

福建华东船厂改建项目（一期）

环境影响报告书

（征求意见稿）

环评单位：福建省金皇环保科技股份有限公司

建设单位：福建华东船厂有限公司

Fujian Jinhuang Environmental Sci-Tec Co.,Ltd

二〇二六年八月·福州

概述

1 项目背景

1.1 已有工程回顾

（一）主体工程

福建省发展和改革委员会于2006年对福建华东船厂有限公司(以下简称“华东船厂”)修造船项目一期工程建设内容进行了核准,主要内容为建设350m×68m×13.7m的30万吨修船坞一座、260m×41m×12.6m的8万吨修船坞一座,舾装码头2个泊位(总长640m)以及加工车间等配套设施,总建筑面积4.75万m²,形成年修船110艘的能力。

2007年12月24日福建省发展和改革委员会对华东船厂修造船项目二期工程建设内容进行了核准,主要内容为新建265m×39.8m×12.3m的8万吨造船坞一座,舾装及修船码头4个泊位(其中修船码头2个)共1030m岸线,并配套建设龙门吊、钢材加工车间和船体制作拼装场地等相关设施,形成年造船4艘的生产能力。

2011年7月15日,经福建省交通运输厅和福建省发展和改革委员会研究同意,对原核准的华东船厂修造船项目一期、二期工程的东侧码头泊位进行调整,码头泊位总长731m,前平台宽25m、后平台宽15m;码头通过4座栈桥与后方陆域连接,长度分别为32.6m、39.3m、38.6m、34.6m,宽度均为10m。码头后平台可根据生产需求分期实施。

2012年,经福建省发展和改革委员会研究同意,对原核准的华东船厂修造船项目一期、二期工程修造船坞规模进行调整,修船坞尺寸分别调整为360m×68m的30万吨级修船坞一座和300m×50m的17万吨级修船坞一座,8万吨级造船坞尺寸调整为295m×41.8m的9万吨级造船坞一座。因船坞扩大,全年生产规模调整为:修船120艘、造船8艘。项目总投资、总体布局、征地面积、使用岸线等不变。

2013年3月18日福建省发展和改革委员会对华东船厂修造船项目一期、二期工程的修造船坞和码头建设尺度进行调整,即修造船坞尺寸分别调整为375m×72m的30万吨级修船坞一座、295m×50m的17万吨级修船坞一座和245m×41.8m的9万吨级造船坞一座。二期工程码头尺度原设计为980m,由于该码头东端后侧拟建一座海洋工程船坞,码头暂先建设883.5m,按30万吨级船舶空船压载靠泊进行设计建造。项目总投资、总体布局、征地面积、使用岸线和环境影响等不变。

2022年,罗源县工业和信息化局备案对华东船厂3#船坞技术改造项目进行备案,对3#船坞进行改建:3#船坞由原仅造船改为修造兼顾,新增40艘船舶修理能力,原8艘造船能力相应调减至4艘;全年生产规模调整为:修船160艘、造船4艘。

(二) 其他辅助工程

2016 年，因国际铜矿砂成交价格维持在高位运行，而华东船厂需要购买大量的铜矿砂用于修船涂装喷砂。为了减小运营成本，发展循环经济，搞好废铜矿砂的再生利用，华东船厂投资建设了废铜矿砂回收再利用生产线，具备铜矿砂年回收能力 78000t/a。

2018 年，因华东船厂与百洋公司的船舶含油污水合同到期，百洋公司停止接收舱底含油污水，因此于厂区中部 1#码头预留用地内（厂区已建生活污水处理站北侧）建设一座 100t/d 的 1#含油污水处理站以自行处理船舶含油污水。

2020 年，由于 1#含油污水处理站实际运行中发现油污水易凝固，需加热增强流动性以便进行油水分离处理。华东船厂在已建含油污水处理站东侧建设一座锅炉房，设两台 燃气锅炉（一用一备），设计产能为 1t/h 蒸汽。

2022 年，因华东船厂业务新增维修运送原油的油轮，维修前清洗储存原油的油舱将产生大量的油泥和清洗废水，但受制于危废仓库贮存能力和 1#含油污水站处理能力，油轮修理工作较难开展。华东船厂在 3#船坞技术改造同时建设含油污泥减量处理车间并重建老旧的危废贮存库，设计年处理油泥量 12000t/a，以达到顺利开展油轮维修，并使油泥危险废物减量化及合规贮存的目的。

2025 年 11 月，因原设计 1#及 2#含油污水处理站设计采用“物化预处理+生化处理+消毒处理”工艺。而实际航行过程中因船舱清洗仅用海水清洗，污水性质发生变化，盐度增加，因此为保障污水站的运行更加稳定，设计将含油污水处理站的处理工艺优化调整成“物化预处理+化学强氧化+深度处理+消毒处理”，建设单位委托福建省金皇环保科技有限公司编制《福建华东船厂有限公司 3#船坞技术改造工程环境影响补充说明》，并于 2025 年 11 月 29 日通过补充说明专家评审会，现正在进行验收。

以上工程都已进行环境影响评价并获得批复，目前主体工程已建成船坞及部分车间用于修船作业，造船工程还未实施。已建设的修船一期工程、矿砂回收项目、1#含油污水处理工程、燃气锅炉项目、油泥减量处理设施均已完成环保设施竣工验收，3#船坞改建工程完成阶段性环保设施竣工验收。详细情况见本报告“2.5 现有工程环境保护手续批复及履行情况”。

1.2 本次建设内容

为增加企业经济效益，提高船舶修理国际竞争力，华东船厂在现有主体工程的基础上，实施改建项目（一期），利用厂区自有既有土地及岸线资源，改建成 8 万吨级宽体干船坞（245m×85m，即 4#船坞）1 座，建设船体装焊平台 1 座，车间 1 座，并配套相

设置格式[cr 杨]: 非突出显示

关设施设备，形成高技术、高附加值、新能源船舶修理与改装 150 艘/年的能力。并延建东侧码头泊位 91m，东侧码头长度由 640m 增加至 731m。同时因东侧码头南侧有一处白岩礁石影响航道安全，进行炸清礁施工。

2 评价过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法规，福建华东船厂于 2023 年 11 月委托我司对项目进行环评。我司接受委托后，组织有关技术人员对工程现场进行现场踏勘和调查，收集有关资料，并与委托方和可研单位多次交流，详细了解污水处理工艺、产污环节及污染治理措施等相关情况后，并结合实际情况，对项目所在区域环境空气、地下水、土壤、噪声等进行专项监测，在此基础上开展各专题的环境影响评价工作，完成了本项目环境影响报告书的编制工作。

3 主要环境问题及环境影响

（1）环境问题

施工期主要环境问题：项目主要施工活动包括船台改造施工，存在施工扬尘、施工噪声、施工废水和建筑垃圾排放等对周边环境的影响。

营运期主要环境问题：①废气排放：4#船坞修船过程中新增粉尘、VOCs、二甲苯等废气；②废水排放：主要有含油废水、生活污水等；③固体废物主要为修船过程中产生的漆渣、废油漆、废油漆容器、废滤材、废矿物油、含油污泥、废铜砂，污水处理过程中产生的污泥，以及生活垃圾等；④环境风险，主要是天然气油漆溶剂的泄漏与造成的爆炸、火灾等环境风险问题。

（2）环境影响

①项目产生的生产废水与生活污水均由船厂内污水处理设施处理后排海，根据海洋影响预测结果，项目建设对周边海洋环境的影响处于可接受范围。

②根据大气影响预测结果，项目建设后排放的各项污染源网格预测点及敏感目标的污染物浓度值均可满足评价标准要求，项目建设对周边大气环境的影响处于可接受范围。

③项目产生的固体废物主要包括漆渣、废油漆、废油漆容器、废滤材、废矿物油、含油污泥、废铜砂、污泥以及生活垃圾等。按规范要求厂内设置相应规模的固体废物分类贮存设施，防止二次污染。本项目遵循固体废物减量化、资源化和无害化的要求，分别通过采用委托处置、回收利用等方法妥善处理。

4 可行性分析

改建项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类产业，符合产业政策；同时，修造船业的发展也有利于罗源县做大做强临港产业集群与加快建设千亿海港城临港产业基地，促进福建省内船舶修造产业集群的建成，有利于提高闽浙沿海的船舶修理和改装能力，提高船舶行业在国内乃至国际上的竞争力；本项目将新增新能源船舶修理与动力系统改装，喷漆过程使用高固体分涂料，并对现有工程采取“以新带老”措施，减少了挥发性有机物的排放量；对含油污水处理设施进行“以新带老”提标改造，不增加水污染物排放量，符合《船舶制造业绿色发展行动纲要（2024-2030 年）》要求。与《福建省推进船舶和海洋工程装备高质量发展工作方案（2021—2023 年）》中“推进修造船业可持续发展，完善构建省内产业布局，持续打造闽江口、三都澳、罗源湾、湄洲湾、厦漳湾等船舶修造产业集群……”的相关要求。本项目选址位于环罗源湾工业区、牛坑湾/将军帽组团内，与《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）修编》审批意见提出的“牛坑湾/将军帽组团……维持现有修造船和能源火电产业规模，……”不符合。福州市人民政府提出由市生态环境局负责对该意见进行论证，由市工信局负责，根据与市工信局和生态局审批处沟通结果，2025 年规划到期后，不进行续编或废止该规划，本项目即无规划限制。故本项目在采取各项环保措施以及以新带老措施后，可削减污染物排放量，实现污染物达标排放和总量控制要求，并确保环境功能区达标，环境影响可接受，环境安全总体可控。

5 主要结论

福建华东船厂有限公司改建项目（一期）建设符合国家产业政策与区域规划，符合“碳达峰、碳中和”政策与清洁生产要求，采用的各项环保措施可实现污染物达标排放和总量控制要求，环境影响可以接受，环境安全总体可控，可实现经济效益、社会效益和环境效益的协调发展。因此，在落实本报告提出的各项环保措施与环境风险防范措施，严格执行环保“三同时”制度，加强环境管理的前提下，从环境影响角度分析，本项目建设是可行的。

1 总论

1.1 编制依据

1.1.1 法律、法规和部门规章

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修订）；
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修订）；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021 年 12 月 24 日通过，2022 年 6 月 5 日起实施）；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（2020 年 4 月 29 日修订）》；
- (7) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018 年 8 月 31 日）；
- (8) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 2 月 29 日修订）；
- (9) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023 年 10 月 24 日修订，2024 年 1 月 1 日施行）；
- (10) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2001 年 10 月）；
- (11) 《中华人民共和国港口法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- (12) 《中华人民共和国渔业法》（2025 年 12 月 27 日修订）；
- (13) 《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订）；
- (14) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日修订）；
- (15) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日修订）；
- (16) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月修订）；
- (17) 《海洋工程环境影响评价管理规定》，国家海洋局，国海规范〔2017〕7 号（2017 年 4 月 27 日）；
- (18) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 7 号，2023 年 12 月 27 日；
- (19) 《环境影响评价公众参与办法》（2018 年 4 月 16 日）；
- (20) 《国家危险废物名录（2025 年版）》；
- (21) 《福建省海域使用管理条例》（2018 年 3 月 31 日修正）；
- (22) 福建省生态环境厅等五部门关于印发《福建省“十四五”海洋生态环境保护

规划》的通知，闽环保海〔2022〕1号，2022年2月7日；

（23）《福建省海洋环境保护条例》（2016年4月1日修正）；

（24）《福建省海岸带保护与利用管理条例》（2017年9月30日）；

（25）《关于印发<福建省“十四五”危险废物污染防治规划>的通知》（闽环保土〔2021〕23号，2021年11月15日）；

（26）《福建省推进船舶和海洋工程装备高质量发展工作方案(2021-2023年)》（闽政〔2021〕7号）；

（27）《船舶制造业绿色发展行动纲要（2024—2030年）》，工信部联重装〔2023〕254号；

（28）《中华人民共和国生态环境法典》，2026年3月13日发布，2026年8月15日起施行。《中华人民共和国生态环境法典》，2026年8月15日实施（待法典实施后，以上（1）~（8）同时废止）；

1.1.2 中国加入的有关公约

（1）《经1978年议定书修订的<1973年国际防止船舶造成污染公约>》（简称《73/78防污公约》或MARPOL73/78），国际海事组织；

（2）MARPOL73/78相关附则；

表 1.1.1 MARPOL73/78 附则 I ~VI说明表

附则号	附则名称	附则生效时间	我国生效情况
附则 I	防止油类污染规则	1983 年 10 月 2 日	已生效
附则 II	控制散装有毒液体物质污染规则	1987 年 4 月 6 日	已生效
附则 III	（包括修正案）防止海运包装有害物质污染规则	1992 年 7 月 1 日	已生效
附则 IV	防止船舶生活污水污染规则	2003 年 9 月 27 日	已生效
附则 V	（包括修正案）防止船舶垃圾污染规则	1988 年 12 月 31 日	已生效
附则 VI	防止船舶造成空气污染规则	2005 年 5 月 19 日	已生效

（3）《1990 年国际油污防备、响应和合作公约》，国际海事组织，1990 年；

（4）《关于船舶压载水及其沉积物管理和控制的国际公约》，国际海事组织，2004 年 2 月签订，2017 年 9 月生效；

（5）《国际防止废物和其它物质倾倒入海洋公约》。

1.1.3 相关规划

（1）《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》；

（2）《福建省海岸带保护与利用规划（2016-2020 年）》；

- (3) 《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011-2020 年）》；
- (4) 《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》；
- (5) 《福建省海洋生态保护红线划定成果》（2017 年）；
- (6) 《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）修编》，福州市工业和信息化局，2022 年；
- (7) 《环罗源湾地区工业产业布局规划（修编）环境影响报告书》，福州市环境科学研究院，2022 年；
- (8) 《罗源县国土空间总体规划（2021-2035 年）》，罗源县自然资源和规划局，2023 年 1 月。

1.1.4 主要技术规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (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》（HJ2.4-2009）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (8) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）；
- (9) 《海洋溢油生态损害评估技术导则》（HY-T095-2007）；
- (10) 《水上溢油环境风险评估技术指导》（JT/T1143-2017）；
- (11) 《港口码头溢油应急设备配备要求》（JT/T450-2017）；
- (12) 《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）；
- (13) 《大气有害物质无组织排放卫生防护距离推导技术导则（GB/T 39499-2020）》；
- (14) 《排污许可证申请与核发技术规范 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业》（HJ1124-2020）。

1.1.5 项目相关资料

- (1) 福建华东船厂改建项目（一期）环评委托书；
- (2) 福建省环保局关于批复福建华东船厂修造船项目一期工程环境影响报告书的函（闽环保监〔2006〕30 号），福建省环境保护局，2006 年 3 月 29 日；
- (3) 关于福建华东船厂有限公司修造船项目一期工程建设内容的函（闽发改〔2007〕

108 号)，福建省发展和改革委员会，2007 年 8 月 20 日；

（4）福建省环保局关于批复福建华东船厂修造船项目二期工程环境影响报告书的函（闽环保监〔2007〕90 号），福建省环境保护局，2007 年 9 月 29 日；

（5）福建省发展和改革委员会关于福建华东船厂有限公司修造船项目二期工程核准的批复（闽发改工业〔2007〕1212 号），福建省发展和改革委员会，2007 年 12 月 24 日；

（6）福建省发展和改革委员会关于福建华东船厂修造船项目船坞建设规模调整的批复（闽发改工业〔2008〕52 号），福建省发展和改革委员会，2008 年 1 月 25 日。

（7）福州市环境保护局关于确认福建华东船厂修造船项目一期、二期工程和福建德盛镍业公司配套煤气工程污染物指标调剂计划的函（榕环保函〔2007〕28 号），福州市环境保护局 2007 年 8 月 10 日；

（8）福州市生态环境局关于福建华东船厂有限公司 3#船坞技术改造项目环境影响报告书的审批意见（榕罗环评〔2022〕27 号），2022 年 8 月 4 日；

（9）福建省投资项目备案证明（外资），罗源县工业和信息化局 2023 年 9 月 25 日；

（10）《福建华东船厂 4#船坞工程初步设计（报批稿）》，中船第九设计研究院工程有限公司；

（11）《福建华东船厂改建项目（一期）8 万吨级宽体干船坞施工围堰海域使用论证报告表》，福建省水产设计院；

（12）《福建华东船厂有限公司十四五技术改造项目（一期）8 万吨级宽体干船坞岩土工程勘察报告》，福建岩海岩土工程有限公司；

（13）《福建华东船厂修造船项目变更用海海域使用论证报告书》，福建省水产院，2026 年 6 月；

（14）《福建华东船厂 2#码头续建工程工程项目炸清礁施工方案》。

1.2 环评工作目的和重点

1.2.1 环评工作目的

通过对改建后工程的生产工艺、污染物排放、治理措施进行分析；对区域内自然环境、社会经济状况及环境质量的调查；在现状调查监测的基础上预测工程建设对环境产生的影响程度和范围，同时论证项目的产业政策符合性、平面布局合理性、是否符合清洁生产概念、环境可行性和环保措施的可行性等，对现有工程提出以新带老污染物控制措施并计算污染物削减量，从环境保护角度对工程改建后的环境影响可行性做出明确结论，为管理部门决策、为建设单位环境管理提供科学依据，为环境监测和环境管理提供

具体工作项目和要求，以达到社会效益、经济效益、环境效益的统一。

1.2.2 环评工作重点

根据本项目环境影响因子的识别和评价因子的筛选及周边的环境特征，本评价的重点为：

（1）阐明项目建设的基本情况，对项目建设过程与营运后可能产生的环境污染源与影响源进行分析。

（2）预测分析项目建设施工与营运过程对环境产生的各种影响，重点预测分析内容为：

- ①工程建设与运营对海洋水质环境和海洋生态环境的影响；
- ②工程建设与运营对环境空气、声环境的影响；
- ③工程建设与运营对周围敏感目标的影响。

（3）根据工程建设对各种环境影响的结果，提出切实可行的消除或减轻环境影响的工程对策措施与建议。

1.3 评价工作等级及评价范围

1.3.1 地表水环境

运营期污废水主要是含油污水、生活污水，改建后全厂排污口废水排放量不突破现有废水排放总量，即 115650t/a。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），表 1 注 9：依托现有排放口，且对外环境未新增排放污染物的直接排放建设项目，评价等级参照间接排放，定为三级 B。本项目通过以新带老、中水回用等设施，改建后全厂排污口废水排放量以及污染物排放量未突破现有量，因此，评价等级定为三级 B。

1.3.2 大气环境

根据本项目的污染特点，选择非甲烷总烃、二甲苯、甲苯、PM₁₀ 为主要大气污染物，按照《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的规定，用估算模式对项目的大气污染源逐个估算，估算每一种污染物的最大地面占标率（P_i）和占浓度标准 10%对应的最远距离（D_{10%}）。取 P 值中最大者（P_{max}）和其对应的 D_{10%}，确定大气评价等级，评价工作等级判据见表 1.3.1。

最大地面占标率 P_i 的计算公式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{oi}} \times 100\%$$

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/m³;

C_{0i}: 第 i 个污染物的环境空气质量标准, mg/m³。

表 1.3.1 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）	/
最低环境温度/℃		0.7
最高环境温度/℃		38.3
土地利用类型		针叶林、水面
区域湿度条件		潮湿气候
是否考虑海岸线熏烟	地形数据分辨率	90
	是/否	是
	海岸线距离/m	50
	海岸线方向	/

根据本项目废气污染源排放情况，估算大气污染物最大落地浓度 C_m（mg/m³）以及对应的占标率 P_i（%）、达标准限值 10%时所对应的最远距离 D_{10%}（m），估算的预测结果如筛选计算结果详见表 1.3.2。

表 1.3.2 估算结果

编号	排放源名称	污染物名称	C _i (mg/m ³)	C _{0i} (mg/m ³)	占标率 P _i (%)	D _{10%} (m)	等级
1	M1 装焊平台	PM ₁₀	0.0031	0.45	0.7	0	三级
2	M2 修船车间	PM ₁₀	0.0069	0.45	1.54	0	二级
3	M3 4#船坞	PM ₁₀	0.1187	0.45	26.37	300	一级
		二甲苯	0.0668	0.20	33.42	375	一级
		VOCs	0.9095	2.00	45.47	450	一级
		甲苯	0.0466	0.20	23.28	275	一级
4	M4 东侧码头	PM ₁₀	0.0758	0.45	16.84	325	一级
		二甲苯	0.0009	0.20	0.45	0	三级
		VOCs	0.0279	2.00	1.39	0	二级
		甲苯	0.0009	0.20	0.45	0	三级
5	M5 西侧码头	PM ₁₀	0.0524	0.45	11.64	430	一级
6	M6 调漆房	VOCs	0.0006	0.20	0.28	0	三级
7	1#钢材预处理车间	PM ₁₀	0.0177	2.00	0.88	0	三级
		二甲苯	0.0006	0.20	0.28	0	三级
		VOCs	0.0218	2.00	1.09	0	二级
8	2#涂装车间	PM ₁₀	0.0720	0.45	16.01	475	一级
		二甲苯	0.0430	0.20	21.52	700	一级
		VOCs	0.1207	2.0	6.04	0	二级
9	3#调漆房	VOCs	0.0263	0.45	5.84	0	二级

根据 AERSCREEN 筛选模式计算得出：各污染物最大占标率为 45.47%（4#船坞的非甲烷总烃），大于 10%；按《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定要

求，判定本项目大气评价工作等级为一级，评价范围为厂界外 2.5km 的矩形区域。

1.3.3 声环境

项目厂址所在区为牛坑湾作业区和碧里作业区之间预留的临港工业岸线，划为 3 类声环境功能区，周围村庄执行 2 类声环境标准，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4 2009）关于评价工作等级划分原则，结合噪声预测结果，敏感目标亭下村噪声级增高量为在 3dB(A)以下且受影响人口数量变化不大，本项目声环境影响评价定为三级。评价范围为厂界外 200m 以内区域。

1.3.4 土壤环境

本项目为修船工程，《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）附录 A 未明确修船工程土壤环境影响评价项目类别。修船过程使用有机涂层，参照相似项目“设备制造、金属制品、汽车制造及其他用品制造”中“使用有机涂层的”项目类别判断为“I 类”。

本项目为改建项目，用地范围在现有厂区内，改建项目占地面积 < 5hm²，占地规模为小型，厂区周围存在敏感目标亭下村，土壤环境敏感程度为敏感。。因此本项目土壤环境影响评价等级为一级，改建项目位于华东船厂现有厂区范围内，故本次改扩建项目评价范围为华东船厂厂区占地范围及占地范围外 1km 以内区域。

1.3.5 地下水环境

（1）评价等级

本项目属于《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A 中“75、船舶及相关装置制造”中“有电镀或喷漆工艺的；拆船、修船”，评价项目类别为Ⅲ类。

经现场调查，项目主厂区为填海形成，所在地下游无集中式饮用水源，无特殊地下水资源保护区，本项目地下水环境敏感程度属于“不敏感”等级，故对照导则判断本项目地下水环境影响评价等级为三级。

（2）评价范围

项目地下水环境影响评价范围采用《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中的公式计算法进行确定。

$$L=\alpha \times K \times I \times T / n e$$

式中：L—下游迁移距离，m；

α —变化系数， $\alpha \geq 1$ ，一般取 2；

K—渗透系数，m/d，项目区域为中~强透水层，属富水层，取 5；

I—水力坡度，无量纲；

T—质点迁移天数，按工程设计年限 20 年计，取值 7300d；

ne—有效孔隙度，无量纲。

表 1.3.3 项目地下水下游迁移距离取值表

项目		单位	本项目	备注
参数	a 变化系数	无量纲	2	
	K 渗透系数	m/d	5	杂填土
	I 水力坡度	无量纲	0.005	
	T 质点迁移天数	d	7300	按工程设计年限 20 年计
	ne	无量纲	0.3	
计算结果	L	m	1217m	取整
场地两侧	L/2	m	608.5m	场地上游距离根据评价需求确定， 场地两侧不小于 L/2。
场地上游	L 上游	m	100m	

结合场地水文地质条件及地下水补给、径流、排泄条件圈定水文地质单元，由于项目厂界靠近罗源湾海域，从同一水文单元考虑，以罗源湾作为评价边界，则本项目地下水环境影响评价范围为项目厂界上游 100m，东侧 608.5m，西两侧及厂界下游以罗源湾为评价边界。

1.3.6 环境风险

本项目环境风险物质涉及二甲苯、天然气及油类物质（进港船舶携带），经计算可知 $Q=6.1 < 10$ 。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）判断各环境要素的环境风险评价等级为（具体判定过程见本报告 6.2 小节）：大气环境风险评价工作等级为二级，评价范围为项目边界外 5km；地表水环境风险评价工作等级为二级，评价范围同地表水评价范围；地下水环境风险评价工作等级为二级，评价范围为本地区地下水水文地质单元。

1.3.7 生态环境

同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。”

本项目同时涉及陆生、水生生态影响，针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

（1）陆域生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）中 6.1.8 条款：“符合生态环境分区管控要求且位于原厂界（或永久用地）范围内的污染影响类改扩建项目，位于已批准规划环评的产业园区内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，直接进行生态影响简单分析”，本项目改建地块位于现有厂区范围内，且项目为不涉及生态敏感区的污染影响类建设项目，可不确定评价等级，

进行陆域生态影响简单分析。

(2) 海洋生态

①评价等级

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）表 1 “建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表”，本项目依托现有入海排放口排放废水，且未新增排放污染物，评价等级定为 3 级。但因项目涉及水下炸礁，炸礁规模为 80898m³，评价等级定位 1 级。

表 1.3.4 海洋环境影响评价等级判据

评价等级 影响类型		1	2	3	本项目 取值	本项目评 价等级确 定
废水排放量 Q (10 ⁴ m ³ /d) ^a	含 A 类污染物	Q≥2	0.5≤Q<2	Q<0.5	/	/
	含 B 类污染物	Q≥20	5≤Q<20	Q<5	/	/
	含 C 类污染物	Q≥500	50≤Q<500	Q<50	/	/
水下开挖/回填量 Q (10 ⁴ m ³) ^b		Q≥500	100≤Q<500	Q<100	/	/
泥浆及钻屑排放量 Q (10 ⁴ m ³)		Q≥10	5≤Q<10	Q<5	/	/
挖沟埋设管缆总长度 L (km) ^c		L≥100	60≤L<100	L<60	/	/
水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q (10 ⁴ m ³) ^d		Q≥6	0.2≤Q<6	Q<0.2	8.08	一级
入海河口(湾口)宽度束窄/拓宽尺 度占原宽度的比例 R%		R≥5	1<R<5	R≤1	/	/
用海面积 S (hm ²)	围海	S≥100	S<100	/	/	/
	填海	S≥50	S<50	/	/	/
	其他用海 ^e	S≥200	100≤S<200	S<100	/	/
线性水工构筑 物轴线长度 L (km)	透水	L≥5	1≤L<5	L<1	/	/
	非透水	L≥2	0.5≤L<2	L<0.5	/	/
人工鱼礁固体投放量 Q (空方 10 ⁴ m ³)		Q≥10	5≤Q<10	Q<5	/	/
a: 排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级(最低为 3 级); 建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子, 评价等级应不低于 2 级。 b: 海底隧道按水下开挖(回填)量划分评价等级, 采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道, 评价等级降低一级(最低为 3 级)。 c: 挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。 d: 爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。 e: 其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目; 不投加饵料的海水养殖项目, 评价等级为 3 级。						

1.4 评价标准

1.4.1 环境质量标准

(1) 海水水质标准

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011～2020年）》，厂址沿岸至离岸约 800m 内为四类海域环境功能区（FJ030-D-Ⅲ），主导功能为港口航运，辅助功能为一般工业用水，水质执行第三类海水水质标准。本项目西南面离岸 800m 外为三类海域环境功能区（FJ032-C-Ⅱ），主导功能为航运、一般工业用水，辅助功能为滨海风景旅游，水质执行第二类海水水质标准。具体详见表 1.4.1。

表 1.4.1 海水水质标准（摘录）（GB3097-1997）

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
pH 值	7.8~8.5		6.8~8.8	
化学需氧量（COD）≤	2	3	4	5
溶解氧（DO）>	6	5	4	3
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
石油类≤	0.05		0.30	0.50
悬浮物≤	人为增量≤10		人为增量≤100	人为增量≤150
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
镉≤	0.001	0.005	0.010	
铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
砷≤	0.020	0.030	0.050	
总汞≤	0.00005	0.0002		0.0005

（2）环境空气质量标准

项目所在区域划为二类环境空气质量功能区，大气环境执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2026）中过渡阶段浓度限值的二级标准。对于该标准中未要求的项目，采用的标准为：TVOC、苯、甲苯、二甲苯参照执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录 D；非甲烷总烃参照《大气污染物综合排放标准详解》中环境质量标准 1h 浓度限值（Cm）取值规定作为质量标准参考值。环境空气质量执行标准详见表 1.4.2。

表 2.3.4 环境空气评价标准（摘录）

污染物名称	取值时间	过渡阶段 浓度限值	浓度 限值	单位	标准来源
二氧化硫 SO ₂	年平均	60	20	μg/m ³	《环境空气质量标准》 （GB3095-2026）表 1、表 2 中二级标准
	24 小时平均	150	50	μg/m ³	
	1 小时平均	500	150	μg/m ³	
二氧化氮 NO ₂	年平均	40	30	μg/m ³	
	24 小时平均	80	50	μg/m ³	
	1 小时平均	200	200	μg/m ³	
一氧化碳 CO	24 小时平均	4	4	mg/m ³	
	1 小时平均	10	10	mg/m ³	
臭氧 O ₃	日最大 8 小时平均	160	160	μg/m ³	

	1 小时平均	200	200	µg/m³	《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018） 中附录 D 其他污染物空气质 量浓度参考限值要求
可吸入颗粒物 PM ₁₀	年平均	60	50	µg/m³	
	24 小时平均	120	100	µg/m³	
细颗粒物 PM _{2.5}	年平均	30	25	µg/m³	
	24 小时平均	60	50	µg/m³	
总悬浮颗粒物 TSP	年平均	200		µg/m³	
	24 小时平均	300		µg/m³	
苯	1 小时平均	110		µg/m³	参照《大气污染物综合排放 标准详解》中的环境背景浓 度取值
甲苯	1 小时平均	200		µg/m³	
二甲苯	1 小时平均	200		µg/m³	
TVOC	8 小时平均	0.6		mg/m³	
非甲烷总烃 NMHC	一次浓度	2.0		mg/m³	

（3）地下水标准

项目区地下水无环境功能区划，参照福建省生态环境厅关于印发《福建省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及修复（风险管控）效果评估报告技术审核要点（试行）》的通知（闽环保土[2021]8 号），项目所在区域地下水污染羽及下游区域不涉及地下水饮用水源补给径流区和保护区，地下水参照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）Ⅳ类进行评价，标准值见表 1.4.3。

表 1.4.3 地下水质量标准（摘录）

项目	I 类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	V 类
pH	6.5≤pH≤8.5			5.5≤pH<6.5 8.5<pH≤9	pH<5.5 或 pH>9
色度（铂钴色度单位）	≤5	≤5	≤15	≤25	>25
总硬度（以 CaCO ₃ 计）/（mg/L）	≤150	≤300	≤450	≤650	>650
溶解性总固体/（mg/L）	≤300	≤500	≤1000	≤2000	>2000
硫酸盐/（mg/L）	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
硫化物/（mg/L）	≤0.005	≤0.01	≤0.02	≤0.10	>1.0
氯化物/（mg/L）	≤50	≤150	≤250	≤350	>350
耗氧量/（mg/L）	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤10.0	>10.0
氨氮（NH ₃ -N）/（mg/L）	≤0.02	≤0.10	≤0.50	≤1.50	>1.50
硝酸盐（以 N 计）/（mg/L）	≤2.0	≤5.0	≤20.0	≤30.0	>30.0
亚硝酸盐（以 N 计）/（mg/L）	≤0.01	≤0.10	≤1.00	≤4.80	>4.80
苯/（mg/L）	≤0.5	≤1.0	≤10.0	≤120	>120
汞（mg/L）	≤0.001	≤0.001	≤0.001	≤0.002	>0.002
砷（mg/L）	≤0.001	≤0.001	≤0.01	≤0.05	>0.05
镉（mg/L）	≤0.0001	≤0.001	≤0.005	≤0.01	>0.01
铬（六价）（mg/L）	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.10	>0.10
铅（mg/L）	≤0.005	≤0.005	≤0.01	≤0.10	>0.10
铜（mg/L）	≤0.01	≤0.05	≤1.00	≤1.50	>1.50
锌（mg/L）	≤0.05	≤0.5	≤1.00	≤5.00	>5.00

项目	I 类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	V 类
挥发酚（mg/L）	≤0.001	≤0.001	≤0.002	≤0.01	> 0.01
阴离子表面活性剂（mg/L）	不得检出	≤0.1	≤0.3	≤0.3	> 0.3
铁（mg/L）	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤2.0	> 2.0
锰（mg/L）	≤0.05	≤0.05	≤0.10	≤1.50	> 1.50
钠（mg/L）	≤100	≤150	≤200	≤400	> 400
锑（mg/L）	≤0.0001	≤0.0005	≤0.005	≤0.01	> 0.01

（4）土壤环境质量标准

项目用地为工业用地，评价标准参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表 1 和表 2 中第二类用地的筛选值进行评价。详见表 1.4.4。

表 1.4.4 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（摘录） 单位：mg/kg

序号	项目	第二类用地	
		筛选值	管制值
重金属和无机物			
1	砷	60	140
2	镉	65	172
3	铬（六价）	5.7	78
4	铜	18000	36000
5	铅	800	2500
6	汞	38	82
7	镍	900	2000
挥发性有机物			
8	四氯化碳	2.8	36
9	氯仿	0.9	10
10	氯甲烷	37	120
11	1,1-二氯乙烷	9	100
12	1,2-二氯乙烷	5	21
13	1,1-二氯乙烯	66	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	596	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	54	163
16	二氯甲烷	616	2000
17	1,2-二氯丙烷	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	10	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	50
20	四氯乙烯	53	183
21	1,1,1-三氯乙烷	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	2.8	15
23	三氯乙烯	2.8	20
24	1,2,3-三氯丙烷	0.5	5
25	氯乙烯	0.43	4.3
26	苯	4	40
27	氯苯	270	1000
28	1,2-二氯苯	560	560
29	1,4-二氯苯	20	200

30	乙苯	28	280
31	苯乙烯	1290	1290
32	甲苯	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	570	570
34	邻二甲苯	640	640
半挥发性有机物			
35	硝基苯	190	760
36	苯胺	211	663
37	2-氯酚	500	4500
38	苯并[a]蒽	55	151
39	苯并[a]芘	5.5	15
40	苯并[b]荧蒽	55	151
41	苯并[k]荧蒽	550	1500
42	蒽	4900	12900
43	二苯并[a,h]蒽	5.5	15
44	茚并[1,2,3-cd]芘	55	151
45	萘	255	700
46	石油烃	4500	9000

（5）声环境质量标准

项目所在为工业区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准。周边村庄执行2类标准。见表1.4.5。

表 1.4.5 声环境质量标准 单位:dB

类 别	昼 间	夜 间
0	50	40
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4a	70	55
4b	70	60

1.4.2 排放标准

（1）废水排放

废水排放标准保持与原环评一致，即执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表4中一级排放标准，详见表1.4.6。

表 1.4.6 污水排放标准 单位：mg/L

序号	污染物	一级标准
1	pH	6～9
2	悬浮物	70
3	化学需氧量	100
4	五日生化需氧量	20
5	石油类	5
6	氨氮	15

（2）大气污染物排放

改建项目经处理后无组织排放，厂界非甲烷总烃执行《工业涂装工序挥发性有机物排放标准》(DB35/1783-2018)表 4 船舶制造行业浓度限值，厂区内监控点处任意一次 NMHC 浓度值执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）附录 A 的表 A.1 的相应规定；厂界甲苯、二甲苯执行《工业涂装工序挥发性有机物排放标准》(DB35/1783-2018)表 4 船舶制造行业浓度限值；颗粒物执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996），详见表 1.4.7。

表 1.4.7 无组织污染源大气污染物排放限值

污染物	排放限值（mg/m³）	监控点	执行标准
非甲烷总烃	10.0	厂界内监控点处 1h 平均浓度	GB 37822-2019
	30.0	厂区内监控点处任意一次 NMHC 浓度值	
	4.0	企业边界监控点	DB35/ 1783-2018
二甲苯	0.2	企业边界监控点	DB35/ 1783-2018
甲苯	0.6	企业边界监控点	DB35/ 1783-2018
颗粒物	1.0（监控点与参照点浓度差值）	无组织排放源上风向设参照点，下风向设监控点	GB 16297-1996

（3）声环境

本项目运营期厂界处执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)的 3 类标准。

表 1.4.8 工业企业厂界环境噪声排放标准 LAeq:dB

类别	昼 间	夜 间
3	65	55

（4）工业固体废物贮存按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)等标准执行。危险废物贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。

1.5 环境敏感保护目标

表 1.5.1 主要环境敏感保护目标

环境因素	保护目标	相对位置	基本情况	环境功能要求
大气环境	亭下村	东部厂区东 20m	自然村，属于梅花行政村，现有居民约 150 人。	环境空气二类功能区环境质量标准
	廪头村	东部厂区东北偏东 1800m	行政村，现有居民约 1235 人。	
	溪边村	东部厂区东北偏东 2700m	行政村，现有居民约 1359 人。	
	牛坑村	东部厂区东 2900m	行政村，现有居民约 3000 人。	
	玉莲盘村	西部厂区北 470m	自然村，属于碧里行政村，与碧里乡合计约 3121 人。	
	碧里乡	西部厂区北 860m	行政村，碧里乡政府所在地，现有居民约 3121 人。	

	先锋村	西部厂区西北 1530m	行政村，现有居民约 265 人；主要经济来源以水产养殖、外出务工收入为主。	
	长基村	西部厂区西北 1660m	自然村，属于先锋村，现有居民约 300 人；主要经济来源以水产养殖、外出务工收入为主。	
海洋环境	海域水质及海洋生态	罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区、湾外官井洋大黄鱼繁殖重点保护区、湾外西洋岛重要渔业水域生态保护红线区、湾外闽江口重要渔业水域生态保护红线区，周边海水水质和海洋生态环境等。		罗源湾南部近岸环境功能区为四类区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）三类标准。湾外排污口位于连江东部海域二类区，水质执行第一类海水水质标准。
声环境	亭下村	东部厂区东 20m	自然村，属于梅花行政村。现有居民约 150 人。	声环境 2 类功能区

注： 人口数据来源：<https://www.diming5.com/>



图 1.4.1 厂区周边主要环境敏感保护目标及环境评价范围



图 1.4-2 海洋环境保护目标分布图

1.6 评价技术路线

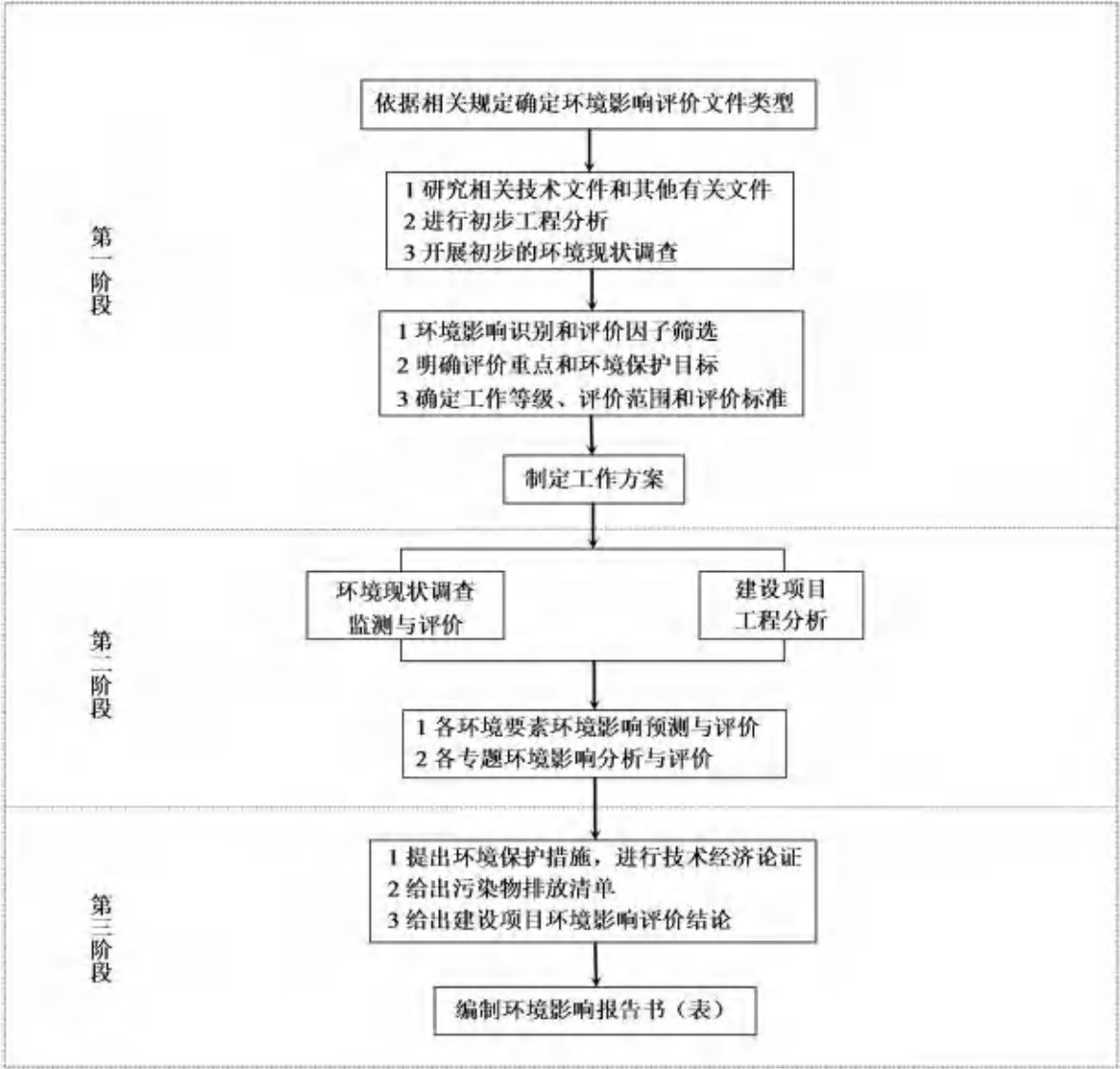


图 1.6.1 环境影响评价技术路线

2 现有工程回顾

2.1 现有工程环评及审批情况

2.1.1 一期工程环评批复及核准情况

福建省发展和改革委员会于2006年对福建华东船厂修造船项目一期工程建设内容进行了核准（闽发改工业〔2006〕332号），主要内容为建设 $350\text{m} \times 68\text{m} \times 13.7\text{m}$ 的30万吨修船坞一座（2#船坞）、 $260\text{m} \times 41\text{m} \times 12.6\text{m}$ 的8万吨修船坞一座（1#船坞），舾装码头2个泊位（总长640m）以及加工车间等配套设施，总建筑面积4.75万 m^2 ，形成年修船110艘的能力。全厂建设一个排污口，设置在污水处理站前端栈桥前沿，离岸约30m，低潮线以下约1m处。

原福建省环保局于2006年3月31日对《福建华东船厂修造船项目（一期工程）环境影响报告书》作了批复（闽环保监〔2006〕30号），在落实卫生防护距离内的梅花村居民住宅等报告书提出的各项环保措施、污染物实现达标排放前提下，原则同意项目一期工程建设。

2.1.2 二期工程环评批复及核准情况

2007年12月24日福建省发展和改革委员会对福建华东船厂修造船项目二期工程建设内容进行了核准（闽发改工业〔2007〕1212号），主要内容为新建 $265\text{m} \times 39.8\text{m} \times 12.3\text{m}$ 的9万吨造船坞一座（3#船坞），舾装及修船码头4个泊位（其中修船码头2个）共1030m岸线，并配套建设龙门吊、钢材加工车间和船体制作拼装场地等相关设施，形成年造船4艘的生产能力。

原福建省环保局于2007年9月29日对《福建华东船厂修造船项目（二期工程）环境影响报告书》作了批复（闽环保监〔2007〕90号）。批复意见要求按报告书的要求设置各项环保措施并实现达标排污，并提出“罗源县政府尽快制定并落实居民拆迁安置计划，务必在项目建成投产前完成卫生防护距离内现有梅花村居民住宅的拆迁安置工作，在居民住宅拆迁安置工作完成前，一期和二期工程不得投入生产。”

2007年底项目二期工程获得批复核准后，建设单位于2008年8月开始一期与二期工程中的三座船坞工程的建设。

2.1.3 建设项目方案变更环评批复及验收情况

福建省发展和改革委员会于2008年1月以闽发改工业〔2008〕52号文《关于福建

华东船厂修造船项目船坞建设规模调整的批复》进行了变更核准。项目的主要变更内容为：260m×41m×12.6m 的 8 万吨修船坞（1#船坞）尺寸调整为 300m×50m×14.4m 的 17 万吨修船坞，350m×68m×13.7m 的 30 万吨修船坞（2#船坞）尺寸调整为 360m×68m×14.9m，265m×39.8m×12.3m 的 9 万吨造船坞（3#船坞）尺寸调整为 295m×41.8m×13.9m，舾装及修船码头 1 座（640m×24m，设计 2 个 320m 泊位），舾装及修船码头 1 座（883m×40m）。项目总投资、总体布局、征地面积、使用岸线等不变。生产规模为年修船 120 艘，年造船 8 艘。

2011 年 7 月 15 日，经福建省交通运输厅和福建省发展和改革委员会研究同意，对原核准的华东船厂修造船项目一期、二期工程的东侧码头泊位进行调整，码头泊位总长 731m，前平台宽 25m、后平台宽 15m；码头通过 4 座栈桥与后方陆域连接，长度分别为 32.6m、39.3m、38.6m、34.6m，宽度均为 10m。码头后平台可根据生产需求分期实施。

原福建省环保局于 2012 年 5 月 8 日对《福建华东船厂建设项目变更环境影响报告书》作了批复（闽环保评〔2012〕56 号）。批复意见认为工程变更后，COD、粉尘、二甲苯和总有机污染物排放量有所下降，石油类、氨氮排放量略有增加，固体废物排放量保持不变，卫生防护距离未发生变化，环境风险仍处于可接受的水平。因此同意该项目按照变更后的方案建设。

变更后的一期、二期工程于 2013 年 3 月建成投产，2015 年 6 月 11 日，福州市环境保护局组织福州市环境保护综合行政执法支队和罗源县环境保护局，并邀请 2 名专家，对福建华东船厂有限公司（一期）项目开展施工期现场检查。验收小组认为该项目落实了环评及批复中的各项环保要求，验收监测结论表明污染物可实现达标排放，基本符合项目环保现场验收条件，同意该项目通过竣工环保验收。同年 7 月 30 日，福州市环境保护局以榕环评验[2015]70 号文，对一期项目竣工环保验收进行了批复。

2.1.4 矿砂回收再利用项目环评及验收情况

2016 年，福建华东船厂有限公司拟在现有厂区内建设一期（即 1#线）年处理废铜矿砂 28000 吨，二期（即 2#线）年处理废铜矿砂 50000 吨；项目建设完成后年总处理废铜矿砂 78000 吨。以修船喷砂除锈产生的废铜矿砂为原料，利用烘干、筛选设备去除废铜矿砂中颗粒杂物、水分及粉尘，得到满足喷砂要求粒径（0.8-3.2mm）的铜矿砂，回收率约为 45%。该项目加热炉原采用生物质成型燃料，2021 年 1 月全部改用天然气为燃料。

罗源县环保局于 2016 年 4 月 19 日对《福建华东船厂有限公司矿砂回收再利用建设项目环境影响报告表》作出批复。批复意见认为根据报告表结论，项目应落实报告表中

提出的污染防治措施，从环境影响角度分析，项目建设可行，同意该项目建设。

2016 年 12 月 16 日，罗源县环境保护局根据福建省华东船厂有限公司报送的《福建华东船厂有限公司矿砂回收再利用建设项目竣工环境保护验收申请》、《福建华东船厂有限公司矿砂回收再利用建设项目环保设施竣工验收监测报告表》（罗环监（2016）第 0015 号）及相关材料，认为福建华东船厂有限公司矿砂回收再利用建设项目基本落实了环评及批复文件提出的环境保护措施和要求，原则同意该项目竣工环保设施通过验收。

2.1.5 含油污水处理工程建设项目环评及验收情况

由于与百洋公司合同即将到期，百洋公司不再接收华东船厂的舱底含油污水，因此建设单位决定建设一套 100t/d 的 1#含油污水处理站，委托编制了《福建华东船厂有限公司含油污水处理工程环境影响报告表》，并于 2018 年 8 月 16 日取得罗源县环保局的批复（罗环保评〔2018〕25 号）。根据评价结论，含油污水处理站处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级排放标准后由新建尾水管接入现有污水排放口排放。1#含油污水处理站采用“隔油沉砂池+气浮装置预处理+生物接触氧化+深度处理+化学法二氧化氯发生器消毒”工艺，处理后出水水质指标按《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 中的一级 A 标准设计。

罗源县环保局于 2018 年 8 月 16 日对《福建华东船厂有限公司含油污水处理工程建设项目环境影响报告表》作出批复（罗环保评〔2018〕25 号）。批复意见要求落实报告中提出的污染防治措施，严格落实环保“三同时”制度，原则同意项目工程的建设。

2019 年 1 月 23 日，福建华东船厂有限公司根据《福建华东船厂有限公司含油污水处理工程竣工环境保护验收监测报告表》，并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，对项目进行验收。经现场检查、审阅有关资料和认真审议并按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中所规定的验收不合格情形对项目逐一对照核查后，验收组认为该项目环境保护手续齐全，执行了“三同时”制度，基本落实了环评文件及批复要求，环保设施运行正常，同意通过项目竣工环保自主验收。

2.1.6 燃气锅炉项目环评批复及验收情况

华东船厂于 2018 年建设了一座 100t/d 的含油污水处理站，实际运行中发现含油污水处理站的油污水易凝固，因此要对油污水进行加热，增强流动性以便进行油水分离处理。因此增加建设一座燃气锅炉站。项目于厂区中部 1#码头预留用地内（厂区已建污水处理站东侧），建设一座锅炉房，设两台燃气锅炉（一用一备），设计产能为 1t/h 蒸汽。

罗源县环保局于 2020 年 1 月 13 日对《福建华东船厂有限公司燃气锅炉项目环境影

响报告表》作出批复（罗环保评〔2020〕2号）。批复意见要求落实报告表中提出的污染防治措施，从环境影响角度分析该项目建设可行，同意实施该项目的建设。

2020年12月14日，福建华东船厂有限公司主持召开了燃气锅炉项目竣工环境保护验收会。经现场检查、审阅有关资料和认真审议并按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中所规定的验收不合格情形对项目逐一对照核查后，验收组认为该项目环境保护手续齐全，执行了“三同时”制度，基本落实了环评文件及批复要求，环保设施运行正常，同意通过项目竣工环保自主验收。

2.1.7 3#船坞技术改造建设项目环评批复及验收情况

2022年华东船厂对3#船坞进行技术改造，技改内容包括：对现有9万吨造船坞（即3#船坞）进行技术改造升级，调减造船能力（由8艘少为4艘），新增每年40艘高技术高附加值船舶修理能力；建设一套油泥减量处理装置（设计年处理油泥量12000t/a），增建一套处理规模为100t/d的含油污水处理站；其余主体工程不变，生产规模为年修船160艘，年造船4艘。

福州市生态环境局于2022年8月4日对《福建华东船厂有限公司3#船坞技术改造工程环境影响报告书》作出批复（榕罗环评〔2022〕27号）。批复意见要求落实报告书中提出的各项生态环境保护和污染防治措施，从环境影响角度分析，工程建设是可行的，同意按照报告书中所列建设项目的地点、性质、规模，进行福建华东船厂有限公司3#船坞技术改造工程的建设。

2023年9月28日，福建华东船厂有限公司主持召开了3#船坞技术改造工程阶段性竣工环境保护验收会，阶段性验收规模为“年修理船舶40艘(阶段性验收期间油轮修理量未增加)；实际年处理油泥量3000t”，除2#含油污水处理站尚未建设外其他建成内容均于本次验收。经现场检查、审阅有关资料和认真审议并按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》中所规定的验收不合格情形对项目逐一对照核查后，验收组认为该项目环境保护手续齐全，执行了“三同时”制度，基本落实了环评文件及批复要求，环保设施运行正常，同意通过项目阶段性竣工环保自主验收。

原设计1#及2#含油污水处理站设计采用“物化预处理+生化处理+消毒处理”工艺。而实际航行过程中因船舱清洗仅用海水清洗，污水性质发生变化，盐度增加，因此为保障污水站的运行更加稳定，设计将含油污水处理站的处理工艺优化调整成“物化预处理+化学强氧化+深度处理+消毒处理”。调整后的废水排放执行标准不变，仍执行原环评批复的《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表4中一级标准后排入罗源湾海域。因项目污水

处理设施工艺发生变更，2025 年 11 月，建设单位委托福建省金皇环保科技有限公司编制《福建华东船厂有限公司 3#船坞技术改造工程环境影响补充说明》，并于 2025 年 11 月 29 日通过补充说明专家评审会，项目正在进行验收。

现有工程历次环评手续审批情况见表 2.1.1。

表 2.1.1 现有工程环评手续审批情况一览表

项目名称	环评批复情况			生产能力	竣工环保验收情况
	时间	部门	文号		
福建华东船厂修造船项目(一期工程)	2006 年 3 月 31 日	原福建省环保局	闽环保监〔2006〕30 号	年修船 110 艘	2015 年 6 月 11 日通过了福州市环保局组织的竣工环保验收（榕环评验[2015]70 号）
福建华东船厂修造船项目(二期工程)	2007 年 9 月 29 日	原福建省环保局	闽环保监〔2007〕90 号	年造船 4 艘	
福建华东船厂建设变更项目	2012 年 5 月 8 日	原福建省环保局	闽环保评〔2012〕56 号	修船 120 艘，年造船 8 艘	
矿砂回收再利用建设项目	2016 年 4 月 19 日	罗源县环保局	/	废铜矿砂设计处理规模 78000 吨/年	2016 年 12 月 16 日通过了罗源县环保局组织的竣工环保验收（环验[2016]022 号）
含油污水处理工程建设项目	2018 年 8 月 16 日	罗源县环保局	罗环保评〔2018〕25 号	建设一套 100t/d 的 1#含油污水处理站	2019 年 1 月 23 日完成自主验收
燃气锅炉项目	2020 年 1 月 13 日	罗源县环保局	罗环保评〔2020〕2 号	建设一座锅炉房，设两台燃气锅炉（一用一备），设计产能为 1t/h 蒸汽	2020 年 12 月 14 日完成自主验收
3#船坞技术改造建设项目	2022 年 8 月 4 日	福州市生态环境局	榕罗环评〔2022〕27 号	修船 160 艘，年造船 4 艘；油泥减量车间设计年处理油泥量 12000t/a	2023 年 9 月 28 日完成阶段性验收、阶段验收内容为新增修船能力 40 艘及配套的环保设施，油泥减量车间及危废库

2.2 现有工程项目组成和建设情况

2.2.1 主体工程项目组成

福建华东船厂修造船项目总体规划为船舶修理、船舶制造两部分组成，现有主体工程建设和建设情况如下：

表 2.2.1 华东船厂现有主体工程组成一览表

序号	构筑物	现有工程批复建设内容	实际建设情况
1	1#船坞	17 万吨级修船坞 1 座（300m×50m×14.4m）	已建
2	2#船坞	30 万吨级修船坞 1 座（360m×68m×14.9m）	已建

福建华东船厂改建项目（一期）环境影响报告书				
3	3#船坞	9 万吨级造船坞（295m×41.8m×13.9m）		已建
4	东侧码头	舾装及修船码头 1 座（640m×24m），设计 2 个 320m 泊位		已建 1 个 321m 泊位
5	西侧码头	舾装及修船码头 1 座（883m×40m）		已建
6	修船区	船体加工车间、机电车间、机装、船装、集配、管装、居装、涂装等加工设备车间		未建
7		修船区现场办公楼		未建
8	造船区	钢料堆场		建筑物已建成（现暂作为修船钢材堆场使用）
9		钢材预处理车间		车间建筑物已建成（流水线设备未安装）
10		船体切割加工车间，共 5 跨分别为 L1 舾装生产车间、L2-L3 管子加工车间、L4 精密仪器维修车间、L5 机电维修车间。		车间建筑物已建成（现暂作为修船综合车间使用）
11		集配、涂装、机电车间、小组		未建
13	公用工程	10kV 变电站 1 座		已建成
14		低压配电所 5 座		已建成
15		氧气站 1 座		已建成
16		LNG 站 1 座		已建成
17		二氧化碳站 1 座		已建成
18		压缩空气站 1 座		已建成
19		危险品仓库（1050m²）		已建成，位于油泥减量车间内
20		办公楼（1#~3#）		已建成
21		燃气锅炉站 1 座，产能 1t/h 蒸汽		已建成
22		矿砂再回收厂房(1#线、2#线共计处理废矿砂 78000t/a)		已建成
23		废水	1#100m³/d 含油污水处理站	已建成
24			2#100m³/d 含油污水处理站	已建，试运行中尚未验收
25			生活污水处理站一座，原设计处理规模 300t/d，已建成 200t/d，剩余 100t/d 未建	剩余 100t/d 未建
26	环保工程	废气	(1)钢材预处理工场喷砂间设置一套旋风除尘+滤筒式除尘的二级除尘过滤系统;涂装间内设置一套干式漆雾净化器和活性炭吸附催化燃烧净化装置处理系统;钢材预处理工场设置一个 15m 高度的排气筒;	属于造船项目工程内容，已批未建
			(2)分段涂装车间的喷砂间各设置一套旋风除尘+滤筒式除尘的二级除尘过滤系统;两个涂装间内各设置一套干式漆雾净化器和活性炭吸附催化燃烧净化装置处理系统;两个分段涂装车间共用 1 个 25m 高度的排气筒	属于造船项目工程内容，已批未建
			(3)船坞上的船舱内喷涂作业时采用移动式漆雾过滤及活性炭吸附装置处理;货舱采用吸附+催化燃烧设备处理	已建
			(4)二次砂矿车间加热炉产生废气，加热炉废气通过在生产线末端收集送“旋风除尘+布袋除尘”设施处理，处理后通过 2 根 15m 高排气筒排放	已建
			(5)燃气锅炉房废气由 1 根 8m 高排气筒高空排放	已建

设置格式[cr 杨]: 非突出显示

删除[cr 杨]: 0

			(6)油泥减量化车间设置集气罩+活性炭处理，通过1根15m高排气筒排放	已建
			(7)无组织排放废气：加强喷砂除锈工艺前期控制、采用真空扫地车、滑移装载机、对现有雾炮机降尘系统进行改造；修船时舱室喷涂采用移动式漆雾过滤吸附设备与移动式吸附+催化燃烧设备处理。	已建
27		固体废物	(1)在油泥减量化车间设置了2处危险废物贮存间，项目危险废物分类收集、贮存后定期委托有资质的单位处置。 (2)设置规范化的一般工业固体废物仓库，一般工业固废分类收集、贮存后外售综合利用。	已建
			(3)油泥减量处理车间1座，占地4200m²，油泥贮存罐3600m³，设计年处理油泥量12000t/a	已建成，目前年实际处理油泥量3000t
28		噪声	合理布局，选用了低噪声设备，采取隔声、对高噪声设备采取减振、厂房墙体隔声等降噪措施。	已建
29		环境风险	厂区三级防控系统，1座900m³事故应急罐、1座400m³的事故应急池、1座230m³的事故应急池、1座560m³的事故应急池	已建
30	生产纲领	1#船坞年每年修17万吨、10万吨船共72艘； 2#船坞年每年修船48艘； 3#船坞每年造船4艘（9万吨超巴拿马船3艘，3500TEU集装箱船1艘），修船40艘。		修船已实施，年修船160艘；造船工程未实施

2.2.2 造船代表船型及生产纲领

修船坞设计以散货船、干货船、油轮、集装箱、成品油船、客船等船舶种类为代表产品，国轮与外轮均有。主要载重量及技术参数见下表。

表 2.2.2 代表船型及技术参数

序号	船型	船舶主要尺寸（m）					载重量（t）
		总长	两柱间长	型宽	型深	空载吃水	
1	30万吨级船舶	330	318	59	24.5	8.5	300000
2	17万吨级船舶	280	270	48	25	7.8	170000
3	15万吨级船舶	275	262	48.0	24.6	7.6	150000
4	10万吨级船舶	248	233	42.7	21.0	7.55	100000
5	8万吨级船	235	225	32.5	19.9	4.2	80000
6	6万吨级船舶	230	220	32.3	19.1	7.2	60000

（1）1#船坞（17万吨级）

1#船坞年修船72艘，年修船产值约5.143亿元，钢材耗量约6500t。

表 2.2.3 修船（1#船坞）生产纲领

序号	船舶名称	修别	修船产值（万元）			修船周期（天）				总周期（天）
			艘数	单船产值	小计	坞修		码头		
						单艘	小计	单艘	小计	
1	17 万吨级船舶	检修	9	1300	11700	8	72	22	198	30
		岁修	9	1100	9900	6	54	17	153	23
		坞修	9	850	7650	5	45	12	108	17
		小计	27		29250		171		459	
2	10 万吨级	检修	7	1000	7000	7	49	15	105	22

	船舶	岁修	7	800	5600	5	35	11	77	16
		坞修	7	500	3500	5	35	10	70	15
		小计	21		16100		119		252	
3	1 ~ 5 万吨级船 并列修理	检修	8	350	2800	6÷2	24	10÷2	40	16
		岁修	8	250	2000	4÷2	16	8÷2	32	12
		坞修	8	160	1280	5÷2	20	4÷2	16	9
		小计	24		6080		60		88	
合计			72		51430		350		799	

（2）2#船坞（30万吨级）

2#船坞每年共修船 48 艘，年修船产值约 3.08 亿元，钢材耗量约 5000t。

表 2.2.4 修船（2#船坞）生产纲领

序号	船舶名称	修别	修船产值（万元）			修船周期（天）				总周期（天）
			艘数	单船产值	小计	坞修		码头		
						单艘	小计	单艘	小计	
1	30 万吨级船	检修	2	1500	3000	12	24	25	50	37
		岁修	2	950	1900	9	18	20	40	29
		坞修	2	850	1700	6	12	15	30	21
		小计	6		6600		54		120	
2	15 万吨级船	检修	3	1100	3300	10	30	20	60	30
		岁修	3	900	2700	8	24	15	45	23
		坞修	3	700	2100	6	18	10	30	16
		小计	9		8100		72		135	
3	10 万吨级船	检修	5	900	4500	9	45	15	75	24
		岁修	5	700	3500	6	30	12	60	18
		坞修	5	380	1900	6	30	10	50	16
		小计	15		9900		105		185	
4	6 万吨级船	检修	6	700	4200	8	48	15	90	23
		岁修	6	650	3900	6	36	10	60	16
		坞修	6	300	1800	6	36	10	60	16
		小计	18		9900		120		210	
合计			48		34500		351		650	

（3）3#船坞（9万吨级）

3#船坞(9万吨级)每年共修船 40 艘，年修船产值约 1.20 亿元，修船钢材耗量约 4200t。

表 2.2.5 修船（3#船坞）生产纲领

序号	船舶名称	修别	修船产值（万元）			修船周期（天）				总周期（天）
			艘数	单船产值	小计	坞修		码头		
						单艘	小计	单艘	小计	
1	10 万吨级船	坞修	15	400	6000	10	150	12	180	330
2	8 万吨级船	坞修	15	300	4500	8	120	10	150	270
3	1～5 万吨并列修理	坞修	10	150	1500	6	30	8	80	110
合计			40		12000		300		410	

2.2.3 造船代表船型及生产纲领

现有工程中，仅 3#船坞（9 万吨级）具备造船能力，年造船 4 艘，年造船产值约 20.35 万元，造船钢材耗量 6 万 t。

表 2.2.6 3#船坞造船代表船型主尺度

序号	船舶名称	总长 (m)	两柱间 长 (m)	型宽 (m)	型深 (m)	满载吃水 (m)	载重量 (t)
1	9.0 万吨超巴拿马船	247	224	42.00	20.8	14.2	95000
2	3500TEU 集装箱船	294	280	32.3	21.7	13.0	50000

表 2.2.7 3#船坞造船生产纲领

序号	船舶名称	年造船 数量 (艘)	年造船 载重量 (万吨)	年耗 钢材 (万吨)	年造船 产值 (万元)
1	9.0 万吨级超巴拿马船	3	27	4.56	102450
2	3500TEU 集装箱船	1	4.1	1.4	32784
	共计	4	31.1	5.96	135234

2.2.4 主要设备与原辅料

表 2.2.8 主要设备一览表

序号	设备名称	单位	数量
一	修船区		
1	桥式行车 5t ~ 20t, S=22m ~ 33m	台	8
2	龙门吊 30t, S=50m,H=20m	台	1
3	车辆（卡车、叉车、汽车吊等）	台	10
4	加工设备（车床、刨床、钻床等）	台	10
5	焊机	台	200
6	60t 储砂罐	只	16
7	空压机，型号 P700，260m³	台	4
8	压送式喷砂机，型号 SSCE205-3000	台	4
9	高压无气喷涂机，型号 SNE6528K	台	2
10	储砂罐，每只 60 吨	台	1
11	高压冲洗装置，型号 WLQ200/35，流量 200L/min	台	1
二	造船区		
1	半龙门吊 5+5t/H=6m/s=16m	台	14
2	桥式行车 10t ~ 25t/H=12m/s=27m	台	30
3	桥式行车 60t ~ 120t/H=18m/s=39m	台	6
4	塔吊 5t	台	5
5	龙门吊：200t/H=36m/S=50m	台	1
6	平板车 200t	台	2
7	钢板预处理线 S=4m	条	1
8	涂装设备	台	2
9	数控切割机 6m ~ 8m	台	6
10	半自动肋骨冷弯机 400+	台	1
11	315t 油压机	台	1
12	1000t 油压机	台	1
13	各种加工机器（车床、弯管等）	台	20
14	各种车辆（卡车、叉车、高空车等）	台	20
15	吊索具	套	1

序号	设备名称	单位	数量
16	焊机	台	600
三	公用工程		
1	空压机 180m³	台	3
2	配电设备 10kV	套	5
3	办公用设备	套	1
4	污水处理环保设备	套	2
5	消防设备	套	1
四	西侧码头		
1	50t 门座起重机	台	2
2	40t 门座起重机	台	2
五	东侧码头		
1	50t 门座起重机	台	1
2	40t 门座起重机	台	2

表 2.2.9 主要原辅材料表

类别	名称	重要组分及含量	环评阶段用量	近三年平均用量	备注
原料	钢材	/	75700t/a	15700t/a（修船）	实际造船未 实施，用量 减少
	油漆（造船）	油漆+溶剂	325t/a	0	
	油漆（修船）	油漆+溶剂	217.5t/a	277t/a	
辅料	铜丸（砂）	/	45000t/a	44000t/a（修船）	
	钢丸(仅造船用)	/	500t/a	0	
	焊材（造船）	/	187t/a	0	
	焊材（修船）	/	482t/a	472t/a	
能源	总用电量	/	280000kWh	225000kWh	
	自来水	/	2844000t/a	179400t/a	
	压缩空气	/	900Nm³/min	720Nm³/a	
	氧气（液）	/	1880t/a	1500t/a	
	LNG	/	785t/a	803t/a	
	二氧化碳（液）	99.5%	1480t/a	1180t/a	

2.2.5 现有工程平面布置

现有工程造船区钢材堆场已建成，现临时作为修船钢材堆场使用；船体切割加工车间已建成，现暂作为修船车间使用；东侧码头已建成 320m，西侧码头已建成 883m。1#含油污水站位于厂区中部集配堆场预留用地内（厂区已建生活污水处理站北侧）；锅炉房位于厂区中部 1#码头预留用地内（厂区已建污水处理站东侧）；二次砂厂房位于厂区中部空地，涂装车间南侧。油泥减量车间选址在联合车间南侧、1#含油污水处理站西侧；2#含油污水站位于 1#含油污水站与生活污水处理站之间。全厂区总平图见图 2.1-1。

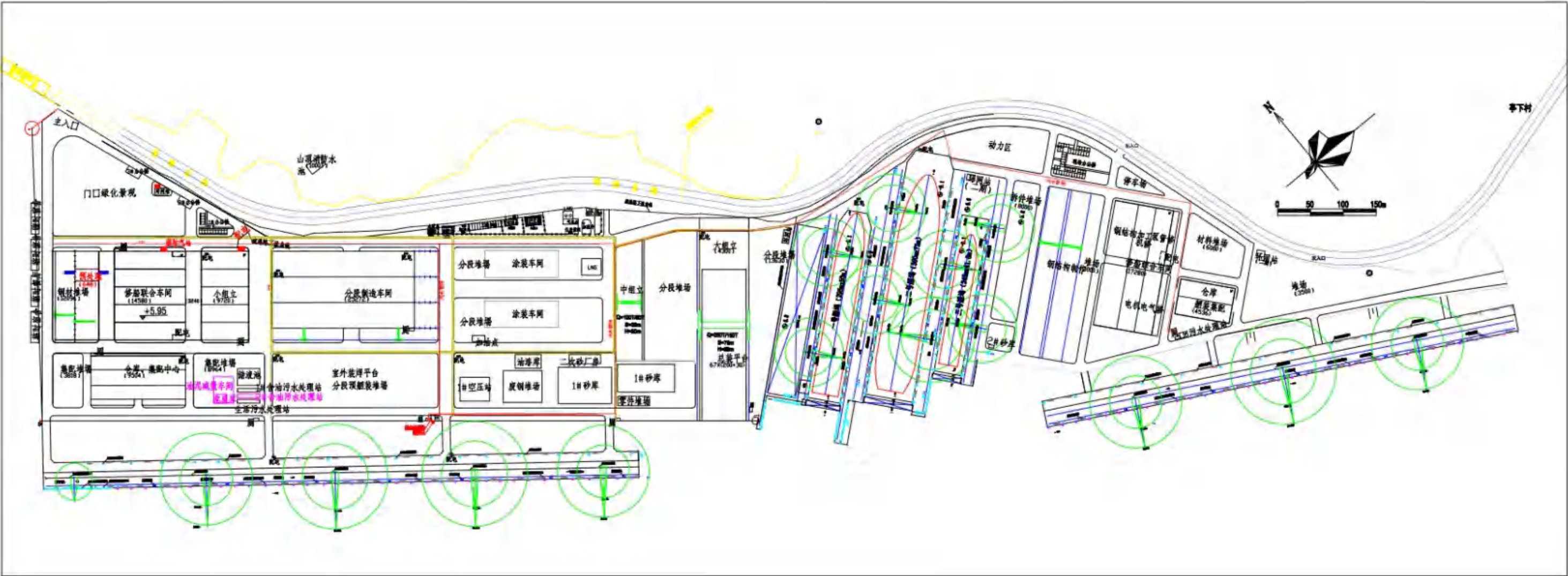


图 2.2.1 全厂总平布置图

2.3 现有工程环保措施及运行达标分析

现有已批复的各期工程，除了造船项目及配套环保设施（暂未建设）和 2#含油污水站（已投入试运行，尚未验收），其他工程内容均已完成自主环保验收，根据验收结果，现有各期工程均配套了环保设施并能做到达标排放。本次采用企业自行监测报告以及在线监测数据对环保设施运行及达标排放情况进行分析。

2.3.1 废气治理及排放情况

（1）废气治理措施

目前造船工艺相关的生产线及配套废气处理设施均未建设，本此处未分析其建设情况和达标性。

修船联合车间的切割、焊接暂建设于造船区的“船体切割加工车间”内，也都按环评批复的要求在该车间内配套了烟尘处理设施。船坞、舾装码头上的配套废气处理设施已配备。已建的船坞及部分修船工程于 2015 年 6 月通过了阶段性竣工环保验收（验收监测单位为福州市环境监测中心站）。主体工程有组织排放大气污染物及污染防治措施见表 2.3.1。

矿砂回收再利用项目运营期主要污染源为加热炉废气。燃料全部为天然气，在生产线末端收集废气送“旋风除尘+布袋除尘”设施处理，处理后通过两根 15m 高排气筒排放（共两台燃烧机，每台各一根）。目前矿砂回收再利用项目相关设施与配套废气处理工艺已通过竣工环保自主验收并全部投产。

锅炉项目有 1t/h 燃气锅炉 2 台（一用一备），废气由燃气锅炉房一根 8m 高排气筒高空排放。目前燃气锅炉已建成并通过自主环保验收。

油泥减量化车间在调质池正上方设置一个集气罩将废气收集通过 1 套活性炭吸附装置处理后通过车间内一根 15m 高排气筒排放。目前油泥减量车间已建成并通过自主环保验收。

表 2.3.1 废气污染源及污染防治措施建设情况

	序号	污染源	烟气处理措施	建设情况
修船废气	G7	喷砂金属氧化物粉尘	通风、无组织排放	已落实
	G8	涂装油漆废气	舱内吸附，小舱室采用移动式漆雾过滤及活性炭吸附装置进行净化处理，货舱采用吸附+催化燃烧设备处理	
	G9	钢板焊接烟尘	通风、无组织排放	
	G10	部件加工场焊接烟尘	通风、无组织排放	
	G11	装配焊接烟尘	通风、无组织排放	
	G12	喷砂金属氧化物粉尘	通风、无组织排放	

矿砂回收	G13	加热炉烟气	燃用天然气、末端使用“旋风除尘+布袋除尘”处理后通过，2根15m高度排气筒排放（两台燃烧机，每台各一根）。	已落实
锅炉	G14	锅炉烟气	燃用天然气，废气由1根8m高排气筒高空排放。	已落实
油泥减量车间	G15	油泥减量化车间废气	集气罩+活性炭处理，通过1根15m高排气筒排放，排气量4012~7419m³/h	已落实

（2）废气达标排放情况

已建工程均已通过竣工环保验收。根据2023年华东船厂废水废气噪声自行监测数据以及3#船坞技术改造工程阶段性竣工环境保护验收监测数据，厂区实际共4根排气筒，分别是矿砂回收利用车间2根加热炉废气排气筒、1根燃气锅炉排气筒、油泥减量处理车间1根排气筒，监测资料表明各有组织排气筒废气均能满足相应的排放标准要求。

企业已落实环评及批复要求，在厂界东侧设置了颗粒物(TSP)在线监测分析仪及挥发性有机物在线监测系统，并与生态环境主管部门联网，具体位置：北纬26°26'43”东经119°43'27”。通过收集无组织监测点的在线监测数据和自行监测数据，颗粒物、非甲烷总烃（以碳计）、二甲苯符合《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996与《工业涂装工序挥发性有机物排放标准》DB35/1783-2018要求限值。因此，项目现有已投运工程废气排放可以达到环评批复的相关标准要求。

表 2.3.2 2023 年自行监测排气筒废气检测结果

点位名称	采样日期	检测因子	测定结果 mg/m³	标干排气 量 m³/h	排放浓度 kg/h	排气筒高度 m
FQ-001（铜砂回收排气筒）	2023.03.16	颗粒物	< 20	8.98×10³	< 0.19	15
		二氧化硫	30		0.27	
		氮氧化物	6.67		0.057	
FQ-002 铜砂回收排气筒）	2023.03.16	颗粒物	< 20	1.58×10³	< 0.32	15
		二氧化硫	< 3		< 0.05	
		氮氧化物	4		0.067	
1#锅炉排气筒 03#	2023.03.16	颗粒物	< 1	< 1.5	1.19×10³	8
		二氧化硫	< 3	< 5	1.19×10³	
		氮氧化物	61.3	89.33	1.19×10³	
		林格曼黑度	/	/	/	
油泥减量车间处理设施出口 04#	2023.03.16	非甲烷总烃	0.52	5.79×10³	3.03×10 ⁻³	15

表 2.3.3 2023 年自行监测厂界无组织废气监测结果

点位名称	采样日期	测定结果（mg/m³）		
		颗粒物	非甲烷总烃（以碳计）	二甲苯
船坞及码头工段旁 05#	2023.03.16	0.939	0.36	/
WZZ-0001		/	/	0.0046
WZZ-0002		/	/	0.032
WZZ-0003		/	/	0.015
WZZ-0004		/	/	0.0039

2.3.2 废水处理及排放情况

（1）废水处理措施

已建工程的废水包括生活污水、修船生产废水（含油废水、高压冲洗水、船壳冲洗水等）、油泥减量处理废水，厂区分别设置了生活污水处理站和含油污水处理站，分别处理生活污水和含油废水，工艺分别描述如下：

（1）生活污水处理站

华东船厂原已批复环评中的生活污水处理站以接触氧化为主体的处理工艺，利用好氧微生物的新陈代谢作用，将污水中的有机物作为营养源有效地去除，出水再经沉淀池沉淀除去以生物污泥为主的悬浮物后，最终使出水达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表4中的一级排放标准。环评批复处理规模为300t/d，实际先建200t/d，剩余100t/d后续根据项目进度需要再建。

2020年华东船厂对生活污水处理系统进行改造，将生化系统工艺改为“AAO+MBR膜法”处理工艺，具有较好的脱氮除磷效果。改造后，污水经过格栅和调节池预处理后，进入“AAO”池进行二级污水处理，后进入MBR膜池进行深度处理，出水再经混凝沉淀池沉淀除去以生物污泥为主的悬浮物后排放。

（2）含油污水处理站

华东船厂已建1#含油污水处理站，原工艺采用“隔油沉砂池+气浮装置预处理+生物接触氧化+深度处理+化学法二氧化氯发生器消毒”。而实际航行过程中因船舱清洗仅用海水清洗，污水性质发生变化，盐度增加，因此为保障污水站的运行更加稳定，设计将含油污水处理站的处理工艺优化调整成“物化预处理+化学强氧化+深度处理+消毒处理”，建设单位委托福建省金皇环保科技有限公司编制《福建华东船厂有限公司3#船坞技术改造工程环境影响补充说明》，并于2025年11月29日通过补充说明专家评审会，现正在进行验收。含油污水处理站出水达到《污水综合排放标准》GB8978-1996表4中的一级排放标准。工艺详见2.1.3节介绍。

污水处理站工艺流程见图2.3.1。

废水分类处理情况见下表。

表 2.3.4 废水来源及环保设施建设情况一览表

序号	污染源名称	污染物种类	处理措施及去向
W1	生活污水	悬浮物、氨氮、生化需氧量	由已建的200t/d生活污水处理站处理。生活污水处理后通过厂区统一排污口排海。
W2	含油污水	悬浮物、石油类、生化需氧量	由已建的一座100t/d处理规模的1#含油污水处理站处理，通过厂区统一排污口排海。
W3	高压冲洗水	悬浮物	废水在船坞内沉淀池沉淀后排放，沉淀池定期清理。

W4	船壳冲洗水	悬浮物	海水冲洗，船坞沉淀池沉淀后直接排入海里。
W5	油泥中分离出的含油废水	石油类	含油废水通过管网进入 1#含油污水处理站处理，达标后排入罗源湾。

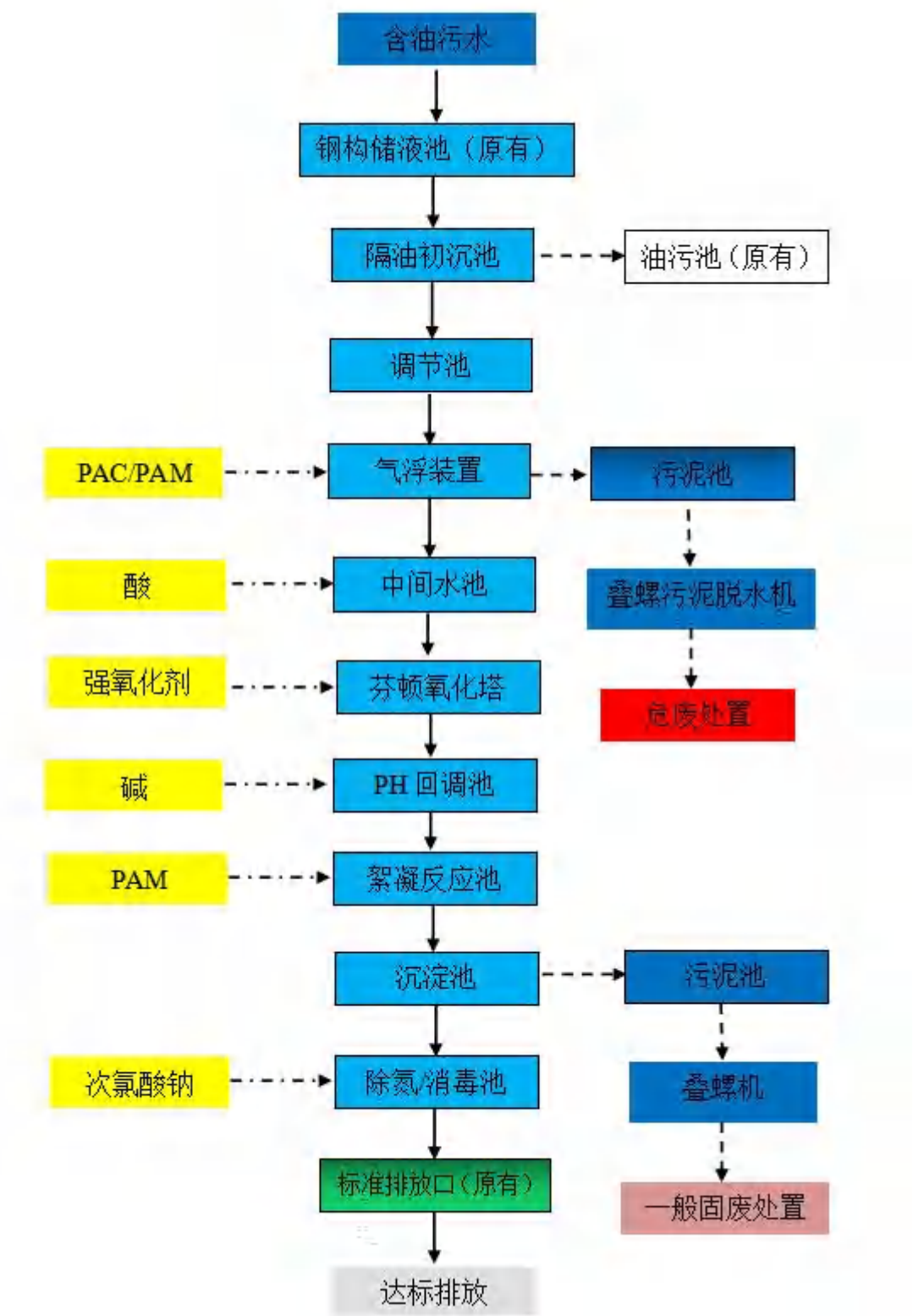


图 2.3.1 含油污水处理站工艺流程图

（2）废水达标排放情况

现有工程废水总排口处安装了在线监测装置，在线监测的因子包括 pH、COD、氨氮、

总磷，在线仪器已通过验收，并与生态环境主管部门联网。建设单位按照《环境保护图形标志—排放口(源)》(GB15562.1-1995)的规定，在排污口设置污水排放口环境保护图形标志牌。

根据 2023 年华东船厂废水自行监测数据与废水总排口在线监测数据，各因子均符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级排放标准。因此，项目主体工程废水排放可以达到环评批复的相关标准要求。

表 2.3.5 2025 年废水监测结果

点位名称	采样日期	检测因子	测定结果（mg/L）
WS-001 废水总排口	2023.04.27	pH 值	7.2
		悬浮物	8
		COD	23
		BOD ₅	6.7
		石油类	0.24
		氨氮	0.312
		总磷	0.18

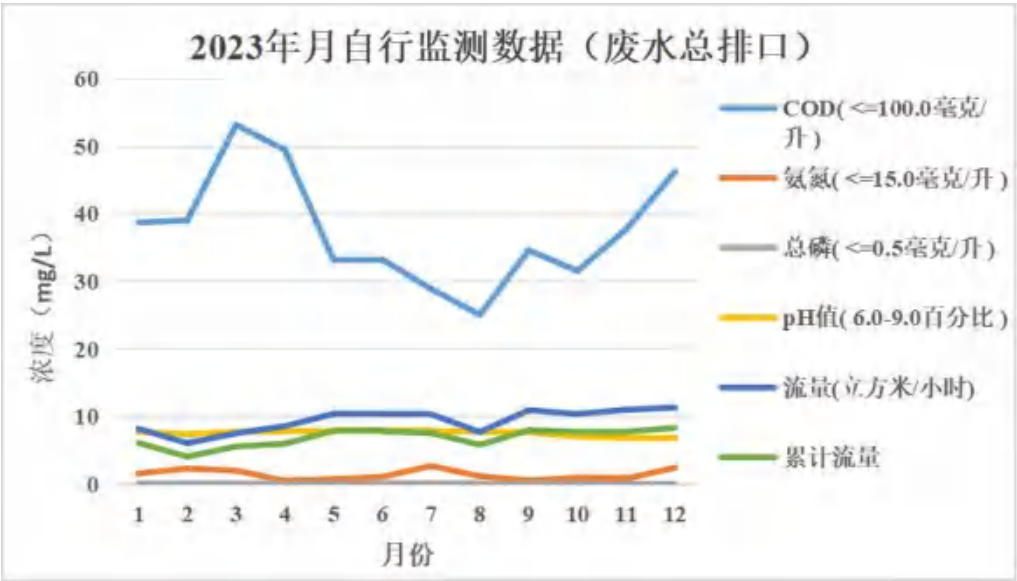


图 2.3.2 2023 年 1-12 月华东船厂废水总排口自行监测数据

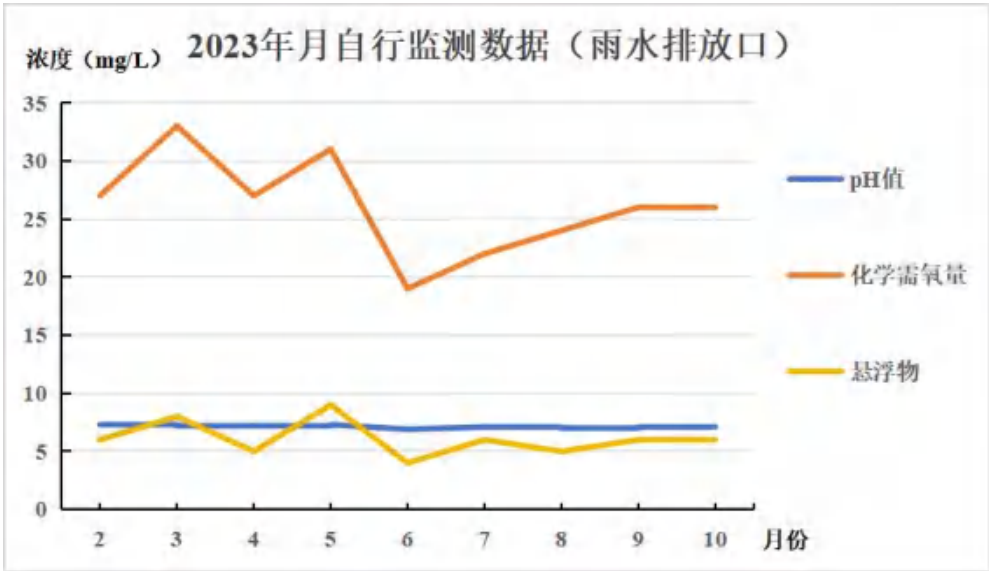


图 2.3.3 2023 年 2-10 月华东船厂雨水排放口自行监测数据

2.3.3 噪声达标排放情况

根据华东船厂自行监测数据以及 2023 年 4 月 3#船坞技术改造项目阶段性竣工环境保护验收监测报告中的监测数据，厂界噪声监测点均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)。因此，项目厂界噪声排放可以达到环评批复的相关标准要求。

表 2.3.6 2023 年 3#船坞技术改造项目阶段性验收监测噪声监测结果

点位	采样日期	昼间 LAeq	夜间 LAeq
▲1#厂界外1m	2023.04.27	59	48
▲2#厂界外1m		61	49
▲3#厂界外1m		61	51
▲4#厂界外1m		63	52
▲5#厂界外1m		60	51
▲6#厂界外1m		59	50
▲7#厂界外1m		62	51
▲8#厂界外1m		61	49

2.3.4 固废产生及处置情况

现有工程一般工业固体废物主要为废磨料、下脚料、废零部件等；危险废物主要为废油漆容器、废滤材、废矿物油等，均委托有资质单位接收处置。从现场调查情况看，企业已按规范要求建设了危废贮存间、废铜矿砂堆场。现有工程固体废物产生及处置情况见表 2.3.7。

表 2.3.7 现有工程固体废物产生及处置及情况

固废名称	主要成分	属性	危险废物类别及代码	产生规律	近 3 年平均产生量（吨）	实际固废处置情况
废油漆容器	废油漆、塑料	固态	HW49 900-042-49	连续	4	委托有资质单位

漆渣、废油漆	漆渣、玻璃纤维	固态	HW12 900-299-12	连续	30.5	处置
废矿物油	含水率 3%	液态	HW08 900-210-08	连续	2050	
废滤材	活性炭、有机物	固态	HW49 900-039-49	间歇	400	
废磨料 （铜砂、铁锈）	/	固态	373-001-09	连续	600	外售水泥厂
下脚料、废零部件	/	固态	373-001-09	连续	640	钢厂回收利用
废焊材	焊条、焊渣	固态	373-001-09	连续	11.37	供应商回收
废水处理污泥	含水率 80%	固态	373-001-62	连续	20	由环卫部门统一收集
生活垃圾	/	固态	/	连续	500	由环卫部门统一收集

注：固废总量取企业近三年实际产生量的平均值。

2.3.5 环境风险防范措施

（1）环境风险

根据公司生产状况、产污排污情况、污染物危险程度、周围环境状况及环境保护目标要求，公司主要存在以下几方面环境风险：①火灾、泄漏等事故引发的次生/衍生的突发环境事件；②布袋除尘器、活性炭吸附装置故障废气事故性排放引发的突发环境事件；③含油废水处理站故障，含油生产废水事故性排放引发的突发环境事件；④危险化学品、危险废物事故泄漏等引发的突发环境事件；⑤天然气站、液氧站、二氧化碳气站等少量泄漏、爆炸等事故引发的突发环境事件；⑥其他不可抗拒因素导致的突发环境事件。

（2）环境风险控制措施

厂区为预防环境风险采取了以下措施，并按照《港口码头溢油应急设备配备要求》（JT/T450-2017）配置了溢油应急设备，具体配置情况见图 6.8.1：

a、强化安全、消防和环保管理，完善环保安全管理机构，完善各项管理制度，加强日常监督检查；厂区内严禁烟火，严格动火审批制度，进料车辆必须戴阻火器。

b、对储存容器、管道、阀门、水泵等设备要定期进行检查。

c、鉴于建设项目的风险是厂区煤气泄漏发生火灾、危险化学品(柴油、润滑油)泄漏及粉尘异常排放等，因此对重要的岗位职工要加强教育、培训和选拔及考核工作。

d、其它防范措施

①个人防护措施：①配备专用的劳动防护用品和器具，专人专管，定期检修和检验，保持完好；②严禁接触剧毒物品，不准在生产、使用、储存场所饮食；正确穿戴劳动防

护用品，工作结束后必须更换工作服，清洗后方可离开作业场所。

②重视安全技术措施：①改革工艺技术，并采取安全的生产条件，防止和减少毒物溢(逸)散；②以密闭、隔离、通风操作代替敞开式操作；③加强设备管理和现场管理，杜绝跑、冒、滴、漏。

③厂区对火灾报警装置、各类监测器、防爆膜、安全阀、视镜等应定期检验，防止失效；并做好各类监测目标、泄漏点、检测点的记录和分析，对不安全因素进行及时处理和整改。

e.建设 1 座 900m³事故应急罐、1 座 400m³的事故应急池、1 座 230m³的事故应急池、1 座 560m³的事故应急池。

根据公司提供资料，自生产以来公司尚未发生过突发环境事件。

2.3.6 环境防护距离内村庄搬迁落实情况

根据既往环评批复，现有工程大气境防护距离为船坞区外 300m 范围，经调查，防护距离之内已经不存在敏感目标。

2.4 现有工程排污情况

表 2.4.1 现有工程排污情况表

种类	污染物名称		批复排放量	现有工程实际排放量*
废水	废水排放量（m³/a）		117500	78635
	COD（t/a）		11.38	7.86
	氨氮（t/a）		1.76	1.18
废气	有组织排放	废气排放量（万 Nm³/a）	45144	
		粉尘（t/a）	1.18	1.18
		二甲苯（t/a）	1.47	0
		VOCs（t/a）	5.63	0.72
		SO₂（t/a）	0.146	0.146
		NOx（t/a）	0.6	0.6
	无组织排放	粉尘（t/a）	29.20	29.20
		漆雾（t/a）	6.94	6.94
		二甲苯（t/a）	19.00	19.00
		甲苯（t/a）	1.58	1.58
		VOCs（t/a）	40.98	40.98
固废	固废总量		56375.29	9120.21
	危险废物（t/a）		9908.19	5161
	一般工业固废（t/a）		45842.097	3959.21
	生活垃圾（t/a）		625	500

*注：包括已投运的修船工程、矿砂回收工程、燃气锅炉、油泥减量、造船工程未实施；全厂职工人数目前约 2500 人。现有工程废水排放标准为《污水综合排放标准》GB8978-1996 表 4 中的一级标准；

**注：现有工程危废与固废总量取企业近三年实际产生量的平均值。

2.5 现有工程环境管理制度执行情况

2.5.1 排污许可手续及自行监测情况

（1）排污许可制度执行情况

根据调查，福建华东船厂有限公司已经取得排污许可证，即《福建华东船厂有限公司排污许可证》（证书编号：913501237753549209001Y），并于2024年12月13日重新申请了排污许可证。

（2）自行监测制度执行情况

厂区对废水总排口对pH、化学需氧量、氨氮、总磷、五日生化需氧量、悬浮物、石油类污染物开展自行监测，并安装了COD、pH、氨氮、总磷以及流量计水质在线连续监测设备，设备已进行定期在线比对验收，并与罗源县环境保护局联网；在东区厂界（亭下村口）安装了颗粒物及非甲烷总烃的在线连续监测设备，并与罗源县环境保护局联网。

福建华东船厂有限公司根据环评及批复情况、实际建设情况制定了自行监测方案，针对废气排放口、污水排放口、厂界噪声、无组织废气设置监测点位，并委托检测公司进行监测。近年来均按照要求开展自行监测，通过历年自行监测报告可知，各项污染物均能达标排放，说明环保设施处于稳定有效运行。

2.5.2 挥发性有机物综合防治管理

华东船厂于2018年9月10日完成了《福建华东船厂有限公司挥发性有机物综合治理一厂一策（1.0版）》的编制，对提出措施进行了整改落实。

华东船厂于2022年3月完成了《福建华东船厂有限公司挥发性有机物综合治理一厂一策（2.0版）》的编制，对提出措施进行了整改落实，2022年10月16日通过验收。

2.5.3 环境管理制度情况

2.5.4.1 环境管理

（1）环境保护管理制度

公司建立了一些环境保护管理制度，包括《建设项目安全环保管理规定》、《危险废物管理制度》等规章制度，且执行良好；同时设有档案室，并设置档案管理人员。项目立项、可行性研究、设计、环境影响评价、竣工环保验收、环保设施运行台账等资料齐全。

（2）排放口的规范化建设情况

厂区废气、污水、噪声排放、危废库均作了规范化设置，设置了废气排放口、废水排放口、噪声排放、危废库环保标志牌；废气、废水均设置了在线连续监测设备并联网。

2.5.4.2 环境风险应急预案

按照“早预防、早发现、早报告、早处置”的原则，公司对所有可能发生突发环境事件的风险进行监控、预防、监督和管理。公司为应对突发环境事件，设立应急指挥中心，对突发环境事件的预警和处置等进行统一指挥协调。公司建立的应急救援组织机构包括了应急指挥中心、专家组、应急办公室和五个应急小组；发生突发环境事件时，由应急指挥中心成立现场应急指挥部。

公司已编制《福建华东船厂有限公司突发环境事件应急预案》（备案号：350123-2023-005-L），并在应急预案中明确了事故应急相应程序，公布了应急救援指挥小组、应急相应救援专业组人员联系电话以及对外应急联系电话，规定了应急人员的岗位职责，落实了各类环境风险的应急措施（如安全培训、消防演练、疏散人员、物资保障和紧急医护等）。

综上所述，福建华东船厂有限公司环境管理制度执行情况较好，能够按照国家要求实施环境管理，建设环保设施并良好运行和管理。

2.6 存在问题及整改措施

根据现场了解和网络查询，目前企业存在的主要问题及整改措施详见下表。

表 2.6.1 已建项目存在问题及整改措施

存在问题	整改要求	整改期限	请确认是否整改到位
矿砂回收再利用厂房配套的加热炉排气筒高度约为 5m，未达到原环评报告表的“烟气经处理引至 15m 高空排放”要求；厂房地面洒落较多废铜矿砂，未及时清理。	尽快根据环评报告中要求，建设 15m 高加热炉排气筒；同时应做好对矿砂回收再利用厂房的监管与清理工作。	2022 年 6 月 1 日	已整改
目前厂内现有危废库未设置气体收集、净化装置，照明设施亮度较低。存在地面磨损、密闭不足、油类洒漏问题。	将拆除现有危废库，拟在现有污水处理站西侧重建危废库。危废库应按照《危险废物贮存污染控制标准》(18597-2001)及修改单要求建设，并设置气体导出口与气体净化装置，安装明亮的照明设备。	新建危废库建设情况与本次技改项目一同落实验收情况	已整改
本项目油漆仓库存在泄漏及火灾等环境风险，应增设事故应急池。	应根据实际情况及本报告风险评价章节要求，设置事故应急池。	事故应急池建设与本次技改项目一同落实验收情况	已设置应急池
燃气锅炉项目竣工以来未开展自行监测。	应落实本报告最终确定的环境监测计划，加强环境管理。	2023 年 1 月 1 日	已开展自行监测
已建设的降尘水炮高度过高，且无法旋转喷射角度，导致水雾降尘的覆盖面有限。	建议企业对现有降尘水炮进行调整，扩大水雾降尘幅设范围。	降尘水炮调整与本次技改项目一同落实验	加大了雾炮扬程，码头沿线加设 42 台雾

		收情况	炮
亭下村居民曾因空气污染问题向环保局进行投诉。	将从加强喷砂除锈工艺前期控制、新增真空扫地车、新增滑移装载机、对现有雾炮机降尘系统进行改造等四个方面对现有无组织废气处理措施进行改进，进一步加强对排放废气的削减，优化环境污染问题。	与本次技改项目一同落实验收情况	厂界东西两侧均安装 TSP 颗粒物在线监测仪器并联网 LED 显示屏在厂区大门口公示，确保厂界周边空气达标。

3 改扩建工程工程分析

3.1 基本情况及项目组成

- （1）项目名称：福建华东船厂改建项目（一期）
- （2）建设单位：福建华东船厂有限公司
- （3）建设性质：改扩建
- （4）建设地点：罗源县碧里乡梅花村南侧东、西海域，福建华东船厂有限公司现有厂区内部。工程地理位置见图 3.1.1。
- （5）改建内容：利用厂区自有既有土地及岸线资源，改建成 8 万吨级宽体干船坞（ $245\text{m} \times 85\text{m} \times 15.5\text{m}$ ，即 4#船坞）1 座，建设船体装焊平台 1 座，面积 15000m^2 ，车间 1 座，面积 4400m^2 ，并配套相关设施设备，形成高技术、高附加值、新能源船舶修理与改装 150 艘/年的能力。
- （6）职工人数：原有约 2500 人，新增 1000 人，改建后全厂总人数约 3500 人。
- （7）工程投资：项目总投资 38893 万元，其中环保投资 1000 万元，占总投资比例 2.57%。



图 3.1.1 项目地理位置图

改建项目（一期）项目组成见下表。

表 3.1.1 改建项目（一期）项目组成

序号	构筑物		建设方案	备注
1	4#船坞		8 万吨级宽体干船坞 1 座（245m×85m×15.5m），高技术、高附加值、新能源船舶修理与改装 150 艘/年	改建
2	修船区	1 座船体装焊平台，面积 15000m²		新建
3		1 座修船车间，面积 4400m²		新建
4	公辅工程	10kV 变电站 1 座，低压配电所 5 座。		依托现有工程
5		氧气站 1 座		依托现有工程
6		LNG 站 1 座		依托现有工程
7		压缩空气站 1 座		依托现有工程
8		二氧化碳站 1 座		依托现有工程
9		危险品仓库位于中南部厂区		依托现有工程
10		燃气锅炉站 1 座，产能 1t/h 蒸汽		依托现有工程
11		矿砂再回收厂房（1#线、2#线共计处理废矿砂 78000t/a）		依托现有工程
13		油泥减量处理车间（设计处理能力 12000t/a）		依托现有工程
14	环保工程	废气	（1）4#船坞：加密设置抑尘雾炮进行水雾降尘，控制露天作业的的焊接烟尘、喷砂粉尘等颗粒物；舱内喷漆采取封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧设备处理；加强喷砂除锈工艺前期控制、采用真空扫地车、滑移装载机、雾炮机降尘系统；	新建抑尘雾炮系统，其余利用现有
			（2）装焊平台：加密设置抑尘雾炮进行水雾降尘；	新建
			（3）修船车间：设置移动式焊烟净化器处理焊接烟尘；	新建
			（4）码头：加密设置抑尘雾炮进行水雾降尘，控制焊接烟尘、喷砂粉尘等颗粒物；舱内喷砂采取封闭作业+移动式滤筒除尘；舱内喷漆采取封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧设备处理；	新建移动式滤筒除尘，其余利用现有
			（5）调漆房：设集气罩+活性炭收集处理废气；	依托现有工程
			（6）油泥减量化车间设置集气罩+活性炭处理，通过 1 根 15m 高排气筒排放	依托现有工程
		废水	生活污水处理站一座，原设计处理规模 300t/d，原已建成 200t/d，剩余 100t/d 未建	依托已批工程
			1#100m³/d 含油污水处理站	原 1#100m³/d 含油污水处理站为生化处理系统,改造成 100m³/d 生活污水处理站，建成后全厂生活污水处理规模为 300m³/d
			2#100m³/d 含油污水处理站	原 2#100m³/d 含油污水处理站实际建成规模为 200m³/d
			100m³/d 回用水处理设施	新建
		固体废物	(1)设置规范化的一般工业固体废物仓库，一般工业固废分类收集、贮存后外售综合利用	依托现有工程
			(2)在油泥减量化车间设置了 2 处危险废物贮存间，项目危险废物分类收集、贮存后定期委托有资质的单位	依托现有工程

序号	构筑物		建设方案	备注
			处置	
			(3)油泥减量处理车间 1 座，占地 4200m²，油泥贮存罐 3600m³，设计年处理油泥量 12000t/a，处理后的剩余油泥委托有资质的单位处置	依托现有工程
		噪声	合理布局，选用了低噪声设备，采取隔声、对高噪声设备采取减振、厂房墙体隔声等降噪措施。	依托现有工程
		环境风险	厂区三级防控系统，1 座 900m³ 事故应急罐、1 座 400m³ 的事故应急池、1 座 230m³ 的事故应急池、1 座 560m³ 的事故应急池	依托现有工程
			新增 400m³ 的事故应急池	新建

3.2 改扩建项目概况

3.2.1 修造船纲领

改扩建项目 4#船坞（8 万吨级宽体）修造船纲领为：年修船 150 艘，年修船产值约 5.01 亿元。

设置格式[User]: 突出显示

设置格式[User]: 突出显示

表 3.2.1 4#船坞修船生产纲领

序号	船舶名称	修别	修船产值（万元）			修船周期（天）				单船修理周期（天）
			艘数	单船产值	小计	坞修		码头		
						单艘	小计	单艘	小计	
1	10 万吨级船并列修理	坞修	30	450	13500	5	150	12	360	17
2	8 万吨级并列修理	坞修	70	380	26600	5	350	10	700	15
3	1 ~ 5 万吨并列修理	坞修	50	200	10000	4	200	8	400	12
合计			150		50100		700		1460	

注：承修船舶为高技术、高附加值新能源船舶，例如：化学品船、汽车滚装船、成品油轮、新能源船舶等，其中新能源船舶比例约占 40%。

3.2.2 主要设备

改扩建项目设备如表 3.2.2 所示，其余仍沿用原有设备，见表 2.1.2。

表 3.2.2 改建项目新增设备

序号	设备名称	单位	数量
1	50t 门座起重机	台	2
2	高空作业车	台	30
3	引船系统（长度 245m，包括绞车、小车、轨道等）	套	1
4	电动绞盘 200kN	台	4
5	浮箱式坞门	座	1
6	垂直登船塔	座	2

3.2.3 原辅材料、能源消耗及储运工程

改扩建项目主要原辅材料、燃料的规格、年用量、储存量、来源及运输情况详见表

3.2.3、表 3.2.4。本项目主要原辅材料理化性质见表 3.2.5。主要采用的油漆组分见表 3.2.6。

表 3.2.3 改建项目主要原辅材料表

类别	名称	用量	来源及运输
原辅料	钢材，t/a	13000	外购，水运
	油漆，t/a	182.9	外购，陆运
	铜丸（砂），t/a	2100	外购，陆运
	钢丸，t/a	375	外购，陆运
	焊材，t/a	390	外购，陆运
能源	总用电量，万 kWh/a	558	当地供电部门
	自来水，t/a	58025	由市政供水管网供给
	压缩空气，Nm³/a	1080	自建空压站供给
	氧气（液），t/a	247	从市场上购买液气，由罐车运输至厂区后再气化。
	LNG，t/a	735	
	二氧化碳（液），t/a	1106	

表 3.2.4 危险品、化学品储存量

名称	危险化学品类别	容器	储存地点	最大储量
液氧	助燃气体	30m³ 储罐（F2600）	气体站	30m³
LNG	易燃气体	50m³ 储罐（F3200）	气体站	50m³
液化 CO₂	不燃气体	30m³ 储罐（F2600）	气体站	30m³
有机溶剂	易燃液体	桶装	油漆库	3t

表 3.2.5 主要原辅材料化学性质一览表

序号	名称	密度（g/L）	熔点（℃）	沸点（℃）	爆炸极限	性状
1	氧气	1.429	-218.4	-182.96	—	无色无味气体。
2	LNG	0.42	-80.8	-84.0	2.5% ~ 80%	无色、无味、易燃气体；危险品分类：2 类-易燃气体。无毒。
3	二氧化碳	1.977	-56.6	-78.5	—	无色、无臭、无味气体，略溶于水；危险品分类：2 类-不燃气体。低毒。
4	二甲苯	0.86	-25	144	闪点 24℃	无色液体、有芳香气味，易挥发；危险品分类：3 类-易燃气体。低毒。

表 3.2.6 主要油漆种类及组分

油漆种类	平均配比	溶剂主要成份	平均组份（%）				用途
			固体份	二甲苯	甲苯	其它	
环氧漆	主剂 90%	二甲苯、酮、醚、醇等	70	15	0	15	对已经喷砂或喷丸处理而用于水下船体外壳的钢板，可供作防护性底漆。
	固化剂 10%	二甲苯、醇等	50	40	0	10	
聚氨酯漆	主剂 80%	甲苯、酮、醚等	77.5	0	7.5	15	可作为钢船上层建筑外部，外甲板热反射漆。
	固化剂 20%	二甲苯、醚等	60	20	0	20	
醇酸漆	主剂 100%	石油醚等	65	0	0	35	可用为上层建筑内部、甲板、货舱、机舱和其它钢结构的防锈底漆。
防污漆	主剂 100%	二甲苯、正丁醇、	72.5	15	0	12.5	可作为延长进坞时

		氧化锌、氧化亚铜等					间间隔的远洋钢质海船船底防污漆。
铝粉漆	主剂 90%	二甲苯、松香水等	81	5	0	14	可用作锅炉,发动机汽缸的底漆； 排气管，散热器面涂等
	稀释剂 10%	二甲苯、醚、醇等	0	46.7	0	53.3	

说明：由于各种油漆在同一时间段内都有使用，不存在单一使用的情况。主剂中已含稀释剂。

表 3.2.7 改建项目油漆用量

单元	环氧漆 t/a	聚氨酯漆 t/a	醇酸漆 t/a	防污漆 t/a	铝粉漆 t/a	油漆总 用量	平均 VOCs 含 量%	平均二 甲苯含 量%	平均甲 苯含 量%
4#船坞	3.6	43.5	103.2	7.9	2.5	160.8	29.52	11.42	6
码头	0.00	2.77	18.85	0.00	0.55	22.1	29.37	9.5	6
合计	3.6	46.27	122.	7.9	3.05	182.9	/	/	/

3.2.4 物料平衡与水平衡

3.2.4.1 改建项目平衡

改建项目油漆平衡见图 3.2.1、焊材平衡见图 3.2.2，水平衡见图 3.2.3。

3.2.4.2 改建后全厂平衡

改建后，全厂的油漆平衡见图 3.2.4，焊材平衡见图 3.2.5，水平衡见图 3.2.6。

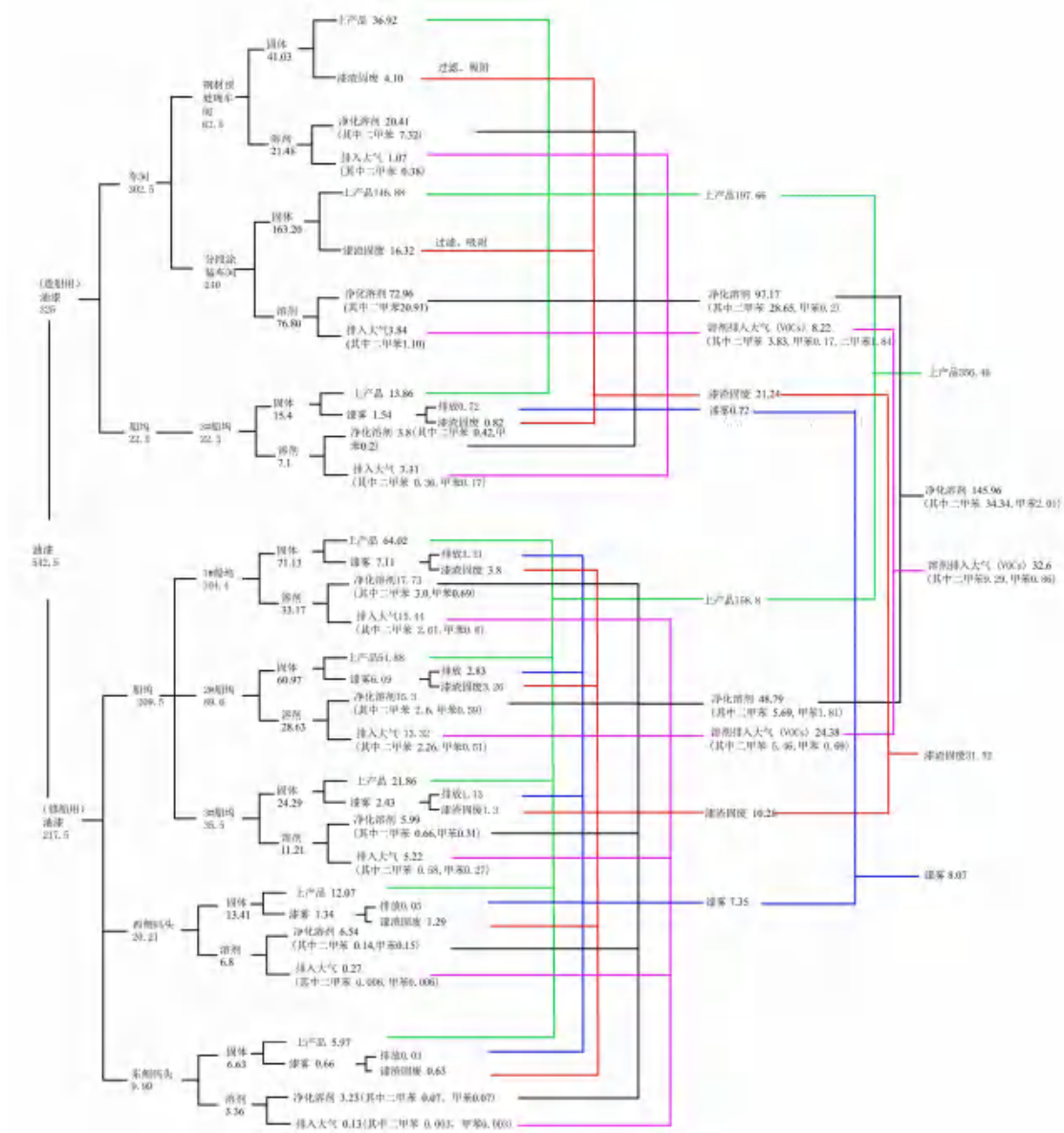


图 3.2.1 改建前油漆平衡图 (单位 t/a)

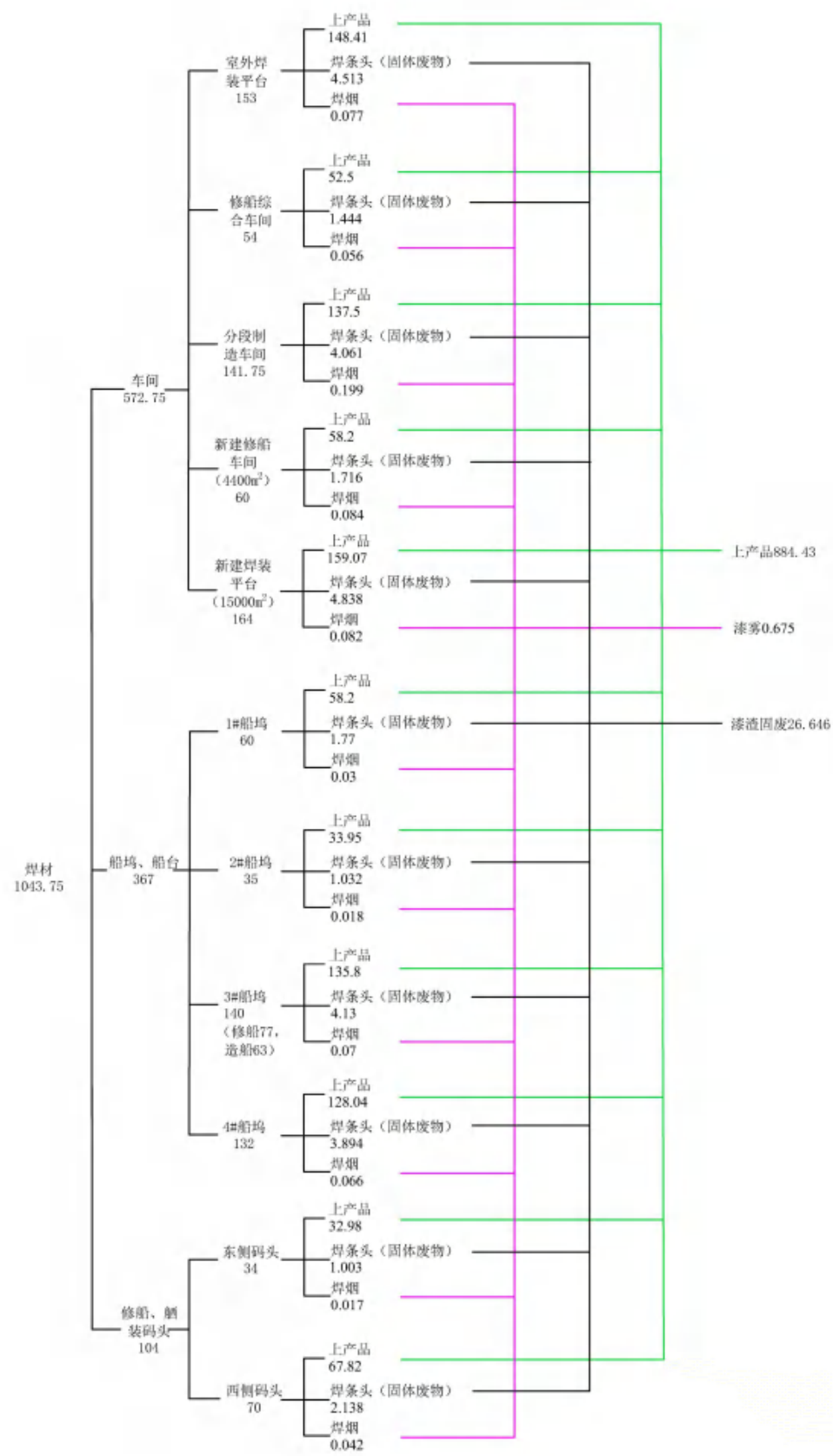


图 3.2.2 改建前焊材平衡图（单位 t/a）

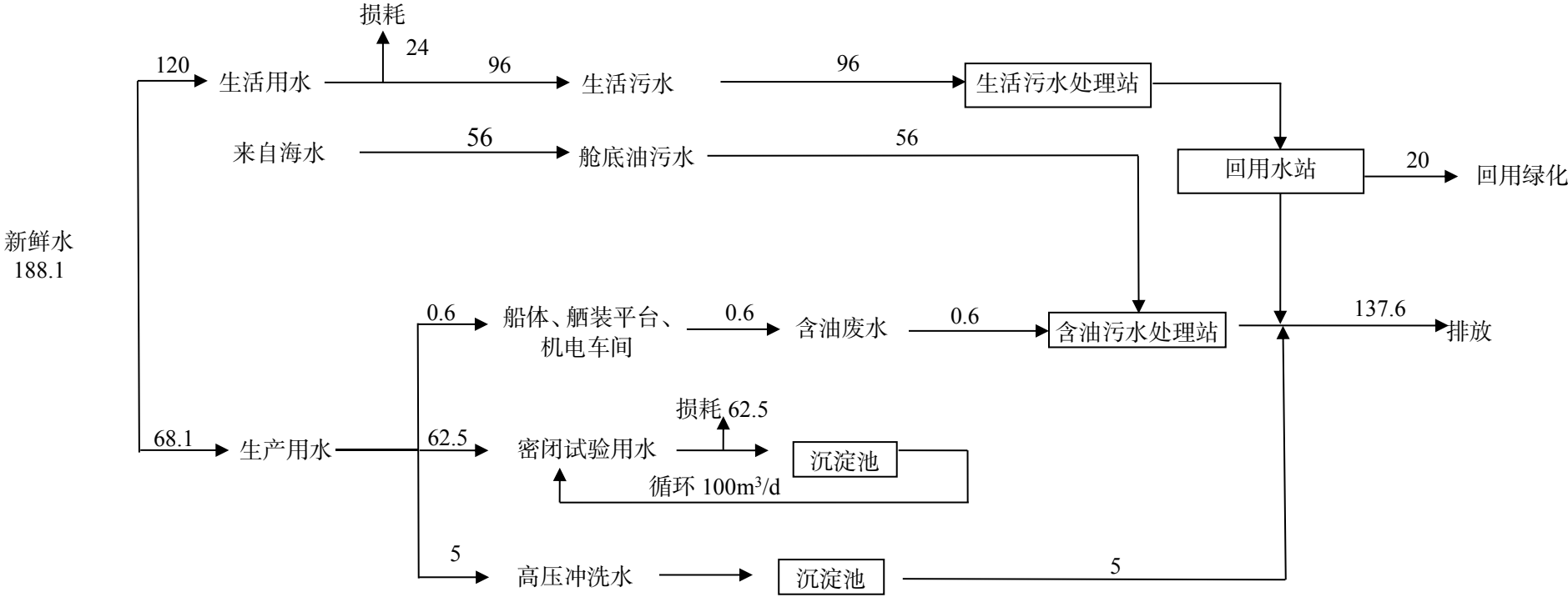


图 3.2.3 改建项目水平衡图 (单位 t/d)

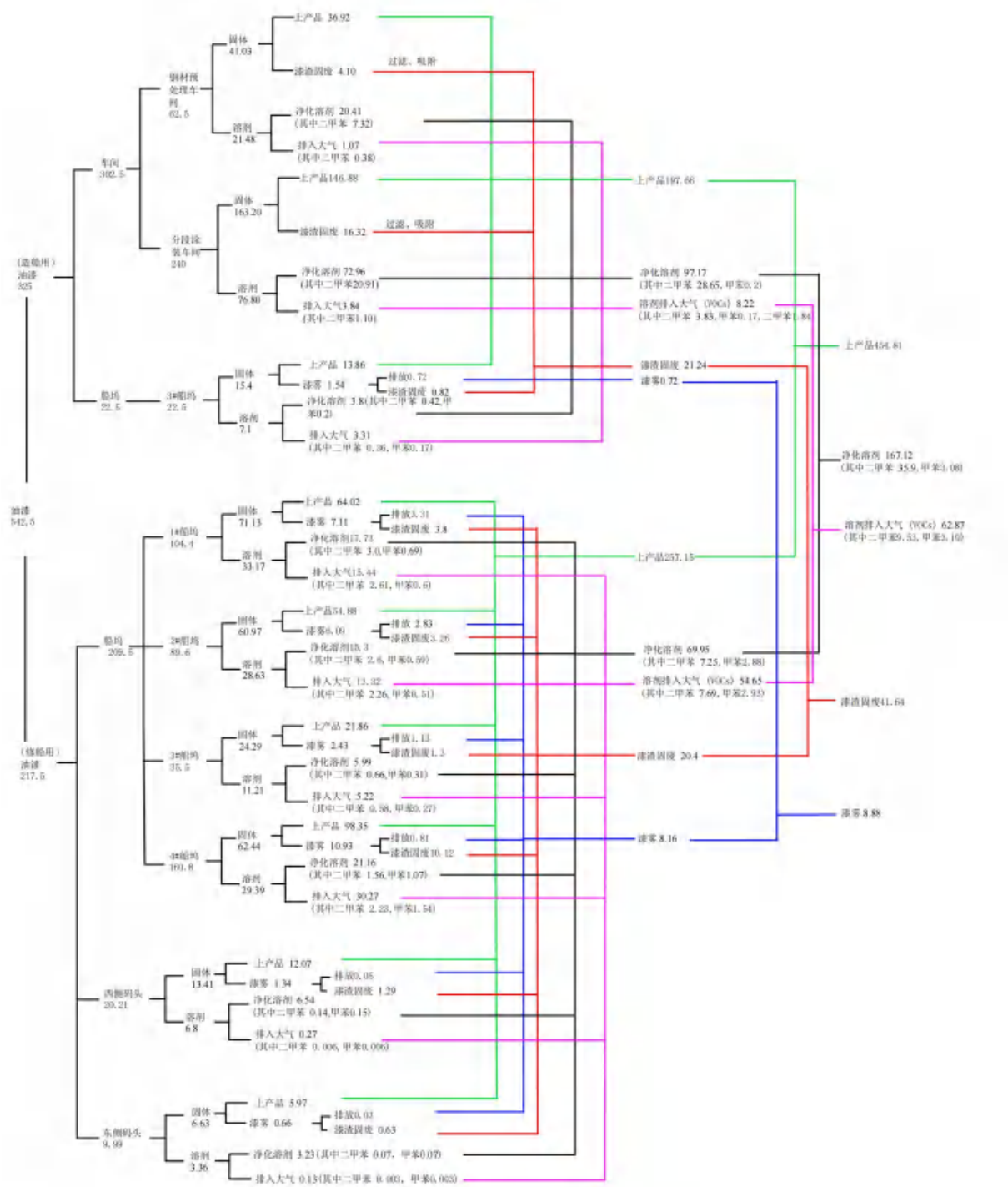


图 3.2.4 全厂油漆平衡图 (单位 t/a)

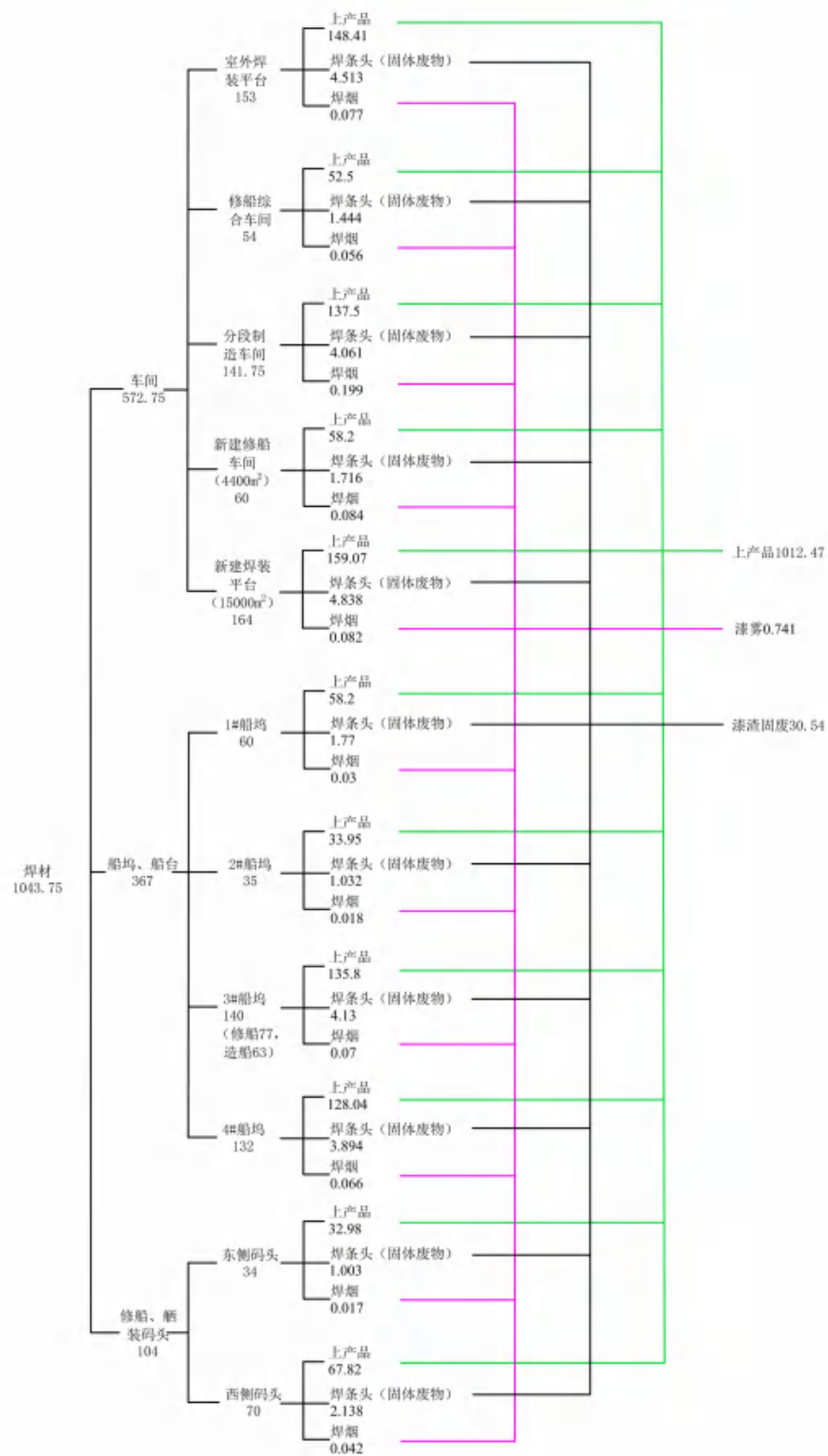


图 3.2.5 全厂焊材平衡图 (单位 t/a)

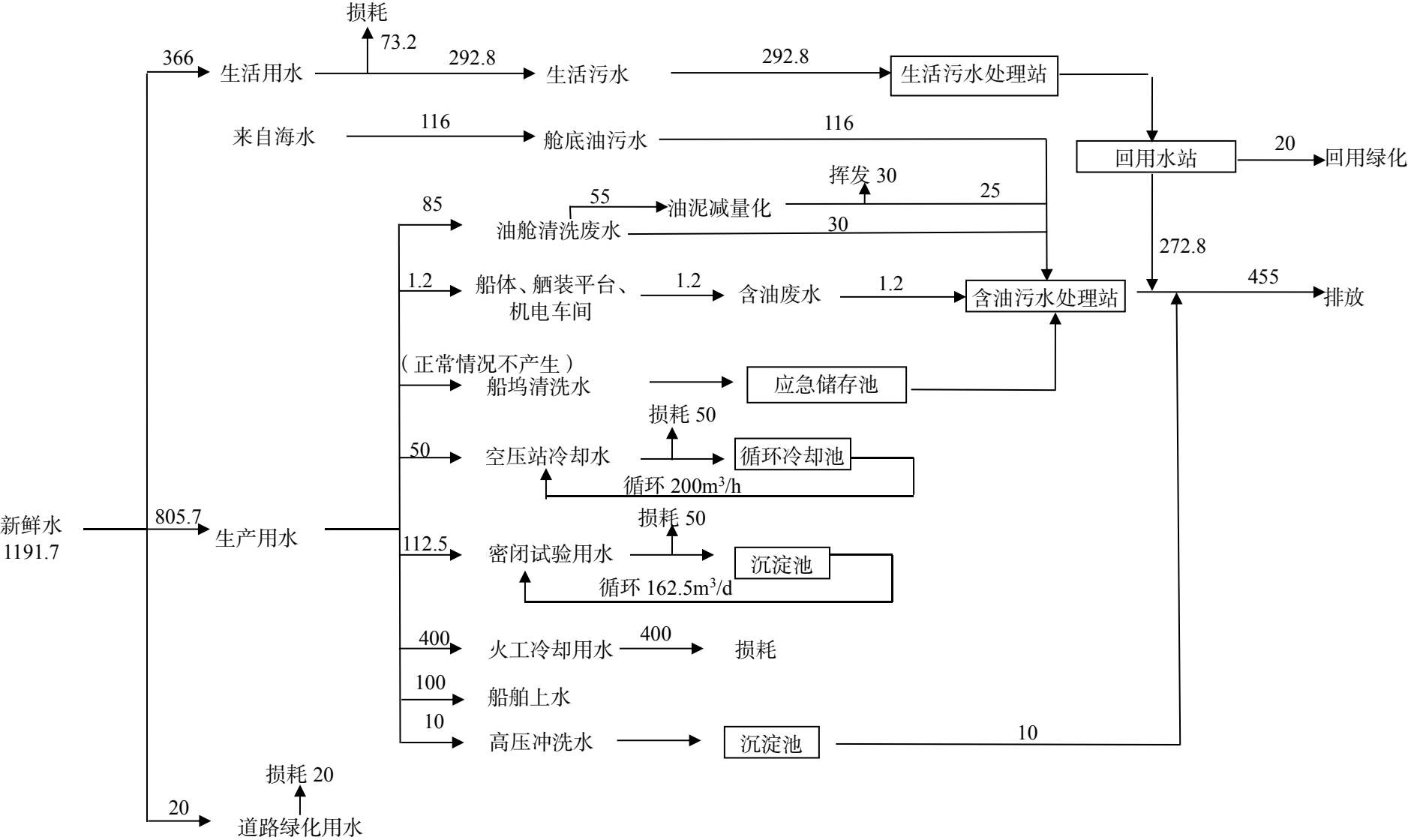


图 3.2.6 改建后全厂水平衡图（单位 t/d）

3.3 工作制度及人员编制

全年工作：250 天，每班工作时间：8 小时；

工作制度：原则上采用单班制，任务繁忙时，码头和船坞可采用两班或三班制。

人员编制：拟新增 1000 人。

3.4 总平面布置合理性分析

厂区中部已建设有三座干船坞，自西向东分别为 1#、2#、3#船坞，厂区内仅 1#船坞西侧与西侧码头之间有约 220m 岸线可建设使用，故本次改建 4#船坞位于该区域，4#船坞坞口朝向西南，装焊平台位于 4#船坞西面；室外装焊平台西北角建设一座修船车间。

目前造船区钢材堆场已建成，现临时作为修船钢材堆场使用；船体切割加工车间已建成，现暂作为修船车间使用；东侧码头原规划长度 640m，目前已建成 321m，本次技改计划延建 2011 年 7 月 15 日经福建省交通运输厅和福建省发展和改革委员会同意调整后东侧码头泊位总长 731m 的建设方案，本次续建 410m；西侧码头原规划建设 1030m，目前已建成 883m 并不再延续原规划方案长度建设。

含油污水站位于厂区中部集配堆场预留用地内（厂区已建生活污水处理站北侧）；锅炉房位于厂区中部 1#码头预留用地内（厂区已建污水处理站东侧）；二次砂厂房位于厂区中部空地，涂装车间南侧；油泥减量处理车间位于联合车间南侧、1#含油污水处理站西侧。全厂区总平图见图 3.4.1。

（1）厂区与敏感目标之间的平面布置环保合理性分析

项目主要产生污染物粉尘、有机废气和污水。所在地的常年主导风为东南风，主要影响区域为其下风向的厂址西北侧方向。本次改建项目并未变动主体工程内容与位置，因此已批复的 300m 大气环境防护距离基本保持原状，距离船坞直线距离约 200m 的梅花村目前已完成整村拆迁安置工作，除此之外并未有敏感目标位于本项目大气环境防护距离之内。

（2）厂内布置的环保合理性分析

工程所在地的常年主导风为东风。本项目的废气主要污染源为喷涂废气。从总平面布置来看，厂区生活、办公等场所安排在厂区的西北角入口处，不在主要喷涂场所——涂装车间与船坞的主导风下风向，受涂装废气和噪声的影响较小。但办公楼距离切割车间和机修车间较近，可能受到一定的噪声影响。

总体上看，厂内平面布置相对合理，控制好厂内运行噪声，生活办公设施受影响不大。因此，从环境影响角度出发，厂区总平面布置比较合理。

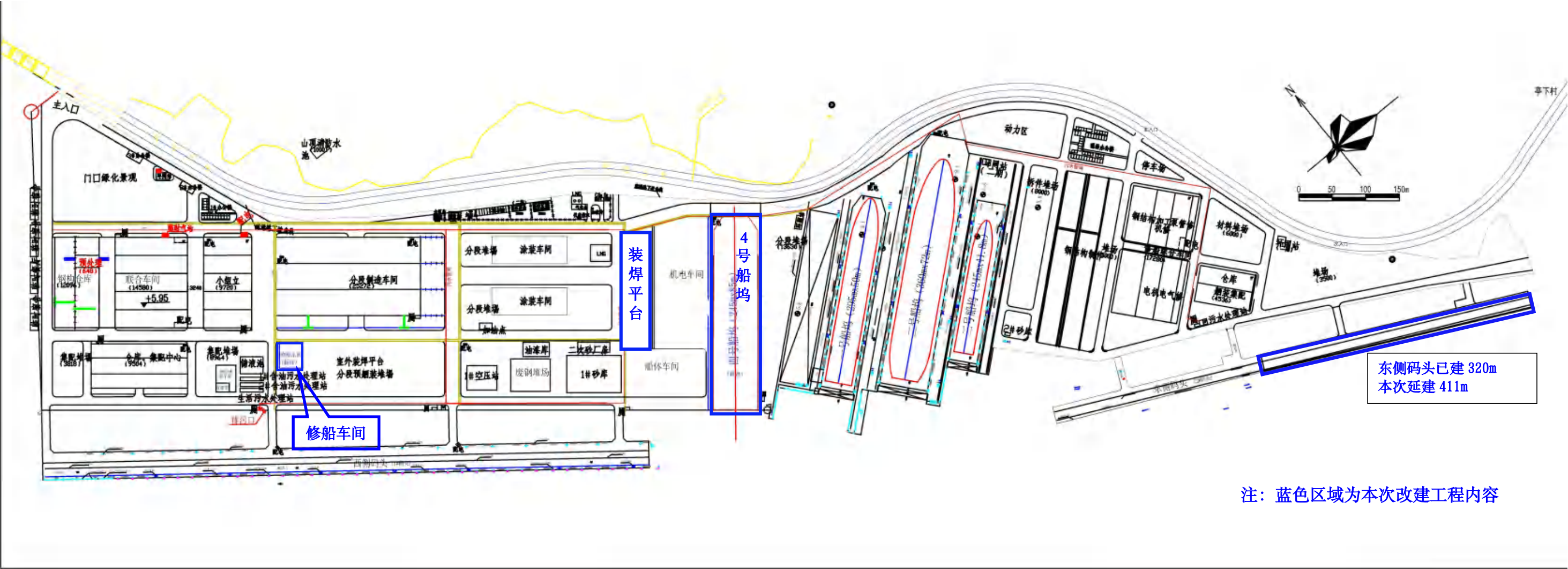


图 3.4.1 改建后全厂总平布置

3.5 生产工艺、产污节点及主要协作关系

3.5.1 修船工艺流程

修船的工艺流程不变，具体为：修船靠泊码头→进船坞→勘检→拆卸→修换→安装→密性试验→报检→工程完工确认。

待修船舶按其不同的整修需要，在船坞中或外场（码头、舱口盖修理场及装焊平台）进行修理。海上平台的修理工艺与船舶基本相同，分为坞修及码头修理。以下分述各修理区域的生产工艺及排污节点（以 G、W、N、S 分别代表废气、废水、噪声和固体废物的排放点）。

（1）坞修工艺

待修船舶船壳整修、轴线（螺旋桨、舵、尾轴等）及水线以下部分钢结构的修理，一般进坞进行。流程图如下。

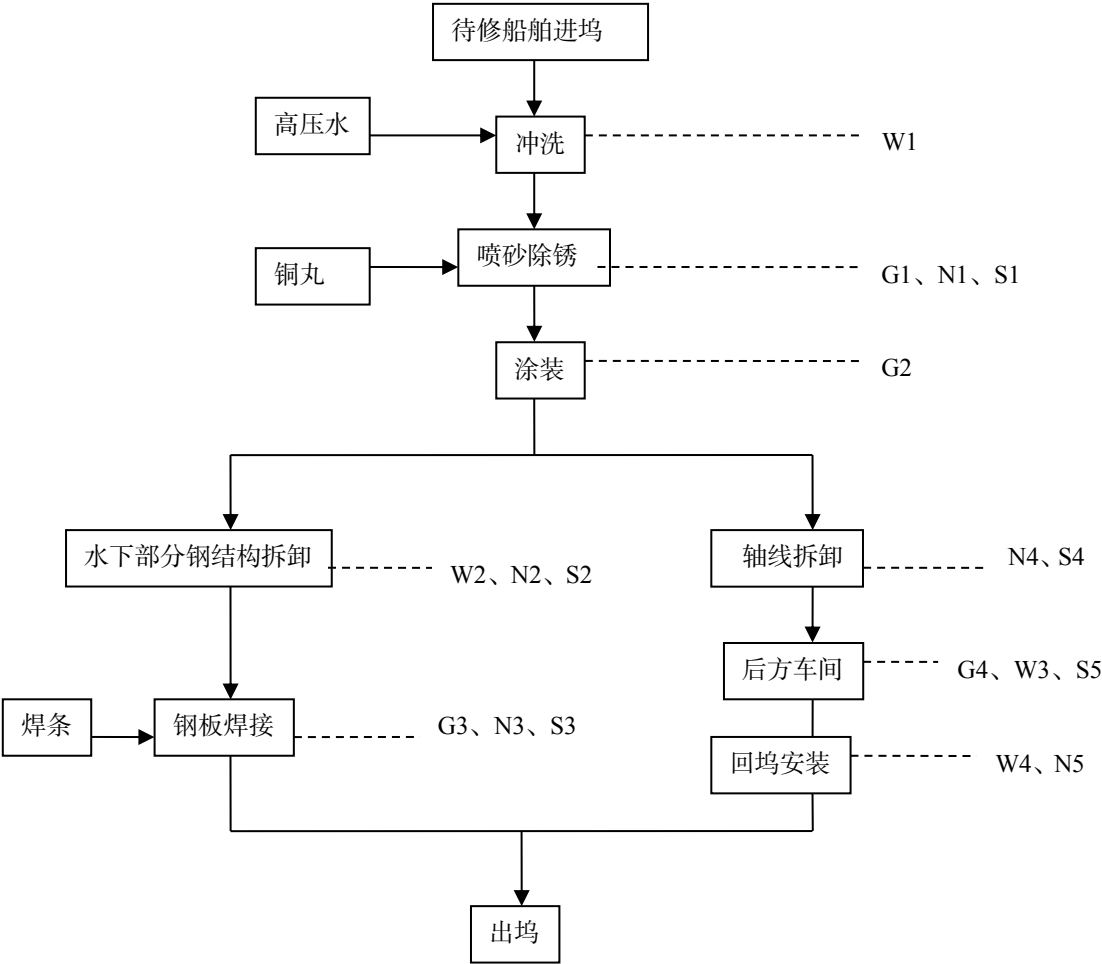


图 3.5.1 坞修生产工艺流程图

待修船舶放空压舱水后乘潮进坞，将船闸关闭，然后将坞内的海水用泵抽出，待修

船舶固定后，用高压水对船体外壳进行冲洗，对船体外壳的待修部分喷砂除锈和油漆，对尾轴、螺旋桨、舵以及水下阀进行拆卸和吊运至后方车间进行修理，修理完毕后运回船坞进行安装、喷涂和调试后出坞。

（2）修船码头、舱口盖修理区及装焊平台

待修船舶若需进行水线以上部分钢结构、机械、舱室的修理，一般仅需在码头上进行。在修船码头，对货舱内部进行喷砂、涂装修理；对主辅机、甲板、舱室等待修部位进行检查和拆卸，在舱口盖修理场吊运至后方车间进行修理，主辅机、甲板、舱室等待修部位修理完毕后至码头安装调试最后试航，完成修船任务。

码头和货舱修理工艺流程图分别如下。

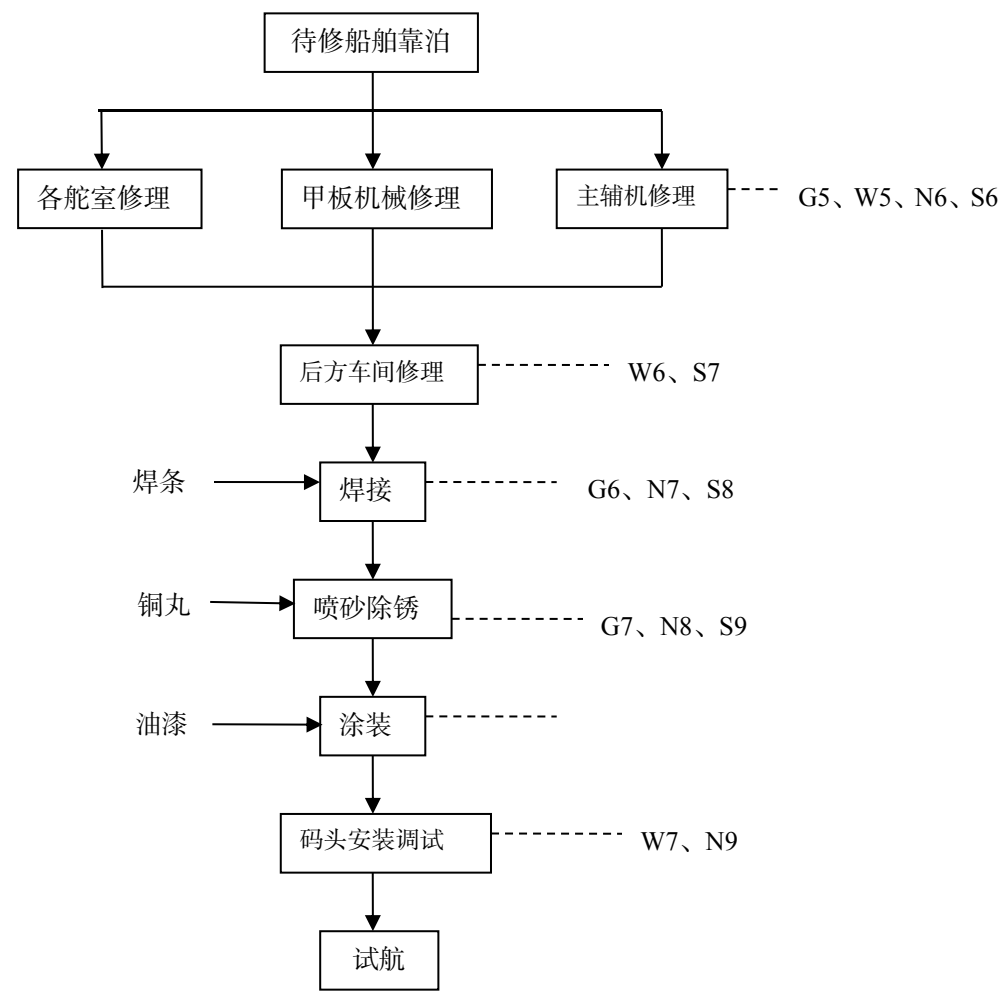


图 3.5.2 水线部分以上修理工艺流程图

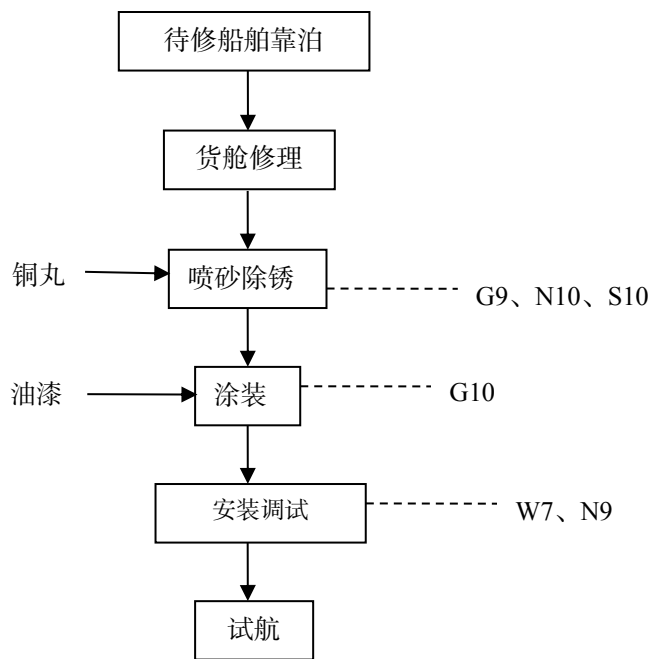


图 3.5.3 码头货舱修理工艺流程图

（3）修船船体车间

该车间主要承担需整修的船体钢板的勘测、放样、下料、切割、加工、装焊工作。

该车间生产过程排放的主要污染物有焊接烟尘、噪声、固体废物。

（4）修船机电车间

该车间的主要任务有以下几个方面：

- a. 修船产品中船舶主辅机、甲板机械等各种装置以及与主辅机系统连接的控制阀等的勘验、拆卸、分解、清洗、修换、装配和上船安装，并参加船舶的系泊试验、试航交船等工作；
- b. 修船产品的螺旋桨、轴舵系和海底门等水下工程的勘验、拆卸、修复、安装工作；
- c. 舾装件的拆卸、修理和安装工作；
- d. 船舶修理中各种非标零部件的机加工和艏轴较调工作；
- e. 全厂机械设备的维护保养工作。

3.5.2 修船工序主要协作关系

修船协作关系不变，具体为：

- （1）修船中易损件的表面修复，电镀等工作外协；
- （2）修船中新制铸件外协；
- （3）修船中易损标准件外购或由船东供应；

- （4）船舶高压空气瓶试验外协；
- （5）修船产品中导航和机舱自动化仪器设备等由专业维修工程队承包；
- （6）所有修理的电机需要做动平衡试验的均外协；
- （7）修船产品中蓄电池的充电外协；
- （8）轴瓦浇注外协；
- （9）修船产品中调速器、液压设备和增压器修理由专业维修工程队承包；
- （10）管子清洗、镀锌由外厂协作；
- （11）管子法兰、定型弯头外购；
- （12）待修船舶的油舱由专业处理队外协处理。

3.5.3 修船工序产污节点分析

修船工序的主要产污环节及产生的污染物情况汇总于表 3.6.1。

表 3.5.1 修船工序主要污染源和污染物汇总表

项目	产污环节	污染源及主要污染物
废 水	W1	含油废水、泥浆水（石油类、SS）
	W2	含油废水、泥浆水（石油类、SS）
	W3	含油废水、化学清洗剂废水（石油类、化学清洗剂）
	W4	舾装含油废水（石油类）
	W5	设备维修过程含油废水（石油类）
	W6	设备维修过程含油废水（石油类）
	W7	试航船舶废水（石油类）
废 气	G1	喷砂金属氧化物粉尘
	G2	涂装油漆废气（二甲苯）
	G3	钢板焊接烟尘
	G4	部件加工场焊接烟尘
	G5	装配焊接烟尘
	G6	装配焊接烟尘
	G7	喷砂金属氧化物粉尘
	G8	涂装油漆废气（二甲苯）
	G9	货舱喷砂金属氧化物粉尘
	G10	货舱涂装油漆废气（二甲苯）
噪 声	N1	抛丸设备、废气处理风机、通风机噪声
	N2	切割机设备噪声、钢板撞击噪声
	N3	砂轮打磨、碳弧气刨、焊机等噪声
	N4	切割机设备噪声、部件撞击噪声
	N5	部件加工撞击噪声
	N6	主机试验噪声
	N7	砂轮打磨、碳弧气刨、焊机、除尘风机等噪声
	N8	抛丸设备、废气处理风机、通风机噪声
	N9	设备调试噪声
	N10	货舱喷砂设备，废气处理风机、通风机噪声
固 体	S1	废钢砂、铁锈、废油漆
	S2	废钢材、废油

	S3	焊条头
	S4	废钢材、废零件、废油
	S5	焊条头
	S6	废油、废棉纱
	S7	废油、废棉纱
	S8	焊条头
	S9	废钢砂、铁锈、废油漆
	S10	废钢砂、铁锈、废油漆

3.6 工程建设方案

3.6.1 设计方案

船坞主体工程包括坞口、坞墙、坞室底板、吊车道、驳岸等，临时建筑物包括施工围堰等。4#船坞平面布置示意图 3.6.1。

（1）船坞

改建 8 万吨级宽体干船坞长 245m，宽 85m，坞墙顶高程 5.8m，坞室底高程-9.7m。船坞东西两侧配置 50t 门座起重机，公用动力接头箱组级坞壁照明灯，坞顶布设系船柱，坞壁设置橡胶护舷。船坞首尾设置四台 200kN 电动绞盘。

（2）水工建筑物结构

船坞采用排水减压式的结构形式，并在船坞底板下设置水平排水层。水平排水层由碎石反滤层组成，并通过埋设在其中的穿孔聚乙烯管汇流至船坞底板两侧的排水沟内，并最终汇流至水泵房内排出。坞室采用分离式结构，坞口采用整体式结构。

（3）围堰

根据现场实际情况，改建船坞东侧段围堰采用双排桩直立式围堰，其余均采用斜坡式围堰型式。

（4）坞墙

坞墙分为廊道和墙体两部分，廊道顶面高程为+5.80m，采用桩锚扶壁结构。

（6）坞底板

根据地质条件，岩面自坞口处向坞尾处逐渐升高，坞室底板结构均采用天然地基板，局部中风化岩基面略低于底板底部可回填灌砌块石置换基础。

（7）吊车道

本次 8 万吨级宽体干船坞工程共有 2 座 50 吨门座式起重机，每座门座式起重机包含 2 条轨道。吊车道梁的基础根据地质条件分为 2 种，以天然岩基为地基或以 φ 600PHC 钻孔灌注桩为基础。

（8）驳岸

东驳岸约为长度 37.5m，与现状老船坞进行衔接，采用灌注桩拉锚结构。上部结构采用胸墙，驳岸下部为单桩基础，前排桩为 $\phi 1200$ 钻孔灌注桩，胸墙连接拉杆结构，拉杆中心标高为+0.50m。拉杆锚固于后排钻孔灌注桩。

西驳岸约为长度 71.0m，与现状老护岸进行衔接，采用单锚钻孔排桩结构。上部结构采用 L 型挡墙，驳岸下部为单桩基础，前排桩为 $\phi 1200$ 钻孔灌注桩，承台板连接拉杆结构，拉杆中心标高为+0.50m。拉杆后方为锚锭墙结构，锚锭墙距护岸前沿 35m，锚锭墙前设置干砌块石棱体，棱体底宽为 6.5m。

（9）船坞止水及排水系统

船坞止水系统以帷幕灌浆为主，帷幕灌浆设在廊道后趾下和坞墩、水泵房及中间坞门底板下，形成封闭的止水体系。

坞墩、坞墙、泵房间以橡胶止水带止水，相邻结构存在高差的接触部位以混凝土填塞，结构后再回填粘土铺盖。扶壁坞墙、半扶壁坞墙底板后及衬砌坞墙廊道底板后均应设置粘土铺盖。

坞底板及墙后设排水体系，以 UPVC 穿孔管为排水管，坞底板下的排水管汇集于边板之上的集水井，通过底板上的明沟排于水泵房。坞墙后设弹簧管，通过竖向管汇集于就近的集水井。



图 3.6.1 平面布置示意图

3.6.2 主要工程量

本工程水工建筑物的主要工程量见下表：

表 3.5.1 主要工程量一览表

序号	项目名称	型号与规格	单位	数量	备注
一	总体				
1	口门前疏浚		m ³	87115	
2	450kN 单面挡檐系船柱		个	14	
3	D1800 双列滚动型橡胶护舷		个	4	
4	超级拱型 400H-1500L 型橡胶护舷		个	40	
5	半圆型 TD-D300H-2000L 橡胶护舷		个	36	
6	门座起重机轨道		m	503.6	
7	引船小车轨道		m	503.6	
8	楼梯		m ³	16	
9	绞车基础 C40 混凝土		m ³	80	
10	登船塔基础 C40 混凝土		m ³	60	
11	灌注桩超声波检测		根	428	
12	灌注桩小应变		根	19	
13	灌注桩静载试验		根	2	
14	灌注桩高应变		根	17	
15	大开挖边坡位移监测		项	1	
16	大开挖边坡地下水位监测		项	1	
17	双排桩围堰应力检测		项	1	
18	双排桩围堰位移检测		项	1	
19	坞门槛外侧素砼 300 厚		m ³	177.12	
二	围堰				
	斜坡式围堰	246m			
1	围堰内坡开挖		m ³	53856.78	
2	围堰堰体回填		m ³	34572.84	
3	围堰堰体水上开挖		m ³	34572.84	
4	止水帷幕	B=1m，平均 L=40m	m	9840	
5	高压旋喷桩置换	B=4m， D800@600 置 换率 30%， L=18m	m	22140	
6	混凝土预制块护面 150 厚		m ³	1660.5	
7	碎石垫层 100 厚		m ³	1107	
8	80cm 厚干砌块石护面		m ³	1968	
9	抛石镇压层		m ³	2435.4	
10	现浇防汛墙及护脚		m ³	307.5	
11	高压旋喷桩，L=16.8m	D800@600	m	2576	
12	帷幕灌浆止水，单孔平均深度 7.5m	两排孔，孔距 1.6m，排距 0.7m	m	690	
13	灌注桩 L=25m	C40，	m ³	1445.13	

		D1000@1150			
14	风化岩 钻机钻孔		m	613.33	
15	锚杆	锚固体直径 200	m	5630.4	
16	混凝土围檩		m ³	176.64	
17	C20 素砼填充		m ³	975.2	
三	坞口				
1	底板钢筋混凝土	C40，含钢量 80kg	m ³	6976.7	
2	坞墩钢筋混凝土	C40，含钢量 50kg	m ³	2867.5	
3	花岗岩镶面		m ²	76.5	
4	不锈钢板镶面		t	12	
5	素砼垫层	C20	m ³	206.7	
6	帷幕灌浆止水	两排孔，孔距 1.6m，排距 0.7m，单孔深度 20m	延米	125	
7	D 25 岩锚	纵横间距 1.5m	m	2728	单个 3m 长
8	预埋件	Q235	吨	30	
9	Z9-30 橡胶止水带		m	198.5	
10	C20 素砼换填		m ³	1428	
四	水泵房				
1	钢筋砼 C40 底板	含钢量 150kg	m ³	3887.33	
2	钢筋砼 C40 层板	含钢量 150kg	m ³	1592.36	
3	钢筋砼 C40 顶板	含钢量 150kg	m ³	409.68	
4	钢筋砼 C40 侧墙	含钢量 150kg	m ³	1755.02	
5	钢筋砼 C40 梁	含钢量 150kg	m ³	203.33	
6	钢筋砼 C40 柱	含钢量 150kg	m ³	125.63	
7	钢筋砼 C40 楼梯	含钢量 150kg	m ³	16.16	
8	预埋件	Q235	吨	40	
9	素砼垫层	C20	m ³	102.18	
10	Z9-30 橡胶止水带		m	76.5	
11	帷幕灌浆止水	两排孔，孔距 1.6m，排距 0.7m，单孔平均 深度 18m	m	76.5	
12	D25 岩锚	纵横间距 1.5m	m	1362.33	
五	坞墙				
	衬砌式坞墙	272m			
1	土方开挖		m ³	7099.20	
2	回填开山料		m ³	549.44	
3	回填粘土		m ³	116.96	
4	C40 坞墙钢砼结构	含钢量 150kg	m ³	4267.68	
5	C20 素砼垫层 100 厚		m ³	209.44	
6	双排帷幕灌浆，孔距 1600		m	1700.00	坞墙 底板 下方
7	D25 岩锚	纵横间距 1.5m	m	3808.00	
8	固定栏杆		m	544.00	
9	D150 穿孔弹簧管，外包土工布		m	181.33	

10	Z9-30 橡胶止水带		m	180.00	
11	预埋件		t	32.64	
	半衬砌半扶壁式坞墙（后方拉锚式）	120m			
六	底板				
1	土方开挖		m³	334517.50	
2	C40 底板钢砼结构 600 厚	含钢量 150kg	m³	9594.88	天然地基板
3	C40 底板钢砼结构 800 厚	含钢量 150kg	m³	3773.16	桩基板
4	C20 素砼垫层 100 厚		m³	1856.84	
5	土工布	500g/m2	m³	6185.50	
6	碎石垫层粒径 25~75 厚 200		m³	618.55	
7	碎石垫层粒径 5~25 厚 200		m³	618.55	
8	减压排水 UPVC160		m	1255	
9	减压排水井		个	16	
10	减压排水井钢盖板		吨	6	
11	Z9-30 橡胶止水带		m	1020	
12	排水沟铸钢盖板		吨	10.35	
13	坞底板预埋件		吨	260	
14	C20 素砼换填		m³	875	
七	吊车道	50t 2 条			
	1#吊车道				
1	C40 车挡基础	含钢量 250kg/方	m³	7.20	
2	C40 吊车道	含钢量 250kg/方	m³	256.45	考虑锚锭结构
3	挖方		m³	1107.37	
4	C20 素砼垫层		m³	28.34	
5	C30 枕梁		m³	5.63	
6	填方	回填素填土	m³	1427.65	
7	预埋件	Q235	吨	20.22	
8	钻孔灌注桩 d600	C40	m³	90.77	
	2#吊车道				
1	C40 车挡基础	含钢量 250kg/方	m³	14.40	
2	C40 吊车道	含钢量 250kg/方	m³	346.00	考虑锚锭结构
3	D600 钻孔灌注桩		m³	195.22	
4	挖方		m³	357.39	
5	C20 素砼垫层		m³	14.80	
6	C30 枕梁	C20	m³	5.63	
7	填方	回填级配碎石并碾压	m³	1206.20	
8	预埋件		吨	19.83	
八	驳岸				
	A 型驳岸	71m			

1	C40 挡墙	含钢量 150kg	m³	6.36	
2	前排钻孔灌注桩	D1100@1250	m³	19.7	
3	C40 锚锭墙	含钢量 200kg	m³	3.42	
4	高压旋喷桩	D800@600	m³	20.5	
5	C40 锚锭导梁		m³	38.73	
6	锚锭前块石棱体		m³	332.20	
7	挖方	开挖素填土	m³	280.50	
8	填方	回填开山石	m³	1.01	
9	拉杆 Q460	D80@1500, L=35m	吨	0.60	
10	级配碎石	倒滤层	m³	0.26	
11	二片石		m³	0.30	
12	中粗砂		m³	0.10	
13	C20 素砼		m³	6.36	
	B 型驳岸	37.5m			
1	挡墙	含钢量 150kg	m³	6.36	
2	前排钻孔灌注桩	D1200@1350	m	21.02	
3	高压旋喷桩	D800@600	m	20.5	
4	挖方	开挖素填土	m³	182.60	
5	填方	回填开山石	m	176.00	
6	级配碎石	倒滤层	m³	0.60	
7	二片石		m³	0.26	
8	中粗砂		m³	0.30	
9	灌注桩后方导梁	C40, 含钢量 200kg	m³	0.54	700*7 00
10	拉杆 Q460	D80@1500, L=23.1m	吨	0.67	
11	C20 素砼		m³	0.10	

3.6.3 主要施工方案

本工程水工建筑物的施工均为一般常见形式，可按正常施工工艺进行施工。施工时应合理安排施工组织顺序，统筹兼顾，流水作业尽量减少相互干扰，各施工工序交叉展开，台风期间应注意防台。

总体施工顺序为：施工准备 → 船坞围堰施工 → 坞口、水泵房施工→ 止水帷幕施工 →坞室开挖 → 现浇船坞底板 → 吊车道施工 → 坞墙、廊道施工 → 土方回填 → 水、电和附属设施安装 → 拆除围堰、关坞门 → 坞室清淤。

围堰施工工艺：

斜坡式围堰：填筑至标高→块石护面→抛石护脚→止水帷幕→高压旋喷桩→内坡线开挖→排水→修护。

双排桩围堰：灌注桩施工→高压旋喷桩→钢拉杆、面板安装→回填砂→袋装土平整。

灌注桩施工：搅拌站安装→储备原材料→测定桩位→埋设钢护筒→安装钻机并定位→泥浆制备→泥浆、储存及输送→开始钻孔→至设计高程终孔→清并检查成孔质量→下

福建省金皇环保科技有限公司67

放钢筋笼→安装浇筑导管→检查→拌制水下混凝土→输送混凝土至槽孔→浇筑泥浆回收。

拆除工艺：确定拆除部位→挖机拆除→建渣清运。

3.6.4 施工条件

本工程位于福州市罗源县，厂区临近道路，砂石料供应系统相当发达，施工所需水、电、通信均可依托已建厂区设施。施工区域场地宽阔，施工条件较为有利。工程紧邻厂内道路，其后方道路可作为施工便道，水、陆交通十分方便，施工条件良好。

本地区有数家施工队伍，有相当的建船厂施工经验，有能力按时完成本工程，应认真选择有资质的施工单位，严格监督，加强管理。

3.6.5 工程建设进度计划

根据施工条件，工程量及施工特点，本项目推荐方案施工总工期计划 18 个月。

3.7 污染物源强分析

3.7.1 施工期污染源强

项目施工期的主要影响是施工产生的施工生产废水和施工人员生活污水、施工车辆和机械设备的扬尘和噪声等。

（1）废水

施工生产废水主要来源于砂石料冲洗、水泥混凝土搅拌及养护、施工机械设备清洗等施工作业产生的废水。其中水泥混凝土搅拌及养护用水大多被吸收或蒸发，可忽略不计；砂石料冲洗废水主要含有高浓度的泥沙；车辆机械设备冲洗废水主要含有较高浓度的泥沙和石油类，废污水产生量约 $3.5\text{m}^3/\text{d}$ ，需在污水厂施工工地上设专区布置临时隔油沉砂池对砂石料冲洗水和机械设备清洗水进行油水分离、沉淀处理。要求隔油沉淀池净化处理后清水部分进行循环回用，部分作为运输车辆和流动机械等冲洗、工地抑尘降尘喷洒用水。

施工生活污水按施工高峰期现场人员为 50 人，废水产生量 $0.1\text{t}/\text{人}\cdot\text{d}$ 算，施工生活污水最大产生量为 $5\text{t}/\text{d}$ ，利用厂区已有的生活污水处理站处理。

（2）废气

施工期大气污染主要体现为施工扬尘的影响。施工扬尘主要产生与下述几个环节：

①施工期间运送散装建筑材料的车辆在行驶过程中，将有少量物料洒落进入空气中，另外车辆在通过未铺衬路面或落有较多尘土的路面时，将有路面扬尘产生；

②制备建筑材料的过程中（如混凝土搅拌等），将有粉状物逸散进入空气中；

③原料堆场和暴露松散土壤的工作面，受风吹时，表面颗粒物会受侵蚀随风飞扬进入空气中。

影响施工扬尘产生量的因素主要有：土壤或建筑材料的含水量，含水量高的材料不易飞扬；土壤或或建筑材料的粒径大小，颗粒粒径越大，越不易飞扬；气候条件。风越大、湿度越小，越易产生扬尘，当风速大于 3m/s 时，就会有风扬尘产生；运输车辆和施工机械行驶速度。行驶速度越快，扬尘产生量越大。

（3）噪声

主要为各种施工材料运输车辆噪声以及其它施工电动机械噪声等。施工机械作业时噪声影响列于表 3.7.1。

表 3.7.1 典型施工设备噪声级

施工阶段	机械设备声源名称	噪声源与场界不同距离时的类比性场界噪声值（dB）					
		5m 以内	5 ~ 10m	10 ~ 15m	15 ~ 20m	20 ~ 25m	25 ~ 30m
土石方	装载机	80	77	75	74	73	72
	柴油空压机	88	82	78	76	74	72
	挖掘机	79	75	73	72	71	70
	风镐	91	87	84	82	81	80
结构	搅拌机	78	74	72	70	69	68
	起重机	80	77	75	73	72	71
	振动棒	78	75	73	71	70	69
装修	拉直切断机	78	73	70	67	66	64
	冲击钻	81	78	76	74	73	72

（4）固废

施工期固废主要包括以下几个方面：

①施工生活垃圾：产生量约 10kg/d，收集后由环卫公司统一收集后运往市政垃圾处理厂处理。

②施工作业固体废物

本项目施工作业固体废物主要为建筑模板、建筑材料下脚料、断残钢筋头、破钢管、包装袋、废旧设备零件以及建筑碎片、碎砖头、水泥块、石子、沙子等建筑材料废弃物和少量机械修配擦油布等。这些施工固体废物中，建筑模板、建筑材料下脚料、断残钢筋头、破钢管、包装袋、废旧设备零件等可回收综合利用；建筑碎片、碎砖头、水泥块、石子、沙子等建筑材料废弃物可作为铺路材料。

③围堰施工弃方

根据 4#船坞设计方案测算，围堰施工开挖共产生弃方约 5.39 万 m³，主要成分为素填土，作为福建华东船厂填海的填方料，回填区域见施工期影响分析章节图 5.8.1。

3.7.2 营运期污染源强

3.7.2.1 营运期水污染源强

改建项目各类废水新增量及污染源强分析如下。

（1）生活污水

根据企业提供数据，现有职工人数 2500 人，其中 1600 人住厂，900 人住附近村镇，住厂员工人均生活用水按 120L/人·d 计算，不住厂员工人均生活用水按 60L/人·d 计算，排污系数均取 0.8，则现有职工人数 2500 人实际产生污水量为 196.8t/d。

改建项目拟新增住厂员工 1000 人。员工人均生活用水按 120L/人·d 计算，生活用水量 120m³/d，排污系数取 0.8，则新增生活污水量约 96t/d。技改后全厂生活污水排放量为 292.8m³/d。

华东船厂原环评批复全厂造船和修船项目共需建设 300t/d 生活污水处理设施，已建设 200t/d 生活污水处理站，剩余 100t/d 处理能力未建；本次改扩建将原 1#100m³/d 含油污水处理站的生化处理系统改造为 100m³/d 生活污水处理站，建成后全厂生活污水处理规模为 300m³/d。本次技改新建回用水设施，处理规模为 100m³/d，生活污水经回用水设施处理后回用于厂区绿化。本次改建项目（一期）与造船工程全部实施后，全厂生活污水最大量为 292.8t/d，20t/d 进行回用，272.8t/d 达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级排放标准后与其他污水统一由排污口排放。

（2）生产废水

①**船壳高压冲洗水**：船舶停靠船坞区后，需用自来水冲洗清除掉吸附在船壳上的海洋生物、泥沙和海水盐分，冲洗废水中含有海洋中带来的海洋生物、泥沙和海水盐分，污染物与海水成分类似，以 SS 和盐类为主，冲洗水在船坞区沉淀池沉淀后直接排海。类比现有工程产生情况，高压冲洗水产生量 5t/d。

②**船舶舱底含油废水**：来源于待修船舶携带，修船时须放出的残水废水。类比现有工程舱底含油废水产生情况估算，改建项目维修的船舶新增 150 艘，舱底废水新增 56t/d。

③**油舱清洗水**：油轮维修前需先对储存原油的油舱进行清洗，根据 2022 年批复的《福建华东船厂有限公司 3#船坞技术改造工程环境影响报告书》，每年油轮清洗数量约 80 艘，产生的油舱清洗水一部分与油泥进入油泥减量车间处理（3#船坞技术改造工程实施同时建设油泥减量处理车间，据此设计年处理油泥量 12000t/a），剩余废水进入 2#含油污水站处理；本次改建后预计油轮清洗数量不变，故未新增油舱清洗水及油泥。

③**零件清洗废水**零件(如空冷器)清洗在机电车间修理会产生油污水，改建增加修船规

模后产生量约为 1.2t/d，比改建前增加 0.6t/d。

④密闭试验废水，每天新增密闭试验用水量约 62.5t，该废水污染物含量较少，大部分经沉淀后回用，不外排。

生产废水主要污染物为石油类与 SS,石油类浓度一般高于 1000mg/L,SS 约 200mg/L。

（3）以新带老

本次技改通过降低含油废水排放总量，新增冲厕、厂区抑尘以及油舱清洗水量。进而降低现有工程废水排放量，本次技改完成后，全厂废水排放总量未突破现有允许排放总量。全厂修造船项目完全投入运营时，水污染物产生量及污染物浓度见表 3.7.3。

表 3.7.3 改建后全厂生产、生活废水排放情况汇总表

种类	改建项目 新增废水量 (t/d)	改建前 废水量 (t/d)	改建后全 厂水量 (t/d)	污染物	产生浓度 (mg/L)	处理方式	排放浓度 (mg/L)
生活污水	96	196.8	排放量： 292.8 回用量： 20 总排放量： 272.8	COD _{Cr}	400	生活污水处理站处理后与其他污水统一由排污口排放	100
				BOD ₅	250		20
				NH ₃ -N	40		15
				SS	300		70
舱底含油 废水、零件 清洗废水	56	60	116	COD _{Cr}	200	1#含油污水站处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级排放标准后与其他污水统一由排污口排放	100
				SS	200		70
				石油类	1000		5
油舱清洗 废水	0	55	55	COD _{Cr}	200	2#含油污水站处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级排放标准后与其他污水统一由排污口排放	100
				SS	200		70
				石油类	1000		5
船壳高压 冲洗水	5	5	10	SS	200	船坞沉淀池沉淀后直接排海	70
密闭实验 水	62.5	50	112.5	SS	200	沉淀处理后回用	/

注：按年工作日 250 天计。

华东船厂排污口已批复的排污规模为 455.2t/d，改建项目（一期）通过以新带老实施后通过全厂排污口排放的废水量为 455t/d，全厂污染物排放总量情况见表 3.7.4，全厂废水量未突破现有环评废水量允许排放总量。

表 3.7.4 改建前后水污染物排放总量

	改建前	改建后	变化量
废水量（万 t/a）	11.38	11.375	-0.005
COD（t/a）	11.38	11.375	-0.005
NH ₃ -N（t/a）	1.707	1.706	-0.001

3.7.2.2 营运期环境空气污染源

本次改建项目主要增加修船数量，生产废气主要是维修过程 4#船坞和码头产生的粉尘、涂装环节产生的漆雾和油漆废气。进港维修船舶均关闭发动机熄火停靠，船舶自身产生废气可忽略不计。

（1）焊接烟尘

改建项目焊接烟尘主要产生于 4#船坞区、码头、装焊平台、修船车间等有焊接作业的场所。室外装焊平台、船坞及码头为露天作业，加密设置抑尘雾炮进行水雾降尘，除尘效率取 90%；修船车间的焊烟通过在焊接工位设置移动式焊烟净化器处理后排出室外，收集效率取 60%，除尘效率 90%；改建项目焊材用量 390t/a，主要采用 CO₂ 保护焊，产尘量取 5g/kg 焊丝计，焊接烟尘均为无组织排放。改建项目各作业场所烟尘产排情况见下表。

表 3.7.5 焊接烟尘产生及排放情况

序号	作业场所	年作业时间（h）	焊接烟尘产生量		处理措施及效率	焊接烟尘排放量	
			kg/h	t/a		kg/h	t/a
1	4#船坞	2500	0.26	0.66	水雾降尘+阻隔率 90%	0.026	0.066
2	装焊平台（新建）	2400	0.34	0.82		0.034	0.082
3	修船车间（新建）	800	0.38	0.30	移动式焊烟净化器，收集率 60%除尘效率 90%	0.173	0.138
4	东侧码头	880	0.11	0.095	水雾降尘+阻隔率 90%	0.011	0.010
5	西侧码头	500	0.14	0.07		0.028	0.027

（2）喷砂粉尘

船坞与码头均开展喷砂作业，大部分喷砂作业在船坞内进行。喷砂用于去除工件表面氧化皮或原有油漆涂层等，是工件喷漆前必要的清洁步骤。项目使用的砂料是铜矿砂，铜矿砂比重较大(约 4g/cm³)，粒径较大(46μm)，较有韧性不易碎，喷砂中砂料磨损或破碎形成细颗粒粉尘的程度较轻，产生的喷砂粉尘量不大，参考华东船厂现有工程环评，粉尘产生量为 0.22kg/m²。

4#船坞和码头加密设置抑尘雾炮进行水雾降尘，船坞区船壳喷砂粉尘自然沉降、阻隔率约 90%，码头进行货舱内壁喷砂，舱内作业盖上盖板，使喷砂在封闭环境内进行，采用移动式排风除尘系统收集至滤筒除尘装置处理达标排放，粉尘捕集率 80%(另外 20%自然沉降在货舱内不行成排放)，除尘效率 90%。喷砂工人作业时佩戴面罩，呼吸所需的新鲜空气和呼出废气均通过面罩管道在货舱外供入和排出。为防止粉尘起爆，所有喷砂电动工具和舱内照明电器均采用防爆型。

改建项目喷砂作业粉尘产排情况见表 3.7.6。

表 3.7.6 喷砂作业粉尘产排情况

作业场所	年作业时间（h）	喷砂面积（万 m ² ）	产生量		处理措施及效率	排放量	
			kg/h	t/a		kg/h	t/a
4#船坞	4200	46	24.1	101.2	水雾降尘+阻隔率 90%	2.41	10.12
东侧码头	1400	9	14.14	19.80	舱内封闭作业+移动式滤筒除尘,收集率 80% 除尘效率 90%	1.13	1.58
西侧码头	1600	11	15.13	24.20		1.21	1.94

（3）喷漆废气

改建项目喷漆工序位于 4#船坞和码头，主要包括船壳喷漆、货舱内壁喷漆，大部分喷涂作业在船坞内进行，舱外喷涂作业量 34%，舱内喷涂作业量约占 66%，其中码头主要进行舱内喷涂。项目使用的油漆均由船东制定提供，油漆组分大同小异，主要油漆种类及组分见表 3.2.6，油漆废气主要污染物为漆雾、挥发性有机物（以非甲烷总烃计），其中含甲苯、二甲苯等。船坞喷漆采用无气喷涂工艺，喷涂设备为高压无气喷涂机，压力比 64:1 理论流量 22 公升每分钟。船舶高度为 14m~24m，用高空车辅助施工。根据油漆平衡，改建项目新增油漆及溶剂共 182.9t/a（其中 4#船坞 160.8t/a，码头 22.1t/a），见表 3.7.7，改建后全厂油漆用量见表 3.2.7。

表 3.7.7 改建项目新增油漆用量

单元	环氧漆 t/a	聚氨酯漆 t/a	醇酸漆 t/a	防污漆 t/a	铝粉漆 t/a	油漆总用量	平均 VOCs 含量%	平均二甲苯含量%	平均甲苯含量%
4#船坞	3.6	43.5	103.2	7.9	2.5	160.8	29.52	11.42	6
码头	0.00	2.77	18.85	0.00	0.55	22.1	29.37	9.5	6
总计	3.6	46.27	122.	7.9	3.05	182.9	/	/	/

船壳喷漆在 4#船坞内进行，喷漆产生的污染物为漆雾颗粒物和挥发有机物，船坞三面和码头设有抑尘雾炮进行水雾降尘，漆雾颗粒物经过水雾除尘后，去除率为 90%，挥发有机物基本不溶于水，抑尘雾炮基本对其没有去除效果。

货舱内壁喷漆作业盖上盖板，使喷漆在封闭环境内进行，采用新型的吸附浓缩+催化燃烧技术进行净化处理，污染物捕集率 80%，去除效率 95%。喷漆工人作业时佩戴面罩，呼吸所需的新鲜空气和呼出废气均通过面罩管道在货舱外供入和排出。为防止挥发性有机溶剂起爆，所有电动工具和舱内照明电器均采用防爆型。

喷漆作业无组织废气产生及排放情况见表 3.7.8。

表 3.7.8 喷漆作业废气产排情况

单元	4#船坞（t/a）			码头（t/a）			排放量 合计 （t/a）
	产生量	处理措施	排放量	产生量	处理措施	排放量	
漆雾	10.93	舱外喷漆： 水雾降尘，漆雾去除率 90%； 舱内喷漆： 封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧，收集率 80%去除率 95%	0.81	1.47	舱内封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧，收集率 80%去除率 95%	0.06	0.87
二甲苯	3.79		2.23	0.17		0.01	2.24
甲苯	2.61		1.54	0.17		0.01	1.54
VOCs	51.46		30.29	7.47		0.30	30.59

（4）修船工序的调漆废气

修船因需在船坞区进行，因此调漆工序于船坞区旁移动式集装箱内进行。根据现有工程情况估算 VOCs 产生速率约为 1.5kg/h，产生废气经集气罩收集后使用一套活性炭吸附处理后排放，收集处理效率以 80%计，则 VOCs 无组织排放速率为 0.54kg/h。年工作时间以 2000h 计。企业应每半个月更换一次活性炭以保证其维持稳定吸附效率。

（5）改建项目废气汇总

本次改建项目废气产排情况见下表。

表 3.7.9 改建项目无组织废气产生及排放情况

工作场所	污染物		工作时间 h/a	产生量 kg/h	处理措施	排放方式	排放量 kg/h	排放量 t/a
装焊平台 （新建）	焊接烟尘		2400	0.34	水雾降尘+阻隔率 90%	无组织排 放高度 5m	0.034	0.082
修船车间 （新建）	焊接烟尘		800	0.38	移动式焊烟净化 器，收集率 60% 除尘效率 90%	无组织排 放高度 5m	0.173	0.138
4#船坞	焊接烟尘		2500	0.26	水雾降尘+阻隔率 90%	无组织排 放 高度 10m	0.026	0.066
	喷砂粉尘		4200	24.1			2.41	10.12
	喷 漆	漆雾	2500	4.37	舱外喷漆： 水雾降 尘，漆雾去除率 90%； 舱内喷漆： 封闭作 业+新型的吸附浓 缩+催化燃烧，收 集率 80%去除率 95%		0.32	0.81
		二甲苯	2500	1.52			0.89	2.23
		甲苯	2500	1.04			0.62	1.54
		VOCs	2500	20.59			12.11	30.29
东侧码头	焊接烟尘		880	0.11	水雾降尘+阻隔率 90%	无组织排 放 高度 5m	0.011	0.010
	喷砂粉尘		1400	14.14	舱内封闭作业+移 动式滤筒除尘，收 集率 80%除尘效 率 90%		1.13	1.58
	喷 漆	漆雾	540	1.23	舱内封闭作业+新 型的吸附浓缩+催 化燃烧，收集率 80%去除率 95%		0.050	0.027
		二甲苯	540	0.14			0.008	0.005
		甲苯	540	0.14			0.008	0.005
		VOCs	540	6.23			0.250	0.135

西侧码头	焊接烟尘		500	0.14	水雾降尘+阻隔率90%	无组织排放 高度5m	0.028	0.007
	喷砂粉尘		1600	15.13	舱内封闭作业+移动式滤筒除尘,收集率80%除尘效率90%		1.21	1.94
	喷漆	漆雾	660	1.23	封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧,收集率80%去除率95%		0.050	0.033
		二甲苯	660	0.14			0.008	0.006
		甲苯	660	0.14			0.008	0.006
		VOCs	660	6.23			0.250	0.165
	调漆房		VOCs	2000	1.5	集气罩+活性炭	无组织排放高度5m	0.54

3.7.2.3 营运期固体废物

本次改建项目主要固废产生量变化主要包括如下：

- (1) 增加修船能力致使废铜矿砂、废焊材、废滤材、废油漆容器、废矿物油有一定增量。
- (2) 新增工作人员致使生活垃圾有一定增量。

改建项目新增主要固体废物产生量见下表。

表 3.7.10 改建项目各类固体废物产生量

固体废物分类	废物名称	分类编号	性状	改建项目产生量（t/a）	主要成份及含量	拟采取的处理处置方式
危险废物	废油漆容器	HW49 900-042-49	固态	0.93	废油漆、塑料	委托有资质单位处置
	废滤材	HW49 900-039-49	固态	434	活性炭、有机物	
	漆渣、废油漆	HW12 900-299-12	固态	16.2	漆渣、玻璃纤维	
	废矿物油	HW08 900-210-08	液态	3200	含水率3%	
一般工业固体废物	废磨料（铜砂、铁锈）	373-001-09	固态	2100	/	外售水泥厂
	下脚料、废零部件	373-001-09	固态	750	/	钢厂回收利用
	废焊材	373-001-09	固态	11.37	焊条、焊渣	供应商回收
生活固废	生活垃圾	/	固态	325	/	由环卫部门统一收集
总计				6837.5		

注：固废产生量根据改建项目原料使用量，并类比现有工程产生量计算。

厂内设置固体废物贮存场所，危险废物和一般工业固体废物分别按《危险废物贮存污染控制标准（GB18597-2023）》和《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准（GB18599-2020）》的要求设置，具体储存情况、面积、储存能力详见 5.6 固废影响评价章节。

3.7.2.4 营运期噪声

本次改建项目新增设备与噪声源强见表 3.7.11。

表 3.7.11 改建项目新增噪声源一览表

序号	车间名称	设备名称	单位	数量	声级	声源（团）坐标 （x，y，z）	围护结构
1	4#船坞	空压机	台	1	85	290，-210，5	露天
		压送式喷砂机	台	1	85		
		高压无气喷涂机	台	1	85		
2	装焊平台2 （新建）	焊机	台	60	75	-540，321，2	露天
3	修船车间2 （新建）	焊机、车床、钻床等	台	10	90	490，-380，1	钢结构封闭

注：以总装平台中心为（0,0,0）

3.7.2.5 非正常工况

改建项目废气一般通过处理装置处理后排放，改建 4#船坞区平面布置相对靠近敏感目标亭下村，4#船坞的有机废气排放若发生非正常排放对敏感目标的影响较明显，故评价考虑 4#船坞喷漆有机废气未经处理时的排放作为非正常排放源强。根据工程分析喷漆作业则排放二甲苯 3.78kg/h、甲苯 2.61kg/h、非甲烷总烃 14.7kg/h。

3.8 三本账核算

3.8.1 以新带老措施

以新带老要求：根据现有工程和改建项目排放量，对现有工程提出整改要求，以进一步削减大气污染物排放量。本次评价对现有工程提出的以新带老措施分别如下：

（1）焊接烟尘

造船分段制造车间与修船综合车间的焊烟通过车间通风扇抽排出室外，未采取处理措施，本次要求设置移动式焊烟收集净化装置处理后排放（收集率取 60%、处理效率取 90%）；原室外作业场所焊接烟尘未考虑抑尘雾炮降尘效果，本次核算考虑抑尘雾炮降对焊接烟尘的处理效率（处理效率取 90%）。

（2）喷砂粉尘

造船喷砂车间（钢材预处理工场）和造船涂装车间均已密闭作业，采用全室通风与局部除尘相结合通风方式，经二级除尘（旋风除尘+滤袋除尘器）后通过 1 个 25m 高度的排气筒排放，总净化效率 99.5%，故造船工程喷砂粉尘本次无需以新带老改造。

而船坞货舱内部喷砂作业未密闭，本次要求作业时盖上盖板，使喷砂在封闭环境内进行，提高收集效率，采用移动式排风除尘系统收集至滤筒除尘装置处理后排放（粉尘捕集率 80%，因铜矿砂比重较大粒径较大，另外 20%自然沉降在货舱内不行成排放，除

尘取效率 90%）。

（3）喷漆废气

现有工程货舱内部喷涂作业未密闭，本次要求作业时盖上盖板，使喷漆在封闭环境内进行,采用新型的吸附浓缩+催化燃烧技术进行净化处理(捕集率 80%,去除效率 95%)。喷漆工人作业时佩戴面罩，呼吸所需的新鲜空气和呼出废气均通过面罩管道在货舱外供入和排出。为防止挥发性有机溶剂起爆，所有电动工具和舱内照明电器均采用防爆型。

（4）厂区中水回用削减情况

①本项目油舱清洗废水原环评计算其产生为 92t/d，经企业近年实测数据显示，通过对其清洗工序以及油泥减量化进行优化，其油舱清洗废水实际产生量为 55t/d。相比原环评 92t/d，实际排水量削减 37t/d。

②回用水处理设施

回用水处理设施采用“超滤+RO 反渗透”组合工艺，能有效去除颗粒物、无机离子和有机污染物。计划建设回用水处理设施规模为 100t/d，本次技改安装回用水处理设施规模为 20t/d，仍有 80t/d 的回用水设施规模根据后续项目情况待建。

3.8.2 以新带老削减量

根据以上以新带老措施计算削减量如下：

（1）焊接烟尘

表 3.8.1 现有工程焊接烟尘以新带老削减量

排污源点	原排放量 t/a	以新带老措施	现排放量 t/a	削减量 t/a
修船综合车间	0.2	设置移动式焊烟收集净化装置处理后排放(收集率 60%、处理效率 90%)	0.092	0.108
分段制造车间	0.71		0.327	0.3834
室外焊装平台	0.765	抑尘雾炮降尘，处理效率取 90%	0.077	0.6885
1#船坞	0.3		0.03	0.27
2#船坞	0.175		0.018	0.1575
3#船坞	0.7		0.07	0.63
东侧码头	0.08		0.008	0.072
西侧码头	0.35		0.035	0.315
合计	3.28		0.6556	2.62

（2）喷砂粉尘

表 3.8.2 现有工程喷砂粉尘以新带老削减量

类型	排污源点	原排放量 t/a	以新带老措施	现排放量 t/a	削减量 t/a
造船（有组织）	喷砂车间	0.77	/	0.77	0
	涂装车间	0.41	/	0.41	0
修船（无组织）	1#船坞	6.16	舱内封闭作业+移动式滤筒除尘,收集率 80%除尘效率	0.49	5.67
		4.83		0.39	4.45

	2#船坞	2.65	90%(另外 20%自然沉降在货舱内不行成排放)	0.21	2.43
		5.28		0.42	4.86
		3.51		0.28	3.23
	3#船坞	2.20		0.18	2.02
		1.32		0.11	1.21
	合计	27.13		3.26	23.87

（3）喷漆废气

表 3.8.3 现有工程喷漆废气以新带老削减量

	污染物	原排放量 t/a		以新带老措施	改造后舱内喷漆排放量 t/a	削减量 t/a	改造后排放量 t/a
		舱外喷漆	舱内喷漆				
1#船坞	漆雾	2.66	1.63	舱内喷漆：封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧，收集率 80%去除率 95%	0.65	0.98	3.31
	二甲苯	2.10	1.29		0.51	0.77	2.61
	甲苯	0.48	0.29		0.12	0.18	0.60
	VOCs	12.41	7.61		3.02	4.58	15.44
2#船坞	漆雾	2.28	1.40		0.56	0.84	2.84
	二甲苯	1.82	1.11		0.44	0.67	2.26
	甲苯	0.41	0.25		0.10	0.15	0.51
	VOCs	10.71	6.57		2.61	3.96	13.32
3#船坞-造船	漆雾	0.58	0.35		0.14	0.21	0.72
	二甲苯	0.29	0.18		0.07	0.11	0.36
	甲苯	0.14	0.08		0.03	0.05	0.17
	VOCs	2.66	1.63		0.65	0.98	3.31
3#船坞-修船	漆雾	0.91	0.56		0.22	0.34	1.13
	二甲苯	0.46	0.28		0.11	0.17	0.58
	甲苯	0.22	0.13		0.05	0.08	0.27
	VOCs	4.19	2.57		1.02	1.55	5.22
合计	漆雾	10.37		/	/	2.37	8.00
	二甲苯	7.54		/	/	1.72	5.81
	甲苯	2.01		/	/	0.46	1.55
	VOCs	48.35		/	/	11.07	37.28

3.8.3 改建后全厂排放量

本次改建项目实施后全厂三本账计算结果见表 3.8.1。

表 3.8.1 本项目营运期污染物排放汇总表

种类	污染物名称	实际排放量	已批未建排放量	批复排放量	改建工程增减变化量	以新带老削减量	改建后全厂排放量	前后对比全厂增减量
废水	废水排放量（t/a）	78635	21665	113800 (455.2t/d)	+29450（+117.8t/d）	29500	113750（455t/d）	-50
	COD（t/a）	7.86	2.167	11.38	+2.945	2.95	11.375	-0.005
	氨氮（t/a）	1.18	0.325	1.707	+0.4415	0.4425	1.706	-0.001

废气	有组织排放	废气排放量(万Nm³/a)	/	0	45144	0	0	45144	0
		粉尘 (t/a)	1.18	0	1.18	0	0	1.18	0
		二甲苯 (t/a)	0	1.47	1.47	0	0	1.47	0
		甲苯 (t/a)	1.58	0	1.58	0	0	0.17	0
		VOCs (t/a)	0.72	4.91	5.63	0	0	5.63	0
		SO2 (t/a)	0.146	0	0.146	0	0	0.146	0
		NOX (t/a)	0.6	0	0.6	0	0	0.6	0
	无组织排放	粉尘 (t/a)	29.20	0	29.20	+13.94	26.49	16.67	-12.56
		漆雾 (t/a)	6.94	0	6.94	+0.87	2.37	5.44	-1.50
		二甲苯 (t/a)	19	0	19.00	+2.24	1.72	19.52	0.52
		甲苯 (t/a)	1.58	0	1.58	+1.55	0.46	2.67	1.09
		VOCs (t/a)	40.98	0	40.98	+31.67	11.07	61.58	20.6
固废	固废总量 (t/a)		9120.21	47255.077	56375.287	+46760.88	21.48	103157.65	46782.36
	危险废物 (t/a)		5161	4747.19	9908.19	+3651.13	2.37	13561.69	3653.50
	一般工业固废 (t/a)		3959.21	41882.887	45842.097	+42784.75	19.11	88645.96	42803.86
	生活垃圾 (t/a)		500	125	625	+325	0	950	325

*注：①改建前全厂排放量包含了已建工程与未建工程排放量总和。
②粉尘包含了焊接烟尘和喷砂粉尘。

3.9 产业政策符合性及规划协调性分析

3.9.1 产业政策符合性

（1）产业结构调整指导目录

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类“十七、船舶及海洋工程装备”“8. 绿色智能制造技术与装备：精度管理控制、数字化造船、预舾装和模块化、高效焊接、绿色涂装、超高压水除锈、智能焊接生产线、智能化分段流水线、智能管子加工生产线等专用绿色智能制造、维修技术与装备”，本项目使用高固体分涂料属于绿色涂装，因此项目建设符合产业结构调整指导目录的要求。

（2）《船舶制造业绿色发展行动纲要（2024-2030 年）》

《船舶制造业绿色发展行动纲要（2024-2030年）》提出：大力发展绿色化、数字化修船，引领全球绿色修船产业发展。强化挥发性有机物（VOCs）综合治理，加强 VOCs 全过程、精细化管控，鼓励高固体分涂料、水性涂料等低 VOCs 含量涂料的应用，确保粉尘、挥发性有机物等污染物达标排放。建立循环利用和污染治理体系，加强废旧钢铁、有色金属等再生资源回收利用，提高水资源循环利用水平和污油水治理水平，提升坞修挥发性有机物治理减排能力，树立全球修船业绿色典范。加大运营船舶新能源动力系统改装和新型节能技术改造等绿色解决方案供给，提高浮式生产储油平台（FPSO）、邮轮、LNG 船等高技术高附加值船舶的绿色化改造能力，为全球航运业提供高效、清洁、低碳的绿色修船解决方案。

本项目将新增新能源船舶修理与动力系统改装，喷漆过程使用高固体分涂料，并对挥发性有机物采取措施处理后达标排放，减少了排放量；建设含油污水处理设施并提高排放标准，不增加水污染物排放量，符合《船舶制造业绿色发展行动纲要（2024-2030年）》要求。

（3）福建省产业政策要求

本项目与《福建省推进船舶和海洋工程装备高质量发展工作方案（2021—2023年）》中的要求相符合：

“二、重点任务（一）推进修造船业可持续发展 1.完善构建省内产业布局。持续打造闽江口、三都澳、罗源湾、湄洲湾、厦漳湾等船舶修造产业集群，以省船舶集团等国有控股企业为龙头，民营船企、军方船企协同发展。”

本次改建项目属于船舶维修行业，位于罗源湾船舶修理产业，有利于促进福建省内船舶维修产业集群的建成。因此，综上各政策分析，本次华东船厂十四五改建项目（一期）符合福建省产业政策。

3.9.2 与相关规划的符合性分析

3.9.2.1 与罗源县社会经济发展规划的协调性

根据《罗源县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》，罗源县的发展定位提到：

按照习近平总书记擘画的发展蓝图和省市关于闽东北协同发展区建设战略部署，深度融入闽东北协同发展区建设和福州新一轮开放开发，强化区域性“联结点”和“桥头堡”作用，继续做大做强临港产业集群，加快建设千亿海港城临港产业基地，并依托良好的港口、交通和区位优势，紧抓双循环互促发展机遇，建设大宗散货物流枢纽中心，

实现“大港口、大通道、大物流”发展目标，着力打造闽江口金三角经济圈北翼新的经济增长极。

现代滨海宜业宜居生态城市。立足山水自然生态特色、滨海临港的区位优势和丰富的生态旅游资源，高起点、高标准、高层次、高水平地推进城市规划建设管理，拓展城市空间布局，大力发展临港产业和滨海旅游业，努力打造产业发达、环境优美、宜业宜居的现代滨海生态城市。

本项目属于现有船厂的船舶维修技术改造，提升技术水平，有利于加强罗源县沿海港口建设，发展临港产业，促进对台交流合作，保持地区经济快速发展。因此，本项目与罗源县“十四五”规划相符合。

3.9.2.2 与罗源湾城市总体规划的协调性

根据罗源县城市总体规划，碧里乡一带（西起碧里湾，东至鸡笼屿）属于临港工业用地，本项目选址于梅花村原址一带，属于临港工业用地范围。因此，本项目选址在罗源县碧里乡与罗源湾城市总体规划相一致。



图 3.9.1 罗源湾城市总体规划图（碧里局部）

3.9.2.3 与环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）修编及规划环评的协调性

本项目位于环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）修编中划定的牛坑湾/将军帽组团。布局规划中提出：牛坑湾/将军帽组团总规划面积 20.45 平方公里，西北侧作为钢铁绿色产业加工基地。中部约 1 公里长深水岸线保留现有的修造船布局，中部作为汽车和新能源配件产业、机械装备制造产业用地和金属精深加工产业用地，鼓励发展海工装备制造，在环境容量允许下支持锰矿国家战略储备及国际贸易加工中心项目落户该组团。其余作为港口作业区和仓储物流区，港口作业区将积极为组团内的产业做配套。将军帽地区约 3.7 平方公里用地和深水岸线保留现有的电厂和大型散货码头、煤炭储运中心等用地布局。组团东南侧的仓储物流区规划设地下水封洞储油气库。规划环评予以推荐该规划内容并提出：牛坑湾/将军帽组团不布局冶金项目，不引进锰矿加工项目，金属精深加工产业和钢铁绿色产业加工基地均不引进冶金项目，合理控制金属精深加工等钢铁加工相关产业规模。

根据环评审查意见（榕环评〔2022〕8 号），“牛坑湾/将军帽组团……维持现有修造船和能源火电产业规模，……”。本项目属于组团内现有修造船企业，本次改建项目，形成高技术、高附加值、新能源船舶修理与改装 150 艘/年的能力，与审查意见要求冲突。华东船厂已反馈罗源县政府，罗源县人民政府已致函福州市工业和信息化局“关于再次商请修编《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）》的函”（罗政函〔2023〕38 号），对《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）》予以修编，以推动罗源县工业产业高质量发展。福州市人民政府专题会议纪要[2024]39 号关于福建华东船厂项目改建有关问题议定：1.由市生态环境局负责，对《<环罗源湾地区工业产业布局规划（2020—2025 年）修编环境影响报告书>审查小组意见》关于“牛坑湾、将军帽组团维持现有造船产能规模”的意见进行论证。2.由市工信局负责，根据上述论证意见，启动《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020—2025 年）》修编工作。3.由罗源县政府负责，统筹核减辖区内 VOCs 等污染物排放工作；由福建华东船厂负责，通过采取技改等措施，进一步降低项目 VOCs 等污染物排放，用于保障本项目的污染物排放指标需要。若仍不足，则由市生态环境局负责统筹解决。

因此，华东船厂改建项目受到市政府和县政府大力支持，《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）》现已到期，且不再进行修编，本项目不执行本规划要求。

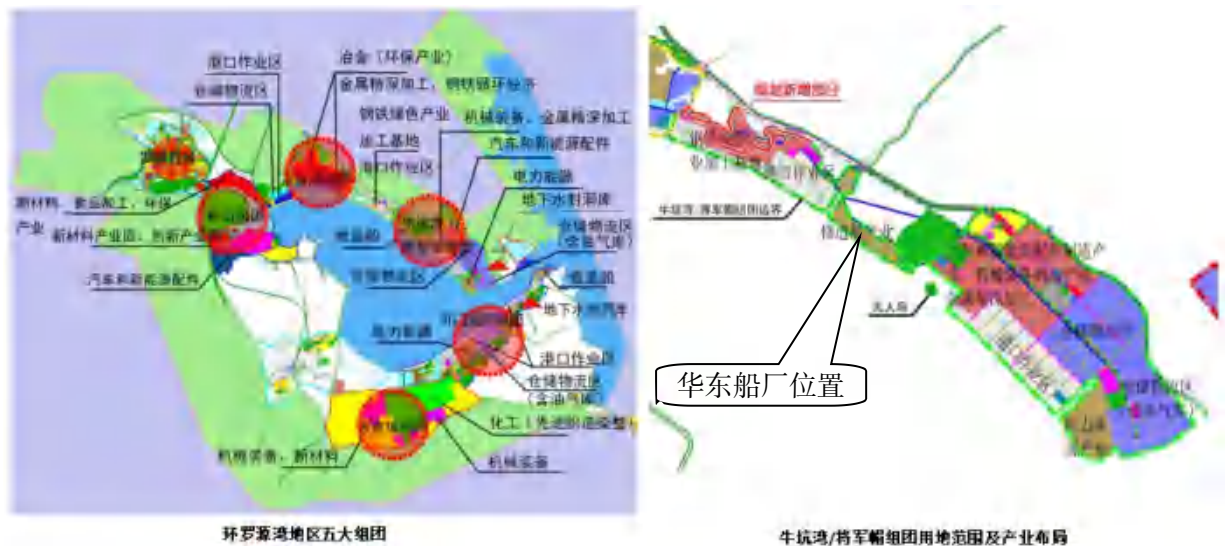


图 3.9.2 环罗源湾地区工业产业布局规划图

3.9.2.4 与近岸海域环境功能区划的符合性

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》(2011～2020 年)厂址沿岸至离岸约 800m 内为四类海域环境功能区（FJ030-D-Ⅲ），主导功能为港口航运，辅助功能为一般工业用水，水质执行第三类海水水质标准，见图 3.9.3。

本项目位于罗源湾北部四类区，废水排放标准保持不变，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级排放标准；排放口于 2010 年建成投入使用，根据运行后对排污口附近海域的监测情况可知，海水环境质量状况较好，能够满足第三类海水水质标准要求，与所在功能区的环境功能相符合。项目的建设符合罗源湾海域环境功能规划。

3.9.2.5 与《福建省海洋环境保护规划》（2011-2020）的符合性

根据《福建省海洋环境保护规划》（2011-2020），厂址沿岸至离岸约 800m 内为“城镇、工业与港口监督区”，环境监管重点是“开发建设活动较集中或频繁的区域，需重点做好环境保护的监督管理，防止开发建设活动造成重大生态破坏和环境污染。”见图 3.9.4。华东船厂排污口于 2010 年建成投入使用，根据运行后对排污口附近海域的监测情况可知海水环境质量状况较好，能够满足第三类海水水质标准要求，华东船厂的排污行为并未使排污口所在海域环境质量受到污染和重大生态破坏；华东船厂改建项目实施后，未新增废水排放量，不突破现有允许废水排放量。企业将持续做好定期监测与污水站运营管理，防止造成重大生态破坏和环境污染情况下符合《福建省海洋环境保护规划》（2011-2020）。

表 3.9.1 海洋环境分级控制区的级别与类型

名称	代码	类型	代码	环境质量目标			环境监督管理重点
				海洋水	海洋沉积	海洋生	

				质	物质量	物质量	
重点保护区	1	海洋保护区等法定保护区	1.1	一~二类	一类	一类	自然保护区的核心区和缓冲区，禁止一切与保护保持主导生态功能无关的开发活动
		重要生境与生态功能区	1.2	一~二类	一类	一类	需要限制开发的区域，在不影响其主导生态功能的前提下，可以开展一些对生态环境影响不大的开发建设活动。
控制性保护利用区	2	渔业环境保护利用区	2.1	一~二类	一类	一类	按照海洋功能区划统一规划，以不损害生态系统的主要生态服务功能为原则，合理开发利用。
		旅游环境保护利用区	2.2	二~三类	一~二类	一~二类	
		生态廊道保护利用区	2.3	二类	一类	一类	
开发监督区	3	城镇、工业与港口监督区	3.1	不低于四类	不低于三类	不低于三类	开发建设活动较集中或频繁的区域，需重点做好环境保护的监督管理，防止开发建设活动造成重大生态破坏和环境污染。
		海洋倾废监督区	3.2	三类	二类	二类	



图 3.9.3 福建省近岸海域环境功能区划图（罗源湾局部）



图 3.9.4 福建省海洋环境分级控制区规划图（罗源湾局部）

3.9.3 与国土空间规划及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》划定成果，华东船厂及排污口周边“三区三线”划定情况见图 3.9.5。华东船厂用地范围在城镇开发边界内，排污口不占用永久基本农田保护红线和生态保护红线，因此，符合《福建省“三区三线”划定成果》管控要求。

同时，根据建设单位向罗源县自然资源局查询《罗源县国土空间总体规划（2021-2035 年）》，华东船厂用地范围为城镇开发边界内（见图 3.9.6），排污口位于“交通运输用海区”，均未占用生态保护红线，符合《罗源县国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

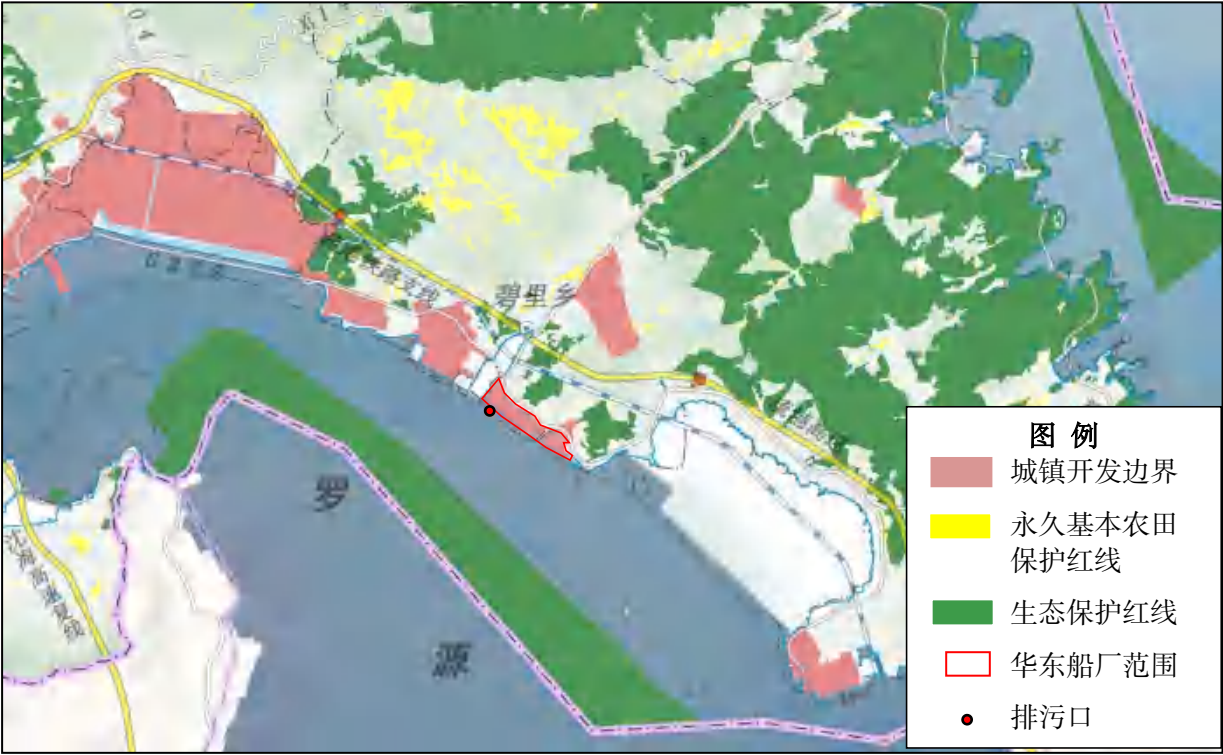


图 3.9.5 城镇开发边界、永久基本农田以及生态保护红线分布图



图 3.9.6 华东船厂及排污口所在《罗源县国土空间总体规划（2021-2035 年）》位置
图

3.9.4 与《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政[2020]12 号）符合性分析

表 3.9.2 全省生态环境总体准入要求符合性

适用范围	准入要求		本工程的符合性分析	是否符合
全省陆域	空间布局约束	1.石化、汽车、船舶、冶金、水泥、制浆造纸、印染等重点产业，要符合全省规划布局要求。 2.严控钢铁、水泥、平板玻璃等产能过剩行业新增产能，新增产能应实施产能等量或减量置换。 3.除列入国家规划的大型煤电和符合相关要求的等容量替代项目，以及以供热为主的热电联产项目外，原则上不再建设新的煤电项目。 4.氟化工产业应集中布局在《关于促进我省氟化工产业绿色高效发展的若干意见》中确定的开发区，在上述开发区之外不再新建氟化工项目，开发区之外现有氟化工项目不再扩大规模。 5.禁止在水环境质量不能稳定达标的区域内，建设新增相应不达标污染物指标排放量的工业项目。	本工程属于修船业，华船厂于 2010 年建成，符合《罗源湾城市总体规划》、《罗源县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》、《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）修编》中的规划布局要求。	符合
	污染物排放管控	1.建设项目新增的主要污染物排放量应按要求实行等量或倍量替代。涉及总磷排放的建设项目应按要求实行总磷排放量倍量或等量削减替代。涉及重金属重点行业建设项目新增的重点重金属污染物应按要求实行“减量置换”或“等量替换”。涉新增 VOCs 排放项目，VOCs 排放实行区域内等量替代，福州、厦门、漳州、泉州、莆田、宁德等 6 个重点控制区可实施倍量替代。 2.新建水泥、有色金属项目应执行大气污染物特别排放限值，钢铁项目应执行超低排放指标要求，火电项目应达到超低排放限值。 3.尾水排入近岸海域汇水区域、“六江两溪”流域以及湖泊、水库等封闭、半封闭水域的城镇污水处理设施执行不低于一级 A 排放标准。	本位于福州市重点控制区，VOCs 排放实行区域内 1.2 倍量替代。本次改建项目（一期）实施，未突破现有允许废水排放总量，且本项目污水处理站为企业自有污水处理设施，仅为企业服务，不属于城镇污水处理设施。	符合
全省海域	空间布局约束	1.对环保和生产要素具有较高要求的石化、汽车、船舶、冶金、水泥、制浆造纸、印染等重点产业，要符合全省规划布局要求。 2.闽江、九龙江、敖江、晋江、龙江、木兰溪及交溪等入海河流沿岸，严格限制环境风险较大的项目。 3.优化海水养殖布局、结构和方式，控制养殖规模和密度，整治禁养区违法养殖和限养区不符合规定的养殖设施。	本工程属于修船业，华船厂于 2010 年建成，符合《罗源湾城市总体规划》、《罗源县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》、《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）修编》中的规划布局要求。	符合

适用范围	准入要求		本工程的符合性分析	是否符合
	污染排放管控	1.三沙湾、罗源湾、闽江口、兴化湾、泉州湾、厦门湾、东山湾、诏安湾 8 个重点海湾实行主要污染物入海总量控制。对三沙湾、罗源湾等半封闭性的海域，实行湾内新（改、扩）建项目氮、磷污染物排放总量减量置换。 2.对交溪、霍童溪、闽江、萩芦溪、木兰溪、晋江、九龙江及漳江 8 条主要入海河流入海断面强化水质控制，削减氮磷入海总量。重点整治污染较重的入海小流域，全面消除劣 V 类。 3.强化沿海石化、钢铁、印染、造纸等重污染行业整治，推动企业入园集聚发展，提升工业集聚区废水治理水平。新建、升级工业集聚区应同步规划、建设污水集中处理设施或利用现有的污水集中处理设施，污水处理设施应具备脱氮除磷工艺，并安装自动在线监控装置。 4.优化养殖结构和品种，控制养殖规模和密度，严控投饵性网箱养殖比例，推广生态养殖，推进池塘养殖标准化改造、近海养殖网箱环保改造，加强养殖尾水综合治理与监管，规模以上水产养殖主体实现尾水达标排放或循环回用。	华东船厂位于罗源湾北岸，于 2010 年设置一个排污口，废水排放执行《污水综合排放标准》一级标准后排入罗源湾；本次改建项目未突破现有允许废水排放总量，可实现氮、磷污染物不新增。企业在废水排放口已安装流量、pH、COD、氨氮、总磷自动在线监控装置，并将增设石油类在线监控。	符合
	环境风险防控	1.强化沿海工业区和沿海石化、化工、冶炼、石油及危化品储运等企业的环境风险防控。 2.建立港口船舶污染事故应急体系，加强港口船舶及其作业活动污染水环境的应急能力建设，提升船舶及港口码头污染事故应急处置能力。 3.建立和完善海上溢油及危险化学品泄漏等环境风险防范体系，健全应急响应机制。	本项目已开展海上溢油及危险化学品泄漏污染近岸海域风险评估，建立溢油、化学品事故环境风险防范机制，并配备相适应的应急力量。	符合

3.9.5 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》的符合性分析

表 3.9.3 福州市生态环境总体准入要求分析

适用范围		准入要求		符合性分析结论
福州市		空间布局约束	1.福州市石化中上游项目重点在江阴化工新材料专区、连江可门化工新材料产业园布局。 2.鼓楼区内福州高新技术产业开发区洪山片禁止生产型企业的引入；仓山区内福州高新技术产业开发区仓山片不再新增生物医药原料药制造类企业。 3.罗源县内福州台商投资区松山片区禁止引进、建设集中电镀、制浆、医药、农药、酿造等重污染项目；连江县内福州台商投资区大官坂片区不再扩大聚酰胺一体化项目规模。 4.禁止在闽江马尾罗星塔以上流域范围新、扩建制革项目，严控新（扩）建植物制浆、印染、合成革及人造革、电镀项目。 5.禁止在通风廊道和主导风向的上风向布局大气重污染企业，逐步将大气重污染企业和环境风险企业搬出城市建成区和生态保护红线范围。	本项目位于罗源县碧里乡梅花村，不在台商投资区范围，项目符合《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）修编》中的规划布局要求。
		污染物排放管控	1.建设规划部门划定的县级以上城市建成区及福州市环境总体规划（2013-2030）划定的大气环境二级管控区的大气污染型工业企业（现阶段指排放二氧化硫、氮氧化物的工业企业，但不含使用天然气、液化石油气等作为燃料的非火电锅炉和工业炉窑排放二氧化硫、氮氧化物的工业企业）新增大气污染物排放量，按不低于 1.5 倍交易。 2.省级（含）以上工业园区外的工业企业新增主要污染物排放量（不含使用天然气、液化石油气等作为燃料的非火电锅炉和工业炉窑的工业企业新增的二氧化硫、氮氧化物排放量），按不低于 1.2 倍交易。 3.涉新增 VOCs 排放项目，VOCs 排放实行区域内倍量替代。 4.严格控制新建、改建、扩建钢铁、水泥、平板玻璃、有色金属冶炼、化工等工业项目。新建钢铁、火电、水泥、有色项目应当执行大气污染物特别排放限值。重点控制区新建化工、石化及燃煤锅炉项目应当执行大气污染物特别排放限值。 5.氟化工、印染、电镀等行业企业实行水污染物特别排放限值。	本次改建项目不新增主要污染物排放量，VOCs 排放实行区域内倍量替代。
深入推进闽江流域上生态环境综合治理工作方案	陆域			
	海岸线	空间布局约束	1.适时搬迁或取消松门、长安、小长门等闽江口内港作业区的油品、液体化工品码头功能，适度控制新建企业专用码头，推行码头共用。 2.实施港口建设分类引导和约束，严控港口重复建设。闽江口内港区重点准入对台“三通”客运项目，兼顾能源、集装箱等货运项目；福州（连江）国家远洋渔业基地核心区远洋渔业母港重点准入远洋渔业装卸码头、渔港、锚地、航道建设项目；江阴港区重点准入集装箱运输项目，兼顾散杂货、化工品和商品汽车运输项目；松下港区重点准入粮食、散杂货运输项目；罗源湾港区重点准入煤炭、矿石运输项目。	/
	近岸	空间	1.落实国家围填海管控规定，除国家重大项目外，全面禁止围填海。 2.禁止开展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、破坏河口生态系统和泄洪通道	/

适用范围		准入要求		符合性分析结论
	海域	布局约束	功能的开发活动。禁止破坏芦苇荡等植被群落，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。 3.限制江阴和涵江工业与城镇用海区排污口建设，污水处理厂排污口严格论证并执行污水达标排放和设置深水排放口，不得影响临近的萩芦溪河口生态系统、兴化湾新厝重要滨海湿地和木兰溪重要渔业水域。 4.优化调整环罗源湾区域发展定位和产业布局。大官坂组团发展污染相对较低的石化中下游产业和精细化工产品，并适当控制其发展规模，不再扩大聚酰胺一体化及配套项目规模。松山片区禁止引进、建设集中电镀、制浆、医药、农药、酿造等重污染项目。 5.禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业。罗源湾禁养区禁止开展水产养殖，限养区不得开展网箱养殖。	
		污染物排放管控	1.各类保护区内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。 2.罗源湾实行主要污染物入海总量控制。合理设置湾内排污口，化工废水应全部引至湾外排放，可门经济区污水排放落实湾外深海排放。开展罗源湾入海排污口专项排查整治和起步溪等入海溪流综合整治。提升罗源湾港口污染物接收处理能力。 3.实行闽江口主要污染物入海总量控制，控制闽江入海断面水质，削减氮磷入海总量。全面整治闽江口周边入海溪流，开展入海排放口专项排查整治。优化闽江口以北连江东部海域养殖结构和布局，控制养殖密度和规模。 4.开展福清湾入海排污口专项整治，加强福清湾及龙江沿岸农村生活污水、生活垃圾的收集处理处置。严格控制湾内投饵型网箱养殖规模和密度，实行生态养殖，强化养殖污染防治和养殖尾水治理监管。 5.兴化湾实行主要污染物入海总量控制，开展兴化湾福州段入海排污口专项排查整治。加快推动沿岸乡镇配套污水管网建设及江阴工业区污水处理厂提标改造，湾内严格控制投饵型网箱养殖规模和密度，实行生态养殖，强化养殖污染防治和养殖尾水治理监管。 6.近岸海域汇水区域内城镇污水处理设施执行不低于一级 A 排放标准，推进沿海农村生活污水收集处理。 7.出台福州市养殖尾水排放标准，强化养殖尾水治理和排放监测监管。 8.采取措施，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，整治修复受损的滨海湿地区，恢复湿地生态系统功能。 9.强化陆海污染联防联控，推动“蓝色海湾”整治项目、海岸带生态保护修复工程等重大工程建设，推进沿海岸线自然化和生态保护修复。 10.闽江口内港区现有油品和危险品（液化石油气）码头搬迁前应切实保障现有油污水处理设施的有效性，搬迁后由江阴港区、罗源湾港区在对应码头设立油污水接收处理系统。其他港区的生产性油污水由码头自建油污水处理设施处理达标后排入依托城市污水处理厂，杜绝港区油污水散排。	华东船厂位于罗源湾北岸，于 2010 年设置一个排污口，废水排放执行《污水综合排放标准》一级标准后排入罗源湾；本次改建项目（一期）不突破现有允许废水排放总量，可实现氮、磷污染物不新增。本项目污水处理站为企业自有污水处理设施，仅为企业服务，不属于城镇污水处理设施。

经查询福建省生态环境分区管控数据应用平台，华东船厂公司地块涉及 3 个生态环境管控单元，其中重点管控单元 2 个，一般管控单元 1 个：分别是罗源县重点管控单元 4（ZH35012320011）、碧里交通运输用海区重点管控单元（HY35010020012）、罗源县一般管控单元（ZH35012330001），准入要求分别分析如下：

表 3.9.4 福州市近岸海域生态环境准入清单

海域生态环境管控单元	碧里交通运输用海区，HY35010020012	
管控单元分类	重点管控单元	
	准入条件	本项目
空间布局约束	1.禁止在港口区、锚地、航道、通航密集区、航道与码头前沿线之间的海域以及规定的航线内进行与航运无关、或有碍航行安全的活动。禁止渔业增养殖、捕捞等用海活动。禁止准入排放含油废水的项目。 2.落实国家围填海管控规定，除国家重大项目外，全面禁止围填海，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；依法依规集约利用，强化生态保护修复。	1.华东船厂公司主体工程属于船舶制造、修造行业，不属于与航运无关、或有碍航行安全的活动。 2.本项目含油污水经含油污水处理站处理后达标排放。 3.华东船厂的围填海工程在 2010 年已取得批复并已完成施工及验收，本次改建不涉及新增围填海工程，不改变岸线当前属性。
污染物排放管控	1.建设港口船舶含油污水、压载水、洗舱水和船舶垃圾等接收、转运、处置设施，严格控制港区污染物的排放。 2.禁止船舶及相关作业活动违法向海洋排放油类、油性混合物，含油污水及其他污水，船舶垃圾、废弃物和其他有毒有害物质。	1.本项目含油污水、压载水、洗舱水和船舶垃圾等接收、转运、处置设施，严格按照相关政策与要求进行。 2.本项目含油污水经含油污水处理厂处理后达标排放。油泥等固体废弃物严格按危废、一般固废分类存放，并交由有资质企业处理处置。
环境风险管控	开展海上溢油及危险化学品泄漏污染近岸海域风险评估，建立溢油、化学品事故环境风险防范机制，并配备相适应的应急力量。	本项目已开展海上溢油及危险化学品泄漏污染近岸海域风险评估，建立溢油、化学品事故环境风险防范机制，并配备相适应的应急力量。

表 3.9.5 罗源县生态环境准入清单

陆域生态环境管控单元	罗源县重点管控单元 4，ZH35012320011	
管控单元分类	重点管控单元	
	管控要求	本项目
空间布局约束	1.严禁在城镇人口密集区新建危险化学品生产企业；现有不符合安全和卫生防护距离要求的危险化学品生产企业 2025 年底前完成就地改造达标、搬迁进入规范化工园区或关闭退出。城市建成区内现有钢铁、化工等污染较重的企业应有序搬迁改造或依法关闭。	1.华东船厂公司主体工程属于船舶制造、修造行业，不属于危险化学品企业；防护距离范围内不存在敏感目标。 2.华东船厂涉及工业涂装，为改扩建项目，但不属于新

	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。 4.一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。	建 VOCs 排放的项目。 3.华东船厂用地未占用基本农田，在国土空间规划中属于城镇开发边界范围，改建项目在现有厂区内进行不新增用地。
陆域生态环境管控单元	罗源县一般管控单元，ZH35012330001	
管控单元分类	一般管控单元	
	管控要求	本项目
空间布局约束	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。 3.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。	1.华东船厂公司用地未占用基本农田，在国土空间规划中属于城镇开发边界范围，改建项目在现有厂区内进行不新增用地。 2.项目不会砍伐防风固沙林和农田保护林。 3.华东船厂涉及工业涂装，为改扩建项目，但不属于新建 VOCs 排放的项目。

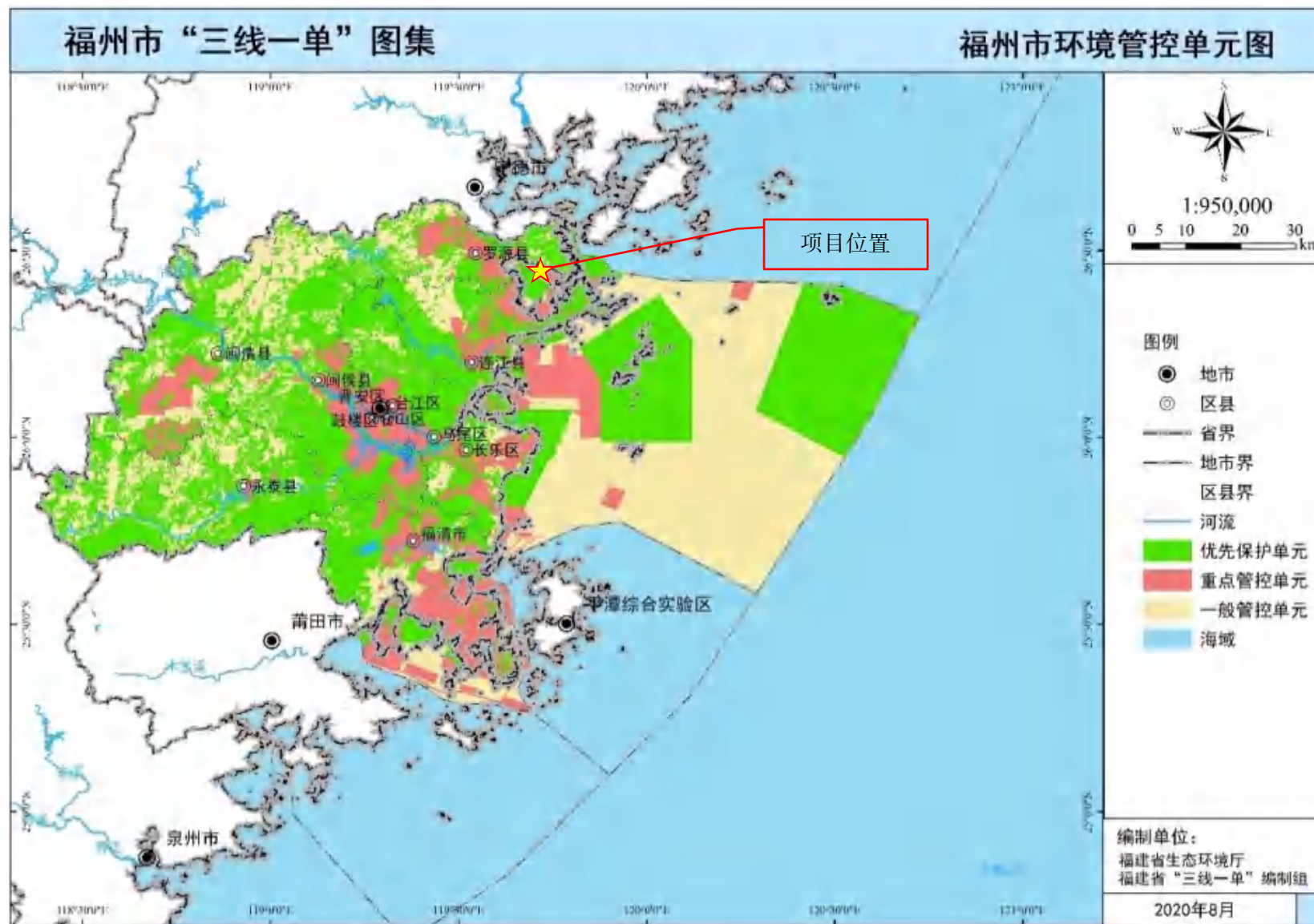


图 3.9.5 福州市生态保护红线陆海统筹范围图

3.10 清洁生产分析

福建华东船厂改建项目（一期）实施，形成高技术、高附加值、新能源船舶修理与改装 150 艘/年的能力。本节拟从生产工艺与装备、原辅材料、资源能源利用、污染物控制和环境管理等方面进行清洁生产分析与评价。

3.10.1 生产工艺与装备

3.10.1.1 建立现代改造、维修船舶模式与流程

建立现代改造、维修船舶模式是提高劳动生产率的最重要的一环。充分进行生产协作，利用各行业的优势进行配套，以现代化的改造、维修船舶方式，突出钢材加工和装焊、舾装、涂装、计算机辅助设计和管理这四大制造功能主体的生产设施和手段，其余部分均外协配套。最大程度降低总投资和管理费用。

3.10.1.2 采用先进的维修工艺

（1）焊接工序

引进先进的设备和技术，如国外先进的平面分段装焊流水线，实现了拼板工位多丝埋弧自动焊单面焊双面成形新工艺、新装备。对船体的平面分段构架的装焊也采用了自动化保护角焊工艺，使焊接效率大大提高。焊接材料应用药芯焊丝已为船厂普遍采用，同时通过它与 CO₂ 焊接工艺技术相结合，将用 CO₂ 气保护药芯焊丝焊接作为船厂的主要焊接工艺与焊接材料，全厂 CO₂ 保护焊率高达 40% 以上，远高于国内同行的平均水平（20%）。CO₂ 保护焊和埋弧焊技术在提高焊缝质量的同时，可以大大降低能量消耗，比手工电弧焊节电 59%，金属回收率可高达 95%，产尘量少，焊接工位设置移动式焊接烟尘净化器，最大限度减少了烟尘的排放。

（2）喷砂和喷漆工序

喷砂工序采用人工回砂和压送式喷砂机，并配备地面钢砂回收系统，提高了喷砂作业的机械化和自动化程度。

船舶涂装作业阶段已使用涂料涂着效率高于 70% 的先进涂装设备，本项目喷漆工序采用先进的高压无气喷涂工艺，获得高压的涂料通过高压软管输送到喷枪，经由喷嘴释放压力形成雾化，从而在墙体表面形成致密的涂层。在确保喷漆质量和使用寿命的同时，大大提高了涂装效率，也相对减少了涂料消耗量。高压无气喷涂工艺的采用实现了源头减少污染物排放。

（3）化学清洗工序

厂区内不设化学清洗工序以及污染较为严重的工段如工件电镀等表面处理、结构件

的铸造等，华东船厂均通过外协处理加工后返厂使用，减少该工序带来的原料储存和使用过程带来的污染和环境风险。

（4）其他设备

采用国内新型的数控等离子切割机、电火花数控切割机床、数控剪板机、数控车床等先进数控加工设备，提高钢材利用率，节约原材料，也减少了污染物的排放。

装卸机械设备的选型设计中优先选用高效低耗的机械设备，尽量采用电力驱动设备，不便采用电力驱动的流动机械均采用柴油机驱动。

维修工艺设计中尽可能减少货物操作环节，各环节的能力配备相互适应，并尽量缩短货物运输的水平距离，合理提高能力利用率。

3.10.2 原辅材料

船舶工业使用的主要原辅材料是钢材、焊材和油漆。

（1）钢材

一是使用大尺度钢板，可以减少钢材切割量，减少焊接长度，由此提高了生产效率，降低生产成本，也降低了焊接烟尘的排放量；缩短钢板存放周期，减少钢板的锈蚀度，从而减少粉尘的排放量。本项目使用的钢板尺寸为 4.0×20.0m，与国际上先进船厂接近。

二是利用计算机设计，全面使用钢材计算机套料系统，推行精度设计和制造，可以提高了钢材的利用率，减少了钢材加工余量，节约成本，减少废料。

国内比较先进的船厂较多使用的钢板尺寸为 4.0×20.0m，其钢材利用率约 90%，国际先进水平船厂使用的钢板尺寸为 4.5×22.5m，其钢材利用率可达 95%。

（2）焊材

焊接烟尘是船厂的主要废气污染源，而与烟尘的产生量直接相关的就是焊接的方式。据统计，一般自动焊的焊接烟尘产生量约为手工焊的 60%，因此，自动焊使用率可以从一个方面较为客观地反映船厂的清洁生产水平。

目前国内一般船厂的自动焊、半自动化焊使用率为 30～40%，国内最先进的造船厂之一外高桥造船厂自动焊、半自动化焊使用率为 60～70%，国际上先进船厂自动焊、半自动化焊使用率为 98%，本项目设计自动焊使用率为 70%，采用低毒、低尘焊丝、CO₂ 气保护药芯焊丝，无铅尘排放，从源头上减少有毒有害气体的产生。

（3）油漆

目前，由于船厂使用的油漆均由船东指定，而且这些油漆的质量也均是通过国际有关机构认定的，主要是油性漆，属于溶剂型涂料，涂料的种类、用量及组分见表 3.2.6，

油漆涂料中 VOCs 参照《工业防护涂料中有害物质限量》（GB 30981-2020）中表 2 溶剂型涂料中 VOCs 含量的限量值以及《船舶行业大气污染物排放标准》（DB31/934-2015）表 3 即用状态船用涂料 VOCs 含量限值要求，见表 3.10.1，属于环保型涂料（低 VOCs 型涂料），因此，从源头上控制了 VOCs 排放量。

表 3.10.1 与有关标准的符合性分析

油漆种类	VOCs 含量	GB 30981-2020 表 2 限值	DB31/934-2015 表 3 限值
环氧漆	约 320g/L	≤ 550g/L（底漆）	≤ 550g/L（底漆）
聚氨酯漆	约 260g/L	≤ 500g/L（面漆）	≤ 500g/L（面漆）
醇酸漆	约 350g/L	≤ 500g/L（面漆）	≤ 500g/L（面漆）
防污漆	约 275g/L	≤ 500g/L（面漆）	≤ 500g/L（面漆）
铝粉漆	约 271g/L	≤ 500g/L（面漆）	≤ 500g/L（面漆）
平均值	约 295.2g/L	/	/

本次改建项目使用的油漆主要是油性漆，含苯、二甲苯等污染物，随着未来环保部门对船舶涂料中 VOC 的逐步控制，更多新型的环保涂料将应用于船舶工业，届时也会带动修船厂的油漆革命，从而减少污染。

（4）铜矿砂

为减少喷丸除锈粉尘的产生量，使用优质铜矿砂，而铜矿砂往往由于采购途径的不同而在质量上有所差异。本项目拟通过严格控制铜矿砂的采购质量，保证不使用粒径小于要求的铜矿砂，从而达到减少粉尘排放的目的。

3.10.3 能源消耗

根据国家的有关能源政策，在工程设计中应多方面采取技术措施，以达到合理利用能源，节约能源。

- （1）修造船工艺采用机械化、自动化、信息化的工艺设计。
- （2）工艺设备采用技术先进、性能可靠的节能设备。
- （3）各动力站的布置，尽量靠近负荷中心，以减少压力损失，降低设备能耗。
- （4）各动力站采用计算机能源控制中心统一调配，以使设备处在最佳运营工况，减少设备频繁启动或空载运行。
- （5）电、水、氧气、LNG、二氧化碳等采用社会化协作化供能，降低生产成本。
- （6）变配电站采用高效节能型变压器。
- （7）空压站冷却水采用闭式循环冷却方式，节约水资源。
- （8）照明采用高效节能型金属卤素灯，且带电容器补偿。

（9）船舶污染较为严重的工段如工件电镀等表面处理、结构件的铸造等，华东船厂均通过外协，避免了大而全。

3.10.4 污染物控制

（1）水污染物

根据已经批复的环评以及厂区建设情况，废水排放执行《污水综合排放标准》表4中一级排放标准，改建项目实施后，不突破现有允许废水排放总量，无需申请水污染物总量指标。

（2）大气污染物

华东船厂造船工序的钢材预处理工段和分段涂装工段、喷砂车间均位于车间内，设计配备二级“旋风+布袋”收尘除尘装置，含漆废气先经干式气雾过滤器、活性炭吸附再经催化燃烧装置焚烧处理。

改建项目进行船舶修理与改装，主要在平台、码头、船坞区作业，污染源为面源形式，废气以无组织方式排放，尚无有效的控制措施。

船坞喷漆采用先进的无气喷涂工艺从源头减少污染排放；面源污染（船坞区）采用雾炮机水雾降尘、吸附+催化燃烧装置等措施控制大气污染物（颗粒物、VOCs）排放总量。吸附+催化燃烧是VOCs污染防治可行技术。公司承诺未来船坞区、码头区有机废气处理技术允许时，船坞区、码头区补增收集、处理设施。

现有工程修船综合车间和分段制造车间焊接烟尘未经处理排放，粉尘排放量大，本次改建要求设置移动式焊烟收集净化装置处理后排放，削减车间内焊接烟尘排放量，降低了全厂颗粒物排放总量。

针对装焊平台无组织排放的焊接烟尘，以及船坞喷砂无组织排放，采用厂区雾炮机水雾降尘，降低无组织颗粒物排放总量。

现有工程货舱内喷砂粉尘未经处理排放，粉尘排放量大，本次改建要求货舱内壁喷砂作业盖上盖板，使喷砂在封闭环境内进行，采用移动式排风除尘系统收集至滤筒除尘装置处理，喷砂工具和舱内照明电器均采用防爆型，降低了全厂颗粒物排放总量。

现有工程货舱内喷漆废气收集效率低，货舱内壁喷漆作业盖上盖板，使喷漆在封闭环境内进行，采用新型的吸附浓缩+催化燃烧技术进行净化处理，喷漆工具和舱内照明电器均采用防爆型，喷漆废气排放量得到削减。

（3）固体废物

改建项目实施，危险废物、一般工业固体废物和生活垃圾都有不同程度的增加，但

是均能得到有效利用和处置，危险废物分类收集，委托具有相应危险废物处理资质的单位外运处置；一般工业固废委托专业单位资源化回收；生活垃圾委托环卫部门处置。确保所有固废均得到安全处置或综合利用。

3.10.5 小结与建议

本项目在技术工艺、设备尤其是过程控制等方面处于国内较高水平，在总体上能够达到清洁生产的要求。

值得注意的是，修船行业生产工艺的特殊性，多数大气污染物排放无法通过工程措施加以控制，无组织排放源较多，因此通过推行清洁生产，加强环境管理以削减污染物的产生量是修船行业污染物控制的重要途径。建设单位应大力推行清洁生产，建立清洁生产审计领导机构与管理机构，并适时建立 ISO14000 环境管理体系，开展清洁生产审核，通过这一文件化、程序化、系统化的环境管理体系来规范企业的环境行为，改进环境保护工作，提高企业的环境管理水平和清洁生产水平。

4 环境概况与环境质量现状

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

罗源县位于福州市东北部，北纬 26°23′-26°39′N，东经 119°07′-119°54′E。东濒罗源湾，西与闽侯交界，南与连江相邻，北与宁德、古田接壤。全县幅员 1184 平方公里，东西长 78.5 公里，南北宽 28 公里。县政府驻凤山镇，距福州市 78 千米。

罗源湾开发区位于罗源湾的西北岸，西至白塔，东至碧里，南至松山大获，北至起步护国溪。三面环山，一面濒海，规划区控制用地面积约为 100 平方公里。碧里乡位于罗源县东部沿海，罗源湾北岸，与连江马鼻、坑园隔海相望，距罗源县城仅 20 公里。福建华东船厂厂址位于罗源县碧里乡罗源湾北岸（北纬 26°27′N，东经 119°43′E），场地东、南、西三面临海，北面隔省道 S201 为山体。

本工程地理位置见图 3.1.1。

4.1.2 地形地貌

罗源湾为腹大口小的半封闭形海湾，总体为港湾、半岛交错地形，地势西北高、东南低，海岸具有湿地、泥滩的回升侵蚀峡湾型高丘陵岩岸。半岛主要地貌为低山丘陵，属构造侵蚀地段、重丘类型。这些低山丘陵海拔高程一般在 226~598 米，相对高差 50 米以上，山顶呈浑圆状，边坡坡度一般在 20~25 度，个别较陡可达 30 度以上，广泛分布于罗源湾四周沿岸，在沿海丘陵缓坡处，局部形成小面积台地地貌。山前一般形成窄长的海滩堆积地貌，标高小于 5 米。

根据华东船厂地勘报告，拟建 4#船坞场地多为现状混凝土平台，堤岸及海域；钻探期间场地尚未平整，场地周边主要为海域及空地。

场地地貌单元主要为海陆交互-海岸平原地貌，勘察期间揭露的岩土层为人工堆填的素填土，海陆交互成因的淤泥、冲淤积成因的粘性土、砂土、碎石土，残积成因的残积土，基底为不同风化程度的花岗岩层。

勘察期间，地面标高为-8.62~5.58m，场地相对整平，高差相对较小，各钻孔孔口标高介于-8.31~5.49m，拟建场地北侧、东侧、西侧 20m 范围内为空地，南侧约 6m 处罗源湾海域部分。场地周边的无边坡陡坎。

勘察期间，拟建周边存在地下管线及管道，场地不存在边坡陡坎，不存在岩溶、危岩和泥石流、采空区、破碎带、地面沉降等不良地质作用和地质灾害。

4.1.3 地质构造

根据区域地质资料，福州市境内地层属于新华夏系第二复式隆起带东部边缘，是燕山早期和晚期侵入活动的产物。尤其燕山晚期活动规模较大，岩石类型也较为复杂，从基性、中基性到中酸性、酸性岩类均有出现，以中酸性岩类为主。脉岩亦较发育，燕山早期 3 次侵入岩在境内均有出露，燕山晚期 4 次侵入活动在境内表现较为强烈，分布亦较广。中生界上侏罗系，自上而下分成长林组、南园组、小溪组和下白垩统石帽山群火山岩系，还有新生界第四系更新统和全新统地层出露。

根据区域地质资料推测，糊头-苗圃断裂带可能呈隐伏状自场地西北侧约 500m 处经过，该断裂带主要由 3 条近平行的次级断组成，宽度较大，断续出现，全长约 10km 左右，总体走向 $N60 \sim 70^{\circ} E$ ，倾向 SE，局部倾向 NW，倾角 $60-80^{\circ}$ ，活动时代早于更新世晚期，是一条晚更世以来不活动断层。场地根据区域地质资料及建筑场地周边水文、工程地质勘察成果，场地及周边无活动的断裂通过，地质构造简单，未发现断裂构造。

根据地勘报告，拟建场地内未见对工程安全有明显影响的活动性断裂、区域地质构造通过，区域内无全新活动断裂发育，附近也不存在现代火山活动，因此属于相对稳定区域。

4.1.4 区域地震历史资料

福建地处我国东南沿海地震带北段，与我国地震活动最强烈的台湾隔海相望，是该区地震活动最为强烈的地区之一。福州盆地地处我国东南沿海地震带东北端的长乐-诏安断裂带与闽江断裂交汇部位，邻近地区历史上曾发生过多级 6 级以上强震活动，特别是 1604 年泉州海外 7.5 级大地震和 1574 年连江 5.75 级中强地震，曾导致福州城区遭受破坏。福州盆地无活动断裂通过，有时出现弱震活动，处于相对稳定状态。

根据地勘报告，拟建场地未发现有活动性断裂构造。根据国标《建筑抗震设计标准》(GB/T50011-2010)，可忽略发震断裂错动对地面建(构)筑物的影响。本场地主要考虑在近场地地震作用下带来的地面运动影响问题。

4.1.5 气候特征

罗源县依山濒海，温暖湿润，属亚热带海洋性季风气候，四季分明，夏长无酷暑，冬短无严寒，无霜期 288~344 天。多年平均气温 $19^{\circ}C$ ，历年极端最高气温 $39.5^{\circ}C$ ，历年极端最低气温 $-4.9^{\circ}C$ ；罗源县绝大多数地区夏季长达 4 个月以上，冬季短约 1 个半月无严寒。气温随海拔高度的增加而降低，日变幅半岛小于内陆。

多年平均降水量 1649.5mm，历年最大降水量 2552.6mm；历年平均雾日 220 天，历

年最大雾日数 35 天；多年平均相对湿度 80%，历年最大年相对湿度 83%；强风向 WNW，最大风速 40m/s，次强风向 NE，最大风速 24m/s，主导风向 SS 和 SE，频率 13%，多年平均风速 2.2m/s，历年大风日 ≥ 8 级平均天数 9.5 天。

罗源县日照时数 1752.8 小时，但受地形影响各地日照时数长短不一。

4.1.6 海洋水文概况

罗源湾由罗源县碧里半岛和连江县黄岐半岛合抱而成，水域跨北纬 $26^{\circ}18'$ ~ $26^{\circ}30'$ ，东经 $119^{\circ}33'$ ~ $119^{\circ}50'$ 之间，东西长约 25 公里，南北最宽处 15 公里，总面积约 230 平方公里。湾顶及北部水域属罗源辖区，南部水域归属连江。罗源湾口小腹大，为半封闭式溺谷型海湾。

（1）水温

本海区多年平均水温为 19.6°C ，因受外海水和沿岸水的影响，水温随季节发生变化，2 月水温最低，为 $10-11^{\circ}\text{C}$ ；8 月最高，水温可达 $23-25^{\circ}\text{C}$ ，水温的周日变化以夏季较为明显，最高水温一般在太阳辐射最强气温最高时段（10:00-16:00），最低水温在 22:00-次日 06:00。

（2）盐度

沿岸水域海水盐度年变化范围在 $28 \sim 34\text{‰}$ ，年平均 31‰ ，月平均最高盐度出现在 9 月份，最低出现在 6 月份。由于受入海径流的影响，盐度季节变化比较明显，一般为夏季、秋季比冬、春季高。罗源湾沿岸有 12 条溪流汇入，东南海域水平均盐度为 28.6‰ ，比湾口低 2.6‰ 。

（3）酸碱度

沿岸水域的酸碱度范围为 7.3-8.0，属正常范围。

（4）潮汐

罗源湾在太平洋半日潮波和全日潮波的共同作用下，产生了正规的半日潮型，即一日两个潮周，为强潮型海湾，每个潮周历时约 12 多小时，潮汐态系数为 0.28。罗源湾口平均涨潮历时 6 时 14 分，平均落潮历时 6 时 10 分；罗源湾顶（迹头）平均涨潮历时 6 时 05 分，平均落潮历时 6 时 19 分。

罗源湾水位的分布：高潮时，口门和湾顶附近水位高于中间水域水位；低潮时，中间水域水位高于口门和湾顶水域水位。湾内各处潮差变化大，除了最小潮差中间大、两头小外，最大和平均潮差均是门口和湾顶大于中间水域。其原因主要是湾内过水断面不同宽度的影响以及松山围垦引起潮波变形所致。据实测资料，湾内最高潮位 4.20m（黄

海高程），最低潮位-4.06m；平均高潮 2.73m，平均低潮-2.25m；平均海平面 0.18m；最大潮差 7.64m，最小潮差 2.27m，平均潮差 4.98m。

起步溪下游为感潮河段，潮流可波及，落潮历时大于涨潮历时，越向深处（距离河口愈远），落潮历时越长，涨潮历时越短。松山垦区建成后，起步溪下游罗源城关段水文条件发生了变化，变为只有迳流没有潮流的河段。

罗源湾平均纳潮量为 $0.66 \times 10^9 \text{m}^3$ ，大潮纳潮量为 $0.96 \times 10^9 \text{m}^3$ ，小潮纳潮量为 $0.51 \times 10^9 \text{m}^3$ 。罗源湾海水半更换期约为 17 个潮周期。

（5）潮流

罗源湾海岸线曲折，当太平洋潮波经由台湾北部传入后，因受到地转偏向力和复杂的海底地形，以及曲折岸线的影响，潮差、潮流均产生显著变化。

罗源湾的潮流亦属正规半日潮流性质，受地形控制，本海区潮流为稳定的往复型潮流，基本为湾口——湾底方向上的往复流，涨潮时流向湾内，落潮时流向湾外。湾内东北侧深槽水域涨潮主流向平均为 311° ，落潮主流向为 133° ；湾内南侧可门深槽段涨潮主流向为 237° ，落潮主流向 54° 。罗源湾内最大潮流流速 0.82m/s，最大落潮流速 0.97m/s，可门水道最大涨潮流速 1.95m/s，最大落潮流速 1.54m/s。落潮流最大流速一般发生在高潮后 3 小时前后，涨潮流最大流速一般发生在高潮前 3 小时前后，通常落潮流速大于涨潮流速。

涨潮水流经湾口进入罗源湾后沿可门水道向湾内运动，在经过将军帽后基本可分成三股：第一股（主流）绕过将军帽岬角，沿岗屿水道顺东北侧深槽向西北流动，由于此段深槽是湾内潮汐主通道，因此水流动力较为强劲，但是在狮岐以内的浅水区域由于松山围垦工程的阻水作用，潮波出现变形，由推进波变为驻波，水流动力明显减弱；第二股位于岗屿以南断面的北部，该股水流在绕过岗屿后逐渐向西北方向偏转，并流向湾底；第三股位于岗屿以南断面的南部，该股水流主要沿顺南侧门边，沿可门水道向西南方向流动，同时也沿程不断向西方向的浅滩区域分流，这股水流因为受到过水断面突然放宽的影响，导致水流出可门后沿横向急剧扩散，动力明显减弱。

落潮时水流运动则相反。迹头附近涨潮流为东北向，落潮流为西南向。在喇叭性边界作用下，落潮时广大滩面上的水流主要经过罗源湾南半部水域逐渐汇入东北侧深槽。

（6）风浪

本区位于亚洲大陆的东南边缘，具有明显的季风特点。冬半年盛行东北风，夏半年盛行西南风，因此形成本区海浪明显的季节变化。罗源湾最多风向是 NNE，频率 25%。

罗源湾被罗源半岛和黄岐半岛环抱，周边掩护条件好，属隐蔽性较好的海湾。湾内常浪向为 NE，频率 23%；次常浪向为 NNE，频率 5%。强浪向为 NNE、NE，最大波高 1.1m；次强浪向为 WNW，最大波高 0.9m。平均波高 0.4m，平均周期 2.4s。最大平均波高 0.6m，WNW 向。0-2 级浪出现最多，频率为 99%。风浪与涌浪的频率比为 100:0，静浪频率 72%。

4.1.7 土壤与植被

罗源县土壤的成土母质主要是火山岩、花岗岩的残积物和运积物，形成土壤后分属 7 个土类，17 个亚类、33 个土属，其中红壤成为主要地带性土壤。各种土壤类型按海拔高度呈垂直分布，从高到低依次为草甸土、黄壤、黄红壤、红壤和水稻土。

罗源县东部属鹫峰山潮暖亚热带雨林小区，西部属闽中东戴云山—鹫峰岭山脉楮类照叶林小区，但原生植物已消失或向次生植被转化，逐渐演替成 11 种植被类型，可以归纳为常绿阔叶林、常绿针叶林、毛竹林、灌木丛、草丛和人工栽培植物等。全县森林覆盖率平均为 42.3%，但是地域分布不均，西部的西兰乡 54.6%、霍口乡 54.2%、中房镇 37.9%、东部的鉴江镇 18.8%、凤山镇 18.7%、松山镇 14.6%、碧里乡 10.1%。

4.2 海洋环境质量现状调查与评价

4.2.1 海水环境质量现状调查内容与方法

为了解评价海域的水质现状，本评价引用宁德海洋中心《福建罗源牛坑湾港口及加工物流区填海工程海洋生态跟踪监测报告（2025 年）》于 2025 年 4 月和 9 月在项目周边海域调查的 27 个站点的监测结果。

调查区域 2025 年春季航次监测中，贝类（牡蛎）中的总汞、铬、石油烃含量符合第一类海洋生物质量标准，砷、铅、镉含量符合第二类海洋生物质量标准，铜和锌含量符合第三类海洋生物质量标准。甲壳类中的总汞、铅、镉、锌含量符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的标准。鱼类中的总汞、铜、铅、镉、锌含量符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》标准；鱼类中的石油烃含量符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中规定的标准。藻类中的总汞、砷、铜、铅、镉、铬、锌、石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准。

秋季航次除了贝类（牡蛎）中的石油烃含量符合第二类海洋生物质量标准外，其余均与春季航次检测结果一致。

综上，甲壳类、鱼类及藻类的生物质量均符合规定的标准，春季贝类（牡蛎）中总汞、铬含量符合第一类海洋生物质量标准，砷、铅、镉、铜和锌含量超一类海洋生物质量标准；秋季的石油烃含量超一类海洋生物质量标准，其余均与春季航次检测结果一致。

4.3 大气环境现状调查与评价

4.3.1 区域环境达标性分析

根据《福建省城市环境空气质量状况》,2025 年 1-12 月罗源县达标天数比例为 98.9%,综合指数 2.33,各项污染物年平均浓度符合《环境空气质量标准》(GB3095-2026)中过渡阶段浓度限值二级标准,首要污染物为臭氧。

2025 年 1-12 月福州市城区环境空气质量保持良好,达到规定的相应功能区标准,按照《环境空气质量评价技术规范(试行)》(HJ663-2013)的评价标准,罗源县属于环境质量达标区域。

表 4.3.1 福州市污染物年平均浓度情况 单位: µg/m³

城市	综合指数	达标天数比例(%)	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO-95per	O ₃ 8h-90per
福州市	2.50	98.1	4	16	35	19	0.7	130

4.3.2 特征污染因子监测

(1) 监测点位

本次特征污染因子监测委托福建创投环境检测有限公司于 2023 年 12 月 20 日~12 月 26 日在项目周边布设 2 个监测点位进行现状监测。具体站位布设详见图 4.3.1 和表 4.3.2。

在监测期内,所有监测点位的苯、甲苯、二甲苯均低于检出限(均小于 0.0015mg/m³),符合《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)附录 D 的限值。非甲烷总烃浓度区间 0.19-0.32mg/m³,符合《大气污染物综合排放标准详解》中环境质量标准 1h 浓度限值标准。由此可见评价区域环境质量现状良好。

4.4 声环境现状调查与分析

4.4.1 监测站位与分析方法

为了解评价区域的声环境现状,本报告引用福建华东船厂有限公司委托厦门谱尼测试有限公司于 2026 年 2 月 25-26 日对 5 个厂界噪声点位以及 2 个声环境噪声点位进行采样监测。采样点位如图 4.4.1,分析方法见表 4.4.1。项目厂界监测点昼间均小于 65dB,夜间均小于 55dB,达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)的 3 类标准限值;亭下村监测点昼间小于 60dB,夜间小于 50dB,达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类区标准。

综上,拟建项目区域各点位现状声级均满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)规定

的标准限值。

4.5 地下水环境现状调查与分析

4.5.1 调查站位

为了解本项目所在区域地下水的现状特征，本评价引用福建华东船厂有限公司委托厦门谱尼测试有限公司于 2026 年 2 月 25 日进行的地下水环境检测报告中的数据。采样点位如图 4.5.1 所示。

监测结果表明，三个地下水样均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅳ类标准评价。

4.6 土壤环境现状调查与分析

4.6.1 调查站位

为了解本项目所在区域土壤环境的现状特征，本评价引用福建华东船厂有限公司委托福建省闽测检测技术服务有限公司于 2026 年 4 月 11 日进行的土壤检测报告中 S1-S11 共十一个点位的监测数据。监测结果显示，各监测点位土壤中各监测指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地筛选值。

5 环境影响预测与评价

5.1 大气环境影响评价

5.1.1 气象资料分析

涉及商业机密删除。

5.1.2 污染源强分析及预测方法、参数

5.1.2.1 污染源

（1）污染源统计

本改建项目预测评价涉及的大气污染物主要改建项目新增的的污染物，主要分布在4#船坞、码头、新建装焊平台和修船车间；同时还应考虑华东船厂已批未建的造船项目污染物，主要分布在分段制造车间、装焊平台、钢材预处理车间、涂装车间，污染物主要有焊接烟尘、喷砂粉尘、喷漆废气及 VOCs（以非甲烷总烃计）、甲苯、二甲苯等，其中产生的粉尘中 10μm 以下粒子占 56.748%，统计得本项目污染源位置、源强、排放方式等参数详见下表。

表 5.1.5 本工程改建后运营期无组织废气排放情况

面源名称	污染物排放量				排放参数
	PM ₁₀ (kg/h)	二甲苯 (kg/h)	VOCs (kg/h)	甲苯 (kg/h)	
装焊平台（新建）	0.034	/	/	/	50*300，15000m ² ，排放高度 5m
修船车间（新建）	0.175	/	/	/	50*88，4400m ² ，排放高度 5m
4#船坞（新建）	1.58	0.89	12.11	0.62	245m*41m 排放高度 10m
东侧码头（含本次改建及已批未建部分）	0.68	0.008	0.25	0.008	24m*731m 排放高度 5m
西侧码头（本次改建新增部分）	0.74	0.008	0.25	0.008	1030m×24m 排放高度 5m
调漆房（本次改建新增部分）	/	/	0.54	/	20*30m 排放高度 5m

表 5.1.6 本工程改建后运营期有组织废气排放情况

点源名称	污染物排放量			排放参数
	PM ₁₀ (kg/h)	二甲苯 (kg/h)	VOCs (kg/h)	
钢材预处理车间（已批未建）	0.77	0.46	1.29	排气量 80000m ³ /h； 排气筒Φ1.5×15m；烟温 25℃
涂装车间（已批未建）	0.41	1.32	4.60	排气量 100000m ³ /h； 排气筒Φ1.5×25m；烟温 25℃

表 5.1.7 本工程以新带老削减源强一览表

面源名称	污染物排放量				排放参数
	PM ₁₀ (t/a)	二甲苯 (t/a)	VOCs (t/a)	甲苯 (t/a)	

室外焊装平台	0.39	/	/	/	83*250，排放高度 5m
修船综合车间	0.08	/	/	/	50*88，排放高度 5m
分段制造车间	0.29	/	/	/	34*38，排放高度 5m
1#船坞	5.22	0.77	4.58	0.18	295*50，排放高度 10m
2#船坞	4.32	0.67	3.96	0.15	360*72，排放高度 10m
3#船坞	1.67	0.28	2.53	0.13	245*41.8，排放高度 10m
东侧码头	0.04	/	/	/	24m*731m 排放高度 5m
西侧码头	0.19	/	/	/	1030m×24m 排放高度 5m

5.1.2.2 预测内容

（1）预测因子

根据拟建项目大气污染物排放特点，预测污染因子为 PM₁₀、二甲苯、甲苯及非甲烷总烃。

（2）预测工况

对正常工况、非正常工况条件下的各污染源进行预测。

（3）预测内容

①正常工况下影响预测

a、2024 年全年逐次气象条件下，根据二甲苯小时浓度预测计算，分析厂界浓度达标情况；分析本项目 PM₁₀、二甲苯、非甲烷总烃排放对评价区域和敏感目标的最大小时浓度影响情况。

b、2024 年全年逐日气象条件下，环境空气保护目标、评价范围内 PM₁₀、二甲苯、非甲烷总烃最大地面日平均浓度预测和影响分析；

c、2024 年气象条件下，环境空气保护目标、评价范围内最大地面年平均浓度和影响分析；

②非正常工况下影响预测

二甲苯、非甲烷总烃评价范围内最大地面小时浓度，以及对环境空气保护目标的预测影响分析。

③大气环境防护距离的确定。

5.1.2.3 预测软件及参数选择

（1）采用导则推荐的 AERMOD 模式，计算软件采用 EIAProA2018。

（2）地形参数

地形数据由 csi.cgiar.org 网站提供。

（3）气象参数

采用罗源气象站 2024 年全年逐日逐时的地面气象观测要素，包括风向、风速、总云、低云和温度。

（4）评价范围及关心点

本次评价考虑到项目所在区域敏感目标分布情况，评价范围确定为：以 4#船坞的中心点为中心，边长 5km 的矩形区域。

项目评价范围内敏感目标的位置及坐标见下表。

表 5.1.7 敏感目标一览表

序号	预测点名称	坐标 x（m）	坐标 y（m）	地面高程（m）
1	碧里乡	941	1232	7.05
2	玉莲盘	798	817	28.07
3	长基村	-388	1403	13.28
4	廪头村	3456	-5	10.23
5	亭下村	2104	-955	58.61
6	先锋村	-1015	1376	5.19

（4）预测网格设置

评价范围预测网格以 100m×100m 进行设置。

5.1.3 正常工况大气预测结果

①本项目新增污染源大气影响预测结果分析

PM₁₀：表 5.1.8 给出了项目新增源排放的 PM₁₀ 在评价范围内预测贡献值情况。环境保护目标的最大日均浓度贡献值为 16.17ug/m³，占标准值 10.78%。最大年均浓度贡献值为 5.82ug/m³，占标准值 8.31%。所有网格点预测最大日均浓度贡献值为 100.80ug/m³，占标准值 67.20%。最大年均浓度贡献值为 44.52ug/m³，占标准值 63.60%。

二甲苯：表 5.1.9 给出了项目新增源排放的二甲苯在评价范围内预测贡献值情况。环境保护目标预测最大小时浓度贡献值为 32.69ug/m³，占标准值 16.35%。所有网格点预测最大小时浓度贡献值为 186.62ug/m³，占标准值 93.31%。

非甲烷总烃：表 5.1.10 给出了项目新增源排放的非甲烷总烃在评价范围内预测贡献值情况。环境保护目标预测最大小时浓度贡献值为 391.71ug/m³，占标准值 19.59%。所有网格点预测最大小时浓度贡献值为 1814.15ug/m³，占标准值 90.71%。

甲苯：表 5.1.11 给出了项目新增源排放的二甲苯在评价范围内预测贡献值情况。环境保护目标预测最大小时浓度贡献值为 66.68ug/m³，占标准值 33.34%。所有网格点预测最大小时浓度贡献值为 176.37ug/m³，占标准值 88.19%。

5.1.4 厂界小时浓度达标分析

下表给出了各污染物的厂界最大落地浓度，最大占标率出现因子为二甲苯，占标率为 93.31%，未超过排放标准限值要求。

表 5.1.12 厂界小时最大落地浓度达标分析

厂界浓度	PM ₁₀	二甲苯	非甲烷总烃	甲苯
浓度限值μg/m ³	1000	200	4000	600
预测最大值μg/m ³	461.12	186.62	988.03	176.37
占标率(%)	46.11	93.31	24.70	29.40
是否达标	达标	达标	达标	达标

5.1.5 叠加预测结果

本工程新增排放源叠加区域已批在建污染源贡献及现状监测背景值,各关心点 PM₁₀、二甲苯、甲苯、非甲烷总烃浓度预测值见下列表格所示。

本项目排放的 PM₁₀ 叠加 2024 年逐日监测值和周边在建、拟建项目污染源贡献后，网格点处 PM₁₀ 日均最大值浓度为 137.21ug/m³，占标率为 91.47%。均能满足相应环境质量标准要求。网格点处 PM₁₀ 年均浓度叠加 2020 年平均值和周边在建、拟建项目污染源贡献后为 67.46ug/m³，占标率为 96.37%。保护目标处 PM₁₀ 预测叠加浓度均能满足评价标准要求。

本项目排放的二甲苯、甲苯、非甲烷总烃叠加周边在建拟建企业的排放浓度与监测值后，保护目标中二甲苯最大小时浓度值为 29.35ug/m³，占标率为 14.68%，非甲烷总烃最大小时浓度值为 368.27ug/m³，占标率为 18.41%，甲苯最大小时浓度值为 63.10ug/m³，占标率为 31.55%。保护目标处二甲苯、非甲烷总烃预测叠加浓度均能满足评价标准要求。

各网格点处二甲苯、非甲烷总烃、甲苯最大小时浓度叠加值为 186.61ug/m³、1814.15ug/m³、176.07ug/m³，占标率分别为 93.31%、90.71%、88.03%，各网格点处二甲苯、非甲烷总烃、甲苯预测叠加浓度均能满足评价标准要求。



图 5.1.12 本项目 PM₁₀ 年均值叠加预测结果图



图 5.1.13 本项目 PM₁₀ 日均值 95%保证率叠加预测结果图

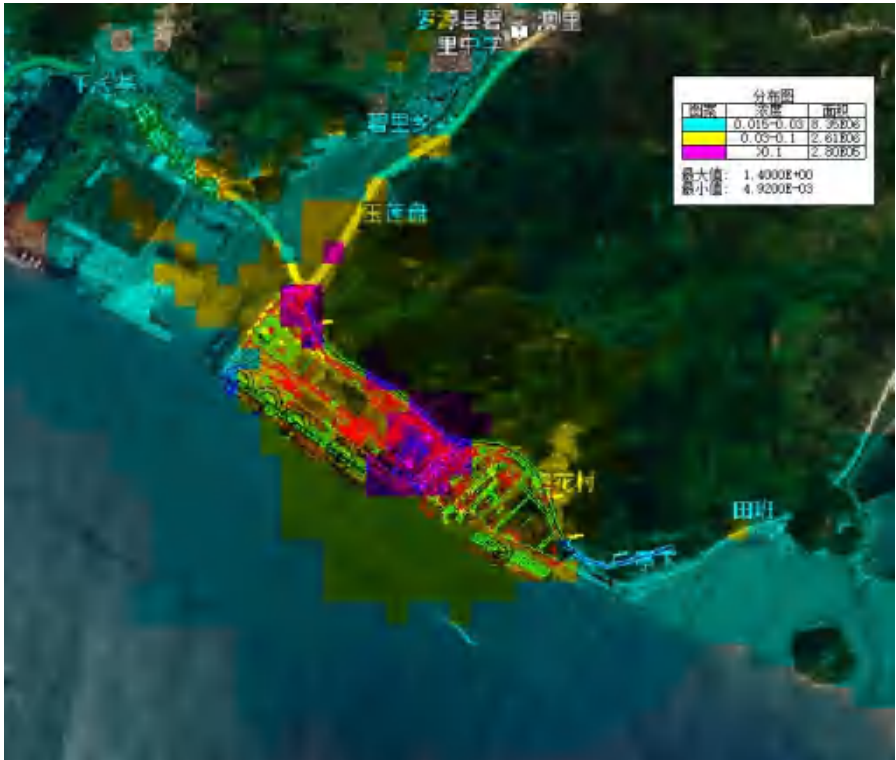


图 5.1.14 本项目二甲苯小时均值叠加预测结果图



图 5.1.15 本项目非甲烷总烃小时均值叠加预测结果图



图 5.1.16 本项目甲苯小时均值叠加预测结果图

5.1.6 非正常工况预测分析

经预测计算，发生非正常排放时评价区域内的二甲苯、非甲烷总烃的最大小时落地浓度值与正常排放时相比都有所增大，对关心点的影响也增大了，特别是 4#船坞喷涂作业产生的有机废气若未经处理直接排放，极易造成敏感保护目标村庄处的环境空气质量超标。项目运营期应注意加强生产控制、废气处理设施的维护，避免发生非正常排放而加重对环境的污染影响。

5.1.7 大气环境保护距离设置

（1）大气环境保护距离

按照 HJ2.2-2018《环境影响评价技术导则 大气环境》中“8.7.5 大气环境保护距离要求”，对于项目厂界浓度满足大气污染物厂界浓度限值，但厂界外大气污染物短期贡献浓度超过环境质量浓度限值的，可以自厂界向外设置一定范围的大气环境保护区域，以确保大气环境保护区域外的污染物贡献浓度满足环境质量标准。

根据预测计算，本项目无需设置大气环境保护区域，以确保大气环境保护区域外的污染物贡献浓度满足环境质量标准。

（2）卫生防护距离

项目所在地多年平均风速为 2.2m/s，根据《大气有害物质无组织排放卫生防护距离

推导技术导则 》（GB/T39499-2020）中对卫生防护距离的要求，得出各生产单元卫生防护距离如下表所示。

表 5.1.19 卫生防护距离一览表

序号	面源名称	面积 m²	污染物	排放速率 kg/h	标准值 mg/m³	卫生防护距 离核算结果 m	卫生防护距 离划定 m
1	装焊平台	50*300	PM ₁₀	0.034	0.45	1.033	50
2	修船车间	50*88	PM ₁₀	0.175	0.45	14.998	50
3	4#船坞	245*41	PM ₁₀	1.58	0.45	/	200
			二甲苯	0.89	0.2	/	
			VOCs	12.11	2	194.240	
			甲苯	0.62	0.2	/	
4	东侧码头	24*731	PM ₁₀	0.68	0.45	61.306	100
			二甲苯	0.008	0.2	/	
			VOCs	0.25	2	/	
			甲苯	0.008		/	
5	西侧码头	1030*24	PM ₁₀	0.74	0.45	67.175	100
			二甲苯	0.008	0.2	/	
			VOCs	0.25	2	/	
			甲苯	0.008	0.2	/	
6	调漆房	20*30	VOCs	0.54	2	28.463	50

根据上表卫生防护距离计算结果，本次改建项目卫生防护距离分别为装焊平台外 50 米、修船车间外 50 米、4#船坞外 200 米、东侧码头外 100 米、西侧码头外 100 米和调漆房外 50 米的范围。

（3）环境防护距离的确定

根据现有项目环评批复要求环境防护距离为分段制造车间外 50 米、室外装焊平台外 50 米、修船综合车间外 50 米、码头装卸区外 50 米、船坞区外 300 米的范围，见图 5.1.16。

本次改建后，现有工程原批复环境防护距离不变，改建后全厂合计环境防护距离为为现有分段制造车间外 50 米、室外装焊平台外 50 米、修船综合车间外 50 米、码头装卸区外 50 米、1-3#船坞区外 300 米以及本次新建装焊平台外 50 米、修船车间外 50 米、4#船坞外 200m 的范围。

目前，在该防护范围内的敏感目标梅花村现已全村搬迁，不再存在大气环境敏感目标。今后该范围内不得规划与建设对大气环境敏感的居住区、医院、学校、食品加工等

环境保护目标。

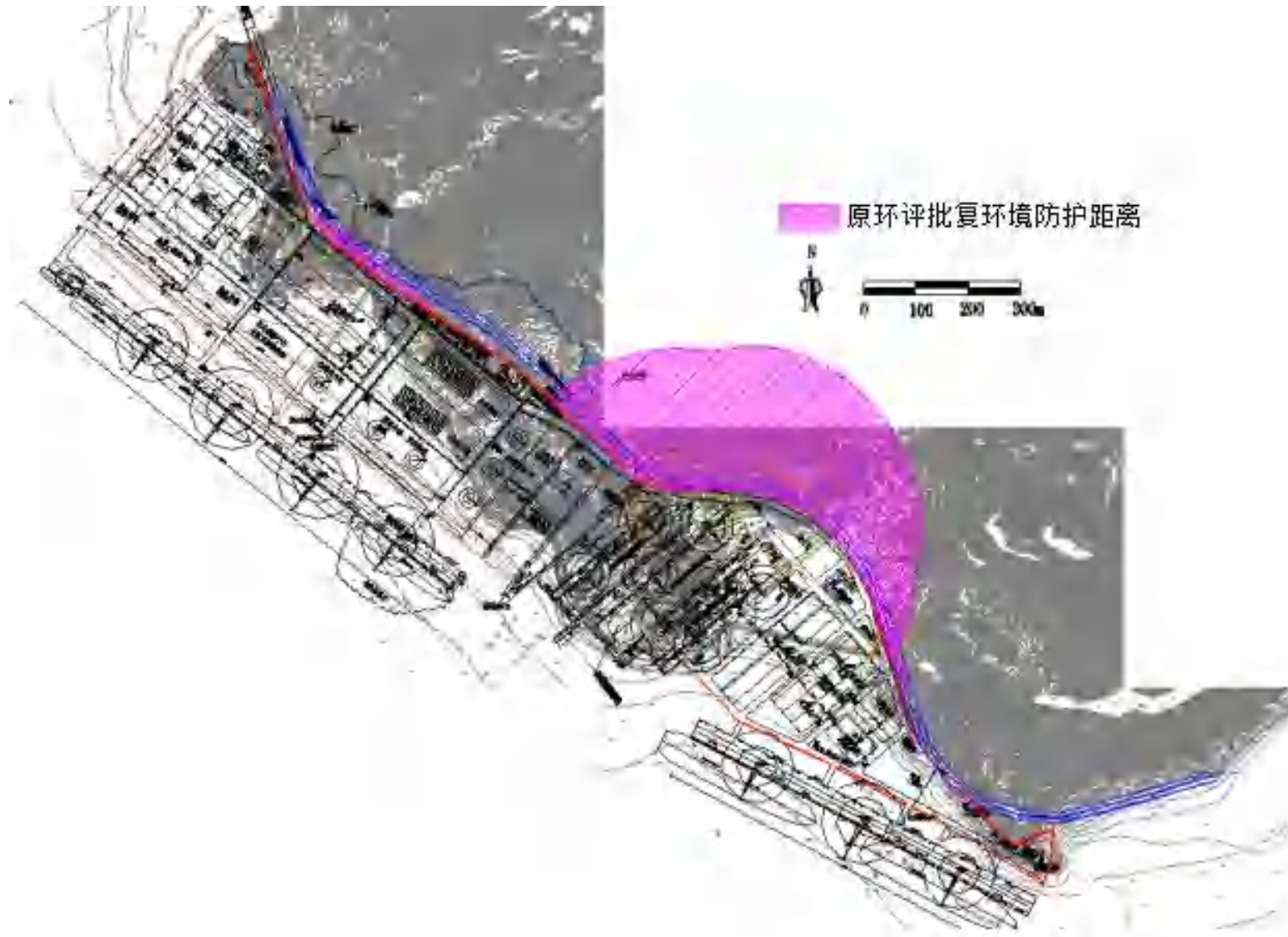


图 5.1.16 现有环评批复环境保护距离

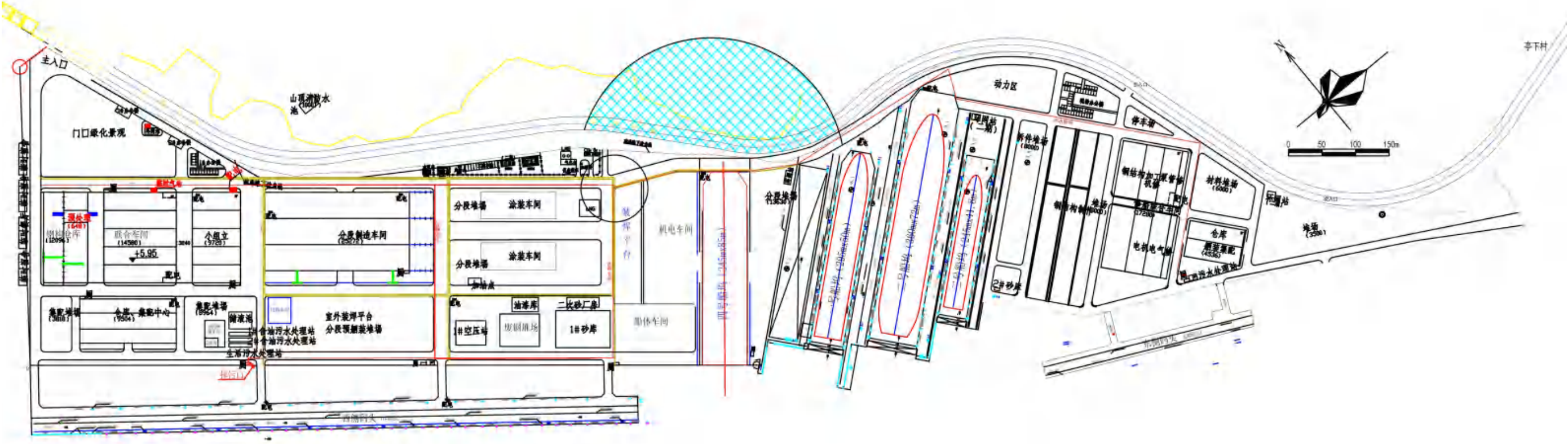


图 5.1.17 本次改建后大气环境保护距离

5.1.8 小结

（1）本项目新增污染物贡献值分析

正常工况下本项目排放的 PM_{10} 、二甲苯、非甲烷总烃、甲苯浓度预测短期浓度贡献值在各敏感目标处最大占标率为 68.32%（非甲烷总烃），小于 100%；所有网格点最大占标率为 172.29%（二甲苯），大于 100%。 PM_{10} 最大年均浓度占标率为 63.60%（ PM_{10} 网格），小于 100%。

（2）叠加预测分析

本项目排放的 PM_{10} 叠加 2024 年逐日监测值和拟建项目污染源贡献后，网格点处 PM_{10} 最大日均浓度为 $100.80\text{ug}/\text{m}^3$ ，占标率为 67.20%。均能满足相应环境质量标准要求。网格点处 PM_{10} 年均浓度叠加 2020 年平均值和拟建项目污染源贡献后为 $44.52\text{ug}/\text{m}^3$ ，占标率为 63.60%。保护目标处 PM_{10} 预测叠加浓度均能满足评价标准要求。

各网格点处二甲苯、非甲烷总烃、甲苯最大小时浓度叠加值为 $186.62\text{ug}/\text{m}^3$ 、 $1814.15\text{ug}/\text{m}^3$ 、 $176.37\text{ug}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 93.31%、90.71%、88.19%，各网格点处二甲苯、非甲烷总烃、甲苯预测叠加浓度均能满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录 D 与《大气污染物综合排放标准详解》中环境空气质量标准 1h 浓度限值（ Cm ）取值规定要求。

（3）厂界小时浓度达标可行性分析

本项目排放的污染物在厂界预测值显示 PM_{10} 、二甲苯、甲苯、非甲烷总烃均符合厂界排放标准要求。

（4）非正常工况预测分析

非正常排放不会对环境造成持续性影响，对敏感目标的影响水平与正常排放时相当，但是对环境的污染贡献较正常情况有所增大，应加强对废气处理净化装置的日常管理，当发现异常情况时应时采取应急处理措施；不能短时间内解决故障的，应停止生产。

（5）大气环境保护距离

综合大气环境保护距离与卫生防护距离，改建后全厂环境保护距离为现有分段制造车间外 50 米、室外装焊平台外 50 米、修船综合车间外 50 米、码头装卸区外 50 米、1-3# 船坞区外 300 米以及本次新建装焊平台外 50 米、修船车间外 50 米、4#船坞外 200m 的范围，目前在该防护范围内不存在大气环境敏感目标，今后该范围内不得规划与建设对大气环境敏感的居住区、医院、学校、食品加工等环境保护目标。

（6）大气环境影响评价结论

综上所述，项目产生的污染物在采取合理的大气污染防治措施后，对周围大气环境影响满足 HJ2.2-2018《环境影响评价技术导则 大气环境》10.1.1 判定标准，从环境空气影响角度分析，本项目建设是可行的。

建设项目大气环境影响评价自查表

工作内容		自查项目							
评价等级 与范围	评价等级	一级 ☒			二级 ☐			三级 ☐	
	评价范围	边长=50km ☐			边长=5 ~ 50km ☐			边长=5km√	
评价因子	SO ₂ +NO _x 排放量	≥2000t/a ☐		500~2000t/a ☐		<500t/a ☒			
	评价因子	基本项目（PM ₁₀ ） 其他污染物（甲苯、二甲苯、非甲烷总烃）					包括二次 PM _{2.5} ☐ 不包括 PM _{2.5} ☒		
评价标准	评价标准	国家标准 ☒		地方标准 ☐		附录 D ☒		其他标准 ☐	
现状评价	评价功能区	一类区 ☐			二类区 ☒			一类区和二类区 ☐	
	评价基准年	（ 2024 ） 年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测标准 ☒			主管部门发布的数据标准 ☐			现状补充标准 ☒	
	现状评价	达标区 ☒					不达标区 ☐		
污染源调查	调查内容	工程正常排放源、工程非正常排放源 ☒ 现有污染源 ☒			拟替代的污染源 ☐		其他在建、拟建工程污染源 ☒		区域污染源 ☒
大气环境 影响预测 与评价	预测模型	AERMOD ☒	ADMS ☐	AUSTAL2000 ☐	EDMS/AEDT ☐	CALPUFF ☐	网格模型 ☐	其他 ☐	
	预测范围	边长≥50km ☐			边长 5 ~ 50km ☐			边长=5km ☒	
	预测因子	预测因子（PM ₁₀ 、二甲苯、甲苯、非甲烷总烃）					包括二次 PM _{2.5} ☐ 不包括二次 PM _{2.5} √		
	正常排放短期浓度贡献值	C _{本项目} 最大占标率≤100% ☒					C _{本项目} 最大占标率>100% ☐		
	正常排放年均浓度贡献值	一类区		C _{本项目} 最大占标率≤10% ☐			C _{本项目} 最大占标率>10% ☐		
		二类区		C _{本项目} 最大占标率≤30% ☐			C _{本项目} 最大占标率>30% ☐		
	非正常 1h 浓度贡献值	非正常持续时长（ 15/60 ） h			C 非正常占标率≤100% ☐			C 非正常占标率>100% ☒	
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C _{叠加} 达标 ☒					C _{叠加} 不达标 ☐		
区域环境质量的整体变化情况	k≤-20% ☐					k>-20% ☐			
环境监测计划	污染源监测	监测因子：（PM ₁₀ 、二甲苯、甲苯、非甲烷总烃）			有组织废气监测 ☐ 无组织废气监测 ☒			无监测 ☐	
	环境质量监测	监测因子：（PM ₁₀ 、二甲苯、甲苯、非甲烷总烃）			监测点位数（ 1 ）			无监测 ☐	
评价结论	环境影响	可以接受 ☒ 不可以接受 ☐							
	大气环境防护距离	现有分段制造车间外 50 米、室外装焊平台外 50 米、修船综合车间外 50 米、							

		码头装卸区外 50 米、1-3#船坞区外 300 米以及本次新建装焊平台外 50 米、修船车间外 50 米、4#船坞外 200m。			
	污染源年排放量	PM ₁₀ :(8.4)t/a	二甲苯:(2.24)t/a	甲苯:(1.55) t/a	VOCs:(30.57)t/a
注：“□”，填“√”；“（ ）”为内容填写项					

5.2 海洋环境影响评价

5.2.1 运营期水污染影响分析

5.2.1.1 水污染源强

本项目运营期主要水污染源为生活污水、生产冲洗废水、船舶废水，主要污染因子为 COD、石油类和氨氮。由工程分析知，改建项目（一期）新增废水排放量 $117.8\text{m}^3/\text{d}$ ，改建项目（一期）实施后通过排污口排放的最大废水量为 $455\text{t}/\text{d}$ （包括修船和造船项目）。未超过排污口已批复的排污规模（ $455.2\text{t}/\text{d}$ ），排污口对海洋环境影响分析如下。

经过调查，罗源县政府与项目业主已对本项目排污口附近的水产养殖办理了征用赔偿手续，排污海域不属于自然保护区，排污口的设置基本符合海域环境功能区划。

罗源湾湾内和湾外其潮位和潮流的相位关系呈不同的波动属性。湾外的潮位与潮流关系属于前进波型；湾内呈驻波性质。湾外的落潮流速由小、渐大、再小的变化过程，所对应的潮位由半潮位、低潮、再回至半潮位，最大落潮流出现于低平潮附近。同样，最大涨潮流速在高平潮附近。这种相位关系与湾外台湾海峡潮波的前进波传播特性一致。与此相反，湾内部分呈现出明显的驻波性质，在高、低潮位流速最小，半潮位时涨、落潮流速最大。

含油污水处理工程地点位于厂区中部 1 # 码头预留用地内（厂区已建生活污水处理站北侧），处理规模设计为 $100\text{t}/\text{d}$ 。排污口设置在西侧码头中部，在污水处理站前端栈桥前沿，离岸约 30m ，低潮线以下约 1m 处。目前该排污口附近水质较好，涨、落潮流速较大，水动力较好，具有一定纳污能力。因此排污口选择现有污水处理站排污口项目位置基本合理。

5.2.1.2 预测方法和内容

引用《福建华东船厂有限公司入海排污口（规模调整）设置论证报告》中相关内容。

①设计水文条件

选取连续一个月的天文潮过程作为计算的潮汐过程，经约 15 天的稀释扩散，待模型稳定后选取后 15 天作为计算潮型过程，统计每个计算点的最大浓度增量值所组成的浓度场作为增量预测结果，最大浓度增量表示的是该计算点可能出现的最大浓度，将最大浓度增量计算结果叠加本底浓度后，对照标准进行评价，并统计各档浓度包络面积。以上计算过程覆盖了大潮、中潮和小潮一个完整的潮汐过程，也常被称为“全潮”或“半月潮”，因此已经包含了单独大潮和小潮对污染物的扩散影响，从以往的经验来看，全潮潮型下

计算得出的结果比单独大潮或小潮条件下得出的结果更为不利，影响范围和影响程度更大。

为保守起见，计算中忽略污染物在水中的物理、化学、生物降解，仅考虑污染物受水流作用的输移和扩散过程。

②排放规模和源强

本项目排污口排放规模为 1000 吨/日，华东船厂废水主要水污染物指标为化学需氧量（COD_{Cr}）、石油类和氨氮，本报告相应选取的预测因子为 COD_{Mn}、石油类和无机氮，为便于计算、分析和评价，在排放口污染物源强设置中，需将进出水质的各项指标值进行统一换算，具体如下：

①根据通常的换算方法，计算时取 COD_{Cr}=2COD_{Mn}。

②为预测最不利的影响，以保守计，总氮（TN）与无机氮转换比例取 1，即无机氮=1TN。

③背景值

排污口区域海水水质标准执行第三类海水水质标准，见表 5.2.2，选取距离排污口较近的 5 个点位监测值最大值作为模型计算的本底值（叠加最大值的情况下预测结果为最不利的影响，因此取最大值作为本底值）。

表 5.2.1 海域现状水质浓度

指标	现状值（mg/L）	第三类海水水质标准（mg/L）
COD _{Mn}	0.66	≤4
无机氮（以 N 计）	0.259	≤0.40
石油类	0.007	≤0.3

5.2.1.3 预测模型

5.2.1.3.1 模型简介

（1）模型选择与适用性

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），地表水环境影响预测模型可以视纳污水体和污染源特征等选择合适的模型，感潮河段、入海河口和近岸海域宜采用平面二维非恒定数学模型。本项目纳污水体为罗源湾水域，为近岸海域，河道纵、横断面上水文要素有所差异，垂向上基本混合均匀，对照导则“7.6.3.2 水动力模型及水质模型”中内容（d）“近岸海域宜采用平面二维非恒定数学模型”。故本项目采用平面二维稳态数值解模型预测尾水排放对其水动力和水质影响，该模型控制方程与导则附录要求的基本方程相同，因此采用MIKE21 FM二维水动力和水质数学模型符合地表水导则要求。

（2）水动力和水质数学模型

采用丹麦水力学研究所研制的平面二维数值模型模拟用海海域的潮流场运动，该模型采用非结构三角网格剖分计算域，三角网格能较好的拟合陆边界，网格设计灵活且可随意控制网格疏密，该软件具有算法可靠、计算稳定、界面友好、前后处理功能强大等优点，已在全球上百个国家得到应用，有数百例成功算例，计算结果可靠，为国际所公认。模型采用标准有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用一阶显式欧拉差分格式离散动量方程与输运方程。

质量守恒方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0$$

动量方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial y} \right) - fv + \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{C_z^2 H} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_y \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + fu + \frac{gv\sqrt{u^2 + v^2}}{C_z^2 H} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} \end{aligned}$$

对流扩散基本方程：

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y} \right) + S$$

式中： ζ 为水位， h 为静水深， H 为总水深， $H=h+\zeta$ ， u 、 v 分别为 x 、 y 方向垂向平均流速， g 为重力加速度， $g=9.81\text{m/s}^2$ ， f 为柯氏力参数（ $f=2\omega \sin \varphi$ ， φ 为计算区域所处地理纬度）， C_z 为谢才系数， $C_z = \frac{1}{n} H^{\frac{1}{6}}$ ， n 为曼宁系数， ε_x 、 ε_y 分别为 x 、 y 方向水平涡动粘滞系数， c 为污染物浓度； D_x 、 D_y 为 x 、 y 方向的扩散系数（ m^2/s ）； S 为源汇项（ kg/s/m^2 ）。

5.2.4.2 定解条件

$$\text{初始条件: } \begin{cases} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} = \zeta(x, y, t_0) = 0 \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} = v(x, y, t)|_{t=t_0} = 0, \quad C(x, y, 0) = C_0 \end{cases}$$

边界条件：固边界取法向流速为零，即 $\vec{V} \cdot \vec{n} = 0$ ；水边界采用水位或流量控制。

物质输移边界： $C(x_0, y_0, t) = 0$ （流入）、 $C(x_0, y_0, t) = \text{计算值}$ （流出）

5.2.4.3 模型设置

（1）计算区域

为客观反映工程海域附近的水动力特征，减少边界效应，模型东侧水边界取店下镇至外海 A 点一线，南边界为外海 A 点至 B 点一线，西边界取下官镇至外海 B 点，整个计算域面积约 11665 km²，远大于项目废水排放影响的范围，计算区域见图 5.2-1。

（2）计算域网格剖分

采用非结构三角形网格剖分计算域，通过网格生成模块，控制网格疏密及尺度，在排污口附近海域进行网格加密，尺度为 5~10 米，能够较好的刻画项目水下地形，保证足够的计算精度，在远离工程海域，网格相对稀疏，不同尺度网格之间通过设置实现平滑过渡。计算域网格剖分见图 5.2-2~图 5.2-3。

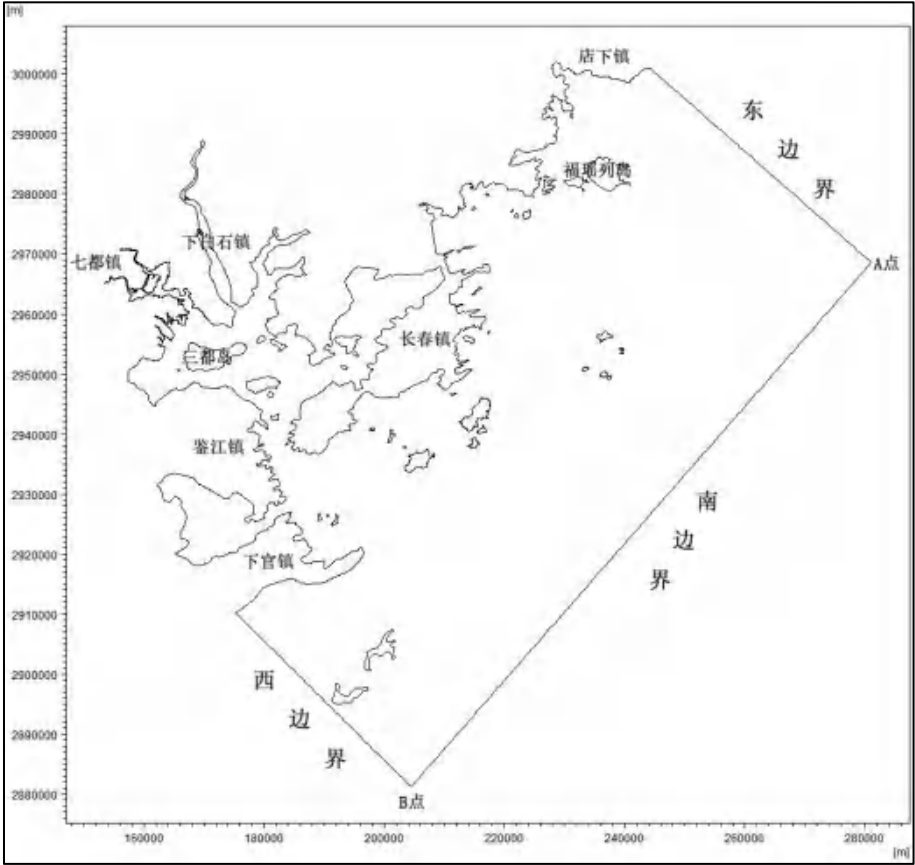


图 5.2-1 模型计算区域及边界示意图

(注：图中坐标为 UTM-51，下同)

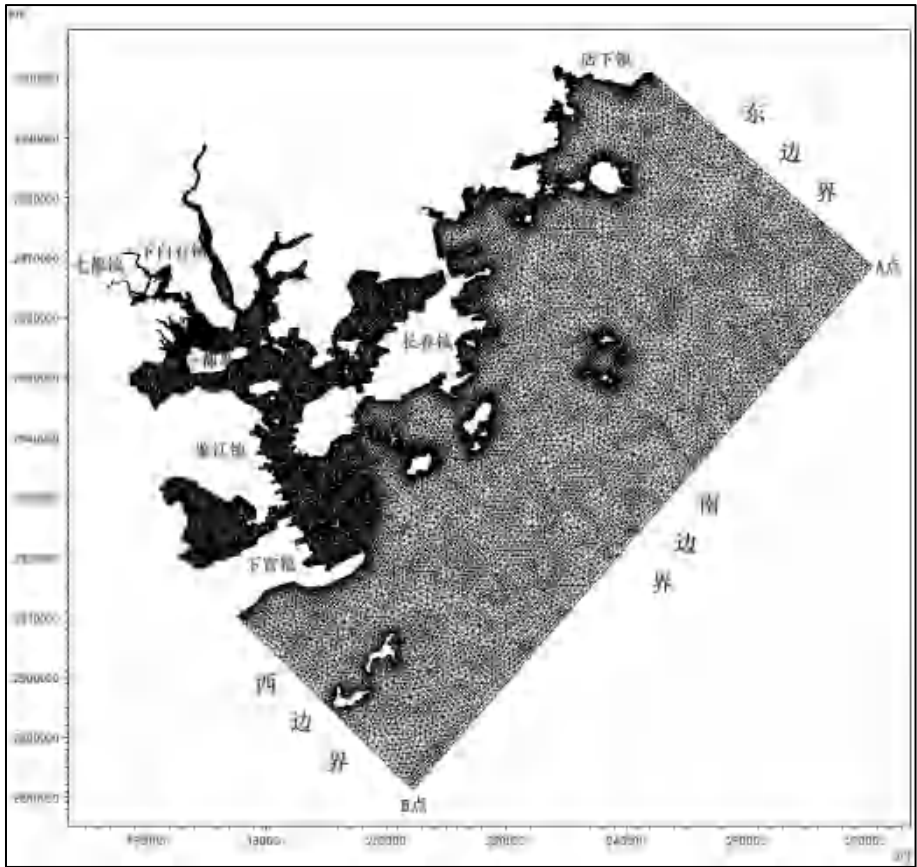


图 5.2-2 计算区域网格布置

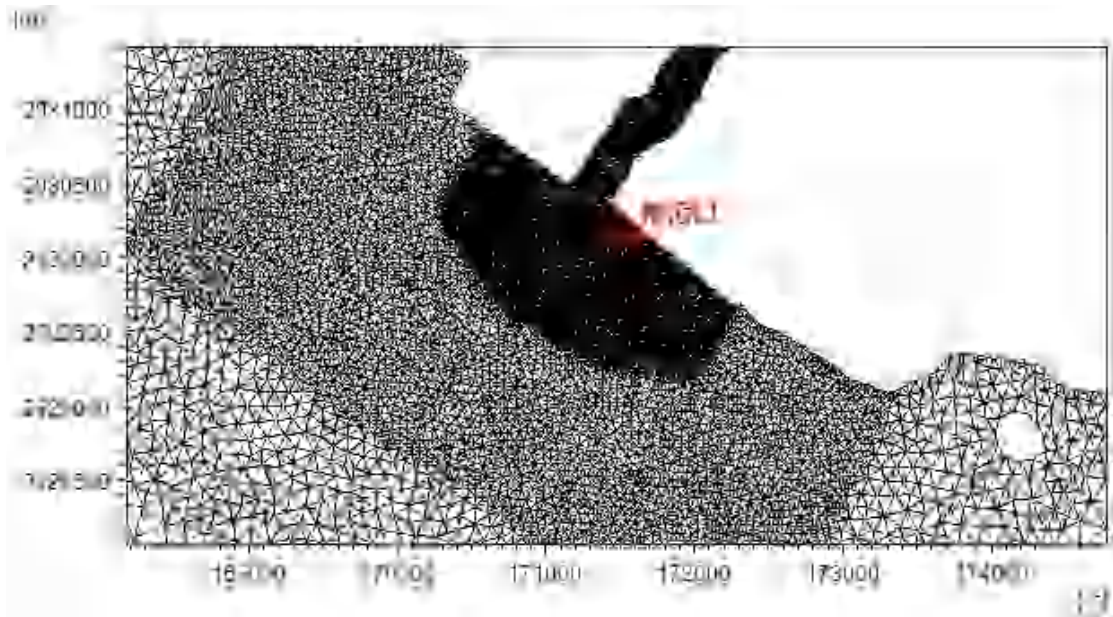


图 5.2-3 项目附近计算网格

（3）水下地形

海域潮流运动在很大程度上影响着水下地形，而水下地形的变化趋势及等深线的走向又对潮流运动起着引导与约束作用，水下地形资料的精确性对模型计算有着极其重要的影响。

计算域内大范围水下地形由海军航保部海图通过 GIS 数字化得到，所有数据基面统一至平均海平面。模型水下地形分布见图 5.2-4~图 5.2-5。

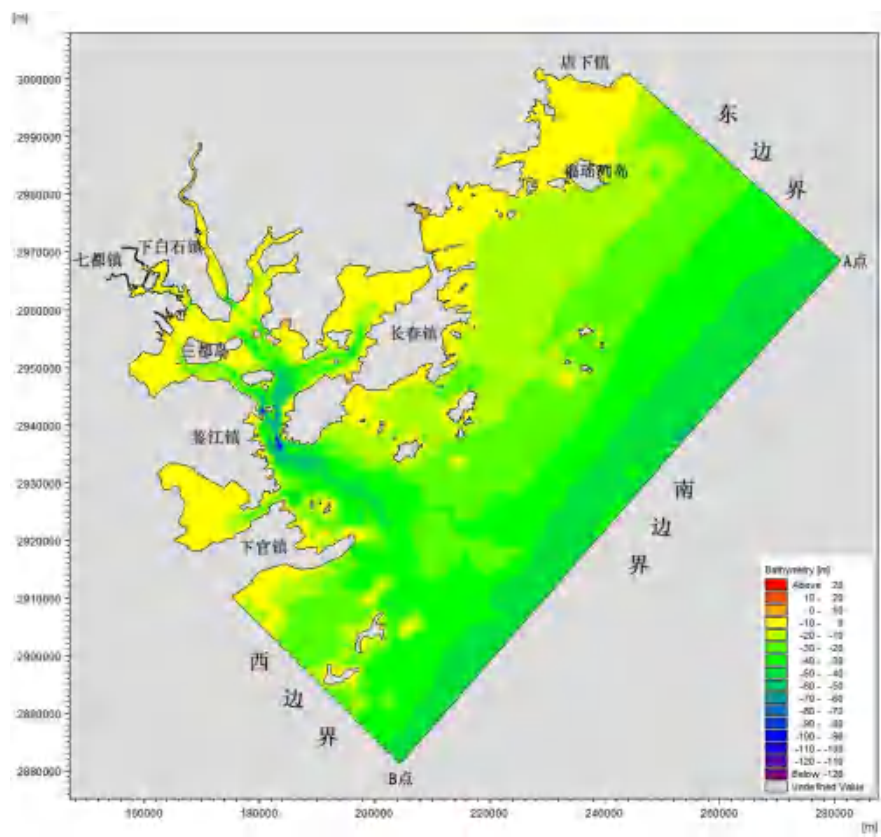


图 5.2-4 计算区域水深分布（计算域）

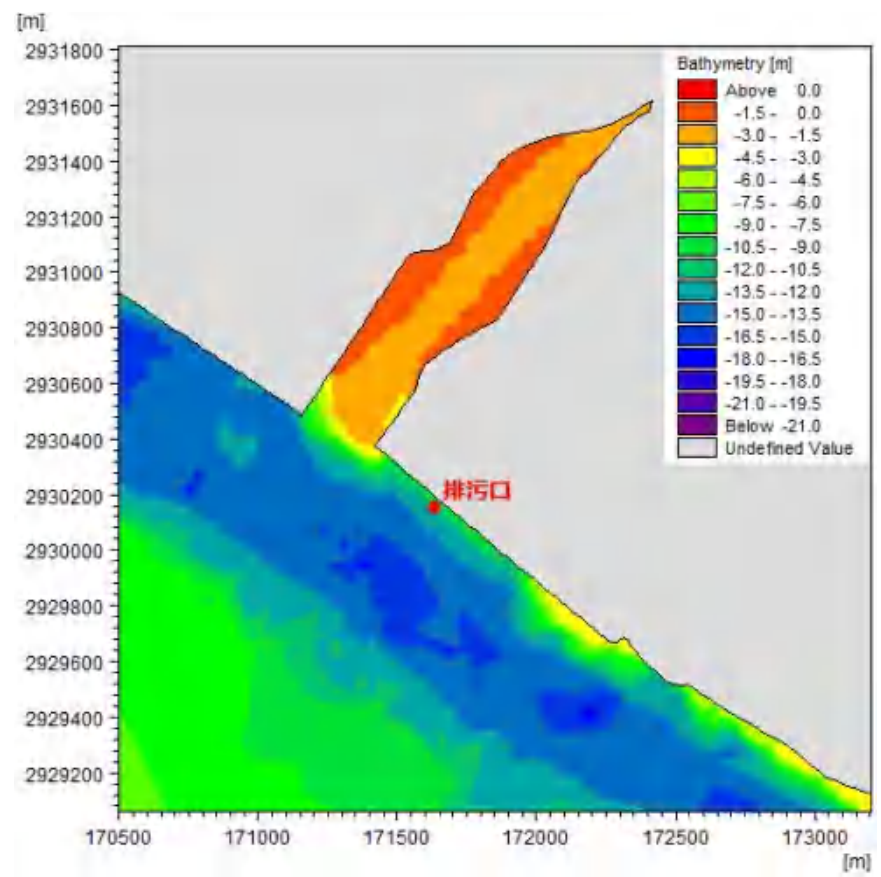


图 5.2-5 计算区域水深分布（项目附近）

（4）边界条件

边界潮位由潮位站实测潮位过程控制，各边界潮位由 DHI MIKE 全球潮汐模型预报得到。

（5）计算时间步长

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，平均时间步长 0.5 s。

（6）床面糙率系数

根据实测水文资料对模型进行多次调试确定，基本为 0.012~0.015 $m^{1/3}/s$ 之间，依据水深略有不同。

（7）水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算水平涡粘系数，表达式如下， $A = c_s^2 l^2 \sqrt{2 S_{ij} S_{ij}}$ ，式中 c_s 为常数， l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2} (\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i})$ ($i, j = 1, 2$) 计算得到。

（8）污染物扩散系数

根据水平涡动粘滞系数计算得到，两者比例关系为 $1/\alpha$ ，其中 α 为 Prandtl 数，取 $\alpha=1.0$ 。

（9）污染物降解系数

保守计，不考虑污染物降解作用。

5.2.1.4 海水环境影响预测结果分析

（1）化学需氧量（COD_{Mn}）

正常工况下，化学需氧量（COD_{Mn}）最大浓度增量 ≥ 2 mg/L 的包络面积为 0 km²，叠加现状水质后，化学需氧量（COD_{Mn}）最大浓度为 1.383921mg/L，满足第三类海水水质标准，超标水域面积为 0 km²。

事故工况下，化学需氧量（COD_{Mn}）最大浓度增量 ≥ 2 mg/L 的包络面积为 0.000209 km²， ≥ 3 mg/L 的包络面积为 0.000033 km²， ≥ 4 mg/L 的包络面积为 0 km²，叠加现状水质后，化学需氧量（COD_{Mn}）最大浓度为 5.486140mg/L，超过第三类海水水质标准，超标水域面积为 0.000033 km²。

表 5.2.2 化学需氧量（COD_{Mn}）最大浓度增量及包络面积

CODMn 最大浓度增量及包络面积（km ² ）					叠加本底后 超标面积
浓度(mg/L)	≥ 2.0	≥ 3.0	≥ 4.0	≥ 5.0	

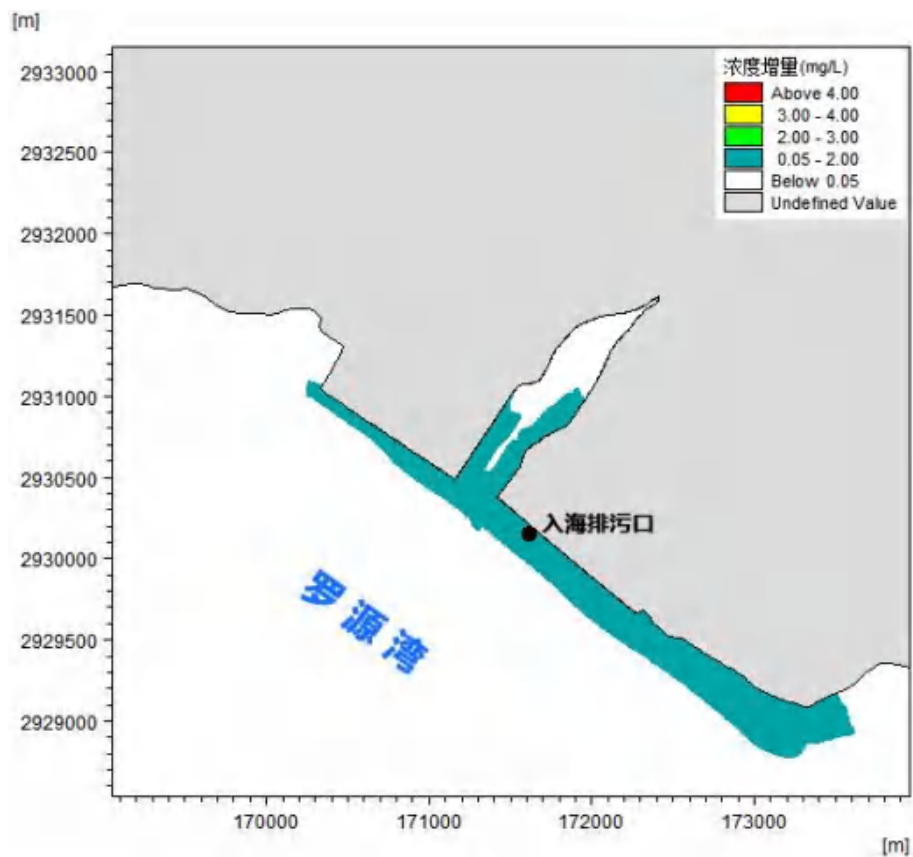


图 5.2-6 事故工况下，化学需氧量（COD_{Mn}）最大浓度增量分布

（2）石油类

正常工况下，石油类最大浓度增量 ≥ 0.03 mg/L 的包络面积为 0.000209 km²， ≥ 0.05 mg/L 的包络面积为 0.000033 km²， ≥ 0.3 mg/L 的包络面积为 0 km²，叠加现状水质后，石油类最大浓度为 0.079392 mg/L，满足第三类海水水质标准，超标水域面积为 0 km²。

事故工况下，石油类最大浓度增量 ≥ 0.03 mg/L 的包络面积为 27.917570 km²， ≥ 0.05 mg/L 的包络面积为 9.410595 km²， ≥ 0.3 mg/L 的包络面积为 0.789006 km²， ≥ 0.5 mg/L 的包络面积为 0.422421 km²，叠加现状水质后，石油类最大浓度为 24.137700 mg/L，超过第三类海水水质标准，超标水域面积为 0.818785 km²，超标水域离岸距离约 445m。

表 5.2.3 各计算方案石油类最大浓度增量及包络面积

石油类最大浓度增量及包络面积（km ² ）						叠加本底后 超标面积 （km ² ）
浓度(mg/L)		≥0.03	≥0.05	≥0.3	≥0.5	
工况						
正常	全潮	0.000209	0.000033	0	0	0
事故		27.917570	9.410595	0.789006	0.422421	0.818785
现状浓度 0.007 mg/L，三类标准为 0.3 mg/L						

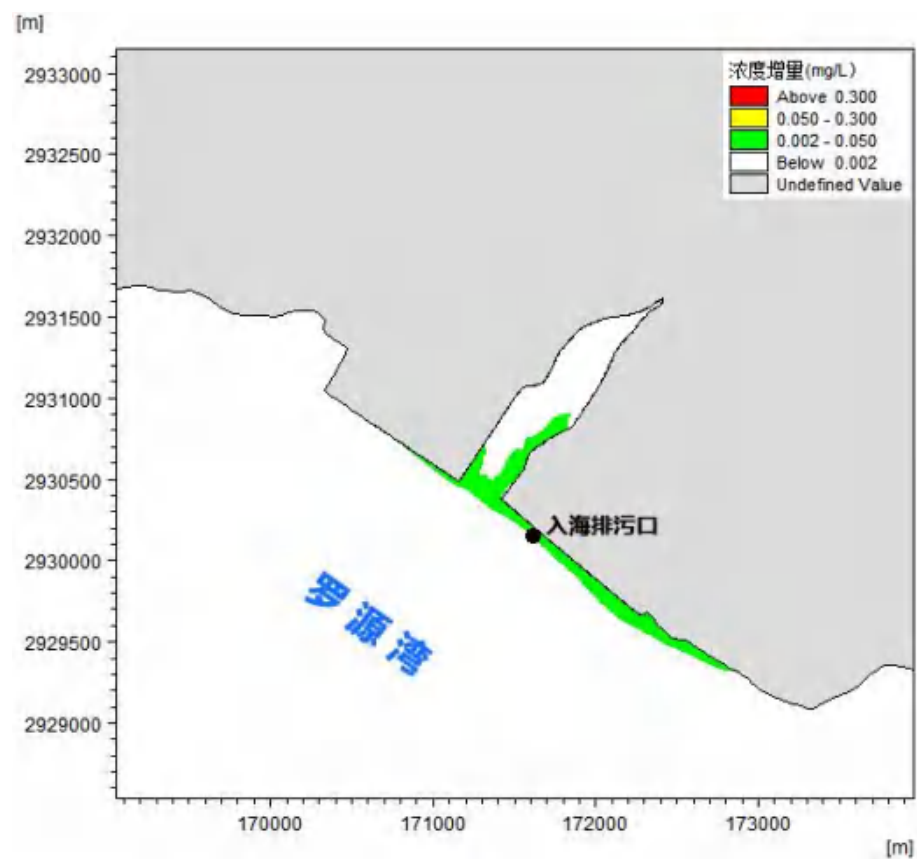


图 5.2-7 正常工况下，石油类最大浓度增量分布

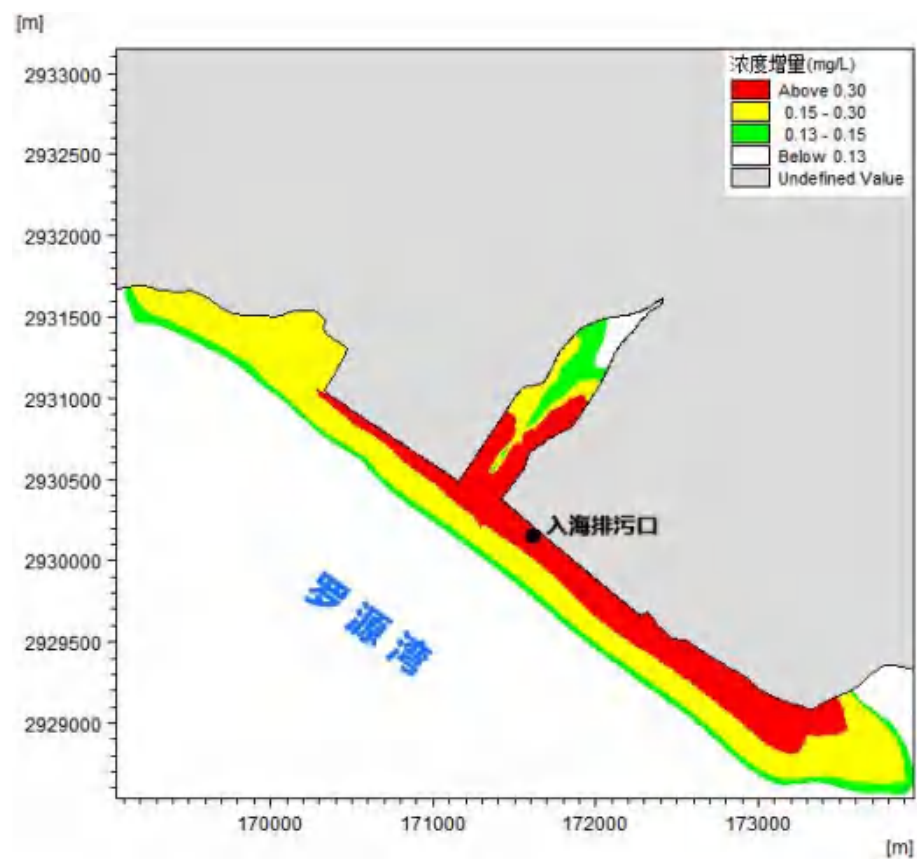


图 5.2-8 事故工况下，石油类最大浓度增量分布

（3）无机氮

正常工况下，无机氮最大浓度增量 ≥ 0.2 mg/L 的包络面积为 0 km²，叠加现状水质后，无机氮最大浓度为 0.452046 mg/L，超过第三类海水水质标准，超标水域面积为 0.000100 km²。

事故工况下，无机氮最大浓度增量 ≥ 0.2 mg/L 的包络面积为 0.000743 km²， ≥ 0.3 mg/L 的包络面积为 0.000257 km²， ≥ 0.4 mg/L 的包络面积为 0.000209 km²， ≥ 0.5 mg/L 的包络面积为 0.000103 km²，叠加现状水质后，无机氮最大浓度为 1.224228mg/L，超过第三类海水水质标准，超标水域面积为 0.001723 km²。

表 5.2.4 各计算方案无机氮最大浓度增量及包络面积

无机氮最大浓度增量及包络面积（km ² ）						叠加本底后 超标面积 （km ² ）
浓度(mg/L) 工况		≥0.2	≥0.3	≥0.4	≥0.5	
正常	全潮	0	0	0	0	0.000100
事故		0.000743	0.000257	0.000209	0.000103	0.001723
现状浓度 0.259 mg/L，三类标准为 0.4 mg/L						

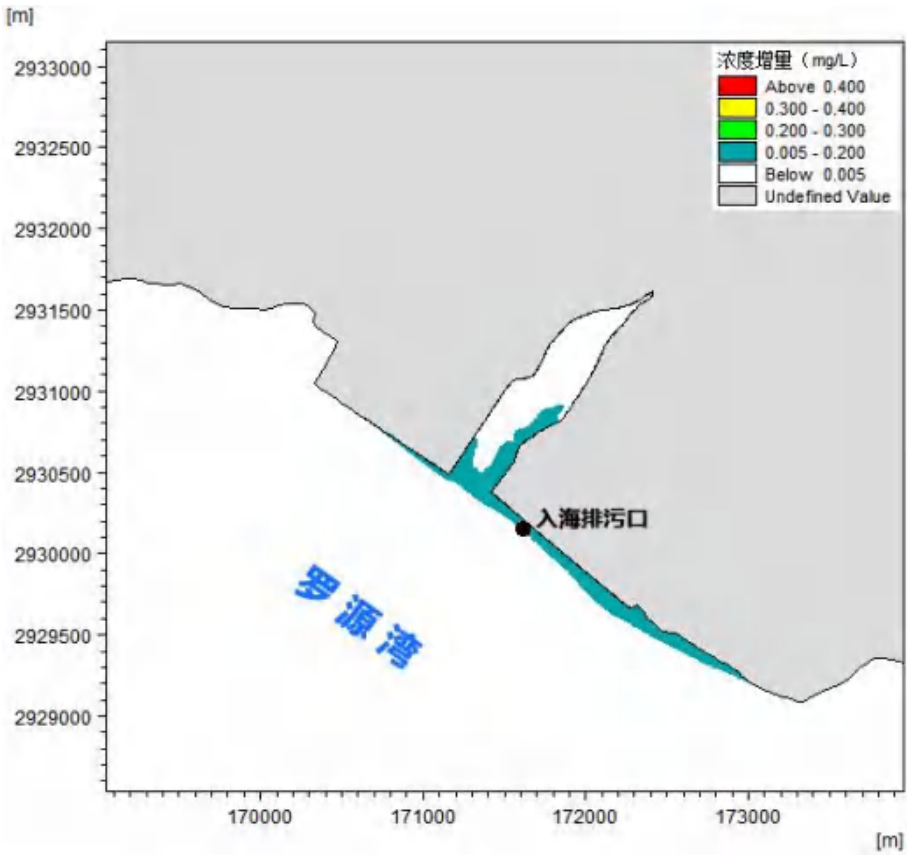


图 5.2-9 正常工况下，无机氮最大浓度增量分布

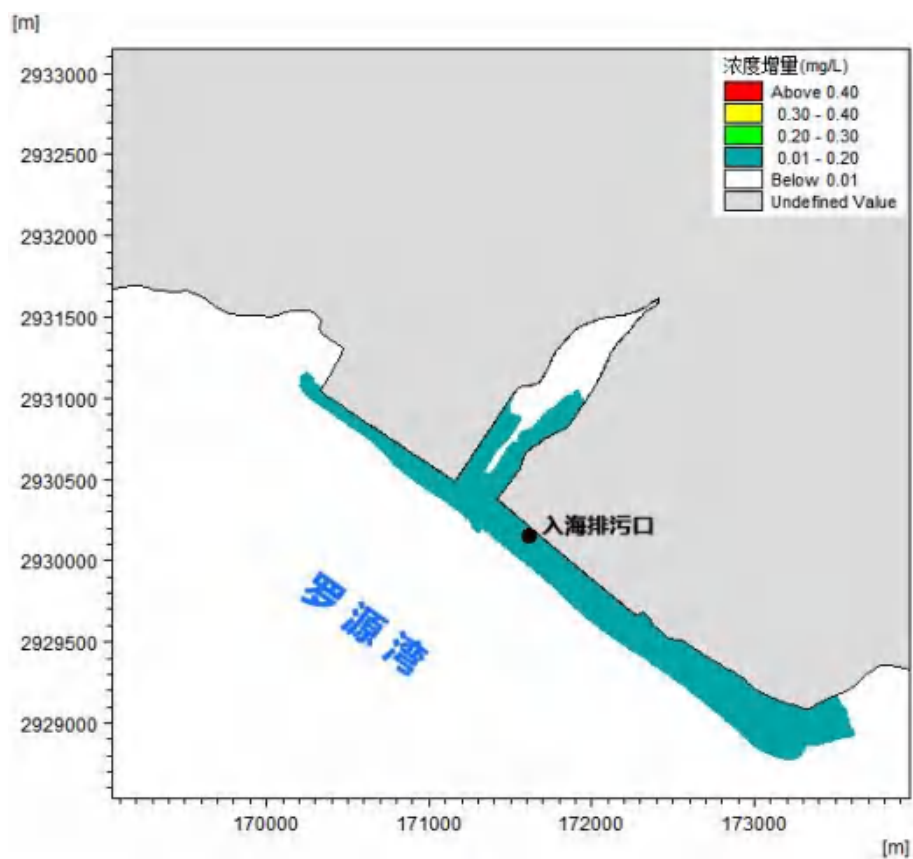


图 5.2-10 事故工况下，无机氮最大浓度增量分布

（4）小结

模型在全潮潮型下进行计算，同时考虑正常和事故两种排放工况，预测结果表明正常排放工况下，化学需氧量（COD_{Mn}）和石油类超标水域面积为 0 km²，无机氮超标水域面积为 0.000100 km²；事故排放工况下，化学需氧量（COD_{Mn}）超标水域面积为 0.000033 km²，石油类和无机氮超标水域面积分别为 0.818785 km² 和 0.001723 km²。事故工况下超标水域面积较大，应在日常运行管理中加强对污水处理系统的维护，采取事故排放防范及应急措施，避免及减轻事故排放对海水水质的影响。

5.2.1.5 对海洋沉积物影响分析

本项目建设对沉积物环境影响主要表现为项目废水中的 SS 对海域沉积物累积影响。污水排放尾水中含有一定的污染物质，尾水排放入海，污染物质在上覆水相、沉积物相和间隙水相三相中迁移转化，可能引起沉积物环境的变化，尾水中的悬浮物质可能通过吸附水体营养物质以及有毒、有害物质，并最终沉降到沉积物表层，从而对环境造成潜在不良影响。

本项目废水经收集后进入本项目厂区生活污水处理站和含油污水处理站，经隔油、

油水分离、混凝气浮后，进入二级生化处理系统，大颗粒 SS 被去除，外排的水中 SS 颗粒小且浓度低，对排放口海域沉积物环境影响不明显。事故性排放情况下，未经沉淀，悬浮物会进入排放口，对排放口周边沉积物产生一定影响，应防止事故排放的发生。

一般来说，海域沉积物中污染物的释放主要受沉积物环境中物理、化学、生物因素影响，其中物理化学影响因素主要有 pH、DO、有机质、温度以及上覆水盐度等；污水经收集处理后，对排放的尾水温度、pH 等有较为严格的要求，尾水中的有机质含量大大减少，经过深度处理后排放的尾水，其物理化学性质较为稳定，对海域水质物理化学性质扰动量变小，因此对海域沉积物释放影响较小。

华东船厂排污口为既有排污口，根据近年来自行监测结果可知，排污口附近区域沉积物中有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油类含量均符合《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）二类标准，海洋沉积物环境质量现状良好。建设单位应继续做好排放期的跟踪监测工作，对排污影响进行监控。

5.2.1.6 对海洋生态环境影响分析

入海排污口排放废水中污染物以 COD、石油类、悬浮物和氨氮为主，主要污染物排放对区域海洋生态环境的影响分析分别如下：

（1）氨氮排放对海洋生态环境影响分析

①水体富营养化对海洋生物的影响

氮、磷含量是造成水体富营养化的两大主要因素，而富营养化对沿岸海洋生态系统的直接影响是提高了浮游植物生产力和生物量，间接影响就是改变了浮游生物群落和底栖生物的群落结构和季节循环，改变了传统食物链（浮游植物→浮游动物）和微生物环的能量负荷，引起了高营养级生物资源（鱼、虾、贝）变化。富营养化提高了浮游植物生产量，增加了底栖生物的食物和真光层的氧气供应，混浊度增加，减少光的穿透，限制了下层褐藻和底栖红藻的生长。由于食物供应增加，底栖动物生长加快会增加氧气消耗，增加的有机物质促进了细菌大量繁殖分解有机物耗氧。沉积物表层的硫细菌产生 H_2S ， H_2S 扩散到海水上层还会消耗氧气，这样就形成了缺氧环境。若是水交换缓慢，缺氧程度加剧，缺氧现象通过分子和湍流扩散扩展到上层水体，也会通过水平运动扩展到周围水域，大型底栖和浮游生物就会大量死亡。于占国研究发现对虾暴发性流行病的产生与水体的富营养化密切相关。富营养化生态系统有 2 个明显的特征：①浮游植物水华发生频率增加，水华之后底栖生物量呈现增加趋势；②由于缺氧，底栖生物死亡率有大量增加的趋势。

②富营养化引起的赤潮对海洋生物的影响

氮、磷作为营养来源，其含量直接影响着浮游植物、大型水生植物等的生长和繁殖，根据中国近岸海域的富营养化普遍受营养盐限制的特征，氮、磷是产生富营养化的主要因素，而氮、磷对其它海洋生物的影响则主要表现为水体富营养化所产生的影响。

水体富营养化(eutrophication)是指在人类活动的影响下，氮、磷等营养物质大量进入湖泊、河口、海湾等缓流水体，引起藻类及其它浮游生物迅速繁殖，水体溶解氧含量下降，水质恶化，鱼类及其它生物大量死亡的现象。这种现象在海洋中出现称为“赤潮”。自然水体发生富营养化是近年来水体污染的一个重要方面，而营养物质向水体的输入是促使富营养化发生的一个关键因子。

富营养化会破坏水域的生态平衡，使原有生态系统的结构发生改变、生态功能退化。海水富营养化不仅产生直接环境生态效，而且产生间接环境生态效应、长期环境生态效应等一系列不良后果。

就单因子的化学参数来看，目前公认的海洋富营养化的标准是：DIN 为 0.20~0.30mg/L，DIP 为 0.02mg/L。还有学者提出了根据氮磷比值法对富营养化进行评价。氮磷比值法是以海洋浮游植物对氮、磷营养盐吸收的 Redfield 比值为理论基础，根据国家海水水质标准，确定贫营养型、中营养型和富营养型海水中 DIN 和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 浓度的上限或下限阈值。然后，根据 $\text{DIN}/\text{PO}_4\text{-P}$ 比值分析目标海域潜在性海水富营养化状况。该方法将 $\text{N}/\text{P}>30$ 划为磷限制海区， $\text{N}/\text{P}<8$ 划为氮限制海区，将海水分为 9 类海水富营养化状况，根据该方法对富营养化的划分，可以确定评价为富营养化的 DIN 和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 的最低浓度，即当 DIN 含量 $<0.030\text{mg/L}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}<0.045\text{mg/L}$ 时，水体不属于富营养化（该氮、磷的最低含量不考虑其与海洋功能区划的符合性），而 $8<\text{N}/\text{P}<30$ 是较有利于浮游植物生长的氮磷比范围。

综上，可确定 $\text{DIN}<0.30\text{mg/L}$ ， $\text{DIP}<0.02\text{mg/L}$ 为不导致富营养化的氮、磷安全浓度， $8<\text{N}/\text{P}<30$ 是较有利于浮游植物生长的氮磷比范围。

（2）悬浮物排放对海洋生态环境影响

悬浮物影响主要集中于排污口附近悬浮物浓度较大的局部区域内。悬浮物直接影响海水的透光性，导致局部区域的海水浊度增大，透明度降低，影响浮游植物的光合作用，对浮游生物的生长起到抑制作用，本项目 SS 主要来源于生活污水，排放浓度低，随着潮流扩散，浓度迅速减小，涨落潮一段时间后，悬浮物绝大部分沉降于海底，海水水质可逐渐恢复到原来状态，对周边环境的影响甚微。

（3）石油类排放对海洋生态环境影响

石油类对海洋生物的危害可分为以下 2 类：一是石油对生物的涂敷或窒息效应，以及附着在鳃体表面影响呼吸等。分子量较高的非水溶性焦油类物质能涂敷海鸟的羽毛，覆盖在螃蟹、牡蛎、藤壶等潮间带生物表面。有少量生物如管虫、藤壶受到的影响较小，然而水鸟等生物所受到的影响简直是灾难性的。第二类是指当生物体内脂肪或体液中油与其它碳氢化合物的摄入量达到一定浓度时，生物体内的代谢机制就会被破坏。就第二种毒性效应而言，通常认为毒性大小依次为轻质燃料油>重质燃料油>原油。

石油类对贝类的 96h-LC₅₀ 上限为 43.8mg/L，对应的安全浓度为 4.38mg/L；对甲壳类的 96h-LC₅₀ 为 2.40mg/L，变化范围为：2.40~4.09mg/L，安全浓度为 0.07mg/L；石油类对鱼类的平均 96h-LC₅₀ 为 7.39mg/L，变化范围为 5.89~9.12mg/L，对应的安全浓度为 0.18mg/L。可见，石油类对海洋生物的安全浓度约为 0.07mg/L。

（4）达标尾水排放对海洋生物的影响

项目运营期间正常排放时，周围海水 COD 预测浓度能达到相应功能区要求。如遇事故排放，废水在未能得到妥善有效处理的情况下直接排放罗源湾海域，COD 预测浓度也能达到相应功能区第三类海水水质标准（4mg/L），影响范围小。本排口新增的氨氮来源于新增的生活污水，并非是周边海域无机氮主要贡献来源，事故排放增加了周边海域对氨氮的环境负担，但对整体海水环境影响较小，项目含氮物质的排放不会造成海水富营养化和赤潮的发生。

根据污染物排放预测分析，尾水特征污染物石油类排放达到造成渔业资源安全限度浓度范围的影响范围微小，其最大贡献浓度增量达不到海洋生物安全浓度的阈值，因此水体中的石油类累积性影响较小。

综上所述，项目在采用达标尾水排海的前提下，工程正常运营的达标尾水排放所产生的生物生态和渔业资源影响，是可以接受的，不易造成海洋生物的爆发影响。

5.2.1.7 对环境保护目标的影响分析

5.2.1.7.1 对罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区的影响分析

华东船厂废水排污口距离罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区最近的直线距离约为 1.5km，排污口于 2010 年建成投入使用，已经运行多年，排放标准原为《污水综合排放标准》一级标准，根据以往的运行情况可知，该排污口未对该保护区造成显著不利影响。通过华东船厂改建项目（一期）的实施，未突破现有允许废水排放总量，未增加入海污染物的排放量，对改善邻近海域生态环境质量有利。

根据海水水质预测结果可知，化学需氧量（ COD_{Mn} ）、石油类、无机氮三种水污染物最大浓度增量包络范围边界均没有达到该生态保护红线区边界（正常工况下三种污染物最大浓度增量分布区域离岸距离约 1m，事故工况下超标水域面积最大的石油类，其离岸距离约 445m），因此对罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区水质环境影响小。

5.2.1.7.2 对官井洋大黄鱼国家级水产种质资源保护区的影响分析

（1）对官井洋大黄鱼产卵场产生的影响

官井洋大黄鱼产卵场的重点水域位于从东冲口到官井洋之间的水道，青山岛北侧和东侧，以及鸡公山岛东北面水域，水流湍急，多暗礁和浅滩的海域，主要集中在三沙湾的官井洋、复鼎洋和盐田港水域。

本工程排污口位于罗源湾内，官井洋大黄鱼国家级水产种质资源保护区位于罗源湾外，排污口与保护区边界的直线距离大于 12km，从污染物扩散来看，湾内海域处于一种“口小腹大”形状，东面入海通道较小，湾内海水与外界不易交换，污染物扩散局限在排放口周边有限的区域内，即便是在事故状况下排放，仍然未影响到该保护区。因此，废水排海不会大黄鱼产卵场产生影响。

（2）对大黄鱼的育幼场所产生的影响

大黄鱼产卵后，一般鱼卵仔鱼随着潮流漂浮移动。因此，鱼卵最终飘向水流较缓的海域，在落潮，可以移向湾外水域，因此，湾外也是鱼卵仔鱼孵化，发育和生长的场所。鱼卵仔鱼大多集中在三都岛北侧，白马港口，盐田港口，以及附近礁石密布的海域。这里浮游动物数量繁多，饵料丰富适合大黄鱼仔稚鱼在此生长。此外溪南半岛南端和东冲岛之间的水域，东安岛附近的海域也是大黄鱼仔稚鱼生长肥育的场所。

污染物扩散局限在排放口周边有限的区域内，不会进入到官井洋大黄鱼繁殖保护区内，也不会对大黄鱼仔稚鱼生长肥育的场所产生影响。

（3）对大黄鱼集群洄游的影响

大黄鱼属暖温性、集群洄游的近海性鱼类，喜栖清水环境，比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们的反应较敏感。废水排放所产生的污染物扩散场将对鱼群的集群和洄游产生影响，导致鱼类的回避反应。本工程排放口不在大黄鱼的洄游通道上，污染物扩散对大黄鱼鱼群的集群和洄游不会造成影响。

综上所述，从大黄鱼的产卵场、索饵场、种群分布、洄游以及污染物人为增量等方面分析，废水排放对官井洋大黄鱼国家级水产种质资源保护区和官井洋大黄鱼繁殖保护区产生的影响较小。

5.2.2 炸礁工程海洋影响分析

5.2.2.1 自然条件

项目位于福州港罗源湾港区，罗源湾港区是福建省六大天然深水港湾之一，海湾呈瓶状，口小腹大，两岸低山丘陵环绕，外海波浪无法直接侵入，湾内风浪小，港区水深条件较好，具备良好的建港条件。拟建工程地理位置为东经119°47'13"，北纬26°23'37"。陆路距连江39公里；距福州85公里。水路距福州马尾70海里，距上海405海里，距香港435海里，距基隆港142海里，水陆交通十分便利。

设置格式[cr 杨]: 非突出显示

删除[cr 杨]: 南岸可门作业区，地处连江县下宫乡云坂村附近。

5.2.2.1.1 气象

罗源湾港区属亚热带海洋性气候，常年气温较高，雨量充沛，受亚热带季风控制，冬季盛行东北风，夏季盛行西南风。根据连江县和罗源县 1959～1980 年实测资料统计，工程附近各气象要素如下：

（1）气温

多年平均气温为 19.0℃，7 月为最热月，月平均气温为 28.5℃，最冷月出现在 1 月，月平均气温 9.5℃，历年极端最高气温 39.2℃，历年极端最低气温为-2.7℃。

（2）风况

据罗源县 1959～1980 年实测资料统计：多年平均风速为 2.2m/s，最大风速为 40m/s，全年除了 10～11 月常风向以东北风为主，其余各月常风向都是以东南及东南偏南风为主，频率 13%，强风向为西北偏西，最大风速为 40m/s，全年≥7 级风日数均 31.3d，以 7 月份为最多，平均 5.1d。影响本处的台风以 7～9 月为最多，台风引起的最大增水为 0.5～1.0m。历年各方向的最大风速、平均风速及频率见下表 5.2.5。

福建沿海常受台风袭击，据统计，在福建沿海登陆的台风平均每年 2 次，其中直接袭击本区的台风平均每年仅 0.7 次；对本地有影响的台风平均每年 5.4 次。每年 7～9 月为台风盛行期，约占全年出现总次数的 88%。受台风影响时风力一般为 6～8 级，阵风 9～10 级，最大风速可达 40m/s 以上。台风期间往往伴随大浪和暴潮增水，具有一定的破坏性。

表 5.2.5 历年各方向的最大风速、平均风速及频率

方 位	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
最大风速(m/s)	16	15	24	20	14	18	12	17	7	8	8	12	16	40	14	14
平均风速(m/s)	2.8	3.8	4.3	3.8	2.9	3.3	3.8	3.7	2.8	1.9	1.8	1.9	2.0	2.1	2.0	2.3
频率 (%)	1	2	6	6	4	5	13	13	4	2	2	2	3	2	2	1

(3) 降水

多年平均降水量为 1532.4mm，最多年降水量达 2131.1mm，历年月最多降水量达 820.1mm，历年一日最大降水量达 212mm。一年中降水量主要集中在 3~9 月，以 6 月为最多，月平均降水量为 276.5mm。一年中降水主要集中在梅雨季节和台风雨季节，3~6 月为梅雨季节，7~9 月为台风影响降水季节。全年≥25mm 的降水日数为 17.2d。

(4) 雾

多年平均雾日数为 22d，除 7 月、8 月份平均雾日数不到 1d 外，其余各月平均雾日数为 1.3~3.0d。最多年雾日数可达 35d，1~4 月为雾季。

(5) 雷暴

多年平均雷暴天数 15 天，最多为 32 天，最少为 8 天。湾外雷暴日数多余湾内。

(6) 相对湿度

多年平均相对湿度为 80%，以 6 月份的相对湿度为最大，平均相对湿度达 85%，10 月至翌年 1 月，月平均相对湿度为 75~78%，其它月份的平均相对湿度均在 80~85%之间。

5.2.2.1.2 水文

(1) 基准面及换算关系

本工程潮位基准面采用当地理论最低潮面,当地理论最低潮面与其它基准面的关系见下图：

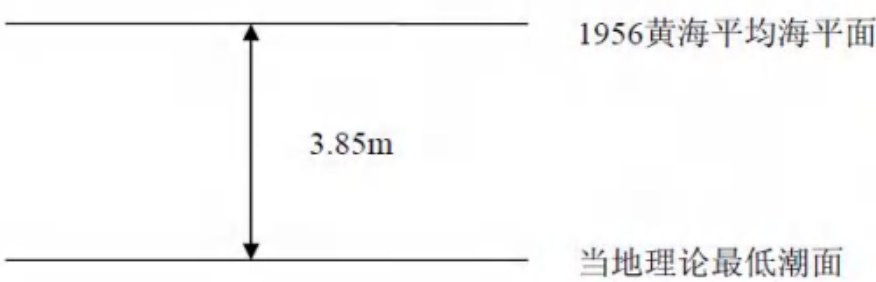


图 5.2-9 基准面关系图 单位：m

(2) 潮型及潮位特征值

本港区属正规半日潮，潮汐形态数 F = 0.28。据门边验潮站 1977 年 8 月~1979 年 12

月实测资料统计潮位特征值：

最高潮位：8.05m（基准面为当地理论最低潮面，下同）

最低潮位：-0.21m

平均高潮位：6.58m

平均低潮位：1.60m

平均海平面：4.06m

最大潮差：7.64m

最小潮差：2.27m

（3）设计水位

根据国家海洋局第三海洋研究所于2012年10月编制的《神华福建罗源湾电厂新建工程水文分析计算报告》，本港区的设计水位如下：

设计高水位：+6.96m（高潮累积频率10%）

设计低水位：+0.47m（低潮累积频率90%）

极端高水位：+8.56m（五十年一遇）

极端低水位：-0.50m（五十年一遇）

5.2.2.1.3 潮流

福建海洋研究所根据罗源湾以往该海域的短期实测资料，建立了潮流场计算数值模型，经分析和计算，本项目区域涨潮历时较短，约为5.7小时，落潮历时较长，约为6.7小时。潮流的旋转性不强，基本为往复流，只在转流时有很短的旋转流性质。

全潮平均流速约为0.53m/s，全潮最大流速约为0.90m/s。涨潮流速大于落潮流速，涨潮时平均流速为0.53m/s，涨潮时平均流向为209°；最大流速为0.90m/s，最大流速流向为244°。落潮时平均流速为0.52m/s，落潮时平均流向为53°；最大流速为0.80m/s，最大流速流向为56°。1#~3#泊位工程建设前后，前沿海域的流速、流向基本没有变化，对古鼎屿附近海域水流状态影响不大。

5.2.2.1.4 波浪

罗源湾位于福州市北部沿海，由罗源县鉴江半岛与连江县黄岐半岛合抱而成半封闭海湾，湾内四周环山。可门水道是罗源湾唯一出海口，水道长8.5km，最大水深90m，最窄仅800m，两岸300m高山夹峙；东北向通外海，口门宽约1800m。湾外有大、小西洋岛和东、西洛岛为屏障，因此仅外海东北向波浪对湾内有一定影响。湾内波浪主要是风成浪。

5.2.2.2 地形、地貌及工程泥沙

5.2.2.2.1 地形、地貌

拟建场地位于罗源湾东侧处于陆域向海域过渡地带。地势总体上南高北低，从陆域向海域缓倾，至拟建码头前沿以北倾斜变陡，呈水下阶梯状，海岸线曲折。拟建场地滨海区上部土层为海相沉积物及陆相冲洪积沉积物为主，基底为岩浆岩。场地地貌以滨海相海积海滩地貌单元为主，局部为剥蚀海岸地貌。

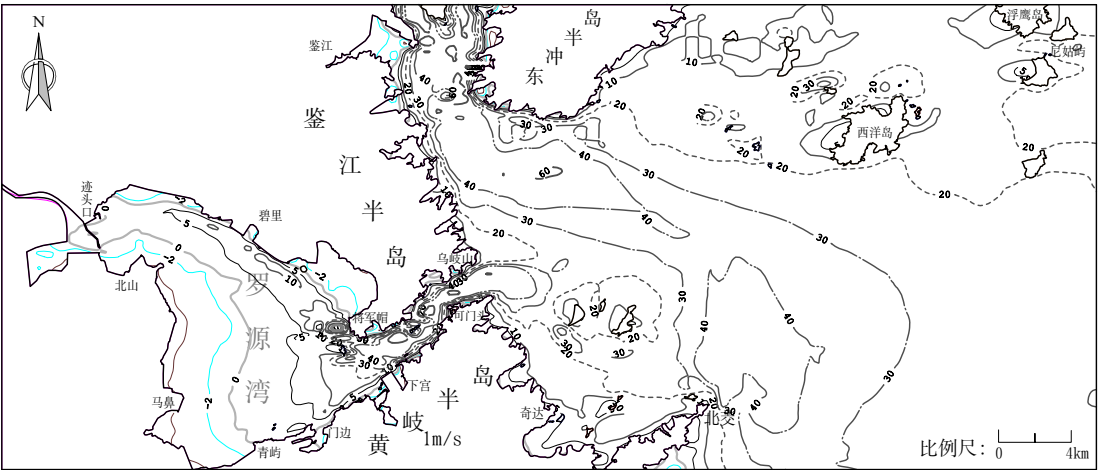


图 5.2-10 罗源湾及附近海域水深形势图

5.2.2.2.2 泥沙运动及水域冲淤变化

(1) 沉积物类型及分布

从罗源湾海底表层沉积物类型特征和分布表明:罗源湾海底表层沉积物的分布具有一定规律性、湾口可门、岗屿水道深水区海底的粗颗粒沉积物为主，主要是砾砂、粗砂和中砂，可门水道局部海底基岩出露，湾内则广泛分布细颗粒沉积物、主要为粉砂质粘土。

罗源湾沉积物主要来源于周边小溪流和海域来沙，其次为片流侵蚀物。罗源湾是个口小腹大的半封闭型海湾，湾内波浪小，主要水动力为潮流。由于罗源湾系强潮型海湾，加上湾口可门海峡束狭作用，使得湾口段可门水道至岗屿水道潮流强劲，海底在强潮流强烈冲刷作用下，细颗粒无法停留，而沉积了粗颗粒物质；潮流至湾的西、南部则明显减弱，沉积物颗粒也相应变细。

(2) 地貌演变分析

罗源湾是个半封闭海湾，港区隐蔽，湾内风浪较小，潮流是湾内主要水动力因素，泥沙运动主要受潮流控制。而泥沙的运移形态以悬移质运动为主，悬沙具有往湾西、南部岸滩运移的趋势。从1976、1999 和2001 年的水深图(见图2.3)对比分析可知，罗源湾内海域冲淤变化特征是：

- （1）湾顶迹头东南侧和湾南部门边西侧局部近岸海域由于受围垦影响，海底处于弱淤积状态；
- （2）湾内大部分海域海底总体处于弱冲刷状态；
- （3）湾北岸和湾口可门水道基本稳定，海底处于冲淤动态平衡状态。

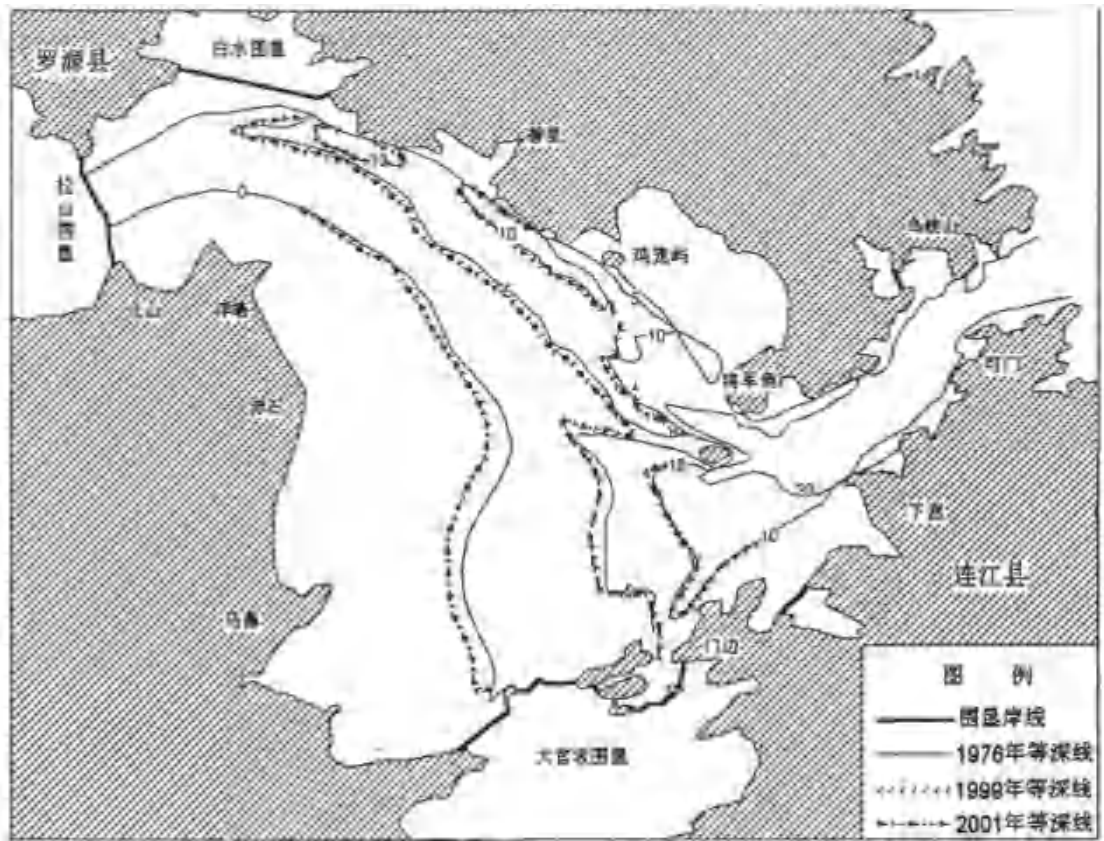


图 5.2-11 罗源湾各年份等深线图

进一步从新老海图对比分析法了解海底水深变化情况。本调查区内查到由中国人民解放军司令部航海保证部测量海图：

- ①1: 2.5 万，罗源湾，1933、1954 年测量（26.4#）；
- ②1: 5 万罗源湾及附近，1966、1977-1977 年测量（56.05#），与 1999 年 3 月福建省规划设计院在罗源湾测量的 1: 3 万水深测图，经了解变化情况，可门水道基本稳定，海底处于冲淤运态平衡状态，而在门边西侧和湾顶局部近岸海域由于大官坂围垦和松山围垦的影响，海底处于弱淤积状态。本码头位置海区基本稳定，没有出现淤积现象。

(3) 泥沙来源及运移趋势

（1）泥沙来源：根据海湾志资料、水文泥沙测验，地形地貌特征来分析，罗源湾泥沙的来源主要是河流来沙，海域来沙，海滩潮间带来沙和陆地来沙。

根据罗源湾海域于 1999 年 3 月 4～5 日（大潮）进行的泥沙周日连续观测，实测含沙

量资料统计,含沙量实测最高值为0.1693kg/m³,最低值为0.0050kg/m³,一般值为0.0120 ~ 0.0992kg/m³。罗源湾内海域西北侧含沙量比较低,而东南侧却比较高。

含沙量垂直分布一般表层含量低、底层高,并有自表层往底层增高的特点。表层实测最高值为0.1182kg/m³,底层实测最高值为0.1693kg/m³。底层含量一般为表层的1.4 ~ 2.5倍。

(4) 泥沙运移趋势

罗源湾是个半封闭型海湾,港区隐蔽,由于口门向东北方向敞开,因此除东北向波浪对本湾门边、马鼻一带海区有一定影响外,湾内风浪较小,潮流是湾内主要动力因素。因此本湾泥沙运动主要受潮流控制,除可门水道、岗屿水道等流速较大的海区海底沉积物为滚动组分外,湾内绝大部分海域海底沉积物为跃移组分和悬移组分,而且悬移组分有向湾西、南逐渐增加的趋势,与潮流流速减小的方向一致。

5.2.2.3 事故溢油影响分析

5.2.2.3.1 溢油模型建立

本文溢油模型采用基于欧拉-拉格朗日理论体系基础，模拟油膜在水体中的扩展、水流和风场作用下的传输、分散(夹带)、紊动扩散、蒸发乳化和溶解等各种过程，可提供给出油膜随时间变化的漂移位置和厚度。

模型采用目前国际上广泛应用的“油粒子法”为计算原理，将油膜离散为大量油粒子，每个粒子赋予一定的油量，油膜则是这些一定数目的油粒子组成的“云团”。这些“云团”释放到水体后，各粒子的离散路径、含水率变化和组分变化等会首先被跟踪和记录为时间函数，然后通过统计各时刻、各网格上的油粒子数及其各组分含量模拟出油膜的漂移轨迹和浓度时空分布。

5.2.2.3.2 输移过程

油粒子输移主要包括扩展、漂移、扩散等过程，这些过程等主要导致了油粒子的位置变化，而不产生油粒子的组分变化。

（1）扩展运动(spreading)

溢油后，油膜在重力、粘性力、惯性力以及表面张力的作用在在水平方向不断扩张。本文采用修正的 Fay 方程进行油膜扩展计算，即重力——粘滞力公式：

$$\left(\frac{dA_{oil}}{dt} \right) = K_a A_{oil}^{1/3} \left(\frac{V_{oil}}{A_{oil}} \right)^{4/3} \quad (4-1)$$

式中， A_{oil} 即油膜面积， $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$ (其中 R_{oil} 为油膜直径); t 为时间; K_a 为常系数; V_{oil} 为油膜体积：

$$V_{oil} = \pi R_{oil}^2 \cdot h_s \quad (4-2)$$

其中， h_s 为油膜初始厚度， $h_s=10\text{cm}$ 。

（2）漂移运动(advection)

油粒子的漂移过程主要分为两个部分，即对流过程和紊动扩散。这两个过程综合作用出油粒子在每个时间步长的具体分布。

（a）对流过程

油粒子的对流位移由水流力和风曳力引起，其漂移速度矢量为两个力的综合作用结果，可由以下权重公式计算求得：

$$\overrightarrow{U}_{tot} = c_w(z) \overrightarrow{U}_w + \overrightarrow{U}_s \quad (4-3)$$

式中， c_w 为风拽力系数，一般取为 0.03-0.04； $\overrightarrow{U_w}$ 为水面以上 10m 的风速； $\overrightarrow{U_s}$ 为表面流速矢量。

风场数据从气象资料获得，而流场则从上文二维水动力模拟计算结果提供。由于二维水动力模拟计算结果是垂向平均流速，因此需据此估算出流速的垂向分布，这里假定其符合以下对数关系：

$$V(z) = \frac{U_f}{\kappa} \cdot \ln\left(\frac{h-z}{k_n/30}\right) \quad (4-4)$$

式中， $V(z)$ 为对数流速关系； κ 为冯卡门常数(0.42)， h 为水深， z 为水面以下深度； k_n 为 Nikuradse 尼古拉斯阻力系数； U_f 为摩阻流速，由下式定义：

$$U_f = \left(\frac{V_{mean} \cdot \kappa}{\ln\left(\frac{h}{k_n/30}\right) - 1} \right) \quad (4-5)$$

式中， V_{mean} 为平均流速， $V_{mean} = \sqrt{u_a^2 + v_a^2}$ 。

由于二维水动力模拟计算结果中的流速值位于各个网格点上，而实际上此油粒子模型中，绝大多数情况下油粒子没正好处在这些网格点上，因而需采用双线性内插法对流速值进行内插：

$$F = F_1 + (F_2 - F_1) \cdot y + (F_4 - F_1) \cdot x + (F_1 - F_2 + F_3 - F_4) \cdot x \cdot y \quad (4-6)$$

式中， F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 分别为网格点上的已知流速值； x 、 y 为距离；流速内插方法示意图如图 7.1。

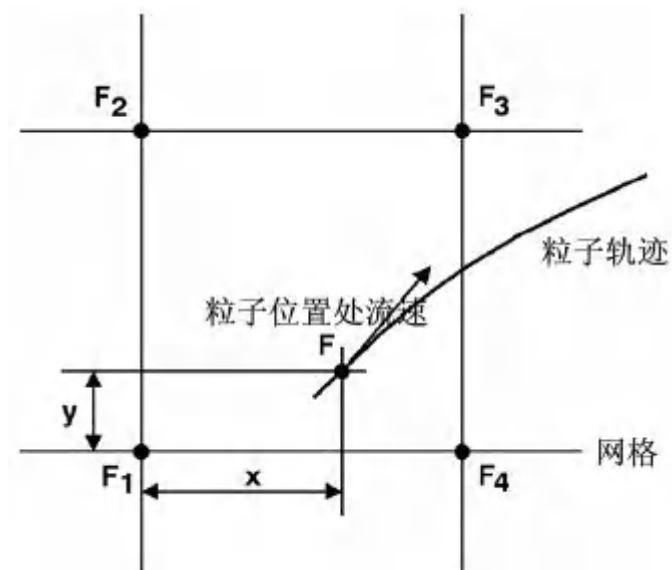


图 5.2-12 流速内插法示意图

(b) 紊动扩散

湍流弥散具有随机性,而海上的溢油扩散过程实际上正是湍流的一个弥散过程,因此紊动扩散即油粒子由水流的随机性脉动导致的的空间位移,可采用抽取随机数的方法来计算得到一个时间步长内粒子的可能扩散距离。假设海洋溢油水平各向同性,故 a 方向上一个时间步长内粒子可能扩散距离 S_a 表示为:

$$S_a = [R]_{-1}^1 \cdot \sqrt{6 \cdot D_a \cdot \Delta t_p} \quad (4-7)$$

式中: $[R]_{-1}^1$ 为随机数(范围-1~1); D_a 为 a 方向上的扩散系数(径向扩散系数 D_L 和横向扩散系数 D_T); Δt_p 为时间步长。

5.2.2.3.3 风化过程

溢油在海面经历扩展、漂移等物理输移过程的同时,也经历着蒸发、溶解及乳化等风化过程,风化过程导致溢油的溢油量、油粒子的组成发生变化,不影响油粒子的水平位置。

(1) 蒸发

溢油的蒸发过程较复杂,油粒子组成、气温水温、溢油面积、油膜厚度、风速和太阳辐射等因素均影响油膜蒸发。其蒸发速率首先取决于油膜的化学成分,其次包括溢油的物化属相、环境分度及风的作用等。

SA 模型假定:(a)油膜内部扩散无限制(适用于气温高于 0°C 以及油膜厚度小于5—10cm);(b)油膜完全混合均匀;(c)油膜组分在大气中的分压与蒸汽压比忽略不计。

如此假定后,油膜中某一组分的蒸发速率可以由如下公式表示:

$$N_i^e = k_{ei} \cdot P_i^{SAT} / RT \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X_i [m^3 / m^2 s] \quad (4-8)$$

式中: N^e 为蒸发速率; k_e 为质量转移系数; P^{SAT} 为饱和蒸汽压; R 为气体常数; T 为温度; M 为摩尔质量; ρ 为油组分密度; X 为摩尔分数; i 为油膜中的各种油组分。根据 Mackay 等人的理论, k_{ei} 由给定的 Schmidts 数确定:

$$k_{ei} = k \cdot A_{oil}^{0.045} \cdot Sc_i^{-2/3} \cdot U_w^{0.78} [m/s] \quad (4-9)$$

式中: k 为蒸发系数; A_{oil} 为油膜面积; Sc_i 为组分 i 的蒸汽 Schmidts 数; U_w 为风速。

(2) 乳化

乳化是指海上溢油在风化过程中油与海水混合形成油水乳化物的过程,因此乳化过

程可看作两个部分，分别是溢油向水体扩散后形成水包油乳化物过程和油滴吸收水分以形成油包水乳化物过程。

a. 形成水包油乳化物过程

溢油向水体中的运动机理包括溶解、垂向扩散、沉淀等。垂向扩散是溢油发生后最初的主要过程，水流的紊动能量使油膜破碎成油滴，形成水包油的乳化物。这些乳化物被表面活性剂稳定，阻止油滴返回到油膜。恶劣的天气状况下，油膜的波浪破碎是最主要的扩散作用力，在平静的天气的状况下伸展压缩运动则是最主要的扩散作用力。油膜扩散到水体中形成乳化物的油分损失量计算：

$$D = D_a \cdot D_b \quad (4-10)$$

式中： D_a 为油膜进入水体的分量； D_b 为进入水体后没有返回油膜的分量：

$$D_a = \frac{0.11(1 + U_w)^2}{3600} \quad (4-11)$$

$$D_b = \frac{1}{1 + 50 \mu_{oil} \cdot h_s \cdot \gamma_{ow}} \quad (4-12)$$

式中： μ_{oil} 为油膜的粘度； γ_{ow} 为油—水界面张力。

另外，油滴返回油膜的速率为：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a \cdot (1 - D_b) \quad (4-13)$$

b. 形成油包水乳化物过程

可用以下平衡方程表示油中的含水率变化：

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2 \quad (4-14)$$

式中： R_1 为水的吸收速率， R_2 为水的释出速率，由下式表示：

$$R_1 = K_1 \cdot \frac{(1 + U_w)^2}{\mu_{oil}} \cdot (y_w^{\max} - y_w) \quad (4-15)$$

$$R_2 = K_2 \cdot \frac{1}{As \cdot Wax \cdot \mu_{oil}} \cdot y_w \quad (4-16)$$

式中： K_1 为吸收系数， $y_w^{\max}$ 为油膜的最大含水率， y_w 为油膜的实际含水率； K_2 为释出系数， As 为油中沥青成分含量(重量比)， Wax 为油中石蜡成分含量(重量比)。

(3) 溶解

溢油的溶解度较小，在全部溢油过程中溢油的溶解量一般不超过总量的 1%，占主要溶解量的是低碳的轻组分油。溢油某一组分 i 的溶解率用下式表示：

$$\frac{dV_{dsi}}{dt} = Ks_i \cdot C_i^{SAT} \cdot X_{mol_i} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot A_{oil}$$

(4-17)

式中： Ks_i 为溶解传质系数； C_i^{SAT} 为组分 i 的溶解度； X_{mol_i} 为组分 i 的摩尔分数， M 为摩尔质量； A_{oil} 为油膜面积。 Ks_i 由以下公式估算：

$$Ks_i = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i$$

(4-18)

式中： e_i 分别取值 1.4(烷烃)、2.2(芳香烃)、1.8(精制油)。

5.2.2.3.4 源强及敏感区

本次泄漏量见附表，具体涉及敏感目标如下表所示，序号与图 5.2-13 相对应。泄漏点按照 100t 泄漏量考虑模拟。

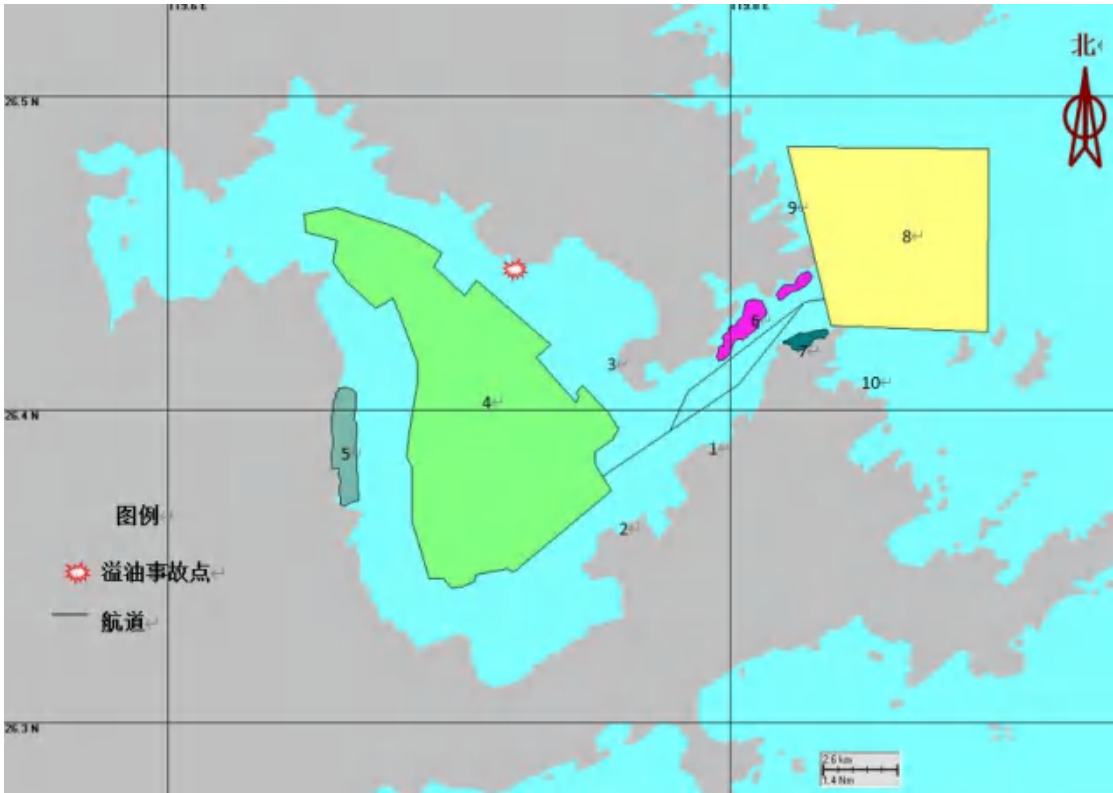


图 5.2-13 溢油点位置及敏感目标分布

表 5.2.6 主要环境保护目标

序号	环境保护目标名称
1	神华罗源湾电厂取水口
2	华电可门电厂取水口

序号	环境保护目标名称
3	华能罗源电厂取水口
4	罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区
5	马鼻农渔业区
6	濂澳养殖区
7	下宫养殖区
8	官井洋大黄鱼海洋保护区生态保护红线区
9	井水农渔业区
10	黄岐半岛东部农渔业区

5.2.2.3.5 计算工况设计

结合工程所在区域和罗源湾的风速特征，考虑不利风向 NE 和 E 向风，采用平均风速作为背景风速。

表 5.2.7 历年各方向的最大风速、平均风速及频率

方位	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
最大风速 (m/s)	5.5	16	12.2	8	9	13.3	15	5
平均风速 (m/s)	1.4	2	2.4	2.1	1.4	1.4	1.4	1.2
频率 (%)	3	9	10	6	1	3	3	1

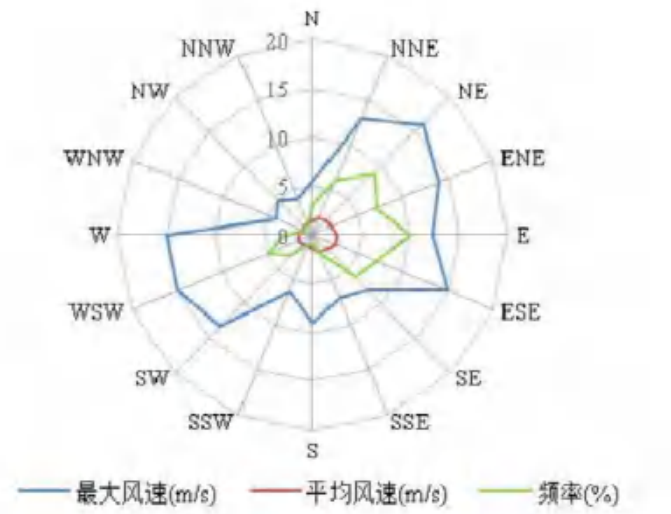


图 5.2-14 风玫瑰图

在典型大潮期间下，计算历时选 72 小时（3 天），溢油发生时间点分别考虑涨、落潮阶段的涨急、落急典型时刻的情形。具体计算工况如下表 5.2.8 所示。

表 5.2.8 典型计算工况

泄漏位置	油种和溢油量	典型风向	风速	潮型
码头前沿	燃料油，100t	冬季主导风 NE	平均风速 2.0m/s	涨潮/落潮
		不利风向 E	平均风速 2.4m/s	涨潮/落潮

5.2.2.3.6 事故影响预测

对于油膜扫海区域预测，分别根据泄露船油在 24h、48h、72h 内的漂浮扩散所经区域进行统计。预测结果表明，在 NE 和不利 E 风向作用下，溢油后的油膜均在 24~48 小时内被风吹上岸，其后不再进一步扩大扫海范围。

在冬季主导 NE 风作用，涨潮期船舶溢油后 24 小时内主要影响 4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区，24~48 小时内影响 5#马鼻农渔业区，并逐渐登陆吸附。落潮期船舶溢油后 24 小时内影响 4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区和 5#马鼻农渔业区，24 小时后油膜逐渐吸附登陆。

在 E 向风作用下，涨潮期船舶溢油后 24 小时内可影响到 4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区，48 小时内可影响到 5#马鼻农渔业区，并逐渐吸附登陆。落潮期船舶溢油后 24 小时内可影响 4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区和 5#马鼻农渔业区，随后油膜逐渐登陆吸附。

表 5.2.9 航道区溢油计算域内扫海面积 (km2)

历时	NE		E	
	涨急	落急	涨急	落急
24	37.747	20.685	20.275	18.287
48	51.5	26.647	23.067	22.26
72	51.5	26.647	23.067	22.26

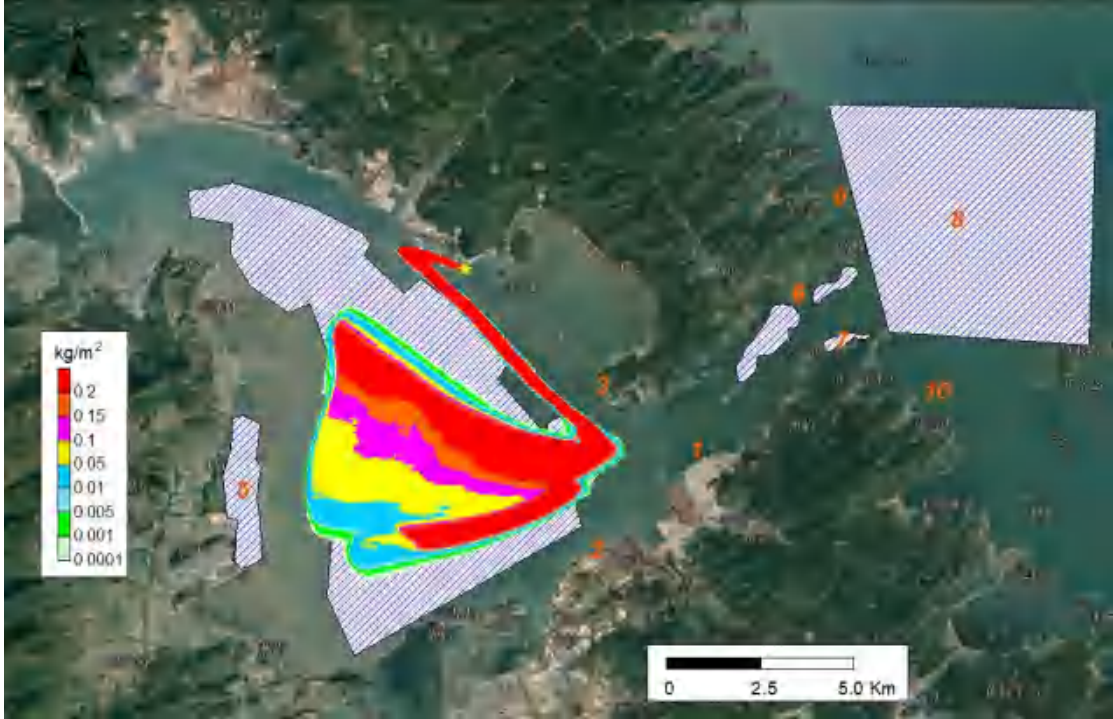


图 5.2-15 冬季主导 NE 风向下涨急时刻航道区船油泄漏 24 小时扫海分布

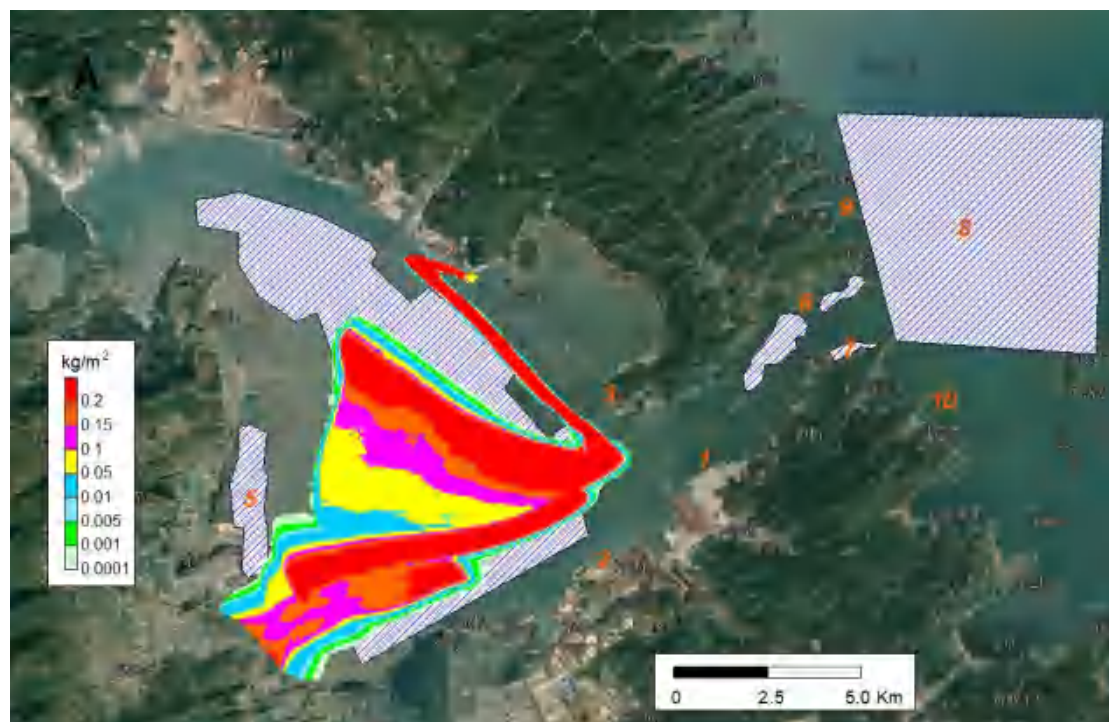


图 5.2-16 冬季主导 NE 风向下涨急时刻航道区船油泄漏 48 小时扫海分布

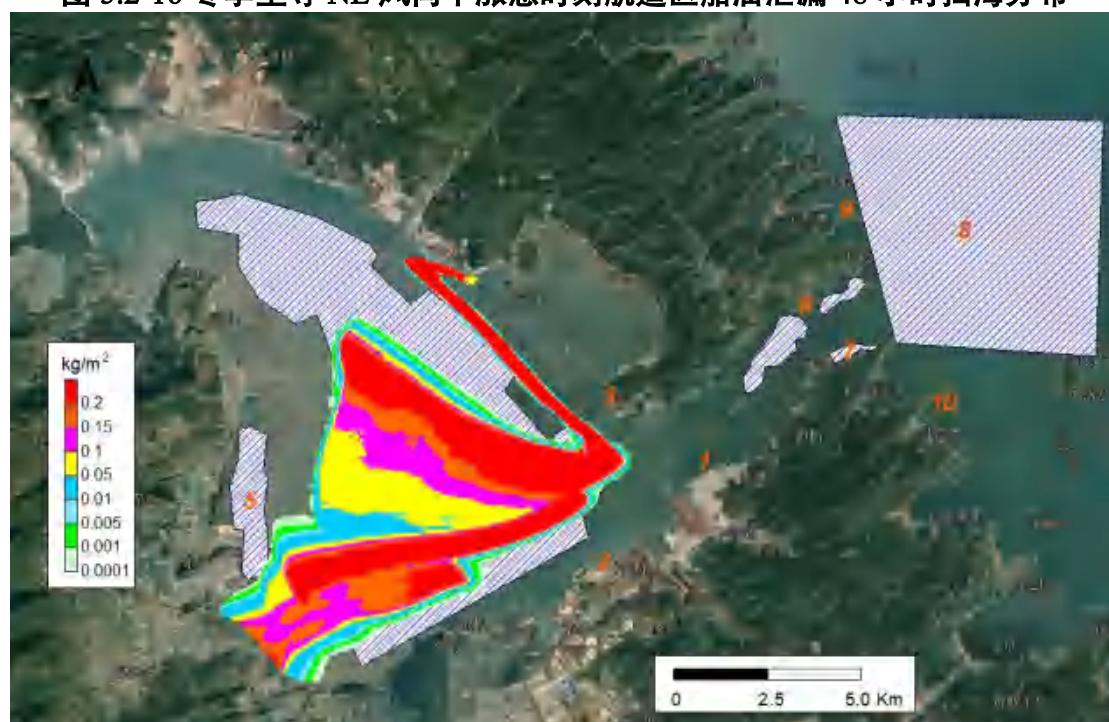


图 5.2-17 冬季主导 NE 风向下涨急时刻航道区船油泄漏 72 小时扫海分布

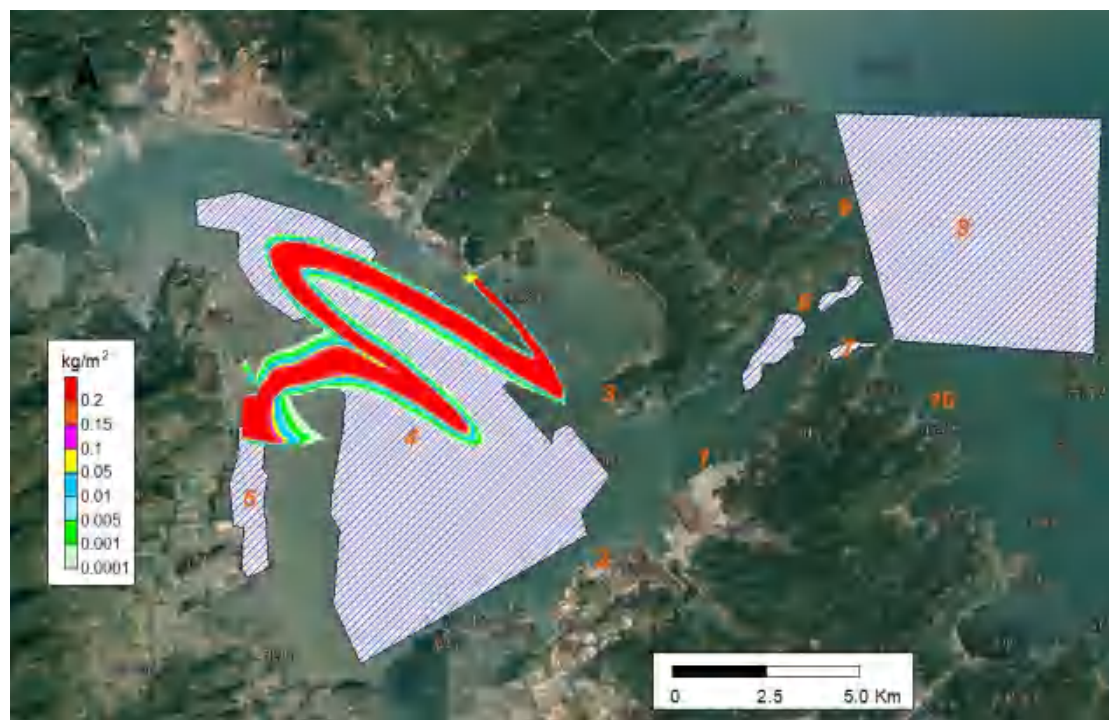


图 5.2-18 冬季主导 NE 风向下落急时刻航道区船油泄漏 24 小时扫海分布

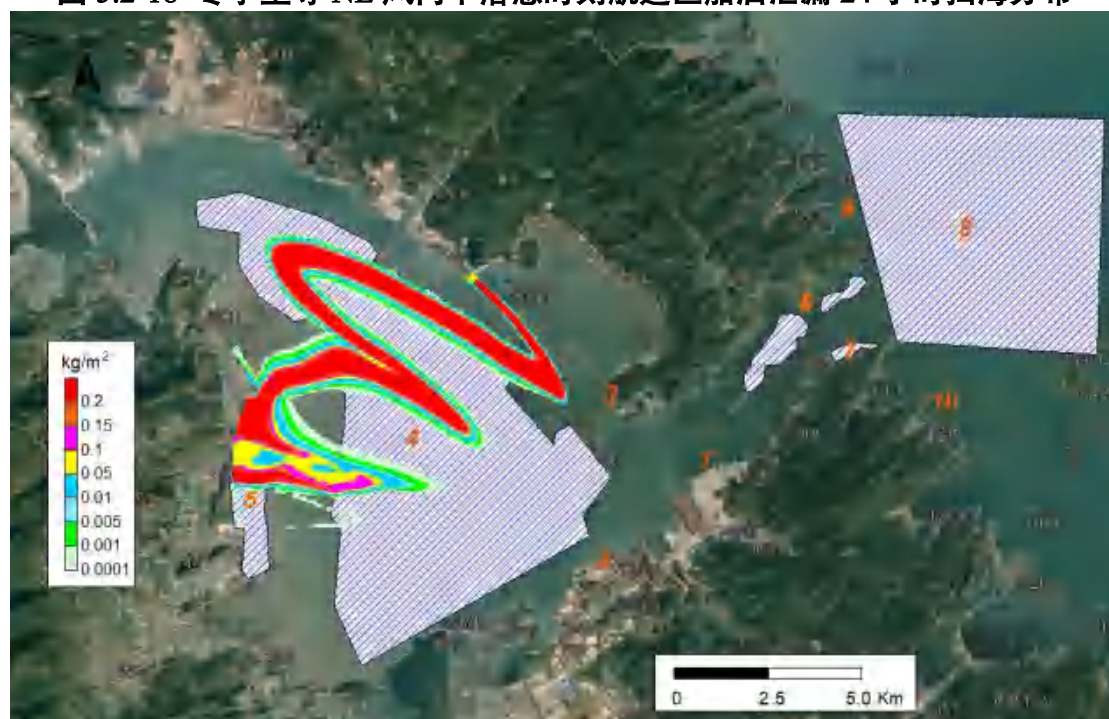


图 5.2-19 冬季主导 NE 风向下落急时刻航道区船油泄漏 48 小时扫海分布

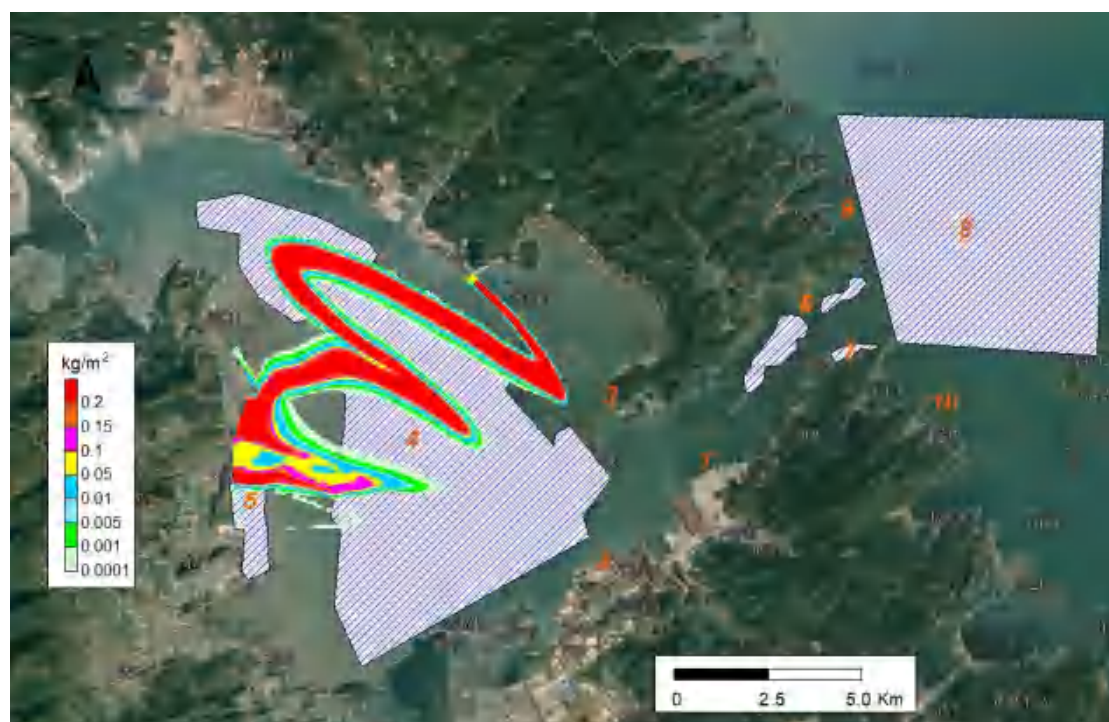


图 5.2-20 冬季主导 NE 风向下落急时刻航道区船油泄漏 72 小时扫海分布

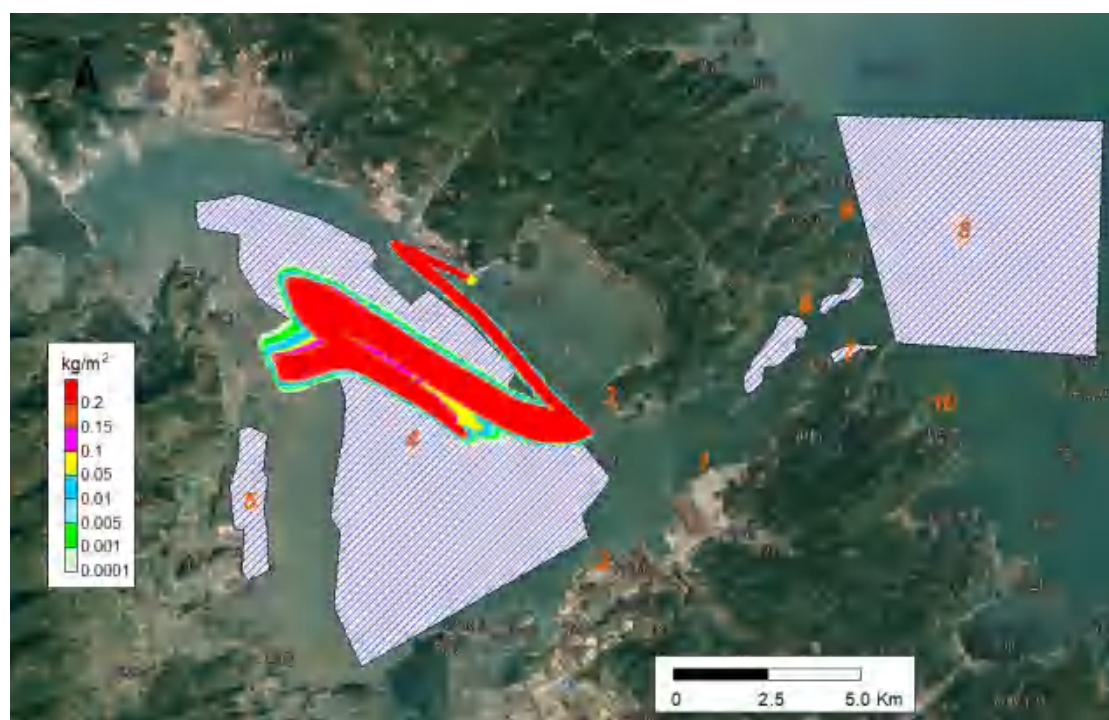


图 5.2-21 E 风向下涨急时刻航道区船油泄漏 24 小时扫海分布

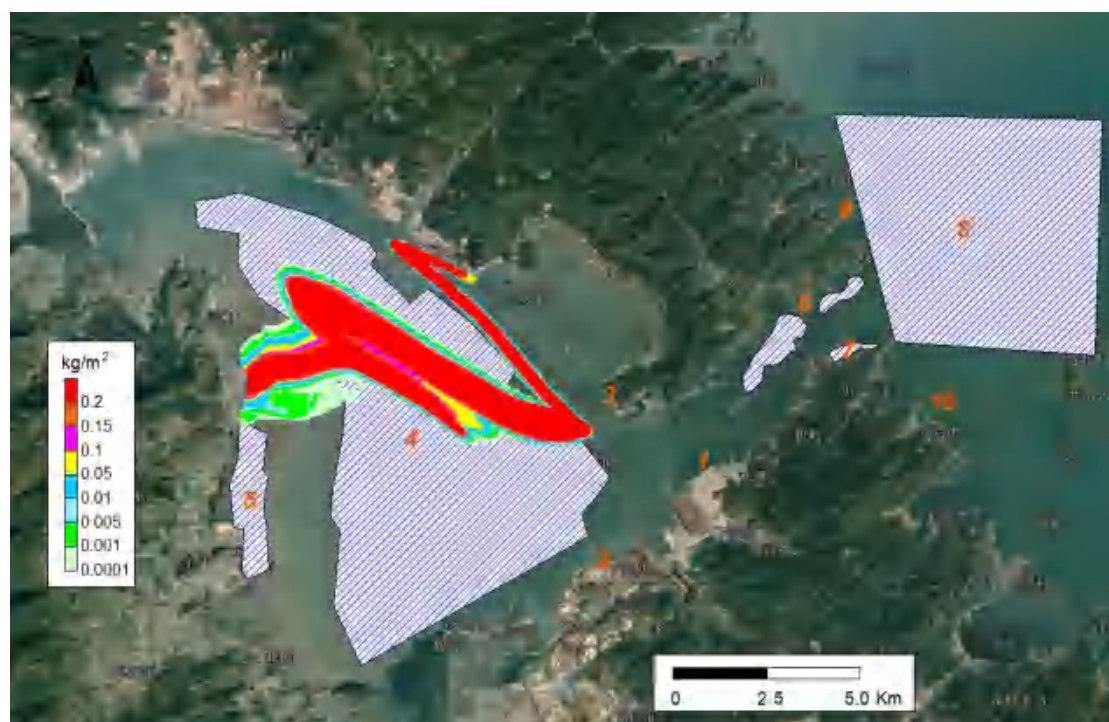


图 5.2-22 E 风向下涨急时刻航道区船油泄漏 48 小时扫海分布

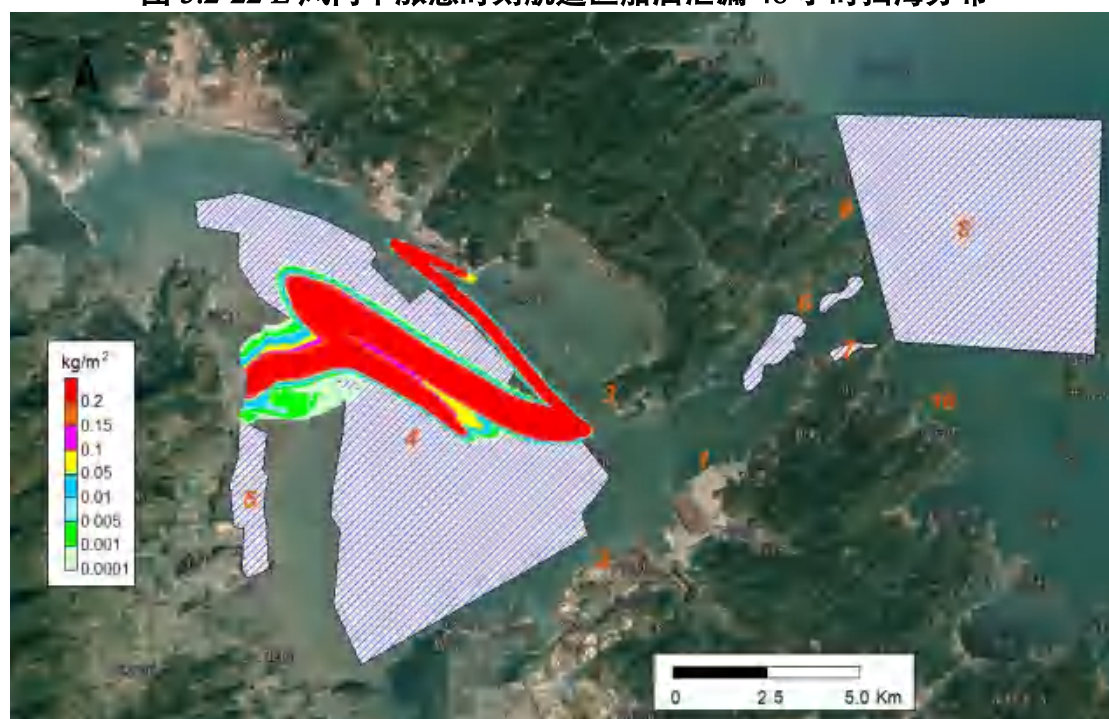


图 5.2-23 风向下涨急时刻航道区船油泄漏 72 小时扫海分布

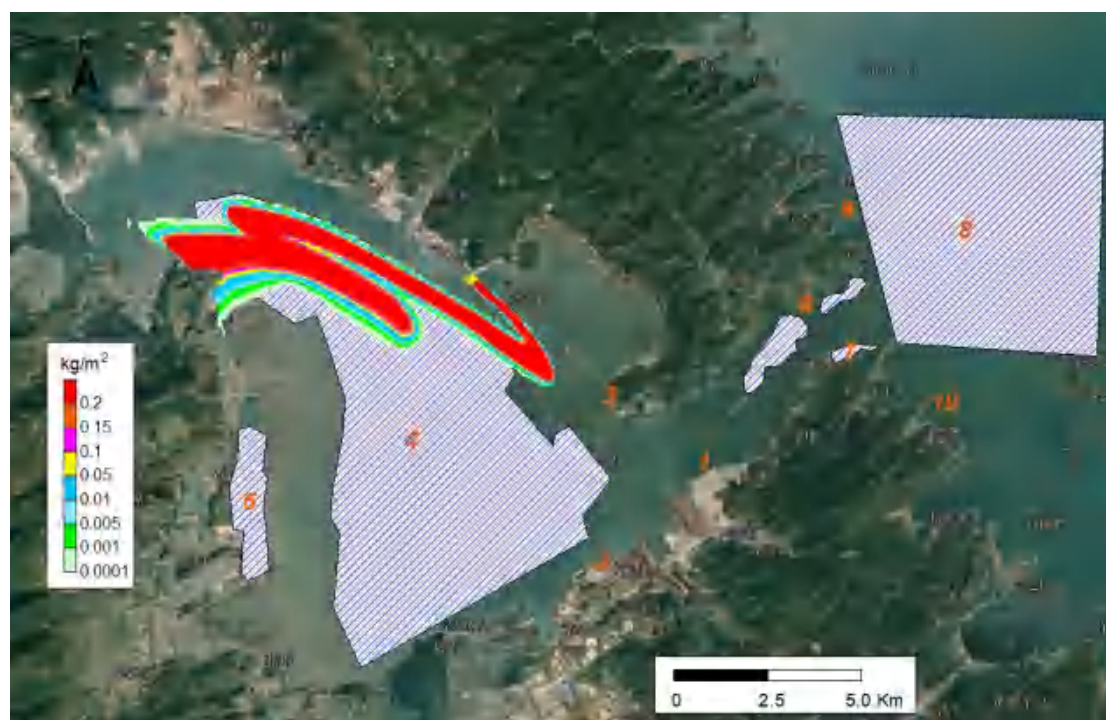


图 5.2-24 E 风向下落急时刻航道区船油泄漏 24 小时扫海分布

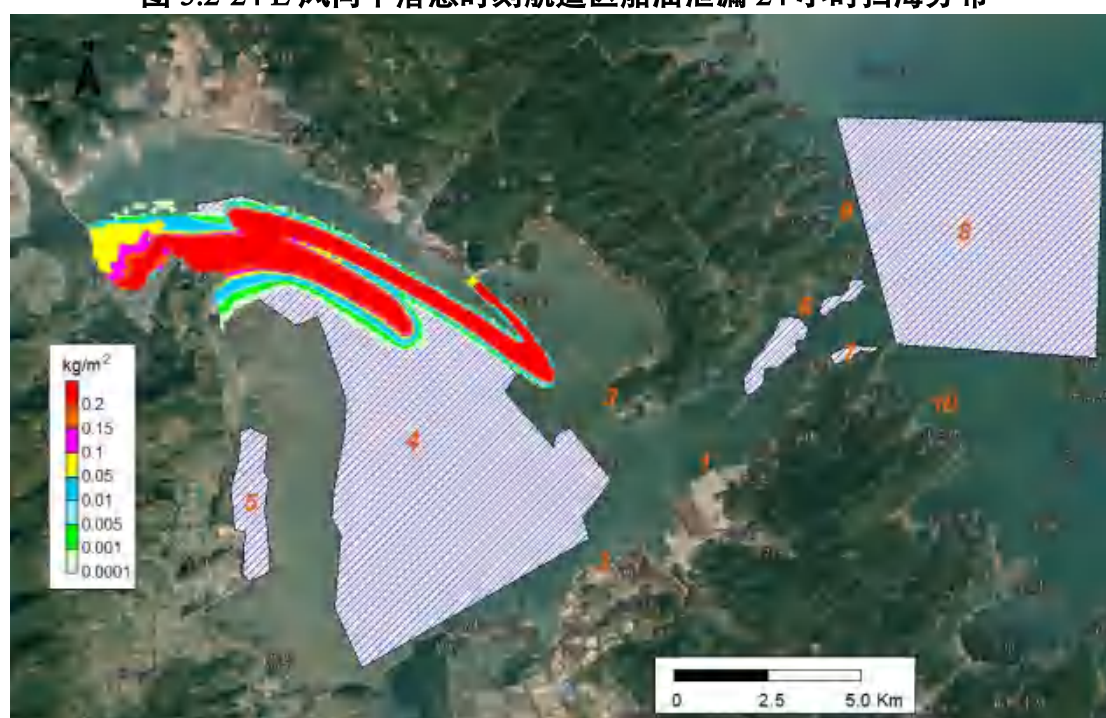


图 5.2-25 E 风向下落急时刻航道区船油泄漏 48 小时扫海分布

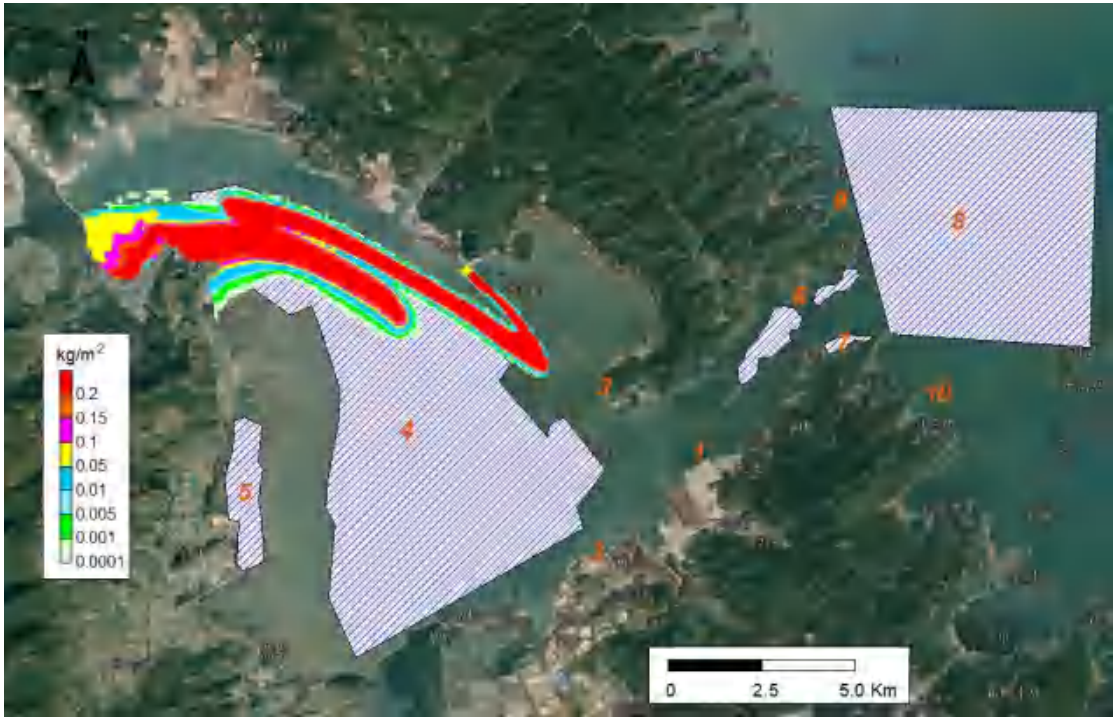


图 5.2-26 E 风向下落急时刻航道区船油泄漏 72 小时扫海分布

为了明确泄露船油最早到达保护区的时间,对环境保护敏感目标区域进行 24 小时内的预警时间统计。

NE 风作用下,涨急时刻发溢油事故后,5 小时侵入 4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区;落急时刻发生溢油后,4 小时侵入 4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区,21 小时侵入 5#马鼻农渔业区。

E 风作用下,涨急时刻发溢油事故后,8 小时侵入 4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区;落急时刻发生溢油后,4 小时侵入 4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区。

在两种典型风作用下 4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区是受溢油事故风险最直接、影响最大的区域。

表 5.2.10 24 小时溢油扩散到周边敏感区域的最早时间(小时)

影响区域	NE		E	
	涨急	落急	涨急	落急
1# 神华罗源湾电厂取水口				
2# 华电可门电厂取水口				
3# 华能罗源电厂取水口				

4# 罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区	5	4	8	4
5# 马鼻农渔业区		21		
6# 濂澳养殖区				
7# 下宫养殖区				
8# 官井洋大黄鱼海洋保护区生态保护红线区				
9# 井水农渔业区				
10# 黄岐半岛东部农渔业区				

5.2.2.3.5 油膜扩散过程附图

以下提供了溢油后的溢油运移及到达敏感区的分布特征，从图中可以看出船厂所在海域溢油后的油膜分布主要集中在湾口、湾中和西侧海域，对湾外影响较小。

（1）NE 风影响下油膜扩散过程

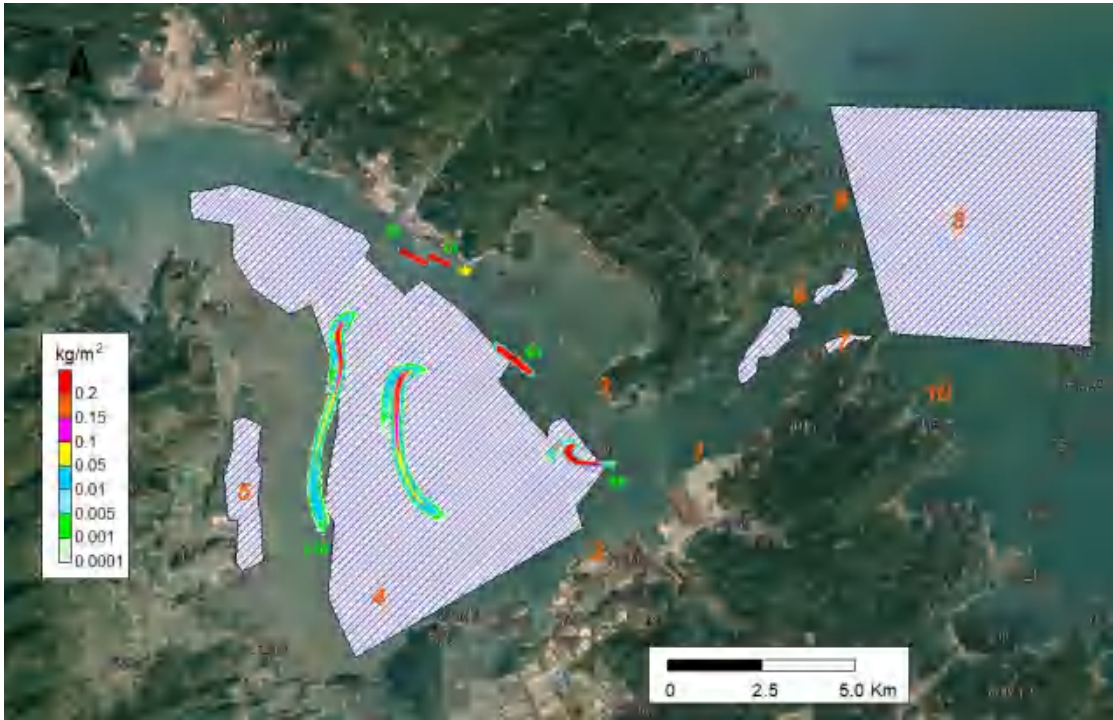


图 4.4.2-1 冬季主导 NE 风向下涨急时刻发生溢油后第 1~15 小时油膜分布

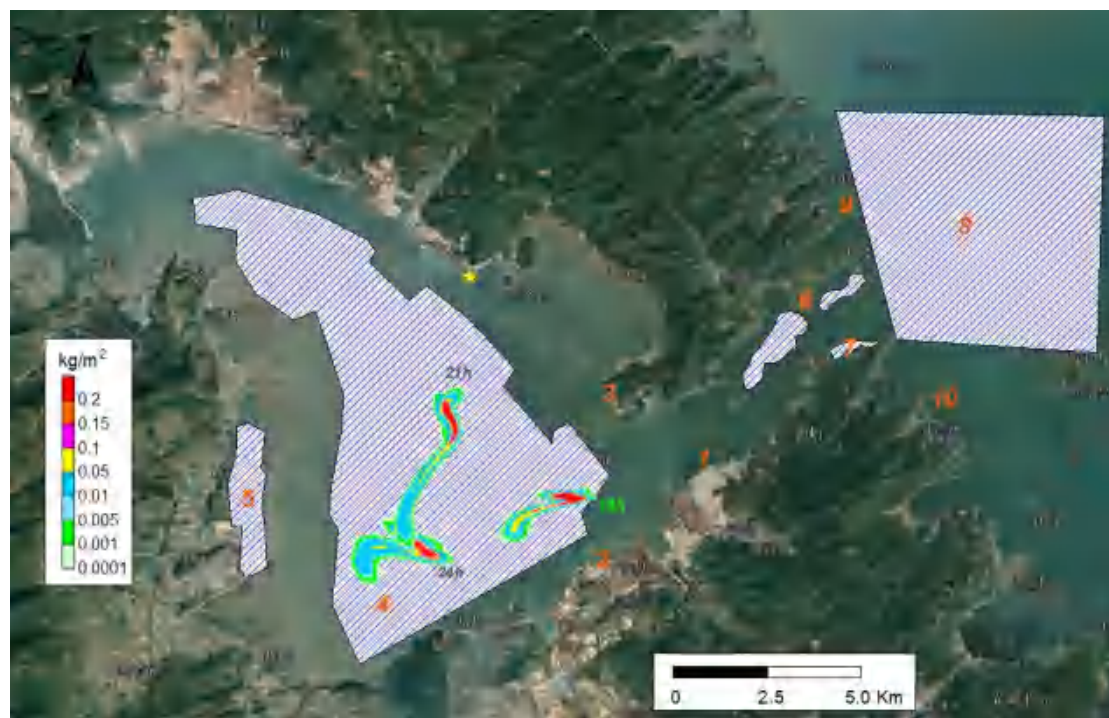


图 4.4.2-2 冬季主导 NE 风向下涨急时刻发生溢油后第 18-24 小时油膜分布

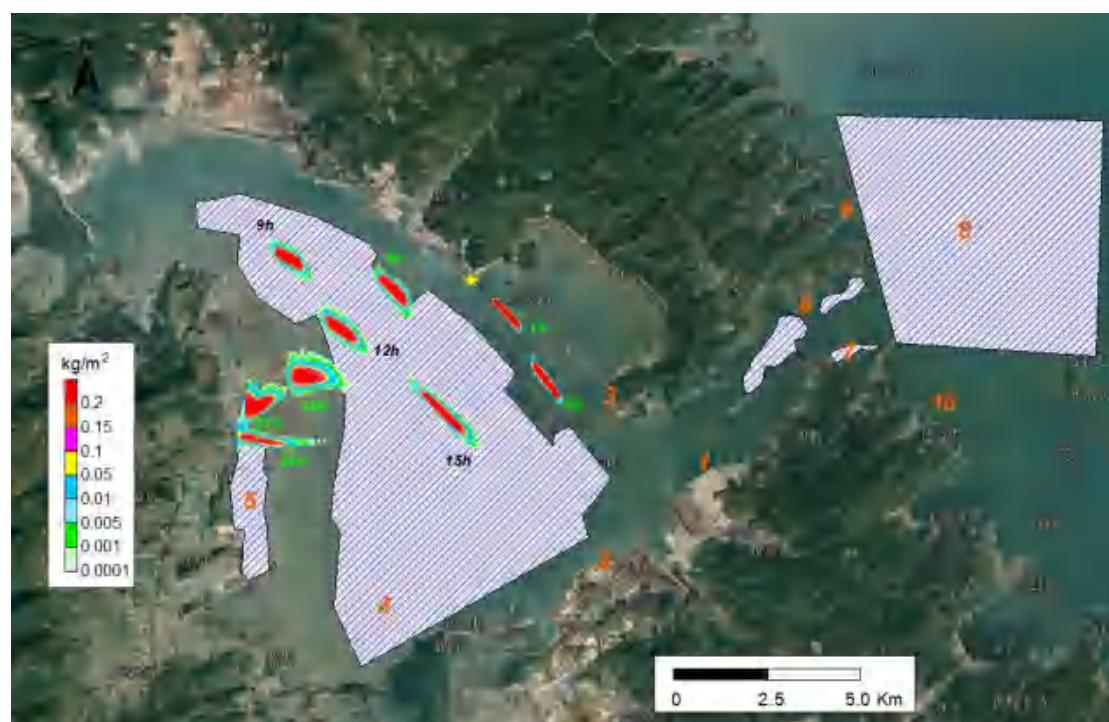


图 4.4.2-3 冬季主导 NE 风向下落急时刻发生溢油后第 1~24 小时油膜分布

(2) E 风影响下油膜扩散过程

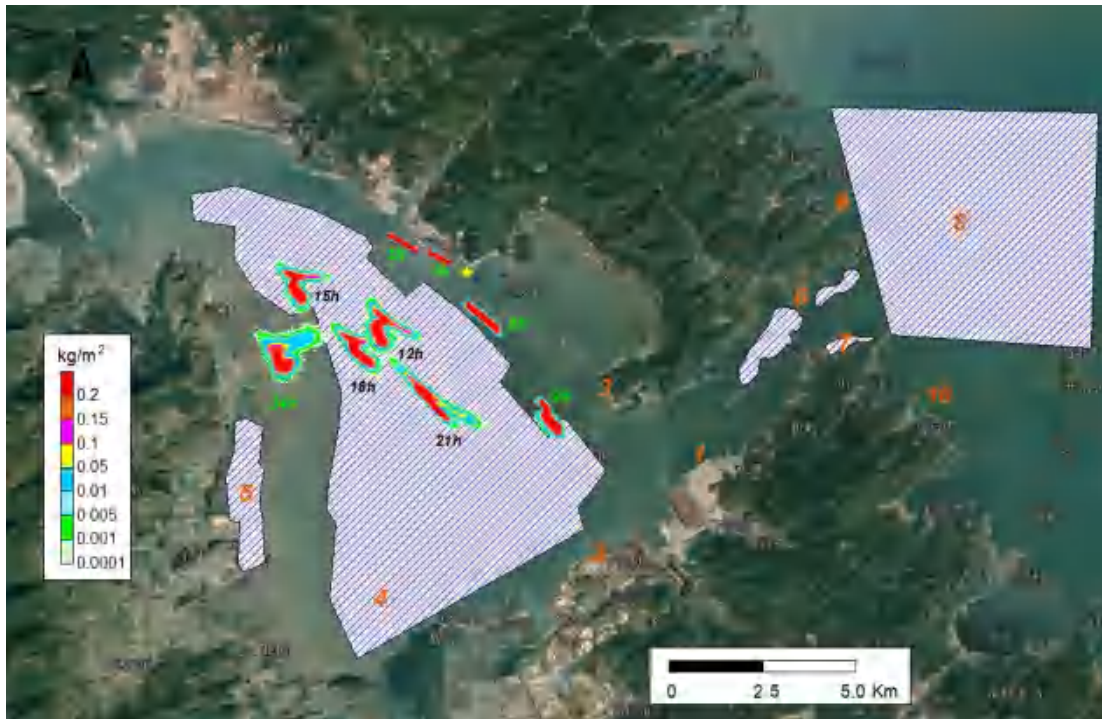


图 4.4.2-4 E 风向下涨急时刻发生溢油后第 1~24 小时油膜分布

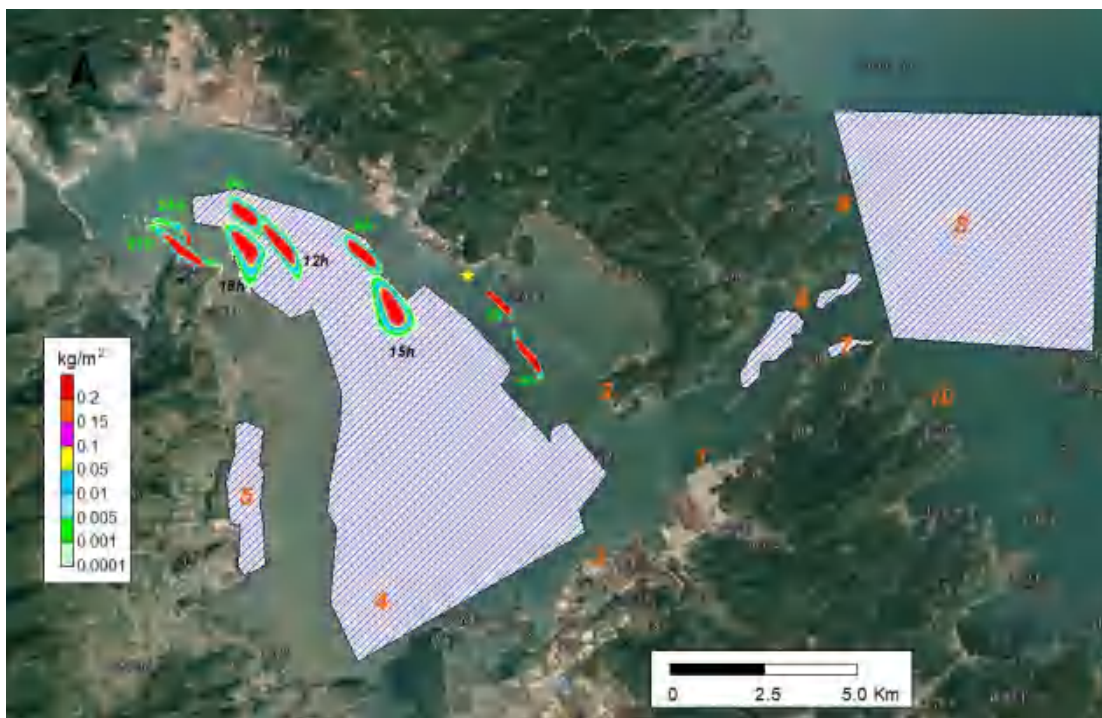


图 4.4.2-5 E 风向下落急时刻发生溢油后第 1~24 小时油膜分布

5.2.2.3.6 随机模拟分析

1、工况设置

上文针对典型风场进行了溢油风险预测，鉴于实际海区风场的随机性。考虑到溢油迁移和归宿受时间、地点、及风、流等众多不确定因素的影响，因此进一步采用随机统

计模拟法分析事故污染影响的概率分布、漂移扩散时间和岸线污染概率特征，模拟的溢油地点选取在工程区码头前沿。

对溢油事故进行 600 次场景漂移扩散轨迹模拟，事故发生时间随机选取任意潮时，采用的潮流场基于水动力模型获得。在模拟时，组合不同累计频率的风场和不同溢油泄漏时刻的组合共计 600 个（不同风场+不同溢油时刻），连续模拟溢油扩散 72 小时，分析湾内受到溢油影响的风险和最短入侵时间。

表 5.2.11 历年各方向的最大风速、平均风速及频率

方 位	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
最大风速(m/s)	16	15	24	20	14	18	12	17	7	8	8	12	16	40	14	14
平均风速(m/s)	2.8	3.8	4.3	3.8	2.9	3.3	3.8	3.7	2.8	1.9	1.8	1.9	2.0	2.1	2.0	2.3
频率 (%)	1	2	6	6	4	5	13	13	4	2	2	2	3	2	2	1

5.2.2.3.7 溢油事故后的风险统计

考虑了年内风场特征后，进一步根据随机油粒子模型开展模拟，统计湾内受污染概率和遭受污染的最短时间。

工程区发生溢油事故后，模拟油膜扩散历时 72 小时，1#神华罗源湾电厂取水口受到油污染的影响概率为 40%；2#华电可门电厂取水口受到油污染的概率是 38%；3#华能罗源电厂取水口受到油污染的概率是 41%；4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区受到油污染的概率是 88%；5#马鼻农渔业区受到油污染的概率是 7%；6#濂澳养殖区受到油污染的概率是 42%；7#下宫养殖区受到油污染的概率是 32%，8#官井洋大黄鱼海洋保护区生态保护红线区受到油污染的概率 38%；9#井水农渔业区受油污染的概率是 36%；10#黄岐半岛东部农渔业区受到油污染的概率是 5%。

从遭受油污染的最短时间来看，模拟油膜扩散历时 72 小时的全过程，1#神华罗源湾电厂取水口 18 小时左右受到油污染；2#华电可门电厂取水口 19.5 小时受到油污染；3#华能罗源电厂取水口 3.0 小时受到油污染；4#罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区 3.2 小时受到油污染；5#马鼻农渔业区受到油污染的最短时间是 21 小时；6#濂澳养殖区 15 小时受到油污染；7#下宫养殖区 21 小时受到油污染；8#官井洋大黄鱼海洋保护区生态保护红线区 19.0 小时受到油污染；9#井水农渔业区 23 小时受油污染；10#黄岐半岛东部农渔业区 55 小时左右受到油污染。



图 5.2-27 溢油事故后周边海域受污染影响概率统计图

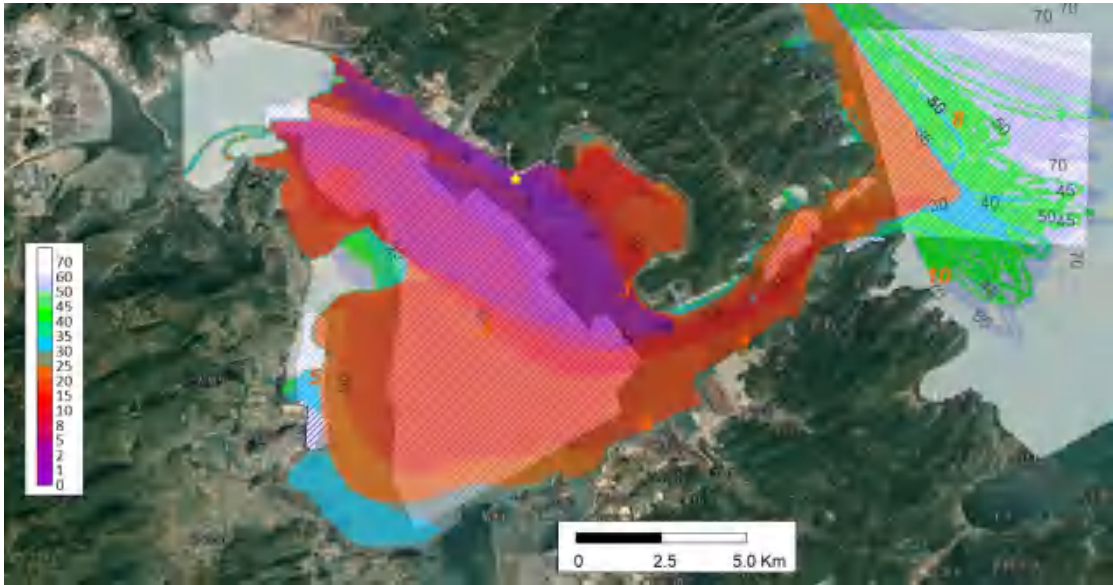


图 5.2-28 工程区发生溢油事故后的最短影响时间统计图（单位：小时）

5.2.2.4 炸礁生态环境影响分析

5.2.2.4.1 工程概况

福建华东船厂 2#码头续建工程配套实施水下炸礁专项工程，主要任务是对港池范围内白岩礁水下礁石障碍物进行彻底清除，通过精准可控的水下爆破及系统化礁渣清理，打造符合超大型船舶通航、靠泊标准的安全水域。工程水下炸礁及清礁总工程量约 89068m³，施工区总面积约 13000m²（其中约 3600m²需分层爆破，其余约 8500m²无需分层作业）。

施工采用“漂浮式炸礁船+4 台潜孔钻机”的高效组合：炸礁船配置 4 台孔径 138mm 液

压潜孔钻机，依托 GPS 定位；清渣采用 1 艘 13m³抓斗船（4 级海况内日均作业约 18h）。炸礁工程计划 2026 年 8 月 1 日开工、2027 年 2 月 28 日竣工，总工期约 7 个月。本次数值仿真针对岩石爆破开展，旨在以仿真手段验证爆破振动对周边码头的影响是否满足规范要求，为施工方案的规范符合性提供技术支撑。

（1）周边环境及保护对象

爆炸区位于港池航道内，周边重要的保护建（构）筑物主要为北侧续建码头与东北侧 2#维修码头，南侧为主航道。各保护对象与爆区边缘的最近距离如下表所示。

表 5.1-1 爆区周边环境及保护对象一览表

方位	周边建（构）筑物	爆区边缘最近距离	备注
北侧	续建码头	85m	最不利保护对象暨计算工况
东北侧	2#维修码头	314m	距离太远，免于计算
南侧	主航道	70m	通航水域，无振动计算需求

（2）振动控制要求与规范依据

根据《爆破安全规程》GB6722—2014 与《水运工程爆破技术规范》JTS204—2023，本工程将爆破振动安全允许标准严格控制在质点峰值振动速度≤3.0cm/s。其中北侧续建码头（距爆区 85m）为最不利保护对象，施工方案要求：单段起爆药量严格控制在≤200kg，单次总药量≤2t。

振动安全允许距离采用萨道夫斯基（Sadovskii）经验公式进行校核：

$$R = (v / K)^{(1/\alpha)} Q^{1/3}$$
 (5-1)

$$Q = R^3 (v / K)^{(3/\alpha)}$$
 (5-2)

式中：R 为爆源至保护对象距离（m）；v 为安全振动速度（cm/s）；Q 为单段起爆药量（kg）；K、α为与地质、爆破方式相关的衰减系数。中硬岩石取 K=150、α=1.5。按该公式反算，85m 处 3.0cm/s 限值对应的理论允许单段药量为 245.65kg，施工方案取更严格的控制值≤200kg，留有安全裕度。

编制与评估依据的现行主要规范包括：《爆破安全规程》GB6722—2014、《水运工程爆破技术规范》JTS204—2023、《码头结构施工规范》JTS215—2018、《水运工程施工安全防护技术规范》JTS205-1—2008 等。

（3）研究目的与意义

由于北侧续建码头距爆区仅约 85m，其结构安全对振动最为敏感，仅依靠经验公式尚不足以充分刻画水下爆炸冲击波经水体—海床—结构传播后的真实振动响应。因此，采用 ANSYS/LS-DYNA 显式动力有限元方法，对岩石爆破过程进行流固耦合数值仿真，提取码头处质点峰值振动速度，与规范限值进行比对，论证施工方案在技术上的规范符合性，为爆破参数优化与现场安全警戒提供量化依据。

5.2.2.4.2 水下爆破振动数值模拟的原理与方法

（1）水下爆炸物理过程

水下爆破时，炸药在约束水介质中瞬间释放化学能，首先在爆源附近形成高温高压爆轰产物，并向周围水体辐射强冲击波；随后爆轰产物在水中膨胀形成脉动气泡，气泡经历膨胀—压缩的若干次周期运动，伴随二次压力脉冲。冲击波与气泡脉冲共同作用，经水体传播至海床与临近结构（码头），转化为结构质点振动。与空气爆炸相比，水的高声阻抗使冲击波能量衰减更慢、传播更远，因此水下爆破对远处水工建筑物的振动影响更需要精细评估。

（2）LS-DYNA 显式动力有限元与 ALE 流固耦合算法

本报告采用 ANSYS/LS-DYNA 非线性显式动力分析软件。针对“炸药—水—海床—混凝土结构”多介质耦合问题，采用 ALE（任意拉格朗日—欧拉）多物质流固耦合算法，其基本原理及与常规算法的对比如下：

拉格朗日（Lagrange）法：网格随物质变形，适合固体结构，但在强冲击下网格易严重畸变甚至失效；

欧拉（Euler）法：网格固定、物质在其中流动，适合流体，但难以精确捕捉固体结构边界；

ALE 法：综合二者优点，计算中对流体网格进行重分（remap），在保持结构拉格朗日描述的同时，使水体、空气等流体以多物质形式在 ALE 网格中输运，既能准确描述水下爆炸冲击波传播，又能避免网格畸变，是本报告的首选算法。

炸药与水体、空气共同定义于 ALE 多物质域内，海床岩石与码头混凝土采用拉格朗日实体单元，二者通过流固耦合界面（耦合力/位移）传递压力与运动，从而真实再现冲击波由水介质向结构传递并激起振动的全过程。

（3）炸药状态方程与材料模型

炸药采用高能炸药燃烧模型，配合 JWL（Jones—Wilkins—Lee）状态方程描述爆轰产物压力—比容—内能关系：

$$p = A(1 - \omega/V)e^{(-R_1 V)} + B(1 - \omega/V)e^{(-R_2 V)} + \omega E/V \quad (5-3)$$

式中 A、B、 R_1 、 R_2 、 ω 为炸药材料常数，V 为相对体积，E 为单位体积内能。

水与空气作为可压缩流体，采用 *MAT_NULL 配合 Grüneisen/线性多项式状态方程模拟；海床基岩与码头混凝土同为脆性材料，采用 JH-2（Johnson-Holmquist）本构（*MAT_JOHNSON_HOLMQUIST_CONCRETE）。

（4）振动响应提取方法

数值仿真完成后，在 LS-PREPOST 后处理中提取码头结构体上的质点振动速度时程曲线，取其三方向分量的合成峰值（PPV，质点峰值振动速度）作为评价量，与规范限值 3.0cm/s 比对。同时，以萨道夫斯基经验公式作为独立校核，形成“数值仿真+经验公式”双重验证，确保结论可靠。

5.2.2.4.3 几何模型建模及参数设置

本章建模依据所提供的 ANSYSAPDL 命令流整理。整体采用 ANSYS 前处理生成 K 文件，由 LS-DYNA 求解器完成显式动力计算。

（1）模型概况与坐标体系

模型采用 cm-g- μ s 单位制。以爆源所在港池航道为建模中心，建立具有代表性的二维剖面模型：X 向为沿航道/码头方向，跨度 200m；Y 向为竖直方向，码头混凝土结构向上延伸至约 60m，如下图所示。

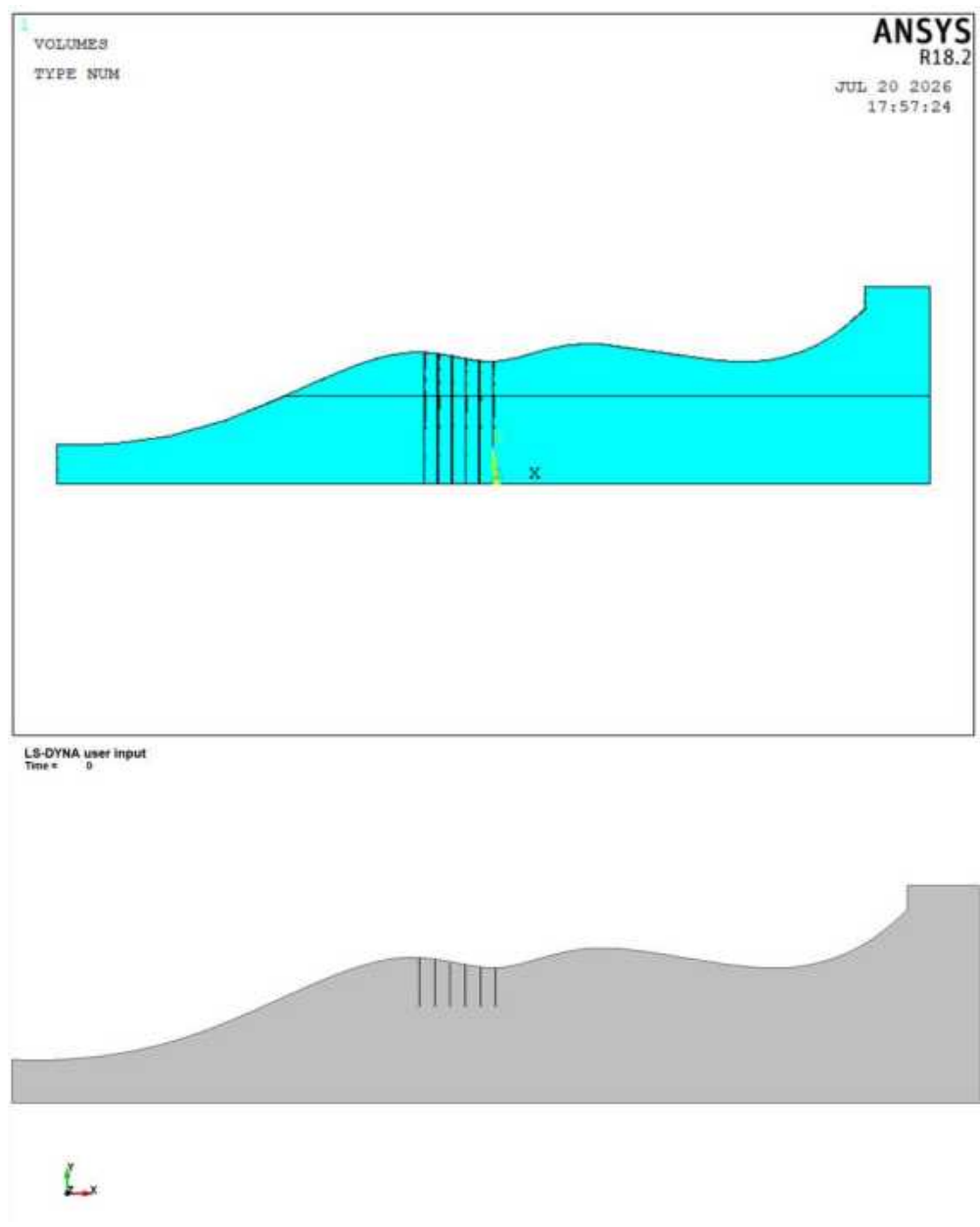


图 5.2-29 几何模型

（2）几何建模

建模按以下逻辑在 ANSYS 前处理中完成（关键命令流对应关系如下）：

海床与礁石：以样条（BSPLIN）拟合海床地形剖面，控制点依次为(-100,9)、(-60,15)、(-20,30)、(0,28)、(20,32)、(60,28)、(85,40)(单位 m)；在 x=85m 处构建礁石竖段(y=40~45m)，形成靠近北码头的白岩礁形态；海床底面（y=0）作为固定约束面。

流体域（水+空气）：以矩形 RECTNG(-100k,100k,0,50k)生成流体平面域，经分区（ASBW）与拉伸（VEXT）形成三维水体/空气域（liuti2），其中 y=0~40m 赋为水体，y=40~60m 区间赋为码头混凝土结构。

码头结构：北侧续建码头混凝土结构位于 x=85m 处、y=40~60m 的混凝土域，作为

受振保护对象参与流固耦合计算。

炸药（装药）：在流体域（水）内沿航道方向布置 6 个装药，代表岩石爆破装药群。依据 K 文件*INITIAL_DETONATION，6 个起爆点均位于水下 $y \approx 2326.67\text{cm}$ （约 23.3m 深度）、 $z=20$ ，x 由 -13.8cm 至 -1582.8cm 沿 $-x$ 方向依次布设，按 0/5/10/15/20/25ms 顺序延时起爆；单段药量按施工方案 $\leq 200\text{kg}$ 控制。

（3）单元类型与网格划分

全部实体采用 SOLID164 六面体单元，以扫略（VSWEEP）方式划分。为兼顾精度与效率，对装药与岩体采用较密网格，对水体与结构采用相对稀疏网格：

炸药、岩体单元尺寸： $\text{esize}=1.2 \cdot d$ （约 0.24m）；

水体、混凝土结构单元尺寸： $\text{esize}=1.5 \cdot d$ （约 0.30m）。

单元算法：海床基岩 / 码头混凝土结构采用拉格朗日实体单元（*SECTION_SOLID,elform=1）；炸药、水、空气采用 ALE 多物质单元（*SECTION_SOLID,elform=11），以支持流体内多相输运与界面捕捉。

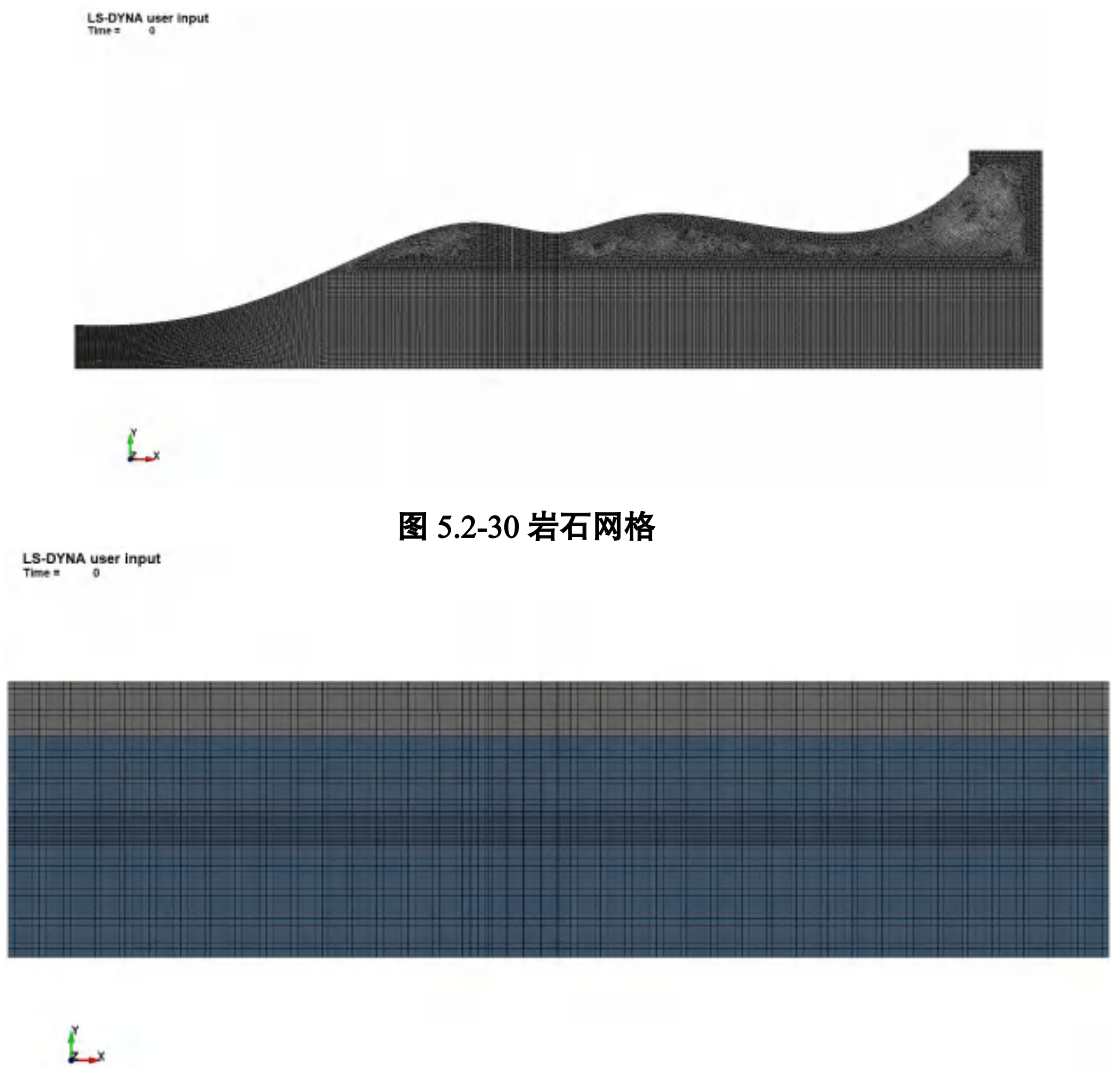


图 5.2-30 岩石网格

图 5.2-31 水域、空气域网格

模型经分区的网格统计（单元数、节点数）建议在求解完成后于 LS-PREPOST 中汇总，下表为统计。

表 5.2.12 网格划分与单元算法统计表

组成部分	材料/介质	单元类型	单元尺寸	单元数	节点数
海床基岩/码头混凝土	混凝土 (JH-2)	SOLID164(Lagrange, elform=1)	1.2d	70440	143270
炸药装药	2 号岩石乳化炸药	SOLID164(ALE, elform=11)	1.2d	180	744
水体	水	SOLID164(ALE, elform=11)	1.5d	94431	190848
空气	空气	SOLID164(ALE, elform=11)	1.5d	22814	47040
合计	—	—	—	187865	379814

（4）材料参数

依据生成的 K 文件（SECTION/MATERIAL/PART 定义），各介质采用如下材料模型与参数（单位制 cm-g-μs）：

表 5.2.13 材料模型与参数表

PART	材料/介质	材料模型
1	海床基岩/码头混凝土	*MAT_JOHNSON_HOLMQUIST_CONCRETE(JH-2)
2	炸药（2 号岩石乳化炸药）	*MAT_HIGH_EXPLOSIVE_BURN+*EOS_JWL
3	水	*MAT_NULL+*EOS_GRUNEISEN
4	空气	*MAT_NULL+*EOS_LINEAR_POLYNOMIAL

说明：海床基岩与码头混凝土同为脆性材料，统一采用 JH-2（Johnson-Holmquist）混凝土本构描述其受压损伤与失效；炸药采用炸药燃烧模型配合 JWL 状态方程；水与空气作为可压缩流体，以*MAT_NULL 配合 Grüneisen/线性多项式状态方程在 ALE 多物质网格中输运。表中ρ为密度，D 为爆速，其余为各模型特征常数。

（5）边界条件、流固耦合与载荷

ALE 多物质组：*ALE_MULTI-MATERIAL_GROUP 将炸药(PART2)、水(PART3)、空气(PART4)纳入同一 ALE 多物质组，实现流体内多相输运；

流固耦合：*CONSTRAINED_LAGRANGE_IN_SOLID 将 ALE 流体组（组 1）与拉格朗日结构（混凝土 PART1）耦合，由流体向结构传递压力、由结构向流体传递位移，真实再现冲击波激起码头振动；

非反射边界：在流体域外边界（x=-100k 面、y=50k 面）施加无反射边界（EDNB），吸收向外传播的冲击波，避免边界反射干扰；

底部固定：海床底面（y=0）施加全约束（DA,ALL,ALL），模拟半无限地基；

对称面：Z=0 与 Z=20 两面约束 UZ，等效平面应变切片；

起爆载荷：*INITIAL_DETONATION 在 6 个装药中心依次起爆（详见 3.6 节），爆源压力由炸药 JWL 状态方程驱动。

（6）求解控制参数

求解控制由 ANSYS 求解器关键字写入 K 文件（cccccc.K），主要参数如下：

表 5.2.14 求解控制参数表

控制项	命令/关键字	取值	说明
能量输出	EDENERGY	1,1,1,1	输出各项能量
ALE 多物质	EDALE	ADD,ALL,...	全流场 ALE 重映
全局阻尼	*DAMPING_GLOBAL	0.002	微弱全局阻尼，抑制高频数值噪声
时间步因子	EDCTS	0.67	稳定性缩放系数
二进制输出	EDRST	0.5	d3plot 云图输出间隔
时程输出	EDHTIME	0.5	ASCII 时程文件输出间隔
初始条件	EDSTART	0,85000000,7	起爆相关初始设置
求解器输出	EDOPT/EDWRITE	lsdyna,cccccc.K	写出 LS-DYNAK 文件
部件生成	EDPART	CREATE	生成 PART 定义

起爆布置（*INITIAL_DETONATION）：6 个起爆点均位于水下 y≈2326.67cm（约 23.3m 深度）、z=20；x 坐标由-13.8cm 依次至-1582.8cm 沿-x 方向布设（间距约 3.27m），起爆延时分别为 0/5/10/15/20/25ms，即各装药间隔 5ms 顺序起爆；爆源至北侧续建码头（x≈+85m）水平距离约 85~101m。

设置格式[cr 杨]: 非突出显示

（7）结论

本报告针对福建华东船厂一期码头续建工程水下炸礁岩石爆破，采用 ANSYS/LS-DYNA 显式动力有限元与 ALE 流固耦合方法，建立了“炸药—水—海床—码头”多介质三维数值模型，对爆破振动向周边码头的传播进行了仿真分析。

删除[cr 杨]: 2#码头

仿真结果表明，最不利保护对象北侧续建码头（距爆区 85m）处质点峰值振动速度小于规范限值 3.0cm/s，东北侧一期维修码头（314m）处同样满足要求，符合《爆破安全规程》GB6722—2014 与《水运工程爆破技术规范》JTS204—2023 的规定。

删除[cr 杨]: 2#

经验公式校核与数值仿真结论一致，双重验证表明施工方案中单段药量≤200kg、微差起爆等振动控制措施合理、安全裕度充足。

5.2.2.5 水下爆破炸礁石噪声对海洋生物影响评价计算报告

5.2.2.5.1 项目概况与评价目的

计算爆心 500m 处水下峰值声压级 SPLpk；依据 HY/T0341—2022 阈值，判别该声级对鱼类、海洋哺乳动物等的影响程度；计算本次爆破造成的海洋生物（游泳生物/鱼类）资源损失量，提出减缓措施建议。

表 5.2.15 工况参数

参数	取值	说明
炸药类型	2#乳化炸药	水下爆破常用工业炸药
单次爆破总装药量 Q	200kg	取总装药量作保守输入
爆破方式	水下钻孔爆破（炸礁）	装药分散于岩层炮孔
水深 h	20m	爆心所处水深
目标评价距离 r	500m	距爆心水平距离
基准声压 pref	1μPa（=10 ⁻⁶ Pa）	水下声学标准基准（HY/T0341）

（1）评价依据与标准

采用标准为 HY/T0341—2022 《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》；GB6722—2014《爆破安全规程》（水下爆破安全相关条款）；《水下钻孔爆破的爆炸冲击波测试与分析》（水中冲击波峰值压力半经验公式来源）。

关键影响阈值（取自 HY/T0341—2022）如下表所示

表 5.2.16 人为水下噪声对鱼类影响阈值（脉冲噪声，dBre1 μPa）

鱼类听力分组	致死或潜在致死	损害	行为响应（下限）
无鱼鳔鱼类	219SELcum 或 213SPLpk	216SELcum 或 213SPLpk	207SELcum 或 202SPLpk
有鳔、鱼鳔与内耳物理连接	219SELcum 或 213SPLpk	216SELcum 或 213SPLpk	207SELcum 或 207SPLpk
有鳔、鱼鳔与听力无关	210SELcum 或 206SPLpk	207SELcum 或 203SPLpk	200SELcum 或 196SPLpk
卵和幼体	210SELcum 或 206SPLpk	207SELcum 或 203SPLpk	—

表 5.2.17 人为水下噪声对海洋哺乳动物影响阈值（脉冲噪声，dBre1 μPa）

类群	TTS	PTS（永久听觉损伤）
低频鲸目	179SELw 或 199SELw	183SELw 或 219SPLpk
高频鲸目	178SELw 或 198SELw	186SELw 或 219SPLpk
鳍足类	约 175SELw	约 191SPLpk

评价原则（指南）：对脉冲噪声，取 SPLpk 与 SEL 中“先达到者”作为判据。

（2）声学计算模型与公式

炸礁为钻孔爆破，装药分散于岩层，水中冲击波远低于裸药包自由场爆炸。采用现场实测拟合公式：

水中冲击波峰值压力（水下钻孔爆破，实测半经验公式）：

$$P_m = 205.29 \left(\frac{Q}{r} \right)^{0.2488} \text{ KPa}$$

(5-5)

Q=200kg（2#乳化炸药，按实际药量计），r=500m

计算得 P_m=0.798kPa=798.2Pa

峰值声压级（HY/T 0341—2022 附录 B.3）

$$SPL_{pk} = 20 \log_{10} \left(\frac{p_{pk}}{p_{ref}} \right), p_{ref} = 1 \mu Pa \tag{5-6}$$

$$SPL_{pk} = 20 \log_{10} \left(\frac{798.2}{10^{-5}} \right) = 178.0 dB \text{ re } 1 \mu Pa \tag{5-7}$$

计算结果：爆心 500m 处峰值声压级 SPLpk≈178.0dBre1μPa，声暴露级约 158dB。

表 5.2.18 公式说明

公式	用途	依据
公式(1)	钻孔爆破水中冲击波峰值压力	柯松林等, 中国工程科学, 2014, 16(11), 厦门港古雷航道炸礁实测拟合
公式(2)	峰值声压级	HY/T 0341—2022 附录 B.3（规范性附录"水下噪声要素计算公式"）

5.2.2.5.2 影响评价分析（对照指南阈值）

（1）对鱼类的影响

最敏感鱼类（石首科等有鳔物理连接组、无鳔组）致死/损伤判据为 213dB SPLpk（或 219/216dB SELcum）。500m 处 SPLpk=178.0dB<<213dB；SEL≈158dB<<219dB SELcum。结论：爆心 500m 处声级远低于鱼类致死、损害及行为响应（下限 202dB SPLpk）阈值，该距离处鱼类不受致死、实质性损伤或明显行为干扰影响。

（2）对海洋哺乳动物的影响

PTS（永久听觉损伤）判据：低频/高频鲸目 219dB SPLpk，鳍足类约 191dB SPLpk。500m 处 SPLpk=178.0dB，显著低于上述阈值；TTS 阈值（168~199dB SELw 对应更高 SPLpk）亦未达到。结论：500m 处海洋哺乳动物无听觉永久损伤（PTS），亦无明显暂时性听力阈移（TTS）。

（3）对卵、仔稚鱼及其他类群

卵和幼体致死阈值 206dB SPLpk，500m 处 178dB 远低于此，安全；海龟等其余类群阈值介于鱼类与海洋哺乳动物之间，结论相同。

5.2.2.5.3 结论

200kg2#乳化炸药水下钻孔爆破（水深 20m，炸礁）条件下，爆心 500m 处峰值声压级 SPLpk≈178.0dBre1μPa，声暴露级约 158dB。对照 HY/T0341—2022 阈值，500m 处声级远低于鱼类致死/损伤（213dB SPLpk）、海洋哺乳动物 PTS（219dB SPLpk）及行为响应阈值，该距离处海洋生物安全。

5.3 地下水环境影响评价

项目所在区域水文地质资料引用《福建华东船厂有限公司修造船项目舾装码头与船台区施工设计极端工程地质勘察报告》（福建省地质工程勘察院，2008 年 10 月）以及《福建华东船厂有限公司十四五技术改造项目（一期）8 万吨级宽体干船坞岩土工程勘察报告》（福建岩海岩土工程有限公司，2023 年 10 月）。

5.3.1 水文地质

场地分布低段主要限于滨海与滩涂地貌，根据罗源际头村潮水位观测值资料，罗源湾最高潮水位 8.13m，最低潮水位-0.62m，最大潮差 8.14，对本地有影响的台风平均每年 5.4 次，每月 7~9 月为台风盛行期，约占年出险总数的 88%。受海水波浪、潮汐冲击力、船舶停靠挤压力等作用明显。受台风影响时风力一般 6~8 级，阵风 9~10 级，风向 NE，最大风速可达 40m/s，台风期间洪水暴涨，具有较大的破坏性。

5.3.2 地形地貌

勘察场地位于罗源湾北部，属丘陵、海湾滩涂与滨海地貌单元连接带，项目所在地主要限于海滨地貌，地面地标高啊-15.27~-4.73m；目前陆域与驳岸线已形成，舾装码头东北侧陆域与船台形成一高程 5.6~6.3m 的人工平台区。

拟建 4#船坞场地多为为现状混凝土平台，堤岸及海域；钻探期间场地尚未平整，场地周边主要为海域及空地。

场地地貌单元主要为海陆交互-海岸平原地貌，勘察期间揭露的岩土层为人工堆填的素填土，海陆交互成因的淤泥、冲淤积成因的粘性土、砂土、碎石土，残积成因的残积土，基底为不同风化程度的花岗岩层。

勘察期间，地面标高为-8.62 ~ 5.58m，场地相对整平，高差相对较小，各钻孔孔口标高介于-8.31 ~ 5.49m，拟建场地北侧、东侧、西侧 20m 范围内为空地，南侧约 6m 处罗源湾海域部分。场地周边的无边坡陡坎，不存在岩溶、危岩和泥石流、采空区、破碎带、地面沉降等不良地质作用和地质灾害。

5.3.3 地下水埋藏条件及类型

根据场地区内地下水赋存条件、水理性质及水利特征，地下水主要为下部基岩裂隙承压水。下部基岩的孔隙裂隙承压水、基岩属弱透水性、富水性贫乏。

淤泥渗透系数为 K_v 为 $3.71 \times 10^{-7} \sim 9.42 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，平均值 $6.30 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，渗透系数 K_h 为 K_v 为 $2.42 \times 10^{-7} \sim 7.97 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，平均值 $5.82 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，属极微渗透水性，富水性极差。

粘性土混碎石渗透系数 K_v 为 $1.43 \times 10^{-4} \sim 6.69 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均值 $3.01 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，属极

微渗透水性，富水性差。

残积砂质性黏土透系数 K_v 为 $5.2 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，渗透系数 K_h 为 K_v 为 $1.71 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属极微渗透水性，富水性差。

地下水接收大气降水及东北面邻区地下水间接补给，向西南面邻区排泄。场地内的地下水以蒸发及下渗的方式排泄。

5.3.4 地下水资源及开发利用现状

项目周边居民不以地下水为生活用水水源，评价区及周边可能影响范围内无地下水集中式饮用水准保护区或补给径流区，无地下水资源保护区，无分散式饮用水水源地，地下水环境敏感程度属不敏感。

5.3.5 地下水环境影响识别

（1）正常状况

根据工程分析，本项目产生的废水主要包括含油废水、船壳高压冲洗水和零件清洗水。进入含油污水处理系统处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表4中一级排放标准后与处理后的生活污水一并排放。

项目生产区、含油污水处理站、事故池、污水管道等严格按耐腐蚀、防渗水等要求设计，采用防水、防腐、防冲击、耐磨的面层材料，因此正常状况下不会出现污染物渗漏进入地下水系统的情况发生。

（2）非正常状况

非正常状况下，项目污水处理站池子底部破损，污水管道由于连接处（如法兰、焊缝）开裂或腐蚀磨损等原因，会导致废水渗漏进入并污染地下水。

5.3.6 地下水环境影响预测

（1）预测范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），项目地下水环境影响现状调查评价范围可采用公式计算法进行确定。

$$L = \alpha \times K \times I \times T / n_e$$

式中：L—下游迁移距离，m；

α —变化系数， $\alpha \geq 1$ ，一般取2；

K—渗透系数，m/d，项目区域为中~强透水层，属富水层，取5；

I—水力坡度，无量纲；

T—质点迁移天数，按工程设计年限20年计，取值7300d；

ne—有效孔隙度，无量纲。

表 5.3.1 项目地下水下游迁移距离取值表

项目		单位	本项目	备注
参数	a 变化系数	无量纲	2	
	K 渗透系数	m/d	5	杂填土
	I 水力坡度	无量纲	0.005	
	T 质点迁移天数	d	7300	按工程设计年限 20 年计
	ne	无量纲	0.3	
计算结果	L	m	1217m	取整
场地两侧	L/2	m	608.5 m	场地上游距离根据评价需求确定，场地两侧不小于 L/2。
场地上游	L 上游	m	100m	

通过公式计算法计算结果可知，则本项目地下水环境影响评价范围为项目厂界上游 100m，东侧 608.5 m，西两侧及厂界下游以罗源湾为评价边界。

（2）预测时段

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）的要求，并结合本项目的实际情况，选定预测时段为污染发生后 100d、1000d、10 年（3650d）、20 年（7300d）。

（3）情景设置

项目生产区、污水处理站、事故池、污水管道等严格按耐腐蚀、防渗水等要求设计，采用防水、防腐、防冲击、耐磨的面层材料，因此正常状况下不会出现污染物渗漏进入地下水系统的情况发生。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016），可不进行正常状况情景下的预测，只对非正常状况情景进行预测。本次评价，主要考虑事故情况下油漆库地面防渗层破损未及时修复，日常操作不合规溶剂自桶内洒漏入渗对区域地下水造成的影响。

（4）预测因子

二甲苯超标浓度值采用《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中二甲苯的Ⅲ类标准（0.5mg/L）二甲苯影响浓度值参照《水质 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ639-2012）中邻二甲苯的检出限 0.0014mg/L。

表 5.3.2 污染物标准值及检出限

污染物	检出限	检测方法	Ⅲ类限值
二甲苯	0.0014mg/L	HJ 639-2012《水质 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》	0.5mg/L

（5）预测源强

根据设置的预测情景，按照最不利因素影响考虑，选取含有二甲苯且用量最大的环氧漆作为预测对象，环氧漆溶剂桶为 200L 标准桶(直径 53cm×高 93cm)，二甲苯占成分

的 15%，二甲苯浓度为 0.865g/mL，折算二甲苯总量为 25.95kg。假设一桶环氧漆全部泄露，考虑到油漆库内地面破损程度的实际状况，并结合同类报告，根据经验，按泄露量的 20%作为直接渗入量，其泄露的污染物质量为 5.19kg。油漆库占地面积约为 800m²，假设防渗破损区域为 10m×10m 面积为 100m²的矩形区域。

（6）预测模型

本项目地下水评价等级为三级，用水主要由自来水供应公司供给，项目无取用地下水，故对地下水环境的流场条件影响很小，主要可能影响的是地下水水质。对照《环境影响评价技术导则—地下水环境》(HJ610-2016)，本项目可采用解析解模型预测污染物在含水层中的扩散（本项目为地下水三级评价，但水文地质条件简单，主要预测污染物在含水层中的扩散，满足采用解析模型预测的条件）：

1、污染物的排放对地下水流场没有明显的影响；2、评价区含水层的基本参数，如渗透系数，有效孔隙度等不变或变化很小），评价采用导则中推荐的一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界的解析解预测模型：

$$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}}\right) + \frac{1}{2} e^{\frac{ux}{D_L}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}}\right)$$

式中：x—距注入点的距离，m；

t—时间，d；

C(x,t)—t 时刻 x 处的示踪剂浓度，g/L；

C0—注入的示踪剂浓度，g/L；

n—根据地勘资料，孔隙度取 0.3；

u—水流速度，m/d，u=KI/n；

纵向弥散系数，m²/d。

水流速度：评价区含水层渗透系数最大值为 5m/d，地下水主要流向自厂区东向西方向迳流，水力坡度根据地形估算，取值为 I=0.005。可计算地下水的渗流速度：V=5m/d×0.005=0.025m/d。根据工程地质勘察报告，地下水含水层岩性以强夯素填土、砂岩为主，根据相关经验，有效孔隙度 n 取 0.3。水流速度 u 取为实际流速 u=V/n=0.083m/d。

弥散系数：据 2011 年 10 月 16 日，环保部环境工程评估中心在北京组织召开了《环境影响评价技术导则—地下水环境》(HJ610-2011)专家研讨会，与会水文地质专家一致认为弥散试验的结果受试验场地的尺度效应影响明显，其结果应用受到很大的局限性。因此，一般不推荐开展弥散试验工作。根据经验值取 10m(参考前人的研究成果(李国敏，陈崇希)，空隙介质水动力弥散尺度效应的分型特征及弥散度初步估计，1995.7，地球科学)。

纵向弥散系数 $DL=aL \times u=0.83m^2/d$

(7) 预测结果

本次评价在不考虑污染衰减的情况下，预测 100 天、1000 天、10 年、20 年、30 年污染物的迁移距离，预测结果见表 5.3.3 及图 5.3-1~图 5.3-4。

表 5.3.3 不同预测年限污染物二甲苯迁移距离及浓度

下游位置 X(m)	100 天浓度分布 (mg/L)	1000 天浓度分布 (mg/L)	10 年浓度分布 (mg/L)	20 年浓度分布 (mg/L)
0	4.35	0.21	0.00	0.00
15	4.68	0.42	0.00	0.00
30	1.30	0.73	0.00	0.00
45	0.09	1.10	0.00	0.00
60	0.00	1.44	0.01	0.00
75	0.00	1.66	0.01	0.00
90	0.00	1.67	0.02	0.00
105	0	1.46	0.03	0.00
120	0	1.12	0.06	0.00
135	0	0.75	0.09	0.00
150	0	0.44	0.13	0.00
165	0	0.22	0.18	0.00
180	0	0.10	0.26	0.00
195	0	0.04	0.34	0.00
210	0	0.01	0.44	0.00
225	0	0.00	0.54	0.00
240	0	0.00	0.64	0.00
255	0	0.00	0.73	0.00
270	0	0.00	0.81	0.01
285	0	0.00	0.86	0.01
300	0	0.00	0.89	0.01
315	0	0.00	0.88	0.02
330	0	0.00	0.84	0.03
345	0	0.00	0.77	0.04
360	0	0.00	0.68	0.05
375	0	0.00	0.58	0.07
390	0	0.00	0.47	0.09
405	0	0.00	0.38	0.12
420	0	0.00	0.29	0.15
435	0	0.00	0.21	0.19
450	0	0.00	0.15	0.23
465	0	0.00	0.10	0.28
480	0	0.00	0.07	0.33
495	0	0.00	0.04	0.38
510	0	0.00	0.03	0.43

525	0	0.00	0.02	0.48
540	0	0.00	0.01	0.52
555	0	0.00	0.00	0.56
570	0	0.00	0.00	0.59
585	0	0.00	0.00	0.62
600	0	0.00	0.00	0.63
615	0	0.00	0.00	0.63
630	0	0.00	0.00	0.61
645	0	0.00	0.00	0.59
660	0	0.00	0.00	0.56
675	0	0.00	0.00	0.52
690	0	0.00	0.00	0.47
705	0	0.00	0.00	0.42
720	0	0.00	0.00	0.37
735	0	0.00	0.00	0.32
750	0	0.00	0.00	0.27
765	0	0.00	0.00	0.22
780	0	0.00	0.00	0.18
795	0	0.00	0.00	0.14
810	0	0.00	0.00	0.11
825	0	0.00	0.00	0.09
840	0	0.00	0.00	0.07
855	0	0.00	0.00	0.05
870	0	0.00	0.00	0.04
885	0	0.00	0.00	0.03
900	0	0.00	0.00	0.02
915	0	0.00	0.00	0.01
930	0	0.00	0.00	0.01
945	0	0.00	0.00	0.01
960	0	0.00	0.00	0.00
975	0	0.00	0.00	0.00
990	0	0.00	0.00	0.00



图 5.3-1 泄漏点下游污染物二甲苯迁移距离及浓度分布

预测结果显示，泄漏后污染物二甲苯在 100 天时，预测的最大值为 5.356759mg/L，预测超标距离最远为 36m；影响距离最远为 60m；1000 天时，预测的最大值为 1.693956mg/L，预测超标距离最远为 146m；影响距离最远为 236m；3650 天时，预测的最大值为 0.8866571mg/L，预测超标距离最远为 386m；影响距离最远为 582m。7300 天时，预测的最大值为 0.6269612mg/L，预测超标距离最远为 679m；影响距离最远为 990m。若二甲苯泄漏，会对区域的地下水产生一定的影响，本评价要求企业应在日常及时巡查油漆库，检查油漆库防渗层是否破损，如果发现破损情况应及时修复。制定溶剂桶转移操作规程，避免员工日常操作过程导致溶剂桶内溶剂洒漏。因此，综合以上评价，在及时切断泄漏源，避免泄漏的情况下，则本项目的建设对区域地下水的影响是可以接受的。

5.3.7 地下水环境污染预防、监测与管理

5.3.7.1 源头控制

源头控制措施主要包括在工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应措施，防止和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏事故降到最低程度。

将生产装置区域内易产生泄漏的设备按其物料的物性分类集中布置，对于不同物料性质的区域，分别设置围堰。

完善地表污水和雨水的收集系统，减少污染物下渗的可能性。新建输送污水压力管道尽量采用地上敷设，重力收集管道宜采用埋地敷设；埋地敷设的排水管道在穿越厂区

干道时采用套管保护，禁止在重力排水的污水管线上使用倒虹吸管。

所有穿过污水处理构筑物壁的管道预先设置防水套管，防水套管的环缝隙采用不透水的柔性材料填塞。

对油漆库、危废间、油泥减量化车间地面的贮存条件符合《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)、《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)、《石油化工企业防火设计规范》(GB501650)等技术标准，做好防渗措施。仓库内凡设有出水口及地漏的地面均做0.5%坡度坡向地漏或出水口，堆放场内设有导流沟和收集池，并做好标识标签和警示牌。

5.3.7.2 污染分区防渗

原项目环评编制中未提及项目地下水防渗要求，本次改建环评将重新核实各厂区范围，划分防渗分区。

参照《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)，污染防治区的防渗应根据地下水环境敏感程度、含水层易污染特征和包气带防污性能等，采取不同的设计方案。污染防渗分区分为简单防渗区、一般防渗区和重点防渗区。

简单防渗区：指没有物料或污染物泄漏，不会对地下水环境造成污染的区域或部位。在非污染防治区，可不进行防渗工程施工，本项目简单防渗区为办公楼。

一般防渗区：指在污染地下水环境的物料或污染物泄漏后，可及时发现和处理的区域或部位。本项目包括：钢材堆场、各车间、船坞。防渗技术要求按照等效黏土防渗层 $M_b \geq 1.5m$ ， $K \leq 1 \times 10^{-7} cm/s$ ，或参照GB16889执行。

重点防渗区：指污染地下水环境的物料或污染物泄漏后，不易及时发现和处理的区域或部位。本项目包括油泥减量化车间、污水处理站、危废库、油漆库。防渗层的防渗性能不应低于6.0m厚渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} cm/s$ 的黏土层的渗透性能，或参照GB18598执行。

详见表5.3.4和图5.3.5。

表 5.3.4 本项目场地地下水污染防渗分区

序号	装置、单元名称	污染防治区类别	包气带防污性能	污染控制难易程度	污染物类型	防渗技术要求
1	油漆库	重点防渗	弱	难	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥6.0m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
2	加油点	重点防渗	弱	难	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥6.0m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
3	油泥减量化车间	重点防渗	弱	难	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥6.0m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
4	危废库	重点防渗	弱	难	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥6.0m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
5	储液池	重点防渗	弱	难	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥6.0m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
6	污水处理站	重点防渗	弱	难	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥6.0m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
7	各类堆场	一般防渗	弱	易	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
8	仓库、集配中心	一般防渗	弱	易	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
9	室外装焊平台	一般防渗	弱	易	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
10	空压站	一般防渗	弱	易	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
11	二次砂厂房、砂库	一般防渗	弱	易	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
12	总装平台	一般防渗	弱	易	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
13	各车间	一般防渗	弱	易	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
14	船坞	一般防渗	弱	易	持久性有机污染物	等效黏土防渗层 Mb≥1.5m, K≤1×10 ⁻³ cm/s,或参照 GB18598 执行。
15	办公楼	简单防渗	中	易	/	一般地面硬化

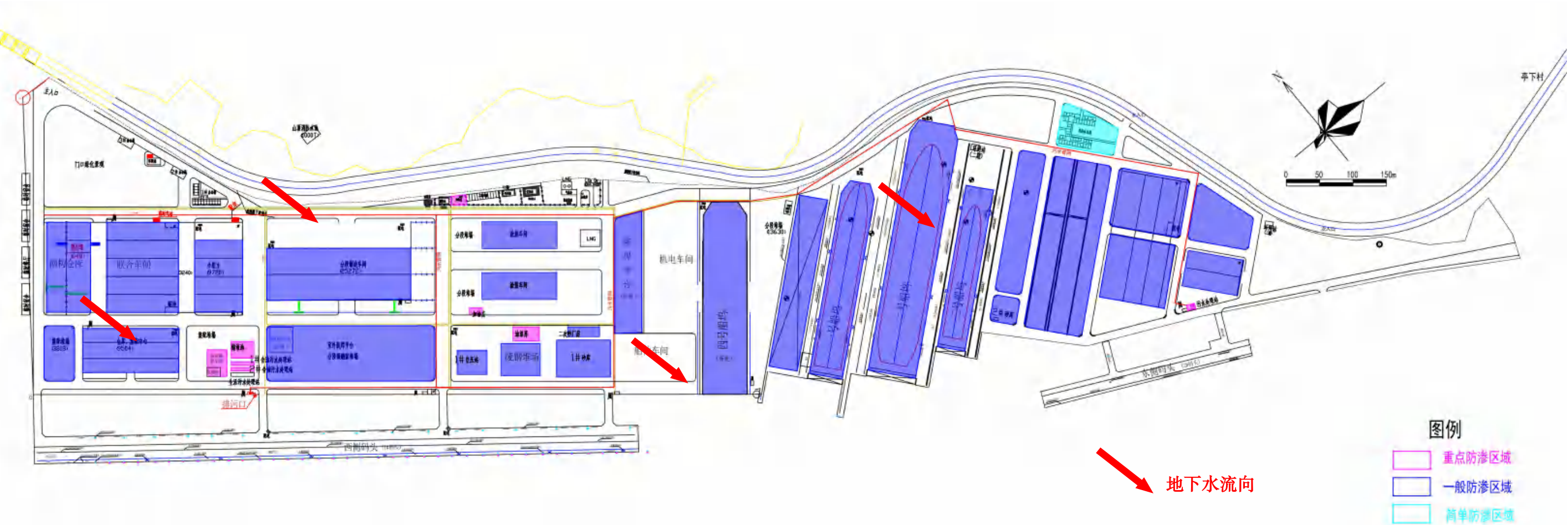


图 5.3-2 本项目场地地下水污染防渗分区图

5.3.8 小结

本项目正常运行情况下，较难以对地下水环境造成不利影响。但如发生危废及油泥贮存车间、污水站泄漏而未及时处置的情况下，可能对地下水环境造成污染，从预测结果看总体来说，泄漏的污染尺度不大，污染可控。

地下水污染具有隐蔽性和难以逆转性，一旦受污染，治理及恢复的成本很高，难度很大。因此建设单位要按照《中华人民共和国水污染防治法》、《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）的相关规定，按照“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”的原则，严格落实本次评价提出的地下水污染防治措施，杜绝地下水污染事故的发生。

5.4 土壤环境影响评价

土壤环境污染影响是指因人为因素导致某种物质进入土壤环境,引起土壤物理、化学、生物等方面特性的改变，导致土壤质量恶化的过程或状态。

5.4.1 影响因子识别

运营期厂区内自建的污水处理系统，本项目生产工艺废水均能有效收集处置，不涉及地面漫流，本项目油漆以溶剂桶形式储存于油漆库内，并按要求做好防渗，但存在溶剂桶破裂且油漆库地面防渗层破损未及时修复，日常操作不合规溶剂自桶内洒漏入渗等可能污染土壤环境，影响途径为垂直入渗；船坞露天喷砂粉尘中含少量氧化亚铜粉尘排放进入大气后，随着降水沉降污染土壤，影响为大气沉降污染土壤。项目服务期满后，原生产设备可外售处置，构筑物拆除，不会遗留影响土壤环境的因素。综上，本项目属于土壤污染影响型，本项目属于土壤污染影响类型和影响途径详见下表。

表 5.4.1 建设项目土壤环境影响类型及影响途径表

不同时段	污染影响型			
	大气沉降	地面漫流	垂直入渗	其他
建设期				
运营期	√		√	
服务期满后				

本项目土壤环境影响源及影响因子识别情况见下表。

表 5.4.2 污染影响型建设项目土壤环境影响源及影响因子识别表

污染源	工艺流程	污染途径	全部污染物指标	特征因子	备注 ^a	敏感目标 ^a
油漆库	储存	垂直入渗	二甲苯	二甲苯	事故	厂内土壤
船坞喷砂	喷砂	大气沉降	铜	铜	废气排放	厂内土壤
备注：a 应描述污染源特征，如连续、间断、正常、事故等；涉及大气沉降途径的，应识别建设项目周边的土壤环境敏感目标。						

5.4.2 垂直入渗影响分析

5.4.2.1 影响途径

本项目地下水污染防治措施表明，项目重点区域均实现防渗，可有效防止项目生产过程中，污染物下渗污染土壤和地下水的情况发生。因此，本项目主要污染途径为：防渗层设施老化破损情况下溶剂桶破裂或日常操作不当导致溶剂泄漏。

5.4.2.2 土壤污染预测情景设定

本项目溶剂桶储存于油漆库内，并按要求设置围堰并做好防渗，但存在溶剂桶破裂且油漆库地面防渗层破损未及时修复，日常操作不合规溶剂自桶内洒漏入渗等可能污染土壤环境，影响途径为垂直入渗。按最严重情况考虑，假定油漆库地面有一贯通性裂隙，直通土壤环境。污染物从防渗体破坏处注入，并设污染物浓度恒定。

5.4.2.3 预测及评价因子

根据土壤环境影响识别，本项目特征因子为二甲苯。考虑该污染物以点源的形式垂直入渗土壤，重点预测污染物可能影响的深度。

5.4.2.4 预测及评价标准

根据项目周边土地利用规划，评价范围内规划为工业用地。其中，工业用地评价标准采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（（GB 36600-2018））中第二类用地筛选值。

表 5.4.3 项目土壤环境影响预测评价标准

序号	污染物	筛选值 mg/kg	
		第一类用地	第二类用地
1	二甲苯	163	570

5.4.2.5 预测及评价方法

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），污染影响型建设项目，其评价工作等级为二级，预测方法可参见附录 E 或进行类比分析。

本方法适用于某种物质以点源形式进入土壤环境的影响预测。

a)一维非饱和溶质垂向运移控制方程：

$$\frac{\partial(\theta c)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\theta D \frac{\partial c}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (qc)$$

式中：c—污染物介质中溶度，mg/L；

D—弥散系数，m²/d；

q—渗流速率，m/d；
z—沿 Z 轴距离，m；
t—时间变量，d；
θ—土壤含水率，%；

b)初始条件

$$c(z,t) = 0 \quad t = 0, L \leq z < 0$$

c)边界条件

第一类 Dirichlet 边界条件，其中 E.6 适用于连续点源情景，E.7 适用于非连续点源情景。

$$c(z,t) = c_0 \quad t > 0, z = 0 \tag{E.6}$$

$$c(z,t) = \begin{cases} c_0 & 0 < t \leq t_0 \\ 0 & t > t_0 \end{cases} \tag{E.7}$$

第二类 Neumann 零梯度边界

$$- \theta D \frac{\partial c}{\partial z} = 0 \quad t > 0, z = L \tag{E.8}$$

5.4.2.6 预测参数

在收集相关土壤、地下水等资料的基础上，确定土壤环境影响预测所需参数值。

（1）预测参数

根据本项目岩土工程勘察报告，本区域土壤参数为：弥散系数为 0.5m²/d、渗流速率为 0.5m/d，土层含水率为 30%，土壤密度为 1.8×10³kg/m³。

（2）表层土壤物质的输入量

泄漏地点：如存放有溶剂桶的油漆库地面出现裂隙未及时修复，假定一个 1m 长，5cm 宽的裂隙，日常运行管理不佳的情况下有机溶剂跑冒滴漏严重造成连续泄漏，在此情况下污染物随时间和空间的变化。泄漏面积：1×0.05=0.05m²；污染源浓度：二甲苯浓度 0.865g/cm³；预测深度：6m。

表 5.4.4 本项目非正常渗漏源强一览表

预测情景	预测因子	浓度(g/cm³)	弥散系数 (m²/d)	渗流速率 (m/d)	土壤含水率 (%)	预测深度
油漆库地面防渗层破损泄漏	二甲苯	0.866	0.5	0.5	30	6m

5.4.2.7 预测结果

①溶剂桶泄漏

项目预测泄漏时间取值 10d、30d、60d、100d，预测对应的土壤累积增量，根据现状监测，厂内土壤中二甲苯未检出，因此本次预测不考虑叠加背景值。由表 5.4.5 可知：二甲苯非正常渗漏影响预测结果可知，泄漏 10 天、连续泄漏 30 天、连续泄漏 60 天，连续泄漏 100 天四种情形时，贡献值占标率在 84.31%以下，泄漏发生后 10d、30d、60d、100d 二甲苯浓度范围不断扩大，泄漏点附近土壤中的污染物浓度升高，区域内未出现污染物浓度超标的现象。因此油漆库应要求设有相应的防渗措施，并严格管理存储作业，防渗层如有损坏应及时修复，将污染物泄漏事故概率降到最低程度。

表 5.4.5 土壤环境中二甲苯预测结果表

时间	10d			30d			60d			100d		
距离 (m)	体积浓度 (mg/L)	质量浓度 (mg/kg)	占标率 (%)	体积浓度 (mg/L)	质量浓度 (mg/kg)	占标率 (%)	体积浓度 (mg/L)	质量浓度 (mg/kg)	占标率 (%)	体积浓度 (mg/L)	质量浓度 (mg/kg)	占标率 (%)
0	865.00	480.56	84.31	865.00	480.56	84.31	865.00	480.56	84.31	865.00	480.56	84.31
1	677.69	376.49	66.05	797.10	442.83	77.69	849.47	471.93	82.79	862.81	479.34	84.10
2	506.17	281.21	49.33	733.94	407.74	71.53	835.02	463.90	81.39	860.78	478.21	83.90
3	363.12	201.73	35.39	679.79	377.66	66.26	822.63	457.01	80.18	859.04	477.24	83.73
4	257.08	142.82	25.06	638.31	354.62	62.21	813.13	451.74	79.25	857.70	476.50	83.60
5	192.46	106.92	18.76	612.27	340.15	59.68	807.16	448.42	78.67	856.86	476.03	83.51
6	170.83	94.91	16.65	603.40	335.22	58.81	805.13	447.30	78.47	856.57	475.87	83.49

5.4.3 大气沉降影响分析

5.4.3.1 影响途径

废气污染物是以大气干、湿沉降的方式进入周围的土壤，从而使局地土壤环境质量逐步受到污染影响，本工程废气对土壤的影响主要为含重金属废气排放对土壤的影响。

5.4.3.2 土壤污染预测情景设定

污染物随废气排放进入环境空气后，通过自然沉降和雨水进入厂区周围土壤，由于污染物在空气中的迁移转换和沉降比较复杂，本次评价以全厂建成后排放的 Cu²⁺（0.08g/a）进入厂区周围土壤；表层土壤深度取 0.2m；表层土壤容重取 1800kg/m³；预测范围取项目占地及占地范围外 200m 区域，约 100 万 m²。

5.4.3.3 预测及评价因子

根据土壤环境影响识别，本项目特征因子为铜。因此，选取有土壤质量标准的铜作为预测因子。

5.4.3.4 预测及评价标准

根据项目周边土地利用规划，评价范围内规划为工业用地和村庄。其中，村庄土地采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（（GB 36600-2018））中第二类用地筛选值，工业用地评价标准采用《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》（GB15618-2018）中用地筛选值，见表 5.4.6。

表 5.4.6 项目土壤环境影响预测评价标准

序号	污染物	筛选值 mg/kg	
		第一类用地	第二类用地
1	铜	2000	18000

5.4.3.5 预测及评价方法

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），附录 E 中土壤环境影响预测公式如下：

（1）单位质量土壤中某种物质的增量可用下式计算：

$$\Delta S = n(I_s - L_s - R_s) / (\rho_b \times A \times D)$$

式中：ΔS—单位质量表层土壤中某种物质的增量，g/kg；

表层土壤中游离酸或游离碱浓度增量，mmol/kg；

I_s—预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质的输入量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中游离酸、游离碱浓度输入量，mmol；

L_s—预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经淋溶排出的量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中经淋溶排出的游离酸、游离碱的量，mmol；

R_s —预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经径流排出的量，g；

预测评价范围内单位年份表层土壤中经径流排出的游离酸、游离碱的量，mmol；

ρ_b —表层土壤容重，kg/m³；

A —预测评价范围，m²；

D —表层土壤深度，一般取 0.2m，可根据实际情况适当调整；

n —持续年份，a。

（2）单位质量土壤中某种物质的预测值可根据其增量叠加现状值进行计算，如下：

$$S = S_b + \Delta S$$

式中： S_b —单位质量表层土壤中某种物质的现状值，g/kg；

S —单位质量土壤中某种物质的预测值，g/kg。

5.4.3.6 有关参数的选择

污染物随废气排放进入环境空气后，通过自然沉降和雨水进入厂区周围土壤，由于污染物在空气中的迁移转换和沉降比较复杂，参考有关研究资料，重金属在土壤中一般不易被自然淋溶迁移，综合考虑作物富集、土壤侵蚀和土壤渗漏等。本次评价以全厂建成后排放的重金属的千分之一沉降进入厂区周围土壤，本次评价以全厂建成后排放的Cu²⁺（0.08g/a）；表层土壤深度取 0.2m；表层土壤容重取 1800kg/m³；预测范围取船坞喷砂粉尘沉降区域，约 100 万 m²。由于区域土壤背景值可较长时间维持一定值，变化缓慢，厂内区域土壤背景值采用收集及现状监测值的平均值 Cu：379.14g/kg。

表 5.4.7 土壤环境质量监测结果 （单位：g/kg）

检测项目	污水站南侧 S1			办公楼南侧空地 S2			危废库北侧 S3			厂界北侧 S4	T01 厂界外东南侧	T11 2#砂库西南侧	T12 废矿堆场	第二类用地筛选值
	0-0.5m	0.5-1.5m	1.5-3.0m	0-0.5m	0.5-1.5m	1.5-3.0m	0-0.5m	0.5-1.5m	1.5-3.0m	表层样	表层样	表层样	表层样	
Cu	953	736	746	100	58	78	345	514	366	65	202	1040	328	18000

5.4.3.7 预测结果与分析

本评价不考虑预测评价范围内单位年份表层土壤中某种物质经淋溶及径流排出的量，采用土壤中污染物累积模式计算的第 5 年、第 10 年、第 20 年的土壤中铜在项目区评价范围的最大预测值，见下表。

表 5.4.8 大气沉降对场内土壤累积影响预测结果一览表 （单位：g/kg）

污 染 物	标准值	现状值	5 年		10 年		20 年	
			增量	叠加	增量	叠加	增量	叠加
铜	18000	425.46	1.67×10^{-11}	425.46	3.33×10^{-11}	425.46	6.67×10^{-11}	425.46

根据预测，在 20 年服务期限内，铜在土壤中的最大累积浓度约为 6.67×10^{-11} g/kg。相对于本底值来说增量非常小，能符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600—2018）中用地筛选值要求，因此对土壤环境的影响可接受。企业在日常运行中应加强管理，确保各污染治理设施正常运行，以减少对周边环境的影响。

5.4.4 小结

周边地块现已规划为工业用地，本项目涉及农田、居住用地等敏感目标，敏感目标为项目厂址周边 120m 范围内的亭下村。船坞露天喷砂铜沉降与设定事故情况下项目二甲苯泄漏对土壤环境的影响不大。因此在本项目运营期过程中，可能造成土壤污染的油漆库应设有相应的防渗措施，并加强日常巡查，避免防渗层破裂等情形发生，将污染物泄漏事故降到最低程度，减少对土壤环境的潜在不良影响。

5.4.5 保护措施与对策

（1）源头控制措施

本项目土壤影响类型主要为垂直入渗影响，垂直入渗预防措施主要为分区防渗，本项目主要区域均进行硬化和防渗处理。并按地下水分区防控要求做好分区防渗。废液收集池和污水处理池等均按要求做好分区防渗。

（2）过程控制措施

①建立健全环境管理和监测制度，保证各环保设施正常运转，同时强化风险防范意识，如遇环保设施不能正常运转，应立即停产检修。

②定期进行环境监测，污水处理站进水的集水井附近设置土壤质量监控点，本项目应定期对厂区内及厂址周边土壤进行特征污染物的监测，掌握厂址及周边土壤污染变化趋势。

③日常生产中加强巡回检查，发现设备故障及跑、冒、滴、漏现象及时处理，地面散落的物料、化学药品等及时清扫、收集，合理处置不得随意倾倒。在今后的生产活动中，做好污水系统设备的维护、检修，杜绝跑、冒、滴、漏现象。同时，加强污染物产生主要环节的安全防护、报警措施，以便及时发现事故隐患，采取有效的应对措施。

设置格式[cr 杨]: 非突出显示

删除[cr 杨]: 20

附表 土壤环境影响评价自查表

工作内容		完成情况				备注
影响识别	影响类型	污染影响型 ☒ ；生态影响型 ☐ ；两种兼有 ☐				
	土地利用类型	建设用地 ☐ ；农用地 ☐ ；未利用地 ☐				土地利用类型图
	占地规模	(12.3) hm ²				
	敏感目标信息	敏感目标 (/)、方位 (/)、距离 (/)				
	影响途径	大气沉降 ☒ ；地面漫流 ☐ ；垂直入渗 ☒ ；地下水位 ☐ ；其他 ()				
	全部污染物	COD、氨氮、石油类、VOCs、SO ₂ 、NO _x 、甲苯、二甲苯、Cu				
	特征因子	二甲苯、Cu				
	所属土壤环境影响评价项目类别	I 类 ☒ ；II 类 ☐ ；III 类 ☐ ；IV 类 ☐				
	敏感程度	敏感 ☒ ；较敏感 ☐ ；不敏感 ☐				
评价工作等级		一级 ☒ ；二级 ☐ ；三级 ☐				
现状调查内容	资料收集	a) ☒ ；b) ☒ ；c) ☒ ；d) ☒				
	理化特性					同附录C
	现状监测点位		占地范围内	占地范围外	深度	点位布置图
		表层样点数	2	2	0~0.2m	
		柱状样点数	3	0	0~0.5m、0.5~1.5m、1.5~3m	
现状监测因子	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表1中的45项，pH和石油烃					
现状评价	评价因子	上述现状监测因子				
	评价标准	GB 15618 ☐ ；GB 36600 ☒ ；表D.1 ☐ ；表D.2 ☐ ；其他 ()				
	现状评价结论	在评价区域土壤中，各监测点位土壤中各监测指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值				
影响预测	预测因子	二甲苯、Cu				
	预测方法	附录E ☒ ；附录F ☐ ；其他 ()				
	预测分析内容	预测溶剂桶突发泄漏，二甲苯渗入地下影响土壤；船坞露天喷砂粉尘中含少量氧化亚铜粉尘排放进入大气后，随着降水沉降污染土壤，影响为大气沉降污染土壤				
	预测结论	达标结论：a) ☒ ；b) ☐ ；c) ☐ 不达标结论：a) ☐ ；b) ☐				
防治措施	防控措施	土壤环境质量现状保障 ☒ ；源头控制 ☒ ；过程防控 ☒ ；其他 ()				
	跟踪监测	监测点数	监测指标		监测频次	
		2	pH、二甲苯、Cu		表层土 1 次/年、 深层土 1 次/3 年	
	信息公开指标	跟踪监测报告				
评价结论		可接受				
注 1：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。 注2：需要分别开展土壤环境影响评级工作的，分别填写自查表。						

5.5 声环境影响评价

5.5.1 噪声源分析

本次改建项目运营期新增噪声源与原方案中未建内容具体噪声声级情况见表 5.5.1，主要噪声源的噪声声级在 75 ~ 95dB(A)之间。空间相对位置坐标以厂界西侧顶点为原点。

表 5.5.1 项目运营期新增与原方案中未建内容噪声源一览表

序号	车间名称	维护结构	设备	数量	规格型号	声级 dB	降噪措施	空间相对位置	距室内边界距离 m	室内边界声级 dB(A)	运行时段	建筑物插入损失 dB(A)	建筑物外噪声	
								x,y,z					声压级 dB(A)	建筑物外距离 (m)
1	4#船坞	露天	空压机	1	/	85	基础减振	927, -497, 5	/	/	连续	/	/	/
			压送式喷砂机	1	/	85	基础减振		/	/	连续	/	/	/
			高压无气喷涂机	1	/	85	基础减振		/	/	连续	/	/	/
2	装焊平台 2（新建）	露天	焊机	60	/	75	基础减振	821, -436, 2	/	/	连续	/	/	/
3	修船车间 2（新建）	钢结构封闭	焊机、车床、钻床等	10	/	90	基础减振、厂房隔声	363, -165, 1	5	90	连续	25	65	0.4
4	钢材预处理车间	钢结构封闭	钢板预处理线 S=4m	1	/	95	基础减振、厂房隔声	208, 154, 2	5	95	连续	25	70	0.4
			喷砂机	1	/	95	基础减振、厂房隔声		5	95	连续	25	70	0.4
5	机修车间	钢结构封闭	车床、钻床等	10	/	90	基础减振、厂房隔声	247, 114, 1	5	90	连续	25	65	0.4
6	切割加工车间	钢结构封闭	数控切割机 6m ~ 8m	6	/	95	基础减振、厂房隔声	224, 87, 1	5	95	连续	25	70	0.4
7	分段制造车	钢结构	数控切割机	9	/	95	基础减振、厂房隔声	440, -93, 2	5	95	连续	25	70	0.4

	间	构 封闭	半自动肋骨冷弯机 400+	1	/	93	基础减振、厂房隔声		5	93	连续	25	68	0.4
			315t 油压机	1	/	85	基础减振、厂房隔声		5	85	连续	25	60	0.4
			1000t 油压机	1	/	85	基础减振、厂房隔声		5	85	连续	25	60	0.4
			焊机	50	/	75	基础减振、厂房隔声		5	75	连续	25	50	0.4
			其他加工机器 (车床、弯管等)	20	/	85	基础减振、厂房隔声		5	85	连续	25	60	0.4
8	涂装车间 1	混凝土 封闭	喷砂机	1	/	95	基础减振、厂房隔声	739, -303, 2	5	95	连续	25	70	0.4
9	涂装车间 2	混凝土 封闭	喷砂机	1	/	95	基础减振、厂房隔声	706, -339, 2	5	95	连续	25	70	0.4
10	钢结构制作 场	露天	切割机	5	/	95	基础减振、厂房隔声	279, 92, 2	/	/	连续	/	/	/
			焊机	30	/	75	基础减振、厂房隔声		/	/	连续	/	/	/
			其他加工机器 (车床、弯管等)	10	/	85	基础减振、厂房隔声		/	/	连续	/	/	/

5.5.2 预测范围、点位与评价因子

噪声预测范围为：厂界范围 200m；

预测点位：以现状监测点为预测评价点；

预测内容：昼、夜间预测点位等效连续 A 声级。

5.5.3 噪声预测模式

噪声预测模式采用《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2021）中的预测模式。

5.5.4 预测结果及评价

本项目运营后，项目对于厂界的噪声预测值见表 5.5.2，对周边敏感目标影响见表 5.5.3。

表 5.5.2 厂界噪声预测结果 单位：dB（A）

位置	项目最大噪声贡献值	达标情况			
		昼间		夜间	
		标准值	达标情况	标准值	达标情况
西厂界	48.7	65	达标	55	达标
北厂界	45.3	65	达标	55	达标
东厂界	54.1	65	达标	55	达标
南厂界	53.5	65	达标	55	达标

注：厂界执行 3 类标准，昼间（6:00-22:00）65dB，夜间（22:00-次日 6:00）55dB。

表 5.5.3 环境保护目标噪声预测结果 单位：dB（A）

位置	背景值		项目最大噪声贡献值	噪声预测值		标准值		达标情况	
	昼间	夜间		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
亭下村	53.4	47.8	16.8	53.4	47.8	60	50	达标	达标

（1）厂界噪声

本项目建成投产后，厂界的昼间、夜间噪声均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

（2）敏感目标噪声

亭下村位于厂区的东北面，现状调查昼间噪声值为 53.4dB，夜间噪声值为 47.8dB。项目运营以后，噪声预测值达到昼间 53.4dB，夜间 47.8dB，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准限值，本项目营运后对敏感点的影响较小，敏感点可以接受。

5.5.5 对策和建议

为保证营运期噪声得到有效的控制，应采取以下的噪声防治措施：

- ①为了减轻环境噪声，最重要的应从声源上控制，即选用先进的低噪声机械、设备、装置是控制噪声的基础，也是控制噪声的基本措施。
- ②在夜间不进行切割加工和分段制造的工序，以确保造船区的北面厂界夜间噪声达

标。

③已经设有厂房的车间在靠厂界面要尽量封闭，减少噪声外泄量。

④加强机械设备的定期检修和维护，以减少机械故障等原因造成的机械振动及噪声。

⑤严格控制夜间进出厂运输。控制厂区内流动机械运行速度小于 20km/h，限制车、船的鸣号。

⑥加强厂区绿化，在厂区周围和进出厂道路以及厂区运输干道两侧，种植树木隔离带。

声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级与范围	评价等级	一级 ☐		二级 ☐		三级 ☒	
	评价范围	200m ☒		大于 200m ☐		小于 200m ☐	
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 ☒		最大 A 声级 ☐		计权等效连续感觉噪声级 ☐	
评价标准	评价标准	国家标准 ☒		地方标准 ☐		国外标准 ☐	
现状评价	环境功能区	0 类区 ☐	1 类区 ☐	2 类区 ☐	3 类区 ☒	4a 类区 ☐	4b 类区 ☐
	评价年度	初期 ☐		近期 ☒		中期 ☐	
	现场调查方法	现场实测法 ☒		现场实测加模型计算法 ☐		收集资料 ☐	
	现状评价	达标百分比		100%			
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测 ☐		已有资料 ☒		研究成果 ☐	
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型 ☒				其他 ☐	
	预测范围	200m ☒		大于 200m ☐		小于 200m ☐	
	预测因子	等效连续 A 声级 ☒		最大 A 声级 ☐		计权等效连续感觉噪声级 ☐	
	厂界噪声贡献值	达标 ☒				不达标 ☐	
	声环境保护目标处噪声值	达标 ☒				不达标 ☐	
环境监测计划	排放监测	厂界监测 ☒		固定位置监测 ☐		自动监测 ☐	
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（ ）		监测点位数（ ）		无监测 ☒	
评价结论	环境影响	可行 ☒ 不可行 ☐					
注：“ ☐ ”为勾选项，填“√”；“（ ）”为内容填写项							

5.6 固体废物影响评价

5.6.1 固体废物的产生及处置情况

本次评价按照《国家危险废物名录》（2025 年版）（部令 第 15 号），参考《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）及《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020），对项目产生的固体废物进行识别分类。

与原环评相比，本次改建固废种类基本无变化。本次改建产生的危险废物包括漆渣、废油漆、废油漆容器与废矿物油，共产生危险废物 3651.13t/a，均委托有资质单位处置。

项目产生的一般固废包括废磨料（铜砂、铁锈）、下脚料、废零部件、废焊材以及废水处理污泥等，项目共产生一般固废 2861.37t/a，其中，磨料（铜砂、铁锈）外售水泥厂，下脚料、废零部件由钢厂回收利用，废焊材由供应商回收，废水处理污泥由环卫部门统一收集。

本项目生活垃圾产生量为 325t/a，由环卫部门统一收集。

本项目固体废物产生与分类处置情况见表 5.6.1。

表 5.6.1 固体废物汇总表

固废类别	固废名称	固废代码	改建前全厂产生量（t/a）	改建项目产生量（t/a）	生产工序/来源	形态	主要组成	产废周期	危险特性	贮存方式	处置方式与去向
危险废物	漆渣、废油漆	HW12 900-299-12	30.5	16.2	喷砂除锈	固态	漆渣、玻璃纤维	每日	T	袋装	委托有资质单位处置
	废油漆容器	HW49 900-042-49	4	0.93	喷砂除锈	固态	废油漆、塑料	每日	T/C/I/R/In	散装	
	废滤材	HW49 900-039-49	400	434	废气处理设施	固态	活性炭、有机物	每日	T	散装	
	废矿物油	HW08 900-210-08	2050	3200	钢结构拆卸、轴线拆卸、主辅机修理、车间修理、新能源船舶发动机更换	液态	含水率 3%	每日	T，I	罐装	
一般工业固废	废磨料（铜砂、铁锈）	SW17	600	2100	喷砂除锈	固态	/	每日	/	散装	外售水泥厂
	下脚料、废零部件	SW17	640	750	轴线拆卸	固态	/	每日	/	散装	钢厂回收利用
	废焊材	SW17	17.5	11.37	钢板焊接	固态	/	每日	/	散装	供应商回收

	废水处理污泥	SW07	20	/	生活污水 处理站	固态	含水率 80%	每日	/	袋装	由环 卫部 门 统 一 收 集
	生活垃圾	/	500	325	员工生活垃圾		/	每日	/	桶装	

5.6.2 固体废物贮存场设置

5.6.2.1 固废贮存场所设置情况分析

本次改建后固废贮存设施无变化，一般工业固废与危险废物应分别贮存于不同的库房内。①危险废物（废矿物油、含油污泥、漆渣、废油漆、废油漆容器和废滤材）储存于 266m²危废仓库,位于厂区西南侧;②废水处理生化污泥储存于污水处理站旁的 4536m² 仓库内,位于厂区东南侧;③废磨料(铜砂、铁锈)存储于砂库,1#砂库和 2#砂库共 9720m² 均位于厂区中部;④下脚料、废零部件和废焊材存储于厂区中部 2866m² 废钢堆场。

表 5.6.2 本次改建新增固体废物分类贮存设施

	项目	改建前 全厂产生量 (t/a)	改建项目产生量 (t/a)	总占地面积	储存能力	贮存周期	储存方式	存放场所	占地面积 m²	建设要求
一、危险废物分类贮存设施										
1	漆渣、废油漆	30.5	16.2	10m²	3t	半个月	袋装	危废仓库	266	符合《危险废物贮存污染控制标准》要求 (GB18597-2023)
2	废油漆容器	4	0.93	10m²	0.5t	一个月	/			
3	废滤材	400	434	20m²	20t	一周	/			
4	废矿物油	2050	3200	40m²	100t	一周	罐装			
二、一般工业固体废物分类贮存设施										
1	废磨料（铜砂、铁锈）	600	42000	2000m²	3750t	一个月	/	砂库	9720	符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）
2	下脚料、废零部件	640	750	500m²	70t	半个月	/	废钢堆场	2866	
3	废焊材	17.5	9.75	5m²	1t	半个月	/			
4	废水处理生化污泥	20	25	10m³	5t	一个月	袋装	污水处理站旁仓库	4536	
三、生活废物贮存设施										
1	生活垃圾	500	325	/	3t	/	/	垃圾桶	/	每日清运

5.6.2.2 危险废物临时贮存、转运管理要求

为防止危险废物产生二次污染，在其贮存和转运过程，应严格按《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）和《危险废物转移管理办法》要求执行。

（1）危险废物贮存管理要求

①贮存设施或场所、容器和包装物应按 HJ 1276 要求设置危险废物贮存设施或场所标志、危险废物贮存分区标志和危险废物标签等危险废物识别标志。

②HJ 1259 规定的危险废物环境重点监管单位，应采用电子地磅、电子标签、电子管理台账等技术手段对危险废物贮存过程进行信息化管理，确保数据完整、真实、准确；采用视频监控的应确保监控画面清晰，视频记录保存时间至少为 3 个月。

③贮存设施应根据危险废物的形态、物理化学性质、包装形式和污染物迁移途径，采取必要的防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐以及其他环境污染防治措施，不应露天堆放危险废物。

④贮存设施应根据危险废物的类别、数量、形态、物理化学性质和污染防治等要求设置必要的贮存分区，避免不相容的危险废物接触、混合。

⑤贮存设施或贮存分区内地面、墙面裙脚、堵截泄漏的围堰、接触危险废物的隔板和墙体等应采用坚固的材料建造，表面无裂缝。

⑥贮存设施地面与裙脚应采取表面防渗措施；表面防渗材料应与所接触的物料或污染物相容，可采用抗渗混凝土、高密度聚乙烯膜、钠基膨润土防水毯或其他防渗性能等效的材料。贮存危险废物直接接触地面的，还应进行基础防渗，防渗层为至少 1 m 厚黏土层（渗透系数不大于 10^{-7} cm/s），或至少 2 mm 厚高密度聚乙烯膜等人工防渗材料（渗透系数不大于 10^{-10} cm/s），或其他防渗性能等效的材料。

⑦贮存库内不同贮存分区之间应采取隔离措施。隔离措施可根据危险废物特性采用过道、隔板或隔墙等方式。

⑧在贮存库内或通过贮存分区方式贮存液态危险废物的，应具有液体泄漏堵截设施，堵截设施最小容积不应低于对应贮存区域最大液态废物容器容积或液态废物总储量 1/10（二者取较大者）；用于贮存可能产生渗滤液的危险废物的贮存库或贮存分区应设计渗滤液收集设施，收集设施容积应满足渗滤液的收集要求。

（2）危险废物转运管理要求

①转移危险废物的，应当通过国家危险废物信息管理系统（以下简称信息系统）填写、运行危险废物电子转移联单，并依照国家有关规定公开危险废物转移相关污染防治信息。

②移出人应当履行以下义务：

A、对承运人或者接受人的主体资格和技术能力进行核实，依法签订书面合同，并在合同中约定运输、贮存、利用、处置危险废物的污染防治要求及相关责任；

B、制定危险废物管理计划，明确拟转移危险废物的种类、重量（数量）和流向等信息；

C、建立危险废物管理台账，对转移的危险废物进行计量称重，如实记录、妥善保管转移危险废物的种类、重量（数量）和接受人等相关信息；

D、填写、运行危险废物转移联单，在危险废物转移联单中如实填写移出人、承运人、接受人信息，转移危险废物的种类、重量（数量）、危险特性等信息，以及突发环境事件的防范措施等；

E、及时核实接受人贮存、利用或者处置相关危险废物情况；

F、移出人应当按照国家有关要求开展危险废物鉴别。禁止将危险废物以副产品等名义提供或者委托给无危险废物经营许可证的单位或者其他生产经营者从事收集、贮存、利用、处置活动。

5.6.2.3 危险废物临时贮存、转运、处置影响分析

（1）危险废物临时贮存环境影响分析

本项目危险废物贮存库应根据《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）进行建设，采取“六防”措施，贮存库配套导流渠等防流失设施。因此，危险废物贮存过程中对环境空气、地表水、地下水、土壤以及环境敏感保护目标影响不大。

（2）利用或者处置的环境影响分析

本项目产生的危险废物均贮存在厂区已建的危废仓库，定期外委有资质单位进行处置。危险废物外委处置前，建设单位应与有资质的单位鉴定危险废物委托处置合同。危险废物的运输采取危险废物转移“电子联单”制度，保证运输安全，防止非法转移和非法处置，保证危险废物的安全监控，防止危险废物污染事故发生。

5.6.2.4 一般工业固体废物暂收集和存放要求

（1）一般工业固体废物产生后，应按不同类别和相应要求及时放置到临时存放场所。并按 GB15562.2 设置环境保护图形标志。

（2）存放场所应具备防雨淋、防泄漏、防扬散、防流失等设施或措施。

（3）一般工业固体废物贮存场禁止将危险废物和生活垃圾混入。

（4）建设单位应建立检查维护制度。定期检查维护堆存设施，发现异常及时处理，以保障正常运行。

综上，本项目固体废物采取了相应的处置措施，只要建设单位认真落实本环评提出的各项固体废物处置措施，并按照固体废物的相关管理要求，加强各类固体废物的收集、分类储存、转移和处置管理，项目产生的固体废物均不会造成二次污染，对周围环境的影响很小。

5.6.3 固体废物处置措施

厂区各类污染物基本可以分类收集、贮存后交由其他公司回收或处置，针对产生量大的油泥，建设油泥减量车间进行处理，油泥处理车间的工艺见前文第二章 2.1.4 节介绍，油泥处理措施具体分析如下：

5.8.1.5 油泥分离原理及可行性分析

油泥指的是油、水和固体的混合物。为了对油泥进行处理并且对油和水进行回收，就必须将油、水和固体进行分离。在常温下油泥会形成半固体或固体形状即油渣油泥，但在 70~100℃高温下将变成液体形状，形成流动性状态，利于油污水与油渣油泥分离。本工艺拟采用蒸汽加热及机械离心办法将油泥中的油污水分离出来。

分离条件：

- （1）通过加热态油水稀释介质（含水不低于 70%），调质后体积比为：1:4。
- （2）调质后油泥进入处理设备前尽量保持 70℃。
- （3）需要确保调制后油泥中油和水不出现乳化。
- （4）去除垃圾等杂物，确保进入设备的物料颗粒度尺寸小于 15mm。

处理后参数：

- （1）卧螺离心机分离后固相含油率不高于 5%。
- （2）卧螺离心机分离后固相含水率不高于 65%。
- （3）三相离心机处理后油中含水率 $\leq 3\%$ 。
- （4）低温干化机处理后含水率 $\leq 10 \sim 15\%$ 。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《国家危险废物名录》等相关法律法规。经分离后的废物流向：液体油相、固相按危险废物处置，由危废处理有资质专业公司接收处置；含油废水通过管网进入含油污水处理站处理，达标后排入罗源湾。

油泥离心分离是一项相对清洁、成熟的技术，离心分离设备占地面积小，适用于规

模化处理油泥。为了提高油泥离心分离的效率，降低能量消耗，油泥常需通过预处理破乳、降粘，例如通过蒸汽加热或直接加热降低粘度，通过添加有机溶剂、破乳剂、表面活性剂降低油/水界面膜强度从而破乳。阎松等（阎松，邵鲁华，蔡凌云，等．油田脱油油泥离心处理的研究.石油化工高等学校学报,2015,(04): 27 ~ 30）研究发现，利用加热预处理降低油泥粘度，并向油泥中添加了十二烷基苯磺酸钠、碳酸钠、聚丙烯酰胺复配药剂，在实验最佳工况下，离心分离后油泥脱水率可达 92.17%；美国的一项专利提出用离心分离油泥中的原油，在预处理阶段油泥与破乳剂混合搅拌破乳，再进行离心分离水、油、渣三相（Nahmad D G. Method to recover crude oil from sludge or emulsion, A1, September 102009）；毛飞燕等（毛飞燕. 基于离心脱水的含油污泥油—水分离特性及分离机理研究[D]. 浙江大学, 2016.）对影响油泥中油—水分离的参数进行了分析，并通过正交实验探明了提高油—水分离效果的关键因素为温度与离心转速。当转速由 2000rpm 提高至 10000rpm 时，常温情况下油泥 10min 内脱水率可从 28%提高至 99%。本项目通过热水调质、加热至 70℃等方式让油和水不产生乳化，再通过卧螺离心机和三相离心机离心分离，最后通过低温干化机干燥。对比已有研究，本措施具有可行性。



图 5.6.1 卧螺离心机



图 5.6.2 三相离心机



图 5.6.3 低温干化机

本项目油泥减量化处理装置能在一定程度上达到危险废物减量化的目的，末端污染物去向也非常明确，措施具有可行性。

5.6.4.2 船舶固废处理可行性分析

根据《国际防止船舶造成污染公约》，船舶产生的垃圾与油类需遵守相关要求进行处理处置。可行性分析如下。

表 5.6.3 《国际防止船舶造成污染公约》要求（节选）及可行性分析

条款出处	条款内容	采取措施及可行性
附则 V《防止船舶垃圾污染规则》及其 2016 年修正案第三至五条	船舶产生一切塑料制品（包括但不限于合成缆绳、合成渔网及塑料垃圾袋）以及一切其他垃圾（包括纸制品，破布、玻璃、金属、瓶子、陶器、垫舱物料、衬料和包装材料）不得处理入海	本项目对船舶产生的垃圾进行统一收集，目前疫情期间按涉疫垃圾要求进行外委处理处置，措施可行。
附则 I《防止油类污染规则》第 34 条排油的控制	禁止将油类或油性混合物排放入海	项目产生油类与油泥均统一收集，或经过本项目油泥减量化处理后统一收集。油类委托有资质的单位处置；减量前油泥贮存于船坞内储泥池，使用车辆运输至油泥减量化厂房处理，处理后存放于油泥减量化厂房内危废储存间。措施可行。
附则 I《防止油类污染规则》第 38 条接收设施	在装油站、修理港以及船舶需要排放残油的其他港口提供足够的接收油船或其他船舶留存的	进行减量化前油泥贮存于船坞内储泥池，处理后的油泥存放于油泥减量化厂房内危废储存间。此外，针对含油污水，油泥减量化车

	残油（油泥）和油性混合物的设施，以满足船舶使用的需要，而不对船舶造成不当延误。	间东侧设有 4 座 900m ³ 合计 3600m ³ 的污水暂存罐，正常工况下其中 3 座暂存罐用于贮存含油污水。预留有 1 座 900m ³ 的暂存罐，以应对可能存在的突发事故情况。措施可行。
--	---	---

5.6.4 结论

本项目固体废物采取了相应的处置措施，只要建设单位认真落实本环评提出的各项固体废物处置措施，并按照固体废物的相关管理要求，加强各类固体废物的收集、分类储存、转移和处置管理，本工程产生的固体废物均不会造成二次污染，对环境的影响较小。

5.7 碳排放影响分析

碳中和是指企业、团体或个人测算在一定时间内，直接或间接产生的温室气体排放总量，通过植树造林、节能减排等形式，抵消自身产生的二氧化碳排放，实现二氧化碳的“零排放”。而碳达峰则指的是碳排放进入平台期后，进入平稳下降阶段。目前，福建省尚未发布碳排放达峰行动方案。本次报告主要通过核算本项目碳排放量及节能减排措施等方面分析碳排放影响。

5.7.1 碳排放核算

（1）核算边界

以企业法人作为边界，核算和报告边界内所有生产设施产生的温室气体排放。

生产设施范围包括直接生产系统、辅助生产系统、以及直接为生产服务的附属生产系统，其中辅助生产系统包括动力、供电、供水、机修、库房、运输等，附属生产系统包括生产指挥系统（厂部）和厂区内为生产服务的部门和单位（如职工食堂、车间浴室等）。企业厂界内生活能耗导致的排放原则上不在核算范围内。

（2）排放源

本项目属于船舶维修、制造，利用喷砂除锈、涂装、钢板焊接等工艺工序制备维修或制造船舶。与本项目有关的碳排放主要包括：购入的电力产生的排放，净消耗化石燃料产生的排放，工序环节排放。

本项目主要碳排放源为：

①燃料燃烧排放。指净消耗的化石燃料燃烧产生的 CO₂ 排放，包括企业内固定源排放（如烧结机、高炉、加热炉等固定燃烧设备），以及用于生产的移动源排放（如运输车辆及厂内搬运设备等）。本项目生产中燃气锅炉、矿砂回收项目锅炉使用燃料为天然气。

②企业净购入电力隐含产生的 CO₂ 排放。该部分排放实际上发生在生产这些电力的企业，但由报告主体的消费活动引发，此处依照规定也计入报告主体的排放总量中。根据工程分析，本项目电力来自外购。

（3）排放核算

生产企业的二氧化碳排放总量等于核算边界内所有的化石燃料燃烧排放量、过程排放量及企业购入的电力所对应的二氧化碳排放量之和，同时扣除固碳产品隐含的二氧化碳排放量以及输出的电力所对应的二氧化碳排放量，计算公式如下：

$$E=E_{\text{燃烧}}+E_{\text{购入电}}$$

式中：

E ：二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{燃烧}}$ ：燃料燃烧排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{购入电}}$ ：购入的电力消费对应的二氧化碳排放量（tCO₂）；

①燃料燃烧排放

燃料燃烧活动产生的 CO₂ 排放量是企业核算和报告期内各种燃料燃烧产生的 CO₂ 排放量的加总，计算公式如下：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i)$$

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ ：核算和报告期内消耗燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

AD_i ：核算和报告期内第 i 种燃料的活动数据，单位为吉焦(GJ)；

EF_i ：第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦(tCO₂/GJ)；

i ：消耗燃料的类型。

核算第 i 种化石燃料的活动水平 AD_i 计算公式如下：

$$AD_i = NCV_i \times FC_i$$

NCV_i ：核算和报告期第 i 种化石燃料的低位发热量，对固体或液体燃料，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为百万千焦/万立方米（GJ/万 Nm³）；

FC_i ：核算和报告期内第 i 种化石燃料的净消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（万 Nm³）。

化石燃料的二氧化碳排放因子计算公式如下：

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}$$

式中：

CC_i : 第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，单位为（tC/GJ）；

OF_i : 第 i 种化石燃料的碳氧化率，单位为（%）。

根据本项目工程设计资料知各类化石燃料的消耗量，再根据上述计算公式和参数选取，本项目燃料燃烧碳排放量见表 5.7.1。

表 5.7.1 化石燃料燃烧排放

化石燃料种类	消费量	平均低位发热值	单位热值含碳量	碳氧化率	碳排放量
	t/万 Nm³	GJ/t GJ/万 Nm³	t/GJ	%	tCO₂
	A	B	C	D	E=A*B(C*D*44/12)
天然气	1520	389.31	15.3×10 ⁻³	99	32865.3

②净购入电力排放

净购入的生产用电力隐含产生的 CO₂ 排放量计算公式如下：

$$E_{电和热}=AD_{电力} \times EF_{电力}$$

式中：

$E_{电和热}$ ：净购入生产用电力隐含产生的 CO₂ 排放量，单位为（tCO₂）；

$AD_{电力}$ ：核算和报告期内净购入电量，单位分别为（MWh）和（GJ）；

$EF_{电力}$ ：电力的 CO₂ 排放因子，单位分别为（tCO₂/MWh）和（tCO₂/GJ）。

表 5.7.2 净购入电力引起的 CO₂ 排放

种类	数值（MWh）	CO₂ 排放因子*（tCO₂/MWh）	碳排放量（tCO₂）
	A	B	C=A*B
净购入电力	490	0.7035	344.715

注：取值来源于《2012 年中国区域电网平均 CO₂ 排放因子》的华中区域电网平均 CO₂ 排放因子。

（4）碳排放量汇总

根据计算，本项目二氧化碳排放总量为 33210.015t，详见表 5.7.3。

表 5.7.3 排放单位排放量汇总

化石燃料燃烧排放量（tCO₂）	净购入电力产生的排放量（tCO₂）	总排放量（tCO₂）
32865.3	344.715	33210.015

5.7.2 减排潜力分析

本项目位于环罗源湾工业区牛坑湾/将军帽组团，通过采用清洁能源与先进的末端治理技术、减少生产中各种污染物的产生和排放；工艺流程紧凑、合理、顺畅，最大限度

的缩短中间环节物流运距，节约投资和运行成本，工艺设计、设备选型、建筑材料、电气系统、节能管理等各方面均采用了一系列节能措施，并在修、造船过程中采用干式漆雾过滤器、吸附+催化燃烧设备等方式收集处理 VOCs。项目符合产业政策要求，能较好地节约能源及改善产业发展；产品达到国家相关标准。本项目拟建设生产设备均不属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》中落后生产工艺装备及《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术装备目录(2015 年第一批)》中的淘汰落后设备，符合清洁生产要求。

本项目的碳排放源主要包括化石燃料燃烧排放(天然气)、净购入电力排放和工艺过程排放，本项目属于船舶维修、制造项目，在项目运营过程中应注重节能、加强循环利用。

5.7.3 排放控制管理

(1)组织管理

①建立制度

为规范企业碳管理工作，结合自身生产管理实际情况，建立碳管理制度，包括但不限于建立企业碳管理工作组织体系；明确各岗位职责及权限范围；明确战略管理、碳排放管理、碳资产管理、信息公开等具体内容；明确各事项审批流程及时限；明确管理制度的时效性。

②能力培养

为确保企业碳管理工作人员具备相应能力，企业应开展以下工作：通过教育、培训、技能和经验交流，确保从事碳管理有关工作人员具备相应的能力，并保存相关记录；对与碳管理工作有重大影响的人员进行岗位专业技能培训，并保存培训记录；企业可选择外派培训、内部培训和横向交流等方式开展培训工作。

③意识培养

企业应采取措施，使全体人员都意识到：实施企业碳管理工作的重要性；降低碳排放、提高碳排放绩效给企业带来的效益，以及个人工作改进能带来的碳排放绩效；偏离碳管理制度规定运行程序的潜在后果。

(2)排放管理

①监测管理

企业应根据自身的生产工艺以及国家相关部门发布的技术指南的有关要求，确保对其运行中的决定碳排放绩效的关键特性进行定期监视、测量和分析，关键特性至少应包

包括但不限于：排放源设施、各碳源流数据、具备实测条件的与排放因子相关的数据、碳排放相关数据和生产相关数据获取方式、数据的准确性。

企业应对监视和测量获取的相关数据进行分析，应开展以下工作：

- a) 规范碳排放数据的整理和分析；
- b) 对数据来源进行分类整理；
- c) 对排放因子及相关参数的监测数据进行分类整理；
- d) 对数据进行处理并进行统计分析；
- e) 形成数据分析报告并存档。

②报告管理

企业应基于碳排放核算的结果编写碳排放报告，并对其进行校核。

核算报告编写应符合主管部门所规定的格式要求，对经过内部质量控制的核算结果进行确认形成最终企业盖章的碳排放报告，并按要求提交给主管部门 1 份，本企业存档 1 份。

(3)信息公开

企业应按照主管部门相关要求和规定，核算并上报企业碳排放情况。鼓励企业选择合适的自发性披露渠道和方式，面向社会发布企业碳排放情况。

5.8 施工期环境影响分析

改建项目（一期）主体工程在已有的厂区范围内进行，不占用海域，但是施工期，船坞围堰建设需要占用海域，根据《中华人民共和国海域使用管理法》《海域使用论证管理规定》等有关法律法规的规定，需开展施工期用海的海域使用论证，华东船厂委托福建省水产设计院编制了《福建华东船厂改建项目（一期）8 万吨级宽体干船坞施工围堰海域使用论证报告表》，根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目海域使用类型为“工矿通信用海”中的“工业用海”；根据《海域使用分类》，海域使用类型为“工业用海”中的“船舶工业用海”；用海方式为港池、蓄水用海；申请用海面积 0.2761 公顷，申请用海占用岸线 185m，占用岸线类型为人工岸线，不涉及自然岸线，不形成新的海岸线，施工期用海期限为 2 年。

评价引用《福建华东船厂改建项目（一期）8 万吨级宽体干船坞施工围堰海域使用论证报告表》中有关影响分析内容。

5.8.1 环境影响分析

5.8.1.1 水文动力环境影响分析

根据当地水深地形条件，拟建场地高程在-2.0~0.0m之间，其所处海域周边潮流动力不强。围堰实施后，涨、落潮过程中受到围堰阻隔，其东西两侧流速减小，而北侧由于挑流作用导致该区小范围海域流速增大。船坞工程施工期约为18个月，围堰在施工完成后即拆除，水动力可基本恢复原状。因此，项目施工期用海对项目区周边海域水文动力条件基本没有影响。

5.8.1.2 冲淤环境影响分析

项目区周边海域冲淤环境主要由泥沙输运、沉降形成。由于泥沙受潮汐涨落的波动作用形成悬浮—扩散—运动。本项目在船坞工程施工完成后即拆除，施工期较短。由于围堰实施后造成周边水动力条件发生变化，影响了周边泥沙运移，导致冲淤环境也发生变化，围堰东西两侧由于流速减小，挟砂力减弱，悬沙易沉降导致淤积；而北侧端头由于流速增大，可能引起冲刷。由于围堰实施后2年内即拆除，冲淤环境会有所恢复，因而项目建设对冲淤环境影响较小。因此，项目建设对周边海域的冲淤环境基本没有影响。

5.8.1.3 项目用海对水质环境的影响分析

（1）悬浮物扩散对海域水环境的影响

围堰填筑以及拆除时会产生悬浮泥沙入海。

①围堰填筑扰动底层淤泥产生的悬浮物源强按下式计算：

$$S_1 = (1 - \theta_1) \cdot \rho_1 \cdot a_1 \cdot P$$

式中：S1为悬浮物源强(kg/s)； θ_1 为沉积物天然含水率(%)； ρ_1 为淤泥中颗粒物湿密度(g/cm³)； a_1 为泥沙中悬浮物颗粒所占百分率(%)；P平均抛石强度m³/s。

根据类比， θ_1 取75%， ρ_1 取1400kg/m³， a_1 取8%，P取为0.04m³/s。根据计算，本项目单个填筑点的悬浮泥沙平均源强约为1.12kg/s。

②围堰拆除拟采用2方钩机开挖清理，效率为60m³/h，悬浮泥砂(SS)发生量按《港口建设项目环境影响评价规范》中提出的公式进行估算：

$$Q = R/R0 \cdot T \cdot W0$$

式中：Q-开挖作业悬浮物发生量(t/h)

W0-悬浮物发生系数(t/m³)

R--发生系数W0时悬浮物粒经累计百分比(%)

R0-现场流速悬浮物临界粒子累计百分比(%)

T--挖泥船开挖效率(m³/h)

本项目再悬浮率M取22kg/m³，开挖效率按按最不利计算，悬浮泥沙发生量W₀不大于0.02，按R:R₀=1:1计算悬浮泥沙产生量，估算得到2方钩机水下开挖产生的悬浮泥沙源强约为2.44kg/s。由于围堰填筑施工产生悬沙源强小于拆除施工，因此本次施工期产生悬沙影响范围按源强大的拆除施工进行分析。

根据泥沙入海后的运移规律，可假定受扰动的泥沙一边运移扩散，一边沉降于海底，用简化二维扩散方程解析解预测，对岸边排放又考虑潮流往复作用，采用如下公式计算：

$$S(x,y) = \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{\omega_i \cdot x}{H \cdot u}\right) \frac{2Q_i}{Hu\sqrt{4\pi D_y t}} \exp\left(-\frac{y^2}{4D_y t}\right) + \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{3\omega_i t \cdot x}{H \cdot u}\right) \frac{2Q_i}{Hu\sqrt{12\pi D_y t}} \exp\left(-\frac{y^2}{12D_y t}\right)$$

其中 Q_i为第 i 种粒径泥沙的源强（g/s），W_i为第 i 粒径泥沙的沉降速度，由于本项目可引起海水 SPM 增加的物质主要是淤泥，取其平均速度 0.0004m/s，H 为平均有效混合水深,按平均 1.0m 计算,D_y为横向扩散系数,取 0.25m/s,u 为海流平均速度,取 0.1m/s。水下施工引起的悬浮物增量见表 5.8.1。

表 5.8.1 水下施工引起的悬浮物增量一览表

X/Y	50m	100m	200m	250m	340m
50m	47.12	41.56	25.94	21.50	9.78
100m	31.75	27.57	16.09	12.94	5.09
200m	9.53	7.37	1.87	0.52	/

由表 5.8.1 可知，项目疏浚施工产生的悬浮泥沙超过 10mg/L 的影响范围局限于项目区周边横向约 340m、纵向约 200m 范围内，影响范围很小。且施工期影响为暂时性，待施工结束后，影响随之消失，因此项目建设对水质环境的影响较小。

（2）施工废水排放对海域水质的影响

①施工车辆及施工船舶含油污水对海水水质的影响

施工期间，陆上的施工机械设备和海域的施工船舶在使用和维修过程中将产生含油废污水，废污水产生量约 3.5m³/d，若直接排入海中，将对海域的水生生物造成一定的影响。因此，必须加强管理，严禁施工船舶、施工机械产生的各种污水未经处理直接排放，以减轻含油污水排放对海水水质、海洋生物生态造成的危害。施工船舶应严格执行《防治船舶污染海洋环境管理条例》《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》等相关法规要求，施工船舶应设置油污水及生活污水储存舱，油污水和船舶生活污水应按规定要求收集上岸委托有处理资质的单位处理，严禁向海域排放。因此，在正常情况下，施工船舶

污（废）水对项目区所处海域的影响可控。

施工车辆设备冲洗和维护保养过程中产生的冲洗废水主要含有 SS、COD、石油类等水污染物，经沉淀池沉淀后可回用于车辆冲洗；混凝土搅拌过程产生的砂石料冲洗、搅拌废水，由于排放量不多，主要渗透到施工场地土地内，考虑到地表蒸发等作用，实际入海量极少，对海域水环境基本无影响。

②施工人员生活污水对海水水质的影响

本项目施工人员生活污水主要含有 COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮等污染物，由于施工场地位于华东船厂厂区，生活污水主要利用现有的生活污水处理设施进行处理排放，对海域水环境基本无影响。

综上，在严禁生活污水或施工废水直接排放入海，施工船舶污染物通过收集上岸处理的情况下，项目施工期间对海域水环境影响很小。

5.8.1.4 海域沉积物环境影响分析

（1）施工期悬浮泥沙入海对沉积物环境的影响

施工过程入海的泥沙在随潮流涨落运移过程中，其粗颗粒部份将迅速沉降于构筑物附近海底，而细颗粒部份在随潮流向边滩运移过程中遇到平潮期流速趋于零而慢慢沉降于海底。散落泥沙的扩散运移和沉降的范围与泥沙的粒径、水深和流速有关。

施工期的悬浮物来源主要为围堰施工产生的悬浮物，施工期的悬浮物主要来自本工程及其附近海域，它们的环境背景值与工程海域沉积物背景值相近或一样，施工过程只是将沉积物的分布进行了重新调整，对沉积物环境影响较小，不会明显改变工程海域沉积物的质量。

（2）施工期污染物排放对沉积物环境的影响

污染物排入海后在上覆水相、沉积物相和间隙水相三相中迁移转化，可能引起沉积物环境的变化，特别是悬浮物质可能通过吸附水体营养物质以及有毒、有害物质，并最终沉降到沉积物表层，从而对沉积物环境造成影响。

本项目施工废污水主要为施工船舶含油污水、船舶生活污水、施工场地生活污水和施工机械清洗废水。施工废污水量少，污染物排放量较小，且施工期较短，经处理后对海域水质的影响都不大，对沉积物环境基本上没有影响。此外，施工中只要加强管理，并将施工生活垃圾和施工废弃物一同清运至垃圾处理场处理，避免直接排入海域，对工程海域沉积物的质量影响很小。

综上所述，本项目建设对周边海域沉积物环境的影响较小。

5.8.2 资源影响分析

5.8.2.1 海洋生物资源的影响分析

（1）围堰占海导致生物损失

项目建设影响用海范围内海洋生物的生境，导致用海范围内海洋生物资源受损，对海域生态系统功能造成影响。底栖生物量损失主要是围堰占海导致的底栖生物死亡和栖息地丧失而引起的生物存量减少。

底栖生物损失按以下公式计算：

$$Wi = Di \times Si$$

式中： Wi ——第 i 种类生物资源受损量； Di ——评估区域内第 i 种类生物资源密度，取 2020 年 10 月 P3 断面潮间带底栖生物密度平均值，为 86.7g/m^2 。 Si ——第 i 类生物占用的渔业水域面积。

项目占海导致底栖生物损失 = 占海面积 $\times$ 潮间带底栖生物量
 $= 2761\text{m}^2 \times 86.7\text{g/m}^2 = 239.38\text{kg}$ 。

（2）施工悬浮泥沙入海导致生物损失

根据海洋环境现状调查资料可知，2020 年 10 月的游泳动物渔获量均值为 5903.66kg/km^2 。

施工悬浮物扩散造成的生态损失量计算过程：

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的相关要求，本工程产生的悬浮物扩散范围内对海洋生物资源的损害属于持续性损害，因此，计算如下。

施工悬浮物扩散造成的生态损失量计算过程（产生悬浮泥沙的施工作业天数取 18 个月，本次按 36 个周期计算）：

成体鱼类一次性平均受损量： $5903.66\text{kg/km}^2 \times 0.14\text{km}^2$ （悬沙扩散范围按横向 340m、纵向 200m 计算） $\times 17.50\% = 144.64\text{kg}$ ；

成体鱼类持续性受损量： $144.64\text{kg} \times 36\text{周期} = 5207.04\text{kg}$ 。

5.8.2.2 海洋生物资源损失货币化估算

（1）项目占海导致底栖生物损失的货币化估算

本项目建设工期约 18 个月，用海占用年限低于 3 年，因此损害补偿年限按 3 年计算：
 底栖生物损失货币化估算 = 底栖生物损失量 $\times 3\text{年} \times \text{价格}$

底栖生物价格按 10000 元/吨计算，底栖生物损失量为 239.38kg，则项目用海占海共

造成底栖生物损失货币化估算约 0.72 万元。

（2）施工悬浮泥沙入海损失造成海洋生物损失的货币化估算

施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物损失属于短期的，实际施工时间约 18 个月，由于实际影响年限低于 3 年的，因此损害补偿年限按 3 年计算：

施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物经济损失 = 施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物损失量×3 年×换算比例×价格。

施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物经济损失估算约 0.87 万元，详见表 5.8.2。

表 5.8.2 施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物经济损失估算

类别	一次性生物受损量	单价	换算比例	补偿年限	经济损失价值（万元）
游泳动物	144.64kg	20 元/kg	100%	3 年	0.87

综上所述，项目建成共占成海洋生物损失货币化估算约 1.6 万元。

5.8.3 生态影响分析

5.8.3.1 泥沙入海对海域生态环境的影响分析

工程施工会引起海水中悬浮物含量的增加，在一定范围内的海水将变得浑浊，海水透明度降低，对浮游生物、游泳动物、鱼卵仔鱼和底栖生物产生一定的影响。

（1）对浮游生物的影响

施工过程产生的入海泥沙将对浮游生物产生影响，首先反映在悬浮泥沙导致海水的混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的光合作用，对浮游生物的生长起到抑制作用，降低单位水体浮游植物的数量；其次，还将对浮游动物的生长率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等方面的影响；此外，由于悬浮物快速下沉，有部分浮游植物被携带下沉，导致浮游植物受到一定损害。

（2）对鱼卵仔鱼的影响

施工期间，高浓度悬浮颗粒扩散场对海洋生物仔幼体会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。根据渔业水质标准要求，人为增加悬浮物浓度大于 10 mg/L，会对鱼类生长造成影响。

（3）对底栖生物的影响

底栖生物栖息于海底，对悬浮物多具有较强的耐受能力；但海水中的悬浮物大量增加仍会对其群落产生直接和间接的影响。悬浮物增加会消耗水中含氧，使得海水含氧浓度降低影响贝类呼吸；此外，对于以浮游生物为饵料的底栖生物而言，悬浮物还可通过

影响浮游生物的生长间接对底栖生物产生影响。底栖生物量损失主要是底栖生物死亡和栖息地丧失而引起的生物量存量的减少。

根据本工程数模结果分析，正常施工情况下，悬砂入海的影响范围不大，且随着施工期的结束，悬浮泥沙的影响也将逐渐消失。因此，项目建设对该海域底栖生物的影响较小。

（4）对游泳动物的影响

对于游泳动物而言，悬浮微粒对鱼类影响较大。首先，悬浮微粒对鱼类机械作用，水体中含有大小不同的，从几微米到十余微米的矿质颗粒，在悬浮微粒过多时将导致水的混浊度增大，透明度降低现象，不利于天然饵料繁殖生长，影响鱼类的摄食活动；其次，水中大量存在的悬浮物也会使游泳生物，特别是鱼类造成呼吸困难和窒息现象，当悬浮微粒随鱼的呼吸动作进入鱼的鳃部时，将粘附于鳃瓣鳃丝及鳃小片上，不仅损伤鳃组织，而且将隔断气体交换的进行，严重时甚至导致鱼类窒息而死。有资料表明，悬浮物质的含量水平为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活一天，含量水平为 600mg/L 时，最多只能存活一周；悬浮物质的含量在 200 mg/L 以下且影响时间较短时，不会导致鱼类直接死亡。

由于本项目施工水域较开阔，鱼类等游泳动物的规避空间较大，并且在施工过程中驱赶鱼类采用适当的方式，故项目建设对当地鱼类资源影响较小。虾蟹类因其本身生活习性，大多对悬浮泥沙具有较强的抗性，故工程施工对该海域虾蟹类的影响很小。

5.8.3.2 施工废水对海洋生态环境的影响分析

施工期间，陆上的施工机械和海域的施工船舶在使用和维修过程中将产生含油废污水，这些施工设备的含油废污水很难定量估算，若直接排入海中，油污通过附着在悬浮物上并随之沉降到海底，或溶于海水中，随海流扩散，或漂浮在水面上随旋流漂移，油污漂浮于水面上，造成阳光透过率降低，阻碍植物光合作用，从而影响海洋生态环境，而且油污具有一定的粘性，会破坏部分海洋生物的呼吸系统，造成其呼吸困难而死亡。

根据工程分析，本项目施工期间含油废水排放量较小，只要加强管理，严禁施工船舶、施工机械产生的各种污水未经处理直接排放；同时对施工过程中产生的各类含油污水进行收集，处理达标后排放，进入水体的石油类等污染物的量就很小，对水生生物的影响程度和范围也就很小。

5.8.4 施工期环境空气影响分析

（1）施工期大气环境影响分析

由于扬尘颗粒的重力沉降作用，其污染影响范围和程度随着距离的不同而有所差异，根据当地风况分析，在扬尘点下风向 0 ~ 50m 为较重污染带，50 ~ 100m 为污染带，100 ~ 200m 为轻污染带，200m 以外对大气影响甚微。扬尘经过大气扩散运输对周围环境空气产生污染影响，增加空气的浑浊度，特别是使环境空气中的可吸性颗粒物浓度增加，经过人呼吸系统进入人的肺部，从而影响人的身体健康。

本区域风向频率最高的为 ESE，本项目周围村庄相对较近的是亭下村，处于工程场地的侧上风向，但由于距离施工场地较近，当施工处于不利风向气象条件时，此施工扬尘对其将产生一定影响，因此建设单位应采取有效的防尘抑尘措施。

（2）施工期防尘抑尘措施

①加强施工管理，避免在风力大于 8m/s 的大风天气进行场地平整开挖及其他建筑工程施工。

②运送石料、水泥等的卡车不得超载，石料装料高度不得高于车厢边缘高度，并采用加盖篷布和洒水的方法，以防止石料泄漏，增加道路路面土石粉尘。

③取土区及施工道路要定时清扫和喷洒水，以减少汽车行驶扰动起来的扬尘。

④在本项目施工场地设置临时施工建筑材料仓库，用于水泥等起尘材料的存放，并尽量使用商品混凝土，以减小水泥粉尘污染。

5.8.5 施工期噪声影响分析

依据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB125323-2011）排放限值，昼间 LAeq 值≤70dB，夜间值≤55dB。在没有声屏障衰减的情况下，单一施工机械作业时，施工噪声的影响范围在施工场地周边 30m 以外。因此，企业应尽量将高噪声设备布置在距离厂界较远的地方，若设备必须布置在厂界施工附近，应合理安排施工时间，不得在午间与夜间进行施工，以减小对周围声环境的影响。

根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）规定的标准限值计算，居民区需达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类区要求，即昼间 60dB，夜间 50dB 的标准限值。亭下村位于东部厂区东 20m 处，为保证居民点声环境不因项目施工而超标，建设方应将高噪声施工设备的施工时间错开，设备布置应尽量远离东部厂界，并且不得在 22:00 之后的夜间进行施工，加强施工管理，避免无序施工产生嘈杂噪声，以降低施工过程对环境的影响。

5.8.6 施工期固体废物影响分析

（1）施工生活垃圾

施工期生活垃圾主要为施工现场施工人员日常生活过程产生的生活垃圾，以有机物为主，可集中堆存后，由环卫公司统一收集后运往市政垃圾处理厂处理。

（2）施工作业固体废物

本项目施工作业固体废物主要为建筑模板、建筑材料下脚料、断残钢筋头、破钢管、包装袋、废旧设备零件以及建筑碎片、碎砖头、水泥块、石子、沙子等建筑材料废弃物和少量机械修配擦油布等。这些施工固体废物中，建筑模板、建筑材料下脚料、断残钢筋头、破钢管、包装袋、废旧设备零件等可回收综合利用；建筑碎片、碎砖头、水泥块、石子、沙子等建筑材料废弃物可作为铺路材料。建筑垃圾中的废钢筋、废纸箱、水泥包装袋等为可回收再利用的固废，应定点收集后回收利用，以实现固体废物的资源化、减量化。施工过程产生的少量不能回收利用的含油抹布等应经收集后，按危险废物进行处理，不得随意丢弃。

（3）围堰施工弃方

根据 4#船坞设计方案测算，围堰施工开挖共产生弃方约 5.39 万 m^3 ，主要成分为素填土。

施工产生的弃方拟作为福建华东船厂填海的填方料，由福建华东船厂有限公司统筹安排处理。拟回填位置见图 5.8.1，采用陆上运输，运距约为 700m。



图 5.8.1 华东船厂施工弃方回填区示意图

综上所述，本项目施工作业固体废物可以得到合理处置，不外排，对周边环境影响不大。

6 环境风险评价

环境风险评价的目的是分析和预测工程建设存在的潜在危险、有害因素，项目施工和运营期间可能发生的突发性事件或事故（一般不包括人为破坏及自然灾害），引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

6.1 风险识别

风险识别范围主要为项目所涉及的原辅材料、中间产品和最终产品及三废等物品、生产系统、贮存运输系统、相关的公用工程和辅助系统等。

物质风险识别按《危险化学品目录》（2015 版）及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，对项目涉及的有毒有害、易燃易爆物质进行危险性识别和综合评价，筛选出风险评价因子；生产过程潜在危险性识别根据建设项目的生产特征，结合物质危险性识别及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 确定潜在的重大危险源。

物质风险识别范围：主要有原材料及辅助材料、燃料、中间产品、最终产品、危险废物以及生产过程排放的“三废”污染物等。生产设施风险识别范围：主要是生产装置、贮运系统、公用工程系统、工程环保设施及辅助生产设施等。

6.1.1 企业周边环境风险受体情况

本项目周边环境风险受体及主要关心点分布情况见表 6.1.1。

表 6.1.1 项目周边主要保护目标情况

环境要素	环境保护目标					
环境 空气	敏感目标名称	方位	距厂界距离 m	人口 (人)	属性	
	亭下村	东	210	20	居民	
	廪头村	东北	1800	50		
	溪边村	东北	2700	150		
	牛坑村	东	2900	100		
	玉莲盘村	北	470	25		
	碧里乡	北	860	265		
	先锋村	西北	1530	300		
	长基村	西北	1660	200		
	厂址周边 500 范围内人口数小计			45 人		
	厂址周边 5km 范围内人口数小计			1110 人		
	大气环境敏感程度 E 值			E2		
	地表水	受纳水体				
		序号	受纳水体名称	排放点水域环境功能		24h 内流经范围 /km
1		罗源湾	厂址沿岸至离岸约 800m 内为四类		/	

			海域环境功能区（FJ030-D-Ⅲ）， 执行《海水水质标准》 （GB3097-1997）三类标准。			
	近岸海域一个潮周期最大水平距离两倍范围内敏感目标					
	序号	敏感目标名称	排放点水域环境功能		与排放点距离 /m	
	1	官井洋大黄鱼 海洋保护区生 态保护红线区	《海水水质标准》（GB3097-1997） 三类标准		9500	
	2	罗源湾重要滨 海湿地生态保 护红线区			1200	
	地表水环境敏感程度 E 值				E2	
地下水	序号	环境敏感区名 称	环境敏感特征	水质目标	包气带 防污性 能	与下 游厂 界距 离
	/	/	/	/	/	
	地下水环境敏感程度 E 值				E2	

6.1.2 风险物质识别分析

（1）危险物品及其理化性质

本项目涉及的危险化学品有二甲苯、液氧、LNG 天然气、液态二氧化碳等。

本项目使用的各生产物料及产品的主要理化性质见表 6.1.2 所示，各物质主要毒理危害见表 6.1.3 所示。

表 6.1.2 风险物品理化性质一览表

风险物品名称	分子式	风险类型	风险物品的理化性质
二甲苯	C ₈ H ₁₀	易燃液体	外观与性状：无色透明液体，有类似甲苯的气味；沸点：144℃；熔点：-25℃；相对密度（水=1）：0.88；闪点：24℃；稳定性：稳定；溶解性：不溶于水，可混溶于乙醇、乙醚、氯仿等多数有机溶剂。
天然气	CH ₄	易燃气体	外观与性状：无色无臭气体；沸点：-161.5℃；闪点：-188℃ 溶解性：微溶于水，溶于醇、乙醚；稳定性：稳定
液氧	O ₂	有毒气体	外观与性状：无色无味气体；熔点：-218.8℃；沸点：-183.1℃；相对密度（水=1）：1.14；相对蒸气密度（空气=1）：1.43；饱和蒸气压（kPa）：506.62（-164℃）；临界温度：-118.95℃；临界压力：5.08MPa；辛醇/水分配系数：0.65；溶解性：溶于水、乙醇。
液态二氧化碳	CO ₂	有毒气体	外观与性状：无色无味气体；熔点：-56.6℃（527kPa）；沸点：-78.5℃（升华）；相对密度（水=1）：1.56（-79℃）；相对蒸气密度（空气=1）：1.53；饱和蒸气压：1013.25kPa（-39℃）；临界温度：31.3℃；临界压力（MPa）：7.39；辛醇/水分配系数：0.83；闪点：不燃；.溶解性：溶于水，溶于烃类等多数有机溶剂。

甲苯	C ₇ H ₈	易燃液体	分子式：C7H8。外观与性状：无色、低毒带特殊芳香味的易挥发液体；熔点：-94.9℃；沸点：110.4℃；相对密度：0.87；闪点：4℃；相对蒸汽密度：3.14；饱和蒸气压：4.89kPa（30℃）；燃烧热：3905.0kJ/mol；临界温度：318.6℃；临界压力：4.11MPa；辛醇/水分配系数的对数值:2.69;爆炸极限:1.2~7.0%;引燃温度:535℃；水溶性：不溶于水，可混溶于苯、醇、醚等多数有机溶剂。
----	-------------------------------	------	--

表 6.1.3 主要毒物危害毒理一览表

名称	主要健康危害
二甲苯	一、健康危害 侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。 健康危害：二甲苯对眼及上呼吸道有刺激作用，高浓度时对中枢神经系统有麻醉作用。 急性中毒：短期内吸入较高浓度核武器中可出现眼及上呼吸道明显的刺激症状、眼结膜及咽充血、头晕、恶心、呕吐、胸闷、四肢无力、意识模糊、步态蹒跚。重者可有躁动、抽搐或昏迷，有的有癔病样发作。 慢性影响：长期接触有神经衰弱综合征，女工有月经异常，工人常发生皮肤干燥、皲裂、皮炎。
天然气	二、毒理学资料及环境行为 毒性：属低毒类。 急性毒性：LD₅₀：1364mg/kg(小鼠静脉) 生殖毒性：大鼠吸入最低中毒浓度(TDL0)：1500mg/m³，24 小时(孕 7～14 天用药)，有胚胎毒性。 危险特性：易燃，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物。遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氧化剂能发生强烈反应。流速过快，容易产生和积聚静电。其蒸气比空气重，能在较低处扩散至相当远的地方，遇明火会引着回燃。 燃烧(分解)产物：一氧化碳、二氧化碳。
液氧	一、健康危害 侵入途径：吸入。 健康危害：甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%-30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。
液态二氧化碳	二、毒理学资料及环境行为 毒性：属微毒类。允许气体安全地扩散到大气中或当作燃料使用。有单纯性窒息作用，在高浓度时因缺氧窒息而引起中毒。空气中达到 25～30%出现头昏、呼吸加速、运动失调。 急性毒性：小鼠吸入 42%浓度×60 分钟，麻醉作用；兔吸入 42%浓度×60 分钟，麻醉作用。 危险特性：易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其它强氧化剂接触剧烈反应。 燃烧(分解)产物：一氧化碳、二氧化碳。

	态二氧化碳在常压下迅速汽化，能造成-80~-43℃低温，引起皮肤和眼睛严重的冻伤。 慢性影响：经常接触较高浓度的二氧化碳者，可有头晕、头痛、失眠、易兴奋、无力等神经功能紊乱等。但在生产中是否存在慢性中毒国内外均未见病例报道。
	二、毒理学资料及环境行为 /
甲苯	一、健康危害 侵入途径：吸入、食入、经皮吸收。 健康危害：对皮肤、粘膜有刺激性，对中枢神经系统有麻醉作用。 急性中毒：短时间内吸入较高浓度本品可出现眼及上呼吸道明显的刺激症状、眼结膜及咽部充血、头晕、头痛、恶心、呕吐、胸闷、四肢无力、步态蹒跚、意识模糊。重症者可有躁动、抽搐、昏迷。 慢性中毒：长期接触可发生神经衰弱综合征，肝肿大，女工月经异常等。皮肤干燥、皸裂、皮炎。 二、毒理学资料及环境行为 毒性：属低毒类。 急性毒性：LD505000mg/kg(大鼠经口)；LC5012124mg/kg(兔经皮)；人吸入 71.4g/m³，短时致死；人吸入 3g/m³×1~8 小时，急性中毒；人吸入 0.2~0.3g/m³×8 小时，中毒症状出现。 刺激性：人经眼：300ppm，引起刺激。家兔经皮：500mg，中度刺激。 亚急性和慢性毒性：大鼠、豚鼠吸入 390mg/m³,8 小时/天,90~127 天,引起造血系统和实质性脏器改变。 致突变性：微核试验：小鼠经口 200mg/kg。细胞遗传学分析：大鼠吸入 5400μg/m³，16 周(间歇)。 生殖毒性：大鼠吸入最低中毒浓度(TCL0)：1.5g/m³，24 小时(孕 1~18 天用药)，致胚胎毒性和肌肉发育异常。小鼠吸入最低中毒浓度(TCL0)：500mg/m³，24 小时(孕 6~13 天用药)，致胚胎毒性。 燃烧(分解)产物：一氧化碳、二氧化碳。

6.1.3 生产过程潜在危险性识别与分析

（1）生产及储运设施潜在风险识别

本项目涉及的重点监管的危险化学品有：天然气；不涉及高毒物品；不涉及易制毒化学品；生产装置与储运设施存在的风险主要有火灾爆炸事故、泄漏事故等。

（2）环保工程存在的危险、有害性

废水处理设施若出现设备故障，会影响出水水质，对本项目污水预处理站的污水处理效果造成不良影响，废水通过设置车间污水收集池、监控水池及厂区事故池，防止突发事故。

废气吸收装置若出现故障，会造成废气超标排放，对周围环境产生影响。但是，废气加强定期检查处理设施的内部装置是否完好，设置备用的设施配件，如有缺损应及时更换或修理，同时，应配备一台柴油发电机和备用泵，防止停电状态或者在用泵损坏下废气回收装置无法正常运行，通过以上措施废气很快恢复正常排放状态。

（3）事故连锁效应和重叠继发性事故的风险识别

项目涉及的物料部分具有有毒、易燃的特性，如在生产加工或贮存的过程中发生物

料泄漏，遇火源或高热可能引发燃烧、爆炸。一旦生产装置、储罐中的某一设备或管道中物料着火，释放的热能可能造成其他容器着火、爆炸，因此生产装置内周边系统存在一定的事故连锁效应和事故重叠引发继发事故的危险性。

（4）事故中的伴生、次生危害

事故中发生的伴生/次生事故，主要决定于物质性质和事故类型。物质性质是事故中物质可能通过氧化、水解、热解、物料间反应过程产生对环境污染的危害性；事故类型不同，可能产生反应过程不同，例如燃烧可能产生物料氧化、热解过程，泄漏冲洗可能发生水解过程，物料不相容过程等。本项目的伴生/次生风险主要为火灾烟气、废气迁移和事故废水的影响。

①火灾烟气

当发生火灾爆炸事故时，除 CO₂ 和 H₂O 等燃烧产物外，在不完全燃烧的条件下可能产生少量具有毒害作用的 CO 等，对空气环境及人群健康造成一定影响。

②废气迁移

本项目发生泄漏事故后，少量的有机物挥发至空气中，或在空气中迁移、或进入水体、或进入土壤，泄漏事故源附近局部区域会因少量物料沉积或渗透降至土壤或地下水，造成土壤和地下水有机物浓度升高，可能会对周围局部区域的植物生长造成影响。

③事故废水

物料泄漏事故处理过程中，可能产生冲洗废水，如发生火灾爆炸事故，会产生大量的消防废水，事故处理过程中产生的洗消废水中会含有一定量的有机物料，如不能及时得到有效收集和处置，排放至罗源湾海域，会对海洋环境造成一定的影响。

（5）风险识别结果

根据以上分析，建设项目环境风险识别汇总见表 6.1.4。

表 6.1.4 项目环境风险识别表

序号	危险单元	风险源	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
1	燃气锅炉	燃气锅炉	天然气	泄漏、火灾	大气、水、地下水、土壤	大气：先锋村、玉莲盘村、碧里乡、西洋村、东洋村、前洋村、闽光钢铁生活区、廪头村、溪边村、牛头坑村。 地表水：罗源湾。 地下水、土壤。
2	气体站	液氧储罐	氧气	泄漏		
3		LNG 储罐	天然气	泄漏、火灾		
4		液态二氧化碳储罐	二氧化碳	泄漏		
5	油漆库	二甲苯桶	二甲苯、甲苯，酮醚有机溶剂	泄漏、火灾		

6	环保工程	废水处理措施	废水	泄漏	水、地下水、土壤	罗源湾、地下水、土壤
7		废气处理措施	废气	泄漏	大气	先锋村、玉莲盘村、碧里乡、西洋村、东洋村、前洋村、闽光钢铁生活区、廪头村、溪边村、牛头坑村。

6.2 评价工作等级与评价范围

6.2.1 危险物质数量与临界量比值（Q）

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。对于长输管道项目，按照两个截断阀室之间管段危险物质最大存在总量计算。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与临界量比值，即为 Q：

当存在多种物质时，则按以下公式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

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

式中：q₁，q₂，……，q_n——每种危险物质的最大存在量，t；

Q₁，Q₂，……，Q_n——每种危险物质的临界量，t。

当 Q < 1 时，该项目环境风险潜势为 I。

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

风险识别范围包括：主要生产装置、贮运系统、公用工程系统、工程环保设施及辅助生产设施等。结合本项目工程分析和总图布置，本扩建项目新增的危险物质数量与临界量比值（Q）辨识结果见表 6.2.1。其中，根据建设单位介绍，华东船厂最大能容纳进港船舶约 22 艘，每艘进港船舶上剩余的燃油约 20 吨，按船厂港口停满船舶的情况估算进港船舶装载的油类物质最大存在量。油泥减量化工序产生的废矿物油按油泥减量化车间内的最大贮存量 100 吨估算。

表 6.2.1 本项目涉及危险物质存在量及其临界值量表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q/t	临界量 Q/t	该种危险物质 Q 值
1	二甲苯	95-47-6	3	10	0.3
2	天然气	74-82-8	50	10	5
3	油类物质（进港船舶装载）	/	440	2500	0.176
4	油类物质（油泥减量化产生）	/	100	2500	0.04
项目 Q 值Σ					5.5

危险物质数量与临界量比值（Q）辨识结果可知，本项目 $Q=5.516 < 10$ 。

6.2.2 行业及生产工艺（M）

分析项目所属行业及生产工艺特点，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 C.1 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为（1） $M > 20$ ；（2） $10 < M \leq 20$ ；（3） $5 < M \leq 10$ ；（4） $M=5$ ，分别以 M1、M2、M3、M4 表示。

表 6.2.2 行业及生产工艺（M）

行业	评估依据	分值	最终分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化工艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/每套	0
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/每套	0
	其他高温或高压、涉及易燃易爆等物质的工艺过程 a、危险物质储罐罐区	5/每套（罐区）	0
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头	10	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化）、气库（不含加气站的气库）、油库（不含加气站的油库）、油气管线 b（不含城镇燃气管线）	10	0
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5	5
	结果		15

由上表最终分值计算结果可知， $M=15$ ，为 M2。

6.2.3 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M），根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）表 C.2 确定危险物质及工艺系统危险性等级（P），分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

表 6.2.3 危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

危险物质数量与临界量比值（Q）	行业及生产工艺（M）			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

本项目 Q 值为 5.5，且 $M=15$ ，为 M2，由上表判断本项目危险物质及工艺系统危险性等级 P 为 P3。

6.2.4 环境敏感程度（E）分级

（1）大气环境

依据环境敏感目标环境敏感性及人口密度划分环境风险受体的敏感性，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则及判定结果见下表。

表 6.2.4 大气环境敏感程度分级

分级	大气环境敏感性
E1	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 5 万人，或其他需要特殊保护区域；或周边 500m 范围内人口总数大于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 200 人
E2	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数大于 1 万人，小于 5 万人；或周边 500m 范围内人口总数大于 500 人，小于 1000 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数大于 100 人，小于 200 人
E3	周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人；或周边 500m 范围内人口总数小于 500 人；油气、化学品输送管线管段周边 200m 范围内，每千米管段人口数小于 100 人

根据项目周边环境敏感性及人口密度情况判定本项目大气环境敏感程度为 E2。

（2）地表水环境

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点受纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表表 6.2.5。其中地表水功能敏感性分区和环境敏感目标分级分别见表 6.2.6 和表 6.2.7。

表 6.2.5 地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

表 6.2.6 地表水功能敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅱ类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨国界的；
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为Ⅲ类，或海水水质分类第二类或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入受纳河流最大流速时，24h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

表 6.2.7 环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10kmn 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）：农村及分散式饮用水水源保护区自然保护区；重要湿地：珍稀濒危野生动

	植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道：世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区：海洋特别保护区：海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场：海洋自然历史遗迹：风景名胜区；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场：森林公园；地质公园：海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

依据表 6.2.6 判定本项目敏感性为低敏感 F3，依据表 6.2.7 判定本项目环境敏感目标分级为 S1，最终判定本项目地表水敏感程度为 E2。

（3）地下水环境

依据地下水功能敏感性与包气带防污性能，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 6.2.8。其中地下水功能敏感性分区和包气带防污性能分级分别见表 6.2.9 和表 6.2.10。当同一建设项目涉及两个 G 分区或 D 分级及以上时，取相对高值。

表 6.2.8 地下水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水功能敏感性		
	G1	G2	G3
D1	E1	E1	E2
D2	E1	E2	E3
D3	E1	E2	E3

表 6.2.9 地下水功能敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 G1	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区：除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其他保护区，如热水、矿泉水温泉等特殊地下水资源保护区
较敏感 G2	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区：分散式饮用水水源地：特殊地下水资源（如热水、矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区 ^a
不敏感 G3	上述地区之外的其他地区
^a “环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区	

表 6.2.10 包气带防污性能分级

分级	包气带岩土渗透性能
D3	Mb≥1.0m，K≤1.0×10 ⁻⁶ cm/s，且分布连续、稳定
D2	0.5m≤Mb < 1.0m，K≤1.0×10 ⁻⁶ cm/s，且分布连续、稳定 Mb≥1.0m，1.0×10 ⁻⁶ cm/s < K≤1.0×10 ⁻⁴ cm/s，且分布连续、稳定
D1	岩（土）层不满足上述“D2”和“D3”条件
Mb：岩土层单层厚度。 K：渗透系数。	

依据表 6.2.9 判定本项目所在区域地下水敏感性为不敏感 G3，依据表 6.2.10 判定本项目包气带防污性能为 D1，最终判定本项目地下水环境敏感程度为 E2。

综上，根据大气、地表水和地下水环境敏感程度的判定结果，本项目所在区为环境中度敏感区 E2。

6.2.5 环境风险潜势

建设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV+级

根据建设项目涉及的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，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照表 6.2.11 确定环境风险潜势。

表 6.2.11 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 ⁺	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 ⁺ 为极高环境风险。				

6.2.6 环境风险评价工作等级

表 6.2.12 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a
a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 A				

根据企业周边大气环境敏感程度（E2）、危险物质及工艺系统危险性等级（P3），本项目大气环境风险潜势为 III 级，评价工作等级为二级。

根据企业周边地表水环境敏感程度（E2）、危险物质及工艺系统危险性等级（P3），本项目地表水环境风险潜势为 III 级，评价工作等级为二级。

根据企业周边地下水环境敏感程度（E2）、危险物质及工艺系统危险性等级（P3），本项目地表水环境风险潜势为 III 级，评价工作等级为二级。

综上所述，本项目大气环境风险评价工作等级为二级，地表水环境风险评价工作等级为二级，地下水环境风险评价工作等级为二级。

6.2.7 环境风险评价范围

本项目大气环境风险评价范围为项目边界外 5km，见图 1.4.1；地表水环境风险评价范围同地表水评价范围；地下水环境风险评价范围为本地区地下水水文地质单元。

6.3 风险事故情形分析

6.3.1 源项分析

风险事故的特征及其对环境的影响包括火灾、爆炸、液（气）体化学品泄漏等几个方面，根据对同类化工行业的调研、生产过程中各个工序的分析，针对已识别出的危险因素和风险类型，筛选具有代表性的风险事故情形，合理设定事故源项。

6.3.2 事故原因分析

（1）气体站及油漆库

物料泄漏：造成泄漏的原因主要是物料装卸过满导致溢出或储罐、桶罐产生裂缝发生泄漏；因意外事故导致倾覆、破裂而产生的泄漏。

（2）生产区

①物料输送：可能发生事故的环节主要有泵失效不运转（如电器故障、机械故障、设备故障等），导致物料受压溢出、连接软管脱节直接外排。

②车间管道：失控、误操作导致物料溢出，机械撞击或管道腐蚀穿孔导致泄漏；密封出现问题，导致连接处泄漏。

③环保措施：环保治理设施运转不正常造成事故排放，造成环境污染的情况；废气处理系统故障、污水处理事故都可能造成环境污染。

6.3.3 事故情形分析

A、气体站事故

①假设 LNG 天然气储罐输送管道处发生泄漏，天然气泄漏直接进入大气环境造成气象毒物污染事故，泄漏孔径按照 10mm 计。

②假设泄漏的天然气遇火源或高热发生火灾事故，火灾次生 CO 直接进入大气环境造成气象毒物污染事故。

B、油漆库事故

假设单个二甲苯桶发生泄漏造成整桶泄漏的二甲苯挥发进入大气环境造成的气相毒物污染事故进行危害预测。

C、运营期船舶溢油事故

本次评价将针对以上可能存在的环境风险事故提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使本项目建设的故事率、损失和环境影响达到可接受水平。

6.4 大气环境风险预测与分析

6.4.1 预测模型

（1）计算模型选择

本评价采用环境风险评价系统 EIAproA 软件中的 SLAB 模型和 AFTOX 模型计算其影响范围，其中 SLAB 模型适用于平坦地形下重质气体排放的扩散模拟，AFTOX 模型适用于平坦地形下中性气体和轻质气体排放以及液池蒸发气体的扩散模拟。

（2）预测情形

本评价选取最不利气象条件进行后果预测。最不利气象条件取 F 类稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%。

6.4.2 气体站 LNG 天然气储罐泄漏气相毒物危害预测

（1）泄漏源项

气体站设有 50m³ 的 LNG 天然气液态储罐。根据事故统计，典型的损坏类型是储罐与输送管道的连接处泄漏，按泄漏孔径 10mm 计，事故发生后安全系统报警，10min 内泄漏得到控制。运输管道中的天然气是气体形态，经计算，该气体流动属音速流动（临界流），天然气泄漏以气体形式，其气体泄漏速度按《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 F.1.2 气体泄漏公式计算得，天然气气体泄漏速率最大约为 0.30kg/s。

（2）预测模式及预测结果

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 G 以及 EIApro2018 预测软件理查德森数估算，烟团初始密度未大于空气密度，不计算理查德森数。扩散计算建议采用 AFTOX 模式。

气体站天然气储罐发生泄漏事故的预测结果如下：

a）下风向最远距离

采用 AFTOX 模型进行进一步预测计算可知，最不利气象条件（预测气象条件为 F 类稳定度、1.5m/s 风速、温度 25℃、相对湿度 50%）时，预测范围内均未超过毒性终点浓度-1(150000mg/m³)和毒性终点浓度-2(260000 mg/m³)

表 6.4.1 LNG 天然气储罐发生储罐泄漏事故风险影响程度表

预测情形	源强 kg/s	危害浓度	下风向最远距离(m)
稳定(F) 风速 1.5m/s	0.30	毒性终点浓度-1(150000mg/m³)	/
		毒性终点浓度-2(260000mg/m³)	/

b）下风向不同距离处最大浓度及对应半宽

采用 AFTOX 模型进行进一步预测计算可知，最不利气象条件时，下风向不同距离

处苯的最大浓度见表 6.4.2，下风向最大浓度为 73739.0 mg/m³，出现在 0.08min、距污染物质泄漏点 10m 处。

表 6.4.2 最不利气象条件下风向不同距离处天然气最大浓度

距离（m）	浓度出现时刻（min）	最大浓度（mg/m ³ ）
10	0.08	73739.00
20	0.17	26515.00
30	0.25	14157.00
40	0.33	9078.00
50	0.42	6552.40
60	0.50	5122.80
70	0.58	4215.30
80	0.67	3581.80
90	0.75	3107.60
100	0.83	2734.90
110	0.92	2432.40
120	1.00	2181.10
130	1.08	1969.00
140	1.17	1787.70
150	1.25	1631.30
160	1.33	1495.10
170	1.42	1375.80
180	1.50	1270.60
190	1.58	1177.40
200	1.67	1094.40

c) 各关心点浓度随时间变化图

各关心点的天然气浓度随时间变化见下图，各关心点的预测浓度均未超过毒性终点浓度-2(260000 mg/m³)。

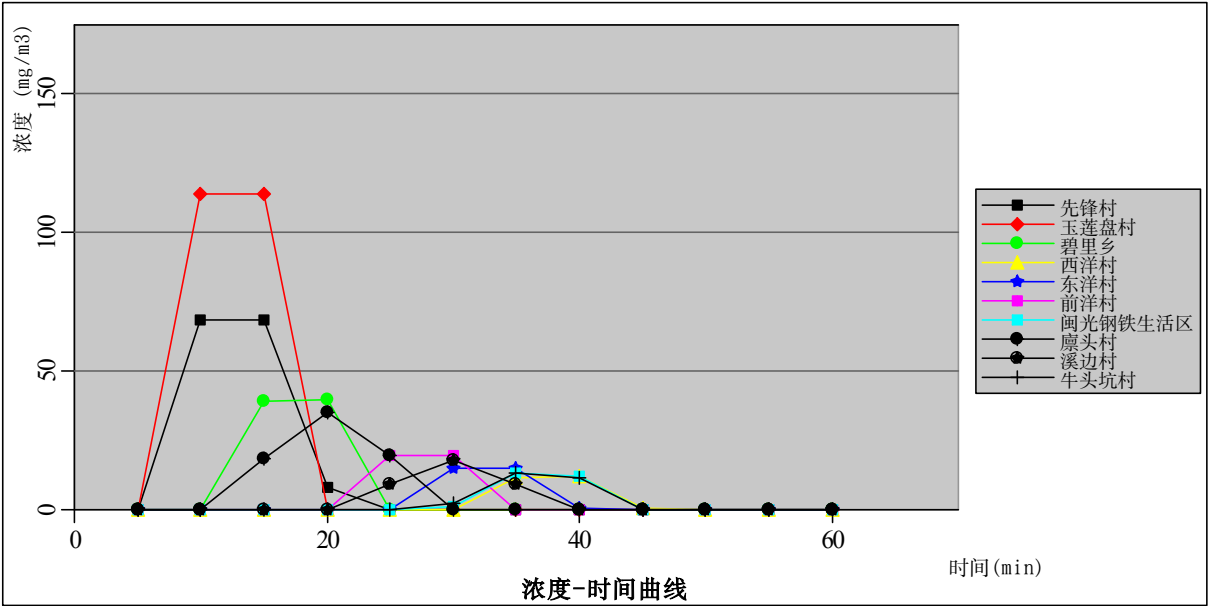


图 6.4.1 最不利气象条件下各关心点天然气浓度时间图

6.4.3 气体站 LNG 天然气储罐泄漏发生火灾衍生 CO 气相毒物危害预测

（1）泄漏源项

根据本项目物料性质，天然气泄漏后，若处理不当可能引发火灾。假设天然气储罐泄漏，并引发火灾，泄漏的物质着火后发生燃烧，不完全燃烧将产生一定量的 CO。假设发生火灾事故时，泄漏的天然气燃烧，其中 6%不完全燃烧生成 CO 计算。

参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中油品火灾伴生/次生一氧化碳产生量计算方法如下：

$G_{CO}=2330qCQ$

式中：G_{CO}——一氧化碳的产生量，kg/s；

C——物质中碳的质量百分比含量，天然气取 75%；

q——化学不完全燃烧值，取 1.5%~6.0%，本评价取 6%；

Q——参与燃烧的物质质量，t/s，根据上述泄漏量估算取 0.0003t/s。

根据上述公式，本项目天然气发生泄漏，泄漏量因意外发生火灾事故，CO 排放源强分别见 6.4.3。

表 6.4.3 火灾产生 CO 速率汇总

事故名称	泄漏化学物质	CO 产生速率（kg/s）	持续时间（min）
天然气储罐泄漏次生火灾	CO	0.031	10

（2）预测结果

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 G，AFTOX 模型适用于平坦地形下中性气体和轻质气体排放以及液池蒸发气体的扩散模拟，因此本评价苯储罐在破裂发生泄漏、遇明火发生火灾衍生 CO 的环境风险事故预测采用 AFTOX 模型。

天然气储罐泄漏发生火灾衍生 CO 事故的预测结果如下：

a）下风向最远距离

采用 AFTOX 模型进行进一步预测计算可知，最不利气象条件（预测气象条件为 F 类稳定度、1.5m/s 风速、温度 25℃、相对湿度 50%）时，毒性终点浓度-1(380mg/m³)、毒性终点浓度-2(95 mg/m³)对应的下风向最远距离分别为 90、270m。下风向达到不同毒性终点浓度的最大影响区域见图 6.4.2。

表 6.4.4 天然气储罐泄漏发生火灾衍生 CO 事故风险影响程度表

预测情形	源强 kg/s	危害浓度	下风向最远距离(m)
稳定(F) 风速 1.5m/s	0.080	毒性终点浓度-1(380mg/m³)	90
		毒性终点浓度-2(95mg/m³)	270

b）下风向不同距离处最大浓度及对应半宽

采用 AFTOX 模型进行进一步预测计算可知，最不利气象条件时，下风向不同距离处 CO 的最大浓度见表 6.4.5，下风向最大浓度为 10160.0 mg/m³，出现在 0.11min、距污染物质泄漏点 10m 处。毒性终点浓度-1(380mg/m³)，对应的最大半宽为 2m，出现在 0.22min，距污染物质泄漏点 20m 处。毒性终点浓度-2(95 mg/m³)，对应的最大半宽为 6m，出现在 0.89min，距污染物质泄漏点 80m 处。

表 6.4.5 最不利气象条件下风向不同距离处一氧化碳最大浓度

距离（m）	浓度出现时刻（min）	最大浓度（mg/m ³ ）
10	0.11	10160.00
20	0.22	3653.20
30	0.33	1950.60
70	0.78	580.77
80	0.89	493.49
90	1.00	428.15
100	1.11	376.81
110	1.22	335.13
210	2.33	140.55
270	3.00	96.87
310	3.44	78.45



图 6.4.2 最不利气象条件下风向 CO 最大影响范围图

c) 各关心点浓度随时间变化图

各关心点的预测浓度均未超过毒性终点浓度-2(95mg/m³)。

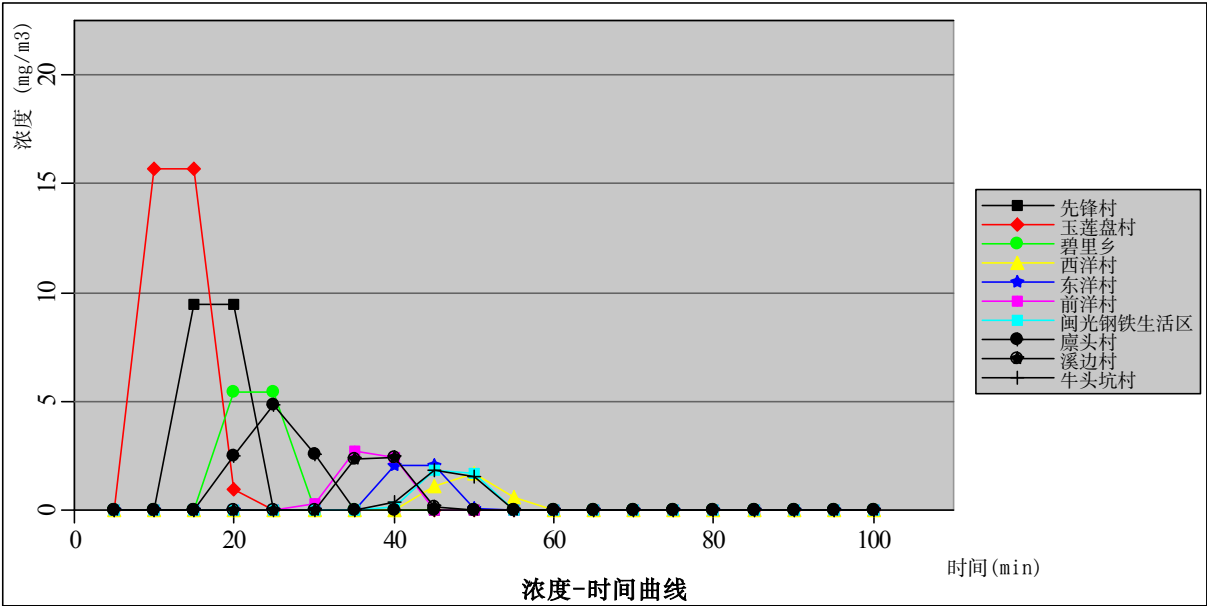


图 6.4.3 最不利气象条件下各关心点 CO 浓度时间图

6.4.4 油漆溶剂泄漏导致二甲苯气相危害预测

(1) 泄漏源项

二甲苯的最大储存量为 3 吨，由 20L 容积的小桶分储。设定最大库存的 50%二甲苯在 30min 内完全泄漏，则泄漏量约 0.83kg/s。

液体泄漏出来不断蒸发，当液体蒸发速度等于泄漏速度时，液池中的液体将维持不变。泄漏液体的蒸发分为闪蒸蒸发、热量蒸发和质量蒸发三种，其蒸发总量为这三种蒸发之和。本评价进考虑盐酸的质量蒸发，质量蒸发速度 Q₃按下式计算，计算结果见表 6.4.6。

$$Q_3 = a \times p \times M / (R \times T_0) \times u^{(2-n)/(2+n)} \times r^{(4+n)/(2+n)}$$

式中：Q₃——质量蒸发速度，kg/s；

α,n——大气稳定度系数；

p——液体表面蒸气压，Pa；

M——物质的摩尔质量，kg/mol；

R——气体常数；J/mol·k；

T₀——环境温度，k；

u——风速，m/s；

r——液池半径，m。

表 6.4.6 本项目二甲苯泄漏量质量蒸发量估算

事故	物料	液池面积（m ² ）	液体表面风速（m/s）	质量蒸发速率(kg/s)
				稳定度(F)
二甲苯桶泄漏	二甲苯	100	1.5	0.035

根据 EIApro2018 预测软件理查德森数估算可知，理查德森数 Ri = 0.1725426,Ri ≥ 1/6，为重质气体。扩散计算建议采用 SLAB 模式。

（2）预测结果

a) 下风向最远距离

采用 SLAB 模型进行进一步预测计算可知，最不利气象条件（预测气象条件为 F 类稳定度、1.5m/s 风速、温度 25℃、相对湿度 50%）时，预测范围内均未超过毒性终点浓度-1(2500mg/m³)和毒性终点浓度-2(920mg/m³)。

表 6.4.7 二甲苯泄漏事故风险影响程度表

预测情形	蒸发源强 kg/s	危害浓度	下风向最远距离(m)
稳定(F) 风速 1.5m/s	0.035	毒性终点浓度-1(2500mg/m³)	/
		毒性终点浓度-2(920mg/m³)	/

b) 下风向不同距离处最大浓度及对应半宽

采用 SLAB 模型进行进一步预测计算可知，最不利气象条件时，下风向不同距离处二甲苯的最大浓度见表 6.4.8，下风向最大浓度为 600.09mg/m³，出现在 15.53min、距污染物质泄漏点 40m 处。

表 6.4.8 最不利气象条件下风向不同距离处二甲苯最大浓度

距离（m）	浓度出现时刻（min）	最大浓度（mg/m³）
10	15.13	303.48
20	15.27	514.25
30	15.40	589.64
40	15.53	600.09
50	15.67	582.72
60	15.80	551.88
70	15.93	517.89
80	16.07	484.25
90	16.20	452.79
100	16.33	423.78
110	16.47	396.24
210	17.80	220.08

c) 各关心点浓度随时间变化图

各关心点的二甲苯浓度随时间变化见图 6.4.4 各关心点的预测浓度均未超过毒性终点浓度-2（920mg/m³）。

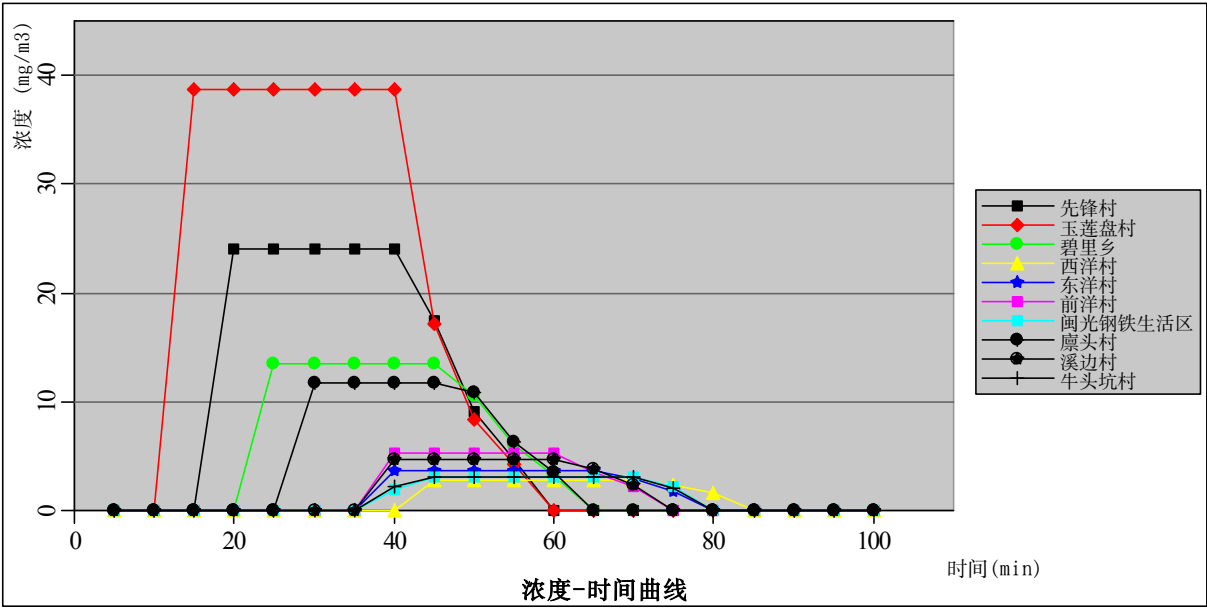


图 6.4.4 最不利气象条件下各关心点二甲苯浓度时间图

6.4.5 气相毒物危害后果综述及风险水平分析

a) 下风向不同距离处有毒有害物质的最大浓度

根据本项目各事故情景预测结果，已预测出下风向不同距离处有毒有害物质的最大浓度，详见各预测情景。

B) 预测浓度达到不同浓度的最大影响范围综述

根据本项目各事故情景预测可知，本项目各事故情景影响范围见表 6.4.9。

表 6.4.9 各风险事故影响范围一览表

事故情景	毒物	最不利气象条件（F 类稳定度，1.5m/s 风速，温度 25℃，相对湿度 50%）	
		达到毒性终点浓度-1 的最大影响范围（m）	达到毒性终点浓度-2 的最大影响范围（m）
气体站 LNG 天然气储罐泄漏	天然气	/	/
气体站 LNG 天然气储罐泄漏发生火灾衍生 CO	CO	90	270
二甲苯桶泄漏	二甲苯	/	/

在本评价预设条件下发生气相毒物风险事故时，各风险物质毒性终点浓度-1 出现的距离为 90m，各风险物质毒性终点浓度-2 出现的距离为 270m，主要涉及本项目厂区及邻近企业的当班员工。距离本项目最近玉莲盘村，与厂界的距离达到 850m 以上，因此本项目毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2 范围未进入居民区等环境敏感点。

6.5 消防废水和液体风险物质泄漏影响分析与防治措施

6.5.1 事故废水产生

本项目事故废水主要有以下几种情况：①当生产不正常造成工艺物料泄漏、生产污

水排放量或者排放浓度大幅度增加超过了污水处理装置的承载负荷时；②由于污水处理装置运行不正常、排水水质不能满足排放标准要求时；③发生火灾时污染区域内产生了大量消防废水；④污染区域内产生的初期污染雨水等。

6.5.2 消防及事故污水的特点

当发生火灾等风险事故时，将用到大量消防水来灭火；或发生液体化工品泄漏时用不燃性分散剂制成的乳液刷洗产生冲洗液，或用泡沫覆盖，抑制蒸发。消防时，泄漏出来的物料混入消防水，消防水即被污染。消防污水具有以下几个特点：

（1）消防污水量变化大

消防污水量与消防时实际用水量有关，而消防实际用水量与火灾严重程度密切相关。当火灾处于初期或程度比较轻时，消防实际用水量就小，产生的消防污水也就少；当火灾程度比较严重时，消防实际用水量就大，产生的消防污水也就多。

（2）污水中污染物组分复杂

不同的货种泄漏，消防污水中污染物的组分都会不同，污染物的浓度也会有很大差异。本项目消防水中可能含有二甲苯等化学品成分。

一旦消防用水量大于事故水池的容积，消防污水将可能进入海域，对海水水质、海洋生态环境造成较大的影响。因此，消防污水的收集与处理是十分必要的。

6.5.3 船舶溢油事故对海洋生态环境的影响分析

6.5.3.1 船舶溢油事故主要原因分析及源强估算

本项目可能发生溢油事故的环节有：到港分段、材料运输船舶的燃料油泄漏，试航船舶燃料油泄漏。鉴于溢油事故主要发生在港内(占 92%)，因此本评价主要考虑在港内发生的溢油事故，并选取码头泊位前沿作为风险事故预测的发生源。对于不同的事故状态下的根据伯努力流量方程式计算的有害液体从容器中排出的速率如下述结果见表 6.5.1。

表 6.5.1 不同事故状态下的源强估算一览表

序号	事故名称	持续时间（h）	油品排放量（t）	备注
1	船与船碰撞事故	2.7	375.0	
2	船撞墩事故	1.9	137.8	船舱上部
3	搁浅	0.5	10~15	破损较小

6.5.3.2 船舶溢油事故模拟预测分析

本项目设定的船舶溢油事故设定的风况、起始时间、溢油量、事故位置等预测工况均与已批复环评《福建华东船厂修造船项目方案变更环境影响报告书》中设定的一致，引用原环评中的溢油事故预测数据。

（1）溢油后的扩展范围

溢油后的扩展范围计算时考虑一次不同的溢油量进行计算，计算结果见表 6.5.2。

表 6.5.2 不同溢油量在海水中的散布范围计算结果一览表

序号	扩散时间（h）	100m ³ 油品散布量		300m ³ 油品散布量	
		直径（m）	面积（km ² ）	直径（m）	面积（km ² ）
1	0.5	217.20	0.11	529.15	0.29
2	1.0	511.27	0.28	1205.29	0.59
3	1.5	559.30	0.32	1580.30	0.90
4	2.0	723.29	0.39	1921.15	1.12
5	2.5	749.05	0.40	2205.77	1.20
6	3.0	790.30	0.43	2311.00	1.31
7	3.5	806.11	0.49	2509.21	1.53
8	4.0	810.59	0.53	2723.37	1.65
9	4.5	852.15	0.58	2852.00	1.70
10	5.0	889.46	0.62	2900.23	1.82
11	5.5	913.17	0.68	3000.11	1.95
12	6.0	935.72	0.73	3210.36	2.26
13	6.5	956.50	0.77	3405.47	2.95
14	7.0	990.13	0.81	3515.09	3.10
15	7.5	1005.28	0.85	3627.00	3.90
16	8.0	1050.49	0.90	3719.68	4.50
17	8.5	1511.05	0.94	3792.23	5.10
18	9.0	1725.11	0.97	4100.30	5.92
19	9.5	1953.85	1.05	4180.43	6.23
20	10.0	1900.86	1.13	4205.18	6.70

（2）油膜污染浓度预测

采用二维稳态方程，油品溢入海水中后的浓度计算结果见表 6.5.3。由预测结果可以看出，事故发生后在漏油区附近海面油类浓度可达 50mg/L 以上，在 800m 的海域内均出现超标现象，会造成海域的严重污染。但溢油事故的影响程度与时间关系密切，若事故处理及时，溢油事故对本船厂前沿海域影响不会太大。

表 6.5.3 海水水质预测结果一览表 单位：mg/L

X/Y	50	100	150	200	300	350	400	500
50	51.256	0	0	0	0	0	0	0
100	37.980	5.092	0	0	0	0	0	0
150	30.128	28.097	3.210	0	0	0	0	0
200	26.198	25.432	23.123	2.903	0	0	0	0
250	21.123	19.765	18.092	17.456	1.905	0	0	0
300	18.602	16.342	15.458	13.421	11.212	0.987	0	0
350	12.562	11.095	10.923	9.862	8.760	7.653	0.762	0
400	9.0911	7.654	6.876	6.645	5.436	4.023	3.209	0.568
500	2.098	2.001	1.981	1.562	1.325	0.896	0.786	0.656
600	0.981	0.897	0.785	0.721	0.675	0.632	0.548	0.432
700	0.675	0.601	0.587	0.436	0.381	0.342	0.308	0.298
800	0.562	0.461	0.402	0.391	0.296	0.243	0.216	0.198
900	0.215	0.200	0.192	0.172	0.152	0.143	0.112	0.101
1000	0.126	0.110	0.096	0.087	0.076	0.065	0.054	0.047
1200	0.078	0.069	0.053	0.042	0.039	0.033	0.031	0.026
1400	0.021	0.019	0.012	0.009	0.008	0.006	0.005	0.004

1600	0.008	0.007	0.006	0.005	0.004	0.003	0.001	0.001
1800	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
2000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000

（3）静风条件下溢油事故影响预测

在大潮期，静风条件下，在溢油点发生溢油，在一个潮周期内，油膜将随潮流做往复运动，运动范围和路径与溢油发生的潮时有关。若高潮溢油，则油膜会随退潮流沿东南湾口方向漂移，最后到达将军帽海域，而后随涨潮流基本顺着“原路”往西北漂移至原溢油点西北方，产生一个西北向的净位移；若低潮溢油，则油膜先随涨潮流向西北湾顶方向漂移，最远处到达白水围垦海堤附近，而后随退潮流向东南方向返回溢油点附近；在其他时刻溢油，油膜也是往复运动，但其南北向运动范围介于西北端的白水围垦海堤和东南端的将军帽之间。没有侵入周边的罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区。

（4）东南风条件下溢油事故影响预测

在东南风条件下，在低潮时刻和涨急时刻之间溢油，油膜将直接在风和涨潮流的作用下迅速向西北漂移并在狮歧和长基之间近岸登陆；若在高潮到落急时刻发生溢油，油膜会先顺流顶风漂移到鸡笼屿与将军帽之中点附近海域，然后在涨潮流和东南风的作用下油膜将漂至长基附近海域。未侵入周边的罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区。没有侵入周边的罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区。

（5）南东南风条件下溢油事故影响预测

在南东南风作用下，在低潮时刻和涨急时刻之间溢油，油膜将直接在风和涨潮流的作用下迅速向西北漂移并在长基附近近岸登陆；若在高潮到落急时刻发生溢油，油膜将很快在溢油点东侧的梅花到亭下之间近岸海域登陆。没有侵入周边的罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区。

小潮期各种溢油情形与大潮期比其溢油路程与污染影响海域面积都大大降低，其影响范围北至狮歧东南至鸡笼屿南侧海域。

综上所述，在各预测情景下，码头泊位前沿发生溢油事故时，油膜的运动范围均没有侵入周边的罗源湾重要滨海湿地生态保护红线区。

200m³溢油的漂移路径与相同情形的 100m³溢油漂移路径一致，其一个潮周内的漂移路程和污染海域面积见表 6.5.4~6.5.5。

表 6.5.4 100m³溢油后一个潮周内的油膜漂移路径和污染面积一览表

大小潮	气象条件	溢油发生时刻	一个潮周漂移路程（km）	一个潮周污染面积(km ²)
大潮	静风	高潮溢油	15.39	12.32
		落急溢油	13.58	10.6
		低潮溢油	10.65	8.22

大小潮	气象条件	溢油发生时刻	一个潮周漂移路程（km）	一个潮周污染面积(km²)
	东南风	涨急溢油	12.35	11.14
		高潮溢油	10.74	9.63
		落急溢油	9.65	7.19
		低潮溢油	3.81	2.36
		涨急溢油	2.9	1.53
	南东南风	高潮溢油	0.55	0.32
		落急溢油	1.4	0.68
		低潮溢油	2.71	1.65
		涨急溢油	2.9	1.53
小潮	静风	高潮溢油	6.52	5.16
		落急溢油	6.07	4.45
		低潮溢油	4.6	3.58
		涨急溢油	5.98	4.76
	东南风	高潮溢油	1.34	0.95
		落急溢油	1.24	0.72
		低潮溢油	2.9	1.9
		涨急溢油	2.5	1.5
	南东南风	高潮溢油	0.5	0.29
		落急溢油	0.73	0.35
		低潮溢油	2.14	1.36
		涨急溢油	2.41	1.48

表 6.5.5 200m³ 溢油后一个潮周内的油膜漂移路径和污染面积一览表

大小潮	气象条件	溢油发生时刻	一个潮周漂移路程（km）	一个潮周污染面积(km²)
大潮	静风	高潮溢油	15.39	15.45
		落急溢油	13.58	12.08
		低潮溢油	10.65	10.29
		涨急溢油	12.35	12.67
	东南风	高潮溢油	10.74	10.95
		落急溢油	9.65	8.21
		低潮溢油	3.81	2.7
		涨急溢油	2.9	1.76
	南东南风	高潮溢油	0.55	0.37
		落急溢油	1.4	0.79
		低潮溢油	2.71	1.89
		涨急溢油	2.9	1.77
小潮	静风	高潮溢油	6.52	6.47
		落急溢油	6.07	5.56
		低潮溢油	4.6	4.48
		涨急溢油	5.98	5.96
	东南风	高潮溢油	1.34	1.09
		落急溢油	1.24	0.82
		低潮溢油	2.9	2.17
		涨急溢油	2.5	1.72
	南东南风	高潮溢油	0.5	0.33
		落急溢油	0.73	0.41
		低潮溢油	2.14	1.36
		涨急溢油	2.41	1.7

6.5.3.3 溢油事故发生可能造成的影响后果

（1）对浮游生物的影响

浮游生物是海洋生物食物链的基础，是一切水生生物，包括游泳生物、底栖生物等海洋生物赖以生存的基础。浮游生物对石油污染极为敏感，许多浮游生物会因受溢油危害而惨遭厄运，食物链会被破坏，微生物系统脆弱，特别是由于浮游生物缺乏运动能力，需要漂浮在水体中完成生命过程，因此易为石油所附着和易受污染。据文献报道，一些海洋浮游植物的石油急性中毒致死浓度范围为 0.1-10 mg/L，一般为 1 mg/L；浮游动物为 0.1-15mg/L。因此，当溢漏事故发生后，油膜对所漂过区域的浮游动、植物的损害无疑是十分严重的。一般浮游植物的生命周期仅 1~2 天，在油膜覆盖下，加之其毒性作用，一般不超过 2~5 天即因细胞溶化、分解而死亡。同样，浮游动物也会在缺氧或缺乏食物的条件下大量死亡。

因此，一旦事故溢油发生，油膜扩散分布范围内的浮游生物将严重受损，生物量会有明显下降，尤其是一些非耐污种会大量死亡。

（2）对底栖生物和潮间带生物的影响

油品溢漏入海后，相当一部分石油污染衍生物甚至石油颗粒会渐渐的沉入海底底栖生物上常附着厚厚的一层石油污染物，使其难以生存。其结果将导致该海域滩涂、底栖生物窒息死亡或中毒死亡，其中一些营固着性生物的贝类如牡蛎、贻贝等及甲壳类的虾、蟹，及对污染敏感的棘皮动物将深受其害，一些滩涂鱼类也会因此受害，幸存者也将因有臭味而降低其经济价值，或根本不能食用。此外，海涂及沉积物中未经降解的油又可能还原于水中造成二次污染。严重的溢漏事故可改变底栖生物的群落结构，影响水生生物系统，造成局部海域有机质堆积，底质环境恶化，直接导致底栖生物质量的减少。因此，燃料油溢漏事故发生，将对底栖生物带来较大的伤害，尤其是对潮间带生物。

（3）对游泳生物的影响

海洋生物的幼体，对石油污染都十分敏感，这是因为它们的神经中枢和呼吸器官都很接近其表皮，其表皮都很薄，有毒物质容易侵入体内，而且幼体运动能力较差，不能及时逃离污染区域。

不同的油类对鱼类的毒性效应也不同，如胜利原油对鲳鱼幼体、真鲷仔鱼、哈牙鲆仔鱼的 96 小时的半致死浓度分别为 6.5mg/L、1.0mg/L 和 1.6mg/L；20#燃料油对黑鲷的 96 小时半致死浓度为 2.34mg/L。因此事故性溢油一旦发生，在其扩散区内，海水中的石油烃浓度将大大超过幼鱼的安全浓度（一般安全浓度为 96 小时的半致死浓度的十分之

一），将对本海区的游泳生物造成较大的影响。

此外，溢油事故发生后，油膜覆盖表层水体，还将对海鸟等飞禽的摄食和生存环境产生较大的影响，漂浮于海面上的石油污染物一旦侵入海鸟的羽毛上，将使海鸟的体重增加而丧失了飞翔的能力，只得在海面上漂游，石油污染物充满了羽毛之间的空隙，从而破坏了羽毛的保温性能，容易受冷而致死。海鸟还会因觅食把石油及其衍生物吞进肚里，使其内部功能，包括神经系统受到致命损伤。

6.5.4 事故应急池设置

6.5.4.1 本次改建 4#船坞事故池容积计算

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）10.2.2 条，“事故废水环境风险防范应明确“单元—厂区—园区/区域”的环境风险防控体系要求，设置事故废水收集（尽可能以非动力自流方式）和应急储存设施，以满足事故状态下**收集泄漏物料、污染消防水和污染雨水**的需要，明确并图示防止事故废水进入外环境的控制、封堵系统”。为密闭车间，发生火灾事故时主要事故废水为消防废水。事故应急池容积应不小于室内消防废水产生量。

①事故物料泄漏量：

泄漏物料量以各区域中液体物料贮存量最大的单个容器计，见表 4-17。

表 6.5.6 收集系统范围内发生事故的物料量

序号	装置名称	泄漏物料（m³）	备注
3	船舶	24.51	以 4#船坞可停靠最大船规模计，其可存储燃油量为 20 吨，按油的密度为 0.816 计算，泄露油的体积为 24.51m³。

②消防废水量（按设计消防用水量计算）：

消防用水包扩室内消防水和室外消防水，消耗量分别为 30L/s，以 1.0 小时消防时间计算，本工程消防污水量为 108m³。

（3）进入应急事故水池的降雨量

进入事故水收集系统的降雨量采用下列公式计算：

$V_5=10qf$

q——降雨强度，mm；按平均日降雨量； $q=q_a/n$ ； q_a ——年平均降雨量，mm；

n——年平均降雨日数；f——可能进入事故废水收集系统的雨水汇水面积，ha。

本地区多年平均降雨量为 1649.5mm，年平均降雨日数约 130 天，平均日降雨量为 12.69mm。事故时 4#船坞及其周围道路雨水需进入事故水收集系统，需收集的区域面积约 2.1ha，则进入事故池的雨水量为 $10 \times 12.69 \times 2.1=266.49m^3$ 。

（4）总事故废水量

本次改造的 8 万吨级款宽体船坞即 4#船坞所需事故应急池有效容积见下表。

表 6.5.7 4#船坞事故应急池所需容积

序号	建筑物名称	物料泄漏量，m ³	消防废水量，m ³	降雨量，m ³	所需应急池容积，m ³
1	4#船坞	24.51	108	266.49	399

因此，考虑单一区域发生火灾事故的情景。4#船坞应建设有效容积不小于 399m³ 的事故应急池，评价取整按 400m³ 考虑。事故应急池应采用重力流的形式建设，确保全厂任何区域产生的消防事故废水可自流入事故应急池。

6.5.4.2 华东船厂各区域事故池设置情况

根据《福建华东船厂有限公司突发环境事件应急预案》(备案号:350123-2023-005-L), 已建设 1~3#船坞区已配备了两座船坞事故应急池，A 区与 B 区的容量分别为 230m³ 和 560m³，有能力容纳修船作业 5 吨/次的最大清坞污水量，同时华东船厂配置了一辆槽车用于事故应急池至污水处理站的污水转运，可满足船坞漏油清洗废水储运收集处理的要求。

本次项目改建的 4#船坞与已建船坞区事故应急池分属不同区域,均不具备可依托性，故 4#船坞应建设有效容积不小于 400 m³ 的事故应急池。

污水处理站附近有 1 座 900m³ 的暂存罐用于暂存油泥减量车间的事故废水。油泥减量车间事故废水可通过车间内油泥收集池收集，并于车间外布置沙袋构筑围堰或雨水管道截留等方式截留，通过污水泵打入污水暂存罐贮存，最后分批进入配套的含油污水处理站处理后达标排放。可满足油泥减量化车间事故废水的收集处置要求。

油漆库、涂装车间：建设单位已在油漆库附近增设了一座 400m³ 的事故应急池以收集油漆库、涂装车间的事故废水，同时配套污水提升泵，将事故废水分批泵入污水处理站处理后达标排放。可满足油漆库、涂装车间事故废水的收集处置要求。

本项目事故应急池分布见图 6.5-1。



图 6.5.1 全厂事故应急池分布

6.6 地下水环境风险影响分析

本项目应按《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）相关要求采取的地下水分区防渗措施，通过对厂区内不同地下水污染防治区采取严格的针对性防腐防渗措施，正常情况下可有效预防项目对地下水造成污染。本项目地下水环境风险影响及相应措施详见“地下水环境影响分析章节”。

6.7 环境风险防范措施

6.7.1 现有工程已采取的环境风险防范措施

6.7.1.1 厂区危险品风险防范措施

(1) 厂区总平面布置，特别是石化气站、油漆库、液氧气化站等危险场所的布置应符合国家有关安全生产技术规范。

(2) 石化气站、液氧气化站、油漆库等的运行应符合《液化气储配站安全技术操作规程》、《常用化学危险品贮存规则》等相关规范要求。

(3) 必须根据《国务院化学危险物品安全管理条例》，建立相应的安全管理制度和安全操作(作业)规程，并加以落实。

(4) 应根据化学危险品的种类、性能、生产工艺及生产规模，设置相应的通风、防火、防爆、防毒、监测、报警、降温、防潮、避雷、隔离操作等安全设施，定期监测，使生产和使用现场符合安全标准。

(5) 必须对相关从业人员进行上岗培训，并向从业人员讲明化学危险品的特性、危害性及预防与急救措施，提供相应的劳动保护和安全防护用品。

(6) 应在作业场所采用标牌、信息周知卡等形式，将其危害性、应急和使用须知等告知作业人员及可能出现在作业场所的有关人员。

(7) 所使用危险品的压力容器、压力管道，必须按照国家有关规定，定期进行检测、检验。

(8) 要不定期的组织安全检查，发现隐患及时整改；要制订重大化学事故应急预案，定期组织事故应急演练。并与所在地事故应急救援部门的通讯报警联络保持畅通。

(9) 设置事故消防废水收集池，池容不低于一次事故最大消防水量。

6.7.1.2 溢油事故风险防范措施

(1) 应委托有资质的部门严格按照《液货船水上过驳作业安全监督管理规定》(1996)的有关规定，申报、实施海上加油作业，并采取防止溢油事故发生的风险防范措施，加油船应配备规定的溢油应急设施和材料。

(2) 轮船进出厂和锚地应实行引航员制度。并规定引航员的培训与考核制度，引航员的职责、以及引航员对航道、浅滩、礁石、港口水文气象条件熟悉的培训。

(3) 实施船舶码头靠泊和锚地锚泊制度。这包括使用锚地申请、锚泊密度(间隔)、船只进出锚地航速，各种天气条件下的锚地船只的了望制度等，以防锚地船只脱锚、碰撞、挤压、搁浅、触礁等事故发生。

(4) 在港船舶实施值班、了望制度。尽管产生船舶事故的原因及不确定因素较复杂，但人为因素，尤其失去警惕是造成船舶事故的主要原因。因此，船舶加强值班、了望工作是减少船舶事故发生可能性的重要措施。

(5) 码头泊位应根据靠泊船型，并考虑海流和风力情况，装备符合工程要求的系船设施和防撞靠泊设施。

(6) 到厂船舶应严格遵守《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》和《福建省海洋环境保护条例》的有关规定，设置船舶污水和船舶垃圾处理装备，或由海事局认可的有资质的单位接收处理。

(7) 建立企业溢油事故应急体系，并将其纳入罗源湾溢油事故应急体系，充分利用政府和社会抗溢油设备和力量，发挥对溢油事故协同应急能力。

6.7.1.3 安全防护距离

参照《石油天然气工程设计防火规范》GB50183-2004 中表 3.2.2 油品、液化石油气、天然气凝液站场分级如下表 6.7.1 所示。

表 6.7.1 油品、液化石油气、天然气凝液站场分级

等级	油品储存总容量 VP（m³）	液化石油气、天然气凝液储存总容量 V1（m³）
一	VP > 50000	V1 > 5000
二	30000 ≤ VP < 100000	2500 < V1 ≤ 5000
三	4000 < VP < 30000	1000 < V1 ≤ 2500
四	500 < VP ≤ 4000	200 < V1 ≤ 1000
五	VP ≤ 500	V1 ≤ 200

注：油品储存总容量包括油品储罐、不稳定原油作业罐和原油事故罐的容量，不包括零位罐、污油罐、自用油罐以及污水沉降罐的容量。

本项目 LNG 储罐存总容量为 50m³，参照表 6.7.1 的分级为五级。参照 GB50183-2004 中关于油气站、库外部区域防火间距规定(具体见表 6.7.2)，LNG 储罐区的安全防护距离为 50m。

表 6.7.2 石油天然气站场区域布置防火间距（m）

序号		1	2	3	4	5
名称		100 人以上的居住区、村镇、公共福利设施	100 人以上的散居房屋	相邻厂矿企业	铁路	
					国家铁路线	工业企业铁路线
油品站场、天然气站场	一级	100	75	70	50	40
	二级	80	60	60	45	35
	三级	60	45	50	40	30
	四级	40	35	40	35	25
	五级	30	30	30	30	20
液化石油气和天然气凝液站场	一级	120	90	120	60	55
	二级	100	75	100	60	50
	三级	80	60	80	50	45
	四级	60	50	60	50	40
	五级	50	45	50	40	35
可能携带可燃液的火炬		120	120	120	80	80

注：1、表中数值系指石油天然气站场内甲、乙类储罐外壁与周围居住区、相邻厂矿企业、交通线等的防火间距、油气处理设备、装卸区、容器、厂房与序号 1～8 的防火间距可按本表减少 25%。单罐容量小于或等于 50m³ 的直埋卧式油罐与序号 1～12 的防火间距可减少 50%，但不得小于 15m（五级油品站场与其他公路的距离除外）。

2、油品站场当仅储存丙 A 或丙 A 和丙 B 类油品时，序号 1、2、3 的距离可减少 25%，当仅储存丙 B 类油品时，可不受本表限制。

6.7.2 项目应进一步采取的风险防范措施

6.7.2.1 工艺设备防范措施

- （1）严格实行进厂设备、备件质量检查验收制度，防止不合格设备、备件、材料进入生产过程中使用，消除不安全因素。
- （2）管线的设计、安装、应符合国家现行标准和规范，设计中选用的管线、管件及阀门材料，应保证有足够的机械强度和使用期限。

6.7.2.2 泄漏风险防范措施

- （1）污泥减量化车间应设置可燃气体报警装置和有毒气体报警装置。
- （2）装置区地面采取相应的防渗措施。
- （3）针对物料特性对职工进行培训及安全教育，重要岗位应采取持证上岗制度。操作人员要定时对装置区所有设施进行巡回检查，如有异常情况立即请检修人员检查处理，同时向调度汇报。
- （4）企业领导要把安全生产、防范事故工作放在第一位，严格生产管理，经常检查生产措施，发现问题及时解决，消除事故隐患。强化生产操作人员的安全培训教育，增强全体职工的责任感，使生产操作人员熟记各种工艺控制参数及发生事故时应急处理措施。

6.7.2.3 火灾爆炸防范措施

（1）加强火源的控制。在易发生火灾部位禁止动火；急需动火时必须对现场进行处理，达到动火条件。

（2）做到火灾自动报警系统灵敏好用，定期校验，一旦发生泄漏和火灾，能够及时准确报警。

（3）加强岗位操作管理，严格执行操作规程和工艺指标，严禁误操作。

（4）加强岗位人员的技术培训和安全知识培训工作的业务素质。

6.7.2.4 危险化学品贮存要求

（1）严格按照《危险化学品安全管理条例》要求进行管理。化学品的储存必须遵守《常用化学危险品贮存通则》、《工业企业总平面设计规范》等规定，“化学危险品必须贮存在经公安部门批准设置的专门的化学危险品仓库中，经销部门自管仓库贮存化学危险品及贮存数量必须经公安部门批准。未经批准不得随意设置化学危险品贮存仓库”，“仓库工作人员应进行培训，经考核合格后持证上岗”。

（2）各设备和建筑物等应做建筑防腐，应符合《工业建筑防腐设计规范》。注意防潮和雨淋。分装和搬运作业要注意个人防护。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。雨天不宜运输。

（3）严格按照《危险化学品安全管理条例》要求进行管理。化学品的储存，必须遵守《建筑设计防火规范》和《工业企业总平面设计规范》等规定。对可能出现跑冒滴漏的泵、阀门等处，设自动切换系统。注意防潮和雨淋。应将易燃或可燃物分开存放。分装和搬运作业要注意个人防护。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。

6.7.2.5 危险化学品运输过程风险防范措施

（1）根据《道路危险货物运输管理规定》，从事营业性道路危险货物运输的单位，必须具有十辆以上专用车辆的经营规模，五年以上从事运输经营的管理经验，配有相应的专业技术管理人员，并已建立健全安全操作规程、岗位责任制、车辆设备保养维修和安全质量教育等规章制度。危险品运输单位必须取得《道路危险货物非营业运输证》，方可进行运输作业，有关人员必须取得《道路危险货物运输操作证》和有关专业培训考核后，方可上岗作业。运输单位和有关人员应定期组织学习、考核。因此，本项目的危险品运输应委托有资质的危险品运输企业进行运输。

（2）危险物品运输车辆必须符合国家标准 GB13392《道路运输危险货物车辆标志》的规定，悬挂明显的危险货物运输标志。严禁用三轮机动车、全挂汽车列车、人力三轮

车、自行车和摩托车等不符合规定、无安全措施的车辆来运输危险物品。禁止将危险物品混入非危险物品中贮存。危险物品运输车辆严禁混装水果、蔬菜等其他货物，保证危险物品运输车辆"专车专用"。车辆需按规定定期检修、维修，压力容器须符合国家强制性标准。

危险物品的包装标志必须符合国家标准《危险货物包装标志》（GB190-90）和《包装储运图示标志》及有关补充规定。

（3）收集、贮存危险物品，必须按照危险物品特性分类进行。禁止混合收集、贮存、运输、处置性质不相容而未经安全性处置的危险物品。

（4）运输危险物品时，必须严格遵守交通、消防、治安等法规。车辆运行应控制车速，保持与前车的距离，严禁违章超车，确保行车安全。对在夏季高温期间限运的危险货物，应按当地公安部门规定进行运输。运输路线、运输方式、运输时间需报公路沿线交通管理部门审批。

（5）装载危险物品运输路线应避开永安市区，其车辆不得在生活饮用水地表水源保护区、居民聚居点、行人稠密地段、政府机关、大桥等敏感目标停车。如必须在上述地区进行装卸作业或临时停车，应事先报经当地县、市公安部门批准，按照指定的路线、时间行驶。

（6）对装载本项目危险物品车辆，应采取相应的控温、防爆、防火、防震、防水、防撒漏等措施。

（7）危险物品装卸现场的道路、灯光、标志、消防设施等必须符合安全装卸的条件。建设单位应要求危险物品产生单位在装卸地点的应标有明显的货名牌，储槽注入、排放口的高度、容量和路面坡度应能适合运输车辆装卸的要求。

（8）建议建设单位和公路建设部门联系，共同出资在重要桥梁、陡坡、急转弯处、居民集中区、学校，特别是水源保护区等地方，设立明显的标志牌或公益广告，以唤起从事危险品运输的驾驶员注意。运输车辆在经过上述敏感目标时，行车速度需小于40公里/小时。

（9）在发生如台风、大雾、龙卷风等天气时应特别注意行车安全甚至不出车，尽量减少事故发生率。

（10）建议运输车队制定一些诸如"安全行车标兵"、"安全行车十万公里无事故"等激励制度，不能制定司机跟业务量直接挂钩的激励制度，严防司机为拉业务为出现超载、超速和疲劳行车现象。

6.7.2.6 危险化学品使用的风险防范措施

本工程危险化学品的装卸、运输必须由取得国家资质认定的运输企业承担，驾驶员、装卸管理员必须经培训取得上岗证后方可上岗，运输线路严格按照安全监察部门规定的线路运行。运输时必须有明显“危险”和“腐蚀”字样的标记。在装卸运输采用专用工具，电器设备应符合防火、防爆要求。严格按照《危险化学品安全管理条例》要求进行管理。化学品的储存，必须遵守《建筑设计防火规范》和《工业企业总平面设计规范》等规定。对可能出现跑冒滴漏的泵、阀门等处，设自动切换系统。酸、碱、化学品库等应做建筑防腐，应符合《工业建筑防腐设计规范》。注意防潮和雨淋。应与易燃或可燃物及酸类分开存放。分装和搬运作业要注意个人防护。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。

6.7.2.7 环境风险应急措施

（1）泄漏应急措施

一旦发生泄漏事故，工作人员将泄漏的原料转移至其他罐体或应急桶内，切断泄漏源，泄漏在地面的物料用吸油棉、消防沙等进行吸附，最终收集至应急桶内。应急桶内的废吸附材料最终交由有资质单位处理。

如污水发生泄漏，将污水通过砂袋构筑围堰等方式截留后经污水泵泵入配套含油污水处理厂或直接导流至含油污水处理厂污水管网，进入污水处理系统进行处理。

（2）火灾爆炸应急措施

火灾事故发生后应急消防灭火组人员及时到达现场。如发生初期火灾，可以充分利用岗位配置的灭火器材或消防栓等进行扑救。要注意灭火剂必须适合所灭火源，注意防范触电。灭火人员必须保证自身和他人安全。必要时喷水保持火场附件容器冷却。尽可能将容器从火场移至空旷处。处在火场中的容器若已变色或变形，必须马上撤离。施救处置组立即对雨水排放口进行封堵，将消防废水控制在厂区内，防止事故状态下消防废水通过雨水管网进入外环境。同时使用泵将消防废水导流到装置区北侧事故池，最终进入公司污水处理系统进行处理。

（3）环境风险管理

①安全操作规程

制定各岗位工艺安全措施和安全操作规程，并要求职工严格执行。所有设备、管道的法兰必须有消除静电的跨接措施，必须防静电接地，电阻值应符合规定要求；加强设备制造和安装质量的管理和验收，对压力容器、特种设备应“三证”齐全；加强日常管

理，杜绝跑、冒、滴、漏，对事故下的物料应及时清除；生产装置的供电、供水、供风、供汽等公用设施必须满足正常生产和事故状态下的要求，并符合有关防爆法规、标准的规定；各污染防治设备主要部件有备品。

②管理方面

本项目的工程设计应严格遵守我国现行环保安全方面的法规和技术标准。工程设计、施工过程及施工验收各环节要严格把好“三同时”审查关；切实加强对工艺操作的完全管理，确保工艺操作规程和安全操作规程的贯彻执行；加强对职工环保安全教育，专业培训和考核。使职工具有高度的安全责任心，熟练的操作技能，增强事故情况应急处理能力；要完善设备的检修管理制度；建立各种安全装置、安全附件管理制度和台帐，并按国家有关规定严格管理，使之处于可靠状态；制定易燃、易爆物质贮存的完全制度，并严格执行，对危险化学品的管理按国家有关规定执行。在原有建立安全管理机构的基础上进一步健全机构、配备足够的管理人员；各级领导必须重视环保安全工作，认真贯彻落实各级安全生产责任制度。

③运行过程防范措施

严格按照国家规定《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》（GB50058）、《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2008）进行设计、建设、安装，在含油污水罐区内禁止烟火，保持消防通道畅通。加强管理，定期进行密封性检测，以防止破损。防止泄漏、爆炸和火灾，阻止一旦发生而造成的扩大、蔓延，减小危害后果。

6.7.2.8 加强溢油事故风险防范措施

（1）船舶驾驶员的业务技术应符合要求。按《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》（1983年12月29日国务院发布），港区对所用船舶及其人员应提出严格的书面管理要求及所应承担的防止船舶溢油责任和义务，并落实本条例规定的防治污染有关措施。船员对可能出现事故溢油的人为原因与自然因素应学习、了解，提高溢油危害的认识及安全运输的责任感和责任心。

（2）码头泊位应注意修缮现有系船设施和防撞靠泊设施；应按照设计船型参数，对船舶进港航道、港池及调头区实施必要的清淤工作；并注意航标设置及日常维护工作。

（3）对码头操作员队伍进行培训，持证上岗。主要培训内容包括港口、码头安全防污管理规定、国际防止船舶造成污染公约、《国际油轮和油码头安全指南》、防火防爆知识、船舶靠泊、接管、装卸、扫气、报警、应急、急救等方面的基础知识和技术要求。

（4）遵守国际防止船舶造成污染公约（MARPOL）中的有关规定，防止由于违反公

约排放有害物质或含有这种物质的废液而污染海洋环境。发生事故时，应毫不迟延地尽力按照公约规定的内容向有关部门作出事故报告。

6.7.2.9 涉疫废水风险防范措施

由于船舶维修过程中存在外籍人员流动，华东船厂为防范疫情的船舶与扩散，已进行分区分级管理（如下图 6.7.1 所示），严格区分上船人员和非上船人员的住宿、办公、就餐区域，规避交叉感染风险。其中上船人员为一般风险人员，应在厂内实行封闭管理。厂内重点人员产生的生活废水应当视为涉疫废水，单独进行加氯脱氧处置，不进入厂区内生活污水处理站。非上船人员还应严格执行“落实疫情日报告、进出厂区必须进行体温检测并配合保安的管理工作、进入厂内必须佩戴口罩、办公区域内部的聚集、要求职工减少进出公共场所等”防疫要求，加强宣传防控工作，筑牢防疫屏障。

为了防控疫情而增强厂区消毒强度的同时，应关注消毒剂的使用对污水生化处理的冲击。消毒剂大多为含氯消毒剂，过量的消毒剂进入污水生化处理设施将对水中微生物造成冲击，可能会影响污水处理工艺的处理效果，若污水超标排放将造成水环境二次污染。华东船厂应加强污水处理设施的运行管理，确保污水处理设施稳定运行，污水达标排放。可参考以下措施：

- （1）延长水力停留时间，提升各处理单元去除、抑制、灭活病原菌效果；
- （2）通过提高曝气量减低出水氨氮、提高药剂投入降低出水悬浮物等手段提高处理效果，降低病菌存活概率，强化杀菌效果；
- （3）结合利用“紫外+次氯酸钠”等组合消毒模式强化杀菌消毒效果；
- （4）每日监测出水粪大肠菌群数，时刻监督出水安全；
- （5）加强余氯检测。

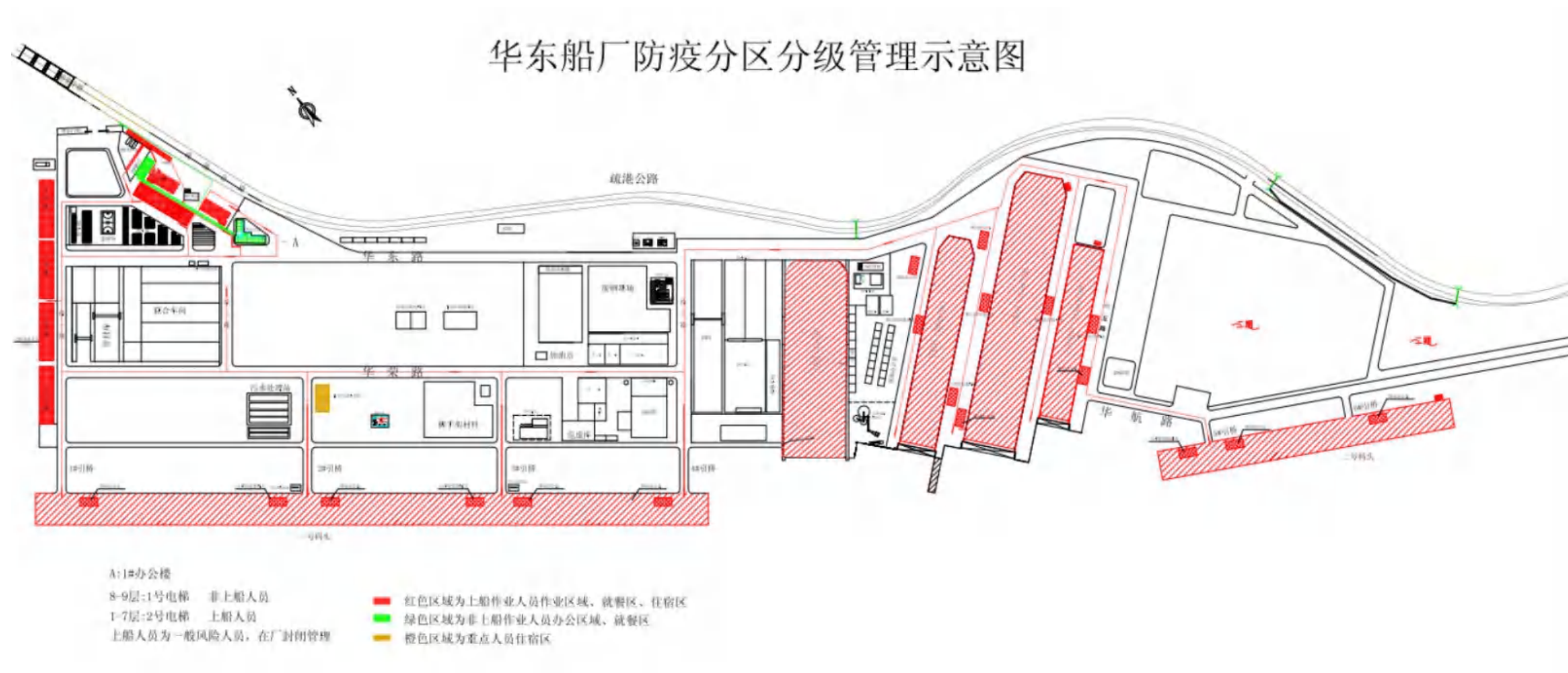


图 6.7.1 华东船厂防疫分区分级管理示意图

6.8 应急预案

建设单位针对现有工程可能发生的突发环境风险状况，目前已经按照《建设项目环境风险评价技术导则》、《国家突发环境事件应急预案》、《企业事业单位突发环境应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4号）、福建省人民政府“关于印发福建省突发环境事件应急预案的通知”（闽政办〔2015〕102号）等文件中规定的“环境风险事故应急预案编制原则”要求，编制了《福建华东船厂突发环境事件应急预案》，最新版本于2023年10月19日在福州市罗源生态环境局完成备案，备案文号为350123-2023-005-L。华东船厂于2016年8月2日和2020年10月21日开展了海上溢油应急处置演练；于2016年8月3日和2020年10月21日开展了危废库漏油应急处置演练。

6.8.1 现有应急预案

现有应急预案已明确环境风险隐患排查和整治措施、防止船舶污染海洋环境措施、环境风险源监测监控措施、防止土壤受污染措施、火灾事故的预防措施、应急演练制度、预警、应急处置等内容。华东船厂近年来开展了海上溢油演练及危废库漏油演练，现有应急物资分布见图6.8.1。



图 6.8.1 现有应急设施及物资布置图

6.8.2 本次改建项目应急预案编制要求

建设单位应结合本次改建项目，如改建的 4#船坞、新建的事故应急池及配套管网、新建车间的火灾事故预防、相应补充的应急设施等内容，按照《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）中的要求，按照福建省环保厅转发环保部关于印发《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（闽环保应急〔2015〕2 号）的通知，对应急预案进行修编，并报环保主管部门再次备案。

6.8.3 应急预案框架

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）的要求，本评价主要是提出本项目《环境风险事故应急预案》的编制原则和总体要求、主要管理内容和应急措施等，指导环境风险应急预案编制。环境风险应急预案应包括内容见表 6.8.1。

表 6.8.1 应急预案框架		
序号	项 目	内 容 及 要 求
1	应急计划区	危险目标：整个厂区、环境保护目标
2	应急组织机构、人员	工厂、地区应急组织机构、人员
3	预案分级响应条件	规定预案的级别及分级响应程序
4	应急救援保障	应急设施，设备与器材等
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式和交通保障、管制。
6	应急环境监测、抢险、救援及控制措施	由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据。
7	应急检测、防护措施、清除泄漏措施和器材	事故现场、邻近区域、控制防火区域，控制和清除污染措施及相应设备。
8	人员紧急撤离、疏散，应急剂量控制、撤离组织计划	事故现场、工厂邻近区、受事故影响的区域人员及公众对毒物应急剂量控制规定，撤离组织计划及救护，医疗救护与公众健康。
9	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序；事故现场善后处理，恢复措施；邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施。
10	应急培训计划	应急计划制定后，平时安排人员培训与演练
11	公众教育和信息	对工厂邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息

6.8.4 应急联动响应

应急预案共分四级，为公司应急预案、罗源县应急预案、福州市级应急预案、省级应急预案（福建省），事故发生后根据事故的级分别启动相应的应急预案联动方案，具体见图 6.8.2。

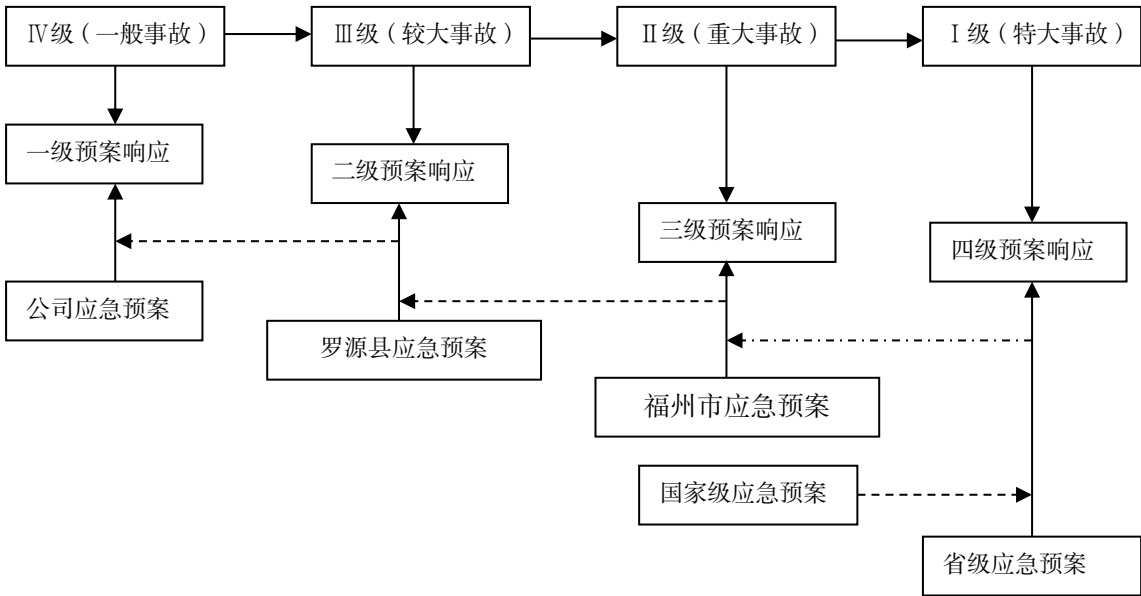


图 6.8.2 应急预案响应联动方案

6.9 小结

环境风险事故具有一定程度的不确定性。事故发生的条件、情形有很多，事故发生时的天气条件千差万别具有极大的不确定性，发生事故的排放强度有多种可能。这样对风险事故的后果的预测就存在着极大的不确定性。

本项目环境风险物品主要有液化天然气、液氧、液化二氧化碳、油漆溶剂等。船舶燃料油泄漏也是潜在风险源。风险类型有火灾、爆炸和泄漏。本评价预测了 LNG 天然气储罐泄漏及其衍生火灾事故、二甲苯桶泄漏等事故。影响范围主要涉及本项目厂区及邻近企业的当班员工。

在本评价预设条件下发生气相毒物风险事故时，各风险物质毒性终点浓度-1 出现的距离为 90m，各风险物质毒性终点浓度-2 出现的距离为 270m，主要涉及本项目厂区及邻近企业的当班员工。距离本项目最近玉莲盘村，与厂界的距离达到 850m 以上，因此本项目毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2 范围未进入居民区等环境敏感点。

但由于风险评价存在以上诸多的不确定因素，当泄漏量、泄漏事故控制时间大于本评价设定的情形，则风险影响范围和程度将大于以上预测值。

全厂事故废水收集方案为：船坞区已配备了两座船坞事故应急池，A 区与 B 区的容量分别为 230m³ 和 560m³，华东船厂配置了一辆槽车用于事故应急池至污水处理站的污水转运，可满足船坞漏油清洗废水储运收集处理的要求。建设单位应在 4#船坞附近增设一座不小于 400m³ 的事故应急池以收集本次新建 4#船坞的事故废水，同时配套污水提升泵，事故废水分批泵入污水处理站处理后可达标排放。

油泥减量车间：污水处理站附近目前设有 4 座 900m³ 合计 3600m³ 的船舶含油污水暂

存罐。并有 1 座 900m³ 的暂存罐用于暂存油泥减量车间的事故废水。油泥减量车间事故废水可通过车间内油泥收集池收集，并于车间外布置沙袋构筑围堰或雨水管道截留等方式截留，通过污水泵打入污水暂存罐贮存，最后分批进入配套的含油污水处理站处理后达标排放。可满足油泥减量化车间事故废水的收集处置要求。

油漆库、涂装车间：目前在油漆库、涂装车间附近设有 400m³ 的事故应急池以收集油漆库、涂装车间的事故废水，同时配套污水提升泵，事故废水分批泵入污水处理站处理后可达标排放。可满足油漆库、涂装车间事故废水的收集处置要求。

企业应按照《建设项目环境风险评价技术导则》、《国家突发环境事件应急预案》、《企业事业单位突发环境应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4 号）、福建省环保厅“关于规范突发环境事件应急预案管理工作的通知”（闽环保应急〔2013〕17 号）等文件中规定的“环境风险事故应急预案编制原则”要求，结合园区现有应急预案，在本项目建设完成后，修编现有企业环境风险事故应急预案（备案号：350123-2023-005-L）并报当地生态环境主管部门进行备案。

综上所述，建设单位应严格按照本评价的要求采取相应的风险防范措施，并针对潜在的各类风险事故制定相应的应急预案，并严格执行，以最大程度降低风险影响，则本项目的环境风险总体是可防可控的。

环境风险评价自查表							
工作内容		完成情况					
风险调查	危险物质	名称	二甲苯	天然气	油类物质(进港船舶装载)	油类物质(油泥减量化产生)	
		存在总量/t	3	50	400	100	
	环境敏感性	大气	500m 范围内人口数 45 人		5km 范围内人口数 1110 人		
			每公里管段周边 200m 范围内人口数（最大）_____人				
		地表水	地表水功能敏感性	F1□	F2□	F3□	
			环境敏感目标分级	S1□	S2□	S3□	
		地下水	地下水功能敏感性	G1□	G2□	G3□	
			包气带防污性能	D1□	D2□	D3□	
	物质及工艺系统危险性		Q 值	Q < 1□	1≤Q < 10☑	10≤Q < 100□	Q > 100□
M 值			M1□	M2☑	M3□	M4□	
P 值			P1□	P2□	P3☑	P4□	
环境敏感程度		大气	E1□	E2☑	E3□		
		地表水	E1□	E2☑	E3□		
		地下水	E1□	E2☑	E3□		
环境风险潜势		IV+□	IV□	III☑	II□	I□	
评价等级		一级□	二级☑	三级□	简单分析□		
风险识别	物质危险性	有毒有害☑		易燃易爆☑			
	环境风险类型	泄漏☑		火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放☑			
	影响途径	大气☑		地表水□	地下水□		
事故情形分析		源强设定方法	计算法□	经验估算法□	其他估算法□		
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB☑	AFTOX☑	其他□		
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 90 m				
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 270 m				
	地表水	最近环境敏感目标 / ， 到达时间 / h					
	地下水	下游厂区边界到达时间 / d					
		最近环境敏感目标 / ， 到达时间 / d					
重点风险防范措施		1、本次改建 4#船坞区增设不低于 400m³ 事故应急池； 2、修订现有企业环境风险事故应急预案； 3、雨污分流，建设雨水应急阀门、事故应急阀门等。					
评价结论与建议		在严格执行环保“三同时”制度，认真落实环评提出的环境风险防范与应急措施前提下，本项目的环境风险可防控。					
注：“□”为勾选项，“___”为填写项							

7 环境保护措施及其可行性论证

7.1 施工期环保措施及可行性分析

根据工程分析，施工期的主要污染源为：

- (1)施工扬尘和施工机械、运输车辆尾气。
- (2)施工机械清洗废水、施工人员少量生活污水等，污染物主要为 COD 和 SS。
- (3)施工过程各种施工机械和行驶车辆产生的施工噪声。
- (4)施工过程产生的各种工程废料、残土、围堰施工弃方等施工垃圾。

为减轻施工过程对环境的影响，建设单位应加强以下各项环保措施：

（1）施工期大气污染控制措施

①施工现场应建设防护围墙，这样既可挡风又可阻滞扬尘，还能起到隔声的效果；

②合理安排施工作业，在大风天气避免进行水泥搅拌等容易产生扬尘的施工作业，在废弃物的外运时，严格控制车辆的运载量，严禁超载运输，以便将施工造成的扬尘影响降到最低的限度；

③施工运送建筑沙石料或固体弃土石时，装运车辆不得超载或装载太满，以防止土石料泄漏；在大风时，车辆应进行覆盖或喷淋处理，以免土砂在道路上洒落；对于无法及时清运的渣土要经常洒水；此外施工主干道必须采取沥青覆盖或临时砂石铺盖等硬化措施，并定时清扫和喷洒水，以减少汽车行驶扰动的扬尘；

④施工期间，施工场地应设置高度 1.8m 以上的围挡，并视地方管理要求适当增加。围挡底端应设置防溢座，围挡之间以及围挡与防溢座之间无缝隙。对于特殊地点无法设置围挡、围栏及防溢座的，应设置警示牌。

⑤建议采用商品混凝土。水泥、白灰应放在库内储存或严密遮盖。

⑥施工过程中产生的弃土、弃料及其他建筑垃圾，应及时清运。若在工地内堆置超过一周的，则应采取覆盖防尘布、防尘网；定期喷洒抑尘剂；定期喷水压尘等措施，防止风蚀起尘及水蚀迁移。

（2）施工期废水处理措施

①施工生活污水

施工人员的生活污水依托项目现有生活污水处理站处置。

②施工机械、施工车辆清洗废水控制措施

加强施工机械的清洗管理，尽量要求活动的施工机械以及施工车辆到附近专业车辆清洗处清洗，固定在现场的施工机械应采用湿抹布擦洗，尽量减少冲洗量。施工工地上

设专区布置临时隔油沉砂池对砂石料冲洗水和机械设备清洗水进行油水分离、沉淀处理。要求隔油沉淀池净化处理后清水部分进行循环回用，部分作为运输车辆和流动机械等冲洗、工地抑尘降尘喷洒用水。

（3）施工噪声控制措施

①选用效率高、噪声低的施工机械设备和大型运输车辆进入工地施工，而不选用噪声大、效率低的农用车、拖拉机进入工地参与施工，同时采用先进快速施工工艺，缩短工期，减少施工噪声影响的时间。

②高噪声作业内容（如打桩、混凝土搅拌等）不能安排在夜间（22：00～6：00）、午休（12：00～14：00）时间进行，确因工艺连续需要，应报当地环保部门审批和公示后方可施工。

③运输车辆尽量在昼间工作，以免进出厂道路附近居民夜间受交通噪声的干扰。

④凡能远离民宅或临时工棚的施工机械设备，应尽量设置远一些，并尽量把材料仓库、工具间设置在施工工地与住宅或工棚之间，以便起声屏障作用，可起到减噪效果。

（4）施工固体废物处置措施

①建筑垃圾中的废钢筋、废纸箱、包装水泥袋、废油漆桶等有用的东西应加以回收利用，避免资源浪费。

②施工过程产生的不能回收利用的废油漆、含油抹布等应经收集后，按危险废物进行处置，不得随意丢弃。

③围堰施工开挖产生的弃方作为福建华东船厂填海的填方料，不得随意丢弃。

④保护施工现场整齐有序，施工场地的垃圾、杂物要按序堆放和及时清除，并按总平面布置要求在建设期间同步绿化，做到建成投产之时，绿化已有规模。

综上所述，为减缓施工期对周围环境的不利影响，施工单位应采取必要的防治对策。

7.2 运营期废气处理措施分析

7.2.1 废气处理措施

根据工程分析，改建项目的大气污染源与现有工程大气污染源基本一致，主要为焊接烟尘、喷砂粉尘、喷漆有机废气等。船坞、码头、装焊平台为开放式作业场所，主要产生废气为焊接、喷砂与涂装废气，露天作业时产生废气均为无组织排放面源，尚无有效的控制措施，改建项目废气经处理后无组织排放，废气控制措施如下。

7.2.1.1 焊接烟尘处理措施

4#船坞区、码头、室外装焊平台为露天作业，焊接烟尘通过加密设置抑尘雾炮进行

水雾降尘处理，可以使颗粒物自身比重加大并相互产生粘结，最终受重力的作用而降落。水雾降尘属于湿法除尘，针对开放式作业场所颗粒物有较好的效果。

本次新建一座修船车间，车间内焊接烟尘通过在焊接工位设置移动式焊烟净化器处理后排入室外。焊接烟尘产生的颗粒物粒径均较小，过滤式除尘法具有对小粒径粉尘有较高的除尘效率，设备相对简便的优点。因此，采用布袋除尘器处理焊接废气，效率在90%以上。对照《排污许可证申请与核发技术规范-铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业》（HJ1124-2020），焊接单元产生的颗粒物纺织技术由“烟尘净化装置、带式除尘”等。

因此，本项目采用的焊接烟尘治理技术为可行的污染防治技术。

7.2.1.2 喷砂废气处理措施

船坞与码头均开展喷砂作业，大部分喷砂作业在船坞内进行，项目使用的砂料是铜矿砂，铜矿砂比重较大(约 4g/cm³)，粒径较大(46 μ m)，较有韧性不易碎，喷砂中砂料磨损或破碎形成细颗粒粉尘的程度较轻，产生的喷砂粉尘量不大。参考华东船厂现有工程喷砂废气，处理措施分别为加强喷砂除锈工艺前期控制、真空扫地车、滑移装载机、建设雾炮机降尘系统等四个方面采取措施。本次改建项目参考现有工程仍采取这些控制措施处理废气。

4#船坞和码头加密设置抑尘雾炮进行水雾降尘，加强喷砂除锈工艺前期控制、采用真空扫地车、滑移装载机收集沉降的颗粒物。

码头进行货舱内壁喷砂，本次评价提出舱内喷砂作业时盖上盖板，使喷砂在封闭环境内进行，采用移动式排风除尘系统收集至滤筒除尘装置处理达标排放，粉尘捕集率 80%（另外 20%自然沉降在货舱内不形成排放），可以达达降低无组织排放。

喷砂废气主要污染物为颗粒物，根据《排污许可证申请与核发技术规范-铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业》（HJ1124-2020），喷砂设备的推荐污染防治技术有除尘设施，袋式除尘、湿式除尘，本项目雾炮抑尘属于湿式除尘技术，码头货舱内壁喷砂粉尘采样滤筒除尘装置，属于排污许可推荐可行技术。同时，这些技术广泛应用于修造船企业，技术成熟可靠，对于修造船企业的大型船舶喷砂废气处理有较好的效果与针对性，喷砂粉尘的治理措施是可行的。

其中，船坞船壳无组织喷砂废气大致措施如下：

表 7.2.3 无组织喷砂废气处理措施

序号	措施	具体目标
1	喷砂工艺管理	加强喷砂除锈工艺的前期、磨粒、工具、环境这几个方面的控制，将有效

		提高喷砂除锈效率，减小粉尘数量，降低对大气环境的影响。
2	真空扫地车	采用真空扫地车一辆，及时清理地面灰尘，减少无组织颗粒物污染。
3	滑移装载机	新增滑移装载机，及时收集船坞区废砂，减少无组织颗粒物污染。
4	建设雾炮机降尘系统	4#船坞区建设降尘水炮，扩大水雾降尘幅设范围。确保无组织颗粒物废气排放达标，满足环保要求。

喷漆工艺管理：①前期控制：喷砂除锈工艺应由专业人员进行，进行喷砂除锈作业前，依据《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB8923-2011 的规定，对金属结构表面锈蚀等级进行评定。②磨料控制：喷砂除锈用的砂，要求颗粒坚硬、有棱角、干燥无泥土及其他杂质；华东船厂船坞区喷砂设备使用的磨粒为铜精炼渣，满足《涂覆涂料前钢材表面处理喷射清理用非金属磨料的技术要求 铜精炼渣》 GBT17850.3-1999 的要求。③工具控制：喷砂操作时，喷砂前应检查压力容器的生产许可证、喷砂工佩戴的防护工具、安全带（绳）和供氧装置是否安全可靠，以及喷嘴磨损情况，当孔口直径增大时宜更换喷嘴。④环境控制：喷砂除锈为露天作业，施工时除应注意防尘和环境保护。罗源县年平均风速 1.69m/s。风速日变化较为明显，各季风速日变化相似，为单峰型。一般在半夜时分最小，日出后风速逐渐增大，至傍晚 18 时风速达到最大，约 2.0m/s；日落后风速逐渐降低，至 0 时风速最小，约 1.1m/s。因此，喷砂除锈建议在晚上或风速较低时进行。

真空扫地车：喷砂除锈过程中使船体表面脱落的海生物、氧化皮、锈和旧漆膜等，自然沉降至地面。道路上的沉降物通过扫地机清除，真空扫地机车辆的两侧装置了两个边刷，当车辆向前行走时、边刷会将地上的垃圾和沙土透过旋动而带到车辆的中间，从而利用车辆的真空吸头将垃圾和沙土抽吸进车辆上的废物收集箱中。船坞区其他区域的沉淀物，扫地车无法清理到位，需要人工配合清理作业。

滑移装载机：喷砂除锈阶段采用的铜矿砂大多数落在船坞底部，需要新增滑移装载机用于船坞底部废砂收集。滑移装载机是一种利用两侧车轮线速度差而实现车辆转向的轮式专用底盘设备，采用轮式行走机构，全轮驱动，滑移转向，可于作业现场随机快速更换或挂接各种工作装置，以适应不同的工作环境和作业内容。滑移转向装载机主要用于作业场地狭小、地面起伏不平、作业内容变换频繁的场合。特别适用于如城市基础设施、道路或建筑工地、厂房车间、仓库、码头、轮船甲板甚至船舱内等狭窄场地的作业。

根据《排污许可证申请与核发技术规范-铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业》（HJ1124-2020），船舶及相关装置制造单位的喷砂生产设施需采用的污染防治技术为“除尘设施，袋式除尘、湿式除尘”（有组织/无组织）。本项目采用的水雾降尘属于

湿式除尘设施，且适用于大型开放场所，货舱内壁喷砂采用滤筒除尘装置属于袋式除尘设施，因此符合以上标准要求；其余处理措施也能在一定程度上减缓对周边敏感目标的大气污染。

综合以上措施分析，本次改建针对喷砂废气治理措施将进一步降低对周边环境的颗粒物污染，措施可行。

7.2.1.3 喷涂废气处理措施

船坞涂装废气，外壳喷涂尚无有效的控制措施，船坞设置的雾炮机降尘系统可以对漆雾颗粒有一定降尘效果，但是对挥发性有机物没有去处效果，但是本项目采用符合国家或地方标准要求的低（无）VOCs 含量涂料，可以降低挥发性有机物排放量。喷漆工艺采用无气喷涂工艺。

有机溶剂废气(VOCs)净化的方法有多种，燃烧法、吸收(洗涤)法、冷凝法、吸附法、生物法是目前通常处理该类废气的经典方法，不同方法的比较见表 7.2.1。

表 7.2.1 多组分有机废气治理方法比较

燃烧工艺	热力燃烧法	直接催化燃烧法	吸附、催化燃烧法
处理效率	90%	90%	90%
最终产物	CO ₂ 、H ₂ O	CO ₂ 、H ₂ O	CO ₂ 、H ₂ O
投资	低	较高	较高
运行费用	高	较低	低
燃烧温度	700 ~ 870℃	>1100℃	300 ~ 450℃
使用条件	无特殊要求	VOCs 中含重金属、尘粒等物资，则会引起催化剂中毒，预处理要求较严格； 燃烧、爆炸危险	VOCs 中漆雾、尘粒等物资，则会引起吸附剂失效，预处理要求较严格； 燃烧、爆炸危险
特点	回收热能	回收热能	/

根据表中所述各净化方法特点，结合华东船厂现有工程修船项目实际情况，船坞上的船舱内喷涂作业时采用移动式漆雾过滤及活性炭吸附装置处理；货舱采用吸附+催化燃烧设备处理，利用活性炭微孔结构对溶剂分子或分子团的吸附作用而去除空气中的有机溶剂物质的气固分离方法。当废气通过吸附介质时，其中的有机溶剂即被“阻留”下来，从而使有机废气得到净化处理。又根据分子热运动理论，通过小风量热空气将有机溶剂分子便从吸附体系“挣脱”出来，吸附介质得到再生。由于净化装置选用碳纤维作为吸附材料，利用其对有机溶剂的吸附快、易脱附的特点，可保证在整个运行过程中净化效率的稳定，该装置设有多个吸附单元，在运行过程中一直保持几个单元吸附，一个单元进行脱附，工作为不间断型，净化设备净化效率达 95%。

《排污许可证申请与核发技术规范-铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业》

（HJ1124-2020）中要求，“船舶及相关装置制造排污单位船坞、码头、平台室外喷涂作业，……鼓励室外涂装作业工位采用移动式喷漆雾捕集装置或其他有效收集治理措施，尽可能降低废气排放。”因此，目前船坞采用的处理设备与工艺属于排污许可证中可行技术，本次改建项目船坞、码头喷漆仍可利用抑尘雾炮处理漆雾，船坞上的船舱内喷涂作业时采用移动式漆雾过滤及活性炭吸附装置处理；货舱采用吸附+催化燃烧设备处理，但对货舱喷漆收集方式进行了改进，本次评价提出货舱内壁喷漆作业时盖上盖板，使喷漆在封闭环境内进行的要求，有利于货舱内喷漆废气的收集，减少了无组织排放。

根据企业自行检测数据，厂界二甲苯、非甲烷总烃满足《工业涂装工序挥发性有机物排放标准》(DB35/1783-2018)要求，颗粒物满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）要求。

综上所述，本项目目前针对喷漆有机废气采用的处理措施符合以上要求，措施可行。

7.2.2 其他无组织废气排放控制措施

本项目油漆涂料储存于油漆桶中，盛装 VOCs 物料的容器或包装袋储存于厂房、仓库室内，厂房、仓库均按《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T 50934-2013）要求进行防渗处理；盛装 VOCs 物料的容器或包装袋在非取用状态时加盖、封口，保持密闭；使用的液态 VOCs 原料主要为油漆、涂料，采用密闭桶装、罐车输送；企业生产过程记录含 VOCs 原辅材料和含 VOCs 产品的名称、使用量、回收量、废弃量、去向以及 VOCs 含量等信息。台账保存期限不少于 3 年；定期自行开展厂界 VOCs 监测，并及时主动向当地环保行政主管部门报送监测结果。因此，项目符合《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)中对 VOCs 管理及储运的要求。

此外，与《工业涂装工序挥发性有机物排放标准》(DB35/1783-2018)要求的符合性见下表。

表 7.2.2 《工业涂装工序挥发性有机物排放标准》(DB35/1783-2018)无组织排放控制要求符合性分析

《挥发性有机物无组织排放控制标准》 (GB37822-2019)相关要求	本项目落实情况	符合性
涂料、稀释剂、固化剂、清洗溶剂、脱漆剂等含挥发性有机物的原辅材料在储存和输送过程中应保持密闭，使用过程中随取随开，用后应及时密闭，以减少挥发	本项目在储存和运输涂料、稀释剂等含挥发性有机物的原辅材料保持密闭，使用过程中随取随开，用后应及时密闭，以减少挥发	符合
宜采用集中供料系统，无集中供料系统，工作结束后应将剩余的涂料及含挥发性有机物的辅料送回调漆室或储存间。	本项目无集中供料系统，涂装工作结束后及时将剩余的涂料及含挥发性有机物的辅料送回调漆室或油漆库。	符合
集气系统和挥发性有机物处理设施应与生产活动及工艺设施同步运行。应保证在生产工艺设备运	本项目集气系统和挥发性有机物处理设施应与生产活动及工艺设施同步运行。应保	符合

行波动情况下集气系统和净化设施仍能正常运转，实现达标排放。因集气系统或净化设施故障造成非正常排放，应停止运转对应的生产工艺设备，待检修完毕后共同投入使用。	证在生产工艺设备运行波动情况下集气系统和净化设施仍能正常运转，实现达标排放。因集气系统或净化设施故障造成非正常排放，应停止运转对应的生产工艺设备，待检修完毕后共同投入使用。	
涂装企业应做以下记录，并至少保持 3 年。记录包括但不限于以下内容： a) 所有含 VOCs 物料（涂料、稀释剂、固化剂、清洗剂等）需建立完整的购买、使用记录，记录内容必须包含物料名称、VOCs 含量、购入量、使用量、回收和处置量、计量单位、作业时间及记录人等； b) 含有 VOCs 物料使用的统计年报应该包括上年库存、本年度购入总量、本年度销售产品总量、本年度库存总量、产品和物料的 VOCs 含量、VOCs 排放量、污染控制设备处理效率、排放监测等数据。	企业按要求记录以下内容，并至少保持 3 年： a) 所有含 VOCs 物料（涂料、稀释剂、固化剂、清洗剂等）需建立完整的购买、使用记录，记录内容必须包含物料名称、VOCs 含量、购入量、使用量、回收和处置量、计量单位、作业时间及记录人等； b) 含有 VOCs 物料使用的统计年报应该包括上年库存、本年度购入总量、本年度销售产品总量、本年度库存总量、产品和物料的 VOCs 含量、VOCs 排放量、污染控制设备处理效率、排放监测等数据。	符合
安装挥发性有机物处理设施的企业应做如下记录，并至少保存 3 年。记录包括但不限于以下内容： a) 热力焚烧装置：燃料或电的消耗量、燃烧温度、烟气停留时间； b) 催化焚烧装置：催化剂种类、用量及更换日期，催化床层进、出口温度； c) 吸附装置：吸附剂种类、用量及更换/再生日期，操作温度； d) 洗涤吸收装置：洗涤槽循环水量、pH 值、排放总量等； e) 其他污染控制设备：主要操作参数及保养维护事项； f) 挥发性有机物污染治理设施、生产活动及工艺设施的运行时间。	企业在生产车间内安装挥发性有机物处理设施并做如下记录，且至少保存 3 年： a) 热力焚烧装置：燃料或电的消耗量、燃烧温度、烟气停留时间； b) 催化焚烧装置：催化剂种类、用量及更换日期，催化床层进、出口温度； c) 吸附装置：吸附剂种类、用量及更换/再生日期，操作温度； d) 洗涤吸收装置：洗涤槽循环水量、pH 值、排放总量等； e) 其他污染控制设备：主要操作参数及保养维护事项； f) 挥发性有机物污染治理设施、生产活动及工艺设施的运行时间。	符合

7.3 运营期噪声防治措施分析

7.3.1 噪声防治对策、措施

本次技改项目新增设备类型与数量均较少，主要噪声源来自于空压机、喷砂机、喷涂机、焊机、车床、钻床其声级在 75~90dB(A)之间，应采取以下的噪声防治措施：

①各种噪声源设备进行防振、隔声、消声处理，通过治理，使这些设备对周围的噪声影响降低至规定的标准。加强机械设备的定期检修和维护以减少机械故障等原因造成的振动及声辐射。

②严格控制夜间进出厂运输，在条件允许的情况下，尽可能安排在白天进行装卸作业，缩短夜间作业时间。控制厂区内流动机械运行速度小于 20km/h，控制和减少厂区车、船的鸣号次数和时间。

③加强厂区绿化，保证绿化率达到规定的标准。建议在厂区周围和进出厂道路以及厂区运输干道两侧，特别本项目厂区内办公楼、宿舍周围及进出厂道路两侧，种植树木隔离带，降低噪声对环境的影响。

7.3.2 噪声防治措施可行性分析

控制噪声最有效和最直接的措施是降低声源噪声，因此项目必须配置低噪声设备，目前，通过自行研制和引进技术，国产的低噪声机械设备性能良好，价格适中，因此，选用低噪声设备是可行的；其次在噪声的传播途径上采取适当的措施，针对各种噪声源在表 7.3.1 中列出了几种控制措施，其控制措施的降噪原理、适用场合以及减噪效果。

表 7.3.1 噪声控制的原理与适用场合

控制措施类别	降低噪声原理	适用场合	减噪效果(dB)
隔振	将振动设备与地板的刚性接触改为弹性接触，隔绝固体声传播，如设计隔振基础，安装隔振器等。	机械振动厉害，干扰居民。	5~25
减振	利用内摩擦损耗大的材料涂贴在振动表面上，减少金属薄板的弯曲振动	设备金属外壳、管道等振动噪声严重。	5~15
隔声	利用隔声结构，将噪声源和接受点隔开，常用的有隔声罩、隔声间和隔声屏等。	车间工人多，噪声设备少，用隔声罩，反之，用隔声间。二者均不允许封闭时采用隔声屏。	10~40
消声	利用阻性、抗性和小孔喷注、多孔扩散等原理，消减气流噪声。	气动设备的空气动力性噪声。	15~40
吸声	利用吸声材料或结构，降低厂房内反射声，如吊挂吸声体等	车间噪声设备多且分散	4~10

本项目从源头、传播等环节进行了噪声的防治，只要建设单位认真落实上述噪声防治措施，本项目的产生的噪声可得到有效的控制，使这些设备对周围的噪声影响降低至规定的标准，从而可保证厂界噪声达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准。

7.4 运营期废水处理措施分析

7.4.1 废水产生来源

根据工程分析，改建项目新增废水主要包括以下几个方面：

①生活污水

新增生活污水量约 96t/d，生活污水的污染物浓度：COD：400mg/L，BOD₅：250mg/L，NH₃-N：40mg/L，SS：300mg/L。

②船壳高压冲洗水

主要来源于在修船坞内对船舶水下部分外壳的高压冲洗，新增废水量约 5t/d。主要

污染物为 SS，约 200mg/L。

③船舶舱底含油废水和零件清洗废水

来源于待修船舶携带，修船时须放出的残水废水，新增船舶舱底含油废水 56t/d；零件(如空冷器)清洗在机电车间修理会产生油污水，新增 0.6t/d。主要污染物为石油类、COD 与 SS，石油类浓度一般高于 100mg/L，COD 约 200mg/L，SS 约 200mg/L。

④油舱清洗水

邮轮维修前需先对储存原油的油舱进行清洗，这部分废水含油量较高，先进入油泥减量车间处理。油泥减量车间设计年处理油泥量 12000t/a，油泥减量处理后废水量共 55t/d，主要污染物为石油类、COD 与 SS，石油类浓度一般高于 100mg/L，COD 约 200mg/L，SS 约 200mg/L。

7.4.2 处理工艺的选择与可行性分析

本项目目前建设有生活污水处理站（200t/d）与 1#含油污水处理站（100t/d），分别采用生化处理工艺与“物化预处理+生化处理+消毒处理”工艺。根据 2025 年华东船厂废水自行监测数据与废水总排口在线监测数据（表 2.2.5、图 2.1.2），废水监测点的 COD、BOD₅、悬浮物、石油类、氨氮、总氮等因子均符合《污水综合排放标准》GB8978-1996 表 4 中的一级排放标准。本次改建未突破现有允许废水排放总量，无新增废水污染物排放。

本次改扩建将原 1#100m³/d 含油污水处理站的生化处理系统改造为 100m³/d 生活污水处理站，建成后全厂生活污水处理规模为 300m³/d。本次技改新建回用水设施，处理规模为 100m³/d，生活污水经回用水设施处理后回用于厂区绿化。

（1）含油污水站工艺

原设计 1#及 2#含油污水处理站设计采用“物化预处理+生化处理+消毒处理”工艺。而实际航行过程中因船舱清洗仅用海水清洗，污水性质发生变化，盐度增加，因此为保障污水站的运行更加稳定，设计将含油污水处理站的处理工艺优化调整成“物化预处理+化学强氧化+深度处理+消毒处理”。2025 年 11 月，建设单位委托福建省金皇环保科技有限公司编制《福建华东船厂有限公司 3#船坞技术改造工程环境影响补充说明》，现正在进行建设。建成后含油污水处理站处理规模为 200t/d，尾水达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级标准后排入罗源湾海域。

工艺流程说明：

化学品船舶含油污水及其他废水不定期排入原有钢构储液池，储液池定量抽入隔油

池沉砂池，油污水在隔油初沉池中通过重力作用分离出浮油和沉淀物。隔油初沉池出水排入调节池，污水通过调节达到匀质匀量。调节池废水出水进入气浮装置，气浮装置中溶气水通过减压释放，产生大量的微细气泡，使水中悬浮絮体粘附在微气泡上，形成浮渣并刮去浮渣，从而净化水质。气浮出水进入芬顿反应池，芬顿氧化法是在酸性条件下， H_2O_2 在 Fe^{2+} 存在下生成强氧化能力的羟基自由基并引发更多的其他活性氧，以实现难降解的有机物进行强氧化。芬顿反应出水，先加碱回调 pH 至中性，然后通过鼓风搅拌，将废水中的少量气泡脱除，为了进一步去除总磷，还需添加聚合硫酸铁，及絮凝剂，将废水中的铁泥和磷酸盐絮凝，并进行沉淀，如出水指标不够理想，可在混凝池添加活性炭进一步吸附污染物，使出水达到更加效果。再通过折点加氯法进一步去除水中的氨氮，使出水达标排放。

气浮装置泥渣、芬顿反应沉淀池污泥、混凝沉淀池污泥排入污泥池，剩余污泥通过污泥泵抽入压滤机进行脱水处理，脱水后泥饼外运处置。

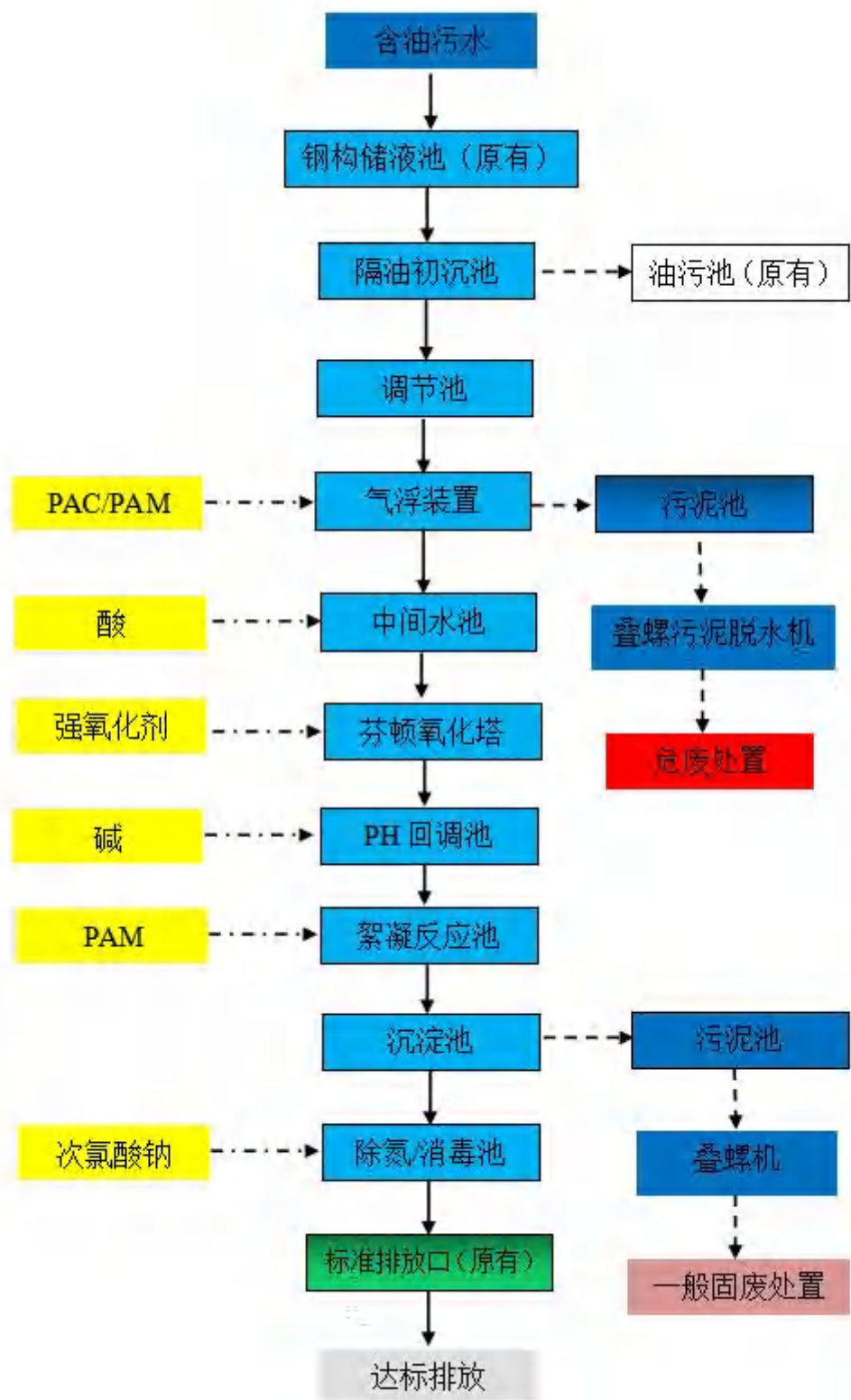


图 7.4-1 含油污水站工艺流程图

（2）生活污水站工艺

现有 200t/d 工程生活污水处理站采用“AAO+MBR 膜法”处理工艺，具有较好的脱氮除磷效果，能够稳定达标排放。已批未建的 100t/d 生活污水处理站仍采用“AAO+MBR 膜法”处理工艺。

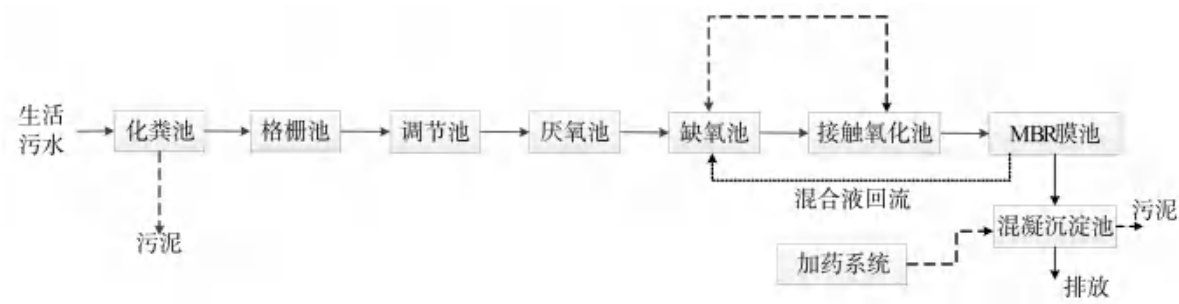


图 7.4-2 生活污水站工艺流程图

考虑到针对含油污水与生活污水的处理工艺与废水产生的污染物种类不变，因此本项目针对含油废水与生活污水处理措施是可行的。

7.5 运营期固体废物处置措施

固体废物处置措施已在固体废物影响影响评价章节阐述。

7.6 风险防范措施

本项目风险防范措施已在风险评价章节进行阐述。

7.7 小结与建议

7.7.1 小结

- (1)建设单位拟采用的各种环保措施，大部分是合理可行的，但也存在一些不足之处及环保措施缺漏之处。
- (2)针对拟采用的环保措施的不足和缺漏问题，本评价提出了相应的对策措施，建设单位和设计单位应认真落实与实施。
- (3)只要建设单位认真落实并实施上述提出的各项环保措施与对策，并保证各处理措施与对策有效运行，本项目的污染物排放对环境的影响将得到有效的控制。

7.7.2 建议

采用先进的技术和设备，加强清洁生产水平建设。设立环保机构，配备专人，专门负责环保设施日常维护和正常运转。

7.8 环保设施汇总与环保投资估算

本项目属于改建扩建工程，项目主体工程的三废处理技术已经比较成熟完善，针对本次该项目提出环保设施与投资估算，其余工程依托现有工程已有的措施。改建项目总投资 38893 万元，环保投资 1000 万元，约占总投资的 2.57%，建设单位应落实预算，保证环保投资资金及时到位，以便保证环保“三同时”原则得以真正实施。具体环保投资

估算见表 7.8.1。

表 7.8.1 改建项目主要环保措施与环保投资估算

序号	环保设施名称	改建项目环保措施内容	本次投资估算 (万元)
1	营运期 废气控制措施	(1)建设水雾降尘机，控制 4#船坞、装焊平台和码头等露天作业的的焊接烟尘、喷砂粉尘等颗粒物；本次新增的修船车间内通过在焊接工位设置移动式焊烟净化器处理后排出室外，减少颗粒物无组织排放量； (2)舱内喷砂、喷涂作业时盖上盖板，使喷砂、喷漆在封闭环境内进行，喷砂粉尘采用移动式排风除尘系统收集至滤筒除尘装置处理达标排放；货舱内喷漆废气采用移动式漆雾过滤及活性炭吸附装置进行净化处理，小舱室采用移动式漆雾过滤及活性炭吸附装置进行净化处理； (3)喷漆作业采用高压无气喷涂机； (4)4#船坞采用滑移装载机，及时收集船坞区废砂。	180
2	营运期 废水处理措施	(1)扩建一座处理能力为 100t/d 生活污水处理站，通采用“AAO+MBR 膜法”处理工艺；	800
3	营运期 噪声防治措施	选用低噪音设备，噪声大于 80dB 的所有设备均设隔音板、隔音屏、消声器等，使其噪声降低于 80dB。	20
4	营运期 固体废物的 处置	(1) 厂区设生活垃圾桶，统一清运； (2) 生活污水处理污泥贮存于储泥池内，后送城市垃圾处理场处置； (2) 危险废物（废漆渣、废滤材、废吸附材料、废矿物油、含油污泥）收集后贮存于危废仓库，而后送危险废物处理中心处理。 (3) 一般工业固体废物（废钢(丸)砂、铁锈、废钢材边角料、废焊材）收集后贮存于固废仓库，而后回收综合利用。	0
5	环保管理与 监测	成立环保日常管理与监测机构。	0
6	合计		1000

表 7.8.2 环保设施运行费用

序号	环保设施名称	年折旧费用 (万元/年)	运行费用 (万元/年)
1	营运期废气控制措施	4	0.5
2	营运期废水处理措施	60	15.5
3	营运期噪声防治措施	0	0.5
4	营运期固体废物的处置	5	20
5	环保管理与监测	0.1	5
	合计	69.1	41.5

8 环境影响经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的一项重要工作内容，其主要任务是估算建设项目需要投入的环保投资和所能收到的环境保护效果。因此，在环境经济损益分析中除需计算用于控制污染所需投资的费用外，还要同时核算可能收到的环境与经济实效。

然而，经济效益比较直观，很容易用货币直接计算，而污染影响带来的损失一般是间接的，很难用货币直接计算。因而，环境影响经济具体定量化分析，目前难度还是较大的，多数是采用定性分析与半定量相结合的方法进行讨论。

8.1 经济效益分析

本次改建主要内容包括：①原 8 万吨级宽体干船台改造为 8 万吨级宽体干船坞（4# 船坞），每年新增 150 艘高技术、高附加值、新能源船舶修理与改装能力，并配套相关设施设备；②建设 1 座 15000m² 船体装焊平台；③建设一座 4400m² 修船车间；④扩建一套处理规模为 100t/d 的生活污水处理站。本次改建仍在厂区主体工程用地内。

本次改建投资 38893 万元，项目建成后，预期达产年修船总产值可达 5 亿元，可创营业利润 5904 万元。项目全部投资所得税后财务内部收益率为 15.32%，财务净现值为 219651 万元（Ic=8%），大于零；投资回收期 10.2 年（含建设期 18 个月），小于项目经营期；投资利润率为 15.38%；投资利税率为 25.63%。以上数据表明拟建工程是一个投资见效快、经济效益明显的建设项目。

8.2 社会效益分析

船舶制造业既是技术密集型产业，又是劳动密集型产业。加快发展船舶制造业，对于提高我国制造业整体水平、带动钢铁及配套机电设备制造等相关产业发展、扩大就业等都有促进作用。

（1）本工程修船业务前景

随着国际航运业逐渐走出萧条，修船业具有相当大的业务空间，中国修船业将有更多的市场机会，同时也使福建省的修船业面临新的机遇和挑战。

华东船厂所在地——罗源湾，四山环抱口小腹大，湾内海域面积约 220 平方公里，可建大型码头的深水岸线约 25 公里，该岸线可建 5 万吨级~30 万吨级码头泊位 65 个，是中国沿海最难得的深水避风良港。湾内具有水深、港阔、风微、浪小、流缓、不淤、不冻等其它港口无法比拟的优越条件。尤其是湾内海域的最大水深可达 90m，这在中国沿海港口是绝无仅有，最适合于大型船舶、海洋平台、大型钢结构浮体的修理。同时，

罗源湾东临国际海上交通要道——台湾海峡，与台湾隔水相望，地处中国东南沿海港口群中间，是修船行业最理想的商业地段，极方便于为穿航于西太平洋和亚太地区的国际船舶和进出东南沿海港口群以及台湾各港口的国际船舶提供最便捷的修船服务。

随着罗源湾港口建设的不断推进，临港工业正在罗源湾迅速崛起，已基本形成能源、冶金工业为主的产业集聚，特别是原料和产品大进大出的冶金业，正在形成以亿鑫冶金、德盛镍业、三金不锈钢、东宇不锈钢等“百亿冶金城”；能源方面，以可门电厂和罗源火电厂项目为龙头，正在形成我省重要的能源基地。大量的燃料、原料及产品运输主要依靠海运，为华东船厂修船业务提供大量直接的商机，为船舶修造业拓展了发展空间。

通过多年的努力，华东船厂的修船经营无论是工期还是产品质量均得到了国际众多船东的认可和好评。于2019年4月17日，国际船舶网《中国船厂主宰全球修船市场》中发布的国际权威评估机构“克拉克森”，对全球600多家修船厂上年度所修理的国际入级特检船舶排行榜的前十名中，华东船厂位列第五名。2021年“克拉克森”对上年度全球修船行业综合竞争力的评比中，华东船厂位列第二名。

随着华东船厂在国际市场的知名度逐年上升，现已逐步地吸引部分大工程的国际船舶来华东船厂修理或改装。基于近两年在修船旺季期间，华东船厂的三座干船坞和修船码头已出现供不应求的态势。此势必进一步加大船坞和码头的修船压力。华东船厂本次改建项目付诸实施，为进一步提高企业国际市场竞争力奠定了良好的基础。

为了抓住当前世界造船中心东移和航运市场需求旺盛给修船业带来的商机，福建修船企业要想取得更大的经济效益，在国内外修船市场占有一定的修船份额，必须加快修船坞基础设施建设，加快修船资源整合，树立修船品牌。面对新的机遇和竞争，应适当发展大中型修船坞的建设，并应向大型化、专业化、多样化方向发展，以提高在国内外修船市场中的竞争能力。

（2）增加就业带动相关产业发展。

项目建成后，新增员工约1000人。将为社会提供一定数量的就业机会，可吸收部份下岗职工与部份闲置人口再就业，有利于当地经济和谐发展。此外，项目的实施可带动相关行业上下游产业的发展，对于搞活社会经济、增加国民收入、提高国民生活水平有着重要的意义。

因此本项目的建设，对提高我国的修造船能力、带动地方相关产业发展、增加当地就业人员、稳定社会等方面均有很大的意义。

8.3 环境经济损益分析

8.3.1 环保投资与运行费用

本项目建成投产后的社会效益和经济效益是好的，但制约此工程的主要是环境保护问题。因此，为了将环境影响减少到最小程度，必须实施环境保护措施，投入必要的环保建设费用和运行费用，才能达到保护环境的要求。

(1) 环保投资

本项目属于改建工程，项目主体工程的三废处理技术已经比较成熟完善，仅需在改造船坞新增部分环保设施，并加强营运期日常的管理与监测。根据第七章估算改建项目环保投资约需 1000 万元，占总投资 2.57%，每年运行费用估算约为 35.5 万元/年。

8.3.2 环保设施的经济效益

费用——效益分析也叫损益分析，是一种经济学评价方法，即是用币值的形式来计量环境破坏造成的经济损失和改变环境带来的经济、环境和社会效益的价值。

在环境影响的费用——效益分析中，最常用的方法是效益——费用比值法，其计算方式为：

$E = B/C$

式中：E——效益、费用比；

B——年效益；

C——年费用。

从上式可见，评价经济效果最基本的条件应该是 $E \geq 1$ 。

而本项目的环境经济损益，根据效益——费用比值统计算得 $E=5.67:1$ ，具体详见表 8.3.1。

表 8.3.1 环境经济的效益—费用计算表

效益（B）万元		费用（C）万元		效益——费用比
直接效益	5904	年环保投资	1000	5.67：1
间接效益	较少，忽略不计	年环保运行费用	41.5	
合计	5904	合计	1041.5	

从上述效益——费用比分析，说明福建华东船厂改建项目建设的环保投资与环保费用的经济效益很好，同时还能取得显著的社会和环境效益。因此，该项目从环境经济损益的角度考虑是可行的。

9 环境管理与监测计划

9.1 环境管理目标

环境管理是企业管理的重要组成部分，它与企业的计划、生产、质量、技术、财务等管理同样重要，通过严格的环境管理，可以有效地预防和控制生态破坏和环境污染，保护人们生产和生活健康有序地进行，保障社会经济可持续发展。环境监测则是环境影响中的一个重要组成部份，同时又是工业污染防治的依据和环境监督管理工作的耳目。环境监测不仅要监测项目建设期和运行期的各种污染源，还要监测各种环境因素，并应用监测得到的反馈信息，反映项目建设施工中和建成后实际生产对环境的影响，及时发现问题，及时修正设计中环保措施的不足，避免造成意外的环境影响。

本评价将重点针对项目施工期和运营期可能产生的各种污染物的性质，以及对项目周围区域的环境产生影响的分析，有针对性地提出相应的环境管理、监测等要求。

9.2 环境管理体系

9.2.1 环境管理机构设置、环保管理制度建立及执行情况

建设单位目前设置了以总经理负责制的环境管理机构——环保科，归生产保障部统一管理，配备2名专职人员，兼职人员6名，负责企业日常环境管理工作。通过一、二期工程的实施，逐步建立、健全企业的环境管理制度，制订了《华东船厂修造船股份有限公司环境保护管理规定》，明确了环境保护组织结构及其职责、污染防治与环保设施的运行管理、固体废物的综合利用与处置、环境污染事故应急处理、环境保护宣传教育等一系列的规章，为确保船厂的安全生产、环保设施的正常运行提供了保障。总体上，华东船厂公司能够认真贯彻执行国家有关建设项目环境管理、环保政策的要求，落实环境影响评价等环保制度，但环境管理的规范化有待提高，存在环保设施“三同时”配套方面相对滞后、环保设施运行的监控手段不足等问题。

9.2.2 环境管理改进措施

针对华东船厂环境管理存在的问题及不足之处，应结合改建工程建设加以完善。主要有：

(1)加强环境管理队伍建设，建立公司、部门、车间的分级管理体系。适当增加环境管理专职人员，并定期对有关人员进行有关环保法规政策、环境管理、环保技术等培训，提高企业环境管理综合能力和水平。

(2)污水处理站应配置相应的水质监测设施和分析监测人员，具备 pH、SS、COD、

氨氮、石油类等常规指标的分析测试能力。

(3)严格执行环保“三同时”制度，在原有环保工程的前提下，落实改建工程的环保“三同时”设施的配套建设。

(4)完善环境管理有关规章制度，包括含油污水泄漏事故的风险防范和应急预案等。

9.3 拟建工程环境管理要求

9.3.1 施工期环境管理

本项目施工期间环境管理工作由建设单位承担。

(1)施工中的环境管理应着重于施工场所的现场检查和监督。应采取日常的、全面的检查和重点监督检查相结合。公司环保科（或筹建办）应于施工开始前编制好重点监督检查工作的计划。

①重点检查建设项目设计和施工过程中，项目的性质、规模、选址、平面布置、工艺及环保措施是否发生重大变动；

②主体工程环保“三同时”落实情况；

③环境风险防范与事故应急设施与措施的落实情况；

④与环保相关的重要隐蔽工程；

⑤项目建设和运行过程中与公众环境权益密切相关、社会关注度高的环保措施和要求，重点检查本项目环境防护距离内是否新增环境敏感目标。

(2)施工中环境管理的监督检查是防止施工中的水、气、声、渣污染。检查的重点是海域围堰施工淤泥处置、固废处置等，确保不对海域环境产生明显不利影响；检查围堰施工区域是否在控制的用海范围内开展，严格禁止拓宽海域施工范围。同时，也要检查是否实施了有关的水、气、声、渣污染控制措施。对于违规施工的，应及时予以制止和警告；对于造成严重污染者应给予处罚和追究责任。在居民区附近应注意避免施工噪声扰民，在这些敏感区应进行施工噪声的监测，若超标频繁或幅度较大，应及时采取措施。

①项目实施过程中，要求承包商落实环境保护“三同时”制度，严格按设计要求实施各项环境保护措施。

②对施工工地进行环境保护日常巡查，对施工单位的环境保护措施落实情况、施工区及周边地区的环境状况、工程建设监理的现场监管情况等进行检查，若出现问题应提出整改要求。

③参加各项验收工作。

④发生环境污染事件时，参与处理项目环境保护事故，提出限期治理意见，并监督实施。

⑤收集各项环保水保措施实施过程中的设计文件、工程进度款资料、验收签证等相关资料，并建立统计台账，为工程环境保护竣工验收打下基础。

（3）根据环境影响报告书提出的环保措施和环保局审批要求，该公司应严格执行环保“三同时”制度，健全各项环保设施，绿化美化厂区环境。

9.3.2 营运期环境管理

营运期的管理工作的重点是各项环保措施的落实，环保设施运行的管理和维护，日常的监测及污染事故的防范和应急处理。

9.3.2.1 排污许可及自主验收

（1）根据《固定污染源排污许可分类管理名录（2019年版）》（部令第45号）和《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评[2017]84号），本项目应实行排污许可管理，应于实际产生排污行为之前完成排污许可证申报工作。企业应根据《排污许可证申请与核发技术规范 总则》（HJ 942-2018）和《排污许可证申请与核发技术规范 石化工业》（HJ 853-2017）的要求开展排污许可证申请工作。本项目应于改建前完成企业排污许可证申报工作，实行排污许可重点管理。企业应根据《排污许可证申请与核发技术规范 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业》（HJ 1124-2020）的要求开展排污许可证申请工作。

建设单位在申请排污许可证前，应当将主要申请内容，包括排污单位基本信息、拟申请的许可事项、产排污环节、污染防治设施，通过国家排污许可证管理信息平台或者其他规定途径等便于公众知晓的方式向社会公开。公开时间不得少于5日。

企业应当在国家排污许可证管理信息平台上填报并提交排污许可证申请，同时向有核发权限的环境保护主管部门提交通过平台印制的书面申请材料。建设单位对申请材料的真实性、合法性、完整性负法律责任。申请材料应当包括：排污单位基本信息，主要生产装置，废气、废水等产排污环节和污染防治设施，申请的排污口位置和数量、排放方式、排放去向、排放污染物种类、排放浓度和排放量、执行的排放标准，以及相关证明材料。

（2）根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号）、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）和《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）等规定要求，落实建设项目环境

保护“三同时”制度，规范建设项目竣工后建设单位自主开展环境保护验收的程序和标准。建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体。

本项目竣工后，建设单位应当依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术规范、建设项目环境影响报告书和审批决定等要求，如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，同时还应如实记载其他环境保护对策措施“三同时”落实情况，编制验收监测报告。

建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：（一）建设项目配套建设的环境保护设施竣工后，公开竣工日期；（二）对建设项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开调试的起止日期；（三）验收报告编制完成后5个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于20个工作日。

9.3.2.2 分级管理

实行分级管理分级考核制度，可制定本厂污染总量控制指标、“三废”综合利用指标、污染事故率指标等多项考核指标，并将各项指标按各自不同的管理职能分解到车间、污水处理站、环境监测站等部门，形成一项长期的环境管理制度。

9.3.2.3 生产过程环境管理

(1) 定期进行清洁生产的审计，要采用低耗、无污染、少污染的生产新工艺、新技术。严格每道生产工序的环境管理，以及危险品的物料管理。

(2) 建立环境管理体系，提高环境管理水平。

(3) 根据企业制定的环境保护目标考核计划，结合生产各个环节对环境的不同要求进行考核，并把资源、能源消耗、资源回收、污染物排放量等环保指标纳入考核的范围内。

(4) 提高员工的环保意识，加强环保知识教育和技术培训。

(5) 加强厂区的绿化建设和管理，改善本厂的生态环境，实现厂区绿化指标。

9.3.2.4 环保设施管理

选用环保的先进设备、先进技术和高效的环保设施，加强对其维护、检修、保养工作，严格环保设备的使用、操作规程。环保设施的操作人员必须经培训才能上岗，以保证环保设施的完好率。

9.3.2.5 污染事故的防范与应急处理

(1) 为了保证与重要的环境因素有关的生产活动都能按规范运行，避免发生污染事故，应建立一套有效的预防污染的运行控制程序。各程序文件中应明确规定：运行控制的内容，各有关部门的职责，运行规程，控制参数，检查办法，纠正措施，出现异常和

紧急情况时的处理程序。

(2) 对于可能发生突发性事故，如油料、危险品、含油废水大量泄漏以及火灾、爆炸等情况，应建立《应急预案》，配备环评要求的应急设施。

(3) 污染事故发生后，应及时采取措施，尽量减少损失。事后应对事故进行深入调查、分析，找出原因，严肃处理。认真总结，从中吸取教训。同时对环境管理体系和污染防治体系进行彻底整改。

9.3.2.6 危险品管理要求

1、气体站、油漆库、危废库等要害部位，非工作人员未经批准严禁入内。

2、各种安全防护装置、照明、信号、监测仪表、警戒标记、防雷、报警装置等设备要定期检查，不得任凭拆除和非法占用。

3、易燃易爆、剧毒、放射、腐蚀和性质相抵触的各类物品，必需分类妥当存放，严格管理，保持通风良好，并设置明显标志。仓库及易燃易爆粉尘和气体场所使用防爆灯具。

4、易燃易爆，化学物品必需专人保管，保管员要具体核对产品名称、规格、牌号、质量、数量、查清危急性质。

5、忌水、忌沫、忌晒的危险品，不准在露天、低温、高温处存放。容器包装要密闭，完整无损。

6、易燃易爆化学危急品库房四周严禁吸烟和明火作业。库房内物品应保持一定的间距。

7、进行定期和不定期的安全检查，查出隐患，要准时整改和上报。

8、危废的产生、收集、贮存、转移处置等实施全过程监控和信息化管理。依托省固废系统，建立管理台账，实现可追溯、可查询。

9.4 污染物排放清单

改建项目污染物排放清单见表 9.4.1。

表 9.4.1 改建项目污染物排放情况汇总一览表（含已批未建）

一、废气排放情况		废气量 Nm³/h	污染物	排放浓度 mg/m³	排放速率 kg/h	治理措施	执行标准
钢材预处理车间	喷砂	80000	粉尘	9.65	0.77	二级旋风、过滤除尘	《工业涂装工序挥发性有机物排放标准》(DB35/1783-2018); 《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）附录 A 的表 A.1 的相应规定: 厂区内监控点处任意一次 NMHC 浓度值; 颗粒物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
	喷涂、固化		二甲苯	6	0.46	吸附、催化燃烧	
			VOCs	16	1.29		
涂装车间	喷砂	100000	粉尘	4	0.41	二级旋风、过滤除尘	
	喷涂、固化		二甲苯	13	1.32	吸附、催化燃烧	
			VOCs	46	4.6		
无组织排放	装焊平台（新建）	焊接	焊接烟尘	/	0.034	水雾降尘+阻隔率 90%	
	修船车间（新建）	焊接	焊接烟尘	/	0.106	移动式焊烟净化器，收集率 60%除尘效率 90%	
	4#船坞	焊接	焊接烟尘	/	0.026	水雾降尘+阻隔率 90%	
		喷砂	粉尘	/	2.41		
		喷漆	漆雾	/	0.32	舱外喷漆：水雾降尘，漆雾去除率 90%； 舱内喷漆：封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧，收集率 80%去除率 95%	
			二甲苯	/	0.89		
			甲苯	/	0.62		
			VOCs	/	12.11		
	东侧码头	焊接	焊接烟尘	/	0.011	水雾降尘+阻隔率 90%	
		喷砂	粉尘	/	1.13	舱内封闭作业+移动式滤筒除尘，收集率 80%除尘效率 90%	
		喷漆	漆雾	/	0.050	舱内封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧，收集率 80%去除率 95%	
			二甲苯	/	0.008		
			甲苯	/	0.008		
			VOCs	/	0.250		
	西侧码头	焊接	焊接烟尘	/	0.028	水雾降尘+阻隔率 90%	

		喷砂	粉尘	/	1.21	舱内封闭作业+移动式滤筒除尘，收集率 80%除尘效率 90%	
		喷漆	漆雾	/	0.050	舱内封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧，收集率 80%去除率 95%	
			二甲苯	/	0.008		
			甲苯	/	0.008		
			VOCs	/	0.250		
	调漆房	调漆	VOCs	/	0.54	集气罩、活性炭	
二、废水排放情况		废水量(t/d)	主要污染因子			治理措施	执行标准
生活污水		96	COD _{Cr} 、BOD ₅ 、NH ₃ -N、SS			生活污水处理站处理后与其他污水统一排污口排放	《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)表 4 中一级排放标准
舱底含油废水 零件清洗废水		56.6	COD _{Cr} 、SS、石油类			含油污水站处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级排放标准后与其他污水统一排污口排放	
船壳高压冲洗水		5	SS			船坞沉淀池沉淀后直接排海	/
密闭实验水		62.5	SS			沉淀处理后回用	/
三、噪声		排放情况				治理措施	执行标准
厂界噪声		厂界不超过《工业企业厂界环境噪声排放标准》 （GB12348-2008）中的 3 类标准				厂房隔声，基础减振；使用抗振装置；风机和空压机进、排气口安装消声器减振，设备安装在车间内	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 （GB12348-2008）中的 3 类标准
四、固废		产生量（t/a）				治理措施	执行标准
危险废物	漆渣、废油漆	16.2				委托有资质单位处置	工业固体废物控制按《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)等标准执行。危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)
	废油漆容器	0.93					
	废滤材	434					
	废矿物油	3200					
一般工	废磨料（铜砂、铁锈）	2100				外售水泥厂	
	下脚料、废零部件	750				钢厂回收利用	

业固 体废 物	废焊材	11.37	供应商回收	
	生活垃圾	325	由环卫部门统一收集	/

9.5 环境监测计划

企业内部环境监测主要对企业生产过程中排放的污染物进行定期监测，判断环境质量，评价环保设施及其治理效果。为防治污染提供科学依据。

9.5.1 环境监测计划实施单位

《建设项目环境保护设计规定》第五十九条规定：“对环境有影响的新建、扩建项目应根据项目的规模、性质、监测任务、监测范围设置必要的监测机构或相应的监测手段。”华东船厂应设立环境监测机构，负责环境监测计划的实施。根据华东船厂实际情况，施工期环境监测，运营期的大气、水环境监测以及废气排放监测工作可由建设单位委托地方环保监测站或第三方有相应检测资质的单位进行监测，运行期的污水处理设施监测、厂界噪声监测可由本厂的监测机构完成。环境管理机构根据本报告的监测计划负责安排具体的环境监测工作，并根据监测结果进行评估分析，以及及时掌握环保设施的运行状态和排污情况。

9.5.2 施工期的环境监测计划

建设单位应于建设完成前，落实以下施工期环境监测计划：

施工中的环境影响主要是施工噪声和施工扬尘。施工期的噪声监测，主要是对于施工现场附近的居住区的噪声进行监测。检查的重点是施工的高峰期和重点施工段。

（1）施工期噪声监测

①监测点位

施工期的噪声监测的点位，应在较为集中的施工点和附近的村庄设噪声监测点位。

②监测的时间、频次

监测时间应选在施工的高峰期。昼间和夜间各测一次。

③监测方法

按《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）实施。

（2）施工期大气监测

①监测点位：在施工场地与敏感点最近的村庄布设大气监测点位。

②监测时间、频次：监测时间应选在土石方的高峰期，连续监测3天。

③监测项目：监测项目为TSP、PM₁₀。

④分析方法按《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的有关规定执行。

表 9.5.1 施工期的环境监测

项目	监测点位	监测项目	监测频率
噪声监测	施工场界周边村庄：亭下村 (施工场地与敏感点最近的居民建筑物)	L _{Aeq}	施工的高峰期，昼间和 夜间各测一次
大气监测	施工场界周边村庄：亭下村、碧里村 (施工场地与敏感点最近的居民建筑物)	TSP、PM ₁₀	土石方工程高峰期
海水监测	围堰施工用海区域外 500m	COD、氨氮、SS、 石油类	每季度一次

9.5.3 运营期环境监测

根据本评价分析，结合改建项目特点：废气通过处理后无组织排放，故废气监测点位为厂界；废水经处理后与现有工程废水一并通过现有排污口排放，监测点位为排污口；噪声在厂界布点，可依托全厂监测计划一起开展，故该建项目监测计划可利用全厂监测计划一并开展监测。根据《排污许可证申请与核发技术规范 铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业（HJ 1124—2020）》与《排污单位自行监测技术指南 涂装（HJ 1086—2020）》中对自行监测的要求，企业监测计划见表 9.5.2、表 9.5.3。

表 9.5.2 华东船厂全厂监测

项目	监测点位	监测项目	监测频率
废气	厂界	颗粒物、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃	1 次/半年
	钢材预处理车间排气口 (造船项目)	颗粒物、二甲苯、非甲烷总烃	1 次/半年
	涂装车间排气口 (造船项目)	颗粒物、二甲苯、非甲烷总烃	1 次/半年
	油泥减量化	非甲烷总烃	1 次/半年
废水	厂区总排口	水量、pH、COD、氨氮、总磷、石油类	自动监测
		悬浮物、五日生化需氧量、总氮	1 次/月
噪声	厂界外 1m，每 100m 布 设 1 个测点	昼夜 L _{Aeq}	1 次/半年

表 9.5.3 常规环境监测计划（外环境监测）

类别	项目	监测频率	采样点位置
环境空气	PM ₁₀ 、非甲烷总烃、二甲苯	每季一次，每次连续监测 7 天	亭下村、碧里村、玉莲盘村、先锋村、廪头村各设 1 个监测点
声环境	L _{Aeq} （昼、夜）	每季一次，每次一天， 每天昼、夜各 1 次	在亭下村设 2～3 个监测点
海水	水温、pH 值、DO、COD、 无机氮、石油类	春秋两季各一次，每期选 择小潮低平潮采样一次	排污口上游 500m 断面、排污口断面、排污口下游 500m 断面。每个断面布设 2 个站位

9.5.4 监测资料管理

每次监测都应有完整的记录。监测数据应及时整理、统计，及时向各有关部门通报。并应做好监测资料的归档工作。

9.6 总量控制

根据本项目的排污特征，列入国家对主要污染物排放总量控制要求的污染物为二氧化硫、氮氧化物、COD、NH₃-N。经工程分析核算，排放总量为：

表 9.6.1 总量控制指标（单位 t/a）

污染物	改建前各项目 排放总量	改建项目增加 排放总量	改建后全厂总 排放量	已取得排污总 量指标	还需进一步购 买/调剂排污权 指标
二氧化硫	0.146	0	0.146	0.544	0
氮氧化物	0.6	0	0.6	2.21	0
COD	11.38	0.005	11.375	11.38	0
氨氮	1.76	0.054	1.706	1.76	0
VOCs	46.61	20.6	67.21	46.61	+20.6

根据《福州市生态环境局关于福建省金纶高纤股份有限公司等 8 家企业初始排污权复核情况的公示》以及《福建省排污权指标交易凭证（编号：1635070100016-6）》、《福建省排污权指标交易凭证（编号编号：16350801000055-6）》，华东船厂已取得二氧化硫 0.554t/a、氮氧化物 2.21t/a、COD11.38t/a、氨氮 1.76t/a。本次改建后，NO_x、SO₂、全厂排放总量未超出已取得的排放总量指标，COD、NH₃-N 未超出已取得排污总量指标，故此次改建后无需另行申购。

除列入总量控制指标的污染物外，本次改建项目新增 VOCs 将作为建议控制指标。华东船厂原批复的 VOC 总量控制指标为 46.61t/a，改建项目新增 31.67t/a，以新带老削减 11.07t/a，改建后较原控制指标增加 20.6t/a，应实行区域内倍量替代，由福州市生态环境局在福州市统筹调剂 VOCs 总量来源。

9.7 排污口规范化要求

排污口规范化管理体制是实施污染物排放总量控制的基础性工作之一，也是总量控制不可缺少的一部分内容。此项工作可强化污染源的现场监督检查，促进排污单位加强管理和污染源治理，实现主要污染物排放的科学化、定量化管理。同时进行排污口规范化管理。

9.7.1 排污口规范化要求的依据

- （1）《关于开展排污口规范化整治工作的通知》国家环境保护总局环发〔1999〕24 号（2006 年修订）；
- （2）《排污口规范化整治技术》国家环境保护总局环发〔1999〕24 号附件二；
- （3）“关于转发《关于开展排污口规范化整治工作的通知》的通知”福建省环境保

护局闽环保〔1999〕理3号；

（4）“关于印发《福建省污染物排放口规范化整治补充技术要求》的通知”福建省环境保护局闽环保〔1999〕理8号；

（5）“关于印发《福建省工业污染源排放口管理办法》的通知”福建省环境保护局闽环保〔1999〕理9号。

9.7.2 排污口规范化的范围和时间

根据福建省环境保护局闽环保（1999）理3号“关于转发《关于开展排污口规范化整治工作的通知》的通知”文的要求，一切新建、改建的排污单位以及限期治理的排污单位，必须在建设污染治理设施的同时，建设规范化排污口。因此，本工程排污口必须规范化设置和管理。规范化工作应与污染治理同步实施，即污染治理设施完工时，规范化工作必须同时完成，并列入污染治理设施的竣工验收内容。

9.7.3 排污口规范化内容

（1）废水排放口：本项目废水排入厂区污水处理站，处理达标后废水经厂内总排口排入园区污水处理厂进一步处理。为便于对项目排放量、水质进行考核，污水处理站处理系统出口和污水总排放口必须规范化建设，设置排污口标志牌等。

（2）废气排放口：本项目排气筒应按照《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》（GB/T16157-1996）的规定要求设置，应符合《污染源监测技术规范》规定的高度和要求，设置永久采样孔，并安装采样监测平台，便于采样、监测的要求。

（3）固定噪声排放源：按规定对固定噪声进行治理，并在边界噪声敏感点、且对外界影响最大处设置标志牌。

（4）固体废物贮存设施：对各种固体废物应分类收集，各工业固体废物和危险废物的贮存场应设置规范化标志牌。

表 9.7.1 排放口图形标志

排放口	废水排放	废气排放	一般固体废物	危险废物	噪声源
图形符号					

9.7.4 排污口管理

要求建设单位按照《关于开展排放口规范化整治工作的通知》（环发〔1999〕24号）

和《排污口规范化整治技术要求（试行）》（环监〔1996〕470号）等文件要求，进行排污口规范化设置工作。

（1）在各排污口处设立较明显的排污口标志牌，其上应注明主要排放污染物的名称；规范排污口标识。

（2）如实填写《中华人民共和国规范化排污口标志登记证》的有关内容，由生态环境主管部门签发登记证。

（3）将有关排污口的情况如：排污口的性质、编号、排污口的位置；主要排放的污染物种类、数量、浓度、排放规律、排放去向；污染治理设施的运行情况等进行档案管理，并报送生态环境主管部门备案。

（4）按照排污口规范管理及排放口环境保护图形标志管理有关规定，在排污口附近设置环境保护图形标志牌，根据《环境保护图形标志》实施细则，填写本工程的主要污染物；标志牌必须保持清晰、完整，发现形象损坏、颜色污染或有变化、退色等不符合图形标志标准的情况，应及时修复或更换，检查时间至少每年一次。

（5）排放口规范化整治要遵循便于采集样品、便于监测计量、便于日常监督管理的原则，严格按排放口规范化整治技术要求进行。

（6）环境保护图形标志牌设置位置应距污染物排放口及固体废物堆放场或采样点较近且醒目处，设置高度一般为标志牌上缘距离地面约2m。

10 结论

10.1 工程主要内容与环境问题

10.1.1 工程主要内容

华东船厂改建项目（一期）主要建设内容为：厂利用厂区自有既有土地及岸线资源，改建成 8 万吨级宽体干船坞（ $245\text{m} \times 85\text{m}$ ，即 4#船坞）1 座，建设船体装焊平台 1 座，车间 1 座，并配套相关设施设备，形成高技术、高附加值、新能源船舶修理与改装 150 艘/年的能力，总投资 38893 万元，其中环保投资 1000 万元，占总投资比例 2.57%。

10.1.2 主要环境问题

施工期：项目主要施工活动包括船台改造施工，存在施工扬尘、施工噪声、施工废水和建筑垃圾排放等对周边环境的影响，围堰施工对海域的影响。

营运期：①废气排放：4#船坞修船过程中新增粉尘、VOCs、二甲苯等废气；②废水排放：主要有含油废水、生活污水等；③固体废物主要为修船过程中产生的漆渣、废油漆、废油漆容器、废滤材、废矿物油、含油污泥、废铜砂，污水处理过程中产生的污泥，以及生活垃圾等；④环境风险，主要是天然气油漆溶剂的泄漏与造成的爆炸、火灾等环境风险问题。

10.2 环境影响评价

10.2.1 大气环境影响

10.2.1.1 大气环境保护目标

主要保护目标：厂区周围的廪头村、亭下村、玉莲盘村、碧里乡、先锋村等村庄的环境空气质量。

10.2.1.2 大气环境质量现状

项目位于福州市罗源县，根据《福建省城市环境空气质量状况》，2023 年 1-12 月罗源县达标天数比例为 98.9%，综合指数 2.33，各项污染物年平均浓度符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，项目区属于达标区。

特征因子补充监测结果显示，项目区域大气环境中苯、甲苯、二甲苯浓度满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）附录 D.1 其他污染物控制质量浓度参考限值，非甲烷总烃满足《大气污染物综合排放标准详解》中环境空气质量标准 1h 浓度限值标准，由此可见评价区域环境质量现状良好。

10.2.1.3 大气环境影响评价结论

（1）本项目新增污染物贡献值分析

正常工况下本项目排放的 PM_{10} 、二甲苯、非甲烷总烃、甲苯浓度预测短期浓度贡献值在各敏感目标处最大占标率为 68.32%（非甲烷总烃），小于 100%；所有网格点最大占标率为 172.29%（二甲苯），大于 100%。 PM_{10} 最大年均浓度占标率为 63.60%（ PM_{10} 网格），小于 100%。

（2）叠加预测分析

本项目排放的 PM_{10} 叠加 2020 年逐日监测值和周边在建、拟建项目污染源贡献后，网格点处 PM_{10} 日均最大值浓度为 $137.21\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率为 91.47%。均能满足相应环境质量标准要求。网格点处 PM_{10} 年均浓度叠加 2020 年平均值和周边在建、拟建项目污染源贡献后为 $67.46\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率为 96.37%。保护目标处 PM_{10} 预测叠加浓度均能满足评价标准要求。

各网格点处二甲苯、非甲烷总烃、甲苯最大小时浓度叠加值为 $186.61\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $1814.15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $176.07\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，占标率分别为 93.31%、90.71%、88.03%，各网格点处二甲苯、非甲烷总烃、甲苯预测叠加浓度均能满足评价标准要求。

（3）厂界小时浓度达标可行性分析

本项目排放的污染物在厂界预测值显示 PM_{10} 、二甲苯、甲苯、非甲烷总烃均符合厂界排放标准要求。

（4）非正常工况预测分析

非正常排放不会对环境造成持续性影响，对敏感目标的影响水平与正常排放时相当，但是对环境的污染贡献较正常情况有所增大，应加强对废气处理净化装置的日常管理，当发现异常情况时应时采取应急处理措施；不能短时间内解决故障的，应停止生产。

（5）大气环境保护距离

综合大气环境保护距离与卫生防护距离，改建后全厂环境保护距离为现有分段制造车间外 50 米、室外装焊平台外 50 米、修船综合车间外 50 米、码头装卸区外 50 米、1-3# 船坞区外 300 米以及本次新建装焊平台外 50 米、修船车间外 50 米、4#船坞外 200m 的范围，目前在该防护范围内不存在大气环境敏感目标，今后该范围内不得规划与建设对大气环境敏感的居住区、医院、学校、食品加工等环境保护目标。

（6）大气环境影响评价结论

综上所述，项目产生的污染物在采取合理的大气污染防治措施后，对周围大气环境影响满足 HJ2.2-2018《环境影响评价技术导则 大气环境》10.1.1 判定标准，从环境空气

影响角度分析，本项目建设是可行的。

10.2.1.4 大气污染防治措施

①建设水雾降尘机，控制 4#船坞、装焊平台和码头等露天作业的的焊接烟尘、喷砂粉尘等颗粒物；本次新增的修船车间内通过在焊接工位设置移动式焊烟净化器处理后排出室外，减少颗粒物无组织排放量；

②4#船坞采用滑移装载机，及时收集该船坞区废砂；

③舱内喷砂、喷涂作业时盖上盖板，使喷砂、喷漆在封闭环境内进行，喷砂粉尘采用移动式排风除尘系统收集至滤筒除尘装置处理达标排放；货舱内喷漆废气采用移动式漆雾过滤及活性炭吸附装置进行净化处理，小舱室采用移动式漆雾过滤及活性炭吸附装置进行净化处理；采用高压无气喷涂机；

④加强生产管理，控制和避免人为操作失误造成非正常排放发生频率，当发生非正常排放时应及时停止相应工作，查找原因，检修废气处理设施，确保其正常运行。

10.2.2 海洋环境影响

10.2.2.1 海洋环境保护目标

环境保护目标：为船厂附近沿岸水产养殖区和罗源湾水域水质。

10.2.2.2 海域环境质量现状

（1）海域水质

海洋水质调查表明，多个站点无机氮和活性磷酸盐超标，部分点位溶解氧超第二类水质标准，其余站点的其他指标均符合相应的功能区水质标准。无机氮和活性磷酸盐超标在我省近岸海域较为普遍，这主要是由于我省沿海水产养殖行业发展所致。

（2）海域沉积物、生物体、生态环境

沉积物质量调查表明，在本次海域表层沉积物调查中，各检测因子有机碳、硫化物、油类、铬、铜、铅、锌、镉、汞和砷的含量均能符合海洋沉积物质量第二类标准。

春季大潮调查海区鱼类中的铜、铅、锌、镉和汞均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》生物质量评价标准；紫贻贝和缢蛏的铜、锌、铬、汞石油烃含量均符合海洋生物质量一类标准，砷含量均符合海洋生物质量二类标准；紫贻贝的铅含量和缢蛏的镉含量符合海洋生物质量一类标准，紫贻贝的镉含量和缢蛏的铅含量符合海洋生物质量二类标准。

生物体各项调查指标铜、锌、铬、汞和石油类均符合生物体质量执行标准，没有超标。铅有 1 个站位超标，占总站位数的 25%；镉有 1 个站位超标，占总站位数的 25%；

砷有 2 个站位超标，占总站位数的 50%。

10.2.2.3 海洋环境影响评价结论

模型在全潮潮型下进行计算，同时考虑正常和事故两种排放工况，预测结果表明正常排放工况下，化学需氧量（COD_{Mn}）和石油类超标水域面积为 0 km²，无机氮超标水域面积为 0.000100 km²；事故排放工况下，化学需氧量（COD_{Mn}）超标水域面积为 0.000033 km²，石油类和无机氮超标水域面积分别为 0.818785 km² 和 0.001723 km²。事故工况下超标水域面积较大，应在日常运行管理中加强对污水处理系统的维护，采取事故排放防范及应急措施，避免及减轻事故排放对海水水质的影响。

10.2.2.4 海洋沉积物环境影响分析

本项目废水经收集后进入本项目厂区生活污水处理站和含油污水处理站，经隔油、油水分离、混凝气浮后，进入二级生化处理系统，大颗粒 SS 被去除，外排的水中 SS 颗粒小且浓度低，对排放口海域沉积物环境影响不明显。事故性排放情况下，未经沉淀，悬浮物会进入排放口，对排放口周边沉积物产生一定影响，应防止事故排放的发生。

一般来说，海域沉积物中污染物的释放主要受沉积物环境中物理、化学、生物因素影响，其中物理化学影响因素主要有 pH、DO、有机质、温度以及上覆水盐度等；污水经收集处理后，对排放的尾水温度、pH 等有较为严格的要求，尾水中的有机质含量大大减少，经过深度处理后排放的尾水，其物理化学性质较为稳定，对海域水质物理化学性质扰动量变小，因此对海域沉积物释放影响较小。

华东船厂排污口为既有排污口，根据近年来自行监测结果可知，排污口附近区域沉积物中有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油类含量均符合《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）二类标准，海洋沉积物环境质量现状良好。建设单位应继续做好排放期的跟踪监测工作，对排污影响进行监控。

10.2.2.5 海洋生态环境影响分析

入海排污口排放废水中污染物以 COD、石油类、悬浮物和氨氮为主，氨氮排放 DIN<0.30mg/L，DIP<0.02mg/L 为不导致富营养化的氮、磷安全浓度，8<N/P<30 是较有利于浮游植物生长的氮磷比范围。

悬浮物排放浓度低，随着潮流扩散，浓度迅速减小，涨落潮一段时间后，悬浮物绝大部分沉降于海底，海水水质可逐渐恢复到原来状态，对周边环境的影响甚微。

尾水特征污染物石油类排放达到造成渔业资源安全限度浓度范围的影响范围微小，其最大贡献浓度增量达不到海洋生物安全浓度的阈值，因此水体中的石油类累积性影响

较小。

项目在采用达标尾水排海的前提下，工程正常运营的达标尾水排放所产生的生物生态和渔业资源影响，是可以接受的，不易造成海洋生物的爆发影响。

10.2.2.6 炸礁海洋生态环境影响分析

（1）对鱼类的影响

炸礁工程对最敏感鱼类（石首科等有鳔物理连接组、无鳔组）致死/损伤判据为213dBSPLpk（或219/216dBSELcum）。500m处SPLpk=178.0dB<<213dB；SEL≈158dB<<219dBSELcum。结论：爆心500m处声级远低于鱼类致死、损害及行为响应（下限202dBSPLpk）阈值，该距离处鱼类不受致死、实质性损伤或明显行为干扰影响。

（2）对海洋哺乳动物的影响

PTS（永久听觉损伤）判据：低频/高频鲸目219dBSPLpk，鳍足类约191dBSPLpk。500m处SPLpk=178.0dB，显著低于上述阈值；TTS阈值（168~199dBSELw对应更高SPLpk）亦未达到。结论：500m处海洋哺乳动物无听觉永久损伤（PTS），亦无明显暂时性听力阈移（TTS）。

（3）对卵、仔稚鱼及其他类群

卵和幼体致死阈值206dBSPLpk，500m处178dB远低于此，安全；海龟等其余类群阈值介于鱼类与海洋哺乳动物之间，结论相同。

10.2.2.7 水污染防治措施

①依托现有的300t/d生活污水处理站，其中200t/d已建，100t/d待建生活污水处理站根据项目进度建设。

②新建100m³/d回用水处理设施。

10.2.3 地下水环境影响

10.2.3.1 地下水环境质量现状

监测及评价结果表明：全部指标符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅳ类标准限值。

10.2.3.2 地下水环境影响评价结论

本项目正常运行情况下，较难以对地下水环境造成不利影响。但如发生危废库、污水站泄漏而未及时处置的情况下，可能对地下水环境造成污染，从预测结果看总体来说，泄漏的污染尺度不大，污染可控。

地下水污染具有隐蔽性和难以逆转性，一旦受污染，治理及恢复的成本很高，难度很大。因此建设单位要按照《中华人民共和国水污染防治法》、《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）的相关规定，按照“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”的原则，严格落实本次评价提出的地下水污染防治措施，杜绝地下水污染事故的发生。

10.2.4 声环境影响

10.2.4.1 声环境保护目标

保护目标：亭下村。

10.2.4.2 声环境质量现状

项目厂界监测点昼间均小于 65dB，夜间均小于 55dB，达到 3 类区标准；亭下村监测点昼间小于 60dB，夜间小于 50dB，达到 2 类区标准。

总体上看，拟建项目区域声环境现状良好，各点位现状声级均低于《声环境质量标准》(GB3096-2008)规定的标准限值。

10.2.4.3 声环境影响评价结论

（1）厂界噪声

本项目建成投产后，厂界的昼间、夜间噪声均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

（2）敏感目标噪声

亭下村位于厂区的东北面，现状调查昼间噪声值为 53.4dB，夜间噪声值为 47.8dB。项目运营以后，噪声预测值达到昼间 53.4dB，夜间 47.8dB，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值。

10.2.4.4 噪声防治措施

营运期噪声主要来自于船体加工车间的各固定设备如剪板机、切割机、校正机等，舾装工段的机加工、车床等，起重机、空压机、风机等，其声级在 75~105dB（A）之间，为保证港区营运期间的噪声得到有效的控制，应采取以下的噪声防治措施：

①车床、切割机、风机等多是较强噪声级的声污染源。为了减轻环境噪声，最重要的应从声源上控制，即选用先进的低噪声机械、设备、装置以及车辆是控制港区噪声的基础，也是控制港区噪声的基本措施。

②厂区辅助区内的办公场所等是港区内声污染的保护目标，所以应在建筑物设计上，采用隔音设计，如隔声墙、双层窗户等。

③对厂区上使用的各种噪声源设备进行防振、隔声、消声处理，通过治理，使这些设备对周围的噪声影响降低至规定的标准。加强机械设备的定期检修和维护以减少机械故障等原因造成的振动及声辐射。

④严格控制夜间进出厂运输，在条件允许的情况下，尽可能安排在白天进行装卸作业，缩短夜间作业时间。控制厂区内流动机械运行速度小于 20km/h，控制和减少厂区车、船的鸣号次数和时间。

⑤加强厂区绿化，保证绿化率达到规定的标准。建议在厂区周围和进出厂道路以及厂区运输干道两侧，特别本项目厂区内办公楼、宿舍周围及进出厂道路两侧，种植树木隔离带，降低噪声对环境的影响。

⑥除非作业任务时间安排紧张而不得不在夜间生产，其他时间尽量不安排夜间生产作业。尤其是造船区的切割加工和分段制造堆场，为确保造船区的北面厂界夜间噪声达标，不得在夜间开工。

10.2.5 土壤环境影响

10.2.5.1 土壤环境质量现状

监测结果显示，各监测点位土壤中各监测指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地筛选值。

10.2.5.2 土壤环境影响评价结论

周边地块现已规划为工业用地，不涉及农田、居住用地等敏感目标。船坞露天喷砂铜沉降与设定事故情况下项目二甲苯泄漏对土壤环境的影响不大。因此在本项目运营过程中，可能造成土壤污染的油漆库应设有相应的防渗措施，并加强日常巡查，避免防渗层破裂等情形发生，将污染物泄漏事故降到最低程度，减少对土壤环境的潜在不良影响。

10.2.6 固体废物处置分析结论

本工程产生固体废物主要为涂装作业及有机废气净化过程中产生的废砂、废油漆桶、废滤材、废油、漆渣，组装时产生的边角废料、废零件，清洁时产生的废油抹布，以及厂内生活垃圾。本项目改建实施后，运营期固体废物产生量 46760.88t/a。其中，危险废物产生量 3976.13t/a，一般工业固体废物 42784.75t/a，生活垃圾 325t/a。

本次改建后固废贮存设施利用厂区已建的一般固废仓库和危废仓库，一般工业固废与危险废物应分别贮存于不同的库房内。①危险废物（废矿物油、含油污泥、漆渣、废油漆、废油漆容器和废滤材）储存于 266m² 危废仓库，位于厂区西南侧；②废水处理生

化污泥储存于污水处理站旁的 4536m² 仓库内，位于厂区东南侧；③废磨料（铜砂、铁锈）存储于砂库，1#砂库和 2#砂库共 9720m² 均位于厂区中部；④下脚料、废零部件和废焊材存储于厂区中部 2866m² 废钢堆场。

生活垃圾收集于厂区定点设置的垃圾筒，每日清运一次。

本项目固体废物采取了相应的处置措施，只要建设单位认真落实本环评提出的各项固体废物处置措施，并按照固体废物的相关管理要求，加强各类固体废物的收集、分类储存、转移和处置管理，本工程产生的固体废物均不会造成二次污染，对环境的影响较小。

10.2.7 环境风险评价结论

本项目环境风险物品主要有液化天然气、液氧、液化二氧化碳、油漆溶剂等。船舶燃料油泄漏也是潜在风险源。风险类型有火灾、爆炸和泄漏。本评价预测了 LNG 天然气储罐泄漏及其衍生火灾事故、二甲苯桶泄漏等事故。影响范围主要涉及本项目厂区及邻近企业的当班员工。

在本评价预设条件下发生气相毒物风险事故时，各风险物质毒性终点浓度-1 出现的距离为 90m，各风险物质毒性终点浓度-2 出现的距离为 270m，主要涉及本项目厂区及邻近企业的当班员工。距离本项目最近玉莲盘村，与厂界的距离达到 850m 以上，因此本项目毒性终点浓度-1 和毒性终点浓度-2 范围未进入居民区等环境敏感点。

但由于风险评价存在以上诸多的不确定因素，当泄漏量、泄漏事故控制时间大于本评价设定的情形，则风险影响范围和程度将大于以上预测值。

全厂事故废水收集方案为：本次改建的 4#船坞区新增一座容积不小于 400m³ 的事故应急池；已建船坞区已配备了两座船坞事故应急池，A 区与 B 区的容量分别为 230m³ 和 560m³，同时华东船厂配置了一辆槽车用于事故应急池至污水处理站的污水转运，可满足船坞漏油清洗废水储运收集处理的要求。

污水处理站附近有 1 座 900m³ 的暂存罐，用于暂存油泥减量车间的事故废水；油漆库附近有一座不小于 400m³ 的事故应急池，用于收集油漆库、涂装车间的事故废水。

综上所述，建设单位应严格按照本评价的要求采取相应的风险防范措施，并针对潜在的各类风险事故制定相应的应急预案，并严格执行，以最大程度降低风险影响，则本项目的环境风险总体是可防可控的。

10.3 项目建设的环境可行性

10.3.1 产业政策

对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于鼓励类“十七、船舶及海洋工程装备”-“8. 绿色智能制造技术与装备：精度管理控制、数字化造船、预舾装和模块化、高效焊接、绿色涂装、超高压水除锈、智能焊接生产线、智能化分段流水线、智能管子加工生产线等专用绿色智能制造、维修技术与装备”，本项目使用高固体分涂料属于绿色涂装，因此项目建设符合产业结构调整指导目录的要求。

《船舶制造业绿色发展行动纲要（2024-2030 年）》提出：大力发展绿色化、数字化修船，引领全球绿色修船产业发展。强化挥发性有机物（VOCs）综合治理，加强 VOCs 全过程、精细化管控，鼓励高固体分涂料、水性涂料等低 VOCs 含量涂料的应用，确保粉尘、挥发性有机物等污染物达标排放。建立循环利用和污染治理体系，加强废旧钢铁、有色金属等再生资源回收利用，提高水资源循环利用水平和污油水治理水平，提升坞修挥发性有机物治理减排能力，树立全球修船业绿色典范。加大运营船舶新能源动力系统改装和新型节能技术改造等绿色解决方案供给，提高浮式生产储油平台（FPSO）、邮轮、LNG 船等高技术高附加值船舶的绿色化改造能力，为全球航运业提供高效、清洁、低碳的绿色修船解决方案。

本项目将新增新能源船舶修理与动力系统改装，喷漆过程使用高固体分涂料，并对挥发性有机物采取措施处理后达标排放，减少了排放量；建设含油污水处理设施并提高排放标准，不增加水污染物排放量，符合《船舶制造业绿色发展行动纲要（2024-2030 年）》要求。

因此改建项目建设符合国家产业政策。

10.3.2 选址合理性

项目选址符合《福建省海洋环境保护规划》（2011-2020）、《福州市近岸海域环境功能规划》、《罗源湾城市总体规划》，选址合理。

10.3.3 清洁生产

本项目在生产工艺、技术装备、原辅材料使用、能耗水耗、污染治理等方面符合清洁生产要求，总体达到国内先进水平。

10.3.4 达标排放及环境影响

在实施清洁生产、确实落实本评价提出的各项环保措施的前提下，可做到污染物达

标排放和环保环境。在正常工况下，本项目污染物排放不会导致区域环境质量的明显降低，区域环境质量基本能满足环境功能区划的要求。

10.3.5 总量控制

改建项目不新增 NO_x 、 SO_2 排放总量，通过对污水站提标改造后，不新增水污染物排放量， NO_x 、 SO_2 、COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 均未超出已取得排污总量指标，无需另行申购。

华东船厂原 VOC 建议总量控制指标为 46.61t/a，通过以新带老削减后，改建后增加 20.6t/a，VOC 作为建议控制指标，应实行区域内倍量替代，由福州市生态环境局在福州市统筹调剂 VOCs 总量来源。

10.3.6 公众参与

调查结果表明，项目所在区域的多数公众支持本项目建设，认为项目建设对当地经济建设和社会发展有利。对于公众关注的环境污染及征地搬迁问题，建设单位承诺将严格按照环境保护要求落实各项污染防治措施，并根据国家和地方有关规定积极配合地方政府做好本项目的征地补偿和拆迁安置工作，将项目的环境影响降低到最低水平。

10.4 竣工环保措施要求

本项目改建项目实施后的竣工验收环保措施内容按表 10.4.1 的要求进行。

表 10.4.1 改建项目竣工环保验收措施一览表

编号	污染源名称	环保设施	台(套)	监测因子	验收标准及要求
一	大气污染防治措施				
6	无组织排放	(1) 4#船坞：加密设置抑尘雾炮进行水雾降尘，控制露天作业的的焊接烟尘、喷砂粉尘等颗粒物；舱内喷漆采取封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧设备处理；加强喷砂除锈工艺前期控制、采用真空扫地车、滑移装载机、雾炮机降尘系统； (2) 装焊平台：加密设置抑尘雾炮进行水雾降尘，控制露天作业的的焊接烟尘； (3) 修船车间：设置移动式焊烟净化器处理焊接烟尘； (4) 码头：加密设置抑尘雾炮进行水雾降尘，控制焊接烟尘、喷砂粉尘等颗粒物；舱内喷砂采取封闭作业+移动式滤筒除尘；舱内喷漆采取封闭作业+新型的吸附浓缩+催化燃烧设备处理；	/	颗粒物 二甲苯 非甲烷总烃	颗粒物执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)，企业边界甲苯、二甲苯、非甲烷总烃无组织排放执行福建省地方标准《工业涂装工序挥发性有机物排放标准》（DB35/ 1783-2018），厂区内非甲烷总烃执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）附录 A 的表 A.1。
二	废水防治措施				
1	含油污水	依托 200t/d 含油污水处理站采用“物化预处理+化学强氧化+深度处理+消毒处理”工艺	1	COD、SS、石油类	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级排放标准
2	生活污水	依托 300t/d 的生活污水处理站	1	COD、SS、氨氮、石油类	
3	规范化排污口	设置规范化排污口，设置排污口标志牌测装置。	1	安装 pH、COD、氨氮、总磷、石油类在线监测	验收落实情况
三	地下水防渗措施				
1	改建项目 4#船坞、装焊平台、修船车间为一般污染防治区，厂区其余场所防渗分区设置按照原环评批复要求。 一般防渗区的防渗性能等效黏土防渗层≥1.5m，渗透系数≤1.0×10 ⁻⁷ cm/s。				验收落实情况
四	噪声控制				

编号	污染源名称		环保设施	台(套)	监测因子	验收标准及要求
1	噪声设备采取减振、消声、隔声设施。					厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的3类标准（昼间≤65dB，夜间≤55dB）
五	固体废物处置					
1	危险废物	依托厂区现有危废仓库，危险废物仓库的贮存和转运过程均应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》(18597-2023)及修改单、《危险废物转移联单管理办法》的相关要求执行，委托有资质的危废处置单位处置。			（1）验收落实固废贮存库建设和固废处理情况及相关文件、记录。一般工业固体废物的贮存处置执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2020）;危险废物临时贮存场所应满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。 （2）验收落实各类固体废物处置协议。	
2	一般固废	依托厂区现有一般固废仓库，砂库、废钢堆场等，固废分类堆放，定期委外处置。				
3	厂区内配套生活垃圾收集设施，生活垃圾由环卫部门定期清运处置。					
六	环境风险防范措施					
1	根据改建内容修订突发环境事件应急预案，并与地方政府形成应急联动，包括响应级别、响应联动程序和环境风险事故监测体系等，定期开展事故环境风险应急演练。					验收落实情况。
2	①按规范设置厂区三级防控系统，4#船坞区增设1座容积400m³的事故应急池，配套相应的应急设施，确保事故污水不出厂。 ②优化事故污水收集输送途径，严格雨污管道建设管理，实施雨污分流。					
七	其它措施					
1	环境监测与管理	落实报告书中的环境监测计划，完善记录台帐，数据保存不低于3年。				验收落实情况、监测记录

10.5 综合评价结论

福建华东船厂有限公司改建项目（一期）符合国家产业政策，《环罗源湾地区工业产业布局规划（2020-2025 年）》修编且对修造船产业规模取消限制后，本项目方可与之相符合；项目符合“碳达峰、碳中和”政策与清洁生产要求，通过本次改建实施，对现有工程采取以新带老措施，削减了污染物排放量，改建后污染物增加量得到一定程度减少，可实现污染物达标排放和总量控制要求，环境影响可以接受，环境安全总体可控，可实现经济效益、社会效益和环境效益的协调发展。因此，在落实本报告提出的各项环保措施与环境风险防范措施，严格执行环保“三同时”制度，加强环境管理的前提下，从环境影响角度分析，本项目建设是可行的。