



华润北岸经济开发区忠门 A 区 100MW 渔光 互补光伏电站项目环境影响报告书

(公示稿)

厦门中广海勘察设计院有限公司
2025 年 05 月

目录

1 概述.....	1
1.1 建设项目由来及背景.....	1
1.2 环境影响评价工作过程.....	2
1.3 分析判断相关情况.....	2
1.4 项目主要环境问题及环境影响.....	3
1.5 环境影响评价报告书主要结论.....	5
2 总则.....	6
2.1 报告书编制依据.....	6
2.1.1 法律、法规依据及相关规定.....	6
2.1.2 规划、区划.....	7
2.1.3 技术依据.....	8
2.1.4 基础依据和资料.....	9
2.2 环境影响因素识别及评价因子筛选.....	9
2.3 环境功能区划.....	9
2.3.1 大气环境功能区划.....	9
2.3.2 声环境功能区划.....	9
2.3.3 生态环境分区管控动态更新成果.....	9
2.4 评价内容.....	13
2.5 评价工作等级.....	13
2.5.1 大气环境影响评价等级.....	13
2.5.2 声环境影响评价等级.....	13
2.5.3 地表水环境影响评价等级.....	13
2.5.4 地下水环境评价等级.....	14
2.5.5 土壤环境评价等级.....	14
2.5.6 海洋环境影响评价等级.....	14
2.5.7 环境风险影响评价等级.....	15
2.5.8 生态环境评价等级.....	15
2.5.9 电磁环境评价等级.....	16
2.6 评价范围.....	16
2.7 评价标准.....	17
2.7.1 环境质量标准.....	17
2.7.2 污染物排放标准.....	19
2.8 环境保护目标.....	20
2.9 评价工作程序.....	25
3 建设项目概况与工程分析.....	26
3.1 建设项目概况.....	26
3.1.1 项目基本情况.....	26
3.1.2 平面布置.....	27
3.1.3 项目主要结构、尺度.....	29
3.1.4 施工方案.....	35
3.1.5 施工条件.....	39

3.1.6“三场”设置.....	40
3.1.7 土石方平衡.....	40
3.1.8 施工组织及进度.....	41
3.1.9 项目相关工程概况.....	41
3.2 工程分析.....	42
3.2.1 施工期污染物产生分析.....	42
3.2.2 运营期污染物产生分析.....	45
3.2.3 生态影响环节分析.....	46
3.3 产业政策符合性分析.....	47
3.4 与环境功能区划和区域相关规划的符合性分析.....	47
3.4.1 与《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析.....	47
3.4.2 与《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析.....	48
3.4.3 与莆田市“三线一单”生态环境分区管控方案的符合性.....	49
3.4.4 与《福建省“三区三线”划定成果》的符合性分析.....	51
3.4.5 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析.....	55
3.4.6 与《福建省“十四五”能源发展专项规划》的符合性分析.....	56
3.4.7 与《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）（修编）》的符合性分析..	57
3.4.8 与相关湿地保护条例的符合性分析.....	57
3.4.9 与《福建省近岸海域环境功能区划（修编）2011-2020 年）》的符合性分析	59
3.4.10 与《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》的符合性分析.....	59
3.5 选址合理性分析.....	60
3.5.1 选址合理性.....	60
3.5.2 光伏阵列比选.....	62
4 环境现状调查与评价.....	65
4.1 自然环境现状调查与评价.....	65
4.1.1 气象特征.....	65
4.1.2 地形地貌.....	66
4.1.3 工程地质.....	66
4.2 资源分布与利用现状.....	76
4.2.1 港口航运资源.....	76
4.2.2 渔业资源.....	76
4.2.3 岸线资源.....	77
4.2.4 海岛资源.....	77
4.2.5 太阳能资源.....	77
4.2.6 鸟类资源.....	82
4.2.7 海域开发利用现状.....	88
4.3 海洋水动力现状调查与评价.....	91
4.3.1 站位布设.....	91
4.3.2 潮位.....	92
4.3.3 海流.....	94
4.4 泥沙环境现状.....	106
4.4.1 大潮垂线平均含沙量.....	106
4.4.2 实测含沙量特征分析.....	106

4.4.3 小潮垂线平均含沙量.....	107
4.4.4 小潮含沙量分布特征.....	107
4.5 海水水质现状调查与评价.....	107
4.5.1 调查时间、站位.....	108
4.5.2 调查项目与方法.....	109
4.5.3 评价标准与评价方法.....	110
4.5.4 海水水质调查结果.....	111
4.6 海洋沉积物环境质量现状调查与评价.....	116
4.6.1 调查时间、站位.....	116
4.6.2 调查项目与方法.....	116
4.6.3 评价标准和评价方法.....	116
4.6.4 海洋沉积物调查结果.....	117
4.7 海洋生物质量现状调查与评价.....	119
4.7.1 调查时间、站位.....	119
4.7.2 调查项目和分析方法.....	119
4.7.3 评价标准与评价方法.....	120
4.7.4 海洋生物质量调查结果.....	120
4.8 海洋生态环境质量现状调查与评价.....	122
4.8.1 调查时间、站位和方法.....	122
4.8.2 叶绿素 a 和初级生产力.....	124
4.8.3 浮游植物.....	125
4.8.4 浮游动物.....	125
4.8.5 潮下带底栖生物.....	125
4.8.6 潮间带底栖生物.....	126
4.8.7 鱼卵和仔稚鱼.....	127
4.8.8 游泳动物.....	127
4.9 大气环境质量现状调查与评价.....	128
4.10 声环境质量现状调查与评价.....	128
4.10.1 光伏区声环境.....	128
4.10.2 陆上升压站声环境.....	130
4.11 电磁环境质量现状调查与评价.....	131
4.11.1 光伏区电磁环境.....	131
4.11.2 陆上升压站电磁环境.....	132
5 环境影响预测与评价.....	134
5.1 海洋水文动力环境影响预测与评价.....	134
5.1.1 基本方程.....	134
5.1.2 边界条件.....	134
5.1.3 资料选取、控制条件及计算方法.....	135
5.1.4 模型验证.....	138
5.1.5 工程对水动力条件的影响分析.....	140
5.2 冲淤环境影响预测与评价.....	144
5.2.1 床面冲淤计算模型.....	144
5.2.2 冲淤环境变化影响分析.....	144

5.3 海水水质环境影响预测与评价.....	145
5.3.1 施工期悬浮泥沙影响分析.....	145
5.3.2 施工期其他废水排放对水质环境的影响分析.....	145
5.3.3 运营期水环境影响分析.....	146
5.3.4 退役期水环境影响.....	146
5.4 沉积物环境影响预测与评价.....	146
5.4.1 施工期对沉积物环境的影响分析.....	146
5.4.2 运营期对沉积物环境的影响分析.....	147
5.4.3 退役期海洋沉积物环境影响分析.....	147
5.5 海洋生态环境影响预测与评价.....	147
5.5.1 施工期对海洋生态环境的影响分析.....	147
5.5.2 运营期对海洋生态环境的影响分析.....	148
5.5.3 项目实施生物资源损害赔偿和补偿计算.....	150
5.6 项目建设对周边主要保护目标和开发活动的影响分析.....	151
5.6.1 对生态红线区的影响.....	151
5.6.2 对养殖池塘的影响分析.....	151
5.6.3 对一般湿地的影响.....	152
5.7 大气环境影响预测与评价.....	152
5.7.1 施工期大气环境的影响分析.....	152
5.7.2 运营期大气环境的影响分析.....	153
5.8 固体废物环境影响分析.....	153
5.8.1 施工期固体废物环境的影响分析.....	153
5.8.2 运营期固体废物环境的影响分析.....	153
5.9 声环境影响分析.....	154
5.9.1 施工期对声环境的影响分析.....	154
5.9.2 运营期对声环境的影响分析.....	155
5.10 电磁环境影响预测与评价.....	156
5.11 对鸟类的影响.....	159
5.11.1 施工期对鸟类的影响.....	159
5.11.2 运营期对鸟类的影响.....	160
5.12 光污染影响分析.....	161
6 环境风险评价.....	163
6.1 环境风险识别.....	163
6.2 变压器漏油风险分析.....	163
6.3 储能电池爆炸风险分析.....	164
6.4 免维护铅酸电池破裂泄漏风险.....	164
6.5 自然灾害风险分析.....	164
6.5.1 台风、风暴潮风险分析.....	164
6.5.2 雷电风险分析.....	164
6.3 应急预案.....	165
7 环境保护措施及及其可行性分析.....	166
7.1 施工期污染防治措施及可行性分析.....	166
7.1.1 水污染防治措施.....	166

7.1.2 大气污染防治措施.....	166
7.1.3 噪声污染防治措施.....	167
7.1.4 固体废物污染防治措施.....	168
7.1.5 施工期污染防治措施可行性分析.....	168
7.2 运营期污染防治措施及可行性分析.....	168
7.2.1 噪声控制对策措施.....	168
7.2.2 固体废物污染防治措施.....	169
7.2.3 电磁环境保护措施.....	169
7.2.5 污染防治措施可行性分析.....	170
7.3 环境风险防范措施.....	170
7.3.1 台风、风暴潮风险防范措施.....	170
7.3.2 雷电风险及电力泄露应急防范措施.....	170
7.3.3 免维护铅酸电池破裂泄漏防范措施.....	171
7.3.4 环境风险防范措施可行性分析.....	172
7.4 生态环境保护与修复对策措施及可行性分析.....	172
7.4.1 施工期生态环境保护措施.....	172
7.4.2 运营期生态环境保护措施.....	172
7.4.3 生态补偿方案.....	173
7.4.4 生态环境保护对策措施可行性分析.....	174
8 环境影响经济损益分析.....	175
8.1 环境保护的经济损益分析.....	175
8.1.1 正面效益.....	175
8.1.2 负面效益.....	175
8.1.3 环保设备与环保投资估算.....	175
8.2 环境经济损益综合分析与评价.....	176
9 环境管理与监测计划.....	177
9.1 环境管理.....	177
9.1.1 环境管理计划.....	177
9.1.2 环境管理机构设置.....	177
9.1.3 环境管理机构职责.....	177
9.1.4 环境管理的主要内容.....	178
9.2 环境监测计划.....	179
9.3 环保竣工验收.....	180
10 评价结论.....	184
10.1 项目工程概况.....	184
10.2 工程环境影响评价结论.....	184
10.2.1 大气环境影响.....	184
10.2.2 声环境影响.....	185
10.2.3 固体废物环境影响.....	185
10.2.4 海洋水文动力与冲淤环境影响.....	186
10.2.5 海域水质环境影响.....	187
10.2.6 海域沉积物环境影响.....	188
10.2.7 海域生态环境影响.....	189

10.2.8 项目建设对周边主要保护目标和开发活动的影响.....	192
10.3 环境风险评价结论.....	192
10.4 污染防治措施.....	194
10.5 环保投资.....	195
10.6 公众参与结论.....	196
10.7 评价结论.....	196
附件.....	197
附表.....	219

1 概述

1.1 建设项目由来及背景

我国是世界上最大的煤炭生产国和消费国之一，也是少数几个以煤炭为主要能源的国家之一，在能源生产和消费中，煤炭约占商品能源消费构成的 75%，已成为我国大气污染的主要来源。因此，大力开发太阳能、风能、生物质能、地热能和海洋能等新能源和可再生能源利用技术将成为减少环境污染的重要措施之一。

我国随着“十四五”电力规划的实施，正加速能源清洁化转型进程，脱碳减排需求日益增长。为实现规模化低碳甚至无碳能源，回归地球生态平衡，我国提出“碳达峰”、“碳中和”目标，即二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。

发展新能源，实现碳减排、碳达峰的双碳目标，是国家的重大能源战略。为贯彻落实《中共中央、国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，做好碳达峰碳中和工作，中共福建省委、福建省人民政府印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的实施意见》，实施意见提出，到 2030 年，非化石能源消费比重达到 30%以上，风电、太阳能发电总装机容量达到 2000 万千瓦以上；坚持集中式和分布式并举，因地制宜发展集中式光伏发电项目。按照分布式与集中式并举的发展路径，福建省光伏发电正步入发展快车道，2022 年 5 月《福建省“十四五”能源发展专项规划》提出，力争“十四五”全省光伏发电新增装机容量 300 万千瓦。

分布式电站作为光伏发电领域的重要环节，其发展受到越来越多的重视。根据目前国内现状，国内分布式发电除了运用一般意义上的厂房、开发区、民居等屋顶资源外，广大的农村种、养殖业，特别是渔业养殖池塘上方也蕴藏着巨大的发展空间和潜力，依据资源最大化利用的理念，结合自身优势，提出“渔光互补”的绿色构想。本项目选择“渔光互补”的模式进行综合开发，结合本地特色，打造光伏-渔业-观光的综合体，形成“上可发电，下可养殖”的发电模式，实现渔业生产和节能减排两不误。工程利用当地丰富的太阳能资源充分建设光伏电站为电网提供绿色无污染的电能，可缓解供电紧张，达到节能减耗、发展环保经济的目的，同时项目为可再生能源的发展、国家节能减排做贡献。

福建省莆田市太阳能资源丰富，滩涂辽阔，结合滩涂资源的综合开发利用发展新能源产业，具有得天独厚的条件。为积极响应《福建省“十四五”能源发展专项规划》推进光伏开发试点工作方案的整体部署，华润新能源（莆田）有限公司于2022年进行本项目申报，于2022年10月19日福建省发展和改革委员会发布的《福建省发展和改革委员会关于公布2022年集中式光伏电站试点项目名单的通知》（闽发改新能〔2022〕602号）本项目位列名单，即华润北岸经济开发区忠门A区100MW渔光互补光伏电站项目详见附件1。

1.2 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《福建省生态环境保护条例》相关规定，华润北岸经济开发区忠门A区100MW渔光互补光伏电站项目；根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》，本项目应编制环境影响报告书。为此，华润新能源（莆田）有限公司委托厦门中广海勘察设计院有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司接受委托后，根据设计单位提供的资料，对项目进行了详细的现场踏勘、环境本底和现状调查，并收集有关资料，组织实施环评工作。在建设、设计及有关单位的协助配合下，我公司通过现场调查、理论分析和软件模拟计算，对项目建设过程以及建设后可能产生的环境问题和生态破坏进行分析论证，提出减轻或消除不利影响的环保措施和建议。按照《建设项目环境影响评价技术导则—总纲》等要求编制完成本项目的环境影响报告书。

1.3 分析判断相关情况

本项目主体工程为光伏发电项目，项目建设规模为100MW的光伏区、1座陆上110kV升压站、10MW/20MWh的储能及内部的电气连接，类型为渔光互补项目，项目包括太阳能光伏发电系统、配套储能系统与升压站升压系统。主体工程属于“五十四、海洋工程”中的“151 海洋能源开发利用类工程”，项目位于平海湾西侧，为半封闭海域，属于环境敏感区，因此主体工程环评报告类型为环境影响报告书；配套升压站属于“五十五、核与辐射”中的“161 输变电”，升压站规模为110kV，因此配套升压站环评类别为环境影响报告表。综上，本项目环评类别为环境影响报告书。

项目建设符合国家产业政策，项目选址符合《福建省国土空间规划

(2021-2035 年)》，工本项目位于“海洋开发利用空间”。工程建设符合所在海域海洋环境保护要求和海域使用管理要求，项目场址不占用海洋生态红线区；项目建设符合《福建省“十四五”能源发展专项规划》、《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》。具体见表 1.3-1。

表 1.3-1 项目相关情况判定结果一览表

序号	类别	判定依据	判定结果
1	产业政策	《〈产业结构调整指导目录(2024年本)〉》	符合
2	国空	《福建省国土空间规划(2021-2035年)》	符合
		《莆田市国土空间总体规划(2021-2035年)》	符合
3	三线一单	莆田市“三线一单”生态环境分区管控方案	符合
4	功能区划	《福建省近岸海域环境功能区划(修编)2011-2020年)》	符合
5	相关规划	《福建省“三区三线”划定成果》	符合
6		《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》	符合
7		《福建省“十四五”能源发展专项规划》	符合
8		《莆田市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)(修编)》	符合
9		《福建省湿地保护条例》	符合
10		《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》	符合

1.4 项目主要环境问题及环境影响

(1) 施工期

施工期运输车辆引起的道路扬尘及挖掘机、自卸车等大型机械设备所排放的尾气对周围环境空气会造成一定的污染；施工噪声对周边声环境影响。

①海水水质

根据项目现场踏勘情况，本项目建设所在场地为养殖围塘。项目在养殖围塘内开展施工，建设时抽干养殖围塘内水进行干法施工。根据本项目的施工特点，项目施工期间围塘内为干滩状态，桩基施工过程不会有悬浮泥沙的产生。因此，项目施工基本不会对周围水环境造成影响。

②环境空气

施工过程需要运输车辆等，这些设备基本以柴油为燃料，所排放的发动机尾气中主要含有 NO₂、SO₂ 等空气污染物，由于施工机车相对较为分散，加之地面开阔，在车辆及机械设备排气口加装废气过滤器，则废气污染的影响基本上可以

接受。

施工单位在升压站开挖时，对临时堆砌的土方进行合理遮盖，减少大风天气引起的二次扬尘，对施工道路和施工现场定时洒水、喷淋，避免尘土飞扬。施工运输车辆采用密封、遮盖等。综上，项目施工对周边大气环境的影响较小。

③声环境

项目施工区域距周边村庄最近距为 176m，因此，项目在施工过程中噪声对周围环境影响较大，施工单位在施工过程中严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)对施工场界进行噪声控制，施工过程中应做好降噪工作，选用噪声低或者安装消声、隔声的机械设备；加强施工，严禁夜间施工，尽量避免强噪声机械在同一区域内无序施工；车辆在行驶过程中，应缓行和禁鸣喇叭。

④海洋生态

光伏场区桩基建设造成底栖生物量损失 79.56kg。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)中“7.2 生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）的规定”，本项目施工方案和营运方式，确定海洋生物补偿年限：永久性占用造成渔业水域生态系统不可逆的影响，生物资源损害的补偿年限按 20 年计算。根据计算，项目建设造成的底栖生物损失的经济价值为 1.59 万元。

(2) 运营期

升压站运行对周边声环及电磁环境的影响，光伏板清洗废水排放对周边海水水质的影响。

①水环境

根据工程分析，运营期光伏板清洗产生的废水量约为 190t/a。清洗过程为间断性清洗，使用喷雾式水枪和清水进行，不添加洗涤剂，主要污染物为 COD、氨氮、总磷和 SS。经自然沉淀后成为底泥，对海水水质影响较小。

②声环境

根据预测结果可知，升压站主变投运时，主变对厂界环境噪声的贡献值在 35.2~44.8dB(A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准要求。

③电磁环境

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

目升压站投运后产生的工频电场、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 μT，对周边电磁环境影响较小。

1.5 环境影响评价报告书主要结论

本项目建设符合国家产业政策，符合《福建省国土空间规划(2021-2035年)》、《莆田市国土空间总体规划（2021-2035年）》、《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》、生态环境分区管控要求。建成后能满足环境功能要求。项目只要认真落实本报告书提出的各项环境保护措施，可以将环境影响降低到可接受的程度，从生态环境角度上来看，项目产生的环境影响是可以接受的，项目建设是可行的。

2 总则

2.1 报告书编制依据

2.1.1 法律、法规依据及相关规定

- (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) 《中华人民共和国水污染防治法》，全国人大，2017 年 6 月修订，2018 年 1 月 1 日施行；
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》，全国人大，2018 年 10 月 26 日修订通过，自发布之日起施行；
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，全国人大，2020 年 4 月 29 日修订通过，自 2020 年 9 月 1 日起施行；
- (7) 《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人大，2001 年 10 月 27 日通过，自 2002 年 1 月 1 日起施行；
- (8) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年修订），全国人大，2013 年 12 月 28 日通过，2014 年 3 月 1 日起施行；
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，全国人大，2012 年 2 月 29 日修订，自 2012 年 7 月 1 日实施；
- (10) 《中华人民共和国湿地保护法》，中华人民共和国主席令第 102 号，2021 年 12 月 24 日；
- (11) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，国务院，2018 年 3 月 19 日修订，自发布之日起施行；
- (12) 《防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日修订；
- (13) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3

月 19 日修订；

(14) 《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；

(15) 《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；

(16) 《福建省湿地保护条例》，2022 年 11 月 24 日通过，2023 年 1 月 1 日实施；

(17) 《生态保护补偿条例》，国务院，2024 年 6 月 1 日施行；

(18) 《福建省固体废物污染环境防治条例》，福建省人民代表大会常务委员会，2024 年 6 月 1 日施行；

(19) 《水生生物增殖放流管理规定》，农业部令 20 号，2009 年 5 月 1 日；

(20) 《关于全面建立实施海洋生态红线制度的意见》，国家海洋局，2016 年 6 月；

(21) 《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知（闽政〔2020〕12 号）》，2020 年 12 月 25 日印发；

(22) 《福建省自然资源厅 福建省生态环境厅 福建省林业局关于进一步加强生态保护红线监管的通知（试行）》，闽自然资发〔2023〕56 号，2023 年 9 月 26 日；

(23) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，2020 年 11 月 5 日通过，2021 年 1 月 1 日施行；

(24) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2024 年 2 月 1 日施行；

(25) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号），2019 年 1 月 1 日施行。

2.1.2 规划、区划

(1) 《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》，国函〔2023〕131 号，国务院，2023 年 11 月 19 日；

(2) 《莆田市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，闽政文〔2024〕120 号，福建省人民政府，2024 年 4 月 3 日；

(3) 福建省“三区三线”划定成果；

(4) 《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，福建省生态环境厅等五部门，2022 年 2 月 7 日；

(5) 《福建省“十四五”能源发展专项规划》，闽政办〔2022〕30 号，2022 年 6 月 1 日；

(6) 《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011～2020 年）》，2011 年 6 月 18 日印发；

(7) 《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）（修编）》，2024 年 12 月 18 日印发。

(8) 《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，2024 年 7 月 20 日；

(9) 《莆田市秀屿区海岸建筑后退线划定方案》。

2.1.3 技术依据

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则—总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (2) 《环境影响评价技术导则—海洋生态环境》（HJ1409-2025）；
- (3) 《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ 2.4-2021）；
- (5) 《环境影响评价技术导则—地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
- (6) 《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ 19-2022）；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- (8) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；
- (9) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- (10) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (11) 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；
- (12) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- (13) 《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；
- (14) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- (15) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002 年。

2.1.4 基础依据和资料

- (1) 《华润电力莆田忠门 A 区 100MW 渔光互补项目可行性研究报告》，福建永福电力设计股份有限公司，2024 年 4 月；
- (2) 《华润电力莆田忠门 A 区 100MW 渔光互补项目岩土工程勘察报告》，福建永福电力设计股份有限公司，2024 年 1 月；
- (3) 《华润电力莆田忠门 A 区 100MW 渔光互补项目水文泥沙测验分析报告（春季）》，江西省中禹勘测有限公司，2024 年 5 月；
- (4) 《华润北岸经济开发区忠门 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目海洋环境现状调查报告（春季）》，厦门中集信检测技术有限公司，2024 年 6 月。

2.2 环境影响因素识别及评价因子筛选

根据项目工程特点、规模及工程区域环境特征，本项目主要环境影响因素及评价因子筛选详见表 2.2-1。

2.3 环境功能区划

2.3.1 大气环境功能区划

本项目位于福建省莆田市北岸经济开发区忠门镇，平海湾西侧海域。属商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区，环境空气功能区划分为二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及修改单中二级标准。

2.3.2 声环境功能区划

本项目位于福建省莆田市北岸经济开发区忠门镇，平海湾西侧海域。项目所在区域为以海域、滩涂、农村地区为主，属声环境质量功能二类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类区标准。

2.3.3 生态环境分区管控动态更新成果

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》，本项目所在区域为平海湾一般管控区与秀屿区重点管控区，具体位置见图2.3-2。

表 2.2-1 本项目主要环境影响因素及评价因子筛选表

环境影响要素	受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质及影响时段
地表水环境	海水水质	SS、 COD、 BOD ₅ 、 石油类、 氨氮	施工人员生活污水、 生产废水， 直接影响	施工期和退役期短期可逆影响
		SS、 COD、 氨氮、 总磷	运营期光伏板清洗废水， 直接影响	运营期长期可逆影响
	水动力条件	潮流流速、 流向	光伏区桩基占用海域对海洋水动力的影响； 直接影响	运营期长期不可逆影响
	地形地貌与冲淤环境	冲刷量和淤积量	光伏区桩基占用海域对冲淤环境的影响； 直接影响	运营期长期不可逆影响
海洋生态环境	海洋沉积物	石油类、 重金属	施工人员生活污水、 生产废水、 光伏区桩基施工， 直接影响	施工期和退役期短期可逆影响
		SS、 盐度	运营期光伏板清洗废水， 直接影响	运营期短期可逆影响
	初级生产力	叶绿素 a	施工人员生活污水、 生产废水， 直接影响	施工期和退役期短期可逆影响
			运营期光伏板清洗废水， 直接影响	运营期短期可逆影响
	浮游植物、 浮游动物、 潮间带生物、 底栖生物、 游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）	种类组成、 生物量、 密度（丰度）、 种群结构、 群落特征、 分布范围、 物种多样性等	施工人员生活污水、 生产废水、 光伏区桩基施工， 直接影响	施工期和退役期短期可逆影响
			运营期光伏板清洗废水， 直接影响	运营期长期可逆影响
声环境	声环境	等效连续 A 声级 LAeq	施工机械、 车辆作业产生的噪声， 直接影响	施工期和退役期短期可逆影响
			运营期升压站主变噪声， 直接影响	运营期短期可逆影响
大气环境	大气环境	烟尘、 SO ₂ 、 氮氧化物等	施工机械、 车辆作业产生的废气， 直接影响	施工期和退役期短期可逆影响
电磁辐射	电磁环境	工频电场、 工频磁感应强度	运营期升压站运行， 直接影响	运营期长期不可逆影响

陆域生态环境	陆域生态环境	植被、鸟类	施工过程占用、施工噪声；直接影响	施工期和退役期短期可逆影响
			工程占用，光伏板光污染，直接影响	运营期长期不可逆影响

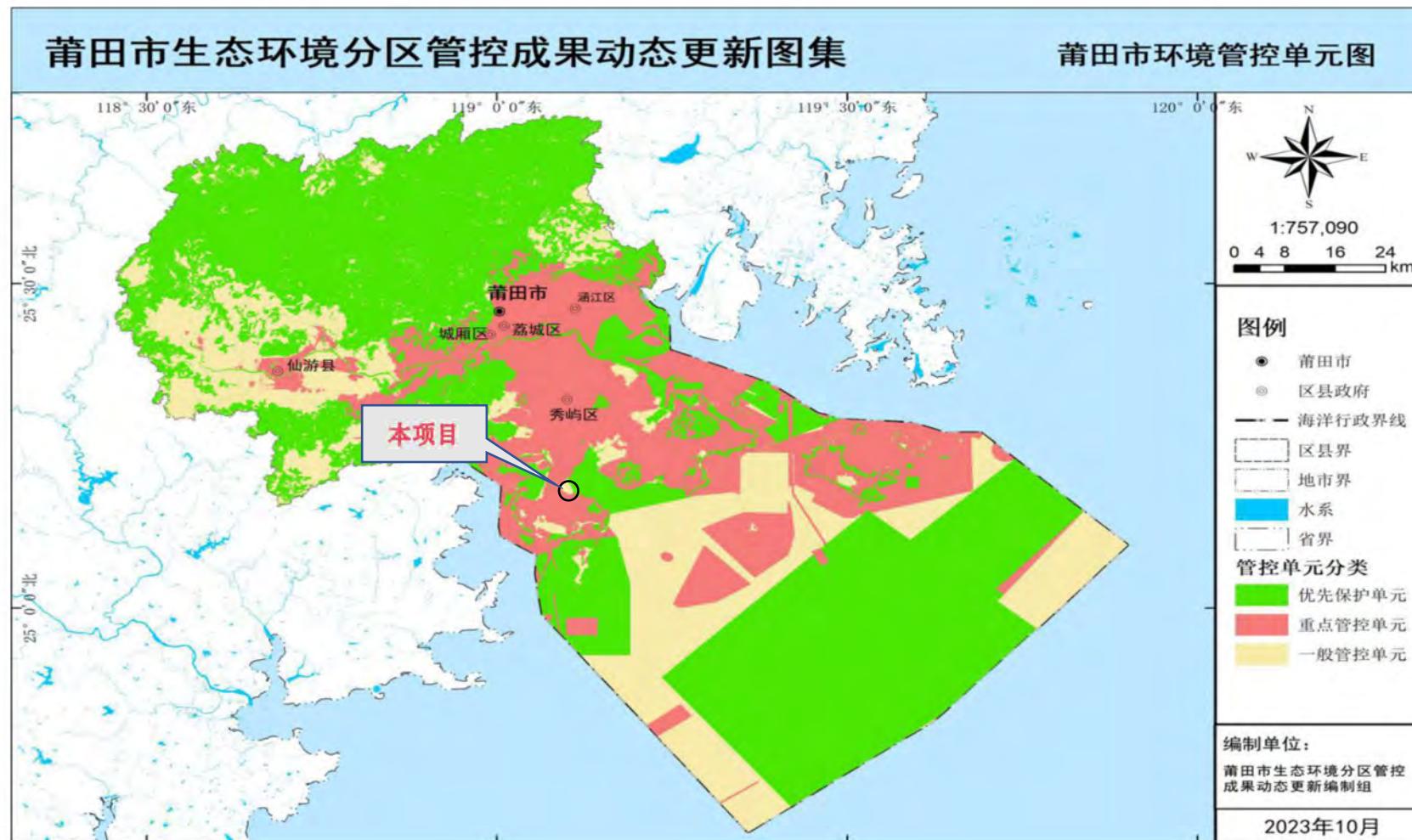


图2.3-1 莆田市环境管控单元图

2.4 评价内容

本项目主要建设内容为光伏厂区(光伏阵列、箱逆变、集电电缆、箱逆变等)、110kv 升压站 1 座，配建储能 10MW/20MWh。本项目主体位于海域，施工期部分施工营地位于陆域一侧，升压站位于陆域，因此本次评价以海域为主，兼顾施工期及升压站陆域环境影响。

本项目类型为海洋能源开发利用类工程，本项目工程主体位于海域范围，按照《环境影响评价技术导则—海洋生态环境》（HJ1409-2025）的有关要求，确定主要评价内容为海水水质、海洋沉积物、海洋生态、海洋地形地貌与冲淤环境、海洋水文动力环境和环境风险，另外考虑到升压站电磁影响、工程施工期运营期设备噪声及固体废物等，增加电磁环境、声环境、大气、鸟类、固废等作为评价内容。

2.5 评价工作等级

2.5.1 大气环境影响评价等级

本项目施工期废气主要为施工机械废气和焊接烟尘，运营期无大气污染物产生。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目大气环境影响评价等级为三级，仅对施工期大气环境影响进行简单分析。

2.5.2 声环境影响评价等级

本工程所在区域为 2 类声环境功能区，运营期噪声污染源为升压站的变压器设备运行噪声。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 2 类地区，工程建设前后声环境无明显变化，且受噪声影响人口数量不变，声环境评价等级定为二级。

2.5.3 地表水环境影响评价等级

项目光伏区位于沿岸海域，运营期采用无人值守模式，因此，属于水文要素影响型建设项目，工程垂直投影面积及外扩范围 A_1 为光伏板投影面积 0.43km^2 ，工程扰动水底面积 A_2 为光伏区用海面积约 1.16km^2 ，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目地表水环境影响型评价等级为二级。

表 2.5-2 地表水环境影响评价等级判定

类型	项目		
水文要素影响型	评价等级	受影响地表水域（入海海口、近岸海域）	本项目
		工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 , 工程扰动水底面积 A_2/km^2	
	一级	$0.5 \leq A_1$; 或 $3 \leq A_2$	
	二级	$0.15 < A_1 < 0.5$; 或 $0.5 < A_2 < 3$	$A_1=0.43km^2$ $A_2=1.16km^2$
	三级	$A_1 \leq 0.15$; 或 $A_2 \leq 0.5$	

2.5.4 地下水环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，本项目属于“E 电力”中“34、其它能源发电”、“35、送（输）变电工程”，地下水环境影响评价项目类别均属于IV类。根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）中 4.1 节，“IV类建设项目不开展地下水环境影响评价”，故本项目不开展地下水环境影响评价。

2.5.5 土壤环境评价等级

本项目为光伏发电项目，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）的附录 A 表 A.1，项目属于“其他行业”，本项目属于IV类，不开展土壤环境影响评价。

2.5.6 海洋环境影响评价等级

本项目光伏发电区位于莆田市北岸经济开发区忠门镇，平海湾西侧海域，运营期仅有光伏板冲洗废水排放，主要污染物为 SS、COD、氨氮、总磷等，根据《环境影响评价技术导则—海洋生态环境》（HJ1409-2025）的规定确定本项目海洋环境影响评价等级，本工程海洋环境影

表 2.5-3 海洋生态环境影响评价等级判定结果

影响类型\评价等级	1	2	3
废水排放量 $Q (10^4 m^3/d)$	$Q \geq 20$	$5 \leq Q < 50$	$Q < 5$
用海面积 $S (hm^2)$	$S \geq 200$	$100 \leq S < 200$	$S < 100$
本项目评级等级	2 级		

2.5.7 环境风险影响评价等级

本项目为光伏太阳能发电项目，主要的风险物质为主变压器的变压器油和箱变变压器油，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），临界量比值 Q 按照附录 C1.1 公式 C.1 进行计算，临界量比值 $Q < 1$ ，环境风险潜势为 I，可做简单分析。

表 2.5-4 环境风险评价等级划分依据一览表

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a
a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明				

2.5.8 生态环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），建设项目同时涉及陆生、水生生态时，可针对陆生生态、水生生态分别判定评价等级。

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

- a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；
 - b) 涉及自然公园时，评价等级为二级；
 - c) 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；
 - d) 根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；
 - e) 根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；
 - f) 当工程占地规模大于 20km² 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；
 - g) 除本条 a) 、 b) 、 c) 、 d) 、 e) 、 f) 以外的情况，评价等级为三级；
 - h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级；
- 本项目陆域施工场地、陆上升压站位于光伏区西北侧约 72m，陆域合计场地面积为 0.83 公顷。陆域场地不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境、自然公园及生态保护红线，不涉及地下水位及土壤影响，且项目占地规

模不大于 20km²，根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），陆生生态评价等级为三级。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），涉海工程评价等级判定参照《环境影响评价技术导则—海洋生态环境》（HJ1409-2025），海洋生态评价等级为二级。

2.5.9 电磁环境评价等级

本项目光伏电场内逆变、箱变及输电线路电压为 35kV，属于中压电力设施，根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），35kV 的电力设施属于电磁辐射豁免范围（100kV 以下）的项目。升压站及储能设施配备的主变压器电压等级为 110kV（不含 110kV 送出工程），为户外式，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）中有关评价等级的划分依据，电磁环境评价工作等级确定为二级。

2.6 评价范围

根据环境影响评价工作等级、工程对环境可能产生影响的范围、周边敏感点的位置、工程所在地周边环境特征等，确定环境影响评价范围。本项目评价范围见图 2.6-1，各环境要素的具体评价范围见表 2.6-1。

表 2.6-1 评价范围确定情况一览表

名称	评价范围	确定理由说明
大气环境	无	《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ 2.2-2018）中三级评价不需设置大气环境影响评价范围
电磁环境	升压站站界外 40m 范围	《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020）
声环境	声环境评价范围为场区周围 200m 范围内。	《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ 2.4-2021）
海洋环境	工程区向兴化湾口扩展距离 7.5km 范围内所有湾内水域。	《环境影响评价技术导则—海洋生态环境》（HJ1409-2025）
海洋环境风险	本次海洋环境风险评价范围与海洋环境评价范围相同。	《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）



图 2.6-1 本项目环境影响海域评价范围图

2.7 评价标准

2.7.1 环境质量标准

(1) 环境空气质量标准

本项目所在区域为二类环境空气功能区，环境空气质量标准执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的二级标准，见表 2.7-1。

表 2.7-1 环境空气质量标准一览表

污染物名称	二级标准限值(mg/m^3)		
	日平均时间	24 小时平均	1 小时平均
NO ₂	24 小时平均	0.08	0.20
SO ₂		0.15	0.50
PM ₁₀		0.15	—
PM _{2.5}		0.075	—
CO		0.004	0.01
O ₃	日最大 8 小时平均	0.16	0.20

(2) 声环境质量标准

根据《声环境质量标准》(GB 3096-2008)，工程区属于 2 类声环境功能区，环境噪声限值见表 2.7-2。

表 2.7-2 声环境质量标准 等效声级 L_{eq} : dB(A)

声环境功能区类别	时段	
	昼间	夜间
2类	60	50

(3) 海水水质标准

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）2011-2020 年》，海水水质现状调查站位均位于“FJ061-B-II 兴化湾平海湾二类区”，执行第二类海水水质标准，各水质标准详见表 2.7-3。

表 2.7-3 海水水质标准一览表

指 标	第一类	第二类	第三类
悬浮物质	人为增加的量≤10	人为增加的量≤100	
水温(°C)	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1°C，其它季节不超过 2°C	人为造成的海水温升 不超过当时当地 4°C	
pH 值	7.8-8.5 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2pH 单位	6.8-8.8, 同时不超过海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
溶解氧	>6	>5	>4
化学需氧量	≤2	≤3	≤4
无机氮（以 N 计）	≤0.20	≤0.30	≤0.40
活性磷酸盐(以 P 计)	≤0.015	≤0.030	≤0.030
石油类	≤0.05	≤0.05	≤0.30
铜	≤0.005	≤0.01	≤0.050
砷	≤0.02	≤0.03	≤0.050
汞	≤0.00005	≤0.0002	≤0.0002
铅	≤0.001	≤0.005	≤0.10
镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010
锌	≤0.020	≤0.050	≤0.010
总铬	≤0.05	≤0.10	≤0.20

注：除 pH、水温外，其他单位均为 mg/L。

(4) 海洋沉积物质量标准

结合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的相关要求，评价海域执行第一类海洋沉积物标准具体见表 2.7-4。

表 2.7-4 海洋沉积物质量标准一览表

项目	第一类
汞($\times 10^{-6}$)	≤0.20
镉($\times 10^{-6}$)	≤0.50
铅($\times 10^{-6}$)	≤60.0
锌($\times 10^{-6}$)	≤150.0

铜($\times 10^{-6}$)	≤ 35.0
铬($\times 10^{-6}$)	≤ 80.0
砷($\times 10^{-6}$)	≤ 20.0
石油类($\times 10^{-6}$)	≤ 500.0
硫化物($\times 10^{-6}$)	≤ 300.0
有机碳($\times 10^{-2}$)	≤ 2.0

(5) 海洋生物质量标准

结合《海洋生物质量标准》(GB18421-2001)与环境影响评价技术导则—海洋生态环境》(HJ1409-2025)附录C表C.1其他海洋生物质量参考值(鲜重)中相关要求,评价海域执行第一类海洋生物质量标准,具体见表2.7-5。

表 2.7-5 海洋生物质量标准值(鲜重)一览表 (mg/kg)

项目	第一类
铜≤	10
铅≤	0.1
砷≤	1.0
镉≤	0.2
汞≤	0.05
锌≤	20
铬≤	0.5
石油烃≤	15

(6) 工频电磁场

根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)控制限值,以4kV/m作为工频电场强度评价标准,以0.1mT作为工频磁感应强度评价标准。

2.7.2 污染物排放标准

(1) 水污染物排放标准

工程施工期机修废水处理后循环使用,执行《城市污水再生利用—城市杂用水水质》(GB18920-2020),不外排,具体见表2.7-6。

表 2.7-6 污水城市污水再利用 杂用水水质标准(部分)

项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防建筑施
pH		6.0~9.0
色度≤	15	30
嗅		无不快感
浊度(NTU)≤	5	10
BOD ₅ (mg/L)≤	10	10
氨氮(mg/L)≤	5	8
DO(mg/L)≤		2.0

溶解性总固体 (mg/L) ≤	1000 (2000)
大肠埃希氏菌/ (MPN/100mL 或 CFU/100mL)	无

(2) 大气污染物排放标准

施工期扬尘无组织排放的颗粒物及机械车辆废气中污染物质的排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)表2中规定的最高允许排放浓度和无组织排放监控浓度限值,见表2.7-7。

表 2.7-7 大气污染物排放标准

污染物名称	最高允许排放浓度(mg/m ³)	无组织排放监控浓度限值	
		监控点	浓度(mg/m ³)
氮氧化物	240	周界外浓度最高点	0.12
颗粒物	120	周界外浓度最高点	1.0
二氧化硫	550	周界外浓度最高点	0.40

(3) 噪声控制标准

本项目施工场界噪声限值执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)的噪声排放限值;运营期本项目场界噪声限值执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)中的2类标准。

表 2.7-8 噪声排放标准 **单位: dB (A)**

时期	类别	昼间	夜间
施工期		70	55
运营期	2	60	50

(4) 固体废弃物

一般工业固体废物满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中的相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求;生活垃圾交由环卫部门处理;危险废物暂存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023);危险废物转运执行《危险废物转移管理办法》相关要求。

2.8 环境保护目标

主要环境保护目标见表2.8-1,环境保护目标分布图见图2.8-1~图2.8-3。

表 2.8-1 主要环境保护目标一览表

序号	保护目标名称	与项目方位关系	与项目最近距离	敏感要素描述

1	海域生态及生物资源	项目区及周 边海域	0m	海域生态
2	海水水质			海水水质
3	秀屿区闽东南沿海水土保持与 防风固沙生态保护红线	光伏区南侧	约 136m	生态保护红线
4	平海湾海岸防护生态保护红线 区	光伏区东南 侧	约 413m	生态保护红线
5	养殖区	项目区及周 边海域	0m	海水水质
6	一般湿地	光伏区周边， 电缆跨越湿 地	6m	湿地生境
7	北岸第二实验小学	光伏区西侧	约 279m	大气、噪声
8	罗屿新城	光伏区西侧	约 176m	
9	海上明月小区	光伏区西侧	约 206m	

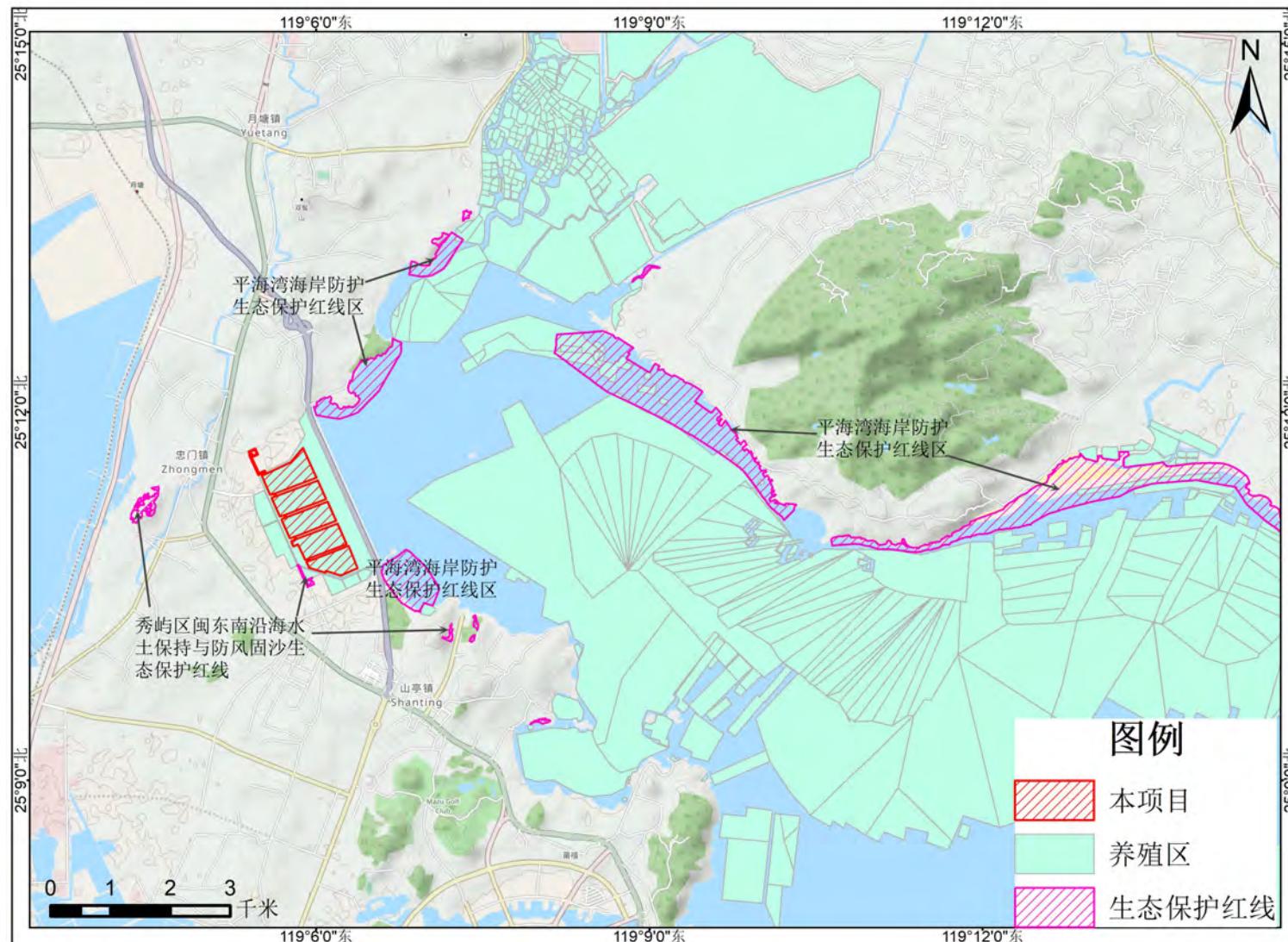


图 2.8-1 项目周边敏感目标分布（大范围）



图 2.8-2 项目周边敏感目标分布 (小范围)



图 2.8-3 本工程陆域环境敏感保护目标示意图

2.9 评价工作程序

根据工程建设特征及环评导则的要求，针对项目施工期和运营期的特点、敏感性，结合现场调查、区域环境状况及资料收集整理结果，对本项目做出全面的评价。评价工作程序见图 2.9-1。

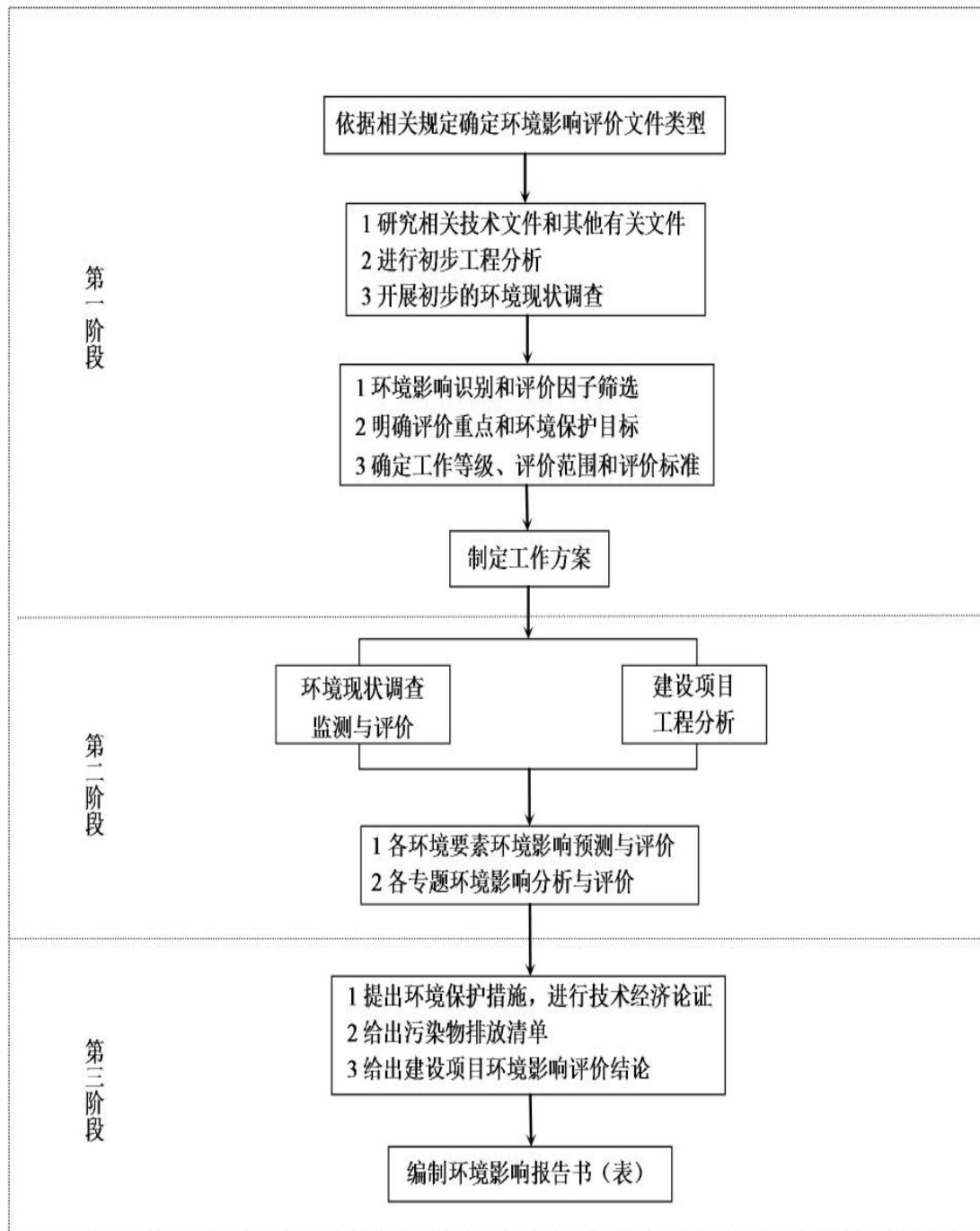


图 2.9-1 环境影响评价工作程序图

3 建设项目概况与工程分析

3.1 建设项目概况

3.1.1 项目基本情况

(1) 项目名称：华润北岸经济开发区忠门 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目

(2) 建设单位：华润新能源（莆田）有限公司

(3) 建设性质：新建

(4) 地理位置：本项目位于莆田市北岸经济开发区忠门镇，平海湾西侧海域。项目地理概位图见图 3.1-1。

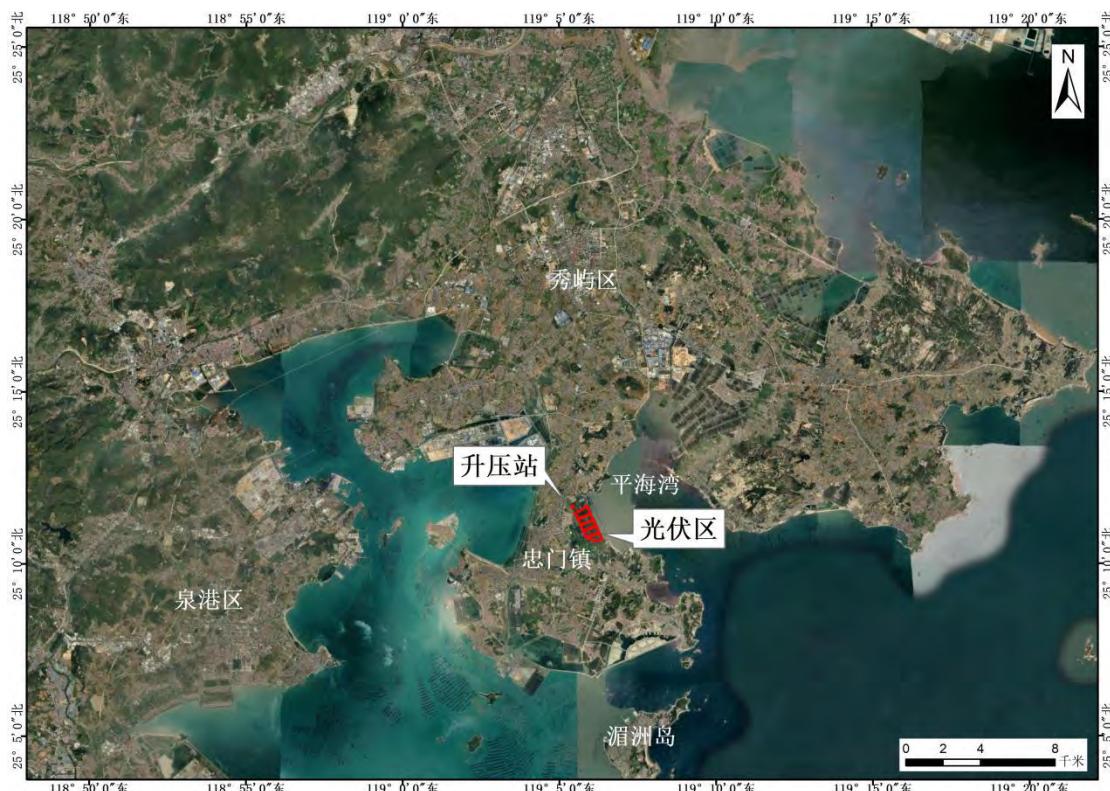


图 3.1-1 项目地理位置图

(5) 建设内容与建设规模

本项目利用场区 2285.9 亩养殖池塘上方空间建设集中式光伏电站，建设规模为 100MW 的光伏区，同时配套新建 1 座 110kV 升压站、10MW/20MWh 的储能，养殖池塘建设及 1 回 220kV 架空线路接入 220kV 栖梧变电站工程，不在本次评价范围内，工程组成内容一览表见表3.1-1，工程总工期为12 月，项目总投资为52779.51 万元。

表 3.1-1 项目建设内容一览表

类别	项目	内容		
主体工程	光伏列阵	本项目总装机容量为 100MW，装设 177072 块光伏组件，为 705WpN 型双面双玻光伏组件。共分 30 个光伏发电单元，其中每 28 块光伏组件串联成一个组串，共计 6324 个光伏组串，每 18 或 19 个组串接入一台 300kW 组串式逆变器。本项目光伏组件前后排中心间距为 7.0m。		
	逆变器	本项目选用 300kW 组串式逆变器，共 334 台逆变器，干式冷却方式，每 18 或 19 个光伏组串接入 1 台逆变器。		
	箱变	本项目选用 26 台 3300kVA 和 4 台 3600kVA 三相户外箱式变压器。每 3.3/3.6MW 级光伏发电单元配置 1 台箱式变压器，湿式冷却方式，每个箱变下方布置一套容积为约 2m ³ 的事故油池；每 11 台或 12 台 300kW 组串式逆变器台接入 1 台箱式变压器。		
	110kV 升压站	升压站布置检修舱、消防水泵房、35kV 配电室、二次设备预制舱、蓄电池舱、主变、SVG、事故油池、储能设备等；1×120MVA 主变，1 套 40.5kV 户外 GIS，1 组容量±15Mvar 的 SVG，一个 35m ³ 事故油池，占地面积 8584m ² 。		
辅助工程	电缆	太阳能光伏电缆长度 810km，型号：H1Z2Z2-K-1×4mm ² 逆变器出线电缆长度 62km，型号：ZCYJLY23-1.8/3kV-3×185mm ² 35kV 电缆总长度 74.035km，型号为 ZC-YJLY23-26/35kV-3×120mm ² 、3×240mm ² 、3×300mm ² 、3×400mm ² 和 ZC-YJY23-26/35kV-3×240mm ² 。		
	储能设施	容量 10MW/20MWh，2 套 5MW 升压变流舱，含预制舱舱体机舱内设备、线缆集成；4 套储能电池舱，采用 3.2V 314Ah LFP 锂电池。		
公用工程	供水	采用市政供水		
	供电	采用市政供电		
	通信	采用当地通信网络		
依托工程	光伏电站送出工程	1 回 110kV 架空线路接入 220kV 栖梧变电站，不在本次评价范围内		
环保工程	废水治理	运营期	运营期废水主要为清洗废水，清洁光伏板时产生的清洗废水水质简单，主要污染物为 COD、氨氮、总磷和 SS，经自然沉淀后，对海水水质影响较小。	
	固废治理	运营期	废旧电池模块由供应商更换回收； 废旧电气组件交由设备厂家回收处理。	

3.1.2 平面布置

(1) 光伏区

本工程共采用 705Wp 双面双玻单晶硅（N 型）光伏组件。组件安装按照竖向两排布置，组件前后排间距 7.0m，方位角 0°，倾角 13°，每 28 块组件一串。总计 6324 串 177072 块光伏组件。同时对鱼塘塘埂进行改造，整改后路基宽度 4.0m，路面宽度 3.5m，两侧路肩各 0.25m，采用级配碎石路面，场内道路修至各个箱变区域。本项目总平面布置图见图 3.1-2。

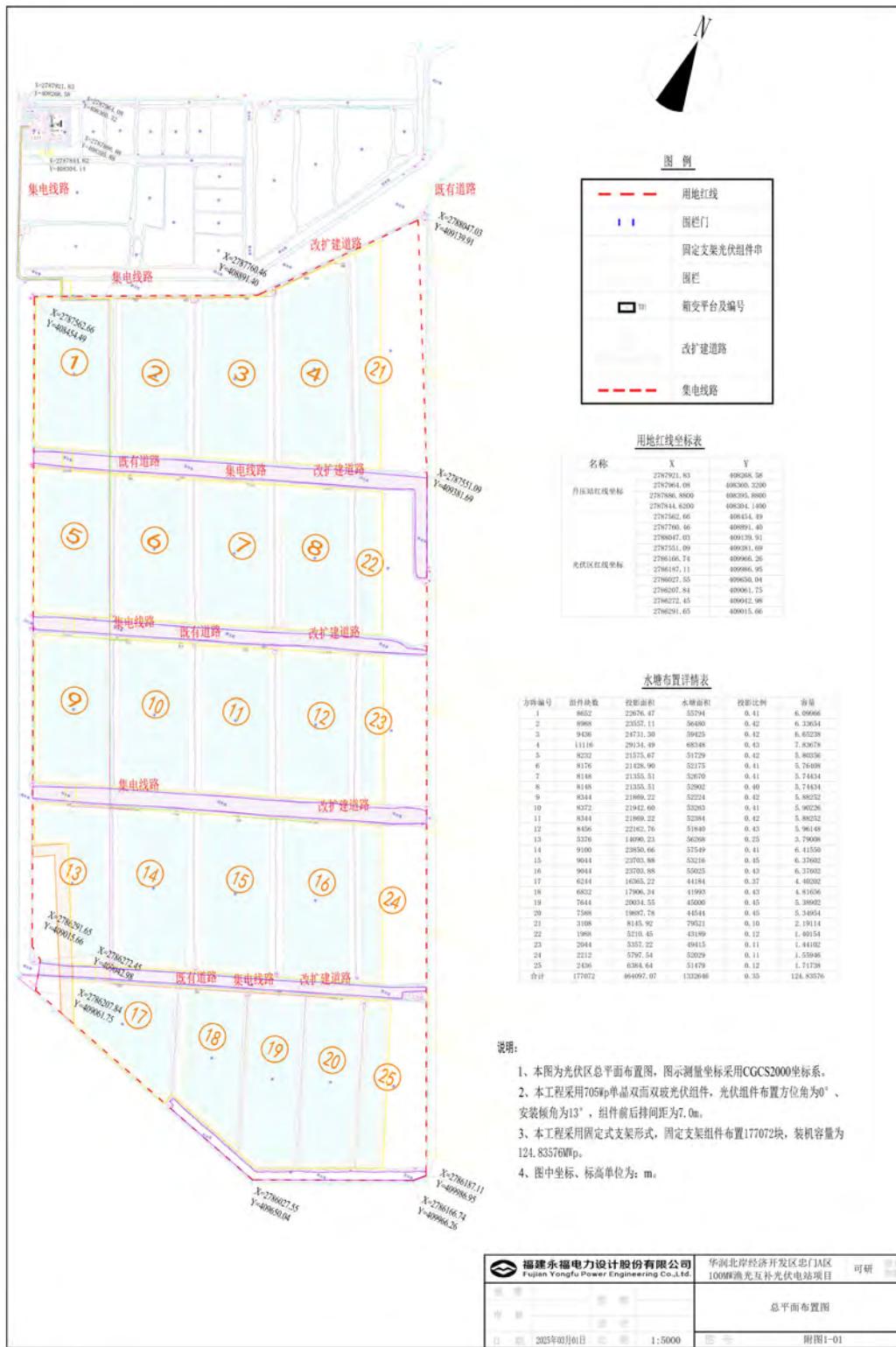


图 3.1-2 本项目总平面布置

(2) 110kV升压站

升压站分为行政管理区、配电区、储能区，行政管理区与配电区之间设置围栏隔开，送出线路朝北送出。行政管理区布置有检修舱、消防水泵房、危废车间等，配电区布置有35kV配电室、主变、SVG、事故油池、储能设备等。根据项目选址意见书可知，升压站用地性质为其他农用地，不涉及林地。运营期升压站采用无人值守，远程监控模式。

本项目升压站平面布置图见图3.1-3。

3.1.3 项目主要结构、尺度

(1) 光伏组件

本项目位于沿海地区，盐雾腐蚀较严重，组件需据有抗 PID 功能，需据有较强的抗盐雾腐蚀能力。项目选用 705Wp Topcon 单晶硅双面双玻光伏组件，组件尺寸为 2384*1303*33mm。

(2) 光伏阵列

①运行方式及组件标高

本工程推荐选用固定式运行方式，采用 30 年一遇的潮水位 2.3m(1985 高程，余同)，0.5m 的波高，安全超高 0.5m，确定光伏组件最低点高程为 3.3m。

②支架及桩基础结构

光伏支架结构采用固定式钢结构支架，采用 Q355 支架，檩条采用薄壁型钢，所有支架截面厚度不小于 2.5mm。桩基础采用预应力高强混凝土管桩 PHC-400-95-B。具体结构件图 3.1-4。

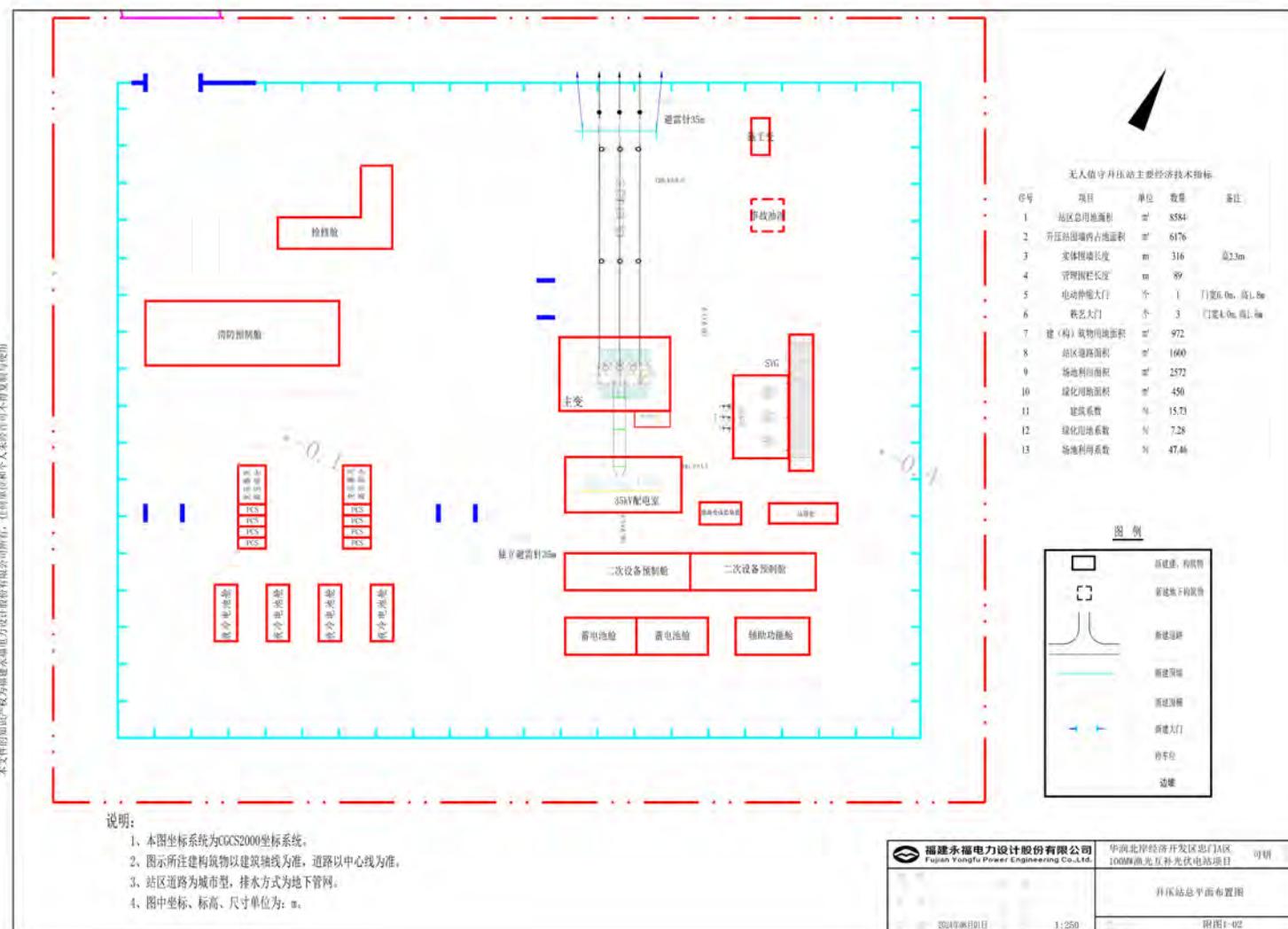


图 3.1-3 本项目升压站平面布置图

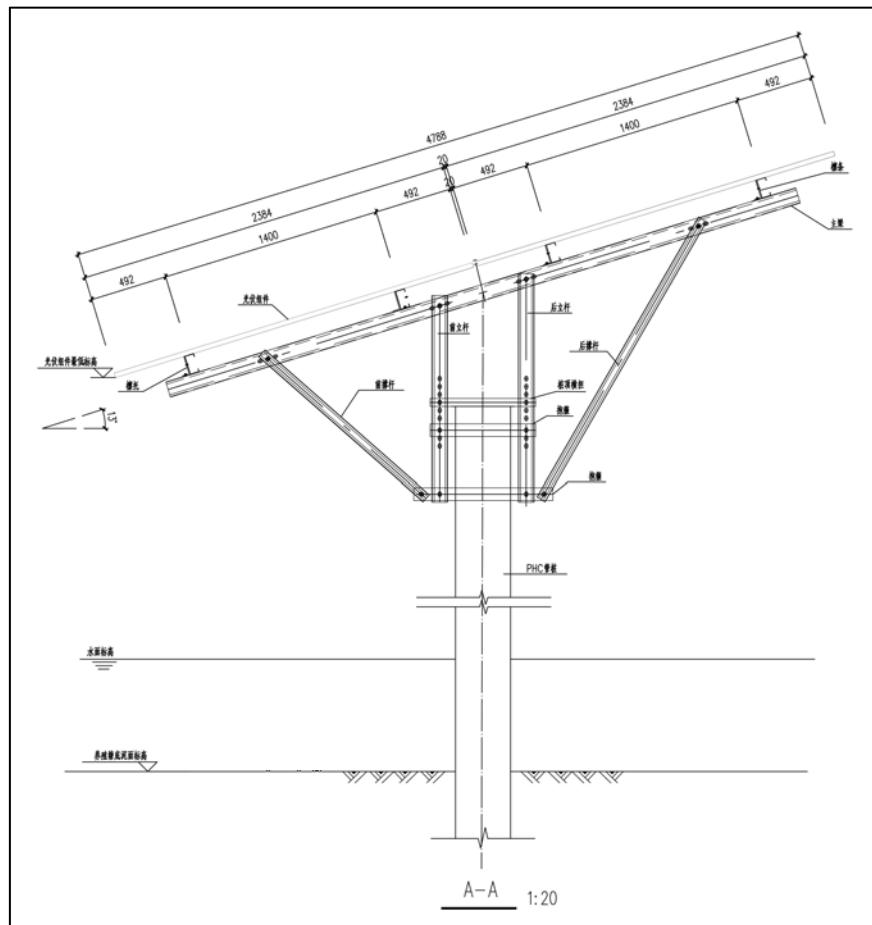


图3.1-4 光伏支架结构图

③光伏阵列方位角

为了使光伏方阵表面接收到更多太阳能量，根据日地运行规律及地形条件，方阵表面布置应朝向正南方式安装能获得最大的辐射量。本项目用地区域为水塘，该区域水塘方位角为-24°。考虑到光伏电站设计应因地制宜，本项目选择方位角为0°的布置方案。

⑤阵列间距

结合本项目最新用海界址的范围，通过布置，当前后排间距为 7.0m 时，整体项目投影面积不超过红线面积的 40%。因此，本项目前后排间距为 7.0m。

(3) 电缆

根据《电力工程电缆设计标准》(GB50217—2018)及《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》对电缆选型的要求，项目光伏区、逆变器出线线缆型号见表 3.1-2。

表3.1-2 项目电缆技术参数一览表

名称	型号	长度(km)	备注
太阳能光伏电缆	H1Z2Z2-k-1×4mm ² , 1500V	810	
逆变器出线电缆	ZC-YJLY23-1.8/3kV-3×185mm ²	62	
35kV电缆	ZC-YJLY23-26/35-3×120mm ²	1.7	直埋和桥架敷设结合
	ZC-YJLY23-26/35-3×240mm ²	3.465	
	ZC-YJLY23-26/35-3×300mm ²	4.65	
	ZC-YJLY23-26/35-3×400mm ²	1.72	
	ZC-YJY23-26/35-3×240mm ²	0.5	

(4) 逆变器

本项目选用 300kW 组串式逆变器，具体参数见表 3.1-3。

表3.1-3 300kW组串式逆变器技术参数一览表

额定输出功率	300
最高转换效率	99.03%
中国效率	98.53%
最大直流输入电压	1500V
满载MPPT 范围	500~1500V
最大直流输入电流	65×6A
交流输出电压范围	800V
输出频率范围	50Hz
功率因素	-0.8~+0.8
防护等级	IP66
工作环境温度范围	-30~+60°C
尺寸	1048×732×395mm (宽×高×厚)
重量	112kg

(5) 箱变

本工程选择油浸式变压器，共 30 台。箱变设备平台采用钢平台+钢格栅，平台基础采用 PHC 预应力高强混凝土管桩基础。管桩桩身及桩头防腐同支架管桩。

①26 台 3300kVA 箱变，内含：

a.升压变 S20-3300/37, 37±2*2.5%/0.8kV,D y11, Ud%=7%

b.气体绝缘环网柜，内含：

高压带电显示装置

避雷器，1 台

35kV 三工位隔离开关，1 台

真空断路器，1 台

避雷器，1 台

电流互感器，3 台

c. 低压开关柜，内含：

低压开关柜，3 面

自用变 SG-10kVA

②4 台 3600kVA 箱变，内含：

a. 升压变 S20-3600/37, 37±2*2.5%/0.8kV,D y11, Ud%=7%

b. 气体绝缘环网柜，内含：

高压带电显示装置

避雷器，1 台

35kV 三工位隔离开关，1 台

真空断路器，1 台

避雷器，1 台

电流互感器，3 台

c. 低压开关柜，内含：

低压开关柜，3 面

自用变 SG-10kVA

(6) 升压站

主变压器：采用 PHC 预应力高强混凝土管桩基础，承台采用 C40 混凝土；油池内铺粒径为 50mm~80mm 的卵石。

消防水泵房+消防水池+危废车间预制舱、35kv 配电装置预制舱、GIS 预制舱基础拟、储能电池预制舱、变压器及 PCS 预制舱、SVG 户外集装箱、二次设备预制舱、检修舱、辅助功能舱、蓄电池舱等采用 PHC 预应力高强混凝土管桩基础，承台采用 C40 混凝土。

升压站进站道路采用混凝土路面，路面宽 4m，路基宽 6m。升压站内道路采用钢筋混凝土路面，路面宽为 4.0m，转弯半径为 9m。

站区四周设置 2.3m 高实体砖砌围墙，站区大门处设置不锈钢电动伸缩门及标识墙。升压站室外设计地坪标高为 5.6m。填方后站外四周采用浆砌块护坡。

设置一座容量为 35m³的事故贮油池，事故贮油池为油水分离式钢筋混凝土结构，主变油坑与事故贮油池之间用球墨铸铁管联接，贮油池的放空和清淤临时

用潜水泵抽吸，变压器事故排油经油水分离式事故贮油池处理后回收利用。升压站电气设备汇总见表 3.1-4。

表3.1-4 升压站主要设备汇总表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
1	主变	三相双绕组有载调压变压器： SZ20-120000/110,120MW, 115±8*1.25%/37kV,YNd11, Ud%=10.5%,On-LTC,ONAN	台	1	
2	主变中性点过电压装置	Y1.5W5-72/186, 1 只; GW13-72.5/630A, 1 只; CT:100/1A,5P30/5P30, 1 只	套	1	
3	接地变	DKSC-630/35, 37± 2*2.5%/0.4kV, ZN	台	1	
4	站用变	SCB14-315/35	台	1	
5	110kV 线变组接线（含预制舱）	126kV 2000A 40kA/4s 100kA	套	1	预制舱式（预制舱尺寸 8800*4000*4600）
6	110kV 避雷器	Y10W-102/266GW, 附监测器	支	3	
7	主变出线柜	三工位开关 40.5/2500A/31.5kA 断路器 40.5/2500A/31.5kA4s/80kA	面	1	
8	光伏/储能进线柜	三工位开关 40.5/1250A/31.5kA 断路器 40.5/1250A/31.5kA4s/80kA	面	6	
9	SVG 动态无功补偿装置	SVG 无功补偿装置±15MVar, 直挂式, 集装箱水冷含：隔离 开关：GW4-40.5D/1250-31.5, 40.5kV, 1250A, 80kA, 1 组	套	1	预制舱式
10	35kV 充气柜（备用柜）	三工位开关 40.5/1250A/31.5kA 断路器 40.5/1250A/31.5kA4s/80kA	面	1	
11	升压变流舱	4 套额定功率 1250kW 储能变流器、1 台 SCB14-5250-37±2× 2.5%/0.69kV-Dy11 升压变压器、 1 台 100kVA 自用变压器, 高压 环网柜、智能控制柜、消防系 统、视频监控系统、预制舱舱 体、舱内配电系统及电缆等。	套	2	
12	储能电池舱	锂电池, 采用 3.2V 314Ah LFP 电池, 持续充放电倍率≤0.5C,	套	4	

		共由 12 个电池簇组成，每个电 池簇容量 417.997kWh，单簇内 组合方式为 416S1P，含开关盒 /BMS 系统等			
13	电气一次预制 舱	35kV 配电装置仓尺寸为 11.8m*6.0m，室净高为 3m)	套	1	
14	事故油池	钢筋混凝土结构，有效容 积 35m ³	个	1	

3.1.4 施工方案

(1) 光伏区桩基施工

在围垦内施工过程中拟采用排水干滩的方式实现垦区内打桩机打桩，保留现状围垦，减少施工过程中对周边海域的影响。

1) 施工顺序及工艺流程

施工准备→测量放线→机械准备→运桩→打桩→成桩

2) 施工方法

桩基施工流程：复测水底标高→计算桩长→固定打桩机→放线确认桩位→管桩运输到位并固定→管桩吊运→喂桩→压桩→管桩施工完毕确定标高后移位并定位下一根桩。

①管桩进场验收：管桩进场时应提供厂家资质证明、工业产品生产许可证、合格证、出厂检验报告，所有资料的数据应真实、有效、正确。并上报监理单位审批后方可使用。

②堆存吊运：按照审定的桩基施工总平面图进行检查。现场堆放场地要平整、坚实，垫木间距依吊点位置确定，堆放层数不得超过 3 层，不同规格的桩必须分开堆放。卸桩时采用两点吊，可先将桩身吊起 0.2-0.3m，检查机身稳定性、制动器的可靠性和吊具的牢固性，确认一切状况良好后，再缓缓起吊、转向，下降时必须低速轻放，避免桩身受伤。

③放线定位：由具备条件后，测量放线人员进场后，根据建筑总平面图及建设单位单位提供坐标点及标高，依据坐标点及水准点标高引进施工现场，坐标点及水准点标高，建立现场控制网，设立专区控制测量标桩，控制网建立后，施工现场周边插上小旗，作好标记。

④打桩：打桩前，应在桩身一面标上每米数数标记，以便打桩时记录，立桩用一点打桩起吊，绑扎点距桩端 0.239L 处（L 为单条管桩桩长），吊机把管桩

喂至桩机前，由桩机自身调整垂直度至符合要求后，才能对桩施工，打桩时较正垂直度，管桩确保顺直，错位偏差不得大于 2mm。停锤以贯入度为主，入土深度为辅，当贯入度达到设计要求，且桩的入土深度与设计深度相差无几时，可停锤施打，当贯入度达到设计要求而入土深度与设计深度相差太大时，应停止施工，或遇特殊情况，如贯入度骤变、桩身失控倾斜、断桩、移位或严重回弹，桩顶及桩身破碎应立即停锤，找出偏差原因并于设计及监理沟通协商解决方案。记录人员要认真负责，如实记录，记录结果整理编入资料，技术负责人及时组织现场隐蔽工程验收记录和办理各种签证手续。

⑤成桩：当压桩达到设计要求并进行第二次校核后，终止压桩。

(2) 光伏区太阳能组件安装工程

1) 光伏支架安装

光伏支架安装由立柱、横梁、斜撑、斜梁、背后拉杆、连接件等组成，采用螺栓连接组成构架；电池组件采用压块与支架横梁连接，形成一个组单元整体。光伏支架采用钢结构，采用工厂化生产，由生产厂家直接运往项目区进行安装。

工艺流程：作业准备→支架基础复测→安装样板→预拼装支架（包括立柱斜拉撑、纵梁、连接件等）→支架安装→前后横梁安装→立柱斜杆安装→检查调整→组件安装→检查调整。

①支架安装：将立柱的地脚板孔放置在管桩顶板上；调整立柱长度方向中心线与（混凝土基础轴线）支柱中心线重合，用水准仪或水平管测量调整立柱的=水平度，用垂球调整立柱的垂直度。若桩基表面标高偏差用垫块将立柱垫平，立柱、垫块必须与管桩顶板进行焊接。

②横梁安装：按设计要求间距，端头长度确定横梁位置，横梁螺栓紧固，做到横平竖直，连接可靠。为了保证横梁上固定电池板的方正，应提前对横梁进行规方，进行对角线的测量调整，保证对角线偏差在允许偏差范围内。立柱前后斜撑安装后，紧固斜撑螺栓使整个支架各部件保持均匀受力。

2) 电池组件安装

本工程光伏组件全部采用固定式安装，待太阳电池组件阵列的桩基础验收合格后，进行太阳电池组件的。

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。

安装光伏组件时，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可紧固连接螺丝，严禁用紧拧连接螺丝的方法使其吻合，固定螺栓应加防松垫片并拧紧。

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

（3）光伏区箱逆变一体机安装施工

箱变采取桩+平台方式，先采用打桩机施工完成桩基础，调整完成统一标高验收完成后，采用吊装机械将提前预制好的箱变基础平台吊装就位并固定焊接。

（4）电缆敷设及接线施工

光伏场区内各光伏组件间串接用直流电缆，在支架檩条钢槽间敷设，采用热镀锌钢扣或防紫外线的聚乙烯材质扣固定，从组串至逆变器箱的电缆，沿支架间槽盒敷设。35kV 集电线路采用沿桥架敷设及直埋相结合的方式，其中桥架架空敷设电缆单回长度约 4800m，直埋电缆长度约 440m。光伏区内 35kV 集电线路铺设方式均沿桥架架空敷设。电缆桥架拟采用预应力混凝土管桩+立体桁架型式，桁架跨度约 30m~35m，宽度 0.8m，桩高程 5.9m，桩基拟采用 PHC-400-130-AB 管桩，电缆沿桁架敷设，能有效保证电缆安全性和支架的经济性，35kv 电缆敷设方式示意图见图 3.1-5。

电缆直埋设施工方案：准备工作→电缆沟开挖→电缆敷设→隐蔽验收→回填土。



图 3.1-5 35kV 电缆敷设方式示意图

①电缆沟开挖

电缆沟采用反铲挖掘机开挖，开挖土就近堆放，用于后期填筑。

②电缆敷设

本工程采用直埋敷设于地下电缆沟中，电缆敷设采用人工牵引，同沟并行敷设时，电缆与电缆相互净距不小于250mm。

③回填土

直埋电缆回填土前，应经隐蔽工程验收合格。回填土应及时并分层夯实。

对电缆容易受损伤的地方，应采取保护措施，对于直埋电缆应每隔一定距离做好标识。电缆敷设完毕后，应保证整齐美观，进入盘内的电缆其弯曲弧度应一致，对进入盘内的电缆及其它必须封堵的地方应进行封堵，在电缆集中区设有防鼠杀虫剂及灭火设施。

（5）升压站

升压站内主要布置有检修舱、预制舱基础、主变压器基础、SVG 等设备基础。

消防水泵房+消防水池+危废车间预制舱、35kv 配电装置预制舱、GIS 预制舱基础拟、储能电池预制舱、变压器及 PCS 预制舱、SVG 户外集装箱、二次设备预制舱、检修舱、辅助功能舱、蓄电池舱等采用 PHC 预应力高强混凝土管桩基础，承台采用 C40 混凝土。升压站的设备基础主要施工程序为：先清理场地、碾压后进行设备基础施工。按设计图要求，人工开挖设备基础，进行钢筋绑扎和支模。验收合格后，可进行设备基础混凝土浇筑。混凝土浇筑后须进行表面洒水保湿养护 14 天。

3.1.5 施工条件

（1）施工用水

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

（2）施工用电

本工程施工用电主要包括施工工厂，升压站区域、光伏区施工用电电源考虑引自附近村庄。

(3) 通信供应

电站内临时通信采用大功率对讲机和手机。

(4) 交通运输条件

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

3.1.6“三场”设置

(1) 取土场

土石方均采用外购方案，从当地购买后运输至现场，因此不设取土场。

(2) 弃土场

本项目升压站开挖产生 9000m³ 弃方，交由海建（福建）建设集团有限公司进行综合回用，因此不设弃土场。

(3) 施工营地

项目施工临时设施布置在升压站内，主要有综合加工厂、材料仓库等。

3.1.7 土石方平衡

根据项目工程预可行性研究报告，本项目施工期间土石方主要涉及环节包括：升压站平整及进站道路平整等。其中：

(1) 集电线路

35kV 场内集电线路直埋段开挖完成后直接进行覆盖回填，没有多余土石方产生。

(2) 道路整平

光伏区及升压站道路整平需要总土方量为 25800m³，所需土石方通过商业购买形式获得。

(3) 升压站

升压站土石方开挖总量 9000m³，土方回填总量 50000m³，以上开挖土方交由海建（福建）建设集团有限公司进行综合回用，弃方接收协议见附件 8，回填

土方 50000m³，从当地购买后运输至现场，项目土石方满足需求。

3.1.8 施工组织及进度

(1) 施工人员

施工高峰期施工人员数量为 300 人。

(2) 施工进度

本工程施工进度控制点为准备工程、支架安装和电池组件阵列安装(升压站,含储能站)、调试验收。准备工程 1.5 个月, 场内道路、电池板及支架安装(升压站, 含储能站)工期 9 个月, 调试安装验收 1.5 个月, 工程总工期为 12 个月。

(3) 施工机械

主要施工机械有打桩机、反铲挖掘机、装载机、自卸汽车、电焊机等各类施工运输车。

3.1.9 项目相关工程概况

(1) 光伏电站配套 110kV 送出工程

线路起于本项目光伏电站升压站, 止于已建 220kV 栖梧变, 线路途径莆田市秀屿区和北岸经济开发区, 单回 110kV 线路总长约 8.4km, 其中单回架空线路长约 6.06km, 单回路电缆约 2.34km, 全线共新立杆塔 33 基, 其中钢管杆 12 基, 铁塔 21 基。

(2) 养殖区现状及“渔光互补”方案

① 养殖区现状

项目区养殖池塘主要是莆田市湄洲湾北岸北江围垦股东董事会以出租的方式, 租给当地村民从事海水养殖活动。根据前期对项目区养殖池塘的现场勘探及入户调查可知, 项目区池塘养殖模式为花蛤-南美白对虾混养, 埤地一般高出池塘塘底约 20~30 厘米, 此类场所富集着多种单细胞藻类, 是花蛤取食和生长的主要场所, 埤地外池塘则是养殖南美白对虾的主要场所。

项目区养殖户一般在每年的 9 至 10 月份采购大规格花蛤苗种进行养殖, 第二年 6 至 7 月份捕捞出售。养殖户利用堰地进行花蛤养殖, 每个池塘约有 3~4 条堰地, 花蛤在堰地里自然生长。在养殖过程每天需进行换水, 并且还需要增氧机补充水体中的氧气含量来改善水质, 保证养殖的质量及存活率。捕捞过程中, 采用耙锄翻土, 挖起花蛤, 筛选、洗净即可出售。

南美白对虾则在3~4月份开始投苗，6~7月份即可捕捞上市。养殖户利用小型船只（船宽约1.5m~2m）进行投料，饵料为人工颗粒。在养殖过程同样需进行换水，并且还需要增氧机补充水体中的氧气含量来改善水质，保证养殖的质量及存活率。捕捞过程中，利用地笼陷阱、或抄网捕捞南美白对虾。

②“渔光互补”方案

本项目在建设光伏电站前需改造成池塘，利用池塘上空建设光伏发电站。充分利用池塘土地资源，建设渔光互补的光伏电站。渔光互补光伏电站是“光伏+农业”产生的“1+1>2”效应的典型模式之一，在多个养殖池塘及水塘水面上方架设光伏板阵列，光伏板下方水域可以进行养殖，形成“一种资源、两个产业”的发电新模式。

通过合理筛选养殖种类，并合理配比养殖，能保障水体中的物质循环和能量流动健康正常。

3.2 工程分析

3.2.1 施工期污染物产生分析

3.2.1.1 施工期废气源强

本项目施工期主要废气污染为陆上升压站建设及陆上电缆敷设过程产生的施工扬尘、施工车辆尾气。

(1) 施工扬尘

在整个施工期，产生扬尘的作业有土地平整、打桩、开挖、回填、建材运输、露天堆放、装卸和搅拌等过程，如遇干旱无雨季节，加上大风，施工扬尘将更严重。按起尘的原因可分为风力起尘和动力起尘。

车辆行驶的动力起尘

据有关调查显示，施工工地的扬尘主要是由运输车辆的行驶产生，约占扬尘总量的60%，并与道路路面及车辆行驶速度有关。

车辆行驶产生的扬尘在完全干燥的情况下，可按以下经验公式计算：

$$Q = 0.123(V/5)(W/6.8)^{0.85}(P/0.5)^{0.75}$$

式中：Q——汽车行驶时产生的扬尘，kg/km·辆；

V——汽车速度，km/h；

W——汽车载重量，吨；

P——道路表面粉尘量, kg/m²。

表 3.2-1 中为一辆 10 吨卡车, 通过一段长度为 1km 的路面时, 不同路面清洁程度, 不同行驶速度情况下的扬尘量。由此可见, 在相同路面清洁程度条件下, 车速越快, 扬尘量越大; 而在相同车速情况下, 路面越脏, 则扬尘量越大。因此限速行驶及保持路面的清洁是减少汽车扬尘的有效办法。

表 3.2-1 在不同车速和地面清洁程度的汽车扬尘 单位: kg/辆.公里

P (kg/m²) 车速 (km/Kr)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1
5	0.051	0.086	0.116	0.144	0.171	0.287
10	0.102	0.171	0.232	0.289	0.341	0.574
15	0.153	0.257	0.349	0.433	0.512	0.861
20	0.255	0.429	0.583	0.722	0.853	1.435

此外, 如果在施工期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘, 每天洒水 4~5 次, 可使扬尘减少 70% 左右。

施工扬尘的另一种情况是露天堆场和裸露场地的风力扬尘, 由于施工需要, 一些建材需露天堆放, 一些施工点表层土壤需人工开挖、堆放, 在气候干燥又有风的情况下, 会产生扬尘, 其扬尘量可按堆场起尘的经验公式计算:

$$Q=2.1(V_{50}-V_0)3e^{-1.023W}$$

式中: Q——起尘量, kg/吨年;

V₅₀——距地面 50 米处风速, m/s;

V₀——起尘风速, m/s;

W——尘粒含水率, %。

由此可见, 这类扬尘的主要特点是与风速和尘粒含水率有关, 因此, 减少建材的露天堆放和保证一定的含水率是抑制这类扬尘的有效手段。

尘粒在空气中的传播扩散情况与风速等气象条件有关, 也与尘粒本身的沉降速度有关。以沙尘土为例, 其沉降速度随粒径的增大而迅速增大。当粒径为 250 微米时, 沉降速度为 1.005m/s, 因此当尘粒大于 250 微米时, 主要影响范围在扬尘点下风向近距离范围内, 而真正对外环境产生影响的是一些微小尘粒。根据现场施工季节的气候情况不同, 其影响范围和方向也有所不同。施工期间应特别注意施工扬尘的防治问题, 须制定必要的防止措施, 以减少施工扬尘对周围环境的影响。

(2) 施工机械设备尾气

施工机械设备尾气主要为打桩机、吊机、挖掘机和运输车辆等运行过程中排放的燃油废气，主要污染因子为 NO_x、CO、SO₂ 等，具有排放量小、间歇性、短期性和流动性等特点，尾气以无组织方式排放。由于产生量较小，且施工地空旷，扩散快，实际影响不大。

(3) 焊接烟尘

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

3.2.1.2 施工期废水源强

(1) 施工人员生活污水

项目施工高峰时施工人数约 300 人，生活污水产生量每人每天约 0.12m³，污水排放系数取 0.8，则施工高峰期生活污水总计为 28.8m³，主要污染物为 COD、NH₃-N。施工人员将租住在附近村庄中，产生的大部分生活污水利用居民区的化粪池处理，施工营地少量生活污水采用移动式环保厕所，及时委托市政部门抽吸处置，对海域水环境基本无影响。

(2) 施工营地机冲洗及油污水

对施工运输车辆和流动机械冲洗主要集中在每日晚上进行 1 次，每次每辆（台）运输车辆和流动机械平均冲洗废水量约为 0.8m³，则冲洗废水产生量总共为 11.2m³/d，主要水污染物为 COD、SS 和石油类，SS 浓度可达 3000mg/L，石油类可达 20mg/L。另外，机械设备在维护、检修过程中会产生洗涤机械部件和零件的清洗废水，废水量取 0.5m³/辆，总计 7m³/d，主要污染物为含有高浓度的石油类和杂质，石油类可达 100mg/L。该部分废水全部回用。隔油-沉淀设施处理废水产生的浮油、浮渣收集后交由有资质单位进行处理。

(3) 悬浮泥沙

本项目光伏区采用干法施工，将池塘内海水抽出后进行光伏桩基施工，施工无悬浮泥沙产生，对海水水质无影响。

3.2.1.3 施工期固废源强

项目施工期产生的固体废物主要包括施工营地及施工人员生活垃圾。施工人员的生活垃圾产生量按每人每天 1.0kg 计算，总计为 300kg/d。统一收集后定期运往附近垃圾填埋厂处理。项目总弃方量约 9000m³，交由海建（福建）建设集团有限公司进行综合回用。光伏支架焊接安装过程产生少量电焊渣。

3.2.1.4 施工期噪声源强

项目的施工噪声主要来自施工机械在运作过程中产生的机械噪声，主要施工机械有打桩机、反铲挖掘机、装载机、自卸汽车、电焊机等各类施工运输车辆等。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）附录 A 常见噪声污染源及其源强，各施工机械满负荷运行产生的最大声级见表 3.2-2。

表 3.2-2 建筑施工场界噪声限值等效声级[dB (A)]

序号	名称	声压级 (dB)	距设备距离 (m)
1	打桩机	80~95	5
2	反铲挖掘机	82~90	5
3	装载机	90~95	5
4	自卸汽车	82~90	5
5	电焊机	80~85	5

3.2.2 运营期污染物产生分析

3.2.2.1 运营期废气源强

光伏发电过程中没有废气产生。

3.2.2.2 运营期废水源强

运营期升压站采用无人值守，远程监控模式。因此废水主要为光伏板清洁时产生的废水。

为保证太阳能电池组件的正常工作，保证电池发电效率，需定期清洗光伏板上自然飘落的灰尘和鸟粪，清洗过程中使用清水，不添加洗涤剂。项目约半年冲洗一次光伏板，每次用水量约 100t/次，年用水量约 200t/a，考虑 5% 的蒸发量，光伏板清洗产生的废水量约为 190t/a。清洗过程为间断性清洗，使用喷雾式水枪和清水进行，不添加洗涤剂，主要污染物为 COD、氨氮、总磷和 SS。

3.2.2.3 运营期固废源强

本项目运营期固体废物主要为废旧电子元件、储能区废旧磷酸铁锂电池等。

(1) 一般固废

光伏场区中光伏板、电器件、电缆老化需进行更换，主要为废旧光伏板、废旧电缆等，产生量约为1.0t/a，属于一般工业固体废物。

本项目储能电池为磷酸铁锂电池模块，其使用寿命大约为10-15年，一次性更换量约为52t，根据《废电池污染防治技术政策》“锂离子电池一般不含有度有害成分，环境危害性较小，废旧锂电池的收集、贮存、处置参照执行一般工业固体废物的相关环境管理与污染防治要求，防治污染环境”，因此本项目储能废旧磷酸铁锂电池为一般工业固体废物。

(2) 危险废物

升压站变压器事故排油经事故贮油池处理后，立即按照事故应急响应机制要求交由有资质的单位进行转移处理，不在站内暂存。运营期变压器事故排油、油渣属于危险废弃物，废物代码900-220-08、HW08（变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油）。废旧变压器由专业厂家回收处理。

本项目升压站直流系统采用免维护铅酸蓄电池作为系统后备电源，使用寿命约5年，共两组，当蓄电池需要更换时，建设单位提前通知年度内废铅蓄电池中标单位进行妥善回收处置，并落实《危险废物转移管理办法》的要求，废铅蓄电池不在站内暂存。

3.2.2.4 运营期噪声源强

运营期光伏发电组件本身没有机械传动或运动部件，不存在机械噪声，项目运营期的噪声源主要为电站设备运行噪声。电站设备主要为箱变、升压站运营过程中产生的噪声，均为室外声源。

3.2.2.5 运营期电磁环境

本项目新建 110kV 升压站 1 座，通过类比监测结果分析预测，110kV 升压站产生的工频电场强度、工频磁场强度在站界处和评价范围内远低于评价标准限值，集控中心对周边电磁环境较小。

3.2.3 生态影响环节分析

(1) 水动力及冲淤

本项目的实施将改变本项目所在海域海底地形地貌和局部的水文动力，由于

本项目施工位于垦区内，与平海湾有堤坝相隔，从而对附近海域以及平海湾内其他生态环境敏感点等产生的影响较小。

（2）海洋生态和渔业资源

本项目采用将垦区内海水抽出进行的干法施工，打桩作业会产生的土渣会散落在海底进行沉淀，对海洋生态和渔业资源影响较小。本项目工程施工、潮间带占用将会对鸟类构成不利影响。

（3）光污染影响

本项目运营过程中，光伏电池板对太阳光的反射会对周围环境产生一定的光污染。光污染的程度与光伏电池板的反射率有关，反射强度越小，被光伏电池板吸收的太阳光光子越多，被反射的光子就越少。本项目光伏电池组件内晶硅片表面涂覆有防反射涂层，封装玻璃表面经过特殊处理，太阳能电池组件对阳光的反射以散射为主，其总反射率远低于城市玻璃幕墙，无眩光。

（4）光伏板遮蔽海域对海洋生态环境的影响

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

3.3 产业政策符合性分析

根据 2023 年 12 月 27 日国家发展改革委修订发布的《国家发展改革委修订发布〈产业结构调整指导目录（2024 年本）〉》，本项目属于鼓励类目录中第五大点“新能源”第 2 小点“可再生能源利用技术与应用”项目中提到“高效率低成本太阳能光伏发电技术研发与产业化”，符合国家产业政策。

3.4 与环境功能区划和区域相关规划的符合性分析

3.4.1 与《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

本用海项目为“渔光互补”光伏电站项目，项目拟申请用海海域均位于“海洋开发利用空间”，位置见图 3.4-1，项目与“海洋开发利用空间”的定位相符。项目利用围垦养殖池塘上部空间进行可再生能源用海，兼容功能区的空间用途准入要

求；项目用海方式主要包括透水构筑物用海，不改变海域自然属性，符合功能区的用海方式控制要求。因此，本项目符合《福建省国土空间规划》（2021-2035 年）。

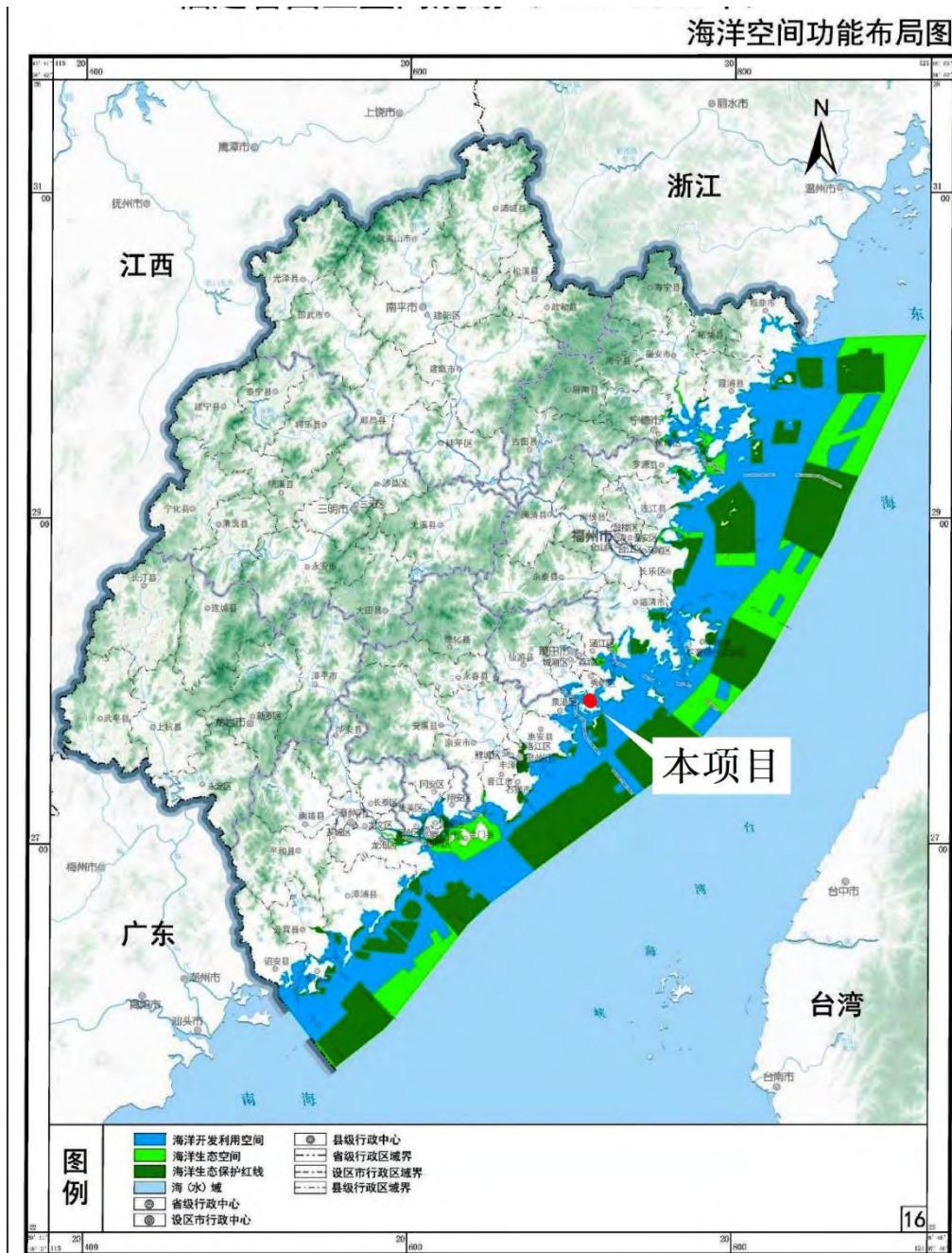


图 3.4-1 《福建省国土空间规划（2021-2035 年）》

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

根据《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目位于“工矿通信用海区”。“工矿通信用海区”保障临海工业、矿产能源开发和海底工程建设用海用岛，允许适度改变海域自然属性，控制填海规模，严格按照围填海工程生态建

设技术要求，开展围填海用海，并进行必要的生态修复；海洋环境保护要求在未进行开发建设时维持现状环境质量。具体位置见图 3.4-2。

本项目为渔光互补项目，以光伏发电为主，产生的环境污染相对较小。项目用海方式为透水构筑物，不会改变海域自然属性，施工期生活污水、施工废水收集后处理或回用。同时，本工程建设后实施以增殖放流为主的生态修复措施，从而减少工程建设对海洋生态和渔业资源的综合影响，符合功能区的管控要求。因此，本项目符合《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。综上，本项目用海符合国土空间规划。

3.4.3 与莆田市“三线一单”生态环境分区管控方案的符合性

（1）生态保护红线

本项目位于莆田市北岸经济开发区忠门镇，平海湾西侧海域，工程不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等特殊保护区，不涉及珍稀濒危野生动植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道等特征敏感区等社会关注区。施工期和运营期不会对上述环境保护目标造成影响，在严格做好各类污染物防治措施，防止环境污染前提下，工程基本符合生态保护红线要求。

（2）环境质量底线

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 $23\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。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%。以上环境质量底线最终控制目标以省级下达目标要求为准。

本项目为渔光互补光伏电站项目，不产生大气污染物、水污染物、土壤污染物，不会冲击环境质量底线，满足管控区的管控要求。

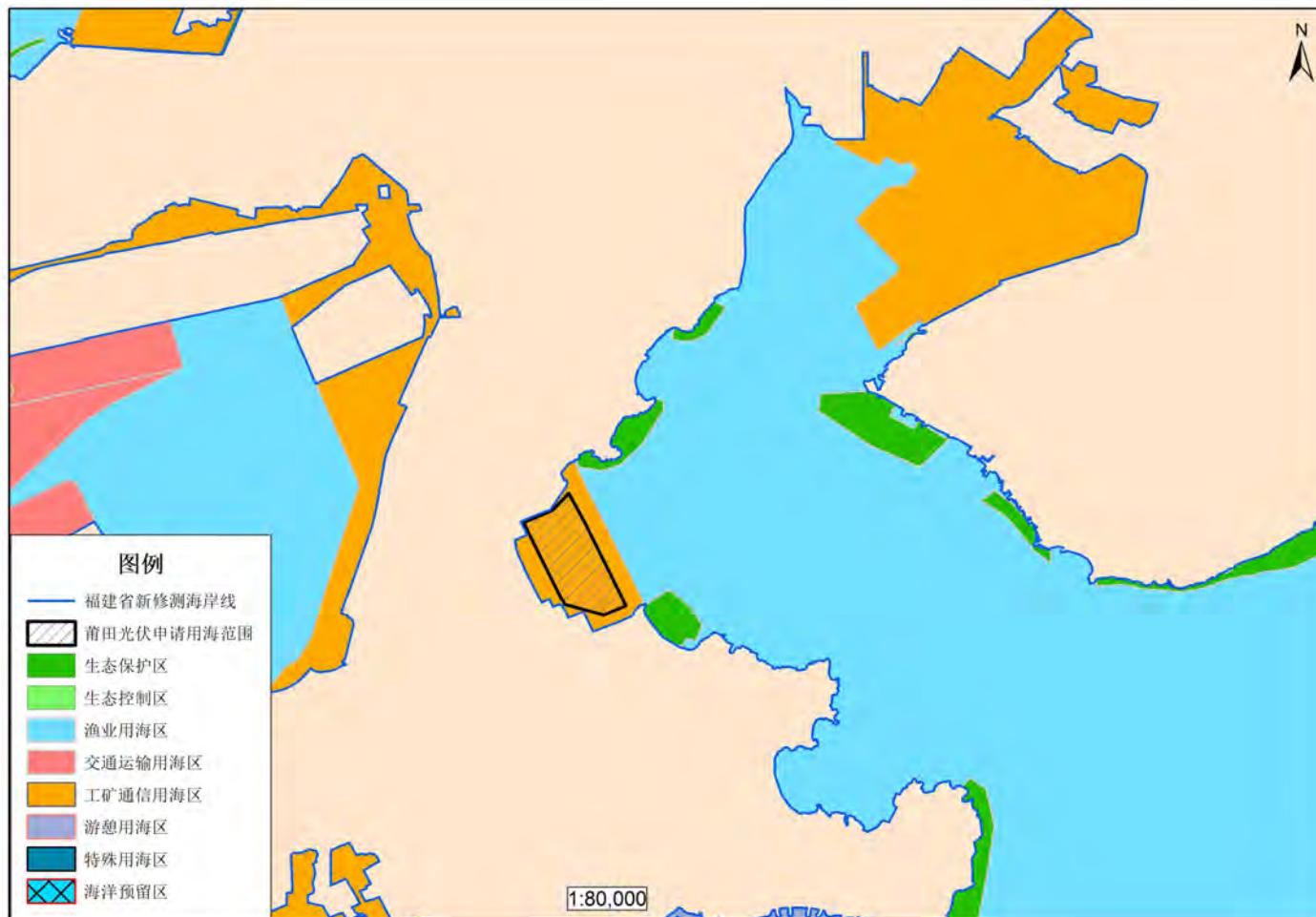


图 3.4-2 本项目与《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》叠置图

(3) 资源利用上线

本项目为渔光互补光伏电站项目，项目位于福建省莆田市北岸经济开发区忠门镇平海湾西侧海域，主要利用水域空间进行光伏组件的安装，同时配套建设陆上 110kV 升压站和储能设施。项目采用渔光互补模式，实现了土地的高效利用，避免了对传统土地资源的大规模占用。这种模式符合“三线一单”中对土地资源利用效率的要求，且未突破区域土地资源利用的上线。

项目利用水域空间进行光伏发电的同时，兼顾渔业养殖，通过光伏板的遮挡作用减少水分蒸发，改善水质，项目在设计和运营中需确保不超出区域水资源的承载能力，同时符合“三线一单”中对水资源利用总量和效率的要求。项目通过优化水资源利用方式，如减少蒸发和循环利用，确保水资源利用符合上线要求。

(4) 环境管控单元

本项目位于福建省莆田市北岸经济开发区忠门镇，平海湾西侧海域，工程不涉及自然保护区、风景名胜区、生态公益林、重要自然与人文景观、文物古迹及其他需要特别保护的区域。

项目所选地块涉及 2 个生态环境管控单元，其中重点管控单元 1 个，一般管控单元 1 个，分别是秀屿区重点管控区和平海湾一般管控区。符合性分析见表 3.4-1。

3.4.4 与《福建省“三区三线”划定成果》的符合性分析

“三区三线”是指城镇空间、农业空间、生态空间 3 种类型空间所对应的区域，以及分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线 3 条控制线。其中“三区”突出主导功能划分，“三线”侧重边界的刚性管控。它是国土空间用途管制的重要内容，也是国土空间用途管制的核心框架。自 2022 年 10 月 14 日起，福建省“三区三线”划定成果正式启用。

根据《福建省“三区三线”划定成果》（图 3.4-4），本项目申请用海范围不涉及永久基本农田、生态保护红线。本项目建设内容中升压站部分会占用陆域，但此部分陆域属于城镇开发边界内，允许开发建设，因此，本项目符合《福建省“三区三线”划定成果》的要求。

表 3.4-1 三线一单管控单元管控要求

环境管控单元名称	管控单元类别	管控要求	本项目符合性分析	是否符合
秀屿区重点管控区	重点管控单元 空间布局约束	1.严禁在人口聚集区新建涉及化学品和危险废物排放的项目，城市建成区内现有重污染企业环保搬迁项目须实行产能等量或减量置换。2.禁止在城镇居民区、文化教育科学研究中心等人口集中区域建设畜禽养殖场、养殖小区。3.新建企业原则上均应布局在工业集聚区。引导现有企业向依法合规设立、环保设施齐全、符合规划环评要求的工业集聚区集中。4.对于区域内基本农田：在永久基本农田集中区域，不得新建可能造成土壤污染的建设项目；已经建成的，应当限期关闭拆除。从严管控非农建设占用永久基本农田。不得随意调整和占用已划定的永久基本农田，特别是城市周边永久基本农田。一般建设项目不得占用永久基本农田；重大建设项目选址确实难以避让永久基本农田面积的，要按照“数量不减、质量不降、布局稳定”的要求，在储备区内选择数量相等、质量相当的地块进行补划。坚持农地农用，禁止任何单位和个人在永久基本农田保护区范围内建窑、建房、挖沙、采石、采矿、取土、堆放固体废弃物或者进行其他破坏永久基本农田的活动。合理引导永久基本农田进行农业结构调整，不得对耕作层造成破坏。	本项目为光伏发电项目，项目用地不涉及永久基本农田。	符合
		1.加强区域内城镇污水处理设施提标改造及配套管网建设，全面达到一级 A 排放标准。2.县（市）城市建成区基本实现生活污水全收集全处理。工业企业排水水质要符合国家或地方相关排放标准规定。对已经进入市政污水收集处理设施的工业企业进行排查、评估。经评估认定污染物不能被城镇污水处理厂有效处理或可能影响城镇污水处理厂出水稳定达标的，应限期退出市政管网，向园区工业污水集中处理设施聚集。在退出市政管网之前，应采取预处理等措施，降低对城镇生活污水处理厂的影响。3.新、改、扩建涉二氧化硫、氮氧化物和 VOCs 项目，落实排放总量控制要求。4.排放重点管控新污染物的企业事业单位应采取污染控制措施，达到相关污染物排放标准及环境质量目标要求；排放重点管控新污染物的企业事业单位和其他生产经营者依法对排放（污）口及其周边环境定期开展环境监测，依法公开新污染物信息，排查整治环境安全隐患，评估环境风险并采取环境风险防范措施。土壤污染重点监管单位应严格控制有毒有害物质排放，建立土壤污染隐患排查制度，防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。对使用有毒有害化学物质或在生产过程中排放新污染物的企业，全面实施强制性清洁生产审核。	本项目为光伏发电项目，施工期和运营期不涉及上述污染物排放。	符合
	环境风	1.对单元内合成纤维单（聚合）体制造,锦纶纤维制造、危险化学品仓储等具有潜在	本项目为光伏发电项目，	符合

		险防控	土壤污染环境风险的企业，应建立健全环境风险防控体系，制定环境风险应急预案，建设突发事件应急物资储备库，成立应急组织机构。2.对单元内电气机械和器材制造业、纺织业、化学纤维制造业、化学原料和化学制品制造业、水的生产和供应业等具有潜在土壤污染环境风险的企业，应建立健全环境风险防控体系，制定环境风险应急预案，建设突发事件应急物资储备库，成立应急组织机构。3.强化环境影响评价审批管理，严格涉新污染物建设项目准入管理。对列入国家《重点管控新污染物清单》（2023年版）中的新污染物，持续推动禁止、限制、限排等环境风险管理措施。4.对使用有毒有害化学物质进行生产或者在生产过程中排放有毒有害化学物质的企业依法实施强制性清洁生产审核，全面推进清洁生产改造。	不涉及上述制造业及风险源	
		资源开发效率要求	1.新（扩、改）建工业项目能耗、产排污指标均应达到或优于国内先进水平。2.每小时35蒸吨以下燃煤锅炉通过集中供热、清洁能源替代、深度治理等方式全面实现转型、升级、退出。3.优化能源结构，持续减少工业煤炭消费，对以煤、石焦油、渣油、重油为燃料的锅炉和工业炉窑，加快使用清洁低碳能源以及工厂余热、电力热力等替代，提高能源利用效率。4.高污染燃料禁燃区内，禁止燃用高污染燃料，禁止新建、改建、扩建燃用高污染燃料的设施。	本项目为光伏发电项目，不涉及高污染燃料设施的建设及使用	符合
平海湾一般管控区	一般管控单元	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。	本项目光伏发电采用渔光互补项目，项目建设不改变海域自然属性，海洋环境可维持现状水平。	符合
		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。	本项目为光伏发电项目，无污染物排放	符合

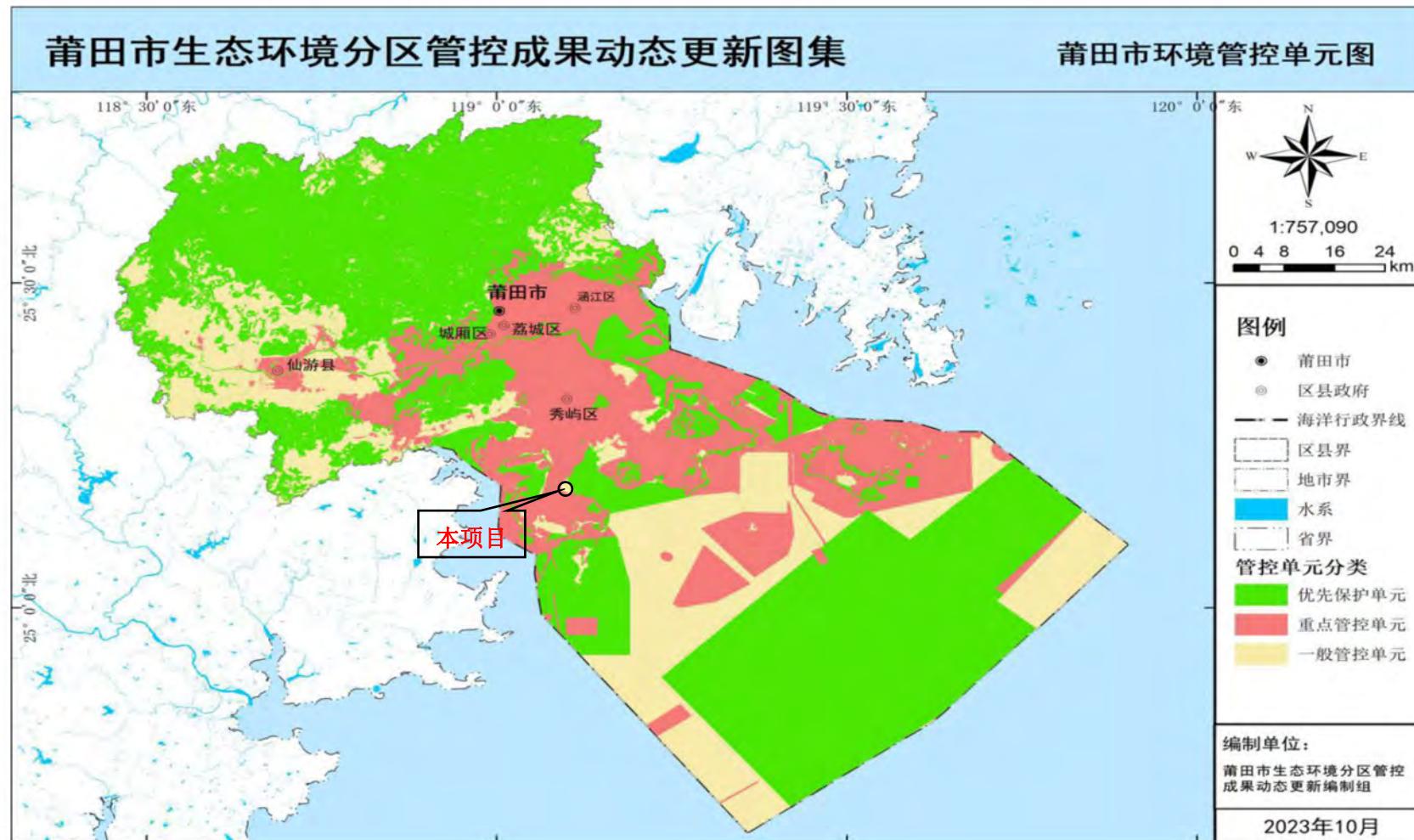


图 3.4-3 本项目在莆田市“三线一单”环境管控分区位置图



图3.4-4 本项目与《福建省“三区三线”划定成果》叠置图

3.4.5 与《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

根据《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》，本项目位于莆田市平海湾管控单元，具体位置见图 3.4-5。其重点任务措施为，入海河流综合治理、入海排污口查测溯源、岸滩和海漂垃圾治理、渔业资源恢复修复、亲海空间环境综合整治、海洋生态环境监管能力建设。

经分析，本项目的建设对周围的自然环境和社会环境的影响有利有弊。有利的方面主要体现在本光伏电站建成后将为当地提供大量的清洁能源，与燃煤电厂相比，每年不仅可减少多种大气污染物的排放，还可减少大量灰渣的排放，改善环境质量。项目建设对环境的不利影响主要体现在施工期，如施工粉尘、噪声、废水和生活垃圾对施工人员的影响等，但影响的范围小、时间短，可通过采取适当的防护措施以及加强施工管理。本项目建设场地在养殖围塘内，项目用海方式为透水构筑物，不涉及改变地形地貌环境的大型工程，建设后不会改变围塘现状围堤走向，不会改变所在海域水文动力环境，对所在海域地形地貌与冲淤环境基本没有影响。由于项目在养殖围塘内进行干法施工，水质环境的影响仅局限于养殖围塘内，不会对围塘外海域水质环境和海洋生态环境造成影响。运营期产生的

污废水量有限，不外排，也基本不会对水质环境产生影响。

本项目在严格执行环保要求的前提下，项目用海基本可以维持海域自然环境质量现状，对周边海域环境的影响较小，基本不会影响到福建省近岸海域优良水质（一、二类）面积比例不低于 86% 的要求。

因此，本项目建设符合福建省“十四五”海洋生态环境保护规划。

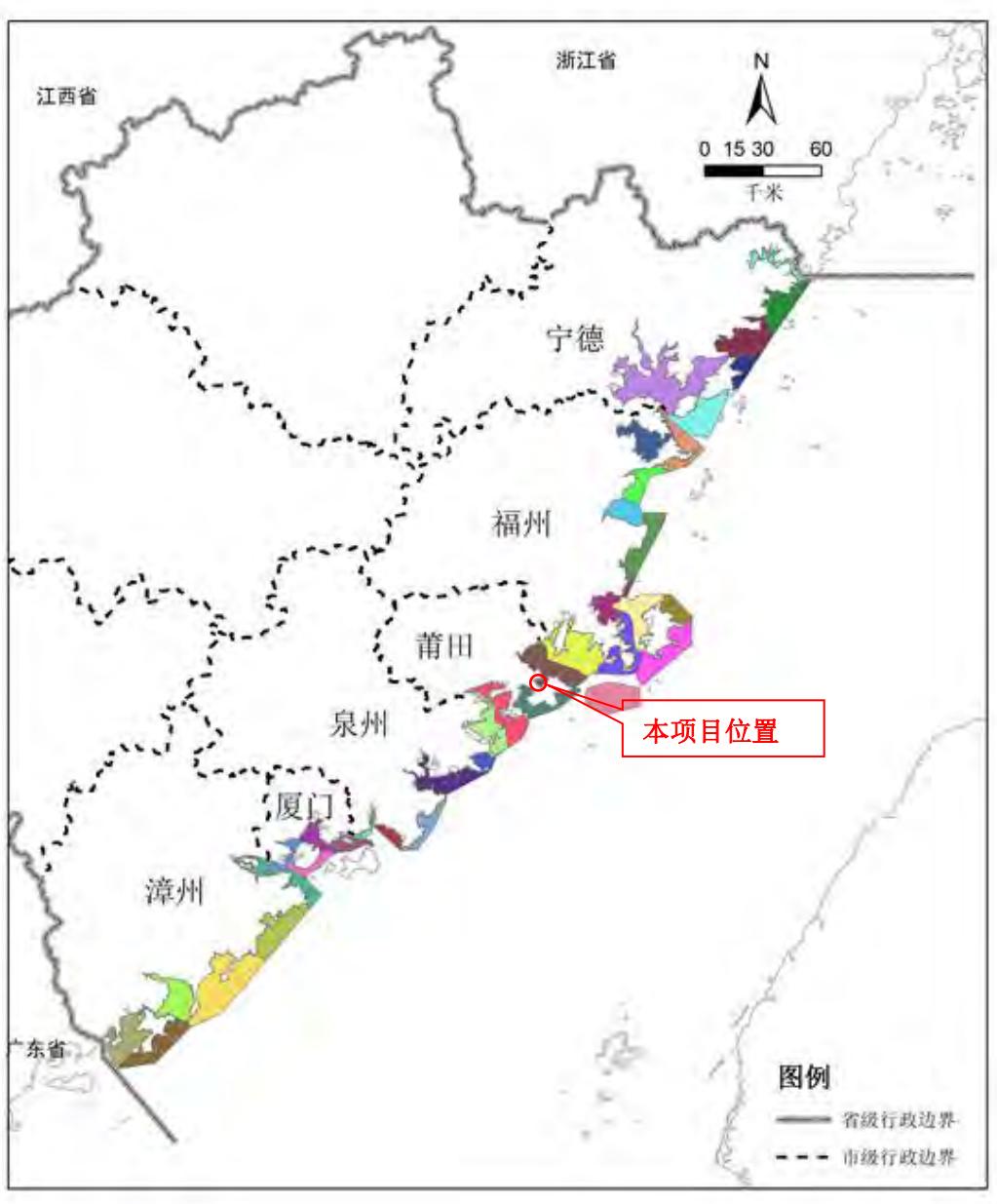


图 3.4-5 福建省“十四五”海洋生态环境保护规划管控单元分布图

3.4.6 与《福建省“十四五”能源发展专项规划》的符合性分析

根据福建省人民政府办公厅于 2022 年 5 月 21 日印发《福建省“十四五”能源发展专项规划》（闽政办[2022]30 号）中第四章“重大工程”之“一、清洁能源壮

大发展工程”的相关内容：“重点推进光照资源条件较好的漳浦县、浦城县、建瓯市、仙游县、宁化县、福安市、闽侯县、上杭县、厦门市海沧区等 24 个县（市、区）的整县屋顶分布式光伏开发试点项目。推进分布式屋顶光伏（园区、厂房等）、户用光伏等项目，适度建设海上养殖场渔光互补项目，“十四五”期间增加装机 300 万千瓦以上”。

本项目为渔光互补光伏电站项目，位于福建省莆田市北岸经济开发区忠门镇，拟建设 100MW 的光伏区、1 座陆上 110kV 升压站、10MW/20MWh 的储能及内部的电气连接。本项目属于渔光互补项目，《福建省“十四五”能源发展专项规划》中鼓励适度建设项目建设。本项目光伏电站建成后，可利用丰富的太阳能资源，有利于增加地区可再生能源的比例，优化系统电源结构，从而减少化石资源的消耗，对绿色生态将起到积极作用。项目运营后可带动该地区清洁能源的发展，促进人民群众物质文化生活水平的提高，推动城镇和农村经济以及各项事业的发展。因此，项目建设符合《福建省“十四五”能源发展专项规划》。

3.4.7 与《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）（修编）》的符合性分析

本项目位于平海湾工矿通信限养区，其管理措施为：“保障临海工业、矿产能源开发和工程建设用海。在确保工矿通信安全的情况下，允许适度开展水产养殖活动”。具体位置见图 3.4-6 所示。

本项目位于沿海现状养殖围塘内，项目采用“水上发电、水下养鱼”的创新融合模式，不影响现有养殖。同时渔光互补项目具有“夏季水上遮阳，水下降温；冬季抵挡快速降温，防止霜冻”的优势，在建设光伏满足电力需求的同时，可以有效保障当地渔业养殖户的利益，因此，本项目建设符合《莆田市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）（修编）》。

3.4.8 与相关湿地保护条例的符合性分析

根据《中华人民共和国湿地保护法》及《福建省湿地保护条例》有关规定，湿地是指具有显著生态功能的自然或者人工的、常年或者季节性积水地带、水域，包括低潮时水深不超过六米的海域，但是水田以及用于养殖的人工的水域和滩涂除外。本项目光伏组件建设位于养殖围塘内，光伏区中间电缆会跨越一般湿地，

具体位置见图 3.4-7，项目已取得湿地主管部门意见，见附件 6。综上，本项目符合相关湿地保护法规。

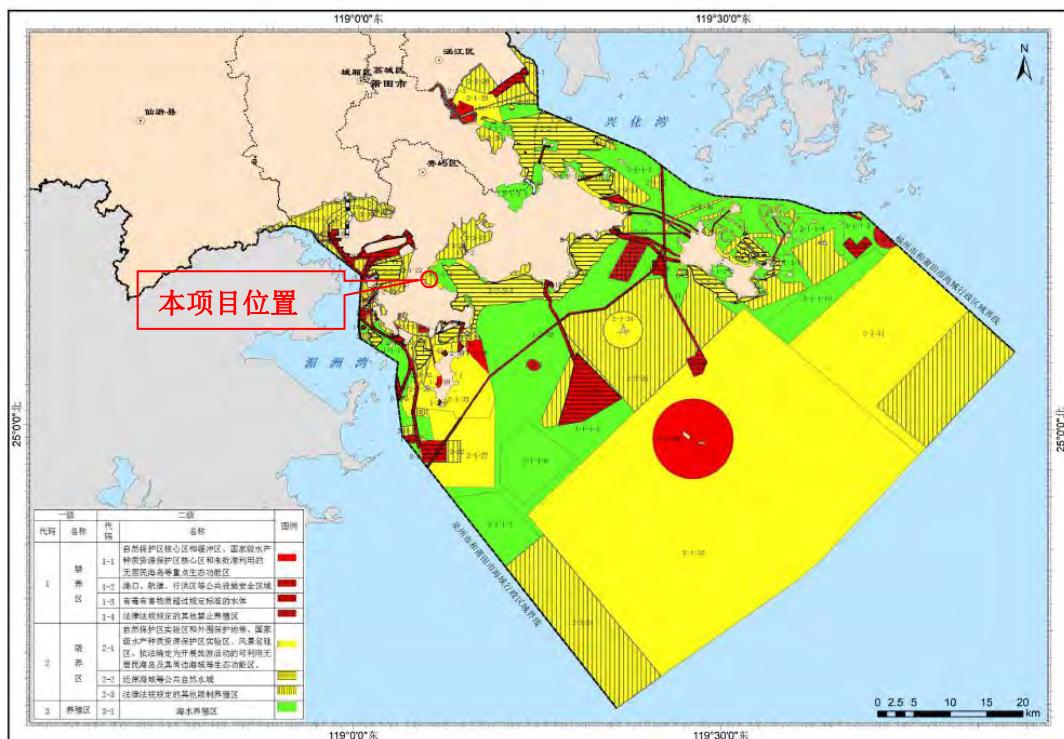


图 3.4-6 本项目与莆田市养殖水域滩涂规划的位置关系图



图 3.4-7 莆田市第三次国土调查数据湿地分布图

3.4.9 与《福建省近岸海域环境功能区划（修编）2011-2020 年）》的符合性分析

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011-2020）》，本项目所在区域为“兴化湾平海湾二类区”（FJ061-B-II）（图 3.4-8），其主导功能为养殖旅游，执行不低于第二类海水水质标准。

本项目建设所在场地为养殖围塘。项目在养殖围塘内开展施工，建设时抽干养殖围塘内水进行干法施工。根据本项目的施工特点，项目施工期间围塘内为干滩状态，桩基施工过程不会有悬浮泥沙的产生。因此，项目施工基本不会对周围水环境造成影响。施工期间，建设单位将按照环评报告要求严格控制施工污染和废水排放问题，加强海洋环境监测，严格落实环境保护要求，施工结束后海域水质得到恢复，项目建设不会导致周边水质质量下降。因此，在落实环境保护要求后，因此，本项目建设符合福建省近岸海域环境功能区划。



图 3.4-8 本项目在福建省近岸海域环境功能区划位置图

3.4.10 与《莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划》的符合性分析

规划指出坚持以“一核三带”统领全域发展，充分发挥现有的临港产业基础、

优良的港口条件和日趋完善的临港集疏运体系，全面整合现有产业园区，布局临港产业。深度融入“海上福建”建设，大力推动湄洲湾、兴化湾、平海湾协同联动发展，打造湄洲湾北岸湾区经济发展带、兴化湾南岸湾区经济发展带和平海湾湾区经济发展带，

其中平海湾湾区经济发展带稳妥开展远海风电规划研究，加快平海湾海上风电、渔光互补集中式光伏发电等项目建设，探索海上风电与海洋牧场融合发展新路径。本项目为渔光互补光伏发电项目，属于规划中涉及的渔光互补集中式光伏发电项目，本项目建设符合平海湾湾区经济发展带建设方向，因此，本项目符合莆田市“十四五”海洋强市建设专项规划。

3.5 选址合理性分析

3.5.1 选址合理性

(1) 与区位、社会条件的适宜性

①现场交通及场地条件

本项目区域边有多条乡道、村道和养殖区道路，且项目所在地紧邻秀永高速、G356国道，地理条件优越，交通十分便利，能满足光伏电站的对外交通运输要求。本工程主要设备为光伏组件、逆变器等，根据构件尺寸和重量可利用汽车由公路运输运抵现场。

施工临建工程主要有综合加工厂、材料仓库、设备仓库以及生产、生活建筑等。本项目光伏建设区域属于海边围垦区域，可利用四周选择合适位置可以作为施工材料临时堆放区，作为施工期临时用地。

②施工所需力能及材料的供应条件

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

本工程施工用电主要包括施工工厂、临时生活区用电两部分，升压站区域、光伏区施工用电电源考虑引自附近村庄。

项目所在区域程控电话网络覆盖率达100%。移动通信全部覆盖。施工现场

的对外通信由当地电信通信网络提供，内部通信则采用无线电通信方式解决。

本工程主要建筑材料为：砂石料、水泥、钢材、管桩、木材、油料、砖等。主要建筑材料来源充足，均可通过场区附近道路运至施工现场。基本生活用品可就近采购。

（3）与区域自然资源、环境条件的适宜性

经分析比较，本项目代表年太阳总辐射量为 5341.31MJ/m^2 ，根据《太阳能资源评估方法》GB/T37526-2019确定的标准，项目场区的太阳能资源丰富程度等级为“B”，属于“很丰富”区域。从太阳能资源利用角度来说，在莆田市忠门镇建设并网光伏电站是可行的。

本项目场址周围无高山遮挡，光线充足，场地为沿海池塘，地势平坦开阔，考虑到光伏发电项目本身对于站址的场地平整度要求较低，因此本项目选址区域的地形地貌条件能够满足项目建设用海的需求。

光伏区光伏组件及设备最低点按照不低于50年一遇高潮水位，并考虑了一定的安全超高。项目设计考虑了与选址区域的防洪状况相适应。

（4）周边用海活动的适宜性

本项目选址位于现状围海养殖池塘内部，周边海洋开发活动以近海养殖为主，项目建设对其基本不产生影响，考虑到项目建设位于现状围塘内，界定本项目利益相关者为围塘经营主体，围塘经营主体已同意本项目的建设。

综上所述，本项目所在的位置海域太阳能资源丰富，有利于光伏电站的建设，且项目选址与其区位、社会条件、区域自然环境条件相适宜，与周边用海活动相适宜，本项目的选址是合理的。

3.5.2 平面布置的合理性

本项目在建设光伏电站前需改造成鱼塘，利用鱼塘上空建设光伏电站。充分利用鱼塘土地资源，建设渔光互补的光伏电站。渔光互补光伏电站是“光伏+农业”产生的“ $1+1>2$ ”效应的典型模式之一，在多个养殖鱼塘及水塘水面上方架设光伏板阵列，光伏板下方水域可以进行养殖，光伏阵列还可以为养鱼提供良好的遮阴作用，形成“上可发电、下可养鱼”、“一种资源、两个产业”的发电新模式。

（1）太阳电池方阵排列布置需要考虑地形、地貌的因素，要与当地自然环境有机的结合。同时设计要规范，并结合渔业养殖的需求，兼顾光伏电站的景观

效果，在整个方阵场设计中尽量集约、节约用地，满足养殖和发电获利最大化，做到渔业电力双赢。

(2) 平面布置时，尽量因地制宜。在保证光伏组件板发电率的情况下，使每排板面齐平、每一列组件板在同一条轴线上，整齐、规范、美观。并使太阳电池组件接受太阳能幅照的效果最好。

(3) 光伏电站区总平面布置结合片区的总体规划及电气工艺要求进行布置。在满足自然条件和工程特点的前提下，考虑了安全、防火、卫生、运行检修、交通运输、环境保护等各方面因素。

3.5.2 光伏阵列比选

(1) 光伏阵列运行方式比选

光伏系统方阵支架的类型有固定支架和跟踪系统。太阳跟踪系统是一种支撑光伏方阵的装置，它精确的移动以使太阳入射光线射到方阵表面上的入射角最小，以获得最大的太阳入射。光伏跟踪器可分为“单轴跟踪”、“双轴跟踪”等几种类型。

固定式安装：按最佳倾斜角度将太阳能电池固定到地面上，前后排太阳能电池以不相互遮挡为宜。

单轴跟踪器：它通过围绕位于光伏方阵面上的一个轴旋转来跟踪太阳。该轴可以在任意方向，但通常取东西横向，或平行于地轴的方向。只能进行一种跟踪，或者方位角，或者高度角。

双轴跟踪器：它通过旋转两个轴使方阵表面始终和太阳光垂直。既能跟踪方位角也能跟踪高度角。

比较结果：

①本工程属水面电站，组件布置于鱼塘中，跟踪支架实际运用少，成熟度不高，适用性场景较差。

②相对于固定式支架，跟踪式支架高度较高，清洗、维修难度较高，费用会增加。

③跟踪系统故障率相对较高。

④跟踪式支架初始投资高，维护费用高，且安装要求高，安装进度慢。

因此综合考虑上述因素，本工程推荐选用固定式运行方式。

(2) 光伏阵列方位角比选

根据华润电力控股有限公司企业标准《光伏发电站设计导则》，固定式布置光伏方阵的光伏组件安装方位角宜采用正南方向。为了使光伏方阵表面接收到更多太阳能量，根据日地运行规律及地形条件，方阵表面布置应朝向正南方方式安装能获得最大的辐射量。本项目用地区域为水塘，该区域水塘方位角为-24°。考虑到光伏电

站设计应因地制宜，现阶段提出平行于项目地水塘、塘基、池梗等区域走向（组件方位角为-24°）的布置方案与安装方位角为正南的方案进行比较。

两种对比布置方案总容量按 124.83576MWp，考虑最大辐射量倾角情况下，前后排间距为保证冬至日的午前 9 时至午后 3 时期间南部的阵列对北部的阵列不形成阴影，两种方案的前后排间距分别为 7.0m（0°）和 7.8m（-24°），同时对在该前后排间距情况下进行倾角优化，两种方案优化后的倾角分别为 13°和 15°，考虑用地充足情况下，容配比按 1.25，分别以 0°和-24°两种方位角进行发电量和用地面积测算。测算结果见下表：

表 3.5-1 不同方位角发电量及占用面积比选表

方位角	占地面积（亩）	前后排中心间距	倾斜面辐射量 (kWh/m ²)	发电量 (MWh)
0°	1471	7.0m	1549.9	151752.39
-24°	1637	7.8m	1541.8	150961.96

在相同用地的情况和前述前置条件下，-24°方位角整体布置与现场更协调，但仅能布置 112.3206MWp，土地利用率不如 0°方位角。综上计算和分析，方位角为 0°时，倾斜面辐射量更优，发电量比方位角为-24°时略大，占地面积更小，因此本项目选择方位角为 0°的布置方案。

(3) 光伏阵列倾角比选

根据前节计算获得的前后排中心间距，即 7m，在此间距下通过 PVsyst 中 Advance 功能对该倾角进行优化，实现在同样的前后排间距下，通过改变组件倾角，增加发电时长，提高发电量。在现有间距条件下的条件下，对布置情况进行倾角优化，优化结果如下图。

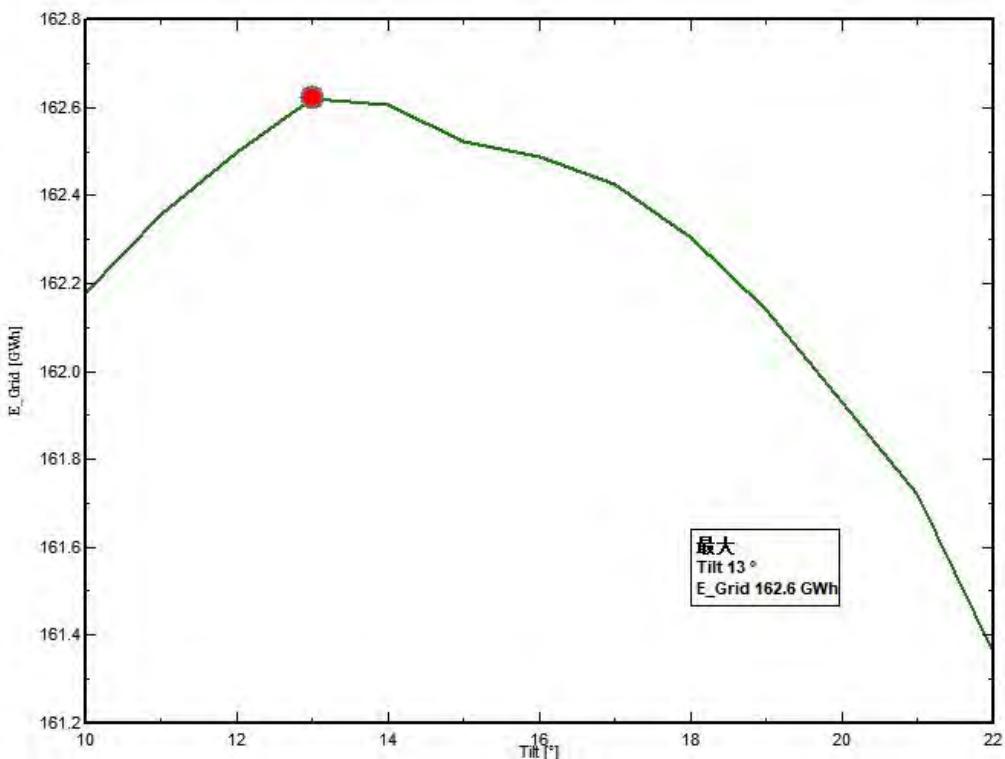


图 3.5-1 光伏组件倾角优化示意图

通过仿真不同倾角下，计算发电量和辐射量，统计如下表 3.5-2。

表 3.5-2 不同倾角下辐射量、发电量参数对比

倾角度数	辐射量	发电量	发电小时数
12°	1542.7	151381.62	1215.20
13°	1549.9	151752.39	1215.62
14°	1557.1	151346.12	1214.84

因此综合上述情况，本工程系统倾角暂定为 13°（最优发电量倾角）。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境现状调查与评价

4.1.1 气象特征

与工程区相临近且相关性较强的气象站为莆田气象站，位于莆田市城厢区南门，东经 $119^{\circ}00'$ ，北纬 $25^{\circ}26'$ 。气象站风速感应器距地高度 10.2m，观测年限为 1959 年 11 月至 2020 年 11 月。评价采用莆田气象站的多年气象资料统计。

4.1.1.1 气温

莆田市属南亚热带海洋性气候，常年温和湿润，冬暖夏凉，无霜冻。历年极端最高气温 38°C ，极端最低气温 -0.2°C ，多年平均气温 20.4°C 。地面气象资料中的各月平均气温变化统计结果详见表 4.1-1。

表 4.1-1 莆田市各月平均气温统计表（单位 $^{\circ}\text{C}$ ）

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

4.1.1.2 降水

莆田市年平均降水量为 1411mm ，降雨集中在春、夏季。最大降水量出现在 6 月，为 238.5mm ；最小降水量出现在 12 月，为 28.1mm 。莆田市各月平均降水量及全年降水量统计值见表 4.1-2。

表 4.1-2 莆田市各月平均降水量统计表（单位 mm ）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降水量	35	79.7	133.8	144.4	191.8	238.5	143.9	209.8	123.2	46.1	36.6	28.1	1411

4.1.1.3 风况

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

最大风速为 60m/s。

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

4.1.1.4 雾况

根据莆田市气象站（中心位置 $119^{\circ}00'E$, $25^{\circ}26'N$, 海拔高度 10.2m）统计资料，多年平均雾日数为 12.8d，最多年雾日数 28d，出现在 1960 年；最少雾日数 3d，出现在 1963 年。一年中，春季雾日数最多，占全年的 56.3%，冬季居次，占全年的 32.8%，7~10 月很少出现雾。

4.1.1.5 雷暴

历年平均雷暴日 45 天，以 6、7、8 三个月为雷电多发时期。

4.1.2 地形地貌

拟建区域在福建一级大地构造单元上属于华南地块的武夷—戴云隆褶带的东缘，在福建二级大地构造单元上属于闽东火山断拗带。工程区处于闽东火山断拗带之次一级构造单元—闽东南沿海变质带的中段，西邻闽西北隆起带和闽西南拗陷带，东临台湾海峡沉降带。在华力西—印支拗褶基础上，中生代发生大规模断陷和拗陷，形成巨厚的东南沿海中生代火山岩带，沿构造带形成强烈的区域变质和混合岩化作用，中生代岩浆广泛侵入。对工程场地影响较大的断裂构造主要有北北东—北东向的滨海断裂带 (F_1)、北东向的长乐—诏安断裂带 (F_3)、北西向沙县—南日岛断裂带 (F_6)、永安—晋江断裂带 (F_7) 以及近东西向漳平—莆田断裂带 (F_{10})。

本升压站场位于莆田市秀屿区忠门镇东部的沿海海湾围垦区，主要为海湾围垦滩涂沉积地貌，场地地形较平坦，围垦场区由养殖水塘及人工堤岸、路堤等构成，场地高程范围约 0.10~3.20m，其中路堤顶部高程约 1.18-3.2m，塘底高程约 -0.1-0.1m，塘水深约 1.9-2.1m。

4.1.3 工程地质

本项目工程地质资料摘自福建永福电力设计股份有限公司于 2024 年 11 月编

制的《华润北岸经济开发区忠门 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（升压站）可行性研究阶段岩土工程勘察报告》与《华润北岸经济开发区忠门 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目（光伏区）可行性研究阶段岩土工程勘察报告》，钻孔平面布置见图 4.1-1~图 4.1-2，各钻孔工程地质剖面图见图 4.1-3~图 4.1-4。

（1）光伏区

依据勘察成果，光伏区第四系主要为海湾相、海陆交互相及坡残积土层，围垦场区地表路堤主要为堆填超过 10 年的填土，基底为花岗岩及其风化层。整个场地内地层岩性结构自上而下为：

①素填土：褐黄、灰黄色，松散～稍密，稍湿～湿，成分主要为黏性土，碎石含量约 10~20%，表层 0~0.30m 为碎石夹土，均匀性较差，填土时间超过 10 年，主要为围垦区的堤坝及塘梗分布填土。层厚约 1.0~4.4m。

②淤泥质土：海湾相沉积，深灰、灰黑色，流塑，饱和，主要成分为黏土矿物，中细砂含量约占 10~20%，局部中细砂粒较为富集，富含贝壳细片，稍有腥臭味，易污手，干强度中等。本层分布在围垦区，层厚约 1.9~12.6m。整个围垦区本层的状态及均匀性较差，以软流塑的淤泥质土分布为主，局部为流塑的淤泥。

③1 粉质黏土：海陆交互相，黄褐间灰兰色，可塑，湿，含（夹）少量粗砂砾，均匀性较差。层厚约 0.8~6.5m。

③2 泥质粗砂：海相沉积，浅黄、浅灰白色，松散～稍密，饱和，中粗砂含量约 60%，细砂约 25%，黏性土约 15%，均匀性较差。层厚约 0.9~5.0m。

③3 淤泥质粉质黏土：海湾相沉积，浅灰、灰褐色，软塑，饱和，主要成分为黏土矿物，含少量中粗砂。围垦区内局部分布。层厚约 2.5~4.75m。

④粉质黏土：坡积，浅黄、黄褐色，可塑，稍湿～湿，主要成分为黏土矿物，砂粒含量约占 5~10%，均匀性一般，无摇振反应。该层全场大部分均有分布。层厚约 0.6~8.3m。

⑤砂质黏性土：残积，灰黄、灰白色，可塑～硬塑，湿，主要成分为黏土矿物，中细粒含量约 5~15%，微具母岩残余结构，岩芯遇水易软化、崩解。该层全场分布，揭露厚度一般小于 10 米。揭示层厚约 1.5~8.1m。

⑥全风化花岗岩：灰黄色，湿，硬塑，散粒砂土状结构，主要成分为黏土矿物，具母岩残余结构，岩芯遇水易软化、崩解。该层局部钻孔均有揭露。揭示层

厚约 1.2~5.7m。

⑦强风化花岗岩（砂土状）：褐黄色，矿物成分主要为长石及石英，中粗粒花岗结构，散体状构造，原岩结构较清晰，长石大部分已风化，干钻可钻进，岩体完整程度为破碎，属于软岩，岩体基本质量等级为 V 级。该层该层局部钻孔均有揭露。揭示层厚约 1.2~3.4m。

上述各风化带基岩在勘探过程未发现孤石、洞穴、临空面或软弱结构面存在，但由于差异风化的影响，不排除在钻孔之间的强风化岩地层中有孤石或不均匀风化残留体存在的可能性。

（2）升压站

根据搜集资料，本场地第四系主要为海湾相、海陆交互相及坡残积土层，围垦场区地表路堤主要为堆填超过十年的填土，基底为花岗岩及其风化层。各层岩性特征按自上而下简述如下：

①素填土：褐黄、灰黄色，松散~稍密，稍湿~湿，成分主要为黏性土，碎石含量约 10~20%，表层 0~0.30m 为碎石夹土，均匀性较差，填土时间超过 10 年，主要为围垦区的堤坝及塘梗分布填土。层厚 2.10~3.10m。

②淤泥质土：深灰、灰黑色，流塑~软塑，饱和，主要成分为黏土矿物，中细砂含量约占 10~20%，局部中细砂粒较为富集，富含贝壳细片，稍有腥臭味，易污手，干强度中等。该层普遍分布，层厚 0.50~2.70m。

④粉质黏土：浅黄、黄褐色，可塑~硬塑，稍湿~湿，主要成分为黏土矿物，砂粒含量约占 5~10%，均匀性一般，无摇振反应。该层普遍分布，层厚 3.40~8.10m。

⑤砂质黏性土：灰黄、灰白色，硬塑~坚硬，湿，主要成分为黏土矿物，中细粒含量约 5~15%，微具母岩残余结构，岩芯遇水易软化、崩解。该层普遍分布局部未揭穿，最大揭露厚度 8.60m。

⑤-1砾砂：黄褐色，中密，饱和，成份以石英、长石为主，混少量砾石，一般粒径 2~20mm，最大 50mm。该层局部分布，层厚 2.40m。

⑥全风化花岗岩：灰黄色，湿，散粒砂土状结构，主要成分为黏土矿物，具母岩残余结构，岩芯遇水易软化、崩解。该层局部揭露且未揭穿，最大揭露厚度 9.70m。

⑦强风化花岗岩（砂土状）：褐黄色，矿物成分主要为长石及石英，中粗粒

花岗结构，散体状构造，原岩结构较清晰，长石大部分已风化，干钻可钻进，岩体完整程度为破碎，属于软岩，岩体基本质量等级为V 级。该层局部揭露且未揭穿，最大揭露厚度3.40m。

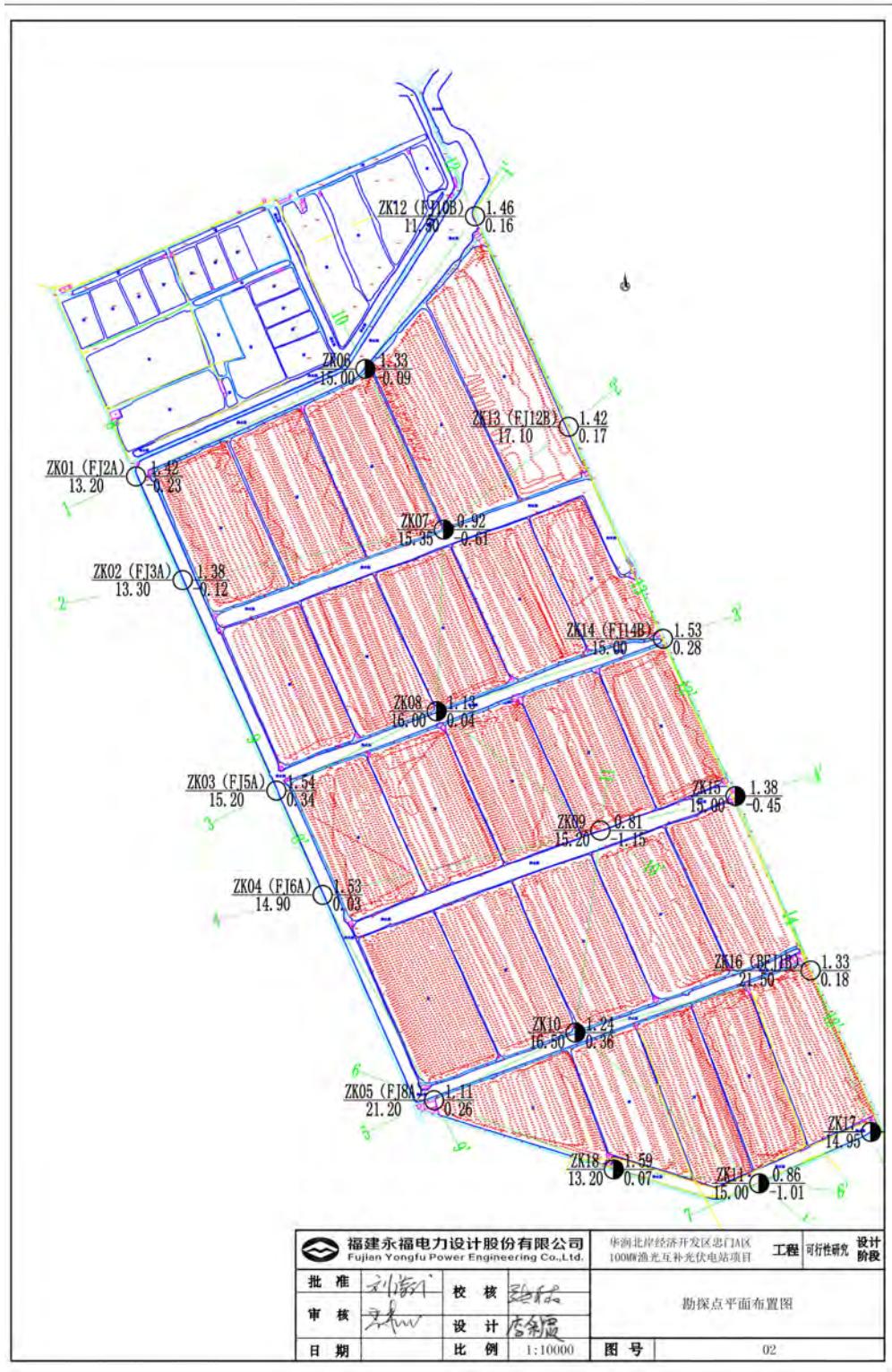


图4.1-1 本项目光伏区钻孔平面布置图

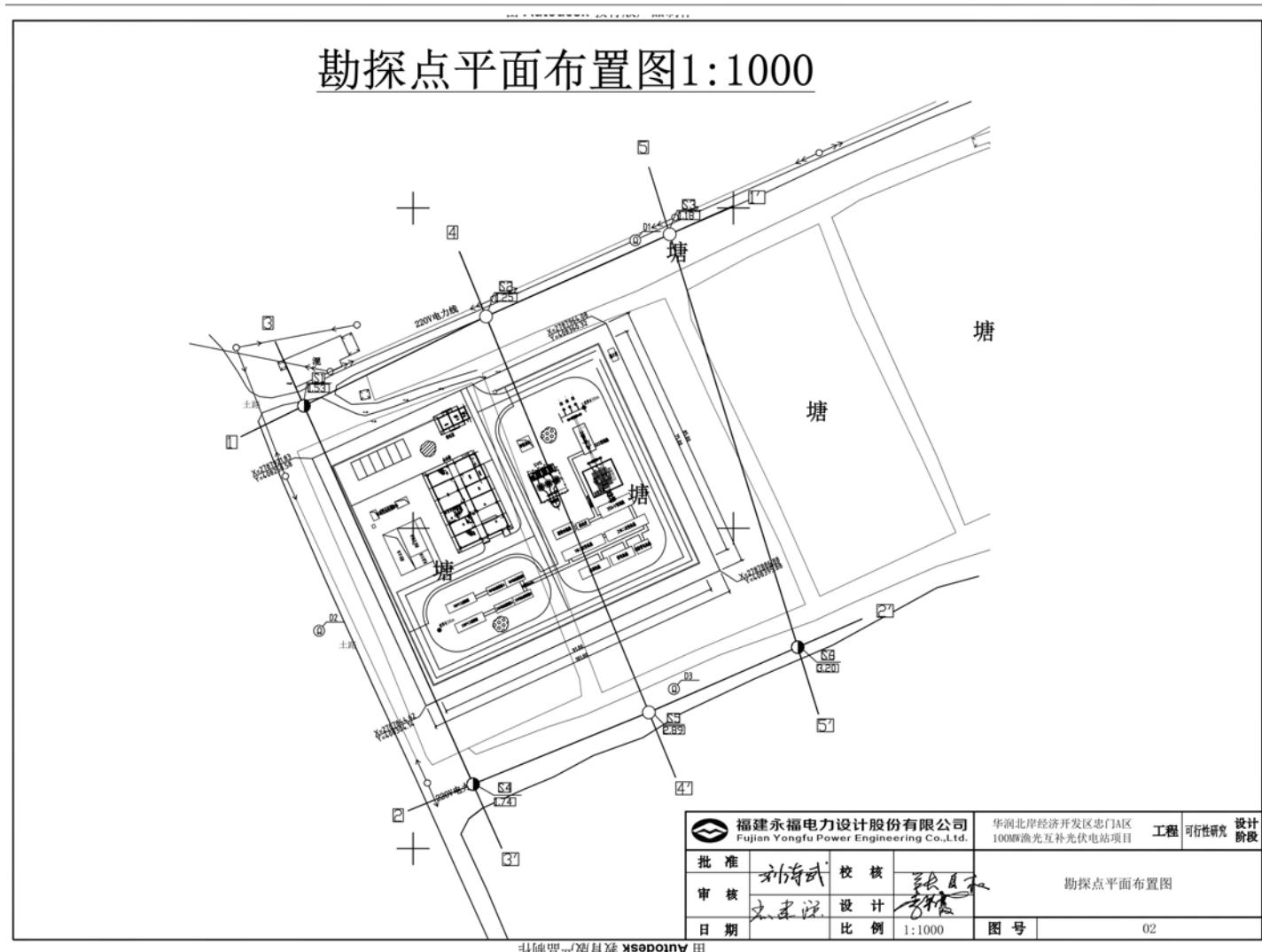


图 4.1-2 本项目升压站钻孔平面布置图

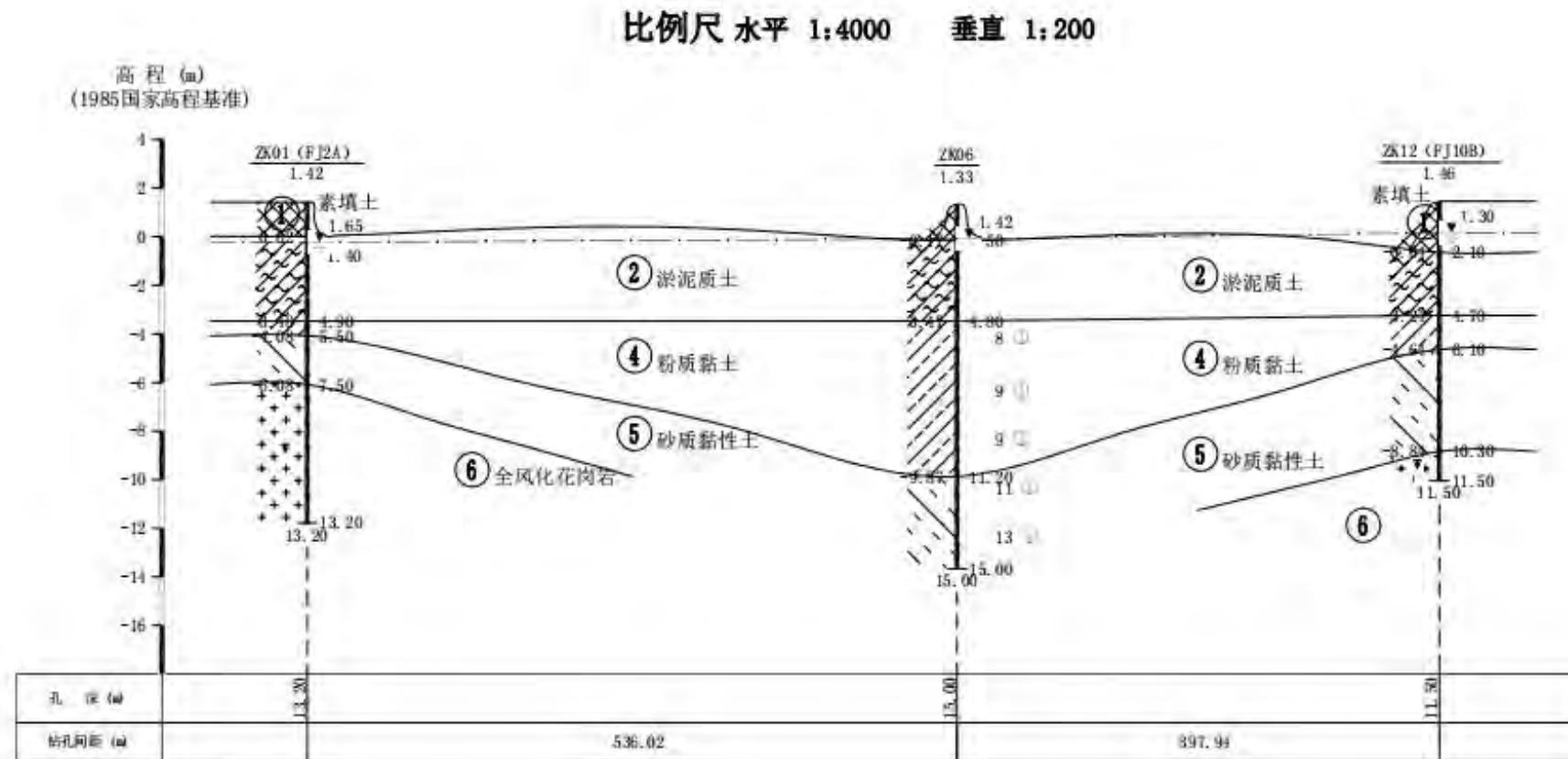


图 4.1-3a 光伏区钻孔工程地质剖面图

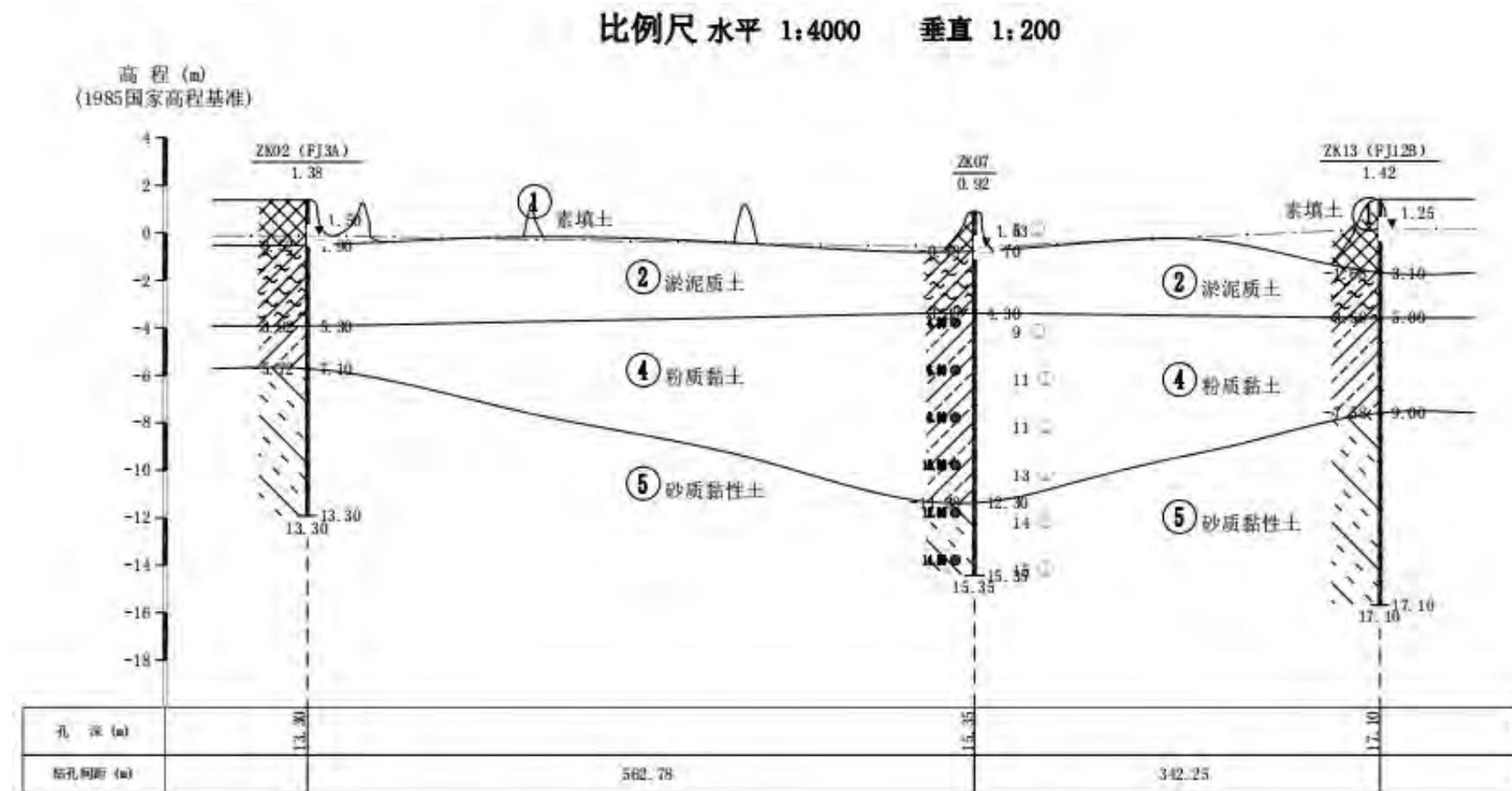


图 4.1-3b 光伏区钻孔工程地质剖面图

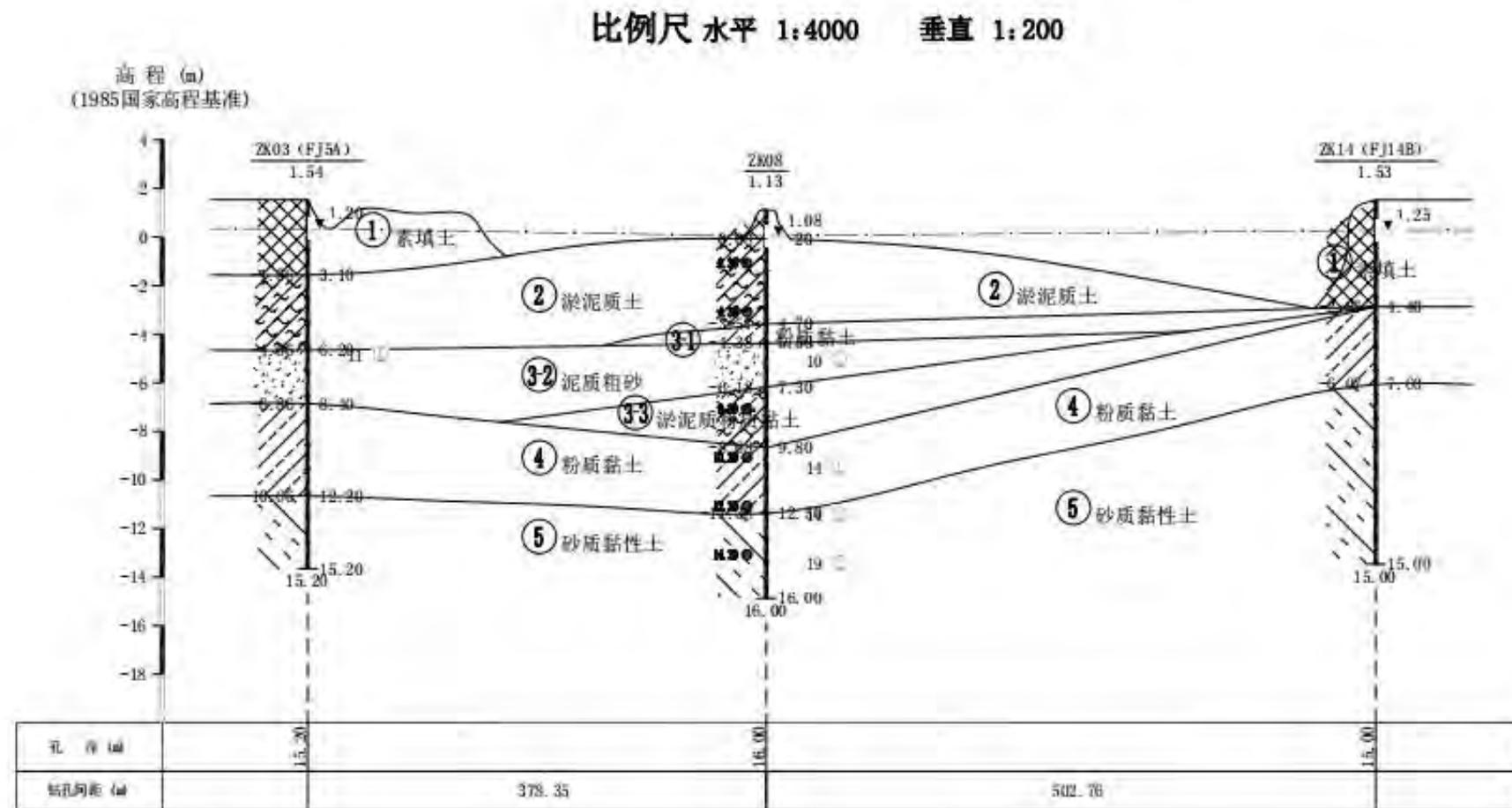


图 4.1-3c 光伏区钻孔工程地质剖面图

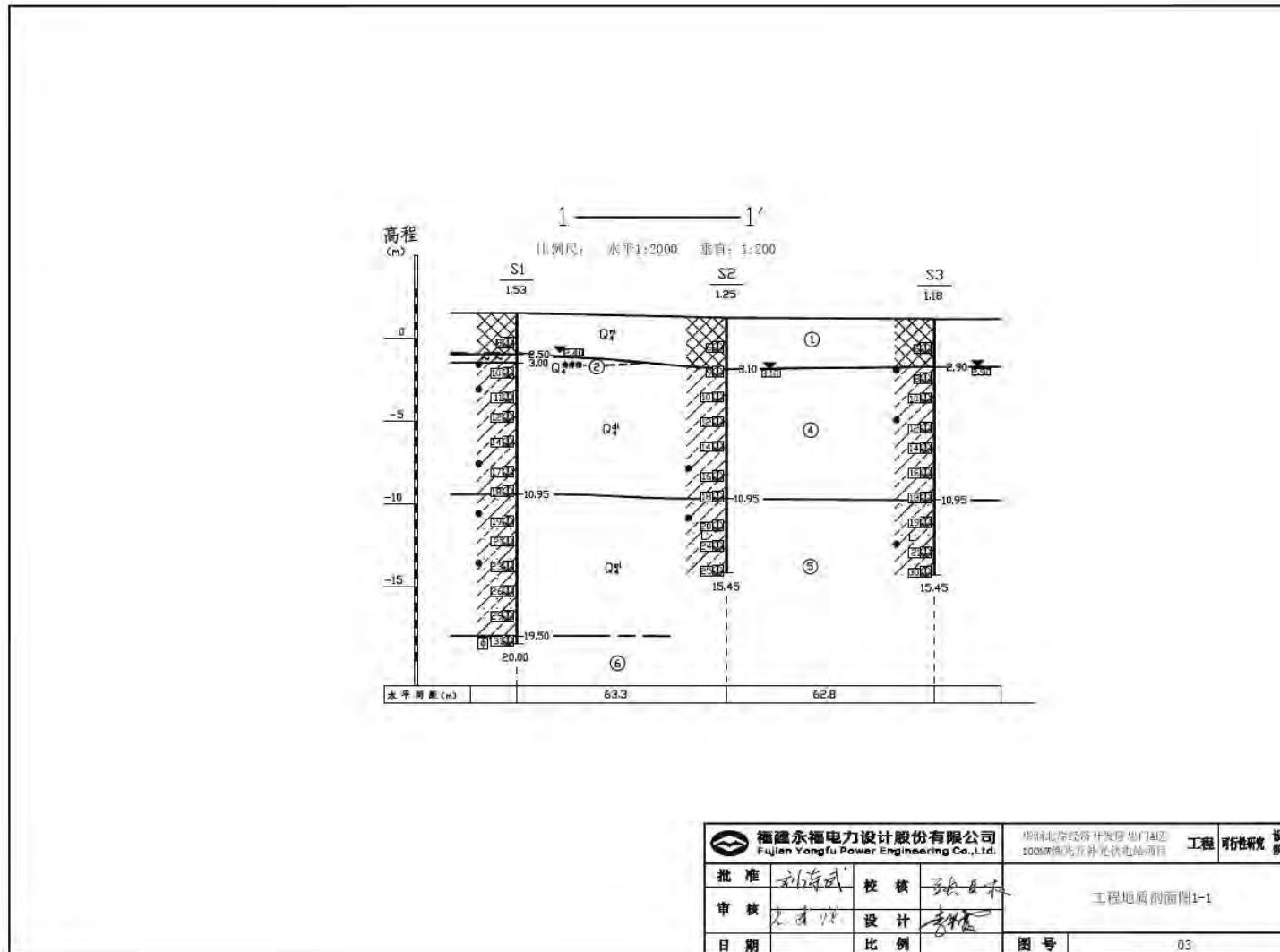


图 4.1-4a 升压站钻孔工程地质剖面图

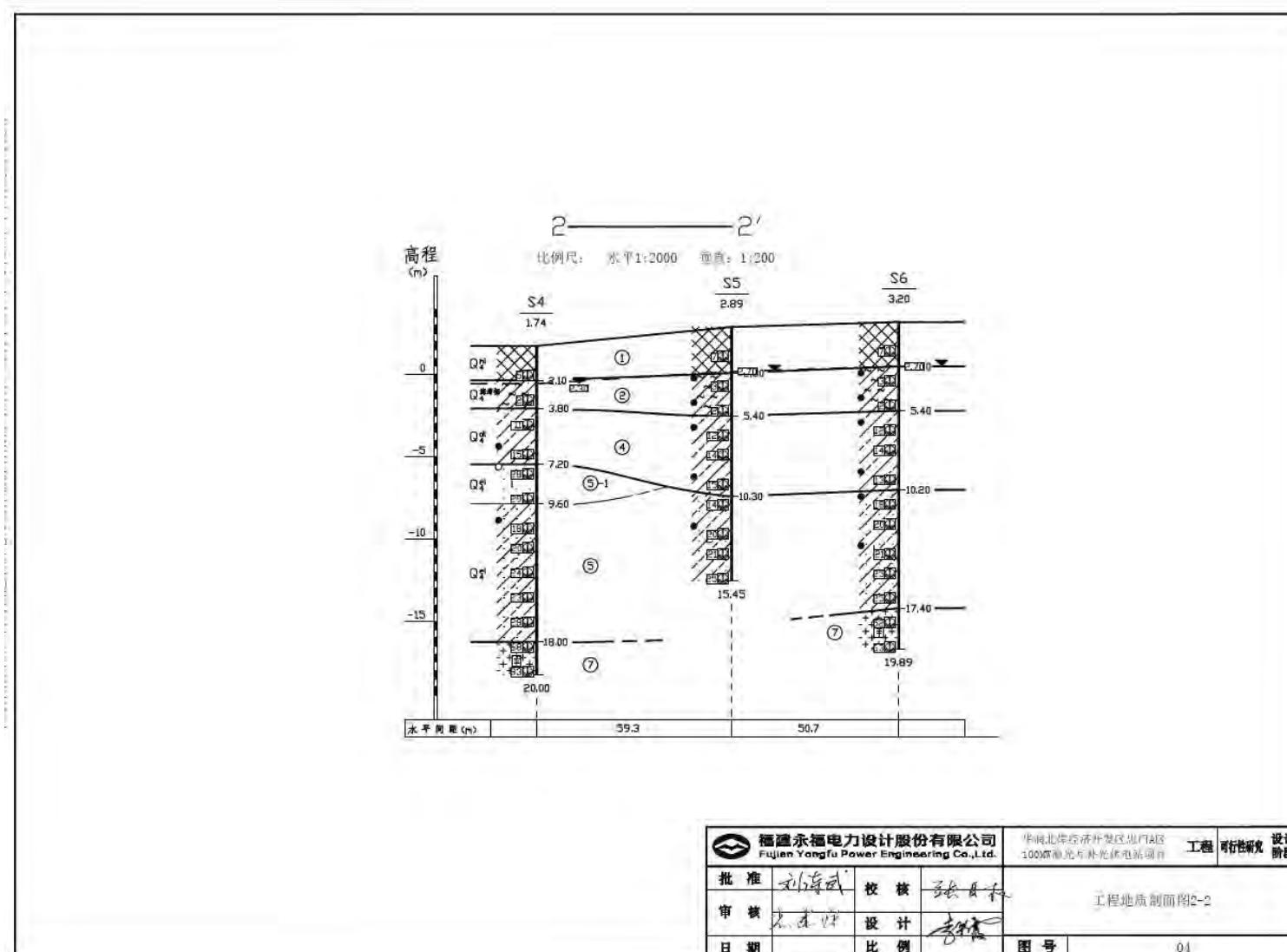


图 4.1-4b 升压站钻孔工程地质剖面图

4.2 资源分布与利用现状

4.2.1 港口航运资源

莆田市内主要港口有秀屿港、三江口港、枫亭港，还有文甲港、湄洲岛宫下港、江口港、南日岛港、石城港、东潘港等。这些港口都建有不同吨位的码头，其中秀屿港可利用的深水岸线长达 30 千米，可建万吨级泊位 150 多个，10 万吨级轮船可自由进出，20 万吨级轮船可乘潮入港。有深水泊位 11 个，是福建省重点打造的大宗散货运输核心港区，也是中国中西部地区最便捷的出海通道。

秀屿港，位于湄洲湾，东经 $118^{\circ}59'$ ，北纬 $25^{\circ}13'30''$ ，是“中国不多，世界少有”的天然深水良港。湄洲湾秀屿港拥有万吨级杂货码头、三千吨级集装箱码头、三千吨级液体化工码头、一千吨级煤炭码头。

三江口港位于福建省莆田市兴化湾湾顶西部，木兰溪和涵江汇合口的左岸，地处莆田市涵江区新浦村。全港有三江口、涵江、桥兜三个作业区，港区范围由涵江海岑红旗闸起，至三江口工商所东侧止，长 4.8 公里，陆域面积 3.8 万平方米，水域面积 43.6 万平方米。三江口作业区由三清宫渡口起至工商所东侧，长 1.5 公里，面积 18 万平方米，可利用岸线 150 米；涵江作业区由红旗闸至航标站，长 3 公里，宽 80 米；桥兜作业区仅有驳岸码头 1 座。三江口有仓库 3 座，堆场 3 处，总面积 6738 平方米，叉车 2 台、牵引车 4 台、平板车 16 台；涵江有仓库 17 座，固定起重机 3 台、翻斗车 3 辆、农用车 3 辆、载货摩托车 7 辆、胶轮车 50 辆。1985 年，货物吞吐量达 21.51 万吨。

4.2.2 渔业资源

莆田拥有海域面积 1.1 万平方千米，海洋资源丰富、独特，成为国家级海洋牧场。已鉴定的鱼、虾、蟹、贝类有 769 种，已形成鲍鱼、花蛤、牡蛎、海参、海带、龙须菜、对虾等多条优势水产品产业带，是全国鲍鱼养殖、花蛤育苗、鳗鱼生产、龙须菜和海参养殖的重要基地。2021 年，全市渔业产值达 134.35 亿元，占农林牧渔业总产值的 52.32%。

兴化湾、平海湾、湄州湾捕获鉴定共有鱼类 257 多种，经济价值较高的鱼类有 20 种，贝类 10 余种。沿海拥有著名的闽中渔场，达 $25 \text{ 万 } \text{ hm}^2$ ，2009 年莆田市拥有水产养殖水域面积 18907 hm^2 ，其中滩涂养殖面积 7996 hm^2 ，浅海养殖区

面积 9392hm^2 ，其它养殖面积 1519hm^2 ，是福建省重要的海水养殖基地和贝类苗种基地，养殖品种有鱼、虾、蟹、贝、藻等五大类 30 余种。

4.2.3 岸线资源

莆田市地理位置优越，位于福建省沿海中部，北纬 $24^{\circ}55' \sim 25^{\circ}45'$ 、东经 $118^{\circ}41' \sim 120^{\circ}05'$ 之间，东临台湾海峡，北与福州市相邻，南部与泉州市接壤，是沿海经济开放区之一。莆田市陆域总面积约4119平方公里，海域面积约4098平方公里（计算至领海外部界线，包括海岛），大陆岸线总长约336公里；拥有湄洲岛、南日岛等11个有居民海岛和256个无居民海岛，海岛岸线总长约107公里。莆田市现下辖仙游县、荔城区、城厢区、涵江区、秀屿区、湄洲岛国家旅游度假区、湄洲湾北岸经济开发区。

4.2.4 海岛资源

莆田市地处福建沿海中部，大陆岸线总长 223.9 千米。东自莆田江口镇起，向西南沿着涵江、黄石、北高、埭头、平海、东峤、忠门、东庄、灵川等乡镇延伸，直至仙游县枫亭镇，约占全省大陆岸线总长的 8.6%，岛屿岸线长 119.7 千米，约占全省岛屿岸线的 7.4%。

独特的沿海地理走势，形成了平海、莆禧、醴泉三个半岛，分布着大小岛屿共 150 多个，有常住居民的岛屿 12 个。其中南日岛面积最大，总共 59.02 平方千米（含滩涂 7.02 平方千米），是莆田市第一大岛，福建省第四大岛，全岛地形东西阔，南北狭，中间平坦，状如一个多芒角的长星。湄洲岛是市内第二大岛，面积 18.08 平方千米（含滩涂石多礁 4.08 平方千米），全岛地形状如一弯鹅眉，故而得名。

4.2.5 太阳能资源

(1) 福建太阳能资源

福建省年平均太阳总辐射量介于 $3800 \sim 5400\text{MJ/m}^2$ 之间，年平均直接辐射量介于 $1800 \sim 3000\text{MJ/m}^2$ 之间。全省太阳能资源分布特征如下：

1) 空间分布特征为自东南沿海向内陆递减：莆田至诏安的沿海平原和岛屿是全省的最高值区域，年总辐射量 $5054 \sim 5400\text{MJ/m}^2$ ；在两大山系武夷山和鹫峰山之间的闽江上游河谷盆地是全省的次大值区，年总辐射量 $4640 \sim 5054\text{MJ/m}^2$ ；

位于武夷山、鹫峰山、戴云山、玳瑁山和博平岭海拔较高的区域太阳年总辐射量最少，为全省低值区，量值介于 $3800\sim4080\text{MJ/m}^2$ 之间；其余区域年总辐射量介于 $4080\sim4780\text{MJ/m}^2$ 之间。可见太阳总辐射量的空间分布受太阳高度角、地理纬度和地形共同影响，其中地形影响较为突出，具有平原、海岛辐射量较大，山区辐射量较小的分布特征。

2) 太阳总辐射量季节分布不均匀，辐射量从小到大分别为冬季、早春、秋季、前汛期、夏季，以福州为例，累年各月平均总辐射量表明辐射量最高的季节是夏季，辐射量为 1554.3MJ/m^2 ，约占年太阳总辐射量的 35%，其次是前汛期，辐射量为 860MJ/m^2 ，占年太阳总辐射量的 19.3%，其余三个季节辐射量相差不大，为 $648.4\sim728.3\text{MJ/m}^2$ ，占年辐射总量的 14.6~16.3%。

3) 太阳总辐射的年变化以自然变动为主，年际变化较大，从 5 年移动平均曲线来看，20 世纪 70 年代末期和 90 年代初期为太阳辐射的低值期；20 世纪 70 年代中期以前、80 年代中期及 90 年代末期之后至 21 世纪初期均为高峰期，其中 2002 年之后为近几十年的相对高值期，其变化周期为 6 年左右。

根据《中华人民共和国气象行业标准—太阳能资源评估方法》的评估标准，以太阳总辐射的年总量为指标，进行太阳能资源丰富程度评估。

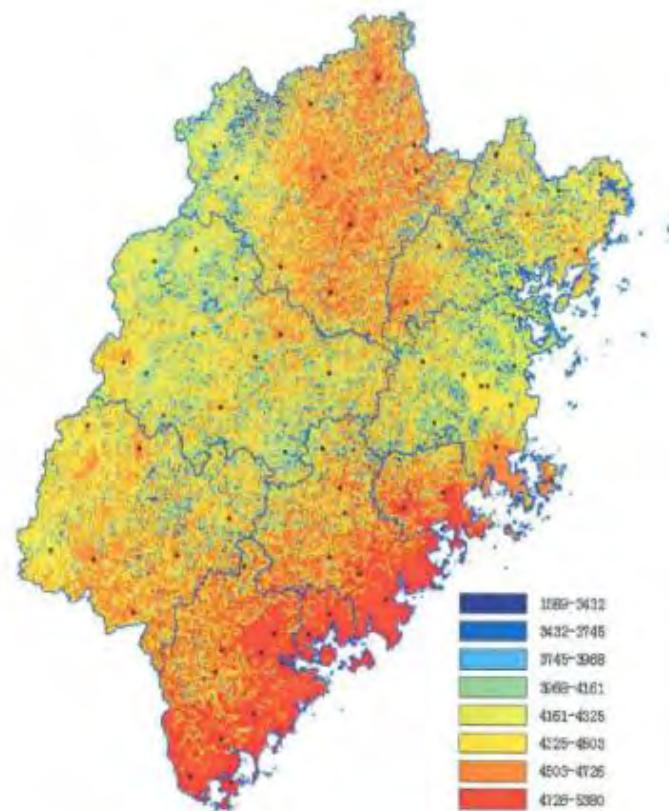
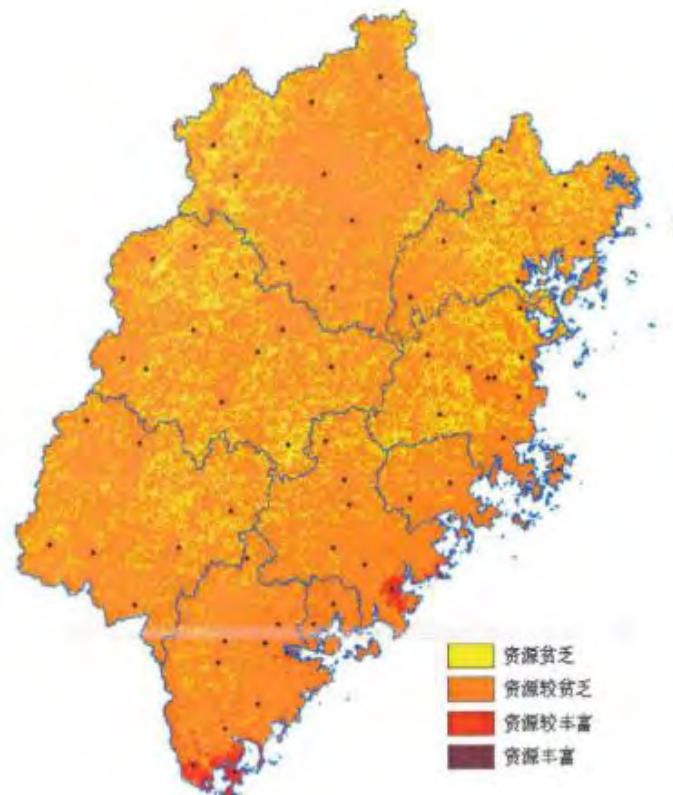
图 4.2-1 福建省累年平均年太阳总辐射分布图 (MJ/m^2)

图 4.2-2 福建省太阳能资源划分

(2) 项目场址太阳能资源

1) 项目年水平面总辐照量等级评价

根据项目场址代表年水平面总辐照量数据，即表 4.2-1 可得：项目场址太阳能资源年水平辐照量为 $1483.7\text{kWh}/\text{m}^2$ ，即 $5341.31\text{MJ}/\text{m}^2$ 。根据《太阳能资源评估方法》GB/T37526-2019 确定的标准，项目场区的太阳能资源丰富程度等级为“B”，属于“很丰富”区域。

表 4.2-1 年水平面总辐照量等级

等级名称	分级阈值/ (MJ/m^2)	分级阈值/ (kWh/m^2)	等级符号
最丰富	$\text{GHR} \geq 6300$	$\text{GHR} \geq 1750$	A
很丰富	$5040 \leq \text{GHR} < 6300$	$1400 \leq \text{GHR} < 1750$	B
丰富	$3780 \leq \text{GHR} < 5040$	$1050 \leq \text{GHR} < 1400$	C
一般	$\text{GHR} < 3780$	$\text{GHR} < 1050$	D



图 4.2-3 项目场址代表年月水平面辐射量趋势图

2) 项目太阳能资源稳定度等级评价

全年中各月平均日水平面总辐照量的最小值与最大值的比值可表征总辐射年内变化的稳定度，在实际大气中其数值在（0, 1）区间变化，越接近于 1 越稳定。计算出项目场址的太阳能资源稳定度值为 0.44，根据我国太阳能资源稳定度的等级划分，项目场区所在地的太阳能资源属于“B 类”，即“稳定”区域。

表 4.2-2 太阳能资源稳定程度等级

等级名称	分级阈值	等级符号
很稳定	$GHRS \geq 0.47$	A
稳定	$0.36 \leq GHRS < 0.47$	B
一般	$0.28 \leq GHRS < 0.36$	C
欠稳定	$GHRS < 0.28$	D

注：GHRS 表示水平面总辐射稳定度，计算 GHRS 时，首先计算代表年各月平均日水平面总辐照量，然后求最小值与最大值之比。

表 4.2-3 项目场址月平均日水平面辐照量统计

月份	天数(天)	月平均日水平面辐照量(kWh/m^2)
1月	31	2.98
2月	28	3.14
3月	31	3.68
4月	30	4.35
5月	31	4.03
6月	30	4.81
7月	31	5.82
8月	31	5.32
9月	30	5.31
10月	31	3.70
11月	30	3.02
12月	31	2.57
年	365	4.06
最小值	NA	2.57
最大值	NA	5.82
稳定度	NA	0.44

(3) 太阳能资源直射比等级评价

根据表 4.2-4，可得项目太阳能资源直射比值为 0.58，太阳能资源属于“B”类，即“直接辐射较多”区域。

表 4.2-4 太阳能资源直射比(DHRR) 等级

等级名称	分级阈值	等级符号	等级说明
很高	$DHRR \geq 0.6$	A	直接辐射主导
高	$0.5 \leq DHRS < 0.6$	B	直接辐射较多
中	$0.35 \leq DHR < 0.5$	C	散射辐射较多
低	$DHRS < 0.35$	D	散射辐射主导

注：DHRR 表示直射比，计算 DHRR 时，首先计算代表年水平面直接辐照量和总辐照量，然后求二者之比。

表 4.2-5 项目场址月平均水平面直接辐照量统计表

月份	水平面总辐射 (kWh/m^2)	水平面散射辐射 (kWh/m^2)	水平面直接辐射 (kWh/m^2)
1月	92.50	38.71	53.80

2月	87.93	41.42	46.51
3月	114.21	54.50	59.71
4月	130.43	59.65	70.78
5月	124.87	64.43	60.44
6月	144.30	64.05	80.25
7月	180.36	64.90	115.46
8月	164.78	61.12	103.65
9月	159.44	53.96	105.49
10月	114.60	48.28	66.33
11月	90.58	38.80	51.78
12月	79.68	26.18	43.50
年	1483.70	626.01	857.68

4.2.6 鸟类资源

4.2.7 海域开发利用现状

根据现场调查及历史资料分析，本项目建设场地处于养殖围垦区。项目所在海域开发利用现状主要为围垦养殖、开放式养殖、海堤、高速和盐场等。其中，项目区与部分围海养殖相邻；项目区周边分布有多块开放式养殖区域，与项目区最近距离约为 0.99km；海堤分布有北江海堤，位于本项目区东侧约为 0.26km；高速分布蒲永高速秀屿段，位于本项目区东侧约为 0.17km；盐场则分布项目区的东北侧，距离约为 5.22km。本项目周边海域具体开发利用现状信息见表 4.2-6，项目周边海域开发利用现状分布见图 4.2-4。

表 4.2-6 项目周边海域开发利用现状一览表

类别	开发利用现状名称	与本项目相对位置及最近距离
海水养殖	围垦养殖	与本项目区相邻
	开放式养殖	东侧， 0.99km
海堤	北江海堤	东侧， 0.26km
高速	蒲永高速秀屿段	东侧， 0.17km
盐场	莆田盐场	东北侧， 6.0km

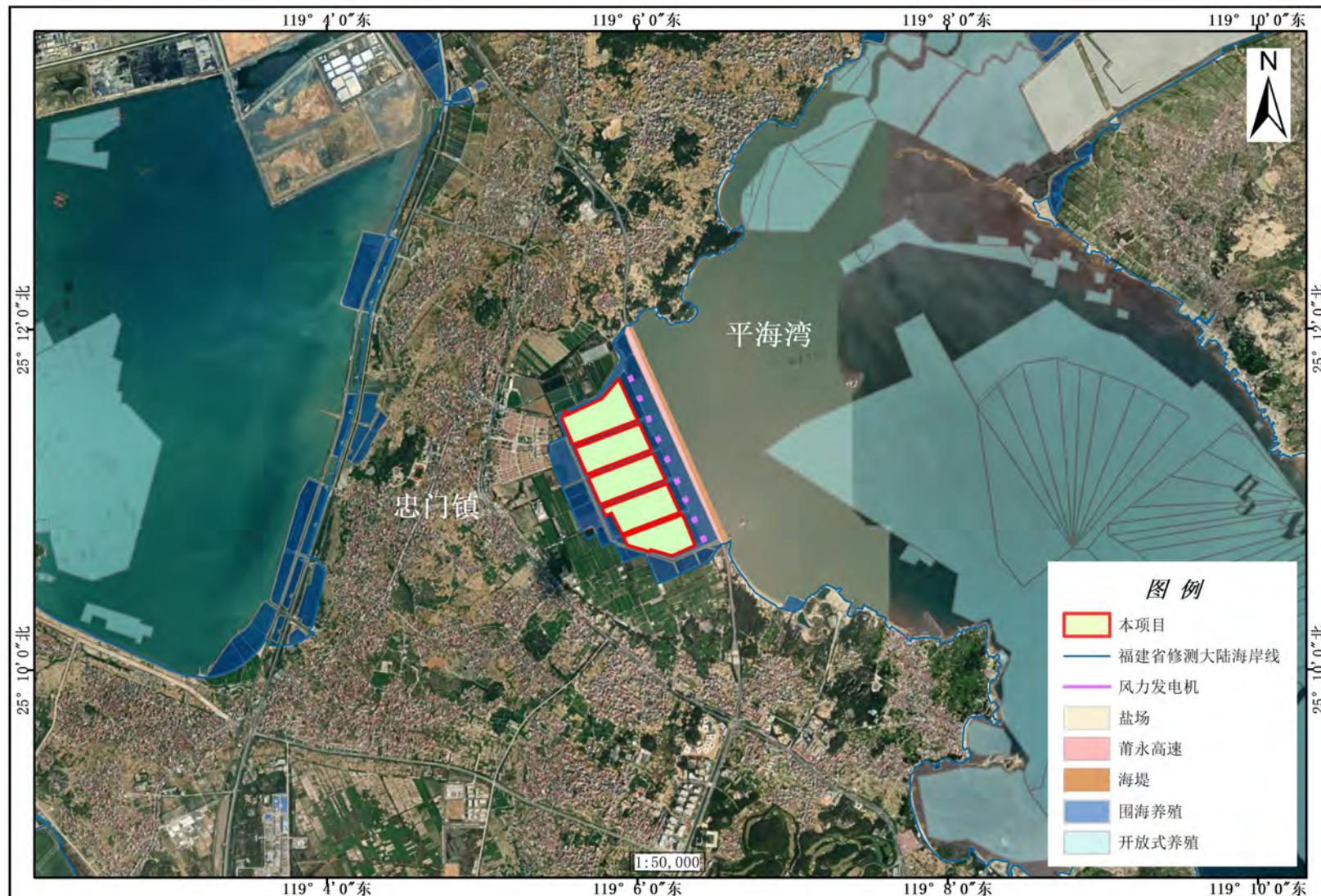


图4.2-4a 项目周边海域开发利用现状分布图（大范围）



图 4.2-4b 项目周边海域开发利用现状分布图（小范围）

5 环境影响预测与评价

5.1 海洋水文动力环境影响预测与评价

5.1.1 基本方程

连续方程：

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

动量方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} &= -g \frac{\partial \xi}{\partial x} + fv - \frac{g}{c^2} \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + \frac{\tau_{sx}}{\rho H} + \epsilon_x (\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} &= -g \frac{\partial \xi}{\partial y} + fu - \frac{g}{c^2} \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v + \frac{\tau_{sy}}{\rho H} + \epsilon_y (\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}) \end{aligned} \quad (2) \quad (3)$$

其中：

ξ 为从平均水平面算起的水面高度

$H = +H_0$ 为水深 (H_0 为从平均水平面算起的水体深度)

$f = 2\omega \sin \Psi$ 为科氏系数 (ω 为地球自转角速度, Ψ 纬度)

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 为重力加速度

ϵ 为水流涡动系数

c 为 Chezy 系数

τ_{sx}, τ_{sy} 为水面的风应力

5.1.2 边界条件

在本研究采用的数值模式中，需给定两种边界条件，即闭边界条件和开边界条件。

(1) 开边界条件

开边界条件可以定义为水位过程或者流量过程。可以根据潮流预报系统给出，也可以根据研究区域多年实测数据率定给出。

(2) 闭边界条件

闭边界即为陆边界，通常取法向流量为零，即

$$v_t=0$$

$$v_n=0$$

$$s/ \quad n=0$$

$$/ \quad n=0$$

(3) 动边界条件

处理动边界的主要数值方法有“窄缝法”和“干湿网格法”这两种。窄缝法的基本概念是假设在陆地边界附近计算区域存在一个很窄的缝隙，其水深与陆边界相邻水域水深一致，再将计算的动边界设置在窄缝内，这样该边界就成为具有一定水深的固边界。但由于窄缝的影响，连续方程和动量方程都有了变化，计算比较复杂。干湿网格法是根据某时刻计算节点和相邻节点处的水深、水位等已知结果判定网格的干湿情况，对“干”的网格做固壁处理，使其流量为零。干湿网格法的优点是能适应复杂的岸上地形，但其弊端也显而易见：一是由潮间带网格干、湿状况所引起的数值振荡；二是错误估计浅水处水体的蓄留能力，使干单元水深较正常值过大或过小。由于本项目周边海域的地形地貌较为复杂，利用窄缝法无形中加大了计算量，因此本文采用干湿网格法来处理动边界问题。判断标准为：当水深小于0.05m时记为“干”，不参与计算；当水深大于0.05m时记为“湿”，参与计算。

(4) 初始条件

$$U(x,y,\sigma,t_0)=U_0(x,y,\sigma)$$

$$V(x,y,\sigma,t_0)=V_0(x,y,\sigma)$$

$$\eta(x,y,t_0)=\eta_0(x,y)$$

其中， U_0 、 V_0 、 η_0 分别为初始流速和潮位。在本研究中，初始潮位取计算开始时的平均潮位，初始流速取为0。

5.1.3 资料选取、控制条件及计算方法

(1) 计算范围设置

为了模拟本工程所在海域的潮流场的准确性，本次模拟中均采用了大、小嵌套的方式来进行计算。通过大模型的计算对本海域的水动力特征进行模拟，并为本工程所在海域的数值模型提供准确的边界，在小尺度比例下对工程附近的环境影响因子进行模拟预测，以达到准确的预测效果。

本次计算范围选取整个莆田平海湾海域，第一模型计算网格尺度采用 $180m \times 180m$ 的固定网格，为了更加准确的剖分工程网格，工程采用大小模型嵌套方式进行，第二层模型和第三层模型同时进行计算，网格分别为 $60m$ 和 $20m$ 的矩形网格，时间步长为 $1800s$ 。

模型计算的地形条件分别采用相应的海图中的数据，小范围计算采用工程附近的实测地形。计算方法采用ADI法，对计算区域直接进行离散剖分及计算。在前半时间步长，进续方程(1)式和动量方程的x分量(2)式用隐式求解，而动量方程的Y分量(3)式用显式求解；在后半时间步长，连续方程(1)式和动量方程的y分量(3)式用隐式求解，而动量方程的x分量(2)式用显式求解。在每个半时间步长，产生一个只包含水位点的三对角线性方程组，并用Thomas算法求解。

（2）边界条件

大范围潮流模型的开边界采用潮位控制，潮位来源于各控制点的调和常数，并根据最近的潮位实测资料进行修正，通过修正后的调和常数采用调和分析的方法给出潮位边界上各点的潮位值。

（3）水文资料

水文资料采用2024年4月数据资料，对潮位、流速和流向进行了验证。共有6个潮流站。

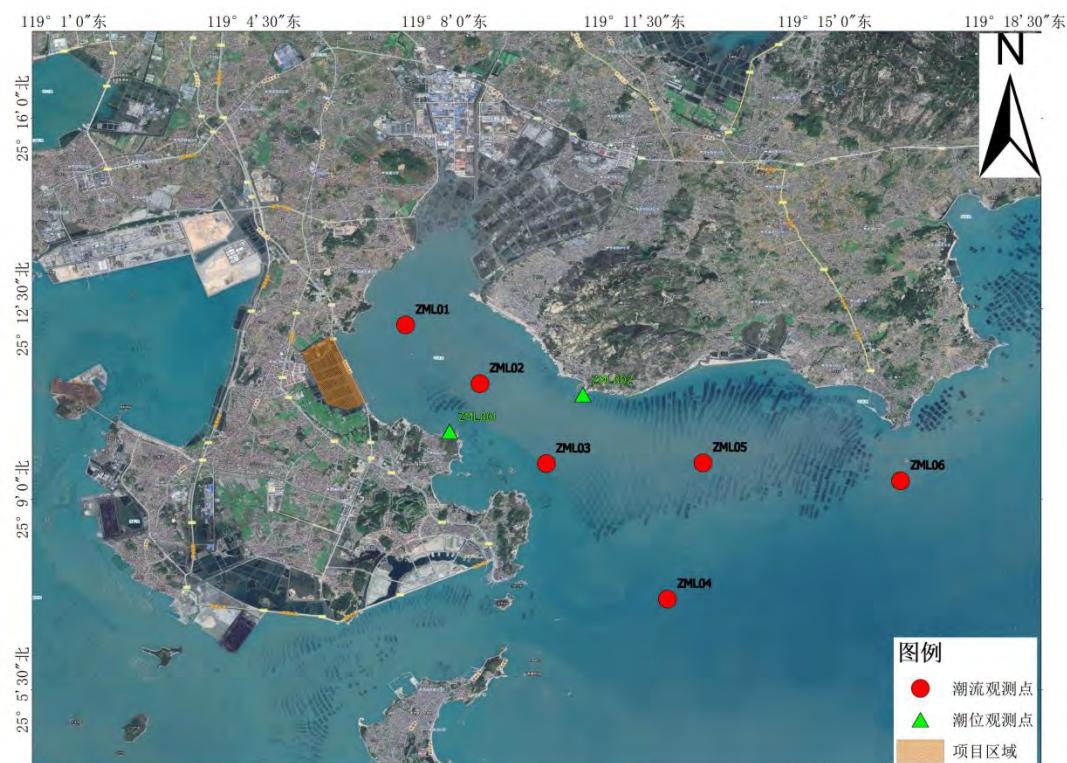


图5.1-1 观测站位图

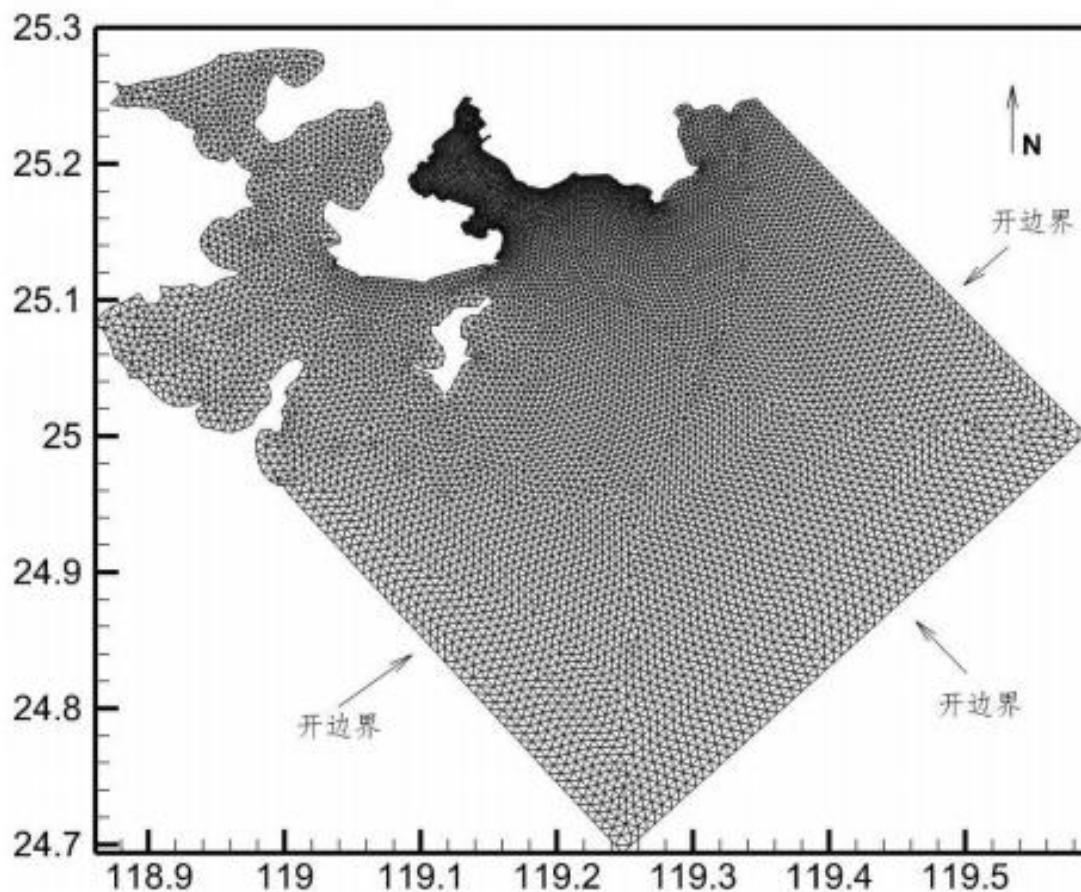


图5.1-2 计算范围及网格图

5.1.4 模型验证

在计算水域内共布设两个潮位站点和 6 个潮流实测点，分别对各站的潮位和流速进行验证。

图5.1-3给出了2个潮位站的实测值与计算值的潮位比较结果，图5.1-4给出了6个潮流站的实测值与计算值的潮流比较结果，从验证结果可以看出，本次潮位计算与实测结果可以控制在10%以内，误差基本符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》的规定之内；从整体上看，计算流速值与实测流速值基本吻合，潮流误差控制在20%以内，而且流态也较合理，基本能够反映出工程区附近海域的潮流状况（图中点代表计算值，曲线代表实测值）。

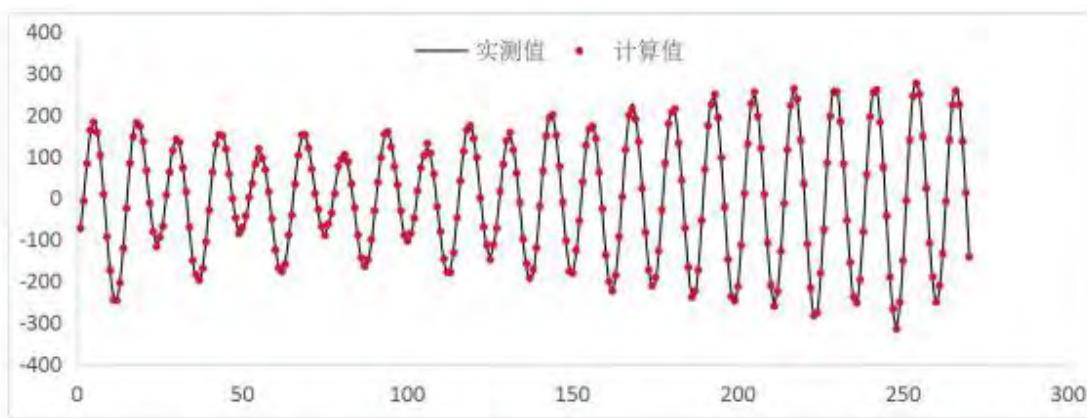


图5.1-3a ZML001潮位验证

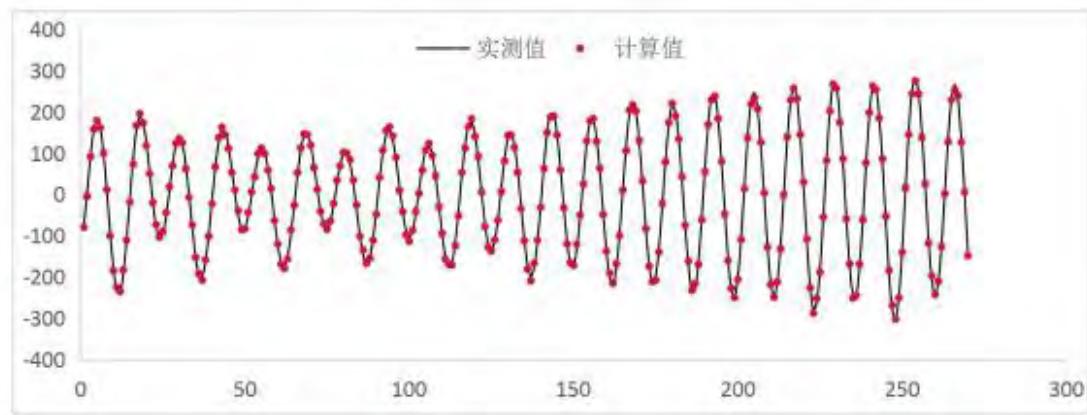


图5.1-3b ZML002潮位验证

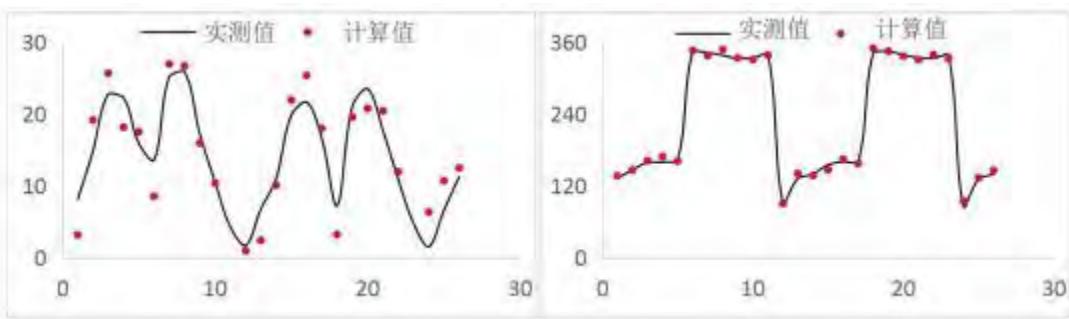


图5.1-4a ZML01潮流验证

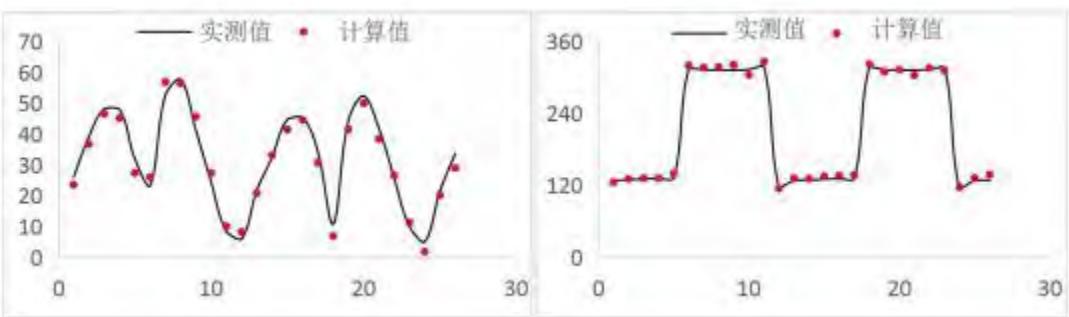


图5.1-4b ZML02潮流验证

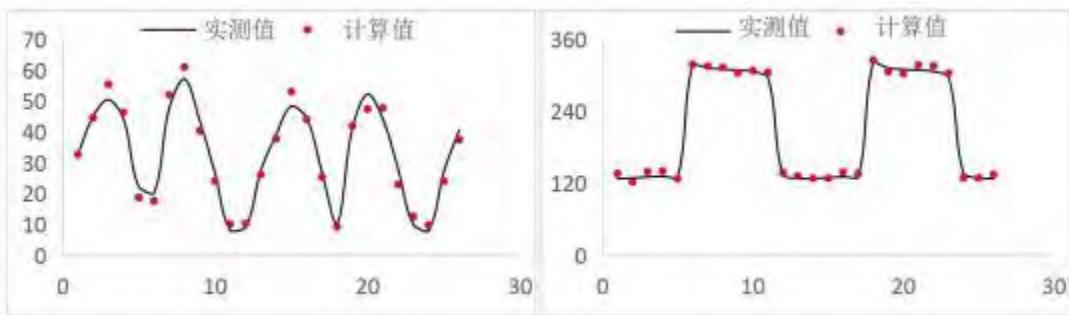


图5.1-4c ZML03潮流验证

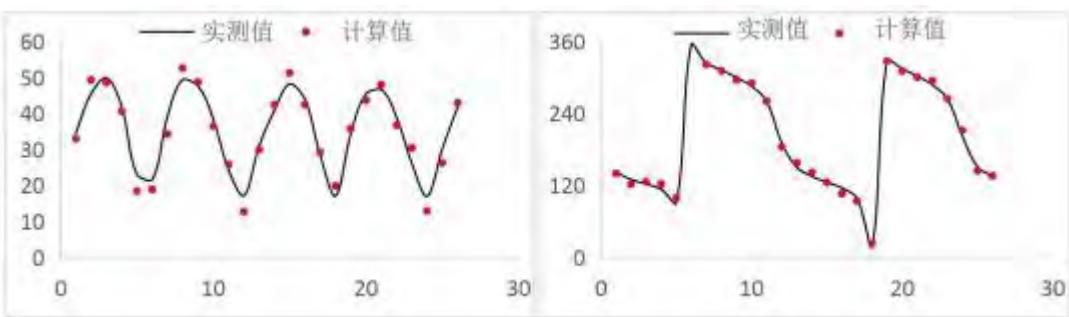


图5.1-4d ZML04潮流验证

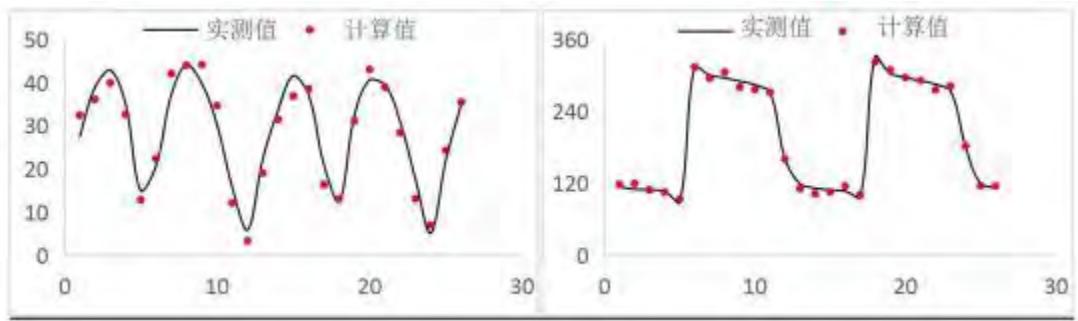


图5.1-4e ZML05潮流验证

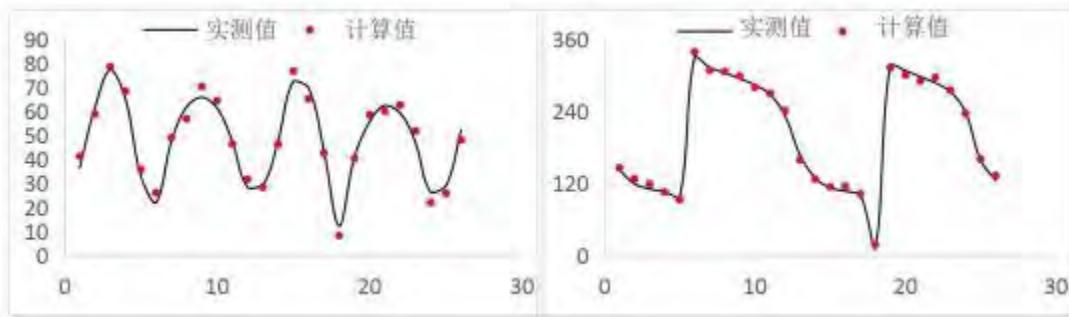


图5.1-4f ZML05潮流验证

5.1.5 工程对水动力条件的影响分析

本项目在围垦区内建设，因此项目建设不增加新的影响。因此本次数模计算的是围垦工程前后对周边海域水动力的影响。本工程对水动力条件的改变主要表现在海堤建设及填海造地，为了表达本工程对水动力条件的影响，在工程前的潮流数学模型基础上，通过对工程区域地形参数修改，再进行水流数学模型计算，得到工程建设前后工程区域附近的潮流场。

图5.1-5~图5.1-8分别为围垦工程建设前后涨落急时刻的流场图，图5.1-9~图5.1-10为围垦工程建设前后涨落潮流失变化图。由图中可以看出，围垦工程实施后，将会对其所在海域局部小范围内水动力环境产生一定的影响，在防波堤附近区域流速有一定的减小，但不会改变围垦工程所在海域的整体流态，对海域整体水动力环境影响较小。

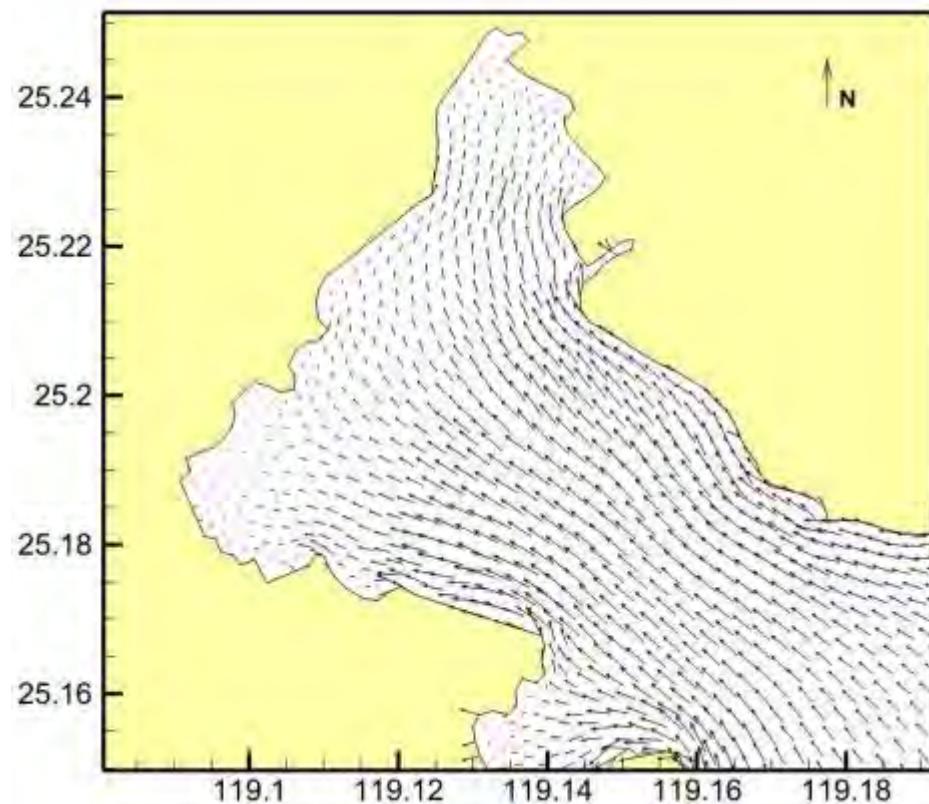


图5.1-5 围垦工程前涨潮时刻流场图

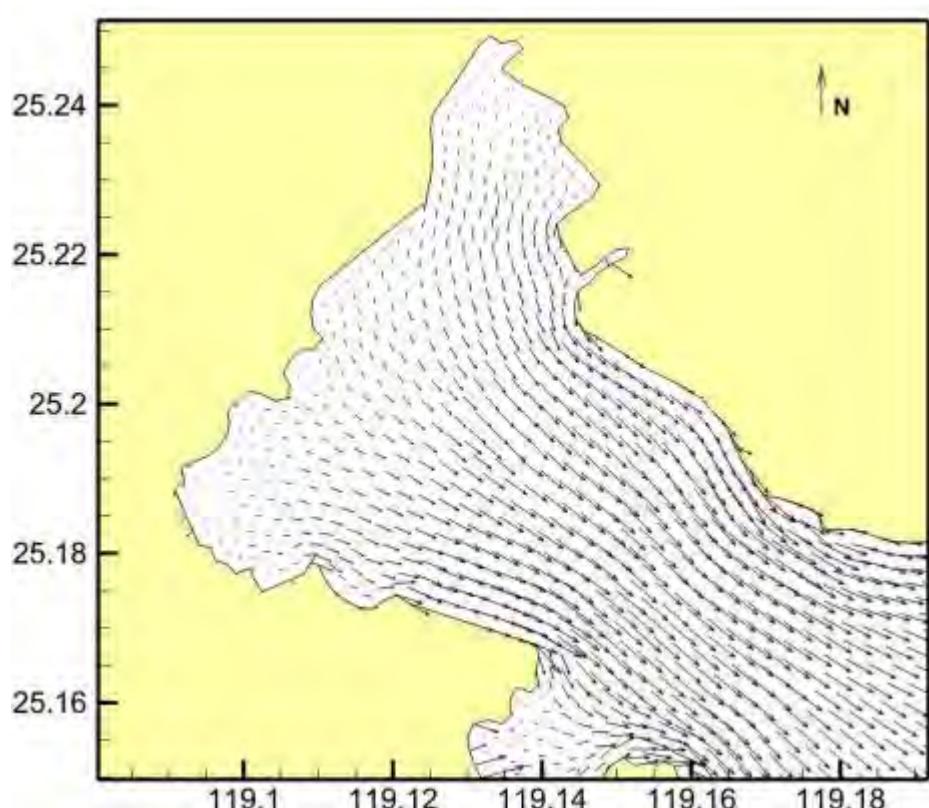


图5.1-6 围垦工程前落潮时刻流场图

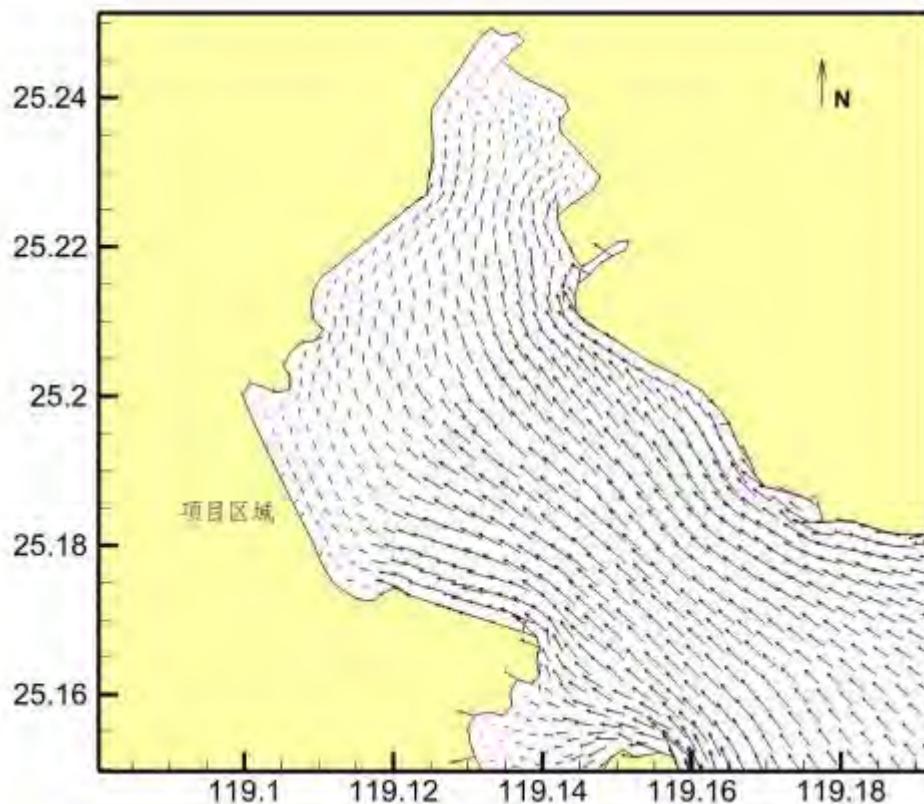


图5.1-7 围垦工程后涨潮时刻流场图

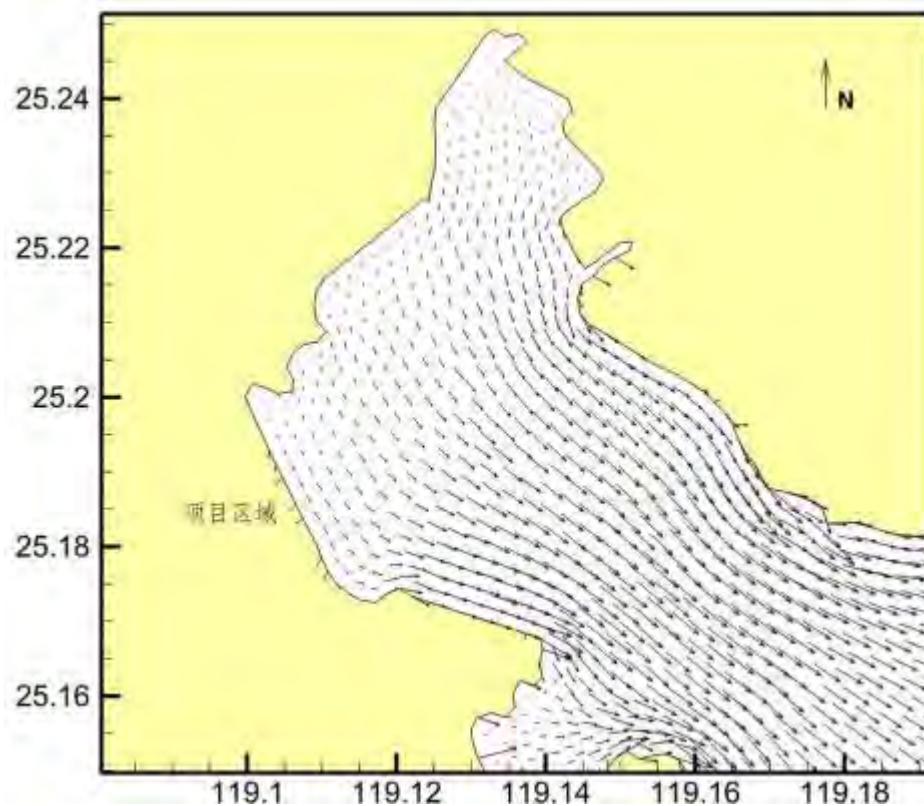


图5.1-8 围垦工程后落潮流场变化图

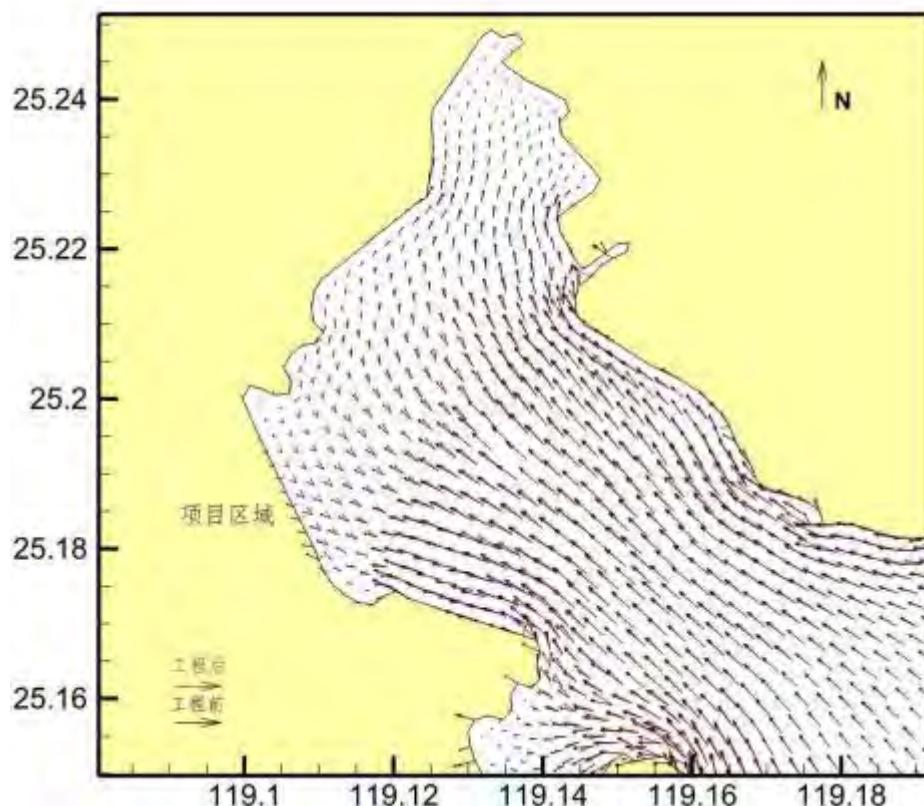


图5.1-9 围垦工程前后涨潮流场变化图

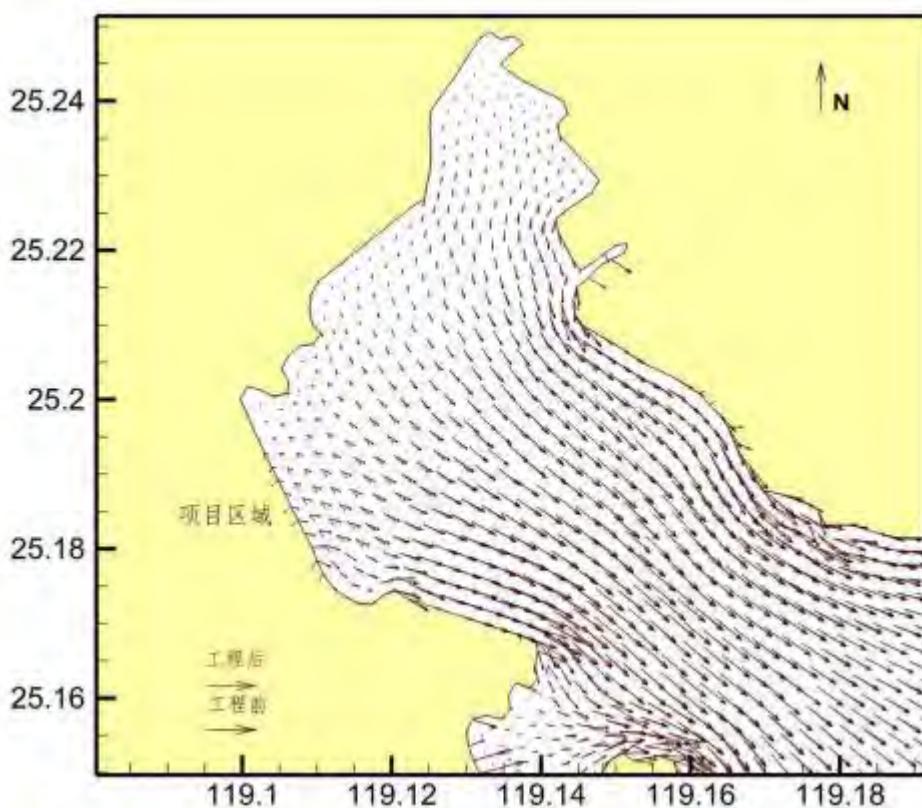


图5.1-10 围垦工程前后落潮流场变化图

5.2 冲淤环境影响预测与评价

5.2.1 床面冲淤计算模型

水流夹带泥沙输移引起床面冲淤变化，是一个复杂的物理过程，鉴于泥沙输移的复杂性和目前泥沙输移基本理论的不成熟，决定了研究床面冲淤计算方法的多样性，本工作采用半经验半理论的床面冲淤计算模型。

根据泥沙运动理论中的输沙平衡原理，若考虑潮流的挟沙能力 S^* 则

$$S^* = k \frac{V^2}{gH}$$

其中 H 为实际水深， g 为重力加速度， k 为挟沙系数取0.5~0.6之间。在实际悬浮浓度大于 S^* 时，则发生泥沙沉降过程。若项目前泥沙处于冲淤平衡状态，那么由于项目后使部分水域流速衰减，导致挟沙能力的减弱而发生沉降。根据这一原理可以估算项目后泥沙冲淤厚度。

项目后的海床地形预测选用半经验半理论的回淤强度公式计算：

$$\Delta H = h_1 - h_2 = \frac{\alpha \omega s \Delta t}{\gamma_s} \left(I - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \right)$$

式中： s 为模拟得到的垂线平均悬浮泥沙量； v_1 、 v_2 为项目前、后的垂线平均流速（由模拟得到）； h_1 、 h_2 为项目前、后的水深。

从以上公式可知，海床淤积后潮流速将发生一定的变化，反映了流速的变化和水深变化的联系，因而在绘制淤积厚度时应注意这一点。在计算中，有关参数的量值如下：

α 为悬沙沉降机率取0.6-0.7之间；

沉降速度取0.0005m/s。

γ_s 为淤积物干容重 $1750D_{50}^{0.183}$ ，中值粒径 D_{50} 取 4.2m，

$\gamma_s = 1750D_{50}^{0.183} = 1750 * \exp(\ln(D_{50}) * 0.183) = 642.8 \text{kg/m}^3$ ，本工作取 642.8kg/m^3 。

5.2.2 冲淤环境变化影响分析

本工程冲淤预测结果显示：工程实施后，工程附近海域的水动力也随之变化，海堤南北两侧流速减小，潮流动力减小明显，将产生泥沙淤积，最大淤积厚度约为 12cm/a。在海堤中部会发生一定程度的冲刷，冲刷厚度最大约为 11cm/a。工程实施一定时期后，海床冲淤将重新达到平衡，故工程建设对冲淤环境变化的影响相对较小。工程实施后年淤积厚度等值线分布见图 5.2-1。

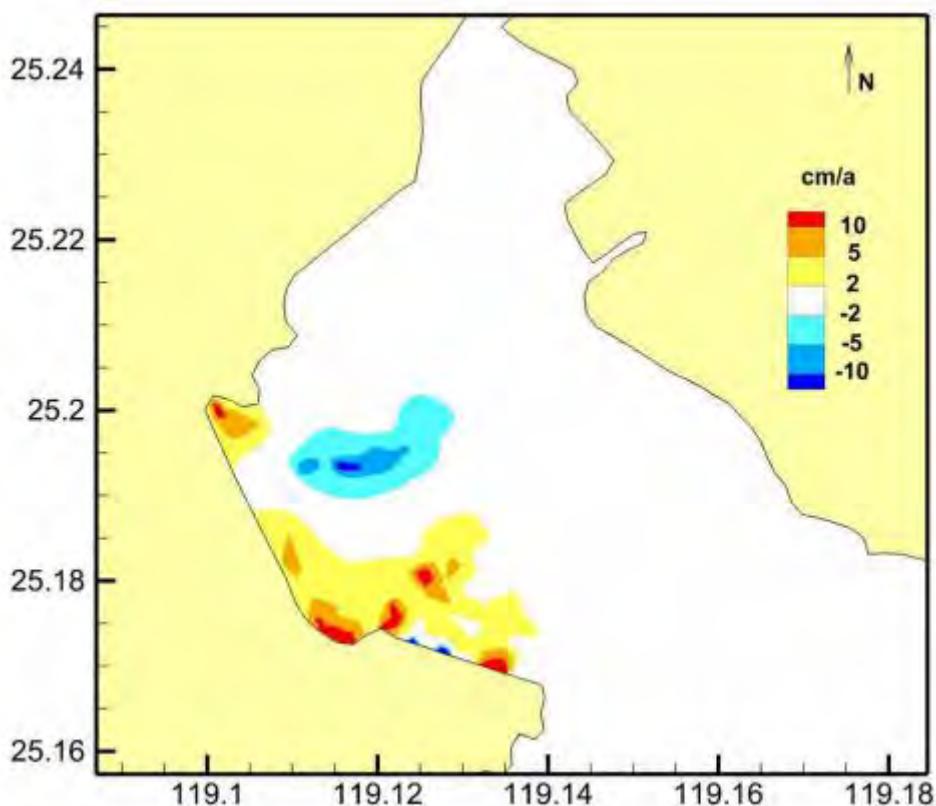


图 5.2-1 工程实施后年淤积厚度变化图（单位：m/a）

5.3 海水水质环境影响预测与评价

5.3.1 施工期悬浮泥沙影响分析

根据项目现场踏勘情况，本项目建设所在场地为养殖围塘。项目在养殖围塘内开展施工，建设时抽干养殖围塘内水进行干法施工。根据本项目的施工特点，项目施工期间围塘内为干滩状态，桩基施工过程不会有悬浮泥沙的产生。因此，项目施工基本不会对周围水环境造成影响。

5.3.2 施工期其他废水排放对水质环境的影响分析

项目施工高峰期施工营地车辆冲洗废水产生量总计为 11.2m³/d，机修废水产

生量为 7m³/d，以上废水收集后利用施工营地隔油-沉淀设施处理后回用于车辆冲洗。隔油-沉淀设施处理废水产生的浮油、浮渣收集后交由有资质单位进行处理。

施工人员生活污水产生量总计为 28.8m³，主要污染物为 COD、NH₃-N。施工人员将租住于附近村庄中，产生的大部分生活污水利用居民区的化粪池处理，升压站施工营地少量生活污水采用移动式环保厕所，及时委托市政部门抽吸处置，对海域水环境基本无影响。

总体而言，施工生产和生活污水排放量不大，各污染物排放量较小，对项目海域水质影响不大。通过加强施工过程的环境管理，认真实施污染控制措施，避免生产和生活污水直接排入施工海域，则能够将施工期废水排放对海洋水质环境的影响降低到最低程度。

5.3.3 运营期水环境影响分析

根据工程分析，运营期光伏板清洗产生的废水量约为 190t/a。清洗过程为间断性清洗，使用喷雾式水枪和清水进行，不添加洗涤剂，主要污染物为 COD、氨氮、总磷和 SS。

光伏板仅是对污染物起到阻隔、聚集效果，本项目的建设并不会造成项目区污染物的增加，在冲洗过程中将导致局部海水悬浮泥沙、氨氮等含量增加，但随着冲洗结束，影响将逐渐消失，冲洗废水中的悬浮物经自然沉淀后成为底泥，COD、氨氮及总磷随着潮流交换，浓度逐渐变小，直至恢复至原有的水质状况。且光伏区每次冲洗采用分区块间断性冲洗，可有效减小每次冲洗过程中对光伏区海水水质造成的影响。综上所述，本项目运营期光伏板冲洗废水对海水水质影响较小。

5.3.4 退役期水环境影响

光伏电站运行达到设计年限后，将对光伏板进行拆除施工，拆除工艺与建设工艺相反过程，拆除完成后局部恢复，采用干滩施工方案总体来说扰动范围较小，对周边海水水质影响较小。

5.4 沉积物环境影响预测与评价

5.4.1 施工期对沉积物环境的影响分析

项目建设对海域沉积物环境造成的影响主要在桩基施工过程对底质的破坏，

以及建筑垃圾和生活垃圾入海造成沉积物环境变化。近岸的滨海沉积物主要是不同粒度的泥、砂、壳体碎屑等构成的碎屑，同质性高，保护价值小，桩基施工结束后将在一段时间后形成新的沉积物环境。项目施工期建筑垃圾包括废弃土石及建筑垃圾等，生活垃圾主要是场区内工作人员产生的厨余和拆除的废包装物。项目施工产生的垃圾必须堆放至规定的场所，施工中严禁随意丢弃垃圾。施工期安排专职工人集收集并定期及时清运。

5.4.2 运营期对沉积物环境的影响分析

本项目运营期水污染源主要为光伏板冲洗废水。本项目光伏区的建设并不会造成项目区污染物的增加，光伏板仅是对污染物起到阻隔、聚集效果，并未新增污染物的产生。但本项目光伏板的建设，运营期间定期清洗将导致污染物聚集在同一时段排放，短时间内污染物排放源强增大，全年总量并不会增加。本项目光伏板冲洗为间断性冲洗，可降低单次排放污染物总量，降低冲洗废水对海洋沉积物的影响。主要污染物为主要污染物为 COD、氨氮、总磷和 SS，上述污染物基本不会影响海洋沉积物环境，且随着潮流交换，COD、氨氮、总磷和 SS 浓度逐渐变小。近岸的滨海沉积物主要是不同粒度的泥、砂、壳体碎屑等构成的碎屑，同质性高，保护价值小；在潮流和地形作用下，光伏区产生的 SS 经自然沉淀后成为底泥，将在一段时间后形成新的沉积物环境。

综上所述，本项目运营期对周边海洋沉积物的影响程度较小。

5.4.3 退役期海洋沉积物环境影响分析

光伏电站运行达到设计年限后，将对光伏板进行拆除施工，拆除工艺与建设工艺相反过程，，拆除完成后局部恢复，工程搅动海底沉积物在2天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，对海洋沉积物影响较小。

5.5 海洋生态环境影响预测与评价

5.5.1 施工期对海洋生态环境的影响分析

本项目打桩施工占用不可避免对项目的生态环境产生不可逆的影响。主要影响包括以下几个方面：

桩基施工由于直接占用破坏了施工范围内底栖生物的栖息地和生存环境，移

动能力较强的部分生物可能逃离工程区，但绝大部分底栖生物将随着底泥被占用而受损或消亡，从而导致生物资源损失，如底栖生物、潮间带生物、浮游生物、鱼卵仔稚鱼和无脊椎动物等。

（1）光伏桩基群占用海洋生态的影响

本项目场区原为养殖池塘，根据调查结果，围垦养殖区主要养殖品种有虾类、贝类等。项目在周边现状围海养殖池塘内进行建设，建成后运营期仍可继续养殖作业，池塘内的生态环境与外侧自然海域不同。

本项目施工时，打桩作业及基础、设备安装均位于现状养殖池塘内，桩基施工由于直接占用破坏了施工范围内底栖生物的栖息地和生存环境，但由于占用面积较小，且养殖池塘受养殖活动干扰，海域自然属性较弱，围垦区养殖池塘内的生态环境与外侧自然海域不同，以养殖的贝类、虾类居多，其他生物量不大。随着施工结束，养殖活动恢复后，养殖池塘内底栖生物及浮游生物将逐渐恢复。

（2）施工过程对海洋生态的影响

本项目施工期产生废污水和固体废物均妥善收集后处理，本项目围垦内施工过程中，由于外侧海域受围海养殖池塘塘埂阻隔，围垦内施工采用干滩施工的施工工艺，不会对外侧海域海水水质和沉积物环境产生影响，进而不会对外侧海域游泳动物、浮游生物和底栖生物生物量及群落结构产生影响。

5.5.2 运营期对海洋生态环境的影响分析

①光伏设施对初级生产力的潜在影响

海上光伏设施对海洋生态系统的影响主要集中在光伏面板带来的大水面遮挡对水体理化环境和生物环境（浮游动植物和底栖动物）等的影响，最为直接地体现在对浮游植物生殖的影响。浮游植物通过光合作用生产有机物、释放氧气、并为轮虫、枝角类、桡足类、盐水丰年虫等浮游动物提供优质饵料，浮游动物和底栖生物为海洋多层级的消费者提供饵料。因此，浮游植物的生殖方式和生态分布的改变直接造成海洋生态系统初级生产力的响应变化，从而对生态系统产生重大影响。海上光伏面板带来的水面遮挡现象，会减少自然光在水中的穿透力，降低光伏设施所在海域的光照和水温，一定程度上改变着水域的理化环境，影响浮游植物的生长与增殖。根据模拟海上光伏发电对藻华影响的研究中将叶绿素-a视为生物量和浮游植物生长的理化指标，研究结果指出低于40%的水面覆盖率对浮

游植物生长的影响很小甚至没有影响，而40-60%的覆盖率可能会导致藻华显著减少。该研究指出广泛部署海上光伏设施可能会根除浮游植物大量繁殖，但也可能造成海水中叶绿素-a浓度大幅下降，降低该海域的生态系统初级生产力以及生物环境容量，影响水域生态系统的稳定性。

本项目拟建设海上光伏设施所在位置位于现状围塘内，根据计算项目光伏组件水面覆盖率为39%，对浮游植物生长的影响很小，但围垦池塘内水体流动性较差，水体比较肥，细菌、有机碎屑（底部饲料残饵）丰富，项目建设可以预防海域的赤潮，同时在不影响藻类正常生长的前提下维持海洋生物物种的多样性和生态系统的稳定性。

工程运营期由于光伏板的阻碍作用，光伏组件下方将形成一定范围的阴影区域，在该范围内对光照条件较为敏感的生物将受到影响。但本项目光伏组件净高不小于4.5米，站区范围内主要为排列有序的太阳能板，没有遮挡性高大建筑物，间隔布置合理，水面覆盖率为39%，此外本项目实施在水中结构较少，对水体的流动影响较小，能够保证池塘内外水体正常交换。由于浮游生物在水体中的运动主要依靠潮流的流动，因此布设的光伏系统对该区域的浮游生物量影响较小。

②光伏设施对生物资源的潜在影响

运营期间的海上光伏设施对生物资源的影响主要集中在浅水层与底层。海上光伏面板减少太阳辐射降低藻类生长，也限制了水面和周围环境之间的氧气交换，造成浅水层的低氧或厌氧性环境。藻类的生长和水中氧气的损失改变水中的溶氧量，可能导致漂浮性鱼卵和浅水层的仔稚鱼的死亡，影响海洋生态系统中的生物群落结构。另一方面，海上光伏设施桩基能使附近的水域流速、流向发生显著变化。海水的流动状况如平均流量、峰值流量、总流量等，对于维持生物多样性和生态系统完整性至关重要，每小时流量的变化与鱼虾类生物的洄游行为密切相关，若光伏板基础桩径较大和较密，都会使的生物迁移受阻，造成严重的负面影响，降低生物物种的丰度和多样性。此外，与陆基光伏设施相比，海上光伏设施减少鸟类与光伏面板的碰撞，对鸟类生长、迁移等生活习性的影响较少。

本项目综合考虑防腐蚀、抗风浪、抗台风、抗浪潮、防碰撞等因素，光伏支架基础采用预应力管桩，占用的海域有限。整体上该项目水下桩基布设较合理，桩柱直径较小，且光伏厂区位于形成已久的围垦区内，非排水时段流动性较差，

项目对该区域的流场及泥沙输运影响不大。

工程运营期间，不向海域排放污水及生活垃圾，仅光伏板雨水冲刷时产生少量废水，主要成分为灰尘、盐粒、鸟粪等，不会对水质环境产生明显影响，对海洋生态环境影响较小。养殖过程中，可利用增氧机、水质监测系统、自动投饵机及微生物制剂等工程措施，加上合理的光伏阵列布置，可以维护水体生态环境、养殖饵料投喂及采捕活动。综上，光伏设施对生物资源的潜在影响相对较小。

5.5.3 项目实施生物资源损害赔偿和补偿计算

(1) 生态损失

根据施工工艺，本项目桩基施工将会导致底栖生物丧失。

①计算方法

计算方法采用《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)中的占用渔业水域的海洋生物资源量损害评估法。各种类生物资源损害量评估按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i —第 i 种类生物资源受损量，单位为尾、个、kg；

D_i —评估区域第 i 种类生物资源密度，单位为尾(个)/ km^2 、尾(个)/ km^3 、 kg/km^2 ；

S_i —第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km^2 或 km^3 。

②计算的基础数据

底栖生物来源于现状调查数据。

桩基占海面积：本项目共有 27100 根桩，外径为 400mm，故桩基占海面积为 3405.5m^2 。

潮间带底栖生物：平均总生物量为 $23.367\text{g}/\text{m}^2$ 。

③计算结果

根据以上公式和基础数据计算得出本项目建设将造成底栖生物量损失 79.56kg 。

(2) 生态补偿金额

潮间带底栖生物的经济价值的换算

底栖生物经济损失按下列公式计算：

$$M = W \times E$$

式中：M—经济损失额，单位为元（元）；

W—生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E—生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算（如当年统计资料尚未发布，可按上年度统计资料计算），单位为元每千克（元/kg）。按照目前贝类的平均价格为 10 元/kg。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)中“7.2 生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）的规定”，本项目施工方案和营运方式，确定海洋生物补偿年限：永久性占用造成渔业水域生态系统不可逆的影响，生物资源损害的补偿年限按20年计算。根据计算，项目建设造成的底栖生物损失的经济价值为1.59万元。

5.6 项目建设对周边主要保护目标和开发活动的影响分析

5.6.1 对生态红线区的影响

本项目施工区域在现状池塘内，且采用干滩施工工艺，项目距最近生态红线距离为 136m，由于池塘的阻隔，项目施工期间对周边生态红线区无影响。

5.6.2 对养殖池塘的影响分析

由于项目施工期将影响到施工范围内原有的围垦养殖活动，项目桩基的施工可结合当地养殖池塘的养殖品种和养殖季节来制定合适的施工方案，施工期，由于项目区海域将进行打桩、组件安装等施工作业，需将养殖区水排干，导致现有水产养殖活动暂时无法开展，将造成养殖户的经济损失，对于施工期间养殖户的损失，建设单位应制定赔偿方案，签订书面协议，并给予养殖户一定的过渡期。本项目施工时将根据养殖区的实际情况分区块施工，尽可能将工期安排在上一轮的养殖收获季之后，最大限度减少渔民损失。施工结束后，建设单位将对场地予以清理，可恢复正常养殖活动。

运营期需对光伏板定期进行清洗，清洗过程为间断性清洗，使用喷雾式水枪和清水进行，不添加洗涤剂，主要污染物为 COD、氨氮、总磷和 SS。光伏板在冲洗过程中将导致局部海水悬浮泥沙、氨氮等含量增加，对养殖池塘造成一定影响，但随着冲洗结束，影响将逐渐消失，冲洗废水中的悬浮物经自然沉淀后成为底泥，COD、氨氮及总磷随着潮流交换，浓度逐渐变小，直至恢复至原有的水

质状况。且光伏区每次冲洗采用分区块间断性冲洗，可有效减小每次冲洗过程中对光伏区海水水质造成的影响。同时光伏板冲洗可结合池塘养殖品种轮换期开展清洗作业，减少对池塘养殖的影响。

5.6.3 对一般湿地的影响

本项目周边水道内分布一般湿地，最近距离约为 6m，且有池塘田埂阻隔，项目施工不占用一般湿地，集电线路采用桥架敷设的方式跨越一般湿地，项目已取得湿地主管部门意见，见附件 6。桩基及光伏板施工要严格控制施工作业范围，禁止对湿地造成破坏。

5.7 大气环境影响预测与评价

5.7.1 施工期大气环境的影响分析

工程施工期产生的大气污染物主要包括施工场地扬尘、机械尾气等。

(1) 施工尾气影响分析

施工过程需要运输车辆等，这些设备基本以柴油为燃料，所排放的发动机尾气中主要含有NO₂、SO₂等空气污染物，由于施工机车相对较为分散，加之地面开阔，在车辆及机械设备排气口加装废气过滤器，则废气污染的影响基本上可以接受。

(2) 施工扬尘影响分析

施工扬尘主要来自于装载车行驶时产生的路面二次扬尘以及升压站进行场地平整时产生的扬尘以及陆域输电线路的敷设。

根据施工的类比调查，扬尘量与土壤湿度、粒径、气候条件、施工方法、施工管理和产尘控制措施有关，一般在风速大于3m/s时容易产生起尘，施工扬尘源高度一般来说较低，颗粒度也较大，为瞬时源，污染扩散距离不会很远，一般可控制在施工场所100m范围之内，且危害时间短，主要对施工人员和施工区域一定距离内的敏感目标影响较大。

施工单位在升压站开挖时，对临时堆砌的土方进行合理遮盖，减少大风天气引起的二次扬尘，对施工道路和施工现场定时洒水、喷淋，避免尘土飞扬。施工运输车辆采用密封、遮盖等。综上，项目施工对周边大气环境的影响较小。

5.7.2 运营期大气环境的影响分析

太阳能是清洁能源。光伏发电是利用自然太阳能转变为电能，在生产过程中不消耗矿物燃料，不产生废气污染物，对环境空气无影响。

5.8 固体废物环境影响分析

5.8.1 施工期固体废物环境的影响分析

项目施工期产生的固体废物主要包括施工营地及施工人员生活垃圾。施工人员的生活垃圾产生量按每人每天1.0kg计算，总计为300kg/d。统一收集后定期运往附近垃圾填埋厂处理。项目总弃方量约9000m³，交由海建（福建）建设集团有限公司进行综合回用。光伏支架焊接安装过程产生少量电焊渣，应在焊接完成后及时清理，并集中收集到专门的容器中，交由专业的废物处理单位回收或安全处置。隔油-沉淀设施处理废水产生的浮油、浮渣收集后交由有资质单位进行处理。

5.8.2 运营期固体废物环境的影响分析

本项目运营期固体废物主要为废旧电子元件、储能区废旧磷酸铁锂电池等。

（1）一般固废

光伏场区中光伏板、电器件、电缆老化需进行更换，主要为废旧光伏板、废旧电缆等，产生量约为1.0t/a，属于一般工业固体废物。

本项目储能电池为磷酸铁锂电池模块，其使用寿命大约为10-15年，一次性更换量约为52t，根据《废电池污染防治技术政策》“锂离子电池一般不含有度有害成分，环境危害性较小，废旧锂电池的收集、贮存、处置参照执行一般工业固体废物的相关环境管理与污染防治要求，防治污染环境”，因此本项目储能废旧磷酸铁锂电池为一般工业固体废物。

（2）危险废物

升压站变压器事故排油经事故贮油池处理后，立即按照事故应急响应机制要求交由有资质的单位进行转移处理，不在站内暂存。运营期变压器事故排油、油渣属于危险废弃物，废物代码900-220-08、HW08（变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油）。废旧变压器由专业厂家回收处理。

本项目升压站直流系统采用免维护铅酸蓄电池作为系统后备电源，使用寿命约5年，共两组，当蓄电池需要更换时，建设单位提前通知年度内废铅蓄电池中

标单位进行妥善回收处置，并落实《危险废物转移管理办法》的要求，废铅蓄电池不在站内暂存。

5.9 声环境影响分析

5.9.1 施工期对声环境的影响分析

施工期的噪声源主要为施工机械产生的噪声，施工机械在施工过程中产生的噪声将对周围的声学环境产生影响。建筑施工阶段噪声源主要有装载机和各种运输车辆，基本为移动式声源，无明显指向性，各种平地车、移动式空气压缩机和风镐等基本属固定源；光伏组件基础处理阶段使用设备较多，是噪声重点控制阶段，主要噪声源包括各种运输设备、吊车等，多属于撞击噪声，无明显指向性；安装队伍施工一般时间较短，声源数量较少。

(1) 预测模式及结果

(3) 陆域施工噪声

工程施工期间的主要噪声为各种施工机械设备，为点声源，其噪声影响随距离增加而逐渐衰减，噪声衰减公式如下：

$$L(r) = L_0(r_0) - 20 \lg(r/r_0)$$

式中： $L(r)$ ——点声源在预测点产生的声压级；

$L_0(r_0)$ ——参考位置的声压级；

r ——预测点距声源的距离；

r_0 ——参考位置距声源的距离。

陆域施工噪声评价选取施工过程中的强点源进行噪声影响预测，利用上述模式计算，预测结果见表 5.7-2。

表 5.7-2 施工期噪声在不同距离的影响预测(单位: dB)

主要噪声源	距声源距离					
	5	50	100	200	250	300
打桩机	95	75.0	69.0	63.0	61.0	59.4
反铲挖掘机	90	70.0	64.0	58.0	56.0	54.4
装载机	95	75.0	69.0	63.0	61.0	59.4
自卸汽车	90	70.0	64.0	58.0	56.0	54.4
电焊机	85	65.0	59.0	53.0	51.0	49.4

建设期间高噪声的机械设备基本上因施工阶段不同而移动，由表可见，从表 5.7-2 中可以看出，项目施工产生噪声昼间距离施工设备 100m 外的平均等效 A 声

级均能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011); 夜间距离施工机械 300m 外符合噪声限值要求。项目施工区域距周边村庄最近距为 176m, 因此, 项目在施工过程中噪声对周围环境影响较大, 施工单位在施工过程中严格按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)对施工场界进行噪声控制, 施工过程中应做好降噪工作, 选用噪声低或者安装消声、隔声的机械设备; 加强施工, 严禁夜间施工, 尽量避免强噪声机械在同一区域内无序施工; 车辆在行驶过程中, 应缓行和禁鸣喇叭。

5.9.2 运营期对声环境的影响分析

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)附录 B.1 工业噪声预测计算模型, 本报告选择环安预测软件噪声环境影响评价(V4) NEIAOL, 对声源预测模式软件来模拟预测项目噪声源排放噪声随距离的衰减变化规律。

升压站运行噪声源主要来自于主变压器、PCS 装置, 本项目采用低噪声变压器, 变压器满负荷运行且散热器全开时, 噪声级不超过 65dB(A), PCS 装置噪声源强类比同类型项目取 80dB(A)。

①变电站运行时厂界噪声预测模式

根据 HJ2.4-2021《环境影响评价技术导则 声环境》, 升压站噪声预测计算的基本公式为:

$$LA(r)=LA(r0)-(A_{div}+A_{atm}+A_{bar}+A_{gr}+A_{misc})$$

上式中:

LA(r)——距声源 r 处的 A 声级, dB;

LA (r0)——参考位置 r0 处的 A 声级, dB;

A_{div}——声源几何发散引起的 A 声级衰减量, dB;

A_{atm}——大气吸收引起的 A 声级衰减量, dB;

A_{bar}——屏障屏蔽引起的 A 声级衰减量, dB;

A_{gr}——地面效应引起的 A 声级衰减量, dB;

A_{exc}——其它的附加衰减量, dB。

点声源的几何发散衰减的基本公式为:

$$L(r)=L(r0)-20\lg(r/r0)$$

式中: L(r)——r 处的声级;

$L(r_0)$ —— r_0 处的声级。

对某一受声点受多个声源影响时，有：

$$L_p = 10 \lg \left[\sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \right]$$

上式中： L_p 为几个声源在受声点的噪声叠加，dB。

②升压站运行期噪声预测计算结果及分析

按照《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)的要求，其投运后的厂界噪声贡献值由预测模式计算，预测结果见表 5.7-4。

表 5.7-4 项目运营期厂界噪声预测结果($Leq(dB(A))$)

预测点	时间	贡献值	评价	达标情况
升压站北侧厂界	昼	36.9	60	达标
	夜		50	达标
升压站东侧厂界	昼	35.2	60	达标
	夜		50	达标
升压站南侧厂界	昼	41.9	60	达标
	夜		50	达标
升压站西侧厂界	昼	44.8	60	达标
	夜		50	达标

根据预测结果可知，升压站主变投运时，主变对厂界环境噪声的贡献值在 35.2~44.8dB(A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准要求。

5.10 电磁环境影响预测与评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)，电磁环境影响采用类比评价的方法。

(1) 类比对象选择的原则

升压站电磁环境影响包括运行时产生的工频电场及工频磁场对周围环境的影响。预测方法：利用已经运行、电压等级相同变电站的电磁环境现状监测资料，类比评价本工程升压站建成后运行产生的电磁环境影响。

(2) 类比对象

本次类比对象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 $2 \times 120\text{MVA}$ 。变电站规模及环境条件详见表 5.10-1。

表 5.10-1 本工升压站与类比工程规模比较表

项目名称	拟建110kV升压站（本工程）	马鬃山鲁能110kV升压站（类比工程）
电压等级	110kV	110kV
变压器规模	$1 \times 120\text{MVA}$	$2 \times 120\text{MVA}$
主变布置形式	户外式	户外式
配电装置	户外GIS	户外GIS
出线回数	1回，架空出线	1回，架空出线
电气平面布置	户外式	户外式
占地面积	8584m^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

由表 5.10-1 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，变压器形式相同，电压等级相同，占地面积小于本项目，变压器规模大于本项目，则类比项目影响更大，具有类比性。根据变电站工频电场强度产生的原理，其强度与电压等级有关，主变容量对工频电场强度基本无影响；工频磁感应强度与主变容量有关，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。因此，选择马鬃山鲁能 110kV 升压站作为类比对象是可行的。

(3) 类比测量条件

①监测单位：甘肃天平环境检测有限公司
 ②测量方法：电磁环境现状监测按《交流输变电工程电磁环境监测方法》(HJ 681-2013) 相关规定执行。

③测量仪器

类比监测所用仪器见表 5.10-2。

表 5.10-2 类比升压站监测仪器一览表

名称	型号规格	仪器编号	检定证书号	校准有效期
电磁辐射分析仪	SEM600	TPS-05	XDdj2021-13248	2022-07-21
低频电磁场探头	LF01	TPS-05 (02)	XDdj2021-13248	2022-07-21
手持式风速表	16025	TPS-07	LX20210712042	2022-07-11
机械式温湿度计	GJWS-B2	TPS-12	RX20210712006	2022-07-11

④测量时间及气象状况：：2022 年 6 月 8 日（昼间），温度：20°C，相对湿度 20%，天气：阴，风速：1.8m/s。

⑤监测布点

厂界监测：在 110kV 升压站四周围墙外 5m 处各设一个监测点位，共布设 4 个监测点（1#~4#），断面监测：以升压站围墙周围的工频电场和工频磁场监测最大值处为起点，在垂直于围墙的方向上布置（5#），监测点间距为 5m，顺序测至距离围墙 50m 处为止。监测布点见图 5.10-1。

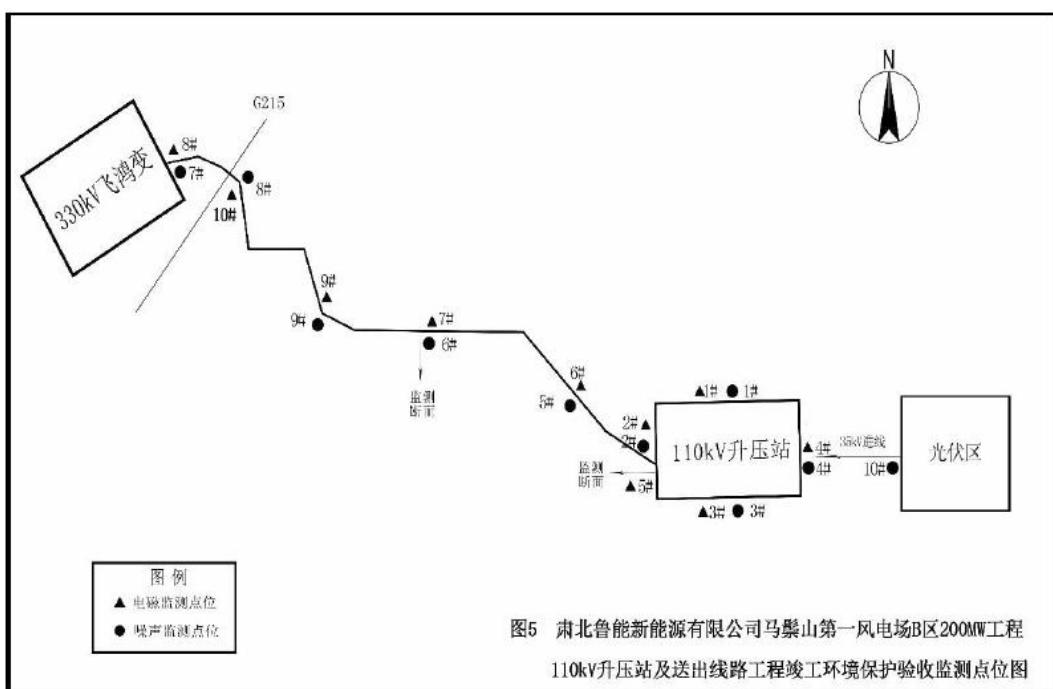


图5.10-1 马鬃山鲁能110kV 升压站监测点位布设图

(4) 电磁环境类比测试结果分析

工频电场、磁场测量结果见表5.10-3。

表5.10-3 马鬃山鲁能110kV 升压站工频电磁场、磁感应场强度监测结果一览表

序号	监测点位	距离 (m)	电场强度 (V/m)	磁感应场强度 (μ T)
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	0.1670
		10	102.16	0.1880
		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
		50	44.95	0.1535

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曝露控制限值 4000V/m、工频磁感应强度公众曝露控制限值 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，可以预测本项目升压站投运后产生的工频电场、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。

5.11 对鸟类的影响

5.11.1 施工期对鸟类的影响

（1）对鸟类迁徙的影响

项目施工过程中主要影响为施工产生的噪音、灯光、扬尘和人为活动干扰等。其余干扰因素均为暂时和局部的。随着距离的增大，影响会逐渐降低。另外，虽项目区主体位于东亚—澳大利西亚迁飞通道内，同时位于西太平洋迁飞通道范围内，在调查期间记录有些水鸟在项目建设区养殖坑塘土堤上停歇、或水中觅食，鲜少有大群迁徙水鸟从此处经过。因此光伏项目施工不会对鸟类正常的迁徙活动产生不利影响。

（2）对鸟类栖息、觅食的影响

本项目利用忠门垦区养殖坑塘水面建设光伏电站，水深较浅，光伏组件采用支架安装。本项目施工对红嘴鸥、鸥嘴噪鸥和普通鸬鹚等游禽类觅食造成影响，但建设区域不是水鸟主要觅食地和栖息地。而在此活动的鹭类和鸥类抗干扰性强，施工时会飞往其他适宜栖息和觅食的生境活动，同样鸬鹚类在施工时会飞往其他适宜生境栖息活动。施工对鸟类觅食最主要的影响是施工过程产生的噪音、灯光以及人为活动，这些影响是短期的，可逆的，当工程建设完成后，其影响基本可以消除。因此光伏项目施工期对区域水鸟栖息、觅食产生影响较小。

5.11.2 运营期对鸟类的影响

(1) 对鸟类迁徙的影响

项目运营期对鸟类迁徙飞行活动主要影响有：①光伏建成后处于鸟类迁徙通过的路径上，光伏板对鸟类迁徙飞行产生阻挡效应，可能会发生撞击事件；②鸟类为躲避障碍，会增加能量损耗，将影响后续的迁徙和繁殖活动；③工程建成投入运行以后，站内高压配电设备、导线等周围空间形成电磁场，影响鸟类对方向的判断。

根据《华润电力莆田忠门A区100MW渔光互补项目可行性研究报告》，光伏组件等位于垦区水面支架上，鸬鹚类、雁鸭类、鸥类和 鹭类等为东亚—澳大利西亚候鸟迁徙通道和西太平洋迁飞通道上主要的迁徙鸟类，水鸟迁徙的飞行高度一般超过 300m，大型鸟类有些 可达 3000~6300m。可见水鸟迁徙飞行的高度远超过光伏组件等高度。在调查期间未见有大量鸟类从此迁徙而过，主要有小鹏鹏、环颈鸻、黑腹滨鹬、红嘴鸥、黑嘴鸥、鸥嘴噪鸥、红嘴巨燕鸥、普通鸬鹚、池鹭、苍鹭、大白鹭、白鹭等12种水鸟在项目建设区养殖坑塘觅食或休息，其他鸬鹚类、鹭类等在平海湾周边养殖坑塘觅食或休息，飞行高度在5~100m之间发生，因此水鸟撞击事件的概率很小。因此光伏建设区对鸟类后续迁徙活动影响较小。

由于本项目主变及其电气设备电压等级较低，正常情况下产生的电磁影响较小，低于标准要求，对周围环境影响较小。理论上产生的电磁场不会干扰鸟类对飞行方向的判断。

综上，光伏运营期对鸟类迁徙影响较小。

(2) 对鸟类栖息、觅食的影响

水鸟的觅食生境选择决定于食物的可利用度。一般食物种类多样，食物丰富度高的生境易成为水鸟的首选觅食地。其次，湿地水深是影响水鸟栖息、觅食的一个重要因子。受水鸟体型、喙长、脖颈长度、腿长等因素制约，水深直接决定了不同类型水鸟的觅食生境。同时，鸟类的食性进一步影响其对栖息地和觅食地的选择。

由于生境食物丰富度、水深、水鸟取食方式和食性不同，决定了光伏项目建设区所占用的养殖坑塘不是水鸟的主要觅食地和栖息地。且项目周边的北部仍有大面积的生境可供游禽类栖息觅食。由此预测项目运营期光伏板遮挡所造成生境微环境的改变和占用养殖坑塘对水鸟觅食和栖息影响较小。

至于鸟类可能将光伏板发出的强光认为是水面这一理论只是从人类视觉的角度提出的，实际上鸟类视觉和人类视觉是存在差异的。本项目光伏方阵朝向西南，采用支架固定光伏板角度，安装倾角为 13° ，可以给予鸟类视觉反应的空间。光伏组件内的晶硅板片表面涂覆有防反射涂层，同时封装玻璃表面已经过防反射处理，因此太阳能光伏组件对阳光的反射以散射为主，总反射率只有25%左右，其总反射率远低于玻璃幕栏，无眩光，不会产生光污染，理论上对鸟类影响不大。

5.12 光污染影响分析

光污染主要分为三类：白亮污染、人工白昼和彩光污染。本项目可能引起的光污染主要为白亮污染，白亮污染主要是指阳光照射强烈时，建筑物的玻璃幕墙釉面砖墙、磨光大理石和各种装饰反射光线，明晃白亮、眩眼夺目，使人产生不适的感觉，本项目主要为光伏电池组件反射太阳光造成白亮污染。有研究发现，长时间在白色光亮污染环境下工作和生活的人，视网膜和虹膜都会受到程度不同的损害，视力急剧下降，白内障的发病率高达45%；还使人头昏心烦，甚至发生失眠、食欲下降、情绪低落、身体乏力等类似神经衰弱的症状。

本项目使用的太阳能组件为单晶硅电池组件，硅基太阳能电池片都是封装在两层建筑玻璃之间，电池本身并不向外辐射任何形式的光及电磁波，未被吸收的太阳光中一部分将被前面板玻璃反射回去，前面板玻璃为普通的建筑用钢化玻璃；另一部分将穿透前面板，进入硅材料吸收层转化为电能。单晶硅电池一般呈深色，在制作中具有减反射的设计，目的是减少入射光的反射，增加光的吸收，

提高光电转换效率。

项目单晶硅硅片在加工时会选用化学腐蚀剂在硅片表面形成金字塔结构，成为绒面结构，以减少硅片表面的太阳光反射，增加电池对光的吸收。除此之外，在硅片表面增加一层减反射层(TiO₂或SiN)，也称为防反射镀膜。研究和实际应用证明，具有单层减反射层的绒面硅片，其对可见光(0.39μm~0.78μm)反射率可以降低到5%以下，如图5.12-1所示。

对于本项目来说，光污染主要是指太阳能光伏板在吸收太阳能的过程中，会反射、折射太阳光造成白亮污染，可能对周围环境及居民造成影响。根据调查，项目西侧存在较多居民点，项目区南侧周边分布均为农田，与项目最近居民点距离约为1000m，根据设计光伏组件的反射面朝南，安装倾斜角度为13度，由于项目区南侧周边无居民点分布，因此光伏组件不会对周边居民点造成反射光影响。同时本项目电池组件经过特殊的经过制绒和防反射镀膜的工艺过程后，晶体硅对可见光的反射率小于5%，反射能力小于草地、水泥地等反射面的反射能力，因此项目运营期对周围环境造成光污染的影响较小。

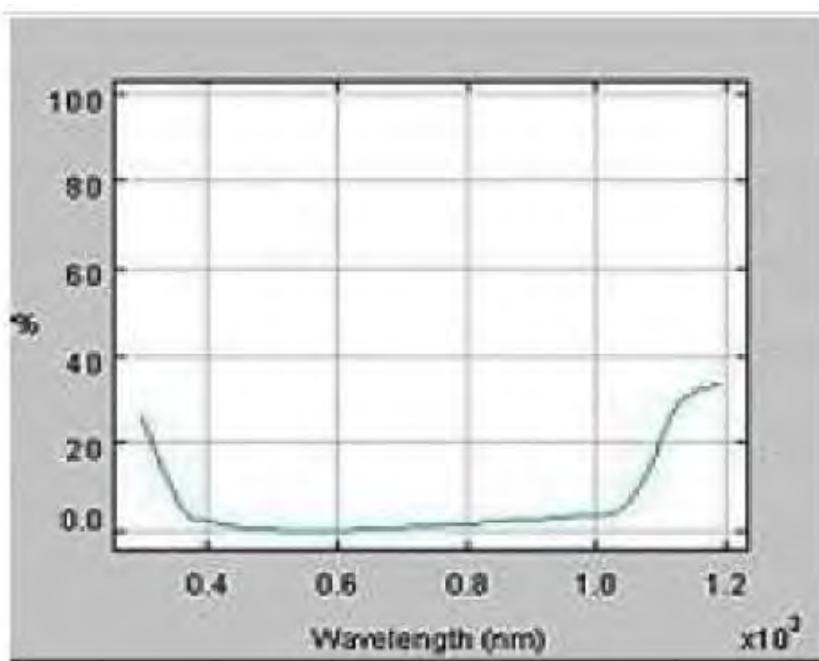


图5.12-1 单层减反射层的绒面结构硅

6 环境风险评价

6.1 环境风险识别

本项目运营期环境风险主要分为火灾、爆炸和泄漏三种类型。

火灾、爆炸发生的情况有 2 种，1) 升压站、箱变、逆变器长期运行后设备老化，引发火灾；2) 电线起火，易造成变压器火灾。根据相关资料统计，变电站中的火灾、爆炸发生几率最大。而且由于火灾、爆炸事故均为重大事故，造成的损失巨大，企业应加强变电站的管理，严格遵守相关规章制度，并制定相应的应急预案，将事故发生几率降至最低；3) 雷电击中导致火灾。

泄漏发生的情况有 5 中，1) 过载运行使变压器温度升高加速密封圈老化造成渗油；2) 变压器使用年限过长；3) 着火引起泄漏。

6.2 变压器漏油风险分析

本项目陆域环境风险事故隐患主要为升压站主变和箱变维修或事故时可能发生的油泄漏，漏油如不安全收集处置会对环境产生影响。升压站及箱变正常运行状态下无油外泄，只有在变压器维修或故障时才会有少量含油废水产生。

升压站站内设事故油池 1 座，布置于集控中心西北侧，事故油池有效容积约 35m³；事故油池贮油量应考虑变压器最大一台含油设备油量的 100%设计，升压站主变含油量约为 30t，变压器油密度为 0.895t/m³，按上述要求，则 33.5m³ 的事故油池即可满足规范要求。本工程已设计容积为 35m³ 的事故油池，其容积符合规范要求，能够满足收集本工程升压站变压器泄露油量的要求。

光伏区箱变下方均设 1 个事故油池，事故油池有效容积约 2m³；事故油池贮油量应考虑变压器最大一台含油设备油量的 100%设计，箱变变压器含油量约为 1.5t，变压器油密度为 0.895t/m³，按上述要求，则 1.67m³ 的事故油池即可满足规范要求。本工程已设计容积为 2m³ 的事故油池，其容积符合规范要求，能够满足收集本工程箱变变压器泄露油量的要求。

根据《国家危险废物名录(2021 年版)》，变压器冷却油为矿物油，因此产生的废弃沉积物、油泥属危险废物。为避免可能发生的变压器因事故漏油或泄油而产生的废弃物污染环境，进入事故油池中的废变压器油、废弃沉积物、油泥等危险废物不得随意处置，须交由有资质的单位处置、利用。

在严格遵循例行维修和事故状态检修废油处理处置操作规程的前提下，升压站及箱变变压器漏油风险处于可控状态，产生的风险影响较小。

6.3 储能电池爆炸风险分析

正常使用时磷酸铁锂电池的安全性较高，在一些极端情况下还是会发生的，这跟各公司的材料选择、配比、工艺过程以及后期的使用是有很大关系的。如遇到水份含量过高、内部短路、外部短路、上部胶、过充等情况，会发生燃烧以及电解液的泄漏事故。电解液有挥发性气味，对人体危害最大的是其中的锂盐，六氟磷酸锂，这种锂盐人身体上皮肤表面有手掌大小的皮肤被腐蚀，就可以致命。燃烧可能产生有毒有害气体。

6.4 免维护铅酸电池破裂泄漏风险

本项目升压站采用免维护铅酸蓄电池作为系统后备电源，使用寿命约5年，共两组，经过一定的充放电循环后，电池容量会逐渐下降，电池在老化状态下工作，可能会导致电池过热、破裂泄露等问题，电解液泄露易对水环境造成影响。本项目运营期定期对升压站铅酸电池进行检查，发现破损及时进行更换。同时在铅酸电池下方设置托盘或漏液收集装置，可有效防止铅酸电池破损状态下漏液污染环境。

6.5 自然灾害风险分析

6.5.1 台风、风暴潮风险分析

本项目位于福建省莆田市秀屿区忠门镇，属于平海湾海域，该海域为台风频繁区域，受台风、风暴潮影响。台风带来的强风、暴雨和海浪可能对光伏设施造成破坏。风暴潮可能引发海水倒灌和海浪冲击，对沿海设施造成严重破坏。项目所在区域存在一定的风暴潮风险。

6.5.2 雷电风险分析

由于太阳能电池板、架构和电线线路等多建在空旷地带，处于雷雨云形成的大气电场中，相对于周围环境，往往成为十分突出目标，容易被雷电击中，雷电释放的巨大能量会造成电池板、控制元件等烧毁，致使设备和线路遭受严重破坏，即使没有被雷电直击击中，也可能因静电和电磁感应引起高幅值的雷电压行波，并在终端产生一定的入地雷电流，造成不同程度的危害。虽然通过安装雷电保护

系统、在电器电路上安装避雷器等科学合理的防雷措施可以减少雷击事件，但仍不能保证太阳能光伏发电系统的绝对安全。因此，雷暴活动是太阳能电站设计中需要重点考虑的灾害性天气之一。在雷暴天气中，光伏电站的安全可能会受到极大的威胁，故本工程实施时必须考虑采取组件和建筑物的防雷措施。

6.3 应急预案

建设单位及施工单位应根据国家、福建省《突发环境事件应急预案》、《环境污染事故应急预案编制技术指南》的有关规定，制定《本项目突发环境事件应急预案》，并上报当地政府有关部门审批备案。应急预案编制内容包括但不限于预案适用范围、预案适用范围、环境事件分类与分级、组织机构与职责、监控和预警、应急响应、应急保障、善后处置、预案管理与演练等内容。

建设单位对风险的预防应从基础建设开始，将预防措施落实到工程的设计、施工和运营的全过程。对于重大或不可接受的风险，应制定应急响应方案，建立应急反应体系，当事件一旦发生时可迅速加以控制，使危害和损失降低到尽可能低的程度。

7 环境保护措施及可行性分析

7.1 施工期污染防治措施及可行性分析

7.1.1 水污染防治措施

- (1) 光伏区施工采用干滩施工的施工工艺，减少悬浮物的产生。
- (2) 项目施工高峰期施工营车辆冲洗废水产生量总计为 $11.2\text{m}^3/\text{d}$ ，机修废水产生量为 $7\text{m}^3/\text{d}$ ，以上废水收集后利用施工营地隔油-沉淀设施处理后回用于车辆冲洗。
- (3) 施工人员生活污水产生量总计为 28.8m^3 ，施工人员将租住于附近村庄中，产生的大部分生活污水利用居民区的化粪池处理，升压站施工营地少量生活污水采用移动式环保厕所，及时委托市政部门抽吸处置。
- (4) 为了防止施工对周围水体产生的石油类污染，在施工过程中，定时清洁建筑施工机械表面不必要的润滑油及其它油污，尽量减小建筑施工机械设备与水体的直接接触；妥善处置废弃用油；加强施工机械设备的维修保养，避免施工机械在施工过程中燃料用油跑、冒、滴、漏现象的发生。
- (5) 对于施工垃圾、维修垃圾，由于进入水体会造成污染，所以均要求组织回收、分类、贮藏和处理，其中可利用的物料，应重点利用或提交收购，如多数的纸质、木质、金属性和玻璃质的垃圾可供收购站再利用，对不能利用的，交由环卫部门妥善进行无害化处理、焚烧、填埋等。
- (6) 严禁将施工过程中砂土料的冲洗水以及混浊泥浆等倾倒入沿线水体，应经中和、沉淀处理后，回用于场地抑尘及车辆冲洗。
- (7) 严格管理检查施工机械设备工作状况，加强施工设备的管理与养护，严禁使用出现问题以及排放超标的施工机械设备。
- (8) 物料集中堆放并用土工布挡护，避免雨季受雨水冲刷排入周边水域。
- (9) 施工期应避开暴雨期，并采取临时拦、截、排及护坡措施。
- (10) 光伏区施工完成后，及时对池塘施工区域进行清理恢复，防治施工油污入海。

7.1.2 大气污染防治措施

- (1) 各施工区应设置洗车平台，完善排水设施，防止泥土粘带。施工期间，

应在物料、渣土运输车辆的出口内侧设置洗车平台，车辆驶离工地前，应在洗车平台清洗轮胎及车身，不得带泥上路。工地出口处铺装道路上可见粘带泥土的范围不得超过 10m，应及时清扫冲洗。

(2) 施工单位应加强施工区的规划管理，建筑材料堆场等应定点定位，并采取适当的防尘措施。陆域施工场地定期洒水，防止土方表面浮尘产生，在大风日加大洒水量及洒水次数。施工过程中使用水泥、石灰、沙石、涂料、铺装材料等易产生扬尘的建筑材料，应采取密闭存储、防尘布苫盖或设置围挡或堆砌围墙。

(3) 施工过程中，建设单位应当对裸露地面进行覆盖；暂时不能开工的建设用地超过三个月的，应当进行绿化、铺装或者遮盖。

(4) 进出工地的物料、渣土、垃圾运输车辆，应按照批准的路线和时间进行物料、渣土、垃圾的运输，应尽可能采用密闭车斗，并保证物料不遗撒外漏，尽可能减少运输扬尘对运输路线居民的影响。各施工区应设置洗车平台，完善排水设施，保证物料、渣土运输车辆不带泥上路。

(5) 加强施工人员的环保培训，提高施工人员环保意识，文明施工。

(6) 合理安排工期，对土层扰动大的作业期避开干燥大风天气，以减轻扬尘源强。

7.1.3 噪声污染防治措施

(1) 从声源上控制：改进高噪声设备，尽量选用低噪声的施工机械。

(2) 合理安排施工时间：施工单位合理安排时间，施工时间严格控制在 8:00~12:00、14:00~20:00 两个时段，防止施工噪声对环境造成影响。施工期边界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

(3) 各施工现场进行合理规划，合理布置施工机械设备，尽量将噪声大的设备布置在对周围环境影响较小的位置，增大光伏区施工机械与周围敏感区域的距离，严格按照《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-2011）中的有关规定执行。

(4) 采取临时隔音围护结构等噪声污染防治措施，尽量减轻施工噪声可能产生的不良影响。

(5) 加强施工管理、文明施工，减少施工期不必要的人为噪声对周围人群的影响。施工人员在强噪声环境工作时，应佩戴耳罩和防声头盔；当噪声超过

90dB (A) 无防护措施时，应按有关规定减少接触时间。

7.1.4 固体废物污染防治措施

(1) 陆域施工场地生活垃圾应加强管理，分片、分类设置垃圾收集箱，并委托环卫部门定期清运。施工中产生的固体废弃物应由施工单位负责及时清理处置。施工结束时，需做好施工现场的清理和固体废弃物的处理处置工作，不得在地面有明显的固体废弃物残留。

(2) 车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得沿途漏撒；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶。

(3) 生活垃圾与建筑垃圾分开堆放，及时清理，以免污染周围的环境；生活垃圾收集后，及时由环卫部门分类进行处理。

(4) 工程竣工以后，立即拆除各种临时施工设施，并负责将工地剩余的建筑垃圾、工程渣土处理干净。

(5) 隔油-沉淀设施处理废水产生的浮油、浮渣收集后交由有资质单位进行处理。

(6) 光伏支架焊接安装过程产生少量电焊渣，应在焊接完成后及时清理，并集中收集到专门的容器中，交由专业的废物处理单位回收或安全处置。

7.1.5 施工期污染防治措施可行性分析

施工期水、大气、噪声和固体废物的防治措施及环境风险防范措施，均采用从源头防控的方法，先从源头上减少污染物产生，然后考虑末端治理，同时结合施工过程控制的方法，对污染源进行严格把控和妥善处置，各项对策措施简单易行，成本较小，通过严格管理和落实目标责任制，可有效减缓施工期对周围环境影响，因此，施工期污染防治措施是可行的。

7.2 运营期污染防治措施及可行性分析

7.2.1 噪声控制对策措施

- (1) 升压站在主变压器设备选型时，提出噪声源强要求。
- (2) 加强绿化并设置围墙，以尽量衰减降低运行噪声影响。
- (3) 加强变压器的维护、保养，确保设备的完好性，针对长时间运行导致的设备内外紧固件出现松动的问题，要安排定期检查。

(4) 散热片布置建议采用独立的四周散热片布置方式，遮挡声波传播，降低噪声强度。

(5) 在设备定购时，选取导线表面光滑，毛刺较少的设备，以减小线路在运营期时产生的噪声。

7.2.2 固体废物污染防治措施

(1) 一般固体废物

光伏场区中光伏板、电器件、电缆老化需进行更换，主要为废旧光伏板、废旧电缆等，产生量约为1.0t/a，委托生产商回收。

本项目储能电池为磷酸铁锂电池模块，采用模块化更换，由电池供货商直接更换回收处置。建设单位应建立工业固体废物管理台账，如实记录产生工业固体废物的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息，实现工业固体废物可追溯、可查询。

(2) 危险废物

升压站及光伏区箱变正常运行状态下无油外泄，只有在变压器维修或故障时才会有少量事故排油。事故排油经事故贮油池处理后，立即按照事故应急响应机制要求交由有资质的单位进行转移处理，不在站内暂存。运营期变压器事故排油、油渣属于危险废物，废物代码900-220-08、HW08（变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油）。同时根据环境特征，建议光伏区箱变冷却油采用植物油，降低事故状态变压器油泄露对周边养殖的影响。

本项目采用免维护铅酸蓄电池作为系统后备电源，使用寿命约5年，共两组，当蓄电池需要更换时，建设单位提前通知年度内废铅蓄电池中标单位进行妥善回收处置，并落实《危险废物转移管理办法》的要求，废铅蓄电池不在站内暂存。

7.2.3 电磁环境保护措施

(1) 保证升压站内高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均连接紧密，对大功率电磁振荡的设备采取必要的屏蔽，将机箱孔、口和连接处密封。

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

(3) 安装高压设备时，应减少设备及其连接电路相互间接触不良而产生的

火花放电；对电力线路的绝缘子和金属，要求绝缘子表面保持清洁和不积污，金属间保持良好的连接，防止和避免间隙性放电。

7.2.5 污染防治措施可行性分析

运营期污染处理方案符合项目实际情况，且可操作性较强。固体废物污染防治措施合理便捷，且容易实施。因此，运营期污染防治措施是可行的。

7.3 环境风险防范措施

7.3.1 台风、风暴潮风险防范措施

工程施工应尽量避开台风季节，避免造成经济损失和对周围海域环境产生破坏性影响。同时，做好防台风袭击的各项应急预案和采取必要措施，如加强与气象、水利等部门联系；做好预报、预警工作；加强工程质量管理，确保基础处理严格按设计方案进行施工，避免发生工程质量事故，将可能产生的损失降到最低。此外，建设单位还必须具备应急抢险措施和条件，包括抢险人员队伍和抢险应急设备。具体措施如下：

- (1) 台风、暴潮期间加强与气象、水利等部门的联系，做好预报预警工作；
- (2) 加强工程设计施工和质量管理，保证工程的防浪防潮设施按标准设计，保证按标准施工；
- (3) 组织成立应急抢险队伍，台风来临之前应做好光伏支架的安全检查和加固，一旦有潮情汛情，在台风过境后，在安全允许的风力范围内，应尽快集中力量抢险。

7.3.2 雷电风险及电力泄露应急防范措施

(1) 防雷措施

雷电感应过程中产生的强大瞬间电磁场，这种强大的感应磁场，可在地面金属网络中产生感应电荷。包括有线、无线通讯网络，电力输电网络和其他金属材料制成的线路系统。高强度的感应电荷会在这些金属网络中形成强大的瞬间高压电场，从而形成对用电设备的高压弧光放电，最终会导致电气设备烧毁尤其对电子等弱电设备的破坏最为严重，每年被感应雷电击毁的用电设备事故达千万件以上，这种高压感应电也会对人身造成伤害。

本项目光伏组件本身为绝缘体，上盖板为钢化玻璃，边框为铝合金边框。边

框与支架之间通过黄绿铜绞线连接、支架与地网间通过扁钢焊接接地，形成直击雷保护。

箱式变电站为金属外壳，利用其金属壳体作为防雷接闪器并将其外壳与接地网可靠焊接，形成直击雷保护。

本项目110kV升压站考虑设置独立避雷针，实现对主变压器及SVG设备的直击雷防护，各预装式箱体外壳，利用其金属壳体作为防雷接闪器并将其外壳与接地网可靠焊接，形成直击雷保护，屋顶设置屋顶避雷带，形成直击雷保护。本项目设备均在其保护范围内。

为了避免或减少雷击事故的发生，保证人员及建筑物的安全，本报告另提出以下防范措施：

①按建筑物的功能综合考虑防雷避雷设施，特别要考虑清理室外附加在屋顶上的金属旗杆、微波塔及共用天线等潜在的不安全因素。

②把控好施工质量检查监督及竣工关，严格按照国家规定的标准验收建筑物的避雷设施。对共用天线、架空电缆等应加装专用避雷器，并在每年雷雨季节到来之前，对这些避雷装置进行一次安全性能检测维修。

③增强防雷意识，积极采取预防措施，避免雷电击伤人、雷雨期内，在野外行走时，要尽量离开所处环境的最高点。

（2）电力泄露应急处理

①接到事故报告后，根据事故大小迅速启动事故应急处理程序，开展各项应急抢救处理工作。

②根据事故严重程度，酌情立即将事故情况报告当地建设主管部门及相关部门，请求有关部门救援，并派人迅速赶赴现场。

③按照应急处理预案迅速开展抢救工作，检查是否有人员伤亡，以及电力泄漏后所造成的后续影响，防止事故的进一步扩大，力争把事故损失降到最低限度。

④当事故险情有危及周边单位和人员时，应立即疏散周边单位人员。

⑤维护现场秩序。

7.3.3 免维护铅酸电池破裂泄漏防范措施

①定期对升压站铅酸电池进行检查，发现破损及时进行更换。

②铅酸电池下方设置托盘或漏液收集装置，防止铅酸电池破损状态下漏液污

染环境。

7.3.4 环境风险防范措施可行性分析

本项目的风险防范措施均采用成熟的工艺措施，从技术角度上可行，且符合项目经济合理的要求，因此，本项目的环境风险防范措施是可行的。

7.4 生态环境保护与修复对策措施及可行性分析

7.4.1 施工期生态环境保护措施

①在满足施工技术要求的前提下尽可能减少两栖施工设备对池塘压占范围，划定两栖设备的作业施工行驶带，禁止两栖设备在行驶带外穿行。

②优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间，减少光伏区施工影响时间。

③施工机械、设备和人员产生的所有污染物禁止在池塘随意排放和丢弃，应收集至陆域处理，减少对周边水体环境影响。

④做好施工组织和现场管理，文明施工，最大限度地减少施工期各污染源对周边环境的影响。应加强对施工人员的环保教育，提高其对鸟类尤其是珍稀保护级鸟类的保护意识，严禁捕杀。

⑤施工应尽量避开常见动物繁殖季节，采用噪声小的施工机械，合理组织施工行为。

⑥施工期间生活垃圾等固废要求各施工单位负责处理，不得随意抛弃或填埋，以免污染环境，传播疾病，使鸟类误食而致病。建设单位应在施工招标文件中提出相应的处置和处罚条款。

⑦尽可能选用低噪声设备，减少施工机械噪声和车辆运输噪声对鸟类的干扰，合理安排施工期尽可能避开候鸟迁徙高峰期。

⑧电缆沟开挖时，尽量减小开挖范围，避免不必要的开挖和过多的原状土破坏，以利于水土保持。

7.4.2 运营期生态环境保护措施

本项目实施不可避免地对海洋生态和渔业资源造成直接损害。为减少项目建设对海洋生态和渔业资源的影响，项目建成后应采取以底栖潮生物增殖及鱼类放流为主的生态修复补偿措施，增殖放流品种优先选取当地海域的常见种和优势种

或经济价值高的种类。放流品种、规格和数量可根据本工程所在地的环境特征和工程特征执行，具体应在当地渔业主管部门指导下，按照当地海洋功能区划，鱼类产卵场位置确定，并与放流计划同步，便于增殖流的组织和管理。

光伏板冲洗可结合池塘养殖品种轮换期开展清洗作业，减少对池塘养殖的影响。

7.4.3 生态补偿方案

本项目施工产生的悬沙和桩基占用海域不可避免地对海洋生态和渔业资源造成直接损害。为减少工程建设对海洋生态和渔业资源的综合影响，实施以增殖放流为主的生态修复措施。

(1) 生态修复目标

本项目生态修复目标为：“损害什么，修复什么；损害多少，修复多少”。

(2) 生态修复内容

施工过程造成的鱼卵、仔鱼、游泳生物资源损失以渔业资源增殖放流方式来补偿。开展渔业资源增殖放流，选择适合本地放流的海域进行增殖放流工作，投入金额为 1.59 万元。

(3) 增殖放流原则

根据《中国水生生物资源养护行动纲要》精神及农业部《水生生物增殖放流管理规定》的要求，人工增殖放流应遵循以下工作原则：

①依法规范原则。人工增殖放流工作应按照国家和地方有关法律法规的规定及有关政策的要求执行，相关操作须符合相应的工作和技术规范。

②因地制宜原则。人工增殖放流应根据项目区域及其周边水域生态环境和生物群落结构特点，使放流工作取得最佳效果。

③科学有序原则。以人工增殖放流为主要手段的水域生态环境修复是一项长期、系统的工作，要科学论证、有序推进，确保放流工作成效。

④突出重点原则。人工增殖放流既要兼顾全局，更要突出重点，选择合适的地点、适宜的种类，按照科学论证的实施方案执行。

(4) 增殖放流方案

依据农业农村部发布《农业农村部办公厅关于进一步做好水生生物增殖放流工作的通知》（农办渔[2024]5 号），针对增殖放流物种选择提出以下建议：逐

步加大区域性物种和珍贵濒危物种放流数量，原则上不再放流广布型经济物种，坚持质量优先，规模与效益兼顾，保障放流物种种类和质量，切实提高放流苗种的成活率和放流效果。

7.4.4 生态环境保护对策措施可行性分析

生态环保措施从技术层面来看是切实可行，同时其措施操作简单，只要施工单位切实落实本报告书提出的各项生态环境保护措施，对影响海域进行生态补偿，可以起到较好的生态保护效果，因此，本项目的生态环境保护对策措施是可行的。

8 环境影响经济损益分析

8.1 环境保护的经济损益分析

8.1.1 正面效益

本项目的建设，将会促进当地相关产业（如建材、交通）的发展，对扩大就业和发展第三产业将起到积极作用，从而带动和促进当地国民经济的发展和社会进步。随着光伏电站的相继开发，光伏将成为当地的又一大产业，为地方开辟新的经济增长点，对拉动地方经济的发展，加快实现小康将起到积极作用。综上所述，本项目的开发，不仅是该地区能源供应的有效补充，而且作为绿色电能，有利于缓解该地区电力工业的环境保护压力，促进地区经济的持续发展，对于带动地方经济快速发展将起到积极作用，项目社会效益显著。

8.1.2 负面效益

建设期的施工会对海水、空气、噪声等环境产生一定程度的不利影响。施工机械燃油或机油渗漏会引起油污染，施工营地生活污水未经处理直排或生活垃圾随意抛弃会引起污染。

8.1.3 环保设备与环保投资估算

本项目环保投资估算详见表 8.1-1。

表 8.1-1 环保投资概算

项目		内容	具体措施	投资（万元）
施工期	废气治理	焊接烟尘	便携式焊接烟尘净化器	12
	废水治理	生产废水	包含污水处理设备及委托处理费用	10
	固废处置	生活垃圾、建筑垃圾	固体废物分类收集存放、委托处置	5
运营期	噪声治理	升压站主变 光伏场区逆变、箱变	基础减震	20
	固废处置	一般固废	直接由供货商上门更换回收，落实好一般工业固废台账管理	3
		危险废物	委托有资质的单位处理。落实危险废物全过程管理要求，做好危险废物转移联单台账管理	20
	风险防范	升压站变压器油泄漏风险防范	升压站场区设置 35m ³ 事故池 1 座，地面及油池防渗处理	30

生态	海洋生态补偿	增殖放流	1.59
	鸟类保护	施工期鸟类保护宣传教育、运营期光伏列阵区安装彩带	15
环境监理	施工期环境监理	环境监理	30
环境监测	施工期海洋环境跟踪监测	海洋生态、沉积物、水质环境监测；施工期场界噪声监测	35
	运营期环境监测	海洋生态、沉积物、水质环境监测，场界噪声监测，电磁环境监测	25
	竣工验收监测	海洋生态、沉积物、水质环境监测，场界噪声、电磁环境监测	20
合计			226.59

8.2 环境经济损益综合分析与评价

综上，本项目投资建设的各项环保措施能有效地减少污染物排放量，可将其环境影响降至较低水平，具有较好的环境效益。同时，在工艺上，采用了对海洋影响较小的施工工艺，从源头预防污染产生，并做好污染的末端处理，具有较好的经济效益和社会效益。

通过采取各项的环保措施，加强环境保护工作，可有效减少项目建设造成的负面影响，将项目建设可能造成的环境经济损失降到最低，是适应工程建设与环境保护、海洋生态环境保护实际需要，本项目的建设有利于当地经济社会的发展，正面效益大于负面效益。因此，该项目从环境经济损益的角度来说是可行的。

9 环境管理与监测计划

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理计划

工程环境管理分为外部管理和内部管理两部分。外部管理是指国家及地方海洋环境保护行政主管部门依法对工程建设进行管理。内部管理是指建设单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保护措施，并对工程的过程和活动按环保要求进行管理。

建设单位应联合施工单位和施工监理单位设立华润北岸经济开发区忠门 A 区 100MW 渔光互补光伏电站项目的环境管理机构和专职人员，负责施工期环境管理和监督，施工单位应配备环保员，按有关法律法规对工程环境保护工作进行监督、管理环保措施的实施。

9.1.2 环境管理机构设置

为保证环境管理人员的顺利实施，建设范围的法定负责人，是控制环境污染、保护环境的法律责任者。此外，建设单位应该设立专门的环保机构和专职负责人，负责本项目的建设期的环境管理工作。管理机构需在各级环境保护主管部门及相关部门的监督管理和指导下负责项目各项环保措施的落实。环境管理机构及人员的设置见表 9.1-1。

表 9.1-1 环境管理机构及人员设置

部门	人员设置	职责
建设单位	华润新能源（莆田）有限公司	总负责
	专职环保专业技术管理人员 2 名	负责全面环境管理
施工单位	环境管理人员 1~2 名	负责所承包工程范围内地施工环境管理工作

9.1.3 环境管理机构职责

9.1.3.1 施工期

(1) 施工期的资源环境监控措施

1) 污水处理与防治措施

光伏区施工采用干滩施工的施工工艺，减少悬浮物的产生；项目施工高峰期施工营车辆冲洗废水产生量总计为 $11.2\text{m}^3/\text{d}$ ，机修废水产生量为 $7\text{m}^3/\text{d}$ ，以上废水收集后利用施工营地隔油-沉淀设施处理后回用于车辆冲洗；施工人员生活污水产生量总计为 28.8m^3 ，施工人员将租住于附近村庄中，产生的大部分生活污水利用居民区的化粪池处理，升压站施工营地少量生活污水采用移动式环保厕所，及时委托市政部门抽吸处置；为了防止施工对周围水体产生的石油类污染，在施工过程中，定时清洁建筑施工机械表面不必要的润滑油及其它油污，尽量减小建筑施工机械设备与水体的直接接触；妥善处置废弃用油；加强施工机械设备的维修保养，避免施工机械在施工过程中燃料用油跑、冒、滴、漏现象的发生。

2) 固体废弃物污染处理与防治措施

陆域施工场地生活垃圾应加强管理，分片、分类设置垃圾收集箱，并委托环卫部门定期清运。施工中产生的固体废弃物应由施工单位负责及时清理处置。施工结束时，需做好施工现场的清理和固体废弃物的处理处置工作，不得在地面有明显的固体废弃物残留。

(2) 施工期的海洋生态环境保护措施

项目建设要坚持“预防为主、保护优先”的原则，指导设计、施工、环境管理，将海洋生态环境保护纳入工程方案设计过程中，使海上施工作业对海洋生态环境带来的不利影响降到最低程度。

①在满足施工技术要求的前提下尽可能减少两栖施工设备对池塘压占范围，划定两栖设备的作业施工行驶带，禁止两栖设备在行驶带外穿行。

②优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间，减少光伏区施工影响时间。

③施工机械、设备和人员产生的所有污染物禁止在池塘随意排放和丢弃，应收集至陆域处理，减少对周边水体环境影响。

9.1.4 环境管理的主要内容

(1) 在加强工程建设管理的同时，必须加强环境管理，提高环境保护意识，制定行之有效的环境保护规章制度，并且在工程承包合同中给予明确和体现。

(2) 设立环保管理监测机构，按照国家和地方政府颁布的有关环境保护法令、法规以及所制定的规章制度，在当地海洋行政主管部门的监督下，负责实施有关海洋环境保护措施，落实执行情况。

(3) 严格按照施工工艺和工序，以减少施工过程泥沙入海对海域环境的影响。

(4) 施工单位应根据工程区附近海域的环境和生态现状，合理安排施工机械设备的数量、位置。

(5) 施工注意使用清洁燃油，尽量降低机械废气对周围大气环境的影响。

(6) 加强施工期的环境监理工作。建设单位应联合施工单位和施工监理单位制定工程施工期海域水质、生态环境监控计划，并组织监测计划的实施。

(7) 做好海域环境状况及污染物排放监测数据的统计与存档，定期向主管部门汇报，发现问题及时处理。

9.2 环境监测计划

施工中的环境影响，主要是扬尘、机械废气和噪声对环境的影响，环境监测计划包含海水水质、沉积物、海洋生态、噪声和电磁环境跟踪监测计划。监测应委托有资质单位进行。

根据本项目环境特征及工程特征，制定环境监测计划一览表，见表 9.2-1。

表 9.2-1 环境监测计划一览表

监测内容		监测频率	监测地点	监测因子
施工期	环境	海水水质	施工高峰期 1 次	工程区附近海域设 6 个
		海域生态	施工高峰期 1 次	浮游植物、浮游动物、底栖生物、渔业资源
		海洋沉积物	施工高峰期 1 次	工程区及周边 3 条
		噪声	施工高峰期 1 次	潮间带生物
		大气	施工高峰期 1 次	石油类
运营期	环境	海水水质	运营后半年内测 1 次	2 个场界噪声
		海域生态	运营后半年内测 1 次	连续等效 A 声级
				TSP

			工程区及周边 3 条 工程区附近海域设 6 个	潮间带生物 石油类
海洋沉积物	运营后半年内 测 1 次			
声环境	运营后半年内 测 1 次	2 个场界噪声（同现 状站位）		连续等效 A 声级
电磁辐射	运营后半年内 测 1 次	升压站四周		工频电场、工频磁场

9.3 环保竣工验收

根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》有关规定，自 2020 年 9 月 1 日由企业自主全面开展建设项目竣工环境保护验收。本工程建成运营期间，建设单位应根据相关法律法规开展 竣工环保验收工作，对各项环保措施“三同时”的落实情况、效果以及工程建设对环境的影响进行评估，为给工程竣工验收提供依据。本项目竣工环境保护验收的主要内容见表 9.3-1。

表 9.3-1 项目竣工环境保护验收一览表

内容	主要环境保护措施	验收要求
验收项目	“三同时”落实情况	按环评报告及设计部门提出的要求验收
施工期	海水水质 (1) 光伏区施工采用干滩施工的施工工艺，减少悬浮物的产生。 (2) 施工营车辆废水收集后利用施工营地隔油-沉淀设施处理后回用于车辆冲洗。 (3) 施工生活污水大部分生活污水利用居民区的化粪池处理，升压站施工营地少量生活污水采用移动式环保厕所，及时委托市政部门抽吸处置。 (4) 物料集中堆放并用土工布挡护，避免雨季受雨水冲刷排入周边水域。 (5) 定时清洁建筑施工机械表面不必要的润滑油及其它油污，尽量减小建筑施工机械设备与水体的直接接触；妥善处置废弃用油；加强施工机械设备的维修保养，避免施工机械在施工过程中燃料用油跑、冒、滴、漏现象的发生。	委托协议，否有污水收集装置；措施是否落实
	施工废气 (1) 各施工区应设置洗车平台，完善排水设施，防止泥土粘带。施工期间，应在物料、渣土运输车辆的出口内侧设置洗车平台，车辆驶离工地前，应在洗车平台清洗轮胎及车身，不得带泥上路。工地出口处铺装道路上可见粘带泥土的范围不得超过 10m，并应及时清扫冲洗。 (2) 施工单位应加强施工区的规划管理，建筑材料堆场等应定点定位，并采取适当的防尘措施。陆域施工场地定期洒水，防止土方表面浮尘产生，在大风日加大洒水量及洒水次数。施工过程中使用水泥、石灰、沙石、涂料、铺装材料等易产生扬尘的建筑材料，应采取密闭存储、防尘布苫盖或设置围挡或堆砌围墙。 (3) 进出工地的物料、渣土、垃圾运输车辆，应按照批准的路线和时间进行物料、渣土、垃圾的运输，应尽可能采用密闭车斗，并保证物料不遗撒外漏，尽可能减少运输扬尘对运输路线居民的影响。各施工区应设置洗车平台，完善排水设施，保证物料、渣土运输车辆不带泥上路。	执行《大气污染物综合排放标准》GB16297-1996) 无组织排放监控浓度限值
	噪声污染 (1) 改进高噪声设备，尽量选用低噪声的施工机械。 (2) 各施工现场进行合理规划，合理布置施工机械设备，尽量将噪声大的设备布置在对周围环境影响较小的位置，增大光伏区施工机械与周围敏感区域的距离，严格按照《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-2011) 中的有关规定执行。	验收是否落实措施
	固体废物 (1) 陆域施工场地生活垃圾应加强管理，分片、分类设置垃圾收集箱，并委托环卫部	验收是否落实措施

		<p>门定期清运。施工中产生的固体废弃物应由施工单位负责及时清理处置。施工结束时，需做好施工现场的清理和固体废弃物的处理处置工作，不得在地面有明显的固体废弃物残留。</p> <p>(2) 车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得沿途漏撒；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶。</p> <p>(3) 工程竣工以后，立即拆除各种临时施工设施，并负责将工地剩余的建筑垃圾、工程渣土处理干净。</p> <p>(4) 隔油-沉淀设施处理废水产生的浮油、浮渣收集后交由有资质单位进行处理。</p>	
	生态环境	<p>(1) 在满足施工技术要求的前提下尽可能减少两栖施工设备对池塘压占范围，划定两栖设备的作业施工行驶带，禁止两栖设备在行驶带外穿行。</p> <p>(2) 优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间，减少光伏区施工影响时间。</p> <p>(3) 施工机械、设备和人员产生的所有污染物禁止在池塘随意排放和丢弃，应收集至陆域处理，减少对周边水体环境影响。</p> <p>(4) 做好施工组织和现场管理，文明施工，最大限度地减少施工期各污染源对周边环境的影响。应加强对施工人员的环保教育，提高其对鸟类尤其是珍稀保护级鸟类的保护意识，严禁捕杀。</p> <p>(5) 建设单位对工程建设造成的生物损失进行以底栖潮生物增殖及鱼类放流为主的生态修复补偿措施</p>	验收是否落实措施
运营期	噪声污染	<p>(1) 加强变压器的维护、保养，确保设备的完好性，针对长时间运行导致的设备内外紧固件出现松动的问题，要安排定期检查。</p> <p>(2) 加强绿化并设置围墙，以尽量衰减降低运行噪声影响。</p> <p>(3) 散热片布置建议采用独立的四周散热片布置方式，遮挡声波传播，降低噪声强度。</p>	升压站厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008)中的2类标准；验收是否落实措施
	固体废物	<p>(1) 光伏场区中光伏板、电器件、电缆老化需进行更换，主要为废旧光伏板、废旧电缆等，产生量约为 1.0t/a，委托生产商回收。</p> <p>(2) 本项目储能电池为磷酸铁锂电池模块，采用模块化更换，由电池供货商直接更换回收处置。建设单位应建立工业固体废物管理台账，如实记录产生工业固体废物的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息，实现工业固体废物可追溯、可查询。</p> <p>(3) 根据环境特征，建议光伏区箱变冷却油采用植物油，降低事故状态变压器油泄露对周边养殖的影响。</p> <p>(4) 本项目采用免维护铅酸蓄电池作为系统后备电源，当蓄电池需要更换时，建设单</p>	一般工业固体废物满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中的相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求；危险废物暂存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)；危险废物转运执行《危险废物转移管理办法》相关要求。

	位提前通知年度内废铅蓄电池中标单位进行妥善回收处置，并落实《危险废物转移管理办法》的要求，废铅蓄电池不在站内暂存。	
海洋生态	(1) 为减少项目建设对海洋生态和渔业资源的影响，项目建成后应采取以底栖潮生物增殖及鱼类放流为主的生态修复补偿措施，增殖放流品种优先选取当地海域的常见种和优势种或经济价值高的种类。	验收是否落实措施
电磁环境	(1) 保证变电站内高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均连接紧密，对大功率电磁振荡的设备采取必要的屏蔽，将机箱孔、口和连接处密封。 (2) 安装高压设备时，应减少设备及其连接电路相互间接触不良而产生的火花放电；对电力线路的绝缘子和金属，要求绝缘子表面保持清洁和不积污，金属间保持良好的连接，防止和避免间隙性放电。	验收措施是否落实，电磁环境满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014) 控制限值要求
环境风险	编制突发环境事件应急预案，并配置与之配套的事故预防设施。	检查是否落实措施
环境管理情况	按报告书要求进行管理，设专职人员对项目环境保护工作统一管理。	验收是否落实措施
环境监测	海洋生态、渔业环境施工期环境监测与监理计划落实情况。	验收是否落实措施
其他	环保措施设计，三同时落实情况，	验收是否落实措施

10 评价结论

通过对华润北岸经济开发区忠门A区100MW渔光互补光伏电站项目建设过程中的各类环境问题解析，及可能产生的环境影响进行预测与评价后，根据各专题的评价结果，从该项目的工程分析、环境质量现状、环境影响预测、项目污染防治措施、环保投资等方面给出项目在环境保护方面的可行性结论。

10.1 项目工程概况

本项目利用场区2285.9亩养殖池塘上方空间建设集中式光伏电站，建设规模为100MW的光伏区，同时配套新建1座110kV升压站、10MW/20MWh的储能，工程总工期为12月，项目总投资为52779.51万元。

10.2 工程环境影响评价结论

10.2.1 大气环境影响

(1) 环境保护目标

本项目施工期对大气环境影响主要表现为施工扬尘、施工机械尾气和焊接烟尘。主要保护目标为项目区及周围的大气环境。

(2) 大气环境质量现状

根据莆田市近四年环境空气质量统计数据，莆田市空气质量符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准限值要求。因此，莆田市的环境空气质量良好。

(3) 施工期环境空气影响

施工过程需要运输车辆等，这些设备基本以柴油为燃料，所排放的发动机尾气中主要含有 NO₂、SO₂ 等空气污染物，由于施工机车相对较为分散，加之地面开阔，在车辆及机械设备排气口加装废气过滤器，则废气污染的影响基本上可以接受。

根据施工的类比调查，扬尘量与土壤湿度、粒径、气候条件、施工方法、施工管理和产尘控制措施有关，一般在风速大于3m/s时容易产生起尘，施工扬尘源高度一般来说较低，颗粒度也较大，为瞬时源，污染扩散距离不会很远，一般可控制在施工场所100m范围之内，且危害时间短，主要对施工人员和施工区域一定距离内的敏感目标影响较大。

施工单位在升压站开挖时，对临时堆砌的土方进行合理遮盖，减少大风天气引起的二次扬尘，对施工道路和施工现场定时洒水、喷淋，避免尘土飞扬。施工运输车辆采用密封、遮盖等。综上，项目施工对周边大气环境的影响较小。

10.2.2 声环境影响

(1) 环境保护目标

此次评价的环境保护目标为项目区周边的声环境质量

(2) 声环境质量现状

监测结果表明，光伏区选址声环境噪声昼间值 43~56dB(A)，夜间值 42~49dB(A)；昼间和夜间 LAeq 值均符合声环境质量标准中 2 类功能区标准限值(昼间 LAeq 值≤60dB，夜间 LAeq 值≤50dB)的要求。

陆上升压站选址声环境噪声昼间值 45~46dB(A)，夜间值 41~44dB(A)；昼间和夜间 LAeq 值均符合声环境质量标准中 2 类功能区标准限值(昼间 LAeq 值≤60dB，夜间 LAeq 值≤50dB)的要求。

(2) 施工期声环境影响分析

项目施工区域距周边村庄最近距为 176m，因此，项目在施工过程中噪声对周围环境影响较大，施工单位在施工过程中严格按《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)对施工场界进行噪声控制，施工过程中应做好降噪工作，选用噪声低或者安装消声、隔声的机械设备；加强施工，严禁夜间施工，尽量避免强噪声机械在同一区域内无序施工；车辆在行驶过程中，应缓行和禁鸣喇叭。

(3) 运营期声环境影响分析

根据预测结果可知，升压站主变投运时，主变对厂界环境噪声的贡献值在 35.2~44.8dB(A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准要求。

10.2.3 固体废物环境影响

(1) 施工期固体废物环境影响分析

项目施工期产生的固体废物主要包括施工营地及施工人员生活垃圾。施工人员的生活垃圾产生量按每人每天 1.0kg 计算，总计为 300kg/d。统一收集后定期运往附近垃圾填埋厂处理。项目总弃方量约 9000m³，交由海建（福建）建设集团有限公司进行综合回用。光伏支架焊接安装过程产生少量电焊渣，应在焊接完

成后及时清理，并集中收集到专门的容器中，交由专业的废物处理单位回收或安全处置。隔油-沉淀设施处理废水产生的浮油、浮渣收集后交由有资质单位进行处理。

（2）运营期固体废物环境影响分析

①一般固废

光伏场区中光伏板、电器件、电缆老化需进行更换，主要为废旧光伏板、废旧电缆等，产生量约为 1.0t/a，属于一般工业固体废物。

本项目储能电池为磷酸铁锂电池模块，其使用寿命大约为 10-15 年，一次性更换量约为 52t，根据《废电池污染防治技术政策》“锂离子电池一般不含有毒有害成分，环境危害性较小，废旧锂电池的收集、贮存、处置参照执行一般工业固体废物的相关环境管理与污染防治要求，防治污染环境”，因此本项目储能废旧磷酸铁锂电池为一般工业固体废物。

②危险废物

升压站变压器事故排油经事故贮油池处理后，立即按照事故应急响应机制要求交由有资质的单位进行转移处理，不在站内暂存。运营期变压器事故排油、油渣属于危险废弃物，废物代码 900-220-08、HW08（变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油）。废旧变压器由专业厂家回收处理。

本项目升压站直流系统采用免维护铅酸蓄电池作为系统后备电源，使用寿命约 5 年，共两组，当蓄电池需要更换时，建设单位提前通知年度内废铅蓄电池中标单位进行妥善回收处置，并落实《危险废物转移管理办法》的要求，废铅蓄电池不在站内暂存。

10.2.4 海洋水文动力与冲淤环境影响

（1）敏感目标

工程区海域应作为保护目标，避免工程建设可能引起的海洋水文动力与冲淤环境变化。

（2）水动力与冲淤环境现状

通过两验潮站的潮位数据计算可知，各站位 ZML001 和 ZML001 潮型判别数值均为 0.25，属于正规半日潮。6 个调查站位含沙量最高值为 0.1063kg/m³，最低值为 0.0188kg/m³；平均含沙量最高为 0.0738kg/m³、最低为 0.0336kg/m³；

各站位 3 个层级平均含沙量底层>中层>表层，可见含沙量的垂直分布为从表层到底层递增，符合观测期间的海况特征。

（3）水动力环境与冲淤环境影响评价

本工程冲淤预测结果显示：工程实施后，工程附近海域的水动力也随之变化，海堤南北两侧流速减小，潮流动力减小明显，将产生泥沙淤积，最大淤积厚度约为12cm/a。在海堤中部会发生一定程度的冲刷，冲刷厚度最大约为11cm/a。工程实施一定时期后，海床冲淤将重新达到平衡，故工程建设对冲淤环境变化的影响相对较小。

10.2.5 海域水质环境影响

（1）敏感目标

海域水质保护目标为项目区周围一带海水水质，要求该海域水质不因该项目的建设受到影响。

（2）海水水质环境质量现状

（3）水环境影响预测与评价

①悬浮泥沙入海环境影响分析

本项目采用干法施工，将池塘内海水抽出后进行施工，施工产生的悬浮泥沙不会进入水中，将直接沉淀，本项目施工对海水水质造成影响较小。

②施工期污水排放对海域水环境的影响

项目施工高峰期施工营车辆冲洗废水产生量总计为 11.2m³/d，机修废水产生量为 7m³/d，以上废水收集后利用施工营地隔油-沉淀设施处理后回用于车辆冲洗。施工人员生活污水产生量总计为 28.8m³，主要污染物为 COD、NH₃-N。施工人员将租住于附近村庄中，产生的大部分生活污水利用居民区的化粪池处理，升压站施工营地少量生活污水采用移动式环保厕所，及时委托市政部门抽吸处置，对海域水环境基本无影响。

总体而言，施工生产和生活污水排放量不大，各污染物排放量较小，对项目海域水质影响不大。通过加强施工过程的环境管理，认真实施污染控制措施，避免生产和生活污水直接排入施工海域，则能够将施工期废水排放对海洋水质环境的影响降低到最低程度。

③运营期水环境影响

根据工程分析，运营期光伏板清洗产生的废水量约为 190t/a。清洗过程为间断性清洗，使用喷雾式水枪和清水进行，不添加洗涤剂，主要污染物为 COD、氨氮、总磷和 SS。经自然沉淀后成为底泥，对海水水质影响较小。

③退役期

光伏电站运行达到设计年限后，将对光伏板进行拆除施工，拆除工艺与建设工艺相反过程，拆除完成后局部恢复，采用干滩施工方案总体来说扰动范围较小，对周边海水水质影响较小。

10.2.6 海域沉积物环境影响

(1) 敏感目标

项目区周围海域沉积物环境

(2) 沉积物质量现状

(3) 沉积物环境影响分析

①施工期

项目建设对海域沉积物环境造成的影响主要在桩基施工过程对底质的破坏，以及建筑垃圾和生活垃圾入海造成沉积物环境变化。近岸的滨海沉积物主要是不同粒度的泥、砂、壳体碎屑等构成的碎屑，同质性高，保护价值小，桩基施工结束后将在一段时间后形成新的沉积物环境。项目施工期建筑垃圾包括废弃土石及建筑垃圾等，生活垃圾主要是场区内工作人员产生的厨余和拆除的废包装物。项

目施工产生的垃圾必须堆放至规定的场所，施工中严禁随意丢弃垃圾。施工期安排专职工人集收集并定期及时清运。

②运营期

本项目运营期水污染源主要为光伏板冲洗废水。本项目光伏区的建设并不会造成项目区污染物的增加，光伏板仅是对污染物起到阻隔、聚集效果，并未新增污染物的产生。但本项目光伏板的建设，运营期间定期清洗将导致污染物聚集在同一时段排放，短时间内污染物排放源强增大，全年总量并不会增加。本项目光伏板冲洗为间断性冲洗，可降低单次排放污染物总量，降低冲洗废水对海洋沉积物的影响。主要污染物为主要污染物为 COD、氨氮、总磷和 SS，上述污染物基本不会影响海洋沉积物环境，且随着潮流交换，COD、氨氮、总磷和 SS 浓度逐渐变小。近岸的滨海沉积物主要是不同粒度的泥、砂、壳体碎屑等构成的碎屑，同质性高，保护价值小；在潮流和地形作用下，光伏区产生的 SS 经自然沉淀后成为底泥，将在一段时间后形成新的沉积物环境。

综上所述，本项目运营期对周边海洋沉积物的影响程度较小。

③退役期

光伏电站运行达到设计年限后，将对光伏板进行拆除施工，拆除工艺与建设工艺相反过程，，拆除完成后局部恢复，工程搅动海底沉积物在2天内沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，对海洋沉积物影响较小。

10.2.7 海域生态环境影响

(1) 敏感目标

项目区周围海域海洋生物

(2) 海洋生态环境现状

①叶绿素 *a* 及初级生产力

②浮游植物

⑧海洋生物质量

(3) 施工期海洋生态环境影响预测与分析

项目场区原为养殖池塘，根据调查结果，围垦养殖区主要养殖品种有虾类、贝类等。项目在周边现状围海养殖池塘内进行建设，建成后运营期仍可继续养殖作业，池塘内的生态环境与外侧自然海域不同。

本项目施工时，打桩作业及基础、设备安装均位于现状养殖池塘内，桩基施工由于直接占用破坏了施工范围内底栖生物的栖息地和生存环境，但由于占用面积较小，且养殖池塘受养殖活动干扰，海域自然属性较弱，围垦区养殖池塘内的生态环境与外侧自然海域不同，以养殖的贝类、虾类居多，其他生物量不大。随着施工结束，养殖活动恢复后，养殖池塘内底栖生物及浮游生物将逐渐恢复。

④生态补偿金额

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)中“7.2 生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）的规定”，本项目施工方案和营运方式，确定海洋生物补偿年限：永久性占用造成渔业水域生态系统不可逆的影响，生物资源损害的补偿年限按 20 年计算。根据计算，项目建设造成的底栖生物损失的经济价值为 1.59 万元。

(4) 运营期海洋生态环境影响预测与分析

本项目拟建设海上光伏设施所在位置位于现状围塘内，根据计算项目光伏组件水面覆盖率约为 39%，对浮游植物生长的影响很小，但围垦池塘内水体流动性较差，水体比较肥，细菌、有机碎屑（底部饲料残饵）丰富，项目建设可以预防海域的赤潮，同时在不影响藻类正常生长的前提下维持海洋生物物种的多样性和生态系统的稳定性。

10.2.8 项目建设对周边主要保护目标和开发活动的影响

(1) 对生态红线区的影响

本项目施工区域在现状池塘内，且采用干滩施工工艺，项目距最近生态红线距离为 136m，由于池塘的阻隔，项目施工期间对周边生态红线区无影响。

(2) 对海水养殖的影响分析

由于项目施工期将影响到施工范围内原有的围垦养殖活动，项目桩基的施工可结合当地养殖池塘的养殖品种和养殖季节来制定合适的施工方案，施工期，由于项目区海域将进行打桩、组件安装等施工作业，需将养殖区水排干，导致现有水产养殖活动暂时无法开展，将造成养殖户的经济损失，对于施工期间养殖户的损失，建设单位应制定赔偿方案，签订书面协议，并给予养殖户一定的过渡期。本项目施工时将根据养殖区的实际情况分区块施工，尽可能将工期安排在上一轮的养殖收获季之后，最大限度减少渔民损失。施工结束后，建设单位将对场地予以清理，可恢复正常养殖活动。

运营期需对光伏板定期进行清洗，清洗过程为间断性清洗，使用喷雾式水枪和清水进行，不添加洗涤剂，主要污染物为 COD、氨氮、总磷和 SS。光伏板在冲洗过程中将导致局部海水悬浮泥沙、氨氮等含量增加，对养殖池塘造成一定影响，但随着冲洗结束，影响将逐渐消失，冲洗废水中的悬浮物经自然沉淀后成为底泥，COD、氨氮及总磷随着潮流交换，浓度逐渐变小，直至恢复至原有的水质状况。且光伏区每次冲洗采用分区块间断性冲洗，可有效减小每次冲洗过程中对光伏区海水水质造成的影响。同时光伏板冲洗可结合池塘养殖品种轮换期开展清洗作业，减少对池塘养殖的影响。

(3) 对一般湿地的影响

本项目周边水道内分布一般湿地，最近距离约为 6m，且有池塘田埂阻隔，项目施工不占用一般湿地，集电线路采用桥架敷设的方式跨越一般湿地，项目已取得湿地主管部门意见，见附件 6。桩基及光伏板施工要严格控制施工作业范围，禁止对湿地造成破坏。

10.3 环境风险评价结论

(1) 变压器漏油风险

本项目陆域环境风险事故隐患主要为升压站主变和箱变压器维修或事故时

可能发生的油泄漏，漏油如不安全收集处置会对环境产生影响。升压站及箱变正常运行状态下无油外泄，只有在变压器维修或故障时才会有少量含油废水产生。

升压站站内设事故油池 1 座，布置于集控中心西北侧，事故油池有效容积约 35m^3 ；事故油池贮油量应考虑变压器最大一台含油设备油量的 100%设计，升压站主变含油量约为 30t，变压器油密度为 0.895t/m^3 ，按上述要求，则 33.5m^3 的事故油池即可满足规范要求。本工程已设计容积为 35m^3 的事故油池，其容积符合规范要求，能够满足收集本工程升压站变压器泄露油量的要求。

光伏区箱变下方均设 1 个事故油池，事故油池有效容积约 2m^3 ；事故油池贮油量应考虑变压器最大一台含油设备油量的 100%设计，箱变变压器含油量约为 1.5t，变压器油密度为 0.895t/m^3 ，按上述要求，则 1.67m^3 的事故油池即可满足规范要求。本工程已设计容积为 2m^3 的事故油池，其容积符合规范要求，能够满足收集本工程箱变变压器泄露油量的要求。

根据《国家危险废物名录(2021 年版)》，变压器冷却油为矿物油，因此产生的废弃沉积物、油泥属危险废物。为避免可能发生的变压器因事故漏油或泄油而产生的废弃物污染环境，进入事故油池中的废变压器油、废弃沉积物、油泥等危险废物不得随意处置，须交由有资质的单位处置、利用。在严格遵循例行维修和事故状态检修废油处理处置操作规程的前提下，升压站变压器漏油风险处于可控状态，产生的风险影响较小。

(2) 储能电池爆炸风险

正常使用时磷酸铁锂电池的安全性较高，在一些极端情况下还是会发危险的，这跟各公司的材料选择、配比、工艺过程以及后期的使用是有很大关系的。如遇到水份含量过高、内部短路、外部短路、上部胶、过充等情况，会发生燃烧以及电解液的泄漏事故。电解液有挥发性气味，对人体危害最大的是其中的锂盐，六氟磷酸锂，这种锂盐人身体上皮肤表面有手掌大小的皮肤被腐蚀，就可以致命。燃烧可能产生有毒有害气体。

(3) 免维护铅酸电池破裂泄漏风险

本项目升压站采用免维护铅酸蓄电池作为系统后备电源，使用寿命约 5 年，共两组，经过一定的充放电循环后，电池容量会逐渐下降，电池在老化状态下工作，可能会导致电池过热、破裂泄露等问题，电解液泄露易对水环境造成影响。

本项目运营期定期对升压站铅酸电池进行检查，发现破损及时进行更换。同时在铅酸电池下方设置托盘或漏液收集装置，可有效防止铅酸电池破损状态下漏液污染环境。

(4) 台风、风暴潮风险分析

本项目位于福建省莆田市秀屿区忠门镇，属于平海湾海域，该海域为台风频繁区域，受台风、风暴潮影响。台风带来的强风、暴雨和海浪可能对光伏设施造成破坏。风暴潮可能引发海水倒灌和海浪冲击，对沿海设施造成严重破坏。项目所在区域存在一定的风暴潮风险。

10.4 污染防治措施

根据项目施工期可能产生的环境影响，其主要环保措施和风险防范措施见表 10.4-1。

表 10.4-1 环保措施一览表

时段	环保措施
施工期	<p>①光伏区施工采用干滩施工的施工工艺，减少悬浮物的产生。</p> <p>②项目施工高峰期施工营车辆冲洗废水产生量总计为 $11.2\text{m}^3/\text{d}$，机修废水产生量为 $7\text{m}^3/\text{d}$，以上废水收集后利用施工营地隔油-沉淀设施处理后回用于车辆冲洗。</p> <p>③物料集中堆放并用土工布挡护，避免雨季受雨水冲刷排入周边水域。</p> <p>④各施工区应设置洗车平台，完善排水设施，防止泥土粘带。施工期间，应在物料、渣土运输车辆的出口内侧设置洗车平台，车辆驶离工地前，应在洗车平台清洗轮胎及车身，不得带泥上路。工地出口处铺装道路上可见粘带泥土的范围不得超过 10m，并应及时清扫冲洗。</p> <p>⑤进出工地的物料、渣土、垃圾运输车辆，应按照批准的路线和时间进行物料、渣土、垃圾的运输，应尽可能采用密闭车斗，并保证物料不遗撒外漏，尽可能减少运输扬尘对运输路线居民的影响。各施工区应设置洗车平台，完善排水设施，保证物料、渣土运输车辆不带泥上路。</p> <p>⑥改进高噪声设备，尽量选用低噪声的施工机械。</p> <p>⑦各施工现场进行合理规划，合理布置施工机械设备，尽量将噪声大的设备布置在对周围环境影响较小的位置，增大光伏区施工机械与周围敏感区域的距离，严格按照《建筑施工场界噪声限值》（GB12523-2011）中的有关规定执行。</p> <p>⑧陆域施工场地生活垃圾应加强管理，分片、分类设置垃圾收集箱，并委托环卫部门定期清运。施工中产生的固体废弃物应由施工单位负责及时清理处置。施工结束时，需做好施工现场的清理和固体废弃物的处理处置工作，不得在地面有明显的固体废弃物残留。</p> <p>⑨车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得沿途漏撒；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶。</p> <p>⑩隔油-沉淀设施处理废水产生的浮油、浮渣收集后交由有资质单位进行处理。</p> <p>⑪光伏支架焊接安装过程产生少量电焊渣，应在焊接完成后及时清理，并集中收集到专门的容器中，交由专业的废物处理单位回收或安全处置。</p> <p>⑫电缆沟开挖时，尽量减小开挖范围，避免不必要的开挖和过多的原状土破坏，以利于水土保持。</p> <p>⑬优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间，</p>

	减少光伏区施工影响时间。
运营期	<p>①升压站在主变压器设备选型时，提出噪声源强要求。</p> <p>②加强变压器的维护、保养，确保设备的完好性，针对长时间运行导致的设备内外紧固件出现松动的问题，要安排定期检查。</p> <p>③光伏板冲洗可结合池塘养殖品种轮换期开展清洗作业，减少对池塘养殖的影响。</p> <p>④光伏场区中光伏板、电器件、电缆老化需进行更换，主要为废旧光伏板、废旧电缆等，产生量约为 1.0t/a，委托生产商回收。</p> <p>⑤本项目储能电池为磷酸铁锂电池模块，采用模块化更换，由电池供货商直接更换回收处置。建设单位应建立工业固体废物管理台账，如实记录产生工业固体废物的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息，实现工业固体废物可追溯、可查询。</p> <p>⑥升压站正常运行状态下无油外泄，只有在变压器维修或故障时才会有少量事故排油。事故排油经事故贮油池处理后，立即按照事故应急响应机制要求交由有资质的单位进行转移处理，不在站内暂存。运营期变压器事故排油、油渣属于危险废物，废物代码 900-220-08、HW08（变压器维护、更换和拆解过程中产生的废变压器油）。</p> <p>⑦本项目采用免维护铅酸蓄电池作为系统后备电源，使用寿命约 5 年，共两组，当蓄电池需要更换时，建设单位提前通知年度内废铅蓄电池中标单位进行妥善回收处置，并落实《危险废物转移管理办法》的要求，废铅蓄电池不在站内暂存。</p> <p>⑧升压站内金属构件，如吊夹、保护环、保护角、垫片、接头、螺栓、闸刀片等均做到表面光滑，尽量避免毛刺的出现。</p> <p>⑨保证升压站内高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均连接紧密，对大功率电磁振荡的设备采取必要的屏蔽，将机箱孔、口和连接处密封。</p> <p>⑩建议光伏区箱变冷却油采用植物油，降低事故状态变压器油泄露对周边养殖的影响。</p>
风险防范措施	<p>①台风、暴潮期间加强与气象、水利等部门的联系，做好预报预警工作。</p> <p>②把控好施工质量检查监督及竣工关，严格按照国家规定的标准验收建筑物的避雷设施。对共用天线、架空电缆等应加装专用避雷器，并在每年雷雨季节到来之前，对这些避雷装置进行一次安全性能检测维修。</p> <p>③定期对升压站铅酸电池进行检查，发现破损及时进行更换。</p> <p>④铅酸电池下方设置托盘或漏液收集装置，防止铅酸电池破损状态下漏液污染环境。</p> <p>⑤建设单位及施工单位应根据国家、福建省《突发环境事件应急预案》、《环境污染事故应急预案编制技术指南》的有关规定，制定《本项目突发环境事件应急预案》，并上报当地政府有关部门审批备案。</p>

10.5 环保投资

为有效保护项目所在区域的海洋环境，建设项目需用于污染防治和环境保护方面的投资约 226.59 万元，占工程总投资的 0.4%。主要包括废气废水治理、水环境跟踪检测等。

本项目的生态补偿总费用为 1.59 万元，一次补偿。增殖放流时间应选择在 5-6 月。放流品种应满足适宜当地海域生长、不造成生态危害、具有较高的经济价值等条件，实施前应向海洋主管部门报备，并在海洋主管部门现场监督下实施。

10.6 公众参与结论

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》要求，以网络平台、报纸刊登、现场张贴公告等方式为主，进行了本项目的公众参与调查。

项目于 2024 年 08 月 01 日在福建环保网 (<http://www.fjhb.org/>) 对本项目建设信息进行第一次公示，公示期间，未收到任何单位或个人的电话、传真、信件或邮件；于 2025 年 04 月 08 在福建环保网 (<http://www.fjhb.org/>) 发布了本项目环境影响评价征求意见稿公示，同时对项目周边村庄进行张贴，公示期间，未收到任何单位或个人的电话、传真、信件或邮件；于 2025 年 05 月 26 日在福建环保网 (<https://www.fjhb.org/>) 发布环境影响评价报告全本及公众参与说明公示，公示期间，未收到任何单位或个人的电话、传真、信件或邮件。

10.7 评价结论

本项目建设符合国家产业政策，符合《福建省国土空间规划(2021-2035 年)》、《莆田市国土空间总体规划（2021-2035 年）》、《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》、生态环境分区管控要求。建成后能满足环境功能要求。项目只要认真落实本报告书提出的各项环境保护措施，可以将环境影响降低到可接受的程度，从生态环境角度上来看，项目产生的环境影响是可以接受的，项目建设是可行的。