

国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区二期 100MW
渔光互补光伏电站项目海域使用论证报告书
(公示稿)

自然资源部第三海洋研究所

统一社会信用代码: 12100000426603052N

2025 年 9 月

目录

1 概述.....	1
1.1 论证工作由来.....	1
1.2 论证依据.....	2
1.3 论证等级与范围.....	5
1.4 论证重点.....	6
2 项目用海基本情况.....	7
2.1 用海项目建设内容.....	7
2.2 平面布置和主要结构、尺度.....	10
2.3 施工方案、工程量及计划进度.....	14
2.4 项目用海需求.....	20
2.5 项目用海必要性.....	20
3 项目所在海域概况.....	23
3.1 自然资源概况.....	23
3.2 海洋生态概况.....	26
4 资源生态影响分析.....	30
4.1 生态评估.....	30
4.2 资源影响分析.....	32
4.3 生态影响分析.....	34
5 海域开发利用协调分析.....	37
5.1 开发利用现状.....	37
5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析.....	38
5.3 利益相关者及协调部门界定.....	39
5.4 相关利益协调分析.....	40
5.5 项目用海于国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析.....	41
6 国土空间及相关规划符合性分析.....	42
6.1 项目用海与国土空间规划符合性分析.....	42
6.2 项目用海与其他相关规划的符合性分析.....	43
7 项目用海合理性分析.....	47
7.1 用海选址合理性.....	47
7.2 用海平面布置合理性分析.....	49

7.3 用海方式合理性分析.....	52
7.4 占用岸线合理性分析.....	53
7.5 用海面积合理性分析.....	53
7.6 用海期限合理性分析.....	58
8 生态用海对策措施.....	59
8.1 生态用海对策.....	59
8.2 生态保护修复措施.....	60
9 结论.....	62
9.1 项目用海基本情况.....	62
9.2 项目用海建设必要性分析结论.....	62
9.3 项目用海资源生态影响分析结论.....	63
9.4 海域开发利用协调分析结论.....	63
9.5 项目用海与国土空间规划及相关规划符合性结论.....	63
9.6 项目用海合理性分析结论.....	63
9.7 项目用海可行性结论.....	64

1 概述

1.1 论证工作由来

国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目拟在东吴垦区内建设桩基式光伏电站，东吴垦区位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇南侧海域，其开发历史可追溯至上世纪 70 年代进行的莆田西埔围垦工程。西埔围垦区在解放前被辟为盐场，于 1971 年开始兴建围垦拦海石堤，1977 年，西埔海堤合拢闭气，其主体拦海大堤坝呈东西横向，东起乌垵村的蛙山山腰，西接东吴村的鳌山山麓，围垦面积达 1.8 万亩。2006 年，省道 201 线莆田市东吴段路堤工程（以下简称东吴路堤）全面动工，2008 年 3 月东吴路堤成功合拢，并于 2010 年 2 月通过完工验收，海堤全长 4227m，堤线占水域面积约 43 公顷。堤线东岸设置山柄水闸，共 5 孔，每孔净宽 3m，西岸设置东吴排涝闸，共 9 孔，其中 2 孔为排纳兼用，每孔净宽 3m。

为建设东吴段路堤工程，地方政府对垦区内的养殖活动组织清退，并由莆田市国投公司进行了相关补偿，东吴段路堤工程建设完成后，政府允许当地群众在确保排洪安全前提下，保持原状，利用未填垦区进行养殖增加收入，现东吴垦区面积约 5600 亩，主要由东吴村、立山村、山柄村进行开发利用，目前主要养殖品种为螃蟹、对虾、九节虾及花蛤等等。

东吴垦区内已建国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（以下简称“一期项目”），与本次二期项目的用海建设单位一致，均为“国投云顶湄洲湾（莆田）新能源有限公司”。一期项目采用 580/585Wp 的单晶硅光伏组件共 206024 块，直流侧总容量 120.00989MWp，共设 32000kVA 升压箱变 32 台，并于东吴港区西南侧陆域新建 110kV 升压站一座，占地面积约 2 公顷。于 2024 年 8 月 13 日取得海域权证，于 2025 年 5 月 31 日完成全容量并网。一期项目的建设充分考虑二期项目建设的需求，为二期项目建设预留空间，并为二期项目提供了建设经验。

2024 年 10 月，福建省发展和改革委员会发布 2024 年度光伏电站开发建设方案项目清单，共 44 个，合计 5827MW。本项目为国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目，已列入福建省 2024 年度光伏电站开发建设方案项目清单。项目建设厂址位于东吴垦区内部。本项目建设可将渔业养殖与光伏发电相结合，在垦区水面上方架设光伏板阵列，光伏板下方水域进行围海养殖，形成“上可发电、下可养鱼”的发电新模式，从而实现分层次综合利用海域空间。

根据自然资源部、国家发展和改革委员会、国家林业和草原局印发的《自然资源要素支

撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》（自然资发〔2024〕273 号），海上光伏发电项目原则上仅允许在围海养殖区、海上风电场区、电厂确权温排水区、长期闲置或废弃盐田等四类已开发建设海域选址。本项目位于东吴垦区，属于政策支持围海养殖区，符合海上光伏项目用海的相关政策要求。

根据本项目可行性研究报告，本项目备案容量为交流侧 100MW（直流侧 120.44928MW_p），拟建 100MW 的光伏阵列，利用一期已建 110kV 升压站预留空间，扩建二期主变、SVG、35kV 配电舱、储能设施。并利用一期项目预留的 110kV 线路接入 220kV 忠田变。项目位于海岸线向海一侧，拟采用桩基结构方式布设光伏组件及箱式变电站，光伏区内采用桥架敷设，东吴垦区海堤段采用非开挖拉管的方式进行敷设，集电线经级联并网于光伏区西南角送出，转设为海底电缆登陆并接入 110kV 升压站，并最终接入 220kV 忠田变。目前本项目可行性研究报告已通过评估会

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，“国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目”用海需进行海域使用论证。2025 年 5 月，项目建设单位国投云顶湄洲湾（莆田）新能源有限公司委托自然资源部第三海洋研究所（以下简称“我所”）承担本项目海域使用论证工作。我所接到委托后，根据项目用海特点，在资料收集、现场踏勘、外业调查，以及相关专题研究的基础上，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）、《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）等技术规范要求，编制完成《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目海域使用论证报告书（送审稿）》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

- （1）《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月 1 日起施行；
- （2）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月 24 日修订，2024 年 1 月 1 日起施行；
- （3）《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 4 月修订，2021 年 9 月起施行；
- （4）《中华人民共和国湿地保护法》，2022 年 6 月 1 日起施行；
- （5）《中华人民共和国可再生能源法》，2009 年 12 月修订，2010 年 4 月施行；
- （6）《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日修订；
- （7）《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，2018

年 7 月；

- (8) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资规〔2021〕1 号；
- (9) 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2007 年 1 月；
- (10) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017 年 3 月；
- (11) 《福建省海域使用管理条例》（2018 修改），2018 年 3 月；
- (12) 《福建省海洋环境保护条例》，（2016 修正），2016 年 4 月 1 日起施行；
- (13) 《福建省湿地保护条例》，2022 年 11 月 24 日修订，2023 年 1 月 1 日起施行；
- (14) 《福建省海岸带保护与利用管理条例》，2018 年 1 月；
- (15) 《光伏电站开发建设管理办法》，国家能源局，国能发新能规〔2022〕104 号；
- (16) 《关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》，国家发展改革委、国家能源局，发改能源〔2019〕807 号。
- (17) 《关于调整海域无居民海岛使用金征收标准》的通知，财综〔2018〕15 号，2018 年 3 月；
- (18) 《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》，2023 年 11 月，自然资源部，自然资规〔2023〕8 号；
- (19) 《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》，自然资发〔2024〕273 号，2023 年 12 月。

1.2.2 标准规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》，GB/T42361-2023；
- (2) 《海域使用分类》，HY/T-123-2009；
- (3) 《海籍调查规范》，HY/T124-2009；
- (4) 《宗海图编绘技术规范》，HY/T251-2018；
- (5) 《海域使用面积测量规范》，HY070-2003；
- (6) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，自然资发〔2023〕234 号，2023 年 11 月；
- (7) 《海洋监测规范》，GB17378-2007；
- (8) 《海洋调查规范》，GB/T12763（1-11）-2007；
- (9) 《海水水质标准》，GB3097-1997；
- (10) 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002；

- (11) 《海洋生物质量》，GB18421-2001；
- (12) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T9110-2007；
- (13) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002；
- (14) 《环境影响评价技术导则-海洋生态环境》，HJ 1409-2025；
- (15) 《海域立体分层设权宗海范围界定指南》（试行），自然资源部，2023 年 11 月。

1.2.3 规划、区划文件

- (1) 《福建省国土空间规划（2021—2035 年）》，国务院，国函〔2023〕131 号；
- (2) 《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，福建省人民政府，闽政文〔2024〕120 号；
- (3) 《福建省“三区三线”划定成果》，福建省人民政府，2022 年 10 月；
- (4) 《产业结构调整指导目录》（2024 年本），国家发展改革委，2023 年 12 月；
- (5) 《福建省海岸带及海洋空间规划》，2025 年 7 月；
- (6) 《莆田市湄洲湾临港产业园分区单元（350305-22）控制性详细规划》，深圳市蕾奥规划设计咨询股份有限公司，2020 年；
- (7) 《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2035 年）》，莆田市人民政府，2018 年 8 月；
- (8) 《福建省“十四五”能源发展专项规划》，闽政办〔2022〕30 号，2022 年 6 月；
- (9) 《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，闽环保海〔2022〕1 号；
- (10) 《莆田市湄洲湾北岸经济开发区管委会关于公布北岸经开区第一批一般湿地名录的通知》，莆湄北管〔2021〕68 号，2021 年 12 月；
- (11) 《湄洲湾港总体规划（2020-2035 年）》，闽政文〔2021〕35 号，2021 年 1 月 15 日。

1.2.4 项目技术资料

- (1) 《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目可行性研究报告（送审稿）》，福建永福电力设计股份有限公司，2025 年 5 月；
- (2) 《湄洲湾第三发电厂工程海域海洋水文调查与分析报告》，自然资源部第三海洋研究所，2023 年 1 月；
- (3) 《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目可行性研究阶段（光伏区）岩土工程勘察报告》福建永福电力设计股份有限公司，2025 年；
- (4) 《国投湄洲湾第三发电厂（2×660MW）机组项目海洋生态调查报告（秋季）》，自然资源部第三海洋研究所，2023 年 1 月；

- (5) 《国投湄洲湾第三发电厂（2×660MW）机组项目海洋化学专题调查报告（秋季）》，自然资源部第三海洋研究所，2023 年 1 月；
- (6) 《国投湄洲湾第三发电厂（2×660MW）机组项目海域使用论证报告书（报批稿）》，自然资源部第三海洋研究所，2023 年 9 月；
- (7) 《国投湄洲湾第三发电厂（2×660MW）机组项目海洋生态调查报告（秋季）》，自然资源部第三海洋研究所，2023 年 1 月。

1.3 论证等级与范围

(1) 论证等级

依据《海域论证技术导则》（GB/T42361-2023）和《海域使用分类》（HY/T-123-2009），本项目的用海类型为“工业用海”中的“电力工业用海”。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234 号），本项目的用海类型为“工矿通信用海”中的“可再生能源用海”。根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目光伏组件、箱式变电站、桥架敷设线缆及检修步道用海方式一级类为“构筑物”，二级类为“透水构筑物”；海底集电电缆用海方式一级类为“其他方式”，二级类为“海底电缆管道”。

论证等级判定依据见表 1.3-1，本项目用海面积约 82.3701 公顷，透水构筑物论证等级为一级；项目所在湄洲湾海域为敏感海域，海底电（光）缆论证等级为二级；根据就高不就低的原则，判定本项目论证等级为一级论证。

表 1.3-1 本项目论证等级判定依据

《海域论证技术导则》（GB/T42361-2023）判定依据					本项目规模及论证等级	
一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级	本项目用海规模	本项目论证等级
构筑物	透水构筑物	构筑物总长度大于（含）2000m 或用海总面积大于（含）30hm ²	所有海域	一	用海总面积 82.1344 公顷	一
其他方式	海底电缆管道：海底电（光）缆	所有规模	敏感海域	二	用海总面积 0.2357 公顷	二

(2) 论证范围

项目用海位于莆田市北岸经济开发区山亭镇东乌垵村南侧海域，论证边界向东以文甲至湄洲岛连线为界，向南以湄洲岛至东周半岛连线为界，其余以新修测海岸线为界，论证范围东西长约 29km、南北长约 35km，海域面积约 375km²。

1.4 论证重点

依据项目用海特点、用海方式和用海规模，结合项目所在海域资源环境现状、利益相关者等情况，参照《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023），本项目的论证重点包括：

- （1）用海必要性及选址合理性；
- （2）平面布置合理性；
- （3）用海面积的合理性；
- （4）用海方式合理性；
- （5）资源生态影响分析及生态用海对策措施。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

2.1.1 工程名称： 国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目

2.1.2 建设单位： 国投云顶湄洲湾（莆田）新能源有限公司

项目海域使用申请单位为国投云顶湄洲湾（莆田）新能源有限公司。国投云顶湄洲湾（莆田）新能源有限公司成立于 2022 年 12 月 28 日，由国投电力控股股份有限公司与马来西亚云顶集团所属的云顶湄洲湾私人有限公司共同出资，持股比例 61%：39%。。国投电力拥有投资企业 100 多家，业务涉及水电、火电、光伏、陆上风电、海上风电、储能、售电及综合能源服务等领域，项目分布于中国 23 个省、市、自治区以及“一带一路”沿线及 OECD 沿线的 5 个国家。

2.1.3 项目地理位置

项目用海位于莆田市北岸经济开发区山亭镇东乌垵村南侧东吴垦区内，南侧毗邻湄洲湾。项目位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 工程地理位置图

2.1.4 一期项目建设内容

国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（一期项目）紧邻本项目北侧，采用“分块发电，集中并网”的总体设计方案，形成渔光互补模式。电站设计采用组串式逆变器+箱变方案，选用 580/585Wp 的单晶硅光伏组件 206024 块，总安装容量 120.00898MWp，采用固定支架安装。支架基础采用高强混凝土预应力管桩（PHC-300-B-70 型），桩长约 8m~11m，入土深度不小于 3.5m；每个支架由 28 块光伏组件组成，28 块组件一串，每 23/24 串接入 1 台组串式逆变器，总容量 16.38kW。组串布置形式按竖向 2x28、2x14 布置，安装角度为最佳发电量倾角 14°。110kV 升压站建于莆田市东吴港区物流园 A 区项目已填海区范围，升压站配置 1 台 120MVA 变压器、1 套 GIS 装置、1 套 SVG 装置、1 台接地变（兼站用变）、1 台施工变（兼备用变）及二次设备等；新建建（构）筑物有综合楼、35kV 配电楼、110kV GIS 楼、消防水泵房、危废库、主变基础、GIS 基础、SVG 基础、接地变基础、施工变基础、避雷针基础等，均采用高强混凝土预应力管桩（PHC-400-AB-95 型）。升压站建设已考虑二期项目建设需求，已为二期项目建设预留空间。一期项目总投资为 49619.25 万元。

一期项目于 2024 年 8 月 13 日取得海域权证，用海总面积 110.2430 公顷，其中光伏组件、箱式变电站及桥架集电缆用海方式一级类为“构筑物”，二级类为“透水构筑物”，面积 110.0129 公顷；海底集电缆用海方式一级类为“其他方式”，二级类为“海底电缆管道”，面积 0.2301 公顷。一期项目已于 2024 年 9 月 5 日正式开工，并于 2025 年 5 月 31 日完成全容量并网。



图 2.1-2 一期项目现场照片

2.1.5 本工程建设内容

本项目为国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目，与一期项目一致，采用渔光互补模式，光伏并网系统主要由太阳能电池方阵和并网逆变器以及升压系统组成。本项目规划容量为 100MW（交流测），直流侧总容量为 120.44928MW_p。整个光伏区采用 186312 块 625W_p N 型双面光伏组件和 6356 块 630W_p 的异质结光伏组件，共 31 个方阵，每个方阵设置 1 台箱变，共设置 5 台 3600kVA 箱变、25 台 3200kVA 箱变和 1 台 2250kVA 箱变。本项目的系统效率为 82.48%，光伏组件在运行期内年平均上网发电量 144605.12MWh（25 年），年平均利用小时数为 1200.55h（25 年）。拟按照 10%（2h）配置 1 套 10MW/20MWh 储能系统，并配置能量管理系统。与一期项目一致，采用“分块发电、集中并网”的总体设计方案进行设计。总平面布置示意图见图 2.1-3。

本项目不新建升压站，拟接入项目南侧的一期项目已建的 110kV 升压站。根据升压站原有“行政管理区、配电区、储能区”功能分区规划，拟在升压站配电区的预留空地扩建二期主变、SVG、35kV 配电楼、GIS 改造、储能设施。并利用一期已建 110kV 线路送出。

本项目总投资额 35781.24 万元，计划施工工期 8 个月。

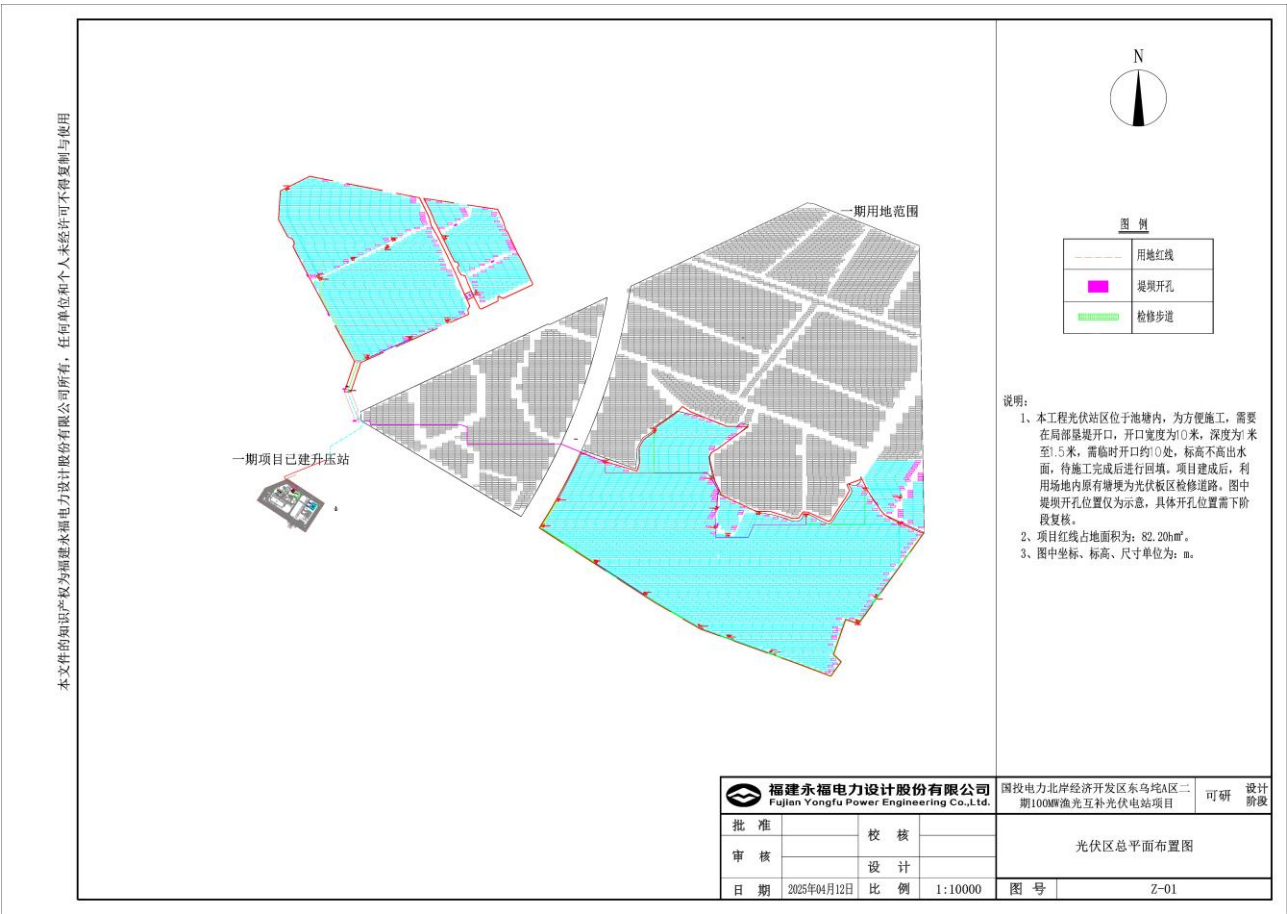


图 2.1-3 本项目总平面布置示意图

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总平面布置方案

总体上，本项目建设内容包括光伏场区、集电电缆、检修步道三部分，110kV 升压站已由一期项目建设，本次二期项目依托一期已建升压站。光伏场区以内部海堤划分为东西两侧，西侧由南至北分别为 2#、3#光伏场区，东侧为 1#光伏场区。其主要建构物包括光伏阵列支架、箱式变电站、线缆支架和检修步道等。

集电电缆主要通过线缆支架连接各场区单元，1#与 2#光伏场区集电电缆采用非开挖拉管敷设埋管的方式下穿海堤，2#与 3#光伏场区集电电缆采用开挖埋管在恢复的方式下穿垦堤。本项目共 5 回线缆，经级联并网后在光伏场区西南侧送出并转设为海底电缆，登陆后接入一期项目已建 110kV 升压站。

光伏电站总体布局依据规划及太阳能光伏工艺要求，考虑进出线走廊、光伏板布置形式、站址地形条件、用地范围等各方面因素进行布置。光伏站区选址区域内有多条垦堤，垦堤大多为土路，宽度基本为 3-5m。

本工程在不改变现有垦堤的前提下，利用垦区与已建一期工程布设光伏阵列，光伏阵列分为 31 个光伏发电分区，每个光伏发电区布置一台箱变。箱变布置在每个分区的中间靠近池埂位置，沿垦堤布设，以便于利用现有垦堤作为检维修道路。此外，东侧光伏场区的南侧周边无垦堤，因此需新建一条检修步道，长度约 2.0km，检修步道两端与垦堤连通，于光伏场区外侧铺设，沿步道连接 9 台 3200kVA 箱变。

2.2.1.1 光伏区平面布置方案

(1) 光伏组件平面布置

工程规划容量为 100MW（交流侧），容配比约为 1.2，直流侧 120.44928MW_p。根据逆变器的选型，将 120.44928MW_p 的光伏阵列分为 31 个光伏方阵，全部方阵为钢结构固定支架形式，每个方阵设置 1 台箱变，共设置 5 台 3600kVA 箱变、25 台 3200kVA 箱变和 1 台 2250kVA 箱变。每台 3600kVA 箱变接 11 台逆变器，每台 3200kVA 箱变接 10 台逆变器，每台 2250kVA 箱变接 7 台逆变器，共计 312 台逆变器，每台逆变器接 21~22 串组串，每 28 块组件一个组串，整个光伏区共采用 186312 块 625W_p N 型 Topcon 组件和 6356 块 630W_p 的异质结光伏组件。整个光伏场区采用 5 回 35kV 集电线路送至升压站。

120.0024MWp 的光伏阵列分为 31 个光伏发电分区，每个光伏方阵布置一台箱变，采用预制钢筋混凝土平台。箱变原则上布置靠近池埂或检修步道布置。2#、3#光伏场区的北侧为规划行洪通道，1#光伏场区的北侧为已建一期项目，西侧为规划纵一线。

（2）检修步道平面布置

本项目利用现有垦堤作为检维修道路，因东侧光伏场区南侧周边无垦堤，本次新增长约 2km 的检修步道，宽度 2m。

（3）光伏场区竖向布置

本项目位于东吴垦区，规划容量为 100MW，根据《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）规定，项目的防洪等级为Ⅱ级，防洪标准为 50 年一遇。东吴垦区位于东吴海堤的北侧，垦区仅通过山柄水闸、东吴水闸与外部海域进行海水交换，海堤防潮标准取 50 年一遇高潮位加 50 年一遇风浪组合，故本工程不受外海潮水影响。防洪标准按五十年一遇、最高洪水位 3.5m（1985 年国家高程基准，下同）考虑，因此，光伏组件最下沿标高按超最高洪水位 0.6m 确定，即 4.10m，与一期项目保持一致；箱变平台标高为 3.61m，检修步道标高为 3.61。

2.2.1.2 集电线路方案

本项目发电系统基于多级汇流、分散逆变、集中并网原则，电能经分散逆变后就地升压。根据本光伏电站的输送容量、箱变、开关站位置及地形条件，光伏阵列所发电量经逆变器后，由就近分散布置在垦堤附近的箱式变电站升压至 35kV，经 5 回 35kV 集电线路汇集后接入场区 110kV 升压站。

本项目光伏场区内的 35kV 集电电缆通过加设在光伏支架桩身基础上的电缆支架固定，共 5 回线缆。其中：穿越垦区海堤段采用非开挖拉管敷设埋管，总长约 10m，西侧通过桥架的方式与西侧 2#光伏场区相连，东侧经级联并网接入 110kV 升压站；跨规划纵一路段参考一期铺设方式，采用桥架（桩基+电缆支架）的方式进行铺设；西侧 2#、3#光伏场区间垦堤段采用开挖埋管再恢复的敷设方式下穿垦堤。

集电线经级联并网于光伏场区西南侧送出，转设为海底电缆登陆并接入 110kV 升压站，并最终接入 220kV 忠田变，海底电缆段沟底宽约 2.1m，按照 1: 0.25 放坡，埋深约 1.5m，电缆总长约 0.55km。

110kV 升压站本期及一期共 1 回 110kV 等级电压接入 220kV 忠田变。110kV 系统一期采用线路变压器组接线型式，本期改造为单母线接线型式（一期项目已预留扩建为单母线接线型式的接口）。

2.2.1.3 升压站平面布置方案

本项目不新建升压站，拟接入本项目南侧的一期项目建设的 110kV 升压站，通过单回 110kV 线路接入 220kV 忠田变。根据一期项目升压站原有“行政管理区、配电区、储能区”功能分区规划，拟在升压站配电区的预留空地扩建一座 35kV 配电舱、主变、户外 SVG 等，在升压站储能区的预留空地扩建储能升压变、电池舱等，110kV 升压站站址中心坐标为东经 119°3'34"，北纬 25°7'22"。

升压站场址位于莆田市东吴港区物流园 A 区项目用地范围内，与新修测海岸线-大陆岸线最近距离约 220m，与新修测海岸线-人工岛岸线最近距离约 40m，目前该区域已填成陆并取得不动产权证书（证书编号闽(2021)海不动产权第 0000103 号），升压站和送出线路占用其面积约 1.9 公顷，升压站和送出线路建设本次用海无需申请。目前升压站（一期工程）已建成。。

110kV 升压站总用地面积约 2hm²，一期项目已建 1 台 120MVA 变压器、1 套 GIS 装置、1 套 SVG 装置、1 台接地变（兼站用变）、1 台施工变（兼备用变）及二次设备等；新建建（构）筑物有综合楼、35kV 配电楼、110kV GIS 楼、消防水泵房、危废库、主变基础、GIS 基础、SVG 基础、接地变基础、施工变基础、避雷针基础等，均采用高强混凝土预应力管桩（PHC-400-AB-95 型）。

按照功能要求分为三个功能区：储能区、配电装置区、附属设施区。

①储能区：位于站区东部，区内已建 2 台升压舱，4 台电池预制舱。区内北侧预留二期储能场地，拟布置 2 台升压变集装箱，四台储能电池集装箱。

②配电装置区：位于站区西北部，区内已建一期 SVG 装置、35kV 配电楼、主变、110kV GIS 楼，110kV 线路往西出线。区内预留二期配电装置场地，拟新增二期主变，SVG、35kV 配电楼。

③附属设施区：位于站区西南部，一期项目由东向西已建综合楼、危废库、消防水房。二期项目依托已建附属设施，无需新增。

综上所述，本项目拟在一期已建升压站配电区的预留空地扩建二期主变、SVG、35kV 配电楼、储能设施及 110kV GIS 楼改造。并利用一期已建 110kV 线路送出。

2.2.2 主要结构、尺度

2.2.2.1 设计安全标准

根据《光伏支架结构设计规程》（NB/T10115-2018）第 3.1 条，本工程光伏支架结构设计使用年限为 25 年，光伏支架结构地基基础设计使用年限为 50 年，设计等级为丙级；光伏支

架结构安全等级为三级，抗震设防类别为丁类。

本工程升压站内建（构）筑物结构安全等级均为二级，设计使用年限为 50 年。地基基础设计等级为丙级。

场址区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，场地类别按Ⅲ类考虑，设计地震分组为第三组。主要建（构）筑物的抗震设防类别为丙类。

2.2.2.2 光伏区主要结构

（1）光伏板方阵设计

光伏区电池组件采用 625Wp N-Topcon 单晶硅双面光伏组件和部分 630Wp HJT 单晶硅双面光伏组件，电池组件均安装于固定支架上。光伏支架采用固定支架方案。光伏组件采用竖向布置，每个 625Wp N-Topcon 单晶硅双面光伏组串单元由 28 块 2382mm×1134mm×30mm 功率 625Wp 组件组成。每个 630Wp HJT 单晶硅双面光伏组串单元由 28 块 2382mm×1134mm×30mm 功率 630Wp 组件组成。光伏板倾角为 13°，光伏板上下沿高程范围：4.1m~5.2m。

光伏组件支架基础采用 PHC 预应力高强混凝土管桩基础，西侧片区光伏支架桩径 400mm，桩长 19.2m，共 18411 根；东侧片区光伏支架桩径 300mm，桩长 11.7m，共 15785 根。

（2）箱变基础设计

箱变基础采用 C40 预制钢筋混凝土平台+PHC 预应力高强混凝土管桩基础，桩径 400mm，平均桩长 21m，桩基行间距 5.0m，列间距 3.0m，每个箱变设 6 根桩基，共计 192 根。箱变平台下方设有钢制事故油池。

（3）检修步道设计

检修平台基础选用采用 Q355B 钢平台+PHC 预应力高强混凝土管桩基础，平台宽度 2m，总长度约 2.0km，桩径 400mm，平均桩长 16m，桩基每间隔 4.5m 设置，总计 356 根桩基。

（4）集电线路铺设设计

本项目光伏场区内部 35kV 集电电缆通过加设在光伏支架桩身基础上的电缆支架固定，光伏支架采用 Q420B 钢材。光伏场区间主要采用桥架、非开挖式拉管和开挖埋管再恢复三种敷设方式，各段集电线铺设如下：

①跨规划纵一路段

该段采用桥架的敷设方式，采用 PHC 预应力高强混凝土管桩基础，桩径 300mm，平均桩长 13m，桩基间距 5.0m，共 42 根。

②跨垦区海堤段

该段采用非开挖式拉管+桥架的方式连接垦区海堤两侧光伏场区，在海堤东、西侧分别设置一处 $5.0\text{m} \times 6.5\text{m}$ 起点基坑和 $3.0\text{m} \times 5.0\text{m}$ 海陆缆转接平台，集电线路通过起点基坑下穿海堤至海陆缆转接平台，通过海陆缆转接平台转为桥架的方式连至西侧光伏场区，海陆缆转接平台采用镀锌钢材+PHC 预应力高强混凝土管桩基础，桩基 400mm，平台高程 5.0m，共 4 根；桥架桩采用桩径 300mm 的 PHC 预应力高强混凝土管桩基础，桩基间距 $\leq 5.0\text{m}$ ，电缆支架底高程为 4.1m，共 19 根。

拉管采用 MPP 聚丙烯塑料管（ $\phi 200 \times 3 + \phi 50 \times 3$ ），电缆拉管的环刚度等级不低于 SN32（ $\phi 200$ 管壁厚 $\geq 16\text{mm}$ ， $\phi 50$ 管壁厚 $\geq 8\text{mm}$ ），电缆保护管束直径为 0.5m，钻孔范围为电缆保护管束外形尺寸的 1.2~1.5 倍，即 0.6~0.75m。

③西侧 2#、3#光伏场区间垦堤段

该段采用开挖埋管再恢复的敷设方式，下挖约 1.2m，开挖宽度 0.77m~0.87m，管道铺设深度约 1m，根据本次项目需要和远期考虑，共铺设两条电缆管道。

2.2.3 立体空间布置情况

本项目在东吴垦区内建设光伏电站，项目建成后，利用垦区水域上部空间进行发电，水域内开展养殖活动，形成“上部发电、下部养殖”的立体综合开发利用模式。拟建光伏场区最高内涝水位为 2.7m，50 年一遇洪水位标高约为 3.50m，光伏组件最下沿标高按 50 年一遇洪水位超高 0.6m 即 4.10m 确定，与一期保持一致。

光伏支架采用透水桩基式结构，支架设计高程为 4.10m，东吴垦区控制水为 1.70m。根据场区池塘底高程和养殖水深度，光伏组件最低处出露水面约 2.4m 左右，为养殖活动以及养殖管理工作预留足够空间。

2.3 施工方案、工程量及计划进度

2.3.1 施工条件

（1）场外交通运输条件

莆田境内交通发达，光伏场区经乡村道路连接 G228 国道和沈海高速，场址外围的交通条件较为便利。省内物资和设备可由汽车直接运抵现场，省外物资和设备可由沈海公路转 G228 国道运输至现场。

场址公路交通极为便利，场址西北距莆田市区直线距离约 45 公里，满足大件运输条件，设备拟采用公路运输。

（2）场内施工道路

场区中部已建有混凝土村道和多条塘埂。光伏区检修道路部分利用垦区现有垦堤。

（3）建筑材料

施工所需木材、砂、石骨料、油料、水泥和钢材等建筑材料可就近在周边地区购买。

（4）施工用水用电和通讯

施工用水可以从项目场址附近用水管网接引，接水点需由业主与当地水利部门协调落实。设置蓄水池，将供水水源的水由管道输送到蓄水池。光伏区附近施工用水可直接用管道输送，其它距离较远的施工点用水可以用罐车或水箱运输。水质应满足生产、生活使用要求。施工期供水系统应考虑光伏电站建成后生产和生活用水需要，按照“永临结合”的原则规划建设供水系统。

本项目施工用电可从附近 10kV 线路就近引接，接电点需由业主与当地电力部门协调落实。本项目施工除装备变压器外，另外配备 8 台 50kW 移动式柴油发电机作为光伏板基础的施工电源，其移动方便，适应太阳能施工的特点，满足生产及生活用电。

对外通信方面，本项目从就近的通信基站引接，合理布置临时通信设施，尽可能实现永临结合

（5）施工经验

本项目是继国投集团在湄洲湾成功开发一期项目后扩建二期工程，本项目建设可充分发挥一期项目建设经验和规划预留优势。

（6）临时施工营地

施工总布置遵循因地制宜，利于生产、生活，方便管理，安全可靠、经济实用的原则。并充分考虑太阳能光伏的布置特点，根据工程区域地质条件及施工布置，统筹规划，尽量节约用地，合理布置施工临时设施，尽可能实现永临结合。结合当地的条件，合理布置施工供水与施工供电。

施工期间施工布置必须符合环保要求，尽量避免环境污染。

根据站区总平面布置方案，施工总平面布置包括二大部分，即施工生产区场地布置和施工生活区布置：工程临时设施布置在场内空地，建筑面积 2500m²，占地面积 10000m²，临时设施特性见表 2.3-1。

表 2.3-1 临时设施特性表

序号	名称	建筑面积 (m ²)	占地面积 (m ²)	备注
1	临时宿舍及办公房	1000	3000	彩钢板房, 如条件允许可考虑租房
2	综合仓库	1500	3000	彩钢板房
3	钢材加工厂	1000	2000	棚建结构
5	电池板及设备堆放场		2000	
	合计	2500	10000	

2.3.2 施工方案

本工程主要施工内容包括光伏区支架基础施工、光伏组件安装、箱式变电站吊装及集电电缆直埋等。

工程不设施工栈桥和施工便道, 材料运输通过将施工材料及设备放置浮筒式平台上, 由水陆两栖挖掘机托运至施工场地。现场拟配置浮筒式吊装平台 5 部, 水陆两栖挖掘机 5 部。

2.3.2.1 垦堤临时开口

工程区由垦堤分割成各区块, 浮筒式吊装平台、水陆两栖挖掘机需在不同区块进出, 为方便施工, 需要在局部垦堤开口, 开口宽度为 10 米, 深度为 1 米至 1.5 米, 需临时开口约 9 处 (图中绿色位置为临时破口) 开口后土方放置在两侧临近垦区内, 标高不高出水面, 待施工完成后进行回填, 恢复垦堤。

2.3.2.2 光伏支架基础施工

光伏支架结构采用固定式钢结构支架。固定式光伏支架基础采用 PHC 预应力高强混凝土管桩基础。本项目支架基础拟采用水陆两用打桩机的施工方案进行施工, 预制管桩工艺流程: 桩机就位→起吊预制桩→稳桩→打桩→送桩→中间检查验收→移桩机至下一个桩位。

(1) 桩机就位

桩基放置于浮筒式平台, 由水陆两栖挖掘机托运至施工场地。打桩机就位时, 要对准桩位, 保证垂直稳定, 在施工中不发生倾斜、移动。

(2) 起吊预制桩

先拴好吊桩用的钢丝绳和索具, 然后用索具捆住桩上端吊环附近处, 一般不超过 30cm, 再起动机器起吊预制桩, 使桩尖垂直对准桩位中心, 缓缓放下插入土中, 位置要准确; 再在桩顶扣好桩帽或桩箍, 即可除去索具。

(3) 稳桩

桩尖插入桩位后, 先用较小的落距锤击 1~2 次, 桩入土一定深度.再使桩垂直稳定。

10m 以内短桩可目测或用线坠双向校正；10m 以上或打接桩必须用线坠或经纬仪双向校正，不得用目测。桩插入时垂直度偏差不得超过 0.5%。桩在打入前，要在桩的机面或桩架上设置标尺，以便在施工中观测、记录。

（4）打桩

用落锤或单动锤打桩时，锤的最大落距不能超过 1.0m；用柴油锤打桩时，应使锤跳动正常。打桩要重锤低击，锤重的选择要根据工程地质条件、桩的类型、结构、密集程度及施工条件来选用。打桩顺序根据基础的设计标高，先深后浅；依桩的规格要先大后小，先长后短。

由于桩的密集程度不同，可自中间向两个方向对称进行或向四周进行；也可由一侧向单一方向进行。

（5）送桩

设计要求送桩时，送桩的中心线要与桩身吻合一致，才能进行送桩。若桩顶不平，可用麻袋或厚纸垫平。送桩留下的桩孔要立即回填密实。

（6）接桩

本项目接桩采用机械式连接接头，对接处加环氧树脂密封胶密封；啮合式机械接头钢零件的混凝土保护层厚度不应小于纵向钢筋的混凝土保护层厚度。

2.3.2.3 光伏组件安装

本工程光伏发电组件通过简易漂浮式施工平台进行材料运输及组件安装，光伏发电组件全部采用固定可调支架安装，待光伏发电组件基础验收合格后，进行光伏发电组件的安装，光伏发电组件的安装分为两部分：支架安装、光伏组件安装。

（1）光伏支架安装

光伏阵列支架表面应平整，固定太阳能板的支架面必须调整在同一平面，各组件应对整齐并成一直线，倾角必须符合设计要求，构件连接螺栓必须拧紧。光伏组件支架安装程序：前期准备工作→安装支架→连接支架螺栓→安装檩条→校正檩条和孔位→紧固所有螺栓→复核檩条上组件孔位。

将光伏组件支架安装固定后进行光伏组件安装。安装光伏组件前，应根据组件参数对每个太阳光伏组件进行检查测试，其参数值应符合产品出厂指标。一般测试项目有：开路电压、短路电流等。应挑选工作参数接近的组件在同一子方阵内，应挑选额定工作电流相等或相接近的组件进行串连。

（2）光伏组件安装

安装太阳光伏组件时，应轻拿轻放，防止硬物刮伤和撞击表面玻璃。组件在基架上的安装位置及接线盒排列方式应符合施工设计规定。组件固定面与基架表面不吻合时，应用铁垫片垫平后方紧固连接螺丝，严禁用紧拧连接螺丝的方法使其吻合，固定螺栓应拧紧。

光伏组件电缆连接按设计的串接方式连接光伏组件电缆，插接要紧固，引出线应预留一定的余量。组件到达现场后，应妥善保管，且应对其进行仔细检查，看其是否有损伤。必须在每个太阳电池方阵阵列支架安装结束后，才能在支架上组合安装太阳电池组件，以防止太阳电池组件受损。

2.3.2.4 箱变吊装施工

箱变设备平台采用预制钢筋混凝土平台，箱变平台基础采用 PHC 预应力高强混凝土管桩基础。采用水陆两栖打桩机进行施工，施工工艺与光伏支架桩基基本相同。

（1）安装前的准备

电缆应在箱变就位前敷设好，并且经过检验是无电的，同时开箱验收检查产品是否有损伤、变形和断裂。按装箱清单检查附件和专业工具是否齐全，在确认无误后方可按安装要求进行安装。

（2）箱变吊装

变压器通过现有道路运至安装现场后，通过浮动平台推送至吊装处，并用采用拼装浮驳吊装机对变压器进行就位，设备的起吊应采用柔软的麻绳，防止破坏其外壳油漆。

安装程序为：设备安装→引下线安装→接地系统安装→电缆敷设接线→交整体调试。引下线安装完毕后不得有扭结、松股、断股或严重腐蚀等现象。设备底座支架的安装应牢固、平正，符合设计或制造厂的规定。所有设备的接地应采用足够截面的镀锌扁铁，且接地应良好。

2.3.2.5 35kV 集电线路施工方案

（1）光伏场区内线路集电线路施工

光伏场区各发电单元内的集电电缆通过电缆支架固定，采用漂浮平台进行施工，电缆支架采用热镀锌型钢或镀锌铝镁型钢制作，通过抱箍固定于桩身。部分过道路区域采用拉管过道路，升压站附近集电线路采用直埋进电缆沟。根据布置，5 回集电线路需利用一期已预留的管道下钻铁路，此段电缆采用海底电缆敷设。

光伏场区跨纵一路段连接处通过桥架进行敷设，敷设路线与一期项目平行。桥架采用桩基基础，桩径 300mm，桩基间隔约 5m，桩基施工与光伏支架桩基施工工艺基本相同，即采用

水陆两用打桩机进行施工。

(2) 跨垦区海堤集电缆施工

光伏场区东、西两片区跨海堤段采用非开挖拉管进行敷设埋管，施工程序为：施工准备→工作坑开挖→导向孔钻进→分级扩孔→管线回拉→管道检测与验收→工作坑回填与场地恢复。

施工前需详细调查施工区域的地质条件（土层、岩层、地下水）、地下既有管线（燃气、供水、排水、通信、其他电力管线等）、地表障碍物（建筑物、树木、道路结构）、地形地貌。在入土点和出土点开挖工作坑（发送坑和接收坑），坑的大小要满足钻机操作、管道焊接和回拉作业需要，并进行必要的支护和降水（如有地下水）。管线回拉并验收后，按要求对出入土点工作坑处的管道进行固定、包封保护（如混凝土包封或砌体保护）、工作坑分层回填。通常采用中粗砂或原土（需夯实），回填质量需满足要求。

(3) 开挖埋管施工

本项目西侧 2#与 3#光伏场区间垦堤采用开挖埋管再恢复的敷设方式，采用小型挖掘机设备并辅以人工开挖，下挖深度约 1.2m，待电缆管道敷设完并验收后，按原地形地貌进行回填并覆盖电缆保护盖板和警示标带。

(4) 35kV 集电线路直埋施工

本次二期项目光伏区 35kV 集电线路与一期项目 35kV 集电线路汇总于场区西南角，在光伏区西南边界处进行直埋，海岸线相海一侧与一期项目直埋管道平行布置，海岸线向路一侧于一期电缆管道上方敷设，并穿越铁路框架引向 110kV 升压站。集电线壕沟采用小型挖掘机设备并辅以人工开挖，开挖深度约为地面下 1.0m 左右，待电缆敷设好后，经验收合格，按设计厚度回填至电缆沟顶部。

此外，本项目 35kV 集电线路转出光伏场区后于湄洲湾港口铁路支线东吴港区铁路装卸车场确权边界登陆，与一期项目走线一致，拟利用预留的 2.5*2.5m 铁路框架涵下穿铁路支线并接入 110kV 升压站。一期项目已对铁路框架涵两侧端头明挖施工，同步敷设电缆保护管，保护管全程穿越铁路框架涵，并已预留二期电缆管道，满足本次二期项目需求。

2.3.2.6 检修步道施工方案

步道钢结构件依靠浮动运输平台推送至安装位置，在步道安装区域利用浮台组成临时储物平台，钢结构件运到位后，暂存在浮台平台上（浮台固定在管桩上，防止飘走），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步道的安装施工平台。

步道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。

2.3.2.7 升压站设备及主要建筑物施工

本项目与一期项目共用 1 座 110kV 升压站，升压站由一期项目建设，并预留二期设备安装位置。拟在升压站配电区的预留空地扩建一座 35kV 配电舱、主变、户外 SVG 等，在升压站储能区的预留空地扩建储能升压变、电池舱等。

一期项目升压站已建构筑物包括：1 台 120MVA 变压器、1 套 GIS 装置、1 套 SVG 装置、1 台接地变（兼站用变）、1 台施工变（兼备用变）及二次设备等；新建建（构）筑物有综合楼、35kV 配电楼、110kV GIS 楼、消防水泵房、危废库、主变基础、GIS 基础、SVG 基础、接地变基础、施工变基础、避雷针基础等。

2.3.3 土石方平衡

根据施工方案，本项目因垦堤临时开口、拉管、开挖埋管施工所产生的土量约 508m³，工程施工产生的渣土临时堆放在垦区内，施工结束后进行修复并直接取用，不另外购土或弃土。

2.3.4 施工总工期

国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目计划施工工期 8 个月，储能系统同步建设。

2.4 项目用海需求

依据《海域论证技术导则》（GB/T42361-2023）和《海域使用分类》（HY/T-123-2009），本项目的用海类型为“工业用海”中的“电力工业用海”。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234 号），本项目的用海类型为“工矿通信用海”中的“可再生能源用海”。本项目申请用海总面积 82.3701 公顷，其中光伏组件、箱式变电站及桥架集电线缆用海方式一级类为“构筑物”，二级类为“透水构筑物”，面积 82.1344 公顷；海底集电线缆用海方式一级类为“其他方式”，二级类为“海底电缆管道”，面积 0.2357 公顷。此外，本项目拟申请用海期限为 25 年。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

（1）项目建设是缓解地方电网的供需矛盾的需要

福建经济增长快，相应用电需求也快速增长，2024 年福建全省最高用电负荷达 5433 万

千瓦，同比增长 6.0%。福建省全社会用电量达 3331.16 亿千瓦时，增长 7.8%。莆田电网位于福建电网中东部，主要依靠省网供电。2024 莆田市全社会用电量与最高负荷分别为 149.5 亿 kWh、2967MW，较上年分别增长 7.2%、9.7%。在南部电网全开机情况下，考虑将泉州地区部分负荷转至莆田供电后，仍存在用电缺口，一旦发生电厂机组故障、来水减少或燃气供应不足等情况，用电缺口将日趋增大。

本项目光伏电站建成后，产生的清洁电能与当地电网联网运行，首年发电量为 155693MWh，可有效缓解地方电网的供需矛盾，缓解电网压力，促进地区经济可持续发展。

（2）项目建设是能源供应安全和可持续发展的需要

作为世界上最大的煤炭生产和消费国，我国当前能源将近 76%由煤炭供给，这种过度依赖化石燃料的能源结构持续影响着我国的环境生态安全。大力开发太阳能、风能、生物质能等可再生能源利用技术是保证我国能源供应安全和可持续发展的必然选择。其中太阳能光伏发电技术已经成熟、可靠、实用，其使用寿命已经达到 25-30 年。要使光伏发电成为战略替代能源电力技术，必须搞大型并网光伏发电系统，而这个技术已经实践证明是切实可行的。

本项目建设有助于提升光伏发电规模，是保障湄洲湾电力可持续、高质量发展，改善地区能源结构，促进清洁能源转换的有效举措。

（3）项目建设是建立健全绿色低碳循环发展经济体系的需要

为落实“碳达峰、碳中和”战略目标，自 2021 年以来，国务院和国家能源局分别印发了《国务院关于加强建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（国发〔2021〕4 号，2021 年 2 月 22 日）和《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），提出“提升可再生能源利用比例，大力推动风电、光伏发电发展”、“确保 2025 年非化石能源消费占一次能源消费的比重达到 20%左右”。此外，《国家发展改革委、国家能源局关于建立健全可再生能源电力消纳保障机制的通知》（发改能源〔2019〕807 号）和《国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司关于 2023 年可再生能源电力消纳责任权重及有关事项的通知》（发改办能源〔2023〕569 号）对各省级行政区域设定可再生能源电力消纳责任权重，建立了可再生能源电力消纳保障机制。其中福建省 2023 年可再生能源电力总量消纳责任权重为 20.6%，非水电可再生能源消纳责任权重为 10.0%。

因此，本项目建设有助于完成国家下达我省的可再生能源消纳责任权重考核任务，促进构建清洁低碳、安全高效的能源体系，符合国家“碳达峰、碳中和”战略目标的实施。

国投电力北岸经开区东乌垵 A 区二期 100MW 集中式渔光互补光伏电站项目已成功列为福建省 2024 年度光伏电站开发建设方案项目，并于 2024 年 11 月完成项目备案。该项目是继国投集团在湄洲湾成功开发一期项目后，充分发挥一期项目建设经验和规划预留优势，项目顺利建成投产后将产生显著影响效应，并可进行复制推广，成为全省海边大型“渔光互补”集中式光伏电站典型示范案例。

总体而言，项目建设有助于缓解地方电网的供需矛盾，是能源供应安全和可持续发展的需要，是完成国家下达福建省的可再生能源消纳责任权重考核任务的重要途径。因此项目建设是必要的。

2.5.2 项目用海必要性

本项目建设 100MW 渔光互补光伏发电项目，采用透水构筑物方式在东吴垦区内建设光伏电站，可以与底层养殖池形成“渔光互补”模式，实现一地两用，既充分发挥了海域自然资源优势，解决了光伏电站空间需求大的问题，同时符合国家和福建省推动海上光伏的发展政策。工程光伏组件、箱式变电站及桥架集电电缆以透水构筑物形式，跨东吴垦区海堤段和西侧两块光伏场区间跨垦堤段的集电电缆以海底电缆管道的形式占用现状围垦区，需使用一定面积的海域，因此，项目用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然资源概况

3.1.1 海岸线资源

根据新修测海岸线，莆田市大陆岸线总长约 356.2km，其中自然岸线约 67.3km，人工岸线约 274.1km，其它岸线约 14.8km (河口岸线、生态恢复岸线)，项目周边岸线类型均为人工岸线。

本项目位于东吴垦区内，垦区水域与外侧海域由东吴路堤工程隔开，仅通过山柄水闸、东吴水闸与海域进行水交换，110kv 升压站位于莆田市东吴港区物流园 A 区。本项目不涉及新修测海岸线，北侧距新修测海岸线-大陆岸线约 57.6m，南侧距新修测海岸线-人工岛岸线约 110.6m。

3.1.2 光照资源

拟建光伏电站场址位于莆田市秀屿区境内，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。日照时间长，光照资源充足，太阳能开发潜力大。

根据工可报告，工程场地年水平面总辐射年辐照量为 5361.32MJ/m²，太阳能属资源“B 级”“很丰富区”，有较高的开发利用价值，太阳能总辐射稳定等级的判定属于“B 级”“稳定”，太阳能直射比（DHRR）等级的判定属于“C 级”“中”，1 月~6 月呈上升趋势，6 月-8 月为辐照值峰值月份，7 月为最大值，8 月~12 月呈下降趋势，12 月达到最低。当地气候条件适合建设光伏电站。

3.1.3 港口资源

（1）港口资源

根据《湄洲湾港总体规划（2020-2035 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。其中工程所在的东吴港区西亭至门峡屿岸段，位于盘屿水道北侧，水深 10m 以上，有盘屿掩护，泊稳条件良好，深槽长期稳定不淤，是优良的深水港口岸线。东吴港区由东吴、罗屿、盘屿 3 个作业区和湄洲岛作业点组成，本项目不涉及港区，项目用海南侧约 648m 为东吴作业区。

（2）航道资源

根据《湄洲湾港总体规划（2020-2035 年）》，湄洲湾内现有航道主要包括：湄洲湾 30 万吨级主航道、10 万吨级主航道、青兰山 30 万吨级进港航道、东吴 15 万吨级航道、福炼 10 万吨级支航道、肖厝 10 万吨级航道、莆头 5 万吨级航道、湄洲湾火电厂支航道、中化外走马埭

3000 吨级进港航道、中化青兰山 3#-6#泊位进港航道、东吴分道通航航道、忠湄轮渡车渡和客渡航道。航道总里程约 113.2km（其中公用航道 98.8 千米、专用航道 14.4 千米）。

（3）锚地资源

根据《湄洲湾港总体规划（2020-2035 年）》，湄洲湾目前共有 10 个锚地，锚地总面积 28.98km²，规划湄洲湾待泊、候潮、引水、联检、过驳、避风等锚地共 14 处。

3.1.4 渔业资源现状

湄洲湾海域是中国福建省重要的渔业区域之一，拥有丰富多样的渔业资源。常见的渔获鱼种包括鲳鱼、鲈鱼、黄鳍鱼、刺鱼、鲭鱼、红石斑等；也存在丰富的贝类资源，包括富贵螺、青口（即蛏子）、扇贝和蛤蜊等；湄洲湾海域还富含虾类和蟹类资源，常见的虾类有对虾、明虾和青虾等，而蟹类包括柳蟹、花蟹和蟳蟹等。除了自然渔业资源，湄洲湾海域还发展了修建渔排养殖。这种方式利用渔排、网箱和养殖池等设施，在海水中养殖鱼类、虾类、蛤蜊和贝类等水产品。湄洲湾地区的海域是许多鱼类的重要繁殖地，在春季和夏季，各种鱼类如鲷鱼、鲆鱼、鲷目鱼等会在海水中进行产卵。这些鱼卵通过水流漂浮并孵化成仔鱼。湄洲湾地区的海水中养育了大量的仔鱼。当鱼卵孵化后，它们成为具有极高营养价值的仔鱼阶段。这些仔鱼种类繁多，包括黄鳍、青鳞、石鲈鱼等等。这些仔鱼在湄洲湾地区的海岸线附近生长和发育，为渔业提供了丰富的捕捞资源。

3.1.5 旅游资源

湄洲湾濒临台湾海峡，气候宜人，公路和水路交通方便，沿岸基岩岬角和岩岛众多，风景优美，又有许多名胜是发展海洋旅游理想场所。

莆田妈祖城位于本项目东侧约 4km，面积约 15km²，拥有绵延的海岸线和美丽的海滩，沙滩细腻柔软，海水清澈湛蓝，周边还有郁郁葱葱的植被，是休闲度假、海滨浴场、海上运动等活动的理想场所。妈祖城西侧、东吴垦区东侧的“妈祖阁”，是妈祖城的首要景点工程，也是新莆田二十四景之一“妈阁风涛”的所在地，妈祖阁共五层，总高 32.3 米，总建筑面积 2685 平方米，阁内有自然生成的五色彩石、圣旨牌额等。

贤良港天后祠，是妈祖的诞生地，始建于宋代，原是林氏宗祠，祠内保存有清代奉旨春秋谕祭牌、清乾隆五十一年《重建天后祠记》等碑刻，以及宋代木雕妈祖神像。莆禧抗倭古城，是明代为抵御倭寇而建的军事城堡，城墙保存较为完整，城内有许多古建筑和古街道，如东门的石板路形似“蜈蚣”，顺着山势共有 17 道接洽处，直通城外，古城内还有莆禧城隍庙等庙宇。东仙紫霄洞，是古代沿海“春莆禧、夏天云、秋仙女、冬九鲤”四大祈梦圣境之

一，存有郑起华重修紫霄洞碑记，洞内有望仙门、观音滴水、神龟朝拜等景点，均利用天然位置，生成岩石，精工镌成。

湄洲湾口的湄洲岛，面积 24.44km²，素有“海神之岛”称誉，是妈祖神的故乡，湄洲岛的“天后宫”是妈祖的祖庙，拥有亿万海内外善男信女；“湄屿潮音”和数千米海滨浴场，也很诱人，是朝圣、听潮、旅游、度假胜地。另外湄洲湾有“群岛之湾”之美称，口小腹大，水面开阔，沿岸风景秀丽，是风帆、划船、摩托艇、滑水、垂钓、航游和海上观光旅游胜地。因此可以把湄洲湾逐步发展成为海外朝圣、航游的海洋旅游区。

3.1.6 岛礁资源

湄洲湾港辖区海岸线北起莆田市涵江区荻芦溪附近的江口镇峰头村，南至泉州市小岞镇剑屿附近，辖区内包括兴化湾、平海湾、湄洲湾三处自然港湾。湾内有 76 个海岛，海岛总面积 16.84km²，海岛岸线总长 78.43km。主要海岛有湄洲岛、大竹岛、小竹岛、大生岛、盘屿、惠屿、罗屿、洋屿等。

3.1.7 滩涂湿地资源

2021 年，根据《福建省湿地保护条例》和《福建省湿地名录管理办法（暂行）》有关规定，莆田市确定秀屿区兴化湾湿地、黄岐湿地、后亭湿地、鸡甲屿边湿地、平海湾湿地、万湖海滩湿地、小砖湿地、虎仔屿湿地等 8 处湿地，列为秀屿区第一批一般湿地名录，总面积 15659.48 公顷。

2021 年 12 月 1 日，根据《莆田市湄洲湾北岸经济开发区管委会关于公布北岸经开区第一批一般湿地名录的通知》（莆湄北管〔2021〕68 号），莆田市确定秀屿区湄洲湾湿地等 16 处湿地为北岸经开区第一批一般湿地名录，总面积 4773.98 公顷。项目用海周边为该湿地名录登记表的第 3、4、5 号图斑，属于“近海与海岸湿地-浅海水域”湿地类型，与项目用海区的最近距离分别约 4.1km、2.4km、和 0.8km。

3.1.8 鸟类资源

根据 2023 年 6 月 27 日-6 月 28 日在莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村开展的 1 次夏季鸟类调查。调查采用样线法与定点调查相结合的方法，在项目所在区域及周边采用沿岸线路法进行，在鸟类较多区域设置样点调查。调查沿预定路线行走，以望远镜观察样点或样线附近可视范围内的鸟类，记录鸟类种类、数量、生境类型等，并记录鸟类调查影像数据。鸟类分类系统、居留型参考《中国鸟类分类与分布名录（第三版）》（郑光美，2017）。

调查内容包括：鸟类种类、数量和分布；鸟类优势类群和生境选择。

调查结果略。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

收集了秀屿气象站 1985-2001 年、崇武气象站 1971-2006 年的气象资料统计结果。

(1) 气温

湄洲湾地区属亚热带海洋性气候，受到海洋气候的影响，湄洲湾附近地区的温度较为稳定，四季温差不大，湄洲湾附近地区多年平均气温在 $20.3^{\circ}\text{C}\sim 20.6^{\circ}\text{C}$ 之间，累年极端最高温度在 $36.5^{\circ}\text{C}\sim 36.7^{\circ}\text{C}$ 之间，累年极端最低温度在 $1.3^{\circ}\text{C}\sim -0.3^{\circ}\text{C}$ 之间，累年最高月平均气温在 28.2°C （7 月）、 30.2°C （8 月）之间，累年最低月平均气温在 11.9°C （2 月）、 10.7°C （1 月）之间。

(2) 降水

湄洲湾地区降雨集中在夏季，年降雨量约为 1000-1300 毫米，雨量充沛，冬季则受到东北季风的影响降水较少。多年平均降水量为 1139.5mm，累年最大降水量在 1492.5mm，全年降水主要集中在春、夏季 3~9 月份，以 6 月份最大。整个雨季约占全年平均降水量 72% 以上，10 月至翌年 1 月雨水较少，为旱季。

(3) 雾

本海区每年雾日主要集中在 3~6 月，日出后 2~3 小时内消失。多年平均雾日数：15.1d，多年平均雾日数（能见度小于 1km）崇武站 30 天、秀屿 14 天、山腰 8 天、三江口 12 天。

(4) 风向、风速

湄洲湾地区夏季南海季风盛行，风力较大，多年平均风速为 $5.6\text{m/s}\sim 6.6\text{m/s}$ ，秀屿气象站年平均风速 $5.6(\text{m/s})$ ，常风为 NE 向，对应频率为 27%，惠安崇武气象站年平均风速 $6.6(\text{m/s})$ ，常风向为 NNE 向，对应频率为 28%，两个气象站的强风向均为 N-NE 向，其中秀屿站测得最大风速为 27m/s ，对应风向为 NE 向；崇武气象站测得最大风速为 33m/s ，对应风向为 N~NE 向。本地区风向季节变化为：夏季(6~8 月)以西南风为主；其他月份则以 NE 或 NNE 向为主，崇武气象站出现频率达 45%。

(5) 雾、相对湿度

区域多年平均雾日数为 23 天，多出现在 3~5 月份（春季）；多年平均相对湿度 77%，以 6 月份平均相对湿度为最大。

3.2.2 水文动力

我所于 2022 年 11 月 8 日~12 月 8 日在工程附近设置的临时潮位观测站的调查结果。根据工程海域罗屿及黄牛屿布置的 T1 黄牛屿站和 T2 罗屿站 2 个短期潮位站为期一个月的潮位实测资料，2 个站均属正规半日潮，以 M2 分潮占主导地位，每天呈现两次高潮、两次低潮，

一个月中出现两次大潮和两次小潮。

根据水文调查结果，湄洲湾内受水道地形影响，涨潮流流向朝湾内为偏北向，落潮流流向湾外偏南向。各站涨落潮流方向都比较集中，以往复流为主。调查期间海区的大潮流速 > 小潮流速。

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。在大、小期间，调查海域大潮余流流速大于小潮，但总体而言，余流流速不大。

根据大潮和小潮期间 6 个测站的实测含沙量分析：测站含沙量周日变化主要受涨、落潮流的影响，含沙量高值多出现在高潮时段，低值多出现在低潮时段。潮型变化上，大潮含沙量大于小潮含沙量。

项目光伏区所在养殖池塘由围埂分割成若干小池塘。池塘外侧仅在取排水时通过位于城港大道的 2 个水闸与湄洲湾海域进行水交换，各个小池塘与垦区公共水域间主要通过小闸口或抽水机人工进行水交换，垦区整体上的水文动力以人工控制为主。

3.2.3 海域地形地貌与冲淤状况

湄洲湾整体是一个弯曲深入内陆的月牙形海湾，湾口向东宽约 10km，南北长约 30 千米，东西宽约 22 千米，总面积约 600 平方千米。湾内水域散布着许许多多大小岛屿。湾口面向台湾海峡，附近湄洲岛、大竹等岛屿形成天然屏障。

湄洲湾内海岸地貌有海蚀崖、海蚀平台、沙嘴、连岛沙洲、沙坝、沙脊、海滩和潮滩。工程区附近海岸地貌类型主要为海蚀崖、沙坝、海滩和潮滩。

项目用海位于秀屿区塔林周围海域，所在垦区现状为养殖池塘，2008 年以前，垦区主要由东吴村、立山村、山柄村村民养殖海产品。2008 年为建设省道 201 线莆田市东吴段路堤工程，由地方政府牵头，莆田市国投公司负责赔偿，对垦区内养殖进行清赔。项目建设后对部分海域进行填海造地，未填海部分在政府尚未开发建设之前并确保排洪安全前提下，允许当地群众利用部分滩涂保持原状进行养殖增加收入。目前垦区现状主要以虾、蟹等养殖为主。垦区现状场地穿插分布道路、田埂等。池塘由围埂分割成若干小池塘，池塘之间基本不联通，池塘外侧与湄洲湾海域仅通过位于城港大道的 2 个水闸进行水交换。垦区外围的海岸潮间带和内海湾，地势向海侧呈微倾斜，水下地形局部起伏较大，大潮汛低潮时浅海基岩显露，局部发育有冲沟。

3.2.4 工程地质

根据《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目可行性研究阶段（光伏区）岩土工程勘察报告》(2025.05)和《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目可行性研究报告》(2025.05)，沿海海湾围垦区，主要为海

湾围垦滩涂沉积地貌，场地地形较平坦，围垦场区由养殖水塘及人工堤岸、路堤等构成，交通道路情况一般。

3.2.5 海洋生态现状

本节收集了《国投湄洲湾第三发电厂（2×660MW）机组项目海洋生态调查报告（秋季）》。调查结果略。

3.2.6 海洋环境现状

本节引用自我所编制的《国投湄洲湾第三发电厂机组项目海域使用论证报告书》、《国投湄洲湾第三发电厂（2×660MW）机组项目海洋化学专题调查报告（秋季）》，以及《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目环境影响报告表》。调查结果略。

3.2.7 海洋自然灾害

3.2.7.1 台风

湄洲湾地处福建沿海中部，位于台风路径上，为台风(含强热带风暴、热带风暴)影响频繁地区，每年夏、秋季节都会受到多次台风的影响。7 月～10 月受台风影响较大。据 1990～2000 年台风资料统计，对莆田市有影响的台风共出现 56 次，平均每年 5.1 次。其中正面袭击莆田地区共有 18 次，平均每年 1.6 次。台风影响过程时间一般为 2～3 天。莆田地区台风造成的最大暴雨过程降水量达 472mm。如 9914 号台风正面袭击莆田市，沿海及内陆普降 200～500mm 的特大暴雨，最大风力 11 级。

2016 年，超强台风“莫兰蒂”袭击厦门、泉州、莆田等地，莆田部分地区降水超 200 毫米，引发局部洪涝。

2021 年 9 月 13 日至 14 日，受台风“卢碧”影响，莆田出现暴雨天气，最大的降雨量达到了 350 毫米左右。

2023 年 7 月 28 日 9 时 55 分，台风“杜苏芮”登陆福建晋江，造成福建省两百余万人受灾，其中 45 个县的 233 个乡镇累计雨量超过 250 毫米，12 个县的 33 个乡镇累计雨量超过 500 毫米，以莆田市涵江区白沙镇 813 毫米为最大，最大小时雨量为莆田市荔城区新度镇 151.2 毫米。福州市区、闽侯县、莆田市区、仙游县、泉州南安等地日降雨量超过 1961 年以来历史极值记录，莆田市区日降雨量破全省国家观测站最大日降雨量历史记录。

3.2.7.2 地震

湄洲湾地处福建东南沿海长乐—诏安地震断裂带中段。该断裂带是中国东南沿海地区的一条主要地震活动构造带，全长约 150 千米，由北向南穿越福建省长乐市、福州市、闽侯县、

罗源县、连江县、福建湄洲湾以及南平市顺昌县、诏安县等地，连接了闽江断裂带和南平地震带，是湄洲湾地区地震活动的主要构造背景之一。

现代地震活动，从 1971 年至 2000 年发生震级 $ML \geq 3.0$ 级的地震有 4 次；1994 年以来，东南沿海地震带的强震活动十分活跃，1994 年 9 月 16 日在台湾海峡发生 7.3 级地震，1995 年 2 月 25 日在晋江市金井以南海域发生 5.3 级地震，1999 年 8 月 5 日在惠安海域又发生 4.8 级地震，1999 年 9 月 21 日的台湾 7.6 级大地震，2006 年 12 月 26 日台湾 7.2 级大地震，2022 年 9 月 19 日，台湾莲花 5.7 级地震。项目用海区内地质构造相对稳定，目前尚无地震发生。

4 资源生态影响分析

4.1 生态评估

本项目位于莆田市北岸经济开发区山亭镇东吴垦区内，垦区内海水仅通过位于城港大道的 2 个水闸进行水交换。由于水动力较弱，本工程施工对海域的影响主要集中于垦区内部，对周边海域基本没有影响。

4.1.1 敏感目标分布情况

（1）论证范围内海域

敏感目标主要包括：大竹岛国家一级公益林生态保护红线区、湄洲岛重要滩涂及滩海水域生态保护红线区、福建湄洲岛国家海洋自然公园、枫慈溪河口北侧生态保护红线区、枫慈溪河口南侧生态保护红线区、莆田东庄红树林生态保护红线区、秀屿区湄洲湾湿地、近海与海岸湿地—沙石海滩等。

项目用海与上述敏感目标均有一定距离，对周边海洋生态保护红线区、福建湄洲岛国家海洋自然公园基本没有影响。

（2）工程所在海域

项目位于东吴垦区内，根据现场踏勘及无人机航拍影像，项目光伏主体工程所在海域现状为围垦养殖区，养殖区外围建有塘埂，养殖池塘与外侧海域由东吴路堤工程隔开，通过山柄水闸、东吴水闸与外侧海域进行水交换。本项目所在养殖海域在 2006 年已由莆田市东吴临港工业园区开发建设有限责任公司完成征海补偿。目前，本工程用海范围内仍有海水养殖活动，属于养殖回潮现象。

项目所在的东吴垦区现状同时具有滞洪、蓄洪功能，规划作为湄洲湾北岸经济开发区园区滞洪区，滞洪区西南侧东吴路堤西岸布置 1 个东吴水闸，水闸共 9 孔（其中 2 孔为排纳兼用），每孔净宽 3m，闸底高程-2.3m；东南侧东吴路堤东岸分布 1 个山柄水闸，共 5 孔，每孔净宽 3m，闸底高程-1.0m，具有双向功能。根据《东吴园区滞洪区面积调整影响分析报告》，东吴园区的防洪标准为三十年一遇，规划滞洪区面积 287 公顷，总水域面积 343 公顷。

4.1.2 关键因子确定与分析

本项目对垦区水动力、地形地貌和冲淤基本无影响，对所在海域的直接影响主要体现在桩基占用导致海域，滞洪区面积减少等方面；桩基占用、管线开挖和施工期悬浮泥沙覆盖导致底栖生物的损失；营运期对养殖鸟类及其栖息地的影响等。

本项目已列入福建省发展和改革委员会公布 2024 年度光伏电站开发建设方案项目清单，项目选址于东吴垦区内具有唯一性，项目不涉及生态保护红线区，不占用滨海滩涂湿地资源，对垦区水动力、地形地貌和冲淤基本无影响，东吴垦区已完成养殖清退，对养殖影响较小，因此，面积一定的前提下，项目布置在垦区内的位置对海洋环境的影响差别不大，本项目以一期项目、规划纵一路、垦区边界为界，不占滞洪区的行洪通道，项目光伏区用海方案合理。针对项目平面布置方案进行比选。

4.1.2.1 方案一

(1) 光伏方阵设计

本项目规划建设容量为交流侧 100MW，直流侧 120.44928MW_p。根据组件布置及逆变器的选型，将 120.44928MW_p 的光伏阵列分为 31 个光伏方阵，全部方阵为固定支架。每个方阵设置 1 台箱变，共设置 5 台 3600kVA 箱变、25 台 3200kVA 箱变和 1 台 2250kVA 箱变。每台 3600kVA 箱变接 11 台逆变器，每台 3200kVA 箱变接 10 台逆变器，每台 2250kVA 箱变接 7 台逆变器，共计 312 台逆变器，每台逆变器接 21~22 串组串，每 28 块组件一个组串，共 186312 块 625W_p 组件和 6356 块 630W_p 组件。

(2) 总平面布置

本工程采用 625W_p N 型双面光伏组件 186312 块，直流装机容量 116.445MW_p；采用 630W_p 异质结光伏组件 6356 块，直流装机容量 4.00428MW_p。共布置 192668 块光伏组件，直流侧总容量为 120.44928MW_p，其中 6664 块 625W_p 光伏组件位于一期项目所征地块。不在本项目红线内。组件安装按照竖向两排布置，组件前后排间距 7.0m，方位角 0°，倾角 13°。采用 2×14 阵列和 2×28 阵列，每 28 块组件一串。

4.1.2.2 方案二

(1) 光伏方阵设计

本项目规划建设容量为交流侧 100MW，直流侧 120.1326MW_p。根据组件布置及逆变器的选型，将 120.1326MW_p 的光伏阵列分为 32 个光伏方阵，全部方阵为固定支架。每个方阵设置 1 台箱变，共设置 3 台 3600kVA 箱变、26 台 3200kVA 箱变和 3 台 2250kVA 箱变。每台 3600kVA 箱变接 11 台逆变器，每台 3200kVA 箱变接 9~10 台逆变器，每台 2250kVA 箱变接 6~7 台逆变器，共计 312 台逆变器，每台逆变器接 21~22 串组串，每 28 块组件一个组串；共 6474 串 620W_p 组件以及 439 串 630W_p 组件，即 181272 块 620W_p 组件和 12292 块 630W_p 组件。

(2) 总平面布置

本工程采用 620Wp N 型双面光伏组件共 181272 块，直流装机容量 112.38864MWp，采用 630Wp 异质结光伏组件共 12292 块，直流装机容量 7.74396MWp。共布置 193564 块光伏组件，直流侧总容量为 120.1326MWp。组件安装按照竖向两排布置，组件前后排间距 7.0m，方位角 0°，倾角 14°。采用 2×14 阵列和 2×28 阵列，每 28 块组件一串。

经对比，方案一工程施工量较小，工程投资较低，用海面积较小，推荐方案一。

表 7.2-1 方案对比表

项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）
用海规模	82.4 公顷	91.4 公顷
效益计算	经营期年均发电利润总额约 1882.26 万元。项目资本金内部收益率为 16.44%。	经营期年均发电利润总额约 2069.07 万元。资本金财务内部收益率为 14.77%
对滞洪区的影响	占用滞洪区面积较小。	占用滞洪区面积较大。
施工难度及风险	布局集中，集电线敷设长度适中，施工效率较高。	布局相对分散，集电线敷设长度较长，施工效率一般。
工程费用（万元）	35781.24 万元	48074.19 万元

4.2 资源影响分析

4.2.1 海洋空间资源影响分析

(1) 对岸线资源的影响

项目拟建光伏阵列位于东吴垦区池塘内，基础配套设施升压站位于莆田市东吴港区物流园 A 区。根据新修测海岸线，项目周边海域岸线类型均为人工岸线，拟申请用海范围北侧北侧距新修测海岸线-大陆岸线约 57.6m，项目南侧距新修测海岸线-人工岛岸线约 86.1m。

根据设计单位提供的平面布置图，本项目光伏组件、箱式变电站及桥架集电电缆用海方式为透水构筑物，不占用岸线资源；本工程建设对岸线资源无明显影响。

(2) 对滩涂资源的影响

项目用海位于围垦养殖区，周边分布养殖池塘、荒地、道路、田埂以及储物棚等。

根据《莆田市湄洲湾北岸经济开发区管委会关于公布北岸经开区第一批一般湿地名录的通知》（莆湄北管〔2021〕68 号）。项目用海区与一般湿地的最近距离为 0.8km。

整体上，项目用海不占用一般湿地，用海区现状为围垦养殖池塘，项目用海不会造成滨海滩涂湿地的减少，对滩涂湿地资源基本无影响。

(3) 对岛礁资源的影响

项目用海与龙头礁、大白多无居民海岛、大竹岛的最近距离为 5km、6.4km、5.2km，工程建设不占用岛礁资源。项目同时位于垦区内，工程建设对于岛礁资源基本无影响。

综上所述，项目用海不改变海域自然属性，不占用滩涂资源，以透水构筑物 and 海底电缆管道形式占用一定面积的围垦区，项目用海对海洋空间资源基本无影响。

4.2.2 海洋生物资源影响分析

本项目引起的生物资源损失主要由光伏区桩基占海、海底电缆埋设以及施工引起的悬浮泥沙引起的。桩基占海和部分集电线路埋设占海引起的生物资源损失主要是对底栖生物的影响；本项目施工拟在养殖池塘收成后进行，影响悬浮泥沙对渔业资源的影响也主要是对底栖生物的影响。因此，本项目建设引起的生态损失主要考虑对底栖生物的影响。

(1) 占用海域引起的底栖生物损失

项目建设引起的底栖生物损失=171.88kg。

(2) 悬浮泥沙引起的底栖生物损失

悬浮泥沙影响底栖生物损失量= 16.70 吨。

(3) 生物量损失补偿估算

①桩基和集电线路埋设占海的补偿估算

桩基和集电线路埋设占海造成的生物损失量=3.44 万元。

②悬浮泥沙入海造成的海洋游泳生物损失的补偿估算

悬浮泥沙入海造成的海洋生物损失量=50.10 万元

综上，本项目合计造成的生物量损失补偿估算约为 53.54 万元。

4.2.3 对滨海湿地生态功能的影响

项目不占用滨海湿地，对湿地生态功能无影响。

4.2.4 对养殖活动的影响

本项目组件阵列中心间距为 7.0m，养殖品种采捕主要通过小舢板，光伏构筑物对养殖采捕造成一定影响。营运期间，由于光伏组件遮盖部分养殖水域，造成光照减少，改变了养殖水域的温度和 pH 值，生存环境发生一定改变，同时光照减少改变了浮游藻类生长环境，影响浮游藻类的生长繁殖活动，对养殖物种的生长及采捕造成一定影响。

此外，营运期间光伏组件上粉尘和鸟类粪便等清洗废水，也会对养殖区水质造成一定污

染，但污染物总体含量较少，对养殖区水质环境的影响整体较小，不会对养殖活动造成较大影响。

4.2.5 小结

整体上，项目选址不涉及自然保护区、一般湿地等环境敏感目标，对周边敏感目标基本无影响；项目用海不涉及生态保护红线区，不占用滩涂湿地资源和岛礁资源，不影响养殖活动，对海洋空间资源无明显影响。项目光伏组件桩基等基础结构占用了垦区水域，会造成底栖生物资源的一定损耗，应就项目造成的生物资源损害开展生态补偿。

4.3 生态影响分析

4.3.1 海域水动力环境影响结论

项目光伏组件采用固定式支架方式布于围垦养殖区上方，养殖区内水文动力条件弱，项目光伏支架基础桩基的用海面积小，且不连续占用，项目建设对所在海域流场、流态基本没有影响，对海域水动力环境影响很小。此外，垦区主要通过水闸实现垦区内外水体交换，本项目位于垦区内，项目用海不影响垦区内水体交换能力，不会对海域整体的水动力造成影响。

4.3.2 地形地貌与冲淤环境结论

项目光伏组件采用固定式支架方式布于围垦养殖区上方，支架基础桩基局部改变了用海区海底的地形地貌，但桩基所占面积小，且所在海域及周边海域的冲淤状况大致稳定，项目工程实施基本不会造成用海区及周边海域冲淤环境的改变。

4.3.3 海水水质环境影响结论

（1）施工期悬浮泥沙对水质环境的影响分析

项目光伏支架基础桩基以及电缆管道敷设施工阶段，施工扰动了垦区和海域的底质泥沙，致使海床泥沙上浮，造成局部浑浊。但项目桩基施工工程量小，电缆管道采取低潮期作业，总体产生的悬浮泥沙量较少，同时光伏区所在的池塘由围埂分割成若干小池塘，池塘之间基本不联通，仅在池塘取排水时有水交换，悬浮泥沙对池塘外影响较小，且影响是暂时的，随施工结束消失。一般情况下，施工停止 3-4 小时后，悬浮泥沙绝大部分沉降于海底，海水水质可逐渐恢复到原来状态。

（2）运营期清洁废水对水质环境的影响分析

根据工可，工程运营期间，本项目光伏组件上的污染物主要是灰尘和鸟粪，清洗介质采用的是清水，清洗频率为每 4 个月 1 次，清洗方式主要是采用船只移动运水配合移动式增压

泵的方式清洗光伏组件表面，将光伏组件表面较大的灰尘颗粒吹落，清洗后的水自然下渗。由于光伏组件上污染物主要是灰尘和鸟粪，无其他生产污染物，因此，光伏组件清洗废水对垦区海水水质和养殖影响较小。

4.3.4 海洋沉积物环境影响结论

工程对海域沉积环境的影响主要表现为施工过程泥沙在附近海域沉降，可能引起局部海域表层沉积物环境的变化。项目用海位于围垦养殖区内，项目施工产生的悬浮泥沙较少，且基本为原海域沉积物，施工产生的泥沙沉降不会引起海域总体沉积环境质量的改变。

4.3.5 海洋生物生态影响结论

项目对海洋生态的影响主要体现在光伏支架基础桩基以及电缆管道敷设施工阶段，施工期悬浮泥沙导致海水混浊度增大，透明度降低，影响浮游植物光合作用，进而影响浮游生物生长；但项目桩基施工工程量小，电缆管道采取低潮期作业，总体产生的悬浮泥沙量较少，且项目用海区浮游生物具有普生性，施工结束后，悬浮泥沙由于自身重力和塘内水体流动而不断沉降、稀释，项目对浮游生物的影响有限。

悬浮泥沙的产生对用海区内浮游动物、底栖生物的生长、繁殖活动也造成一定影响，且桩基占用了海域，占用了海洋生物活动空间。此外，电缆管道敷设过程对海床也有一定扰动，造成周围泥沙悬浮、沉淀，进而掩埋周围的底栖生物，造成底栖生物一定程度的损害。但项目施工结束后桩基基础和电缆管道周边的底栖生物群落会逐渐恢复并重新建立，施工产生的生物生态影响有限。用海区及周边海域没有发现珍稀、濒危的底栖生物，项目工程建设对海洋生物种群的结构基本没有影响。

除此以外，光伏板架设对于垦区内的浮游动、植物也将产生一定影响，但目前相关研究仍有待完善，参照唐艳萍等人已有的研究结论，光伏板遮蔽会在一定程度上降低遮蔽区域的水体温度，提高水体溶解氧含量及水体盐度，本项目对于垦区内的浮游动、植物影响预计较为轻微。

4.3.6 鸟类影响结论

项目在施工期对鸟类的影响主要来自施工机械噪声对鸟类活动的干扰，造成部分在此觅食、栖息的鸟类被人为活动驱赶而远离施工影响范围，施工区及附近鸟类活动数量减少。此外，光伏阵列、光伏桩基占用了海域，在一定程度减少了鸟类活动空间，运营期噪声、光线反射和电磁辐射等对鸟类造成一定干扰，但项目用海区不属于鸟类主要和重要栖息地，光伏

板下沿高度为 4.1m，上沿高度为 5.2m，非鸟类主要飞行高度，且项目用海对生态环境影响较小，不会造成鸟类生存空间和活动空间的大量减少。

4.3.7 小结

整体上，项目用海位于围垦养殖区，与外侧海域通过水闸进行连接，不影响外侧海域的水文动力环境、纳潮量、潮流流场流态等，对海底地形地貌与冲淤变化、海水水质、沉积物环境的影响也很小。施工期间，悬浮泥沙的产生和扩散对养殖区内水环境质量会造成一定影响，但施工产生的悬浮泥沙较少，垦区池塘水体不交换的情况下，基本不会扩散到池塘外，因此影响较小，且随施工结束停止。项目用海对生态的影响较小。

5 海域开发利用协调分析

5.1 开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

5.1.1.1 莆田市社会经济概况

莆田市于 1983 年经国务院批准设立，现辖一县四区两个管委会（仙游县、荔城区、城厢区、涵江区、秀屿区、湄洲岛管委会、湄洲湾北岸管委会），陆域面积 4200 平方千米，海域面积 1.1 万平方千米，2022 年末户籍人口数为 367.29 万人，常住人口 319.9 万人。

根据莆田市 2024 年政府工作报告，莆田市初步预计地区生产总值 3200 亿元、增长 4% 左右，一般公共预算总收入 252.4 亿元、增长 15.3%，地方一般公共预算收入 162.8 亿元、增长 7.8%，固定资产投资增长 3%，社会消费品零售总额增长 3%，出口下降 10.9%，城镇居民、农村居民人均可支配收入分别增长 5.4%、6.5%，城镇登记失业率 2.3%，居民消费价格基本持平。

5.1.1.2 湄洲湾北岸经济开发区概况

莆田市湄洲湾北岸经济开发区始建于 1996 年，2002 年改设秀屿区，2007 年 4 月重新挂牌成立，是福建省少有的具有县区一级行政管理职能的经济开发区。全区国土面积 131 平方千米，辖山亭、东埔、忠门三镇 38 个村（社区），户籍人口 18 万人。

莆田市湄洲湾北岸经济开发区位于东南沿海中部要冲，东距台湾台中港 72 海里，是大陆与台湾本岛直线距离最短的区域，也是江西、湖南、湖北等内陆地区最便捷的出海口。开区坐拥湄洲湾、平海湾两大海湾，海岸线长约 75 千米，港口规划形成码头岸线总长约 11 千米，布置泊位 38 个，其中万吨级以上深水泊位 37 个，形成年综合通过能力 1.1 亿吨。

5.1.1.3 山亭镇社会经济概况

山亭镇隶属福建省莆田市秀屿区（湄洲湾北岸开发区管委会管辖），地处秀屿区东南部，东濒平海湾与平海镇相望，南与湄洲镇隔海相望，西与东埔镇接壤，北与忠门镇毗邻，行政区域面积 41.42 平方千米，是该区域的一个重要镇街。截至 2019 年末，山亭镇户籍人口 70686 人，下辖 5 个社区和 10 个行政村，分别为山亭社区、利山社区、西前社区、东仙社区、文甲社区，西乌垵村、东乌垵村、新乌垵村、山柄村、东店村、西埔村、西埔口村、蒋山村、港里村、莆禧村。

5.1.2 工程周边海域使用现状及规划用海概况

根据现场踏勘调查及收集到的相关资料，工程区周边海域开发利用活动现状主要包括渔业用海、造地工程用海、交通运输用海和工业用海等；除现有开发利用活动外，工程区周边还规划有莆田市湄洲湾临港产业园区纵一路道路工程、莆田市湄洲湾临港产业园区通港大道工程及 G228 东吴段改线工程等。

5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

本项目拟建设集绿色能源、生态养殖为一体的现代化渔业发展区，即通过在水面上方架设光伏板阵列，利用太阳能发电，在下方水域发展渔业养殖，以此实现光伏发电和养殖渔业活动共生互利，良性发展。根据项目所在海域开发利用现状、项目建设用海特点，对周边现有开发利用活动逐一展开影响分析。

5.2.1 项目用海对渔业用海活动的影响分析

本工程位于东吴垦区，现状为养殖水塘，主要养殖品种为花蛤、明虾、海蛎等，本项目用海将占用垦区 82.3702 公顷。项目施工期间，用海范围原有的海水养殖活动将不能继续进行，施工结束后，海水养殖功能将恢复，水域空间将得到多层次立体利用。

营运期间，由于光伏组件遮盖部分养殖水域，造成光照减少，改变了养殖水域水质环境的温度（降低）和 pH 值等，养殖品种的生长和造成一定影响。此外，光伏桩基、组件等构筑物对养殖采捕活动造成一定局限。

5.2.2 对造地工程用海的影响分析

本工程周边造地工程用海主要有西坞垵村便民服务中心及配套工程、西坞垵村激情广场工程实际工程、莆田市东吴拆迁安置区及配套设施项目、莆田市北岸老年公寓项目，上述工程均已完成填海工作。

本工程位于封闭围垦养殖区内，不涉及已有的造地工程用海，且与已填区域间有多重垦堤、道路相隔，工程建设不会对其造成影响。本工程施工期间，应严格控制施工范围，避免超出封闭围垦养殖区界限，同时加强施工现场管理，做好保护检查工作，避免对便民服务中心、激情广场等场所正常使用造成干扰。运营期间，应及时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，维护场区平稳运行。

5.2.3 对交通运输用海现状影响分析

本工程南侧为省道 201 线莆田市东吴段路堤工程，该工程已完成填海并投入使用，本工

程建设不涉及已建路堤，不会对其造成影响。

5.2.4 对工业用海的影响分析

5.2.4.1 其他工业用海

本工程周边其他工业用海主要有湄洲湾港口铁路支线东吴港区铁路装卸车场项目、莆田市东吴港区物流园 A 区项目以及赛得利（福建）纤维有限公司二期年产 15.5 万吨差别化短纤维项目，上述工程均已完成填海。本工程位于封闭围垦养殖区内，不涉及上述用海活动，本工程建设对上述活动基本不会造成影响。本工程建设及运营期间，应做好现场管理，加强与周边用海单位沟通协调工作。

5.2.4.2 电力工业用海

本工程紧邻已建国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目，是该项目的二期工程，本工程光伏场区内的 35kV 集电电缆将在级联并网后，通过一期工程已确权用海接入 110kV 升压站。

具体而言，本工程 1#光伏场区 35kV 集电电缆经级联后，利用桩基、桥架的形式穿越一期工程已建光伏区，于一期工程光伏区西南侧转设为海底电缆，最终接入已建 110kV 升压站；2#、3#光伏场区南侧 35kV 送出集电电缆以海底电缆形式跨越现有垦堤后，并入一期工程海底电缆管道，最终接入已建 110kV 升压站。本工程位于一期工程已确权用海范围内的集电电缆不再申请用海。

此外，本工程将利用一期工程已确权范围的预留空间铺设部分光伏组件，本工程建设过程中，应严格控制施工范围，合理安排施工时序，加强施工管理，落实保护措施，做好电缆管道衔接，避免对一期工程正常运行造成影响。

5.2.5 对其他用海活动的影响分析

东吴园区滞洪区现状面积约为 564.7 公顷，规划滞洪区面积约 287 公顷。本项目位于东吴园区滞洪区主滞洪区内，有约 3503.05 平方米的桩基落入滞洪区内，桩基占用滞洪区面积比例约 0.01%，参考《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站洪水影响评价报告》主要结论，本工程建设对东吴园区滞洪区防洪防汛的影响较小，建设单位应及时编制针对本工程的洪水影响评价报告，并取得相关主管部门的批复意见。

5.3 利益相关者及协调部门界定

“国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（一期项目）”

业主单位为“国投云顶湄洲湾(莆田)新能源有限公司”，与本工程为同一业主，因此不界定为利益相关者，后续建设单位应加强施工管理，合理安排施工时序，严格控制施工范围，做好用海边界的衔接，避免相互影响。

根据项目用海对周边开发活动的影响分析，最终确定本工程利益相关者为：垦区内养殖户；协调部门为：莆田市湄洲湾北岸经济开发区农业农村局。

5.4 相关利益协调分析

（1）与养殖户的协调分析

经湄洲湾北岸经济开发区海洋渔业局联合山亭镇、东埔镇摸排调研，本项目所在海域养殖个体或企业共计 57 户（其中山亭镇 42 户，东埔镇 15 户），养殖面积约 421 公顷，均未办理水域滩涂养殖证。本项目所在养殖海域在 2006 年已由莆田市东吴临港工业园区开发建设有限责任公司完成征海补偿。一期项目建设时，由莆田市秀屿区山亭镇人民政府负责一期项目用海的养殖清退，并在一期光伏项目开工前完成整体养殖清退工作。

目前，本次二期项目用海范围内仍有海水养殖活动，养殖回潮现象，项目建设前应明确养殖清退负责主体，组织养殖清退工作，在本项目开工前完成整体养殖清退工作。

本工程建设完成后，垦区上部空间可进行光伏发电，垦区水域内养殖活动可正常开展，以此形成“上部发电、下部养殖”的立体综合开发利用模式。在后续的用海工作中，养殖主体在与本工程建设单位取得利益协调的前提下，可根据相关法律法规进行立体确权，其他立体空间范围内的用海活动须保证光伏场区内基础支撑工程的安全。

项目营运期间，垦区内养殖户可先行养殖原有蟹、花蛤等品种并制养殖数量，定期捕捞，经数次养殖周期后根据实际养殖情况合理变更养殖品种，本项目桩基式光伏电站桩基南北向距离 4.9m，东西向桩基间距 7.0m，光伏场区内留有过船通道，可以满足养殖船舶作业要求，光伏组件和作业船只之间不会相互产生影响。

此外，光伏电站配备了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。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，控制养殖品种及数量，避免光伏阵列和海缆受到损坏。在施工完成后，及时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，避免各种人为活动影响光伏电站的安全使用。

综上所述，本工程与周边海水养殖户利益已取得初步协调。

（2）与东吴园区滞洪区利益协调分析

本项目位于东吴园区滞洪区主滞洪区内，滞洪区现状面积约为 564.7 公顷，规划滞洪区面积约 287 公顷。东吴园区滞洪区已建国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（一期项目）。莆田市水利水电勘测设计院有限公司于 2023 年 10 月编制了《国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目洪水影响评价报告》，根据该报告，光伏一期项目共有 36702 根桩基，占海总面积 2594m²，项目建设对东吴滞洪区滞洪能力、河势稳定、防洪工程、防汛抢险的影响均较小，整体上，项目建设对所在东吴垦区滞、蓄洪能力的影响较小。2023 年 11 月 14 日，洪水评价影响报告取得莆田市北岸经济开发区农业农村局批复，光伏一期项目已于 2023 年 8 月 13 日取得不动产权证书。

本次二期项目共设 34809 根桩基，占海总面积 3503.05m²，参考光伏一期工程建设实际情况，建设单位应及时编制针对本工程的洪水影响评价报告并通过专家组评审，在报送主管部门批准后，建设单位方可进场施工，本工程与主管部门莆田市湄洲湾北岸经济开发区农业农村局具备协调途径。

表 5.4-1 项目用海利益相关者/利益协调部门协调情况一览表

序号	用海活动	利益相关者/利益协调部门	位置	协调内容与方法	协调情况
1	海水养殖	垦区内养殖户	工程占用	本项目所在养殖海域在 2006 年已由莆田市东吴临港工业园区开发建设有限责任公司完成征海补偿。目前，本工程用海范围内仍有海水养殖活动，属于养殖回潮现象，本工程建设前应对现有养殖活动进行清退。	已取得初步协调
2	东吴园区滞洪区	莆田市湄洲湾北岸经济开发区农业农村局	工程占用	本项目位于东吴园区滞洪区主滞洪区内，建设单位应及时编制针对本工程的洪水影响评价报告并通过专家组评审，在报送主管部门批准后，建设单位方可进场施工，本工程与主管部门莆田市湄洲湾北岸经济开发区农业农村局具备协调途径。	具备协调途径

5.5 项目用海于国防安全和国家海洋权益的协调性分析

5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

本工程位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区东吴垦区内，不占用军事用地，不占用和破坏军事设施，不涉及军事用海、军事禁区或军事管理区，对国防安全和军事活动没有影响。

5.5.2 与国家海洋权益的协调性分析

本项目用海位于莆田市山亭镇南侧湄洲湾海域，地处我国内水海域，远离领海基点和边界，故对国家权益没有影响。

6 国土空间及相关规划符合性分析

6.1 项目用海与国土空间规划符合性分析

6.1.1 项目用海与《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析

根据《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》，本项目用海属于“海洋开发利用空间”，不占用海洋生态空间及海洋生态保护红线。“海洋开发利用空间”允许集中开展开发利用活动的海域以及允许适度开展开发利用活动的无居民海岛，目标在于积极统筹陆地、海岸、近海、远海空间布局和资源开发，打造安全高效陆海通道，构建海洋产业发展新格局。

本项目将利用已开发利用的东吴垦区建设渔光互补电站项目，可以提高海域空间资源的利用效率，契合海洋开发利用空间发展目标，符合所在功能区管控要求，不占用生态空间，不涉及生态保护红线，因此，项目符合《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》。

6.1.2 项目用海与《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据《莆田市国土空间总体规划(2020-2035 年)》，本项目用海位于“工矿通信用海区”，周边功能区主要有“交通运输用海区”、“生态保护区”等国土空间规划分区。

本项目用海类型为透水构筑物用海和海底电缆管道用海，工程不改变海域自然属性，且项目为绿色环保新能源，项目不涉及市域国土空间控制线及市域生态修复与综合整治规划，不会使得所在功能区海洋环境质量降低。本项目的实施、运营符合“工矿通信用海区”海洋空间分区的管控主导功能的发挥，符合该功能区的管理要求，与海洋空间分区可兼容。此外，项目的位置也符合《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中关于中心城区 220kV 及以上电力设施规划的要求。

综上所述，项目用海符合《莆田市国土空间总体规划(2020-2035 年)》。

6.1.3 项目用海与《福建省“三区三线”划定成果》的符合性分析

根据 2022 年 10 月 14 日自然资源部办公厅批准启用的《福建省“三区三线”划定成果》，本项目距离最近的海洋生态保护红线约 5.6km，项目不占用海洋生态保护红线。本项目位于东吴垦区内部，项目建设不会对垦区外海域生态环境造成影响，因此，本项目对生态保护红线区的水动力环境、海底地形等环境没有影响，综上所述，项目用海不占用生态空间，不占用生态保护红线区、永久基本农田，本项目符合《福建省“三区三线”划定成果》。

6.1.4 项目用海与《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本项目用海位于“工矿通信用海区”，周边海洋功能分区包括“交通运输用海区”及“游憩用海区”等。

“工矿通信用海区”是指开展临海工业生产、海底电缆管道建设和矿产能源开发所使用的海域及无居民海岛，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、污水达标排放、倾倒、取排水、水下文物保护和生态修复等用海。本项目主要建设海上光伏发电项目，可以发挥“工矿通信用海区”可再生能源利用的主导功能，符合《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》。

6.1.5 项目用海与国土空间规划的符合性分析小结

项目用海符合《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》和《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，不涉及《福建省“三区三线”划定成果》中的生态保护红线、永久基本农田。综上，项目用海符合国土空间规划。

6.2 项目用海与其他相关规划的符合性分析

6.2.1 项目与相关防洪排涝规划的符合性分析

根据深圳市蕾奥规划设计咨询股份有限公司 2020 年编制的《莆田市湄洲湾临港产业园分区单元（350305-22）控制性详细规划（水系规划图）》，本项目位于东吴滞洪区主滞洪区内。

东吴滞洪区规划滞洪区面积为 4304 亩，河道面积为 847 亩，合计水域总面积 5151 亩。承担东吴园区排洪任务的水闸有东吴水闸和山柄水闸两座。东吴水闸位于东吴路堤西岸，共 9 孔（其中 2 孔为排纳兼用），每孔净宽 3m，闸底高程-2.3m；山柄水闸位于东吴路堤东岸，共 5 孔，每孔净宽 3m，闸底高程-1.0m，具有双向功能。洪水期间，当外海水位高于或等于内水位时，水闸关闭；当外海水位低于内水位时，开闸泄洪。汛期，来洪水或天气预报有较大暴雨时，提前开启水闸排水，腾空库容。

本项目光伏支架占用东吴园区滞洪区，现状工况有 34809 根墩落于滞洪区内，总面积 3503.05m²，规划滞洪区面积约 287 公顷，占规划滞洪区总面积的比例约 0.01%，占比很小。根据《国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区 100MW 渔光互补光伏电站洪水影响评价报告》

计算结果，原起调水位为 0.45m，闸前水位 1.66m，满足滞洪区边缘的控制水位 1.70m，现调整为 0.42m，闸前水位 1.63m，在光伏支架阻水的情况下，亦可使滞洪区边缘的水位控制在控制水位 1.70m 以内，项目建设对滞洪区影响较小，项目符合《莆田市湄洲湾临港产业园分区单元（350305-22）控制性详细规划》要求。

本项目光伏组件防洪标准采用三十年一遇，东吴垦区防洪标准采用三十年一遇，本项目可以满足东吴垦区的防洪要求。本项目光伏组件最低标高 4.10m，垦区最高洪水位为 3.5m，光伏板下沿与最高洪水位之间尚有 0.6m 的间距，本工程光伏组件与基本不会被淹没情况，洪水冲刷对光伏组件影响不大。

综上所述，本工程建设对东吴园区滞洪区防洪工程、防汛抢险的影响较小。项目与《莆田市湄洲湾临港产业园分区单元（350305-22）控制性详细规划（水系规划图）》不冲突。

6.2.2 项目用海与《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2035 年）》的符合性分析

《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2035 年）》规划的养殖水域滩涂是指莆田市管辖范围内，已经进行水产养殖开发利用的和目前尚未开发但适于水产养殖开发利用的所有（全民、集体）水域和滩涂。规划将莆田市养殖水域滩涂划分为禁止养殖区（以下简称禁养区）、限制养殖区（以下简称限养区）、养殖区三个功能区域。禁止养殖区是在指定范围内，禁止从事水产养殖生产活动的区域。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。养殖区是指以区域环境承载力为基础，原则上作为适宜开展水产养殖的区域。

本项目位于兴化湾湾顶的海水限养区。限养区内的水产养殖应采取污染防治措施，污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。污染物排放超过国家和地方规定的污染物排放标准的，限期整改，整改后仍不达标的，由所在地县级人民政府及相关部门负责限期搬迁或关停。限养区内水产养殖应合理布局，限制养殖方式和养殖种类，严格控制养殖规模和密度；调整养殖模式，发展生态养殖；制定和落实养殖水域滩涂生态环境保护措施，加强生态环境监测和养殖尾水、污泥、废弃物治理，保护限养区及周边水域滩涂生态环境。

本项目用海区域已经进行水产养殖开发利用，其用海方式为“开放式养殖用海”，本项目为“渔光互补”项目，体现了集约，节约用海原则，将海域资源最大化利用，形成“上面发电、下面养殖、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，本项目符合海水限养区

的管理措施。项目建设符合《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》。

6.2.3 项目用海与《福建省“十四五”能源发展专项规划》的符合性分析

根据《福建省“十四五”能源发展专项规划》，“十四五”期间福建电源发展目标为：能源结构进一步优化；电源结构进一步合理；电网保障能力进一步加强；碳减排力度和需求侧管理进一步加大。十四五期间，福建省将着力于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，力争“十四五”全省光伏发电新增装机容量 300 万千瓦。

本项目为渔光互补光伏电站项目，具有清洁、安全、可再生等显著优势，在太阳能产业的发展中占有重要地位。本项目有助于福建省现代能源经济示范区建设，有利于保障我省“十四五”用电需求。因此，本项目符合《福建省“十四五”能源发展专项规划》。

6.2.4 项目用海与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

根据《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》指导思想，要求以海洋生态环境质量持续改善为核心，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。推进海洋生态环境领域治理体系和治理能力现代化建设，协同推进沿海地区经济高质量发展和生态环境高水平保护，不断满足人民日益增长的优美海洋生态环境需求，为建设美丽福建奠定坚实的海洋生态环境基础。

《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》以海湾（湾区）为管理单元、以沿海市县为责任主体，针对不同河口、海湾和不同海域的突出生态环境问题特征，“一湾一策”科学谋划重点任务和行动方案，合理制定有针对性、可操作的差异化政策措施，建立完善考核机制，提高海洋生态环境保护成效。全省共划分 35 个美丽海湾（湾区）管控单元，其中，莆田市包括兴化湾莆田段、平海湾、湄洲湾莆田段、南日群岛海域等 4 个管控单元。“十四五”重点任务措施和工程项目中，湄洲湾莆田段的重点工程包括海湾生态保护修复、亲海环境品质提升、海湾环境风险防范和应急响应。具体措施有：实施妈祖城海岸带生态修复、岸线整

治与修复、海堤生态化改造与加固等。建立近岸海漂垃圾清理保洁长效机制，在重点岸段增设视频在线监控，定期巡查、清理近岸海滩垃圾。联合政府部门、船舶污染清除单位、港口码头企业等开展溢油应急能力建设。

本期工程建设不影响湄洲湾莆田段“十四五”发展重点任务实施，项目有利于协同推进沿海地区经济高质量发展和生态环境高水平保护，项目用海与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》不冲突。

6.2.5 项目用海与国家产业政策符合性分析

6.2.5.1 与《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的符合性分析

《产业结构调整指导目录（2024 年本）》由鼓励、限制和淘汰三类目录组成，鼓励类、限制类和淘汰类之外的，且符合国家有关法律、法规和政策规定的属于允许类。

本项目主要建设海上光伏发电项目，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的规定，属于第一类“鼓励类”中第五项“新能源”中“太阳能光伏发电系统集成技术开发应用”，项目为鼓励类项目，符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》。

6.2.5.2 与《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》的符合性分析

根据自然资源部、国家发展和改革委员会、国家林业和草原局印发的《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》（自然资发〔2024〕273 号），“海上光伏发电项目：不得在省管海域以外布局。省管海域内原则上仅允许在围海养殖区、海上风电场区、电厂确权温排水区、长期闲置或废弃盐田等四类已开发建设海域选址”，本项目位于东吴垦区内，现状为养殖水塘，属于《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》中对海上光伏发电项目允许的“围海养殖区”，符合《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》。

综上所述，本项目符合国家产业政策。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性

2024 年 10 月，福建省发展和改革委员会发布 2024 年度光伏电站开发建设方案项目清单，共 44 个，合计 5827MW。本项目为国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目，已列入福建省 2024 年度光伏电站开发建设方案项目清单。根据福建省 2024 年度光伏电站开发建设方案项目清单，本项目选址明确为莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村垦区，因此，本项目的光伏场区选址具有唯一性。

此外，根据 2024 年 4 月印发的光伏用海政策文件，主管部门主要支持在核电温排水区、盐田盐池、围海养殖区及海上风光同场四类海域开展光伏用海项目，本项目位于东吴垦区内部，属于政策支持的范围，符合海上光伏项目用海的相关政策要求。

7.1.1 区位和社会条件适宜性

（1）莆田市用电现状

2024 莆田市全社会用电量与最高负荷分别为 149.5 亿 kWh、2967MW，较上年分别增长 7.2%、9.7%。至 2024 年底，莆田电网内共有电源装机约 9304MW，至 2024 年底，莆田电网有莆田变、园顶变 2 座 500kV 变电站，变电总容量 3500MVA。220kV 公用变 14 座，变电容量 4620MVA。

秀屿区位于莆田市区东南部，2024 年秀屿区全社会用电量为 27.8 亿 kWh，根据秀屿区电力市场需求预测结果，秀屿区“十四五”期间年均用电量增长率为 8.1%。

本项目选址于莆田市湄洲湾，在产业聚集区建厂，积极探索光伏发电的发展模式，可以减少大容量远距离送电导致的能源损耗，满足区域社会经济发展的用电需求，也可以助力福建省现代能源经济示范区建设新能源，促进莆田市尤其是湄洲湾北岸经济区经济发展。

（2）周边配套设施

拟建光伏场区经乡村道路连接 G228 国道和沈海高速，场址外围的交通条件较为便利。省内物资和设备可由汽车直接运抵现场，省外物资和设备可由沈海公路转 G228 国道运输至现场。施工用水通常采用市政用水。设计按永临结合方式考虑，在太阳能光伏板及升压站施工完成后可作为升压站生活日常用水水源。施工时在站内设置临时施工水池，估算施工高峰期用水量为 30t/h。站区附近施工用水可直接用管道输送，其它距离较远的施工点用水罐车或水箱运输。施工用电可从附近 10kV 线路就近引接，接电点需由业主与当地电力部门协调落

实。本项目施工除装备变压器外，另外配备 8 台 50kW 移动式柴油发电机作为光伏板基础的施工电源，其移动方便，适应太阳能施工的特点，满足生产及生活用电。项目建设区附近通信、供电、供水等基础设施完善，能为项目的建设和生产提供保障，工程建设具有良好的外部协作条件。

综上所述，本项目建设社会条件较适宜。

7.1.2 自然环境适宜性

（1）地质适宜性分析

根据 2025 年 5 月编制的《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目可行性研究阶段（光伏区）岩土工程勘察报告》，总体而言，本项目拟选站址及附近范围内无全新活动断裂分布，属于区域稳定区，未见岩溶土洞、滑坡、泥石流、采空区及危岩崩塌等不良地质作用，根据岩土工程条件采取相应的工程措施后，适宜本项目建设。

（2）地形地貌适宜性分析

本项目选址原始地貌为滨海滩涂地貌，后于南侧围建海堤，经人工改造为养殖区，地势平坦开阔。现场地内主要为养殖池、引水渠，穿插分布有道路、垦堤等，养殖池边角建有储物棚，总体而言适宜本项目建设。

（3）太阳能资源分析

根据《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目可行性研究报告》及《太阳能资源评估方法》（GB/T37526-2019），本工程代表年水平面总辐射年辐照量为 5361.32MJ/m²。依据太阳能资源丰富程度等级的划分标准，工程所在地太阳能属资源等级为“很丰富”，有较高的开发利用价值，适宜太阳能光伏发电项目的开发。

7.1.3 与周边其它用海活动的适宜性分析

本项目所在海域以海水养殖为主，项目建设可与养殖活动兼容发展，除项目施工期暂时需要清退现有养殖活动外，不会对周边养殖业产生明显影响，项目建设完成后，可以与海水养殖分别使用海域不同层次空间，形成渔光互补的高效益发展模式。

此外，本项目周边用海活动已基本完成填海，工程建设对周边开发利用活动无明显影响，与利益相关者及协调部门具备协调途径。总体而言，本工程建设与周边用海活动可协调。

7.2 用海平面布置合理性分析

7.2.1 用海平面布置比选

本项目规划交流侧装机容量为 100MW，直流侧装机容量为 120.44928MW_p，所发电量通过已建国投电力北岸经济开发区东乌垞 A 区一期 100MW 渔光互补光伏电站项目接入 110kV 升压站内，在满足装机容量的前提下，本节针对光伏场区平面布置开展比选。

表 7.2-1 方案对比表

项目	方案一（推荐方案）	方案二（比选方案）
用海规模	82.4 公顷	91.4 公顷
效益计算	经营期年均发电利润总额约 1882.26 万元。项目资本金内部收益率为 16.44%。	经营期年均发电利润总额约 2069.07 万元。资本金财务内部收益率为 14.77%
对滞洪区的影响	占用滞洪区面积较小。	占用滞洪区面积较大。
施工难度及风险	布局集中，集电线敷设长度适中，施工效率较高。	布局不规整，集电线敷设长度较长，施工效率一般。
工程费用（万元）	35781.24 万元	48074.19 万元

（1）方案一

方案一可分为 1#、2#及 3#场区，设有 31 个固定支架光伏方阵，总面积约 82.4 公顷。其中，1#场区沿国投电力北岸经济开发区东乌垞 A 区一期 100MW 渔光互补光伏电站项目边界向南铺设，与一期工程无缝衔接，同时方案一将利用一期工程已确权范围内的预留空间铺设光伏组件。

1#场区光伏组件铺设完毕后，由于周边可用海域空间已无法满足剩余装机容量需求，因此在东吴垦区西侧另设 2#、3#光伏场区布设光伏组件。2#、3#场区北侧为东吴滞洪区预留行洪通道，场区之间的狭窄水道为用地分类中的沟渠，为避免工程占用行洪通道及现有沟渠，场区北侧避让行洪通道，中部以下穿线缆的形式级联电网，最终通过架空线缆及海底电缆管道送出至 110kv 升压站，光伏场区组件布置于垦区内侧，以现有垦堤为基础，无需额外修建检修步道，可有效节约项目建设成本。

（2）方案二

方案二可同样大致分为 1#、2#及 3#场区，共设 32 个固定支架光伏方阵，总面积约 91.4 公顷。方案二 1#场区沿国投电力北岸经济开发区东乌垞 A 区一期 100MW 渔光互补光伏电站项目边界向南铺设，与一期工程无缝衔接；为避免占用东吴滞洪区行洪通道与现有沟渠，2#、3#场区同样避让北侧行洪通道并采用下穿线缆的形式级联集电线缆，与方案一不同的是，方案二不利用一期工程已确权范围内的预留空间布设光伏组件，该部分组件隔海堤堤紧邻一期工程布设，2#、3#场区电缆级联完成后，可直接下穿垦堤并入一期工程的送出线路，无需在

光伏场区外为架空电缆单独申请用海，但该方案整体用海面积稍大，布局不规整，集电线敷设长度较长，施工效率一般，工程整体投资成本高。

经对比，方案一用海面积较小，工程施工量较小，工程投资较低，用海面积较小，且可以高效利用现有基础设施，因此推荐方案一。

7.2.2 项目用海平面布置合理性分析

（1）光伏组件平面布置

本项目规划交流侧装机容量为 100MW，共 31 个子阵，对应设置 5 台 3600kVA、25 台 3200kVA 和 1 台 2250kVA 箱变，其中每台 3600kVA 箱变接入 11 台逆变器，每台 3200kVA 箱变接入 10 台逆变器，每台 2250kVA 箱变接入 7 台逆变器，总计 312 台逆变器，每台逆变器连接 21~22 串组串，每串由 28 块组件组成；整个项目包含 6654 串 620Wp 组件（共 186312 块）和 227 串 630Wp 组件（共 6356 块）光伏组件按照竖向两排布置，采用 2×14 阵列和 2×28 阵列形式，组件前后排间距 7.0m，方位角 0° ，倾角 13° 。

根据本工程用海方案，本工程 1#场区将沿已建国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区一期 100MW 渔光互补光伏电站项目边界向南铺设，1#场区光伏组件铺设完毕后，由于周边可用海域空间已无法满足剩余装机容量需求，因此在东吴垦区西侧另设 2#、3#光伏场区布设光伏组件。2#、3#场区北侧为东吴滞洪区预留行洪通道，场区之间的狭窄水道为用地分类中的沟渠，为避免工程占用行洪通道及现有沟渠，2#、3#光伏场区北侧避让行洪通道，场区之间以下穿线缆的形式级联电网，光伏组件布置于垦区内侧，以现有垦堤为检修步道，充分利用工程区内现有的基础设施，体现了集约节约用海的原则，因此本工程光伏组件平面布置合理。

此外，光伏电站安装场址的选择应避免阴影影响，各阵列间应有足够间距，一般要求在冬至日影子最长时，前后两排光伏阵列之间的距离要保证上午 9 点到下午 3 点之间前排不对后排造成遮挡。本项目通过 PV 仿真结果，确定光伏组件前后排间距为 7m，组件安装倾角在 13° 时的发电量最大，各光伏组件之间的平面布置合理。

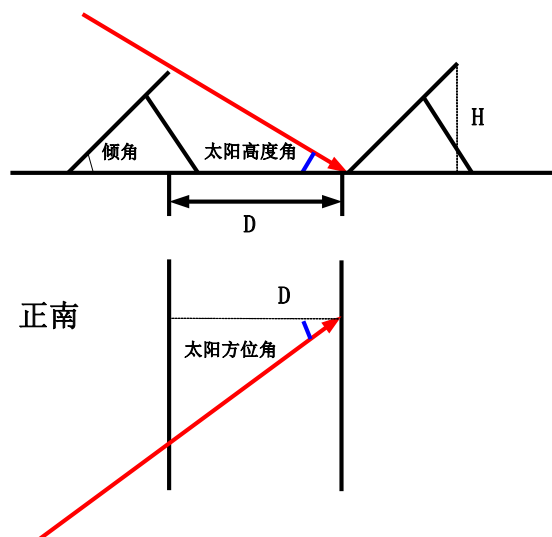


图 7.2-1 光伏方阵阵列间距示意图

(2) 箱变平面布置

本项目共设有 31 台箱式变压器，考虑到光伏区域周边有多条南北向、东西向垦堤，垦堤大多为土路，宽度基本为 3-5m，故箱变布置尽量贴近既有养殖池垦堤及方阵相对中心位置，以最大程度地节约电缆长度。

(3) 35kV 集电电缆平面布置

本项目光伏场区内的 35kV 集电电缆通过架设在光伏支架桩身基础上的电缆支架固定。1#光伏场区 35kV 集电电缆级联后，利用桩基、桥架穿越一期工程已建光伏区，于一期工程光伏区西南侧转设为海底电缆，最终接入已建 110kV 升压站；2#、3#光伏场区 35kV 集电电缆级联后以架空线的形式送出，于场区南侧转设为海底电缆，下穿现有垦堤后，并入一期工程海底电缆管道，最终接入已建 110kV 升压站。本工程集电线根据已建工程条件及升压站空间区位优化了线位走向，可以充分节约用地用海，减少工程投资量。

综上所述，本项目用海平面布置合理。

7.2.3 立体空间布置合理性分析

本项目光伏场区内光伏组件、箱变及桥架线设施主要利用水面以上空间，海底电缆管道主要占用海域空间中的底土敷设。本项目不受外海潮水影响，拟建光伏场区最高内涝水位为 2.7m，50 年一遇洪水位标高约为 3.50m，光伏组件最下沿标高按 50 年一遇洪水位超高 0.6m 即 4.10m 确定。根据场区池塘底高程和垦区控制水位计算，光伏组件最低处出露水面约 2.4m 左右，可以为养殖活动以及养殖管理工作预留足够空间。因此，本项目立体空间布置是合理的。

7.3 用海方式合理性分析

(1) 光伏场区

本项目光伏区设 31 个子阵，每个子阵由光伏组件组成的组串构成，每个组串采用固定支架布置，支架基础拟采用 PHC 预制桩基础，1#光伏场区设有预制桩共计 15785 根，平均桩径 300mm，桩长 11.7m；2#、3#场区设有预制桩共计 18411 根，平均桩径 400mm，桩长约 19.2m。箱式变电站同样采用 PHC 预制桩基础架设，设有预制桩 192 根，平均桩径 400mm，桩长约 21m。

根据《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）》：“对于桩基固定式海上光伏发电项目，其桩基和光伏方阵的用海方式应界定为透水构筑物用海”，本项目光伏用海区域的用海方式界定为“透水构筑物”，PHC 预制桩基之间可以自由过水，且桩基直接占用滩涂面积较小，不会阻断垦区内生物安身栖息，未改变现有海域的自然属性，能够维护海域的基本养殖功能。

(2) 集电电缆

本项目集电电缆可根据所处位置不同分为三部分：

①光伏场区内架空集电电缆

本项目光伏场区内各逆变升压单元采用电缆级联形成 35kV 集电线，光伏场区内的 35kV 集电电缆通过加设在光伏支架桩身基础上的电缆支架固定，因光伏场区用海范围已囊括集电电缆，且光伏场区用海方式拟界定为“透水构筑物”，因此，为避免重复申请用海，本项目光伏场区内的集电电缆用海方式与光伏场区保持一致，不另行申请。

②2#、3#光伏场区南北两侧连接处的集电电缆

本项目 2#、3#光伏场区之间采用 1 回 35kV 集电电缆进行连接，集电线以海底电缆的形式下穿垦区内现有的沟渠，参考《海域使用分类》：“电力工业用海”中“风电场电缆、电厂(站)取排水管道所使用的海域,用海方式为海底电缆管道”，结合海底电缆实际用海情况，本项目 2#、3#光伏场区之间的集电电缆用海方式界定为海底电缆管道。

③2#光伏场区南侧送出集电电缆

2#、3#光伏场区 35kV 集电电缆级联后，在 2#光伏场区南侧以架空线的形式送出，后转设为海底电缆，下穿现有垦堤后，并入一期工程海底电缆管道，最终接入已建 110kV 升压站。根据送出集电电缆实际用海情况，本工程 2#、3#光伏场区送出集电电缆架空段用海方式界定为透水构筑物，海底电缆段用海方式界定为海底电缆管道。综上所述，本项目用海方

式界定合理。

7.4 占用岸线合理性分析

项目拟建光伏阵列位于东吴垦区内，基础配套设施升压站位于莆田市东吴港区物流园 A 区。根据新修测海岸线，项目周边海域岸线类型均为人工岸线，拟申请用海范围北侧距新修测海岸线-大陆岸线约 57.6m，项目南侧距新修测海岸线-人工岛岸线约 86.1m。

根据设计单位提供的平面布置图，本项目光伏组件、箱式变电站及桥架集电缆等用海不占用岸线资源。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 用海面积符合《海籍调查规范》

（1）透水构筑物用海边界界定

本项目 1#、2#、3#光伏场区及 2#光伏场区南侧送出集电缆架空段用海方式界定为“透水构筑物”用海，根据《海籍调查规范》对于“透水构筑物”的相关规定，安全防护要求较低的透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。其它透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，根据安全防护要求的程度，外扩不小于 10m 保护距离为界。

其中，1#光伏场区北侧沿现有垦堤与已建成的国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区一期 100MW 渔光互补光伏电站项目无缝衔接，东、西及南侧边缘设有宽约 2m 的人工检修步道，可以满足光伏电站日常运行的相关安全防护要求。因此，1#光伏场区北侧以国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区一期 100MW 渔光互补光伏电站项目边界为界（界址线 11#-12#-...-53#）；东、南及西侧以检修步道设计红线为界（界址线 53#-54#-...-61#-1#；界址线 1#-2#-...-6#；界址线 6#-7#-...-11#）。

2#、3#光伏场区东、西侧均为现有垦堤，北侧为东吴垦区预留行洪通道，可以满足光伏电站日常运行的相关安全防护要求。因此，2#光伏场区东、西侧以现有垦堤为界（界址线 71#-72#-...-114#、界址线 115#-116#-...-126#）；北侧以东吴垦区预留行洪通道为界（界址线 114#-115#）。3#光伏场区东、西侧同样以现有垦堤为界（界址线 77#-78#-...-91#、界址线 92#-93#-...-107#-77#）；北侧以东吴垦区预留行洪通道为界（界址线 91#-92#）。

2#、3#光伏场区 35kv 集电缆级联后，在 2#光伏场区南侧以架空线的形式送出，后转设为海底电缆下穿垦堤，因此该部分用海北侧以 2#光伏场区拟申请用海边界为界（界址线 71#-

121#)；南侧以 1#海底电缆管道拟申请用海边界为界（界址线 62#-70#）；东西两侧以构筑物外缘线外扩 10m 为界（界址线 69#-70#-71#；界址线 126#-62#-63#）。

（2）集电电缆用海边界界定

本项目 1#、2#海底电缆管道界定为“海底电缆管道”用海，根据《海籍调查规范》对于“海底电缆管道”的相关规定，海底电缆管道用海以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 为界。

因此，本项目 1#海底电缆管道东西两侧以电缆管道外缘线外扩 10m 为界（界址线 62#-63#；界址线 69#-70#）；北侧以 2#光伏场区送出架空集电电缆拟申请用海边界为界（界址线 62#-70#）；南侧以国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区一期 100MW 渔光互补光伏电站项目用海边界为界（界址线 63#-64#-...-69#）。

本项目 2#海底电缆管道南北两侧以电缆管道外缘线外扩 10m 为界（界址线 76#-77#；界址线 107#-08#）；东西两侧以 2#、3#光伏场区拟申请用海边界为界（界址线 77#-107#；界址线 76#-108#）。

7.5.2 用海面积符合行业规范要求

根据《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）》，沿海各地要遵循节约集约原则，严格依据海上光伏发电项目规模合理确定用海规模，尽量少地占用海域空间，提高海域资源利用效率。在满足行业设计标准的前提下，单位发电规模光伏方阵用海面积不得高于其相应的用海面积控制指标，用海控制指标根据《桩基固定式海上光伏发电项目用海面积控制指标》提供公式（7-1）及参考数值（表 7.5-1）确定。

$$S=A+(B-A)*(c-a)/b \quad (7-1)$$

式中：A=光伏电站相同发电效率相邻区间低纬度用海面积

B=光伏电站相同发电效率相邻区间高纬度用海面积

a=光伏电站相同发电效率相邻区间低纬度的度数数值

b=光伏电站所在海域纬度区间的差值

c=光伏电站所在海域纬度的度数数值

表 7.5-1 桩基固定式海上光伏发电项目用海控制指标（单位：公顷/兆瓦）

效率 (%) \ 纬度 (°)	14%	16%	18%	20%	22%	24%	26%	28%	30%
18	1.41	1.25	1.13	1.03	0.95	0.89	0.83	0.78	0.74
20	1.46	1.30	1.17	1.07	0.99	0.92	0.86	0.81	0.77
25	1.63	1.44	1.30	1.19	1.09	1.02	0.95	0.89	0.84
30	1.86	1.64	1.48	1.35	1.24	1.15	1.07	1.01	0.95

35	2.19	1.94	1.74	1.58	1.45	1.34	1.25	1.18	1.11
40	2.71	2.39	2.14	1.95	1.78	1.65	1.53	1.44	1.35

根据《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目可行性研究报告》，本项目选用的光伏组件效率约为 23%，光伏场区中心坐标纬度为北纬 25° 07′ 22″。则本项目用海控制指标计算如表 7.5-2 所示。

表 7.5-2 本项目用海控制指标计算（单位：公顷/兆瓦）

效率 (%) \ 纬度 (°)	22%	23%	24%
25	1.09	1.055	1.02
30	1.24	1.195	1.15

注：根据自然资办函〔2022〕2723 号文件，未单独列出发电效率及中心纬度的光伏发电项目，其用海控制面积可采用线性方法计算，因此本项目 23%效率对应的用海控制面积按照效率为 22%-24%区间的线性平均值进行推算。

由此可得，在本项目中，公式 3.1 中 A=1.055；B=1.195；a=25；b=5；c=25.1228；则本项目单位 MW 用海面积控制指标为 1.058 公顷，本项目总用海面积为 82.3702 公顷，装机容量为 100MW，单位 MW 用海面积为 0.8237 公顷，小于用海面积控制指标 1.058 公顷，符合桩基固定式海上光伏发电项目用海面积控制指标，用海面积合理。

7.5.3 宗海范围界定及面积量算

7.5.4.1 项目平面用海范围界定与面积量算

本项目用海包括透水构筑物用海以及海底电缆管道用海，用海范围界定参照 7.5.1 用海边界界定的相关内容确定原则，划定各用海单元的范围，确定界址线和界址点后，利用地理信息软件得到各界址点的 CGCS2000 大地坐标及各用海单元的面积。

7.5.3.2 项目立体用海范围界定与宗海图绘制

根据《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8 号），“海域是包括水面、水体、海床和底土在内的立体空间。对排他性使用海域特定立体空间的用海活动，同一海域其他立体空间范围仍可继续排他使用的，可仅对其使用的相应海域立体空间设置海域使用权。在不影响国防安全、海上交通安全、工程安全及防灾减灾等前提下，鼓励对跨海桥梁、养殖、温（冷）排水、海底电缆管道、海底隧道等用海进行立体分层设权，生产经营活动存在冲突的除外。其他用海活动经严格论证具备立体分层设权条件的，也可进行立体分层设权”，“立体分层设权的项目用海，按照一物一权、一证一缴的方式征收海域使用金”，“重点论证海域立体开发利用的必要性和可行性，分析不同用海活动之间的兼容性、用海空间范围及用海期限的合理性，不同用海主体及周边利益相关者协调可行性”。

（1）本项目海域立体开发利用的必要性和可行性分析

本项目为渔光互补光伏电站项目，项目建设可将渔业养殖与光伏发电相结合，通过在垦区水面上方架设光伏板阵列，在光伏板下方水域进行围海养殖，形成“上可发电、下可养鱼”的发电新模式，从而实现分层次综合利用海域空间，进一步集约节约用海。对本项目用海进行立体开发利用，可以同时兼顾光伏发电与围垦养殖的用海需求，是提高海域资源利用效率的必然选择；项目建设可以实现光伏发电与围海养殖的双赢，对于促进海域资源节约集约利用和有效保护、推动海洋经济高质量发展、加强海洋生态文明建设具有重要意义。因此，本项目海域立体开发利用是必要的。

本项目拟在东吴垦区内建设桩基式光伏电站，光伏场区中光伏组件、箱变及桥架线设施为主要设施，主要占用水面空间层；光伏场区外的送出海底电缆主要占用海域底土空间进行敷设，后续围垦养殖活动则主要占用海域水体及海床。从用海内容的垂向范围来看，本项目具备立体分层设权的基本条件，可进行立体确权。

需要说明的是，本项目光伏场区外的送出电缆敷设于底土层，为保证设备运行稳定及人员作业安全，在本项目海底电缆敷设区域应禁养花蛤等底播品种，避免对海底电缆造成破坏，本项目海域空间利用情况见表 7.5-3。

因此，本项目海域立体开发利用是可行的。

表 7.5-3 “渔光互补” 立体分层用海方案

序号	用海内容	占用层次
1	光伏场区内的光伏组件、箱变及桥架线缆	水面层
2	光伏场区外的送出海底电缆	底土层
3	围海养殖	水体层、海床层

（2）与养殖用海的兼容性、协调可行性分析

“渔光互补”项目将光伏发电与现代渔业养殖业相结合，能够有效提高单位面积海域的经济价值，可以实现在不改变海域性质的前提下更加高效合理地利用海域资源。本项目所在的东吴垦区光照资源丰富，围海养殖空间广阔，围海养殖活动与光伏发电活动互补性强、兼容性高，海域使用空间层次相互契合，通过建设渔光互补光伏电站项目，既可以带动该地区清洁能源的发展，又能满足围塘的养殖活动用海需求，有利于提高海域资源利用效益，符合能源资源绿色低碳发展要求。

此外，本项目所在养殖海域在 2006 年已由莆田市东吴临港工业园区开发建设有限责任公司完成征海补偿。根据“关于原则支持国投电力北岸东坞垵 100MW 渔光互补光伏电站项目

建设的说明”，光伏项目用海区由山亭镇政府负责养殖清退，目前已基本完成整体养殖清退工作。本项目建成后，由山亭镇人民政府并由镇政府交由村委会分别出租给村民，开展渔业养殖活动，因此，本项目立体用海具有协调可行性。

（3）用海空间范围合理性分析

根据《海域立体分层设权宗海范围界定指南》（试行），“海上光伏的用海立体空间层为水面，高程范围为海平面至光伏板最大上缘高程”，因此，本项目光伏组件、箱变及桥架线缆立体确权空间层界定为水面。考虑到本项目位于东吴垦区内，垦区内水位主要通过东吴水闸、山柄水闸控制，参考《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站洪水影响评价报告》，本工程建设完成后，垦区起调水位为 0.42m，控制水位为 1.7m，因此，基于东吴垦区的实际水位情况，本项目高程下限界定为控制水位 1.7m，高程上限界定至光伏板最大上缘高程 5.2m。

“海底电缆管道的用海立体空间层为海床或底土，高程范围为电缆管道设施下缘高程至实际设计或使用高程”，本项目“海底电缆管道用海”埋设于垦区自然泥面之下，因此，立体确权空间层界定为底土。高程范围为电缆管道设施下缘高程至实际设计高程。

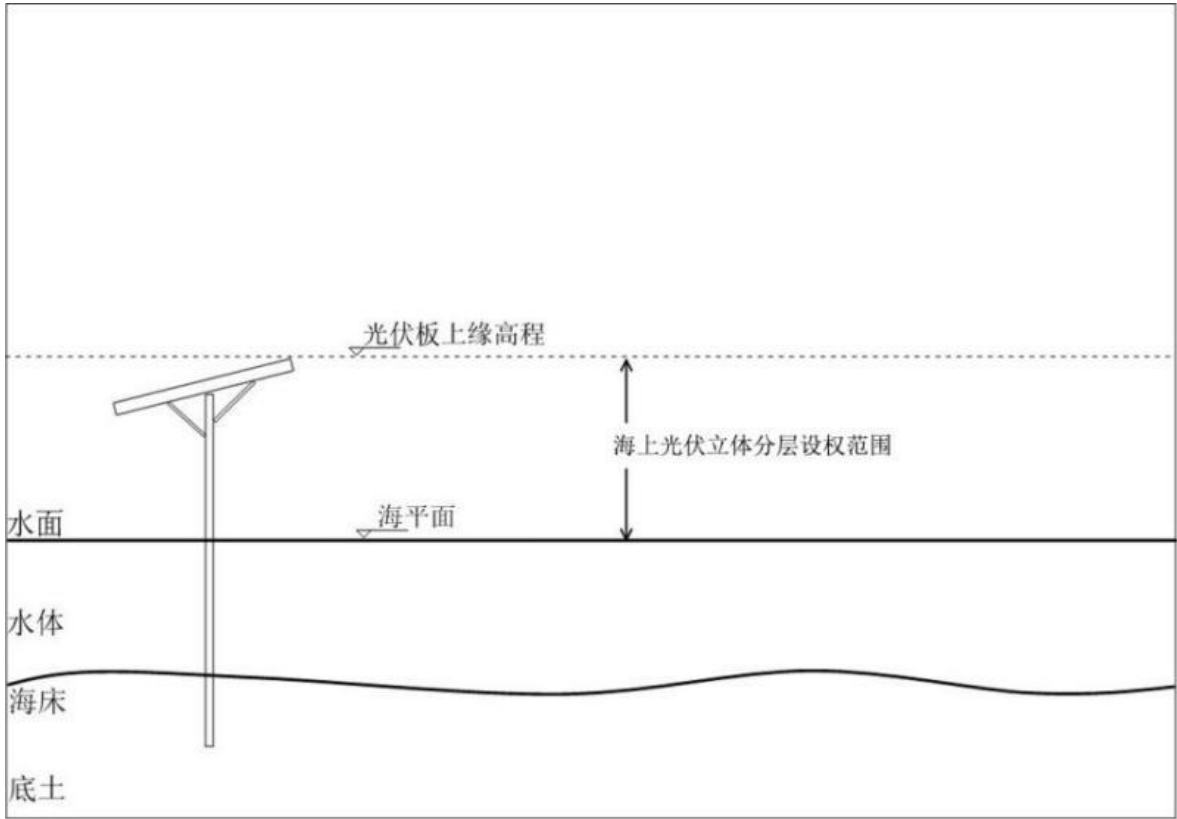


图 7.5-1a 桩基固定式光伏宗海立体分层设权范围示意图

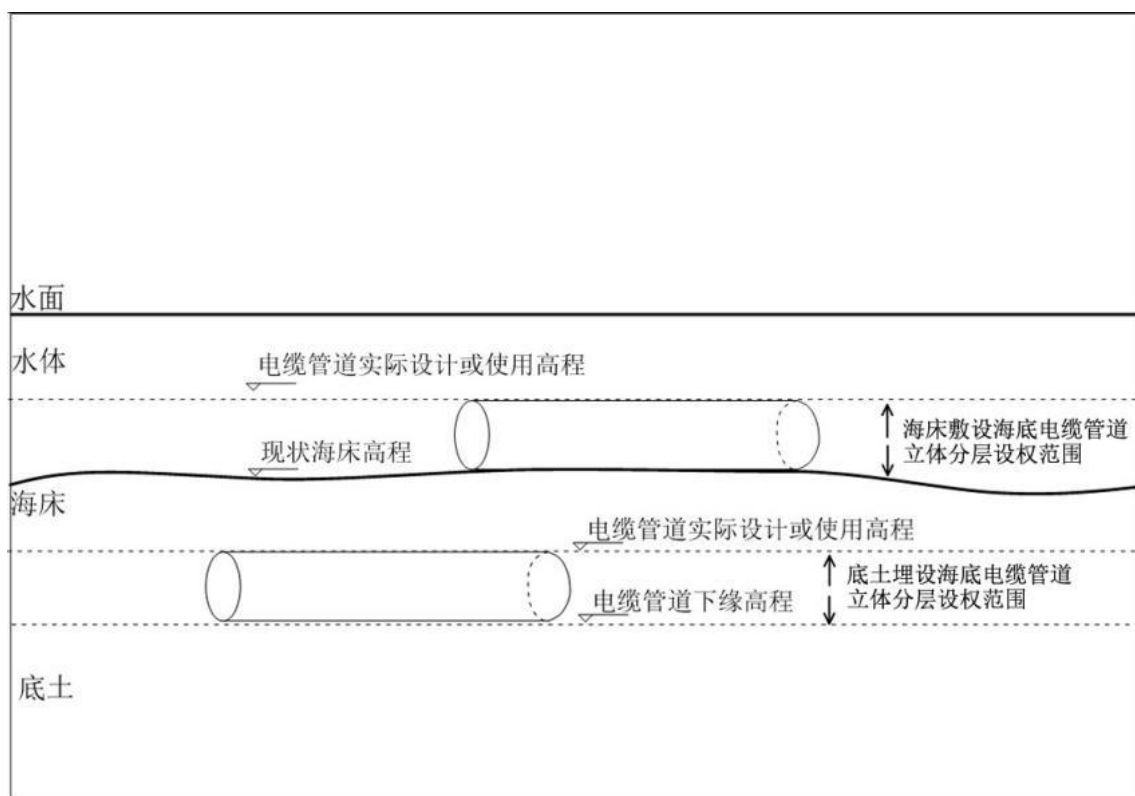


图 7.5-1b 海底电缆管道立体分层设权范围示意图

“围海养殖的用海立体空间层为水体，立体设权用海高程范围为现状海床高程至海平面”，因此，后续围海养殖活动的用海立体空间层为水体及海床，高程范围为现状海床高程（-0.7~5.0m）至东吴垦区控制水位（1.7m），在后续用海工作中，养殖主体在与本项目建设单位取得利益协调的前提下，可根据相关法律法规进行立体确权，其他立体空间范围内的用海活动须保证光伏场区内基础支撑工程的安全。

综上，本项目用海总面积为 82.3702 公顷，其中透水构筑物用海面积为 82.1344 公顷；海底电缆管道用海面积为 0.2358 公顷。

7.6 用海期限合理性分析

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目属于“工业用海”中的“电力工业用海”；根据《光伏电站设计规范》（GB50007-2012），本项目光伏支架的设计使用年限采用 25 年，设计安全等级为三级。

因此，本项目界定用海期限为 25 年，用海期限界定符合相关规定，用海期限界定合理。

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

项目用海位于围垦养殖区，综合前文分析，项目建设不影响垦区外侧海域水文动力环境、纳潮量、潮流流场流态等，对海底地形地貌与冲淤变化、海水水质、沉积物环境的影响也很小，施工期间悬浮泥沙的产生量较少，在垦区池塘水体不交换的情况下，基本不会扩散到池塘外，且随施工结束停止，对生态影响较小。因此，项目用海主要从污染防控及运营维护等方面提出生态用海的对策和措施：

（1）工程建设期间：

①合理选择设备和施工方法，施工期严格采用先进环保工艺。尽量在低水位时作业，减少工程施工引发的悬浮泥沙产生和扩散。

②施工时应及时对裸露的土层铺设土工布，再抛填碎石及规格石，施工完成后及时恢复垦区原貌。

③避免在雨季、台风及天文大潮等不利条件下进行施工，减少施工难度和风险；提高整体施工效率，降低施工影响的时间和空间尺度。

④尽量要求施工机械和车辆到附近专门清洗点或修理点进行清洗和修理，少部分在施工现场进行清洗和修理的施工机械、车辆所产生的机械保养冲洗废水、含油污水不得随意排放，经隔油、沉淀池处理后回用于车辆冲洗或施工现场洒水降尘，不外排。严禁施工废水排入鱼塘水面，乱排、乱流，做到文明施工。禁止随意向水域倾倒废弃物，违章向水域投弃施工垃圾及生活垃圾、排放生活污水和含油污水。增强施工人员整体环保意识，严格施工监督管理。

⑤采用 GPS 提高打桩精确度，严格按设计规划指定位置来放置光伏阵列和桩基、箱变。并根据用海方式和环境影响特点，配置海域环境保护设施，与项目的主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。施工结束后及时拆除临时构筑物，及时清理垃圾，并进行分类、回收处理，禁止垃圾随意投入海底。禁止在工程区所在海域及周边海域开展除了项目工程施工以外的施工行为。

（2）运营维护期间：

①现阶段，渔光互补光伏电站项目渔业养殖案例相对较少，因此建议营运期垦区内可先行养殖原有蟹、花蛤等品种并制养殖数量，定期捕捞，保护项目区域的水域生态环境。经数次养殖周期后根据实际养殖情况合理变更养殖品种。

②工程运营期间，本项目光伏组件上的污染物主要是自然灰尘和鸟粪，清洗介质采用的

是清水，清洗频率为每 4 个月 1 次，清洗方式主要是采用船只移动运水配合移动式增压泵的方式清洗光伏组件表面，将光伏组件表面较大的灰尘颗粒吹落，清洗后的水自然下渗。建设单位与养殖主体应与东吴垦区管理部门做好沟通协作，合理安排垦区水体交换周期。

③建设单位应及时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，避免各种人为活动影响光伏电站的安全使用，此外本项目光伏板之间留有南北向距离不小于 4.9m，东西向不小于 7m 的过船通道，光伏板下沿最低处高程为 4.1m，利用小舢板进行采捕时应限宽限高，保持安全间距。

④光伏电站服务期满后，由建设单位对拆除的光伏组件、太阳能电池板、变压器等固体废物进行收集，并由专业的回收厂家收购处理。

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 东乌坨 A 区一期 100MW 渔光互补光伏电站项目（一期）落实情况

2025 年 8 月 7 日，国投湄洲湾电力在文甲码头周边海域组织开展“国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目增殖放流活动”。

依据《福建省水生生物增殖放流项目现场验收报告》，2025 年 8 月 7 日，国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（一期），增殖放流总资金为 55 万元。其中，泥东风螺规格为 1.12cm，放流数量 1984851 粒，放流费用 27.5 万元；西施舌壳长 1.37cm，放流数量 630000 粒，放流费用 27.5 万元。放流规格参考福建省《水生动物增殖放流技术规范》(DB35/T1661-2017)执行。

根据《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目环境影响报告表》，增殖放流总资金为 54.14 万元，按照《国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目海域使用论证报告书》规定，放流经费共 55 万元，全部用于采购放流苗种及完成放流工作。据此，国投电力北岸经济开发区东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（一期）已全部落实。

表 8.2-1 东乌坨 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（一期）增殖放流一览表

序号	品种名称	规格(cm)	数量(粒)	总价(万元)
1	泥东风螺	1.12cm	1984851	27.5
2	西施舌	1.37cm	630000	27.5
总计				55.0

8.2.2 本项目主要生态修复措施

根据海洋生物资源影响分析，项目桩基占海和集电线路占海会造成约 171.88kg 的底栖生物损失，悬浮泥沙引起底栖生物损失约 16.70 吨，造成海洋生物资源直接损失约 53.54 万元。针对项目用海造成的生物资源损害，本项目主要采取增殖放流的方式进行海洋生物资源保护与恢复。

(1) 海洋生物资源保护与恢复方案

通过水生生物科学增殖放流的方式，提高用海区所在海域及周边海域海洋生物资源总量和生物资源密度，一定程度补偿项目用海造成的海洋生物资源减损。科学增殖放流严格执行《水生生物增殖放流管理规定》等相关规定，具体措施如下：

①增殖放流种类和数量。放流品种上，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》（农渔发〔2022〕1号）“东海增殖放流分水域适宜性评价表”中福建南部海区湄洲湾海域适宜放流物种进行选取，具体包括长毛对虾、日本对虾、拟穴青蟹、三疣梭子蟹、大黄鱼、真鲷、黑鲷、黄鳍鲷、花鲈、点带石斑鱼、赤点石斑鱼、青石斑鱼、云纹石斑鱼、花尾胡椒鲷、斜带髯鲷、双斑东方鲀、鲷、中国鲳共 18 类物种。放流种类可根据海洋行政主管部门要求进行调整，并取得监管部门的准许和配合。

②放流时间和资金。放流时间掌握在苗种的自然生长季节和海区伏季休渔前夕，可以选择 5~8 月，共放流 1 年，放流经费 53.54 万元。具体放流方案和资金，最终以主管部门批复的增殖放流方案为准。

③加强后期监管。放流前进行公示，组织专家技术组对选定的放流品种、质量、数量进行技术监督、检查和验收；也可由海洋渔业行政主管部门组织专家开展药物抽检监测、疫病检测和种质鉴定工作。放流后组织渔政力量加强渔政执法巡逻管护，严处非法捕捞行为，确保增殖效果。定期跟踪监测，检验增殖放流效果，及时总结和调整增殖放流方案。

④规范放流资金使用。对增殖放流资金进行转账核算、专款专用，设置资金使用明细账。捐赠的苗种，通过专家对其品种、规格等进行价值估算，并与市场价格相符合，项目生态保护修复一览表见表 8.2-2。

表 8.2-2 生态保护修复一览表

序号	保护修复类型	修复措施	相关技术要求
1	海洋生物资源恢复	采取增殖放流等措施，恢复海洋生物资源。	《水生生物增殖放流技术规程》(SC/T9401-2010)

9 结论

9.1 项目用海基本情况

本项目为国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区二期 100MW 渔光互补光伏电站项目，拟申请用海单位为国投云顶湄洲湾（莆田）新能源有限公司，与国投电力北岸经济开发区东乌垵 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（以下简称“一期项目”）为同一单位。国投云顶湄洲湾（莆田）新能源有限公司成立于 2022 年 12 月 28 日，由国投电力控股股份有限公司与马来西亚云顶集团所属的云顶湄洲湾私人有限公司共同出资，持股比例 61%：39%。

一期项目已于 2024 年 9 月 5 日正式开工，并于 2025 年 5 月 31 日完成全容量并网。本项目与一期项目一致，采用渔光互补模式，光伏并网系统主要由太阳能电池方阵和并网逆变器以及升压系统组成。本项目规划容量为 100MW（交流测），直流侧总容量为 120.44928MWp。整个光伏区采用 186312 块 625Wp N 型双面光伏组件和 6356 块 630Wp 的异质结光伏组件，共 31 个方阵，每个方阵设置 1 台箱变，共设置 5 台 3600kVA 箱变、25 台 3200kVA 箱变和 1 台 2250kVA 箱变。本项目的系统效率为 82.48%，光伏组件在运行期内年平均上网发电量 144605.12MWh（25 年），年平均利用小时数为 1200.55h（25 年）。拟按照 10%（2h）配置 1 套 10MW/20MWh 储能系统，并配置能量管理系统。与一期项目一致，采用“分块发电、集中并网”的总体设计方案进行设计。

本项目不新建升压站，拟接入项目南侧的一期项目已建的 110kV 升压站。根据升压站原有“行政管理区、配电区、储能区”功能分区规划，拟在升压站配电区的预留空地扩建二期主变、SVG、35kV 配电楼、GIS 改造、储能设施。并利用一期已建 110kV 线路送出。

本项目总投资额 35781.24 万元，计划施工工期 8 个月。本项目拟申请用海总面积 82.3701 公顷，其中透水构筑物用海用海面积 82.1344 公顷，海底电缆管道用海用海面积 0.2357 公顷。拟申请用海期限 25 年。

9.2 项目用海建设必要性分析结论

项目建设是缓解地方电网的供需矛盾的需要，是能源供应安全和可持续发展的需要，是建立健全绿色低碳循环发展经济体系的需要，是完成国家下达福建省的可再生能源消纳责任权重考核任务的重要途径。因此项目建设是必要的。

工程光伏组件、箱式变电站及桥架集电电缆以透水构筑物形式，东西侧光伏场区跨东吴垦区海堤段和西侧两场区间跨垦堤段的集电电缆以海底电缆管道的形式占用现状围垦区，需

使用一定面积的海域，因此，项目用海是必要的。

9.3 项目用海资源生态影响分析结论

项目位于东吴垦区内，水动力交换条件弱，其建设对所在海域水动力环境、地形地貌和冲淤环境均基本没有影响。本项目桩基施工期间，悬浮泥沙的产生和扩散对养殖区内水环境质量会造成一定影响，但施工产生的悬浮泥沙较少，垦区池塘水体不交换的情况下，基本不会扩散到池塘外，且项目施工在养殖收成后进行，施工结束后相关影响随即停止，因此本项目悬浮泥沙影响较小。本项目用海不新增围填海，不涉及生态红线，不占用岛礁资源，对海洋空间资源影响较小。项目桩基占海和集电线路管道占海会造成约 171.88kg 的底栖生物损失，悬浮泥沙引起底栖生物损失约 16.70 吨，造成海洋生物资源直接损失约 53.54 万元。

9.4 海域开发利用协调分析结论

本项目利益相关者为垦区内养殖户，目前已取得初步协调。本项目所在养殖海域在 2006 年已由莆田市东吴临港工业园区开发建设有限责任公司完成征海补偿，本次二期项目用海范围内仍有海水养殖活动，养殖回潮现象，项目建设前应明确养殖清退负责主体，组织养殖清退工作，在本项目开工前完成整体养殖清退工作；利益协调部门为莆田市湄洲湾北岸经济开发区农业农村局。建设单位与莆田市湄洲湾北岸经济开发区农业农村局具备协调途径。

9.5 项目用海与国土空间规划及相关规划符合性结论

根据《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》，本项目用海属于“海洋开发利用空间”，不占用海洋生态空间及海洋生态保护红线；根据《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，项目用海位于湄洲湾海域的“工矿通信用海区”；根据《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本项目用海位于“工矿通信用海区”；本项目为渔光互补光伏发电项目，符合各级国土空间规划的相关管控要求。本项目用海与《莆田市湄洲湾临港产业园分区单元（350305-22）控制性详细规划（水系规划图）》、《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》等规划不冲突，符合《福建省“十四五”能源发展专项规划》、《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2035 年）》、《产业结构调整指导目录（2024 年本）》、《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》等规划。

9.6 项目用海合理性分析结论

本项目被列入福建省 2024 年集中式光伏试点项目，根据 2024 年 4 月印发的光伏用海政策文件，本项目选址属于政策支持的海域养殖区，符合海上光伏项目用海的相关政策要求，

本项目选址合理。建设场地的区位和社会条件、自然环境条件适宜。工程建设与周边用海活动具备协调途径。

本项目 1#场区将沿已建一期项目边界向南铺设，与一期项目无缝衔接；2#、3#场区光伏组件布置于垦区内侧，以现有垦堤为检修步道，充分利用工程区内现有的基础设施，体现了集约节约用海的原则；箱变布置尽量贴近既有养殖池垦堤及方阵相对中心位置，以最大程度地节约电缆长度；本工程集电线根据已建工程条件及升压站空间区位优化了线位走向，可以充分节约用地用海，减少工程投资量。综上所述，本项目用海平面布置合理。

本项目光伏用海区域的用海方式界定为“透水构筑物”，采用 PHC 预制桩基占用垦区，桩基之间可以自由过水，且桩基直接占用滩涂面积较小，不会阻断垦区内生物安身栖息，未改变现有海域的自然属性，能够维护海域的基本养殖功能。光伏场区内的 35kV 集电线用海方式与光伏场区保持一致，界定为“透水构筑物”以避免重复申请用海。本项目 2#、3#光伏场区之间集电电缆采用海底电缆的形式下穿垦区内现有的沟渠，用海方式为“海底电缆管道”。2#光伏场区南侧集电电缆以架空线的形式送出，后转设为海底电缆下穿现有海堤，并入一期项目海底电缆管道，最终接入已建 110kV 升压站。根据送出集电电缆实际用海情况，2#光伏场区送出集电电缆架空段用海方式界定为“透水构筑物”，海底电缆段用海方式界定为“海底电缆管道”。因此，本项目用海方式界定合理。

本项目拟建光伏阵列位于东吴垦区内，光伏组件、箱式变电站及桥架集电电缆等用海不占用岸线资源。

本项目用海方式为“透水构筑物”和“海底电缆管道”用海，用海范围是根据工可单位提供的用海项目平面布局，结合《海籍调查规范》相关规定，充分考虑本项目所在海域的实际情况进行划定的，可以满足项目正常功能用海、安全防护和光伏发电需求，工程用海面积合理。此外，本项目光伏组件及桥架线缆用海立体确权空间层为水面，海底电缆管道用海立体确权空间层为底土，工程区水体及海床空间可供后续围垦养殖用海确权使用，项目立体分层确权合理。

本项目用海期限的界定是考虑电厂的设计使用年限，参照《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定和项目自身特点进行界定，因此用海期限界定合理。

9.7 项目用海可行性结论

本项目申请用海理由充分，与周边的社会条件和自然条件相适宜，对海洋环境和水动力的影响很小，对周边的海洋开发活动和海洋功能区无重大影响，与利益相关者具备协调途径，

项目平面及立体确权合理，用海期限界定合理，生态修复措施可行。在严格按照给出的用海范围和内容进行工程建设、切实落实利益相关者协调关系的基础上，从海域使用管理角度，本项目用海可行。