

国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补
光伏电站项目（一期 130MW 工程）

环境影响报告书

（报批稿）

福建岚启星检测技术有限公司

二〇二五年四月



打印编号: 1747201270000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	646kn3		
建设项目名称	国能涵江兴化湾200MW渔光互补光伏电站项目（一期130MW工程）		
建设项目类别	54—151海洋能源开发利用类工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	国能（莆田）新能源有限公司		
统一社会信用代码	91350681MA8UKMCQ7D		
法定代表人（签章）	郑启山		
主要负责人（签字）	姚佳熙		
直接负责的主管人员（签字）	姚佳熙		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	福建岚启星检测技术有限公司		
统一社会信用代码	91350105MA31XTAJ1W		
三、编制人员情况			
1 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
郑爱敏	12353743509370032	BH014293	郑爱敏
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
汤友芬	环境现状调查与评价、环境影响预测与评价、环境风险分析、环境保护措施及其可行性论证、环境影响经济损益分析、环境管理与监测计划	BH059481	汤友芬
郑爱敏	概述、总则、工程概况和工程分析、结论	BH014293	郑爱敏

目录

概 述	1
01 项目由来	1
02 建设项目特点	2
03 环境影响评价的工作过程	3
04 分析判定相关情况	4
05 关注的主要环境问题及环境影响	5
06 环境影响报告书主要结论	6
第一章 总则	7
1.1 编制的依据	7
1.2 环境影响因素识别和评价因子筛选	11
1.3 评价内容及评价重点	13
1.4 环境功能区划及评价标准	13
1.5 评价工作等级	25
1.6 评价范围	29
1.7 环境保护目标	30
第二章 工程概况和工程分析	37
2.1 工程概况	37
2.2 依托工程	49
2.3 工程方案	49
2.4 项目用海情况	63
2.5 项目施工方案	63
2.6 项目选址合理性分析	126
2.7 施工期影响因素分析	128
2.8 运营期影响因素分析	129
2.9 工程分析	131
2.10 政策规划符合性分析	140
第三章 环境现状调查与评价	161
3.1 自然环境概况	161
3.2 自然资源概况	184

3.3 海域开发利用现状	188
3.4 海洋地形地貌与冲淤环境现状	194
3.5 海水水质现状调查与评价	196
3.6 海洋沉积物环境质量现状调查与评价	216
3.7 海洋生物质量现状调查与评价	219
3.8 海域生态环境质量现状调查与评价	221
3.9 鱼类产卵场、苗种场、索饵场及洄游通道分布	229
3.10 鸟类现状调查	240
3.11 陆域生态环境质量现状调查与评价	268
3.12 大气环境质量现状调查与评价	269
3.13 声环境质量现状调查与评价	269
3.14 工频电场强度、磁感应强度现状调查与评价	271
3.15 区域污染源调查	273
第四章 环境影响预测与评价	276
4.1 海洋水文动力环境影响分析	276
4.2 冲淤环境影响分析	287
4.3 海水水质环境影响分析	289
4.4 海域沉积物环境影响分析	293
4.5 海域生态环境影响分析	294
4.6 工程建设对海洋环境敏感目标的影响分析	303
4.7 大气环境影响分析	306
4.8 声环境影响分析	307
4.9 固体废物环境影响分析	311
4.10 陆域生态环境影响分析	313
4.11 对鸟类的影响	314
4.12 电磁环境影响分析	319
第五章 环境风险分析	321
5.1 风险识别	321
5.2 风险事故情形分析	324
5.3 环境风险评价	325

5.4 环境风险管理	326
第六章 环境保护措施及其可行性论证	336
6.1 施工期环境保护措施	336
6.2 运营期环境保护措施	339
6.3 生态保护措施	340
6.4 电磁环境防治措施	342
6.5 渔光互补管理措施	342
6.6 鸟类影响减缓措施	342
6.7 风险防范措施与应急计划	343
6.8 环保设施汇总与环保投资估算	346
第七章 环境影响经济损益分析	347
7.1 社会经济效益分析	347
7.2 环境损益分析	348
7.3 环境经济损益综合分析	350
第八章 环境管理与监测计划	352
8.1 环境管理	352
8.2 环境监测	359
8.3 环境监理	362
8.4 总量控制	365
8.5 竣工环境保护验收	365
第九章 环境影响评价结论	368
9.1 项目概况	368
9.2 项目所在地环境现状	369
9.3 环境影响评价结论	377
9.4 环境风险分析与评价结论	380
9.5 环境保护措施	381
9.6 环境影响经济损益分析结论	384
9.7 总量控制指标建议	385
9.8 公众意见情况	385
9.9 环评要求与建议	385

9.10 综合评价结论 386

附件 1 闽发改新能〔2022〕602 号 387

附件 2 备案文件 390

附件 3 委托书 391

附件 4：闽（2025）涵江区不动产权第 9000003 号 392

附件 5：函自然资函〔2024〕19 号 399

附件 6：声环境检测报告 401

附件 7：电磁环境检测报告 412

附表： 418

附表 1 建设项目地表水环境影响评价自查表 418

附表2 海洋生态环境影响评价自查表 421

附表 3 建设项目大气环境影响评价自查表 423

附表 4 建设项目环境风险评价自查表 424

附表 5 声环境影响评价自查表 425

概 述

01 项目由来

提高可再生能源利用率，尤其发展太阳能发电是改善生态、保护环境的有效途径。太阳能光伏发电以其清洁、源源不断、安全等显著优势，成为关注重点，在太阳能产业的发展中占有重要地位。“十四五”期间，为深入贯彻落实习近平总书记提出的“碳达峰、碳中和”目标愿景，改善当地电网的电源结构，促进清洁能源的消纳，推进能源生产和消费革命，实现环境效益、经济效益和社会效益有机统一。

根据自然资办函〔2022〕2723号文，为促进海上光伏产业健康有序发展，提高海域空间资源节约集约利用水平，保护海洋生态环境，自然资源部起草了《自然资源部办公厅关于规范海上光伏发电项目用海管理有关事项的通知（征求意见稿）》，根据此通知，沿海各地要鼓励海上光伏发电项目优先利用养殖池塘、围海堤坝、历史遗留围填海、废弃盐田、电厂温排水区、海上风电场区等已开发建设海域，鼓励采用“风光渔”、“渔光互补”等“光伏+”的综合立体开发模式，提高海域资源利用效率。为此，莆田市涵江区自然资源局提出在兴化湾海域建设国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）（以下简称本项目）。2023 年 11 月，本项目被列入《福建省 2023 年度光伏电站开发建设方案》（附件 1）。2025 年 3 月，莆田市涵江区自然资源局对位于涵江区兴化湾的 112.5137hm²海域进行出让（莆涵海挂〔2025〕02 号），国能（莆田）新能源有限公司竞得该海域的海域使用权，用于涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程），具体规模以利用现有海域面积，按照海域使用论证报告的相关要求根据资源最大化优化利用原则建设光伏项目为准。因项目规划的部分场址涉及木兰溪入海口生态保护区，本项目一期工程容量调整为 130MW，并在莆田市涵江区发展和改革局完成重新备案（附件 2）。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等要求，为保护环境减少污染，使光伏项目的建设达到环境、经济、社会效益有机统一，国能（莆田）新能源有限公司委托福建岚启星检测技术有限公司对国能

涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）进行环境影响评价工作（附件 3）。

本项目选址于莆田市涵江区三江口镇，光伏区厂址中心坐标为北纬 25°25'11.896"，东经 119°09'50.984"，规划用海面积为 112.5137hm²，见图 1.1。拟建光伏地块土地类型为滩涂养殖用地，地势平坦开阔，可作为光伏场区使用。一期工程规划建设容量约为 156.0104MW_p，新建一座 220kV 升压站并配套 13MW/26MWh 的储能。拟建项目模式采用近海养殖渔光互补模式，属于“全额平价上网”集中式光伏电站，充分利用光照资源，形成上方光伏发电，下方正常进行渔业活动的立体化养殖方式，不影响渔业养殖质量，不造成生态破坏、不造成生态退化。项目所在地区区域日照较充足，项目区域水平面年辐射总量取 5155.85MJ/m²。根据《太阳能资源评估方法》（GB/T37526-2019），该场区均属于太阳能资源很丰富带，太阳能辐射等级为 B 级。



图 1.1 本项目地理位置图

02 建设项目特点

本项目为渔光互补光伏电站项目，光伏列阵区采用桩基础，为透水构筑物，不会改变海域自然属性。项目施工期主要的环境影响为打桩施工对项目周边海域

水质、底泥扰动、生态环境的影响，运营期主要的环境影响为工程运行产生的光伏板冲洗废水、噪声、电磁、光污染等。

03 环境影响评价的工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国环境保护法》等法律法规的有关规定，对照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目为130MW规模渔光互补光伏电站项目，升压站220kV；属151海洋能源开发利用类工程涉及半封闭海域，161输变电工程。建设内容涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）中两个及以上项目类别的建设项目，其环境影响评价类别按照其中单项等级最高的确定。因此，本项目应执行环境影响报告书审批管理，见表3.1。

半封闭海域的界定：根据《中国海湾志》对兴化湾海域口门坐标的界定，确定了湾口宽度与海岸线之比 $T=0.049$ ，根据生态环境部办公厅2022年6月14日发布的《入河入海排污口监督管理技术指南入海排污口设置技术导则（征求意见稿）》“ $0.01 \leq T \leq 0.1$ 为半封闭海域”，因此本项目处于半封闭海域中。

表 3.1 建设项目环境影响评价分类管理名录（摘录）

环评类别 项目类别		报告书	报告表	登记表	本栏目环境敏感区含义
五十四、海洋工程					
151	海洋能源开发利用类工程	装机容量在20兆瓦及以上的潮汐发电、波浪发电、温差发电、海洋生物质能等海洋能源开发利用、输送设施及网络工程；总装机容量5万千瓦及以上的 海上风电工程及其输送设施及网络工程；涉及环境敏感区的	其他潮汐发电、波浪发电、温差发电、海洋生物质能等海洋能源开发利用、输送设施及网络工程；地热发电；太阳能发电工程及其输送设施及网络工程；其他海上风电工程及其输送设施及网络工程	/	第三条(一)中的自然保护区、海洋特别保护区；第三条(二)中的除(一)外的生态保护红线管控范围，海洋公园，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场， 封闭及半封闭海域
五十五、核与辐射					
161	输变电工程	5000千伏及以上的；涉及环境敏感区的330千伏及以上的	其他（100千伏以下除外）	/	第三条（一）中的全部区域；第三条（三）中的以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等为主要功能的区域

国能（莆田）新能源有限公司于2025年4月委托福建岚启星检测技术有限公司承担该项目的环境影响评价工作，并编制项目环境影响评价报告书。福建岚启星检测技术有限公司接受委托后，经现场踏勘、调研和收集有关资料的基础上，

按照《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）的要求，编制了《国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目(一期 130MW 工程)环境影响报告书》，供建设单位将本项目环评报告书上报生态环境主管部门审查。本环境影响评价工作大体分三个阶段，工作程序见图 3.2。

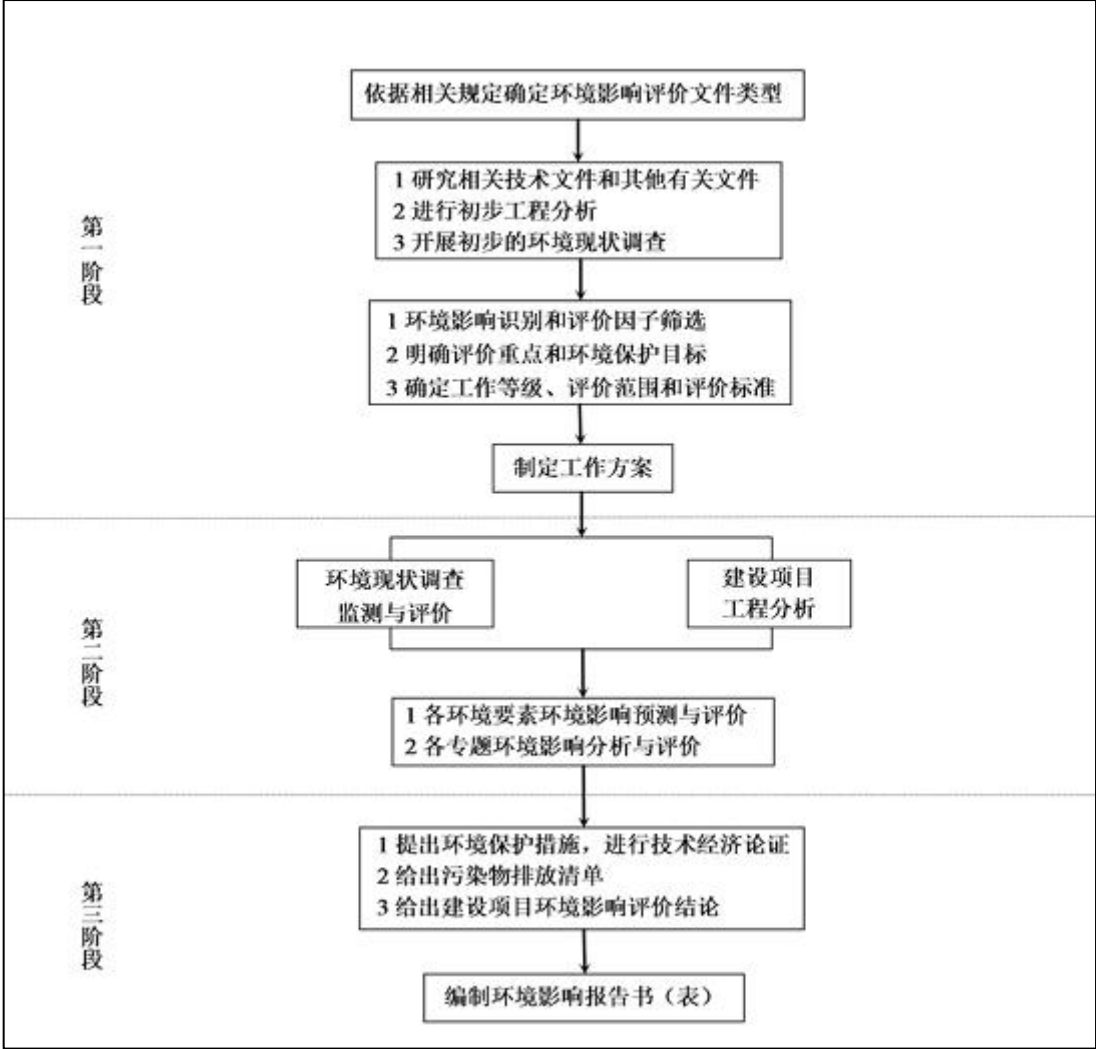


图 3.2 建设项目环境影响评价工作程序图

04 分析判定相关情况

（1）相关产业政策相符性

根据《产业结构调整指导目录》（2024 年），本项目建设属于第一大类鼓励类中的第二十一小类“建筑”中的第 2 大点“绿色建筑技术研发与应用”：…太阳能光伏等可再生能源建筑应用相关产业…”，因此项目建设符合国家产业政策的要求。

（2）相关规划及环保政策符合性

项目建设符合《福建省国土空间规划（2021-2035年）》、《莆田市国土空间总体规划（2020-2035年）》的“工矿通信用海区”的空间用途准入管制要求；符合《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》第二类环境功能区执行不低于第二类海水水质标准要求、《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》等规划要求。

（3）“三线一单”符合性分析

本项目符合生态红线管理要求，符合环境质量底线的相关规划要求，符合资源利用上线要求。本项目位于《莆田市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》中的涵江工业与城镇用海区重点管控单元，经分析，本项目建设满足《莆田市“三线一单”生态环境分区管控方案》管控要求。

（4）能源规划符合性分析

本项目采用“渔光互补”方式建设，即渔业养殖与光伏发电相结合，在滩涂养殖区上方架设光伏板阵列，光伏板下方进行养殖，建成后可促进当地渔业发展，提高农民收入水平，提高光伏发电在能源结构中的比重。本项目建设积极响应《福建省“十四五”能源发展专项规划》推进光伏开发试点工作方案的整体部署，符合国家能源政策及“碳达峰、碳中和”的战略目标。

（5）分析判定结论

综上所述，项目建设符合国家产业政策，符合相关规划及环保政策要求，符合三区三线的管理要求。环境现状监测数据表明，项目所在海域水质、沉积物环境现状良好，本项目为生态影响类项目，项目实施后能满足当地环境功能区划要求。

05 关注的主要环境问题及环境影响

本项目为渔光互补光伏项目，主要的环境问题产生在项目打桩施工过程中产生的悬浮泥沙对工程周边海域的水质、海洋生态环境产生的影响；施工作业产生的固废、施工污水、施工废气及施工噪声等对环境的影响。项目建设后将对工程区附近海域潮流的流速流向和纳潮量等产生一定的影响，并有可能改变局部海域原有的冲淤平衡，对水动力条件造成一定影响。项目运行期间光伏板冲洗废水对环

境的影响，光伏区占用海域滩涂对鸟类的影响，项目建设后产生的电磁、光污染、运行噪声、破损电池、废旧电池等对环境的影响。

06 环境影响报告书主要结论

项目位于福建省莆田市涵江区三江口镇海域，建设装机规模为 130MW 光伏+13MW/26MWh 储能组成的光伏电站项目。本项目建设符合国家产业政策，符合相关环境规划，符合三线一单的管理要求。

本项目施工与运营会对海域的水环境、沉积物、水生生态环境造成一定负面影响，并存在发生水污染事故的环境风险。在严格落实报告书提出的各项环境保护措施，加强环境风险防范的前提下，工程建设对周边环境的不利影响能够控制在可接受水平。从环境保护角度分析，本项目建设可行。

第一章 总则

1.1 编制的依据

1.1.1 法律依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起实施；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修正；
- (3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017 年 11 月 4 日修订；
- (4) 《中华人民共和国湿地保护法》，2022 年 6 月 1 日起施行；
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月 27 日修正；
- (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) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 日修正；
- (8) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2021 年 12 月 24 日修订；
- (9) 《中华人民共和国水土保持法》，2010 年 12 月 25 日修订；
- (10) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 4 月 29 日修订；
- (11) 《中华人民共和国港口法》，2018 年 12 月 29 日修订；
- (12) 《中华人民共和国海岛保护法》，2010 年 3 月 1 日起施行；
- (13) 《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日第四次修正；
- (14) 《中华人民共和国水法》，2016 年 7 月 2 日第二次修正；
- (15) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月 1 日起实施；
- (16) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012 年 2 月 29 日修订；
- (17) 《中华人民共和国可再生能源法》，2010 年 4 月 1 日施行；
- (18) 《中华人民共和国突发事件应对法》，2007 年 11 月 1 日起实施
- (19) 《中华人民共和国民法典》，2021 年 1 月 1 日实施。

1.1.2 法规依据

- (1) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日修订；
- (2) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》，2017 年 5 月 17 日实施；

- (3) 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》，2018 年第 9 月 21 日起实施；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 6 月 21 日修订；
- (5) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日修订；
- (6) 《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》，2018 年 7 月 25 日；
- (7) 《福建省生态环境保护条例》，2022 年 5 月 1 日起施行；
- (8) 《福建省海洋环境保护条例》，2016 年 4 月 1 日修订；
- (9) 《福建省湿地保护条例》，2023 年 1 月 1 日起施行；
- (10) 《福建省生态环境保护条例》，2022 年 5 月 1 日起施行。

1.1.3 规章及部门规范性文件

- (1) 《交通运输部关于加强水上污染应急工作的指导意见》，2010 年 7 月 30 日起实施；
- (2) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，2007 年 5 月 1 日起实施；
- (3) 《海岸线保护与利用管理办法》，2017 年 3 月 31 日起实施；
- (4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日施行；
- (5) 《环境影响评价公众参与办法》，2019 年 1 月 1 日起施行；
- (6) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日起施行；
- (7) 《国家危险废物名录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日起施行；
- (8) 《危险废物转移管理办法》，2022 年 1 月 1 日起施行；
- (9) 《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的指导意见（试行）》，2021 年 11 月 19 日；
- (10) 《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，2020 年 12 月；
- (11) 《莆田市“三线一单”生态环境分区管控方案》，2021 年 9 月 17 日。
- (12) 《关于规范海上光伏发电项目用海管理有关事项的通知》，自然资办函[2022]2723 号文；
- (13) 《关于规范渔业水域中布设光伏发电项目有关事项的通知（征求意见稿）》，2023 年 12 月；

(14) 《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》，自然资发〔2022〕142号，2022年8月16日；

(15) 《国家能源局关于2021年风电、光伏发电开发建设有关事项的通知》，国能发新能〔2021〕25号，2021年5月11日。

1.1.4 相关规划

(1) 《全国湿地保护规划(2022-2030年)》，国家林业和草原局、自然资源部，2022年10月；

(2) 《福建省国土空间规划(2021-2035年)》，国函〔2023〕131号；

(3) 《莆田市国土空间总体规划(2021-2035年)》，闽政文〔2024〕120号；

(4) 《福建省近岸海域环境功能区划(修编)》，闽府〔2011〕45号；

(5) 《福建省海洋功能区划(2011-2020年)》，国函〔2012〕164号；

(6) 《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，闽环保海〔2022〕1号；

(7) 《关于北京等省(区、市)启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2207号；

(8) 《福建省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》(征求意见稿)，2024年2月

(9) 《福建省“十四五”能源发展专项规划》，闽政办〔2022〕30号；

(10) 《莆田市“十四五”能源发展专项规划》，莆政办〔2022〕32号；

(11) 《福建省第一批重要湿地名录》，2017年3月；

(12) 《莆田市涵江区人民政府关于公布涵江区第二批一般湿地名录的通知》，2021年12月；

(13) 《湄洲湾港总体规划(2020-2035年)》，2021年1月；

(14) 《莆田市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》(2023年修编)；

1.1.5 技术规范

(1) 《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；

(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)；

(3) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)；

(4) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)；

- (5) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）；
- (7) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；
- (8) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (9) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
- (10) 《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020）；
- (11) 《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部公告 2017 年第 43 号）；
- (12) 《海洋渔光互补项目技术指南（试行）》（自然资办函〔2021〕1214 号）；
- (13) 《海洋调查规范》（GB12763-2007）；
- (14) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (15) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- (16) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002 年 4 月）；
- (17) 《近岸海域环境监测技术规范》（HJ442.1-20）；
- (18) 《光伏电站环境影响评价技术规范》（NB/T32001-2012）；
- (19) 《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）；
- (20) 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；
- (21) 《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T 231—2021）；
- (22) 《水运工程模拟试验参考定额》（JTS/T_274-2021）。

1.1.6 项目相关文件、资料

- (1) 《国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）可行性研究报告》，福建永福电力设计股份有限公司，2025 年 4 月；
- (2) 《涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目水文工程分析及观测专题报告》，福建岚启星检测技术有限公司，2025 年 4 月；
- (3) 《国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补项目海洋环境现状调查及评价专题报告》，福建岚启星检测技术有限公司，2025 年 4 月；
- (4) 《涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 100MW 工程）海域使用论证报告书（报批稿）》，福建悟海工程咨询有限公司，2024 年 10 月；

(5) 《国道 G324 线福清新厝双屿至大沃段公路工程海洋水文观测报告（春季）（修编稿）》，福建中科环境检测技术有限公司，2022 年 8 月。

1.2 环境影响因素识别和评价因子筛选

本项目为渔光互补光伏电站项目，根据项目特点及所在区域环境特征，本项目产生的主要影响如下所述。

施工期污染主要来自施工扬尘、机械及车辆尾气、施工废水、施工人员生活污水、光伏区打桩产生的悬浮泥沙、施工机械噪声、施工弃渣、施工人员生活垃圾以及项目施工对海域生态环境的影响。

运营期污染主要来自升压站电磁辐射和噪声影响、光伏板冲洗水、养殖污染物、光伏组件破损产生的固体废物、光污染，以及光伏场区桩基建设对所在海域水动力、冲淤环境、生态环境等的影响等。

根据项目特点及项目区域环境特征，识别本项目施工期、运营期环境影响要素，明确本项目主要环境影响评价因子，详见表 1.2-1 和表 1.2-2。

表 1.2-1 环境影响因素识别一览表

评价时段	环境影响要素	工程内容与表征	评价因子	影响程度与分析深度
施工期	水环境	光伏区 PHC 管桩沉桩施工	悬浮物	-1S
		船舶与陆域场地施工废水和生活污水的影响	BOD ₅ 、COD、石油类	-2S
	海洋沉积物	船舶与陆域场地施工废水和生活污水的影响	石油类	-2S
	海洋生态	项目直接占用	浮游生物和底栖生物、游泳生物和渔业资源	-2L
		悬浮物排放影响、施工废水排放影响	浮游生物和底栖生物、游泳生物和渔业资源	-1S
	陆域生态	项目直接占用、施工噪声与废气	陆域植被	-1S
	环境空气	施工扬尘	扬尘	-1S
	声环境	机械噪声、施工作业噪声和施工车辆噪声	噪声	-1S
	固体废物	施工人员生活垃圾、建筑垃圾	生活垃圾、建筑垃圾	-1S
	社会环境	项目施工产生悬浮泥沙对周边海域养殖影响	悬浮泥沙对养殖区影响	-2S

运营期	环境风险	两栖打桩机溢油风险	石油类	-1S
	鸟类	光伏区 PHC 管桩沉桩施工	栖息环境、鸟类种群	-1S
	海洋水动力	项目桩基占用海域	纳潮量、流速、流向	-3L
	冲淤环境	/	冲淤	-3L
	水环境	光伏板冲洗废水	SS、COD、NH ₃ -N、总 P	-1L
		陆域升压站内管理人员生活废水	BOD ₅ 、COD、石油类	-1L
	海洋生态	光伏板遮光、工程占用滩涂	海洋初级生产力、栖息环境、鸟类种群	-1L
	电磁辐射	光伏发电场	工频电场、工频磁感应强度	-1L
		陆域升压站、电缆电磁		-1L
	环境噪声	陆域升压站设备运行噪声	噪声	-1L
	固体废物	管理人员生活垃圾、废旧电池及废旧电子元件	生活垃圾、危险废物	-1L
	鸟类	工程占用滩涂、光伏板反光	栖息环境、鸟类种群	-2L
	环境风险	储能电站火灾爆炸风险	火灾爆炸	-2S
		逆变器、升压变漏油风险	升压油泄漏	-2S

注：+有利影响，-不利影响；3、2、1 依次为影响程度较大、中等、较小；空格为无影响；L 长期影响，S 短期影响；↑可逆影响，↓不可逆影响。

表 1.2-2 本项目环境影响评价因子筛选结果一览表

环境要素	评价因子
水文动力与冲淤环境	现状评价：潮汐、潮流、波浪、含沙量、冲淤现状。 预测分析：工程建设及工程施工后对水文动力与冲淤环境的影响。
水环境	现状评价：水温、盐度、透明度、悬浮物、pH、溶解氧、COD、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、总汞、砷、铬、石油类等 预测评价：施工期预测悬浮物对海洋环境的影响，施工船舶含油污水、生活污水排放对海水水质的影响，运营期升压站内工作人员日常生活污水对的影响，光伏板冲洗废水对海水水质的影响。
海洋生态环境	现状评价：叶绿素 α 、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物 预测分析：工程建设对海洋生态环境的影响
海洋沉积环境	现状评价：有机碳、硫化物、石油类、重金属等 预测分析：工程建设对海洋沉积环境的影响
大气环境	现状评价：颗粒物。 预测分析：工程建设对周围大气环境的影响
声环境	现状评价：等效声级 (L _{Aeq}) 预测分析：工程建设对周围声环境的影响
固体废物	预测分析：一般固体废物、危险废物处置
电磁环境	现状评价：工频电场、工频磁场 预测分析：工程建设及运行对周边电磁环境的影响
环境风险	施工设备燃油、变压器油

鸟类	现状评价：种类、数量、生物多样性 预测分析：迁徙、栖息地、觅食
----	------------------------------------

1.3 评价内容及评价重点

1.3.1 评价内容

本项目环境影响评价包括施工期和运营期，覆盖施工和运营的全部过程、范围和活动，不含退役期；本项目的评价工作内容主要有工程概况与工程分析、环境现状调查、环境影响评价、环境风险评价、环境保护措施评述、环境经济损益分析、环境管理与监测计划等。

1.3.2 重点评价内容

根据本项目特点和环境条件，通过对项目所在地的环境质量现状进行调查监测和分析，对施工期和运营期的海洋水文动力、冲淤环境、海洋水质、海洋沉积物、海洋生态、噪声、环境空气、电磁辐射等的影响进行预测分析，提出减小环境负影响的措施和建议，从环保角度论证工程建设的可行性，为项目环保计划的实施和管理部门的决策提供依据，实现该工程建设在经济效益、社会效益、环境效益的统一。

根据本项目特点，本次评价的重点是水动力环境、冲淤环境、水质环境、沉积物环境、海洋生态环境、电磁辐射环境以及环境保护对策与措施。

1.4 环境功能区划及评价标准

1.4.1 环境功能区划

（1）近岸海域环境功能区划

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》（闽政〔2011〕45号），本项目所处海域为“兴化湾江口-三江口四类区”（FJ058-D-II），主导功能为“港口、航运”，辅助功能为“养殖”，近、远期水质保护目标为海水水质第二类标准，周边海域功能区包括“兴化湾澄峰—美澜四类区”（FJ059-D-II）、“兴化湾江阴壁头四类区”（FJ053-D-III）、“兴化湾江阴西部海域二类区”（FJ054-B-II）、“兴化湾前薛三类区”（FJ050-C-III）等（详见图 1.4-1、表 1.4-1）。

（2）大气环境功能区划

本项目位于福建省莆田市涵江区三江口镇，区域属工业区，环境空气功能区划分为二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单中二级标准。

表 1.4-1 本项目周边近岸海域环境功能区划一览表

标识号	功能区名称	范围	中心坐标	面积 (km ²)	近岸海域环境功能区		水质保护目标		与本项目的位 置关系及距离
					主导功能	辅助功能	近期	远期	
FJ058-D-II	兴化湾江口-三江口四类区	莆田市兴化湾江口-三江口附近海域。	25°26'25.8"N, 119°11'16.8"E	33.3	港口、航运	养殖	二	二	东南侧, 最近约 3km
FJ059-D-II	兴化湾澄峰-美澜四类区	莆田市兴化湾澄峰-美澜附近海域。	25°21'51.84"N, 119°11'56.4"E	26.79	港口、航运	养殖	二	二	南侧, 最近约 3.41km
FJ053-D-III	兴化湾江阴壁头四类区	兴化湾江阴半岛南部海域。	25°24'57.6"N, 119°18'28.8"E	47.07	港口、航运	一般工业用水	三	三	东侧, 最近约 7.39km
FJ054-B-II	兴化湾江阴西部海域二类区	兴化湾江阴半岛西部海域。	25°30'21.96"N, 119°16'22.8"E	30.42	养殖		二	二	东南侧, 最近约 0.08km
FJ050-C-III	兴化湾前薛三类区	兴化湾东北部, 前薛附近海域。	25°26'24.72"N, 119°25'37.2"E	99.24	一般工业用水		三	三	东侧, 最近 21.71km

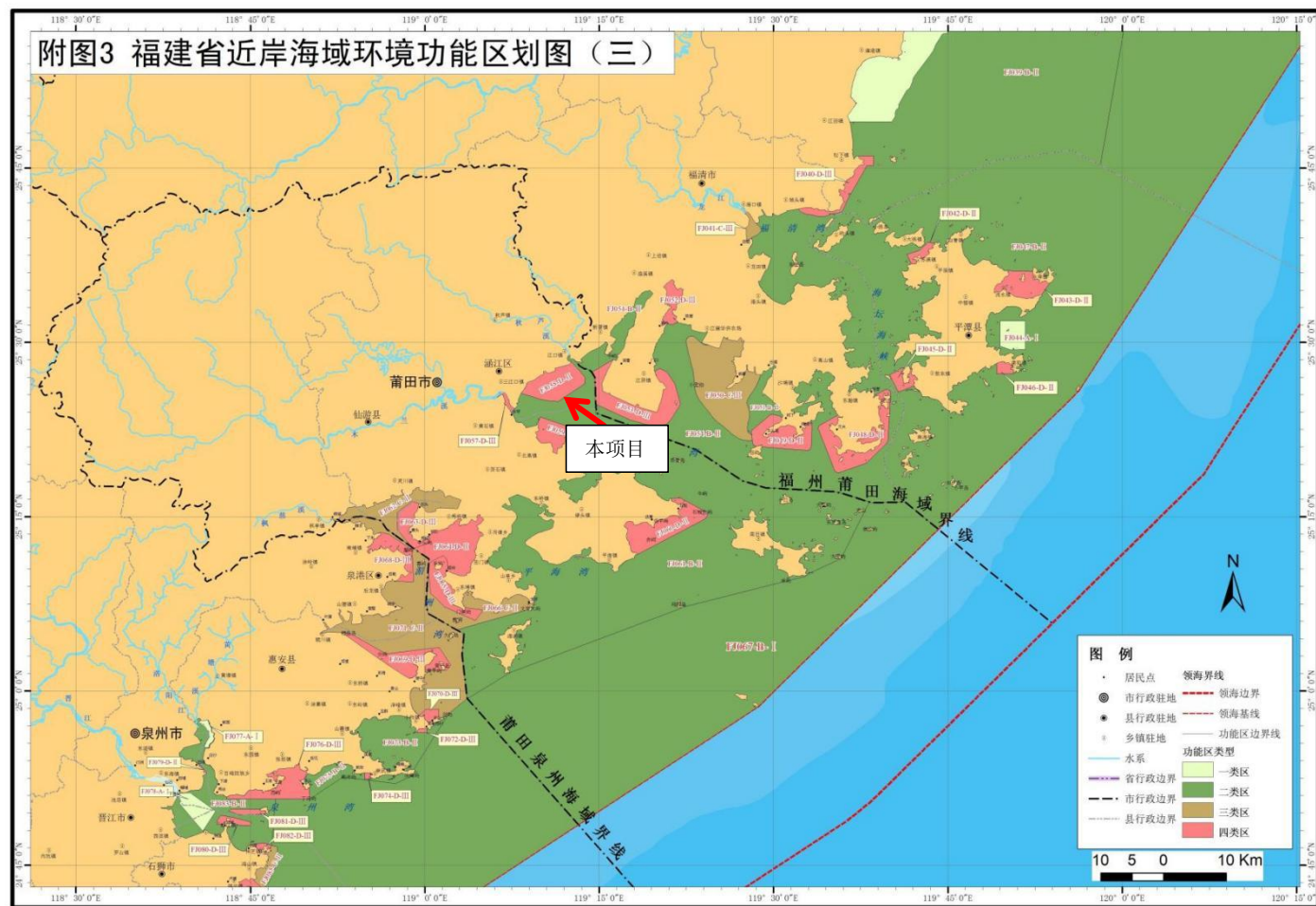


图 1.4-1 福建省近岸海域环境功能区划（修编）

(3) 声环境功能区划

根据《莆田市人民政府办公室关于印发莆田市声环境功能区划分调整方案的通知》（莆政办规〔2022〕16号），本项目光伏场区所在海域（图 1.4-2）尚未划分功能区，后方升压站所在陆域声环境功能区属 3 类区（以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域），因此，声环境质量执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。

(4) 生态环境功能区划

根据《福建省生态功能区划》（闽政文〔2010〕26 号），本项目光伏场区位于“福清-崇武海域渔业和生物与多样性保护生态功能区”（编号 5208），主导生态功能为“渔业生态环境、滨海旅游生态环境”；陆域升压站位于“莆田中心城市和城郊农业生态功能区”（编号 5201），主导生态功能为“城市生态环境、城郊农业生态环境”，详见图 1.4-3。

生态功能分区单元			所在区域与面积	主要生态环境问题	生态环境敏感性	主要生态系统服务功能	保护措施与发展方向
生态区	生态亚区	生态功能区					
Ⅱ 闽东南生态区	Ⅱ ₂ 闽东南沿海台丘平原与近岸海域生态亚区	5103 闽江口渔业和湿地保护生态功能区	连江县、马尾区和长乐市近岸海域，地理坐标 25°40'12"~26°22'48"N, 119°30'36"~120°45'00"E，面积 2788km ² 。	陆源污染影响海域生态环境；过度捕捞和环境污染导致长乐海蚌资源严重衰退；围垦开发使闽江口重要湿地面积缩减；闽江口北港河槽刷深导致堤岸崩塌频发，南港淤积加剧导致沿岸洪涝灾害频发。	重要海洋生物（长乐海蚌等）生境中度敏感和轻度敏感	河口湿地生物多样性维持、港口航运	加强闽江口重要湿地的保护以及闽江口湿地自然保护区建设；合理规划海洋资源开发，控制不合理的围垦，协调好港口和水产养殖的关系；合理布局海洋水产养殖，合理控制海洋渔业捕捞强度，实行休渔制度；合理开发海岛旅游资源，合理规划沿岸产业布局，控制城市与工业污水的排海。
		5201 莆田中心城市和城郊农业生态功能区	城厢区、荔城区、涵江区的国欢镇、梧塘镇、江口镇，地理坐标 118°55'~119°15'E, 25°23'~25°34'N，面积 231.14km ² 。	城市环保基础设施建设滞后，城市污水、垃圾和废气的净化处理能力严重不足，使内河与木兰溪水质污染严重超标；城市建设缺乏统一规划和管理，城市沿国道两侧扩展，交通干线与街道合二为一，工业区和居住区、文化区相互交错，布局紊乱，影响城市功能和居住环境。	土壤侵蚀轻度敏感与敏感、酸雨轻度敏感、地质灾害轻度敏感与敏感、局部地区生境敏感	城市生态环境、城郊农业生态环境	把涵江区和城厢区作为一个整体，按生态城市要求进行统一规划和建设；发展循环经济和清洁生产，加快城市环保设施建设，完善城市给排水系统及污水和垃圾处理系统，加强大气和水环境监控，加强城区生态改造和景观建设；发展郊区生态农业，建设无公害食品和绿色食品基地，控制农业面源污染和畜禽养殖污染；加强 324 国道、福厦高速公路一重山景观建设，加强对重点文物如木兰陂水利工程和凤凰山景区等的管理。
		5202 泉州中心城市生态功能区	鲤城区、丰泽区、洛江区一部分，南安市丰山镇，惠安县一部分，地理坐标 118°27'~118°47'E, 24°51'~25°01'N，面积 369.6km ² 。	水资源短缺；点源和面源污染使作为泉州供水水源的晋江水质难以保护；老城区的旧城改造和景观生态建设与历史文化名城的保护存在一定的矛盾；泥沙淤积使晋江泉州河段河床不稳定，航道变浅。	土壤侵蚀轻度敏感与敏感、部分地区酸雨轻度敏感和敏感、地质灾害轻度敏感与敏感	城市生态环境、饮用水源保护、城郊农业生态环境、自然与人文景观保护	按照生态城市的要求进行规划和建设，发展循环经济和清洁生产，加快城镇环保设施建设，完善污水和垃圾处理系统，加强大气和水环境监控，特别是重要饮用水源地监控；加强旧城区生态改造和景观建设，保护历史文化遗产；加强风景区生态环境保护，发展生态旅游；发展郊区生态农业，控制农业面源污染。

	5208 福清—崇武海域渔业和生物多样性保护生态功能区	福清湾、海坛海峡、海坛岛东面近岸海域、兴化湾、平海湾、南日群岛与湄洲岛周边海域，地理坐标 24°47'9"~25°41'44"N，118°53'24"~120°21'00"E，面积约 5449km ² 。	海洋生物资源及其栖息环境受到不同程度破坏，部分海洋生物资源（如中国鲎）衰退较严重；海坛岛长江澳等地海岸线蚀退问题较突出；福清湾龙江口区域污染严重导致水质恶化。	重要海洋生物（中国鲎）生境高度敏感、部分海域海洋生物生境轻度敏感	渔业生态环境、滨海旅游生态环境	加强海洋生物多样性保护，重点建设平潭中国鲎自然保护区和牛山岛生态系统自然保护区，加强兴化湾湿地的保护；采取控制捕捞和人工放流的方法恢复海洋生物资源；加强岸线蚀退的防护；合理布局海水养殖，合理控制海洋渔业捕捞强度，实行休渔制度。合理开发利用和保护海岛与滨海旅游资源，保护旅游区的生态环境。合理规划沿岸产业布局，控制城镇与工业污水及港口污染。
--	-----------------------------	---	---	----------------------------------	-----------------	---

1.4.2 环境质量标准

根据本项目光伏场区所处海域在《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中的定位，属于电力工业用海，符合“工矿通信用海区”的空间用途准入管制要求，因此海洋沉积物质量和海洋生物体质量参照《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求执行不劣于二类标准，项目区及周边海域远近期的沉积物质量和海洋生物体质量执行一类标准。

根据工程区环境功能区划的结果，确定本项目环境质量执行标准，见表 1.4-2。

表 1.4-2 本项目环境质量执行标准一览表

序号	环境要素	执行标准
1	海水水质	项目区及周边海域水质按照《莆田市近岸海域环境功能区划（2021-2035 年）》的要求执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中第三类标准（见表 1.4.3）。
2	海洋沉积物质量	项目区及周边海域沉积物参照《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的第一类标准（见表 1.4.4）。
3	海洋生物体质量	项目区及周边海域生物体质量参照《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中第一类标准（见表 1.4.5）。
4	环境空气质量	项目区环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准及其 2018 年修改单要求（见表 1.4.6）。
5	声环境	本项目海上光伏所在区域尚未划分功能区，陆域升压站位于 3 类区，项目区声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准（见表 1.4.7）。
6	电磁环境	根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）控制限值，本项目升压站及输电线路的工频电场、磁场强度以居民区等敏感区域工频电场强度 $\leq 4\text{ kV/m}$ 、磁感应强度 $\leq 100\text{ }\mu\text{T}$ 作为评价标准。

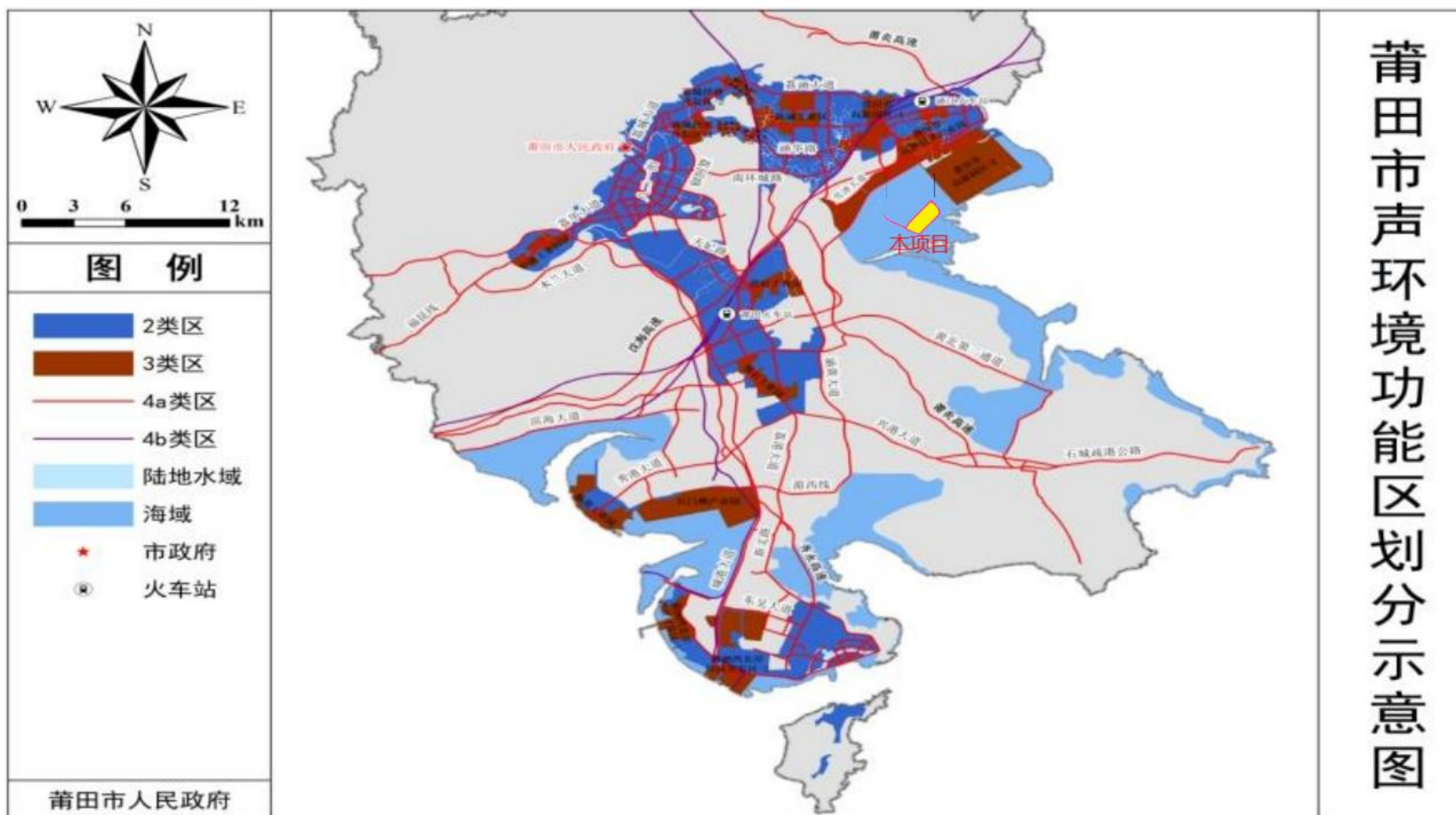


图1.4-2莆田市声环境功能区划图

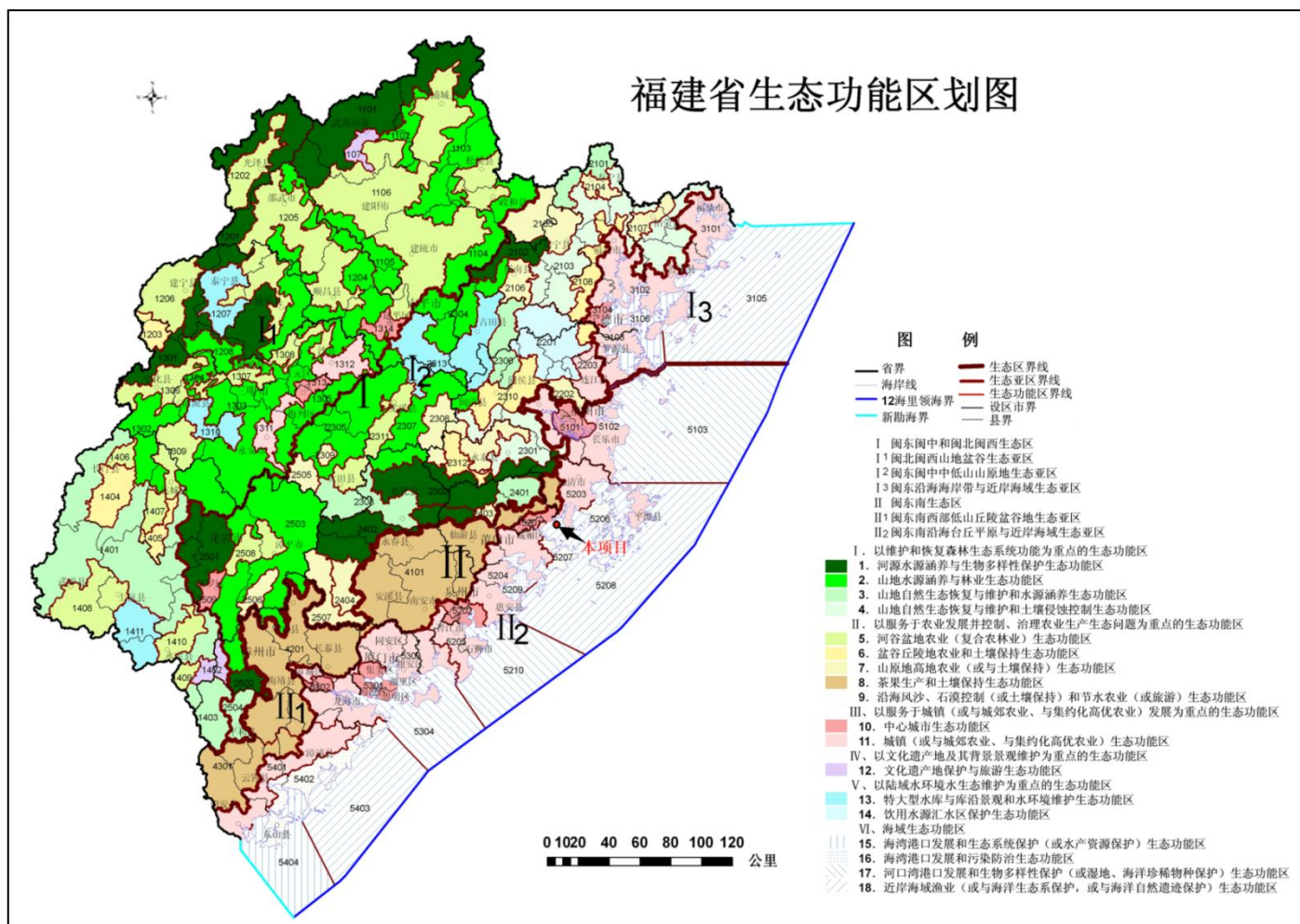


图1.4-3福建省生态功能区划图

表 1.4-3 海水水质标准一览表

单位: mg / L (除 pH、水温外)

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	水温	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1°C, 其他季节不超过 2°C		人为造成的海水温升不超过当时当地 4°C	
2	pH	7.8~8.5, 同时不超过海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8, 同时不超过海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
3	悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
4	溶解氧(DO)>	6	5	4	3
5	化学需氧量(COD)≤	2	3	4	5
6	无机氮(以 N 计)≤	0.20	0.30	0.40	0.50
7	活性磷酸盐(以 P 计)≤	0.015	0.030		0.045
8	石油类≤	0.05		0.30	0.50
9	汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
10	铜≤	0.005	0.010	0.050	
11	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
12	镉≤	0.001	0.005	0.010	
13	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.5
14	砷≤	0.020	0.030	0.050	
15	铬≤	0.05	0.10	0.20	0.5

表 1.4-4 海洋沉积物质量标准一览表

项目	评价标准		
	第一类	第二类	第三类
有机碳($\times 10^{-2}$)	≤2.0	≤3.0	≤4.0
硫化物($\times 10^{-6}$)	≤300	≤500	≤600
石油类($\times 10^{-6}$)	≤500	≤1000	≤1500
铜($\times 10^{-6}$)	≤35	≤100	≤200
铅($\times 10^{-6}$)	≤60	≤130	≤250
镉($\times 10^{-6}$)	≤0.50	≤1.50	≤5.00
汞($\times 10^{-6}$)	≤0.20	≤0.50	≤1.00
砷($\times 10^{-6}$)	≤20	≤65	≤93
锌($\times 10^{-6}$)	≤150	≤350	≤600
铬($\times 10^{-6}$)	≤80	≤150	≤270

表 1.4-5 海洋生物质量标准一览表

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

表 1.4-6 环境空气质量标准一览表

序号	污染物名称	取值时间	浓度限值	单位
1	SO ₂	年平均	60	μg/m ³
		24 小时平均	150	
		1 小时平均	500	
2	NO ₂	年平均	40	
		24 小时平均	80	
		1 小时平均	200	
3	O ₃	日最大 8 小时平均	160	
		1 小时平均	200	
4	PM ₁₀	年平均	70	
		24 小时平均	150	
5	PM _{2.5}	年平均	35	
		24 小时平均	75	
6	CO	24 小时平均	4	mg/m ³
		1 小时平均	10	

表 1.4-7 声环境质量标准一览表

标准类别	噪声限值/dB(A)	
	昼间	夜间
2 类	60	50
3 类	65	55
4a	70	55

1.4.3 排放标准

根据本项目污染物排放情况及所在区域功能区划,制定本项目污染物排放执行标准,详见表 1.4-8。

表 1.4-8 本项目污染物排放执行标准一览表

序号	环境要素		执行标准
1	水污染物	施工期	施工人员生活污水依托于已建设升压站内设施预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级排放标准（见表 1.4-9）；施工机械车辆清洗水经沉淀后回用不排放。
2		运营期	运营期管理人员生活废水依托于已建设升压站内设施预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理，执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的三级排放标准（见表 1.4-9）。
3	噪声	施工期	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）（见表 1.4-10）。
		运营期	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准（见表 1.4-11）。
4	大气污染物	施工期	施工扬尘排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的无组织排放浓度限值（见表 1.4-12）。
5	固体废物	施工期、运营期	①人员产生的生活垃圾分类收集交由环卫部门处置，不排放； ②运营期光伏组件破损产生的固体废物设置专用收集箱，定期由厂家回收或运至具有相关资质处置单位进行处理，不排放； ③施工废渣运至场外处理，场内不设置弃渣场； ④升压站内变压器设置的事故油池，危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）以及修改单第 6.1.3 条内容，事故油定期交由具有相关资质的单位处置回收； ④光伏站产生的废旧蓄电池设置专门的储存场地，定期交由厂家或相关资质单位回收，危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）以及修改单第 6.1.3 条内容。

表 1.4-9 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）（摘录）

序号	污染物	一级标准	二级标准	三级标准
1	pH	6~9	6~9	6~9
2	悬浮物（mg/L）	70	150	400
3	CODcr（mg/L）	100	150	500
4	BOD ₅ （mg/L）	20	30	300
5	氨氮（mg/L）	15	25	-
6	动植物油（mg/L）	10	15	100

表 1.4-10 建筑施工场界环境噪声排放标准

昼间/dB	夜间/dB
70	55

表 1.4-11 工业企业厂界噪声排放限值一览表

厂界外声环境功能区类别	昼间(dB)	夜间(dB)
3	65	55

表 1.4-12 大气污染物无组织排放浓度限值一览表

污染物名称	GB16297-1996	
	监控点	无组织排放监控浓度限值 (mg/m ³)
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0

1.5 评价工作等级

1.5.1 海洋生态环境

本项目为 130MW 渔光互补光伏电站项目，项目装机规模为：130MW 光伏 +13MW/26MWh 储能，项目由光伏发电系统（含光伏组件、汇流箱、光伏支架）、光伏逆变器、配电变压器、蓄电储能装置等组成。本项目光伏分布较集中，共设置 28 台 4400kVA 箱逆变器一体机，2 台 3300kVA 箱逆变器一体机，容配比 1:1.2。所发电量由箱逆变器一体机逆变升压至 35KV 后，拟采用 5 回 35kV 集电线路接至新建 220kV 升压站 35kV 侧，光伏电站所产生的电能经过 220kV 升压站升压后，通过一回送出线路输送至就近电力系统，最终接入方案以电网主管部门审查通过的接入系统报告及接入系统批复文件为准。

本项目用海面积为 112.53hm²（光伏区用海面积 110.70hm²，光伏区外栈桥用海面积 1.83hm²），项目区处于兴化湾西部海域，不涉及生态红线区与重要经济鱼类的产卵场、苗种场、索饵场及洄游通道（简称“三场一通道”），根据《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025），所在海域特征和生态环境类型属于海洋生态一般敏感区；按照导则关于涉海项目的影响类型、评价等级判定方法（见表 1.5-1），本项目为其他用海影响类型，因此海洋生态环境影响评价等级为 2 级。

表 1.5-1 海洋生态环境影响评价等级确定结果一览表

导则的判定依据	评价等级		1	2	3
	影响类型				
	用海面积 S (hm ²)	其他用海	S≥200	100≤S<200	S<100
本项目	用海面积 112.53hm ²	其他用海	2		

1.5.2 地表水环境

本项目为水污染影响型、水文要素影响型兼有的复合影响型。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的规定，对地表水评价等级的划分标准是按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量状况、水环境保护目标等综合确定。

（1）水污染影响

本项目施工期的生产废水主要包括各种施工机械设备安装、运转时的冷却及洗涤用水，含有大量的泥砂和一定量的油污。施工现场建造集水池、沉砂池、排水沟等水处理构筑物，对建筑施工中产生的泥浆水先沉淀，后与车辆冲洗水和生活污水等干化处理。

本项目运行过程中无工艺废水产生。新增工作人员日常生活污水依托已建设升压站内的设施预处理后，通过市政污水管道输送至涵江区江口污水处理厂进行深度处理。

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），依托现有排放口，且未对外环境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，因此如表 1.5-2 所示，本项目地表水评价等级定为三级 B。

表 1.5-2 水污染影响型建设项目评价等级判定表

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 Q/（m ³ /d）；水污染物当量数 W/（量纲一）
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W \geq 600000$
二级	直接排放	其他
三级 A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级 B	间接排放	—

（2）水文要素影响

本项目对光伏区所在近岸海域产生的影响属于水文要素影响，水文要素影响型建设项目依据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判断。本项目光伏区受纳水体为近岸海域，主要根据受影响地表水域面积来判断评价等级。本项目对地表水环境水文要素影响主要为运营期光伏板桩基占用部分水域对水文环境产生的影响，根据计算，本项目涉水区域垂直投影面积及外扩范围 A1 为光伏板桩基占用水体的面积 0.0056km²，工程扰动水底面积 A2 为光伏区用海面积约 1.11km²，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），项目水文要素影响型评价等级为二级。

1.5.3 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目属于“E 电力”中“34、其它能源发电”、“35、送（输）变电工程”，地下水环境影响评价项目类别属于 IV 类，不开展地下水环境影响评价。

1.5.4 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19—2022）评价等级判定依据：

a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；

b) 涉及自然公园时，评价等级为二级；

c) 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；

d) 根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；

e) 根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；

f) 当工程占地规模大于 20km² 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；

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

h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级；

根据导则：“建设项目同时涉及陆生、水生生态影响时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。”本项目升压站部分涉及陆域生态，光伏区涉及海洋生态，本项目陆域工程占地面积约 0.014km²，占地规模小于 20km²；项目所在区域为沿海区域，陆域周边主要为工业区，未涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境、自然公园以及生态保护红线；地表水评价等级低于二级，且项目建设对地下水、土壤环境基本没有影响。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的规定，本项目陆域生态环境影响评价等级为三级。

本项目涉海工程评价等级判定参照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），详见 1.5.1 小节。

1.5.5 大气环境

本项目属于生态影响型项目，施工期主要大气污染物为施工扬尘、施工船舶、车辆及施工机械尾气，污染因子较为简单，且多为间歇性污染源，随着施工期的结束，影响会逐渐消失，污染程度较小；运营期大气污染物排放为厨房油烟。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定，依据项目的主要

污染物排放情况、项目建设内容以及当地执行的环境空气质量标准确定本项目大气环境评价等级为三级。

1.5.6 声环境

本项目所在地为 3 类声功能区，项目建成投产后周边敏感点预测增量小于 3.0dB，受影响人口变化不大。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021) 关于评价工作等级划分原则，本项目噪声评价定为三级。

1.5.7 电磁环境

本项目光伏电场内逆变、箱变及输电线路电压为 35kV，属于中压电力设施，根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），35kV 的电力设施属于电磁辐射豁免范围（100kV 以下）的项目。本项目新建一座为户外式 220kV 的升压站，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中有关电磁环境影响评价工作等级的划分依据，本项目电磁环境评价工作等级最终确定为二级。

1.5.8 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A，本项目属于土壤环境影响评价项目类别中的“其他行业”，属于 IV 类项目，可不开展土壤环境影响评价。

1.5.9 环境风险

项目施工期采用 4 辆两栖挖掘机与 14 台水上打桩船搭配使用完成光伏区局部开挖、打桩施工作业。本项目运营期升压站采用一台主变压器（三相油浸式双绕组有载调压自冷变压器，SZ20-150000/230），变压器油为克拉玛依 25#油，本项目拟采用箱逆变一体机集成方案，其中光伏电站内各发电单元的箱式升压变压器采用 30 台三相双绕组油浸式变压器（容量为 4400/3300kVA），变压器油为无毒可降解的植物油。根据类比同类型光伏电站项目相同类型施工设备及变压器可知两栖挖掘机载油量 0.25t/台、水上打桩船为无动力船舶，根据工可单位提供数据，主变压器变压器油 43.98t/台、每台油浸式变压器植物油量 3.7t/台，因此总油量为 155.98t。小于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）表 B.1 中突发环境事件风险物质及临界量中油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油）临界量 2500t，危险物质数量与临界量比值 $Q < 1$ ，本项目风险潜势为 I。因此，判定本项目环境风险评价等级为简单分析。

1.5.10 评价等级汇总

综合考虑上述评价等级判定结果，依据“就高不就低”原则最终划定本项目各环境要素的评价等级，详见表 1.5-2。

表 1.5-2 本项目各环境要素评价等级汇总表

环境要素	海洋生态环境	地表水		陆域生态	地下水	大气	噪声	电磁环境	土壤	风险
		水污染环境	水文影响							
评价等级	2	3 级 B	2	3	不评价	3	3	2	不评价	简单分析

1.6 评价范围

根据评价等级及项目所在区具体环境特征，确定各环境因素评价范围如下：

（1）海洋生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），2 级评价项目的评价范围以建设项目平面布置外缘线向外不小于 5km~15km 的扩展距离确定。

因此本项目海洋生态环境评价范围确定为项目边界外扩 15km，面积约 244km²（图 1.6-1）。

（2）地表水环境评价范围

本项目为水污染影响型、水文要素影响型兼有的复合影响型，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）的规定，本项目的地表水水污染影响评价范围应满足其依托污水处理设施环境可行性分析的要求，本项目的水文要素影响评价范围与海洋环境影响评价范围一致。

（3）大气环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），环境空气为三级，不设评价范围。

（4）声环境评价范围

施工期：施工场界向外 200m 为评价范围。

营运期：根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009），取项目边界向外 200m 以内区域。此外，依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），“变电站、换流站、开关站、串补站的声环境影响评价范围应按

照 HJ2.4 的相关规定确定”，“地下电缆线路可不进行声环境影响评价”，综合考虑，环境噪声的评价范围均为项目边界周边各 200m 的区域。

（5）陆域生态环境评价范围

依据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），变电站、换流站、开关站、串补站、接地极生态环境影响评价范围为站场边界或围墙外 500m 内，因此本项目陆域生态环境评价范围取升压站建设范围外延 500m 范围内。

（6）电磁环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），拟建项目陆域升压站电磁环境评价范围为 220kV 升压站站界外 40m 范围，站内地下埋设电缆电磁环境评价范围为管廊两侧边缘各外延 5m（水平距离），因本项目光伏场区及登陆栈桥架设的 35kV 登陆电缆及其后续接入 220kV 升压站的地下埋设电缆属于豁免范围，因此不设电磁环境评价范围。

本项目的评价范围详见表 1.6-1 和图 1.6-1、图 1.6-2。

表 1.6-1 评价范围一览表

环境要素	评价范围
海洋生态环境	海洋生态环境评价范围确定为项目边界外扩 15km，面积约 244km ² 。
大气环境	三级评价项目不需要设置大气环境影响评价范围。
声环境	项目光伏场区和升压站边界外 200m 包络线范围。
电磁环境	电磁评价范围为升压站界外 40m 范围。
陆域生态环境	升压站边界外 200m 包络线范围
环境风险	水环境：与海洋环境评价范围一致。

1.7 环境保护目标

（1）海域敏感保护目标

根据福建省“三区三线”划定成果，项目区不涉及永久基本农田、城镇开发边界，不涉及生态保护红线区，距离项目区较近的生态保护红线区位于荔城区北高镇海岸的“闽东南沿海水土保持与防风固沙生态红线区”，约西南侧 2.6km。根据《莆田市国土空间总体规划（2020-2035 年）》，将提升兴化湾南岸、木兰溪入海河口为重点的湿地生态环境质量和生态服务功能，建立滨海湿地鸟类保护小区，提升珍稀濒危野生动植物救护、繁育和野化放归能力。目前，木兰溪入海口已开展了蓝色海湾整治行动项目，其生态保护红线区距离本项目西南侧最近距离约 561m。因此，本项目不占用生态保护红线区。据调查，项目区及周边的海

域不涉及典型海洋生态系统以及珍稀濒危动植物物种,没有主要经济鱼类集中分布,不涉及重要经济鱼类的洄游路线、索饵场、产卵场或育幼场所等。本项目附近海域环境敏感目标主要为滨海湿地、自然岸线、养殖区、定制网等敏感点,详见表 1.7-1 和图 1.7-1、1.7-2。

(2) 陆域敏感保护目标

本项目位于福建省莆田市涵江区三江口镇,周边均为工业区,声环境评价 200m 范围内无声环境敏感目标。

电磁评价 40m 范围内环境敏感目标主要为百威雪津啤酒有限公司,见表 1.7-1。

表 1.7-1 评价区环境保护目标一览表

类别	环境保护目标	方位	最近距离	保护对象
海洋环境保护目标	滨海湿地	/	项目所在海域	海水水质、生态环境
	自然岸线	W、EN、EN	最近距离约 460km	自然岸线及潮滩
	底播养殖	/	项目区及周边海域。	缢蛏、花蛤
	围垦养殖	W、N、EN	最近距离 64m	鱼、虾等
	浅海养殖	E	最近距离约 1472m	牡蛎
	定制网	/	项目区及周边海域	定制网设施
陆域环境保护目标	百威雪津啤酒有限公司	E	最近距离约 9m	电磁环境

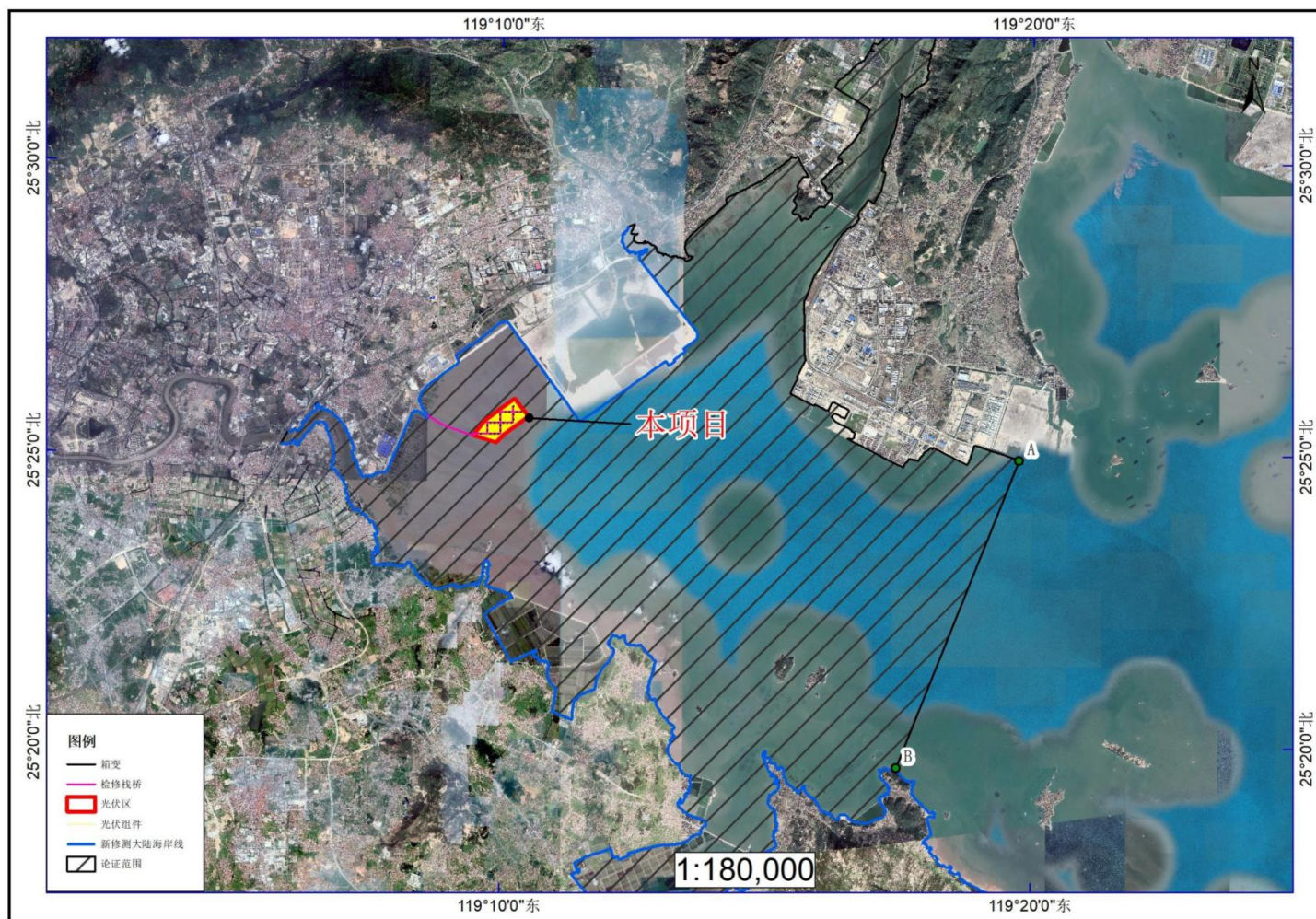
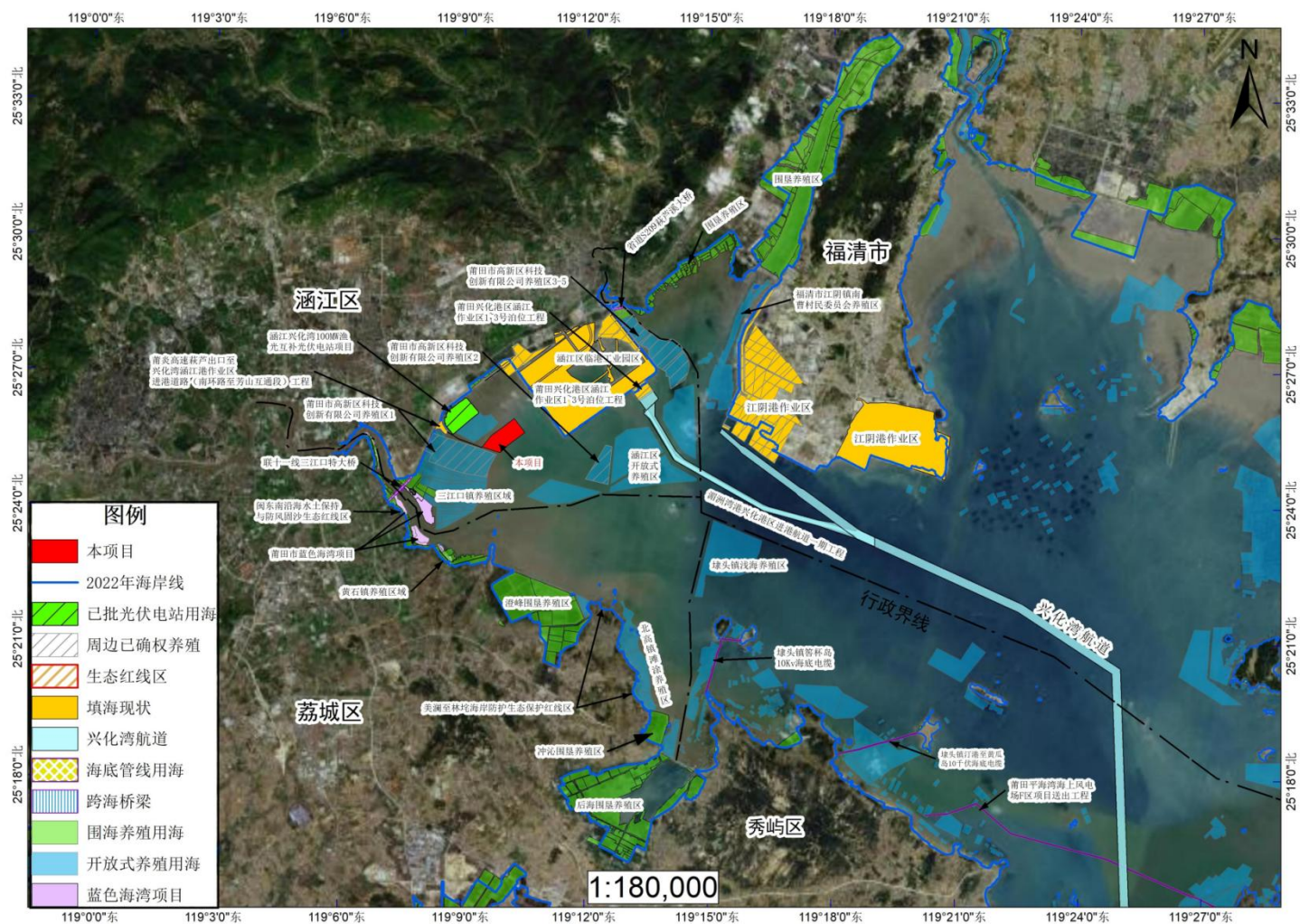


图 1.6-1 海域生态环境影响评价范围

声环境和电磁环境评价范围



图 1.6-2 声环境、陆域生态环境评价范围



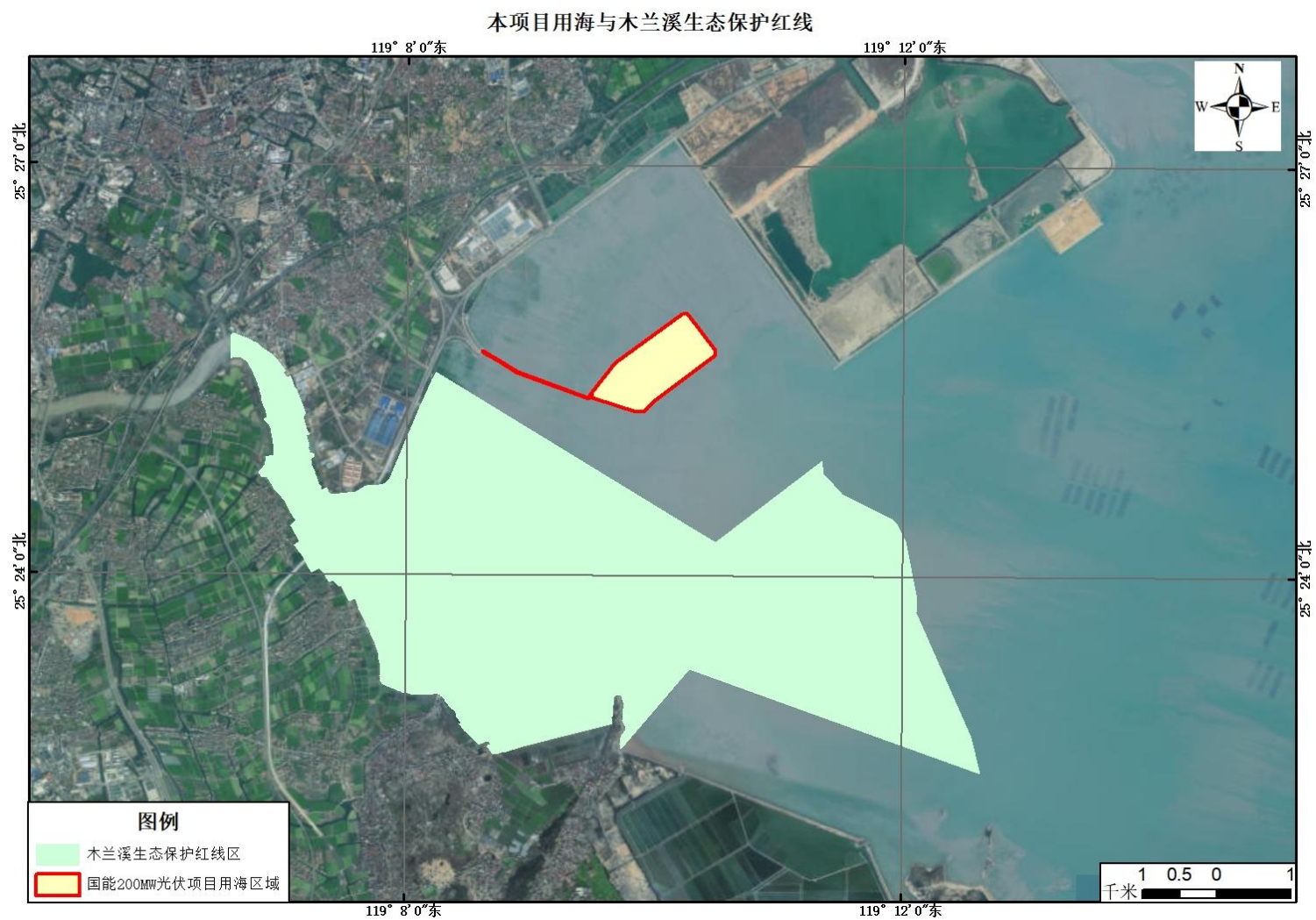


图 1.7-2 木兰溪生态保护红线区与本项目用海位置关系图

第二章 工程概况和工程分析

2.1 工程概况

2.1.1 项目基本情况

（1）项目名称

国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）

（2）建设性质

新建项目

（3）建设单位

本项目建设单位为国能（莆田）新能源有限公司，是国家能源投资集团旗下的企业，经营范围包括许可项目发电业务、输电业务、供（配）电业务。

（4）地理位置

本项目位于莆田市涵江区三江口镇海域，见概述中图 1.1。站址中心坐标为东经为 119.17113011°、北纬为 25.42259948°。

（5）项目前置条件情况

国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目已列入《福建省 2023 年度光伏电站开发建设方案项目清单》，因部分场址涉及木兰溪入海口生态保护区，根据《莆田市国土空间总体规划（2020-2035 年）》，木兰溪入海口已开展了蓝色海湾整治行动项目，因此本项目删除涉及生态控制区的光伏地块，本项目一期工程容量调减为 130MW，并在涵江区发改局完成重新备案，因此项目更名为国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程），后续将根据实际情况进行二期工程的用海手续办理。本项目海域使用论证报告及相关专题工作已完成，用海出让方案已批复，其余专题正在编制中。

（6）项目投资及工期

总投资约为 64503.9900 万元，施工期约 10 个月。

（7）运营管理制度

光伏电站工程生产管理集中在升压站中控室，负责管理整个电站的光伏发电单元、储能系统和升压站的生产设备。目前尚未颁布光伏电站运行人员编制规程，因此借鉴国内光伏电站的编制情况，并结合太阳能光伏电站的特点进行机构

设置和人员编制，定员标准为 12 人，其中：运行和日常维护人员 12 人（其中班长 2 人），每班 6 人，每周轮换，负责各光伏电站子发电单元的巡视、日常维护及值班。

2.1.2 建设规模

本项目由光伏发电系统（含光伏组件、汇流箱、光伏支架）、光伏逆变器、配电变压器、蓄电储能装置等组成，装机规模为 130MW 光伏+13MW/26MWh 储能。光伏光电区占地面积约 112.53hm²（1687.98 亩），升压站占地面积约 13202.67m²，升压站进站道路用地面积为 800m²。

本项目拟新建 1 座 220kV 升压站并配套 13MW/26MWh 的储能，选址位于莆田市涵江区三江口镇鲸山村，临近雪津西大道，升压站用地面积约 13202.67m²，进站道路内接站内道路，外连雪津大道，用地面积为 800m²，采用郊区型混凝土路面，路面宽 6m，路基宽 7m。220kV 升压站分为管理区、配电区，管理区布置于站区北侧，配电区布置于站区南侧，出线线路路朝南送出，220kV 采用户内 GIS 设备，采用线变组接线，通过 1 回 220kV 送出线路，接至对侧国能兴化湾光伏 220kV 升压站，再统一由国能站朝北送出至 220kV 厚峰变电站。

本项目输电线路包括 35kV 侧共有主变进线一回、光伏集电线路出线 5 回、储能出线一回、SVG 装置出线一回、站用电出线一回、接地变出线一回。

13MW/26MWh 储能装置 1 套，储能电池选用磷酸铁锂电池，电芯选用 3.2V314Ah，此电芯持续功率大、循环寿命高、存储寿命高、安全性高。储能系统采用的集装箱拥有自己独立的供电系统、隔热系统、阻燃系统、消防系统、应急系统等自动控制和安全保障系统；每套储能配置 3 个 5.04MW/8.8MWh 储能单元，项目共配置 3 个储能单元。3 个储能单元通过 1 回 35kV 集电线路接至项目配套建设的 220kV 升压站 35kV 母线侧。

本项目光伏分布较集中，置 28 台 4400kVA 箱逆变器一体机，2 台 3300kVA 箱逆变器一体机，容配比 1:1.2。所发电量由箱逆变器一体机逆变升压至 35KV 后，拟采用 5 回 35kV 集电线路接至新建 220kV 升压站 35kV 侧，光伏场区与登陆点之间通过外输线缆沿栈桥路径架空敷设，距离约 1.58km。光伏电站所产生的电能经过 220kV 升压站升压后，通过一回送出线路输送至就近电力系统，具体以电网接入系统批复为准。本项目总容量 156.0104MWp，25 年累计发电量 4564500.71MWh，25 年年平均发电量 182580.03MWh，平均利用小时数 1170.31h。

2.1.3 项目主要技术经济指标

主要建筑物面积约 1116000m²（升压站用地总面积约 20 亩，光伏区用海面积约 1654 亩），每年新增发电量约 18949.814 万 kWh。经营期 25 年，本光伏电站具体主要技术经济指标见表 2.1-1 所示，项目建设内容见表 2.1-2，主要设备见表 2.1-3。

表 2.1-1 主要经济技术指标一览表

项目	单位	数量
安装总容量（交流侧）	MW	
安装总容量（直流侧）	MWp	156.0104
年发电量	MWh	182580.03
年平均运行时间	h	1170.31
总用海面积	hm ²	112.53
升压站用地面积	m ²	14002.67
工程区代表年太阳总辐射量	MJ/m ²	5155.82
光伏发电系统效率	%	82.77
光伏板倾角	°	15
遮光率	%	56.58
离岸距离	m	1567
光伏列阵投影面积比	%	
光伏工程桩基面积比	%	
光伏板距离养殖水面高度	cm	>50
桩基数量	个	20656
工程用地面积		
工程用地	面积	备注
一、永久用地		一期 130MW 项目
陆上升压站	13202.67m ²	
陆上升压站进站道路	800m ²	施工完成后，浇筑混凝土路面作为后期永久道路
废料暂存间（升压站内）	/	
事故油池（升压站内）	/	
二、临时用地		
施工临建场地	10000m ²	
集电线路用地	2793m ²	
升压站施工道路用地（新建进站道路与站内道路路基）	1570m ²	
小计	14363m ²	
工程用海面积		

永久用海	面积（公顷）	一期 130MW 项目
光伏场区（光伏阵列、箱变、场区范围内栈道等）	110.70	/
光伏区外栈桥（采用电缆栈桥敷设至陆端）	1.83	/
小计	112.53	/
项目	单位	数量
安装总容量（交流侧）	MW	
安装总容量（直流侧）	MWp	156.0104
年发电量	MWh	182580.03
年平均运行时间	h	1170.31
总用海面积	hm ²	112.53
升压站用地面积	m ²	14002.67
工程区代表年太阳总辐射量	MJ/m ²	5155.82
光伏发电系统效率	%	82.77
光伏板倾角	°	15
遮光率	%	56.58
离岸距离	m	1567
光伏列阵投影面积比	%	
光伏工程桩基面积比	%	
光伏板距离养殖水面高度	cm	>50
桩基数量	个	20656
工程用地面积		
工程用地	面积	备注
一、永久用地		一期 130MW 项目
陆上升压站	13202.67m ²	
陆上升压站进站道路	800m ²	施工完成后，浇筑混凝土路面作为后期永久道路
废料暂存间（升压站内）	/	
事故油池（升压站内）	/	
二、临时用地		
施工临建场地	10000m ²	
集电线路用地	2793m ²	
升压站施工道路用地（新建进站道路与站内道路路基）	1570m ²	°
小计	14363m ²	
工程用海面积		
永久用海	面积（公顷）	一期 130MW 项目
光伏场区（光伏阵列、箱变、场区范围内栈道等）	110.70	/
光伏区外栈桥（登陆电缆）	1.83	/
小计	112.53	/

表 2.1-2 项目建设内容一览表

类别	项目	内容
主体工程	光伏阵列	本项目拟采用高效单晶 650WpBC 双面双玻光伏组件，采用固定支架。光伏电站本期工程采用分块发电、集中并网方案，共装设 240016 块光伏组件。组件安装按照竖向两排布置，安装倾角为 15°，方位角为 0°，组件前后排间距 7.3m。每 28 块光伏组件一串，采用 2×28 阵列、2×14 阵列。
	汇流箱、逆变器	集中式箱逆变一体机，工程采用分块发电、集中并网方案。采用 30 个光伏发电单元。每个单元布置 1 台集中式逆变器，采用 28 台 4400kVA 集中式逆变器、2 台 3300kVA 集中式逆变器，4400kVA 集中式逆变器低压侧连接 16 台汇流箱，3300kVA 集中式逆变器低压侧连接 12 台汇流箱，共 472 台汇流箱，每台汇流箱接入 18/19 个光伏组串，每个光伏组串由 28 块 650Wp 的单晶光伏组件串联而成。
	220kV 升压站	本项目新建 1 座 220kV 升压站。包括 220kV 配电装置、35kV 预制舱及配电装置、站用电系统、储能系统、综合楼等。220kV 侧采用线变组接线，配电装置采用户内 GIS，通过 1 回 220kV 送出线路，接至对侧国能兴化湾光伏 220kV 升压站。35kV 侧采用单母线接线，配电装置采用户内金属铠装柜，预制舱安装，35kV 侧共有主变进线一回、光伏集电线路出线 5 回、储能出线一回、SVG 装置出线一回、站用电出线一回、接地变出线一回。拟在 35kV 母线上安装一套容量为 30Mvar 的直挂式水冷动态无功发生装置，35kV 系统无功补偿容量共计 30Mvar，最终无功补偿容量以接入系统批复意见为准。 光伏升压站建设规模如下：
		①主变压器：建设规模 1 台 150MVA 主变压器。 ②220kV 配电装置：配电装置采用户内 GIS。 ③35kV 配电装置：35kV 开关柜选择 KYN-40.5 型金属铠装开关柜，内配真空断路器，SVG 开关柜配置 SF6 断路器。 ④光伏升压变：光伏升压变采用 30 套集中式逆变器，型号容量为 4400/3300kVA。 ⑤无功补偿：建设规模暂按定补偿容量为±30Mvar 的无功补偿装置。 ⑥接地电阻：接地装置按照《交流电气装置的接地》的要求进行设计。光伏场区接地网采用以水平接地网为主的，垂直接地网为辅的复合接地网，确保接地电阻不大于 4 欧。水平接地网采用-50X5 镀锌扁钢，L50X5 角钢作为垂直接地体。
辅助工程	配电系统	光伏电站装机容量为 130MW，采用固定支架运行方式，共设 30 个光伏发电单元，每个光伏发电单元通过光伏升压变就升压至 35kV，全场共设置 5 回 35kV 集电线路将光伏电站所发电能送至新建的 220kV 光伏升压站。
	检修通道	本项目场内道路最大化利用现有生产道路，同时修建钢栈桥平台作为施工、运维检修通道，汇流箱、箱逆变一体机靠近钢栈桥摆放，方便后续运维检修。
	储能设施	本项目光伏装机规模为 130MW，储能系统按光伏电站装机规模的 10%容量/2 小时配置，储能系统整体配置为 13MW/26MWh。储能电池选用磷酸铁锂电池，电芯选用 3.2V314Ah，采用双绕组干式变压器方案，与变流器一起集成到储能变流升压一体机内；每套储能配置 5.04MW/8.8MWh 储能单元；项目共配置 3 个储能单元。3 个储能单元通过 1 回 35kW 集电线路接至项目配套建设的 220kV 升压站 35kV 母线侧，35kV 侧汇流至升压站 35kV 开关柜，共一面 35kV 开关柜，实现电站能量的存储和回馈并网。 每个储能系统子单元内包含 4.61MWh 及 4.19MWh 电池储能集装箱各 1 套，1 套 5.5MW/35kV 逆变升压一体机构成。每套电池储能集装箱单元由多个液冷磷酸铁锂电池箱、主控箱、及汇流柜、配电柜以及电池管理系统(BMS)、集装箱内部的配电、环控、消防、照明等辅助系统组成。

		每台逆变升压一体机由 2 台 2520kW 储能逆变器、1 台 35kV/5500kVA 升压变压器及进线柜、集装箱内部的配电、环控、消防、照明等辅助系统组成。
公用工程	供水	采用市政供水
	供电	采用市政供电
	照明	充分利用天然采光, 当天然采光不足时, 辅以人工照明
	通信	采用当地通信网络
工程	办公区	400m ²
	住宿区	300m ²
	封闭库房	500m ²
	材料堆放区	300m ²
	机械存放区	200m ²
	活动区	300m ²
环保工程	主变压器事故油池	在主变附近设 1 座事故油池, 有效容积为 75m ³ , 能贮存最大 1 台主变的全部油量。事故油池为油水分离式钢筋混凝土结构, 主变油坑与事故油池之间用球磨铸铁管连接, 当雨季或主变压器发生事故时, 含油废水经事故油池进行油水分离后, 废水排至雨水管网。事故油回收由专门废油收集车辆进行收集, 单独运到符合规定的地点处理。事故油池的临时放空采用潜水泵。
	光伏区箱变事故油池	每台箱式变压器设置就地贮油池, 贮油池容量能贮存箱变的全部油量。发生事故时, 打开泄油阀, 事故油通过排油管排至附近的贮油池。事故油池一次事故集油后, 应在短期内用专用的罐车把油抽上来, 另作他用, 以确保下次设备事故放油时, 有足够的容积。
	一般固废贮存场所	
	危险废物贮存场所	
类别	项目	内容
	光伏阵列	本项目拟采用高效单晶 650WpBC 双面双玻光伏组件, 采用固定支架。光伏电站本期工程采用分块发电、集中并网方案, 共装设 240016 块光伏组件。组件安装按照竖向两排布置, 安装倾角为 15°, 方位角为 0°, 组件前后排间距 7.3m。每 28 块光伏组件一串, 采用 2×28 阵列、2×14 阵列。

主体工程	汇流箱、逆变器	集中式箱逆变一体机，工程采用分块发电、集中并网方案。采用 30 个光伏发电单元。每个单元布置 1 台集中式逆变器，采用 28 台 4400kVA 集中式逆变器、2 台 3300kVA 集中式逆变器，4400kVA 集中式逆变器低压侧连接 16 台汇流箱，3300kVA 集中式逆变器低压侧连接 12 台汇流箱，共 472 台汇流箱，每台汇流箱接入 18/19 个光伏组串，每个光伏组串由 28 块 650Wp 的单晶光伏组件串联而成。
	220kV 升压站	本项目新建 1 座 220kV 升压站。包括 220kV 配电装置、35kV 预制舱及配电装置、站用电系统、储能系统、综合楼等。220kV 侧采用线变组接线，配电装置采用户内 GIS，通过 1 回 220kV 送出线路，接至对侧国能兴化湾光伏 220kV 升压站。35kV 侧采用单母线接线，配电装置采用户内金属铠装柜，预制舱安装，35kV 侧共有主变进线一回、光伏集电线路出线 5 回、储能出线一回、SVG 装置出线一回、站用电出线一回、接地变出线一回。拟在 35kV 母线上安装一套容量为 30Mvar 的直挂式水冷动态无功发生装置，35kV 系统无功补偿容量共计 30Mvar，最终无功补偿容量以接入系统批复意见为准。 光伏升压站建设规模如下： ①主变压器：建设规模 1 台 150MVA 主变压器。 ②220kV 配电装置：配电装置采用户内 GIS。 ③35kV 配电装置：35kV 开关柜选择 KYN-40.5 型金属铠装开关柜，内配真空断路器，SVG 开关柜配置 SF6 断路器。 ④光伏升压变：光伏升压变采用 30 套集中式逆变器，型号容量为 4400/3300kVA。 ⑤无功补偿：建设规模暂按定补偿容量为±30Mvar 的无功补偿装置。 ⑥接地电阻：接地装置按照《交流电气装置的接地》的要求进行设计。光伏场区接地网采用以水平接地网为主的，垂直接地网为辅的复合接地网，确保接地电阻不大于 4 欧。水平接地网采用-50X5 镀锌扁钢，L50X5 角钢作为垂直接地体。
辅助工程	配电系统	光伏电站装机容量为 130MW，采用固定支架运行方式，共设 30 个光伏发电单元，每个光伏发电单元通过光伏升压变就升压至 35kV，全场共设置 5 回 35kV 集电线路将光伏电站所发电能送至新建的 220kV 光伏升压站。
	检修通道	本项目场内道路最大化利用现有生产道路，同时修建钢栈桥平台作为施工、运维检修通道，汇流箱、箱逆变一体机靠近钢栈桥摆放，方便后续运维检修。
	储能设施	本项目光伏装机规模为 130MW，储能系统按光伏电站装机规模的 10%容量/2 小时配置，储能系统整体配置为 13MW/26MWh。储能电池选用磷酸铁锂电池，电芯选用 3.2V314Ah，采用双绕组干式变压器方案，与变流器一起集成到储能变流升压一体机内；每套储能配置 5.04MW/8.8MWh 储能单元；项目共配置 3 个储能单元。3 个储能单元通过 1 回 35kV 集电线路接至项目配套建设的 220kV 升压站 35kV 母线侧，35kV 侧汇流至升压站 35kV 开关柜，共一面 35kV 开关柜，实现电站能量的存储和回馈并网。 每个储能系统子单元内包含 4.61MWh 及 4.19MWh 电池储能集装箱各 1 套，1 套 5.5MW/35kV 逆变升压一体机构成。每套电池储能集装箱单元由多个液冷磷酸铁锂电池箱、主控箱、及汇流柜、配电柜以及电池管理系统(BMS)、集装箱内部的配电、环控、消防、照明等辅助系统组成。 每台逆变升压一体机由 2 台 2520kW 储能逆变器、1 台 35kV/5500kVA 升压变压器及进线柜、集装箱内部的配电、环控、消防、照明等辅助系统组成。
公用工程	供水	采用市政供水
	供电	采用市政供电
	照明	充分利用天然采光，当天然采光不足时，辅以人工照明
	通信	采用当地通信网络
	办公区	400m ²

临时工程	住宿区	300m ²
	封闭库房	500m ²
	材料堆放区	300m ²
	机械存放区	200m ²
	活动区	300m ²
环保工程	主变压器事故油池	
	光伏区箱变事故油池	
	一般固废贮存场所	
	危险废物贮存场所	

表 2.1-3 项目配套设备清单一览表

序号	设备名称	型号规格	数量	单位	备注
一、升压站					
1	主变压器	SZ20-150000/230	1	台	/
2	储能单元	5.04MW/8.8MWh	3	套	单套分项见 2.1~2.3
2.1	中压式储能一体设备	5.5MW/35KV	1	套	
2.2	储能电池集装箱	4.19MWh	3	套	
2.3	本地控制器		1	台	本地设备层控制管理，统一系统通讯接口和协议
3	能量管理系统	配套	1	套	接受 AGC 调度指令实现有功、无功输出，一次调频
二、光伏区					
1	3125kW 箱逆变器	2520kW 集中式箱逆变一体机	30	套	/

2.1.4 总平面布置方案

(1) 光伏区总平面布置

本光伏项目位于福建省莆田市涵江区三江口镇兴化湾管辖海域，利用现有养殖海域建设，规划用海面积为 110.71hm²，采用额定功率为 650WpBC 双面双玻光伏组件，规划装机容量为 130MW；每个单元布置 1 台集中式逆变器，采用 28

台 4400kVA 集中式逆变器、2 台 3300kVA 集中式逆变器，4400kVA 集中式逆变器低压侧连接 16 台汇流箱，3300kVA 集中式逆变器低压侧连接 12 台汇流箱，共 472 台汇流箱，每台汇流箱接入 18/19 个光伏组串，每个光伏组串由 28 块 650Wp 的单晶光伏组件串联而成。

本项目采用单立柱固定支架，组件安装按照竖向两排布置，安装倾角为 15° ，方位角为 0° ，组件前后排间距 7.3m。每 28 块光伏组件一串，采用 2×28 阵列、 2×14 阵列，组件最低点不低于重现期为 50 年波列累计频率 1% 的浪爬高加上 0.5m 的安全超高。本项目为水面项目，光伏区内设置 2m 宽栈桥，表面铺设钢格栅板，栈桥两侧设置不低于 1.2m 的防护栏杆，栈桥修至各个箱变区域，满足日常巡查和检修的要求，栈桥修至陆上，栈桥连接至现有道路。本项目光伏组件、栈桥、箱变平台（包含场区栈桥）采用透水构筑物的用海方式，场区内电缆敷设采用架空方式，下方现有底播养殖为开放式养殖，在集约用海的基础上，还能够增加生物量。项目建设用海方式均不会阻断海水流动，在满足工程建设需要的同时，最大程度地减少了对水文动力环境、冲淤环境的影响。光伏区外为保证养殖要求，不设置围栏，光伏区利用光伏板颜色区别，设置国能集团福建能源有限责任公司 logo，详附图 2.1-1 总平面布置图，设置安全警示标志，保证光伏电站附近居民安全，防止误入。

（2）升压站总平面布置

本项目光伏装机规模为 130MW，新建一座 220kV 升压站，配套储能系统按光伏电站装机规模的 10% 容量/2 小时配置，储能系统整体配置为 13MW/26MWh。升压站选址位于莆田市涵江区三江口镇鲸山村，临近雪津西大道，用地面积约 13202.67 m^2 （不含升压站进站道路），进站道路连接雪津大道（ 800 m^2 ）。升压站平面布置按照紧凑、清晰、便于安装和运行检修，同时尽可能按照进出线方便、节约用地、降低造价的原则设计。

220kV 升压站分为管理区、配电区，管理区布置于站区北侧，配电区布置于站区南侧，出线线路路朝南送出，送至晶鸿项目的 220kV 升压站，再统一由晶鸿站朝北送出至 220kV 厚峰变。

管理区布置有后勤楼、辅房、一体化污水处理设备、隔油池、化粪池等；配电区布置有配电楼、主变、事故油池、储能设备等；管理区与配电区设置围栏。

站区主要技术经济指标表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	总用地面积	m ²	14237.382	
2	站区围墙内用地面积	m ²	12884.175	
3	建(构)筑物占地面积	m ²	2932.13	含站前广场
4	建筑用地面积	m ²	3223.89	含站前广场、含站前技术楼
5	站区围墙	m	2388.93	含站前广场
6	站前广场	m ²	2888.93	含站前广场
7	站前广场面积	m ²	2442.75	含站前广场
8	建筑密度	%	36.48	含站前广场
9	建筑系数	%	55.86	含站前广场
10	容积率	/	1.38	含站前广场
11	绿化率	%	15.85	
12	站址坐标	m	2075.85	

图例

	建筑 footprint		建筑 footprint
	建筑 footprint		建筑 footprint
	建筑 footprint		建筑 footprint
	建筑 footprint		建筑 footprint
	建筑 footprint		建筑 footprint
	建筑 footprint		建筑 footprint
	建筑 footprint		建筑 footprint
	建筑 footprint		建筑 footprint
	建筑 footprint		建筑 footprint
	建筑 footprint		建筑 footprint

说明:
1. 图中所有尺寸均为米, 单位: m。
2. 站址坐标: 2075.85。
3. 站址坐标: 2075.85。
4. 站址坐标: 2075.85。
5. 站址坐标: 2075.85。
6. 站址坐标: 2075.85。
7. 站址坐标: 2075.85。
8. 站址坐标: 2075.85。
9. 站址坐标: 2075.85。
10. 站址坐标: 2075.85。
11. 站址坐标: 2075.85。
12. 站址坐标: 2075.85。

河南永衡电力设计股份有限公司
 Henan Yuhong Power Design Co., Ltd.
 地址: 河南省郑州市金水区
 220kV 双梁变电站总平面布置图
 图号: 2-02

46

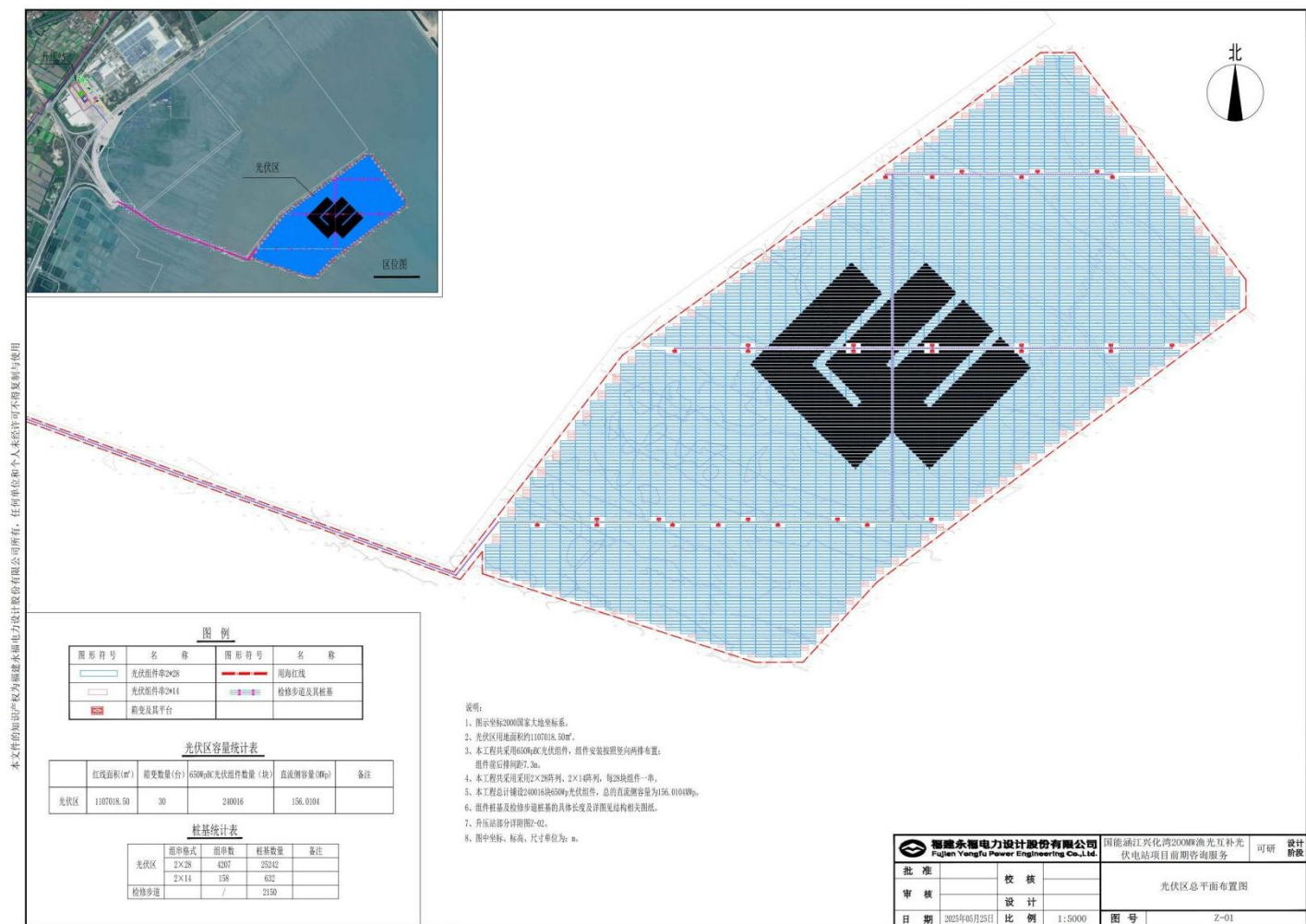


图 2.1-2 本项目光伏区总平面图

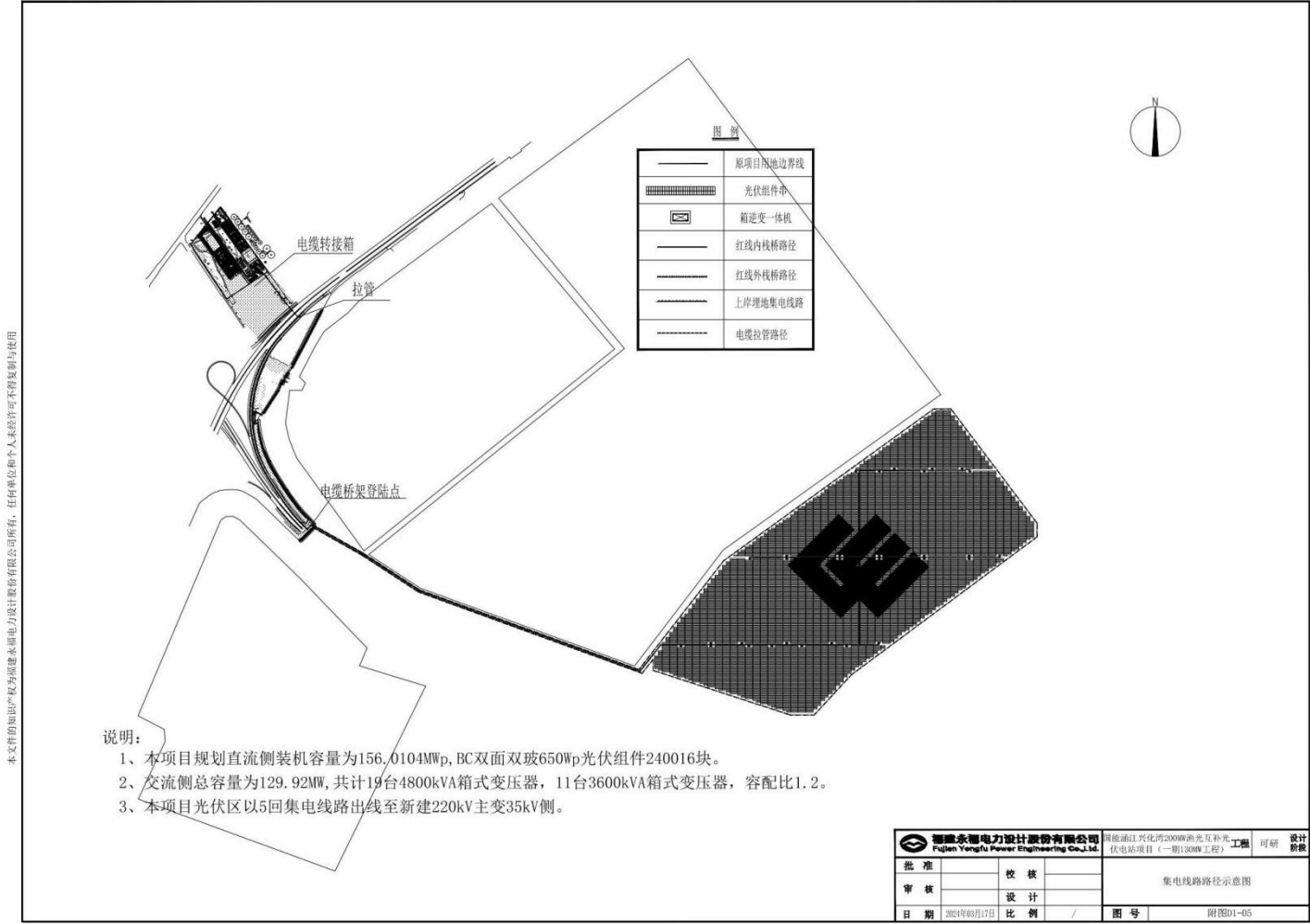


图 2.1-3 集电线路设计图

2.2 依托工程

晶鸿兴化湾光伏 220kV 升压站位于莆田市涵江区三江口镇海域，莆田市涵江临港产业园二期范围内，建设单位为莆田晶鸿光伏发电有限公司。

本项目光伏发电经升压变升压至 220kV 后，以 1 回 220kV 线路接入对侧晶鸿兴化湾光伏 220kV 升压站，电缆线路采用 $1\times 630\text{mm}^2$ 截面，输送直线距离约 2.2km。具体以电网接入系统批复为准。

2.3 工程方案

本项目建设规模为 129.8MW（156.0104MW_p）光伏，类型为海上光伏，项目包括太阳能光伏发电系统与升压站升压系统，由光伏发电系统（含光伏组件、汇流箱、光伏支架）、光伏逆变器、配电变压器、蓄电储能装置等组成，占地面积约 113.93hm²。本项目光伏分布较集中，共装设 240016 块光伏组件，总装机容量为 156.0104MW_p，全部为 650W_pBC 双面双玻光伏组件。工程采用分块发电、集中并网方案。采用 30 个光伏发电单元。每个单元布置 1 台集中式逆变器，采用 28 台 4400kVA 集中式逆变器、2 台 3300kVA 集中式逆变器，4400kVA 集中式逆变器低压侧连接 16 台汇流箱，3300kVA 集中式逆变器低压侧连接 12 台汇流箱，共 472 台汇流箱，每台汇流箱接入 18/19 个光伏组串，每个光伏组串由 28 块 650W_p 的单晶光伏组件串联而成。

项目采用单立柱固定支架，组件安装按照竖向两排布置，安装倾角为 15°，方位角为 0°，组件前后排间距 7.3m。每 28 块光伏组件一串，采用 2×28 阵列、2×14 阵列，组件最低点不低于重现期为 50 年波列累计频率 1%的浪爬高加上 0.5m 的安全超高，组件最低沿标高为 8.87m，栈桥标高为 8.87m。支架前后排间距不小于 6.6m，东西间距 0.5m。光伏区内设置 2m 宽栈桥，表面铺设钢格栅板，栈桥两侧设置不低于 1.2m 的防护栏杆，栈桥修至各个箱变区域，满足日常巡查和检修的要求，栈桥修至陆上，栈桥连接至现有道路。光伏区外为保证养殖要求，不设置围栏，光伏区利用光伏板颜色区别，设置国能集团福建能源有限责任公司 logo，详附图 2.1-1 总平面布置图，同时设置安全警示标志，保证光伏电站附近居民安全，防止误入。

所发电量由逆变升压一体机逆变升压至 35kV 后，再经升压变升压至 220kV 后，以 1 回 220kV 接入对侧晶鸿兴化湾光伏 220kV 升压站，距离光伏场区直线距离约 2.2km，具体以电网接入系统批复为准。本项目发电原理图及储能电站工作原理图分别见图 2.3-1、图 2.3-2 所示。



图 2.3-1 本项目发电原理流程图

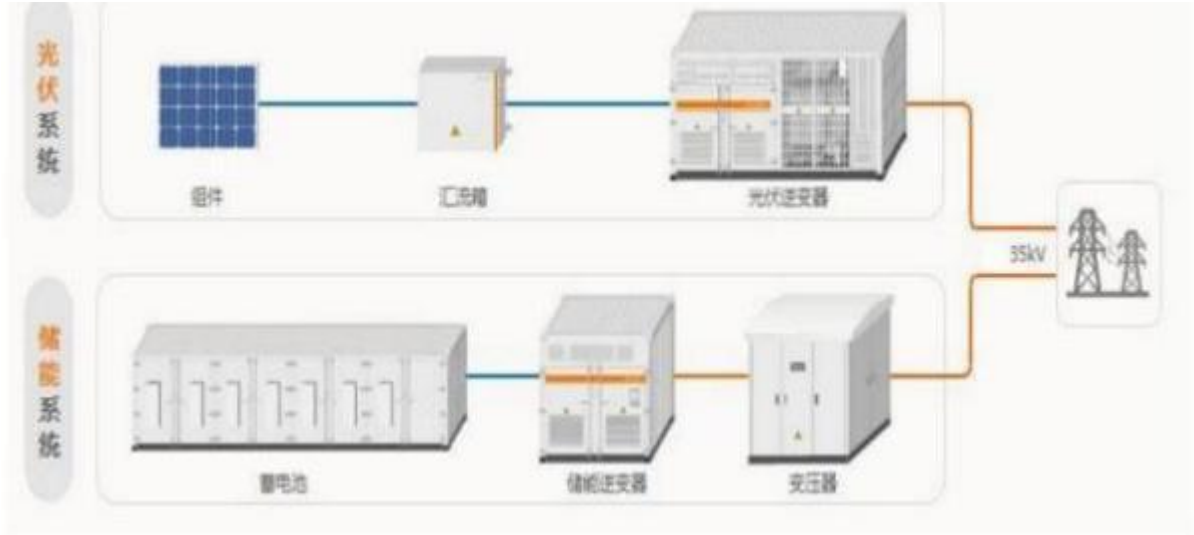


图 2.3-2 本项目储能电站工作流程图

2.3.1 光伏区

本项目充分利用滩涂地建设光伏电站，根据当地的电力分布情况，本项目为并网太阳能光伏发电系统。光伏系统总体方案设计主要包括：光伏组件

选型、光伏阵列运行方式选择、逆变器选型、逆变器造型、光伏方阵和子方阵设计等。光伏区效果示意图见图 2.3-3 所示。

本项目光伏支架采用透水桩基式结构，光伏阵列必须考虑前、后排的阴影遮挡问题，并通过计算确定阵列间的距离或光伏阵列与建筑物的距离。一般的确定原则是：冬至日当天早晨 9:00 至下午 15:00（当地真太阳时）的时间段内，光伏组件不应被遮挡。光伏方阵阵列间距垂直距离应不小于 D ：如图 2.3-4。应用 PVsyst 软件计算并综合考虑施工及增加发电量等因素，结合本项目用地面积布置情况，在安装倾角为 23° （安装倾角优化后为 15° ），方位角为 0° 时，根据规范中的发电时长原则，得出该倾角下双排竖向布置时，前后排中心间距为 7.3m。电缆桥架、栈桥示意情况见图 2.3-5、箱逆变一体机桩基及平台示意图 2.3-6、逆变一体机及电缆路径见图 2.3-7。



图 2.3-3 光伏区效果示意图

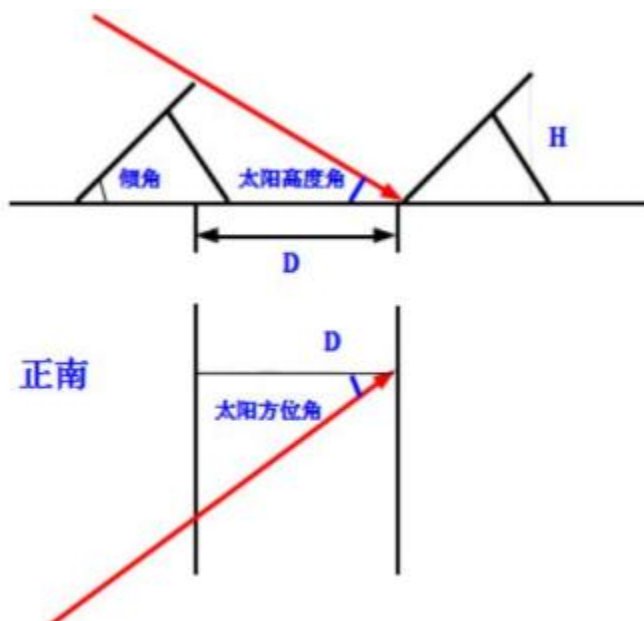


图 2.3-4 立体空间布置示意图

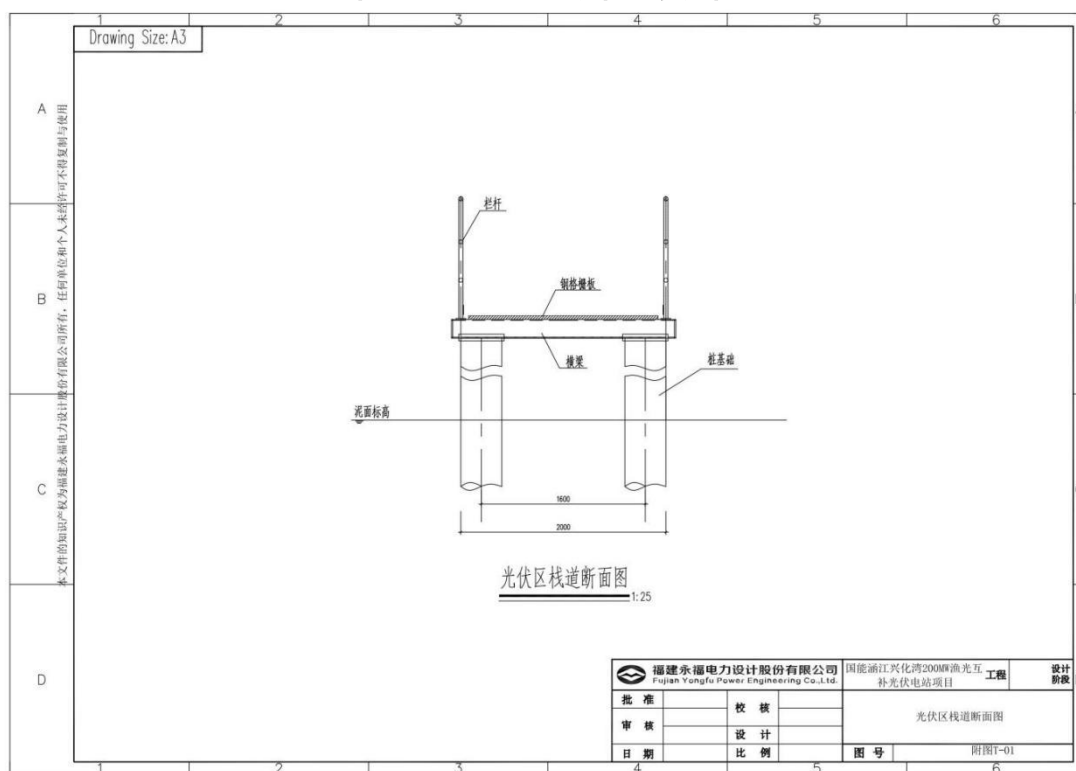


图 2.3-5 光伏区栈道断面图

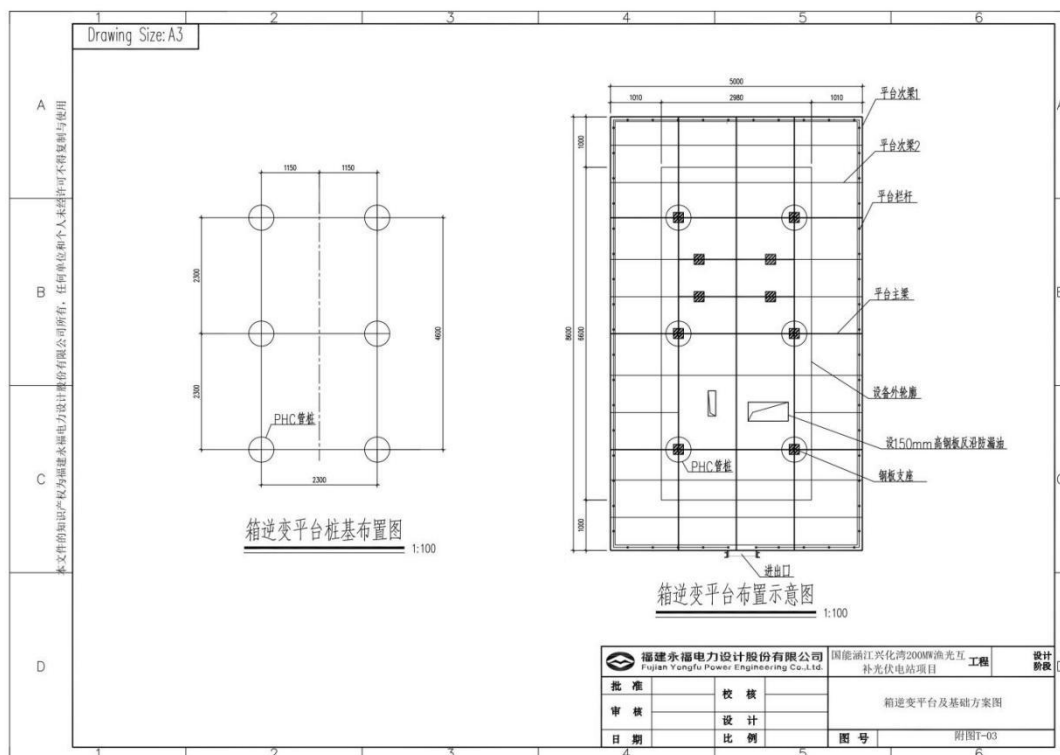


图 2.3-6 箱逆变一体机桩基及平台图

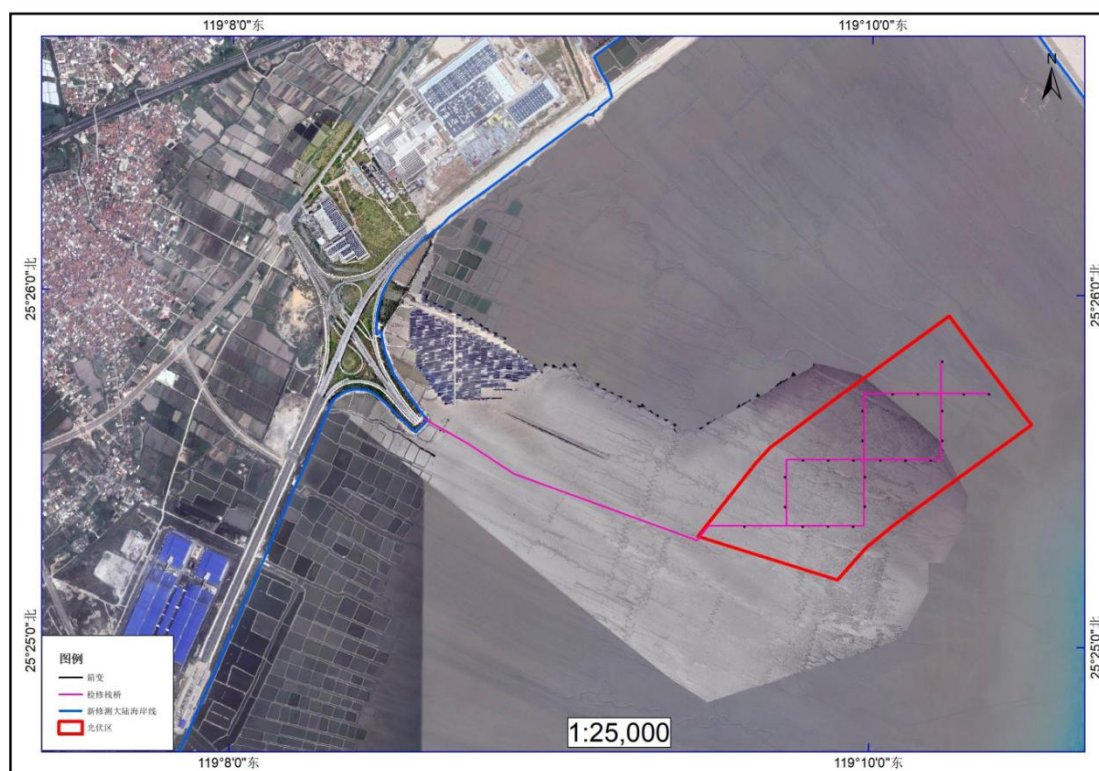


图 2.3-7 逆变一体机及电缆路径图



图 2.3-8 单晶硅光伏组件

（3）逆变器选型

通过对目前市场上应用较多的主流机型的主要性能参数的比较,并考虑光伏电站场区地形地貌的实际情况进行分析,本光伏电站拟选用 3300kW 和 4400kW 的箱逆变器一体机。每台箱逆变一体机设备包括 1100kW 的集中逆变器设备以及辅助变压器 10kV 以及相应的附属设施组成,逆变器的最高效率为 99.02%,逆变器设备的最大输入电压为 1500V,冷却方式为智能强制风冷。

（4）光伏方阵设计

本项目拟采用单块容量为 650W_p 的 BC 光伏组件,采用固定支架。每 28 块组件为 1 串,根据现场地块的情况,采用竖向双排的方式,南北方向布置 2 个光伏组件,东西方向布置 28 块组件,从而组成 1 个 2*28=56 块组件。组件与组件之间留有 2cm 空隙以减少方阵面上的风压。这 28 个电池组件串联后作为一个完整的并联支路,便于编号。从而使得日常维护、检修和故障定位清晰。光伏支架及平面布置图见图 2.3-9 所示。

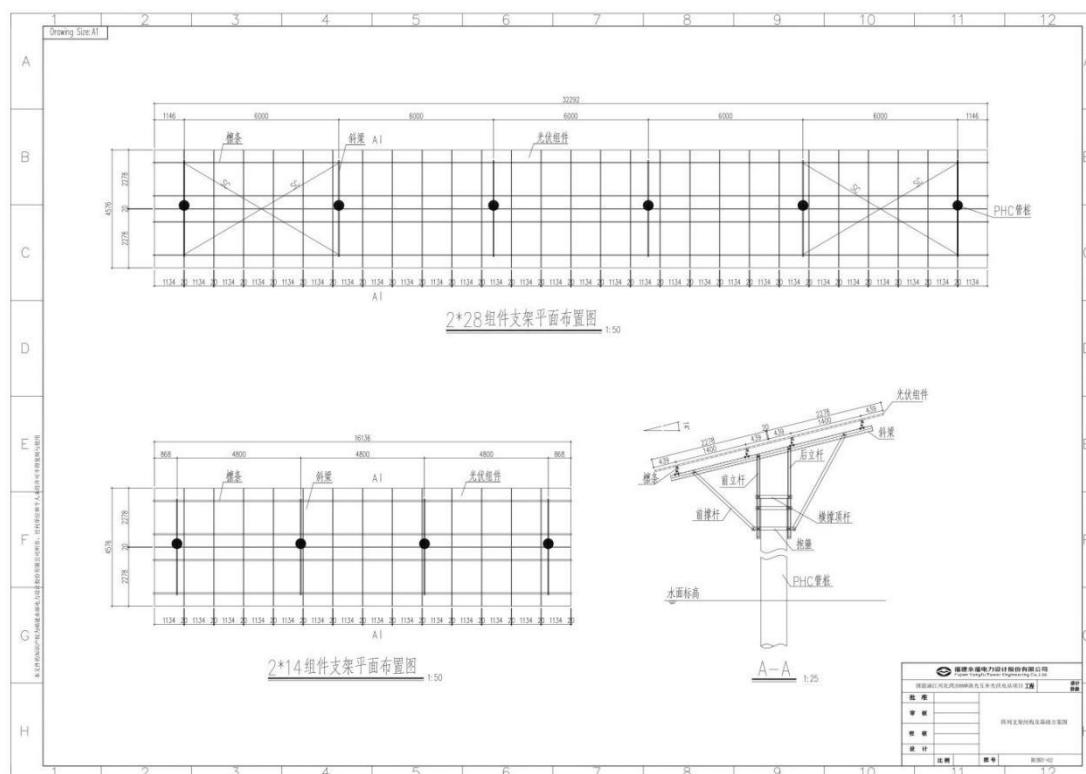


图 2.3-9 光伏支架及平面布置图

(5) 光伏区防腐设计

本项目中要所有光伏阵列支架均采用内外面均需进行防腐。Q235B、Q355B 钢构件均应热镀锌防腐处理，热浸镀锌厚度不低于 $85\mu\text{m}$ 。S350~450GD 钢构件采用镀锌铝镁防腐处理，镀锌铝镁不低于 $350\text{g}/\text{m}^2$ 。本项目光伏支架桩基础采用 PHC 预制桩和钻孔灌注桩，桩身混凝土参入适量阻锈剂和矿物掺合料，要求抗渗等级不低于 P8，满足 25 年使用年限；不存在阴极保护方式。

2.3.2 升压站

本项目位于福建省莆田市涵江区三江口镇海域，主利用现有滩涂海域建设光伏电站，本项目在光伏区西北方向新建一座 220kV 升压站并配套 13MW/26MWh 的储能和相关电缆设施供 200MW 光伏发电工程使用，用地面积约 1.13 公顷，进站道路连接雪津大道（后续根据实际情况调整位置及面积）。升压站内建筑物、构筑物地基基础设计等级为丙级，光伏发电站内光伏支架及其基础的安全等级为三级，其余建筑物、构筑物的结构安全等级均为二级，抗震设防烈度为 7 度。升压站主要包括主变压器、储能区、一般固废暂存间、危险废物暂存间及生产、生活区。升压站位于涵江区 PH-2001 地块内东北侧，涵江区 PH-2001 地块正在办

理相关手续，该地块均用于本项目升压站建设。升压站总平面布置图见图 2.3-10 所示。

综合楼结构采用现浇钢筋混凝土框架结构，填充墙采用混凝土砌块，现浇钢筋混凝土屋面，基础拟采用柱下独立基础，具体应根据后续地勘报告来设计确定；一二次舱、主变、SVG、构架、避雷针、储能电池舱和 PCS 舱等其他设备基础均采用钢筋混凝土结构，基础拟采用天然地，具体应根据后续地勘报告来设计确定；本项目箱逆变一体设备和光伏升压变基础采用预应力管桩+钢平台结构形式，钢平台顶标高不低于组件最低点标高。

根据路径方案及沿线地形地貌特征，场内集电缆电线路电缆采用直埋、桥架和穿管相结合的敷设方式，通过架空线送入新建 220kV 光伏升压站。直埋电缆敷设深度为地下 1.0m，采用挖沟埋设的方式进行电缆的敷设施工。

（1）主变压器

本项目升压站主变压器选用 SZ20-150000/230 变压器，本项目新建一台容量为 150MVA 三相油浸式双绕组有载调压电力变压器。额定电压变比为 $230\pm 8\times 1.25\%/35\text{kV}$ ，位于升压站东南侧，主变压器基础采用独立式基础，基础四周设置集油坑，集油坑与事故油池连接，事故油池采用钢筋混凝土结构，混凝土为抗渗混凝土。主变压器南侧设置有效容积为 75m^3 事故油池，可容纳百分百变压器油。升压站主变压器总平面布置见图 2.3-11 所示。

（2）储能区

本项目光伏装机总规模为 200MW，其中一期工程 130MW，储能系统按光伏电站装机总规模的 10%容量/2 小时配置，储能系统整体配置为 13MW/26MWh。储能电池选用磷酸铁锂电池，电芯选用 3.2V314Ah，采用 1500V、液冷储能系统设计；每套储能配置 5.04MW/8.8MWh 储能单元；项目共配置 3 个储能单元。3 个储能单元通过 1 回 35kV 集电线路接至项目配套建设的 220kV 升压站 35kV 母线侧。集装箱储能电池系统外形图见图 2.3-12 所示。储能区平面布置图见图 2.3-13 所示。

（3）后勤楼

后勤楼位于升压站，该片区布置有综合办公区、集控中心、会议室、库房、厨房、餐厅、休息室及卫生间、污水处理装置等。后勤楼总平面布置图见图 2.3-14 所示。

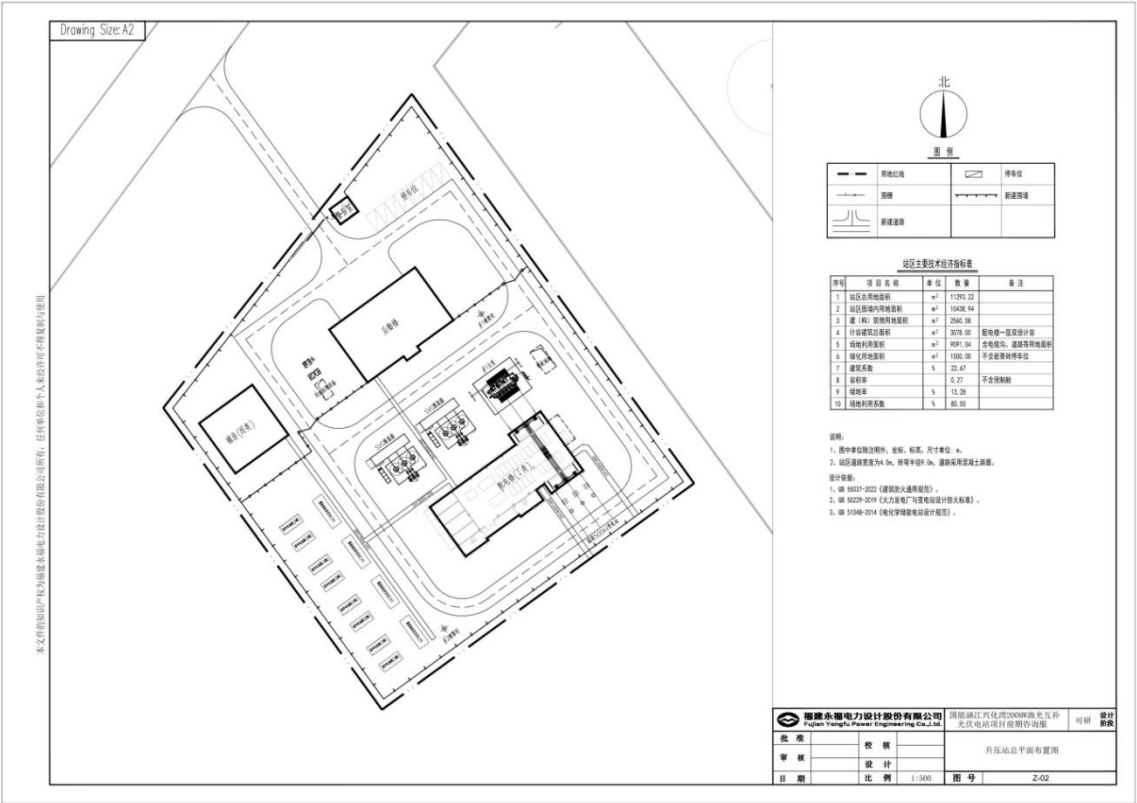


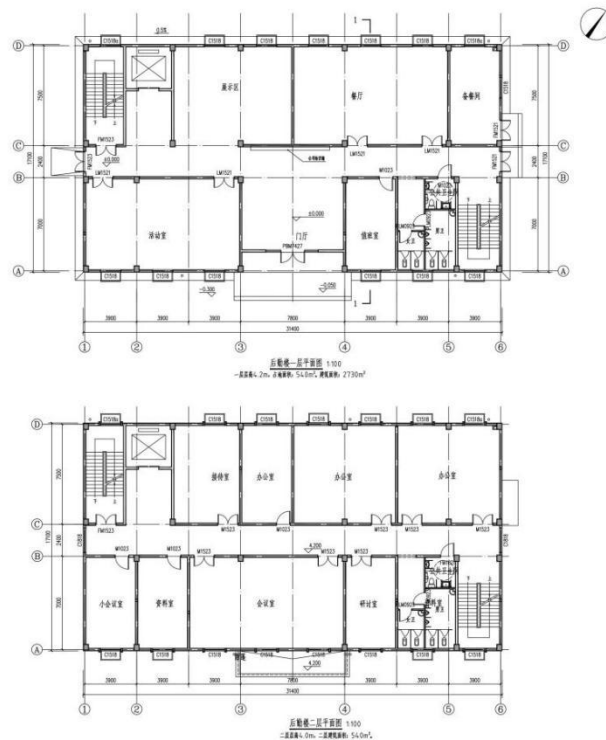
图 2.3-11 主变压器平面布置图



图 2.3-12 集装箱储能电池系统外形图

 福建永福电力设计股份有限公司 Fujian Yongfu Power Engineering Co., Ltd.			国能浙江兴化湾200MW渔光互补光伏电站项目（一期130MW工程）		工程	可研	设计阶段
批准		校核		储能区电气主接线图			
审核		设计					
日期		比例		图号		图例D1-03	
2025年01月12日							

图 2.3-13 储能区平面布置图



 福建省电力设计咨询有限公司 Fujian Yangtze Power Engineering Co., Ltd.			
项目地址: 内江市资中县内江五洲光伏电站项目		工程	可研
批准			
审查			
校核			
设计			
2020年4月12日	比例: 1:100	图号	2001-01

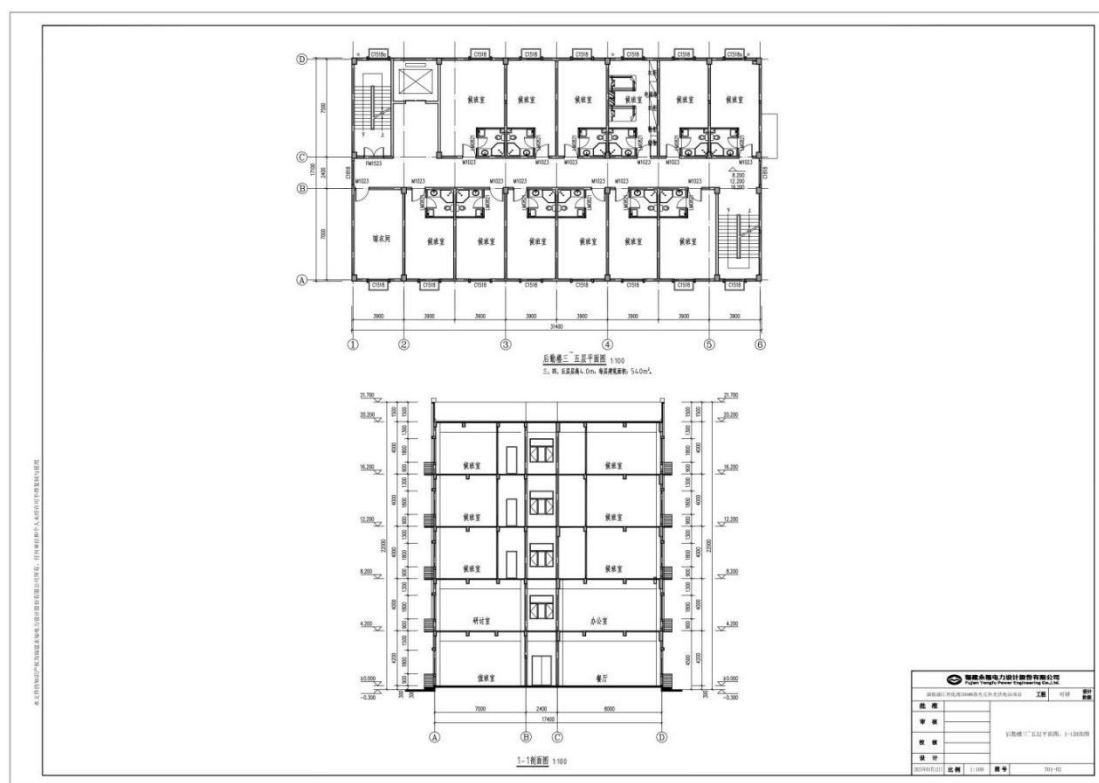


图 2.3-14 后勤楼平面布置图

2.3.3 配电系统

(1) 电气一次

①接入和接出系统

根据工可报告，本项目初步考虑建设 1 座 220kV 升压站，主变容量为 150MVA，拟以 1 回 220kV 线路采用电缆输送，本阶段暂考虑电缆线路采用 $1 \times 630\text{mm}^2$ 截面。集变线路根据路径方案及沿线地形地貌特征，场内集电缆线路采用桥架的敷设方式，通过架空线送入新建 220kV 光伏升压站。接入对侧晶鸿兴化湾光伏 220kV 升压站，由晶鸿变电站统一送出至当地电力系统中。

②电气主接线

本项目本项目规划容量 156.0104MW_p，新建 1 座 220kV 升压站及 13MW/26MWh 配套储能系统。光伏区共建设 30 个光伏发电单元，每个光伏发电单元设置 1 台 3300kVA 或 1 台 4400kVA 箱逆变一体机，4400kVA 集中式逆变器低压侧连接 16 台汇流箱，3300kVA 集中式逆变器低压侧连接 12 台汇流箱，共 472 台汇流箱。

考虑光伏方阵布置、35kV 集电线路走向等因素，整个光伏电站分 5 回集电线路，根据光伏阵列的分布，每回集电线路连接 6 个箱变，箱变冷却方式为油浸自冷，集电线路输送容量约为 25.3MW 或 26.4MW。

220kV 升压站本期配置 1 台容量为 150MVA，电压为 230/35kV 的双绕组有载调压变压器。220kV 侧本期及远景均采用线变组接线，35kV 侧本期及远景均采用单母线接线。35kV 系统设有 35kV 母线，35kV 母线含 5 回 35kV 光伏集电线路及 1 回 13MW/26MWh 储能出线。升压站本期及远景共有 1 回 220kV 电缆出线和 5 回 35kV 光伏集电线路出线。

380/220V 站用电接线：采用单母线分段接线方式。站用电源其中一回引自本站 35kV 站用变压器，另一回引自 10kV 施工变压器，两路电源通过备自投装置互为备用。

③电气设备布置

本项目箱变场区道路分散布置，同时考虑光伏电站系统效率、施工安装和度电成本后进行统一布置。新建 220kV 光伏升压站的 220kV 配电装置采用户外 GIS，35kV 配电装置及二次设备采用户外预制舱形式。

（2）电气二次

①监控系统

光伏电站配置计算机监控系统，并具有远动功能，根据调度运行的要求，本升压站端采集到的各种实时数据和信息，经处理后可传送至上级调度中心，实现无人值班，少人值守。计算机监控范围包括：电池组件、汇流箱、箱逆变一体机、35kV 母线、35kV 线路断路器及隔离开关、35kV 母线 PT、站用电及直流系统、220kV 主变、220kV 线路断路器及隔离开关等。

每个光伏方阵设子监控系统一套，配置相应就地光伏通信采集单元，安装在 35kV 箱变内，具有与汇流箱、逆变器通信功能。采集箱变、逆变器、汇流箱信息，并通过场区光纤环网与 220kV 升压站计算机监控系统相连。

②继电保护

光伏电站内电气设备采用微机保护，以满足信息上送。元件保护按照《继电保护和安全自动装置技术规程》GB14285—2006 配置。

③通信系统

光伏电站通信系统主要包括系统通信、场内通信以及与公网通信三个部分。光伏电站系统通信的任务是为电力系统上级主管部门对光伏电站内的生产调度

和现代化管理提供电话通道，并为继电保护、远动、计量及计算机监控系统等提供信息传输通道。场内通信是为光伏电站生产运行、调度指挥及行政办公系统各职能部门之间业务联系和对外通信联络提供服务。场内通信分为升压站内行政和生产调度通信及光伏电站内通信。光伏电站需与当地的公用通信网建立通信联系，以满足光伏电站对外的电话、数据传输和宽带上网等通信要求，同时也为本光伏电站的自动化和远动系统预留与电力系统通信的备用通道。

2.3.4 临时工程

升压站施工临时分区主要包括有综合加工厂、材料仓库、设备仓库以及生产、生活建筑等根据施工总进度安排和高峰期施工人数情况，施工临时生活办公区占地面积约为 2000m²。本项目预制桩预制场距离本项目较近，管桩为分批次（每天只转运当天消耗的材料）进入场地，因此本项目临时堆场可满足预制桩堆放需求。考虑减少生活临建设施对地表尤其是阵列区域的影响，同时便于管理和交通的方便，将施工临时生活办公区布置在升压站用地范围内。主要包括办公室、会议室、宿舍、厨房、餐厅等用房，均采用活动板房。

2.3.5 环保工程

本项目升压站主变压器选用 SZ20-150000/230 变压器，变压器油为克拉玛依 25#油，油重约 21990kg，位于升压站东南侧，主变压器基础采用独立式基础，基础四周设置集油坑，集油坑与事故油池连接，事故油池采用钢筋混凝土结构，混凝土为抗渗混凝土。主变压器南侧设置容积为 75m³ 事故油池，可容纳百分百变压器油。（升压站事故油池布置图及平面布置示意图见图 2.3-10）。

2.4 项目用海情况

本项目光伏电站用海面积 112.53hm²，栈桥用海面积 1.8290hm²，光伏区用海面积 110.6847hm²。本项目光伏电站用海方式一级方式为“构筑物”，二级方式为“透水构筑物”，栈桥用海方式一级方式为“构筑物”，二级方式为“透水构筑物”。根据《海域使用分类》，本项目海域使用类型一级类为“工业用海”，二级类为“电力工业用海”；本项目用海一级类为“工矿通信用海”，二级类为“可再生能源用海”。本项目用海见图 2.5-1，用海情况见表 2.4-1。

由于本项目“构筑物”中光伏支架设计年限为 25 年；其余“构筑物”设计工作年限为 50 年，施工期为 12 个月。故本项目拟申请海域使用权的期限为 26 年。

表2.4-1本项目用海面积情况表

用海单元	用海类型		用海方式		面积 (hm ²)
	一级类	二级类	一级类	二级类	
光伏电站	工业用海	电力工业用海	构筑物	透水构筑物	110.6847
栈桥			构筑物	透水构筑物	1.8290

2.5 项目施工方案

2.5.1 施工条件

(1) 对外交通运输条件

本项目场址交通便捷，境内高速、国道等道路构成其主要交通网。站址临近主要干道，站址对外交通运输十分便利。途中弯道的宽度和承载力，均可满足光伏电站运输车辆的运输要求。电池组件以及其它设备可由汽车通过既有道路及新建道路组合路网运抵站址。

(2) 施工用水

光伏电站用水包括建筑施工用水、施工机械用水、生活用水等。施工期生产用水考虑引自附近乡镇、场地内水源，施工用水可就近取水。生活用水可从城镇供水管网引水。

(3) 施工用电

根据光伏电站施工集中的特点，本项目在光伏场区边拟设一个施工电源，供混凝土搅拌站、钢筋制作场、生产、生活等各项用电。本项目施工用电电源引自

附近高压电源，架设高压线路至光伏场区，设置 1 台降压变压器把引入电压降到 400V 电压等级，通过动力控制箱、照明箱和施工电缆送到施工现场的用电设备上。由于光伏电站施工分布范围比较广，在施工安装现场配柴油发电机组，为了便于移动方便，柴油发电机安装在汽车上。

（4）混凝土供应方案

根据施工总布置及混凝土浇筑进度安排，为减少设备配置，本项目采用商品混凝土供货的方式，主要供应升压站基础所需混凝土。

119° 08' 09"

25° 26' 42"

2022年海岸线

莆田兴化湾100MW渔光互补光伏电站项目

莆炎高速疏浚出口至兴化湾渡江港作业区进港道路(南环路至芳山互通段)工程

莆田市高新区科技创新有限公司用海项目

兴化湾

119° 10' 50"

25° 24' 22"

1:30000

界址点编号及坐标 (北纬 东经)		
1	25° 25' 17.636"	119° 09' 27.936"
2	25° 25' 19.631"	119° 09' 29.661"
3	25° 25' 18.055"	119° 09' 29.672"
4	25° 25' 11.896"	119° 09' 50.984"
5	25° 25' 11.922"	119° 09' 54.745"
6	25° 25' 17.634"	119° 10' 00.483"
7	25° 25' 37.247"	119° 10' 29.164"
8	25° 25' 39.215"	119° 10' 29.151"
9	25° 25' 55.265"	119° 10' 15.660"
10	25° 25' 55.250"	119° 10' 13.025"
11	25° 25' 33.618"	119° 09' 40.515"

余界址点编号及坐标 (北纬|东经) 见附页

内部单元	用海方式	界址线	面积 (公顷)
栈桥	透水构筑物	1-2-12-13 -----19-20-1	1.8290
光伏区	透水构筑物	2-3-----11-12-2	110.6847
宗海		1-2-----19-20-1	112.5137

单元	用海空间层	高程范围
栈桥	水面	海平面至栈桥平面高程7.3m
光伏区	水面	海平面至光伏板上缘高程9.7m

坐标系	CGCS2000	投影	高斯-克吕格 (119° 00')
高程基准	1985国家高程基准 深度基准 当地理论最低潮面		
测绘单位	福建悟海工程咨询有限公司		
测量人	张来旭	绘图人	李云霄
绘制日期	2023.12.23	审核人	郭付红

65

2.5.2 施工工艺和流程

本项目施工项目主要有光伏区建设、升压站建设、储能区建设、配电系统建设等。总体施工顺序为光伏区、升压站、储能区、配电系统施工。本项目施工期间不设置施工便道，光伏组件及相关设施通过船舶运输及通过栈桥运输至光伏区内。

(1) 光伏阵列施工和安装要求

本项目光伏区 PHC 管桩沉桩施工，采用两栖打桩机及水上打桩船搭配使用施工作业，管桩运输采用两栖挖掘机配合运驳船进行运输；光伏区组件安装采用人工安装方式，组件运输为泥上浮台轨道小车加两栖挖掘机配合的型式进行运输。



图 2.5-2 光伏阵列施工示意图

PHC 管桩沉桩施工施工区域：结合光伏阵列排列位置及施工区域边界图，现场施工组织将光伏施工共分为3个区域，分别平行施工作业。

PHC 管桩沉桩转运平台：施工在堆场临海侧建设材料转运码头，码头拟采用施工栈桥与龙门吊相结合的形式，龙门吊路轨铺设在施工栈桥上，龙门吊两条路轨之间留出材料运输船进出的通道。施工栈桥延伸至海床面高程-0.5m以深的水域，大部分潮位均可满足施工船舶进出。共设 5 组码头。

管桩沉桩运输通道：在 3 个施工区域中部各设置一条主运输航道，优先考虑对既有水道进行修整扩建，由岸侧向外依次向外挖通，形成运输通道，与外侧蓄水区域贯通，以满足管桩材料、设备等运输供应。

运输线路：取得“联十一线”公路的临时通行权，满足现场设备材料运输、调头、现场要拆除部分绿化带；

(2) 光伏区组件安装

光伏区支架组件等运输，采用泥上浮台轨道小车加两栖挖掘机配合的型式进行运输，施工现场共铺设两到三条浮台主轨道，分别设置于施工区域分界线处，主轨道两

侧设置若干辅轨道，分别延伸至各个组件所在桩位。光伏支架组件安装采用人工安装方式进行，对箱式变压器等大构件，则采用两栖挖掘机配合进行吊装。



图 2.5-3 组件运输施工图

(3)转运平台设计和施工

转运平台由钢平台和塔吊组成，钢平台尺寸为60m×15m，平台布置形式为的 $\phi 800 \times 12\text{mm}$ 钢管桩顶端承重梁采用2HN400×200型钢梁，次承重梁采用HN400×200型钢梁，次承重梁上搭设I20a横向分配梁，间距为40cm，在平台I20a横向分配梁上直接铺设0.8cm钢面板。塔吊采用中联重科WA7527-16D塔吊，最大起重量为16t，臂长为70m，单根管桩重为7t时塔吊起重范围最大为37.5m。

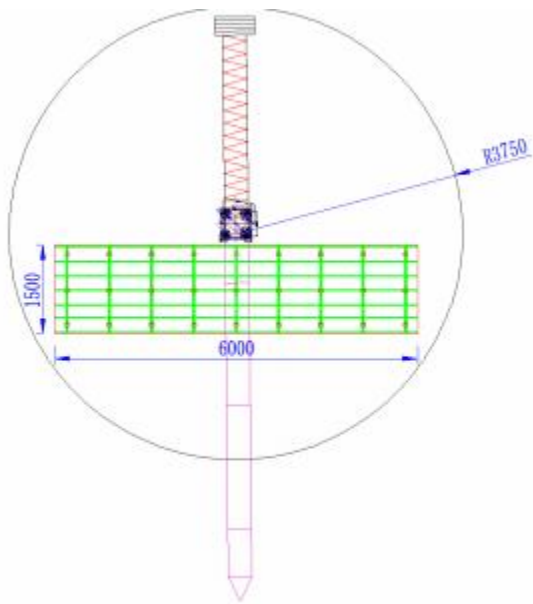


图 2.5-4 平台与塔吊布置位置图

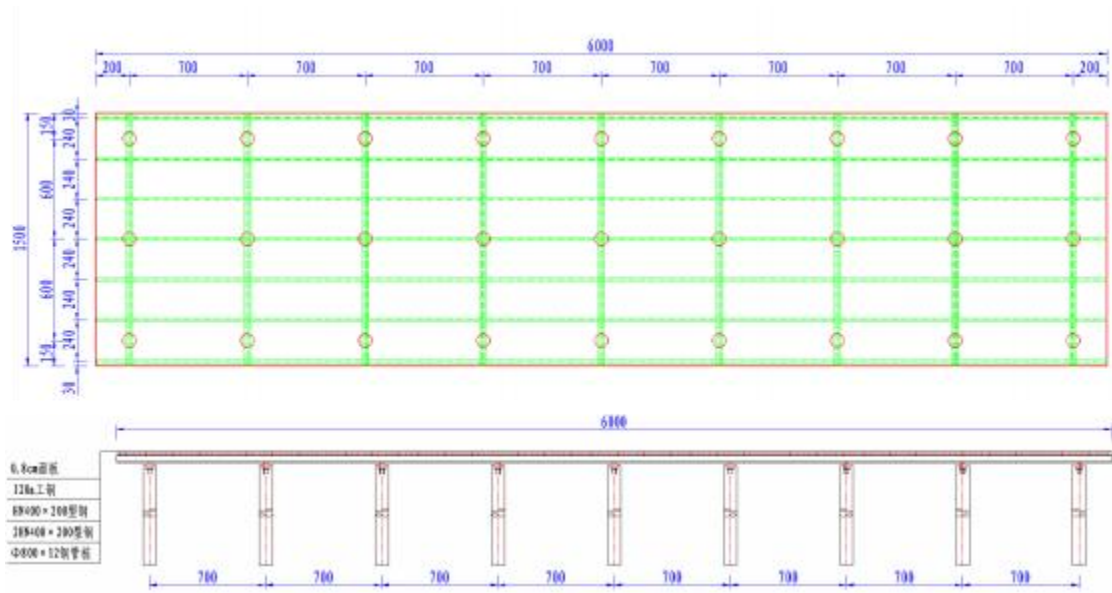


图 2.5- 5 转运钢平台示意图

(4) PHC管桩施工方案



图 2.5-6 管桩沉桩施工工艺流程图

PHC管桩的制作：施工单位根据设计要求采购厂家预制的成品 PHC 管桩。厂家通过对管桩的张拉、浇灌、养护等技术指标及接头按相关国家技术规范进行控制，确保管桩的制作质量。管桩出厂同时提供合格的质量评定和强度报告。

PHC管桩的运输：厂家按照施工单位提供的PHC管桩加工计划加工完成并经验收合格后，由厂家运至施工现场，PHC 管桩吊装需按施工单位编制的出运顺序进行装车，装车顺序按沉桩顺序逆向自下而上排列，并对每根桩进行编号；装车时用钢丝绳等工具紧固牢靠，并用木块作为衬垫，确保运输安全。PHC管桩混凝土强度宜超过80%时才能吊装。吊装有两种方法：当桩长大于13m的PHC管桩宜采用支点法，两支点设在离桩两端0.21L处；当桩长不大于13m时，可采用直接进行水平起吊，采用专用吊钩钩住管桩两端内壁直接进行水平起吊。PHC管桩强度达到100%时方可运输，桩在运输过程中支承应满足堆放的要求，并且要绑扎牢固。PHC 桩堆放场地要坚实平整，且最下层要在两支点下放垫木，且垫木支撑点应在同一平面上。

预制管桩的验收与调运、堆放：桩运至现场施工员和质检员应及时根据预制厂提供的检验评定资料进行复检，严格检查桩身的外观尺寸和外观质量，防止断桩、纵横裂桩、漏浆漏石桩、蜂窝麻面桩等外观不合格桩用于施工，发现不合格的管桩严禁使用，做好复检记录。并报请监理工程师验收。

预制桩通过运输车运至堆场卸吊必须有专门的吊车，与现场指挥配合，计算调运桩体的支点，吊点位于距离桩端或桩尖0.21倍桩长处，准确起吊，确保桩体结构不发生变形，在场地宽阔的地方按不同桩长或者使用优先顺序叠放，桩体堆放地点选择要根据打桩的情况和有利于施工的原则进行堆放。堆放场地要求平整，根据地面的坚实情况，可用枕木作支点，进行两点或三点支垫。管桩最高堆放层数三层，根据用桩计划，先用的桩应放在上面，避免翻运桩堆。

沉桩顺序：箱变施工必须先行，所有箱变和栈桥需提前施工，防止日后交叉作业，箱变安装需要场地过大，基础必须提前施工。所有运输口栈桥桩预留，工程桩完成后封口。工程桩按照从岸远侧向岸堤方向施工，多方面同步进行，两栖打桩机沿各个分区外侧全线依次横向打桩，打桩机边打边退。

（5）沉桩施工

施工放样：本次沉桩施工采取方阵打桩，把一个方正的四个角用RTK进行定位，保证定位桩的误差符合要求。然后根据设计图纸数据吧档距分好的钢丝绳绑在定位桩上，保证数据正确，如下图所示，方阵外围方框打好，然后跟着主线一排排打桩。



图 2.5-7 施工示意图

根据建筑红线采用直角坐标法测设主轴线，主轴线上的定位点应不少于三点，根据主轴线进行测量放线结合桩位平面布置图，测出所有桩位轴线，误差不能超过轴线长度的1/20000。水准点在现场四周设置不少于2个水准点，作为施工时检查桩的入土深度的参考，引测过程采用闭合水准网。放轴线桩，以基准线引出，在静压桩区附近设置，其数量按规范要求。

沉桩作业：锤击沉桩作业前，根据设计文件选用相应的桩长，并清除沉桩域内所有障碍物，有桩位靠近岸边，必须进行开挖。认真做好原始资料整理工作，桩位编号应随压随编，以免发生差错。每班压桩前后，都要核对桩位、桩数，以防错压和漏压。压桩按施工方案流水段施压，无特殊情况不得更改。打桩机在进行吊桩过程中，严禁

行走和调整，当桩插入泥面50cm时，应严格调整桩的垂直度，偏差不得大于0.5%L，然后才能继续往下打。定位桩提前进行施打并系上定位线，桩机作业人员提起桩，放到定位附近，听从主线和副线两位指挥员指挥，保证桩打在合格的点上，保证垂直度。



图 2.5-8 沉桩施工作业图

标高和垂直度控制：观测员在岸上用全站仪对桩的深度进行把控，垂直度把控，保证高度合格，如图所示，打桩过程中加强观测，遇到严重偏位时，应及时进行调整，必要时应拔出重新下桩。如遇断桩、桩身裂缝等异常情况,及时与设计代表联系解决。桩的预留沉降量必须经过试桩后进行调整，并根据每桩自重及沉桩后的实际情况进行微调，确保打桩正位率。



图 2.5-9 测量施工示意图

沉桩操作要点：在打桩过程中加强沉降、位移观测，保证工程的安全，定期复核基线及桩位点发现问题及时汇报项目总工并上报业主与监理，以便及时采取措施。为保证桩基施工的正常进行，施工前对施工现场进行调查，特别是桩基施工区泥面障碍物体的探摸与清理工作，并将探摸情况上报业主与监理，技术人员在施工现场检查每一根桩支立点位是否准确，贯入度是否满足设计要求，并参考已经施工完的桩基或桩帽进行校核，技术人员根据地层情况对沉桩进行全过程的控制，发现异常情况及时报

告项目总工并上报业主与监理。桩基施工过程中及时整理打桩原始记录，对于贯入度、锤击数，对未达到设计要求的桩基经现场监理工程师确认后进行动测以便确定桩基的承载力情况，报请设计单位审定处理意见。

技术组织措施：依据业主提供的控制点，进行交桩复测。吊桩前对桩身仔细检查，确认桩身无损坏方可吊桩。打桩吊立过程中，控制吊立速度，保证平稳吊立。打桩初期，间断轻打，避免溜桩。当无法确定是否会发生溜桩现象时，采用小能量、低频率进行试打，一旦发生溜桩立即关闭锤动力装置，待打桩稳定后适当调高档位连续施打。打桩过程中随时注意观察桩身变化，出现异常情况应立即停锤，报告监理工程师，经分析研究采取有效措施后，方可继续施打。在自沉、压锤过程中，要观察桩位的变化情况，当变化较大时，应及时进行调整，必要时应拔出重新下桩；根据当时的水流、潮汐以及锚缆布置等情况，准确判断打桩过程中桩位可能产生的偏移，确定下桩的提前量，以保证最终桩位的正位。打桩过程要随时观察桩身变化情况，根据水流及潮位及时调整缆，勿使桩身在锤击过程中受扭，如果出现异常情况要立即停锤，并及时报告监理工程师，经分析研究，采取有效措施后，方可继续施工。锤击打桩应确保桩锤、替打和桩处于同一直线，替打应保持平整，避免产生偏心锤击，锤击应连续，打桩过程应加强观察。桩基施工过程中及时整理打桩原始记录，对未达到设计要求的桩基经现场监理工程师确认后进行动测以便确定桩基的承载力情况，报请设计单位审定处理意见。PHC/PRC 管桩打设采用贯入度和标高双控制，以标高控制为主，贯入度控制为辅。当达到设计标高仍高于设计规定的贯入度标准，及时与设计单位沟通商定解决办法。若标高高出设计标准超过2m，但贯入度小于3mm时，应立即停锤，与设计单位沟通商定是否可以继续加大锤击能或者采取其他办法。锤击过程中，加强对桩身应力和桩身完整性的监测。如发生应力超标或者桩身完整性发生破坏的问题，立即进行停锤，上报监理工程师共同研究解决。

（6）光伏区安装施工方案

组件支架安装：组件依靠泥上浮台轨道小车进行托运，在组件安装区域利用浮台组成临时储物平台，组件运到位后，暂存在浮台平台上（浮台固定在管桩上，防止涨潮时飘走），随时取用。水上作业施工平台为自制式浮台，该浮台主要由特制泡模板和绳索构成。浮台通过两栖挖掘机配合进行移位，浮台到达工作区域后浮台成排相互用绳子系牢后再绑扎在平台桩基上，使平台安装区域的水域布满浮台以作为组件支架和光伏组件等的安装施工平台。



图 2.5-10 浮台轨道施工图

组件支架立柱与管桩桩头埋件进行焊接固定，其它部分均采用螺栓连接。

安装顺序：立柱安装→斜梁协同前后斜支撑安装→檩条安装→拉杆安装。

前后斜撑及横梁安装：前后斜撑及横梁需要协同安装，安装后整体面向正南，与水平面成 320° 角。安装时先将前后斜撑连接于抱箍连接处，然后将横梁固定于钢柱上，协同调节横梁角度使之水平面成 320° 角，然后将斜撑另一端与横梁用螺栓固定，然后进行间距及角度的检查进行细致调整要满足要求。

檩条、斜拉安装：檩条上的开孔于横梁上的开孔相对应，横梁、斜撑调整满足要求后，通过檩托将檩条和横梁通过螺栓固定在一起。斜拉的作用是防止支架的平面变形，相邻两个立柱间设置一组斜拉，斜拉件为花篮螺栓，沿组件面对角设置。



图 2.5-11 组件支架安装施工图

（7）光伏板安装

本项目组件采用人工安装。

根据安装图纸，在最靠近回转驱动的方管上测量并标记第一块组件的安装位置。安装需从每一排的中间开始、向两端延伸。首先确定中间位置第一块组件的位置，用U型螺栓固定安装檩条。将第一块组件放置在方管上，用螺栓穿入固定电池组件的螺栓孔，确保组件长边的中心位于方管上并且长边与方管垂直。可以用水平仪测量。对齐组件并拧紧所有紧固件。重复以上步骤安装剩余组件。

电池板在运输和保管过程中，应轻搬轻放，不得有强烈的冲击和振动，不得横置重压。

电池板的安装应自下而上，逐块安装，螺杆安装方向自内向外，并紧固电池板螺栓。安装过程中必须轻拿轻放以免破坏表面的保护玻璃；电池板的联接螺栓应有弹簧垫圈和平垫圈，紧固后应将螺栓露出部分及螺母涂刷油漆，做防松处理。并且在各项安装结束后进行补漆； 电池板安装必须作到横平竖直，同方阵内的电池板间距保持一致；注意电池板的接线盒的方向。



图 2.5- 12 光伏板安装施工图

光伏板连线：光伏板安装完成，通知监理验收合格后，开始光伏板接线，根据电站设计图纸确定电池板的接线方式，接线工序应符合如下规定：

（1）光伏组件连接数量和路径应符合设计要求，光伏板间插接件应连接牢固，外接电缆与插件连接处应搪锡。

（2）光伏组件进行组串连接后应对光伏组件的开路电压和短路电流进行测试

（3）光伏组件间连接线可利用支架进行固定，并应整齐、美观。

（4）同一光伏组件或光伏组件串的正负极不应短接。

（5）严禁触摸光伏组件串的金属带电部位和严禁在雨中进行光伏组件串的接线工作。

逆变器、箱式变压器安装：逆变器、箱式变压器利用驳船配合两栖挖掘机运输到就位区域，吊装采用两辆 两栖挖掘机台吊配合。逆变器就位前应核对基础标高、钢平台尺寸是否符合变压器安装图及厂家资料和规范要求。在基础面标示出变压器中心线，就位时要确定好方向并使变压器的中心线与基础中心线相吻合，箱变基础槽钢与基础埋件可靠焊接固定，将变压器接地端子与接地网可靠相连。按规程规范及制造厂要求进行相关的变压器本体常规试验、绝缘试验，各项试验结果应满足规程规范及厂家要求。检查各机械部件动作灵活正确，各部件齐全。对开关柜内开关，进行重点检查、调整、测试。

检查设备型号及规格符合设计要求，检查各电气部件要齐全完好，接点接触良好，一、二次接线正确等。然后将柜体与柜体之间、柜门与相体之间、每列柜的两端与地网之间按设计图及厂家安装说明书的要求进行接地连接。

对开关柜进行全面的清理、检查，对开关柜内所有的避雷器、互感器、断路器、母线等按规范作试验，对所有仪表、继电器等均进行校验，出具有效试验及校验报告。

逆变器在安装前同样要进行外观和内部线路检查。检查无误后先将其的输入开关断开，再与控制器的输出接线连接。接线时要注意分清正负极极性，并保证连接牢固。接线完毕后，可接通其的输入开关，待逆变器自检测正常后，若输入无短路现象，则可以打开输入开关，检查温升情况和运行情况，使其处于运行状态。逆变器为集中式逆变器，逆变器安装和接线应符合如下规定：

- ①逆变器的安装方向和位置应符合设计规定，并与角钢支架可靠固定。
- ②逆变器交流侧和直流侧电缆接线前应检查电缆绝缘，校对电缆相序和极性。
- ③逆变器直流侧电缆接线前必须确认汇流箱侧有明显断开点。

④箱变就位前应核对施工部分的尺寸，标高，中心线预埋件是否符合变压器安装图及厂家资料和规范要求。在基础面标示出变压器中心线，就位时要确定好方向并使变压器的中心线与基础中心线相吻合，箱变基础槽钢与基础埋件可靠焊接固定，将变压器接地端子与接地网可靠相连。



图 2.5-13 逆变器安装施工图

光伏区防雷接地安装：在组件、逆变器安装的同时，可进行场区防雷接地的施工。

场区防雷接地施工应符合如下规定：

(1) 接地扁钢进场验收

接地扁钢到货后，项目部应通知监理对进场接地扁钢进行到货验收，检查验收项目如下：

①检查到货镀锌扁钢的材质证明书，要求材质证明书与到货扁钢批次统一，材质和镀锌厚度符合设计规定。

②扁钢规格利用游标卡尺进行测量，要求宽度和厚度符合设计规定。

③目视检查扁钢外观，要求镀锌层均匀，无锈蚀，并抽查锤击镀锌层表面，要求镀锌层不起皮。

(2) 接地扁钢施工

接地扁钢通知监理验收合格后，进入扁钢敷设工序，敷设过程中应符合如下工艺规定：

①接地扁钢焊接搭接长度不小于两倍扁钢宽度，且要求三面焊接，清除焊渣后，表面涂刷环氧沥青漆防腐。

②接地扁钢敷设槽沟开挖完成后，通知监理进行验收，并签署隐蔽工程验收单后，方可进行槽沟回填。

③逆变器、箱变接地体均需引出不少于两根接地扁钢，刷黄绿间隔漆，扁钢引出端留孔，供电气设备 PE 接地用。

(3) 标准组件接地

连接电池组件上的接地孔，用接地双色线做好线鼻子连接，重复以上步骤用铜线连接一排中的每一块组件。连接完最后一块组件后，把铜线的末端连接到方管上。最后，将每个单元组件两端分别连接与主接地网。

(4) 组件 M4 插件正负极前后串连至单个回路，用扎线带把连接线固定于指定的组件边框的安装孔上。将连接器的正、负接线端连接。

(8) 电缆敷设及接线

电缆敷设：

1) 在电缆敷设前技术人员要提前到场，核对电缆的走向及通道，编制详细的电缆敷设清单，使电缆敷设更整齐，减少电缆交叉。

2) 电缆敷设时，按照“统一组织，统一安排，统一标准，严格要求”原则进行施工。

3) 电缆敷设采用人力和机械相结合的方式，电缆输送机敷设大截面、长距离电缆。电缆敷设完后在起点、终点及拐弯等处挂牌标识，先挂临时标志牌，接线时再更换成正式电缆牌，正式电缆牌采用电脑铭牌印字机印制，做到字迹清楚，永不褪色。

4) 电缆与盘柜之间做好过渡，使电缆上盘的弯度、弧度保持一致，排列整齐，避免交叉，必须交叉的地方应保证人员能够正常通行。联络电缆在电缆夹层内与到就地的电缆分层敷设，避免无谓的交叉。

5) 电缆敷设完，经验收合格后，填写“电缆敷设验收单”和“电缆进盘验收单”后方可接线。

接线工艺：

1) 组件方阵的布线应有支撑、固紧、防护等措施，导线应留有适当余量布线方式应符合设计图纸的规定。应选用不同颜色导线作为正极(红)负极(蓝)和串联连接线，导线规格应符合设计规定。

2) 连接导线的接头应镀锡截面大于 6mm 的多股导线应加装铜接头(鼻子)，截面小于 6mm 的单芯导线在组件接盒线打接头圈连接时线头弯曲方向应与紧固螺丝方向一致。

3) 每处接线端最多允许两根芯线, 且两根芯线间应加垫片, 所有接线螺丝均应拧紧。

4) 方阵组件布线完毕应按施工图检查核对布线是否正确。

5) 组件接线盒出口处的连接线应向下弯曲防雨水流入接线盒。

6) 组件连线和方阵引出电缆应用固定卡固定或绑扎在机架上。

7) 方阵的输出端应有明显的极性标志和子方阵的编号标志方法。

光伏电池组件与光伏电池方阵: 电池组件单块光伏电池板组成串联的组件, 光伏电池方阵则是由串联后的光伏电池组件并联而成, 光伏电池组件内部接。光电板电缆敷设跟随光电板安装同时进行, 即边安装光电板边敷设电缆边接线。

(9) 组件安装操作要点

①为保证安装施工的正常进行, 施工前对施工现场进行调查, 特别是施工区泥面障碍物体的探摸与清理工作, 并将探摸情况上报业主与监理;

②安装过程中严格把控组件倾斜角度, 若倾斜角度超出正负 2° , 则调整伸缩杆件长度, 使角度达到误差允许范围内。

③非带电作业人员未撤出施工区域之前, 禁止连接光伏板正负极。

④施工现场风速大于 11m/s 时或者风向为南风时禁止吊装作业。

(10) 升压站土建工程施工方案

①砼浇灌前应先行验槽, 基坑尺寸应符合设计要求。

②浇筑砼时, 应用钢刷清洗楼面和清理杂物, 并应有排水和防水措施。

③钢筋上的泥土, 模板内的垃圾、杂物应清除干净。模板缝隙应堵严, 基坑积水应排除干净。

④砼自高处倾落时, 其自由倾落高度不宜超过 2m , 如高度超过 2m , 应设料斗、漏斗、串筒、斜槽、溜管等, 以防止砼产生分层离析。

⑤砼应连续浇灌, 以保证结构良好的整体性。

⑥砼浇筑前, 应对模板及其支撑、钢筋、预埋件和预留孔等进行细致的检查, 并做好自检和交接检记录。

⑦水泥、砂石应有合格证和试验报告。应特别注意控制杯口拆模的时间。

⑧施工前, 应根据地台平水控制线弹出分格线, 并保持基层的平整、清洁和湿润。

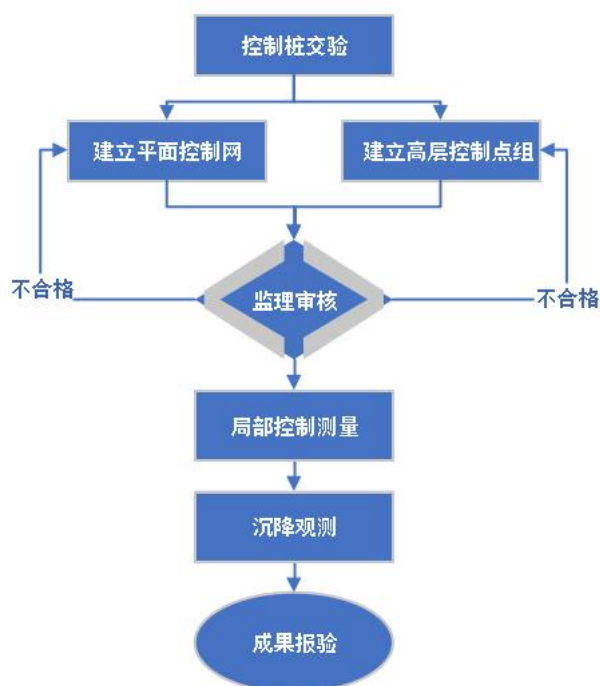
⑨施工时, 先从最下一行开始并钉上木托板, 在每行砖的顶部挂平整线, 以控制其平整度。一行砖贴完后, 放上分缝木条, 继续进行上一行的施工。

⑩每日收工前，应用棉纱将砖面的灰浆擦干净，待全部完成后，用水泥浆勾缝，并用稀盐酸清洁表面。

本施工方案适用于升压站、箱变基础、综合楼、事故油池等建筑物的施工。

（11）测量工程

a.施工工序



b.主要施工方法简述

序号	施工项目	施工方法	备注
1	控制桩交验	控制桩交验必须有建设单位代表参加，设计单位提供控制基点的坐标及标高，施工单位进行复核，并核对图纸，形成交接记录；若发	

序号	施工项目	施工方法	备注
		现控制点已灭失或者怀疑被破坏，应当由建设单位（监理单位）联系当地政府国土管理进行重新定位，以确保工程参照坐标系及高程准确无误。	
2	建立平面控制网	<p>根据甲方提供的平面控制点，围绕拟建建筑物，用全站仪测设建立本工程的施工平面控制网，作为本工程施工时平面控制之用。</p> <p>首级控制网布设完成后，建立建筑物平面矩形控制网，建筑物平面矩形控制网悬挂于首级平面控制网上。</p>	
3	建立高程控制点组	根据站区大小及建筑物布置情况，应设立至少3 个水准基点组，点间间距 50~100m 为宜，高差应用Ⅱ 等水准仪测定。	
4	局部控制测量	<p>1) 基础施工阶段的工程测量</p> <p>基础土方开挖前，应首先将基坑开挖范围用石灰线在地面上标出(包括放坡尺寸)，然后再开挖，标高由专人负责测定，防止超挖。</p> <p>建筑物轴线测出后，根据基础布置图进行基础的施工。施工前，首先确定各柱轴线。采用钢管扣件打设龙门桩，根据现场控制网测出 各条轴线位置，再定出各柱位置。标高点从现场水准点引测。</p> <p>在基础施工完成后，应及时将各轴线及标高引测到混凝土基础上，采用红油漆做好明显标记。</p> <p>2) 主体施工阶段的工程测量</p> <p>①主体垂直度的控制</p>	

序号	施工项目	施工方法	备注
		<p>本工程在建筑物阳角外墙、柱上弹垂直线作室外控制垂直线偏差的定位线。外柱墙定点线用经纬仪复测校核，调整偏差数，以控制保证建筑物的垂直度符合设计要求，并要做好原始资料的记录。</p> <p>②上部结构标高测法</p> <p>±0.00 以上的标高测法，采用钢卷尺沿结构外部向上竖直测量，在四周共设四处，以便于相互校核。</p> <p>3) 装饰施工阶段的工程测量</p> <p>①室内装饰：根据建筑施工图弹出相应的全部墨线，包括脚线、墙裙线、顶棚顶高程线、梁底水平线、装饰线及窗台、门窗顶、压顶、楼梯步级等的墨线。</p> <p>②外墙装饰：要按图放出阳台（包括阳台压顶）飘板和凹凸线，花池、门窗顶、窗台线、立边线、装饰线、外墙裙、女儿墙压顶线控制线。</p> <p>③凡镶贴各种规格的装饰面材料应按块料的规格和设计要求的图案等放出分格、分色、跌级的布料墨线及收边、收口、斜水等控制线，楼地面包括：厅房、走廊、阳台等应统一放线，力求饰面缝线纵横畅顺。</p> <p>④天面防水层、找平(坡)层等应按图纸要求放出控制线，并在其完成面上按图纸和规范要求，结合各种隔热层块料规格放出顺水缝、伸缩缝、饰面层收口及分隔缝的控制线。</p>	

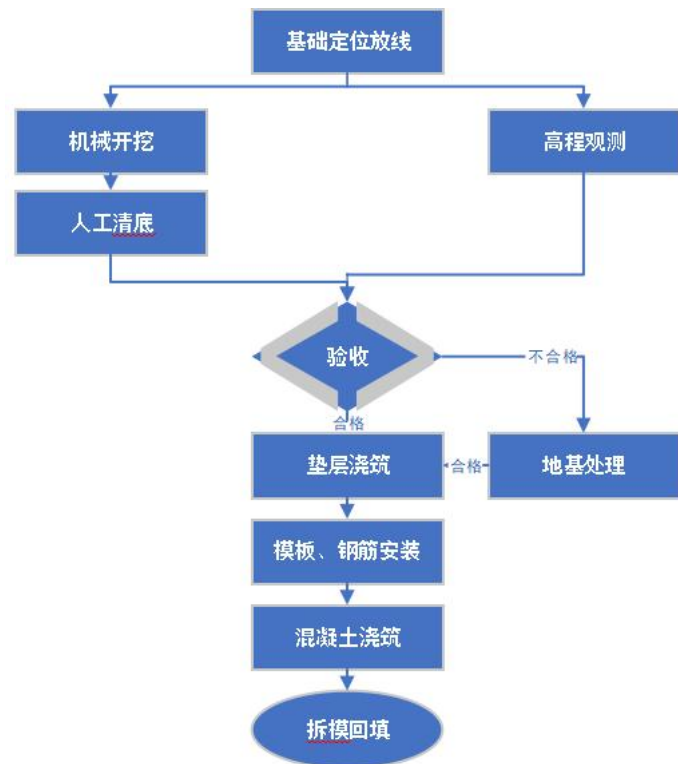
序号	施工项目	施工方法	备注
5	建筑物的沉降观测及倾斜观测	<p>观测时尽量做到定人员、定仪器、定水准点，以减少观测误差。</p> <p>1) 布设专用水准点：</p> <p>为保证沉降观测成果的精确，应布设专供观测用的水准点，水准点埋设后，顶部必须加盖保护，其构造型式与一般四等水准点相同；</p> <p>2) 布设沉降观测点：</p> <p>在建筑物上应布设沉降观测点，点位及数量必须能反映建筑物的沉降情况。</p> <p>①观测：标志埋设稳定后，即可开始观测，以后每加一次较大荷载都应进行一次沉降观测；工程投产后，应连续进行观测，观测时间间隔可按沉降量大小及速度而定，前短后长，直至沉降稳定为止。</p> <p>②建筑物的倾斜观测：应取互相垂直的两个墙面，同时观测其倾斜度，用位移合成法求得建筑物倾斜的方向和总的倾斜度。</p>	



沉降观测基准点建筑沉降观测点

(12)基础工程施工

a.主要工序



b.主要施工方法简述

序号	项目	具体内容	备注
1	土方开挖	<p>1) 土方开挖的顺序、方法必须遵循 “开槽支撑，先撑后挖，分层开挖，严禁超挖” 的原则。基础土方开挖采用人工开挖和机械开挖相结合的方法。垂直方向一次性开挖完毕。开挖时在基础每边增加 30cm 的工作面，按 1:0.75比例放坡。土方开挖时派专人值班，避免超挖。</p> <p>2) 挖出的废弃土石方应及时用自卸汽车堆弃于指定区域或进行合理地周转，避免</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		<p>就地堆放而影响现场的安全文明施工形象。如需临时堆放在基坑上，应堆放于距坑边1米以外的地方，堆土高度不得高于1.5米。在挖掘过程中要经常注意观察边坡的稳定情况，如出现地下水突然增加、边坡不稳或发现裂缝等的现象，应立刻停止开挖，查出原因，待加大放坡系数或用模板支撑稳固等安全措施处理后才能继续开挖。土方开挖后基坑周围应临时围护。土方开挖时，安排一个专职测量人员，随时控制开挖基底的标高，防止超挖。如超挖，应按设计要求回填级配砂石或按设计要求回填土料。并安排一个专职安全员，机械旋转半径内禁止行人通过或逗留，并随时注意边坡的稳定，以防塌方。深度超过 1500mm的基坑要及时采取有效措施进行围护。</p> <p>3) 视现场的土质及地下水位情况，为保证基坑不被水浸泡及浇筑底板混凝土时不受地下和地表水的影响，现场主要采取集水井降水法，排水措施如下：</p> <p>基坑底沿周边及中间纵横设置排水明沟和集水井。排水沟设在垫层底，采用砖砌，沿基础转角及中心布置集水井，每个集水井配置一台潜水泵，将水抽排至地面截水沟，抽出的废水经沙井过滤后向站外排放。</p> <p>4) 土方开挖过程中，须安排测量人员用水准仪全程观测，防止超挖或者挖偏。发现异常的地质情况，要及时报监理，确定处理方</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		案后继续施工。	
2	基坑（槽）验收	<p>1）根据设计图纸检查基槽的开挖平面位置、尺寸、槽底深度；检查是否与设计图纸相符，开挖深度是否符合设计要求；</p> <p>2）仔细观察槽壁、槽底土质类型、均匀程度和有关异常土质是否存在，核对基坑土质及地下水情况是否与勘察报告相符；</p> <p>3）检查基槽之中是否有旧建筑物基础、古井、古墓、洞穴、地下掩埋物及地下人防工程等；</p> <p>4）检查基槽边坡外缘与附近建筑物的距离，基坑开挖对建筑物稳定是否有影响；</p> <p>5）检查核实分析钎探资料，对存在的异常点位进行复核检查。</p>	
3	基础模板工程	<p>1）基础梁采用钢模或者180厚砖模，集水井采用120厚砖模，全部砖模采用MU10红砖、M5水泥砂浆砌筑。</p> <p>2）独立基础采用木模板安装，用120mm×120mm方木或槽钢作主档、横杆，高大基础宜用对拉螺栓或对拉箍筋加固，间距不能大于300mm。</p>	
4	基础钢筋工程	<p>垫层浇筑经自然养护24小时后,方可下料上人进行钢筋绑扎。</p> <p>钢筋运至基坑内人工绑扎，钢筋绑扎采用扎筋丝绑扎牢固。双向受力钢筋的交叉点必须全部绑扎，其它受力钢筋除周围两排要全部绑扎外，中间部分可以采用梅花型的绑扎方式。</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		<p>钢筋的保护层采用与混凝土同成份的水泥砂浆制成的垫块，垫块制作应专人负责，制成大小5-8cm 见方，厚度严格控制成钢筋保护层厚度，一般为35、25、15mm 等，用于梁、柱侧的砂浆垫块还必须埋有扎筋丝。并必须十分注意养护，这样才能保证垫块有较好的强度，专人垫放，垫放间距不大于1m。</p>	
5	基础混凝土工程	<p>1) 混凝土搅拌：采用商品混凝土。提前做好混凝土配合比试验，搅拌时要控制好混凝土的水灰比和坍落度。</p> <p>2) 混凝土运输：汽车运输，现场结合斗 车进行运输。</p> <p>3) 混凝土浇筑：混凝土浇筑前应将模板湿润，采用插入式振动器为主的内部振动方法。对于基础平面较大，厚度也较厚，要注意分层下料，分批振捣，振捣要适度。振动器不宜触及钢筋及模板。</p> <p>4) 混凝土养护：本工程基础体积较大，应采取相应的技术措施减少水化热及砼的收缩、防止产生温度裂缝，主要施工措施和技术要求如下：</p> <p>①首先要求砼内加入适当的外加剂，通过减少水泥用量以降低水化热。施工中的措施是对浇筑后的混凝土采取保温养护的办法。在混凝土表面覆盖麻袋和塑料薄膜，覆盖厚度确保混凝土表面温度与混凝土中心的温度相差不超过25℃。因此在混凝土中要预埋测温管，</p>	

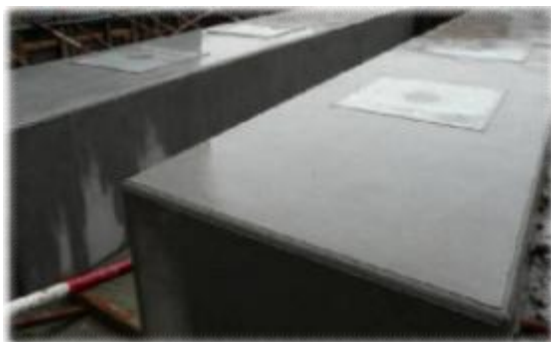
序号	项目	具体内容	备注
		<p>以测量混凝土中心的实际温度。</p> <p>②混凝土浇筑完毕后 3-12小时内，在砼表面进行浇水养护，养护时间不得少于 7天，加缓凝剂的砼养护不得少于 14天。</p>	
6	基础回填土工程	<p>基础及地梁施工完成后经监理验收合格后及时回填。回填前要把基坑内的积水及其它有机杂物清理干净，且粒径不大于5cm，回填土采用原土，避免使用耕植土及有机质土。</p> <p>采用机械配合人工进行回填。每 30cm左右厚分段、分层夯实，每层夯实不少于三遍,控制好回填土的含水率。辗压时轮（夯）迹应相互搭接，防止漏压。最后 50mm采用人工打夯压实，填方的边坡应按设计要求和施工规范开设。</p>	
7	清水混凝土控制标准	<p>所有外露基础均要求达到清水混凝土的效果，清水混凝土的质量标准：</p> <p>①混凝土表面平整、洁净、颜色均匀一致，无明显气泡。</p> <p>②不得有蜂窝、麻面、露筋、夹渣、粉化。</p> <p>③不得有凹凸不平，为了避免缺棱掉角，基础边沿采用倒角工艺。</p> <p>④表面平整度、阴阳角垂直度、阴阳角方正允许偏差为 2mm，立面垂直度允许偏差为3mm。</p>	
8	事故油池施工工艺	<p>1) 基面清理</p> <p>混凝土浇筑施工前，首先对垫层进行清</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		<p>理，将垫层表面杂物等清理干净。</p> <p>2) 钢筋施工</p> <p>用于本工程的钢筋均在钢筋加工场地根据不同部位钢筋型式集中制作，分类堆放，钢筋由载重汽车自加工厂运至安装现场，人工现场绑扎安装。使用前将钢筋表面的油渍、漆皮、鳞锈等清除干净，箍筋与主筋垂直，为保证保护层厚度，在钢筋与模板间设置混凝土或砂浆垫块并与钢筋绑扎牢固，相互错开。</p> <p>3) 预埋件施工</p> <p>①在铁件制作中，下料须采用机械下料。$\delta \leq 12\text{mm}$钢板采用剪板机下料，$\delta > 12\text{mm}$钢板可采用自动割刀气割。角钢采用型材切割机下料。材料的切割保证边角平直，无毛刺、钝角等现象。</p> <p>②预埋件锚筋进行钢筋翻样单，据此进行钢筋加工制作。</p> <p>③埋件制孔采用钻床钻孔，对孔径、孔距偏差大的孔眼，可采用与母材材质相匹配的焊条堵焊后重新打孔，不得使用钢板或圆钢填充。</p> <p>④根据施工图纸及翻样单进行装配预埋件，装配位置要保证正确，确保钢筋的搭接长度。装配时采用双面点焊，且点焊牢固。角钢埋件在装配前应设置起拱固定架，对角钢进行起拱，以防止焊接角钢造成的挠曲变形。</p> <p>⑤预埋件的焊接采用手工电弧焊 T 型接头</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		<p>贴角焊及穿孔塞焊。焊缝高度满足设计要求。</p> <p>⑥钢板预埋件采用千斤顶、手锤矫正法进行矫正。对于角钢组成的预埋件采用焊前固定，焊后千斤顶矫正。</p> <p>⑦预埋件制作完成后进行除锈、防腐，并将型号标识其上。</p> <p>⑧预埋件的留设位置与型号必须准确，设专人熟悉图纸，绘制预埋件平面图，详细注明预埋件的标高、位置、型号及数量，将预埋件统一编号，施工中采用消号的方法逐层留设，以防遗漏。</p> <p>⑨预埋件的固定采用螺栓固定，在钢板的对角或四角钻$\phi 8\text{mm}$孔，用$\phi 6\text{ mm}$的螺栓将预埋件固定在木模板上。</p> <p>⑩混凝土拆模后，应在铁件的外露部分涂刷红丹一度，再将标高、中心线在铁件上标识清晰，型号采用喷码型式标示。</p> <p>4) 模板施工</p> <p>变压器基础及油池钢筋混凝土模板主要采用普通木模板。模板接缝处以橡胶垫压密，防止漏浆。模板内面涂刷脱模剂。在混凝土浇筑前对支架、模板、钢筋和预埋件进行检查，清理干净模板内的杂物、积水和钢筋上的污垢。在全部混凝土浇筑期间，设专人检查模板、支架、钢筋和预埋件等的稳固情况，以便发现有松动、变形、移位时及时加以处理。</p> <p>5) 验收</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		<p>在混凝土浇筑前，必须通知监理工程师验收有关浇筑的准备工作，它包括已浇筑的混凝土面清理、模板、钢筋及预埋件等，按施工详图规定执行，验收合格后，才能开盘浇筑混凝土，另外在混凝土开始浇筑前，应将混凝土浇筑令提交现场监理工程师，待审批合格后方可进行混凝土浇筑。</p> <p>6) 混凝土浇筑</p> <p>在混凝土浇筑前对支架、模板、钢筋和预埋件进行检查，模板内的杂物、积水和钢筋上的污垢清洗干净。在混凝土浇筑期间，设专人检查模板、支架、钢筋和预埋件等的稳固情况，以便发现有松动、变形、移位时及时加以处理。</p> <p>7) 混凝土振捣</p> <p>底板及顶板混凝土施工振捣采用平板振捣器，边墙混凝土振捣采用软轴振捣器，辅以人工捣固。浇入的混凝土必须随浇筑随振捣，不得堆积。若有粗骨料堆叠时，必须将其均匀分布于砂浆较多处，不允许用水泥砂浆覆盖，以免造成内部蜂窝。混凝土浇筑必须使振捣器振实到可能的最大密实度。振捣时间以混凝土不再显著下沉，不出现气泡，并开始泛浆时为准。对已浇筑完成的混凝土要设专人看护，洒水养生。</p> <p>8) 基础回填</p> <p>基坑的回填必须采用经监理工程师批准的</p>	

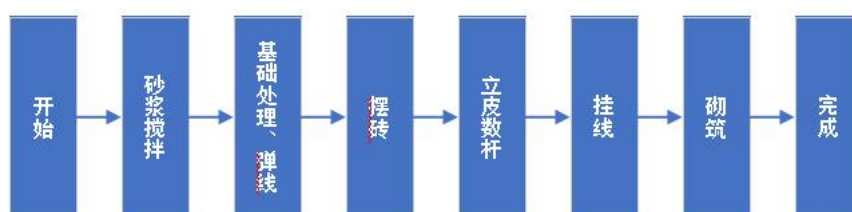
序号	项目	具体内容	备注
		<p>能够充分压实的材料，不得用草皮土、垃圾和有机土等回填。严禁基础超挖回填虚土。</p> <p>未经监理工程师许可，不得对基坑回填。一般要到拆模期终了 3d 之后进行回填。如果混凝土养生条件不正常，应按监理工程师的指示延长时间。基础周围的回填，应同时在两侧及基本相同的标高上进行，特别要防止对结构物形成单侧施压。必要时，挖方内的边坡应修成台阶形。</p> <p>回填材料应分层摊铺，并用符合要求的设备压实。每层都应压实到图纸或监理工程师要求压实度标准。回填料土的含水量应严格控制。</p>	



基础模板安装加固外露基础清水砼效果

(13) 砌体工程

a..主要工序流程图



b.主要施工方法简述

序号	项目	具体内容	备注
1	砂浆搅拌	<p>1) 根据试验室提供砂浆配合比进行配料称量。在拌制过程中应注意砂、石的含水率并及时作出调整，确保投料准确，砂浆的稠度控制在7—10cm。</p> <p>2) 砂浆应采用机械拌合，投料顺序应先投砂、水泥、掺合料后加水。拌和时间自投料完毕算起，不得少于2 分钟。</p> <p>3) 砂浆随拌随用，水泥砂浆和混合砂浆必须分别在拌成后 3小时和 4小时内使用完毕。</p>	
2	基层处理、弹线	将砌筑部位清理干净，并根据砖墙位置弹出墙身轴线及边线。	
3	摆砖	开始砌筑时先进行摆砖，排出灰缝宽度，第一层砖撂底时，两山墙或相当于山墙位置处排丁砖，前后纵墙排条砖。摆砖时应注意门窗位置、砖垛等对灰缝的影响，若有破活、七分头或丁砖应排在窗口中间。必须使各皮砖的竖缝相互错开。另外在排砖时还要考虑在门窗合拢时也不出现破活。排砖必须有个全盘考虑，即前后檐墙排第一皮时，要考虑甩窗口后砌条砖，窗上角上必须是七分头。	
4	立皮数杆	<p>在砌墙前，先要立皮数杆，皮数杆上划有砖的厚度、灰缝厚度、门窗、楼板、圈梁等构件位置。皮数杆竖立墙角及交接处，其间距以不超过 15m 为宜。</p> <p>独立柱应在柱的位置近旁竖立皮杆数，成</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		排同断面的砖柱，可在两端的砖柱近旁立皮杆数。	
5	挂线	一砖厚墙采用外手抹线(单面挂线),砌 筑一砖半厚及以上者,必须双面挂线,首层或 楼层的第一皮砖要查对皮数杆的标高,防止到顶砌成螺丝墙。砌砖时,水平灰缝要均匀地一致、平直通顺。	
6	砌筑	<p>1) 组砌方法</p> <p>①砖墙厚度 3/4 砖时,采用两平一侧的砌法,砖墙厚度 1/2 砖时采用全顺砌法。</p> <p>②砖墙砌筑应上下错缝,内外搭砌灰缝平直、砂浆饱满,饱满度:水平缝不低于 90%, 坚直缝不低于 80%。水平灰缝厚度和竖向灰缝 宽度一般为 10mm, 但不应小于 8mm, 也不应大于 12mm。</p> <p>③砖墙的转角处和交接处应同时砌筑,对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处应砌成斜槎,斜槎长度不应小于高度的 2/3, 如临时间断处留槎确有困难时,除转角外,也可留直槎,但必须做成阳槎,并加设拉结筋的数量按每 120mm 墙厚放一根 6mm 的钢筋,间距沿墙不得超过 500mm, 符合砌块模数埋入长度从墙的留槎处算起,每边不应小于 600mm, 末端应有 90 度弯钩。</p> <p>④距梁板底部约 300 高的砌体,至少须隔日,等下部砌体变形稳定后再砌,砌体必须与梁,板底挤紧、最上皮避免水平砌筑应用辅助</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		<p>实心小砌块斜砌挤紧，空隙用砂浆填实。</p> <p>2) 砖墙砌筑</p> <p>①排砖：砌筑前根据已弹出的门窗洞口位置墨线核对门窗间墙是否符合排砖模，若不符合模数时，则考虑好砍砖及排放的计划。所砍的砖或丁砖应在窗口中间或其它不明显的部位。</p> <p>②盘角：砌墙前应先盘角，每次盘角砌筑的砖墙角度不要超过五皮，并及时进行吊靠，如发现偏差应及时修整，盘角时应控制好灰缝大小使灰缝均匀一致。每次盘角砌筑后检查，平整和垂直完全符合条例要求后才可以持线砌墙。</p> <p>③挂线：砌筑一砖厚度以下者，采用单面挂线。</p> <p>④砌砖：砌砖宜采用挤浆法，或采用三一砌砖法。三一砌砖法的操作要点是一铲灰一块砖，一挤揉，并随手将挤出的砂浆刮去，操作时砖块要放平，跟线。砌筑过程应将混凝土预留伸出拉结筋埋设在水平灰缝中。</p> <p>⑤本工程门顶过梁，采用钢筋混凝土预制件。</p>	

(14)构支架施工与安装

a.作业流程



b.主要施工方法简述

序号	项目	具体内容	备注
1	基础复检验收	要求基础砼达到设计强度，预埋螺栓清理干净，不得留有泥、沙、水等杂物，基础十字中心线和高层标志点要清晰，要求复核检查中心线、跨距、高程，并作记录。	
2	搭设拼装平台	平台设置在靠近构件安装位置，采用枕木搭设，平台必须平整，平台的四周应留有足够进、出、站立汽车式起重机和倒运车辆的道路，并经夯实。	
3	现场清点检查、拼装、校	根据构支架施工图纸及施工质量验收规范，对进场构件进行清点、验收，并作好验收	

序号	项目	具体内容	备注
	正	记录，在搭设好的拼装平台上拼装构架柱、横梁、避雷针等，根据施工质量及验收规范进行检测、校正。	
4	螺栓紧固	<p>螺栓安装分为：C级（即4.8级、普通螺栓）、8.8级和10.9级的大六角头高强度螺栓三种。</p> <p>1) C 级螺栓的紧固。</p> <p>选用气动扳手、梅花扳手对螺栓进行紧固。</p> <p>2) 高强螺栓的施工。</p> <p>本工序列为关键工序严格控制，高强螺栓连接是本工程构支架安装的关键环节，必须严格按照规范要求进行施工，并按规范分别初拧和终拧，保证连接质量。</p> <p>高强螺栓根据使用的规格型号，配置相应的气动扳手、梅花扳手、扭矩扳手。高强螺栓的整个施工过程分插入、初拧、终拧三道工序。</p> <p>①插入：安装应按构件设计要求的规格先穿入螺栓孔，螺栓孔周边若有毛刺应先锉平，不得强行打入，安装时应注意螺母和垫圈的方向。</p> <p>②初拧：插入的高强螺栓先用气动扳手或梅花扳手拧紧，初拧扭矩值为施工扭矩值的50%。紧固顺序一般应由螺栓群中央顺序向外拧紧。初拧完毕的高强螺栓用蓝色的彩色笔在螺栓头上画点作好标记。</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		③终拧：初拧后的螺栓应在 24 小时内用扭矩扳手进行终拧，其终拧顺序与初拧相同，终拧至设计扭矩值为止。并用红笔作记号。	
5	吊装	<p>1) 吊装设备的选用</p> <p>主变构架选用汽车吊作为吊装设备，各区域的设备支架选用汽车吊吊装，独立避雷针的吊装则选用汽车吊。</p> <p>2) 吊装步骤</p> <p>①核对基础间距、标高、中心线。</p> <p>②检查构件尺寸、偏差在允许范围内，检查是否有缺陷，若发现有缺陷，及时修改合格后方可吊装。</p> <p>③绑扎钢丝绳。包括构件绑扎与缆风绳绑扎，绑扎时，在钢丝绳与柱头接触部位加上软质垫料，如：麻袋。</p> <p>④吊机选好适当位置就位后，绑扎好钢丝绳，试吊构件提升至小于 0.2m 离地高度时，应停留片刻，观察有无异常现象发生，若无异常则继续起吊。</p> <p>⑤构架柱就位后，利用两个方向的经纬仪观察其偏移情况，通过拉揽风绳来调整直至达到规范要求。底部用方木暂时紧固，松去吊钩。然后，及时对构柱进行灌浆。</p> <p>⑥进行横梁的吊装，横梁吊装前须在其两端绑麻绳以保证起吊过程中牵引，以便安装；就位、调整后紧固连接螺栓。</p> <p>⑦复查合格安装完成。</p>	

序号	项目	具体内容	备注
		<p>3) 注意事项</p> <p>①核对柱距、柱垂直度，偏差是否在允许范围内。</p> <p>②检查构件尺寸、偏差应在允许范围内，若发现有缺陷，及时联系监理或业主，由构件制造厂家修复后方可吊装。</p> <p>③钢丝绳绑扎要牢固，要设置地面辅助脱钩装置，要保证构件离地后平衡不能歪斜、绑扎双面缆风绳要注意其方向，不要与后面要吊装的步骤相干扰，地锚要牢固。</p> <p>④吊装设备的选用必须安全可靠。吊机站位要在其起重工况范围内，绑好钢丝绳后，试吊构件，提升到小于 0.2m 离地高度时，静止两分钟，检查吊机、起重绳索具等有无异常现象发生，若正常则继续起吊。</p> <p>⑤吊装前需检查安装所需的螺栓以及机具是否齐备，以及是否携带安全可靠。</p> <p>⑥设备支架的吊装必须保证其垂直度，特别是柱顶板的角度偏差须严格控制在规范内。</p>	

(15) 建筑物的沉降观测及倾斜观测

(1) 观测时尽量做到定人员、定仪器，以减少误差的出现。

(2) 布设专用水准点：

①为保证沉降观测成果的精确，应布设专供观测用的水准点，水准点埋设后，顶部必须加盖保护，其构造型式与一般四等水准点相同。

(3) 布设沉降观测点：在建筑物上应布设沉降观测点，点位及数量必须能反映建筑物的沉降情况。

①观测：标志埋设稳定后，即可开始观测，以后每加一次较大荷载都应进行一次沉降观测；

（4）建筑物的倾斜观测：应取互相垂直的两个墙面，同时观测其倾斜度，用位移合成法求得建筑物倾斜的方向和总的倾斜度。

（16）升压站设备吊装方案

安装前：基础土建交付安装手续：复测锚栓平整度，土建交安资料齐全。技术负责人组织所有吊装人员进行技术交底。主要施工机械年检报告应合格，特殊工种证件齐全、完整。安装所需的工装、工具已经准备齐全，且到达组装现场的零部件质量通过有关部门的验收并具有验收报告/合格证。风速不超过 8m/s；无雨雪、雷电等恶劣天气。咨询当地气象部门预判现场未来的天气变化。

施工组织和现场管理方面的措施如下：

1)起重吊装作业前，实地考察吊装现场，与主要施工操作人员制定出切实可行的吊装方法和安技措施保证作业安全，避免盲目施工在施工前将起重吊装方案内容（人员配置、起重机的选择、吊装技术方法、施工安技措施等）向施工操作人员交底。

2) 清楚吊装环境因素的不利影响。

起重吊装安全施工作业前期准备

1) 做好作业前准备。作业前准备内容为：<1>准备并检查起吊用具和防护设施；<2>准备辅助用具；<3>确定并清理落物地点，搭设临时（平台）设施。

2) 吊物绑扎位置合理、绑扎方法得当、吊装锁具合适。<1>查找吊件吊点确定 绑扎部位；<2>绑扎应注意起吊时锁具间的中收夹角以 60° - 90° 为宜，如大于 100° 应采取防止滑勾的措施；<3>锁吊具使用前计算其破断拉力，确定拉力在安全 范围内使用，保证调运安全平稳；<4>防止歪拉斜吊。

3)明确指挥信号准确化，吊装指挥信号必须按规定的标准进行联络，特别是起重司机，一定要对指挥信号、吊挂形态、起落空间确认准确。

向起重司机明确“十不吊”：1) 超载或对吊物重量不清；2) 指挥信号不明确；3) 捆绑、吊挂不牢、或不平衡可能引起吊物滑动；4) 被吊物上有人或浮置

物；5) 吊物有影响安全工作的缺陷或操作；6) 遇有拉力不明的埋置构件；7) 工作 场地昏暗，无法看清场地、被吊物情况和指挥信号；8) 重物棱角处与捆绑钢丝绳之 间未加衬垫；9) 歪拉斜吊重物；10) 易燃易爆物体不吊。

(17) 安全保证措施

1、组织成员与职责

项目经理:工程第一安全责任人,对本工程的安全生产及安全体系的建立、健全负责全面领导责任。负责组织制订本工程的安全目标计划,审订安全生产的重大活动和重大措施,主管并支持安监人员认真履行安全监察职责。贯彻项目法人、监理工程师有关安全生产的指令。

安全技术负责人:对本工程的安全技术工作负全面的领导责任。负责审批工程中的重大施工技术方案和安全技术措施。领导技术管理工作,组织研究、处理安全生产中遇到的问题,组织岗位培训和现场安全检查。

安全员:负责监理工程师有关安全生产的指令、本工程安全责任制、安规、安全技术措施的落实,对生产中的人员和工器具的安全状态进行监督。制止违章作业,做好各种安全活动,做好工地的安全管理工作。参加安全检查,提出改进措施。

施工班组:对本班施工中的人员和运行中的工器具的安全负责,负责处理现场出现的异常情况,贯彻执行监理工程师的安全指令和本工程的安全规章制度,主持班前、班后会和安全活动。做施工前的技术、安全交底工作。做好并支持安全员的监察工作。

2、安全保障措施

针对本工程特点,分析安全薄弱环节和采取的技术措施

(1) 在变压器施工前必须编制完整的施工方案和安全技术措施,按技术交底制度进行技术交底。

(2) 工程中使用的工器具,使用前必须经过检查和较验。未经检查、较验的工器具严禁在工程中使用。

(3) 在吊装施工方案中,应对起吊重量进行准确、合理的计算,明确不同情况下的允许起吊重量,严禁超负荷起吊。装运变压器时应绑扎牢固,并用绳索绞紧变压器,防止滚动、移动伤人。运载变压器时,物件重心应与车厢承重中心基本一致,严禁客货混装。

(4) 教育员工在任何时都必须树立“安全第一”的思想,当进度和安全生产发生冲突时,必须坚持“安全第一”。

(5) 经常组织职工、临时工进行安规的学习与考试,考试不合格者严禁上岗。

(6) 在施工现场设立明显的施工标志,并在施工场地周围设置围栏和警告标志,提醒施工人员注意安全,防止与施工无关的人员进入现场。

(7) 停电操作的程序要正确，要使用合格的绝缘棒，戴绝缘手，验电器要试验合格，验电的顺序、方法要正确。变压器的高低压侧都要做接地。

(8) 悬挂标示牌和装设遮拦。在工作地段的要设置围栏，特别是吊车起吊变压器时，起重臂下要重点围挡。并悬挂明显的标示牌，防止无关人员进入施工现场。

3、危险点分析及控制措施

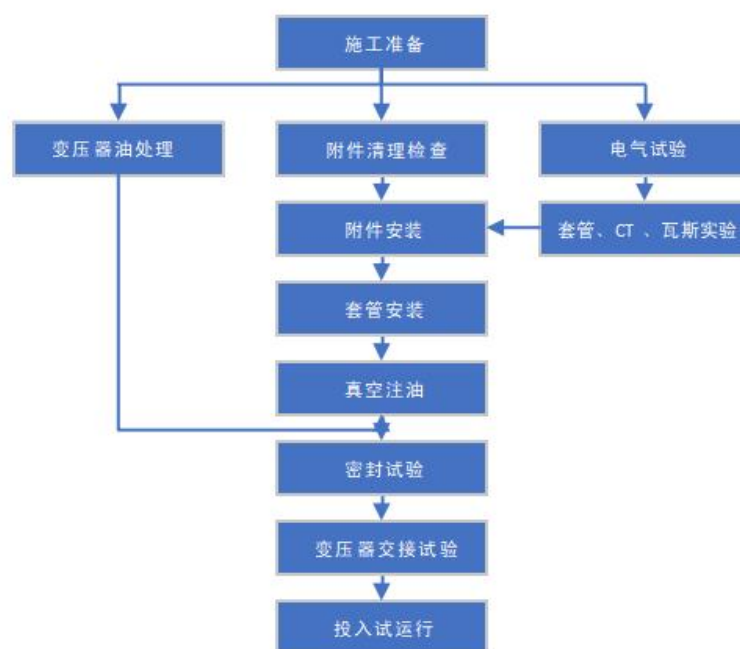
序号	作业活动	危险因素	造成的危害	控制措施
1	设备开箱		损伤设备	小心撬开包装箱，避免损坏瓷瓶、表计、玻璃器件等易损部件。
		随意堆放	人身伤害	设备包装板定点堆放、定时清理，避免扎伤手脚。
2	设备吊装	坠物打击	设备损坏 人身事故	1、由专业人员指挥和操作起重机械，起吊前必须认真检查吊车机具及钢丝绳是否符合要求。 2、吊臂及吊物下严禁任何人逗留或通过；使用传递绳上下传递物品。

序号	作业活动	危险因素	造成的危害	控制措施
		设备脱落、设备碰撞	设备损坏	<p>1、起吊时，必须使用设备提供的用专吊点起吊。安装有斜度的套管时应采用一钩一绳法吊装，利用手动葫芦调节就位角度。</p> <p>2、设备就位后，紧固好安装螺栓才允许解绳松钩。</p>
		吊装时指挥人员太多	设备碰撞损坏	现场只安排一名持上岗证的起重工人指挥吊车
		吊绳栓得不牢固	设备坠落碰撞损坏人员伤亡	起吊前由施工负责人检查是否栓牢固
		现场人员四处走动	人员伤亡	吊装时，工作负责人指挥地面人员站在安全区域，不得四处走动
		工作人员不按作业指导书施工	设备损坏或难以正常运行	技术人员现场监督、指导，发现违规作业及时纠正
		工器具随意堆放	影响现场文明施工及危害设备	工器具堆放在指定地点，并由专人清点保管
		设备受潮	设备受潮	<p>1、选择无风无雨、空气相对湿度$\leq 75\%$的天气下吊装附件，并准备足够的塑编彩条布用于防雨。</p> <p>2、安装过程中，持续向本体内充入</p>

序号	作业活动	危险因素	造成的危害	控制措施
		随身物品遗落 变压器本体内	设备损伤	1、内检人员必须穿连体工作服。 2、安装所需工具、材料应列出明细表，指定专人负责保管清理。工具活动部分应可靠连接，手柄、铭牌不会脱落或用绝缘胶带缠牢，表面无油漆和电镀层等易脱落件。 3、在本体上的安装人员严禁带金属
		突然停电	设备损伤	必须配备140KW的保安电源

（18）变压器施工方案

a. 施工流程



b. 施工准备

（1）主变压器安装作业前，施工项目部根据该项目作业任务、施工条件，参照《电网建设施工安全基准风险指南》（下简称《指南》）开展针对性安全风险评估工作，形成该任务的风险分析表。

(2) 按施工要求准备吊车、真空滤油机、真空泵、真空表、温湿度计、大油灌等工器具，并对其性能及状态进行检查和维护，检查图纸所标示基础中心线与本体中心线有无偏差。

c. 附件清理检查

(1) 主变压器到达现场后，检查外表是否有变形、损伤及零件脱落等异常现场，检查运输冲击记录议，冲击速度应在 3g 以下；变压器为充干燥空气（氮气）运输，到位后必须检查体内的干燥空气（氮气）是否为正压（0.01~0.03MPa）。

(2) 主变压器就位后及时进行不少于两点接地，接地应牢固可靠；滤油机接地必须良好。

(3) 检查到达现场后的附件应齐全，无锈蚀及机械损伤，密封应良好；充油保管应无渗油、油位正常；有载瓦斯继电器、压力释放阀及温度计等应在开箱后尽快送检并合格。

(4) 油罐摆放的场地应无积水，油罐底部需垫实并接地可靠，检查油罐顶部的封盖及阀门是否密封良好，并用塑料薄膜包好，防止雨水渗入油罐内。

(5) 变压器油经检验合格。

(6) 变压器如果充氮保管时间超过半年，应先对本体进行充油破氮（破氮时注意防止窒息），使绕组绝缘浸油 2~3 天，然后再排油进行变压器附件安装。

(7) 套管存放于套管支架上固定好，检查套管均压环及清理，并经试验合格。套管升高座清理检查，检查所有螺丝孔无锈蚀，并经试验合格。瓷件及绝缘件应无裂纹及破损。

d. 附件安装

(1) 高低压套管安装：检查套管、套瓷件有否损坏，并清洁瓷套表面，用 1000V 绝缘电阻表测量套管绝缘电阻，其阻值应大于 1000M 欧。同时拆出器身套管盖，用干净白布清洁盖表面，之后给套管上垫圈并给垫圈槽涂上密封剂，确认套管油位表的方向，慢慢地用吊车把套管吊起放入升高座内，注意在套管法兰与升高座法兰对接时要防止套管下部瓷套与套管升高座法兰相碰；安装时不要同时打开两个或几个封盖。顺着主变排列顺序（A、B、C 相或 C、B、A 相）安装主变套管升高座，并且每台主变套管安装也要按低、中、高或高、中、低安装。为避免吊装套管时引起碰撞而损坏套管，每相套管安装应按低、中、高或高、中、低顺序安装。通过吊钩环链慢慢调整套管的倾斜度，直到达到要求值，吊至刚高于升高座处就位，紧固所有法兰及连接引线螺栓；为不损坏套管，吊装时最好采用尼龙吊带，若采用钢丝绳时应包上保护材料。

(2) 散热器安装：安装前检查密封性良好，用合格变压器油冲洗干净散热器。然后按顺序安装。

(3) 油枕安装

- ①在变压器箱体上固定油枕支架。
- ②在地面上组合好油枕的附件（油位计、阀门、真空管等）。
- ③把油枕起吊就位，紧固所有连接螺栓（在安装套管之前完成）。

(4) 油管安装

- ①根据图纸布置连接情况确定管道安装连接位置。
- ②安装散热器前将各管道就位，用支架或支撑固定，再连接紧固螺栓。
- ③先从散热器、油枕端安装到变压器本体端。
- ④注意瓦斯继电器油流方向及向油枕端上方倾斜。
- ⑤注意各个管口连接紧锁连接均匀，以免渗漏油。

(5) 辅助设备的安装：

- ①参数铭牌；
- ②温度指示器；
- ③测温探头；
- ④气体监测传感器；
- ⑤压力释放阀；
- ⑥油流指示器；
- ⑦硅胶干燥器；
- ⑧油取样装置；
- ⑨就地配电控制箱。

e.真空注油

(1) 先取油罐的油做试验，如油合格，则可用滤油机直接注入变压器内；如不合格，则需先进行滤油，再做试验，直到合格为止。

(2) 滤油操作步骤：

- ①滤油机使用前先检查、清洗干净及电源准备。
- ②滤油机使用说明书，熟悉滤油机起动、停止操作程序。
- ③参考滤油机使用操作说明，将油罐与滤油机用油管连接好，打开进出油阀门开始起动滤油机进行滤油。油需滤3至5个体积油循环，静置24小时后取油样做试验。

(3) 油质试验标准：新的变压器油应符合规程标准，所有油在使用前都应取样做试验。

以下标准仅供参考，具体数值要以主变厂家说明书上为准。

- ①电气强度 $\geq 40\text{kV}$ ；
- ②含水量 $\leq 20\text{ppm}$ ；
- ③ $\text{tg } \delta$: $\leq 0.5\%$ (90°C时)；
- ④色谱分析：C₂H₂=0。

(4) 本体抽真空：本变压器带散热器抽真空；不带油枕、压力释放阀抽真空。

①将变压器抽真空至 133Pa，并关闭真空泵和变压器间的阀门。一小时内应无明显压力升高，若有应检查到漏气点并处理好。

②新启动真空泵，打开真空泵与变压器间阀门，抽真空至 133Pa后保持此压力继续抽真空约 8小时。检查本体油箱有无变形，有无异常现象。

(5) 真空注油：确认以上所有工作完成后，连接好软油管，在真空状态下开始注油，变压器处于真空，入油压力必须保持为正压，此压力指示从排油阀处的双联压力表获得，注油过程中继续抽真空，注油速度为6 吨/小时，在抽真空状态注油结束后，继续保持真空 8 小时后，加注补充油至储油柜额定油位，静置24 小时后取油样做试验，试验结果必须符合新油的试验标准，若试验结果不符合要求，必须经过变压器本体油循环达标。

真空注油步骤如下：

- ①开启变压器主体同散热器间的蝶阀。
- ②真空注油，同时抽真空。
- ③注油高度最低要浸过全部线圈和铁轮绝缘，最高离箱盖顶 100~200mm，将入油口密封。继续抽真空约不小于2 小时，并保持8 小时后解除变压器本体真空。
- ④解除变压器本体真空后，对油枕注油到要求位置。添加油只能从油箱顶部缓慢注入，不允许从变压器下部的闸阀处注油。并进行多次排气。

(6) 热油循环：变压器通过上部和下部的滤油阀与滤油机连成封闭环形，油循环的方向从滤油机到变压器顶部，从变压器底部到滤油机。

①关闭冷却器与本体之间的阀门，打开油箱与储油柜之间的蝶阀，将油从油箱底部抽出，经真空滤油机加热到 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，再从油箱顶部回到油箱。每隔4h 打开1 组冷却器，进行热油循环。

②净油设备的出口温度不应低于 $65^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$,当环境温度低于 10°C 时,应对油箱采取保温措施。

③经热油循环处理后,若绝缘油不合格,则适当延长热油循环时间。

④补油:通过储油柜上专用阀门进行补油,注至储油柜标准油位(根据油温度曲线)。

(7)静置:110kV 变压器停止热油循环后宜静放不少于24h,变压器静放后,应打开气塞放气,并应同时启动潜油泵,以便冷却器中残余气体排尽。

f.整体密封试验

开动干燥空气发生装置的阀,放出少量干燥空气,确认没有水及其他杂物然后开始充入干燥空气;加压至 0.01MPa ,从气体继电器及油配管等的排气栓进行排气,继续加压至 0.03MPa ;加压至 0.03MPa 过24h 后检查封入的干燥空气压力是否有大幅度变化,分析并检查是否有漏油;试验结束后排出干燥空气。

g.试验

变压器油经规定时间静置后,做加压稳定试验(保持氮气压 $0.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 大于72h)。即可取油样进行各项油、气测试项目。并对变压器补漆、油位调整,清理现场,移交电气试验。

(18) 配电装置施工方案

a.SF6 开关安装

(1)开箱后首先检查设备外观应完好无损、无锈蚀变形,绝缘件应无变形、受潮、裂纹和剥落,瓷件表面应光滑、无裂纹和缺损,铸件应无砂眼。

(2)按设计安装尺寸埋设地脚螺栓,二次灌浆混凝土强度满足要求后,按A、B、C 相序号安装液压机构箱。

(3)拆除机构箱顶部封盖,注意其中的O 型密封圈不得拆下。

(4)用两根等长且强度足够的尼龙绳对称捆在灭弧室瓷套上端法兰下部,将瓷套本体缓缓吊起至机构箱顶部,注意瓷套本体与机构箱相序对应。

(5)将支柱拉杆从机构箱顶孔穿入,使支柱充气接头对准连接座的中心孔缺口处,将支柱下法兰与机构箱用连接螺栓连接,然后将支柱拉杆下部的法兰与机构箱内对接法兰连接。

(6)配合厂家人员将 SF6 开关充气至额定压力,然后进行其他项目的试验。

b.隔离开关安装

(1) 根据设备装箱清单开箱检查部件、附件、备件应齐全，无损伤锈蚀及变形，瓷件无裂纹及破损。

(2) 将底座安放在基础上，注意应将带名牌的底座安放在B相（主极），调整底座使其上平面保持水平。

(3) 在地面将上下支持瓷瓶和上下旋转瓷瓶连接在一起，然后将其吊至底座平面上用螺栓紧固。

(4) 调整上支持瓷瓶的上法兰面至水平，将旋转瓷瓶与转动法兰装配紧固。

(5) 将主闸刀吊起用螺栓固定在支持瓷瓶上（出厂时的固定件不得拆除），主闸刀上的转动法兰与旋转瓷瓶上法兰连接时放置一个橡皮垫，连接完毕，取下主闸刀上的双连杆，用手转动旋转瓷瓶并调整转动法兰处的升降螺杆，使旋转瓷瓶转动灵活，然后将连杆复装原位。

(6) 静触侧支持瓷瓶安装时，注意双刀接地的底座带名牌的为B相，底座配传动轴下端有两个键槽的为A、C相。

(7) 施工人员站在侧面拆除主闸刀出厂所带的紧固件，使主闸刀处于接近合闸位置（动触片已经动作，但尚未夹住静触杆），此时静触杆应处于动触片的中心位置，否则需调整底座。

(8) 调整主闸刀上的双连杆，使主闸刀在合闸位置应基本处于水平状态，注意一定要使双连杆的长度等长，且主闸刀在合闸到位后主动臂应在死点位置，并距限位螺钉0~2mm。

(9) 在主闸刀动静触头、接地刀动静触头表面应涂凡士林，手动调整时应在各传动部位涂二硫化钼。

(10) 按厂家相关要求调整完毕后，将主闸刀处于合闸位置，接地刀处于分闸位置，将联锁旋转板安装在旋转瓷瓶的下法兰上，要求在主闸刀合闸时接地刀不能合闸，接地刀合闸时主闸刀不能合闸。

c.互感器及支持绝缘子安装

(1) 互感器及支持绝缘子应作下列检查

- ① 互感器外观应完整，附件齐全无锈蚀及机械损伤；
- ② 互感器油位正常、密封良好，无渗漏油现象；

③互感器及支持绝缘子的绝缘件应无变形、受潮、裂纹和剥落，瓷件表面应光滑、无裂纹和缺损，铸件应无砂眼；

（2）互感器及支持绝缘子起吊时，吊索应固定在厂家规定的吊点处，不得利用瓷裙起吊，并不得碰伤瓷套；

（3）互感器应按产品成套供应的组件编号进行安装，不得互换，组件连接处的接触面应除去氧化层，并涂电力复合脂；

10.5.8 无功补偿装置（SVG）设备安装施工方案

a. 施工流程



b.主要施工方法简述

序号	施工流程	施工方法	备注
1	施工准备	按施工要求准备好吊车、水平仪、千斤顶、交流电焊机等工器具，并对其性能及状态进行检查和维护。	
2	基础检查及开箱检查	<p>1) 根据电容器到货的实际尺寸，核对基础是否符合要求。</p> <p>2) 清除基础槽钢表面的灰砂，核实基础槽钢可靠接地。</p> <p>3) 设备开箱检查产品的铭牌数据与设计图纸是否相符,如产品型号、额定容量、额定电压等，并检查出厂文件是否齐全；检查包装箱内零部件应与装箱清单相符；检查产品运输过程中有无损伤和变形。</p>	

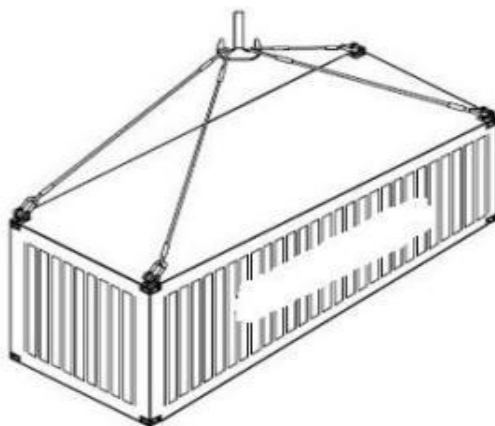
序号	施工流程	施工方法	备注
		4) 电容器开箱后, 按电容容量分别存放, 并由试验人员进行电气试验, 检查容量及绝缘, 并按容量进行配合分组。	
3	框架安装	根据图纸组装电容器组, 支架的水平度、垂直度要满足规范要求。其中心水平误差不大于 1‰且不超5mm, 垂直误差不大于 1.5‰且不超5mm。	
4	电容器安装、支柱绝缘子安装	<p>1) 搬运时电容器应处于直立位置, 利用外壳两侧的吊环搬运, 严禁利用电容器套管进行搬运。安装电容器, 外壳间距要均匀, 排列整齐, 螺栓紧固均匀, 按设计要求进行接地连接, 铭牌应朝外。</p> <p>2) 安装母线支柱绝缘子, 要求绝缘子中心线误差不超过2mm, 高度误差不超过2mm, 而且安装时要求均匀紧固螺栓, 避免造成瓷绝缘子破裂。</p>	
5	串联电抗器安装	<p>1) 三相垂直布置的电抗器吊装常用由上至下的吊装方式。</p> <p>2) 在室内安装的电抗器, 利用屋顶的吊环作为链条葫芦的挂点进行吊装。挂钩侧钩住尼龙绳, 检查可靠后方可起吊, 电抗器离地100mm左右时, 应再次检测平衡可靠后方可继续起吊, 直其升至 1.5m 左右。</p> <p>电抗器的安装过程图</p>	

序号	施工流程	施工方法	备注
		<div data-bbox="564 380 1220 806"> </div> <p data-bbox="579 813 1230 1205">3) 将B 相电抗器移至基础上，并在其上面装上 8 只支柱瓷瓶，然后慢慢放下A 相电抗器，将A 相电抗器降至支持瓷瓶上，连接好螺栓，并均匀紧固好所有螺栓固定支柱瓷瓶。然后同时吊起A、B 相电抗器。移C 相电抗器至基础上，同样在其上面装上 8 只支柱瓷瓶，支柱瓷瓶的上下也装上胶垫。</p> <p data-bbox="579 1245 1230 1456">4)将A、B 两相电抗器移至基础上,然后 慢慢放下A、B 两相电抗器，将电抗器降至支持瓷瓶上，连接好螺栓，并均匀紧固好所有螺栓固定支柱瓷瓶。</p> <p data-bbox="579 1496 1230 1825">5) 将尼龙绳套在 C相电抗器下面的筋板上，吊起约0.5m ，在C相电抗器下面按顺序装上支柱瓷瓶、升高座，螺栓紧固均匀。稍微升起电抗器，再慢慢降下电抗器。座稳在预埋铁板上。（注：所有步骤都应注意电抗器接线板的方向）。</p>	

序号	施工流程	施工方法	备注
6	母线安装	<p>1) 按规范要求进行母线弯曲、开孔及安装，母线弯曲前要经实测母线长度并放样，母线的搭接面涂电力复合脂。</p> <p>2) 电容器组用母线连接时，不要使电容器套管（接线端子）受机械应力，压接应严密可靠，母线排列整齐。一般应采用角形连接，电容器连接线应采用软铜编制带线，接线应对称一致，整齐美观，线端应加线鼻子过渡，并压接牢固可靠。</p>	
7	网门及附件安装	<p>1) 安装网门围栏，要求网门围栏制作平整，没有明显变形，接地良好，满足安全距离要求。进出门活动部分需用软连接接地。围栏网门不应形成闭环造成网门发热。</p> <p>2) 安装跌落式熔断器，要求熔丝长度一致；使得跌落指示牌排列一致。</p>	

(19) 储能装置施工方案

储能箱吊装方案：本项目集装箱四角起吊的吊装方案，箱式储能吊装示意图如下图所示。利用起重机及吊具对储能集装箱进行整体吊装。



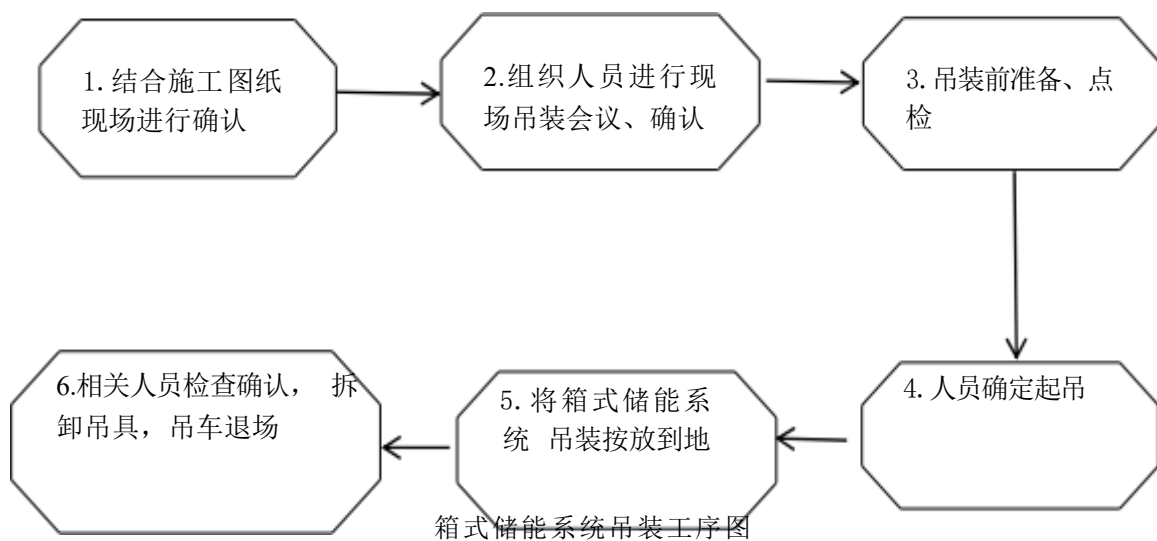
a.集装箱吊装准备

人员安排：起吊司机 1 人，起重工 1 人，吊装总指挥 1 人，吊装辅助工人 4 人。

现场状况确认：查看现场地基与设计图纸是否相符，主要内容包括设备地基地 柜尺寸、支撑梁等是否能满足设备安装实际需要。

集装箱起吊前，仔细检查集装箱内部电池插箱、高压箱、电池簇、系统控制柜、汇流柜、PCS 、变压器的固定螺钉，确保无松动掉落。起吊前做好场地清理并安 置好围栏，装载集装箱的卡车和吊车按要求停泊好。

集装箱吊装工序图如下图所示：



b.起重机操作要求

（1）司机必须与指挥人员（起重工）密切配合，严格按照指挥人员发出的信号（旗号或手势）进行操作；操作前必须鸣号（铃或喇叭）示意；如发现指挥信号不清或错误，有权拒绝执行，并采取措施防止发生事故；操作时，对其他人员发出的危险信号，司机也应采取制止措施，以避免发生事故。

（2）施工中，如遇有大雨和六级以上的风影响施工安全时，应停止起重工作，并将臂杆降低到安全位置。

（3）起重机在吊装过程中，现场安全员必须负责现场的安全管理。

（4）新到、修复和新安装的起重机械设备，应遵照《建筑机械技术试验规程》中的有关规定进行试验和试吊，并经过主管机务人员、操作人员和项目部安全部门共同检查，合格后方可使用。

（5）动臂式起重机起重时，臂杆的最大仰角不得超过原厂规定，无资料可查时最大不超过 78° ；如需超过 78° ，须与有关人员研究，订出安全措施，经技术负责人批准后，方可起吊。

(6) 不同型号和不同规格的起重机械设备，按其出厂具体规定装设的高度限位器、变幅指示器、幅度限位器、转向限位器等安全保护装置都应齐全可靠。

(7) 严禁用各种起重机械进行斜吊、拉吊；严禁起吊地下的埋设物件及其它不明重量的物件，以免机械载荷过大，而造成事故。

(8) 严禁各种起重机吊运人员或用手抓吊钩升降，以防起重系统突然失灵而发生事故。

(9) 在起吊和落吊的过程中，吊件下方禁止人员停留或通过，以防物件坠落而发生事故。

(10) 起吊的构件应绑扎牢固，并禁止在构件上堆放或悬挂零星物件，如起吊零星物件，必须用吊笼或钢丝绳捆绑牢固；构件吊起后转向时，其底部应高出所有障碍物的 0.5 米以上。

(11) 吊运的构件放置时，要注意地面的平整，防止歪斜倾倒。

(12) 起吊构件必须拉好溜绳，构件起落、转向速度应均匀，动作要平稳，不准紧急制动；转向时，未停稳前不得做反向动作；注视吊钩的上升高度，防止升到顶点，因限位器失灵而造成事故。

(13) 起重机在运行中，如遇紧急危险情况，应立即拉离紧急开关停车；在降落重物过程中，卷扬机制动器突然失灵，应采取紧急措施（即将重物稍微上升后再降落，再稍微上升，再降落，这样多次反复，将重物最后安全降落）。

(14) 钢丝绳的规格、强度必须符合该起重机的规定要求。钢丝绳在卷筒上应排列整齐，放出钢丝绳时，应在卷筒上保留三圈以上，以防钢丝绳末端松脱；钢丝绳的磨损或腐蚀，如超过平均直径 10% 和在一个节距内的断丝根数多于规定时，应更换新绳。

(15) 工作中如遇故障，应按规定顺序查清原因予以排除。如本人不能排除应及时报修。

(16) 吊钩除正确使用外，应有防止脱钩的保险装置，吊索具必须使用合格产品，卡环在使用时，应保证销轴和环底受力。

(17) 施工过程中严格遵守起重机械“十不吊”的原则，即

- 1) 信号指挥不明不准吊；
- 2) 斜牵斜挂不准吊；
- 3) 吊物重量不明或超负荷不准吊；
- 4) 散物捆扎不牢或物料装放过满不准吊；

- 5) 吊物上有人不准吊;
- 6) 埋在地下物不准吊;
- 7) 安全装置失灵或带病不准吊;
- 8) 现场光线阴暗看不清吊物起落点不准吊;
- 9) 棱角物与钢丝绳直接接触无保护措施不准吊;
- 10) 六级以上强风不准吊。

c. 吊装实施注意事项

(1) 吊装前

1) 吊装作业前, 应预先在吊装现场设置安全警戒标志并设专人监护, 非施工人员禁止入内。吊装人员必须持有特种作业证。

2) 检查吊装设备及吊装装置是否处于固定状态, 无松动、破损, 确保连接安全可靠。

3) 确认吊车或吊装器具能够满足载重要求。

4) 吊装设备前, 需要确认吊装的工作半径是否满足。

5) 确定设备底部各基础装置处于水平状态, 这对后续安装工作至关重要。不能满足设备的水平要求将会导致设备损坏或变形。

6) 户外吊装时(如储能预制舱), 建议选择在晴朗无风的天气进行。

(2) 吊装过程

1) 任何人不得随同吊装重物或吊装机械升降。在特殊情况下, 必须随之升降的, 应采取可靠的安全措施, 并经过现场指挥人员批准。

2) 吊装设备时, 严禁现场无关人员进入吊装区域, 吊装设备的下方严禁任何人员站立停留。

3) 保证吊装位置合适, 不可长距离吊装;

4) 吊装时保持设备平稳(预制舱吊装时, 舱体的对角线倾斜度 $\leq 5^\circ$)

5) 吊装设备时轻起轻放, 慢慢将吊装设备吊起。设备下落时应缓慢平稳, 避免对设备造成撞击;

6) 设备与底部基础接触时, 待各受力点均匀受力后, 在撤掉吊装设备;

7) 起吊时, 如不能与吊车操作人员进行可视交流, 须使用无线电通讯装置;

8) 吊装作业中, 夜间应有足够的照明, 室外作业遇到大雪、暴雨、大雾及六级以上大风时, 应停止作业。

d. 220t 汽车式起重机工况表

附表 1：主臂额定起重量

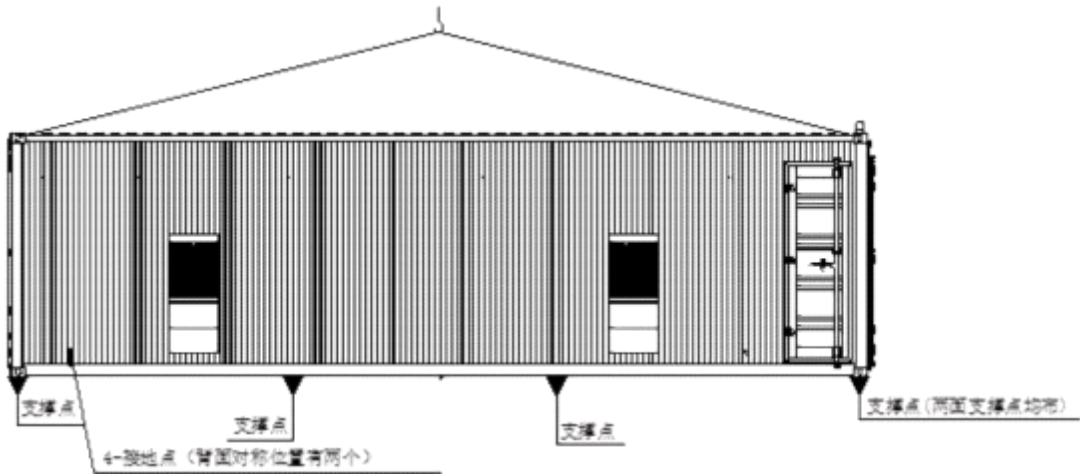
单位：吨

工作 幅度 (m)	支腿全伸 8.3m，90 吨配重，全方位作业															
	臂长 (m)															
	13.4	17.7	22.0	26.3	30.6	34.9	39.2	43.5	47.8	52.1	56.4	60.7	65.0	69.3	73.6	80.0
3.0	220*	150*	140*	125.												
3.5	160*	150*	140*	125.												
4.0	150*	145*	135*	125.	110.											
4.5	145*	135*	128.	120.	110.											
5.0	135*	128.	122.	115.	110.	100.										
5.5	127.	121.	116.	110.	105.	97.0										
6.0	120.	115.	110.	105.	100.	94.0	90.0									
7.0	107.	103.	99.0	94.0	91.0	88.0	84.0	62.5								
8.0	94.5	92.0	89.0	86.0	84.0	82.0	79.0	59.9	59.5							
9.0	82.5	83.0	82.0	79.0	78.0	76.0	73.5	57.5	56.5	48.0						
10.0		75.0	74.0	73.0	72.0	70.0	68.0	55.3	53.0	45.5	36.0					
11.0		68.0	67.0	66.0	65.0	64.0	63.0	53.2	49.8	43.0	35.0	29.0				
12.0		60.5	60.0	60.0	59.2	58.5	58.0	51.2	47.0	41.0	33.6	28.2	24.0			

集装箱安装方案

(1) 集体安装固定

集装箱支撑点和接地点位置如下图所示：



集装箱支撑点和固定点位置

- 1) 设备吊装就位后，安装相应固定螺钉，保证螺钉安装到位，牢固；
- 2) 设备吊装就位后需要与底部基础进行焊接，要保证焊接牢固；并在焊接完成后，对焊接表面进行防腐蚀处理。
- 3) 吊装作业现场如须动火，应遵守 HG23011 的规定。吊装作业现场的吊绳索、揽风绳、拖拉绳等要避免同带电线路接触，并保持安全距离。

(2) 集装箱电气安装

1) 电气接线主要引用标准

《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169

《电气装置安装工程电气设备交接实验标准》GB50150

《电气装置安装工程质量检验及评定规程》DL/T5161.1~5161.17

2) 电气接线

在对系统设备进行电气接线时，任何电气设备、回路和装置未经检查核实不得送电投运。作业时还需悬挂警示牌，如“有人工作，禁止合闸”、“高压危险”等。

3) 电气接线后设备穿孔封堵措施

系统电气接线完成后对设备穿孔处做好防火封堵，封堵处严密牢固、外观整齐、厚度均匀（引用标准《电力设备典型消防规程》DL5027）。

10.5.10 电缆敷设施工方案

a. 施工流程图




b. 主要施工方法简述

序号	施工流程	施工方法	备注
1	施工准备	1) 按施工要求准备电缆放线架、滑轮托	


序号	施工流程	施工方法	备注
		<p>架、电缆剪对讲机等设备，并对其性能及状态进行检查和维护。</p> <p>2) 查看现场的电缆沟抹面工作已结束，建筑垃圾已清理干净，电缆沟排水畅通。</p> <p>3) 检查成盘电缆到货后外观是否完好，出厂资料是否齐全，用1000V 绝缘电阻表测试电缆芯之间及对屏蔽层和铠装层的绝缘电阻。电阻值应符合规定要求。</p>	
2	<p>电缆支架制作</p> <p>安装、电缆管</p> <p>配制预埋</p>	<p>1) 按设计要求尺寸下料。电缆支架用钢材必须先经平直方可下料，下料应使用型材切割机，不得用电、火焊切割。切口卷边、毛刺应打磨掉。下料后的钢材如有明显变形，则应再次进行平直校正。组焊时，应采用样板台组焊，以提高工效和保证质量。立柱与横撑连接处应用满焊缝，焊缝应均匀。焊接后，应及时清除焊渣和药皮。电缆管按现场电气设备就位后的实际地点进行弯制，加工好的支架、电缆管按设计要求进行防腐处理。</p> <p>2) 铝合金桥架及玻璃钢支架由生产厂家制作供货。</p> <p>3) 根据图纸及电气设备的机构箱、端子箱的实际情况确定电缆管的位置及尺寸，以及弯制电缆管和加长电缆管，电缆管埋入地下后，可用“U ”形卡子固定在花角铁上或用钢管打桩焊接固定，为了不妨碍主体设备的拆卸，电缆管不宜敷设到待接设备的端子箱、机构箱、设备接线箱的跟前；需加用一段金属软</p>	

序号	施工流程	施工方法	备注
		管或者阻燃塑料管进行过渡。管口离设备电缆接线箱的距离为300~400mm。电缆管、金属软管及接头安装完成后由技术员负责自检。	
3	电缆支架、桥架安装	<p>1) 电缆支架应安装牢固,横平竖直;托架支吊架的固定方式应按设计要求进行。各支架的同层横档应在同一水平面上,其高低差不应大于 5mm,托架支吊架沿桥架走向左右的偏差不应大于 10mm。</p> <p>2) 在有坡度的电缆沟内或建筑物上安装的电缆支架,应有与电缆沟或建筑物相同的坡度。</p> <p>3) 组装后的钢结构竖井,其垂直偏差不大于其长度的2%;支架横撑的水平误差不应大于其宽度的2%;竖井的对角线的偏差不应大于其对角线长度的5%。</p> <p>4) 对于采用铝合金或玻璃钢的支架,安装步骤相同,在固定及连接时采用螺栓连接。</p> <p>5) 竖井内的安装:</p> <p>①当采用角钢进行安装时,先将设计开列的槽钢焊接于预埋件上作为支柱,然后在支柱上焊接竖井支架,支架焊接应牢固,并做到横平竖直,垂直和水平误差应符合规程规范要求。</p> <p>②当采用桥架进行安装时,先进行预组装,对照桥架的固定眼孔位置在基础上锚孔,移开桥架,安装膨胀螺栓,再进行桥架组装,校正水平、垂直度符合规范要求后紧固螺栓。</p>	

序号	施工流程	施工方法	备注
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">电缆沟铝合金支架图 电缆层铝合金支架</p>			
4	电缆敷设	<p>1) 敷设前检查电缆型号、电压等级、规格、长度应与敷设清单相符，外观检查电缆应无损坏。</p> <p>2) 电缆敷设时应必须按区域进行，原则上先敷设长电缆，后敷设短电缆，先敷设同规格较多的电缆，后敷设规格较少的电缆。尽量敷设完一条电缆沟，再转向另一条电缆沟，在电缆支架敷设电缆时，布满一层，再布满另一层。</p> <p>3) 按照电缆清册逐根敷设，敷设时按实际路径计算每根电缆长度，合理安排每盘电缆的敷设条数。</p> <p>4) 敷设完一根电缆，应马上在电缆两端及电缆竖井位置挂上临时电缆标签。</p> <p>5) 电缆明敷设时，至少应加以固定的部位如下：垂直敷设，电缆与每个支架接触处应固定；水平敷设时，在电缆的首末端及接头的两侧应采用电缆绑扎带进行固定，此外电缆拐</p>	

序号	施工流程	施工方法	备注
		<p>弯处及电缆水平距离过长时，在适当处亦应固定一两处。</p> <p>6) 电缆敷设时应排列整齐，不宜交叉，电缆沟转弯、电缆层井口处电缆弯曲弧度一致、顺畅自然。</p> <p>7) 光缆、尾纤应按照有关规定穿设PVC保护管或线槽。</p> <p>8) 电缆在各层桥架布置应符合高、低压，控制电缆分层敷设，并按从上至下高压、低压、控制电缆原则敷设，不得将电力电缆及控制电缆混在一起。</p> <p>9) 机械敷设电缆的速度不宜超过15m/min，牵引的强度不大于7kg/mm²，电缆转弯处的侧压力不大于3kN/m²。</p> <p>10) 金属保护管不宜有中间口，如有中间口应用阻燃软管连接，不用软管接头，保护管端用塑胶带或自粘胶带包裹固定。金属保护管至设备或接线盒之间用阻燃软管连接，两头用相应的接头连接。</p> <p>11) 高压电缆敷设过程中为防止损伤电缆绝缘，不应使电缆过度弯曲，注意电缆弯曲的半径，防止电缆弯曲半径过小损坏电缆。电缆拐弯处的最小弯曲半径应满足规范要求，对于交联聚乙烯绝缘电力电缆其最小弯曲半径单芯为直径的20倍，多芯为直径的15倍。</p> <p>12) 高压电缆敷设时，在电缆终端和接头处应留有一定的备用长度，电缆接头处应相互</p>	

序号	施工流程	施工方法	备注
		<p>错开，电缆敷设整齐不宜交叉，单芯的三相电缆宜放置“品”字形，并用相色缠绕在电缆两端的明显位置。</p> <p>13) 电缆敷设应做到横看成线，纵看成行，引出方向一致，余度一致，相互间距离一致，避免交叉压叠，达到整齐美观。</p> <p>14) 高压电缆固定间距符合规范要求，单芯电缆或分相后各相终端的固定不应形成闭合的铁磁回路，固定处应加装符合规范要求的衬垫。</p> <p>15) 电缆敷设完后，应及时制作电缆终端，如不能及时制作电缆终端，必须采取措施进行密封，防止潮湿。</p> <p>16) 电缆敷设完成固定后，应恢复电缆盖板或填土，电缆穿墙或地板时，电缆敷设后，在其出口处必须用耐火材料严密封。</p>	
5	电缆头制作安装	<p>1) 高压电缆头的制作须严格按照材料说明书要求进行，要注意电缆线芯对地距离应不小于 125mm；电缆头的制作过程应一次完成，以免受潮。</p> <p>2) 高压电缆头接地应将钢铠和铜屏蔽分开接地，并做出标识，单芯电缆在一端接地即可，但为了方便试验及其他原因，另一端接地线亦要引出。</p> <p>3) 控制电缆制作时，电缆头开头尺寸和制作高度要求一致，制作样式统一。</p> <p>4) 在剥除电缆外护套时，屏蔽层应留有</p>	

序号	施工流程	施工方法	备注
		<p>相应长度，以便与屏蔽接地引出线进行连接。 各层间进行阶梯剥除。</p> <p>5)控制电缆头的接地线采用4mm 多股铜芯线，焊接接地线时要采取防护措施，防止温度过高损坏芯线绝缘。</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">电缆敷设</p>			

2.5.3 施工设备

项目施工所用到的设备包括搅拌运输车、水上打桩船、起重机、水上挖机、叉车、电缆敷设机、电焊机、振动棒、施工浮桶船等。

2.5.4 施工进度安排

本项目施工进度控制点为准备工程、支架安装和电池组件阵列安装（升压站，含储能站）、调试验收。准备工程 1 个月，场内道路、电池板及支架安装（升压站，含储能站）工期 8 个月，调试安装验收 1 个月，工程总工期为 10 个月。

项目 \ 进度	建设周期 10 个月									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
初步设计及施工图设计	■	■								
施工分包		■	■							
主设备、材料、施工采购			■	■	■	■	■	■		
施工准备			■	■						
土建施工					■	■	■	■		

剂，冲洗污水同雨水一起排入水体。对组件的清洗虽然需花费一定的人力成本，但受污染的光伏组件经清洗后出力可明显上升发电功率。

2.6 项目选址合理性分析

2.6.1 与选址区域“渔光互补”及区域、社会条件的适宜性分析

2018 年 7 月，《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24 号）提出要最大限度控制围填海面积。莆田市涵江临港产业园二期规划用地因此未能利用，该区域为现状为水产养殖密集区，区内生产的水产品一般通过海运及陆地汽车运输的方式销往全国各地。本区域海岸线长 27.64 千米，拥有滩涂养殖面积 2 万多亩，适宜开展渔光互补光伏电站项目，提高海域空间资源节约集约利用水平。

根据《莆田市国土空间总体规划（2020-2035 年）》，将提升兴化湾南岸、木兰溪入海河口为重点的湿地生态环境质量和生态服务功能，建立滨海湿地鸟类保护小区，提升珍稀濒危野生动植物救护、繁育和野化放归能力。目前，木兰溪入海口已开展了蓝色海湾整治行动项目，因此，本项目删除了涉及木兰溪入海口生态保护区的光伏地块，由 200MW 工程容量调减为 130MW，并在涵江区发改局完成重新备案。根据周边变电站距离与容量分析，周边有鳌山 110KV 变电站、涵东 110kV 以及白塘 110kV 变电站、厚峰 220kV 变电站、园顶 500kV 变电站，接入电网资源丰富。故本项目升压站进站道路连接雪津大道，便于安装和运行检修。出站线路朝南送出，送至晶鸿项目的 220kV 升压站，再统一由晶鸿站朝北送出至 220kV 厚峰变电站，贴近区域功能规划。

涵江区按照“以港兴市、工业强市”的港口经济发展战略，既大力拓展园区平台，又着力促进工业发展，在更高的平台、更宽的领域和更大的背景下，围绕港口做好产业集群规划，积极构建以港口为依托的临港工业体系，从而形成综合性、多行业的港口产业格局。本项目临近涵江区临港产业园区，本项目的建设将为临港产业园区的发展注入动力，不仅是该地区能源供应的有效补充，而且作为绿色电能，有利于缓解该地区电力工业的环境保护压力，促进地区经济的持续发展，对于带动地方经济快速发展将起到积极作用，项目社会效益显著。

因此，项目选址区域的“渔光互补”条件适宜、区位条件及社会条件可满足项目建设的需要。

2.6.2 与选址区域自然条件、环境条件的适宜性分析

莆田市境内地势西北高、东南低，横剖面呈马鞍状。背倚戴云山脉，面对台湾海峡。西北部多为中低山，海拔 500-1800 米，总面积 96000 公顷，约占全市土地面积的 24%。

有千米以上的山峰 43 座，其中位于仙游、永泰、德化交界处的石谷解海拔 1803 米，为市内最高峰。中部为低山与丘陵。平原与盆谷错综其间，地势较平坦，有兴化平原，仙游东、西乡平原，南方平原，枫江平原等，平原海拔多在 60 米以下，约占全市土地总面积的 20.6%。项目规划场址为坑塘水面，根据现场踏勘调查发现坑塘底的表层覆土为淤泥层，场地初勘阶段的钻探揭露，场地内分布的地层包括人工填土层（Q4ml）、第四系冲洪积层（Q4al+pl）。根据《中国地震动峰值加速度区划图》（GB18306-2015 图 A1）及《中国地震动反应谱特征周期区划图》（GB18306-2015 图 B1），工程区地震动峰值加速度为 0.1g，相应地震基本烈度为 7 度。

拟建光伏场区位于海边滩涂，表层覆土为淤泥，地层分布稳定，工程性能良好，未不良地质现象，场地下无矿藏、文物，古迹。厂址附近无民航及军用设施，可满足电厂建设用地以及相应的施工用地。

光伏场区水平面总辐射值在 1474.00MJ/m²，工程所在地太阳能总体属于我国太阳能资源 B 类很丰富区，有较高的开发利用价值。光伏场址太阳辐射量年际变化平稳，季节性变化明显，总辐射比较大的月份分布在 7~9 月，其中 7 月最大，总辐射比较小的月份分布在 12~次年 2 月，其中 1 月份最小。当地气候条件适合建设光伏电站。

综上所述，本区适宜拟建光伏电站项目光伏阵列与升压站的建设。因此，该项目的选址是可行的。



图 2.6-1 本项目拟建设位置

2.6.3 项目选址与区域生态系统的适宜性

本项目用海符合《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》等相关规划。

项目区域经实际调查未发现珍稀濒危生物和需要特别保护的海洋生物物种，生态环境状况良好，基础生产力与生物群落结构正常，海域生态系统整体良好。本项目建设不会隔断野生海洋鱼虾类生物的回游通道，不会对下游野生海洋生物的回游、产卵、经植、索饵、育肥产生不利的影响。本项目建设过程中虽然会对海洋生态环境和生物资源造成一定的影响，但随着工程的建成，本海域和周边水体的环境质量状况将逐渐得到恢复，海洋生物群落也会逐渐恢复正常，新的生物群落将产生，并随着时间的推移，一些原有的生态功能将逐步恢复，将形成新的生态平衡。因此，本项目对选址海域内生态环境的影响较小，可通过采取适当的措施进行补偿，对周边海洋保护区等敏感生态资源不会产生不利影响。同时，项目光伏场区离海岸线最近 1567m，项目不直接占用人工岸线资源，仅在线缆登陆点下穿岸线，对岸线资源的影响较小，项目建成后形成一项别具特色的风景区，成为海岸景观的点缀，带来观赏效益。

因此，项目选址与区域生态系统是相适宜的。

2.7 施工期影响因素分析

本项目施工项目包括光伏区施工、升压站施工、电缆敷设等。总体施工顺序为光伏区施工、升压站施工、电缆敷设施工。具体施工流程及产污环节见图 2.7-1。

2.7.1 光伏区施工

光伏区施工主要为光伏支架及栈道基础打桩施工、栈桥铺设、桥架安装及光伏发电组件安装。其中光伏支架及栈道基础打桩施工将产生悬浮泥沙、施工生活废水、生活垃圾、施工船舶废水及施工机械尾气、噪声等；栈桥铺设、桥架安装及光伏发电组件安装过程中将产生施工生活污水、生活垃圾、焊接废气、焊渣及噪声等。

2.7.2 升压站施工

升压站施工主要为基础开挖及场地平整压实、升压站主体建筑施工、电气设备入室。其中基础开挖及场地平整压实施工过程中将产生施工废水、扬尘及噪声等；升压站主体建筑施工过程中将产生施工废水、扬尘、建筑垃圾及噪声等；电气设备入室过程中将产生噪声。

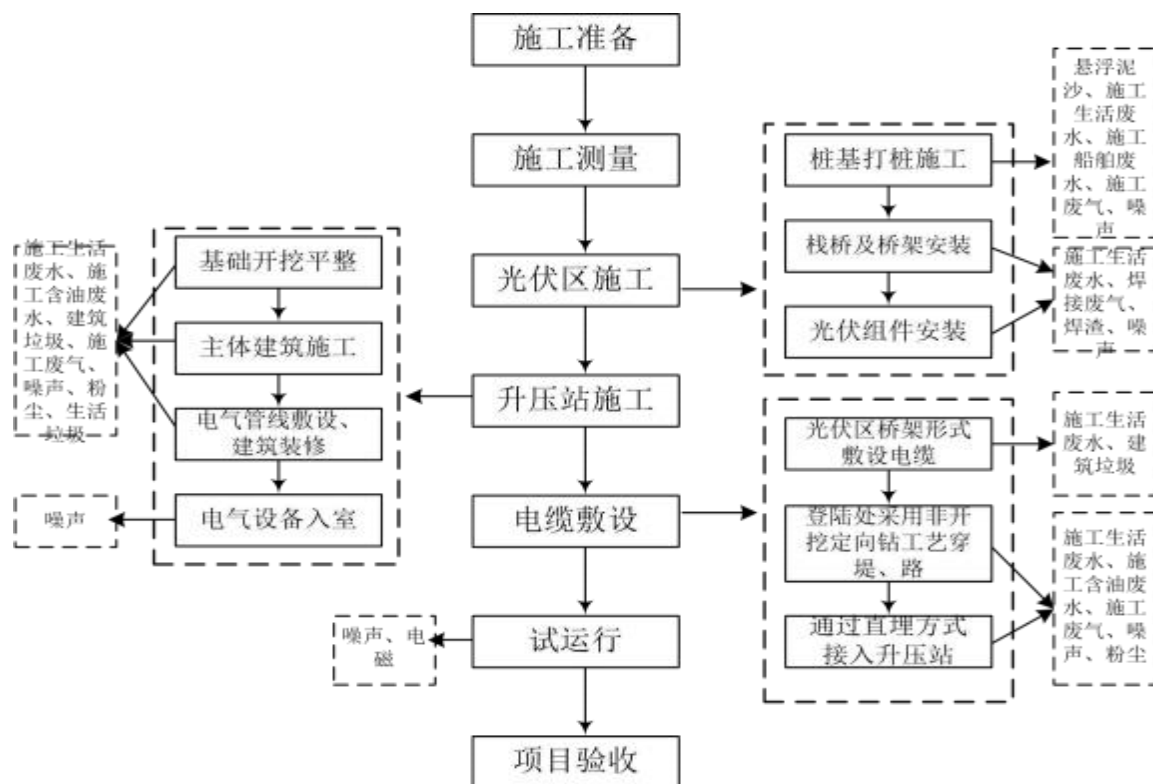


图 2.7-1 项目施工顺序生产工艺及产生环节示意图

2.8 运营期影响因素分析

本项目运营期总体运营流程为光伏组件经日光照射后，形成低压直流电，电池组件串联后的直流电送至直流汇流箱，直流汇流箱汇流后引至集中式逆变器，直流电逆变为交流，逆变后的三相交流电引至升压变压器，经升压变升压后并入电网。储能区在运营高峰期将存储光伏发电厂的多余电量，负荷峰时将放电至升压站。具体运营流程及产污环节见图 2.8-1。

2.8.1 光伏阵列

本项目光伏阵列区光伏板将产生光污染，根据工可单位提供资料，光伏板运营期间采用人工冲洗结合机械辅助擦洗相结合的方式对光伏板清洗，不采用洗涤剂，因此运营期间将产生光伏板清洗废水；光伏组件在运营期正常维护期间将产生废旧电子元件。

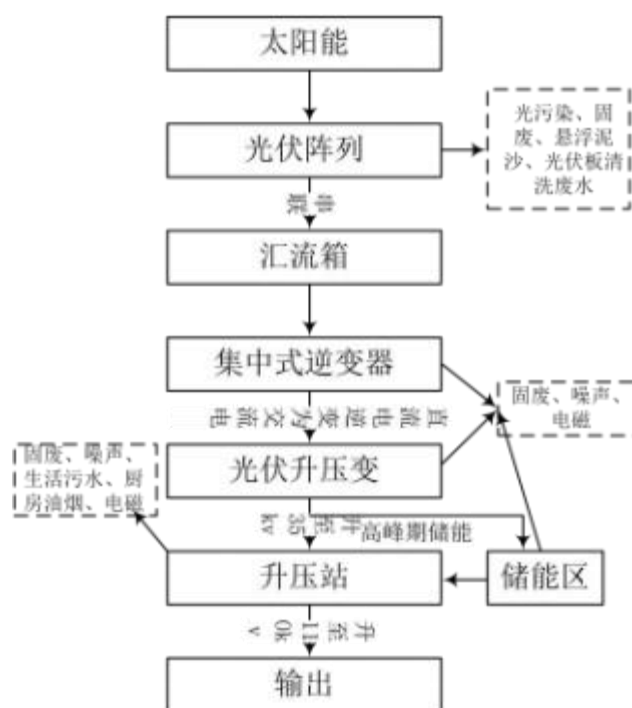


图 2.8-1 本项目运营流程及产污环节示意图

2.8.2 集中式逆变器

集中式逆变器运营期间将产生噪声、电磁及废旧电子元件等。

2.8.3 光伏升压变

光伏升压变运营期间将产生噪声、电磁及废旧电子元件等。

2.8.4 储能区

储能区运营期间将产生噪声、电磁及废旧电池等。

2.8.5 升压站

本项目运营期管理制度为运行和日常维护人员 12 人（其中班长 2 人），每班 6 人，每周轮换，负责各光伏电站子发电单元的巡视、日常维护及值班。升压站内设置综合楼，为管理人员提供住宿及食堂，因此升压站运营期间产生食堂油烟、固体废物、生活污水、废旧铅酸电池及运行噪声、电磁等。

2.9 工程分析

2.9.1 施工期主要污染因素及源强分析

项目水污染源包括桩基等施工过程各类悬浮物产生与排放、陆域施工场地生活污水、施工船舶生活废水、含油废水、车辆机械冲洗废水等，其中悬浮物废水是本项目最主要的水污染源。

(1) 施工悬浮泥沙水污染源

① 桩基施工悬浮泥沙源强

根据工程建设方案，光伏区支架桩基型号 PHC500-100-B（18194 根），PHC500-125-C（7798 根），光伏区箱逆变一体机桩基型号 PHC500-100-B（184 根），光伏区栈道桩基型号 PHC500-100-B（2298 根），PHC700-125-C（4 根），项目区 90%以上桩基采用 PHC 混凝土高强预应力管桩，桩基直径为 400mm，工程施工过程中预应力管桩直接用打桩机振沉至设计高程，施工过程类似于抛石挤淤，打桩施工产出的悬浮泥沙源强采用以下公式计算：

$$S = (1 - \theta) \times \rho \times \alpha \times P$$

式中：

S 为预制桩打桩的悬浮物源强（kg/s）；

θ 为沉积物天然含水率，根据工程所在海域沉积物含水率情况，表层淤泥含水率取平均值 60%；

ρ 为颗粒物湿密度，取平均值 1610kg/m³；

C 为泥沙中颗粒物所占百分率，根据地勘细中砂颗粒组成表，取平均值 62.2%；P 为平均挤淤强度（m³/s），挤淤强度按预应力管桩的施工效率计算。

根据建设单位提供的初步施工方案，本项目陆域周边施工采用打桩机沉桩施工，海域外侧使用打桩船海上施工，一艘施工船舶上设置 1 台打桩机作业，预计使用 2 艘打桩船同时施工，每根预制桩沉桩时间约为 1 小时。计算悬浮泥沙源强为： $(1-0.6) \times 1610\text{kg/m}^3 \times 0.622 \times 0.15\text{m}^2 \times 3.14 \times 10\text{m} / 3600\text{s} \times 2 = 0.157\text{kg/s}$ 。

② 光伏区场地整平施工悬浮泥沙

根据工可单位提供的数据，本电站场址主要为海域滩涂，场地无需大范围平整，仅小区域采用水上挖机进行场地平整，考虑到场地平整仅为局部、少量，产

生的悬浮泥沙含量较少，且施工过程中仅小范围开挖就地平整，施工时间较短，因此水上挖机施工产生的悬浮泥沙可看做为瞬时影响，故不对其进行定量分析。

（2）施工船舶水污染源

施工船舶废水主要为施工船舶的舱底含油污水及生活污水。

①船舶含油废水

本项目施工高峰期同时投入的主要施工船舶设备有 2 艘水上挖掘机、8 艘水上打桩船等。参考同类型光伏电站项目，大型施工船舶机舱（水上打桩船）含油污水产生量为 $(0.3\sim0.5)\text{m}^3/(\text{船}\cdot\text{日})$ ，一般工作船舶机舱（水上挖掘机）含油污水产生量为 $(3\sim5)\text{m}^3/(\text{船}\cdot\text{月})$ 。本项目大型施工船舶机舱含油污水产生量按 $0.5\text{m}^3/(\text{船}\cdot\text{日})$ ，一般工作船舶机舱含油污水产生量按 $5\text{m}^3/(\text{船}\cdot\text{月})$ ，含油量一般为 $2000\sim20000\text{mg/L}$ ，本环评按 10000mg/L 考虑。施工船舶产生的含油废水交由有资质的单位进行处理。

②船舶生活废水

根据工可单位提供信息，施工高峰期船舶施工人员约 50 人，人均生活用水量按 $0.15\text{m}^3/\text{d}$ 人计，排水系数取 80%，则施工船舶人员人均生活污水产生量为 $0.12\text{m}^3/\text{d}$ 人。根据一般生活污水污染物产生浓度，施工船舶生活污水处理前，COD 浓度取 400mg/L ，BOD₅ 浓度取 200mg/L ，SS 浓度取 220mg/L 、氨氮浓度取 45mg/L ，这部分废水经收集上岸处置。

施工高峰期施工船含油废水、生活污水产生量与排放量分别统计于表 2.9-1。

（3）施工场地生活、生产废水

在施工过程中，产生一定量的车辆冲洗废水、机械油污和生活污水。

车辆设备保养站（含停车场）对施工运输车辆和流动机械冲洗主要集中在每日晚上进行 1 次，施工高峰期每天需要冲洗的各种施工运输车辆和流动机械共约 15 辆（台），每次每辆（台）运输车辆和流动机械平均冲洗废水量约为 0.8m^3 ，主要水污染物为 SS 和石油类，SS 浓度可达 3000mg/L ，石油类可达 20mg/L 。为降低冲洗废水直接排放对附近海域水质所造成的影响，采用初沉—隔油—沉淀处理方法对该废水进行简易处理，去除其中大部分悬浮泥沙和石油类物质后回用。

光伏场区施工临时分区主要包括生活区、办公区、综合加工区、材料设备堆场、封闭库房等。施工辅助设施如机械修配厂、车辆保养站、汽车修理厂等直接利用各市、县、乡镇已有设施。

因此施工场地主要是现场施工人员以及施工营地管理用房人员产生的生活污水。

根据工可单位提供材料，本项目施工高峰期施工人员约 400 人，施工人员生活用水量按 0.15m³/d 人，则生活废水产生量约 0.12m³/d 人，按经验值估算，生活污水处理前，COD 浓度取 400mg/L，BOD₅ 浓度取 200mg/L，SS 浓度取 220mg/L、氨氮浓度取 45mg/L。施工人员生活污水经项目区化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理。

施工高峰期陆域施工场地生产废水和生活废水产生与排放情况见表 2.9-2。

表 2.9-1 施工高峰期船舶含油废水、施工生活废水产生量一览表

类型	序号	项目名称	产生情况		备注
			产生量 (kg/d)	产生浓度 (mg/L)	
船舶含油废水	1	废水产生量	4333.33	-	该部分废水统一收集后外运处置，不外排。
	2	石油类	43.33	10000	
船舶生活废水	1	废水产生量	6000	-	该部分废水经收集上岸外运处置，不外排。
	2	COD	20	400	
	3	BOD ₅	10	200	
	4	SS	11	220	
	5	氨氮	2.25	45	

表 2.9-2 施工高峰期陆域施工生产废水、生活废水产生与排放量一览表

污染源强	序号	项目名称	产生情况		备注
			产生量 (kg/d)	产生浓度 (mg/L)	
生产废水	1	废水产生量	12000	-	该部分废水隔油沉淀处理回用，含油废渣交有资质的单位处理。
	2	石油类	0.24	20	
	3	SS	36	3000	
生活污水	1	废水产生量	48000	-	经项目区化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理。
	2	COD	19.2	400	
	3	BOD ₅	9.6	200	
	4	SS	10.56	220	
	5	氨氮	2.16	45	

(4) 废气污染源源强分析

施工期主要大气污染物为施工场地和物料运输过程产生的粉尘、机械尾气以及焊接产生的焊接烟尘。

①机械尾气

施工过程中所需要的各类机械设备基本以柴油为燃料，所排放的发动机尾气中主要含有烟尘、烃类、CO 等空气污染物。其中，烟尘浓度 60~80mg/m³，THC（总烃）浓度 80~100mg/m³。由于施工机车相对较为分散，加之地面开阔，其尾气排放对周围环境空气的影响较小。

②施工粉尘

场地清理、物料装卸与运输、升压站场地开挖平整、主体建筑施工、电缆穿堤、直埋等环节，均产生一定量的粉尘。由于本项目主体工程大多在海上施工，因此施工粉尘产生量非常有限，主要集中于陆上施工场地内和物料运输途中，陆域施工过程中应避免在大风天气进行，在施工前建设施工围挡，并在施工期间开启现场喷淋、雾泡进行降尘，起到抑尘的效果，并对材料运输车辆出场进行清洗，不满载。

③焊接烟尘

本项目海上临时施工平台、光伏支架搭建时采用焊接工艺进行安装，焊接过程中有焊接烟尘产生。由于本项目施工内容较为简单，主要进行光伏电池方阵、逆变器等设备的架设、安装，立柱、支架的安装，且用于安装的支架均为外购成品，故施工现场产生的废气主要为少量的焊接作业产生的电焊烟尘。电焊烟尘来源于焊接过程中金属元素的挥发，成分复杂，主要成分是 Fe₂O₃、SiO₂、MnO₂，毒性不大但尘粒极细小（直径 5μm 以下），在空气中停留时间较长，容易吸入肺内，会对工人健康产生危害。

（5）噪声污染源源强分析

项目的施工噪声主要来自施工机械在运作过程中产生的机械噪声，主要施工机械有搅拌运输车、水上打桩船、起重机、水上挖机、叉车、电缆敷设机、电焊机、振动棒、施工浮桶船（无动力船舶，用作施工便道浮力船，因此无噪声）等各类施工运输车辆船舶产生的交通噪声。本项目所用施工机械设备噪声在 65~90dB(A)左右。根据实际施工类比统计，各施工机械满负荷运行产生的最大声级见表 2.9-3。

表 2.9-3 施工期噪声源强

序号	施工设备	声源特点	最大声级(dB (A))	测点距机械距离(m)
1	搅拌运输车	不稳定源	80	5
2	水上打桩船	不稳定源	85	5

3	起重机	不稳定源	80	5
4	水上挖机	不稳定源	85	5
5	叉车	不稳定源	90	5
6	电缆敷设机	不稳定源	80	5
7	电焊机	不稳定源	65	5
8	振动棒	不稳定源	85	5

施工机械种类繁多，不同的施工阶段有不同的施工机械，同一施工阶段投入的施工机械也有多有少，这就决定了施工噪声的随意性和无规律性。

本项目 200m 范围内无声环境敏感目标，因此影响较小。

（6）固体废物分析

本项目土方开挖产生的土方均就地整平，因此本项目不产生弃土，施工产生的固体废物主要包括船舶工作期间产生的垃圾、施工人员生活垃圾、施工过程中产生的建筑垃圾等。

①施工船舶垃圾

施工高峰期海上作业人员约 50 人，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶施工人员的生活垃圾取 1.0kg/d，共计约 50kg/d。

船舶保养产生的固体废物产生量约 4kg/d，主要为废机油（HW08，危废代码为 900-214-08）、含油抹布（HW49，危废代码为 900-041-49）等。废机油和含油抹布需由具有资质的船舶清污公司负责接收和处置。

②施工场地生活垃圾

根据工可单位提供材料，本项目施工高峰期施工人员约 400 人，按施工人员人均生活垃圾产生量 0.5kg/d 计，则施工场地的生活垃圾产生量为 200kg/d。

③施工建筑垃圾

建筑垃圾主要为施工营地中材料加工产生的边角料；支架安装产生的废弃材料；升压站、储能区、光伏列阵区等焊接产生的焊渣；升压站施工产生的建筑垃圾等，按照城市建筑垃圾管理相关条例运至指定地点处置，运至市政建筑垃圾消纳点处置。

2.9.2 运营期污染因素及源强分析

（1）废水污染源源强分析

项目水污染源主要为运营期间光伏板冲洗废水及管理人员生活废水。

①光伏板冲洗废水

光伏板容易积尘影响发电效率，故应对光伏板进行清洗，以保证光伏板的发电效率。光伏阵列的光伏板面的清洗可分为定期清洗和不定期清洗。定期清洗一般每两月进行一次。清洗时间安排在日出前或日落后。本项目地处莆田海边，全年多雨，后期运维可根据现场实际情况，考虑每一季度清洗一次。不定期清洗分为恶劣气候后的清洗和季节性清洗。恶劣气候分为大风、沙尘后的清洗。季节性清洗主要是指春季位于候鸟迁徙线路下的电站区域，对候鸟粪便的清洗，在此季节应每天巡视，及时清洗。日常维护主要是每日巡视检查光伏板的清洁程度，不符合要求的应及时清洗，确保光伏板的清洁，光伏板清洗后应保持干燥。

本电站的清洗方式考虑采用人工冲洗结合机械辅助擦洗相结合的方式，对组件进行定期清洗。冲洗方式：自备配水软管及配套冲洗水枪，冲洗光伏板时由维护人员携带配套软管就近取海水，使用软管配套结合机械辅助擦洗进行人工清洗，清洗时不采用化学清洗剂，冲洗污水同雨水一起排入水体。对组件的清洗虽然需花费一定的人力成本，但受污染的光伏组件经清洗后出力可明显上升发电功率。

光伏板上主要集聚粉尘、盐粒、鸟粪等，冲洗过程中将导致悬浮泥沙入海，每次用水量约 220t/次，年用水量约 880t/a，考虑 5%的蒸发量，光伏板清洗产生的废水量约为 836t/a。清洗过程为间断性清洗，清洗用水直接抽取海水，不添加洗涤剂，清洗废水水质简单，主要污染物为 SS，根据福建省同类型海上光伏项目，SS 产生量约为 50mg/L，浓度较低。

②管理人员生活废水

本项目光伏发电、储能、升压、输送过程中不产生生产废水。运营期管理制度为运行和日常维护人员 12 人（其中班长 2 人），每班 6 人，每周轮换，负责各光伏电站子发电单元的巡视、日常维护及值班。

因此本项目运营期主要是管理人员产生的生活污水以及食堂产生的食堂废水。

根据工可单位提供材料，本项目日常维护及管理人员每班约 6 人，生活用水量按 $0.15\text{m}^3/\text{d}$ 人，则生活废水产生量约 $0.12\text{m}^3/\text{d}$ 人，生活污水产生量 $0.72\text{t}/\text{d}$ （ $262.8\text{t}/\text{a}$ ），按经验值估算，生活污水处理前，COD 浓度取 $400\text{mg}/\text{L}$ ，

BOD₅ 浓度取 200mg/L，SS 浓度取 220mg/L、氨氮浓度取 45mg/L。生活污水经项目区内化粪池进行预处理后，通过市政污水管道输送至涵江区江口污水处理厂进行深度处理。

拟建项目设有 1 个厨房，食堂餐厅建筑面积约 51.81m²，参照《饮食业环境保护技术规范》（HJ554-2010），项目食堂用水量按 0.04m³/m²·d 计，食堂用水量 2.07m³/d，年用水量 755.55m³/a。食堂废水排放量按用水量的 90%估算，其产生量为 1.863m³/d。

食堂废水经过隔油处理后与生活废水一起进入化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理。COD、BOD₅、氨氮的去除率参照《第一次全国污染源普查城镇生活污污染源产排污系数手册》中“二区一类区生活污水”经化粪池预处理后的推荐数据，去除效率分别为 20.3%、21.2%、3.1%，动植物油经预处理（隔油池）去除效率为 50%。SS 参照刘毅梁发表的《武汉市住宅小区化粪池污染物去除效果调查与分析》中得出的结论，SS 的去除率为 47%，则项目生活污水经化粪池预处理后水质为 COD:359mg/L、BOD₅: 197mg/L、SS: 186mg/L、NH₃-N: 34mg/L，动植物油经预处理（隔油池）水质为 50mg/L。

本项目运营期生活废水、食堂废水产生与排放情况见表 2.9-4。

表 2.9-4 运营期废水产生与排放量一览表

污染源	污染物	产生量 t/a	污染物产生		治理措施		排放量 t/a	污染物排放	
			产生浓度 (mg/L)	产生量 (t/a)	工艺	处理效率%		排放浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)
光伏板冲洗废水	SS、鸟粪、盐粒	836	50 (SS)	0.042	/	/	/	50	0.042
生活污水	COD	262.8	400	0.105	化粪池、隔油池	20.3	262.8	318	0.084
	BOD ₅		200	0.053		21.2		158	0.042
	SS		220	0.058		47		117	0.031
	NH ₃ -N		45	0.012		3.1		44	0.012
食堂废水	COD	755.55	450	0.34	化粪池、隔油池	20.3	755.55	359	0.27
	BOD ₅		250	0.19		21.2		197	0.15
	SS		350	0.26		47		186	0.14
	NH ₃ -N		35	0.026		3.1		34	0.026
	动植物油		100	0.076		50		50	0.038

(2) 废气污染源源强分析

运营期主要大气污染物为食堂油烟。员工食堂厨房油烟排放执行《饮食业油烟排放标准(试行)》(GB18483-2001)具体见表 2.9-5。

表 2.9-5 饮食业油烟排放标准 (摘录)

规模	小型
最高允许排放浓度(mg/m ³)	2.0
净化设施最低去除效率(%)	60

排气筒高度参照执行《饮食业环境保护技术规范》(HJ554-2010)中“6.2.2: 经油烟净化后的油烟排放口与周边环境敏感目标距离不应小于 20m; 经油烟净化和除异味出路后的油烟排放口与周边环境敏感目标距离不应小于 10m。6.2.3: 饮食单位所在建筑物高度小于等于 15m 时, 油烟排放口应高出屋顶; 建筑物高度大于 15m 时, 油烟排放口高度应大于 15m”。

项目生产区设一座食堂, 均属《饮食业油烟排放标准 (试行)》(GB18483-2001)规定的“小型”餐饮单位。生产区食堂主要为生产区人员提供早中晚三餐, 宿舍区食堂主要为厂内员工供应早中晚三餐, 日就餐人数约为 6 人次。根据对有关统计资料的类比分析, 以每位就餐员工将消耗生食品 1kg/人次, 每吨生食品将消耗 30kg 的食用油, 烹饪时食用油的挥发量为 0.4%, 则食堂油烟产生总量为 0.72kg。食堂炉灶所产生的餐饮油烟浓度在未采取净化措施加以治理的情况下, 一般平均浓度约为 12mg/m³, 经净化效率大于 60%油烟净化系统处理后屋顶排放, 排放浓度可降至 4.8mg/m³ 以下。

(3) 噪声污染源源强分析

光伏电站运行期的噪声主要来源于各类设备产生的噪声, 设备噪声主要为升压站、逆变器、箱式变电站等设备产生的噪声, 箱式变电站设置 32 台, 光伏阵列区面积大, 分布比较分散。根据类似光伏电站项目相同设备噪声, 升压站噪声最高为 70dB(A) (1m), 光伏区升压变噪声最高为 60dB(A) (5m), 为稳态噪声。本项目 200m 范围内无声环境敏感目标, 因此影响较小。

(4) 固体废物分析

本项目储能区采用干式升压变压器, 110kV 升压站均采用克拉玛依 25 号油, 其使用寿命约为 25-30 年, 光伏区升压变采用植物油, 其使用寿命约为 30 年, 与设备使用寿命相当, 运营期无需更换。本项目运营期产生的固体废物主要包括废旧电子元件、储能区废旧电池、升压站废旧铅酸电池、管理人员生活垃圾等。

废旧电子元件、储能区废旧电池、升压站废旧铅酸电池暂无设计内容。本项目运营期管理人员约 6 人，按人均生活垃圾产生量 0.5kg/d 计，则运营期生活垃圾产生量为 3kg/d。

（5）电磁污染源源强分析

本项目箱变及输电线路电压为 35kV，属于中压电力设施，根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），35kV 的电力设施属于电磁辐射豁免范围（100kV 以下）的项目，因此运营期主要电磁环境影响为 220kV 升压站，升压站选用 3 套 5.04MW/8.8MWh 储能单元组。

输变电设备有很强电流通过，在其附近形成磁感应强度，可能会影响周围环境。本项目对周边电磁环境的影响主要为工频电场、工频磁场。工频电场强度不大于 4kV/m，工频磁感应强度不大于 100 μ T。

本期光伏发电场运行时产生的电磁辐射主要来自于输电线路及变电设备，太阳能光伏发电系统中变电设备容量小，电压较低产生的电磁辐射较小。大量输变电系统实测资料表明，工频电磁辐射的影响范围有限，产生的工频磁场值都很小，通常不到国家推荐值的 1/10，因此，不会对附近的居民及运行维护人员的身体健康产生危害。

根据同类电站建成运行后的调查，太阳能光伏电站的运行不会对当地的无线电、电视信号等产生影响。

2.9.3 项目建设的生态环境影响因素分析

根据项目的建设内容及规模等特征，本项目主要生态环境的影响表现为：

（1）本项目桩基施工占用了一定的底栖生物赖以生存的底质环境，并造成部分底栖生物的直接死亡，并且占用滩涂湿地将对鸟类造成不利影响。桩基施工过程中产生的悬浮泥沙对浮游生物、游泳动物、周边养殖等也将产生一定的影响。

（2）本项目的建设将引起工程区及附近水动力的变化，进而导致地形地貌和泥沙冲淤环境的变化。

（3）本项目运营过程中，光伏电池板对太阳光的反射会对周围环境产生一定的光污染。光污染的程度与光伏电池板的反射率有关，反射强度越小，被光伏电池板吸收的太阳光光子越多，被反射的光子就越少。本项目光伏电池组件内晶硅

片表面涂覆有防反射涂层，封装玻璃表面经过特殊处理，太阳能电池组件对阳光的反射以散射为主，其总反射率远低于城市玻璃幕墙，无眩光。

（4）项目运营期对海水水质会产生一定的影响。光伏板对用海区域的遮蔽导致日照时间减少进而导致海水中的浮游植物光合作用减少，海水中溶解氧降低，会对海水产生一定的影响。但项目占用海域面积相对较小，用海方式为透水构筑物，不会阻碍海水交换；同时本项目位于滩涂湿地，浮游植物含量较低，初级生产力较低，日照时间减少对初级生产力的影响不大。综上项目运营期对周边海域环境的影响较小。

（5）本项目服务期满后，产生的废旧电池、电子元件等对周边环境的影响。

2.10 政策规划符合性分析

2.10.1 与产业政策的符合性分析

根据国家发展和改革委员会修订发布《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目建设属于属于第一大类鼓励类中的第二十一小类“建筑”中的第 2 大点“绿色建筑技术研发与应用”：...太阳能光伏等可再生能源建筑应用相关产业...”，属于鼓励类建设项目。本项目光伏电站是一种利用太阳光能、采用特殊材料诸如晶硅板、逆变器等电子元件组成的发电体系，与电网相连并向电网输送电力的光伏发电系统。光伏电站是属于国家鼓励力度最大的绿色电力开发能源项目。因此，本项目符合国家产业政策。

2.10.2 与法律法规的符合性分析

（1）与《中华人民共和国湿地保护法》的相符性分析

《中华人民共和国湿地保护法》于 2021 年 12 月 24 日经中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，自 2022 年 6 月 1 日起施行。

湿地保护法所称湿地，是指具有显著生态功能的自然或者人工的、常年或者季节性积水地带、水域，包括低潮时水深不超过六米的海域，但是水田以及用于养殖的人工的水域和滩涂除外。国家对湿地实行分级管理及名录制度。按照生态区位、面积以及维护生态功能、生物多样性的重要程度，将湿地分为重要湿地和一般湿地。重要湿地包括国家重要湿地和省级重要湿地，重要湿地以外的湿地为一般湿地。重要湿地依法划入生态保护红线。

根据《中华人民共和国湿地保护法》第三章湿地保护与利用第二十八条的内容，禁止下列破坏湿地和生态功能的行为：（一）开（围）垦、排干自然湿地，永久性截断自然湿地水源；（二）擅自填埋自然湿地，擅自采砂、采矿、取土；（三）排放不符合水污染物的排放标准的工业废水、生活废水及其他污染湿地的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物；（四）过度放牧或者滥采野生植物，过度捕捞或者灭绝式捕捞，过度施肥、投药、投放饵料等污染湿地的种植养殖行为；（五）其他破坏湿地及其生态功能的行为。

根据《中华人民共和国湿地保护法》，禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。本项目建设用海所在处属于滨海湿地范畴，项目区未列入福建省第一批省重要湿地名录。

根据涵政综〔2021〕134号文件关于公布涵江区第二批一般湿地名录的通知，项目用海区域与涵江区第二批一般湿地名录对照可知，本项目不占用一般湿地名录中的湿地，涵江区第二批一般湿地名录斑块分布图详见图 2.10-1。

项目场地属滨海滩涂~潮间带地貌，现为滩涂地及水产养殖，本项目利用养殖已久的的缢蛏养殖池进行光伏电站建设，根据《中华人民共和国湿地保护法》，本法所称湿地，是指具有显著生态功能的自然或者人工的、常年或者季节性积水地带、水域，包括低潮时水深不超过六米的海域，但是水田以及用于养殖的人工的水域和滩涂除外。

因此，本项目不占用湿地。本项目施工工艺简单，对周边原有的滨海湿地的生态功能影响较小。本项目施工期和运营期采取一定的环保措施可以避免污染物的直接排放入海，同时项目区内设置有污水收集站和垃圾收集站，生活污水和固体废弃物收集后可以集中运往陆域处理。项目建设在认真实施污染控制排放措施情况下，可以减少对湿地的影响，且会采取一定的生态修复措施，修复因项目建设造成的影响。本项目的建设未改变湿地性质和海域自然属性，未改变其原有用途。综上所述，本项目符合《中华人民共和国湿地保护法》的湿地保护要求。

（2）与《福建省湿地保护条例》的相符性分析

《福建省湿地保护条例》于 2022 年 11 月 24 日福建省第十三届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过并于 2023 年 1 月 1 日开始实施。

湿地是指具有显著生态功能的自然或者人工的、常年或者季节性积水地带、水域，包括低潮时水深不超过六米的海域，但是水田以及用于养殖的人工的水域和滩涂除外。

项目场地属滨海滩涂~潮间带地貌，现为滩涂地及水产养殖，本项目利用养殖已久的缢蛏养殖池进行光伏电站建设，根据《福建省湿地保护条例》，项目不占用湿地。建设区域处于近岸内湾，多年来淤积成陆，形成高滩，工程建设不会对周边海域环境产生影响，对周围鸟类觅食等活动影响较小。但仍应通过开展科学的生态修复措施以减小对海洋环境的影响。

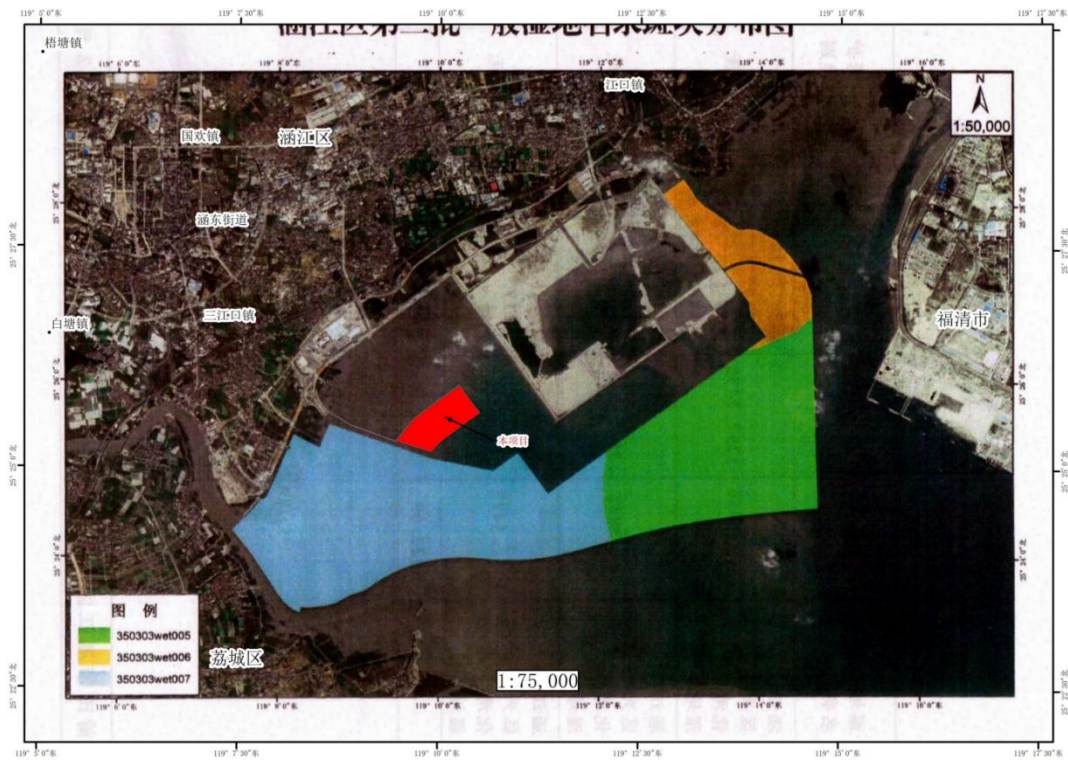


图 2.10-1 涵江区第二批一般湿地名录斑块分布图

因此，项目建设与湿地保护是可以协调的。

2.10.3 与港口规划及规划环评的符合性分析

根据《湄洲湾港总体规划（2022-2035）年》，湄洲湾港划分为五个港区，包括兴化港区、东吴港区、秀屿港区、肖厝港区、斗尾港区。其中兴化港区由涵江作业区和三江口作业点组成。

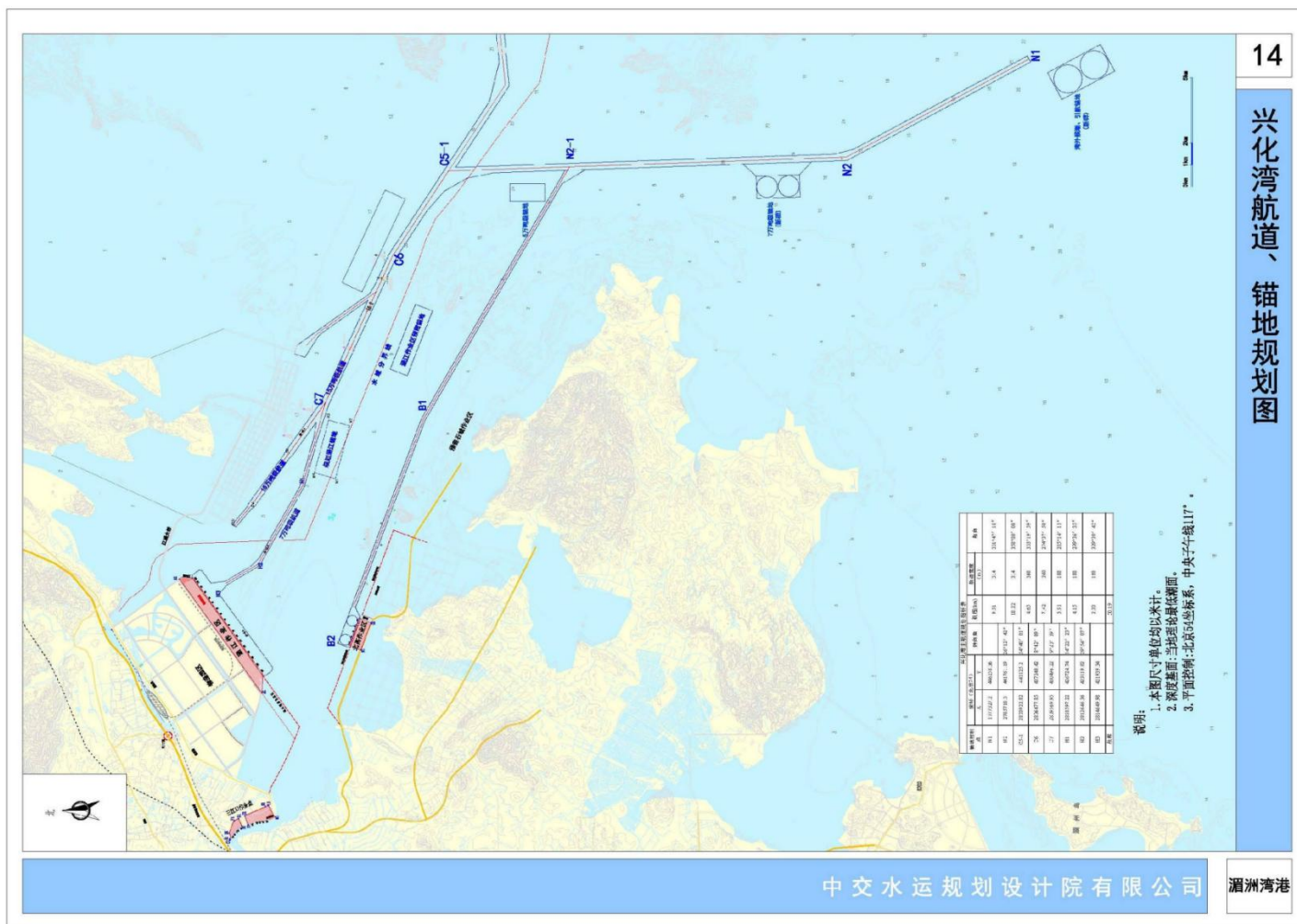
兴化港区规划有三江口作业点、涵江作业区。其中，涵江作业区邻近福州港江阴港区，规划码头区水深在 0m 左右，是兴化湾南岸淤积较为严重的地区，可利用滩涂围垦造地形成广阔的陆域发展临港工业，并预留发展兴化湾海陆联运物

流园，规划码头主要为后方临港工业开发服务。本次规划考虑引导后方临港工业发展的需要，同时充分利用江阴港区现有航道，规划码头岸线 5500m，即在作业区东侧起步，布置 3.5~10 万吨级泊位 18 个，可形成综合通过能力 3460 万吨，主要接卸货种为集装箱、干散货、件杂货。码头生产区面积约 302 万 m²，后方规划建设的疏港大道边缘陆域纵深 500m，并规划预留支线铁路。另外，在作业区西侧预留 2900m 作为远期码头岸线。

在航道规划上，兴化湾湾口南面、东面有南日水道和兴化水道二个出海口，沿线天然水深大部分都在 20m 以上，20m 以上深槽宽度平均在 500m 以上。规划南日水道航段通航标准为满足 7 万吨级散货船乘潮单线通航要求，同时兼顾 20 万吨级集装箱船乘潮单线通航要求；规划涵江作业区进港航道由江阴航道 C7~C10 航段（壁头角~末端）南另辟新航线，沿南深槽走向，延伸至规划涵江作业区。航道等级为 7 万吨级船舶乘潮通航，航道有效宽度 180m，设计底标高为 -11.6m。为满足涵江作业区的发展需要，考虑在涵江作业区 7 万吨级航道 C7~H1 航段西南侧规划设置涵江锚地，并设置预留锚地。在 C5-1 南侧规划 5 万吨锚地，并分别在 N2、N1 附近新辟 7 万吨锚地、湾外侯潮、引航锚地。《湄洲湾港总体规划（2020-2035 年）》-兴化湾航道、锚地规划图见图 2.10-2。

根据兴化湾航道、锚地规划图，本项目位于规划莆田市涵江临港产业园二期范围内，由于国家限制围填海项目，该区域内现已无新增围填海，本项目的建设不占用锚地及航道，项目建成后可为港口建设输送绿色能源，缓解涵江区用电紧张的现状。

因此，本项目与《湄洲湾港总体规划（2020-2035 年）》相符合。



2.10.4 与《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析

国土空间规划是国家空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图，是各类开发保护建设活动的基本依据。建立国土空间规划体系并监督实施，将主体功能区规划、土地利用规划、城乡规划等空间规划融合为统一的国土空间规划，实现“多规合一”，强化国土空间规划对各专项规划的指导约束作用，是党中央、国务院作出的重大部署。

《规划》是全市国土空间保护、开发、利用、修复和指导各类建设的行动纲领，是编制下位国土空间总体规划、详细规划、相关专项规划和开展各类开发保护活动、实施国土空间用途管制的基本依据，凡在规划范围内涉及国土空间和自然资源保护利用的各项政策的制定，以及各类规划建设管理活动，均应符合本规划。

根据《莆田市国土空间总体规划》，海域利用管控采用“分区管理+用海准入”，其中“用海准入”为“用途管制+用海方式管控”。本项目建设区域为“工矿通信用海区”，见图 2.10-3。“工矿通信用海区”的空间准入要求为：以工业、盐田、固体矿产、油气、可再生能源利用、海底电缆管道等用海为主导功能；兼容渔业基础设施、陆岛交通码头、公务码头建设、旅游码头、游艇码头、航道、锚地、路桥隧道、风景旅游、文体休闲娱乐、科研教学、海岸防护、防灾减灾、尾水达标排放、倾倒、取排水、水下文物保护和生态修复等用海。工矿通信用海区尚未开发利用期间，可兼容短期增养殖用海。用海方式管控要求为：允许适度改变海域自然属性。

本项目为可再生能源项目，属于电力工业用海，符合“工矿通信用海区”的空间用途准入管制要求；本项目建设光伏组件的用海方式为透水构筑物，不会改变海域自然属性，符合用海方式管控要求。本项目在已开展养殖活动的滩涂上开展光伏电站建设，“渔光互补”项目具有“一地两用”的特点，能够极大提高单位面积海域的经济价值，实现了在不改变海域自然属性的前提下有效利用海域资源。本项目建设太阳能光伏系统架设在缙蛭养殖池塘之上，直接低成本发电，不额外占用海域，实现光伏发电与现代渔业养殖业相结合。本项目施工期生活污水和施工机械油污水均收集运至陆上处理，不会对附近海域水质和海洋生态环境造

成影响；施工期采用退潮期进行施工，悬浮物影响范围小且是暂时性的，对海域水质和生态环境影响不大。

综上，本项目建设符合《莆田市国土空间总体规划（2020-2035 年）》。

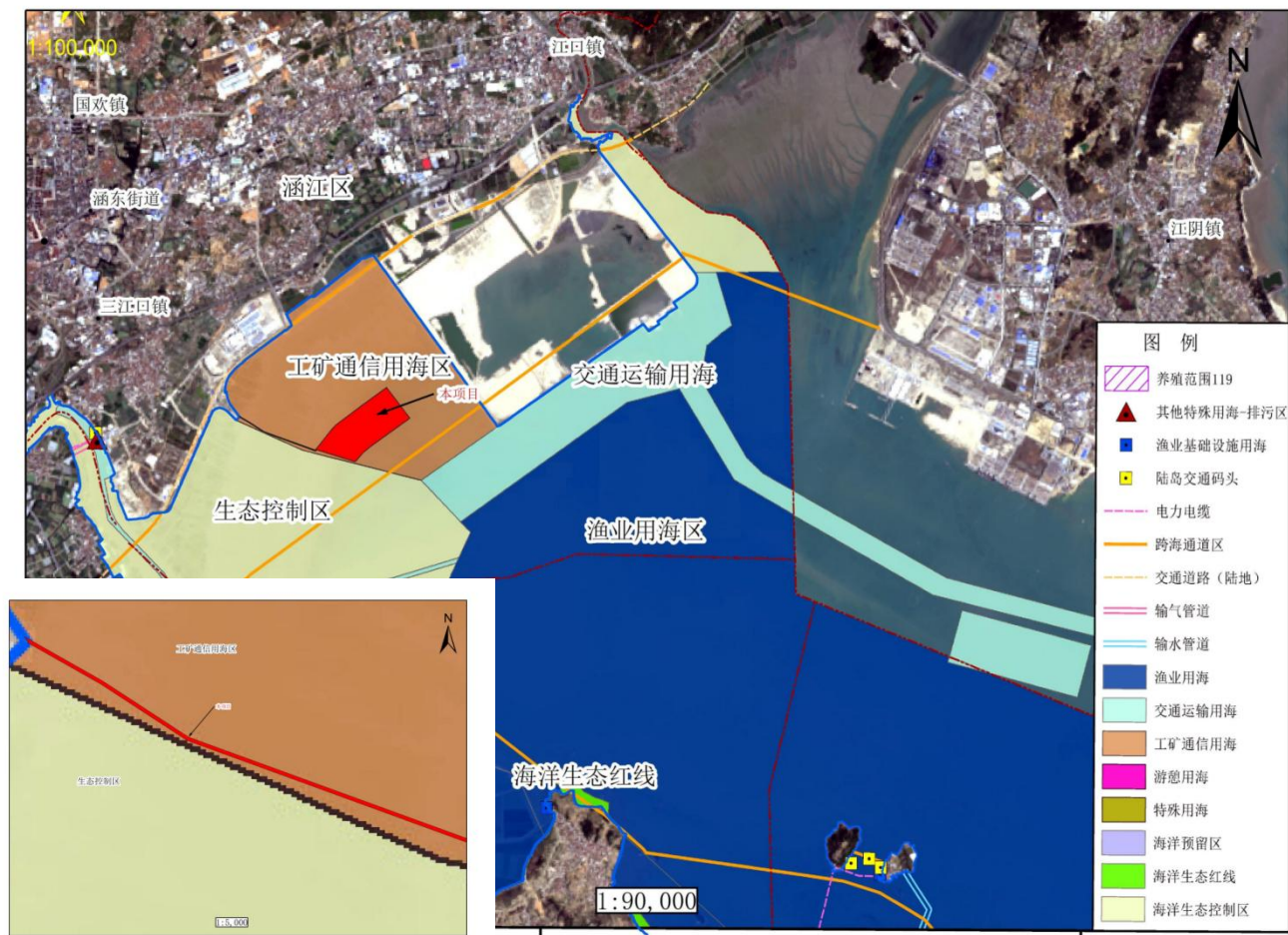


图 2.10-3 本项目在《莆田市国土空间总体规划（2021—2035 年）》中的位置加局部放大

2.10.5 与《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》的符合性分析

《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》主要阐述“十四五”期间莆田市海洋经济发展的指导思想、基本原则、战略定位、发展目标、空间布局、主要任务和重大建设项目。《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》以打造“海上莆田”，建设东南大宗散货枢纽港、海西产业集群工业港、世界妈祖文化旅游港，建设“湄洲湾北岸湾区经济发展带”、“兴化湾南岸湾区经济发展带”、“平海湾湾区经济发展带”作为三大湾区经济发展带，争创国家级海洋经济发展示范区，深化莆台融合，依托妈祖文化构建“海丝”重要门户。《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》是莆田市各级人民政府引导和推进海洋经济建设的行动纲领，是制定海洋经济发展相关政策和安排海洋经济重点项目投资建设的重要依据。本项目位于兴化湾西南侧莆田市涵江区，项目位置兴《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》中的“兴化湾南岸湾区经济发展带”。且本项目为光伏产业，属于规划支持的涵江区重点新兴产业，贡献“海洋碳中和”目标，能够衔接新能源与渔业转型升级，符合《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》的管控要求。

2.10.6 与产业规划的符合性分析

（1）与《“十四五”现代能源体系规划》的符合性分析

2022年3月22日，国家发展改革委、国家能源局印发《“十四五”现代能源体系规划》。规划指出，大力发展非化石能源。加快发展风电、太阳能发电。全面推进风电和太阳能发电大规模开发和高质量发展，优先就地就近开发利用，加快负荷中心及周边地区分散式风电和分布式光伏建设，推广应用低风速风电技术。在风能和太阳能资源禀赋较好、建设条件优越、具备持续整装开发条件、符合区域生态环境保护等要求的地区，有序推进风电和光伏发电集中式开发，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目建设，积极推进黄河上游、新疆、冀北等多能互补清洁能源基地建设。积极推动工业园区、经济开发区等屋顶光伏开发利用，推广光伏发电与建筑一体化应用。开展风电、光伏发电制氢示范。鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局。积极发展太阳能热发电。

提升东部和中部地区能源清洁低碳发展水平。以京津冀及周边地区、长三角、粤港澳大湾区等为重点，充分发挥区域比较优势，加快调整能源结构，开展能源生产消费绿色转型示范。安全有序推动沿海地区核电项目建设，统筹推动海上风电规模化开发，积极发展风能、太阳能、生物质能、地热能等新能源。大力发展源网荷储一体化。加强电力、天然气等清洁能源供应保障，稳步扩大区外输入规模。严格控制大气污染防治重点区域煤炭消费，在严控炼油产能规模基础上优化产能结构。“十四五”期间，东部和中部地区新增非化石能源年生产能力1.5亿吨标准煤以上。

海上光伏发电作为一类新兴的海洋可再生能源产业，对促进沿海地区能源结构调整、助力实现“碳达峰、碳中和”的目标具有重要意义。本项目平均每年可向电网提供44976.35万kWh电量，按照火电煤耗每度电耗标准煤304.9g，每年可节约标准煤约13.71万t，每年可减少CO₂排放量约33.68万t，对提升东部地区能源清洁低碳发展水平有重要促进作用。

因此，项目建设符合《“十四五”现代能源体系规划》。

（2）与《福建省“十四五”能源发展专项规划》的符合性分析

2022年6月1日，福建省人民政府发布了关于《福建省“十四五”能源发展专项规划》的通知。《规划》明确指出“2025年福建全省电力规划装机将达8500万千瓦，其中：抽水蓄能500万千瓦、新增380万千瓦；风电900万千瓦、新增410万千瓦；光伏500万千瓦、新增300万千瓦。清洁能源装机比重从2020年的55.8%提高至58.8%”，提出“持续提升能源高效利用水平，大力发展新能源和可再生能源，构建智慧能源系统，创设能源应用与生态文明协调发展的示范省份。重点推进光照资源条件较好的漳浦县、浦城县、建瓯市、仙游县、宁化县、福安市、闽侯县、上杭县、厦门市海沧区等24个县（市、区）的整县屋顶分布式光伏开发试点项目。推进分布式屋顶光伏（园区、厂房等）、户用光伏等项目，适度建设海上养殖场渔光互补项目，“十四五”期间增加装机300万千瓦以上”。

福建省涵江区太阳能资源丰富，滩涂辽阔，结合滩涂资源的综合开发发展新能源产业，具有得天独厚的条件。本项目采用“渔光互补”方式建设，即渔业养殖与光伏发电相结合，在滩涂养殖区上方架设光伏板阵列，光伏板下方进行养殖，建成后可促进当地渔业发展，提高农民收入水平，提高光伏发电在能源结构中的比重。本项目建设积极响应《福建省“十四五”能源发展专项规划》推进光伏开

发试点工作方案的整体部署，符合国家能源政策及“碳达峰、碳中和”的战略目标。

2.10.7 与环境功能区划和环境保护规划的符合性分析

（1）与《福建省近岸海域环境功能区划》的符合性分析

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》，本项目位于“FJ058-D-II”兴化湾江口-三江口四类区，见第一章图 1.1。主导功能为“港口、航运”，水质保护目标执行《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准。本项目施工期、运营期生活污水和施工机械油污水均、施工船舶污水、固体废物等均可妥善处理，不会对附近海域水质造成影响。施工期悬浮物影响范围小且是暂时性的，对海域水质影响不大。本项目为可再生能源项目，在滩涂上开展光伏电站建设，将光伏电站建设与蛭子养殖结合，“渔光互补”项目具有“一地两用”的特点，能够极大提高单位面积海域的经济价值，实现了在不改变海域自然属性的前提下有效利用海域资源。本项目建设太阳能光伏系统架设在缙蛭养殖池塘之上，直接低成本发电，不额外占用海域，实现光伏发电与现代渔业养殖业相结合，且本项目的建设不会影响该区域港口、航运功能，因此与区划内容相符合。

（2）与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》中提出：“十四五”时期是福建全方位推进高质量发展超越，加快新时代新福建建设的关键五年，我省将大力建设“海上建”，推进海洋经济高质量发展，保护海洋生态和美丽海湾建设作为重要内容将被更加重视。

《规划》中提出以“美丽海湾”保护与建设为统领，按照“贯通陆海污染防治和生态保护”的总体要求，以“管用、好用、解决问题”为出发点和立足点，统筹污染治理、生态保护和风险防范，推动解决突出海洋生态环境问题。以“生态优先，绿色发展”、“陆海统筹，区域联动”、“问题导向，稳中求进”、“一湾一策，精准施策”、“上下联动，多方共治”，为基本原则，以建成更多数量的“美丽海湾”为目标。

全省共划分 35 个美丽海湾（湾区）管控单元，莆田市包括兴化湾-莆田段、平海湾、湄洲湾-莆田段、南日群岛海域四个单元。本项目位于福建省“美丽海湾”保护与建设海湾（湾区）单元选划名录中的兴化湾-莆田段。兴化湾-莆田段在《规划》中的重点任务措施为海湾污染治理（入海排污口查测溯治、岸滩和海

漂垃圾治理)和海湾生态修复(其中包括岸线海堤沙滩生态修复、河口滩涂湿地保护修复、典型海洋生境保护修复、渔业资源恢复修复、红树林恢复修复、退养还滩/湿)及亲海空间环境综合整治。“兴化湾-莆田段”的目标指标为“消除水质富营养化,达到水质四类标准”。

根据“一湾一策,精准施策”的原则。本项目周边海域的重点任务措施的类别为海湾污染治理和海湾生态保护修复,具体工程名称有“农村污水治理工程”、“入海排污口整治项目”、具体实施内容为“开展农村污水治理工程,计划新铺设污水收集管网 124 千米”、“蓝色海湾整治行动项目”。

本项目位置在莆田市涵江区三江口镇人民政府所管辖的浅海养殖范围内,不占用生态红线区。本项目施工方式较简单,主要为太阳能发电组件组装及安装、建构筑物土建施工、光伏板支架基础开挖、电缆敷设开挖回填、临时施工设施区域场地平整等,产生的悬浮泥沙影响范围有限,因此不会对海域环境造成较大的影响。根据工程分析,项目建成后正常运营时,产生的生活污水将会收集至陆上处理,清洗光伏组件的冲刷废水仅含尘埃等杂质,无有毒有害物质,不会对该海域水质造成严重影响。

综上所述,本项目的建设符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》。

(3) 与《莆田市“十四五”生态环境保护规划》符合性分析

“十四五”时期,是莆田市持续推进生态市建设和谱写生态莆田、美丽莆田建设新篇章的五年。生态文明建设进入以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效、促进经济社会发展全面绿色转型、实现生态环境质量改善由量变到质变的关键时期,莆田市将深入贯彻习近平生态文明思想和治理木兰溪的重要理念,坚持生态优先、绿色发展,着力推进生态文明建设,聚焦强产业、兴城市、惠民生、优生态、保稳定、重党建,以高水平保护推动高质量发展、创造高品质生活,努力开创生态环境保护事业新局面。为立足新发展阶段、贯彻新发展理念、积极服务和深度融入新发展格局,全面推进莆田市“十四五”生态环境保护工作,紧扣建成生态莆田、美丽莆田总目标,制定本规划,本规划基期为 2020 年,规划期为 2021~2025 年。

实施海洋生态环境保护规划,抓好近岸海域污染防治和海洋生态保护与修复,强化海洋环境风险防控,健全海洋综合管理体系,建立“湾(滩)长制”,

推进平海湾、兴化湾和南日群岛海域湾区美丽海湾建设。到 2025 年，近岸海域国省控站位水质优良比例达 95%以上，消除入海溪流劣Ⅴ类水体。

规划提到，强化海洋生态保护修复要加强海洋生物多样性保护，严守海洋生态保护红线，遵守海洋生态保护红线监管制度，实施强制保护和严格管控；开展红树林保护与修复，对现有自然湿地资源实行全面保护，坚决制止随意侵占和破坏湿地的行为，建立湿地保护长效管理机制；加强海洋岸线自然生态功能恢复。推进莆田市海岸带保护修复工程建设，提升海岸带减灾能力，增强海岸带自然属性和生态功能；强化海洋生物资源养护，严格控制海洋捕捞强度，继续实行伏季休渔制度。

本项目未占用海洋生态保护红线，项目的用海方式主要为“透水构筑物”，对滨海湿地的影响较小，光伏电站构筑物不占用项目北侧人工岸线，仅在电缆登陆端下穿岸线，对人工岸线不造成影响。此外，作为“渔光互补”项目，随着工程的建成，本海域和周边水体的环境质量状况将逐渐得到恢复，海洋生物群落也会逐渐恢复正常，新的生物群落将产生，并随着时间的推移，一些原有的生态功能将逐步恢复，将形成新的生态平衡。因此，本项目建设与《莆田市“十四五”生态环境保护规划》相符合。

（4）与《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》符合性分析

根据《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，本项目位于“兴化湾湾顶的限制养殖区”，见图 2.10-4。限制养殖区是在指定范围内，限定水产养殖污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准、网箱围栏养殖可养比例的区域。

《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》对限养区的开发总体思路是“近期还没有明确其他用途或远期规划调整为其他用途的区域，现已经有水产养殖的滩涂、浅海和垦区池塘，暂时列入水产养殖规划，保留养殖功能，但实行总量控制，不增加设施渔业规划，以利以后转型。”本项目用海区域养殖活动均已清退，且办理了相关手续，但仍有部分渔民在此养殖。“渔光互补”的用海方式，体现了集约，节约用海原则，将海域资源最大化利用，形成“上层发电、下层养殖、科学开发、综合利用”的新型建设模式。项目建成后正常运营时，不会对原有的养殖活动产生较大影响，也不妨碍周边海域的开发使用。因此，本项目符合限制养殖区的管理措施。

综上，本项目符合《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》。

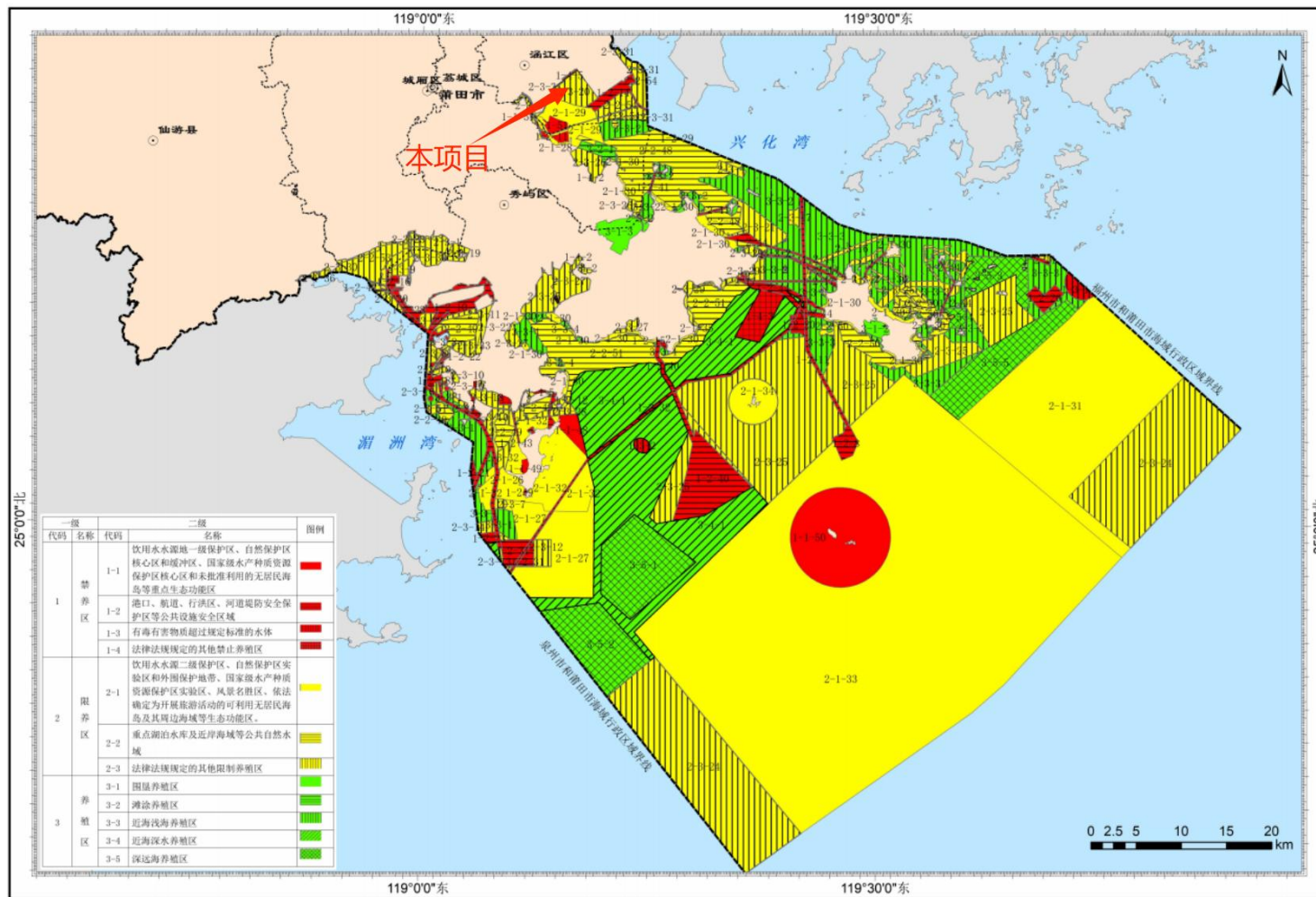


图 2.10-4 本项目与《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的位置关系

2.10.8 与“三线一单”的符合性分析

根据《莆田市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》，莆田市的近岸海域空间约束及污染物排放管控要求见表 2.10-1。由表 2.10-1 可知，项目建设符合《莆田市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》总体准入相关要求。

项目位于涵江工业与城镇用海区重点管控单元（HY35030020013）（图 2.10-5），根据《莆田市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》，莆田市的近岸海域空间约束及污染物排放管控要求见表 2.10-2，本项目符合莆田市三线一单分工管控要求。

表 2.10-1 与莆田市人民政府“三线一单”生态环境分区管控符合性分析

准入要求		符合性
近岸海域	<p>空间布局约束</p> <p>1.严格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.石化产业布局在湄洲湾石化基地的石门澳、枫亭化工新材料产业园，重点发展石化下游精细化工和化工新材</p> <p>料。3.强化生态保护红线区的管控，确保邻近的港口航运区、工业与城镇用海区等功能区开发活动不得影响生态保护红线区的功能。4.禁止炸岛、海岛采石、围填海、采挖海砂、筑坝</p> <p>等可能破坏特殊保护海岛生态系统及改变自然地形地貌的开发活动；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。5.落实养殖水域滩涂规划，优化海水养殖空间布局，清理整治超规划养殖，禁止养殖区内的水产养殖限期搬迁或关停。</p>	<p>本项目用海方式为透水构筑物，不涉及围填海，不涉及生态保护红线，符合</p>
近岸海域	<p>污染物排放管控</p> <p>1.加快推进环湄洲湾北岸尾水排放管道建设，实现北岸区域污水由湾外文甲外排污口深水排放。2.兴化湾实行主要污染物入海总量控制，控制萩芦溪、木兰溪入海断面水质，削减氮磷入海量。3.全面完成各类入海排污口排查、监测和溯源，系统推进入海排污口分类整治。强化三江口沿岸超标、非法及设置不合理入海排污口的排查整治。4.兴化湾沿岸积极推进污水治理管网改造工程实施，完善生活污水处理设施建设。提升沿海乡镇和农村生活污水收集处理率。5.近岸海域汇水区域内的城镇生活污水处理厂和工业区污水集中处理厂应具备脱氮除磷设施，达到城镇污水处理厂一级 A 及以上标准，并满足相关行业污水排放标准要求。6.建立海上环卫队伍，实现海滩海面常态化清理保洁，强化渔业垃圾等管控，强化重点岸段的监视监控，定期开展专项整治行动。7.控制养殖规模和密度，发展生态养殖，推进传统养殖设施的升级改造，强化养殖尾水治理和监管。8.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。</p>	<p>本项目不涉及该条款内容</p>
海岸线	<p>空间布局约束</p> <p>1.控制中小码头发展，引导符合港区发展定位的中小码头逐步搬迁转移至涵江、东吴、石门澳等深水作业区，统一集中管理。对不符合港区需求的码头，引导其拆除、转型或者按照标准异地重建。2.完善三江口作业点的岸线功能，在符合国土空间规划、港口规划、环保要求的前提下保留，适当发展货运功能。3.加强港口岸线使用审批管理，严格控制码头能力过度超前的岸线审批，杜绝多占少用港口岸线，清理整顿长期占而不建、建而不用的港口岸线，开展无证码头清理专项整治。4.除已有规划中确需配</p>	<p>项目光伏场区离岸约 1567m，没有占用海岸线；本项目 35kV 海缆用海将占用人工岸线 22m。因此本项目的建设符合海岸线空间布局约束。</p>

		套建设的专用码头，适度控制新建企业专用码头，推行码头共用化。	
陆域	空间布局约束	<p>1.木兰溪木兰陂以上流域范围和萩芦溪南安陂以上流域范围内禁止新（扩）建化工、涉重金属、造纸、制革、琼脂、漂染行业和以排放氮氮、总磷等为主要污染物的工业项目（污水深海排放且符合园区规划及规划环评的工业项目除外）。2.华林经济开发区纺织鞋服业禁止印染、染整及鞣制工艺，鼓励使用低挥发性有机物含量的原料和产品；机械加工、家具制造、工业美术等产业禁止电镀工艺；莆田高新技术产业开发区制鞋、服装及化学纤维指导等产业只进行成品加工，禁止引入原料合成企业；莆田湄洲湾(石门澳)产业园控制石化中游产业发展规模，按照规划环评要求，严格控制已内酰胺产业发展规模，加大向低污染、高附加值的下游产业延伸；湄洲湾北岸经济开发区差别化纤维等资源型产业应优先引进低能耗、低排放、高附加值的下游产业，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，原则上不再新建煤电项目；仙游经济开发区北部片区的纺织鞋服业禁止印染、染整及鞣制工艺，鼓励使用低挥发性有机物含量的原料和产品，机械制造业禁止电镀和喷漆工艺，不得引进化工类项目，火车站物流中心禁止危险化学品的存储和运输，南部片区重点发展低水耗、轻污染的石化下游精细化工和化工新材料产业。</p>	本项目为光伏发电项目，不涉及该条款内容。

表 2.10-2 与莆田市人民政府“三线一单”生态环境分区管控符合性分析

准入要求			符合性
涵江工业与城镇用海区重点管控单元	空间布局约束	<p>1.禁止在半封闭海湾、河口兴建影响潮汐通道、行洪安全，以及明显降低水体交换能力的工程建设项目。</p> <p>2.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。</p> <p>3.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，依法依规优化平面布局，集约利用，强化生态保护修复，增加岸线曲折率和亲水岸线。</p>	<p>1、本项目用海为透水构筑物，工程桩基形成密集的桩群区域，但是由于工程位于海域高滩，工程的实施对周边大范围海域流态影响不大，仅对工程桩基基础附近水域流态有一定的影响。由此可见本项目建设不会影响潮汐通道、行洪安全，不会明显降低水体交换能力；</p> <p>2、本项目不涉及石化、汽车、船舶、冶金、水泥、制浆造纸、印染等重点产业；</p> <p>3、本项目未涉及围填海内容。因此本项目符合准入要求。</p>
	污染物排放管控	<p>1.严格控制向海湾、半封闭海域及其他自净能力较差的海域排放含有机物和营养物质的工业废水、生活污水。</p> <p>2.在水质不达标、封闭性较强的海域，新（改、扩）建设项目实行本海域超标污染物排放总量减量置换。</p> <p>3.科学论证、合理设置排污口，重点监督和控制沿海工业集聚区污水达标排放及入海污染物总量。不得对周边海洋环境造成污染。</p> <p>4.排污口实现稳定达标排放，依法持证排污，且满足排污许可证、总量控制等污染物排放控制要求。</p>	本项目不涉及该条款内容
	环境风险防控	<p>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。</p> <p>2.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。</p>	<p>本项目为光伏电站项目，有完善的海上溢油及危险化学品泄漏等环境风险防范措施，符合环境风险防控要求。</p>

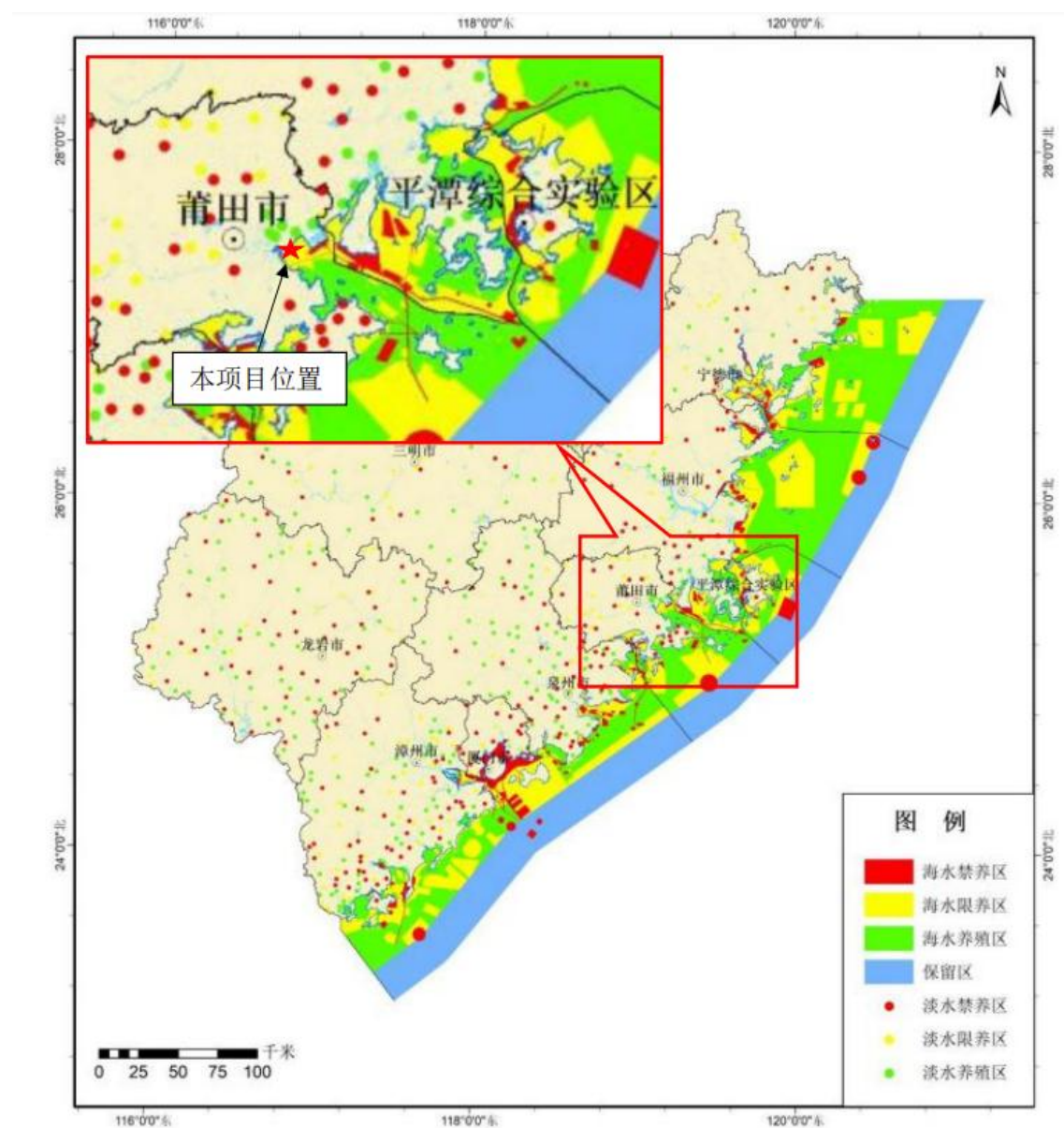


图 2.10-5 本项目与《福建省养殖水域滩涂规划》位置关系

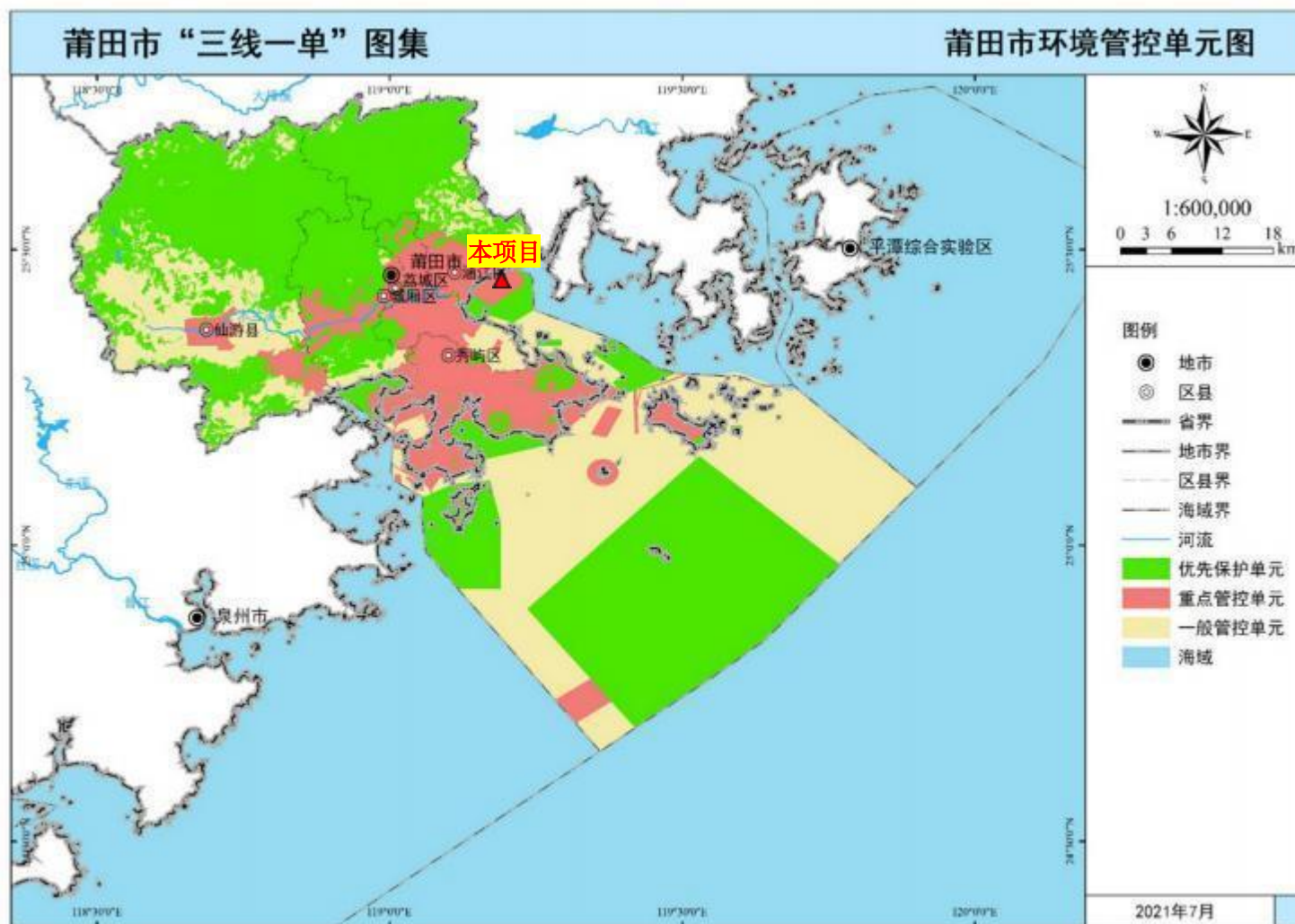


图 2.10-6 莆田市“三线一单”图

第三章 环境现状调查与评价

3.1 自然环境概况

3.1.1 地理位置

涵江区，隶属于福建省莆田市，地处莆田市的东北部、福建省沿海中部，濒临兴化湾，依山面海，与台湾省一水之隔，总面积 752km²。距莆田市区 13km，距省会福州 93km。本项目工程区位于福州市涵江区江口镇与三江口镇之间的兴化湾南岸湾顶，江口与三江口之间东侧滩涂海域，与福清市江阴港区比邻，湄洲湾港兴化港区涵江作业区后方临港产业园。

3.1.2 气候与气象

莆田气象站位于莆田市城厢区南门，坐标为 119°00'E，北纬 25°26'N，气象站风速感应器距地高度 10.2m，本评价采用莆田气象站多年统计的气象资料。

(1) 气温

莆田市属亚热带海洋性气候，常年温和湿润，冬暖夏凉，无霜冻。历年极端最高气温 38℃，极端最低气温 -0.2℃，多年平均气温 20.4℃。各月平均气温变化统计结果详见表 3.1-1。

表 3.1-1 莆田市各月平均气温统计表（单位℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均气温	11.9	12	14.3	18.8	22.8	26.2	28.5	28.2	26.3	23	19	14.4	20.4
极端最高气温	27.3	29.8	30.3	32.3	34.5	36	38	37.7	36.6	34.7	31.8	29.1	38
极端最低气温	0	0.6	0.9	6	12.1	14	21.1	20.7	16.3	9.7	4.7	-0.2	-0.2

(2) 风况

年平均风速 5.6m/s，静风频率为 6%；常年主导风向 NE 频率达 34%；次常风向 N 和 NNE，频率分别为 14% 和 13%；强风向为 NNE，平均风速最大可达 10.1m/s，实测最大风速 34m/s。福建沿海常受台风袭击，据多年资料统计，台风平均每年在福建境内登陆 2 次，对沿海有影响的台风平均每年 4~5 次。7~9 月为台风登陆期，约占全年的 88%，台风过境时，一般风力达 8~10 级，瞬时最大风速为 60m/s。

(3) 雾

多年平均雾日数为 12.8d，最多年雾日数 28d，出现在 1960 年；最少雾日数 3d，出现在 1963 年。一年中，春季雾日数最多，占全年的 56.3%，冬季居次，占全年的 32.8%，7~10 月很少出现雾。

（4）雷暴

历年平均雷暴日 45.0 天，以 6、7、8 三个月为雷电多发时期。

3.1.3 水文特征

（一）陆域水文

木兰溪为福建省八大河流之一，福建省东部独流入海河流，发源于戴云山脉东南麓的仙游县西苑乡仙西村，横贯莆田市中、南部，自西北向东流经莆田市的仙游县、城厢区、荔城区、涵江区等地区，至三江口注入兴化湾入台湾海峡。干流全长 105km，流域面积 1732km²，天然落差 784m，河道平均坡降 1.50%。丰水年径流量 15.64 亿 m³，平水年径流量 9.79 亿 m³，枯水年径流量 5.59 亿 m³。主要支流有中岳溪、溪口溪、大济溪、龙华溪、苦溪、柴桥头溪、仙水溪、延寿溪(上游称九鲤湖溪) 等，分别在不同河段汇入木兰溪。

萩芦溪位于莆田市北部，为莆田市第二大河流，发源于仙游县游洋镇，经涵江区庄边镇、白沙镇、萩芦镇和江口镇注入兴化湾，流域面积 628km²，主河道长 60km，河道平均坡降 4.6%。萩芦溪丰水年径流量 6.11 亿 m³，平水年径流量 3.74 亿 m³，枯水年径流量 2.05 亿 m³。主要支流有 4 条分别为湘溪、东泉溪、深溪和三叉河溪。

（二）海洋水文

春季水文现状调查资料引自《福州港江阴港区 14#泊位工程海洋水文春季调查报告》（福建省环境保护设计院有限公司，2024 年 7 月），福建省环境保护设计院有限公司于 2024 年 4-5 月在项目周边海区共布设 2 个临时潮位站和 9 个潮流泥沙观测站，站位见图 3.1-1，坐标见表 3.1-1。

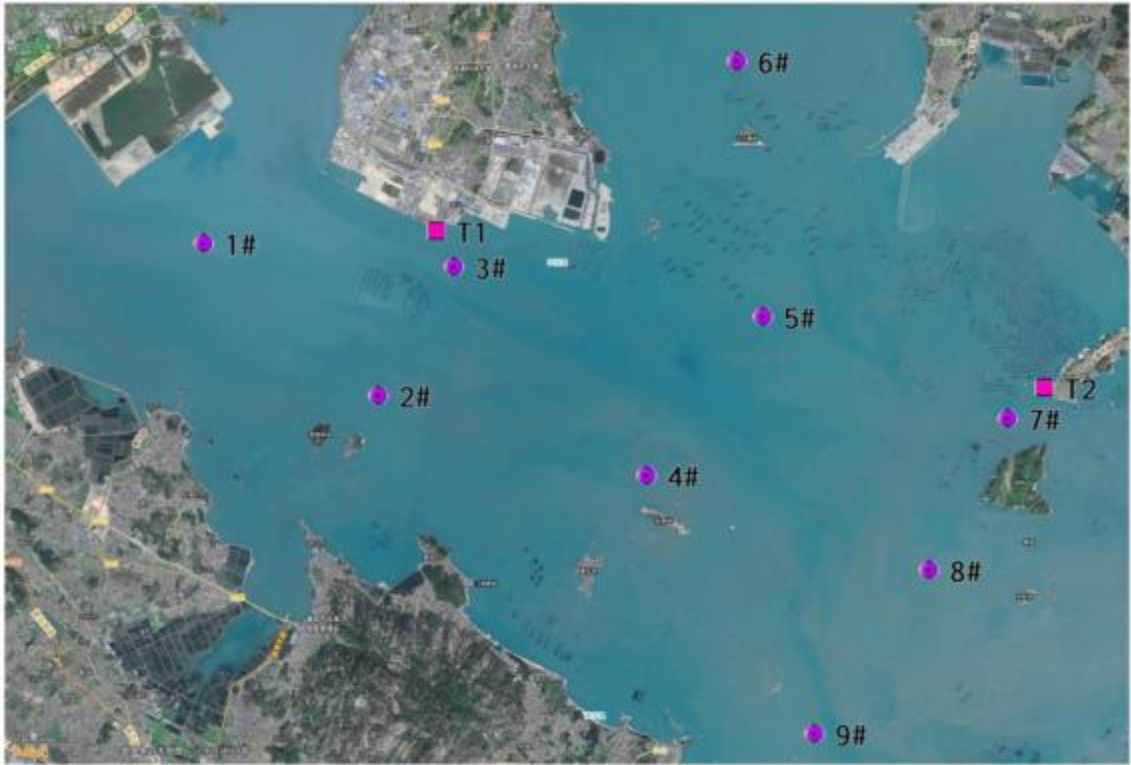


图 3.1-1 2024 年春季海洋水文现状调查站位图

表 3.1-1 2024 年春季水文观测站位坐标一览表

站号	坐标		观测内容	
	北纬	东经	流速、流向含沙量	潮位
1#	25°24.612′	119°13.177′	√	
2#	25°22.021′	119°16.447′	√	
3#	25°24.209′	119°17.868′	√	
4#	25°20.665′	119°21.484′	√	
5#	25°23.361′	119°23.666′	√	
6#	25°27.701′	119°23.187′	√	
7#	25°21.629′	119°28.261′	√	
8#	25°16.227′	119°24.627′	√	
9#	25°19.831′	119°26.796′	√	
T1	25°24.813′	119°17.533′		√
T2	25°22.158′	119°28.949′		√

(1) 潮位

◆潮位特征值

对 2024 年春季 2 个潮位站的潮位实测资料进行特征值统计，见表 3.1-2。

T1 潮位站的平均潮位为 28cm，最高潮位为 390cm，最低潮位为-338cm，最大潮差为 734cm，平均涨、落潮历时分别为 6:03 和 6:21，平均涨潮历时略短于

平均落潮历时。T2 潮位站的平均潮位为 26cm，最高潮位为 363cm，最低潮位为 -313cm，平均涨潮历时略短于平均落潮历时，分别为 6:05 和 6:20。

◆潮汐性质

对 2 个潮位站各 1 个月的潮位实测资料进行调和分析，得到 2 个站的调和常数。T1、T2 站的潮型判别数值分别为 0.310、0.280，均小于 0.50，属于正规半日潮。

表 3.1-2 2024 年春季各潮位站潮汐特征值统计表

项目	临时潮位站	
	T1	T2
平均潮位（cm）	28	26
最高潮位（cm）	390	363
最低潮位（cm）	-338	-313
平均高潮位（cm）	283	262
平均低潮位（cm）	-228	-211
平均潮差（cm）	509	473
最小潮差（cm）	286	272
最大潮差（cm）	734	680
平均涨潮历时	6:03	6:05
平均落潮历时	6:21	6:20
资料年限	2024-04-27~2024-05-27	
潮位基面	1985 国家高程基准	

（2）潮流

◆实测海流分析

受地形环境影响，各站涨潮流向均指向港内，落潮流向均指向港外，均呈现明显往复流的性质。江阴港口门处的水道处测站 7#、8#、9#测站流速略大于港内其余各站流速，且均表现随水深增加流速变小的趋势。各站垂线平均流速流向见图 3.1-2。

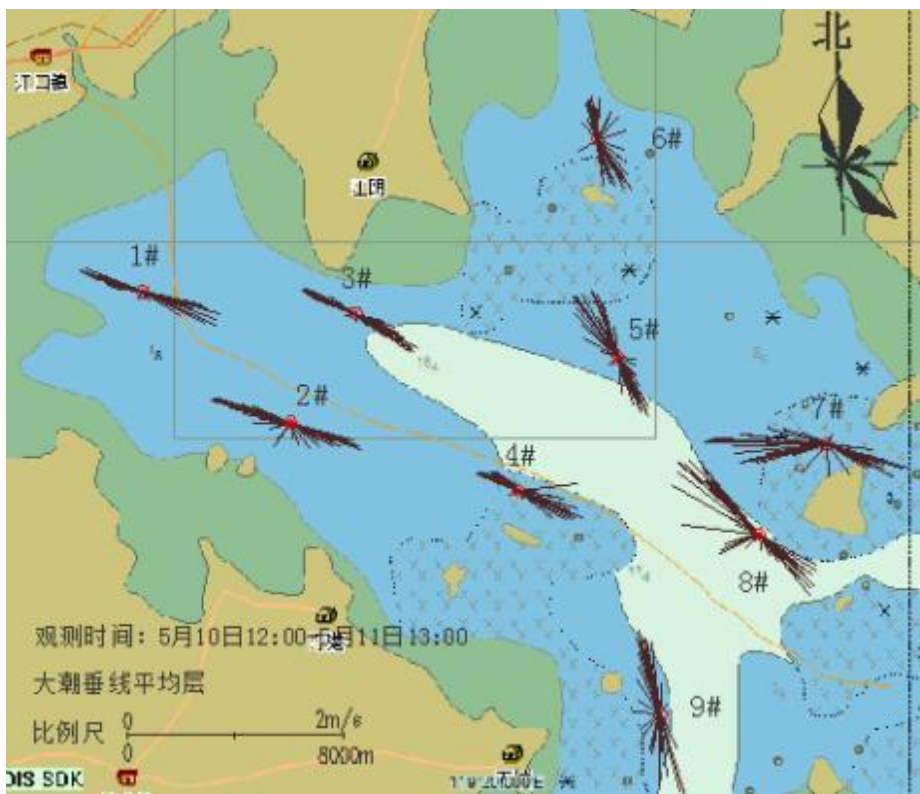


图 3.1-2 2024 年春季大潮期垂向平均的流速、流向矢量图

A、实测最大流速

工程海区最大涨潮流速出现在大潮 7#测站表层 5 月 10 号 21:30 测次，为 135cm/s，最大落潮流速为 100cm/s，出现在 7#测站表层 5 月 10 号 15:00 测次。位于江阴港口门水道处的 7#、8#、9#测站涨潮流最大流速分别为 135cm/s、123cm/s、95cm/s，落潮流最大流速分别为 100cm/s、86cm/s、96cm/s；位于江阴港内侧的 1#~6#测站涨潮流最大流速分别为 67cm/s、91cm/s、65cm/s、51cm/s、78cm/s、48cm/s，落潮流最大流速分别为 87cm/s、93cm/s、88cm/s、79cm/s、75cm/s、62cm/s。

表 3.1-3 2024 年春季实测海流逐时分层流速最大值统计表（大）

站号	最大值	表层		0.2H 层		0.4H 层		0.6H 层		0.8H 层		底层	
		流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °	流速 cm/s	流向 °
1#	涨潮	67	288	64	288	66	290	64	288	56	287	52	295
	落潮	87	99	83	99	79	107	74	118	64	116	62	119
2#	涨潮	91	286	87	286	78	286	73	287	67	288	60	289
	落潮	93	109	85	110	73	107	62	108	56	108	53	110
3#	涨潮	65	309	58	304	56	295	53	292	52	293	46	291
	落潮	88	118	83	120	70	123	59	124	54	122	48	128
4#	涨潮	51	295	48	301	44	298	40	286	36	284	31	284

	落潮	79	117	73	113	69	113	63	110	54	110	43	55
5#	涨潮	76	328	78	323	74	340	74	325	65	331	57	336
	落潮	68	170	65	160	75	150	64	142	55	152	43	157
6#	涨潮	48	20	46	353	42	352	38	346	37	354	32	354
	落潮	62	148	61	148	58	149	56	142	48	145	40	145
7#	涨潮	135	268	126	266	118	272	114	270	96	276	80	275
	落潮	100	122	93	117	90	111	80	101	71	86	62	87
8#	涨潮	123	307	112	309	104	310	99	310	90	313	76	330
	落潮	86	140	82	139	79	138	69	135	64	141	58	127
9#	涨潮	95	345	88	348	83	347	82	345	75	342	57	336
	落潮	96	166	86	165	79	161	76	158	72	160	66	167

B、垂线平均流速、流向

观测期间，位于江阴港内的 1#~6#测站涨潮流垂线平均流速分别为 39cm/s、48cm/s、33cm/s、24cm/s、46cm/s、25cm/s，落潮流垂线平均流速分别为 41cm/s、44cm/s、37cm/s、41cm/s、36cm/s、32cm/s；位于口门水道处的 7#~9#测站涨潮流垂线平均流速分别为 64cm/s、49cm/s、47cm/s，落潮流垂线平均流速分别为 38cm/s、38cm/s、29cm/s。

C、潮流与潮位的关系

工程海域驻波性质明显，在大潮潮流观测期间，各站在高、低平潮附近时刻，流速最小，在半潮面附近时刻，流速达到最大。图 3.1-4 例举了大潮 7#测站水深、流速、流向过程曲线，可以看出 1#测站的潮流表现为往复流性质特征，且驻波性质明显。

表 3.1-4 2024 年春季大潮垂线平均流速流向表

站号	涨潮垂线平均流速		落潮垂线平均流速	
	流速 (cm/s)	流向(°)	流速 (cm/s)	流向(°)
1#	39	286	41	109
2#	48	284	44	112
3#	33	293	37	120
4#	24	305	41	111
5#	46	328	36	152
6#	25	357	32	154
7#	64	269	38	115
8#	49	304	38	138
9#	47	345	29	182

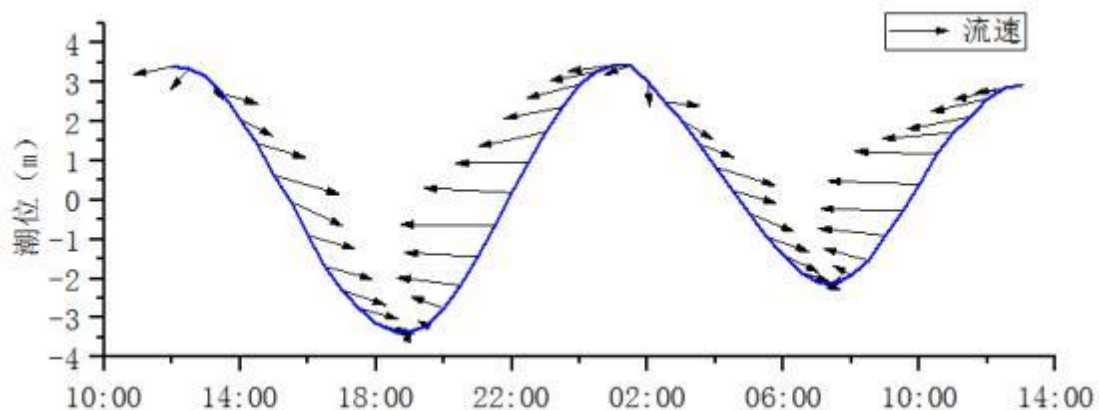


图 3.1-3 大潮 7#测站水深、流速、流向过程曲线

◆潮流调和分析

将海流实测资料采用准调和分析方法进行潮流调和分析，得出 O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2 、 M_4 、 MS_4 六个分潮的调和常数和椭圆要素，并根据调和分析得到的分潮流调和常数进行潮流性质、最大可能潮流流速和余流等计算，现就计算结果分析如下。

A、潮流类型

各站的潮流形态数 $(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 均在 0.5 以下，见表 3.1-8，项目区周边海域为正规半日潮流区。

B、潮流运动形式

本海区为正规半日潮流区，潮流运动形式可依主要分潮流 M_2 的椭圆率 $|K|$ 予以判定。 $|K|$ 值越小，往复流形式显著；反之，旋转流特征强烈。并规定当 K 值为正时，潮流呈逆时针的旋转； K 为负时，潮流呈顺时针向旋转。由表 3.1-5 可知：各站 K 值绝对值均小于 0.25，说明各站主要受湾内水道束缚，表现为典型的往复流性质。

表 3.1-5 2024 年春季各站各层 $(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 值和 M_2 分潮流旋转率 K 值

站号	$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$				K			
	0.2H	0.6H	0.8H	垂平	0.2H	0.6H	0.8H	垂平
1#	0.30	0.26	0.22	0.26	0.08	0.1	0.13	0.11
2#	0.31	0.26	0.21	0.26	0.13	0.15	0.17	0.15
3#	0.29	0.24	0.20	0.24	0.13	0.15	0.18	0.13
4#	0.28	0.25	0.21	0.25	0.10	0.11	0.14	0.10
5#	0.29	0.26	0.21	0.25	0.10	0.12	0.15	0.13
6#	0.32	0.28	0.23	0.28	0.20	0.22	0.25	0.23
7#	0.23	0.18	0.15	0.19	0.04	0.06	0.08	0.06
8#	0.25	0.21	0.17	0.21	0.06	0.07	0.09	0.05

9#	0.27	0.22	0.18	0.22	0.06	0.08	0.10	0.06
----	------	------	------	------	------	------	------	------

C、潮流可能最大流速

按规范中的正规半日潮流区的可能最大潮流公式：

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{V}_{m2} + 1.245\vec{V}_{S2} + \vec{V}_{K1} + \vec{V}_{O1} + \vec{V}_{M4} + \vec{V}_{MS4}$$

式中 \vec{V}_{M2} 、 \vec{V}_{S2} 、 \vec{V}_{K1} 、 \vec{V}_{O1} 、 \vec{V}_{M4} 、 \vec{V}_{MS4} 分别为各分潮流的椭圆长半轴矢量。

各站潮流可能最大流速见表 3.1-6。从表 3.1-6 可见,潮流可能最大流速最大值出现在 7#测站 0.2H 层, 为 187cm/s。

表 3.1-6 2024 年春季各站潮流可能最大流速和流向表

垂线号	0.2H 层		0.6H 层		0.8H 层		垂平	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)
1#	144	101	127	118	99	119	111	114
2#	156	108	111	110	86	110	110	122
3#	152	119	90	124	88	127	108	110
4#	140	118	102	111	81	124	111	152
5#	137	327	114	323	105	337	121	350
6#	111	149	97	142	64	147	178	273
7#	187	268	164	270	116	275	152	313
8#	179	309	136	310	115	330	143	162
9#	160	167	123	159	108	168	131	166

D 、潮流可能最大运移距离

根据《港口与航道水文规范》，水质点的可能最大运移距离按下式计算：

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M2} + 171.2\vec{W}_{S2} + 274.3\vec{W}_{K1} + 295.9\vec{W}_{O1} + 71.2\vec{W}_{M4} + 69.9\vec{W}_{MS4}$$

计算得到各站潮流水质点的可能最大运移距离见表 3.1-7。从表 3.1-7 可见，水质点可能最大运移距离最大值出现在 7#测站表层，为 30.1km。

表 3.1-7 2024 年春季各站潮流可能最大运移距离和方向表

垂	表层		0.2H 层		0.4H 层		0.6H 层		0.8H 层		底层	
线	距离	方向	距离	方向	距离	方向	距离	方向	距离	方向	距离	方向
号	(m)	(°)	(m)	(°)	(m)	(°)	(m)	(°)	(m)	(°)	(m)	(°)
1#	23397	102	21864	101	20993	118	19335	118	15082	119	13444	114
2#	25477	112	23561	108	18453	107	16857	110	13487	110	11648	107
3#	24756	121	22952	119	14811	124	13729	124	13804	127	12052	126
4#	22941	121	21282	118	16904	112	15600	111	12361	124	10961	119
5#	21986	331	20582	327	18479	323	17124	323	16312	337	14515	335

6#	18117	150	16839	149	15880	144	14612	142	10179	147	8708	149
7#	30122	265	28113	268	28936	269	26654	270	18097	275	15875	277
8#	29547	314	27217	309	22920	310	21373	310	17329	330	15336	334
9#	26208	167	24142	167	20472	157	19044	159	16370	168	14417	170

E、余流

余流主要是指从实测海流中消除周期性流（如潮流）后的剩余部分，受诸多因素的影响，大潮期间各站各层及垂线平均余流分析成果见表 3.1-8，各站分层余流最大值为 27cm/s，垂线平均余流最大值为 24cm/s，均出现在 7#测站。

表 3.1-8 2024 年春季大潮各站余流表

站号	面层		0.2H 层		0.4H 层		0.6H 层		0.8H 层		底层		垂线平均	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)
1#	16	98	14	106	11	107	7	95	6	125	5	106	9	104
2#	7	304	1	284	6	285	8	287	8	293	4	295	7	290
3#	15	132	19	136	11	143	4	130	1	124	5	130	7	133
4#	21	104	19	90	19	124	17	131	13	113	9	108	17	114
5#	11	345	10	336	8	342	7	343	7	349	4	324	8	343
6#	13	146	11	130	10	143	13	149	8	169	7	159	12	152
7#	26	274	24	285	23	259	25	255	19	263	15	262	24	267
8#	27	305	22	308	19	295	22	293	19	308	13	302	22	298
9#	6	343	1	354	6	342	4	332	2	320	5	352	3	340

◆悬浮泥沙

A、含沙量特征值

观测期间，工程海域各站的含沙量平均值介于 0.030kg/m^3 （8#）~ 0.872kg/m^3 （1#），平均含沙量为 0.123kg/m^3 。含沙量最高值为 2.027kg/m^3 ，出现在 1#测站 5 月 11 日 2:00 测次，含沙量最低值为 0.002kg/m^3 ，出现在 1#测站 5 月 11 日 1:00 测次；平均含沙量最高为 0.606kg/m^3 、最低为 0.048kg/m^3 ，见表 3.1-9。

B、含沙量时空变化

各站含沙量周日变化幅度不大，含沙量受涨落潮流影响，高值出现在涨、落急时段和水深较浅的低平潮时段，而高平潮时段含沙量值相对最低。

含沙量的垂向分布为从表层到底层递增，大潮期间实测含沙量最高值为 1#测站底层的 2.027kg/m^3 ，最低值为 1#测站表层的 0.002kg/m^3 。

含沙量的水平分布大体上以靠近岸边的 1#、6#测站较高，离岸边较远的点
位含沙量较低。含沙量平均值 1#>6#>2#>7#>5#>9#>8#>3#>4#。

表 3.1-9 2024 年春季各站分层最高、最低及平均含沙量值统计成果表

垂线号	层次 特征值	表层	0.6H	底层	垂线
1#	最大值 (kg/m ³)	0.222	0.742	2.027	0.872
	最小值 (kg/m ³)	0.002	0.047	0.058	0.040
	平均值 (kg/m ³)	0.084	0.142	0.606	0.244
2#	最大值 (kg/m ³)	0.137	0.158	0.394	0.212
	最小值 (kg/m ³)	0.037	0.038	0.097	0.053
	平均值 (kg/m ³)	0.080	0.091	0.227	0.122
3#	最大值 (kg/m ³)	0.109	0.124	0.224	0.117
	最小值 (kg/m ³)	0.004	0.029	0.051	0.034
	平均值 (kg/m ³)	0.060	0.079	0.104	0.081
4#	最大值 (kg/m ³)	0.094	0.119	0.139	0.113
	最小值 (kg/m ³)	0.019	0.024	0.044	0.032
	平均值 (kg/m ³)	0.048	0.072	0.089	0.070
5#	最大值 (kg/m ³)	0.149	0.164	0.424	0.208
	最小值 (kg/m ³)	0.019	0.054	0.059	0.059
	平均值 (kg/m ³)	0.070	0.092	0.154	0.102
6#	最大值 (kg/m ³)	0.144	0.239	1.334	0.447
	最小值 (kg/m ³)	0.029	0.059	0.099	0.068
	平均值 (kg/m ³)	0.089	0.118	0.233	0.140
7#	最大值 (kg/m ³)	0.112	0.139	0.164	0.135
	最小值 (kg/m ³)	0.029	0.064	0.089	0.070
	平均值 (kg/m ³)	0.083	0.103	0.122	0.103
8#	最大值 (kg/m ³)	0.107	0.137	0.152	0.131
	最小值 (kg/m ³)	0.012	0.022	0.062	0.030
	平均值 (kg/m ³)	0.077	0.094	0.112	0.095
9#	最大值 (kg/m ³)	0.104	0.156	0.213	0.150
	最小值 (kg/m ³)	0.020	0.024	0.052	0.036
	平均值 (kg/m ³)	0.078	0.096	0.122	0.098

3.1.4 地形地貌

兴化湾是福建省最大的基岩海湾，地貌类型多，形态多样。周边陆地为构造
侵蚀低山、丘陵和台地环绕，海湾深入内陆，湾顶有木兰溪等河流注入，湾岸平
原遍布，木兰溪口的莆田平原是福建四大平原之一。湾内潮滩发育，海域开阔，

岛礁众多，星罗棋布。水深多半小于 10m，水下浅滩地貌形态复杂，水下沙坝、沙脊等堆积形态多样。地形地貌见图 3.1-4。

（1）海岸地貌

兴化湾是属淤积型的基岩海湾，岬角侵蚀，湾内淤积，岸滩地貌较复杂，类型颇多，现分海蚀和海积地貌叙述如下。

①海蚀地貌

海蚀崖：见于湾口两侧岬角和岛屿的迎风浪面，以石城角为最典型，发育最好，崖高一般在 5~10m，最大达 15m，崖面不平整，常沿岩石节理发育成海蚀沟槽，崖麓常有岩砾堆积。

海蚀平台：在该湾分布较为广泛，一般在海岸突出部和岛屿的周围都可见到。宽度在数米至百余米不等，平均坡度在 10°左右，多呈岩礁滩，成片散布。台面起伏，常见有海蚀岩柱，局部低处有砾石、岩块堆积。

海蚀残丘：本湾岛礁众多，除江阴岛和目屿等少数较大的岛屿外，绝大多数岛礁海拔在数米至数十米，孤立于海中，多数为石质残丘，成群遍布。

②海积地貌

潮滩：主要分布在湾的西部和北部湾顶。它是海积平原与水下浅滩之间的过渡带，以湾顶的莆田平原外的潮滩和江阴岛以东水道两侧潮滩范围最大，一般宽度 3~4km，最大达 7km，坡度约 1‰~2‰，滩面宽坦，潮沟发育，呈树枝状和蛇曲状分布。组成物质细，以淤泥为主，一般在水道边和近岸开阔地带，由于波浪参与作用，物质组成略粗，多为砂质泥或泥质砂等混合沉积物。目前较大潮滩，高潮区均已围垦种植。中低潮区多辟为蛭、蛎和紫菜养殖基地。

海滩：分布于湾口两侧及较大的半岛和岛屿开阔岸段，如石城一带，一般在波浪作用强烈的地带，都有海滩发育，滩宽在数百米至数千米不等，坡度一般随潮区不同而异，滩坡坡折明显，高潮区较陡，坡度约 6°~8°，中低潮区坡度较缓约 1°~3°。物质组成有向海变细的分布特征，主要为中细砂，高潮区较粗以粗砂为主，分选性好。滩面常见滩肩、滩角、沙波纹和小砂堤发育，在少数岬角转弯处，还有沙嘴形成，如江阴岛东南端和前薛等处，沙咀长 1~2km，宽约 300~400m，高约 0.5m，由中细砂组成。

（2）海底地貌

水下浅滩：该湾潮滩以下的广阔水域，大部分水深在 10m 以下，是个平缓水下浅滩，由西北向东南伸展至湾口，宽约 20km，倾向东南，坡度在 1%左右，中部有深槽——兴化水道，把浅滩分割为南北两块，其上沙脊、沙坝发育。

水下沙脊和沙坝：在广阔的水下浅滩上，由于潮浪冲积作用，通常在潮汐通道中和潮沟口形成水下沙脊和沙坝，一般多沿潮汐通道呈连珠状分布，其分布方向与潮流基本一致，宽约数十米至百米不等，长约 1~2km。

潮汐通道与深槽：主要分布在江阴岛、目屿、南日岛等诸较大岛屿之间。在江阴岛两侧潮汐通道宽浅，绝大部分水深在 5m 之内，局部较深者也小于 10m。由于湾顶围垦纳潮量减少，潮汐动力弱，未见冲刷深槽，是属淤积型潮汐通道，多淤泥沉积。在目屿和南日岛之间，主干潮汐通道有两支，北支为兴化水道，南支为南日水道，两水道在后青屿北汇合入湾，在水道口潮流速大，冲刷力强，形成深槽，长达数十千米，最大水深达 30~40m，宽 300~400m，逐向湾内变浅而消失。



图 3.1-4 兴化湾地形地貌图

(3) 三江口海域地貌

根据 2014 年三江口海域实测水下地形图（图 3.1-5），三江口口门外北侧滩涂广阔，滩涂间水道呈 U 形向南弯曲后，呈喇叭状向东伸入兴化湾，可见草屿与塔仔屿矗立于口门处，海底地形北浅南深，北侧潮滩为主，南侧为水流通道。水道弯曲且狭窄，深槽宽度约 200m~300m，底高程在-4.0m 左右（85 国家高程基准），局部达到-6.0m。现乌菜巷渡口下游 500m 处，河道宽约 450m，底高程约-4.0m，上游木兰溪河道宽度一般在 200m~300m，河道弯曲且多有滩地围塘，底高程在-2.0m~-4.0m，木兰溪河口上游 2.5km 处码头区局部达到-7.0m。

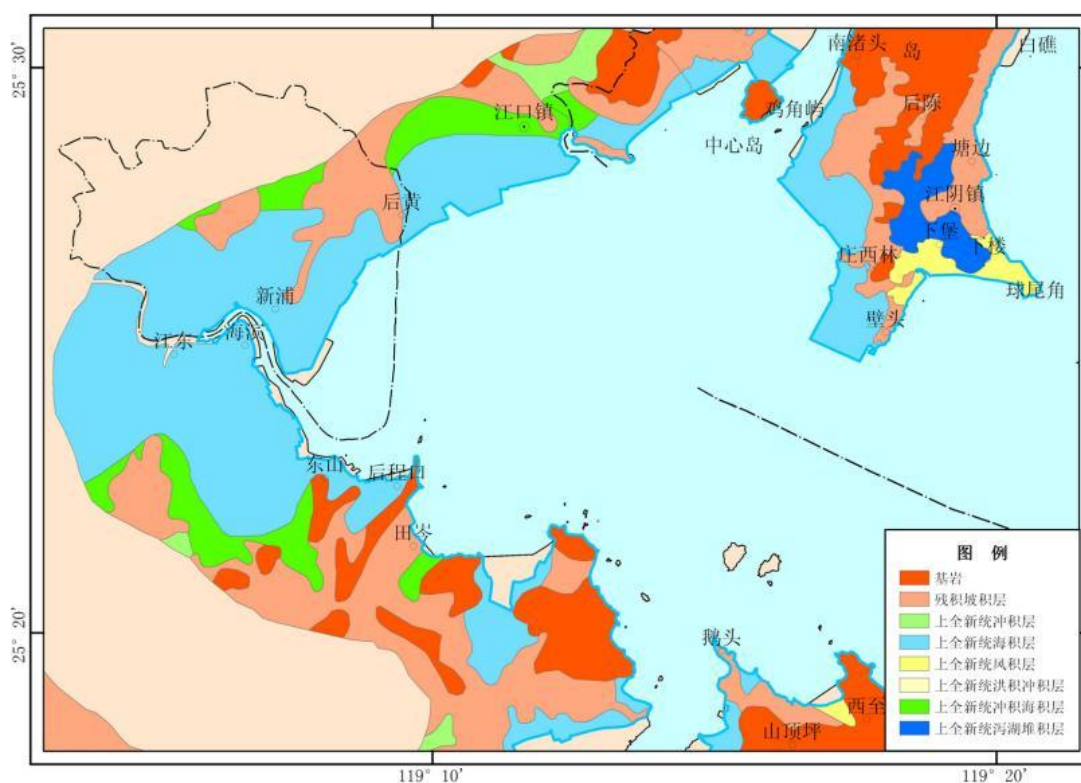


图 3.1-5 项目区及附近地质图

3.1.5 水文地质

(1) 地表水类型

项目区为海湾滩涂地带，地表水海水，地表水发育。

(2) 地下水类型

根据本次勘察结果，拟建场地地下水类型主要有第四系土层孔隙潜水、砂层承压水。钻探期间测得钻孔内初见水位埋深 0~0.52m，相当于高程为 0.49~4.33m；混合稳定地下水位埋深约为 0~0.70m，相当于高程为 0.36~4.22m。

场地有多层对工程有影响的地下水，采用分层量测地下水位（分层量测第四系土层孔隙潜水、砂层承压水）的方法，并采取止水措施（管靴止水），将被测含水层与其他含水层隔开，测得分层地下水位与稳定水位相近。

1) 第四系土层孔隙潜水：为本区主要含水层，包括淤泥（2-1）、粉质粘土（2-2）层，属弱透水层。其主要补给途径为地表水、上层滞水的下渗，水位变化因气候、季节而异，丰水季节，地下水位明显上升，第四系各地层多处于饱水状态；枯水季节，地下水位随之下降。选取 ZK101、ZK152 采用分层量测地下水位（第四系土层孔隙潜水）的方法，采用管靴止水法止水，将被测含水层与其他含水层隔开，测得第四系土层孔隙潜水水位深度 0.34~0.52m，标高范围为 2.15~2.99m。场地地下水年变化幅度较大，受大气降水的影响较大，年变化幅度约为 2.00m。

2) 砂层承压水：埋藏于砂类土（2-3 细中砂）中，属强透水层。承压含水层可接受第四系土层孔隙潜水的补给。

（3）地下水、土腐蚀性

勘察期间根据周边环境调查，场地未发现对地下水和地表水的污染源，场地地下水、地表水、土壤未受污染。

1) 场地的环境类型

根据勘察成果，场地处于湿润区，地下水位浅，以弱透水土层为主。按《岩土工程勘察规范》之附录 G .0.1 条判断，场地环境类型属Ⅱ类。

2) 地下水、土的腐蚀性评价

综合判定：水对混凝土结构具弱腐蚀性，水对钢筋混凝土结构中的钢筋具强腐蚀性；土对混凝土结构具弱腐蚀性，土对钢筋混凝土结构中的钢筋具强腐蚀性，土对钢结构具微腐蚀性（土对钢结构的腐蚀性是仅针对 PH 指标评价的结果）。地下水对建筑材料腐蚀性的防护，应按现行国标《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB50046）的有关规定进行设防。

3.1.6 区域地质与工程地质

（1）区域地质构造

莆田市以及我省沿海一带的强弱地震活动带受长梁-诏安深大断裂所控制，该带大地构造环境为菲律宾板块向欧亚板块俯冲碰撞之西侧板块过渡为长梁-诏安断裂带，西起福鼎、宁德、福州西、安溪、漳州一线，南、北分别伸入广东、

浙江，带宽在莆田以南转为北东 400-50°，该带主要活动时期在中新生代，中新生代之后逐渐减弱，小震活动频繁，反映出孕育高强度地震的构造背景。根据区域地质资料及本次勘察结果，场地内未发现断裂通过。

（2）工程地质及岩土层分布

根据广东精测勘科技股份有限公司编制的《莆田晶鸿涵江兴化湾 300MW 渔光互补光伏电站项目岩土工程勘察报告》，拟建项目场地主要地层有第四系（Q4al）冲积层、第四系（Q4el）残积土，现将各地层自新至老分述如下：

一、第四系（Q4al）冲积层

淤泥①：深灰色，灰黑色，饱和，流塑至软塑状，黏性较好，手捻有滑腻感，含有机质，具腥臭味；揭露层厚 6.0~21.0m，平均厚度 10.17m，层底高程-19.79~-4.69m；标准贯入试验实测击数 1~3 击/30cm，平均击数 1.9 击/30cm；共取 3 组原状样进行室内试验，压缩系数 a_{1-2} 为 1.32~1.61，平均值 1.42，属高压缩性土。

粉质黏土②：灰黄色，黄褐色，软塑至可塑状，切面略光滑，黏性中，干强度中，局部少量砂；揭露层厚 0.8~10.8m，平均厚度 5.17m，层底高程-22.59~-7.11m；标准贯入试验实测击数 6~8 击/30cm，平均击数 6.9 击/30cm；共取 6 组原状样进行室内试验，压缩系数 a_{1-2} 为 0.29~0.35，平均值 0.32，属中压缩性土。

中砂③：黄褐色，松散至稍密状，潮湿，主要成分为石英，浑圆度一般，粒径级配差，局部含有少量圆砾，揭露层厚 3.9~9.5m，平均厚度 5.36m，层底高程-25.49~-13.71m；标准贯入试验实测击数 9~12 击/30cm，平均击数 10.1 击/30cm。

二、第四系（Q4el）残积层

残积土③：棕红色，灰白色，可塑至硬塑状，含较多砂粒及石英颗粒，岩芯为土柱状，遇水极易软化崩解，为花岗岩风化产物；揭露层厚 2.0~8.0m，平均厚度 5.48m，层底高程-18.52~-7.19m；标准贯入试验实测击数 28~35 击/30cm，平均击数 31.6 击/30cm。勘探点平面布置图详见图 3.1-6，工程地质剖面图详见图 3.1-7~图 3.1-10。

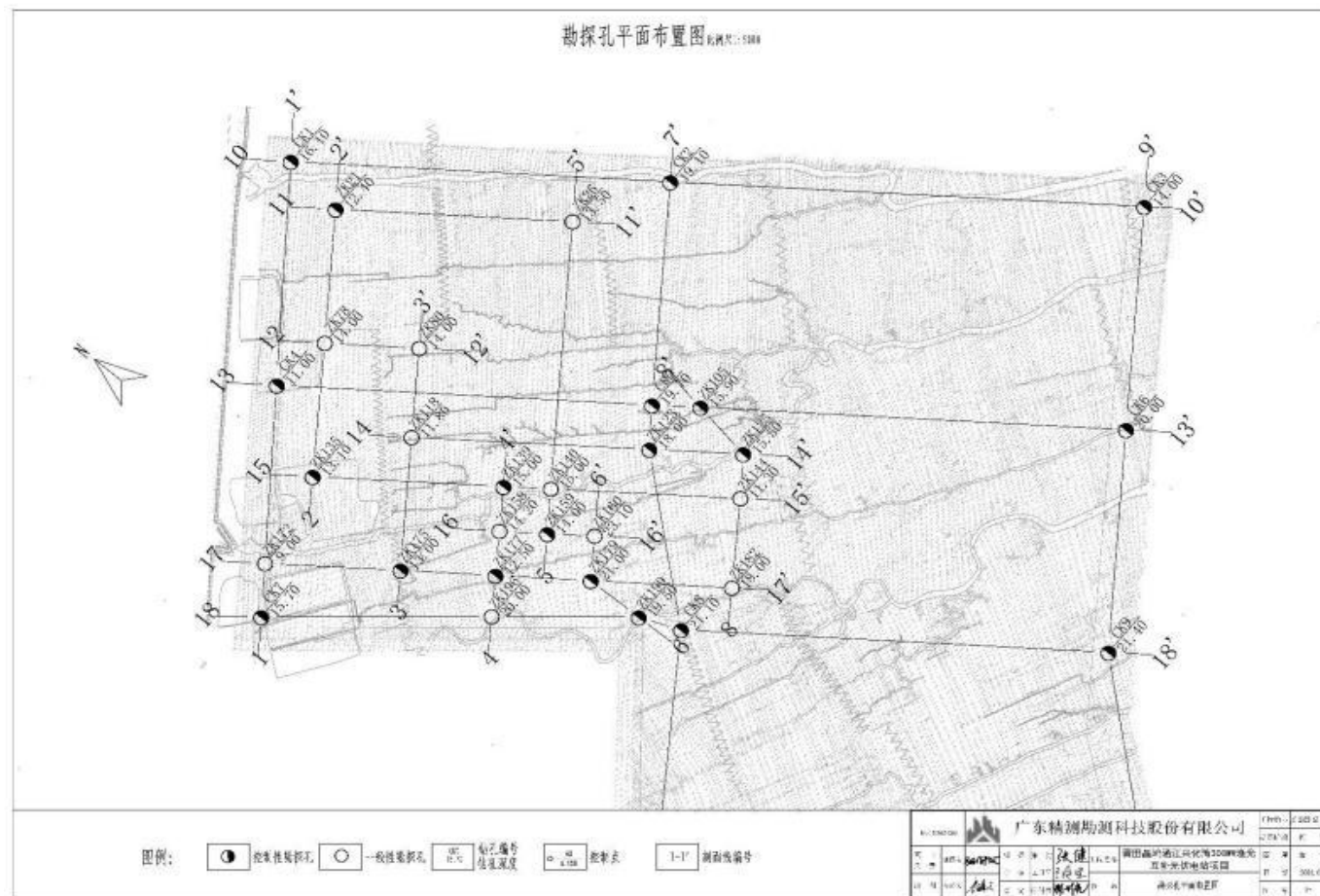
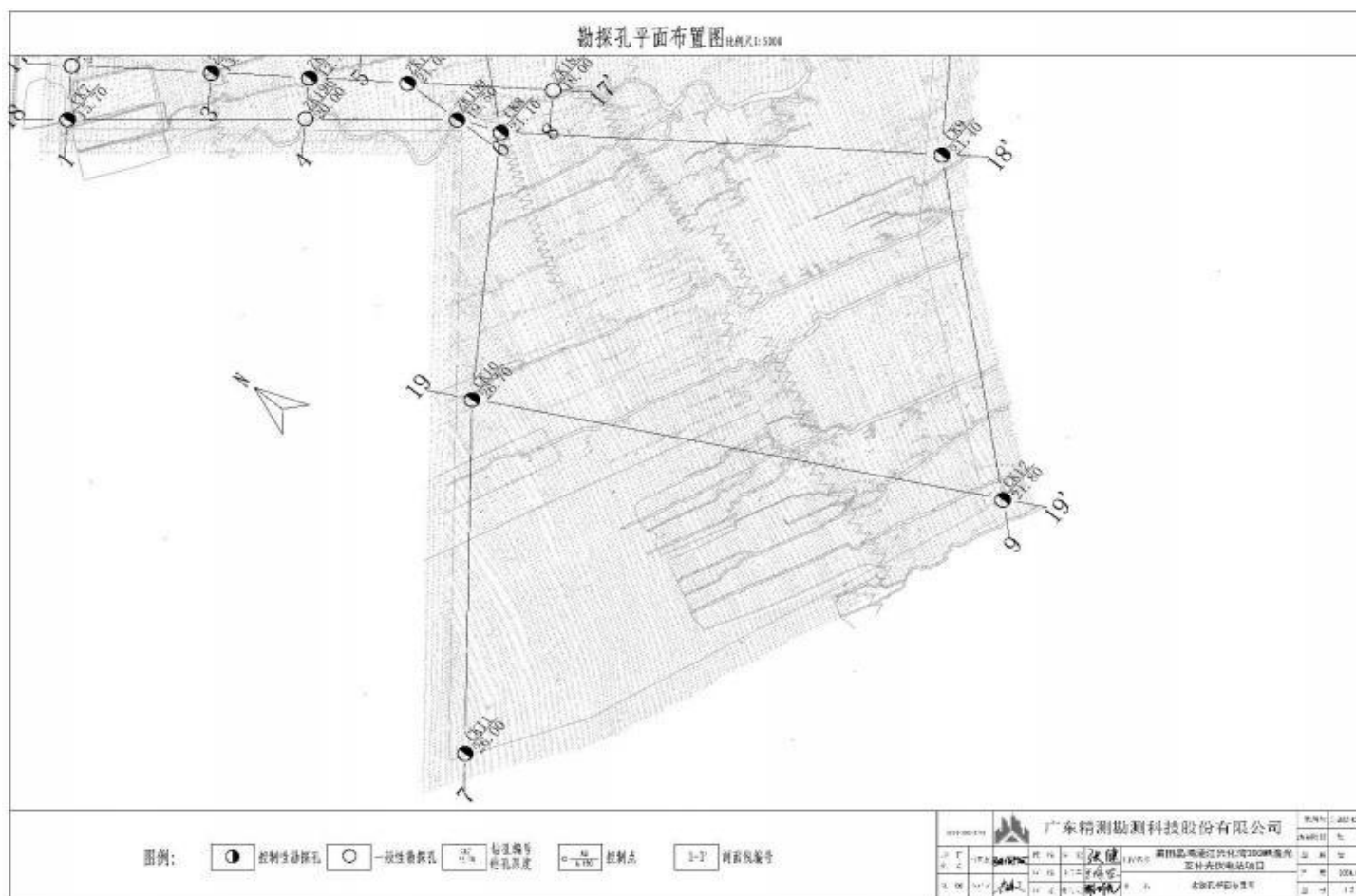


图 3.1-6 勘探点位置图



续图 3.1-6 勘探点位置图

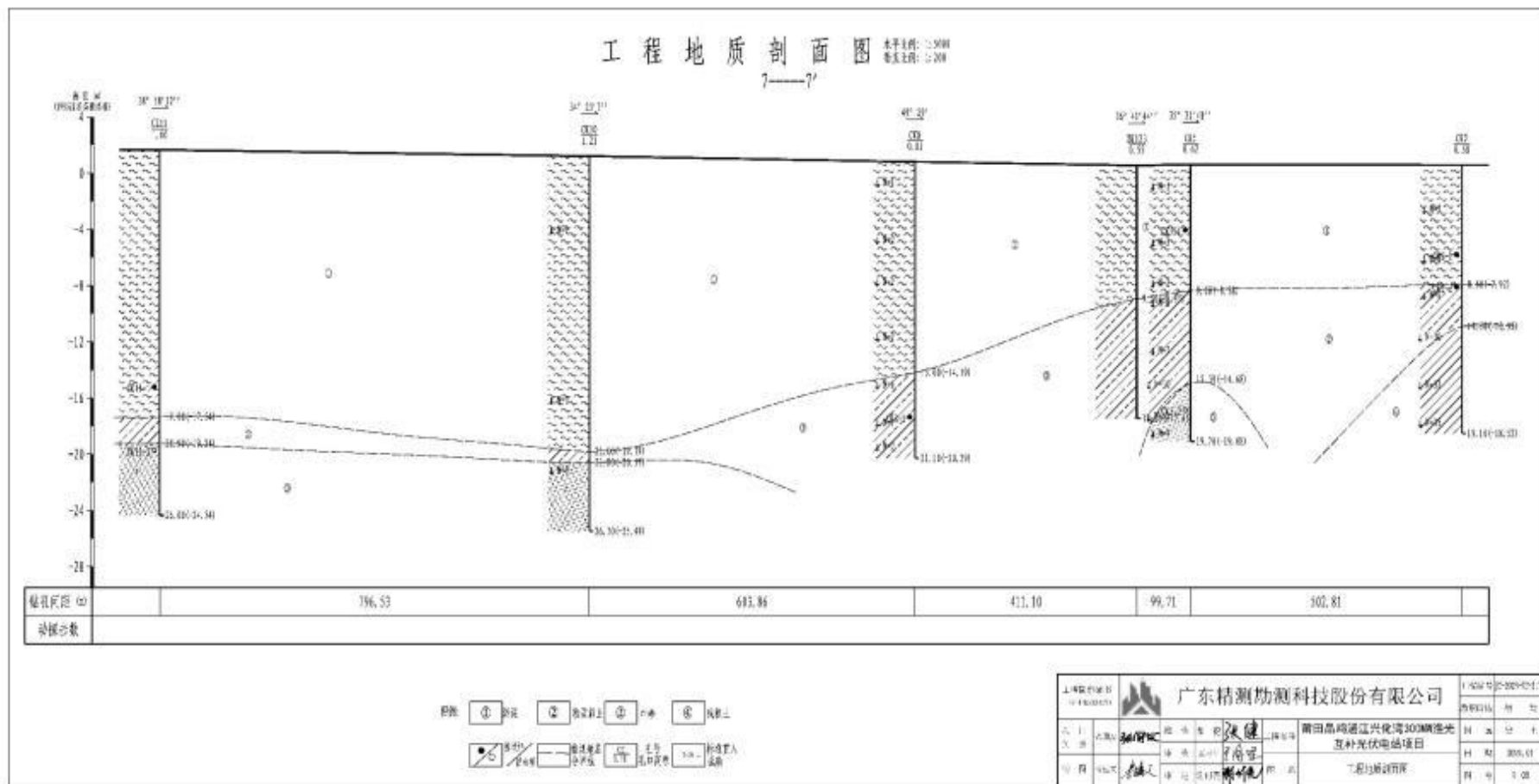


图 3.1-7 工程地质剖面图 7-7'

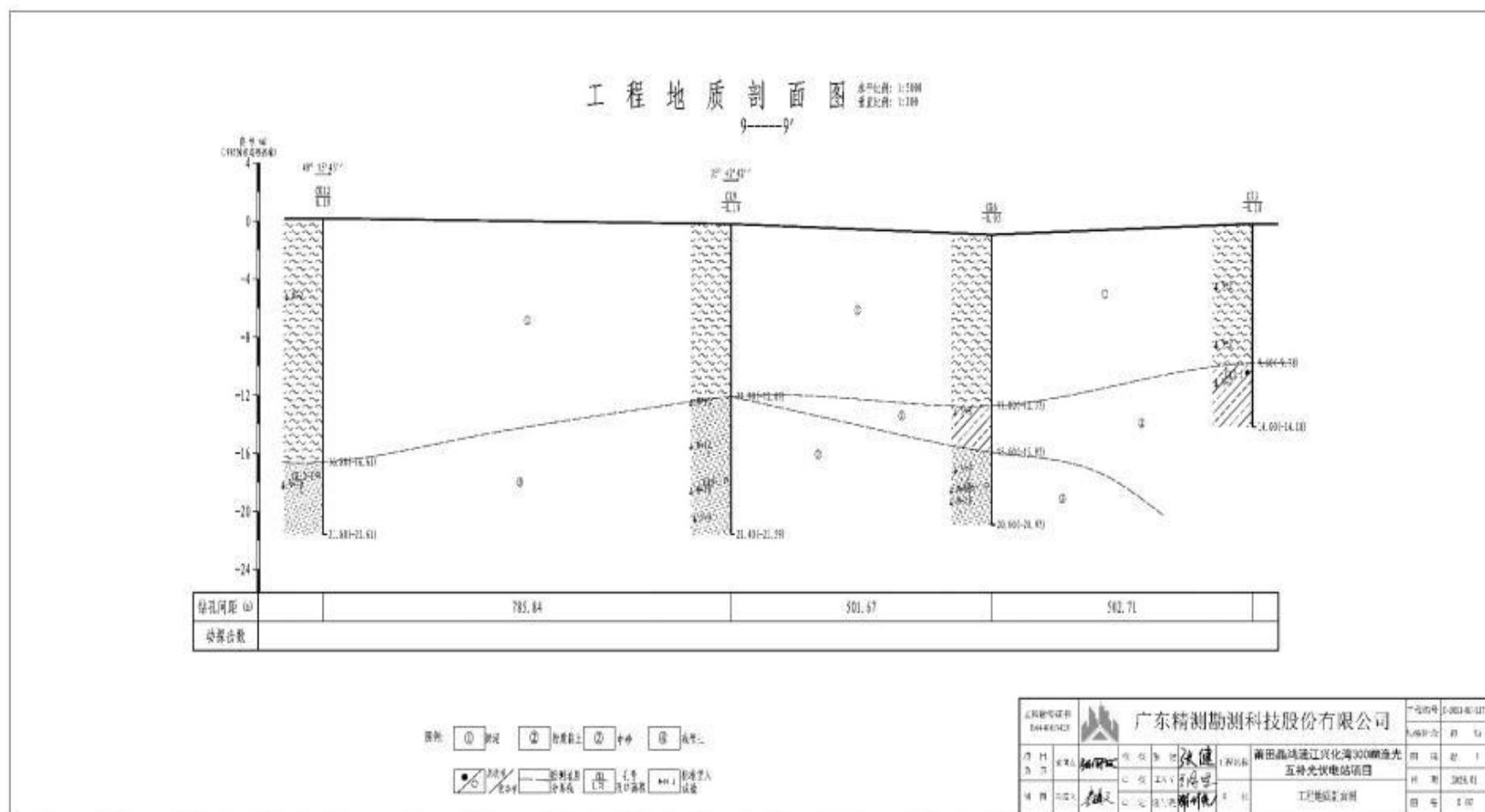


图 3.1-8 工程地质剖面图 9-9'

（3）场地地震效应

根据《中国地震参数区划图》的有关规定，拟建场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值 0.125g，设计地震分组为第三组，建筑场地类别为Ⅲ类，设计特征周期为 0.65s。根据国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，综合判定拟建场地属抗震一般地段。

（4）场地稳定性与适宜性评价

拟建场地未见有区域性断裂及活动断裂分布；在自然条件下无岩溶、崩塌、滑坡、泥石流、采空区、地面塌陷等不良地质作用和地质灾害；质灾害，不良地质作用和地质灾害危害影响较小，无液化、震陷、横向扩展以及边坡稳定性等问题，场区地形起伏不大，地面坡度起伏小于 10%，环境工程地质条件简单。综合上述，拟建场地稳定性为基本稳定。

拟建场地平整较简单，地基条件和施工条件一般，场地覆盖层岩土种类分布不均匀，地形总体起伏不大，地下水对工程建设影响较小，地表排水条件尚可。场地局部发育的花岗岩球状风化体（孤石）可采用超前钻或综合物探等其它手段可以查明，并可采用适宜的基础形式或措施处理，处理费用可控，以保证地基稳定，综合评判，拟建场地适宜性为基本适宜。

3.1.7 海洋自然灾害

（1）台风或热带气旋

台风是本地区最为严重的气象灾害，也是造成普通经济重大损失的灾害现象之一。台风及其所带来的暴雨、风暴潮和巨浪的袭击，常常造成巨大的经济损失，是福建省海岸带地区的主要灾害性天气。

本项目用海区所在兴化湾地处福建沿海中部，为台风（含强热带风暴、热带风暴）影响频繁地区。每年 7~9 月受台风影响较大，平均每年 2~3 次，最大风力可达 12 级以上，常带来严重的风、暴、潮、涝灾害。由台风产生的台风浪会导致港口船舶走锚、进水、翻沉、搁浅，船舶停靠在一起时会造成相互撞击，或因起伏频率不同而触损，给人身安全带来很大的危险。

（2）风暴潮

台风期间往往出现风暴潮，台风登陆时，风暴潮来势凶猛，在很短时间内使海堤决口，海水倒灌侵入城镇乡村，造成房屋倒塌，人畜伤亡，淹没农田，污染淡水资源，土壤盐渍化，破坏海水养殖业和盐业，给沿海地区农业生产造成严重

后果，危害渔民和海上作业人员的生命安全。同时，风暴潮形成的特殊沉积过程，造成沿海港口淤积，海岸地形的塑造和海洋运输深受影响。

(3) 地震

地震是最具破坏力的地质灾害，具有突发性和巨大的破坏力。莆田地处东南沿海地震带，位于一长乐一诏安地震断裂构造带上。区内断裂纵横交错、构造复杂、地震活动较为频繁，区内地震主要分布在沿海断裂带及其附近，地震活动的空间分布不均匀，呈现出自沿海向内陆、自东南向西北逐渐减弱的趋势。现代地震活动频繁，但没有造成重大影响。许多有感地震仍时常发生，周边地区的一些较大的地震也常有影响。

3.2 自然资源概况

3.2.1 海岛资源

莆田市拥有湄洲岛、南日岛等 11 个有居民海岛和 146 个无居民海岛以及 461 个礁，兴化湾湾内面积较大的 7 个岛屿主要有：目屿、小麦屿、牛屿、后青屿、黄瓜岛、西筭杯岛、东筭杯岛。丰富的海洋资源为莆田加快海洋经济发展提供了优越的物质基础和发展空间。

本项目所在海域范围周边海岛资源主要为黄瓜岛、后青屿、牛屿、笠屿等和分布众多的岛礁、暗礁，其中黄瓜屿属有居民海岛，居住人口约 2000 人，其余为无居民海岛。根据《福建省海岛保护规划（2011-2020 年）》，黄瓜屿属一般开发类海岛，以保护为主，适度开发为辅。据图 3.2-1，本项目用海范围内无海岛。



图 3.2-1 项目区周边海岛分布图

3.2.2 滨海湿地资源

兴化湾地跨莆田市和福清市，北部毗邻福清湾国家级重要湿地，处于东亚及澳大利亚候鸟的迁徙通道上，拥有广阔的滩涂和大量的水产池塘，湿地总面积约 2.5 万公顷，许多候鸟在此迁徙停歇或越冬，是福建省重要的滨海湿地。其重要组成部分—江镜湿地，曾发现 60 多只国际珍稀濒危鸟类—黑脸琵鹭

（*Plataleaminor*）以及其他大量珍稀鸟类，植物主要为红树林沼泽湿地、大米草、咸草、芦苇等。

3.2.3 渔业资源

兴化湾、平海湾、湄州湾捕获鉴定共有鱼类 257 多种，经济价值较高的鱼类有 20 种，贝类 10 余种。沿海拥有著名的闽中渔场，达 25 万 hm^2 ，2009 年莆田市拥有水产养殖水域面积 18907 hm^2 ，其中滩涂养殖面积 7996 hm^2 ，浅海养殖区面积 9392 hm^2 ，其它养殖面积 1519 hm^2 ，是福建省重要的海水养殖基地和贝类苗种基地，养殖品种有鱼、虾、蟹、贝、藻等五大类 30 余种。

兴化湾三江口滩涂养殖区是重要的缢蛏养殖区，养殖面积约 57510 亩。缢蛏是福建省传统四大养殖贝类之一。根据福建省渔业统计年鉴，缢蛏养殖产量 2013 年为 21885 吨，占全省的 9.3%。

3.2.4 矿产资源

莆田市已发现矿产资源 41 种，已探明资源储量的矿产 17 种，登上福建省矿产资源储量表的有 11 种。其中，金属矿产有铅、锌、银、镍 4 种，非金属矿产有滑石、化肥用蛇纹岩、矽线石、饰面花岗岩、长石、粉石英、高岭土 7 种。镍、化肥用蛇纹岩、滑石、矽线石 4 种矿产的资源储量居福建省第一位。莆田市已探明并登上资源储量表的矿区总数共 7 个，其中金属矿床 1 处，金属与非金属矿共生矿床 1 处，非金属矿床 5 处，均为中小型矿床。至 2020 年底，全市持证矿山仅 6 个，均在仙游县境内，全部为露天开采的建筑用石料矿山。

3.2.5 旅游资源

兴化湾周边自然风明媚多姿，诸如“白塘秋色”、“江桥放月”、“宁海初日”、“天马晴岚”、“蚶山春树”、“美澜夕照”等，景色宜人，是旅游观光的好去处。兴化湾周边有多处古迹。主要有宁海桥、镇海堤、梅妃故里等。宁海桥：位于涵江区与黄石镇分界线上，跨木兰溪流入兴化湾之渡口。桥创建于元代，现桥系清初重建，长 225.7m，桥面用 75 块长 13m，宽、厚各 1m 石梁架设，工程巨大，被列为省级文物保护单位。

镇海堤：处于黄石镇。筑于唐代，解放后全线加固砌石，为莆田市南洋片 12 亩农田的金汤保障，其工程之伟，不亚于浙江海塘，为国务院批准为全国重点文物保护单位。

梅妃故里：在黄石江东村有埔口宫，东华村有鹅脰塚等有关唐玄宗梅妃遗址；慈寿宫位于江口束山，唐代创建，现建筑物系清代重建，为莆田四大园林之一；塔仔屿石塔立于北高汀江海面，为古代导航标志。

上述古迹均被列为县级文物保护单位。此外，北高的宋著名理学家林光朝讲学故址莆弄书堂和烟囪山上的烟墩台旧址；棣头的演屿文天祥手书演屿圣迹崖刻；涵江的宋代状元黄公度读书处登瀛阁；江口的万福寺、迎仙寨和浦坂山新石器时代遗址；黄石的古红泉宫、北辰宫、登瀛井等。

3.2.6 港口资源

兴化湾位于福州市与莆田市交界处，湄洲湾港辖区海岸线的最北端，地理位置东经 119°06'~119°30'，北纬 25°15'~25°36'，拥有天然良港涵江港，港区环兴化湾岸线总长 27.64km，航道全长 43.88km，可满足 5 万吨级集装箱船舶全天候双向通航，乘潮可通航 10 万吨级的集装箱船舶，通过支航道可直接抵达涵江港区，历史上就已形成了三江口港及江口港作业区。目前拟进行的湄洲湾兴化港区进港航道一期工程可满足 7 万吨级散货船乘潮通航单线航道。涵江港开发前景广阔，可开发深水泊位 28 个，年吞吐能力 1.29 亿吨。目前正在建设中的 1-3 号泊位位于涵江区江口镇海域，占用岸线总长 690m，用海面积为 66.37hm²。其中 1 号、2 号 2 个 3 万吨级通用泊位和 3 号 1 个 7 万吨级散货泊位。港前码头作业和仓储物流区陆域纵深 1km，可开发面积 1668hm²；港区陆域纵深 3.6km，可供开发的工业用地面积 3940hm²。目前涵江临港产业园已围填形成陆域 1600hm²。

3.2.7 太阳能资源

莆田市地处北回归线北侧边缘，东濒海洋，属典型的亚热带海洋性季风气候。日照充足，温度适宜是本市气候的一大特征。平均年太阳辐射量达 110.41kcal/cm²，年日照时数平均为 1995.9h，年均日照率为 45%。日照时间从山区至沿海逐步增多。气温由东南沿海向西北内陆山区逐渐降低。各地年平均气温在 16℃至 21℃之间。无霜期年平均达 316 天至 350 天之间。全市绝大部分土地适宜农业生产上的一年三熟制作物栽培。

结合本工程特点，采用项目地监测的太阳辐射数据作为工程研究基准参数，本项目所在地区区域日照较充足，项目区域水平面年辐射总量取 5155.85MJ/m²。根据《太阳能资源评估方法》（GB/T37526-2019），该场区均属于太阳能资源很丰富带，太阳能辐射等级为 B 级。

总之，莆田地区的太阳辐射量强、日照时数长、光照充足，太阳能资源丰富，并多年来的太阳辐射量、日照时数基本呈现较好的一致性，为本工程并网光伏电站的建设提供了很好的太阳能资源条件。

3.3 海域开发利用现状

据现场踏勘调查和收集到的相关资料可知，项目所在海域的海洋开发活动主要包括造地工程用海、渔业用海、交通运输用海等。本项目评价范围内海域开发利用现状见表 3.3-1、图 3.3-2。

项目区域周边养殖主要分布在兴化湾三江口及江口滩涂海域，养殖范围自海岸线向外延伸约 2-3km 范围，周边海域主要有哆中村、新兴村、东盛村、高美村、前明村村民从事水产养殖活动，养殖方式有底播养殖和设施养殖，养殖品种包括缢蛏、花蛤、牡蛎等，本项目涉及海域主要为缢蛏养殖，见图 3.3-1。项目用海区的缢蛏养殖季节为每年 5~8 月、11 月~次年 5 月。



图 3.3-1 项目区与养殖现状叠置图

表 3.3-1 项目周边海域开发利用现状一览表

序号	用海类型	用海活动	海域使用人	与本项目的相对位置 (km)
1	区域用海	涵江临港产业园区区域建设用海	涵江区人民政府	东北 5.7
2	造地工程用海	莆田涵江临港产业园配套生活区一期工程	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 3.9
3		涵江港区行政办公及商务中心一期工程	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 3.9
4		生活区 2 号海域区块	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 3.9
5		生活区 3 号海域区块	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 3.9

6		节能电器生产项目	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 3.8
7		激光机电项目	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 3.8
8		高新技术产业园 2 号海域区块	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 5.6
9		高新技术产业园 1 号海域区块	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 5.6
10		新能源柴油机零部件工程	莆田市涵江区诚信贸易有限公司	东北 4.9
11		新能源柴油机工程	莆田市涵江区欣颖贸易有限公司	东北 4.9
12		百威英博雪津迁建项目	百威英博雪津啤酒有限公司	东北 4.9
13		物流与增值服务 2 号海域区块	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 4.9
14		港口物流园区一期工程	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 3.5
15		物流与增值服务 1 号海域区块	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限公司	东北 3.5
16		福建耀隆化工集团公司搬迁项目填海造地工程	福州耀隆化工集团公司	东 12.2
17		福建省东南电化有限公司搬迁项目填海造地工程	福建省东南电化有限公司	东 11.8
18		中国蓝星集团福州化工基地填海造地工程	中国蓝星（集团）股份有限公司	东 12.2
19		福建省福抗药业股份有限公司 AE 活性酯项目填海	福建省福抗药业股份有限公司	东 12.5
20		福建省福清富港化工有限公司建设项目填海工程	福建省福清富港化工有限公司	东 11.1
21		江阴工业港区编组站填海造地工程	福清市国有资产营运投资有限公司	东 10.7
22		江阴工业区站前广场填海造地工程	福州市江阴工业区开发建设有限公司	东 10.7
23		福州隆城实业再生塑料加工基地项目填海工程	福州隆诚有限公司	东 10.9
24		福州港江阴港区铁路支线港湾站填海造地工程	福州新港江阴铁路支线发展有限公司	东 11.3
25		福州保税物流中心大型装卸场项目填海工程	福州保税物流中心有限公司	东 12.1
26		福州保税物流园区二期项目填海造地工程	福州保税物流中心有限公司	东 10.9
27		福州港江阴港区西部配套物流项目	福州市江阴工业区开发建设有限公司	东 11.4
28	路桥用海	莆田市涵江新区滨海大道（港前路）与城市配套设施一期工程	莆田市涵江区交通建设投资有限公司	东北 6.4
29		莆田市涵江新区滨海大道（港前路）与城市配套设施二期工程	莆田市涵江区交通建设投资有限公司	东北 5.8
30		江涵大桥	福州市交通建设集团有限公司	东 6.6
31		福州港江阴港区铁路支线一期路基填海造地工程	福州新港江阴铁路支线发展有限公司	东 10.4
32		江阴工业集中区港区路堤一期工程	福州市江阴工业区开发建设有限公司	东 11.1
33		福建省普通国省干线公路联	莆田市交通投资集团有	北 4.1

		十一线(莆田境)涵江江口至仙游枫亭段工程涵江路堤段(芳山中桥))	限公司	
34		福建省普通国省干线公路联十一线(莆田境)涵江江口至仙游枫亭段工程涵江路堤段(鳌山中桥))	莆田市交通投资集团有限公司	北 3.2
35		福建省普通国省干线公路联十一线(莆田境)涵江江口至仙游枫亭段工程(涵江路堤段(鳌山互通主线桥及 AB 匝道))	莆田市交通投资集团有限公司	北 3.4
36		福建省普通国省干线公路联十一线(莆田境)涵江江口至仙游枫亭段工程涵江路堤段(李厝大桥))	莆田市交通投资集团有限公司	东北 4.7
37	港口用海	福州港江阴港区 12#泊位	福州中江化工码头有限公司	东 9.8
38		福州港江阴港区 11 号泊位	福建闽海能源有限公司	东 9.4
39		福州港江阴港区建滔液体化工码头项目 (1)	福州江阴建滔化工码头有限公司	东 10.2
40		福州港江阴港区建滔液体化工码头项目 (2)	福州江阴建滔化工码头有限公司	东 10.6
41		福州港务集团有限公司江阴港务集装箱货场填海造地	福州港务集团有限公司	东 11.2
42		福州港江阴港区 8 号和 9 号泊位工程	福建融港码头发展有限公司	东 10.9
43		福州港江阴港区 7 号泊位	华富(福州)江阴码头发展有限公司	东 11.3
44		福州港江阴港区 6 号泊位	华富(福州)江阴码头发展有限公司	东 12.0
45		江阴港区 5 万吨级集装箱码头贯彻国防要求码头	福清市交通战备办公室	东 12.5
46		莆田兴化港涵江作业区 1~3 号泊位工程	莆田市涵江区兴化湾港口开发有限	东北 4.3
47	航道用海	江口港航道 (7 万吨级)	莆田交投	西北 4.8
48		兴化湾 15 万吨级航道	/	东 6.3
49		福州港江阴港区进港航道延长段工程	福清市交通建设投资有限公司	东 12.8
50		湄洲湾港兴化港区进港航道一期工程	福建省莆田涵江港口建设发展有限公司	东 5.6
51		福州港江阴港区进港航道三期工程	福清市交通建设投资有限公司	东 13.3
52	渔业用海	滩涂养殖	东沃村、新厝村养殖户	东 7.7
53		滩涂养殖	莆田市高新区科技 创新有限公司	东 6.3
54		滩涂养殖	莆田市涵江区科发贸易有限公司	东 6.9
55		滩涂养殖	莆田市高新区科技 创新有限公司	西北 4.1
56		滩涂养殖	东盛村、新兴村养殖户	西北 3.9
57		滩涂养殖	东甲村、遮浪村养殖户	西 5.3
58		围海养殖	荔城区北高镇美兰垦区盐场	西 5.0

59		网箱养殖	莆田市高新区科技创新有限公司养殖区	西北 3.7
60		网箱养殖	涵江区嘉兴水利经济技术有限公司	西北 2.9
61		开放式养殖	涵江区大鹏农业基地有限公司	西北 3.7
62		开放式养殖	莆田市涵江区科发贸易服务有限公司	西北 3.2
63		开放式养殖	莆田市高新区科技创新有限公司	西北 3.5
64		开放式养殖	莆田市黄石工业园区开发有限公司	西 4.3
65		开放式养殖	莆田市荔城区经济发展有限公司	西 4.2
66		开放式养殖	涵江区科发贸易服务有限公司	西 3.6
67		开放式养殖	莆田市荔城区国有资产投资有限公司	西 4.1
68		开放式养殖	南曹村养殖户	东 12.4
69		开放式养殖	南曹村养殖户	东 13.0
70	造地工程用海	江盛土方工程项目厂房建设	福清市江盛土石方工程有限公司	东 9.8
71		福清市东泰工艺制品有限公司厂房	福清市东泰工艺制品有限公司	东 11.1
72		福清丰硕包装项目用地填海工程	福清丰硕包装材料有限公司	东 12.0
73		福建巨光机械科技有限公司建设项目建设填海造地	福建巨光机械科技有限公司	东 13.2
74		福建省上游船舶钢结构有限公司新建厂区项目	福建省上游船舶钢结构有限公司	东 12.5
75		福清市江阴半岛壁头角东侧机械制造 2 号项目	福州市江阴工业区开发建设有限公司	东 13.3
76		福建省顺捷物流有限公司物流货场建设填海造地	福建省顺捷物流有限公司	东 14.1
77		福清市江阴壁头角东侧机械制造 1 号项目	福州市江阴工业区开发建设有限公司	东 13.4
78		福州市江阴工业集中区东部路堤一期工程	福州市江阴工业区开发建设有限公司	东 12.7
79		福州市江阴工业集中区码头配套项目填海工程	福州市江阴工业区开发建设有限公司	东 9.8
80		江阴工业区码头配套项目服务中心 2	福州江阴码头建设有限公司	东 10.2
81		福州江阴港城经济区东部片区用海项目	福州江阴港城经济区管委会	东 10.7
82		国电福州江阴电厂专用	国电福州发电有限公司	东 11.7
83		福建省普通国省干线公路联十一线(莆田境)涵江江口至仙游枫亭段工程(涵江路堤段)填海 I	莆田市交通投资集团有限公司	北 5.6
84		福建省普通国省干线公路联十一线(莆田境)涵江江口至仙游枫亭段工程(涵江路堤段)填海II	莆田市交通投资集团有限公司	北 4.3
85		福建省普通国省干线公路联十一线(莆田境)涵江江口至仙游枫亭段工程(涵江路堤段)填海III	莆田市交通投资集团有限公司	北 3.9

86		福建省普通国省干线公路联十一线（莆田境）涵江江口至仙游枫亭段工程（涵江路堤段）填海IV	莆田市交通投资集团有限公司	北 4.8
87		福建省普通国省干线公路联十一线（莆田境）涵江江口至仙游枫亭段工程（涵江路堤段）填海V	莆田市交通投资集团有限公司	北 4.1

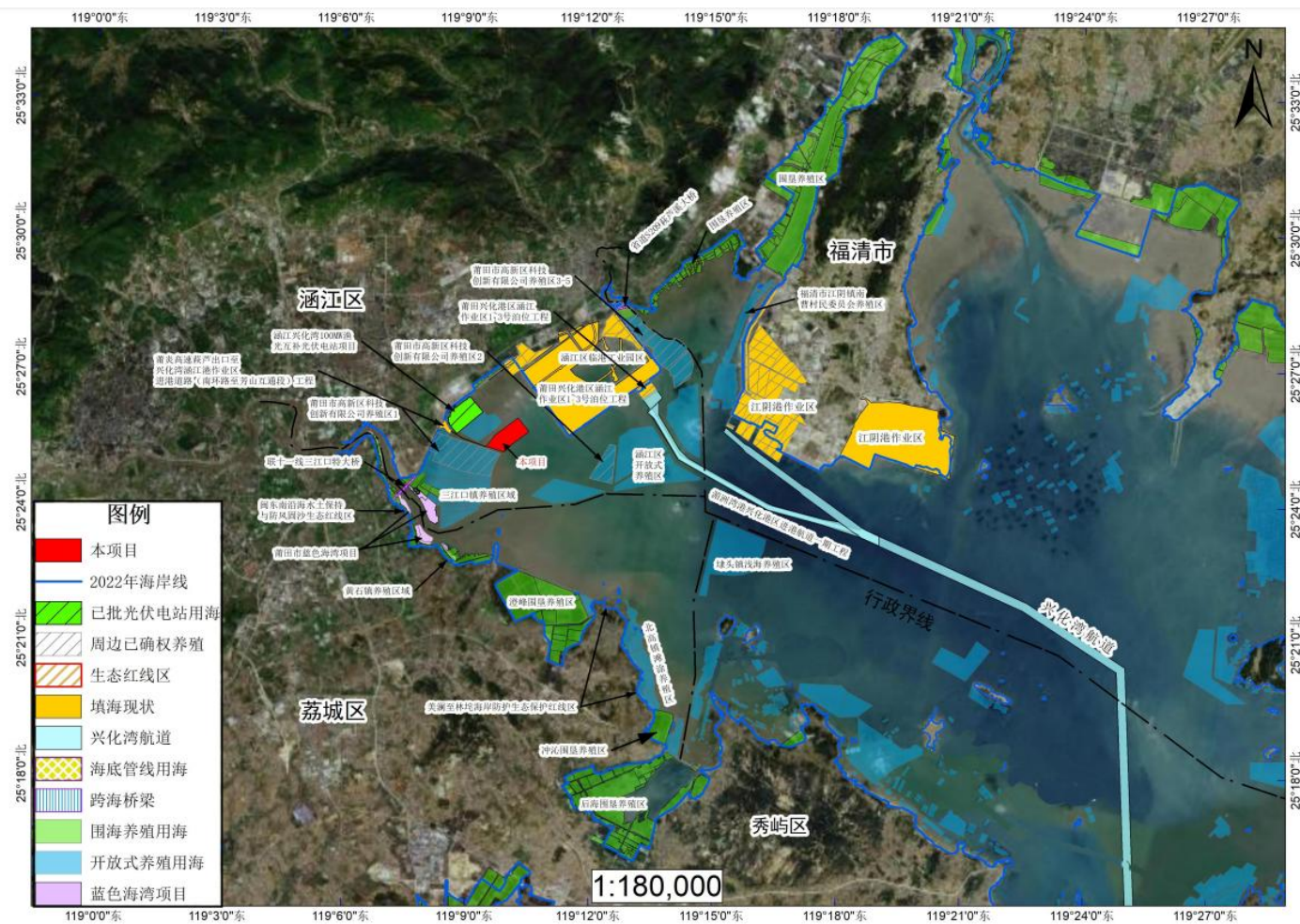


图 3.3-2 项目工程区海域使用现状图

3.4 海洋地形地貌与冲淤环境现状

3.4.1 项目区海域水深

拟建场地属海湾滩涂地带，现场地较平缓、开阔，地面由西北向东南倾，场区标高在-0.51~5.85m，相对高差为 6.36m，场地地势平坦。

3.4.2 项目区冲淤环境

兴化湾基本处于冲淤稳定的状态，淤积主要集中在近岸浅滩海域。其中兴化湾西部。浅滩、三江口附近及北部浅滩区处于冲淤基本平衡、略有淤积的状态，年淤积厚度达 1~6cm，南日水道口门外近南日岛海域年淤积厚度 2~4cm，根据实测资料兴化湾 西部浅滩以及三江口附近，年均淤厚为 1.1cm，兴化湾北部浅滩（江阴半岛以东）年均淤厚为 0.6cm，南日水道浅海区主航道年均淤厚 1.8cm。兴化湾内水域泥沙来源较少，受到较强往复潮流作用，河流挟带泥沙仅在边滩沉积，同时该海域潮差大，潮流动力强，涨、落潮流路稳定，并呈往复流动，致使细颗粒泥沙不易在深水区内淤积，湾内水域处于略有冲刷的基本平衡状态，年均冲刷厚度为 0~1cm。根据实测资料兴化湾内深槽的西部（江阴壁头南侧）处于稳中有冲状态，兴化湾内深槽的中部（江阴壁头以东）有冲有淤，以冲为主，江阴壁头南侧近岸浅滩，局部略有冲刷，兴化水道基本处于冲淤平衡状态，南日水道水深基本稳定。

综合上述变化，获得兴化湾水下地形变化具有以下特点：

- ①兴化湾西部及北部浅滩区处于冲淤基本平衡、略有淤积的状态。
- ②深槽处于较强往复潮流作用，深槽宽度不断向两侧扩展，而海底水深稳中有冲，基本处于略有冲刷的基本平衡状态。
- ③兴化水道多年来一直处于冲淤平衡或略有冲刷 的状态。这种状态的产生主要是由于该海域泥沙来源较少，短小河流泄洪排出的泥沙仅在边滩沉积，同时该海域潮差大，潮流动力强，涨、落潮流路稳定，并呈往复流动，致使细颗粒泥沙不易在深水区内淤积。

兴化湾近 10 年海域水深变化情况见图 3.4-1。

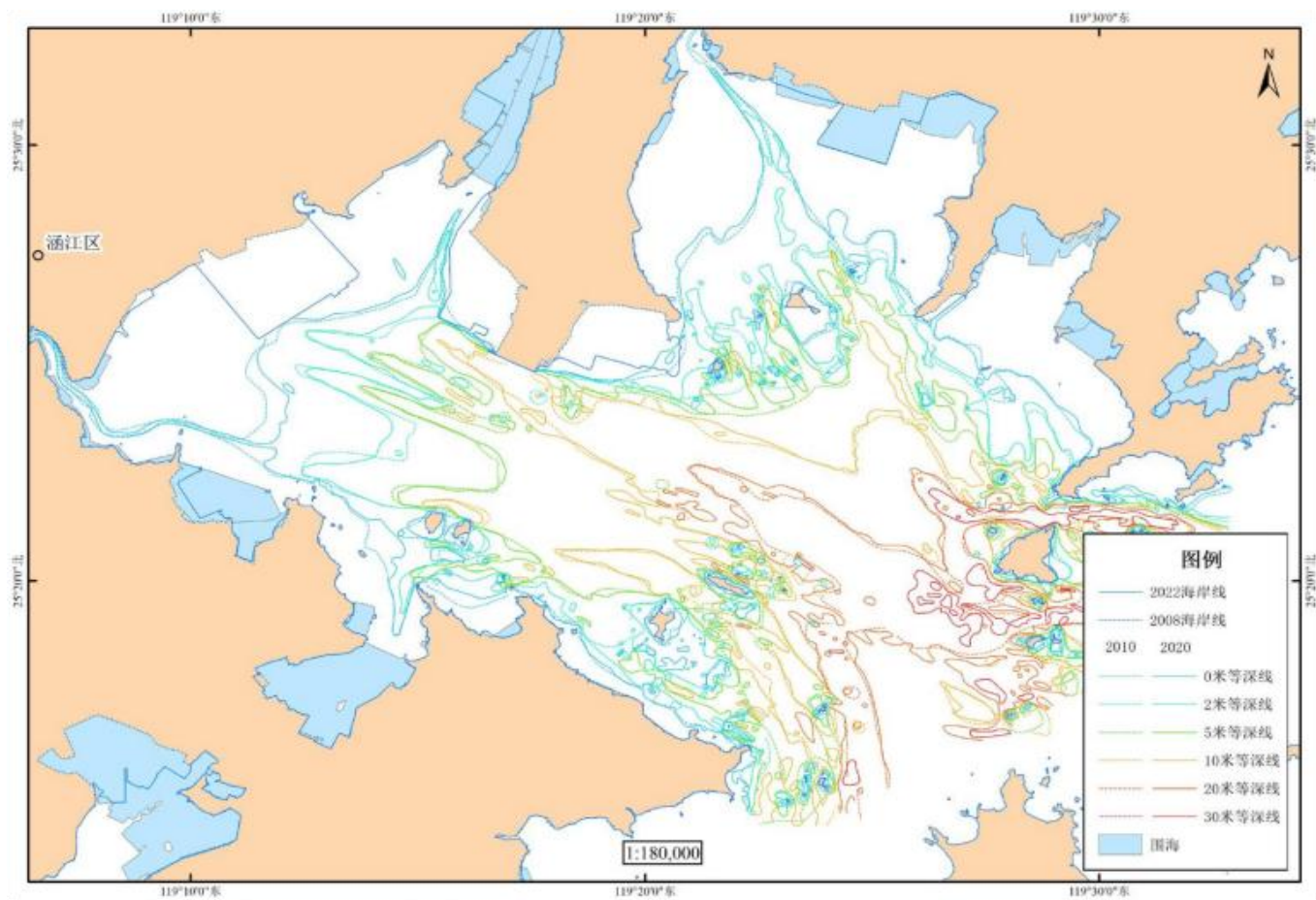


图 3.4-1 近 10 年兴化湾海域水深等深线对比图

3.5 海水水质现状调查与评价

春季海水水质环境现状调查资料引自《福州港江阴港区 14#泊位工程海洋生态环境现状调查报告（2024 年度）》（福建省环境保护设计院有限公司，2024 年 10 月）。

秋季海水水质环境现状调查资料引自《2024 年华峰循环绿色低碳产业园海洋环境现状调查报告》（福建岚启星检测技术有限公司，2024 年 12 月）。

3.5.1 调查站位、时间

（1）春季调查

福建省环境保护设计院有限公司下属福建省闽环试验检测有限公司于 2024 年 4 月 23~24 日在项目附近海域共布设 26 个水质调查站位，调查站位坐标和项目见表 3.5-1，站位分布见图 3.5-1。

（2）秋季调查

福建岚启星检测技术有限公司在 2024 年 11 月 16 日和 2024 年 11 月 29 日共布设海水水质调查站位 24 个，调查站位具体位置见表 3.5-2 和图 3.5-2。

3.5.2 调查项目和方法

调查项目包括水深、透明度、水温、盐度、pH、悬浮物、COD、BOD₅、DO、无机氮、活性磷酸盐、石油类和重金属（汞、铜、铅、锌、总铬、镉、砷）共 19 项。

样品采集严格按《海洋调查规范》（GB/T 12763.4-2007）第 4.4 节样品采集与贮存和《海洋监测规范》（GB 17378.3-2007）中第一部分样品采集、贮存与运输规定执行。采用有机玻璃采水器，采样层次要求如下：

各项目样品采集、保存和分析方法分别按《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）中规定的有关方法进行。石油类只采集表层。其余各项目，水深小于 10m 只采表层水；水深 10m~25m 采表、底层水；水深 25m~50m 采集表层、10m 层和底层水。其中，表层指海面下 0.5m 深度以内的水层；底层指离底 2m 的水层（水深小于 50m 海域）。海水水质的各项分析方法见表 3.5-3。

表 3.5-1 春季海洋环境现状调查站位坐标及调查内容表

站位	经度	纬度	调查内容
1	119°15'25.356"E	25°27'48.088"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
2	119°13'23.280"E	25°26'18.088"N	水质
3	119°10'45.002"E	25°24'7.570"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
4	119°13'9.579"E	25°23'26.551"N	水质
5	119°15'3.095"E	25°25'5.735"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
6	119°14'49.110"E	25°22'11.400"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
7	119°16'22.155"E	25°23'35.665"N	水质
8	119°17'34.312"E	25°24'34.788"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
9	119°18'34.862"E	25°24'16.251"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
10	119°18'14.557"E	25°22'30.868"N	水质、生态、鱼卵仔稚鱼
11	119°17'48.999"E	25°21'3.981"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
12	119°20'18.060"E	25°20'46.220"N	水质、生态、鱼卵仔稚鱼
13	119°20'54.263"E	25°23'2.690"N	水质
14	119°21'40.135"E	25°25'25.169"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
15	119°22'20.397"E	25°27'19.075"N	水质
16	119°22'54.239"E	25°29'3.407"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
17	119°24'35.746"E	25°27'27.253"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
18	119°24'12.618"E	25°23'46.463"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
19	119°23'32.290"E	25°21'45.311"N	水质
20	119°22'46.274"E	25°19'26.208"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
21	119°25'5.271"E	25°17'9.444"N	水质
22	119°25'32.503"E	25°20'36.230"N	水质
23	119°26'41.720"E	25°23'15.156"N	水质

24	119°28'25.622"E	25°24'13.448"N	水质、生态、鱼卵仔稚鱼
25	119°28'56.023"E	25°21'28.753"N	水质、沉积物、生态、鱼卵仔稚鱼
26	119°27'25.761"E	25°19'30.769"N	水质
C1	119°20'13.726"E	25°26'39.937"N	潮间带、生物质量（春、秋）
C2	119°18'47.324"E	25°24'50.589"N	潮间带、生物质量（春）
C3	119°15'15.285"E	25°19'37.797"N	潮间带、生物质量（春）

表 3.5-2 秋季调查监测站位经纬度和调查内容

站位	东经（E）	北纬（N）	调查内容
XH01	119.2082486	25.47472839	水质、沉积物质量
XH02	119.2271217	25.4631547	水质
XH03	119.2444185	25.43856496	水质、沉积物质量、海洋生物
XH04	119.2358227	25.42581511	水质、沉积物质量
XH05	119.2109088	25.41738779	水质、沉积物质量
XH06	119.1565241	25.43071951	水质、沉积物质量
XH07	119.1253993	25.40489835	水质、沉积物质量
XH08	119.1421695	25.39096784	水质
XH09	119.1810157	25.39075844	水质
XH10	119.2094561	25.3823623	水质、海洋生物
XH11	119.2349148	25.39018377	水质、海洋生物
XH12	119.255146	25.40415767	水质、海洋生物
XH13	119.2636465	25.38322808	水质、海洋生物
XH14	119.2350719	25.3659167	水质、沉积物质量
XH15	119.2374021	25.33431489	水质、沉积物质量、海洋生物
XH16	119.2434117	25.31755573	水质、沉积物质量

XH17	119.261718	25.33614164	水质、海洋生物
XH18	119.2730857	25.36179621	水质、海洋生物
XH19	119.2876943	25.37983003	水质、海洋生物
XH20	119.3189396	25.37658323	水质、海洋生物
XH21	119.3043733	25.35702266	水质、沉积物质量、海洋生物
XH22	119.2903655	25.3394012	水质、海洋生物
XH23	119.315267	25.32498644	水质
XH24	119.342025	25.36719887	水质
A	119.2170003	25.46397222	潮间带生物、生物质量
B	119.1352047	25.42086722	潮间带生物、生物质量
C	119.2315231	25.31138944	潮间带生物
D	119.2482406	25.3028025	潮间带生物、生物质量

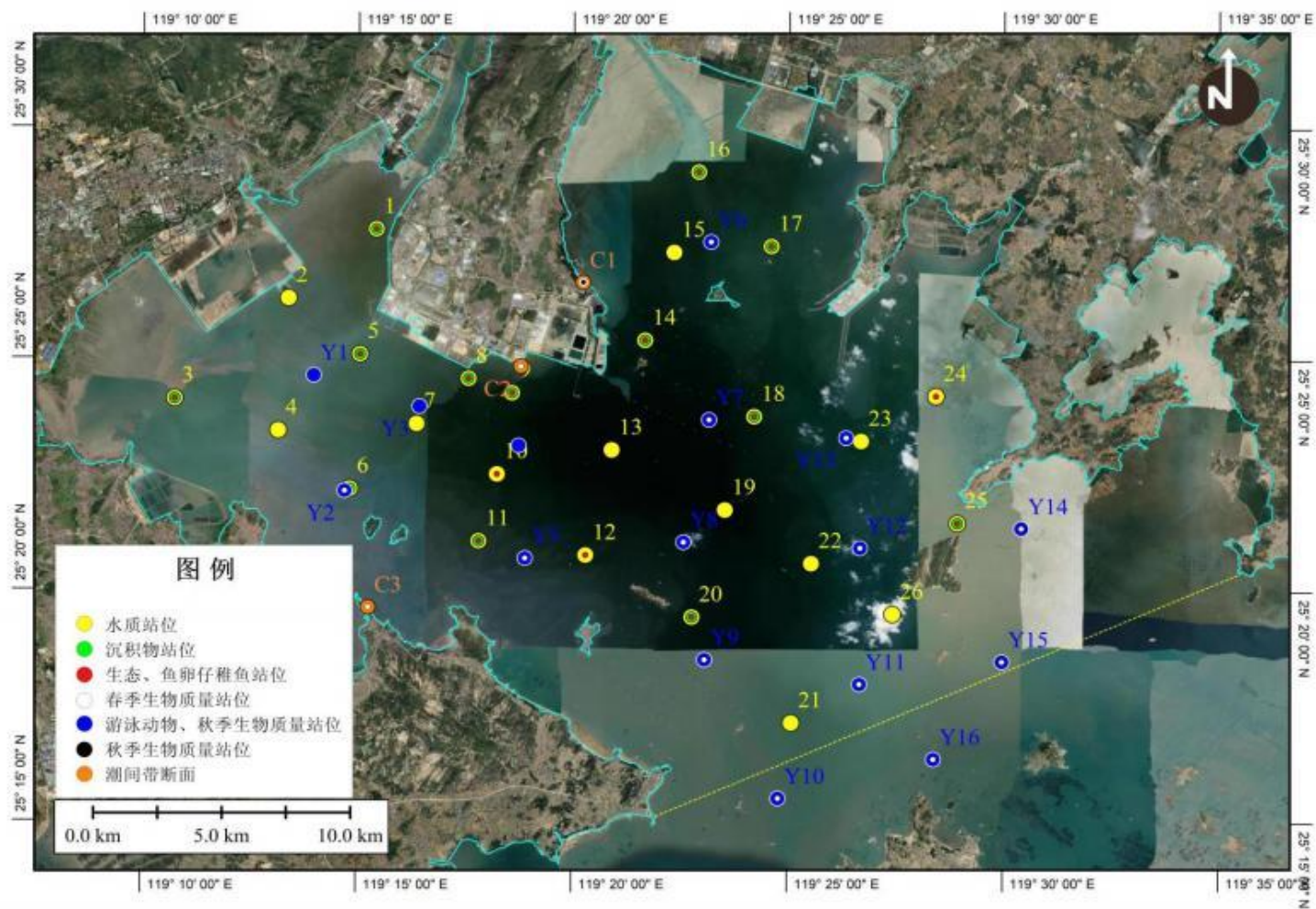


图 3.5-1 2024 年春季海洋环境现状调查站位图

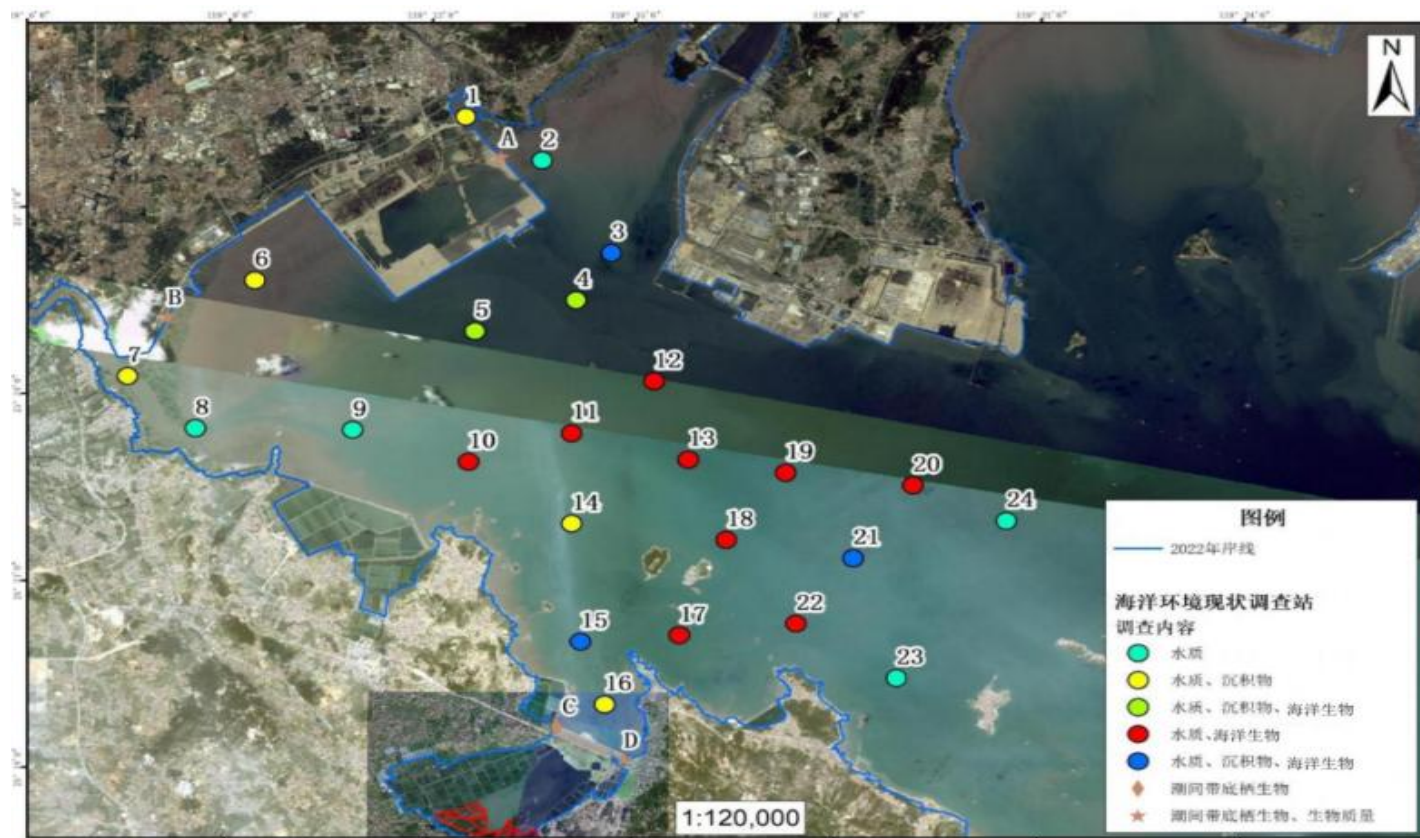


图 3.5-2 2024 年秋季海洋环境现状调查站位图

表 3.5-3 海水水质分析方法一览表

序号	监测项目	分析方法	单位	检出限	方法来源
1	水温	表层水温表法	℃	准确度 0.1	GB17378.4-2007 海洋监测规范：海水分析
2	盐度	电导率法	/	-	
3	透明度	透明度盘法	m	-	
4	pH	pH 法	-	0.02pH	
5	DO	碘量法	mg/L	0.042	
6	COD	碱性高锰酸钾法	mg/L	0.06	
7	硝酸盐氮	锌镉还原分光光度法	mg/L	1.2×10^{-3}	
8	亚硝酸盐氮	萘乙二胺分光光度法	mg/L	0.6×10^{-3}	
9	氨氮	次溴酸盐氧化法	mg/L	2×10^{-3}	
10	活性磷酸盐	磷钼兰法	mg/L	0.003	
11	石油类	紫外分光光度法	mg/L	3.5×10^{-3}	
12	SS	重量法	mg/L	-	
13	铜	原子吸收分光光度法	μg/L	0.2	
14	铅	原子吸收分光光度法	μg/L	0.03	
15	镉	原子吸收分光光度法	μg/L	0.01	
16	砷	无火焰原子吸收分光光度法	μg/L	0.5	
17	总汞	原子荧光光度法	μg/L	0.007	
18	锌	火焰原子吸收分光光度法	μg/L	3.1	
19	铬	无火焰原子吸收分光光度法	μg/L	0.4	

3.5.3 水质评价标准及评价方法

(1) 评价标准

评价因子为 pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类等项，根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）》，本次调查按照《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类海水水质标准进行评价。

(2) 评价方法

评价方法采用单因子指数评价法，分项进行评价：第 i 项评价指数 $S_i = C_i / C_s$
式中：C_i—第 i 项监测值；C_s—海水水质标准。

DO 的标准指数为

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

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j \quad DO_j \leq DO_s$$

式中： S_{DOj} —溶解氧的标准指数；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表

值 mg/L ； DO_s —溶解氧的水质评价标

准限值， mg/L ；

DO_f —饱和溶解氧浓度， mg/L ， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ， S 为盐度，量纲为 1， T 为水温，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。

pH 的标准指数为：

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0 \text{ 时}$$
$$S_{pH} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0 \text{ 时}$$

式中： S_{pH} ， j —pH 值的指数； pH_j —pH 值实测统计代表值； pH_{sd} —评价标准中 pH 值的下限值； pH_{su} —评价标准中 pH 值的上限值。

水质参数的污染指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

3.5.4 春季水质现状调查和评价结果

春季海域水质监测结果见表 3.5-4，评价结果见表 3.5-5。

水深：各调查站位水深介于 4.0~32.0m 之间，平均水深 14.6m。透明度：各调查站位透明度介于 0.5~2.0m 之间，平均 1.1m。

水温：各调查站位水温介于 20.2~23.8 $^{\circ}\text{C}$ 之间，平均值为 21.7 $^{\circ}\text{C}$ 。春季水体温度分布均匀，湾内向湾外递减，高值出现在兴化湾北部海域。

盐度：各调查站位盐度介于 26.0~32.0 之间，平均值为 30.7，盐度明显湾外高于湾内，低值区位于木兰溪入海口处。

pH 值：各调查站位 pH 介于 7.76~8.04 之间，平均值 7.89，除 1#和 3#站外均符合国家海水一类、二类海水水质标准，1#和 3#站符合三类海水水质标准；Pi 值范围为 0.04~1.03，平均值为 0.56，除 3#站外均满足相应评价标准，超标率为 3.8%。

溶解氧：各调查站位溶解氧含量介于 7.02~7.37 mg/L 之间，平均值 7.22 mg/L ，Pi 值范围为 0.54~0.71，平均值为 0.65，均符合国家海水一类海水水质标准，

SS：各调查站位悬浮物含量介于 7.3~33.8 mg/L 之间，平均值 18.7 mg/L 。

COD: 各调查站位 COD 含量介于 0.52~2.28mg/L 之间, 平均值 1.38mg/L; 除 24#站符合国家海水二类海水水质标准外, 其余站位 COD 浓度符合国家海水一类海水水质标准。

无机氮: 各站位无机氮含量介于 0.268~1.012mg/L 之间, 平均值为 0.570mg/L; Pi 值范围为 0.67~3.37, 平均值为 1.75, 1 个站位 (14#) 符合二类海水水质标准, 5 个站位 (13#、15#、21#、22#、26#) 符合三类海水水质标准, 5 个站位 (11#、16#、20#、23#、25#) 符合四类海水水质标准, 其余 15 个站位超四类海水水质标准, 除 14#站外 25 个站位超标, 超标率为 96.2%, 最大超标倍数 2.37。

活性磷酸盐: 各调查站位活性磷酸盐含量介于 0.003~0.025mg/L 之间, 平均值 0.008mg/L; 24 个站位符合一类海水水质标准, 2 个站位 (3#、6#) 符合二类海水水质标准。活性磷酸盐高值区在木兰溪入海口处, 湾内向湾外递减。

石油类: 各调查站位石油类含量介于未检出~15.4μg/L, 平均值 8.5μg/L, Pi 值范围为 0.01~0.24, 平均值为 0.13, 均符合国家海水一类海水水质标准。

汞: 各调查站位汞含量介于未检出~0.031μg/L, 平均值 0.017μg/L, 1#、5#、7#站位小于检出限 (0.007μg/L), Pi 值范围为 0.02~0.16, 均符合一类海水水质标准。

铜: 各调查站位铜含量范围为 0.4~1.9μg/L, 平均值 1.0μg/L, Pi 值范围为 0.01~0.19, 本次调查铜含量均符合一类海水水质标准。

铬: 各调查站位铬含量介于未检出~0.8μg/L, 平均值 0.3μg/L, 22 个站位小于检出限 (0.2μg/L), Pi 值范围为 0.00~0.01, 均符合一类海水水质标准。

镉: 各调查站位镉含量介于 0.03~0.13μg/L 之间, 平均值 0.07μg/L, Pi 值范围为 0.00~0.02, 均符合一类海水水质标准。

铅: 各调查站位铅含量介于 0.06~0.63μg/L 之间, 平均值 0.20μg/L, Pi 值范围为 0.01~0.13, 均符合一类海水水质标准。

锌: 各调查站位锌含量介于 4.2~17.4μg/L 之间, 平均值 11.1μg/L, Pi 值范围为 0.06~0.34, 均符合一类海水水质标准。

砷: 各调查站位砷含量介于 1.2~1.5μg/L 之间, 平均值 1.4μg/L, Pi 值范围为 0.02~0.05, 本次调查砷含量均符合一类海水水质标准。

2024 年 4 月春季调查期间, 由于 1#和 3#站有陆源淡水汇入, pH 为三类海水水质标准, 其余均符合一类海水水质标准。溶解氧、石油类和重金属指标均符

合一类海水水质标准；化学需氧量（3.8%）和活性磷酸盐（7.7%）部分站位符合二类海水水质标准，其余站位符合一类海水水质标准；主要超标因子为无机氮，超标原因是由于 2024 年 4 月上旬降雨量较大，累计降水量达 115.9mm，调查前期的连日降雨将大量陆源污染物冲刷流入附近水体，如农业排水、养殖尾水等含有大量的无机氮，这些污染物最终汇入海洋，造成近岸海域无机氮浓度升高。

3.5.5 秋季水质现状调查和评价结果

秋季海域水质监测结果见表 3.5-6，评价结果见表 3.5-7。

水温：调查站位海水水温在 17.1℃~18.8℃之间，平均值为 18.0℃。盐度：调查站位海水盐度在 28.3~31.8 之间，平均值为 30.3。

悬浮物：调查站位海水悬浮物在 9.7mg/L~31.0mg/L 之间，平均值为 19.6mg/L。

pH：调查站位海水 pH 值在 8.18~8.30 之间，平均值为 8.24，第一类水质 Si 值范围为 0.79~0.87 之间，平均值为 0.83。调查站位 pH 值不劣于第一类海水水质标准。

溶解氧：调查站位海水溶解氧含量在 7.13mg/L~8.79mg/L 之间，平均值为 8.08mg/L，第一类水质 Si 值范围为 0.68~0.84 之间，平均值为 0.74。调查站位溶解氧含量不劣于第一类海水水质标准。

化学需氧量：调查站位海水化学需氧量含量在 0.33mg/L~1.30mg/L 之间，平均值为 0.82mg/L，第一类水质 Si 值范围为 0.17~0.65 之间，平均值为 0.41。调查站位化学需氧量含量不劣于第一类海水水质标准。

生化需氧量：调查站位海水生化需氧量含量在 0.27mg/L~0.93mg/L 之间，平均值为 0.59mg/L，第一类水质 Si 值范围为 0.27~0.93 之间，平均值为 0.59。调查站位生化需氧量含量不劣于第一类海水水质标准。

无机氮：调查站位海水无机氮含量在 0.059mg/L~0.458mg/L 之间，平均值为 0.181mg/L，第一类水质 Si 值的范围为 0.29~2.29，平均值为 0.90。调查站位无机氮含量部分劣于第一类海水水质标准，调查站位海水水质标准一类、二类、三类、四类的超标率分别为 31.2%、12.5%、3.1%和 0.0%。

活性磷酸盐：调查站位海水活性磷酸盐的含量在 0.0126mg/L~0.0461mg/L 之间，平均值为 0.0330mg/L，第一类水质 Si 值的范围为 0.84~3.07，平均值为 2.20。调查站位活性磷酸盐含量除 XH19 不劣于第一类海水水质标准，其余站位劣于第

一类海水水质标准；调查站位活性磷酸盐海水水质标准一类、二（三）类、四类的超标率分别为 96.8% 、53.1%和 3.1%。

石油类：调查站位海水油类含量在 12.3ug/L~35.7ug/L 之间，平均值为 22.3ug/L。第一类水质 Si 值范围为 0.25~0.71 之间，平均值为 0.45，所有调查站位油类含量不劣于第一类海水水质标准。

铜：调查站位海水铜含量在 <0.2ug/L~3.25ug/L 之间，平均值为 1.00ug/L。第一类水质 Si 值范围为 0.02~0.65 之间，平均值为 0.20。调查站位铜含量不劣于第一类海水水质标准。

铅：调查站位海水铅含量在 0.065ug/L~0.846ug/L 之间，平均值为 0.386ug/L。第一类水质 Si 值介于 0.07~0.85 之间，平均为 0.39，所有站位铅含量符合第一类海水水质标准。

锌：调查站位海水锌含量在 <3.1ug/L~16.17ug/L 之间，平均值为 5.37ug/L。第一类水质 Si 值范围为 0.08~0.81 之间，平均值为 0.27，所有站位锌含量符合第一类海水水质标准。

镉：调查站位海水镉含量在 <0.01ug/L~0.074ug/L 之间，平均值为 0.021ug/L。第一类水质 Si 值范围为 0.005~0.074 之间，平均值为 0.021，所有站位镉含量不劣于第一类海水水质标准。

总铬：调查站位海水总铬含量在 <0.4ug/L~1.19ug/L 之间，平均值为 0.16ug/L。第一类水质 Si 值范围为 0.002~0.024 之间，平均值为 0.003。调查站位总铬含量不劣于第一类海水水质标准。

汞：调查站位海水汞含量在 <0.007ug/L~0.016ug/L 之间，平均值为 0.005ug/L。第一类水质 Si 值范围为 0.04~0.32 之间，平均值为 0.09。调查站位汞含量不劣于第一类海水水质标准。

砷：调查站位海水砷含量在 <0.5ug/L~0.55ug/L 之间，平均值为 0.15ug/L。第一类水质 Si 值范围为 0.01~0.03 之间，平均值为 0.01，所有站位砷含量不劣于第一类海水水质标准。

调查结果表明，2024 年秋季调查海域海水水质中：pH、化学需氧量、生化需氧量、溶解氧、挥发酚、铜、铅、锌、镉、总铬、砷、汞、油类含量不劣于《海水水质标准》第一类海水水质标准；调查站位无机氮含量部分劣于第一类海水水质标准，调查站位海水水质标准一类、二类、三类、四类的超标率分别为 31.2%、

12.5%、3.1%和 0.0%；调查站位活性磷酸盐含量除 XH19 不劣于第一类海水水质标准，其余站位劣于第一类海水水质标准；调查站位活性磷酸盐海水水质标准一类、二（三）类、四类的超标率分别为 96.8%、53.1%和 3.1%。

表 3.5-4 2024 年春季海水水质调查结果一览表

检测项目		透明度	水温	盐度	pH 值	SS	DO	COD	活性磷酸盐（以 P 计）	石油类	无机氮	汞	砷	铜	铅	锌	镉	总铬
单位		m	℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
1#	表层	0.9	23.6	30.4	7.76	19.8	7.05	1.76	0.005	15.4	0.716	<0.007	1.2	0.9	0.27	5.9	0.13	<0.4
	表层	1.0	23.2	29.3	7.80	14.2	7.09	2.08	0.013	12.0	0.931	0.010	1.2	0.3	0.12	8.8	0.10	<0.4
..	底层	/	22.8	29.0	7.86	13.6	7.02	1.34	0.008	/	0.841	<0.007	1.3	1.2	0.14	14.2	0.03	<0.4
3#	表层	0.5	22.6	26.0	7.79	33.8	7.32	1.59	0.025	10.0	0.984	0.013	1.4	1.2	0.28	6.1	0.08	<0.4
4#	表层	0.5	22.5	27.7	7.86	32.1	7.28	1.78	0.013	5.4	0.714	0.010	1.3	1.3	0.63	16.0	0.06	0.5
	表层	1.0	22.0	30.6	7.82	18.6	7.21	1.08	0.011	12.1	0.633	<0.007	1.4	0.5	0.22	16.7	0.06	<0.4
..	底层	/	22.0	30.0	7.92	16.7	7.16	0.92	0.004	/	0.551	<0.007	1.3	2.1	0.32	5.5	0.10	<0.4
6#	表层	0.7	22.4	29.3	7.86	20.5	7.21	0.83	0.016	5.5	0.645	0.012	1.4	1.9	0.41	8.7	0.03	<0.4
7#	表层	0.7	22.1	30.1	7.85	19.6	7.24	0.94	0.014	9.4	1.012	<0.007	1.4	1.3	0.11	11.3	0.09	<0.4
	表层	1.8	22.6	31.2	7.92	14.6	7.16	0.66	0.004	<3.5	0.849	0.014	1.3	0.9	0.19	10.6	0.04	<0.4
..	底层	/	22.3	31.5	7.84	26.8	7.12	1.42	0.004	/	0.803	<0.007	1.3	0.5	0.29	16.9	0.12	0.6
	表层	1.6	21.6	31.3	7.93	18.3	7.28	1.00	0.006	3.6	0.541	<0.007	1.4	1.7	0.25	15.7	0.08	<0.4
..	底层	/	21.5	30.5	7.95	24.0	7.24	1.42	0.007	/	0.586	0.013	1.4	1.1	0.35	9.9	0.06	<0.4
10#	表层	1.1	21.8	30.5	7.89	17.9	7.32	1.49	0.013	7.1	0.509	0.025	1.4	0.9	0.14	13.3	0.07	<0.4
11#	表层	0.9	21.9	30.0	7.89	25.3	7.28	1.20	0.013	9.4	0.458	0.020	1.3	0.9	0.11	4.2	0.09	<0.4
	表层	1.4	21.8	31.3	7.93	16.0	7.22	1.44	0.006	8.3	0.581	0.015	1.4	1.3	0.18	16.4	0.02	<0.4
~..	底层	/	21.4	31.3	7.91	24.0	7.16	1.56	0.005	/	0.475	0.013	1.3	0.9	0.16	9.6	0.07	<0.4
	表层	2.0	21.3	31.3	7.99	15.3	7.26	0.99	0.004	11.4	0.287	0.023	1.4	1.1	0.16	17.4	0.06	<0.4
~..	底层	/	21.1	30.8	7.92	23.5	7.22	2.27	0.004	/	0.362	0.018	1.4	0.9	0.07	6.8	0.09	<0.4
14#	表层	0.6	23.8	30.8	8.04	24.4	7.02	1.73	0.004	4.7	0.268	0.012	1.4	0.5	0.12	11.9	0.08	<0.4
15#	表层	1.0	22.8	31.3	7.99	20.6	7.11	1.64	0.003	8.9	0.306	0.020	1.4	1.1	0.28	6.1	0.03	<0.4
16#	表层	0.8	23.2	31.2	7.96	22.3	7.08	0.98	0.006	8.6	0.430	0.031	1.4	0.4	0.18	17.4	0.06	<0.4
	表层	0.7	21.8	31.4	7.93	22.0	7.14	0.52	0.004	10.9	0.652	0.026	1.5	0.4	0.17	5.5	0.05	<0.4
~..	底层	/	21.8	31.5	7.91	28.5	7.12	<0.15	0.004	/	0.810	0.028	1.4	0.3	0.14	14.6	0.04	<0.4

续表 3.5-4 2024 年春季海水水质调查结果一览表

检测项目	透明度	水温	盐度	pH 值	SS	DO	COD	活性磷酸盐 (以 P 计)	石油类	无机氮	汞	砷	铜	铅	锌	镉	总铬
单位	m	°C			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
19# 表层	1.7	21.1	31.5	7.94	13.4	7.28	1.22	0.007	6.9	0.492	0.026	1.4	0.4	0.08	5.5	0.09	<0.4
19# 中层	/	21.0	31.6	7.90	21.3	7.24	2.24	0.006	/	0.859	0.027	1.4	1.4	0.17	6.9	0.05	<0.4
19# 底层	/	20.8	30.6	7.83	14.8	7.18	1.50	0.004	/	0.457	0.023	1.4	0.4	0.20	14.5	0.05	<0.4
20# 表层	0.7	20.8	31.3	7.90	20.7	7.38	0.80	0.006	12.2	0.342	0.018	1.3	1.1	0.05	17.0	0.04	<0.4
20# 底层	/	20.9	31.4	7.93	17.8	7.36	0.88	0.004	/	0.517	0.027	1.3	1.4	0.27	11.1	0.03	<0.4
21# 表层	1.2	20.4	31.8	7.91	9.3	7.38	2.28	0.002	10.4	0.326	0.022	1.3	0.9	0.10	10.1	0.05	<0.4
21# 底层	/	20.4	31.9	7.89	7.6	7.36	1.61	0.005	/	0.340	0.021	1.3	0.7	0.12	15.8	0.08	<0.4
22# 表层	1.6	21.5	31.7	7.84	13.5	7.25	1.60	0.005	9.0	0.388	0.026	1.4	1.3	0.23	7.3	0.08	0.7
22# 中层	/	20.7	31.7	7.92	7.8	7.22	1.72	0.005	/	0.370	0.021	1.4	0.9	0.29	4.5	0.09	<0.4
22# 底层	/	18.7	31.7	7.89	5.9	7.24	1.48	0.005	/	0.374	0.022	1.2	1.1	0.06	4.2	0.05	<0.4
23# 表层	1.4	20.4	31.7	7.86	11.1	7.36	1.08	0.006	5.7	0.473	0.021	1.5	0.8	0.14	4.5	0.04	<0.4
23# 底层	/	20.3	31.5	7.86	12.6	7.34	1.24	0.006	/	0.435	0.020	1.5	0.6	0.11	11.0	0.09	<0.4
24# 表层	1.1	20.4	31.7	7.84	14.4	7.32	2.28	0.005	6.8	0.781	0.022	1.4	0.9	0.06	17.0	0.09	<0.4
25# 表层	1.4	20.6	31.5	7.82	12.3	7.28	1.68	0.012	10.0	0.424	0.023	1.2	1.1	0.06	12.7	0.05	<0.4
25# 底层	/	20.6	31.6	7.89	12.4	7.25	1.14	0.011	/	0.405	0.023	1.3	1.7	0.24	8.0	0.05	<0.4
26# 表层	1.5	21.4	31.9	7.90	8.0	7.18	1.81	0.012	7.7	0.371	0.014	1.4	1.1	0.29	16.9	0.07	<0.4
26# 中层	/	20.6	32.0	7.90	6.6	7.16	1.76	0.006	/	0.359	0.023	1.4	0.3	0.25	8.6	0.10	<0.4
26# 底层	/	18.5	32.0	7.88	7.4	7.16	1.44	0.005	/	0.341	0.020	1.4	0.7	0.05	14.5	0.10	<0.4

表 3.5-5 2024 年春季海水水质评价结果一览表

站位		pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬	pH	无机氮	无机氮
		按二类海水水质标准													按三类标准		按四类标准
1#	表层	1.11	0.71	0.59	2.39	0.17	0.31	0.02	0.04	0.09	0.05	0.12	0.03	0.00	0.04	1.79	1.43
2#	表层	1.00	0.71	0.69	3.10	0.43	0.24	0.05	0.04	0.03	0.02	0.18	0.02	0.00	0.00	2.33	1.86
	底层	0.83	0.71	0.45	2.80	0.27	/	0.02	0.04	0.12	0.03	0.28	0.01	0.00	0.06	2.10	1.68
3#	表层	1.03	0.68	0.53	3.28	0.83	0.20	0.07	0.05	0.12	0.06	0.12	0.02	0.00	0.01	2.46	1.97
4#	表层	0.83	0.69	0.59	2.38	0.43	0.11	0.05	0.04	0.13	0.13	0.32	0.01	0.01	0.06	1.79	1.43
5#	表层	0.94	0.69	0.36	2.11	0.37	0.24	0.02	0.05	0.05	0.04	0.33	0.01	0.00	0.02	1.58	1.27
	底层	0.66	0.70	0.31	1.84	0.13	/	0.02	0.04	0.21	0.06	0.11	0.02	0.00	0.12	1.38	1.10
6#	表层	0.83	0.69	0.28	2.15	0.53	0.11	0.06	0.05	0.19	0.08	0.17	0.01	0.00	0.06	1.61	1.29
7#	表层	0.86	0.69	0.31	3.37	0.47	0.19	0.02	0.05	0.13	0.02	0.23	0.02	0.00	0.05	2.53	2.02
8#	表层	0.66	0.70	0.22	2.83	0.13	0.04	0.07	0.04	0.09	0.04	0.21	0.01	0.00	0.12	2.12	1.70
	底层	0.89	0.70	0.47	2.68	0.13	/	0.02	0.04	0.05	0.06	0.34	0.02	0.01	0.04	2.01	1.61
9#	表层	0.63	0.69	0.33	1.80	0.20	0.07	0.02	0.05	0.17	0.05	0.31	0.02	0.00	0.13	1.35	1.08
	底层	0.57	0.69	0.47	1.95	0.23	/	0.07	0.05	0.11	0.07	0.20	0.01	0.00	0.15	1.47	1.17
10#	表层	0.74	0.68	0.50	1.70	0.43	0.14	0.13	0.05	0.09	0.03	0.27	0.01	0.00	0.09	1.27	1.02
11#	表层	0.74	0.69	0.40	1.53	0.43	0.19	0.10	0.04	0.09	0.02	0.08	0.02	0.00	0.09	1.15	0.92
12#	表层	0.63	0.69	0.48	1.94	0.20	0.17	0.08	0.05	0.13	0.04	0.33	0.00	0.00	0.13	1.45	1.16
	底层	0.69	0.70	0.52	1.58	0.17	/	0.07	0.04	0.09	0.03	0.19	0.01	0.00	0.11	1.19	0.95
13#	表层	0.46	0.69	0.33	0.96	0.13	0.23	0.12	0.05	0.11	0.03	0.35	0.01	0.00	0.19	0.72	0.57
	底层	0.66	0.69	0.76	1.21	0.13	/	0.09	0.05	0.09	0.01	0.14	0.02	0.00	0.12	0.91	0.72
14#	表层	0.31	0.71	0.58	0.89	0.13	0.09	0.06	0.05	0.05	0.02	0.24	0.02	0.00	0.24	0.67	0.54
15#	表层	0.46	0.70	0.55	1.02	0.10	0.18	0.10	0.05	0.11	0.06	0.12	0.01	0.00	0.19	0.77	0.61
16#	表层	0.54	0.71	0.33	1.43	0.20	0.17	0.16	0.05	0.04	0.04	0.35	0.01	0.00	0.16	1.08	0.86

续表 3.5-5 2024 年春季海水水质评价结果一览表

站位		pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬	pH	无机氮	无机氮
		按二类海水水质标准													按三类标准		按四类标准
17#	表层	0.63	0.70	0.17	2.17	0.13	0.22	0.13	0.05	0.04	0.03	0.11	0.01	0.00	0.13	1.63	1.30
	底层	0.69	0.70	0.03	2.70	0.13	/	0.14	0.05	0.03	0.03	0.29	0.01	0.00	0.11	2.03	1.62
18#	表层	0.69	0.68	0.22	2.35	0.13	0.16	0.14	0.05	0.09	0.02	0.35	0.02	0.01	0.11	1.77	1.41
	底层	0.77	0.69	0.32	1.53	0.20	/	0.12	0.05	0.08	0.01	0.21	0.02	0.00	0.08	1.15	0.92
19#	表层	0.60	0.69	0.41	1.64	0.23	0.14	0.13	0.05	0.04	0.02	0.11	0.02	0.00	0.14	1.23	0.98
	中层	0.71	0.69	0.75	2.86	0.20	/	0.14	0.05	0.14	0.03	0.14	0.01	0.00	0.10	2.15	1.72
	底层	0.91	0.70	0.50	1.52	0.13	/	0.12	0.05	0.04	0.04	0.29	0.01	0.00	0.03	1.14	0.91
20#	表层	0.71	0.68	0.27	1.14	0.20	0.24	0.09	0.04	0.11	0.01	0.34	0.01	0.00	0.10	0.86	0.68
	底层	0.63	0.68	0.29	1.72	0.13	/	0.14	0.04	0.14	0.05	0.22	0.01	0.00	0.13	1.29	1.03
21#	表层	0.69	0.68	0.76	1.09	0.07	0.21	0.11	0.04	0.09	0.02	0.20	0.01	0.00	0.11	0.82	0.65
	底层	0.74	0.68	0.54	1.13	0.17	/	0.11	0.04	0.07	0.02	0.32	0.02	0.00	0.09	0.85	0.68
22#	表层	0.89	0.69	0.53	1.29	0.17	0.18	0.13	0.05	0.13	0.05	0.15	0.02	0.01	0.04	0.97	0.78
	中层	0.66	0.69	0.57	1.23	0.17	/	0.11	0.05	0.09	0.06	0.09	0.02	0.00	0.12	0.93	0.74
	底层	0.74	0.69	0.49	1.25	0.17	/	0.11	0.04	0.11	0.01	0.08	0.01	0.00	0.09	0.94	0.75
23#	表层	0.83	0.68	0.36	1.58	0.20	0.11	0.11	0.05	0.08	0.03	0.09	0.01	0.00	0.06	1.18	0.95
	底层	0.83	0.68	0.41	1.45	0.20	/	0.10	0.05	0.06	0.02	0.22	0.02	0.00	0.06	1.09	0.87
24#	表层	0.89	0.68	0.76	2.60	0.17	0.14	0.11	0.05	0.09	0.01	0.34	0.02	0.00	0.04	1.95	1.56
25#	表层	0.94	0.69	0.56	1.41	0.40	0.20	0.12	0.04	0.11	0.01	0.25	0.01	0.00	0.02	1.06	0.85
	底层	0.74	0.69	0.38	1.35	0.37	/	0.12	0.04	0.17	0.05	0.16	0.01	0.00	0.09	1.01	0.81
26#	表层	0.71	0.70	0.60	1.24	0.40	0.15	0.07	0.05	0.11	0.06	0.34	0.01	0.00	0.10	0.93	0.74
	中层	0.71	0.70	0.59	1.20	0.20	/	0.12	0.05	0.03	0.05	0.17	0.02	0.00	0.10	0.90	0.72
	底层	0.77	0.70	0.48	1.14	0.17	/	0.10	0.05	0.07	0.01	0.29	0.02	0.00	0.08	0.85	0.68
站位超标率 (%)		7.7	0	0	96.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76.9	61.5

表 3.5-6 2024 年秋季水质调查结果一览表

站位	层次	水深 m	透明度 m	水温 ℃	盐度	悬浮物 mg/L	pH	DO mg/L	COD mg/L	BOD ₅ mg/L	无机氮 mg/L	活性磷酸盐 mg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	汞 μg/L	砷 μg/L	石油类 μg/L
XH01	表	2.3	0.4	18.0	30.3	28.0	8.30	8.31	1.30	0.68	0.458	0.0441	1.90	0.846	16.17	<0.01	<0.4	0.010	<0.5	22.6
XH02	表	2.0	0.3	17.8	31.8	29.7	8.21	8.21	1.17	0.55	0.310	0.0316	2.08	0.792	13.55	0.011	<0.4	<0.007	<0.5	29.9
XH03	表	4.0	0.4	17.6	30.0	27.1	8.29	8.61	0.98	0.73	0.372	0.0419	2.59	0.631	12.24	0.040	0.41	0.014	<0.5	27.0
XH04	表	8.5	0.4	18.1	29.8	21.9	8.19	8.42	0.92	0.69	0.126	0.0370	2.50	0.496	8.31	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	15.2
XH05	表	8.1	0.8	18.0	31.4	11.4	8.25	7.80	1.02	0.82	0.137	0.0421	3.25	0.334	14.20	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	18.3
XH06	表	5.6	0.5	18.1	31.1	12.4	8.23	7.92	0.94	0.67	0.116	0.0421	2.73	0.658	7.65	0.023	<0.4	<0.007	<0.5	19.9
XH07	表	6.8	0.4	18.1	30.4	29.8	8.30	8.79	0.80	0.93	0.197	0.0234	0.69	0.496	9.62	0.014	<0.4	<0.007	<0.5	18.2
XH08	表	8.5	0.8	18.0	31.8	19.4	8.30	8.40	1.28	0.58	0.211	0.0424	<0.2	0.415	5.69	<0.01	<0.4	0.010	<0.5	27.4
XH09	表	12.3	0.3	18.0	30.1	22.2	8.18	8.02	1.04	0.83	0.302	0.0399	0.23	0.361	7.65	0.043	<0.4	<0.007	<0.5	14.0
XH09	底	/	/	17.2	31.1	11.9	8.21	7.13	0.63	0.38	0.239	0.0461	<0.2	0.199	<3.1	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	/
XH10	表	5.1	0.4	17.9	30.2	26.8	8.22	7.65	0.77	0.64	0.250	0.0203	<0.2	0.442	12.24	<0.01	<0.4	0.008	<0.5	14.8
XH11	表	13.0	0.5	17.8	29.6	16.1	8.24	8.00	1.05	0.73	0.106	0.0419	<0.2	0.199	6.34	0.027	<0.4	<0.007	<0.5	35.7
XH11	底	/	/	17.1	30.2	12.0	8.28	8.49	0.54	0.54	0.245	0.0410	<0.2	0.415	<3.1	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	/
XH12	表	10.0	0.5	18.2	29.7	9.7	8.20	7.64	0.87	0.60	0.268	0.0447	0.92	0.307	4.38	0.011	<0.4	0.011	<0.5	30.8
XH13	表	8.0	0.6	18.0	28.4	15.3	8.27	8.03	1.16	0.78	0.169	0.0436	0.63	0.280	7.65	0.052	<0.4	<0.007	<0.5	21.4
XH14	表	7.0	0.6	18.2	30.4	16.6	8.23	8.23	1.07	0.63	0.059	0.0379	0.78	0.253	5.03	0.038	<0.4	<0.007	<0.5	18.8
XH15	表	9.5	0.7	18.0	30.0	21.3	8.23	8.09	0.94	0.58	0.118	0.0390	0.46	0.226	<3.1	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	18.9
XH16	表	9.0	0.7	18.2	29.0	18.4	8.29	8.27	0.89	0.60	0.078	0.0265	1.70	0.658	<3.1	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	13.2

续表 3.5-6 2024 年秋季水质调查结果一览表

站位	层次	水深 m	透明度 m	水温 ℃	盐度	悬浮物 mg/L	pH	DO mg/L	COD mg/L	BOD ₅ mg/L	无机氮 mg/L	活性磷酸盐 mg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	汞 μg/L	砷 μg/L	石油类 μg/L
XH17	表	7.0	1.0	18.0	31.5	12.9	8.18	8.04	0.68	0.53	0.067	0.044	0.43	0.415	5.03	0.025	<0.4	<0.007	<0.5	28.6
XH18	表	3.5	0.8	18.2	31.0	22.0	8.26	8.44	0.91	0.87	0.194	0.027	1.67	0.226	6.34	0.018	<0.4	0.012	<0.5	24.8
XH19	表	20.0	0.7	18.4	29.2	21.6	8.22	8.39	0.75	0.69	0.100	0.022	1.21	0.523	<3.1	0.040	<0.4	0.008	<0.5	17.4
XH19	底	/	/	17.5	30.3	23.2	8.25	7.97	0.44	0.44	0.198	0.013	0.55	0.146	<3.1	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	/
XH20	表	18.0	0.6	18.2	28.3	21.6	8.18	7.95	1.00	0.61	0.148	0.036	0.60	0.226	3.73	0.070	<0.4	0.016	<0.5	26.5
XH20	底	/	/	17.4	29.4	18.8	8.29	8.33	0.53	0.37	0.150	0.029	0.40	0.199	<3.1	<0.01	<0.4	<0.007	0.55	/
XH21	表	17.0	0.8	18.6	30.1	18.5	8.19	8.03	0.67	0.52	0.120	0.025	0.23	0.631	<3.1	0.074	<0.4	<0.007	<0.5	12.3
XH21	底	/	/	18.0	30.9	19.0	8.23	7.97	0.33	0.37	0.147	0.016	<0.2	0.146	<3.1	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	/
XH22	表	19.0	0.7	18.4	31.1	15.8	8.19	7.79	0.96	0.58	0.129	0.028	1.49	0.280	<3.1	0.047	<0.4	<0.007	<0.5	30.5
XH22	底	/	/	17.6	31.6	20.7	8.26	8.30	0.50	0.33	0.184	0.022	1.35	0.065	<3.1	0.029	<0.4	<0.007	<0.5	/
XH23	表	20.0	0.8	18.8	28.4	27.4	8.18	8.04	0.62	0.51	0.106	0.032	1.03	0.658	4.38	0.011	1.19	<0.007	<0.5	20.7
XH23	底	/	/	18.2	29.9	31.0	8.28	8.10	0.52	0.27	0.134	0.027	0.52	0.307	<3.1	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	/
XH24	表	22.0	0.8	18.6	30.9	15.2	8.24	7.83	0.51	0.52	0.149	0.025	0.83	0.442	<3.1	0.038	0.69	0.011	<0.5	27.2
XH24	底	/	/	18.1	31.7	10.2	8.28	7.34	0.42	0.40	0.204	0.022	0.63	0.065	<3.1	<0.01	<0.4	0.009	0.52	/
最小值		2.0	0.3	17.1	28.3	9.7	8.18	7.13	0.33	0.27	0.059	0.017	<0.2	0.065	<3.1	<0.01	<0.4	<0.007	<0.5	12.3
最大值		22.0	1.0	18.8	31.8	31.0	8.30	8.79	1.30	0.93	0.458	0.046	3.25	0.846	16.17	0.074	1.19	0.016	0.6	35.7
平均值		10.3	0.6	18.0	30.3	19.6	8.24	8.08	0.82	0.59	0.181	0.033	1.00	0.386	5.37	0.021	0.16	0.005	0.2	22.3

表 3.5-7 2024 年秋季海水水质评价结果一览表

站位	层次	pH	DO	COD	BOD ₅	无机 氮	活性磷 酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	石油类
XH01	表	0.87	0.72	0.65	0.68	2.29	2.94	0.38	0.85	0.81	0.005	0.002	0.20	0.01	0.45
XH02	表	0.81	0.73	0.59	0.55	1.55	2.11	0.42	0.79	0.68	0.011	0.002	0.04	0.01	0.60
XH03	表	0.86	0.70	0.49	0.73	1.86	2.79	0.52	0.63	0.61	0.040	0.008	0.28	0.01	0.54
XH04	表	0.79	0.71	0.46	0.69	0.63	2.47	0.50	0.50	0.42	0.005	0.002	0.04	0.01	0.30
XH05	表	0.83	0.77	0.51	0.82	0.69	2.81	0.65	0.33	0.71	0.005	0.002	0.04	0.01	0.37
XH06	表	0.82	0.76	0.47	0.67	0.58	2.81	0.55	0.66	0.38	0.023	0.002	0.04	0.01	0.40
XH07	表	0.87	0.68	0.40	0.93	0.98	1.56	0.14	0.50	0.48	0.014	0.002	0.04	0.01	0.36
XH08	表	0.87	0.71	0.64	0.58	1.06	2.83	0.02	0.42	0.28	0.005	0.002	0.20	0.01	0.55
XH09	表	0.79	0.75	0.52	0.83	1.51	2.66	0.05	0.36	0.38	0.043	0.002	0.04	0.01	0.28
XH09	底	0.81	0.84	0.32	0.38	1.19	3.07	0.02	0.20	0.08	0.005	0.002	0.04	0.01	/
XH10	表	0.81	0.78	0.39	0.64	1.25	1.35	0.02	0.44	0.61	0.005	0.002	0.16	0.01	0.30
XH11	表	0.83	0.75	0.53	0.73	0.53	2.79	0.02	0.20	0.32	0.027	0.002	0.04	0.01	0.71
XH11	底	0.85	0.71	0.27	0.54	1.22	2.73	0.02	0.42	0.08	0.005	0.002	0.04	0.01	/
XH12	表	0.80	0.79	0.44	0.60	1.34	2.98	0.18	0.31	0.22	0.011	0.002	0.22	0.01	0.62
XH13	表	0.85	0.75	0.58	0.78	0.85	2.91	0.13	0.28	0.38	0.052	0.002	0.04	0.01	0.43
XH14	表	0.82	0.73	0.54	0.63	0.29	2.53	0.16	0.25	0.25	0.038	0.002	0.04	0.01	0.38
XH15	表	0.82	0.74	0.47	0.58	0.59	2.60	0.09	0.23	0.08	0.005	0.002	0.04	0.01	0.38
XH16	表	0.86	0.73	0.45	0.60	0.39	1.77	0.34	0.66	0.08	0.005	0.002	0.04	0.01	0.26

续表 3.5-7 2024 年秋季海水水质评价结果一览表

站位	层次	pH	DO	COD	BOD ₅	无机氮	活性磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	石油类
XH17	表	0.79	0.75	0.34	0.53	0.34	2.96	0.09	0.42	0.25	0.025	0.002	0.04	0.01	0.57
XH18	表	0.84	0.71	0.46	0.87	0.97	1.83	0.33	0.23	0.32	0.018	0.002	0.24	0.01	0.50
XH19	表	0.81	0.72	0.38	0.69	0.50	1.49	0.24	0.52	0.08	0.040	0.002	0.16	0.01	0.35
XH19	底	0.83	0.75	0.22	0.44	0.99	0.84	0.11	0.15	0.08	0.005	0.002	0.04	0.01	/
XH20	表	0.79	0.75	0.50	0.61	0.74	2.37	0.12	0.23	0.19	0.070	0.002	0.32	0.01	0.53
XH20	底	0.86	0.72	0.27	0.37	0.75	1.94	0.08	0.20	0.08	0.005	0.002	0.04	0.03	/
XH21	表	0.79	0.75	0.34	0.52	0.60	1.67	0.05	0.63	0.08	0.074	0.002	0.04	0.01	0.25
XH21	底	0.82	0.75	0.17	0.37	0.74	1.09	0.02	0.15	0.08	0.005	0.002	0.04	0.01	/
XH22	表	0.79	0.77	0.48	0.58	0.65	1.86	0.30	0.28	0.08	0.047	0.002	0.04	0.01	0.61
XH22	底	0.84	0.72	0.25	0.33	0.92	1.49	0.27	0.07	0.08	0.029	0.002	0.04	0.01	/
XH23	表	0.79	0.75	0.31	0.51	0.53	2.15	0.21	0.66	0.22	0.011	0.024	0.04	0.01	0.41
XH23	底	0.85	0.74	0.26	0.27	0.67	1.81	0.10	0.31	0.08	0.005	0.002	0.04	0.01	/
XH24	表	0.83	0.77	0.26	0.52	0.74	1.69	0.17	0.44	0.08	0.038	0.014	0.22	0.01	0.54
XH24	底	0.85	0.82	0.21	0.40	1.02	1.49	0.13	0.07	0.08	0.005	0.002	0.18	0.03	/
最小值		0.79	0.68	0.17	0.27	0.29	0.84	0.02	0.07	0.08	0.005	0.002	0.04	0.01	0.25
最大值		0.87	0.84	0.65	0.93	2.29	3.07	0.65	0.85	0.81	0.074	0.024	0.32	0.03	0.71

3.6 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

3.6.1 调查时间和站位布设、调查项目

沉积物环境质量采用 2024 年秋季调查数据，福建岚启星检测技术有限公司 2024 年 11 月在项目区周边海域布设了 10 个沉积物质量调查站位，见表 3.5-2 和图 3.5-2。

3.6.2 调查项目和方法

调查项目：石油类、硫化物、有机碳、锌、砷、铜、铅、铬、镉和汞共 10 项。

各监测项目样品的采集、保存和分析方法均按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）中的有关规定执行。沉积物分析方法见表 3.6-1。

表 3.6-1 沉积物质量项目分析及检出限

项目	分析方法	方法依据	检测仪器	检出限（ $\times 10^{-6}$ ）
总汞	原子荧光法	GB 17378.5-2007	原子荧光（PF6-1）	0.002
砷	原子荧光法	GB 17378.5-2007	原子荧光（PF6-1）	0.06
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007	原子吸收分光光度计（TAS-990）	0.04
铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007	原子吸收分光光度计（TAS-990）	2.0
铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007	原子吸收分光光度计（TAS-990）	0.5
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007	原子吸收分光光度计（TAS-990）	6.0
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5-2007	原子吸收分光光度计（TAS-990）	1.0
油类	紫外分光光度法	GB 17378.5-2007	紫外分光光度计（UV2350）	3.0
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.5-2007	紫外分光光度计（UV2350）	0.3
有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	GB 17378.5-2007	滴定管	/

3.6.3 沉积物质量评价标准与方法

沉积物评价标准按《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）第一类标准执行，评价方法采用单因子指数评价法。

3.6.4 沉积物现状调查与评价结果

2024 年 11 月沉积物监测结果见表 3.6-2，评价结果见表 3.6-3。

有机碳：有机碳的含量范围为 $0.56 \times 10^{-2} \sim 0.93 \times 10^{-2}$ 之间，平均值为 0.75×10^{-2} 。
Si 值为 0.28~0.47 之间，调查站位中有机碳含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

硫化物：硫化物的含量范围为 $6.45 \times 10^{-6} \sim 14.44 \times 10^{-6}$ ，平均值为 9.80×10^{-6} ，
Si 值为 0.022~0.048，调查站位中硫化物含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

石油类：石油类含量范围为 $157.3 \times 10^{-6} \sim 293.8 \times 10^{-6}$ ，平均值为 223.3×10^{-6} ，
Si 值为 0.31~0.59，调查站位中油类含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

铜：铜的含量范围为 $9.70 \times 10^{-6} \sim 16.93 \times 10^{-6}$ ，平均值为 13.33×10^{-6} ，Si 值为
0.28~0.48，调查站位中铜含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

铅：铅的含量范围为 $7.26 \times 10^{-6} \sim 26.37 \times 10^{-6}$ ，平均值为 16.14×10^{-6} ，Si 值为
0.12~0.44，调查站位中铅含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

锌：锌的含量范围为 $51.94 \times 10^{-6} \sim 68.32 \times 10^{-6}$ ，平均值为 62.32×10^{-6} ，Si 值为
0.35~0.46，调查站位中锌含量不劣于第一类海洋沉积物质量标准。

镉：镉的含量范围为 $0.212 \times 10^{-6} \sim 0.422 \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.335×10^{-6} ，Si 值为
0.42~0.84，调查站位中镉含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

铬：铬的含量范围为 $33.82 \times 10^{-6} \sim 68.08 \times 10^{-6}$ ，平均值为 53.65×10^{-6} ，Si 值为
0.42~0.85，调查站位中铬含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

总汞：总汞的含量范围为 $0.023 \times 10^{-6} \sim 0.047 \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.033×10^{-6} ，Si
值为 0.12~0.24，调查站位中总汞含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

砷：砷的含量范围为 $1.84 \times 10^{-6} \sim 4.79 \times 10^{-6}$ ，平均值为 3.58×10^{-6} ，Si 值为
0.09~0.24，调查站位中砷含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

综上，2024 年秋季调查期间调查海域各测站沉积物中有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷、铬含量均符合第一类海洋沉积物质量标准。

表 3.6-2 2024 年秋季沉积物调查结果一览表

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷
	$\times 10^{-2}$	$\times 10^{-6}$								
XH01	0.85	13.96	163.6	13.49	21.90	64.90	0.336	60.03	0.047	2.66
Xh03	0.93	14.44	205.7	15.73	26.37	58.78	0.422	57.77	0.038	4.33
XH04	0.67	10.50	292.6	12.67	25.17	66.07	0.252	68.08	0.034	1.84
Xh05	0.70	8.37	259.7	14.68	7.26	63.34	0.282	61.05	0.046	4.60
XH06	0.75	12.56	170.8	10.45	7.26	51.94	0.395	47.61	0.038	3.90
Xh07	0.84	7.42	268.1	12.34	13.00	67.09	0.419	62.73	0.038	3.52
XH14	0.77	7.84	157.3	9.70	14.83	62.90	0.212	43.22	0.027	3.71

XH15	0.81	8.53	171.5	16.93	15.66	55.35	0.368	42.74	0.027	4.79
XH16	0.60	6.45	250.0	16.34	16.95	68.32	0.303	33.82	0.025	2.94
XH21	0.56	7.89	293.8	10.97	13.05	65.56	0.309	66.90	0.023	4.50

表 3.6-3 沉积物调查结果评价指数 Pi 值表

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷
XH01	0.43	0.047	0.33	0.39	0.37	0.43	0.67	0.75	0.24	0.13
Xh03	0.47	0.048	0.41	0.45	0.44	0.39	0.84	0.72	0.19	0.22
XH04	0.34	0.035	0.59	0.36	0.42	0.44	0.50	0.85	0.17	0.09
Xh05	0.35	0.028	0.52	0.42	0.12	0.42	0.56	0.76	0.23	0.23
XH06	0.38	0.042	0.34	0.30	0.12	0.35	0.79	0.60	0.19	0.20
Xh07	0.42	0.025	0.54	0.35	0.22	0.45	0.84	0.78	0.19	0.18
XH14	0.39	0.026	0.31	0.28	0.25	0.42	0.42	0.54	0.14	0.19
XH15	0.41	0.028	0.34	0.48	0.26	0.37	0.74	0.53	0.14	0.24
XH16	0.30	0.022	0.50	0.47	0.28	0.46	0.61	0.42	0.13	0.15
XH21	0.28	0.026	0.59	0.31	0.22	0.44	0.62	0.84	0.12	0.23

3.6.5 潮间带沉积物现状调查

1、福建岚启星检测技术有限公司于 2025 年 5 月 2 日在项目附近进行潮间带沉积物现状调查。站位分布分别见图 3.6-1，站位经纬度见表 3.6-4。

表 3.6-4 潮间带沉积物调查站位及坐标一览表

站位	经度	纬度	调查内容
JH01	119.145793	25.437673	沉积物
JH02	119.156804	25.445118	沉积物

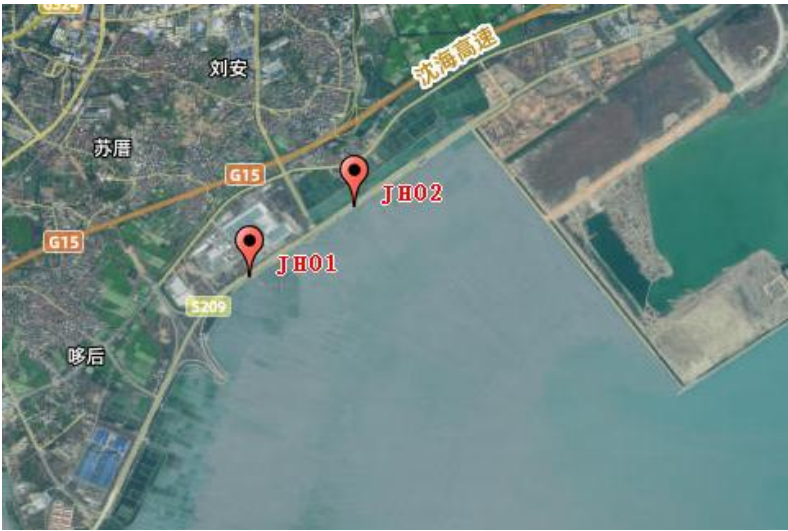


图 3.6-1 潮间带沉积物调查站位图

2、沉积物质量调查项目为：铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类、硫化物、有机碳、粒度，共 11 项。

3、评价标准按《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）第一类标准执行，评价方法采用单因子指数评价法。

4、现状调查和评价结果

表 3.6-5 潮间带沉积物质量检测结果表

项目 站点	粒度分类	有机碳	硫化物	油类	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷
	/	10 ⁻²	10 ⁻⁶								
JH01	粘土质粉砂	0.86	8.71	167.8	6.9	<1.0	62.6	0.36	2.3	0.018	2.83
JH02	粘土质粉砂	0.97	9.76	195.0	4.8	<1.0	83.2	0.33	4.5	0.043	2.22

表 3.6-6 潮间带沉积物质量检测项目 Si 值

项目 站点	有机碳	硫化物	油类	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷
JH01	0.43	0.029	0.34	0.20	0.004	0.42	0.72	0.03	0.09	0.14
JH02	0.49	0.033	0.39	0.14	0.004	0.55	0.66	0.06	0.22	0.11

根据以上评价结果可知，沉积物所有调查项目有机碳、硫化物、油类、铜、铅、锌、镉、铬、总汞和砷含量不劣于执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）第一类标准。

3.7 海洋生物质量现状调查与评价

3.7.1 调查站位、时间和种类

福建省环境保护设计院有限公司下属福建省闽环试验检测有限公司于 2024 年 4 月在项目附近海域进行生物质量现状调查，在潮间带（C1、C2、C3）分别采集了双壳贝类，站位分布分别见图 3.5-1，站位经纬度见表 3.5-1。

福建岚启星检测技术有限公司于 2024 年 11 月购买当地海域养殖的双壳类样品进行生物体质量分析，共 2 份牡蛎样品和 2 份菲律宾蛤仔样品。

3.7.2 调查项目

调查项目包括总汞、砷、铅、镉、铬、铜、锌和石油烃共 8 项。

3.7.3 调查方法

分析方法按《海洋监测规范》（GB17378.6—2007）规定方法执行。

3.7.4 评价标准与方法

海洋生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准，评价方法采用单因子指数法。

3.7.5 生物质量现状调查结果

（1）春季调查结果

2024 年春季海洋生物质量调查和评价结果见表 3.7-1 和表 3.7-2。结果显示，2024 年春季调查海域牡蛎体内石油烃、汞、砷、铬满足一类海洋贝类生物质量标准，铅、镉满足二类海洋贝类生物质量标准，铜、锌满足三类海洋贝类生物质量标准；丽文蛤体内各指标均满足一类海洋贝类生物质量标准。

表 3.7-1 2024 年 4 月海洋生物质量检测结果（鲜重）

检测项目		石油烃	铜	铅	锌	镉	总汞	砷	铬
站位	样品名称	mg/kg							
C1	丽文蛤	6.4	3.7	0.08	9.8	0.065	0.018	0.6	0.24
C2	牡蛎	10.1	52.4	0.27	174	0.478	0.014	0.7	0.20
C3	牡蛎	12.7	45.2	0.30	135	0.632	0.026	0.6	0.09

表 3.7-2 2024 年 4 月海洋生物质量调查结果评价指数 Pi 值表

站位	样品名称	按一类标准								按二类标准				按三类标准	
		石油烃	铜	铅	锌	镉	总汞	砷	铬	铜	铅	锌	镉	铜	锌
C1	丽文蛤	0.43	0.37	0.8	0.49	0.33	0.36	0.6	0.48	0.15	0.04	0.20	0.03	0.07	0.10
C2	牡蛎	0.67	5.24	2.7	8.7	2.39	0.28	0.7	0.4	2.10	0.14	3.48	0.24	0.52	0.35
C3	牡蛎	0.85	4.52	3	6.75	3.16	0.52	0.6	0.18	1.81	0.15	2.70	0.32	0.45	0.27

（2）秋季调查结果

2024 年 11 月海洋生物质量调查结果及结果评价结果见表 3.7-3 和表 3.7-4。

本次调查，贝类生物样品中，石油烃、铜、铅、锌、镉、铬、总汞和砷均符合《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准。

表 3.7-3 生物质量调查结果

样品名称	调查结果（mg/kg）							
	石油烃	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷
牡蛎 1	7.78	0.52	0.044	4.94	0.0346	0.148	<0.002	<0.2
牡蛎 2	6.81	0.65	<0.04	4.90	0.0151	0.166	<0.002	<0.2
菲律宾蛤仔 1	9.54	1.33	0.064	8.85	0.0364	0.216	0.005	<0.2
菲律宾蛤仔 2	4.10	1.27	0.087	10.70	0.0291	0.234	0.005	<0.2

表 3.7-4 秋季海洋生物质量调查结果评价指数 Pi 值表

样品名称	石油烃	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷
牡蛎 1	0.52	0.05	0.44	0.25	0.17	0.30	0.02	0.05
牡蛎 2	0.45	0.07	0.17	0.25	0.08	0.33	0.02	0.05
菲律宾蛤仔 1	0.64	0.13	0.64	0.44	0.18	0.43	0.10	0.05
菲律宾蛤仔 2	0.27	0.13	0.87	0.54	0.15	0.47	0.10	0.05

3.8 海域生态环境质量现状调查与评价

3.8.1 调查时间、站位

（1）春季调查时间、站位

福建省环境保护设计院有限公司下属福建省闽环试验检测有限公司于 2024 年 4 月在项目附近海域进行海洋生态现状调查，布设 16 个生态调查站位、16 个渔业资源调查站位以及 3 条潮间带调查断面。生态调查站位分布见图 3.5-1，站位经纬度见表 3.5-1。

（2）秋季调查时间、站位

福建岚启星检测技术有限公司在 2024 年 11 月在项目附近海域进行海洋生态现状调查，布设 12 个生态调查站位以及 4 条潮间带调查断面。生态调查站位分布见图 3.5-2，站位经纬度见表 3.5-2。

3.8.2 调查方法

（1）叶绿素 a 和初级生产力

调查海域叶绿素 a 的采样和测定过程按照《海洋调查规范》(GB/T 12763.6-2007) 进行, 采样层次分为表层和底层, 各层样品单独分析, 不要混合。使用不锈钢采水器采集, 入水前检查采水器的完整性和密闭性, 准确放至预定水层。取水量视水的澄清程度确定, 不少于 500mL, 用 0.45 μ m 混合纤维素酯滤膜进行减压抽滤, 叶绿素样品过滤后, 吸干滤膜, 用铝薄包裹, 在铝薄上粘贴标签纸, 上面标示站位号和水层; 当天样品全部放入同一个密封袋中, 密封袋上标示采样日期和当天的样品数量; 密封袋放入黑色塑料瓶中, 旋紧后放入冷藏箱保存, 上岸后冰箱冷冻、干燥保存。叶绿素 a 样品采集时同步记录透明度。

初级生产力采用叶绿素同化指数法进行测定, 同化指数是指单位叶绿素 a 在单位时间内合成的有机碳量。叶绿素同化指数法估算海域初级生产力原理是根据在一定条件下, 同一海区浮游植物细胞内叶绿素浓度和光合作用产量之间存在一定的相关性, 从而根据叶绿素 a、真光层深度和同化指数 (Q) 来计算初级生产力。该法目前被国内外广泛认可并一直将此法沿用至今用以估算初级生产力。该方法适用于调查海区面积较小, 物理和化学等参数条件相近的海洋环境。

(2) 浮游植物

浮游植物样品采用浅水III型网(网口直径 37cm, 网长 140cm, 筛绢孔径 0.077mm) 从底至表垂直或斜拖所获, 网口配带网口流量计, 记录流量计度数, 并于现场用样品体积量 5% 的甲醛溶液固定带回实验室, 鉴定计数前沉降 24 小时, 除去上清液, 浓集。室内分析随机抽取分样样品在正置显微镜下分析计数。结果以 cells/m³ 表示。

(3) 浮游动物

浮游动物使用浅水I型网(网口直径 50cm, 网长 145cm, 筛绢孔径 0.505cm) 网具进行采集。每次放网前应检查网具是否破损, 发现破损应及时修补或更换网衣; 检查流量计是否处于正常状态, 下网速度一般不能超过 1m/s, 以采样绳保持紧直为准, 当沉锤着底, 绳出现松弛时, 记下绳长, 立即起网, 速度保持在 0.5m/s 左右, 在网口未露出水面不可停车, 网口离开水面时减速, 用冲水设备自上而下反复冲洗网衣外表面(勿使冲洗海水进入网口), 使粘附于网衣的标本集中于网底管内, 如此反复多次, 直至残留标本全部收入标本瓶中; 当倾角大于 45 度时, 应加重沉锤重新取样。记录流量计读数, 按照样品体积的 5% 加入甲醛溶液进行固定。样品瓶上明确标记站位名称、样品名称。

（4）底栖生物

浅海底栖生物采用面积为 0.05m^2 的抓斗式采泥器采样，有效样方数不少于 4 次，总面积不少于 0.2m^2 。每站到站船舶停稳后，用水文绞车下放采泥器，待距海底约 5m 时，快速下放。所采集的底泥样品放入不锈钢容器中，用海水混合均匀后，经套筛网（上层网目为 2mm，中层网目为 1mm，底层网目为 0.5mm）淘洗干净后，底层网上样品全部装入样品瓶，如遇粗砂沉积物样品，采用涡旋的方法，搅动样品，待大颗粒样品稍沉降后，即倒入筛网，反复多次，并检查粗砂样品，挑取贝类、甲壳类等样品。样品现场用 5% 甲醛溶液固定，淘洗后残渣加固定剂后一并带回实验室进一步挑选，样品瓶上明确标记站位名称、样品名称。

（5）潮间带底栖生物

潮间带生物样品的定量采样，采用 $0.25\text{m} \times 0.25\text{m}$ 样方采集（面积 0.0625m^2 ）。在滩面较短的断面，高潮区布设 1 个站位，中潮区布设 3 个站位，低潮区 1 个站位。每个站位采集 4 个样方。将定量框（ $25\text{cm} \times 25\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）中的全部样方挖出后，使用二层套筛（上层网目为 2mm，下层网目为 1mm）筛滤，将每层筛上遗留的底栖生物放入同一样品瓶内，加甲醇固定；为防止样品遗漏，最后一层筛框的全部筛剩物同样放入该采样点的样品瓶中。潮间带生物样品定性采集：每站定量取样的同时，应尽可能将该站附近出现的底栖生物种类收集齐全，以作种类组成时参考，定性样品单独装样。每断面调查结束后，整理现场采样记录，记录包括采样日期，时间、潮区、断面、取样面积、取样次数、样品厚度、经纬度等信息，待各站的统一样品编号确定后，补充填样品编号。

（6）鱼卵、仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼样品采集分别用浅水 I 型网和大型浮游生物网获取，其中浅水 I 型网的采集是由底至表垂直拖取，大型浮游生物网采集是网口系流量计在航速 1.5kn /时左右水平拖曳 10min 获取。样品采集时把网升至适当高度，用冲水设备自上而下反复冲洗网衣外表面，使黏附于网上的标本集中于网底管内；将网收入甲板，开启网底管阀门，把标本装入标本瓶，再关闭网底管阀门，用洗耳球吸水冲洗筛绢套，如此反复多次，直至残留标本全部收入标本瓶中，按样品体积 5% 的量加入甲醛溶液固定。

（7）游泳动物

游泳动物单囊底层拖网作业调查根据海域情况每次拖曳时间为 30min。网具网口宽度为 5m，网口网目为 5cm，囊网网目为 2cm。作业过程中，拖网船速控制 2~3kn；观察网口是否完全张开；详细记录起放网时间（从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时（拖网开始时间）起至起网绞车开始收曳纲时（拖网结束时间）止和经纬度；尽量保证拖网半小时；起网后样品分类别（鱼类、甲壳类、头足类）使用塑料密封袋装样，并写好标签，放入泡沫箱加碎冰冷藏保存，航次结束后运至实验室冷藏保存进行分析，鉴定测量后样品冷冻保存。进行资源密度计算和分析。

（8）计算方法

①生物多样性评价指数

水生生物物种多样性采用 Margalef 丰富度指数（ d ）、Shannon-Wiener 多样性指数（ H' ）和 Pielou 均匀度指数（ J' ）。正常环境， H' 值高；环境受污， H' 值降低。设定 $H' < 3.0$ 为优秀， $2.0 < H' < 3.0$ 为良好， $1.0 < H' < 2.0$ 为中等， $H' < 1.0$ 为较差。 J' 值范围为 0~1 之间， J' 值越大时，体现生态环境健康，种间个体分布较均匀，群落结构较稳定；反之， J' 值越小时，反映种间个体分布不均匀，群落结构不稳定。计算公式如下：

$$d = \frac{(S-1)}{\log_2 N}$$

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

式中： S 为群落中物种总数， N 为调查中所有种类的个体数， P_i 为第 i 个物种的个体数（ N_i ） 占有所有物种总个体数（ N ） 的比例，即 $P_i = N_i/N$ 。

②初级生产力

$$P = P_s \times E \times \frac{D}{2}$$

$$P_s = \text{叶绿素 a 含量} \times \text{同化系数}$$

$$E = \begin{cases} \text{透明度} \times 3 & (\text{当透明度} \times 3 \leq \text{水深}) \\ \text{水深} & (\text{当透明度} \times 3 > \text{水深}) \end{cases}$$

式中： P_s 为表层水中浮游植物的潜在生产力，单位为 $\text{mg} \cdot \text{C} / \text{m}^2 \cdot \text{d}$ ； E 为真光层深度； D 为日照时间的长短，日照时间春季调查以 12 小时计算；同化系数 5.0。

③相对重要性指数（IRI）

根据出现频率、数量和个体大小，采用 Pinkas 相对重要性指数（IRI）来评价鱼类群落中各种类的生态优势度，当 IRI 值大于 500 时为优势种，IRI 值在 100~500 的为常见种，IRI 值在 10~100 的为一般种，IRI 值在 1~10 的为少见种，IRI 值在小于 1 的为稀有种。计算公式如下：

$$\begin{aligned}\%N &= \frac{n_i}{N} \\ \%W &= \frac{w_i}{W} \\ IRI &= (\%N + \%W) \times f_i\end{aligned}$$

式中： n_i 为第 i 种样本个体数； N 为样本总个体数； w_i 为第 i 种样本重量； W 为样本总重量；IRI 为相对重要性指数； f_i 为某一种类的样本出现的站数占总站数的比例。

④拖网调查海域的资源密度（尾数和重量）

$$D = \frac{C}{q \times A}$$

其中：

D —相对资源密度（重量：kg/km²，尾数：ind./km²）；

C —每小时取样面积内的渔获量（kg）或尾数（ind.）；

q —网具捕获率， q 取 0.5；

A —网具每小时扫海面积（km²）。

3.8.3 叶绿素 a 和初级生产力

2024 年春季调查海域各站位叶绿素 a 均值为 4.85mg/m³，表层叶绿素 a 含量的平均值为 5.27mg/m³，变化范围为 2.22~10.60mg/m³ 之间；底层叶绿素 a 含量的平均值为 4.43mg/m³，变化范围为 1.36~9.77mg/m³ 之间。各站位初级生产力波动范围为 179.558~1365.66mg·C/（m²·d），平均含量为 476.84mg·C/（m²·d），初级生产力最高的位于站位 8#，最低的位于站位 3#，平面分布情况与叶绿素 a 较为一致。

2024 年秋季调查期间，各调查站位叶绿素-a 值的变化范围在（0.74~2.60）mg/m³，平均值为 1.52mg/m³，最高值出现在调查海域 XH03 号站，最低值出现在调查海域 XH20 号站。各调查站位真光层初级生产力值的变化范围 29.41

mgC/m²·d~110.31mgC/m²·d, 平均值为 61.87mgC/m²·d, 最高值出现在调查海域 XH17 号站, 最低值出现在调查海域 XH20 号站。

3.8.4 浮游植物

2024 年 4 月春季调查期间, 共发现浮游植物 3 门 92 种, 其中, 硅藻类出现种类最多, 达 37 属 78 种, 占 84.8%; 甲藻门出现 8 属 13 种, 金藻类出现 1 种。优势种共四种, 分别为细弱海链藻、中肋骨条藻、旋链角毛藻和布氏双尾藻, 主要集中于 5#和 11#站位, 种间个体分配均匀度一般, 第一优势种旋链角毛藻占浮游植物细胞总量的 36.64%。各调查站位浮游植物细胞丰度介于 $7.3 \times 10^2 \sim 8.0 \times 10^4$ cells/L 之间, 平均细胞丰度为 1.20×10^4 cells/L, 81.3%测站多样性指数均大于 2, 表明该季调查海区浮游植物物种多, 种间个体数量分配较均匀, 群落结构较稳定。

2024 年 11 月调查海域共鉴定出浮游植物 3 门 39 属 61 种, 其中硅藻门 32 属 53 种, 甲藻门 6 属 7 种, 绿藻门 1 属 1 种, 其中硅藻种类占优势。本次调查海域各站位浮游植物种类数变化范围为 11 种~24 种, 均值为 16 种/站。调查海域浮游植物的细胞密度变化范围在 $(3.6 \sim 106.2) \times 10^3$ cells/L 之间, 均值为 24.3×10^3 cells/L。该海区的浮游植物的主要优势种有: 中肋骨条藻、菱形海线藻、条纹小环藻, 其中中肋骨条藻细胞数量最高。调查区内浮游植物种类多样性指数 H' 的平均值为 2.52, 变化范围在 1.06~3.39 之间; 均匀度 J' 平均值为 0.65, 变化范围在 0.23~0.84 之间; 丰富度 d 平均值为 2.10, 变化范围在 1.72~2.46 之间。本次调查的浮游植物各项多样性指数值未见异常。

3.8.5 浮游动物

2024 年 4 月春季调查海域共鉴定浮游动物 13 门 (类) 56 种, 以桡足类和浮游幼体最为丰富, 占浮游动物总种类数的 85.5%和 12.6%, 其余各类群鉴定到种较少。各站的浮游动物的生物量介于 20.29~519.15mg/m³ 之间, 平均生物量为 207.73mg/m³, 各站的浮游动物的密度介于 30.2~2751.7ind./m³之间, 平均密度为 661.0ind./m³。主要优势种为小拟哲水蚤和太平洋纺锤水蚤, 分别占总量的 48.5%和 22.7%。各站位丰富度指数均值为 3.69, 均匀度指数均值为 0.53, 多样性指数均值为 2.36。种间物种丰富的较高, 分布均匀度一般, 生物多样性较好。

2024 年 11 月秋季调查共鉴定浮游动物 39 种, 其中桡足类最多为 17 种, 占总种数的 43.6%; 其次是阶段性浮游幼体 8 种, 占总数的 20.5%。本次调查浅水 I 型浮游生物网采获的浮游动物生物量介于 $29.62\sim 210.67\text{mg}/\text{m}^3$ 之间, 平均值为 $77.48\text{mg}/\text{m}^3$ 。各测站位浮游动物生物密度介于 $26.92\sim 108.89\text{ind.}/\text{m}^3$ 之间, 平均值为 $64.96\text{ind.}/\text{m}^3$ 。主要优势种有短尾类溞状幼体、精致真刺水蚤、太平洋纺锤水蚤、亚强次真哲水蚤、中华哲水蚤、强额孔雀哲水蚤。调查区内浮游动物种类多样性指数 H' 的平均值为 3.59, 均匀度 J' 平均值为 0.79, 丰富度 d' 平均值为 3.31, 该调查海域的浮游动物各项多样性指数值无异常。

3.8.6 潮下带底栖生物

2024 年 4 月春季调查共鉴定潮下带底栖生物共有 7 门 16 目 36 科 45 种。各站位底栖生物栖息密度平均栖息密度为 $86.875\text{ind.}/\text{m}^2$, 以环节动物栖息密度占优势 ($60.94\text{ind.}/\text{m}^2$, 70.1%); 平均生物量为 $12.94\text{g}/\text{m}^2$, 以棘皮动物 ($6.36\text{g}/\text{m}^2$) 占优势。优势种有 3 种为棘刺锚参、豆形短眼蟹和岩虫。底栖生物物种多样性指数 (H') 的平均值为 2.32, 均匀度指数 J' 的平均值为 0.88, 丰度指数 d' 的平均值为 2.39, 生物多样性水平较高, 种间分布均匀。

2024 年 11 月秋季共鉴定潮下带大型底栖生物 6 门 52 种, 其中, 环节动物 25 种, 占总数的 48.1%; 软体动物 15 种, 占 28.8%; 节肢动物 8 种, 占 15.4%; 棘皮动物 2 种, 占 3.8%; 星虫动物和纽形动物各 1 种, 各 1.9%。本次调查 12 个站位的平均生物量为 $43.41\text{g}/\text{m}^2$ ($12.99\text{g}/\text{m}^2\sim 127.52\text{g}/\text{m}^2$); 平均栖息密度 $108\text{ind.}/\text{m}^2$ ($56\text{ind.}/\text{m}^2\sim 172\text{ind.}/\text{m}^2$)。分布在调查海域的底栖生物的主要优势种为中蚓虫、豆形短眼蟹、纳加索沙蚕, 其中中蚓虫是数量最大的优势种, 也是优势度 Y 值最高的优势种。调查区内浅海大型底栖生物多样性指数 H' 的平均值为 2.71, 变化范围在 1.88~3.42; 调查区内浅海大型底栖生物均匀度 J' 平均值为 0.86, 变化范围在 0.67~0.93; 调查区内浅海大型底栖生物丰富度 d' 平均值为 1.72, 变化范围在 1.05~2.58。该调查海域的浅海大型底栖生物的多样性指数值无异常。

3.8.7 潮间带大型底栖生物

2024 年 4 月春季潮间带调查共分析鉴定潮间带底栖生物 4 门 70 种, 其中软体动物物种数最多 (39 种), 占总物种数的 35.16%。潮间带底栖生物平均栖息密度 $58.7\text{ind.}/\text{m}^2$, 其中环节动物平均栖息密度最大, 占总平均栖息密度的 38.9%;

平均生物量 $30.53\text{g}/\text{m}^2$, 其中软体动物平均生物量最大, 占总平均生物量的 53.25%。多样性指数 (H') 的平均值为 3.75, 丰度指数 (d) 的平均值为 5.43, 均大于 3, 均匀度指数 (J') 的平均值为 0.84, 各生态指数较高, 表明生物多样性水平较高, 种间分布均匀。

2024 年 11 月调查共鉴定潮间带大型底栖生物 5 门 55 种, 其中, 软体动物 25 种, 占总种类数的 48.8%; 节肢动物 14 种, 占 25.5%; 环节动物 14 种, 占 25.5%; 脊索动物 1 种, 占 1.8%; 星虫动物 1 种, 占 1.8%。潮间带底栖生物生物量组成和密度组成都以软体动物为最高, A 断面的平均栖息密度为 $82.7\text{ind.}/\text{m}^2$, 平均生物量为 $102.93\text{g}/\text{m}^2$; B 断面的平均栖息密度为 $58.7\text{ind.}/\text{m}^2$, 平均生物量为 $43.46\text{g}/\text{m}^2$; C 断面的平均栖息密度为 $86.7\text{ind.}/\text{m}^2$, 平均生物量为 $65.32\text{g}/\text{m}^2$; D 断面的平均栖息密度为 $101.3\text{ind.}/\text{m}^2$, 平均生物量为 $128.05\text{g}/\text{m}^2$ 。调查海域 4 条断面潮间带生物的主要优势种为渔舟蜃螺、秀丽织纹螺、弧边招潮。调查区内潮间带种类多样性指数 H' 的平均值为 2.53, 均匀度 J' 平均值为 0.91, 丰富度 d 平均值为 1.47, 该调查海域的潮间带大型底栖生物多样性指数值未见异常。

3.8.8 鱼卵仔鱼

2024 年 4 月春季调查共捕获鱼卵 14168 粒、仔鱼 753 尾, 共发现 34 种 (含 2 个未定种), 捕获鱼卵 19 种, 占总种类数的 55.9%, 捕获仔鱼 20 种, 占总种类数的 58.8%。在科的水平, 共发现 20 科, 鲷科、鲱科、鲹科、鳀科、鰕虎鱼科种类最多, 各 3 种, 分别占总物种总数的 8.8%。水平拖网捕获的鱼卵平均密度为 $140.8\text{ind.}/100\text{m}^3$, 捕获的仔稚鱼平均密度 $4.8\text{ind.}/100\text{m}^3$; 垂直拖网捕获的鱼卵, 平均密度为 $60.4\text{ind.}/\text{m}^3$, 捕获的仔稚鱼平均密度为 $37.7\text{ind.}/\text{m}^3$ 。

2024 年 11 月调查共捕获鱼卵 123 粒, 仔稚鱼 36 尾, 垂直拖网采样共鉴定鱼卵 6 科 6 种共 25 粒, 仔稚鱼 7 科 7 种共 14 尾; 水平拖网采样共鉴定鱼卵 8 科 11 种共 98 粒, 仔稚鱼 6 科 8 种共 22 尾。水平拖网共捕获鱼卵 98 粒, 密度变化范围为 $0.024\sim 0.097\text{ind.}/\text{m}^3$, 平均密度为 $0.066\text{ind.}/\text{m}^3$; 垂直拖网捕获鱼卵 25 粒, 平均密度为 $1.131\text{ind.}/\text{m}^3$, 变化范围为 $0.000\sim 2.667\text{ind.}/\text{m}^3$ 。本次垂直和水平拖网调查所捕获的所有鱼卵中叫姑鱼占总数量的 27.64%, 占优势, 本次垂直和水平拖网调查所捕获的所有仔稚鱼中鰕虎鱼占总数量的 41.67%, 占绝对优势。

3.8.9 游泳动物

2024 年 4 月春季调查游泳动物 34 科 53 属 75 种，其中鱼类 38 种，甲壳类 31 种，头足类 6 种。游泳动物平均体质量密度为 $177.42\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $25.50\text{kg}/\text{km}^2$ （13#）~ $629.10\text{kg}/\text{km}^2$ （2#），平均个体数密度为 $17526\text{ind.}/\text{km}^2$ ，范围为 $3240\text{ind.}/\text{km}^2$ （2#）~ $59606\text{ind.}/\text{km}^2$ （8#）。优势种共 3 种分别为二长棘鲷、皮氏叫姑鱼和中国毛虾，均为经济物种。游泳动物个体数多样性指数（ H' ）平均值为 1.82，个体数均匀度指数（ J' ）平均值为 0.53，个体数丰富度指数（ d ）平均值较高，为 1.92。游泳动物体质量多样性指数（ H' ）平均值为 2.06，体质量均匀度指数（ J' ）平均值为 0.64，体质量丰富度指数（ d ）平均值较高，为 2.57。各项生态评价指数综合表明，调查海域的游泳动物种间个体分布较均匀，群落结构较稳定，总体生态环境属于中等水平。

2024 年 11 月秋季调查共鉴定游泳动物种类 83 种，其中鱼类 32 科 56 种，虾类 5 科 15 种，蟹类 2 科 9 种，头足类 2 科 3 种。调查海区各站位游泳动物重量资源密度均值为 $309.97\text{kg}/\text{km}^2$ ，分布范围在 $121.79\sim 483.74\text{kg}/\text{km}^2$ 之间。调查海区各站位游泳动物数量资源密度均值为 $18766\text{ind.}/\text{km}^2$ ，分布范围在 $11951\sim 24190\text{ind.}/\text{km}^2$ 之间。本次调查海域游泳动物优势种类为叫姑鱼、口虾蛄和龙头鱼。调查海域各站位游泳动物重量种类多样性指数平均为 3.81，重量均匀度指数平均为 0.86，重量丰富度指数平均为 1.93；调查海域各站位游泳动物数量种类多样性指数平均为 4.03，数量均匀度指数平均为 0.91，变化范围 0.88~0.95；数量丰富度指数平均为 3.03，变化范围 2.04~2.85。该调查海域的渔业资源的各项多样性指数值无异常。

3.9 鱼类产卵场、苗种场、索饵场及洄游通道分布

历史上，兴化湾及邻近海域为多种鱼类如竹荚鱼、蓝圆鲹、蓝点马鲛、带鱼、大黄鱼等的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道（图 3.9-1~图 3.9-5）。根据郑元甲等（2003）和徐兆礼等（2009，2010，2011）的资料，本节对重要经济鱼类“三场一通道”进行简要描述。

（1）大黄鱼

大黄鱼隶属鲈形目，石首鱼科，黄鱼属。俗称黄花鱼（北方）、大鲜（上海）、大仲（广东）、黄瓜鱼（福建）、桂花黄鱼（浙江）分布于南海、东海、和黄海

南部。20 世纪 50~70 年代初期曾是我国东海和南海的重要经济鱼种，1975 年以后，由于近海产卵场先后遭到破坏，产量不断下降，目前除东海少数渔场有零星的产量外，其余海区的资源濒于枯竭。

从形态特征和生态地理学特征分，我国沿海的大黄鱼存在着 3 个地理种群（地方族），即（1）岱衢族，分布于黄海南部和东海北部沿岸浅海的鱼群，包括吕四、岱衢、猫头洋等产卵场的生殖群体。（2）闽一粤东族，分布在东海南部和南海北部沿岸线海珠江口以西到琼州海峡以东沿岸浅海鱼群，包括碣洲岛附近的产卵群体。

东海区的大黄鱼有两个地方族：岱衢族和闽一粤东族，其中包括 7 个群体，即朝鲜西南部沿海群、吕四群、岱衢群、猫头群、官井群、牛山群和闽南群。

大黄鱼为暖温性近岸鱼类，通常栖息于水深 60m 以下的中下层，具集群习性及适温性近岸或远岸的周期性迁徙习性。春季水温升高时，生殖群体由远岸深水区的越冬场向近岸产卵场移动。黄海、东海大黄鱼越冬场有 3 个：一是江外、舟外越冬场，水深 50~80m；二是浙江、闽东、闽中越冬场，水深 30~60m；三是大沙、沙外越冬场，水深 50~70m。

有关大黄鱼的具体洄游路线大致是，1~3 月为大黄鱼的越冬期；4~6 月暖流势力增强，沿海海区水温升高，鱼群从越冬海区集群游向近海产卵场做产卵洄游，其中在江外、舟外越冬场的鱼群主群大致从东南方游向长江口渔场北部和吕四渔场南部，支群从偏西方向进入岱衢、大戢海区产卵场，尚有部分鱼群北上进入大沙渔场，混同该越冬场鱼群进入吕四洋；在大沙越冬渔场的鱼群，除主要进入吕四洋以外，尚有一定数量鱼群进入海州湾产卵场。此外，朝鲜西南部岩泰岛附近有大黄鱼的产卵场，推测其产卵鱼群主要来自大沙越冬场外侧及江外、舟外越冬场东北部；在浙南、闽东、闽中越冬场的鱼群则主要进入浙闽沿海产卵场，其中闽东渔场大黄鱼群主要进入官井洋和东引渔场，并有部分鱼群混同浙南越冬海区水的鱼群北上，分别进入洞头洋、大目洋、猫头洋和岱衢洋产卵场。产卵期为 4~6 月。8~10 月产卵后的亲鱼分散于岛屿、河口及产卵场外周海区索饵；10 月，近海水温下降，索饵群体开始进行越冬洄游，至 12 月先后到达各自的越冬场。

（2）竹荚鱼

也称日本竹荚鱼。隶属鲹科，竹荚鱼属。俗称黄鳟（江苏、上海、浙江）、大目鲹、大目鲳、大目姑、润身巴浪（福建）、大眼池（佛山，湛江）。竹荚鱼

为暖水性中上层鱼类，分布于中国、朝鲜和日本。在我国产于南海、东海、黄海和渤海。是灯光围网、大围缏、拖网和沿岸定制渔具的捕捞对象之一。

种群划分：根据渔获量变动、鳞片、耳石的性状、头长及臀鳍条数等形态特征和性成熟状况，将东海的竹荚鱼分为三个种群，九州北部群、东海中部群和东海南部群。

九州北部群：3~6月鱼群从九州西部海域洄游至山阴外海一带产卵，盛期为4~5月。产卵后在产卵场附近索饵，秋末随水温下降，经日本海西南部海域又返回九州西部近海和外海越冬。

东海中部群：该群1~3月出现于东海中部，其产卵期为1~5月，盛期为2~3月。该群的部分鱼群可能向九州西部海域洄游，也有一部分向黄海方向洄游。产卵后亲鱼和幼鱼在产卵场附近索饵育肥，秋末随水温下降，东海中部渔场越冬。该群是三个群系中资源量最大的一个群。

东海南部群：该群分布海域的北界可能不到东海中部的北边海域，产卵期为11月至翌年4月，产卵盛期为1~2月。其部分幼鱼沿我国大陆一侧北上索饵，北界在舟山渔场。

春季（3~5月）竹荚鱼主要分布在东海外海深水的海域，此时正是竹荚鱼产卵季节，所以在九州西部的近海、外海、东海中部和东海南部聚集着较多的竹荚鱼；夏季（6~8月）产卵后的竹荚鱼中，有一部分鱼群明显在向东海西部移动，并沿着我国大陆一侧由南向北洄游进行索饵育肥，但其主要部分仍在济州岛以南海域、东海中部和东海南部等海域进行索饵；秋季（10~12月）竹荚鱼的主要分布区有五处：舟山渔场、东海中部渔场、东海南部渔场、济州岛南部和台湾省的西北部海域；冬季（1~3月）竹荚鱼的分布范围与夏、秋季相比明显缩小，随着水温进一步下降，竹荚鱼进入了各自越冬场。越冬场有三处：济州岛东南部海域、东海中部和东海南部海域。

（3）蓝圆鲹

蓝圆鲹，隶属鲈形目，鲹科，圆鲹属。俗称池鱼（湛江、佛山）、黄占（浙江、上海、江苏）、巴浪（福建）、竹景（海南）。蓝圆鲹系近海暖水性，喜集群，有趋光性的中上层鱼类，但有时也栖息于近底层，底拖网全年都有渔获，因此它既是灯光围网作业的主要捕捞对象，又是拖网作业的重要捕获物。在我国南海、东海、黄海均有分布，以南海数量最多，东海次之，黄海很少。

种群划分：根据国内外学者的研究，东海的蓝圆鲹有三个种群，即九州西岸种群、东海种群和闽南至鄂东种群（简称鄂闽种群）。

九州西岸种群：分布于日本山口县沿岸至五岛近海，冬季在东海中部的口美堆附近越冬。夏季在日本九州西岸的沿岸海域索饵，然后在日本的大村湾、八代海等 10~30m 的浅海产卵，产卵盛期在 7~8 月。九州西部种群的一部分也洄游至日本海西部海域。

东海种群：分布于台湾海峡中部（24°N 附近）到济州岛附近（约 30°N 南北），最东可达 126°30'E，分布区和日本鲭混杂，但偏于西南。有两个越冬场：一个在台湾西侧、闽中和闽南外海，有时和粤闽种群北部鱼群相混；另一个在台湾以北，水深 100~150m 海域，4~7 月经闽东渔场进入浙江南部近海，尔后继续向北洄游；第二越冬场鱼群在 3~4 月分批游向浙江近海，5~6 月经鱼山渔场进入舟山渔场，7~10 月份分布在浙江中部，北部近海和长江口渔场索饵。10~11 月随水温下降，分别南返于各自的越冬场。

鄂闽种群：分布于粤东和闽南海域。该种群的蓝圆鲹既没有固定的洄游路线，移动距离也不长，只是进行深浅水之间的移动，表现出地域性分布的特点。但是，在冬季仍有两个相对集中的分布区：一个在甲子以南，即 22°~22°30'N、116°E；另一个在 22°10'~22°40'N、117°30'~118°10'E。每年 3 月由深水向浅海移动，进行春季生殖活动。春末夏初可达闽中、闽东沿海，8 月折向南游，于秋末返回冬季分布区。

春季（3~5 月）蓝圆鲹主要分布在东海的长江口、浙江北部沿海和日本九州西岸外海，表明此时蓝圆鲹已离开各自越冬场，开始向我国大陆沿岸和日本沿岸移动，作产卵洄游，但仍有部分蓝圆鲹停留在东海的中部和南部海域。夏季（6~8 月）东海蓝圆鲹的分布比春季有所扩大，主要分布在东海的南部和中部，其次在我国大陆沿岸一侧。根据夏季调查中海南部海域发现数量较多的蓝圆鲹幼鱼来看，在东海中南部可能也有蓝圆鲹的产卵场。夏季产卵的鱼群及其仔鱼在产卵场附近索饵生长。

（4）蓝点马鲛

据记载，东海北部、中部和南部海域的蓝点马鲛均属同一种群，东海北部外侧的蓝点马鲛可视为同一种群的一个地方群体。东海、南海、黄海蓝点马鲛的洄游基本模式为：1~3 月在东海近外海越冬，越冬场范围相当广泛，南起 28°N，北

至 33°N, 西自禁渔区线附近海域, 东迄 120m 等深线附近海区, 其中舟山渔场东部和舟外渔场西部到大沙渔场东部至沙外渔场西部海区是其主要越冬场。4 月在近海越冬的鱼群首先进入沿海产卵, 在外海越冬的鱼群陆续向西或西北方向洄游, 相继到达浙江, 上海和江苏南部沿海河口、港湾、海岛周围海区产卵, 主要产卵场分布在禁渔区线以内海区, 是重要的索饵场, 形成秋汛捕捞马鲛的良好季节。秋末, 索尔鱼群先后离开索饵场向东或东南方向洄游, 12 月至翌年 1 月相继回到越冬场越冬而在济州岛至大黑山岛一带海域越冬的马鲛, 主要向黄海和渤海海域洄游。

(5) 带鱼

带鱼属鲈形目, 带鱼科, 带鱼属。俗名刀鱼、群带鱼、牙带、白带鱼等。广泛地分布于中国、朝鲜、日本、印度尼西亚、菲律宾、印度、非洲东岸及红海等海域。我国渔获量最高, 约占世界同种鱼渔获量的 70%~80%, 居我国海洋渔业单鱼种渔获量第一位。

渤海、黄海和东海的带鱼可划分为三个群系: 北部群、南部群和中间群。根据带鱼的洄游分布与渔获量统计及某些形态指标, 认为渤海、黄海和东海北部的带鱼为两个独立性群体, 而东海南部带鱼的分布中心不很明显, 划分为亚群系较妥当。通过形态特征和体节数量分析, 将我国近海带鱼分成五个群系: 渤海-黄海, 东海-粤东、粤西、北部湾近岸和北部湾外海等。

广泛分布于我国渤海、黄海、东海和南海的带鱼主要有两个种群: 黄渤海群和东海-粤东群(简称东海群, 下同), 在闽南和台湾浅滩还存在地方性生态群。

黄渤海群的越冬场位于济州岛西南, 即 32°N、126°~127°一带海域, 水深近 100m, 越冬期 1~3 月。3~4 月开始生殖洄游, 陆续游向黄海, 渤海近海。5~6 月分别进入水深 20m 左右的海州湾、乳山湾、辽东半岛和烟威近海、莱州湾、渤海湾和辽东湾诸产卵场产卵, 产卵后分散在各产卵场外围进行索饵。秋季索尔群开始集结, 在黄海中部和北部较为密集, 南界可抵 34°N 以南, 并和东海群的北部索饵群相混杂 10~11 月逐渐游向越冬场。

东海的越冬场, 主要位于 30°N 以南的浙江中南部外海, 水深 60~100m 海域, 越冬期 1~3 个月。东海群基本上为南北向洄游移动类型, 春季的水温有所回升, 分布在浙江中南部外海的越冬鱼群, 其性腺开始发育, 逐渐集群向近海靠拢, 并陆续向北移动, 进行生殖洄游, 5 月起鱼群集聚密度增大, 经鱼山进入舟山渔场

及长江口渔场进行产卵活动，一般产卵期为 5~8 月，盛期为 5~7 月。8 月起产卵鱼群数量明显减少，除部分产过卵的鱼群停留在产卵场附近海域进行索饵活动以外，其主群继续北上，8~10 月分布在黄海南部一带海域索饵，分布偏北的鱼群最北可达 35N 附近，可与黄渤海群相混合。但是自从 20 世纪 80 年代中期以后，随着其资源的衰退，其索饵场的北界明显南移，主要分布在东海的北部至吕四、大沙渔场的南部。10 月后天气转冷，沿岸水温下降，鱼群开始进行越冬洄游，此时的鱼群栖息于沿岸的低盐水系和外海高盐水系相交汇的混合水区，随着高盐水的消退和水温的下降，鱼群由北向南移动，其移动速度决定于高盐水和水温的变动，这时形成了著名的浙江渔场带鱼冬汛生产。随着水温的变化，鱼群逐渐进入越冬场，在福建和粤东近海的越冬带鱼在 2~3 月就开始北上，在 3 月就有少数鱼群开始产卵繁殖，产卵盛期为 4~5 月，但群体不大，产卵后进入浙江南部，并随台湾暖流继续北上，秋季分散在浙江近海索饵；分布在闽南-台湾浅滩一带的带鱼，没有作长距离的洄游活动，仅随着季节变化作深水、浅水间的东西向移动。

东海带鱼栖息海域范围很广，在水深 200m 以浅的大陆架均有分布，但其密集区在水深 80m 以浅海域。东海带鱼的主要产卵场位于东海北部海域，而中心产卵场位置处于黑潮次表层水（台湾暖流水）、南黄海冷水和大陆沿岸水三个水团的混合区。

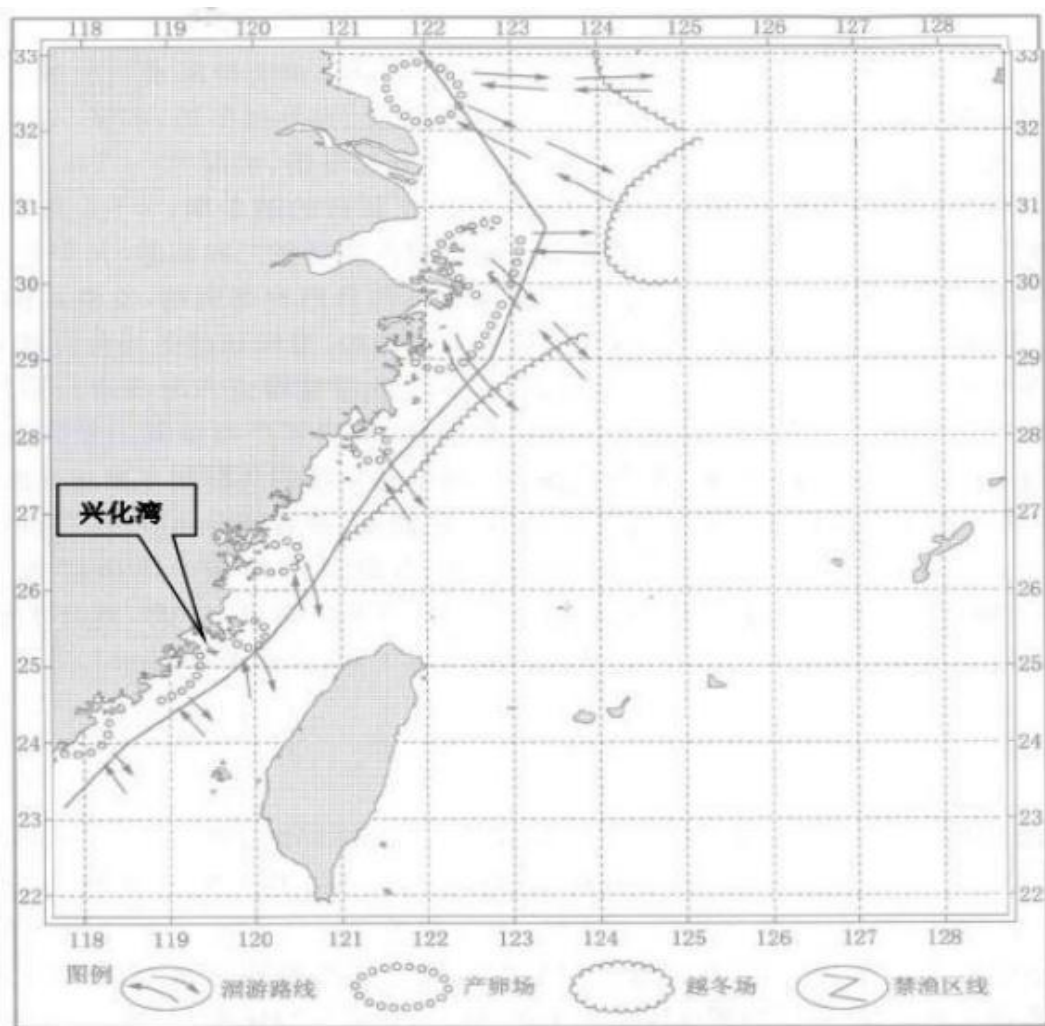


图 3.9-1 大黄鱼“三场一通”的分布情况

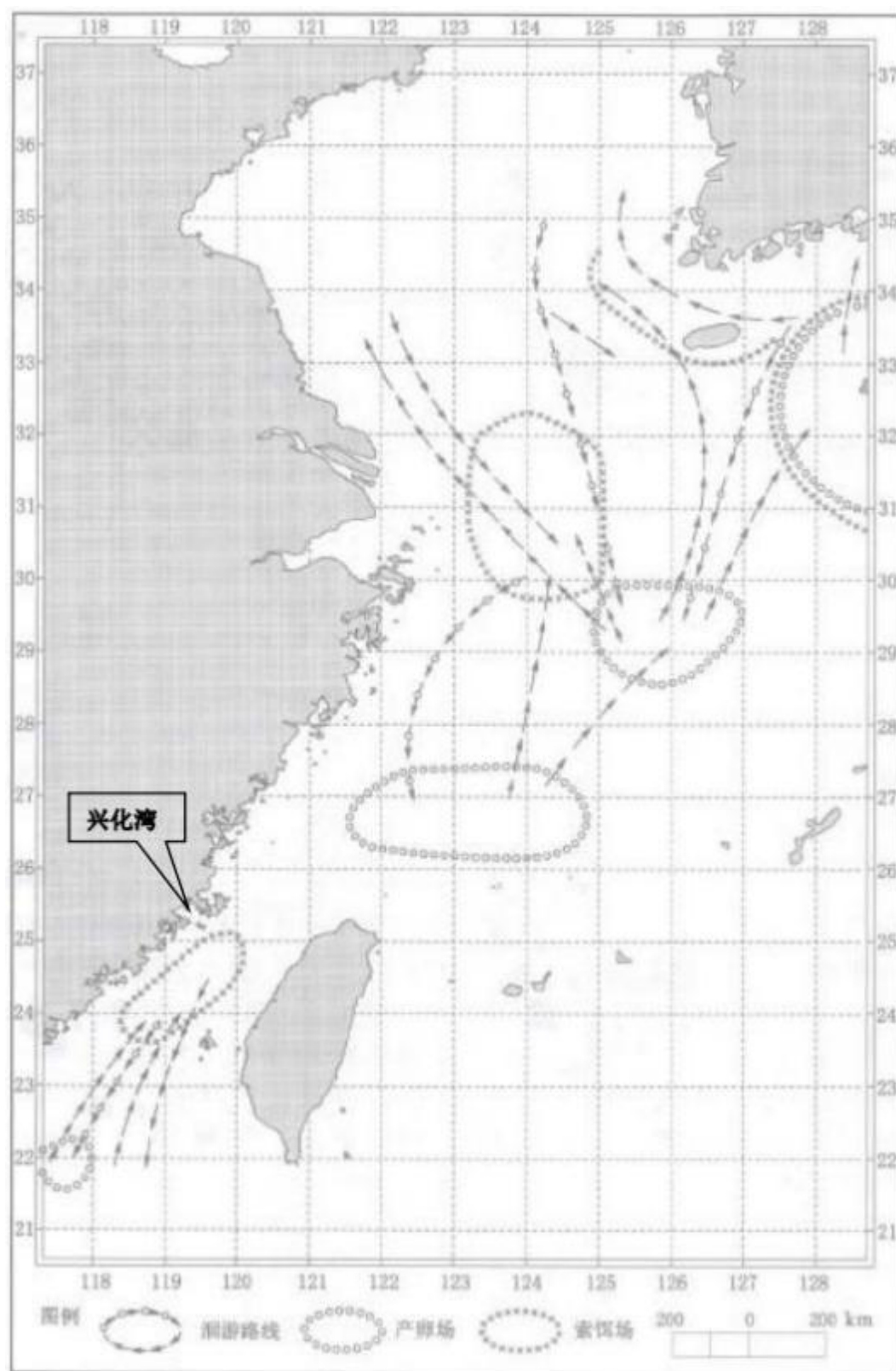


图 3.9-2 竹荚鱼“三场一通道”分布情况

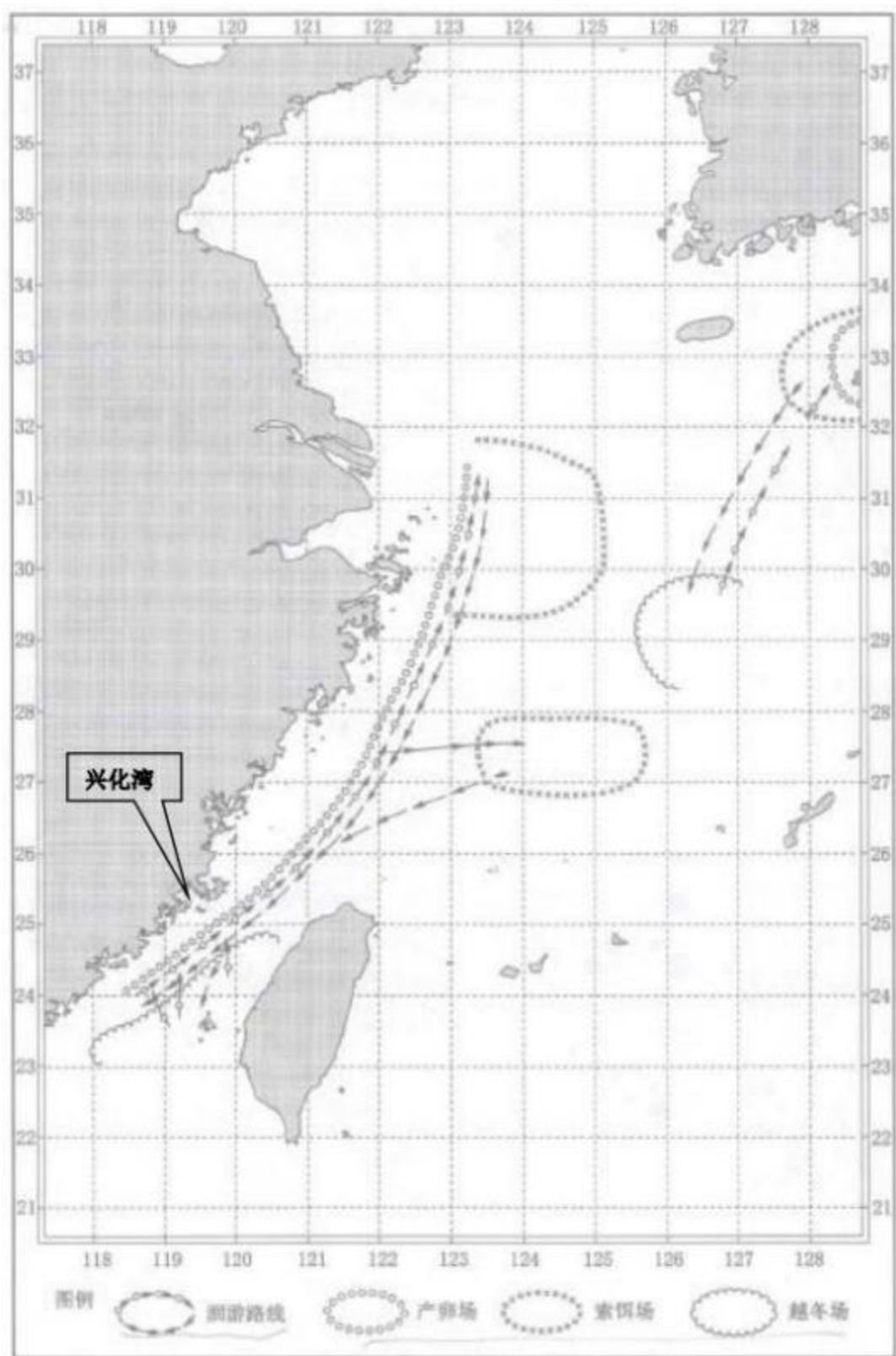


图 3.9-3 蓝圆鲆“三场一通道”分布情况

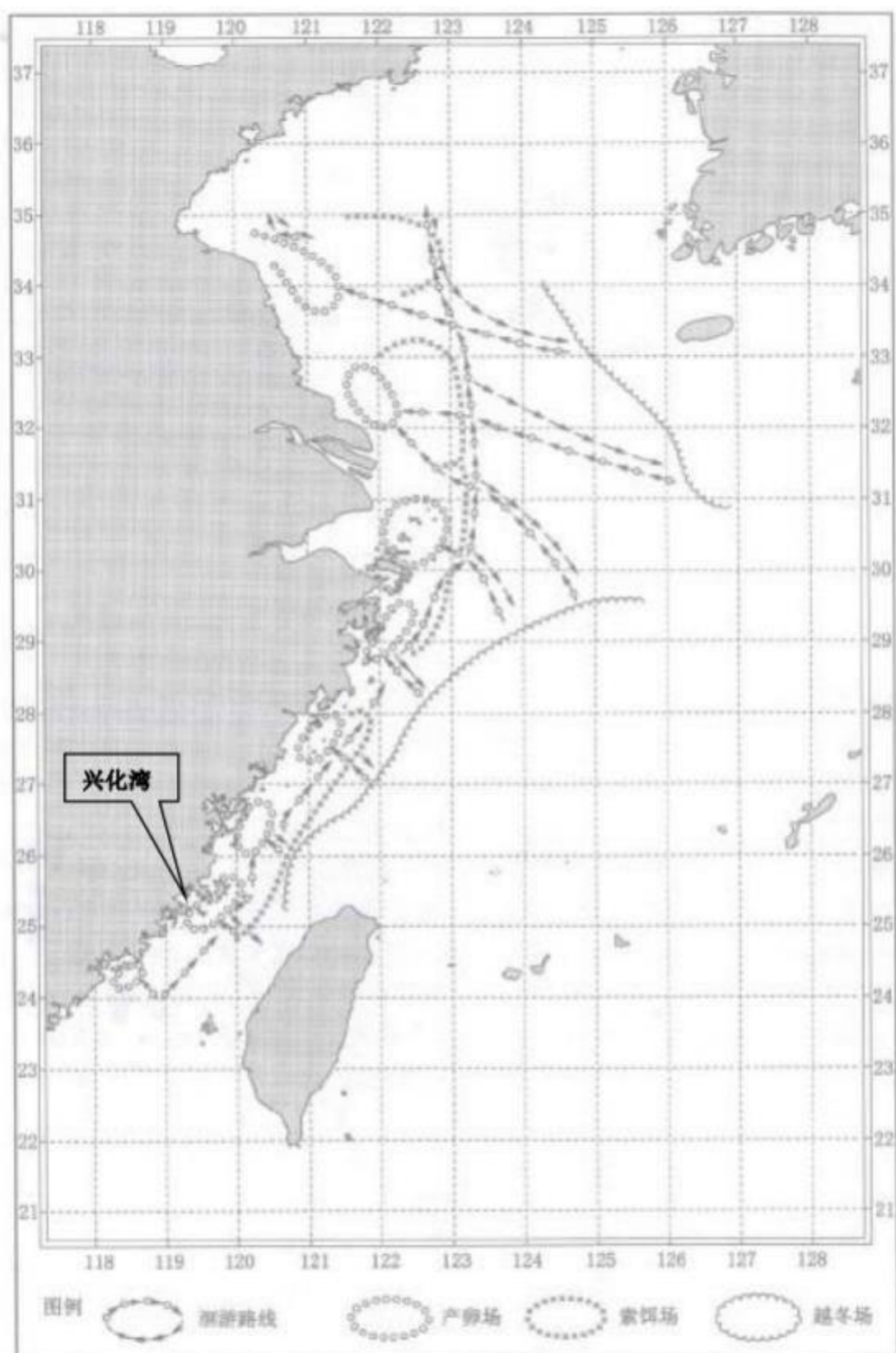


图 3.9-4 蓝点马鲛“三场一通道”分布情况

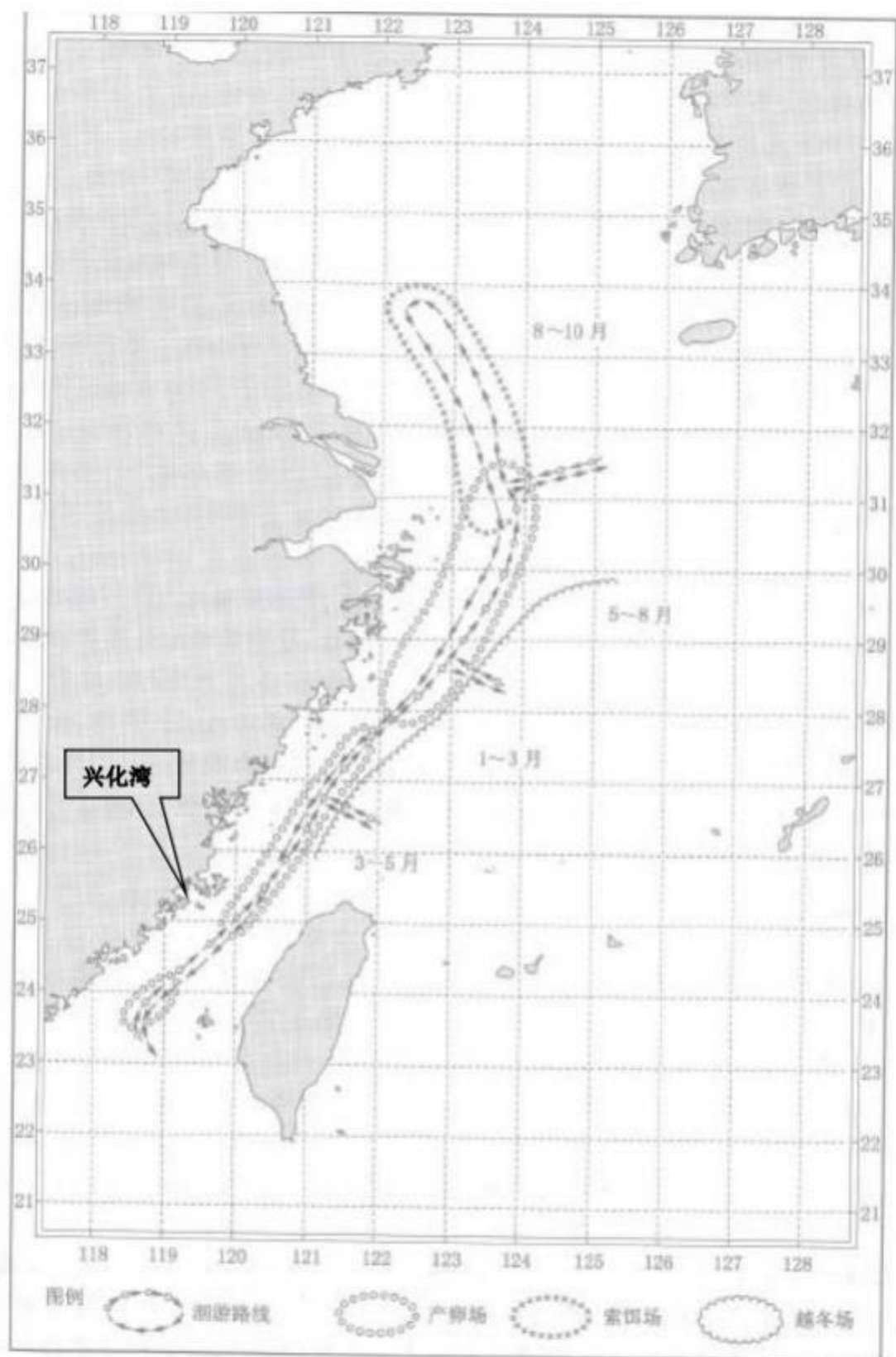


图 3.9-5 带鱼“三场一通道”分布情况

3.10 鸟类现状调查

项目区及周边区域鸟类现状引自福建岚启星检测技术有限公司于 2025 年 4 月编写的《国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目鸟类研究专题报告》中的鸟类调查资料。

3.10.1 物种及组成

据 2023 年兴化湾水鸟调查，共记录到 69 种水鸟，隶属 6 目 11 科（见表 3.10-1）。

表 3.10-1 2023 年兴化湾水鸟调查名录

序号	目	科	中文名	拉丁名	保护级别	IUCN	红色名录	保护协议	三有动物	季节型	地理型
1	雁形目	鸭科	鸿雁	<i>Anser cygnoid</i>	二级	易危	易危	☆ ■◆		冬	古
2	雁形目	鸭科	豆雁	<i>Anser fabalis</i>	●			☆ ■◆	★	冬	古
3	雁形目	鸭科	灰雁	<i>Anser anser</i>	●			■◆	★	冬	古
4	雁形目	鸭科	翘鼻麻鸭	<i>Tadorna tadorna</i>				☆ ■◆	★	冬	古
5	雁形目	鸭科	赤膀鸭	<i>Mareca strepera</i>				☆ ■◆	★	冬	古
6	雁形目	鸭科	罗纹鸭	<i>Mareca falcata</i>	●			☆ ■◆	★	冬	古
7	雁形目	鸭科	赤颈鸭	<i>Mareca penelope</i>				☆ ■◆	★	冬	古
8	雁形目	鸭科	绿头鸭	<i>Anas platyrhynchos</i>				☆ ■◆	★	冬	古
9	雁形目	鸭科	斑嘴鸭	<i>Anas zonorhyncha</i>				■◆	★	冬	古
10	雁形目	鸭科	针尾鸭	<i>Anas acuta</i>				☆ ■◆	★	冬	古
11	雁形目	鸭科	绿翅鸭	<i>Anas crecca</i>				☆ ■◆	★	冬	古
12	雁形目	鸭科	琵嘴鸭	<i>Spatula clypeata</i>				☆△■◆	★	冬	古
13	雁形目	鸭科	白眉鸭	<i>Spatula querquedula</i>				☆△■◆	★	冬	古
14	雁形目	鸭科	花脸鸭	<i>Sibirionetta formosa</i>	二			☆ ■◆		冬	古
15	雁形目	鸭科	青头潜鸭	<i>Aythya baeri</i>	一	极危	极危	☆ ■◆		冬	古
16	雁形目	鸭科	凤头潜鸭	<i>Aythya fuligula</i>				☆ ■◆	★	冬	古
17	鸕鹚目	鸕鹚科	小鸕鹚	<i>Tachybaptus ruficollis</i>				■◆	★	留	广
18	鸕鹚目	鸕鹚科	凤头鸕鹚	<i>Podiceps cristatus</i>	●			☆ ■◆	★	冬	古
19	鹤形目	秧鸡科	黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>				☆ ■◆	★	留	古
20	鸕鹚目	蛎鹬科	蛎鹬	<i>Haematopus ostralegus</i>				☆ ■◆	★	冬	古
21	鸕鹚目	反嘴鹬科	黑翅长脚鹬	<i>Himantopus himantopus</i>				☆ ■◆	★	冬	古
22	鸕鹚目	反嘴鹬科	反嘴鹬	<i>Recurvirostra avosetta</i>				☆ ■◆	★	冬	古
23	鸕鹚目	鸕科	凤头麦鸡	<i>Vanellus vanellus</i>				☆ ■◆	★	冬	古
24	鸕鹚目	鸕科	金鸕	<i>Pluvialis fulva</i>				☆△ ■◆	★	冬	古
25	鸕鹚目	鸕科	灰鸕	<i>Pluvialis squatarola</i>				☆△■◆	★	冬	古
26	鸕鹚目	鸕科	金眶鸕	<i>Charadrius dubius</i>				△■◆	★	旅	古
27	鸕鹚目	鸕科	环颈鸕	<i>Charadrius alexandrinus</i>				■◆	★	冬	古
28	鸕鹚目	鸕科	蒙古沙鸕	<i>Charadrius mongolus</i>				☆△■◆	★	旅	古
29	鸕鹚目	鸕科	铁嘴沙鸕	<i>Charadrius leschenaultii</i>				☆△■◆	★	旅	古

30	鸻形目	鹬科	扇尾沙锥	Callinago gallinago				☆ ■◆	★	冬	古
31	鸻形目	鹬科	斑尾膝鹬	Limosa lapponica				☆△■◆	★	旅	古
32	鸻形目	鹬科	中杓鹬	Numenius phaeopus	●			☆△■◆	★	旅	古
33	鸻形目	鹬科	白腰杓鹬	Munienus arquata	二			☆△■◆		冬	古
34	鸻形目	鹬科	鹤鹬	Tringarythropus				☆ ■◆	★	冬	古
35	鸻形目	鹬科	红脚鹬	Tringa totanus				☆△■◆	★	旅	古
36	鸻形目	鹬科	泽鹬	Tringa stagnatilis				☆△■◆	★	旅	古
37	鸻形目	鹬科	青脚鹬	Tringaebularia				☆△■◆	★	冬	古
38	鸻形目	鹬科	白腰草鹬	Tringa ochropus				☆△■◆	★	冬	古
39	鸻形目	鹬科	林鹬	Tringa glareola				☆ ■◆	★	旅	古
40	鸻形目	鹬科	灰尾漂鹬	Tringa brevipes				☆△■◆	★	旅	古
41	鸻形目	鹬科	翘嘴鹬	Xenus cinereus				☆△■◆	★	旅	古
42	鸻形目	鹬科	矶鹬	Actitis hypoleucos				☆△■◆	★	旅	古
43	鸻形目	鹬科	翻石鹬	Arenaria interpres	二			☆△■◆		旅	古
44	鸻形目	鹬科	大滨鹬	Calidris tenuirostris	二	濒危	易危	■◆		旅	古
45	鸻形目	鹬科	红腹滨鹬	Calidris canutus			易危	☆△■◆	★	旅	古
46	鸻形目	鹬科	三趾滨鹬	Calidris alba				☆△■	★	旅	古
47	鸻形目	鹬科	红颈滨鹬	Calidris ruficollis				☆△■◆	★	旅	古
48	鸻形目	鹬科	尖尾滨鹬	Calidris acuminata				■◆	★	旅	古
49	鸻形目	鹬科	阔嘴鹬	Limicolafalcinellus	二			☆△■		旅	古
50	鸻形目	鹬科	弯嘴滨鹬	Calidris ferruginea				☆△■◆	★	旅	古
51	鸻形目	鹬科	黑腹滨鹬	Calidris alpina				☆△■◆	★	冬	古
52	鸻形目	鸥科	红嘴鸥	Chroicocephalus ridibundus				☆ ■◆	★	冬	古
53	鸻形目	鸥科	黑嘴鸥	Saundersilarus saundersi	一	易危	易危	■◆		冬	古
54	鸻形目	鸥科	黑尾鸥	Larus crassirostris				■◆	★	冬	古
55	鸻形目	鸥科	西伯利亚银鸥	Larus smithsonianus vegae				☆ ■◆	★	冬	古
56	鸻形目	鸥科	鸥嘴噪鸥	Gelochelidonilotica				◆	★	留	东
57	鸻形目	鸥科	红嘴巨燕鸥	Hydroprogne caspia				△ ■◆	★	留	东
58	鸻形目	鸥科	白额燕鸥	Sterna albifrons sinensis				☆△■	★	夏	东
59	鸻形目	鸥科	黑枕燕鸥	Sterna sumatrana				☆△	★	夏	东
60	鸻形目	鸥科	灰翅浮鸥	Chlidonias hybrida				■◆	★	旅	古
61	鸻形目	鸬鹚科	普通鸬鹚	Phalacrocorax carbo				■◆	★	冬	古
62	鸻形目	鹬科	白琵鹭	Platalea leucorodia	二			☆ ■◆		冬	古
63	鸻形目	鹬科	黑脸琵鹭	Platalea minor	一	濒危	濒危	☆ ■◆		冬	古
64	鸻形目	鹭科	池鹭	Ardeola bacchus				■◆	★	留	东
65	鸻形目	鹭科	牛背鹭	Bubulcus ibis				☆△■◆	★	留	东
66	鸻形目	鹭科	苍鹭	Ardea cinerea				■◆	★	冬	广
67	鸻形目	鹭科	大白鹭	Ardea alba				☆△■	★	冬	东
68	鸻形目	鹭科	中白鹭	Ardea intermedia	●			☆ ■	★	冬	东
69	鸻形目	鹭科	白鹭	Egretta garzetta				■◆	★	留	东

注：1、根据《国家重点保护野生动物名录》，栏下的一、二分别表示国家重点保护一级、二级。

2、根据《福建省重点保护野生动物名录》，用●表示。

3、根据《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》（IUCN，2023 年），极危种用极危，濒危种用濒危表示，易危种用易危表示。

4、根据《中国生物多样性红色名录》（2021年）

5、根据《中华人民共和国和日本国政府保护候鸟及其栖息环境的协定》（1981年），用☆表示。

6、根据《中华人民共和国和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境的协定》（1986 年），用△表示。

- 7.根据《中华人民共和国政府和大韩民国政府关于候鸟保护的协定》（2007 年），用■表示。
- 8.根据《中华人民共和国政府和俄罗斯联邦政府关于保护候鸟及其栖息环境的协定》（2013年），用◆表示。
- 9.根据《有重要生态、科学、社会价值的陆生野生动物名录》（简称“三有动物”），用★表示。
- 10、季节型：“夏”为夏候鸟，“冬”为冬候鸟，“留”为留鸟，“旅”为旅鸟，“迷”为迷鸟；
- 11、地理型：“古”为古北界，“广”为广布种，“东”为东洋界，“新”为新北界。

所调查到的水鸟中，以鸻形目种类最多，为 41 种，占种类总数的 59.4%；雁形目种类次之，为 16 种，占种类总数的 23.2%；鹬形目种类位列第三共 8 种，占种类总数的 11.6%，详见表 3.1-2。

表 3.10-2 2023 年兴化湾水鸟种类组成

类群	合计	水鸟					
目	6	雁形目	鸻形目	鹤形目	鸻形目	鹬形目	鹬形目
科	11	1	1	1	5	1	2
种	69	16	2	1	41	1	8

3.10.2 居留型

2023 年，兴化湾调查记录的 69 种水鸟，按鸟类居留型可分为留鸟、夏候鸟、冬候鸟、旅鸟，以冬候鸟和旅鸟为主。其中冬候鸟 40 种，旅鸟 20 种，留鸟 7 种，夏候鸟 2 种（表 3.10-3）。说明兴化湾区域越冬和迁徙过境的水鸟种类较多。

表 3.10-3 2023 年兴化湾水鸟居留型统计表

居留型	合计	留鸟	夏候鸟	冬候鸟	旅鸟
数量（种）	69	7	2	40	20

冬候鸟：观测到鸿雁、豆雁、灰雁、翘鼻麻鸭、赤膀鸭、罗纹鸭、赤颈鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、针尾鸭、绿翅鸭、琵嘴鸭、白眉鸭、花脸鸭、青头潜鸭、凤头潜鸭、凤头鸊鷉、蛎鹬、黑翅长脚鹬、反嘴鹬、凤头麦鸡、金鸻、灰鸻、环颈鸻、扇尾沙锥、白腰杓鹬、 鸻鹬、青脚鹬、白腰草鹬、黑腹滨鹬、红嘴鸥、黑嘴鸥、黑尾鸥、西伯利亚银鸥、普通鸬鹚、白琵鹭、黑脸琵鹭、苍鹭、大白鹭、中白鹭等 40 种冬候鸟。

夏候鸟：观测到白额燕鸥、黑枕燕鸥等 2 种。

留鸟：观测到小鸊鷉、黑水鸡、鸥嘴噪鸥、红嘴巨燕鸥、池鹭、牛背鹭、白鹭等 7 种留鸟。

旅鸟：观测到金眶鸻、蒙古沙鸻、铁嘴沙鸻、斑尾塍鸻、中杓鸻、红脚鸻、泽鸻、林鸻、灰尾漂鸻、翘嘴鸻、矶鸻、翻石鸻、大滨鸻、红腹滨鸻、三趾滨鸻、红颈滨鸻、尖尾滨鸻、阔嘴鸻、弯嘴滨鸻、灰翅浮鸥等 20 种。

3.10.3 鸟类区系

2023 年在兴化湾调查中，共记录水鸟 69 种，按照水鸟区系可分为三种：古北界种、东洋界种、广布种。如表 3.10-4 所示，其中古北种为 58 种，东洋种 12 种，广布种仅 2 种，由此可见，2023 年度调查的兴化湾水鸟成分以古北种为主。

表 3.10-4 2023 年兴化湾水鸟区系统计表

区系	合计	古北种	东洋种	广布种
数量（种）	69	58	9	2

综上所述，项目建设区域地处东亚—澳大利西亚候鸟迁徙通道上，鸟类居留型以冬候鸟和旅鸟为主，有部分留鸟与夏候鸟。鸟类成分以古北界鸟类为主要特征，调查范围（兴化湾）是水鸟在福建省的主要的驿站地和越冬地之一。

3.10.4 鸟类数量

调查数据显示，在调查评价范围记录到的水鸟最大数量 30540 只。其中鸻形目 25465 只，占 83.4%；鹬形目 2970 只，占 9.7%；鹤形目 1 只，占 0.0%；鲣鸟目 3.4 只，占 1.0%；雁形目 1729 只，占 5.7%；鸊鷉目 71 只，占 0.2%；调查评价范围的鸟类数量以 越冬鸟（黑腹滨鸻、红嘴鸥等）为主（表 3.10-5）。

表 3.10-5 调查评价范围鸟类最大数量按目统计表

目	总计	鸻形目	鹬形目	鹤形目	鲣鸟目	雁形目	鸊鷉目
数量	30540	25465	2970	1	304	1729	71
比重（%）	100.0	83.4	9.7	0.0	1.0	5.7	0.2

从数量统计看，鸟类数量较为集中的科，在调查到鸟类中，其中科最大数量是鸻科 14213 只、鹭科 2743 只、鸻科 1999 只、鸥科 8598 只、鸭科 1729 只，这 5 科鸟类合计 29282 只，占最大数量总数的 95.9%（表 3.10-6）。物种最大数量为黑腹滨鸻 12531 只、红嘴鸥 4654 只、白额燕鸥 2823 只、白鹭 1942 只、铁嘴沙鸻 973 只，这 5 种水鸟合计 22923 只，占最大数量总数的 75.1%。

表 3.10-6 查评价范围鸟类最大数量按科统计表

科	总计	鹬科	鸥科	鹭科	鸽科	鸭科	反嘴鹬科	鸬鹚科	鸛科	鸕鹚科	蛎鹬科	秧鸡科
数量	30540	14213	8598	2743	1999	1729	645	304	227	71	10	1

兴化湾水鸟各次调查数据及单次调查最大值见表 3.10-7。

表 3.10-7 2023 年兴化湾水鸟调查汇总统计表（单位：种、只）

种名	4 月	7 月	10 月	12 月	单次调查最大值
水鸟种类	47	35	40	37	
水鸟数量	5942	7118	8061	22679	30540
鸿雁				1	1
豆雁			1	4	4
灰雁				2	2
翘鼻麻鸭				51	51
赤膀鸭			54		54
罗纹鸭				3	3
赤颈鸭	52		165	556	556
绿头鸭			3	9	9
斑嘴鸭	131		493	667	667
针尾鸭	2		2	89	89
绿翅鸭	50		157	245	245
琵嘴鸭	13		33	33	33
白眉鸭	6				6
花脸鸭				1	1
青头潜鸭			2		2
凤头潜鸭			6		6
小鸕鹚	29	1	5	52	52
凤头鸕鹚	2			19	19
黑水鸡			1		1
蛎鹬	4	3	6	10	10
黑翅长脚鹬	194	56	140	2	194
反嘴鹬	283	7	158	451	451
凤头麦鸡				4	4
金鸽	1	1	1		1
灰鸽	17		14	37	37
金眶鸽	1	10			10
环颈鸽	423	56	190	1652	423
蒙古沙鸽	551	1	7		551
铁嘴沙鸽	973	702	1		973

扇尾沙锥	2				2
斑尾塍鹬	1	4			4
中杓鹬		1	2		2
白腰杓鹬		122	170	361	361
鹤鹬	20	14	40		40
红脚鹬		277	39		277
泽鹬	34				34
青脚鹬	27	163	48	117	163
白腰草鹬		1			1
林鹬	34				34
灰尾漂鹬		1			1
翘嘴鹬	177	271			271
矶鹬	2	2		2	2
翻石鹬	9	21	15	14	21
大滨鹬	10	4			10
红腹滨鹬	108	22			108
三趾滨鹬	10				10
红颈滨鹬	204	44			204
尖尾滨鹬	2				2
阔嘴鹬		86			85
弯嘴滨鹬	50		31		50
黑腹滨鹬	811	332	3718	11031	12531
红嘴鸥	561		7	4654	4654
黑嘴鸥			1	32	32
黑尾鸥				35	35
西伯利亚银鸥	6		57	337	337
鸥嘴噪鸥	102	5			102
红嘴巨燕鸥	7		1	167	167
白额燕鸥		2823			2823
黑枕燕鸥		88			88
灰翅浮鸥	116	3	360		360
普通鸬鹚	1		38	304	304
白琵鹭	2		13	5	13
黑脸琵鹭	40		214	166	214
池鹭	1	1	1		1
牛背鹭	1	8			8
苍鹭	58	5	555	467	555
大白鹭	73	32	228	184	228

中白鹭	2	9		4	9
白鹭	739	1942	1084	911	1942

3.10.5 水鸟珍稀濒危性分析

2023 年，兴化湾水鸟调查记录到国家重点保护野生动物共 10 种，其中国家一级保护野生动物有青头潜鸭、黑嘴鸥和黑脸琵鹭，共 3 种；国家二级保护野生动物有鸿雁、花脸鸭、白腰杓鹬、翻石鹬、大滨鹬、阔嘴鹬、白琵鹭，共 7 种。被列入《中国生物多样性红色名录》的有 6 种，其中青头潜鸭为极危物种，黑脸琵鹭为濒危物种，鸿雁、大滨鹬、红腹滨鹬和黑嘴鸥被列入易危物种。属于世界自然保护联盟（IUCN，2023）受胁鸟类 5 种。其中极危物种 1 种，为青头潜鸭；濒危物种 2 种，为黑脸琵鹭和大滨鹬；易危物种 2 种为鸿雁和黑嘴鸥。属于“中日候鸟保护协定”有 53 种；“中澳候鸟保护协定”有 29 种；“中韩候鸟保护协定”有 65 种；“中澳候鸟保护协定”有 63 种。共有 59 种鸟类属于“三有保护动物”。（详见表 3.10-8）。

表 3.10-8 兴化湾珍稀濒危鸟类分析统计表

序号	内容	2023 年
1	国家重点保护动物	合计
		10
		一级
2	《世界自然保护联盟》（IUCN，2023）	二级
		合计
		5
		极危
3	《中国生物多样性红色名录》	1
		濒危
		2
		易危
		2
4	福建省重点保护	合计
		6
		极危
		1
5	“三有动物”	濒危（E）
		1
		易危（V）
6	中俄候鸟保护协定	4
		63
7	福建省重点保护	6
8	“三有动物”	59
9	中日候鸟保护协定	53
10	中澳候鸟保护协定	29
11	中韩候鸟保护协定	65
12	中俄候鸟保护协定	63

综上所述，调查期间记录到的国家重点保护野生动物和珍稀濒危动物种类较多。珍稀濒危物种通常对环境比较敏感。据多年调查记录，兴化湾是黑脸琵鹭和黑嘴鸥的重要越冬地。每年首批越冬黑脸琵鹭于 10 月中下旬抵达兴化湾越冬，

持续到 11 月下旬越冬种群基本稳定。黑嘴鸥于 11 月中旬迁至兴化湾，12 月下旬达到最高峰。

3.10.6 水鸟生态习性

兴化湾水鸟生态习性详见表 3.10-9。

表 3.10-9 调查评价范围水鸟的生态习性

序号	物种名称	生态习性	项目区域分布
1	鸿雁	主要栖息于开阔平原和平原草地上的湖泊、水塘、河流、沼泽及其附近地区。性喜结群，常成群活动。主要以各种草本植物的叶、芽、包括陆生植物和水生植物、芦苇、藻类等植物性食物为食，也吃少量甲壳类和软体动物等动物性食物。	江镜华侨农场养殖场
2	豆雁	性喜集群，除繁殖期外，常成群活动。特别是迁徙季节，常集成数十、数百、甚至上千只的大群。性机警，不易接近。常在距人 500 米外就起飞。睡觉时常将头夹于肋间。豆雁主要以植物性食物为食。繁殖季节主要以苔藓、地衣、植物嫩芽、嫩叶、包括芦苇和一些小灌木，也吃植物果实与种子和少量动物性食物。	江镜华侨农场养殖场
3	灰雁	灰雁主要栖息在不同生境的淡水水域中，常见出入于富有芦苇和水草的湖泊、水库、河口、水淹平原、湿草原、沼泽和草地。除繁殖期外，成群活动，群通常由数十、数百，甚至上千只组成，特别是迁徙期间。食物主要为各种水生和陆生植物的叶、根、茎、嫩芽、果实和种子等植物性食物，有时也吃螺、虾、昆虫等动物食物；迁徙期间和冬季，亦吃散落的农作物种子和幼苗。	江镜华侨农场地面库
4	翘鼻麻鸭	迁徙和越冬期间栖息于浅水海湾、淡水湖泊、水库、河口、盐田和海边滩地。常集成数十只至数百只的大群。善游泳和潜水。翘鼻麻鸭主要以水生昆虫、昆虫幼虫、藻类、软体动物、蜗牛、牡蛎、海螺蛳、沙蚕、水蛭、蜥蜴、蝗虫、甲壳类、陆栖昆虫、小鱼和鱼卵等动物性食物为食，也吃植物叶片、嫩芽和种子等植物性食物。	江镜华侨农场养殖场、地面库
5	赤膀鸭	赤膀鸭喜欢栖息和活动在江河、湖泊、水库、河湾、水塘、沼泽等内陆水域中。尤其喜欢在富有水生植物的开阔水域活动。常成小群活动，也喜欢与其他野鸭混群活动。赤膀鸭以水生植物为主。常在水边水草丛中觅食。除食水生植物外，也常到岸上或农田地中觅食青草、草籽、浆果和谷粒。	江镜华侨农场地面库
6	罗纹鸭	喜集数十至数百只群体停栖于河流、湖泊、水库和沼泽等水域，常与其他鸭特别是中等体型鸭混群。越冬于沿海地区。	涵江围填海区内
7	赤颈鸭	栖息于江河、湖泊、水塘、河口、海湾、沼泽等各类水域中。尤其喜欢在富有水生植物的开阔水域中活动。除繁殖期外，常成群活动，也和其他鸭类混群。	江镜华侨农场、汀江围垦、后海垦区
8	绿头鸭	主要栖息于水生植物丰富的湖泊、河流、池塘、沼泽等水域中；冬季和迁徙期间也出现于开阔的湖泊、水库、江河、沙洲和海岸附近沼泽和草地。除繁殖期外常成群活动，特别是迁徙和越冬期间，常集成数十、数百甚至上千只的大群。或是游泳于水面，或是栖息于水边沙洲或岸上。	江镜华侨农场

序号	物种名称	生态习性	项目区域分布
9	斑嘴鸭	通常栖息于淡水湖畔,亦成群活动于江河、湖泊、水库、海湾和沿海滩涂 盐场等水域。以植物为主食, 也吃无脊椎动物和甲壳动物。	江镜华侨农场、汀 江围垦
10	针尾鸭	活动和休息多在近岸边水域和开阔的沙滩和泥地上。主要以草子和其他水生植物为食, 也到农田觅食部分散落的谷粒。常于黄昏和夜晚在水边浅水处觅食, 秋冬季节偶尔到附近农田觅食。	江镜华侨农场
11	绿翅鸭	非繁殖期喜欢栖息在开阔的大型湖泊、江河、河口、港湾、沙洲、沼泽和 沿海地带。迁徙季节和冬季,常集成数百甚至上千只的大群活动。在冬季 主要以植物性食物为主,特别是水生植物种子和嫩叶,也吃螺、甲壳类、 软体动物、水生昆虫和其他小型无脊椎动物。觅食主要在水边浅水处。	江镜华侨农场
12	琵嘴鸭	多在有烂泥的水塘和浅水处活动和觅食。常漫游在水边浅水处,行动极为 谨慎小心。主要以螺、软体动物、甲壳类、水生昆虫、鱼、蛙等动物性食 物为食,也食水藻、草子等植物性食物。	江镜华侨农场、汀 江围垦
13	白眉鸭	白眉鸭栖息于开阔的湖泊、江河、沼泽、河口、池塘、沙洲等水域中,也 出现于山区水塘、河流和海滩上。常成对或成小群活动,迁徙和越冬期间 也集成大群。白眉鸭主要以水生植物的叶、茎、种子为食,也吃软体动 物、甲壳类和昆虫等水生动物。	江镜华侨农场地面 库
14	花脸鸭	花脸鸭是一种喜欢集群的鸭类,特别是冬季常集成大群生活,也常和别的 鸭混群生活。非繁殖期主要栖息于各种淡水或咸水水域,包括湖泊、江 河、水库、水塘、沼泽、河湾以及农田原野等各类生境。花脸鸭主要以轮 叶藻、柳叶藻、菱角、水草等各类水生植物的芽、嫩叶、果实和种子为 食,也常到收获后的农田觅食散落的稻谷和草籽。此外也吃螺、软体动 物、水生昆虫等小型无脊椎动物。	江镜华侨农场地面 库
15	青头潜 鸭	冬季多栖息在大的湖泊、江河、海湾、河口、水塘和沿海沼泽地带。常成 对或成小群活动在水边水生植物丛中或附近水面上。秋季和冬季也集成数 十只甚至近百只的大群。有时也与凤头潜鸭或其他潜鸭混群栖息。善潜水 和游泳,在水面起飞也甚灵活。受惊时能立刻从水面冲起。主要以各种水 草的根、叶、茎和种子等为食,也吃软体动物、水生昆虫、甲壳类、蛙等 动物性食物。	江镜华侨农场地面 库
16	凤头潜 鸭	性喜成群。常成群活动,特别是迁徙期间和越冬期间常集成上百只的大 群,与其他潜鸭混群。善游泳和潜水,可潜入水下2—3 米深。 觅食方式主 要通过潜水。食物主要为虾、蟹、蛤、水生昆虫、 小鱼、蝌蚪等动物性食 物,有时也吃少量水生植物。	涵江围填海区内
17	小鸕鹚	喜在清水及有丰富水生生物的湖泊、沼泽及涨过水的稻田。通常单独或成 分散小群活动。	江镜华侨农场、萩 芦溪口西南侧围填 海区
18	凤头鸕 鹚	栖息于低山和平原地带的江河、湖泊、池塘等水域,潜水能力强,以软体 动物、鱼、甲壳类和水生植物等为食。	泽岐盐场、后海垦 区
19	黑水鸡	常成对或成小群活动。善游泳和潜水,频频游泳和潜水于临近芦苇和水草 边的开阔深水面上,飞行速度缓慢,也飞得不高。主要吃水生植物嫩叶、幼 芽、根茎以及水生昆虫、蠕虫、蜘蛛、软体动物、蜗牛和昆虫幼虫等食 物,其中以动物性食物为主。	江镜华侨农场、哆 头盐 场
20	蛎鹬	蛎鹬大多数单个活动,有时结成小群在海滩上觅食,跑得快,飞翔力强。主 要以甲壳类、软体动物、蠕虫、虾、蟹、沙蚕、小鱼、昆虫和幼虫等为 食。	楼前村水产养殖 场、汀 江围垦
21	黑翅长 脚鹬	常单独、成对或成小群在浅水中或沼泽地上活动,非繁殖期也常集成较大 的群。喜沿海滩涂以及浅水沼泽、湖泊、水库等。主要以软体动物、虾、 甲壳类、环节动物、昆虫、昆虫幼虫,以及小鱼和蝌蚪等动物性食物为食。	江镜华侨农场、汀 江围 垦、赤港华侨 农场、木兰 溪口
22	反嘴鹬	常单独或成对活动和觅食,但栖息时却喜成群。有时群集达数万只。特别 是在越冬地和迁徙季节。常活动在水边浅水处,步履缓慢而稳健,边走边 啄食。也常将嘴伸入水中或稀泥里面,左右来回扫动觅食。主要以小型甲 壳类、水生昆虫、昆虫幼虫、蠕虫和软体动物等小型无脊椎动物为食。	江镜华侨农场、汀 江围 垦、赤港华侨 农场、木兰 溪口、 泽岐盐场
23	凤头麦鸡	凤头麦鸡栖息于低山丘陵、山脚平原和草原地带的湖泊、水塘、沼泽、溪 流和农田地带。常成群活动,特别是冬季,常集成数十至数百只的大群。	江镜华侨农场地面 库

序号	物种名称	生态习性	项目区域分布
		善飞行，常在空中上下翻飞，有时也栖息于水边或草地上。凤头麦鸡主要吃甲虫、鞘翅目、鳞翅目昆虫、金花虫、天牛幼虫、蚂蚁、石蛾、蝼蛄等昆虫和幼虫，也吃虾、蜗牛、螺、蚯蚓等小型无脊椎动物，此外也吃大量杂草种子和植物嫩叶。	
24	金鸽	栖息于河岸附近的农田、水塘、沼泽及空旷草原上，以植物种子、嫩芽、软体动物、甲壳类和昆虫为食。	江镜华侨农场、汀江围垦、泽岐盐场
25	灰鸽	栖息于海滨、盐湖和各类淡水湿地之中。以小群在潮间带沿海滩涂及沙滩取食。	江镜华侨农场、汀江围垦、泽岐盐场
26	金眶鸽	通常出现在沿海溪流和河流的沙洲，也见于沼泽地带、沿海滩涂以及内陆水域周围。	江镜华侨农场、汀江围垦、泽岐盐场、木兰溪口
27	环颈鸽	一般性常见鸟。单独或成小群进食，常与其余涉禽混群于海滩或近海岸的多沙草地，也于沿海河流及沼泽地活动。	江镜华侨农场、汀江围垦、泽岐盐场、木兰溪口、楼前村水产养殖场、华侨农场地面库、江镜农场围填海区
28	蒙古沙鸽	在沿海泥滩或沙滩活动，常与其它涉禽混群，有时集群数量多达数百只。	江镜华侨农场、泽岐盐场、汀江围垦
29	铁嘴沙鸽	繁殖于内陆水域附近，越冬期喜沿海泥滩和沙滩，常与其它涉禽尤其是蒙古沙鸽混群。	江镜华侨农场、泽岐盐场、汀江围垦
30	扇尾沙锥	非繁殖期除河边、湖岸、水塘等水域生境外，也出现于水田、鱼塘、溪沟、水洼地、河口沙洲和林缘水塘等生境。常单独或成 3—5 只的小群活动。迁徙期间有时也集成 40 多只的大群。多在晚上和黎明与黄昏时候活动，白天多隐藏在植物丛中。扇尾沙锥主要以蚂蚁、金针虫、小甲虫、鞘翅目等昆虫、昆虫幼虫、蠕虫、蜘蛛、蚯蚓和软体动物为食，偶尔也吃小鱼和杂草种子。	汀江围垦
31	斑尾塍鹬	生活于潮间带、河口、沙洲及浅滩上。进食时头部动作快，大口吞食，头深插入水。	江镜华侨农场、哆头盐场、汀江围垦
32	中杓鹬	喜栖息于沿海泥滩、河口潮间带、沿海草地、沼泽及多岩石海滩，通常集群生活，并常与其他涉禽混群。	江镜华侨农场、泽岐盐场
33	白腰杓鹬	栖于水边沼泽地带及湿地滩涂和沼泽中。以甲壳类、软体动物、小鱼、昆虫、植物种子为食。	江镜华侨农场、泽岐盐场
34	鹤鹬	越冬和迁徙停歇期间栖息于鱼塘、沿海滩涂及沼泽地带，可在水中游泳并将头颈没入水中觅食。结大群在南方各大水域周围越冬，也见于滨海。	江镜华侨农场、泽岐盐场
35	红脚鹬	红脚鹬非繁殖期则主要在沿海沙滩和附近盐碱沼泽地带活动。少量在内陆湖泊、河流和沼泽与湿草地上活动和觅食。常单独或成小群活动。休息时则成群。主要以螺、甲壳类、软体动物、环节动物、昆虫和昆虫幼虫等各种小型陆栖和水生无脊椎动物为食。	江镜华侨农场、泽岐盐场
36	泽鹬	常单独或成小群在水边沙滩、泥地和浅水处活动和觅食，也常进到较深的水中活动。常边走边将它细长的嘴插入水边沙地或泥中探觅和啄取食物，有时也用它强而长的嘴在水中前后不停的摆动搜觅食物。主要以水生昆虫、昆虫幼虫、蠕虫、软体动物和甲壳类为食。	江镜华侨农场、赤港华侨农场
37	青脚鹬	常见冬候鸟。喜沿海和内陆的沼泽地带及大河流的泥滩。通常单独或两三成群。进食时嘴在水里左右甩动寻找食物。头紧张地上下点动。	江镜华侨农场、泽岐盐场、赤港华侨农场、汀江围垦

序号	物种名称	生态习性	项目区域分布
38	白腰草鹼	非繁殖期主要栖息于沿海、河口、内陆湖泊、河流、水塘、农田与沼泽地带。常单独或成对活动。多活动在水边浅水处、砾石河岸、泥地、沙滩、水田和沼泽地上。迁徙期间也常集成小群在放水翻耕的雌性地上觅食。尤其喜欢肥沃多草的浅水田。常上下晃动尾，边走边觅食。主要啄食蠕虫、虾、蜘蛛、小蚌、田螺、昆虫、昆虫幼虫等小型无脊椎动物，偶尔也吃小鱼和稻谷。	涵江哆头养殖场
39	林鹼	栖息于林中或林缘开阔沼泽、湖泊、水塘与溪流岸边；也栖息和活动于有稀疏矮树或灌丛的平原水域和沼泽地带。主要以直翅目和鳞翅目昆虫、昆虫幼虫、蠕虫、虾、蜘蛛、软体动物和甲壳类等小型无脊椎动物为食。	江镜华侨农场
40	灰尾漂鹼	常单独或成松散的小群活动于水边浅水处。食物主要为石蛾、毛虫、水生昆虫、甲壳类和软体动物。	汀江围垦
41	翘嘴鹼	栖息和活动于北极冻原和冻原森林地带的河流、湖泊和水塘岸边，非繁殖期则主要栖息于沿海海岸、岛屿、海滩礁石、河口沙滩和泥地上。主要以甲壳类、软体动物、蠕虫、昆虫和昆虫幼虫等小型无脊椎动物为食。	江镜华侨农场、泽岐盐场
42	矶鹼	矶鹼栖息于江河沿岸，湖泊、水库、水塘岸边，也出现于海岸、河口和附近沼泽湿地。常单独或成对活动。在多沙石的浅水河滩和水中沙滩。有时也常沿水边跑跑停停。主要以昆虫为食，小鱼以及蝌蚪等小型脊椎动物。	江镜华侨农场、泽岐盐场、莆海围垦
43	翻石鹼	平时喜欢栖息在潮间带、河口沼泽或是礁石海岸等湿地环境，觅食时常用微向上翘的嘴翻开海草或小圆石觅找下面隐藏的食物。也常吃腐尸。主要以藏身其下的沙蚕、螃蟹等小动物为食。	江镜华侨农场、泽岐盐场
44	大滨鹼	大滨鹼主要栖息于海岸、河口沙洲、以及附近沼泽地带。迁徙期间也见于开阔的河流与湖泊沿岸地带。常成群活动在河口沙滩和海岸潮间地带。主要以甲壳类、软体动物、昆虫和昆虫幼虫为食。觅食时常将嘴插入泥中探觅食物，也常沿水边浅水处或水边沙滩和泥地上边走边觅食。	汀江围垦
45	红腹滨鹼	红腹滨鹼常单独或成小群活动，性胆小，见人很远即飞，主要以小型无脊椎动物为食，也吃部分植物嫩芽和种子与果实。	泽岐盐场
46	三趾滨鹼	常成群活动。有时也与其他鹼混群。喜欢在海边沙滩上活动。性活泼而嘈杂。常低垂着头，嘴朝下，随海水的涨落，在水边来回奔跑不息。主要以甲壳类、软体动物、蚊类和其它昆虫幼虫、蜘蛛等小型无脊椎动物为食。有时也吃少量植物种子。常成群觅食。觅食方式常沿水边疾速奔跑啄食，有时也将嘴插入泥中探觅食物。	泽岐盐场
47	红颈滨鹼	喜欢在水边浅水处和海边潮间地带活动和觅食。主要以昆虫、昆虫幼虫、蠕虫、甲壳类和软体动物为食。	萩芦溪口西南侧围填海区
48	尖尾滨鹼	常单独或成小群活动。在食物丰富的觅食地，也常集成大群。当受惊时常很快形成密集的群，并快速而协调地飞翔。常在有低矮草本植物的水边干草地上或浅水处活动和觅食。有时也在开阔的海边潮间地带活动和觅食。以蚊和其它昆虫幼虫为食。也吃小螺、甲壳类、软体动物等其它小型无脊椎动物。	泽岐盐场、后海垦区
49	阔嘴鹼	繁殖期主要栖息于冻原和冻原森林地带中的湖泊、河流、水塘和芦苇沼泽岸边与草地上。冬季主要栖息于海岸、河口以及附近的沼泽和湿地。仅迁徙期间有时伸入到内陆湖泊与河流地带。常单只、成对或成小群活动。非繁殖期有时也集成大群。喜欢在海边潮间地带松软的泥地上活动和觅食。主要以甲壳类、软体动物、蠕虫、环节动物、昆虫和昆虫幼虫等小型无脊椎动物为食。偶尔也吃眼子菜和蓼科植物种籽等植物性食物。	泽岐盐场
50	弯嘴滨鹼	常成群在水边沙滩、泥地和浅水处活动和觅食。也常与其他鹼混群。飞行快速，常集成紧密的群飞行，彼此飞行甚为协调。主要以甲壳类、软体动物、蠕虫和水生昆虫为食。常成松散的小群在浅水中或水边泥地和沙滩上活动和觅食。	泽岐盐场、汀江围垦
51	黑腹滨鹼	常见过境鸟及冬候鸟。喜沿海及内陆泥滩，单独或成小群，常与其他涉禽混群。进食忙碌，取蹲姿。	江镜华侨农场、汀江围垦、泽岐盐场、木兰溪口、楼前村水产养殖场、华侨农场地面库、

序号	物种名称	生态习性	项目区域分布
			江镜农场围填海区、萩芦溪口
52	红嘴鸥	在海上时浮于水上或立于漂浮物或固定物上，或与其他海洋鸟类混群，在鱼群上作燕鸥样盘旋飞行。于陆地时，停栖于水面或地上。	后海垦区、江镜华侨农场、泽岐盐场、楼前村水产养殖场、哆头水产养殖场、木兰溪口、赤港华侨农场、汀江围垦
53	黑嘴鸥	常成小群活动，多出入于开阔的海边盐碱地和沼泽地上，特别是生长有矮小盐碱植物的泥质滩涂。也频繁地在附近水域上空飞翔，有时亦出现于内陆湖泊。主要以昆虫、昆虫幼虫、甲壳类、蠕虫等水生无脊椎动物为食。	华侨农场、泽岐盐场
54	黑尾鸥	栖息于沿海海岸沙滩、悬岩、草地以及邻近的湖泊、河流和沼泽地带。在海面上空飞翔或伴随船只觅食。主要在海面上捕食上层鱼类为食，也吃虾、软体动物和水生昆虫等。	江镜华侨农场
55	西伯利亚银鸥	常在水面翱翔寻找漂浮的食物，有时抢夺其他鸥类的食物。	江镜华侨农场、泽岐盐场、萩芦溪口西南侧围填海区
56	鸥嘴噪鸥	繁殖期主要栖息于内陆淡水或咸水湖泊、河流与沼泽地带。非繁殖期主要栖息于海岸及河口地区。单独或成小群活动。常出入于海滨、河口及湖边沙滩和泥地。不喜欢植物茂密的水体。飞行轻快而灵敏。两翅振动缓慢。频繁的在水面低空飞翔。发现水中食物时，则突然垂直插入水中捕食，而后又直线升起。主要以昆虫、昆虫幼虫、蜥蜴和小鱼为食。也吃甲壳类和软体动物。	江镜华侨农场养殖场、港头芦滩涂
57	红嘴巨燕鸥	红嘴巨鸥主要栖息于海岸沙滩、平坦泥地、岛屿和沿海沼泽地带。也栖息于河口、内陆平原和荒漠中的湖泊与河流中。常单独或成小群活动。频繁的在水面低空飞翔。红嘴巨鸥主要以小鱼为食。也吃甲壳类等其它水生无脊椎动物。有时也吃雏鸟、鸟卵和小鸟。	汀江围垦、江镜华侨农场、后海垦区
58	白额燕鸥	振翼快速，常作徘徊飞行，飞翔时嘴垂直朝下，头不断的左右摆动。寻觅水中食物。以鱼虾、水生昆虫、水生无脊椎动物为主食。	江镜华侨农场
59	黑枕燕鸥	喜群栖，与其他燕鸥混群，喜沙滩及珊瑚海滩，极少到泥滩，从不到内陆。主要以小鱼为食。也吃甲壳类，浮游生物和软体动物等海洋动物为食。	江镜华侨农场
60	灰翅浮鸥	灰翅浮鸥栖息于开阔平原湖泊、水库、河口、海岸和附近沼泽地带。有时也出现于大湖泊与河流附近的小水渠、水塘和农田地上空。常成群活动。频繁的在水面上空振翅飞翔。飞行轻快而有力，有时能保持在一定地方振翅飞翔而不动地方。主要以小鱼、虾、水生昆虫等水生脊椎和无脊椎动物为食。觅食主要在水面和沼泽地上。有时也吃部分水生植物。	镜华侨农场养殖场、汀江围垦
61	普通鸬鹚	冬候鸟。在水里追逐鱼类。游泳时半个身子在水下，常停栖在岩石或树枝上晾晒翼。中国有些渔民捕捉此鸟并训练捕鱼。	江镜华侨农场、泽岐盐场、汀江围垦、后海垦区
62	白琵鹭	常成群活动，偶尔见单只。休息时常在水边成‘一’字形散开，长时间站立不动。性机警畏人，很难接近。常排成稀疏的串行或成波浪式的斜列飞行，两翅鼓动较快。主要以虾、蟹、水生昆虫、昆虫幼虫、蠕虫、甲壳类、软体动物、蛙、蝌蚪、蜥蜴、小鱼等小型脊椎动物和无脊椎动物为食，偶尔也吃少量植物性食物。	江镜华侨农场、华侨农场地面库、赤港华侨农场
63	黑脸琵鹭	栖息于内陆湖泊、水塘、河口、芦苇沼泽、水稻田、沿海及其岛屿和海边芦苇沼泽地带。觅食时，头左右摆动搜寻食物。	江镜华侨农场、华侨农场地面库、赤港华侨农场
64	池鹭	通常栖息于稻田、池塘、湖泊、水库和沼泽湿地等水域，常单独或成小群活动。主要食物为小鱼、虾、蚌蚶和蝇类等昆虫。多在水边浅水处或沼泽和稻田地中边走边觅食。	江镜华侨农场、木兰溪口、萩芦溪口、赤港华侨农场

序号	物种名称	生态习性	项目区域分布
65	牛背鹭	牛背鹭栖息于湖泊、水库、山脚和低山水田、池塘和沼泽地上。休息时喜欢站在树梢上，主要以蝗虫、蚂蚱、蝼蛄、牛蝇等昆虫为食。	江镜华侨农场
66	苍鹭	栖息于江河、溪流、湖泊、水塘、海岸等水域岸边及其浅水处，也见于沼泽、稻田、山地、森林和平原荒漠上的水边浅水处和沼泽地上。	江镜华侨农场、汀江围垦、后海垦区、泽岐盐场、木兰溪口、萩芦溪口
67	大白鹭	栖息于海滨、湖泊、河流、沼泽、水稻田等水域附近，食物以小鱼、虾、软体动物、甲壳动物、水生昆虫为主，也食蛙、蝌蚪等。	江镜华侨农场、汀江围垦、后海垦区、泽岐盐场、木兰溪口、萩芦溪口
68	中白鹭	栖息和活动于河流、湖泊、河口、海边和水塘岸边浅水处及河滩上，也常在沼泽和水稻田中活动。常单独或成对或成小群活动，有时亦与其他鹭混群。主要以鱼、虾、蛙、蝗虫、蝼蛄等水生和陆生昆虫及昆虫幼虫以及其他小型无脊椎动物为食。	江镜华侨农场
69	白鹭	常见候鸟及留鸟。喜稻田、河岸、沙滩、泥滩及沿海小溪流。成散群进食，常与其他种类混群。有时飞越沿海浅水追捕猎物。	江镜华侨农场、汀江围垦、后海垦区、泽岐盐场、木兰溪口、萩芦溪口



照片 3.10-1 兴化湾水鸟调查照片（1）



照片 3.10-2 兴化湾水鸟调查照片（2）



照片 3.10-3 兴化湾水鸟调查照片 (3)



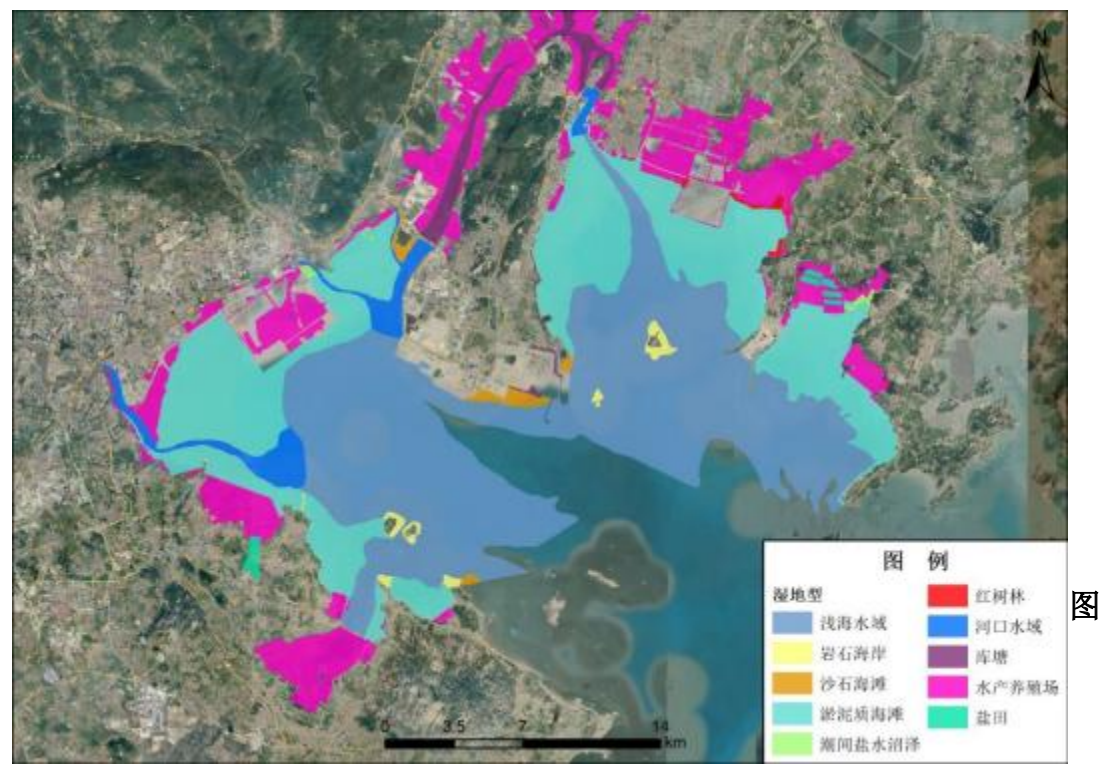
照片 3.10-4 兴化湾水鸟调查照片 (4)



照片 3.10-5 兴化湾水鸟调查照片 (5)

3.10.7 兴化湾水鸟栖息地分布

根据现场调查，水产养殖场、库塘、红树林和盐田等是兴化湾水鸟栖息地和高潮水位时的停歇地和补充觅食地，其中具代表性的有江镜华侨农场、赤港华侨农场、芦华盐场、泽岐盐场、江镜华侨农场地面库、汀江围垦、后海垦区等，栖息鸟类主要有鸬鹚类、鹭类、雁鸭类、鸥类和鹈鹕类等；淤泥质海滩、潮间盐水沼泽和河口水域等潮间带是兴化湾水鸟在中、低潮时的主要觅食地，其中代表区域有江镜华侨农场堤外滩涂、赤港华侨农场堤外滩涂、泽岐盐场堤外滩涂、萩芦溪口、木兰溪口等；浅海水域是鸥类的觅食地之一，以西伯利亚银鸥、黑尾鸥、红嘴鸥和白额燕鸥等为代表；沙石海滩和岩石海岸 鸟类活动较少，偶见白鹭、鸬鹚类等活动，如图3.10-6。



3.10-6 兴化湾水鸟栖息地空间分布

兴化湾是部分留鸟和夏候鸟的繁殖区。但在调查期间，仅发现白额燕鸥、黑翅长脚鹬等少量鸟类有筑巢繁殖行为。白额燕鸥繁殖地为江阴球尾角码头附近的水产养殖场，在此繁殖的白额燕鸥共有 200 多只；黑翅长脚鹬繁殖地为泽岐盐场；其他繁殖鸟类为鸥类等，主要分布外海的岛屿上。

3.10.8 水鸟生态分布情况

(1) 鸬鹚目、鹤形目：鸬鹚目、鹤形目主要为小鸬鹚、凤头鸬鹚、黑水鸡等。其栖息地和觅食地皆为兴化湾沿岸的水产养殖场和地面库。

小鸬鹚常见为 1~3 只活动，偶见十几只集群，其分布广泛，江镜华侨农场、芦华盐场、泽岐盐场、汀江围垦、后海垦区、赤港华侨农场等地皆有分布。

凤头鸬鹚常见为 1~3 只活动，分布于后海垦区、江镜华侨农场地面库、莆田围填外海域、汀江围垦等地。

黑水鸡主要分布在江镜华侨农场的地面库，赤港华侨农场的农田中，为常见单只至十只左右的小群。如图 3.10-7。



图 3.10-7 鸬鹚目、鹤形目主要分布

(2) 雁形目、鲢鸟目

雁形目、鲢鸟目的主要栖息地和觅食地：1、水产养殖场的水面和堤岸； 2、河口水域水面与两岸； 3、海堤外侧水面（图 3.10-8）。

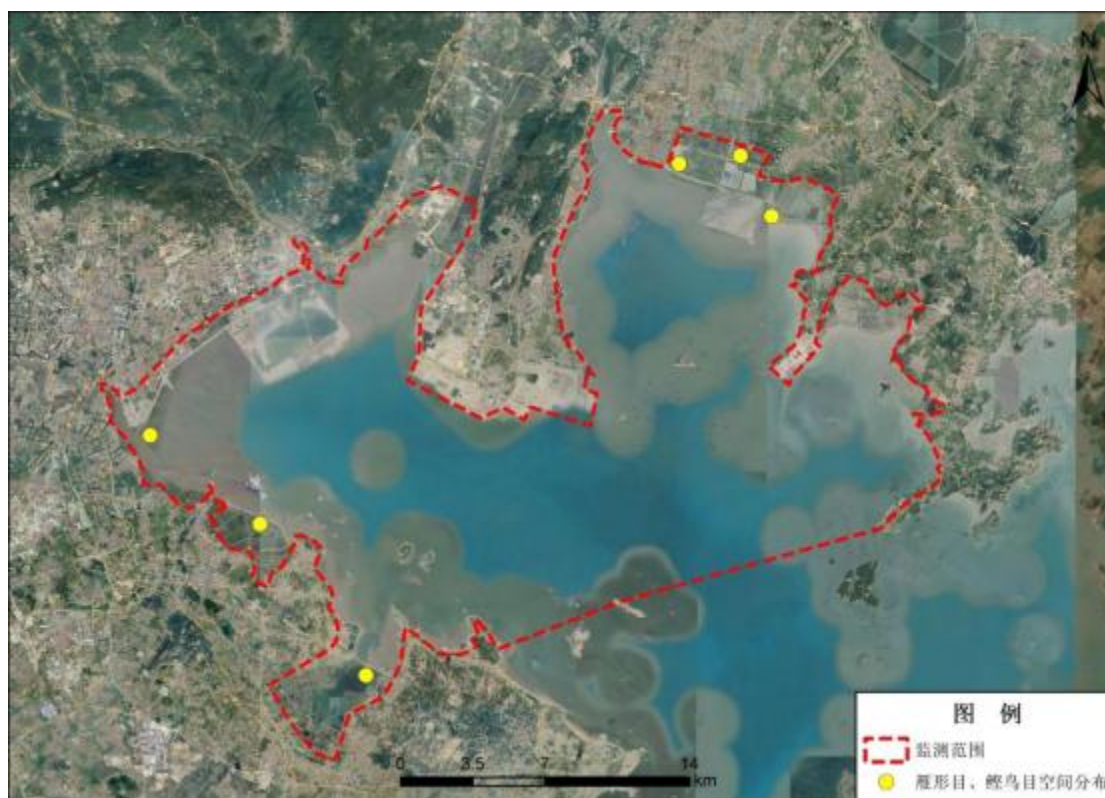


图 3.10-8 雁形目、鲢鸟目主要分布图

赤颈鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、针尾鸭、绿翅鸭、琵嘴鸭、青头潜鸭常结同种大群栖息于江镜水产养殖场、高潮时海岸边、汀江围垦水产养殖场、木兰溪河口水域等地，数量通常在十几至几十上百只不等，有时会相互混群栖息。

普通鸬鹚常结小群至 200~300 的大群栖息于江镜华侨农场水产养殖场、后海垦区、汀江围垦、涵江围填海，也见于近海岸礁石上，其越冬期的夜息地位于兴化湾南侧的鸡笼屿。

(3) 鹈形目

鹈形目是大型涉禽，主要栖息地：1、水产养殖场；2、红树林；3、盐田；4、库塘；5、水边木麻黄林。主要觅食地：1、淤泥质海滩；2、潮间盐水沼泽；3、浅水的水产养殖场。中高潮位时鹭类集中在主要栖息地停留休息，中低潮位时则飞行至主要觅食地分散觅食（图 3.10-9）。

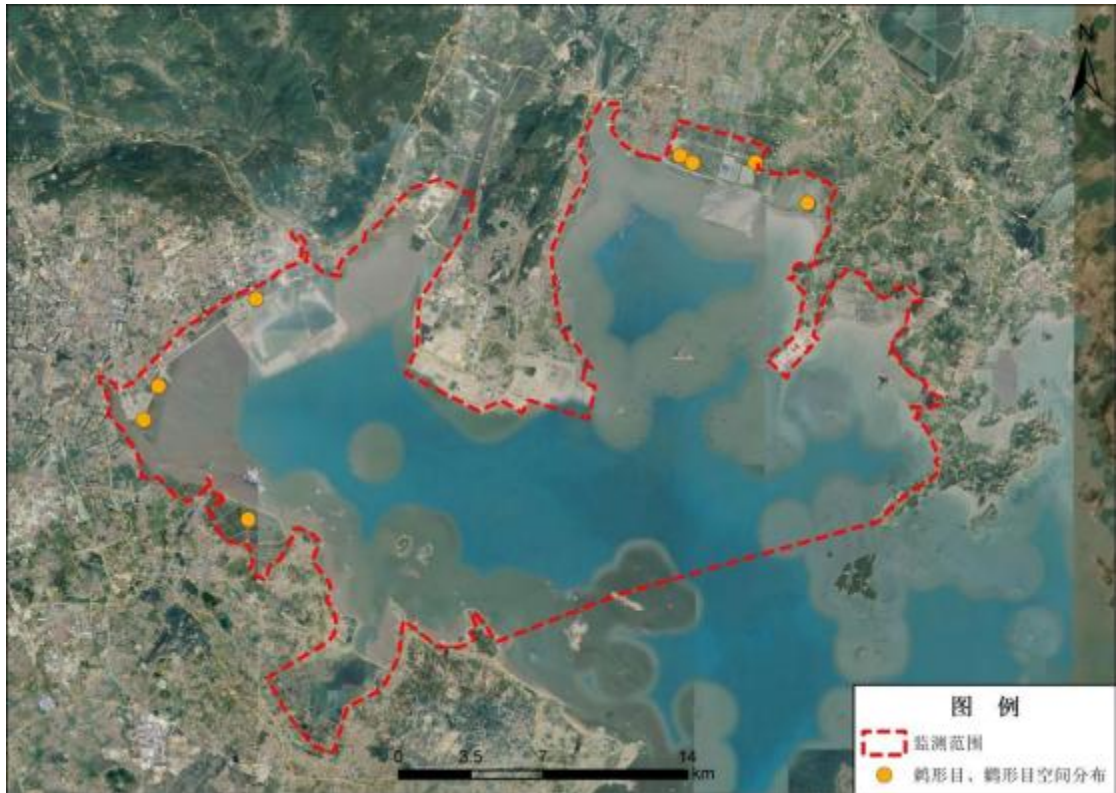


图 3.10-9 鸻形目主要分布图

白鹭、苍鹭、大白鹭、中白鹭、牛背鹭，常结群栖息于各水产养殖场、红树林、河口水域、淤泥质海滩、库塘等地。夜晚栖息于木麻黄林上。

黑脸琵鹭、白琵鹭，常混群栖息，常栖息于江镜华侨农场（ $119^{\circ}23'40.87''\text{E}$ 、 $25^{\circ}31'00.61''\text{N}$ 、 $119^{\circ}23'8.76''\text{E}$ 、 $25^{\circ}31'36.52''\text{N}$ ）、赤港华侨农场（ $119^{\circ}10'16.896''\text{E}$ ， $25^{\circ}27'17.352''\text{N}$ ）。

（4）鸻形目

①鸻鹬类

鸻鹬类属于小型涉禽，是兴化湾水鸟最主要的一个生态类群。鸻鹬类主要栖息地：1、水产养殖场的堤岸；2、盐田；3、无水或浅水的库塘。主要觅食地：淤泥质海滩、潮间盐水沼泽、浅水的水产养殖场。中高潮位时鸻鹬类集中在高潮水位停歇地停留休息，中低潮位时则飞行至主要觅食地分散觅食（图 3.10-10）。

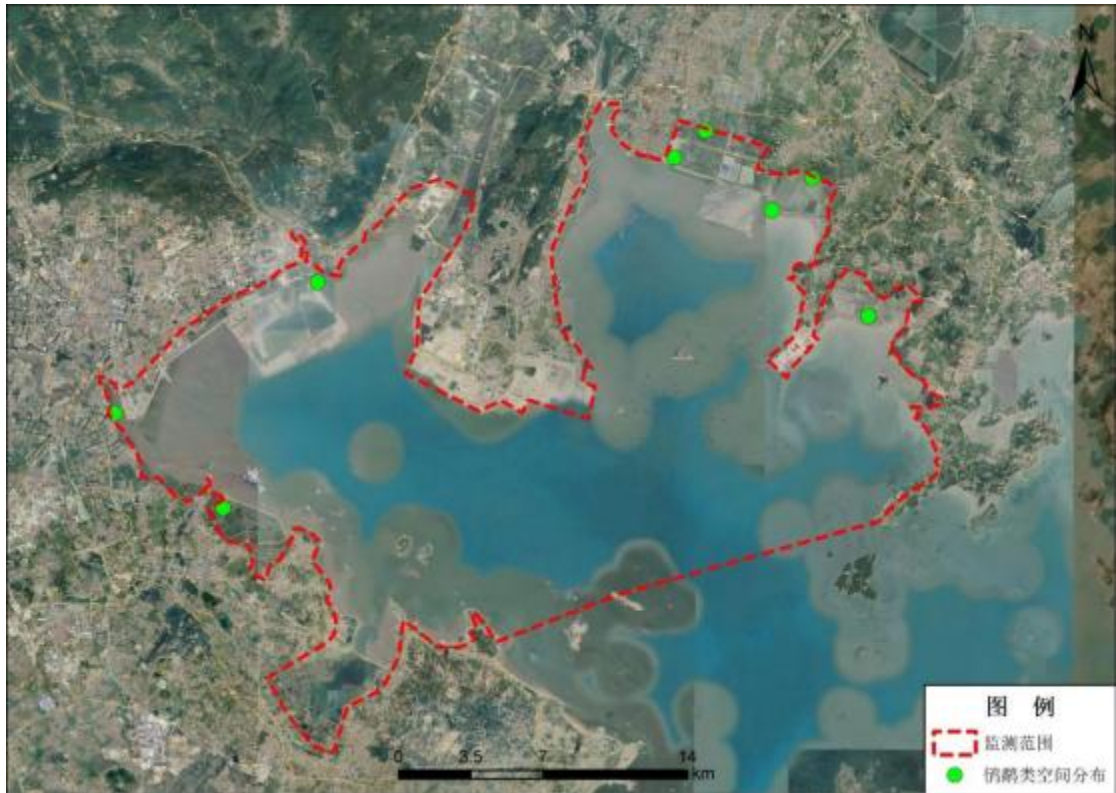


图 3.10-10 鸬鹚类主要分布

蛎鹚常结小群，或少数与其他小型鸬鹚类混群于汀江围垦、江镜华侨农场、芦华盐场等地。

黑翅长脚鹚常单只活动或结小群、分散栖息于兴化湾各水产养殖场。

反嘴鹚夏、秋季结小群分散栖息于各水产养殖场，冬季常结数百只大群栖息于江镜华侨农场水产养殖场（119°23'8.76"E、25°31'36.52"N）、江镜华侨农场地面库（119°24'00.95"E、25°29'58.59"N）。

金眶鸬、环颈鸬、蒙古沙鸬、铁嘴沙鸬、黑腹滨鸬、金鸬、灰鸬常结混群。数量多为上百只，冬季可达上千只（以黑腹滨鸬和环颈鸬为主）。主要几个栖息点为江镜华侨农场水产养殖场、芦华村沿海红树林、汀江围垦水产养殖场、萩芦溪出海口。

扇尾沙锥，少见，单只栖息于华侨农场水产养殖场。

中杓鸬、白腰杓鸬常同种结群栖息，数量在十几到几十不等。有时也相互混群，或少数几只与小型鸬鹚类混群，分散栖息于兴化湾各水产养殖场、红树林等地。

鹤鸬、红脚鸬、青脚鸬、泽鸬、林鸬常同种结小群，数量在十只上下，栖息于兴化湾各水产养殖场。其中青脚鸬、红脚鸬和泽鸬常混群栖息。

翻石鹬、矶鹬、红腹滨鹬、三趾滨鹬、红颈滨鹬落单或结小群与其他小型鸻鹬类混群栖息兴化湾各水产养殖场、荻芦溪围填海区沙地。

②鸥类

鸥类主要栖息地：1、水产养殖场；2、海面养殖浮标；3、岛屿。主要觅食地：1、水产养殖场；2、浅海水域；3、淤泥质海滩。在主要栖息地，鸥类集中停留休息、漂浮游泳或盘旋飞行。在觅食地水面飞行寻找食物，其中黑嘴鸥仅在淤泥质海滩（潮间带）上觅食（图 3.10-11）。

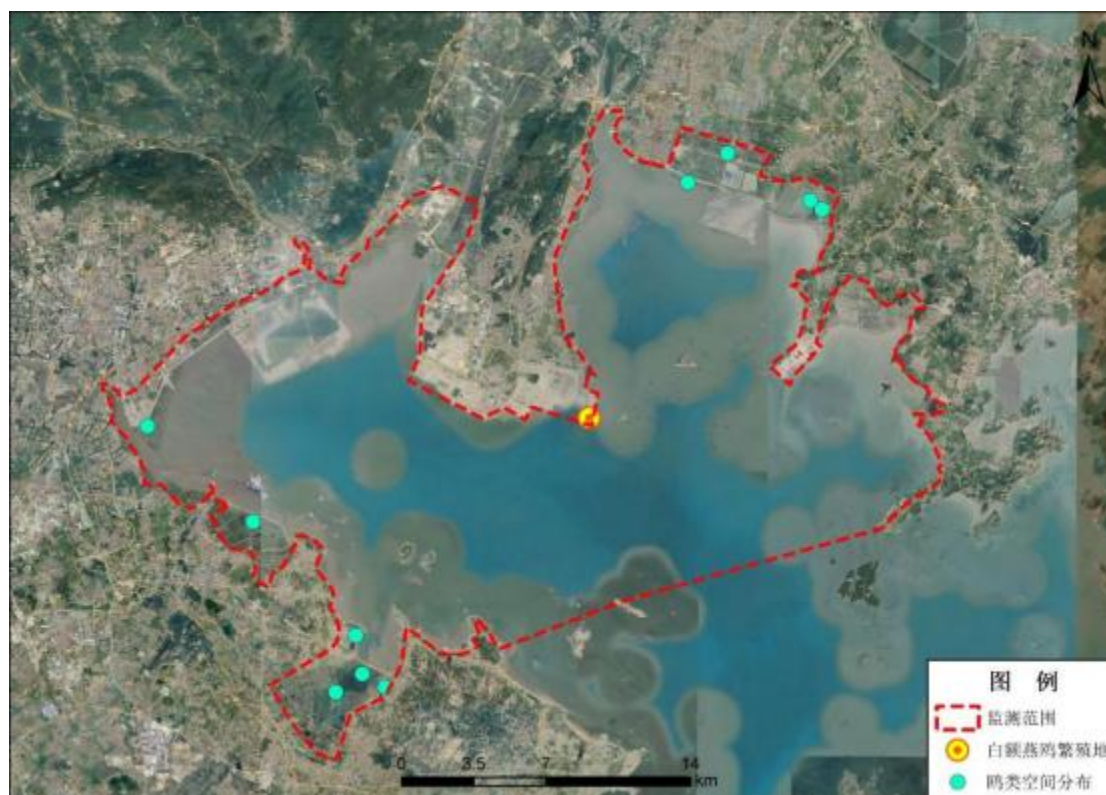


图 3.10-11 鸥类主要分布

白额燕鸥、黑枕燕鸥为夏候鸟，常结群栖息于水产养殖场停留休息，或于水产养殖场上空盘旋驻留。夏季发现白额燕鸥繁殖地（见图 3.10-12），位于江阴球尾角码头附近的水产养殖场。现场调查，繁殖的白额燕鸥共有 200 多只。

红嘴鸥、黑嘴鸥、红嘴巨燕鸥为冬候鸟，常相互混群，栖息于水产养殖场或河口水域。



图 3.10-12 白额燕鸥繁殖地照片

综上所述，兴化湾北岸水鸟主要分布在江镜华侨农场、港头芦华盐场和泽岐盐场，兴化湾南岸水鸟主要分布在莆田后海垦区、汀江围垦、哆头养殖场、围填海区、涵江三江口。该调查结果与历史观测数据一致。

3.10.9 水鸟活动特点

（1）部分水鸟在兴化湾沿岸常年可见，如白鹭等。其种群数量较少，主要分布在 沿岸水产养殖场。

（2）越冬期水鸟的数量较多，主要是鸕鹚类、鸥类、雁鸭类等冬候鸟活动较频繁，种群数量较大。高潮时主要停歇地为江镜华侨农场，赤港华侨农场，萩芦溪口围填海区、汀江围垦、泽岐盐场。

（3）迁徙季节兴化湾水鸟种类最为丰富。兴化湾每年春季和秋季，是以鸕鹚类、雁鸭类为代表的候鸟迁徙期，从兴化湾经过。在 9 月开始陆续从北往南迁飞（南迁），至翌年 2 月前后开始从南往北迁飞（北迁），迁徙途中停歇于兴化湾。

（4）黑脸琵鹭连续六年（2018~2023 年）都迁徙至兴化湾过冬，主要集中于三个水产养殖场栖息和涵江围填海区。其中，2 个水产养殖场位于江镜华侨农场和芦华盐场，1 个于赤港华侨农场。当海水在高潮水位，黑脸琵鹭主要停歇于上面三个地点的水产养殖场休息或觅食。低潮水位时，黑脸琵鹭结群飞至附近

沿海滩涂觅食。大风时（一般为 6~7 级以上），黑脸琵鹭会选择集中栖息地附近避风处停歇，如堤岸长满芦苇的水产养殖场内。

（5）水鸟停歇于兴化湾时，其中多数涉禽的活动每日随着潮水的变化进行。低潮水位时，选择淤泥质海滩、潮间盐水沼泽等进行觅食；高潮水位时，迁飞至兴化湾的水产养殖场、地面库等陆地上开阔的水域停歇（高潮水位聚集地）。其中以鸕鹚类、鹭类为代表。

（6）在无人为干扰、栖息地不受影响的情况下，水鸟停留兴化湾时，其栖息地是固定的。在兴化湾栖息地没有重大变化或剧烈干扰的情况下，连续几年水鸟的停歇地皆保持一致。如芦华盐场、汀江围垦、后海垦区等地。2022 年至 2023 年，福清兴化湾蓝园、莆田兴化湾围填海区开始建设，建设区附近的鸟类受干扰，迁至周边合适的水产养殖场停歇，造成局部水鸟集群地产生变化，但对兴化湾栖息水鸟的总体数量和种类不产生影响。

3.10.10 水鸟迁徙规律

鸟类的迁徙是指鸟类中的某些种类，每年春季和秋季，有规律的、沿相对固定的路线、定时地在繁殖地区和越冬地区之间进行的长距离的往返移居的行为现象。鸟类的迁徙区指对南北候鸟迁徙适宜的环境地域，是它们在繁殖地、停歇地和越冬地之间往返的主要路径区域。

我国涉及的 3 条候鸟迁徙路线分别是：东亚—澳大利西亚迁徙路线、中亚—印度迁徙路线以及东非—西亚迁徙路线。兴化湾处于东亚—澳大利西亚迁徙路线上，是鸟类迁徙的重要通道和驿站地、越冬地。



图 3.10-12 全球候鸟迁徙路线图

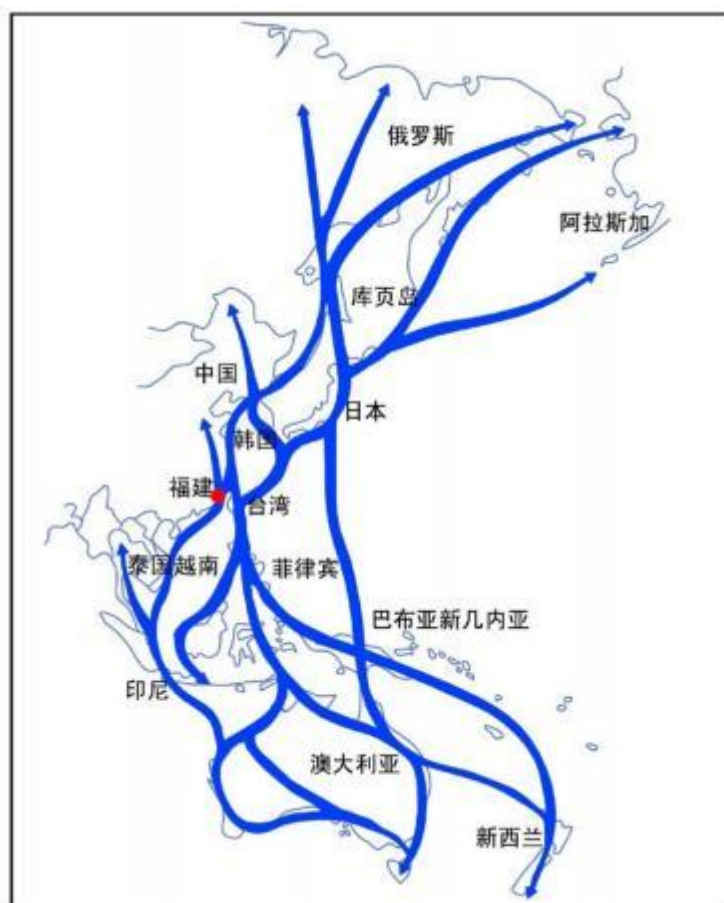


图 3.10-13 东亚—澳大利西亚迁徙路线图

一年中选择在兴化湾水鸟栖息的水鸟以冬候鸟为主，从十月开始冬候鸟迁徙至此。部分过境，迁徙至纬度更南的其他越冬地，部分停留在兴化湾过冬。12月或翌年一月达到一年中兴化湾水鸟的数量顶峰。翌年2月水鸟开始逐步北迁，此时兴化湾水鸟数量开始下降。3至5月为迁徙期，6月开始夏候鸟迁徙至此，7~8月份达到数量顶峰。9月份夏候鸟开始逐渐南迁，拉开秋季迁徙期的序幕。如此循环往复。

3.10.11 水鸟飞行路线和飞行高度

（1）迁徙飞行路线

2023年全年调查中未观测到鸟类大规模迁徙。仅在历史调查中的迁徙季节（2022.3.18）记录到一次普通鸬鹚迁徙飞行过程。观测位置在芦华盐场（福清兴化湾水鸟省级自然保护区水鸟调节区），观测到迁飞的普通鸬鹚100只，结人字形队列，由南至北飞行。目测其飞行高度超过200m。

（2）迁徙飞行高度

依据现有研究，鸟类迁徙时的飞行高度一般不超过1000m。候鸟迁徙季节的迁飞高度超过300m。小型鸣禽（林鸟）的飞行高度一般不超过300m，大型鸟类有些可达3000~6300m，有些大型种类（如天鹅）能飞越珠穆朗玛峰，飞行高度达9000m。鸟类夜间迁徙的高度常低于白天。候鸟迁徙的高度亦与天气有关。天晴时鸟飞行较高；在有云雾或强逆风时，则降至低空。

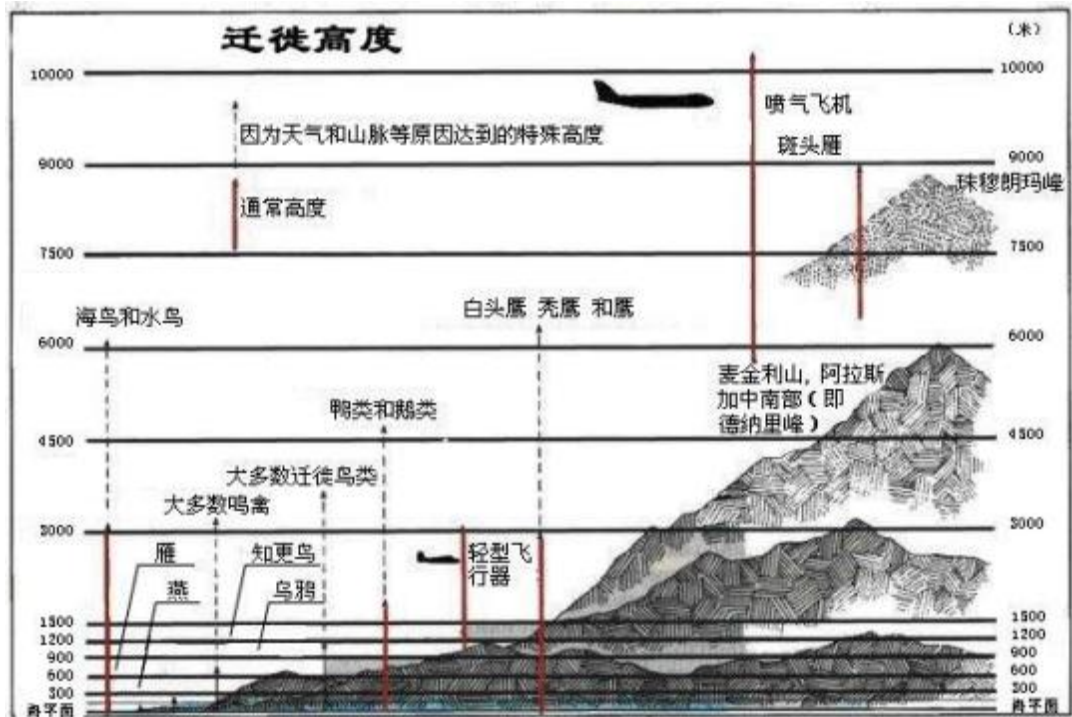


图 3.10-14 鸟类迁徙高度示意图

(3) 兴化湾水鸟转移飞行路线

本文所指转移飞行指一天中鸟类在栖息地区域范围内，因觅食、受惊扰或其他原因进行的短距离、以移动为目的的飞行。

兴化湾水鸟分布每天随着潮水位变化而变化，潮水位低时，沿海潮间带露出，水鸟转移飞行至此处觅食。当潮水上涨，沿海潮间带被潮水淹没，水鸟转移飞行至养殖场、地面库、围垦区、盐场等陆域大面积的开阔水域集中处结群栖息。根据现场调查数据，转移飞行路线详见图 3.10-15。



图 3.10-15 兴化湾水鸟转移飞行路线示意图

(4) 转移飞行高度

根据现场观测，鸟类在高潮位停歇地/夜息地和觅食地之间进行转移飞行，其中鸕鹚目、鹤形目飞行高度为 5~30m（以小鸕鹚、黑水鸡为代表）；鸽形目为 10~80m（其中鸽鹑类为 10~50m，鸥类为 30~80 米）；雁形目、鲢鸟目为 80~200m（以普通鸕鹚、斑嘴鸭为代表）；鹈形目为 40~100m（以黑脸琵鹭、白鹭为代表）。陆域飞行范围主要为水产养殖场和淤泥质海滩之间。

3.11 陆域生态环境质量现状调查与评价

(1) 土壤

莆田市境内地形起伏，气候、植被及成土母质较复杂。据第二次土壤普查，土壤类型有铁铅土、高山土、岩成土、新成土、盐碱土和人工水成土等 6 种土纲。红壤、砖红壤性红壤、黄壤、草间土、紫色土、新成土、滨海风沙土、滨海盐土和水稻土等 9 个土类、21 个亚类、42 个土属，总面积 466.88 万亩。项目区的土壤主要以沙壤土为主。

(2) 植被

莆田森林覆盖率为 56.3%。农作物主要以水稻、花生、大豆为主，植被主要为果树，树种以龙眼、枇杷、荔枝为主。项目区位于涵江区，森林覆盖率 6.4%，项目区自然植被主要为防护林，植被覆盖率约 20.4%，树种主要为木麻黄等。项目区未发现珍稀濒危野生动植物，未发现国家和省级重点保护动物。

(3) 项目区附近土壤植被

项目所在区域土壤类型分为 3 个土类，9 个亚类，15 个土属。其中，自然土壤分为 2 个亚类，3 个土属：耕作土壤分为 7 个亚类，12 个属。全区土壤共有砖红壤性红壤、红壤、水稻土 3 个土类，区内土壤以红壤土为主。涵江区中部为开阔的平原，其地带性植被分布类型有所差异，并受气候、土壤、水流和人为的长期作用结果，早期的原生植被已逆行演替为次生植被和人工植被。目前项目周边植物以荔枝等亚热带农作物为主。

(4) 升压站征地用地情况

升压站场选址位于莆田市涵江区三江口镇鲸山村，临近雪津西大道，位于涵江区 PH-2001 地块内东北侧，涵江区 PH-2001 地块正在办理相关手续。现场地较平缓、开阔。标高在 4.33~5.27m，相对高差为 0.94m，场地地势平坦，交通方便。周边用地主要为工业区和农田。升压站东侧临近百威雪津啤酒有限公司（污水处理站）。

升压站用地面积约为 14237.562m²。220kV 升压站分为管理区、配电区，管理区布置于站区北侧，配电区布置于站区南侧，出线线路路朝南送出，送至晶鸿项目的 220kV 升压站，再统一由晶鸿站朝南送出至 220kV 厚峰变。

表 3.11-1 站内建筑一览表

序号	建筑名称	建筑面积 (m ²)	建筑高度 (m)	层数
1	后勤楼	2730	22.0	5
2	配电楼	1342	13.5	2
3	辅房	151	6.0	1
4	警卫室	40	4.2	1

3.12 大气环境质量现状调查与评价

根据《2024 年莆田市环境质量状况》，2024 年，2024 年有效监测 366 天，达标天数比例为 97.8%，同比上升 1.4 个百分点。其中一级、二级和轻度污染天数比例分别为 56.8%（同比上升 5.8 个百分点）、41.0%（同比下降 4.5 个百分点）和 2.2%（同比下降 1.4 个百分点，共超 8 天，其中细颗粒物超 1 天，臭氧超 7 天）。

2024 年臭氧特定百分位为 132 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同比下降 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；可吸入颗粒物、细颗粒物和二氧化硫年均浓度分别为 32、19 和 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同比分别下降 4、1、1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；一氧化碳特定百分位为 0.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同比上升 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；二氧化氮年均浓度为 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，同比持平；6 个项目均达到环境空气质量二级标准要求。全年的首要污染物中，臭氧占 123 天（同比减少 33 天），细颗粒物占 32 天（同比增加 18 天），可吸入颗粒物占 5 天（同比减少 4 天）。

3.13 声环境质量现状调查与评价

本项目升压站与创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目布置在相邻区域，本报告引用《创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目环境影响报告书》（报批稿）中的声环境调查资料。

（1）检测时间与站位

根据项目的特点以及周围环境现状，监测单位福建创投环境检测有限公司于 2023 年 8 月 5 日在对本项目周边的敏感目标进行检测，共设 4 个监测点。2023 年 10 月 15 日在对本项目周边进行补充检测，共设 2 个监测点，调查站位见图 3.13-1，检测报告见附件 6。

（1）检测项目与分析方法

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）相关要求进行昼夜间声环境现状检测。检测期间晴、风速为 1.6-2.8m/s、气温 29-39℃、大气压 99.0-99.3Kpa。

表 3.13-1 噪声检测分析方法

项目名称	检测标准（方法）名称及编号（含年号）	仪器设备名称及型号
环境噪声	声环境质量标准 GB 3096-2008	多功能声级计 AWA5688 声校准器 AWA6221B 型



图 3.13-1 声环境现状调查站位图

(2) 检测结果与评价

检测结果如表 3.13-2 所示。根据《声环境质量标准》（GB3096-2008），8 月 5 日检测点位所在位置声环境质量执行 3 类，10 月 15 日监测点所在位置执行 4a 类，根据调查结果，两次调查期间 6 个站位均符合相应声功能区标准。综上，项目区周边声环境良好。

表 3.13-2 声环境现状检测结果一览表

检测日期	检测点位编号	检测结果 dB（A）		主要噪声源
		昼间	夜间	
	N1 升压站北侧边界	58	54	公路车辆

2023 年 8 月 5 日	N2 升压站西侧边界	57	52	风吹芦苇；中粮制罐有限公司车辆 装卸；夜间虫鸣
	N3 升压站南侧边界	54	52	风吹芦苇
	N4 升压站东侧边界	58	54	百威雪津啤酒有限公司防盗网 警告播报
2023 年 10 月 15 日	N5 光伏区西北侧	49	46	主要噪声源为工业企业
	N6 光伏区西北侧	46	43	/

3.14 工频电场强度、磁感应强度现状调查与评价

本报告引用《创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目环境影响报告书》（报批稿）中的电磁辐射调查资料。

（1）检测布点原则和方法

监测点位包括电磁环境敏感目标、输电线路路径和站址。

（2）检测频次

各监测点位检测一次。

（3）检测方法及仪器

检测方法、检测仪器及指标见表 3.14-1。

表 3.14-1 检测仪器一览表

项目	气象条件	
工频电场、工频磁场	仪器型号	XC150
	仪器名称	电磁辐射分析仪系统
	仪器编号	JH294
	量程	电场 1V/m-199kV/m 磁场 0.1mG-20G
	鉴定机构	厦门建环监测技术有限公司
	鉴定证书号	171312053004
	有效期	至 2023 年 8 月 10 日
监测方法	《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)	

（4）检测点位

检测点位示意图见图 3.14-1 所示。

（5）检测结果

工频电场强度、工频磁感应强度现状检测结果见表 3.14-2。根据电磁环境现状检测结果，各检测点位工频电场强度现场测量值最大为 154.3V/m，磁感应强度测量值最大为 0.084μT；测量值均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100μT 的公众暴露控制限值。

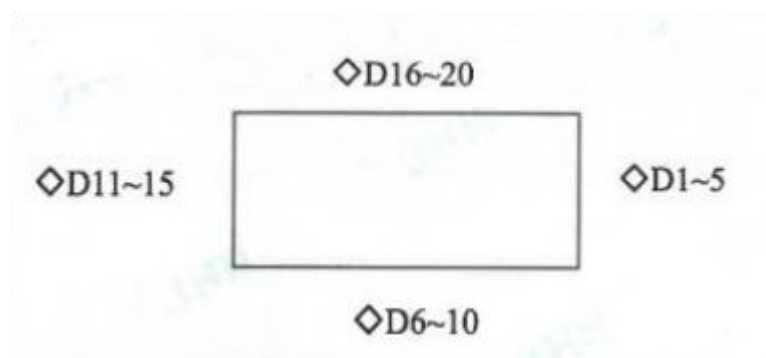


图 3.14-1 工频电场、工频磁场调查示意图

表 3.14-2 工频电场强度、工频磁感应强度现状检测结果

检测点位	测量编号	检测结果	
		电场强度 (V/m)	电场强度 (V/m)
100MW 升压站项目 东侧	D1 W-0101-01	27.3	0.072
	D2 W-0101-02	26.6	0.084
	D3 W-0101-03	31.2	0.080
	D4 W-0101-04	34.1	0.077
	D5 W-0101-05	35.6	0.087
100MW 升压站项目 南侧	D6 W-0101-01	1.46	0.017
	D7 W-0101-02	1.85	0.018
	D8 W-0101-03	1.68	0.018
	D9 W-0101-04	1.67	0.017
	D10 W-0101-05	1.65	0.016
100MW 升压站项目 西侧	D11 W-0101-01	11.8	0.033
	D12 W-0101-02	13.8	0.030
	D13 W-0101-03	14.9	0.032
	D14 W-0101-04	15.1	0.035
	D15 W-0101-05	16.3	0.034
100MW 升压站项目 北侧	D16 W-0101-01	147.3	0.016
	D17 W-0101-02	142.3	0.015
	D18 W-0101-03	154.3	0.020
	D19 W-0101-04	126.6	0.025
	D20 W-0101-05	103.6	0.019
天气条件		天气: 晴, 风速: 1.3m/s, 气温: 32℃, 气压: 101.2kPa, 湿度: 66%	

3.15 区域污染源调查

3.15.1 污染源分布情况

项目评价海域范围内的污染源主要有创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目、晶鸿涵江兴化湾 300MW 渔光互补光伏电站项目。

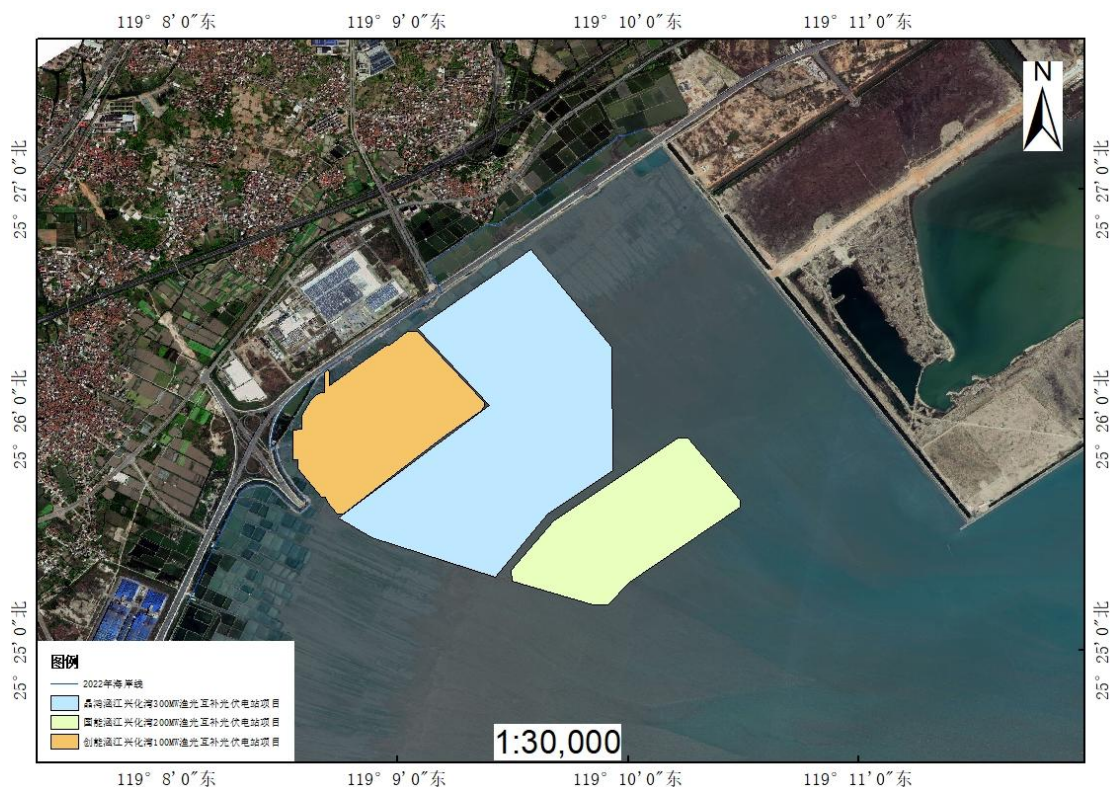


图 3.15-1 项目周边情况位置图

3.15.2 污染物排放情况

一、创能涵江兴化湾 100MW 项目渔光互补光伏电站

1、废水

(1) 光伏板冲洗废水

光伏板清洗产生的废水量约为 266t/a。清洗过程为间断性清洗，清洗用水直接抽取海水，不添加洗涤剂，清洗废水水质简单，主要污染物为 SS，SS 产生量约为 50mg/L。

(2) 管理人员生活废水

工作人员生活废水产生量约 0.12m³/d 人，按经验值估算，生活污水处理前，COD 浓度取 400mg/L，BOD₅ 浓度取 200mg/L，SS 浓度取 220mg/L、氨氮浓度

取 45mg/L。生活污水经项目区内化粪池进行预处理后，通过市政污水管道输送至涵江区江口污水处理厂进行深度处理。

工作区设有 1 个厨房，食堂餐厅建筑面积约 43.2m² 参照《饮食业环境保护技术规范》（HJ554-2010），项目食堂用水量按 0.04m³/m²/d 计，食堂用水量 1.728m³/d，年用水量 630.72m³/a。食堂废水排放量按用水量的 90%估算，其产生量为 1.5552m³/d。

2、废气

生产区设一座食堂，生产区食堂主要为生产区人员提供早中晚三餐。根据对有关统计资料的类比分析，以每位就餐员工将消耗生食品 1kg/人次，每吨生食品将消耗 30kg 的食用油，烹饪时食用油的挥发量为 0.4%，则食堂油烟产生总量为约 0.48kg。食堂炉灶所产生的餐饮油烟经净化效率大于 60%油烟净化系统处理后屋顶排放，排放浓度可降至 4.8mg/m³ 以下。

3、噪声

光伏电站运行期的噪声主要来源于各类设备产生的噪声，升压站噪声最高为 70dB(A)（1m），光伏区升压变噪声最高为 60dB(A)（5m），为稳态噪声。

4、电磁污染源

输变电设备有很强的电流通过，在其附近形成磁感应强度，可能会影响周围环境。对周边电磁环境的影响主要为工频电场、工频磁场。工频电场强度不大于 4kV/m，工频磁感应强度不大于 100μT。

二、晶鸿涵江兴化湾 300MW 渔光互补光伏电站项

1、废水

（1）光伏板上冲洗每次用水量约 220t/次，年用水量约 880t/a，考虑 5%的蒸发量，光伏板清洗产生的废水量约为 836t/a。清洗废水水质简单，主要污染物为 SS，SS 产生量约为 50mg/L。

（2）日常维护及管理人员生活用水量按 0.15m³/d 人，则生活废水产生量约 0.12m³/d 人，生活污水产生量 0.72t/d（262.8t/a），拟建项目设有 1 个厨房，食堂餐厅建筑面积约 51.81m²，参照《饮食业环境保护技术规范》（HJ554-2010），项目食堂用水量按 0.04m³/m²/d 计，食堂用水量 2.07m³/d，年用水量 755.55m³/a。食堂废水排放量按用水量的 90%估算，其产生量为 1.863m³/d。

2、废气

生产区食堂主要为生产区人员提供早中晚三餐。食堂炉灶所产生的餐饮油烟浓度在采取净化措施加以治理的情况下，排放浓度约为 $4.8\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3、噪声

升压站噪声最高为 70dB(A) (1m)，光伏区升压变噪声最高为 60dB(A) (5m)，为稳态噪声。

4、电磁污染源

该电站箱变及输电线路电压为 35kV ，属于中压电力设施，工频电场强度不大于 $4\text{kV}/\text{m}$ ，工频磁感应强度不大于 $100\mu\text{T}$ 。

第四章 环境影响预测与评价

4.1 海洋水文动力环境影响分析

本项目用海面积总计 112.53hm²，用海位于滩涂高滩。项目所在区域属潮间带高地，仅部分时段涉水，水动力条件相对较弱。

本项目建设对海域水文动力的影响范围主要集中在滩涂区光伏场，本次论证主要针对这块影响进行数值模拟计算。

本项目采用实测资料分析与数学模型计算相结合的方法进行研究。利用工程附近水文资料，分析兴化湾附近潮汐特性，分析工程区水动力情况；利用波浪数学模型计算工程区的波浪要素。

4.1.1 二维潮流数学模型

(1) 基本方程

该模型用于模拟河口、海岸、近海地区的水位和流动变化。它的控制方程由质量守恒方程及沿垂向积分的动量守恒方程组成。

针对河口海岸区域水流运动水平向尺度远大于垂向尺度的特点，采用平面二维水动力模型进行工程前后水动力、泥沙冲淤、污染物扩散影响的预测。

在笛卡尔直角坐标系下，根据静压和势流假定，沿垂向平均的二维潮流、悬沙基本方程可表述为如下形式：

(1) 连续方程

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [(h + \zeta)u] + \frac{\partial}{\partial y} [(h + \zeta)v] = 0 \quad (3.1-1)$$

(2) 动量方程

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - f \cdot v + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{\tau_x^s - \tau_x^b}{\rho_\omega (h + \zeta)} = \varepsilon_x \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (3.1-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + f \cdot u + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{\tau_y^s - \tau_y^b}{\rho_\omega (h + \zeta)} = \varepsilon_y \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \quad (3.1-2)$$

式中， ζ 为潮位， h 为水深；

$$u = \frac{1}{h+\zeta} \int_{-h}^{\zeta} u dz, \quad v = \frac{1}{h+\zeta} \int_{-h}^{\zeta} v dz, \quad \text{分别为 } x、y \text{ 方向垂线平均流速；}$$

式中， t 表示时间； f 为科氏力系数($f = 2\omega \sin \varphi$ ， ω 是地球自转的角速度， φ 是所在地区的纬度)； g 重力加速度， $g = 9.8 m/s^2$ 。

(3) 悬沙质输移扩散方程

$$\frac{\partial[(h+\zeta)c]}{\partial t} + \frac{\partial[(h+\zeta)cu]}{\partial x} + \frac{\partial[(h+\zeta)cv]}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left[(h+\zeta)D_x \frac{\partial c}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[(h+\zeta)D_y \frac{\partial c}{\partial y} \right] + F_s + S$$

式中 ζ 为垂线平均含沙量； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数； F_s 为衰变项， $F_s = \alpha \omega_s c$ ， α 为沉降概率， ω_s 为沉速； S 为悬浮泥沙的源强， $S = Q_s C_s$ ，式中 Q_s 为排放量， C_s 为悬浮泥沙排放浓度。工程区的悬浮泥沙的背景值为0；只考虑由于施工期产生悬浮泥沙浓度的扩散和沉降，不考虑地床泥沙的再悬浮。

(4) 底床变形方程

$$\gamma_d \frac{\partial \eta_b}{\partial t} = F_s$$

式中， γ_d 为床沙干容重； η_b 为海床床面的竖向位移。

将平面二维水沙运动方程写成如下的向量表示形式：

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \nabla E = S + \nabla E^d$$

式中： $U = (d, du, dv, ds)^T$ ， d 为全水深 $d = h + \zeta$ （ h 为水平面以下水深； ζ 为潮位）。

$$E = (F, G), \quad \text{其中 } F = \begin{pmatrix} du \\ du^2 + gh^2/2 \\ duv \\ dus \end{pmatrix}, \quad G = \begin{pmatrix} dv \\ duv \\ dv^2 + gh^2/2 \\ dvs \end{pmatrix}$$

式中， u 和 v 分别表示 x 、 y 方向的流速和水体含沙量。

水流和泥沙运动方程的紊动扩散项表示为：

$$E^d = (F^d, G^d), \quad \text{其中 } F^d = \begin{pmatrix} 0 \\ \varepsilon_x d \partial u / \partial x \\ \varepsilon_x d \partial v / \partial x \\ K_x d \partial s / \partial x \end{pmatrix}, \quad G^d = \begin{pmatrix} 0 \\ \varepsilon_y d \partial u / \partial y \\ \varepsilon_y d \partial v / \partial y \\ K_y d \partial s / \partial y \end{pmatrix}$$

式中, ε_x 、 ε_y 分别为 x 、 y 方向的水流涡粘系数, 这里取各向同性, 即

$$\varepsilon_x = \varepsilon_y = \varepsilon, \text{ 可表示为 } \varepsilon = kdU_*^2, \text{ 其中 } U_* \text{ 为摩阻流速, 表示为 } U_* = \frac{n\sqrt{g(u^2+v^2)}}{d^{1/6}}。$$

k_x 、 k_y 则为 x 、 y 方向的泥沙紊动扩散项系数, 根据Eider经验公式有:

$$k_x = 5.93\sqrt{gn}|du|/d^{1/6}$$

$$k_y = 5.93\sqrt{gn}|dv|/d^{1/6}$$

源项 S 表示如下:

$$S = S_0 + S_f = \begin{pmatrix} 0 \\ S_{0x} + S_{fx} + fv \\ S_{0y} + S_{fy} - fu \\ -Fs \end{pmatrix}$$

式中, S_{0x} 、 S_{0y} 分别是 x 、 y 方向的倾斜效应项即河床底部高程变化;

$$S_{0x} = -gd\partial z_b/\partial x, \quad S_{0y} = -gd\partial z_b/\partial y, \quad z_b \text{ 为河床底面高程};$$

$$S_{fx} = -\frac{gn^2u\sqrt{u^2+v^2}}{d^{1/3}}, \quad S_{fy} = -\frac{gn^2v\sqrt{u^2+v^2}}{d^{1/3}}, \text{ 其中 } n \text{ 为曼宁系数, } f \text{ 为柯氏系}$$

数, $f=2\omega\sin\Phi$, ω 表示地转速度, Φ 为当地地理纬度;

(5) 底部冲刷函数

底部冲刷函数采用切应力概念, Fs 可表示为:

$$Fs = -\alpha\omega(\beta_1 \cdot s_* - \beta_2 \cdot s)$$

$$\beta_1 = \begin{cases} 1(u \geq u_c) \\ 0(u < u_c) \end{cases} \quad \beta_2 = \begin{cases} 1(u \geq u_f) \\ 0(u < u_f) \end{cases}$$

式中: α 为泥沙的沉降机率; ω 为泥沙沉速; s_* 为水流挟沙率; u_c 为泥沙起动流速; u_f 为泥沙悬浮流速。

$$s_* = 0.07 \frac{u^2}{g\omega(h+\zeta)}$$

$$\omega = \omega_0 k_f \frac{1+4.6s^{0.6}}{1+0.06u^{0.75}}$$

$$u_c = \left(\frac{H}{d}\right)^{0.14} (17.6 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} d + 6.05 \times 10^{-7} \frac{(10+H)}{d^{0.72}})^{1/2}$$

$$u_f = 0.812d^{0.4}\omega^{0.2}H^{0.2}$$

$$\gamma_0 = 1750d_{50}^{0.183}$$

床面糙率采用下式:

$$n = n_0 + n'$$

式中: n_0 指沙粒糙率, 与床沙质粒径有关, n' 表示附加糙率, 与海床的相对起伏度变化对应, 一种简单的表达式为:

$$n' = \frac{k_n}{(h+\zeta)}, \quad (h+\zeta \geq 0.5 \text{ m})$$

式中, k_n 的取值范围一般为0.01~0.02, 根据不同的水下地形可选择相应的 k_n 值。

(6) 水体交换

水体交换控制方程采用二维物质输运—扩散运动方程 (忽略降解项):

$$\frac{\partial(HC)}{\partial t} + \frac{\partial(HUC)}{\partial x} + \frac{\partial(HVC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(HD_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(HD_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + S$$

式中, C 为示踪粒子垂线平均浓度, D_x 、 D_y 为水平紊动扩散系数, 可根据 Elder 公式 $(D_x, D_y) = \frac{5.93}{C'} \sqrt{gh}(|U|, |V|)$ (C' 为谢才系数) 确定; S 为源汇项。

浓度示踪法与水交换率之间转换关系如下:

$$R(x, y, t) = \frac{C(t_0) - C(t)}{C(t_0)}$$

式中, R 为换水率, $C(t_0)$ 为初始浓度, $C(t)$ 为换水过程浓度。

4.1.2 初始条件

$$u(t, x, y)|_{t=t_0} = u_0(x, y)$$

$$v(t, x, y)|_{t=t_0} = v_0(x, y)$$

$$\zeta(t, x, y)|_{t=t_0} = \zeta_0(x, y)$$

其中: u_0 、 v_0 、 ζ_0 分别为初始流速、潮位; 潮位、流速初始值通常取常数, t_0 为起始计算时间。

4.1.3 边界条件

开边界采用流速边界：

$$u|_{\Gamma_0} = u(t, x, y)$$

$$v|_{\Gamma_0} = v(t, x, y)$$

或采用水位边界：

$$\zeta|_{\Gamma_0} = \zeta(t, x, y)$$

式中， u 、 v 、 ζ ，分别用流速过程或潮位过程控制。

闭边界 Γ_c 采用不可入条件，即 $V_n = 0$ ，法向流速为0， n 为边界的外法向。潮流数学模型的外围边界由东中国海潮流数学模型提供。

4.1.4 模型范围和参数

(1) 模型范围

本项目模型计算范围西北起兴化湾顶，东北至海坛岛，西南至平海湾附近，东南至海图50m等深线，以减少地形突变对模型稳定性的影响。大范围水下地形采用航保部电子海图（白犬列岛至南日群岛、南日群岛至深沪湾、海坛海峡及附近、海坛海峡北部、海坛岛东部、海坛海峡南部、兴化湾及附近、江阴港、湄洲湾，2020~2024年版本海图水深资料），研究区域及附近采用2023年实测地形进行网格加密，水深情况见图4.1-3。

为了充分反映研究区域及附近水域局部地形的变化情况，同时又适当节约模型计算工作量，本模型采用以研究区域为中心由外向内逐步加密的非结构化计算网格。对于远离研究区域的模型边界区域，网格的边长约为1000m，越靠近研究区域计算网格尺寸越小，研究区域内的网格边长约为100m。网格剖分结果见图4.1-1和4.1-2，共计38424个单元、21140个节点。

(2) 模型边界

本模型西北为陆地边界，东北、西南和东南为水边界(开边界)。

对于木兰溪，主要考虑木兰溪多年平均流量遭遇海域不同频率设计高潮位。

4.1.5 模型验证

采用2022年5月实测的大潮水文资料对潮流数学模型进行验证，水文测验站位分布情况见图4.1-4。出于潮流准调和分析的需要，最近站位保持在低潮时刻

仍能满足至少一层流速采样（即该点位不搁浅）的需要，满足相关验证要求。在2022年的调查过程中，由于点位周边存在养殖设施等意外条件，部分时刻流速大小与实际有误差，转流时刻预测出现流向偏移，但最大涨、落潮流速出现的时间均比较一致，流速的涨落潮最大值与实测值较符合，满足相关验证要求。

从上述分析可知，潮位站模型与实测的潮位过程线吻合良好，模型的涨、落潮历时和相位与原型实测资料一致，潮位特征值验证误差较小，符合《水运工程模拟试验技术规范》规定的精度要求。

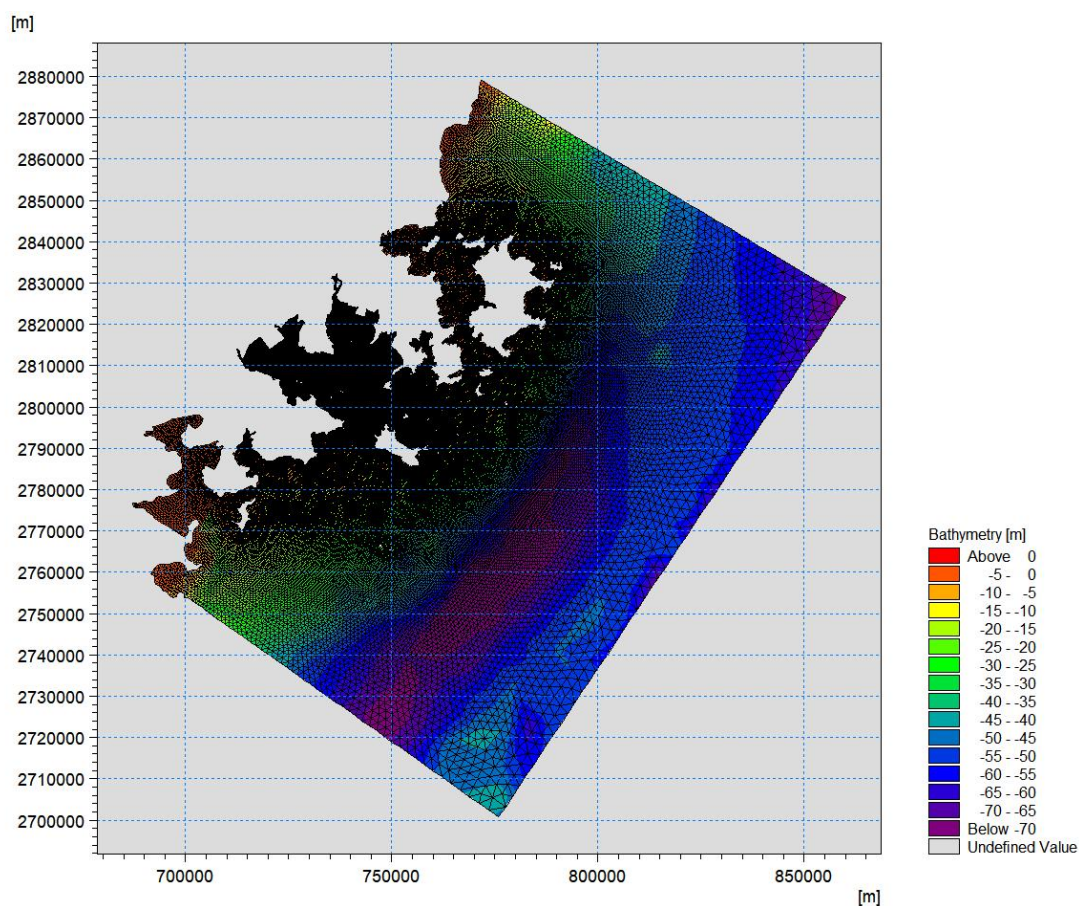


图 4.1-1 整体网格布置图

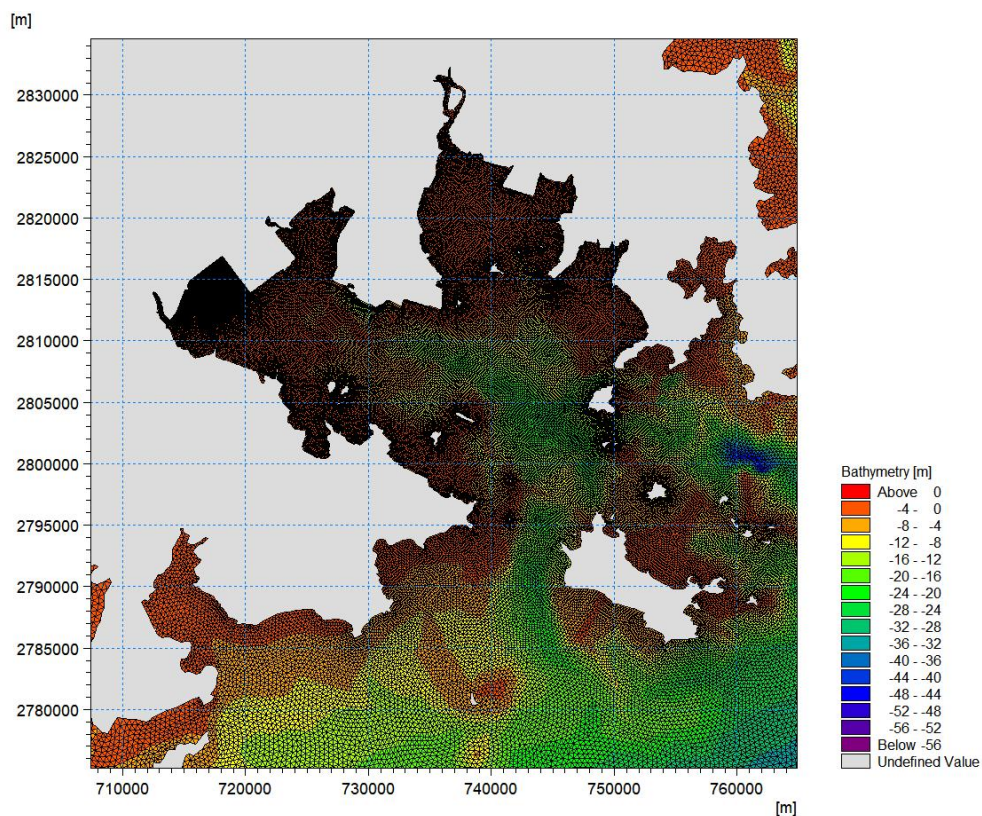


图 4.1-2 工程局部网格布置图

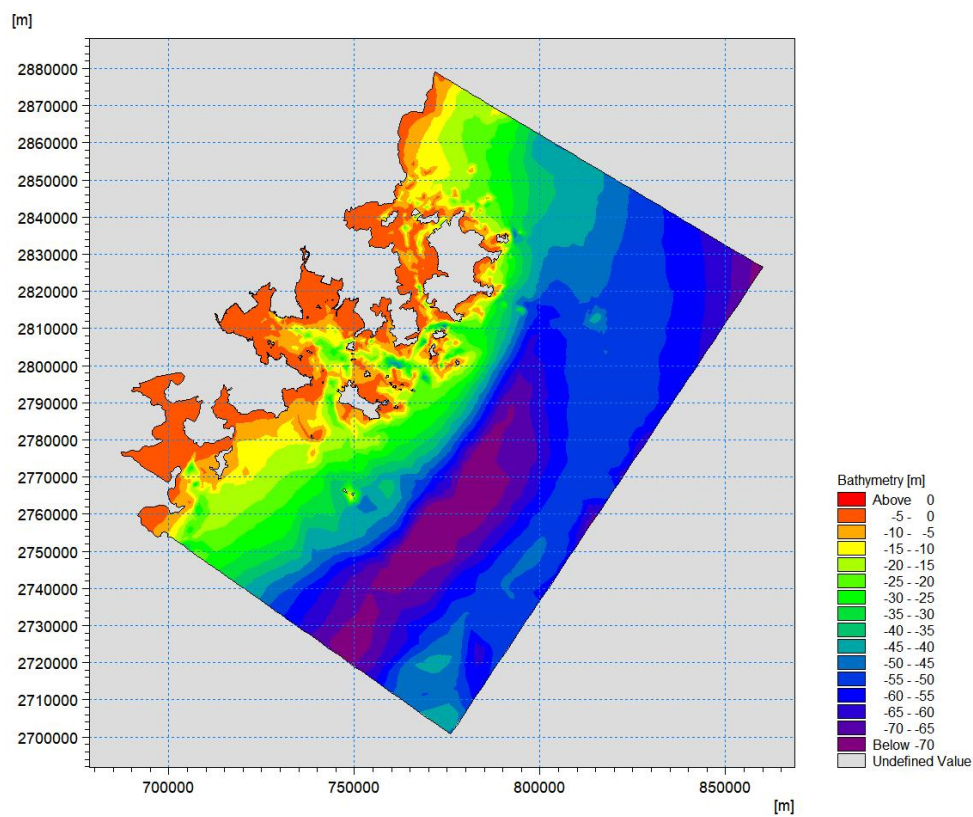


图 4.1-3 大范围海区模型计算区域及其地形概况

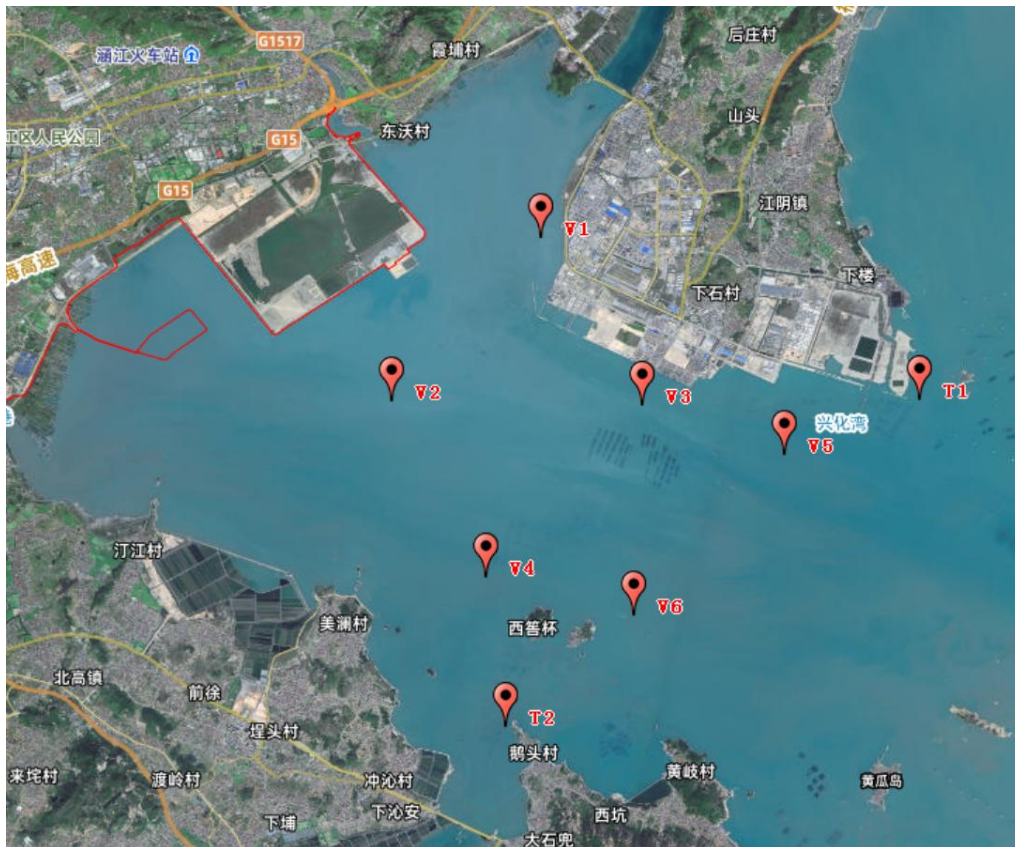


图 4.1-4 水文测点（验证点）分布示意图

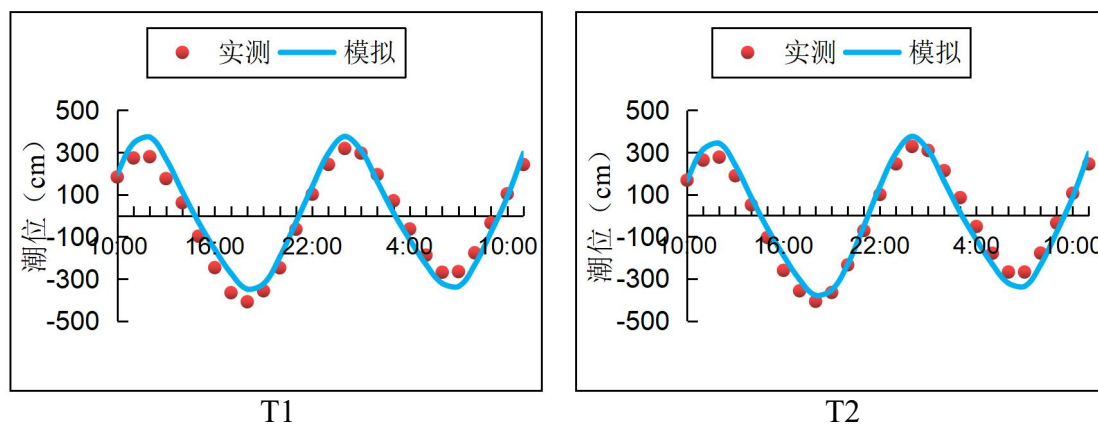
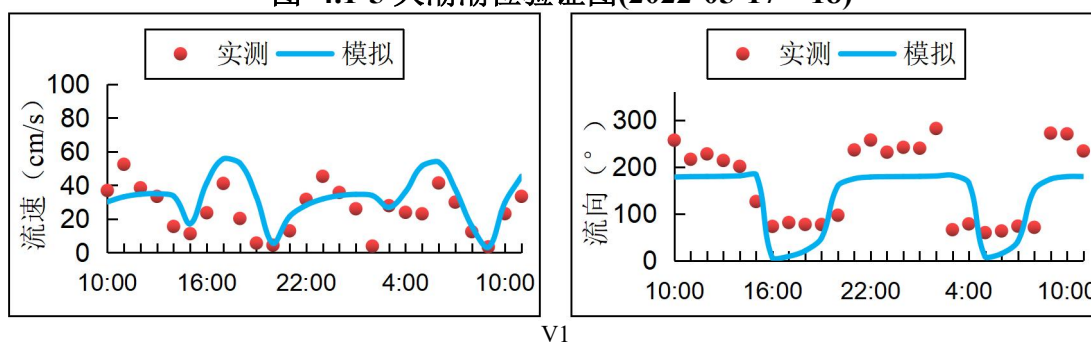


图 4.1-5 大潮潮位验证图(2022-05-17~18)



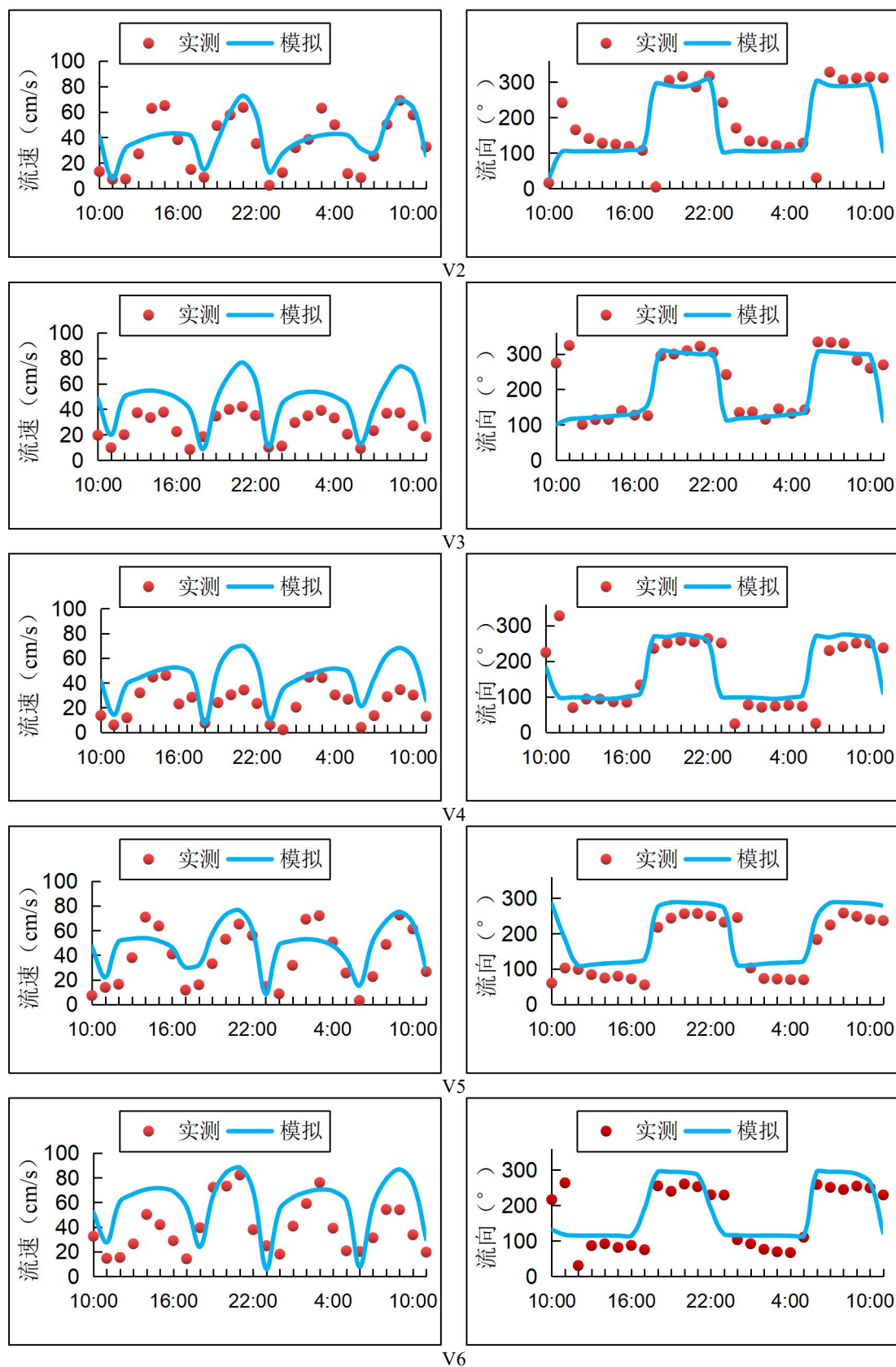


图 4.1-6 大潮流速流向验证图(2022-05-17~18)

4.1.6 水文动力影响

本项目用海方式是透水构筑物用海，对潮流场的影响小，但实际上工程桩基分布密集，建成后将会减小工程海域的过水断面，所以，对于工程所在的局部海域的工况边界的处理采用减小水深的方法，来反映工程建成后对局部海域过水断面的影响。

（1）工程周边海域现状流场

图4.1-7和图4.1-8所示分别为计算海域大潮涨、落急时刻的流场。由图可知，兴化湾湾内和口门附近呈现往复流特征，湾外呈现旋转流特征；兴化湾湾内潮流运动受南日水道和兴化水道两股潮流控制，兴化水道的水动力强于南日水道。

涨潮时，外海涨潮流从东南方向流入计算海域，受南日群岛的阻挡分为两支，一支经兴化水道向西流动，经高山湾湾口时部分涨潮流北上流入高山湾，部分涨潮流沿兴化水道继续向西流动；一支经南日水道北上，二者在兴化湾湾口汇合并流入兴化湾，随后向湾顶的方向运动；受江阴半岛的阻挡兴化湾部分涨潮流沿江阴半岛南岸流入湾顶，部分涨潮流沿江阴半岛东岸流入湾顶。

落潮时，兴化湾湾顶的落潮流绕过江阴半岛在兴化湾湾口汇合，随后在南日群岛的阻挡下分别经由南日水道和兴化水道流向外海，此外，高山湾落潮流在兴化水道与兴化湾落潮流汇合流向外海。

（2）工程后流场变化

从大范围流场对比看，工程的实施对流场影响不大，从工程区附近的流场看，由于桩基的阻水作用，潮流在工程区形成缓流区，且流向受桩基影响发生明显变化。

从大范围流场对比看，工程的实施对落急流场影响不大，从工程区附近的流场来看，潮流从桩基间由北向南退潮露滩，由于工程位于高潮区域，落潮流速未发生明显变化。

涨急时，工程方案实施后，受桩基影响工程周边流速呈减小趋势，越靠近桩基，流速减小幅度越大，工程周边局部水域最大流速减小幅度在0.1~0.2m/s之间，从平面分布看，工程区南侧流速减小幅度和范围相对较大；落急时，由于工程位于高滩，退潮流速变化范围明显小于涨急，桩基的阻水作用主要体现在工程区北侧，落急流速变化范围小于涨急流速，流速减少幅度小于0.1m/s。

由于工程位于海域浅滩，工程的实施对周边大范围海域流态影响不大，仅对工程桩基附近水域流态有一定的影响。

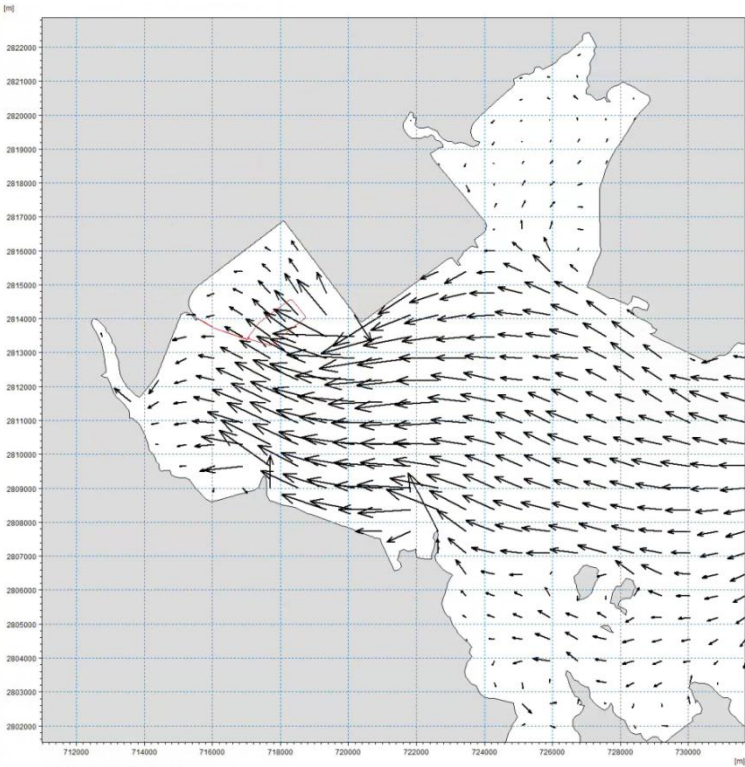


图 4.1-7 工程前计算海域涨急流场

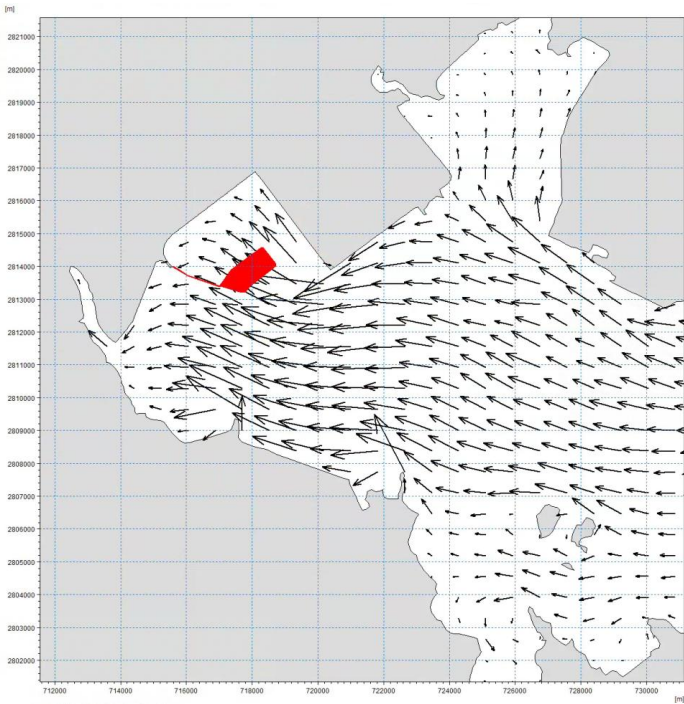


图 4.1-8 工程后计算海域涨急流场示意

4.2 冲淤环境影响分析

4.2.1 泥沙冲淤模型

(1) 泥沙传输扩散方程

泥沙输运模型是在水动力模型的基础上代入了泥沙传输扩散方程，如下：

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

式中， \bar{c} 表示平均浓度，单位为 g/m^3 ； u 、 v 分别对应于 x 、 y 轴的流速分量； D_x 、 D_y 表示分散系数，单位为 m^2/s ； h 表示水深，单位为 m ； S 表示沉积/侵蚀源汇项，单位为 $\text{g/m}^3/\text{s}$ ； Q_L 表示单位水平区域内点源排放量，单位为 $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ ； C_L 表示点源排放浓度，单位为 g/m^3 。

(2) 泥沙的沉积和侵蚀

泥沙受到波流的共同作用，在水体中会处于悬浮、沉积以及再悬浮的状态。水体中的悬沙变为底床沉积物的工程称为泥沙的淤积，泥沙从底床向水体转移的工程称为底床层的侵蚀。在泥沙输运模型中，以水流床面剪切应力与泥沙临界淤积剪切应力之间的大小关系作为判断淤积和侵蚀的标准。当水流床面剪切应力大于泥沙临界淤积剪切应力时，底床处于侵蚀状态，反之，泥沙则会淤积。

1) 粘性泥沙沉积和侵蚀

沉积速率的计算式如下所示：

$$S_D = w_s c_b p_d$$

式中，

w_s 表示沉降速度，单位为 m/s ； c_b 表示近底床泥沙浓度，单位为 kg/m^3 ； p_d 表示沉降概率。

根据底床密实程度，侵蚀计算可做以下划分：

① 密实、固结底床侵蚀

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \tau_b > \tau_{ce}$$

② 软、部分固结底床侵蚀

$$S_E = E \exp \left[\alpha (\tau_b - \tau_{ce})^{1/2} \right], \tau_b > \tau_{ce}$$

式中, E 表示底床侵蚀度, 单位为 $\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$; τ_b 表示底床剪切力, 单位为 N/m^2 ; τ_{ce} 表示侵蚀临界剪切力, 单位为 N/m^2 ; N 表示侵蚀能力; α 表示参考系数。

2) 非粘性泥沙沉积和侵蚀

①非粘性土沉积方程组如下:

$$S_d = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e < \bar{c}$$

$$t_s = \frac{h_s}{w_s}$$

$$\bar{c}_e = 10^6 \cdot F \cdot C_a \cdot s$$

$$F = c / c_a$$

式中, c_e 表示平衡浓度; s 为相对密度, 取2.65。

②非粘性土侵蚀

$$S_e = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e > \bar{c}$$

4.2.2 泥沙冲淤模型

通过冲淤模型 (MT) 计算得到工程区及其周边海域一年后的泥沙冲淤情况如图 4.2-1 所示。其中, 负值代表淤积状态, 正值代表冲刷状态。由泥沙冲淤结果可以看出: 工程周边海域位于兴化湾湾顶潮间带高滩, 现状滩面因多年的冲淤平衡以及人为活动形成较为平整滩面。工程实施后区, 工程桩基分布较密集, 工程前沿海域流场减弱, 淤积情况相对于周边海域显著但对淤积环境影响不大, 最大淤积量出现在工程区域附近, 在 0.002m~0.025m 之间。由于工程位于高滩, 流场较弱, 一段时间后冲淤即可达到新的平衡。

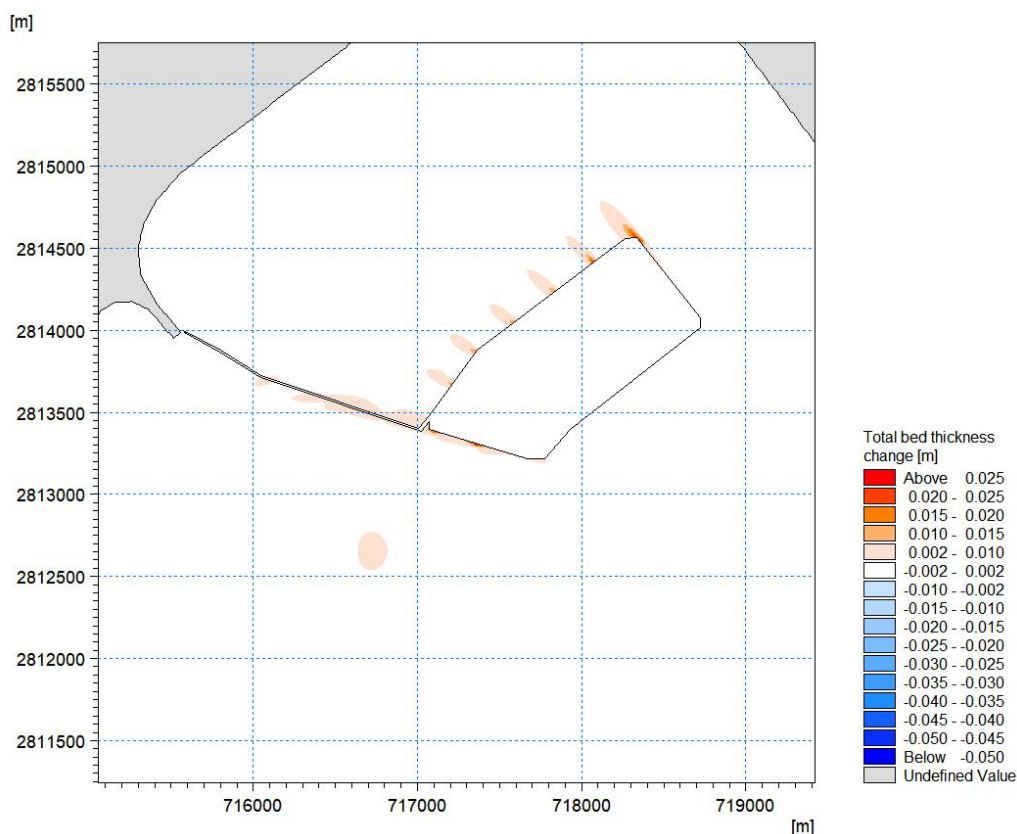


图 4.2-1 工程区及其周边海域年冲淤分布图

4.3 海水水质环境影响分析

4.3.1 施工期本项目对海域水质环境影响

(1) 悬浮泥沙入海对海域水环境影响分析

本光伏发电项目，光伏支架采用单桩独立基础，预应力混凝土管桩，采用静压式柴油打桩机进行沉桩，沉桩作业采用 RTK、GPS 等工具配合吊打工艺进行沉桩，定位较准确，桩基打入以及海底电缆建设对海底沉积物扰动较小，施工时悬浮泥沙产生量少且位于底部，大部分会迅速沉降，桩基施工悬浮泥沙和电缆敷设开挖施工搅动产生的悬浮泥沙对水质环境影响很小，施工的影响时间短暂，随着施工的结束，其影响也随之消失，因此施工悬浮泥沙对水质环境影响很小。

①预测方法

泥沙在海水中的沉降、迁移、扩散过程，由平面二维对流、扩散方程表示，见第 3 章控制方程。边界条件处理如下：

$$\frac{\partial S}{\partial n} = 0$$

其中，闭边界上法向物质通量为 0，开边界考虑悬浮浓度为 0，即 $S(x, y, t) = 0$ 。

②计算条件

根据工程建设方案，光伏区支架桩基型号 PHC400AB95-8（75231 根），光伏区箱逆变一体机桩基型号 PHC400-AB-10（558 根），光伏区栈道桩基型号 PHC300-AB-9（6119），项目区 90%以上桩基采用 PHC 混凝土高强预应力管桩，桩基直径为 400mm，工程施工过程中预应力管桩直接用打桩机振沉至设计高程，施工过程类似于抛石挤淤，打桩施工产生的悬浮泥沙源强采用以下公式计算：

$$S = (1 - \theta) \cdot \rho \cdot \alpha \cdot P$$

式中：S—预制桩打桩的悬浮物源强（kg/s）；

θ —沉积物天然含水率，根据工程所在海域沉积物含水率情况，表层淤泥含水率取平均值 60%；

ρ —颗粒物湿密度，取平均值 1610kg/m³；

α —泥沙中颗粒物所占百分率，根据地勘细中砂颗粒组成表，取平均值 62.2%；

P—平均挤淤强度（m³/s），挤淤强度按预应力管桩的施工效率计算。

根据建设单位提供的初步施工方案，本工程陆域周边施工采用打桩机沉桩施工，海域外侧使用打桩船海上施工，一艘施工船舶上设置 1 台打桩机作业，预计使用 2 艘打桩船同时施工，每根预制桩沉桩时间约为 1 小时。计算悬浮泥沙源强为：

$$(1-0.6) \times 1610 \text{kg/m}^3 \times 0.622 \times 0.15 \text{m}^2 \times 3.14 \times 10 \text{m} / 3600 \text{s} \times 2 = 0.157 \text{kg/s}$$

在工程区选取有 18 个代表性的站位进行悬浮泥沙扩散范围计算，代表站位见图 4.3-1。

（2）结果分析

计算工况考虑大、小潮全潮期间均有施工，按不利条件预测在大潮期预制桩基施工产生悬浮物的扩散范围和浓度，统计分析悬浮物的最大影响范围。

图 4.3-1 为全潮工况下悬浮物包络线预测结果，可见，施工产生的悬浮物浓度大于 10mg/L 的最大影响包络范围约 1320.9hm²，悬浮物浓度大于 20mg/L 的最大影响包络范围约为 1023.87hm²，悬浮物浓度大于 50mg/L 的最大影响包络范围约为 552.04hm²，悬浮物浓度大于 100mg/L 的影响范围在预制桩打桩施工点周边

50m 范围内，由于工程桩基之间距离较密，均小于 10m，因此悬浮物浓度大于 100mg/L 的最大影响包络范围为工程区及周边范围为 540.87hm²。施工引起悬浮物扩散是暂时的，随着施工结束，悬浮物对滨海附近海域的影响也将消失。施工期 SS 包络线范围见表 4.3-1。

表 4.3-1 施工期 SS 包络线范围统计表

悬浮泥沙增量浓度 (mg/L)	全潮 (hm ²)
≥10	1320.9
≥20	1023.87
≥50	739.00
≥100	540.87



图 4.3-1 悬浮泥沙扩散全潮最大包络线范围图

(3) 施工废水排放对水环境的影响分析

本项目施工期废水包括陆域施工场地生活污水、施工车辆及机械设备冲洗废水、施工船舶生活污水与含油废水等，施工场地生活污水经临时施工区化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理；施工船舶生活污水、含油废水统一收集后交由有资质的单位接收处置，不外排；施工车辆及机械设备冲洗废水经隔油沉淀处理回用于车辆冲洗或施工场地洒水降尘，含油废渣交

有资质的单位处理。综上，经上述处理后，项目施工期产生的废污水对周边海域环境影响很小。

4.3.2 运营期本项目对海域水质环境影响

（1）光伏板清洗废水对海水水质的影响

工程区域附近主要养殖缢蛭等。本项目光伏区的建设并不会造成项目区污染物鸟粪、SS、盐粒产生量的增加，但光伏板将对污染物起到临时阻隔、聚集效果，并未新增污染物的产生。本项目光伏板运营期间光伏组件的清洗为天然雨水冲刷，冲洗排水无有害物质，其排水中污染物为含悬浮物，仅含少量的灰尘颗粒，不会对海洋的沉积物环境有太大影响，直接排至光伏板下海域，短时间内污染物排放源强增幅较小。

本项目光伏板冲洗为天然雨水冲刷，可降低单次排放污染物总量，降低冲洗废水对海水水质的影响。主要污染物为鸟粪、SS、盐粒，在冲洗过程中将导致局部海水悬浮物含量增加，盐度增大，受鸟粪影响水质质量下降，但随着间断性冲洗结束，该影响将逐渐消失，冲洗废水中的悬浮物经自然沉淀后成为底泥，盐粒及鸟粪随着潮流交换，溶解且浓度逐渐变小，直至恢复至原有的水质状况。考虑到本项目冲洗频率较高，因此污染物单次聚集浓度较小，且光伏区每次冲洗采用分区块间断性冲洗，可有效避免每次冲洗过程中对光伏区海水水质造成较大冲击影响。

综上所述，本项目运营期光伏板采用海水直接冲洗，每次冲洗间隔时间较短，每次冲洗时，污染物聚集量少，不采用洗涤剂，每次冲洗光伏区分区间断性进行，光伏板冲洗废水对海水水质的影响程度较小，且随着冲洗作业结束，影响逐渐消失，因此本项目运营期光伏板冲洗对海水水质的影响程度较小。

（2）生活废水对海水水质的影响

本项目运营期水污染源包括管理人员生活污水、厨房废水。管理人员生活污水厨房废水经项目区内隔油池、化粪池进行预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理后达标排放，因此运营期对周边海水的影响程度较小。

(3) 光伏区防腐对海水水质的影响

本项目光伏区仅对光伏阵列支架进行热镀锌或锌镁铝处理,对光伏支架混凝土桩身参入适量阻锈剂和矿物掺合料,要求抗渗等级不低于 P8,本项目组件最低点距离塘基不低于五十年一遇洪水位 0.5m,因此在正常情况下光伏支架不会浸泡在海水中,由于本项目的防腐设计,自然条件不会造成防腐层金属离子的释放,不会对周边水质造成影响。

4.4 海域沉积物环境影响分析

4.4.1 施工悬浮物对沉积物环境的影响分析

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疏浚点附近海底,而细颗粒部分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。

评价海域沉积物环境质量良好,本项目施工过程产生的悬浮物来自本工程海域,它们的环境背景值与工程海域沉积物背景值相近或一样,且沉积物质量现状良好,施工过程只是将沉积物的分布进行了重新调整,一般情况下打桩施工造成的沉积物化学溶出物有限,对工程区及周边海域的沉积物环境的影响甚微,因此,施工期悬浮物对工程海域沉积物质量的影响很小,不会明显改变工程海域沉积物的质量。

4.4.2 施工期污染物排海对沉积物环境的影响分析

污染物排放入海,污染物质在上覆水相、沉积物相和间隙水三相中迁移转化,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。

施工场地生活污水经项目区化粪池预处理后,通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理;施工船舶生活废水、船舶垃圾、含油废水统一收集后交由有资质的单位处置,不外排;车辆机械冲洗废水隔油沉淀处理回用不外排,含油废渣交由有资质的单位处理。经采取以上措施后,施工期废水均得到有效处理,不排放入海,对海域水质和沉积物环境基本上没有影响。

4.4.3 运营期本项目对沉积物环境的影响分析

本项目运营期水污染源包括管理人员生活污水、厨房废水、光伏板冲洗废水。管理人员生活污水、厨房废水经项目区内隔油池、化粪池预处理后通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理，对周边海洋沉积物的影响很小。

本项目光伏板冲洗为间断性冲洗，主要污染物为鸟粪、SS、盐粒，冲洗过程中将导致局部海水悬浮泥沙含量增加。可采用间接性多批次清洗，以降低单次盐粒、鸟粪、粉尘等污染物排放量，降低冲洗废水对海水水质的影响。

盐度、鸟粪基本不会影响海洋沉积物环境，且随着潮流交换，盐度、鸟粪浓度逐渐变小。在潮流和地形作用下，光伏区产生的SS经自然沉淀后成为底泥，将在一段时间后形成新的沉积物环境。

综上所述，本项目运营期对周边海洋沉积物的影响程度较小。

4.5 海域生态环境影响分析

本项目施工期海洋生态影响主要为悬浮泥沙散落入海对海洋生物的影响，桩基占海对底栖生物的影响，以及施工人员生活污水、施工车辆及机械设备冲洗废水、施工船舶含油废水、船舶垃圾、施工人员生活垃圾等污染物处理不当排海导致对海洋生物的影响。运营期海洋生态影响主要为光伏板冲洗废水排放对海洋生态环境影响，管理人员生活污水，生活垃圾等固体废物排放对海洋生态环境的影响。

4.5.1 悬浮泥沙入海对海洋生物的影响分析

悬浮泥沙主要通过增加水体浑浊度所产生一系列负效应及沉降后掩埋作用而对水体中各生物类群，如浮游植物、浮游动物及鱼类等进行生理、行为、繁殖、生长等方面的影响，从而影响整个水生态系的种群动态及群落结构。

（1）对浮游生物的影响

悬浮泥沙对浮游生物的影响首先主要反映在悬浮泥沙入海将导致水体的浑浊度增加，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长。由于海洋生物的“避害”反应，施工区周边海域的浮游动物也将暂时变少。

此外，还表现在对浮游动物的生长率、摄食率的影响等。根据悬浮泥沙对水生生物的毒性效应的试验结果可知，当悬浮泥沙浓度达到9mg/L时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物光合作用。根据悬浮泥沙扩散的预测结果可知，本项

目施工引起海水中悬浮物的增量超 10mg/L 的总面积为 13.21km²，但施工期间，影响是短暂性且影响的范围有限，施工一旦停止，影响程度迅速降低，浮游生物的生存环境在短时间内得到恢复正常。

（2）对游泳动物和鱼卵仔鱼的影响

施工期间由于悬浮泥沙入海也会在一定程度上对施工区附近海域的游泳动物环境造成影响。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的，悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，他们将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。虽然游泳动物具有逃避恶劣环境，寻找适宜生存场所的本能，但对正处于生长阶段的鱼卵、仔鱼来讲，由于活动能力差，对环境条件的要求较高，而且较为敏感，施工阶段海域悬浮物及污染物扩散对工程区附近海区鱼卵、仔鱼的正常生长发育仍然会产生一定的负面影响。

（3）对底栖生物的影响

悬浮泥沙的二次沉淀也将掩埋工程区附近的底栖生物，从而对扩散区附近的底栖生物也产生一定的影响。根据悬浮泥沙浓度增量预测结果，影响范围主要在施工海域约 100m 至 4km 范围内左右，将有约 30% 的底栖生物受到伤害。施工结束后，项目周边的底栖生物群落将逐渐得到恢复并重新建立，一般情况下底栖生物重建群落需要二年或稍长时间，对项目区周边海域底栖生物的影响是暂时的，可恢复的。

4.5.2 施工期其他污染物对海洋生态的影响分析

（1）施工船舶机舱油污水对海洋生态环境的影响

含油污水会给海洋生态环境造成危害。石油块（粒）覆盖生物体表后会影响到动物的呼吸和进水系统。石油随悬浮物沉降在潮间带和浅水区后，会使底栖生物的幼虫与孢子失去合适的固着基质，甚至发生严重的化学毒性效应。

本项目施工船舶含油废水、生活污水分类收集后，委托有船舶污染物接收资质的单位接收处置，不得随意排海。因此只要严格施工管理，正常情况下船舶废水不会对海域生态环境造成不利影响。

（2）陆域施工人员生活污水、施工废水对海洋生态环境的影响

施工场地生活污水经项目区化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理；施工机械设备和运输车辆冲洗废水经隔油沉淀池沉淀后回用不外排，含油沉渣定期交有资质的单位处理。因此施工期产生的污水对海洋生态环境基本无影响。

但施工阶段如管理不善，还可能导致施工生产废水和施工期生活污水排入海域，污染海水水质，影响海洋生物的生长繁殖。因此，施工期应加强施工管理，避免施工废水直接排入水体。在经过妥善处置的前提下，施工期污水对海洋生态环境影响较小。

（3）施工期固体废物对海域生态环境影响分析

施工期固体废物主要是施工作业中产生的建筑垃圾、施工人员的生活垃圾、施工船舶生活垃圾等。

①施工期建筑垃圾

本工程产生的建筑施工废弃物主要包括：施工营地中材料加工产生的边角料；支架安装产生的废弃材料；升压站、储能区、光伏列阵区等焊接产生的焊渣；升压站施工产生的建筑垃圾等，运至市政建筑垃圾消纳点处置，按照城市建筑垃圾管理相关条例运至指定地点处置。基本上不会对海域环境产生影响。

②施工人员的生活垃圾

本项目生活垃圾定期运送至邻近城镇垃圾填埋场进行卫生填埋处理。由于施工期较短，垃圾产生量有限，并妥善处置，施工人员生活垃圾对外环境的影响较小。

③施工船舶生活垃圾

船舶施工人员的生活垃圾采用专门垃圾袋或垃圾桶收集贮存，由有资质的接收单位接收处置。船舶保养产生的废机油等船舶垃圾需由具有资质的船舶清污公司负责接收和处置，不得排海。采取以上措施后，施工船舶生活垃圾对周边环境影响较小。

4.5.3 项目运营对海洋生态环境的影响分析

(1) 运营期污染物排放对海洋生态环境影响

本项目运营期废(污)水包括管理人员生活污水、厨房废水、光伏板冲洗废水。管理人员生活污水、厨房废水经项目区内隔油池、化粪池进行预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理，因此运营期对周边海洋生态的影响程度较小。

本项目光伏板冲洗主要污染物为鸟粪、SS、盐粒，间断性冲洗水排放时可能短时间影响局部区域海水水质，冲洗作业过程中绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避，但底栖生物及一些行动迟缓的海洋生物将受到影响。但考虑到光伏板采用海水直接冲洗，每次冲洗间隔时间较短，每次冲洗时污染物聚集量小，不采用洗涤剂，每次冲洗光伏区分区间断性进行，光伏板分批次冲洗，同一时段产生的污染物含量较小，影响时间较短，且随着冲洗结束，其影响逐渐消失，因此本项目运营期光伏板冲洗对海洋生态环境的影响程度不大。

(2) 光伏板遮蔽海域对海洋生态环境的影响

项目运营期光伏板对用海区域的遮蔽导致日照时间减少，进而导致海水中的浮游植物光合作用减少，海水中溶解氧降低，会对海洋生态产生一定影响。但项目占用海域面积相对较小，用海方式为透水构筑物，不会阻碍海水交换；同时本项目位于滩涂，海水交换主要方式为潮流、潮汐涨落，浮游植物含量较低，初级生产力较低，日照时间减少对初级生产力的影响不大。故项目光伏板遮蔽海域对海洋生态环境的影响较小。

(3) 水文动力变化对海洋生态环境的影响

涨急时，工程方案实施后，受桩基影响工程周边流速呈减小趋势，越靠近桩基，流速减小幅度越大，工程周边局部水域最大流速减小幅度在0.1~0.2m/s之间，从平面分布看，工程区南侧流速减小幅度和范围相对较大；落急时，由于工程位于高滩，退潮流速变化范围明显小于涨急，桩基的阻水作用主要体现在工程区北侧，落急流速变化范围小于涨急流速，流速减少幅度小于0.1m/s。

但由于本项目位于高滩之上，原有的水文动力条件较弱，且本项目为透水构筑物，桩基式光伏电站桩基南北向距离不小于6.6m，场区内还留有16m宽

的通道，不会阻碍海水交换，因此，本项目的设导致水文动力减弱对项目区内海洋生态环境影响程度较小。

（4）项目运营对周边养殖环境的影响分析

根据调访，垦区现有养殖活动主要养殖缢蛏，优选壳长 1.0 cm 以上苗种，通过围垦、修筑养殖池的方式进行养殖，软泥底质每亩播种 50-60 万粒，泥沙混合底质 70-80 万粒，砂质底质可增至 100 万粒。符合垦区地质状况，项目施工期固废、液废及时清退不会对垦区地质状况造成影响，本项目运营期内不会对垦区地质状况造成影响；播种主要集中在早春、即 2 月下旬至 4 月上旬、当地水温稳定在 10-20℃ 时开始播种；定期投喂豆浆或藻类，辅以尿素、过磷酸钙培育浮游生物营造缢蛏生长环境。养殖池的给排水工艺保持工程前垦区的修筑工艺，海水随潮流涨落进行交换。光伏区遮蔽范围会随太阳照射角度的变化而变化，不会导致长时间阳光遮蔽。本项目位于滩涂湿地，主要海水交换方式为潮汐、潮流涨落，浮游植物含量较低，初级生产力较低，日照时间减少对初级生产力影响不大，垦区养殖水质环境主要依赖潮汐、潮流涨落，因此本项目的运营期对养殖水质的影响程度较低。

4.5.4 项目对海洋生物资源影响损失计算

（1）生物损失量评估方法

①桩基占用渔业水域的海洋生物损失量评估

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中的规定，因工程建设需要，占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失，各种类生物资源损害量评估公式如下：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i —第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

D_i —表示评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为，尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]、千克每平方千米（kg/km²）；

S_i —第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

本工程光伏桩基群直接占用海域面积为 0.56hm²，根据施工工艺，本项目桩基施工将会导致潮间带底栖生物丧失，通过春秋两季的海洋生态概况，该海域

潮间带底栖生物生物量取值为 44.62g/m²。故本项目永久性占用海域引起的底栖生物损失=工程永久性占用海域面积×底栖生物平均生物量
=0.56hm²×44.62g/m²=24.99t。

②悬浮泥沙扩散范围内的海洋生物资源损害评估

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

◆一次性平均受损量计算

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

W_i—第*i*种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾，个，千克；
D_{ij}—某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源密度，单位为个/km²、尾/km²、 kg/km²；
S_j—某一污染物第*j*类浓度增量区面积，单位为km²；
K_{ij}—某一污染物第*j* 类浓度增量区第 *i* 种类生物资源损失率（%），生物资源损失率取值参见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）附录B，见表4.5-1。
n—某一污染物浓度增量分区总数。

表 4.5-1 污染物对各类生物损失率

悬浮物浓度增量范围（mg/L）	悬浮物浓度增量包络面积（km ² ）	污染物 <i>i</i> 的超标倍数（ <i>B_i</i> ）	各类生物损失率（%）			
			鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
10~20	2.97	<i>B_i</i> ≤1倍	5	<1	5	5
20~50	2.85	1< <i>B_i</i> ≤4 倍	5~30	1~10	10~30	5~30
50~100	1.98	4< <i>B_i</i> ≤9倍	30~50	10~20	30~50	30~50
>100	5.41	9≥倍	≥50	≥20	≥50	≥50

注：该表列出污染物*i*的超标倍数（*B_i*），指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》 的倍数，对标准中未列的污染物，科参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标准倍数最大的污染物为评价依据。

◆持续性损害受损量计算

当污染物浓度增量区域存在时间超过15d时，应当计算生物资源的累计损害量：

$$M_i = W_i \times T$$

M_i —第 i 种类生物资源累计损害量，单位为个、尾、kg；

W_i —第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为个、尾、kg；

T —污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除 15），单位为个。根据悬浮泥沙扩散的预测结果可知：

表 4.5-2 悬浮泥沙影响面积表

浓度 (mg/L)	≥ 100	50~100	20~50	10~20
本项目总面积 (km ²)	5.41	1.98	2.85	2.97

据调查，工程区及周边海域春浮游植物细胞数量的平均值为 22765cells/L；春季浮游动物的平均生物量为 1086.7mg/m³；春季鱼卵平均密度为 0.933ind/m³；春季仔稚鱼平均密度为 0.032ind/m³；春季游泳动物平均生物量为 311.942kg/km²。本项目工程区水深按 1.5m 计，本项目因悬浮泥沙影响面积导致的海洋生物资源受损量见表 4.5-3。

（2）施工期生物资源损害评估

①底栖生物的经济价值计算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，底栖生物经济损失按下式计算：

$$M=W \times E,$$

式中：

M ——经济损失金额，单位为元（元）；

W ——生物资源损失量，单位为千克（kg）；

P ——生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海域捕捞产值与产量均值的比值计算，单位为元每千克（元/kg），本报告按照目前贝类的平均价格为10元/kg进行计算。

②鱼卵、仔稚鱼的经济价值计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下式计算：

$$M=W \times P \times E$$

式中： M ——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元（元）；

W ——鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个（个）、尾（尾）；

P——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1% 成活率计 算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按5%成活率计算，单位为百分比（%）；

E——鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单 位为元每尾（元/尾）。按照目前平均为 0.5 元/尾。

③成体生物资源经济价值计算

成体生物资源经济价值按照下式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：

M_i ——第*i*种类生物成体生物资源的经济损失额，单位为元；

W_i ——第*i*种类生物成体生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E_i ——第*i*种类生物成体生物资源的价格，成鱼价格按20元/kg 计。

表 4.5-3 本项目悬沙造成海洋生物资源受损量计算表

	各类生物平均损失率（%）及生物资源密度				
	浮游植物	浮游动物	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物
生物资源密度	22765cells/L	1086.7mg/m ³	0.933ind/m ³	0.098ind/m ³	311.942kg/km ²
各类生物损失率 (≥9 倍)	50%	50%	50%	50%	20%
一次性平均受损量	1.23×10 ¹⁴ cells	5879.05kg	5.01×10 ⁶ ind	5.28×10 ⁵ ind	3.38kg
各类生物损失率 (4<Bi≤9 倍)	40%	40%	40%	40%	15%
一次性平均受损量	3.61×10 ¹³ cells	1721.33kg	1.48×10 ⁶ ind	1.56×10 ⁵ ind	92.65kg
各类生物损失率 (1<Bi≤4 倍)	20%	20%	20%	20%	5%
一次性平均受损量	2.6×10 ¹³ cells	1238.83kg	1.07×10 ⁶ ind	1.12×10 ⁵ ind	44.46kg
各类生物损失率 (≤1 倍)	5%	5%	5%	5%	1%
一次性平均受损量	6.76×10 ¹² cells	322.75kg	2.78×10 ⁵ ind	2.91×10 ⁴ ind	9.27kg
一次性受损总量	1.92×10 ¹⁴ cells	9161.97kg	7.83×10 ⁶ ind	5.57×10 ⁶ ind	483.89kg
持续性受损量	1.19×10 ¹⁵ cells	56765.83kg	4.88×10 ⁷ ind	5.12×10 ⁶ ind	2850.19kg

注：施工期间产生的悬浮泥沙浓度增量在区域存在时间少于15天，因此周期为1，平均水深按1.5m 进行计算。

拟建项目直接占用海域面积 0.56hm²，占用海域面积引起的底栖生物损失量约为 0.14t。施工及运营期作业产生的悬浮泥沙污染造成浮游植物、浮游动物、

鱼卵、仔稚鱼、游泳动物的持续性损害受损量分别为 1.19×10^{15} cells、56765.83kg、 4.88×10^7 ind、 5.12×10^6 ind 和 2850.19kg。

④海洋生物资源损失补偿估算

根据中华人民共和国水产行业标准（SC/T9110-2007）《建设项目对海洋生物资源 影响评价技术规程》中“生物资源损害赔偿和补偿计算方法”中鱼卵、仔稚鱼、潮间带生物，底栖生物经济价值计算，其补偿年限（倍数）确定按以下原则：

◆施工对水域生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的补偿年限均按不低于 20 年计算；

◆占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3 年~20 年的，按实际占用年限补偿；占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿；

◆一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的 3 倍；

◆持续性生物资源损害的补偿分 3 种情形，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限为 3 年~20 年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间 20 年以上的，补偿计算时间不应低于 20 年。

根据计算，因此本项目建设造成的海洋生物损失额总计 122.5 万元，项目导致的海洋生物经济损失额如下表 4.5-4 所示。

表 4.5-4 经济损失额估算

项目	海洋生物	受损量	单价	换算比例	补偿年限	经济损失额(万元)
桩基直接占用	底栖生物	121.66kg	10元/kg	100%	按20年	2.43
施工悬沙	鱼卵	4.88×10^7 ind	0.5元/个	1%	按3年补偿	73.126
	仔稚鱼	5.12×10^6 ind	0.5元/尾	5%	按3年补偿	38.39
	游泳生物	2850.19kg	10元/kg	100%	按3年补偿	8.55
合计						122.5

为减少工程施工和运营过程中对海域生物和渔业资源造成的损失，建设单位应参照农村农业部的有关规定，按照等量生态补偿原则进行海洋生态资源补偿，损失多少补偿多少，主要采取增殖放流等形式。因此，建设单位应支付海洋生态资源补偿金约 122.5 万元，列入项目环保投资，在项目区海域实施增殖放流活动，

增殖放流具体品种、地点、数量等工作在当地海域与渔业行政主管部门的指导下进行，通过增殖放流强化该海域海洋生态资源的恢复。

4.6 工程建设对海洋环境敏感目标的影响分析

4.6.1 工程建设对海洋生态保护红线区的影响分析

项目周边海洋敏感目标包括海洋生态保护红线、海洋保护功能区及海水养殖区，根据第一章可知，项目距离最近的生态保护红线区：美澜至林垵海岸防护生态保护红线区 8.7km，距离周边自然岸线较远，项目不会对其造成影响，因此本项目主要针对海水养殖区进行分析。

4.6.2 工程建设对周边养殖的影响分析

（1）施工期对周边养殖的影响分析

在潮流场的作用下，悬浮物扩散浓度增量主要分布在工程区及其周边海域。悬浮物扩散浓度增量主要分布在工程区及其周边海域。影响范围内分别有三江口镇哆中村、新兴村、鲸山村、高美村、鳌山村、东盛村养殖户的养殖区。但本项目施工强度小，且位于湾顶潮滩海域，水浅潮弱，悬浮物扩散范围有限，且该影响仅存在于施工期，施工结束后影响逐渐消失。本项目悬沙影响范围示意图见图 4.3-1 所示。

项目区将在哆中村、新兴村、鲸山村的缢蛏养殖上进行渔光互补项目，莆田市涵江区三江口镇人民政府因莆田市涵江临港产业园填海造地工程建设需要，收回项目用海及涉及范围内的海域使用权。拟建光伏场区内现状已无权属，但现状的用海方式为“开放式养殖”，用海空间层为水体、海床和底土，养殖户仍然为哆中村、新兴村、鲸山村缢蛏养殖户。

与本项目 10mg/L 悬沙影响范围内养殖户的协调分析：与哆中村、新兴村、鲸山村情况相同，本项目项目施工产生的 10mg/L 悬沙影响范围内的海域滩涂，在莆田市涵江临港产业园区填海造地工程的补偿征迁的范围内，原来的养殖户已补偿到位。

项目用海区的缢蛏养殖季节为每年 5~8 月、11 月~次年 5 月。本项目开工前应涉及本项目用海范围的养殖户进行协商，待缢蛏成品采捕完成后撤离，先进行围垦内的施工，最大程度保障养殖户的利益，待项目完工后，可重新进行缢

蛭养殖活动。因此本项目施工期间对项目区内围垦养殖的在合理协商的前提下，影响程度较小。

（3）运营期光伏板对养殖环境的影响

根据《国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）可行性研究报告》（福建永福电力设计股份有限公司，2025 年 4 月），本项目光伏板的管桩设计高出水底至少 8m 左右，光伏阵列前后排中心间距为 7.3m、南北方向间距不小于 6.6m，光伏板倾角 15°，光伏板最大遮蔽率 53.47%，光伏板管桩设计平面布置图如图 4.6-1~4.6-2 所示，效果如图 4.6-3 所示。光伏区遮蔽范围会随太阳照射角度的变化而变化，不会导致局部长时间阳光遮蔽。日照时间减少导致海水中的浮游植物光合作用减少，海水中溶解氧降低，会对海水产生一定的影响。太阳光仍能照射到海水中，部分浮游植物和底栖藻类仍能进行光合作用。项目占用海域面积相对较小，用海方式为透水构筑物，不会阻碍海水交换；同时本项目位于滩涂湿地，主要海水交换方式为潮汐、潮流涨落，浮游植物含量较低，初级生产力较低，日照时间减少对初级生产力影响不大。且围垦区内养殖水随涨落潮进行海水交换，因此本项目的建设对养殖水质的影响程度较低。

根据调访，当地近岸滩涂区域主要养殖缢蛭，用船多为舢板、竹筏等小型养殖用船，养殖船舶规模较小。根据《国道G324线福清新厝双屿至大沃段公路工程海洋水文观测报告（春季）（修编稿）》，当地大潮最大涨落潮差以7.4m计，阵列间距足够小型养殖用船、小舢板在涨潮时进出，且场区内，场区内还留有16m宽的通道，有利于作业船只进行苗种的底播和贝类采捕，光伏场区内缢蛭养殖多为人工采捕，在工程后仍可供当地渔民进行养殖，光伏组件和作业船只之间不会相互产生影响，安全性可靠。综上，本项目营运期对当地缢蛭养殖环境的影响较小，本项目建成后与围垦区现有的养殖方案基本兼容，相互不会造成较大影响。

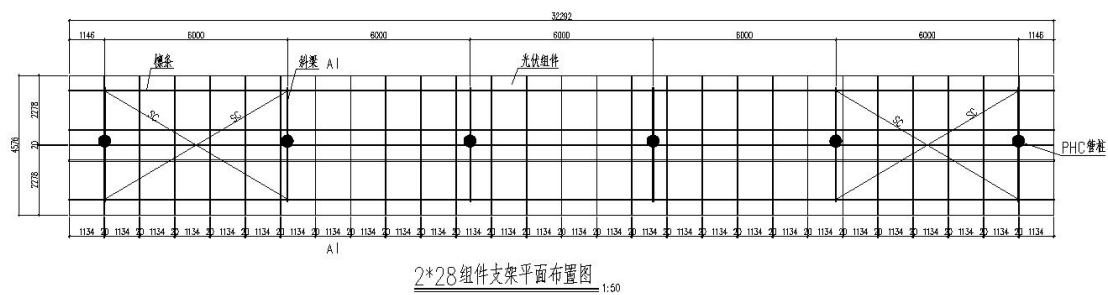


图4.6-1 2*28光伏组件支架平面布置图

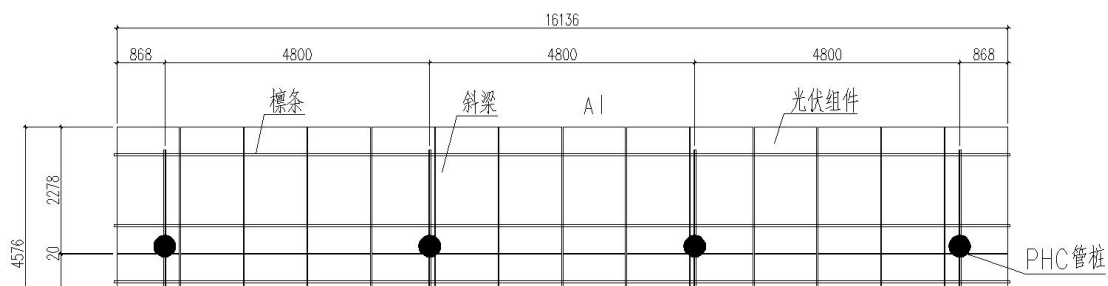


图4.6-2 2*14光伏组件支架平面布置图



图4.6-3 光伏设备建成效果

4.7 大气环境影响分析

4.7.1 施工期大气环境影响评价

(1) 施工扬尘影响

土石方运输过程扬尘、洒落物及升压站场地平整过程产生的扬尘对道路沿线及周边村庄、居民等的环境影响是本项目施工的重要环境影响源。根据施工的类比调查，扬尘量与土壤湿度、粒径、气候条件、施工方法、施工管理和产尘控制措施有关，一般在风速大于 3m/s 时容易产生起尘。一般来说，施工扬尘源高度一般较低，颗粒度也较大，为瞬时源，污染扩散距离不会很远，一般可控制在施工场所 100m 范围之内，且危害时间短，主要对施工人员和施工道路附近的居民影响较大。施工期车辆运输产生洒落尘土的一次扬尘污染和车辆运行时产生的二次扬尘污染均会对环境产生明显不利影响。扬尘的产生量及扬尘污染程度与车辆的运输方式、路面状况、天气条件等因素关系密切。根据以往经验监测分析，运输扬尘影响范围主要集中在运输路线两侧 50m 内，其影响范围和持续时间均有限。

本项目周边最近居民集中区距离本项目升压站施工场地约 640m，本项目施工过程中将设置施工围挡，并开启现场喷淋、雾泡进行降尘。材料运输车辆出场先清洗，场内外衔接段道路专人打扫及专用水车冲洗，将有效控制施工过程中产生的扬尘，施工扬尘局限在小范围内，对周围敏感点环境的影响不明显。但施工过程中应避免在大风天气进行，避免大风造成的粉尘污染。

(2) 施工船舶及施工车辆等移动机械尾气影响

施工废气主要来自燃油机械作业时所排放的废气和运输车辆、施工船舶的尾气，主要的污染物包括 NO_x、CO、THC 等。该类污染物虽然排放浓度较大，但由于工程施工车辆较少，而且工程所在区域地势开阔，易于扩散，因此对区域的大气环境质量影响较小，另一方面，燃油设施的尾气对环境的影响是暂时的，将随着施工期的结束而消失，且由于燃油设施的流动性，施工机械较为分散，各个单元废气产生量更为有限，因此该类污染物对区域环境空气质量和附近村庄的影响很小。

(3) 焊接烟尘

本项目光伏支架等材料均在制作完成后再送至施工场地,施工期仅进行 PHC 管桩横梁与桩的连接焊接。电焊烟尘来源于焊接过程中金属元素的挥发,成分复杂,主要成分是 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 MnO_2 。采用移动式焊接烟尘净化器处理后,施工期焊接烟尘产生量不大,作业点也较为分散,对周边环境空气质量影响较小。

4.7.2 运营期大气环境影响评价

运营期主要大气污染物为食堂油烟。项目生产区设一座食堂,均属《饮食业油烟 排放标准(试行)》(GB18483-2001)规定的“小型”餐饮单位。生产区食堂主要为生产区人员提供早中晚三餐,宿舍区食堂主要为厂内员工供应早中晚三餐,日就餐人数约为 6 人次。食堂炉灶所产生的餐饮油烟浓度在未采取净化措施加以治理的情况下,一般平均浓度约为 $12\text{mg}/\text{m}^3$,经净化效率大于 60% 油烟净化系统处理后屋顶排放,排放浓度可降至 $4.8\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。本项目运营期间管理人员数量较小,厨房产生的油烟量较小,在油烟净化系统处理后排放对周边的环境影响较小。

4.8 声环境影响分析

4.8.1 施工期声环境影响分析

建设过程中的施工机械包括搅拌运输车、水上打桩船、起重机、水上挖机、叉车、电缆敷设机、电焊机、振动棒等。

对于施工期间的噪声源的预测,通常将其视为点源预测计算。根据点声源衰减模式,可以估算出离声源不同距离敏感区的噪声值。预测模式如下:

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

式中:

$L_p(r)$ 为距离 r (m) 处的施工噪声预测值[dB(A)];

$L_p(r_0)$ 为声源 r_0 (m) 处的参考声级[dB(A)]。

r 为离声源的距离,单位米 (m);

r_0 为参考点距离,单位米 (m);

根据常见施工设备噪声源不同距离声压级及点源衰减预测计算,各种施工机械和运输车辆的噪声预测值情况见表 4.8-1。

设备噪声尽管在施工期间产生,但由于其具冲击性、有的持续时间较长并伴有强烈的震动,对环境的危害亦大。加上工程进度不同而设备的投入也不一样,

在施工初期，地面平整阶段，运输车辆的行驶和施工设备的运行具有分散性，噪声的影响属于流动性和不稳定性，此阶段对周围环境的影响不明显。桩基施工过程中进行的定点打桩等固定噪声源的增多，运行时间较长，此阶段对周围环境的影响越来越明显。但很大程度是取决于施工点与敏感点的距离和施工时段，距离越近或在夜间施工影响是最大的，但是施工期相对营运期而言其噪声影响是短暂的，一旦施工活动结束，施工噪声也就随之结束。

本项目 200m 范围内无声环境敏感点。施工噪声因不同的施工机械影响的范围相差很大，昼间机械设备在施工现场周围 50m 范围外的噪声值方能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523-2011），夜间则在场界 281m 范围外的噪声值方能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523-2011），因此施工单位夜间禁止施工，且施工现场在高噪声设备周边设置施工围挡等降噪措施，将施工期间噪声影响对周围群众的影响程度降到最小。

表4.8-1 各种施工机械及运输车辆在不同距离处的噪声预测值，单位dB(A)

序号	机械类型	声源特点	噪声预测值							
			5	10	20	40	50	100	150	200
1	搅拌运输车	不稳定源	80	74	68	62	60	54	50	48
2	水上打桩船	不稳定源	85	79	73	67	65	59	55	53
3	起重机	不稳定源	80	74	68	62	60	54	50	48
4	水上挖机	不稳定源	85	79	73	67	65	59	55	53
5	叉车	不稳定源	90	84	78	72	70	64	60	58
6	电缆敷设机	不稳定源	80	74	68	62	60	54	50	48
7	电焊机	不稳定源	65	59	53	47	45	39	35	33
8	振动棒	不稳定源	85	79	73	67	65	59	55	53

4.8.2 运营期声环境影响分析

(1) 运营期噪声源强

本项目运营期噪声主要为箱逆变一体机、升压站运营过程中产生的噪声，均为室外声源，主要噪声源强见第二章工程分析章节。

(2) 预测模型

根据项目建设内容及《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）的要求，选用的模型为《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）附录 A（规范性附录）户外声传播的衰减。

户外声传播衰减包括几何发散（Adiv）、大气吸收（Aatm）、地面效应（Agr）、障碍物屏蔽（Abar）、其他多方面效应（Amisc）引起的衰减。

①在环境影响评价中，应根据声源声功率级或参考位置处的声压级、户外声传播衰减，计算预测点的声级，分别按式（A.1）或式（A.2）计算。

$$L_p(r) = L_w + DC - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}) \quad (A.1)$$

式中：

$L_p(r)$ —预测点处声压级，dB；

L_w —由点声源产生的声功率级（A 计权或倍频带），dB；

DC —指向性校正，它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级 L_w 的全向点声源在规定方向的声级的偏差程度，dB；

A_{div} —几何发散引起的衰减，dB；

A_{atm} —大气吸收引起的衰减，dB；

A_{gr} —地面效应引起的衰减，dB；

A_{bar} — 障碍物屏蔽引起的衰减，dB；

A_{misc} —其他多方面效应引起的衰减，dB。

(3) 预测结果

本项目升压站场界噪声预测结果见表 4.8-2，光伏区场界噪声预测结果见表 4.8-3。根据预测结果，运营期光伏区和升压站场界噪声均可达标。

表4.8-2 项目运营期升压站场界噪声预测结果与达标分析（dB（A））

场界	时段	预测结果	标准限值	达标情况
		贡献值		
东场界	昼间/夜间	45	65/55	达标
南场界	昼间/夜间	39	65/55	达标

西场界	昼间/夜间	57	65/55	达标
北场界	昼间/夜间	56	65/55	达标

表 4.8-3 项目运营期光伏区场界噪声预测结果与达标分析 (dB (A))

场界	时段	预测结果	标准限值	达标情况
		贡献值		
东场界	昼间/夜间	35	65/55	达标
南场界	昼间/夜间	29	65/55	达标
西场界	昼间/夜间	31	65/55	达标
北场界	昼间/夜间	40	65/55	达标

4.9 固体废物环境影响分析

4.9.1 施工期固体废物环境影响分析

施工期的固体废物主要包括船舶工作期间产生的垃圾、施工人员生活垃圾、施工过程中产生的建筑垃圾等。项目产生的固体废物应该严格按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等有关规定处置：“工程施工单位应当及时清运工程施工过程中产生的固体废物，并按照环境卫生行政主管部门的规定进行利用或者处置”。

（1）船舶工作期间产生的垃圾

施工高峰期海船舶施工人员产生的生活垃圾约 80kg/d。船舶保养产生的固体废物产生量约 4kg/d，主要为废机油（HW08，危废代码为 900-214-08）、含油抹布（HW49，危废代码为 900-041-49）等。生活垃圾船舶上分类收集，靠岸后妥善接收并运送至垃圾中转站进行处理，由具有资质的船舶清污公司负责接收和处置。

（2）陆域施工人员的生活垃圾

预计在施工高峰期，施工营地的生活垃圾产生量为 300kg/d，收集并定期送至邻近城镇垃圾处理场处理。由于施工期较短，垃圾产生量有限，并经过妥善处置后，施工人员生活垃圾对外环境的影响较小。

（3）施工期建筑垃圾

本工程产生的建筑施工废弃物主要包括：施工营地中材料加工产生的边角料；支架安装产生的废弃材料；升压站、储能区、光伏列阵区等焊接产生的焊渣；升压站施工产生的建筑垃圾等。运至市政建筑垃圾消纳点处置，按照城市建筑垃圾管理相关条例运至指定地点处置。采取上述措施后，基本上不会对海洋环境产生影响。综上所述，施工期固废对环境的影响很小。

4.9.2 运营期固体废物环境影响评价

本项目运营期固体废物主要为管理人员生活垃圾、废旧电子元件、废旧电池模块、升压站废旧铅酸蓄电池等。

（1）生活垃圾

运营期管理人员生活垃圾分类收集，委托市政环卫部门统一清运处置，最大化减少排放。

（2）一般废物环境管理要求

本项目一般工业固体废物有废旧电子元件、废旧电池模块，采用箱装或袋装贮存。本项目一般工业固废产生量为废旧电气组件 0.6t/a；废旧电池模块一次性更换量 20.868t，15 年 1 次。其中废旧电气组件收集于一般固废暂存间暂存，委托生产商回收；废旧电池模块待使用寿命到期前由供货厂家上门更换，不在一般固废暂存间暂存。

一般工业固体废物贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求；危险废物和生活垃圾不得进入一般工业固体废物贮存场；不相容的一般工业固体废物应设置不同的分区进行贮存；一般工业固体废物暂存区应按照《环境保护图形标志-固体废物贮存(处置)场》（GB15562.2-1995）要求设置清晰、完整的一般工业固体废物标志牌。

（3）危险废物环境管理要求

本项目危险废物为废旧铅蓄电池，采用桶装。本项目产生的危险废物暂存在升压站的危废暂存间，建筑面积有 24m²；本项目产生的危险废物废旧铅蓄电池一次性更换量 0.36，15 年 1 次。危废暂存间可满足本项目危险废物贮存需求。

①危险废物贮存场所污染防治措施

危险废物贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求，满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。

②危险废物厂内、厂外运输分析

本项目危废暂存间在厂房内，距离危废产污点较近，危废从产生环节至危废暂存区的路线较短，均在厂房内，经采取密闭包装容器运输，危废散落、泄漏的可能性极小。需外运处置的危险废物委托专业有资质单位运输，且采取防止污染环境的措施，加强运输过程的监管，避免固体废物散落、泄漏的情况发生，遵守国家有关危险货物运输管理的规定。

③危险废物贮存过程对环境的影响

对环境空气的影响：本项目贮存的危险废物均是以密封的容器包装，故危险废物中的挥发性物质不会散逸到空气中。

对地表水、土壤、地下水的的影响：危险废物贮存场所地面应设防渗漏地面，且液体危险废物存放密闭容器且底部应设置托盘，当事故发生时，可将泄漏液体截留在托盘内，不会排入厂区雨水系统，不会对地表水造成影响，也不会泄漏至

土壤和地下水中。建设单位应定期检查危废贮存场所防渗地面的破损情况，以便及时作出修补措施，防止地面防渗漏地坪破裂造成泄漏污染。在采取上述防漏防渗措施，并加强环境管理后，危废贮存场所不会对地表水、土壤、地下水环境造成影响。

④危险废物处置去向建议

本项目危险废物涉及的危废类别主要包括：HW31。危险废物转移应符合《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部，部令第23号）要求。评价建议委托有危险废物处置资质单位外运处置。

（4）固体废物影响分析小结

本项目所产生的危险废物在产生、收集、存放、运输、处置等各个环节均严格按照有关法规要求，实行从产生到最终处置的全面管理体制。本项目运营期产生的固体废物通过以上方法处理处置后，将不会对周围环境产生影响。

4.10 陆域生态环境影响分析

（1）对陆生植物的影响

本项目涉及陆域部分主要为升压站及陆域集电线路部分，根据现场调查，本项目升压站及陆域集电线路所在陆域均为荒地，该处植被主要为一些杂草。本项目施工期对陆域生态的影响除项目区内植被完全破坏之外还包括施工扬尘及车辆运输扬尘对场地周边及运输线路两侧的植被的影响。植被具有涵养水源、保持水土、调节气候、保护环境、固结土体、改善土壤的作用，扬尘将覆盖叶片表面的气孔，影响植物的光合作用，减少二氧化碳的吸收和氧气的释放，不利于环境美化。

（2）对陆生动物的影响

由于受人类活动影响大，拟选升压站场区野生动物资源及生态分布较为贫乏，通常为少量普通鸟类、鼠类等。工程施工期，施工人员产生的噪声等干扰，会破坏鸟类及其它野生动物的栖息觅食生境，陆生动物具有移动和规避不良环境的能力或特性，环境的变化将引起野生动物的迁移。随着施工期的结束，以及工程的生态绿化建设，部分影响将得到减缓。

4.11 对鸟类的影响

兴化湾地跨莆田市和福清市，北部毗邻福清湾国家级重要湿地，处于东亚及澳大利亚候鸟的迁徙通道上，拥有广阔的滩涂和大量的水产池塘，是福建省非常重要的水鸟越冬地和迁徙过境觅食地，成为 17 个福建省重要滨海湿地的其中 1 个。根据现状章节分析，兴化湾共记录有 85 种水鸟，分属 8 目 13 科，占福建省水鸟种数的 46.96%。其中已调查到的世界受胁鸟种有黑脸琵鹭、小青脚鹬、黄嘴白鹭、黑嘴鸥等 4 种，此外还有中华秋沙鸭、黑脸琵鹭、东方白鹳、黑嘴鸥、小杓鹬、小天鹅等珍稀濒危水鸟分布。

用海区域位于兴化湾湾顶滩涂湿地区域，由于桩基施工直接占 0.2398hm² 滩涂资源，且光伏板的遮蔽也将影响鸟类的栖息、觅食。因此，本项目对兴化湾鸟类资源的潜在不利影响主要体现在：觅食生境及食物来源的影响；越冬场所的影响；鸟类物种多样性及濒危物种的影响；污染物影响（光伏板反光、变压器噪声、废水等）对鸟类的影响；本项目建设对黑脸琵鹭的影响分析。

①对觅食生境及食物来源的影响分析

兴化湾沿岸普遍发育淤泥质浅滩，湾顶有木兰溪、秋芦溪等河流注入，泥滩尤为宽广，处于缓慢淤积夷平之中，滩涂沼泽丰富，拥有海涂面积 250km²。本项目占用的滩涂湿地约占兴化湾总滩涂面积的 0.01%，本项目的实施占用的兴化湾鸟类觅食生境区域相对整个兴化湾来说较少。根据《湄洲湾港总体规划环境影响评价报告书》（2011）和郑丁团（2009）的研究，兴化湾水鸟栖息生境主要分布有 38 处，其中莆田市 17 处，主要分布在木兰溪和萩芦溪之间的滩涂和北高、石城的滩涂；福清市 21 处，主要集中分布在江镜华侨农场的水产池塘、周边滩涂。

根据金杰锋等（2009）的研究，黑脸琵鹭主要选择河道入海口的滩涂湿地作为觅食地，在这些咸淡水交汇处，小鱼虾等食物丰富，为其提供了良好的觅食条件，鲢鱼类（*Lizaspp.*和 *Mugilspp.*）是黑脸琵鹭主要的觅食对象。本项目用海未占用到木兰溪河口区域，能够为水鸟尤其是黑脸琵鹭提供良好觅食条件，可以在一定程度上减缓由于用海规划的生境损失和食物损失所带来的不利影响。此外，根据阮云秋等（2006）的研究，黑脸琵鹭在福建省的主要区域为福清江镜华侨农

场、闽江口和福宁湾，因为上述三个区域的小鱼虾、招潮蟹、尚蟹、花蛤等食物条件均较好，江镜华侨农场的黑脸琵鹭活动觅食地点也常在花蛤养殖区。

本项目区滩涂区域为增养殖区，主要用于蛭苗养殖及捕捞。从尊重历史的角度来看，本项目区内历年来均进行人工养殖活动，属于养殖区域。且本项目为渔光互补项目，本项目的建设将保留原有的养殖区域，因此本项目的建设对鸟类觅食区的影响相对于占用自然滩涂而言较小。

②对越冬场所的影响分析

福建省地处东亚—澳大利亚候鸟迁徙路线上，每年有大量的水鸟利用福建省海岸滩涂湿地越冬、繁殖或者迁徙停歇。根据刘伯峰（2006）研究，闽江河口鳊鱼滩为迁徙停歇地，兴化湾和福宁湾为越冬地，每年在福宁湾越冬的黑脸琵鹭数量相对稳定，约 10-15 只，兴化湾的黑脸琵鹭每年 1-2 月总数量大致维持在 50-70 只，江镜华侨农场最多观察到 60 只，因此推测该农场是主越冬栖息场所。

阮云秋等（2006）指出：每年 12 月至翌年 2 月份，黑脸琵鹭在兴化湾及周边湿地越冬的数量最为稳定，其中江镜华侨农场内的黑脸琵鹭时多时少，但均维持较高的数量（一般在 30 只以上）。2005 年 12 月 8 日，在兴化湾共观测到黑脸琵鹭 90 只，为历次调查的最高纪录，其中江镜华侨农场 82 只。因此，每年 12 月至翌年 2 月份可以划定为黑脸琵鹭越冬种群稳定期。在越冬种群稳定期，黑脸琵鹭以江镜华侨农场为中心，并向周边的湿地如福清湾东壁围垦区、兴化湾涵江区赤港农场等地扩散活动。

根据金杰锋等（2009）对兴化湾黑脸琵鹭越冬及迁徙的研究，在兴化湾越冬的黑脸琵鹭以江镜华侨农场为主栖息地，种群数量达 40 只以上，越冬种群规模最大，达到湾内种群总数量的 70%以上，其周边湿地如江阴半岛和涵江赤港农场等仅有数只个体栖息，不是主要栖息地。

以上研究表明，本项目用海区域不是鸟类尤其黑脸琵鹭的主要越冬场所，且本项目每个光伏组件之间距离（桩基间距）至少 6.6m，2×28 光伏阵列东西向桩间距 5m，方阵东西方向间距 0.5m。光伏区各阵列之间根据运维及消防还设置了约 16m 宽的航道，鸟类仍然可以从场区内的光伏阵列间飞行，到光伏板下方觅食，在炎热的夏季，还能为鸟类提供遮阳的场所。因此本项目的实施对鸟类越冬场所的影响较小。

③对鸟类物种多样性及濒危物种的影响分析

根据 2009 年至 2011 年期间的调查结果（王战宁，2011），兴化湾西岸区域，即兴化湾荻芦溪至荔城区北高之间的湿地区域，分布的水鸟有 8 目 12 科 26 属 46 种，区系地理分布以古北界种类为主，居留型以冬候鸟为主，其中国家二级重点保护野生动物黑脸琵鹭 1 种，同时也为中国濒危物种；易危种 1 种，为黑嘴鸥。

用海规划处于兴化湾西岸区域，占用V滩涂利用区、VI滩涂围垦养殖区的部分区域。根据王战宁（2011）的研究，I河口水域（木兰溪与荻芦溪入海口区域）的水鸟种类有 20 种，约占整个西岸区域水鸟种类数的一半。本项目不占用木兰溪与荻芦溪的河口区域，据此推测用海规划区域分布的水鸟种类最多为 26 种，占整个兴化湾鸟类种数（85）的 30.59%。同时，该区域停歇或越冬的水鸟缺少兴化湾其他区域分布的赤颈鸂鶒、中华秋沙鸭、小天鹅、东方白鹳、黄嘴白鹭、岩鹭、白琵鹭、小杓鹬、小青脚鹬等国家重点保护野生动物及珍稀濒危水鸟。

此外，兴化湾西岸区域虽然可观察到黑脸琵鹭、黑嘴鸥，但是兴化湾的黑脸琵鹭、黑嘴鸥近年来主要分布在江镜华侨农场，其单次记录到黑脸琵鹭最高数量有 82 只，占全球成鸟种群数量的 4.8%，黑嘴鸥 523 只，小杓鹬近 300 只等。根据陈友明（2008）的研究，江镜华侨农场不仅鸟类数量多，且发现的鸟类种类也最多，2005 年～2007 年的观测中，共在江镜华侨农场发现 104 种鸟类资源，隶属于 10 目 29 科，同时共记录到黑脸琵鹭 60 只。可见，江镜华侨农场栖息着兴化湾几乎全部的水鸟种类，值得重点关注和保护。

通过上述分析，本项目用海区域实际分布的鸟类物种数最多不会超过 26 种，除黑脸琵鹭与黑嘴鸥外，无其他珍稀濒危物种分布。因此，用海规划的实施对鸟类物种多样性的影响较小，更不会引发黑脸琵鹭及其它濒危鸟类物种的灭绝。

④污染物影响对鸟类的影响分析

◆光伏板反光对鸟类的影响分析

光伏发电依靠太阳能电池组件吸收太阳光发电，需要大面积铺设光伏阵列吸收太阳能，有可能因为面板的反射光而影响到鸟类。有研究表明光伏设施的偏振光污染可能会通过湖泊效应吸引候鸟和水鸟，鸟类将光伏板的反射表面感知为水体，并在试图降落在光伏板上时与面板发生碰撞。因此，本项目大面积的建设光伏太阳能板可能会导致较大概率鸟类撞击事件。

根据施工技术方案，本工程采用单晶硅太阳能电池组件，该电池组件最外层为光伏玻璃。根据《太阳能用玻璃第一部分-超白压花玻璃》(GB/T30984.1-2015)相关规定，用于光伏组件的光伏玻璃透光率的基本要求为大于 91.3%，因此光伏阵列的反射光极少，光伏阵列的总反射率小于 10%，远低于玻璃幕墙，无眩光。基本不会对飞行中的鸟类和在本区域及周边活动的鸟类产生影响。

◆噪声对鸟类的影响分析

施工期的噪音污染主要为机械噪声、施工作业噪声和施工车辆噪声 3 种，受到施工影响时，大部分鸟类会飞离施工区域，重新选择受影响较小的区域觅食，从而改变涵江区鸟类分布情况。未远离的鸟类受到噪音和灯光的干扰，会影响繁殖成功率和生物节律，尤其是对鸣禽影响最大，鸣禽主要通过鸣声进行通讯，如吸引配偶、防卫领域、预警、乞食和求救、躲避天敌等，噪音会干扰鸟类寻找觅食适合区、追赶猎物和辨别天敌位置的能力，使动物的捕食效率和生存力大大下降。

运营期光伏发电组件本身没有机械传动或运动部件，不存在机械噪声，项目运营期的噪声源主要为升压站设备运行噪声，受到升压站噪声影响时，大部分鸟类会飞离项目区域，重新选择受影响较小的区域觅食。未远离的鸟类受到噪音干扰，会影响繁殖成功率和生物节律，尤其是对鸣禽影响最大，鸣禽主要通过鸣声进行通讯，如吸引配偶、防卫领域、预警、乞食和求救、躲避天敌等，噪音会干扰鸟类寻找觅食适合区、追赶猎物和辨别天敌位置的能力，使动物的捕食效率和生存力大大下降。

◆废水对鸟类的影响分析

本项目施工期及运营期污废水均可妥善处置，项目运营期光伏板采用海水直接冲洗，每次冲洗间隔时间较短，每次冲洗时，污染物聚集量少，不采用洗涤剂，每次冲洗光伏区分区间断性进行，冲洗废水中的悬浮物经自然沉淀后成为底泥，盐粒及鸟粪随着潮流交换，浓度逐渐变小，直至恢复至原有的水质状况，光伏板冲洗废水对海水水质的影响程度较小，且随着冲洗作业结束，影响逐渐消失。因此本项目施工期及运营期产生的污废水对周边鸟类的影响较小。

（5）本项目建设对黑脸琵鹭的影响分析

根据现场调查及收集的资料，项目区附近出现的鸟类主要为黑脸琵鹭。福建省境内的越冬黑脸琵鹭主要在闽江口湿地、兴化湾福清市江镜华侨农场和霞浦县福宁湾，项目区附近仅出现少量黑脸琵鹭。春季 3-4 月到达繁殖地，10-11 月离开繁殖地前往越冬地。在福建部分终年留居，不迁徙。兴化湾主要为黑脸琵鹭越冬地。

项目区不是黑脸琵鹭的主要聚集地，仅出现少量的黑脸琵鹭栖息觅食。黑脸琵鹭一般栖息于内陆湖泊、水塘、河口、芦苇沼泽、水稻田以及沿海岛屿和海滨沼泽地带等湿地环境。在海边潮间带、红树林以及咸淡水交汇的基围（即虾塘）及滩涂上觅食，中午前后栖息在虾塘的土堤上或稀疏的红树林中。黑脸琵鹭主要以小鱼、虾、蟹、昆虫、昆虫幼虫以及软体动物和甲壳类动物为食。单独或成小群觅食。觅食活动主要在白天，多在水边浅水处觅食。

本项目的建设将遮蔽现状围垦区及部分滩涂，将导致栖息在项目区周边的黑脸琵鹭栖息范围减少，但从黑脸琵鹭栖息、觅食习性来看，项目区不属于内陆湖泊、水塘、河口、芦苇沼泽、水稻田、红树林以及咸淡水交汇的基围（即虾塘）等地，项目的建设会在一定程度上占用黑脸琵鹭的栖息环境、觅食场所，但考虑到项目区不是黑脸琵鹭主要的栖息觅食场所，因此本项目对黑脸琵鹭的影响有限。且本项目每个光伏组件之间距离（桩基间距）至少 6.6m，2×28 光伏阵列东西向桩间距 5m，方阵东西方向间距 0.5m。光伏区各阵列之间根据运维及消防还设置了约 16m 宽的航道，鸟类仍然可以从场区内的光伏阵列间飞行，到光伏板下方觅食，在炎热的夏季，还能为黑脸琵鹭提供遮阳的场所。

⑥本项目建设对黑嘴鸥的影响分析

根据现场调查及收集的资料，项目区附近仅出现少量黑嘴鸥。春季 3~4 月迁到中国东部沿海繁殖地，秋季 9~10 月迁离繁殖地。

项目区不是黑嘴鸥的主要聚集地，仅出现少量的黑嘴鸥栖息觅食。黑嘴鸥一般栖息于开阔的海边盐碱地和沼泽地上，特别是生长有矮小盐碱植物的泥质滩涂。也频繁地在附近水域上空飞翔，有时亦出现于内陆湖泊。在近海水域等觅食，主要以昆虫、昆虫幼虫、甲壳类、蠕虫等水生无脊椎动物为食。取食方式为飞行中突然垂直下降，快降落时一转身然后捕食螃蟹及其他蠕虫。如失误又赶紧飞至空中，几乎从不游泳。

本项目的建设将遮蔽现状围垦区及部分滩涂,将鸟栖息在项目区周边的黑嘴鸥栖息范围减少,但从黑嘴鸥栖息、觅食习性来看,项目的建设会在一定程度上占用黑嘴鸥的栖息环境、觅食场所,但考虑到项目区不是黑嘴鸥主要的栖息觅食场所,因此本项目对黑嘴鸥的影响有限。

4.12 电磁环境影响分析

根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)要求和国际非电离辐射防护委员会推荐的公众暴露限值。工程海域、升压站及其评价范围内的工频电场强度限制为 4kV/m,工频磁场强度限值为 100 μ T,射频电场强度参考限值为 12V/m,射频功率密度参考限值为 0.4W/m²。

本项目升压站配置 1 台 220kV 变压器,升压站主变型号为 SZ18-300000/220,300000kVA,220 \pm 8X1.25%/37kV。主变采用户外布置。由于站内安装数量较多的各类送、变电设备,各设备产生的电磁场会发生交错和叠加,难以用计算方法来描述其周围环境的电磁场分布。根据《环境影响评价技术导则输变电》(HJ24-2020),二级评价电磁环境影响预测可采用类比监测的方式。因此本次评价采用模拟类比监测方法预测升压站运营对周边电磁环境的影响。

本项目升压站和张北县“互联网+智慧能源”示范项目(风力发电 300 兆瓦 220 千伏升站工程)的 220kV 升压站的主变均采用户外布置,主要电气设备规模和配电装置的参数相似,本项目升压站主变容量为 300000kVA \times 1,电场仅和电压相关,故本项目升压站与张北县“互联网+智慧能源”示范项目具有较好的可比性。可比性分析见表 4.12-1,类比监测结果见表 4.12-2。

由表 4.12-1 可知,变电所围墙外各测量点位的电场强度测量值在 4.094V/m~460.6V/m 之间,磁感应强度测量值均在 0.0158-0.0923 μ T 之间,围墙外各测量点位的电场强度、磁感应强度均满足评价标准限值要求(电场强度 4kV/m,磁感应强度 100 μ T),符合电磁环境保护要求。

根据电磁环境背景测量及类比变电所测量结果可以预测,本项目 220kV 升压站主变建成运营后,场界外工频电场、工频磁感应强度能够满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)(电场强度 4kV/m,磁感应强度 100 μ T)标准限值要求。

表4.12-1 可比性分析表

名称	本项目	张北县“互联网+智慧能源”示范项目(风力发电300兆瓦220千伏升站工程)
布置方式		主变户外布置
主变规模	300000kVA×1	150MVA×2
配电装置	220kV 户外GIS	220kV 户外GIS

类比数据引用张家口风霖韶宸环保科技有限公司2022年12月编写的《张北县“互联网+智慧能源”示范项目(风力发电300兆瓦220千伏升站工程)竣工环境保护验收调查报告表》(监测单位:张家口博浩威特环境检测技术服务有限公司)中的数据。

表4.12-2 类比变电所工频电场、工频磁感应强度断面测量结果

序号	点位描述	E (V/m)	B(μT)	备注
1	升压站南侧围墙外5m	180.7	0.0468	2022.11.17.
2	升压站南侧围墙外10m	252.0	0.0489	
3	升压站南侧围墙外15m	303.6	0.0539	
4	升压站南侧围墙外20m	329.9	0.0447	
5	升压站南侧围墙外25m	387.0	0.0478	
6	升压站南侧围墙外30m	359.9	0.0474	
7	升压站南侧围墙外35m	460.6	0.0415	
8	升压站南侧围墙外40m	226.7	0.0454	
9	升压站南侧围墙外45m	206.1	0.0923	
10	升压站南侧围墙外50m	139.2	0.0394	
11	升压站东侧围墙外5m	15.74	0.0158	
12	升压站西侧围墙外5m	4.094	0.0188	
13	升压站北侧围墙外5m	10.65	0.0454	

第五章 环境风险分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)和《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017)的要求,结合本项目实际情况,通过风险识别、风险源项分析和环境风险后果预测分析,确定本项目可能存在的环境风险事故为船舶燃料油泄漏风险事故及变压器油泄漏风险事故,并通过对泄漏风险事故分析结果确定环境风险敏感目标。通过分析,了解本项目的环境风险可接受程度,并有针对性地提出环境风险防范措施及应急预案,以使项目的环境风险降至最低。

5.1 风险识别

5.1.1 风险源调查

本项目为光伏电站项目,施工期主要潜在的风险为施工船舶及营运期工作船舶碰撞造成事故性溢油风险;运营期主要潜在的风险为变压器油泄漏、储能区火灾爆炸引起的次生污染及台风和风暴潮侵袭等。

5.1.2 物质危险性识别

根据《环境风险评价实用技术和方法》(以下简称“方法”)和《建设项目环境风险评价技术导则》规定,毒物危害程度分级见表 5.1-1,物质危险性判别标准见表 5.1-2。

表 5.1-1 毒物危害程度分级

指标		分级			
		I(极度危害)	II(极度危害)	III(极度危害)	IV(极度危害)
危害中毒	吸入 LC50(mg/m ³)	<200	200-	2000-	>20000
	经皮 LD50(mg/kg)	<100	100-	500-	>2500
	经口 LD50(mg/kg)	<25	25-	500-	>5000
致癌性		人体致癌物	可疑人体致癌	实验动物致癌	无致癌性

表 5.1-2 物质危险性判别标准

类别		LD50(大鼠经口)mg/kg	LD50(大鼠经皮)mg/kg	LC50(小鼠吸入4h)mg/L
有毒物质	1(剧毒物质)	<5	<1	<0.01
	2(剧毒物质)	5<LD50<25	10<LD50<50	0.1<LC50<0.5
	3(一般毒物)	25<LD50<200	50<LD50<400	0.5<LC50<2

易燃物质	1(易燃物质)	可燃气体-在常压下以气态存在并与空气混合形成可燃混合物；其沸点 (常压下)是 20°C或 20°C以下的物质
	2(易燃物质)	易燃液体- 闪点低于 21°C ， 沸点高于 20°C的物质
	3(易燃物质)	可燃液体- 闪点低于 55°C ， 压力下保持液态，在实际操作条件下(如高温高压)可以引起重大事故的物质
易爆物质		在火焰影响下可以爆炸，或者对冲击、摩擦比硝基苯更为敏感的物质

项目光伏区 PHC 管桩沉桩施工采用的水上打桩船使用柴油作为燃料，柴油的闪点根据型号不同在约在 45~55°C之间，沸点根据类型不同在 180~410°C之间，LC50 和 LD50 均为无资料，属于 3(易燃物质)。

本项目储能电站电池仓为磷酸铁锂电池。由于电池组成涉及商业秘密，业主仅提供磷酸铁锂电池部分原副材料及电解液组成，组成物质详见表 5.3 所示。主要由铝、铜、磷酸铁锂、碳、电解液（四氟硼酸锂、碳酸丙烯酯、六氟磷酸锂、碳酸乙烯酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯等），根据《建设项目环境风险评价技术导则（发布稿）》（HJ169—2018）中表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量，以上物质不涉及风险物质，为非重大风险源项。但考虑到本项目储能区电池数量较多，储能区仍有爆炸、火灾风险，因此业主单位应做好相关管理及防范措施，避免储能区的事故发生。

表 5.1-3 本项目电池部分原副材料及电解液组成及占比

化学名称	占比 (%)
铝	12.4
铜	16.1
磷酸铁锂	30
碳	13.5
聚丙烯	3.9
(电解液) 六氟磷酸锂/碳酸乙烯酯+碳酸二乙酯等	24.1

5.1.3 扩散途径分析

本项目发生燃料油或变压器油泄漏后，有毒有害物质的扩散途径主要包括近岸海水环境扩散、下渗影响土壤及地下水并地表漫流进入雨水管网流入海域。在水上过程中，泄漏的燃料品将直接进入作业海域，在水流及风的作用下随水流漂移扩散。

5.1.4 可能受影响的环境保护目标

根据危险物质可能的影响途径及范围，海洋环境风险敏感目标主要为苦鹅头海岸防护生态保护红线区、美澜至林垵海岸防护生态保护红线区、木兰溪口北岸防潮岸线、木兰溪口南岸防潮岸线、后程口自然岸线、新厝镇大沃至东沃自然岸线、林垵自然岸线、鹅头至坊东自然岸线、江阴镇五七农场自然岸线、西筭杯岛、东筭杯岛等有居民、无居民海岛岸线及周边海域海水水质、海洋生态系统。具体见第一章 1.6 小节。

5.1.5 风险潜势初判及评价等级判定

当存在多种危险物质时，按下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

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

式中： q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险物质的最大存在总量，t；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时，将 Q 值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

本项目施工期采用 2 艘水上挖掘机、8 艘水上打桩船，用于光伏区整平、打桩施工，本项目运营期升压站采用一台主变压器（三相油浸式变压器，SZ20-150000/230）、30 台光伏区箱式变压器（S20-4400/35），变压器油为无毒可降解的植物油。根据类比同类型光伏电站项目相同类型施工设备及变压器可知，水上挖掘机载油量 0.25t/台、水上打桩船为无动力船舶、主变压器变压器油 21.99t/台、光伏升压变变压器油 2.325t/台，因此总油量为 92.24t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），临界量比值 Q 按照附录 C1.1 公式 C.1 进行计算，油类物质临界量为 2500t， $Q=0.036$ ，因此本工程不存在重大危险源，风险潜势为 I，风险评价等级为简单分析。

5.2 风险事故情形分析

5.2.1 海上溢油事故风险

本项目施工打桩船为无动力船型，通过动力船托运至指定地点进行打桩施工，打桩施工为定点施工，且施工密度较小，因此施工期发生船舶碰撞施工而导致的溢油风险较低，故本次评价对施工期船舶溢油事故仅进行定性分析。

5.2.2 陆域升压站变压器漏油风险

本项目陆域升压站设 1 台 150MVA 油浸式变压器，储变压器油 21.99t。变压器油箱及事故油池老化发生泄漏时将会造成项目所在区域土壤和地下水的有机污染物污染。

变压器油是复杂的烃类混合物，变压器油泄漏后，渗透量的大小与土壤的性质、地下水位埋深和地下水动力条件有关。开始渗漏时，渗漏的强度很大，随着时间的延长，渗漏强度逐渐减弱，最后趋于稳定。类比油田土壤的调查资料，溢出的油品能进入和累积于土壤中，一般深度在 0~20cm 土壤表层，90%以上的油品将残留在该部分，最深可渗透到 60~200cm。油品沿土壤表面横向散开会增大污染面积，但同时将有助于低分子量的烃类挥发。由重力和毛细管力引起的垂直渗透作用会妨碍蒸发、减少生物降解的可利用养分，而且可能引起地下水的污染。泄漏变压器油进入土壤环境中后会发生分散、挥发和淋滤等迁移转化过程。

变压器油泄漏影响土壤中微生物的生产，从而破坏土壤结构，改变地表生态，变压器油污染过的土壤通透性会降低，油品进入土壤后，也会自然净化，同时在微生物的作用下会发生一定的降解作用。据有关研究表明，油品一旦渗入土壤，具有残留时间长，降解速率低的特点，可能对土壤造成长期的污染影响。

相关资料表明，油品泄漏影响土壤最大深度小于 2m，影响半径最大为 75m，通过现场清理，基本不会对农作物正常生长产生影响。但如果发生较大规模油品泄漏，若不及时清理混入土壤可使土壤中的油品含量达 10%以上，使土壤遭受严重污染，因此，油品泄漏后应及时清理、采取回收、土壤置换等措施，减少泄漏油品对土壤的污染。

5.2.3 储能电站爆炸风险

储能电站若因电池损坏造成的爆炸，将对周边大气等造成较大影响，但考虑到业主提供的电池组成不涉及风险物质，因此对其进行定性分析。

5.3 环境风险评价

5.3.1 溢油对海洋环境的影响

本项目一旦在航道发生船舶溢油泄漏事故，如未及时采取措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会对项目周边环境敏感目标造成较大影响。

(1) 对海洋环境的影响

溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用，使一部分以油滴形式进入水形成分散油，另外，由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油和水激烈混合，形成油包水浮化物和油包油浮化物。这两种作用都将增加水质的油类浓度，特别是上层水中的浓度将明显增加，将超过海水水质标准。

另外，溢油后，油的重组分要自行沉积，或粘附在海区悬浮物颗粒物中，沉积在沉积物表面，从而对底质造成影响。

(2) 对水生生态的影响

石油污染物不但会使用鱼、虾、贝、藻等海产生物带有异臭、异味而失去食用价值，而且会危害水域浮游植物、浮游动物、底栖生物的生长发育，降低水域生物生产力，破坏整个生物群落结构，导致海洋生态系统恶化和游泳动物的生产损失。溢油对水生生态环境的影响主要表现在以下几个方面：

①对鱼虾贝类的影响

海洋油污染对幼鱼及鱼卵的危害很大，油膜和油块能粘住大量的鱼卵和幼苗，据有关研究资料报道，海水中含石油类的浓度为 0.01mg/L 时，在这种被污染的海区中生活 24 小时以上的鱼贝类就会粘上油腥，因此将该数值视为鱼贝类着臭的“临界浓度”；海水中含石油类为 0.1 mg/L 时，所有孵化的幼鱼均有生理缺陷，并只能成活 1~2 天，对虾的幼体来说，其“半致死浓度”均为 1 mg/L ，毒性限值随不同生物种属而异。

②对海藻的影响

大型海藻，如褐藻等表面有一层藻胶膜，能防油类的污染，而小型的藻类没有这种防油污的能力，易受油污染而大量死亡，原油对海藻幼苗的毒性更大，能阻止海藻幼苗的光合作用，进而妨碍浮游生物的繁殖，有可能破坏局部海域的正常生态环境。

③对底栖生物的影响

据有关资料介绍,在比较大型的底栖生物中,棘皮动物对水质的任何污染都十分敏感。软体动物栖息在海底,石油堵塞软体动物的出入水管或生物在分解和氧化石油类时消耗底层水中的氧气,使软体动物窒息死亡。

(3) 对陆域生物的影响

在海岸带附近,如有栖息生活的动物或鸟类,就会因油污的影响使皮毛或羽毛沾粘油污、中毒或饥饿而死;同时也会造成生物或水产品(包括养殖水产品)的死亡。所以,防治溢油过程要注意对野生动物的救护。

(4) 对海岛、海岸生态的影响

油膜抵达陆域沙质或岩礁质海岸时,油膜将较长时间粘附在海岸线上,对其生态系统将造成长期严重破坏,其恢复期需长达几年。

5.3.2 变压器油泄漏风险评价

在运营期间若因机械故障、设备老化、自然灾害等因素,可能造成泄漏事故,造成变压油泄漏,将影响项目周边的生态环境。因此,运营期间应加强对变压器的维护与检查,确保设备的正常运作,在升压站区设置专用事故油池,容纳满足升压站主变 100%油量的贮油量。并完善合理的泄漏事故处理预案,在泄漏事故发生时,及时进行有效处理,降低燃油对生态的影响。

5.3.3 储能区火灾、爆炸风险评价

在运营期间若因电池损坏等因素,可能造成火灾、爆炸事故,将对周边大气环境及附近工厂,居民造成影响。灭火等应急处置过程产生的次生消防废水若截流不当经雨水管道进入海域将影响周边海域生态环境。因此应加强电池的监测,确保其正常运营,若发现老化电池应及时更换,避免火灾、爆炸事故的发生,因此在业主加强管理与监测的前提下,储能电站发生风险的概率较低,但仍需做好相关应急预案,在事故发生时降低突发事件造成的影响。

5.4 环境风险管理

5.4.1 施工期风险防范措施

本项目施工可能发生的主要风险事故为海上船舶交通事故造成的燃料油泄漏事故。

船舶交通事故的发生与船舶航行和停泊的地理条件、气象海况、运输装载的货种、船舶密度、导/助航条件以及船舶驾驶等因素有关。一旦发生泄漏事故,

将会造成事故区域环境资源的严重损失，且其应急反应的人力物力财力消耗大，因此采取有效的措施预防船舶交通事故的发生意义重大。主要的风险防范措施如下：

（1）切实落实《关于落实水上水下活动通航安全主体责任的指导意见》所规定的安全主体责任，确保安全生产设施同时设计、同时建设、同时投入使用的“三同时”。

（2）根据施工区布置及安全要求，加强施工面的规划布置，从施工方案设计上避免溢油风险事故的发生。

（3）施工船舶必须具有合格的证书，并经过相关的安全检查，有关人员必须经过水上作业的相关安全培训和教育，并认真落实安全管理措施和发生突发情况的应急措施。

（4）根据工程施工方案，提出加强施工期间水上通航秩序安全管理的对策和措施，确保工程施工和船舶通航的安全。

（5）施工作业开工前按规定向海事局有关部门申办妥水上水下施工作业手续，申请发布有关施工作业航行通告和航行警告。

（6）施工船舶应配置有效的通讯工具并指派专人收听，应指派专人值班瞭望，密切注视周围船舶动态。

（7）施工作业的强光灯应加遮光罩，并不得向过往船舶或航道上照射。

（8）白天自艏悬挂旗旗，夜间用探照灯向开锚锚位处水面照射，避免施工船舶开锚对过往船舶造成危害影响。

（9）严禁向海中排放含油废水，严格遵守船舶防污的有关规定，同时，施工船应该悬挂要求减速的信号。

（10）施工船舶应严格执行值班制度。

（11）制定切实可行的防台措施，按时收听天气预报，当风力达到施工船舶的抗风等级前，施工船应停止施工作业，当气象预报风力超过施工船舶抗风等级前，应提前撤离施工现场，异地避风。

（12）为了明确施工区范围，防止船舶误入施工区，航道施工期间在靠近航道两侧设置专用标志，以保障水上施工和过往船舶的安全。

（13）施工单位应拟定水上交通安全维护方案，并通过宣传使有关航运单位、航行船舶以及从事捕捞作业的渔民了解工程内容、施工范围和工期等。

(14) 施工船舶一旦发生污染水域事故，应尽力采取控制和消除污染的措施，同时向海事主管机关报告，接受调查处理。

(15) 配备吸油毡、围油栏及消油剂等应急处置材料。

5.4.2 运营期事故风险防范措施

(1) 本项目升压站主变压器基础采用独立式基础，基础四周设置集油坑，集油坑与事故油池连接，事故油池采用钢筋混凝土结构，混凝土为抗渗混凝土。主变压器南侧设置容积为 75m³ 事故油池，可容纳百分百变压器油。

(2) 光伏区变压器采用 96 套美式箱变，在每个箱变下方布置一套容积为 2.5m³ 的事故油池，足以容纳 100%事故油量。

(3) 主变压油泄漏防治措施：

①便于油浸变压器在事故状态下及时排出油类，事故油池应布设在变压器底部，并且事故油池长 4m、宽 4m、深 5m，足以满足容纳 100%事故油量，并铺设卵石层，卵石层厚度不应小于 250 毫米，卵石直径为 50-80 毫米。由于变压器连接高压输电线路，因此在事故油池内的油类物质清理前，严禁变电站内电器运行；

②事故油池必须采取防渗措施，并定期检查事故油池内表面是否有裂纹和泄漏情况；如发现有裂纹或泄漏，应及时采取相关措施避免危险废物直接排入环境；

③事故油池采取措施避免风吹、日晒和雨淋；

④禁止在变压器正常运行期间将事故油池作为储水池或其它贮存空间；

⑤事故油从事故油池及时清理出后交给有危废处置资质的单位妥善、安全处置。

(4) 在设备使用过程中应定期进行检查，防止设备漏电或者产生电火花，设备进行接地，防止静电聚集产生放电等。应从人员、设备、电火花和静电等方面严防火源，并强化安全意识、加强安全管理。升压站区制定消防水池的最低警戒水位，以满足消防要求为主，若消防水储量不足，应及时补充，保证需水量能够满足电站一次消防用水量。

(5) 项目区属于中高雷区，雷暴日数较多，应加强光伏电站防雷设施的设计，并对防雷图纸进行专审验收，验收合格后投入使用，在光伏电站运行期间应定期对防雷设施进行测试和检修；应根据场地土壤的电阻率全面设置接地设施，整个

光伏电站应形成一个整体的接地系统，并且各电器设备和建构筑物均应设置接地。

(6) 为防止出现热斑效应，光伏场址为渔场，鸟类较多，光伏组件采光面应保持清洁，定期检查组件采光面清洁度并及时进行清扫组件采光面，定期对光伏组件的光电参数进行检测。

(7) 应按规定周期监测绝缘或零值检测。闪现象导致设备损坏；选择适合场区海拔高度的设备类型，绝缘按海拔要求进行修正。

(8) 逆变器设备选型时应保证输出电压的稳定性及良好的起动性能，应配置过电压、过电流及短路保护、欠电压保护、缺相保护及温度越限报警等功能。

(9) 变压器、电缆等电气设备应采取电缆封堵等防止火灾发生和蔓延的措施。

(10) 储能区安全措施

① 储能系统电池安全预警处置体系

通过内阻预警、容量预警、故障预警及温度预警能做到对异常电池做到早期预警，并且在监控平台显示电池异常报警、提醒运维人员实时关注异常状态，当异常电芯无法继续使用时，通过电池簇中的高压开关盒中的 CMU 模块控制继电器快速隔离异常模块，不影响其他电池簇及整个系统的安全运行。同时监控系统提示维护人员进行故障电池的更换。

② 消防安全设计

电池系统采用集装箱一体化集成，采用户外集中布置，系统运行时电池系统无人值守，一般情况不会发生人员伤亡事故。同时，储能系统配置有完善的可燃气体检测、全氟己酮自动灭火系统，电池热失控一般非突发性事故，在热失控早期，可以通过预警系统及时发现，及时切断，阻断热失控的恶化，比如温度上升、可燃气体探测浓度的上升等。其灭火流程如下：

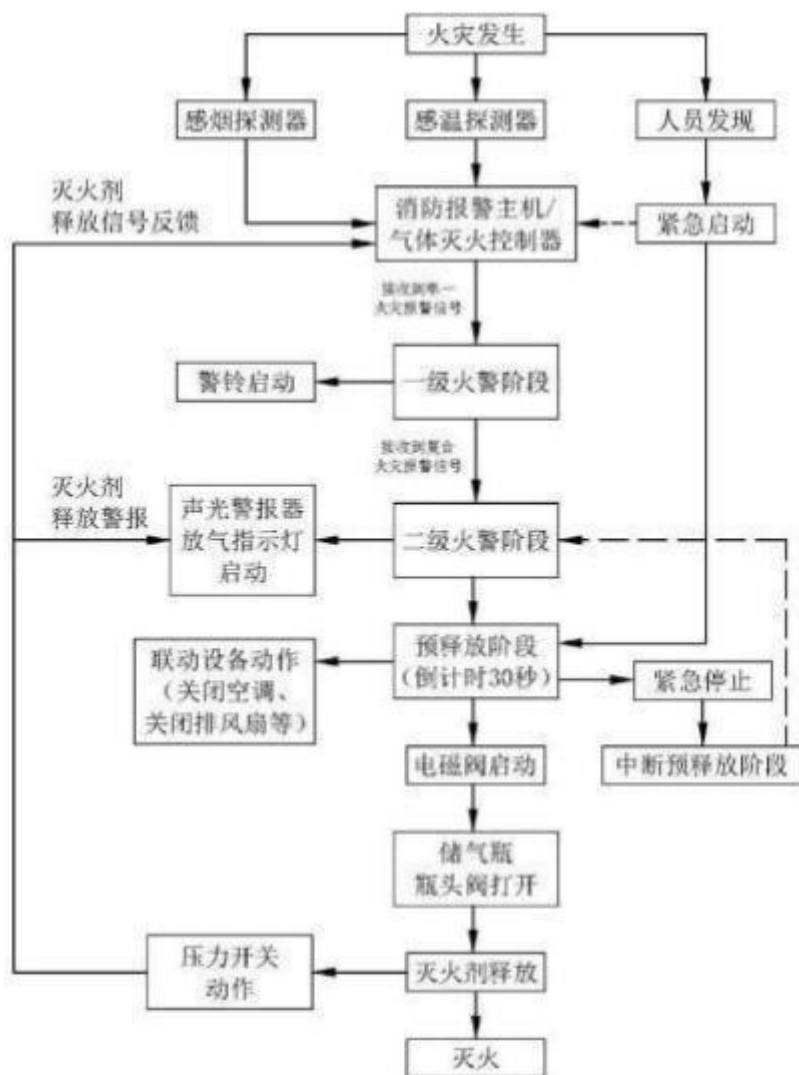


图 5.4-1 灭火流程图

③避雷防雷设计

储能区通过 PCS 防雷保护、直流系统防雷设计及避雷设计（防雷、接地系统），可降低储能设备因遭遇直击雷而造成爆炸、火灾的风险。

5.4.3 环境风险事故应急预案

5.4.3.1 应急救援体系

应急救援体系主要有事故应急现场指挥组、救援队、后勤保障小组、医疗救助小组、现场治安小组、善后处理小组等，分别由工程指挥部、监理办、项目部等相关人员组成，具体人员待指挥部成立后再确定。

1、事故应急现场指挥组

①按照应急救援预案具体组织安排环境污染事件应急救援工作的实施，迅速开展抢险救援工作，力争将污染降到最低程度；

②根据预案实施过程中存在的问题和污染源的变化，制定防止污染进一步扩大的应急措施并监督落实；

③组织指挥义务救援人员及救援物资设备开展救援工作；

④在应急救援处置过程中遇到无法解决的问题及时向周边地区有能力处理的单位和机构请求支援；

⑤配合上级部门进行事故调查处理工作。

2、事故应急现场指挥组组长

①组织制定项目部环境污染应急救援预案；

②组织进行现场和场外污染应急救援预案演练，根据演练经验补充、修改和完善环境污染应急救援预案；

③负责组织实施本项目部环境污染应急救援工作；

④定期通报污染现场的态势，适时发布公告，接收社会的监督。

3、事故应急现场指挥组副组长

①事故应急现场指挥组组长不在现场时，指挥应急救援工作；

②应急救援工作的直接组织者，评估事故发展态势，建立应急步骤，组织污染现场的救援工作；

③事态继续蔓延，难以控制时，与外部相关救援机构进行联系请求救援。

4、救援队

①根据现场情况确定安全疏散路线，组织污染区域人员疏散，避免环境污染事件进一步扩大；

②根据事故发生的实际情况，分析污染原因，及时制定处理方案，采用相应措施，有效的遏制污染的蔓延，组织污染现场物资的疏散。

5、后勤保障小组

①保障各小组人员的防护、救护用品及生活物品的供给；

②提供合格的抢险抢修或救援的物品及设备。

6、医护救助小组

①迅速组织和指挥急救人员展开救助工作；

②寻找事故的受害者并转移到安全地带。

7、现场治安小组

①负责制定紧急情况下的警戒保卫方案；

②做好事故现场的保护，控制旁观者进入事故现场和事故污染区域，防止和处理事故现场可能发生的案件，维护社会治安；

③组织污染现场周边的交通疏导工作；

④对肇事者等有关人员应采取监控措施，防止逃逸。

8、善后处理小组

对污染情况进行确认，按照有关法律、法规规定，进行污染的赔付工作，及时向指挥部报告善后处理情况。

5.4.3.2 应急方案

1、指挥系统处置方法及步骤

事故发生人报警后，事故应急现场指挥组所有成员立即赶赴事故现场。按照到达现场人员的级别和事故应急现场指挥组成员的先后顺序实施指挥。

应急救援的指挥顺序为：指挥组组长→指挥组副组长→各救援组组长→各救援组成员→各施工队应急救援小分队。

上一级负责人因故可以授权下一级实施指挥应急救援工作，上一级负责人未到达时可以由下一级人员负责指挥，上一级负责人到达后，下一级人员立即向其简要报告救援情况，移交指挥权并协助指挥应急救援各项工作应当在事故应急现场指挥组组长统一领导下由各应急救援小组在自己的职责范围内行使指挥权。

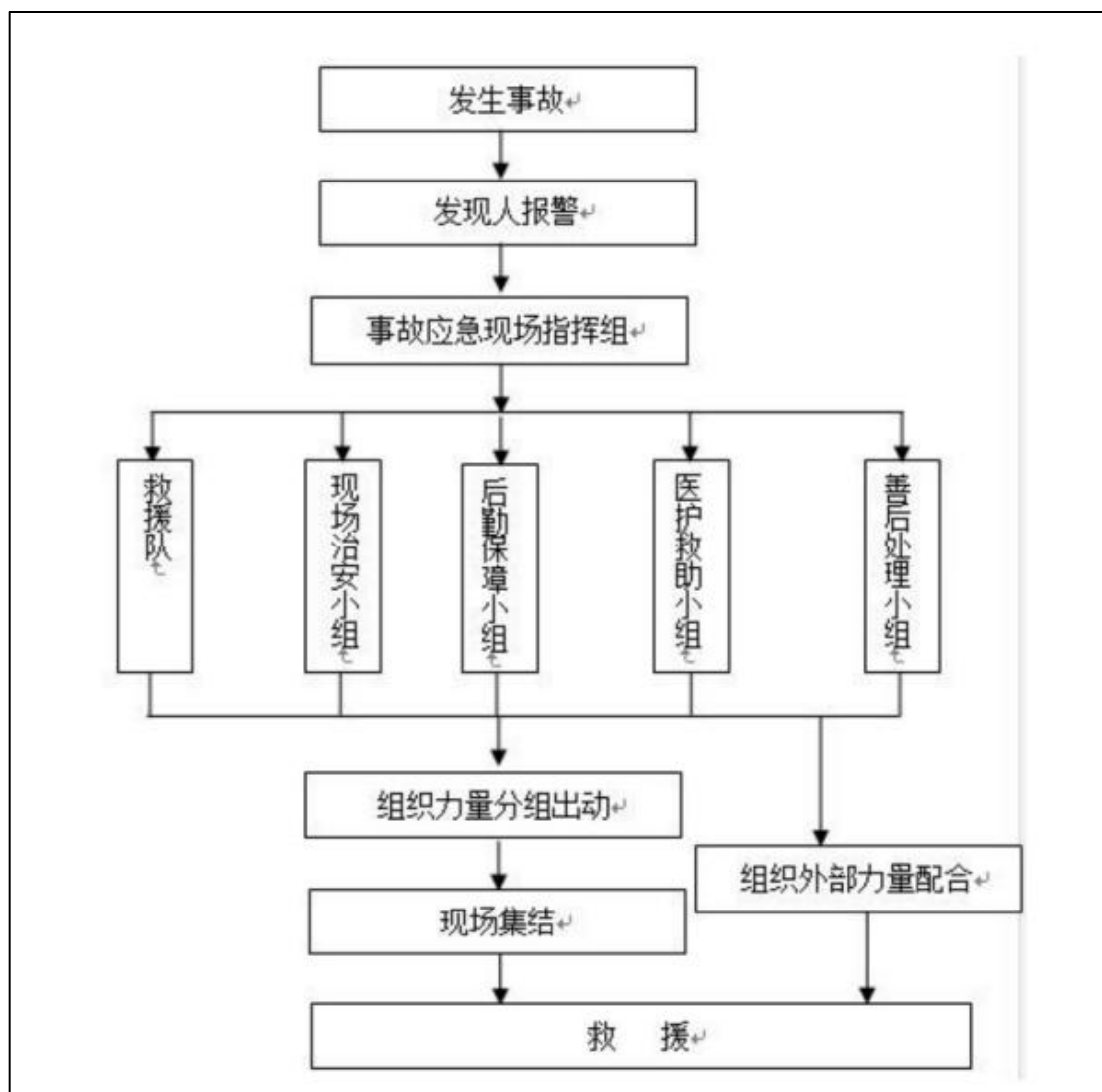


图 5.4-2 应急救援工作流程图

2、事故报告制度及程序

(1) 环境污染事件发生后，第一发现者拨打应急救援办公室电话进行报警，简单报告：环境污染事件类别、环境污染事件发生地点。由值班人员做好记录。

(2) 事故应急现场指挥部组长在 2 小时内将所发生的环境污染事件的情况报告甲方、监理和上级机关。初步报告应包括以下内容：

- ①发生环境污染事件的单位及事故发生的时间、详细地点；
- ②环境污染事件简要经过、伤亡人数、直接经济损失和初步估计；
- ③环境污染事件原因、性质的初步判断；
- ④环境污染抢救处理情况和已采取的措施；
- ⑤需要有关部门和单位协助抢救和处理的有关事宜。

此外，需积极配合上级相关部门进行事故调查处理。

5.4.3.3 应急预案保障措施

- (1) 应急领导小组成员每周轮流值班，保障事故及时处理；
- (2) 为应急救援办公室配备直拨电话，保障信息畅通；
- (3) 根据工程特点，配备必须的现场救援和工程抢险装备和器材建立相应的维护、保养和调用等制度，保障各种相关事故的抢险和救援；
- (4) 各救援小组要服从应急领导小组的统一领导，坚守工作岗位，认真履行职责，不得擅自脱岗和玩忽职守，不折不扣的完成指挥部下达的任务。对不及时组织救援，救援中工作不力，造成事故进一步扩大的，要追究相关责任；
- (5) 在应急救援过程中各救援小组可紧急调用所需物资、设备、人员和占用场地。

5.4.3.4 应急预案启动程序

- (1) 启动的判定
环境污染的初估损失在 1 万元以上的可以启动应急预案；
- (2) 环境污染事件发生后，事故应急现场指挥组成人员赶赴事故现场后，全面了解事故情况，根据事故现场初估损失情况，事故应急现场指挥组人员商讨是否启动应急预案，达到启动预案标准的应立即由事故应急现场指挥组组长启动应急预案。组长不在现场的由副组长启动，其他人员无权启动预案；
- (3) 对于达不到启动应急预案的事故，事故应急现场指挥组指挥事故发生单位人员救援；
- (4) 如事故进一步发展，本单位应急力量不能控制时，由事故应急现场指挥组副组长立即拨打 120、110、119 向协助单位救援；
- (5) 启动程序流程

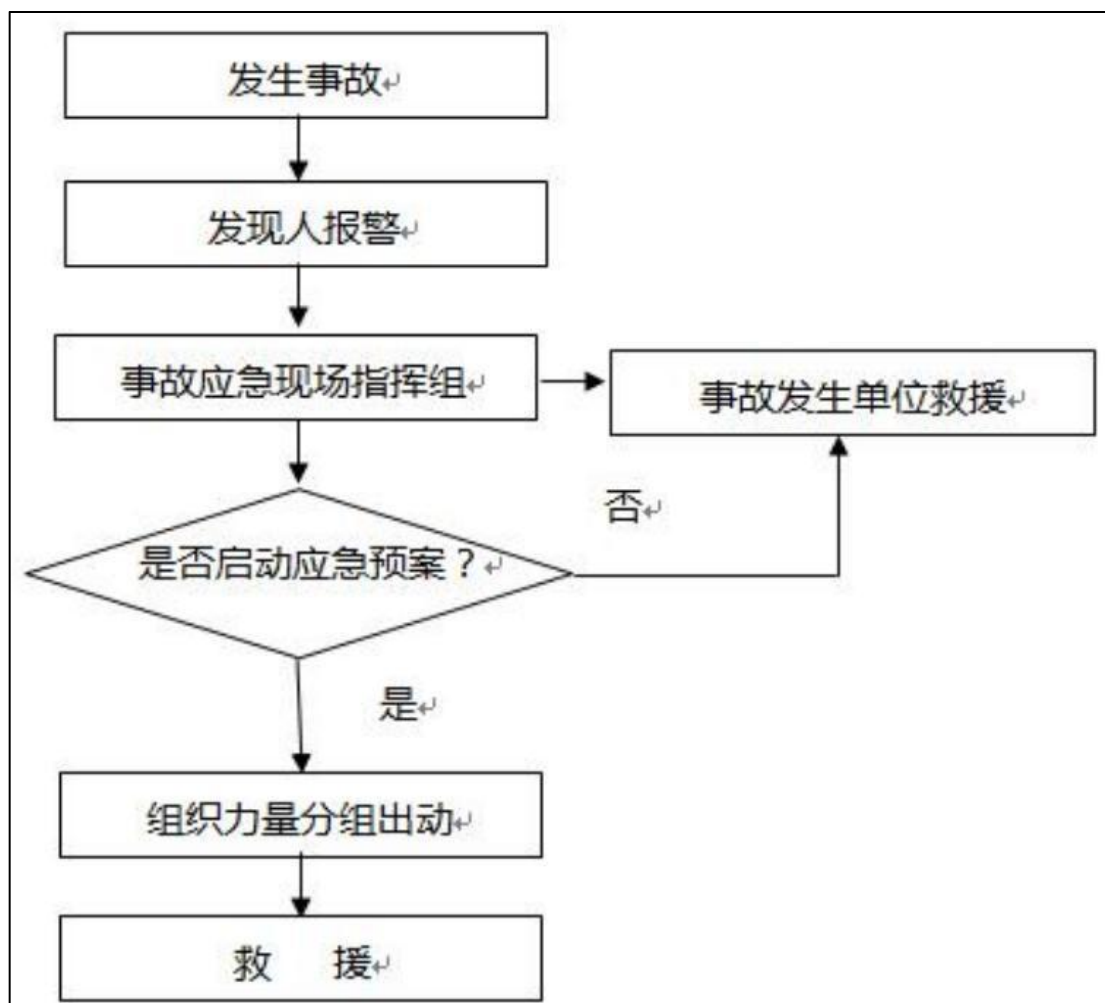


图 5.4-3 应急与救援启动流程图

5.4.3.5 教育、培训与演练

(1) 为了确保员工熟悉、了解事故应急管理要求和流程，运营单位应根据应急管理实际需要，组织相应应急管理知识培训；

(2) 为了提高各级人员应急反应能力，项目部应急救援办公室应根据实际需要，组织相应的应急预案演练，并做好相应记录。

第六章 环境保护措施及其可行性论证

6.1 施工期环境保护措施

6.1.1 施工期水污染防治措施

(1) 减少悬浮泥沙入海污染防治措施

①建设单位在制定施工计划、进度安排时，应充分考虑到附近海域的环境保护问题，合理安排施工数量、位置及进度。

②采用先进的打桩、开挖设备以减少悬浮泥沙对水体的影响，施工开挖范围严格控制在设计范围内，严格控制开挖宽度和深度，减少悬浮泥沙的产生。

③尽量缩短工期，减少施工过程对海水水质和底质的影响时间。

④施工过程中需加强管理，文明施工，定期对设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时予以修复。

⑤建设单位应会同主管部门做好施工过程的环境监控和水环境的监测工作。

⑥尽量采用干滩施工以减少悬浮泥沙的污染。

(2) 施工期场地废污水处理措施

本项目施工期场地废水主要为施工机械车辆冲洗废水，其主要污染物为泥沙和石油类。施工生产废水是临时性废水，随着施工的结束而停止排放。为更好地保护周边海域、地表水环境，提出以下减缓措施：

①装载工程材料的车辆在卸料时应尽量卸干净，尤其在洗车前应将车斗内的物料清扫干净，不但可减少冲洗水的使用量，同时可避免这些物料进入废水。

②车辆设备冲洗和维护保养废水主要含有 SS、COD_{Cr}、石油类等水污染物，为防止废水直接入海，对该部分含油废水必须经隔油处理，采用自流式初沉-隔油-沉淀处理工艺。项目施工期该部分含油废水经处理后，含油废渣委托有资质的单位处理，废水经处理达标后回用。场地冲洗等产生的含高浓度悬浮物冲洗废水，拟经隔油沉淀处理回用。

③严禁将施工过程中砂土料的冲洗水以及混浊泥浆等倾倒入沿线水体，应经中和、沉淀处理后，回用于场地抑尘及车辆冲洗。

④施工材料不宜堆在近岸，应备有临时遮挡的帆布，防止被暴雨冲刷进入沿线水体而污染水质。

（3）施工期场地生活污水的处理措施

施工人员在施工营地产生的生活污水经项目区化粪池预处理后,通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理;同时,施工单位应做好施工人员的培训和施工过程环境监控工作,施工承包合同中应包括有关环境保护条款,施工单位应严格实施。

（4）施工相关管理措施

①建设单位应会同地方主管部门做好施工过程的环境监控和水环境的监测检查工作,施工承包合同中应包括有关环境保护条款,施工单位应严格实施;

②在施工招投标过程,业主与施工单位签订施工合同,应明确施工工艺,必须采取清洁生产工艺,并明确施工过程中造成环境污染的责任方。

6.1.2 施工期大气污染防治措施

（1）现场施工建设所需原材料应统一堆放,设置盖棚,起尘严重的场所加设挡风尘设施;

（2）运输材料和设备的车辆采用防尘网覆盖车身,沿途经过敏感目标时应降低车速,防止土石方散落;

（3）定期清扫后方陆域场地、运输道路的洒落物,并配置洒水车,每天对运输道路场地进行 1 次洒水,同时保持场地和道路平整,以减轻施工场地和运输道路的扬尘污染;

（4）载重车辆设备选型时优先选择符合最新排放标准的运输车辆,减少大气环境污染;

（5）焊接烟尘控制措施采用便携式焊接烟尘净化器处理焊接烟尘。

6.1.3 施工期噪声污染防治措施

（1）港区建设施工噪声虽然是暂时性的,但施工噪声较大,由于施工机械大部分为移动性,不便进行隔声处理,应选择性能良好的新型高效低噪设备,日常应注意对施工设备的维修保养,使各种施工机械保持良好的运行状态。

（2）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。

（3）施工期间应控制施工船舶鸣笛,限制施工车辆鸣笛。

（4）运输车辆尽量在昼间工作,以免进出道路附近居民夜间受交通噪声干扰;若需夜间运输,经过居民区时应限制车速和鸣号。

(5) 严格按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523—2011), 控制施工期噪声排放量。

(6) 要求工程施工期间设置施工围挡, 超限设备应避开夜间及午间休息时段施工。

6.1.4 施工期固废污染防治措施

(1) 项目施工建筑垃圾主要来自施工营地中材料加工产生的边角料; 支架安装产生的废弃材料; 升压站、储能区、光伏阵列区等焊接产生的焊渣; 升压站施工产生的建筑垃圾等统一收集后, 可以循环利用的外卖回收利用, 不可回收利用的应根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等有关内容, 按照环境卫生行政主管部门的规定自行或委托清运至经审批的陆域指定地点;

(2) 施工人员产生的废生活用品、废包装材料等固体废物, 应由当地环卫部门分类收集后并转移至垃圾场统一填埋处理, 不得排放入海;

(3) 船舶产生的垃圾不得随意排入海中, 应采用专门垃圾袋或垃圾桶收集贮存集中到岸上, 由有资质的接收单位接收处置;

(4) 经常清理建筑垃圾, 每周整理施工现场一次, 以保持场容场貌整洁。设置杂物停滞区、垃圾箱和卫生责任区, 并确定责任人和定期清除的周期。

(5) 本项目在定向钻施工场地内设置泥浆池(含沉淀池和干化池)及泥浆罐, 施工过程中的钻渣和泥浆混合物在沉淀池中分离, 上清液仍回用于定向钻施工, 钻渣分离后堆存在干化池中, 自然干化后拟外运至城市建筑垃圾消纳场处置。泥浆委托相关资质单位进行收集处置。

6.1.5 施工现场监督管理

(1) 施工期间, 施工单位应根据《建设工程施工现场管理规定》的规定设置现场平面布置图、工程概况牌、安全生产牌、消防保卫牌、文明施工牌、环境保护牌、管理人员名单及监督电话牌等。

(2) 施工场地应设置专职人员负责逸散材料、垃圾、渣土、裸地等密闭、覆盖、洒水作业以及车辆清洗作业等, 并记录扬尘控制措施的实施情况; 配备专人负责施工现场保洁。

(3) 建设单位应委托有资质的单位进行施工期环境监测、监理工作, 形成工程环境监理、监测报告。该报告可作为项目环保验收时的依据。

6.2 运营期环境保护措施

6.2.1 运营期水环境保护措施

(1) 管理人员生活污水先经隔油池、化粪池进行预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理；同时，建设单位应做好管理人员的培训和运营过程环境监控工作。

(2) 光伏板冲洗过程中不得采用洗涤剂，并冲洗时间应在项目区下方养殖空档期进行，降低冲洗废水对海洋环境及养殖的影响。

6.2.2 生活污水纳入江口污水处理厂可行性分析

(1) 项目区周边具备市政污水管网

根据现场调查及收集相关材料，项目区周边已有市政污水管网布设，生活污水具备接入市政污水的条件，业主应在项目施工前与江口污水处理厂协商，确保施工前污水管网能顺利接入市政污水系统。

(2) 江口污水处理厂接纳能力满足本项目高峰期污水排放

莆田涵江区江口污水处理厂于 2013 年建设，福建莆田涵江区江口污水处理厂采用较为先进的污水处理工艺卡鲁塞尔 2000 氧化沟，其设计规模为 2 万 m^3/d ，先期日处理规模达到 2 万 m^3/d ，项目投资近 13000 万元，处理工艺：采用卡鲁塞尔 2000 氧化沟生产工艺，主要构筑物有：污泥缩脱水机房，变配电间，水质监测室，综合楼等，及进水泵、配水井、细格栅间、沉沙池、改良卡式氧化沟、配水井、污泥泵房、二沉池、紫外线消毒池、巴氏计量槽、尾水泵和储泥池等；配套管网全长 84.781km。

根据调查目前江口污水处理厂运行负荷仅为其设计规模的 70%左右，本项目施工高峰期每天产生污水量约为 48m^3 ，运营期每天污水产生量约为 1.85m^3 ，远低于江口污水处理厂剩余消纳能力，因此江口污水处理厂剩余接纳规模足以接收本项目产生的污废水量。

6.2.3 运营期大气污染防治措施

饮食单位所在建筑物高度小于等于 15m 时，油烟排放口应高出屋顶；建筑物高度大于 15m 时，油烟排放口高度应大于 15m；使用净化效率大于 60% 油烟净化系统处理后屋顶排放。

6.2.4 运营期噪声、振动污染防治措施

- (1) 优先选用低噪声设备；
- (2) 主变设备选型时，应确保选择符合相关要求电气设备及变压器，并加强设备的运行管理，减少因设备陈旧产生的噪声；
- (3) 输电线路设备选型，选取导线表面光滑，毛刺较少的设备，以减小线路运行产生的噪声；
- (4) 升压站主变、光伏区逆变器及箱变、其他主要设备基础设置减振垫；
- (5) 营运期间加强对箱逆变一体机的定期检查、维护，使其处于正常运行状态，杜绝异常运行噪声。

6.2.5 运营期固废污染防治措施

- (1) 储能区电池直接采用模块化更换，由电池供货商直接更换回收处置。建设单位应建立工业固体废物管理台账，如实记录产生工业固体废物的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息，实现工业固体废物可追溯、可查询；
- (2) 升压站铅蓄电池使用寿命一般在 15 年左右，更换后废旧铅酸蓄电池属于危险废物（危废代码：900-052-31），待使用寿命到期前联系相关具备废旧铅酸蓄电池回收资质的单位进行回收。升压站设计一座危废暂存间，库房约 24m²；
- (3) 由专人负责危废的日常收集和管理，对任何进出临时贮存所的危险废物都要记录在案；危险废物的转移必须按国家《危险废物转移联单管理办法》进行运输，以避免和减缓其转移过程中的环境风险；
- (4) 管理人员生活垃圾应由当地环卫部门分类收集后并转移至垃圾场统一填埋处理，不得排放入海。

6.3 生态保护措施

6.3.1 生态保护要求

项目建设对海洋生物资源与生态环境保护应按照“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损坏谁修复”的原则。根据影响评价的结果，制定可行的海洋生物资源保护措施，建立完善的生态补偿机制。

6.3.2 生态环境保护措施

- (1) 施工期生态环境保护措施

①合理规划施工进度，打桩作业尽可能避开渔业资源繁殖季节，以减少对鱼卵仔鱼的影响。

②工程应避免在台风、天文大潮等不利条件下进行施工；

③应尽量利用退潮露滩时或低平潮期间进行施工，以减轻施工过程中泥沙流失对海水水质、海洋生态的影响。

④工程施工期应严格执行水污染防治措施，尽可能减少悬浮泥沙入海量，从而减少对海洋生态环境的影响。

⑤施工期间，严格控制污染物排放，加强海洋环境监测，及时发现存在的隐患，便于采取相应的治理措施，使工程建设对生态环境产生的影响降至最低。

(2) 运营期生态环境保护措施

①工程达到使用年限报废后，应清除光伏板及桩基，恢复海域滩涂原状。

②加强电场运营管理，保证各项工程设施完好和确保安全生产是海洋生态保护最基本的措施。建议提高环境管理水平，杜绝海洋环境事故。

③对项目区水域开展生态环境跟踪监测，及时了解项目建设对生态环境的实际影响。根据海域环境特征，对海域的各种水生生物资源（包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物）等进行定期监测。

6.3.3 海洋生态补偿措施

本项目建设与营运会对海洋生态环境造成一定的破坏，对海洋生物造成一定的损失。根据自然资源损失补偿和受损区域恢复原则，该项目必须采取一定的生态恢复和补偿措施，以削减生态影响程度。

根据农业农村部《关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》、《海洋生态修复技术指南（试行）》的主要任务和相关要求，并结合本项目的特点，主要采取增殖放流的生态补偿措施。

本项目生态补偿的增殖放流时间可选择在每年的 5~6 月，增殖放流品种可根据工程所在海域的海洋生物种类分布特征，结合目前人工育苗、增殖放流技术，选取《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1 号）列举的兴化湾常见的适宜放流物种：真鲷、黑鲷、黄鳍鲷、花鲈、点带石斑鱼、赤点石斑鱼、长毛对虾、日本对虾、三疣梭子蟹等。

建设单位可委托相关单位编制增殖放流方案，并上报海洋渔业主管部门，后按照渔业主管部门相关规定执行；也可将增殖补偿金缴交当地渔业主管部门，作为主管部门统一部署的增殖放流活动中使用。

6.4 电磁环境防治措施

（1）尽可能选择多分裂导线，并在设备定货时要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电晕；

（2）对站内配电装置进行合理布局，尽量避免电气设备上方露出软导线；增加导线对地高度；

（3）加强电磁环境监测，及时发现问题并按照相关要求进行处理；

（4）在周围设立警示标识，加强对当地群众的有关高压输电方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

6.5 渔光互补管理措施

（1）光伏电站配备专业人员进行运营管理，负责各光伏电站子发电单元的巡视、日常维护及值班。

（2）为保证光伏场区光伏阵列结构和海缆的安全使用，建议光伏电站管理人员与当地养殖户建立联系，加强对养殖户的警示和管理，避免光伏阵列和海缆受到损坏。

（3）在施工完成后，对光伏区和电缆区设置相关标志，对周边车辆、船只、人员加以警示，禁止打桩、开挖等可能会破坏光伏电站设施的施工工艺，不能改变地形，避免各种人为活动影响光伏电站的安全使用。

（4）变压器油使用期满后，应交由有资质的单位进行回收处理。

6.6 鸟类影响减缓措施

（1）加强鸟类保护的宣传和教育工作，提高人类保护鸟类的意识，塑造人、鸟和谐相处的生存方式，保护鸟类栖息、觅食场所。

（2）加强污染及噪声控制和风险防范，降低项目实施对海洋生态环境条件以及对候鸟的不利影响。

（3）树立各种保护鸟类的宣传牌，鸟类的一般习性以及如何保护好鸟类的措施，提高施工人员对鸟类保护的意识，自觉保护鸟类的活动，抵制不利于鸟类保护的行为。

(4) 控制高噪声作业频次，尽量避开在夜间施工，严格控制光源使用量，对强光源进行遮蔽，减少对外界的漏光量，尤其是在有大雾、小雨或强逆风的夜晚，应该停止施工。黑脸琵鹭为《中国生物多样性红色名录》（2021 年）、《世界自然保护联盟濒危物种红色名录》（IUCN，2022 年）中的濒危种。应关注黑脸琵鹭最新信息，有遇见大数量黑脸琵鹭在项目区附近，应暂停施工，减少对鸟类的惊扰。

(5) 光伏阵列中安装彩带等鸟类警示物，以减少鸟只撞板的几率。

(6) 慎选光源设备。光伏电场区域的照明设备应选用白色闪光灯，并且尽可能少安装灯，灯的亮度和闪烁次数也要尽可能小和低。禁止长时间开启明亮的照明设备，给需要照明的设备加装必要的遮光设施，以减少光源对夜间迁徙鸟类的干扰。

(7) 做好施工组织和现场管理，文明施工，最大限度地减少施工期各污染源对周边环境的影响。应加强对施工人员关于鸟类保护的宣传教育，明确禁止施工人员进入候鸟群分布区，杜绝猎杀鸟类的行为。

(8) 严格执行施工操作规程，施工机械设备应有消声减振措施，避免对鸟类造成惊吓，保护鸟类生境。

(9) 严格施工管理，减少施工机械设备油类的跑、冒、滴、漏，防范环境污染事故风险；施工中废油、生活污水、渣土等合理处置，避免污染工程区滩涂湿地生态环境。

(10) 实施鱼类、甲壳类增殖放流。建设单位应结合增殖放流方案提出鱼类、甲壳类增殖放流计划，减少项目建设对鸟类觅食的影响。

6.7 风险防范措施与应急计划

6.7.1 船舶事故风险防范对策措施

施工船舶要严格遵守《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日修订）有关规定，加强管理和监督，积极采取预防措施：

(1) 对所用船舶驾驶员及其他船上工作人员应进行严格培训和教育，提高溢油危害的认识和安全运输的责任感，明确所应承担的防止船舶溢油的责任和义务。一旦发生溢油风险事故，施工单位与建设单位应及时沟通，及时报告主管部门（生态环境、海事、海上搜救、公安消防、渔业等相关部门）并实施溢油应急

计划，同时要求业主、船方共同协作，调用周边可利用的溢油应急设备，及时用隔油栏、吸油材料等进行控制、防护，使事故发生的影响降至最小，保证水环境和生态保护目标的受影响程度最小；

（2）划定海上施工作业区和通航区域；对于当地渔船和养殖船的进出，施工单位应积极做好引导和协调，在不适宜船只进出的阶段应事先发布通告；其余施工期应设置引导牌、做好当地船舶的引导，通过合理规划在不同施工阶段留出合适的进出通道，引导船舶，避免渔船进入施工区域；

（3）船舶应实施值班、了望制度，在不利气象条件下应按要求停止作业；

（4）船舶事故应急预案：建设单位对于重大或不可接受的风险，制定应急响应方案，建立应急反应体系，当事件一旦发生时可迅速加以控制，使危害和损失降低到最低程度。建立应急网络，成立应急事故领导小组，指定应急指挥人，编制详细的事故应急计划，包括指挥机构及相关协作单位的职责和任务、应急技术和处理步骤、设备、器材、人力、物力的保证和调配，事故的动态监测制度，事故发生后的报告制度等。

6.7.2 台风风暴潮风险防范措施

为确保工程施工安全，降低灾害损失，项目施工期间应制定风暴潮应急预案。

（1）风暴潮安全防护体系

成立应急抢险防护领导小组，组长：建设单位相关负责人；成员：各施工队负责人。主要职责：领导小组负责预案的检查、指导及协调工作和预案的现场落实工作。

（2）具体措施

①建立对施工区域范围内的观测点，由专人负责。每个施工场地由施工场地领队负责该项工作，随时掌握天气及潮水变化情况并进行统计记录。现场与施工总部保持联络，及时了解相关动态，遇紧急情况时，在接到通知后两小时内，迅速组织现场施工队伍撤离。

②强化对进入该区域施工的施工队及负责人的安全防护意识的培训教育工作，做到平日施工有序，临风暴潮时服从命令，听从指挥，平稳撤离。

③分工明确，责任到人。

各施工队伍，各施工队伍各工段、各班组、各工种都要形成人员预案网络，都要有专人负责，在接到撤离通知后整个网络要上下左右形成协调联动，做到撤

离时不漏一人。材料、设备有专人管理，责任落实到具体管理人员。每个设备、材料管理人员都要有应急管理措施。对管理的材料、设备必须心中有数，对哪些材料需进行风雨加固、哪些设备不能进屋、不能开走，需重点设防加固，都必须了如指掌，以便应急处理。物资准备必须充足：准备足够的木桩、钢管、雨帐篷以便在人员撤离时对设备集聚地进行加固、掩盖，以便确保材料、设备不受损失。

④确保通讯畅通：以保证突发风暴潮时的通讯联络。以人为本，确保人身安全。备有足够的、完好的救生衣、救生圈。以在特殊的、来不及逃生的情况下使用。

（3）以防风暴潮预案指导平时工作

①大型主要设备要注意加固、防雨。在风暴潮袭来时带不走和不能进屋的设备特别加固好。

②道路要通畅：对预防风暴潮撤离的路线要特别明显，主要指挥者要牢记清楚，在撤离干道上绝不准乱堆乱放材料、设备、以免影响顺利撤离，对撤离的道路必须严加巡查，随时保持道路畅通。

（4）风暴潮后的处理

①风暴潮造成的损失由领导小组及时专人赴现场落实。

②风暴潮过后现场领导小组要及时组织施工人员返回工地并及时恢复施工。

6.7.3 地震风险防范措施

（1）勘察设计单位应严格执行《建筑工程抗震设计规范》等有关技术标准，做好工程抗震勘察和工程抗震设计。

（2）对不符合工程抗震强制性标准规定的，勘察设计文件不予审查通过，未经审查合格的施工图不予通过施工报建和验收备案许可，把好新建工程抗震设防质量关。

（3）施工单位应严格按抗震设计要求进行施工，工程质量监督部门要加强对施工阶段落实抗震设防技术标准的管理，强化工程质量监督监理，把执行抗震设防技术标准作为工程质量监督的一项重要内容，保证工程抗震措施的施工质量，确保建设工程抗震防灾能力。

（4）通过采取抗震加固的装备与防止地基液化的措施，加强基础抗震能力。

6.8 环保设施汇总与环保投资估算

本项目环保投资估算约需 533.5 万元（表 6.1-1），占项目总投资 142667.46 万元的 0.39%。建设单位应落实环保工程的资金预算，以保证环保“三同时”得以真正实施。

表 6.1-1 本项目环保设施投资估算一览表

序号	环保措施	措施内容	投资估算 (万元)
1	施工期环境保护措施	(1)船舶含油污水、固体废物交由有资质单位接收处理。 (2)生活污水经项目区化粪池预处理后，通过市政污水管网。 (3)纳入江口污水处理厂进行深度处理。 (4)堆场设置防尘网、防尘布，施工场地定期洒水抑尘。 (5)焊接过程中使用便携式焊接烟尘净化器。 (6)施工期生活垃圾、建筑垃圾委托当地环卫部门处理。 (7)施工期开展海洋环境跟踪监测。	160
2	营运期环境保护措施	(1)生活污水经项目区内隔油池、化粪池进行预处理后，通过市政污水管道输送至涵江区江口污水处理厂进行深度处理。 (2)管理房安装厨房油烟净化系统。 (3)光伏场区箱逆变一体机、升压站主变等噪声源安装防振减振垫片、隔声罩等。 (4)管理人员生活垃圾定点堆放，分类收集，交由当地环卫系统处理。 (5)危险废物（废旧铅酸电池等）收集至危废暂存间暂存，统一交由有资质单位接收处理。	80
3	海洋生态保护措施	(1)增殖放流或将增殖补偿金缴交当地渔业主管部门。 (2)施工期鸟类保护宣传教育、运营期光伏列阵区安装彩带。	123.5
4	风险防范措施	升压站场区及光伏区升压变设置事故池，地面及油池防渗处理。	20
5	环保管理与监测	(1)成立专门环境管理机构，配备环境管理专职人员。 (2)制定完善的环境管理与监测制度。 (3)委托有资质的监理单位负责施工期环境监理工作。 (4)委托有资质单位按计划实施环境跟踪监测计划。 (5)开展环保设施竣工验收工作。	150
6	合计	-	533.5

第七章 环境影响经济损益分析

本环评开展环境影响经济损益分析的目的是通过分析国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）对周围社会经济环境产生的各种有利和不利影响及其影响程度，评估项目的社会、经济、环境正效益是否补偿或在多大程度上补偿了由项目造成的社会、经济、环境损失，对项目的整体效益进行综合分析比较。

7.1 社会经济效益分析

7.1.1 社会效益分析

建设国能涵江兴化湾 130MW 渔光互补光伏电站，将会促进当地相关产业（如建材、交通）的发展，对扩大就业和发展第三产业将起到积极作用，从而带动和促进当地国民经济的发展和社会进步。随着光伏电站的相继开发，光伏将成为当地的又一大产业，为地方开辟新的经济增长点，对拉动地方经济的发展，加快实现小康将起到积极作用。国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）的开发，不仅是该地区能源供应的有效补充，而且作为绿色电能，有利于缓解该地区电力工业的环境保护压力，促进地区经济的持续发展，对于带动地方经济快速发展将起到积极作用，项目社会效益显著。

7.1.2 经济效益分析

国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）的经济效益包括板下养殖效益和光伏发电效益。

（1）养殖经济效益

国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）占地面积约 1688 亩，结合光伏设施的建设，板下养殖莆田特色水产缢蛭，养殖面积计划 1633 亩（扣除工程设施占地）。蛭子养殖每亩投资约两千元，包括蛭苗、物资和人工等费用。其中，每亩蛭苗播种量应根据蛭苗个体大小、体质强弱、涂质肥瘦以及涂面上硅藻繁殖等情况而定。蛭苗的规格在每公斤 3000-6000 粒，每公斤种苗 12 元，每亩播种 40kg。采收期的人工按照 2 元/斤计算，项目总投入成本约 533.5 万元。

蛭苗的生产期为 10 个月左右，每亩可采收 400kg，按照蛭子 16 元/kg 的收购价格计算，收益合 6400 元/亩，项目总收益为 1024 万元，年利润为 472.03 万元，属于成本低，收益大的养殖项目。

蛭苗采收可在夜间利用人工光源（如 LED 灯）吸引蛭苗聚集采收。

采收方法可使用小型机械翻耕滩涂，结合筛洗法（挖泥堆叠后水坑淘洗）分离蛭苗，适用于光伏板下低矮空间操作。

或使用手拖网或抄网：采用轻便手托网（3-5 米长）或抄网，由双人操作在狭窄的滩涂区域采捕，避免与光伏支架碰撞。。

（2）光伏电站经济效益分析

光伏电站建成后，年发电量为 19392.38 万 kW·h，上网电价按 0.3932 元/kWh 计，年收益约为 7625.08 万元。

综上，本项目光伏发电效益明显高于养殖效益，项目用海区的经济效益增加近约 9 倍，提高了海域使用效益。本项目渔光互补模式具有良好的经济效益。

7.2 环境损益分析

7.2.1 项目建设对环境造成的影响和损失

本项目的建设将产生明显的社会效益和经济效益，但若未采取环保措施，将对保护区及项目周围海域的水环境、生态环境和声环境产生一定的影响，造成一定的损失。其中有些影响可以按费用来折算，有些则无法用费用来折算。

（1）生态破坏经济损失

本项目施工过程悬浮泥沙入海造成的浮游植物与浮游动物的持续性损失量分别为 1.37×10^{15} cells 与 65323.7kg，鱼卵和仔稚鱼持续性损失量分别为 4.88×10^7 ind 和 5.12×10^6 ind，游泳动物持续损失量为 2850.19kg；桩基施工造成底栖生物损失量分别为 140kg。经过计算，本项目施工期疏浚和构筑物建设造成的生态补偿总额约为 122.5 万元。

以上生态环境损失中悬浮物影响是阶段性的，施工水域附近局部海域水体悬浮物增加导致生物资源受到损害，这种影响将随着施工的结束而逐渐消失。桩基占海对底栖生物的破坏是永久的，但桩基占海面积较小，对兴化湾底栖生物的影响有限。

（2）水环境损失

水体污染通常是指受人为因素而引起的，即由于废水及污水的排放，使得起初为清洁的天然水体水质超标，导致水体功能减弱或丧失而遭受的损失。

建设项目引起水质污染的原因是多方面的，从海洋环境影响角度，本项目主要是指施工期打桩过程产生的悬浮物。悬浮泥沙入海将导致项目区及周边海域水质超标，且将影响到保护区水质环境，但这种影响费用难于估算，而且是暂时的，将随着施工结束而逐渐消失。

（3）沉积物环境损失

本项目施工过程主要是打桩等过程对沉积物的影响，以及通过影响水质而对沉积物的间接影响。桩基占海对沉积物的影响在生态环境损失中已考虑，本项目所在海域沉积物质量现状良好，施工只是将沉积物进行重新分布，项目建设不会对沉积物环境造成明显影响，其经济损失忽略不计。

通过加强施工期和运营期环境管理，并采取相应的污染防治措施和生态恢复措施，可以将本项目建设的海洋环境影响降低到最低程度。

（4）节约标煤效益

相比于传统火力发电，光伏电站运营期无需消耗化石能源，根据初步设计方案，项目全部投产后预计平均每年发电量约为 19392.38 万 kWh。根据《中国电力行业年度发展报告 2023》2022 年全国 6000 千瓦及以上火电厂供电标准煤耗 300.7gce/kWh，据此推算，项目建成后每年可节约标煤约 5.83 万 t。标准煤按 1400 元/t 计，则节约标煤的效益为 8162 万元。

（5）污染物减排效益

光伏发电作为一种清洁能源，相比火电工业在营运过程中不会产生包含 SO₂、NO_x 和烟尘在内的大气污染物。根据《中国电力行业年度发展报告 2023》2022 年全国 6000 千瓦及以上火电厂供电标准煤耗 300.7gce/kWh 和全国电力单位火电发电量烟尘排放量、二氧化硫排放量、氮氧化物排放量和二氧化碳排放量分别为 0.017g/kWh、0.083g/kWh、0.133g/kWh 和 824g/kWh 测算，项目年平均年发电量 19392.38 万 kWh，减排烟尘约 3.30 吨/a、SO₂ 约 16.10 吨/a、NO_x 约 25.79 吨/a、CO₂ 约 15.98 万吨/a。2023 年年度全国碳平台交易平均价格 68.15 元/t，CO₂ 的环境效益为 1089.04 万元。根据《福建省财政厅福建省地方税务局福建省环境保护厅关于我省环境保护税适用税额和应税污染物项目数等有关问题的通知》（闽

财税〔2017〕37号），CO₂、SO₂、NO_x的环境效益为1089.04万元、2.03万元和3.26万元。

7.2.2 环保投资费用

本项目建成投产后的社会效益和经济效益是好的，但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，才能达到保护周围环境的要求。根据本报告第六章环保工程对策措施可知，本项目环保投资估算约为533.5万元。

7.2.3 环保投资效益

环保措施的环境经济效益是指在采取环保措施后所得到的直接和间接的效益。直接效益为资源、能源和回收利用所产生的收益；间接效益为采取环保措施后海洋生物资源损害减少，或因减少水环境影响而使海洋生物资源受损降低。就本项目而言，环境经济效益主要由间接效益组成。

（1）通过各项环保措施的落实，可减小施工期悬浮物质的产生量，防止施工期各类污水和固体废物的随意散排污染海域，使施工场地附近海域水环境和生态环境得到有效保护；通过制定和落实事故风险防范和应急保护措施，降低对生态环境潜在的环境风险影响。

（2）通过生态补偿（增殖放流），把项目施工过程中对海洋生物资源不可避免的损害进行补偿，即通过生态恢复的方式，补偿生态的损失，能够逐步恢复原来的生态状况，保持区域海洋生态的平衡。

本项目环保投资533.5万元用于环境保护或生态损害补偿，通过落实各项环境保护措施将工程对评价区域的环境质量的负面影响减至最低，在取得明显的社会效益、经济效益的前提下保证了可持续发展。工程在采取了必要的环保措施后，一方面将很大程度上降低本项目对环境产生的不良影响，另一方面环保投资本身也将产生效益，本项目虽然投入一定资金用于防止污染，但可为建设单位减少许多不必要的经济损失，以保证工程顺利实施。

7.3 环境经济损益综合分析

综上所述，本项目建设能产生较大的经济、社会效益，对莆田市的经济发展和城市形象提升具有推动作用。同时，本项目在施工期会对项目所在海域水质、沉积物及生态环境造成一定的不利影响，并由此还会产生一定的经济损失，但在

认真落实本报告书中提出的各项环保措施后,工程建设对环境和生态的不利影响可以得到有效控制

从与本项目带来的经济效益和社会效益比较来看,由环境影响造成的经济损失较小,其环境经济损失是可以接受的。而且在建设单位采取一定的环保措施后,尽量将不利影响控制在最小范围和最低程度。这些污染防治方法和环境保护措施在经济上是合理的,技术上可行的,从环境与社会、经济效益的角度上分析,工程建设是可行的。

第八章 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

环境管理是以环境科学理论为基础，运用经济、法律、技术、行政、教育等手段对经济、社会发展过程中施加给环境的污染和破坏影响进行调节控制、实现经济、社会和环境效益的和谐统一。本环境管理计划依据环评报告书提出的主要环境问题、环保工程措施及省、地市生态环境部门对企业环境管理的要求，提出该项目的环境管理和监测计划，供各级生态环境部门对该项目进行环境管理时参考，并作为企业项目设计、建设及运营阶段环境保护管理工作的依据。

8.1.1 环境管理机构及职责

环境保护管理部门包括福建省生态环境厅在内的各级环境保护行政主管部门负责本项目的环境管理、环境监测、污染源防治的监督管理工作。另外，应由项目的建设单位落实各项环保措施并配合上述机构的环保执行与监督管理工作。

（1）施工期间环境管理机构及职责

在建期间，环境管理由项目建设部负责。建设部应尽快指定一个工作小组，其中至少有一名专职的环保管理人员，具体负责该项目在建期间的环境管理和监督工作。其主要职责是：

- ①负责本建设项目的“三同时”措施的落实、实施工作；
- ②负责本环评报告书提出的各项环保措施在工程中的落实、实施和监督；
- ③在施工期中，对各施工单位和各重要施工场所环境保护措施实施情况进行检查、指导、监督。

（2）运营期环境管理机构设置及职责

根据项目实际情况，莆田晶鸿光伏发电有限公司应成立专门的环保室、制定有关环保工作制度，统筹光伏电站的环境管理，该机构应由企业负责人亲自负责，分管副总经理担任副职，配备专职技术人员及环境监测人员，担负企业日常环境管理与监测的具体工作，确保各项环保措施、环保制度的贯彻落实，具体职责如下：

- ①宣传并执行国家、地方环境保护法规、条例、标准，并监督有关部门执行；

②按报告书提出的环保工程措施与对策，落实工程环境监理，与各施工单位签订环保措施责任书，施工合同应包含施工环保要求相关内容，以使施工过程中各项环保工程措施得到有效执行；同时应与有资质的单位签订污染物委托处理协议，并做好污染物台账管理；

③对本项目环保措施的实施运行进行监督，负责监督管理废污水收集、预处理设施 及其他“三废”治理设施的运转和维护工作；

④配合生态环境主管部门进行环保竣工验收；

⑤落实施工期环境监测计划；

⑥负责本环评报告书提出的各项环保措施在工程中的落实、实施；在运营期负责项目区附近海域的水质管理、保护和监测工作；

⑦负责本项目的污染事故的防范，应急处理和报告工作；

⑧负责环境管理及监测档案管理和统计上报工作；

⑨负责与省、市生态环境局的联络和沟通，做好其他环保工作。

8.1.2 环境管理计划

(1) 管理计划

本项目实施过程中的环境管理计划见表 8.1-1。

(2) 环境管理注意事项

①设计阶段，设计单位应将环境影响报告书中提出的环保措施落实到设计中。

②招标阶段，各施工承包单位在投标中应有环境保护方面的内容，中标后的合同中应有实施环保措施的条款；工程建设单位应与施工承包单位签订环保措施责任书。

③施工前建设单位应委托有资质的环境监理单位负责施工期环境监理工作。建设单位应注意组织施工期、运营期环境监测计划的实施。

8.1.3 施工期环境管理的执行

(1) 施工中的环境管理

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。应于施工开始前编制好重点监督检查工作的计划。

②本项目施工中环境管理和监督检查的重点是施工单位是否采取措施减少打桩导致的悬浮泥沙流失入海。应重点检查上述各种施工过程是否认真落实实施本报告提出的各项环保措施。

③施工中环境管理的监督检查的另一个重点，是防止施工中的水、气、声、渣污染。检查的重点是施工的高峰期和重点施工段。检查其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。

④施工中，应加强对施工船舶油品和油污水的管理。严格防止油品泄漏。对船舶油污水应交由海事局认可的有资质单位接收处置。此外，应注意避免施工噪声扰民，在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。

⑤所有的检查计划、检查情况和处理情况都应当有现场的文字记录，并应及时通报给各有关部门。记录应定期汇总、归档。

（2）验收阶段的环境管理

①施工后，应对施工场所、施工人员进驻区及施工临时占地区的清场情况进行检查。要求施工固体废物清理干净，生活垃圾清理干净，土地平整清楚，周围景观得以修复或改善。

②将施工期的环境管理工作计划、工作情况、现场监督检查记录和监测记录进行汇总或统计，编写施工期的环境管理工作报告，上报给公司领导及省、市、区生态环境行政主管部门及保护区管理处，并归档。

③建设项目竣工后，建设单位应如实查验、监测、记载项目的环保设施的建设和调试情况，自行或委托编制验收监测报告，说明环保设施运行情况、治理效果、达到的排放标准等，在公开上述信息的同时向所在地的生态环境主管部门提交报送相关信息，并接受监督检查，方可正式投入生产。

8.1.4 运营期环境管理的执行

运营期的环境管理的重点是各项环境保护措施的落实、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。

（1）制度上的管理

①严格、认真地贯彻执行国家、省、市的有关环保法律、法规、政策、条例、标准。制订工程环境保护管理规章制度。

②制订各环保设施操作规程，定期维修制度，使各项环保设施在营运过程中处于良好的运行状态；

③加强对环保设施的运行管理，如环保设施出现故障，应立即检修，严禁非正常排放；

④制订运营期海域水质、生态环境监测计划，并组织监测计划；

⑤制定环保资料的存贮建档与上报的计划，环保档案内容包括：污染物排放情况；污染物治理设施的运行、操作和管理情况；事故情况及有关记录；其他与污染防治有关的情况和资料等。

（2）运营期环境管理重点

①加强废污水、固体废物污染防治，禁止排放入海。

②加强水体监控和水质监测。如发现水面上油污、垃圾，应及时清理；如发现水体异常(如变色、异味等)或水质监测数据异常，应加强监控；如发现污染事故，应启动应急程序。

表 8.1-1 环境管理工作计划表

序号	情况	环境管理工作内容
1	企业环境管理总要求	(1)根据国家建设项目环境保护管理规定，认真落实各项环保手续； (2)委托评价单位进行环境影响评价工作； (3)履行“三同时”手续，自主开展环保设施竣工验收工作； (4)生产中及时检查污染治理设施运行情况，做好环境管理台账； (5)编制自行监测方案并定期开展监测工作； (6)接受当地生态环境部门监督、检查，协助生态环境部门做好环境管理。
2	设计阶段	(1)设计中充分考虑批复后的环评报告书及其批复中所提出的环保设施和措施； (2)设计委托合同中标明环保设施设计要求； (3)设计部门充分调研，比较提出先进、合理的环保设备和设施。
3	施工阶段	(1)工程合同中明确要求及时清理施工垃圾、废水； (2)注意设备选型和维护。 (3)运输车辆若经过村庄时应减速慢行；施工期运输车辆需加盖蓬布； (4)合理安排施工时间，打桩施工尽量避开兴化湾鱼虾主要产卵季节。
4	生产运营阶段	(1)主管副经理全面负责环保工作，加强技术管理人员培训； (2)环保科负责项目区内环保设施的管理和维护； (3)对废水的处理、固废收集暂存设施建立环保设施档案和台账； (4)定期组织污染源和环境监测； (5)制定应急预案，积极预防和妥善处置突发环境事件，保证设施安全运行和运营质量； (6)事故应急方案合理，应急设备设施齐备、完好。

5	信息反馈和群众监督	(1)反馈监测数据，落实群众监督制度，及时改进污染治理工作； (2)建立奖惩制度，定期开展监督性检查，保证环保设施正常运转； (3)归纳整理监测数据，技术部门配合进行工艺改进； (4)聘请附近村民为监督员，收集附近村民意见； (5)配合生态环境部门的检查。
---	-----------	--

8.1.5 污染物排放清单

本项目施工期污染物排放清单详见表 8.1-2，运营期污染物排放清单详见表 8.1-3。

表 8.1-2 项目施工期污染物排放清单一览表

项目		主要污染物								废水 排放量 （t/a）	治理措施及排放去向	执行标准
		COD		氨氮		SS		石油类				
		kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L			
施工废水		-	-	-	-	36	3000	0.24	20	12000	该部分废水隔油沉淀处理回用，含油废渣交有资质的单位处理。	-
生活污水		19.2	400	2.16	45	10.56	220	-	-	48000	经项目区化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理	执行污水处理厂出水水质标准（《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准）
船舶 废水	生活污水	20	400	2.25	45	11	-	-	-	6000	收集后，由船方委托专业的船舶废水接收处理公司处理	《船舶水污染物排放控制标准》（ GB3552-2018 ）及 MARPOL73/78 公约的有关规定
	含油污水	-	-	-	-	-	-	43.33	10000	4333.33		
噪声		Leq								90dB(A)	加强机械设备的日常维护，保证施工机械设备在良好状态下运行；合理安排施工工序	执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（ GB12523-2011 ）
固废		生活垃圾								200 kg/d	有资质的船舶清污公司负 责接收和处置	-
		船舶垃圾								54kg/d		
废气		施工机械废气、焊接烟尘、扬尘								-		《环境空气质量标准》（ GB3095-2012） 及修改单二级

表 8.1-3 项目运营污染物排放清单一览表

项目	主要污染物								废水排放量 t/a	治理措施及排放去向	执行标准
	COD		氨氮		SS		植物油脂				
	t/a	mg/L	t/a	mg/L	t/a	mg/L	t/a	mg/L			
光伏板冲洗废水	-	-	-	-	0.042	50	-	-	836	直接排放	-
生活污水	0.084	318	0.012	44	0.031	117	-	-	262.8	经项目区化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理	执行污水处理厂出水水质标准
食堂废水	0.27	359	0.026	34	0.14	186	0.038	50	755.55		
噪声	升压站、逆变器、箱式变电站噪声								70dB(A)	减震、隔声	《声环境质量标准》（ GB3096-2008）中的 3 类标
固废	生活垃圾								1.10	纳入现有环卫垃圾收集处理系统处理	-
	光伏区废旧电子元件								0.6	交由有资质单位接收处理	
	储能区、升压站废旧电池								21.23t/15a		
废气	食堂油烟								4.8mg/m³	直接排放	《环境空气质量标准》（ GB3095-2012）及修改单二级
电磁环境	工频电场								460.6V/m	直接排放	《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)
	工频磁感应强度								0.0923μT	直接排放	

8.2 环境监测

环境监测在环境监督管理中占主要地位，通过制订并实施环境监测计划，可有效管理、监督各项环保措施的落实情况，及时发现存在问题，以便进一步改进环保工程措施，更好地贯彻执行有关环保法律法规和环保标准，确实保护好环境资源和环境质量，实现经济建设和环境保护协调发展。

监测计划制订的原则是根据项目建设各个阶段的主要环境问题及可能造成较大影响的区域和影响指标而定的。

8.2.1 环境监测机构

本项目需委托当地环境监测机构或其它有资质的第三方监测单位进行环境监测。

8.2.2 施工期的环境监测计划

施工中的环境影响主要为：打桩施工过程的悬浮泥沙对海域环境的影响，主要污染因子是 SS、COD；施工机械和船舶的含油废水对海水的污染，主要污染因子是石油类；施工扬尘和施工机械、车辆及船舶废气对大气环境的影响；另外，还有打桩与施工机械的噪声影响。本评价根据项目施工工艺、影响预测结果和主要敏感目标情况，制定项目施工期环境监测计划。

（1）海洋环境监测

海洋环境监测计划见表 8.2-1。各样品采集、贮存和运输方法及分析方法均严格按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB12763-2007）的要求进行。

（2）大气环境监测

施工期间，进行 TSP、SO₂、NO_x 的现场监测，以了解施工扬尘和燃油尾气的影响，采取必要的改进措施。控制标准为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准及其 2018 年修改单的二级标准。

（3）噪声监测

施工期的各个施工阶段，根据设备的使用位置设置场界噪声测点，测量等效声级 Leq。当测点噪声超过区域环境噪声标准时（昼间：70dB（A），夜间：55dB（A）），应当检查噪声控制设施的运行情况，及时改进防治措施，保证达标。

表 8.2-1 施工期环境监测计划一览表

序号	监测内容	监测项目	测点布设	监测频次	监测实施机构
1	海水水质	悬浮泥沙、石油类、重金属	测点在工程区及附近海域设置 3~5 条断面，每个断面上设 3~4 个监测站位	施工期 1 次，施工结束后 1 次，如有事故性溢油按应急要求进行监测	委托有资质的海洋环境监测单位
2	沉积物	硫化物、有机碳、石油类、铜、铅、镉、汞、砷	调查断面同水质，调查点位数量为水质点位的 50%	施工期 1 次，施工结束后 1 次	
3	海洋生物	叶绿素、浮游植物、浮游动物、底栖生物	调查断面同水质，调查点位数量为水质点位的 60%	施工期 1 次，施工结束后 1 次	
4	大气	施工厂界 TSP、SO ₂ 、NO _x	施工区域上风向 1 个，下风向 3 个	施工高峰期必要时随时抽查监测。	委托有资质的环境监测部门。
5	噪声	连续等效 A 声级	4 个场界噪声	施工高峰期 1 次	

8.2.3 运营期的环境监测计划

运营期，在正常情况下主要环境影响是光伏板冲洗废水排放、升压站、箱逆变等的噪声及磁场、食堂油烟对周围环境影响，以及光伏场区对鸟类的影响、桩基建设对冲淤环境影响。本评价根据项目工程特点和主要敏感目标情况制定运营期监测计划，详见表 8.2-2。

表 8.2-2 运营期环境监测计划一览表

序号	监测内容	监测项目	监测布点	监测频率	监测实施机构
1	水质	pH、SS、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类	测点在工程区及附近海域设置 3~5 条断面，每个断面上设 3~4 个监测站位。	运营后半年内测 1 次	委托有资质的监测单位
2	沉积物	石油类、硫化物、有机碳	调查断面同水质，调查点位数量为水质点位的 60%	运营后半年内测 1 次	
3	海域生态	浮游动物、浮游植物、潮下带底栖生物、鱼卵、仔稚鱼	调查断面同水质，调查点位数量为水质点位的 60%	运营后半年内测 1 次	
4	厂界噪声	L _{Aeq}	6 个场界噪声（同现状站位）	运营后半年内测 1 次	
5	电磁	电场强度、磁场强度	厂界四周各设置 5 个点位（同现状站位）	运营后半年内测 1 次	

6	鸟类	种类、数量	在项目区内设1个监测站位	建设后第一年春、夏、秋、冬季各监测一次；建设后第五年春、夏、秋、冬季各监测一次；后续每间隔五年春、夏、秋、冬季各监测一次。	
7	岸滩冲淤	水深、地形变化	现状滩涂附近设置1-2个监测站位	运行一年后监测1次	

8.2.4 事故应急监测计划

本工程的施工及运营一旦发生溢油事故，将会对周围的环境保护目标构成威胁。

一旦发生溢油事故，应进行事故状态下的环境跟踪监测。其目的是掌握溢油事故可能威胁到的环境敏感点、油膜影响范围外附近海域等海水中石油类污染物的浓度等。监测站位、监测频率等应根据溢油事故情况与监测部门协商确定。本评价建议的应急监测工作内容如下：

(1) 监测布点

渔港发生油品事故泄漏后，应在事故泄漏点周边及海洋敏感目标设置事故应急监测点，严格掌握污染带的运移规律以及时空变化。

(2) 监测项目

海水水质：pH 值、CODMn、溶解氧、石油类。

(3) 监测频次

每个监测断面应每隔半小时或者一小时取样分析，在重要的水监测点应根据事故态的严重程度适当加密监测频次，控制污染物，从而绘制污染带等浓度分布等值线图，掌握污染带扩散范围和扩散方向。

8.2.5 监测质量保证与质量控制

(1) 建立质量体系

委托其他有资质的检（监）测机构代其开展自行监测的，排污单位不用建立监测质量体系，但应对检（监）测机构的资质及质量认证资格进行确认。

(2) 建立质量保证

定期对自行监测工作开展的时效性、自行监测数据的代表性和准确性、管理部门检查结论和公众对自行监测数据的反馈等情况进行评估,识别自行监测存在的问题,及时采取纠正措施。

管理部门执行监测与排污单位自行监测数据不一致的,以管理部门执行监测结果为准,作为判断污染物排放是否达标、自行监测设施是否正常运行的依据。

8.2.6 信息报告

建设单位应编写自行监测年度报告,年度报告至少应包含以下内容:

- (1) 监测方案的调整变化情况及变更原因;
- (2) 港区全年运行天数,各监测点、各监测指标全年监测次数、超标情况、浓度分布情况;
- (3) 按要求开展的周边环境质量影响状况监测结果;
- (4) 自行监测开展的其他情况说明;
- (5) 排污单位实现达标排放所采取的主要措施。

8.3 环境监理

8.3.1 环境保护监理的任务、工程程序、方式及范围

(1) 环境保护监理的主要任务

环境保护监理的主要任务一方面是根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》及相关法律法规,对工程建设过程中污染环境、破坏生态的行为进行监督管理;另一方面对建设项目配套的环保工程进行施工监理,确保“三同时”的实施。本项目环境保护监理包括两部分任务:一是监理工程施工过程应符合环保要求,如污水、废气、噪声等污染物排放应达标、减少生态环境破坏。二是对保护施工期的环境而建设的配套环境保护设施进行监理,包括水处理设施、防尘抑尘设施、溢油应急设施等。

(2) 环保监理的工作程序

本项目的环保监理工作程序见图 8.3-1。

(3) 环保监理方式

环保监理人员对施工活动中的环境保护工作按照施工进度实施动态管理。工程环境监理的工作方式以日常巡视为主,辅以必要的环境监测,以便及时调整环

保监控力度。环保工程监理与其他工程的监理相似，工作方式主要以工程监理的方式进行。环保监理人员应在开工前熟悉环评中的相关的环保要求和措施内容。

(4) 环境监理范围

环境监理范围：工程所在区域与工程影响区域

监理工作范围：桩基施工现场、施工营地、施工道路、附属设施等以及上述范围内生产施工对周边造成环境污染和生态破坏的区域。

监理工作阶段：①施工准备阶段环境监理；②施工阶段环境监理；③工程保修阶段（交工及缺陷责任期）环境监理。

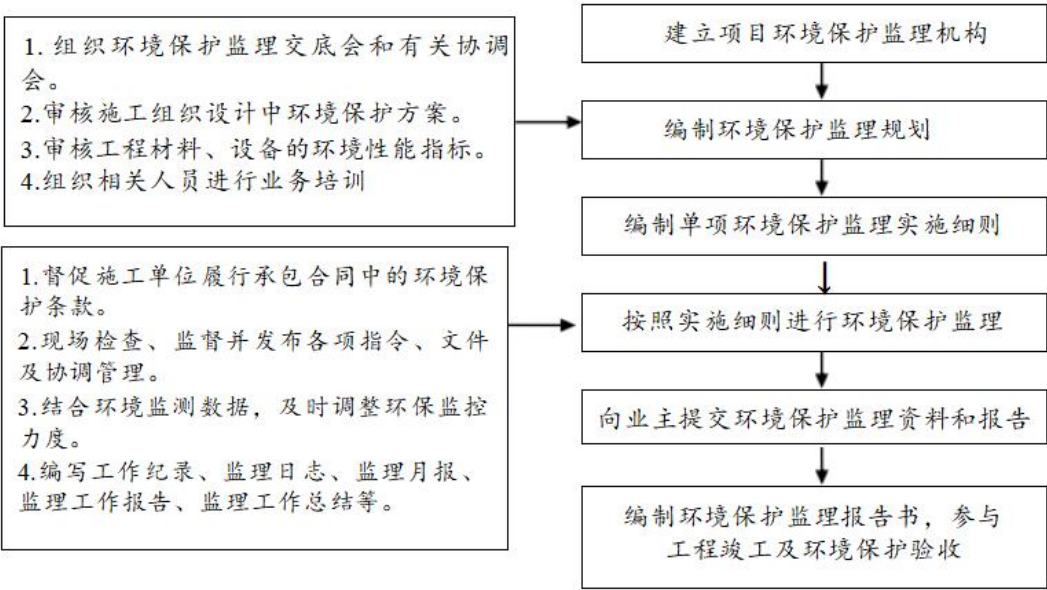


图 8.3-1 环保监理的工作程序图

8.3.2 本项目环境保护监理重点

环境保护监理的工作内容主要为：针对施工期环境保护措施，以及落实为项目生产营运配套的污染治理设施的“三同时”工作执行情况进行技术监督。

(1) 施工期环境保护措施监理重点

根据本项目的工程性质及环保对策措施要求，本项目施工期环境保护措施内容与监理要点如下：

①施工期水环境保护措施监理重点

主要对本项目施工期水环境保护措施的监理，保证措施落实情况及排放标准达到本报告书及环评批复批准的要求。重点监理内容为：

◆施工时机选择是否选择在对海域生态环境影响最小的时段，是否落实本评价提出的环保措施。

◆施工船舶是否与海事局、航道局、海上交管中心建立了密切的联系，是否有控制装驳量，是否落实环保措施以避免输送过程中的泄漏对水体造成二次污染。

◆施工期的生产、生活污水处理措施的落实情况。

◆施工船舶污水、船舶垃圾的处理措施落实情况。

②生态保护和恢复措施监理重点

根据工程分析，本项目对生态环境造成较大的施工作业为桩基施工对周边海域生态环境的影响。因此需对生态保护措施的实施情况进行监理，保证措施落实情况达到本报告书及其批复的要求。重点监理内容为：

◆海上施工过程的生态影响减缓措施落实情况。

◆打桩作业是否尽量避开渔业资源繁殖季节。

③施工材料质量验收

◆供货厂家提供检测报告，产品合格证。

◆混凝土配比达到所需的标号要求。

◆钢材、设备的质量检验。

④其它环境保护措施监理重点

◆施工期环境监测落实情况。

◆是否按本报告的要求，落实固体废物处理措施。

◆是否按本报告书的要求，落实防尘抑尘措施。

◆是否按本报告书的要求，落实噪声减缓措施。

(2) 试运营期污染治理设施建设监理重点

因此，本项目试运营期污染治理设施建设的监理重点内容为项目区污水处理设施、风险应急设施的监理。其监理要点为：

①污水管道、隔油沉淀池的建设情况，包括设计单位的资质、施工图的完整性、施工队伍资质、施工进度和施工质量等；生产废水收集处理情况。

②船舶生活污水与含油污水的处理情况。

③固体废物处置措施落实情况。

④溢油应急预案的制定情况；溢油应急设施的配备是否符合规范要求。

8.4 总量控制

8.4.1 总量控制因子

根据国家和福建省、莆田市主要污染物排放总量控制的相关要求，并结合项目污染物排放情况，确定本项目总量控制因子为废水污染物控制指标： COD_{Cr} 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 。

8.4.2 总量控制指标

本项目废水纳入市政污水管网排入江口污水处理厂处理。本项目废污水产生总量为 1018.35t/a，其中生活污水量为 262.8t/a，食堂废水量 755.55t/a。江口污水处理厂尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，COD 排放浓度 $\leq 50\text{mg/L}$ ， $\text{NH}_3\text{-N}$ 排放浓度 $\leq 5\text{mg/L}$ ，则本项目水污染物排放量控制计算结果见表 8.4-1。

由于本项目属于江口污水处理厂的服务范围，其中生活污水污染物排放总量纳入污水处理厂，生产污水污染物总量指标需要另行购买。

表 8.4-1 本项目水污染物排放量控制一览表

污水类型	水量 (t/a)	COD		$\text{NH}_3\text{-N}$	
		排放量 (t/a)	排放浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)	排放浓度 (mg/L)
生活污水	262.8	0.084	318	0.012	44
食堂废水	755.55	0.27	359	0.026	34
合计	1018.35	0.354	-	0.038	-

8.5 竣工环境保护验收

建设单位是建设项目竣工环境保护验收的主体，应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

本次环评给出项目施工期和运营期竣工环保验收主要内容，如表 8.5-1 和表 8.5-2 所示。

表 8.5-1 项目施工期竣工环保验收一览表

名称	内容	环保措施	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体	验收指标与要求
污水收集处理	悬浮泥沙	采用先进的设备	有效降低施工期间的入海泥沙量	光伏区	业主单位和施工单位负责建设、管理	-
	施工人员生活污水	经项目区化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级，其中氨氮参照执行《污水排入城镇下水道水质标准》（ GB/TB31962-2015 ）B 级限值			-
	施工废水	经隔油沉淀池处理后回用	循环回用不外排	在项目区进出口，施工前建设		循环回用不外排
海洋生态和生物资源保护	生态损失	实施海洋生态资源补偿或及时缴纳海洋资源补偿金（本项目共造成 122.5 万元生物损失）	增殖放流	项目附近海域，项目环保设施竣工验收前完成	业主单位负责组织实施，可委托有资质的专业单位完成	提供落实生态补偿工作的相应材料
大气污染防治	运输粉尘	运输车辆防尘帆布覆盖、不满载	有效降低运输扬尘	运输车辆作业期间		施工现场的车辆性能必须符合 GB18352-2001 及 GB17691-2001 的要求
	施工粉尘	施工场地洒水	有效降低施工扬尘	运输车辆作业期间		
	清洁燃料	机动车与场地使用清洁能源	降低尾气污染	机械作业期间		
噪声防治	施工噪声	避开休息时间施工作业，设置施工围挡等降噪措施	规避休息时间施工噪声扰民，有效降低噪声	机械施工作业期间		施工场界执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011 ）
固体废物处置	生活垃圾	外运处置	纳入现有环卫垃圾收集处理系统处理	项目场地作业期间		-
	船舶垃圾	外运委托处置	有资质单位集中处置	船舶作业期间		-
	建筑垃圾	外运处置	按照城市建筑垃圾管理相关条例运至指定地点处置	项目场地作业期间		

表 8.5-2 项目运营期竣工环保验收一览表

名称	内容	环保措施	预期效果	实施地点及 投入使用 时间	责任主体	验收指标 与要求
污水收集 处理	生活污水、含 油污水	先经隔油池、化粪池进行预处理后， 通过市政污水管网纳入江口污水处理 厂 进行深度处理。	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级， 其中氨氮参照执行《污水排入城镇下水道水质标 准》（ GB/TB31962-2015 ）B 级限值		业主单位负 责组织落实	-
	光伏板 冲洗	自然排放	-	-		-
噪声防治	噪声	采取相应的减震降噪处理	有效降低噪声	项目运行期间 （昼间）		项目场界《工业企业厂界 环境噪声排放标准》 （GB12348-2008）3 类、4a 类标准
固体废物 处置	生活垃圾	外运处置	纳入现有环卫垃圾收集处 理系统处理	项目场地作业期间		检查是否落实措施，接收 记录是否完整
	废旧电子元件	外运处置	委托生产商回收	每年		
	废旧电池	外运处置	待使用寿命到期前由供货 厂家上门更换	每 15 年		
	废旧铅酸电池	外运处置	由有危险废物处置 资质单 位外运处置	每 15 年		

第九章 环境影响评价结论

9.1 项目概况

9.1.1 工程概况

本项目由国能（莆田）新能源有限公司负责建设涵江兴化湾 200MW 渔光互补项目（一期 130MW 工程）选址于福建省莆田市涵江区三江口镇。

项目一期工程利用莆田市涵江区三江口镇兴化湾海域，光伏光电区占地面积约 112.53hm²（1687.98 亩），升压站占地面积约 13202.67m²，升压站进站道路用地面积为 800m²。本项目拟新建 1 座 220kV 升压站并配套 13MW/26MWh 的储能，升压站内建设项目含 13MW/26MWh 电化学储能设施，电芯选用 3.2V314Ah，此电芯持续功率大、循环寿命高、存储寿命高、安全性高。储能系统采用的集装箱拥有自己独立的供电系统、隔热系统、阻燃系统、消防系统、应急系统等自动控制和安全保障系统；每套储能配置 3 个 5.04MW/8.8MWh 储能单元，项目共配置 3 个储能单元。3 个储能单元通过 1 回 35kV 集电线路接至项目配套建设的 220kV 升压站 35kV 母线侧。

本项目光伏分布较集中，置 28 台 4400kVA 箱逆变器一体机，2 台 3300kVA 箱逆变器一体机，容配比 1:1.2。所发电量由箱逆变器一体机逆变升压至 35KV 后，拟采用 5 回 35kV 集电线路接至新建 220kV 升压站 35kV 侧，光伏场区与登陆点之间通过外输线缆沿栈桥路径架空敷设，距离约 1.58km。光伏电站所产生的电能经过 220kV 升压站升压后，通过一回送出线路输送至就近电力系统，具体以电网接入系统批复为准。本项目总容量 156.0104MW_p，25 年累计发电量 4564500.71MWh，25 年年平均发电量 182580.03MWh，平均利用小时数 1170.31h。

总投资约为 64503.9900 万元，施工期约 10 个月。

9.1.2 政策及相关规划符合性

本项目符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》、《中华人民共和国湿地保护法》、《福建省湿地保护条例》、《湄洲湾港总体规划（2020-2035 年）》、《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》、《“十四五”现代能源体系规划》、《福建省“十四五”能源发展专项规划》、《福建省近岸海域环境功能区划》、《福建省“十四五”

海洋生态环境保护规划》、《莆田市“十四五”生态环境保护规划》、《莆田市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》等相关法律法规和政策规划。

9.2 项目所在地环境现状

9.2.1 大气环境

根据《2024年莆田市环境质量状况》，2024年，2024年有效监测366天，达标天数比例为97.8%，同比上升1.4个百分点。其中一级、二级和轻度污染天数比例分别为56.8%（同比上升5.8个百分点）、41.0%（同比下降4.5个百分点）和2.2%（同比下降1.4个百分点，共超8天，其中细颗粒物超1天，臭氧超7天）。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）规定，依据项目的主要污染物排放情况、项目建设内容以及当地执行的环境空气质量标准确定本项目大气环境评价等级为三级。

9.2.2 水文环境现状

（1）陆域水文环境现状

木兰溪为福建省八大河流之一，福建省东部独流入海河流，干流全长105km，流域面积1732km²，天然落差784m，河道平均坡降1.50%。丰水年径流量15.64亿m³，平水年径流量9.79亿m³，枯水年径流量5.59亿m³。萩芦溪位于莆田市北部，为莆田市第二大河流，流域面积628km²，主河道长60km，河道平均坡降4.6%。萩芦溪丰水年径流量6.11亿m³，平水年径流量3.74亿m³，枯水年径流量2.05亿m³。

（2）海洋水文

春季水文现状调查资料引自《福州港江阴港区14#泊位工程海洋水文春季调查报告》（福建省环境保护设计院有限公司，2024年7月）根据调查资料，T1、T2站的潮型判别数值分别为0.310、0.280，均小于0.50，本海区属于正规半日潮流区。2024年春季T1潮位站的平均潮位为28cm，最高潮位为390cm，最低潮位为-338cm，最大潮差为734cm，平均涨、落潮历时分别为6:03和6:21，平均涨潮历时略短于平均落潮历时。T2潮位站的平均潮位为26cm，最高潮位为363cm，最低潮位为-313cm，平均涨潮历时略短于平均落潮历时，分别为6:05

和 6:20。兴化湾基本处于冲淤稳定的状态，淤积主要集中在近岸浅滩海域。项目区附近处于略微淤积状态，岸滩相对稳定。

9.2.3 地形地貌与冲淤环境现状

兴化湾是福建省最大的基岩海湾，地貌类型多，形态多样。周边陆地构造侵蚀低山、丘陵和台地环绕，海湾深入内陆，湾顶有木兰溪等河流注入，湾岸平原遍布，木兰溪口的莆田平原是福建四大平原之一。水深多半小于 10m，水下浅滩地貌形态复杂，水下沙坝、沙脊等堆积形态多样。

（1）工程地质

根据广东精测勘科技股份有限公司编制的《莆田晶鸿涵江兴化湾 300MW 渔光互补光伏电站项目岩土工程勘察报告》，拟建项目场地主要地层有第四系（Q4al）冲积层、第四系（Q4el）残积土。

（2）冲淤环境

①兴化湾西部及北部浅滩区处于冲淤基本平衡、略有淤积的状态。②深槽处于较强往复潮流作用，深槽宽度不断向两侧扩展，而海底水深稳中有冲，基本处于略有冲刷的基本平衡状态。③兴化水道多年来一直处于冲淤平衡或略有冲刷的状态。这种状态的产生主要是由于该海域泥沙来源较少，短小河流泄洪排出的泥沙仅在边滩沉积，同时该海域潮差大，潮流动力强，涨、落潮流路稳定，并呈往复流动，致使细颗粒泥沙不易在深水区内淤积。

9.2.4 海域水质现状

2024 年 4 月春季调查期间，由于 1#和 3#站有陆源淡水汇入，pH 为三类海水水质标准，其余均符合一类海水水质标准。溶解氧、石油类和重金属指标均符合一类海水水质标准；化学需氧量（3.8%）和活性磷酸盐（7.7%）部分站位符合二类海水水质标准，其余站位符合一类海水水质标准；主要超标因子为无机氮，超标原因是由于 2024 年 4 月上旬降雨量较大，累计降水量达 115.9mm，调查前期的连日降雨将大量陆源污染物冲刷流入附近水体，如农业排水、养殖尾水等含有大量的无机氮，这些污染物最终汇入海洋，造成近岸海域无机氮浓度升高。

2024年秋季调查海域海水水质中：pH、化学需氧量、生化需氧量、溶解氧、挥发酚、铜、铅、锌、镉、总铬、砷、汞、油类含量不劣于《海水水质标准》第一类海水水质标准；调查站位无机氮含量部分劣于第一类海水水质标准，调查站位海水水质标准一类、二类、三类、四类的超标率分别为31.2%、12.5%、3.1%和0.0%；调查站位活性磷酸盐含量除XH19不劣于第一类海水水质标准，其余站位劣于第一类海水水质标准；调查站位活性磷酸盐海水水质标准一类、二（三）类、四类的超标率分别为96.8%、53.1%和3.1%。

9.2.5 海域沉积物环境质量现状

沉积物评价标准按《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）第一类标准执行，评价方法采用单因子指数评价法。

2025年5月2日在项目附近进行潮间带沉积物现状调查。沉积物所有调查项目有机碳、硫化物、油类、铜、铅、锌、镉、铬、总汞和砷含量不劣于执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）第一类标准。

9.2.6 海域生物质量现状

2024年春季调查海域牡蛎体内石油烃、汞、砷、铬满足一类海洋贝类生物质量标准，铅、镉满足二类海洋贝类生物质量标准，铜、锌满足三类海洋贝类生物质量标准；丽文蛤体内各指标均满足一类海洋贝类生物质量标准。

2024年秋季调查贝类生物样品中，石油烃、铜、铅、锌、镉、铬、总汞和砷均符合《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准。

9.2.7 海洋生态环境质量现状

（1）叶绿素 a 和初级生产力

2024年春季调查海域各站位叶绿素 a 均值为 $4.85\text{mg}/\text{m}^3$ ，表层叶绿素 a 含量的平均值为 $5.27\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围为 $2.22\sim 10.60\text{mg}/\text{m}^3$ 之间；底层叶绿素 a 含量的平均值为 $4.43\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围为 $1.36\sim 9.77\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。各站位初级生产力波动范围为 $179.558\sim 1365.66\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均含量为 $476.84\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，初级生产力最高的位于站位 8#，最低的位于站位 3#，平面分布情况与叶绿素 a 较为一致。

2024年秋季调查期间,各调查站位叶绿素-a值的变化范围在(0.74~2.60) mg/m³,平均值为1.52mg/m³,最高值出现在调查海域XH03号站,最低值出现在调查海域XH20号站。各调查站位真光层初级生产力值的变化范围29.41 mgC/m²·d~110.31mgC/m²·d,平均值为61.87mgC/m²·d,最高值出现在调查海域XH17号站,最低值出现在调查海域XH20号站。

(2) 浮游植物

2024年4月春季调查期间,共发现浮游植物3门92种,其中,硅藻类出现种类最多,达37属78种,占84.8%;甲藻门出现8属13种,金藻类出现1种。优势种共四种,分别为细弱海链藻、中肋骨条藻、旋链角毛藻和布氏双尾藻,主要集中于5#和11#站位,种间个体分配均匀度一般,第一优势种旋链角毛藻占浮游植物细胞总量的36.64%。各调查站位浮游植物细胞丰度介于 $7.3\times 10^2\sim 8.0\times 10^4$ cells/L之间,平均细胞丰度为 1.20×10^4 cells/L,81.3%测站多样性指数均大于2,表明该季调查海区浮游植物物种多,种间个体数量分配较均匀,群落结构较稳定。

2024年11月调查海域共鉴定出浮游植物3门39属61种,其中硅藻门32属53种,甲藻门6属7种,绿藻门1属1种,其中硅藻种类占优势。本次调查海域各站位浮游植物种类数变化范围为11种~24种,均值为16种/站。调查海域浮游植物的细胞密度变化范围在 $(3.6\sim 106.2)\times 10^3$ cells/L之间,均值为 24.3×10^3 cells/L。该海区的浮游植物的主要优势种有:中肋骨条藻、菱形海线藻、条纹小环藻,其中中肋骨条藻细胞数量最高。调查区内浮游植物种类多样性指数 H' 的平均值为2.52,变化范围在1.06~3.39之间;均匀度 J' 平均值为0.65,变化范围在0.23~0.84之间;丰富度 d 平均值为2.10,变化范围在1.72~2.46之间。本次调查的浮游植物各项多样性指数值未见异常。

(3) 浮游动物

2024年4月春季各站的浮游动物的生物量介于20.29~519.15mg/m³之间,平均生物量为207.73mg/m³,各站的浮游动物的密度介于30.2~2751.7ind./m³之间,平均密度为661.0ind./m³。主要优势种为小拟哲水蚤和太平洋纺锤水蚤,分别占总量的48.5%和22.7%。各站位丰富度指数均值为3.69,均匀度指数均值为0.53,多样性指数均值为2.36。种间物种丰富的较高,分布均匀度一般,生物多样性较好。

2024 年 11 月秋季调查共鉴定浮游动物 39 种, 其中桡足类最多为 17 种, 占总种数的 43.6%; 其次是阶段性浮游幼体 8 种, 占总数的 20.5%。本次调查浅水 I 型浮游生物网采获的浮游动物生物量介于 $29.62 \sim 210.67 \text{mg/m}^3$ 之间, 平均值为 77.48mg/m^3 。各测站位浮游动物生物密度介于 $26.92 \sim 108.89 \text{ind./m}^3$ 之间, 平均值为 64.96ind./m^3 。主要优势种有短尾类溞状幼体、精致真刺水蚤、太平洋纺锤水蚤、亚强次真哲水蚤、中华哲水蚤、强额孔雀哲水蚤。调查区内浮游动物种类多样性指数 H' 的平均值为 3.59, 均匀度 J' 平均值为 0.79, 丰富度 d' 平均值为 3.31, 该调查海域的浮游动物各项多样性指数值无异常。

(4) 潮下带底栖生物

2024 年 4 月春季调查共鉴定潮下带底栖生物共有 7 门 16 目 36 科 45 种。各站位底栖生物栖息密度平均栖息密度为 86.875ind./m^2 , 以环节动物栖息密度占优势 (60.94ind./m^2 , 70.1%); 平均生物量为 12.94g/m^2 , 以棘皮动物 (6.36g/m^2) 占优势。优势种有 3 种为棘刺锚参、豆形短眼蟹和岩虫。底栖生物物种多样性指数 (H') 的平均值为 2.32, 均匀度指数 J' 的平均值为 0.88, 丰度指数 d 的平均值为 2.39, 生物多样性水平较高, 种间分布均匀。

2024 年 11 月秋季共鉴定潮下带大型底栖生物 6 门 52 种, 其中, 环节动物 25 种, 占总数的 48.1%; 软体动物 15 种, 占 28.8%; 节肢动物 8 种, 占 15.4%; 棘皮动物 2 种, 占 3.8%; 星虫动物和纽形动物各 1 种, 各 1.9%。本次调查 12 个站位的平均生物量为 43.41g/m^2 ($12.99 \text{g/m}^2 \sim 127.52 \text{g/m}^2$); 平均栖息密度 108ind./m^2 ($56 \text{ind./m}^2 \sim 172 \text{ind./m}^2$)。分布在调查海域的底栖生物的主要优势种为中蚓虫、豆形短眼蟹、纳加索沙蚕, 其中中蚓虫是数量最大的优势种, 也是优势度 Y 值最高的优势种。调查区内浅海大型底栖生物多样性指数 H' 的平均值为 2.71, 变化范围在 1.88~3.42; 调查区内浅海大型底栖生物均匀度 J' 平均值为 0.86, 变化范围在 0.67~0.93; 调查区内浅海大型底栖生物丰富度 d' 平均值为 1.72, 变化范围在 1.05~2.58。该调查海域的浅海大型底栖生物的多样性指数值无异常。

(5) 潮间带大型底栖生物

2024 年 4 月春季潮间带调查共分析鉴定潮间带底栖生物 4 门 70 种, 其中软体动物物种数最多 (39 种), 占总物种数的 35.16%。潮间带底栖生物平均栖息密度 58.7ind./m^2 , 其中环节动物平均栖息密度最大, 占总平均栖息密度的 38.9%; 平均生物量 30.53g/m^2 , 其中软体动物平均生物量最大, 占总平均生物量的 53.25%。

多样性指数 (H') 的平均值为 3.75, 丰度指数 (d) 的平均值为 5.43, 均大于 3, 均匀度指数 (J') 的平均值为 0.84, 各生态指数较高, 表明生物多样性水平较高, 种间分布均匀。

2024 年 11 月调查共鉴定潮间带大型底栖生物 5 门 55 种, 其中, 软体动物 25 种, 占总种类数的 48.8%; 节肢动物 14 种, 占 25.5%; 环节动物 14 种, 占 25.5%; 脊索动物 1 种, 占 1.8%; 星虫动物 1 种, 占 1.8%。潮间带底栖生物生物量组成和密度组成都以软体动物为最高, A 断面的平均栖息密度为 82.7ind./m², 平均生物量为 102.93g/m²; B 断面的平均栖息密度为 58.7ind./m², 平均生物量为 43.46g/m²; C 断面的平均栖息密度为 86.7ind./m², 平均生物量为 65.32g/m²; D 断面的平均栖息密度为 101.3ind./m², 平均生物量为 128.05g/m²。调查海域 4 条断面潮间带生物的主要优势种为渔舟蜃螺、秀丽织纹螺、弧边招潮。调查区内潮间带种类多样性指数 H' 的平均值为 2.53, 均匀度 J' 平均值为 0.91, 丰富度 d 平均值为 1.47, 该调查海域的潮间带大型底栖生物多样性指数值未见异常。

(6) 鱼卵和仔稚鱼

2024 年 4 月春季调查共捕获鱼卵 14168 粒、仔鱼 753 尾, 共发现 34 种 (含 2 个未定种), 捕获鱼卵 19 种, 占总种类数的 55.9%, 捕获仔鱼 20 种, 占总种类数的 58.8%。在科的水平, 共发现 20 科, 鲷科、鲱科、鲐科、鳀科、鰕虎鱼科种类最多, 各 3 种, 分别占总物种总数的 8.8%。水平拖网捕获的鱼卵平均密度为 140.8ind./100m³, 捕获的仔稚鱼平均密度 4.8ind./100m³; 垂直拖网捕获的鱼卵, 平均密度为 60.4ind./m³, 捕获的仔稚鱼平均密度为 37.7ind./m³。

2024 年 11 月调查共捕获鱼卵 123 粒, 仔稚鱼 36 尾, 垂直拖网采样共鉴定鱼卵 6 科 6 种共 25 粒, 仔稚鱼 7 科 7 种共 14 尾; 水平拖网采样共鉴定鱼卵 8 科 11 种共 98 粒, 仔稚鱼 6 科 8 种共 22 尾。水平拖网共捕获鱼卵 98 粒, 密度变化范围为 0.024~0.097ind./m³, 平均密度为 0.066ind./m³; 垂直拖网捕获鱼卵 25 粒, 平均密度为 1.131ind./m³, 变化范围为 0.000~2.667ind./m³。本次垂直和水平拖网调查所捕获的所有鱼卵中叫姑鱼占总数量的 27.64%, 占优势, 本次垂直和水平拖网调查所捕获的所有仔稚鱼中鰕虎鱼占总数量的 41.67%, 占绝对优势。

(7) 游泳动物

2024 年 4 月春季调查游泳动物 34 科 53 属 75 种，其中鱼类 38 种，甲壳类 31 种，头足类 6 种。游泳动物平均体质量密度为 $177.42\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $25.50\text{kg}/\text{km}^2$ （13#）~ $629.10\text{kg}/\text{km}^2$ （2#），平均个体数密度为 $17526\text{ind.}/\text{km}^2$ ，范围为 $3240\text{ind.}/\text{km}^2$ （2#）~ $59606\text{ind.}/\text{km}^2$ （8#）。优势种共 3 种分别为二长棘鲷、皮氏叫姑鱼和中国毛虾，均为经济物种。游泳动物个体数多样性指数（ H' ）平均值为 1.82，个体数均匀度指数（ J' ）平均值为 0.53，个体数丰富度指数（ d ）平均值较高，为 1.92。游泳动物体质量多样性指数（ H' ）平均值为 2.06，体质量均匀度指数（ J' ）平均值为 0.64，体质量丰富度指数（ d ）平均值较高，为 2.57。各项生态评价指数综合表明，调查海域的游泳动物种间个体分布较均匀，群落结构较稳定，总体生态环境属于中等水平。

2024 年 11 月秋季调查共鉴定游泳动物种类 83 种，其中鱼类 32 科 56 种，虾类 5 科 15 种，蟹类 2 科 9 种，头足类 2 科 3 种。调查海区各站位游泳动物重量资源密度均值为 $309.97\text{kg}/\text{km}^2$ ，分布范围在 $121.79\sim 483.74\text{kg}/\text{km}^2$ 之间。调查海区各站位游泳动物数量资源密度均值为 $18766\text{ind.}/\text{km}^2$ ，分布范围在 $11951\sim 24190\text{ind.}/\text{km}^2$ 之间。本次调查海域游泳动物优势种类为叫姑鱼、口虾蛄和龙头鱼。调查海域各站位游泳动物重量种类多样性指数平均为 3.81，重量均匀度指数平均为 0.86，重量丰富度指数平均为 1.93；调查海域各站位游泳动物数量种类多样性指数平均为 4.03，数量均匀度指数平均为 0.91，变化范围 0.88~0.95；数量丰富度指数平均为 3.03，变化范围 2.04~2.85。该调查海域的渔业资源的各项多样性指数值无异常。

9.2.8 声环境质量现状

检测点位所在位置声环境质量执行 3 类，监测点所在位置执行 4a 类，根据调查结果，两次调查期间 6 个站位均符合相应声功能区标准。

9.2.9 电磁环境

各检测点位工频电场强度现场测量值最大为 $154.3\text{V}/\text{m}$ ，磁感应强度测量值最大为 $0.084\mu\text{T}$ ；测量值均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频电场强度 $4000\text{V}/\text{m}$ 、工频磁感应强度 $100\mu\text{T}$ 的公众曝露控制限值。

9.2.10 鸟类

兴化湾水鸟栖息生境主要分布有 38 处，其中莆田市 17 处，主要分布在木兰溪和萩芦溪之间的滩涂和北高、石城的滩涂；福清市 21 处，主要集中分布在江镜华侨农场的水产池塘、周边滩涂。

调查表明，本项目场区位于水鸟栖息生境上，兴化湾水鸟主要集中分布在江镜华侨农场和赤港华侨农场的水产池塘、周边滩涂。兴化湾水鸟以鸕鹚类、雁鸭类和鸥类为主，每年迁徙停歇此地的水鸟数量超过 8 万只，越冬的水鸟数量超过 4 万只；其中福清兴化湾水鸟每年迁徙停歇的水鸟数量超过 4 万只，越冬的水鸟数量近 2 万只；莆田兴化湾水鸟每年迁徙停歇的水鸟数量超过 4 万只，越冬的水鸟数量近 2 万只；江阴半岛周边滩涂每年迁徙停歇的水鸟数量较少，越冬的水鸟数量约 3000 只。

9.2.11 污染源强清单

项目水污染源包括桩基等施工过程各类悬浮物产生与排放、陆域施工场地生活污水、施工船舶生活废水、含油废水、车辆机械冲洗废水等，其中悬浮物废水是本项目最主要的水污染源。施工期污染源产生和排放情况见表 9.2-1；施工期噪声源情况见表 9.2-2；运营期废水产生与排放一览表情况见表 9.2-3。

表 9.2-1 项目施工期污染物排放清单一览表

类型	序号	项目名称	产生情况		备注
			产生量 (kg/d)	产生浓度 (mg/L)	
船舶含油废水	1	废水产生量	4333.33	—	该部分废水统一收集后外运处置，不外排。
	2	石油类	43.33	10000	
船舶生活废水	1	废水产生量	6000	—	该部分废水经收集上岸外运处置，不外排。
	2	COD	20	400	
	3	BOD5	10	200	
	4	SS	11	220	
	5	氨氮	2.25	45	
生活废水	1	废水产生量	12000	—	该部分废水隔油沉淀处理回用，含油废渣交有资质的单位处理。
	2	石油类	0.24	20	
	3	SS	36	3000	
生活污水	1	废水产生量	48000	—	经项目区化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江

	2	COD	19.2	400	口污水处理厂进行深度处理。
	3	BOD5	9.6	200	
	4	SS	10.56	220	
	5	氨氮	2.16	45	

表 9.2-2 施工期噪声污染源

序号	施工设备	声源特点	最大声级(dB (A))	测点距机械距离(m)
1	搅拌运输车	不稳定源	80	5
2	水上打桩船	不稳定源	85	5
3	起重机	不稳定源	80	5
4	水上挖机	不稳定源	85	5
5	叉车	不稳定源	90	5
6	电缆敷设机	不稳定源	80	5
7	电焊机	不稳定源	65	5
8	振动棒	不稳定源	85	5

表 9.2-3 运营期废水产生与排放一览表

污染源	污染物	产生量 t/a	污染物产生		治理措施		排放量 t/a	污染物排放	
			产生浓度 (mg/L)	产生量 (t/a)	工艺	处理效率%		排放浓度 (mg/L)	排放量 (t/a)
光伏板 冲洗废水	SS、鸟粪、盐粒	836	50 (SS)	0.042	/	/	/	50	0.042
生活污水	COD	262.8	400	0.105	化粪池、隔油池	20.3	262.8	318	0.084
	BOD5		200	0.053		21.2		158	0.042
	SS		220	0.058		47		117	0.031
	NH3 -N		45	0.012		3.1		44	0.012
食堂废水	COD	755.55	450	0.34	化粪池、隔油池	20.3	755.55	359	0.27
	BOD5		250	0.19		21.2		197	0.15
	SS		350	0.26		47		186	0.14
	NH3 -N		35	0.026		3.1		34	0.026
	动植物油		100	0.076		50		50	0.038

9.3 环境影响评价结论

9.3.1 大气影响评价结论

(1) 施工期大气环境影响评价结论

施工期主要废气污染源为施工扬尘、施工车辆及船舶燃油尾气以及支架焊接烟尘等；施工扬尘一般影响在 100m 范围之内，但施工场仍应做好场地围挡、洒水降尘、易起尘区域设置防尘网覆盖、密闭车辆运输、食堂安装油烟净化装置等各项防治措施的情况下，项目建设及运营对周边环境影响是可接受的。

（2）营运期大气环境影响评价结论

运营期主要大气污染物为食堂油烟。项目生产区设一座食堂，均属《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）规定的“小型”餐饮单位。生产区食堂主要为生产区人员提供早中晚三餐，宿舍区食堂主要为厂内员工供应早中晚三餐，日就餐人数约为 6 人次。食堂炉灶所产生的餐饮油烟浓度在未采取净化措施加以治理的情况下，一般平均浓度约为 $12\text{mg}/\text{m}^3$ ，经净化效率大于 60% 油烟净化系统处理后屋顶排放，排放浓度可降至 $4.8\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。本项目运营期间管理人员数量较小，厨房产生的油烟量较小，在油烟净化系统处理后排放对周边的环境影响较小。

9.3.2 海域水环境影响评价结论

（1）施工期海域水环境影响评价结论

本光伏发电项目，光伏支架采用单桩独立基础，预应力混凝土管桩，采用静压式柴油打桩机进行沉桩，沉桩作业采用 RTK、GPS 等工具配合吊打工艺进行沉桩，定位较准确，桩基打入以及海底电缆建设对海底沉积物扰动较小，施工时悬浮泥沙产生量少且位于底部，大部分会迅速沉降，桩基施工悬浮泥沙和电缆敷设开挖施工搅动产生的悬浮泥沙对水质环境影响很小，施工的影响时间短暂，随着施工的结束，其影响也随之消失，因此施工悬浮泥沙对水质环境影响很小。

本项目施工期废水包括陆域施工场地生活污水、施工车辆及机械设备冲洗废水、施工船舶生活废水与含油废水等，施工场地生活污水经临时施工区化粪池预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理；施工船舶生活废水、含油废水统一收集后交由有资质的单位接收处置，不外排；施工车辆及机械设备冲洗废水经隔油沉淀处理回用于车辆冲洗或施工场地洒水降尘，含油废渣交由有资质的单位处理。综上，经上述处理后，项目施工期产生的废污水对周边海域环境影响很小。

（2）营运期海域水环境影响评价结论

本项目运营期光伏板采用海水直接冲洗，每次冲洗间隔时间较短，每次冲洗时，污染物聚集量少，不采用洗涤剂，每次冲洗光伏区分区间断性进行，光伏板冲洗废水对海水水质的影响程度较小，且随着冲洗作业结束，影响逐渐消失，因此本项目运营期光伏板冲洗对海水水质的影响程度较小。

本项目运营期水污染源包括管理人员生活污水、厨房废水。管理人员生活污水厨房废水经项目区内隔油池、化粪池进行预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理后达标排放，因此运营期对周边海水的影响程度较小。

本项目光伏区仅对光伏阵列支架进行热镀锌或锌镁铝处理，对光伏支架混凝土桩身参入适量阻锈剂和矿物掺合料，要求抗渗等级不低于 P8，本项目组件最低点距离塘基不低于五十年一遇洪水位 0.5m，因此在正常情况下光伏支架不会浸泡在海水中，由于本项目的防腐设计，自然条件不会造成防腐层金属离子的释放，不会对周边水质造成影响。

9.3.3 声环境影响评价结论

(1) 施工期声环境影响评价结论

本项目 200m 范围内无声环境敏感点。施工噪声因不同的施工机械影响的范围相差很大，昼间机械设备在主要产噪设施 50m 范围外的噪声值方能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），夜间则在产噪设施 281m 范围外的噪声值方能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），因此施工单位夜间禁止施工，且施工现场在高噪声设备周边设置施工围挡等降噪措施，将施工期间噪声影响对周围群众的影响程度降到最小。

(2) 营运期声环境影响评价结论

运营期主要是升压器设备运行噪声，光伏发电区场界、升压站场界噪声贡献值均可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中的 3 级标准限值。

9.3.4 固体废物环境影响评价结论

(1) 施工期固体废物环境影响评价结论

施工期的固体废物主要包括船舶工作期间产生的垃圾、施工人员生活垃圾、施工过程中产生的建筑垃圾等。船舶垃圾由有资质单位接收处理、施工人员生活垃圾由环卫部门统一清运处置、建筑垃圾运至市政建筑垃圾消纳点处置。

(2) 运营期固体废物环境影响评价结论

运营期管理人员生活垃圾由环卫部门统一清运、废光伏模块由厂家接收处置、设施维护过程产生的废旧储能电池等危险废物由有资质单位接收处置。项目产生的各类固体废物均可得到妥善收集、贮存及处置,不会对周边环境造成不利影响。

9.3.5 海域生态环境影响评价结论

本项目施工过程悬浮泥沙入海造成的浮游植物、浮游动物、鱼卵和仔稚鱼、游泳动物资源的损失;桩基占用海域将造成底栖生物资源的损失。经计算,本项目建设造成的生态补偿总额约为 122.5 万元。本项目施工期和运营期废污水均经妥善处理,正常运营条件下不会对海域生态环境造成不良影响。

9.3.6 水文动力与冲淤环境影响评价结论

从大范围流场对比看,工程的实施对流场影响不大,从工程区附近的流场看,由于桩基的阻水作用,潮流在工程区形成缓流区,且流向受桩基影响发生明显变化。

从大范围流场对比看,工程的实施对落急流场影响不大,从工程区附近的流场来看,潮流从桩基间由北向南退潮露滩,由于工程位于高潮区域,落潮流速未发生明显变化。

涨急时,工程方案实施后,受桩基影响工程周边流速呈减小趋势,越靠近桩基,流速减小幅度越大,工程周边局部水域最大流速减小幅度在 $0.1\sim 0.2\text{m/s}$ 之间,从平面分布看,工程区南侧流速减小幅度和范围相对较大;落急时,由于工程位于高滩,退潮流速变化范围明显小于涨急,桩基的阻水作用主要体现在工程区北侧,落急流速变化范围小于涨急流速,流速减少幅度小于 0.1m/s 。由于工程位于海域浅滩,工程的实施对周边大范围海域流态影响不大,仅对工程桩基附近水域流态有一定的影响。

由泥沙冲淤结果可以看出:工程周边海域位于兴化湾湾顶潮间带高滩,现状滩面因多年的冲淤平衡以及人为活动形成较为平整滩面。工程实施后区,工程桩基分布较密集,工程前沿海域流场减弱,淤积情况相对于周边海域显著但对淤积环境影响不大,最大淤积量出现在工程区域附近,在 $0.002\text{m}\sim 0.025\text{m}$ 之间。由于工程位于高滩,流场较弱,一段时间后冲淤即可达到新的平衡。

9.4 环境风险分析与评价结论

施工期环境风险主要是施工船舶事故溢油环境风险,运营期环境风险主要是变压器油泄漏,储能区火灾、爆炸引起的次生环境污染等。施工船舶载油量较小,船舶数量较少,要加强作业人员管理、培训等措施条件下,发生溢油事故的概率较低。升压站内设置变压器油泄漏事故应急池,采购稳定可靠的变压器、储能单元,发生泄漏或燃爆的概率很低。在加强平时的例行检查与检测,发生泄漏等异常现象时及时检修等环评提出的相应风险防控措施及制定应急预案后,项目环境风险可控。

9.5 环境保护措施

(1) 施工期环境保护措施

减少悬浮泥沙入海污染防治措施:①建设单位在制定施工计划、进度安排时,应充分考虑到附近海域的环境保护问题,合理安排施工数量、位置及进度。②采用先进的打桩、开挖设备以减少悬浮泥沙对水体的影响,施工开挖范围严格控制在设计范围内,严格控制开挖宽度和深度,减少悬浮泥沙的产生。③尽量缩短工期,减少施工过程对海水水质和底质的影响时间。④施工过程中需加强管理,文明施工,定期对设备进行维修保养,确保设备长期处于正常状态,发生故障后应及时予以修复。⑤建设单位应会同主管部门做好施工过程的环境监控和水环境的监测工作。⑥尽量采用干滩施工以减少悬浮泥沙的污染。

施工废水处置措施:①装载工程材料的车辆在卸料时应尽量卸干净,尤其在洗车前应将车斗内的物料清扫干净,不但可减少冲洗水的使用量,同时可避免这些物料进入废水。②车辆设备冲洗和维护保养废水主要含有 SS、COD_{Cr}、石油类等水污染物,为防止废水直接入海,对该部分含油废水必须经隔油处理,采用自流式初沉-隔油-沉淀处理工艺。项目施工期该部分含油废水经处理后,含油废渣委托有资质的单位处理,废水经处理达标后回用。场地冲洗等产生的含高浓度悬浮物冲洗废水,拟经隔油沉淀处理回用。③严禁将施工过程中砂土料的冲洗水以及混浊泥浆等倾倒入沿线水体,应经中和、沉淀处理后,回用于场地抑尘及车辆冲洗。④施工材料不宜堆在近岸,应备有临时遮挡的帆布,防止被暴雨冲刷进入沿线水体而污染水质。

大气污染防治措施:①加强施工现场管理,水泥、沙石料应统一堆放,设置盖棚,起尘严重的场所加设挡风尘设施;②施工主干道路面要定时清扫和喷洒水;

③加强施工船舶和施工车辆的合理调配，尽量压缩工区内施工机械密度；④易产生扬尘的建筑材料应密闭存储或设置围挡等；⑤施工车辆尽可能使用耗油低、排气量小的密闭化大型车辆；⑥采用便携式焊接烟尘净化器处理焊接烟尘。

噪声污染防治措施：①港区建设施工噪声虽然是暂时性的，但施工噪声较大，由于施工机械大部分为移动性，不便进行隔声处理，应选择性能良好的新型高效低噪设备，日常应注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。②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。③施工期间应控制施工船舶鸣笛，限制施工车辆鸣笛。④运输车辆尽量在昼间工作，以免进出道路附近居民夜间受交通噪声干扰；若需夜间运输，经过居民区时应限制车速和鸣号。⑤严格按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523—2011），控制施工期噪声排放量。⑥要求工程施工期间设置施工围挡，超限设备应避开夜间及午间休息时段施工。

固体废物污染防治措施：①项目施工建筑垃圾主要来自施工营地中材料加工产生的边角料；支架安装产生的废弃材料；升压站、储能区、光伏列阵区等焊接产生的焊渣；升压站施工产生的建筑垃圾等统一收集后，可以循环利用的外卖回收利用，不可回收利用的应根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等有关内容，按照环境卫生行政主管部门的规定自行或委托清运至经审批的陆域指定地点；②施工人员产生的废生活用品、废包装材料等固体废物，应由当地环卫部门分类收集后并转移至垃圾场统一填埋处理，不得排放入海；③船舶产生的垃圾不得随意排入海中，应采用专门垃圾袋或垃圾桶收集贮存集中到岸上，由有资质的接收单位接收处置；④经常清理建筑垃圾，每周整理施工现场一次，以保持场容场貌整洁。设置杂物停滞区、垃圾箱和卫生责任区，并确定责任人和定期清除的周期。⑤本项目在定向钻施工场地内设置泥浆池（含沉淀池和干化池）及泥浆罐，施工过程中的钻渣和泥浆混合物在沉淀池中分离，上清液仍回用于定向钻施工，钻渣分离后堆存在干化池中，自然干化后拟外运至城市建筑垃圾消纳场处置。泥浆委托相关资质单位进行收集处置。

生态环境保护措施：①工程应避免在台风、天文大潮等不利条件下进行施工；②在限定的施工范围内作业，减少对海洋生态环境的影响范围；③严禁污水直接排海造成对海洋生物的伤害；④加强海洋环境监测，及时发现存在的隐患。本项

目施工期环境保护措施可行，可控制施工期环境影响在可接受范围内；⑤合理规划施工进度，打桩作业尽可能避开渔业资源繁殖季节，以减少对鱼卵仔鱼的影响。

（2）运营期环境保护措施

水环境保护措施：①管理人员生活污水先经隔油池、化粪池进行预处理后，通过市政污水管网纳入江口污水处理厂进行深度处理；同时，建设单位应做好管理人员的培训和运营过程环境监控工作。②光伏板冲洗过程中不得采用洗涤剂，并冲洗时间应在项目区下方养殖空档期进行，降低冲洗废水对海洋环境及养殖的影响。

大气污染、噪声、震动防治措施：厨房使用净化效率大于 60% 油烟净化系统。噪声污染防治措施：①主变设备选型时，应确保选择符合相关要求电气设备 & 变压器，并加强设备的运行管理，减少因设备陈旧产生的噪声；②选用低噪声设备；③升压站主变及其他主要设备基础设置减振垫。

固体废物污染防治措施：①储能区电池直接采用模块化更换，由电池供货商直接更换回收处置。建设单位应建立工业固体废物管理台账，如实记录产生工业固体废物的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息，实现工业固体废物可追溯、可查询；②升压站铅蓄电池使用寿命一般在 15 年左右，更换后废旧铅酸蓄电池属于危险废物（危废代码：900-052-31），待使用寿命到期前联系相关具备废旧铅酸蓄电池回收资质的单位进行回收。升压站设计一座危废暂存间，库房约 24m²；③由专人负责危废的日常收集和管理，对任何进出临时贮存所的危险废物都要记录在案；危险废物的转移必须按国家《危险废物转移联单管理办法》进行运输，以避免和减缓其转移过程中的环境风险；④管理人员生活垃圾应由当地环卫部门分类收集后并转移至垃圾场统一填埋处理，不得排放入海。

生态环境保护措施：①工程达到使用年限报废后，应清除光伏板及桩基，恢复海域滩涂原状。②加强电场运营管理，保证各项工程设施完好和确保安全生产是海洋生态保护最基本的措施。建议提高环境管理水平，杜绝海洋环境事故。③对项目区水域开展生态环境跟踪监测，及时了解项目建设对生态环境的实际影响。根据海域环境特征，对海域的各种水生生物资源（包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物）等进行定期监测。

电磁环境保护措施：①尽可能选择多分裂导线，并在设备定货时要求导线、母线、均压环、管母线终端球和其它金具等提高加工工艺，防止尖端放电和起电

晕；②对站内配电装置进行合理布局，尽量避免电气设备上方露出软导线；③增加导线对地高度；④在周围设立警示标识，加强对当地群众的有关高压输电方面的环境宣传工作，帮助群众建立环境保护意识和自我安全防护意识。

海洋生态补偿措施：本项目拟投入生态补偿金 122.5 万元，用于增殖放流。

（3）鸟类保护措施

①加强鸟类保护的宣传和教育工作，提高人类保护鸟类的意识，塑造人、鸟和谐相处的生存方式，保护鸟类栖息、觅食场所；②加强污染及噪声控制和风险防范，降低项目实施对海洋生态环境条件以及对候鸟的不利影响；③控制高噪声作业频次，尽量避开在夜间施工，严格控制光源使用量，对强光源进行遮蔽，减少对外界的漏光量，尤其是在有大雾、小雨或强逆风的夜晚，应该停止施工。应关注黑脸琵鹭最新讯息，有遇见大数量黑脸琵鹭在项目区附近，应暂停施工，减少对鸟类的惊扰；④光伏列阵中安装彩带等鸟类警示物，以减少鸟只撞板的几率；⑤慎选光源设备，光伏电场区域的照明设备应选用白色闪光灯，并且尽可能少安装灯，灯的亮度和闪烁次数也要尽可能小和低，禁止长时间开启明亮的照明设备，给需要照明的设备加装必要的遮光设施，以减少光源对夜间迁徙鸟类的干扰；⑥做好施工组织和现场管理，文明施工，最大限度地减少施工期各污染源对周边环境的影响，应加强对施工人员关于鸟类保护的宣传教育，明确禁止施工人员进入候鸟群分布区，杜绝猎杀鸟类的行为；⑦严格执行施工操作规程，施工机械设备应有消声减振措施，避免对鸟类造成惊吓，保护鸟类生境；⑧严格施工管理，减少施工机械设备油类的跑、冒、滴、漏，防范环境污染事故风险；⑨施工中废油、生活污水、渣土等合理处置，避免污染工程区滩涂湿地生态环境。

9.6 环境影响经济损益分析结论

本项目建设能产生较大的经济、社会效益，符合国家能源战略和可持续发展目标，对莆田市的经济发展和城市形象提升具有推动作用。同时，本项目在施工期会对项目所在海域水质、沉积物及生态环境造成一定的不利影响，并由此还会产生一定的经济损失，环境经济损失为一次性且已通过增殖放流等措施进行补偿（投资 122.5 万元）。但在认真落实本报告书中提出的各项环保措施后，工程建设对环境和生态的不利影响可以得到有效控制。

从与本项目带来的经济效益和社会效益比较来看,由环境影响造成的经济损失较小,其环境经济损失是可以接受的。建设单位在采取一定的环保措施后,尽量将不利 影响控制在最小范围和最低程度。这些污染防治方法和环境保护措施在经济上是合理的,技术上可行的,从环境与社会、经济效益的角度上分析,工程建设是可行的。能够实现经济、社会与环境的协调发展。

9.7 总量控制指标建议

根据国家和福建省、莆田市主要污染物排放总量控制的相关要求,并结合项目污染物排放情况,确定本项目总量控制因子为废水污染物控制指标: COD_{Cr}、NH₃-N。本项目废水纳入市政污水管网排入江口污水处理厂处理。本项目废污水产生总量为 1018.35t/a,其中生活污水量为 262.8t/a,食堂废水量 755.55t/a。江口污水处理厂尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准, COD 排放浓度≤50mg/L, NH₃-N 排放浓度≤5mg/L。本项目属于江口污水处理厂的服务范围,其中生活污水污染物排放总量纳入污水处理厂,生产污水污染物总量指标需要另行购买。

9.8 公众意见情况

参照《环境影响评价公众参与暂行办法》相关要求,我司在本次环评期间,进行公示,其主要内容如下:

于 2025 年 4 月 16 日在项目所在地网站—莆田小鱼(<https://www.ptfish.com/thread-2435887-1-1.html>)进行第一次网络公示,公示开始时间为 2025 年 4 月 16 日,公示期 10 个工作日。于 2025 年 5 月 15 日开始征求意见稿公示(第二次公示),公示期 10 个工作日。在莆田小鱼网(<https://www.ptfish.com/forum.php?mod=viewthread&tid=2438307>)、海峡都市报(两次登报公告 2025 年 5 月 16 日、21 日)及周边街道/社区(项目区、鲸山村、杨芳村、新兴村、三江口镇等)公示栏开展项目征求意见稿公示。

公示期间均未收到公众意见。

9.9 环评要求与建议

企业应重视环境保护工作,要配备环保管理员,认真负责本项目的环境管理、环境统计、污染源的治理工作及长效管理,并做好安全防范应急措施。

确保本报告所提出的各项污染防治措施落到实处。

加强员工的环保意识教育，严禁向附近海域倾倒污废水和垃圾。

加强污染治理设施的运行管理，建立技术档案，定期检查、维修，使其长期处于最佳运行状态。

项目选址、建设规模、设计工艺等如有重大变更，应重新申请环评报批。

9.10 综合评价结论

项目位于福建省莆田市涵江区三江口镇海域，机容量为 130MW 的渔光互补光伏电站，通过一座 220kV 升压站进行送出，建设项目含 13MW/26MWh 电化学储能设施。本项目建设符合国家产业政策，符合相关法律法规，符合《湄洲湾港总体规划（2020-2035 年）》、《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》、《“十四五”现代能源体系规划》、《福建省“十四五”能源发展专项规划》、《福建省近岸海域环境功能区划》、《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》、《莆田市“十四五”生态环境保护规划》、《莆田市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》等相关法律法规和政策规划。

本项目施工与运营会对海域的水环境、沉积物、水生生态环境造成一定负面影响，并存在发生水污染事故的环境风险。在严格落实报告书提出的各项环境保护措施，加强环境风险防范的前提下，工程建设对周边环境的不利影响能够控制在可接受水平。从环境保护角度分析，本项目建设可行。

附件 1 闽发改新能〔2022〕602 号

福建省发展和改革委员会文件

闽发改新能〔2023〕468 号

福建省发展和改革委员会关于印发《福建省 2023 年度光伏电站开发建设方案》的通知

各设区市发改委、平潭综合实验区经济发展局，国网福建省电力有限公司：

按照《福建省发展和改革委员会关于组织开展 2023 年度光伏电站开发建设方案项目申报的通知》（闽发改新能〔2023〕208 号）相关要求，经组织对各地上报的项目进行审核，结合《国家能源局关于印发〈光伏电站开发建设管理办法〉的通知》（国能发新能规〔2022〕104 号）相关规定，我委制定了《福建省 2023

— 1 —

年度光伏电站开发建设方案》。现印发给你们，请遵照执行。



福建省发展和改革委员会

2023年11月10日

（此件依申请公开）

附件

福建省2023年度光伏电站开发建设方案项目清单

单位: MW

序号	项目名称	项目类型	所属市(区)	项目规模
1	中石化新星福州马尾鑫海养殖100MW渔光互补电站	渔光互补	福州市	100
2	中核汇能福清核电温排区250MW海上光伏项目	海上光伏	福州市	250
3	国能集团福清市过桥山景区西港400MW海上光伏电站	海上光伏	福州市	400
4	三峡集团福清江阴300MW海上光伏电站	海上光伏	福州市	300
5	华电集团连江可门港#10~14码头海域50MW海上光伏电站	海上光伏	福州市	50
6	华电集团连江可门开发区滞洪水域200MW海上光伏电站	海上光伏	福州市	200
7	国能集团连江县道澳220MW海上光伏电站	海上光伏	福州市	220
8	国能集团连江县晓澳80MW渔光互补电站	渔光互补	福州市	80
9	漳发新能源漳浦六鳌100MW渔光互补光伏电站	渔光互补	漳州市	100
10	中电能投(福建)有限公司漳浦旧镇180MW滩涂光伏电站	滩涂光伏	漳州市	180
11	大唐集团漳浦圩仔50MW渔光互补光伏电站	渔光互补	漳州市	50
12	浙能集团云霄东厦500MW海上光伏电站	海上光伏	漳州市	500
13	中核汇能云霄列屿650MW海上光伏项目	海上光伏	漳州市	650
14	粤水电东山康美樟塘150MW海上光伏电站	海上光伏	漳州市	150
15	福建华电东山陈城120MW渔光互补光伏电站	渔光互补	漳州市	120
16	国家电投集团诏安四都林头100MW海上光伏电站	海上光伏	漳州市	100
17	国投电力古雷霞美300MW滩涂光伏电站	滩涂光伏	漳州市	300
18	国华绿能龙海紫泥250MW渔光互补光伏电站	渔光互补	漳州市	250
19	国华绿能龙海东园120MW渔光互补光伏电站	渔光互补	漳州市	120
20	品鸿涵江兴化湾300MW渔光互补光伏电站	渔光互补	莆田市	300
21	国能涵江兴化湾200MW渔光互补光伏电站	渔光互补	莆田市	200
22	科创涵江兴化湾100MW渔光互补光伏电站	渔光互补	莆田市	100
23	华电邵武市水北镇33MW渔光互补光伏发电项目	渔光互补	南平市	33
24	福建华电棉花滩库区老虎坑库区39.04MW渔光互补光伏电站	渔光互补	龙岩市	39.04
25	恒辉长汀红山68.75MW渔光互补光伏电站	渔光互补	龙岩市	68.75
26	中广核宁德核电390MW海上光伏电站	海上光伏	宁德市	390
27	国家电投福安下白石30MW滩涂光伏电站	滩涂光伏	宁德市	30
28	华电光能平潭金井50MW海上光伏电站	海上光伏	平潭综合实验区	50
合 计				5330.79

附件 2 备案文件

福建省投资项目备案证明（内资）

备案日期：2023年11月29日
编号：闽发改备[2023]B040205号

项目代码	2311-350303-04-01-526326			项目名称	国能涵江兴化湾200MW渔光互补光伏电站项目（一期130MW工程）
企业名称	国能（莆田）新能源有限公司			企业注册类型	国有
建设性质	新建	建设详细地址		福建省莆田市涵江区三江口镇	
主要建设内容及规模	项目一期工程利用莆田市涵江区三江口镇兴化湾海域，光伏区用海面积约1654亩，建设装机容量为130MW的渔光互补光伏电站，通过一座220kV升压站进行送出，建设项目含13MW/26MWh电化学储能设施，储能设施为电源侧应用类型，采用磷酸铁锂电池技术，接入光伏电站升压站35kV侧，主要功能为平滑出力、调峰调频及提升消纳能力；配置BMS、EMS及消防系统，符合GB/T 42288-2022等安全标准，环保措施满足电池回收利用规范要求。本项目由光伏发电系统(含光伏组件、汇流箱、光伏支架)、光伏逆变器、配电变压器、蓄电池储能装置等组成。本项目光伏分布较集中，共设置28台4400kVA箱式逆变器一体机，2台3300kVA箱式逆变器一体机，容量比1:1.2。所发电量由箱式逆变器一体机逆变升压至35KV后，拟采用5回35kV集电线路接至新建220kV升压站35kV侧，光伏电站所产生的电能经过220kV升压站升压后，通过一回送出线路输送至就近电力系统。主要建筑物面积:1116000平方米，新增生产能力（或使用功能）:每年新增发电量约18949.814万kWh				
项目总投资	64503.9900万元		其中：土建投资21359.9600万元，设备投资 34455.9800万元（其中，拟进口设备、技术用汇0.0000万美元），其他投资 8688.0500万元		
建设起止时间	2025年3月至2026年12月				
莆田市涵江区发展和改革局 2025年03月17日					

注：上述备案信息的真实性、合法性和完整性由备案申报单位负责
福建省发展和改革委员会监制

附件3 委托书

环境影响评价委托书

福建岚启星检测技术有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》等有关规定，我司拟建设的项目需要编制环境影响报告书，现委托贵司承担项目的环境影响评价工作，编制相应的环境影响报告书。

项目名称：国能涵江兴化湾200MW渔光互补光伏电站项目（一期130MW工程）

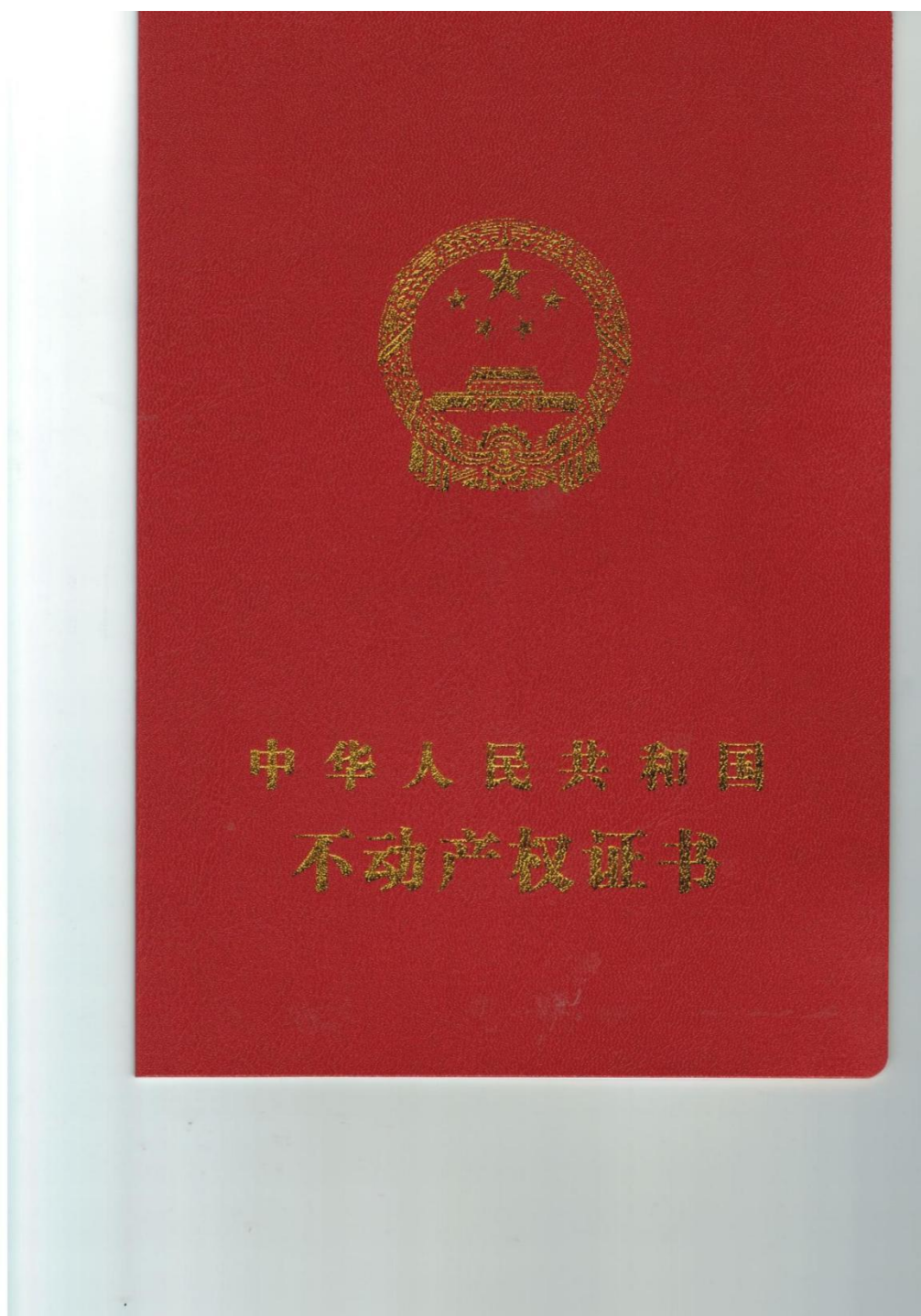
特此委托。

国能（莆田）新能源有限公司

2025年4月15日



附件 4：闽（2025）涵江区不动产权第 9000003 号





根据《中华人民共和国民法典》等法律
法规,为保护不动产权利人合法权益,对
不动产权利人申请登记的本证所列不动产
权利,经审查核实,准予登记,颁发此证。



中华人民共和国自然资源部监制

编号 NO D35012141940

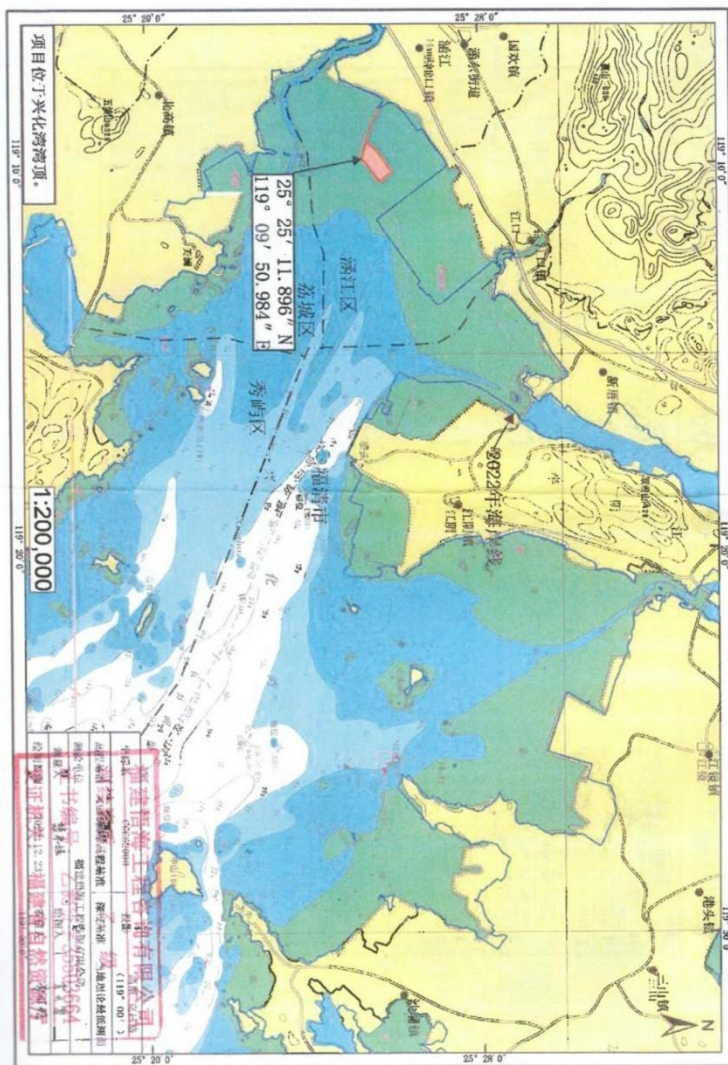
闽 2025 涵江区 9000003
() 不动产权第 号

权利人	国能(莆田)新能源有限公司
共有情况	单独所有
坐落	涵江区兴化湾湾顶
不动产单元号	350303 000000 GH00040 W00000000
权利类型	海域使用权
权利性质	出让
用途	工业用海/电力工业用海
面积	112.5137公顷
使用期限	2025年04月18日起至2051年04月17日止
权利其他状况	项目名称: 涵江兴化湾200MW渔光互补光伏电站项目(一期100MW工程) 项目性质: 经营性海域等级: 五级使用金 缴纳情况: 按年度缴纳用海方式: , 透水构筑物用海, 面积: 112.5137公顷, 逐年缴纳

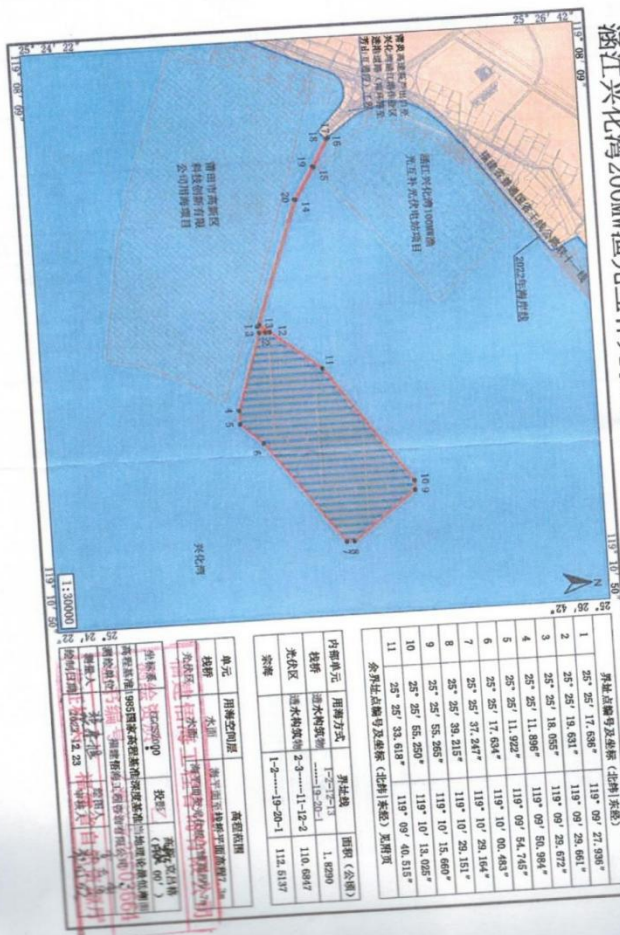
附 记

1. 2025年04月21日,首次登记:,该宗海海域管理号为:
2025D35030303185。该宗海域管理号:2025D35030303185。

涵江兴化湾200MW渔光互补光伏电站项目（一期100MW工程）宗海位置图



涵江兴化湾200MW渔光互补光伏电站项目（一期100MW工程）宗海界址图



附件 5：函自然资函〔2024〕19 号

莆田市涵江区自然资源局

涵自然资函〔2024〕19 号

莆田市涵江区自然资源局关于国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 100MW 工程） 涉及一般湿地的意见

国能（莆田）新能源有限公司：

《福建国电风力发电有限公司关于国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 100MW 工程）使用一般湿地征求意见的请示》收悉。根据《中华人民共和国湿地保护法》《福建省湿地保护条例》和《莆田市涵江区自然资源局 莆田市涵江区水利局 莆田市涵江区住房和城乡建设局关于印发建设项目涉及一般湿地办理程序的通知》（涵自然资〔2024〕39 号）等有关规定，经研究，形成意见如下：

一、国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 100MW 工程）位于三江口镇，站址中心坐标为东经 $19^{\circ} 9' 56.91263''$ 、北纬 $25^{\circ} 25' 0.63069''$ ，项目红线面积为 110.5980 公顷，其中桩基面积约 0.56 公顷，组件投影面积为 62.0674 公顷，项目涉及一般湿地 110.5804 公顷，类型为沿海滩涂，项目建设不改变湿地性质。

二、专家论证意见认为《国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光

伏电站项目（一期 100MW 工程）对莆田涵江区湿地生态功能影响评价报告》（以下简称《评价报告》）在对湿地生态功能调查的基础上，分析和评价了项目对湿地的支持、调节、供给、文化等生态功能的影响，内容较全面、技术路线合理、评价方法科学、结论可信，提出的保护和减缓措施总体可行。

三、结合现场核查、专家论证和公示情况，我局原则同意该项目使用一般湿地 110.5804 公顷。

四、根据《中华人民共和国湿地保护法》《福建省湿地保护条例》等有关规定，贵公司要严格按照批准的工程建设方案进行施工，强化建设期、运营期管理，落实好《评价报告》中制定的生态影响减缓、湿地保护和修复措施，并做好建设项目对鸟类影响的跟踪监测，在占用一般湿地补偿等相关规定出台后按有关规定执行。

五、建设项目涉及需要办理其它手续的，按有关法律法规规定办理。

莆田市涵江区自然资源局

2024 年 11 月 19 日

抄送：区发改局，涵江生态环境局，市林业局、市自然资源局。

— 2 —

附件 6：声环境检测报告



福建创投环境检测有限公司

检 测 报 告

报告编号：CTHJ-(2023) 080503



项目名称：创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目

委托单位：福建悟海工程咨询有限公司

检测类型：委托检测

报告日期：2023 年 8 月 9 日

地址：福建省福州市闽侯县上街镇学园路 2 号福州大学科技园 2 号科研楼（中领科技大厦）三层

电话：0591-87898221 传真：0591-87898221 E-mail: fjcthjic@163.com 邮编：350108



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 22131205A006

名称: 福建创投环境检测有限公司

地址: 福建省福州市闽侯县上街镇学园路2号福州大学科技园2号科研楼
(中领科技大厦) 三层

经审查, 你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力, 现予批准, 可以向社会出具具有证明作用的数据和结果, 特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由福建创投环境检测有限公司承担。

许可使用标志



22131205A006

发证日期: 2022年12月21日

有效期至: 2028年12月20日

发证机关: 福建省市场监督管理局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

福建创投环境检测有限公司

报告说明

1. 本报告未盖“检验检测专用章”及骑缝章无效;本报告无编制、审核、签发人签字无效。报告涂改、增删无效;未经本机构批准,不得复制(全文复制除外)报告,复制报告未重新加盖“检验检测专用章”无效。

2. 本报告检测结果仅对被测地点、对象及当时情况有效;委托方应对提供的检测相关信息的完整性、真实性、准确性负责,本公司实施的所有检测行为以及提供相关报告以委托方提供信息为前提,若委托方提供的信息(如生产工况、检测点位等)存在错误、偏离或与实际情况不符,本公司不承担由此引起的责任。

3. 委托方自行送样的,检测数据仅对送检的样品负责,对送检样品的来源不负责,对委托方送样未按技术规范保存样品导致的结果偏差不负责。

4. 未经本公司书面批准,本报告不得用作商业广告。委托单位对于检测结果的使用、使用所产生的直接或间接损失及一切法律后果,本公司不承担任何责任。任何对本报告未经授权的部分或全部转载、篡改、伪造的行为都是违法的,将被依法追究责任。

5. 本公司保证检测的客观公证性,并对委托方的商业秘密履行保密义务。

6. 委托单位对本报告如有异议,请于收到报告之日起十五日内向本公司提出,本公司将及时予以受理并反馈意见。无法保存、复现的样品,不予受理。



1.检测信息

委托方	名称	福建恒海工程咨询有限公司				
	地址	厦门市湖里区海山路 16 号 703 室				
	联系人	高林坤	联系电话	18759281268	邮 编	/
	委托项目	创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目				
检测内容	噪声	检测项目	环境噪声	检测点位	N1~N4	
		样品来源	现场测试	检测频次	昼夜各测 1 次	
		检测人员	黄长贤 黄欢	检测日期	2023 年 8 月 5 日	
备注	1、本报告只作为“创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目”检测依据！其他项目引用无效。 2、本报告中的检测项目、点位、频次均依据委托方提供的检测方案或文件。					

2.检测依据

序 号	检测项目	检测方法	检测仪器
1	环境噪声	声环境质量标准 GB 3096-2008	多功能声级计 AWA5688 声校准器 AWA6221B 型

3.检测结果

检测日期	检测点位编号及位置	检测结果 Leq[dB (A)]		主要噪声源
		昼间	夜间	
2023 年 8 月 5 日	N1 升压站北侧边界	58	54	公路车辆
	N2 升压站西侧边界	57	52	风吹芦苇；中粮制罐有限公司 车辆装卸；夜间虫鸣
	N3 升压站南侧边界	54	52	风吹芦苇
	N4 升压站东侧边界	58	54	百威雪津啤酒有限公司防盗网 警告播报

4.检测说明

4.1 检测期间气象参数

检测日期	天气情况	温度℃	湿度%	大气压 KPa	风速 m/s	风向
2023 年 8 月 5 日	晴	29~39	47~63	99.0~99.3	1.6~2.8	东南风

4.2 检测点位坐标如下：

检测点位	东经 (E)	北纬 (N)
N1	119°8'21.29"	25°26'22.68"
N2	119°8'23.22"	25°26'18.59"
N3	119°8'27.85"	25°26'14.61"
N4	119°8'25.20"	25°26'19.47"

4.3 检测点位示意图见报告附件

报告结束

编 制：薛品姪 审 核：陈香琴 签 发：朱金来 签发日期：2023.8.9

报告附件
检测点位示意图



CHJ



福建创投环境检测有限公司

检 测 报 告

报告编号: CTHJ (2023) 401502



项目名称: 创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目

委托单位: 福建悟海工程咨询有限公司

检测类型: 委托检测

报告日期: 2023 年 10 月 19 日

地址: 福建省福州市闽侯县上街镇学園路 2 号福州大学科技园 2 号科研楼 (中领科技大厦) 三层
电话: 0591-87898221 传真: 0591-87898221 E-mail: fjcthjje@163.com 邮编: 350108



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 22131205A006

名称: 福建创投环境检测有限公司

地址: 福建省福州市闽侯县上街镇学園路2号福州大学科技园2号科研楼
(中领科技大厦) 三层

经审查, 你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力, 现予批准, 可以向社会出具具有证明作用的数据和结果, 特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由福建创投环境检测有限公司承担。

许可使用标志



22131205A006

发证日期: 2022年12月21日

有效期至: 2028年12月20日

发证机关: 福建省市场监督管理局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效。

福建创投环境检测有限公司

报告说明

1. 本报告未盖“检验检测专用章”及骑缝章无效; 本报告无编制、审核、签发人签字无效。报告涂改、增删无效; 未经本机构批准, 不得复制(全文复制除外)报告, 复制报告未重新加盖“检验检测专用章”无效。

2. 本报告检测结果仅对被测地点、对象及当时情况有效; 委托方应对提供的检测相关信息的完整性、真实性、准确性负责, 本公司实施的所有检测行为以及提供相关报告以委托方提供信息为前提, 若委托方提供的信息(如生产工况、检测点位等)存在错误、偏离或与实际情况不符, 本公司不承担由此引起的责任。

3. 委托方自行送样的, 检测数据仅对送检的样品负责, 对送检样品的来源不负责, 对委托方送样未按技术规范保存样品导致的结果偏差不负责。

4. 未经本公司书面批准, 本报告不得用作商业广告。委托单位对于检测结果的使用、使用所产生的直接或间接损失及一切法律后果, 本公司不承担任何责任。任何对本报告未经授权的部分或全部转载、篡改、伪造的行为都是违法的, 将被依法追究责任。

5. 本公司保证检测的客观公证性, 并对委托方的商业秘密履行保密义务。

6. 委托单位对本报告如有异议, 请于收到报告之日起十五日内向本公司提出, 本公司将及时予以受理并反馈意见。无法保存、复现的样品, 不予受理。

福建创投环境检测有限公司

1.检测信息

委托方	名称	福建悟海工程咨询有限公司				
	地址	厦门市湖里区海山路 16 号 703 室				
	联系人	高林坤	联系电话	18759281268	邮 编	/
	委托项目	创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目				
检测内容	噪声	检测项目	环境噪声		检测点位	N1、N2
		样品来源	现场测试		检测频次	昼夜间各测 1 次
		检测人员	董洋 李海申		检测日期	2023 年 10 月 15 日
	振动	检测项目	环境振动		检测点位	V1~V6
		样品来源	现场测试		检测频次	昼夜各测 1 次
		检测人员	董洋 李海申		检测日期	2023 年 10 月 15 日
备注	1、本报告只作为“创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目”检测依据！其他项目引用无效。 2、本报告中的检测项目、点位、频次均依据委托方提供的检测方案或文件。					

2.检测依据

序号	检测项目	检测方法	检测仪器
1	环境噪声	声环境质量标准 GB 3096-2008	多功能声级计 AWA5688 声校准器 AWA6021A
2	环境振动	城市区域环境振动测量方法 GB/T 10071-1988	环境振动分析仪 AWA6256B+型

3.检测结果

3.1 噪声检测结果

检测日期	检测点位编号及位置	检测结果 Leq[dB (A)]	
		昼间	夜间
2023 年 10 月 15 日	N1 光伏区东北侧	49	46
	N2 光伏区西北侧	46	43
备注	N1 主要噪声源为工业企业。		

3.2 振动检测结果

检测日期	检测点位编号及位置	检测结果 (dB)	
		VL _{Z10} (昼间)	VL _{Z10} (夜间)
2023 年 10 月 15 日	V1 升压站北侧边界	61.34	59.64
	V2 升压站西侧边界	61.84	60.24
	V3 升压站南侧边界	60.14	59.34
	V4 升压站东侧边界	61.54	60.44
	V5 光伏区东北侧	61.04	59.54
	V6 光伏区西北侧	61.74	59.14

4.检测说明

4.1 检测期间气象参数

检测日期	天气情况	温度℃	湿度%	大气压 KPa	风速 m/s	风向
2023年10月15日	阴	18~28	63~78	101.6~102.0	0.8~3.5	东风

4.2检测点位坐标如下:

检测点位	东经 (E)	北纬 (N)
V1	119°8'21.29"	25°26'22.68"
V2	119°8'23.22"	25°26'18.59"
V3	119°8'27.85"	25°26'14.61"
V4	119°8'25.20"	25°26'19.47"
V5、N1	119°9'0.80"	25°26'26.86"
V6、N2	119°8'28.89"	25°26'1.98"

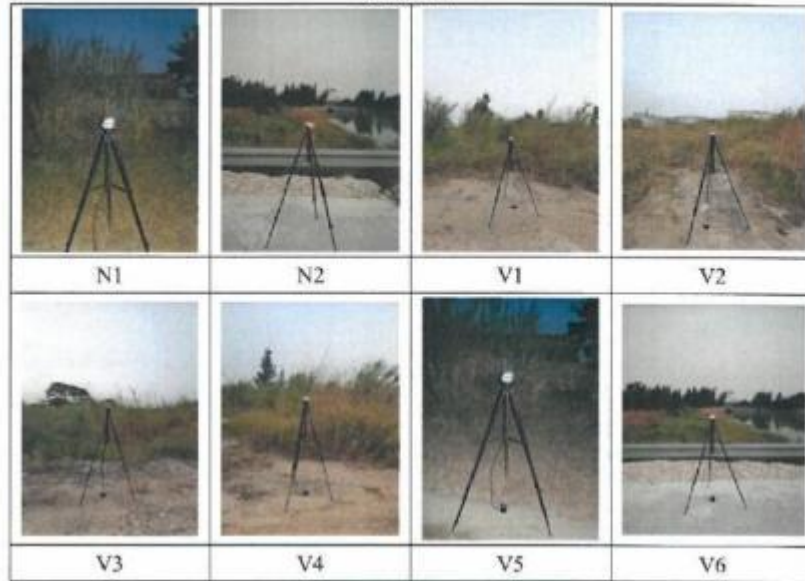
4.3 检测点位示意图



报告结束

编制: 张如兰 审核: 陈香琴 签发: 朱金来 签发日期: 2023.10.19

现场照片



411

附件 7：电磁环境检测报告



建环检测



23131205B050

检测报告

№:JHH-230711-004

委托单位：福建悟海工程咨询有限公司

检测项目：工频电场强度、工频磁感应强度

检测类型：委托检测



厦门建环检测技术有限公司

报告日期：2023年07月11日



厦门建环检测技术有限公司

声 明

1. 报告及报告复印件未加盖本公司“检验检测专用章”、“骑缝章”、“CMA 章”无效，涂改、页数不完整无效。
2. 本单位保证检测工作的准确、科学、公正，结果不受任何方面的利益干预。
3. 本单位对委托单位提供的资料、样品及报告数据履行保密义务，并保证不将客户提供的资料及成果用于开发工作。
4. 自送样品的来样检测，其结果只对来样负责；对不可复现的检测项目，结果仅对检测所代表的时间和空间负责；委托单位对样品的代表性和资料的真实性负责，否则本检测单位不承担任何相关责任。
5. 未经本检测机构批准，不得复制（全文复制除外）报告或证书；有关检验检测数据未经本检测机构或有关行政主管部门允许，任何单位不得擅自向社会发布信息。
6. 委托单位对检测报告若有异议，请于收到之日起 10 日内与本公司联系。

单位：厦门建环检测技术有限公司

电话：0592-5561887 传真：0592-5539519

地址：厦门市莲花南路 7 号经协大厦 10 楼 网址：www.xmjhc.cn



建环检测

检测报告

№:JHH-230711-004

JH-R-23 E/0

第 3 页 共 5 页

委托方	全 称	福建悟海工程咨询有限公司		
	地 址	/		
采样日期	2023.07.06	分析起始日期	2023.07.06	
项目名称	创能涵江兴化湾 100MW 渔光互补光伏电站项目			
项目地址	福建省莆田市涵江区三江口镇管辖海域，莆田市涵江临港产业园二期范围内建设			
检测项目及依据				
辐射： 工频电场、交流输变电工程电磁环境监测方法 HJ681-2013 工频磁场				

批 准		审 核		编 制	
-----	--	-----	--	-----	--



建环检测

检测报告

№:JHH-230711-004

JH-R-23 E/0

第 4 页 共 5 页

一、检测项目：工频电场、工频磁场

样品状态：/

检测点位	测量编号	检测结果	
		电场强度 (V/m)	磁感应强度 (μT)
100MW 升压站项目东侧	◇D1 W-0101-01	27.3	0.072
	◇D2 W-0101-02	26.6	0.084
	◇D3 W-0101-03	31.2	0.080
	◇D4 W-0101-04	34.1	0.077
	◇D5 W-0101-05	35.6	0.087
100MW 升压站项目南侧	◇D6 W-0201-01	1.46	0.017
	◇D7 W-0201-02	1.85	0.018
	◇D8 W-0201-03	1.68	0.018
	◇D9 W-0201-04	1.67	0.017
	◇D10 W-0201-05	1.65	0.016
100MW 升压站项目西侧	◇D11 W-0301-01	11.8	0.033
	◇D12 W-0301-02	13.8	0.030
	◇D13 W-0301-03	14.9	0.032
	◇D14 W-0301-04	15.1	0.035
	◇D15 W-0301-05	16.3	0.034
100MW 升压站项目北侧	◇D16 W-0401-01	147.3	0.016
	◇D17 W-0401-02	142.3	0.015
	◇D18 W-0401-03	154.3	0.020
	◇D19 W-0401-04	126.6	0.025
	◇D20 W-0401-05	103.6	0.019
天气条件		天气：晴，风速：1.3m/s，气温：32℃， 气压：101.2kPa，湿度：66%。	



建环检测

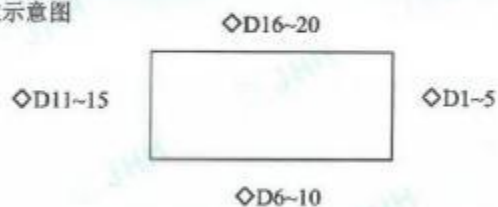
检测报告

No: JHH-230711-004

JH-R-23 E/0

第 5 页 共 5 页

二、采样点位示意图



附采样照片:



注: $\diamond D1\sim D20$ 为工频电场强度、工频磁感应强度采样点

以下空白



建环检测



检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 23131205B050



名称: 厦门建环检测技术有限公司

地址: 厦门市思明区莲花南路7号经协大厦10楼

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向社会出具具有证明作用的数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由厦门建环检测技术有限公司承担。

许可使用标志



23131205B050

发证日期: 2023年8月9日

有效期至: 2029年8月8日

发证机关: 福建省市场监督管理局



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制,在中华人民共和国境内有效。

附表：

附表 1 建设项目地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目			
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文要素影响型 <input checked="" type="checkbox"/>			
	水环境保护与珍稀水生生物的栖息地	饮用水水源保护区 <input type="checkbox"/> ；饮用水取水口 <input type="checkbox"/> ；涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ；重要湿地 <input type="checkbox"/> ；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 <input type="checkbox"/> ；涉水的风景名胜区 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>			
	影响途径	水污染影响型 直接排放 <input type="checkbox"/> ；间接排放 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		水文要素影响型 水温 <input type="checkbox"/> ；径流 <input checked="" type="checkbox"/> ；水域面积 <input checked="" type="checkbox"/>	
	影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ；有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ；非持久性污染物 <input checked="" type="checkbox"/> ；pH值 <input type="checkbox"/> ；热污染 <input type="checkbox"/> ；富营养化 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		水温 <input type="checkbox"/> ；水位（水深） <input checked="" type="checkbox"/> ；流速 <input checked="" type="checkbox"/> ；流量 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
评价等级		水污染影响型 一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 A <input type="checkbox"/> ；三级 B <input checked="" type="checkbox"/>		水文要素影响型 一级 <input checked="" type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>	
现状调查	区域污染源	调查项目 已建 <input type="checkbox"/> ；在建 <input type="checkbox"/> ；拟建 <input type="checkbox"/> ；拟替代的污染源 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		数据来源 排污许可证 <input type="checkbox"/> ；环评 <input type="checkbox"/> ；环保验收 <input type="checkbox"/> ；既有实测 <input type="checkbox"/> ；现场监测 <input type="checkbox"/> ；入河排放口数据 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
	受影响水体水环境质量	调查时期 丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		数据来源 生态环境保护主管部门 <input type="checkbox"/> ；补充监测 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ；开发量 40%以下 <input type="checkbox"/> ；开发量 40%以上 <input type="checkbox"/>			
	水文情势调查	调查时期 丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		数据来源 水行政主管部门 <input type="checkbox"/> ；补充监测 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	补充监测	监测时期 丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		监测因子 ()	监测断面或点位 监测断面或点位个数（）个
现状评价	评价范围	河流：长度（）km；湖库、河口及近岸海域：面积（）km ²			
	评价因子	(pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、总汞、砷、铬等)			
	评价标准	河流、湖库、河口：I类 <input type="checkbox"/> ；II类 <input type="checkbox"/> ；III类 <input type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/> ；V类 <input type="checkbox"/> 近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准（）			
	评价时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>			

影响预测	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况□： 达标 □；不达标 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况□：达标□；不达标□ 水环境保护目标质量状况□：达标□；不达标□ 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况□：达标□；不达标□ 底泥污染评价□ 水资源与开发利用程度及其水文情势评价□ 水环境质量回顾评价□ 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况□			达标区□ 不达标区□
	预测范围	河流：长度（ ）km；湖库、河口及近岸海域：面积（214）km ²			
	预测因子	（悬浮泥沙、流速、流向、冲淤环境）			
	预测时期	丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□；春季□；夏季□；秋季□；冬季□ 设计水文条件 <input checked="" type="checkbox"/>			
	预测情景	建设期□；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后□ 正常工况□；非正常工况□；污染控制和减缓措施方案□ 区（流）域水环境质量改善目标要求情景□			
影响评价	预测方法	数值解 <input checked="" type="checkbox"/> ：解析解□；其他□ 导则推荐模式□：其他□			
	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标□；替代削减源□			
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求□ 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标□ 满足水环境保护目标水域水环境质量要求□ 水环境控制单元或断面水质达标□ 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求□ 满足区（流）域水环境质量改善目标要求□ 水文要素影响型建设项目 同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价□ 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价□ 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求□			
	污染源排放量核算	污染物名称		排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）
		（COD/氨氮）		（0.354/0.038）	（50/5）
替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）
				（/）	（/）

	生态流量确定	生态流量：一般水期 (/) m^3/s ；鱼类繁殖期 (/) m^3/s ；其他 (/) m^3/s 生态水位：一般水期 (/) m；鱼类繁殖期 (/) m；其他 (/) m		
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ；依托其他工程措施 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
	监测计划		环境质量	污染源
		监测方式	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>
		监测点位	(施工期在工程区及附近海域设置 3~5 条断面，每个断面上设 3~4 个监测站位)	
		监测因子	(/)	
	污染物排放清单	<input checked="" type="checkbox"/>		
评价结论		可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>		
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“ () ”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。				

附表2 海洋生态环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	直接向海洋排放废水□；短期内产生大量悬浮物□；改变入海河口（湾口）宽度束窄比例□；直接占用海域面积 <input checked="" type="checkbox"/> ；线性水工构筑物□；投放固体物□		
	生态敏感区	生态敏感区（ ），相对位置（ ）		
	影响因子	海水水质 <input checked="" type="checkbox"/> ；海洋沉积物 <input checked="" type="checkbox"/> ；海洋生态 <input checked="" type="checkbox"/> ；环境风险 <input checked="" type="checkbox"/>		
评价等级		一级 <input checked="" type="checkbox"/> ；二级□；三级□		
评价范围		主流向（15）km，垂直主流向（10）km；管缆类（ ）km		
评价时期		春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季□；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季□		
海水水质	区域污染源	调查项目	数据来源	
		已建□；在建□；拟建□；其他□	环评□；环保验收□；既有实测□；现场监测□；入河排放口数据□；其他□	
	调查时期		调查因子	调查断面或点位
	春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季□；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季□		()	(26)个
	评价因子	(pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、砷、总汞)		
	评价标准	第一类□；第二类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第三类□；第四类□		
	评价结论			
海洋沉积物	评价范围	河流：长度（ ）km；湖库、河口及近岸海域：面积（298）km ²		
	评价因子	(pH、COD、氨氮、石油类、流速、流向等)		
	评价标准	河流、湖库、河口：I类□；II类□；III类□；IV类□；V类□		
		近岸海域：第一类□；第二类 <input checked="" type="checkbox"/> ；第三类□；第四类□ 规划年评价标准（ ）		
	评价时期	丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□ 春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季□；秋季 <input checked="" type="checkbox"/> ；冬季□		
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标 □；不达标 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标□；不达标□ 水环境保护目标质量状况：达标□；不达标□ 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况：达标□；不达标□ 底泥污染评价□ 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价□ 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况□		达标区□ 不达标区 <input checked="" type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	河流：长度（ ）km；湖库、河口及近岸海域：面积（298）km ²		
	预测因子	(流速、流向、SS)		
	预测时期	丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□；春季□；夏季□；秋季□；冬季□ 设计水文条件 <input checked="" type="checkbox"/>		

	预测情景	建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> ；正常工况 <input checked="" type="checkbox"/> ；非正常工况 <input type="checkbox"/> ；污染控制和减缓措施方案 <input type="checkbox"/> ；区（流）域环境质量改善目标要求情景 <input type="checkbox"/>				
	预测方法	数值解 <input checked="" type="checkbox"/> ；解析解 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>				
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域水环境质量改善目标 <input type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>				
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input checked="" type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input checked="" type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足 等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 <input type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input checked="" type="checkbox"/> 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input type="checkbox"/>				
	污染源排放量核算	污染物名称		排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）	
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/（t/a）	排放浓度/（mg/L）
		（/）	（/）	（/）	（/）	（/）
	生态流量确定	生态流量：一般水期（/）m ³ /s；鱼类繁殖期（/）m ³ /s；其他（/）m ³ /s 生态水位：一般水期（/）m；鱼类繁殖期（/）m；其他（/）m				
	防治措施	环保措施	污水处理设施 <input type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ；依托其他工程 措施 <input type="checkbox"/> ；其他 <input checked="" type="checkbox"/>			
监测计划		环境质量		污染源		
		监测方式	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>		手动 <input type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>	
		监测点位	施工期：9个		（/）	
		监测因子	（悬浮泥沙、石油类、重金属）		（/）	
	污染物排放清单	□				
	评价结论	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>				
注：“□”为勾选项，可√；“（/）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。						

附表3 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	基本污染物				包括二次 PM _{2.5} □ 不包括二次 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	环境功能区	一类区□		二类区☑		一类区和二类区□			
	评价基准年	(2022) 年							
	环境空气质量现状调查数据来源	长期例行监测数据□		主管部门发布的数据☑		现状补充监测□			
	现状评价	达标区☑				不达标区□			
污染源调查	调查内容	本项目正常排放源☑ 本项目非正常排放源□ 现有污染源□		拟替代的污染源□	其他在建、拟建项目污染源□		区域污染源□		
大气环境影响评价	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 ()				包括二次 PM _{2.5} □ 不包括二次 PM _{2.5} □			
	正常排放短期浓度贡献值	C 本项目最大占标率≤100%□				C 本项目最大占标率>100%□			
	正常排放年均浓度贡献值	一类区	C 本项目最大占标率≤10%□			C 本项目最大占标率>10%□			
		二类区	C 本项目最大占标率≤30%□			C 本项目最大占标率>30%□			
	非正常排放 1h 浓度贡献值	非正常持续时长 () h		c 非正常占标率≤100%□		c 非正常占标率>100%□			
	保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值	C _{叠加} 达标□				C _{叠加} 不达标□			
区域环境质量的整体变化情况	k≤-20%□				k>-20%□				
环境监测计划	污染源监测	监测因子：(施工场界颗粒物)			有组织废气监测□ 无组织废气监测☑	无监测□			
	环境质量监测	监测因子：(/)			监测点位数 (/)	无监测□			
评价结论	环境影响	可以接受√ 不可以接受□							
	大气环境防护距离	距 (厂区) 厂界最远 () m							
	污染源年排放量	SO ₂ : 0) t/a		NO _x : 0) t/a		颗粒物: 0) t/a	VOCs: 0) t/a		
注：“□”为勾选项，填“√”；“()”为内容填写项									

附表 4 建设项目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	矿物油	/	/	/	/	/	/	
		存在总量 t	71.13	/	/	/	/	/	/	
	环境敏感性	大气	500m范围内总人口数____人				5km范围内总人口数____人			
			每公里管段周边 200m 范围内人口数(最大)						/ 人	
		地表水	地表水功能敏感性	F1□		F2 <input checked="" type="checkbox"/>		F3□		
			环境敏感目标分级	S1□		S2 <input checked="" type="checkbox"/>		S3□		
		地下水	地下水功能敏感性	G1□		G2□		G3 <input checked="" type="checkbox"/>		
包气带防污性能	D1□		D2□		D3□					
物质及工艺系统危险性		Q 值	Q<1 <input checked="" type="checkbox"/>		1≤Q<10□		10≤Q<100□		Q≥100□	
		M 值	M1□		M2□		M3□		M4 <input checked="" type="checkbox"/>	
		P 值	P1□		P2□		P3□		P4□	
环境敏感程度		大气	E1□		E2 <input checked="" type="checkbox"/>		E3□			
		地表水	E1□		E2 <input checked="" type="checkbox"/>		E3□			
		地下水	E1□		E2□		E3□			
环境风险潜势		IV ⁺ □	IV□		III□		II□		I <input checked="" type="checkbox"/>	
评价等级		一级□	二级□		三级□			简单分析 <input checked="" type="checkbox"/>		
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input checked="" type="checkbox"/>				易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>				
	环境风险类型	泄漏 <input checked="" type="checkbox"/>				火灾、爆炸引起半生/次生污染物排放 <input checked="" type="checkbox"/>				
	影响途径	大气 <input checked="" type="checkbox"/>	地表水 <input checked="" type="checkbox"/>		地下水 <input checked="" type="checkbox"/>		其他□			
事故情景分析		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	/							
	地表水		/							
		地下水	/							
重点风险防范措施		(1)根据施工方案,提出加强施工期间水上通航秩序安全管理的对策和措施,确保工程施工和船舶通航的安全;(2)制定施工期船舶溢油应急预案,配备吸油毡、围油栏及消油剂等应急处置材料;(3)变压器下方设置事故油池,容积可满足变压器油完全泄漏量;(4)定期进行设备检查,防止设备漏电或者产生电火花,设备进行接地,防止静电聚集产生放电等,储能系统配置有完善的可燃气体检测、全氟己酮自动灭火系统。								
评价结论与建议		本项目场界内的矿物油不属于极度危害、高度危害类毒性物质,且在项目区内储量不大,不属于重大危险源。 本项目在严格落实本次评价提出的各项环境风险防控措施的情况下,发生风险事故概率较小,项目环境风险可防可控。								
注:“□”为勾选项,填“√”;“_____”为内容填写项										

附表 5 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 <input type="checkbox"/>		二级 <input type="checkbox"/>				三级 <input checked="" type="checkbox"/>	
	评价范围	200m <input checked="" type="checkbox"/>		大于200m <input type="checkbox"/>				小于200m <input type="checkbox"/>	
评价因子	评价因子	等效连续A声级 <input checked="" type="checkbox"/>		最大A声级 <input type="checkbox"/>				计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>	
评价标准	评价标准	国家标准 <input checked="" type="checkbox"/>		地方标准 <input type="checkbox"/>				国外标准 <input type="checkbox"/>	
现状评价	环境功能区	0类区 <input type="checkbox"/>	1类区 <input type="checkbox"/>	2类区 <input type="checkbox"/>	3类区 <input checked="" type="checkbox"/>	4a类区 <input type="checkbox"/>	4b类区 <input type="checkbox"/>		
	评价年度	初期 <input checked="" type="checkbox"/>	近期 <input type="checkbox"/>		中期 <input type="checkbox"/>		远期 <input type="checkbox"/>		
	现状调查方法	现场实测法 <input checked="" type="checkbox"/>		现场实测加模型计算法 <input type="checkbox"/>				收集资料 <input type="checkbox"/>	
	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 <input type="checkbox"/>		已有资料 <input checked="" type="checkbox"/>				研究成果 <input type="checkbox"/>	
环境影响预测 与评价	预测模型	导则推荐模型 <input checked="" type="checkbox"/>		其他 <input type="checkbox"/>					
	预测范围	200m <input checked="" type="checkbox"/>		大于200m <input type="checkbox"/>				小于200m <input type="checkbox"/>	
	预测因子	等效连续A声级 <input checked="" type="checkbox"/>		最大A声级 <input type="checkbox"/>				计权等效连续感觉噪声级 <input type="checkbox"/>	
	厂界噪声贡献值	达标 <input checked="" type="checkbox"/>		不达标 <input type="checkbox"/>					
	环境保护目标处噪声值	达标 <input checked="" type="checkbox"/>		不达标 <input type="checkbox"/>					
环境监测计划	排放监测	厂界监测 <input checked="" type="checkbox"/> 固定位置监测 <input type="checkbox"/> 自动监测 <input type="checkbox"/> 手动监测 <input type="checkbox"/> 无监测 <input type="checkbox"/>							
	环境保护目标处噪声监测	监测因子: ()		监测点位数 ()				无监测 <input checked="" type="checkbox"/>	
评价结论	环境影响	可行 <input checked="" type="checkbox"/>		不可行 <input type="checkbox"/>					
注: “ <input type="checkbox"/> ”为勾选项, 填“√”; “ () ”为内容填写项									

国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目
（一期 130MW 工程）
环境影响公众参与说明

国能（莆田）新能源有限公司

二〇二五年四月

目 录

1、概述	1
2、首次环境影响评价信息公开情况	3
2.1 公示内容及时限	3
2.2 公开方式	4
2.3 公众意见情况	4
3、征求意见稿公示情况	4
3.1 公示内容及时限	4
3.2 公开方式	5
3.2.1 网络	5
3.2.2 报纸	7
3.2.3 张贴	9
3.3 查阅情况	11
3.4 公众提出意见情况	11
4、其他公众参与说明	11
5、公众意见处理情况	11
6、报批前公开情况	11
6.1 公开内容及日期	11
6.2 公开方式	12

1、概述

本项目由国能（莆田）新能源有限公司负责建设涵江兴化湾 200MW 渔光互补项目（一期 130MW 工程）选址于福建省莆田市涵江区三江口镇。

项目一期工程利用莆田市涵江区三江口镇兴化湾海域，光伏光电区占地面积约 112.53hm²（1687.98 亩），升压站占地面积约 13202.67m²，升压站进站道路用地面积为 800m²。本项目拟新建 1 座 220kV 升压站并配套 13MW/26MWh 的储能，升压站内建设项目含 13MW/26MWh 电化学储能设施，电芯选用 3.2V314Ah，此电芯持续功率大、循环寿命高、存储寿命高、安全性高。储能系统采用的集装箱拥有自己独立的供电系统、隔热系统、阻燃系统、消防系统、应急系统等自动控制和安全保障系统；每套储能配置 3 个 5.04MW/8.8MWh 储能单元，项目共配置 3 个储能单元。3 个储能单元通过 1 回 35kV 集电线路接至项目配套建设的 220kV 升压站 35kV 母线侧。

本项目光伏分布较集中，置 28 台 4400kVA 箱逆变器一体机，2 台 3300kVA 箱逆变器一体机，容配比 1:1.2。所发电量由箱逆变器一体机逆变升压至 35KV 后，拟采用 5 回 35kV 集电线路接至新建 220kV 升压站 35kV 侧，光伏场区与登陆点之间通过外输线缆沿栈桥路径架空敷设，距离约 1.58km。光伏电站所产生的电能经过 220kV 升压站升压后，通过一回送出线路输送至就近电力系统，具体以电网接入系统批复为准。本项目总容量 156.0104MWp，25 年累计发电量 4564500.71MWh，25 年年平均发电量 182580.03MWh，平均利用小时数 1170.31h。总投资约为 64503.9900 万元，施工期约 10 个月。

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》，本单位针对项目环境影响评价开展公众参与调查。公众参与是通过与公众进行的有效协商，使建设项目能够被公众充分认可，并在项目实施过程中不对公众利益构成危害或威胁，以取得经济效益、社会效益、环境效益的协调统一。通过公众参与，了解和掌握民意，不仅尊重了公众的知情权，也减少可能产生的不利于工程建设的问题出现。努力把建设项目对公众的不利影响减到最小或可接受程度，做到防范于未然。既有助于提高政府部门决策的民主性、科学性和可行性也有助于公众对建设项目的理解和支持，结果将有助于建设项目的顺利进行。

我司在确定本项目环境影响报告书编制单位后于 2025 年 4 月 16 日在当地公共媒体网站，即莆田小鱼网进行了项目的首次公示，向当地公众介绍项目建设概况，建设单位和评价单位联系方式，提交公众意见表的方式和途径等。待征求意见稿编制完成后，于 2025 年 5 月 15 日和 2025 年 5 月 16 日在莆田小鱼网、海峡都市报及周边街道/社区（项目区、鲸山村、杨芳村、新兴村、三江口镇等）公示栏开展项目征求意见稿公示，向公众公示征求意见稿全文及公众意见表的网络链接，征求意见的公众范围，提交公众意见表的方式和途径等。项目首次公示、环评征求意见稿公示期间，未收到公众反馈的公众意见表格、电话及电子邮件。

此次公众调查流程符合《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号），公示的媒介选用莆田小鱼网、海峡都市报，公示的范围较广，基本涵盖可能影响到的主要村镇，具有一定的代表性。工程建设会对周边环境和居民的工作、生活等方面存在不同程度的影响，建设单位将加强施工期及运营期的环境保护，

结合环评报告书提出的各项要求，采取合理的环境保护措施，加强环境管理，将工程建设对环境的影响降至最低限度。

2、首次环境影响评价信息公开情况

2.1 公示内容及时限

根据《环境影响评价公众参与办法》的要求。我司于 2025 年 4 月 15 日委托福建岚启星检测技术有限公司编制《国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补光伏电站项目（一期 130MW 工程）环境影响报告书》，本次公示在确认编制单位后 2 个工作日内进行公示，符合《环境影响评价公众参与办法》中确定环境影响报告书编制单位 7 个工作日内要求。

本次信息公开内容公告内容包括：建设项目的名称、建设地点；建设项目的建设单位的名称和联系方式环评单位名称、公众意见表的网络链接、提交公众意见表的方式和途径等。公示内容及时限与《办法》符合性分析见下表：

序号	公开内容	《办法要求》	符合性分析
1	项目名称：国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补项目（一期 130MW 工程） 项目地点：福建省莆田市涵江区三江口镇 建设规模：130MW 光伏+13MW/26MWh 储能，光伏区用海面积约 112.5137hm ² 。	建设项目名称、建设地点、建设内容基本情况	符合
2	单位名称：国能（莆田）新能源有限公司 通讯地址：福建省福州市台江区江滨中大道406 号 联系人：郑先生 联系电话：15005033601	建设单位名称和联系方式	符合
3	环评单位：福建岚启星检测技术有限公司 通讯地址：福州市马尾区江滨东大道 108 号福建留学人员创业园 517 室 联系电话：林工 联系人：0591-83988322 邮箱：1010980542@qq.com	环境影响报告书编制单位名称和联系方式	符合

4	<p>网页链接： https://pan.baidu.com/s/1LV6sWrCc1KeQHt2P0IwCvg?pwd=37xz 提取码：37xz</p>	公众意见表的网络链接	符合
5	<p>公众可采取信函、电话、电子邮件等方式，发表对工程建设及环评工作的意见看法，发表意见时应提供有效的联系方式。</p> <p>在环境影响报告书征求意见稿编制过程中，公众仍可以向建设单位提出与环境影响评价相关的意见。</p>	提交公众意见表的方式和途径	符合

2.2 公开方式

本次信息参照《环境影响评价公众参与暂行办法》相关要求，我司于 2025 年 4 月 16 日在项目所在地网站——莆田小鱼 (<https://www.ptfish.com/thread-2435887-1-1.html>) 进行第一次公示，具体见图 2.2-1。



图 2.2-1莆田小鱼网第一次公示信息截图

2.3 公众意见情况

在第一次环评信息公示期间，没有收到公众意见和建议。

3、征求意见稿公示情况

3.1 公示内容及时限

征求意见稿公示的主要内容包括建设项目征求意见稿网络链接、征求意见的

公众范围、公众提出意见的方式和途径、建设单位名称和联系方式、环境影响报告书 编制单位名称与联系方式、公众提交意见的起止时间等，公示的主要内容符合《环境影响评价公众参与办法》的要求。

本次公示于 2025 5 月 15 日开始，我司严格遵守《环境影响评价公众参与办法》中征求公众意见的期限不得少于 10 个工作日的要求。

3.2 公开方式

征求意见稿公示的方式主要通过网络、报纸、张贴三种方式同时进行。
3.2.1 网络

按照《环境影响评价公众参与办法》中“第十一条（一）通过网络平台公开，且持续公开期限不得少于 10 个工作日。我司将征求意见稿公示通过莆田小鱼网（<https://www.ptfish.com/forum.php?mod=viewthread&tid=2438307>）发布公示内容，公示日期为 2025 年 5 月 15 日~2025 年 5 月 28 日，共计 10 个工作日。公示照片详见图 3.2.1-1 网络公示内容及时限与《办法》符合性分析见下表：

序号	公开内容	《办法》要求	符合性分析
1	环境影响报告书征求意见稿全文的网络连接及查阅纸质报告书的方式和途径 链接： https://pan.baidu.com/s/1Z7zZPThRFQmvydXIjT2Bog?pwd=hg47 提取码：hg47 查阅纸质报告书的方式和途径 通过电话：联系建设单位后可到施工现场查阅纸质报告书。	环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径	符合
2	征求公众意见的范围主要是项目环境影响评价范围内的公民、法人及其他组织的意见。主要事	征求意见的公众范	符合

	项包括对项目所在区域环境现状的意见和看法，对拟建项目的态度，对项目拟采取的环保措施的态度、对项目选址的意见以及对环评结论的意见等。	围	
3	<p>公众可下载公众意见表并按照规定格式要求填写，具体链接为： https://pan.baidu.com/s/1Z7zZPThRFQmvydXIjT2Bog?pwd=hg47 提取码：hg47</p> <p>注：公众在提交意见时，应当提供有效的联系方式。国家鼓励公众采用实名方式提交意见并提供常住地址。</p>	公众意见表的网络链接	符合
4	<p>公众可以通过信函、传真、电子邮件或其他方式，向建设单位提交与建设项目环境影响有关的意见和建议。</p> <p>建设单位：国能（莆田）新能源有限公司 通讯地址：福建省福州市台江区江滨中大道406号 联系人：郑先生 联系电话：15005033601</p>	） 公众提出意见的方式和途径	符合
5	公众可在本项目公示之日起至 10 个工作日内，向建设单位提出宝贵意见。	公众提出意见的起止时间	符合



图 3.2.1-1莆田小鱼网第二次公示（征求意见稿公示）信息截图

3.2.2 报纸

按照《环境影响评价公众参与办法》有关要求，我司分别于 2025 年 5 月 16 日和 2025 年 5 月 21 日在《海峡都市报》上刊登项目征求意见稿公示，公示照片详见图 3.2.2-1和图 3.2.2-2。

报纸公示内容及时限与《办法》符合性分析见下表：

序号	公开内容	《办法》要求	符合性分析
1	建设单位于 2025 年 5 月 16 日和 2025 年 5 月 21 日通过本项目所在地公众易于接触的报纸	建设项目所在地公众易于接触的报纸公开，且在征求	符合

<p>即海峡都市报分别进行了报纸公示。</p>	<p>意见的 10 个工作日内公开 息不得少于 2 次</p>
-------------------------	-------------------------------------



图 3.2.2-1 第二次公示（征求意见稿公示）海峡都市报信息截图



图 3.2.2-2 第二次公示（征求意见稿公示）海峡都市报信息截图

3.2.3 张贴

在项目所在地及项目区、鲸山村、杨芳村、新兴村、三江口镇等地公开栏进行张贴告示本项目环评征求意见稿公示，公示期为 10 个工作日（2025 年 5 月 15 日-2025 年 5 月 28 日），公示照片见图 3.2.3-1、图 3.2.3-2、图 3.2.3-3、图 3.2.3-4。



图 3.2.3-1第二次公示（征求意见稿公示）项目区现场公示照片



图 3.2.3-2 第二次公示（征求意见稿公示）鲸山村现场公示照片



图 3.2.3-3 第二次公示（征求意见稿公示）兴新村现场公示照片



图 3.2.3-4 第二次公示（征求意见稿公示）三江口镇现场公示照片

3.3 查阅情况

在项目环境影响报告书征求意见稿网络公示期间，网站查阅次数约为 328 次，建设 单位没有收到公众查阅报告书纸质版本的需求。

3.4 公众提出意见情况

在项目环境影响报告书征求意见稿公示期间，均没有收到公众意见和建议。

4、其他公众参与说明

由于项目两次公示期间，均未收到公众意见和建议，不属于环境影响方面公众质疑性 意见多的项目，因此，本项目未开展深度公众参与。

5、公众意见处理情况

项目公示期间，均未收到公众意见和建议。

6、报批前公开情况

6.1 公开内容及日期

我司于2025年6月12 日公开拟报批的环境影响评价报告书全文（不包含依法不得公开的国家秘密、商业秘密、个人隐私等内容）和公众参与说明，公示内容符合《环境影响评价公众参与办法》要求。

6.2 公开方式

公示选择在福建环保网（<https://www.fjhb.org/huanping/quanben/39479.html>）上进行，公示时间为 2025 年 6 月 12 日，公示截图详见图 6.2-1。



图6.2-1报批前网络公示截图

7、诚信承诺

我单位已按照《环境影响评价公众参与办法》要求，在国能涵江兴化湾 200 MW 渔光互补项目（一期 130MW 工程）环境影响评价报告书编制阶段开展了公众参与工作，并按照规定编制了公众参与说明。

我单位承诺，本次提交的《国能涵江兴化湾 200MW 渔光互补项目（一期 130 MW 工程）环境影响评价公众参与说明》内容客观、真实、未包含依法不得公开的国家秘密、商业秘密、个人隐私。如存在弄虚作假、隐瞒欺骗等情况及由此导致的一切后果由国能（莆田）新能源有限公司承担全部责任。

承诺单位：国能（莆田）新能源有限公司

承诺时间：2025 年 6 月 12 日

