋 22)	根	30762		
		m	77571		
(3)	注浆系统锚杆 (钢筋 22)	根	0		
		m	0		

(4)	锚托	kg	33181	
(5)	HPB300 钢筋网	kg	58016	
(6)	钢拱架			
	钢架榀数	榀	1153	
	钢架型钢	kg	173711	
	连接钢筋	kg	69044	
	连接型钢	kg	91276	
	螺栓、螺母	kg	9226	
	C30 混凝土垫块	m <sup>3</sup>	48	
	22 锁脚锚杆	根	4613	
		m	11532	
<b>6</b>	<b>辅助措施</b>			
(1)	管棚			
	导向墙 (C20 混凝土)	m <sup>3</sup>	10	
	Φ 89 大管棚	根	30	
		m	300	
		kg	3054	
	Φ 108 钻孔	m	300	
	Φ 127 孔口管	kg	1451	
(2)	Φ 42 小导管	根	2124	
		m	7433	
		kg	27884	
(3)	22 超前锚杆	根	5257	
		m	18400	
		kg	54870	
(4)	水泥砂浆注浆量	m <sup>3</sup>	489	
<b>7</b>	<b>防排水</b>			
(1)	SH 型软式透水管Φ 50	m	9722	
(2)	注浆堵水 (双液注浆)	m <sup>3</sup>	244	
(3)	中埋式橡胶止水带	m	1338	
(4)	双组分聚硫密封膏	m <sup>3</sup>	0.76	
(5)	聚苯板	m <sup>3</sup>	10.88	
(6)	反坡施工排水总量	m <sup>3</sup>	655840	预估
<b>8</b>	<b>超前地质预报</b>			
(1)	长度	m	1891.4	物探法
(2)	超前钻探法	m	1986.0	掌子面 1 个孔
<b>9</b>	<b>渣场</b>			
(1)	挡土墙	m <sup>3</sup>	2800	
(2)	DN1000 水泥涵管	m	530	
(3)	M10 水泥砂浆砌块石	m	880	截排水沟, 0.7m <sup>3</sup> /m
(4)	场地平整	m <sup>2</sup>	5000	

(5)	恢复表层植被土方	m <sup>3</sup>	1300	
(6)	复绿	m <sup>2</sup>	2600	
<b>三</b>	<b>施工便道</b>			
1	整修道路	km	1	
2	新修道路	km	1	
3	简易便桥	m	50	
<b>四</b>	<b>占地</b>			
1	洞口永久占地	m <sup>2</sup>	1250	
2	渣场永久占地	m <sup>2</sup>	5000	
3	标志桩永久占地	m <sup>2</sup>	6	
4	施工场地布置临时占地	m <sup>2</sup>	14000	
<b>五</b>	<b>拆迁补偿</b>			
1	爆破影响补偿	m <sup>2</sup>	800	由于爆破影响产生房屋震损补偿费用
2	房屋拆迁	m <sup>2</sup>	200	
<b>六</b>	<b>隧道内附属工程</b>			
(1)	隧道内支墩底板开挖增加量	m <sup>3</sup>	187	
(2)	标志桩（钢筋混凝土）	个	2	砼 0.5m <sup>3</sup> /个，钢筋 7.2kg/个
(3)	锚固墩	个	4	含 2 个锚固法兰(砼 12m <sup>3</sup> /个，钢筋 2t/个)
(4)	管道支墩（混凝土）	个	144	砼 1.5m <sup>3</sup> / 个
(5)	管道滑动支座（钢结构，不锈钢钢板）	个	144	钢材 30kg/个
(6)	管卡（钢结构，不锈钢钢板）	套	288	钢材 40kg/个
(7)	地脚螺栓（钢结构，不锈钢）	套	298	（10 套作为检测使用）

表3.6-9 洋门村连片鱼塘穿越段线路工程量表

序号	主要项目	单位	数量	备注
一	线路长度	m	615	
1	定向钻实长	m	530	
2	一般段实长	m	85	
二	管道安装			
1	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管	m	615	
2	弯管制作、安装			
(1)	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管 R=40D	个	2	
(2)	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管 R=6D	个	1	
三	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管三层 PE 加强级防腐、补口补伤等	m	615	
四	土石方开挖回填			

1	两侧开挖敷设管道土方及回填分别量	m <sup>3</sup>	1060	
2	两端场地处理量			
(1)	入土端场地硬化	m <sup>3</sup>	750	C25 混凝土浇注或卵石、碎石级配处理或卵石、碎石级配处理
(2)	出土端发送沟开挖及恢复分别量	m <sup>3</sup>	3780	
(3)	回拖场地平整工作量	m <sup>3</sup>	5350	
五	焊接、检验			
1	射线探伤 (RT)	口	56	
2	相控超声波探伤 (PAUT)	口	56	
六	清管、试压、测径、干燥	m	615	试压: 强度 1 次、严密性 2 次
七	标志桩、警示牌			
1	标志桩 (钢筋混凝土桩)	个	2	
2	警示牌	个	2	
八	征地、拆迁			
1	临时占地	m <sup>2</sup>	24140	不含施工便道征地
(1)	木麻黄林地	m <sup>2</sup>	24140	
2	永久征地	m <sup>2</sup>	2	
3	地貌恢复	m <sup>2</sup>	24140	
4	回拖场地经过埋地管道	处	2	考虑经过每处按铺装宽 6m, 长 20m 的钢板进行保护
5	警示带	m	85	

表3.6-10 义庄村连片鱼塘穿越段线路工程量表

序号	主要项目	单位	数量	备注
一	线路长度	m	1235	
1	定向钻实长	m	1120	
2	一般段实长	m	115	
二	管道安装			
1	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管	m	1235	直管
2	冷弯弯管制作、安装			
(1)	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管 R=40D	个	2	
三	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管三层 PE 加强级防腐、补口补伤等	m	1235	

四	土方开挖回填			
1	两侧开挖敷设管道土方及回填分别量	m <sup>3</sup>	920	9.2m <sup>3</sup> /m
2	两端场地处理量			
(1)	鱼塘填方	m <sup>3</sup>	11000	2200m <sup>2</sup>
(2)	入土端场地硬化	m <sup>3</sup>	1080	C25 混凝土浇注或卵石、碎石级配处理或卵石、碎石级配处理
(3)	出土端发送沟开挖及恢复分别量	m <sup>3</sup>	1500	
3	回拖场地平整工作量	m <sup>3</sup>	7200	
五	焊接、检验			
1	射线探伤 (RT)	口	106	
2	相控超声波探伤 (PAUT)	口	106	
六	清管、试压、测径、干燥	m	1235	试压：强度 1 次、严密性 2 次
七	标志桩、警示牌			
1	标志桩 (钢筋混凝土桩)	个	2	
2	警示牌	个	2	
八	征地、拆迁			
1	临时占地	m <sup>2</sup>	21820	不含施工便道征地
(1)	鱼塘	m <sup>2</sup>	6000	
(2)	农田	m <sup>2</sup>	15820	
2	永久征地	m <sup>2</sup>	2	
3	地貌恢复	m <sup>2</sup>	21820	
4	回拖场地经过埋地管道	处	3	考虑经过每处按铺装宽 6m, 长 20m 的钢板进行保护
5	警示带	m	45	

表3.6-11 洋边村连片鱼塘穿越段线路工程量表

序号	主要项目	单位	数量	备注
一	线路长度	m	1035	
1	定向钻实长	m	975	
2	一般段实长	m	60	
二	管道安装			
1	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管	m	1035	直管
2	冷弯弯管制作、安装			
(1)	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管 R=40D	个	2	
三	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管三层 PE 加强级防腐、补口补伤等	m	1035	
四	土石方开挖回填			
1	两侧开挖敷设管道土方及回填分别量	m <sup>3</sup>	920	9.2m <sup>3</sup> /m
2	两端场地处理量			
(1)	入土端场地硬化	m <sup>3</sup>	1080	C25 混凝土浇注或卵石、碎石级配处理或卵石、碎石级配处理

(2)	出土端发送沟开挖及恢复分别量	m <sup>3</sup>	7410	
(3)	回拖场地平整工作量	m <sup>3</sup>	8700	
五	焊接、检验			
1	射线探伤 (RT)	口	94	
2	相控超声波探伤 (PAUT)	口	94	
六	清管、试压、测径、干燥	m	1029	试压: 强度 1 次、 严密性 2 次
七	标志桩、警示牌			
1	标志桩 (钢筋混凝土桩)	个	2	
2	警示牌	个	2	
八	征地、拆迁			
1	临时占地	m <sup>2</sup>	35800	不含施工便道征地
(1)	农田	m <sup>2</sup>	35800	
2	永久征地	m <sup>2</sup>	2	
3	地貌恢复	m <sup>2</sup>	35800	
4	回拖场地经过埋地管道	处	5	考虑经过每处按铺装 宽 6m, 长 20m 的钢板进行保护
5	警示带	m	40	

表3.6-12 北郎官村连片鱼塘穿越段线路工程量表

序号	主要项目	单位	数量	备注
一	线路长度	m	1635	
1	定向钻实长	m	1170	
2	一般段实长	m	465	
二	管道安装			
1	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管	m	1635	含直管、冷弯
2	冷弯弯管制作、安装			
(1)	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管 R=40D	个	2	
三	D1016×26.2 L485M 直缝埋弧焊钢管三层 PE 加强级防腐、补口补伤等	m	1635	
	防腐层完整性检测	m	1635	
四	土方开挖回填			
1	两侧开挖敷设管道土方及回填分别量	m <sup>3</sup>	1200	
2	两端场地处理量			
(1)	入土端场地硬化	m <sup>3</sup>	1080	C25 混凝土浇注或卵 石、碎石级配处理或卵 石、碎石级配处理
(2)	出土端发送沟开挖及恢复分别量	m <sup>3</sup>	11736	
(3)	回拖场地平整工作量	m <sup>3</sup>	13600	
五	焊接、检验			
1	射线探伤 (RT)	口	150	
2	相控超声波探伤 (PAUT)	口	150	
六	清管、试压、测径、干燥	m	1635	试压: 强度 1 次、严密 性 2 次

七	标志桩、警示牌			
1	标志桩（钢筋混凝土桩）	个	2	
2	警示牌	个	2	
八	征地、拆迁			
1	临时占地	m <sup>2</sup>	52640	不含施工便道征地
(1)	农田	m <sup>2</sup>	52640	
2	永久征地	m <sup>2</sup>	2	
3	地貌恢复	m <sup>2</sup>	52640	
4	警示带	m	110	

### 3.6.7 站场、阀室工程

#### 3.6.7.1 站场、阀室总体设置情况

本工程管道起自莲峰首站，终至西三线已建的福清分输站，线路长度约104km，沿线共新建4座站场即莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站；新建4座监控阀室，即1#、2#、3#、4#监控阀室。

各站场、阀室选址与线路整体走向相互协调，满足线路走向路由的要求，符合当地城镇建设相关规划，尽量利用荒地，周边具备必要的道路交通条件，并能提供良好的社会依托条件和安全生产环境。4座站场、4座阀室均不涉及水源保护区、风景名胜区等环境保护目标及生态保护红线，选址比较合理。

各站场、阀室功能及主要设备设置情况概述见下表。

表 3.6-13 站场阀室设置一览表

序号	站场阀室名称	位置	里程(km)	间距(km)	站场功能	备注
1	莲峰首站	福清市东瀚镇莲峰村	0	—	清管	合建
2	1#监控阀室	福清市东瀚镇赤岭村	14.2	14.2	干线截断、分输(预留)	监控
3	2#监控阀室	福清市三山镇洋门村	25.2	11	干线截断、分输(预留)	监控
4	南郑分输站	福清市港头镇瑶山村	37.9	12.7	清管、分输(预留)	新建
5	江阴分输站	福清市江阴镇庄前村	56.7	18.8	清管、过滤、加热、计量、调压	新建
6	3#监控阀室	福清市渔溪镇山腰村	70.8	14.1	干线截断、分输(预留)	监控
7	4#监控阀室	福清市宏路街道安福村	81.2	10.4	干线截断、分输(预留)	监控
8	福清联络站	福清市镜洋镇石子磊村	103.5	22.3	清管、分离、计量	新建

站场运行参数见下表。

表 3.6-14 站场阀室设置一览表

序号	站场名称	上游来气	进站气量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d)	进站压力 (MPa)	进站温度 (°C)	分输用户	分输气量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d)	分输压力 (MPa)	分输温度 (°C)
1	莲峰首站	福建 LNG 接收站	78~6000	7.09~9.8	5	/	/	/	/
2	南郑分输站	莲峰首站	113~6000	7.08~9.8	3.43~2 1.2	/	/	/	/
3	江阴分输站	南郑分输站	86~5640	7.04~9.7 4	2.31~2 1.30	去江阴 支线	134~254	4	≥1
4	福清联络站	江阴分输站	86~5386	7~9.68	0.17~2 0.98	/	/	/	/

### 3.6.7.2 莲峰首站

本工程气源来自莲峰首站,莲峰首站位于福建 LNG 接收站内,接收福建 LNG 接收站来气,输往下游南郑分输站。

莲峰首站与福建 LNG 接收站合建,放空依托福建 LNG 接收站。

为满足干线线路清管功能,站内设置清管发送装置 1 套。

#### (一) 站址

莲峰首站布置在福建 LNG 接收站预留用地内,站场设施与接收站内设施的防火间距由接收站项目总体控制。莲峰首站区域位置图见下图。

图 3.6-14 莲峰首站区域位置图

#### (二) 工艺参数及工艺流程

##### 1、设计参数

1) 设计压力: 15.6MPa/10MPa。

2) 设计规模: 6000×10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>/d。

##### 2、主要设计功能

- 1) 接收上游来气,输往下游;
- 2) 进、出站紧急截断;
- 3) 清管器发送;
- 4) 事故状态及检维修时的放空。

##### 3、工艺流程

1) 正常输气流程

本站接收福建LNG接收站来气，天然气输往南郑分输站。

莲峰首站与福建LNG接收站合建，放空依托福建LNG接收站。

## 2) 清管流程

本站设置清管器发送装置，可向南郑分输站发送清管球/器。

## 4、主要工艺设施

### 1) 清管发送装置1套。

#### (三) 总平面布置

##### (1) 总平面布置

莲峰首站在福建 LNG 接收站预留用地内建设。站场分为辅助生产区、生产区。辅助生产区包括综合设备用房，布置在站场北侧，靠近主入口。生产区包括工艺设备区，布置在站场东侧。

##### (2) 竖向及排水设计

本站场竖向设计采用平坡竖向布置。竖向标高与福建 LNG 接收站竖向标高协调一致。

站场的排水方式选用有组织排放的方式来满足站场排雨水要求。排雨水走向为：站场构筑物、设备区、场地→站内道路→福建 LNG 接收站内排水系统。

##### (3) 道路交通

本站进站道路依托福建 LNG 接收站站内道路，站内设置回车场，满足检修及消防要求。站内道路为公路型混凝土道路。

站场主出入口围墙大门采用 6m 宽平开型钢大门。

莲峰首站总平面布置见下图。

图 3.6-15 莲峰首站平面布置图

### 3.6.7.3 南郑分输站

南郑分输站接收莲峰首站来气，一部分经线路截断阀后输往下游江阴分输站，另一部分进站输往分输用户（目前站内为南郑支线、滨海新城支线及其他用户仅预留分输接口）。

#### （一）站址

南郑分输站位于福建省福州市福清市港头镇瑶山村南侧，站场所处位置为平坡地，场地较为平整。地表附着物主要为荒草地及部分农田，站址北侧为瑶山村，南侧为 S1551 渔平高速。站场进站道路主要依托北侧现有土路，该道路连接至北侧瑶山村现有 4m 宽水泥路，依托条件较好。

图 3.6-16 南郑分输站区域位置图

#### （二）工艺参数及工艺流程

##### 1、设计参数

- 1) 设计压力：10MPa。
- 2) 干线设计规模：6000×10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>/d。

##### 2、主要设计功能

- 1) 接收上游来气，输往下游；
- 2) 预留南郑支线、滨海新城支线用气接口和其他发展用户的用气接口；
- 3) 进、出站紧急截断；
- 4) 事故状态及检维修时的放空。

##### 3、工艺流程

###### 1) 正输流程

本站接收莲峰首站来气，输往下游江阴分输站。

###### 2) 反输流程

本站接收江阴分输站来气，供应本站预留分输用户。

##### 4、主要工艺设施

- 1) 放空立管1座。

#### （三）总平面布置

##### （1）总平面布置

南郑分输站站场分为辅助生产区、生产区和放空区。辅助生产区包括综合值

班室、门卫、生活污水处理装置区、化粪池，靠近主入口。生产区包括工艺设备区、排污池，布置在站场内南侧，生产区内的布置满足工艺流程要求。放空区布置在站场外西南侧。

### (2) 竖向及排水设计

本站场竖向设计采用平坡竖向布置。竖向设计为双向坡，由东坡向西，坡度为1.5%，由北坡向南，坡度为0.5%。

根据站场所处位置的周边情况，站场的排水方式结合竖向布置方式，选用有组织排放的方式来满足站场排雨水要求。排雨水走向为：站场建构物、设备区、场地→站内道路→围墙内排雨水沟→排至西侧站外水沟。

### (3) 道路交通

进站道路沿既有道路进行改建，进站道路改建在本工程范围内，长度约为100m，面积约400m<sup>2</sup>，设计速度15km/h。

进站道路路基宽度为4.5米，行车道宽1×3.5米，硬路肩宽为2×0.5米，行车道横坡为2.0%，硬路肩横坡为3.0%。

站内道路一般为公路型混凝土道路，路线的设计应与竖向布置相结合，其中在工艺设备区周围设置环形道路，道路宽度不小于4m，生产区内的道路转弯半径为12m；其余道路根据路面宽度和使用要求，其转弯半径为3~6m。

辅助生产区主出入口采用4m宽平开型钢大门；生产区北侧设置一处1.5m 宽2.2m 高的逃生门，供事故时紧急逃生门使用。

南郑分输站总平面布置见下图。

图 3.6-17 南郑分输站平面布置图

### 3.6.7.4 江阴分输站

本站接收南郑分输站来气，一部分越站输往下游福清联络站，其余输往江阴支线和其它预留分输用户，分输流程为：进站气体经过滤、计量、加热、调压至 4MPa 输往江阴支线。同时，本站也可以接收福清联络站方向反输来气，供应本站江阴支线和其它预留分输用户。

为满足江阴支线线路清管功能，站内设置 DN400 清管发送装置 1 套（去下游江阴支线）。

#### （一）站址

江阴分输站位于福建省福州市福清市江阴镇庄前村渔平高速 S1522 南侧，距离 S1522 渔平高速约 250m，站址所处为山岭微丘地貌，自然地形坡度约 35%，现状为树林地，地表附着物主要为树林及荒草地，进站道路主要依托站场东侧现状土路，该土路往西可延伸至站场北侧的庄前村，平均路宽约 3.5m，需对局部道路进行扩宽至 4m，整修长度约 300m。

图 3.6-18 江阴分输站区域位置图

#### （二）工艺参数及工艺流程

##### 1、设计参数

- 1) 设计压力：10MPa。
- 2) 干线设计规模：5640×10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>/d；分输用户设计规模：254×10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>/d。

运行参数详见下表：

##### 2、主要设计功能

- 1) 接收上游来气，输往下游；
- 2) 天然气过滤、计量、加热、调压、分输至下游用户；
- 3) 真空加热炉燃料自用气供给；
- 4) 预留发展用户的用气接口；
- 5) 进、出站紧急截断；
- 6) 事故状态及检维修时的放空和排污。

##### 3、工艺流程

###### 1) 正常输气流程

本站接收南郑分输站来气，一部分越站输往下游福清联络站，其余部分输往

江阴支线和其它预留分输用户。输往江阴支线的流程为：来气进站经过滤、计量、加热、调压至 4MPa 去江阴支线。

#### 2) 反输流程

本站接收福清联络站来气，供应本站南郑支线和其它预留分输用户。

#### 3) 清管流程

站内设置清管器发送流程，向下游南郑支线发动清管球。

#### 4、主要工艺设施

- 1) 卧式过滤分离器 2 台（1 用 1 备）；
- 2) 真空加热炉 3 台；
- 3) 自用气橇 1 套（真空加热炉燃料气供应）；
- 5) 计量串共 2 套（1 用 1 备）；
- 6) 调压串共 2 套（1 用 1 备）；
- 7) 放空立管 1 座；
- 8) 排污池 1 座。

### （三）总平面布置

#### （1）总平面布置

站场分为辅助生产区、生产区和放空区。辅助生产区包括综合设备间、门卫、化粪池，布置在站场西侧，靠近主入口。生产区包括工艺设备区、排污池，布置在站场内东侧。放空区布置在站场外东侧。

#### （2）竖向及排水设计

本站场竖向设计采用平坡竖向布置。竖向设计为双向坡，站场东西向中心线为最高点，坡向北侧、南侧，坡度为0.5%。

根据站场所处位置的周边情况，站场的排水方式结合竖向布置方式，选用有组织排放的方式来满足站场排雨水要求。排雨水走向为：站场建构物、设备区、场地→站内道路→围墙内排雨水沟→通过排水沟沟底泄水管散排至站外。

#### （3）道路交通

进站道路沿既有道路进行改建，部分新建，进站道路工程在本工程范围内，长度约为1200m，面积约6000m<sup>2</sup>，设计速度15km/h，采用的最大纵坡为12%。

进站道路路基宽度为4.5米，行车道宽1×3.5米，硬路肩宽为2×0.5米，行车道

横坡为2.0%，硬路肩横坡为3.0%。站场大门外设置停车场。

站内道路一般为公路型混凝土道路，路线的设计应与竖向布置相结合，其中在工艺设备区周围设置环形道路，道路宽度不小于4m，生产区内的道路转弯半径为12m；其余道路根据路面宽度和使用要求，其转弯半径为3~6m。

辅助生产区主出入口大门采用4m宽平开型钢大门；生产区东侧设置一处1.5m 宽2.2m高的逃生门，供事故时紧急逃生门使用。

江阴分输站总平面布置见下图。

图 3.6-19 江阴分输站平面布置图

### 3.6.7.5 福清联络站

本站接收江阴分输站来气，进站经分离、计量后，输往西三线福清分输站和其它预留分输用户。同时，本站也可接收西三线福清分输站方向反输来气，进站经分离、计量后，输往江阴分输站。

为满足线路清管功能，站内设置DN1000清管接收装置1套。

另外，为保证本站大输量分输用户计量精度，站内设置气质分析仪一套。

#### (一) 站址

福清联络站位于福建省福清市镜洋镇石子磊村西侧。站址现状为福清市嘉源食用菌种植农民专业合作社，需对场内建筑进行拆除，拆除面积约1730 m<sup>2</sup>。站址南侧为高山，西侧、东侧为基本农田。站址东侧为已建3m宽碎石道路，道路可延伸至镜洋镇，道路改扩建长度约350m。

图 3.6-20 福清联络站区域位置示意图

#### (二) 工艺参数及工艺流程

##### 1、设计参数

- 1) 设计压力：10MPa。
- 2) 干线设计规模：5386×10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>/d。

设计参数详见下表：

##### 2、主要设计功能

- 1) 接收上游来气（设气质分析功能），输往下游；
- 2) 天然气分离、计量、输至下游用户；
- 3) 清管器接收/发送；
- 4) 预留互联互通来气接口和发展用户的用气接口；
- 5) 进、出站紧急截断；
- 6) 事故状态及检维修时的放空和排污。

##### 3、工艺流程

###### 1) 正输流程

本站接收江阴分输站来气，进站经分离和计量后，输往西三线福清分输站。

###### 2) 反输流程

本站接收西三线福清分输站来气，进站经分离和计量后，输往江阴分输站。

### 3) 清管流程

站内设置清管器接收流程及分离流程（设置多管旋风分离器），可接收上游江阴分输站来的清管球/器。

### 4、主要工艺设施

1) 多管旋风分离器 2 台；

2) 计量橇共 5 套（正输大流量 2 用 1 备，正输小流量 1 用 1 备，反输 1 用 1 备）；

3) 清管器收发装置 1 套；

4) 放空立管 1 座；

5) 排污池 1 座；

6) 气质分析仪 1 套。

### （三）总平面布置

#### （1）总平面布置

站场分为辅助生产区、生产区和放空区。辅助生产区包括综合设备间、门卫、化粪池，布置在站场东侧，靠近主入口；生产区包括工艺设备区、排污池，布置在站场内西侧；放空区布置在站场外东南侧。

#### （2）竖向及排水设计

本站场竖向设计采用平坡竖向布置。竖向设计为双向坡，由西坡向东，由南坡向北，坡度为 1%。

根据站场所处位置的周边情况，站场的排水方式结合竖向布置方式，选用有组织排放的方式来满足站场排雨水要求。排雨水走向为：站场建构筑物、设备区、场地→站内道路→围墙内排雨水沟→排至站外水沟。

#### （3）道路交通

进站道路工程在本工程范围内，新建进站道路长度约为 60m，面积约 240m<sup>2</sup>，设计速度 15km/h。

进站道路路基宽度为 4.5 米，行车道宽 1×3.5 米，硬路肩宽为 2×0.5 米，行车道横坡为 2.0%，硬路肩横坡为 3.0%。站场大门外设置停车场。

站内道路一般为公路型混凝土道路，路线的设计应与竖向布置相结合，其中在工艺设备区周围设置环形道路，道路宽度不小于 4m，生产区内的道路转弯半

径为 12m；其余道路根据路面宽度和使用要求，其转弯半径为 3~6m。

辅助生产区主出入口大门采用 4m 宽平开型钢大门；生产区西侧设置一处 1.5m 宽 2.2m 高的逃生门，供事故时紧急逃生门使用。

福清联络站总平面布置见下图。

图 3.6-21 福清联络站平面布置图

### 3.6.7.6 阀室

本工程共设4座线路截断阀室，均为新建监控阀室，均预留分输接口，设计压力为10MPa。

各阀室选址与线路整体走向相互协调，满足线路走向路由的要求，符合当地城镇建设相关规划，尽量利用荒地，周边具备必要的道路交通条件，并能提供良好的社会依托条件和安全生产环境。4座阀室均不涉及水源保护区、风景名胜区等环境保护目标及生态保护红线，选址比较合理。

#### （一）工艺参数及工艺流程

阀室安装方式为露天安装。阀室的主要设备是由线路截断球阀、手动球阀，旋塞阀和放空立管组成。线路截断球阀执行机构为气液联动执行机构。

##### 1、主要设计功能：

- 1) 线路截断；
- 2) 预留分输接口；
- 3) 线路检修放空，或线路事故工况的紧急截断和放空；

##### 2、工艺流程

接收上游来气，经线路截断阀，输往下游，预留分输接口。

##### 3、主要工艺设施

- 1) 1#~4#阀室，每座阀室设置DN350放空立管1座。

#### （二）总平面布置

本工程线路阀室均为监控阀室。阀室内包含阀组区、橇装控制小屋、放空立管。阀室进站道路路面宽3.5m，路基宽5.5m，以方便巡检车辆通行。

图 3.6-22 1#阀室平面布置图

图 3.6-23 2#阀室平面布置图

图 3.6-24 3#阀室平面布置图

图 3.6-25 4#阀室平面布置图

### 3.6.7.7 主要设备

站场及阀室主要工艺设备见下表。

表 3.6-15 站场阀室主要工艺设备一览表

序号	设备名称	设备位(编)号	设备规格	单位	数量
一	莲峰首站				
1	清管器发送装置	PS01-1711-VL-01	P15.6MPa DN1100/DN1000×9000	套	1
二	南郑分输站				
1	放空立管	PS02-3021-FS-01	常压 DN350×20000	套	1
三	江阴分输站				
1	清管器发送装置	PS03-1712-VL-01	P10.5MPa DN500/DN400×7100	套	1
2	卧式过滤分离器	PS03-1721-VF-01、 PS03-1722-VF-01	P10.5MPa DN600×3000	套	2
3	真空加热炉	PS03-1731-HZ-01、 PS03-1732-HZ-01、 PS03-1733-HZ-01	PN10MPa 功率：350Kw	套	3
4	自用气橇	PS03-3041-UZ-01	PN12/0.4MPa Q=0~188Nm <sup>3</sup> /h	套	1
5	放空立管	PS03-3021-FS-01	常压 DN350×20000	套	1
四	福清联络站				
1	清管器接收装置	PS04-1711-VR-01	P10MPa, DN1100/1000×14650	套	1
2	旋风分离器	PS04-1721- VS-01	P10.5MPa DN1300×3000	套	1
3	旋风分离器	PS04-1722-VS-01	P10.5MPa DN1600×3500	套	1
4	放空立管	PS04-3021-FS-01	常压 DN350×20000	套	1
五	1#阀室				
1	放空立管	PV01-3021-FS-01	常压 DN350×20000	套	1
六	2#阀室				
1	放空立管	PV01-3021-FS-01	常压 DN350×20000	套	1
七	3#阀室				
1	放空立管	PV01-3021-FS-01	常压 DN350×20000	套	1
八	4#阀室				
1	放空立管	PV01-3021-FS-01	常压 DN350×20000	套	1

### 3.6.7.8 主要工程量

站场及阀室主要工程量见下表。

表 3.6-16 站场主要工程量一览表

序号	设备名称及规格	单位	合计	莲峰首站	南郑分输站	江阴分输站	福清联络站
1	清管器发送装置						
	P15.6MPa DN1100/DN1000×9000 (切)	套	1	1			
	P10.5MPa DN500/DN400×7100 (切)	套	1			1	

2	清管器收发装置						
	P10.5MPa DN1000/DN900×14650 (切)	套	1				1
3	卧式过滤分离器						
	P10.5MPa DN600×3000 (切)	套	2			2	
4	多管旋风分离器						
	P10.5MPa DN1300×3000 (切)	套	1				1
	P10.5MPa DN1600×3000 (切)	套	1				1
5	真空加热炉						
	PN10.5MPa 热负荷 350KW	套	3			3	
6	放空立管(自力式)						
	DN350×20000	套	3		1	1	1
7	计量串						
	PN10.0MPa	套	7			2	5
8	调压串						
	PN10.0MPa	套	2			2	
9	自用气橇						
	PN12.0/0.4MPa	套	1			1	
10	手动球阀						
	Class1500 6"	套	2	2			
	Class1500 4"	套	5	5			
	Class1500 2"	套	4	4			
	Class1500 1"	套	1	1			
	Class900 2"	套	1	1			
	Class600 20"	套	2				2
	Class600 16"	套	8		2	2	4
	Class600 14"	套	6		2	2	2
	Class600 12"	套	2			2	
	Class600 8"	套	10		1	7	2
	Class600 6"	套	11		1	2	8
	Class600 4"	套	33		8	13	12
	Class600 2"	套	35		3	10	22
	Class600 1"	套	11			11	
	Class150 2"	套	3		1	1	1
12	节流截止放空阀						
	Class1500 6"	套	1	1			
	Class1500 4"	套	2	2			
	Class1500 2"	套	2	2			
	Class600 8"	套	2			2	
	Class600 6"	套	2				2

	Class600	4"	套	6		2	2	2
	Class600	2"	套	26		2	4	19
	Class600	1"	套	9			9	
13	旋塞阀							
	Class600	14"	套	6		2	2	2
14	阀套式排污阀							
	Class600	8"	套	1				1
	Class600	4"	套	5			2	3
	Class600	2"	套	1			1	
15	限流孔板							
	PN15.6MPa	DN25	套	1	1			
	PN10MPa	DN100	套	2				2
	PN10MPa	DN50	套	3		1	2	

表 3.6-17 阀室主要工程量一览表

序号	设备名称及规格	单位	合计	1#阀室	2#阀室	3#阀室	4#阀室
1	放空立管(自力式)						
	DN350×20000	套	4	1	1	1	1
2	手动球阀						
	Class600 14"	套	8	2	2	2	2
	Class600 12"	套	8	2	2	2	2
	Class600 4"	套	4	1	1	1	1
	Class150 2"	套	4	1	1	1	1
3	旋塞阀						
	Class600 14"	套	8	2	2	2	2

### 3.6.8 辅助工程

#### 3.6.8.1 防腐

本工程站外埋地钢质管道防腐采用防腐层加阴极保护的联合保护法；站场、阀室内地面钢质管道及设备外表面采用涂刷涂料的方式进行保护，埋地钢质管道及设备采用防腐层+区域性阴极保护的方式进行联合保护。

线路直管、冷弯管采用三层 PE 外防腐层，热煨弯管采用双层熔结环氧粉末外防腐+聚丙烯胶粘带的复合结构进行防腐。一般线路段、定向钻穿越段采用带环氧底漆的聚乙烯热收缩带进行补口。定向钻穿越段管道推荐采用环氧玻璃钢为防护层。站场、阀室内地面管道及设备采用涂装涂料的方式进行防腐，涂层结

构为环氧富锌底漆( $\geq 60\mu\text{m}$ )—环氧云铁中间漆( $\geq 160\mu\text{m}$ )—氟碳面漆( $\geq 100\mu\text{m}$ )。涂层干膜总厚度应 $\geq 320\mu\text{m}$ 。对各站场阀室中与站外干线管径一致的埋地管道采用三层 PE 加强级外防腐层；其余管径管道采用无溶剂液体环氧涂料再外缠绕聚丙烯胶带的复合结构防腐；埋地阀门、法兰、三通等异形部件采用粘弹体防腐材料进行防腐。

**表 3.6-18 外防腐方案一览表**

序号	名称	防腐方案	补口方案
1	线路直管、冷弯管	三层 PE 外防腐层	带环氧底漆的聚乙烯热收缩带
	线路热煨弯管	双层熔结环氧粉末外防腐+聚丙烯胶粘带	
2	定向钻穿越段直管	三层 PE 外防腐层	带环氧底漆的聚乙烯热收缩带
3	站场阀室地面管道、设备	涂料	涂料
	站场阀室内与干线管道管径一致的埋地直道	三层 PE 外防腐层	带环氧底漆的聚乙烯热收缩带
	站场阀室其他埋地管道及管件	无溶剂液体环氧涂料+聚丙烯胶粘带	无溶剂液体环氧涂料+聚丙烯胶粘带
	站场阀室埋地阀门、法兰、三通等异形部件	粘弹体防腐材料	粘弹体防腐材料

### 3.6.8.2 阴极保护

本工程线路管道采用强制电流阴极保护法进行保护。为了增加本工程站场工艺管道的安全性、减少运行维护工作量、保证管道的平稳正常运行，对南郑分输站、江阴分输站、福清联络站的埋地钢质管道及设备实施区域性阴极保护，莲峰首站除进出站管道埋地外，其余工艺设施全部地面布置，故不实施区域区域性阴极保护。

管道阴极保护方案详见下表。

**表 3.6-19 阴极保护系统设置一览表**

序号	站场名称	线路阴极保护系统	区域阴极保护系统
1	莲峰首站	-	-
2	南郑分输站	-	强制电流系统
3	江阴分输站	CPS-1 线路阴极保护站	强制电流系统
4	福清联络站	-	强制电流系统
5	阀室	-	-

### 3.6.8.3 自动化控制

#### (一) 自动控制水平

本工程采用技术先进、成熟、可靠的以计算机为核心的监控和数据采集系统

(SCADA)对输气管线站场进行数据采集、监视、控制和管理。

在莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站和福清联络站设置站控系统(SCS);在线路截断阀室设置远程终端单元(RTU)。SCS和RTU完成数据采集和控制功能,并通过通信系统将数据传输至公司项目级调控中心-临时调控中心。临时调控中心完成对站场及输气管网的数据处理、监视控制、安全保护和统一调度管理。

本工程按照三级控制模式进行设计,即:

(1)第一级为调度中心控制级(本项目南郑分输站设置项目公司调控中心-临时调控中心),该级具有对各站场及阀室进行监控、调度管理和优化运行等功能。

(2)第二级为站场控制级:设置在站场、阀室的自动控制系统,是SCADA系统的基本组成部分。它可实现对站内工艺变量及设备运行状态的数据采集、监视、控制及联锁保护,并与调控中心进行实时数据交换。

(3)第三级为就地控制级:是指站内单体设备或子系统的就地独立控制,也包括就地进行开、关操作阀门的控制。当调控中心、站控制系统均失效或站场处于紧急状态时,就地控制能够保证站场工艺设备的安全运行。

正常运行时,输气管网由调度控制中心对各站场及阀室进行数据采集、监视控制和生产调度管理。当调度控制中心通信系统发生故障或系统检修时,由各站控制系统按预设程序实现对各站的监视与控制,以保证整个管道能够安全、可靠、平稳的运行。在站控制系统故障或维护的情况下,可进行就地操作。

## (二)可燃气体和火灾探测报警系统

可燃气体和火灾探测报警系统主要用于监测火灾和可燃气体泄漏,及时发现和预防火灾的发生,保证站场人身及设备的安全。

(1)发电机房设置三频红外式火焰探测器,对火灾进行监视和报警。

(2)阀室设置红外点式可燃气体探测器检测可燃气体泄露并报警。

(3)站场工艺装置区设置云台扫描式可燃气体探测器作为天然气泄漏预警使用,报警信号进BPCS系统。

(4)蓄电池间设置氢探测器检测氢气浓度并报警,并联锁风机。

(5)分析小屋内设置固定式可燃气体探测器和氧气探测器,由分析小屋供货

商配套提供。

(6) 南郑分输站厨房设置民用可燃气体报警器检测液化天然气浓度和报警，并联锁风机。

(7) 各站均配备 2 台便携式可燃气体探测器，分别为扩散式和泵吸式。

各站场和阀室控制系统设置情况如下表所示。

**表 3.6-20 控制系统设置一览表**

序号	站场名称	主要控制系统	单位	数量	备注
1	莲峰首站	安全仪表系统 (SIS)	套	1	
2	南郑分输站	基本过程控制系统 (BPCS)	套	1	
		安全仪表系统 (SIS)	套	1	
		可燃气体检测报警系统 (GDS)	套	1	
3	江阴分输站	基本过程控制系统 (BPCS)	套	1	
		安全仪表系统 (SIS)	套	1	
		可燃气体检测报警系统 (GDS)	套	1	
4	福清联络站	基本过程控制系统 (BPCS)	套	1	
		安全仪表系统 (SIS)	套	1	
		可燃气体检测报警系统 (GDS)	套	1	
5	1~4#监控阀室	远程终端单元 (RTU)	套	4	每个阀室 1 套

#### 3.6.8.4 通信

本工程沿输气管道同沟敷设硅芯管（光缆），长度约 104km，采用 24 芯管道光缆。根据管道工艺自动控制 SCADA 系统和运行管理维护对通信的要求，本工程通信工程初步设计的设计范围包括：光通信系统、备用通信系统、话音通信系统、安全防范系统、火灾自动报警系统、会议电视系统、综合布线系统、扩音系统、线路巡检系统、应急、巡线检修通信、光纤管道安全预警系统、通信机房、电源及防雷接地等。

#### 3.6.8.5 管道标志桩、警示牌、警示带等

根据《油气管道线路标识设置技术规范》（SY/T 6064-2017）的规定，管道沿线应设置以下线路标识：

里程桩：管道每公里设置 1 个，一般与阴极保护测试桩合用。

转角桩：在管道水平转角处，应设置转角桩，转角桩上要标明管线里程、转角角度等。

穿跨越桩：当管道穿（跨）越铁路、公路、河流、水渠、水塘时，应在两侧设置穿跨越桩，穿跨越桩应标明管线名称、铁路、公路或河流的名称，线路里程，穿跨越长度，有套管的应注明套管长度、规格和材质等。

交叉桩：凡是与地下管道、电（光）缆交叉的位置，应设置交叉桩。交叉桩上应注明线路里程、交叉物名称、与交叉物的关系等。

加密桩：管道正上方应每隔 50m，设置加密桩。

警示牌：管道通过学校等人群聚集场所设警示牌，管道靠近人口集中居住区、特定场所及易燃易爆场所等需加强管道安全保护的地方设警示牌（设置地点应优先考虑道路穿越处附近）。

警示带：管道沿线距管顶不小于 0.5m 处应埋设警示带，宽度为 1.25m。

本工程全线设置标志桩 2368 个，警示牌 673 个，警示带 92.87km。

### 3.6.9 公用工程

#### 3.6.9.1 给水工程

##### （一）莲峰首站

莲峰首站位于本工程配套新建的福建 LNG 接收站内，该 LNG 站已统一考虑了莲峰首站的用水需求，故首站的生产用水依托 LNG 接收站站内给水系统，不另外新增给水设施。

##### （二）南郑分输站

南郑分输站外约 500m 处有可依托的市政给水管网，根据设计文件，水量、水压和水质均能够满足本站用水要求，可作为站场水源。

拟采用 DN50 的聚乙烯管从就近的市政给水管网接管，在站外经计量后引至站内以满足生活、生产和消防用水需求。值班人员饮用水采用桶装纯净水。

##### （三）江阴分输站

江阴分输站外约 400m 处有可依托的市政给水管网，其水源由站外约 1.5km 的下塍水厂供给，根据设计文件，水量、水压和水质均能够满足本站用水要求，可作为站场水源。

拟采用 DN32 的聚乙烯管从就近的市政给水管网接管，在站外经计量后引至站内以满足生活和生产用水需求。站内人员饮用水采用桶装纯净水。

##### （四）福清联络站

福清联络站站毗邻的石子磊村建有自来水管道路，约 500m 处有可依托的市政给水管网，根据设计文件，水量、水压和水质均能够满足本站用水要求，可作为站场水源。

拟采用 DN32 的聚乙烯管从就近的市政给水管网接管，在站外经计量后引至站内以满足生活和生产用水需求。站内人员饮用水采用桶装纯净水。

#### （五）管道及阀室

新建管道及阀室无给水需求。

### 3.6.9.2 排水工程

本工程各站场排水主要为生活污水和生产废水，站内排水考虑采用清污分流方式分别处置。

#### （1）生活污水

南郑分输站、江阴分输站和福清联络站 3 座新建站场附近均无市政污水管网系统可依托，故南郑分输站站场内的生活污水通过化粪池预处理后，再排入地理式 MBR 污水处理装置进行处理，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化，当有多余回用水量时，交由当地环卫部门外运处置；江阴分输站和福清联络站生活污水极少，故重力流至化粪池内处理后，定期由环卫部门外运处置。

#### （2）生产废水

生产废水主要为清洗废水，只含少量泥沙悬浮物，设计文件中处理方式为汇入站内雨水沟排出站外。因清洗废水中仅含少量悬浮物，且废水量较少，本次环评建议清洗废水经沉淀后回用于厂区绿化。莲峰首站废水依托 LNG 接收站处理。

### 3.6.9.3 暖通工程

#### （1）莲峰首站

综合设备间设置通风与空调。

#### （2）江阴分输站

综合设备间和门卫设置通风与空调。

#### （3）福清联络站

综合设备间和门卫设置通风与空调。

#### （4）南郑分输站

综合值班室和门卫通风、空调与防排烟设计。

#### 3.6.9.4 供电工程

(1) 莲峰首站供电电源依托福建 LNG 接收站，由福建 LNG 接收站供电系统低压不同母线段引两回低压回路作为莲峰首站电源，站内设置低压配电间 1 座。为保证站内通信、仪表自动化系统重要负荷的不间断供电，设置 1 套双机并联冗余在线式不间断 UPS 供电电源系统，UPS 容量为  $2\times 10\text{kVA}$ 。UPS 与低压配电柜安装在配电室内。

(2) 南郑分输站设置  $10/0.4\text{kV}$ 、 $1\times 100\text{kVA}$  变电所 1 座，单回  $10\text{kV}$  架空 T 接线路至终端杆后改用电缆引入，包括  $10\text{kV}$  环网柜、干式变压器、低压开关柜等。变电所设置在综合设备间内，配电装置均采用户内布置型式。为保证站内通信、仪表自动化系统重要负荷的不间断供电，设置 1 套双机并联冗余在线式不间断 UPS 供电电源系统，UPS 容量为  $2\times 20\text{kVA}$ 。备用电源采用  $30\text{kW}$  柴油发电机组，柴油发电机组安装在发电机房内。

(3) 江阴分输站设置  $10/0.4\text{kV}$ 、 $1\times 80\text{kVA}$  变电所 1 座，单回  $10\text{kV}$  架空 T 接线路至终端杆后改用电缆引入，包括  $10\text{kV}$  环网柜、干式变压器、低压开关柜等。变电所设置在综合设备间内，配电装置均采用户内布置型式。为保证站内通信、仪表自动化系统重要负荷的不间断供电，设置 1 套双机并联冗余在线式不间断 UPS 供电电源系统，UPS 容量为  $2\times 15\text{kVA}$ 。备用电源采用  $30\text{kW}$  柴油发电机组，柴油发电机组安装在发电机房内。

(4) 福清联络站设置  $10/0.4\text{kV}$ 、 $1\times 80\text{kVA}$  变电所 1 座，单回  $10\text{kV}$  架空 T 接线路至终端杆后改用电缆引入，包括  $10\text{kV}$  环网柜、干式变压器、低压开关柜等。变电所设置在综合设备间内，配电装置均采用户内布置型式。为保证站内通信、仪表自动化系统重要负荷的不间断供电，设置 1 套双机并联冗余在线式不间断 UPS 供电电源系统，UPS 容量为  $2\times 15\text{kVA}$ 。备用电源采用  $40\text{kW}$  柴油发电机组，柴油发电机组安装在发电机房内。

(5) 各监控阀室设置  $10/0.4\text{kV}$ 、 $1\times 30\text{kVA}$  杆上变压器台 1 座，阀室内设置橇装式仪控房，电力、仪表、通信、阴保机柜及高频开关电源机柜集中布置在仪控橇装房内。

### 3.6.9.5 消防工程

本工程消防设计范围为沿线新建站场及新建阀室的消防部分。

根据已有资料，沿线各站社会消防力量情况如下：

莲峰首站位于东翰镇莲峰村，位于福清市消防三中队(三山中队)防护区，该中队距离站场约 20km，消防车可在 30min 内到达现场。首站同时也可依托福建 LNG 接收站站内配置的消防力量。

南郑分输站（福建省福州市福清市港头镇瑶山村东南侧约 200m）位于福清消防大队宏路中队防护区，该中队距离站场约 20km，消防车可在 30min 内到达现场。

江阴分输站（江阴镇下垅村）位于江阴镇消防中队（江阴镇荣江路）防护区，该中队距离站场约 11km，消防车可在 25min 内到达现场。

福清联络站（福清市镜洋镇石子磊村）位于福州市消防救援支队福清大队宏路中队防护区，该中队距离站场约 10km，消防车可在 20min 内到达现场。

本工程沿线各站场及阀室消防方案如下：

1) 扑灭天然气火灾的根本措施在于切断气源，各站的工艺装置已充分考虑了气源切断装置的可靠性和灵活性。

2) 莲峰首站位于 LNG 接收站的预留用地内，属于 LNG 接收站的一部分，故首站按照接收站内的工艺装置区设计消防给水系统；南郑分输站、江阴分输站及福清联络站均为五级站场，4 座监控阀室的等级低于五级站，故均不设消防给水系统。

3) 各站场及阀室的各工艺装置区及建筑物内分别配置一定数量的便携式灭火器，以扑灭初期零星火灾。

### 3.6.10 临时工程

#### 3.6.10.1 施工作业带

施工作业带占地宽度应根据现场具体情况，结合管道覆盖土层厚、沟底加宽裕量、施工便道的宽度、工程地质及水文情况等条件综合确定。根据本工程管径，沿线地形地貌等情况，确定本工程管道施工作业带 28m；对于林地段，可根据地形、地貌条件酌情适当减少宽度至 24m，以尽量减少对地表植被的破坏。本次环评建议，涉及石竹山省级风景名胜区等环境敏感区，施工方案需进一步优化，施

工作业带宽度不应超过 24m，减小对环境敏感区的影响。

表 3.6-21 施工作业带宽度一览表

	耕地	林地	备注
宽度 (m)	28	24	施工阶段，施工单位可根据具体情况适当调整。

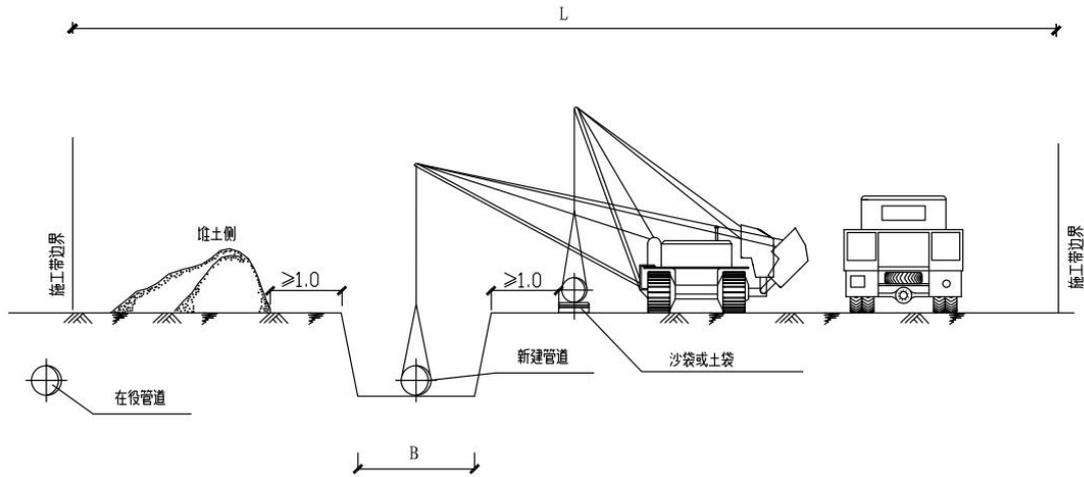


图 3.6-26 陆地段施工作业带示意图

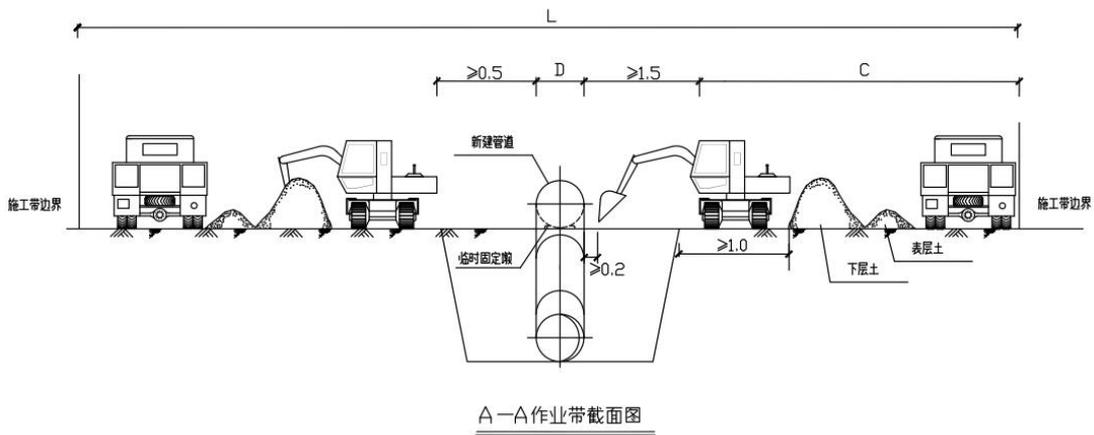


图 3.6-27 水田段施工作业带示意图

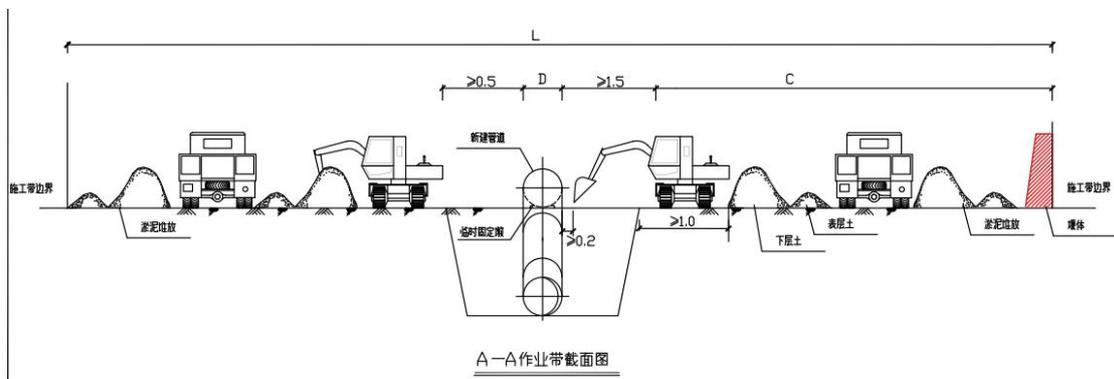


图 3.6-28 水塘段施工作业带示意图

### 3.6.10.2 施工便道

本工程管线总长约 104km，沿线周边有国道、省道、县道及乡村土路交叉并行，交通和社会依托条件较好，大多数公路可直接用于施工机械进出，因此本工程施工便道以利用原有已建乡村土路为主，对路面坑槽严重或路宽不足 3.5m 的路段需进行整修扩宽；在车辆及施工机具进入困难地段新建部分施工便道。修整及新建施工便道总长约 21.6km。

本工程管道沿线部分有乡村道路可以依托，施工便道以对沿线路面破坏严重或路宽不足 3.5m 的现有土路、碎石路进行整修扩宽为主，仅在车辆进入困难、周边无已建道路依托的地段新建施工便道，满足施工车辆通行要求。其中管线南段交通路网较为便利，周边已建道路主要为国道、省道等高等级道路；管线北段沿线地形以山区为主，周边已建道路主要为乡间土路、碎石路，部分管道作业带远离已建道路。因此本工程整修及新建施工便道主要集中在管线北段（线路里程 0~57.1km 部分）。施工便道主要工程量见下表。

表 3.6-22 施工便道主要工程量一览表

序号	项目	施工便道长度 (km)
1	新建施工便道	2.2
2	整修已建土路	19.4
合计		21.6

#### (1) 施工便道工程量

新建施工便道道路面积 9900m<sup>2</sup>；

整修路面面积 87300m<sup>2</sup>。

#### (2) 施工便道占地

施工便道总长约 21.6km，临时占地面积约为 195000m<sup>2</sup>，折合亩数 291.6 亩。

### 3.6.11 环保工程

#### 3.6.11.1 污水收集排放系统

本工程各站场污水主要为生活污水和生产废水，站内排水考虑采用清污分流方式分别处置。

##### (1) 生活污水

南郑分输站、江阴分输站和福清联络站 3 座新建站场附近均无市政污水管网系统可依托，故南郑分输站站场内的生活污水通过化粪池预处理后，再排入地埋

式 MBR 污水处理装置进行处理，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化，当有多余回用水量时，交由当地环卫部门外运处置；江阴分输站和福清联络站生活污水极少，故重力流至化粪池内处理后，用于站内绿化，或定期由环卫部门外运处置。

## （2）生产废水

生产废水主要为清洗废水，只含少量泥沙悬浮物，设计文件中处理方式为汇入站内雨水沟排出站外。因清洗废水中仅含少量悬浮物，且废水量较少，本次环评建议清洗废水经沉淀后回用于厂区绿化。莲峰首站废水依托 LNG 接收站处理。

排水部分主要设备及工程量表详见下表。

**表 3.6-23 排水部分主要设备及工程量表**

序号	名称	规格	单位	数量	备注
<b>南郑分输站</b>					
1	地埋式 MBR 污水处理装置	Q=0.5m <sup>3</sup> /h, H=20m, N=12 kW	套	1	成套供应，包含：设备主体、调节池、清水池、潜污泵、风机、风机房、水泵、膜反应器、消毒装置以及其它配套附件和电仪设备、电缆等
2	成品隔油器	Q=0.5m <sup>3</sup> /h L×B×H=(550×300×300) mm	套	1	置于室内，不锈钢材质
3	20#无缝钢管	DN32 PN1.0MPa	m	120	
4	截止阀	DN32 PN1.0MPa	个	2	
5	PVC-U 排水管材	DN100~DN50	m	80	
6	HDPE 双壁波纹管	DN200, SN8	m	200	
7	钢筋混凝土化粪池	有效容积：4m <sup>3</sup> L×B×H=(4800×1350×1750) mm	座	1	
8	钢筋混凝土污水检查井	Ø1000mm H=1500mm-2500mm	座	8	
<b>江阴分输站</b>					
1	PVC-U 排水管材	DN100~DN50	m	30	
2	HDPE 双壁波纹管	DN200, SN8	m	100	
3	钢筋混凝土化粪池	有效容积：4m <sup>3</sup> L×B×H=(4800×1350×1750) mm	座	1	
4	钢筋混凝土污水检查井	Ø1000mmH=1500mm-2500mm	座	5	
<b>福清联络站</b>					

1	PVC-U 排水管材	DN100~DN50	m	30	
2	HDPE 双壁波纹管	DN200, SN8	m	100	
3	钢筋混凝土化粪池	有效容积: 4m <sup>3</sup> L×B×H= (4800×1350×1750) mm	座	1	
4	钢筋混凝土污水检查井	Ø1000mmH=1500mm -2500mm	座	5	

### 3.6.11.2 放空立管

本工程站场及监控阀室采用放空立管进行放空，放空管参数见下表。

表 3.6-24 放空立管参数表

序号	站名	设备名称	设备规格	高度 (m)	数量
1	南郑分输站	放空立管	DN350	20	1
2	江阴分输站	放空立管	DN350	20	1
3	福清联络站	放空立管	DN350	20	1
4	1#阀室	放空立管	DN350	20	1
5	2#阀室	放空立管	DN350	20	1
6	3#阀室	放空立管	DN350	20	1
7	4#阀室	放空立管	DN350	20	1

### 3.6.12 工程占地和用海情况

#### 3.6.12.1 永久用地

本项目永久占地面积见下表。

表 3.6-25 各类永久用地明细表 (单位: 平方米)

序号	功能	用地面积			
		小计	站内用地面积	站外用地面积	其他用地
	合计	57330.5	27485.5	26704	3141
一	站场	41445.5	23845.5	17600	0
1	莲峰首站	5379	5379	0	0
2	南郑分输站	8898.5	6898.5	2000	0
3	江阴分输站	19040	5440	13600	0
4	福清联络站	8128	6128	2000	0
二	阀室	12744	3640	9104	0
1	1#阀室	2010	910	1100	0
2	2#阀室	1712	910	802	0
3	3#阀室	6710	910	5800	0
4	4#阀室	2312	910	1402	0
三	线路	3141	0	0	3141

### 3.6.12.2 临时用地

本项目临时用地面积合计 2546356m<sup>2</sup>，其中农用地 231.8673 公顷，建设用地 15.4944 公顷，未利用地 7.2739 公顷。

### 3.6.12.3 用海情况

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为“海底工程用海”中的“电缆管道用海”；根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，本项目海域使用类型为“工矿通信用海”中的“1906 海底电缆管道用海”。

本工程申请用海界址点界定和用海面积的量算由本工程施工设计方案总平面布置和各断面结构图进行确定。经界定，本项目申请“海底电缆管道”用海面积为 3.1518hm<sup>2</sup>。项目用海宗海位置图、宗海平面布置图如图 3.6-29 和图 3.6-30 所示。

申请用海期限：本项目申请“海底电缆管道”用海面积为 3.1518hm<sup>2</sup>，性质为经营性用海，用海期限为 50 年。目前海域使用论证报告已基本编制完成，拟于近期召开评审会。

### 福建LNG接收站配套外输管道工程宗海界址图

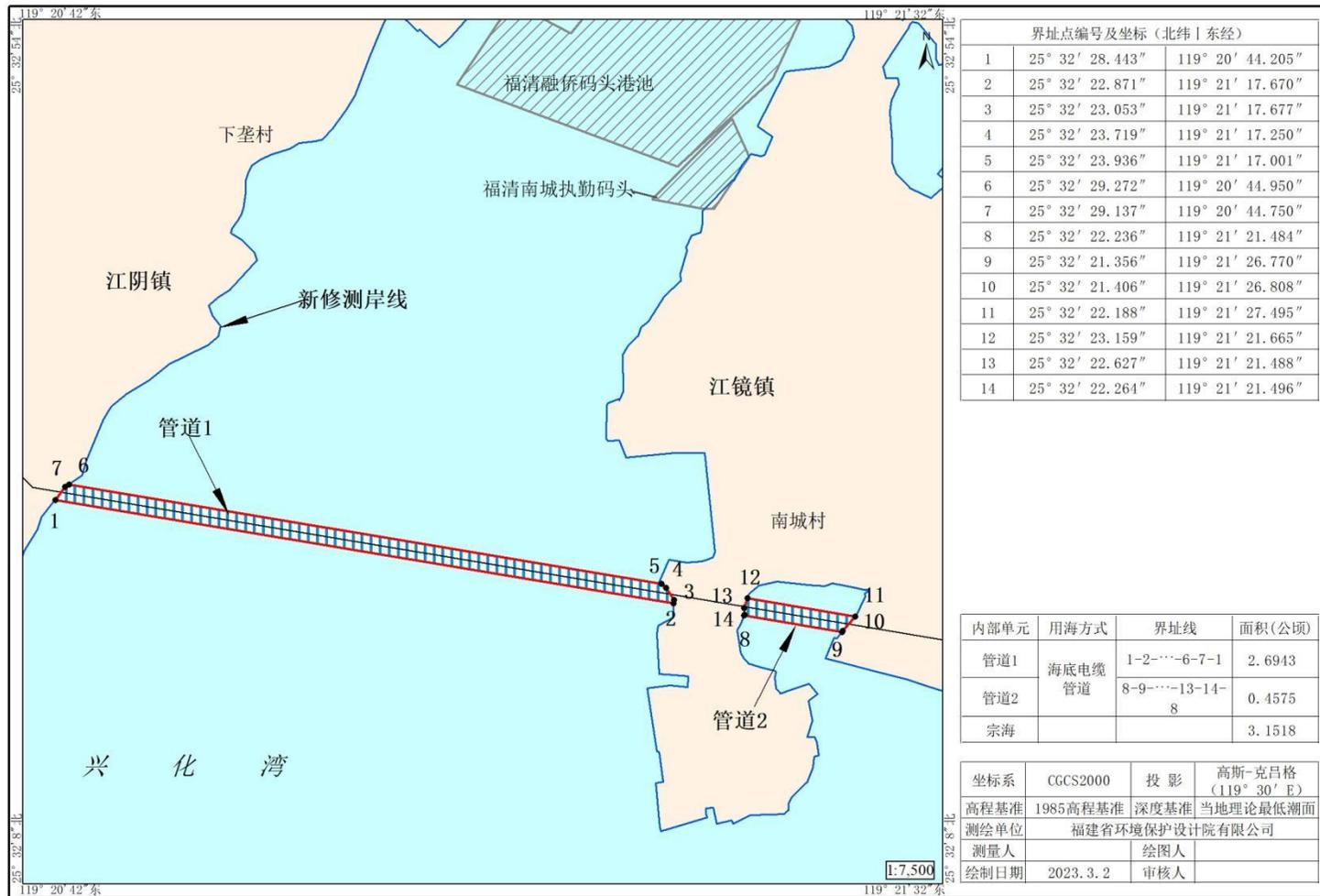


图 3.6-29 项目宗海界址图

### 福建LNG接收站配套外输管道工程宗海位置图

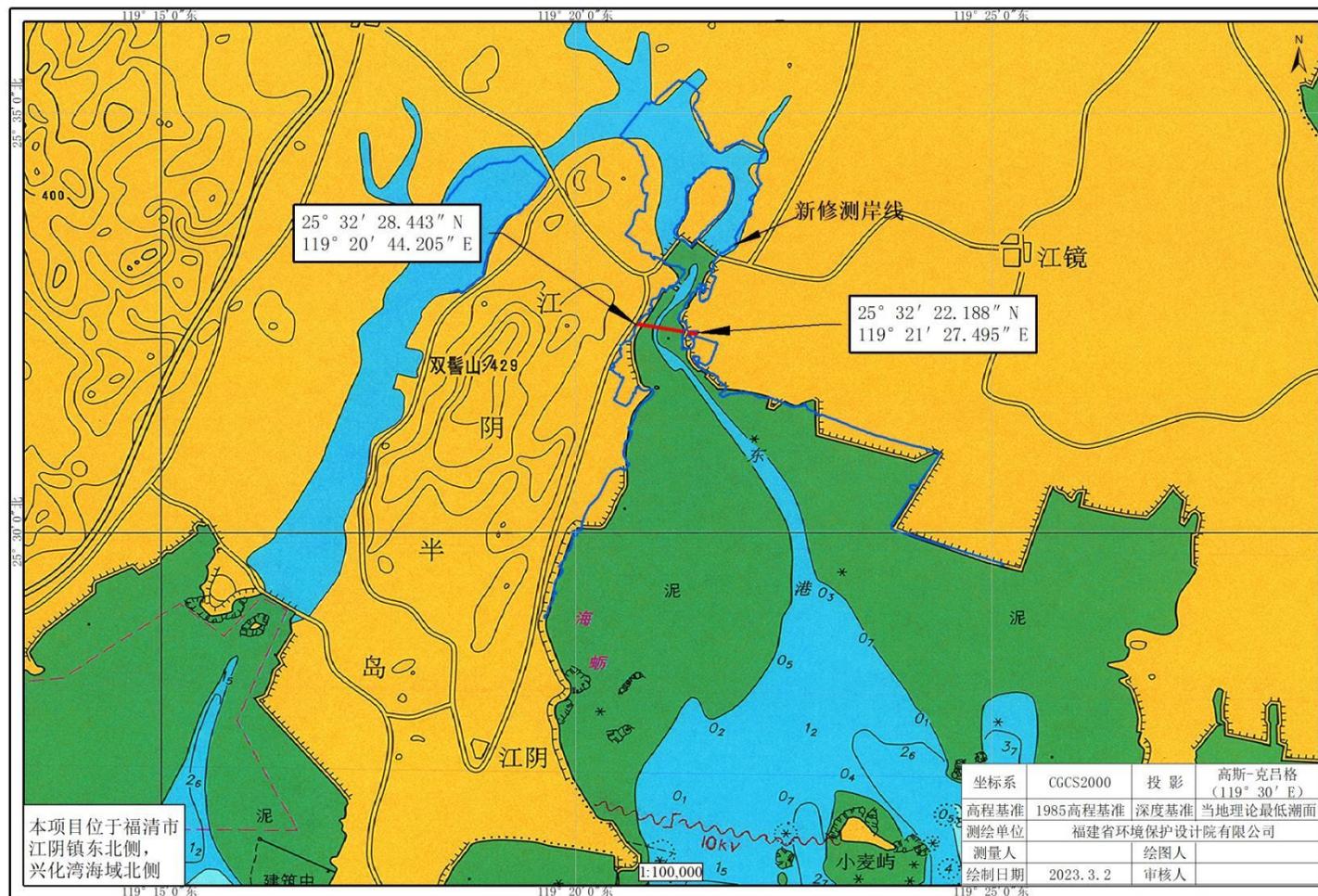


图 3.6-30 项目宗海位置图

### 3.6.13 选址选线合理性分析

#### 3.6.13.1 基本选线原则

1) 路由走向结合地形地貌、工程地质、沿线进气、供气点的地理位置以及交通运输等条件经多方案比选后，遵照当地规划要求确定；

2) 线路走向符合可行性研究报告中推荐宏观走向、充分结合当地政府部门意见；

3) 线路应尽量顺直、平缓，以缩短线路长度，并尽量减少与天然和人工障碍物交叉；

4) 尽量靠近或沿现有公路敷设（按有关规范、标准规定，保持一定间距），以便于施工和管理；

5) 河流大、中型穿越工程和输气站位置的选择，应符合线路总体走向，线路局部走向可根据河流大、中型穿越工程和输气站的位置进行调整；

6) 宜避开多年生经济作物区域和重要的农田基础设施建设设施；

7) 线路应尽量避免重要的军事设施、易燃易爆仓库、国家重点文物保护单位；

8) 考虑管道服役年限内，管道拟通过地区的可能发展变化，合理确定线位与地区等级；

9) 线路宜避开城镇规划区、飞机场、铁路车站、自然保护区、水源地等区域。当受条件限制需要在上述区域内通过时，必须征得主管部门同意，并采取安全保护措施；

10) 除管道专用的隧道、桥梁外，管线严禁通过铁路或公路的隧道、桥梁、铁路编组站、大型客运站和变电所；

11) 应尽量避免不良工程地质区、矿产资源区、严重危及管道安全的高烈度及地震频发地震区和大型活动断裂带。当受条件限制必须通过时，应采取防护措施并选择合适位置，缩小通过距离；

12) 尽量避免对自然环境和生态平衡的破坏，防止水土流失，注意有利于自然环境和生态平衡的恢复，保护沿线人文景观，使线路工程与自然环境和城市生态相协调。

#### 3.6.13.2 不同地区选线原则

##### （一）平原地区选线

(1) 线路力求顺直，缩短线路长度，节省投资，同时应考虑管线与地上、地下各类构筑物之间的距离和交叉；

(2) 应考虑城镇规划、道路规划和水利规划，尽可能不与之发生冲突；

(3) 尽量避开地下采矿区；

(4) 尽可能避开城乡人口密集聚居区；

(5) 线路尽量绕避多年生经济作物区；

(6) 城镇管线应与规划部门接洽，尽量沿城市公共管网走廊带。

## (二) 经济发达地区选线

(1) 经济发达地区的城镇地带，应掌握其规划区的资料，充分与当地主管部门沟通，获得文字性的路由批复文件；

(2) 可选择沿着交通线绿化带、不同功能区块的边界选择线位；

(3) 注意尽量不穿越靠近城镇的大块平地中部，可选择其边缘地带通过。

## (三) 高后果选线

(1) 高后果区选线首先应掌握其规划区的资料，并充分与当地主管部门沟通，结合当地规划进行管道选线，把管道线位纳入地方规划中；

(2) 在经过规划区时可选择交通线绿化带、不同功能区块的边界选择线位；

(3) 尽量避免从靠近城镇的大块平地中部通过，可选择沿现有公路、铁路和高压走廊敷设，在征得公路管理部门的同意下，尽量靠近公路控制带敷设；

(4) 沿村镇边缘地区选择线路应尽可能远离大片房屋聚集区，初设阶段还需得到乡镇同意，避免施工阶段大范围有改线；

(5) 管道应尽量远离加油站、油库等易燃易爆场所，且尽量选择从上述场所常年最大风频的下风向通过；

(6) 与医院、学校、养老院等《油气输送管道完整性管理规范》规定的特定场所间距尽量保证不小于潜在影响半径，受规划、现场地形等条件影响无法满足的，管道管道应选择远离安全通道、疏散出口的地区通过；

(7) 对难以避让的高后果区段，应提出切实可行、安全可靠的处理措施。划分时，先把高后果区列表划分，再列表划分特殊场所和密集村落、居住区；

(8) 合理优化管道路由，尽量减少高后果区的穿越长度。

## (四) 与在役管道并行地区选线

(1) 准确掌握在役管道及相关设施的位置；

(2) 并行管道的线路设计要符合地方规划，贯彻节约土地的原则。并行管道之间尽量靠近，走一个管廊，减少土地占用，同时尽量减少交叉；

(3) 不受限制地段，并行间距应满足起决定作用的管道失效而不造成其他并行管道破坏的要求，不同期建设的一般土方段并行间距不宜小于 6m，具体并行要求执行《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《油气输送管道并行敷设技术规范》（SY/T 7365-2017）；

(4) 在可形成管道通道区段，宜统筹规划管廊通道，为后续规划管道的建设和运营创造有利条件。

### 3.6.13.3 线路宏观走向

本工程线路全线位于福建省福州福清市，起点位于东瀚镇莲峰村，途经高山镇、三山镇、港头镇、江镜华侨农场、江镜镇、江阴镇、渔溪镇、宏路街道、东张镇，终点位于镜洋镇，线路总长度约 104km。管道总体呈东北-西南走向。

管道起自莲峰首站，出站后管道并行拟建 LNG 进港道路向东北敷设，途经莲峰村、西安村、船坞村、陈庄村、文山村、南庄村，在赤岭村南侧穿越 S305 省道，到达东瀚镇赤岭村 1#阀室。

管道出 1#阀室后向东北敷设，途经东庄村，穿越渔平高速，然后折向西北并行渔平高速敷设，途经小湾村、玉楼村、西郑村、洋门村，到达三山镇洋门村附近 2#阀室。

管道出 2#阀室后并行渔平高速向西北敷设，经东郭村，在塘北村穿越 S305 省道，然后继续并行渔平高速向西北敷设，途经赤坑村、道北村、北林水库，在南芦村村东南穿越渔平高速，穿越后并行渔平高速向西北敷设，在西芦村、义庄村处分别穿越渔平高速 2 次，在港头收费站西南处再次穿越渔平高速，继续并行渔平高速向西南敷设，到达港头镇瑶山村附近南郑分输站。

管道出南郑分输站后继续并行渔平高速敷设，途经洋边村，穿越连片鱼塘，到达城坂村，穿越渔平高速，后穿越连片鱼塘、两次渔平高速、工业园蓝色大道，到达吴塘村东南，之后折向西南、从郭墩村、东曾村之间向西敷设，然后折向南，绕过陈厝村，折向北，到达南城村，折向西敷设，穿越东港、S201 省道、江阴支线高速，管道向西北敷设，到达江阴镇庄前村附近江阴分输站。

管道出江阴分输站后向西北敷设。到达前林村，随后并行渔平高速敷设，穿越渔平高速，继续并渔平高速敷设，在岭下村南折向西北，在山东海村东南折向西北，再折向西南，经后崎村东南，穿越连片鱼塘，到达北郎官。向西北敷设，穿越福厦铁路，在下里村穿越 G324 国道和 G15 沈海高速。继续向西北敷设，途经南升村、下南楼村，到达渔溪镇山腰村附近 3#阀室。

管道出 3#阀室后向北敷设，在建新村穿过渔溪继续向北敷设，途经桂枝林村、西山村、木厝洋村、联华村，在黎湾村折向东北，经岭头村、安福村到达宏路街道安福村附近 4#阀室。

管道出 4#阀室后向西北敷设，途经朱山村、黄仑村，穿越龙江，到达濼底村；管道折向东北并行西三线敷设，途经上溪柄、院口村、浮山村、三分田村到达福清联络站。管道出福清联络站后，向西南，至西三线福清分输站。

本工程管道线路全长 104km。线路走向示意图见下图。



图 3.6-31 线路走向示意图

### 3.6.13.4 线路方案及环境影响比选

本工程约 14km 并行规划 LNG 进港路，约 50km 管道并行渔平高速，约 10.5km 并行已建西三线管道，本项目对局部路由方案及环境影响进行比选。局

部路由方案比选汇总见下表。

**表 3.6-26 局部路由方案及环境影响比选一览表**

序号	区段/桩号	行政区划	比选优化原因
1	AA001~AA153	东瀚镇	并行 LNG 进港路敷设，优化管线路由
2	AA160~AA169	东瀚镇、高山镇	减少涉及基本农田的面积
3	AA174~AA181	高山镇	优化后管线路由大大缩短，减少环境影响
4	AA258~AA259	江镜镇	避让基围虾养殖棚
5	AA274~AA275	江阴镇	避让高速公路涵洞
6	AA276~AA283	渔溪镇、江阴镇	避让海岸线，减少环境影响
7	AA293~AA294	渔溪镇	避让高压电力线塔，保证安全距离
8	AA314~AA335	渔溪镇	避让灵石山林场
9	AA325~AA423	渔溪镇、东张镇、镜洋镇	避让人口密集区域

### 3.6.13.5 AA001 号桩~AA153 号桩段方案比选

#### (1) 方案比选

该段线路并行 LNG 进港道路及配套 110kV 电力线，初步设计阶段与 LNG 进港道路及配套 110kV 电力线设计单位进一步结合，基于进港道路及 110kV 电力线最新方案，根据《福建 LNG 接收站项目“三线并行段”设计协调会会议纪要》（FJLNG-A-MOM-0007）：“管道距离 110kV 电力线接地体不小于 10m，即接地体距离进港道路边线不小于 15m。管道距离最新的进港道路边线不小于 3m。”初步设计路由方案据上述要求进行调整。

调整前方案：线路起自 AA001 号桩，走向呈南向北方向，沿当时暂定的 LNG 进港道路敷设，至 AA153 号桩。线路全长约 13.8km。

调整后方案：线路起自 AA001 号桩，走向呈南向北方向，沿最新的 LNG 进港道路及配套 110kV 电力线路由方案并行敷设，至 AA153 号桩。线路全长约 14km。



图 3.6-32 可研与初设路由示意图（红线：初设路由；蓝线：可研路由）

### (2) 方案比选结果

为节约用地，管道并行 LNG 进港道路及配套 110kV 电力线敷设，进行管道路由的优化。

#### 3.6.13.6 AA160 号桩~AA169 号桩段方案比选

##### (1) 方案比选概述

AA160 号桩~AA169 号桩段路由拟选定两个方案，即方案一沿田乾西侧、东庄村东侧、渔平高速北侧敷设方案；方案二沿北楼村东侧、东庄村西侧、门头村东侧敷设方案；比选方案段路由宏观走向示意图如下。



图 3.6-33 AA160~AA169 号桩段路由方案比选走向示意图

方案一：管道起自 1# 阀室（AA160 号桩），向东北经田乾西、东庄村东，穿越渔平高速后，并行渔平高速向西北敷设，到达比选终点（AA169 号桩），线路长度约 4.5km。本方案施工期临时用地涉及基本农田面积度较小；而且并行规划道路，并获得当地规划部门同意。但管线线路长度长。

方案二：管道起自 1# 阀室（AA160 号桩），向西北经北楼下村、东庄村西、门头村东，穿越渔平高速后到达比选终点（AA169 号桩），线路长度约 4.1km。本方案管道线路较短。但穿越工程较多，沿线地形起伏大，施工期临时用地涉及基本农田面积较大。

方案一和方案二的主要工程量及投资比较见表 3.6-27，主要优缺点比较见表 3.6-28。

表 3.6-27 主要工程量及投资比较表

序号	项目		单位	方案一	方案二
1	线路长度		km	4.5	4.1
3	地貌划分	平原	km	3.2	2.8
		丘陵	km	1.3	1.3
4	管道焊接	D1016×21.0 L485 直缝埋弧焊钢管管道	km	4225	3836
		D1016×26.2 L485 直缝埋弧焊钢管热煨弯管 (R=6D, α=45°)	km	275	264
5	高后果区长度		km	0.4	0.8
6	水域穿越	鱼塘	m/处	—	100/1
7	公路穿越	顶管穿越高速	m/处	80/1	80/1
		乡村水泥路穿越 (顶管)	m/处	80/4	20/1
		土路、碎石路 (开挖加盖板)	m/处	—	160/8
8	土石方	土方	m <sup>3</sup>	20051	19119
		石方	m <sup>3</sup>	10026	9559
		回填细土	m <sup>3</sup>	2580	2351
9	作业带经济作物赔偿	农田	m <sup>2</sup>	30800	42200
		林地	m <sup>2</sup>	59080	72100
10	管道永久征地		m <sup>2</sup>	100	104
11	施工临时占地		m <sup>2</sup>	126000	114800
12	管材	D1016×21.0 L485 直缝埋弧焊钢管	t	2179.7	1978.8
		D1016×23.8 L485 直缝埋弧焊钢管	t	160.2	153.5
13	工程费用		万元	4494.9	4408.3

表 3.6-28 两方案优缺点对比表

项目	方案一	方案二
优点	1、涉及基本农田面积较少； 2、并行渔平高速，并获得规划部门同意； 3、穿越工程较少。	1、线路长度较短； 2、工程费用较低。
缺点	1、线路长度较长； 2、工程费用较高。	1、地形起伏较大； 2、涉及基本农田面积较多。 3、穿越工程较多。
环境影响比选	涉及基本农田面积较少，对环境的影响较小	涉及基本农田面积较多，对环境的影响较大
推荐意见	<b>推荐</b>	

(2) 方案比选结果

方案一虽然线路长度较方案二长 0.4km，但涉及基本农田少，对环境的影响较小，且并行渔平高速公路，符合福清市政府用地规划要求，因此，本工程推荐方案一。

3.6.13.7 AA174 号桩~AA181 号桩段方案比选

(1) 方案比选概述

AA174 号桩~AA181 号桩段路由拟选定两个方案，即方案一管道沿渔平高速

公路向西敷设，约 600m 后折向西北，沿洋门村村中公路敷设，穿越洋门村后，折向西南，至渔平高速公路，继续沿高速向西敷设；方案二管道向北敷设，经前林村西，西郑村东，在西郑村北折向西，在后耀村北折向东南，经洋门村西，至渔平高速公路。



图 3.6-34 AA174 号桩~AA181 号桩段路由方案比选走向示意图



图 3.6-35 洋门村走向及拆迁位置示意图

方案一：管道起自 AA174 号桩，沿渔平高速公路向西敷设，约 600m 后折向西北，敷设约 500m 后，顶管穿越洋门村村中公路及两侧民房，而后折向西南，至 AA181 号桩，线路长度约 2km。本方案并行渔平高速公路为主，并获得当地规划部门同意，线路长度相对较短，但是存在三处拆迁，面积总计约 1000m<sup>2</sup>。

方案二：管道起自 AA174 号桩，向北敷设，经前林村西，西郑村东，在西郑村北折向西，在后耀村北折向东南，经洋门村西，至 AA181 号桩，线路长度约 3.5km。本方案虽然没有拆迁，但是存在穿越大量鱼塘，距离海岸线较近（最近处约 50m）、沿线地形起伏较大、穿越风力发电场地等情况。

方案一和方案二的主要工程量及投资比较见表 3.6-29，主要优缺点比较见表 3.6-30。

表 3.6-29 主要工程量及投资比较表

序号	项目		单位	方案一	方案二
1	线路长度		km	2	3.5
3	地貌划分	平原	km	2	2.5
		丘陵	km	—	1
4	管道焊接	D1016×21.0 L485 直缝埋弧焊钢管管道	m	1872	3276
		D1016×26.2 L485 直缝埋弧焊钢管热煨弯管 (R=6D, α=45°, 5.79m/个)	m	128	224
5	高后果区长度		km	2	3.5
6	水域穿越	鱼塘 (开挖)	m/处	—	500/5
7	公路穿越	乡村水泥路穿越 (顶管)	m/处	60/3	100/5
		土路、碎石路 (开挖加盖板)	m/处	50/5	80/8
8	一般段顶管		m/处	150/1	—
9	土石方	土方	m <sup>3</sup>	19630	34355
		石方	m <sup>3</sup>	5745	10050
		回填细土	m <sup>3</sup>	3200	500
10	植被	农田	m <sup>2</sup>	12000	60000
		林地	m <sup>2</sup>	42000	14000
		鱼塘	m <sup>2</sup>	—	15000
11	拆迁 (民房)		m <sup>2</sup>	1000	—
12	管道永久征地		m <sup>2</sup>	20	35
13	施工临时占地		m <sup>2</sup>	54000	89000
14	管材	D1016×21.0 L485 直缝埋弧焊钢管	t	964.65	1688.13
		D1016×23.8 L485 直缝埋弧焊钢管	t	74.55	130.45
15	工程费用		万元	2573	2993

表 3.6-30 两方案优缺点对比表

项目	方案一	方案二
优点	1、并行渔平高速，并获得规划部门同意； 2、鱼塘、林地穿越较少； 3、线路长度较短； 4、工程费用较低； 5、使用顶管，降低影响。	1、无拆迁； 2、沿线不存在高后果区中的特定场所。
缺点	1、存在三处拆迁，合计约 1000m <sup>2</sup> 。征地协调难度大。 2、管道从村中间通过，形成高后果区中的特定场所。	1、沿线地形起伏较大； 2、鱼塘、林地穿越较多； 3、线路长度较长； 4、工程费用较高。
环境影响比选	虽涉及三处拆迁，但线路长度较短，施工过程中对环境的影响较小。	线路长度较长，施工过程中对环境的影响较大。
推荐意见	<b>推荐</b>	

(2) 方案比选结果

方案二虽然没有拆迁，但是由于鱼塘及林地穿越较多，线路较长，工程费用较高，方案一虽然有三处拆迁，但是线路长度较短，施工过程中对环境的影响较小，线路并行渔平高速公路，符合福清市政府用地规划要求，且通过顶管施工，进一步降低对周边的影响，因此，本工程推荐方案一。

3.6.13.8 AA258 号桩~AA259 号桩段方案比选

(1) 方案比选概述

该段线路位于江镜镇陈厝村西侧，原可研线路由基围虾养殖棚下方通过，现场协调难度极大，经现场踏勘后，提出避让基围虾养殖棚的初步设计路由方案。

调整前方案：管道起自 AA258 号桩，由南向北，穿越基围虾养殖棚，至 AA259 号桩，线路长度约 0.6km。

调整后方案：管道起自 AA258 号桩，由南向北，从东侧避让基围虾养殖棚，至 AA259 号桩，线路长度约 0.6km。



图 3.6-36 可研与初设路由示意图（红线：初设路由；蓝线：可研路由）

优化方案和可研方案主要工程量及优缺点比较详见下表。

表 3.6-31 主要工程量及优缺点比较表

序号	项目		可研方案	初设方案
1	线路长度 (km)		0.6	0.6
2	用管		D1016×21 L485 直缝埋弧焊 钢管	D1016×21 L485 直缝埋弧焊 钢管
3	河流、沟渠穿越 (m/处)		30/1	30/1
4	地貌单元	平原 (km)	0.6	0.6
5	植被	农田 (km)	0.2	0.1
		鱼塘 (km)	0.2	0.5
		基围虾养殖棚 (km)	0.2	—
6	投资估算 (万元)		1100	905

7	优缺点对比	优点	贴近乡村道路敷设，利于施工。	线路避让基围虾养殖棚，降低对基围虾养殖棚的影响。
		缺点	线路穿越基围虾养殖棚，涉及对基围虾养殖棚的影响。	线路穿越大连鱼塘。

### (2) 方案比选结果

由上表可见，初设方案虽然穿越大量鱼塘，但线路避让了基围虾养殖棚，降低对基围虾养殖棚的影响，并减小了协调难度。

综上，选择初设方案作为本段线路的推荐路由。

### 3.6.13.9 AA274 号桩~AA275 号桩段方案比选

#### (1) 方案比选概述

该段线路位于江阴镇瓦窑厝村西侧，原可研线路由穿越渔平高速与高速涵洞有交叉，根据同类型项目经验，高速主管部门不允许在涵洞下穿越。

经现场踏勘后，提出对高速涵洞进行避让的初步设计路由方案。



图 3.6-37 可研与初设路由示意图（红线：初设路由；蓝线：可研路由）

调整前方案：管道起自 AA274 号桩，由南向北穿越渔平高速，与涵洞有交叉，至 AA275 号桩，线路长度约 0.2km。

调整后方案：管道起自 AA274 号桩，由南向北，从西侧避让涵洞，至 AA275 号桩，线路长度约 0.2km。

#### (2) 方案比选结果

根据高速公路部门要求，管道穿越需避让开高速涵洞，满足高速公路主管部门要求，故选择初设方案作为本段线路的推荐路由。

### 3.6.13.10 AA276 号桩~AA283 号桩段方案比选

#### (1) 方案比选概述

西港穿越位于渔溪镇北郎官村附近，管道沿线主要为人工养殖鱼塘以及山丘上自然分布的松树、灌木。根据现场情况和线路走向，西港穿越处西侧为北郎官村，东侧为岭下村，结合地表附着物、海岸线情况，提出两处穿越位置。



图 3.6-38 西港穿越位置示意图

南线方案：管道起自岭下村南，管道继续向西，穿越海岸线后，至北郎官村西，管道长度约 3200km，其中海岸线穿越长度约 1500m。

北线方案：管道起自岭下村南，管道折向北，从北部避让海岸线后，折向西南，至北郎官村西，管道长度约 4800km，其中定向钻长度约 1630m。

#### (2) 方案描述

南线方案穿越海岸线，考虑海岸线穿越协调难度大，拟采用方案一定向钻加开挖、方案二钻爆隧道、方案三全部开挖穿越海岸线。

北线方案避让海岸线，考虑连片鱼塘，拟采用方案四定向钻方式穿越连片鱼塘。

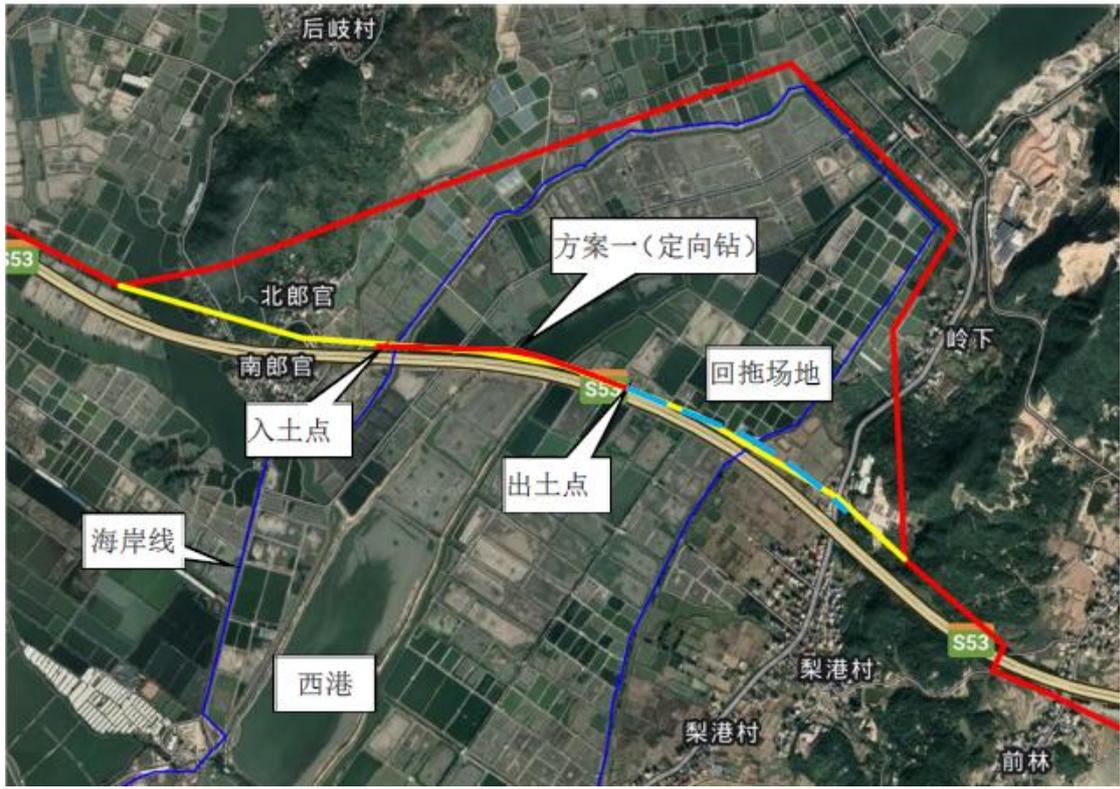


图 3.6-39 西港穿越方案一示意图



图 3.6-40 西港穿越方案二示意图



图 3.6-41 西港穿越方案三示意图



图 3.6-42 西港穿越方案四示意图

表 3.6-32 西港穿越方案比较表

	方案一	方案二	方案三	方案四
管道管径	D1016mm	D1016mm	D1016mm	D1016mm
线路长度 (m)	3200	3200	3200	4800
定向钻长度 (m)	800	—	—	1630
钻爆隧道长度 (m)	—	1500	—	—
一般段长度 (m)	2400	1700	700	2370
水塘开挖穿越 (m)	900	—	2500	800
竖井	—	φ12.5m×15m+φ10m×15m	—	—
隧道尺寸	—	3m×3m	—	—
工期 (月)	11	11	11	12
地质情况	表层素填土, 下层凝灰岩。	表层素填土, 下层凝灰岩。	表层素填土, 下层凝灰岩。	表层素填土, 下层凝灰岩。
投资估算 (万元)	6216	7368	4162	9980

表 3.6-33 各方案优缺点对比表

项目	方案一	方案二	方案三	方案四
优点	1.线路长度较短; 2.施工工期较短; 3.工程费用较低。	1.线路长度较短; 2.施工工期较短; 3.施工难度小, 风险低; 4.光缆无需单独施工。	1.线路长度较短; 2.施工工期较短; 3.施工难度小, 风险低。	1.避让海岸线, 协调难度低。
缺点	1.穿越海岸线, 协调难度大; 2.光缆需单独施工。	1.穿越海岸线, 协调难度大; 2.工程费用较高。	1.穿越海岸线, 协调难度大; 2.开挖穿越, 生态影响大。	1.工程费用较高; 2.施工工期较长; 3.施工难度大; 4.光缆需单独施工。
环境影响比选	穿越海岸线, 对海洋环境的影响较大, 地层岩石强度高, 施工期不确定性高, 工期拖延的可能性大, 造成对环境的影响变大。	穿越海岸线, 对海洋环境的影响较大, 地层岩石强度高, 施工期不确定性高, 工期拖延的可能性大, 造成对环境的影响变大, 且公路用地外缘起向外 100 米范围内严禁爆破。	开挖方式穿越海岸线, 对海洋环境的影响较大。	避让海岸线, 对海洋环境的影响较小。
推荐意见				推荐

(3) 方案比选结果

方案一虽然定向钻穿越主河道, 但是地层岩石强度高, 实施难度大, 且还有部分海岸线需开挖穿越, 协调难度大, 不可确定性高; 方案二虽然采用钻爆隧道方式非开挖穿越全部海岸线, 但是穿越海岸线路由唯一性不充分, 不可确定性高, 且不满足《公路安全保护条例》关于公路用地外缘起向外 100 米范围内严禁爆破

的要求；方案三虽然工程投资低，但是采用开挖穿越全部海岸线，协调难度大，本方案穿越海岸线路由唯一性不充分。方案四虽然线路长度长，但是有效的避绕了海岸线，协调难度低，且取得政府主管部门的批复意见。因此，本工程推荐方案四。

### 3.6.13.11 AA293 号桩~AA294 号桩段方案比选

#### (1) 方案比选概述

该段线路位于渔溪镇北下里村西，原可研线路由靠近 110kV 电力线塔过近，现场施工安全风险及管道安全运行风险较大。经现场踏勘后，提出避绕电力线塔的初步设计路由方案。

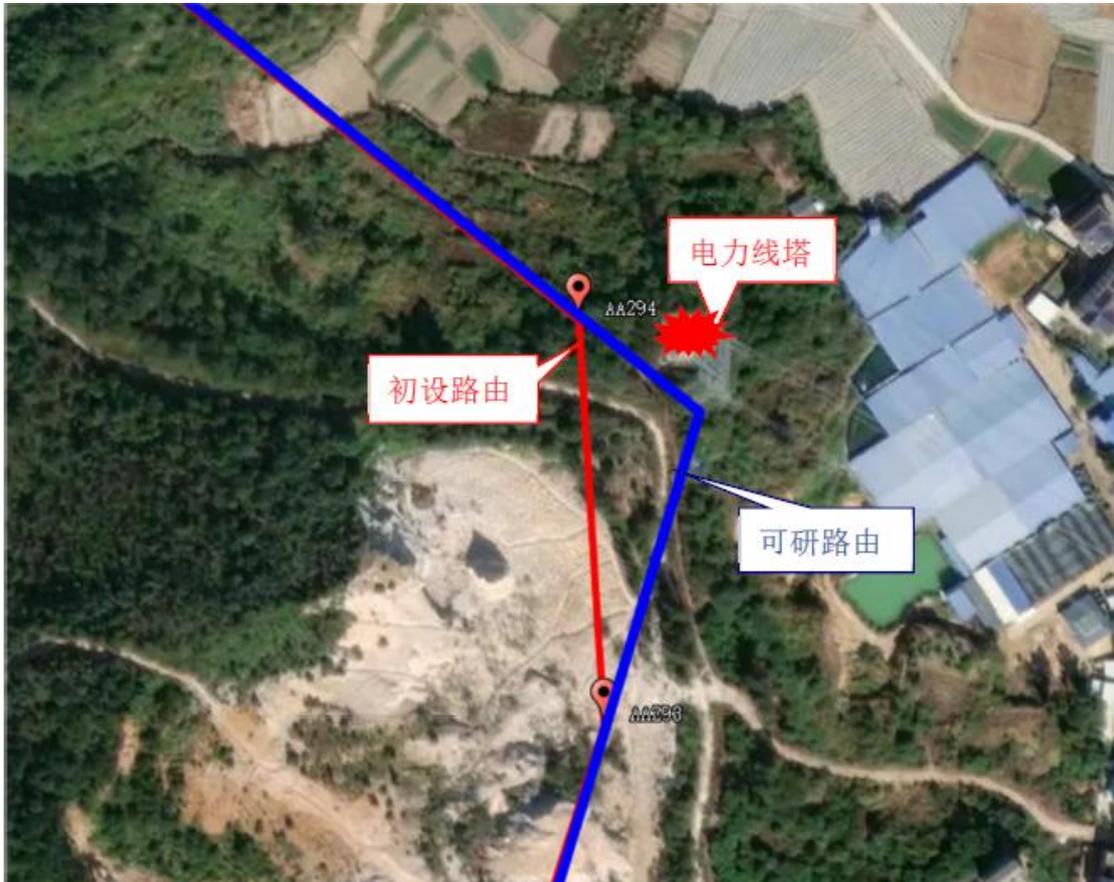


图 3.6-43 可研与初设路由示意图（红线：初设路由；蓝线：可研路由）

调整前方案：管道起自 AA293 号桩，由西南向东北，再折向西北，至 AA294 号桩，线路长度约 0.3km。

调整后方案：管道起自 AA293 号桩，由西南向北，再折向西北，至 AA294 号桩，线路长度约 0.2km。

优化方案和可研方案主要工程量及优缺点比较详见下表。

表 3.6-34 主要工程量及优缺点比较表

序号	项目		可研方案	初设方案
1	线路长度 (km)		0.3	0.2
2	用管		D1016×21 L485 直缝埋弧焊钢管	D1016×21 L485 直缝埋弧焊钢管
3	地貌单元	低山 (km)	0.3	0.2
4	植被	林地 (km)	0.3	0.2
5	投资估算 (万元)		1100	905
6	优缺点对比	优点	地形起伏相对较小。	线路距离电力线塔较远。
		缺点	线路距离电力线塔较近, 施工安全风险及管道安全运行风险较大。	地形起伏相对较大。

(2) 方案比选结果

由上表可见, 初设方案地形起伏较大, 但线路避绕了电力线塔, 施工安全风险及管道安全运行风险降低。综上, 选择初设方案作为本段线路的推荐路由。

3.6.13.12 AA314 号桩~AA335 号桩段方案比选

(1) 方案比选概述

根据线路总体走向及现场踏勘调研情况, 结合地表植被分布、交通依托、施工条件, 提出三个比选方案。

方案一: 管道起自渔溪镇黎湾村, 管道折向东, 经岭头、安福, 折向北, 在朱山折向西, 至后洋村, 线路全长 9km。

方案二: 管道起自渔溪镇黎湾村, 管道折向东, 在岭头折向北, 在香城水库东, 采用隧道向北, 至朱山西, 再折向折向西, 至后洋村, 隧道长度约 1.5km, 线路全长 7.5km。

方案三: 管道起自渔溪镇黎湾村, 管道向西北, 采用钻爆隧道穿越灵石山后, 到达后洋村, 隧道长度约 4km, 路全长 4.2km。

比选方案段路由走向示意图如下。



图 3.6-44 灵石山段路由走向示意图

方案工程量及优缺点对比，见表 3.6-35 和表 3.6-36。

表 3.6-35 主要工程量及投资比较表

序号	项目		单位	方案一	方案二	方案三
1	线路长度		km	9	7.5	4.2
2	地貌划分	平原	km	2	2	-
		丘陵	km	7	5.5	4.2
3	管道焊接	D1016×21.0 L485 直缝埋弧焊钢管	km	9	7.5	4.2
4	一般段	农田	km	2	2	-
		林地	km	7	5.5	4.2
	穿越	钻爆隧道(3m×3m)φ12.5m×15m+φ10m×15m	km	-	1.5	4.2
5	公路穿越	乡村水泥路穿越(顶管)	m/处	100/5	100/5	40/2
		土路、碎石路(开挖加盖板)	m/处	100/10	100/10	30/3
6	土石方	土方	m <sup>3</sup>	24300	10200	600
		石方	m <sup>3</sup>	72900	33000	1800
		回填细土	m <sup>3</sup>	58400	28000	1500
7	管道永久征地		m <sup>2</sup>	90	75	42
8	施工临时占地		m <sup>2</sup>	180000	140000	9000
9	工程费用		万元	10260	12610	15120

表 3.6-36 各方案优缺点对比表

项目	方案一	方案二	方案三
优点	1、避让灵石山林场； 2、开挖施工，施工难度低； 3、施工工期较短； 4、工程费用较低。	1、线路长度较长； 2、林地占用较多。	1、线路长度最短； 2、林地占用较少。

缺点	1、线路长度较长； 2、林地占用较多。	1、施工工期较长； 2、钻爆隧道施工难度及风险较大； 3、工程费用较高。	1、施工工期最长； 2、钻爆隧道施工难度及风险较大； 3、工程费用最高。
环境影响比选	避让灵石山林场，施工期短，对环境的影响较小。	涉及灵石山林场，施工期较长，对环境的影响较大。	涉及灵石山林场，施工期最长，对环境的影响较大。
推荐意见	<b>推荐</b>		

## (2) 方案比选结果

方案三虽然采用钻爆隧道穿越灵石山林场，林地占用少，线路长度最短，但是钻爆隧道施工工期长，难度大，风险高，费用最高。方案二虽然采用开挖及钻爆隧道穿越灵石山林场，林地占用少，线路长度较短，但是钻爆隧道施工工期长，难度大，风险高，费用最高，且距离香城水库较近，安全及环保风险高。方案一虽然线路长度长，但是避让了灵石山林场，施工难度低，施工期短，对环境的影响较小，工程费用低，且已取得主管部门同意。因此，本工程推荐方案一。

### 3.6.13.13 AA325 号桩~AA423 号桩段方案比选

该段线路涉及涉及东张水库水源保护区、石竹山风景名胜区，未涉及东张水库省级重要湿地。经咨询石竹湖水利风景区管委会、福建省水利水电勘测设计研究院等单位，表示可能由于编制时间较早，未了解到《福建东张水库石竹湖国家水利风景区建设规划》相关情况，水利风景区的范围应与东张水库重要湿地的范围基本一致，因此本项目亦不涉及水利风景区。涉及路段主要为低山丘陵、平原和水网地貌，局部地形起伏大。线路受群山环绕、东张镇周边村落、现状旅游区域限制等。项目所在区域临近道路，交通条件相对良好。

#### (1) 方案比选概述

综合各受控因素并根据现场实际踏勘情况，项目选择方案一、方案二及方案三进行线路比选和合理性分析。

方案一：管道起自 4# 阀室，向东北敷设途经岭头隔村、安福村、进入石竹山省级风景区，继续向北，并行海油管网敷设，穿越高干渠 2 次，龙江 1 次，途经真封村，在五里桥附近折西北铺设，途经东风村、下坪村、玉埔村、竹脚到达比选终点福清联络站，线路长度约 17km。沿线地形地貌主要为山地和低丘陵，地表状况主要为农田和林地，在景区内管线约 10.01km。

方案二：管道起自 4# 阀室，向西北敷设途经朱山村、黄仑村，然后折向东北并行西三线敷设 10.5km，途经上溪槿、上太、三分田到达终点福清联络站，线路长度约 24km。沿线地形地貌主要为山地和低丘陵，地表状况主要为农田和林地，在景区内管线约 12.69km。

方案三：管道起自 4# 阀室，向西北敷设途经岭头 隔村、安福村、进入石竹山省级风景区，继续西，途经后乾村、山腰村，折向北，经芦岭村、东坪院村，折向东，并行西三线敷设，途经井尾村、濑底村、上溪槿、上太、三分田到达比选终点福清联络站，线路长度约 37km。沿线地形地貌主要为山地和低丘陵，地表状况主要为农田和林地。



图 3.6-45 AA325 号桩~AA423 号桩比选方案路由走向示意图

方案工程量及优缺点对比，见表 3.6-37 和表 3.6-38。

表 3.6-37 主要工程量及投资比较表

序号	项目	单位	方案一	方案二	方案三
1	线路长度	km	17	24	34
2	地貌划分	平原	3.7	5	5
		丘陵	3.9	4.8	5

序号	项目		单位	方案一	方案二	方案三
		山地	km	9.4	14.2	24
3	管道焊接	D1016×21.0 L485 直缝埋弧焊钢管管道	km	15.8	11.6	24
		D1016×21.0 L485 螺旋缝埋弧焊钢管管道	km	—	10.5	10
		D1016×23.8 L485 直缝埋弧焊钢管热煨弯管 (R=6D, α=45°)	km	1.2	1.9	2.8
4	公路穿越	县道	m/次	30/1	60/2	60/2
		石竹路	m/次	30/1	—	—
		乡村水泥路穿越 (顶管)	m/次	160/8	220/11	300/15
		乡村碎石路 (开挖加盖板)	m/次	440/22	380/19	500/25
5		河流穿越 (顶管)	m/次	290/4	152/2	152/2
6		困难地段长度	km	10.8	15.2	20
7		高后果区长度	km	11.1	0.5	0.5
8	土木	土方	m <sup>3</sup>	77830	109440	164200
		石方	m <sup>3</sup>	38920	54720	82100
		回填细土	m <sup>3</sup>	9750	13760	20700
9	水工保护	浆砌石	m <sup>3</sup>	18962	26770	41000
		生态袋	m <sup>3</sup>	2169	3062	4600
		混凝土	m <sup>3</sup>	4152	5861	8790
		干砌石	m <sup>3</sup>	4254	6007	9012
10		拆迁	m <sup>3</sup>	100	100	150
11		迁坟	座	130	10	20
12		管道永久征地	m <sup>2</sup>	550	720	1050
13		施工临时占地	m <sup>2</sup>	476000	380700	1008000
14		工程费用	万元	17633.2	26449.8	39674.8

表 3.6-38 两方案优缺点对比表

项目	方案一	方案二	方案三
优点	1、线路长度较短； 2、工程费用较低。	1、沿线人口相对较少，距离市区较远，距离高铁站及高铁小镇较远； 2、沿线人口密集型高后果区相对较少； 3、对景区核心景点影响较小； 4、临时占用施工用地最少。	1、沿线人口相对较少，距离市区较远，距离高铁站及高铁小镇较远； 2、沿线人口密集型高后果区相对较少； 3、对景区核心景点影响较小。
缺点	1 沿线人口密集，距离市区较近； 2、通过石竹山省级风景名胜区，施工期对景观影响较大； 3、通过东张水库二级水源地； 4、沿线人口密度大，高后果区多； 5、距离高铁及高铁小镇较近。	1、线路长度较长； 2、通过东张水库二级水源地； 3、路由通过石竹山省级风景名胜区； 4、工程费用较高。	1、线路长度最长； 2、路由通过东张水库二级水源地； 3、路由通过石竹山省级风景名胜区； 4、工程费用最高。
环境	距离景区景点较近，距离高铁及	临时占用施工用地最少，对生	线路长度最长，施工临

影响 比选	高铁小镇较近，对景区环境及周边环境影响较大	态影响也最小，距离市区与景区较远，对景区环境影响较小	时占地最多，施工期较长，对环境的影响较大
推荐 意见		<b>推荐</b>	

## (2) 方案比选结果

方案一虽然长度较短，但沿线距离沈海高速、高铁还有市区较近，人口较为密集，建设协调难度与管道安全运行风险较大；方案二虽然线路长度长，但管道沿线人口分布较少，临时占用施工用地最少，对生态影响也最小，距离市区与景区较远，对景区整体美观影响较小，且取得福清市发改部门同意。方案三线路长度最长，施工临时占地最多，工程投资最高施工工期最长，对环境的影响较大。因此，本工程推荐方案二。

### 3.6.13.14 站址选择原则

- 1) 站址选择严格执行现行国家规范和相关规定；
- 2) 站址位置应满足线路走向路由的要求，并适应工艺设计流程；
- 3) 符合当地城镇建设规划等相关政策法规；
- 4) 节约用地，尽量利用荒地劣地；
- 5) 站址应具备必要的道路交通条件；
- 6) 站址周边应能提供良好的社会依托条件和安全生产环境；
- 7) 站址应有适宜的地形地貌条件；
- 8) 站址应留有足够用地面积和可能发展扩建的用地面积；
- 9) 站址选择应避免或尽量减少民房、电力线等的拆迁工程量。

### 3.6.13.15 站址环境合理性分析

本项目共设置 4 座站场、4 座阀室。本项目站场、阀室所涉及征地都已取得福清市自然资源和规划局的建设项目用地预审与选址意见书，符合当地城镇发展规划，各站所选站址未涉及自然保护区、水源保护区、风景名胜区等环境敏感区域，根据噪声及大气影响评价结果，运行期各站对站外敏感目标影响不大，从环境保护角度考虑，站址选择基本合理。

### 3.6.14 管道直埋敷设施工方案

本工程线路管道尽可能采用沟埋敷设，弹性、现场冷弯热煨三种型式来满足变向安装要求；特殊地段采用土堤敷设。在满足最小埋深的前提下，管道纵向曲线尽可能少设弯管（尽管部分地段挖深会增加）。管道同沟敷设的通讯光缆用硅管，需要处理好管道与硅管同沟敷设的关系。

#### 3.6.14.1 一般线路管道敷设方案

##### (1) 管道敷设方式及埋深

本段线路管道主要采用沟埋方式。考虑管道沿线地形地貌、农业耕作条件，本工程管道覆土埋深如下：

- 1) 土方段管顶埋深一般为不小于 1.2m，管沟采用机械或人工开挖。
- 2) 石方地段超挖 0.3m，为保护管道防腐层，在管底以下 0.3m 至管顶以上 0.3m 范围内采用细土回填。石方段管顶覆厚度不小于 1m。
- 3) 水域段管沟应先进行清淤工作后再开挖，管顶应埋于清淤线以下不小于 1m，当无清淤资料时，管顶埋深不小于 2m。

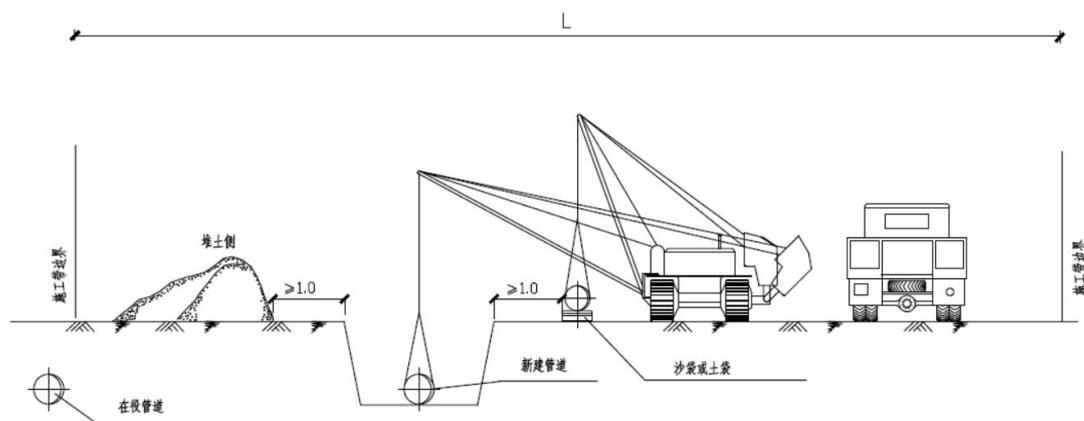


图 3.6-46 一般段施工作业带布置示意图

##### (2) 管道转向处理原则

当管道水平转角或竖向较小时，设计中应优先采用弹性敷设，管道弹性敷设曲率半径应满足：自重产生的最小曲率半径和管道强度条件下所达到要求，同时应大于 1000D。弹性敷设不得使用在管道平面和竖向同时发生变向处。弹性敷设无法满足优先采用冷弯管，冷弯弯管曲率半径为  $R \geq 50D$ 。冷弯管无法满足时采用热煨弯管，热煨弯管曲率半径为 6D。

热煨弯管的使用，应坚持如下原则：

- 1) 原则上尽量少用热煨弯管。
- 2) 地形平缓段尽量避免用热煨弯管，空间许可时，可用多个冷弯弯管代替。

### 3.6.14.2 特殊管道敷设方案

#### (一) 一般水域段敷设

##### (1) 水田、水塘施工技术要求

本工程沿线 AA139 号桩~AA147 号桩、AA181 号桩~AA182 号桩、AA204 号桩~AA208 号桩、AA224 号桩~AA226 号桩、AA228 号桩~AA233 号桩、AA242 号桩~AA246 号桩、AA252 号桩~AA253 号桩、AA258 号桩~AA260 号桩、AA277 号桩~AA287 号桩段位于水田、水塘地段，地下水位较高，施工布置示意图如下：

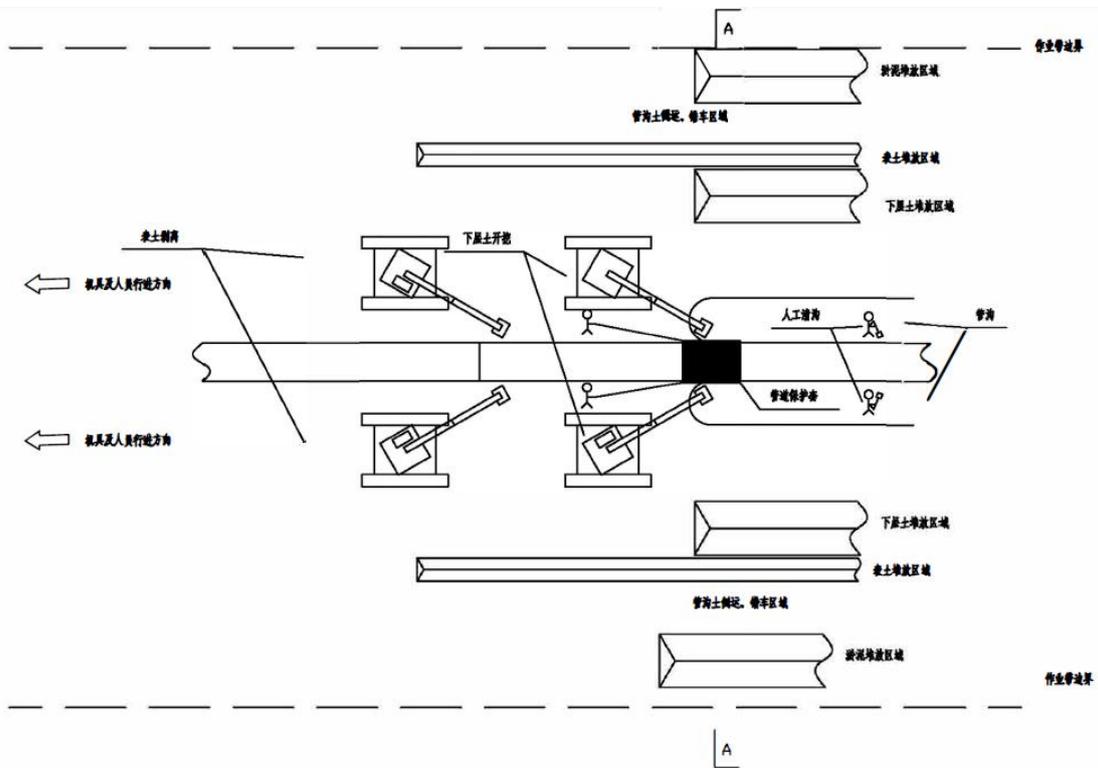


图 3.6-47 水田、水塘施工施工平面布置示意图

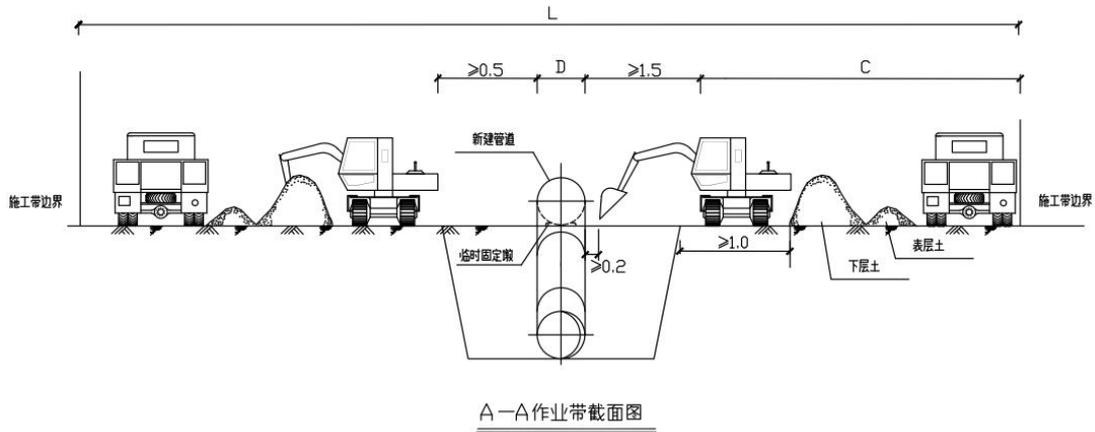


图 3.6-48 水田段施工作业带布置示意图

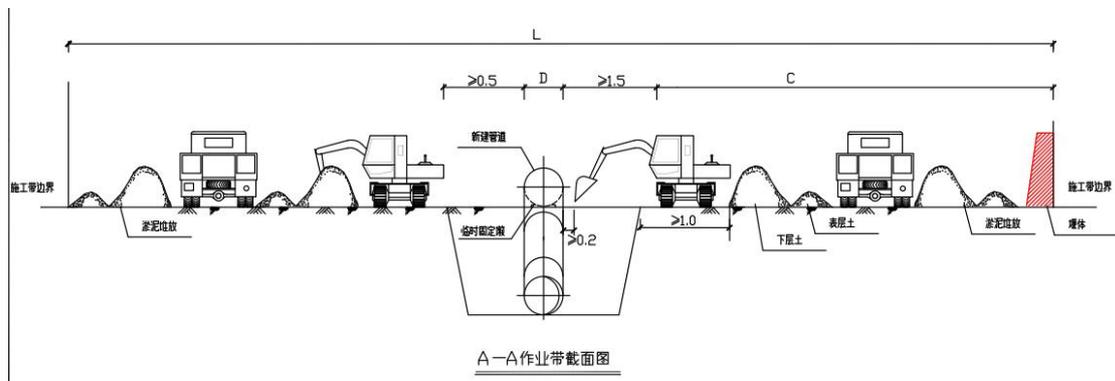


图 3.6-49 水塘段施工作业带布置示意图

施工技术要求如下：

#### 1) 排水施工

对本段线路沿通过的水塘及高水位地区采用水泵排水方式。采用大功率抽出水塘内的积水，排水完成后，在作业带范围设置积水坑，并使用小功率泵持续抽水，以避免施工区域被地下水淹没。

积水坑应设置在作业带内相对低洼处，间距不宜大于 50m 。

#### 2) 施工便道修筑施工措及技术要求

①遵循尽量利用或整修现有道路、减少新建施工便道的基本原则。

②按设计和规范要求严格控制施工便道宽度、纵向坡横及转弯半径等。

#### 3) 水工保护

水域段施工对地形貌的破坏主要为塘间小路、土坎，应对造成破坏的土坎进行原貌恢复，并进行水工保护措施，水工保护的措施主要为：浆砌石堡坎等。

#### 4) 施工作业带开拓施工措施及技术要求

①严格按照测量放线边界开拓施工作业带，兼顾考虑运输便道功能。

②施工作业带清淤时，使用挖掘机铺垫钢板配合推土机，将围堰体内侧淤泥层清理至作业带以外，以备地貌恢复用。



图 3.6-50 作业带清淤示意图

③施工作业带通过排水沟

施工作业带通过排水沟应采取有效措施保证便道的连续性。根据渠宽度和深，确定不同的通过方法。当沟、水渠宽度在 5~10m 时，采用 DN2000 砼管，上铺 20mm 钢板带防滑筋，做成板桥，板桥直接搭在河两岸。板桥高出地面部分，用砂袋垫成坡道，或者将岸边下挖，使桥板高于岸地面不大于 50 的坡面坡度。

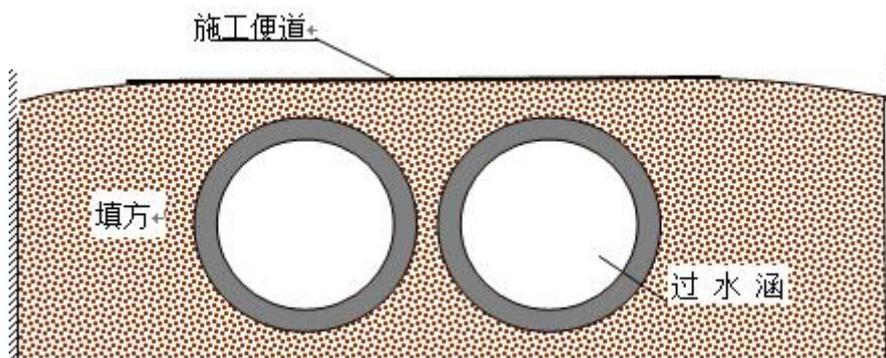


图 3.6-51 施工便道通过排水沟示意图

5) 因管道沿线地下水位较高，为预防漂管，应每隔一定距离开挖一处集水坑，设置抽水泵不间断抽水。

6) 管道焊接完毕后，按设计要求下沟、回填。当作业带内水量过大难以成形时可采取沉管法下沟，沟底宽余量按 2m 考虑。

7) 地貌恢复, 将管沟压平后采用机械表层剥离的淤泥回填至作业带。

#### (2) 小河开挖穿越施工技术要求

1) 施工合理安排期, 尽量避开汛期, 建议选择在 11 月~次年 3 月。

2) 严格控制管道埋深, 确保按设计图纸进行。如图纸没有标识, 现场的河流小型、沟渠穿越, 管道埋深也应遵循相关的设计要求。

3) 导流和截开挖管沟应符合下列要求:

①先用围堰方法导流或截流, 然后堰内用机械或人工方法开挖管沟;

②导流沟沟底必须低于入口处河流水面, 且沟底沿水流方向应有一定的坡度。导流沟宽度应根据河水流量的大小确定;

③两围堰之间的距离应能满足施工作业要求, 堰顶应高出施工期最高水位 1m;

④采用围堰方法开挖管沟, 应根据穿越地段的土壤性质、施工方法、施工机具情况采取有效的降水措施。当开挖地段为砂土、粘土时, 可采用明沟排水等方法, 若为淤泥、流砂、粉砂和细砂, 可采用井点降水等方法, 以保证管沟开挖和其它作业正常进行;

⑤施工时要准备足够的排水设备。

4) 应按设计要求及时完成管道水工保护的施工, 包括防冲墙、压重块以及河流护岸等。

5) 管道敷设后应对管道的中心线、标高、转角等进行复测并应符合设计要求。

6) 为了管道运行安全, 也便于维护和长期管理, 当穿越附近及上下游河床内有开挖建筑材料、采矿活动时, 穿越断面上下游各 500m 划为禁止采挖区, 在禁止采挖区两端高处醒目通视条件好的地方各设置一块穿越警示牌。

7) 施工期间应保持施工现场周围的生态环境, 工程完毕后, 及时恢复地貌。对于田间较小的灌溉渠, 可采用原土夯实恢复(夯实系数不小于 0.9), 防止水源流失。

#### (二) 公路并行段

本工程管道与 LNG 进港路并行长度约 14km。并行间距为道路红线外不小于 10m, 同时并行段间距及施工方案还应满足 LNG 进港路产权单位提出安全防范

措施及要求。本工程管道与进港路相对位置如下图所示。

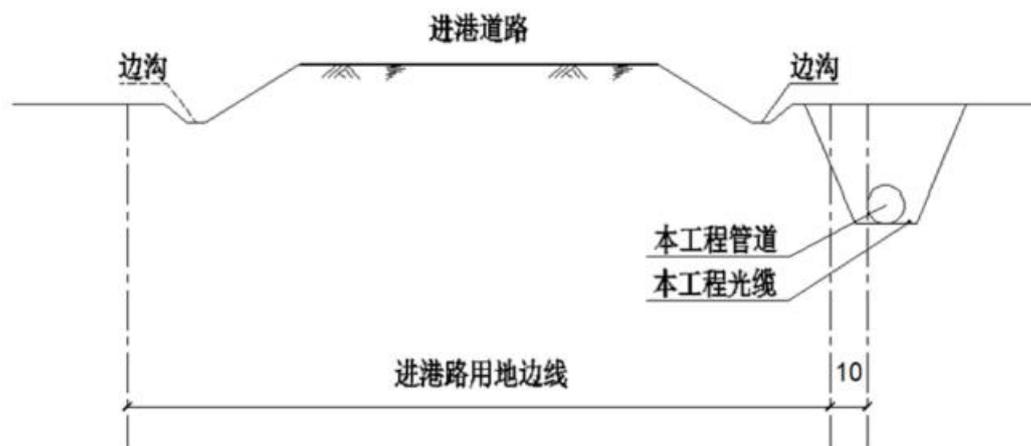


图 3.6-52 管道与公路相对位置示意图

本工程管道局部与进港道路、110kV 电力线并行，相对位置关系如下图所示。

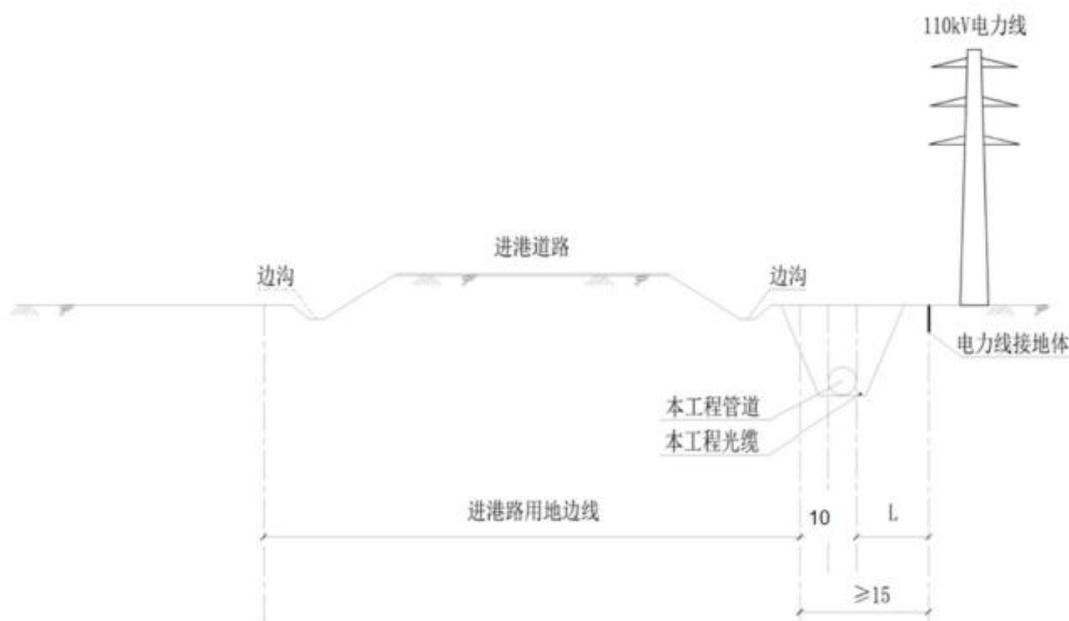


图 3.6-53 管道与公路（110kV 电力线）相对位置示意图

根据《福建 LNG 接收站项目“三线并行段”设计协调会会议纪要》（FJLNG-A-MOM-0007），对于三线并行段，管道距离公路用地边线不小于 10m，110kV 电力线接地体距离公路用地边线不小于 15m，管道距离 110kV 电力线接地体不小 5m。应协调好管道与 110kV 电力线施工工序。

### （三）并行渔平高速段

本工程管道与渔平高速公路并行长度约 50km。并行间距为道路红线外 30m，

同时并行段间距及施工方案还应满足渔平高速公路产权单位提出安全防范措施及要求。

#### （四）管道并行段

由于受区域规划限制，本工程管道线路局部与西三线管道并行敷设。西三线管道管径 1016mm，设计压力 10MPa。

本工程管道与西三线管道并行长度约 10.5km。并行间距 20m-50m，局部受地形限制的情况下，特别是两管道在林区地段并行敷设时，应适当减少两管间距，但不得小于 6m；同时并行段间距及施工方案还应满足《油气输送管道并行敷设技术规范》（SY/T 7365-2017）及西三线产权单位的相关要求。

#### （五）高压线并行及交叉段

由于受到区域规划和地形条件的限制，本段线路管线在一些局部地段与已建的 110kV 高压交流输电线路并行或交叉。

根据《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）相关规定，在路由受限地区，埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离不宜小于下表的规定。在采取故障屏蔽、接地、隔离等防护措施后，下表规定的距离可适当减小。

表 3.6-39 埋地管道与交流接地体的最小距离

电压等级（kV）	≤220	330	500
铁塔或电杆接地（m）	5.0	6.0	7.5

#### （六）高后果区识别及应对措

针对本段线路实际情况，按照管道所处高后果区情况和存在的风险综合考虑，采取合理的安全技术措施以减少事故发生的可能性和降低事故后果，具体措施如下：

- 1、施工时，严格控制管道与特定场所的间距，不得随意更改路由；
- 2、严格按照规范的阀室设置间距布置阀室，以二级地区为主不大于 27km，以三级地区为主不大于 18km；
- 3、严格按照规范的设计系数计算壁厚，二级地区管道壁厚按 0.5 设计系数计算选取，三级地区管道壁厚按 0.5 设计系数计算选取，特定场所段管道壁厚提高至 26.2mm；
- 4、焊缝除进行 100%射线照相（RT）检验外，还需进行 100%的超声波探伤；

- 5、管道采用 3LPE 加强级外防腐及阴极保护，施工时，加强对防腐、补口质量的监督、检验；
- 6、土方段适当增大管道埋深至 1.5m；
- 7、开挖沟埋敷段管道上方 0.5m 埋设标识带；
- 8、加大标志桩密度，每 50m 设置 1 个加密桩；同时每公里设置不少于 2 处警示牌，且满足通视性要求；
- 9、管道中线两侧各 5m 范围内的建筑物要进行拆除；
- 10、要求运行期间加大巡线力度，建议每天 1 次；
- 11、要求运行期间结合沿线情况制定应急预案；
- 12、建议运行期间应周期性的进行管道内检测，内检测周期应不超过 8 年；
- 13、要求运行期间向沿线居民积极宣传《中华人民共和国石油天然气管道保护法》，企业、居民联合保护管道；
- 14、人口密集型高后果区应设置全天候视频监控。

#### （七）山区横坡段

管沟回填时先铺设细土或细砂回填至管顶 0.3m 处，再回填面层管沟土，后回填下层管沟岩石，并酌情设置截水墙。需爆破施工的地段，应采取必要的安全措施，例如防护网等，防止飞石、滚石伤人及危及周围安全。横坡角 $\alpha$ 为  $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 时，可直接在斜坡上修建施工作业带。横坡角 $\alpha$ 为  $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 时，应采取削坡的方法修筑施工作业带。横坡角大于  $30^{\circ}$ 时，需酌情修筑挡土墙或打桩以保证施工作业带稳定。削山产生的土石方应酌情运放到合适地点堆放。施工布置示意图如下。

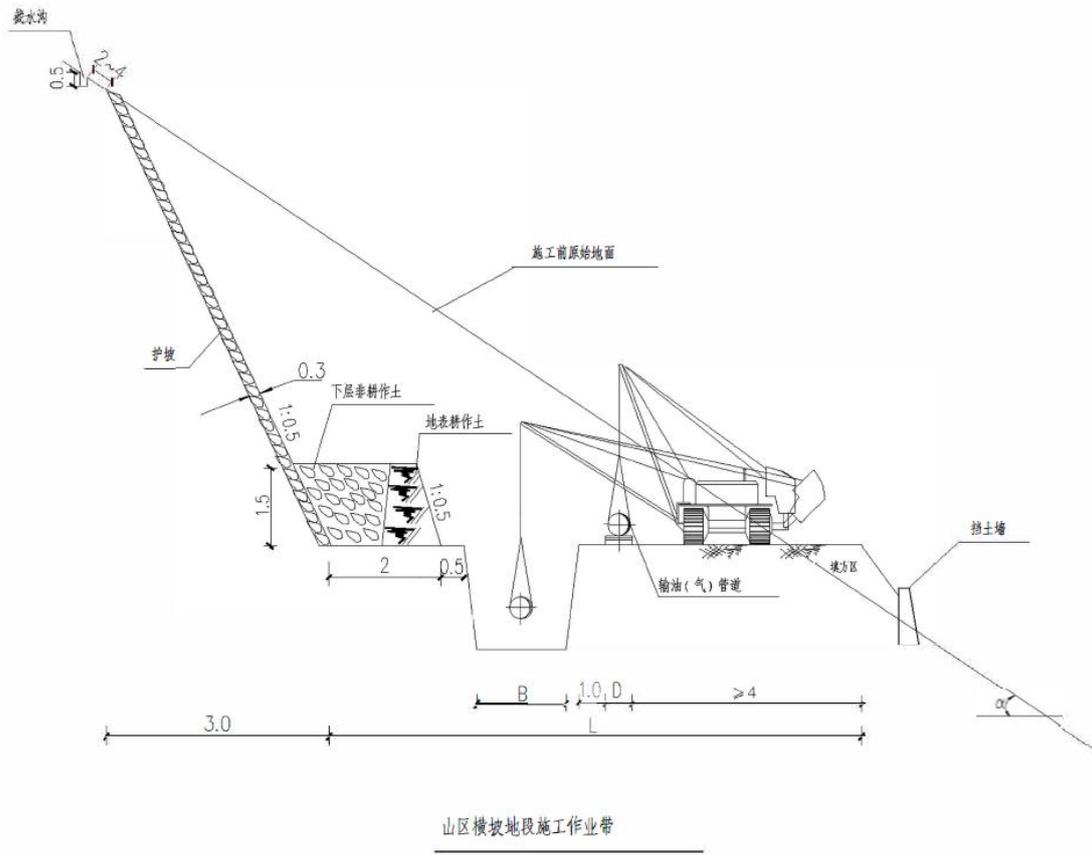


图 3.6-54 山区横坡段施工作业带布置示意图

### 3.6.15 管道穿越工程施工方案

#### 3.6.15.1 小型水域穿越

本工程管道沿线河渠小型开挖穿越 35 次，鱼塘开挖穿越 20 次，河渠小型顶管穿越 14 次（渔溪 1 次、迳溪 1 次、迳溪支流 1 次、龙江 1 次、龙江支流 1 次、高干渠 5 次、福清闽调主线 1 次、闽调江阴支线 1 次、闽调蓝园支线 1 次（拟建）、东张水库至江阴洋边调节库水源联通工程 1 次（拟建））。

表 3.6-40 水域小型穿越统计表

序号	水域名称	水域宽度 (m)	穿越长度 (m)	穿越方式
1	渔溪	30	90	顶管
2	迳溪	15	80	开挖
3	迳溪支流	30	70	开挖
4	龙江加 X174 县道	20	100	顶管
5	龙江支流	10	70	开挖
6	高干渠	坑北村北	350/5	顶管
7	福清闽调主线	赤坑村南	30	开挖
8	闽调江阴支线	梨港村北	30	开挖

9	闽调蓝园支线（拟建）	南浦村南	30	预埋套管
10	东张水库至江阴洋边调节库水源联通工程（拟建）	安福村东	30	预埋套管
11	无名河流、水渠	—	2100/35	开挖穿越
12	鱼塘	—	4530/20	开挖穿越

其中龙江支流涉及穿越东张水库饮用水源二级保护区水域，龙江支流的水汇入东张水库，该处开挖会对水源保护区水质产生影响，建议采用顶管方式穿越。

管线穿越河流应参照《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB 50423-2013）执行。

在有冲刷或疏浚的水域，穿越管段应埋在50年一遇洪水冲刷线或疏浚线（取其深者）下 $\geq 1\text{m}$ ；无冲刷或疏浚的水域，穿越管段应埋在水床底面以下不小于2.5m；河床为基岩并在50年一遇洪水下不被冲刷时，应根据各穿越处岩性和风化程度确定管道嵌入基岩的深度且不小于0.5m。水域开挖穿越段应结合抗漂浮计算结果设置稳管措施。对基岩河床，采取现浇混凝土方式稳管；对于砂、卵、砾石河床和土质河床，可采用马鞍式配重块稳管。对于鱼塘穿越，管顶埋深一般应大于清淤深度下1m，无清淤资料时，埋深应不小于2.5m。穿越段应进行岸坡原貌恢复，并视情况采用马鞍式配重块稳管。

连片水塘段的设计方案为定向钻，其余水塘面积较小，采用开挖方式通过。

当采用顶管法穿越时，若顶管坑深度大于5m，应在施工图阶段进行深基坑设计。顶管坑深度大于10米或位于淤泥质土时，应采用钢筋混凝土衬砌结构防护；其他情况下可采用钢板桩进行支护。

小型水域穿越施工示意图见下图。

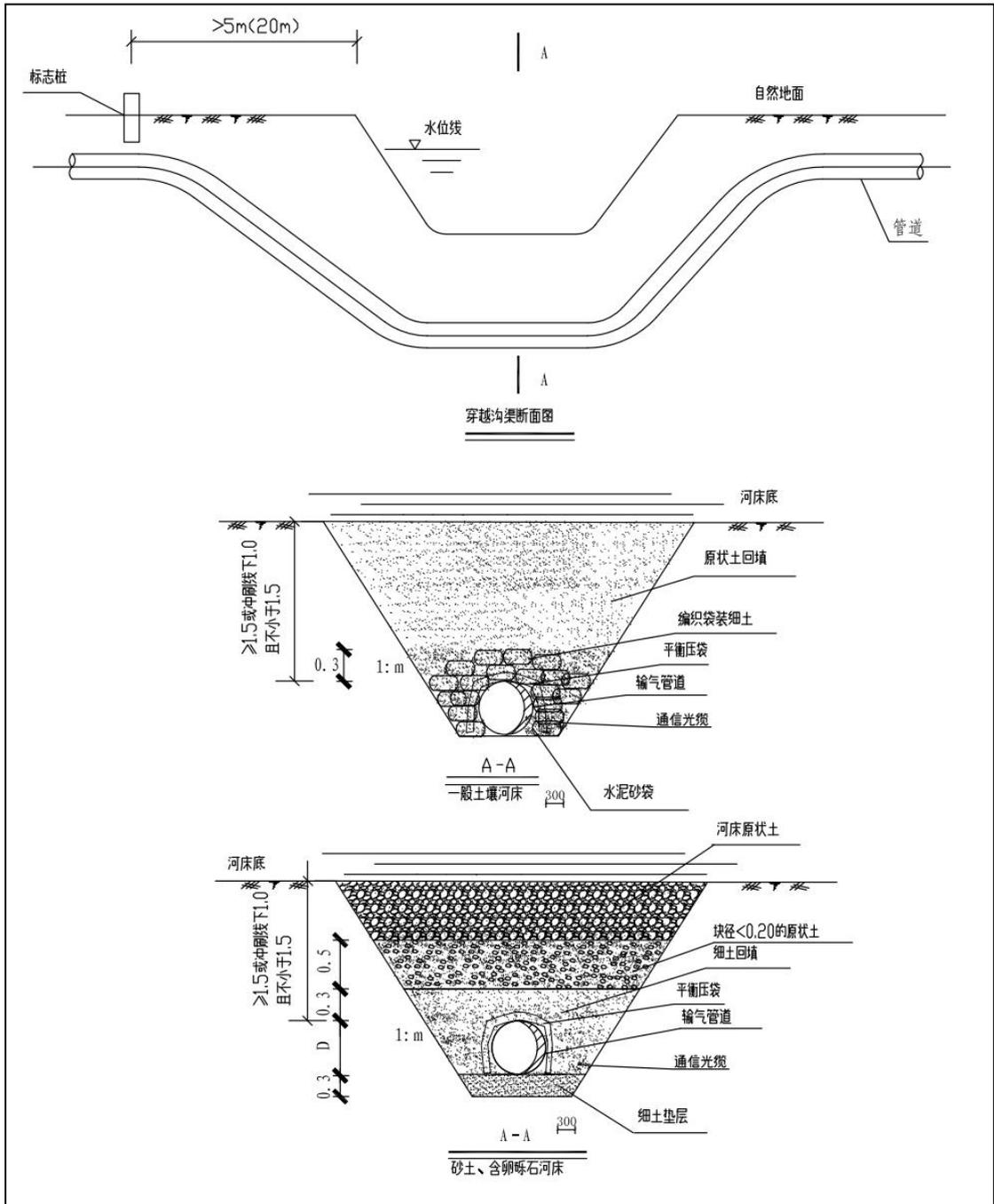


图 3.6-55 河流开挖小型穿越示意图

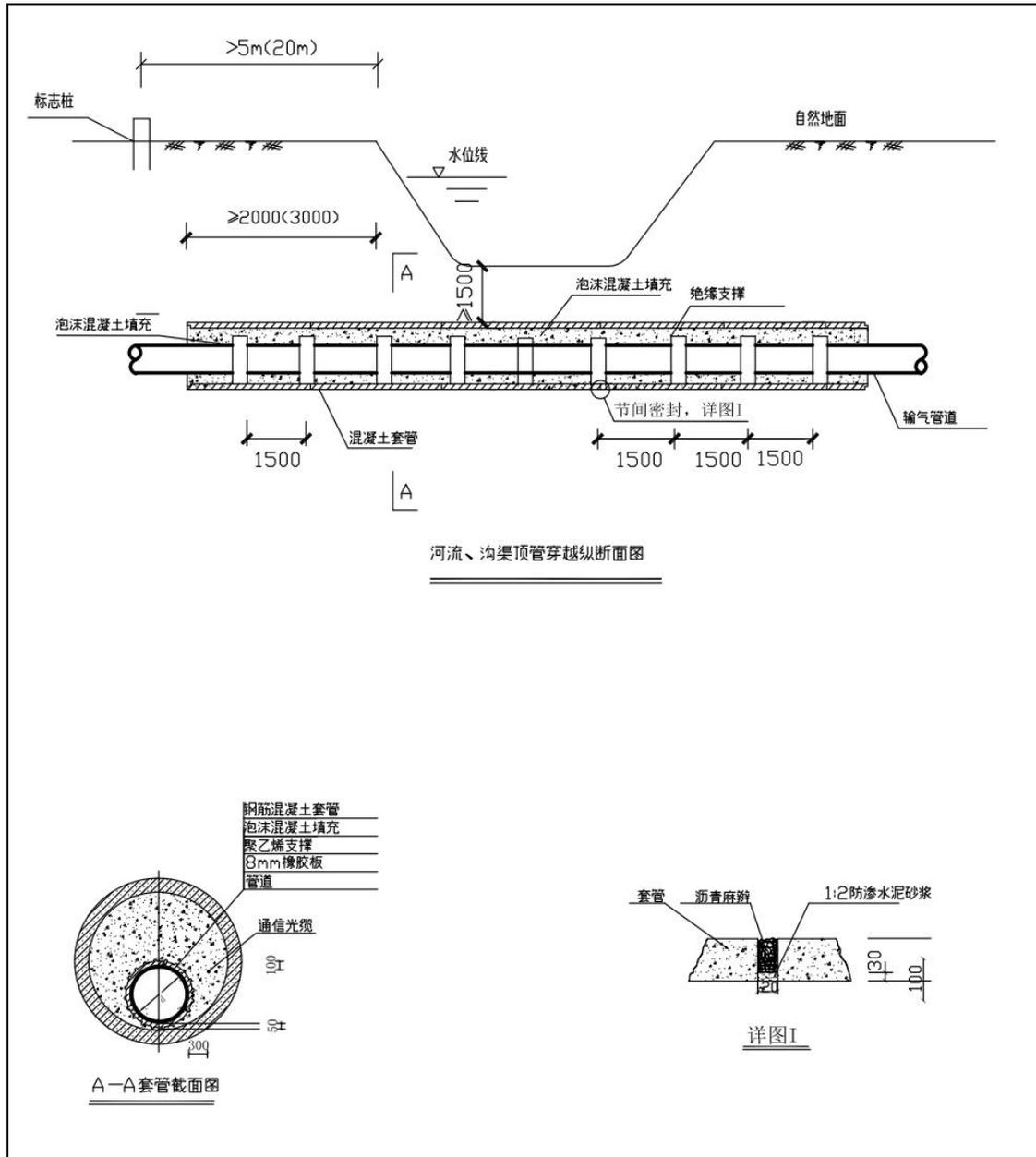


图 3.6-56 河流、沟渠顶管小型穿越示意图

### 3.6.15.2 公路穿越

本工程高速及高等级公路19次，其中：S1522渔平高速10次；G15沈海高速1次；江阴支线高速1次；国道4次；省道2次（其中S201与东港一并穿越）；闽台经济产业园蓝色大道1次；乡道、县道8次；沥青、水泥路116次；土路、碎石路59次。

表 3.6-41 主要公路穿越统计表

序号	公路名称	穿越位置	公路等级	穿越方式	穿越长度 (m/处)
1	渔平高速（一）	福清市东瀚镇东庄村北	高速	顶管	80/1

2	渔平高速（二）	福清市港头镇南芦村南	高速	顶管	80/1
3	渔平高速（三）	福清市港头镇西芦村西南	高速	顶管	80/1
4	渔平高速（四）	福清市江镜华侨农场北	高速	顶管	80/1
5	渔平高速（五）	福清市港头镇南浦村西北	高速	顶管	80/1
6	渔平高速（六）	福清市港头镇东高村南	高速	顶管	80/1
7	渔平高速（七）	福清市江镜镇城坂村东南	高速	顶管	80/1
8	渔平高速（八）	福清市江镜镇东朱村东北	高速	顶管	80/1
9	渔平高速（九）	福清市江镜镇东朱村西北	高速	顶管	80/1
10	渔平高速（十）	福清市江阴镇瓦窑厝村西南	高速	顶管	80/1
11	江阴支线高速	福清市江阴镇下垄村西南	高速	顶管	80/1
12	G15 沈海高速	福清市渔溪镇北下里村西	高速	顶管	80/1
13	G104 国道（一）	福清市东瀚镇北楼下村南	国道	顶管	80/1
14	G104 国道（二）	福清市三山镇塘北村北	国道	顶管	80/1
15	闽台经济产业园蓝色大道	福清市江镜镇东朱村西	市政	顶管	50/1
16	S201 省道	福清市江阴镇下垄村南	省道	隧道	与东港一并穿越
17	G324 国道	福清市渔溪镇下里村南	国道	顶管	80/1
18	S310 省道	东张镇前洋村西	省道	顶管	60/1
19	G534 国道	东张镇濂底村西	国道	顶管	80/1
20	乡道、县道	—	乡道、县道	顶管	240/8
21	沥青、水泥路	—	非等级	顶管	2320/116
22	土路、碎石路	—	非等级	开挖加盖板	885/59
合计		—	—	—	4835/201

(1) G324国道、S1522渔平高速、江阴支线高速、G15沈海高速、S201省道、闽台经济产业园蓝色大道等推荐采用顶钢筋混凝土套管穿越方式。

(2) 县道水泥路，多为居民出行的唯一道路，因此推荐采用顶钢筋混凝土套管穿越方式，如经协商同意，可采取开挖加盖板穿越方式。

(3) 土路、碎石路推荐采用开挖加盖板穿越方式。

(4) 有套管穿越公路时，为减少套管穿越对路基的影响，要求套管顶至路面的埋深不小于1.2m，距公路边沟底面的距离不小于1m，套管应伸出公路边沟外不小于2m。保护套管采用钢筋混凝土套管，套管内径为1.5m，采用DRCP III1500×2000 GB/T 11836，执行标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》（GB/T 11836-2009）。

(5) 采用开挖加盖板穿越公路时，管顶的埋深不小于1.2m，盖板伸出路堤坡脚或边沟外缘不少于1m。沟底为石质时应先在沟底回填30cm厚的细土垫层，然后按以下工序回填：布设光缆套管和光缆→细土回填至管顶以上50cm→铺设

钢筋混凝土盖板→原土回填至路床底面→按原路面结构恢复路面。回填土应逐层回填并夯实（夯实系数不小于0.9且满足公路主管部门要求），分层回填层厚一般不大于30cm。

公路穿越套管内的空间采用水泥砂浆填充，不需设置检漏管。顶管穿越的套管上部孔隙采用水泥砂浆进行注浆，防止路面塌陷。

此外，公路穿越方案，还需满足公路主管部门具体要求。

采用顶管法穿越公路，当顶管坑深大于5m时，应在施工图阶段进行深基坑设计。顶管坑深度大于10m或位于淤泥质土时，应采用钢筋混凝土衬砌结构防护；其他情况下可采用钢板桩进行加固。

当采用全自动焊进行施工时，为减小布管难度，减少留头断点，提高全自动焊接效率。推荐采用开挖加盖板涵的方式穿越公路。盖板涵顶距路面埋深不小于1.2m，距公路边沟底面不应小于1.0m，两端伸出公路坡脚或排水沟外2m。盖板涵内采用袋装细土充实。

公路穿越施工示意图见下图。

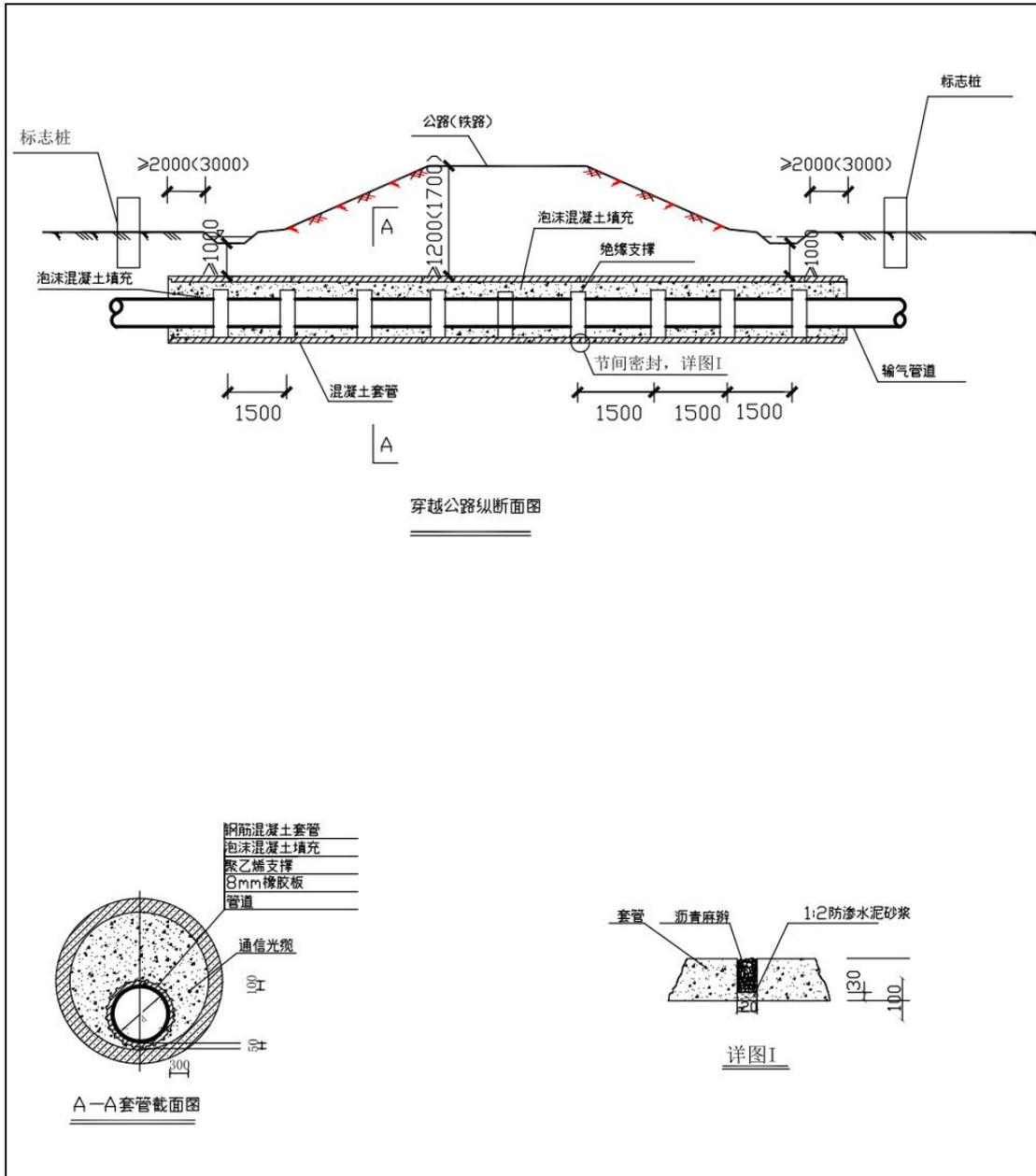


图 3.6-57 带套管穿越公路（铁路）示意图

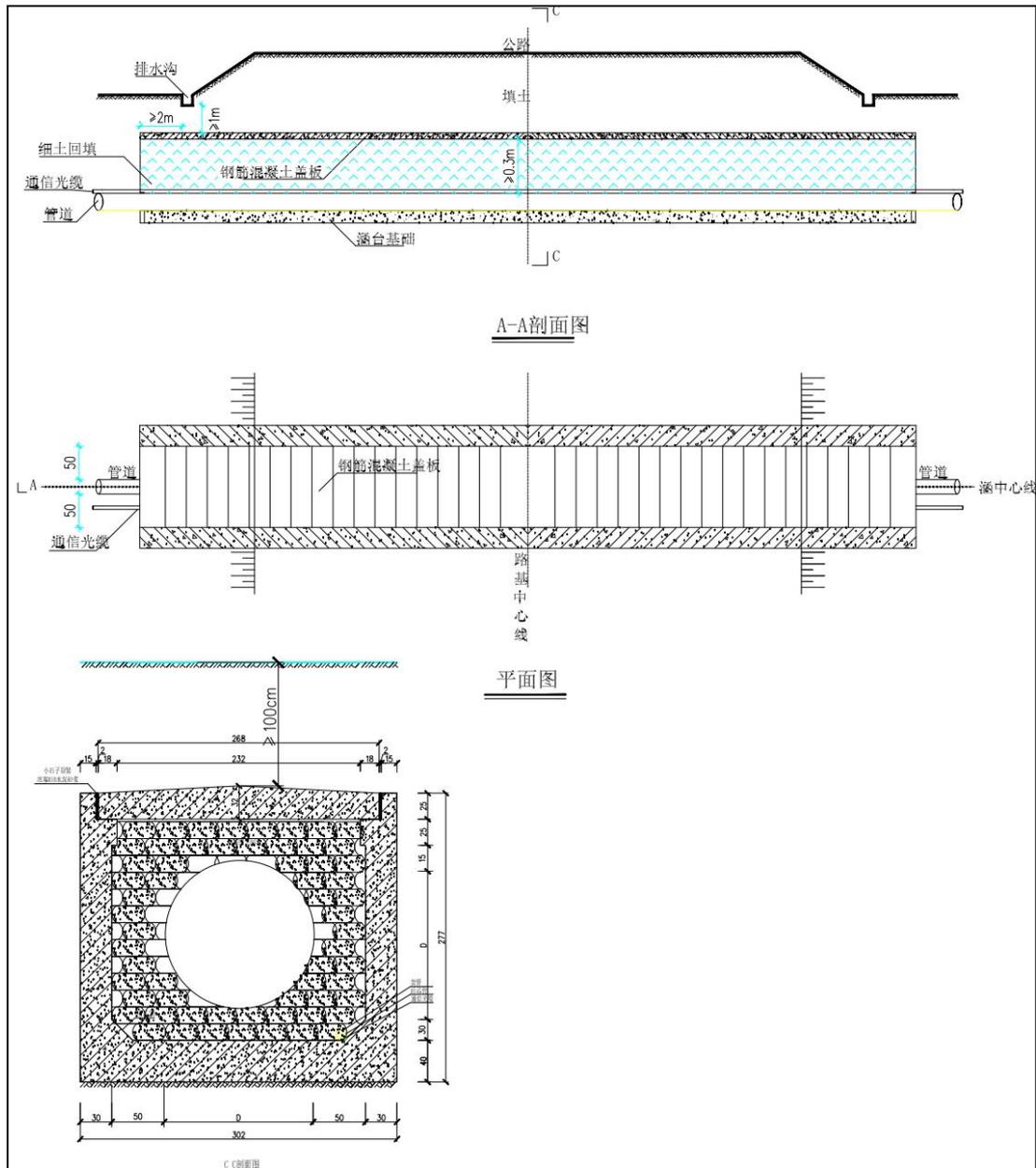


图 3.6-58 开挖加盖板穿越公路示意图

### 3.6.15.3 铁路穿越

本工程与福厦铁路交叉1次、在建福厦高铁交叉1次、规划城轨交叉5次、规划铁路交叉3次。具体情况见下表。

表 3.6-42 主要公路穿越统计表

序号	铁路名称	穿越地理位置	穿越方式	穿越长度(m)	备注
1	福厦铁路	福清市渔溪镇海乾村东北	顶管	80/1	
2	福厦高铁（在建）	福清市渔溪镇下南楼村西	直埋	50/1	从隧道上方翻越
3	规划城轨	江阴镇、江镜镇	预埋套管	250/5	
4	规划铁路	江镜镇、江镜华侨农场	预埋套管	150/3	

管道采用套管保护时，套管顶至铁路路肩的最小埋深 $\geq 1.7\text{m}$ ，距自然地面或边沟 $\geq 1.0\text{m}$ ，套管应伸出铁路路堤坡脚或排水沟外边缘不小于 $2\text{m}$ ；当穿越路堑时，应长出路堑顶不小于 $5\text{m}$ 。套管内填充满水泥砂浆。

根据《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规定》的相关要求，新建管道可在既有铁路隧道洞身上方挖沟敷设，当采取非爆破方式开挖管沟时，管沟底部与铁路隧道结构顶部外缘的垂直间距不应小于 $10\text{m}$ ，当采取控制爆破手段开挖管沟时，管底与铁路隧道顶部的垂直净距不应小于 $20\text{m}$ ，同时应考虑围岩条件、挖沟爆破规模及隧道结构的安全性等因素，并应征得铁路部门许可。

本工程采用从在建福厦高铁山体隧道洞身上方人工挖沟埋地敷设（非爆破）的方式翻越福厦高铁隧道，控制了施工振动，同时在交叉位置设置阴保保护排流装置；穿越位置管沟底部与铁路隧道结构顶部外缘的垂直间距为 $50\text{m}$ ，满足管沟底部与铁路隧道结构顶部外缘的垂直间距不应小于 $10\text{m}$ 的要求。

#### **3.6.15.4 其他管道、线缆穿越**

本段线路管线穿越电（光）缆 $245$ 次，穿越其他管道 $230$ 次。

一般情况下，管道与其它埋地构筑物交叉，原则上在其下方通过。

与电（光）缆交叉时，管道与电（光）缆净距不小于 $0.5\text{m}$ ，还要对电（光）缆采取保护措施，如用角钢围裹住电（光）缆，在电（光）缆上方铺一层红砖等。

与其它管道交叉时，两管间净距不小于 $0.3\text{m}$ ，本工程管道应位于被穿越管道下方。

管沟开挖前，首先探明被穿越管道、电（光）缆位置，并作出明显标记。在交叉点两侧各 $5\text{m}$ 范围内必须采用人工开挖，管道、电（光）缆暴露后，采用橡胶板对被穿越管道、电（光）缆进行包裹保护。为方便焊接、焊口检测及补口工作，穿越处采用沟下焊接时，本工程管道焊口位置距离地下管道、电（光）缆的水平净距应根据焊接空间和操作坑尺寸确定，且不小于 $2\text{m}$ 。穿越处管道应作为重点段突击完成，管道焊接、检测、补口应紧密连贯，一气呵成。补口合格后迅速回填，以免被穿越管道长时间暴露。

本项目与福建省平潭及闽江口水资源配置（一闸三线）工程交叉 $3$ 次，交叉的主要为大樟溪~福清、平潭输水线路，因该线路埋深较深（几十米到数百米），而本工程管道埋深较浅，埋深仅数米，因此本工程管道位于输水线路上方，本工

程的建设不会对输水管道产生影响。管沟开挖前，首先探明被穿越管道位置，并作出明显标记。在交叉点两侧各5m范围内必须采用人工开挖。穿越处管道应作为重点段突击完成，管道焊接、检测、补口应紧密连贯。补口合格后迅速回填。

其他管道、线缆穿越施工示意图见下图。

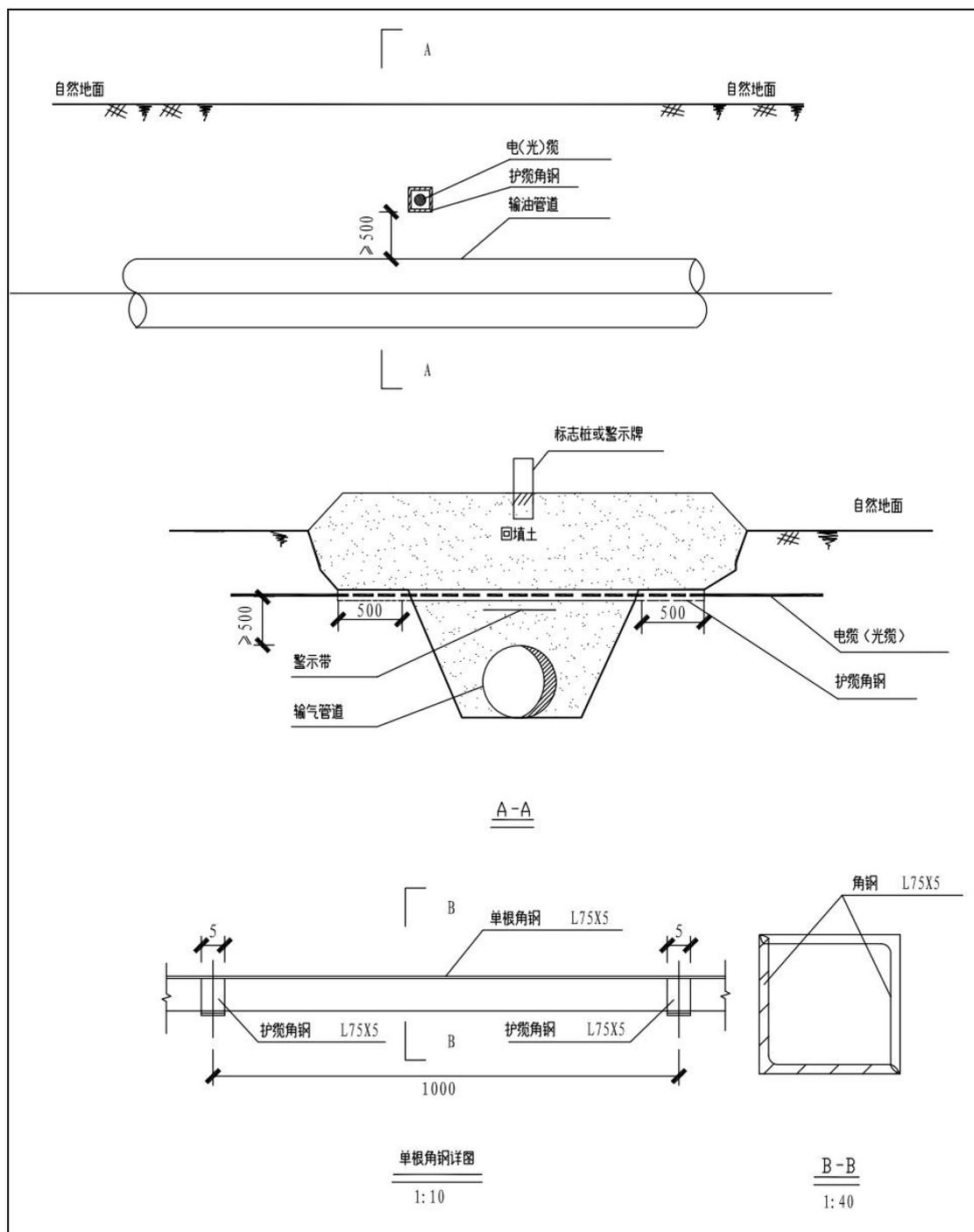


图 3.6-59 穿越地下电（光）缆施工示意图

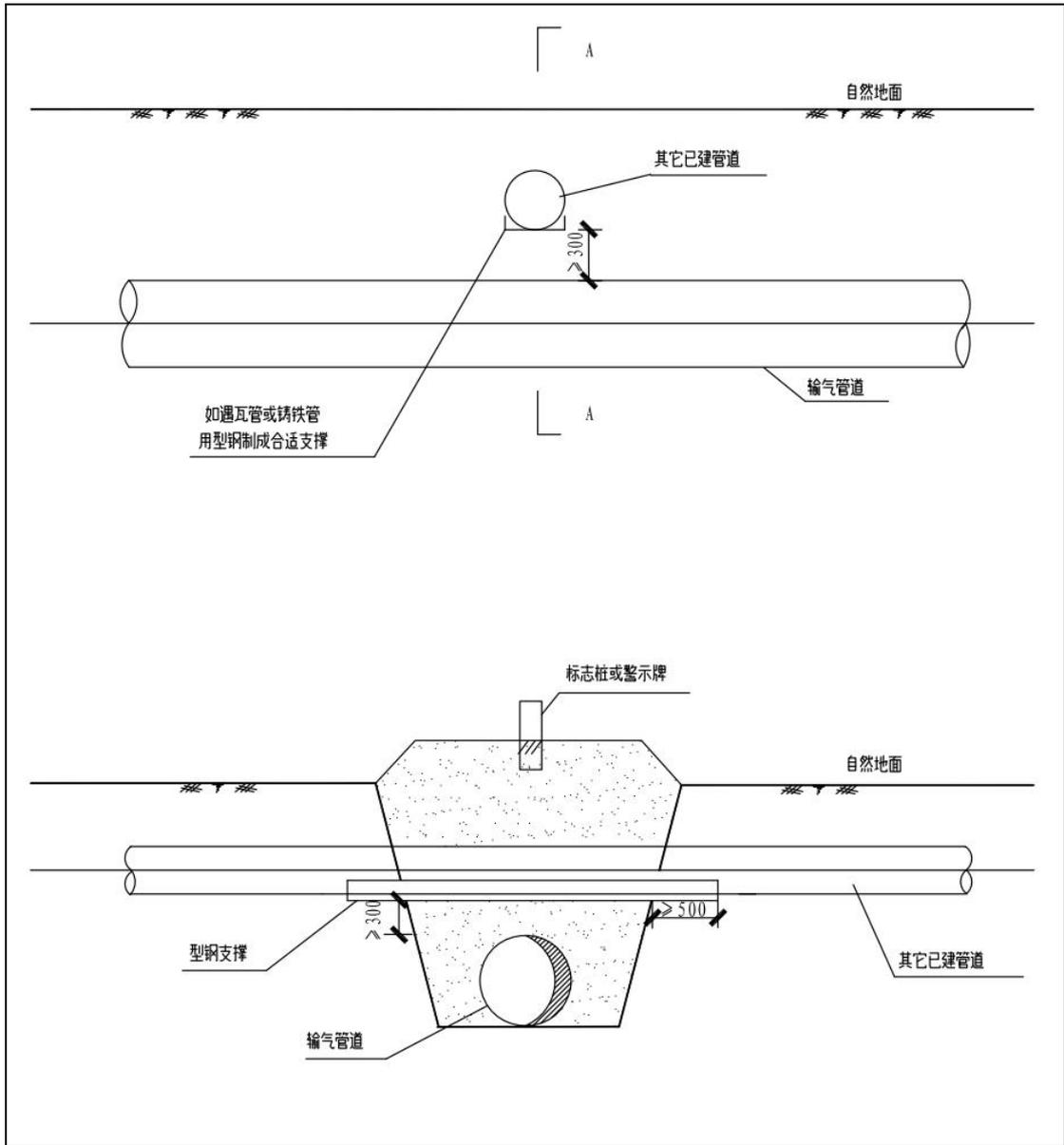


图 3.6-60 穿越地下管道施工示意图



方案二：管道起自前张村，管道向南，穿越渔平高速后，折向西，经吴塘村、薛墩村、东曾村、前华村、陈厝村，在芦塘村西穿越东港，在南郑村折向西北，穿越 S231 省道及江阴支线高速后，折向北，进入本工程江阴分输站。线路总长约 9.5km，其中穿越长度约 1.5km（海岸线内管道长度 1.22km），一般段长度约 8km。高速穿越 2 处，省道穿越 1 处。

方案三：管道起自前张村，管道向西，穿越 G228 国道及渔平高速匝道后，在西江边穿越东港、柯屿岛，在西沁村北折向南，穿越渔平高速及其匝道后，进入本工程江阴分输站。线路总长约 8.5km，其中穿越长度约 2.5km（海岸线内管道长度 2.38km），一般段长度约 6km。高速穿越 6 处，省道穿越 2 处。

上述方案比选情况，见下表。

**表 3.6-43 东港穿越方案比较表**

	方案一	方案二	方案三
管道管径	D1016mm	D1016mm	D1016mm
线路长度 (km)	9.5	9.5	8.5
东港穿越 (km/处)	2/1	1.5/1	2.5/2
海岸线内管道长 (km)	1.83	1.22	2.38
高速穿越 (m/处)	160/2	160/2	480/6
国省道穿越 (m/处)	60/1	60/1	120/2
优点	公路穿越少。	公路穿越少； 河流穿越长度短。	线路长度短。
缺点	线路长度长； 河流穿越长度长。	线路长度长。	河流穿越长度长； 公路穿越多，协调难度大。
环境影响比选	穿越东港线路长度较长，海岸线内管道长度较长，对海洋环境的影响较大，一次穿越，环境风险较小	穿越东港线路长度最短，海岸线内管道长度最短，对海洋环境的影响最小，一次穿越，环境风险较小	穿越东港线路长度最长，海岸线内管道长度最长，对海洋环境的影响最大，分两次穿越，环境风险较大
推荐方案		<b>推荐</b>	

由上述比选可知，方案三虽然线路总长最短，但是东港穿越段长度最长，对海洋环境可能造成的影响最大，需要利用河内岛屿分两次穿越，环境风险较大，工期较长，协调难度大，施工费用最高。方案一中东港穿越段也比方案二长，对海洋环境的影响较大，工期及协调难度较大，施工费用较高。综合考虑穿越东港长度、施工对环境的影响、环境风险、施工难度、工期及施工费用等方面，本工程推荐方案二。



图 3.6-62 东港穿越线路不同方案示意图

## (2) 穿越施工方式选择

东港位于江阴半岛，港区海域平均海平面 0.20m（高程数据均基于 1985 国家高程基准），最高潮位 3.82m，最低潮位-3.88m，平均潮差大于 5.00m，最大潮差大于 6.50m，属强潮海区。

本工程东港穿越点为大型穿越点，现状河宽约 1km，拟穿越区域属于海相沉积地貌和低山地貌，西岸高差大，坡度陡，东岸比较平缓，一般高程 2.4~5.3m，两岸多为鱼塘、农田，洪水期漫滩，河床变化以淤积作用为主。

根据穿越处河床水文、工程地质、地形条件等情况，对穿越方式进行分析。

根据钻探揭露及现场调查，穿越区勘探深度内主要为第四系全新统素填土、淤泥质粉质黏土、粉质黏土、黏土层，燕山期花岗岩及侏罗系凝灰岩等。

根据地勘报告，钻孔注水试验和波速测试成果显示：河床下的中风化基岩，渗透系数 0.35m/d，岩层透水性弱，属于弱透水~微透水，拟建隧道选择在该地层中穿越，隧道埋深大于 28.65m。

常用的穿越方式有开挖穿越、定向钻穿越、盾构法隧道穿越、顶管法隧道穿越、钻爆隧道穿越。

### ①开挖穿越

东港水深约 30-50m，水面宽度约 1km，开挖穿越施工风险极大。东港为通航河道，相关部门严禁以开挖方式穿越东港，所以不考虑开挖穿越方式。

#### ②定向钻穿越

本工程穿越穿越的中风化~微风化花岗岩及凝灰岩，饱和抗压强度均指 105~180MPa，属于坚硬岩，穿越长度达 1500m，存在较大的施工难度。

#### ③钻爆隧道穿越

钻爆法隧道穿越适用于岩石比较完整的地层，本工程穿越断面岩石为中~微风化砂岩、粉砂质泥岩，岩石强度高，地层完整，钻爆法隧道方案基本适用于各种地层，施工风险相对较小，在管道埋深上能达到设计要求。其次施工时不会破坏耕地、不影响鱼塘养殖、利于环境保护。两岸有施工设备和管道安装回拖场地，交通也较为便利。因此东港穿越采用钻爆隧道穿越技术上可行。

#### ④顶管法隧道穿越

穿越处地层主要为黏土、花岗岩，穿越处两侧高差大，两岸竖井施工难度较大，穿越长度超过 1km，施工风险极高，管道安装难度极大。穿越距离过长，长距离基岩顶管风险较大，因此不考虑顶管穿越方式。

#### ⑤盾构法隧道穿越

盾构法隧道穿越对地层的适用性很强，软土层、流砂层、中粗砂、强含水层、卵砾石层、软岩直至硬岩层均可采用盾构法穿越，但工程造价较高，不推荐。

根据以上分析，本工程将对定向钻穿越和钻爆隧道方案进行比选。

**表 3.6-44 穿越方式优缺点对比表**

方案	定向钻穿越	钻爆隧道
水平穿越长度/m	1500	1871.4
优点	1、技术成熟、工期快； 2、对自然环境和河道通航无影响。	1、技术成熟，作业灵活，投资较低； 2、对地层的适应性较强。
缺点	1、穿越的中风化~微风化花岗岩及凝灰岩，饱和抗压强度均指 105~180MPa，属于坚硬岩，定向钻施工相对较困难，存在极大风险。 2、投资较高。	1、隧道内爆破作业，水下作业，施工人员具有一定风险； 2、进洞口段选穿越一段软土层，施工难度较大，存在一定风险； 3、工期较长； 4、出洞口段爆破作业对周边环境会产生一定影响。
施工工期	20 个月	24 个月
工程造价（万元）	6855	5430

通过上述比较，可以看出：虽然钻爆法隧道穿越技术相比较定向钻穿越技术存在着一定风险，但其施工时不会破坏耕地、不影响鱼塘养殖、利于环境保护，具有施工工艺成熟、作业灵活，工程投资较低、对地层适应性强等优点。本工程钻爆法穿越地层主要中风化~微风化花岗岩及凝灰岩，岩石强度高，地层完整，本工程采用钻爆隧道穿越方案技术上可行的，施工是可实施的。

通过以上分析，并结合项目技术经济比选，东港海域穿越推荐采用钻爆法隧道方案。

### （3）隧道施工技术

本隧道工程隧道除明洞段按明挖法施工外，其余按新奥法原理组织施工，光面爆破、喷锚网支护，喷砼采用湿喷工艺，底板（或仰拱）先行施作，拱墙一次浇筑。对地表构筑物影响大或对振动有较高要求者，根据具体情况采用控制爆破、静态爆破或其它非爆破开挖方法。复杂地质条件地段施工时，须贯彻“管超前、严注浆、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”。

本项目穿越东港隧道工程洞口及浅埋段VI级围岩采用矿山法施工，其余地段隧道按新奥法原理组织施工。

1) 隧道平面控制测量的精度、隧道内两相向施工中线在贯通面上的极限误差，由洞外和洞内控制测量误差引起在贯通面产生的贯通误差影响值、洞内导线测角、量距的精度以及两洞口水准点间往返高差的不符值，均按照《油气输送管道穿越工程施工规范》（GB50424-2015）中相关规定执行。

2) 根据本隧道工程地质条件，结合隧道断面情况，建议各级围岩均采用全断面法施工，局部破碎、富水地段可采用台阶法施工。IV~VI级围岩段采用型钢钢架及超前锚杆（或小导管）加强支护。隧道开挖时超欠挖控制标准参照《铁路隧道工程施工技术指南》（TZ204-2008）中相关规定执行。

3) 在隧道施工前，应根据工程地质、水文地质条件、开挖断面、开挖方法、循环进尺、钻眼机具和爆破材料等进行爆破设计，并严格按设计作业。为保证隧道成形好，岩质隧道应采用光面爆破。若遇岩层破碎，为减少爆破对围岩的扰动，应采用预裂爆破。建议施工前进行光面爆破（或预裂爆破）的专项施工组织设计。

#### 4) 装渣运输

考虑到东港隧道两端的斜巷坡度较大，均建议采用有轨运输及出渣。施工单

位应对有轨运输进行专项施工组织设计，确保施工安全。

#### (4) 施工关键技术方案

##### 1) 断层破碎带处理方案

①针对破碎带地质条件差，围岩开挖后容易造成隧道顶板、边墙出现坍塌、掉块，甚至冒顶等情况，务必在施工中采取超前支护，及时施作初期支护和永久衬砌。

②对于破碎带岩性变化较复杂等情况，施工时应综合分析超前探孔和超前地质预报（地质雷达或红外线探水）资料，及时了解和掌握岩性的变化，调整衬砌设计参数，使围岩达到稳定。

③富水断层破碎带具极高的涌水突泥（砂）风险，制定各类注浆堵水加固围岩预案：超前帷幕注浆、超前局部注浆、开挖后径向注浆、补注浆等，以及预案启动标准及程序，施工过程中加强施工地质工作及超前地质预报工作，据其成果信息确定是否启动预案、采用何种预案及完善预案后实施，以确保施工安全。

##### 2) 易塌方、冒顶段处理方案

对于易塌方、冒顶地段，应采取“以防为主”的处理原则，施工时严格贯彻施工原则中的相关要求。防止塌方、冒顶的具体施工措施：

①掌子面爆破后，设专人处理顶、帮浮石，杜绝突发坍塌事故。

②衬砌工作面与开挖工作面之间的区段设专人负责管理顶板，一旦出现顶板来压，可能发生顶板坍塌时，必须立即撤出开挖工作面的所有人员，并采取安全可靠的应急支护措施（临时横、竖撑），确保安全。

③拱顶和顶板岩层有裂缝或较破碎之处，应及时采用喷锚网支护或架设钢架进行支护。

④在实施超前地质钻孔过程中，应派专职地质工程师对钻进的时间、速度、压力、冲洗液的颜色、卡钻、跳钻、岩性、地下水、空洞等情况进行分析，掌握前方地质条件，以便确定对应的支护及结构参数，确保施工安全。

##### ⑤处理方案：

a. 施工中严格贯彻施工原则中的相关要求，在稳妥超前支护的保护下往前掘进，必要时可采取超前小导管局部注浆加固掌子面前方拱部破碎有坍塌可能的岩体，防止塌方。

- b.有塌方征兆时，可立即采取型钢（钢管）横、竖撑后及时补强支护措施。
- c.视塌方可能性和危险性及时撤退现场施工人员，确保人身安全。

⑥洞口开挖前，应完善洞口段防排水系统；洞口施工期间，采取可靠的安全措施，如及时进行坡面防护，超前管棚等，确保洞口位置不发生塌方。在雷雨季节采取必要的防雷措施，如采用独立避雷塔、避雷针等，避免发生因雷击产生的各种破坏和人员伤亡。

### 3) 缓倾角岩层段处理方案

隧道穿过地层为页岩或硬质岩中有软弱夹层，夹层为缓倾角（ $0\sim 10^\circ$ ），开挖后拱顶易掉块，造成拱顶成形差、超挖严重，并可能突然掉块危及施工安全，针对本隧道工程的岩层情况，该类段落施工时应根据岩层走向，优化横断面上系统锚杆的布置，加密拱部系统锚杆，必要时应加设拱部钢架等措施，以保证施工安全。

### 4) 地质顺层段处理方案

隧道衬砌结构存在地质顺层时，根据岩层倾角及走向，优化横断面上系统锚杆的布置，特别对于III、IV级围岩地段适当增加顺层侧锚杆的根数及长度，对顺层处理采用有针对性的处理措施（如洞口设预加固桩、洞身其他围岩设置型钢钢架进行处理）。

### 5) 注浆治水

根据地质条件、设计的堵水要求及防排水等级，通过现场试验确定，主要注浆方案有：（1）全断面超前预注浆；（2）径向注浆；（3）局部补充注浆；（4）高压、密孔、多种材料、反复强化渐进式注浆技术等。施工时应根据现场的实际情况及注浆治水效果，有针对性的选择。

### 6) 反坡施工排水措施

一般反坡段采用移动潜水泵、集水仓、泵站、水管等设施，分级接力将水排出洞外。水仓尺寸按15min涌水量设计，并考虑施工和清淤方便综合确定。工作水泵按满足计算的泵站排水能力和设计扬程配备，能应急处理突发的涌水，并应设有备用的水泵和排水管，且具用水泵的配备能力不应小于工作水泵的能力。

一次性倒流在长大反坡段的施工中是不可行的，特别是在富水地段。当隧道反坡坡度太大，距离过长，不仅需要大功率的水泵，而且在突发事件的情况下无

法保证掌子面的安全。故本隧道工程建议采用分段倒流法进行排水。隔开较长距离开挖集水坑（水仓），设置泵站，开挖掌子面的积水用临时水泵抽到最近的积水坑（水仓），再由水仓经主抽水机排到上级水仓分级抽至洞口，最后由洞外排水管，排至三级沉底池。

在施工阶段，施工单位应针对反坡排水制定专项的施工组织设计，选择合理的抽水设备、设置合理的水仓、泵站及管路，每个工区派专人进行抽排水管理、操作及检修，并制定抽排水安全技术保障措施及应急预案。

#### 7) 涌水涌泥应急预案

根据地勘报告，本隧道工程部分地段水源补给充足、水压较大，且水害具有一定的突发性，水害发生后施救较为困难，若发生较大的涌水涌泥将可能带来灾难性后果。本工程开建之前，各施工单位应首先制定各级风险响应机制，配备充足的应急物质和设备，一旦发生涌水涌泥情况，应急处理按照以下步骤进行：

- a.先停止掌子面施工，并进行掌子面封闭。
- b.对封闭掌子面后方支护结构采取加固措施。
- c.尽快将未封闭的岩层进行封闭。
- d.加大监控量测频率，以监控量测结果指导施工。
- e.对封闭掌子面后方进行注浆加固处理。
- f.对掌子面进行注浆加固处理。
- g.处理完毕后对掌子面前方采用短距离综合超前地质预报技术探测前方地质情况。
- h.根据探明的详细地质情况制订相应的施工技术方案，恢复掌子面开挖。
- i.根据掌子面施工情况结合监控量测结果，采取措施对变形区段进行拆换处理。

### （5）管道施工方案

#### 1) 安装方案

隧道内洞口至管道入地段范围内，应待管道安装完毕后，再浇筑混凝土底板。管道穿底板处应保证周边留有足够空隙，以使管道伸缩时能自由变形。隧道内管道均安装在钢支座上，支墩间距 18m，管道焊口距离管道支座管箍的间距不小于 1m。管道安装示意图 3.6-63。隧道内管道焊接安装方式：管道就位后使用运

管小车上起升装置，配合对口器进行管道组对，采用洞内熔化极气体保护焊(STT或RMD)/钨极氩弧焊根焊+气保护药芯焊丝外焊机自动焊填充盖面的组合自动焊接工艺完成焊接，焊接完成后，管道下方打支墩，使小车脱离管道，将小车撤出，如此往复，完成本隧道平巷段管道。

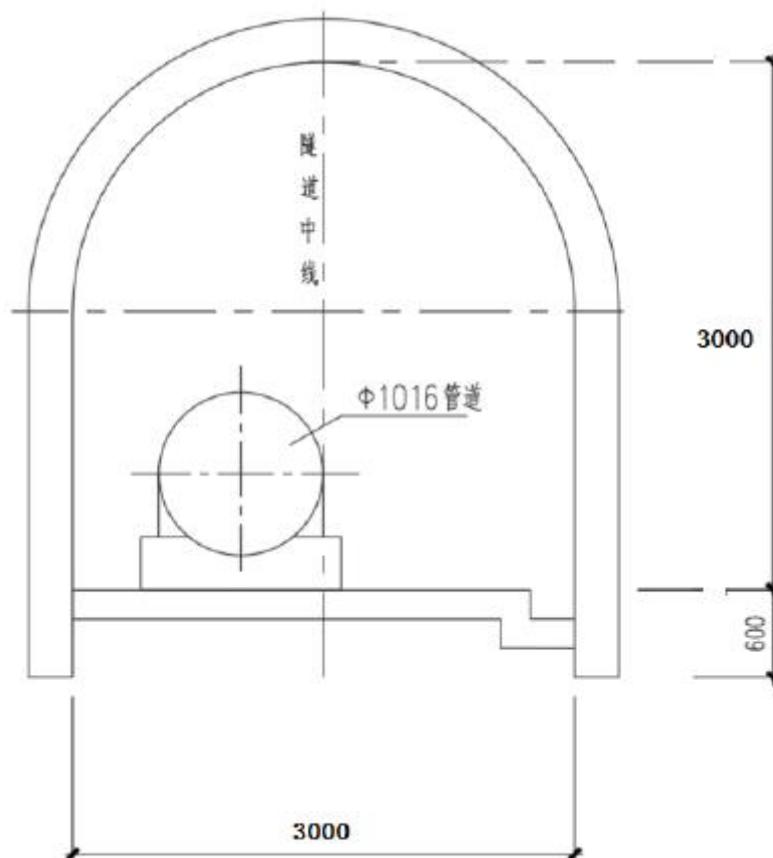


图 3.6-63 隧道内管道安装示意图

完成平巷内管道焊接后，进行平巷-斜巷连接处的热煨弯管吊装、组对、焊接，完成后进行斜巷段管道焊接。

斜巷段管道用管道运送组对小车的液压升降装置顶起钢管，采用横向调节装置进行管道左右位置调节，直至管口组对尺寸符合要求，采用洞内熔化极气体保护焊（STT或RMD)/钨极氩弧焊根焊+气保护药芯焊丝外焊机自动焊填充盖面的组合自动焊接工艺完成焊接，松开头车的固定管卡子，头车的液压升降装置带动管托一并回落至组对小车上，启动尾车的小型电动卷扬机，将头车拉至靠近尾车位置。在钢管下部安装临时支墩支撑管道，松开尾车的固定管卡子，使尾车的液压升降装置带动管托一并回落至组对小车上；启动地面上的卷扬机，将两个管道运送组对小车拉回地面，进行下一根钢管的运送，如此反复，完成斜巷段管道。

## 2) 用管情况

本工程管道管径均为 D1016mm，设计内压力 10MPa，材质 L485M。

结合线路用管情况，钢管类型及材质均采用 L485M (X70M) 直缝埋弧焊钢管，制管标准满足《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB/T 9711-2017。

根据《输气管道工程设计规范》GB50251-2015 中直管段、热煨弯管的壁厚计算公式，本工程东港钻爆隧道穿越直管段选用 D1016×26.2 L485M PSL2 直缝埋弧焊钢管。

## 3) 焊接与检验

### a. 焊接方式的选择

管道焊接应按现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 与《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369 的有关规定执行。

东港钻爆隧道管道，实长为 1941.4m。斜巷最大坡度达 20°，推荐采用洞内组合自动焊，采用钨极氩弧焊根焊+气保护药芯焊丝外焊机自动焊填充盖面自动焊接方式。针对隧道斜巷内管道与平巷内管道连头段环焊缝推荐采用钨极氩弧焊根焊+气保护药芯焊丝外焊机自动焊填充盖面或氩弧焊根焊+焊条电弧焊填充盖面的手工电弧焊的焊接方式。

### b. 焊口返修

返修焊推荐采用钨极氩弧焊根焊+焊条电弧焊填充盖面焊的手工焊接方式。

### c. 焊缝检验

依照《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015) 和《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013) 的有关要求以及结合本工程的实际情况，现场环焊缝检验要求如下：组合自动焊或气保护药芯焊丝半自动焊的管道环焊缝的无损检测，应进行 100%射线照相检验和 100% (PAUT+TOFD) 检测；热煨弯管与直管段的焊缝、沟下连头焊缝、碰死口焊缝，除 100%射线照相检验外，还需进行 100% (PAUT+TOFD) 检测。

为进一步保证工程质量，本工程施工前由建设单位聘请第三方无损检测承包商和其他第四方无损检测承包商，第三方无损检测承包商对焊口进行 100%检测，第四方无损检测承包商对检测结果进行 100%复评。当需要对现场检测过程和结果进行复核检查时，由第三方无损检测承包商对焊口进行重新拍片检测。

同时在本工程启动初期开展检测机组能力考核，现场组织验证检测机组持续、稳定提供检测服务的能力，提高检测系统稳定性。

#### 4) 清管与试压

隧道穿越段管道应单独进行试压，试压时隧道穿越段管道两端需固定。试压包括强度试验和严密性试验，试压介质采用无腐蚀的洁净水，试压时的环向应力不宜大于钢管屈服强度的 90%，试压前，应采用清管球或清管器进行清管，清管次数不应小于两次。清管扫线应设临时清管收发装置，该装置周围 50m 内不得有居民和建筑物，同时在地势较高的地方设置临时放空口进行排气。

清管合格后需进行测径，测径宜采用铝质测径板，直径为试压段中最大壁厚钢管或者弯头内径的 92.5%，当测径板通过管段后，无变形、褶皱为合格。穿越段与两侧线路段站间智能测径及干燥整体进行。

试压宜在环境温度 5℃ 以上进行，否则应采取防冻措施。注水宜连续，排除管线内的气体。水试压合格后，必须将管段内积水清扫干净。

强度试验压力为 1.5 倍设计压力，稳压不应少于 4 小时，待稳压合格后，降至设计压力，进行严密性试验，严密性试验压力为 1.0 倍设计压力，稳压 24 小时。管道无异常变形，无渗漏为合格。

东港隧道穿越平、纵断面缩略图见下图。入土点、出图点场地平面布置示意图见图 3.6-65-66。东港隧道穿越平面示意图和纵断面示意图见图 3.6-67~72。

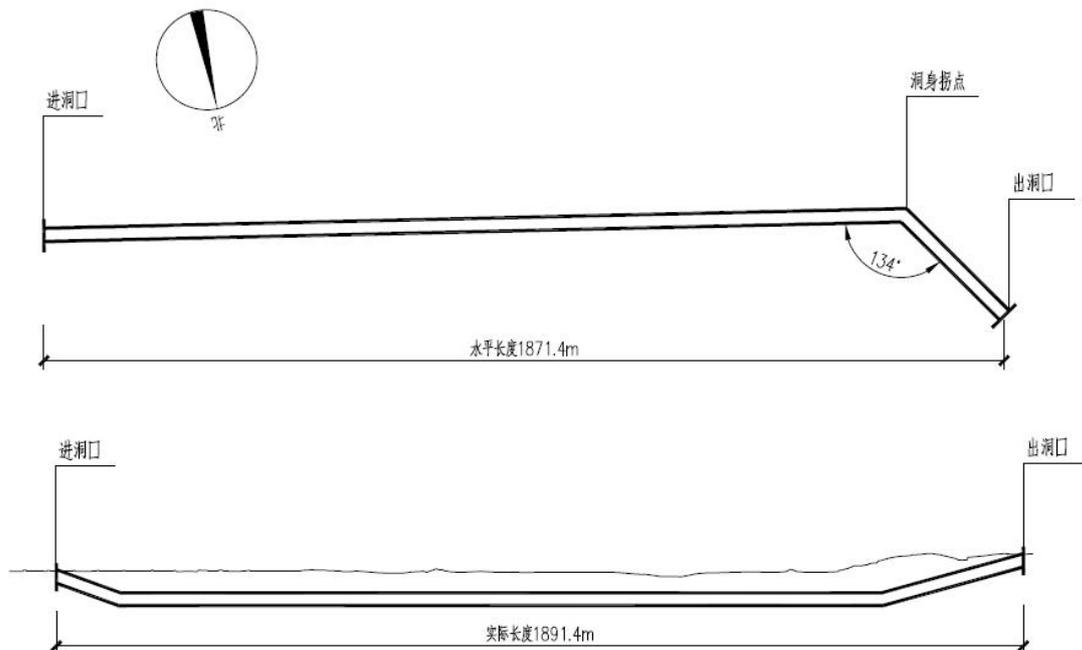


图3.6-64 东港隧道平、纵断面缩略图

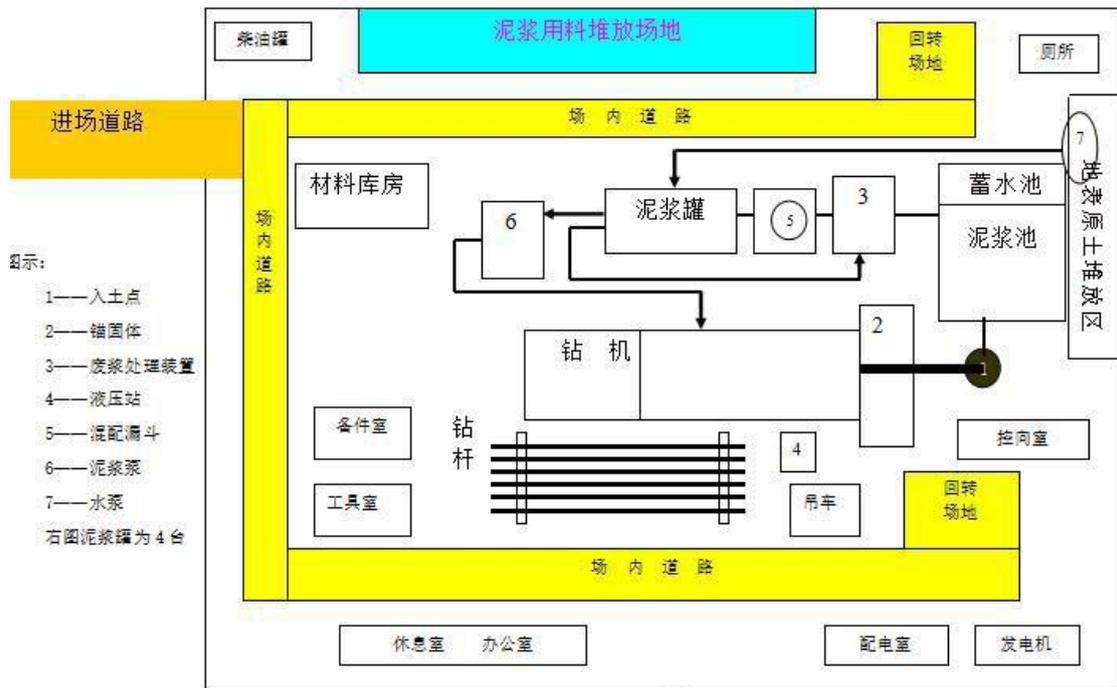


图3.6-65 入土点场地平面布置示意图

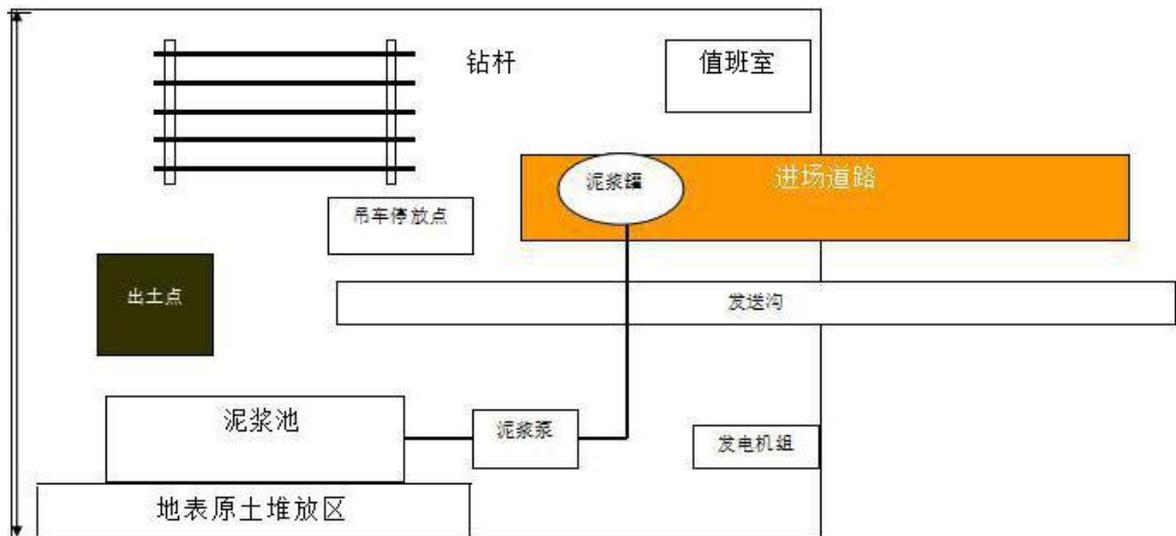


图3.6-66 出土点场地平面布置示意图

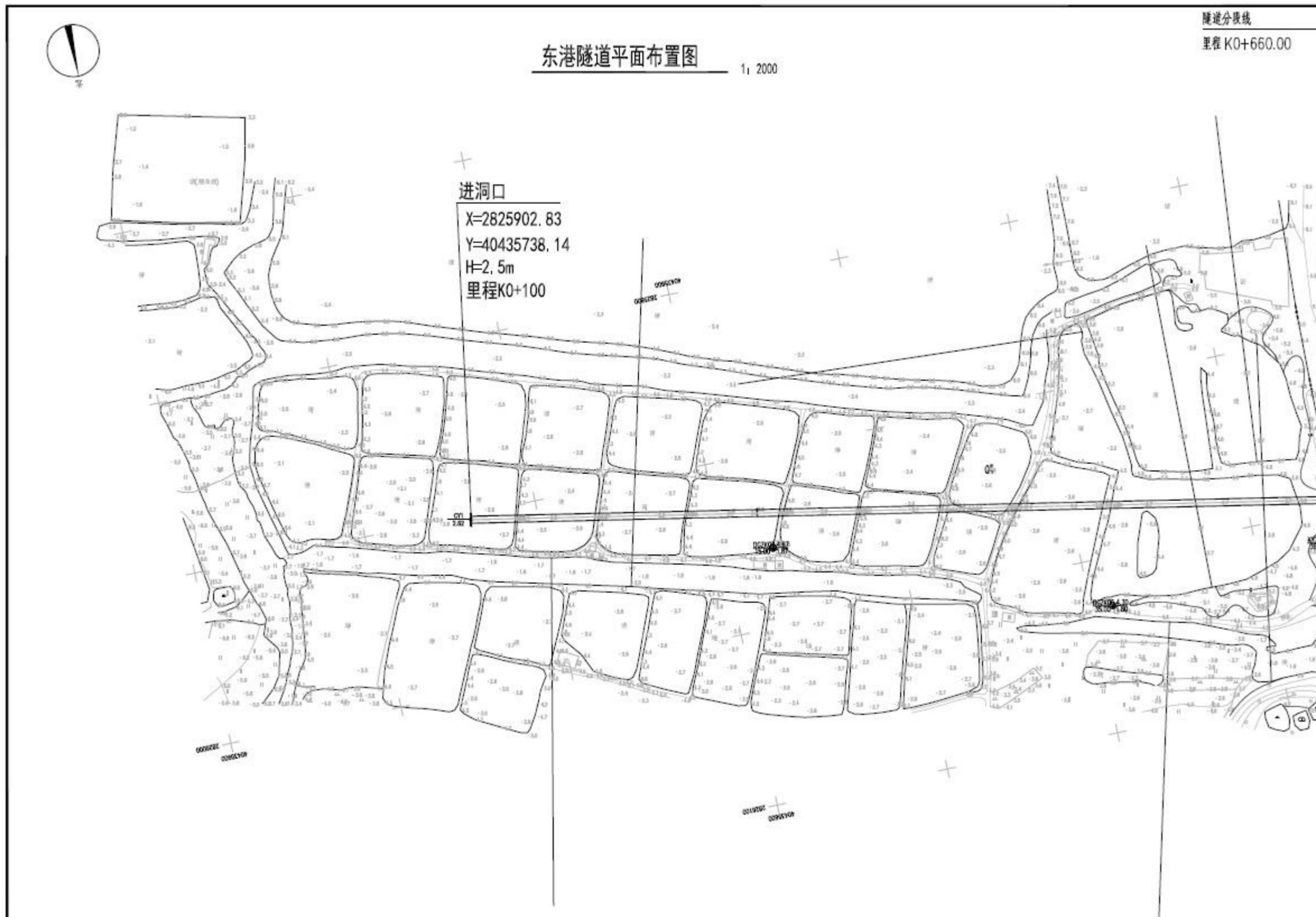


图 3.6-67 东港隧道穿越平面示意图 (1)

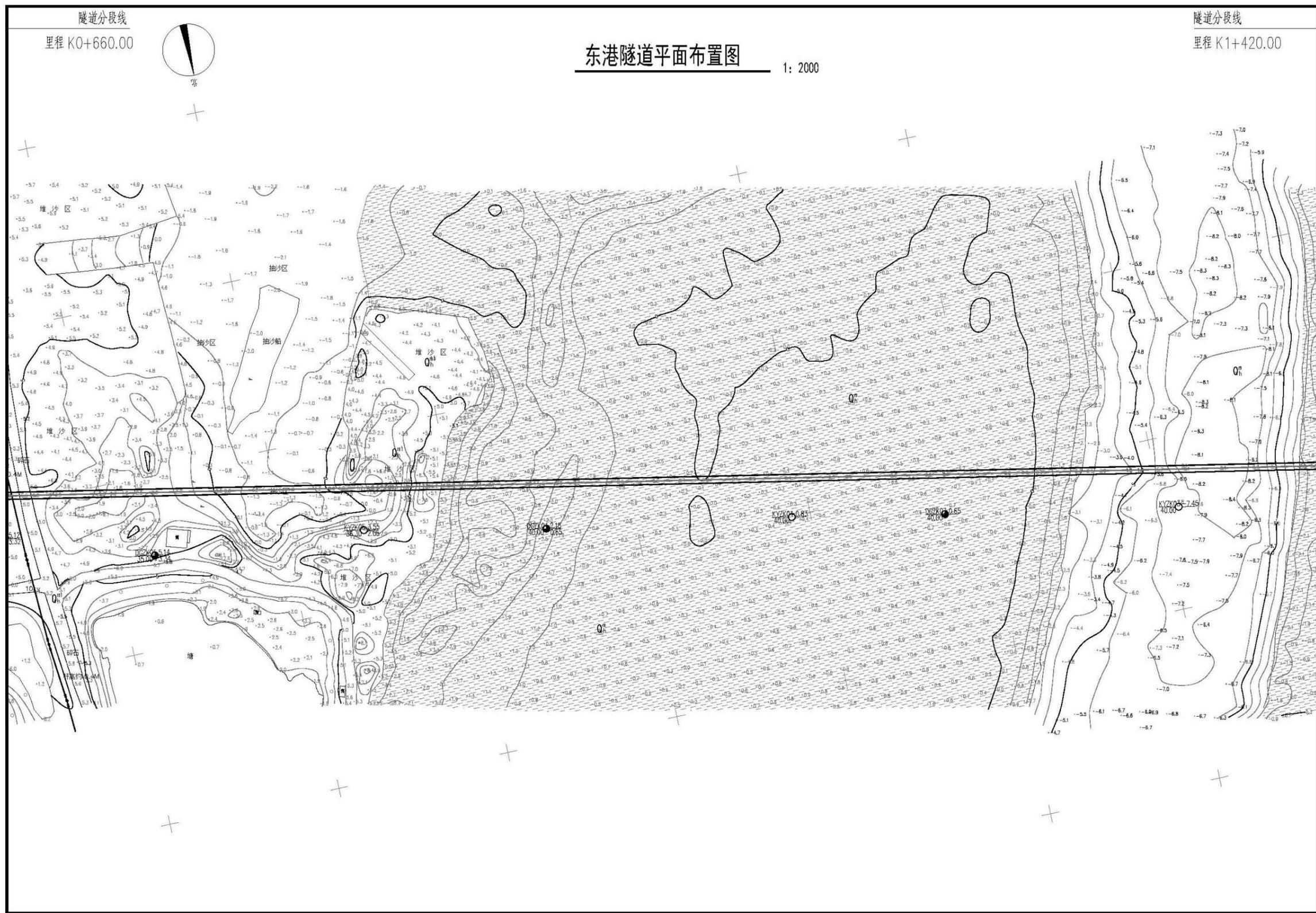


图 3.6-68 东港隧道穿越平面示意图 (2)

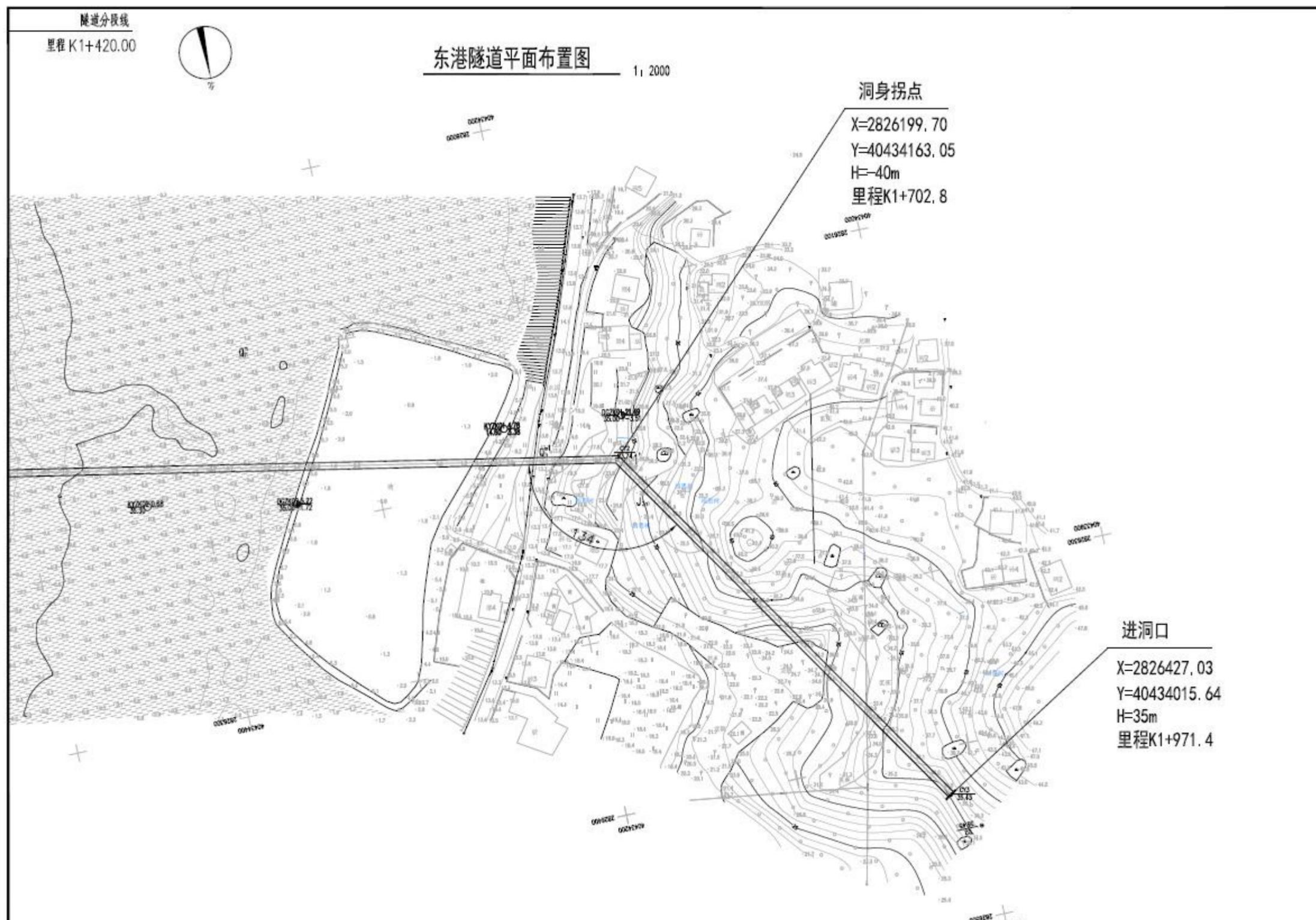
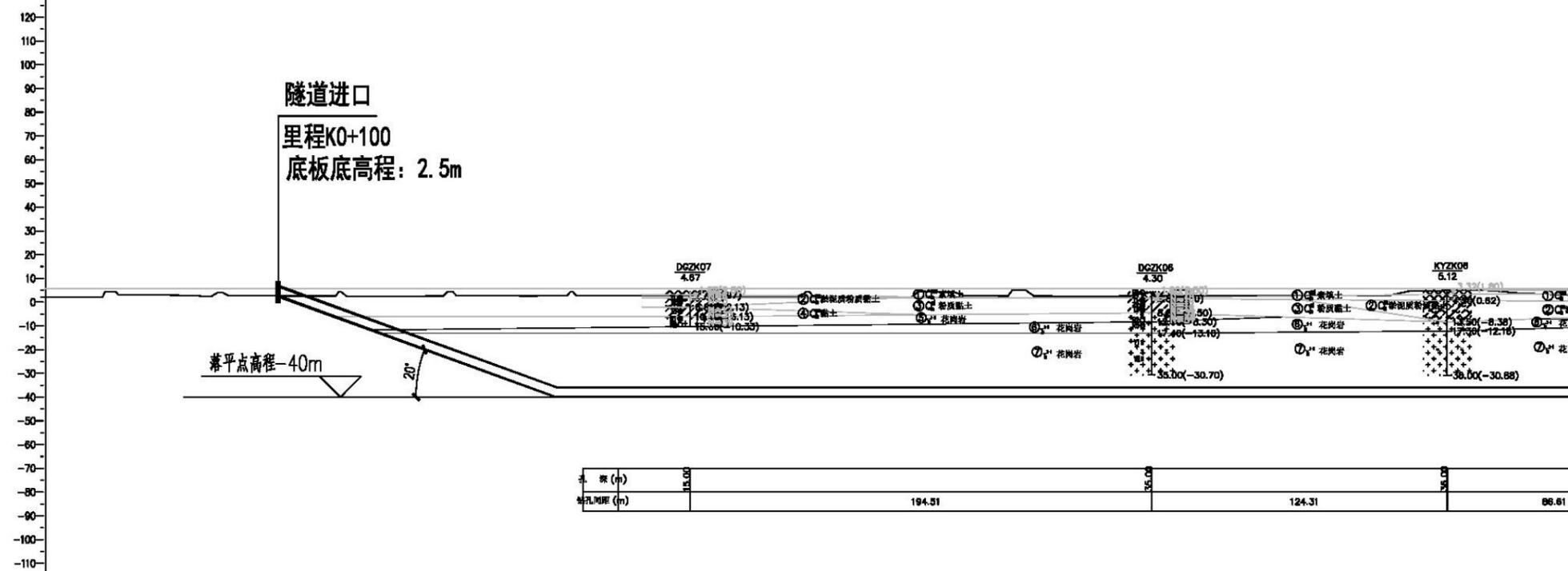


图 3.6-69 东港隧道穿越平面示意图 (3)

1. 高程系统采用1985国家高程基准。
2. 里程以CY1号桩沿穿越轴线后退100m为0+000m起算。

### 东港隧道纵断面布置图 1: 2000



水平里程	0+026.0	0+052.2	0+063.5	0+074.7	0+100.0	0+124.2	0+144.4	0+169.6	0+206.5	0+221.5	0+246.0	0+259.8	0+276.5	0+300.0	0+320.0	0+352.6	0+366.4	0+379.1	0+389.1	0+407.1	0+418.0	0+443.8	0+458.0	0+468.3	0+486.9	0+530.8	0+567.0	0+590.1	0+601.1	0+614.9						
坡度					-36.4%				0.5%																											
坡度 坡长(m)					124.3m				429m																											
围岩级别(水平)					VI (42m)				V (82m)												IV (473.2m)															
围岩级别(实际)					VI (52m)				V (82m)												IV (463.2m)															
水文地质 工程地质特征	<p>该段位于进口段，属于浅埋段（浅埋段21m），穿地层主要为第四系全新冲洪积泥质粉砂粘土。洞口水质粉砂粘土结构松散，自稳能力较差，开挖易出现冒顶和坍塌。该段为弱透水层，地下水以点状出水为主，局部裂隙发育且裂隙充填呈淋雨状，隧道内可能出现较大规模的涌水。衬砌自稳能力差，可能出现较大规模塌方。无支护时衬砌可产生较大的变形、较大变形，衬砌易失稳。</p>																<p>该段位于进口段，属于浅埋段。穿地层主要为燕山期风化-中等风化花岗岩。强风化层岩质破碎，岩体节理、裂隙发育，岩体破碎；中风化层岩质较硬，该段为弱透水层，地下水以点状出水为主，局部裂隙发育且裂隙充填呈淋雨状，隧道内可能出现较大规模的涌水。衬砌自稳能力差，可能出现较大规模塌方。无支护时衬砌可产生较大的变形、较大变形，衬砌易失稳。</p>										<p>该段位于洞身段，属于深埋段。穿地层主要为燕山期花岗岩及罗果灰岩。岩体节理、裂隙发育，岩体破碎。该段为弱透水层，地下水以点状出水为主，局部裂隙发育且裂隙充填呈淋雨状，隧道内可能出现较大规模的涌水。衬砌自稳能力较差，可能出现较大规模塌方。无支护时衬砌可产生较大的变形、较大变形，衬砌易失稳。</p>									

图 3.6-70 东港隧道穿越纵断面示意图 (1)

### 东港隧道纵断面布置图 1: 2000

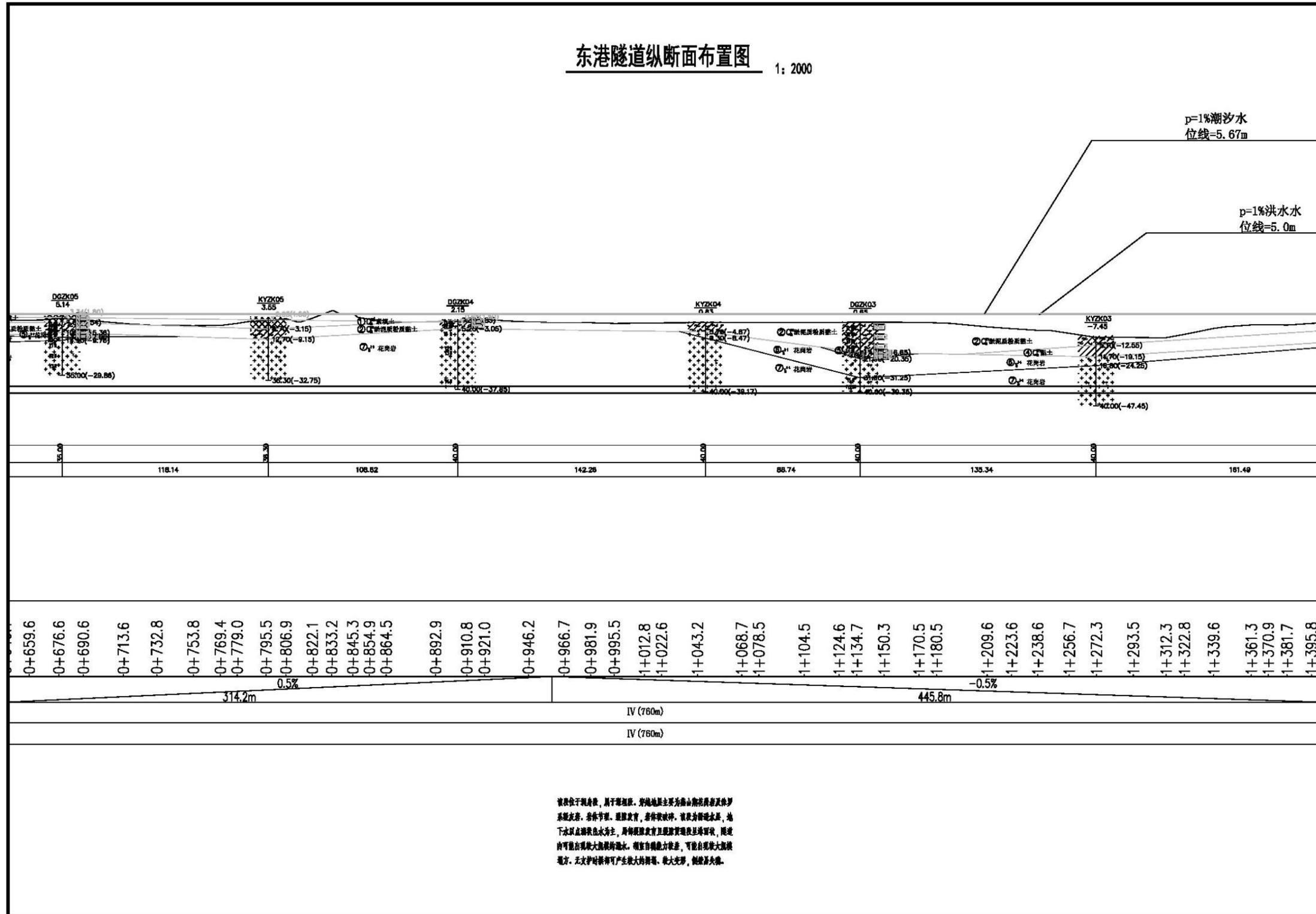


图 3.6-71 东港隧道穿越纵断面示意图 (2)

### 东港隧道纵断面布置图 1: 2000

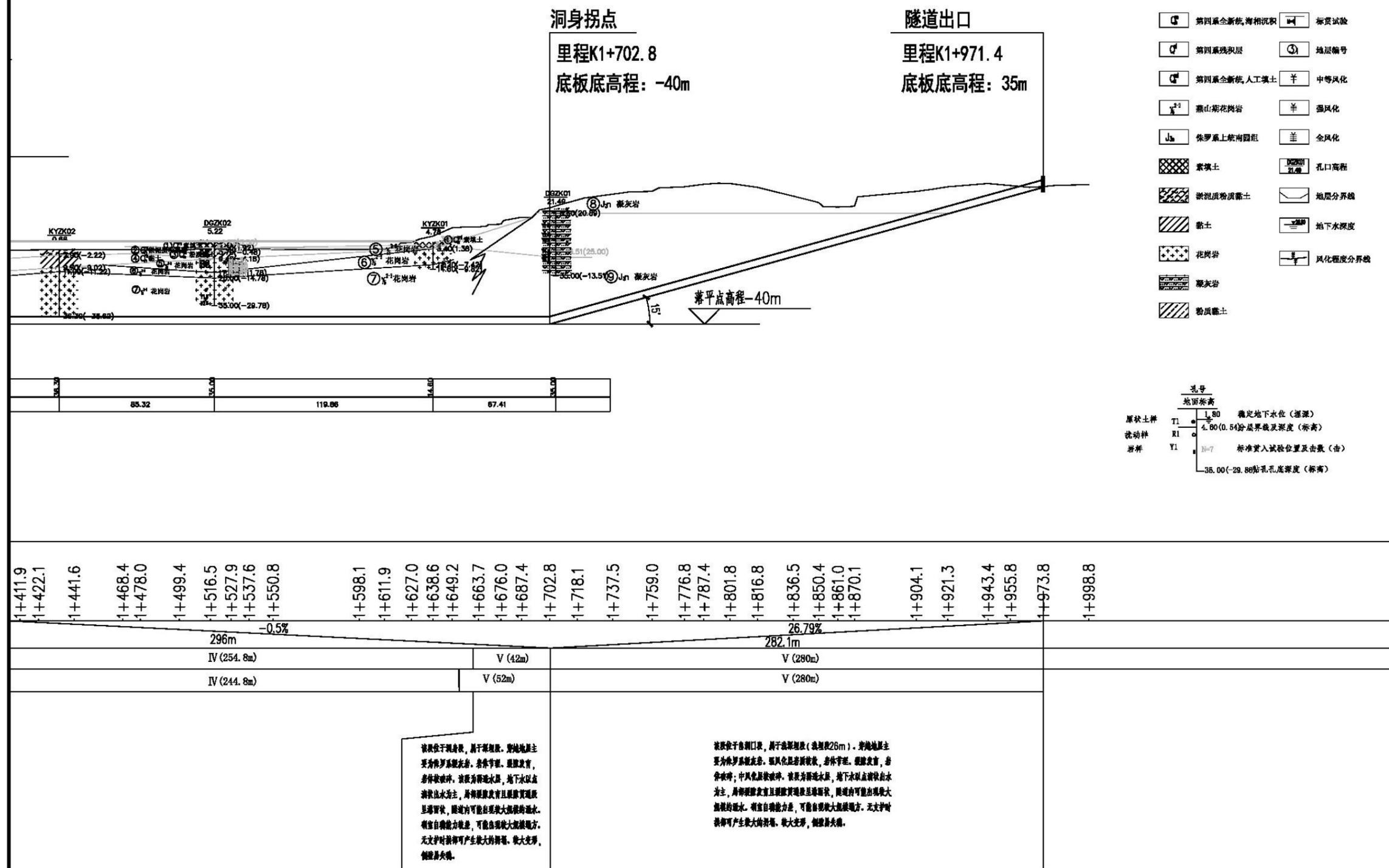


图 3.6-72 东港隧道穿越纵断面示意图 (3)

### 3.6.15.6 洋门村连片鱼塘穿越

#### (1) 穿越位置

根据推荐线路的总体走向及水文地质、地形、地貌状况拟选穿越处属福建省福清市所辖，位于高山镇洋门村和瑟江村附近，管道沿线主要为人工养殖鱼塘。

根据现场情况和线路走向，结合福清市规划要求，本工程管道并行 S1551 渔平高速敷设，设计对洋门村连片鱼塘穿越地段进行了反复踏勘，路由相对较唯一，不再进行穿越位置方案比选，穿越位置见下图。



图 3.6-73 洋门村连片鱼塘穿越示意图

#### (2) 穿越方案选择

洋门村连片鱼塘穿越处连续穿越几个大小不一的鱼塘，一般鱼塘长约 50m~70m，宽约 20m~30m，水深为 0.5m~1.5m，鱼塘内主要养殖各种鱼类、牛蛙等。

根据穿越处鱼塘特点、工程地质、地形条件等情况，对穿越方式进行分析。

定向钻方案：水平定向钻穿越方式在管道埋深上能达到设计要求，保证管道的安全。其次施工时不会破坏耕地、不影响鱼塘养殖、利于环境保护。根据勘察报告成果地层主要为软土，适宜定向钻穿越。两岸有钻机设备和管道安装回拖场地，交通也较为便利。根据本工程实际情况洋门村连片鱼塘穿越适宜定向钻方案。

隧道方案主要有盾构法、顶管法以及钻爆隧道，盾构法投资最高，工程难度最大，其他方案可行的情况下暂不考虑该方式，根据地层情况，穿越处基岩埋深较深，钻爆隧道法竖井深度过大，施工难度大、风险高，本穿越不考虑该方式。

穿越处地层主要为黏土、淤泥质土、砂质粘性土，两岸具备竖井施工场地，顶管方式具备一定条件。但穿越距离较长，采用顶管方式穿越工期较长，投资较高，施工风险大，因此不考虑采用顶管方案。

穿越处地层条件良好，洋门村连片鱼塘穿越处距 S1551 渔平高速约 30m，有开挖穿越施工场地，因此，可采用开挖方式穿越子洋门村连片鱼塘。

通过以上分析可知，定向钻和开挖可作为比选方案。两个方案穿越位置见下图。



图 3.6-74 洋门村连片鱼塘穿越方案示意图

洋门村连片鱼塘穿越方案比选详见下表。

表 3.6-45 洋门村连片鱼塘穿越方案比较表

方案	定向钻方案	开挖方案
穿越长度 (m)	530	430
相同闭合点间连接线路 (除穿越)(m)	0	100

投资估算（万元）	3071	3480
穿越施工期（月）	2-3	3-4
优点	1.施工周期短、技术成熟； 2.投资较省； 3.对鱼塘养殖无影响。 4.对高速公路路基无影响。	1.直接进行光缆穿越，不需要另外的通道。
缺点	1.软土地层易出现渗透冒浆、漏浆、成孔较难、塌孔现象； 2.通过局部黏土地层时易出现压缩性现象。	1.临时征地面积大； 2.地下水位高，开挖深度大、施工难度大，风险较高 3.投资高； 4.工期长。
推荐方案	推荐	-

通过以上分析可知，开挖方式投资较高，工期长，施工难度大。采用定向钻穿越，据勘察数据穿越处地层较稳定，为定向钻穿越较好的地层，可以大大降低工程施工成本和缩短施工工期。施工安全风险小，施工周期短。因此，洋门村连片鱼塘推荐定向钻穿越方案。

### （3）主要施工技术

#### 1) 管子组对

管子布管、组对应严格按《油气输送管道穿越工程施工规范》（GB50424-2015）和《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369-2014）的要求及本工程线路工程相关技术标准执行。

#### 2) 管段焊接

管段焊接前，均应进行焊接工艺评定试验（参照《钢质管道焊接及验收》（SY/T4103-2006）等现行的相关标准执行）。在其评定合格后，施工单位方可按照批准的《焊接工艺评定》中有关要求及本工程线路工程相关技术标准进行焊接。

#### 3) 管段检验

所有环向焊缝均应进行 100%X 射线检查和 100%超声波检查。X 射线和超声波检查均应达到《油气输送管道穿越工程施工规范》（GB50424-2015）第 5.3.1 条规定和《石油天然气钢质管道无损检测》（SY/T4109-2020）中的Ⅱ级标准及本工程线路工程相关技术标准合格。返修环焊缝也应对返修部位执行 100%X 射线和 100%的超声波检测。

#### 4) 清管、测径

本工程所有定向钻大中型穿越施工时均应按《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424-2015 和《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014 要求进行清管、测径。定向钻穿越管道应单独进行清管、测径与干燥。

穿越管道在回拖前应进行清管。清管时可设置临时清管设施，清管球充水后过盈量应为管内径的 5%-8%，并以排除口排除时无污物为管合格。清管未达到合格标准时，应增加清管次数，直至达到合格为止。清管器应适用于管线弯管曲率半径。

清管合格完毕后应进行管道内测径。管道测径可利用清管器中部安装测径板来检验管道内径是否存在凹坑、变形等缺陷。测径板一般采用铝制，其直径宜为试压段中最大壁厚钢管或者弯头内径的 92%。

清管和测径的步骤建议如下：清管和测径之前，先在管线两端安装临时收发球筒，收发球筒安装完成后将清管或测径用的清管器装入发球筒，然后启动空气压缩机向发球筒内注入压缩空气，压缩空气推动清管器向前移动，直到清管器将管线内泥沙、焊渣等杂物推到收球筒内，停止向管线内注入压缩空气，并打开收发球筒上的排气阀门进行排气。当管线内压力降到大气压力时，打开收球筒，检查清管或测径效果。

清管时次数不应少于 2 次，以排除无污物为清管合格。测径时，测径清管器到达收球筒后，拆下清管器上的测径板，若测径板无变形、无褶皱，测径合格试压。

回拖完毕，再对穿越管段进行一次清管和测径，排除管内积水以及检查拖管后管道内部的情况，具体要求同上。

输气管道在投产之前必须进行管道内水份的清除和管道干燥。

当然，根据两侧连接线路业主工程建设计划安排和承包施工单位承包情况，如是同一个施工单位，且穿越和线路施工间隔时间较短，上述工作也可和线路统一进行。管道在安装前应进行清管并保持管内清洁，与线路连通后，与线路再次进行清管。

#### 5) 试压

河流大中型穿越管道单独清管测径完成后，还应整体进行试压。穿越管段试压应分强度试压和严密性试压两阶段进行。

定向钻穿越管段试压分两步进行：管段回拖前应进行一次强度试验和一次严密性试压，管段回拖完成后，穿越桩范围内的管道再进行一次整体管段严密性试压。

第一次试压按《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423-2013 和《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424-2015 执行，即强度试验压力为 1.5 倍设计压力（即 15MPa），介质为洁净水，稳压 4h，压降不大于 1%和无变形合格；严密性试验压力为 1 倍设计压力（即 10MPa），介质为洁净无腐蚀性水，稳压 24h，压降不大于 1%且不大于 0.1MPa 和无变形合格。严密性试压应在强度试压合格后进行。试压要求和增压次数按上述规范执行。

与穿越桩范围内两侧管线连接完毕，再进行第二次整体严密性试压。第二次试压压力及要求与第一次相同。同样，根据两侧连接线路业主工程建设计划安排和承包施工单位承包情况，如是同一个施工单位，且穿越和线路施工间隔时间较短，上述试压工作，包括试压后清管和干燥工作也可和线路统一进行。

穿越管段应采用无腐蚀性洁净水作为试压介质。试压时环境温度不宜小于 5℃；若环境温度 5℃以下试压，应采取防冻措施。试压前应清除管内铁锈和组对焊接时可能遗留、进入的泥土和砂石杂物和吹扫工作。

穿越的试压值应考虑河床底部高差影响。试压时的环向应力一般不应大于钢管的屈服强度的 90%。有特殊要求的穿越管段，可提高强度试验压力，但穿越管段最低点管子受力不得超过管子屈服强度的 95%。穿越管段试压合格后可与两端线路管段连接，但不得出现使穿越管段发生强制变形的连接。

洋门村连片鱼塘定向钻穿越平面示意图和纵断面示意图见下图。





### 3.6.15.7 义庄村连片鱼塘穿越

#### (1) 穿越位置

根据推荐线路的总体走向及水文地质、地形、地貌状况拟选穿越处属福建省福清市所辖，位于江镜镇义庄村附近，管道沿线主要为人工养殖鱼塘。

根据现场情况和线路走向，结合福清市规划要求，本工程管道并行 S1551 渔平高速敷设且义庄村穿越处东侧为规划水库，设计对义庄村连片鱼塘穿越地段进行了反复踏勘，路由相对较唯一，不再进行穿越位置方案比选，穿越位置见下图。



图 3.6-77 义庄村连片鱼塘穿越示意图

#### (2) 穿越方案选择

义庄村连片鱼塘穿越处连续穿越几个大小不一的鱼塘，一般鱼塘长约 50m~70m，宽约 20m~30m，水深为 0.5m~1.5m，鱼塘内主要养殖各种鱼类、牛蛙等。

根据穿越处鱼塘特点、工程地质、地形条件等情况，对穿越方式进行分析。

定向钻方案：水平定向钻穿越方式在管道埋深上能达到设计要求，保证管道的安全。其次施工时不会破坏耕地、不影响鱼塘养殖、利于环境保护。根据勘察报告成果地层主要为软土，适宜定向钻穿越。两岸有钻机设备和管道安装回拖场地，交通也较为便利。根据本工程实际情况洋门村连片鱼塘穿越适宜定向钻方案。

隧道方案主要有盾构法、顶管法以及钻爆隧道，盾构法投资最高，工程难度

最大，其他方案可行的情况下暂不考虑该方式，根据地层情况，穿越处基岩埋深约 400 米，钻爆隧道法竖井深度过大，施工难度大、风险高，本穿越不考虑该方式。

穿越处地层主要为粉质黏土、砂质黏性土、花岗岩，两岸具备竖井施工场地，顶管方式具备一定条件。但穿越距离较长，采用顶管方式穿越工期较长，投资较高，弃渣量大，施工风险大，因此不考虑采用顶管方案。

穿越处地层条件良好，义庄村连片鱼塘穿越处距 S1551 渔平高速约 30m，穿越处东侧约 60m 为在建水库，采用开挖穿越施工空间较小，对在建水库及渔平高速扰动大，规划部门不同意采用开挖方式穿越义庄村连片鱼塘。

通过以上分析可知，义庄村连片鱼塘穿越可以采用定向钻穿越方式，本穿越工程地质条件良好，满足定向钻穿越要求，且定向钻穿越相较隧道方案投资低，工期短，施工工艺成熟，施工安全风险小。因此，推荐采用定向钻穿越方式。

### （3）主要施工技术

#### 1) 管子组对

管子布管、组对应严格按《油气输送管道穿越工程施工规范》（GB50424-2015）和《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369-2014）的要求及本工程线路工程相关技术标准执行。

#### 2) 管段焊接

管段焊接前，均应进行焊接工艺评定试验（参照《钢质管道焊接及验收》（SY/T4103-2006）等现行的相关标准执行）。在其评定合格后，施工单位方可按照批准的《焊接工艺评定》中有关要求及本工程线路工程相关技术标准进行焊接。

#### 3) 管段检验

所有环向焊缝均应进行 100%X 射线检查和 100%超声波检查。X 射线和超声波检查均应达到《油气输送管道穿越工程施工规范》（GB50424-2015）第 5.3.1 条规定和《石油天然气钢质管道无损检测》（SY/T4109-2020）中的 II 级标准及本工程线路工程相关技术标准为合格。返修环焊缝也应对返修部位执行 100%X 射线和 100%的超声波检测。

#### 4) 清管、测径

本工程所有定向钻大中型穿越施工时均应按《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424-2015 和《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014 要求进行清管、测径。定向钻穿越管道应单独进行清管、测径与干燥。

穿越管道在回拖前应进行清管。清管时可设置临时清管设施，清管球充水后过盈量应为管内径的 5%-8%，并以排除口排除时无污物为管合格。清管未达到合格标准时，应增加清管次数，直至达到合格为止。清管器应适用于管线弯管曲率半径。

清管合格完毕后应进行管道内测径。管道测径可利用清管器中部安装测径板来检验管道内径是否存在凹坑、变形等缺陷。测径板一般采用铝制，其直径宜为试压段中最大壁厚钢管或者弯头内径的 92%。

清管和测径的步骤建议如下：清管和测径之前，先在管线两端安装临时收发球筒，收发球筒安装完成后将清管或测径用的清管器装入发球筒，然后启动空气压缩机向发球筒内注入压缩空气，压缩空气推动清管器向前移动，直到清管器将管线内泥沙、焊渣等杂物推到收球筒内，停止向管线内注入压缩空气，并打开收发球筒上的排气阀门进行排气。当管线内压力降到大气压力时，打开收球筒，检查清管或测径效果。

清管时次数不应少于 2 次，以排除无污物为清管合格。测径时，测径清管器到达收球筒后，拆下清管器上的测径板，若测径板无变形、无褶皱，测径合格试压。

回拖完毕，再对穿越管段进行一次清管和测径，排除管内积水以及检查拖管后管道内部的情况，具体要求同上。

输气管道在投产之前必须进行管道内水份的清除和管道干燥。

当然，根据两侧连接线路业主工程建设计划安排和承包施工单位承包情况，如是同一个施工单位，且穿越和线路施工间隔时间较短，上述工作也可和线路统一进行。管道在安装前应进行清管并保持管内清洁，与线路连通后，与线路再次进行清管。

#### 5) 试压

河流大中型穿越管道单独清管测径完成后，还应整体进行试压。穿越管段试压应分强度试压和严密性试压两阶段进行。

定向钻穿越管段试压分两步进行：管段回拖前应进行一次强度试验和一次严密性试压，管段回拖完成后，穿越桩范围内的管道再进行一次整体管段严密性试压。

第一次试压按《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423-2013 和《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424-2015 执行，即强度试验压力为 1.5 倍设计压力（即 15MPa），介质为洁净水，稳压 4h，压降不大于 1%和无变形合格；严密性试验压力为 1 倍设计压力（即 10MPa），介质为洁净无腐蚀性水，稳压 24h，压降不大于 1%且不大于 0.1MPa 和无变形合格。严密性试压应在强度试压合格后进行。试压要求和增压次数按上述规范执行。

与穿越桩范围内两侧管线连接完毕，再进行第二次整体严密性试压。第二次试压压力及要求与第一次相同。同样，根据两侧连接线路业主工程建设计划安排和承包施工单位承包情况，如是同一个施工单位，且穿越和线路施工间隔时间较短，上述试压工作，包括试压后清管和干燥工作也可和线路统一进行。

穿越管段应采用无腐蚀性洁净水作为试压介质。试压时环境温度不宜小于 5℃；若环境温度 5℃以下试压，应采取防冻措施。试压前应清除管内铁锈和组对焊接时可能遗留、进入的泥土和砂石杂物和吹扫工作。

穿越的试压值应考虑河床底部高差影响。试压时的环向应力一般不应大于钢管的屈服强度的 90%。有特殊要求的穿越管段，可提高强度试验压力，但穿越管段最低点管子受力不得超过管子屈服强度的 95%。穿越管段试压合格后可与两端线路管段连接，但不得出现使穿越管段发生强制变形的连接。

义庄村连片鱼塘定向钻穿越平面示意图和纵断面示意图见下图。



### 3.6.15.8 洋边村连片鱼塘穿越

#### (1) 穿越位置

根据推荐线路的总体走向及水文地质、地形、地貌状况拟选穿越处属福建省福清市所辖，位于港头镇洋边村附近，管道沿线主要为人工养殖鱼塘。

根据现场情况和线路走向，结合福清市规划要求，本工程管道并行 S1551 渔平高速敷设，洋边村连片鱼塘穿越处北侧房屋较多，设计对洋边村连片鱼塘穿越地段进行了反复踏勘，路由相对较唯一，不再进行穿越位置方案比选，穿越位置详见下图。

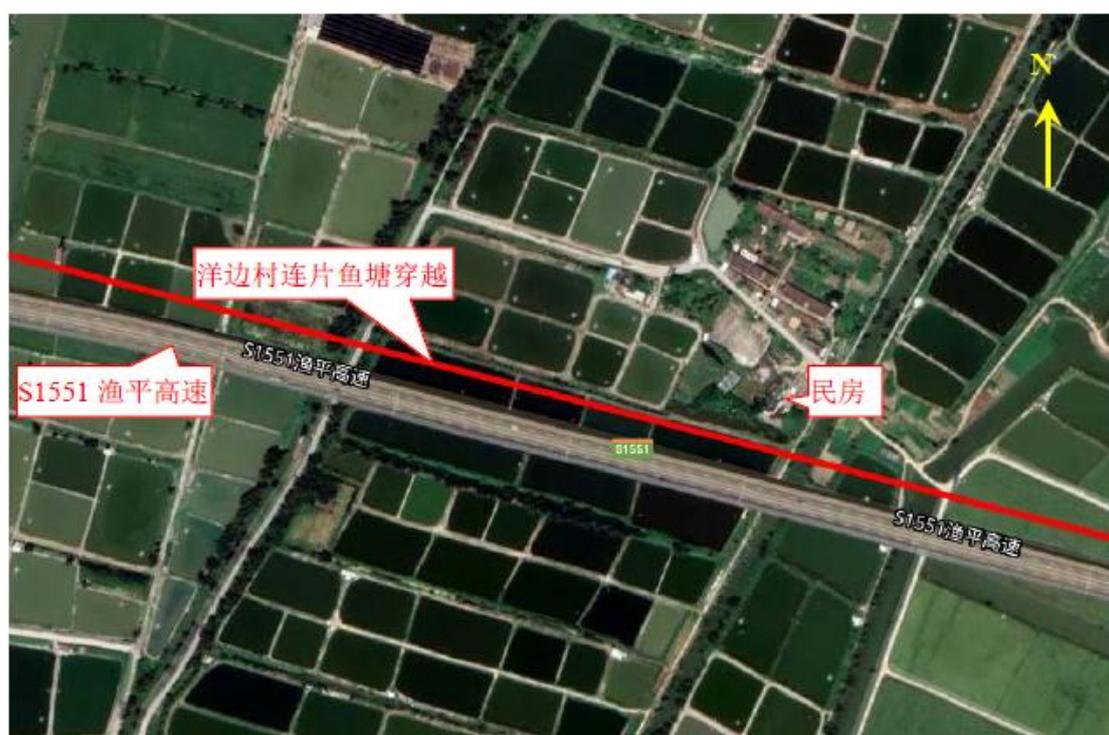


图 3.6-80 洋边村连片鱼塘穿越示意图

#### (2) 穿越方案选择

洋边村连片鱼塘穿越处连续穿越几个大小不一的鱼塘，一般鱼塘长约 50m~70m，宽约 20m~30m，水深为 0.5m~1.5m，鱼塘内主要养殖各种鱼类、牛蛙等。

根据穿越处鱼塘特点、工程地质、地形条件等情况，对穿越方式进行分析。

定向钻方案：水平定向钻穿越方式在管道埋深上能达到设计要求，保证管道的安全。其次施工时不会破坏耕地、不影响鱼塘养殖、利于环境保护。根据勘察报告成果地层主要为软土，适宜定向钻穿越。两岸有钻机设备和管道安装回拖场

地,交通也较为便利。根据本工程实际情况洋门村连片鱼塘穿越适宜定向钻方案。

隧道方案主要有盾构法、顶管法以及钻爆隧道,盾构法投资最高,工程难度最大,其他方案可行的情况下暂不考虑该方式,钻爆隧道法竖井深度过大,施工难度大、风险高,本穿越不考虑该方式。

穿越处地层主要为黏土、淤泥质粉质黏土,两岸具备竖井施工场地,顶管方式具备一定条件。但穿越距离较长,采用顶管方式穿越工期较长,投资较高,施工风险大,因此不考虑采用顶管方案。

穿越处地层条件良好,洋边村连片鱼塘穿越处距 S1551 渔平高速约 25m,距北侧民房约 20m,若采用开挖方式穿越,施工场地受限,开挖对高速路基存在扰动,因此,本工程不考虑采用开挖方式穿越洋边村连片鱼塘。

通过以上分析可知,洋边村连片鱼塘穿越可以采用定向钻穿越方式,本穿越工程地质条件良好,满足定向钻穿越要求,且定向钻穿越相较隧道方案投资低,工期短,施工工艺成熟,施工安全风险小。因此,推荐采用定向钻穿越方式。

### (3) 主要施工技术

#### 1) 管子组对

管子布管、组对应严格按《油气输送管道穿越工程施工规范》(GB50424-2015)和《油气长输管道工程施工及验收规范》(GB50369-2014)的要求及本工程线路工程相关技术标准执行。

#### 2) 管段焊接

管段焊接前,均应进行焊接工艺评定试验(参照《钢质管道焊接及验收》(SY/T4103-2006)等现行的相关标准执行)。在其评定合格后,施工单位方可按照批准的《焊接工艺评定》中有关要求及本工程线路工程相关技术标准进行焊接。

#### 3) 管段检验

所有环向焊缝均应进行 100%X 射线检查和 100%超声波检查。X 射线和超声波检查均应达到《油气输送管道穿越工程施工规范》(GB50424-2015)第 5.3.1 条规定和《石油天然气钢质管道无损检测》(SY/T4109-2020)中的Ⅱ级标准及本工程线路工程相关技术标准为合格。返修环焊缝也应对返修部位执行 100%X 射线和 100%的超声波检测。

#### 4) 清管、测径

本工程所有定向钻大中型穿越施工时均应按《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424-2015 和《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014 要求进行清管、测径。定向钻穿越管道应单独进行清管、测径与干燥。

穿越管道在回拖前应进行清管。清管时可设置临时清管设施，清管球充水后过盈量应为管内径的 5%-8%，并以排除口排除时无污物为管合格。清管未达到合格标准时，应增加清管次数，直至达到合格为止。清管器应适用于管线弯管曲率半径。

清管合格完毕后应进行管道内测径。管道测径可利用清管器中部安装测径板来检验管道内径是否存在凹坑、变形等缺陷。测径板一般采用铝制，其直径宜为试压段中最大壁厚钢管或者弯头内径的 92%。

清管和测径的步骤建议如下：清管和测径之前，先在管线两端安装临时收发球筒，收发球筒安装完成后将清管或测径用的清管器装入发球筒，然后启动空气压缩机向发球筒内注入压缩空气，压缩空气推动清管器向前移动，直到清管器将管线内泥沙、焊渣等杂物推到收球筒内，停止向管线内注入压缩空气，并打开收发球筒上的排气阀门进行排气。当管线内压力降到大气压力时，打开收球筒，检查清管或测径效果。

清管时次数不应少于 2 次，以排除无污物为清管合格。测径时，测径清管器到达收球筒后，拆下清管器上的测径板，若测径板无变形、无褶皱，测径合格试压。

回拖完毕，再对穿越管段进行一次清管和测径，排除管内积水以及检查拖管后管道内部的情况，具体要求同上。

输气管道在投产之前必须进行管道内水份的清除和管道干燥。

当然，根据两侧连接线路业主工程建设计划安排和承包施工单位承包情况，如是同一个施工单位，且穿越和线路施工间隔时间较短，上述工作也可和线路统一进行。管道在安装前应进行清管并保持管内清洁，与线路连通后，与线路再次进行清管。

#### 5) 试压

河流大中型穿越管道单独清管测径完成后，还应整体进行试压。穿越管段试

压应分强度试压和严密性试压两阶段进行。

定向钻穿越管段试压分两步进行：管段回拖前应进行一次强度试验和一次严密性试压，管段回拖完成后，穿越桩范围内的管道再进行一次整体管段严密性试压。

第一次试压按《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423-2013 和《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424-2015 执行，即强度试验压力为 1.5 倍设计压力（即 15MPa），介质为洁净水，稳压 4h，压降不大于 1%和无变形合格；严密性试验压力为 1 倍设计压力（即 10MPa），介质为洁净无腐蚀性水，稳压 24h，压降不大于 1%且不大于 0.1MPa 和无变形合格。严密性试压应在强度试压合格后进行。试压要求和增压次数按上述规范执行。

与穿越桩范围内两侧管线连接完毕，再进行第二次整体严密性试压。第二次试压压力及要求与第一次相同。同样，根据两侧连接线路业主工程建设计划安排和承包施工单位承包情况，如是同一个施工单位，且穿越和线路施工间隔时间较短，上述试压工作，包括试压后清管和干燥工作也可和线路统一进行。

穿越管段应采用无腐蚀性洁净水作为试压介质。试压时环境温度不宜小于 5℃；若环境温度 5℃以下试压，应采取防冻措施。试压前应清除管内铁锈和组对焊接时可能遗留、进入的泥土和砂石杂物和吹扫工作。

穿越的试压值应考虑河床底部高差影响。试压时的环向应力一般不应大于钢管的屈服强度的 90%。有特殊要求的穿越管段，可提高强度试验压力，但穿越管段最低点管子受力不得超过管子屈服强度的 95%。穿越管段试压合格后可与两端线路管段连接，但不得出现使穿越管段发生强制变形的连接。

洋边村连片鱼塘定向钻穿越平面示意图和纵断面示意图见下图。

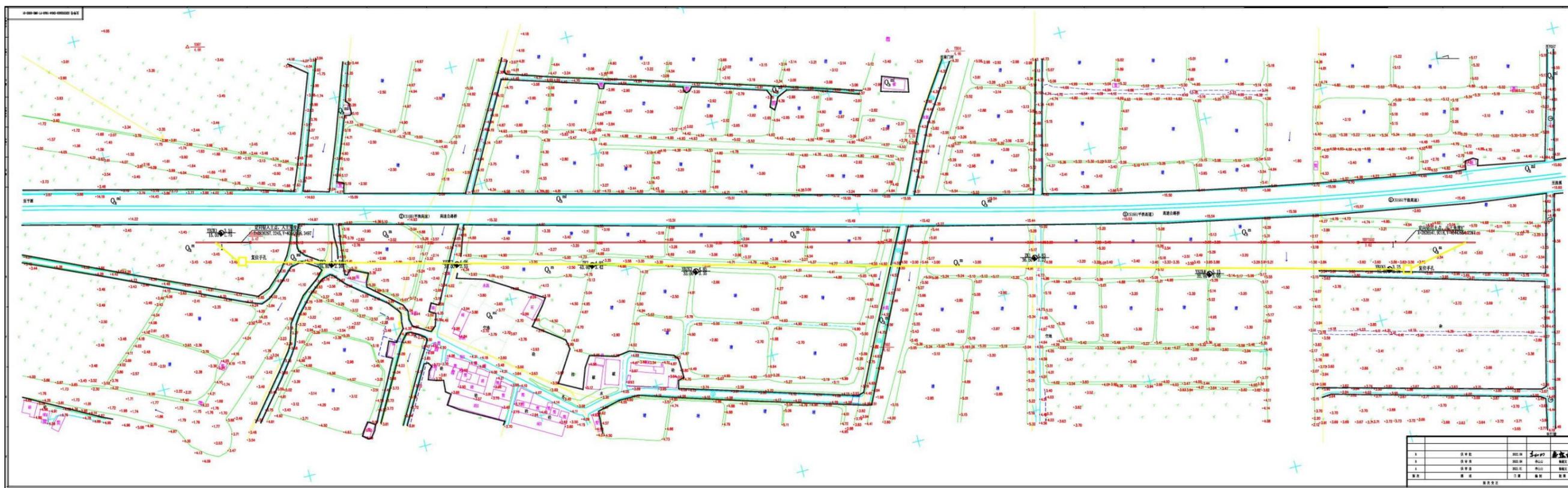


图 3.6-81 洋边村连片鱼塘穿越平面示意图

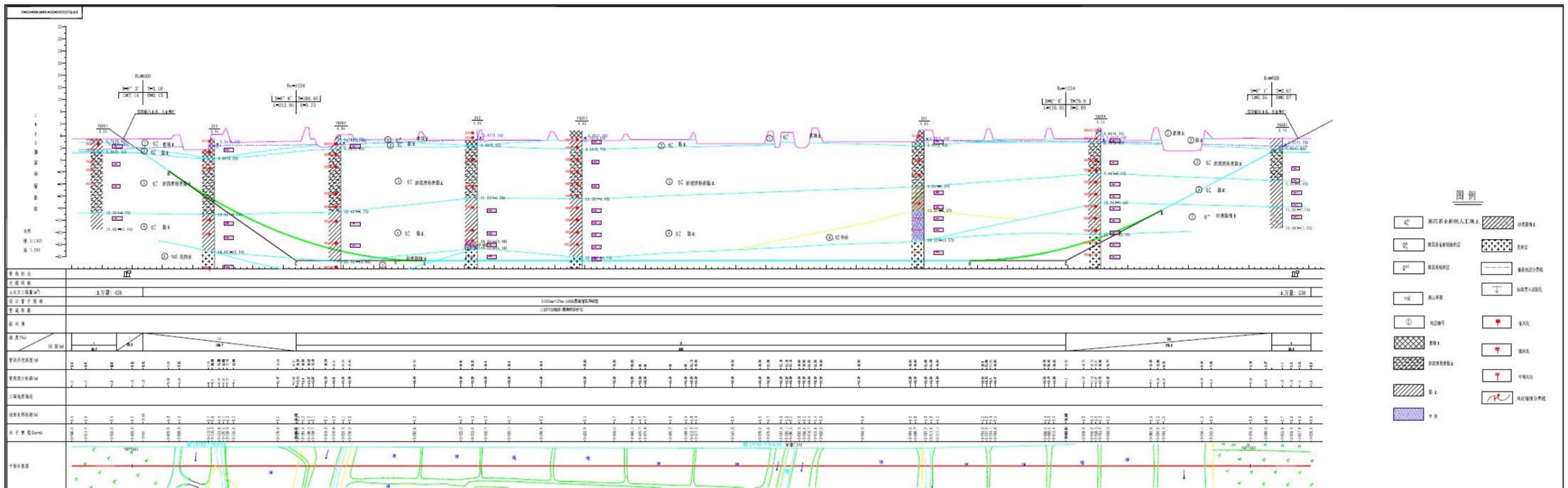


图 3.6-82 洋边村连片鱼塘穿越纵断面示意图

### 3.6.15.9 北郎官村连片鱼塘穿越

#### (1) 穿越位置

根据推荐线路的总体走向及水文地质、地形、地貌状况拟选穿越处属福建省福清市所辖，位于玉溪镇北郎官村附近，管道沿线主要为人工养殖鱼塘。

根据现场情况和线路走向，北郎官村穿越处北侧村庄密集，穿越处南侧鱼塘过多，赔偿费用高，设计对北郎官村连片鱼塘穿越地段进行了反复踏勘，经与福清市规划结合，规划部门原则上同意该穿越位置，因此，不再进行穿越位置方案比选，穿越位置详见下图。

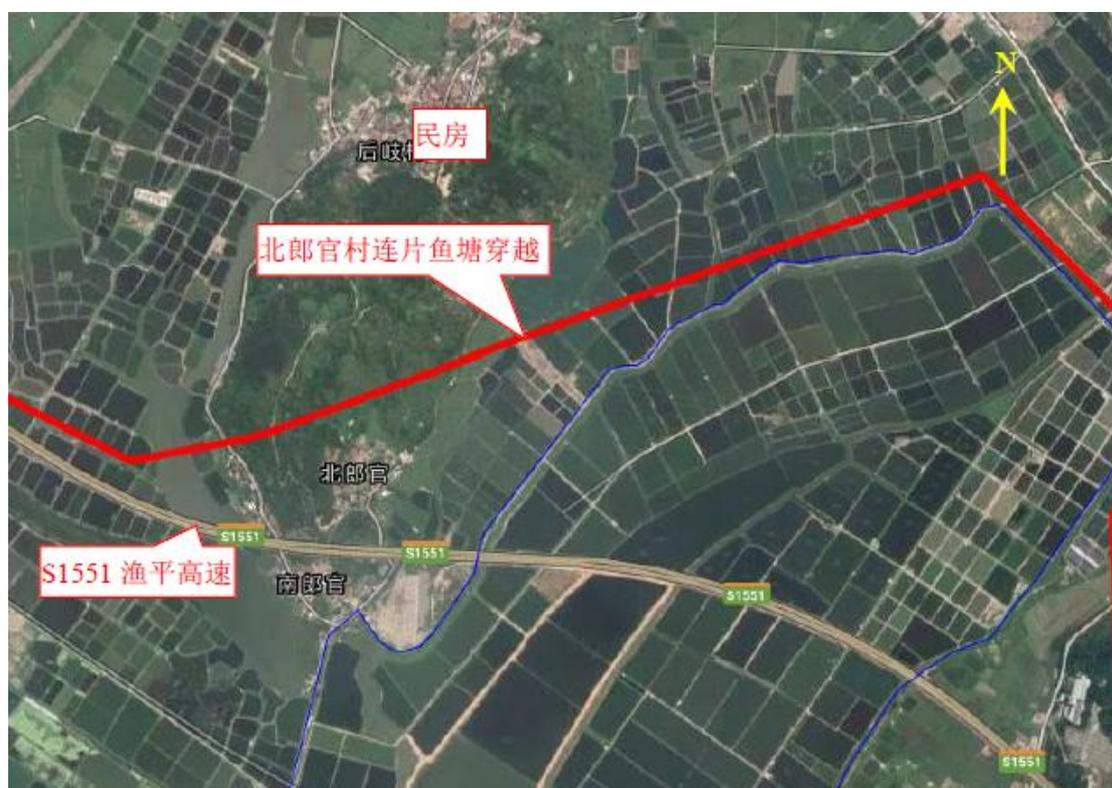


图 3.6-83 北郎官村连片鱼塘穿越示意图

#### (2) 穿越方案选择

北郎官村连片鱼塘穿越处连续穿越几个大小不一的鱼塘，一般鱼塘长约 50m~70m，宽约 20m~30m，水深为 0.5m~1.5m，鱼塘内主要养殖各种鱼类、牛蛙等。

根据穿越处鱼塘特点、工程地质、地形条件等情况，对穿越方式进行分析。

定向钻方案：水平定向钻穿越方式在管道埋深上能达到设计要求，保证管道的安全。其次施工时不会破坏耕地、不影响鱼塘养殖、利于环境保护。根据勘察

报告成果地层主要为软土，适宜定向钻穿越。两岸有钻机设备和管道安装回拖场地，交通也较为便利。根据本工程实际情况洋门村连片鱼塘穿越适宜定向钻方案。

隧道方案主要有盾构法、顶管法以及钻爆隧道，盾构法投资最高，工程难度最大，其他方案可行的情况下暂不考虑该方式，钻爆隧道法竖井深度过大，施工难度大、风险高，本穿越不考虑该方式。

穿越处地层主要为淤泥质黏土、粉质黏土，两岸具备竖井施工场地，顶管方式具备一定条件。但穿越距离较长，采用顶管方式穿越工期较长，投资较高，施工风险大，因此不考虑采用顶管方案。

穿越处地层条件良好，北郎官村连片鱼塘穿越处两侧场地宽阔，具备开挖方式实施条件，因此，可采用开挖方式穿越北郎官村连片鱼塘。

通过以上分析可知，定向钻和开挖可作为比选方案。两个方案穿越位置见下图。

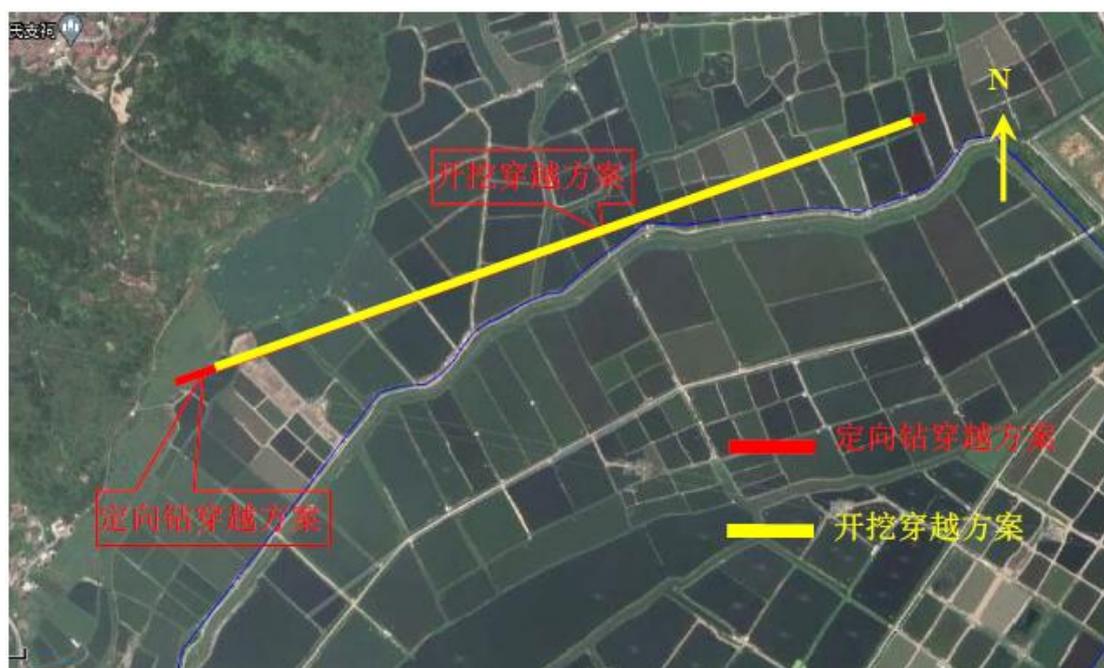


图 3.6-84 北郎官村连片鱼塘越方案示意图

北郎官村连片鱼塘穿越方案比选详见下表。

表 3.6-46 洋门村连片鱼塘穿越方案比较表

方案	定向钻方案	开挖方案
穿越长度 (m)	1460	1380
相同闭合点间连接线路 (除穿越)(m)	0	80

投资估算（万元）	3071	3480
穿越施工期（月）	3-4	4-5
优点	1.施工周期短、技术成熟； 2.投资较省； 3.对鱼塘养殖无影响； 4.鱼塘清淤对管道无影响； 5.施工安全性高。	1.直接进行光缆穿越，不需要另外的通道。
缺点	1. 软土地层易出现渗透冒浆、漏浆、成孔较难、塌孔现象； 2.通过局部黏土地层时易出现压缩性现象。	1.临时征地面积大； 2.地下水位高，开挖深度大、施工难度大，风险较高 3.投资高； 4.工期长。
推荐方案	推荐	-

通过以上分析可知，开挖方式投资较高，工期长，施工难度大。采用定向钻穿越，据勘察数据穿越处地层较稳定，为定向钻穿越较好的地层，可以降低工程施工成本和缩短施工工期。施工安全风险小，施工周期短。因此，北郎官村连片鱼塘推荐定向钻穿越方案。

### （3）主要施工技术

#### 1) 管子组对

管子布管、组对应严格按《油气输送管道穿越工程施工规范》（GB50424-2015）和《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369-2014）的要求及本工程线路工程相关技术标准执行。

#### 2) 管段焊接

管段焊接前，均应进行焊接工艺评定试验（参照《钢质管道焊接及验收》（SY/T4103-2006）等现行的相关标准执行）。在其评定合格后，施工单位方可按照批准的《焊接工艺评定》中有关要求及本工程线路工程相关技术标准进行焊接。

#### 3) 管段检验

所有环向焊缝均应进行 100%X 射线检查和 100%超声波检查。X 射线和超声波检查均应达到《油气输送管道穿越工程施工规范》（GB50424-2015）第 5.3.1 条规定和《石油天然气钢质管道无损检测》（SY/T4109-2020）中的 II 级标准及本工程线路工程相关技术标准为合格。返修环焊缝也应对返修部位执行 100%X 射线和 100%的超声波检测。

#### 4) 清管、测径

本工程所有定向钻大中型穿越施工时均应按《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424-2015 和《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014 要求进行清管、测径。定向钻穿越管道应单独进行清管、测径与干燥。

穿越管道在回拖前应进行清管。清管时可设置临时清管设施，清管球充水后过盈量应为管内径的 5%-8%，并以排除口排除时无污物为管合格。清管未达到合格标准时，应增加清管次数，直至达到合格为止。清管器应适用于管线弯管曲率半径。

清管合格完毕后应进行管道内测径。管道测径可利用清管器中部安装测径板来检验管道内径是否存在凹坑、变形等缺陷。测径板一般采用铝制，其直径宜为试压段中最大壁厚钢管或者弯头内径的 92%。

清管和测径的步骤建议如下：清管和测径之前，先在管线两端安装临时收发球筒，收发球筒安装完成后将清管或测径用的清管器装入发球筒，然后启动空气压缩机向发球筒内注入压缩空气，压缩空气推动清管器向前移动，直到清管器将管线内泥沙、焊渣等杂物推到收球筒内，停止向管线内注入压缩空气，并打开收发球筒上的排气阀门进行排气。当管线内压力降到大气压力时，打开收球筒，检查清管或测径效果。

清管时次数不应少于 2 次，以排除无污物为清管合格。测径时，测径清管器到达收球筒后，拆下清管器上的测径板，若测径板无变形、无褶皱，测径合格试压。

回拖完毕，再对穿越管段进行一次清管和测径，排除管内积水以及检查拖管后管道内部的情况，具体要求同上。

输气管道在投产之前必须进行管道内水份的清除和管道干燥。

当然，根据两侧连接线路业主工程建设计划安排和承包施工单位承包情况，如是同一个施工单位，且穿越和线路施工间隔时间较短，上述工作也可和线路统一进行。管道在安装前应进行清管并保持管内清洁，与线路连通后，与线路再次进行清管。

#### 5) 试压

河流大中型穿越管道单独清管测径完成后，还应整体进行试压。穿越管段试

压应分强度试压和严密性试压两阶段进行。

定向钻穿越管段试压分两步进行：管段回拖前应进行一次强度试验和一次严密性试压，管段回拖完成后，穿越桩范围内的管道再进行一次整体管段严密性试压。

第一次试压按《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423-2013 和《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424-2015 执行，即强度试验压力为 1.5 倍设计压力（即 15MPa），介质为洁净水，稳压 4h，压降不大于 1%和无变形合格；严密性试验压力为 1 倍设计压力（即 10MPa），介质为洁净无腐蚀性水，稳压 24h，压降不大于 1%且不大于 0.1MPa 和无变形合格。严密性试压应在强度试压合格后进行。试压要求和增压次数按上述规范执行。

与穿越桩范围内两侧管线连接完毕，再进行第二次整体严密性试压。第二次试压压力及要求与第一次相同。同样，根据两侧连接线路业主工程建设计划安排和承包施工单位承包情况，如是同一个施工单位，且穿越和线路施工间隔时间较短，上述试压工作，包括试压后清管和干燥工作也可和线路统一进行

穿越管段应采用无腐蚀性洁净水作为试压介质。试压时环境温度不宜小于 5℃；若环境温度 5℃以下试压，应采取防冻措施。试压前应清除管内铁锈和组对焊接时可能遗留、进入的泥土和砂石杂物和吹扫工作。

穿越的试压值应考虑河床底部高差影响。试压时的环向应力一般不应大于钢管的屈服强度的 90%。有特殊要求的穿越管段，可提高强度试验压力，但穿越管段最低点管子受力不得超过管子屈服强度的 95%。穿越管段试压合格后可与两端线路管段连接，但不得出现使穿越管段发生强制变形的连接。

洋边村连片鱼塘定向钻穿越平面示意图和纵断面示意图见下图。



### 3.6.16 土石方平衡

#### 3.6.16.1 土石方平衡分析

本工程理论管道施工弃方量为管道体积，即  $104000 \times 3.14 \times (1.016 \div 2)^2 = 84316.12 \text{m}^3$ 。实际管道横坡段作业带、站场阀室场区均需回填土方，管道工程的弃方可达土石方平衡。

##### 1) 横坡和狭窄的山脊段管沟

横坡和狭窄的山脊段管沟，管沟开挖与作业带开拓同步进行，开挖的土石方直接用于作业带的填筑，以减小施工作业带宽度，从而减小爆破工作量，减轻对原有地貌的破坏程度。横坡敷设管沟回填时先铺设细土或细砂回填至管顶 0.3m 处，再回填面层管沟土，后回填下层管沟岩石，并酌情设置截水墙；横坡角  $\alpha$  为  $10^\circ \sim 20^\circ$  时，可直接在斜坡上修建施工作业带。横坡角  $\alpha$  为  $20^\circ \sim 30^\circ$  时，应采取削坡的方法修筑施工作业带。

横坡敷设坡面的恢复主要依靠水工保护和水土保持措施，对于管沟上方可以沿开挖的坡面回填，坡度  $5\% \sim 10\%$ ，表层回填耕植土。对于劈方形形成的高陡边坡，应根据其稳定性进行防护。对于容易滑塌、塌方的区段，应设置支挡及截排水措施。通常在边坡顶部设置截水沟，将坡面水有序外排；底部设置浆砌石挡土墙，具体形式根据现场情况确定。

##### 2) 站场及阀室用土

本工程沿线新建南郑分输站、江阴分输站、福清联络站及 1#~4# 阀室，场区回填，均需土石方。

本工程除东港穿越段以外，挖方  $162.19 \text{万 m}^3$ ，其中：含表土剥离  $71.00 \text{万 m}^3$ 、场地挖方  $91.19 \text{万 m}^3$ 。填方  $162.19 \text{万 m}^3$ ，其中：含表土回覆  $71.00 \text{万 m}^3$ 、土石方回填  $91.19 \text{万 m}^3$ ，无弃渣，土石方调配符合水土保持要求。

#### 3.6.16.2 表土平衡

管道工程总占地面积  $260.37 \text{hm}^2$ ，其中永久占地  $5.73 \text{hm}^2$ ，临时占地  $254.64 \text{hm}^2$ ，对临时、永久占地内可剥离表土，均剥离及回覆，表土剥离  $71.00 \text{万 m}^3$ 、表土回覆  $71.00 \text{万 m}^3$ 。

### 3.6.16.3 取土场

本项目所用砂石料在当地购买，工程未设置取土（石、料）场。

### 3.6.16.4 弃土场

本项目沿线除东港穿越段以外，开挖回填后的余方全部回填至管道施工作业带，工程未设置弃土（石、料）场。

本项目穿越东港段隧道施工会产生弃土弃渣，两岸设置了临时弃渣场，西侧弃渣场为荒地，东侧弃渣场为养殖用地，均不涉及生态红线、基本农田等环境敏感区。弃渣场位置详见图 3.6-87，弃渣场面积合计 5000m<sup>2</sup>，弃渣场边缘砌筑挡土墙，防止弃渣随雨水冲刷流失，同时在弃渣场设截水、排水措施，防止水土流失。

设计单位需进一步明确东港穿越段弃渣量，施工期间产生的弃渣量不得超过弃渣场可堆存量，多余的弃渣应及时外运处置。



图 3.6-87 东港段弃渣场位置示意图

### 3.6.17 组织机构和定员

本工程全线采用 SCADA 系统，自动化水平高。

莲峰首站位于福建 LNG 接收站内，江阴分输站、福清联络站和 4 座阀室均为无人值守。江阴分输站和福清联络站仅设置综合设备间和门卫室。南郑分输站为有人值守站场，配置站场工作人员 20 人。江阴分输站和福清联络站各设置门卫人员 2 名。

各站人员配置见下表。

表 3.6-47 人员配置表

机构设置	人员数量	备注
江阴分输站	2	门卫值班人员 2 人
南郑分输站	20	站场工作人员 20 人
福清联络站	2	门卫值班人员 2 人
	24	

### 3.6.18 环保投资

本工程总投资约 196430 万元，环保投资约 3210 万元，占总投资的 1.63%。这部分投资主要用于恢复地貌、恢复植被、生态敏感区域恢复治理、环境风险防范、环境监理等施工期生态环境保护措施。

表 3.6-48 环保投资估算 单位：万元

序号	类型	治理项目	设备或措施	处理效果	投资	
1	生态	施工作业	恢复地貌	人工或推土机	恢复原貌	900
2		带、渣场	恢复植被	草籽或树苗	控制施工作业带宽度	1000
3	水环境	大中型定向钻穿越泥浆处置	防渗泥浆池，固化	泥浆固化、上方覆土、恢复地貌	250	
4		生活污水	钢筋混凝土化粪池	处理达标后用于站场	30	
5			一体化污水处理装置	绿化或站内洒水	100	
6			隔油池		20	
7	固废环境	清管废渣、分离器检修废渣	排污池	废渣暂存在排污池中，定期拉运	20	
8	大气环境	施工期抑制扬尘	洒水、防尘布等	抑制扬尘	100	
9		天然气放空	放空系统	符合安全、环保要求	200	
10	声环境	施工期减噪	低噪音设备等	满足噪声标准要求	200	
11		运行期减噪	低噪音设备等	满足噪声标准要求	300	
12	站场绿化		种草、植树	绿化系数满足要求	40	
13	环境监理、监测		监督环保措施	确保施工期环保措施落实	50	
14			落实			

合计	3210
----	------

### 3.6.19 实施计划

项目按基本建设程序进行可行性研究、初步设计、施工图设计、采购、开工建设以及项目验收、试运和投产等阶段。

本工程进度具体见下表。

**表 3.6-49 项目整体进度安排表**

序号	阶段	工作内容	时长/时间
1	可行性研究	可行性研究报告编制	11 个月
		站场测量与初勘	4 个月
		可行性研究报告上报及审查	15 个月
2	初步设计	初步设计编制	4 个月
		初设设计审查	13 个月
		设备材料订货、施工招标与授标	2 个月
3	施工图设计	详细勘察	2 个月
		施工图设计	4 个月
4	施工、投运（第 1 标段：福清联络站—江阴分输站段）	征地	5 个月
		工程施工	20 个月
		试运行	2 个月
5	施工、投运（第 2 标段：江阴分输站—莲峰首站段）	征地	4 个月
		工程施工	16 个月
		试运行	2 个月

## 4 工程分析

### 4.1 施工期环境影响分析

#### 4.1.1 施工工艺及产污环节

##### 4.1.1.1 接收站工程

工程建设期间向环境排放的主要污染物有施工人员产生的生活污水及生活垃圾、施工废水、作业粉尘、机械烟尘、喷漆废气及施工噪声等。这类污染影响仅是暂时的，将随着工程建设的结束而消失，一般不会产生永久性污染效应。

##### 1) 施工期大气环境污染因素分析

施工期大气环境主要影响环节是机械开挖、填筑、材料运输装卸、建筑材料的搅拌等。施工期间产生的大气环境影响因素主要是：土建施工、物料运输产生的粉尘；焊接过程中产生的烟尘；喷漆作业过程中产生的喷漆废气；施工车辆产生的尾气等。

##### 2) 施工期水质环境污染因素分析

(1) 施工废水包括砂石料冲洗废水、施工机械机修油污水等，主要污染物为 SS、COD、NH<sub>3</sub>-N 和石油类。

(2) 生活污水为陆域施工人员生活污水，主要污染物为 COD 和 NH<sub>3</sub>-N。

##### 3) 施工期声环境污染因素分析

施工期对声环境的影响环节主要是接收站场地爆破开山时产生的短暂噪声及震动，以及陆上施工机械工作以及材料运输等产生的噪声。

##### 4) 施工期固体废物污染因素分析

施工期产生的固体废物主要为削山弃方、陆上施工人员生活垃圾、建筑废物、废焊条、焊渣、漆渣、漆桶；机修油棉纱、废油、废机油等。

##### 4.1.1.2 配套外输管道工程

管道施工可分为线路施工和站场施工，整个施工由具有一定施工机械设备的专业化队伍完成。本工程管线主要采用直埋敷设、开挖穿越、定向钻、隧道、顶管穿越等施工方式。

其施工过程概述如下：

(1) 在线路施工时，首先要清理施工现场，并修建必要的施工道路（以便施工人员、施工车辆、管材等进入施工场地）。在完成管沟开挖、铁路穿越、公路穿越、河流穿越等基础工作以后，按照施工规范，将运到现场的管道进行焊接、补口、补伤、接口防腐等，然后下到管沟内。

(2) 建设工艺站场时，首先要清理场地，然后土建施工，再安装工艺装置，并建设相应的辅助设施。

(3) 以上建设完成以后，对管道进行试压、清扫，然后覆土回填，清理作业现场，恢复地貌、恢复地表植被；对站场进行绿化。

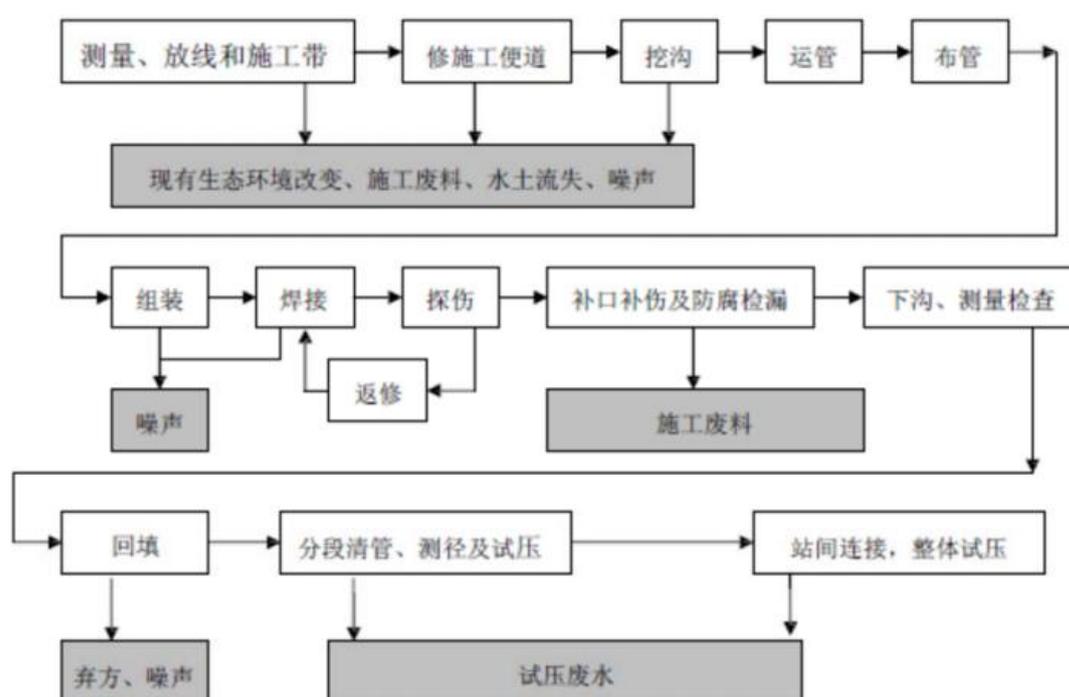


图 4.1-1 管道敷设流程及产污环节示意图

从施工过程分析，工程建设期环境影响因素主要来自管道敷设施工过程中的施工带清理、管沟开挖、布管、修筑施工便道、管沟穿越工程等施工活动中施工机械、车辆、人员践踏等对土壤扰动、土地利用功能和自然植被等的破坏，工程占地对土地利用类型及对农业生产的影响；河流等穿跨越对地表水质的影响。此外，施工期间各种机械、车辆排放的废气和噪声、施工期间产生的固体废物、管道试压产生的废水、施工人员的生活废水等，也将对环境产生一定的影响。

### 一、生态影响因素分析

工程施工期对生态环境的影响主要表现在以下几个方面：

#### (一) 施工作业带清理、管沟开挖和道路建设

### （1）施工作业带清理、管沟开挖

本项目管道主要采用沟埋方式敷设。管沟开挖使整个施工作业带范围内的土壤和植被都会受到扰动或者破坏，尤其是在开挖管沟约 5m 的范围内，植被破坏严重；开挖管沟造成的土体扰动将使土壤的结构、组成及理化性质等发生变化，进而影响土壤的侵蚀状况、植被的恢复、农作物的生长发育等。

管线土石方开挖时，要求分层开挖，表层土和深层土分区堆放在管沟两侧，这些临时堆土场将会对生态环境产生一定的影响。为防止开挖堆放的松散土石方流失，在土石堆放外沿布设填土编织袋进行临时拦挡；同时，遇有降雨时采用土工膜进行覆盖。为防止作业带地表冲刷和开挖堆土的流失，沿作业带两侧边界开挖临时排水边沟，排水沟采用土沟形式、内壁夯实。

### （2）修建施工便道

修建施工便道是管道施工期间对生态环境产生影响的主要活动之一。该过程常会破坏表层土的土壤结构和理化性质、毁坏占地内的植被、破坏动物的生存环境等，进而形成一定量的生物斑痕。

因此，施工过程中要尽量充分利用现有道路，对于无乡村道路至管线位置的部分地段可以在适当位置临时修筑一定长度的施工便道来满足施工要求。

## （二）穿越工程

### （1）河流穿越

本项目穿越的大部分河流水面宽度较窄、水位低，穿越方式主要采取大开挖，仅连片鱼塘采取定向钻施工，东港穿越段采用水下隧道的方式进行敷设。

大开挖穿越河流的影响主要表现为增加河水的泥沙含量，进而增加河水的悬浮物含量，从而影响河水水质，管沟回填后，多余的土石方处置不当，有可能造成水土流失或者阻塞河道。定向钻施工对河流基本无扰动。东港穿越段隧道埋深大于 28.65m，施工期间仅在钻爆施工过程中岩层爆破引起的震动可能会引起海床表层沉积物轻微的扰动，不会导致大量悬浮泥沙扩散。

### （2）公路及铁路穿越

本项目穿越公路主要采用顶管方式穿越，采用顶管方式穿越福厦铁路，采用的工艺施工中除产生少量弃土、扬尘外，对环境影响不大。

### （三）施工营地

施工布置方面，管道敷设施工场地设置在管道作业带内，施工材料、设备尽可能堆置在作业带内，避免施工对地表造成二次扰动；定向钻、顶管、隧道穿越工程的施工场地布置在临时征地范围内，施工结束后，立即对施工场地进行地貌恢复和植被恢复或复耕，控制水土流失发展。

站场和阀室施工场地全部布设在站场和阀室永久占地内，完成施工和组装，减少占地和地表的扰动；施工道路区尽可能依附已有道路，需要新修施工便道的地段，严格控制施工道路宽度，减少对地表的扰动，施工结束后及时对土地进行整治，采取植被恢复措施，控制水土流失的发展。

#### （四）工程占地

本项目占地分为永久占地 5.73hm<sup>2</sup>，主要为站场、阀室占地、三桩及警示牌占地。永久占地将改变土地利用性质，对环境产生一定影响。

本项目临时占地 254.6356hm<sup>2</sup>，主要是施工场地、施工作业带、施工便道等。临时占地在施工期将会对环境产生影响，工程结束后对临时占地进行生态恢复，可以将其影响降至最低。

### 二、废气污染因素分析

#### 1、施工废气

管线在顶管穿越、定向钻穿越等大型机械施工中，由于使用柴油机等设备，将产生燃烧烟气（主要污染物为 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 等），但是施工现场处在有利于废气扩散的野外，同时废气污染源具有间歇性和流动性。

#### 2、施工扬尘

施工扬尘主要产生于：场地清理、地面开挖、填埋、土石方堆放以及车辆运输过程。施工期间产生的扬尘污染主要取决于施工作业方式、材料的堆放以及风力等因素，其中受风力的影响因素最大，随着风速的增大，施工扬尘的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。汽车运输也会产生扬尘污染，其扬尘量、粒径大小等与多种因素如路面状况、车辆行驶速度、载重量和天气情况等相关。其中风速、风向等天气状况直接影响扬尘的传输方向和距离。由于汽车运输过程中产生的扬尘时间短、扬尘落地快，其影响范围主要集中在运输道路两侧，如果采用硬化道路、道路定时洒水抑尘、车辆不要装载过满并采取密闭或遮盖措施，可大大减少运输扬尘对周围环境空气的影响。

### 三、废水污染因素分析

#### （一）管道清管、试压废水

管道工程分段试压前应采用清管器进行清管，项目拟采用以空气为动力的压风机推动清管器进行清管，清管器运行速度宜控制在 3km/h~9km/h 为宜，工作压力宜为 0.05MPa~0.2MPa，如遇阻可提高其工作压力，但不能超过 2.4MPa。该过程无废水产生。

管道工程分段试压以测试管道的强度和严密性，试压介质采用清洁水。强度试验压力应使试压段最高点压力二级地区（设计系数 0.5）不小于设计压力的 1.25 倍，三级地区（设计系数 0.5）不小于设计压力的 1.5 倍，稳压时间不少于 4h；严密性试验压力为该处设计压力的 1 倍，稳压时间不少于 24h。管道穿越铁路、高速公路、二级及以上公路、河流大中型穿越应单独试压 0。

试压管段按地区等级并结合地形分段试压。试压水可重复利用，重复利用率可达 50%以上，则管道试压废水排放量约为 405.35m<sup>3</sup>/km。

试压废水主要污染物为悬浮物，采用沉淀处理后可回用于道路洒水，试压废水禁止排放至管道沿线水源保护区。

#### （二）施工生活污水

管道施工时，施工人员生活点会产生生活污水。本项目不设施工营地，施工队伍的食宿一般租用当地民房，生活污水依托现有污水处理系统处理。仅在远离居住区的区域，设置移动式环保厕所，污水经收集后外运处理。而且，项目施工是分段分期进行，具有较大的分散性，局部排放量很小。

#### （三）施工生产废水

站场、阀室等工程施工过程中，混凝土浇筑等均会有废水产生，生产废水的排放具有悬浮物浓度高、水量小、间歇集中排放等特点，采用间歇式自然沉淀的方式处理。由于施工场地的废水产生量小，污水经沉淀处理后回用，不直接排放，因此对地表水体无影响。

### 四、噪声污染因素分析

施工期噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、电焊机、定向钻机等，其强度在 85~100dB（A）。由于管道属于线性工程，局部地段的施工周期较短，因此，产生的噪声只短时对局部环境造成影响。

## 五、固体废物分析

施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土弃渣和施工废料等。

### （一）生活垃圾

管道施工期间，施工人员生活点将产生生活垃圾，生活垃圾经分段收集后，依托当地环卫部门处置。

### （二）废弃泥钻屑及泥浆

本项目采用定向钻穿越连片鱼塘。定向钻施工需使用配制泥浆，其主要成份为膨润土，含有少量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，呈弱碱性，对土壤的渗透性差。泥浆池严禁设置在水源保护区、风景名胜区等环境敏感区内。施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后剩余泥浆经 pH 调节为中性后作为废物收集在泥浆坑中，经固化处理后就地埋入防渗泥浆池，上面覆盖 40cm 的耕作土，确保恢复原有地貌。对废钻屑，一般可用来加筑堤坝或平整场地。

### （三）工程弃土、弃渣

施工过程中土石方主要来自管沟开挖、穿跨越、修建施工便道以及工艺站场。本项目在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到土石方平衡。

（1）耕作区开挖时，熟土（表层耕作土）和生土（下层土）分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量（高出地面 0.3~0.5m），多余土方就近平整。

（2）河流开挖时需要在上下游修筑围堰，土料取于河流两侧作业带管沟，施工完毕后对围堰进行拆除，将围堰用土还原河流两侧作业带管沟内，无弃方。

（3）采用顶管方式穿越高速公路、等级公路时，会产生多余的土方。该部分多余土方主要为泥土和碎石，可用于地方道路建设填料或道路护坡。

（4）定向钻穿越时会产生弃土弃渣，本着能用少弃，尽量就地平衡土石方的原则，弃土弃石用于道路修筑及附近站场阀室建设等。

（5）隧道施工会产生弃土弃渣，本项目在东港穿越段两岸设置了弃渣场，弃渣场边缘砌筑挡土墙，防止弃渣随雨水冲刷流失，同时在弃渣场设截水、排水措施，防止水土流失。

(6) 工艺站场均设置于地形平坦处，可实现挖填平衡，无弃土、弃渣产生。

综上，本工程沿线开挖回填后的余方全部回填至管道施工作业带，工程未设置弃土（石、料）场。

#### (四) 施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土等。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地环卫部门统一处理。

### 4.1.2 施工期污染源分析

#### 4.1.2.1 接收站工程

##### (一) 大气污染源强估算

拟建工程施工期间对大气环境产生影响的主要因素是土建施工、物料运输、混凝土搅拌站产生的粉尘；焊接过程中产生的烟尘；喷漆过程中产生的喷漆废气以及施工机械、设备、车辆、船舶产生的无组织尾气。

##### 1) 粉尘

##### (1) 施工场地面源粉尘源强

施工期间的粉尘污染主要决定于施工作业方式、材料的堆放及风力等因素，其中受风力因素的影响最大。

各项施工活动粉尘排放量的类比调查结果详见下表。

表 4.1-1 各项施工活动粉尘排放量的类比调查结果一览表

序号	施工区域	施工活动类型	粉尘排放量(kg/d)
1	地表开挖	挖掘机开挖和推土机推土	36
		运输卡车装料	0.48
		工地风侵蚀	36.5
2	场地堆填土区	运料车卸料	0.75
		工地风侵蚀	46.1
		运输卡车装料	0.48
3	场内临时堆土场工地	运输卡车卸料	0.75
		推土机推土	36
		工地风侵蚀	36.5
4	场内外运输线路	运输车在临时路面行驶	432
		运输车在水泥路面行驶	213

类比 1997 年宁波北仑港建设时的实际监测情况，在沙石料堆存过程中的风蚀起尘、卡车卸料时产生的粉尘污染、道路二次扬尘、水泥拆包的粉尘污染、场

地扬尘等共同作用下，未采取环保措施时，施工现场面源污染源强为 539g/s·km。在采取施工现场场地硬化，定期压实地面、洒水、清扫，运输车辆按时进行冲洗；建设临时仓库施工垃圾及时清运等环保措施后施工场地污染源强能够降至 140g/s·km

### (2) 运输车辆粉尘污染源强

根据 1997 年宁波北仑港对沙石料汽车运输线路两侧 20m~25m、车流量约 400 辆/d 的 TSP 监测结果，运输线路两侧 20m~25m 的 TSP 增加量为 0.072~0.158mg/m<sup>3</sup> 之间，平均增加量为 0.115mg/m<sup>3</sup>。

### 2) 焊接烟尘

拟建工程焊接过程有焊接烟尘产生，属于无组织排放，其产生量根据《焊接工作的劳动保护》中的焊接烟尘理论产生量计算。本项目焊接过程中焊条、焊丝及焊剂用量约 132t，1kg 焊条、焊丝及焊剂产生 0.3g 烟尘，则本工程焊接产生的焊接烟尘量为 0.039t。

### 3) 喷漆废气

拟建工程施工过程中需喷漆，喷漆过程中会产生含有机气体的废气对局部作业环境产生影响。

经与设计单位沟通，建构筑物需要使用油漆，拟建工程所用油漆的参考成分见下表。

**表 4.1-2 拟建项目所用油漆参考成分一览表**

序号	油漆名称	固形物量含量(%)	挥发性有机物含量(%)
1	酚醛环氧底漆	60	40
2	氟碳面漆	50	50
3	环氧富锌底漆	70	30
4	环氧云铁漆	80	20
5	环氧云铁中间漆	80	20
6	聚氨酯面漆	63	37

根据设计单位提供的油漆名称、涂装面积、厚度、油漆消耗量等，喷漆时，油漆底漆与稀释剂的比例按 1: 0.8 进行计算，面漆与稀释剂的比便按 1: 1 进行计算，结合油漆中的固形物量含量和挥发性有机物含量，根据漆料组分及用量对挥发性有机物的量进行计算详见下表。

表 4.1-3 拟建项目漆料组分及挥发性有机物排放情况一览表

油漆名称	涂装面积 (m <sup>2</sup> )	涂装厚 度(μm)	油漆消耗 量(t)	油漆中挥发性有 机物量(t)	稀释剂用量 (t)
酚醛环氧底漆	88.3	150	0.091	0.024	0.009
酚醛环氧面漆	88.3	150	0.091	0.024	0.009
环氧富锌底漆	72.7	60	0.030	0.006	0.003
环氧云铁漆	72.7	160	0.038	0.009	0.004
氟碳面漆	72.7	100	0.030	0.009	0.003
酚醛环氧底漆	1036.9	100	0.427	0.112	0.043
酚醛环氧面漆	1036.9	100	0.427	0.112	0.043
酚醛环氧底漆	244.0	100	0.101	0.026	0.010
环氧云铁漆	244.0	100	0.081	0.020	0.008
氟碳面漆	244.0	50	0.051	0.016	0.005
环氧富锌底漆	1260.0	60	0.522	0.096	0.052
环氧云铁漆	1260.0	160	0.667	0.163	0.067
氟碳面漆	1260.0	100	0.525	0.163	0.053
环氧富锌底漆	5460.0	60	2.260	0.416	0.226
环氧云铁中间漆	5460.0	160	2.888	0.705	0.289
氟碳面漆	5460.0	100	2.277	0.708	0.228
环氧富锌底漆	696.0	70	0.336	0.062	0.034
环氧云铁中间漆	696.0	70	0.161	0.039	0.016
聚氨酯面漆	696.0	100	0.290	0.090	0.029
环氧富锌底漆	1800.0	60	0.745	0.137	0.075
总消耗量			12.039	2.940	1.20

由上表可知，拟建项目共消耗油漆和稀释剂共计 12.039t，喷漆废气中挥发性有机物的排放量为 4.140t，为无组织排放。

#### 4) 施工机械、设备、车辆、船舶尾气

各施工机械、设备、车辆、船舶作业时会排放尾气，主要污染物为 NO<sub>x</sub>、CO、非甲烷总烃等，均为无组织排放，扩散面积大、排放污染物总量小，对周围环境影响较小，本次评价不做定量分析。

### (二) 水污染源强估算

#### 1) 施工人员生活污水

按照陆域现场施工人员 100 人计，每人每天的生活污水产生量按 25L 估算，则施工队伍每天产生的生活污水约 2.5m<sup>3</sup>。污水中 COD<sub>Cr</sub> 和氨氮浓度分别按 350mg/L 和 40mg/L 计，估算工程施工期间陆域生活污水中 COD 和氨氮排放量分别约为 0.88kg/d 和 0.10kg/d。

在施工场地修建移动厕所，用于陆域施工生活污水的收集、储存和初步处理，

定期用槽车将收集送至污水处理厂处理。

### 2) 砂石料冲洗废水

类比同类施工项目，施工现场砂石料冲洗废水产生量约为 100m<sup>3</sup>/d，主要污染物是悬浮物，浓度按照 1000mg/L 计，估算工程施工期间 SS 产生量约为 100kg/d。经施工现场设置的沉淀池沉淀处理后回用于砂石料冲洗，不外排。

### 3) 机修油污水

主要为施工机械、设备等维修产生的机修油污水，拟建项目施工高峰期各类施工机械、设备约 100 台，每天设备返修率按照 5%计，类比同类车辆、机件维修，机修油污水产生量 0.2m<sup>3</sup>/台，则机修油污水量为 1.0m<sup>3</sup>/d。主要污染物是石油类，浓度按 500mg/L 计，估算项目施工期间石油类产生量约为 0.5kg/d。经油水分离器分离后排入施工场地设置的沉淀池，经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗，不外排；油水分离过程中产生的废油由有资质单位接收处理。

## (三) 噪声污染源强估算

本工程按常规施工方法，施工期对声环境的影响因素主要是机械、设备、车辆噪声。

**表 4.1-4 接收站工程施工期主要噪声源及源强一览表**

序号	污染源	最大声级 dB(A)	测点与声源距离(m)	降噪方式
1	自卸卡车	88	7.5	选用低噪声的施工设备，科学布置、合理安排施工时间
2	打桩机	82	30	
3	电焊机	85	60	
4	挖掘机	92	10	
5	推土机	90	5	
6	装载机	90	5	
7	切割机	95	8	
8	装卸机械	89	3	

## (四) 固体废物估算

### 1) 开山弃方

本工程陆上总挖方量为 238.45×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>，其中表土剥离物，按照厂区总面积 80%范围及 0.3 米深度计算，腐殖土实体方量为 6.66×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>，需要开挖后运至消纳场，开山爆破实体量约 231.79×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>，场内包括站内回填区回填土石方实体量约 49.40×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>，此外修建疏港公路等工程可对土石方进行进一步消纳，挖填平衡后剩余实体量约 47.47×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。

### 2) 建筑废物

建筑废物是工程建设产生的建筑材料废物、弃土、弃渣，类比同类施工项目，产生量平均约为 5.0t/d，堆放到指定的临时堆放点，经统一规划后综合利用。

### 3) 生活垃圾

接收站地面施工人员活动过程产生的生活垃圾一般每人每天约为 1.5kg，根据同类项目调查，施工高峰期生活垃圾产生量约 150kg/d，集中收集后由港区环卫部门送入垃圾处理场统一处理。

### 4) 废焊条、焊渣

焊接过程中使用无铅焊条，产生的废焊条、焊渣约为 100kg/d，不含铅，属于一般固废，由厂家回收利用。

### 5) 机修油棉纱

施工期间使用机械设备和车辆，维修时不可避免要产生机修油棉纱。机修油棉纱属于危险废物，危废编号 HW49，类比同类工程，产生量约为 10kg/d，先暂存于施工场地危险废物暂存间，定期委托有资质单位接收处理。

### 6) 漆渣、漆桶

喷漆过程中产生的油漆漆渣、漆桶，属于危险废物，危废编号 HW12，根据工程油漆用量，产生量约为 10kg/d，先暂存于施工场地危险废物暂存间，定期委托有资质单位接收处理。

### 7) 废油

施工场地油水分离过程中产生的废油，属于危险废物，危废编号 HW08，类比同类工程，产生量约 5kg/d。先暂存于施工场地危险废物暂存间，定期委托有资质单位接收处理。

### 8) 废机油

施工机械维修、保养期间产生的废机油，属于危险废物，危废编号 HW08，类比同类工程，产生量约 10kg/d。先暂存于施工场地危险废物暂存间，定期委托有资质单位接收处理。

## (五) 小结

本项目码头和接收站工程施工期主要污染物产生及排放情况见下表。

**表 4.1-5 施工期主要污染物产生及排放情况一览表**

种类	污染源	产生情况	主要污染物	处置措施	排放情况
废气	施工场地	539g/s·km	粉尘	定期洒水、清扫；运输车辆按时进行冲洗；建设临时仓库；施工垃圾及时清运等	140g/s·km
	交通	0.115mg/m <sup>3</sup>			0.115mg/m <sup>3</sup>
	焊接作业	0.001t	焊接烟尘	-	0.001t
	喷漆作业	4.140t	挥发性有机物	-	4.140t
	施工机械、设备、车辆、船舶尾气	-	NO <sub>x</sub> 、CO、非甲烷总烃	采用油耗低的车辆工机械正常运行；保持施工机械正常运行	-
废水	陆域施工人员生活污水	2.5m <sup>3</sup> /d	CODcr(350mg/L), 0.88kg/d 氨氮(40mg/L), 0.10kg/d	在施工现场修建移动厕所，用于陆域施工生活污水的收集、储存和初步处理，定期用槽车收集送至市政污水处理厂处理	0
	砂石料冲洗废水	100m <sup>3</sup> /d	SS(1000mg/L), 100kg/d	经施工现场设置的沉淀池沉淀处理后回用于砂石料冲洗，不外排	0
	机修油污水	1.0m <sup>3</sup> /d	石油类(500mg/L), 0.5kg/d	经油水分离器分离后排入施工现场设置的沉淀池，经沉淀处理后回用于施工机械、设备冲洗，不外排	0
噪声	施工船舶	68~75	等效声级	选用低噪声的施工设备，噪声大的设备夜间禁止施工	68~75
	吊管机	88			88
	自卸卡车	88			88
	打桩机	82			82
	电焊机	85			85
	挖掘机	92			92
	推土机	90			90
	装载机	90			90
	切割机	95			95
装卸机械	89	89			
固体废物	开山弃方	77.50×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	弃土与弃渣	运送至指定弃方点	0
	建筑废物	5.0t/d	弃土与弃渣	堆放到指定的临时堆放点，经统一规划后综合利用	0
	陆域生活垃圾	100kg/d	生活垃圾	由市政环卫部门统一处理	0
	废焊条、焊渣	100kg/d	无铅废焊条、焊渣	厂家回收利用	0
	船舶生活垃圾	100kg/d	船舶生活垃圾	由有资质单位接收处理	0
	船舶维修垃圾	100kg/d	船舶维修垃圾		0
固体废物	机修油棉纱	10kg/d	危险废物，危废编号HW49	先暂存于施工场地危险废物暂存间，定期委托有资质单位接收处理	0
	漆渣、漆桶	10kg/d	危险废物，危废编号HW12		0

	废油	5kg/d	危险废物, 危废编号 HW08		0
	废机油	10kg/d	危险废物, 危废编号 HW08		0

#### 4.1.2.2 接收站配套码头等涉海工程

##### (一) 大气污染源强估算

##### (1) 车辆运输扬尘

建筑材料运输车辆往来将产生道路扬尘污染。根据类似施工现场汽车运输引起的扬尘现场监测结果, 建筑材料运输车辆下风向 50 m 处 TSP 的浓度为 11.625 mg/m<sup>3</sup>, 下风向 100 m 处 TSP 浓度为 9.694 mg/m<sup>3</sup>, 下风向 150 m 处 TSP 浓度为 5.093 mg/m<sup>3</sup>, 超过环境空气质量二级标准。

##### (2) 施工机械、船舶及车辆排放的燃料废气

施工机械设备、施工船舶及运输车辆会排放燃料废气, 主要污染物是 NO<sub>x</sub>、CO 和未完全燃烧的碳氢有机气体等。

##### (二) 水污染源强估算

##### (1) 13m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船施工悬浮泥沙

本项目拟采用 5 艘 13m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船对工作船码头港池、排水口基槽、LNG 码头港池及支航道进行疏浚, 以及水下炸礁后进行清礁。水下挖泥会产生悬浮泥沙(SS), 其发生量抓斗式挖泥船疏浚效率按《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS 181-5-2012) 中 (6.4.5) 公式估算:

$$W_{\text{抓斗}} = \frac{n \times c \times f_m}{B}$$

式中,  $W_{\text{抓斗}}$ —抓斗挖泥船运转时间小时生产率 (m<sup>3</sup>/h);

$n$ —每小时抓取斗数, 本报告取 27;

$c$ —抓斗容积 (m<sup>3</sup>), 本报告取 13;

$f_m$ —抓斗充泥系数, 淤泥可取 1.2-1.5, 砂或砂质粘土可取 0.9-1.1,

本报告取 1.0;

$B$ —岩石的搅松系数, 可采用 JTS 181-5-2012 中表 6.2.7 的数值, 本报告取 1.1。

结合本工程疏浚物特征, 采用 13m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船疏浚效率约为 319m<sup>3</sup>/h。则采用 13m<sup>3</sup> 抓斗式挖泥船疏浚时, 悬浮泥沙入海源强为 3.75kg/s。

## (2) 桩基作业

码头和引桥在施工平台钢管桩施打和拔除过程、桩基钢护筒施打过程中均会扰动海底周边底泥，产生悬浮泥沙。根据类比分析，钢护筒施工过程悬浮泥沙源强约为 0.05kg/s，钻孔注桩过程源强<0.05kg/s，钢管桩施打过程源强约为 0.1kg/s，钢管桩在振动拔除的过程中产生的悬浮泥沙量最大，其源强可参照下式进行计算：

$$Q = \frac{\pi \cdot d \cdot h_0 \cdot \varphi \cdot \rho}{t}$$

其中，Q——悬浮泥沙发生量，kg/s；

d——钢管桩直径，LNG 引桥灌注桩直径为 1.5m，其它直径为 1.2m；

$h_0$ ——钢管桩泥下深度，LNG 码头及其引桥桩基泥下深度平均取 20m，工作船码头及其引桥取 5m；

$\varphi$ ——钢管桩外壁附着泥层厚度，取 0.01m；

$\rho$ ——附着泥层容重，平均按 1800kg/m<sup>3</sup> 估算；

t——拔桩时间，1800s。

经计算，灌注桩钢管桩拔除时的悬浮泥沙源强最大(LNG 引桥的)为 0.94kg/s。

## (3) 炸礁

本工程取水口采用水下炸礁工艺。炸礁作业拟采用水下钻孔炸岩，炸礁施工包括炸岩及清理作业，炸礁对象主要为强风化花岗岩，岩性致密，不容易形成粉碎性的悬浮泥沙颗粒物，炸礁作业前先进行表层沉积物清淤作业，且炸礁持续时间很短，故炸礁作业时产生的悬浮泥沙颗粒物较少，不作定量估算。

## (4) 施工人员生活污水

本工程疏浚施工使用 5 条抓斗船，各配 2 条泥驳船，总定员约 160 人左右；水工构筑物施工包括桩基施工过程中，用到的主要施工船机设备为：1 条运桩船、1 条打桩船、1 艘锚船、1 艘混凝土搅拌船、1 艘起重船等，总定员约 65 人左右。本工程水上作业按施工高峰期施工作业最多人员约为 225 人。生活污水的产生量以 85L/d·人计，则生活污水最大产生量为 19.13t/d；主要污染物 BOD<sub>5</sub> 浓度为 100~300mg/L，SS 浓度为 350~500mg/L。

## (5) 船舶含油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），500t 级以下的船舶

含油污水产生量以 0.14t/d·艘计，500~1000 t 级的船舶含油污水产生量以 0.14~0.27t/d·艘计，1000~3000 t 级的船舶含油污水产生量以 0.27~0.81t/d·艘计。按最不利情况估算，20 艘施工船平均含油污水产生量以 0.54 t/d·艘计，则含油污水最大产生量为 10.8t/d，年施工作业天数按 300 天计，则每年产生量为 3240t/a，处理前石油类浓度最大约 2000mg/L；按照《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》，船舶含油污水不得向沿海海域排放，船舶所产生的油类污染物须定期排放至岸上或水上移动接收设施，此部分废水由施工单位委托有资质的船舶清污单位接收处理。

#### (6) 桩基施工产生的泥浆

灌注桩施工过程中，在施工平台上设置泥浆沉淀池和循环利用池，钻孔泥浆循环利用，施工结束后沉淀出来的钻渣及废弃的泥浆运至陆域接收站同施工弃方统一处置，不排入海域。

#### (三) 噪声污染源强估算

施工期噪声源主要来自施工作业机械及设备、车辆及船舶等，如施工船舶、打桩机械、挖掘机、电焊机等，其噪声强度具体见下表。

**表 4.1-6 施工阶段主要噪声源及噪声强度 dB(A)**

噪声源	监测距离(m)	噪声级 dB(A)
船舶	10	85
打桩锤	10	100
自卸车	5	72
挖掘机	5	92
电焊机	5	85

#### (四) 固体废物估算

##### (1) 船舶垃圾

##### ①船舶生活垃圾

本工程水上施工作业最多人员约为 225 人，根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018)，船舶生活垃圾按人均产生量为 1.5kg/d，则施工船舶生活垃圾产生量约为 337.5kg/d。

##### ②船舶维修垃圾

施工船舶维修产生的固体废物量按照 10kg/d·艘计，则施工船舶维修产生的固体废物最大量约为 200kg/d。

施工船舶固废（生活垃圾、维修垃圾等）由具有相应能力的船舶污染物接收处置单位处理。

#### (2) 疏浚物及水下炸礁清渣

工作船码头港池、排水管及排水口基槽、LNG 码头港池及航道进行疏浚，产生疏浚物约 1026.7 万方，全部外抛到兴化湾外倾倒区，水下炸礁清渣 1.34 万方运往陆域，运至接收站库区周边选取的临时堆场，后续与接收站陆域开山剩余土石方一并运至政府指定渣土消纳场。目前，建设单位正在与福清市自然资源和规划局对接临时用地的报批，同时开展临时堆场的选址论证、节约用地和复垦方案等专题报告编制工作。临时堆场的环境影响评价由业主另行委托开展。

#### (3) 桩基施工的钻渣、浆渣

钻孔灌注桩施工产生的钻渣、浆渣约 1.05 万方，送往陆域临时堆场。

#### (4) 建筑垃圾

本工程产生的建筑施工废弃物主要包括：废弃砼渣、废弃模板与钢筋、建材废包装材料等，产生量难以定量。部分回收利用，剩余不能利用的与接收站陆域开山剩余土石方一并运至政府指定渣土消纳场。

### 4.1.2.3 配套外输管道工程

#### (一) 大气污染源强估算

##### (1) 施工扬尘

工程开挖埋管逐段进行，施工期较短，开挖过程产生的扬尘较少。通过类比调查表明，在一般地段，无任何防尘措施的情况下，施工现场对周围环境的污染约在 150m 范围内，TSP 最大污染浓度是对照点的 6.39 倍。而在有防尘措施(围金属板)的情况下，污染范围为 50m 以内区域，最高污染浓度是对照点的 4.04 倍，最大污染浓度较无防尘措施降低了 0.479mg/m<sup>3</sup>。类比数据参见下表。

**表 4.1-7 某施工场界下风向 TSP 浓度实测值 (mg/m<sup>3</sup>)**

防尘措施	工地下风向距离 (m)						工地上风向 (对照点)
	20	50	100	150	200	250	
无	1.303	0.722	0.402	0.311	0.270	0.210	0.204
有(围金属板)	0.824	0.426	0.235	0.221	0.215	0.206	

##### (2) 施工机械尾气

机械施工中，由于使用柴油机等设备，将有少量的燃烧烟气产生，主要污染

物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CmHn 等。

## (二) 水污染源强估算

### (1) 试压废水

管道试压管段按地区等级并结合地形分段，本项目设计考虑 10km 一处试压分段，每段试压用水量约 8107t。试压水可以重复利用，试压用水重复利用率可达 50%以上，则每段试压废水最大产生量为 4053.5t。清管试压废水主要污染物为悬浮物 (≤70mg/L)，采用沉淀处理后回用于道路洒水，试压废水禁止排放至管道沿线水源保护区。

### (2) 施工期生活污水

类比同类型工程，一般地段管道施工生活污水、COD、氨氮排放量分别为 26m<sup>3</sup>/km、7.8kg/km、0.78kg/km。本项目全线 104km，生活污水产生量为 2704m<sup>3</sup>；COD 产生量为 0.811t/d、氨氮产生量为 0.081t/d。

### (3) 施工期生产废水

站场、阀室等工程施工过程中，混凝土浇筑等过程中每次冲洗产生的废水量约 0.5m<sup>3</sup>，主要污染物为悬浮物，其浓度约 5000mg/L，采用间歇式自然沉淀的方式处理后，用于场地洒水抑尘。

### (4) 汇总

综上，拟建项目施工期产生的废水量见下表。

**表 4.1-8 施工期废水产生量汇总**

序号	废水类别	产生量 (m <sup>3</sup> )	主要污染物 (t)		去向
			COD	氨氮	
1	生活污水	2704	0.811	0.081	依托当地的生活污水处理系统。
2	试压水	405.35m <sup>3</sup> / km	—	—	采用沉淀处理后回用于农灌、道路洒水。
3	生产废水	0.5m <sup>3</sup> /次	—	—	污水经沉淀后回用

## (三) 噪声污染源强估算

本项目施工期噪声源强见下表。

**表 4.1-9 施工期噪声源强汇总**

序号	噪声源	测点距施工机械距离 (m)	噪声强度[dB (A)]
1	挖掘机	5	92
2	吊管机	5	88

3	电焊机	5	85
4	定向钻机	5	90
5	推土机	5	90
6	混凝土搅拌机	5	95
7	混凝土翻斗车	5	90
8	混凝土震捣棒	5	100
9	切割机	5	95
10	柴油发电机	5	100

#### (四) 固体废物估算

##### (1) 生活垃圾

根据类比调查，一般地段管线施工生活垃圾产生量为 0.35t/km。本项目施工期施工人员产生的生活垃圾约为 29.12t。

##### (2) 废弃泥浆、钻屑

本工程定向钻穿越连片鱼塘过程需要使用配制泥浆，其成份一般主要为膨润土和清水、少量（一般为 5%左右）的添加剂，无毒及无有害成分，含有少量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，呈弱碱性，无毒且无有害物质，对土壤的渗透性差，施工过程中泥浆可重复利用。泥浆的用量依不同的地质条件不同，一般为 150kg/m。本项目定向钻穿越连片鱼塘约 6039m，废泥浆量约为 905.85t。施工结束后，剩余泥浆固化处理后就地埋入泥浆池中，上面覆盖 40cm 的耕作土，恢复原有地貌。

##### (3) 工程弃土、弃渣

施工过程中土石方主要来自管沟开挖、穿跨越、修建施工便道以及输气工艺站场。本工程在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到各类施工工艺及各标段土石方平衡。

本工程挖方 162.19 万  $\text{m}^3$ ，其中：含表土剥离 71.00 万  $\text{m}^3$ 、场地挖方 91.19 万  $\text{m}^3$ 。填方 162.19 万  $\text{m}^3$ ，其中：含表土回覆 71.00 万  $\text{m}^3$ 、土石方回填 91.19 万  $\text{m}^3$ ，无弃渣，土石方调配符合水土保持要求。

##### (4) 施工废料

根据类比调查，施工废料的产生量约为 0.2t/km，本项目施工过程产生的施工废料量约为 20.8t。

##### (五) 小结

综合以上分析，本项目施工期污染源产生及排放情况汇总如下表。

**表 4.1-10 施工期污染源产生及排放情况一览表**

类别	序号	污染源	污染物		治理措施	排放方式	排放去向
			名称	排放浓度			
废气	1	施工扬尘	TSP	0.824mg/m <sup>3</sup> (20m处)	施工围挡 洒水抑尘	无组织排放	大气
	2	机械尾气	SO <sub>2</sub>	少量	使用符合环保 要求的机械、车 辆和燃油	无组织排放	大气
	3		NO <sub>2</sub>	少量			
	4		CmHn	少量			
废水	1	试压废水	废水量	4053.5t (最大废水量)	沉淀	间歇排放	道路洒水
	2		悬浮物	≤70mg/L			
	3	生活污水	废水量	26m <sup>3</sup> /km	当地污水处理 系统	间歇排放	市政污水管 网或者用于 周边山林绿 化
	4		COD	7.8kg/km			
	5		氨氮	0.78kg/km			
	6	施工废水	废水量	0.5m <sup>3</sup> /次	沉淀	间歇排放	洒水抑尘
	7		悬浮物	5000mg/L			
噪声	1	挖掘机	dB(A)	92	使用符合环保 要求的机械设 备合理安排施 工时间	流动声源频 发噪声	周围环境
	2	吊管机		88			
	3	电焊机		85			
	4	定向钻机		90			
	5	推土机		90			
	6	混凝土 搅拌机		95			
	7	混凝土 翻斗车		90			
	8	混凝土 震捣棒		100			
	9	切割机		95			
固体 废物	1	生活垃圾	0.35t/km	当地环卫 部门处置	---	---	
	2	泥浆钻屑	150kg/m	干化处理	---	就地填埋	
	3	弃土、弃渣	挖方 162.19 万 m <sup>3</sup> , 填方 162.19 万 m <sup>3</sup> , 无弃渣	土石方平衡			
	4	施工废料	0.2t/km	部分回收利用, 剩余废依托当 地环卫部门统 一处理			

## 4.2 运行期环境影响分析

### 4.2.1 运行期工艺流程及产污环节

#### 4.2.1.1 接收站工程

接收站工程运行期的工艺流程如下：

##### 1) 总体工艺流程

拟建 LNG 接收站工程工艺流程是：来自 LNG 运输船的 LNG 首先通过卸船臂输送至 LNG 卸料总管中，然后输送至陆上 LNG 储罐。陆上储罐的 LNG 通过罐内低压泵输出，一部分输送至槽车装车系统用于液态外输，另一部分输送至再冷凝器，过冷的 LNG 与加压后的 BOG 接触并将 BOG 再冷凝后，LNG 进入高压泵升压，升压后经由气化器气化后输送至首站，进入天然气外输管网。

主要工艺流程如下：

卸船：船→船内输送泵→卸船臂→输送管道→储罐

气化外输：储罐→低压泵→再冷凝器→高压泵→气化器气化→外输

装车：储罐→低压泵→装车

拟建 LNG 接收站工程总体工艺流程示意详见下图。

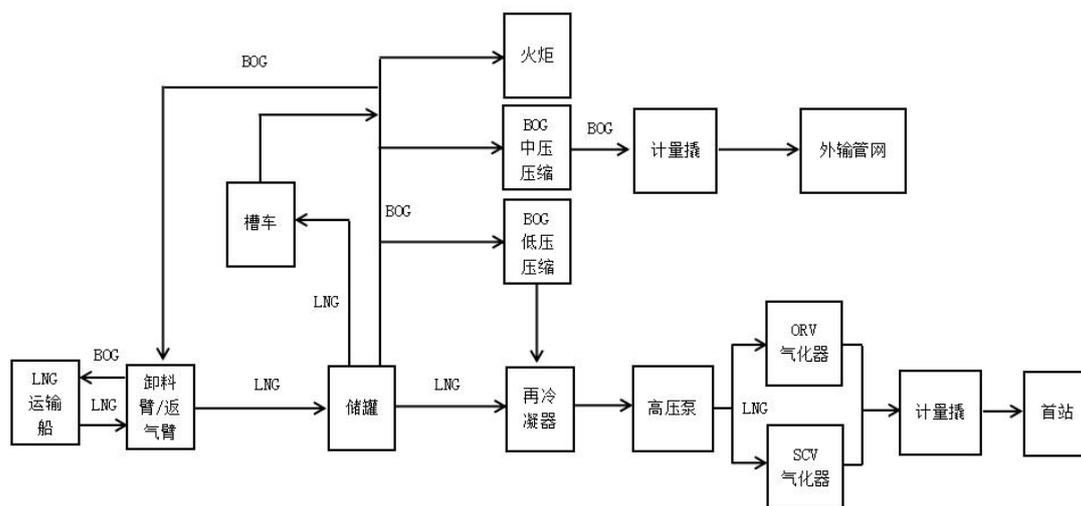


图 4.2-1 总体工艺流程示意图

##### 2) 总体工艺分段详述

###### (1) 码头卸船系统

LNG 运输船到达码头后，LNG 由运输船上的卸料泵，经过 LNG 卸船臂，

并通过卸船总管输送到 LNG 储罐中。LNG 储罐内的部分蒸发气通过气相返回管线，经气相返回臂返回 LNG 船舱中，以保持卸船系统的压力平衡。

一期卸船系统设置 4 台 16" LNG 卸船臂(LA-0101A/B/C/D，其中 LA-0101B 为液相/气相两用臂)和 1 台 16"气相返回臂(RA-0101)。在卸船初期，用较小的卸船流量进行卸船，避免产生较多的蒸发气使蒸发气处理系统不能处理而排放到火炬造成浪费。当冷却完成后，再逐渐增加流量到设计值。当气相返回臂 RA-0101 故障而不能使用时，LNG 卸船臂 LA-0101B 将被用作气相返回臂，卸船操作还可以进行，避免大型 LNG 船滞港，同时不需将蒸发气排放至火炬系统。

卸船操作时，考虑到 LNG 船型和储罐的储存能力，可以同时卸料至两个储罐。每座 LNG 储罐均设有液位计，可用来检测 LNG 进料量。卸船管线设有固定的取样分析系统，可对管道中的 LNG 进行在线分析。卸载 LNG 时，可通过人工取样，在化验室进行 LNG 质量检测。通过对卸入的 LNG 进行分析，同时可以使 LNG 合理地通过储罐的顶部或底部进料阀注入储罐中，避免 LNG 产生分层，从而减少储罐内液体翻滚的可能性。

码头设置码头排净罐和氮气缓冲罐，在卸船完成后，LNG 运输船脱离前，氮气从卸船臂顶部开始吹扫，将卸船臂内的 LNG 分别压送回船内和码头排净罐，并解脱卸船臂法兰。当码头排净罐检修时，也可将卸船臂和卸船管线中的 LNG 通过码头排净罐旁路排回至 LNG 储罐。

在卸船期间，码头保冷循环停止，保冷循环管线用于卸船操作。

在无卸船的正常操作期间，通过一根从低压输出总管来的循环管线以小流量 LNG 经卸船管线循环，以保持 LNG 卸船管线处于冷态备用。循环的 LNG 有两种处理方式：一部分通过 LNG 卸船总管经 LNG 储罐顶部和底部进料阀的旁路回到各 LNG 储罐；另一部分直接进入低压外输总管外输，LNG 循环量可通过流量调节阀控制。

## (2) 储罐系统

接收站一期工程建设 3 座 LNG 储罐 T-0201/0202/0203，每座储罐有效工作容积为  $20 \times 10^4 \text{m}^3$ 。本工程储罐为全包容式混凝土顶储罐(简称 FCCR)，内罐采用 9%镍钢，外罐是预应力混凝土材料建成。储罐的设计压力为  $-0.5 \text{kPa(G)}/29 \text{kPa(G)}$ ，其环隙空间以及吊顶板都设有保冷层，以确保在设计环境下储罐的日最大蒸发量

不超过储罐容量的 0.05%。

为防止 LNG 泄漏，罐内所有的流体进出管道以及所有仪表的接管均从罐体顶部连接。每座储罐设有 2 根进料管，既可以从顶部进料，也可以通过罐内插入立式进料管实现底部进料。进料方式取决于 LNG 运输船待卸的 LNG 与储罐内已有 LNG 的密度差。

若船载 LNG 比储罐内 LNG 密度大，则船载的 LNG 从储罐顶部进入，反之，船载 LNG 从储罐底部进入。这样可有效防止储罐内 LNG 出现分层、翻滚现象。操作员可以通过操控顶部和底部的进料阀来调节 LNG 顶部和底部进料的比例。在进料总管上设置切断阀，可在紧急情况时隔离 LNG 储罐与进料管线。

LNG 储罐通过一根气相管线与蒸发气总管相连，用于输送储罐内产生的蒸发气和卸船期间置换的气体至 BOG 压缩机、LNG 船舱及火炬系统。

每座 LNG 储罐都设有连续的罐内液位、温度和密度监测仪表，以防止罐内 LNG 发生分层和溢流。

储罐的压力是通过 BOG 压缩机压缩回收储罐内产生的蒸发气进行控制。

如果遇大气压快速降低，压缩机不能及时处理大量的蒸发气时可通过排放至火炬来保护储罐，防止超压工况。

如果大气压快速增加导致储罐压力(表压)较低时，来自外输天然气总管的破真空气输送至蒸发气总管，维持储罐内压力稳定；如果补充的破真空气体不足以维持储罐的压力在操作范围内，空气通过安装在储罐上的真空安全阀进入罐内，维持储罐压力正常，保证储罐安全。每座储罐顶部装有 7 个真空安全阀，其中 1 个为备用。

排放过量的蒸发气至火炬系统是储罐的第一级超压保护：在 LNG 储罐压力达到 26kPaG 时，压力控制阀开启，蒸发气将直接排放到火炬总管。每座储罐还配备多个安全阀，是储罐的第二级超压保护，安全阀的设定压力为储罐的设计压力 29kPaG，超压气体通过安装在罐顶的安全阀直接排入大气。每座储罐顶部装有 6 个安全阀，其中 1 个为备用。

低压输送泵和管道的设置允许单座罐内的 LNG 循环混合。当一个储罐出现问题时，也可以将罐中的 LNG 通过低压输送泵送至另外的储罐。

储罐内顶部设有环状喷嘴，与卸船总管相连，可以在储罐充装 LNG 之前，

对储罐提前进行预冷，以避免储罐在充装时温度急剧变化导致过高的应力和 LNG 的大量蒸发气化。

低压输送泵为立式潜液泵，安装在储罐的泵井中。一期工程每个储罐中需设 3 台低压输送泵，一期工程共设置 9 台低压输送泵(P-0201~0203A/B/C)，以满足外输要求。

低压输送泵运行流量根据天然气外输量、LNG 槽车装车量以及非卸船期间保冷循环量等确定。每台低压输送泵的出口管线上均设有最小流量调节阀，以保护泵的运行安全，在低压 LNG 总管上设有罐内自循环管线以防出现罐内 LNG 分层翻滚等现象。

每座储罐的低压出口总管上设有紧急切断阀，既可用于隔离低压输送泵与 LNG 低压输送总管，又可用于低压输送泵或低压 LNG 输送管线的检修操作。

### (3) BOG 系统

蒸发气的产生主要是由于外界能量的输入造成，如泵运转、外界热量的传入、大气压变化、环境的影响及 LNG 送入储罐时造成罐内蒸发气体积的变化。蒸发气处理系统的目的是为了经济而有效地回收 LNG 接收站产生的蒸发气。

LNG 接收站在卸船操作时产生的蒸发气的量远远大于不卸船操作时的蒸发气量。

卸船时产生大量蒸发气，一部分蒸发气通过气相返回管线，经气相返回臂返回 LNG 船舱中，以保持卸船系统的压力平衡。另一部分经 BOG 压缩机压缩到一定的压力与 LNG 低压输送泵(来自 LNG 储罐)送出的过冷 LNG 在再冷凝器中混合并冷凝。接收站配置 3 台能力相同的 BOG 压缩机(C-0301A/B/C)，并为远期扩建预留用地。BOG 压缩机采用低温往复式压缩机，可通过逐级调节(0-25%-50%-75%-100%)来实现流量控制。压缩能力由 LNG 储罐的压力来调节。蒸发气压缩机的开车/停车由操作员控制。

如果蒸发气流量高于压缩机或再冷凝器的处理能力，储罐和蒸发气总管的压力将升高，当压力超过压力控制阀的设定值时，过量的蒸发气将排至火炬燃烧。

接收站在无卸船，正常输出状态下，压缩机 1 台或 2 台工作，足以处理产生的蒸发气；卸船时，蒸发气量可能是不卸船时的数倍，需要 3 台压缩机同时工作。

压缩机入口设置 BOG 压缩机入口分液罐(V-0301)，可以防止蒸发气夹带

LNG 液体进入压缩机。当压缩机入口分液罐的液位较高时，液体排净至低压排净罐 DR-0301，通过氮气吹扫将低压排净罐 DR-0301 内液体经排净总管返回到 LNG 储罐。

再冷凝器用于将增压后的蒸发气与增压后的过冷 LNG 混合，经充分传热传质后将蒸发气冷凝为液体。

再冷凝器检修时，蒸发气输送至火炬，LNG 通过再冷凝器旁路进入高压输出泵。

再冷凝器上部为不锈钢拉西环填充床。蒸发气从再冷凝器的顶部进入，LNG 从再冷凝器侧壁进入，二者在填充床中混合换热后蒸发气被冷凝。此处的压力控制保持恒定，以确保高压输送泵的入口压力稳定。

另有一部分 LNG 经再冷凝器旁路和再冷凝器出口的液体混合后进入高压输出泵。

再冷凝器设有控制系统，通过再冷凝器出口压力变送器控制来液管道调节阀 PCV-03000602A/B 保持基本恒定，以确保高压输送泵入口压力稳定。根据再冷凝器出口压力和来自压缩机的 BOG 流量来调节进入再冷凝器的 LNG/BOG 流量比例，以确保蒸发气被冷凝为液体。

如果再冷凝器的压力在高值范围不规则波动，再冷凝器的操作压力控制器将释放部分气体到 BOG 总管。

如果再冷凝器的操作液位过高，该系统将从外输管线上引入天然气(经降压后)补充到再冷凝器的气相空间，维持正常操作液位。如果再冷凝器压力过高，通过再冷凝器压力调节阀将气体排向 BOG 总管以维持系统正常操作压力。

#### (4) 高压泵系统

高压输出泵采用立式、电动、恒定转速离心泵，安装在专用的立式泵罐内。

一期工程设置 5 台高压输出泵(P-0401A/B/C/D/E)。高压输出泵的输出流量通过设在气化器入口管线的流量调节阀进行控制。高压输出总管按远期外输管道最大外输气量设计。

每台泵的出口管线均设有切断阀，以便于泵的切换和紧急情况下的切断隔离。高压输出泵的出口设有最小流量控制阀以保证泵的安全运行，LNG 可以回流至再冷凝器，再冷凝器维修时可通过高压排净总管返回到 LNG 储罐。

在高压输出泵泵罐内设有专用管线，将产生的蒸发气放空至再冷凝器。再冷凝器检修时，放空气可通过高压泵放空总管排至低压排净管线返回至 LNG 储罐。

#### (5) 气化系统

本项目海域的海水年平均温度较高，可以全年靠天然海水作为 LNG 的气化热源。因此接收站全部选用以海水为加热方式的开架式气化器(ORV)，使气化操作费用最低。

气化器的设计能力按应急保安情况下最大用气量进行考虑。一期工程设置 5 台 ORV(E-0501A/B/C/D/E)，并为远期工程预留位置。ORV 使用海水作为气化 LNG 的热媒。

在气化器的入口设有流量调节阀，用以调节接收站的高压外输天然气输出量，并控制气化器出口天然气的温度和输出总管的压力。气化器的运行台数和运行流量由下游用户用气量确定。

LNG 入口管线和 NG 出口管线上分别安装一个切断阀，在紧急工况或是维修期间可单独切断每台气化器。每台气化器还设有安全阀，超压时可将过量的气体就地排放至安全地点。

#### (6) 计量系统

本工程设有 2 套计量单元(U-0701/U-0801)，U-0701 用于高压输气干线计量，U-0801 用于低压外输管道(城燃)计量。

计量站设有在线气体色谱分析仪，可以连续监测外输天然气的热值、组分等。同时设有手动取样口，可作为对在线分析的检验和备用。

输往高压外输管道的天然气外输压力 $\leq 9.8\text{MPaG}$ ，天然气温度不低于  $0^{\circ}\text{C}$ 。高压外输干线管径为 36"。

输往低压用户的天然气外输压力 $< 0.7\text{MPaG}$ ，天然气温度不低于  $0^{\circ}\text{C}$ 。低压外输干线管径为 6"。

#### (7) 燃料气系统

接收站燃料气系统为火炬点火装置和长明灯提供燃料，并为下游城燃用户提供用气。

燃料气来自 BOG 压缩机提供的压缩蒸发气，以及经减压后的外输天然气，同时设置空温式加热器升温后供给燃料气用户，一部分为火炬点火装置和长明灯

提供燃料，另一部分经计量后输至下游城燃用户。

#### (8) 火炬系统

火炬系统主要用于收集从 BOG 总管的超压排放、BOG 压缩机放空及外输总管放空的天然气，并对其进行安全处理。一期设置 1 座高架火炬(FL-0901)，单座处理能力为 215t/h。在火炬的上游低点位置设有火炬分液罐(V-0901)、火炬分液罐加热器(E-0901)，其目的是使排放到分液罐的蒸发气可能携带的液体充分分离和气化。

为防止空气进入火炬系统，在火炬总管尾端连续通以低流量氮气，以维持火炬系统微正压。

#### (9) 装车系统(1000 单元)

装车系统由槽车装车设施和 LNG 收集罐组成。每个装车撬设 1 台液相装车臂、1 台气相返回臂及配套的就地控制系统。一期工程在设置 20 个装车撬，同时为远期预留 10 个装车位。单台装车臂速率为 80m<sup>3</sup>/h。LNG 来自 LNG 接收站低压输送总管，后经各装车站支管和槽车装车臂进入 LNG 槽车。槽车中的气相通过气相返回臂返回至槽车回气总管，然后接入 BOG 总管返回至 LNG 接收站。

每次装车完成后，各装车位吹扫残液排放进入槽车装车区排净罐。排净罐达到一定液位时，用氮气将其中残液压送至接收站低压排净总管。

#### (一) 废气

拟建工程废气污染源的种类分为有组织排放源和无组织排放源两大类，按正常工况和非正常工况两种情况加以分析。

##### 1) 有组织排放

###### (1) 正常工况排放

正常工况下有组织废气排放源为火炬长明灯排放烟气，以天然气为燃料，燃烧后排出的主要污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、烟尘等。

###### (2) 非正常工况排放

非正常工况下有组织废气排放源为火炬燃烧排放的燃烧废气、LNG 储罐超压安全放空气体以及气化器超压安全放空气体。

##### 2) 无组织排放

无组织排放源主要为接收站无组织排放的总烃(主要为甲烷)以及到港船舶、

厂区内各类车辆尾气。

## （二）废水

1) LNG 泊位工程在运营过程中会产生职工生活污水、船舶生活污水、船舶机舱油污水、机修油污水、工作平台冲洗废水。

2) 接收站工程废水主要为生产废水和生活污水。生产废水主要为气化工艺冷排水、机修油污水、可能受污染场地地面冲洗废水。

工艺冷排水只作热交换，换热后温度降低，水质未受污染，由设置的排水口直接排海(冷排水对海洋环境的影响不在本评价范围内，具体见海洋环评文件)；船舶机舱油污水委托有资质单位接收处理，不外排；项目产生的生活污水和生产废水，经收集、处理后达标排放至港区污水管道，不外排。

## （三）噪声

1) 正常工况下噪声源主要有装卸机泵、压缩机、气化器等设备，噪声值约 80~95dB(A)。

2) 非正常工况下噪声源主要有火炬、放空立管产生的瞬时强噪声，瞬时噪声值约 90~100dB(A)。

## （四）固废

1) 到港船舶产生的船舶垃圾(由有资质单位进行处置)。

2) 工作人员在生产、生活过程中产生的生活垃圾。

3) 取水泵房设置的移动式格栅清污机会截留大块物体、旋转滤网会过滤海水中细小悬浮物和泥沙，产生海水取水泵房过滤物。

4) 污水处理设施产生的污泥等。

5) 接收站工程设施设备检修产生的机修油棉纱、废油泥、废机油等危险废物。

## （五）环境风险

1) 由于操作失误等人为因素或自然因素以及船舶碰撞等，致使到港船舶燃料油发生泄漏，从而造成突发性污染事故。其主要污染物是石油类。

2) 接收站 LNG 输送管线泄漏事故甲烷扩散影响。

3) 天然气不完全燃烧伴生产生的 CO 的环境风险影响。

#### 4.2.1.2 配套外输管道工程

本工程包括 1 条输气管道，起点位于莲峰首站，终点位于福清分输站，线路总长度约 104km，本工程输气量为  $33.9 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ ，设计日输气量  $1571 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{d}$ ，采用不降压输送方式，设计压力 10MPa，管径 D1016mm。

本项目总体工艺流程图见下图。

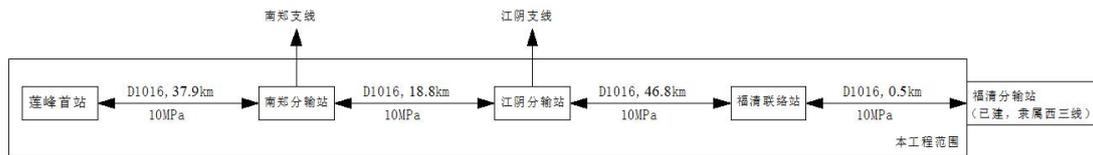


图 4.2-2 总体工艺流程图

正常工况下，管道全线采用密闭输送工艺，不会产生污染物。本项目新建的 4 座阀室为监控阀室，正常工况下无污染物排放；仅在非正常工况下，紧急放空会产生废气污染物。因此主要进行 4 座站场的污染因素分析。

##### （一）废气污染因素分析

站场主要工艺流程为天然气进入站内，经过滤分离、计量、调压后向下游或者用户分输。分输站站内设清管器接收、发送设备。站场工艺污染源排放情况见下图。

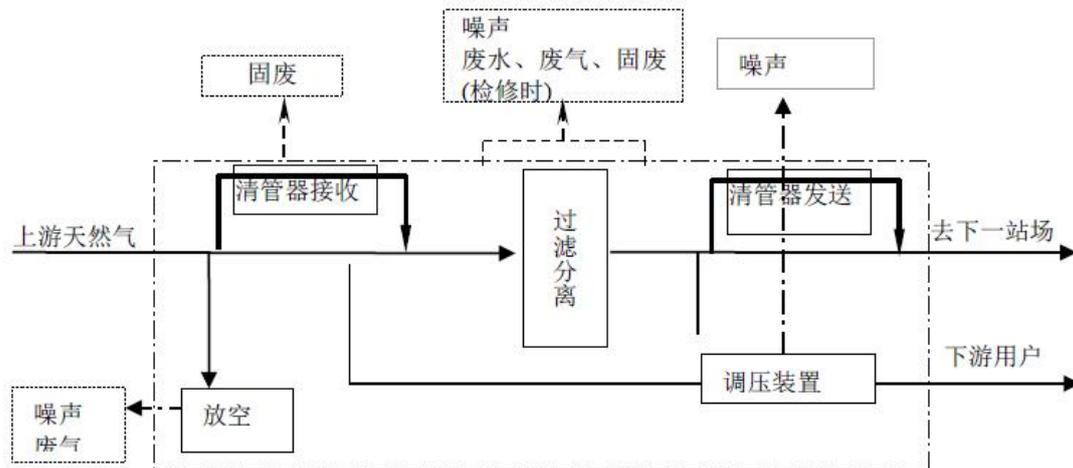


图 4.2-3 站场工艺流程及产污节点图

##### （1）正常工况

本项目站场均为高压输气管道和设备，按存在不严密处泄露废气的不利情况考虑，排放的主要污染物是甲烷和烃类物质。

##### （2）清管作业、分离器检修

本管道工程在正常运行期间，管线每年将进行 1~2 次清管作业，清管作业时收球筒有极少量的天然气将通过站场外高 20m、直径 DN350 的放空立管排放，清管收球作业的天然气排放量约为 30m<sup>3</sup>/次。

分离器一般每年需要进行 1 次定期检修，分离器检修泄露的少量天然气将通过工艺站场外的放空系统直接排放。根据类比调查，分离器检修时的天然气排放量约为 20m<sup>3</sup>/次。

### (3) 超压放空

系统超压将排放一定量的天然气。天然气超压放空系统放空次数极少，根据有关资料和类比调查，放空频率为 1~2 次/年，每次持续时间 2~5min。超压放空一般以站场为主，偶尔会通过站场和阀室同时放空。

放空排放的天然气中主要成分为甲烷，由本工程输送的天然气性质得知，天然气中 H<sub>2</sub>S 含量极少，因此不点火排放的天然气中主要污染物为非甲烷总烃。由于清管作业、检修作业和超压放空均不属于正常工况下的状况，本工程在正常工况下，管道为密闭状态，因此正常工况下，基本无废气排放。

## (二) 废水污染因素分析

### (1) 生活污水

莲峰首站位于福建 LNG 接收站内，江阴分输站、福清联络站和 4 座阀室均为无人值守。江阴分输站和福清联络站仅设置综合设备间和门卫室。南郑分输站为有人值守站场，配置 20 名站场人员，江阴分输站和福清联络站各设置门卫人员 2 名。站场人员和门卫人员产生生活污水，生活污水主要污染物为 COD、氨氮等。

南郑分输站、江阴分输站和福清联络站 3 座新建站场附近均无市政污水管网系统可依托，故南郑分输站站场内的生活污水通过化粪池预处理后，再排入地理式 MBR 污水处理装置进行处理，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化，当有多余回用水量时，交由当地环卫部门外运处置；江阴分输站和福清联络站生活污水极少，故重力流至化粪池内处理后，定期由环卫部门外运处置。

### (2) 生产废水

运行期生产废水主要为清洗废水，含少量悬浮物，且废水量较少，本次环评

建议清洗废水经沉淀后回用于厂区绿化。莲峰首站废水依托 LNG 接收站处理。

### （三）噪声污染因素分析

本项目营运期主要噪声源为各站场的分离器、调压装置及发电机房、锅炉房和厨房的防爆轴流风机等，拟采用的防噪降噪措施主要有：合理设计控制站内管道内的气体流速，选用低噪声设备，将噪声较大的设备安装于专门的机房内。

### （四）固体废物分析

#### （1）生活垃圾

本工程莲峰首站和 4 座阀室不配置定员，均为无人值守，无生活垃圾产生。

南郑分输站为有人值守站场，配置 20 名站场人员。江阴分输站和福清联络站各设置门卫人员 2 名，上述人员将产生一定量的生活垃圾，经收集后由环卫部门定期清运处置。

#### （2）清管收球作业废渣

管道运行期间清管收球作业将产生少量废渣，主要成份为氧化铁粉末和粉尘，属一般工业固废，定期清理送至附近垃圾填埋场进行填埋处置。

## 4.2.2 运行期污染源强分析

### 4.2.2.1 接收站工程

#### （一）大气污染源强估算

拟建工程废气污染源的种类分为有组织排放源和无组织排放源两大类，本次评价按正常工况和非正常工况两种情况加以分析。

#### 1) 接收站工程

##### （1）正常工况下有组织废气排放源

正常情况下，LNG 接收站产生的污染物为接收站火炬长明灯燃烧排放的废气，主要污染物为 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、颗粒物。主要污染物排放情况见下表。（废气量参照《排污申报登记实用手册》231 页举例计算，1m<sup>3</sup>天然气完全燃烧产生的废气量为 10.89m<sup>3</sup>；SO<sub>2</sub>浓度、排放量通过 LNG 含硫量进行计算，NO<sub>x</sub>、颗粒物浓度、排放量通过《煤、天然气燃烧的污染物产生系数》（李先瑞、韩有朋、赵振农）中的系数进行类比计算。）

表 4.2-1 接收站运行期正常情况下污染物排放情况

污染源	燃气量 (m <sup>3</sup> /h)	排气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	污染物排放情况			排气筒参数			运行时间	排放量 (t/a)
			污染物名称	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放速率 (kg/h)	高度 (m)	内径 (m)	烟气温度 (°C)		
长明灯	20	217.8	SO <sub>2</sub>	3.68	0.001	110	0.9	1000	365×24	0.009
			NO <sub>x</sub>	60	0.013					0.114
			颗粒物	25	0.005					0.044

(2) 静动密封点处无组织排放源强

① 正常工况下 LNG 接收站的 BOG 系统中不凝气通过加压冷凝，并通过增压泵增压气化后，通过天然气管道外输，本工程没有气体泄露。

② 由于接收站新增法兰等阀门管件设备，产生一些无组织排放，其泄露速率计算依据原环保部下发的《关于印发<石化行业 VOCs 污染源排查工作指南>及<石化企业泄漏检测与修复工作指南>的通知》(环办[2015]104 号)的相关要求，新增管阀件个数产生的无组织排放量按照平均排放系数法计算。

表 4.2-2 石油炼制和石油化工组件平均排放系数

所在单元	设备类型	介质	石油炼制排放系数 (千克/小时/排放源)b	*石油化工排放系数(千 克/小时/排放源)c
接收站	阀	气体	0.0268	0.00597
	压缩机	气体	0.636	0.228
	泄压设备	气体	0.16	0.104
	采样连接系统	气体	0.0150	0.0150
	法兰、连接件	气体	0.00025	0.00183

本次评价根据石油化工排放系数进行计算，根据设计单位提供的参数，本工程天然气无组织排放速率约为 5.84kg/h。依据可研报告提供的天然气的组分计算，本工程非甲烷总烃的百分比为 4.93%，据此计算，接收站非甲烷总烃最大排放速率约为 0.29kg/h。

(3) 非正常工况废气产生量核算

本次评价的事故状态为气化器放空、储罐放空等状态，根据设计单位提供的参数，天然气的最大放空量为 215t/h，放空废气采用火炬进行处理，不会直接排放到大气中。

非正常工况下，火炬废气的产生量根据《中华人民共和国国家环境保护标准 (HJ833-2017)排污许可证申请与核发技术规范 石化工业》，本次价根据火炬非正常工况下的污染物排放采用此标准中的表 19 火炬运行的排放系数表对火炬污染物进行核算。非正常工况下，火炬的最大处理能力为 215t/h，液化天然气的密度为 0.45g/cm<sup>3</sup>，气态天然气与气态天然气密度约为液化天然气的 1/625，因此火

炬的天然气消耗量为 298611.11m<sup>3</sup>/h，非正常工况下火炬的排放参数列于下表。

**表 4.2-3 接收站运行期事故状态污染物排放情况**

污染源	燃气量 (t/h)	排气量 (Nm <sup>3</sup> /h)	污染物排放情况			排气筒参数		
			污染物 名称	排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	排放速率 (kg/h)	高度 (m)	内径 (m)	烟气温度 (°C)
火炬	215	3251875	SO <sub>2</sub>	4.16	11.966	110	0.9	1000
			NO <sub>x</sub>	67.89	195.112			
			颗粒物	28.29	81.297			

## (二) 水污染源强估算

### 1) 工艺冷排水

气化器最高用水量为 42500m<sup>3</sup>/h，气化后海水的温度与当地海水的温差控制在 5°C 以内。

本工程工艺海水系统配备有电解制氯设备一套，采用电解海水的方式来生产 NaOCl，用于海水加氯，以防海生物滋生，影响海水系统的正常运行。冷排水中余氯的含量控制在 0.2mg/L 之内。

冷排水对海洋环境的影响不在本评价范围内，具体见海洋环评文件。

### 2) 生活污水

#### (1) 陆域生活污水

本工程建成后，接收站总定员 150 人，采用四班三运制，则生活污水约为 19.98m<sup>3</sup>/d、7292.7m<sup>3</sup>/a(按《生活源产排污系数及使用说明》中，福建省福州市居民用水量 222L/人·d、365d/a，排放量按用水量的 80%计)，污水中 COD 和氨氮浓度分别按 300mg/L 和 40mg/L 计，估算工程运行期间 COD 和氨氮年产生量分别约为 2.188t 和 0.292t，废水经埋地式污水处理装置处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)标准后，用于站内绿化、道路喷洒及地面冲洗用水。

#### (2) 船舶生活污水

港区外，船舶生活污水排放需满足《防止船舶生活污水污染规则》(MARPOL 公约附则IV)以及《国内航行海船法定检验技术规则》第五篇第 5 章“防止船舶生活污水污 59 染规定”等要求。本此评价仅针对营运期船舶在港期间所产生的生活污水。

本工程到港船舶定员按 20 人/船计，船员生活用水量每人每天按 100L 计，则停靠期间的生活污水产生量为 2t/d；每艘船最长停靠 2 天，每年停靠按 89 艘

次计，则产生  $356\text{m}^3/\text{a}$  的生活污水。

对于安装生活污水处理装置的船舶，在港停泊期间保持生活污水处理设施正常运转，舷外排放阀关闭并加锁，处理后的污水排入生活污水收集舱，船舶离港后达到排放距离及航速后在排放入海。若污水舱容积不够应及时由当地有资质的船务公司接收处理。对于未安装生活污水处理设施的船舶，未经处理或者半处理的生活污水排入污水舱，委托有处理资质的船务公司处理。

### (3) 船舶含油污水

船舶舱底油污水主要是由于泄漏、泄放，主辅机舱等藏地积存的含油污水。根据国际海事组织 73/78 防止船舶污染海洋公约附则I的要求，船舶应配有机舱油污水处理系统，确保在公海排放机舱污水时其含量不超过  $15\text{ppm}$ 。同时《防治船舶污染海洋环境管理条例》明确要求：到港船舶在港停留期间产生的机舱油污水必须由陆域设施进行接收。

拟建项目的含油污水拟委托当地有处理资质的船务公司处理。

根据《港口工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2007)， $1000\sim 15$  万吨级船舶舱底含油污水产生量约为  $0.27\sim 9.73(\text{t}/\text{d}\cdot\text{艘})$ ，取最大值  $9.73 \text{ t}/\text{d}\cdot\text{艘}$ 。年到港船舶数量按 89 艘计，在港停泊时间按 2d 计，则船舶年产生底舱含油污水约为  $1732\text{t}/\text{a}$ 。污水的石油类浓度按  $5000\text{mg}/\text{L}$  计。

### (4) 机修油污水

本次评价营期主要机械设备按照 100 台计，每天设备返修率按 1%，机件修理用水量以  $0.6\text{m}^3/\text{台}$  计，则用水量为  $0.6\text{m}^3/\text{d}$ 、 $219\text{m}^3/\text{a}$ (按照接收站年操作天数 365 天计算)。以用水量的 80% 计，则机修油污水产生量为  $175.2\text{m}^3/\text{a}$ 、 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ 。机修油污水统一收集后送入自建一体化含油污水处理装置进行处理，分离出的废油统一在污油罐储存，定期外运，处理后的污水进入生活污水处理装置进一步生化处理，达标后的废水用于站内绿化。

### (5) 维修车间地面冲洗废水

地面冲洗水量取  $5\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{次}$ ，维修车间面积为  $960\text{m}^2$ ，则冲洗水量为  $4.8\text{m}^3/\text{次}$ 、 $480\text{m}^3/\text{a}$ (按照年冲洗 100 次计算)、 $1.3\text{m}^3/\text{d}$ (照接收站年操作天数 365 天平均计算)，以用水量 80% 计，则维修车间地面冲洗废水约为  $1\text{m}^3/\text{d}$ 、 $384\text{m}^3/\text{a}$ 。

### (6) 初期雨水

本项目为 LNG 接收站工程,初期雨水主要集中在槽车装车区域的初期雨水,槽车装车区总面积 4ha,其中装车设备及车辆行驶道路面积约为 1.3ha,对于此部分初期雨水需进行收集处理。根据福清地区暴雨强度公式,取前 15 分钟的雨水量进行计算。

暴雨强度公式采用福清地区暴雨强度公式:

$$q=1220.705(1+0.5051gP)/(t+0.593)^{0.593}$$

P—设计重现期,本工程取 1 年;

t—涉及降雨历时(min),取 20min。

经计算,  $q=203.04L/(s \cdot ha)$

槽车装车区面积 4ha,则前 10min 初期雨水量:

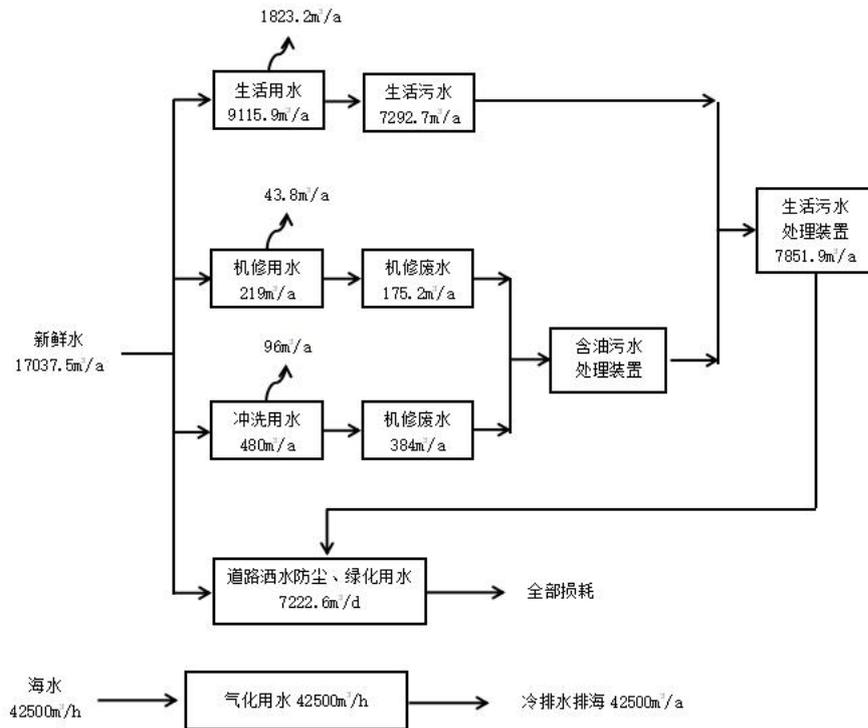
$$Q=203.04 \times 1.3 \times 10 \times 60 / 1000 = 162.4m^3$$

经计算,本项目槽车装车区初期雨水量  $162.4m^3/次$ ,在槽车装车区周围设围坎对初期雨水进行收集送含油污水处理装置处理外,其余未被污染的清洁雨水经雨水排放口排放。初期雨水排至含油污水收集池,处理后的污水进入生活污水处理装置进一步生化处理,达标后的废水用于站内绿化。

接收站工程所产生的废水水质、水量、排放方式及去向情况见下表,水平衡情况见图 4.2-4。

**表 4.2-4 项目码头和接收站产生的废水水质、水量、排放方式及去向情况一览表**

序号	废水种类	废水名称	主要污染因子	产生浓度 (mg/L)	废水量	污染物产生量(t/a)	排放方式及去向
1	生活污水	陆域生活污水	COD	300	$7292.7m^3/a$	2.188	间断,经收集后送入一体化生活污水处理装置处理。
2			NH <sub>3</sub> -N	40		0.292	
3		船舶生活污水	COD	300	$356m^3/a$	0.107	间断,委托有资质单位接收处理
4			NH <sub>3</sub> -N	40		0.014	
5	含油污水	船舶含油污水	石油类	5000	$1732m^3/a$	8.66	间断,委托有资质单位接收处理
6		机修含油污水		20	$175.2m^3/a$	0.004	间断,统一收集后送入含油污水处理装置处理。
7		地面冲洗废水		5	$384m^3/a$	0.00192	
8		初期雨水		5	$162.4m^3/次$	0.0008	
9	冷却水	低温余氯		$\leq 5^{\circ}C$ $\leq 0.2mg/L$	$42500m^3/h$	-	直接排海



注：以上不包括消防用水和初期雨水。

图 4.2-4 项目接收站水平衡图

### (三) 噪声污染源强估算

拟建工程在运行期正常工况下噪声源主要有装卸机泵、压缩机、气化器等设备，噪声值约 80~95dB(A)。

表 4.2-5 项目噪声源一览表

类别	噪声源名称	室内/室外	降噪后噪声值 (dB(A))	运行设备台套 (一期)
BOG 回收系统	BOG 压缩机	室外	85	3
储罐系统	高压输出泵	室外	85	5
	低压输送泵	室外	85	12
气化系统	开架式气化器	室外	85	5
	海水泵	室内	95	5
空压制氮系统	空气压缩机	室外	95	1 用 1 备
消防系统	海水消防泵	室内	95	2 用 2 备
	海水消防系统稳压泵	室内	85	1 用 1 备
	消防测试泵	室内	95	1
	淡水消防泵	室内	95	1 用 1 备
	淡水消防稳压泵	室内	85	1 用 1 备

### (四) 固体废物估算

#### 1) 陆域生活垃圾

陆域生活垃圾按人均 1.0kg/d 估算，拟建工程定员 120 人(四班三运制)，年

作业天数按 365d 计，则拟建工程生活垃圾年产生量为 41.06t/a，由市政环卫部门统一处理。

#### 2) 海水取水泵房过滤物

拟建工程取水泵房内设置的移动式格栅清污机会截留大块物体、旋转滤网会过滤海水中细小悬浮物和泥沙，产生海水取水泵房过滤物。根据海水取水规模，拟建工程海水取水泵房过滤物产生量约为 50.0t/a，属于一般固废，由市政环卫部门统一处理。

#### 3) 污水处理设施污泥

自建综合污水处理站运营会产生污泥，产生量约为 2.5t/a，由市政环卫部门统一处理。

#### 4) 船舶固废

在港停留时间以 2 天计，本工程每年到港船舶量约为 89 艘，根据《港口工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2007)，近洋及远洋货船生活垃圾按 2.2kg/人·日计，沿海船舶按 1.5kg/人·日计，平均每艘船舶按 2kg/人·日计，来港 LNG 船舶的定员按 20 人计算，则船舶生活垃圾产生量约为 7.12t/a。

来自国外和疫区的船舶生活垃圾，应先申请检验检疫部门检查和处理。

#### 5) 机修油棉纱

机械设备修理过程中产生含油废棉纱，属于危险废物，危废编号 HW49，类比同类工程，产生量约为 0.5t/a。被列入《危险废物豁免管理清单》，按照豁免条件要求混入生活垃圾，由市政环卫部门统一处理。

#### 6) 废油泥

除油处理会产生废油泥，属于危险废物，危废代码 900-210-08，类比同类工程，废油泥的产生量约为 1t/a。先暂存于项目自建的危险废物暂储间，定期由有资质单位安全处置。

#### 7) 废机油

设备、机械运行过程中产生废机油，属于危险废物，危废代码 900-214-08，类比同类工程，产生量约为 1.5t/a。先暂存于项目自建的危险废物暂储间，定期由有资质单位安全处置。

拟建项目码头和接收站工程所产生的固体废物及处置方式见下表。

表 4.2-6 接收站所产生的固体废物及处置方式一览表

序号	固体废物	固废性质	产生量(t/a)	处置方式
1	陆域生活垃圾	一般固废	41.06	由市政环卫部门统一处理
2	海水取水泵房过滤物		50	
3	污水处理设施污泥		2.5	
4	船舶生活垃圾	船舶固废	7.12	来自疫情地区的船舶固废由具有相应资质卫生检验检疫部门对其进行检疫之后按相关规定处理；非疫情地区的船舶固废由有资质单位接收处置
5	机修油棉纱	危险废物 (HW49)	0.5	被列入《危险废物豁免管理清单》，按照豁免条件要求混入生活垃圾，由市政环卫部门统一处理
6	废油泥	危险废物 (HW08)	1	先暂存于项目自建的危险废物暂储间，定期由有资质单位安全处置
7	废机油		1.5	
合计			103.68	全部分类妥善处置

#### (五) 非污染影响因素分析

1) 取排水系统对海洋生物产生的主要影响通过机械因素、热因素和化学因素实现。其中最主要的是排水系统热影响和取水系统卷吸撞击效应影响。进水口的拦污栅有可能对大型鱼类和其它水生生物形成机械伤害；而通过取水系统滤网的鱼卵、仔鱼、仔虾、浮游生物及其它游泳类生物幼体则会受到卷吸效应的明显伤害。

2) 余氯和冷排水将对排水口周边局部海域的海洋生物和养殖造成一定影响。

#### 4.2.2.2 接收站涉海工程

##### (一) 大气污染源强估算

正常工况下，LNG 卸船采用密闭方式，挥发损失量很小，挥发性废气产生量很小，可以不予考虑。运行期码头的大气污染源主要为到港船舶靠泊时排放的燃料废气。

LNG 船到港后，一般以轻油（柴油）为燃料，设计船型 26.6 万方的 LNG 船每日耗油 114t，每次靠泊时间为 2 天。本项目近期吞吐量 300 万吨/年，到港约 44 艘次/年，则到港船舶每次靠泊消耗柴油 228t，合计耗油 10032t/a。根据《大气污染工程师手册》，NO<sub>x</sub> 的产生系数为 3.36kg/t 油，SO<sub>2</sub> 的产生系数为 20S kg/t 油（S 为含硫量，轻柴油含量小于 0.5%，这里取 0.5%），则到港船舶靠泊时排放的 NO<sub>x</sub> 和 SO<sub>2</sub> 的总量分别为 33.71 t/a 和 1.00 t/a。

由于工作船码头到港船舶较小，排放的燃料废气量较少，且到港船舶型号、燃油量、停留时间等具有不确定性，因此本次环评不对工作船码头到港船舶排放的燃料废气排放量进行估算

## （二）水污染源强估算

### （1）冷排水（含余氯）

海水通过海水泵输送到气化器，与 LNG 间接换热后成为冷水。气化后海水的温度与取水的温差控制在 5°C 以内，冷排水在排放口处的温降小于 5°C。一期工程正常工况最大冷排水量 25500m<sup>3</sup>/h，应急工况最大冷排水量为 42500m<sup>3</sup>/h。

本工程工艺海水系统配备有电解制氯设备一套，采用电解海水的方式来生产 NaOCl，用于海水加氯，以防海生物滋生，影响海水冷却系统的正常运行。冷排水中余氯的含量控制在 0.1mg/L 之内。

因为海水冷却系统采用的是间接换热方式，因此冷排水的主要污染指标为温降和余氯。冷排水排放方式为：淹没出流，连续排放。

### （2）运行期码头生活污水

码头区定员 14 人，平时设 1 人值班，仅船舶靠泊作业期间才有其他工作人员，工作人员均不在码头区食宿，生活污水产生量较小。在码头区域设置生态环保厕所一座处理生活污水，不排放。

### （3）运行期到港船舶污水产生情况

#### ①船舶生活污水

港区外，船舶生活污水排放需满足《防止船舶生活污水污染规则》（MARPOL 公约附则IV）以及《国内航行海船法定检验技术规则》第五篇第 5 章“防止船舶生活污水污染规定”等要求。本此评价仅针对营运期船舶在港期间所产生的生活污水。

本工程到港船舶定员按 20 人/船计，船员生活用水量每人每天按 100L 计，污水产生系数按 85%计，则停靠期间的生活污水产生量为 1.6t/d；每艘船最长停靠 2 天，每年停靠按 44 艘次计，则产生 140.8t/a 的生活污水，其 COD 浓度约为 300mg/L，NH<sub>3</sub>-N 浓度约为 40 mg/L。

对于安装生活污水处理装置的船舶，在港停泊期间保持生活污水处理设施正常运转，舷外排放阀关闭并加锁，处理后的污水排入生活污水收集舱，船舶离港

后达到排放距离及航速后在排放入海。若污水舱容积不够应及时由当地有资质的船务公司接收处理。对于未安装生活污水处理设施的船舶，未经处理或者半处理的生活污水排入污水舱，委托有处理资质的船务公司接收处理。

## ②船舶含油污水

根据国际海事组织 73/78 防止船舶污染海洋公约附则I的要求，船舶应配有机舱油污水处理系统，确保在公海排放机舱污水时其含量不超过 15ppm。同时《防治船舶污染海洋环境管理条例》明确要求：到港船舶在港停留期间产生的机舱油污水必须由陆域设施进行接收。本项目到港船舶含油污水拟委托当地有处理资质的船务公司处理。

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），10 万~15 万吨级船舶舱底含油污水产生量约为 10.67~12.00 t/d·艘，取最大值 12.00t/d·艘。年到港船舶数量按 44 艘计，在港停泊时间按 2d 计，则船舶年产生底舱含油污水约为 1056t/a。污水的石油类浓度按 5000mg/L 计。

### （三）噪声污染源强估算

本工程运行期噪声分为码头区装卸作业噪声和各种泵的噪声。

码头区装卸作业噪声污染源主要为装卸臂、气相返回臂，其噪声值约为 95dB（A）。泵的噪声值约为 85 dB（A）

### （四）固体废物估算

涉海工程运行期产生的固废主要来自到港船舶生活垃圾和运行期港池、航道维护性疏浚产生的疏浚物。

#### （1）到港船舶生活垃圾

LNG船到港停留时间以2天计，本工程每年到港船舶量约为44艘，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），近洋及远洋货船生活垃圾按2.2kg/人·日计，沿海船舶按1.5kg/人·日计，平均每艘船舶按2kg/人·日计，到港LNG船舶的定员按20人计算，则船舶生活垃圾产生量约为3.52t/a。

来自国外和疫区的船舶生活垃圾，应先申请检验检疫部门检查和处理。

#### （2）运行期维护性疏浚物

根据工可的泥沙回淤预报，本码头建成后，平均回淤强度不超过 0.1m/a，淤积量约 14 m<sup>3</sup>/a。项目竣工后，港区和航道还需维持一定频率（约 5 年 1 次）的

清淤。维护性疏浚拟采用抓斗式挖泥船。疏浚物倾倒至生态环境主管部门指定的区域。

### 4.2.2.3 配套外输管道工程

#### (一) 大气污染源强估算

本工程管道为密闭运输管道，在正常工况下，管道不对外排放气体，站场正常工况下，主要污染源为无组织排放的少量非甲烷总烃。类比同类工程排放情况，单座站场非甲烷总烃无组织排放速率为 0.01kg/h。

#### (二) 水污染源强估算

##### (1) 生活污水

本项目工作人员 24 人，其中南郑分输站工作人员 20 人，江阴分输站值班人员 2 人，福清联络站值班人员 2 人，莲峰首站和 4 座阀室均为无人值守。生活用水定额为 200L/人·d。则江阴分输站、南郑分输站、福清联络站生活用水量见表 4.2-1。

生活污水排放系数按 90%算，则江阴分输站、南郑分输站、福清联络站生活污水产生量见表 4.2-2。生活污水中主要污染物为 COD: 300mg/L、SS: 200mg/L、BOD<sub>5</sub>: 120mg/L、NH<sub>3</sub>-N: 50mg/L。

南郑分输站、江阴分输站和福清联络站 3 座新建站场附近均无市政污水管网系统可依托，故南郑分输站站场内的生活污水通过化粪池预处理后，再排入地理式 MBR 污水处理装置进行处理，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化，当有多余回用水量时，交由当地环卫部门外运处置；江阴分输站和福清联络站生活污水极少，故重力流至化粪池内处理后，定期由环卫部门外运处置。

##### (2) 生产废水

场内设备每周清洗 1 次，各站场生产用水量见表 4.2-1，生产废水产生量见表 4.2-2。其主要污染物为悬浮物，浓度约 200mg/L，经沉淀后回用于厂区绿化。莲峰首站废水依托 LNG 接收站处理。

运行期项目用水情况见表 4.2-7，废水产生量及污染源强见表 4.2-8。

表 4.2-7 项目用水情况一览表

站场名称	用水类别	日用水量 (m <sup>3</sup> /d)	年用水量 (m <sup>3</sup> /a)	备注
莲峰首站	清洗用水	3	156	每周一次, 3.0m <sup>3</sup> /次

	管网漏损及未预见用水	0.3	15.6	上述水量之和的 10%
	合计	3.3	171.6	日用水量为有清洗用水时的最大日用水量
南郑分输站	清洗用水	3	156	每周一次, 3.0m <sup>3</sup> /次
	生活用水	4	1460	人均定额 200L/(人.d), 定员 20 人
	管网漏损及未预见用水	0.7	161.6	上述水量之和的 10%
	合计	7.7	1777.6	日用水量为有清洗用水时的最大日用水量
江阴分输站	清洗用水	3	156	每周一次, 3.0m <sup>3</sup> /次
	生活用水	0.4	146	人均定额 200L/(人.d), 定员 2 人
	管网漏损及未预见用水	0.34	30.2	上述水量之和的 10%
	合计	3.74	332.2	日用水量为有清洗用水时的最大日用水量
福清联络站	清洗用水	3	156	每周一次, 3.0m <sup>3</sup> /次
	生活用水	0.4	146	人均定额 200L/(人.d), 定员 2 人
	管网漏损及未预见用水	0.34	30.2	上述水量之和的 10%
	合计	3.74	332.2	日用水量为有清洗用水时的最大日用水量

表 4.2-8 废水污染源源强核算结果及相关参数一览表

装置名称	污染源	污染物	污染物产生				治理措施		污染物排放				排放时间 h	排放去向
			核算方法	废水产生量 m <sup>3</sup> /a	污染物浓度 mg/L	污染物产生量 t/a	工艺	效率 %	核算方法	废水产生量 m <sup>3</sup> /a	污染物浓度 mg/L	污染物排放量 t/a		
江阴分输站	生活污水	COD	产污系数法	131.4	300	0.0394	化粪池	40	排污系数法	131.4	180	0.0237	8760	环卫部门清运
		NH <sub>3</sub> -N			50	0.0066		10			45	0.0059		
		BOD <sub>5</sub>			120	0.0158		10			108	0.0142		
		SS			200	0.0263		60			80	0.0105		
	生产废水	SS	类比法	156	200	0.0312	沉淀	90	类比法	156	20	0.0031	/	绿化用水
南郑分输站	生活污水	COD	产污系数法	1314	300	0.3942	MBR 污水处理装置	83	排污系数法	1314	50	0.0657	8760	绿化用水
		NH <sub>3</sub> -N			50	0.0657		84			8	0.0105		
		BOD <sub>5</sub>			120	0.1577		92			10	0.0131		
		SS			200	0.2628		90			20	0.0263		
	生产废水	SS	类比法	156	200	0.0312	沉淀	90	类比法	156	20	0.0031	/	
福清联络站	生活污水	COD	产污系数法	131.4	300	0.0394	化粪池	40	排污系数法	131.4	180	0.0237	8760	环卫部门清运
		NH <sub>3</sub> -N			50	0.0066		10			45	0.0059		
		BOD <sub>5</sub>			120	0.0158		10			108	0.0142		
		SS			200	0.0263		60			80	0.0105		
	生产废水	SS	类比法	156	200	0.0312	沉淀	90	类比法	156	20	0.0031	/	
莲峰首站	生产废水	SS	类比法	156	200	0.0312	沉淀	90	类比法	156	20	0.0031	/	绿化用水

### （三）噪声污染源强估算

项目拟采用的防噪降噪措施主要有合理设计控制站内管道内的气体流速，选用低噪声设备，将噪声较大的设备安装于专门的机房内等。各站场噪声设备源强见下表。

**表 4.2-9 各站场噪声设备源强**

站场	噪声源	排放规律	噪声源强		降噪措施	噪声排放值		距地高度 (m)	室内室外	持续时间 (h)	数量 (台)
			核算方法	噪声值		核算方法	噪声值				
南郑分输站	调压装置	连续	类比法	75	低噪设备减震垫	类比法	75	1	室外	8760	2
	过滤分离器	连续	类比法	70	低噪设备减震垫	类比法	70	2	室外	8760	2
江阴分输站	调压装置	连续	类比法	75	低噪设备减震垫	类比法	75	1	室外	8760	2
	过滤分离器	连续	类比法	70	低噪设备减震垫	类比法	70	2	室外	8760	2
福清联络站	分离器	连续	类比法	70	低噪设备减震垫	类比法	70	2	室外	8760	3

### （四）固体废物估算

#### （1）生活垃圾

本项目总定员 24 人，其中江阴分输站 2 人，南郑分输站 20 人，福清联络站 2 人，莲峰首站和 4 座阀室不配置定员，均为无人值守。生活垃圾按照 1.0kg/人·d 计算，生活垃圾产生量江阴分输站为 0.73t/a，南郑分输站为 7.3t/a，福清联络站为 0.73t/a。莲峰首站为无人值守站，无生活垃圾产生。

#### （2）清管收球作业废渣

管线每年将进行 1~3 次清管作业（按 3 次计），类比同类项目，有收球装置的工艺站场每次清管作业时产生的废渣约为 15kg，南郑分输站、江阴分输站、福清联络站有收球装置，则各站场清管收球废渣产生量约为 45kg/a。

固体废物污染源产生及处置情况见下表。

**表 4.2-10 固体废物污染源源强核算结果及相关参数一览表**

装置名称	固体废物名称	固废属性	产生情况		处置措施		最终去向
			核算方法	产生量 t/a	工艺	处置量 t/a	
江阴分输站	清管收球作业废渣	一般废物	类比法	0.045	填埋	0.045	工业固废填埋场
	生活垃圾	生活垃圾	产物系数法	0.73	——	0.73	环卫部门定期清运
南郑分	清管收球作业废渣	一般废物	类比法	0.045	填埋	0.045	工业固废填埋场

输站	生活垃圾	生活垃圾	产物系数法	7.3	—	7.3	环卫部门定期清运
福清联络站	清管收球作业废渣	一般废物	类比法	0.045	填埋	0.045	工业固废填埋场
	生活垃圾	生活垃圾	产物系数法	0.73	—	0.73	环卫部门定期清运

#### 4.2.2.4 小结

##### (1) 废气污染源强

本项目运行期正常工况下废气排放源见下表。

表 4.2-11 项目废气污染物汇总表

排放源	排放形式	环保措施	污染物排放量			
			污染物	排放速率/(kg/h)	年排放小时数/h	排放量(t/a)
接收站长明灯	有组织	/	SO <sub>2</sub>	0.001	8760	0.009
			NO <sub>x</sub>	0.013	8760	0.114
			颗粒物	0.005	8760	0.044
接收站无组织废气	无组织	/	非甲烷总烃	0.29	8760	2.5404
莲峰首站	无组织	/	非甲烷总烃	0.01	8400	0.084
江阴分输站	无组织	/	非甲烷总烃	0.01	8400	0.084
南郑分输站	无组织	/	非甲烷总烃	0.01	8400	0.084
福清联络站	无组织	/	非甲烷总烃	0.01	8400	0.084

##### (2) 废水污染源强

本项目运行期正常工况下废水排放源见下表。

表 4.2-12 项目废水污染物汇总表

排放源	环保措施	污染物排放量				排放去向
		污染物	污染物浓度 mg/L	废水产生量 m <sup>3</sup> /a	排放量 t/a	
接收站陆域生活污水	一体化生活污水处理装置	COD	100	7297.7	0.729	站内绿化、道路喷洒及地面冲洗用水
		NH <sub>3</sub> -N	8		0.058	
接收站船舶生活污水	委托有资质单位接收处理	COD	300	140.8	0.042	委托有资质单位接收处理
		NH <sub>3</sub> -N	40		0.006	
接收站船舶含油污水	委托有资质单位接收处理	石油类	5000	1056	5.28	委托有资质单位接收处理
接收站机修含油污水	含油污水处理装置处理	石油类	10	175.2	0.002	站内绿化
接收站地面冲洗废水	含油污水处理装置处理	石油类	5	384	0.00192	站内绿化
接收站初期雨水	含油污水处理装置处理	石油类	5	162.4	0.0008	站内绿化
接收站冷排水	/	低温	≤5℃	22500m <sup>3</sup> /h	/	排海
		余氯	≤0.1mg/L		/	
江阴分输站	生活污水	COD	180	131.4	0.0237	环卫部门清运

		NH <sub>3</sub> -N	45		0.0059	
		BOD <sub>5</sub>	108		0.0142	
		SS	80		0.0105	
	生产废水	SS	20	156	0.0031	绿化用水
南郑分输站	生活污水	COD	50	1314	0.0657	绿化用水
		NH <sub>3</sub> -N	8		0.0105	
		BOD <sub>5</sub>	10		0.0131	
		SS	20		0.0263	
	生产废水	SS	20	156	0.0031	
福清联络站	生活污水	COD	180	131.4	0.0237	环卫部门清运
		NH <sub>3</sub> -N	45		0.0059	
		BOD <sub>5</sub>	108		0.0142	
		SS	80		0.0105	
	生产废水	SS	20	156	0.0031	
莲峰首站	生产废水	SS	20	156	0.0031	绿化用水

### (3) 噪声污染源强

本项目运行期正常工况下噪声源见下表。

表 4.2-13 本项目噪声设备源强汇总表

站场	噪声源	室内室外	降噪后噪声排放值 dB(A)	数量 (台)
BOG 回收系统	BOG 压缩机	室外	85	3
储罐系统	高压输出泵	室外	85	5
	低压输送泵	室外	85	12
气化系统	开架式气化器	室外	85	5
	海水泵	室内	95	5
空压制氮系统	空气压缩机	室外	95	1 用 1 备
消防系统	海水消防泵	室内	95	2 用 2 备
	海水消防系统稳压泵	室内	85	1 用 1 备
	消防测试泵	室内	95	1
	淡水消防泵	室内	95	1 用 1 备
	淡水消防稳压泵	室内	85	1 用 1 备
南郑分输站	调压装置	室外	75	2
	过滤分离器	室外	70	2
江阴分输站	调压装置	室外	75	2
	过滤分离器	室外	70	2
福清联络站	分离器	室外	70	3

### (4) 固废污染源强

本项目运行期正常工况下固废污染源强见下表。

表 4.2-14 固体废物污染源源强核算结果及相关参数一览表

装置名称	固体废物名称	固废属性	产生量 t/a	处置量 t/a	处置方式/最终去向
接收站	陆域生活垃圾	一般固废	41.06	41.06	由市政环卫部门统一处理
	海水取水泵房过滤物		50	50	
	污水处理设施污泥		2.5	2.5	
	船舶生活垃圾	船舶固废	3.52	3.52	来自疫情地区的船舶固废由具有相应资质卫生检验检疫部门对其进行检疫之后按相关规定处理；非疫情地区的船舶固废由有资质单位接收处置
	机修油棉纱	危险废物 (HW49)	0.5	0.5	被列入《危险废物豁免管理清单》，按照豁免条件要求混入生活垃圾，由市政环卫部门统一处理
	废油泥	危险废物 (HW08)	1	1	先暂存于项目自建的危险废物暂储间，定期由有资质单位安全处置
	废机油		1.5	1.5	
江阴分输站	清管收球作业废渣	一般废物	0.045	0.045	工业固废填埋场
	生活垃圾	生活垃圾	0.73	0.73	环卫部门定期清运
南郑分输站	清管收球作业废渣	一般废物	0.045	0.045	工业固废填埋场
	生活垃圾	生活垃圾	7.3	7.3	环卫部门定期清运
福清联络站	清管收球作业废渣	一般废物	0.045	0.045	工业固废填埋场
	生活垃圾	生活垃圾	0.73	0.73	环卫部门定期清运

### 4.3 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录(2019年本)》(国家发展和改革委员会令 第29号)，本项目属于“鼓励类”中的“七、石油、天然气，3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”。因此，项目建设符合国家产业政策的要求。

### 4.4 法律法规符合性分析

#### 4.4.1 水源地相关法律法规符合性分析

《中华人民共和国水污染防治法》第六十六条规定：禁止在饮用水水源二级保护区内新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；已建成的排放污染物的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。

《福建省水污染防治条例》第四十五条规定：在饮用水水源二级保护区内，除禁止第四十四条规定的行为以外，禁止从事下列行为：（一）设置排污口；（二）新建、改建、扩建排放污染物的建设项目；（三）建设工业固体废物集中贮存处置设施场所、生活垃圾填埋场；（四）设立装卸垃圾、粪便、油类和有毒有害物品的码头；（五）围垦河道、滩地或者在河道、水库等采石、采砂、取土、弃置砂石；（六）建设畜禽养殖场、养殖小区；（七）修建墓地；（八）法律、法规禁止的其他行为。

符合性分析：本项目不属于水污染防治法和水污染防治条例中禁止的项目和行为。本项目管道采用顶管方式穿越二级水源保护区水域。本项目已取得《福清市人民政府关于福建 LNG 接收站配套外输管道穿越二级饮用水源保护区有关问题的复函》（融政函〔2022〕154 号），福清市人民政府原则同意福建 LNG 接收站配套外输管道穿越东张水库、北林水库二级饮用水源保护区；项目将严格按照《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规要求，在施工期落实各项污染防治措施，以确保饮用水源地水质安全。

#### 4.4.2 林地相关法律法规符合性分析

《国家级公益林管理办法》第九条规定：严格控制勘查、开采矿藏和工程建设使用国家级公益林地。确需使用的，严格按照《建设项目使用林地审核审批管理办法》有关规定办理使用林地手续。涉及林木采伐的，按相关规定依法办理林木采伐手续。经审核审批同意使用的国家级公益林地，可按照本办法第十八条、第十九条的规定实行占补平衡，并按本办法第二十三条的规定报告国家林业局和财政部。

《福建省生态公益林管理条例》第二十四条规定：二级保护的生态公益林除经依法批准的基础设施、省级以上的重点民生保障项目和公共事业项目之外，禁止开发。

《福建省沿海防护林条例》第十七条规定：任何单位和个人不得擅自占用或者征收、征用防护林地或者改变防护林地用途。确需占用或者征收、征用防护林地或者改变防护林地用途的，应当依法办理相关手续，并按照规定缴纳森林植被恢复费等相关费用。

符合性分析：本项目为天然气管道输送工程，为经依法批准的基础设施、省级以上的重点民生保障项目。工程开工前需明确公益林的占用范围，须按有关规定办理用地审核、林木采伐审批手续，并按照《中华人民共和国森林法》、《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局第 35 号令）《福建省生态公益林管理条例》等有关规定进行补偿。工程开工前，需明确涉及的沿海基干林带是否属于特殊保护林带，若属于，

应按照《沿海国家特殊保护林带管理规定》、《福建省沿海防护林条例》等有关规定办理报批手续并进行补偿。

## 4.5 相关规划符合性分析

### 4.5.1 福建省“十四五”规划纲要

福建省“十四五”规划纲要中要求：加强天然气基础设施建设，推进 LNG 接收站及外输管线和西三线支干线、海西二期管网和互联互通工程等天然气管道建设，尽快实现设区市全部通管道天然气，形成多气源一张网、市场化的天然气发展新格局。在福建省“十四五”规划中指出天然气工程将重点推进福建 LNG 接收站配套外输管道的建设，加快形成天然气多气源保供的市场化竞争格局。因此本项目符合福建省“十三五”规划纲要要求。

### 4.5.2 福建省“十三五”能源发展专项规划

《福建省“十三五”能源发展专项规划》指出，按照“公平准入、设施公用；海陆并进、引入竞争；互联互通、保障安全”的要求，多渠道引入气源，加强天然气基础设施建设。继续推进莆田秀屿 LNG 接收站 5、6 号罐和海西天然气管网二期建设，新开工建设漳州 LNG 接收站、福清 LNG 接收站（含配套外输管道工程）、海西管网三期、西三线闽粤支干线工程和新疆煤制气外输管道赣闽浙支线等项目，推进闽宁合作莆田哈纳斯以及平潭、泉州等 LNG 接收站前期工作。加大城镇燃气管道和 LNG 卫星站建设力度，提高城镇燃气应急气源储备能力”。因此本项目符合《福建省“十三五”能源发展专项规划》。

### 4.5.3 海洋主体功能区规划符合性分析

#### （1）与全国海洋主体功能区规划符合性

根据全国海洋主体功能区规划，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：优化开发区、重点开发区、限制开发区、禁止开发区。其中：

优化开发区域，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域，包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。

重点开发区域，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。

限制开发区域，是指以提供海洋水产品为主要功能的海域，用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域，包括海洋渔业保障区、海洋特别保护区和海岛及其周边海域。

禁止开发区域，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。

本项目位于海峡西部海域，属于优化开发区域；工程区位于兴化湾，未占用限制开发区或禁止开发区。因此本项目建设符合全国海洋主体功能区规划。

## （2）与福建省海洋主体功能区规划的符合性

根据福建省海洋主体功能区规划，福建省海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下五类区域：

优化开发区，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整 and 优化的海域；重点开发区，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域；海洋渔业保障区，是指具备良好的渔业养殖条件和辽阔的海域资源，以提供海洋水产品为主体功能的海域；重点海洋生态功能区，是指关系到我国海域整体的生态环境安全，以提供海洋生态产品为主体功能的海域；禁止开发区，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括国家和省级海洋自然保护区、领海基点所在海岛等。

本项目工程用海区位于福清市重点开发区，见下图。其开发利用导向为：重点保障工业与城镇建设用海，重点建设闽台（福州）蓝色经济产业园、元洪国际食品园、江阴工业集中区，大力发展港口航运、临海重工业、食品加工等临港产业，推动涉海装备制造、生物医药、文化创意、现代服务业集聚发展，推进核电临海能源工业。



图4.5-1 项目所在区福建省海洋主体功能区规划图

本项目位于兴化湾江阴港区万安作业区，属于港口航运和临海能源工业用海区，码头、取排水设施建设施工会局部影响海水水质和海洋生态、运营期 LNG 气化冷排水和余氯排放会局部影响海洋生物生长活动，施工期的影响是暂时的，将随着施工结束而逐渐消失，运营期的影响范围较小，不会影响主体功能区的生物多样性保护生态功能。因此，项目建设符合福建省海洋主体功能区规划。

#### 4.5.4 与《福建省海洋功能区划（2011-2020）》的符合性分析

##### 4.5.4.1 接收站工程符合性分析

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目码头工程及取排水工程等大部分位于“兴化湾保留区”，专用航道和应急锚地有小部分位于“福清湾-兴化湾港口航运区”。工程区及附近海域的海洋功能区分布：北面为“高山湾农渔业区”；南面有“南日岛农渔业区”；西面有“目屿旅游休闲娱乐区”等、东面有“塘屿列岛海洋保护区”等。

##### （一）项目建设对所在海域及周边海域海洋功能区的影响分析

本项目建设对海洋功能区的影响主要有施工期疏浚过程引起的悬沙扩散的影响（图 4.5-2）；运营期冷排水扩散的影响、冷排水中余氯入海扩散的影响（图4.5-3）。

从以上叠加图可以看出，施工期悬沙扩散浓度增量10mg/l以上的范围在“兴化湾保留

区”和“高山湾农渔业区”内的面积分别为5.03 km<sup>2</sup>和0.63km<sup>2</sup>；冷排水冬季1°C和夏季1°C温降区均在“兴化湾保留区”；冷排水中余氯扩散浓度0.02mg/l以上的范围也均在“兴化湾保留区”。

#### (1) 对“兴化湾保留区”的影响

本项目大部分位于“兴化湾保留区”，该功能区的管理要求为：“保障渔业资源自然繁育空间；禁止改变海域自然属性；重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道，滨海湿地与鸟类栖息觅食环境，执行不低于现状的海水水质标准。”根据《东海区主要经济种类三场一通道及保护区图集》（周永东、李圣法，2018），兴化湾海域地形在内湾和江阴岛以西为大面积的浅海和潮间带滩涂，外海种难以滞留，内湾水域以底栖小型鱼类居多；湾口春夏季洄游性鱼类进入海湾，鱼类较多；秋冬季洄游性鱼类离开海湾，种类相对较少。春夏季会有部分洄游性鱼类进入湾内产卵。根据（张澄茂等）对兴化湾苗种资源研究成果，兴化湾内主要苗种场包括木兰溪河口的蛭苗场、鳗鱼天然苗种场，江阴岛南侧的巴菲蛤苗种场，埭头镇北侧的牡蛎苗种场，江阴岛东侧的蛭苗场、大竹蛭苗场、大竹蛭苗种场，以及南日岛北侧的对虾苗种养殖场和蛭苗场等。因此本项目不在苗种场、索饵场和洄游通道上，项目建设对渔业苗种场、索饵场、洄游通道基本没有影响。项目建设位于基岩深水海岸，涉海工程水工构筑物均采用透水方式并采用透空引桥的方式跨越海岸，最大限度地减少了对水文动力和冲淤环境的影响，减少对生物栖息地的占用，减少对自然基岩海岸的影响，对滨海湿地与鸟类栖息觅食环境影响较小。施工期间，由于悬浮泥沙扩散，会对保留区的水质、海洋生态环境造成一定的影响（影响面积 503 公顷，为该功能区面积的 0.94%）；取水口头部区域水下炸礁产生的水下冲击波也将对该区海洋生物和渔业资源产生一定的影响。采取避开鱼类繁殖期（3-5 月）、毫秒微差爆破等措施，则将进一步减轻对海洋生态环境的影响。营运期间，冷排水和余氯入海也会对保留区局部海域的水质、海洋生态环境造成一定的影响（冷排水 1°C 以上温降最大影响面积约 9.5 公顷，为该功能区面积的 0.02%；余氯增量 0.02mg/l 以上最大影响面积 5.9 公顷，为该功能区面积的 0.01%）。此外，船舶进出通航，会影响渔业资源自然繁育空间，对该功能区有一定的影响。

#### (2) 对“福清湾-兴化湾港口航运区”的影响

本项目专用航道和锚地有小部分位于“福清湾-兴化湾港口航运区”，该海洋功能区的管理要求为：“保证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。”本项目施工期间，要发布施工通告，公布施工船穿过航道的的时间、位置，引导过往船只顺利通航，避免发生碰撞。营运期间，严格按照航道管理要求进行运营，避免发生风险事故。

### (3) 对“高山湾农渔业区”的影响

本项目在“高山湾农渔业区”南侧，该功能区的管理要求为：保障开放式养殖用海，维持现有围海养殖用海，优化养殖结构；禁止改变海域自然属性；保护自然岸线和海岛生态；保护海域自然环境，执行不劣于第二类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准。

根据数模预测结果，本项目施工期间，悬浮泥沙扩散浓度为 10mg/l 的包络线会影响到该功能区（影响面积约 63 公顷），会对保留区的水质、海洋生态环境造成一定的影响，由于施工期避开鱼类繁殖期（3-5 月），对保留区的影响较小。营运期间，冷排水、余氯排放对该功能区产生的影响范围较小。

此外，本项目取水口施工炸礁产生的水下冲击波也将对该区产生一定的影响。

### (4) 其它功能区距离本项目较远，本项目建设不会对其造成影响。



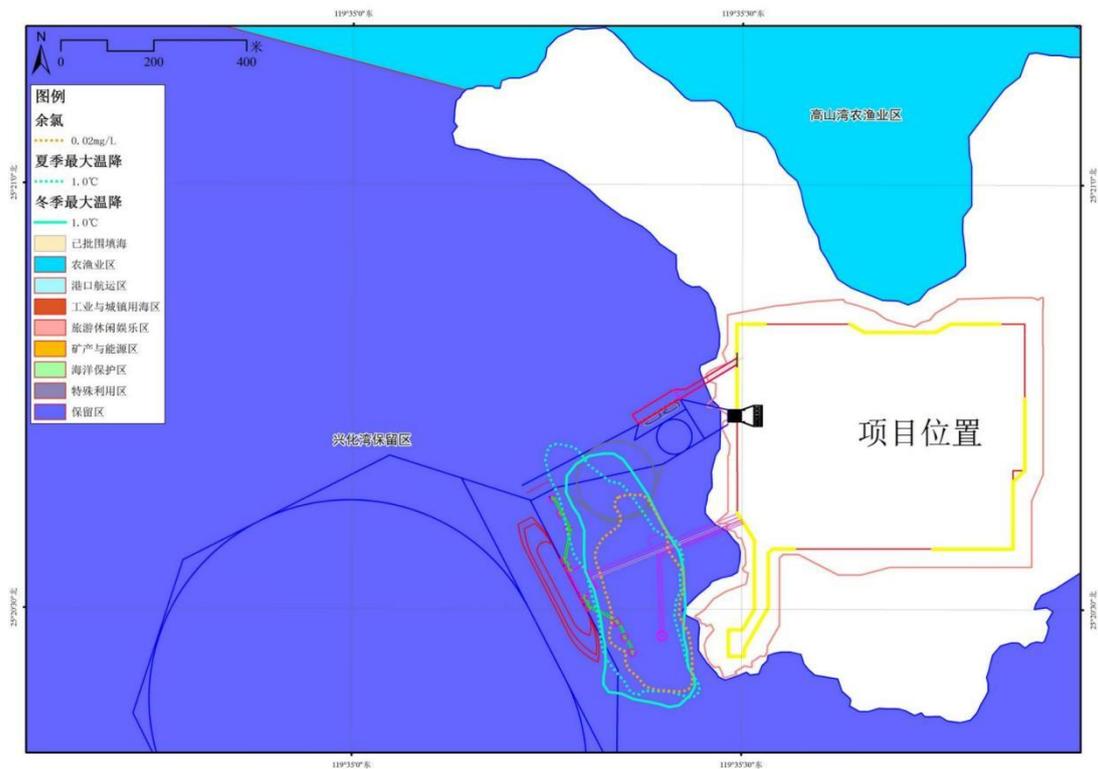


图 4.5-3 营运期冷排水排放造成的温降、余氯包络线与海洋功能区划的叠图

## (二) 项目建设对所在海域及周边海域海洋功能区的影响分析

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020）》，本项目建设大部分位于“兴化湾保留区”，专用航道和应急锚地部分位于“福清湾-兴化湾港口航运区”。

“兴化湾保留区”的环境环境保护要求为：保障渔业资源自然繁育空间；重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道，滨海湿地与鸟类栖息觅食环境，执行不低于现状的海水水质标准。兴化湾海域地形在内湾和江阴岛以西为大面积的浅海和潮间带滩涂，外海种难以滞留，内湾水域以底栖小型鱼类居多；湾口春夏季洄游性鱼类进入海湾，鱼类较多；秋冬季洄游性鱼类离开海湾，种类相对较少。春夏季会有部分洄游性鱼类进入湾内产卵。兴化湾内主要苗种场主要在木兰溪河口、埭头镇北侧、江阴岛东侧以及南日岛北侧。工程区位处兴化湾北岸的高山湾潮汐通道浅海，所在海域及其周边海域未列入国家级水产种质资源保护区和福建省水产种质资源保护区范围，工程区附近没有鱼类“三场一通道”，因此对其没有影响。同时项目建设位于基岩深水海岸，涉海工程水工构筑物均采用透水方式并采用透空引桥的方式跨越海岸，最大限度地减少了对水文动力和冲淤环境的影响，减少对生物栖息地的占用，减少对自然基岩海岸的影响，对滨海湿地与鸟类栖息觅食环境的影响也较小。

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》，保留区的管理要求为“应严格控制

改变海域自然属性的用海活动。保留区原则上维持海域开发利用现状，确实需进一步开发利用，应在确保公共交通和国防军事安全的前提下，经科学论证后可开展不改变海域自然属性的海洋开发活动。……保留区利用应主要安排交通、水电通讯、海水淡化、海洋保护等用海项目，优先支持海洋可再生能源、科学研究等公益性用海需求。”本项目为 LNG 配套码头工程，LNG 为国家重大能源基础设施建设项目，符合保留区利用“主要安排交通、……等公益性用海需求”的要求；本项目用海方式为“透水构筑物”、“海底电缆管道”和“工业取、排水口”等，没有改变海域自然属性；虽然项目施工期悬浮泥沙会对“兴化湾保留区”造成一定的影响，但是施工期影响是暂时的；运营期冷排水和余氯排入海会对海洋生态环境造成一定影响，但影响面积很小（仅为保留区的 0.01%和 0.03%）。因此，项目用海符合“兴化湾保留区”的管理要求。

“福清湾-兴化湾港口航运区”的用途管制要求是“重点保障航道用海；在航道边设置导航标志，禁止有碍航行安全的活动”，本项目为 LNG 配套工程，布置专门的 LNG 码头、航道。因此，本项目符合其用途管制要求。项目建设不会改变海域自然属性，符合用海方式要求。因此，项目符合“福清湾-兴化湾港口航运区”的管理要求。

综上所述，本项目除了施工期间会对周边水质、生态环境有暂时的影响外，项目建成后不会对各功能区主体功能的发挥造成影响，项目建设与《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》是兼容的。

#### 4.5.4.2 配套外输管道工程涉海段符合性分析

##### （一）项目所在海域及周边海域功能区划分布

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020）》，本项目管道将穿越兴化湾北部农渔业区，周边的海洋功能区包括西港保留区、江镜矿产与能源区和江阴工业与城镇用海区。

项目与附近海洋功能区的相对位置关系如表 4.5-1 和图 4.5-4 所示。

**表 4.5-1 项目附近海域功能区与本项目相对位置关系表**

序号	功能区类型	功能区名称	与管道涉海部分中心点的相对位置
1	保留区	西港保留区	N, 1.52km
2	农渔业区	兴化湾北部农渔业区	穿越
3	矿产与能源区	江镜矿产与能源区	SE, 3.10km
4	工业与城镇用海区	江阴工业与城镇用海区	N, 3.17km

##### （二）项目用海与海洋功能区划的符合性分析

##### （1）管理要求的符合性

本项目管道将穿越“兴化湾北部农渔业区”。

农渔业区是指适于拓展农业发展空间和开发海洋生物资源，可供农业围垦，渔港和育苗场等渔业基础设施建设，海水增养殖和捕捞生产，以及重要渔业品种养护的海域，包括农业围垦区、渔业基础设施区、养殖区、增殖区、捕捞区和水产种质资源保护区。

在开发过程中应合理利用海洋渔业资源，保护养殖海域的生态环境，加大渔业资源增殖放流力度，发展现代渔业，保障海洋食品清洁、健康。逐步调整不符合功能区管理要求的用海活动，整治环境质量不达标海域，对海湾、河口、海岛、海岸等受损的生态系统进行有序修复，保护产卵场、越冬场、索饵场和洄游通道等重要渔业水域。农渔业区内不兼容排污倾废用海，可兼容渔村新农村建设、滨海旅游、休闲渔业、科学实验、保护区和重大交通基础设施建设等用海。渔业养殖区、增殖区等海域执行不劣于第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量标准、第一类海洋生物质量标准；捕捞区和重要渔业品种保护区海域执行第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量标准、第一类海洋生物质量标准；水产种质资源保护区执行不劣于现状海洋环境质量标准；渔港和渔业设施建设区海域执行不劣于第二类海水水质标准、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。

本项目为 LNG 输送管道工程，项目利用兴化湾北部农渔业区内泥面以下的海底空间进行管道铺设，管道以水下隧道方式铺设于海床底下中风化基岩地层中，隧道在海床底下最小埋深为 28.65m，不进行海上作业施工，施工期陆域污染物不排海。因此，本项目施工期间不影响工程海域及周边渔业活动的开展，不改变海域自然属性，不影响农渔业区主导功能的发挥。且运行期管道封闭运行，也不会对该海域自然环境和海洋渔业资源造成影响，满足农渔业区的管理要求。（2）项目用海与海洋功能区用途管制、用海方式控制的符合性

兴化湾北部农渔业区的用途管制为“保障开放式养殖用海和围海养殖用海，优化养殖结构”，本项目管道铺设采用水下隧道的方式进行，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，最小埋深为 28.65m，不涉及海上作业施工，施工期和运行期污染物均不排海，因此不会影响该海域的养殖活动的开展。

兴化湾北部农渔业区的用海方式为：禁止改变海域自然属性。本项目管道埋设于海床底下，隧道在海床底下最小埋深为 28.65m，不涉及海上作业施工，施工期和运行期污染物均不排海，运行期封闭运行，不会改变该海域的自然属性。

综上，本项目用海符合兴化湾北部农渔业区的用途管制及用海方式控制要求。

（3）项目用海与海洋功能区环境保护要求的符合性

兴化湾北部农渔业区的环境保护要求为：重点保护蛭苗繁育生态环境，维持滨海湿地及鸟类栖息觅食环境，保护海域自然环境，执行不劣于第二类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准。

本项目管道工程穿越采用水下隧道的方式进行，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，隧道在海床底下最小埋深为 28.65m，不进行海上作业施工，施工期和运行期陆域污染物不排海，且运行期封闭运行。因此，本项目建设符合该功能区环境保护要求。综上，本项目用海符合兴化湾北部农渔业区的要求。

### （三）项目用海对相邻海洋功能区的影响分析

本项目管道用海所在海域邻近的功能区包括西港保留区、江镜矿产与能源区和江阴工业与城镇用海区，其中与本项目最近的功能区为西港保留区，距离 1.52km。

由于本项目管道工程穿越东港海域采用水下隧道的方式进行，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，海床底下最小埋深为 28.65m，不进行海上作业施工，施工期和运行期陆域污染物不排海，且运行期封闭运行，也不会改变海域的自然属性。因此，本工程建设期和运行期均不会影响周边功能区主导功能的发挥，也不会对周边功能区海域环境造成影响。

## 4.5.5 与《福建省近岸海域环境功能区划（（2011-2020 年）修编）》的符合性分析

### （一）接收站工程

根据《福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020 年)》，本项目码头工程、取排水工程位于“万安港口四类区（FJ048-D-II）”，主导功能为港口，辅助功能为航运，水质保护目标是二类。附近海域为“兴化湾江阴西部海域二类区”（FJ054-B-II）主导功能是养殖，水质保护目标是二类。评价海域内还有“牛头尾港口四类区”（FJ049-D-II），主导功能是港口，辅助功能是航运，水质保护目标是二类。

根据数模预测结果，本项目疏浚过程引起海水中悬浮泥沙人为增量超过 10mg/L 的全潮最大影响面积分别约 5.659km<sup>2</sup>，悬浮泥沙人为增量超过 10mg/L 包络线进入“兴化湾江阴西部海域二类区”，超标面积约 0.560 km<sup>2</sup>。悬浮泥沙人为增量大于 150mg/L 的包络面积为 0.318km<sup>2</sup>，位于“万安港口四类区”，超标面积 0.318km<sup>2</sup>。本项目施工期会对该范围内的水质造成暂时的不利影响。运营期本工程排放的冷排水中余氯在海水潮流作用下，将很快衰减，仅靠近排水口的区域余氯浓度较高，排水口外围绝大部分海域水体

中的余氯浓度较低，25500m<sup>3</sup>/h（生产最大水量）下，余氯浓度增量 $\geq 0.02\text{mg/l}$ 的包络面积为0.012 km<sup>2</sup>。42500m<sup>3</sup>/h（应急最大水量）下，余氯浓度增量 $\geq 0.02\text{mg/l}$ 的包络面积为0.059 km<sup>2</sup>；25500m<sup>3</sup>/h（生产最大水量）下，冬、夏季温降 $\leq -1.0^{\circ}\text{C}$ 的包络面积分别为0.031 km<sup>2</sup>和0.020km<sup>2</sup>，温降 $\leq -4^{\circ}\text{C}$ 的包络面积较小，不足0.001 km<sup>2</sup>；42500m<sup>3</sup>/h（应急最大水量）下，冬、夏季温降 $\leq -1.0^{\circ}\text{C}$ 的包络面积分别为0.095 km<sup>2</sup>和0.090km<sup>2</sup>，温降 $\leq -4^{\circ}\text{C}$ 的包络面积也较小，不足0.001 km<sup>2</sup>，均位于“万安港口四类区（FJ048 - D - II）”内（见图9.2-10和图9.2-11），对该功能区的主导功能（港口）和辅助功能（航运）均没影响。

综上所述，本项目码头工程、取排水工程位于“万安港口四类区（FJ048-D-II）”，施工期悬沙对海水水质、海洋生态环境将产生一定的影响，但这种影响是暂时的，将随着施工结束而逐渐消失，运营期冷排水（余氯）排放对排放口附近海域海洋生态环境产生一定的影响，但影响范围很小。总的来说，本项目的建设与福建省近岸海域环境功能区划相符的。

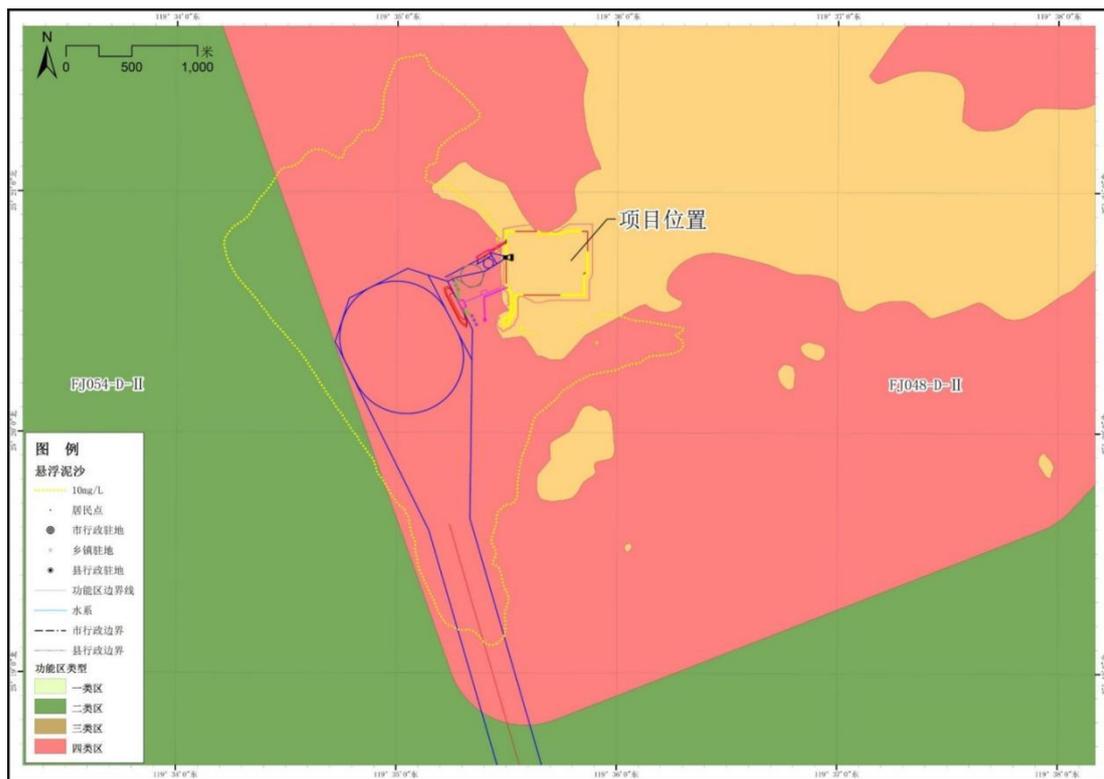


图 4.5-4 悬浮泥沙影响范围与福建省近岸海域环境功能区划叠图



图 4.5-5 温降、余氯影响范围与福建省近岸海域环境功能区划叠图

(二) 配套外输管道工程

(1) 区划纲要

根据《福建省近岸海域环境功能区划》（2011 修编），根据《福建省近岸海域环境功能区划》（2011 修编），本项目管道穿越兴化湾下垄四类区，工程海域及附近的近岸海域功能区划功能和水质保护目标如表 4.5-2 和图 4.5-6 所示。

表 4.5-2 项目所在功能区及其水质保护目标

标识号	功能区名称	近岸海域环境功能区		水质保护目标	
		主导功能	辅助功能	近期	远期
FJ052-D-III	兴化湾下垄四类区	港口	/	三	三
FJ054-B-II	兴化湾前薛三类区	一般工业用水	/	三	三
FJ050-C-III	兴化湾江阴西部海域二类区	养殖	/	二	二

(2) 符合性分析

本项目管道将穿越兴化湾下垄四类区，该功能区主导功能为港口用海，近远期水质保护目标均为第三类海水水质。穿越采用水下隧道的方式进行，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，隧道在海床底下最小埋深为 28.65m，不改变海域自然属性。本项目施工期不进行海上作业施工，陆域污染物不排海，管道钻爆施工产生的震动和噪声对海洋沉积物的影响微小，不会引起悬浮泥沙入海，且这部分影响将随着施工期的结束而消失。

运行期管道封闭运行，不会对海洋环境产生影响。

因此，本项目用海不会影响所在及周边功能区主导功能的实现，也不会影响该海域水质保护目标的实现，符合福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020）要求。

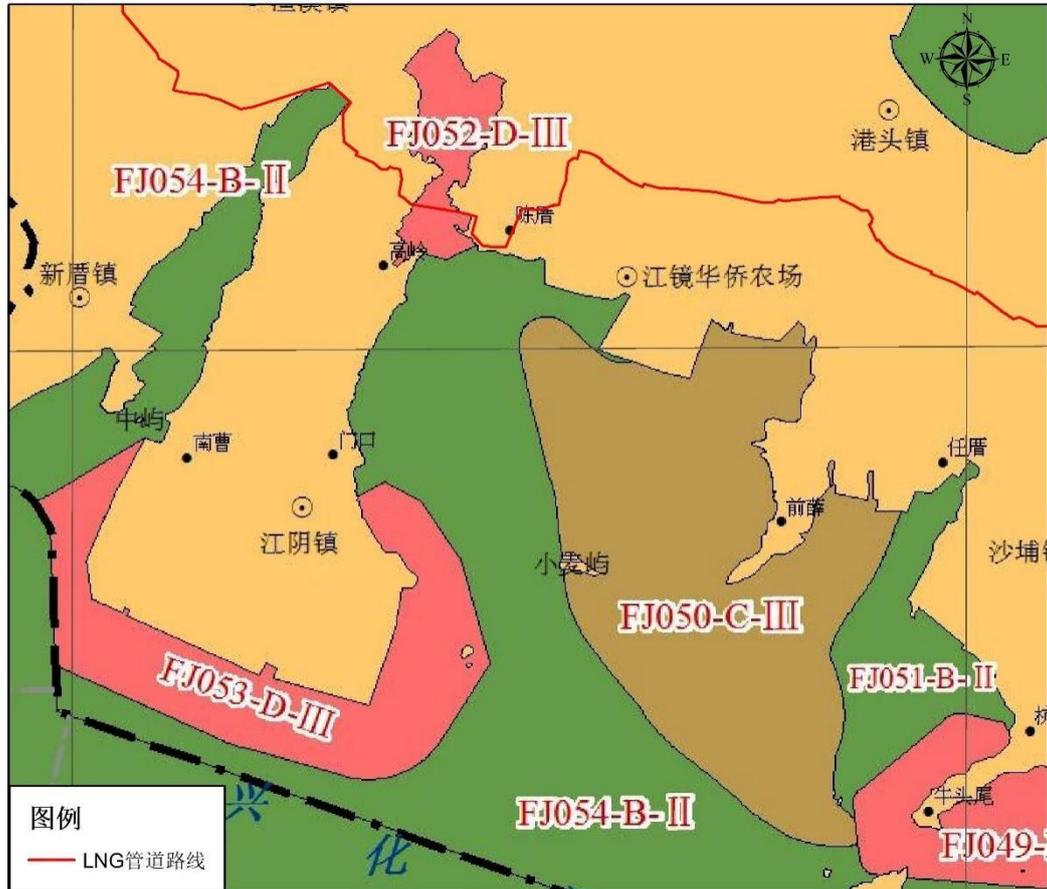


图 4.5-6 工程所在位置近岸海域功能区划图

#### 4.5.6 与《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》的符合性分析

##### （一）接收站工程

根据《福建省海洋环境保护规划(2011-2020年)》，本项目码头工程及取排水工程位于“兴化湾北部渔业环境保护利用区”（见图 1.4-3），环境管理保护要求为：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。评价海域还有：“兴化湾湾口生态廊道保护利用区”、“塘屿列岛海岛生态系统重点保护区”、“山澳中国鲎重点保护区”、南日岛渔业环境保护利用区、海坛海峡渔业环境保护利用区。水质保护目标均为二类。

“兴化湾湾口生态廊道保护利用区”保护水生生物的洄游通道，保护鱼虾类产卵场、索饵场，防范溢油风险；

“塘屿列岛海岛生态系统重点保护区”，加强海岛生态系统和坛紫菜、海螺等渔业资源和生境的保护。

“山澳中国鲎重点保护区”，加强对中国鲎资源及其生境的保护。保护区禁止新设排污口；开展增殖放流，加强养护。

南日岛渔业环境保护利用区：严格控制陆源污染物的排放，合理控制养殖规模 and 选择养殖品种，防止养殖自身污染；恢复渔业资源、建设海洋牧场。

海坛海峡渔业环境保护利用区：加强对渔业环境的保护，控制围填海规模；合理设置排污口。

根据数模预测结果，本项目疏浚过程引起海水中悬沙人为增量超过 10mg/L 的全潮最大影响面积分别约 5.659km<sup>2</sup>（见图 4.5-7）。运营期 42500m<sup>3</sup>/h（应急最大水量）下，冷排水中的余氯浓度增量 $\geq 0.02\text{mg/l}$  的包络面积为 0.059 km<sup>2</sup>，冬、夏季温降 $\leq -1.0^{\circ}\text{C}$  的包络面积分别为 0.095 km<sup>2</sup> 和 0.090km<sup>2</sup>，位于“兴化湾北部渔业环境保护利用区”（见图 4.5-8）。

本工程疏浚施工对海洋环境的影响主要位于“兴化湾北部渔业环境保护利用区”，对“兴化湾湾口生态廊道保护利用区”的影响范围较小，对鱼虾类产卵场、索饵场、洄游通道等渔业环境的影响是暂时的，将随着施工结束而逐渐消失，所造成的生态资源损失可以通过采取相应的生态保护措施和增殖放流等得到有效恢复。本项目施工期和营运期应严格执行海洋环境保护的管理措施和环保措施，禁止各类污染物直接排放入海，并做好通航安全和风险防范与应急措施，本项目的建设与《福建省海洋环境保护规划(2011-2020 年)》是兼容的。

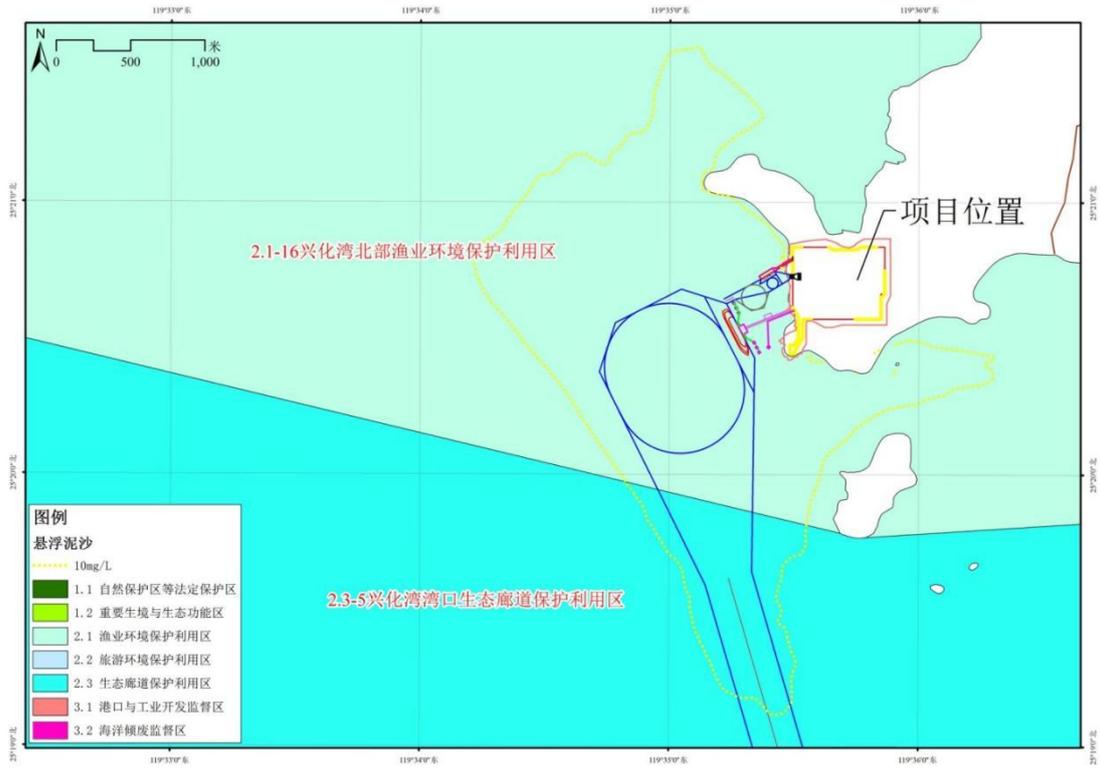


图 4.5-7 悬浮泥沙影响范围与福建省海洋环境保护规划叠图

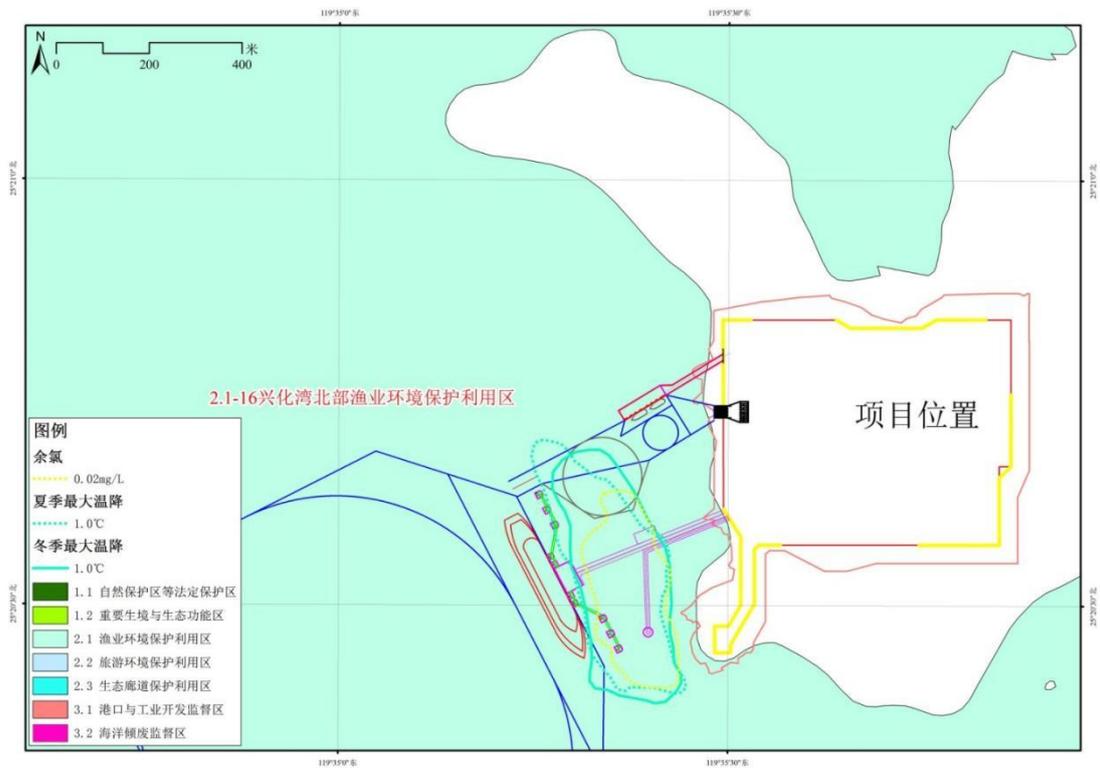


图 4.5-8 温降、余氯影响范围与福建省海洋环境保护规划叠图

(二) 配套外输管道工程

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》，本项目管道穿越兴化湾江境南部海域渔业环境保护利用区，工程所在位置所在区名称、环境质量目标和环保管理要求如表 4.5-3 和图 4.5-9 所示。

本项目采用水下隧道的方式穿越东港海域，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，隧道在海床底下最小埋深为 28.65m，不改变海域自然属性。本项目施工期不进行海上作业施工，陆域污染物不排海，管道钻爆施工产生的震动和噪声对海洋沉积物的影响微小，不会引起大量悬浮泥沙入海，且这部分影响将随着施工期的结束而消失。运行期管道封闭运行，不会对环境产生影响。因此，本项目用海符合兴化湾江境南部海域渔业环境保护利用区的管理要求。

且江阴半岛港口与工业开发监督区与本项目所在海域距离较远，约 3.14km，因此本项目用海不会对该功能区的环境产生影响。因此，本项目建设符合《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》。

**表 4.5-3 工程所在及周边海域环境质量目标和环保管理要求**

代码	分区名称	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		
		近期	远期	近期	远期	近期	远期	
2.1-17	兴化湾江境南部海域渔业环境保护利用区	二	二	一	一	一	一	严格控制陆源污染物的排放；防止养殖自身污染；加强养殖环境监测，防范相邻江阴半岛工业区和福清核电工业排污对渔业环境造成影响。
3.1-30	江阴半岛港口与工业开发监督区	三	三	二	二	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。

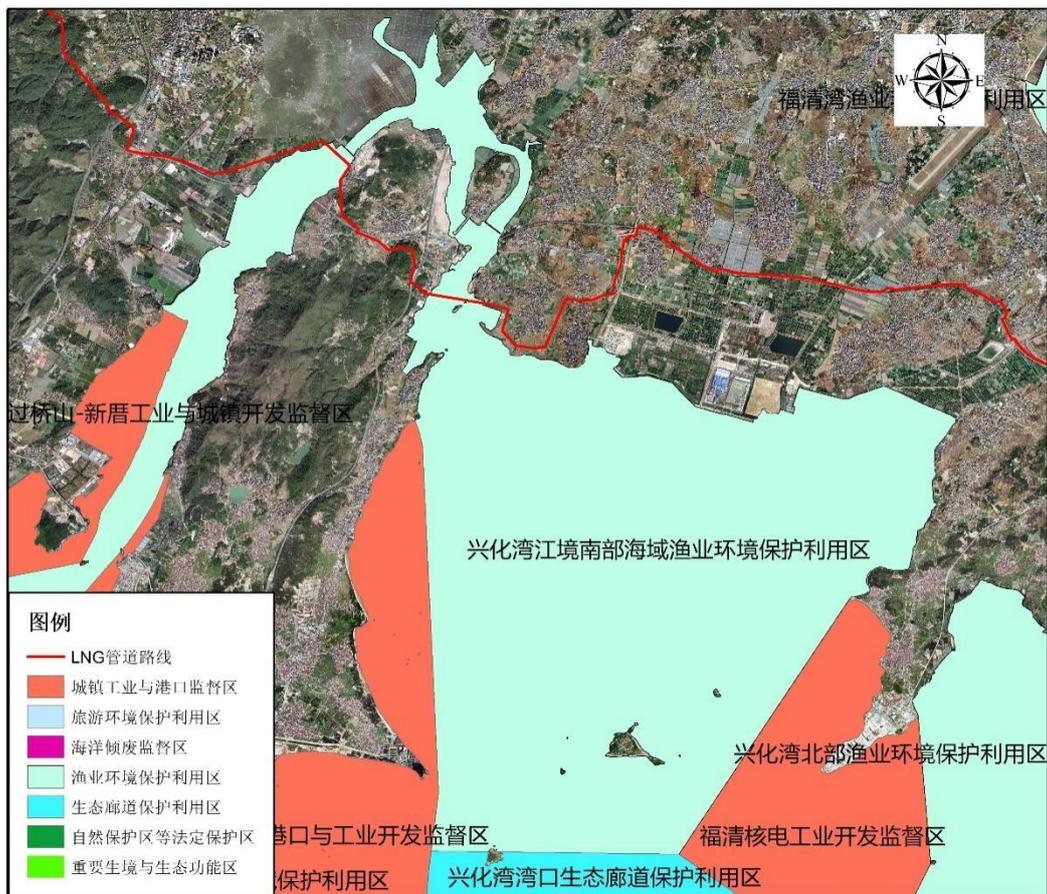


图 4.5-9 工程所在位置海洋环境保护规划图

## 4.5.7 与湿地相关条例的符合性分析

### 4.5.7.1 《中华人民共和国湿地保护法》符合性分析

根据《中华人民共和国湿地保护法》第十九条规定“国家严格控制占用湿地。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见。”和第二十八条规定“禁止下列破坏湿地及其生态功能的行为：（一）开（围）垦、排干自然湿地，永久性截断自然湿地水源；（二）擅自填埋自然湿地，擅自采砂、采矿、取土；（三）排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他污染湿地的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物；（四）过度放牧或者滥采野生植物，过度捕捞或者灭绝式捕捞，过度施肥、投药、投放饵料等污染湿地的种植养殖行为；（五）其他破坏湿地及其生态功能的行为。”

本项目不涉及东张水库省级重要湿地。本项目东港穿越段下穿福清市南城湿地、兴化湾湿地，项目建设不实际占用兴化湾湿地，管道埋设于湿底下，埋深最小为 28.65m。本项目施工期间不涉及海上开挖等施工作业，陆域施工产生的污染物统一收集处理不排海。隧道钻爆施工过程中产生的噪声和震动可能会对海洋环境产生一定的影响，但由于隧道埋深较大，类比其他工程的施工情况，隧道施工产生的噪声和震动对海洋环境影响微小，且这种影响是暂时，随着施工期结束而消失。本项目运行期管道封闭运行，不产生污染物，不会对湿地环境产生影响，不属于上述禁止行为之一。

根据《福建 LNG 接收站配套外输管道工程涉及福清市一般湿地生态功能影响评价报告》，综合对湿地生态功能影响评价各指标的分析即对湿地生态环境、湿地调节服务功能、湿地供给服务功能、湿地文化服务功能及湿地支持服务的影响。福建 LNG 接收站配套外输管道工程对涉及福清市一般湿地生态功能影响总体上为中低度影响，属于可接受范围内。

因此，本项目建设满足《中华人民共和国湿地保护法》的相关要求。

#### **4.5.7.2 《福建省湿地保护条例》符合性分析**

##### **（一）接收站工程**

本项目工作船码头平台、LNG码头工作平台、靠船墩、系缆墩、引桥、控制楼平台，平水管引桥等桩基直接占用海域总面积约为440m<sup>2</sup>；支航道及港池疏浚区约3.63公顷位于水深0m~-6m（1985国家高程）海域。根据已公布的《福建省重要湿地名录（第一批）》、《福建省福州市福清市一般湿地名录（第一批）》，本项目所占海域不属于重要湿地，属于福清市“一般湿地”（图4.5-10）。



图 4.5-10 本项目与福州市一般湿地规划范围叠图

根据《福建省湿地保护条例（2022年修订）》“第十七条 建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及省级重要湿地的，应当按照管理权限，征求省人民政府授权部门的意见，省人民政府授权部门出具意见前，应当组织湿地保护专家论证；涉及一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级人民政府授权部门的意见。”“第二十三条 禁止从事下列破坏湿地及其生态功能的行为：（一）开（围）垦、排干自然湿地，永久性截断自然湿地水源；（二）擅自填埋自然湿地，擅自在湿地范围内采砂、采矿、取土或者修筑设施；（三）排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他污染湿地的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物；（四）过度放牧或者滥采野生植物，过度捕捞或者采取灭绝式捕捞，过度施肥、投药、投放饵料等污染湿地的种植养殖行为；（五）其他破坏湿地及其生态功能的行为。”

本项目施工期港池和支航道疏浚产生的悬浮泥沙对周边湿地的水质环境会产生暂时的不利影响，疏浚挖泥区范围内的底栖生物将被彻底地损伤破坏，挖泥

所激起的悬浮泥沙的二次沉淀将掩埋挖泥区两侧的底栖生物。排水头基槽开挖导致开挖区域的底栖生物将全部破坏而死亡，基槽周边底栖生物被掩埋而窒息死亡；施工所掀起的大量沉积物对海水中悬浮泥沙浓度的影响，导致海水透明度和光照下降，对饵料生物的生长、发育、繁殖造成影响，从而对底栖生物造成一定程度的影响。运营期冷排水排放引起的温降和余氯影响范围较小，对湿地生态功能的影响较小。总体，由于本项目直接占海面积较小（占用湿地面积440m<sup>2</sup>），对区域滨海湿地影响较小，不会造成评价海域物种多样性降低的生态问题。

本项目已列入《2021年石油天然气基础设施重点工程》（发改办能源〔2021〕232号）项目清单，属福建省2022年度预备重点项目（闽发改重综〔2022〕97号），《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中的“能源发展重大工程”。建设单位可以根据《福建省湿地保护条例（2022年修订）》的要求，在施工建设前征得福清市人民政府有关湿地保护主管部门同意。

综上，本项目的建设符合《福建省湿地保护条例》的要求。

## （二）配套外输管道工程

根据《福建省湿地保护条例》第三十条规定，在湿地范围内禁止从事下列行为：向湿地及周边区域排放有毒、有害物质或者堆放、倾倒固体废物；破坏鱼类等水生生物洄游通道和野生动物的重要繁殖区及栖息地；采用灭绝性方式捕捞鱼类及其他水生生物；毁坏湿地保护及监测设施；法律、法规认定的其他破坏湿地及其生态功能的行为。

本项目不涉及东张水库省级重要湿地。本项目东港穿越段下穿福清市南城湿地、兴化湾湿地，项目建设不实际占用兴化湾湿地，管道埋设于湿底下，埋深最小为28.65m。本项目施工期间不涉及海上开挖等施工作业，陆域施工产生的污染物统一收集处理不排海。隧道钻爆施工过程中产生的噪声和震动可能会对海洋环境产生一定的影响，但由于隧道埋深较大，类比其他工程的施工情况，隧道施工产生的噪声和震动对海洋环境影响微小，且这种影响是暂时，随着施工期结束而消失。本项目运行期管道封闭运行，不产生污染物，不会对湿地环境产生影响。不属于上述禁止的活动之一，不会对水生生物产生影响。

根据《福建LNG接收站配套外输管道工程涉及福清市一般湿地生态功能影响评价报告》，综合对湿地生态功能影响评价各指标的分析即对湿地生态环境、

湿地调节服务功能、湿地供给服务功能、湿地文化服务功能及湿地支持服务的影响。福建 LNG 接收站配套外输管道工程对涉及福清市一般湿地生态功能影响总体上为中低度影响，属于可接受范围内。

因此，本项目用海与福建省湿地保护条例不冲突。

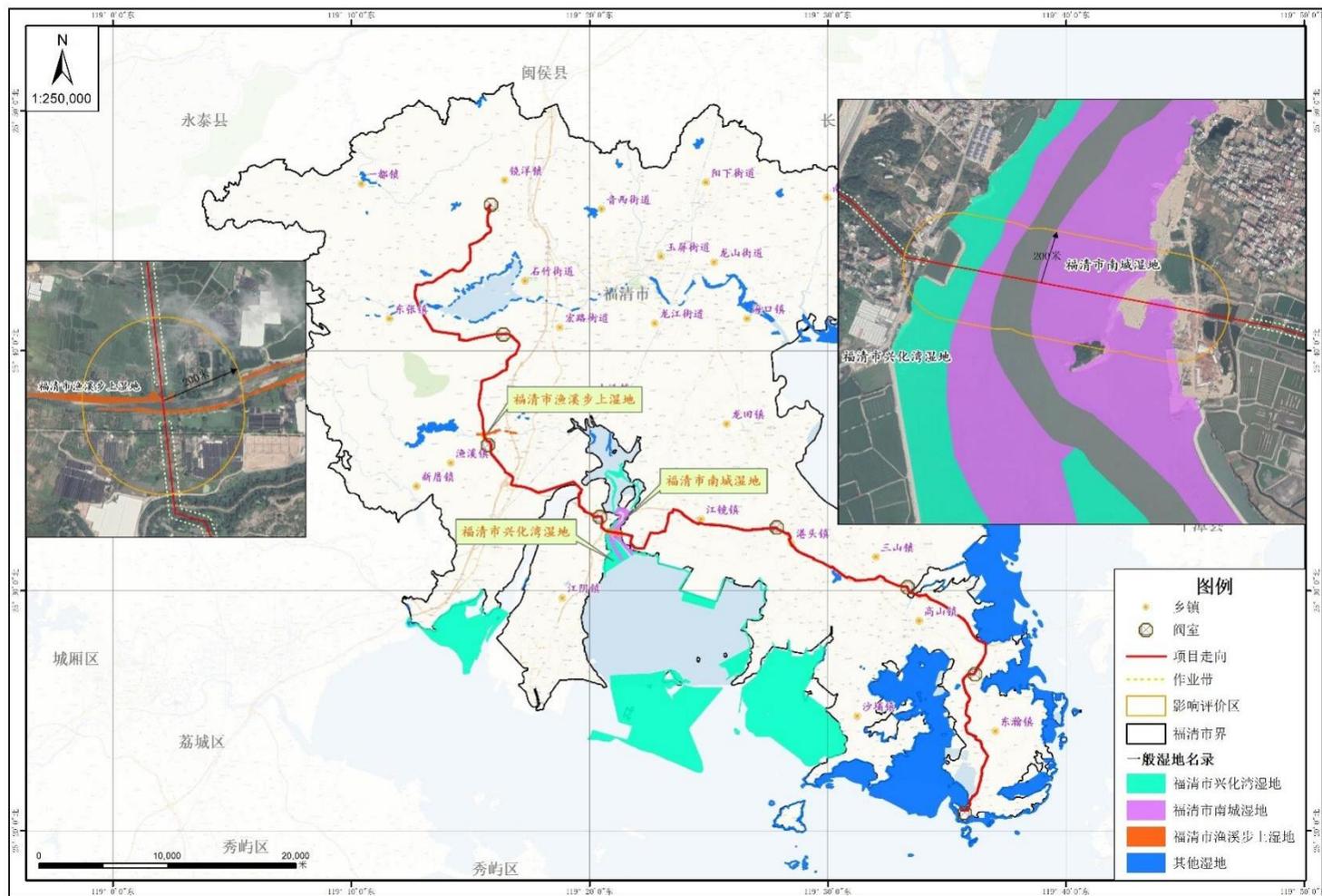


图 4.5-11 本工程与福清市第一批一般湿地名录位置关系图

### 4.5.7.3 与《福州市湿地保护规划》的符合性分析

根据《福州市湿地保护规划（2014年~2025年）》，本项目不在福州市划定一级湿地生态功能区和二级湿地生态功能区范围内，距离项目最近的福清兴化湾鸟类自然保护区（保护体系类型：湿地自然保护区，主要保护对象：水禽及其生境）和福清兴化湾省重要湿地（保护体系类型：省重要保护湿地；主要保护对象：湿地类型、物种和生态群落）的距离分别约为12km和10km。

项目位于福州市划定的三级湿地生态功能区。其主要管理目标为“对湿地资源进行合理、可持续的利用，保持湿地的整体生态服务功能。”本项目为《2021年石油天然气基础设施重点工程》中的LNG码头及配套工程，项目建设位于规划中的万安作业区，码头、取排水构筑物均采用桩基透水结构，未进行围填海。本项目通过多轮方案比选、论证，对码头、取排水口平面布局方案进行了优化，尽量减少占用湿地面积。优化后项目占用湿地面积约为440m<sup>2</sup>，满足集约节约用海要求。本项目码头工程、海水取排水工程、支航道及锚地建设对其影响较小。因此，项目的建设能够与该规划兼容。

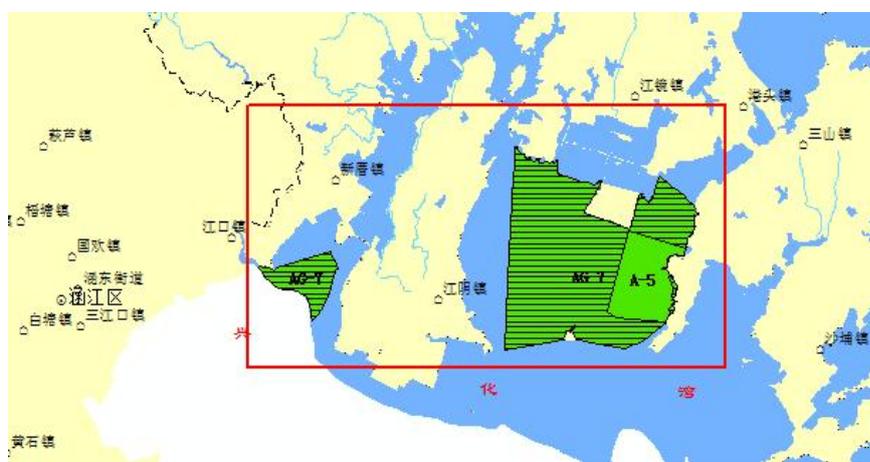


图 4.5-12 福清兴化湾鸟类自然保护区位置及范围



图 4.5-13 福清兴化湾省重要湿地位置及范围

#### 4.5.8 与《福州市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》协调性分析

根据福州市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年），本项目东港穿越工程将穿越兴化湾北部养殖区和兴化湾北部重要滨海湿地生态保护限养区。

##### （1）与兴化湾北部重要滨海湿地生态保护限养区的符合性

根据规划兴化湾北部重要滨海湿地生态保护限养区的管理要求为：保障旅游基础设施、游乐场用海，兼容休闲渔业用海。按照水产养殖技术规范要求，合理布局，控制养殖密度。加强养殖环境和产品质量检测。进行水产养殖时，应保持与周边环境的协调性。开展池塘、工厂化养殖应按照水产养殖技术规范要求，合理布局，控制养殖密度。加强养殖环境和产品质量检测。在以上区域内进行水产养殖的应采取污染防治措施，污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。当城市建设需要时，适时退养。

本项目管道以水下隧道方式穿越，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，隧道在海床底下最小埋深为 28.65m。本项目施工期在东港海域两岸陆域施工，不进行海上作业施工，陆域污染物不排海，管道钻爆施工产生的震动和噪声对海洋沉积物的影响微小，不会引起悬浮泥沙入海，且这部分影响将随着施工期的结束而消失。运行期管道封闭运行，不会对海洋环境产生影响。因此本项目建设对该区域海洋生态环境影响微小，在可接受范围内，不会对海水养殖产生影响。因此，本项目用海不会影响水面养殖活动的开展，也不会造成区域养殖空间的减少，

满足限养区的管理要求。

## (2) 与兴化湾北部养殖区的符合性

养殖区内符合规划的养殖项目，应当科学确定养殖密度，合理布局，防止造成水域的环境污染，满足环境管控措施要求。养殖生产应符合《水产养殖质量安全管理规定》的有关要求。

本项目管道以水下隧道方式穿越，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，隧道在海床底下最小埋深为 28.65m。本项目施工期在东港海域两岸陆域施工，不进行海上作业施工，陆域污染物不排海，管道钻爆施工产生的震动和噪声对海洋沉积物的影响微小，不会引起悬浮泥沙入海，且这部分影响将随着施工期的结束而消失。运行期管道封闭运行，不会对海洋环境产生影响。因此本项目建设对该区域海洋生态环境影响微小，在可接受范围内。因此本项目建设对该区域海洋生态环境影响微小，在可接受范围内。

因此，本项目用海不会影响水面养殖活动的开展，也不会造成区域养殖空间的减少，满足养殖区的管理要求。

综上，本项目建设与福州市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）不冲突。



图 4.5-7 项目位置与福州市养殖水域滩涂规划的关系图

#### 4.5.9 与《福州港总体规划（2035年）》符合性分析

根据《福州港总体规划（2035年）》，本项目位于江阴港区，是万安作业区的配套设施，如图 4.5-8 所示。

根据规划，“万安作业区功能以 LNG 运输为主，结合资源条件可逐步拓展为临港产业服务。作业区位于兴化湾湾口北岸，根据岸线资源条件，规划布置 15 万总吨级 LNG 泊位 1 个和工作船泊位，并预留大型 LNG 泊位 1 个，共形成码头岸线 800m，码头通过能力 1200 万吨，后方建设 LNG 接收站及配套罐区。”

“万安作业区通过疏港管线与国家天然气西气东输三线相连，其它液体散货码头规划通过管线至后方化工园区公共管廊或罐区相连。”

本项目作为连接万安作业区与国家天然气西气东输三线的管道工程，是福州港总体规划的一部分，本项目建设是与规划相衔接的。

此外，本项目管道以水下隧道方式穿越东港海域，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，隧道在海床底下最小埋深为 28.65m，不涉及海上施工，不涉及海上施工，因此不会对北侧的下垄作业点和习惯航线造成影响。

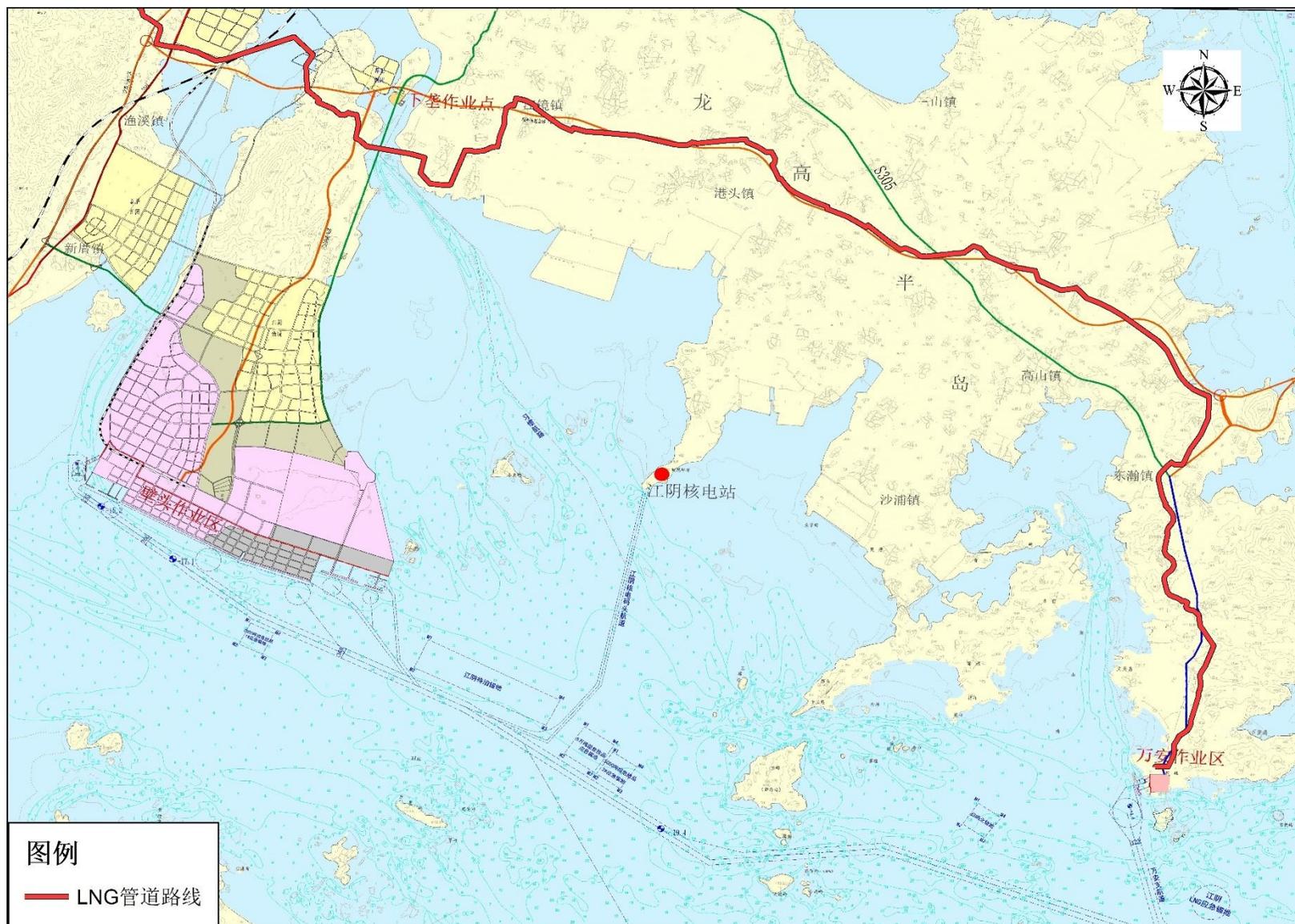


图 4.5-8 项目位置与福州港总体规划的关系图

#### 4.5.10与《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性分析

《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（以下简称为《规划》）明确指出：“着力构建煤、油、气、核、新能源和可再生能源多轮驱动、协调发展的能源供应体系。……加强天然气基础设施建设，推进 LNG 接收站及外输管线和西三线支干线、海西二期管网和互联互通工程等天然气管道建设，尽快实现设区市全部通管道天然气，形成多气源一张网、市场化的天然气发展新格局。”

本项目为中石油福建 LNG 接收站项目的配套工程，对福建省地区天然气供应的稳定性和安全性起着重要的作用。本项目建设不仅与《规划》要求相符，更是福建省民生稳定发展的需求，项目建设可实现与大干线管网互联互通，提高福建省、江西省、湖南省部分地区供气的保障程度。

因此，本项目建设与《福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》相衔接。

#### 4.5.11与其他“十四五”相关规划符合性分析

##### （1）福建省“十四五”生态环境保护专项规划

福建省“十四五”生态环境保护专项规划中提出“推动重点行业实施达峰行动。推进工业行业能效提升行动，提高能源利用效率，加快推进天然气、电能等清洁能源替代。”

本项目作为LNG的基础建设项目，项目的建设不仅仅会加快天然气能源的引进，同时有利于改善福建沿海的能源格局，提升清洁能源的使用比例，更有利于实施达峰行动。因此，本项目的建设福建省“十四五”生态环境保护专项规划是相符的。

##### （2）福州市“十四五”生态环境保护规划

福州市“十四五”生态环境保护规划提出“优化能源布局。推动电力源网荷储一体化，提升能源利用效率和发展质量。加强天然气基础设施建设，加快沿海LNG接收站和天然气管网规划建设，形成多气源一张网、市场化的天然气发展新格局。谋划管道气“县县通”，推动天然气管网设施公平开放。”

中石油福建LNG接收站项目是天然气重要沿海基础设施，其建设符合福州市“十四五”生态环境保护规划的要求。

### (3) 福建省“十四五”现代综合交通体系专项规划符合性分析

福建省“十四五”现代综合交通体系专项规划中指出“加快完善沿海港口公共设施。进一步完善重点港区深水航道、防波堤、公共锚地建设，完善港口支持保障系统建设，提升沿海航道通航保障能力，满足干散货、油轮、LNG、集装箱等主力船型通航条件与服务需求”。

本项目建设地点位于福州江阴港区，LNG接收站的建设主要为福建省东部及北部地区城市工业与民用提供LNG气源，并与规划的中石油西气东输二线、三线工程中转站相结合，逐步向周边地区纵深辐射。项目的建设将有利于加快储气设施建设和完善储气调峰辅助服务并且LNG运输的方便性还可解决天然气管网不能到达地区的用气问题。因此，项目的建设符合福建省“十四五”现代综合交通体系专项规划。

## 4.5.12 港口规划及规划环评的符合性分析

### (1) 福州港总体规划

根据《福州港总体规划(2035年)》(交规划函〔2021〕394号)，福州港规划港口岸线116.6km，其中福州市港口岸线66.9km，宁德市港口岸线49.7km。规划福州港形成“一港八区一港口”的总体发展格局，包括福州市域的闽江口内、江阴、松下、罗源湾和平潭五个港区，宁德市域的三都澳、白马、三沙、沙埕等四个港区。

江阴港区功能定位：集装箱运输重点港区，适当兼顾汽车滚装、散杂货及液体化工品等货类运输的综合性港区。规划江阴港区下辖壁头作业区、万安作业区和下垄作业点。

万安作业区是福州港专业化的LNG码头作业区，主要满足区域天然气应急调峰需求。万安作业区位于兴化湾湾口北岸，位于莲峰西侧，岸线长约0.9km，根据岸线资源条件，规划布置15万总吨级LNG泊位1个和工作船舶位，并预留大型LNG泊位1个，共形成码头岸线800m，码头通过能力1200万吨，后方建设LNG接收站及配套罐区。

江阴港区航道水域布置：江阴港区主航道利用兴化水道，自湾口小月屿，经

兴化湾水道至各作业区，主航道按照 20 万吨级集装箱船单向全潮通航标准规划，同时满足 5 万吨级集装箱船双向全潮通航和 15 万总吨级 LNG 船舶单向全潮通航要求。壁头作业区东部、西部化工码头区支航道按照 10 万吨级液化气船单向全潮通航标准规划，同时满足 5 万吨级油船和 5 万吨级油气和化学品船单向全潮通航标准规划。万安作业区支航道按照 15 万总吨级 LNG 船舶单向全潮通航标准规划。

江阴港区规划锚地：规划保留江阴锚地、引航备用锚地、塘屿南锚地、小月屿锚地，扩建小月屿 20 万吨级锚地，新建 5000 吨级危险品 1#应急锚地、5000 吨级危险品 2#应急锚地、5 万吨级危险品应急锚地、15 万吨级 LNG（兼顾 10 万吨级危险品）应急锚地。

## （2）与规划的符合性分析

本项目为新建工程，位于兴化湾湾口北岸莲峰西侧，规划的江阴港区万安作业，拟建 15 万总吨级 LNG 泊位 1 个和工作船泊位，并预留大型 LNG 泊位 1 个，本次码头设计接卸能力 650 万吨，后方建设 LNG 接收站及配套罐区。同时，本项目拟建设 3717m 长、325m 宽、底高程-14.6m，满足 15 万总吨级 LNG 船舶单向全潮通航标准的支航道，并建设 15 万吨级 LNG（兼顾 10 万吨级危险品）的应急锚地一个。

本项目为江阴港区万安作业区规划建设的 LNG 项目，LNG 码头回旋水域与江阴主航道和目屿锚地区的距离均超出 3km。

本项目原应急锚地选址（方案二）位于《福州港总体规划（2035 年）》规划中的应急锚地位置，由于规范更新，锚地直径由 1200m 增加至 1550m，该方案锚地水域与 NE-SW 向的习惯航路存在一定交叉，对习惯航路往来船舶的通航存在一定影响和安全隐患，此外该方案锚地东北方向和西北方向 300m 外存在礁石，本项目 LNG 船舶锚泊时存在走锚风险。经专题论证比选，推荐塘屿南锚地以西选址方案作为本阶段的推荐方案。该方案位于渔业用海区，根据《福建 LNG 接收站配套应急锚地选址论证报告》，推荐方案应急锚地天然水深良好，水深约在 16~25m 之间，满足 26.6 万 m<sup>3</sup> LNG 船锚泊需求，无需进行疏浚，对海洋生态环境影响小。为避免 LNG 船舶应急时对港区其他船舶锚泊产生影响，推荐选址方案考虑微调塘屿南锚地位置，将现状塘屿南锚地水域范围沿江阴主航道方向，向东平移 544m，并切除东北角约 300m×400m 范围，避免

进入平潭水域。调整后塘屿南锚地规模不变，环境作业条件基本不变，对塘屿南锚地的使用基本无影响；LNG 应急锚地避让了 NE-SW 向的习惯航路，与塘屿南锚地净间距 1000m，与海坛岛—南日岛海底电缆距离约为 500m，满足安全距离要求。LNG 应急锚地推荐方案于 2023 年 3 月 3 日取得福建省交通运输厅支持，详见附件“关于福建 LNG 接收站配套应急锚地项目调整与塘屿南锚地位置的意见”。

综上，本项目的建设<sup>与周边码头泊位和航道协调性可协调</sup>。因此，本项目建设与《福州港总体规划(2035 年)》是相符的。

### (3) 与福州港总体规划(2035年)环评及其审查意见落实情况的相符性

根据福州港总体规划（修订）环境影响报告书对部分港区规划方案进行了优化调整，避让了部分敏感区，取消了万安作业区临港工业、港口物流和港口预留发展区，但为 LNG 沿海布点考虑，保留了液体散货作业区（布置 LNG 泊位，见图9.2.9-1）。

中华人民共和国生态环境部于 2021 年 3 月对《福州港总体规划(修订)环境影响报告书》出具了审查意见(环审〔2021〕10 号)，原则同意《福州港总体规划(修订)环境影响报告书》评价结论和《福州港总体规划(修订)》总体内容。规划环评审查意见与本项目相关要求及其落实情况见表4.5-4。

由下表的分析可见，本项目建设符合《福州港总体规划（修订版）环境影响报告书》及审查意见的要求。

**表 4.5-4 本项目对福州港总体规划(修订)环评审查意见的落实情况**

序号	具体内容	本工程落实情况
一	<p>(一)处理好保护和发展的关系。以习近平生态文明思想为指导，以改善区域生态环境质量为目标，坚持“生态优先、绿色发展”，明确福州港开发需要严格保护的生态空间，严格控制港口开发规模与强度，进一步完善准入负面清单，作为港区开发建设的约束性要求。节约集约利用岸线、土地等资源，优化港区布局，加强与后方产业园区的协调和衔接，加大现有小散码头整合改造提升，提高资源利用效率。</p>	<p>本项目位于福州港总体规划中保留的万安液体散货作业区。本着以改善区域生态环境质量为目标，坚持“生态优先、绿色发展”，码头、取排水构筑物均采用桩基透水结构，未新增围填海。码头开发规模与强度严格控制在福州港总体规划要求内；本项目通过多轮方案比选、论证，对码头、取排水平面布局方案进行了优化，码头、取排水水工构筑物、港池及回旋水域、航道等基本位于海洋两空间内一红线的交通运输用海区。本项目建设符合《关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》中的</p>

序号	具体内容	本工程落实情况
二	<p>严守区域生态保护红线。将生态保护红线作为保障和维护区域生态安全的底线，依法依规实施强制性保护。不符合生态保护红线、自然保护区、海洋功能区划、近岸海域环境功能区划、海洋环境保护规划等相关管控要求的各类开发建设活动不得实施。同意《报告书》提出的取消不符合法律法规政策及生态环境保护要求的白马港区赛歧作业区新增的林炉码头区，闽江口内港区琅岐作业区 4#泊位及透空式建筑区，平潭港区澳前作业区中占用平潭重要自然岸线及沙源保护海域生态红线区的 3#~6#泊位及后方作业的区域；优化江阴港区(壁头作业区 5 万吨级危险品应急锚地、5000 吨级危险品 1#、2#应急锚地)、沙埕港区(金屿门岸段、杨岐岸段、青屿锚地)、三都澳港区(青山锚地、鸡公山锚地、东冲口锚地)、白马港区(湾坞作业区 2#-4#泊位及 9#-11#泊位)、罗源湾港区(碧里岸段、可门口北锚地、可门口南锚地)、闽江口内港区(亭江侯泊锚地)、松下港区(元洪作业区 1#、2#泊位)、平潭港区(澳前作业区港池、澳前锚地)和三都澳港区长腰岛支航道，应符合相关保护区域、生态保护红线、自然岸线的政策和管控要求，优先避让相关敏感区域。不得违规在海洋生态红线禁止区现有航道范围内开展任何建设活动，严格控制人为干扰，满足相关管控要求。</p>	<p>福清市生态环境准入清单要求。</p> <p>根据福州市“三区三线”划定成果，本项目所有水工构筑物用海没有占用生态红线区，码头、取排水水工构筑物、港池及回旋水域、航道等基本位于海洋两空间内一红线的交通运输用海区。本项目位于保留的万安液体散货作业区，不在《报告书》提出的取消不符合法律法规政策及生态环境保护要求的码头区或作业区内。</p>
三	<p>优化港口布局与功能，取消规划新增围填海。同意报告书根据国发〔2018〕24 号文要求提出的取消三都澳港区溪南作业区通用码头区、长腰岛大型散货泊位区规划新增围填海的建议。溪南作业区涉及国家重大战略的项目确本项目未新增围填海，不属于上述作业区布局与功能优化范围，同时不属于油品和化学品码头。需围填海的，应征得主管部门同意并符合国发〔2018〕24 号文的要求。集中布局油品和化学品码头，严格控制岸线利用规模。同意报告书提出的取消沙埕港区、三都澳港区(溪南作业区长腰岛码头区大型液体散货泊位区)新增规划 2 处油品和液化品泊位，调整罗源湾港区(可门作业区下屿岛码</p>	<p>规划取消了万安作业区临港工业、港口物流和港口预留发展区，但为 LNG 沿海布点考虑，保留了液体散货作业区。本项目位于保留的液体散货作业区，码头、取排水构筑物均采用桩基透水结果，未新增围填海。本项目通过多轮方案比选、论证，对码头、取排水平面及航道布局方案进行了优化，码头、取排水水工构筑物、港池及回旋水域、航道等基本位于海洋两空间内一红线的交通运输用海区。本项目码头、取排水工程位于“万安港口四类区 (FJ048-D-II)”，本项目的建设与福建省近岸海域环境功能区划相符；本项目</p>

序号	具体内容	本工程落实情况
	头)功能,不得新增规划油品、液体化学品泊位和运输功能。进一步优化江阴港区万安作业区及其航道,与近岸海域环境功能区划和海洋功能区划衔接,不得违反功能区划实施项目。尽快搬迁白马港区赛岐作业区现有油品和液化石油气码头,加快退出闽江口内港区现状油品和危化码头,统筹做好城市用油用气保障等相关善后工作。	除了施工期间会对周边水质、生态环境有暂时的影响外,项目建成后不会对各功能区主体功能的发挥造成影响,项目建设与《福建省海洋功能区划(2011-2020年)》是兼容的。
四	加强海陆环境风险防范。落实港区环境准入要求和负面清单,严格限定港区运输和存储的危险品货种;加大船舶航行安全保障和风险防范力度。建设与港区事故污染风险相匹配的应急能力,提出应急物资、人员等配备要求,制定环境污染事故应急预案,建立区域风险联防联控机制,有效防范区域环境风险。	本项目涉及运输和存储的危险品货种 LNG; 本项目建设将加大船舶航行安全保障和风险防范力度,并根据自身的应急能力建设目标配备相应应急器材,另外可以依托国家溢油应急设备库、福州海事局、加利亚船舶服务有限公司等社会力量组成的区域应急力量。评价提出了编制环境污染事故应急预案以及建立应急预案联动机制的要求。
五	强化并落实污染防治措施。统筹做好新建码头和现有码头的生态保护和污染防治,落实以新带老要求,补齐生态环境保护短板。最大限度减少污染物排放,优化港区污水及固废处理处置方式,落实化学品洗舱水、船舶油污水等各类船舶污染物接收转运处置和全过程监管要求,确保得到有效处置。新建干散货作业区、堆场应优先采取封闭措施,液体散货码头及罐区和加工区、船舶及集疏运车辆等应采取有效措施控制无组织排放。应按规定配套建设岸电设施。	本项目建设将强化并落实污染防治措施。统筹做好码头的生态保护和污染防治,陆域生活污水自建生活污水处理站处理,达到标后回用;船舶生活污水由船舶集污舱储存,不外排;船舶含油污水委托有资质单位接收处理;机修油污水由本工程油污水处理设备进行达标后回用。码头生活垃圾经收集后由环卫部门送城市垃圾处理厂处理,外轮和来自疫情地区的船舶按照商检部门要求进行检疫,非疫情地区的船舶垃圾由有资质的单位接受处理;本项目 LNG 船不需要岸电供电, LNG 船码头区未设置岸电装置,但对岸电容量进行了预留。
六	进一步加强生态保护。制定生态保护与修复方案,纳入《规划》同步实施。规划实施过程中,应针对受影响的海洋保护物种,制定专项保护方案。合理控制进出港船舶数量和航速,最大限度减少对大黄鱼等保护物种及其栖息地的扰动。依法依规加强船舶压载水及沉积物管理,防止外来物种入侵。	项目建设将对施工期和运营期对海洋环境造成的生态损失采用海洋生态增殖放流等方式进行生态补偿。并制定制定生态保护与修复方案。
七	建立健全生态环境长期监测体系。在三沙湾、罗源湾和兴化湾等规划涉及的海域和陆域,相应建立常态化水、生态、大气等环	本工程将制定施工期和运营期环境质量监测计划包括:海洋水质、海洋沉积物、海洋生物质量、海洋生态、冷

序号	具体内容	本工程落实情况
	境监测体系，根据生态环境质量变化情况，及时优化港口规划建设和运营管理。	排水温降和余氯等，以便根据生态环境质量变化情况，及时优化码头建设和运营管理。
八	《规划》所包含的近期建设项目在开展环境影响评价时，应强化规划环评对项目环评的指导和约束，重点分析项目实施对近岸海域水环境、海洋生态环境等产生的影响；对于涉及自然保护区、生态保护红线等环境敏感区或具有油品和液体化工品运输功能的建设项目，应就其影响方式、范围和程度开展深入分析和预测，强化环境风险防范和环保措施，预防或减缓项目实施可能产生的不良环境影响。规划协调性分析等评价内容可适当简化。	本项目重点分析了项目实施对近岸海域水环境、海洋生态环境影响以及风险评价，强化环境风险防范和环保措施，预防或减缓项目实施可能产生的不良环境影响。对于规划协调性分析适当简化。

#### 4.5.13与福州市“三区三线”划定成果的符合性分析

“三区”是指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间。

其中，城镇空间是指以承载城镇经济、社会、政治、文化、生态等要素为主的功能空间；农业空间是指以农业生产、农村生活为主的功能空间；生态空间是指以提供生态系统服务或生态产品为主的功能空间。

“三线”分别对应应在城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。

其中，生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能，必须强制性严格保护的陆域、水域、海域等区域。永久基本农田是指按照一定时期人口和经济社会发展对农产品的需求，依据国土空间规划确定的不能擅自占用或改变用途的耕地。城镇开发边界是指在一定时期内因城镇发展需要，可以集中进行城镇开发建设，重点完善城镇功能的区域边界，涉及城市、建制镇和各类开发区等。

2022年10月，福州市“三区三线”划定成果顺利通过自然资源部质检，并经自然资源部正式批准启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

##### 4.5.13.1 接收站工程

接收站工程与福州市“三区三线”的叠图见图4.5-16，施工期水下开挖疏浚引起的悬沙扩散的影响范围与福州市“三区三线”的叠图见图4.5-17，运营期冷排水排放造成的温降、余氯影响与福州市“三区三线”的叠图见图4.5-18。

根据叠图可见，本项目涉海工程建设不占用基本农田和生态保护红线。涉海工程施工产生的悬浮泥沙影响范围不到附近的生态保护红线区，运营期冷排水排放造成的温降、余氯影响范围也不到附近的生态保护红线区。本项目涉海工程的建设符合“三区三线”的要求。

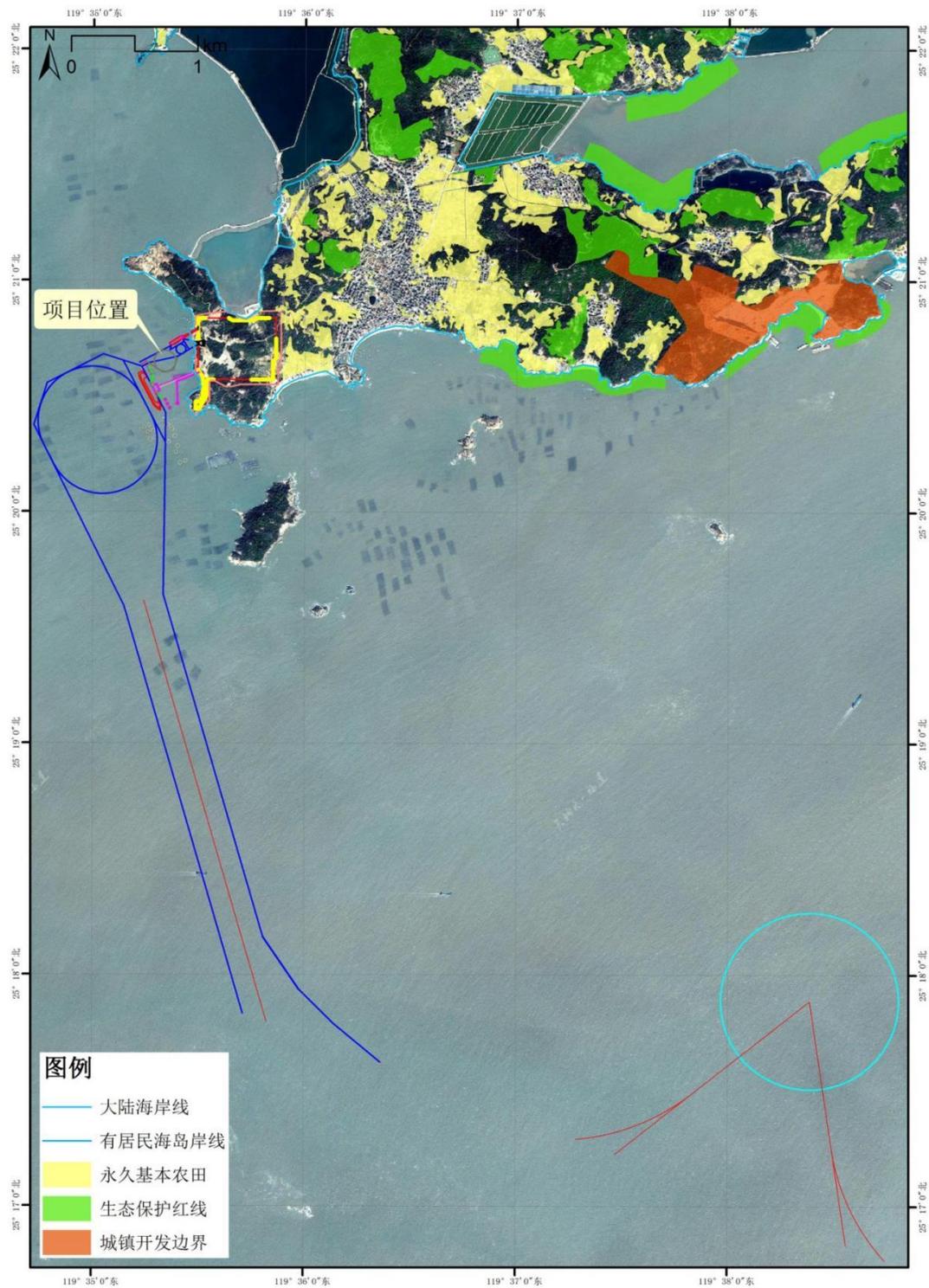


图 4.5-16 接收站工程与福州市“三区三线”的叠图

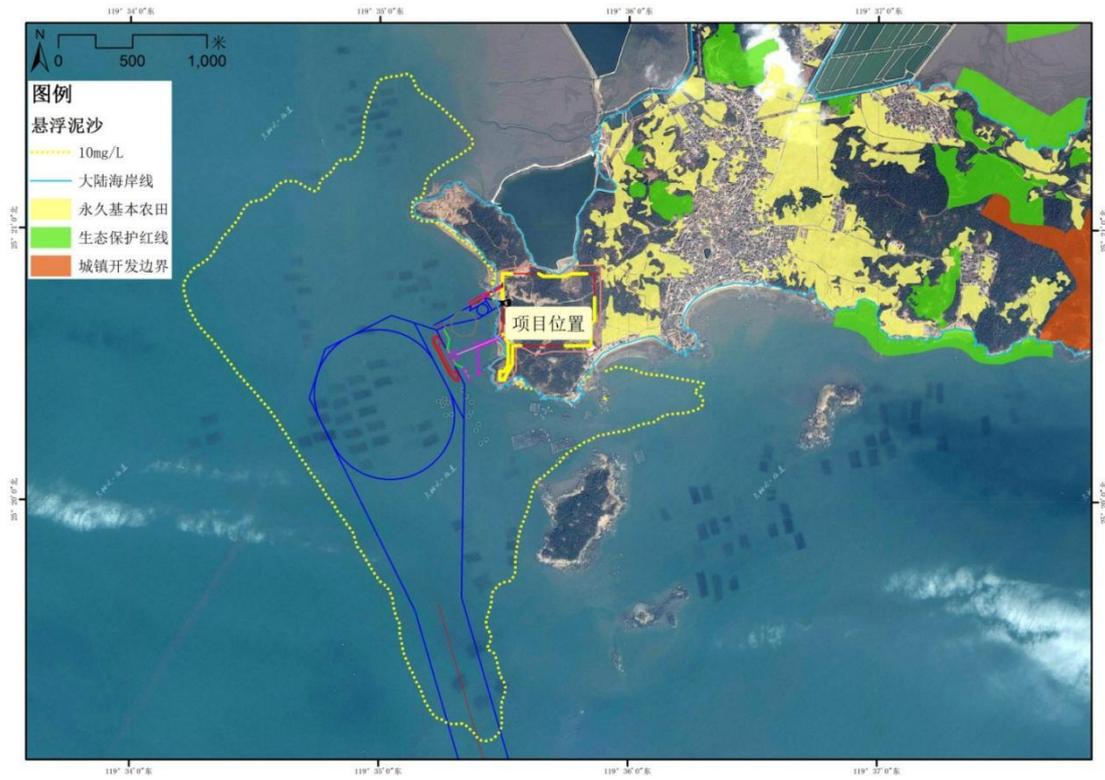


图 4.5-17 施工期悬沙扩散影响范围与福州市“三区三线”的叠图

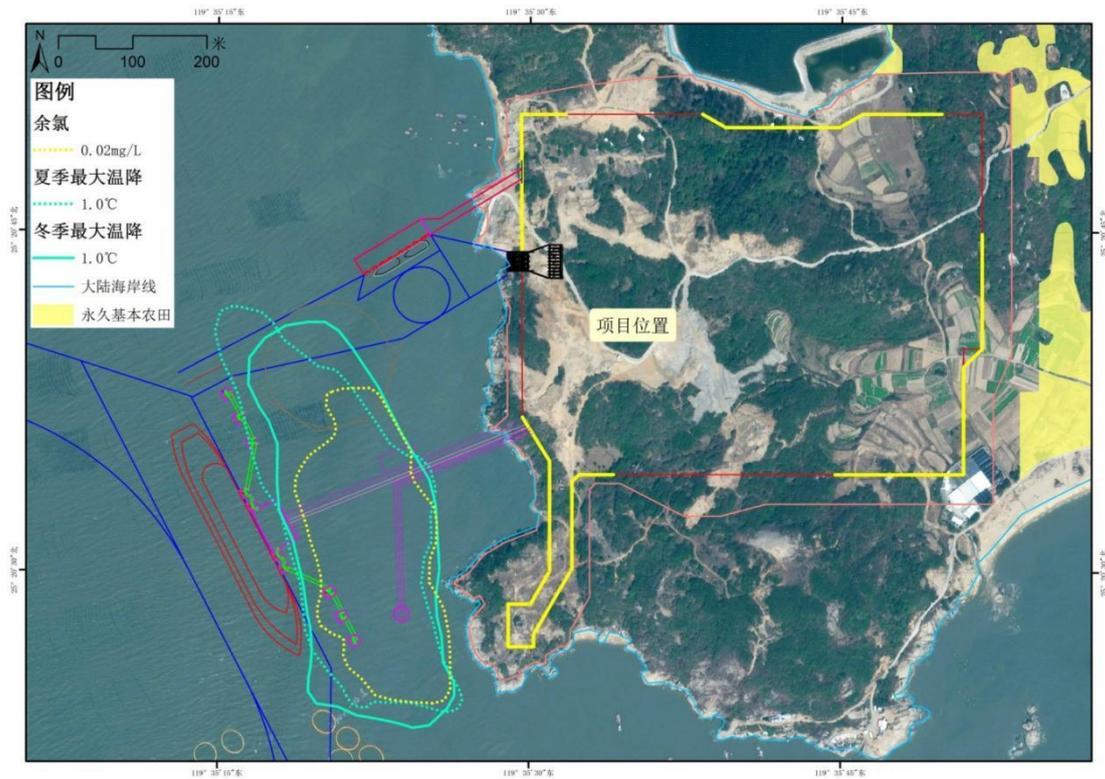


图 4.5-18 运营期冷排水排放造成的温降、余氯包络线与福州市“三区三线”的叠图

#### 4.5.13.2 配套外输管道工程

##### (一) 永久基本农田

配套外输管道工程永久占地 5.73hm<sup>2</sup>，不占用基本农田。临时占地 254.6356hm<sup>2</sup>，其中临时占地占用约 63.4hm<sup>2</sup>的基本农田，临时用地已取得临时用地选址意见书。

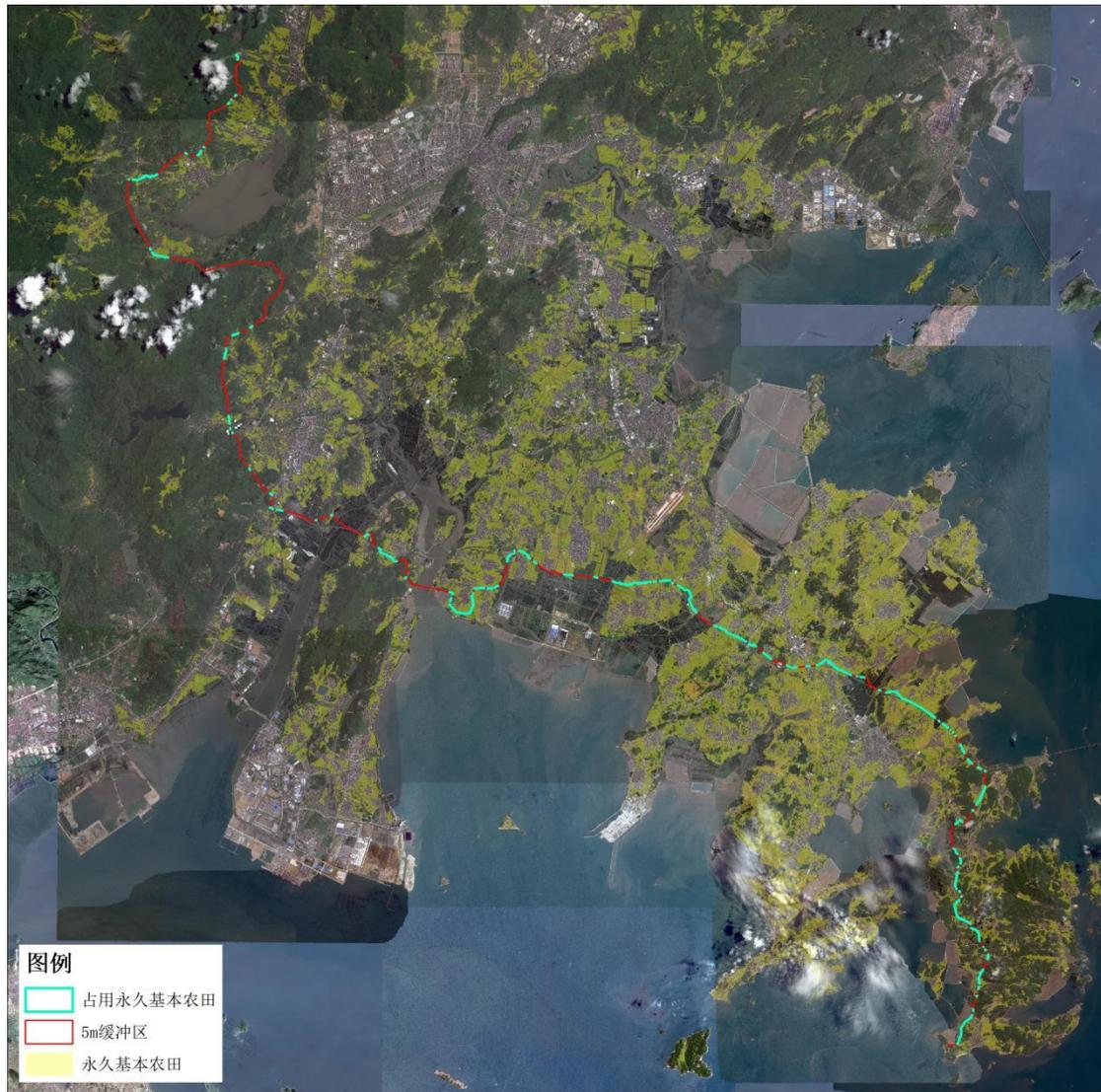


图 4.5-19 配套外输管道工程与福清市基本农田的关系图

管道施工临时占地对农业生产的影响，主要表现为耽误一季农作物生产，二季农作物减产，这种影响是暂时的。对于临时占地除在施工中采取措施减少基本农田破坏外，在施工结束后，应做好基本农田的恢复工作。除补偿因临时占地对农田产量的直接损失外，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏对农作物产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

##### (二) 生态保护红线

本项目与生态保护红线的符合性分析见“4.6.1 与生态红线的符合性分析”小节。

### （三）城镇开发边界

城镇开发边界原则上不得调整，因国家重大战略调整、国家重大项目建设、行政区划调整等确需调整的，按国土空间规划的调整程序进行。调整内容要纳入自然资源部国土空间规划监测评估预警管理系统实施动态监管。实施中因地形差异、用地勘界、产权范围界定、比例尺衔接等情况需要局部勘误的，不视为边界调整。

在城镇开发边界内实行“详细规划+规划许可”的管制方式，并加强与水体保护线、绿地系统线、基础设施建设控制线、历史文化保护线、道路控制线的协同管控。城镇开发边界外不得进行城镇集中建设，不得设立各类开发区，严格控制政府投资的城镇基础设施资金投入。允许交通、基础设施及其他线性工程，军事及安全保密、宗教、殡葬、综合防灾减灾、战略储备等特殊建设项目，郊野公园、风景游览设施的配套服务设施，直接为乡村振兴战略服务的建设项目，以及其他必要的服务设施和城镇民生保障项目。城镇开发边界外的村庄建设、独立选址的点状和线性工程项目，应符合有关国土空间规划和用途管制要求。

本项目涉及福清市城镇开发边界，本项目为天然气管道输送工程，对地区天然气供应的稳定性和安全性起着重要的作用，是民生稳定发展的需求，且永久用地已取得建设项目用地预审与选址意见书，临时用地已取得项目临时用地选址意见书，因此与城镇开发边界不冲突。

## 4.5.14 海洋两空间内部一红线”符合性分析

2020年自然资源部《关于落实海洋“两空间内部一红线”及开展相关试点工作的函》（自然资办函[2020]1285号）提出将海洋国土空间划分为“两空间内部一红线”，即海洋生态空间和海洋开发利用空间，海洋生态空间内划定海洋生态保护红线。其中海洋生态空间是指以提供生态系统服务或生态产品为主的功能空间，限制开发建设的海洋自然区域。海洋生态空间中具有特殊重要生态功能或生态敏感脆弱、必须强制性严格保护的海洋自然区域，纳入海洋生态保护红线；海洋生态保护红线以外的海洋生态空间分区称为海洋生态控制区。海洋开发利用空间是指允许集中开展开发利用活动的海域，其具体分区称为海洋发展区。根据用

海类型，海洋开发利用空间细分为渔业用海区、工矿通信用海区、交通运输用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区等 6 种类型。根据《福建省海洋两空间内部一红线划定成果（2020-2035）（征求意见稿）》，项目所在海洋国土空间二级类规划见图 4.5-20。

由图 4.5-20 可见，本项目码头、取排水工程水工构筑物、码头港池及回旋水域、航道等基本位于交通运输用海区，符合海洋国土空间规划的要求，部分空间不完全重叠是因为项目经过工可、设计阶段对水深、地形、通航安全等多方面论证所作的局部调整。

根据《工可报告》咨询评估会上提出的关于锚地选址的意见，海洋国土空间规划的应急锚地，由于其选址位置北侧有礁石，需复核应急锚地选址；根据《福建 LNG 接收站项目码头工程岸线使用通航安全技术报告》，工可报告提出的锚地选址方案（即海洋国土空间规划的应急锚地）与习惯航路存在一定的重叠，存在一定通航安全隐患，需要对 LNG 应急锚地进行专门的选址论证，以确定应急锚地的最合理位置。

建设单位委托中交第四航务工程勘察设计院有限公司对福建 LNG 接收站配套应急锚地选址论证报告，综合港址港界分析、相关规划符合性分析、自然掩护条件分析、水深地形及底质分析、生态环境影响分析、通航影响分析、对 LNG 接收站远期扩建的影响分析之后，推荐塘屿南锚地以西选址方案作为本阶段的推荐选址方案，同时对塘屿南锚地位置进行调整。该方案位于渔业用海区，根据《福建 LNG 接收站配套应急锚地选址论证报告》，推荐方案应急锚地天然水深良好，水深约在 16~25m 之间，满足 26.6 万 m<sup>3</sup> LNG 船锚泊需求，无需进行疏浚，对海洋生态环境影响小。目前，该应急锚地论证报告通过了专家评审，塘屿南锚地调整方案已取得福建省交通厅的原则同意（见附件 3）。

施工期悬浮泥沙会对工程周边海域造成暂时的影响（悬沙浓度增量大于 10mg/l 的影响面积约 566 公顷）；运营期冷排水和余氯入海会对排水口附近局部海域水质和海洋生态环境产生一定影响（冷排水 1°C 以上温降最大影响面积约 9.5 公顷，余氯 0.02mg/l 以上最大影响面积约 5.9 公顷）。项目施工期悬浮泥沙入海会对“渔业用海区”造成一定的影响，但是施工期影响是暂时的，随着施工结束而逐渐消失；运营期冷排水和余氯排放入海会对“渔业用海区”海洋生态环境造成一定影响，但影响面积很小。在进行工程征用、生态补偿的情况下，本项目涉海工

程的建设对开发利用空间中的渔业用海区的影响是可以接受的。

综上所述，本工程的建设基本与“海洋两空间内部一红线”的管理要求可兼容。

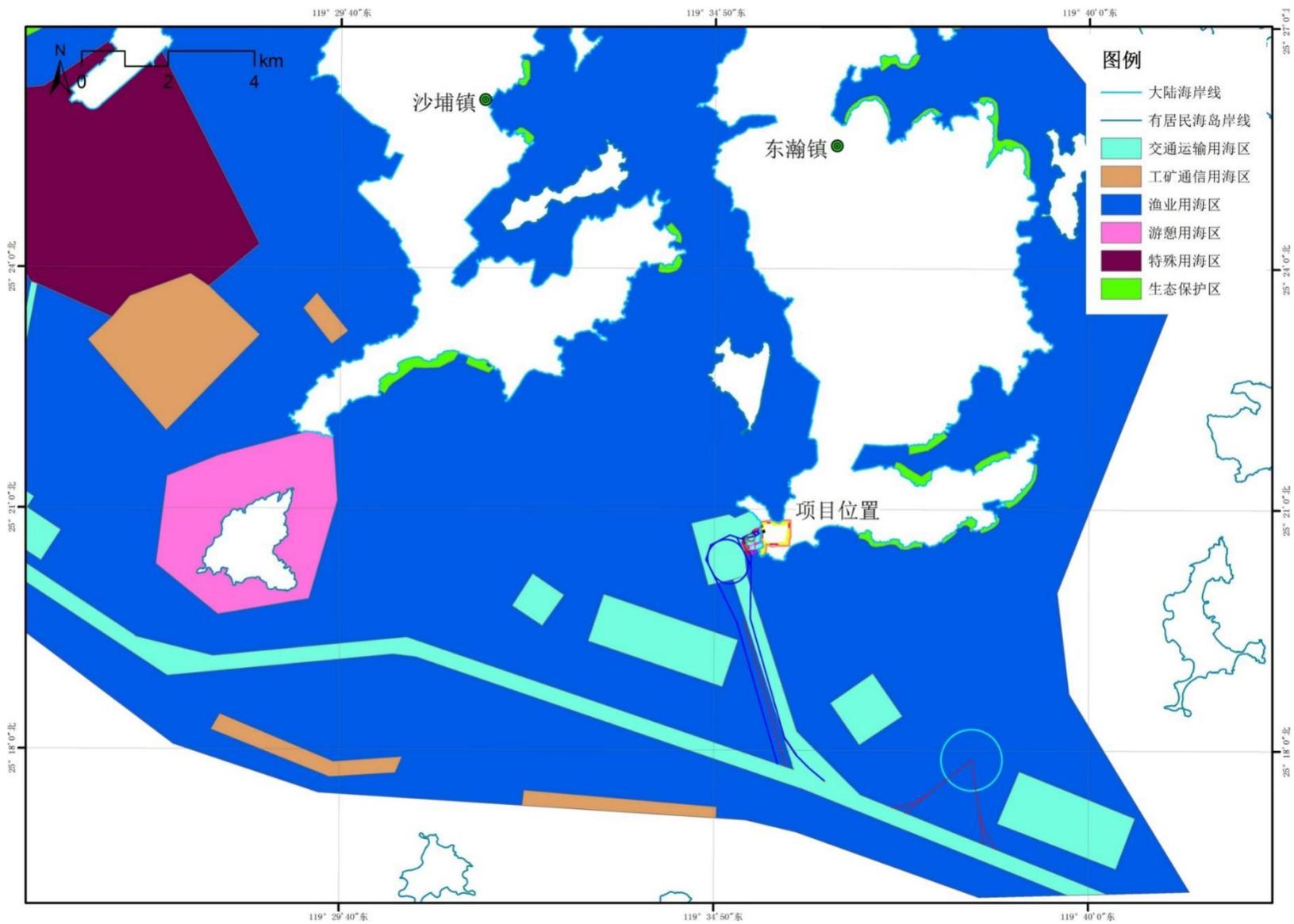


图 4.5- 20 福建省国土空间规划“海洋两空间一红线”局部图

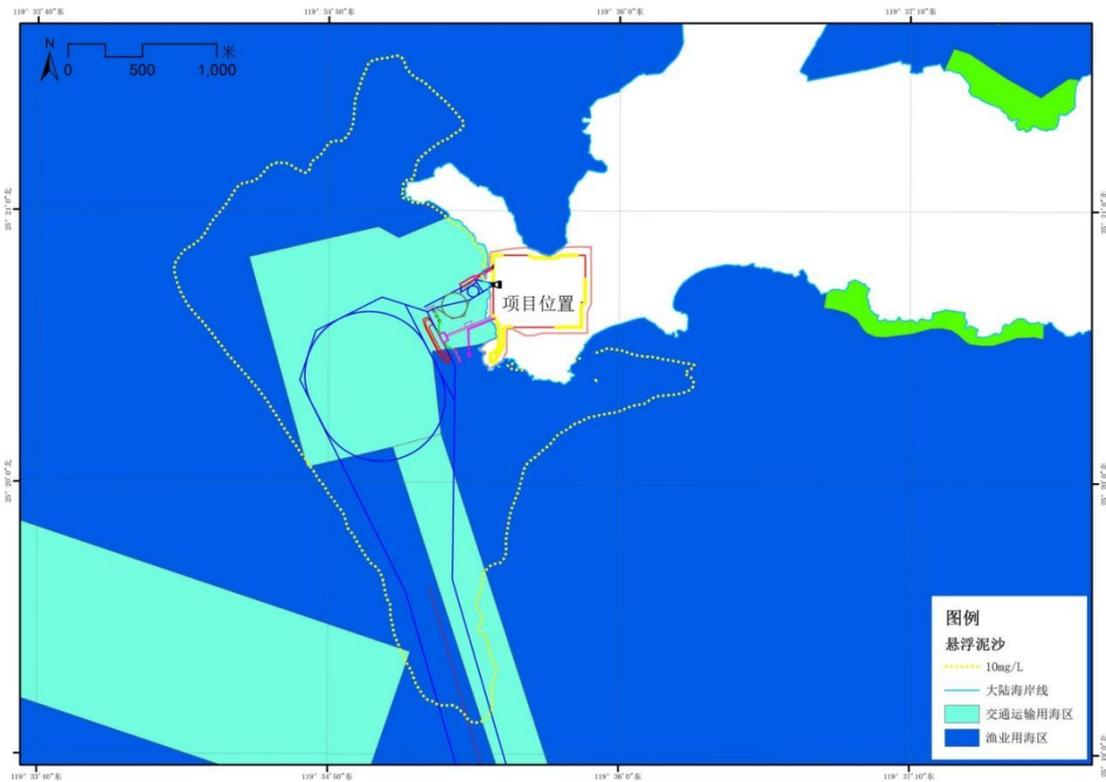


图 4.5-21 施工期悬沙扩散影响范围与“海洋两空间一红线”的叠图

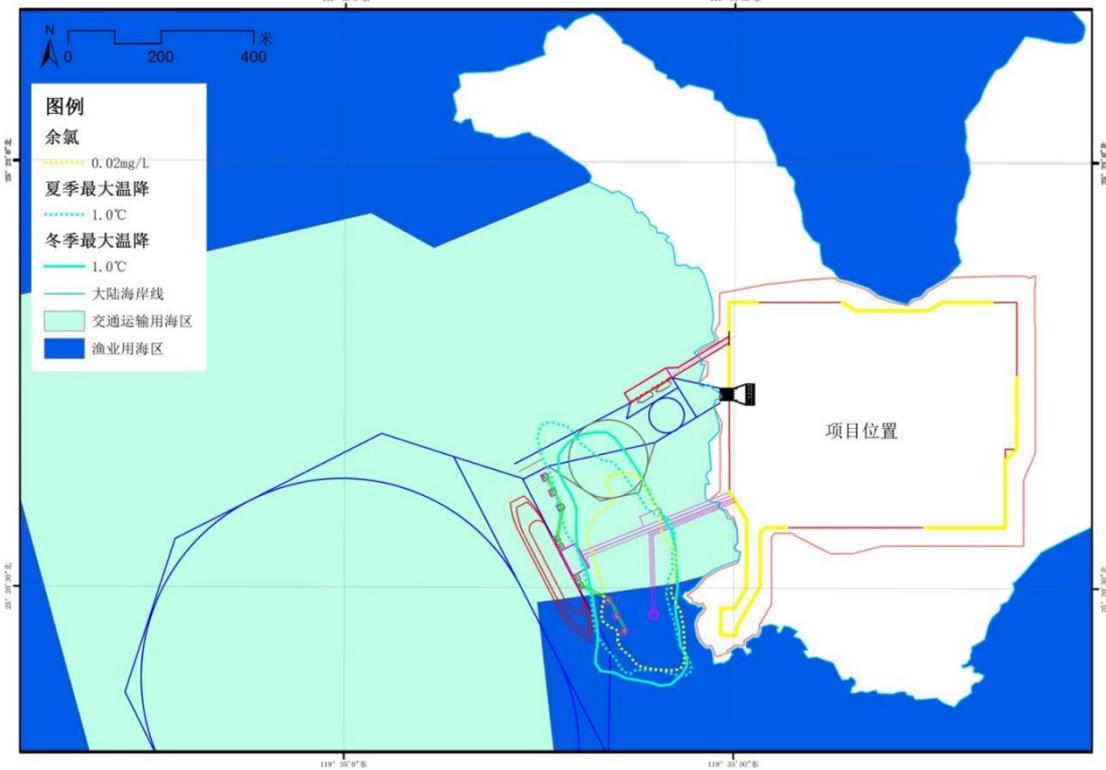


图 4.5-22 营期冷排水排放造成的温降、余氯包络线与“海洋两空间一红线”的叠图

#### 4.5.15福建省生态功能区划符合性分析

《福建省生态功能区划》由福建省人民政府于2010年1月27日以批准实施。全省共划分为107个生态功能区，可归纳为6组18种类型，本工程位于区划中的“5208福清-崇武海域渔业和生物多样性保护生态功能区”（见图4.5-16），其生态功能区的服务功能和发展方向为“加强海洋生物多样性保护，……合理开发利用和保护海岛与滨海旅游资源，保护旅游区的生态环境。合理规划沿层产业布局，控制城镇与工业污水及港口污染。”

本项目用海方式为“透水构筑物”和“工业取、排水口”等，经过优化之后最大程度的减少占用海域的面积。施工期悬浮泥沙入海将对工程周边海域造成暂时的影响（悬浮泥沙浓度增量大于10mg/l的包络面积为5.659km<sup>2</sup>）；运营期冷排水和余氯入海将对排水口附近局部海域水质和海洋生态环境产生一定的影响（冷排水1℃以上温降最大影响面积约9.5公顷，余氯0.02mg/l以上最大影响面积约5.9公顷），影响面积较小，本项目涉海工程的建设满足该生态功能区的港口污染控制要求。

综上所述，本工程的建设与福建省生态功能区划的管理要求可协调。

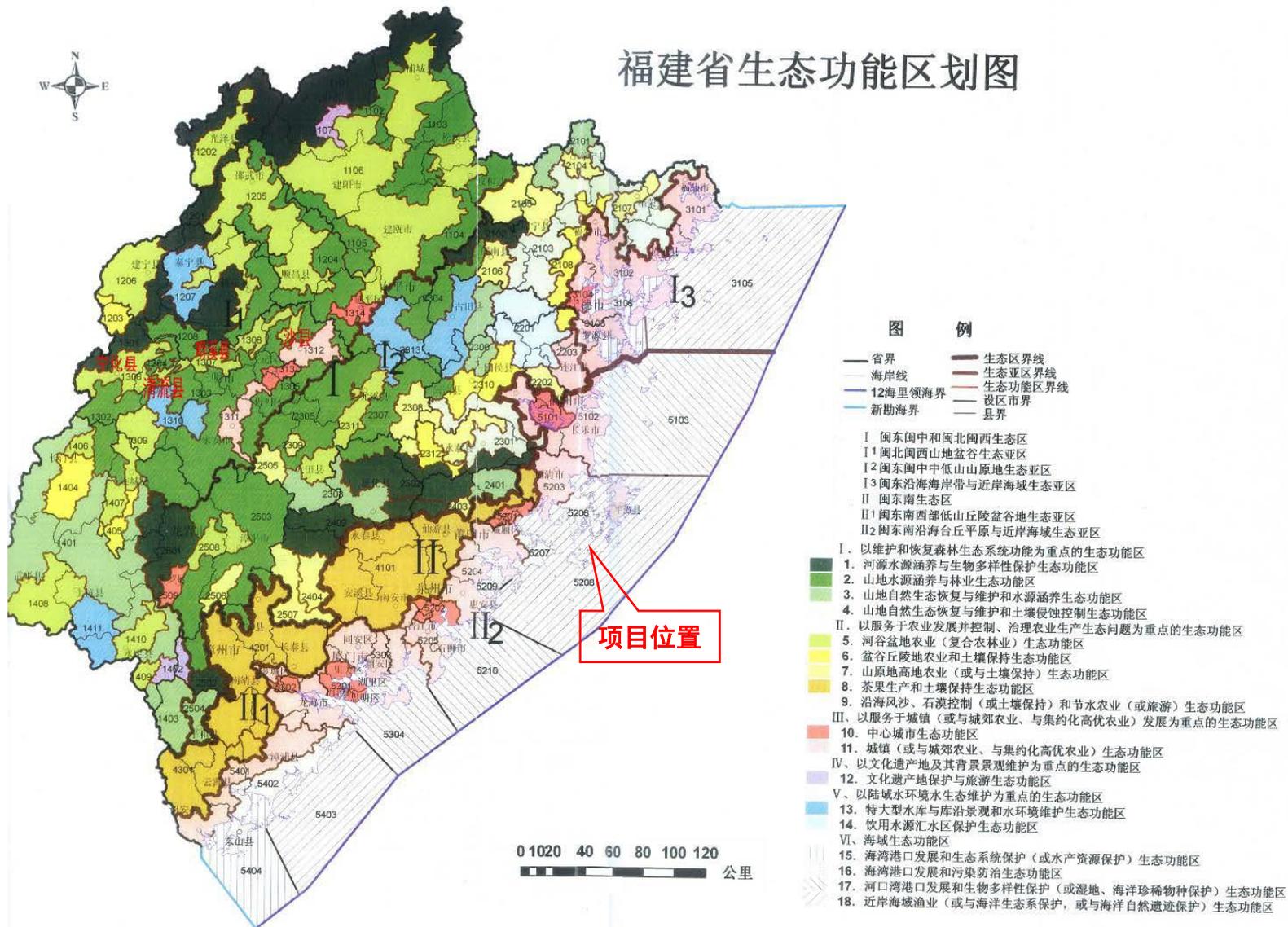


图 4.5-23 福建生态功能区划图

## 4.6 与“三线一单”的符合性分析

### 4.6.1 与生态红线的相符性分析

#### (1) 陆域生态红线

根据与《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》(榕政综〔2021〕178号)进行校核,本项目陆域部分主要涉及福州港江阴港区万安作业区、福清市一般生态空间-水土保持、福清市重点管控单元2等3个环境管控单元,海域部分相关的环境单元为兴化湾保留区,所涉及的管控单位管控要求及符合性分析如下。

表 4.6-1 接收站工程各管控单元管控要求及符合性分析

类型	管控单元	管控单元类别	管控要求	符合性分析	
陆域综合管控	福州港江阴港区万安作业区	重点管控单元	空间布局约束	考虑到 LNG 码头项目布局的需求,将其作为深水岸线资源保留,主要保留了 2 个 LNG 码头及后方陆域的作业区布置及相应的岸线和航道水域布置方案但在与相关区划规划协调一致前不得实施。	符合
			资源开发效率要求	根据“两型港口”的发展要求,在部分有条件的港区应适时启用“岸电”系统和港内电动交通系统建设,鼓励船舶停靠时使用低硫燃料,船舶限排区燃料油硫含量应低于 0.5%,并积极利用太阳能、风能等可再生资源。	
	福清市一般生态空间-水土保持	优先保护单元	空间布局约束	禁止全坡面开垦、顺坡开垦耕种等开发生产活动,禁止在 25 度以上陡坡地开垦种植农作物。禁止新建土地资源高消耗产业。禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石、开采零星矿产资源等可能造成水土流失的活动。	符合
	福清市重点管控单元 2	重点管控单元	空间布局约束	1.严禁在人口聚集区新建涉及化学品和危险废物排放的项目,城市建成区内现有有色金属、印染、原料药制造、化工等污染较重的企业应有序搬迁改造或依法关闭。 2.严格控制包装印刷、工业涂装、制鞋等高 VOCs 排放的项目建设,相关新建项目必须进入工业园区。 3.禁止开发利用未经评估和无害化处理的列入建设用地污染地块名录及开发利用负面清单的土地。	符合
			污染物排放管控	城市建成区的大气污染型工业企业的新增大气污染物(二氧化硫、氮氧化物)排放量,按不低于 1.5 倍调剂。	
			环境风险防控	单元内现有化学原料和化学制品制造业、有色金属冶炼和压延加工业等具有潜在土壤污染环境风险的企业退役后,应开展土壤环境状况评估,经评估认为污染地块可能损害人体健康和环境,应当进行修复的,由造成污染的单位和个人负责被污染土壤的修复。	
		资源开发效率	高污染燃料禁燃区内禁止燃用高污染燃料,禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施。已建的燃用高污染燃料		

			要求	设施，限期改用电、天然气、液化石油气等清洁能源。	
海域综合管控	兴化湾保留区	重点管控单元	空间布局约束	禁止改变海域自然属性，原则上维持海域开发利用现状，确实需进一步开发利用的，应在确保公共交通和国防军事安全的前提下，经科学论证后可准入不改变海域自然属性的海洋开发活动。	符合
			污染物排放管控	近岸排污口实现稳定达标排放，依法持证排污，且满足排污许可证、总量控制等污染物排放控制要求。	

配套外输管道工程全线位于福建省福州福清市，起点位于东瀚镇莲峰村，途经高山镇、三山镇、港头镇、江镜华侨农场、江镜镇、江阴镇、渔溪镇、宏路街道、东张镇，终点位于镜洋镇，不涉及自然保护区和其他需要特别保护等法律法规禁止开发建设的区域；项目站场、阀室不涉及生态红线；项目部分管道穿越石竹山省级风景名胜区（非核心区）、东张水库饮用水水源保护区二级保护区、北林水库饮用水水源保护区二级保护区，本项目运行期在上述区域不排放污染物，管道临时用地已取得福清市自然资源局的批复文件。

项目管线部分涉及生态红线约 5894.6m，其中 533.2m 为防风固沙型生态红线，3770.3m 为水土保持型生态红线，1591.1m 为水土流失型生态红线，各管控单元管控要求如下表。经分析可知，本项目符合陆域生态红线控制要求。建议设计单位对管道线路进一步优化，尽量避让生态红线。

外输管道工程所涉及的管控单位管控要求及符合性分析如下。

**表 4.6-2 各管控单元管控要求及符合性分析**

序号	管控单元	管控要求	符合性分析
1	福清市水土保持生态保护红线	依据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》进行管理，严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括：零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖；因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查；自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动；经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动；不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设；必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施建设、防洪和供水设施	本项目为 LNG 接收站配套的外输管道工程，对福建省地区天然气供应的稳定性和安全性起着重要的作用，是福建省民生稳定发展的需求；同时项目建设可实现与大干线管网互联互通，提高福建省、江西省、湖南省部分地区供气的保障程度，是重要的线性基础设施建设，在满足福清市国土空间规划的前提下，符合管控要求。

		建设与运行维护；重要生态修复工程。	
2	福清市一般生态空间-水土保持	禁止全坡面开垦、顺坡开垦耕种等开发生产活动，禁止在 25 度以上陡坡地开垦种植农作物。禁止新建土地资源高消耗产业。禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石、开采零星矿产资源等可能造成水土流失的活动。	本项目为天然气管道输送工程，不涉及管控要求禁止的活动，基本不会造成水土流失，因此符合管控要求。
3	福清市一般管控单元	1.一般建设项目不得占用永久基本农田，重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田的，必须依法依规办理。严禁通过擅自调整县乡国土空间规划，规避占用永久基本农田的审批。 2.禁止随意砍伐防风固沙林和农田保护林。	本项目为天然气管道输送工程，永久占地未占用基本农田，临时用地占用基本农田，已取得临时用地选址意见书，未涉及随意砍伐防风固沙林和农田保护林的活动，因此符合管控要求。

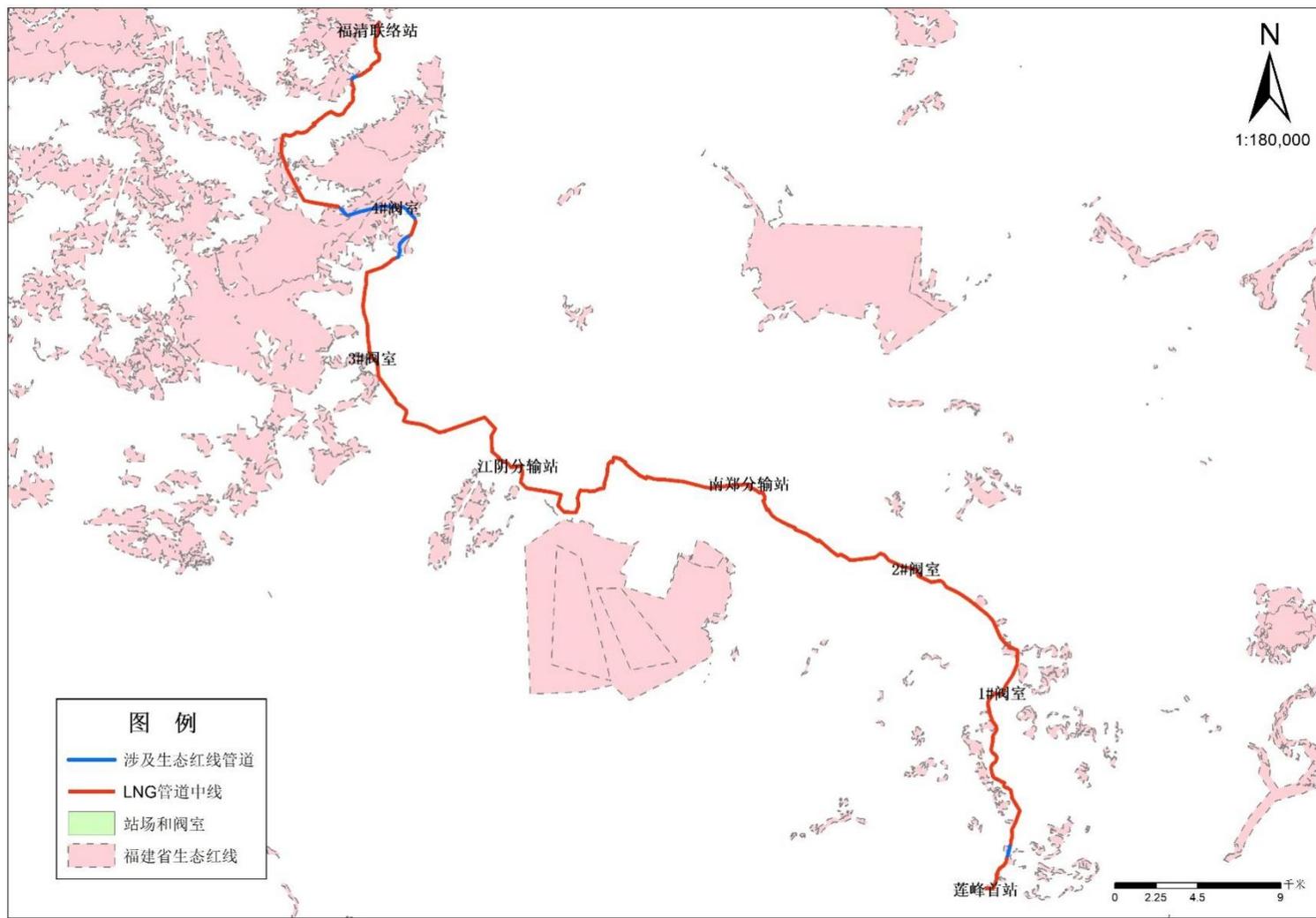


图 4.6-1 本项目与福建省陆域生态保护红线叠图

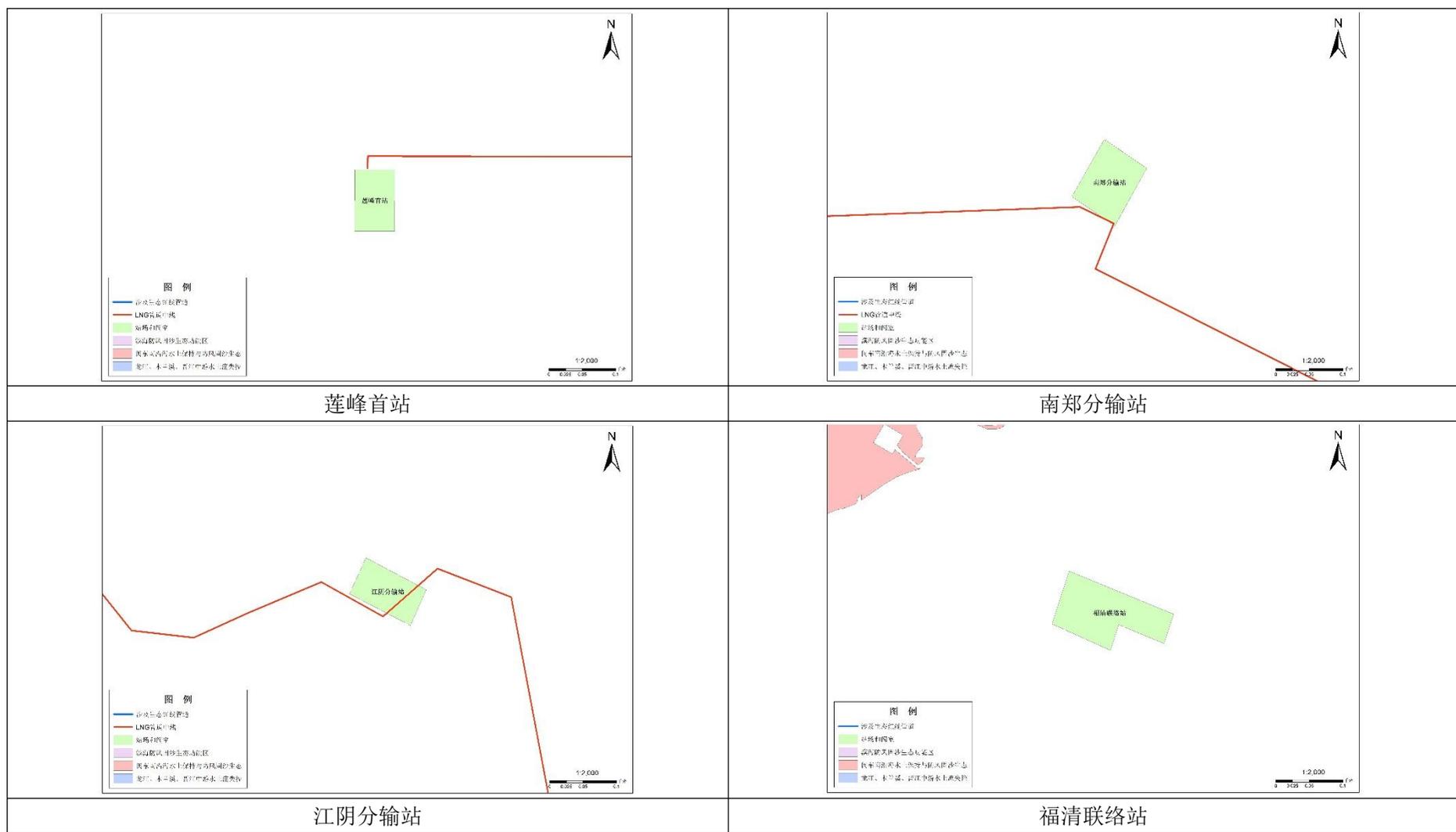


图 4.6-2 本项目站场与生态红线的位置关系图（均不涉及）

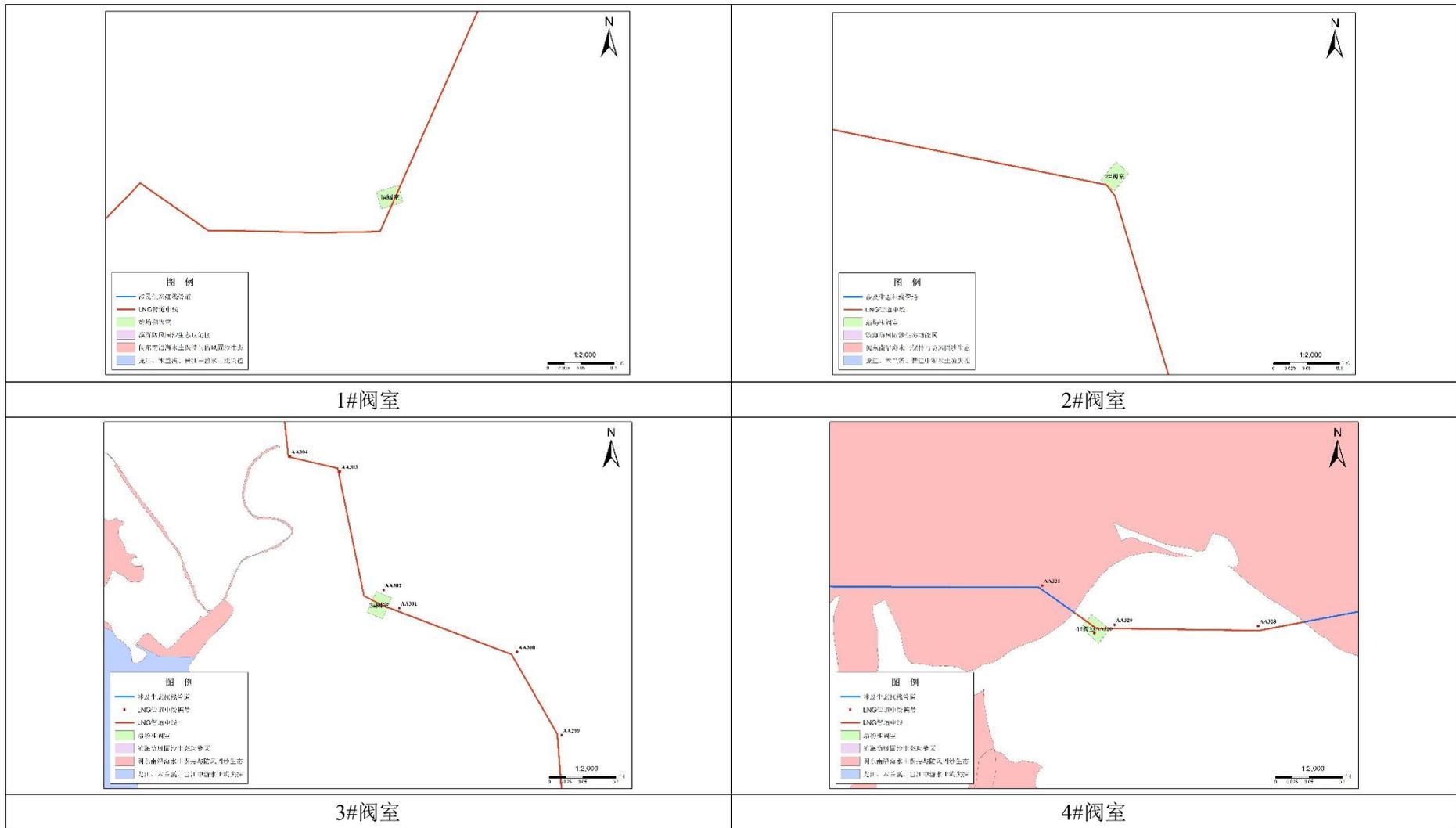


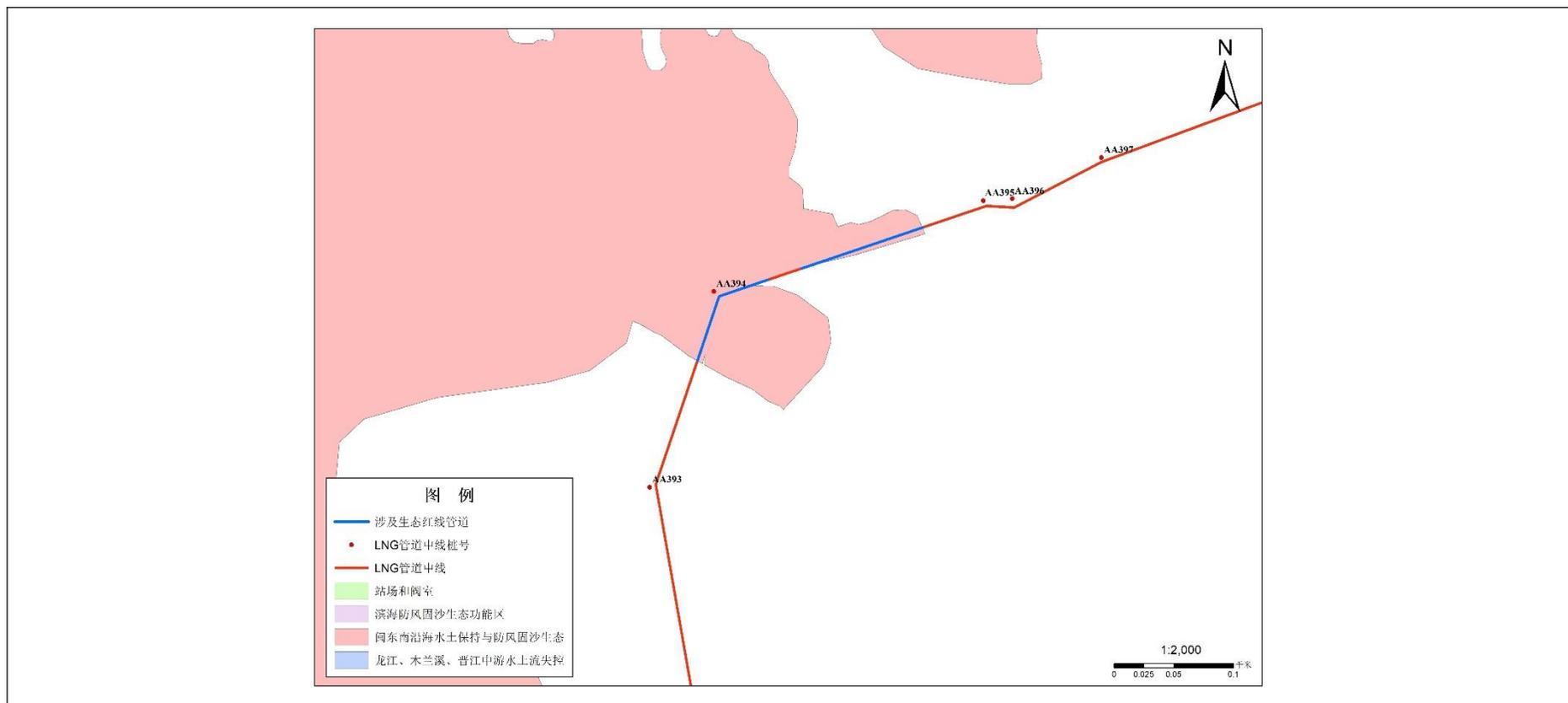
图 4.6-3 本项目阀室与生态红线的位置关系图（均不涉及）



AA033-AA034 段，涉及滨海防风固沙生态功能区，生态红线类型为防风固沙，长度为 533.2m；该段管道并行拟建的进港道路，因此需穿越该区域。本次环评建议首先考虑优化避让生态红线，若确实无法避让，建议通过缩减作业带宽度，土方分层堆放，施工结束后尽快恢复植被等措施，降低对环境的影响。



AA317-AA335 段，涉及龙江、木兰溪、晋江中游水土流失和闽东南沿海水土保持与防风固沙生态功能区，生态红线类型分别为水土流失和水土保持，长度分别为 1591.1m 和 3564.5m；该区段为避让西侧灵石山风景名胜区、建筑用地、规划用地等，结合沿线地形地貌，考虑管道施工条件，穿越该区域。本次环评建议首先考虑优化避让生态红线，若确实无法避让，建议通过缩减作业带宽度，土方分层堆放，施工结束后尽快恢复植被等措施，降低对环境的影响。



AA393-AA395 段，涉及闽东南沿海水土保持与防风固沙生态功能区，生态红线类型为水土保持，长度为 205.8m；本工程管道需并行西三线管道，因此需穿越该区域。本次环评建议首先考虑优化避让生态红线，若确实无法避让，建议通过缩减作业带宽度，土方分层堆放，施工结束后尽快恢复植被等措施，降低对环境的影响。

图 4.6-4 本项目管线与生态红线的位置关系图（涉及部分）

## (2) 海洋生态红线

根据 4.5.13 小节的分析，接收站涉海工程符合“三区三线”的生态保护红线要求。

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》（2017 年），外输管道工程涉海段建设与海洋生态红线区域位置关系如图 4.6-5 所示。

本项目管道铺设将穿越兴化湾江镜重要滨海湿地生态保护红线区，该红线区的生态保护目标：湿地生态系统；红树林生态系统；珍稀濒危动物物种；水禽生境。

**管控要求：**维持海域自然属性，保持自然岸线形态、长度，保持海底地形、海洋水动力环境稳定。禁止围填海、矿产资源开发、底土开挖等可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能和生态保护对象的开发活动，限制沿岸生产养殖活动；生产设施与水禽筑巢区、觅食及栖息地等集中分布区须保留安全距离；禁止高噪音等惊扰鸟类的作业，禁止大面积使用栖息水鸟害怕的颜色。在受损的滨海湿地，综合运用生态廊道、退养还湿、植被恢复、海岸生态防护等手段，恢复湿地生态系统功能。确需在生态保护红线区内进行渔业及执法码头、陆岛交通码头、道路交通、航道锚地、海底管线、能源等公益或公共基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后实施。

**环境保护要求：**按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止倾废，改善海洋环境质量。

本项目为 LNG 输送管道工程，采用水下隧道的方式穿越东港海域，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，隧道埋深大于 28.65m，不进行海上开挖等海上施工作业，不改变海域自然属性。本项目东港穿越工程施工位于东港海域两侧陆地区域，施工期机械作业和车辆运输产生的噪声将对施工场地周边的鸟类具有一定的驱赶作用，但施工期结束后这部分影响也随之消失。此外本项目已针对项目建设对湿地生态环境影响经过专题论证，并通过专家评审，专题论证结果表明本项目建设对湿地生态功能影响总体上为中低度影响，属于可接受范围内。因此本工程用海符合生态红线区域的管控要求。

本项目施工期不进行海上作业施工，陆域污染物不排海，管道钻爆施工产生

的震动和噪声对海洋沉积物的影响微小，不会引起大量悬浮泥沙入海，且这部分影响将随着施工期的结束而消失。且管道运行期封闭运行。因此本项目建设对该区域海洋生态环境影响微小，在可接受范围内，符合生态红线区的环境保护要求。

因此，本项目建设与福建省海洋生态保护红线划定成果不冲突。



图 4.6-5 项目建设与福建省海洋生态保护红线划定成果的关系

### (3) 与《福建省“三区三线”划定成果》的符合性分析

根据《福建省“三区三线”划定成果》，本项目位置与调整后生态保护红线区的位置关系如所示。本项目用海与最近的海域生态红线区域距离为 404m，工程用海不占用生态红线区域。且根据上述分析，本项目用海对海域环境产生的影响微小，在可接受范围内，因此不会对周边生态红线区海域环境造成影响。

因此，本项目用海与《福建省“三区三线”划定成果》不冲突。



图 4.6-6 项目用海与福建省“三区三线”划定成果的关系

## 4.6.2 与环境质量底线的相符性分析

### 4.6.2.1 水环境质量底线

接收站工程根据《福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020年)》，本项目码头工程、取排水口位于“万安港口四类区(FJ048-D-II)”，主导功能是港口，辅助功能是航运，水质保护目标是二类，海水环境质量目标为《海水水质标准》(GB3097-1997)第二类。根据数模预测结果，本项目疏浚过程引起海水中悬沙人为增量超过10mg/L的全潮最大影响面积分别约5.659km<sup>2</sup>，其中进入“兴化湾江阴西部海域二类区”的超标面积约0.560km<sup>2</sup>。悬沙人为增量大于150mg/L的包络范围位于“万安港口四类区”，超标面积0.318km<sup>2</sup>。运营期42500m<sup>3</sup>/h(应急最大水量)下，余氯浓度增量≥0.02mg/l的包络面积为0.059km<sup>2</sup>，冬、夏季温降≤-1.0℃的包络面积分别为0.095km<sup>2</sup>和0.090km<sup>2</sup>，温降≤-4℃的包络面积很小，不足0.001km<sup>2</sup>，均位于“万安港口四类区(FJ048-D-II)”内(见图9.2-10和图9.2-11)。综上所述，本项目施工期悬浮泥沙入海对海水水质和生态环境的影响是暂时的，运营期冷排水(余氯)排放对海洋生态环境的影响范围是小的，不会突破水环境质量底线要求。

配套外输管道工程施工期废水主要为试压废水、生活污水。试压用水重复利

用率可达 50%以上，水中的主要污染物为悬浮物（ $\leq 70\text{mg/L}$ ），采用沉淀处理后回用于道路洒水，对环境的影响不大；施工队伍的食宿依托当地的社会资源，施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统，对环境影响较小。本项目南郑分输站、江阴分输站和福清联络站的生活污水先进入化粪池预处理，再排入埋地式 MBR 污水处理装置进行处理，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化；福清联络站生活污水量比较少，经化粪池处理后定期由环卫部门外运处置，废水执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）三级标准；本项目站场生产废水经沉淀后回用于站内绿化，执行《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2020）绿化用水标准，对水环境影响较小。因此项目建设符合水环境质量底线要求。

#### 4.6.2.2 大气环境质量底线

大气环境质量目标为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准；根据环境空气质量公报，所在区域为环境空气质量达标区，能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，空气质量良好；本项目建设后对大气环境影响较小。

本项目属于清洁能源供应保障项目，运行期仅站场和阀室偶尔排放少量废气，基本不影响周边环境空气，环境空气各个监测因子均能满足相应的要求，因此项目符合大气环境质量底线。

#### 4.6.2.3 土壤环境风险管控底线

本项目为天然气管道项目，对土壤环境影响很小，符合土壤环境风险管控底线要求。

### 4.6.3 与资源利用上限的符合性分析

本项目属于清洁能源供应保障项目，因此，本项目无资源利用上线制约。

本项目涉海工程水工构筑物均采用透水方式并采用透空引桥的方式跨越海岸，最大限度地减少了项目建设对水文动力和冲淤环境的影响，减少用海面积，减少对自然海岸线的占用。施工期用水、用电等依靠陆域且用量较少，营运期仅在船舶进出港及装卸时消耗燃料油和少量的水、电，项目建设不会突破资源利用上线要求。

## 4.6.4 生态环境准入清单

### (一) 接收站工程

本项目位于福州市近岸海域环境管控分区中的一般管控区（见图 4.6-7）。根据福州市《关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》中的福清市生态环境准入清单，项目涉及生态环境准入清单及符合性分析见下表。由下表分析可知，本项目符合生态环境准入清单的相关要求。

表 4.6-3 接收站工程涉及的生态环境准入清单及符合性分析

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求		符合性分析
ZH35018120006	福州港江阴港区万安作业区	重点管控单元	空间布局约束	考虑到 LNG 码头项目布局的需求，将其作为深水岸线资源保留，主要保留了 2 个 LNG 码头及后方陆域的作业区布置及相应的岸线和航道水域布置方案，但在与相关区划规划协调一致前不得实施。	本项目建设地点位于兴化湾北岸高山半岛，为规划的 LNG 接收站项目，项目建设与福建省海洋功能区划可兼容，与海洋两空间内部一红线规划相符。因此本项目符合该单元的空间布局约束。
			资源开发效率要求	根据“两型港口”的发展要求，在部分有条件的港区应适时启用“岸电”系统和港内电动交通系统建设，鼓励船舶停靠时使用低硫燃料，船舶限排区燃料油硫含量应低于 0.5%，并积极利用太阳能、风能等可再生资源。	本项目属于清洁能源供应保障项目 LNG 码头预留岸电系统建设的条件，到港船舶使用低硫柴油，到港的 LNG 船舶采用双燃料系统，还可利用 LNG 作为燃料，并预留岸电容量。因此本项目符合资源开发效率要求。
HY35010030010	兴化湾保留区		空间布局约束	严格限制准入可能改变海域自然属性的项目，原则上维持海域开发利用现状，确实需进一步开发利用的，应在确保公共交通和国防军事安全的前提下，经科学论证后可准入不改变海域自然属性的海洋开发活动。	本项目的建设不会改变海域自然属性，中石油福建 LNG 接收站被列入福建省“十四五”规划中，“能源发展重大工程”。因此本项目符合该单元的空间布局约束。

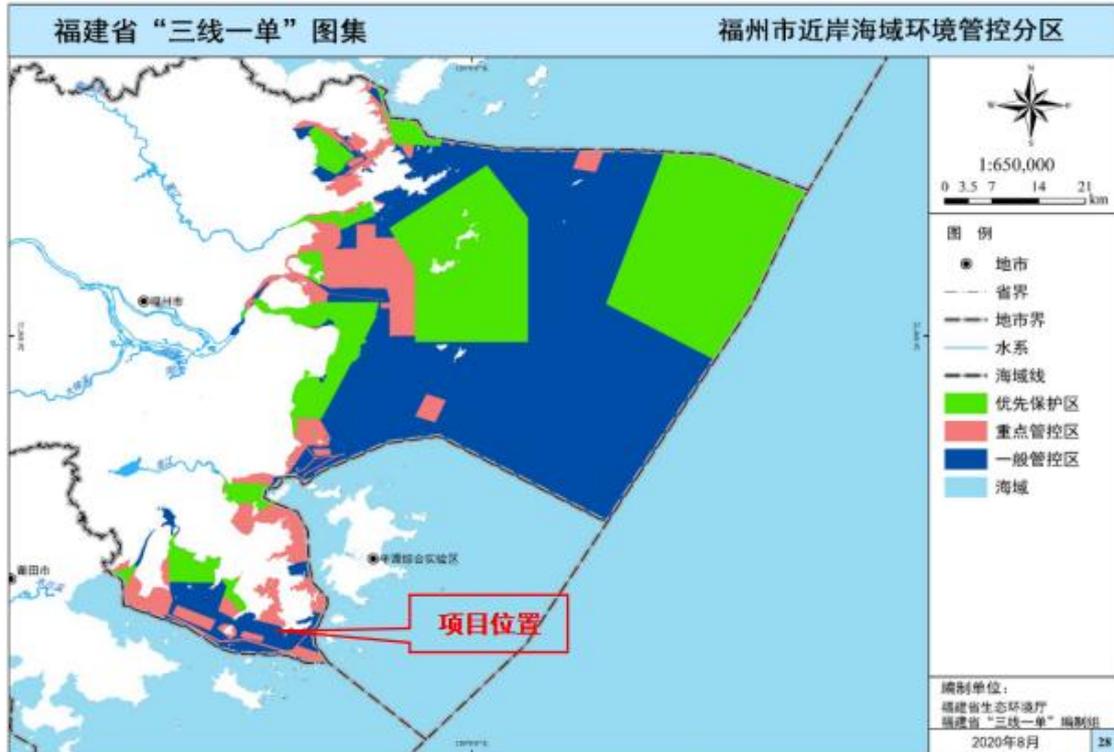


图 4.6-7 福州市近岸海域环境管控分区图

综上所述，本项目涉海工程位于兴化湾内，工程建设范围不占用生态红线，项目水工构筑物采用桩基透空结构，并采用透空引桥的方式跨越海岸，项目建设不会突破资源利用上线，项目建设对环境的影响不会突破区域环境质量上线，项目建设符合国家产业政策，不属于福州港的负面清单范围，因此，项目建设符合“三线一单”的要求

#### （二）配套外输管道工程

根据福州市《关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》（2021年）中的福清市生态环境准入清单，项目涉及生态环境准入清单及符合性分析见表 4.6-3。经分析可知，本项目符合生态环境准入清单的相关要求。

表 4.6-4 配套外输管道工程涉及的生态环境准入清单及符合性分析

环境管控单元编码	环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求		符合性分析
ZH35018 110001	福清市石竹山风景区	优先保护单元	空间布局约束	<p>依据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》《福建省风景名胜区条例》（2015年）进行管理，禁止在风景名胜区内开山、采石、开矿、开荒、采砂、取土、修坟立碑、刻字、围湖造田、填海造地等破坏景物、水体、林草植被和地形地貌的活动；修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施，堆放、弃置、处理废渣、尾矿、油料、含病原体污染物等有毒有害物质；以围、填、堵、截等方式破坏自然水系，超标排放污水、倾倒垃圾和其他污染物等破坏风景名胜资源的行为。禁止在风景名胜区内设立各类开发区、进行商品房开发以及在核心景区内建设宾馆、酒店、会所、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。风景名胜区内建设项目应当符合风景名胜区规划。风景名胜区外围保护地带建设项目应当与风景名胜区规划相协调。建设项目的选址、布局和建筑物的造型、风格、色调、高度、体量等应当与周围景观、文物古迹和生态环境相协调。</p>	<p>本项目未在风景名胜区内进行开山、采石、开矿、开荒、采砂、取土、修坟立碑、刻字、围湖造田、填海造地等破坏景物、水体、林草植被和地形地貌的活动；未修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施，未堆放、弃置、处理废渣、尾矿、油料、含病原体污染物等有毒有害物质；未破坏自然水系，不存在排放废水到风景名胜区内情况，不涉及倾倒垃圾和其他污染物等破坏风景名胜资源的行为；本项目不涉及设立开发区、进行商品房开发以及在核心景区内建设宾馆、酒店、会所、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物等工程内容；本项目符合风景名胜区规划，与风景名胜区规划相协调；项目的选址、布局和建筑物的造型、风格、色调、高度、体量等与周围景观、文物古迹和生态环境相协调；本项目已取得《福清市石竹山风景名胜区管理委员会关于福建LNG接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案审查意见的复函》（融石景函（2022）23号）以及《福州市林业局关于福建LNG接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案的核准意见》（榕林审（2022）1号），原则同意项目在石竹山风景名胜区内选址方案；因此本项目符合该单元的管控要求。</p>

<p>ZH35018 110003 ZH35018 110004</p>	<p>福清市灵石森林公园 福清市灵石山林场</p>	<p>优先保护单元</p>	<p>空间布局约束</p>	<p>依据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》《福建省森林公园管理办法》（2017年修正本）进行管理，禁止擅自改变森林公园内林地的用途，禁止在森林公园内修建坟墓和其他破坏自然景观、污染环境的工程设施，禁止在森林公园内进行任何形式的房地产开发。禁止在森林公园内毁林开垦、采矿、采石、挖沙、取土以及放牧，破坏和蚕食林地，损害自然景观。禁止擅自围、填、堵、截森林公园内自然水系。禁止未经处理直接向森林公园排放生活污水和超标准的废水、废气；禁止在森林公园内倾倒垃圾、废渣、废物及其他污染物。森林公园建设应当符合总体规划的要求，具体建设项目的选址、规模和风格等应当与周边景观、环境相协调。因提高森林风景资源质量或者开展森林生态旅游的需要，可以依法对森林公园内的林木进行抚育和更新性质的采伐。</p>	<p>本项目未在森林公园内修建坟墓和其他破坏自然景观、污染环境的工程设施，未在森林公园内进行任何形式的房地产开发，未在森林公园内毁林开垦、采矿、采石、挖沙、取土以及放牧，破坏和蚕食林地，损害自然景观；不涉及围、填、堵、截森林公园内自然水系的行为，不涉及向森林公园排放未经处理的生活污水和超标准的废水、废气的行为，未在森林公园内倾倒垃圾、废渣、废物及其他污染物；目前建设单位已委托编制项目涉福建灵石山国家森林公园专题报告；建设单位在按规定办理报批手续并进行补偿的前提下，符合该单元的管控要求。</p>
<p>ZH35018 110006</p>	<p>福清市东张水库水源保护区</p>	<p>优先保护单元</p>	<p>空间布局约束</p>	<p>依据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》《福建省流域水环境保护条例》（2011年）进行管理，禁止在饮用水水源保护区内设置排污口。在饮用水水源一级保护区内，禁止新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的建设项目，禁止从事网箱养殖、旅游、游泳、垂钓或者其他可能污染饮用水水体的活动。在饮用水水源二级保护区内，禁止新建、改建、扩建排放污染物的建设项目。在饮用水水源准保护区内，禁止堆放、存贮可能造成水体污染的固体废弃物或者其他污染物；禁止新建、扩建印染、印花、造纸、制革、电镀、化工、冶炼、炼油、酿造、化肥、染料、农药等建设项</p>	<p>本项目未在饮用水水源保护区内设置排污口，不涉及饮用水水源一级保护区；涉及饮用水水源二级保护区的工程内容，未排放污染物；本项目未在饮用水水源准保护区内堆放、存贮可能造成水体污染的固体废弃物或者其他污染物；本项目不属于印染、印花、造纸、制革、电镀、化工、冶炼、炼油、酿造、化肥、染料、农药等建设项目，以及产生含汞、镉、铬、砷、铅、镍、氰化物、持久性有机污染物、病原微生物、放射性等有毒有害物质的建设项目；本项目不涉及在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动；本项目已取得《福清市人民政府关于福建LNG接收站配</p>

				目, 以及产生含汞、镉、铬、砷、铅、镍、氰化物、持久性有机污染物、病原微生物、放射性等有毒有害物质的建设项目。在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的, 应当按照规定采取措施, 防止污染饮用水水体。在饮用水水源准保护区内改建建设项目, 不得增加排污量和改变排放污染物种类。	套外输管道穿越二级饮用水源保护区有关问题的复函》(融政函〔2022〕154号), 福州市人民政府原则同意福建LNG接收站配套外输管道穿越东张水库二级饮用水源保护区; 因此本项目符合该单元的管控要求。
HY35010 010009	兴化湾江 镜重要滨 海湿地生 态红线区	优先保 护单元	空 间 布 局 约 束	1.禁止围填海、底土开挖等可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能和生态保护对象的开发活动。 2.生产设施与水禽筑巢区、觅食及栖息地等集中分布区须保留安全距离, 禁止惊扰鸟类的作业。	本项目不涉及围填海、底土开挖等可能改变海域自然属性、破坏湿地生态系统功能和生态保护对象的开发活动; 本项目管道从海底穿越, 与水禽筑巢区、觅食及栖息地等集中分布区保留安全距离, 不存在惊扰鸟类的作业行为; 因此本项目符合该单元的空间布局约束。
			污 染 物 排 放 管 控	1.在受损的滨海湿地, 综合运用生态廊道、退养还湿、植被恢复、海岸生态防护等手段, 恢复湿地生态系统功能。 2.禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物, 禁止新设污染物集中排放口, 禁止倾废。	本项目不损害滨海湿地, 不排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物, 未新设污染物集中排放口, 不倾废; 因此本项目符合该单元的污染物排放管控要求。

## 4.6.5 与省级风景名胜区的符合性分析

### 4.6.5.1 与《福清石竹山省级风景名胜区总体规划（修编）（2018-2035 年）》的符合性分析

本项目与石竹山省级风景名胜区的位置关系见下图。

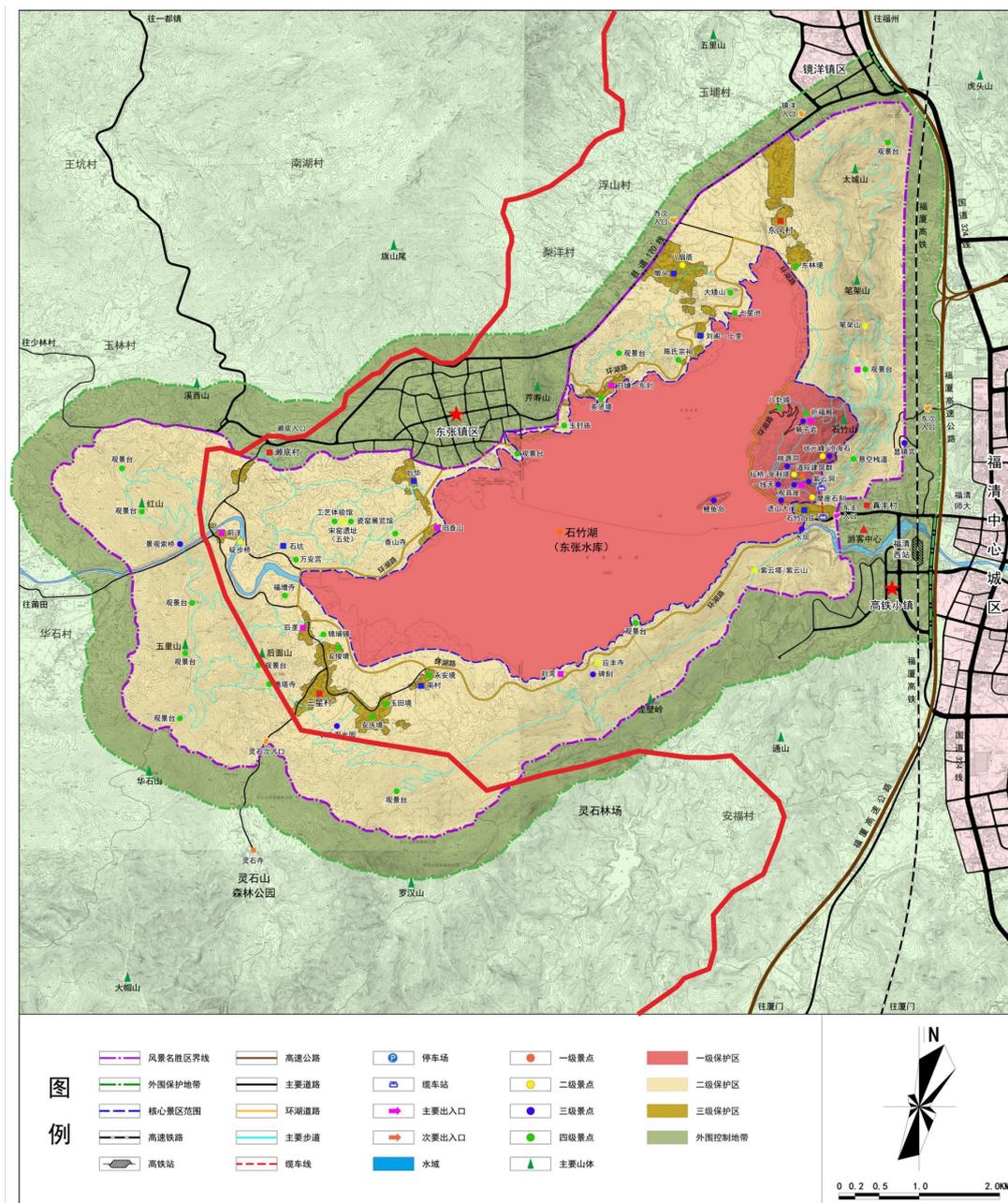


图 4.6-8 本项目管线与石竹山省级风景名胜区的位置关系图

本项目管道线路涉及福清石竹山风景名胜区外围保护地带、二级保护区。管道敷设临时占用非核心区面积 38.07 公顷（其中二级保护区临时占用 21.81 公顷，外围保护带临时占用 16.26 公顷），临时占用非核心区施工长度 12.69 公里（其

中二级保护区临时占用 7.28 公里，外围保护带临时占用 5.41 公里）。具体用地类型见下表。

**表 4.6-5 项目临时占用风景区土地类型一览表**

序号	类型	面积（公顷）
1	林地	20.01
2	园地	9.74
3	草地	0.54
4	耕地	6.97
5	交通运输用地	0.56
6	水域及水利设施用地	0.25
合计		38.07

根据《福清石竹山省级风景名胜区总体规划（修编）（2018-2035 年）》（以下简称“风景名胜区规划”），各级保护区范围、保护规定及符合性分析见下表。

**表 4.6-6 石竹山省级风景名胜区各级保护区范围、保护规定及符合性分析**

级别	范围划定	保护规定	符合性分析
一级保护区	将风景名胜区的核心景区划为一级保护区，总用地面积 15.67 平方公里	科学开发、严格保护一级保护区的风景资源，除必需的直接为风景游赏服务的相关设施外，严禁建设与风景游赏和保护无关的设施。具体保护措施依据核心景区保护要求进行保护。	本项目不涉及
二级保护区	将一级保护区以外风景资源较少的区域，有一定生态价值的区域，并作为一级保护区周边的协调保护与缓冲区域，总用地面积 30.28 平方公里。	严格限制与风景游赏无关的建设，可以安排直接为风景游赏服务的相关设施。严格限制居民点的加建、扩建，限制游览性交通以外的机动车辆进入本区。	本项目属于天然气管道项目，不属于居民楼等建设项目，符合二级保护区的保护规定。
三级保护区	本次将风景资源很少、景观和生态价值皆较低的区域，游览设施集中区域、城镇建设区及村庄管控边界，划为三级保护区，总用地面积 1.53 平方公里。	旅游配套设施和城乡居民点建设必须严格履行风景名胜区和城乡规划建设等法定的审批程序，严格控制建设范围、规模和建筑风貌，并与周边的自然与文化景观相协调。原则上所有建筑层高不宜超过3层，尽量采用当地乡土建筑风格，严禁开垦农田、烧荒。各类架空电线杆，走向选择应隐蔽，远期应埋入地下。	本项目不涉及
外围保护带	往东至沈海高速西侧绿化带，往北以县道170线外延300米为界，其他区域以风景区边界外延500米为界，范围包括东张镇区和高铁	在外围保护地带内，可以安排适当的生产、经营管理、旅游配套服务等设施，分别控制各项设施的规模与内容。	本项目属于天然气管道项目，符合外围保护带的相关规定。

小镇,总用地面积19.97平方公里。		
--------------------	--	--

本项目在管线石竹山省级风景名胜区二级保护区内均为地下埋设,仅在施工期对名胜区环境有一定影响,在采取相关的施工期环保措施后,对名胜区环境的影响有限,建成后对风景名胜区内景观不产生影响,不违反风景名胜区规划中二级保护区的相关保护规定,因此本项目与风景名胜区规划相符。

#### 4.6.5.2 与《福建省林业局关于进一步加强风景名胜区和世界自然遗产地管理工作的通知》的符合性分析

根据《福建省林业局关于进一步加强风景名胜区和世界自然遗产地管理工作的通知》(以下简称“管理工作通知”),本项目不属于管理工作通知中的风景名胜区内建设项目选址方案核准流程备注中提到的重大建设项目,属于非重大建设项目,选址方案核准流程由设区市各自制定。

经咨询相关部门,本项目涉及石竹山省级风景名胜区的管线应征求风景名胜区管理机构意见,并编制风景名胜区内管线选址方案,按照福州市三定方案报送福州市林业局审查。目前,《福建 LNG 接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案》已取得《福清市石竹山风景名胜区管理委员会关于福建 LNG 接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案审查意见的复函》(融石景函〔2022〕23号)以及《福州市林业局关于福建 LNG 接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案的核准意见》(榕林审〔2022〕1号),原则同意项目在石竹山风景名胜区内内的选址方案。

## 5 环境现状调查与评价

### 5.1 自然环境概况

#### 5.1.1 地理位置

福清市位于福建省东部沿海，东临台湾海峡，地处北纬 25°18'25"~25°51'45"，东经 119°03'41"~119°40'41"之间。在福建省内，北与长乐区、闽侯县永泰县交界，西与莆田市毗邻，东隔海坛海峡与平潭县相望，南濒兴化湾与莆田市南日岛遥对。海岸线总长 348 千米，全市总面积 1931.7 平方千米。

#### 5.1.2 地形地貌

##### (1) 地形地貌

LNG 接收站站址位于福建省福清市东翰镇仁屿岛邻近海域及陆域，即位于莲峰村仁屿岛附近，兴化湾湾口北岸的高山湾东岸。场址北面有莲峰村数座小山丘以及一个海湾，最高山丘高程 57.0m，海湾内有莲峰村渔船避风港。场址中间为仁屿岛，仁屿岛南面为乌屿岛。场区整体三面环海一面对山，中间有两个岛屿。海岸线比较曲折。场区内有大量海带养殖场。场区地面标高起伏较大，陆域地面标高大致在 2m~57m 之间，海底标高大致在-20m~2m 之间。总体上北面为山丘，中间为岛屿。

兴化湾是福建省最大的基岩海湾，位于福建省沿海中段，略呈长方形，由西北向东南展布，见图 5.1-1。湾顶有木兰溪等河流注入，兴化湾湾口朝向东南，出南日群岛经兴化水道和南日水道与台湾海峡相通。兴化湾沿岸陆地为构造侵蚀低山、丘陵和台地环绕，湾顶有木兰溪口的莆田平原是福建四大平原之一。湾内近岸潮滩发育，水面开阔，岛礁众多。湾内有湾，岬湾相间，海岸线曲折，由淤泥质、沙质及基岩海岸组成，构成了比较复杂的岸滩地貌体系。水下浅滩地貌形态复杂，水下沙坝和沙脊等堆积地形与水道深槽等冲蚀地形并存。

高山湾是兴化湾湾口北侧的次级潮汐汉道型海湾，海湾南北纵深为 11km，口门处宽度约为 6km，湾内最窄处为 1.4km，面积约为 30 km<sup>2</sup>，图 5.1-2。高山湾内分布大片宽广低平的淤泥质潮滩，湾口外侧两岸为基岩海岸，并有仁屿等基岩岛屿。湾内人工围垦较多，湾顶受城区排沥影响，有一部分泥沙来源，岸滩物质

为粉砂，是本湾内粒径最细的区域。

工程区所在区（莲峰附近）为基岩海岸，沿岸分布小型岬湾沙质海岸。工程区附近的海域地貌见图5.1-3，岸滩地貌见图5.1-4~8和实拍照片。

高山湾东岸南面、项目区附近的仁屿，距岸450m。该屿长750m，平均宽320m，面积约为0.24km<sup>2</sup>。四周基本为基岩，在内凹部位有一些沙滩，但规模十分小，均不足百米。

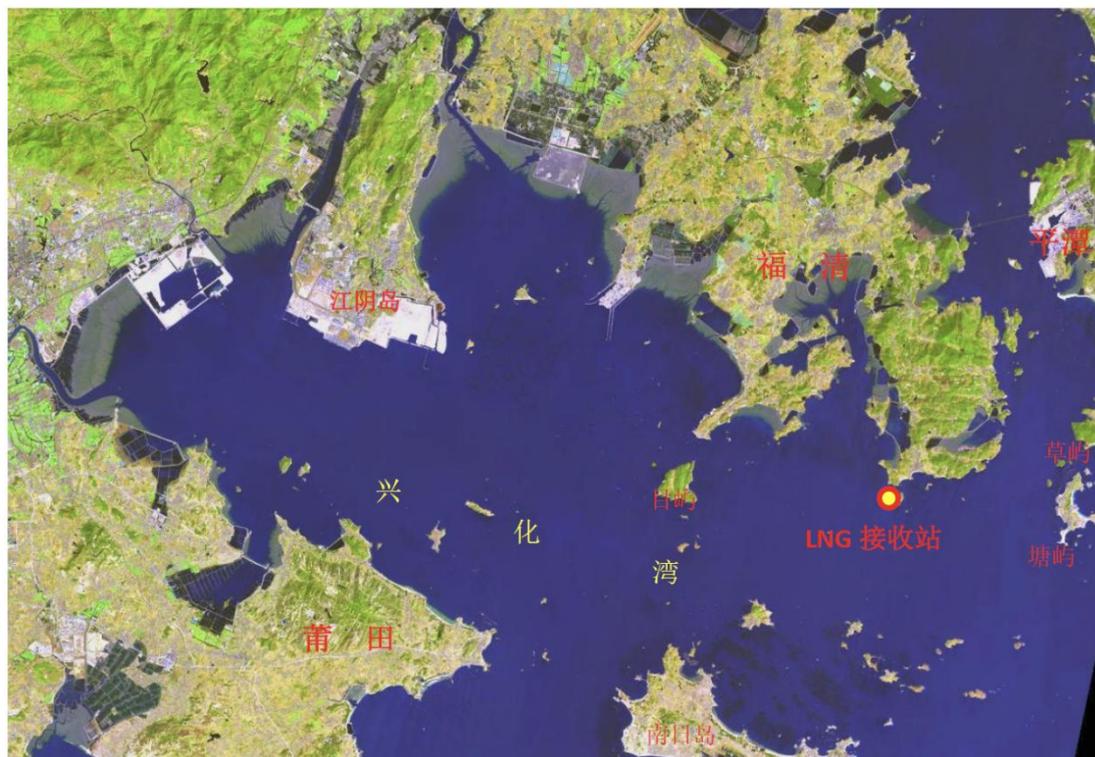


图5.1-1 兴化湾卫星影像图



图5.1-2 高山湾卫星遥感影像图

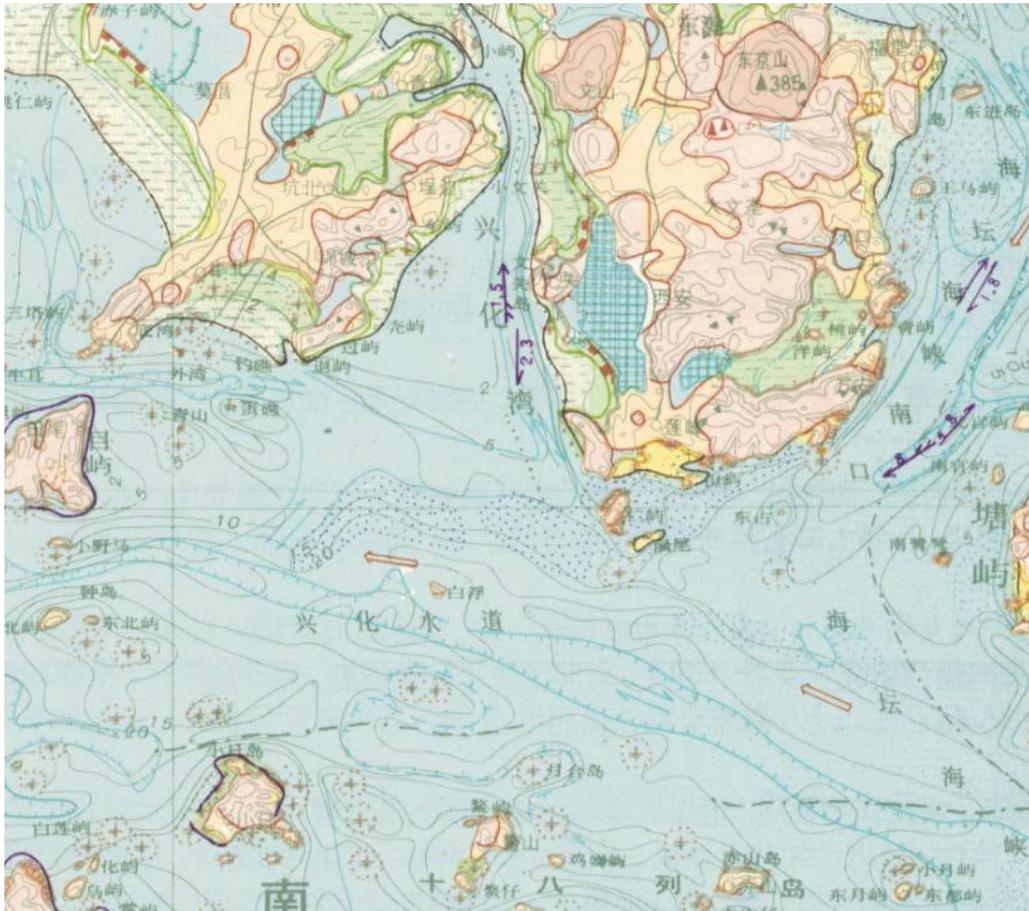


图5.1-3 工程区附近海底地貌图



图5.1-4 工程区附近的岸滩地貌（卫星影像图）



图5.1-5 拟建工作船码头附近的岸滩地貌照片



图5.1-6 拟建取水头附近的岸滩地貌照片

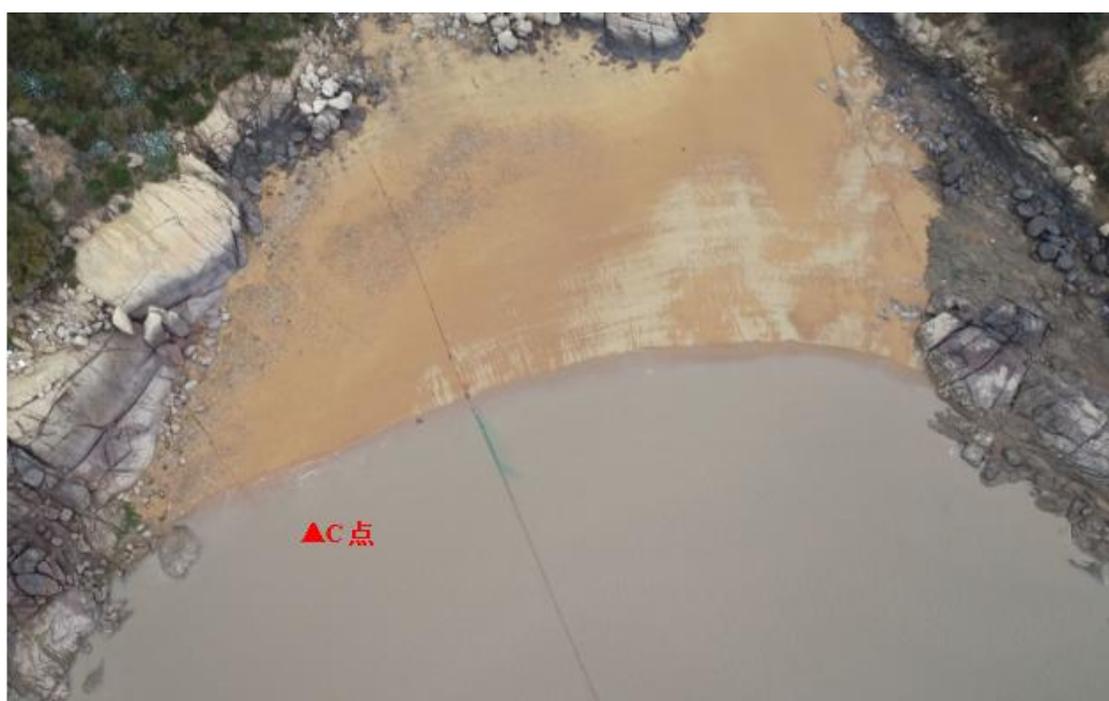


图5.1-7 拟建LNG码头引桥附近的岸滩地貌照片



图5.1-8 拟建LNG码头引桥及排水口附近的岸滩地貌照片

配套外输管道工程始于福建省福清市龙高半岛东南端海湾岬角，止于福清市镜洋镇石子磊附近，线路长度约 104km。线路总体走向为东南至西北，横跨福清市。福清市总体地势自西北向东南倾斜，西北高，东南低。东南部以侵蚀低丘为主，局部间杂有剥蚀台地、海岸地貌，高程 1.10m~85.53m，相对高差一般不大于 50m；龙高半岛楔入福清湾中，半岛分布剥蚀台地和冲海积平原，海岸具有沙泥滩的回升侵蚀漏斗型低丘、台地岩岸，海湾剥蚀、冲海积平原高程一般 1.00m~6.50m，地势低洼平坦，低丘台地高程一般 10.00m~69.50m，相对高差一般不大于 50m；西北部属戴云山脉向东蜿蜒的支脉，多低山、丘陵，山间谷地有洪积、冲积平原，沿线低山高程约 800m，管道沿线高程一般 11.83m~450.33m，相对高差 60m~380m。

线路通过地区主要地形地貌如下图。



图 5.1-9 拟建工程沿线地形地貌

## (2) 水下地形

兴化湾湾口东部兴化水道总体呈NNW~SSE向，深槽水深普遍超过20m，中部局部水深超过50m。高山湾湾外0m、2m、5m等深线可深入湾顶大屿附近，湾外10m等深线位于湾口仁屿~过屿一线，湾内仅小文关岛及莲峰附近局部水深超过10m，见图5.1-10。

拟建 LNG 码头所在小型岬湾近岸水深坡陡，0m、2m、5m 等深线基本贴岸展布，5m 等深线距岸不超过 500m，岸外深槽局部水深超过 10m，见图 5.1-11。

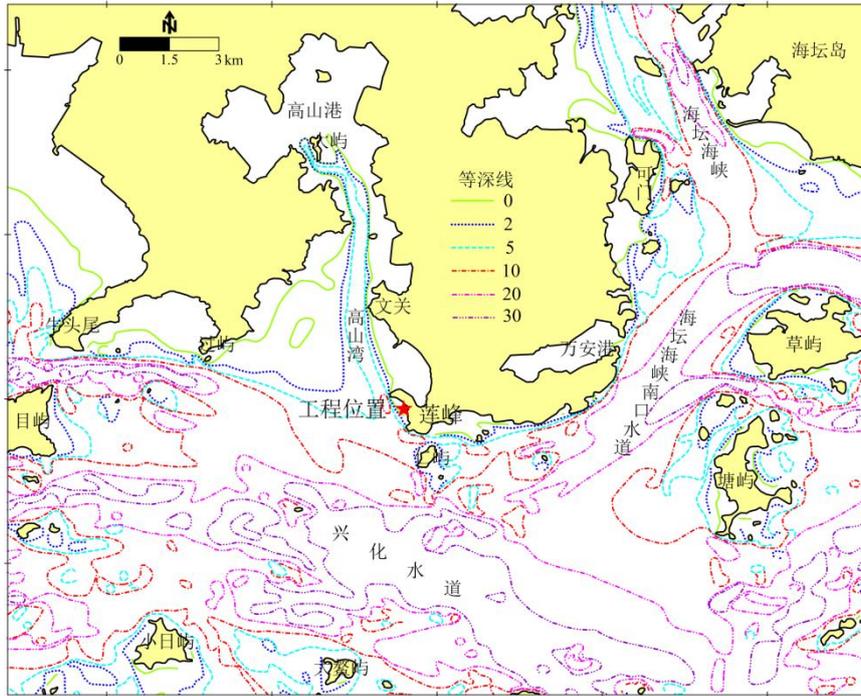


图 5.1-10 工程附近海域水下地形

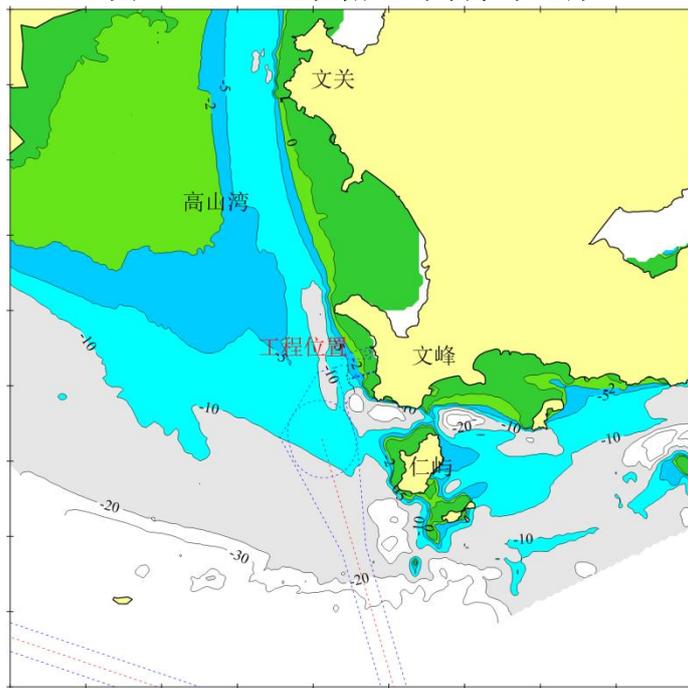


图 5.1-11 工程附近局部水下地形 (2019 年)

### 5.1.3 气候与气象

福清市全年受西风带及副热带环流交互影响，冬季主导风向为东北风，频率高达 29%，次主导风向是东北偏北风，频率为 19%，静风频率 5%；夏季主导风向为南风 and 西南偏离风，频率均为 16%，次主导风向为东南偏南风，频率为 10%，静风频率为 15%；多年平均主导风向为东北风，频率 20%，次主导风向为东北偏北风，频率为 17%，静风频率 12%。多年平均风速 3.7m/s。根据气象统计资料，该区域大气稳定度以 D 类、A 类稳定度出现的频率大。

本区属亚热带海洋性气候，夏季以南风为主，冬季以东北风为主。年平均气温为 19.6℃，全年无霜期在 330 天以上，年平均降雨量 1239.1 毫米，气候温和，降水丰富。

### 5.1.4 地质

根据区域地质资料及钻探揭示，场区内土层中，陆域表层为第四系全新统坡积的粘性土混砂及砂混粘性土，海域上部为第四系全新统海相沉积的淤泥和砂土层；下部为第四系全新统冲洪积的粘性土层和砂土层，局部分布第四系残积土层；基底为燕山晚期的花岗岩。上述岩土层根据岩土性质的差异又分若干亚层，各分区地层分述如下：

#### (1) 接收站区域地层概况及其工程性质

①<sub>2</sub> 砂混粘性土：灰黄色、褐黄色，中密~密实，局部松散，以中粗砂为主，混大量粘性，局部为粗砂，局部夹角砾，含较多植物根系。本层在陆域小部分区域分布，厚度不均，层顶标高 7.70m~51.23m，层底标高深度 3.20m~50.43m，层厚 0.80m~4.50m。

本层主要物理力学性质指标统计平均值为： $\alpha_c=36.5^\circ$ ， $\alpha_m=31.5^\circ$ ， $N=18.0$  击，强度一般。

②<sub>1</sub> 淤泥~淤泥质土：灰色，饱和，很软，滑腻，混较多中细砂，含少量贝壳碎片。

本层仅在钻孔 LY05、LY12 揭示，分布于场地表层，厚度较大，层顶标高 -0.66m~0.58m，层底标高 -6.96m~-4.52m，层厚 5.10m~6.30m。

②<sub>2</sub> 中砂.粗砂：灰色，饱和，松散，混大量淤泥。本层仅在钻孔 LY12 揭示，层顶标高 -6.96m，层底标高 -7.66m，层厚 0.7m。本层强度低。

②<sub>4</sub>淤泥质土：灰黑色，饱和，软，含较多腐植物，具臭味。本层仅在钻孔 LY04 揭示，层顶标高 6.88m，层底标高 6.38m，层厚 0.5m。本层强度低。

③<sub>1</sub>粘土~粉质粘土：浅灰黄色，湿，中等，含少量中砂。本层仅在钻孔 LY04 揭示，

层顶标高 6.38m，层底标高 4.88m，层厚 1.50m。

③<sub>2</sub>中砂.粗砂：浅灰色，灰黄色，饱和，中密，部分松散，颗粒级配不良，砂粒呈次棱角状，混大量粘性土。本层在钻孔 LY04、LY05、LY12 揭示，层顶标高-7.66m~4.88m，层底标高-9.16m~-0.02m，层厚 1.30m~4.90m。

⑤全风化花岗岩：灰黄色，湿，极软岩，呈密实砂混粘性土状，原岩矿物除石英外基本风化为土状，原岩结构难辨，岩芯手捏易碎，遇水软化崩解。本层在钻孔 LY03、LY06、LY12 揭示，岩面起伏大，层厚不均，层顶标高-9.16m~37.83m，层底标高-10.86m~32.63m，层厚 1.70m~5.20m。

⑥强风化花岗岩：灰黄色，夹灰白色，稍湿，极软岩~较软岩，岩芯呈密实砂土状、坚硬土状，岩芯手可捏碎，遇水易软化崩解，风化裂隙发育，主要矿物为石英、云母、长石，原岩结构清晰。本层区内连续分布，岩面起伏大，层厚不均，钻孔 SG01 未钻穿该层，层顶标高-14.13m~50.43m，揭示层底标高-22.43m~41.83m，揭示层厚 0.90m~13.00m。

本层标贯击数大于 50 击，强度较高。

⑦中风化花岗岩：浅灰色，夹灰黑色斑点，粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石及云母等，裂隙较发育，岩芯呈碎块状~短柱状，局部柱状。本层区内基本连续分布，岩面起伏大，部分钻孔在本层终孔，揭示层顶标高-16.82~41.83m，揭示层底标高-24.80m~34.93m，揭示层厚 2.40m~17.20m。

本层饱和单轴抗压强度为 61.2MPa，为坚硬岩，强度高。

⑧微风化花岗岩：浅灰色，夹灰黑色斑点，粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石及云母等，裂隙较发育，岩芯呈柱状~长柱状，局部短柱状。区内部分钻孔钻至该层，均未钻穿，岩面起伏大，揭示层顶标高-24.80m~34.93m，揭示层底标高-52.50m~25.63m，揭示层厚 1.10m~54.30m。

本层饱和单轴抗压强度为 102.3MPa，为坚硬岩，强度高。

## (2) LNG 码头地质概况

根据区域地质资料及钻探揭示，场区内土层中，陆域表层为第四系全新统坡

积的粘性土混砂及砂混粘性土，下部为第四系全新统冲洪积的粘性土层和砂土层，局部分布第四系残积土层；基底为燕山晚期的花岗岩。场地土类型基本为中硬场地土，局部为软弱场地土，覆盖层厚度主要在 3m~15m 之间，小部分区域小于 3m，场地类别为I1~II。

场址内分布有可液化饱和砂土层和厚度较大的软土层，属抗震不利地段。

海域上部为第四系全新统海相沉积的淤泥和砂土层；下部为第四系全新统冲洪积的粘性土层和砂土层，局部分布第四系残积土层；基底为燕山晚期的花岗岩。上述岩土层根据岩土性质的差异又分若干亚层，各分区地层分述如下：

②<sub>1</sub> 淤泥~淤泥质土：灰色，饱和，很软，滑腻，含少量贝壳碎片，局部混大量粉细砂或中粗砂。本层在区内大部分区域连续分布于表层，厚度不均，总体厚度较大，层顶标高-11.51~0.96m，层底标高-27.07~-3.22m，层厚 1.80~17.1m。

②<sub>2</sub> 中砂.粗砂：灰色，饱和，松散，颗粒级配不良，混大量淤泥，含少量贝壳碎片，局部为贝壳混砂和淤泥。本层仅在钻孔 SG02、SG06、ZK07 揭示，层顶标高-11.32~-3.90m，层底标高-13.52~-10.30m，层厚 2.20~6.40m。

②<sub>3</sub> 粉细砂：灰色，饱和，松散，颗粒级配不良，混大量淤泥，含少量贝壳碎片。本层仅在钻孔 ZK07 揭示，层顶标高-12.84m，层底标高-17.94m，层厚 5.10m。

②<sub>4</sub> 淤泥质土：灰色，饱和，很软~软，含少量粉细砂及贝壳碎片。本层仅在钻孔 LY09、SG12、ZK07 揭示，层顶标高-17.94~-3.84m，层底标高-20.44~-9.74m，层厚 1.20~5.90m。

③<sub>1</sub> 粘土~粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般，含少量粉细砂，局部呈粘性土混砂状。本层仅在钻孔 SG02、ZK07 揭示，层顶标高-20.44~-19.20m，层底标高-23.84~-22.60m，层厚 2.20~3.40m。

③<sub>2</sub> 中砂.粗砂.砾砂：灰色、灰黄色，饱和，中密~密实，颗粒级配不良，砂粒呈次棱角状，混大量粘性土。本层在钻在本区的西北部基本连续分布，其余区域主要呈透镜体状分布，层顶标高-23.84~-9.74m，层底标高-26.24~-13.54m，层厚 0.70~3.80m。

③<sub>3</sub> 碎石：灰色，饱和，稍密，呈棱角状，粒径一般 3~5cm，母岩为中风化花岗岩，充填较多砂土。本层仅在钻孔 SG06 揭示，层顶标高-13.52m，层底标高-14.62m，层厚 1.10m。

⑤全风化花岗岩：灰绿色，湿，极软岩，呈坚硬土状，原岩矿物除石英外基

本风化为 69 土状，原岩结构难辨，岩芯手捏易碎，遇水软化崩解。本层仅在钻孔 SG07 揭示，层顶标高-22.59m，层底标高-24.29m，层厚 1.7m。

⑥强风化花岗岩：灰黄色、夹灰白色，稍湿，极软岩~较软岩，岩芯呈密实砂土状、坚硬土状，岩芯手可捏碎，遇水易软化崩解，风化裂隙发育，原岩矿物除石英外大部分已风化为土状，原岩结构清晰。本层区内基本连续分布，部分钻孔未钻穿该层，层面起伏较大，层厚不均，层顶标高-27.07~-3.22m，揭示层底标高-35.37~-4.82m，揭示层厚 1.60~8.80m。

⑦中风化花岗岩：浅灰色，夹灰黑色斑点，粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石及云母等，裂隙较发育，岩芯呈碎块状~短柱状，局部柱状。区内部分钻孔钻至该层，岩面起伏大，部分钻孔在本层终孔，揭示层顶标高-29.39~-4.82m，揭示层底标高-32.29~-11.72m，揭示层厚 0.90~6.90m。

⑧微风化花岗岩：浅灰色，夹灰黑色斑点，粗粒结构，块状构造，主要矿物成分为石英、长石及云母等，裂隙较发育，岩芯呈柱状~长柱状，局部短柱状。区内部分仅钻孔 SG06、ZK07 钻至该层，均未钻穿，岩面起伏大，揭示层顶标高-33.84~-15.52m，揭示层底标高-34.24~-19.22m，揭示层厚 0.40~3.70m。

### (3) 配套外输管道工程地质概况

拟选工程沿线出露的地层类型复杂。管道南段沿线出露地层主要为燕山期侵入岩、侏罗系上统南园组（J<sub>3n</sub>）浅灰色流纹质晶屑凝灰熔岩夹凝灰岩、砂岩等、小溪组（J<sub>3x</sub>）英安岩、英安质、流纹英安质熔结凝灰岩、流纹质晶屑凝灰熔岩。中部港头镇、江镜镇管道沿线及全线的低缓斜坡和山前坡麓大多为第四系更新统坡残积层（Q<sub>3<sup>pd+el</sup></sub>）、全新统长乐组海积层（Q<sub>hc<sup>m</sup></sub>）所覆盖，江阴半岛出露侏罗系上统长林组（J<sub>3c</sub>）灰白色粉砂岩、硅质岩夹砂页岩，下部为晶屑凝灰岩。管道北段沿线出露地层主要为白垩系下统石帽山群（K<sub>1sh</sub>）紫色凝灰质砂砾岩、砂岩夹深灰色晶屑凝灰熔岩、英安质晶屑凝灰熔岩，侏罗系上统南园组（J<sub>3n</sub>）浅灰色、深灰色流纹质晶屑凝灰熔岩夹凝灰岩、砂岩等。在河流沟谷地段堆积有冲洪积、坡残积物，在人类工程活动区域分布有素填土。

## 5.1.5 海洋水文

兴化湾位于台湾海峡西岸。太平洋的半日潮波分两支经台湾海峡北口和南口传入，在该海域交汇，形成驻波波腹区；同时这两支潮波又与海岸反射波叠加，

在此又形成驻波系统的波腹区。因此兴化湾潮差很大，是我国少见的大潮区。潮波从兴化湾湾口向湾顶行进过程中，因水深逐渐变浅，导致波幅逐渐增大。

兴化湾潮流运动主要受南日水道和兴化水道二股涨、落潮水流影响，涨潮时南日水道涨潮流沿口门深槽向北运动，顶冲、挤压兴化水道由东向西涨潮流，迫使涨潮主流向北偏移，部分水体进入江阴岛东侧浅海湾内，部分水体经江阴壁头向湾顶运动，同样兴化水道涨潮流也顶冲、挤压南日水道涨潮流，迫使南日水道涨潮主流向西南偏移，但大部分涨潮流主要沿西北偏西运移至湾顶。这两股涨潮流的交汇加强了兴化湾内深槽的水流动力，使得湾内深槽向北岸偏移，在江阴岛壁头附近形成-20m 或-10m 的深槽，并得以向西延伸、扩宽，同时也将悬浮泥沙向西端湾顶输送和淤积。落潮时，湾顶北侧纳潮水体基本与涨潮相反方向向深槽汇集，在壁头附近是向东偏南流动，而在湾顶南侧也是向东偏南流动，然后经南日水道和兴化水道流入台湾海峡。而随落潮水体携带的悬沙可分成三部分，即深槽北侧、深槽内和深槽南侧，由于深槽流速比较强，沿程泥沙不易沉积，南北两侧水体含沙量，因受深槽动力平衡界面的限制，也不会出现交换，只能随各自水流的携沙方向呈往复运动，使得湾内地形与潮流动力有很好的对应性和稳定性。

#### **5.1.5.1 波浪**

国家海洋局南海工程勘察中心采用波浪骑士与AWAC浪龙测波仪于仁屿岛东南侧约8km海域（该海域水深约-18m）进行了波浪同步周年观测，波浪观测时段为2012年6月~2013年5月，测站位置如下图所示。

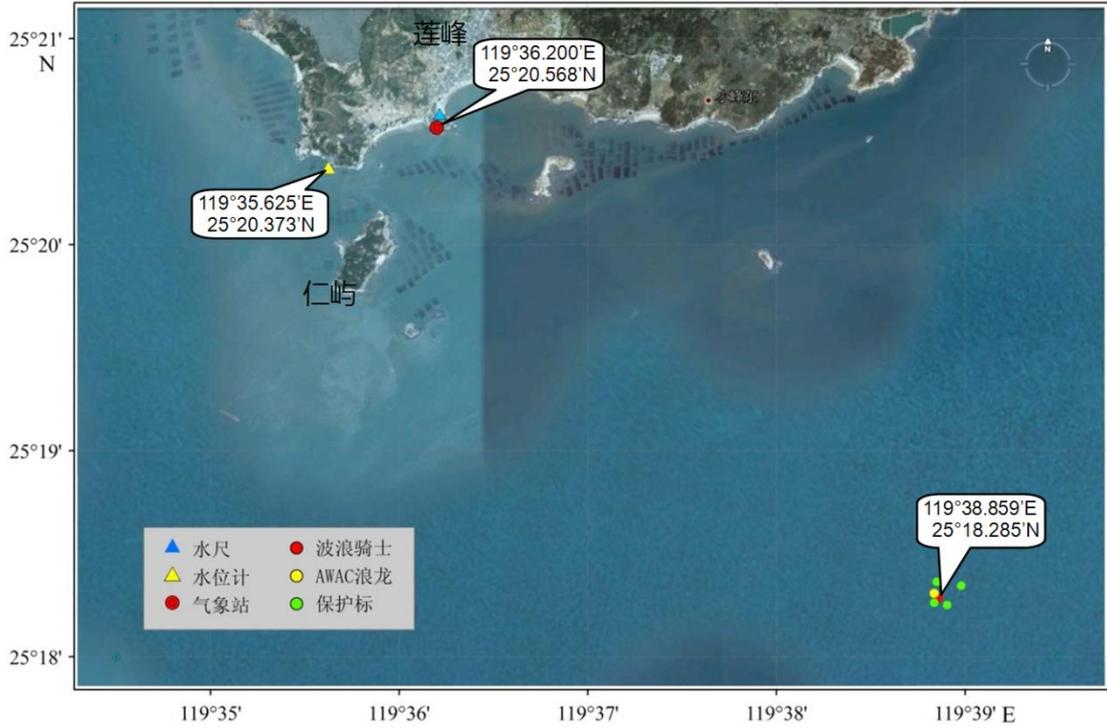


图 5.1-12 周年波浪、气象、潮位观测站示意图

①波高

观测期间年最大波高 $H_{max}$ 、十分之一大波波高 $H_{1/10}$ 、三分之一大波波高 $H_{1/3}$ 、平均波高 $H_{AVE}$ 分别为296cm、203cm、164cm、101cm，发生在秋、冬季的9月、10月和1月份。年平均 $H_{4\%}$ 、 $H_{1/10}$ 、 $H_{1/3}$ 、 $H_{AVE}$ 分别为63cm、62cm、50cm、32cm。观测期间各月观测波浪的特征值如下表所示。

表 5.1-1 各月及全年波浪特征统计

月份	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	全年
$H_{max}$ 月最大 (cm)	233	231	289	296	293	204	289	273	278	229	210	158	296
对应周期 (s)	4.8	6.7	4.9	5.1	7.6	5.3	7.7	6.2	8.3	6.8	8.1	5.2	5.1
对应波向 ( $^{\circ}$ )	45	134	28	34	135	127	139	138	152	131	131	184	34
$H_{4\%}$ 月最大 (cm)	159	162	197	189	201	144	152	195	185	166	123	109	201
$H_{4\%}$ 月平均 (cm)	52	51	70	63	77	65	83	77	72	55	48	38	63
$H_{1/10}$ 月最大 (cm)	158	157	197	189	203	147	151	196	193	167	124	108	203
$H_{1/10}$ 月平均 (cm)	52	51	70	63	77	64	83	77	72	55	48	38	62
$H_{1/3}$ 月最大 (cm)	127	124	155	154	164	117	117	156	152	134	99	85	164
$H_{1/3}$ 月平均 (cm)	41	41	56	50	61	52	66	61	58	44	38	31	50
$H_{AVE}$ 月最大 (cm)	83	80	96	92	100	74	75	101	97	85	62	55	101
$H_{AVE}$ 月平均 (cm)	27	26	36	32	39	33	43	40	38	28	25	20	32
$T_z$ 月最大 (s)	7.5	6.9	9.6	8.0	6.9	5.5	6.2	6.2	7.0	6.6	6.6	6.3	9.6
$T_z$ 月平均 (s)	3.7	3.5	4.2	3.7	3.7	3.5	3.7	3.6	3.8	3.6	3.6	4.0	3.7
观测天数 (日)	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	365

在观测期间内,工程海域受热带气旋外围影响的气旋主要有1205号强热带风暴“泰利”(2012年6月17日~6月21日)、1209号强台风“苏拉”(2012年7月28日~8月3日)和1214号强台风“天秤”(2012年8月18日~8月30日)。

6月20日15时录得最大波高 $H_{max}$ 为233cm,对应周期4.8s,主波向NE,  $H_{1/3}$ 为121cm; 8月2日04时录得最大波高 $H_{max}$ 为267cm,对应周期10.8s,主波向SE,  $H_{1/3}$ 为110cm; 8月24日22时录得最大波高 $H_{max}$ 为289cm,对应周期4.9s,主波向NNE,  $H_{1/3}$ 为133cm。

6月~8月夏季西南风控制期间,波高通常不大,  $H_{max}$ 一般小于150cm。较大的季风过程有6月10日~12日,7月13日~14日,8月10日~12日,分别录得 $H_{max}$ 为177cm、160cm、192cm,风向为SW或SSW。

9月下旬后,本海域受东北风影响,波高增大。对本海域波浪产生较大影响的东北风出现4次,分别为:10月17日~18日,录得 $H_{max}$ 为293cm,对应周期7.6s,  $H_{1/3}$ 为156cm; 12月1日,录得 $H_{max}$ 为289cm,对应周期7.7s,  $H_{1/3}$ 为116cm; 1月3日,录得 $H_{max}$ 为273cm,对应周期6.2s,  $H_{1/3}$ 为156cm; 2月7日~8日,录得 $H_{max}$ 为278cm,对应周期8.3s,  $H_{1/3}$ 为145cm。主波向为SE或者SSE。

## ②周期

下表为观测期间周期频率统计表。可以看出,夏季西南风影响期间,  $T_{1/3}$ 主要集中在3.0s~6.9s的范围内,频率约占90%。东北风影响期间,  $T_{1/3}$ 在3.0s~5.9s的范围内的分布比例最高,约占85%以上。全年仅11月、12月和5月未出现大于8.0s的长周期波,热带气旋影响强烈的8月和季风转换期的9月长周期波出现的频次较多。

整个观测期间,波浪周期主要集中在风浪频率段,57.16%的 $T_z$ 集中在3.0s~3.9s的范围内,22.49%的 $T_z$ 集中在4.0s~4.9s的范围内;93%的 $T_{1/10}$ 集中在2.0s~6.9s的范围内,  $T_{1/10}$ 与 $T_4$ 大于8.0s的较长周期波分别占3.18%、7.57%。

## ③波高与波向

对各月及全年波向资料按16个方位进行统计,统计结果如下表所示。以各月及全年的波高数据按每50cm的波高级别与按16个方位划分的波向进行联合统计,可得出波高与波向联合分布波浪玫瑰图,如下图所示。

表 5.1-2 波向频率统计 (单位: %)

方向 时间	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
2012.06	8.3	6.4	0.8	0.4	6.5	23.2	28.2	16.4	4.2	1.8	0.7	0.1				2.9
2012.07	5.1	4.3	0.7	0.7	6.5	21.4	24.6	19.8	7.5	6.1	1.3					2.2
2012.08	5.9	4.8	2.4	1.1	7.3	30.8	28.8	14.8	1.1	0.3	0.5	0.3			0.1	1.9
2012.09	15.0	13.2	2.4	1.0	13.8	37.4	11.1	2.5	0.8	0.1	0.1	0.1				2.5
2012.10	15.1	12.4	1.9	0.4	12.4	49.1	6.3									2.6
2012.11	16.1	15.4	0.7	0.4	16.8	37.4	6.3	1.1	0.4	0.4	0.1					4.9
2012.12	22.7	17.1	0.3	0.1	18.8	31.1	4.0	0.1		0.1						5.7
2013.01	23.5	13.8	0.5	0.7	20.4	31.7	4.3	0.4			0.1					4.4
2013.02	21.7	9.1	0.3	0.3	14.1	42.6	6.4	0.7	0.2							4.6
2013.03	13.0	10.2	1.6	0.8	20.6	35.0	7.5	3.0	1.9	1.3	0.3					4.8
2013.04	7.9	10.1	1.5	0.8	19.7	36.0	11.0	4.6	1.3	1.8	1.4	0.6	0.1		0.1	3.1
2013.05	7.1	6.1	1.6	0.9	16.8	26.3	20.0	12.0	3.1	1.5	0.4	0.3	0.5	0.3	0.5	2.6
全年	13.4	10.2	1.2	0.6	14.5	33.4	13.3	6.3	1.7	1.1	0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	3.5

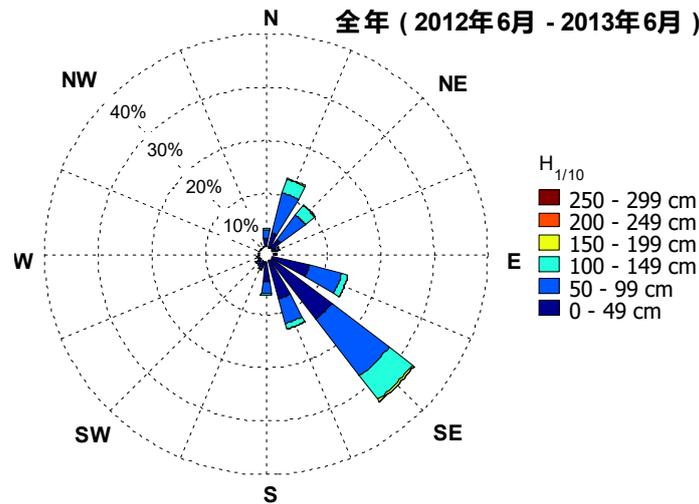


图 5.1-13 波高与波向联合分布玫瑰图

本海区全年波向主要集中在SE（常浪向）、ESE（次常浪向）、NNE三个方向，上述三个方向波浪的年分布频率分别为33.4%、14.5%和13.4%，占全年波浪的61.3%。因调查海区位于兴化湾仁屿岛东南侧的开阔海域，受北面大陆及西南侧南日岛的掩蔽影响，SSW~W~N向浪仅占全年的7%，东侧由于塘屿等岛屿的存在，ENE~E向浪也较少，仅占全年的1.8%。

6月~8月为夏季西南风盛行期，海区以SE~S向浪分布为主，但在各月的比重逐渐增加，分别为67.8%、65.8%、74.4%；由于NNE和NE风出现的频率也较高，NNE~NE向浪也有出现，占各月分布频率的14.7%、9.4%、10.7%。H1/3波高区间0cm~49cm范围内，SE~S向出现的频率占各月48.5%、49.3%、34.8%，

波高区间50cm~99cm范围内则为19.2%、16.1%、34.7%。

9月~次年5月NNE向风频出现次数较高，波向集中在SE~S、NNE~NE向，在各月所占的比例约为50%~70%、20%~40%。H1/3波高区间0cm~49cm范围内，SE~S向出现的频率由9月的37%递减至12月的19%、随后增加至5月的68%；波高区间50cm~99cm范围内10月至次年1月约在30%以上、2月以后由17%递减至5月的7%。

全年出现波高较大的波向也分布在SE~S、NNE~NE向，这与波浪观测点所在海域位置、受热带气旋或大风天气等因素影响有关。

#### ④各级浪出现天数统计

以每天24小时内只要有1次、4次、6次以上特征波高大于设定值，当天波高就算大于设定级别，统计各月和观测期波高资料。

H4%各级浪出现天数的分布如表下表所示。

按每天至少出现1次统计，H4% $\geq$ 175cm的浪全年出现7天，分布在2012年8月~10月、及次年的1月和2月，其中8月和10月出现了2天，其余各月为1天；H4% $\geq$ 200cm的浪全年仅出现1天，出现在2012年10月；H4% $\geq$ 225cm的浪全年没有出现。

按每天至少出现4次统计，H4% $\geq$ 150cm的浪全年出现8天，分布在2012年8月~10月、及次年的1月~3月，其中8月出现了3天，其余各月为1天；H4% $\geq$ 175cm的浪全年没有出现。

按每天至少出现6次统计，H4% $\geq$ 150cm的浪全年出现5天，分布在2012年8月~9月、及次年的1月~2月，其中8月出现了2天，其余各月为1天；H4% $\geq$ 175cm的浪全年没有出现。

观测期间年最大波高Hmax、十分之一大波波高H1/10、三分之一大波波高H1/3、平均波高HAVE分别为293cm、236cm、198cm、152cm，主要发生在10月、1月期间；年平均H1/10、H1/3、HAVE分别为59cm、48cm、34cm；各月Tz平均值在7.7s~8.2s之间，年平均Tz为7.9s。

全年H1/3-T1/3联合分布见表3.2-14，H1/3<100cm的出现率接近90%；H1/10-T1/10联合分布见表3.2-15，H1/10<100cm的出现率在80%左右。

观测海区7秒以上周期的波浪能量主要分布在7s~9s周期附近，其中7.0s~7.9s约占65%，8.0s~8.9s约占25%。H1/10大于200cm的出现率仅为0.25%，分布

在7s~10.9s之间。

#### 5.1.5.2 潮汐、潮流、余流、泥沙

潮汐、潮流、余流、泥沙情况详见《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“第四章 海洋环境质量现状调查与评价”。

### 5.1.6 海洋灾害

#### (1) 地震活动与海啸

本项目区域主要涉及华南沿海地震带和台湾西部地震带，华南沿海地震带是华南地区地震活动最为强烈的地震活动带，历史上发生过多级7级以上强震；台湾西部地震带，强地震活动频度很高，1999年9月集集7.5级地震是近年来发生的最大地震。

区域范围内历史上破坏性地震活动十分频繁，自公元963年以来共记到 $M \geq 4.7$ 地震132次，其中7.0~7.5级地震2次；6.0~6.9级地震19次；5.0~5.9级地震67次。自公元1970年以来记录到 $1.0 \leq M \leq 4.6$ 的现代小震共计4472次。近场区范围内历史上共记到 $M \geq 4.7$ 地震仅1次，为5级破坏性地震，发生在码头场址南约3km处；自公元1970年以来记录到 $1.0 \leq M \leq 4.6$ 的现代小震计131次。场点遭受的最大影响为Ⅶ度，来自距1604年泉州海外7级地震和1517年平潭5级地震。

结合《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)的相关规定，本项目工程场地的抗震设防烈度为Ⅶ度。

#### (2) 热带气旋

1960~2018年进入工程区域附近的热带气旋总计28个，年均0.47个。进入工程区域的热带气旋以8月份为最多，为14个，占50%，其次7月份7个，9月4个，6月3个。最早进入工程区域热带气旋出现在6月中旬(1977年)，最晚出现在9月上旬(1970年)。进入工程区域的热带气旋以台风的频数最多，达13个，占46%，其次为热带风暴，占32%；没有超强台风出现。最强的热带气旋最大风速45m/s(1985年10号登陆长乐的强大台风)。

### 5.1.7 水文

福清境内河流多独流入海，主要有龙江：干流62千米，流域538平方千米，支流太城溪、虎溪(芦溪)、大北溪、交溪和荻芦溪支流风迹溪(三叉河)，大樟溪流域的一都溪(龙屿溪)。还有渔溪、迳江、大坝溪、沾泽河。主要湖泊有

沁塘湖、占泽湖；人工湖有东张水库（水面 15 平方千米）、建新、东皋、占坝水库。

（1）渔溪为福清市第二大河流，发源于本市双髻山，流经渔溪盆地，至新屿注入兴化湾。流域面积 68km<sup>2</sup>，河长 25km。渔溪流域多年平均年降雨量 1380mm，多年平均年径流量约 0.868×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>。中游建有建新水库，水库坝址以上流域面积 44.8km<sup>2</sup>，主河道长 18km，河道比降 13.9%。本工程渔溪穿越点位于建新水库下游，河道内多分布卵石，常时河宽不足 30m，局部积水深约 0.5m，河道顺直，两岸平坦多为农田，为天然岸坡，洪水期漫滩。

（2）迳溪全长 16km，流域面积 39km<sup>2</sup>，有两源，一源在大帽山东麓，一源在罗汉山东麓，两源于大溪寺汇合后流至三落新厝以西，纳入源于黄檗山的小支流，经渔溪镇的联华，进入渔溪平原北部，在后郑与源于虎暗山东麓的支流汇合后继续东流，经上经镇的牌边、海头，又与源于玻璃岭的支流相汇，在上运入运港。还溪流域多年平均年降雨量 1340mm，多年平均年径流量约 0.401×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>。本工程迳溪穿越点位于香城水库坝下与沈海高速之间，穿越段河道经人工整修，河道平直，呈梯形断面，用卵石干砌护岸。迳溪黄檗山支流穿越点位于黄檗山万福寺下游侧，河道萎缩，两岸平坦多为农田，为天然岸坡，洪水期漫滩。

（3）东港位于江阴半岛，是柯屿围垦建后形成的河港，汇集了渔溪、迳溪来水，总汇水面积达 144km<sup>2</sup>。据搜集到的资料和江阴潮位站的数据，东港所在海域潮汐属于规则半日潮，平均涨潮历时 362min，平均落潮历时 387min，平均落潮流历时长于涨潮流历时，涨潮流流速大于落潮流流速，潮汐浅海作用较弱。港区海域平均海平面 0.20m(高程数据均基于 1985 国家高程基准)，最高潮位 3.82m，最低潮位 -3.88m，平均潮差大于 5.00m，最大潮差大于 6.50m，属强潮海区。本工程东港穿越点为大型穿越点，现状河宽约 1km，拟穿越区域属于海相沉积地貌和低山地貌，西岸高差大，坡度陡，东岸比较平缓，一般高程 2.4~5.3m，两岸多为鱼塘、农田，洪水期漫滩，河床变化以淤积作用为主

### 5.1.8 土壤与植被

福清地体多火山岩系构成，山丘起伏，气温高，雨量多，但分布不均匀。植被东南差，西北较好。形成以红壤、水稻土、盐渍土为主的 3 种土壤类型。其中以红壤为最多，水稻土次之，再是盐渍土。红壤的发育程度不尽相同，又可分为

准红壤和灰化红壤两个亚类。水稻土，由于以水分为主的供给情况不同，引起土壤发育上的差异，又可分为潜育性水稻土和潜育性水稻土两亚类。此外还有冲积土、黄壤。

全市森林资源丰富，有林地面积 2924637.6 亩，林木生长立地条件较好，成林时间短，林木年生产率达 4.4%。植被可分为 13 个植被型，75 个群系。其森林植被类型主要有常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿针叶林、针阔混交林、竹林、建柏、榛、榕、米楮、相思树、木麻黄以及竹、茶、果等。全市森林覆盖率为 40.5%，全市绿化程度 77.1%。全市植物品种繁多，目前已查明植物 173 科，468 属，986 种，是全省重点林区之一。各种林副产品资源如松脂、油桐、油茶、笋干等也相当丰富。

## 5.2 自然资源概况

福清境内耕地 3.09 万公顷，有林地 6.1 万公顷，林木蓄积量 166.8 万立方米，毛竹 116.5 万根，森林覆盖率 47%。可利用草场 5300 公顷。水力资源理论蕴藏量 2.41 万千瓦，可开发 1.42 万千瓦。矿藏有花岗岩、叶蜡石、高岭土、石英砂、铁砂、泥炭、铁。海岸线 348 千米，岛岸线 84.24 千米，海域 911.5 平方千米。

工程区附近海洋资源主要有岸线资源、港航资源、渔业资源、无居民海岛等。

### 5.2.1 岸线资源

工程区附近万安岸段自文关岛~青屿（包括仁屿），岸线长 18.0km，地处兴化湾入口水道北侧，东南向面向外海，受风浪影响较大，后方陆域较为狭窄，但岸线前方自然水深可达 10.0m，且岸线距兴化湾主航道较近，可考虑作为预留开发岸线。其中莲峰西侧岸线长约 0.9km，规划为港口岸线，主要服务 LNG 接收站，尚未开发利用。

### 5.2.2 港口航运资源

兴化湾是福建省最大的海湾之一，纵深五十几公里，水面宽阔，海湾两翼受高山半岛和石城半岛环抱拥护，湾内风浪小，底质以砂质泥为主，适合船舶锚泊避风和待泊。

兴化湾湾内深水岸线资源主要分布在江阴半岛南部（临近兴化湾深槽）、以

及兴化湾东岸的牛头尾和万安一带。兴化湾深槽是沿断裂构造发育的潮汐通道，尾部最窄处宽约1000m，其10m等深线延伸到江阴半岛西南古山咀附近，江阴岛至后青屿、野马屿段走向NW-SE，水深14~17m，向湾口分兴化水道和南日水道。兴化水道水深条件较好，但水道较窄且两侧岛礁较多，流速大（达3.5节），对大型船舶安全航行不利，经整治后可通航20万吨级海轮，已开辟为江阴港的主航道。而南日水道较宽，除南日岛南侧有拦门浅滩发育外，其他航段水下地形较好，目前可乘潮通航8万吨级以上海轮。

兴化湾万安港、塘屿、南横岛、南日岛东侧的大桥山连线和南日水道西侧石城山东南灯桩与南日岛西端灯桩连线所围成的水域为福州港江阴港区水域范围。20m深槽从口外经路屿航门可直抵湾内的江阴待泊锚地附近。兴化湾航道除路屿航门水域狭窄，平均宽度仅600m左右外，其余水域都较宽阔。进港航道沿深槽布置，航道顺直，主航道水深都在23m以上，主流向基本与航轴线走向一致。20m深槽宽度平均在2000m以上，航行条件十分优越。

### 5.2.3 海洋渔业资源

兴化湾海水中营养盐丰富，水质肥沃，海洋渔业资源丰富。据《中国海湾志》第七分册，兴化湾水产生物中经济种达200种，其中底栖生物（包括潮间带）经济种初估有130多种，可供增养殖的有数十种。鱼类主要有马鲛鱼、鳓鱼、带鱼、三角鱼、鲳鱼、黄姑鱼、鲷鱼、中华海鲶、鳐鱼、小公鱼、弹涂鱼等；贝类主要有褶牡蛎、菲律宾蛤仔、缢蛏、寻氏肌蛤、文蛤、青蛤、四角蛤蜊、泥蚶、栉江瑶、杂色蛤子、波纹巴菲蛤等；甲壳动物主要有长毛对虾、日本对虾、哈氏仿对虾、周氏新对虾、独角新对虾、近缘新对虾、中华管鞭虾、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等；头足类的乌贼、鱿鱼、章鱼等；经济藻类以海带、紫菜、石花菜和江蓠等为常见种。

高山湾、南日岛海域渔业发达，有滩涂养殖、围垦养殖、浅海养殖以及网箱养殖。浅海养殖以藻类为主，包括季节性龙须菜、海带、紫菜等；浅海网箱养殖品种主要有鲍鱼、真鲷、鳊鱼以及黄鳍鲷、花尾胡椒鲷等；滩涂养殖和围垦养殖主要为花蛤、缢蛏等贝类。

## 5.2.4 滨海旅游资源

兴化湾岛礁遍布，具有许多独特的海岛地貌景观，是开展海岛观光、休闲度假旅游的理想资源。目前项目区附近已开发利用的主要有目屿海岛度假旅游区，位于本项目工程区西面，距离约11公里。

目屿（另称野马屿）面积约3.2km<sup>2</sup>，为古代海监哨位，故名目屿。岛上风光秀丽，有天然奇景（奇岩怪石）88处。已建有度假山庄，及通往各景点的旅游道路。交通仅靠海上渡船与陆地公路交往。居民以养殖捕鱼为生，人口560多人，本岛为乙级景观旅游区，年游客一万人次。福清市拟在目屿岛建规模较大的旅游度假村，目前已有沙埔镇锦城村通往目屿的海底输电电缆进岛。

此外，工程区附近的万安镇有明代万安古城、祝圣宝塔，还有明代烽火台3处人文自然景观。

## 5.2.5 无居民海岛资源

工程区附近的无居民海岛主要有仁屿、鸟尾岛、东箭屿、白屿等。

仁屿：距大陆最近点约395m。基岩海岸，南北两侧礁石滩发育，岛上植被比较好。最高点海拔43.0m。

鸟尾岛：仁屿的东南侧，距大陆最近点约1.4km。形弯曲似鸟尾。长轴为北东—南西走向，最高点海拔11.0m。基岩海岸，东侧岩石滩发育。地表岩石裸露，长少量杂草。

东箭屿：距大陆最近点约1.1km。基岩海岸，长轴方向为北西—南东走向，最高点海拔17.6m。地表岩石裸露。

白屿：兴化水道北侧，距大陆最近点约4.2km。基岩海岸，长轴为北西—南东走向，由花岗岩组成，地表岩石裸露。最高点海拔32.9m。上立有灯标。

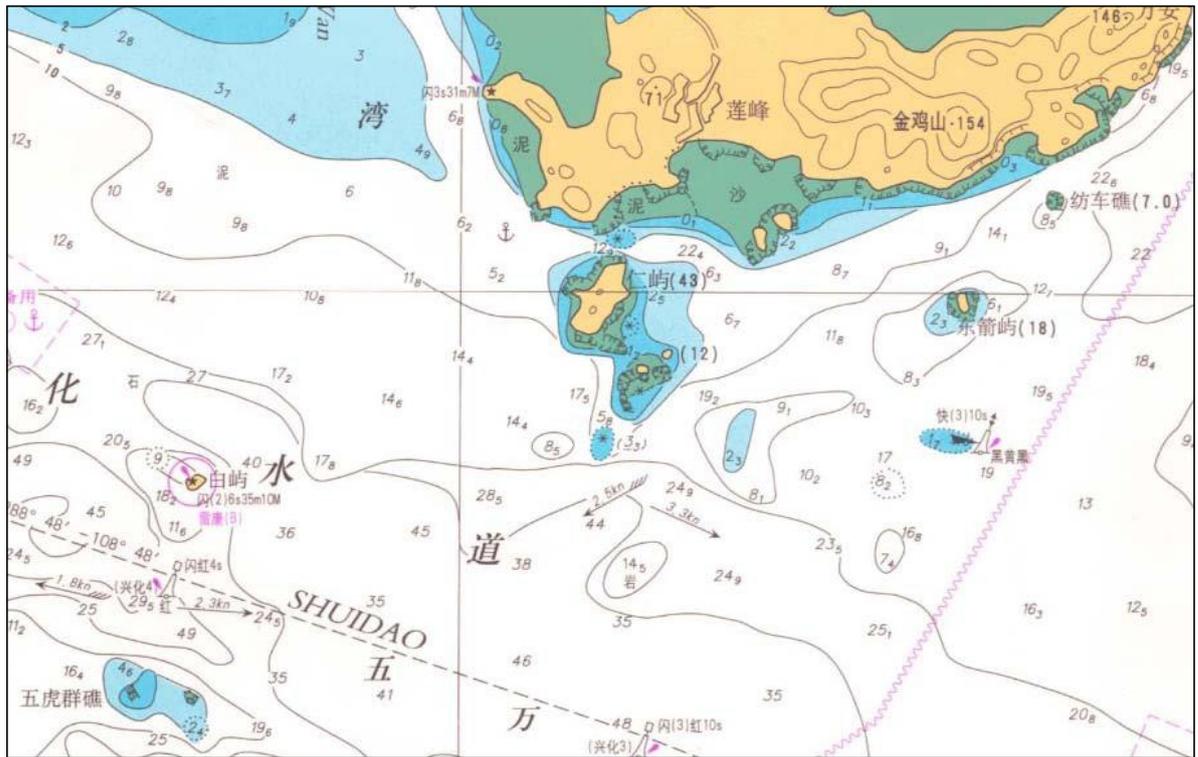


图 5.2-1 工程区附近无居民海岛分布图

## 5.3 周边海域开发利用现状

### 5.3.1 海水养殖现状

工程所在海域评价范围涉及或部分涉及海洋渔业生产的乡镇主要有福清市的高山镇、东瀚镇、沙埔镇及莆田市南日岛镇。这4个镇海域面积大，不仅养殖方式多样，养殖品种繁多，且在养殖技术日益进步的同时，养殖水域逐渐从滩涂近岸区向远岸深水区扩张。



图 5.3-1 高山镇、东瀚镇、沙埔镇和南日镇的地理位置

### 5.3.1.1 福清市高山镇、东瀚镇、沙埔镇海水滩涂养殖区现状

2022 年 11-2023 年 1 月，对福清市高山镇、东瀚镇、沙埔镇海水滩涂养殖区进行调访，当地藻类养殖品种主要为海带、龙须菜和紫菜等，据调访当地养殖户了解，海带放苗时间一般为 12 月，收割时间一般为 5 月，海带和龙须菜筏式轮养；紫菜采苗时间一般为 9 月上旬-9 月下旬，收割时间一般在农历 10 月中旬-11 月上旬即可进行第一次采收，每隔 15-20 天可采收下一水紫菜。主要浅海贝类养殖品种为牡蛎，浅海网箱养殖主要品种为鲍鱼（黄金鲍）、真鲷、石斑鱼、美国红鱼、大黄鱼和鳊鱼等。海水池塘养殖品种主要为菲律宾蛤仔、凡纳滨对虾和梭子蟹等。

价范围内福清海域养殖面积合计约 31.5651 km<sup>2</sup>，其中海带的养殖面积最大，为 21.4172 km<sup>2</sup>；其次为牡蛎，吊养牡蛎的面积为 3.3737 km<sup>2</sup>；浅海网箱养殖中鲍鱼养殖面积约 0.074 km<sup>2</sup>；鱼类养殖面积约 0.1118 km<sup>2</sup>。池塘贝类养殖品种主要为菲律宾蛤仔、文蛤等，池塘对虾、蟹类养殖品种主要为日本对虾、凡纳滨对虾和梭子蟹，海水池塘养殖总面积约 6.5047 km<sup>2</sup>。此外，还有少量日本对虾和凡

纳滨对虾在温室养殖，养殖面积约 0.0732 km<sup>2</sup>。

位于东瀚镇文关岛的海水育苗场目前已废弃，东瀚镇海水育苗场有 2 个，主要分布在莲峰村（见图 5.3-3 和图 5.3-4），育苗品种为花螺（东风螺）、河蚌等，育苗场面积约 0.0106 km<sup>2</sup>。

表 5.3-1 福清市高山镇、东瀚镇、沙埔镇水域滩涂养殖面积统计

序号	养殖品种	养殖方式	养殖面积(km <sup>2</sup> )
1	鲍鱼（黄金鲍）	浅海网箱	0.0740
2	石斑鱼、鲷鱼等		0.1118
3	藻类养殖（海带、龙须菜轮养）	吊养	21.4172
4	牡蛎		3.3737
5	对虾（日本对虾、凡纳滨对虾）	海水池塘养殖	0.5756
6	菲律宾蛤仔		3.8620
7	菲律宾蛤仔、对虾（日本对虾、凡纳滨对虾）轮养		1.8066
8	对虾（日本对虾、凡纳滨对虾）、梭子蟹		0.2084
9	文蛤、对虾（日本对虾、凡纳滨对虾）、梭子蟹轮养		0.0522
10	对虾（日本对虾、凡纳滨对虾）	温室养殖	0.0732
11	花螺（东风螺）、河蚌	育苗场	0.0106



图 5.3-2 福清市高山镇、东瀚镇、沙埔镇海域滩涂养殖分布图

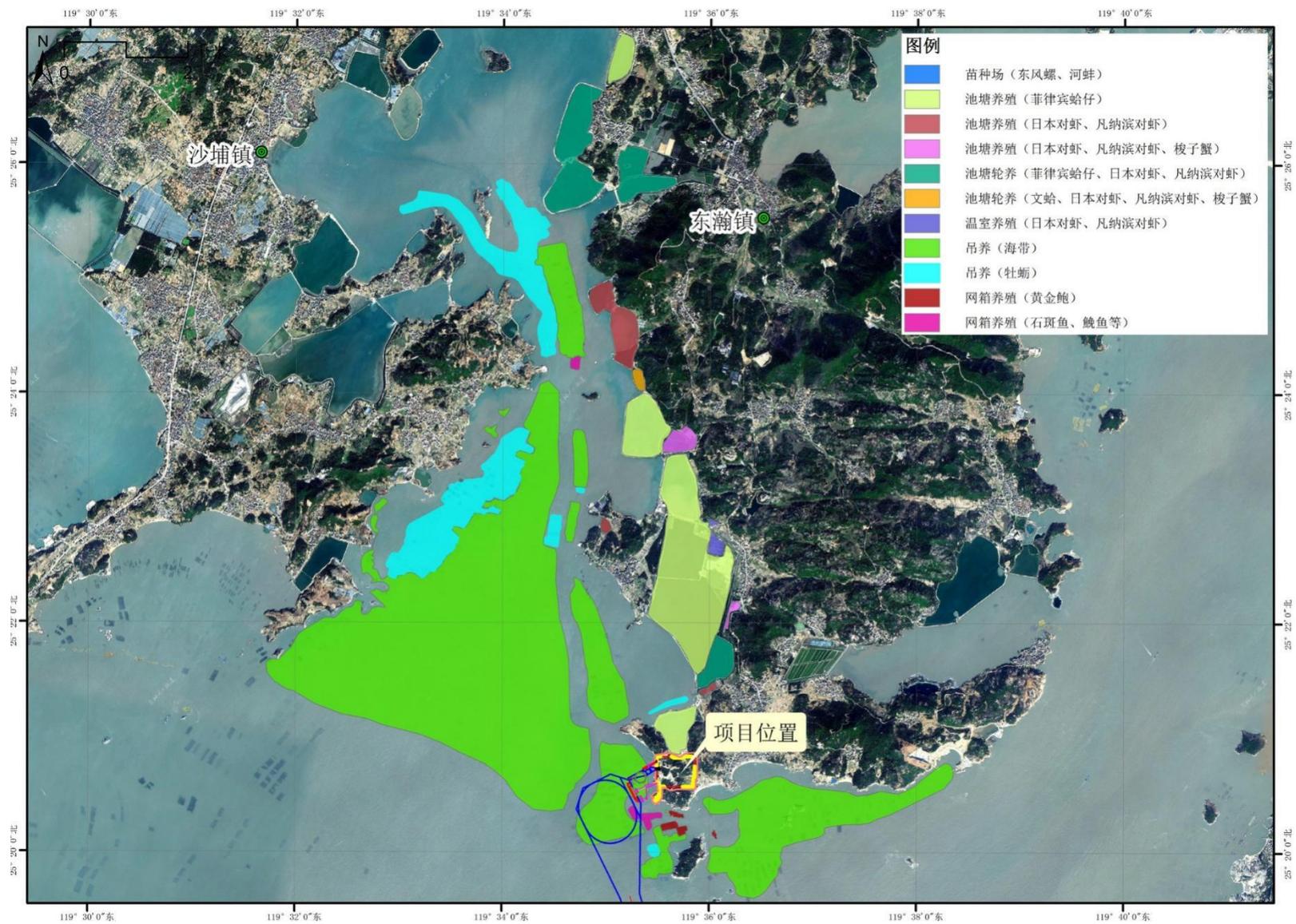


图 5.3-3 福清市高山镇、东瀚镇、沙埔镇海域滩涂养殖类型示意图

工程区附近海域养殖区具体见下图，主要养殖品种为海带、龙须菜、牡蛎、鲍鱼及网箱养鱼等。



网箱养殖(石斑鱼、鮟鱼等)



鱼排养殖（鲍鱼等）



海带养殖



吊养牡蛎

图 5.3-4 工程区附近海域海水养殖区照片



图 5.3-5 位于接收站东南面陆域的海水育苗场（卫星影像图）

### 5.3.1.2 莆田市南日镇海水养殖现状

南日镇从事渔业人口 47586 人，纯渔业村 9 个，有大小渔业船舶 456 艘，海水养殖专用泡沫筏 2584 艘，是一个以渔为主的海岛镇。2021 年全镇的水产品产量为 23.38 万吨，总产值 38.94 亿元，鲍鱼产值近 9 亿元，海带、龙须菜等产值超 18 亿元(南日镇政府提供，2022.11.10)。

海水养殖现状：南日海域已开发利用的浅海滩涂面积 7.03 万亩，其中浅海养殖面积 6.27 万亩，滩涂养殖面积 0.76 万亩。养殖品种中，藻类养殖面积达 6.28 万亩，养殖种类包括海带、龙须菜、紫菜和红毛藻；海水渔排网箱 26150 口，其中南日鲍渔排网箱养殖 23650 口，海水鱼类养殖网箱 2500 口；对虾养殖面积为

3300 亩；此外还有牡蛎、文蛤等养殖品种。拥有海水苗种场 51 个，育苗水体 260200 m<sup>3</sup>，其中有 12 家育苗场被评为市级水产良种场。2021 年岛上有 30 家育苗场开展鲍鱼育苗和保苗业务，鲍鱼苗量大约有 1 亿粒左右，海水育苗种类还有：双线紫蛤苗 3000 万粒、文蛤苗 3 亿粒、花蛤附底苗 1000 公斤、紫菜 3160 万贝壳、海带苗 32000 万株等。岛上还拥有莆田市海发水产开发有限公司一家农业产业化省级重点龙头企业，东禹（福建）水产科技开发有限公司、镇海八珍品水产技术开发有限公司、莆田市海岛人家水产有限公司等十四家市级水产龙头企业。

南日镇现有海上鲍渔排网箱和海水鱼类养殖网箱养殖，主要分布在万峰娘屿、东岱浮屿、万峰官沃、浮叶燕里、小日前、鳌屿前、东罗盘、石盘海绘等海区。从事海上鲍鱼养殖劳动力 1700 多人。2021 年全镇鲍鱼养殖产量 6893 吨，产值约 9 亿元。

南日岛周边海域海水养殖现状见下图。



图 5.3-6 莆田市南日镇水域滩涂养殖类型示意图

### 5.3.2 渔船停靠点和渔港

#### (1) 渔船停靠点

在工程区西海岸偏北有一新建简易靠船点，推测在 2014 年至 2015 年建成，未确权，在拟建工作船舶位处见下图。



图 5.3-7 拟建工作船舶泊位处的渔船停靠点照片

#### (2) 渔港

项目周边海域的渔港主要为福清市东瀚镇亮沃口二级渔港工程、沙埔镇东陈村三级渔港工程和牛头尾三级渔港工程。

### 5.3.3 航道与锚地

#### (1) 航道

工程区主要航道为江阴港区进港航道，详情见 3.5.1-3.5.4 小节。

#### (2) 锚地

工程区南面有两个锚地：目屿东锚地、塘屿南锚地。

目屿东锚地：为规划的待泊锚地，位于目屿东侧，为一长方形水域，长约 3.09km，宽约 1.41km，水域面积约为 600 万  $m^2$ ，水深约-17.8m，底质为泥沙。

塘屿南锚地：为引航联检待泊锚地，位于塘屿岛西南侧，为一长方形水域，长约 3.1km，宽约 1.4km，水域面积约为 576 万  $m^2$ ，水深约 19.0m，底质为泥沙。

### 5.3.4 平潭岛至南日岛海底电缆

本工程东南方向，有一条海底电缆沿 NE-SW 方向横穿而过，距离本工程区约 5km，为海坛岛—南日岛海底电缆，轴线详见图 3.5-4。

## 5.4 环境空气质量现状调查与评价

接收站工程环境空气质量现状调查与评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“6.1 环境空气质量现状调查与评价”小节。

配套外输管道工程环境空气质量现状调查与评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“5.2 环境空气质量现状调查与评价”小节。

## 5.5 地表水环境质量现状调查与评价

接收站工程地表水环境质量现状调查与评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“7.1 水环境质量现状调查”小节。

配套外输管道工程地表水环境质量现状调查与评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“5.3 地表水环境质量现状调查与评价”小节。

## 5.6 地下水环境质量现状调查与评价

接收站工程地下水环境质量现状调查与评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“8.1 评价区地质及水文地质条件”、“8.2 地下水环境质量现状监测与评价”小节。

配套外输管道工程地下水环境质量现状调查与评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“5.4 地下水环境质量现状调查与评价”小节。

## 5.7 声环境质量现状调查

接收站工程声环境质量现状调查与评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“9.1 声环境现状调查及评价”小节。

配套外输管道工程地下水环境质量现状调查与评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“5.5 声环境质量现状调查”小节。

## 5.8 土壤环境质量现状调查

本项目土壤环境质量现状调查与评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“12.1 土壤环境质量现状监测”小节。

## 6 生态环境影响评价

### 6.1 生态环境现状调查

接收站工程生态环境现状调查内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“5.1 生态环境现状调查”小节。

配套外输管道工程生态环境现状调查内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“6.1 生态环境现状调查”小节。

### 6.2 生态环境影响分析

接收站工程生态环境影响分析内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“5.2 生态环境影响评价”小节。

配套外输管道工程生态环境影响分析内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“6.2 生态环境影响分析”小节。

### 6.3 生态保护措施

接收站工程生态环境影响分析内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“5.3 生态环境保护措施”小节。

配套外输管道工程生态环境影响分析内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“6.3 生态保护措施”小节。

## 7 海洋环境影响评价

### 7.1 海洋环境现状调查

接收站工程海洋环境现状调查内容见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“5.1.4 海域生态现状调查”小节及《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“第四章 海洋环境质量现状调查与评价”。

配套外输管道工程生态环境现状调查见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“7.1 海洋环境现状调查”小节。

### 7.2 海洋环境影响分析

接收站工程海洋环境影响分析内容见《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“第五章 海洋环境影响预测与评价”。

配套外输管道工程生态环境现状调查见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“7.2 海洋环境影响分析”小节。

### 7.3 海洋环境保护措施

#### 7.3.1 施工期

接收站工程海洋环境保护措施内容见《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“第七章 环境保护措施及其可行性论证”。

配套外输管道工程生态环境现状调查见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“7.3 海洋环境保护措施”小节。

## 8 环境影响预测与评价

### 8.1 施工期环境影响分析

#### 8.1.1 施工期大气环境影响

接收站工程施工期大气环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“6.2 施工期环境空气影响分析”小节。

配套外输管道工程施工期大气环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.1 施工期大气环境影响”小节。

#### 8.1.2 施工期地表水环境影响

接收站工程施工期地表水环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“7.2 地表水环境影响分析-7.2.1.1 施工期”小节。

配套外输管道工程施工期地表水环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.2 施工期地表水环境影响”、“8.3 施工期对二级水源保护区的影响”小节。

#### 8.1.3 施工期地下水环境影响

接收站工程施工期地下水环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“8.3 施工期地下水环境影响分析与评价”小节。

配套外输管道工程施工期地下水环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.4 施工期地下水环境影响分析与评价”小节。

#### 8.1.4 施工期声环境影响

接收站工程施工期声环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“9.2.1 施工期声环境影响分析”小节。

配套外输管道工程施工期声环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.5 施工期声环境影响”小节。

### **8.1.5 施工期固体废弃物环境影响**

接收站工程施工期固废环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“10.1 施工期固体废物影响分析”小节。

配套外输管道工程施工期固废环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.6 施工期固体废弃物环境影响”小节。

### **8.1.6 施工期土壤环境影响**

接收站工程施工期土壤环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“12 土壤环境影响分析-12.2 施工期环境影响分析”小节。

## **8.2 运行期环境影响分析**

### **8.2.1 运行期大气环境影响分析**

接收站工程运行期大气环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“6.3 运行期环境空气影响分析”小节。

配套外输管道工程运行期大气环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.7.1 运行期大气环境影响分析”小节。

### **8.2.2 运行期地表水环境影响分析**

接收站工程运行期地表水环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“7.2 地表水环境影响分析-7.2.1.2 运行期”小节。

配套外输管道工程运行期地表水环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.7.2 运行期地表水环境影响分析”小节。

### **8.2.3 运行期地下水环境影响分析**

接收站工程运行期地下水环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“8.4 营运期地下水环境影响分析与评价”小节。

配套外输管道工程运行期地下水环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站

配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.7.3 运行期地下水环境影响分析”小节。

#### **8.2.4 运行期声环境影响分析**

接收站工程运行期声环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“9.2.2 运行期声环境影响预测及评价”小节。

配套外输管道工程运行期地下水环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.7.4 运行期声环境影响分析”小节。

#### **8.2.5 运行期固废环境影响分析**

接收站工程运行期固废环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“10.2 运营期固体废物环境影响分析”小节。

配套外输管道工程运行期固废环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“8.7.5 运行期固废环境影响分析”小节。

#### **8.2.6 运行期土壤环境影响**

接收站工程运行期土壤环境影响评价内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“12 土壤环境影响分析-12.3 运营期环境影响分析”小节。

## 9 环境风险评价

接收站工程环境风险评价内容见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“11 环境风险评价”小节及《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“第六章 环境风险评价”。

配套外输管道工程生态环境现状调查见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“9 环境风险评价”小节。

# 10 环境保护措施及其可行性论证

## 10.1 施工期环境保护措施

### 10.1.1 大气污染防治措施

接收站工程施工期大气污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“6.4.1 施工期大气污染防治措施”小节及《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“7.1.4 大气污染防治措施”小节。

配套外输管道工程施工期大气污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.1.1.1 大气污染防治措施”小节。

### 10.1.2 地表水污染防治措施

接收站工程施工期地表水污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“7.2.1 水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价-7.2.1.1 施工期”小节及《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“7.1.1 施工期水污染防治对策”小节。

配套外输管道工程施工期地表水污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.1.1.2 地表水污染防治措施”、“10.1.2 穿越河流时的环境保护措施”、“10.1.3 穿越水源保护区时的环境保护措施”小节。

### 10.1.3 地下水污染防治措施

接收站工程施工期地下水污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“8.3 施工期地下水环境影响分析与评价-8.3.1 废水防治措施”小节。

配套外输管道工程施工期地下水污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.1.1.3 地下水污染防治措施”小节。

### 10.1.4 噪声污染防治措施

接收站工程施工期噪声污染防治措施内容详见《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“7.1.5 噪声污染防治措施”小节。

配套外输管道工程施工期噪声污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.1.1.4 噪声污染防治措施”小节。

### **10.1.5 固废污染防治措施**

接收站工程施工期固废污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“10.1 施工期固体废物影响分析-10.1.5 环保措施”小节及《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“7.1.6 固体废物污染防治措施”小节。

配套外输管道工程施工期固废污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.1.1.5 固废污染防治措施”小节。

## **10.2 运行期环境保护措施**

### **10.2.1 废气污染防治措施**

接收站工程运行期废气污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“6.4.2 运营期大气污染防治措施”小节及《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“7.2.3 大气污染防治措施”小节。

配套外输管道工程运行期大气污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.2.1 废气污染防治措施”小节。

### **10.2.2 废水污染防治措施**

接收站工程运行期废水污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“7.2.1 水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价-7.2.1.2 运行期”小节及《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“7.2.1 水污染防治对策”小节。

配套外输管道工程运行期地表水污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.2.2 废水污染防治措施”小节。

### **10.2.3 地下水污染防治措施**

接收站工程运行期地下水污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“8.4.2 地下水环境保护措施”小节。

配套外输管道工程运行期地下水污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站

配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.2.3 地下水污染防治措施”小节。

#### **10.2.4 噪声污染防治措施**

接收站工程运行期噪声污染防治措施内容详见《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“9.3 主要降噪措施”小节及《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“7.2.4 噪声污染防治措施”小节。

配套外输管道工程运行期噪声污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.2.4 噪声污染防治措施”小节。

#### **10.2.5 固废污染防治措施**

接收站工程运行期固废污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站项目环境影响评价专题报告》“10.2 运营期固体废物影响分析-10.2.4 环保措施”小节及《中石油福建 LNG 接收站项目海洋环境影响专题报告》“7.2.5 固废防治措施”小节。

配套外输管道工程运行期固废污染防治措施内容详见《福建 LNG 接收站配套外输管道工程环境影响评价专题报告》“10.2.5 固废污染防治措施”小节。

# 11 环境影响经济损益分析

衡量一个建设项目的效益，除经济效益外，还要考虑社会效益和环境效益。环境影响经济损益分析是衡量建设项目所投入的环保治理资金及所收到的环境保护效果是否合理。因此，在环境影响经济损益分析中，除需计算用于控制污染所需的费用外，还需要计算环境保护活动所产生的实际效益。本项目建设的环境影响经济损益分析包括项目投入产生的直接的收益与损失，以及项目运行过程中带来的间接收益与损失。本次评价主要就环境保护投资估算、投资比例、环保设施产生的经济、社会效益，在一定程度上作定性描述和简单定量分析。

## 11.1 建设项目总投资

本项目建设内容包括 LNG 接收站工程、接收站涉海工程和外输管道工程三部分，该项目总投资 773366 万元，项目环保投资 13315.86 万元，占项目总投资的 1.72%，其中：1) LNG 接收站工程环保投资 7472.76 万元，占项目总投资的 0.97%；2) 接收站涉海工程环保投资约为 2633.10 万元，占工程总投资的 0.34%；3) 外输管道工程环保投资约 3210.00 万元，占总投资的 0.42%；环保投资主要用于污染防治、恢复地貌、恢复植被、生态补偿、环境监测、环境管理等费用。LNG 接收站工程、接收站涉海工程及配套外输管道工程环保投资估算详见下表。

表 11.1-1 环保投资估算 单位：万元

工程段名称	序号	类型	项目名称	投资额
<b>施工期</b>				
LNG 接收站工程	1	废气污染防治	洒水车(租用)及运行	2
	2		水泥仓顶设置袋式除尘器	5
	3		施工场地周围围挡、建设临时仓库等	10
	4		建筑废物等堆存扬尘防治	2
	5	废水污染防治	移动厕所	5
	6		施工生产废水沉淀池	5
	7		含油废水分离器	0.5
	8		槽车(租用)及运行费用	0.5
	9	噪声污染防治	噪声影响防护费用	5
	10	固体废物处理	一般固体废物处理费用	30
	11		船舶固体废物处理费用	5

工程段名称	序号	类型	项目名称	投资额
	12		危险废物处置费用	5
	13	海域生态保护	生态损失补偿金	2121.46
	14	环境监理	施工期环境监理	45
	15	环境监测	施工期环境监测	30
接收站涉海工程	16	废水污染防治	污水处置费	60
	17	固体废物处理	船舶生活垃圾	
	18	环境监理	施工期环境监理	200
	19	环境监测	施工期环境监测	200
配套外输管道工程	20	生态污染防治	施工作业带、渣场恢复地貌	900
	21		施工作业带、渣场恢复植被	1000
	22	废水污染防治	污水处置费	10
	23		大中型定向钻穿越泥浆处置	250
	24	大气环境污染防治	施工期抑制扬尘	100
	25	固体废物处理	固体废物处理费用	5
	26	噪声污染防治	噪声影响防护费用	200
	27	环境监理	施工期环境监理	50
28	环境监测	施工期环境监测		
施工期环保投资合计				5246.46
<b>运营期</b>				
LNG接收站工程	1	废气污染防治	BOG回收系统	2500
	2		低氮燃烧器	45
	3		火炬系统	300
	4		安全泄放系统	150
	5		油烟净化装置	2
	6		食堂烟囱	2
	7	废水污染防治	综合污水处理站及废水收集系统	600
	8		初期雨水收集系统	300
	9		洒水车	20
	10	噪声污染防治	隔声室、隔声罩	20
	11		设备进、出口消声器	10
	12		吸声材料等	20
	13	固体废物处理	一般固体废物处理费用	5
	14		船舶固体废物处理费用	5
	15		危险废物处置费用	5
	16		危险废物储存间	50
	17		移动式格栅清污机	1.5
	18		旋转滤网	0.5
	19	生态保护	绿化	50
	20	运营期环境监测	监测设备的购置	30
	21		运营期环境监测	20
	22	环境风险防范	报警、自动控制系统	50

工程段名称	序号	类型	项目名称	投资额
	23		集液池及导流沟	100
	24		气化装置区围堰	5
	25		事故水池及收集系统	600
	26		海上溢油应急设备配备	300.30
	27		演习	10
接收站涉海工程	28	废水污染防治	生态环保厕所	5
	29		污水处置费	2
	30	固体废物处理	船舶生活垃圾	3
	31	应急风险防控	溢油事故应急设备配备	305
	32	环境监理	运营期监测、环境日常管理等方面	300
	33	环境监测		
34	海洋生态补偿			1558.10
配套外输管道工程	35	废水污染防治	钢筋混凝土化粪池	30
	36		一体化污水处理装置	90
	37		隔油池	20
	38	固体废物处理	清管废渣、分离器检修废渣	15
	39	废气污染防治	天然气放空	200
	40	噪声污染防治	运行期减噪	300
	41	生态污染防治	站场绿化	40
运营期环保投资合计				8069.40
项目环保总投资合计				13315.86

## 11.2 环境效益分析

天然气是保障国民经济稳定持续发展、人民生活水平不断提高、环境条件得到改善和稳固的重要绿色能源。福建 LNG 接收站配套外输管道工程的建设符合国家加快储气设施建设和完善储气调峰辅助服务的要求，能够提高天然气在一次能源消费中的比重，保障天然气稳定供应。作为福建省中石油的重要供气管道，本工程的建成能够为福建省供气提供保障，并同时满足福建省、江西省、湖南省的季节调峰需求，以及为西气东输三线和西气东输二线等管道提供应急保供气源，具有明显的社会、经济和环境效益。经济、社会和环境效益是考察建设项目效益的重要指标，本章将对该项目建设的各项效益进行分析，并采用定性和定量相结合的方法，从环境经济角度分析该项目对沿线环境的影响程度。

### 11.2.1 社会效益分析

本项目的社会效益主要表现在缓解能源短缺、优化能源结构、提高人民生活

水平、降低事故风险和解决就业等方面。

**缓解能源短缺：**由于我国适宜建设储气库的地质构造少，特别是长三角、珠江三角洲这些天然气负荷中心地区基本不具备建设地下储气库的地质条件，储气库的调峰气量十分有限，难以满足调峰供气的需要。根据市场供需分析，2025年福建省的天然气缺口为  $33 \times 10^8 \text{m}^3$ ，2030年将达到  $51 \times 10^8 \text{m}^3$ ，福建 LNG 接收站地处华东，且 LNG 具有储气效率高、调运方便、气化能力调节灵活等特点，通过建设具有 LNG 接卸、储存、气化外输、液态装车功能的福建 LNG 接收站，配套建设外输管道，与 2017 年 3 月开始供气的西气东输三线共同为福建省供气，可提供中石油在福建省的基荷、调峰气源，为福建省、江西省、湖南省部分地区提高供气的保障程度，确保供气安全。

**优化能源结构：**近年来，随着经济社会快速发展，福建省能源消费量的不断增加，但能源结构中原煤占有比例仍较大，是造成大气污染加重和温室气体排放增加的根源之一。建设福建 LNG 项目，引进 LNG、扩大天然气在能源消费中的比重、提高能源利用效率，有利于加快福建省能源结构的调整和优化、保护环境、改善当地居民生活质量，有助于构建国家生态文明试验区。

**提高人民生活水平：**通过扩大福建省天然气覆盖范围、普及程度与市场占有率，有利于加快推进全省城乡统筹发展，改善城乡居民的生活品质，促进全面经济社会建设进程。本工程建设将促使地方政府加快基础设施建设的步伐，如通讯、管网、电力等，也将带动社会服务包括宾馆、餐饮、娱乐等设施的建设，满足当地居民和项目建设的需要，促进当地的城镇化和现代化建设进程。本项目引进 LNG 用作城市燃气，将会提供居民安全可靠的生活、商业和工业用气，有利于推进生活用能的洁净化和高效化，并改善人民生活水平和质量。

**降低事故风险：**通过福建 LNG 接收站的建设及本工程的实施，有助于解决中石油福建省境内的西三线东段（吉安-福州）无稳定的气源供应的问题，对提升清洁能源供应量、改善本地区大气环境、优化能源结构、实现节能减排、实现社会经济可持续发展等，都将产生积极而深远的影响。

**解决就业：**本项目工程总投资约 773366 万元，将吸纳大量人员参加建设；项目建成后需要当地居民进行各种服务以维持项目的持续运转，可使当地相关行业增加就业人员。因此本项目可带动当地民众参与建设和增强消费，增加当地居

民就业和收入，解决部分人员就业问题，提高当地居民生活水平和质量。

此外，本项目的建设，将增加地方政府财政收入，有利于地方政府改善文化、教育、卫生设施。由于项目的实施，对人员的素质、专业技能有较高的要求，且需求量较大，因此将对当地的文化、教育、卫生事业起到较大的推动作用。

本工程的建成将大大改善福建省的能源交通环境，是缓解我省油气能源短缺和运输压力的有利途径。另外，本工程的实施有利于能源企业巩固资源基础、完善管网建设、开发高端市场、提高经济效益，符合中国石油天然气集团公司可持续发展战略要求。

### 11.2.2 经济效益分析

本工程的投入不仅可带来天然气供应效益，还可拉动内需，带动我国机械、电子、冶金、建材等相关工业的发展，提高各类企业的经济效益，促进经济发展。

本项目的建设有利于满足福建省、江西省及湖南省部分地区社会经济发展对能源的需求，增强季节调峰供气能力，早日解决相关地区天然气供需矛盾，保证当地天然气供应安全，提高管网调配灵活性。因此，努力扩大市场范围、挖掘高端用户，获得税收优惠政策及降低建设投资、运营成本等，可以大大提高项目的经济效益。

另外，本项目的建成还具有一定的间接经济效益，例如使用天然气发电与燃煤电厂比可大大节约投资，减少运营成本，主要为煤炭运费等，同时还可以缓解铁路和公路运输压力，改善环境提高居民生活质量等。

### 11.2.3 环境损益分析

#### 1、环境损失分析

本工程在建设过程中，由于线路工程施工和站场建设需要临时和永久占用土地，扰动土壤，破坏地表植被，配套码头施工期因工程疏浚、悬沙入海及炸礁等将对海洋生物造成影响。施工产生的扬尘、噪声会对周边环境的影响，并因此带来一定程度的环境损失，在采取合理环保措施及施工结束后能得到有效缓解。

一般来说，环境损失包括直接损失和间接损失，直接损失指由于项目建设对土壤、地表植被及其生境破坏所造成的环境经济损失，即土地资源破坏的经济损失；间接损失指由土地资源损失而引起的其他生态问题，如水土流失、沙尘暴、

生物多样性及生产力下降等生态灾害所造成的环境经济损失。间接损失的确定目前尚无一套完整的计算方法和参考依据，因此，只能通过计算直接损失—生物损失费来确定环境损失。

## 2、环境效益分析

### ①. 改善环境空气质量

天然气利用可以减少环境空气污染物的排放量，改善环境空气质量，与燃油和燃煤相比具有更高的环境效益。

工程投产后年输气量为  $33.9 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ 。根据天然气、燃料油和燃煤的热值，本项目可替代燃料油、燃煤的量分别为 288.2 万 t/a、576.3 万 t/a。根据天然气、油和煤的热值，首先计算出天然气替代油、煤的量，然后计算出  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  的排放量，具体计算结果见下表。

表 11.2-1 不同燃料  $\text{SO}_2$  产生情况对比

能源类别	消耗量	单位	硫含量	折算 $\text{SO}_2$ 含量
天然气	33.9	$\times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$	508.5kg/百万 $\text{m}^3$	0.2136 万 t/a
燃料油	288.2	万 t/a	0.5%	2.8820 万 t/a
燃煤	576.3	万 t/a	1.01%	11.6413 万 t/a

注：1.燃料油的硫含量选自燃料油标准（GB/T387）；燃煤的硫含量来自全国统计数据结果；2.根据国家统计局全国主要能源折算标准表，天然气热值按照 8500 大卡/立方米计算，燃料油热值按照 10000 大卡/千克计算，原煤热值按照 5000 大卡/千克计算。

由上表可知，燃烧天然气与燃油和燃煤相比，在不计算治理措施的情况下，项目投产后污染物二氧化硫排放量可以分别减少 2.6684 万 t/a 和 11.4277 万 t/a。

根据类比调查研究，燃烧天然气排放的灰分、氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳大大低于燃煤和燃油的排放量，排污情况见下表。

表 11.2-2 不同燃料单位热值污染物排放因子对比

燃料类别	灰分	一氧化碳	二氧化碳	二氧化氮
天然气	1	1	3	1
原油	14	16	4	5
燃煤	148	29	5	10

由上表可见，本项目建设对改变所在省市能源结构、普及清洁能源使用、改善大气环境质量将产生十分积极的影响。

### ②. 减少污染处理费用

据全国统计数据结果，处理  $\text{SO}_2$  所需费用为 1.0 元/kg，用天然气替代燃料油或者燃煤，投产后每年可节约资金分别为：2668.4 万元和 11427.7 万元。

③. 减少运输带来的环境污染，降低运输事故风险

管道运输是一种安全、稳定、高效的运送方式。利用密闭管道进行天然气运输，正常运行不会对环境造成污染，如果采用车、船运输，其运输消耗远大于管道运输，同时运输中会产生一定量的大气污染物，如汽车尾气、二次扬尘等。另外，管线采用完善的防腐和电流阴极保护联合方式，因此运输安全性能高。根据USDOT/AOPL近30年的统计资料，陆地管线的事故概率为 $5.2 \times 10^{-4}$ ，其中近5年每1000km的平均事故概率为0.25。管道运输与船运输的事故风险危害程度比较见下表。

表 11.2-3 不同运输方式事故风险概率

事故类型	管道运输	油轮运输	驳船运输
死亡	1	4.0	10.2
伤害	1	0.7	0.9
火灾/爆炸	1	1.2	4.0

注：假定管道运输事故为1，其他是与管道运输方式的比较。

利用管道运输天然气具有更高的安全性，降低了泄漏事故的发生几率，避免了运输对大气环境的污染问题，减少了因泄露对环境的危害和对人员的伤害，保护了生态环境，具有较好的环境效益。

# 12 环境管理与监测计划

## 12.1 环境管理计划

环境管理是企业管理中一个重要环节，以环境科学理论为依据，运用技术、经济、法律、行政、教育等手段，对经济社会发展过程中施加给环境的污染破坏活动进行调节控制，实现环境、社会、经济协调可持续发展。通过实施环境管理，制定并落实建设项目环境监测计划，对项目建设施工和营运全过程进行环境管理和环境监测，及时发现与项目建设有关的环境问题，对环保措施进行修正和改进，保证全过程环保工程措施的有效运行。

### 12.1.1 环境保护管理目标

企业应针对项目实际特点进行环境管理，使本项目工程建设和环境保护设施建设符合国家同时设计、同时施工和同时投产的“三同时”制度要求，使环保措施得以具体落实，确保项目各项污染物达标排放，并为环境保护部门提供监管依据。通过实施环境管理，使本项目的经济效益和环境效益协调发展，持续、稳定运行

### 12.1.2 环境保护管理机构

环境管理是建设项目履行环境保护相关法律法规、地方行政规定、达标排放及可持续运营要求的重要保障。根据《建设项目环境保护设计规定》第五章第五十七条规定，新建、扩建企业设置环境保护管理机构。为做好本工程环境保护工作，建设单位应设置环境管理机构，负责监督和管理其施工期与营运期间环境保护措施的制定、落实等工作，负责建设项目的施工监理、监督、检查与验收，负责营运期的环境监测、事故防范和其他的环境保护管理工作内容。

#### (1) 机构设置

为有效地保护生态环境，减少工程建设的不利影响，应加强环境管理工作，组织、落实、协调和监督工程建设和运行的环境管理，在项目施工期间设立由业主单位、地方环保部门和有关动植物及生态咨询专家等组成的生态环境管理领导小组，定期召开会议，协调解决工程中出现的有关环境保护方面的问题，直至工程完成。各接收场站也必须有相应的对口专业和人员。本项目的环境保护管理工

作应接受各级生态环境主管部门、自然资源和海洋与渔业主管部门的监督和指导，同时还应接受公众的监督。

## （2）机构职责

分管环境保护董事：负责项目施工、运营中的环境保护总体目标制定、实施监督、问题处理和与环境主管部门联系协调。

公司环境保护管理处：负责环境保护总体目标实施方案制定、各站执行情况的监督检查、各站问题的解决和上报。

各场站环境保护管理科：实施环境保护的目标，监督落实各项环境保护措施。

周围村镇、单位环境保护协调管理员：监督和协助建设单位作好各项环境保护措施、共同保护生态环境和输气管道与设施，及时将不利于环境保护的各种因素通知临近的站场或上级部门，并监督解决各种隐患。

环境管理的一个重要任务就是建立和运行 HSE 管理体系。健康、安全和环境管理体系（简称“HSE 管理体系”）突出预防为主、全员参与和持续改进的特点，企业建立和实施健康、安全和环境管理体系，可以使企业健康、安全和环境的管理模式符合国际通行的惯例，满足国家法律法规和自身方针的要求，提高企业生产与健康、安全、环境的管理水平，增强企业在健康、安全与环境方面的表现和形象，实现企业的可持续发展。

项目建成投产后，企业可根据《石油天然气工业健康、安全与环境管理体系》（SY/T 6276-2010）、《环境管理体系规范及使用指南》（GB/T 24001-2016）、《职业健康安全管理体系规范》（GB/T 28001-2011）等标准建立 HSE 管理体系。

企业 HSE 体系的建立和运行包括：企业 HSE 组织机构的设置及职责的确定，HSE 文件编写及控制，人员的培训及能力评估，HSE 管理体系运行、保持与持续改进等。

### 12.1.3 环境管理和保护计划

本项目施工期和运营期都可能对环境产生不利的影 响，根据项目建设特点以及周边环境生态敏感性，必须采取环境保护管理措施，以预防或减轻其不利影响。本工程的环境管理工作应贯穿施工期和运行期全过程，有关内容见下表。

表 12.1-1 环境管理计划一览表

阶段	环境因素	防治措施建议	执行机构	监督管理机构
施工期	施工期间占用耕地、林地，减少农作物产量	尽量减少征地面积、减少占地时间，尽快恢复原有功能	建设单位和施工单位	环保部门
	施工对河流水质的影响	设置防护装置等	建设单位和施工单位	环保部门
	施工对自然岸线影响	建设生态护岸	建设单位	/
	疏浚产生的相关环境影响	采用先进的疏浚设备和工艺；施工船舶要控制装驳量，当驳船装载的疏浚物达到低于船舷 30cm 时，必须停止继续装载，确保航行过程中舱内泥水不外溢入海；在开工前应对所有施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查；疏浚物妥善外抛；对影响范围内的养殖进行征用。	建设单位和施工单位	环保部门
	炸礁产生的相关环境影响	委托有资质的单位对水下爆破方案进行论证，报相关部门审批；应严格按照审批通过的爆破方案由专业的施工队伍有组织的进行作业；采用毫秒微差的爆破方式；对安全距离内的人员、船只进行疏散；对安全距离内的养殖进行征用。炸礁产生礁渣应运送至陆域妥善处置。	建设单位、施工单位和外委单位	环保部门
	施工现场的扬尘和噪声	洒水灭尘，合理安排施工时间、选用低噪声设备或消声设施	建设单位和施工单位	环保部门
	影响现场原有交通	与交管部门协商、加强管理	交管部门、建设单位和施工单位	交管部门
	施工生活区污水、垃圾、粪便等的环境影响	垃圾集中堆放、定期运走，设置适用的厕所	建设单位和施工单位	环卫部门
	船舶含油污水、船舶垃圾等	含油污水执行铅封管理规定，船舶污水和船舶垃圾由有资质的单位接收上岸处置	建设单位、施工单位和外委单位	环保部门
	施工现场人群的传染病传播	教育工人注意个人卫生，定期体检，采取有效的防病措施	建设单位和施工单位	卫生防疫部门
运营	联络站、阀室的生产污水、生活污水、固体废	加强对污水处理站的管理，污水达标排放；固体废物按环保部	建设单位、地方环保管	环保部门

阶段	环境因素	防治措施建议	执行机构	监督管理机构
期	物等对环境的影响	门的要求处理或处置	理机构和地方环境监测站	
	船舶含油污水、生活污水、船舶垃圾等	接收站涉海工程营运期船舶油污水、生活污水应由自带污水处理系统处理达标，尽量在离港后在公海排放；如停留时间长或者存储能力不足时应交由具备船舶油污水接收能力及资质的单位接收处理。		环保部门
		对于 LNG 运输船舶产生的垃圾需要在港区排放的，负责 LNG 运输船舶经营单位或经营人，应同江阴港区取得船舶污染清除资质的单位签订船舶垃圾接收处置协议。		环保部门
	危险废物收集、贮存、运输、处置对周围环境的影响	新建危险废物储存间，用专用容器贮存，严格五联单制度	建设单位、施工单位和外委单位	环保部门
	工程建设破坏生态环境	制定绿色计划，在规定场地内的适合地段植树种草	地方环保管理机构和地方环境监测站	/
	取水口取水	在取水口设置滤网、拦污栅及移动式清污机，在取水口附近设置空气泡发生器	建设单位	环保部门
	排水口冷排水	对冷排水温降 1℃范围内的海水养殖进行征用。	建设单位	/
施工及运营期	海洋生物、渔业资源损害	增殖放流等生态补偿措施	建设单位	/

### （一）施工期环境管理

针对本项目的建设特点，施工期环境管理要求如下：

（1）贯彻执行国家和地方的环境保护的方针、政策、法律、法规、条例、标准等；组织制订施工期环境保护的规章制度和标准，并督促检查其执行；

（2）审定、落实并督促实施生态恢复和污染治理方案，监督生态恢复、污染治理资金和物资的使用，监督检查生态环境保护设施和污染防治设施与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的执行情况；

（3）收集归档相关环境保护文件及环境保护工程的技术资料；协调处理项目建设过程中与地方政府、部门、群众等在环境保护方面的问题，批准对外的环境保护合同、协议，调查处理建设中的环境破坏和污染事故；组织开展环境保护的科研、宣传教育和培训工作；

（4）加强施工承包方的管理：在承包合同中应明确承包方的环保责任和义务，将有关环境保护条款，如环境保护目标、采取的水、气、声、海洋生态保护等，列入合同当中，并将环保工作的好坏作为工程验收的标准之一；

（5）引入工程环境监理机制：由于本项目具有输气管道工程沿线以丘陵地貌为主、对生态环境影响较为突出的特点，建议对该工程实施工程环境监理机制，并纳入到整体工程监理当中；

施工期环境监理应对以下工作进行现场监督管理：动植物保护、噪声污染控制、水质保护、水生生物保护、弃土弃渣处理、固体废物处置（包括施工弃渣堆放、生活垃圾和生产废物处理）、生活污水排放等，检查环保措施的落实情况。环境监理工程师应按照业主的委托，按照施工期工程环境监理方案和监理重点进行工作，确保工程管道施工、站场施工、穿跨越施工以及施工场地、料场、施工便道、施工营地等符合环保要求，监督环评报告书提出的环保措施得到落实，通过工程监理发出指令来控制施工中的环境问题。

（6）其他与环境保护工作有关的事宜。

### （二）运行期环境管理

本项目运行期间，主要为液化天然气的管道输送。应结合运营的工艺特点，液化天然气的理化性质、作业安全制度、国家和地方的相关环保要求等开展环境管理工作，主要任务和内容包括：

(1) 实时跟踪并贯彻执行国家、福建省及福清市人民政府的环境保护法律法规、条例和标准的最新要求，并督促企业的执行和落实；

(2) 组织制定并持续完善该项目环境管理制度，建立该项目的环境保护制度执行文件档案。包括（但不限于）：开工建设前的环境影响评价制度相关执行文件，包括该项目环境影响评价报告书及相关批复文件；工程设计及环保设施设计文件、施工记录、技术改造等文件；

(3) 工程投入运行后，加强环境管理及环境风险防范措施。落实《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的要求，开展企业自主环境保护验收工作；

(4) 落实项目环保设施要求，持续监控环保设施运行情况，及时维修和维护设备良好运行，确保各项污染物的达标排放；

(5) 配合管理部门的环境监测和检查，如实申报污染物排放情况；

(6) 做好项目危险废物贮存、转移及委托处置管理工作；

(7) 从运营实际出发，制定该项目的环境风险应急预案，配备相应的应急物资，并组织实施定期的应急演练。

(8) 妥善保管建设项目环境管理相关档案文件：环境保护设施竣工验收文件及备案文件、污染物排放监测记录、危险废物转移联单等，污染物排放登记表，环境风险应急预案及备案文件，环境事故发生及处置记录等。

(9) 其他与环境保护工作有关的事宜。

#### **12.1.4 污染物排放清单**

本项目污染物排放清单见下表。

表 12.1-2 项目污染物排放清单

排污类型	排放源	环保措施	污染物种类	排放速率 (kg/h)	年排放时间 (h/a)	排放量 (t/a)	总量控制
废气	接收站长明灯	/	SO <sub>2</sub>	0.001	8760	0.009	SO <sub>2</sub> : 0.009t/a、NO <sub>x</sub> : 0.114t/a、挥发性有机物: 2.8764t/a
		/	NO <sub>x</sub>	0.013	8760	0.114	
		/	颗粒物	0.005	8760	0.044	
	接收站无组织废气	/	非甲烷总烃	0.29	8760	2.5404	
	莲峰首站	/	非甲烷总烃	0.01	8400	0.084	
	江阴分输站	/	非甲烷总烃	0.01	8400	0.084	
	南郑分输站	/	非甲烷总烃	0.01	8400	0.084	
福清联络站	/	非甲烷总烃	0.01	8400	0.084		
废水	排放源	环保措施	污染物种类	废水产生量 (m <sup>3</sup> /a)	污染物浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)	排放去向
	接收站陆域生活污水	一体化生活污水处理装置	COD	100	7297.7	0.729	站内绿化、道路喷洒及地面冲洗用水
			NH <sub>3</sub> -N	8		0.058	
	接收站船舶生活污水	委托有资质单位接收处理	COD	300	356	0.107	委托有资质单位接收处理
			NH <sub>3</sub> -N	40		0.014	
	接收站船舶含油污水	含油污水处理装置处理	石油类	5000	1732	8.66	委托有资质单位接收处理
	接收站机修含油污水		石油类	10	175.2	0.002	站内绿化
	接收站地面冲洗废水		石油类	5	384	0.00192	站内绿化
	接收站初期雨水		石油类	5	162.4	0.0008	站内绿化
接收站冷排水	/	低温	≤5°C	42500m <sup>3</sup> /h	/	排海	
		余氯	≤0.2mg/L		/		

排放源	环保措施	污染物种类	废水产生量 (m <sup>3</sup> /a)	污染物浓度 (mg/L)	排放量(t/a)	排放去向	排放源	
江阴分 输站	生活污水	化粪池	COD	131.4	180	0.0237	环卫部门清运	
			NH <sub>3</sub> -N		45	0.0059		
			BOD <sub>5</sub>		108	0.0142		
			SS		80	0.0105		
	生产废水	沉淀	SS	156	20	0.0031	绿化用水	
南郑分 输站	生活污水	一体化污水处 理设施	COD	1314	50	0.0657	绿化用水	
			NH <sub>3</sub> -N		8	0.0105		
			BOD <sub>5</sub>		10	0.0131		
			SS		20	0.0263		
	生产废水	沉淀	SS	156	20	0.0031		
福清联 络站	生活污水	化粪池	COD	131.4	50	0.0066	环卫部门清运	
			NH <sub>3</sub> -N		8	0.0011		
			BOD <sub>5</sub>		10	0.0013		
			SS		20	0.0026		
	生产废水	沉淀	SS	156	20	0.0031	绿化用水	
莲峰首 站	生产废水	沉淀	SS	156	20	0.0031	绿化用水	
噪声	噪声源		数量(台)	噪声值 (dB)	降噪措施	持续时间/h	排放规律	排放位置
	BOG回 收系统	BOG压缩机	3	85	低噪设备、 减震垫等	8760	连续	室外
	噪声源		数量(台)	噪声值	降噪措施	持续时间/h	排放规律	排放位置

			(dB)					
储罐系统	高压输出泵	5	85	低噪设备、 减震垫等	8760	连续	室外	
	低压输送泵	12	85		8760	连续	室外	
气化系统	开架式气化器	5	85		8760	连续	室外	
	海水泵	5	95		8760	连续	室内	
空压制氮系统	空气压缩机	1用1备	95		8760	连续	室外	
消防系统	海水消防泵	2用2备	95	/	间断	室内		
	海水消防系统 稳压泵	1用1备	85					
	消防测试泵	1	95					
	淡水消防泵	1用1备	95					
	淡水消防稳压 泵	1用1备	85					
南郑分 输站	调压装置	2	75	8760	连续	室外		
	过滤分离器	2	70	8760				
江阴分 输站	调压装置	2	75	8760				
	过滤分离器	2	70	8760				
福清联 络站	分离器	3	70	8760				
固废	固体废物来源		固废属性	处置工艺	产生量 t/a	处置量 t/a	最终去向	
	接收站	陆域生活垃圾		一般固废	/	41.06	41.06	由市政环卫部门统一处理
		海水取水泵房过滤物			/	50		
	固体废物来源		固废属性	处置工艺	产生量 t/a	处置量 t/a	最终去向	

接收站	污水处理设施污泥	一般固废	/	2.5	2.5	由市政环卫部门统一处理
	船舶生活垃圾	船舶固废	/	7.12	7.12	来自疫区的船舶固废由具有相应资质卫生检验检疫部门对其进行检疫之后按相关规定处理；非疫区的船舶固废由有资质单位接收处置。
	机修油棉纱	危险废物 (HW49)	/	0.5	0.5	被列入《危险废物豁免管理清单》，根据豁免条件，分类收集的按照危废处置，混入生活垃圾的由市政环卫部门统一处理
	废油泥	危险废物 (HW08)	由有资质 单位处置	1	1	先暂存于项目自建的危险废物暂储间，定期由有资质单位安全处置
	废机油			1.5	1.5	
江阴分 输站	清管收球作业废渣	一般固废	填埋	0.045	0.045	工业固废填埋场
	生活垃圾	生活垃圾	/	0.73	0.73	环卫部门定期清运
南郑分 输站	清管收球作业废渣	一般固废	填埋	0.045	0.045	工业固废填埋场
	生活垃圾	生活垃圾	/	7.3	7.3	环卫部门定期清运
福清联 络站	清管收球作业废渣	一般固废	填埋	0.045	0.045	工业固废填埋场
	生活垃圾	生活垃圾	/	0.73	0.73	环卫部门定期清运
向社会信息公开要求		根据《环境信息公开办法（试行）》、《企业事业单位环境信息公开办法》要求向社会公开相关企业信息。				
环境管理		落实报告的管理和监测计划，环保设施运行记录、台帐清楚，完整，规范化排污口。				

## 12.2 环境监测计划

环境监测在环境监督管理中占有主要地位，通过制订并实施环境监测计划，可有效管理、监督各项环保措施的落实情况，及时发现存在问题，以便进一步改进环保工程措施，更好地贯彻执行有关环保法律法规和环保标准，确实保护好环境资源和环境质量，实现经济建设和环境保护协调发展。

环境监测包括环境质量监测、污染源监测，可为环境质量现状和污染源是否达标排放及环保设施运行效率提供基础数据。为企业的环境管理和环境保护行政主管部门对企业进行监督管理提供科学依据。

本项目环境监测计划主要分为施工期和营运期两部分，施工期和营运期的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。

### 12.2.1 施工期环境监测方案

根据本项目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，制定本项目的环境监测计划，包括环境监测的项目、频次、监测实施机构等具体内容。

#### (1) 施工期大气质量监测

##### ① 接收站工程大气质量监测

监测点位：在东侧、北侧厂界布设 2 个无组织排放监控点。

监测项目：TSP、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、非甲烷总烃。

监测频率：按照施工初期、中期、末期计，每期监测 1 次，每次 3 天；每天 4 次，没有施工时或雨季时可较少监测频率，有投诉时增加监测频率。

##### ② 配套外输管道工程大气质量监测

监测点：主要针对莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站、1# 阀室、2# 阀室、3# 阀室、4# 阀室及典型管线敷设地段周界各 1~3 点。

监测项目：TSP。

监测频率：在土建施工期间监测 1 次，连续监测 3 天，每天监测 4 次。

#### (2) 施工期水质监测

#### ①接收站涉海工程水文监测

监测布点：影响范围内水域布设 9~15 个监测站位。

监测项目：水色、透明度。

监测频率和时段：施工期每个季节的大小潮各一次；施工结束后进行一次后评估监测。

#### ②接收站涉海工程海水水质监测

监测布点：影响范围内海水水域布设 9~15 个监测站位。

监测项目：COD、溶解氧、悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、锌、总汞。

监测频率和时段：在施工期内的春、秋季进行大、小潮期的监测。施工结束后进行一次后评估监测。

#### ③配套外输管道工程水质监测

监测布点：跨水域（迳江、渔溪）施工区上、下游 20m 各设一个监测断面。

监测项目：SS、pH、COD、BOD、氨氮、石油类。

监测频率和时段：每个施工现场监测 1 次，连续监测 2 天。

### （3）施工噪声监测

#### ①接收站工程噪声监测

监测点位：在东侧、北侧厂界布设 2 个监测站点。

监测项目：测定  $L_d$ 、 $L_n$  和  $L_{max}$ 。

监测频率：施工现场监测点不少于 2 次，按照初期、中期等设置，监测频率为每期 1 次，有投诉时增加监测频率，每次 1 日昼夜监测。

#### ②配套外输管道工程噪声监测

监测布点：莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站、1#阀室、2#阀室、3#阀室、4#阀室及典型管线敷设地段周界 1~3 点。

监测项目：等效连续声级  $L_{eqdB}(A)$ 。

监测频率和时段：接收站施工现场监测点不少于 2 次，监测频率为每期 1 次，每次进行 1 日昼夜监测。

### （4）施工期海洋沉积物和海洋生态监测

对接收站涉海工程施工期的海洋沉积物和海洋生态制定监测计划，详细信息如下。

①海洋沉积物监测

监测布点数量：监测站位布设数量为水质站位的 60%。

监测项目：镉、铅、铜、石油类。

监测频率和时段：沉积物项目在施工期每年监测一次。

②海洋生态监测

监测布点数量：监测站位布设数量为水质站位的 60%。

监测项目：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

监测频率和时段：施工开始后春秋两季各监测一次，施工结束后进行一次后评估监测。

表 12.2-1 项目建设施工期监测计划一览表

内容	工程段	监测地点	监测项目
大气环境	接收站工程	接收站东侧、北侧厂界布设 2 个无组织排放监控点	TSP、PM10、PM2.5、非甲烷总烃
	配套外输管道工程	莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站、1#阀室、2#阀室、3#阀室、4#阀室及典型管线敷设地段周界各 1~3 点	TSP
河流水质	配套外输管道工程	跨水域（迳江、渔溪）施工区上、下游 20m 各设一个监测断面	SS、pH、COD、BOD5、氨氮、石油类
水文	接收站涉海工程	影响范围内水域布设 9~15 个监测站位	水色、透明度
海水水质	接收站涉海工程	影响范围内海水水域布设 9~15 个监测站位	COD、溶解氧、悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、锌、总汞
噪声	接收站工程	接收站东侧、北侧厂界布设 2 个监测站点	Ld、Ln 和 Lmax
	配套外输管道工程	莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站、1#阀室、2#阀室、3#阀室、4#阀室及典型管线敷设地段周界 1~3 点	等效连续声级 LeqdB(A)
海洋沉积物	接收站涉海工程	监测站位布设数量为水质站位的 60%	镉、铅、铜、石油类

内容	工程段	监测地点	监测项目
海洋生态	接收站涉海工程	监测站位布设数量为水质站位的60%	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物
水土流失	全工程	山地、丘陵区域	水土流失面积、水土流失量

### 12.2.2运营期监测计划

为了解本项目运营对环境的影响，运营期间应对项目所在区域环境质量进行监测。

#### (1) 运营期大气环境监测计划

##### ①接收站工程大气环境监测

监测点位：无组织排放监测点位为在厂界四周布设的 4 个无组织排放监控点。

监测项目：无组织排放监测项目为 TSP、PM10、PM2.5、H2S、非甲烷总烃、甲烷、VOCs、臭气浓度。

监测频率：2 次/年，每半年监测 1 次。

##### ②配套外输管道工程大气环境监测

监测点位：莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站、1#阀室、2#阀室、3#阀室、4#阀室厂界。

监测项目：非甲烷总烃。

监测频率：1 次/年。

#### (2) 废水排放监测计划

接收站工程废水排放监测：

监测点位：在污水处理站进水口及出水口各设 1 个监测点位。

监测项目：pH、DO、COD<sub>Cr</sub>、BOD<sub>5</sub>、SS、氨氮、石油类。

监测频率：4 次/年，每季度监测 1 次。

#### (3) 固体废物统计

接收站工程固体废物统计：

对拟建项目运营过程中产生的一般固废、船舶固废以及危险废物进行统计，每月统计一次。

#### (4) 噪声监测计划

①接收站噪声监测

监测布点：在厂界四周共布设 4 个监测站点。

监测项目：测定  $L_d$ 、 $L_n$  和  $L_{max}$ 。

监测频率：每季度一次。

②配套外输管道工程噪声监测

监测布点：莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站、1#阀室、2#  
阀室、3#阀室、4#阀室厂界。

监测项目：等效连续声级  $L_{eqdB(A)}$ 。

监测频率：每季度一次。

本项目运行期环境监测计划如下表所示。

表 12.2-2 项目运行期环境监测计划一览表

内容	工程段	监测地点	监测项目	监测频率
大气环境	接收站工程	厂界四周布设 4 个无组织排放监控点	TSP、PM10、PM2.5、H2S、非甲烷总烃、甲烷、VOCs、臭气浓度	2 次/年
	配套外输管道工程	莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站厂界上风向 1 个，下风向 3 个	非甲烷总烃	1 次/年
废水排放	接收站工程	在污水处理站进水口及出水口各设 1 个监测点位	pH、DO、COD <sub>Cr</sub> 、BOD <sub>5</sub> 、SS、氨氮、石油类	4 次/年
固体废物统计	接收站工程	对拟建项目运营过程中产生的一般固废、船舶固废以及危险废物进行统计		1 次/月
噪声	接收站工程	在厂界四周共布设 4 个监测站点	Ld、Ln 和 Lmax	1 次/季
	配套外输管道工程	莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站、1#阀室、2#阀室、3#阀室、4#阀室厂界	等效连续声级 LeqdB(A)	1 次/季
地下水	配套外输管道工程	莲峰首站、南郑分输站、江阴分输站、福清联络站场地下水流向下游各 1 个	基本水质因子为：pH、总硬度（以 CaCO <sub>3</sub> 计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、挥发性酚类（以苯酚计）、耗氧量（COD <sub>Mn</sub> 法，以 O <sub>2</sub> 计）、氨氮（以 N 计）、钠、总大肠菌群、菌落总数、亚硝酸盐（以 N 计）、硝酸盐（以 N 计）、氰化物、氟化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅；特征因子为：石油类。	1 次/年
冷排水温降和余氯浓度（污染源）	接收站涉海工程	水温（温降是否控制在 5 度以内）、余氯（是否控制在 0.1mg/L 以内）	取水口、冷排水在厂区的总排水口	营运初期 1 次/天，后期 1 次/周
海水水质	接收站涉海工程	pH 值、水温、悬浮物、溶解氧、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类、余氯、铜、铅、镉、锌、汞、砷、铬	冷排水影响区 2 个点位、取水口和 LNG 码头停泊水域各 1 个点位、回旋水域 1 个点位	2 次/年，后期可适当减小监测频率

内容	工程段	监测地点	监测项目	监测频率
海洋沉积物	接收站涉海工程	汞、镉、铅、锌、铜、铬、砷、石油类		1次/两年
海洋生态	接收站涉海工程	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼		1次/两年

### 12.2.3 总量控制

根据《国家环境保护“十三五”规划基本思路》、《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37号）、《关于印发〈建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法〉的通知》（环发〔2014〕197号）、《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17号）、《国家环境保护“十三五”规划基本思路》（送审稿）、“十三五”期间国家实施排放总量控制的污染物为二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮、烟/粉尘、挥发性有机物。

本项目废水不外排，因此不设置化学需氧量、氨氮总量控制指标；项目建设完成后 VOCs 排放量为 2.8764t/a。因此，本项目总量控制指标为：VOCs 2.8764t/a，二氧化硫 0.009t/a，氮氧化物 0.114t/a。上述排放总量的控制指标，由建设单位报请生态环境行政主管部门确认。

### 12.2.4 施工期环境监理

根据国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）以及福建省环保厅《贯彻环保部关于进一步推进建设项目环境监理工作的通知》（闽环发〔2012〕28号），拟建项目需开展环境监理工作。项目施工对环境会产生一定影响，实行环境监理制度，可为施工期防止污染环境和项目竣工环境保护验收提供可靠的技术依据。

根据《建设项目环境监理技术规范》（Q/SH0569-2013）的内容，环境监理工作主要依据环评报告书及批复要求，协助建设单位落实工程建设的各项环境保护措施，为建设项目提供专业的技术咨询服务。

建设项目环境监理是指环境监理机构受建设单位委托，依据环境影响评价及其批准文件，对项目建设过程进行环境保护技术监督、配合环境保护行政主管部门对项目建设进行监督检查的中介专业化中介服务活动。环境监理包括建设项目设计文件环保核查，施工期环境监理和试生产期间环境监理，通过对工程项目设计期、施工期和试生产期的环保核查和技术性监督检查，提出环境管理建议，制定相应环保措施，使工程的环境影响降到最低程度

### （1）环境监理工作目标

依据国家和相关主管部门制定、颁发的有关法律、法规、政策、技术标准，以及经批准的设计文件、投标文件和依法签定的监理、施工承包合同，按环境监理服务的范围和内容，履行环境监理义务，独立、公正、科学、有效地服务于工程建设，实施全面的生态环境监理，使工程建设达到环境保护要求。

### （2）环境监理机构

工程的环境监理应作为整个工程监理工作的一部分，施工环境监理由工程建设单位委托具有工程监理资质并经环境保护业务培训的单位对设计文件中环境保护措施的实施情况进行工程环境监理。为了保证环境监理计划的执行，建设单位应在施工前与监理单位签订建设期的环境监理内容。

### （3）本工程施工期环境监理主要内容

根据福建省环保厅《贯彻环保部关于进一步推进建设项目环境监理工作的通知》（闽环发〔2012〕28号）文件要求，环境监理的内容主要包括设计文件环保核查、施工期环境监理和试生产期环境监理三个方面。

#### 1) 设计期

设计文件环保核查是指对建设项目的的设计文件与环境影响评价文件及其批复文件要求的相符性进行核实。

#### 2) 施工期环境监理

施工期环境监理包括环境保护达标监理、生态保护措施监理、环保设施监理和项目建设内容监理：

①环境保护达标监理是监督检查建设项目施工建设过程中按计划开展环境监测且各种污染因子达到环境保护标准要求的落实情况，避免在施工过程中对外界环境造成污染。

②生态保护措施监理是监督检查建设项目施工建设过程中各项生态保护和恢复措施的落实情况，减缓施工对生态环境造成的破坏。

③环保设施监理是监督检查项目施工建设过程中按照环境影响评价文件及批复的要求建设环境污染治理设施、环境风险防范设施的落实情况，特别是项目主要环保设施与主体工程建设的同步性、环境风险防范与事故应急设施与措施的

建设落实情况。

④检查水下炸礁方案是否报主管部门审批，并按审批的方案进行施工，对炸礁礁石是否进行陆域回用处置。

⑤项目建设内容监理是监督检查项目按照环境影响评价文件及批复的建设规模、性质、选址、平面布局、工艺及环保措施是否发生重大变动等实际建设情况。

### 3) 试生产期环境监理

试生产期环境监理是指对项目试生产期间环保“三同时”和环保设施运行、生态保护情况、污染物达标排放的监督检查。

## 12.2.5 环境保护“三同时”竣工验收

为保证工程环境保护措施能够得到有效落实，在工程中应实施环境保护“三同时”制度，减缓工程实施对环境造成的不利影响，根据《建设项目竣工环境保护验收管理办法》（原国家环境保护总局令第13号令）的规定，建设单位作为建设项目竣工环境保护验收的责任主体，在本工程竣工后，应当按照规定的程序和标准，向审批该建设项目环境影响报告书的环保行政主管部门申请环境保护竣工验收，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假，具体见下表。

表 12.2-3 工程环境保护“三同时”验收一览表

序号	污染源	项目	验收内容		验收要求
			环保措施	环保设施	
1	废水	施工期生活污水	依托现有污水处理系统处理	生活污水处理系统	不得向周边地表水排放，生活污水依托现有污水处理系统处理；在远离居住区的区域，设置移动式环保厕所，污水经收集后外运处理；检查相关设备是否建设、运行是否正常、相关措施是否落实。
2		施工期管道工程清管、试压废水	沉淀处理后回用于道路洒水	沉淀池	管道工程清管、试压水沉淀处理后回用于道路洒水，试压废水禁止排放至管道沿线水源保护区
3		施工期生产废水	沉淀处理后回用，不直接排放	沉淀池	污水经沉淀处理后回用，不直接排放
4		运行期生活污水	化粪池预处理后，再排入地理式MBR污水处理装置进行处理	生活污水处理系统	处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化，当有多余回用水量时，交由当地环卫部门外运处置
5		运行期生产废水	场内设备清洗废水，主要污染物为悬浮物，经沉淀后回用于厂区绿化	沉淀后回用于厂区绿化	不得向周边地表水排放
6			船舶舱底油污水	/	检查是否与有资质的专业机构签订船舶污水接收处理协议以及实际落实接收情况
7	废气	施工期扬尘	施工场地 60m 范围内东瀚镇莲峰村，途经高山镇、三山镇、港头镇、江镜华侨农场、江镜镇、江阴镇、渔溪镇、宏路街道、东张镇、镜洋镇等敏感目标段施工应设置临时屏障以减轻扬尘的影响	洒水设备、临时屏障	施工场地 60m 范围内敏感目标的施工场地应设置临时屏障，施工期敏感点处能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准
8			站场施工场地、物料堆场采取定期洒水、加盖布等防尘、抑尘措施	洒水设备、篷布等	站场周边施工期敏感点处能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准表，土堆场周边施工期敏感点处能够满

序号	污染源	项目	验收内容		验收要求
			环保措施	环保设施	
					足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准
9			表土堆场洒水抑尘, 及时清运	/	洒水抑尘, 及时清运
10		施工期尾气	设备检修等非正常工况时, 通过各放空立管高空排放	放空立管	站场及各阀室周边敏感点处能够满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准
11		运行期废气			
12	噪声	施工噪声	对各施工作业带及各施工场地 50m 范围内东瀚镇莲峰村, 途经高山镇、三山镇、港头镇、江镜华侨农场、江镜镇、江阴镇、渔溪镇、宏路街道、东张镇、镜洋镇等敏感目标段, 施工应设置临时屏障	临时屏障	施工场界满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准限值要求; 东瀚镇莲峰村, 途经高山镇、三山镇、港头镇、江镜华侨农场、江镜镇、江阴镇、渔溪镇、宏路街道、东张镇、镜洋镇等敏感目标, 施工期能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中相应标准限值要求
13		运行期噪声	各站场及阀室放空立管加装消声器	消声器	对放空管降噪 30dB(A)以上, 各站场及阀室边界均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准限值要求; 敏感目标噪声预测值能符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)中农村地区“夜间突发噪声”标准(65dB(A))的要求
14		施工期生活垃圾	环卫部门清运	临时垃圾桶	收集起来统一送环卫部门处理
15	固废	施工期废弃钻渣和泥浆	泥浆就地干化后同施工场地一起进行整治绿化。钻渣就地设置钻渣泥浆沉淀池对其进行固化处理后就地埋入防渗的泥浆池中	泥浆池	本工程泥浆池按照规范设立, 满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染物控制标准》(GB18599-2001)及 2003 年修改单的要求, 其容积要考虑 30%的余量, 以防雨水冲刷外溢, 泥浆池底要采用可降解防渗透膜进行防渗处理, 四周填压编织袋装土, 保证泥浆不渗入地下
16		施工废料	部分可回收利用, 不能利用的由环卫部门处置	临时收集暂存区	集中收集, 定期委托环卫部门清运

序号	污染源	项目	验收内容		验收要求
			环保措施	环保设施	
17		运行期生活垃圾	集中收集，定期委托环卫部门清运	垃圾桶	集中收集，定期委托环卫部门清运
18		运行期清管收球作业及分离器检修废渣		收集装置	
19		运行期清管收球作业及分离器检修废液、废滤芯	集中收集至危废暂存设施存	排污罐、危废暂存间	及时委托有资质机构对该危废进行清运处理
20		船舶垃圾	具备船舶垃圾接收能力及资质的单位接收处理	/	检查是否与有资质的专业机构签订船舶垃圾接收处理协议以及实际落实接收情况
21		施工临时占地	施工作业带、施工期临时占地按照工可、水保及本报告书要求的范围内占地，不超出范围占地		减少降低施工期临时占地，降低临时占地对沿线生态环境的影响
22		植被恢复	施工结束后按占地类型恢复为原有使用类型，根据项目区植被分布及植被类型，尽量选用当地乡土树种或适生树种作为本工程的生态恢复树种，定期进行生态环境监测和评估，以确保生态环境得到恢复和改善。		降低对沿线生态环境的影响
23	生态环境	水土保持措施	按水土保持方案报告书要求进行水土流失防治		
24		生物多样性的保护措施	加强施工人员的管理，杜绝因施工人员对野生植物的滥砍滥伐而造成沿线地区的生态环境破坏。加大对保护野生动物的宣传力度，禁止施工人员对野生动物滥捕滥杀		
25		植被保护及恢复措施	施工前核查有无珍稀保护植物，对工程施工中无法避让的需保护物种，要进行异地移栽保护。施工便道避免、减少对地表植被的破坏和影响。管线施工过程中		

序号	污染源	项目	验收内容		验收要求
			环保措施	环保设施	
			尽可能不破坏地形、地貌；施工完毕后，尽可能恢复施工地带地形、地貌。本管道工程恢复措施主要布设在站场内部空地及周边、管道作业带、管道穿越工程施工场地以及施工临时道路、管材堆放区等工程单元。尽量选用当地乡土树种或适生树种作为本工程的生态恢复树种，定期进行生态环境监测和评估，以确保生态环境得到恢复和改善。		
26		古树名木保护措施	碰到施工作业带范围内有古树名木的，本工程进行绕线避让，对于距离施工作业带较近的古树名木，在施工期间需设置临时围栏加以保护。		
27		生态景观环境影响减缓措施	文明施工，减少临时占地面积、农作物损失；缩短施工期，使土壤暴露时间缩短，并快速回填；穿越公路等敏感区段时，必须采取防护措施；临时堆放场应选择较平整的场地，尽快恢复植被。		
28		饮用水源保护区环境影响减缓措施	饮用水源保护区内不设施工营地，不设施工堆场等，施工完成后，堆土就近回填至施工场地内，场地恢复为原有用地类型；施工期施工人员生活污水依托沿线村庄的生活污水处理设施处理。施工废水需经沉淀等预处理后用于沿线绿化浇灌或回用于施工设备的冲洗，禁止排放饮用水源保护区内的任何水体。营运期要求管线运营单位必须加强管理，需定期巡查，定期检查、维护沿线的水土保持工程设施，及时排查风险隐患。严格按照《饮用水水源保护区污染防治管理规		

序号	污染源	项目	验收内容		验收要求
			环保措施	环保设施	
			定》等相关法律文件要求，在施工和运行期内保护饮用水源保护区内水体环境和生态环境。		
29		海洋生态补偿	经济补偿，采取增殖放流等措施		降低对沿线海洋生态环境的影响
30	海洋环境	炸礁	委托有资质的单位对水下爆破方案进行论证，报相关部门审批；应严格按照审批通过的爆破方案由专业的施工队伍有组织的进行作业；采用毫秒微差的爆破方式；对安全距离内的人员、船只进行疏散；对安全距离内的养殖进行征用。对炸礁礁石是否进行陆域回用处置		
31		疏浚	采用先进的疏浚设备和工艺；施工船舶要控制装驳量，当驳船装载的疏浚物达到低于船舷 30cm 时，必须停止继续装载，确保航行过程中舱内泥水不外溢入海；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；疏浚物妥善外抛；对影响范围内的养殖进行征用		
32		冷排水流量、温降及余氯浓度	配备冷排水在线监测设施		
33		风险防范与应急预案	应制定相关风险防范和应急计划，配备相应的风险防范和应急设备		落实实施
34		环境管理	建设单位与施工单位是否设立环境管理机构，并配备专职人员		落实相关措施
35		环境监测	施工期环境监测计划、监理工作的落实情况		落实相关措施

# 13 环境影响评价结论

## 13.1 项目概况

本项目建设内容包括 LNG 接收站工程和配套外输管道工程三部分。

(1) 接收站工程建设规模为  $300 \times 10^4 \text{t/a}$ ，拟建 3 座  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  的 LNG 储罐及配套工艺设施、公用工程设施和辅助生产设施，设计储存能力  $60 \times 10^4 \text{m}^3$ ，设计气化能力为  $2700 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，占地面积  $40.9753 \text{hm}^2$ ，预留 1 座  $20 \times 10^4 \text{m}^3$  的 LNG 储罐（不在本次评价范围内）位置及气化外输设施扩建用地；配套码头工程包括： $15 \times 10^4 \text{GT}$  LNG 泊位 1 个、 $1000 \text{DWT}$  工作船码头 1 个（施工期兼做大件码头）及海水取排水设施，LNG 码头接卸能力 650 万吨/年，近期吞吐量为 300 万吨/年；生产负荷最高月份均日调峰（正常工况）海水用量  $Q$  为  $25500 \text{m}^3/\text{h}$ ，应急工况时冷排水量为  $42500 \text{m}^3/\text{h}$ ，冷排水温降约  $5^\circ\text{C}$ ；远期预留  $26.6 \times 10^4 \text{m}^3$  LNG 船舶泊位 1 座。

(2) 配套外输管道工程起点位于莲峰首站，终点位于福清分输站，线路总长度约  $104 \text{km}$ ，设计压力  $10 \text{MPa}$ ，管径  $\text{D}1016 \text{mm}$ ，管材选用 L485M，新建站场 4 座，阀室 4 座。

## 13.2 环境质量现状

### 13.2.1 环境空气质量现状

#### (1) 项目区域环境空气质量达标性分析

根据福州市福清生态环境局 2021 年监测数据，项目所在区域 6 项基本污染物浓度均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，福清市属于环境空气质量达标区域。

#### (2) 特征污染物现状补充监测与评价

补充监测结果显示，接收站工程所在区域特征因子的环境空气质量状况总体较好，评价区非甲烷总烃满足《大气污染物综合排放标准详解》要求。

由大气现状调查结果可知，配套外输管道工程在所区域监测点位 G1、G3~G5 满足《大气污染物综合排放标准详解》中非甲烷总烃  $2 \text{mg}/\text{m}^3$  的标准要求，G2 满足《环境空气质量 非甲烷总烃限值》（DB13/1577-2012）中非甲烷总烃  $1 \text{mg}/\text{m}^3$

的标准要求。

### 13.2.2 地表水环境质量现状

由监测结果可知，除 W3 氨氮、总磷超标以外，其他监测指标均满足《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)中的Ⅲ类标准。W3 氨氮、总磷超标的主要原因受 W3 上游养鳃场的影响。

### 13.2.3 地下水环境质量现状

由监测结果可知，接收站所在区域各监测点位监测值均满足《地下水质量标准》(GB/T14848—2017)Ⅲ类标准；配套外输管道工程在所区域除 D4 硝酸盐超标以外，其他监测指标均满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的Ⅲ类标准。D4 硝酸盐超标的原因可能是受周边生活污水下渗的影响。

### 13.2.4 声环境质量现状

由监测结果可知，接收站厂界昼、夜间噪声监测值均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准要求，近距离村庄满足 1 类标准要求；分输站周围 N1~N4 的昼间噪声监测值为 48.6dB(A)~53.1dB(A)，夜间噪声监测值为 44.0dB(A)~49.3dB(A)，昼、夜噪声监测值均符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 2 类标准限值。沿线敏感点 N5~N21 昼间噪声监测值为 43.8dB(A)~54.8dB(A)，夜间噪声监测值为 42.8dB(A)~46.6dB(A)，昼、夜噪声监测值均符合《声环境质量标准》(GB3096-2008)的 1 类标准限值。该评价区域内的声环境质量满足声环境功能区划的要求

### 13.2.5 土壤环境质量现状

依据对项目站区及周边土壤监测结果，站区内各监测点监测因子均满足《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用土壤污染风险筛选值标准要求；站外土壤各监测点均满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)农用地土壤污染风险筛选值要求。

### 13.2.6 生态环境现状

#### (1) 植被及植物资源现状

根据福建植被的区划，评价区属于中国东部湿润森林区，南亚热带雨林植被

带，闽东南戴云山东部温暖南亚热带雨林小区，其气候具有明显的热带季风气候特点，即夏半年受东南季风所控制并受太平洋台风的强烈影响，为高温多雨的湿季；冬半年则受北方冷气团影响，有短期的显著降温，为温暖而相对干燥的干季，其地带性的土壤为砖红壤性红壤。在这种自然条件下发育的地带性植被类型——南亚热带雨林，具有中亚热带照叶林（常绿阔叶林）向热带雨林、季雨林过渡的性质。

本项目沿线植物种类组成比较简单，以热带、亚热带的科属占多数，主要的科有松科、禾本科、菊科、豆科、莎草科等，以台湾相思、马尾松、木麻黄、巨尾桉等人工植被为主，多呈带状或块状分布，植被个体矮小，叶片较小，但根系发达，硬叶类的植物居多。

## （2）野生动物现状

### 1) 鸟类

经实地调查，走访本地村民及查阅相关资料。本管道沿线分布鸟类 8 目 22 科 57 种，其中水鸟 32 种，陆鸟 25 种。

### 2) 兽类

根据调查及初步统计，评价区内主要兽类有 8 目 13 科 19 种，栖息于森林中有红腹松鼠（*Callosciurus erythraeus*）等。栖息于村庄附近的有黄鼬（*Mustela sibirica*）、褐家鼠（*Rattus flavipectus*）、屋顶鼠（*Rattus rattus*）等；栖息于溪流山涧的兽类有鼬獾（*Mustela moschata*）等；栖息于腐木、洞穴或草丛的兽类有华南兔（*Lepus sinensis*）、豪猪（*Hystrix hodgsoni*）等，其中主要优势种群有红腹松鼠、小鹿等，常见种有华南兔、褐家鼠、黄鼬等，评价内未见有稀有种。

## 13.2.7 海洋环境质量现状

### （一）接收站工程所在海域

#### （1）海水水质现状

春季海水水质各指标均符合海水水质第二类标准。秋季无机氮第二类水质标准超标率为 85.7%，所有样品均符合第三类标准；活性磷酸盐均超过第二类/第三类海水水质标准，11.4%的样品超出第四类海水水质标准；其它各水质指标均达到海水水质第一类标准。

#### （2）海洋沉积物现状

海洋沉积物各测站的汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷、石油类、硫化物、有机碳的调查结果均符合《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002)第一类标准。海洋沉积物质量状况良好。

### (3) 海洋生物质量现状

春季的魁蚶的镉和铬含量超出《海洋生物质量》第一类海洋生物质量标准，符合第二类标准，其他项目均符合第一类海洋生物质量标准。秋季 FQ2 号站棘刺牡蛎和 FQ3 号站近江牡蛎铬、汞、砷和石油烃符合第一类标准，铜、铅、锌和镉超过第一类标准，其中铅和镉满足第二类标准，铜和锌满足第三类标准；FQ4 号站棘刺牡蛎铬、汞和石油烃符合第一类标准，铜、铅、锌、镉和砷超过第一类标准，其中铅、砷和镉满足第二类标准，铜和锌满足第三类标准。春、秋季鱼类、甲壳类各监测项目均分别符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》、《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中规定的相应标准值。

### (4) 海洋生态现状

#### ①浮游植物

秋季共鉴定 3 门 44 属 68 种（类），其中硅藻 38 属 56 种（类），甲藻 5 属 11 种（类），蓝藻 1 属 1 种（类）。该海域游植物物种较少，种间个体数量分配均匀。表、底层分别为  $118.67 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$  和  $144.67 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 。秋季表层和底层浮游植物丰富度分别为 0.60 和 0.93。表层和底层浮游植物均匀度分别为 0.70、0.81。表层和底层浮游植物的多样性指数分别为 1.82 和 2.47。春季共鉴定 22 种，其中硅藻 17 种，甲藻 5 种，平均密度为  $1.64 \times 10^8 \text{ cells/m}^3$ ，丰富度指数均值为 0.41，均匀度指数均值为 0.08，多样性指数均值为 0.27。

#### ②浮游动物

秋季航次调查记录到种的浮游动物共有 49 种，此外，还记录了涟虫、钩虾和 8 类阶段性浮游幼虫。调查海区各站样品湿重生物量均值达  $60.69 \text{ mg/m}^3$ ，总个体数的均值分别为  $77.87 \text{ ind./m}^3$ 。浮游动物多样性指数  $H'$  介于 3.11~4.38。春季采集样品共记录鉴定到种的浮游动物 31 种，另记录浮游生物幼体 11 种。浮游动物总个体密度的均值为  $52.2 \text{ ind./m}^3$ ；各监测站位浮游动物湿重生物量的均值为  $4411.9 \text{ mg/m}^3$ 。监测海区浮游动物的多样性指数介于 2.77~3.76 之间，各站位浮游动物多样性指数基本都在 3.22 左右，说明监测海区浮游动物的群落结构比较稳

定。

### ③浅海底栖生物

秋季航次调查共鉴定大型底栖生物 7 门 65 科 98 种。平均总密度为 280 ind./m<sup>2</sup>，平均总生物量为 17.83 g/m<sup>2</sup>。多样性指数  $H'$  的平均值为 3.127，均匀度指数  $J'$  的平均值为 0.833，种类丰度指数  $d$  的平均值为 2.807，优势度指数  $D$  的平均值为 0.812。春季航次共鉴定大型底栖生物 66 种。平均总密度为 69 ind./m<sup>2</sup>，平均总生物量为 3.89g/m<sup>2</sup>。多样性指数  $H'$  的平均值为 2.50，均匀度指数  $J'$  的平均值为 0.90，丰度指数  $d$  的平均值 1.83，优势度指数  $D$  的平均值为 0.52。

### ④潮间带底栖生物

秋季航次调查共鉴定潮间带底栖生物物种数 57 种，其中环节动物 14 种，软体动物 16 种，节肢动物 26 种，纽形动物 1 种。潮间带底栖生物的平均栖息密度为 136 ind./m<sup>2</sup>，以软体动物占绝对优势。潮间带底栖生物的平均生物量为 70.55 g/m<sup>2</sup>，生物量组成以软体动物占绝对优势。春季经鉴定共 98 种、藻类 3 种，其他动物 9 种，无棘皮动物，环节动物、软体动物和节肢动物占总物种 87.76%。岩相断面只有软体动物和节肢动物，平均栖息密度为 805 ind/m<sup>2</sup>，3 条软相断面的平均栖息密度 61.9ind/m<sup>2</sup>。岩相断面平均生物量为 231.65g/m<sup>2</sup>，3 条软相断面的平均生物量 6.67 g/m<sup>2</sup>。

### ⑤鱼卵、仔稚鱼

秋季航次调查共记录鱼类浮游生物 10 种。鱼卵的平均数量为 1.4ind./100m<sup>3</sup>，仔稚鱼平均为 0.8 ind./100m<sup>3</sup>。

春季共出现浮性鱼卵和仔稚鱼 10 种（含未定种），春季鱼卵数量较低平均为 1.3ind/网，仔稚数量略高平均为 1.8ind/网。

### ⑥游泳动物

秋季航次调查共鉴定游泳动物 72 种，其中鱼类 35 种，虾类 12 种，蟹类 17 种，虾蛄类 5 种，头足类 3 种。调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为 793.50 kg/km<sup>2</sup> 和 15581ind./ km<sup>2</sup>。秋季渔获物重量多样性指数 ( $H'$ ) 均值为 1.98，丰富度指数 ( $D$ ) 均值为 2.24，均匀度指数 ( $J'$ ) 为 0.65；尾数多样性指数 ( $H'$ ) 均值为 2.46，丰富度指数 ( $D$ ) 均值为 3.87，均匀度指数 ( $J'$ ) 为 0.81。

春季游泳动物 75 种，其中鱼类 32 种，甲壳类 42 种，其他类 1 种。调查海

域渔业资源重量和尾数密度分别为 205.36kg/km<sup>2</sup> 和 4262ind/km<sup>2</sup>。渔获物重量多样性指数 ( $H'$ ) 均值为 1.51, 丰富度指数 ( $D$ ) 均值为 2.42, 均匀度指数 ( $J'$ ) 为 0.66; 尾数多样性指数 ( $H'$ ) 均值为 3.30, 丰富度指数 ( $D$ ) 均值为 4.15, 均匀度指数 ( $J'$ ) 为 0.88。

### (5) 海水养殖现状

评价范围内福清海域养殖面积合计约 31.5651 km<sup>2</sup>, 其中海带的养殖面积最大, 为 21.4172 km<sup>2</sup>; 其次为牡蛎, 吊养牡蛎的面积为 3.3737 km<sup>2</sup>; 浅海网箱养殖中鲍鱼养殖面积约 0.074 km<sup>2</sup>; 鱼类养殖面积约 0.1118 km<sup>2</sup>。池塘贝类养殖品种主要为菲律宾蛤仔、文蛤等, 池塘对虾、蟹类养殖品种主要为日本对虾、凡纳滨对虾和梭子蟹, 海水池塘养殖总面积约 6.5047 km<sup>2</sup>。此外, 还有少量日本对虾和凡纳滨对虾在温室养殖, 养殖面积约 0.0732 km<sup>2</sup>。东瀚镇育苗场主要分布在莲峰村, 育苗品种为花螺 (东风螺)、河蚌等, 育苗场面积约 0.0106 km<sup>2</sup>。

莆田南日海域已开发利用的浅海滩涂面积 7.03 万亩, 其中浅海养殖面积 6.27 万亩, 滩涂养殖面积 0.76 万亩。藻类养殖面积达 6.28 万亩, 海水渔排网箱 26150 口, 对虾养殖面积为 3300 亩; 此外还有牡蛎、文蛤等养殖品种。拥有海水苗种场 51 个, 育苗水体 260200 m<sup>3</sup>。。

### (二) 配套外输管道工程所在海域

2020 年 5 月内所有站位的 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、硫化物、挥发性酚、无机氮、铜、铅、镉、铬、总汞、砷含量均符合第一类海水水质标准; 5 号站锌含量符合第二类海水水质标准, 其余站位锌含量均符合第一类海水水质标准; 活性磷酸盐符合一类和二 (三) 类水质的站位约各占半数。所有水质指标均符合各站位相应的海水水质标准。

2020 年 9 月内所有站位的 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、硫化物、挥发性酚、无机氮、铜、铅、镉、铬、总汞、砷含量均符合第一类海水水质标准; 7 号站、9 号站锌含量符合第三类海水水质标准, 其余站位均符合第一类海水水质标准; 活性磷酸盐以二 (三) 和四类水质为主, 超标的站位为 1-5、7、9。

从 2020 年春、秋两个季节的对比情况看, 活性磷酸盐含量的季节差异较大, 其中秋季大都为二 (三) 和四类水质, 而春季则好转为一或二类海水水质。这可能由于秋季水温降低、日照减弱, 浮游植物生长受到抑制, 其对海水中营养盐的

吸收利用大为减弱，使得海水中活性磷酸盐含量呈现相对高值。而到了春季随着浮游植物生长逐步旺盛，增强了对营养盐的吸收，使得海水中活性磷酸盐含量相对于秋季有了明显下降。

从空间分布来看，湾顶的活性磷酸盐含量明显较湾外高，这应与湾顶有大量养殖围垦分布有关，养殖饵料投放等对周边海域水质的影响较明显。

### 13.3 主要环境影响

#### 13.3.1 大气环境影响分析

##### (1) 施工期

施工废气污染源主要来自地面平整、土石堆放等施工和运输车辆行驶产生的扬尘（粉尘）、施工机械（柴油机）和运输车辆排放的尾气，烟气中的主要污染物为  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{CmHn}$  等；管线施工过程中焊接产生的有机废气等。这些污染物将对环境空气造成一定程度的污染，但这种污染是短期的，工程结束后，将不复存在。

##### (2) 运行期

接收站工程运行期有组织废气主要为长明灯燃烧废气，长明灯采用天然气为燃料，主要污染物排放浓度满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996) 中的二级标准限值要求。无组织废气主要是运营过程中排放的非甲烷总烃，厂界无组织特征污染物非甲烷总烃厂界浓度满足《大气污染物综合排放标准详解》中的表 2 无组织排放监控浓度限值。

配套外输管道工程运行期正常工况下各站场非甲烷总烃最大小时地面空气质量浓度占标率  $P_{\max} < 1\%$ ，因此本项目运行期对大气环境影响较小。

#### 13.3.2 地表水环境影响分析

##### (1) 施工期

施工期对地表水的影响主要表现为试压废水、生活污水的影响及在水源地、河流穿越施工过程中对地表水体的影响。试压用水重复利用率可达 50% 以上，水中的主要污染物为悬浮物 ( $\leq 70\text{mg/L}$ )，对环境的影响不大；施工队伍的食宿依托当地的社会资源，施工期生活污水主要依托当地的生活污水处理系统，对环境影响较小。

本工程在东港穿越段采用水下隧道的方式进行敷设,不涉及海上开挖等施工作业。管道穿越地层为海床底部中风化基岩,隧道埋深大于 28.65m,东港隧道施工期间仅在钻爆施工过程中岩层爆破引起的震动可能会引起海床表层沉积物轻微的扰动,不会导致大量悬浮泥沙扩散,且运行期封闭运行,不产生污染物,不会对海水水质产生影响。

本项目已取得《福清市人民政府关于福建 LNG 接收站配套外输管道穿越二级饮用水源保护区有关问题的复函》(融政函〔2022〕154号),福清市人民政府原则同意福建 LNG 接收站配套外输管道穿越东张水库、北林水库二级饮用水源保护区;项目将严格按照《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规要求,在施工期落实各项污染防治措施,以确保饮用水源地水质安全。

本工程在洋门村连片鱼塘、义庄村连片鱼塘、洋边村连片鱼塘、北郎官村连片鱼塘等处采用定向钻穿越。定向钻穿越是一种环境影响较小的穿越施工方法,基本不会对水环境造成影响。穿越过程中需要在入土点与出土点分设泥浆池,施工结束后泥浆池恢复原有地貌,对地表水体造成的影响很小。

本工程穿越小河流、水渠、小鱼塘处,因水深较浅,河段实际水域宽度较小,考虑采取大开挖方式。围堰封堵过程会对水质产生影响,使围堰周边局部水域的混浊度提高。

## (2) 运行期

接收站工程运行期废水包括生活污水、生产废水等。本工程各排水点收集的生活污水收集后经化粪池净化处理后,统一排至站内的一体化埋地生活污水处理装置,生活污水处理达标后部分用于站内绿化及冲洗道路,不外排。本工程机修废水、初期雨水等含油废水收集后经重力流排入站内含油污水收集池,由含油污水提升泵送入一体化含油污水处理装置处理,分离出的废油统一在污油罐储存,定期外运,处理后的污水进入生活污水处理装置进一步生化处理,达标后的废水用于站内绿化。因此,本项目废水可达到全部回用不外排,不会影响周边水体水环境功能。

配套外输管道工程的南郑分输站、江阴分输站和福清联络站 3 座新建站场附近均无市政污水管网系统可依托,故南郑分输站站场内的生活污水通过化粪池预处理后,再排入埋地式 MBR 污水处理装置进行处理,处理达到《城市污水再生

利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化，当有多余回用水量时，交由当地环卫部门外运处置；江阴分输站和福清联络站生活污水极少，故重力流至化粪池内处理后，定期由环卫部门外运处置。项目生产废水经沉淀后回用于厂区绿化。因此项目运行期对地表水环境影响较小。

### 13.3.3地下水环境影响分析

#### （1）施工期

站场在施工期产生的废污水均可得到有效处置，不外排，不会对站场周边地下水环境造成影响；管道敷设开挖面较小、施工期较短，仅对地下水产生少量的扰动；另外施工结束后将及时覆土，产生影响较小。

#### （2）运行期

接收站工程运营期工艺冷排水水质未受污染，换热后直接排海(冷排水对海洋环境的影响不在本评价范围内，具体见海洋环评文件)；其余废水均有效收集，分质处理，经处理达标后回用或外委处置，不对外直接排放。工程建设区域有很厚的粉质粘土层，粉质粘土的渗透系数较小，对防渗极为有利。且针对本项目厂区不同区域，划分为重点防治区和非污染区，按照相应标准进行防渗。综上，拟建工程运营期对周围地下水环境影响较小，可以为环境所接受。

运行期管道输送天然气为不含水的烷烃类气体。天然气在正常情况下挥发，对地下水水质无不良影响，另外管道防腐设计严格按照相关规定，采用外防腐层和阴极保护联合保护的方案对管道进行保护，因此对地下水也不会造成影响。

### 13.3.4声环境影响分析

#### （1）施工期

施工期噪声源主要来自施工作业机械，如挖掘机、吊管机、电焊机、推土机、定向钻机、混凝土搅拌机、混凝土翻斗车、混凝土震捣棒、切割机、柴油发电机等，其强度在 85~100dB（A）。在施工场地 160m 外，各个施工机械产生的噪声均可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》昼间标准的要求。施工噪声大多为不连续性且具有分散性，一般在白天施工，不会对夜间声环境产生影响，噪声会随着施工作业的结束而消除。因此，施工噪声对周围环境影响不是很大。

#### （2）运行期

接收站工程主要噪声主要来源于压缩机等，经采取相应的消声减振措施，经厂房隔声和距离衰减后，厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准。

配套外输管道工程在正常工况下，运行期各站场昼、夜间厂界噪声贡献值均未超标。本项目各厂界均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 2 类标准，厂界噪声达标，项目站场噪声对周围声环境影响较小。

### 13.3.5 固废影响分析

#### (1) 施工期

本项目施工期产生的疏浚物均属清洁疏浚物（I 类疏浚物），将会严格按照相关管理要求外抛到兴化湾外倾倒区，倾倒后不会使海域有害物质的含量明显增加。

施工船舶垃圾不得随意倒入海域，统一由有资质单位接收处理。施工单位应与经福州市海事部门认可的船舶垃圾接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶垃圾的接收处理。在采取上述措施的情况下，施工船舶垃圾对海域环境不会产生不利影响。运营期船舶垃圾委托有资质单位接收处理，对海域环境不会产生不利影响。

施工期产生的固体废物还有生活垃圾、废弃泥浆、工程弃土弃渣和施工废料等。

本工程用砂石料在当地购买，工程未设置取土（石、料）场。本工程沿线开挖回填后的余方全部回填至管道施工作业带，工程未设置弃土（石、料）场。

管道敷设施工场地设置在管道作业带内，施工材料、设备尽可能堆置在作业带内，避免施工对地表造成二次扰动；定向钻、顶管穿越工程的施工场地布置在临时征地范围内，施工结束后，立即对施工场地进行地貌恢复和植被恢复或复耕，控制水土流失发展；站场和阀室施工场地全部布设在站场和阀室永久占地内，完成施工和组装，减少占地和地表的扰动。施工队伍的食宿等依托社会资源解决。

定向钻施工使用配制泥浆，其主要成份为膨润土，含有少量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，呈弱碱性，大部分泥浆重复利用，到施工结束后剩余泥浆经 pH 调节为中性后，经固化处理后就地埋入防渗泥浆池；建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，做到土石方平衡。

## (2) 运行期

接收站工程生活垃圾经收集后交环卫部门清运,一般固废经暂存后综合利用;危险废物经暂存后交有资质单位处置。在严格按照评价提出的堆存和处置利用措施后,项目产生的固体废弃物均得到妥善处置和综合利用。对周围环境影响可接受。

配套外输管道工程运行期产生的固体废物主要有站场工作人员产生的生活垃圾、清管收球作业产生的废渣和分离器检修产生的废渣。生活垃圾经收集后由环卫部门定期清运处置;清管收球作业将产生少量废渣,主要成份为氧化铁粉末和粉尘,定期清理送至附近垃圾填埋场进行填埋处置,项目产生的固体废物均得到妥善处置,对周围环境产生的影响很小。

### 13.3.6 土壤环境影响分析

接收站工程土壤污染防治的重点主要是针对废水、固体废物的源头防控。通过对生产废水、固体废物(特别是危险废物)的妥善处置,可以有效减少对土壤的破坏,因此,本项目对所在地土壤的影响较小。

### 13.3.7 生态环境影响分析

#### (1) 土地利用影响分析

根据现场调查并结合遥感解译结果,永久性占地的主要类型是林地,对沿线地区现有土地利用格局的影响较小。

本项目临时性工程占地主要为施工作业带占地,其他临时占地为穿越工程施工场地及施工便道等临时占地。管线施工便道属于临时性工程占地,施工结束后大部分即可恢复原有用地使用性质,一部分的施工便道将作为农村道路或者管道维护的方便而保持下来,虽然改变了其原有的用地性质,但由于保留的施工便道比较少,不会对区域土地利用格局产生较大影响。

#### (2) 沿线植被影响分析

本项目永久占地占用的土地类型主要为林地,永久占用的林地对农业生产的影响具有不可恢复性,必须严格落实地方有关征地补偿手续及其费用,降低永久性占地对林业、农业生产的影响。

在管线施工过程中,开挖管沟区将底土翻出,使土体结构几乎完全改变。挖

掘区植被全部被破坏，其管线两侧的植被则受到不同程度的破坏和影响。本管道项目施工期将临时占用林地和耕地，这将对沿线地区的林业生态环境和农业生态环境产生影响，表现为对林木生物量和农作物产量减少的影响。施工期沿线工程占地导致植物生物量损失，项目占地对沿线植被生物量的影响主要表现为林地生物量损失。

### （3）沿线动物影响分析

施工区内所占用的水田、池塘等面积不大，影响的动物种群数量有限；管线工程建设不涉及鸟类的栖息地，不会对鸟类产生较大的影响，对其种类、数量均无不良影响。

### （4）景观生态影响分析

项目沿线地形地貌主要以低山丘陵为主，其次为冲积平原。沿线生态系统类型主要为森林生态系统、农田生态系统和人工建筑生态系统。管道施工期间会直接影响到施工作业带区域内的各类景观，由于管道施工对农业景观的影响是短暂的，其影响将随着施工结束后的覆土种植而逐渐消失，农田植被可恢复到原来的景观类型，因此对农田景观影响不大。相对而言，工程对林地景观的影响较大，因为林地在受到人类干扰和破坏后，其恢复时间较长；站场建设将形成永久性建筑物，局部原生态景观彻底改变。但从整体看对景观生态格局影响不大。

### （5）占用基本农田的影响

接收站工程涉及的基本农田约 4.91 公顷。配套外输管道工程永久占地 7.43hm<sup>2</sup>，不占用基本农田。临时占地 254.6356hm<sup>2</sup>，其中临时占地占用约 63.4hm<sup>2</sup>的基本农田，临时用地已取得临时用地选址意见书。

管道施工临时占地对农业生产的影响，主要表现为耽误一季农作物生产，二季农作物减产，这种影响是暂时的。对于临时占地除在施工中采取措施减少基本农田破坏外，在施工结束后，应做好基本农田的恢复工作。除补偿因临时占地对农田产量的直接损失外，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏对农作物产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

### （6）占用公益林的影响分析

根据现状调查，本项目永久用地和临时用地涉及省级以上生态林和沿海基干林带。工程开工前需明确公益林的占用范围，须按有关规定办理用地审核、林木

采伐审批手续，并按照《中华人民共和国森林法》、《建设项目使用林地审核审批管理办法》（国家林业局第 35 号令）《福建省生态公益林管理条例》等有关规定进行补偿。工程开工前，需明确涉及的沿海基干林带是否属于特殊保护林带，若属于，应按照《沿海国家特殊保护林带管理规定》、《福建省沿海防护林条例》等有关规定办理报批手续。

#### （7）土壤生态的影响分析

管道在施工过程中，无论是敷设管道、建设阀室还是建设站场，由于挖掘、碾压、践踏、堆积物品等均会使土壤结构破坏，生产力下降。本项目沿线的土壤以砖红壤性红壤、红壤、盐土、风砂土、水稻土为主。在管道施工过程中，尽量缩小施工范围，减少对土壤的人为干扰，必须严格执行表土分层堆放，分层回填，尽可能降低对土壤结构和养分的影响。施工完毕，应及时整理施工现场，平整土地，恢复植被。

#### （8）对生态敏感区的影响分析

本项目管线涉及石竹山省级风景名胜区，但不涉及核心景区，且施工活动是暂时的，因此对石竹山省级风景名胜区的影响较小。目前，建设单位已委托编制完成《福建 LNG 接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案》，并取得《福清市石竹山风景名胜区管理委员会关于福建 LNG 接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案审查意见的复函》（融石景函〔2022〕23 号）以及《福州市林业局关于福建 LNG 接收站配套外输管道穿越石竹山风景名胜区选址论证方案的核准意见》（榕林审〔2022〕1 号），原则同意项目在石竹山风景名胜区内内的选址方案。

### 13.3.8 海洋环境影响分析

#### 一、接收站工程

##### （一）海洋水文动力环境影响

（1）本项目海上工程主要为新建码头泊位、引桥（采用高桩透水结构），及回旋水域和进港航道局部的开挖，工程后水工结构对工程海域涨落潮流态影响较小，回旋水域开挖后流速有所减弱，流向总体上变化不大，回旋区南北面水域涨落潮潮流有所加强，工作船水域、取排水附近水域潮流流态变化不大。

（2）工程实施后，流场强度变化的范围主要在新建码头泊位前后沿、回旋

水域、引桥附近水域、工作船水域及回旋水域南侧的进港航道段，工程区外的广大海域流速几乎没有变化。

落潮过程流速减小的区域主要分布于新建码头、工作船的港池水域，平均流速减小约 0.05~0.3m/s，流速增加的区域主要分布于港池北侧和东南侧水域，流速增加约 0.02~0.1/s。涨潮平均流速变化范围、量值小于落潮过程。

(3) 本工程潮流场影响范围周边基本上无已建工程，故本工程实施对周边工程无影响。

## (二) 地形地貌与冲淤环境影响

(1) 码头工程实施后，新建码头停泊水域平均年淤强约 11.8cm/a，回旋水域平均年淤强约 16.9cm/a，进港航道有一处需要开挖，平均年淤强约 14.3cm/a，工作船港池（含取水口）平均年淤强约 15.7cm/a，本工程总回淤量约 27.69 万 m<sup>3</sup>/a。

(2) 除工程水域外新建码头停泊水域后沿泥沙年淤强约 15~20cm/a，码头回旋水域北侧冲刷约 2~10cm/a。

(3) 由于工程区海域底质主要为粘土质粉砂，粉沙含量很小，故基本上不会出现粉沙质海岸特有的骤淤问题。

在台风浪下计算一次台风（12 级，2 天）下相关水域可能的淤强，得到新建码头停泊水域、回旋区、工作船水域（含取水口）平均淤强约 5cm。

运营期建设单位应定期测量港池、航道水深，并根据测量结果及时进行维护性疏浚。

## (三) 海水水质影响

### 1、施工期泥沙入海数值模拟表明：

(1) 施工入海悬沙主要在作业区西北和东南两侧海域随涨落潮流扩散，最终的扩散区域近似长方形，超过 10mg/l 包络线东西宽约 2.0km，南北长约 4km。

(2) 施工期悬沙影响最大范围大于 10mg/l 的包络面积为 5.659km<sup>2</sup>，大于 100mg/l 的包络面积为 0.451km<sup>2</sup>，大于 150mg/l 的包络面积为 0.318km<sup>2</sup>。

### 2、运营期冷排水对水环境影响预测结果表明：

(1) 温度扩散的分布规律与当地水流流速分布以及工程局部的岸线、地形密切相关。涨、落急时刻，水流流速较大，对流扩散能力较强，排水口处温度与

周边差异小，当涨、落憩时刻，水流流速较小，对流扩散能力相对较弱，不利于冷排水的扩散，排水口处温度相对较低。

(2) 总体而言，25500m<sup>3</sup>/h(生产最大水量)下，推荐方案冬、夏季温降≤-1.0°C的包络面积分别为0.031 km<sup>2</sup>和0.020 km<sup>2</sup>，温降≤-4°C的包络面积较小，不足0.001 km<sup>2</sup>。

42500m<sup>3</sup>/h(应急最大水量)下，推荐方案冬、夏季温降≤-1.0°C的包络面积分别为0.095 km<sup>2</sup>和0.090km<sup>2</sup>，温降≤-4°C的包络面积也较小，不足0.001 km<sup>2</sup>。

(3) 冷排水扩散对取水口影响总体较小，25500m<sup>3</sup>/h(生产最大水量)下，推荐方案冬、夏季取水口处最大温降分别为0.37°C和0.31°C。42500m<sup>3</sup>/h(应急最大水量)下，推荐方案冬、夏季取水口处最大温降分别为0.61°C和0.47°C。

3、营运期余氯对水环境影响预测结果表明：余氯扩散的形态与温度扩散的形态类似，25500m<sup>3</sup>/h(生产最大水量)下，余氯浓度增量≥0.01mg/l和≥0.02mg/l的包络面积分别为0.093km<sup>2</sup>和0.012 km<sup>2</sup>。42500m<sup>3</sup>/h(应急最大水量)下，余氯浓度增量≥0.01mg/l和≥0.02mg/l的包络面积分别为0.206km<sup>2</sup>和0.059 km<sup>2</sup>。

#### (四) 海洋沉积物环境影响

本工程对海域沉积环境的影响主要为施工期施工引起的悬浮泥沙扩散和沉降引起的附近海域表层沉积环境变化。在落实环保措施的情况下，悬浮泥沙扩散和沉降不会引起海域总体沉积环境质量变化。

本项目施工污水主要为船舶油污水和船舶工作人员生活污水。以上污水委托有资质的接收单位接收处理，禁止在作业海域直接排放入海，则对海域水质和沉积物环境基本上没有影响。此外，施工中将一般工业固废和生活垃圾统一收集，由有资质的接收单位接收处理，禁止直接排入海域，则对工程海域沉积物质量基本不产生影响。

营运期间的船舶的含油污水和船舶工作人员生活污水按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)要求由船舶自备污水处理设施处理后在外海达标排放，如在港区内需要接收处理的，须由有资质的接收单位接收处理，建设单位应在项目营运前与有资质的接收单位签订接收处理协议，由有资质的接收单位对码头船舶运营期产生的污水和固废进行接收处理。在采取上述环保措施后，营运期船舶污染物均不排放入海，不会对工程附近海域的沉积环境造成不利影响。

## （五）海洋生态环境的影响

### （1）施工期海洋生态环境影响

#### ①入海泥沙及水下爆破对海洋生态影响

本工程施工期 LNG 码头港池和工作船码港池（含取水口前沿水域）、支航道等的疏浚，取水口头部局部炸礁，排水头基槽开挖、LNG 码头、引桥、工作船码头桩基施工及施工便桥和施工平台搭建和拆除建设等会导致工程周围海域海水中悬浮物浓度增大，增加海水浑浊度，对附近海域海洋生物造成不利影响。

水下爆破形成水下冲击波作用和地震波作用，也将对附近海域海洋生物和海水养殖造成不利影响。

#### ②疏浚、基槽开挖及水工构筑物占用海域海洋生态影响

疏浚对底栖生物的直接影响首先表现在挖泥区范围内的底栖生物将被彻底地损伤破坏，挖泥所激起的悬浮泥沙的二次沉淀将掩埋挖泥区两侧的底栖生物，此外，由于挖泥机械搅动，使得海底淤泥和细砂悬混上浮，从而在作业区内产生一条羽状浑浊带，对海洋生物，特别是对底栖生物造成很大的影响，将导致大量底栖生物死亡，影响范围主要在挖泥区 100m 左右范围内。

本项目取水口、排水头基槽开挖对底栖生物可表现在三个方面；一是取水口、排水头基槽开挖时，挖沟所经过区域中的底栖生物将全部破坏而死亡。二是基槽开挖导致基槽周边底栖生物被掩埋而窒息死亡。三是施工所掀起的大量沉积物对海水中悬浮泥沙浓度的影响，导致海水透明度和光照下降，对饵料生物的生长、发育、繁殖造成影响，从而对底栖生物造成一定程度的影响。

#### ③水工构筑物对滨海湿地影响

本项目工作船码头平台、LNG 码头工作平台、靠船墩、系缆墩、引桥、控制楼平台，平水管引桥等桩基直接占用海域总面积约为 440m<sup>2</sup>；支航道及港池疏浚区约 3.63 ha 位于水深 0m~-6m（1985 国家高程）海域。根据已公布的《福建省重要湿地名录（第一批）》，《福建省福州市福清市一般湿地名录（第一批）》，本项目所占海域不属于重要湿地，属于福清市“一般湿地”，具有的生态系统服务功能主要包括供给功能、调节功能、支持功能。造成的海洋初级生产力年损失约为 0.56tC/a；导致的气体调节服务功能的损失为每年固定 CO<sub>2</sub> 的损失量约为 2.05t，向大气释放 O<sub>2</sub> 的损失量约为 1.5t。总体而言，由于本项目直接占海面积较小，

对区域滨海湿地影响较小，不会造成评价海域物种多样性降低的生态问题，对后方占岸线的干扰调节服务影响也较小。

## (2) 运营期海洋生态环境影响

### ①冷排水对海洋生态环境的影响

除夏季和秋初(6月~9月)，其余月份评价海域海水环境水温相对较低时(环境水温 $<25^{\circ}\text{C}$ )，本项目冷排水温降 $>3^{\circ}\text{C}$ 时(全潮最大影响包络面积约 $0.001\text{km}^2$ )的影响范围内，将不利于浮游生物发育，对排放口附近海域浮游生物种数、密度和生物量均起抑制作用；但在夏季和秋初时(6月~9月)，海水环境水温相对较高时(环境水温 $>25^{\circ}\text{C}$ )，冷排水导致的海水温降 $0.5$ 至 $3^{\circ}\text{C}$ 的影响范围内，浮游生物种类组成、数量则会受到一定促进影响，群落结构将会发生一定变化。

除春末至秋末(5月~11月)，12月至翌年4月评价海域海水环境水温相对较低时(环境水温 $<20^{\circ}\text{C}$ )，本项目生产最大水量和应急最大水量下冷排水温降超过 $1^{\circ}\text{C}$ 时(全潮最大影响包络面积冬季分别约 $0.031\text{km}^2$ 和 $0.095\text{km}^2$ )的影响范围内，超出大部分鱼类适温范围，鱼类繁殖、胚胎发育、鱼苗的成活可能将受到一定的影响，幼鱼和成鱼则会产生回避反应，会改变冷排水影响区鱼类的正常分布，引起群落结构变化，尤其是强降温区(温降 $>3^{\circ}\text{C}$ ，全潮最大影响包络面积约 $0.001\text{km}^2$ )的鱼类受危害将比较明显；夏季和秋初(6月~9月)，当评价海域海水环境水温相对较高时(环境水温 $>25^{\circ}\text{C}$ )，冷排水温降 $\leq 3^{\circ}\text{C}$ 时，降温仍在评价海域大部分鱼类适温范围内，对评价海域鱼类生长不会造成明显影响，一定范围内鱼类种群数量随水温降而提高，并且鱼类的迁入增多、迁出减少，其个体数量也增加，但会引起鱼类产卵行为和鱼类群落结构的变化。

评价海域底栖生物以多毛类和甲壳类为主。可以预测，由于LNG接收站冷排水的长期排放，在强降温区即温降 $>3^{\circ}\text{C}$ (全潮最大影响包络面积为冬季，小于 $0.001\text{km}^2$ )的影响范围内，底栖生物生物量及种群结构将发生明显变化，底栖生物将减少；在 $1^{\circ}\text{C}$ (全潮最大影响包络面积为冬季，生产最大水量时约 $0.031\text{km}^2$ ，应急最大水量时约 $0.095\text{km}^2$ )~ $3^{\circ}\text{C}$ 温降影响范围内底栖生物种群结构将会缓慢变化；在温降 $<1^{\circ}\text{C}$ 影响范围内底栖生物群落结构变化不大。

除6~9月外，其余月份在海水环境水温相对较低时(环境水温 $<25^{\circ}\text{C}$ )，冷排水温降 $>3^{\circ}\text{C}$ 时(全潮最大影响包络面积为冬季，小于 $0.001\text{km}^2$ )，超过评价海

域大多数甲壳类生物，尤其是幼体适宜温度，对甲壳类生长产生不利影响，但在海水温度较高时（6月~9月，环境水温 $>25^{\circ}\text{C}$ ），在冷排水温降 $<3^{\circ}\text{C}$ 影响范围仍在评价海域大部分甲壳类生物成体和幼体适温范围内，对评价海域甲壳类（虾、蟹）生长不会造成明显影响，一定范围内甲壳类种群数量随水温降而提高，引起甲壳类群落结构的变化。

### ②余氯排放对排水口海域生态环境的影响

余氯伴随冷排水排入海域，在海域潮流的作用下，余氯在环境水体中衰减较快，在排放口附近浓度相对较高，其中冷排水排放余氯 $0.01\text{mg/L}$ 等浓度线的全潮最大包络面积，在生产最大水量时约为 $0.093\text{km}^2$ ，在应急最大水量时约为 $0.206\text{km}^2$ ，在此影响范围内对水生生物幼体如游泳生物、底栖生物受精卵或幼体、仔鱼及浮游动植物产生一定的影响，对鱼类将产生慢性损伤；冷排水排放余氯 $0.02\text{mg/L}$ 等浓度线的全潮最大包络面积，在生产最大水量时约为 $0.012\text{km}^2$ ，在应急最大水量时约为 $0.059\text{km}^2$ ，在此范围内余氯排放还将对甲壳类产生一定影响。

### ③取、排水系统卷吸效应对取水口附近海域海洋生物影响

由于取水系统水泵急速抽取海水，致使水生生物与取水系统的旋转滤网、拦污栅产生机械碰撞损伤，对周围海域海洋生物产生一定的卷吸效应。正常情况下取水口所取海水中约有40%的游泳生物个体较大者可能被夹带冲撞在过滤网上而死亡，而通过过滤网的幼体则会遭受海水降温过程中的各种物理和化学过程。

### ④突然温降、残余氯和机械夹带对被卷吸生物的协同效应

本工程排水过程中的海洋生物和渔业资源将受到冷排水、余氯及取水系统卷吸机械夹带等几个方面的协同影响。受协同效应的生物主要是进入LNG接收站海水循环系统中的浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼、微生物、游泳生物幼体等。随着LNG接收站运营期取水口机械卷载效应、温降和余氯水的共同影响，工程区域附近鱼卵仔鱼密度及游泳生物可能会有一定幅度变化。

## （3）海洋生物资源损失量

本工程施工期造成的临时性海洋生物损失，鱼卵总计 $3.077\times 10^6$ 粒、仔稚鱼总计 $4.487\times 10^6$ 粒、幼鱼57298尾、头足类幼体666尾、虾类幼体53735尾、蟹类幼体18501尾；鱼类成体94995尾、头足类成体609尾、虾类成体55936尾、蟹类成体33423尾；底栖生物46.75t。临时和永久直接占海海域造成的底栖生物

损失分别为 28.45t 和 0.28t。营运期每年造成的海洋生物损失，鱼卵总计  $3.32 \times 10^6$  粒、仔稚鱼总计  $5.17 \times 10^6$  粒、幼鱼 72798 尾，头足类幼体 847 尾，虾类幼体 68270 尾，蟹类幼体 23505 尾；鱼类成体 94479 尾、头足类成体 605 尾、虾类成体 55633 尾、蟹类成体 33241 尾。

## 二、配套外输管道工程

由于本项目采用水下隧道的方式穿越东港海域，隧道埋设于海床底下中风化基岩地层中，隧道埋深大于 28.65m，不改变海域自然属性。本项目施工期不进行海上作业施工，陆域污染物不排海，管道钻爆施工产生的震动和噪声对海洋沉积物的影响微小，不会引起大量悬浮泥沙入海，且这部分影响将随着施工期的结束而消失。且管道运行期封闭运行。

因此，本项目东港穿越工程建设不会对区域海域水动力条件、地形地貌与冲淤环境、水质环境、沉积物环境以及生物资源造成不利的影

### 13.3.9 环境风险影响分析

#### （一）接收站工程

项目涉及的主要危险物质为天然气，涉及的生产系统主要是 LNG 存储系统等。根据项目的工程资料、类比国内外同行业和同类型事故，项目的主要风险类型为危险物质泄露以及由此引发的火灾、中毒事故。本项目的最大可信事故确定为 LNG 储罐泄漏孔径为 50mm(大型泄漏)。

通过风险防范措施的实施和应急预案的建立，可以最大限度防止风险事故的发生和有效处置环境风险事故，并结合企业在下一步建设和运营过程中不断优化和完善的风险防范措施和应急预案，在此情况下，建设单位环境风险可以有效防控，对环境的不利影响可以得到有效的控制，项目风险水平可接受。

#### （二）接收站涉海工程

本项目海洋环境风险最大可信事故是：施工期施工船舶在施工区域发生燃料油泄漏事故，运营期 LNG 船在主航道与进港直航道交汇处发生碰撞导致燃料油、LNG 泄漏事故。

##### （1）溢油事故影响

溢油影响采用油粒子模型模拟，预测施工期码头前沿（O1）溢油 54T，以及运营期主航道与进港支航道交汇处（O2）溢油 1000T，在静风、NNE 风 6.2m/s，

SW 风 6.6m/s、SSE16.8m/s 的风况组合条件下，高潮、落急、低潮和涨急时刻事故性泄漏对海域环境的影响。预测结果表明：

1) 从油膜漂移情况来看，油品泄漏后漂移范围受泄漏位置、初始泄漏潮时和风况影响，泄漏后初始几个小时，油膜面积较小，厚度较厚，而后油膜逐渐分散，面积增大而油膜厚度变薄。

2) 在同样泄漏位置和源强下，不同风况对油膜漂移范围影响较大。

3) O1 溢油点位于新建码头前沿，静风下，油膜主要在兴化湾口目屿至湾外塘屿间海域及高山湾等海域漂移；NNE 风下，油膜主要在溢油点附近海域至南日岛南部外海海域漂移；SW 风下，油膜主要在溢油点附近沿岸海域至平潭岛西南侧、东南侧沿岸海域及高山湾沿岸等海域漂移；SSE 风 16.8m/s 下落急时刻溢油，油膜主要在溢油点至高山湾海域漂移。

O1 溢油点各工况中，工况七 NNE 风下低潮时刻溢油 72 小时后扫海面积最大，约 625.11km<sup>2</sup>，油膜漂移最远的为工况六（NNE 风下落急时刻溢油），其最远处距溢油点约 45.89km。工况一~十三影响的敏感目标较多，主要有工程周边海域养殖区，南日岛周边养殖区，距工程区较远的各类生态保护红线区、海洋保护区等，其中溢油点旁的仁屿西侧海带养殖区除工况十一外各工况溢油均影响到，最短溢油响应时间为 0 小时。

4) O2 溢油点位于主航道与进港支航道交汇处，静风下，油膜主要在兴化湾口目屿至湾南日岛东侧间海域漂移；NNE 风下，油膜主要在溢油点附近海域至平潭岛西侧、东南侧前沿海域漂移；SW 风下，油膜主要在溢油点附近沿岸海域至平潭岛西南侧、东南侧沿岸海域及高山湾沿岸等海域漂移；SSE 风 16.8m/s 下涨急时刻溢油，油膜主要在溢油点至高山湾海域漂移。

O2 溢油点各工况中，工况十九 NNE 风下落急时刻溢油 72 小时后扫海面积最大，约 879.8km<sup>2</sup>，油膜漂移最远的为工况十八（NNE 风下高潮时刻溢油），其最远处距溢油点约 43.65km。O2 点溢油工况十四~二十六影响的敏感目标主要有工程周边海域养殖区，南日岛周边养殖区，距工程区较远的各类生态保护红线区、海洋保护区等，其中影响到的工程周边养殖区较 O1 点溢油少，溢油响应时间最短的敏感目标为高山湾海带养殖区，溢油响应时间为 4 小时。

施工单位和建设单位对船舶事故溢漏事故应引起足够的重视，做好风险防范

措施与应急预案，配备相应的风险应急设施，并积极与福州市海域船舶污染应急指挥部及溢油应急单位以及福州海事局保持联系，如遇紧急情况，及时采取应急措施控制事故影响。

## （2）LNG 泄漏事故影响

当 LNG 与温暖液体（如海水、水）接触受到突然加热时，LNG 会发生爆炸式沸腾，从而导致局部过压释放。LNG 泄漏到水面、船面、码头地面，沸腾气化后与周围的空气混合成冷蒸气雾，在空气中冷凝形成白烟，再稀释受热后与空气形成爆炸性混合物。泄漏至海洋环境中，一小部分立即急剧气化成蒸气，形成的冷气体在初期比周围空气浓度大，易形成云层或层流。泄漏的液化天然气的气化量取决于大气、海水、地面的热量供给，刚泄漏时气化率很高，一段时间以后趋近于一个常数，这时泄漏的液化天然气就会在船面、水面上形成一种液流。由于 LNG 液体泄漏后迅速气化，凝结形成的混合气体的范围一般在 200~300m 以内，在海水中气化会引起海水局部水温迅速下降，形成低温区域，导致一定范围内的生物死亡或冻伤，对海洋生物产生暂时的不利影响，随着气化的进行 LNG 会逐步挥发直至消失，对周围海洋环境影响较小。

## （三）配套外输管道工程

本项目主要大气环境敏感目标为距离项目管线中心线两侧 200m 范围内的村庄等人口集中居住区。

通过对本项目运行过程中的风险识别，选择了阀室和站场之间管道的天然气泄漏、天然气燃烧次生污染作为大气环境风险事故进行了分析。事故状态下，各最大可信事故未出现甲烷毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2，本项目距离管道中心线两侧 200 范围内关心点甲烷浓度均约等于 0，且管道两侧均未达到甲烷毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2；各最大可信事故未出现一氧化碳毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2，本项目距离管道中心线两侧 200 范围内关心点 CO 浓度均约等于 0，且管道两侧均未达到一氧化碳毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2。

本项目在事故状态下，泄露天然气将挥发至大气环境中，天然气对地表水、地下水水质的直接影响较小。

## 13.4 施工期环境保护措施

### 13.4.1 大气污染防治措施

(1) 根据施工过程的实际情况，施工现场设围栏或部分围栏，以减少施工扬尘扩散范围。

(2) 避免在大风日以及夏季暴雨时节施工，尽可能缩短施工时间，提高施工效率，减少地表裸露的时间，遇有大风天气时，避免进行挖掘、回填等大土方量作业或采取喷水抑尘措施。

(3) 施工单位必须加强施工区的规划管理：建筑材料的堆场及混凝土搅拌场应定点定位，并采取防尘、抑尘措施，如在大风天气，对散料堆场应采用水喷淋法防尘，以减少建设过程中使用的建筑材料在装卸、堆放、搅拌过程中的粉尘外逸，降低工程建设对当地的空气污染。

(4) 用汽车运输易起尘的物料时，要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘；卸车时应尽量减少落差，减少扬尘；运输车辆进出的主干道应定期洒水清扫，保持车辆出入口路面清洁、润湿，并尽量要求运输车辆放慢行车速度，以减少地面扬尘污染。另外，运输路线应尽可能避开村庄。

(5) 加强对施工机械、车辆的维修保养，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟尘和颗粒物的排放。

(6) 对堆放的施工废料采取必要的防扬尘措施。

### 13.4.2 地表水污染防治措施

(1) 在一般地段，施工队伍的吃住一般依托当地的旅馆和饭店、当地民居，产生的生活污水依托当地厕所解决；施工地点可采用移动式环保厕所收集生活污水外运处理。

(2) 由于管道试压是分段进行的，局部排放量相对较少。管道试压排水含极少量的铁锈和泥沙等杂质，经收集进行沉淀处理后，按当地环保部门指定地点或指定方式进行排放。为减少对水资源的浪费，在试压过程中尽量对废水进行收集，重复使用，同时加强废水排放的管理与疏导工作，排放去向应符合当地的排水系统要求，不可未经处理任意排放，试压废水禁止排放至管道沿线水源保护区附近。

(3) 站场、阀室等工程施工过程中，混凝土浇筑等均会有废水产生，生产废水的排放具有悬浮物浓度高、水量小、间歇集中排放等特点，采用间歇式自然沉淀的方式处理并重复使用，以减少水资源的浪费。

### **13.4.3地下水污染防治措施**

(1) 对管道施工过程中可能产生的环境影响以预防为主，要求建设单位必须制定环境保护管理的具体措施，加强环境管理，预防对地下水产生不利影响。

(2) 管道埋设要精心施工，并且选择优质材料避免管道破裂等意外事故发生，避免事故抢维修过程中的废物、废料对地下水造成污染。

(3) 在地下水埋深小于管沟挖深的区域，在管道埋设时，应在管道上部填充砂砾，以尽量减少地下水流的阻力，增加渗透率，最大限度地减少地下水位上升，从而达到减轻地下水环境影响的目的。

(4) 施工现场的工业垃圾（焊条头、砂轮、涂漆刷等）和生活垃圾每天应分类及时回收，禁止在前线水库库区水源保护区范围内堆放。

(5) 管道施工时，应仔细检查施工设备，禁止在开挖管沟内或前线水库库区水源保护区范围内给施工设备加油、存放油品储罐、清洗施工机械和排放污水，防止漏油、生活污水污染土地和地下水；一旦出现较大面积的污染，应及时截断污染扩散途径，使污染物在原地净化处理，尽快排除污染源。

(6) 做好施工影响范围内的地下水水位、水量和水质监控工作，发现影响居民生活和生产用水时应予及时解决。

(7) 施工结束后要尽快恢复地貌。

### **13.4.4噪声污染防治措施**

(1) 施工期加大声源治理力度。选择低噪声施工机械，加强设备、车辆的日常维修保养，使施工机械保持良好运行状态，避免超过正常噪声运转。

(2) 施工期限定施工作业时间。在距居民区较近地段施工时，要避免夜间作业，以防噪声扰民。

(3) 施工期加强对施工期噪声的监督管理。建设单位应按国家规定的建筑施工场界噪声标准，对施工现场进行定期检查，实施规范化管理，对发现的违章施工现象和群众投诉的热点、重点问题及时进行查处，同时积极做好环境保护法

规政策的宣传教育，加强与施工单位的协调，使施工单位做到文明施工。

(4) 施工期设置声屏障降噪。根据施工需要，建临时围挡，对施工噪声起到隔离缓冲的作用。

### 13.4.5 固废污染防治措施

(1) 施工人员吃住一般依托当地的旅馆和饭店或民居，其废水及垃圾处理均依托当地的处理设施，不能依托的，收集起来统一送环卫部门处理。

(2) 本项目定向钻使用的泥浆主要成份为膨润土，含有少量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，呈弱碱性，对土壤的渗透性差，施工过程中泥浆可重复利用，到施工结束后剩余泥浆经 pH 调节为中性后作为废物收集在泥浆坑中，经固化处理后就地埋入防渗泥浆池，上面覆盖 40cm 的耕作土，确保恢复原有地貌。废弃钻屑可用来加筑堤坝或平整场地。

(3) 施工过程中土石方主要来自管沟开挖、穿跨越、修建施工便道以及工艺站场。本项目在建设中土石方量依据各类施工工艺分段进行调配，按照地貌单元及不同施工工艺分别进行平衡，尽量做到土石方平衡。

1) 耕作区开挖时，熟土（表层耕作土）和生土（下层土）分开堆放，管沟回填按生、熟土顺序填放，保护耕作层。回填后管沟上方留有自然沉降余量（高出地面 0.3~0.5m），多余土方就近平整。

2) 采用顶管方式穿越高速公路、等级公路时产生多余的土方主要为泥土和碎石，可用于地方道路建设填料或道路护坡。

3) 定向钻穿越时会产生弃土弃渣，本着能用少弃，尽量就地平衡土石方的原则，弃土弃石用于道路修筑及附近站场阀室建设等。

#### 4) 施工废料

施工废料主要包括焊接作业中产生废焊条、防腐作业中产生的废防腐材料及施工过程中产生的废混凝土等。施工废料部分可回收利用，剩余废料依托当地环卫部门统一处理。

### 13.4.6 海洋环境污染防治措施

(1) 施工船舶要控制装驳量，当驳船装载的疏浚物达到最小干舷 30cm 时，必须停止继续装载，确保航行过程中舱内泥水不外溢入海，以避免输送过程中的

泄漏对水体造成二次污染。此外，在起运前将船舷两侧的淤泥铲入舱内，以最大程度降低其可能对海洋环境的污染。

(2) 施工前应办理疏浚物倾倒的申请，根据许可证批准的倾倒区、倾废量、施工期进行施工；严格要求倾废船倾废到位，认真做好海洋倾废记录和上报工作。

(3) 严禁施工船舶向施工海域排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器。施工船舶实施铅封管理，所有施工船舶含油污水和生活污水经及船舶垃圾收集后，通过有偿服务，委托专业、有资质的船舶污染物接收单位统一接收处理。

(4) 水下炸礁作业应采用毫秒微差的爆破方式，严格控制一次爆破的总药量和微差爆破的单段最大药量，并尽量分层、分片实施，以减小地震波和水下冲击波对海洋生物的影响。

(5) 建议疏浚、水下炸礁等工程应尽量避免海洋生物产卵繁育的高峰季节（3-5月），以最大程度的减少对海洋生态环境的影响；水下炸礁前时在大爆前先采取放小炮措施，将鱼群驱离爆破区域，以减轻对渔业资源的影响。

(6) 本项目施工和运营过程中会对海洋生物及渔业生物资源造成一定程度的破坏，建设单位应进行生态补偿，可采取增殖放流等补偿措施，以降低工程建设造成的渔业资源损失。

(7) 建议对项目施工疏浚范围、悬沙扩散浓度增量 10mg/L 影响范围内的养殖和爆破安全距离内的网箱养殖进行临时征用与补偿。海带等受悬沙影响不敏感的品种，退出范围由建设单位与养殖户协商一致即可。

## 13.5 运行期环境保护措施

### 13.5.1 环境空气环境保护措施

(1) 加强管理，减少放空和泄漏，站场设置放空系统，大量天然气通过放空立管排放，利用高空疏散，减少天然气排放的安全危害和环境污染。

(2) 采用合理的输气工艺，选用优质材料，再设计时，管道及其附属设施应充分考虑抗震，保证正常生产无泄漏。

### 13.5.2 地表水环境保护措施

南郑分输站、江阴分输站和福清联络站 3 座新建站场附近均无市政污水管网

系统可依托，故南郑分输站和江阴分输站站场内的生活污水通过化粪池预处理后，再排入埋地式 MBR 污水处理装置进行处理，处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）绿化用水标准后回用于站内绿化，当有多余回用水量时，交由当地环卫部门外运处置；福清联络站生活污水极少，故重力流至化粪池内处理后，定期由环卫部门外运处置。

场内设备清洗废水经沉淀后回用于厂区绿化。

### 13.5.3 地下水环境保护措施

管道沿线地下水保护应坚持“注重源头控制、强化监控手段、污水集中处理、完善应急响应系统建设”的原则，其宗旨是采取主动控制，避免泄漏事故发生。

管道沿线各场站生活污水集中处理达标后，用于站内绿化、浇洒道路或外运等；生产废水经沉淀后回用于厂区绿化。

### 13.5.4 固体废物保护措施

（1）对于清管作业和分离器检修的固体废物，可将其导入站内排污池中集中存放，然后定期清运到指定地点进行填埋处理。由于其量很少，且不含有毒有害成分，合理选择废渣填埋地点，或直接运往当地垃圾处理场填埋，不会对当地环境造成大的影响。

（2）各站场生活垃圾交环卫部门统一处理。

### 13.5.5 声环境保护措施

（1）尽可能选用低噪声设备。对于单机超标的噪声源采取安装消音设备或隔音等措施。

（2）在站场工艺设计中，尽量减少弯头、三通等管件，在满足工艺的前提下，控制气流速度，降低站场气流噪声。

### 13.5.6 生态保护措施

#### 13.5.6.1 一般性措施

（1）加强施工期环境管理，强化施工人员环保意识，规范施工。划定施工作业范围和路线，不得随意扩大，按规定进行操作；严格控制和管理运输车辆及重型机械施工作业范围，尽可能减少对土壤和农田作物的破坏；严禁施工材料乱

堆乱放，划定适宜的堆料场，以防对植物的破坏范围扩大。

(2) 作好施工组织安排工作。应根据当地农业活动特点，组织本工程施工，减轻对农业生产破坏造成的损失，应尽量避免在收获时节进行施工；合理安排施工进度，要尽量避开雨季施工，在穿越河流、水渠时，应避开汛期，以减少洪水的侵蚀。施工中要作到分段施工，随挖、随运、随铺、随压，不留疏松地面；提高工程施工效率，缩短施工时间，同时采取边铺设管道边分层覆土的措施，减少裸地的暴露时间。

(3) 严格遵守操作规程。在建设道路、敷设管道的地方，应执行分层开挖的操作制度，即表层土与底层土分开堆放；管沟填埋时，也应分层回填，即底土回填在下，表土回填在上。本工程所经区域表土中的有机质，对维持土壤的肥力特别重要。所有的表土都应标明并分开堆放，并把它们洒在进行恢复植被作业的地区。尽可能保持作物原有的生活环境。回填时，还应留足适宜的堆积层，防止因降水、径流造成地表下陷和水土流失。对于山区段，表土与底土很难实施分开堆放，建议将表土装入编织袋，装有表土的编织袋可用于做临时挡墙、临时护坡。

(4) 作好施工后的恢复工作。做好土地的复垦工作。施工结束后，施工单位应负责清理现场，凡受到施工车辆、机械破坏的地方都要及时修整，恢复原貌，植被一时难以恢复的可在来年予以恢复；对沿线各站场场内及其周边应进行绿化，绿化率应不小于 15%，并且确保长效绿化；进行山坡、冲沟地段相关工程防护物的检查、修缮及加固。

(5) 合理利用弃土。施工弃土主要来自于管沟开挖、敷设过程置换出来的土石方。对一般性管沟开挖、敷设施工活动，弃土的处置有几种方法：在农田地段可将弃土用于修复田埂，或者用于修缮沟渠和田间机耕道等；在河道地段可用于维修河堤，或填至低洼地用于造地等，还可堆积于穿越区岸坡背水处，但应与当地政府和水土保持管理部门协商，征得同意。由于管道开挖回填后剩余的土方量非常小，按照上述办法处理后，弃土石将完全消化。

(6) 做好沿线珍稀保护植物的核查工作。工程林地段清表前聘请专业人员辨识受保护物种，必要时应采取移栽措施。如发现国家重点保护植物，要报告当地相关主管部门，采取适当的保护措施，对于木本植物的较小(胸径 10cm 以下)植株进行移植，木本植物的较大植株和草本植物采种繁殖；对于古树名木应避让。

### 13.5.6.2 不同区段的施工期环境保护措施

#### (一) 山地丘陵区

##### 1、敷设管道、修建施工便道

###### (1) 山地区

管道横坡、爬坡敷设时，管沟开挖前先对管道作业带的表土和表层风化壳进行剥离和保护(剥离的表层土集中堆放，在堆体四周坡脚采用土工布覆盖或装入编织袋进行保护)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；应采取综合水土保持防治措施。在施工前布设好挡渣墙、排水沟等，施工过程中还应控制爆破药量，尽量减少对周边环境的破坏和影响；管道敷设完毕后，对失稳边坡、裸露母质采取护坡、固土措施，并配套坡面水系工程，防止诱发崩岗；及时进行表土还原与土地平整，根据原土地利用类型进行恢复，具体如下：

① 管道穿越林地时，在管沟中心线两侧 5m 范围内种草，5m 范围以外的扰动面按照原有树种或选择适生树种进行混交造林，林下撒播草籽恢复植被。

② 管道穿越草地和荒山荒坡时，选择适生的草种恢复植被。

③ 管道穿越坡耕地和梯田时，采取恢复田埂和坡改梯措施，完善坡面排水系统，恢复耕地。

##### 2、平地敷设

管沟开挖前先对管道作业带的表土进行剥离和保护(集中单独堆放，采用土工布覆盖)；管沟开挖过程中，应对开挖土石方进行合理堆放，集中堆放于管沟一侧，并及时采取临时防护措施；管道敷设完毕后，应及时回填，实施表土还原和土地平整，对破坏的农田恢复农田田坎、灌排沟渠及田间道路等。

##### 3、河流穿越

围堰大开挖穿越大、中型河流，应避开汛期施工，围堰拆除的弃渣应返回原取土场。施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。

直接开挖穿越小型河流和沟渠时，多余土石方就近洼地填埋并夯实，施工结束后，对施工破坏的河岸进行防护。

##### 4、站场阀室

站场施工前，应将表土进行剥离和保护；施工过程中，需设置临时排水沟、

沉沙池，对挖方土采取临时覆盖措施；在有坡度的地方建设站场，还需在场地周边设置拦挡、护坡、排水工程，排水沟与自然水系顺接；施工结束后，应处理好建筑垃圾，对非硬化地面实施表土还原和土地平整，进行绿化美化。进场道路的排水、绿化措施与站场内道路、排水一体化设计施工。

5、施工过程中，加强施工人员的管理，禁止施工人员对野生植被滥砍滥伐，严禁捕猎，严格限制人员的活动范围，破坏沿线的生态环境；

6、工程施工占有林地和砍伐树木，管线通过生态林时，应向林业主管部门申报。

## （二）农田区

（1）要尽量避开农作物生长季节，以减少农业生产的损失。

（2）要注意对熟化土壤的保护和利用：在施工前，首先要把表层的熟化土壤尽可能地推到合适的地方并集中起来；待施工结束后，再施用到要进行植被建设的地段，使其得到充分、有效的利用。

（3）施工完毕后，作好现场清理、恢复工作，包括田埂、农田水利设施等。

（4）对于施工破坏的农田防护林，由于管线两侧 5m 范围内禁止种植深根植物，因此需改种浅根植物，也可种植农作物。管线两侧 5m 以外可恢复农田防护林。

（5）植物护坡：管线破坏的灌溉渠道填方段或田坎，为保护坡面，防止风蚀，均应按植物护坡技术要求种植，种植可根据当地立地条件选择两种草种进行混播。

### 13.5.6.3 基本农田保护方案

（1）对于本工程所涉及的永久占地和临时占地都应按有关土地管理办法的要求，逐级上报有批准权的政府部门批准。对于永久占地，应纳入当地的土地利用规划中，并按有关土地管理部门要求认真执行。

（2）本工程临时占地中，部分是基本保护农田，对于临时占地除在施工中采取措施减少基本农田破坏外，在施工结束后，应做好基本农田的恢复工作。除补偿因临时占地对农田产量的直接损失外，还应考虑施工结束后因土壤结构破坏对农作物产量的间接损失以及土壤恢复的补偿费等。

施工中虽采用了分层开挖、分层回填措施，但耕层土养分也会大量流失，需

进行土壤恢复。主要措施可采用经费补偿，增施农家肥措施。

(3) 对于永久占地，根据《基本农田保护条例》的要求，将所占耕地的耕作层土壤用于新开垦耕地、劣质地或其他耕地的土壤改良。

(4) 通过向沿线相关的土地管理部门了解，得知对于工程永久占用的基本农田，应按照规定程序办理征地手续，并交纳基本农田开发补偿费,同时缴纳基本农田建设基金。以上所交纳费用，专门用于耕地开发和农田建设。土地管理部门将在以后的土地利用规划中对基本农田的分布进行相应的调整，以确保基本农田数量不减少。

#### **13.5.6.4 石竹山风景名胜区生态保护措施**

(1) 施工尽量避开风景名胜区景点和植被茂密区，以林间空地为主，从而减少生物损失量。

(2) 施工前对相关施工人员进行广泛宣传野生动植物保护的法律法规与政策，增强他们对野生动植物的保护意识，以便使他们在施工过程中，做到保护野生动植物。施工单位和人员要严格遵守国家和地方法令，除施工限定场地外，施工人员不得随意介入其它区域樵柴和捕猎。

(3) 施工场地平整前进行表层土剥离，用于后期场地绿化覆土。剥离的表层土集中堆放，在堆体四面坡脚采用填土编织袋进行临时维护。

(4) 施工活动弃渣及其施工人员生活垃圾禁止进入林带内。施工完毕后，将生活垃圾等废物统一清理，运到指定地点进行处理。

(5) 施工结束后，施工单位应负责及时清理现场，要通过人工干预方式尽快恢复植被。由于管道两侧各 5m 范围内禁止种植深根植物，因此，管线经过的林地需改种草本或低矮灌丛，栽植物种原则上应以保护区内原有覆盖种为主，遵循天然植被分布的自然规律，尽可能选择以马尾松、台湾相思等乡土种为主的植物，以避免外来物种的入侵。尽可能减少工程完工后人为因素对当地植被的再度扰动、破坏。同时植被的恢复要结合公园的整体规划进行。

(6) 施工结束后，将先期剥离表层土均匀回填于施工场地，并采用灌草结合的方式恢复地表植被。

#### **13.5.6.5 兴化湾一般湿地生态保护措施**

(1) 严格限制施工活动范围，以红线作为标志，以免施工进入到湿地内，

造成对土壤、植被的直接破坏及对动物生存环境的惊扰。

(2) 加强对施工人员的管理和教育，不得随意捕捉或伤害动物。

(3) 要减少夜间作业，避免灯光、噪声对夜间动物活动的惊扰；不准随便破坏鸟类巢穴，严禁捕捉各种鸟类，检拾鸟蛋；划定其在非施工期间的活动范围。

(4) 施工过程中的临时弃渣，要在弃渣场定点堆放，严禁乱堆、乱撒，防治随地表径流进入水体。严禁在潜水溢出区进行车辆的冲洗和倾倒各种固体废物，以防止野生动植物，尤其野生动物因饮食污染水而中毒。

### 13.5.7 海洋环境保护措施

#### (一) 接收站涉海工程

(1) 为了降低冷排水(余氯)排放对海洋生态环境的影响，接收站每周监测电解装置出口次氯酸钠浓度，确保冷排水余氯低于 0.1mg/L。

(2) 港区外，船舶生活污水排放需满足《防止船舶生活污水污染规则》(MARPOL 公约附则IV) 以及《国内航行海船法定检验技术规则》第五篇第 5 章“防止船舶生活污水污染规定”等要求。对于安装生活污水处理装置的船舶，在港停泊期间保持生活污水处理设施正常运转，舷外排放阀关闭并加锁，处理后的污水排入生活污水收集舱，船舶离港后达到排放距离及航速后在排放入海。若污水舱容积不够应及时由当地有资质的船务公司接收处理。对于未安装生活污水处理设施的船舶，未经处理或者半处理的生活污水排入污水舱，委托有处理资质的船务公司接收处理。

(3) 根据国际海事组织 73/78 防止船舶污染海洋公约附则I的要求，船舶应配有机舱油污水处理系统，确保在公海排放机舱污水时其含量不超过 15ppm。同时《防治船舶污染海洋环境管理条例》明确要求：到港船舶在港停留期间产生的机舱油污水必须由陆域设施进行接收。本项目到港船舶含油污水拟委托当地有处理资质的船务公司处理。

(4) LNG 码头设生态环保厕所，处理码头区的生活污水。

(5) 建议在取水泵房前设置滤网、拦污栅及移动式清污机，能有效阻止较大鱼虾等水产资源进入管道免受直接机械损伤。

(6) 为了减轻水温变化对排放区域内的海洋生态环境的影响，严格控制海水气化器出水温度与当地海水的温差在 5℃以内。条件成熟的情况下，对冷能进行

综合利用，减少冷排水排放量，减轻对海洋生态环境的影响。

(7) 本项目正式运营前应对余氯浓度增量 $\geq 0.02\text{mg/L}$ 范围内的浅海藻类养殖进行长期征用与补偿，同时对码头港池、回旋水域、支航道等确权海海范围内的养殖区进行长期征用与补偿。此外，从安全角度考虑，周边海域的养殖宜与宗海边界线之间留出适当的距离，具体由建设单位与养殖户协商。

## (二) 配套外输管道工程涉海段

(1) 东港隧道施工期间需加强监理力度，严格按照设计方案进行施工，保证质量严格按照设计要求进行。

(2) 施工期间应加强与气象、水利等部门联系，加强预报预警工作；根据天气情况调整施工工序，做好防范措施。合理拟定施工工期，避开极端天气施工。

(3) 做好近岸施工区域和临时堆土场的水土保持和环境保护措施，避免陆域泥沙入海对海洋环境产生的影响。

(4) 运行期间需设有专职安全管理机构，采取集中管理和分区操作相结合的原则进行；设置维抢修机构，负责各分段管线的巡线和维护、设备的检修、事故时的抢修、封堵等作业；需要配置全套的维抢修设备机具，并培养专业的技术人员，确保管道的安全运行。

(5) 运行期间需加强管道安全管理工作，管道系统投产运行前，应制定出供应正常、异常或紧急状态下的操作手册和维修手册，并对操作、维修人员进行培训，持证上岗，避免因严重操作失误而造成的事故。

(6) 详细调查管道周边情况，针对运行期可能发生的管道事故编制应急预案，配备必要的应急设备，定期做好应急演练。

(7) 对重要的仪器以及管道安全保护系统（如截断阀、安全阀、放空系统等）进行定期检查和维修，并记录在案，整理成档。

(8) 严格控制天然气的气质，定期清管，排除管内的积水和污物，以减轻管道内腐蚀；定期进行管道壁厚的测量，对严重管壁减薄的管段，及时维修更换，避免爆管事故发生。

(9) 在东港穿越段设置警示标志，标志不仅要清楚、明确，并且其设置应能从不同方向，不同角度均可看清。

(10) 在洪水期，应特别注意堤岸两侧管道的安全。

### 13.5.8环境风险防范措施

#### （一）接收站工程

（1）提高工程的结构、材质、制造、安装、焊接和防腐等的设计标准，精选性能良好的设备设施，确保建设安装质量，并加强设备设施的保养和定期维修以确保其保持良好的运行状态，以防止由于设备、管道、阀门等损坏导致的泄漏。本项目码头结构安全等级为一级，防火等级为一级；码头结构、管道支架、支墩等附属构筑物采用不燃性材料。

（2）码头输运区仪表自动化工程水平的高低是衡量一个码头泊位能否安全生产、方便管理的重要标志。储运区的专用监控系统应可对工艺运行、设备状态进行检测、控制和安全监督，并具备相当的管理功能和报警联锁功能，应包括主要设备的开停状态的检测与控制；对码头装卸等可能产生泄漏的危险场区环境空气中可燃气体及有毒气体的检测报警等监测与控制功能。

（3）为确保安全，禁止LNG船在夜间或恶劣天气下进行靠、离码头作业。运输船舶应悬挂危险品标记，并设防火、防爆、防毒、防日晒等设施。雷电和暴风雨天气以及附近有火情时停止装卸作业。

（4）生产管理部门必须按照国务院发布的化学危险物品安全管理条例的要求经营和储运，建立健全化学危险物品安全管理制度，包括各岗位工作人员必须持证上岗，严禁烟火、禁止使用易产生火花的机械设备和工具、进出码头的车辆必须进行防火防爆安全性检查等管理制度，严格操作规程，加强职工的技术培训、专业培训、安全与工业卫生知识的教育，提高职工的环保意识和责任心，以杜绝人为因素造成的突发性污染事故的发生。

（5）为LNG船靠、离泊提供安全保障，码头应配备船舶安全靠离泊系统。系统包括激光辅助靠泊系统、环境监测系统和缆绳张力监测系统。系统集中在码头控制室进行监控。

（6）泊位设有系船柱和快速脱缆钩，方便船舶进出港操作，靠离泊作业的安全。

（7）护舷的设置对不同船型具有适应性，并与靠泊的船舶绝缘，避免靠船时船体和装卸平台及靠船墩撞击相互受损。

(8) 港池、航道和调头回旋水域应满足船舶进出港操作方便，靠离泊作业的安全。

(9) 航道设置导标、浮标，码头设置灯桩，所有导助航设施根据现行规范设计，满足船舶安全进出航道要求。

(10) 码头轴线方位尽可能顺风、顺浪、顺流以保证 LNG 船靠、离泊位作业及装卸作业的安全。

(11) 码头前沿设置警示标志和夜间警示灯。

(12) 所有用电设备均采用防爆型。

(13) 码头水上消防应配备符合《装卸油品码头防火设计规范》(JTJ237-99)规定的消防船或消拖两用船。

(14) 建设单位应设置潮位、波浪检测点。码头调度部门认真核查当天的潮汐资料，合理调度，靠泊后应及时组织装卸，均衡装卸载使船舶保持平吃水，防止船舶坐底。

(15) 对进港航道、回旋水域、停泊水域的维护给予重视，定期监测该区域的通航水深，并根据水域水深情况及时进行维护性清淤。

(16) 码头区域设置“禁止烟火”等安全标志。

(17) LNG 船舶靠泊卸货作业期间，实施安全警戒，其周围 400 米水域不得有其它船舶进入。

(18) 规范船舶装卸作业行为，船岸双方应严格落实船岸安全检查制度，认真执行操作规程，遵守安全注意事项，合理控制装卸货物的压力、流速等参数，加强值班和巡视，注意作业现场及周边环境，维护船舶靠泊秩序，合理为船舶积载，确保船岸双方的安全。

(19) 船舶停靠码头后，在进行装卸作业前，必须布放围油栏，并检查管路、阀门等有关设备，使其处于良好状态，检查双方系泊是否安全。

在码头靠离泊和卸货时，应进行严格监管，对防撞、防火、防爆、防泄漏工作都要做到万无一失，以防止发生灾难性事故，所有这些均需要海事监管部门进行管理和协调，并制定相关的管理制度，严格执法和检查，确保航行安全。LNG 码头的建设势必将对海事监管提出更高的要求，后期 VTS 监控系统、雷达站的建设也应进一步加强。

(20) 码头区建有集液池，防止 LNG 装卸作业发生泄漏带来的风险。自动

监测、报警、紧急切断停车系统：本工程过程控制系统实现对整个装置的集中监视和控制，当监测系统发出警报时，设备会自动关闭或由工作人员关闭，事故区域要进行隔离。防火、防爆、防中毒报警系统：码头区设置报警设施，一旦探测到气体泄漏或火灾事故，可通过控制系统启动相应的保护设施，或切断有关的管线、设备。

(21) 为了能够保证 LNG 的运输与装卸，在天然气容易发生泄漏区域安装监测报警装置，配备灭火系统和应急设备，严格执行 LNG 操作的规范与标准，加强船员的培训与应急反应的演练。

(22) 建议采用先进的集散型过程控制系统，以及可燃气体泄漏检测和报警火灾和气体监测系统。

(23) 通过设置集液池的方式来收集可能出现的泄漏的 LNG、消防废水，以防止“二次污染”的发生。同时集液池设置高倍数泡沫系统，当低温探测器探测到集液池有泄漏的 LNG 后，即自动向集液池喷射高倍数泡沫混合液，以减少 LNG 气化。

## (二) 配套外输管道工程

(1) 选址、选线尽量避免通过人口稠密、人群活动频繁地区；管道沿线设置明显、准确的线路标记。

(2) 全线直管段和冷弯管推荐采用常温型加强级 3LPE 防腐层；热喂弯管采用双层熔结环氧粉末涂层外缠聚丙烯增强纤维胶粘带防腐层；定向钻穿越段管道推荐采用环氧玻璃钢为防护层。同时采用强制电流阴极保护系统。

(3) 本工程自动控制系统采用 SCADA 系统对输气过程的工艺参数进行数据采集和集中监视，对主要工艺设备及辅助设备进行远程控制。

(4) 加强重点管段风险防范措施。二级地区强度设计系数取 0.6，三级地区强度设计系数取 0.5；增加外防腐层等级；对管道环焊缝进行 100%X 射线检测、高后果区、公路、铁路、水域穿越段 100%X 射线和 100%超声波检测；增大管道埋深。

## 13.6 环境影响经济损益分析

本项目投运后，能有效改善沿线城市天然气供应和储配系统，减少燃煤和燃油量以及污染物的排放量，有利于城市环境卫生和城市景观的改善，有利于沿线

城市能源结构的改善和节能减排目标的实现，所产生的经济效益、社会效益和环境效益是显著的

### 13.7 总量控制分析

根据工程分析，本项目 VOCs 排放量为 2.8764t/a、SO<sub>2</sub> 排放量为 0.009t/a、NO<sub>x</sub> 排放量为 0.114t/a。

### 13.8 公众参与结论

项目环评公众参与按照《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号)要求，通过发放网络公示和报纸公示的形式进行了项目环评一次公示、征求意见稿公示以及公众参与说明公示，在公示期间未收到公众反馈意见。建设单位在项目建成后，加强管理，落实各项污染防治措施，保证各项污染物完全做到达标排放，并尽量减少污染物的排放对周围居民的影响。

### 13.9 总结论

本项目属于《国家产业结构调整指导目录》(2019 年本)中的鼓励类项目，与国家产业政策和能源发展战略规划、福建省国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要、福建省“十四五”生态环境保护专项规划和福建省“十四五”现代综合交通体系专项规划相符；本项目涉海工程建设与《福建省海洋功能区划(2011-2020 年)》、《福建省海洋环境保护规划(2011-2020 年)》和“海洋两空间内部一红线”的管理要求兼容，与“三区三线”的要求、《福建省海洋主体功能区规划》、《福建省近岸海域环境功能区划(2011~2020 年)》、《福建省湿地保护条例》、《福州港总体规划》及其环评的要求相符。项目建成后可以改善沿线地区燃料结构，减少大气污染物的排放，改善沿线用气地区的环境空气质量，因此，本项目建设对优化地区能源结构、改善区域环境质量、提高人民生活质量、促进地区经济和社会协调发展具有重大意义。

本项目在选址选线中贯彻了环保选线的理念，尽量避让居民点、公益林等环境敏感区，选择了对环境影响较小的工程方案，路由、站址选择合理。虽然拟建项目的建设和运营将会对沿线生态、大气、海洋环境等产生一定的不利影响，但影响程度均较不大，在落实本报告书中所提出的环保措施和“三同时”制度的前

提下，项目所产生的影响可以降至环境能接受的最低程度。虽存在一定的环境风险，但在严格落实风险防范措施、制定应急预案的情况下，风险可控。因此，从环境保护的角度考虑，项目建设可行。

### 13.10 建议

(1) 严格按照水土保持方案的要求做好水保措施。施工期间，应倡导文明施工，合理组织安排工序，风、雨季节应采取临时拦挡及遮盖措施。尽最大可能防止产生新的水土流失，完工时及时恢复植被。

(2) 优化项目穿越东港段、二级饮用水源保护区及省级风景名胜区段的施工路由走向，将对湿地、水源保护区、省级风景名胜区的影响降至最低。

(3) 建设单位必须认真落实本报告书中提出的各项环保措施，建设和完善环保设施。项目建成后，应按环保有关法律法规进行验收，验收合格后，方可正式投入生产。企业应制定专人分管环保工作，并建立专门的环保机构，检查监督企业环保设施的正常运行，确保污染物稳定达标排放。制定各岗位操作规程，操作时按照规程操作，防止安全及环境事故发生。

(4) 项目运营后，生产运行单位应重视突发事件应急管理工作，编制突发环境事件应急预案和水环境专项应急预案，并完成备案，建立应急管理组织机构，推进维抢修技术与队伍的建设，落实各项应急物资和资源，以防发生风险时对周边居民造成危害。

(5) 本项目 LNG 具有高品质的冷能，接收站运营期采用开架式海水气化工工艺对 LNG 进行加热，使其气化，未能有效利用冷能。为了充分利用冷能，建议运营期在接收站或与周边项目合作配套建设冷能利用项目，综合利用冷能，同时减少冷排水排放对海域环境的影响。