

建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称：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

建设单位（盖章）：国投云顶湄洲湾（莆田）新能
源有限公司

编制日期：2026年1月

中华人民共和国生态环境部制

打印编号: 1761884998000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	jlr17		
建设项目名称	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		
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	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	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		
统一社会信用代码	91350300MAC6NUC281		
法定代表人 (签章)	李斌		
主要负责人 (签字)	刘卫平		
直接负责的主管人员 (签字)	林涛		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	自然资源部第三海洋研究所		
统一社会信用代码	1210000426603052N		
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
姜尚	2014035350350000003511350225	BH019305	姜尚
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陈鹏	鸟类现状调查与评价	BH025856	陈鹏
张继伟	审核	BH024025	张继伟
李婷娟	生态环境现状、保护目标及评价标准、生态环境影响分析	BH019718	李婷娟
李青生	制图、主要生态环境保护措施	BH023849	李青生

蔡灵	生态环境现状	BH023823	蔡灵
欧阳玉蓉	审核	BH019470	欧阳玉蓉
姜尚	建设项目基本情况、建设内容、生态环境影响分析、生态环境保护措施监督检查清单、结论	BH019305	姜尚



目录

一、建设项目基本情况.....	1
二、建设内容.....	21
三、生态环境现状、保护目标及评价标准.....	54
四、生态环境影响分析.....	97
五、主要生态环境保护措施.....	125
六、生态环境保护措施监督检查清单.....	135
七、结论.....	139
专题：电磁环境影响专题评价.....	140
附图 1 项目总平面布置图分区示意图.....	150
附图 2 光伏阵列单元布置图.....	151
附图 3 检修步道位置示意图.....	152
附图 4 光伏阵列桩基布置图及立面图.....	153
附图 5 箱式变电站平面、桩基布置、立面图示意图.....	154
附图 6 检修步道平面、立面示意图.....	155
附图 7 集电线路路径示意图.....	156
附图 8 110KV 升压站平面布置图.....	156
附图 9 非开挖敷设埋管示意图.....	158
附图 10 桥架打桩支架立面示意图.....	158
附图 11 滞洪区规划图.....	159

一、建设项目基本情况

建设项目名称	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			
项目代码	2411-350392-04-01-927646			
建设单位联系人	郑华东	联系方式		
建设地点	福建省莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村			
地理坐标	光伏场址中心：119°3'45.80"E，25°7'48.77"N 依托升压站中心：119°3'34"E，25°7'22"N			
建设项目行业类别	五十四、海洋工程/151.海洋能源开发利用类工程 五十五、核与辐射/161.输变电工程	用地（用海）面积（m ² ）/长度（km）	用海面积：823701m ²	
建设性质	<input type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目	
项目审批（核准/备案）部门（选填）		项目审批（核准/备案）文号（选填）		
总投资（万元）	36475.77	环保投资（万元）	83.99	
环保投资占比（%）	0.23	施工工期	8 个月	
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是：_____			
专项评价设置情况	专项评价类别	涉及项目类别	判定过程	判定结果
	地表水	①水力发电：引水式发电、涉及调峰发电的项目； ②人工湖、人工湿地：全部； ③水库：全部； ④引水工程：全部（配套的管线工程等除外）； ⑤防洪除涝工程：包含水库的项目； ⑥河湖整治：涉及清淤且底泥存在重金属污染的项目。	本项目不属于	无需设置
	地下水	①陆地石油和天然气开采：全部； ②地下水（含矿泉水）开采：全部； ③水利、水电、交通等：含穿越可溶岩地层隧道的的项目。	本项目不属于	无需设置
	生态	涉及环境敏感区（不包括饮用水水源保护区，以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域，以及文物保护单位）	不涉及	无需设置

		的项目。		
	大气	①油气、液体化工码头：全部； ②干散货（含煤炭、矿石）、件杂、多用途、通用码头：涉及粉尘、挥发性有机物排放的项目。	本项目不属于	无需设置
	噪声	①公路、铁路、机场等交通运输业涉及环境敏感区（以居住、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公为主要功能的区域）的项目； ②城市道路（不含维护，不含支路、人行天桥、人行地道）：全部	本项目不属于	无需设置
	环境风险	①石油和天然气开采：全部； ②油气、液体化工码头：全部； ③原油、成品油、天然气管线（不含城镇天然气管线、企业厂区内管线），危险化学品输送管线（不含企业厂区内管线）：全部	本项目不属于	无需设置
	电磁环境	根据《环境影响评价技术导则输变电》（HJ24-2020），输变电工程需设置电磁环境影响专题	本项目需在二期已建升压站内新增一台110kV主变	设置
规划情况	<p>规划名称：《莆田市湄洲湾临港产业园分区单元（350305-22）控制性详细规划》</p> <p>发文字号：莆政土[2022]12号</p> <p>发文机关：莆田市人民政府</p>			
规划环境影响评价情况	无。			
规划及规划环境影响评价符合性分析	<p>本项目为100MW渔光互补光伏电站项目，项目不新建升压站，拟利用一期已建110kV升压站预留空间，扩建二期主变（规模为1×120MVA，电压等级为110kV）、户内GIS、户外SVG、35kV配电楼、储能设施。根据《莆田市湄洲湾临港产业园分区单元（350305-22）控制性详细规划》土地利用规划图（见图1-1），项目依托的一期已建升压站用地类型为二类工业用地，因此在已建一期升压站内扩建主变等符合《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。光伏场区用地类型为主</p>			

	<p>滞洪区，项目建设对滞洪区建设可能产生一定影响。根据现场勘察，光伏场区所在区域现状为养殖水塘。为了解项目建设对滞洪区的影响，建设单位委托莆田市水利水电勘测设计院有限公司编制了《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洪水影响评价类报告》，该报告研究结论如下：本项目有众多光伏支架占用东吴园区滞洪区库容，现状工况有24364根墩落于滞洪区内，总面积2195m²，规划工况有10517根墩落于滞洪区内，总面积882m²，相比较原滞洪区面积，占比较小。现状工况最大壅水不足0.01m，规划工况最大壅水0.04m，拟通过调整起调水位来降低影响，因此工程的建设对规划滞洪区的运用会产生一定的影响。拟通过调整起调水位来降低影响，经计算分析，原起调水位采用0.42m时，闸前水位为1.63m，至滞洪区边缘处设计水位1.74m，无法满足东吴片区控制水位1.70m，现起调水位调整为0.39m，闸前水位为1.59m，在光伏支架阻水的情况下，可使滞洪区边缘的水位控制在控制水位1.70m以内。经采取措施后，项目建设对滞洪区影响较小。综上，在征得当地水利行政部门同意的前提下，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。</p>
--	--



图 1-1 土地利用规划图

其他符合性分析

分析建设项目与《莆田市“三线一单”生态环境分区管控方案》、《莆田市国土空间总体规划“三区三线”划定成果》及相关生态环境保护法律法规政策、生态环境保护规划的符合性。

1、与国家产业政策相符性

本项目为太阳能发电项目，属于清洁能源项目。对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年12月27日国家发展改

	<p>革委令第 7 号公布，自 2024 年 2 月 1 日起施行)，本项目属于“鼓励类”中第五类“新能源”中第 1 条“：太阳能热发电集热系统、高效率低成本太阳能光伏发电技术研发与产业化、系统集成技术开发应用”中所列项目，符合国家产业政策。</p> <p>同时，根据 2024 年 10 月福建省发展和改革委员会下发《福建省发展和改革委员会关于印发福建省 2024 年度光伏电站开发建设方案的通知》（闽发改能源【2024】502 号），本项目列入福建省 2024 年度光伏电站开发建设方案项目清单（见附件 1），并于 2024 年 11 月完成项目备案，符合地方产业政策。</p> <p>2、项目用地性质的合理性</p> <p>建设项目位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村，光伏场址中心坐标为东经 119° 3' 45.80"，北纬 25° 7' 48.77"，本项目不新建升压站，利用一期已建 110kV 升压站预留空间，扩建二期主变（规模为 1×120MVA）、户内 GIS、户外 SVG、35kV 配电楼、储能设施。项目场址现状为养殖水塘。本项目用地不在城市规划区范围，不涉及自然保护区、水源地等环境敏感目标。经类比分析，本项目运行后，项目区电磁场和噪声对周围环境的影响均能符合相关标准要求，项目建设对周围地形地貌、水质、水生生物及陆生生物等影响在严格执行本报告的污染防治措施及生态保护措施后，对环境带来的不利影响可降到最低限度，从环保角度本项目选址可行。莆田市湄洲湾北岸经济开发区管理委员会出具了《关于支持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申报 2024 年度光伏电站开发建设方案项目有关事项的政府承诺函》，确认该项目不占用基本农田、耕地，不涉及生态红线、林地、重要湿地、自然保护区、河道、水库、湖泊、航道等限制开发的区域。综上，本项目用地合理。</p> <p>3、与《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析</p>
--	--

	<p>《福建省国土空间规划（2021-2035年）》提出，“实施海洋功能分区管控，在海洋‘两空间内部一红线’的总体布局下，指导市县国土空间规划和相关专项规划划分海洋生态保护区海洋生态控制区、渔业用海区、工矿通信用海区、交通运输用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区，制定各功能区的管控要求，探索历史围填海区域盘活利用和分类处置。保障海洋经济发展空间”。</p> <p>根据《福建省国土空间规划（2021-2035）》，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。</p> <p>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）》。</p>
--	---

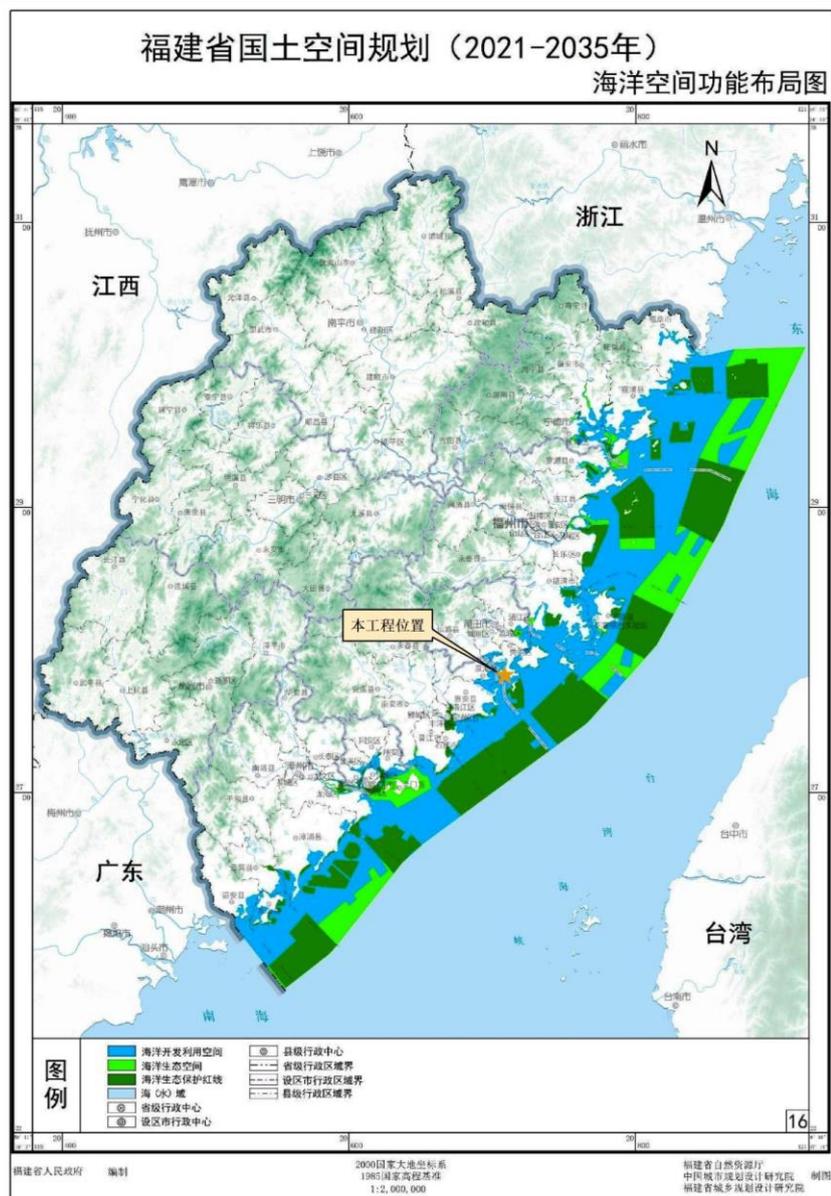


图 1-2 福建省国土空间规划-海洋空间功能布局图

4、与《莆田市国土空间总体规划（2021-2035年）》的符合性分析

（1）国土空间规划分区情况

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”，周边规划分区为“城镇发展区”“乡村发展区”及“交通运输用海区”，见图 1-3。

其中，“工矿通信用海区”的空间用途准入为：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；兼容不影响工矿通信用海功能的其他用海活动。“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。用海方式控制要求：允许适度改变海域自然性。

“城镇发展区”指城镇开发边界围合的范围，是城镇集中开发建设并可满足城镇生产、生活需要的区域，区内实行“详细规划+规划许可”的管理方式。“乡村发展区”是农田保护区外，为满足农林牧渔等农业发展以及农民集中生活和生产配套为主的区域，包括村庄建设区、一般农业区。一般农业区是以农业生产发展为主要利用功能导向“增存并举”转型。项目用海不占用周边的“城镇发展区”和“乡村发展区”。

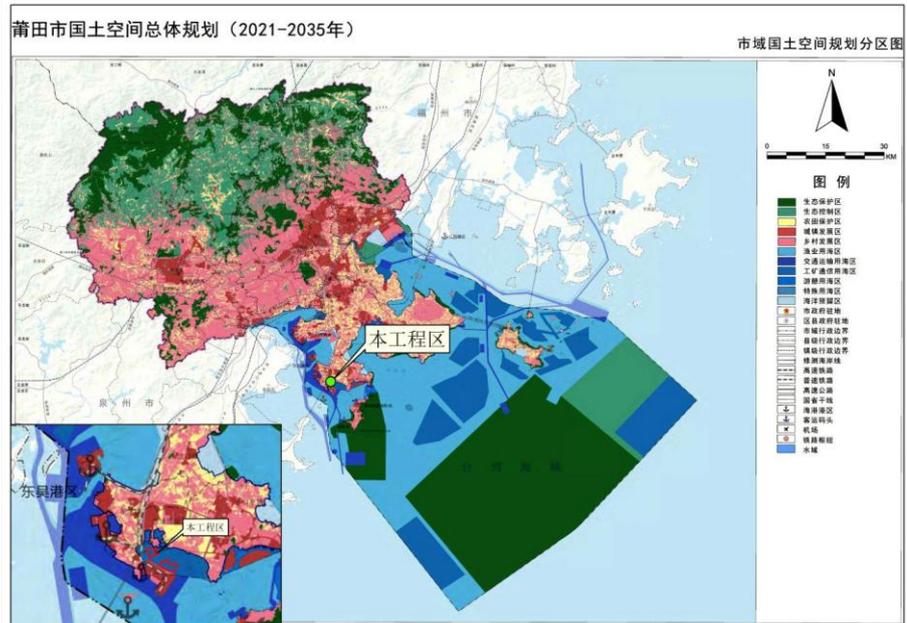


图 1-3 项目所在区域与莆田市国土空间规划分区关系图

（2）项目对海域国土空间规划分区的影响分析

1）对“工矿通信用海区”的影响分析

本项目位于“工矿通信用海区”，“工矿通信用海区”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；兼容不影响工矿通信用海功能的其他用海活动。“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，允许适度改变海域自然性。

	<p>本项目为渔光互补光伏发电项目，属可兼容的可再生能源工业用海，其用海方式为透水构筑物用海和海底电缆管道用海，不改变海域自然属性，工程建设有利于发挥“工矿通信用海区”的主导功能，符合海洋空间分区的管控要求。</p> <p>2) 对“交通运输用海区”的影响分析</p> <p>本工程西南侧为“交通运输用海区”，“交通运输用海区”需保障港口用海、路桥海底道等用海用岛，除码头、堆场等之外，严格限制改变海域自然属性，节约集约利用海域空间资源，统筹陆海基础设施建设，发展多式联运，提高现有交通运输综合效益。本项目位于已开发垦区内，工程的建设施工与生产对周边交通运输活动无明显影响。</p> <p>3) 对周边规划分区为“城镇发展区”和“乡村发展区”的影响分析</p> <p>本项目属于福建省发改委 2024 年集中式光伏电站试点项目，电站的建设将增加能源供应，满足当地和周边“城镇发展区”和“乡村发展区”的用电需求，助力福建省现代能源经济示范区建设新能源，积极探索光伏发电的发展模式，积极探索储能和可再生能源融合发展模式，改善居民的生活质量。此外，电站还会带来基础设施建设的需求，如道路、供水和排水系统等，进一步改善周边地区的基础设施和公共服务水平。</p> <p>(3) 项目用海与国土空间规划的符合性分析</p> <p>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。</p> <p>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</p>
--	--

	<p>通讯用海区”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。</p> <p>综上所述，项目用海符合《莆田市国土空间总体规划(2020-2035年)》。</p> <p>5、“三线一单”相符性分析</p> <p>根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号），“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”，建立项目环评审批与规划环评、现有项目环境管理、区域环境质量联动机制，更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量。</p> <p>（1）生态保护红线</p> <p>莆田市全市陆域生态保护红线划定面积为821.05平方公里，占全市陆域国土面积的19.87%；全市海洋生态保护红线划定面积为1858.88平方公里，占全市海域总选划面积的45.32%。本项目位于福建省莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村，提供的矢量坐标套合莆田市国土空间总体规划“三区三线”划定成果，不涉及永久基本农田和生态保护红线（图1-2）。</p>
--	---

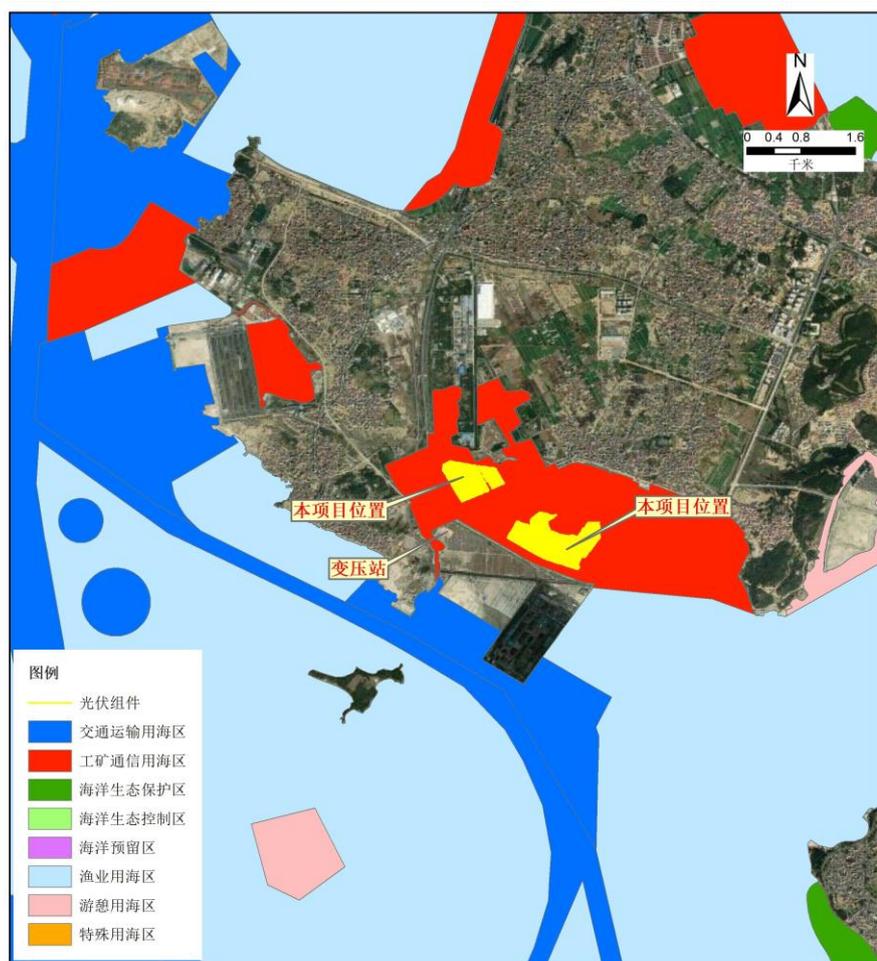


图 1-4 国土空间控制线规划图

(2) 环境质量底线

《莆田市“三线一单”生态环境分区管控方案》中提出到 2025 年，“全市水环境质量持续改善，主要流域国省控断面水质优良（达到或优于Ⅲ类）比例总体达 90%，县级以上集中式饮用水水源水质达标率达 100%，近岸海域优良水质面积比例不低于 90%。全市环境空气质量保持优良水平，全市 PM_{2.5} 年平均浓度不高于 23μg/m³。土壤环境质量总体保持稳定，土壤环境风险得到管控，受污染耕地安全利用率、污染地块安全利用率均达到 93%”。

根据环境质量现状评价结果，2023 年本工程评价范围海水水质环境溶解氧、pH 值、COD、石油类、铜、锌、镉、铬、汞、砷、硫化物、挥发酚等含量均符合相应的水质管控要求。主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐；根据《2024 年莆田市环境质量状况公

报》提供的数据，项目所在区域环境空气质量总体较好，属于城市环境空气达标区；2024年莆田市城市区域声环境昼间平均等效声级为53.1分贝，昼间区域声环境质量等级为二级，本项目区域声环境质量总体良好；从环境现状分析，项目所在地目前具有一定的环境容量，环境质量均能达到相应环境质量标准要求。

根据生态环境影响分析章节，本项目施工期、运营期在采取相应的环保措施后，对海洋环境、声环境、环境空气质量影响在可接受范围内，不会对区域环境质量底线造成冲击。因此本项目工程建设符合环境质量底线要求。

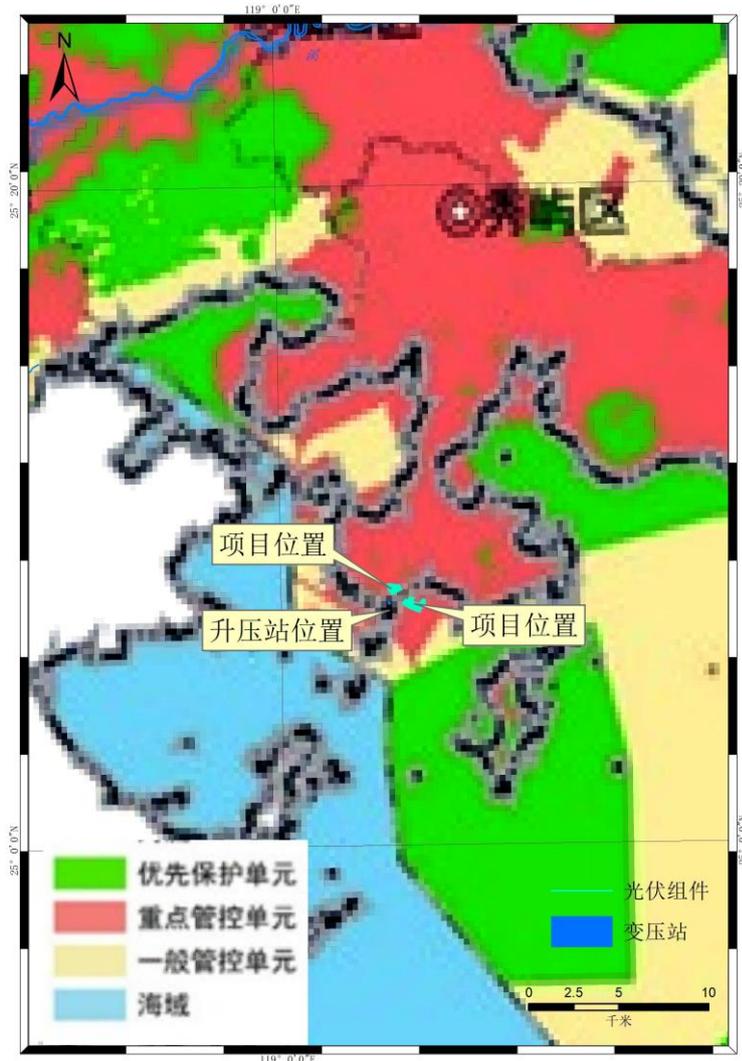


图 1-5 与莆田市生态环境分区管控单元叠图

(3) 资源利用上线

本项目为太阳能发电项目，属于清洁能源项目，项目建成后能有效利用太阳能资源，且不排放温室气体和大气污染物，有利于改变传统的能源结构，提高电网中再生能源发电的比例，环保效益显著，符合资源利用上线要求。

(4) 生态环境准入清单

生态环境准入清单是基于环境管控单元，统筹考虑生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线的管控要求，提出的空间布局、污染物排放、环境风险、资源开发利用等方面禁止和限制的环境准入要求。

本项目建设地点位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村，根据《莆田市生态环境局关于发布莆田市 2023 年生态环境分区管控动态更新成果的通知》（莆环保〔2024〕83 号），并在福建省生态环境分区管控应用数据平台查询可知，项目所在地属于湄洲湾一般管控区 1（HY35030030002）。本项目与莆田市生态环境分区管控符合性分析见表 1-1，与区域总管控要求见表 1-2。

表 1-1 本项目与莆田市生态环境分区管控符合性分析

湄洲湾一般管控区 1			
海域生态环境管控单元	HY35030030002		
市级行政单元	莆田市	县级行政单元	
管控单元分类	一般管控单元		



The screenshot displays the '福建省生态环境分区管控数据应用平台' (Fujian Province Ecological Environment Partitioned Management Data Application Platform). The central map shows the project location within the Meizhou Bay General Control Zone 1, highlighted in blue. The left sidebar provides details for the control unit: HY35030030002, Meizhou Bay General Control Zone 1, Putian City, and General Control Unit. The right panel features a '一键评估' (One-click Assessment) section with options for analysis methods and a '智能研判结果' (Intelligent Judgment Results) section showing the current location as Meizhou Bay General Control Zone 1.

环境管控单元准入要求	符合性分析
<p>1、空间布局约束 1.严格限制改变海域自然属性，允许渔港、码头、防灾减灾、生态修复等民生工程、公益项目建设活动。2.海洋环境保护要求执行不低于现状的海水水质标准。</p> <p>2、污染物排放管控 开展生态环境综合整治，控源截污，修复滨海湿地和岸线，提升海域生态服务功能。</p> <p>3、环境风险防控 无</p> <p>4、资源开发效率要求 无</p>	<p>1、空间布局约束 1.本项目为渔光互补项目，在池塘水域布设光伏阵列，不改变海域自然属性。本项目为太阳能发电项目，属于清洁能源项目，有利于改变传统的能源结构，环保效益显著，属于允许建设的民生工程项目。2.本项目营运期不涉及排污和倾废入海，海洋环境保护要求执行不低于现状的海水水质标准。</p> <p>2、污染物排放管控 本项目属于太阳能发电项目，营运期不涉及排污和倾废入海，不会破坏周边海域生态服务功能。</p> <p>3、环境风险防控 无</p> <p>4、资源开发效率要求 无</p>

表 1-2 本项目与区域总体管控要求的符合性分析

适用范围	区域总体管控要求	符合性分析
近岸海域	空间布局约束	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。
		不涉及围填海
		不属于该类项目
		符合（本项目属于太阳能发电项目，营运期不涉及排污和倾废入海，不会对周边海洋生态红线区造成影响）
		符合（本项目为渔光互补项目，在池塘水域布设光伏阵列，不改变自然地形地貌；项目正常运行后，项目区噪声对周围环境的影响均能符合相关标准要求；本工程采用多晶硅太阳能电池组件，该电池组件最外层为光伏玻璃，光伏阵列的反射率仅为 9%左右，无眩光，基本不会影响飞行中的鸟类和在本区域及周边活

			动的鸟类。)
		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。	不属于该类项目
污 染 物 排 放 管 控		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。	不属于该类项目
		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。	不属于该类项目
		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。	不属于该类项目
		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。	不属于该类项目
		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。	不属于该类项目
		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。	不属于该类项目
		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。	不属于该类项目
		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。	不属于该类项目
	<p>综上,本项目的建设符合《莆田市人民政府关于莆田市“三线</p>		

一单”生态环境分区管控方案的通知》（莆政综〔2021〕112号）中相关文件要求。

6、项目用海与《福建省“三区三线”划定成果（报告）》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，工程用海区与“湄洲岛国家海洋自然公园”距离5km以上，项目用海与生态保护红线区距离较远，本项目不涉及填海，不改变海域自然属性，不占用生态空间，不占用生态保护红线区，项目工程施工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。项目用海符合福建省“三区三线”划定成果。

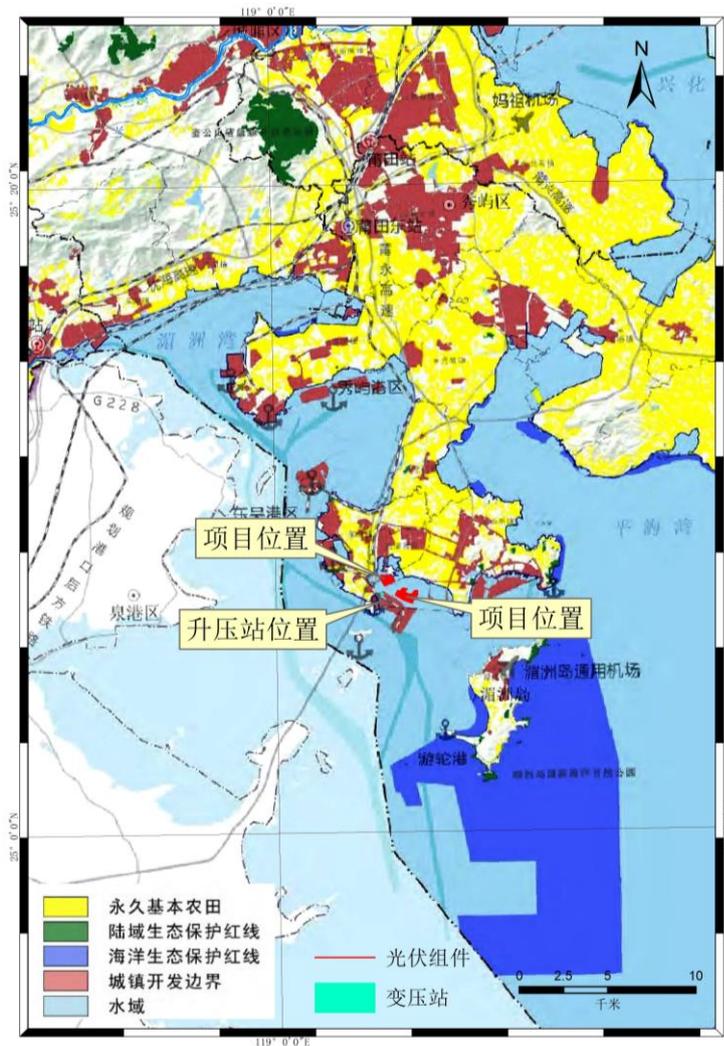


图 1-6 项目与“三区三线”划定成果叠图

7、湿地保护相关法律法规相符性

《中华人民共和国湿地保护法》第二条规定“国家对湿地实行分级管理及名录制度”。

《福建省湿地保护条例》第十条：省人民政府应当将湿地面积总量管控目标纳入湿地保护目标责任制，落实湿地面积总量管控目标的要求。第十一条：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。

《福建省湿地名录管理办法（暂行）》第二条第一款：湿地实行分级保护制度。根据湿地保护规划和湿地生态功能、生物多样性的重要程度，将湿地分为国家重要湿地、省重要湿地和一般湿地，并由湿地名录予以确定。第二款：实行湿地面积总量管控。将全省湿地面积总量管控目标逐级分解落实到各市、县（区），通过湿地名录，将湿地管控面积目标落实到具体湿地地块。

根据《国家重要湿地名录》、《福建省第一批省重要湿地名录》，本项目未占用重要湿地；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》，本项目未占用名录中的一般湿地（见图 1-7）。综上，本项目建设符合湿地保护法律法规的相关规定。



图 1-7 项目与“湄洲湾北岸经济开发区一般湿地名录”叠图

8、项目与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

根据《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，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

	<p>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。</p> <p>《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。</p> <p>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，项目助力太阳能发电，推动清洁能源开发利用，营运期不涉及排污和倾废入海，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，项目用海符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》。</p> <p>9、与《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23 号）的相符性分析</p> <p>根据《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23 号）：大力发展新能源，全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展坚持集中式与分布式并举，加快建设风电和光伏发电基地。加快智能光伏产业创新升级和特色应用，创</p>
--	---

	<p>新“光伏+”模式，推进光伏发电多元布局。坚持陆海并重，推动风电协调快速发展，完善海上风电产业链，鼓励建设海上风电基地。积极发展太阳能光热发电，推动建立光热发电与光伏发电、风电互补调节的风光热综合可再生能源发电基地。因地制宜发展生物质发电、生物质能清洁供暖和生物天然气。探索深化地热能以及波浪能、潮流能、温差能等海洋新能源开发利用。进一步完善可再生能源电力消纳保障机制。到 2030 年，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上。</p> <p>本项目是渔光互补光伏发电项目，采用光伏+渔业的模式，积极推动太阳能光热发电，推进光伏发电多元布局。因此，本项目与《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23 号）是相符的。</p> <p>10、与《福建省“十四五”能源发展专项规划》的符合性分析</p> <p>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。2025 年全省用电量 3300~3436 亿千瓦时；用电最高负荷 5600~5815 万千瓦。十四五期间，福建省将推进煤炭储备基地建设，加强天然气储运设施建设，保障能源储运供给，提升安全风险应对能力，提高能源基础设施安全水平，提高电力应急保障和安全风险防控能力。</p> <p>本项目为太阳能发电项目，属于清洁能源项目，项目建成后能有效利用太阳能资源，且不排放温室气体和大气污染物，有利于改变传统的能源结构，提高电网中再生能源发电的比例，进一步为区域提供稳定的支撑电源，有利于保障我省“十四五”用电需求。因此，本工程符合《福建省“十四五”能源发展专项规划》。</p>
--	--

二、建设内容

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规划容量为 100MW（交流侧），直流侧装机容量为 120.44928MWp。项目利用一期已建 110kV 升压站预留空间，扩建二期主变（规模为 1×120MVA）、户内 GIS、户外 SVG、35kV 配电楼、储能设施。并利用一期已建 110kV 线路送出。光伏场区中心坐标为东经 119°3'45.80170"，北纬 25°7'48.77349"，现状为养殖水塘，养殖水塘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。升压站站址中心坐标为东经 119°3'34"，北纬 25°7'22"。地理位置详见图 1。

地理
位置



图 1.1 地理位置图



图 2 项目与海岸线位置关系图

1.项目由来

项目组成及规模

随着国家碳达峰碳中和战略的实施,大力发展新能源,不仅成为我国培养战略性新兴产业、加速技术进步的重要途径,更是实现减排不减生产力的重要支柱。作为重要的能源企业之一,国投电力积极响应能源政策和产业升级要求,以光伏产业为重点领域进行深度布局和规划,开拓“光伏+”新模式,布局绿电就地转化、绿能零碳交通新产业,让光伏为全社会绿色低碳转型赋能。进一步推进生态文明建设和乡村振兴,不断创新农光互补、渔光互补、光伏治沙、清洁供暖等零碳负碳生态发展模式,将光伏与县域、乡村优势产业结合发展,打造兼顾光伏产业

高质量发展和强国富民、美丽中国建设“多赢”的能源生态发展道路。

根据2024年10月福建省发展和改革委员会下发《福建省发展和改革委员会关于印发福建省2024年度光伏电站开发建设方案的通知》（闽发改能源【2024】502号），本项目列入福建省2024年度光伏电站开发建设方案项目清单（附件1），并于2024年11月完成项目备案（附件2）。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》和《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，工程实施前应开展环境影响评价工作。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），本项目光伏场区属于“五十四、海洋工程”中的“151海洋能源开发利用类工程（太阳能发电工程及其输送设施及网络工程）”，应编制环境影响报告表；本项目新增110主变属于“五十五、核与辐射/161.输变电工程（其他（100千伏以下除外））”，应编制环境影响报告表。根据以上要求，建设单位国投云顶湄洲湾电力有限公司委托自然资源部第三海洋研究所（以下简称海洋三所）开展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环境影响评价工作（附件3）。

表1 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021版）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，封闭及半封闭海域
五十五、核与辐射					
161	输变电工程	500千伏及以上的；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

2.项目主要工程建设内容

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于现有养殖垦区内建设光伏发电项目，形成渔光互补形式，综合利用海域空间。包括光伏场区、110kV升压系统。本期不新建送出线路，利用一期已建110kV线路送出。

光伏场区主要由太阳能电池方阵和并网逆变器以及35kV升压系统组成。项目规划容量为交流侧100MW，直流侧120.0024MW_p。根据组件布置及逆变器的选型，将120.0024MW_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22~23串组串，每28块组件一个组串；共6654串625W_p组件以及227串630W_p组件，即186312块625W_p组件和6356块630W_p组件。25年总发电量为3631560.00MWh，运行期内年平均上网发电量为144605.12MWh，年均发电利用小时数1200.55h。光伏场区内相关输变电设施均为35kV及以下电压等级的输变电设施。

本项目不新建升压站，利用一期已建110kV升压站预留空间，扩建二期主变（规模为1×120MVA，电压等级为110kV）、户内GIS、户外SVG、35kV配电楼、储能设施。

光伏场区内集电线路主要采用桥架敷设，部分过道路区域集电线路采用拉管过道路，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（电压等级35kV）需利用已预留的管道下钻铁路，此段电缆采用海底电缆敷设。光伏场区内固定支架及支架基础、箱变平台及基础等均采用桩基形式。项目总投资36475.77万元，工期 8个月。

本项目建设内容见表2-1。

表 2-1 工程主要建设内容一览表

项目	本期建设内容		备注
主体工程	光伏场区	将 100MW（交流侧）的光伏阵列分为 31 个光伏方阵，每个方阵设置 1 台箱变，每台箱变接 11 台/10 台/7 台逆变器。	一期已建100MW渔光互补光伏电站项目，紧邻本项目北侧。
	升压站	拟在一期已建升压站预留空地扩建一座 35kV 配电楼、主变（规模为 1×120MVA）、户外 SVG 等、户内 GIS、储能设施。	一期已建1台120MVA变压器、1套GIS装置、1套SVG装置、1台接地变、1台施工变（兼备用变）及二次设备、储能区、110kV线路出线、附属设施区（综合楼、固废暂存间、危废暂存间、事故贮油池、消防水池级泵房）
辅助工程	检修步道	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。	
	驱鸟设施	采用细钢丝或鱼线。	/

公用工程	供水系统	市政供水	依托现有
	排水系统	共用一期相应雨水排水系统、污水处理系统	依托现有
环保工程	生活废水	化粪池	依托现有
	厨房油烟	油烟净化器	依托现有
	噪声	隔音、减震措施	新建
	固废	固废储存间、垃圾桶等	依托现有
	危险废物	危险废物暂存间、事故池	依托现有

3.系统主要设备配置清单

表2-2为光伏系统配置表，表2-3为系统主要设备清单。

表 2-2 光伏系统设备配置表

项目	单位	参数
安装容量	MWp	120.0024
625Wp光伏组件	块	186312
630Wp光伏组件	块	6356
320kW组串式逆变器	台	312
3200kVA油浸式变压器	台	25
3600kVA油浸式变压器	台	5
2250kVA油浸式变压器	台	1
组件安装倾角	度	13
方位角	度	0
组件阵列中心间距	m	7.0
容配比		1.20

表 2-3 系统主要设备配置清单

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
—	110kV 升压站电气设备				
1	主变压器系统				
	主变压器（2级能效）	SZ20-120000/110 ， 120MVA ， 115±8×1.25%/37kV， U _a =12%，YN,d11	台	1	配有载调压开关，统一爬电比 距 ≥53.7mm/kV
	110kV 高压侧套管电流互感器	LRD-110-B,800/1A， 5P30/5P30/0.5	只	9	
	110kV 中性点侧套管电流互感器	LRD-66,400/1A， 5P30/5P30	只	2	
	110kV 中性点成套装置	内配 1 只隔离开关，1 只氧化锌避雷器， 1 套放电间隙，2 只中性点电流互感器	套	1	
2	110kV 配电装置	单母线			
2.1	线路出线间隔	额定电压：126kV 额定电流：2000A 额定开断电流：40kA 额定短时耐受电流/时间：40kA/3s 动稳定电流峰值 100kA	套	1	

		含 2 组三工位隔离接地开关, 1 组快速接地开关, 1 组带电显示器, 1 组 SF6 断路器, 18 只电流互感器, 2 组套管			
	主变进线间隔	额定电压: 126kV 额定电流: 2000A 额定开断电流: 40kA 额定短时耐受电流/时间: 40kA/3s 动稳定电流峰值 100kA 含 2 组三工位隔离接地开关, 1 组接地开关, 1 组 SF6 断路器, 18 只电流互感器	套	1	
	母线 PT 间隔	110kV 电压互感器 含 1 组三工位隔离接地开关, 1 组带电显示器, 1 组快速接地开关	套	1	
2.2	设备线夹		个	8	
2.3	钢芯铝绞线	JL/G1A-630/45	米	30	
2.4	支柱绝缘子	126kV	台	3	
3	35kV 配电装置				
3.1	35kV 配电装置				
	35kV 开关柜 (主变进线柜)	KYN□-40.5, 配真空断路器 2500A,31.5kA/4s	面	1	
	35kV 开关柜 (馈线柜)	KYN□-40.5, 配真空断路器 1250A,31.5kA/4s	面	5	
	35kV 开关柜 (接地变柜)	KYN□-40.5, 配真空断路器 1250A,31.5kA/4s	面	1	
	35kV 开关柜 (储能柜)	KYN□-40.5, 配真空断路器 1250A,31.5kA/4s	面	1	
	35kV 开关柜 (SVG 柜)	KYN□-40.5, 配真空断路器 1250A,31.5kA/4s	面	1	
	35kV 开关柜 (母线设备柜)	KYN□-40.5,31.5kA, 含 PT 和避雷器, 配一二次消谐装置	面	1	
	35kV 穿墙套管	CWW-35/2500	个	3	
	户内 35kV 封闭母线桥	2500A 31.5kA	m	36	三相总长度
	35kV 主变进线全绝缘铜管母线	$U_e=35kV, I_e=2500A$	米	45	三相总长度
3.2	35kV 接地装置	内装: 配接地变:35kV,500kVA 接地电阻:35kV,101Ω, 10s 通流 200A 连接组别: ZN 零序电流互感器: 1 只	台	1	附外壳
3.3	35kV 动态无功补偿装置	SVG 容量±22Mvar, 直挂水冷式内配: SVG 连接电抗器, 隔离开关, 避雷器, 电阻器, SVG 换流阀组, 水冷装置, 围栏等	套	1	启动部分户外布置, 功率模块集装箱户外布置
4	接地材料				
	锌包钢	φ18mm	m	300	
	垂直接地极 (锌包钢)	φ18 L=2.5m	根	15	
	专用接地铜排	-30*4mm	m	200	

	PVC 绝缘铜绞线	120mm ²	m	200	
5	防火材料				
	无机堵料		kg	2000	
	有机堵料		kg	1500	
	防火涂料		kg	600	
	耐火隔板		m ²	35	
6	储能系统				
6.1	储能升压变流一体化装置	每套包含:	套	2	含暖通系统、照明系统、消防系统、隔热系统、阻燃系统、视频监控装置及连接电缆等
	PCS 成套装置	2500kW	套	2	
	储能升压变压器	干式变 SCB14-5200/37, 37±2×2.5%/0.69kV, Dy11,U _d =6.5%	台	1	
	35kV 高压室	配负荷开关+熔断器组合电器, 630A,31.5kA/4s, 熔丝电流 80A	套	1	
	低压辅助自用电系统	SG-55kVA,0.69/0.4kV, 低压塑壳断路器若干	台	1	
	外壳	7800×3100m×3000mm (宽×深×高)	台	1	
二	光伏区电气设备				
1	箱式变电站	华变, 2 级能效			C5 防腐等级
1.1	35kV 箱式升压变压器 1	3600kVA 变压器 S20-3600/35 37±2x2.5%/0.8kV, D,y11; Ud=7%, 低压侧含总进线框架断路器、分支塑壳断路器, 高压侧含断路器, 配套智能箱变测控装置	台	5	
1.2	35kV 箱式升压变压器 2	3200kVA 变压器 S20-3200/35 37±2x2.5%/0.8kV, D,y11; Ud=7%, 低压侧含总进线框架断路器、分支塑壳断路器, 高压侧含断路器, 配套智能箱变测控装置	台	25	
1.3	35kV 箱式升压变压器 3	2250kVA 变压器 S20-2250/35 37±2x2.5%/0.8kV, D,y11; Ud=6.5%, 低压侧含总进线框架断路器、分支塑壳断路器, 高压侧含断路器, 配套智能箱变测控装置	台	1	
2	电力电缆				
2.1	中压电缆	ZC-YJLHY23-1.8/3-3×240mm ²	km	46.8	
2.2	低压电缆	ZC-YJY-0.6/1-4×10mm ²	km	0.465	PLC 电缆
2.3	中压电缆	FS-YJLHY23-26/35-3×95mm ²	km	3.35	
2.4	中压电缆	FS-YJLHY23-26/35-3×185mm ²	km	0.60	
2.5	中压电缆	FS-YJLHY23-26/35-3×240mm ²	km	1.26	
2.6	中压电缆	FS-YJLHY23-26/35-3×300mm ²	km	1.26	
2.7	中压电缆	FS-YJLHY23-26/35-3×400mm ²	km	4.60	
2.8	中压电缆	YJY23-26/35-3×300mm ²	km	0.55	
2.9	中压电缆	HYJQF41-F-26/35-3×240mm ²	km	0.74	

2.10	中压电缆	HYJQF41-F-26/35-3×300mm ²	km	0.76	
2.11	交流电缆桥架	600*150mm, 铝合金梯形桥架, 6m 大跨距	km	11.5	铝合金梯架
2.12	35kV 桥架	300*200mm, 铝合金梯形桥架, 6m 大跨距	km	7	铝合金梯架

4.渔业方案概述

根据现场踏勘及已收集资料,本项目位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村南侧海域东吴垦区内,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。2008 年,为建设省道 201 线、莆田市东吴段路堤工程,地方政府对垦区内的养殖活动组织清退并签订了《省道 201 线莆田市东吴路堤工程海域使用补偿协议》,莆田市国投公司进行了相关补偿。根据补偿协议,省道 201 线、莆田市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,但若有更重要的项目用海,经审批后,养殖户必须无条件服从项目的用海。

东吴垦区在 2012-2014 年期间陆续开工建设了东吴陆域形成二期、三期工程,建设内容包括湄洲湾物流园 A 区及装卸车场项目,东吴商务区及生活服务配套项目及东吴拆迁安置区及配套设施项目。2018 年后,国家严控新增围填海,围堤内剩余约 5600 亩海域无继续填海。

东吴垦区现由山亭镇政府统一管理,分别交由当地村委会与渔民签订养殖承包协议,开展渔业养殖活动,主要养殖品种为螃蟹、对虾、九节虾及花蛤等。经业主与主管部门核实,东吴垦区未确权、未发养殖证,不涉及农业围垦占补平衡。本项目拟于东吴垦区内建设光伏电站,形成渔光互补形式,综合利用海域空间,光伏区占用其面积约 82.3701 公顷。

本项目开工前,将由湄洲湾北岸经济开发区山亭镇人民政府负责清退光伏建设区域的养殖个体或企业。光伏电站建成投产后,将由镇政府主导引进新的养殖产业,结合本项目建设成为集绿色能源、生态养殖为一体的现代化渔业发展区,将光伏发电和养殖渔业有机结合,在水面上方架设光伏板阵列,利用太阳能发电,下方水域发展渔业养殖,使水域空间得到全方位立体利用。

5.劳动定员

本项目升压站依托一期项目已建升压站,一期项目工作人员 4 人,二期新增 3 名工作人员。

6. 占用海域基本情况

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海域使用论证报告书》，本项目用海总面积为 82.3701 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 0.2357 公顷。



图 2-1 本项目宗海位置图

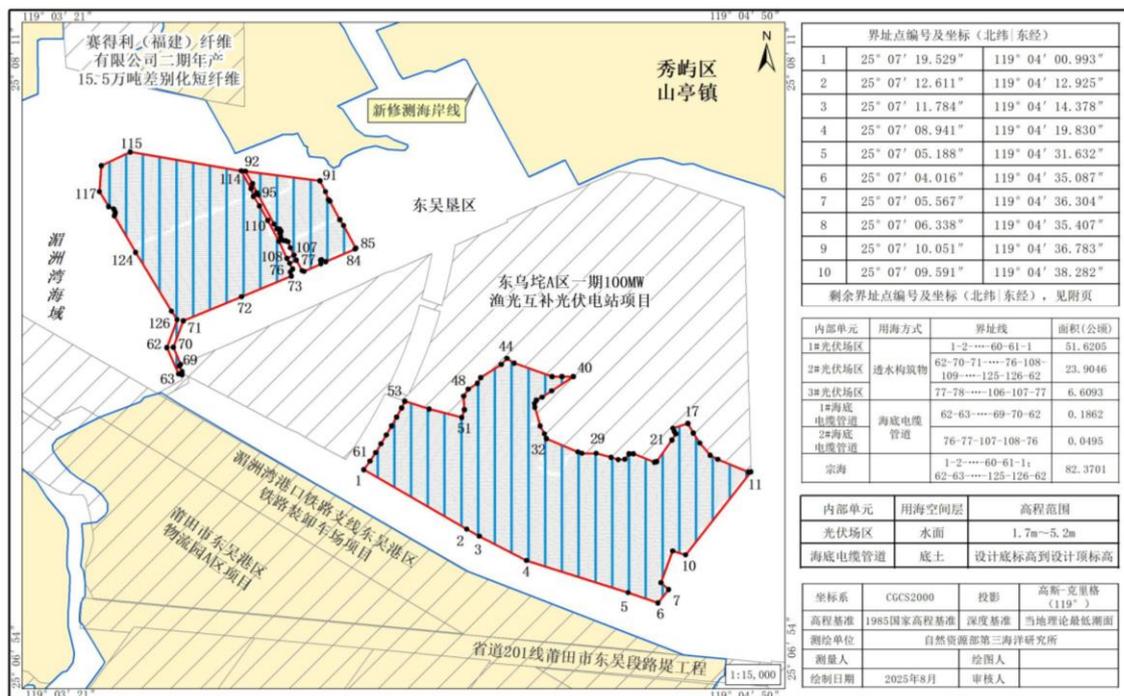


图 2-2 本项目宗海界址图

总体上，本项目建设内容包括二期光伏场区和升压站扩建工程。

1.二期光伏场区平面布置方案

1.1 光伏组件平面布置

本项目规划容量为 100MW（交流侧），容配比约为 1.2，直流侧 120.44928MW_p。光伏场区以内部海堤划分为东西两侧，东侧为 1#光伏场区，西侧由南至北分别为 2#、3#光伏场区。1#~3#光伏场区面积分别为 51.6205 公顷、23.9046 公顷、6.6093 公顷。1#光伏场区的北侧为已建一期项目，2#、3#光伏场区的北侧为规划行洪通道，西侧为规划纵一线。本项目光伏场区总平面布置见附图 1。

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，光伏阵列布置示意图详见附图 2。光伏方阵采用钢结构固定支架形式，每个方阵设置 1 台箱变，箱变原则上布置靠近池埂或检修步道布置，基础采用预制钢筋混凝土平台，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。

（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，检修步道位置示意图详见附图 3。

（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，详见附图 4~附图 6。

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，电缆路径示意图附图 7。

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。详见图 2.2-1；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，详见图 2.2-2；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，详见图 2.2-3。

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用 1 回 110kV 等级电压接入 220kV 忠田变。

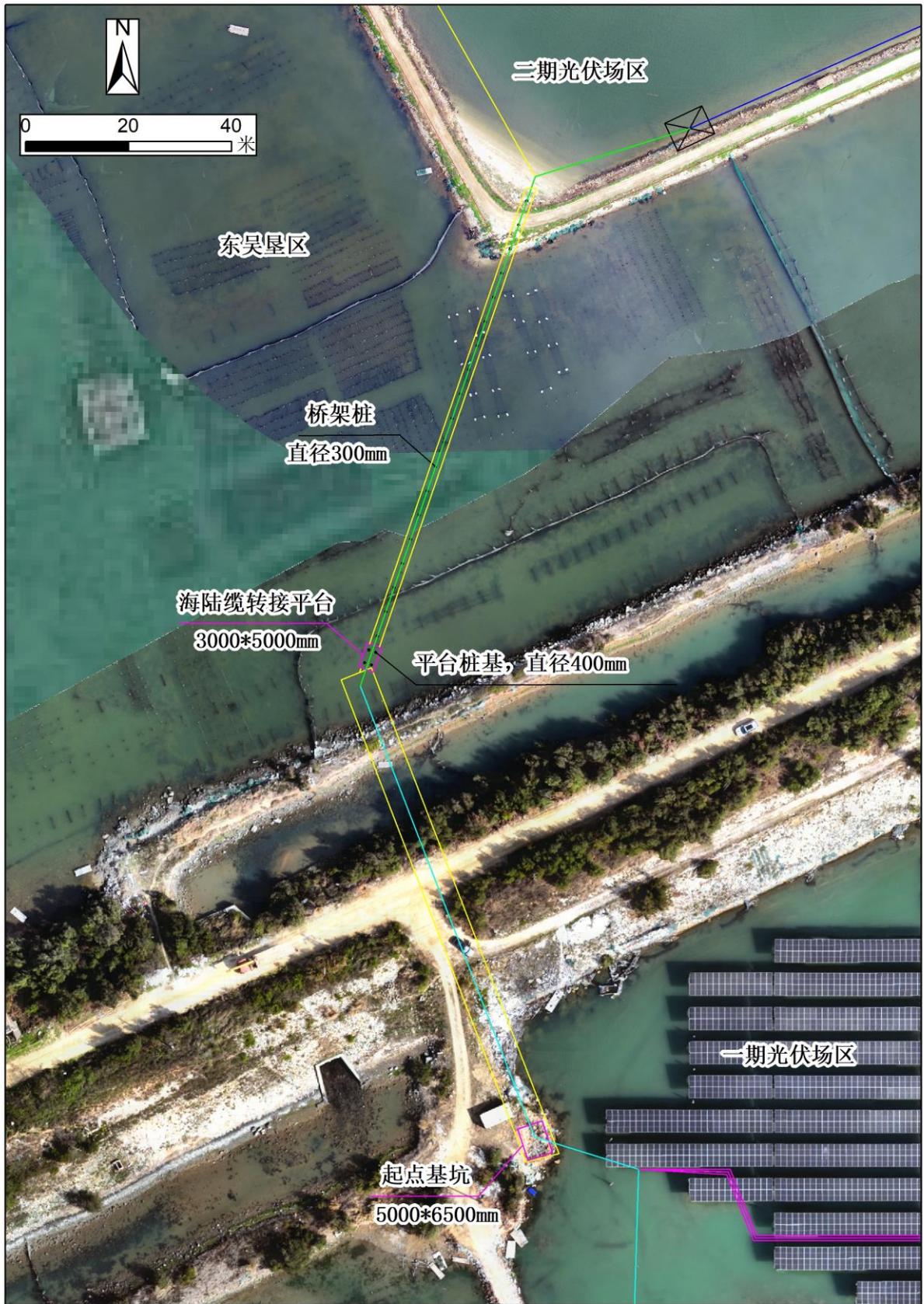


图 1.2-1 跨东吴垦区海堤段集电线路敷设方案平面示意图

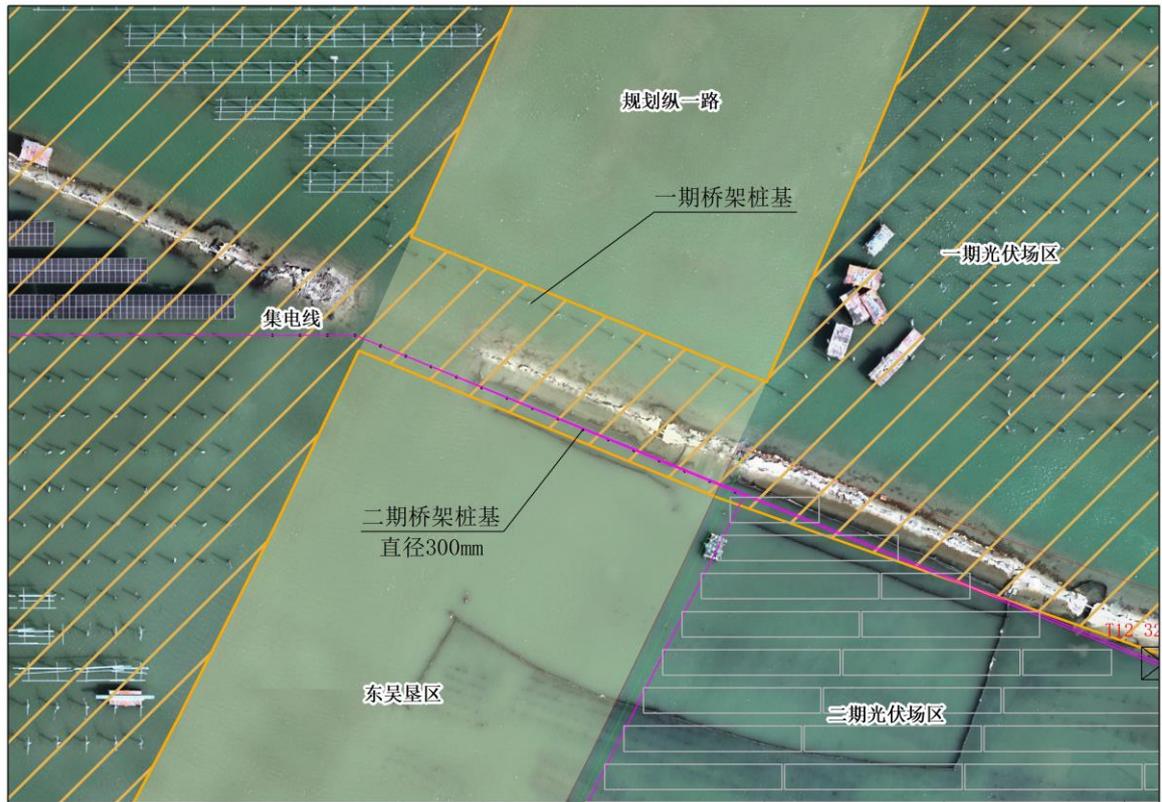


图 1.2-2 跨规划纵一路段集电线路敷设方案平面示意图

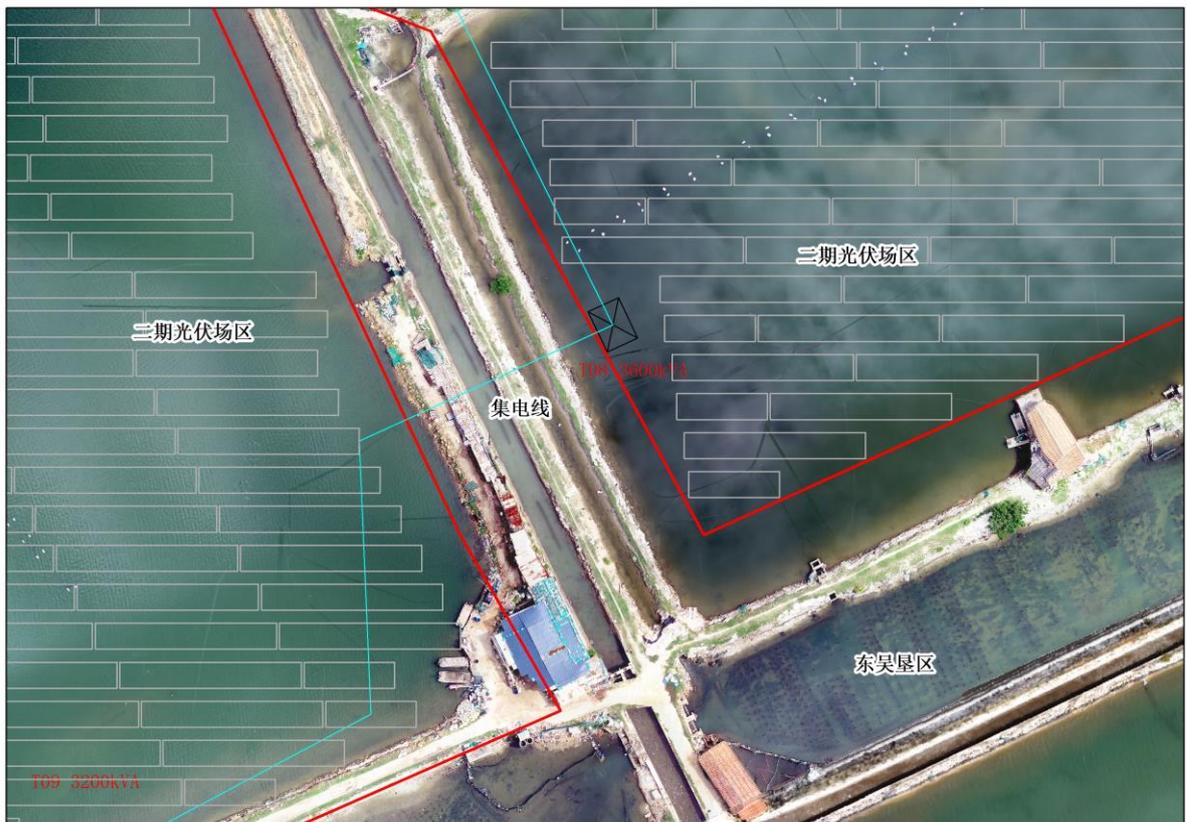


图 1.2-3 2#与3#光伏场区间垦堤段集电线路敷设方案平面示意图

2. 升压站平面布置方案

本项目不新建升压站，利用一期已建 110kV 升压站预留空间，扩建二期主变（规模为 $1 \times 120\text{MVA}$ ）、户内 GIS、户外 SVG、35kV 配电楼、储能设施，110kV 升压站站址中心坐标为东经 $119^{\circ}3'34''$ ，北纬 $25^{\circ}7'22''$ 。平面布置见图 2-1。



图 2-1 升压站平面布置图

3. 主要结构、尺度

3.1 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。

3.2 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，示意图详见图 3.2-1。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 $2382\text{mm} \times$

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。



图 3.2-1 固定式支架示意图（一期项目）

（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。箱变平台下方设有钢

制 2m³ 事故油箱。箱变基础示意图详见图 3.2-2。结构图见附图 5。



图 3.2-2 箱变基础示意图（一期项目）

（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。检修步道平面、立面示意图见附图 6。

（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 5.0m×6.5m 起点基坑和 3.0m×5.0m 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。详见附图 9 和附图 10。

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。拉管横断面示意图见图 3.2-3。

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。断面示意图见图 3.2-4。

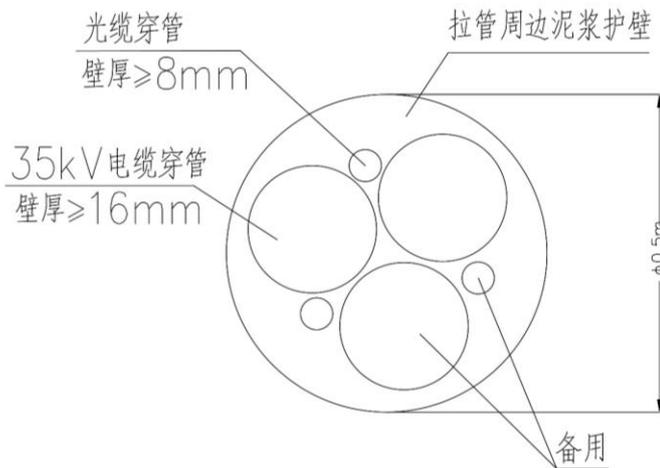


图 3.2-3 拉管横断面示意图

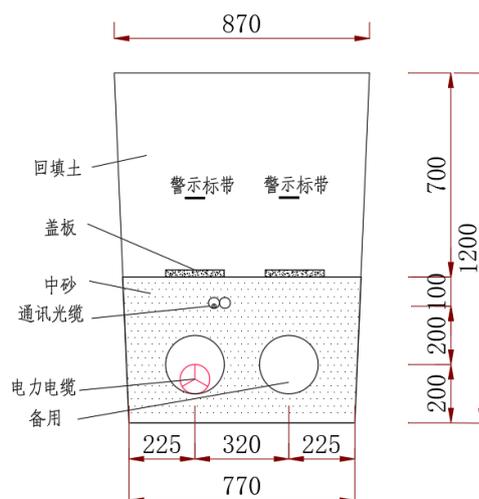


图 3.2-4 西侧两块光伏场区间穿管断面示意图

5.驱鸟方案

本电站采用细钢丝或鱼线的方案。

6.一期项目建设内容

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，项目发电容量为 100MW（交流侧）。光伏场区共设置 32 个子方阵，单个子方阵配置为：每 30 块 655Wp 高效单晶双面双玻组件串联为 1 个光伏组串，每 19/20 个组串接入 1 台额定容量为 320kW 的组串式逆变器，每 9/10 台组串式逆变器接入 1 台 3.2MVA 箱变。整个光伏场区采用 5 回 35kV 集电线路送至升压站。

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；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。

一期项目已于 2024 年 1 月获得环评批复（附件 8），并于 2025 年 5 月 31 日完成全容量并网，2025 年 9 月 21 日完成竣工环境保护验收（附件 9）。验收工作组认为，一期项目环评手续齐备，技术资料齐全，环境保护设施按要求落实建设，环境保护设施经查验合格，其防治污染能力和生态保护措施总体上适应主体工程的需要，具备环境保护设施正常运转的条件，项目从设计到竣工验收均没有发生或存在《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第八条规定的九类情形。项目竣工环境保护验收合格。

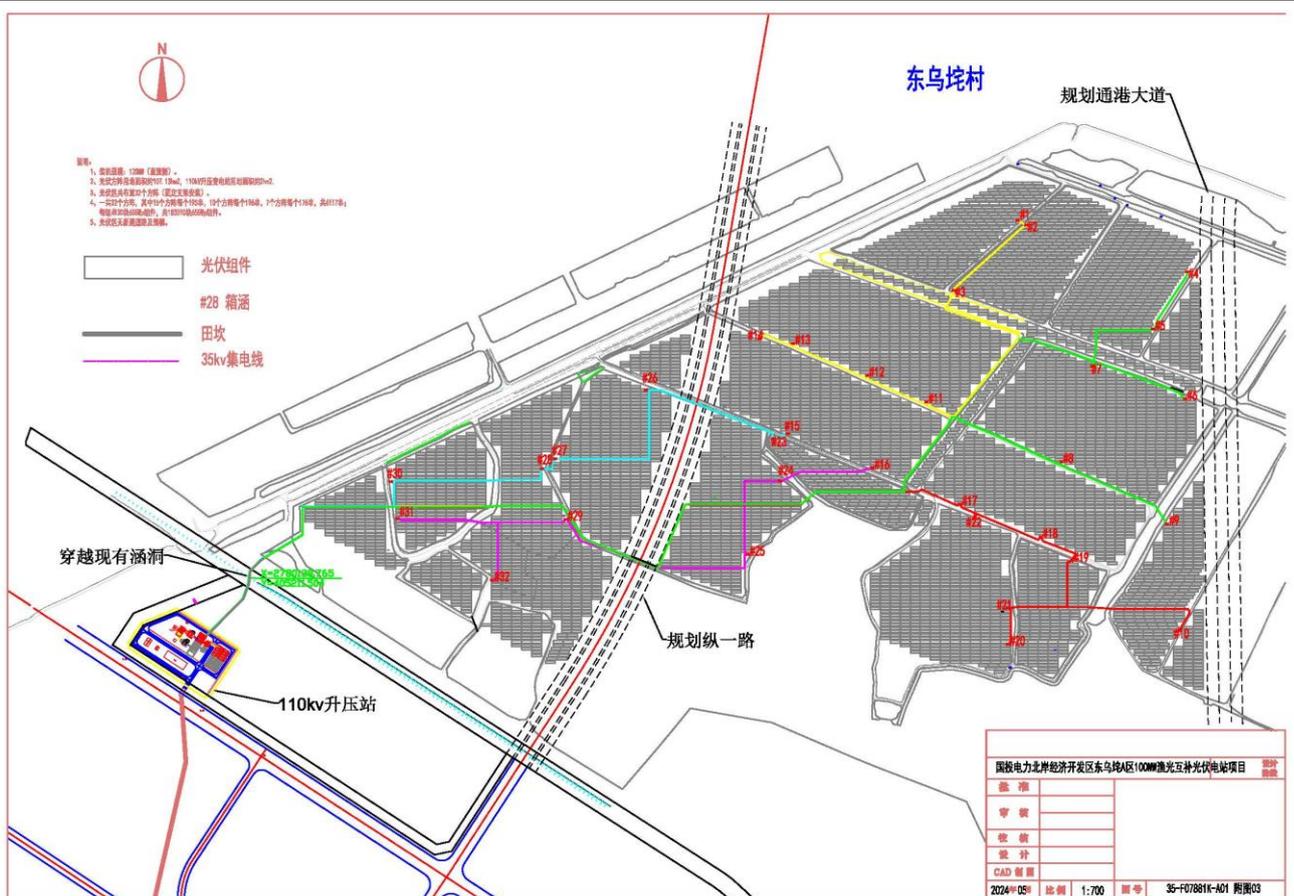


图 6-1 一期项目用海平面示意图



图 6-2 一期光伏场区现场照片



图 6-3 一期已建升压站现场照片

施
工
方
案

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

场区中部分布有多条塘埂。光伏区检修道路可利用垦区现有塘埂。

(3) 建筑材料

施工所需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。

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，工程临时设施布置在场内空地，建筑面积 2500m²，占地面积 7000m²，临时设施特性见表 2.3-1。施工人员居住租用当地民房。

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	综合仓库	1500	3000	彩钢板房
2	钢材加工厂	1000	2000	棚建结构
3	电池板及设备堆放场		2000	
	合计	2500	7000	

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、35kV 集电电缆直埋、升压站内构筑物建设及设备安装等。

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。

2.1 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（图 2.1-1）。



图 2.1-1 垦堤施工临时破口示意图

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

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

1) 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。

2) 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。

3) 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 光伏组件安装

本工程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。必须在每个太阳能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能电池组件，以防止太阳能电池组件受损。



图 2.3-1 光伏组件安装示意图

2.4.箱变施工和安装

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。



图 2.4-1 拼装浮驳吊装机示意图

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，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。



图 2.5-1 光伏场区内电缆支架示意图（一期项目）

(2) 跨垦区海堤集电电缆施工

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（图 2.5-2），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。



图 2.5-2 非开挖铺管钻机示意图

（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，海岸线向海一侧与一期项目直埋管道平行布置，海岸线向陆一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，直埋长度 0.55km。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。敷设路径示意图见图 2.5-3，电缆直埋敷设断面图详见图 2.5-4。



图 2.5-3 光伏区至铁路直埋敷设路径示意图

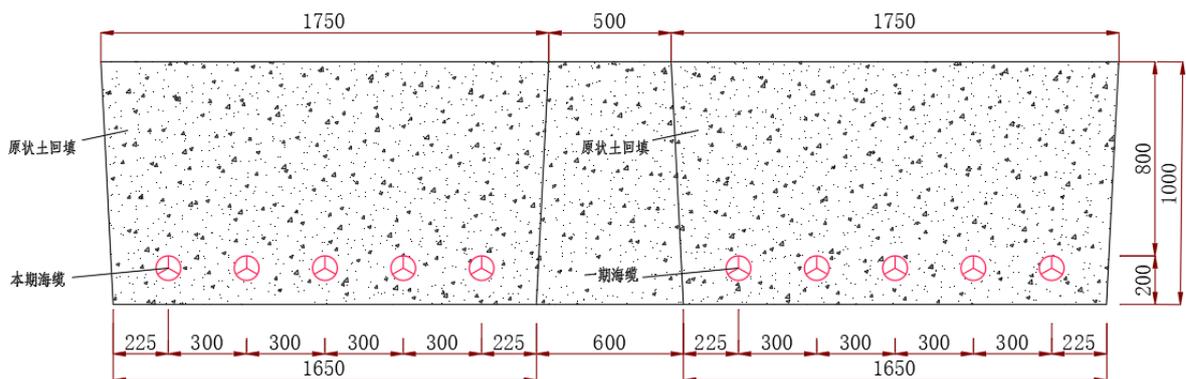


图 2.5-4a 海岸线向海一侧电缆直埋敷设断面图

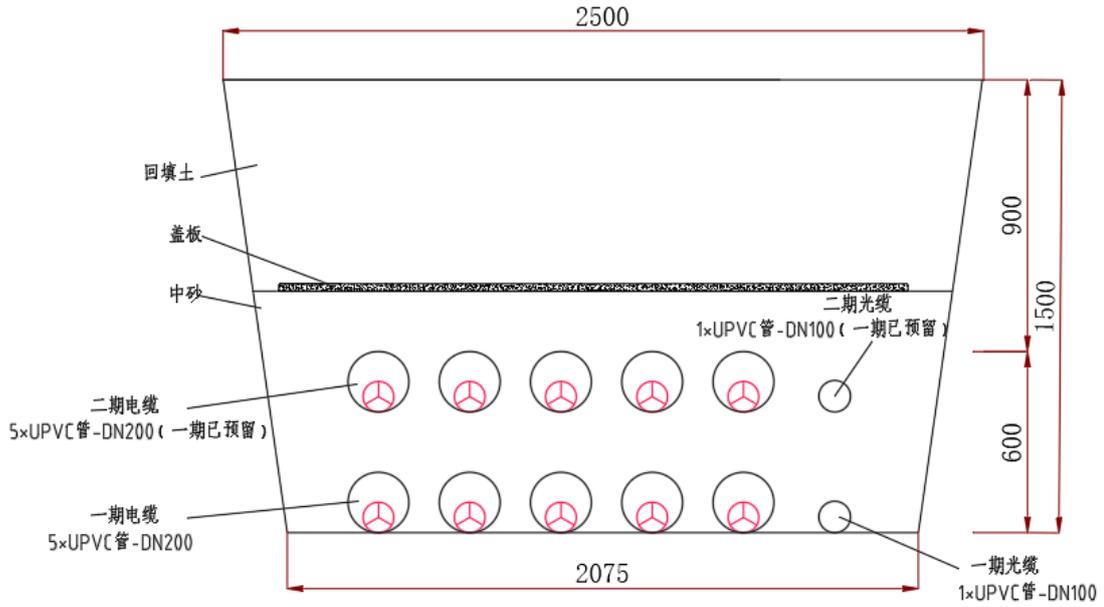


图 2.5-4b 海岸线向陆一侧电缆直埋敷设断面图

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。电缆穿越铁路框架涵断面如图 2.5-5 所示。

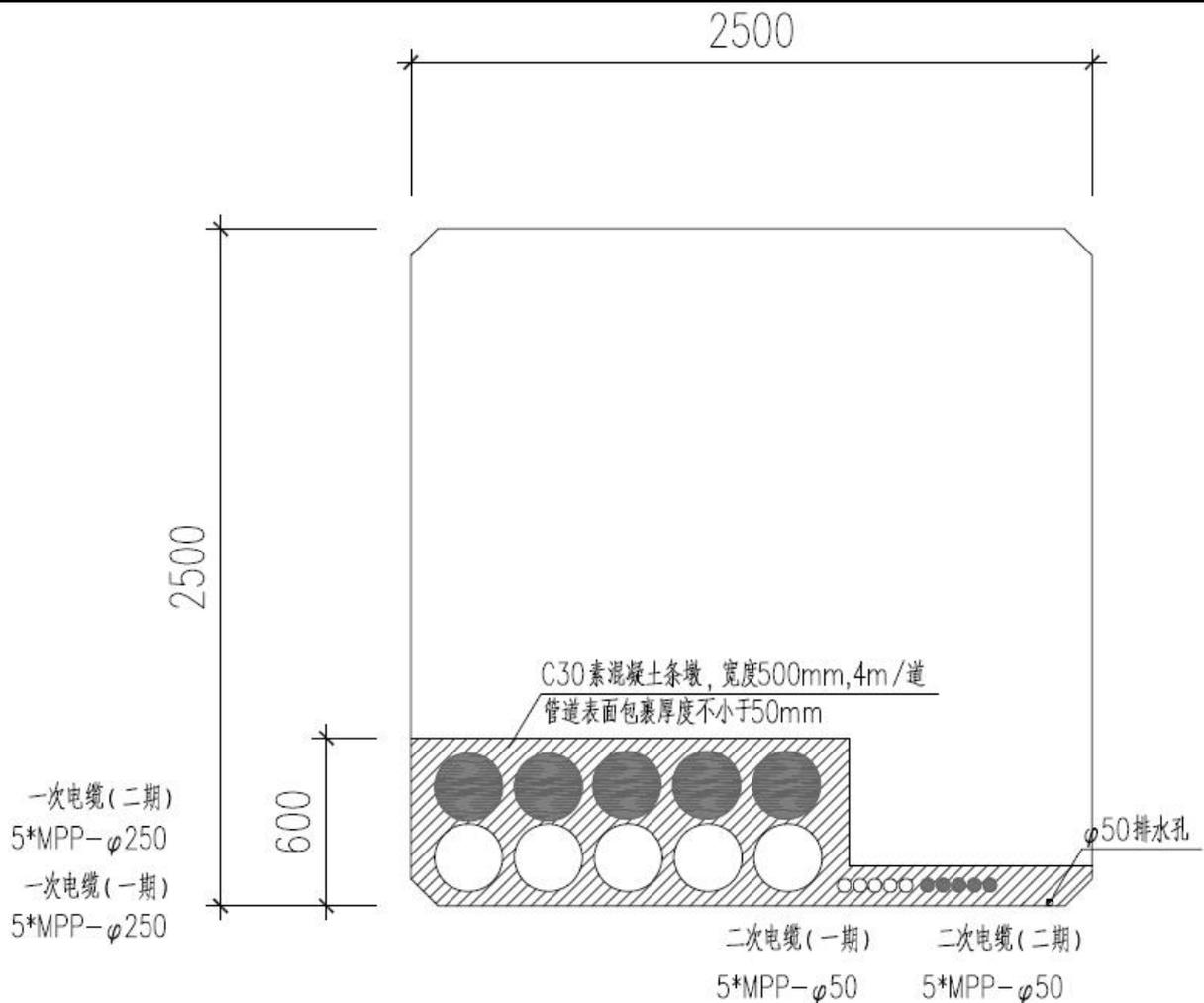


图 2.5-5 电缆穿越铁路框架涵断面图

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。

2.7 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 配电楼、1 台 120MVA 变压器、户外 SVG、户内 GIS 等,在升压站储能区的预留空地扩建储能升压变、电池舱等。

2.8 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。

2.9 主要施工机具

根据光伏电站特点，施工面比较分散，无重大件等特殊运输安装设备。施工主要机具详表 2.9-1。

表 2.9-1 主要施工机具一览表

序号	设备名称	型号规格	数量	国别产地	制造年份	额定功率(KW)	生产能力	用于施工部位
1	汽车吊	QY-25t	3	中国	2017	120	25t	材料卸车、运输
2	两栖挖掘机	PC220LC	12	中国	2018	120	1.6m ³	基础开挖、围堰
3	小型挖掘机	三一 75-9	12	中国	2018	57	0.8	围堰
4	装载机	ZL50, 3m ³	2	徐工	2018	162	3m ³	现场施工
5	打夯机	HW-60	6	中国	2018	3	3kW	基础回填
6	压路机	18t	3	中国	2018	86	18t	道路施工
7	运输船	10t	20	中国	2018	/	10t	材料、设备运输
8	轻型板车	2t	2	中国	2018	/	2t	材料、设备运输
9	打桩船	D60	10	中国	2018	/	/	桩基作业
10	打桩机	220 型	6	中国	2017	/	/	桩基作业
11	柴油发电机 1	30kW	6	扬州	2017	30	30kW	现场施工电源
12	柴油发电机 2	15kW	4	扬州	2017	15	15kW	现场施工电源
13	钢筋弯曲机	Φ12-Φ40mm	4	中国	2017	4	3kW	钢筋加工
14	钢筋切断机	Φ14-Φ40mm	4	中国	2017	5	3kW	钢筋加工
15	无齿锯	ø400mm	4	中国	2018	1	1kW	模板制作
16	木工平刨机	MB504-1, 400mm	4	中国	2018	2	2kW	模板制作
17	木工圆锯机	MJ-106	4	中国	2018	2	2kW	模板制作
18	交流电焊机	BX5	4	中国	2018	13	13kW	接地、焊接
19	自卸汽车	30t	6	中国	2018	/	/	土方运输
20	切割机	SQ-500	6	中国	2017	5.5	5.5	材料加工
21	真空泵	ZX-70	2	中国	2018	7	/	升压站
22	真空滤油机	GZJJ	1	中国	2017	90	/	升压站
23	储油罐	20t	2	中国	2017	/	20t	升压站
24	台 钻	Φ25	2	中国	2018	2	/	升压站
25	钳工工作台	1×200	1	中国	2018	/	/	升压站
26	砂轮机	Φ250	2	中国	2018	3	/	升压站
27	临时电源箱	400A	4	中国	2018	/	/	升压站
28	烘干箱	/	1	中国	2016	10	/	升压站
29	角磨机	Φ150	4	中国	2017	/	/	升压站
30	切割机	HLQ-12	3	中国	2017	2	/	升压站
31	液压顶升装置	QF-100	1	中国	2017	5	/	主变卸车
32	千斤顶	100t	4	中国	2018	/	100t	主变顶升
33	手动绞磨	10t	2	中国	2018	/	10t	升压站
34	手动绞磨	3t SJ4	6	中国	2018	/	/	升压站
35	手拉葫芦	1t	2	中国	2018	/	1t	升压站
36	手拉葫芦	2t	2	中国	2018	/	2t	升压站
37	手拉葫芦	3t	2	中国	2018	/	3t	升压站

38	手拉葫芦	5t	2	中国	2018	/	5t	升压站
39	放线架	15t	2	中国	2018	/	/	升压站
40	液压弯管机	PB-15	1	中国	2018	2	/	升压站
41	导线液压钳	200T HPE-3M	2	中国	2018	2	/	升压站
42	硬母线加工机	PBC-120	1	杭州	2018	2	/	升压站
43	SF6 气体回收装置	DILO	1	西门子	2018	5	/	升压站
44	潜水泵	1.5kW	10	中国	2019	1.5		降水

2.10 施工总进度

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。施工进度安排见附表 1。

滞洪区历史沿革及现状

东吴园区位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区，北至东吴中大道，南依东吴作业区，西临城港大道环路以南，东至规划通港大道，用地面积约 1678.8 公顷。该片区历经多次规划，目前最新规划为 2020 年深圳市蕾奥规划设计咨询股份有限公司编制的《湄洲湾临港产业园总体布局规划及近期行动规划》。土地利用规划图见附图 11。

(1) 原规划

根据《滨海新城（湄洲湾片）防洪排涝规划》及市政府审批意见，东吴园区原规划滞洪区面积为 3000 亩，30 年一遇最高洪水位为 2.70m。

(2) 2012 年调整

根据莆田市政府会议纪要（[2010]167 号）、（莆政函[2010]181 号）以及《滨海新城防洪防潮排涝规划报告（湄洲湾片）》有关规划成果：“同意将东吴园区 30 年一遇防洪水位从 2.7 米调整为 1.7 米，滞洪区面积从原规划 3000 亩扩大到 4300 亩，中、远期滞洪区面积缩小为 4300 亩以下时，增设排涝泵站，维持滞洪水位 1.7m”。经市水利局、市规划局、北岸管委会等有关单位进行了协商，2012 年 6 月市水利水电设计院对滞洪区和排洪渠布局进行调整。当月 19 日副市长傅冬阳召开专题会议研究并形成[2012]109 号会议纪要，确定调整后滞洪区面积为 4300 亩。

(3) 2013 年调整

2013 年，随着东吴园区土地开发利用进一步明晰，园区滞洪区位置需作局部性调整，经市水利局、市规划局、北岸管委会、市国投等有关单位多次磋商，进一步优化园区滞洪区和排

其他

洪渠布局。2013年4月19日副市长吴桂芳召开专题会议研究此次调整并形成[2013]63号会议纪要。确定调整后滞洪区面积仍为4300亩。

(4) 2016年调整

2016年，东吴园区新一轮产业规划定位为临港食品产业园，根据产业规划需要，经市发改委、市水利局、市规划局磋商，园区滞洪区形态相应调整。调整后仍维持滞洪区面积4300亩，其中240亩位于城港大道与铁路之间南北向狭长地带。

(5) 2017年调整

由于东吴片区城港大道与铁路之间铺设了涓洲湾排水管道，该狭长地带240亩已不适合布置滞洪区，另外赛得利项目东侧布置危化仓库新征用滞洪区面积60亩，因而为维持4300亩滞洪区面积，需在《东吴园区临港食品产业园产业发展规划》基础上对滞洪区形态作局部调整。

2017年3月，市水利水电设计院在征求市发改委、水利局、规划局、环保局和市国投公司等单位意见后，对滞洪区形态进行了局部调整。当月28日上午，受傅冬阳常务副市长委托，市政府办公室副主任陈金枝主持召开协调会并形成[2017]58号会议纪要，纪要如下：

1) 关于东吴园区滞洪区局部调整问题。鉴于涓洲湾排水管道工程占用东吴园区城港大道与铁路之间规划水域约240亩，赛得利项目危化品仓库征用规划水域约60亩，东吴园区滞洪区需进行局部调整，原则同意市水利水电设计院提出的东吴园区滞洪区平面布置方案，导顺现有东吴水闸排洪渠（201线与城港大道立交互通之下水域）。

2) 关于东吴滞洪区保护问题。滞洪区保护实行总量控制，占补平衡原则。根据市政府莆政综[2012]132号通知批复“东吴园区防洪标准30年一遇，滞洪区面积4300亩，滞洪区水位1.7米，中、远期滞洪区面积缩小为4300亩以下时，增设排涝泵站，维持滞洪水位1.7米”要求，在园区规划修编时若对滞洪区无较大形态改变，且保有水域面积达5000亩以上，今后项目建设需占用规划水域时，由北岸管委会或国投公司提出方案，征得市规划局、水利局同意，经市政府专题会议确定，进行滞洪区局部调整。

3) 关于金湖大道与滞洪区建设问题。金湖大道建设应整合绿化带、电力走廊、滞洪区护岸三个项目同步建设；金湖大道与东吴路堤之间的现状水域边界坐标由北岸开发区管委会商市水利水电设计院勘定，并与规划岸线坐标进行对比，于4月30日前报备市规划局、水利局。金湖大道与滞洪护岸项目的实施衔接，请北岸管委会牵头组织两个项目业主研究组织实施方案，做到同步进行，避免重复建设。

(6) 2020年调整

2020 年，由于海陆边界线的界定，旧海堤内的天然滞洪区不宜进行填海，再加上项目区内的地块开发已与原地块总体控规变化较大，所以 2017 年通过的滞洪区布局已经不适合现在片区的整体开发，因此业主委托深圳市蕾奥规划设计咨询股份有限公司对东吴园区重新规划设计，同时委托莆田市水利水电勘测设计院有限公司对其水系布置进行影响分析。

根据深圳市蕾奥规划设计咨询股份有限公司编制的《湄洲湾临港产业园总体布局规划及近期行动规划》，项目区内滞洪区规划水域面积不低于滞洪区原规划水域面积。其中，涉及填海部分主要集中在范围中区，不涉及填海部分主要集中在北区及南区，结合道路线位对位置及边缘进行微调。

2021 年《东吴园区滞洪区面积调整影响分析报告》对规划进行了影响分析，主要结论如下：

1) 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。

2) 当起调水位为 0.45m 时，闸前 30 年一遇最高水位为 1.66m，经回水计算，金湖大道以南滞洪区最高洪水位为 1.70m，可满足东吴园区防洪规划及有关批复要求。

滞洪区运行管理如下：

1) 平时，没有来洪水时，保持景观水位。当外海水位高于或等于起调水位时，水闸关闭；当外海水位低于内江水位时，开闸泄水。

2) 汛期，来洪水或天气预报有较大暴雨时，尽量抓紧时机提前开启水闸排水，腾空库容。当外海水位高于内水位时，水闸关闭；当外海水位低于内江水位时，开闸泄水。

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

1.主体功能区规划和生态功能区划情况

1.1.主体功能区规划

根据《福建省人民政府关于印发福建省主体功能区规划的通知》（闽政〔2012〕61号），本项目位于重点开发区域，重点开发区域是有一定经济基础、资源环境承载能力较强、发展潜力较大、集聚人口和经济的条件较好，从而应该重点进行工业化城镇化开发的城市化地区。

1.2.生态功能区划

根据《福建省人民政府关于印发福建省生态功能区规划的通知》（闽政文〔2010〕26号），本项目位于闽东南沿海台丘平原与近岸海域生态亚区—5209 湄洲湾港口发展生态功能区。湄洲湾港口发展生态功能区的主要生态环境问题：湾顶富营养化污染趋势加剧，海域水体面临富营养化的威胁。沿岸沙滩遭受破坏，海岸带植被受损严重。炼油广利港区附近海洋生物石油烃富集系数较高，海域生态受油污染的风险较大。主要生态系统服务功能是深水港口航道，渔业生态环境。保护措施与发展方向：重点维护深水航道功能，保持岸线稳定与港湾沉积环境动态平衡，合理利用深水岸线，合理布局石化等临港工业；加强港口和周边工业排污治理与管理，减轻污染负荷；合理布局海洋水产养殖，协调港口与水产养殖关系避免水产养殖受工业和港口污染影响。

生态环境现状

2.生态环境现状

2.1.1 土地利用现状

建设项目位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村，项目场址现状为养殖池塘。养殖池水深 1.45~2.35m，场地穿插分布有道路、田埂等。见照片 2.1-1。养殖水塘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。

东吴路堤工程海堤全长 4227m，堤线东岸设置 1 座孔纳潮闸(山柄水闸)，共 5 孔，每孔净宽 3m，闸底高程-1.0m（黄零，下同），山柄水闸具有双向功能，汛期时可兼做排洪闸；西岸设置 1 座排洪闸（东吴水闸），共 9 孔（其中 2 孔为排纳兼用），每孔净宽 3m，闸底高程-2.3m。

东吴工程主要水工建筑物（海堤、水闸）按 3 级建筑物设计，设计防潮标准为 50 年一遇高潮位加 50 年一遇风浪组合。

升压站依托一期已建 110kV 升压站，周边现状为荒地。

2.1.2 周边海域开发利用类型

项目周边海域开发利用类型主要为围海养殖用海。



照片 2.1-1 光伏区养殖池塘现状

2.2 水文动力现状调查与评价

2.2.1 附近海域水文动力现状调查与评价

为了解项目附近海域水文动力现状，海洋三所在附近海域布设了 6 个潮流泥沙测站，2 个短期（30 天）潮位测站。调查时间见表 2.2-1，调查站位见图 2.2-1 和表 2.2-2。

表 2.2-1 海洋水文调查时间表

观测内容	时间
海洋水文观测	大潮:2022 年 11 月 26 日 7 时~11 月 27 日 9 时(农历:初三~初四); 小潮:2022 年 11 月 17 日 7 时~11 月 18 日 9 时(农历:廿四~廿五)。
短期潮位观测	2022-11-08~2022-12-08

表 2.2-2 短期潮位站实测坐标表

站位	项目	经纬度	
		北纬	东经
T1 白屿短期潮位站	潮位	25° 09.729'北	119° 01.109'东
T2 黄牛屿短期潮位站		25° 01.973'北	119° 00.703'东
1#	潮流、泥沙	25°10.415'北	119°01.559'东
2#		25°11.025'北	119°00.172'东

3#	25°09.151'北	119°00.758'东
4#	25°09.363'北	118°39.566'东
5#	25°07.007'北	119°02.622'东
6#	25°05.571'北	119°00.668'东

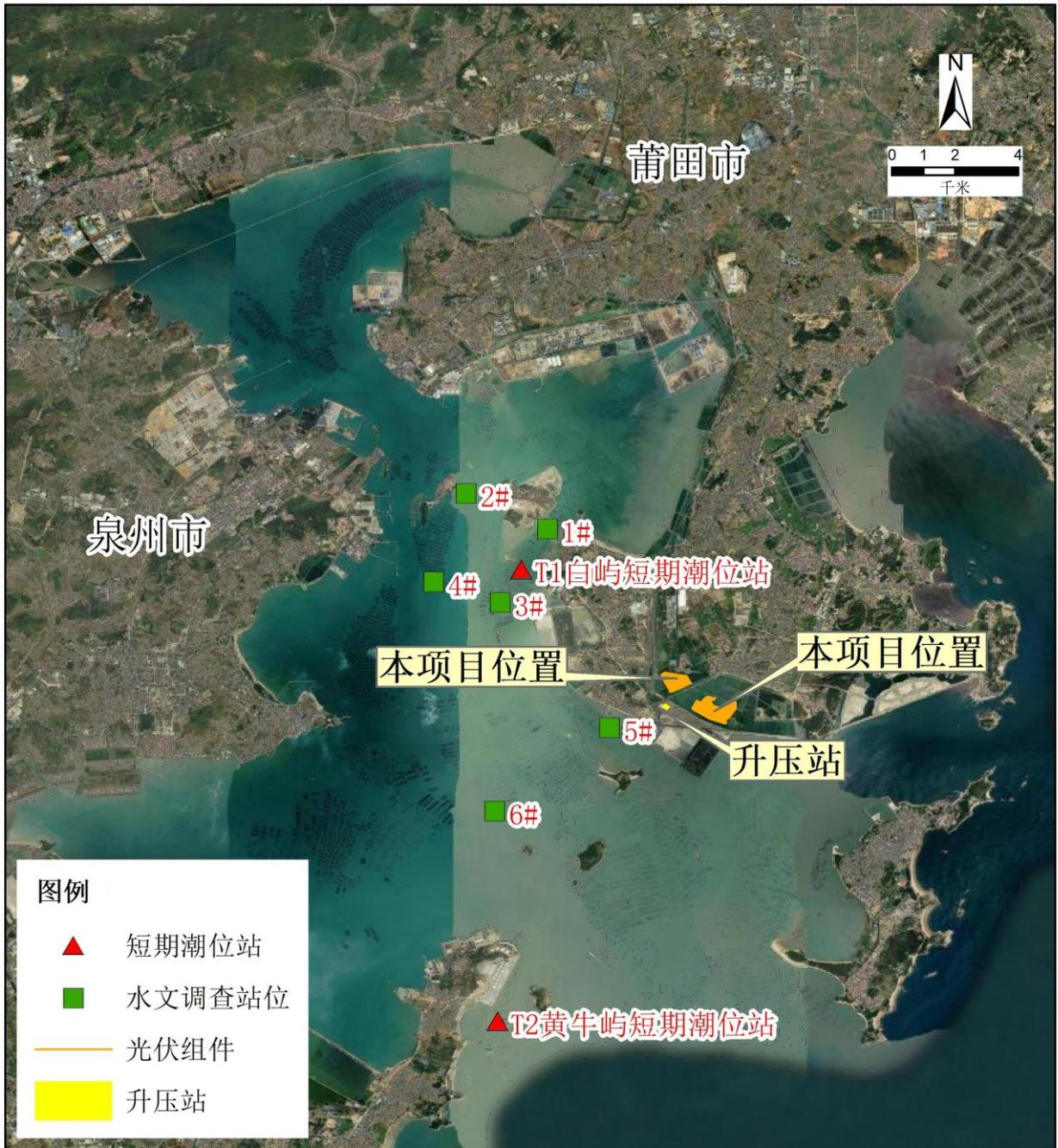


图 2.2-1 海洋水文调查站位图

2.2.1.1 潮位

(1) 潮汐统计特征值

对 2 个短期潮位站一个月的潮位实测资料进行特征值统计，得到 2 个站的潮汐特征值

如表 2.2-3 所示。

1) 平均潮位

观测期间，T1 东尾石多站及 T2 黄牛屿站的平均潮位分别为 40cm 和 39cm。

2) 高、低潮位

观测期间，T1 东尾石多站及 T2 黄牛屿站的最高潮位分别为 368cm 和 353cm，最低潮位分别为-347cm 和-342cm，平均高潮位分别为 293cm 和 282cm，平均低潮位分别为-201cm 和-195cm。

3) 潮差

观测期间，T1 东尾石多站及 T2 黄牛屿站的平均潮差分别为 494cm 和 477cm，最大潮差分别为 698cm 和 681cm。

4) 平均涨、落潮历时

观测期间，T1 东尾石多站及 T2 黄牛屿站的平均涨潮历时均为 6:06，平均落潮历时均为 6:18。

表 2.2-3 2 个潮位站的潮汐特征值统计表

项目	T1 东尾石多站	T2 黄牛屿站
平均潮位(cm)	40	39
最高潮位(cm)	368	353
最低潮位(cm)	-347	-342
平均高潮位(cm)	293	282
平均低潮位(cm)	-201	-195
最小潮差(cm)	248	236
平均潮差(cm)	494	477
最大潮差(cm)	698	681
平均涨潮历时	6:06	6:06
平均落潮历时	6:18	6:18
资料年限	2022-11-08~2022-12-08	
潮位基面	1985 国家高程基准	

(2) 潮汐性质

根据最主要的日分潮 K_1 和 O_1 两个分潮的振幅之和对最主要的半日分潮 M_2 分潮振幅之比值大小把潮汐划分成各种类型。

$\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}} < 0.5$, 属于正规半日潮; $0.5 < \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}} < 2.0$, 属于不正规半日潮;
 $2.0 < \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}} < 4.0$, 属于不正规日潮; $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}} > 4.0$, 属于正规日潮。

对 2 个潮位站一个月的潮位实测资料进行调和与分析, 得到 2 个站的调和常数 (见表 2.2-4)。表 2.2-5 为 2 个潮位站的潮汐性质特性统计表。

表 2.2-4 2 个潮位站的调和常数计算成果表

项目	T1 东尾石多站		T2 黄牛屿站	
	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)
K ₁	36.45	271.8	36.69	270.5
O ₁	25.03	227.2	25.42	226.0
P ₁	8.29	268.5	8.41	267.2
Q ₁	4.72	214.3	4.65	212.4
K ₂	23.94	9.6	23.01	6.6
M ₂	235.84	325.8	228.13	323.6
N ₂	36.41	310.1	35.31	306.8
S ₂	88.01	6.4	84.59	3.4
M ₄	4.50	262.1	3.80	253.2
MS ₄	2.51	288.6	2.20	279.8
M ₆	2.92	252.0	2.79	273.7
资料年限	2022-11-08~2022-12-08			

表 2.2-5 2 个潮位站的潮汐性质特性统计表

站位	T1 东尾石多站	T2 黄牛屿站
潮型判别数 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$	0.2607	0.2723
主要半日分潮振幅比 $\frac{H_{S2}}{H_{M2}}$	0.3732	0.3708
主要全日分潮振幅比 $\frac{H_{O1}}{H_{K1}}$	0.6867	0.6928
主要浅海分潮与主要半日分潮振幅比 $\frac{H_{M4}}{H_{M2}}$	0.0191	0.0167
主要浅海分潮振幅和 $H_{M4} + H_{MS4} + H_{M6}$ (cm)	9.93	8.79
资料年限	2022-11-08~2022-12-08	

由表 2.2-5 可见, 观测期间 T1 东尾石多站及 T2 黄牛屿站的潮型判别数值 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 分

别为 0.2607 和 0.2723，均小于 0.50，属于正规半日潮。

2.2.1.2 潮流

(1) 实测最大流速

各站大、小潮期间实测海流逐时分层流速最大值统计表见表 2.2-6~表 2.2-7，由表可见：工程海区最大涨潮流速出现在大潮 2#站 0.8H 层，为 111cm/s；最大落潮流速出现在大潮 6#站表层，为 88cm/s。其中位于罗屿大桥南侧水道的 1#站涨、落潮流最大流速分别为 111cm/s 和 75cm/s；惠屿东侧水道附近的 2#站涨、落潮流最大流速分别为 66cm/s 和 91cm/s；位于湄洲湾第三发电厂排水口附近的 3#站涨、落潮流最大流速分别为 41cm/s 和 49cm/s；位于惠屿南侧水道的 4#站涨、落潮流最大流速分别为 99cm/s、79cm/s；盘屿西北水道的 5#站涨、落潮流最大流速分别为 95cm/s 和 64cm/s；大竹岛西北侧水道的 6#站涨、落潮流最大流速分别为 66cm/s 和 88cm/s。

表 2.2-6 实测海流逐时分层流速最大值统计表(大潮)

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 °										
1#	涨潮	58	36	54	12	52	19	49	42	47	37	39	27
	落潮	75	221	69	219	70	220	73	219	71	215	66	209
2#	涨潮	107	17	106	16	106	20	107	23	111	19	92	16
	落潮	75	270	72	261	73	260	71	259	70	259	68	259
3#	涨潮	40	1	41	337	41	340	39	330	39	27	30	357
	落潮	49	204	42	211	40	213	42	188	40	187	41	181
4#	涨潮	93	357	99	354	88	355	87	353	76	352	69	353
	落潮	79	192	77	194	76	193	74	193	63	197	48	191
5#	涨潮	29	317	81	303	95	304	81	303	74	292	47	309
	落潮	47	140	62	138	64	131	61	128	56	121	37	134
6#	涨潮	63	349	62	350	63	350	66	349	52	356	47	340
	落潮	88	167	86	162	78	158	78	164	80	170	65	174

表 2.2-7 实测海流逐时分层流速最大值统计表(小潮)

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 °										
1#	涨潮	42	30	43	39	36	38	29	44	22	53	20	33
	落潮	44	222	45	226	41	227	46	225	44	224	42	233
2#	涨潮	72	14	57	19	46	27	41	20	39	24	28	46
	落潮	52	199	63	193	59	190	50	194	46	169	40	221
3#	涨潮	35	335	30	348	28	350	27	343	24	15	14	316
	落潮	21	211	20	197	20	187	23	197	31	176	22	173
4#	涨潮	52	355	45	11	38	359	33	3	33	358	24	14
	落潮	34	180	33	176	39	156	40	160	34	169	28	183
5#	涨潮	54	308	64	307	57	308	56	300	50	314	42	309
	落潮	31	124	35	124	40	130	34	132	32	128	34	138
6#	涨潮	41	349	34	353	36	2	32	348	32	342	28	340
	落潮	37	132	33	122	41	141	40	152	41	164	32	173

(2) 垂线平均流速、流向

大、小潮期间各站垂线平均流速、流向的计算结果见表 2.2-8~表 2.2-9。

观测期间，位于罗屿大桥南侧水道的 1#站涨、落潮最大垂线平均分别为 48cm/s 和 71cm/s；惠屿东侧水道的 2#站涨、落潮最大垂线平均分别为 106cm/s 和 71cm/s；位于湄洲湾第三发电厂排水口附近的 3#站涨、落潮最大垂线平均分别为 34cm/s 和 38cm/s；惠屿南侧水道的 4#站涨、落潮最大垂线平均分别为 86cm/s 和 71cm/s；盘屿西北水道的 5#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 73cm/s 和 54cm/s；大竹岛西北侧水道的 6#站涨、落潮最大垂线平均分别为 59cm/s、77cm/s。

大潮期间，1#、3#、6#站涨潮最大垂线平均流速小于落潮，2#、4#、5#站涨潮最大垂线平均流速大于落潮；而小潮期间，仅 3#、5#站涨潮最大垂线平均流速大于落潮，4#站涨、落潮最大垂线平均流速值相当，1#、2#、6#站涨潮最大垂线平均流速则小于落潮。

表 2.2-8 垂线平均流速流向表(大潮)

序号	涨潮垂线 平均流速		落潮垂线 平均流速		涨潮垂线 最大流速		落潮垂线 最大流速	
	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)
1#	36	32	218	42	14	48	218	71
2#	23	50	209	22	19	106	261	71

3#	358	21	207	27	20	34	216	38
4#	1	44	190	31	354	86	194	71
5#	306	36	130	36	302	73	130	54
6#	331	30	163	46	347	59	165	77

表 2.2-9 垂线平均流速流向表(小潮)

序号	涨潮垂线 平均流速		落潮垂线 平均流速		涨潮垂线 最大流速		落潮垂线 最大流速	
	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)	流向 (°)	流速 (cm/s)
1#	36	17	220	31	33	30	224	41
2#	24	24	195	31	23	45	193	52
3#	347	14	199	14	355	25	205	18
4#	0	20	173	18	356	33	161	33
5#	301	27	126	19	307	55	123	30
6#	333	17	159	25	349	33	149	36

(3) 潮流类型和潮流运动形式

本海区为正规半日潮流区，潮流运动形式除 2#站底层、3#站 0.8H 层和底层以外，各站均主要受湄洲湾湾内水道束缚，表现为典型的往复流性质，2#和 3#站近底层受岛屿、码头栈桥等局部地形影响，表现为带一定旋转性质的往复流。

(4) 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。表 2.2-10~表 2.2-11 为大、小潮期间各站各层及垂线平均余流分析成果表，从表中可以看出，在大、小期间，工程海域大潮余流流速大于小潮，但总体而言，余流流速不大。

大潮期间，各站分层余流流速和垂线平均余流流速最大值均出现在惠屿东侧水道附近的 2#站，其中各站分层余流流速最大值为 27.2cm/s，出现在 2#站 0.8H 层，各站垂线平均余流流速最大值为 25.5cm/s；小潮期间，分层余流流速最大值出现在 1#站底层，为 10.4 cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 7.6cm/s，出现在 6#站。

表 2.2-10 余流表(大潮)

站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
	流速 (cm/s)	流向 (°)												
1#	10.5	235	10.5	228	9.2	224	9.5	219	8.7	213	9.0	203	9.4	221
2#	23.5	21	25.9	19	26.0	22	26.8	22	27.2	22	23.9	19	25.5	21

3#	6.4	288	7.4	289	5.9	274	6.1	249	7.6	244	5.3	253	6.1	267
4#	8.6	337	9.1	346	8.8	349	8.0	345	8.0	348	5.7	356	8.0	346
5#	3.3	178	9.6	290	8.7	289	9.2	320	6.6	299	5.9	311	6.2	297
6#	16.2	176	14.4	179	12.9	179	12.8	174	11.2	172	9.6	174	12.8	176

表 2.2-12 余流表(小潮)

站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
	流速 (cm/s)	流向 (°)												
1#	3.9	213	5.6	229	6.6	235	8.7	227	9.8	220	10.4	225	7.4	225
2#	1.8	23	3.8	113	4.6	157	4.7	157	3.5	186	3.1	212	2.6	158
3#	5.3	298	6.2	300	3.8	277	2.8	235	4.9	221	5.0	238	4.0	265
4#	4.7	350	3.4	1	1.9	70	3.0	113	3.3	149	0.6	146	1.2	54
5#	9.1	298	5.5	309	2.4	295	2.9	281	2.2	251	3.1	227	3.8	287
6#	6.4	147	6.6	153	8.5	156	9.4	170	8.5	176	7.1	182	7.6	165

2.2.1.3 泥沙

(1) 特征值统计

大潮期间,各站的含沙量平均值介于 0.0320kg/m^3 (1#站)~ 0.0776kg/m^3 (5#站)之间,平均含沙量为 0.0468kg/m^3 。实测含沙量最大值为 5#站底层的 0.1500kg/m^3 ,实测含沙量最小值为 4#站表层的 0.0110kg/m^3 。

小潮期间,各站含沙量平均值介于 0.0225kg/m^3 (2#站)~ 0.0257kg/m^3 (5#站)之间,平均含沙量为 0.0240kg/m^3 。实测含沙量最大值为 5#站底层的 0.0469kg/m^3 ,实测含沙量最小值为 3#站表层的 0.0153kg/m^3 。

各站全潮平均含沙量值介于 0.0275kg/m^3 (1#站)~ 0.0517kg/m^3 (5#站)之间,全潮平均含沙量为 0.0354kg/m^3 。

(2) 含沙量空间分布特征

位于盘屿西北水道处的 5#站平均含沙量最大,为 0.0517kg/m^3 ;位于大生岛西北面海域的 6#站平均含沙量次之,为 0.0357kg/m^3 ;位于电厂前沿海域的 3#站、惠屿南面海域的 4#站及惠屿与乐屿之间水道处的 2#站全潮平均含沙量相差不大,分别为 0.0341kg/m^3 、 0.0321kg/m^3 和 0.0313kg/m^3 ;乐屿与塔林之间水道处的 1#站平均含沙量最小,为 0.0275kg/m^3 。

总体上看,含沙量的水平分布有自南向北、自湾口向湾内减小的趋势。

(3) 垂线平均含沙量

大潮期间，垂线平均含沙量以盘屿西北水道处的 5#站最大，其值为 0.0733kg/m^3 ；其次为大生岛西北面海域的 6#站和电厂前沿海域的 3#站，其值分别为 0.0449kg/m^3 和 0.0434kg/m^3 ；惠屿南面海域的 4#站及惠屿与乐屿之间水道处的 2#站垂线平均含沙量相当，分别为 0.0402kg/m^3 和 0.0396kg/m^3 ；乐屿与塔林之间水道处的 1#站的垂线平均含沙量最小，为 0.0318kg/m^3 。除 4#站的涨潮垂线平均含沙量小于落潮垂线平均含沙量及 2#站涨、落潮垂线平均含沙量相等外，其余各站涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量。总体上看，涨、落潮垂线平均含沙量相差不大。

小潮期间，垂线平均含沙量同样以盘屿西北水道处的 5#站最大，其值为 0.0255kg/m^3 ；其次为大生岛西北面海域的 6#站和电厂前沿海域的 3#站，其值分别为 0.0252kg/m^3 和 0.0243kg/m^3 ；乐屿与塔林之间水道处的 1#站及惠屿与乐屿之间水道处的 2#站垂线平均含沙量分别为 0.0229kg/m^3 和 0.0224kg/m^3 ；惠屿南面海域的 4#站的垂线平均含沙量最小，为 0.0220kg/m^3 。除 5#站的涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量外，其余各站涨潮垂线平均含沙量均小于落潮垂线平均含沙量。总体上看，小潮期间各站垂线平均含沙量相差较小。

(4) 悬沙粒度特征

大潮观测期间，各站各时段的悬沙组成主要为砂质粉砂（ST）和粉砂（T），其中砂质粉砂（ST）9组，粉砂（T）8组，其余是粘土质粉砂（YT），共7组。各站悬沙的平均粒径 M_z 在 $4.35\Phi\sim 6.57\Phi$ 范围内，平均为 5.71Φ （ 0.0218mm ）；各站中值粒径 d_{50} 在 $0.0090\text{mm}\sim 0.0330\text{mm}$ 之间，平均为 0.0160mm ；各站分选系数 $\sigma_{i\phi}$ 在 $1.30\sim 3.38$ 之间，为分选较差；偏态 SK_ϕ 在 $-0.51\sim 0.05$ 之间，以近对称为主；峰态 K_g 在 $0.70\sim 1.25$ 之间，峰态等级为宽到中等峰态，以宽峰态为主。

小潮观测期间，各站各时段的悬沙组成以粉砂（T）为主，共15组，其余为9组粘土质粉砂（YT）。各站悬沙的平均粒径 M_z 在 $5.98\Phi\sim 6.79\Phi$ 范围内，平均为 6.48Φ （ 0.0113mm ）；各站中值粒径 d_{50} 在 $0.0086\text{mm}\sim 0.0160\text{mm}$ 之间，平均为 0.0108mm ；各站分选系数 $\sigma_{i\phi}$ 为 $1.20\sim 1.72$ ，为分选较差；偏态 SK_ϕ 在 $-0.08\sim 0.13$ 之间，为近对称；峰态 K_g 在 $0.80\sim 0.90$ 之间，峰态等级为宽峰态。

综上所述，大、小潮期间，各站各时段的悬沙组成主要是粉砂（T）、砂质粉砂（ST）和粘土质粉砂（YT）。分选度上分选较差，偏态主要为近对称，峰态等级为宽峰态。

2.2.2 项目所在围垦区水文动力现状

根据本项目光伏区所在垦区和外侧水闸分布图（照片 2.2-1 和图 2.2-1）可以看出，项目

光伏区所在养殖池塘由围埂分割成若干小池塘，水深约 1.45~2.35m，池塘底高程约 -0.7~-0.2m。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。



照片 2.2-1 光伏区所在水塘航拍照片



图 2.2-1 光伏区外侧水闸位置图

2.3 地形地貌与冲淤环境

(1) 湄洲湾地形地貌

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。

海蚀崖：主要分布于基岩岬角和岛屿突出部，岸高 3~4m，大者 10m 多，工程区以北塔林以及罗屿等岛屿周边可见海蚀崖。

沙坝：主要见于塔林南侧，多出现于潮滩下段水道边，长达 1km，宽约 200~300m，高 0.5~1m，高潮淹没。由粗中砂或含贝壳的粗中砂组成。

海滩：宽 300 多米，出现在高潮区，坡度约 3°~5°，由中细砂组成。

潮滩：是潮间带的主要地貌类型，广泛分布于各港湾内，如秀屿、忠门、山腰等处，滩面宽阔平缓，断续成片分布。宽度不等，大者 5~6km，窄者数百米，坡度小于 1°。组成物质以粉砂质粘土为主，滩面有浮泥，质地稀软，人行下陷约 20cm，潮沟发育，多呈树枝状分布。

工程周边海域的水深地形图见图 2.3-1。

(2) 工程区地形地貌

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，养殖池水深约 1.45~2.35m。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。

工程周边海域水深地形见图 2.3-2。



图 2.3-1 涓洲湾水下地形图

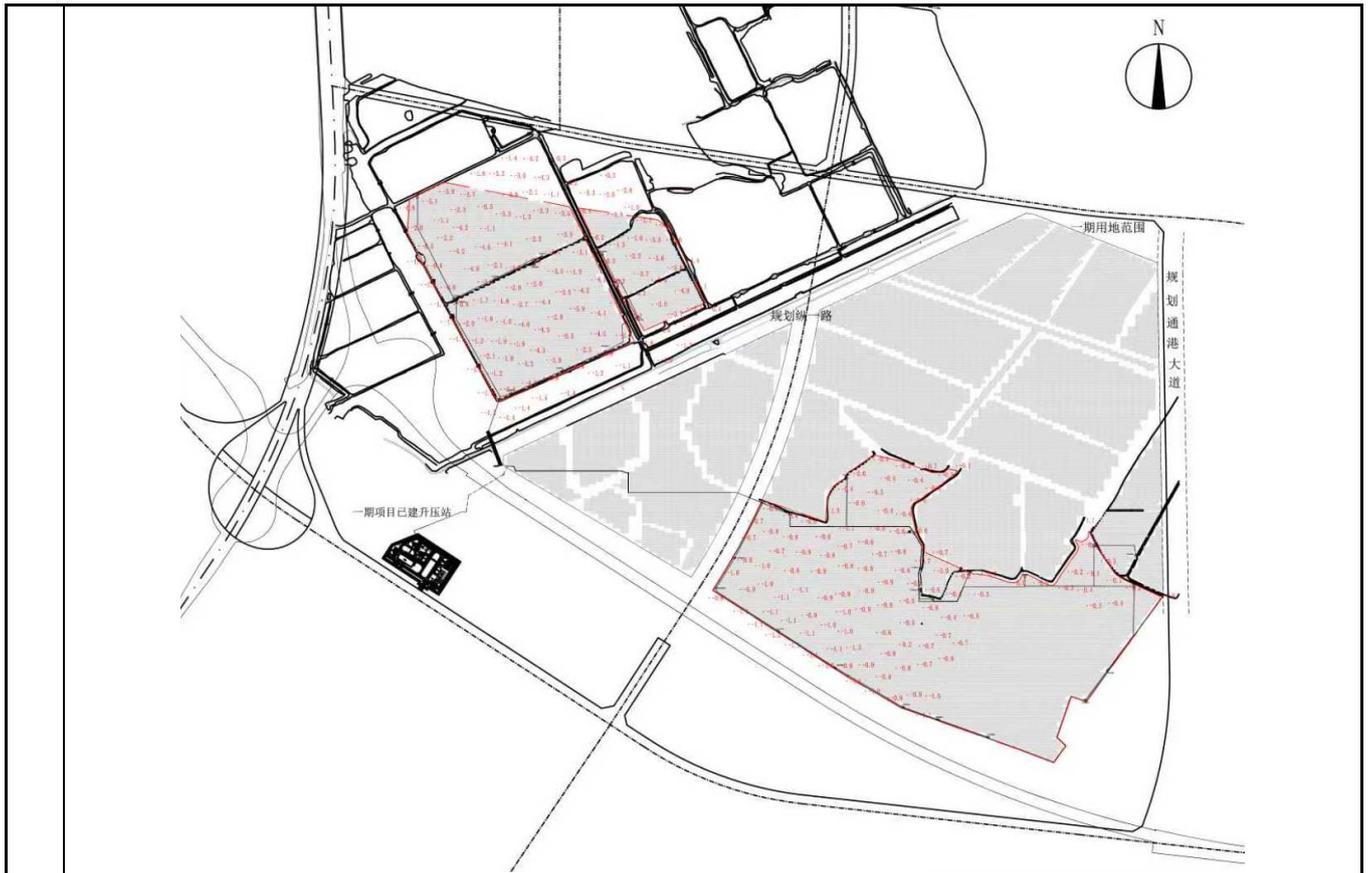


图 2.3-2 工程区水深地形图

2.4 海水水质现状调查与评价

2.4.1 附近海域水质调查结果

2.4.1.1 调查站位和调查时间

海水水质现状评价数据采用国家海洋局厦门海洋预报台 2023 年 3 月（春季）在项目区附近开展的水质和生态调查。站位详见图 2.4-1、表 2.4-1。因本航次调查缺少挥发酚调查数据，本报告同时收集了《国能（泉州）热电有限公司三期 2×600MW 扩建工程海域使用论证报告》中福建省创投环境监测有限公司 2023 年 3 月 22-23 日在湄洲湾海域开展的挥发酚调查数据进行补充，调查站位见图 2.4-2。

表 2.4-1 2023 年调查站位经纬度坐标

站位号	经度	纬度	监测内容
01	119.08704876	25.05516647	水质、沉积物、生态
02	119.05301295	25.06461768	水质
03	119.01376031	25.07665670	水质、沉积物、生态
04	118.98030039	25.09366099	水质
05	119.07184212	25.04370655	水质
06	119.09982459	25.02885871	水质、沉积物、生态
07	119.13890723	25.01872221	水质、沉积物、生态

	08	119.04575133	25.01834744	水质、沉积物、生态
	09	119.08288401	24.99779842	水质
	10	119.13412809	24.97646626	水质、沉积物、生态
	11	119.10114533	25.07236654	水质、沉积物、生态
	12	119.06512822	25.09282197	水质
	13	119.01874460	25.11046964	水质、生态
	14	119.12039755	25.10540615	水质、沉积物、生态
	15	119.16545502	25.11668479	水质
	16	119.15575158	25.08166388	水质
	17	119.19108658	25.09177659	水质、沉积物、生态
	18	119.15527569	25.04966013	水质、沉积物、生态
	19	119.20869459	25.04799451	水质
	20	119.17882442	24.99714940	水质、生态
	21	119.02244029	24.97647783	水质
	22	119.08386013	24.94242179	水质、沉积物、生态
	T1	119.11470786	25.06353965	潮间带生物
	T2	119.09100469	25.05063535	潮间带生物
	T3	119.10703320	25.04194192	潮间带生物
	T4	119.13296084	25.07079527	潮间带生物
	T5	119.10535002	25.07888809	潮间带生物

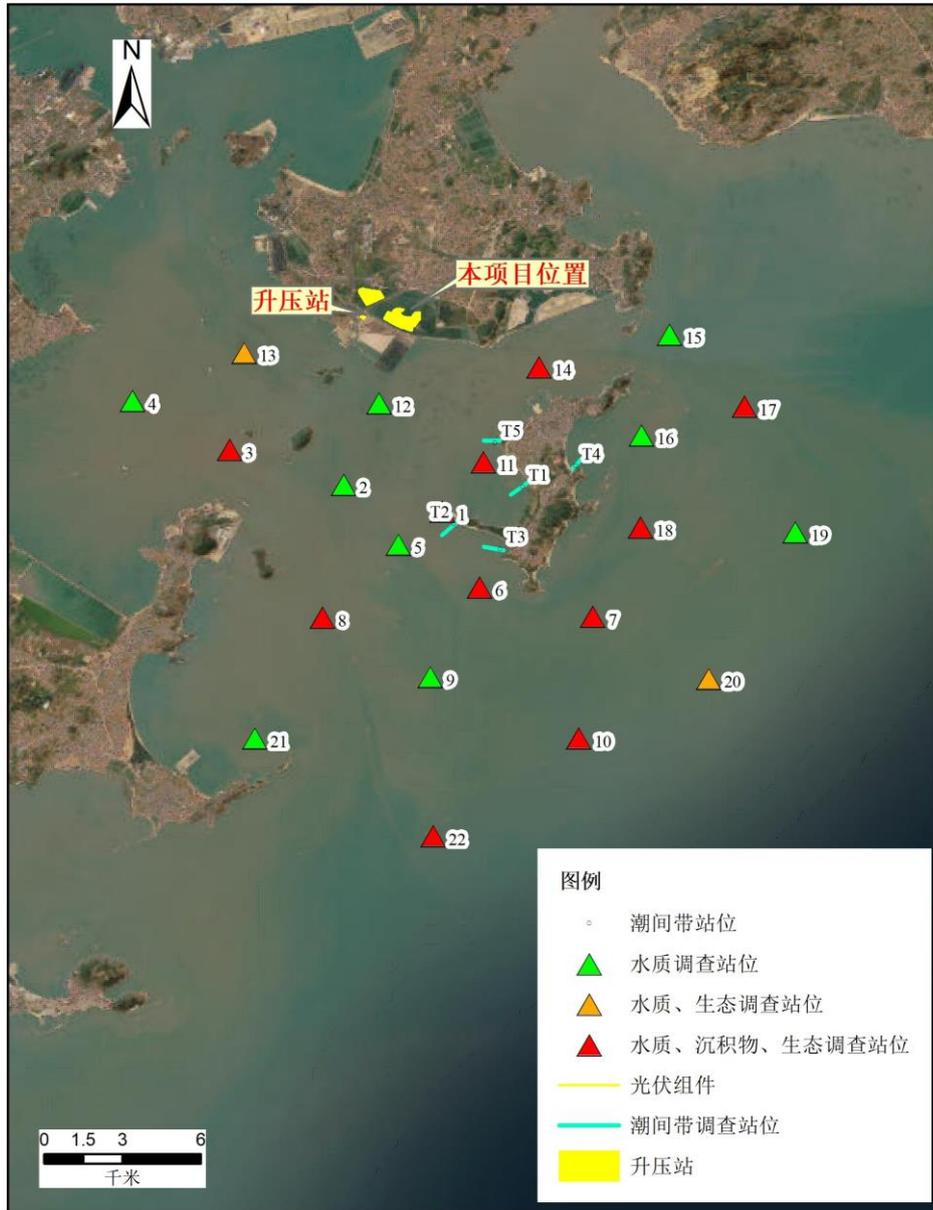


图 2.4-1 海洋调查站位图（国家海洋局厦门海洋预报台）



图 2.4-2 海洋调查站位图（福建省创投环境监测有限公司）

2.4.1.2 监测项目与监测方法

国家海洋局厦门海洋预报台 2023 年 3 月监测项目有：水温、盐度、pH、COD、溶解氧、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐；石油类、硫化物、汞、铜、铅、锌、总铬、镉、砷。补充搜集福建省创投环境监测有限公司 2023 年 3 月监测项目：挥发酚。

各项目样品采集、保存以及分析方法按 GB/T12763-2007《海洋调查规范》和 GB17378-2007《海洋监测规范》等执行。

2.4.1.3 评价方法与评价标准

采用单项标准指数加超标率法，即第 i 项标准指数 $P_i=C_i/C_s$ ；式中 C_i 为第 i 项监测值， C_s 为第 i 项标准值。 $P_i>1$ ，表明该水质超过规定的水质标准。根据《福建省近岸海域环境功能区划（2011~2020 年）》，各站位执行相应的海水水质标准。

表 2.4-2 水质各站位福建省近岸海域功能区划区域及评价标准

站位	近岸海域环境功能区	水质标准
1、2、5、6、7、9、10、11、15~20	FJ061-B-II 兴化湾平海湾二类区	二
3、4、8	FJ071-C-II 泉州湄洲湾三类区	二
12、13、14	FJ066-C-II 湄洲湾盘屿三类区	二
21	FJ070-D-III 湄洲湾小岞四类区	三
22	FJ073-B-II 大港湾二类区	二

2.4.1.4 海水水质调查结果

项目附近海域海水水质监测结果见附表 2。根据附表 2 可知：

水温：2023 年 3 月（春季）调查水温介于 13.2℃~14.5℃之间，平均值为 13.7℃。

盐度：2023 年 3 月（春季）调查盐度介于 30.8~31.6 之间，平均值为 31.1。

pH：2023 年 3 月（春季）调查 pH 介于 8.01~8.08 之间，平均值为 8.05。

悬浮物：2023 年 3 月（春季）调查悬浮物含量介于 7.9mg/L~38.4mg/L 之间，平均值为 15.8mg/L。

溶解氧：2023 年 3 月（春季）调查溶解氧含量介于 7.46mg/L~7.82mg/L 之间，平均值为 7.67mg/L。

化学需氧量：2023 年 3 月（春季）调查化学需氧量介于 0.51mg/L~0.98mg/L 之间，平均值为 0.82mg/L。

五日生化需氧量：2023 年 3 月（春季）调查五日生化需氧量介于 0.47mg/L~0.82mg/L 之间，平均值为 0.66mg/L。

石油类：2023 年 3 月（春季）调查石油类含量介于 25.8μg/L~34.0μg/L 之间，平均值为 29.8μg/L。

活性磷酸盐：2023 年 3 月（春季）调查活性磷酸盐含量介于 0.0154mg/L~0.0316mg/L 之间，平均值为 0.0267mg/L。

硅酸盐：2023 年 3 月（春季）调查硅酸盐含量介于 0.488mg/L~0.871mg/L 之间，平均值为 0.740mg/L。

无机氮：2023 年 3 月（春季）调查无机氮含量介于 0.270mg/L~0.542mg/L 之间，平均值为 0.393mg/L。

铜：2023 年 3 月（春季）调查铜含量介于 0.74μg/L~1.99μg/L 之间，平均值为 1.25μg/L。

铅：2023 年 3 月（春季）调查铅含量介于 0.48μg/L~1.72μg/L 之间，平均值为 1.05μg/L。

锌：2023 年 3 月（春季）调查锌含量介于未检出~52.4μg/L 之间，平均值为 13.7μg/L。

镉：2023 年 3 月（春季）调查镉含量介于 0.030μg/L~0.130μg/L 之间，平均值为 0.055μg/L。

铬：2023 年 3 月（春季）调查铬含量均未检出。

总汞：2023 年 3 月（春季）调查总汞含量介于 0.012μg/L~0.037μg/L 之间，平均值为 0.024μg/L。

砷：2023 年 3 月（春季）调查砷含量介于 1.68μg/L~1.83μg/L 之间，平均值为 1.78μg/L。

硫化物：2023 年 3 月（春季）调查硫化物含量均未检出。

挥发酚：调查海域挥发性酚介于未检出至 0.0029mg/L 之间。调查值均满足第一类海水

水质标准的要求（一类 $\leq 0.005\text{mg/L}$ ）。

2.4.1.5 评价结果

2023年3月（春季）评价结果见附表3。评价结果表明：

2023年春季：调查海域各测站海水中的全部站位的溶解氧、pH值、COD、石油类、铜、锌、镉、铬、汞、砷、硫化物、挥发酚含量均符合相应的水质管控要求。主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，其中无机氮超标率为92.68%，最大超标倍数为超标0.71倍（2号表层）；活性磷酸盐超标率为26.83%，最大超标倍数为17号站位超出标准0.04倍。

2.4.2 项目所在围垦区水质现状

2.4.2.1 调查站位和调查时间

2023年6月29日，自然资源部第三海洋研究所在项目区所在的围垦养殖区内进行了水质、生态相关的海洋环境调查。调查站位见图2.4-2。



图 2.4-2 项目附近水质、生态补充调查站位

2.4.2.2 监测项目与监测方法

监测项目有：水温、盐度、pH、COD、溶解氧、悬浮物、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐；石油类、汞、铜、铅、锌、总铬、镉、砷。

各项目样品采集、保存以及分析方法按 GB/T12763-2007《海洋调查规范》和 GB17378-2007《海洋监测规范》等执行。

2.4.2.3 调查结果

调查结果表明：本项目区域的水质 pH、溶解氧、生化需氧量、无机氮、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、汞和砷等参数均符合海水水质一类标准。2个站位水质化学需氧量含量符合海水水质一类标准（66.7%），1个站位化学需氧量含量符合海水水质二类标准（33.3%）。2个站位水质活性磷酸盐含量符合海水水质一类标准（66.7%），1个站位活性磷酸盐含量

符合海水水质二类标准（33.3%）。本调查区海水水质质量较好。

表 2.4-3 2023 年 6 月项目区水质调查结果

站号	层次	采样时间	温度	pH	盐度	溶解氧	BOD5	COD	无机氮	活性磷酸盐
	/m	/(时、分)	°C			/(mg/L)				
1	0.5	1600	28.5	8.03	28.465	7.09	0.81	1.63	55.155	0.002
3	0.5	1640	28.3	8.04	28.924	7.75	0.9	2.1	16.753	0.022
2	0.5	1730	28.1	8.03	28.857	6.9	0.74	2.03	14.847	0.002
站号	层次	采样时间	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油类
	/m	/(时、分)	/(μg/L)							
1	0.5	1600	2.58	4.63	4.63	0.243	2.05	0.03	2.61	21.1
3	0.5	1640	2.12	1.96	1.96	0.199	2.02	0.022	4.26	23.7
2	0.5	1730	1.75	9.48	9.48	0.22	1.97	0.016	4.15	18

2.5 海洋沉积物质量现状调查与评价

(1) 项目调查方案

项目调查时间：2023 年 6 月 29 日，调查位置共 3 个站位，见图 2.4-2。

调查项目：铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷、石油类、硫化物、有机碳，共计 10 项。

评价标准：根据《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）。

(2) 调查结果

本次沉积物质量调查表明，调查海区沉积物有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油类含量均符合海洋沉积物质量标准一类标准。2 个站位硫化物含量符合海洋沉积物质量标准一类标准（66.7%），2 号站符合海洋沉积物质量标准三类标准（33.3%）。

表 2.5-1 项目区沉积物质量调查结果

站号	采样时间	硫化物 /10 ⁻⁶	铜/10 ⁻⁶	铅/10 ⁻⁶	锌/10 ⁻⁶	镉/10 ⁻⁶	铬/10 ⁻⁶	汞/10 ⁻⁶	砷 /10 ⁻⁶	石油类 /10 ⁻⁶	有机碳 /10 ⁻²
1	0.5	125	9.18	13.4	48.8	0.0609	18.4	0.054	5.69	56.6	0.42
2	0.5	512	6.02	8.96	30.9	0.115	14.3	0.073	2.99	40.6	0.97
3	0.5	261	20.6	32.2	120	0.15	56.2	0.048	8.80	47.3	1.13

2.6 海洋生物量现状调查与评价

2.6.1 附近海域生物质量调查

(1) 监测站位与监测时间

2023 年 3 月自然资源部厦门海洋预报台在湄洲岛周边海域各采集了 3 个贝类样品开展生物质量检测，样品的采集信息见表 2.6-1。

表 2.6-1 贝类样品采集信息表

采样时间	站位编号	生物名称	东经	北纬
------	------	------	----	----

2023年3月	MZS01	牡蛎	119° 08'3.0"	25° 05'57.6"
	MZS02	牡蛎	119° 06'5.7"	25° 03'40.9"
	MZS03	花蛤	119° 05'38.8"	25° 02'11.7"

2023年3月所采集的海洋生物样品检测结果见表2.6-2，从检测结果看，牡蛎体内铜、铅、镉、锌含量明显高于花蛤。

表 2.6-2 海洋生物质量检测结果（鲜重，mg/kg）

采样时间	站位	生物名称	铜	铅	镉	锌	铬	总汞	砷	石油烃
2023年3月	MZS01	牡蛎	64.21	0.15	0.170	186.4	0.12	0.018	ND	8.28
	MZS02	牡蛎	77.18	0.08	0.144	199.8	0.15	0.019	ND	7.12
	MZS03	花蛤	ND	0.09	0.103	12.5	0.06	0.012	ND	7.17

备注：“ND”表示未检出，铜、砷的检出限分别为2.0 mg/kg、0.2 mg/kg。粗体表示含量超出第一类海洋生物质量标准。

海洋生物质量评价结果：

2023年3月采集的贝类生物体中镉、铬、总汞、砷、石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准；牡蛎体内铜、锌含量均超过第一类海洋生物质量标准而符合第二或第三类生物质量标准；MZS01 站位牡蛎体内铅含量超过第一类海洋生物质量标准而符合第二类生物质量标准，MZS02 站位牡蛎体内铅含量符合第一类海洋生物质量标准；花蛤体内铜、铅、锌含量则均符合第一类海洋生物质量标准。。

2.6.2 项目区生物质量调查

样品选自2023年6月29日调查区域养殖品种。本次生物质量监测项目为石油烃、铜、铅、锌、镉、铬、汞和砷共8个要素。具体统计结果如表2.6-3。

表 2.6-3 夏季航次生物质量统计（鲜重，mg/kg）

站位	名称	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	石油烃
3	凡纳滨对虾	3.18	0.0173	13.3	未检出	0.476	0.0080	2.12	5.7
1	远海梭子蟹	2.81	0.0844	25.7	0.0116	0.385	0.010	2.57	4.1
2	菲律宾蛤仔	1.25	0.189	12.4	0.0833	0.613	0.017	2.35	9.9

调查结果显示：调查海区甲壳类中的铜、铅、锌、镉、汞、石油烃含量均低于《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录C中生物质量评价标准，甲壳类中的砷含量高于《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录C中生物质量评价标准。菲律宾蛤仔的铜、锌、镉、汞和石油烃含量符合海洋生物质量一类标准，铅、

铬和砷含量符合海洋生物质量二类标准。

2.7 海洋生态现状调查与评价

2.7.1 附近海域海洋生态调查结果

2.7.1.1 调查站位和调查内容

(1) 调查时间和站位

海洋生态大面调查站位为 2023 年水质调查站位其中的 13 个站位，站位见 2.4-1 和图 2.4-1。

调查内容包括：叶绿素 a、浮游植物、底栖生物、游泳动物、潮间带生物、鱼类浮游生物、浮游动物，共计 7 项。

(2) 采样方法

①叶绿素 a

采表层水样。

②浮游植物

采集表层水样，用 Lugol's（复方碘溶液）溶液固定。分析每站的浮游植物种类组成、密度。

③浮游动物

使用浅水 I 型浮游生物网采集，从底层到表层垂直拖取，浓缩样品，用 5% 甲醛溶液固定。实际操作中，可视采集到的浮游动物量增加采样次数。

④大型底栖生物

采用 0.05m² 的采泥器，每站不少于 3 次，沉积物经套筛网（上层网目为 2mm，中层网目为 1mm，底层网目为 0.5mm）淘洗后，用 5% 甲醛溶液固定，分析各站浅海大型底栖生物的种类组成、数量和生物量。

⑤潮间带生物

定量取样：采用 0.25m×0.25m 样方采集（面积 0.0625m²）。通常高潮区布设 2 个站位，中潮区布设 3 个站位，低潮区 1-2 个站位。在滩面较短的潮间带，也可在高潮区布设 1 个站位，中潮区 3 个站位，低潮区 1 个站位。每个站位 4-8 个样方。沉积物经套筛网（上层网目为 2mm，中层网目为 1mm，底层网目为 0.5mm）淘洗后，用 5% 甲醛溶液固定，分析各站大型底栖生物的种类组成、数量和生物量。低潮区的样品须在大潮期间进行，若断面或站数较多，而工作量较大时，中、高潮期站位样品采集可安排在小潮期间进行。

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。但定性样品务必与定量样品分装，切勿混淆。

⑥游泳动物

游泳动物资源调查采用底层单拖作业大面定点调查方法，大面定点每一网次拖曳时间为 60 min。调查按照《海洋调查规范 第六部分：海洋生物调查》(GB 12763.6-2007)方法进行。起网后把渔获物倒在甲板上，挑出杂物。渔获物总重量在 30kg~40kg 及以下时，全部取样分析；渔获物总重量大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机采集分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站次准确渔获总重量，并从中再留取特殊需要的样品。所得渔获物样品全部冰鲜带回实验室冷冻保存。在实验室内将样品解冻，分站位进行种类鉴定、计数、称重和统计分析。

如调查海域养殖区分布密集无法开展底层单拖作业大面积定点调查，则采用至少 4 个以上定置张网作业的方式进行定点布局调查。

⑦鱼类浮游生物

鱼类浮游生物调查按照《海洋调查规范 第六部分：海洋生物调查》(GB 12763.6-2007)方法进行。利用浅水 I 型浮游生物网(口径 50cm，网长 145cm，孔径 0.505mm)，进行垂直拖网和水平拖网，其中垂直拖网 12 个站位，水平拖网 2 个断面。两种网具的网口分别系有垂直网口流量计、水平网口流量计。垂直拖网采样时，当网具沉子触及海底时垂直拉起；水平拖网采样时，则让网具在海区表层拖拽 10 min。采集的样品用 5% 的福尔马林溶液现场固定，在实验室内进行鱼卵和仔稚鱼的挑选计数、分类鉴定。垂直拖网和水平拖网的密度分别用粒(尾)/m³和粒(尾)/m²表示。

(3) 分析方法

海洋生态主要进行叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、鱼类浮游生物、大型底栖生物、潮间带生物、游泳动物鉴定和数量统计工作。相关的样品预处理和保存方法参见表 2.7-1。

表 2.7-1 海洋生态样品预处理和保存方法

项目	贮存容器	保存条件	固定剂
叶绿素 a	P	冷藏	碳酸镁悬浮液(10g/L)
潮间带生物	P	常温	5% 甲醛
底栖生物	P	常温	5% 甲醛
浮游植物	P	常温	鲁哥氏液
浮游动物	P	常温	5% 甲醛
鱼类浮游生物	P	常温	5% 甲醛
游泳动物	双层聚乙烯袋	冰鲜或速冻	

(4) 评价方法

叶绿素

叶绿素 a 含量采用 Jeffrey-Humphrey (1975) 的改进公式计算。

优势度 (Y) 及计算方法

优势种的概念有两个方面涵义，一方面指占有广泛的生境，可以利用较高的资源，具广泛适应性，在空间分布上表现为空间出现频率 (f_i) 较高，另一方面，表现为个体数量 (ni) 庞大，丰度百分比 (ni/N) 较高。

设: f_i ——第 i 个种在各样方中的出现频率;

ni ——群落中第 i 个物种在空间中的丰度;

N ——群落中所有物种的总丰度;

综合优势种概念的两个方面，得出优势种优势度 (Y) 的计算公式:

$$Y=ni/N \times f_i$$

本报告规定优势度 $Y \geq 0.02$ 时为优势种。

生物生态评价方法及其指数计算

生物群落结构的特征值包括丰度 (d)、群落多样性指数 (H') (Shannon & Wiener, 1963)、均匀度 (J) (Pielou, 1969) 和优势度 (D)，其计算公式如下:

$$d=(S-1)/\log_2 N$$

$$H'=-\sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

$$J=H'/\log_2 S$$

$$D=(N_1+N_2)/NT$$

式中, S 为样品中种类总数, N 为单位体积样品总个体数, P_i 为第 i 种的个体数与样品总个体数的比值, N_1 和 N_2 分别代表样品中第一优势种和第二优势种的个体数, NT 代表样品总个体数。

2.7.1.2 叶绿素 a

2023 年 3 月航次调查海区表层叶绿素 a 含量介于 $1.72\text{mg}/\text{m}^3 \sim 2.64\text{mg}/\text{m}^3$ 之间, 其中 17 号站位最高, 13 号站位最低, 平均值为 $2.24\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2.7.1.3 浮游植物

(1) 种类组成

2023 年 3 月航次共鉴定浮游植物 2 门 37 种, 其中硅藻门种类数最多, 共 34 种, 占总种类数的 91.9%, 甲藻门 3 种, 占 8.1%。

2023 年 3 月航次调查海区浮游植物细胞密度介于 $2.82 \times 10^3 \text{cells}/\text{L} \sim 8.10 \times 10^3 \text{cells}/\text{L}$ 之间,

平均为 4.66×10^3 cells/L, 其中 6 号站位最高, 10 号站位最低。

2023 年 3 月航次优势种共有 3 种, 其中具槽帕拉藻和细弱海链藻在两个航次中均为优势种, 且具槽帕拉藻均占主要优势。

2023 年 3 月航次各站位浮游植物多样性指数 H' 介于 0.59~2.66 之间; 均匀度 J 介于 0.21~0.68 之间, 平均为 0.3; 丰富度 d 介于 0.42~1.20 之间, 平均为 0.75; 群落优势度 D 介于 0.63~0.95 之间, 平均为 0.88。

2.7.1.4 浮游动物

(1) 种类组成

2023 年 3 月 (春季) 采集样品共鉴定浮游动物 52 种 (类), 含浮游幼虫 11 种 (类)。在种类组成上以桡足类为最优势类群, 共记录到 26 种。

(2) 总个体密度的分布

2023 年 3 月调查海区浮游动物总个体密度的均值为 53.00 ind/m^3 , 介于 $7.69 \text{ ind/m}^3 \sim 188.71 \text{ ind/m}^3$ 之间, 最高在 13 号站, 最低在 17 号站。在各类群密度中, 以桡足类为最优势类群, 占总密度的 81.20%, 各站位均值为 43.03 ind/m^3 。

(3) 湿重生物量和分布

2023 年 3 月调查海区各调查站位浮游动物湿重生物量的均值为 35.9 mg/m^3 , 介于 $8.8 \text{ mg/m}^3 \sim 82.0 \text{ mg/m}^3$ 之间, 最高在 20 号站, 最低在 17 号站。

(4) 主要种的优势度及其分布

2023 年 3 月航次浮游动物优势种有 5 种 (类), 两个航次的优势种各不相同,

(5) 生物多样性指数分析

种类丰富度(d): 2023 年 3 月航次调查区浮游动物的种类丰富度平均值为 2.31, 介于 1.20~3.01 之间。

均匀度指数(J): 2023 年 3 月航次调查海区各站位浮游动物的均匀度指数平均值为 0.66, 介于 0.39~0.91 之间。

多样性指数(H'): 2023 年 3 月航次调查海区浮游动物的多样性指数平均值为 2.62, 介于 1.52~3.41 之间。

优势度: 2023 年 3 月航次调查海区浮游动物的优势度指数平均值为 0.62, 介于 0.44~0.86 之间。

2.7.1.5 潮下带大型底栖生物

(1) 种类组成与分布

2023年3月海域调查所获样品,经鉴定共有大型底栖生物107种。其中以多毛类最多,甲壳动物次之,分别占总种数的57.9%和27.1%。调查各站的物种数介于4~50种之间,平均每站有大型底栖生物19种。

2) 总栖息密度及平面分布

2023年3月大型底栖生物的平均总密度为226.5ind/m²。其中,多毛类最高,为167.7ind/m²。各站栖息密度介于30ind/m²~1050ind/m²之间。

(3) 总生物量平面分布

2023年3月大型底栖生物的平均总生物量为4.30g/m²,各站生物量介于0.13~20.84g/m²之间。

(4) 优势种

2023年3月航次大型底栖生物的优势种有4种,均为多毛类,中国中蚓虫(Y=0.11)占较大优势。

(5) 物种多样性分析

2023年3月航次大型底栖生物物种多样性指数 H' 的平均值为3.48,介于1.92~4.68之间;均匀度指数 J' 的平均值为0.91,介于0.82~0.98之间;丰度指数 d 的平均值为3.29,介于1.16~6.35之间;群落优势度指数 D 的平均值为0.40,介于0.21~0.67之间。

2.7.1.6 潮间带底栖生物

2023年3月调查共鉴定潮间带生物80种(定量54种),其中软体动物最多,共31种,占总种类数的38.8%;甲壳动物29种,多毛类16种,棘皮动物1种及其他动物3种。

5条断面的潮间带生物平均栖息密度为19.9ind/m²,以软体动物占优势;平均生物量为10.41g/m²,以软体动物占优势。

5条断面的潮间带生物优势种同样构成差异较大,无共同优势种。其中,T1断面的主要优势种为小翼拟蟹守螺;T2断面主要优势种为沙枝软鳃海蛹;T3断面主要优势种为直螯活额寄居蟹;T4断面主要优势种为细首纽虫属 sp.、拟节虫属 sp.和韦氏毛带蟹;TX断面主要优势种为中国中蚓虫。

潮间带生物多样性指数(H')均值为1.48、均匀度指数(J')均值为0.91、丰度指数(d)均值为0.98、优势度指数(D)均值为0.79。总体而言,本次调查的潮间带生物生物多样性较差,高潮区生物较为匮乏。

2.7.2 项目区海洋生态调查结果

2023年6月29日,自然资源部第三海洋研究所在项目区所在的围垦养殖区内进行了海

洋生态环境调查。调查站位见图 2.4-2。

2.7.2.1 叶绿素 a 和初级生产力

调查海域表层叶绿素 *a* 浓度的平均值为 3.68 mg/m³，变化范围介于 1.87~6.15 mg/m³ 之间；底层叶绿素 *a* 浓度的平均值为 6.56 mg/m³，高于表层，变化范围介于 5.69~8.20 mg/m³ 之间，表、底层叶绿素 *a* 的高低值的变化幅度相差较大。表、底层叶绿素 *a* 的相对高值区均出现在池塘中央；相对低值区同样都集中在池塘西侧角落。

调查海域水柱初级生产力的平均值为 25.54 mgC/(m²·h)，变化范围在 18.02~37.30 mgC/(m²·h) 之间，变化幅度较大，相对高值区和相对低值区的分布情况与叶绿素 *a* 的一致。

2.7.2.2 浮游植物

水采调查共记录浮游植物 2 门 19 属 35 种（类）其中硅藻 17 属 31 种（类），甲藻 2 属 4 种。6 月该监测海域主要优势种为优美拟菱形藻（*Pseudonitzschia delicatissima*）。此外，尖刺伪菱形藻（*Pseudonitzschia pungens*）、成列拟菱形藻（*Pseudonitzschia seriata*）和奇异角毛藻（*Chaetoceros paradoxus*）在三个测站均匀出现，且数量较高。

网采调查共记录浮游植物 2 门 17 属 49 种（类），其中硅藻 16 属 47 种（类），蓝藻 1 属 2 种（附表 1）。6 月该监测海域主要优势种为优美拟菱形藻（*Pseudonitzschia delicatissima*）、奇异角毛藻（*Chaetoceros paradoxus*）、尖刺伪菱形藻（*Pseudonitzschia pungens*）、中肋角毛藻（*Chaetoceros costatus*）和罗氏角毛藻（*Chaetoceros lauderi*）。

调查海区浮游植物丰度较高，其丰度平均为 465.28×10⁴cells/m³，其平面分布趋势主要受优势种优美拟菱形藻和奇异角毛藻支配。

夏季为浮游植物的繁殖旺季，个别测站优势种突出，种间个体数量分配极不均匀，群落结构不稳定。

2.7.2.3 浮游动物

本次调查已记录到种的浮游动物共有 4 种，此外，还记录了底栖虾类 1 种和 4 类阶段性浮游幼虫。在数量百分比中，物种数和总个体数均以桡足类占优势；单一物种优势物种以孔雀唇角水蚤绝对优势。

本次调查海区各站样品湿重生物量（140.83~293.33 mg/m³）均值达 203.33 mg/m³。最高值和最低值分别见于调查海域 S2 号站和 S3 号站。浮游动物总个体数（188.33~503.33 ind/m³）的均值分别为 327.50 ind/m³，最高值出现在调查海域 S1 号站，主要由桡足类孔雀唇角水蚤大量聚集所致，最低值出现在 S2 号站位。

浮游动物多样性指数 H' （0.18~0.78）和均匀度 J' （0.18~0.26）的均值分别为 0.56 和

0.23。物种多样性指数值的区间变化与各局部水域出现的物种数的多寡以及各物种间个体数量分配的均匀程度密切相关。

2.7.2.4 大型底栖生物

调查所获样品，经初步鉴定共有大型底栖生物 4 门 9 科 9 种。其中藻类 1 种，环节动物和软体动物各 2 种，节肢动物 4 种。大型底栖生物的平均密度为 304 ind./m²，大型底栖生物的平均生物量为 42.99 g/m²。根据生物群落分布特征，可将调查海域的大型底栖生物划分为 2 个生物群落，群落 I：腺带刺沙蚕群落。该群落的平均栖息密度为 528 ind./m²，平均生物量为 2.32g/m²。群落 II：珠带拟蟹守螺群落。大型底栖生物 Shannon-wiener 物种多样性指数 H' 的平均值为 0.951，Pielou 物种均匀度指数 J' 的平均值为 0.476，Margalef 种类丰度指数 d 的平均值为 0.559，Simpson 优势度指数 D 的平均值为 0.648。

2.8 渔业资源现状调查与评价

2.8.1 鱼卵和仔稚鱼

2023 年 3 月航次共发现鱼卵和仔稚鱼 4 目 6 科 6 种，其中鱼卵 4 种，仔稚鱼 5 种。垂直网样样品中发现鱼卵和仔稚鱼 4 目 6 科 6 种，其中鱼卵 3 种，仔稚鱼 5 种。垂直拖网样品鱼卵的密度均值为 0.37ind/m³，仔稚鱼的密度均值为 0.23ind/m³。水平拖网样品中发现鱼卵和仔稚鱼 3 目 3 科 3 种，其中鱼卵 2 种、仔稚鱼 2 种。水平拖网样品的鱼卵数量平均为 8.50ind/网，仔稚鱼数量平均为 24.50ind/网。该航次调查优势种有鳎、斑鰾和黄姑鱼。

2.8.2 游泳动物

2023 年 3 月共捕获游泳动物 68 种，其中鱼类种类数最多，有 35 种，其次为虾类 15 种，蟹类 14 种，头足类 4 种。各站位渔获种类数相差较大，在 10 种~34 种之间，调查期间均未发现国家级或省级重点保护动物。经统计，2023 年 3 月各站位的游泳动物数量密度在 1126ind/km²~7184ind/km² 之间，平均为 3540ind/km²，游泳动物生物量在 26.68kg/km²~172.04kg/km² 之间，平均为 64.86kg/km²。鱼类的平均体重为 33.44g，虾类的平均体重为 3.52g，蟹类的平均体重为 15.08g，头足类的平均体重为 34.39g。取 $IRI > 1000$ ，则该物种为优势种，2023 年 3 月调查海域的主要优势种为阿氏强蟹、细巧仿对虾、斑鰾、口虾蛄和三线舌鳎等。

2.8 陆域生态环境

2.8.1 主要植物资源现状调查

本项目主体工程选址位于养殖塘内。项目区周边为村庄、农田、防护林带和养殖水域，区域分布的植被为次生植被和人工植被，群落组成和结构简单，多为人为干扰频繁的环境下发展起来的广布性植物群。现状人工绿化栽培和自然分布的主要维管束植物种类，其中：

项目所在区域：常见的灌草藤种类主要有马缨丹 *Lantana camara*、三叶鬼针草 *Bidens pilosa*、南方碱蓬 *Suaeda australis*、单叶蔓荆 *Vitex rotundifolia*、小飞蓬 *Conyza canadensis*、银合欢 *Leucaena glauca*、五节芒 *Miscanthus floridulus*、类芦 *Neyraudia reynaudiana*、铺地黍 *Panicum repens*、狗尾草 *Setaria viridis*、狗牙根 *Cynodon dactylon*、虻蜞菊 *Wedelia chinensis*、龙舌兰 *Agave americana*、马唐 *Digitaria*、牡荆 *Vitex negundo*、茵陈蒿 *Artemisia capillaries*、齿果酸模 *Rumex dentatus*、土荆芥 *Chenopodium ambrosioides*、野苋 *Amaranthus viridis*、酢浆草 *Oxalis corniculata*、木防己 *Cocculus orbiculatus*、鸡屎藤 *Paederia scandens*、野艾蒿 *Artemisia lavandulaefolia*、钻形紫菀 *Aster subulatus*、藜 *Chenopodium album* 等。常见的湿生植物主要是芦苇 *Phragmites australis*、铺地黍 *Panicum repens*、双穗雀稗 *Paspalum paspaloides*、沼生水马齿 *Callitriche palustris*、短叶茳芏 *Cyperus malaccensis*、空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides*、蔗草 *Scirpus triqueter*、海马齿 *Sesuvium portulacastrum*、凤眼莲 *Eichhornia crassipes* 等。

临近村庄道路两侧：乔木树种主要有木麻黄 *Casuarina equisetifolia*、台湾相思 *Acacia confusa*、朴树 *Celtis tetrandra*、榕树 *Ficus microcarpa*、黄槿 *Hibiscus tiliaceus*、乌桕 *Sapium sebiferum*、苦楝 *Melia azedarach*、银合欢 *Leucaena leucocephala*、构树 *Broussonetia papyrifera*、土密树 *Bridelia monoica*、凤凰木 *Delonix regia*、鸡蛋花 *Plumeria rubra* 等。灌木种类有牡荆 *Vitex negundo*、夹竹桃 *Nerium oleander*、三角梅 *Bougainvillea glabra*。常见果树主要有龙眼 *Dimocarpus longan*、番石榴 *Psidium guajava*、柚 *Citrus maxima*、番木瓜 *Carica papaya* 等。

2.8.2 主要植被类型及其分布

根据实地调查，结合分布生境和资源属性，本工程所在地及周边区域，现状生境中主要的植被群落类型及其分布概况列于表 2.8-1，常见典型群落生态景观现状见图 2.8-3。其中，项目区所在地除局部的木麻黄、台湾相思树等外，广泛分布的主要为各式杂生性灌草丛植被，群落类型主要有马缨丹群落、三叶鬼针草群落、南方碱蓬群落、狗牙根群落、单叶蔓荆群落、五节芒群落、芦苇群落，且各类型大部呈小群落分布。

表 2.8-1 项目所在地主要植被群落类型及分布概况

类型	主要群落类型	分布概况
人工环境栽植植被	主要乔木树种有木麻黄、台湾相思、朴树、榕树、黄槿、乌桕、苦楝、银合欢、构树、土密树、凤凰木等；灌木树种包括牡荆、夹竹桃、三角梅等	分布于项目周边村庄周边和道路两侧
荒地、杂地主要植物	主要有：马缨丹、鬼针草、五节芒、芦苇、类芦、小飞蓬、铺地黍、单叶蔓荆、狗牙根、	分布于项目附属工程所在的荒杂地，呈小

种类	狗尾草、虻蜞菊、马唐、藜、臭芥、土荆芥、牛筋草、凹头苋、野苋、球穗扁莎草、芥菜、野苋、野艾蒿	群落分布
沼生植物	芦苇、铺地黍、双穗雀稗、蔗草、凤眼莲、空心莲子草、沼生水马齿、短叶茳芏等	项目所在地坑塘、沟渠
自然或半自然植被	杂生性灌草植被：主要有马樱丹群落、三叶鬼针草群落、南方碱蓬群落、狗牙根群落、单叶蔓荆群落、五节芒群落、狗尾草群落、龙舌兰群落、虻蜞菊群落、铺地黍群落等	分布在项目所在地内的塘埂、荒杂地，呈小群落分布



图 2.8-1 项目所在区域现状-养殖塘埂



图 2.8-2 项目所在区域现状-养殖塘



图 2.8-3 常见典型群落生态景观现状

2.9 鸟类

2.9.1 调查方法

海洋三所分别于 2024 年 11 月、2025 年 8 月在莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村开展了 2 次鸟类调查，调查站位见图 2.9-1。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（第四版）》（郑光美，2023）。

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。

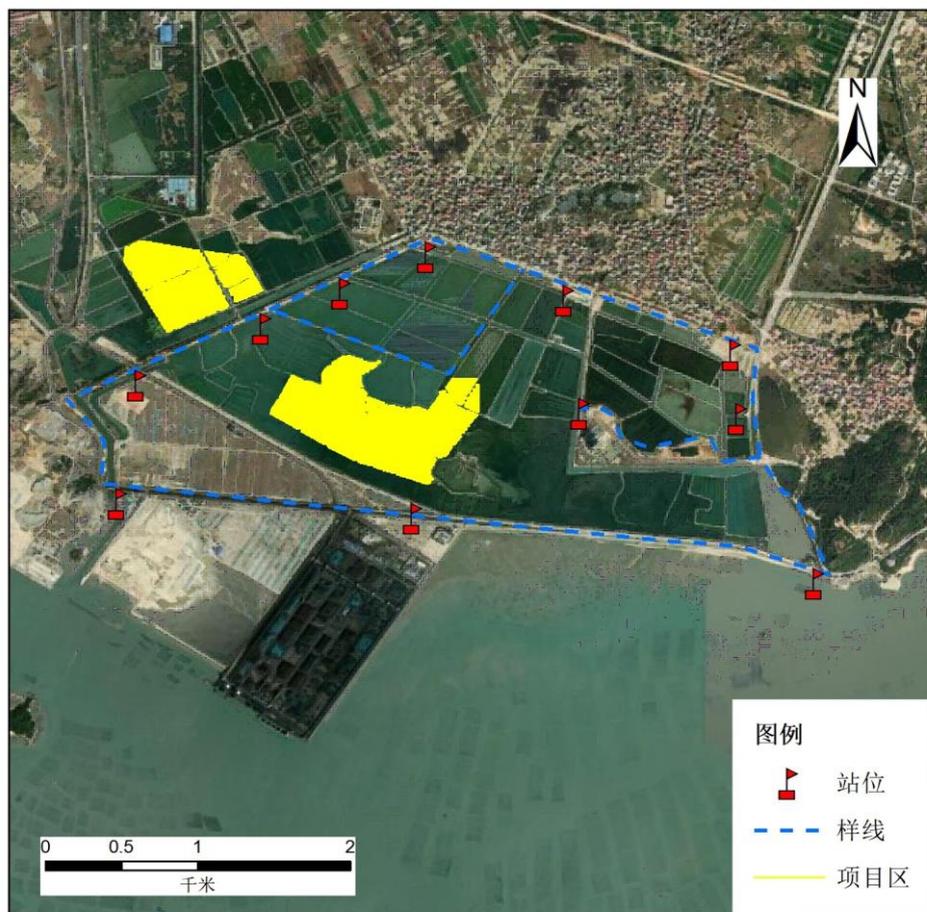


图 2.9-1 鸟类调查站位与样线示意图

2.9.2 调查结果与分析

(1) 鸟类概况

在调查区记录鸟类 27 种，隶属 10 目 20 科（名录见附表 6）。雀形目的鸟类种类最多，计 8 科 9 种；其次为鸽形目 4 科 7 种。从鸟类的季节性组成分析，区域鸟类以留鸟为主，其中留鸟 17 种，夏候鸟 2 种，冬候鸟 8 种，冬候鸟 8 种。

从鸟类的生态类群组成分析，调查区域鸟类中游禽 4 种，涉禽 9 种，鸣禽 9 种，攀禽 2 种，陆禽 2 种，猛禽 1 种。调查区域共观察到水鸟有 15 种 108 只次；其中，夏季 56 只次，冬季 52 只次；分属 6 目 9 科，水鸟群落的种群基本上为涉禽和游禽两大类。



黑翅鸛



戴胜



白额燕鸥



白鹭



黑翅长脚鹬



麻雀



斑嘴鸭



八哥

(2) 保护物种

调查范围内的鸟类，存在着国家和福建省鸟类保护物种。其中，国家Ⅱ级重点保护动物有黑翅鸢 1 种。列入福建省重点保护鸟类名录的有戴胜 1 种。

(3) 鸟类分布和数量

调查区域样站的生境类型有养殖水域、木麻黄林地、坑塘、荒杂地。项目区内的水鸟总体上种类和数量均偏少。以白鹭和黑翅长脚鹬常见，数量在 24 只；其次为白额燕鸥，数量 18 只；空中地带途径斑嘴鸭，记录到 7 只。林地和荒杂地记录到的种类大多是雀形目的鸟类，这些鸟类也是区域常见鸟种，主要包括麻雀、八哥、珠颈斑鸠、棕背伯劳和鹁鸪等，其中单次记录到麻雀的数量均在 160 只次以上；其他雀形目的鸟种为偶见，包括纯色山鹧鸪、白鹁鸪、戴胜等。

3.其他环境现状

3.1 环境空气

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）的要求，本项目环境空气质量现状选取 2025 年 2 月 11 日莆田市生态环境局发布的《2024 年莆田市环境质量状况公报》提供的数据，监测的项目有二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、可吸入颗粒物（PM₁₀）、一氧化碳（CO）、臭氧（O₃）和细颗粒物（PM_{2.5}），共 6 项。环境空气基本因子的浓度情况见表 3.1-1。

表 3.1-1 区域环境空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标情况
SO ₂	年平均浓度	6	60	10.00	达标
NO ₂	年平均浓度	13	40	32.50	达标
PM ₁₀	年平均浓度	32	70	45.71	达标
PM _{2.5}	年平均浓度	19	35	54.29	达标
CO	日平均第 95 百分位浓度	0.9	4	22.50	达标
O ₃	最大 8 小时平均第 90 百分位浓度	132	160	82.50	达标

根据《2024 年莆田市环境质量状况公报》，2024 年莆田市空气质量有效监测 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 PM_{2.5} 超 1 天，O₃ 超 7 天）。根据表 3.5-1 评价结果，建设项目所在区域 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃ 的浓度均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单的二级标准要求，可见项目所在区域环境空气质量总体较好，

属于城市环境空气达标区。

3.2 声环境

(1) 监测布点、时间与方法

为了解工程区周边声环境质量现状，本评价单位在项目区及周边布设了 8 个监测点，于 2026 年 1 月 20 日~2026 年 1 月 21 日采用 HS6288E 型噪声仪进行昼间和夜间时段的环境噪声监测（检测报告见附件 10）。其中 1#位于一期已建光伏场区厂界，2#~4#位于二期光伏场区厂界，5#~8#位于升压站厂界。监测按照 GB3096-2008《声环境质量标准》中规定的方法进行，监测点位置见图 3.2-1。



图 3.2-1 噪声现状监测布点图

(2) 监测与评价结果

各个噪声监测站位监测结果列于表 3.2-1，噪声现状评价见表 3.2-2。

表 3.2-1 噪声监测结果 单位：dB(A)

采样点位置	主要声源	检测时段	结果 L_{eq} 单位:dB(A)	结果 L_{max} 单位:dB(A)
1 光伏场区北场界	社会生活、 光伏设备	昼间	47.5	65.4
		夜间	44.2	59.9
2 光伏场区东场界	社会生活	昼间	48.1	66.3
		夜间	40.8	61.8
3 光伏场区南场界	社会生活	昼间	57.6	71.4

		夜间	44.5	58.2
4 光伏场区西场界	社会生活	昼间	51.2	67.1
		夜间	45.0	61.5
5 升压站西场界	升压站设备	昼间	53.2	64.5
		夜间	43.8	64.9
6 升压站南场界	升压站设备	昼间	48.9	63.7
		夜间	43.1	62.8
7 升压站东场界	升压站设备	昼间	45.6	61.3
		夜间	42.2	53.0
8 升压站北场界	升压站设备	昼间	48.9	72.1
		夜间	40.5	50.2

表 3.2-2 噪声评价结果 单位: dB(A)

站位	功能区划	标准值		监测值		评价结果
		昼间	夜间	昼间	夜间	
1 光伏场区北场界	2 类	60	50	47.5	44.2	达标
2 光伏场区东场界	2 类	60	50	48.1	40.8	达标
3 光伏场区南场界	2 类	60	50	57.6	44.5	达标
4 光伏场区西场界	2 类	60	50	51.2	45.0	达标
5 升压站西场界	3 类	65	55	53.2	43.8	达标
6 升压站南场界	3 类	65	55	48.9	43.1	达标
7 升压站东场界	3 类	65	55	45.6	42.2	达标
8 升压站北场界	3 类	65	55	48.9	40.5	达标

项目光伏场区所在周边区域环境噪声监测点昼间噪声值范围为 47.5~57.6dB(A)，夜间噪声值范围为 40.8~45.0dB(A)，均满足 GB3096-2008《声环境质量标准》的 2 类区标准；升压站所在周边区域环境噪声监测点昼间噪声值范围为 45.6~53.2dB(A)，夜间噪声值范围为 40.5~43.8dB(A)，均满足 GB3096-2008《声环境质量标准》的 3 类区标准。综上，本项目周边区域声环境质量总体良好。

3.3 电磁环境

为了解工程区域电磁环境质量现状，海洋三所于 2026 年 1 月 17 日对升压站周边进行了电磁辐射监测，并出具了检测报告（详见附件 11），具体详见“电磁环境影响专题评价”。

监测结果表明：各监测点工频电场为 2.16-322.55V/m，符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频电场强度公众曝露 4kV/m；各监测点工频磁感应强度为 0.02-0.82μT，符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频磁感应强度公众曝露 100μT 限值要求。

与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题

一期项目已于 2024 年 1 月获得环评批复（附件 8），并于 2025 年 5 月 31 日完成全容量并网，2025 年 9 月 21 日完成竣工环境保护验收（附件 9）。验收工作组认为，一期项目环评手续齐备，技术资料齐全，环境保护设施按要求落实建设，环境保护设施经查验合格，其防治污染能力和生态保护措施总体上适应主体工程的需要，具备环境保护设施正常运转的条件，项目从设计到竣工验收均没有发生或存在《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第八条规定的九类情形。一期项目建设无环境污染和生态破坏问题。

本项目评价范围内不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）中规定的自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等法定生态保护区域以及重要物种天然集中分布区、栖息地等重要生境区域。项目区域内无珍稀濒危动植物，无军事设施和需要保护的文物古迹等保护单位，不占用永久基本农田和生态保护红线，不在饮用水源保护区范围内，不涉及重要湿地、天然林保护工程区、公益林等。

根据现场踏勘情况，二期 100WM 渔光互补光伏电站项目 50m 内无噪声敏感目标，大气环境敏感目标为距一期已建升压站 243m 的海堤管理处。环境敏感目标具体分布情况见表 1。

表 1 环境敏感目标分布情况表

环境要素	名称	经纬度 (°)		保护对象	相对场址方位	相对最近场址距离/m	环境功能
		E	N				
大气环境	海堤管理处	119.0596	25.1205	海堤管理处工作人员	W	243	GB3095-2012 二级标准
水环境	养殖池塘			养殖区水质	光伏区	/	/
	湄洲湾海域			海水水质	S	有鱼塘围埂和海堤阻隔，仅通过水闸相连通	二类/三类海水水质标准
沉积环境	养殖池塘			养殖区水质	光伏区	/	/
生态环境	养殖池塘			池塘生态	光伏区	/	/
	湄洲湾海域			海洋生物	S	有鱼塘围埂和海堤阻隔，仅通过水闸相连通	二类海水水质标准

生态环境保护目标

1.环境质量标准

(1) 环境空气质量标准

本项目位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区，根据《莆田市地面水环境和环境空气功能类别区划方案》，项目所在区属于二类区，因此项目所在区域环境空气功能区划类别为二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。详见表 1-1。

表 1-1 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值	单位	标准来源
1	二氧化硫（SO ₂ ）	年平均	60	μg/m ³	GB3095-2012 二级标准
		24 小时平均	150		
		1 小时平均	500		
2	二氧化氮（NO ₂ ）	年平均	40	μg/m ³	
		24 小时平均	80		
		1 小时平均	200		
3	一氧化碳（CO）	24 小时平均	4	mg/m ³	
		1 小时平均	10		
4	臭氧（O ₃ ）	日最大 8 小时平均	160	μg/m ³	
		1 小时平均	200		
5	TSP	日平均	300	μg/m ³	
6	颗粒物（粒径小于等于 10μm）	年平均	70		
		24 小时平均	150		
7	颗粒物（粒径小于等于 2.5μm）	年平均	35	μg/m ³	
		24 小时平均	75		

(2) 声环境质量标准

根据《莆田市声环境功能区划分调整方案》，光伏场区和一期已建升压站所在区域分别为 2 类及 3 类声环境功能区，见图 1-1。声环境质量分别执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类区、3 类区标准，详见表 1-2。

表 1-2 《声环境质量标准》（GB3096-2008）

功能区类别	昼间	夜间	备注
2 类	60dB（A）	50dB（A）	光伏场区执行 2 类标准
3 类	65dB（A）	55dB（A）	升压站执行 3 类标准

评价标准

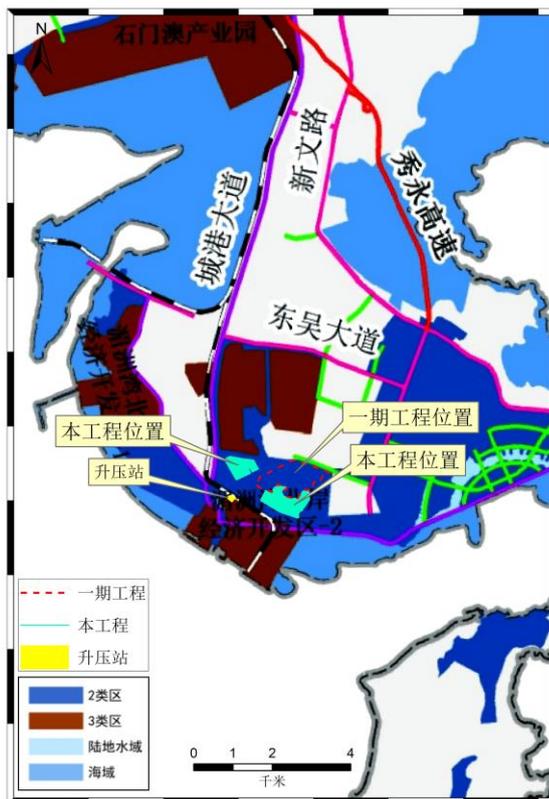


图 1-1 本项目所在声环境功能区划示意图

(3) 海水水质标准

根据《福建省近岸海域环境功能区划》，项目所在区域水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的二类水质标准，具体标准见表 1-3。

表 1-3 《海水水质标准》（GB3097-1997）

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
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
水温（℃）	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地1℃，其它季节不超过2℃		人为造成的海水温升夏季不超过当时当地4℃	
pH（无量纲）	7.8~8.5同时不超过该海域正常变动范围的0.2 pH单位		6.8~8.8同时不超过该海域正常变动范围的0.5 pH单位	
无机氮（以N计）≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐（以P计）≤	0.015	0.030		0.045
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量（COD _{Mn} ）≤	2	3	4	5

生化需氧量 (BOD ₅) ≤	1	3	4	5
汞 ≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉 ≤	0.001	0.005	0.010	
铅 ≤	0.001	0.005	0.010	0.050
总铬 ≤	0.05	0.10	0.20	0.50
砷 ≤	0.020	0.030	0.050	
铜 ≤	0.005	0.010	0.050	
锌	0.020	0.050	0.10	0.50
石油类 ≤	0.05		0.30	0.50
粪大肠菌群 ≤ (个/L)	2000 供人生食的贝类增殖水质 ≤ 140			-

(4) 海洋沉积物质量标准

评价海域海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002) 第一类标准, 具体见表 1-4。

表 1-4 海洋沉积物质量标准 (GB18668-2002) 单位: $\times 10^{-6}$ (有机碳 $\times 10^{-2}$)

项目	评价标准		
	第一类	第二类	第三类
铜 ($\times 10^{-6}$) ≤	35.0	100.0	200.0
铅 ($\times 10^{-6}$) ≤	60.0	130.0	250.0
锌 ($\times 10^{-6}$) ≤	150.0	350.0	600.0
镉 ($\times 10^{-6}$) ≤	0.50	1.50	5.00
铬 ($\times 10^{-6}$) ≤	80.0	150.0	270.0
汞 ($\times 10^{-6}$) ≤	0.20	0.50	1.00
砷 ($\times 10^{-6}$) ≤	20.0	65.0	93.0
石油类 ($\times 10^{-6}$) ≤	500.0	1000.0	1500.0
硫化物 ($\times 10^{-6}$) ≤	300.0	500.0	600.0
有机碳 ($\times 10^{-2}$) ≤	2.0	3.0	4.0

(5) 海洋生物质量标准

评价海域海洋生物质量(双壳贝类)执行《海洋生物质量》(GB18421-2001) 第一类标准, 具体见表 1-5。海洋鱼类和甲壳类生物质量评价采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ1409-2025) 中的评价标准进行评价, 标准限值见表 1-6。

表 1-5 海洋贝类生物质量标准值 (鲜重) (GB18421-2001) 单位: mg/kg

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

表 1-6 海洋鱼类、甲壳类生物体内污染物评价标准 单位: mg/kg

项目	铜	锌	镉	汞	铅	砷	石油烃
鱼类	20	40	0.6	0.3	2	1	20
甲壳类	100	150	2	0.2	2	1	20

(6) 电磁环境

本项目光伏场区的输变电设备均为 35kV 及以下电压等级的输变电设施, 根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014), 本项目属于豁免范围, 从电磁环境保护管理角度, 本项目光伏场区产生电磁场的设施(设备)可免于管理。

本项目不新建升压站, 依托一期升压站扩建 1 台 120MVA 主变(电压等级 110kV)等设备, 升压站附近电磁环境执行《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014) 频率为 50Hz 的公众曝露控制限值: 工频电场强度 4000V/m、工频磁感应强度 100 μ T。

2. 污染物排放标准

(1) 废气

施工期执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)二级标准中相关排放标准)标准值如表 2-1。运营期光伏场区无废气排放, 升压站内食堂油烟执行《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001) 要求。

表 2-1 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)

序号	污染物	无组织排放监控浓度限值	
		监控点	浓度 (mg/m ³)
1	二氧化硫	周界外浓度最高点	0.40
2	氮氧化物	周界外浓度最高点	0.12
3	颗粒物	周界外浓度最高点	1.0

(2) 废水

施工期主要废水为施工生产废水、生活污水, 其中施工生产废水主要由施工机械的冲洗以及机械修配、汽车清洗等产生, 全部回用于场地洒水降尘及施工环节, 不外排; 施工人员租用光伏场区附近民房, 施工期生活污水纳入了当地污水处理系统, 不外排。

本项目运营期光伏板冲洗废水采用自然排放的方式排放至附近海域。污水执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中一级排放标准。标准值见表 2-2。生活污水经站区内污水处理装置处理后达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中一级标准(见表 2-2)后, 近期考虑用吸污车运输至市政污水处理站, 远期待市政管网建成后接入市政管网, 不外排。

表 2-2 《污水综合排放标准》(GB8978-1996)

项目	pH	COD	SS	氨氮	BOD ₅	动植物油类
----	----	-----	----	----	------------------	-------

一级标准值 (mg/L)	6~9	100	70	15	20	10
-----------------	-----	-----	----	----	----	----

(3) 噪声

施工期场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，具体见表2-3。

表2-3 建筑施工场界环境噪声排放标准限值 单位：dB (A)

昼间	夜间
70	55

运营期光伏场区、升压站厂界噪声分别执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类、3类标准，具体见表2-4。

表2-4 工业企业厂界环境噪声排放标准限值 单位：dB (A)

类别	昼间	夜间
2类	60	50
3类	65	55

(4) 固体废物

固体废物处置执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年4月29日修订版)的相关规定；一般工业固体废物在车间内暂存参照执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)、一般工业固体废物台账管理执行《一般工业固体废物管理台账制定指南(试行)》；危险废物在危废间内暂存参照执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)、危险废物管理计划的台账制定执行《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》(HJ1259-2022)和《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ1276-2022)；生活垃圾处置执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中的“第四章生活垃圾”之规定。

其他
无

四、生态环境影响分析

施工期生态环境影响分析

1.产污环节

本项目为施工期可能产生的生态破坏和环境污染的主要环节、因素如图 1-1 所示。

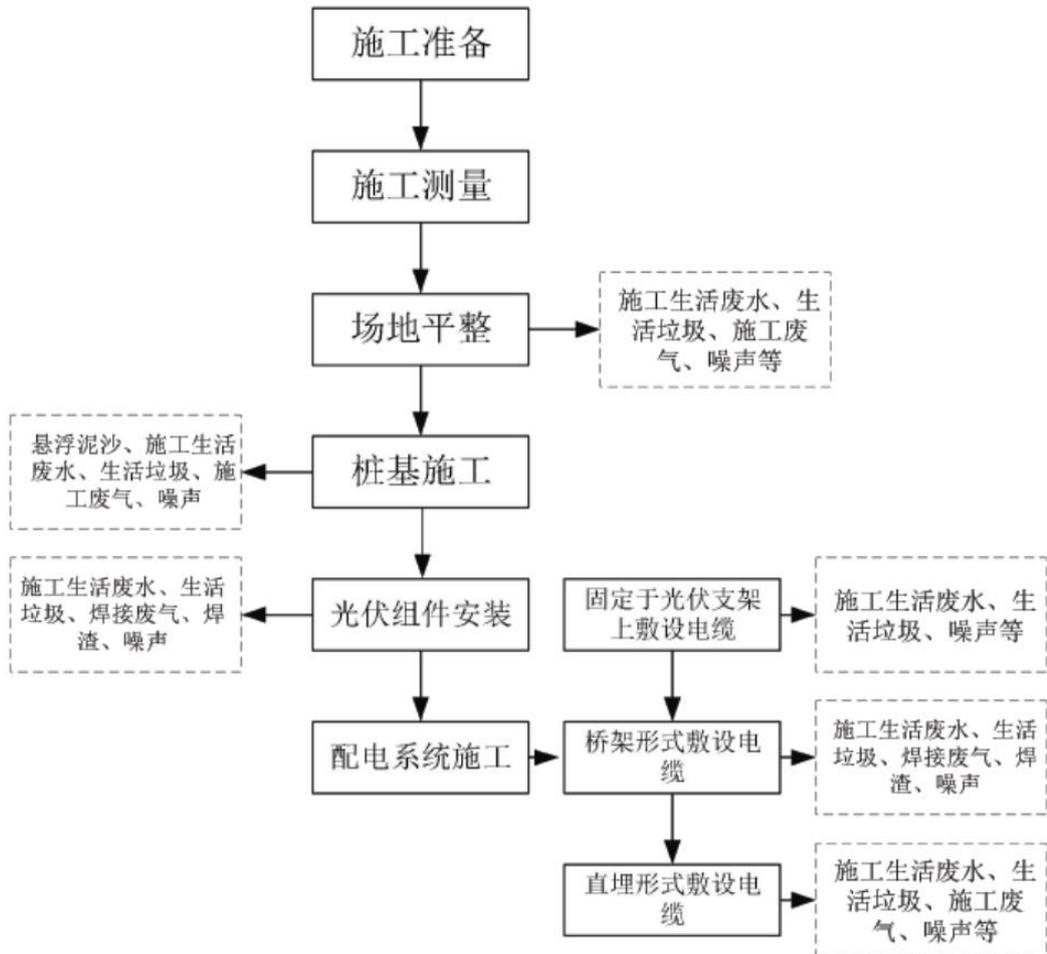


图 1-1 施工期产物环节

(1) 废气

施工期对环境空气造成的污染，主要来自土方开挖、回填、升压站内配电楼建设、材料运输、卸载以及道路扬尘，主要污染物为粉尘等；施工机械及运输车辆工作过程中产生的尾气等；光伏支架及其它钢结构安装过程产生的少量焊接烟气等。

(2) 废水

施工期废水主要为施工人员产生的生活污水以及施工机械清洗废水等。

(3) 噪声

施工期噪声主要作业机械如挖掘机、打桩机、电钻、切割机及运输车辆产生的噪声，噪声级一般在 70~95dB (A) 之间，其噪声源具有线性和流动特征。

(4) 固体废物

施工期的固体废物主要是施工建筑垃圾、焊渣、光伏组件安装产生的废导线、电缆等，有缺陷的废太阳能电池板及部分组件的废包装材料（箱、袋），和施工人员生活垃圾。

2.环境影响分析

2.1 水环境影响分析

本项目施工期对水环境的影响主要来自光伏支架基础施工阶段一桩基施工产生悬浮泥沙对水环境的影响，以及施工人员产生的生活污水和施工废水。

(1) 悬浮泥沙的影响：本项目光伏场区位于围垦养殖池塘上，项目桩基施工产生的悬浮泥沙将对养殖池内水质造成不利影响，但本项目桩基施工工程量小，产生的悬浮泥沙量很少，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，并且这种影响是暂时的，将随着施工结束而消失。

(2) 施工废水：施工废水主要为机械修配和冲洗废水。机械修配和冲洗、汽车保养产生的废水为含油废水，石油类浓度约20mg/L。应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，小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。

(3) 生活污水：施工人员高峰时约有300人，用水量按50L/人·d（根据《给排水设计手册》）测算，生活污水产生量按用量的80%计，则生活污水最大排放量为12m³/d。项目施工期产生的生活污水中主要污染物为COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮；主要污染物和排放浓度为COD_{Cr}: 350mg/L、BOD₅: 200mg/L, SS: 220mg/L, 氨氮: 25mg/L, 污染物产生量估算为COD_{Cr}: 0.21kg/d, BOD₅: 0.12kg/d, SS: 0.13kg/d, 氨氮: 0.015kg/d。本项目施工人员租用光伏场区附近民房，施工期生活污水纳入了当地污水处理系统，不外排。

因此，项目施工基本不会对周围水环境产生不利影响。

2.2 环境空气影响分析

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) 施工粉尘

场地清理、物料装卸与运输、光伏区场地开挖平整、电缆直埋、升压站内配电楼建设等环节，均产生一定量的粉尘。本项目施工粉尘产生主要集中于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。

(2) 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 $60\sim 80\text{mg}/\text{m}^3$ ，THC（总烃）浓度 $80\sim 100\text{mg}/\text{m}^3$ 。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。

(3) 焊接烟尘

本项目箱变基础、光伏支架、桥架、升压站内设备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，主要进行光伏方阵、逆变器、变压器等设备的架设、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，主要成分是铅烟、二氧化硫、乙醛、松香酸、异氰酸盐和碳氢化合物等，其中，铅是最为有害的成分之一。长期接触铅会对人体造成中枢神经系统、骨骼、肝脏、肾脏等多个器官的损害，尘粒极细小（直径 $5\mu\text{m}$ 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。

2.3 声环境影响分析

本项目建设期在挖填方、基础施工、设备安装等阶段中，可能产生施工噪声对环境的影响。施工期噪声主要作业机械如挖掘机、打桩机、电钻、切割机及运输车辆产生的噪声，根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ 2034-2013），主要施工机械设备5m处声压级约在70~95dB（A）。

工程施工将对区域声环境造成影响，根据调查，工程施工区域周边50m范

围内无声环境保护目标，距离本项目最近的办公楼为升压站西侧 243m 的海堤管理处，由于本项目依托一期项目升压站预留的位置安装相关设备，对升压站周边声环境影响较小，距光伏场区最近的怡发海景大酒店，位于工程施工区域东南侧 643m，距离项目区较远，项目施工产生的噪声对其影响较小。为了降低本项目施工噪声影响，建设单位在施工过程应采取如下措施：

①项目光伏区基础施工期间按《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)进行施工时间、施工噪声的控制，夜间禁止施工。如根据工况要求必须连续作业，必须得到当地生态环境部门的许可方可施工，且夜间施工作业必需向周边居民公布施工的时间，并征求附近易受影响居民对工程建设的意见和建议，协调好与周边居民及单位之间的关系，取得民众的理解，避免引起噪声投诉；

②建设单位必须对施工时段作统筹安排，尽量避免高噪源同时进行施工；

③设备选型上采用新型低噪声设备，对施工设备进行定期保养和维护，并负责对现场工作人员进行培训，以便使每个员工严格按操作规范使用各类机械，减少由于施工机械使用不当而产生的噪声，闲置不用的设备立即关闭；

④与施工单位签订控噪协议，督促和监督其施工控噪工作的有效实施；

⑤合理布设施工场地，将高噪声施工设备布置于场地中央，远离声环境敏感目标，并采取适当的封闭和隔声措施如施工围挡等，严禁高噪音、高振动的设备在中午及夜间休息时间作业。

⑥制定合理的运输线路，施工车辆的运行应尽量避免噪声敏感区域和噪声敏感时段，路过村庄时应采取限速、禁鸣等措施，以防扰民，降低对环境敏感目标的影响。

建设单位落实以上防治措施后，可使噪声对项目周边声环境的影响降至最小。施工结束后影响即消失，不会对周边环境造成大的影响。

2.4 固体废物环境影响分析

由于本项目光伏站区位于池塘内，升压站设备扩建在一期预留空地内，已完成场地平整，项目建设的固体废弃物主要包括施工人员生活垃圾、施工过程中产生的建筑垃圾等。

(1) 生活垃圾

项目施工人员约 300 人，生活垃圾产生系数按 1.0kg/(人·d)计，则生活垃圾产生量约 300kg/d，通过在施工区设置垃圾桶，集中定点收集后，交由环卫部门处理。

(2) 施工建筑垃圾

建筑垃圾主要为升压站内 35kV 配电楼建设，设备安装，光伏列阵区支架安装产生的废弃材料；光伏列阵区等焊接产生的焊渣等，其中可回收利用的建筑垃圾均回收利用，不可回收利用的建筑垃圾及、焊渣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。

2.5 生态环境影响分析

本项目光伏阵列位于养殖塘内，不同养殖塘由田埂分割，养殖塘内主要为养殖的鱼、虾、贝类。

(1) 对浮游生物的影响

桩基工程等的施工，会引起附近水体悬浮物增加，施工机械机修及工作时油污跑冒滴漏产生的含油污水等的排放将会对水域的水质产生一定程度的污染，造成水域悬浮物浓度增加，导致水体透明度下降，浮游植物光合作用降低，影响到浮游生物的生长。但本项目评价区的浮游生物具有普生性，施工结束后，产生的悬浮物由于自身的重力以及塘内水体流动不断沉降、稀释，因此只要加强管理，拟建项目对浮游生物的影响有限。

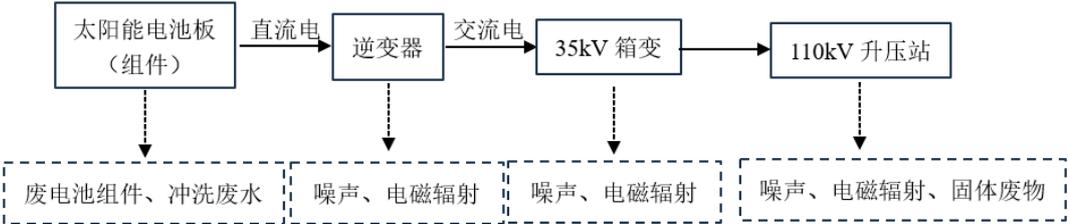
(2) 对底栖动物的影响

底栖动物是长期在水域底部泥沙、石块或其他水底物体上生活的动物。自然水体中底栖动物的种类和数量与底层杂食性鱼类有着极大的关系。本项目桩基施工可能会对底栖动物造成一定影响。但评价区底栖动物的种类和数量较少，且都为常见种，因此影响有限。且在施工结束后，随着鱼塘底泥的逐渐稳定，周围的底栖动物会逐渐占据受损的生境，物种数量和生物量都会有一个缓慢回升的过程。

(3) 对鱼类的影响

1) 悬浮物对鱼类的影响

打桩等施工会造成评价区水域悬浮物浓度增加。产生的悬浮泥沙会对鱼卵、仔稚鱼和幼体会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育、堵塞生物的腮部造

	<p>成窒息死亡，悬浮物沉积造成水体缺氧而导致死亡等。通常认为，成年鱼类的活动能力较强，在悬浮泥沙浓度超过 10mg/L 的范围内成鱼可以回避，施工作业对其的影响更多表现为“驱散效应”。本项目鱼塘内无鱼类产卵场、索饵场。且项目施工前，会暂停渔业养殖。因此，施工阶段不会对鱼类带来较大的影响。</p> <p>2) 施工噪声对鱼类的影响</p> <p>施工期打桩施工将是重要的水下噪声源。施工噪音对施工区鱼类产生惊吓效果，造成鱼类回避，不会对鱼类造成明显的伤害或导致其死亡。</p> <p>(4) 对鸟类的影响</p> <p>拟建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，导致施工区及附近鸟类活动数量减少。</p>
运营期生态环境影响分析	<p>1. 产污分析</p>  <p>太阳能光伏电站主要利用当地太阳能资源转化为电能，太阳光照在光伏组件后产生伏特效应，硅晶体内部电子发生定向移动，产生电流，太阳能产生的电流为直流电，经汇流箱汇流电能集中通过箱式逆变器装置转化为交流电，然后通过箱式变压器升压至35kV，最后汇流集中送至110kV升压站，升压后送入电网。</p> <p>(1) 废气</p> <p>本项目为太阳能发电项目，利用太阳能电池板相关组件，将太阳能转化为电能，发电过程不产生任何废气，无工艺废气产生；升压站内厨房产生少量油烟废气。</p> <p>(2) 废水</p> <p>运营期废水主要是光伏板清洗废水以及升压站工作人员产生的生活污水。</p> <p>(3) 噪声</p> <p>项目运营阶段噪声主要来自变压器、SVG风机等运行产生的噪声。</p>

(4) 固体废物

项目运营期间，产生的一般固体废物主要包括废旧太阳能电池板、废电气元件、废磷酸铁锂电池和生活垃圾；危险废物包括废铅酸蓄电池和废变压器油。

(5) 光污染

太阳能电池板由晶硅电池和钢化玻璃压制而成，存在一定的玻璃面，太阳光照射会产生一定的光污染。

(6) 电磁环境

本项目光伏场区的输变电设备均为 35kV 及以下电压等级的输变电设施，根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)，本项目属于豁免范围，从电磁环境保护管理角度，本项目光伏场区产生电磁场的设施(设备)可免于管理。

项目运行期电磁环境污染主要来自升压站内2×120MVA主变。

2.环境影响分析

2.1 水环境影响分析

本项目运营期水污染源主要为光伏板冲洗废水和管理人员生活污水。

(1) 光伏板冲洗废水

光伏板积尘影响发电效率，故运营期需对光伏板进行清洗，以保证光伏板的发电效率。项目所在地雨水充沛，年降雨量大，光伏组件以雨水清洗为主，人工清洗为辅，主要成分为鸟粪、SS、盐粒、COD、氨氮等。冲洗过程中将导致悬浮泥沙入海，人工清洗时每次用水量约 80t/次，考虑 5%的蒸发量，光伏板清洗产生的废水量约为 76t/次。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。光伏板冲洗废水对养殖池塘水质影响较小。

(2) 生活污水

本项目运营期新增管理人员 3 人，一期项目管理人员 4 人，项目扩建后共 7 人。根据《给排水设计手册》，用水量按 50L/人·d，生活污水产生量按用量的 80%计，则生活污水最大排放量为 0.28m³/d。项目产生的生活污水中主要污染物为 COD_{Cr}、BOD₅、SS、氨氮；主要污染物和排放浓度为 COD_{Cr}: 350mg/L、BOD₅: 200mg/L，SS: 220mg/L，氨氮: 25mg/L，污染物产生量估算为 COD_{Cr}: 0.042kg/d，BOD₅: 0.024kg/d，SS: 0.0264kg/d，氨氮: 0.003kg/d。生活污水经

收集后，先排至室外一座 2m³的玻璃钢化粪池预先处理后，近期由吸污车运输至市政污水处理站，远期待市政管网建成后接入市政管网。

2.2 环境空气影响分析

本项目为太阳能发电项目，利用太阳能电池板相关组件，将太阳能转化为电能，发电过程不产生任何废气，无工艺废气产生。升压站内厨房油烟经油烟净化器处理达到《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）要求后经排气筒排放。

2.3 声环境影响分析

(1) 光伏场区

1) 项目噪声污染源强分析

本项目光伏组件在运行过程中基本不产生噪声，主要噪声设备为箱变、逆变器等设备运转发出的噪声。项目主要噪声设备源强见表 2.3-1。

表2.3-1 项目主要噪声源强分析一览表

设备名称	数量（台）	单台噪声源强 dB(A)	降噪措施	降噪效果dB(A)	采用降噪措施后单台噪声源强 dB(A)	采用降噪措施后单个光伏发电单元噪声源强dB(A)
逆变器	单个光伏发电单元10台	50.0	布置在包装盒内、吸声板	10	40	53.0
箱式变压器	单个光伏发电单元1台	65.0	封闭布置、减振措施	15	50	

本项目光伏发电单元基本均匀分布，布置较分散。

2) 噪声预测及达标分析

①点声源的几何发散衰减模型

根据项目设备声源特征和声学环境的特点，视设备声源为点源，声场为半自由声场，依据 HJ2.4-2021《环境影响评价技术导则—声环境》，选用无指向性声源几何发散衰减预测模式预测厂界噪声。

$$L_p(r) = L_p(r_0) - 20\lg(r/r_0)$$

式中：L_p（r）——预测点处声压级，dB；

L_p（r₀）——参考位置 r₀ 处的声压级，dB；

r——参考点距点生源的距离；

r₀——参考位置距电声源的距离。

②噪声预测值

预测点的贡献值和背景值按能量叠加方法计算得到的声级。

$$L_{eq} = 10 \lg(10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}})$$

式中： L_{eq} ——预测点的噪声预测值，dB；

L_{eqg} ——建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

L_{eqb} ——预测点的背景噪声值，dB。

③噪声预测结果

单个光伏发电单元不同距离噪声贡献值见表 2.3-2。

表2.3-2 光伏生产区噪声贡献值预测表（单位：dB（A））

预测距离	1m	2m	3m	4m	6m	10m	20m	50m
影响贡献值	53.0	47.0	43.5	41.0	37.4	33.0	27.0	19.0

光伏发电单元设备位于室外，在不考虑大气吸收、地面效应等引起的衰减，只考虑几何发散衰减时，本项目单个发电单元距场界最近距离约 6m，从表 2.3-2 可知，经距离衰减后，光伏场区噪声在 6m 处贡献值为 37.4dB(A)，本项目光伏场界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 2 类（昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)）标准要求。

④噪声影响分析

本项目单个发电单元距场界最近距离约 6m，根据表 2.3-2 预测结果，光伏场区噪声在 6m 处贡献值为 37.4dB(A)，因此，本项目光伏场界噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 2 类（昼间 60dB(A)，夜间 50dB(A)）标准要求。

（2）升压站

本项目拟在一期项目升压站预留的位置安装相关设备，包括主变（规模为 1×120MVA）、户内 GIS、户外 SVG、35kV 配电楼、储能设施等。运营期升压站主要新增噪声源为一台主变压器以及一套 SVG 设备风机。根据《变电站噪声控制技术导则》（DL/T 1518—2016）及本项目设计单位提供资料，本项目主要噪声源及治理措施见表 2.3-3。

表 2.3-3 噪声源及治理一览表

噪声源	源强	治理措施

变压器	63.7 dB(A)	隔声
SVG 设备风机	65.0 dB(A)	选用低噪声设备并采用柔性连接；隔声

由于本项目依托一期项目升压站预留的位置安装相关设备，结合一期项目升压站厂界噪声监测结果，本评价预测升压站增设二期设备后的厂界四侧的噪声影响值见表 2.3-4。

表 2.3-4 噪声影响预测结果

主要噪声源	源强 dB(A)	预测位置	距厂界距离 (m)	本项目噪声贡献值 dB(A)	一期项目噪声检测结果 dB(A)		厂界噪声预测值 dB(A)		执行标准 dB(A)		达标情况
					昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	
变压器、SVG 设备风机	67.4 dB(A)	西厂界	10	47.4	53.2	43.8	54.2	49.0	65	55	达标
		南厂界	10	47.4	48.9	43.1	51.2	48.8	65	55	达标
		东厂界	10	47.4	45.6	42.2	49.6	48.5	65	55	达标
		北厂界	14	44.5	48.9	40.5	50.2	46.0	65	55	达标

由上表可知，本项目建成运行后，主要噪声源通过采取减振降噪等措施和距离衰减后，升压站边界昼夜噪声值均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类相应限值要求，能够实现厂界噪声达标排放，不会对周围声环境产生显著不利影响，且升压站周围 50m 范围内无声环境敏感目标。

综上，本项目场界的噪声预测值满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的相应标准限值，本项目对周边环境声敏感目标影响较小。

2.4 固体废物

根据本项目特点以及《固体废物分类与代码目录》和《国家危险废物名录》，本项目产生的固体废物主要为废旧光伏板、废电气元件、废磷酸铁锂电池、生活垃圾。危险废物主要为废铅酸蓄电池、设备检修废油。属性判定依据见表 2.4-1。

表 2.4-1 项目固废产生情况一览表

序号	名称	产生量	属性	类别代码	判定依据
----	----	-----	----	------	------

1	废旧太阳能电池板	1.1t/a	固体废物	900-015-S17	《固体废物分类与代码目录》
2	废电气元件	105 件/a	固体废物	900-015-S17	《固体废物分类与代码目录》
3	废磷酸铁锂电池	0.3t/a	固体废物	900-012-S17	《固体废物分类与代码目录》
4	生活垃圾	3kg/d	固体废物	900-001-S61 、 900-001-S62	《固体废物分类与代码目录》
5	废铅蓄电池	/	危险固废	900-052-31	《国家危险废物名录》
6	设备检修废油	0.5 t/a	危险固废	900-220-08	《国家危险废物名录》

(1) 废旧太阳能电池板和废电气元件

太阳能电池板的设计寿命为 25-30 年，故项目运营期不涉及电池板的定期更换，本次评价只考虑废电池板在非正常情况下破损需要更换电池板，废旧太阳能电池组件其主要组分为玻璃、单晶硅膜、铝合金等，根据《固体废物分类与代码目录》，报废光伏组件为 SW17 可再生类废物，代码 900-015-S17。运营期，由于故障、检修等可能会更换一些电气元件，根据《固体废物分类与代码目录》，废电气元件为 SW17 可再生类废物，代码 900-015-S17。

一期项目废电池板年产生量约为 1.1t/a，二期项目扩建后新增废电池板年产生量约为 1.1t/a。一期项目废电气元件产生量约 105 件/a，二期项目扩建后新增废电气元件约为 105 件/a。废旧太阳能电池板和废电气元件更换后集中堆放在一般固废暂存间，后交由电池板厂家回收处理。一般固废暂存间面积为 10m²，且固废仅短时间暂存于一般固废暂存间，可满足本项目一般固废贮存需求。

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。

(2) 废磷酸铁锂电池

本项目配套建设 2 套 5MW/10MWh 储能系统，储能电池为磷酸铁锂电池模块，根据《固体废物分类与代码目录》，工业生产活动中产生的废弃磷酸铁锂电池属 SW17 可再生类废物，代码 900-012-S17。一期项目废磷酸铁锂电池产生量约 0.3t/a，二期项目扩建后新增磷酸铁锂电池约为 0.3t/a。废磷酸铁锂电池

更换后集中堆放在一般固废暂存间，后交由电池厂家回收处理。一般固废暂存间面积为 10m²，且固废仅短时间暂存于一般固废暂存间，可满足本项目一般固废贮存需求。

(3) 生活垃圾

二期项目运营期新增 3 名工作人员，一期项目工作人员 4 名，生活垃圾产生系数按 1.0kg/(人·d)计，则二期项目扩建后生活垃圾产生量约 7kg/d，通过在厂区设置垃圾桶分类收集，厨余垃圾交由餐厨垃圾转运部门集中处置，其他垃圾交由环卫部门处理。

(4) 废铅蓄电池

本项目升压站直流系统采用两组阀控式密封铅酸蓄电池组，每组 104 个免维护铅酸蓄电池，本期不新增铅酸蓄电池组。根据《国家危险废物名录》，废铅蓄电池属 HW31 含铅废物，代码为 900-052-31。当铅酸蓄电池出现故障时，将进行整组替换。本项目危废暂存间面积为 10m²，且项目产生的废铅酸蓄电池仅暂存于危废暂存间，之后交由有资质的单位处置，因此危废暂存间可满足本项目废铅酸蓄电池贮存需求。

废铅酸蓄电池应按《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 及其修改单的要求与其他危险废物进行管理，分类收集后交由有相应危险废物处理资质单位进行处置，不外排。暂存间必须采取防扬散、防流失、防渗漏(渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s)等防护措施。

(5) 检修废油

本项目变压器采用油浸式变压器，在风险事故泄露和设备检修时将产生废变压器油。其中风险事故泄露产生的环境影响见环境风险分析章节，这里仅给出检修废油相关内容分析。根据《国家危险废物名录》，主变产生的废变压器油属 HW08 废矿物油与含矿物油废物，代码为 900-220-08。一期项目在变压器检修时废变压器油产生量约 0.5t/a，二期项目在变压器检修时废变压器油产生量约 0.5t/a。本项目危废暂存间面积为 10m²，且检修废油仅短时间暂存于危废暂存间后交由有危废资质单位处置，因此危废暂存间可满足本项目检修废油贮存需求。

检修废油应按《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023) 及其修改单的要求与其他危险废物

进行管理，分类收集后交由有相应危险废物处理资质单位进行处置，不外排。暂存间必须采取防扬散、防流失、防渗漏（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s）等防护措施。

本项目固体废物按上述要求妥善处理和处置，对当地的环境影响较小。

2.5 生态影响分析

2.5.1 正面生态影响

（1）不增加碳排放、提高碳移除

在节能环保方面，“渔光互补”模式一般通过不增加碳排放、提高碳移除两种路径实现碳中和。“渔光互补”利用太阳能发电，可不产生二氧化碳、二氧化硫、烟尘等。据估算，建设1兆瓦太阳能电站需要20-30亩的鱼塘水面，每年可以节省标煤348吨，减少二氧化碳排放约1000吨。同时，通过养殖贝类、藻类等重点碳汇渔业，可提升海洋碳汇能力，实现碳移除。此外，“渔光互补”模式对于节水也有重大意义，能够降低水域蒸发量，减少养殖用水损耗。

（2）减少蒸发量，改善水质¹

2021年初，《国际低碳技术杂志》也刊发了一篇相关的报告，通过设置不同覆盖率和倾斜角度的水面光伏组件，并对其下放水体的水质参数进行监测，结果均显示对水质均未产生不利影响；相反，数据表明水体中的硝酸盐和叶绿素浓度还改善了，硝酸盐浓度最高下降了14%，地表水中的叶绿素浓度平均降低了17.5%。这是因为光伏组件覆盖在水面上，减少了水面蒸发量，降低了水温，从而抑制了藻类繁殖。

英国的一项研究则发现，水面太阳能电站可以反过来改善河流、湖泊的水质。这是基于这样一个发现：当水体被阳光加热分成温度不同的两层时，底层水体会遭遇脱氧，水质降低。而表面架设光伏阵列后，水体“分层”的持续时间将被缩短，一定能程度上起到了保护水质的作用。

（3）与人工调控、监测手段结合，提供可控的养殖环境²

光伏区由于遮光效应，同一时间内比非光伏区水温略低，随着水温升高，光伏板的遮光作用可以显著降低光照强度、降低水温、稳定水温，为水产养殖提供了可控的养殖环境。渔光互补对养殖水体中营养物、温度、pH、盐度、透明度和光周期等有较强的影响作用，可以更大程度的优化水产品养殖条件和成

¹ http://www.360doc.com/content/23/0612/09/81402259_1084411664.shtml

² 张家华, 刘兴国, 顾兆俊, 等. 渔光互补生态经济特征及其发展方向[J]. 水产学报, 2022,46(8):1525-1535.

本，为不同养殖种类提供理想的生长条件，无论是温水还是冷水养殖。

水体中的溶氧量可以通过光伏供电传感器进行监测，发电与养殖 2 种监测系统的结合使用，可更准确的预测水体中的溶氧变化，有利于保障水产养殖安全。另外，不同水生生物对光照强度和光周期的适应性不同，渔光互补系统中由于光强度和特定波长可以通过人工手段进行控制，可以通过人为操纵满足水生生物最大生长需求。

2.5.2 负面生态影响

(1) 对浮游生物的影响

1) 光照变化对浮游生物的影响

在池塘上面架设光伏板，最显著的影响是降低了池塘水面接收到的光照强度。王正孝³等计算得出光伏板下透光率仅为 25%。光照是影响浮游植物生长繁殖的最重要生态因子之一，也是其生长的主要能量来源。不同藻类的最适生长光照需要量不同。

浮游硅藻只需很少的光，故它可以生活在光照很弱的深水处⁴。杨东方等研究认为⁵，基于以下四个原因可以认为，与水温、营养盐相比，光照对海洋初级生产力的影响相对不是那么重要：①浮游植物的生长和增殖只需要很少的光。因为在光强较大的水体表面，大多数藻类的光合作用显示出趋于平稳或下降。这表明藻类本身的生长不需要水体表面太强的光，只要有实际光照的一小部分，就足够藻类进行适度的光合作用。②浮游植物能够在真光层内上下浮动。藻类的细胞能够在真光层中垂直上下浮动，充分接触光强度的变化：由强变弱、由弱变强。使藻类能够充分利用光强度的变化，提高生产力。③浮游植物改变细胞内色素量或光合酶量来适应光强度的变化。通过这些细胞的自身造应和改变，对初级生产力进行补偿，使藻类保持着高生产力。④浮游植物反应在光线弱时或黑暗时，也起很大作用。

但也有研究认为光照是浮游植物生长繁殖的主要能量来源⁶，水面光伏组件遮光阻碍了部分藻类等浮游植物的光合作用，导致浮游植物等初级生产者的生

³ 王正孝,李敬川.温室架设光伏板对葡萄生长及果实品质的影响[J].南方农业,2018(30):10-12.

⁴ B. 福迪 (罗迪安译).藻类学[M]. 上海: 上海科学技术出版社 1980.

⁵ 杨东方,陈生涛,胡均等.光照、水温和营养盐对浮游植物生长重要影响大小的顺序[J].海洋环境科学,2007(03):201-207.

⁶ 严美姣,王银东,胡贤江.光照对小球藻、斜生栅藻生长速率及叶绿素含量的影响[J]. 安徽农学通报,2007,13(23):27-29.

	<p>产力下降，使得以浮游植物为食的浮游动物的生物量相应出现减少，此外，遮光导致水温结构和变幅发生改变，亦会引起生物群落的改变，优势种群发生变化⁷，最终导致原有的水生生态系统结构和功能改变。钱华政等⁸通过开展“渔光一体”光伏组件遮光比例对淡水池塘水质的相关研究显示，从浮游生物上来看，遮光能优化池塘水体藻相，抑制蓝藻增殖，但不利于浮游动物生长。</p> <p>因此，光伏电站导致光照强度降低时，可能会使浮游植物的初级生产力下降，浮游动物的生物量相应减少，原有的水生生态系统结构和功能发生改变。</p> <p>2) 水温变化对浮游生物的影响</p> <p>光伏板可以挡住阳光产生阴影，降低了光照强度并由此导致水温降低^{9,10}。当水温范围有利于浮游植物的生长，代谢速度随着水温的上升或下降而加快、提高；当水温范围不利于浮游植物的生长，代谢速度随着水温的上升或下降而变慢、抑制⁵。温度改变水的粘滞性，当水的粘滞性增大，下沉速度减慢，使浮游藻类在短的时间内，细胞相应的生长加快、细胞分裂增多，藻类的初级生产力提高。此外，浮游植物的结构受到水温变化的影响。当水温升高时，浮游植物的寒期性藻类和暖水性藻类被相应的暖水性藻类和亚热带性藻类所替代，反之亦然。水温每上升 10°C，培养液中的细胞分裂速度一般可增加 1-3 倍，在实际水域的水温每上升 10°C，需要花费很长时间。因此，水温对于浮游植物生长的影响是缓慢的。</p> <p>光伏电站的建设影响养殖区浮游植物的光合作用，进而影响浮游动物的生物量；光伏板遮光造成养殖区水温降低，可能影响浮游植物代谢速度，从而影响浮游植物生长，这种影响是缓慢的；此外，光伏电站建设还会造成浮游生物群落的改变，使优势种群发生变化。</p> <p>因此，光伏电站导致水温降低时，可能影响浮游植物的代谢速率，使浮游植物结构发生变化；影响浮游动物的生长，对其生物量造成影响，并使其种群结构发生变化。</p>
--	--

⁷ 郑志伟,史方,彭建华等.水面光伏电站对水域生态环境影响分析与对策[J].三峡生态环境监测,2018,3(04):47-50+66.DOI:10.19478/j.cnki.2096-2347.2018.04.08.

⁸ 钱华政,蒋礼平,梁勤朗等.“渔光一体”光伏组件遮光比例对池塘水质及草鱼生长性能的影响[J].渔业现代化,2021,48(06):42-49.

⁹ NEBGENEL,HERRMANKS.Effects of shading on stream ecosystem metabolism and water temperature in an agriculturally influenced stream in central Wisconsin,USA[J].Ecological Engineering,2019,126:16-24.

¹⁰ WAWRZYNIAK V,ALLEMANDP,BAILLYS,etal.Coupling LiDAR and thermal imagery to model the effects of riparian vegetation shade and groundwater inputs on summer river temperature[J].Science of The Total Environment,2017,592:616-626.

(2) 对水生动物的影响

光照强度和温度对水生动物的生长发育有直接影响，高光强会降低动物繁殖能力，高温会导致动物幼年期生长速度加快，但成熟时的规格较小，加速生殖衰老等¹¹。Leffler¹²认为水温、水质和食物是影响甲壳动物生长和蜕壳最重要的环境因素。水温对水生动物的摄食、生长和繁殖等都有重要影响，每种水生动物都有其适宜生长的水温范围和最适生长水温。以鱼类为例，光伏电站在运行过程中，光照减弱和水温变幅的改变直接影响鱼类生长发育过程。许多研究表明，鱼类在其性腺发育过程中，光照和温度都起了重要作用。因此，光伏组件在水面的布置可能影响鱼类生活史过程并导致其种群发生改变⁸。第二，遮光导致浮游生物的生物量减少，导致鱼类饵料生物减少，影响鱼类的正常生长、发育。第三，光照和温度变化会改变水体中溶解氧、氨氮、亚硝酸盐等理化指标及水生植物、微生物结构，进而对鱼类等水生动物的生长及健康状况造成影响¹³。藻类进行光合作用产生的氧气占到水中溶解氧的70%左右，而溶解氧是鱼类生长最重要的环境因子之一¹⁴。水生动物生长所需的溶解氧直接来源于沉水植物及浮游植物的光合作用^{15,16}。马建薇等¹⁷对白洋淀水体溶解氧测定结果表明光照强度的增加使藻类等浮游植物的光合作用增强，进而使水中溶解氧含量升高。根据牛超等¹³的研究，非光伏区温度显著高于光伏区，显然不利于提升水体溶解氧含量，但非光伏区溶解氧含量却显著高于光伏区，这一结果提示可能水草和浮游植物光合作用产生的溶解氧远远大于温度升高带来的溶解氧减少。

因此，光伏电站建设对水生动物的影响主要是光照强度和温度变化影响水生动物生长发育过程；导致饵料生物减少，改变水体中溶解氧等理化指标，影响水生动物正常生长、发育及健康状况。

(3) 遮光率的研究

¹¹ 牛超, 吴立峰, 庞杨洋, 等. 光伏板对中华绒螯蟹养殖环境和生长的影响研究[J]. 复旦学报(自然科学版), 2021, 60(2):253-261.

¹² Leffler C W. Some effects of temperature on the growth and metabolic rate of juvenile blue crabs, *Callinectes sapidus*, in the laboratory [J]. Mar Biol, 1972, 14(2): 104-110.

¹³ 翟程远. 益阳北港长河 100 MW 渔光互补型光伏电站电气优化设计[J]. 科学技术创新, 2021(3):145-147.

¹⁴ 刘海英, 曲克明, 马绍赛. 养殖水体中溶解氧的变化及收支平衡研究概况[J]. 海洋水产研究, 2005, 26(2): 79-84.

¹⁵ 马建薇, 刘俊良, 李燕, 等. 物理因素对白洋淀溶解氧的影响[J]. 中国农村水利水, 2013(8):21-24.

¹⁶ 周莹. 水生生物对水体溶解氧日变化规律影响[D]. 沈阳: 沈阳师范大学, 2016.

¹⁷ 马建薇, 刘俊良, 李燕, 等. 物理因素对白洋淀溶解氧的影响 [J]. 中国农村水利水电, 2013(8):21-24.

Hany F. Abd-Elhamid et al.¹⁸在对运河光伏对蒸发影响研究中, 设置了4种覆盖比例, 分别为25%、50%、75%和100%, 结果表明随着覆盖比例的增大, 能量的产出越大, 同时蒸发量也成比例减小。这说明通过覆盖遮挡阳光从而减少蒸发是行得通的, 虽然覆盖比例越大, 蒸发越少, 但水体中初级生产量的积累过程同样需要光照, 完全覆盖显然不是好方法, 必须从二者中寻找一个平衡点, 使得蒸发量足够小的同时又不对水体生物正常生长造成威胁, 维护水体生态的健康水平。

瞿彪等¹⁹研究认为: 光照是影响藻类生长繁殖的最重要生态因子之一。在一定的温度、pH 和营养条件下, 光照的强弱决定着植物光合作用的强弱, 适宜的遮光能够提高浮游植物的种类数、密度、生物量和香农威纳指数。通过在黄颡鱼养殖池塘安装不同比例模拟光伏组件, 研究其对池塘内浮游生物和 CO₂ 的影响, 试验结果表明, 当光伏组件安装比例为75%时, 浮游植物的生物量最高, 而其浮游动物量最低; 当光伏组件安装比例为0%和25%时, 浮游动物生物量最大, 其次是100%, 最小的是75%。

Sherine El Baradei and Mai Al Sadeq²⁰在所研究区域确定了33~50%作为一个最佳的覆盖比例范围, 使得水体的蒸发体积最小的同时发电功率达到最大, 且水质参数也满足管理标准。J. Haas et al.²¹在对一个水电水库中藻类受光伏影响的模型研究中, 按照无光伏覆盖的100%入射光和光伏全覆盖时的0%入射光, 并以10%的量逐步减少, 进行参数设置, 最终得出40~60%是对水电经济损失和藻类生长综合考量的一个平衡范围。

因为现阶段对固定水域面积光伏板适宜的遮光率尚在研究中, 研究对象有湖泊、运河、养殖池塘等, 目前尚无定论, 可以将33~60%的遮光率作为参考范围。本项目光伏板垂直投影面积为472265m², 项目整体用海区域面积约823701m², 则本项目的遮光率约为57.3%, 处于参考范围内, 在后续运营中需要根据实际生物种类, 加强水质、水温、浮游生物等的跟踪监测。

2.5.3 海洋生物资源损失

¹⁸ Hany F. Abd-Elhamid, Ashraf Ahmed, Martina Zelenáková et al. Reservoir Management by Reducing Evaporation Using Floating Photovoltaic System: A Case Study of Lake Nasser, Egypt[J]. Water, 2021, 13(6), 769.

¹⁹ 瞿彪, 吴宗文, 谢伟等. “渔光一体”对黄颡鱼养殖池塘浮游生物的影响[J]. 水产养殖, 2015, 36(07): 6-9.

²⁰ Sherine El Baradei and Mai Al Sadeq. Effect of Solar Canals on Evaporation, Water Quality, and Power Production: An Optimization Study[J]. Water, 2020, 12(8), 2103.

²¹ J. Haas, J. Khalighi, A. dela Fuente, et al. Floating photovoltaic plants: Ecological impacts versus hydropower operation flexibility[J]. Energy Conversion and Management, 2020, 206, 112414.

本项目引起的生物资源损失主要由光伏区桩基占海、部分集电线路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

本项目桩基占海面积约 3503.05m²，集电线路埋设占海面积约 2357m²，总占海面积约 5860.05m²。根据现状调查，项目区底栖生物平均生物量为 42.99 g/m²，则项目建设引起的年底栖生物损失=5860.05m²×42.99 g/m²=251.92kg。

(2) 悬浮泥沙引起的底栖生物损失

施工悬浮泥沙影响范围内的底栖生物按 30% 受损失计算。桩基基础施工引起海域水体悬浮泥沙超过 10mg/L 以上的范围一般在作业点周围 100m 左右。根据工程特点，位于养殖池塘内的桩基基础悬浮泥沙影响范围按整个养殖池塘计，位于非封闭水域的垦区的桩基基础悬浮泥沙影响范围按外扩 100m 计，则悬浮泥沙影响范围约 105.8 公顷。悬浮泥沙影响底栖生物损失量=悬浮泥沙影响面积×底栖生物量×30%=105.8hm²×42.99g/m²×30%=13.65 吨。

为了减少工程施工对海域生物和渔业资源造成的损失，建设单位应按照农业部的有关规定支付海洋生物资源补偿费用。损失金额详细计算如下：

底栖生物按成体生物处理，经济价值的计算公式为：

$$M=W \times E$$

式中：M 为经济损失额，元；

W 为生物资源损失量，千克 (kg)；

E 为生物资源的价格，元/kg；

底栖生物按成体生物处理，商品价格按 10 元/kg 计。

根据《SC/T 9110-2007 建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的相关规定，进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额度进行校正。《规程》要求，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。因此本项目桩基等占海引起的生物资源损失按 20 年计，悬浮泥沙引起的生物资源损失按 3

年计。

根据上述方法和参数计算各类海洋生物资源的直接损失，本项目造成的海洋生物资源直接损失约为 45.99 万元。

2.5.4 国内渔光互补项目案例分析

本评价收集的国内渔光互补案例，分析如下：

(1) 天津市立信水产养殖公司渔光互补项目²²

根据天津市滨海新区农业农村发展服务中心相关试验：在天津市立信水产养殖公司，试验面积 108 亩，养殖品种为凡纳滨对虾。其中，光伏板下池塘 5 个，合计 50 亩，平均亩投放虾苗 2 万尾；未安装光伏的池塘 7 个，合计 58 亩，平均亩投放虾苗 3 万亩。试验结果，安装光伏的池塘共出虾 1.69 万 kg，平均亩产 339kg，平均亩产值 1.81 万元；未安装光伏池塘共出虾 1.61 万 kg，平均亩产 277kg，平均亩产值 1.45 万元。

因此，池塘中安装光伏板，不影响以摄食性鱼虾为主的养殖模式产量。光伏板下养虾是有优势的。单从养殖水质角度来说，光伏板下的池塘水质稳定，特别是高温季节，因光伏板的遮光作用，可防止藻类爆发繁殖和集中死亡，因水质相对稳定，故对对虾生长有利。

(2) 江苏通威渔光互补项目²³

2014 年，通威（江苏）省级精品渔业园利用渔光互补智能管理系统，管理 75% 遮光面积池塘养殖黄颡鱼，养殖效益达 69 405 元/hm²；2015 年用于管理 50% 遮光面积草鱼养殖池塘，养殖效益达 42 795 元/hm²，与周边传统养殖方式相比，效益提高 50%~70%。2015 年通威射阳示范基地渔光互补鲫（*Carassius auratus*）养殖池塘养殖效益达 49 755 元/hm²，且全程未发病（周边发病率 45%）。

这与智能化管理密不可分，在 100 MW 单位装机容量占地 133.33~200 hm² 的区域，借助光伏电站建设的监控管理系统可以实现养殖场现代化管理，解决散户养殖存在的水质恶化、污水排放等问题。同时，池塘改造建设的费用也可以分摊到电站建设成本上，有利于降低养殖成本，推动养殖业规模化、集约化、专业化、智能化发展。目前全国人均管理养殖面积约为 3.33 hm²，使用

²² 马建军，张井增，孙志新，等. 渔光互补养虾试验[J]. 渔业致富指南, 2022(1):47-49.

²³ 梁勤朗. “渔光一体”模式助推现代渔业转型升级[J]. 科学养鱼, 2016(10): 13-15.

智能化管理系统可以提升至 33.33~66.67 hm²，并可提高养殖产量 0.5~2.0 倍。

(3) 江苏南京通威渔光一体基地试验项目²⁴

为了解渔光一体模式下中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*) 池塘养殖生长规律，在渔光一体池塘内，分别在光伏覆盖区域和非光伏覆盖区域开展中华绒螯蟹养殖实验，比较光伏区和非光伏区中华绒螯蟹二龄蟹的生长情况。

结果显示，6 月份之前，非光伏区中华绒螯蟹显示出一定的生长优势，6 月份之后光伏区中华绒螯蟹的生长优势突出，生长速度和规格均明显超过非光伏区，且光伏区最终的养成规格、产量（高 13.06 个百分点）、成活率（高 6.2 个百分点）等均体现出明显优势。实验结果证实了光伏遮光对河蟹养殖具有显著优势。

究其原因，主要因为中华绒螯蟹是变温动物，水温的高低直接影响其生命活动的强弱，也影响其性腺发育的过程。5 月份之前，池塘水温较低，相对来说光伏区由于遮光效应，同一时间内比非光伏区水温略低，生长速度会略慢。而 5 月份之后，随着水温的升高，利用光伏板遮光可以显著降低光照强度、降低水温、稳定水温变化，降低高温对蟹和草的不利影响，养殖环境更有利于水草的稳定生长，更利于河蟹的生长，因此光伏区的河蟹生长速度反而更快。

综上，根据本评价收集的国内案例和相关文献来看，项目建设对生态有一定影响，但影响尚可接受，渔光互补项目未对海水养殖造成明显不利影响，反而对部分养殖品种产量提升有一定的促进作用。

2.5.4 对植被的影响

项目对植被影响主要位于池塘围埂，植物种多为一些常见的灌草藤种类等，未发现珍稀物种，建成后项目方按要求需对场区的植被采取有效的植被恢复和异地补偿绿化等措施，因此，本项目建设对植被的总体影响不大。

2.6 光污染

国内外对于光污染目前并没有一个明确的定义，现在一般认为，光污染泛指影响自然环境，对人类正常生活、工作、休息和娱乐带来不利影响，损害人们观察物体的能力，引起人体不舒适感和损害人体健康的各种光。一般在城区，建筑物的玻璃幕墙、釉面砖墙、磨光大理石和各种涂料等装饰反射光线，明晃

²⁴ 吴立峰, 牛超, 张浩, 等. 渔光一体池塘光伏区和非光伏区中华绒螯蟹二龄蟹的养殖生长比较[J]. 淡水渔业, 20215(3): 108-112.

白亮、眩眼夺目。本项目光伏电站位于乡村区域，位置较低，周边无高大建筑物，也缺乏形成光污染的客观条件。

项目光伏发电运营过程中光伏组件表面受太阳光照射将会产生反射光。项目采用的太阳能组件表面材质为单晶硅太阳能电池板。光伏板的反射面朝向天空，其总反射率只有 5%左右，要远低于玻璃幕墙，放射角度指向天空，安装倾角为 13°，本项目采用单晶硅光伏电池组件外层透光率高，符合《玻璃幕墙光学性能》（GB/T18091-2000）中的要求，不会对造成较大光污染。

为确保本建设项目的污染减至最小，建议在设计中注意以下方面：

- （1）光伏太阳能发电站选用的电池板色彩不要太浅；
- （2）安装太阳能发电站电池板金属边框的颜色和反射比尽量与电池板相近；
- （3）金属边框的表面应选用雾面（喷砂面）以减少光的定向反射。

经上述措施后，光污染对周边环境的影响很小。昼间少量的反射光强度很弱，夜间无反射光，光污染不会影响周边村民的生产和生活。

2.7 电磁环境影响

营运期电磁环境影响详见“电磁环境影响专题评价”。根据本项目“电磁环境影响专题评价”，本项目升压站厂界及周边敏感目标的工频电场强度、工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 和 100μT 的公众曝露控制限值要求。本项目运行期电磁环境影响较小。

2.8 对鸟类的影响分析

（1）光伏阵列布设对栖息地的影响

运营期对鸟类的影响主要来自光伏组件及其支架对池塘栖息地生境的干扰和破坏，造成栖息和觅食场所的适宜性降低，挤压鸟类原有的栖息空间。从工程设计来看，光伏阵列有一定的间距，最终会遮盖水面约57.3%的面积。在项目所在池塘区域分布的鸟类基本上为涉禽和游禽，以鹭类、鸬鹚类为主，其他还包括鸭类、鸥类等。虽然这些水鸟对于未遮盖的区域，甚至光伏列阵的下部滩涂空间仍可利用，而且鹭类和鸥类还有可能利用光伏列阵作为临时停歇处。但光伏阵列的布置一方面占用了部分原有的可利用生境，导致原有生境的破碎化，另一方面也影响鸟类对剩余生境的辨识和利用。项目实施将导致鸟类对项目区域的生境利用降低。根据调查数据，项目区并非鸟类的重要栖息地，

在此域栖息的鸟类种类和数量均不高，项目的实施将驱使部分鸟类转移到周边类似生境栖息。但在项目区影响范围之外，因项目实施而被驱离的鸟类会重新分布，因此项目实施对区域鸟类种类多样性和种群数量不会产生较大的影响。

(2) 光伏阵列反射对鸟类的影响

光伏发电依靠多晶硅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，有可因为反射光而对影响到鸟类。根据施工技术方案，本工程采用多晶硅太阳能电池组件，该电池组件最外层为光伏玻璃。根据GB/T30984.1-2015《太阳能用玻璃-第一部分-超白压花玻璃》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，光伏阵列的反射率仅为9%左右，无眩光。因此基本不会对飞行中的鸟类和在本区域及周边活动的鸟类影响。

(3) 对鸟类繁殖的影响

在项目区域栖息的鸟类以留鸟为主，项目区域无鸟类筑巢繁殖的条件，因此项目的实施对鸟类繁殖的影响很小。

(4) 对迁徙候鸟和候鸟迁徙路线的影响

拟建项目位于湄洲湾海域，处于东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线上，有大面积的滨海湿地，是典型的迁徙鸟类中途停歇栖息地。对于工程区及邻近区域栖息的迁徙鸟类，工程施工和运营会降低工程区及附近生境作为鸟类栖息地的质量，从更大范围的湄洲湾区域的滨海湿地来看，工程用海区周边存在大量滨海湿地、围垦区等相似栖息地，能够弥补工程实施占用的栖息地功能，因此工程用海对迁徙鸟类基本不会产生显著影响。

2.9对防洪排涝影响分析

本节主要引用莆田市水利水电勘测设计院有限公司2025年8月编制的《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洪水影响评价报告》相关结论。

(1) 行洪影响评价

光伏组件下由于支架的阻水，造成主水流方向发生变化，片区规划水位抬升0~0.04m（闸前~滞洪区边缘），超出了片区的规划控制水位，降低了片区的防洪标准，需要采用一定的补救措施予以消除。

(2) 河势稳定影响评价

洪水期间光伏组件下过洪能力微弱，长久下来会产生淤积，现状工况下光伏组件下方主要为养殖池塘，外围建有塘埂，淤积影响较小，规划工况下应定期检测及时清淤，总体来说工程建设后对河势稳定影响不大。

(3) 蓄滞洪区运用影响评价

1) 滞洪区面积

本项目有众多光伏支架占用东吴园区滞洪区库容，现状工况有24364根墩落于滞洪区内，总面积2195m²，规划工况有10517根墩落于滞洪区内，总面积882m²，相比较原滞洪区面积，占比较小。

表 2.9-1 滞洪区面积占用情况表

工况名称	原水域面积 (万 m ²)	一期工程			一期建成后水域面积 (万 m ²)	二期工程		
		占用水域的支架数量 (个)	占用面积 (m ²)	占比 (万分之)		占用水域的支架数量 (个)	占用面积 (m ²)	占比 (万分之)
现状工况	564.7	36702	2594	4.6	564.44	24364	2195	3.9
规划工况	343.4	7037	498	1.5	343.35	10517	882	2.6

2) 滞洪区水位

本项目有众多光伏支架落于东吴园区滞洪区，现状工况最大壅水不足0.01m，规划工况最大壅水0.04m，拟通过调整起调水位来降低影响，因此工程的建设对规划滞洪区的运用会产生一定的影响。

(4) 防洪工程影响评价

从调蓄成果可以看出，工程建设前后闸前水位基本不变，因此工程建设对水闸所在的东吴海堤的影响不大。

(5) 防汛抢险和水上救生影响评价

本项目位于东吴滞洪区内，工程的建设对险情巡查、实时抢险、水上救生与其它防汛设施无不利影响。

2.10 环境风险

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危险、有害因素，项目建设和运行期间可能发生的突发性事件或事故，引起有毒有害和易燃易爆等物质泄漏，所造成的人身安全与环境影响和损害程度，提出合理可行的防范、

应急与减缓措施，以使项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

(1) 风险源及敏感目标调查

本项目为光伏发电项目，通过对原辅料、产品、污染物、生产系统等内容识别，项目不涉及危险工艺、易燃易爆物品，设施危险性均较低，项目风险源为变压器油泄露。

(2) 风险识别

本项目为光伏发电项目，项目无生产废气产生，无工艺废水排放，环境风险较小，项目可能存在的环境风险主要为变压器油泄露事故、储能系统火灾次生污染影响。

(3) 风险潜势初判及评价等级判定

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为Q；当存在多种危险物质时，则按式（C.1）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） $Q \geq 100$ 。

本项目一期光伏场区设32台箱式变压器，二期光伏场区设31台箱式变压器，二期扩建后升压站内共2台主变。根据工可，光伏场区箱变变压器油1.6t/台，升压站内单台主变变压器油贮量40t，因此总油量为180.8t。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， $Q=0.072$ ，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。

(4) 影响分析

① 变压器油泄露风险

本项目每台箱变贮油量约1.6t（ 1.75m^3 ），箱变下方均配套设置 2m^3 事故油箱，事故油箱容量能贮存箱变的全部油量。一旦发生泄露，打开泄油阀，事故油通过排油管排至事故油箱，然后交由有资质的单位进行处置。可有效预防光伏场区箱变变压器油泄露引起的环境影响。事故油箱应选用防渗效果好的材

料，运营期定期安排人员对事故油箱进行检查、维修，并制定泄漏事故应急预案，在泄漏事故发生时，及时进行有效处理，降低变压器油对生态环境的影响。

本工程升压站内主变贮油量约40t（43.5m³），一期已建有效容量75m³的钢筋混凝土地下式事故贮油池，主变油坑采用DN250的球墨铸铁管与排油检查井连接，最终通过排油管路（DN250球墨铸铁管）排入事故贮油池，然后交由有资质的单位进行处置。

综上所述，本项目变压器油存在一定泄露风险，在采取各项有效措施后，该类事故的危险性可降至最低，项目只要严格遵守各项安全操作规范和制度，加强安全管理，其生产是安全可靠的，项目风险在可控制的接受范围内。

②雷击风险

本项目在路线设计及设备选型上，已考虑到雷击问题，避雷元件分散安装在阵列的回路内，也可安装在接线箱内；对于从低压配电线侵入的雷电浪涌，必须在配电盘中安装相应的避雷元件予以应对；必要时在交流电源侧安装耐雷电变压器；汇流箱配有光伏专用高压防雷器，正负极均具有防雷功能；其他设备也均增加了防雷保护系统及其相应的接地系统，可维护电站长期稳定可靠运行。

③储能系统火灾次生污染影响

一旦储能系统电池本体或者电气设备等出现故障，极易促使电池材料的放热副反应被触发，造成电池热失控现象，更有甚者还会因储能系统的燃烧爆炸引发更大的安全隐患。

项目应建立健全火灾预警控制系统；检查可能发生火灾事故的储能系统的具体位置和故障类型；合理设置自动灭火系统，在储能电站的电池集装箱内部进行自动灭火系统的配置；加强相关管理人员的安全培训。在采取各项有效措施后，该类事故的危险性可降至最低，项目风险在可控制的接受范围内。

储能区发生火灾时，相应的事故废水排至一期已建的300m³事故废水收集池。

（4）台风风暴潮引起的风险分析

莆田市沿海是受台风风暴潮威胁较严重的海域，台风增水影响明显。根据1956~2000年福建省潮位资料统计，45年中发生台风增水197次，平均每年4.4次，风暴增、减水的幅度在-1.1m~1.5m之间，其中最大增水值2.52m。其中1990

年、1994年、1997年、1999年沿海多数验潮站的高潮位接近或超过历史记录，出现特大海潮。危害性风暴潮的发生多为台风过境时与天文大潮相遇，引起强降雨和高增水。

台风、风暴潮对项目工程的建设期和正常运营期都会带来一定的风险。首先是透水构筑物 and 光伏组件有被冲垮的可能；其次如果是遭遇巨大台风的侵袭，风机塔架也可能遭受破坏，因此项目运营期需采取相应的防范应急措施，以抵御和降低台风及风暴潮可能带来的危害。

2.11 服务期满后环境影响简要分析及处理措施

本项目设计服务年限为 25 年，项目服务期满后，建设单位若续租场地继续从事太阳能发电工程，则只需要更换光伏组件即可，若不再继续运营，应对本项目进行拆除。拆除后应集中对电站内废旧的太阳能电池板、逆变器及变压器等进行妥善处置，届时按照国家的相关政策法规，对上述固废采取厂家回收再循环利用或交由有资质的机构回收的方式处理，不随意丢弃，拆除过程中，应科学设计，严格管理。按照国家各项施工规范和条例进行施工，并教育施工人员明确施工注意事项，文明施工，保证拆除施工质量，按期竣工验收。

(1) 拆除施工时，应尽量做到土石方平衡，粉状材料运输及堆存须加盖防尘布和选择不易流失的地点堆存，或设置简易堆棚，定点存放。

(2) 施工中应分区合理施工，快速开挖，及时填埋夯实，并恢复地表。生活垃圾、粪便、弃土渣必须及时清运至当地环保部门指定场地处置，避免由此而产生的区域生态及区域卫生问题。

(3) 施工噪声是一种短期行为，但也应合理安排施工时间，尽量缩短夜间施工，并禁止车辆及施工机械高音喇叭鸣叫，尽可能降低声环境影响。

(4) 施工时，由于当地天气干燥多风，且风速大，对施工作业面应适时洒水，增加湿度，抑制扬尘飘移。另外，施工时要避开大风、尘暴等不利气象条件，尽可能降低或避免对局地的扬尘污染。

光伏电站服务期满后影响主要为拆除的太阳能电池板、变压器等固体废物影响及基础拆除产生的生态环境影响。

(1) 光伏组件拆除环境影响分析

在光伏电站服务期满后，拆除光伏组件属于一般工业固废，不属于危险废物，由建设单位对其进行收集，最终由专业的回收厂家收购处理，对环境影响

	<p>很小。</p> <p>(2) 电气设备拆除环境影响分析</p> <p>本项目电气设备主要为逆变器、升压器、交流配电柜，电气设备经运营期的使用和维护，其损耗极小，可全部由设备生产商回收进行维护或大修后再次使用，对环境影响很小。</p> <p>(3) 建（构）筑物的拆除环境影响分析</p> <p>本项目主要建（构）筑物有光伏组件基础，升压站等，拆除后的建筑垃圾按照相关规定运至指定的建筑垃圾处理厂，并将占地恢复其原有土地使用功能并进行生态恢复，对环境影响较小。</p> <p>①掘除硬化地面基础，对场地进行恢复；</p> <p>②拆除过程中应尽量减小对土地的扰动，对于项目厂区原绿化土地应保留；</p> <p>③掘除混凝土的基础部分场地应进行恢复，恢复后的场地则进行洒水和压实，以固结地表，防止产生扬尘和对土壤的风蚀。</p>
<p>选址选 线环境 合理性 分析</p>	<p>建设项目位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村，光伏场址中心坐标为东经119°3'45.80"，北纬25°7'48.77"，升压站站址中心坐标为东经119°3'34"，北纬25°7'22"。项目场址地处滨海海滩，现状为以养殖水塘为主。本项目用地不在城市规划区范围，不涉及自然保护区、生态红线区、水源地等环境敏感目标。本项目营运期，项目区电磁场和噪声对周围环境的影响均能符合相关标准要求，项目建设对周围地形地貌、水质、水生生物及陆生生物等影响在严格执行本报告的污染防治措施及生态保护措施后，对环境带来的不利影响可降到最低限度，从环保角度本项目选址可行。莆田市湄洲湾北岸经济开发区管理委员会出具了《关于支持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申报2024年度光伏电站开发建设方案项目有关事项的政府承诺函》，确认该项目拟利用的自然资源不涉及占用基本农田、耕地，不涉及生态红线、林地、重要湿地、自然保护区、河道、水库、湖泊、航道等限制开发的区域；根据《国家重要湿地名录》、《福建省第一批省重要湿地名录》，本项目未占用重要湿地；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》，本项目未占用名录中的一</p>

	<p>般湿地。根据《莆田市湄洲湾临港产业园分区单元（350305-22）控制性详细规划》，本项目光伏场区用地类型为主滞洪区，现状为以养殖水塘为主，本项目在池塘水域布设光伏阵列不改变水域用地性质，该区域太阳能资源丰富，具备优越的光伏发电建设条件，光伏场区位于主滞洪区在征得当地水利行政部门同意的前提下，本项目选址可行。</p>
--	--

五、主要生态环境保护措施

1.水环境保护措施

(1) 加强施工管理，优化施工工艺，减轻工程施工对水环境的不利影响；尽量缩短水中作业的时间，减少对养殖池中鱼类的影响；

(2) 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；

(3) 本项目施工人员租用光伏场区附近民房，施工期生活污水纳入了当地污水处理系统，不外排。

2.大气环境保护措施

(1) 施工扬尘

①施工单位应当在施工现场出入口公示施工现场负责人、环保监督员、扬尘污染主要控制措施、举报电话等信息；

②本项目施工期应做好各项监管工作，强化措施，把工地周边围挡、物料堆放覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输等各项建筑工地扬尘治理措施落到实处；

③土建工程施工过程中每天定期洒水，防止二次扬尘污染，遇有4级以上大风或重度污染天气时，必须采取扬尘应急措施，严禁土方开挖、土方回填等作业；

④项目运输车辆路线应尽量避免经过村庄；临时建筑垃圾堆放位置远离居民点布置等措施；

⑤施工现场集中堆放的土方和裸露场地必须采取覆盖、固化或绿化等降尘措施，严禁裸露；

⑥将建筑垃圾堆放在临时建筑垃圾堆场内，并设置标牌用苫布遮盖，建筑垃圾清运按照规划好的运输路线运输。建筑垃圾运输过程中运输车辆用苫布遮盖，防止二次扬尘污染；

⑦施工生活垃圾集中收集至封闭式塑料桶内，日产日清。

(2) 燃油废气

采用先进的施工机械设备，注意施工机械和车辆的检修、保养，采用较清洁的柴油

施工期生态环境保护措施

作为其燃料，减少施工机械和车辆带来的大气环境影响。

3.声环境保护措施

(1) 施工期间执行国家和地方有关法规，严格按 GB12523-2011《建筑施工现场界环境噪声排放标准》控制施工场界噪声排放，夜间禁止施工。如根据工况要求必须连续作业，必须得到当地生态环境部门的许可方可施工，且夜间施工作业必需向周边居民公布施工的时间，并征求附近易受影响居民对工程建设的意见和建议，协调好与周边居民及单位之间的关系，取得民众的理解，避免引起噪声投诉；

(2) 建设单位必须对施工时段作统筹安排，尽量避免高噪源同时进行施工。

(3) 选用性能良好的新型高效低噪声施工设备，日常注意维修保养，使各种施工机械保持良好运行状态。

(4) 合理布置施工场地，将高噪声施工设备布置于场地中央，远离敏感目标，并采取适当的封闭和隔声措施如施工围挡等，严禁高噪音、高振动的设备在中午及夜间休息时间作业。

(5) 与施工单位签订控噪协议，督促和监督其施工控噪工作的有效实施；

(6) 制定合理的运输线路，施工车辆的运行应尽量避免避开噪声敏感区域和噪声敏感时段，路过村庄时应采取限速、禁鸣等措施，以防扰民，降低对环境敏感目标的影响。

通过采取以上措施，可将施工期噪声降至最低，施工噪声对周围环境敏感点产生的影响会大大减轻。

4.固体废物

(1) 施工建筑垃圾主要为钢筋、板材、碎砖石等。建筑垃圾中钢筋、钢板、木材等下脚料分类收集至临时建筑垃圾堆场内，可回收利用的均回收利用，剩余部分运至指定建筑垃圾消纳场所进行消纳。

(2) 施工期工业垃圾(焊条头、砂轮片、废导线、废电缆，有缺陷的废太阳能电池板等)每天分类及时清除回收，妥善处理，做到工完料尽场地清。

(3) 施工人员生活垃圾应在施工区设置垃圾桶分类收集，厨余垃圾交由餐厨垃圾转运部门集中处置，其他垃圾交由环卫部门处理。

5.生态环境保护措施

(1) 施工期首先要采取预防保护措施，通过进一步优化施工布置，控制施

	<p>工占地面积；</p> <p>(2) 加强施工管理，优化施工工艺，减轻工程活动对水环境的不利影响；尽量缩短水中作业的时间，减少对养殖池中鱼类的影响；</p> <p>(3) 加强对施工人员的教育，尽量缩减人员活动的区域；施工活动严格控制在征地范围内，严格控制施工设备及人员作业范围，按照总体规划的路线行驶，禁止任意穿行，禁止超出作业带作业，尽可能减小施工扰动造成的影响；</p> <p>(4) 尽可能减少对周围土地的破坏；施工道路不再单独临时征用土地，道路尽可能利用现有道路，尽量减少对土地的破坏、占用；</p> <p>(5) 光伏阵列及电气设备必须严格按设计规划指定位置来放置，各施工机械和设备不得随意堆放，以便能有效地控制占地面积，更好地保护原地貌；</p> <p>(6) 在施工过程中，做好表土的集中堆存和保护，并要求完工后及时利用原表土对施工造成的裸露面进行覆土。</p> <p>(7) 对施工完成的临时占地作及时种植树木和草皮等措施减少水土流失。</p> <p>(8) 由于施工周期较短，随着施工期的结束，光伏组件下水塘可放养原有鱼种，控制养鱼数量，定期捕捞，保护项目区域的水域生态环境，以减少对鱼塘的影响。</p> <p>(9) 合理安排施工期，光伏发电组件安装期间，尽量减少在鸟类迁徙时期的施工作业。合理安排打桩等高噪声作业时间，防治噪声对鸟类的惊扰。</p> <p>(10) 施工期禁止施工活动干扰鸟类繁殖、施工过程避让鸟类集群栖息区等。</p>
运营期生态环境保护措施	<p>1.水环境保护措施</p> <p>运营期产生的生活污水主要为升压站站区内卫生间和食堂排水，室内生活污水系统采用单立管伸顶通气排水系统，污水自流排入室外污水管网，厨房污水经隔油器处理后排入室外污水管网。生活污水经收集后，先排至室外一座 2m³的玻璃钢化粪池处理后，近期考虑用吸污车运输至市政污水处理站，远期待市政管网建成后接入市政管网。</p> <p>2.大气环境保护措施</p> <p>本项目是将太阳能转换为电能，属于清洁能源利用项目，因此运行期间无工艺废气产生。一期已配套建设的食堂产生的厨房油烟经油烟净化器处理后于屋顶高空排放，对周边大气环境影响小。</p> <p>3.声环境保护措施</p> <p>本项目运营期噪声主要来自光伏发电区逆变、箱式变压器噪声和升压站内变</p>

压器等设备噪声，为减小噪声对周围环境的影响，本评价提出的噪声污染防治措施如下：

(1) 设备选型时，应选择低噪声设备；

(2) 对变压器等设备进行减振或隔声处理；

(3) 加强设备的运行管理，保证设备运行良好；定期对电气设备进行检修，减少因设备陈旧产生的噪声；

(4) 对光伏场区合理布局，逆变、箱式变压器等产噪设备尽量远离较近声敏感目标布置。

经采取上述措施后，对周边声环境影响较小。

4.固体废物

(1) 本项目检修更换产生的废旧太阳能电池组件、废电气元件、废磷酸铁锂电池等工业固废应集中堆放在一般固废暂存间，后交由厂家回收处理。

(2) 废铅酸蓄电池、设备检修废油等危险废物应暂存于危废暂存间，建立严格的危险废物管理台帐，定期交给具有资质单位处置。危险废物暂存间堆放场地按照满足危险废物存放条件进行基础防渗，渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s。

(3) 工作人员生活垃圾通过在厂区设置垃圾桶分类收集，厨余垃圾交由餐厨垃圾转运部门集中处置，其他垃圾交由环卫部门处理。

项目固体废物妥善处理 and 处置，对当地环境影响较小。

5.生态环境保护和修复措施

5.1 生态环境保护措施

(1) 合理分布光伏方阵，在光伏方阵之间留有足够的光照空间，保证水生生态系统正常发生光合作用。

(2) 在项目周边留有足够的水面，供鱼类活动。

(3) 光伏方阵与水面留有足够的高度，减少生产活动对水生生物的干扰。鱼塘内选择合理的水生生物品种，保证项目所在地的生态平衡。

(4) 光伏场区检修便道应进行适当绿化。

(5) 加强管理，巡检车辆只在巡检道路内行驶，避免对植被造成损害；加强对各项生态保护措施的日常维护；现场维护和检修应选择在昼间进行，避免影响周边动物夜间的正常活动。

5.2 生态环境修复措施

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 251.92kg 的底栖生物损失,悬浮泥沙引起底栖生物损失约 13.65 吨,造成海洋生物资源直接损失约 45.99 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、中国鲎共 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 2 年,放流经费 45.99 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 5.2-1。

表 5.2-1 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)

6.电磁环境

(1) 为限制电晕产生的电磁环境影响，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) 对升压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) 所有电气设备安装接地装置。

(4) 平行导线的相序排列均采用逆相序布置。

7.光污染

本光伏电站采用单晶硅太阳能电池，该电池组件最外层为特种钢化玻璃。这种钢化玻璃除具有坚固、耐风霜雨雪、能经受沙砾冰雹的冲击等优点外，其透光率极高，达 95%以上，基本不会产生噪光污染。所有外露在强光下的金属构件均也考率采用亚光处理或是刷涂色漆等处理工艺，所以同样不会形成噪光污染。

8.防洪排涝

本项目有众多光伏支架落于东吴园区滞洪区，规划工况最大壅水 0.04m，以致于滞洪区的水位超出了控制水位 1.70m，降低片区的防洪标准，因此需要采用一定的补救措施。

拟通过调整调水位来降低影响，经计算分析，原起调水位采用 0.42m 时，计算得出闸前水位为 1.63m，至滞洪区边缘处设计水位 1.74m，无法满足东吴片区控制水位 1.70m，本次补救措施将起调水位调整为 0.39m，调蓄计算得出闸前水位为 1.59m，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。

9.环境风险

(1) 箱变下方均配套设置 2m^3 事故油箱。

(2) 升压站内设置有效容量 75m^3 的钢筋混凝土地下式事故贮油池。

(3) 制定环境风险应急预案。

1.环境管理

企业应加强环境管理，设置环境管理机构，制定环境管理制度，具体如下：

①建立环保档案，包括环评报告、环保工程验收报告、污染源监测报告、环保设备运行记录以及其它环境统计资料，掌握企业排污情况的污染现状，贯彻预防为主方针，发现问题，及时采取措施。汇总、编报环保年度计划及规划，并监督、检查执行情况，定期向当地环境保护行政主管部门汇报。

②控制和预防污染，加强生产设备的管理与维护，严防非正常工况事故的发生，确保环保设施正常运行。

③认真对待和组织突发性污染事故的善后处理，追查事故原因，杜绝事故遗留隐患，并参照企业管理规章，提出对事故责任人的处理意见，上报公司管理层。

④定期对工作人员进行环境保护知识的教育，加强环保知识宣传，明确环境保护的重要性，严格执行各种环境保护规章制度。

2.监测计划

本项目施工期和运营期环境监测计划见表 2-1。

表 2-1 环境监测计划一览表

类别	监测点位	监测指标	监测频次	执行标准
施工期	海水水质 在山柄水闸、东吴水闸外侧各设置 1 个站位	COD、无机氮、活动磷酸盐、悬浮物、石油类	施工高峰期监测 1 次	《海水水质标准》(GB3097-1997) 中的二类水质标准
运营期	废水	化粪池排口	1 次/年	《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 中的三级标准
	噪声	光伏场区；升压站四周围墙外 1m	1 次/季	光伏场区场界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类区标准；升压站厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3 类区标准。
	电磁环境	升压站四周围墙外 5m	竣工环保验收阶段监测 1 次，运营期 4 年 1 次。	《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)

3 “三同时” 验收

本项目的环境保护措施及“三同时”验收表见表 3-1。

表 3-1 环境保护措施及“三同时”验收一览表

时段	类别	污染源及污染物	治理设施	预期效果	完成时间
施工期	废水	机械清洗废水	隔油池、沉淀池	回用于车辆冲洗或施工现场洒水降尘	施工结束
	废气	扬尘、车辆废气	施工期进行洒水降尘、物料库存或苫盖，加强运输车辆管理，对道路进行洒水降尘等	满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表2排放浓度限值	
	噪声	施工噪声	合理安排施工时间，高噪声设备施工时间尽量安排在昼间；优先选用低噪声施工工艺和施工机械。	能达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中相关标准	
	固废	建筑垃圾、生活垃圾	垃圾桶、临时堆土场	符合环境卫生管理要求和综合利用原则，不产生二次污染	
运营期	废水	生活废水	2m ³ 的玻璃钢化粪池	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中三级标准	依托一期已建工程
	废气	食堂油烟	油烟排气筒	《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001)	
	固废	一般固废：废旧太阳能电池板、废电气元件、废磷酸铁锂电池；危险废物：废铅酸蓄电池、检修废油	一般固废分别交由电池板厂家、设备厂家及电池厂家回收处理。危险废物暂存后交由有资质单位处置。一般固废和危险废物暂存间必须落实防扬散、防流失、防渗漏等防护措施。	资源化、无害化、减量化，一般固体废物贮存、处置过程执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中相关规定；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)中相关规定。	
	噪声	光伏发电	合理布局，选用低噪声设备、基础减振、加强设备的管理和保养等。	光伏场区场界达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类区标准；升压站厂界达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类区标准。	
	生态修复	增殖放流	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)进行	放流经费 45.99 万元	

增殖放流

4.严格落实排污许可制度

依据《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评[2017]84号）、《固定污染源排污许可分类管理名录（2019年版）》等相关要求，建设单位需做好排污许可衔接工作。根据“名录”，本项目不需要进行排污许可登记。

本项目营运期废水、废气、固废等环保设施均依托一期项目，因此本项目环保投资主要包括施工期废水、废气治理、噪声控制、固体废物处置以及施工期环境监测和生态修复等费用，根据项目预算，环保投资费用总计 83.99 万元，占总投资的 0.23%。主要环保投资清单见表 1。

表 1 本项目环保投资估算汇总表

阶段	项目	内容	措施内容	预期效果	投资（万元）
施工期	污水处理	清洗废水	经隔油沉淀池处理后回用	清洗废水循环使用	1
		生活污水	依托村庄现有污水处理设施	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级	/
	大气污染防治	运输粉尘	运输车防尘帆布覆盖、不满载	车辆出场清洗，不满载	1
		施工粉尘	施工场地洒水	有效减少施工粉尘	1
	焊接烟尘	使用低烟环保型锡丝；选择低烟、低毒、环保型的锡丝	有效降低焊接烟尘的影响	12	
	固体废物处置	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	5
	施工期环境监测	海水水质	在山柄水闸、东吴水闸外侧各设置 1 个站位，监测 COD、无机氮、活动磷酸盐、悬浮物、石油类等	施工期不对水闸外侧海域造成影响	12
营运期	生态修复	增殖放流	增殖放流	减缓海洋生态影响	45.99
	环境监测	水环境	COD、氨氮、SS、BOD ₅	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中的三级标准	3
		声环境	等效连续 A 声级	光伏场区场界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类区标准；升压站厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》	1

环保投资

				(GB12348-2008) 3类区标准。	
		电磁环境	工频电场、工频磁场	《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)	2
	合计				83.99

六、生态环境保护措施监督检查清单

内容要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	控制施工占地，施工活动严格控制在征地范围内；做好表土的集中堆存和保护，并要求完工后及时利用原表土对施工造成的裸露面进行覆土；基坑开挖后及时回填；对施工完成的临时占地作及时种植树木和草皮等措施减少水土流失。	严格按照要求的范围施工，临时占地面积较小，及时对临时用地进行恢复，无明显水土流失现象。	采用当地的植被对场区周边影响区域及时进行植被恢复。	区域生态系统即可恢复到现有状态。
水生生态	进一步优化施工布置，控制施工占海，减少对工程地区现有水环境的占压和破坏；加强施工管理，优化施工工艺，，尽量缩短水中作业的时间，减少水体扰动。	不改变水体性质，“渔光互补”模式运转正常	光伏阵列排间距（不含前排阵列投影距离）计算结果为 7.0m，在光伏方阵之间留有足够的光照空间，保证水生生态系统正常发生光合作用，在项目四周留有足够的水面，供鱼类活动，光伏方阵与水面留有足够的高度，减少生产活动对水生生物的干扰；鱼塘内应选择合理的养殖品种。 增殖放流：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 2 年，放流经费	光伏阵列间距；光伏板与水面高度。 增殖放流方案、地点、费用、记录等。

			45.99 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。	
地表水环境	施工废水经隔油池、集水池收集回用于车辆冲洗或施工现场洒水降尘。	施工期废水处理后回用。	运营期生活污水经收集后，依托一期已建 2m ³ 的玻璃钢化粪池预处理后，近期考虑用吸污车运输至市政污水处理站，远期待市政管网建成后接入市政管网。	运营期废水处理达标后，近期考虑用吸污车运输至市政污水处理站，远期待市政管网建成后接入市政管网
地下水及土壤环境	/	/	/	/
声环境	合理安排施工时间，高噪声施工时间尽量安排在昼间；尽量避免高噪声源同时进行施工；优先选用低噪声施工工艺和施工机械；施工车辆的运行应尽量避开噪声敏感区域和噪声敏感时段。	达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中相关标准。	合理布局，选用低噪声设备、基础减振、加强保养等。	光伏场区场界达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类区标准；升压站厂界达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3 类区标准。
振动	/	/	/	/
大气环境	在各项目工地上醒目位置及项目周边敏感目标公告栏处公布施工信息；定期洒水、物料库存或苫盖，加强运输车辆管理，对道路进行洒水降尘。	满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 排放浓度限值	依托一期已建油烟排气筒	符合《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001) 要求。

固体废物	<p>建筑垃圾可回收利用的均回收利用，剩余部分运至指定建筑垃圾消纳场所进行消纳；工业垃圾(焊条头、砂轮片、废导线、废电缆，有缺陷的废太阳能电池板等)每天分类及时清除回收，妥善处理，做到工完料尽场地清；生活垃圾通过在厂区设置垃圾桶分类收集，厨余垃圾交由餐厨垃圾转运部门集中处置，其他垃圾交由环卫部门处理</p>	<p>落实相关措施，无乱丢乱弃现象。</p>	<p>一般固废分别交由电池板厂家、设备厂家及电池厂家回收处理。危险废物暂存后交由有资质单位处置。一般固废和危废暂存间必须落实防扬散、防流失、防渗漏等防护措施。</p>	<p>资源化、无害化、减量化，一般固体废物贮存、处置过程执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中相关规定；危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)中相关规定。</p>
电磁环境	/	/	<p>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；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。所有电气设备安装接地装置。平行导线的相序排列均采用逆相序布置。</p>	<p>按要求落实。</p>
环境风险	/	/	<p>光伏场区箱变配套事故油箱；升压站依托一期已建事故油池。</p>	<p>事故油箱、贮油池、事故油池配备符合设计要求。</p>
环境监测	<p>在山柄水闸、东吴水闸外侧各设置 1 个站位监测海水水质</p>	<p>施工高峰期监测 1 次</p>	<p>废水监测位于化粪池排口；噪声监测位于场边界四周外 1m；电磁环境监测位于四周围墙外 5m</p>	<p>分别执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中三级标准、《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001)、《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中</p>

				2类、3类标准：《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）。
其他	合理安排施工期，光伏发电组件安装期间，尽量减少在鸟类迁徙时期的施工作业。合理安排打桩等高噪声作业时间，防治噪声对鸟类的惊扰	是否按要求落实。	/	/

七、结论

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总投资 36475.77 万元，位于莆田市湄洲湾北岸经济开发区山亭镇东乌垵村，南侧毗邻湄洲湾，现状为养殖池塘，总用海面积约 823701m²，规划装机容量为 100MWp。

建设项目符合国家产业政策，选址符合相关要求。项目施工期和运营期对区域环境有一定的影响，在严格执行“三同时”制度，确保环保设施的正常运转，各污染物达标排放和合理处置的情况下，项目对环境带来的不利影响可降到最低限度，并达到环保有关规定的要求。从环境影响角度考虑，项目建设可行。

注：上述评价结果是在建设单位提供的有关资料基础上得出的，建设单位对所提供资料真实性负责。一旦项目规模、工艺、用途等发生变化，建设单位应根据有关规定重新委托有资质单位进行环境影响评价并重新申报。

专题：电磁环境影响专题评价

1总论

1.1编制依据

1.1.1法律、法规、部门规章

(1)《中华人民共和国环境保护法》，全国人大，1989年12月26日公布，自同日起实施；2014年4月21日通过修订，2015年1月1日起实施；

(2)《中华人民共和国环境影响评价法》，全国人大，2018年12月29日通过修订，2018年12月29日施行；

(3)《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023年修订），全国人大，2023年10月24日通过，自2024年1月1日起实施；

(4)《中华人民共和国电力法》，1996年4月1日起施行，2018年12月29日修正；

(5)《建设项目环境保护管理条例》，国务院，2017年6月21日修订，自2017年10月1日起施行；

(6)《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；

(7)《福建省生态环境保护条例》，福建省人大，2022年3月30日修订，自2022年5月1日起施行；

(8)《电力设施保护条例》，1987年9月15日起施行，2011年1月8日修订；

(8)《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，自然资源部办公厅。

1.1.2技术依据

(1)《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；

(2)《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；

(3)《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；

(4)《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）（HJ681-2013）；

(5)《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）；

(6)《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》（2020年12月24日）。

1.2项目概况

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包括二期光伏场区和一期已建升压站内扩建主变等设备。二期光伏项目规划容量为交流侧 100MW，直流侧 120.0024MWp。根据组件布置及逆变器的选型，将光伏阵列分为 31 个光伏方阵，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。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。光伏场区内相关输变电设施均为 35kV 及以下电压等级的输变电设施。

本项目不新建升压站，利用一期已建 110kV 升压站预留空间，扩建二期主变（规模为 1×120MVA，电压等级为 110kV）、户内 GIS、户外 SVG、35kV 配电楼、储能设施等。扩建后 110kV 升压站主变规模为 2×120MVA。

本项目利用一期已建 110kV 线路送出，不新增送出线路。

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）“5、豁免范围-100kV 以下电压等级的交流输变电设施产生的电场、磁场、电磁场的设施（设备）”，可免于管理。因次，本电磁环境影响专题评价对象为 110kV 升压站。

1.3评价因子

本项目电磁环境影响评价因子详见表 1-1。

表 1-1 本项目项目电磁环境影响评价因子汇总表

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
运行期	电磁环境	工频电场	V/m	工频电场	V/m
		工频磁场	μT	工频磁场	μT

1.4评价标准

本项目运行期工频电场、工频磁场执行《电磁环境控制限值》(GB 8702-2014) 公众曝露控制限值，详见表1-2。

表 1-2 项目执行的电磁环境标准明细表

要素分类	标准名称	适用类别	标准值		评价对象
			参数名称	限值	
电磁环境	《电磁环境控制限值》 (GB 8702-2014)	50Hz	电场强度	4000V/m	评价范围内电磁环境敏感目标

			磁感应强度	100 μ T	评价范围内电磁环境敏感目标
--	--	--	-------	-------------	---------------

1.5评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020)，本项目主变为户外布置，电磁环境评价工作等级为二级。

1.6评价范围

按照《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)，本项目电磁环境影响评价范围见表 1-3。

表 1-3 项目电磁评价范围一览表

项目	评价范围
110kV升压站	依托110kV升压站站界外30m范围区域

1.7电磁环境敏感目标

本项目依托的已建110kV 升压站位于空地，通过现场调查，本项目评价范围内不涉及电磁环境敏感目标。

2电磁环境现状评价

2.1监测单位及监测因子

监测单位：自然资源部第三海洋研究所

监测因子：工频电场、工频磁场

2.2监测方法及规范

监测布点及测量方法主要依据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020)、《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ681-2013)。

2.3监测频次

2026年1月17日监测1次。

2.4监测仪器

监测仪器情况见表 2-1。

表 2-1 监测仪器情况一览表

管理编号	检测仪器	校准证书编号	有效期
16010200003088&6000100003219	电磁信号监测仪 EH100B&XC200	2025F33-10-6146623001	2025.10.13-2026.10.12

250302749	温湿度计	RG2025-152091	2025.12.23~2026.12.22
11R15354	轻便三杯风向风速表	H2025-0125511	2025.12.22~2026.12.21

2.5 监测时间及监测条件

监测时间：2026年1月17日。

监测环境：天气：多云，温度：18.6℃，湿度：48.0%，大气压：1016.3hPa，风速：2.6m/s，风向：东北。

升压站运行工况见表 2-2。

表 2-2 升压站运行工况

型号	SZ20-120MVA/110kV 三相， 双线圈铜绕组有载调压油浸式变压器
容量	120 MVA
额定电压	115 kV
额定电流	602.5A
当日电压	112.69~112.92kV
当日电流	370.7~541.4A
有功功率	52.5~78.6MW

2.6 监测质量保证与控制

(1) 质量管理体系

监测单位具备检验检测机构资质认定证书（证书编号：230012199723），制定并实施了质量管理体系文件，实施全过程质量控制。

(2) 监测仪器

监测仪器定期校准，并在其证书有效期内使用。每次监测前后均检查仪器，确保了仪器处在正常工作状态。

(3) 环境条件

监测时环境条件须满足仪器使用要求。电磁环境监测工作应在无雨、无雾、无雪的天气下进行，监测时环境湿度<80%。

(4) 人员要求

监测人员已进行业务培训，考核合格并取得岗位合格证书。现场监测 2 名监测人员。

D1	升压站西南侧围墙外 5m，距西北侧围墙约 30m	44.16	0.26
D2	升压站西南侧围墙中间外 5m	9.76	0.12
D3	升压站西南侧围墙外 5m，距东南侧围墙约 30m	2.16	0.02
D4	升压站东南侧围墙外 5m，距西南侧围墙约 25m	2.39	0.03
D5	升压站东南侧围墙中间外 5m	3.36	0.02
D6	升压站东南侧围墙外 5m，距东北侧围墙约 20m	6.03	0.02
D7	升压站东北侧围墙外 5m，距东南侧围墙约 25m	8.02	0.02
D8	升压站东北侧围墙中间外 5m	5.97	0.02
D9	升压站东北侧围墙外 5m，距北侧围墙约 25m	26.06	0.10
D10	升压站北侧围墙外 5m，距东北侧围墙约 10m	111.31	0.72
D11	升压站北侧围墙外 5m，距东北侧围墙约 20m，距送出线路约 25m	204.71	0.74
D12	升压站北侧围墙外 5m，距西北侧围墙约 10m，距送出线路约 25m	322.55	0.82
D13	升压站西北侧围墙外 5m，距北侧围墙约 15m	179.33	0.61
D14	升压站西北侧围墙外 5m，距西南侧围墙约 10m	110.65	0.42

根据表 2-3 监测结果分析，各监测点工频电场为 2.16-322.55V/m，符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频电场强度公众曝露 4kV/m；各监测点工频磁场为 0.02-0.82 μ T，符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频磁感应强度公众曝露 100 μ T 限值要求。

3 电磁环境影响预测与评价

本项目电磁环境影响评价工作等级为二级，因此本次评价采用类比分析的方法对项目已建 110kV 升压站扩建主变投运后产生的电磁环境影响进行分析评价。

(1) 选择类比对象

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)的相关要求,本次类比分析选择肃北鲁能新能源有限公司马鬃山第一风电场B区200MW工程110kV升压站(以下简称“马鬃山鲁能110kV升压站”)电磁影响作为类比对象,该已经建成运行,全站主变容量为2×120MVA。升压站规模及环境条件详见表3-1。

表 3-1 110kV 升压站与类比升压站对比一览表

类比项目	本项目 110kV 升压站	马鬃山鲁能 110kV 升压站
电压等级	110kV	110kV
变压器规模	2×120MVA	2×120MVA
主变布置方式	户外布置	户外布置
配电装置	户内 GIS	户外 GIS
出线回数	110kV 1 回	110kV 1 回
占地面积	20000m ²	6800m ²
建设地点	福建省莆田市北岸经济开发区	甘肃省酒泉市肃北县

(2) 可比性分析

由表 3-1 可以看出,马鬃山鲁能 110kV 升压站工程情况均与本工升压站站较为相似,主变均为户外布置,变压器规模相同,布置形式相同,电气平面布置相同,电压等级相同,出线相同,占地面积小于本项目。根据升压站工频电场强度产生的原理,其强度与电压等级有关,本项目拟建升压站和石马鬃山鲁能 110kV 升压站工程电压等级相同。因此,选择马鬃山鲁能 110kV 升压站作为类比对象是可行的。

(3) 类比监测因子

监测因子:工频电场、工频磁场。

(4) 马鬃山鲁能 110kV 升压站监测结果分析

监测单位:甘肃天平环境检测有限公司

监测时间:2022年6月8日

升压站类比监测站位见图 3-1,监测结果见表 3-2。

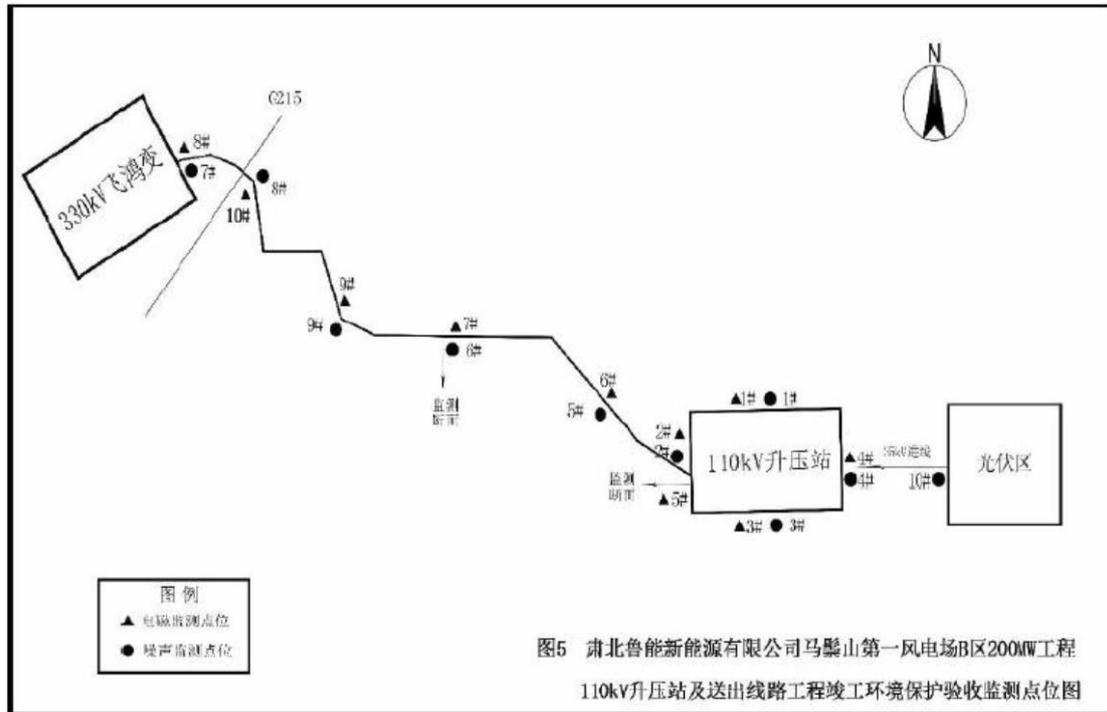


图 3-1 马鬃山鲁能 110kV 升压站监测站位图

表 3-2 马鬃山鲁能 110kV 升压站监测结果

序号	监测点位	距离 (m)	电场强度 (V/m)	磁感应场强度 (μT)
1	110kV 鲁能升压站北侧围墙外 5m 处	5	63.36	0.1158
2	110kV 鲁能升压站西侧围墙外 5m 处	5	26.68	0.1067
3	110kV 鲁能升压站南侧围墙外 5m 处	5	4.86	0.0949
4	110kV 鲁能升压站东侧围墙外 5m 处	5	7.23	0.1151
5	110kV 鲁能升压站西侧围墙断面	5	105.43	0.167
		10	102.16	0.188
		15	95.91	0.1689
		20	85.32	0.1762
		25	78.53	0.1301
		30	76.28	0.1631
		35	70.95	0.1431
		40	66.09	0.1535
		45	58.24	0.1977

由表可以看出，升压站四周及西侧衰减断面工频电场强度最大为105.43V/m，磁感应强度最大为0.1977μT，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频电场强度公众暴露控制限值4000V/m、工频磁感应强度公众暴露控制限值100μT 的要求。

(5) 小结

通过对已运行的马鬃山鲁能110kV 升压站的类比监测结果，可以预测本项目在已建110kV 升压站扩建主变后产生的工频电场、工频磁场能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）表1中频率为50Hz 所对应的公众曝露限值，即电场强度限值：4000V/m；磁感应强度限值：100 μ T，对周边电磁环境影响较小。

4.电磁环境保护措施

为尽可能减小本项目升压站对周边电磁环境的影响，本评价提出以下措施：

(1) 升压站内敷设接地网，将升压站内电气设备接地，以减小电磁感应影响；

(2) 升压站内金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头螺栓、闸刀片等均应做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现；

(3) 选购光洁度高的导线，减少尖端放电。所有线路、高压设备、建筑物钢铁件接地良好，设备导电元件间接触部件连接紧密，减少因接触不良而产生的火花放电；

(4) 升压站周围及地理线路沿线设置高压警示标识，加强对居民有关高压知识和环保知识的宣传和教育。

5电磁环境影响评价专题结论

5.1主要结论

5.1.1电磁环境现状评价结论

根据监测结果，本项目各监测点工频电场为 2.16-322.55V/m，符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频电场强度公众曝露 4kV/m；各监测点工频磁场为 0.02-0.82 μ T，符合《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频磁感应强度公众曝露 100 μ T 限值要求。

5.1.2 电磁环境影响预测评价结论

通过类比分析，本项目升压站厂界及周边敏感目标的工频电场强度、工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 和 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

5.2电磁环境保护措施

为尽可能减小本项目升压站对周边电磁环境的影响，本评价提出以下措施：

(1) 升压站内敷设接地网，将升压站内电气设备接地，以减小电磁感应影

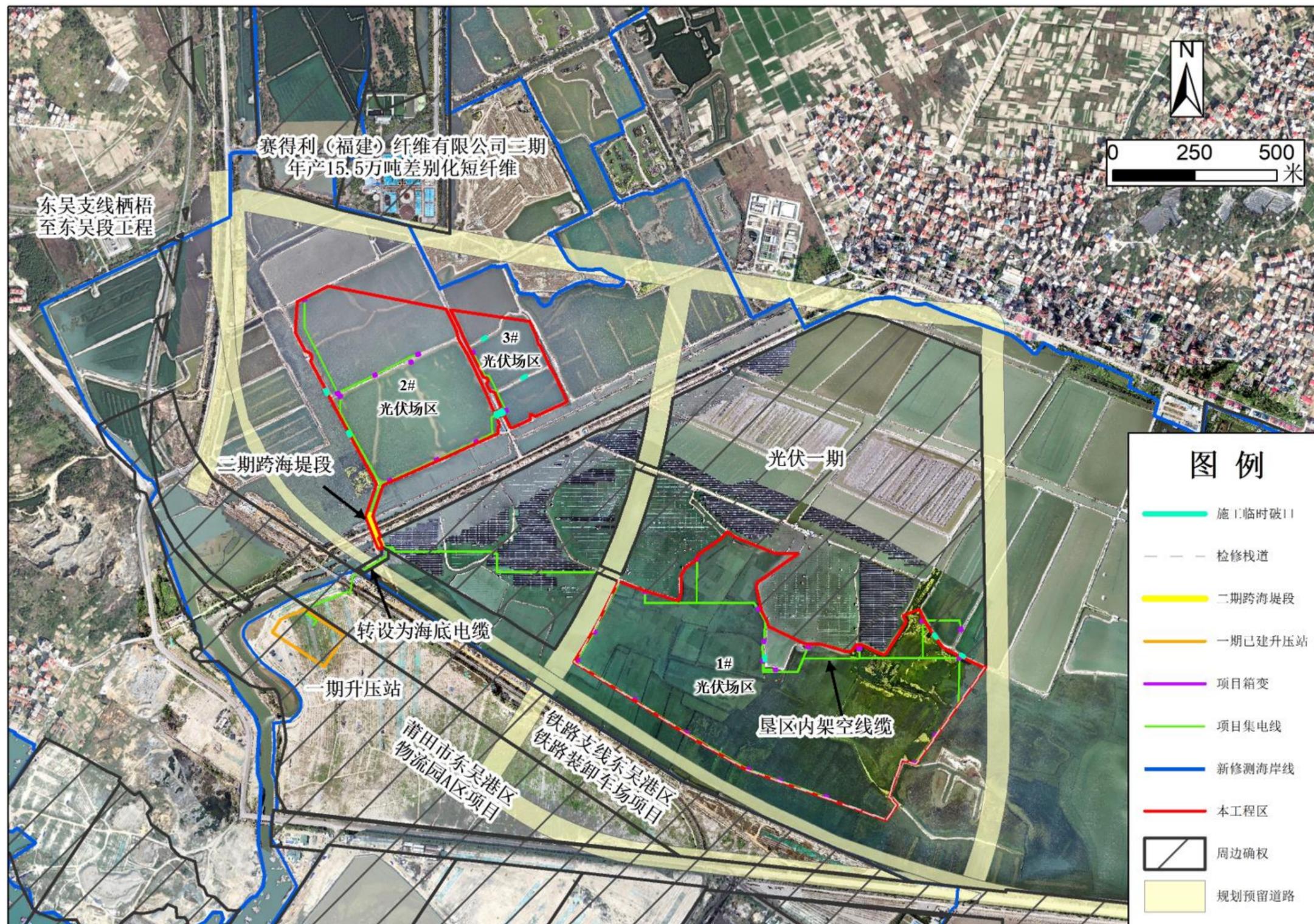
响；

(2) 升压站内金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头螺栓、闸刀片等均应做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现；

(3) 选购光洁度高的导线，减少尖端放电。所有线路、高压设备、建筑物钢铁件接地良好，设备导电元件间接触部件连接紧密，减少因接触不良而产生的火花放电；

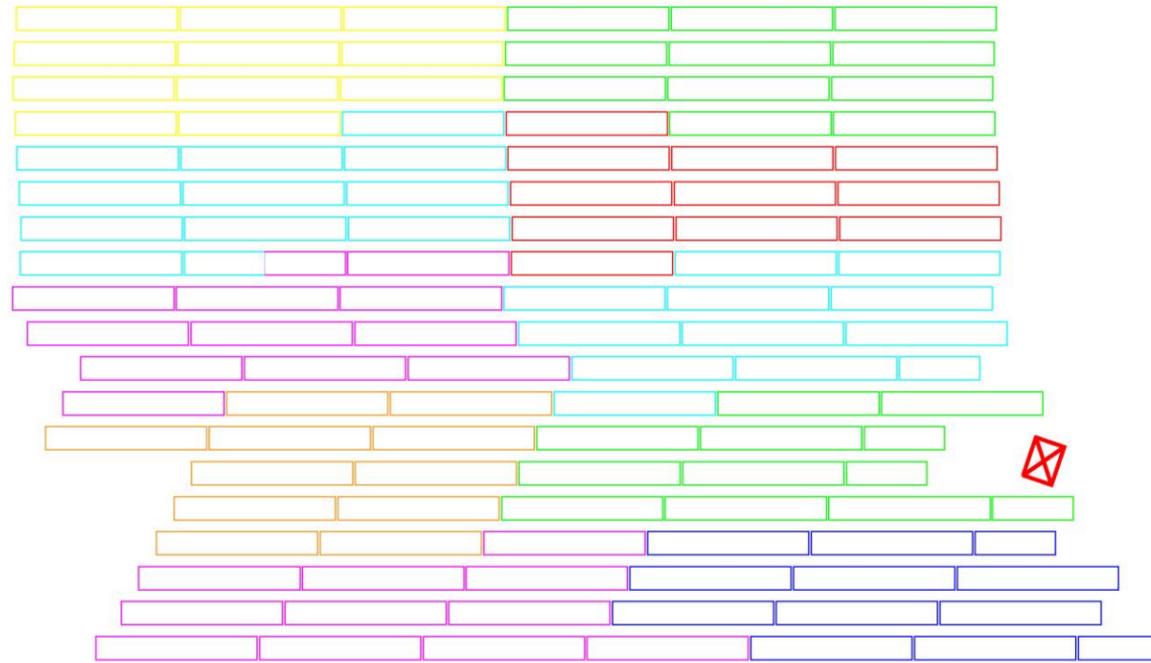
(4) 升压站周围及地埋线路沿线设置高压警示标识，加强对居民有关高压知识和环保知识的宣传和教

附图 1 项目总平面布置图分区示意图



附图 2 光伏阵列单元布置图

本文件的知识产权为福建永福电力设计股份有限公司所有，任何单位和个人未经许可不得复制与使用



本图为一个3.2MW方阵的布置

说明：

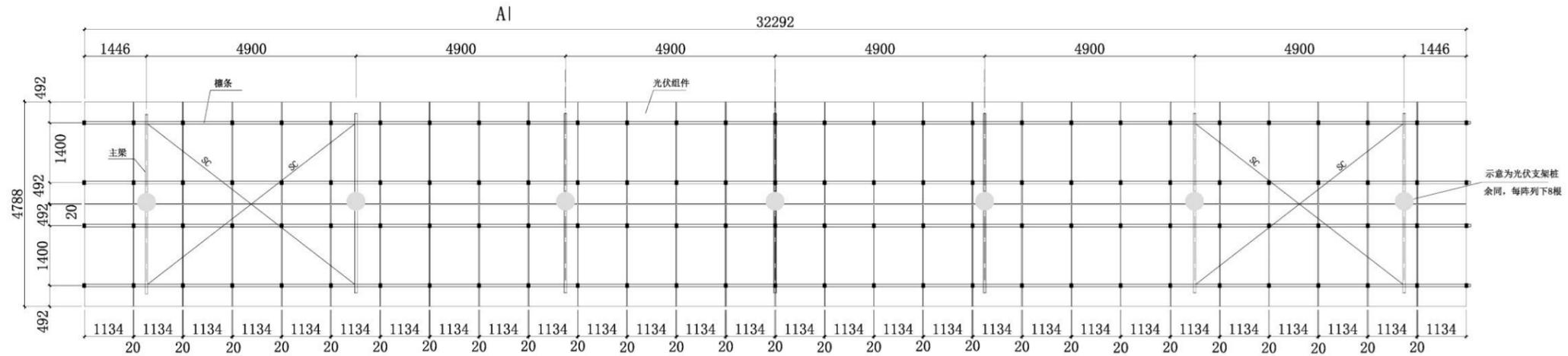
- 1、本工程共布置620Wp光伏组件180180块；630Wp异质结组件13160块，总装机容量为120.0024MWp。
- 2、采用固定支架安装方式，方位角0°，倾角13°。
- 3、本工程共采用5台3600kVA箱变，25台3200kVA箱变，1台2250kVA箱变，每台3600kVA箱变接11台逆变器，每台3200kVA箱变接10台逆变器，每台2250kVA箱变接7台逆变器。
- 4、每28块组件一个组串，共计6905个组串；每22或23个组串接入一台320kW逆变器，共计312台逆变器。

 福建永福电力设计股份有限公司 Fujian Yongfu Power Engineering Co.,Ltd.		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	可研 设计 阶段
批准		校核	
审核		设计	
日期	2025年7月25日	比例	
		图号	附图2-12

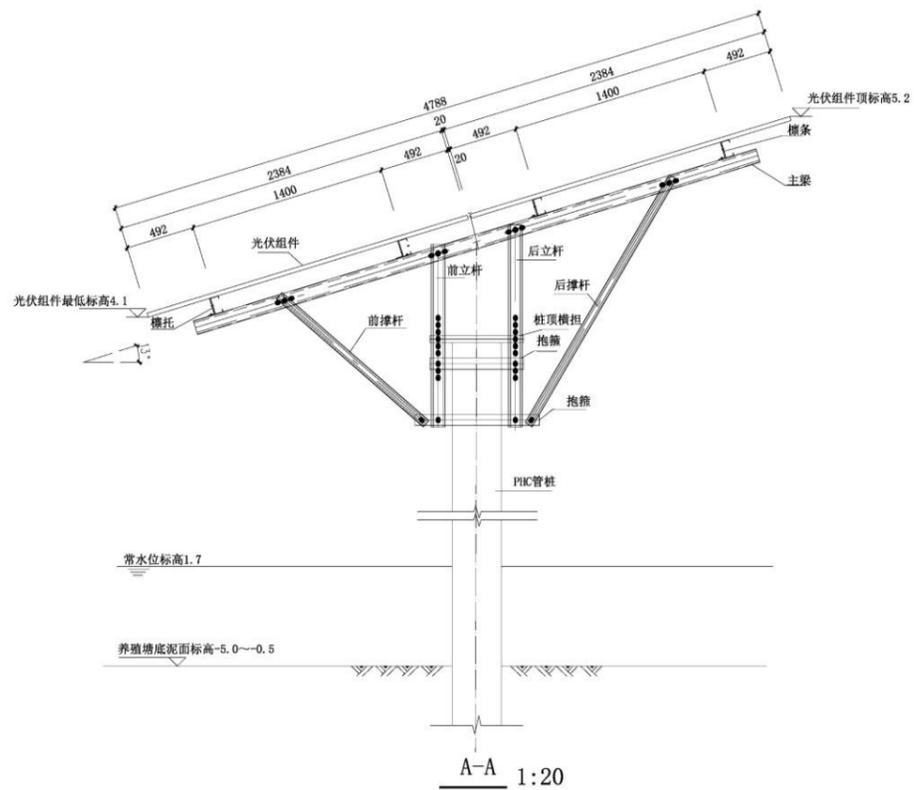
附图 3 检修步道位置示意图



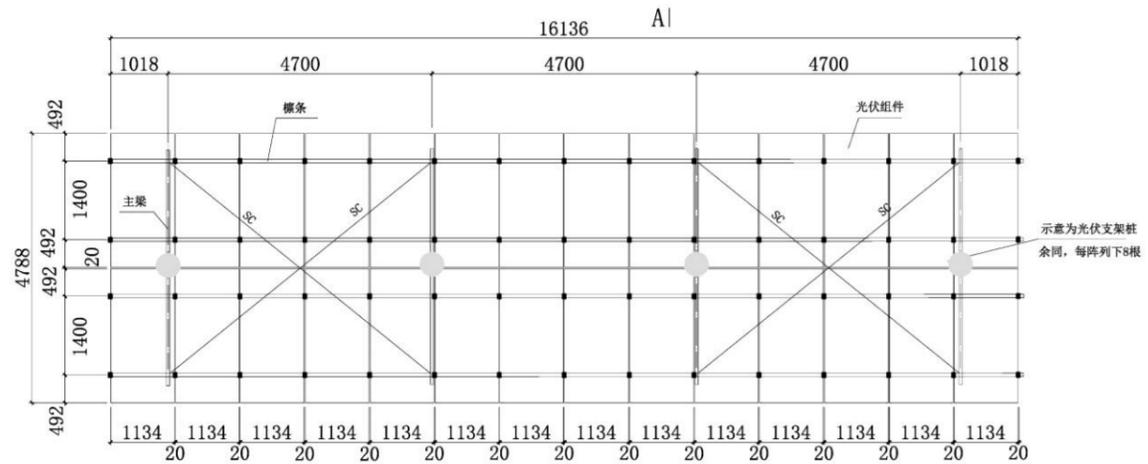
附图 4 光伏阵列桩基布置图及立面图



2*28组件平面布置图 1:50



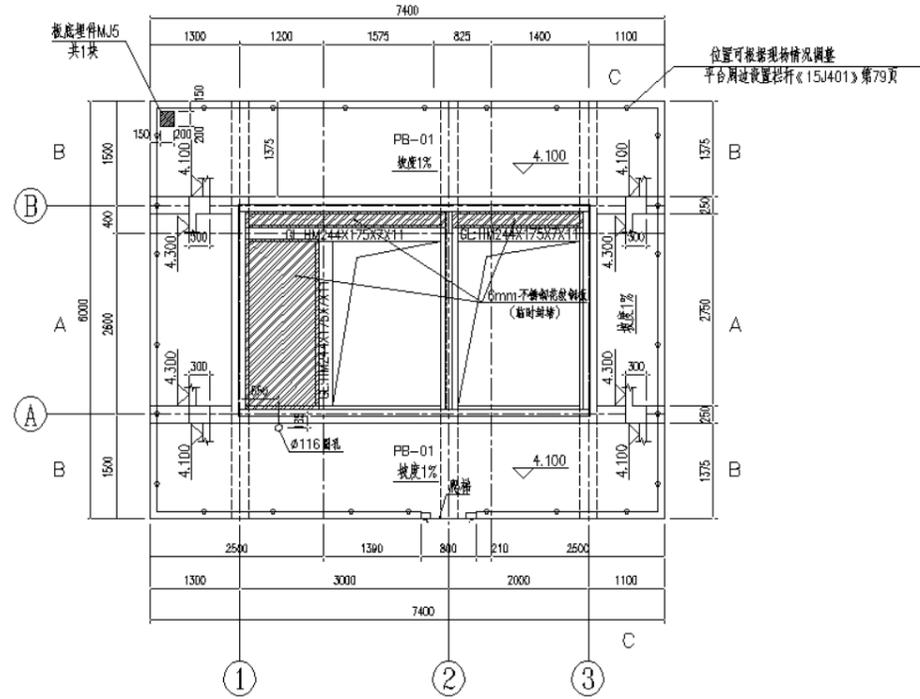
A-A 1:20



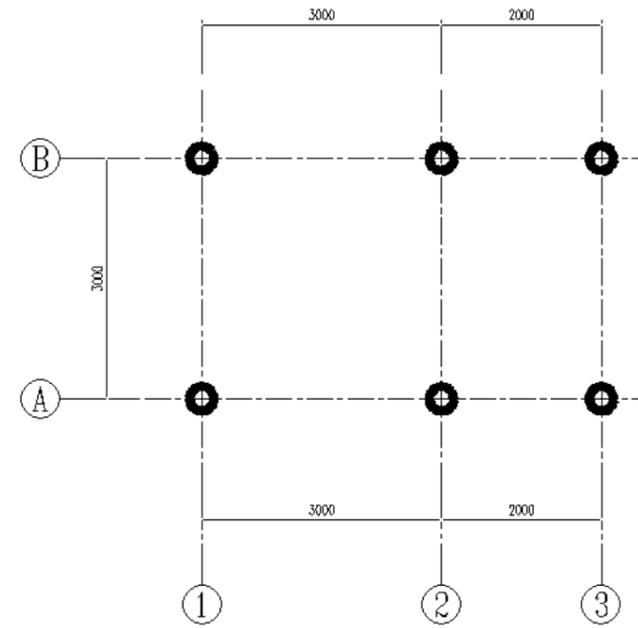
2*14组件平面布置图 1:50

福建永福电力设计股份有限公司 Fujian Yongfu Power Engineering Co., Ltd.			
国投电力北平经济开发区系鸟岛地区 二期100MW渔光互补光伏电站项目		工	可研
总 工		光伏支架布置图	
审 核			
校 对			
设 计			
比 例		图 号	附图4-01

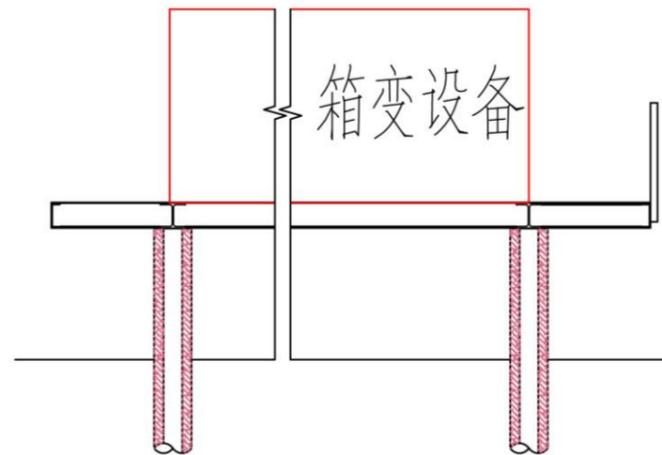
附图 5 箱式变电站平面、桩基布置、立面图示意图



箱变预制钢筋混凝土平台平面布置图 1:50

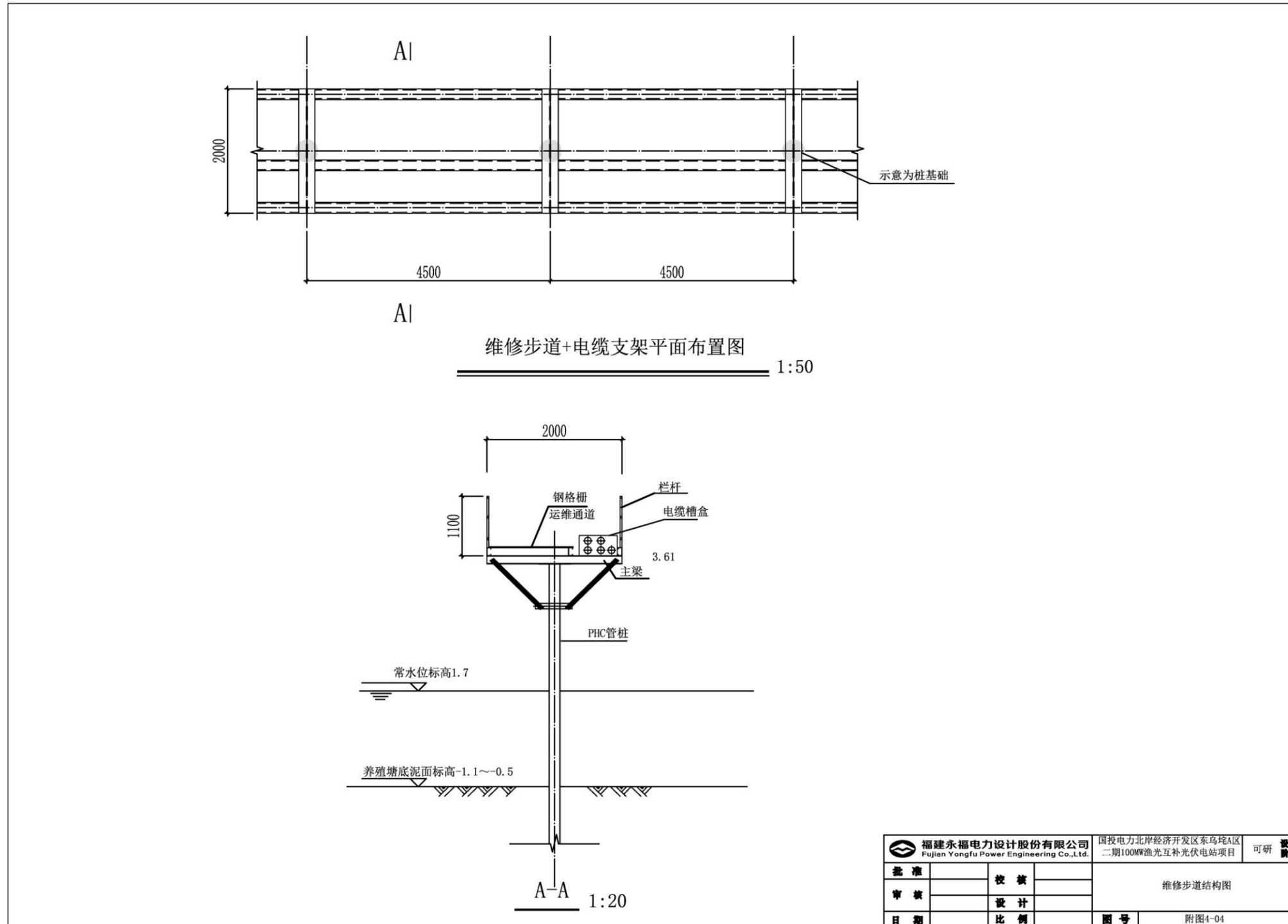


箱变桩基布置图

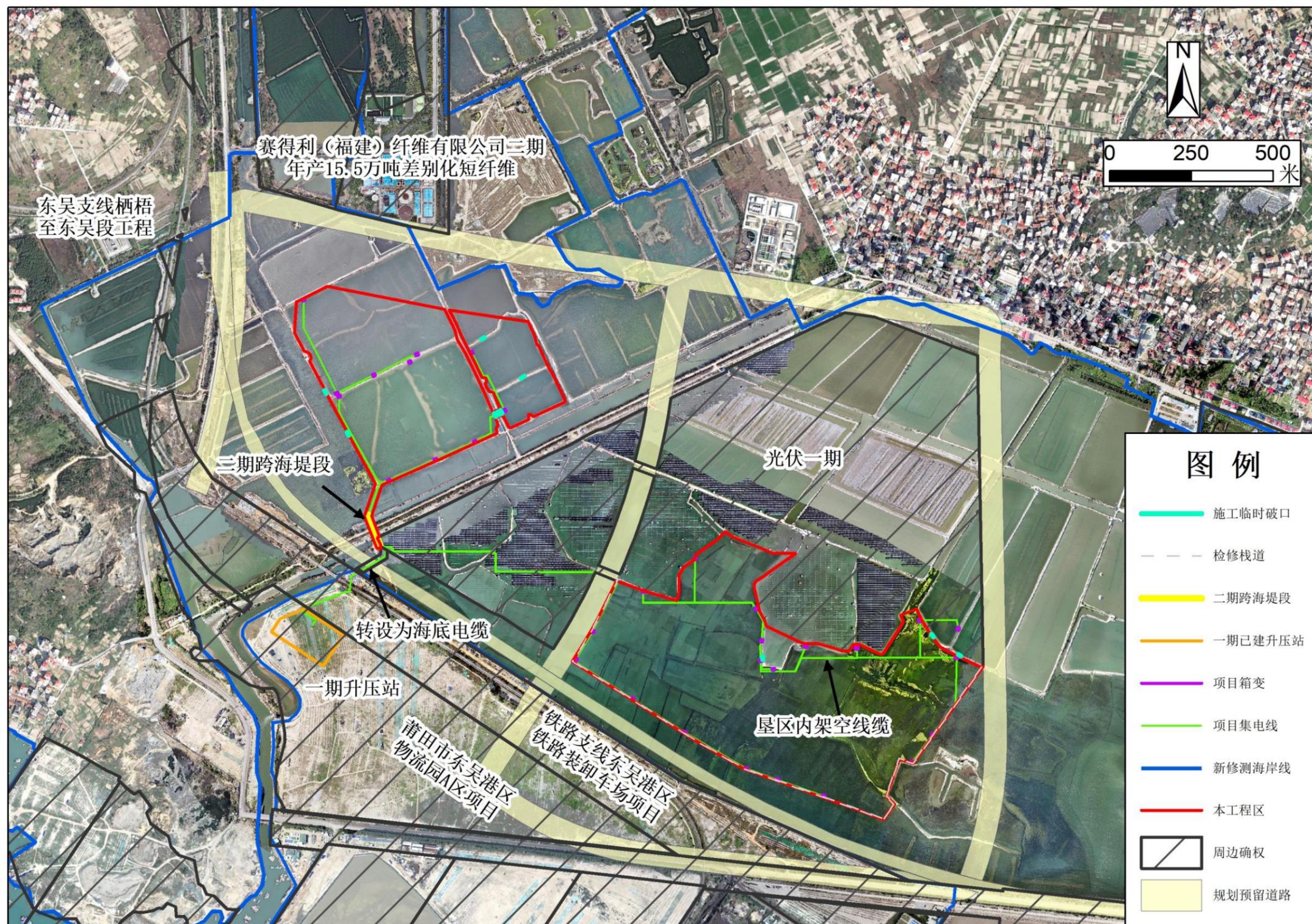


箱变立面示意图

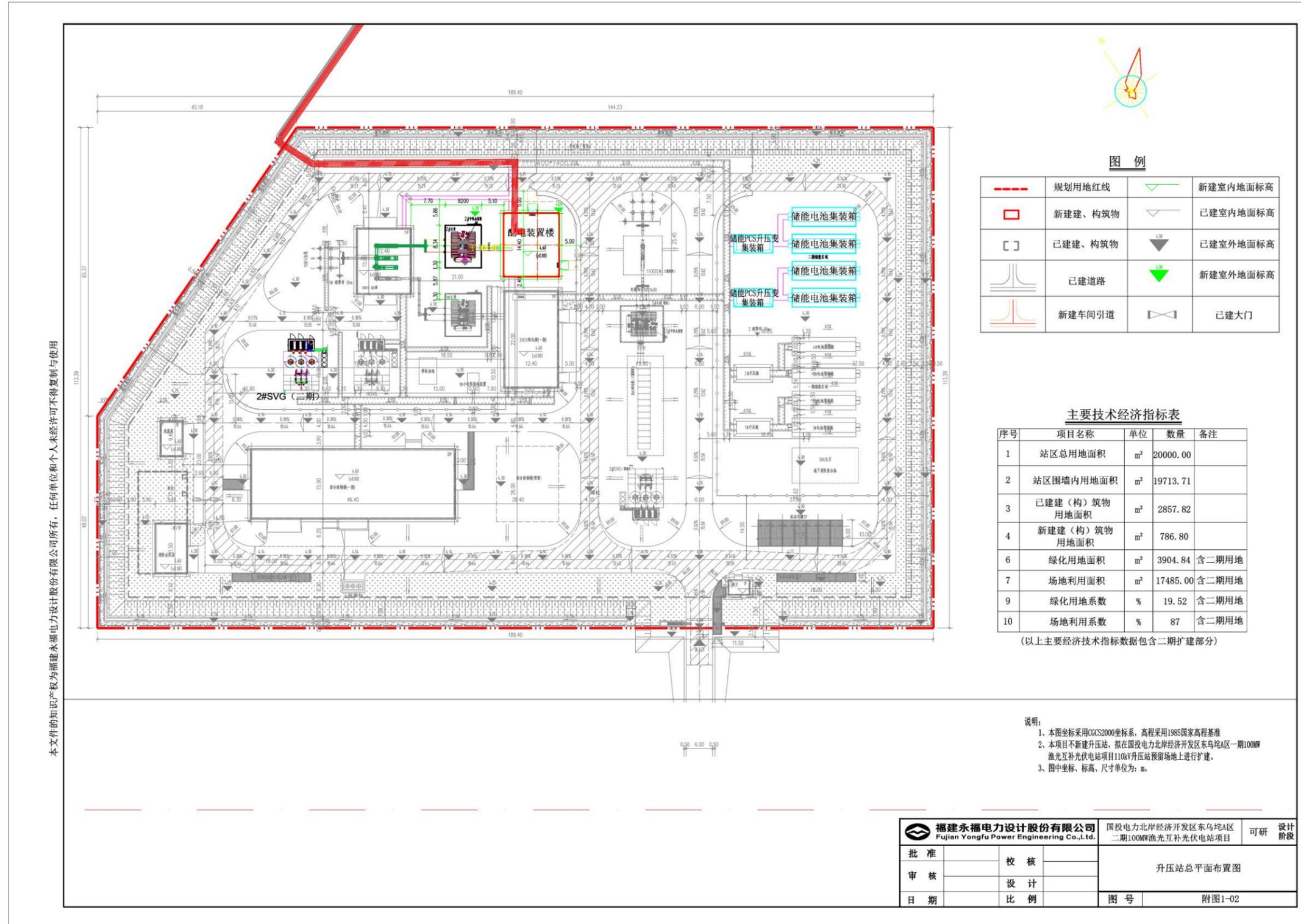
附图 6 检修步道平面、立面示意图



附图 7 集电线路路径示意图



附图 8 110kV 升压站平面布置图



图例

	规划用地红线		新建室内地面标高
	新建建、构筑物		已建室内地面标高
	已建建、构筑物		已建室外地面标高
	已建道路		新建室外地面标高
	新建车间引道		已建大门

主要技术经济指标表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	站区总用地面积	m ²	20000.00	
2	站区围墙内用地面积	m ²	19713.71	
3	已建建(构)筑物用地面积	m ²	2857.82	
4	新建建(构)筑物用地面积	m ²	786.80	
6	绿化用地面积	m ²	3904.84	含二期用地
7	场地利用面积	m ²	17485.00	含二期用地
9	绿化用地系数	%	19.52	含二期用地
10	场地利用系数	%	87	含二期用地

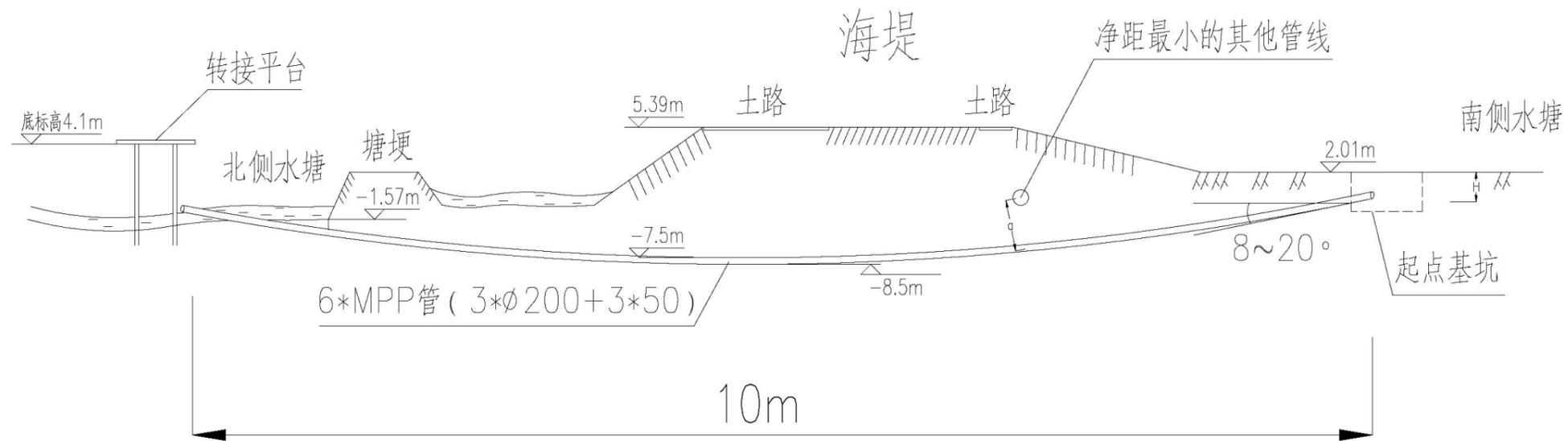
(以上主要经济技术指标数据包含二期扩建部分)

- 说明:
- 1、本图坐标采用CGCS2000坐标系, 高程采用1985国家高程基准
 - 2、本项目不新建升压站, 拟在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110kV升压站预留场地上进行扩建。
 - 3、图中坐标、标高、尺寸单位为: m。

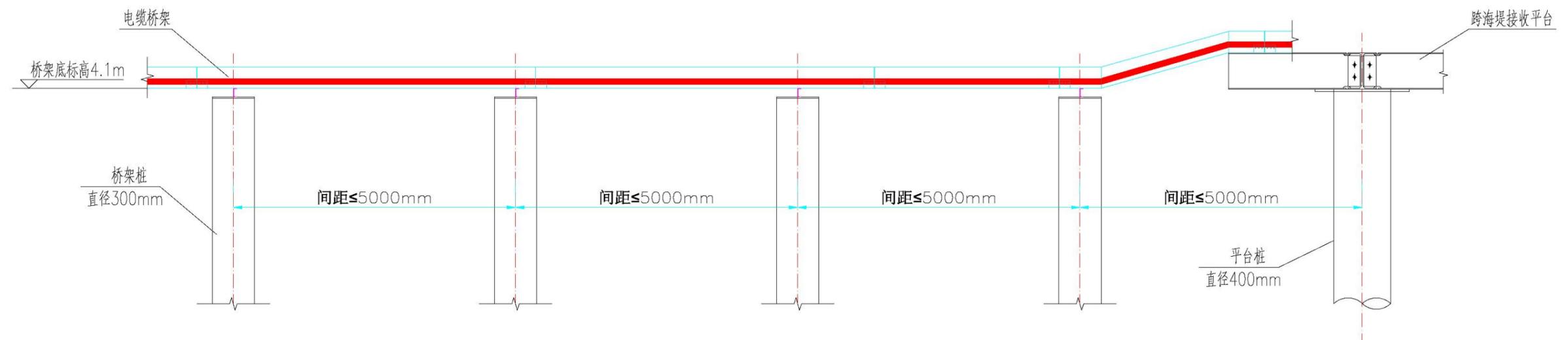
福建永福电力设计股份有限公司 Fujian Yongfu Power Engineering Co., Ltd.		国投电力北岸经济开发区东乌坨A区 二期100MW渔光互补光伏电站项目	可研 设计 阶段
批准	校核	升压站总平面布置图	
审核	设计		
日期	比例		
		图号	附图1-02

本文件的知识产权为福建永福电力设计股份有限公司所有, 任何单位和个人未经许可不得复制或传播

附图 9 非开挖敷设埋管示意图



附图 10 桥架打桩支架立面示意图



桥架打桩支架立面示意图

附图 11 滞洪区规划图

莆田市湄洲湾临港产业园分区单元 (350305-22) 控制性详细规划

