



**中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目
海域使用论证报告书**

(公示稿)

福建省港航勘察科技有限公司

统一社会信用代码：91350103MA32HJ7F67

2025 年 3 月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	3501812024000024		
论证报告所属项目名称	中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	福建省港航勘察科技有限公司		
统一社会信用代码	91350103MA32HJ7F67		
法定代表人	李鹏勋		
联系人	张卓		
联系人手机	15859448769		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
黄建明	BH001642	论证项目负责人	黄建明
缪晓宁	BH001643	1. 概述 2. 项目用海基本情况 5. 海域开发利用协调分析	缪晓宁
丁德荣	BH001641	3. 项目所在海域概况 4. 资源生态影响分析 9. 结论	丁德荣
张卓	BH001604	6. 国土空间规划符合性分析 7. 项目用海合理性分析 8. 生态用海对策措施	张卓
本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。 承诺主体(公章): 年 月 日 			

6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	47
6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析	47
6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析	47
6.4 项目用海与相关规划的符合性分析	48
7 项目用海合理性分析	50
7.1 用海选址合理性分析	50
7.2 用海平面布置合理性分析	52
7.3 用海方式合理性分析	55
7.4 占用岸线合理性分析	60
7.5 用海面积合理性分析	60
7.5 用海期限合理性分析	68
8 生态用海对策措施	69
8.1 生态用海对策	69
8.2 生态保护修复措施	71
9 结论与建议	73
9.1 结论	73
9.2 建议	75

项目基本情况表

项目名称	中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目			
项目地址	福建省 福州市 福清市			
项目性质	公益性 (/)		经营性 (√)	
用海面积	278.0460 公顷		投资金额	静态投资：156884.42 万元 动态投资：159010.82 万元
用海期限	25 年		预计就业人数	/
占用岸线	总长度	27.5m	邻近土地平均价格	/
	自然岸线	0m	预计拉动区域 经济产值	/
	人工岸线	27.5m	填海成本	/
	其他岸线	0m		
海域使用类型	“工矿通信用海”之 “可再生能源用海”		新增岸线	0m
用海方式		面积	具体用途	
透水构筑物		278.0460 hm ²	光伏场区、电缆桥架	

摘要

本项目位于福建省福清市三山镇福清核电站南侧海域，用海申请单位为福清汇能能源有限公司，总装机容量为 300.5856MWp，建设内容包括太阳能光伏发电系统与升压站升压系统，共装设 423360 块 710Wp 光伏组件，总装机容量为 300.5856MWp，共配置 784 台 320kWp 组串式逆变器，56 个 4.5MW 级的 1500V 光伏发电单元。

本项目海域使用类型为“工矿通信用海”之“可再生能源用海”，拟通过立体分层设权方式使用海域，申请用海总面积 278.0460 公顷，用海方式为透水构筑物，申请用海期限建议为 25 年。项目用海共占用新修测海岸线 27.5m，为人工岸线，不形成新的海岸线。

本项目属于国家产业政策鼓励类项目，符合能源产业发展方向，符合国家能源规划政策和环境保护的需要，具有节能减排效果，对光伏发电技术的推广应用具有促进作用，可开拓当地经济增长领域。项目用海是由项目性质决定的。本项目是海上光伏发电项目，海上光伏发电是一种新的能源利用方式和资源开发模式，是将“光伏电站”从陆地搬到了海上，在海洋上利用光伏技术建立起发电站，具有发电量大、土地占用少、易与其它产业相结合等特点。因此，本项目需选址于太阳能资源丰富的海域，且场地开阔无遮挡，其建设有利于福建省突破土地约束，拓展新能源发展空间，对优化调整省内能源结构、推进海洋强省建设以及助力经济社会绿色低碳高质量发展具有重要意义。因此，项目建设必须通过使用海域来实现。项目建设是必需的，项目用海是必要的。

项目用海符合国土空间规划和《福建省“十四五”能源发展专项规划》，与区域港口规划、《福建省海岛保护规划（2011-2020 年）》《福清兴化湾水鸟省级自然保护区》没有矛盾，在取得县级以上人民政府授权的湿地管理部门意见的前提下，满足湿地保护相关法律法规的管理要求。

项目用海利益相关者主要为福清市三山镇海水养殖户、江阴镇小麦村委会、三山镇前薛村委会、沙埔镇牛峰村委会、福建福清核电有限公司，需协调部门为港口主管部门和海事部门。项目已取得利益相关者的同意意见，利益关系具备协调途径。

工程实施后项目区所处及周边海域的潮流流向整体改变不大，受桩基群影响，落潮过程光伏区南侧海域流速减小范围较大，向东南侧延伸形成“舌状”分布，最大减幅约 0.13m/s，流速最大增幅位于光伏区中部即温排区排水口附近，最大增幅为 0.06m/s。工程实施后冲淤变化的区域主要集中于光伏区，年淤积厚度在最大为 0.14m；

另外，光伏区西南角及东侧局部海域将导致冲刷，最大年冲刷强度位于光伏区东侧局部海域，达 0.07m/a 。因此，项目建设对水动力和冲淤环境的影响的主要集中于光伏区，对周边海域影响较小。

工程施工产生浓度超过 10mg/l 的悬沙形成包络带的包络面积约 29.28km^2 ，悬浮泥沙入海对海洋水质和生态将产生一定影响，但影响只是暂时的，随着施工结束而消失。项目建成共占成海洋生物损失货币化估算约 161.474 万元，拟通过增殖放流的措施进行生态修复。

本项目选址基本具有唯一性，选址符合区域社会经济条件，与区域自然资源、环境条件相适宜；与区域生态系统是相适应的，对周边的其他海洋开发活动影响有限，可以协调。项目选址是合理的。

本项目作为海上光伏发电项目，光伏阵列的数量依据选取的太阳能板的平面布置，光伏设备的运行方式、安装倾角、光伏阵列间距均依据相关规范进行设计，满足 250MW 光伏发电的需求。项目总平面布置按照规则统一的子方阵布置形式，整体美观，符合集约、节约用海的原则，能较大程度减少了对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于生态和环境保护，与周边其他用海活动相适应。项目平面布置方案是合理的。

本项目用海方式为透水构筑物。涉海工程的桩基础满足结构稳定性要求，透水构筑物的用海方式壅水小，水流平顺，对周边海域水动力和冲淤环境影响较小，基本不改变海域自然属性，对占用海域范围内的生态系统影响较小，有利于减小对海洋生态环境的影响。因此，项目用海方式合理。

项目申请用海面积可以满足项目用海需求，用海面积量算合理，符合《海籍调查规范》及相关行业的设计标准和规范；申请用海期限合理，总体可以满足项目建设与运营需求。因此，项目申请用海面积和用海期限合理。

本项目用海对资源、生态、环境的影响和损耗相对较小；项目选址与自然环境、社会条件相适宜；项目用海与利益相关者可以协调，项目用海符合国土空间规划，和相关开发利用规划没有矛盾；其工程平面布置、用海方式、用海面积界定和申请用海期限基本合理。因此，从海域使用角度分析，项目建设是必要的，项目用海是可行的。

1 概述

1.1 论证工作来由

如期实现“碳达峰”、“碳中和”，是以习近平同志为核心的党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，是我国生态文明建设和高质量发展的必然选择，体现了我国对构建人类命运共同体的责任担当。目前，我国仍处于工业化和城镇化快速发展阶段，具有高碳的能源结构和产业结构，发展惯性大、路径依赖强，要用不到 10 年时间实现碳达峰，再用 30 年左右时间实现碳中和，减排任务十分艰巨。在当前能源消耗随着国民经济稳步较快发展无法短期内大幅下降的情况下，解决碳排放问题关键要减少能源碳排放，摆脱化石能源依赖。积极发展新能源产业，提高清洁低碳能源比例，是生态文明建设和践行“两山”理论的重要方面，也是实现“碳达峰”、“碳中和”目标的主要途径。

2016 年 3 月，国家能源局正式出台了《关于建立可再生能源开发利用目标引导制度的指导意见》，意见明确指出为促进可再生能源开发利用，需保障实现 2030 年非化石能源占一次能源消费比重达到 20% 的能源发展战略目标。太阳能是优质的可再生能源，它不仅完成了空间应用上的能源替代（替代了各种化学电源和其他电源），也在地面上获得了愈来愈为广泛地应用，已成为全球着力开发、推动的重点可再生能源之一。

福建省发改委于 2023 年 11 月印发了《福建省 2023 年度光伏电站开发建设方案》的通知，中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目正式列入项目清单，具备核准条件。项目总装机容量 25 万千瓦，由福清核电和中核汇能共同开发建设。海上光伏发电是一种新的能源利用方式和资源开发模式，是将“光伏电站”从陆地搬到了海上，在海洋上利用光伏技术建立起发电站，具有发电量大、土地占用少、易与其它产业相结合等特点。项目建设有利于福建省突破土地约束，拓展新能源发展空间，对优化调整省内能源结构、推进海洋强省建设以及助力经济社会绿色低碳高质量发展具有重要意义。目前，本项目已完成了工程测量、勘察和项目建议书编制等前期的基础性工作。

中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目建设的光伏场区位于福清核电温排水确权用海范围内，用海面积 278.0460 公顷。2023 年 6 月，自然资源部办公厅发布了关于征求《自然资源部办公厅关于推进海域立体设权工作的通知（征求意见稿）》意见的函（自然资办函〔2023〕1002 号）：“在不影响国防安全、海上交通安

全、工程安全及防灾减灾等前提下，鼓励对**海上光伏**、海上风电、跨海桥梁、养殖、**温(冷)排水**、浴场、游乐场、海底电缆管道、海底隧道、海底场馆等用海进行立体设权。”根据该通知，本项目具备用海审批条件。

中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目建设需要使用海域，根据《中华人民共和国海域使用管理法》、《海域使用论证管理规定》等有关法律法规的规定，福清汇能能源有限公司于 2024 年 4 月委托福建省港航勘察科技有限公司对本项目用海进行海域使用论证工作，编制《中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目海域使用论证报告书》。我司依据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）的要求以及相关法律、法规、标准和规范，通过科学的调查、调研、计算、分析和预测，对项目用海开展海域使用论证工作。

1.2 论证依据

略

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

本项目海域使用类型为“工矿通信用海”之“可再生能源用海”，申请用海总面积为 278.0460 公顷，用海方式为透水构筑物。根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）中的“海域使用论证等级判据”，综合判定本项目的论证等级为一级（表 1.3-1）。

表 1.3-1 本项目论证等级判定依据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级	本项目用规模	本项目论证等级
构筑物用海	透水构筑物用海	构筑物总长度≥2000 m，用海面积≥30 公顷	所有海域	一	构筑物总长 4658m，用海面积 278.0460 公顷	一

注：同一项目用海按不同用海方式、用海规模所判定的等级不一致时，采用“就高不就低”原则，故确定本项目海域使用论证工作等级为一级。

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），本项目的海域使用论证等级为一级，论证范围为项目用海边缘线外扩 15 km 范围内的海域，并且应覆盖项目用海可能影响到的全部海域；结合本项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利

用现状，确定本项目论证范围面积约为 602km²。

1.4 论证重点

参考《海域使用论证技术导则》附录 C，根据项目用海具体情况和所在海域特征，确定本项目论证重点为：（1）用海必要性分析；（2）选址合理性分析；（3）用海方式和平面布置合理性分析；（4）资源环境影响分析；（5）生态用海对策措施。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

2.1.1 用海项目名称、性质、项目业主

项目名称：中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目

项目性质：新建

项目业主：福清汇能能源有限公司

2.1.2 项目区地理位置

本项目位于福建省福清市三山镇福清核电站南侧海域。地理位置如图 2.1-1 所示。



图 2.1-1 项目区地理位置图

2.1.3 建设内容和规模

根据福建永福电力设计股份有限公司 2024 年 11 月编制的《中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目项目建议书》，本项目总装机容量为 300.5856MWp，

建设内容包括太阳能光伏发电系统与升压站升压系统，共装设 423360 块 710Wp 光伏组件，共配置 784 台 320kWp 组串式逆变器，56 个 4.5MW 级的 1500V 光伏发电单元。本项目采用“分块发电、集中并网”方案，每个单元配置 1 台 4500kVA 的 35kV 双绕组油浸式箱式变压器，其低压侧连接 14 台 320kW 型的组串式逆变器，每台逆变器接入 19~20 个光伏组串，每个光伏组串由 28 块 710Wp 的单晶光伏组件串联而成。另外，本项目于陆域新建 1 座 220kV 升压站，光伏电站所发的电能经过 220kV 升压站升压到 220kV 后通过两回线路送出。

本项目静态投资约 156884.42 万元，动态投资约 159010.82 万元，建设工期为 12 个月。

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总平面布置

(1) 水域布置

本项目拟利用海域面积为 278.0460 公顷，采用 710Wp 单晶双面光伏组件，每 28 块组件一串，固定式支架部分组件安装按照竖向两排布置。相邻组件考虑 20mm 过风间隙，固定式支架部分组件前后排间距 7.2m，方位角 0°，倾角 14°。本方案共装设 423360 块 710Wp 光伏组件，按照 260/266/276 串组件和一台 4.5MVA 箱变组成一个单元，共计 56 个单元，总装机容量为 300.5856MWp。

光伏场区内预留 15m 宽检修通道，检修通道与光伏子阵之间的纵横干道连通，环形通道留至各个箱变区域，形成一个场内通道系统，满足日常巡查和检修的要求。

集电线路电缆出光伏区采用电缆桥架沿温排口外围敷设至岸边，电缆上岸后采用穿管敷设至新建升压站电缆隧道内。

(2) 陆域布置

新建 1 座 220kV 升压站，升压站初步布置于临近光伏场区附近的陆域，站内分为行政管理区和配电区，行政管理区布置有候班楼、综合泵房、二次设备楼等，配电区布置有配电楼、主变、GIS、SVG、事故油池、储能设备等。

2.2.2 主要结构尺度

光伏发电场土建工程主要包括支架安装、支架基础及电气设备基础。

2.2.2.1 安全标准

光伏支架结构安全等级为三级，根据《光伏支架结构设计规程》光伏支架结构重要性系数可取 0.95，光伏支架结构设计使用年限 25 年；主要建筑物结构安全等级均为二级，结构设计使用年限为 50 年，升压站内各建筑物抗震设防类别均为丙类。

场址区基本地震动峰值加速度为 0.10g，相应地震烈度 7 度，相应动反应谱特征周期为 0.45s，地震分组属第二组。

防洪标准：根据 GB50797-2012《光伏电站设计规范》规定，光伏电站防洪标准按 50 年一遇考虑。

2.2.2.2 支架结构方案

本工程推荐按照水深条件的不同分区域 1 和区域 2 两块场地，区域 1：-5m 等深线以内，采用 PHC 桩+钢桁架方案；区域 2：-5m 等深线以外，采用钢管桩+大模块方案。结构方案分区针对不同水深采用不同的光伏支架结构形式有利于进一步降低工程造价。同时两种方案均采用水平桁架体系可以统一场区标高，达到场区布置方案的一致性。

①钢管桩+大模块方案

光伏组件采用 710Wp 单晶双面光伏组件光伏组件尺寸 2384mm×1303mm×33mm；每 28 块组件一串，组件安装按照竖向两排布置，均采用倾角 14°固定安装在 1 个钢桁架平台上。光伏阵列间东西间距 2m，南北间距 7.2m。

本项目 50 年一遇极端高潮位 5.13m，极端高潮位的最大波高 5.90m，因此，本项目电气设备的底高程为 9.5m。考虑前立柱、檩条高度与光伏板斜度影响，取桁架顶高程为 9.5m，桁架高度为 2.3m，则桩顶高程为 7.3m。

本工程光伏阵列为尺寸 38m×28.8m 的大模块钢桁架平台，一个光伏阵列内有 4 排光伏组件，每排为 2×28 块光伏组件。一排光伏阵列结构单元内有 8 榀支架与纵桁架，支架由檩条、横梁与前后立柱组成，纵桁架由上下弦杆与腹杆组成，每榀间距为 4 至 5m。

40m×28.8m 光伏阵列一个结构单元内有 4 个钢管桩基础。基础南北间距为 14.4m，东西间距为 20m。在支架上，按照光伏组件的安装宽度布置檩条，檩条用于连接光伏

组件，承受光伏组件的重量。组件每条长边上有二个点与檩条连接，一块光伏组件共有 4 个点与檩条连接固定。

②PHC 桩+钢桁架方案

光伏组件采用采用 710Wp 单晶双面光伏组件，光伏组件尺寸 2384mm×1303mm×33mm；每 28 块组件一串，组件安装按照竖向两排布置，均采用倾角 14°固定安装在 1 个钢桁架平台上。光伏阵列间东西间距 2m，南北间距 7.2m。

本项目 50 年一遇极端高潮位 5.13m，极端高潮位的最大波高 5.90m，因此，本项目电气设备的底高程为 9.5m。考虑前立柱、檩条高度与光伏板斜度影响，取桁架顶高程为 9.5m，桁架高度为 2.3m，则桩顶高程为 7.3m。

本工程光伏阵列为尺寸 38m×79.2m 的钢桁架平台，一个光伏阵列内有 11 排光伏组件，每排为 2×28 块光伏组件。支架由檩条、横梁与前后立柱组成，纵桁架由上下弦杆与腹杆组成。

38m×79.2m 光伏阵列一个结构单元内有 24 个 PHC 桩基础。基础南北间距为 21.6m，东西间距为 4-5m。在支架上，按照光伏组件的安装宽度布置檩条，檩条用于连接光伏组件，承受光伏组件的重量。组件每条长边上有二个点与檩条连接，一块光伏组件共有 4 个点与檩条连接固定。

2.2.2.3 支架基础

(1) 钢管桩+大模块方案

现阶段根据不同泥面高程，光伏支架基础经结构及经济比较，钢管桩+大模块方案择优拟采用以下几种基础方案：

①对于泥面高程为-7m~-5m 的场区外围区域，采用上部直径 500mm，下部直径 700mm，壁厚 5~9mm 的钢管桩基础，钢管桩入土深度为 12~18m，桩顶高程 7.3m，钢管桩长 26~32m，桩端持力层深度不小于两倍桩径。

②对于泥面高程为-7m~-5m 的场区内围区域，采用上部直径 500mm，下部直径 700mm，壁厚 5~8mm 的钢管桩基础，钢管桩入土深度为 11~16m，桩顶高程 7.3m，钢管桩长 25~30m，桩端持力层深度不小于两倍桩径。

③对于泥面高程为-9m~-7m 的场区外围区域，采用上部直径 600mm，下部直径 800mm，壁厚 6~9mm 的钢管桩基础，钢管桩入土深度为 13~20m，桩顶高程 7.3m，钢管桩长 29~36m，桩端持力层深度不小于两倍桩径。

④对于泥面高程为-9m~-7m 的场区内围区域，采用上部直径 500mm，下部直径

700mm，壁厚 5~10mm 的钢管桩基础，钢管桩入土深度为 13~19m，桩顶高程 7.3m，钢管桩长 29~35m，桩端持力层深度不小于两倍桩径。

⑤对于泥面高程为-9m 以下的场区外围区域，采用上部直径 600mm，下部直径 800mm，壁厚 6~9mm 的钢管桩基础，钢管桩入土深度为 14~22m，桩顶高程 7.3m，钢管桩长 32~40m，桩端持力层深度不小于两倍桩径。

⑥对于泥面高程为-9m 以下的场区内围区域，采用上部直径 600mm，下部直径 800mm，壁厚 5~8mm 的钢管桩基础，钢管桩入土深度为 13~21m，桩顶高程 7.3m，钢管桩长 31~39m，桩端持力层深度不小于两倍桩径。

(2) PHC 桩+钢桁架方案

由于桩基的造价对工程造价影响非常大，因此在合理范围内尽可能的减少桩数对整体工程优化具有正向意义。考虑到实际施工时，主桁架吊装完成后进行支撑吊装时操作空间有限，东西向如果桩基间距过大，将会导致吊装跨距太大，难以实施；同时在组件安装过程中，需要在桁架间设置组件安装的操作平台，由于平台设置于桁架结构底部，主桁架之间的间距过大将会导致平台荷载过大，无法悬挂。因此综合考虑以上多方面的因素，本阶段对于一个标准的 99.6m×97.2m 光伏阵列内的基础规划如下：一个结构单元内有 65 个 PHC 桩基础。基础南北间距为 21.6m，东西间距为 8m。在支架上，按照光伏组件的安装宽度布置檩条，檩条用于连接光伏组件，承受光伏组件的重量。组件每条长边上有二个点与檩条连接，一块光伏组件共有 4 个点与檩条连接固定。

2.2.2.4 箱变平台

本项目箱变共 56 个，位于光伏阵列边缘。箱变基础平台采用钢结构，基础采用 Q355B 钢管桩（D=400mm，壁厚 4~8mm）基础。上部采用钢结构平台，钢结构构件在浪溅区和水位变动区采用无机富锌底漆（75μm）、环氧云铁防锈漆中间层（400μm）以及聚硅氧烷面漆（100μm）进行防腐蚀保护。

2.2.2.5 栈桥基础设计

本项目海上光伏项目设有栈桥，栈桥为单侧槽盒栈桥。单侧槽盒栈桥包括 0.50m 宽的行人通道，最大 0.8m 宽的电缆槽盒，整体栈桥宽度为 2.28m。基础采用 Φ 400 钢管桩基础，间隔为 8m；栈桥钢结构构件采用热浸镀锌防腐处理。

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 施工方法及工艺

本工程海上施工内容为光伏阵列基础及支架、箱变基础及平台、逆变器基础、电缆桥架及电缆敷设等。主要海上施工器械见表 2.3-1。

表 2.3-1 主要施工机械设备

分部工程	序号	机械设备名称	型号规格	单位	数量	备注
海上光伏施工	1	两栖挖掘机	1.5m ³	台	1	登陆点附近电缆沟开挖及基础施工辅助
	2	两栖打桩机	35m桩架, 满足两栖作业	艘	2	光伏支架基础打桩, 电缆桥架打桩
	3	打桩船	50m桩架	艘	2	钢管桩打桩
	4	运输驳船	1000t 自航驳	艘	2	运输光伏支架、钢管桩、组件及箱变运输
	5	拖轮	2000HP	艘	1	为起重船等无动力船舶服务
	6	起重船	50t			箱变、光伏支架等部件吊装
	7	锚艇	1000HP			配合起重船、打桩船无动力船舶使用
	8	平板驳	100t			安装光伏组件
	9	曲臂式升降机	作业高度13.5m			安装光伏组件
	10	柴油发电机	30kW	艘	3	施工配合
电缆桥架施工	11	运输船	配置小吊机	艘	1	电缆敷设
	12	卷扬机	3t	台	2	登陆段电缆敷设
	13	两栖铺缆机		台	2	登陆段电缆敷设
	14	蛙式打夯机	2.8kW	台	4	登陆段电缆敷设
	15	振动平碾	12~15t	台	2	海上交通运输
	16	交通船	吃水小于1.8m的双体船	艘	2	电缆敷设

施工工艺: 施工前期准备→钢结构施工→基础施工→光伏组件安装→模块吊装→箱变吊装→电缆敷设→调试、发电投产→工程竣工

2.3.1.1 基础施工

本工程拟选用 PHC 桩+钢管桩作为光伏组件支架基础型式。其中区域一采用 PHC+钢桁架方案, 每个光伏单元包含 65 根桩, 基础南北间距为 21.6m, 东西间距为 8m, 管桩直径 800mm, 桩长 26m~28m。区域二采用钢管桩+大模块方案, 每个大模块单元包含 4 根钢管桩基础, 其中东西向桩间距为 20m, 单个光伏阵列东西向共 2 排

桩,管桩为 500~800 变径钢管桩, 桩长 26m~40m;

针对作业水深及桩基间距,拟采用两种打桩工艺,区域一桩基间距较小,水深较浅,可采用起重船吊打工艺。区域二桩基间距较大,水深较深,可采用专业打桩船进行打桩,两种工艺同时施工,以加快打桩进度。

光伏场区阵列内部电缆通过桥架布线,阵列之间电缆通过钢栈桥汇集,汇集后采用 2 回 220kV 电缆出线。场区桥架及钢栈桥基础施工与光伏支架桩基础施工方式一致,采用两栖打桩机与打桩船进行沉桩施工。采用起重船吊装及安装桥架上部结构。

2.3.1.2 电缆敷设

(1) 光伏组件区内、场区至登陆段集电线路电缆敷设

光伏区内均采用电缆桥架进行敷设。场区至登陆段集电线路采用电缆桥架进行敷设。

①电缆桥架敷设

桥架电缆利用预先设置在桥架始端处的卷扬机牵引电缆,桥架上的电缆滑轮 2~3m 设置一个,电缆通过滑轮进行铺设,电缆架设在桥架既定区域后,完成桥架电缆铺设。

②光伏单元之间电缆敷设

人工进行光伏单元之间电缆敷设。工人利用由浮箱与脚手架组成的浮动作业平台,完成光伏单元间电缆敷设。

(2) 登陆段电缆敷设

电缆登陆后由电缆转换分支箱转换后通过直埋方式接入升压站。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。压实采用蛙式打夯机或小型振动碾夯实。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。

2.3.2 拆除施工

(1) 承诺

电站运营方应承诺在运营期或延长期满后一年的时间内,拆除光伏电站的相关设施,并尽可能地恢复建设光伏电站前的地形地貌。

电站运营方在运营期或延长期结束后，全部光伏发电组件、箱式变电站及其他构筑物等（包括光伏电站的配件、库房、电缆等原材料和运营期间全部改扩建设施）将无偿拆除并运出光伏电站，并在规定时间内使光伏发电组件和箱式变电站基础处的地面基本恢复原貌。

与拆除有关的全部费用均由电站运营方承担，并承担拆除结束前光伏电站的全部或部分损失或损坏的风险。

（2）拆除方案

在运营期满后，电站运营方将积极与地方政府协商，争取延长特许期，使项目投资发挥最大的社会、经济效益。全部电站运营期满后，运营方不迟于运营期或延长期结束六个月前，向地方政府汇报、商定详细的拆除方案及拆除程序。初步可采用以下两种拆除方案：

①部分拆除方案

除提供给地方政府或自治区电力公司无偿使用的设施外，其他设施由项目公司组织拆除，在规定的时间内按要求尽量恢复原地貌。

②全部拆除方案

在确定光伏电站无利用价值后，除可利用的设施外，其余采用破坏性拆除，拆除物经过清理后运输到指定的废弃物场地。拆除的全过程严格执行各项安全规程、规定和国家及地方各级环保部门的相关规定。

（3）拆除流程

①光伏组件的拆除

拆除光伏组件之间的电气连接，注意拆除前要进行放电→拆除电池组件→拆除安装钳→拆除组件支撑架→拆除组件电气设备→拆除组件支撑架→清理平整场地。

光伏支架拆除：光伏支架设计年限为 25 年，达到年限后，采用整体模块化拆除，先拆除上部桁架与桩顶的连接节点，集中船运到陆地，最后拔除光伏阵列桩基。

基础拆除：采用水下切割拆除基桩，切割下的钢管桩、PHC 桩通过驳船运回岸上进行回收处理。基础拆除时，注意海洋环境的保护，防止由于拆除工作对环境受污染损害，保护生态平衡。

②直埋电力电缆的拆除

断开电力电缆与电站地面控制柜、箱式变、接地的联接→采用人工或机械将电缆挖出→做电缆沟地面处理。

(4) 拆除费用

经初步分析，光伏电站设备的残值基本可以抵偿拆除费用。经与地方政府商定工程拆除详尽程序后，项目公司将采用招标方式，选择合适的承包商，制定详细的拆除方案，履行项目的拆除。

2.3.2 施工进度

本工程全容量并网总工期约 12 个月，施工进度见表 2.3-2。

表 2.3-2 工程施工总进度

项目	第 1~3 月	第 4~6 月	第 7~9 月	第 10~12 月
施工前准备	—			
陆上升压站施工(含土建及电气设备安装)		—	—	
海上固定光伏、箱变、桥架基础施工	—			—
光伏组件支架及箱变平台施工		—	—	—
光伏组件安装		—	—	—
电缆敷设施工			—	—
设备调试				—
全容量并网,竣工验收				—

2.4 项目用海需求

本项目光伏区于福建福清核电一期工程温排水用海范围内开展，拟通过海域使用权立体分层设权方式使用海域。因此，应在本项目新设海域使用权批准前，需完成已设海域使用权“福建福清核电一期工程温排水用海”的空间范围变更手续。

2.4.1 本项目海域使用类型及用海方式

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目海域使用类型为“工矿通信用海”之“可再生能源用海”。根据《海域使用分类》，本项目海域使用类型为“工业用海”之“电力工业用海”，用海方式为透水构筑物。

2.4.2 本项目申请用海面积

根据本项目的平面布置和构筑物尺度，以《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）为依据，确定本项目申请用海总面积为 278.0460 公顷，用海方式为透水构筑物。

2.4.3 本项目申请用海期限

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

本项目用海类型属于“工矿通信用海”之“可再生能源用海”中，属于建设工程用海，依照《中华人民共和国海域使用管理法》中的海域使用权最高期限规定，用海期限最高为 50 年；但鉴于本项目拟选用的光伏支架结构设计使用年限为 25 年，因此，本项目申请用海年限建议为 25 年。

2.4.4 项目用海占用岸线情况

项目用海共占用新修测海岸线 27.5m，为人工岸线，不形成新的海岸线。

2.5 海域立体开发利用的必要性和可行性分析

根据自然资源部 2023 年 11 月发布的《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8 号），立体分层设权的项目用海，要依据海域使用论证技术导则及有关政策法规，重点论证海域立体开发利用的必要性和可行性，分析不同用海活动之间的兼容性、用海空间范围及用海期限的合理性，不同用海主体及周边利益相关者协调可行性。

本项目为海上光伏项目，位于福建福清核电一期工程温排区用海范围内，基于项目区所在滩涂现状及立体空间关系，充分利用现有滩涂资源及确权困境，拟采用立体分层设权方式申请用海。

2.5.1 必要性分析

随着海洋经济快速发展，用海需求持续增加，海域空间资源稀缺性日益凸显。开展海域立体分层设权是完善海域资源资产产权制度、丰富海域使用权权能的重要举措，也是缓解用海矛盾、提高资源利用效率的必然选择，对于促进海域资源节约集约利用和有效保护、推动海洋经济高质量发展、加强海洋生态文明建设具有重要意义。

海域立体分层使用以海域空间的立体性和利用方式的多宜性为基础，以实现不同用海活动协调用海为目标，本质上是试图协调分层用海活动之间的矛盾，建立不同用海活动之间相互和谐、避免冲突，甚至相互促进的关系，使不同主体用海需求得以满

足，海域空间利用效率得到提升。

本项目位于福建福清核电一期工程温排水用海范围内，由于温排水范围内并未实际建有构筑物，该确权海域仅利用水体空间层，其它空间层未能充分利用，随着海域立体分层设权政策出台，对该确权海域其它空间层进行充分利用是十分必要的。

项目用海可综合利用海域不同层次空间，符合集约节约用海，是提高海域空间资源利用效率的政策要求。同时，本项目由福清核电和中核汇能共同开发建设，选址于核电温排区，符合中核汇能建设一流清洁能源公司的发展战略，还可为福清核电基地提供后备电源安全保障，实现双方高质量协同发展。

因此，对福建福清核电一期工程温排水用海进行海域立体开发利用是十分必要的。

2.5.2 可行性分析

（1）政策可行性

2023年6月，自然资源部办公厅发布了关于征求《自然资源部办公厅关于推进海域立体设权工作的通知(征求意见稿)》意见的函(自然资办函〔2023〕1002号)：“在不影响国防安全、海上交通安全、工程安全及防灾减灾等前提下，鼓励对**海上光伏**、海上风电、跨海桥梁、养殖、**温(冷)排水**、浴场、游乐场、海底电缆管道、海底隧道、海底场馆等用海进行立体设权。”该政策为海域立体分层设权提供的政策支持。

2023年11月，自然资源部发布了《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》(自然资规〔2023〕8号)，为海域立体分层设权具体工作提供了政策保障。同时，自然资源部办公厅于2023年11月印发了《海域立体分层设权宗海范围界定指南(试行)》(自然资办函〔2023〕2234号)的通知，为海域立体分层设权工作提供了技术规范。

福建省自然资源厅也发布了多份文件对海域立体分层设权工作表示支持。2022年8月，福建省自然资源厅发布了《福建省自然资源厅关于进一步深化用地用海要素保障全力稳经济大盘的通知》(闽自然资发〔2022〕57号)：“支持采取透水构筑物或开放式用海方式，发展休闲渔业、**光伏发电**、深远海养殖、海洋牧场、渔旅融合、滨海旅游等新产业新业态项目。对兼容性高的渔光互补、深远海养殖、海洋牧场等项目，在符合国土空间规划、生态保护红线等管控要求及保障渔业生产、用海主体协调一致的前提下，**支持实施海域使用权立体分层设权**。”2022年9月，福建省自然资源厅发布了《福建省自然资源厅关于加强用地用海保障支持“三新”经济发展的通知》

（闽自然资发〔2022〕64号）：“支持采取透水构筑物或开放式用海方式发展休闲渔业、光伏发电、风旅融合、渔旅融合、滨海旅游等新产业新业态项目；对兼容性高的渔光互补、深远海养殖、海洋牧场等项目，在符合国土空间规划、生态保护红线要求及保障渔业生产、用海主体协调一致的前提下，支持实施海域使用权立体分层设权。”

因此，本项目具备用海审批条件。

（2）与国土空间总体规划的符合性

本项目海域使用类型为“工矿通信用海”之“可再生能源用海”，在《福清市国土空间总体规划（2021-2035年）》中位于“特殊用海区”，项目用海类型是特殊利用区的可兼容用海，符合空间用途准入要求，项目用海符合国土空间规划。

（3）与生态保护红线的符合性

根据“三区三线”划定成果中的生态保护红线，本项目不涉及生态保护红线区，距项目区最近的生态保护红线区为“兴化湾水鸟省级自然保护区B区”，相距约2.9km。项目用海对周边生态保护红线区没有影响，符合生态保护红线管控要求。

（4）用海活动之间的兼容性

根据项目所在海域的冲淤现状，项目区基本处于冲淤平衡状态。根据数模分析预测，本项目光伏阵列于核电排水导流堤前沿及周围布设，将打破排水口及排水通道海域的冲淤平衡状态，该海域将会在一定时间内呈现淤积状态，但淤幅不大，在0.14m/a以内，随着工程建成并过一段时间后，项目区海域将重新达到冲淤平衡，因此，项目建设对核电排水功能的正常发挥基本没有影响。

按50年一遇防洪标高计算，50年一遇极端高潮位5.13m，极端高潮位的最大波高5.90m。本项目电气设备的底高程取值9.5m，符合设计规范，也不受核电排水影响。核电排水时对光伏区桩基础会产生一定的冲击作用，但经过长达3km的排水导流堤的缓冲后，冲击力很小，对桩基的稳定不会构成威胁。

因此，项目建设与核电排水活动可兼容。

（5）用海空间范围及用海期限的合理性

本项目宗海图绘制在《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）的基础上，根据《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》（自然资办函〔2023〕2234号）补充了项目用海的立体空间范围示意图，上述文件指出：“海上光伏的用海立体空间层为水面，高程范围为海平面至光伏板最大上缘高程（实际设计或使用高程）。”项目用海空间范围界定按该文件执行，该用海空间范围界定是合理的。

本项目拟申请用海期限 25 年，是依据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条的规定并结合光伏支架结构设计使用年限综合确定的，该申请用海期限具备合理性。两个项目用海年限不同，但不妨碍二者同时正常运营，因此，用海期限具备合理性。

（6）不同用海主体协调可行性

福建福清核电一期工程温排水用海业主单位为福建福清核电有限公司，本项目业主单位为福清汇能能源有限公司，两个项目虽为不同的业主单位，但福建福清核电有限公司是本项目的共建单位，因此，两个项目不同用海主体之间的协调具备可行性。

（7）周边利益相关者协调可行性

项目用海位于福建福清核电一期工程温排水用海的温排区内，需协调的利益相关主体较少，利益相关者主要涉及福建福清核电有限公司和海水养殖户。福建福清核电有限公司为本项目共建单位，海水养殖户需按损失给予相应补偿，因此，本项目周边利益相关者的协调具备可行性。

综上所述，对福建福清核电一期工程温排水用海进行海域立体开发利用是必要的，也是可行的。

2.6 项目用海必要性

2.6.1 项目建设必要性

（1）项目建设符合国家产业政策及产业发展需求

根据国家发改委的《产业结构调整指导目录》（2024 年本），本项目属于产业政策里的“鼓励类”产业中的第五类“新能源”中的第二类“可再生能源利用技术与应用”，为国家产业政策鼓励类项目，因此，项目建设符合国家产业政策的要求，符合社会经济可持续发展的需要，具有一定的经济效益和社会效益。

（2）合理开发利用光能资源，符合能源产业发展方向

能源是经济社会发展的重要物质基础。随着煤炭、石油、天然气等常规化石能源供需矛盾的日益突出和全球生态环境的进一步恶化，加快发展可再生能源，促进能源结构转型，推动人类可持续发展已经成为全球共识。2015 年 12 月 12 日，联合国气候变化大会在巴黎气候达成具有里程碑意义的《巴黎协定》，要求到 2030 年全球碳排放量控制在 400 亿 t，到本世纪下半叶实现全球温室气体的净零排放。《巴黎协定》标志着全球气候新秩序的起点，将极大促进全球可再生能源发展。

我国已成为世界能源生产和消费大国。随着经济和社会的不断发展，我国能源需求还将持续增长。为减少对一次能源的依赖，保护人类的生存环境，2014 年 9 月我国出台了《国家应对气候变化规划（2014-2020 年）》，提出了中国 2020 年前应对气候变化主要目标和重点任务；2015 年 6 月，我国向政府间气候变化专业委员会（IPCC）提交了中国国家自主决定贡献文件，明确了中国二氧化碳排放 2030 年左右达到峰值，并力争尽早达峰等一系列目标，并提出了确保实现目标的政策措施。《国家“十四五规划”纲要》进一步提出了能源气候方面更高要求的目标指标：单位 GDP 能源消耗年均累计下降 13.5%，单位 GDP 二氧化碳排放年均累计下降 18%。大力发展风电、太阳能等可再生能源，构建低碳能源体系是实现以上目标的重要途径。

太阳能作为最有发展潜力的新能源，是一种取之不尽、用之不竭的自然能源，对环境友好无污染，是满足可持续发展需求的理想能源之一。不论是现在或是未来，开发利用太阳能资源，完全可以减少对化石能源的依赖以致达到替代部分化石燃料的目标，这对福清市的建设发展、改善环境和满足人民生活用电要求，将会起到重要的作用。

（3）符合国家能源规划政策和环境保护的需要

随着世界工业经济的发展、人口的剧增，世界气候面临越来越严重的问题，二氧化碳排放量愈来愈大，地球臭氧层正遭受前所未有的危机，全球灾难性气候变化屡屡出现，已经严重危害到人类的生存环境和健康安全。低碳经济是实现城市可持续发展的必由之路，积极开发利用本地区的太阳能等清洁可再生能源已大势所趋，势在必行，以多元化能源开发的方式满足经济发展的需求是可持续发展的长远目标。

可再生能源的开发利用是我国能源发展战略的重要组成部分，我国政府对此十分重视，随着 2006 年 1 月 1 日《可再生能源法》的正式实施，国家陆续出台了《国家中长期科技发展规划纲要（2006-2020 年）》（国发〔2005〕44 号）、《可再生能源中长期发展规划》（发改能源〔2007〕2174 号）和《可再生能源发展专项资金管理办法》（财建〔2006〕237 号）等文件。国家财政部、住房和城乡建设部于 2009 年 3 月 23 日印发了《太阳能光电建筑应用财政补助资金管理暂行办法》（财建〔2009〕129 号），国家发改委能源局、财政部、科技部 2009 年 7 月 16 日印发了《关于实施金太阳示范工程的通知》（财建〔2009〕397 号）更是明确提出鼓励太阳能光伏发电的应用，并给予一定的资金支持。

国家发改委 2017 年 12 月 19 日印发了《国家发展改革委关于 2018 年光伏发电项

目价格政策的通知》（发改价格规〔2017〕2196 号），该通知注明 2018 年 1 月 1 日之后投运的光伏电站标杆上网电价，Ⅰ类资源区为 0.55 元/kWh、Ⅱ类资源区为 0.65 元/kWh、Ⅲ类资源区为 0.75 元/kWh，分布式光伏发电项目补贴标准为 0.37 元/kWh。现阶段，国家拟推广试行光伏平价上网政策，本项目拟按平价上网方式进行经济评价。

本项目是可再生能源发电项目，可利用太阳能资源改善地区能源结构，符合国家环境保护及能源可持续发展战略要求。

（4）优化我省能源结构，符合可持续发展的需要

随着经济的持续高速发展和人民生活水平的不断提高，我省对能源依存度不断增加。一方面资源条件直接影响到我省经济和社会的可持续健康发展；另一方面以煤炭为主的能源结构又使我省社会经济发展承受着巨大的环境压力。积极调整优化能源结构、开发利用清洁的和可再生的能源，是保持当地经济可持续发展的能源战略。

大力发展太阳能发电，替代一部分矿物能源，对于降低我省的煤炭消耗、缓解环境污染和交通运输压力、改善电源结构等具有非常积极的意义，是发展循环经济、建设节约型社会的具体体现。

（5）对光伏发电技术的推广应用具有促进作用

目前，光伏发电大规模应用推广的主要障碍是成本问题，同传统煤电发电成本及其他可再生能源如风能、生物质能相比，光伏发电的成本还相当高，因此降低光伏发电成本是光伏学术界和产业界关注的焦点。通过推动光伏技术应用，可持续发展，在未来的 1~2 年内，光伏电池成本有望下降 30%左右，同时考虑到光伏建筑构件对传统建筑材料的成本替代，光伏并网发电成本有望比当前下降 50%左右甚至更多，同时随着煤炭紧缺造成煤电成本升高，光伏发电成本将同煤电成本相当。

目前我国与低压配电网并联的太阳光伏电站系统集成技术、关键设备及大容量光伏电站接入低压电网后对电网的影响等方面的技术还有待深入研究。随着本项目的成功实施，福建省的并网光伏发电系统在全国范围内将领先形成完整而成熟的技术和管理体系，困扰光伏行业的最重要的成本问题有望在福建省获得突破，将推动福建省光伏产业发展，促进福建省乃至全国光伏技术应用。

（6）开拓当地经济增长领域

开发和利用太阳能资源，基于当地条件进行综合利用，对促进当地的经济发展也具有重要意义。快速发展的光伏产业是一个经济增长点，实施本项目，能带动福清市能源相关产业的发展，为政府创造税收。

因此，本项目的建设是必要的。

2.6.2 项目用海必要性

项目用海是由项目性质决定的。本项目是海上光伏发电项目，海上光伏发电是一种新的能源利用方式和资源开发模式，是将“光伏电站”从陆地搬到了海上，在海洋上利用光伏技术建立起发电站，具有发电量高、土地占用少、易与其它产业相结合等特点。因此，本项目需选址于太阳能资源丰富的海域，且场地开阔无遮挡，其建设有利于福建省突破土地约束，拓展新能源发展空间，对优化调整省内能源结构、推进海洋强省建设以及助力经济社会绿色低碳高质量发展具有重要意义。因此，项目建设必须通过使用海域来实现。

因此，本项目建设是必需的，项目用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 岸线资源

福清湾、兴化湾均为构造发育的潮汐河道型港湾，岸线曲折，口外有岛屿掩护，港湾深入内陆，除湾口和湾内局部岸段外，基本不受外海波浪侵袭，主要潮流通道和深槽水深稳定，主槽水深10m 以上，为港口发展提供了天然的深水航道。

福清湾为构造型基岩河口湾，湾口有屿头岛和吉兆岛等岛屿屏障，为半封闭海湾。该湾周边为丘陵和台地环抱，岸线曲折，岬湾相间，潮滩发育，湾内水深大多在0~5m，10m 以上深水分布在湾口屿头岛南北两侧。福清湾宜港岸线考虑松下岸段和牛头湾岸段。

兴化湾为构造型基岩港湾，岸线长223km，湾内纵深约28km，宽度23km，湾内水深一般在10m 以内，水深20m 以上的深水区位于湾口的兴华湾水道和南日水道等狭长水道。海湾周边地貌形态多样，周边低山丘陵环绕，台地和平原广阔，海湾深入内陆，岬湾相间，岸线曲折，岛礁林立，潮滩发育，水下浅滩平缓。兴化湾北岸宜港岸线考虑有江阴岸段、牛头尾岸段和万安岸段。江阴岸段位于江阴半岛南部，规划自然岸线自南营至球尾13.9km，是福清市目前开发集中的深水岸线区；牛头尾岸段位于龙高半岛南部，自牛头尾~岸前，岸线总长约14.7km，目前为自然状态；万安岸段自文关岛~青屿，岸线长17.0km，可作为预留发展岸线。

3.1.2 港口资源

(1) 港口资源

兴化湾内现有福州港江阴港区和湄洲湾港的兴化港区，是福建沿海重要港口之一，其中江阴港区是福建的两集区域中心之一，是对外经济发展的重要基地，为海西枢纽港。江阴港区由壁头、牛头尾、万安和下垄四个作业区组成，是福州港重点发展的综合性港区，以集装箱、煤炭、散杂货和化工品等货类运输为主，兼顾商品汽车滚装运输。江阴港区目前建有10个泊位，其中深水泊位7个，设计通过能力750万吨，集装箱175万TEU。兴化港区现有三江口作业区、涵江作业区、石城作业区、北高作业区、南日岛作业点。现共有生产性泊位9个，均为3000吨级及以下泊位，货物年通过能力126万吨；在建3000吨级泊位1个。

(2) 航道资源

兴化湾主要有兴化水道和南日水道两条进出港水道，这两条水道都具备全天候进出5万吨级船舶的条件。江阴港区进港航道航线起于兴化水道东口门小月屿附近，沿-20m天然深槽经白屿南穿过兴化水道西口门进入兴化湾，航道进入兴化湾内航线后，仍沿深槽往西北延伸至江阴港区1#泊位调头区为止，全程航线43.88km，航道设计底宽360m（双航道），航道设计底高程-15.5~-17.2m，航道转弯半径1470~2940m，可满足5万吨级集装箱船舶全天候双向通航。

下垄支航道可满足3000吨级集装箱船兼5000吨散杂货船单向通航，航道从小麦屿东侧至融侨码头，全长约8.4km，航道宽度66m，航道设计底标高-1.8m。采用单向乘潮通航，乘潮历时1.5h、乘潮保证率80%、乘潮水位5.6m。

福清核电厂大件码头进港航道从江阴港区5万吨级进港航道兴化8#灯浮附近接入至核电3000吨级码头，支航道全长22.44km，航道设计底标高-3.6米，设计宽度150米，航道设计底高程为-3.1m，3000吨级单向通航。

(3) 锚地资源

目前，兴化湾已开辟小月屿锚地、塘屿南锚地、白屿东锚地、引航备用锚地、将因锚地、危险品船舶专用锚地。锚地总面积19.1km²，各锚地情况如下：

小月屿锚地：为引航锚地，位于小月屿东侧，面积约为5.6km²，水深在22.7m以上。塘屿南锚地：为引水联检锚地，位于塘屿岛的西南侧，面积约为4.3km²，水深在18.8m以上。白屿东锚地：为引水联检备用定锚位锚地，位于白屿的东侧、仁屿西南侧，面积约为3.3km²，水深在17.8m以上。引航备用锚地：位于白屿锚地西北侧，面积约为0.7km²，水深在16.0m以上。江阴待泊锚地：为待泊锚地，位于牛屿东南侧，面积约为5.9km²，水深在13.5m以上。危险品船舶专用锚地：为5万吨级危险品船舶锚地，位于后青屿北侧，面积约1.3km²，水深在16.1m以上。

3.1.3 渔业资源

目前兴化湾的海水养殖品种主要有鱼类、甲壳类、贝类和藻类等四大类。其中鱼类养殖品种主要有大黄鱼、石斑鱼、美国红鱼、革兰子鱼、鲈鱼、真鲷、黑鲷、黄鳍鲷、大弹涂鱼等，主要为网箱和池塘养殖；甲壳类主要养殖品种有长毛对虾、中国对虾、日本对虾、斑节对虾、角额新对虾、锯缘青蟹、梭子蟹等，主要为围垦养殖；贝类主要养殖品种有花蛤、缢蛏、牡蛎、泥蚶、贻贝、鲍等；经济藻类主要养殖品种有紫菜、海带、江蓠等。

江阴半岛东部海区和江镜农场堤外海区为主要的缢蛏自然苗种区；滩涂牡蛎产区的中高潮区均可采到褶牡蛎苗种；花蛤育苗垦区主要分布在福清附近湾口区沙埔和东瀚等地滩涂。

3.1.4 滩涂资源

据上世纪 80 年代福建省海岸带和海涂资源调查，兴化湾海涂总面积为 239.19km²，其中以海泥土为主，占 199.92km²，其余为海沙土，占 39.27km²。兴化湾滩涂有木兰溪和萩芦溪三大溪河注入，每年从陆地携带大量有机质和浮游生物入海湾，其养份丰富，适宜各种鱼、虾、贝等繁殖生长。

兴化湾面积较大，涉及周边行政区域较多，包括福州与莆田两市。历年来围填海开发程度较大，滩涂资源被大量占用。据地形图测量滩涂面积(岸线与零米线)，1965 年兴化湾海涂面积为 250.447km²；2003 年兴化湾海涂面积为 232.592km²。围填海是浅海及滩涂资源变化的最大且最直接的原因，一方面，围填海占用了滩涂及浅海使资源量减少；另一方面，围填海造成水动力变化，造成淤积，又使滩涂面积有所增加。除了围填海，海水养殖等其它原因也造成滩涂及浅海资源变化。

3.1.5 旅游资源

兴化湾岛礁遍布，具有许多独特的海岛地貌景观，是开展海岛观光、休闲度假旅游的理想资源。根据《福清市城市总体规划》，小麦屿和球尾沙滩自然风光优美，可建设为海滨游览区、度假村、海滨浴场、高尔夫球场、跑马场等。目前已开发利用的旅游资源主要有目屿海岛度假旅游区、小麦岛海上乐园、球尾海滨沙滩和柯屿—过桥山度假区等。其中以球尾沙滩、小麦屿及目屿岛最具吸引力。

3.1.6 海岛资源

兴化湾地处闽中沿海，属亚热带季风气候区，海域面积大，滩涂宽阔，底质类型齐全，岛礁众多。湾内面积较大的 7 个岛屿为：目屿、小麦屿、牛屿、后青屿、黄瓜岛、西筭杯岛、东筭杯岛。项目区周边还分布有多个小岛屿，其中与本项目距离最近的无居民海岛为沙屿，相距约 510m。

3.1.7 海洋能源

海洋能源主要由于海洋动力形成，有潮汐能、波浪能、潮流能、温差能、盐差能、能流能和风能七大类。兴化湾潮差大，海洋能蕴藏量大。据 80 年代福建省海岸带和

海涂资源调查，兴化湾理论潮汐能资源蕴藏量 $230.19 \times 10^6 \text{ KW} \cdot \text{h}$ ，可能开发的年电量为 $65.92 \times 10^6 \text{ KW} \cdot \text{h}$ 。目前开发的新能源主要是风能，运行中的南日岛风力发电站目前有 19 台 850 千瓦的风力发电机组，装机容量 1.6 万多千瓦。

3.1.8 鸟类资源

本节内容引用福建省东海海洋研究院 2017 年 5 月编制的《福清兴化湾海上风电场二期（首运试验风场）项目鸟类影响评估报告》。

略

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象状况

根据平潭气象站（距项目区 35km）2001 年至 2010 年资料进行统计分析。

（1）气温

多年平均气温为 20.5°C ，出现于 2002 年，极端最高气温 35.6°C ，极端最低气温 1.2°C ，最热月（7 月）平均气温 28.6°C ，最冷月（1 月）平均气温 10.6°C 。

（2）降水

多年平均降水量在 $818.3\text{mm} \sim 1739.9\text{mm}$ 之间。一年中 3~7 月的月平均降水量超过 100mm ，这五个月的降水量约占全年总降水量的 63%，其中 6 月份降水量约占全年 18%。

（3）风

多年平均风速为 5.4m/s ，最大风速 17.7m/s ，极大风速 32.7m/s ，常风向为北北东风，频率达 25%，强风向是南南东风，频率为 1%，全年大于等于 8 级风平均日数 10.1 天。

（4）台风

一年中，从 4 月到 11 月间都有出现过有影响的台风，但 4 月、5 月、11 月出现次数较少，24 年间，4 月份只出现 1 次，5 月、11 月各出现 2 次比较集中出现在 8 月、9 月份，每月平均为 0.7、0.8 次。

（5）雾、冰雹和雷暴

年平均雾日数 23.4 天，多发生在 1~5 月；冰雹日数 1 天，雷暴日数 23.5 天；雾天主要见于春季，冰雹均极其罕见，雷暴季节主要在春、夏两季。

（6）相对湿度

在海洋性气候的调节作用下，当地多年平均相对湿度为 81%，且以 6 月份平均相

对湿度为最大，达 87%，12 月份最干燥，为 74%。

3.2.2 海洋水文动力状况

本节内容引用福建省水产研究所 2023 年 12 月编制的《中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目海洋水文观测专题报告》。

略

3.2.3 地质概况

3.2.3.1 区域地质

工程区位于闽东南滨海断隆带北东侧，闽江口—永定大断裂以东，处于闽东南沿海地幔陡坡带的变异带上。复杂的地质改造背景，导致了区内中生代强烈的岩浆活动，形成遍布测区中酸—酸性火山岩，从而也造就了测区以北东向构造为主，西东向构造为次的构造格架。

区域构造受多次构造运动的影响，特别是中新生代以来受太平洋内板块运动的影响，区域主要发育北东—北北东向断裂，主要有平潭—东山北东向断裂带、长乐—南澳深断裂带、闽江口—永定大断裂以东。这三条断裂规模大，长达数百公里以上，宽数十公里，由若干条断裂（断层）组成，断裂带活动长期性。该断裂带的活动自晚元古代至新生代各个地质年代均有不同强度的活动。

平潭—东山北东向断裂带：该断裂带规模大、活动强烈、切割深，为划分我省内一级构造单元的主要构造带，宽大于 40 公里，长大于 200 公里，带内岩石比较杂乱，但以中生界为主。带内发育有三组断裂，按形成时间的先后分别为走向北东东、北东、北北东。沿各组断裂均出现糜棱岩化、强烈片理化，但以北东向最为强烈，形成宽几米～百余米的糜棱岩带。大多数断裂北西倾，倾角多 60°以上，以逆断层为主。北东东及北东向断裂均主要表现为向南东逆冲，但前者为右旋，后者为左旋剪切。北北东向则主要表现为向北西逆冲、左旋剪切。该地区表现为侏罗纪形成的剪切逆冲带，主要向东南逆冲推覆。

长乐—南澳深断裂带：该断裂发育东南沿海一带，呈长条状分布，平行海岸线分布，长约 400 公里，带宽约 38-58 公里，为一典型的中生代低压型区域变质带，变质带的西部地层面貌比较清楚，分布上三叠一下侏罗统含植物化石砂页岩和上侏罗统片理化中酸性火山岩，东部变质较深，已变为片岩和变粒岩，断裂带两侧混合岩化强烈，混合岩、混合花岗岩分布广泛，并进而形成变质交代型二长花岗岩体侵入，后期

还有燕山早期重熔型黑云母花岗岩和燕山晚期分异型钾长晶洞花岗岩侵入。

3.2.3.2 工程地质

本节内容引用中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司 2023 年 12 月编制的《中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目岩土工程勘察报告》中的相关内容。

略

场址范围内无全新活动断裂通过，属于区域稳定区。场址区表面地层为静水沉积的淤泥，未发现严重的冲刷现象，未见冲刷槽、谷，潮流沙脊，沙丘，活动沙坡，陡坎等不良地质现象，依据区域资料，本场地海底稳定性较好。本场区可不考虑海底滑坡、崩塌、地裂、采空区等不良地质现象。拟建场区海洋水动力作用较强，拟建场区的表层地基土为软弱土层，在台风暴浪等较强的海洋水动力作用下易发生迁移和变形，对光伏基础稳定不利。通过采取桩基础等措施处理消除其不利影响后，项目区适宜建设本工程。

3.2.4 地形地貌与冲淤

3.2.4.1 地形地貌

场地位于福清市三山镇的福清核电厂附近海域，地貌主要为海岸滩涂，离岸约 0~2.5 公里，场地地形自东北向西南缓倾，拟建场地高程在-20.7~-3.3m 之间。

3.2.4.2 冲淤现状

总体上看，由于兴化湾潮流运动是由南日水道和兴化水道两股涨、落潮流运动所作用，涨落潮流为往复流且动力强劲，兴化湾主要深槽稳定，进入浅水区滩涂潮流变弱水下地形变化较大；从图 3.2-18 上看，1963~2018 年来，兴化湾目屿以西海域，10m、20m、30m 等深线比较稳定，无论在目屿南北两侧的兴化水道与目屿和黄瓜屿之间的南日水道都是如此，个别区域冲淤变化较大，可能与江阴港区的航道疏浚有关；进入 10m 以浅冲淤变化变大，如东筭杯岛北侧 5m 等深线从 1963 年至 2005 年再到 2018 年水深一直呈变浅趋势，东筭杯岛以南和以西的 0m 等深线变化较大有冲有淤，最大冲淤距离可达 5km，有些杂乱无章，可能与木兰溪入海河流带来泥沙年度变化及近年来周边人工围填海等开发活动有关；江阴半岛西侧 0m、2m、5m 等深线一直呈不断变浅趋势，5m 等深线移到江阴半岛南侧，可能与江阴半岛大面积填海动力减弱不断淤积有关；而工程所属的小湾位于江阴半岛至牛头尾连线以北，潮流动力不断扩散减

小，海底冲淤改受潮流和波浪的共同作用，人为影响也逐渐变大，从 0m、2m、5m、10m 等深线趋势看，由兴化水道北向而来形成的多级潮流汉道结构一直存在，一直延伸到五一农场东侧，小麦屿附近海域及以南的海域等深线变化相对较小，以北海域变为 0m 以下单潮汐汉道，水深呈不断缩小趋势，江镜盐场南侧最大 0m 等深线以东约 3km，局部冲淤变化不一致，如小麦屿南北周边 0m 等深线内侧变深，江阴镇东侧 0m 等深线有冲有淤。

项目区在波流共同作用下，水深、海床长期处于稳定，基本处于冲淤自然平衡状态。

3.2.5 海洋环境质量现状

本节内容引用福建省水产研究所 2023 年 12 月编制的《中核汇能福清三山 250MW 海上光伏电站项目海洋环境现状调查报告（秋季）》。

略

3.2.5.1 海水水质调查结果与评价

2023 年 10 月调查海域海水中除 22%测站的活性磷酸盐外，其余监测指标均符合第二类海水水质标准。

3.2.5.2 海洋沉积物调查结果与评价

2023 年 10 月调查海域所有监测指标均符合第一类海洋沉积物质量标准。

3.2.5.3 生物质量调查与评价

2023 年 10 月调查海域 A 测站的文蛤除镉外，其余监测指标均符合第一类海洋生物质量标准；B 测站的僧帽牡蛎除铜、锌和镉外，其余监测指标均符合第一类海洋生物质量标准；C 测站的僧帽牡蛎的石油烃、总汞和铬符合第一类海洋生物质量标准，其余监测指标均不符合第一类海洋生物质量标准。

3.2.6 海域生态概况

本节内容引用福建省水产研究所 2023 年 12 月编制的《中核汇能福清三山 250MW 海上光伏电站项目海洋环境现状调查报告（秋季）》。

略

3.2.7 海洋自然灾害

工程区及附近海域的主要自然灾害是台风、风暴潮、雷暴等。

(1) 台风

福清市地处福建沿海中部，为台风多发地区，每年 7~10 月受台风影响较大。台风影响过程时间一般为 2~3 天。福建地区台风造成的最大暴雨过程的降水量达 472mm。9914 号台风正面袭击福州市，沿海及内陆普降 200~500mm 的特大暴雨，最大风力达 11 级；2004 年 8 月的“艾利”号台风先后 4 次在福建沿海登陆，本海区风力达到 10 至 12 级，造成经济损失极大。因此，应十分重视台风对本工程带来的影响。

通过对 1959~2014 年共 56 年影响中国近海的热带气旋进行统计分析，历年正面登陆福建沿海的热带气旋（范围为浙江温州以南，广东汕尾以北）共 151 场。以登陆前 6 个小时内的最大风速表示登陆热带气旋的强度，统计正面登陆福建沿海各种级别热带气旋出现的频率，从中可以看出，72.19%的登陆强度在强热带风暴以上，登陆热带气旋中台风和强热带风暴居多，强台风和超强台风仅占登陆总数的 13.25%。

(2) 风暴潮

福建省沿海是受台风风暴潮威胁较严重的海域，台风增水影响明显。根据 1956~2000 年福建省潮位资料统计，45 年中发生台风增水 197 次，平均每年 4.4 次，暴潮增、减水的幅度在 -1.1m~1.5m 之间，其中最大增水值 2.52m。近 10 年来，福建省沿海风暴潮灾害呈频繁趋势，部分岸段高潮位常有超过当地警戒水位情况出现，其中 1990 年、1994 年、1997 年、1999 年沿海多数验潮站的高潮位接近或超过历史记录，出现特大海潮。危害性风暴潮的发生多为台风过境时与天文大潮相遇，引起强降雨和高增水。

近 10 多年来，福建省沿海风暴潮灾害呈频繁趋势，部分岸段高潮位常有超过当地警戒水位情况出现，其中 1990 年、1994 年、1997 年、1999 年沿海多数验潮站的高潮位接近或超过历史记录，出现特大海潮。危害性风暴潮的发生多为台风过境时与天文大潮相遇，引起强降雨和高增水。

(3) 雷暴天气

雷暴是一种局地性的但却很猛烈的灾害天气，常伴有大风、暴雨、冰雹和龙卷。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危害性天气之一。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。

(4) 大风天气

大风天气主要影响太阳能电站的安全性。对于光伏电站而言，设计寿命（25 年）期内的最大瞬时风速和每年的大风日数对于设备的抗风能力要求具有重要指示意义；对于光热电站而言，除抗风能力要求以外，当风速超过一定的临界值时，电站还得停止跟踪运行，造成一定的经济损失。

由于本项目为海上光伏支架，太阳能电池组件迎风面积较大，组件支架设计必须考虑风荷载的影响，并以太阳电池组件支架及基础等的抗风能力在 50 年一遇十分钟平均最大风速下不损坏为基本原则。

(5) 高温天气

高温天气对光伏电站的影响主要表现在太阳能电池和蓄电池的电性能随温度的变化而变化，从而影响整个光伏系统的发电性能。

由气象站可知多年极端最高气温为 37.2℃，多年极端最低气温为-0.3℃。本项目主要在光伏组件串并联方案、电气设备选择、系统效率折减三方面考虑温度对整个光伏电站的影响。

①在进行光伏组件串并联方案设计时，要考虑在极端温度下，组件串联后的最大开路电压不能超过组件的最大系统电压，不能超过逆变器的最大允许电压；工作电压要在逆变器工作电压的跟踪范围之内。

②本工程所选逆变器的工作环境温度范围为-25℃~+60℃，电池组件的工作温度范围为-40℃~+85℃。正常情况下，太阳电池组件的实际工作温度可保持在环境温度加 30℃的水平。

根据参照气象站气象数据，拟选场区的气温条件对太阳能电池组件的可靠运行及安全性没有影响。逆变器通过设置加热和通风系统，亦可以安全可靠运行。在太阳能电池组件的串并联组合设计中，需根据当地的实际气温情况进行相应的温度修正，以确保整个太阳能发电系统的安全性和在全年中有较高的运行效率。

4 资源生态影响分析

4.1 资源影响分析

4.1.1 占用海域空间资源情况

本项目透水构筑物用海总面积为 278.0460 公顷，桩基实际占海 $8441 \times \pi \times 0.4^2 = 4243 \text{m}^2$ （共计 8441 根 $\phi 800\text{mm}$ 的钢管桩）。项目用海共占用新修测海岸线 27.5m，为人工岸线，不形成新的海岸线。项目建设可与福清核电一期工程温排水活动共存，有利于提高该海域空间资源利用价值。

4.1.2 对海洋生物资源的损耗

项目建设影响用海范围内海洋生物的生境，导致用海范围内海洋生物资源受损，对海域生态系统功能造成影响。底栖生物量损失主要是桩基占海导致的底栖生物死亡和栖息地丧失而引起的生物存量减少，施工期悬浮物大量增加亦会对海洋生物产生影响。

（1）工程占海导致底栖生物损失

本项目对海洋生态的影响主要表现在对底栖生物造成的损失，占海范围内的底栖生物损失量为100%。根据福建省水产研究所2023秋季的调查结果，项目区附近海域的潮下带底栖生物生物量的均值为 8.706 g/m^2 。

则本项目永久性占用海域引起的生物量损失计算如下：生物损失量=桩基占海面积 $\times$ 潮下带平均生物量= $4243 \text{ m}^2 \times 8.706 \text{ g/m}^2 = 36.94 \text{ kg}$ 。

（2）施工悬浮泥沙入海导致生物损失

根据海洋环境现状调查资料可知，2023 年秋季鱼卵和仔鱼密度均值分别为 0.252 粒/m^3 和 0.142 尾/m^3 ，游泳动物渔获量均值为 417.491 kg/km^2 。

数模预测结果表明，施工悬沙增量超过 10mg/L 水域最大影响面积为 29.28km^2 ，施工悬浮物扩散造成的生态损失量计算过程：

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的相关要求，本工程产生的悬浮物扩散范围内对海洋生物资源的损害属于持续性损害，因此，计算如下（影响水深按 10.0m 计算）。

施工悬浮物扩散造成的生态损失量计算过程（由于海上光伏施工期约 11 个月，本次按 22 个周期计算）：

鱼卵一次性平均受损量： $0.252 \text{ 粒}/\text{m}^3 \times 10.0 \text{ m} \times 29.28 \text{ km}^2 \times 17.50\% = 1.29 \times 10^7 \text{ 粒}$ ；

鱼卵持续性受损量： $1.29 \times 10^7 \text{ 粒} \times 22 \text{ 周期} = 2.84 \times 10^8 \text{ 粒}$ ；

仔稚鱼一次性平均受损量： $0.142 \text{ 尾}/\text{m}^3 \times 10.0 \text{ m} \times 29.28 \text{ km}^2 \times 17.50\% = 7.28 \times 10^6 \text{ 尾}$ ；

仔稚鱼持续性受损量： $7.28 \times 10^6 \text{ 尾} \times 22 \text{ 周期} = 1.6 \times 10^8 \text{ 尾}$ ；

成体鱼类一次性平均受损量： $417.491 \text{ kg}/\text{km}^2 \times 29.28 \text{ km}^2 \times 17.50\% = 2139.22 \text{ kg}$ ；

成体鱼类持续性受损量： $2139.22 \text{ kg} \times 22 \text{ 周期} = 47062.84 \text{ kg}$ 。

鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，最终造成鱼类的损失量： $2.84 \times 10^8 \text{ 粒} \times 1\% + 1.6 \times 10^8 \text{ 尾} \times 5\% = 1.08 \times 10^7 \text{ 尾}$ 。

4.1.3 海洋生物资源损失货币化估算

(1) 工程占海导致底栖生物损失的货币化估算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，生物资源损害补偿年限（倍数）的确定按如下原则：

——各类工程施工对水域生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的补偿年限均按不低于20年计算；

——占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于3年的，按3年补偿；占用年限3年～20年的，按实际占用年限补偿；占用年限20年以上的，按不低于20年补偿；

——一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的3倍；

——持续性生物资源损害的补偿分3种情况，实际影响年限低于3年的，按3年补偿；实际影响年限为3年～20年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间20年以上的，补偿计算时间不应低于20年。

桩基占海造成的生物损失量属于长期的、不可逆的，因此损害补偿年限按不低于20年计算：

底栖生物损失货币化估算=底栖生物损失量×20年×价格

底栖生物价格按 10000 元/t 计算，底栖生物损失量为 36.94 kg，则工程占海共造成底栖生物损失货币化估算约 0.739 万元。

(2) 施工悬浮泥沙入海损失造成海洋生物损失的货币化估算

施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物损失属于短期的，实际施工时间为 1 年。由于实际影响年限低于 3 年的，因此损害补偿年限按 3 年计算：

施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物经济损失=施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物损失量×3 年×换算比例×价格。

施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物经济损失估算约 160.735 万元，详见表 4.1-1。

表 4.1-1 本项目施工悬浮泥沙入海造成的海洋生物经济损失估算表

	生物损失量		
	鱼卵	仔稚鱼	游泳动物
一次性生物受损量	12900000 ind	7280000 ind	2139.22 kg
单价	1.0 元/ind	1.0 元/ind	20 元/kg
换算比例	1%	5%	100%
经济损失价值（万元）	38.7	109.2	12.835
经济损失合计（万元）	160.735		

注:①浮游植物的单个细胞鲜重按孙军等《浮游植物生物量研究》（海洋学报，1999年21卷第2期75-85）确定：取值约为 $1.39 \times 10^6 \text{pg/cell}$ 。

综上所述，项目建设共造成海洋生物损失货币化估算约161.474万元。

4.1.4 对鸟类资源的影响分析

以下内容参考福建省东海海洋研究院 2017 年 5 月编制的《福清兴化湾海上风电场二期（首运试验风场）项目鸟类影响评估报告》。

4.1.4.1 施工对鸟类的影响

（1）工程施工对鸟类影响分析

本项目施工期对鸟类主要影响因素有：桩基施工、光伏支架安装、船舶运输、电缆敷设等施工活动。各种施工机械如施工船和运输船、桩基础施工、海上吊装、海上电缆敷设等施工活动所产生噪声、干扰，会对施工区及周边的水鸟产生一定的影响。施工时应注意在 11~3 月避免对兴化湾鸟类自然保护区的噪声和人为影响；近岸滩涂为水鸟的越冬地，桩基施工应尽可能避免在 11~3 月越冬期进行。光伏阵列施工区为海域，施工期会对鸕鹚类、鸥类等的觅食、活动产生一定的负面影响，减少了一些觅食、活动地域，但受影响的物种及其数量有限，项目区周边可以容纳其继续生存，能有效缓解这些负面影响，其影响是可以接受的。

桩基施工会破坏项目区的海洋底栖生物和鱼类的生境，使施工区的底栖生物和鱼类的种类和生物量减少，进而影响水鸟的觅食。但由于施工影响范围仅限于项目区周边，施工活动对水域的扰动影响有限，仅局部影响周围水域内水生生物的种类和数量，因此项目建设对鸟类产生影响有限。

（2）升压站施工对鸟类影响分析

本项目拟在福清核电站厂区内布置 1 座 220kV 升压站，220kV 升压站分为行政管

理区、配电区两部分，行政管理区布置于站区北侧，配电区布置于站区南侧，送出线路朝东送出。行政管理区布置有候班楼、综合泵房楼、二次设备楼、一体化地埋式污水处理设备、化粪池等；配电区布置有、主变、GIS、SVG、事故油池、储能设备等。升压站进站道路采用混凝土路面，路面宽为 6.0m。升压站内道路采用混凝土路面，与进站道路连接段路面宽为 6.0m，其余路面宽为 4.5m，转弯半径为 9m。站区围墙以安全防护为主要目的，兼顾降低噪音，美化、协调环境的功能。

施工期的运输车辆、推土机、混凝土搅拌机、振捣棒等施工机械产生较强的噪声，虽然这些施工机械属非连续性间歇排放，但由于噪声源相对集中，且多为裸露声源，故其辐射范围和影响程度较大，对升压站及周边的鸟类产生一定的影响。

据调查升压站周边的鸟类是以伴人居和农田鸟类为主，主要有麻雀、八哥、鹊鸂、白头鹎和家燕等一些常见的伴人居和农田鸟类。因此，人为干扰和噪声等对在升压站施工区及周边的伴人居和农田鸟类产生影响。受影响的鸟类会远离升压站活动，到附近其他区域活动，使该区域鸟的种类减少、种群数量降低，待施工结束后，其影响可以消除。伴人居和农田鸟类在福建省普遍分布，数量多，无珍稀濒危物种，因此施工期对升压站分布的鸟类影响较小。

4.1.4.2 运营期对鸟类的影响

(1) 运营期升压站对鸟类影响分析与评估

运营期升压站的噪声、人为活动、电磁辐射以及灯光等项目区的鸟类产生影响，促使一部份鸟类如云雀等不能在项目区活动，远离项目区，到周边类似生境区域活动。但是如麻雀等鸟类能在项目区进行栖息、觅食等活动。随着升压站以及进场道路建设完成后，福清核电厂的东北侧坡地的陆鸟数量和种类将减少。但由于周边的生境适合这些鸟类生存，不会导致这些鸟类死亡或灭绝，而且升压站附近没有珍稀鸟类分布，未发现国家重点保护鸟类，因此运营期升压站对鸟类影响较小。

本次在兴化湾调查的 40 种鸟类中，属于世界自然保护联盟（IUCN）受胁鸟类 3 种，其中濒危物种 1 种为黑脸琵鹭，易危物种 2 种为大杓鹬和黑嘴鸥。濒危物种黑脸琵鹭一般栖息于内陆湖泊、水塘、河口、芦苇沼泽、水稻田以及沿海岛屿和海滨沼泽地带等湿地环境。易危物种大杓鹬主要活动于湖泊、芦苇沼泽、水塘，以及附近的湿草地和水稻田边，迁徙季节和冬季常出现于沿海沼泽、海滨沙滩、泥地。黑嘴鸥主要分布在华侨农场周边的滩涂区域。本项目位于福清核电厂温排区，珍稀濒危鸟类及省级受保护鸟类的活动范围有一定的距离，项目运营期对珍稀濒危鸟类及省级受保护鸟

类的活动影响较小。

(2) 运营期对鸟类觅食的影响分析与评估

①运营期对冬候鸟觅食的影响

根据调查，兴化湾冬候鸟有针尾鸭、琵嘴鸭、绿翅鸭、斑嘴鸭、赤颈鸭、翻石鹬、黑腹滨鹬、青脚鹬、环颈鸪、铁嘴沙鸪、金斑鸪、砺鹬、黑脸琵鹭、苍鹭、银鸥、红嘴鸥、黑嘴鸥、小鸬鹚、凤头鸬鹚、云雀、普通鸬鹚等 21 种冬候鸟，这些冬候鸟以水鸟为主，其中鸬鹚类和鸥类类等水鸟为优势种，数量较大，也是兴化湾主要的迁徙鸟类，其栖息、觅食场所主要是在江镜华侨农场南侧沿岸的滩涂、水产养殖场等。

鸬鹚类和鹭类主要分布在兴化湾沿岸滩涂和水产养殖场，本项目不占用沿岸滩涂、水产养殖场等冬候鸟的觅食地，项目建设不会对鸬鹚类和鹭类等涉禽的觅食造成影响。因此，海上光伏项目对兴化湾鸬鹚类和鹭类等越冬水鸟的觅食影响很小。

②运营期对留鸟觅食的影响

兴化湾留鸟有剑鸪、红嘴巨鸥、珠颈斑鸠、鹁鸪、麻雀、褐头鹳莺、白头鹎、八哥等 8 种留鸟，这些留鸟主要是分布兴化湾沿岸以及升压站。由于升压站人为干扰以及环境改变、食物匮乏，这些留鸟大多数鸟类会选择回避，减少进入该区域活动，甚至可能放弃这里作为觅食地，使得升压站区域适宜鸟类停歇、觅食的范围减小，从而影响升压站鸟类觅食，使鸟类在邻近区域重新选择觅食地。虽然升压站对这些鸟类的栖息、觅食产生一定的不利影响，但是由于大部分留鸟为福建省广泛分布的鸟类，觅食范围广泛，周围也是其觅食地，升压站对这些留鸟觅食影响较小。在短暂的活动范围调整之后，这些留鸟很快就会适应周边新的环境。

③运营期对夏候鸟觅食的影响

根据调查，兴化湾夏候鸟有池鹭、牛背鹭、大白鹭、白鹭、白额燕鸥、家燕等 6 种夏候鸟。牛背鹭、池鹭、白鹭主要分布在兴化湾的沿岸滩涂和水产养殖场附近，兴化湾的牛背鹭、池鹭、白鹭等鹭类觅食主要是在沿岸潮间带随着潮水的涨退而进行迁移。

综上所述，项目建设没有占用鸟类的觅食地，项目区距离兴化湾鸟类主要觅食地较远，本项目对冬候鸟、留鸟和夏候鸟觅食影响小。

(3) 运营期对鸟类栖息地的影响分析与评估

通过全年现场调查可知，评价区的鸟类栖息地保护目标包括：兴化湾鸟类自然化区、江镜农场南侧及江阴半岛周边滩涂和水产养殖场。项目区活动的鸟类主要为鸥类、

鸬鹚类、鹭类以及普通鸬鹚等。

项目建设对海岸滩涂上的水鸟以及陆地的鸟类栖息、觅食产生的影响相对较小，而且分布在项目区周围的鸟类相对较少，对鸟类栖息地总体影响小。

综上所述，项目建设对兴化湾鸟类资源基本没有影响。

4.1.5 其他自然资源影响分析

项目区内没有规划航道和锚地，项目建设不占用港口航道和锚地资源。本项目不占用海岛，没有采用连岛、炸岛等建设方案，项目建设对岛礁资源没有损耗。项目区内及附近无其他矿产资源和旅游资源，项目用海对矿产和旅游资源的开发不会产生影响。

4.2 生态影响分析

4.2.1 水文动力环境影响分析

本次数学模型采用荷兰代尔夫特水力学研究所（Delft Hydraulics）开发的 Delft3D 系统。该模型系统已被广泛应用于国内外海岸工程的数值模拟。

略

4.2.2 项目实施前后流态流速变化

工程实施后，其周边的流场流速势必会发生一定变化。

工程实施前，涨潮时工程区潮流场流向基本为东北偏北至西北向；由于桩基尺度很小，工程实施后该区流场总体流向不变，但在桩基附近会发生偏转，工程区东，西侧海域流向有所改变，东侧潮流流向略向北偏，而西侧潮流流向略向西偏。受工程区内桩基群的影响，光伏区内流速明显减小，且流速减弱的范围还延伸至光伏区南侧及西侧海域，其中光伏区内流速减小 $0.01\sim 0.10\text{m/s}$ ，减幅较大的区域位于光伏区西部；光伏区南侧海域流速减小 $0\sim 0.03\text{m/s}$ ；光伏区西侧海域流速减小 $0\sim 0.09\text{m/s}$ 。受光伏区内群桩影响导致局部海域潮流绕流，光伏区西南侧海域及东侧海域局部流速增大，其中西南侧海域流速增幅在 $0.0\sim 0.03\text{m/s}$ ，而东侧海域流速增幅较小，仅 0.01m/s 。

工程实施前，涨潮时工程区潮流场流向基本为东北偏北至西北向；由于桩基尺度很小，工程实施后该区流场总体流向不变，但在桩基附近会发生偏转，工程区东，西侧海域流向有所改变，东侧潮流流向略向北偏，而西侧潮流流向略向西偏。受工程区内桩基群的影响，光伏区内流速明显减小，且流速减弱的范围还延伸至光伏区南侧及

西北侧海域，其中光伏区内流速减小 0.02~0.10m/s，减幅较大的区域位于光伏区西部；光伏区南侧海域流速减小 0~0.04m/s；光伏区西北侧海域流速减小 0~0.10m/s。受光伏区内群桩影响导致局部海域潮流绕流，光伏区西南角海域及东侧海域局部流速增大，东、西两侧海域流速增幅差不多，均在 0.0~0.03m/s。

工程实施前后，落潮流场的流向分布大致相同，流向整体改变不大。光伏区内、光伏区西侧及光伏区南侧流速均有不同程度的减小，受桩基群影响，落潮过程光伏区南侧海域流速减小范围较大，向东南侧延伸形成“舌状”分布。光伏区内海域流速减小 0.01~0.13m/s，最大减幅位于光伏区南部；光伏区西北部海域流速减幅较小，最大减幅仅 0.03m/s；光伏区南部流速减小 0.01~0.12m/s。与涨潮过程相似，落潮过程光伏区西南角海域及东侧海域流速也有所增大，西南角海域流速增幅在 0~0.03m/s，东部海域流速最大增幅为 0.04m/s，另外在光伏区中部即温排区排水口附近海域流速也有所增大，最大增幅约 0.06m/s。

4.2.3 地形地貌与冲淤环境影响分析

根据淤积经验公式，计算了工程海区年淤积结果。工程实施后冲淤变化的区域主要集中于光伏区，大范围的桩基阻水，导致光伏区内流速减小，水动力条件的减弱导致悬沙易在此淤积，年淤积厚度在 0.01~0.14m，光伏区南部至中西部淤积较大。此外在光伏区西北侧及东南侧海域也呈现出不同程度的淤积，但淤幅小于光伏区内海域，东南侧海域年淤幅在 0.01~0.11m，西北侧海域年淤幅在 0.01~0.1m。光伏区西南角及东侧局部海域由于流速增大，导致冲刷，但冲刷强度不大，西南侧海域年冲刷值在 0.01~0.04m，东侧海域冲刷值较西侧海域打，最大冲刷幅度仅约 0.07m。

4.2.4 项目用海对水质环境的影响分析

4.2.4.1 悬浮物扩散对海域水环境的影响

本次计算按概化的点源单独排放进行计算，得到各点源附近悬浮物浓度最大增量，最后将各点源特征浓度增量值叠加，得到悬浮物浓度增量的最大可能分布图。

悬浮物随着涨、落潮水流发生对流扩散，悬浮物输移方向与潮流方向基本一致。工程施工对海水中悬浮物水质的影响主要集中在工程附近区域，悬浮泥沙扩散方向基本呈南北向的带状区域。由于泥沙沉降的原因，离工程区越远，海水中悬浮物浓度增量越小。经统计大于 10 mg/l 的悬浮物包络面积为 29.28km²；大于 20 mg/l 的悬浮泥包络面积为 15.30 km²；大于 50 mg/l 的悬浮泥包络面积为 3.11 km²。

4.2.4.2 施工生产及生活废水对海域水环境的影响

(1) 施工船含油污水对海水水质的影响

施工期间，施工船（打桩船、起重船和方驳）在使用和维修过程中将产生含油废水，若直接排入海中，将对海域的水生生物造成一定的影响。因此，必须加强管理，严禁施工船舶、施工机械产生的各种污水未经处理直接排放，以减轻含油污水排放对海水水质、海洋生物生态造成的危害。施工船舶应严格执行《防治船舶污染海洋环境管理条例》、《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》等相关法规要求，施工船舶应设置油污水及生活污水储存舱，油污水和船舶生活污水应按规定要求收集上岸委托有处理资质的单位处理，严禁向海域排放。因此，在正常情况下，施工船舶污（废）水对项目区所处海域的影响可控。

(2) 施工人员生活污水对海水水质的影响

本项目施工人员生活污水主要含有 COD_{Cr} 、 BOD_5 、SS、氨氮等污染物，施工期平均人数 30 人，高峰人数 50 人，生活用水量按 $100\text{L}/\text{人} \cdot \text{d}$ 计，污水量取用水量的 80%，则生活污水产生量平均为 $2.4\text{m}^3/\text{d}$ ，高峰为 $4\text{m}^3/\text{d}$ 。施工单位租用了附近民房作为施工营地，施工人员的生活污水由化粪池处理后，作为农家肥使用，对海域水环境无影响。

(3) 运营期水环境影响

本项目运营期污水主要包括生活污水、太阳能电池组件的清洗废水和变压器维修或发生事故产生的含油废水。

①运营期本港生活污水量较少，经化粪池处理后作为农家肥使用，禁止直接排海。

②为保证太阳能电池组件的正常工作，须通过人工清洗太阳能电池组件的方式减少灰尘、杂物等对其发电的影响，清洗废水的主要污染物为 SS，清洗废水量少，对项目区所处海域基本没有影响。

③光伏电场正常工作时无污废水产生，仅当含油装置检修或发生突发事件时，才会产生少量含油废水。升压站主体工程已设有事故油池，一旦含油装置突发事件时，事故含油废水即排入事故油坑，后经事故油池，收集后交由有资质的单位回收处理，不排放。

因此，只要建设单位加强监督管理，严禁任意排放污染物，则本项目运营期对水环境的影响较小。

4.2.5 海域沉积物环境影响分析

（1）施工期悬浮泥沙入海对沉积物环境的影响

施工过程中入海的泥沙在随潮流涨落运移过程中，其粗颗粒部份将迅速沉降于防波堤附近海底，而细颗粒部份在随潮流向边滩运移过程中遇到平潮期流速趋于零而慢慢沉降于海底。散落泥沙的扩散运移和沉降的范围与泥沙的粒径、水深和流速有关。

施工期的悬浮物来源主要为工程施工产生的悬浮物，施工期的悬浮物主要来自本工程及其附近海域，它们的环境背景值与工程海域沉积物背景值相近或一样，施工过程中只是将沉积物的分布进行了重新调整，对沉积物环境影响较小，不会明显改变工程海域沉积物的质量。

（2）施工期污染物排放对沉积物环境的影响

污染物排入海后在上覆水相、沉积物相和间隙水相三相中迁移转化，可能引起沉积物环境的变化，特别是悬浮物质可能通过吸附水体营养物质以及有毒、有害物质，并最终沉降到沉积物表层，从而对沉积物环境造成影响。

本项目施工废污水主要为施工船含油污水和施工人员生活污水。施工废污水量少，污染物排放量较小，且施工期较短，经处理后对海域水质的影响都不大，对沉积物环境基本上没有影响。此外，施工中只要加强管理，并将施工生活垃圾和施工废弃物一同清运至垃圾处理场处理，避免直接排入海域，对工程海域沉积物的质量影响很小。

（3）运营期污染物排放对沉积物环境的影响

本项目运营期产生的污废水主要有生活污水、太阳能电池组件的清洗废水和变压器维修或发生事故产生的含油废水。根据分析结果，项目区生活污水经化粪池处理后回用于周边农作物；太阳能电池组件的清洗废水量很少，对项目区所处海域的沉积物环境基本没有影响；变压器维修或发生事故产生的含油废水排入事故油坑，后经事故油池，收集后交由有资质的单位回收处理，不排放。经上述处理后运营期各类废(污)水对周边海域海洋沉积物环境影响较小。

综上所述，本项目建设对周边海域沉积物环境的影响较小。

4.2.6 项目用海对海域生态环境的影响

4.2.6.1 泥沙入海对海域生态环境的影响

工程施工会引起海水中悬浮物含量的增加，在一定范围内的海水将变得浑浊，海

水透明度降低，对浮游生物、游泳动物、鱼卵仔鱼和底栖生物产生一定的影响。

(1) 对浮游生物的影响

施工过程产生的入海泥沙将对浮游生物产生影响，首先反映在悬浮泥沙导致海水的混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的光合作用，对浮游生物的生长起到抑制作用，降低单位水体浮游植物的数量；其次，还将对浮游动物的生长率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等方面的影响；此外，由于悬浮物快速下沉，有部分浮游植物被携带下沉，导致浮游植物受到一定损害。

数模预测结果表明，施工悬沙增量超过 10mg/L 水域最大影响面积为 29.28km²，较大增量的悬浮物虽然能致浮游动植物死亡，但每天工程施工活动停止后，由于潮汐作用，会将外海浮游动植物带入施工区及其附近海域，使施工区浮游动植物得以补充，总体而言，本项目施工期入海泥沙对海域浮游生物影响不大。

(2) 对鱼卵仔鱼的影响

施工期间，高浓度悬浮颗粒扩散场对海洋生物仔幼体会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。根据渔业水质标准要求，人为增加悬浮物浓度大于 10 mg/L，会对鱼类生长造成影响。

(3) 对底栖生物的影响

底栖生物栖息于海底，对悬浮物多具有较强的耐受能力；但海水中的悬浮物大量增加仍会对其群落产生直接和间接的影响。悬浮物增加会消耗水中含氧，使得海水含氧浓度降低影响贝类呼吸；此外，对于以浮游生物为饵料的底栖生物而言，悬浮物还可通过影响浮游生物的生长间接对底栖生物产生影响。底栖生物量损失主要是底栖生物死亡和栖息地丧失而引起的生物量存量的减少。

根据本工程数模结果分析，正常施工情况下，悬沙入海的影响范围不大，且随着施工期的结束，悬浮泥沙的影响也将逐渐消失。因此，项目建设对该海域底栖生物的影响较小。

(4) 对游泳动物的影响

对于游泳动物而言，悬浮微粒对鱼类影响较大。首先，悬浮微粒对鱼类机械作用，水体中含有大小不同的，从几微米到十余微米的矿质颗粒，在悬浮微粒过多时将导致水的混浊度增大，透明度降低现象，不利于天然饵料的繁殖生长，影响鱼类的摄食活

动；其次，水中大量存在的悬浮物也会使游泳生物，特别是鱼类造成呼吸困难和窒息现象，当悬浮微粒随鱼的呼吸动作进入鱼的鳃部时，将粘附于鳃瓣鳃丝及鳃小片上，不仅损伤鳃组织，而且将隔断气体交换的进行，严重时甚至导致鱼类窒息而死。有资料表明，悬浮物质的含量水平为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活一天，含量水平为 600mg/L 时，最多只能存活一周；悬浮物质的含量在 200 mg/L 以下且影响时间较短时，不会导致鱼类直接死亡。

由于本项目施工水域较开阔，鱼类等游泳动物的规避空间较大，并且在施工过程中驱赶鱼类采用适当的方式，故项目建设对当地鱼类资源影响较小。虾蟹类因其本身生活习性，大多对悬浮泥沙具有较强的抗性，故工程施工对该海域虾蟹类的影响很小。

4.2.6.2 施工废水对海洋生态环境的影响

施工期间，陆上的施工机械和海域的施工船舶在使用和维修过程中将产生含油废水，这些施工设备的含油废水很难定量估算，若直接排入海中，油污通过附着在悬浮物上并随之沉降到海底，或溶于海水中，随海流扩散，或漂浮在水面上随旋流漂移，油污漂浮于水面上，造成阳光透过率降低，阻碍植物光合作用，从而影响海洋生态环境，而且油污具有一定的粘性，会破坏部分海洋生物的呼吸系统，造成其呼吸困难而死亡。

根据工程分析，本项目施工期间含油废水排放量较小，只要加强管理，严禁施工船舶、施工机械产生的各种污水未经处理直接排放；同时对施工过程中产生的各类含油污水进行收集，处理达标后排放，进入水体的石油类等污染物的量就很小，对水生生物的影响程度和范围也就很小。

4.2.6.3 运营期海洋生态环境影响

海上光伏阵列建设对海洋生态和渔业的影响最终体现在造成部分生态系统服务功能的破坏或丧失。海洋生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。所在海域的生态系统服务功能主要为污染净化的主导功能。

海洋是一个巨大的净化器，对入海污染物具有一定的稀释、扩散、氧化、还原和降解的综合能力。项目建设施工期使海域悬浮泥沙增加，光合作用减弱，对污染物净化功能会产生一定影响，但在施工结束后影响很快消失。在运行期，光伏设备不会明显改变海域的潮流场特征，同时也不会改变海域污染物负荷，不会产生悬浮物。因此，也不会对海域污染物净化功能造成明显改变。

5 海域开发利用协调分析

5.1 开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

（1）福州市

福州位于福建东部、闽江下游沿岸，是东南沿海重要都市，海峡西岸经济区政治、经济、文化、科研中心以及现代金融服务业中心。首批 14 个对外开放的沿海港口城市之一，全国综合实力五十强城市、中国优秀旅游城市、国家卫生城市、国家园林城市、全国环保模范城市、全国双拥模范城市、国家历史文化名城、全国文明城市、全国宜居城市、福布斯中国大陆最佳商业城市百强城市，2013 年被《第一财经周刊》评为新一线城市。

福州辖 6 区 5 县 1 县级市，全市陆地总面积 11968 km²，其中市区面积 1786 km²，建成区面积 240.12 km²，城镇化率 64.8%。全市海域总面积 8144.19 km²，海岸线长 920km，占福建省的三分之一。

2023 年福州市全年实现地区生产总值 12928.47 亿元，比上年增长 5.2%。其中，第一产业增加值 721.59 亿元，增长 4.0%；第二产业增加值 4675.12 亿元，增长 4.8%；第三产业增加值 7531.77 亿元，增长 5.5%。第一产业增加值占地区生产总值的比重为 5.6%，第二产业增加值比重为 36.1%，第三产业增加值比重为 58.3%。全年人均地区生产总值 152846 元，比上年增长 4.9%。

（2）福清市

福清市是福建省福州市辖的一个县级市，位于福建省东部沿海，地理坐标为北纬 25°18′~25°52′，东经 119°03′-119°42′。北与长乐区、闽侯县、永泰县交界，西与莆田市毗邻，东隔海坛海峡与平潭县相望，南濒兴化湾与莆田市南日岛遥对，为福州市辖县级市。福清市是一座古老而又年轻的城市，是全国首批综合改革试点县市，全国村镇建设试点县市，是全国著名侨乡，历史悠久，素有“文献名邦”之称誉。除汉族外，也有不少回族、蒙古族、畲族。也是一座得益于改革开放而兴起的新兴现代化港口工业城市，1990 年撤县建市，现辖 17 镇 7 街 475 个村（社区），市域总面积 2430 平方公里，其中陆域 1519 平方公里，海域 911 平方公里。海岸线总长 348km，有大小岛礁 866 个。

2023 年全年福清市实现地区生产总值(GDP)1682.79 亿元，比上年同比增长 6.8%。

其中，第一产业增加值 139.62 亿元，同比增长 4.0%；第二产业增加值 796.10 亿元，同比增长 7.1%；第三产业增加值 747.07 亿元，同比增长 6.9%。三次产业结构由上年 8.3:48.1:43.6 调整为 8.3:47.3:44.4。人均地区生产总值为 119009 元，同比增长 6.6%。

5.1.2 海域使用现状

根据资料收集和现场调查，项目区及周边海域开发活动的用海类型主要有渔业用海、工业用海、交通运输用海和特殊用海等，海洋开发活动主要有海水养殖，码头，核电取、排水，海上风电，航道和自然保护区等。

（1）渔业用海

目前兴化湾的海水养殖品种主要有鱼类、甲壳类、贝类和藻类等四大类。其中鱼类养殖品种主要有大黄鱼、石斑鱼、美国红鱼、革兰子鱼、鲈鱼、真鲷、黑鲷、黄鳍鲷、大弹涂鱼等，主要为网箱和池塘养殖；甲壳类主要养殖品种有长毛对虾、中国对虾、日本对虾、斑节对虾、角额新对虾、锯缘青蟹、梭子蟹等，主要为围垦养殖；贝类主要养殖品种有花蛤、缢蛏、牡蛎、泥蚶、贻贝、鲍等；经济藻类主要养殖品种有紫菜、海带、江蓠等。

工程区周边的渔业用海主要有开放式养殖和池塘养殖等。

①开放式养殖

开放式养殖在项目区及周边海域呈大片或零散分布，养殖方式为筏式养殖和底播养殖，筏式养殖主要以海蛎、生蚝、海带、龙须菜为主，底播养殖主要以花蛤、油蛤为主。

项目区内分布有约 86.6 公顷的海水养殖，包括 4.84 公顷的筏式养殖和 79.22 公顷的底播养殖，养殖户来自于福清市三山镇。

②池塘养殖

池塘养殖主要分布在沙浦镇、东薛村和薛前村沿岸，养殖品种为虾蟹、贝类等，与本项目相距最近的为位于海缆登陆点北侧约 600m 的养殖池塘。

（2）工业用海

①福清核电

略

项目用海位于福清核电温排区范围内，与取水口相距约 1.8km。

②福清兴化湾海上风电场项目

福清兴化湾海上风电场一期项目（样机试验风场）装机容量 77.4MW，14 台风电样机机组呈 3 排布置，全部位于规划 A 区，包括单机容量 5MW 风机装设 8 台，单机

容量 6MW 风机装设 4 台，单机容量 6.7MW 风机装设 2 台，同时配套铺设 35kV 海缆 26.9km，并在福清核电站东北侧陆域建设 110kV 临时升压变电站 1 座。2018 年 6 月 30 日，一期项目全部风机实现并网发电。

福清兴化湾海上风电场二期（首运试验风场）项目位于规划 B 区，作为福清风电产业园生产风机的批量化试验风场，共布设 45 台风电机组及 1 座 220kV 海上升压站，装机规模 280MW，配套铺设 35kV 海缆 100km，220kV 海缆 14.9km。2017 年 5~8 月，二期项目完成了工程可行性研究、水下噪声及电磁辐射、湿地生态功能影响评价、鸟类资源调查评估、海域使用论证、海洋环境影响评价等各项前期工作，并于 2007 年 12 月~2009 年 4 月依次取得立项审查、用海预审、环评核准、桌面路由、通航安全等各部门审批文件，项目实际于 2018 年 9 月开工建设，2020 年 9 月建设完工，2021 年 3 月全容量并网发电。

（3）交通运输用海

①福清核电厂大件码头进港航道

福清核电厂大件码头进港航道从江阴港区 5 万吨级进港航道兴化 8#灯浮附近接入至核电 3000 吨级码头，航道全长 22.44km，设计底标高-3.6m，设计宽度 150m，3000 吨级单向通航。

项目用海位于福清核电厂大件码头进港航道东侧，与其航道设计边线相距约 220m。

②福清下垄码头进港航道

可满足 3000 吨级集装箱船兼 5000 吨散杂货船单向通航，航道从小麦屿东侧至融侨码头，全长约 8.4km，航道宽度 66m，航道设计底标高-1.8m。采用单向乘潮通航，乘潮历时 1.5h、乘潮保证率 80%、乘潮水位 5.6m。

项目用海位于福清下垄码头进港航道东侧，与其航道设计边线相距约 1km。

③江阴港区进港航道

江阴港区主航道利用兴化水道，自湾口小月屿，经兴化湾水道至各作业区，主航道按 20 万吨级集装箱船单向全潮通航标准规划，同时满足 5 万吨级集装箱船双向全潮通航和 15 万总吨级 LNG 船单向全潮通航的要求。湾口小月屿附近至集装箱码头区航道全长约 47.4km，宽度 300~360m，设计底标高-17.1~-19.9m，主要利用天然水深，仅在野马屿等局部航段需要炸礁；集装箱码头区至西部化工区航道长度 1.2km，宽度 235m，设计底标高-15.2m，满足 5 万吨级化学品船单向全潮通航要求。万安作业区支航道规划自江阴主航道引出，按照 26.6 万方 LNG 船单向全潮通航标准规划，长

5.7 km，航道有效宽度 330 m，设计底标高-14.8m。

项目用海位于江阴港区进港航道北侧，与之相距约 6.6km。

(4) 特殊用海

福建省林业局于 2022 年 2 月发布了福清兴化湾水鸟省级自然保护区的面积、范围和功能区分划。福清兴化湾水鸟省级自然保护区总面积 7518.36 公顷，其中核心区面积 2282.66 公顷，实验区面积 5235.70 公顷，主要保护对象为鸟类。保护区位于福州市福清市境内。东到港头镇后叶村、玉坂村和三山镇前薛村、韩瑶村、楼前村海岸线，南靠小麦村（小麦岛）浅海水域，西临江阴镇滩涂与江阴半岛相望，北接江镜镇陈厝村、前华村、江镜国营华侨农场海堤外约 50 米及港头镇南门村水产养殖场道路。保护区分布见图 5.1-1。

项目用海与福清兴化湾水鸟省级自然保护区保护区的最近距离约 2.9km。

5.1.3 海域使用权属

根据现场调查并向当地自然资源主管部门查询，项目用海与福建福清核电一期工程温排水用海存在重叠，拟通过海域使用立体分层设权方式申请用海。

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

根据海域开发利用现状和资源环境影响预测结果，项目建设可能对工程区及周边海域的海水养殖及建（构）筑物等海洋开发利用活动产生一定影响。

5.2.1 对海水养殖的影响

项目区内分布有约 86.6 公顷的海水养殖，包括 4.84 公顷的筏式养殖和 79.22 公顷的底播养殖，养殖户来自于福清市三山镇，筏式养殖主要以海蛎、生蚝、海带、龙须菜为主，底播养殖主要以花蛤、油蛤为主，这部分海水养殖在项目施工前需迁移出该海域或者停止养殖。

工程施工产生超过 10mg/L 的悬浮泥沙包络范围内（以下简称悬沙影响范围）有约 257.03 公顷的海水养殖（不含项目区内海水养殖）可能将受影响，包括池塘养殖约 24.51 公顷、底播养殖约 40 公顷以及筏式养殖约 192.52 公顷，池塘养殖主要养殖虾蟹、贝类等，涉及的养殖主体包括江阴镇小麦村委会、三山镇前薛村委会、沙埔镇牛峰村委会。另外，悬沙扩散影响范围外还有大量的海水养殖，包括筏式养殖和池塘养殖，项目建设对这部分海水养殖没有影响。

5.2.2 对福清核电的影响

（1）选址相容性

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）文件要求：非居住区边界离反应堆的距离不得小于 500m；核电厂规划限制区范围以反应堆厂房为中心，半径 5km。规划限制区内必须限制人口的机械增长，对该区域内的新建和扩建的项目应加以引导或限制，以考虑事故应急状态下采取适当防护措施的可能性。

本项目为海上光伏建设项目，陆域建设升压站、海域建设的光伏区及场区外电缆桥架均与反应堆的距离在 500m 以上；项目用海和用地位于核电规划限制区内，但项目建设不会引起人口的机械增长，因此，本项目选址与核电项目是可以相容的。

（2）对核电站取、排水的影响

根据数模分析预测，本项目实施后主要造成光伏区内的淤积及光伏区西南侧、东侧局部海域的冲刷，年淤积幅度在 0.14m 以内，年冲刷强度最大为 0.07m。

项目区与核电取水口相距约 1.7km，项目建设对核电取水口海域的冲淤环境基本没有影响；核电取水口位于悬沙扩散影响范围内，项目建设对核电取水的影响主要表现在施工期产生悬浮泥沙对核电取水水质的影响，但施工期悬浮泥沙的影响是暂时的，待施工结束后，影响随之消失。

根据项目所在海域的冲淤现状，项目区基本处于冲淤平衡状态。本项目光伏阵列于核电排水导流堤前沿及周围布设，将打破排水口及排水通道海域的冲淤平衡状态，该海域将会在一段时间内呈现淤积状态，但淤幅不大，在 0.14m/a 以内，随着工程建成并过一段时间后，项目区海域将重新达到冲淤平衡，因此，项目建设对核电排水功能的正常发挥基本没有影响。

（3）对核电确权用海的影响

本项目拟通过海域立体分层方式申请用海，为避免权属冲突，保障项目用海能顺利审批，需对福建福清核电一期工程温排水用海进行空间范围变更。

5.2.3 对福清兴化湾海上风电场项目的影响

根据国家海洋局第一海洋研究所 2017 年 11 月编制的《福清兴化湾海上风电场二期（首运试验风场）项目海域使用论证报告书（报批稿）》及福建海洋研究所 2023 年 2 月编制的《福清兴化湾海上风电场二期（首运试验风场）项目海域使用论证报告书（公示版）》：“一期项目接入系统过渡方案设计在福清核电东北侧设置 110kV 临

时升压站，利用 3 回 35kV 海缆输送至陆上升压站，二期项目 220kV 送出工程投运后，一期项目输电路径改为接入二期项目的海上升压站，与二期电能一同输送至电缆终端塔（沙埔镇赤礁村西侧）。兴化湾海上风电场一期、二期项目均已按上述设计方案进行建设，并已完成施工，二期（首运试验风场）项目已于 2021 年 3 月投运，但一期项目用海并未按实际施工情况进行调整。”。

因此，项目用海对福清兴化湾海上风电场项目的正常运营基本没有影响。

5.2.4 对周边航道的影响

本工程附近的航道、航路主要有福清核电厂大件码头进港航道、福清下垄码头进港航道及江阴港区进港航道等，与项目用海范围的距离分别约 220m、1km 及 6.6km。

（1）对福清下垄码头进港航道及江阴港区进港航道的影响

根据数模分析预测，项目建设不会引起江阴港区进港航道所处海域冲淤环境的改变，福清下垄码头进港航道会造成局部冲刷。

本项目施工期间，来往江阴港区进港航道的施工船舶会增大航道通航密度，增加碰撞风险，但对江阴港区进港航道和福清下垄码头进港航道的通航活动影响较小。

（2）对福清核电厂大件码头进港航道的影响

福清核电厂大件码头进港航道位于项目区西侧约 220m 处，根据数模分析预测，项目建设将改变该航道部分水域的冲淤环境，特别是靠近核电大件码头的水域将会呈现一段时间的淤积，对福清核电厂大件码头进港航道水深条件产生不利影响。

福清核电厂大件码头进港航道的设计底标高在-3.6m，根据项目区水深地形图，进港航道区域的水深在-6.5m~-17.9m 之间，水深充足，因此，项目建设引起航道区冲淤环境的改变不影响该航道设计代表船型的正常通航。

本项目施工期打桩船往来该航道将会增大航道的通航密度，增加碰撞风险，同时，来往该航道的运输船存在误入施工水域的风险。

5.2.5 对福清兴化湾水鸟省级自然保护区的影响

福建省林业局于 2022 年 2 月发布了福清兴化湾水鸟省级自然保护区的面积、范围和功能区划。福清兴化湾水鸟省级自然保护区总面积 7518.36 公顷，其中核心区面积 2282.66 公顷，实验区面积 5235.70 公顷，主要保护对象为鸟类。保护区位于福州市福清市境内。东到港头镇后叶村、玉坂村和三山镇前薛村、韩瑶村、楼前村海岸线，南靠小麦村（小麦岛）浅海水域，西临江阴镇滩涂与江阴半岛相望，北接江镜镇陈厝

村、前华村、江镜国营华侨农场海堤外约 50 米及港头镇南门村水产养殖场道路。

本项目与保护区的实验区最近距离约2.9km，同时，工程施工产生超过10mg/L的悬浮泥沙包络不会到达保护区，与其最近距离约50m。根据前文分析，项目建设对兴化湾鸟类基本没有影响，因此，项目用海对福清兴化湾水鸟省级自然保护区基本没有影响。

5.3 利益相关者界定

根据现场调查，结合本项目的工程特点以及上述海域开发利用现状，界定项目用海利益相关者为：福清市三山镇海水养殖户、江阴镇小麦村委会、三山镇前薛村委会、沙埔镇牛峰村委会、福建福清核电有限公司，需协调部门为港口主管部门和海事部门。

5.4 相关利益协调分析

略

本项目用海与周边利益相关者的关系基本清楚，相关关系具备协调途径。

5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

略

6 国土空间规划符合性分析

6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

本项目在《福清市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的海域规划分区图中位于“特殊用海区”。项目区周边的国土空间规划分区有“渔业用海区”等。

6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

项目区周边的国土空间规划分区有“渔业用海区”等，渔业用海区距本项目最近距离约 300m。

本项目施工期悬浮泥沙扩散对渔业用海区内的海水养殖会造成一定的影响，但其影响是暂时的，影响程度有限，施工结束后影响消失，且受影响的养殖可以协调，运营期不影响养殖活动的正常开展。项目区为核电温排区范围，不适宜存在渔业资源的“三场一通道”。

因此，项目用海对渔业用海区的影响较小。

6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

6.3.1 用途管制符合性分析

本项目在《福清市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的海域规划分区图中位于“特殊用海区”。

本项目海域使用类型为“工矿通信用海”之“可再生能源用海”，是特殊用海区的可兼容用海，符合空间用途准入要求。项目用海方式为透水构筑物，拟建构筑物采用桩基础，壅水小，水流平顺，对周边海域水动力和冲淤环境影响较小，属于基本不改变海域自然属性的用海方式，符合用海方式控制要求。本项目位于核电厂规划限制区范围，项目用海不会造成限制区内人口的机械增长，选址与核电项目相容，符合《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）规定，因此，项目用海符合该国土空间规划分区的保护要求。

综上所述，项目用海符合国土空间规划分区的用途管制要求。

6.3.2 生态保护红线符合性分析

根据“三区三线”划定成果中的生态保护红线，本项目不涉及生态保护红线区，距项目区最近的生态保护红线区为“兴化湾水鸟省级自然保护区 B 区”，相距约 2.9km。项目用海对周边生态保护红线区没有影响。

6.3.3 与《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）（征求意见稿）》符合性分析

项目用海占用的岸线在《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中为优化利用岸线。

本项目为海上光伏建设项目，升压站布置于福清核电基地东侧陆域，光伏区生产的电能需通过电缆输送至升压站，电缆通过栈桥搭设，电缆桥架占用岸线是必要的。本项目电缆桥架实际仅占用 2.2m，且占用的岸线为已开发的人工岸线，项目建设有利于提高该人工岸线的利用价值。因此，项目用海符合《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）（征求意见稿）》。

6.3.4 生态修复规划符合性分析

本项目所处海域为福清核电温排区，项目建设对兴化湾的红树林、鸟类资源、沙滩资源、野生水产资源完整性和多样性、砂质岸线资源等均不会造成影响。同时，项目区未被规划在重点任务内，因此，项目用海与《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的生态修复重点任务没有冲突。

6.4 项目用海与相关规划的符合性分析

6.4.1 与产业政策的符合性分析

根据国家发改委的《产业结构调整指导目录》（2024 年本），本项目属于产业政策里的“鼓励类”产业中的第五类“新能源”中的第二类“可再生能源利用技术与应用”，为国家产业政策鼓励类项目，因此，项目建设符合国家产业政策的要求。

6.4.2 与区域港口规划的符合性

兴化湾内北岸为福州港，南岸为湄洲湾港。根据《福州港总体规划（2035 年）》，福州港江阴港区位于兴化湾内，根据《湄洲湾港总体规划（2020-2035 年）》，湄洲湾港兴化港区位于兴化湾内。拟建工程用海、用地均不涉及前述港区，且与这些港区的作业区均有一定的安全距离，拟建工程用海与《福州港总体规划（2035 年）》和《湄洲湾港总体规划（2020-2035 年）》没有冲突。

6.4.3 与《福建省“十四五”能源发展专项规划》的符合性分析

本项目为海上光伏建设项目，规划装机规模 250MW。项目建设能有效带动光伏产业链的发展，具有良好的社会效益和经济效益，对改善当地电网的电源结构、

推动当地太阳能发电事业的发展、开发可再生能源具有积极意义，与《福建省“十四五”能源发展专项规划》相符。

6.4.4 与《福建省海岛保护规划（2011-2020 年）》的符合性分析

根据《福建省海岛保护规划（2011-2020 年）》，本项目周边分布有桃仁岛、沙屿、大盘礁、宁核礁、福清马岛和太子屿等无居民海岛，与项目区距离最近的沙屿，距离约510m。

项目建设没有占用海岛，没有对周边岛礁进行连岛、爆破等破坏岛礁属性的作业，对岛礁资源没有损耗。本项目距离海岛均有一定距离，周边海岛多为未开发利用海岛，主要保护要求为保护岛上生态环境。本项目为海上光伏建设，根据数模分析预测，项目实施不会造成海岛生态系统的改变和海岛侵蚀，因此，项目用海与《福建省海岛保护规划（2011-2020年）》没有矛盾。

6.4.5 与福清兴化湾水鸟省级自然保护区的符合性分析

本项目与保护区的实验区最近距离约2.9km，同时，工程施工产生超过10mg/L的悬浮泥沙包络不会到达保护区，与其最近距离约50m。根据前文分析，项目建设对兴化湾鸟类基本没有影响，因此，项目用海与福清兴化湾水鸟省级自然保护区规划没有冲突。

6.4.6 与湿地保护相关法律法规的符合性分析

根据福建省林业厅 2017 年公布的福建省第一批省重要湿地保护名录，共计 50 处重要湿地。本项目周边分布有“兴化湾水鸟省级自然保护区省级重要湿地”，项目用海不占用重要湿地，与之最近距离约 2.2km。根据福清市第一批一般湿地名录成果，项目用海占用“福清市兴化湾湿地”。

项目建设没有永久性截断自然湿地水源；项目施工和运营期间不会向周边海域排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水等，施工过程中产生的固体废物会统一清运至当地垃圾处理场处理，不会向周边区域倾倒；项目不涉及种植养殖行为，不存在法律认定的其他破坏湿地及其生态功能的行为。项目运营期间，在严格落实相关环保与生态用海措施的前提下，项目用海基本不会对周边湿地的生态功能产生影响。本项目光伏场区外的电缆桥架用海位于“福清市兴化湾湿地”，项目用海仅桩基础实际占用一般湿地，占用面积较小，对一般湿地资源影响较小。

综上所述，本项目在取得县级以上人民政府授权的湿地管理部门意见的前提下，项目用海可以满足湿地保护相关法律法规的相关管控要求。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 选址唯一性分析

本项目建设规模及用海规模较大，故选址需从对海上交通安全的影响、符合相关规划、项目建设成本、是否便于开发运营管理等方面综合考虑。

从项目建设成本及是否便于开发运营管理方面来看，本项目选址于福清核电基地附近海域，由福清核电和中核汇能共同开发建设，符合中核汇能建设一流清洁能源公司的发展战略，还可为福清核电基地提供后备电源安全保障，实现双方高质量协同发展。项目区位于福清核电温排区，为核电公司已征用海域，项目建设产生的征海补偿成本较少，有利于本项目的实施。

从对海上交通安全的影响方面来看，本项目远离周边港口作业区和大型航道，不占用港口岸线，无密集的海上交通流，仅分布有福清核电厂自用的大件码头进港航道，福清核电厂为项目共建单位，通过合理的统筹协调，不影响该航道的正常通行。故项目建设基本不影响海上交通安全。

从与相关规划的符合性来看，项目用海符合福清市国土空间规划，不影响该海域主导功能的正常发挥，符合福建省“三区三线”划定成果的管控要求。

因此，项目选址较为适宜，基本具有唯一性。

7.1.2 与区位和社会条件适宜性分析

福建省发改委于 2023 年 11 月印发了《福建省 2023 年度光伏电站开发建设方案》的通知，中核汇能福清核电温排区 250MW 海上光伏电站项目正式列入项目清单，具备核准条件。项目总装机容量 25 万千瓦，由福清核电和中核汇能共同开发建设。根据自然资源部办公厅关于征求《自然资源部办公厅关于推进海域立体设权工作的通知（征求意见稿）》意见的函（自然资办函〔2023〕1002 号）：“在不影响国防安全、海上交通安全、工程安全及防灾减灾等前提下，**鼓励对海上光伏、海上风电、跨海桥梁、养殖、温(冷)排水、浴场、游乐场、海底电缆管道、海底隧道、海底场馆等用海进行立体设权。**”因此，本项目选址于福清核电温排区，具备核准和用海审批条件。

本工程近岸侧位于福建省福州市福清市，紧邻福清核电厂，公路、铁路交通条件便利，项目区位于兴化湾海域，航运发达，港口资源优异。本项目采购的光伏组件、

变压器、逆变器等设备及钢管桩等材料均可通过各级公路网或码头运输至施工现场。目前福建省内有多家港工专业施工队伍，其设备精良、经验丰富，完全有能力承担本项目的施工任务。

因此，从审批条件、交通状况、区位条件、基础设施等社会条件来看，项目选址与区域社会条件相适宜。

7.1.3 与区域自然资源、环境条件适宜性分析

(1) 太阳能资源条件

本工程代表年太阳总辐射量为 5270.76MJ/m^2 ，根据 GB/T37526-2019《太阳能资源评估方法》（GB/T37526-2019），项目区属于太阳能资源“很丰富区”，本工程太阳能资源稳定度 $\text{GHRs}=0.39$ ，稳定度等级为稳定 (B)，太阳能资源直射比 $\text{DHRR}=0.46$ ，直射比等级为中(C)，散射辐射较多。根据项目可研分析预测，本项目首年总发电量为 318634.75MWh ，首年利用小时数 1275.47h ，25 年年平均发电量约为 303340.28MWh ，25 年平均利用小时数 1214.24h 。

因此，项目区的太阳能资源具有较好的开发价值。

(2) 工程地质条件

据区域地质资料及现场调查，场址范围内无全新活动断裂通过，属于区域稳定区。南部海域内存在冲刷槽、谷、陡坎、潮流沙脊、沙丘等不良地质现象，存在海底滑坡、崩塌的可能。场区海洋水动力作用较强，拟建场区的表层地基土为软弱土层、砂层，在台风暴浪等较强的海洋水动力作用下易发生迁移和变形，场地表层存在饱和砂土液化及软土震陷现象。可通过采取桩基础等措施消除不良地质现场的不利影响，适宜建设本工程。

(3) 水深地形条件

拟建场地高程在 $-20.7\sim-3.3\text{m}$ 之间，大部分施工区域可采用打桩船进行施工作业，在水深较浅区域通过采用两栖设备或进行乘潮作业解决施工问题，水深条件适宜工程建设。本海域为强潮海域，潮汐和波浪动力强，拟建构筑物需采用抗风浪设计方可满足结构安全。

(4) 水文动力条件

本项目 50 年一遇高潮位按 5.13m 考虑，经计算可得，电气设备的底高程为 9.5m ，即桁架顶高程为 9.5m ，桁架高度为 2.3m ，则桩顶高程为 7.3m ，海上构筑物设计高程与当地潮汐潮位状况相适宜。根据数模分析预测，本项目建成后对海域水动力和冲淤

环境影响最明显的区域位于光伏区内,流速减幅最大仅 0.13 m/s,淤幅最大仅 0.14m/a,且经过一段时间后将达到冲淤平衡状态,工程建设对海域水动力和冲淤环境影响较小。

总体而言,项目选址与区域自然资源、环境条件基本适宜。

7.1.4 与区域生态系统适宜性分析

项目建设使现存底栖生物的栖息场所遭到破坏,但桩基占海面积小,对底栖生物损害不大。经计算,本项目共造成海洋生物损失货币化估算约 161.474 万元,在采取增殖放流的生态修复措施后,可补偿项目建设对海洋生物造成的损失。项目建设对海域生态系统完整性的影响不大,经过一段时间的调整后,将会达到新的生态平衡。项目建设不会隔断渔业育苗场、索饵场、洄游通道,对项目海区野生海洋生物的回游、产卵、索饵的影响很小。项目施工期间,泥沙入海将对海域环境会造成一定的影响,但其影响是暂时的,影响范围和程度有限。运营期,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现状。

因此,项目选址与区域生态系统可相适应。

7.1.5 与周边用海活动的适应性分析

项目建设不影响福清核电厂取、排水活动的正常进行,福清核电厂的取、排水活动亦不会影响本项目正常运营。项目用海与温排水活动可通过海域使用权立体分层设权的方式予以共存。工程施工期间对周边海水养殖有一定影响,福清市三山镇政府已出函同意并支持本项目建设,并配合项目业主协调解决海水养殖的利益相关关系,因此,项目用海与周边用海活动可相适应。

综上,从项目区的社会经济条件、自然环境条件、区域生态系统以及项目与周边用海活动的适宜性等方面来看,本项目用海选址是合理的。

7.2 用海平面布置合理性分析

本项目作为海上光伏发电项目,光伏阵列的数量依据选取的太阳能板的平面布置,光伏设备的运行方式、安装倾角、光伏阵列间距均依据相关规范进行设计,满足 250MW 光伏发电的需求。

(1) 光伏区内部的平面布置合理性

①光伏阵列安装方式合理性分析

对于光伏组件,不同的安装角度接受的太阳光辐射量是不同的,发出的电量也就

不同。安装支架不但要起到支撑和固定光伏组件的作用，还要使光伏组件在特定的时间以特定的角度对准太阳，最大限度的利用太阳光发电。目前常用的安装方式主要为固定式支架、平单轴跟踪支架、柔性支架等。

本项目采用固定倾角安装的方式，可减小初始投资，降低运行成本，使项目收益率达到最大。

②光伏阵列倾角合理性

为了使光伏方阵表面接收到更多太阳能，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，并且应该倾斜安装。根据项目可研分析，当电池组件倾角为 14° 时，全年日平均太阳总辐射量最大，并满足灰尘雨雪滑落要求及倾斜支架较好稳定性的角度范围，同时考虑减小风荷载，提高支架抗风性能且更充分利用海域，因此确定本工程电池方阵的最佳固定倾角为 14° 。

③光伏子方阵设计合理性

本项目推荐选用 320kW 组串式逆变器，经设计计算，采用 320kW 组串式逆变器的情况下，为了保证方阵的合理排列，并且在合理组件串并联数下满足逆变器的工作要求，采用 28 块 710Wp 单晶硅组件为 1 个组件串列。

光伏组件采用竖向方案布置，比横向布置节省约 2 倍的横担材料。

光伏子方阵集中组合，设计紧凑，便于接线，减少支架、线缆用量。

④光伏方阵间距合理性

本项目光伏组件竖向两排放置，考虑前、后排的阴影遮挡问题，并通过计算确定阵列间的距离或光伏阵列与建筑物的距离。考虑施工、温排区范围限制、增加发电量等因素，经设计计算，倾角 14° 布置下前后排中心间距为 7.2m 可以保证两排方阵在冬至日当天早晨 9 点至下午 3 点前排不对后排造成遮挡。

（2）总体平面布置的合理性

①平面布置符合集约、节约用海的原则

考虑到本项目所产生的电能需就近接入燕墩～福清核电辅助变 220kV 线路，故将升压站布置于福清核电基地东侧陆域。受限于核电温排区范围、南侧无居民海岛沙屿及核电厂取、排水口等，光伏区依托核电排水渠自岸边沿南侧布置。该平面布局按照规则统一的子方阵布置形式，通过子方阵的集中组合，设计紧凑，整齐美观，减少电缆敷设的工程量，便于日常巡查，符合集约、节约用海的原则。

②平面布置较大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目平面布置对工程海区的水流动力影响主要是受光伏区光伏板支架桩基阻水作用产生的水流影响，总桩基占海面积仅约 0.42 公顷，且桩间距较远，单桩之间有一定的透水空间，水流影响主要局限在光伏板桩基位置附近，对周围海区影响较小。根据数模分析预测结果，本项目实施后流速影响范围仅局限在工程区较小范围内。流速变化有增有减，以减为主，流速减幅在 0.13m/s 以内，增幅在 0.06m/s 以内。达到冲淤平衡状态时，淤积在 0.14m/a 以内，冲刷幅度在 0.07m/a 以内，对水文动力环境、冲淤环境影响范围和幅度整体较小，该平面布置较大程度减少了对水文动力环境、冲淤环境的影响。

③平面布置有利于生态和环境保护

本项目光伏区设于福清核电温排区，距最近的无居民海岛沙屿约 510m，根据数模分析预测，项目实施不会造成海岛生态系统的改变和海岛侵蚀，有利于生态和环境保护。

④平面布置与周边其他用海活动相适应

本项目光伏区布置于核电温排区范围内，不影响福清核电厂取、排水活动的正常进行，福清核电厂的取、排水活动亦不会影响本项目正常运营。项目区及附近海域在国土空间规划中为“特殊用海区”，该功能区内仅分布较少的海水养殖，按照该平面布置施工后产生的大于 10 mg/L 的悬浮物包络范围内海水养殖较少，可以协调。因此，本项目平面布置可与周边其他用海活动相适应。

（2）平面方案比选分析

①总平面布置方案二

本方案采用 710Wp 单晶双面光伏组件，每 28 块组件一串，固定式支架部分组件安装按照竖向两排布置。相邻组件考虑 20mm 过风间隙，固定式支架部分组件前后排间距 7.2m，方位角 0°，倾角 14°。本方案共装设 423360 块 710Wp 光伏组件，其中 18 个单元按照 218 串组件和一台 4.5MVA 箱变布置，38 个单元按照 219 串组件和一台 4.5MVA 箱变布置，合计 56 个单元。总装机容量为 300.5856MWp。

光伏场区内留有 15m 宽检修航道，检修航道与光伏子阵之间的纵横干道连通，环形航道留至各个箱变区域，形成一个场内航道系统，满足日常巡查和检修的要求。

②平面方案比选分析

光伏阵列结合用海范围和地形情况，充分利用场址区的海域，不宜过分分散，应

便于管理、节约用地；尽量按照规则统一的子方阵布置形式，通过子方阵的集中组合，以达到用地较优、节约连接电缆、日常巡查线路较短、减少电缆敷设的土建工程量，电缆的最佳布置方案。

经比较，两种布置方案主要差别在于方阵形式的选择，布置方案一主要是竖向型方阵，方案二主要是横向型方阵，竖向型方阵更能充分利用不规则用海红线的空间，共节约 10.9 公顷用海面积，且方案二的集电线路公里数多了约 1.5 公里，工程量成本更大，因此综合考虑，选择方案一的布置方式。

综上所述，本项目平面布置合理。

7.3 用海方式合理性分析

本项目用海方式为透水构筑物。

7.3.1 用海方式合理性分析

（1）桩基满足结构稳定性要求

为验算桩基是否满足结构稳定性要求，本项目可研报告计算如下：

根据《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008），当桩的水平承载由水平位移控制，且缺少单桩水平静载试验资料时，可按照下式估算单桩水平承载力特征值：

$$R_{ha} = 0.75 \frac{\alpha^3 EI}{v_x} x_{0a}$$

式中：

EI——桩身抗弯刚度；

x_{0a}——桩顶允许水平位移；

v_x——桩顶水平位移系数。

验算光伏桩基础时按 50 年一遇基本风压计算风荷载，计算结果见表 7.3-1。

表 7.3-1 桩基计算结果

方案	最大竖向力 (kN)	抗压承载力 (kN)	最大拔力 (kN)	抗拔承载力 (kN)	最大 UC	UC 允许 值
①	259.49	463.0	115.57	291.3	0.988	1
②	221.16	360.7	98.63	231.1	0.998	1
③	263.24	455.7	111.83	298.6	0.978	1
④	225.30	353.3	94.48	220.5	0.950	1
⑤	267.63	534.0	107.44	341.0	0.992	1
⑥	228.79	464.3	90.98	290.0	0.993	1
⑦	270.39	662.0	104.67	419.3	0.963	1
⑧	230.93	541.8	88.85	333.3	0.977	1

(2) 透水构筑物合理性分析

本项目光伏区和电缆桥架采用桩基础，用海方式为透水构筑物。该用海方式壅水小，水流平顺，对周边海域水动力和冲淤环境影响较小，基本不改变海域自然属性，对占用海域范围内的生态系统影响较小，有利于减小对海洋生态环境的影响。

因此，项目透水构筑物用海方式合理。

7.3.2 光伏区用海方式比选分析

本项目结构设计除了推荐方案外，还提出了另外一种结构方案，结构方案用海方式均为透水构筑物。由于这几种结构方案对海域水动力和冲淤环境的影响均较小，因此，主要从造价、施工难易程度和技术成熟度等方面进行对比分析。

根据调研，适用于海上光伏场区的基础主要有高强预应力混凝土桩（PHC）、钢管桩、钢管混凝土桩、吸力桶基础等四种；支架主要有钢支架、钢桁架、柔性支架等三种。吸力桶基础属于浅基础，光伏基础尚无应用案例。

(1) 钢管桩+钢桁架方案

钢管桩大跨度钢桁架设计的技术路线为：综合考虑防腐蚀、抗风浪、抗台风、抗浮冰、抗浪潮、抗洋流、防碰撞等因素，光伏支架平台基础采用钢管桩，通过计算上部恒、活、风、雪和浮冰荷载的综合作用确定钢管桩合理直径和壁厚，再针对波浪力对桩基的最大水平推力，在桩基受弯矩最大部位增加钢板翼缘等构造措施，提高桩身抵抗静推力和动力作用的能力，兼顾安全性、经济性和施工便利性。该结构方案示意图见图 7.3-1。



图 7.3-1 钢管桩+钢桁架方案示意图

(2) PHC 桩+钢支架方案

采用 PHC 预应力混凝土管桩和钢桁架形式，通过改变结构形式，增大管桩东西向间距，以提高经济性和施工便利性。光伏组件桩基础的排列应根据光伏列阵的排列，应便于安装、维护并具有抗倾覆、抗滑能力。本方案为常规滩涂光伏项目中较常使用方案，经对比分析，对于水深条件小于 5m 情况且无冰的情况能够使用。该结构方案示意图见图 7.3-2。



图 7.3-2 PHC 桩+钢支架方案示意图

（3）钢管桩+柔性钢桁架方案

该结构方案示意图见图 7.3-3。在结构方面，柔性支架大体可分为单层悬索体系、预应力双层索系（承重索+稳定索）、预应力索网、混合体系、张弦（梁、桁架）+索拱、弦支穹顶、横向加劲等几种结构。大跨距悬索柔性支架结构型式则包含承重、组件索、索桁架间撑杆、桩柱、边锚系统、钢梁、索桁架撑杆等关键部分。柔性支架结构的荷载状态分析应在初始预应力状态的基础上考虑永久荷载与活荷载、风荷载、雪荷载、波浪荷载、水流荷载、冰荷载、地震作用、温度作用的组合，并应根据具体情况考虑施工安装荷载。对于风荷载的作用，应考虑静力和动力效应。

针对本项目，柔性光伏支架方案的施工与运维是重点也是难点，需要综合考虑经济性与安全性。



图 7.3-3 钢管桩+柔性钢桁架方案示意图

通过前面的计算分析表明，几种光伏支架与基础方案的承载力、强度和稳定性等均能满足要求。从方案造价、施工难易程度、技术成熟度等几个方面对三种基础方案的比较如表 7.3-2 所示。

表 7.3-2 典型子阵光伏支架和基础方案比选

支架及基础方案	部位	单瓦造价（元/W）	单瓦综合造价（元/W）	施工难易程度	技术成熟度
PHC桩+钢桁架方案	上部支架	0.905	1.927	混凝土管桩需用海上打桩船，支架可按小模块逐个拼接，对吊装船只要求低，对安装精度要求高。	桩基施工较成熟，支架拼接和组件安装具有一定挑战。
	桩基础	1.022			
PHC桩+柔性钢桁架方案	上部支架	0.606	1.95	海上钢桩较易施工，钢索张拉困难，预应力易损失，且钢索防腐施工困难，在海洋环境中易腐蚀。	桩基施工较成熟，海上钢索预张拉和柔性支架技术尚未成熟。
	桩基础	1.344			
钢管桩+钢桁架方案	上部支架	0.94	2.17	海上钢桩较易施工，钢平台吊装难度大，吊装船需要一定吃水深度，预留空间要求高。	桩基施工较成熟，平台吊装和组件安装挑战大。

在对支架及基础单位千瓦综合造价、施工难易程度和技术成熟度综合对比后，结论如下：

在方案可行的情况下，PHC 桩+钢桁架方案经济性最好，但 PHC 桩+钢桁架方案仅适用于水深小于 10m 的区域，超过一定水深后 PHC 桩出泥面段长度增加，桩身开裂弯矩急剧增加，经济性变差。钢管桩+大模块方案综合造价较高，但钢管桩受力性能就好，能适应 10m 以上水深，适用于本工程-5m 等高线以外区域。

由于海上光伏场地面积较大，本工程场地内不同区域水深条件相差达 10m，仅采用单一结构方案将导致工程造价偏高，也容易导致部分区域施工不便，因此综合考虑场地内水深、波浪、风等主要荷载分布的差异，本工程推荐按照水深条件的不同分区域 1 和区域 2 两块场地，区域 1：-5m 等深线以内，采用 PHC 桩+钢桁架方案；区域 2：-5m 等深线以外，采用钢管桩+大模块方案。结构方案分区如下图所示，针对不同水深采用不同的光伏支架结构形式有利于进一步降低工程造价。同时两种方案均采用水平桁架体系可以统一场区标高，达到场区布置方案的一致性。

因此，综合考虑上述因素，本项目推荐采用钢管桩和钢桁架方案。同时，为了使钢管桩基础在抵抗波流水平荷载的情况下提高经济性，考虑钢管桩基础上部为小桩径的钢管桩、下部为大桩径的钢管桩，并通过接桩工艺连接。

综上所述，本项目用海方式是合理的。

7.4 占用岸线合理性分析

项目用海共占用新修测海岸线 27.5m，为人工岸线，不形成新的海岸线。

本项目的升压站布置于福清核电厂东侧陆域，光伏区转换的电能需通过海缆输送至升压站，海缆通过桥架方式架设，占用岸线是必要的；项目用海占用岸线为 27.5m，电缆桥架实际占用岸线仅 2.2m，且占用的岸线为已开发的人工岸线，该占用方式可充分发挥该岸线的利用价值，对周围岸线资源没有影响。

因此，项目用海占用岸线是合理的。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 用海面积满足项目用海需求

根据港区自然条件，结合当地的实际情况，本项目申请用海总面积为 278.0460 公顷，用海方式为透水构筑物。

（1）满足工程规模需求

本项目建设规模为 250MW_p 海上光伏，需使用 710W_p 高效单晶硅组件的数量为 $250\text{MW}_p/680\text{W}=367647$ ，本项目拟使用 710W_p 高效单晶硅组件 423360 块，建成后总装机容量约 300.5856MW_p，建设的光伏阵列可满足项目的发电需求。

（2）满足透水构筑物用海需求

本项目透水构筑物用海包括光伏区用海和电缆桥架用海。

光伏区内设有光伏支架、场区内电缆桥架、逆变设备、汇流设备、升压设备、桩基础、检修通道及箱变等设备，光伏区垂直投影面积约 260.2505 公顷，该面积已包含光伏区内的伏支架、场区内电缆桥架、逆变设备、汇流设备、升压设备、桩基础、检修通道及箱变等涉海工程使用的海域面积。将光伏区涉海工程最外侧外扩 10m 后的垂直投影外缘线连线的用海面积约 272.9628 公顷。

连接光伏区与陆域升压站的电缆桥架，长度约 2313m，整体栈桥宽度为 2.28m，栈桥两侧外扩 10m 后总宽度为 22.28m，则光伏区外的电缆桥架用海面积约 5.0832 公顷。

因此，本项目申请透水构筑物用海 278.0460 公顷，可以满足项目透水构筑物的用海需求。

综上所述，项目申请用海面积可满足项目建设及用海需求。

7.5.2 宗海图绘制

7.5.2.1 海域使用类型及用海方式

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目海域使用类型为“工矿通信用海”之“可再生能源用海”。根据《海域使用分类》，本项目海域使用类型为“工业用海”之“电力工业用海”，用海方式为透水构筑物。

7.5.2.2 界定依据

根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009），“工业用海”中的“电力工业用海”的宗海界址界定方法为：“栈桥、平台等透水构筑物用海，以透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线外扩 10 米距离为界”。

7.5.2.3 宗海界址界定

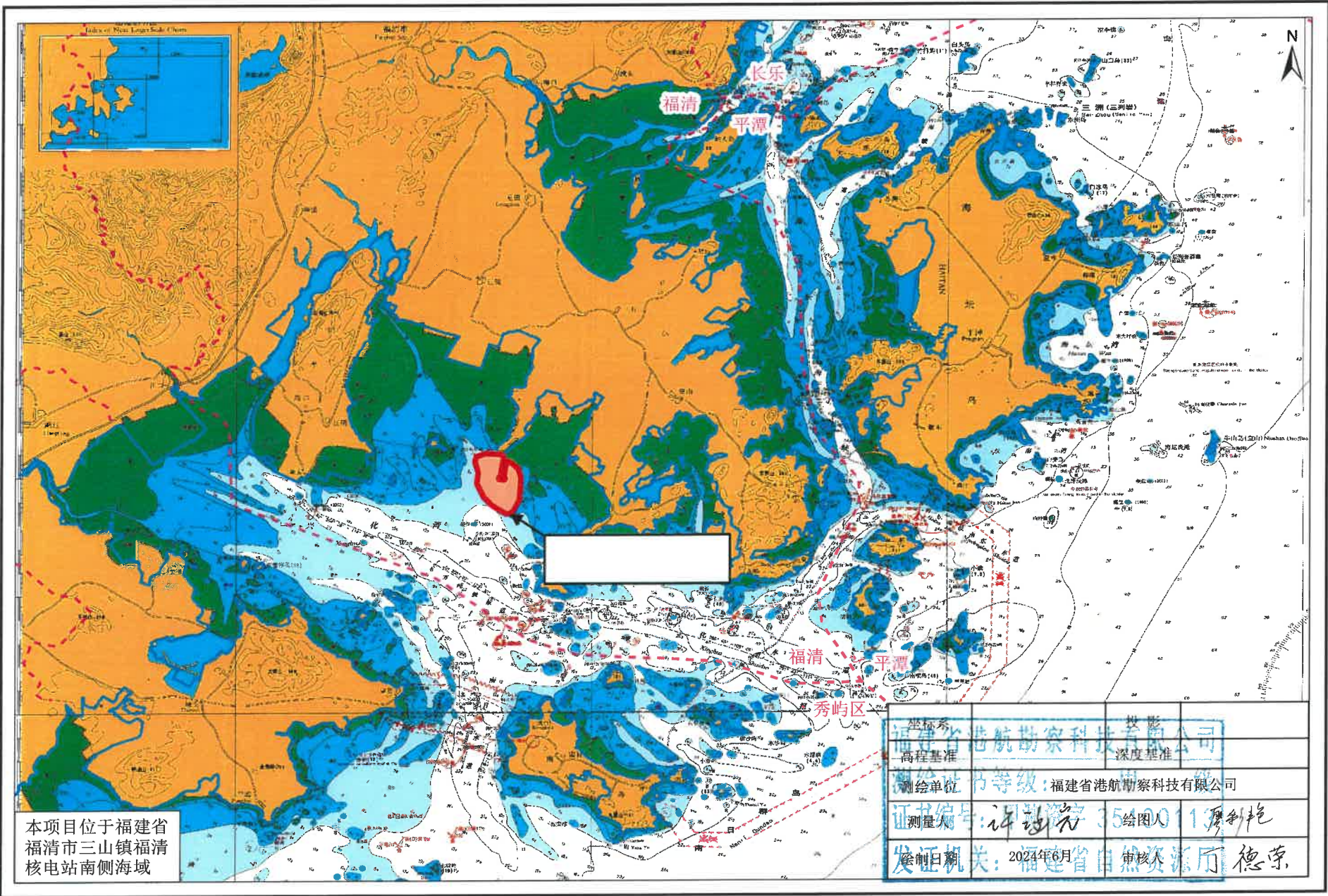
透水构筑物界址线：与福建福清核电一期工程确权用海相接处以其宗海界址为界，与岸线相接处以新修测海岸线为界，其余侧以光伏区或场区外电缆桥架的垂直投影外缘线外扩 10m 为界。

7.5.2.4 申请用海面积

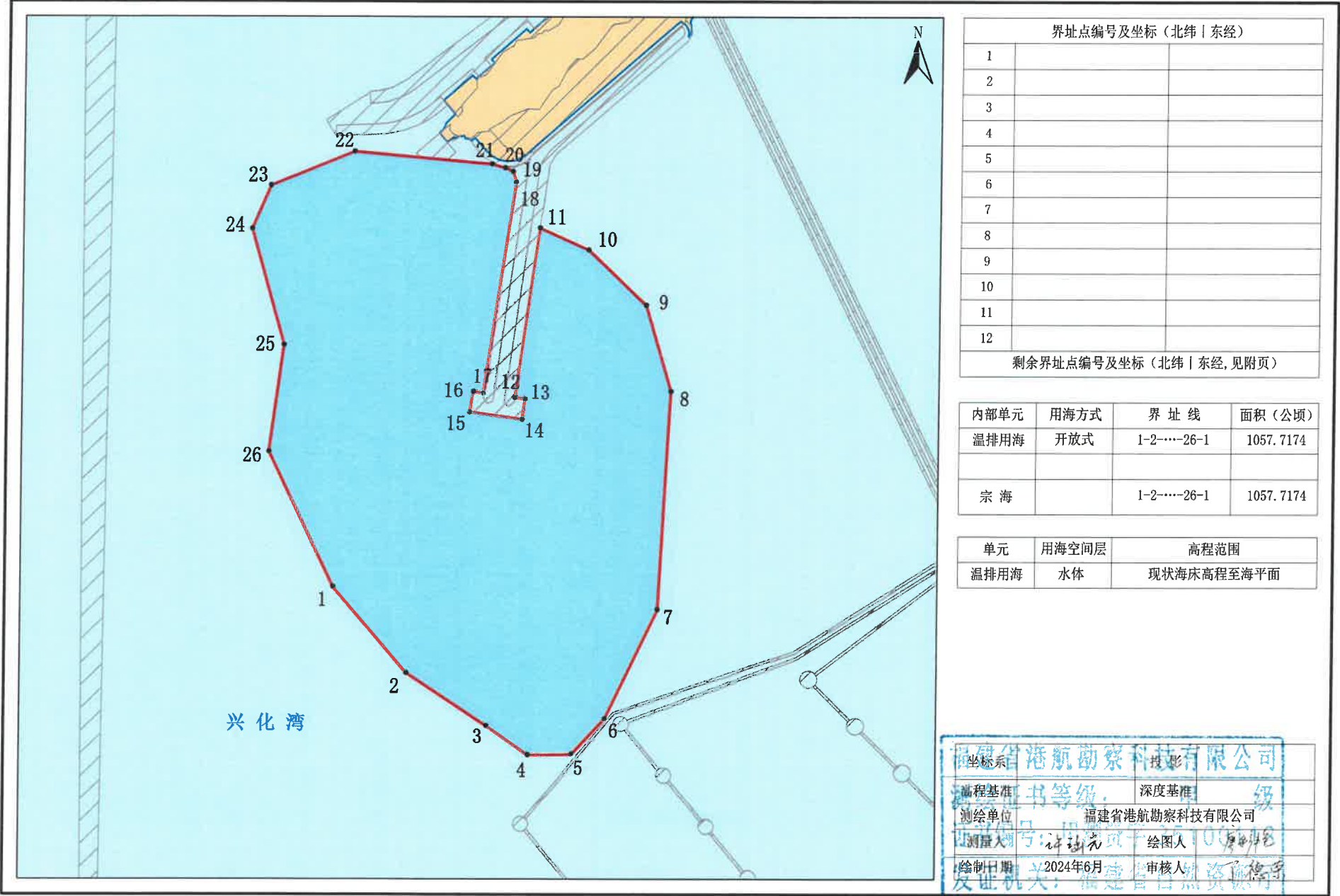
本项目光伏区于福建福清核电一期工程温排水用海范围内开展，拟通过海域使用权立体分层设权方式使用海域。因此，应在本项目新设海域使用权批准前，需完成已设海域使用权“福建福清核电一期工程温排水用海（国海证号：2012A35018100938）”的空间范围变更手续。福建福清核电一期工程温排水用海变更用海后的宗海图见图 7.5-1~图 7.5-3。

根据本项目的平面布置和构筑物尺度，以《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）为依据，确定本项目申请用海总面积为 278.0460 公顷，用海方式为透水构筑物。项目宗海图见图 7.5-4~图 7.5-6。

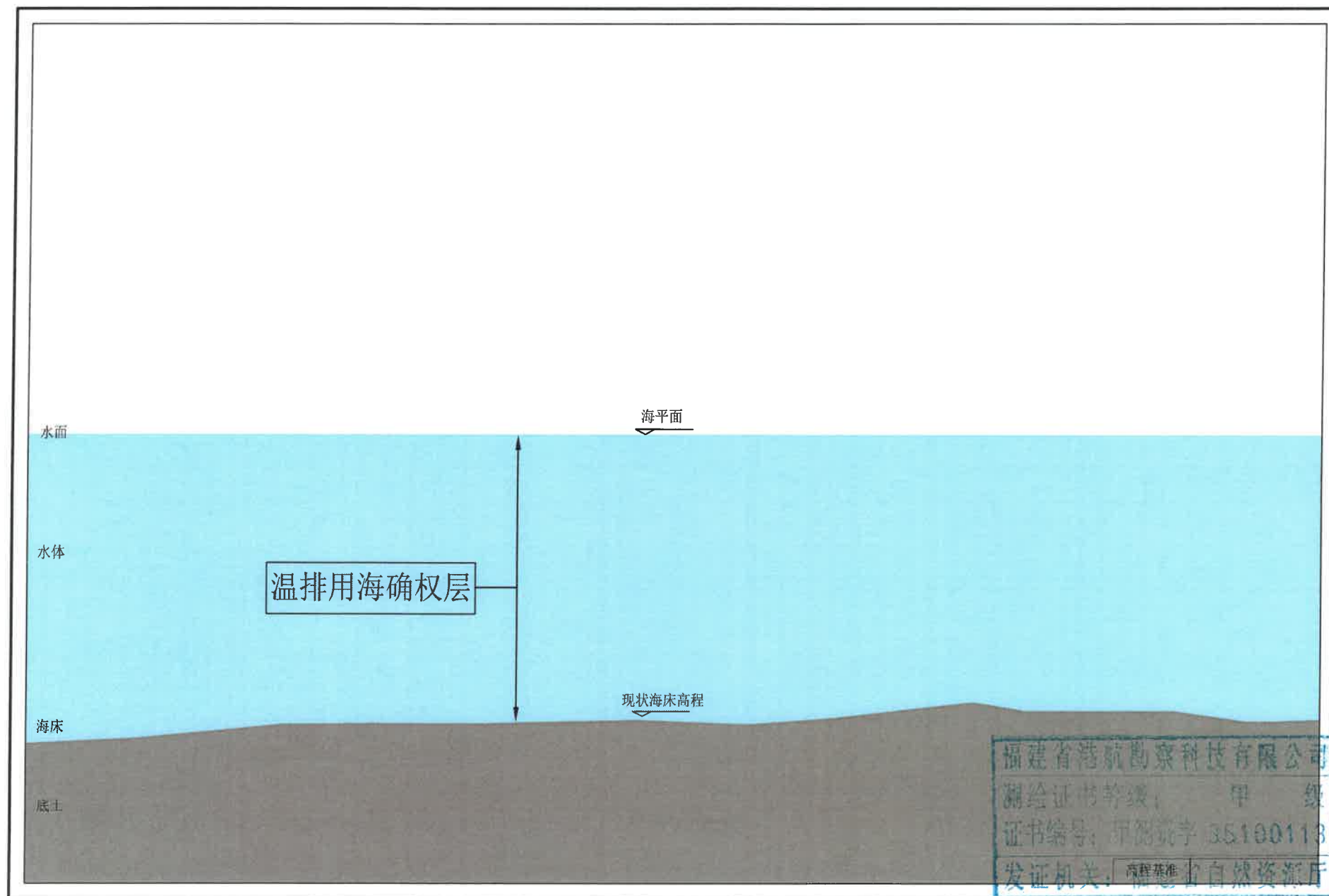
福建福清核电一期工程温排水用海宗海位置图



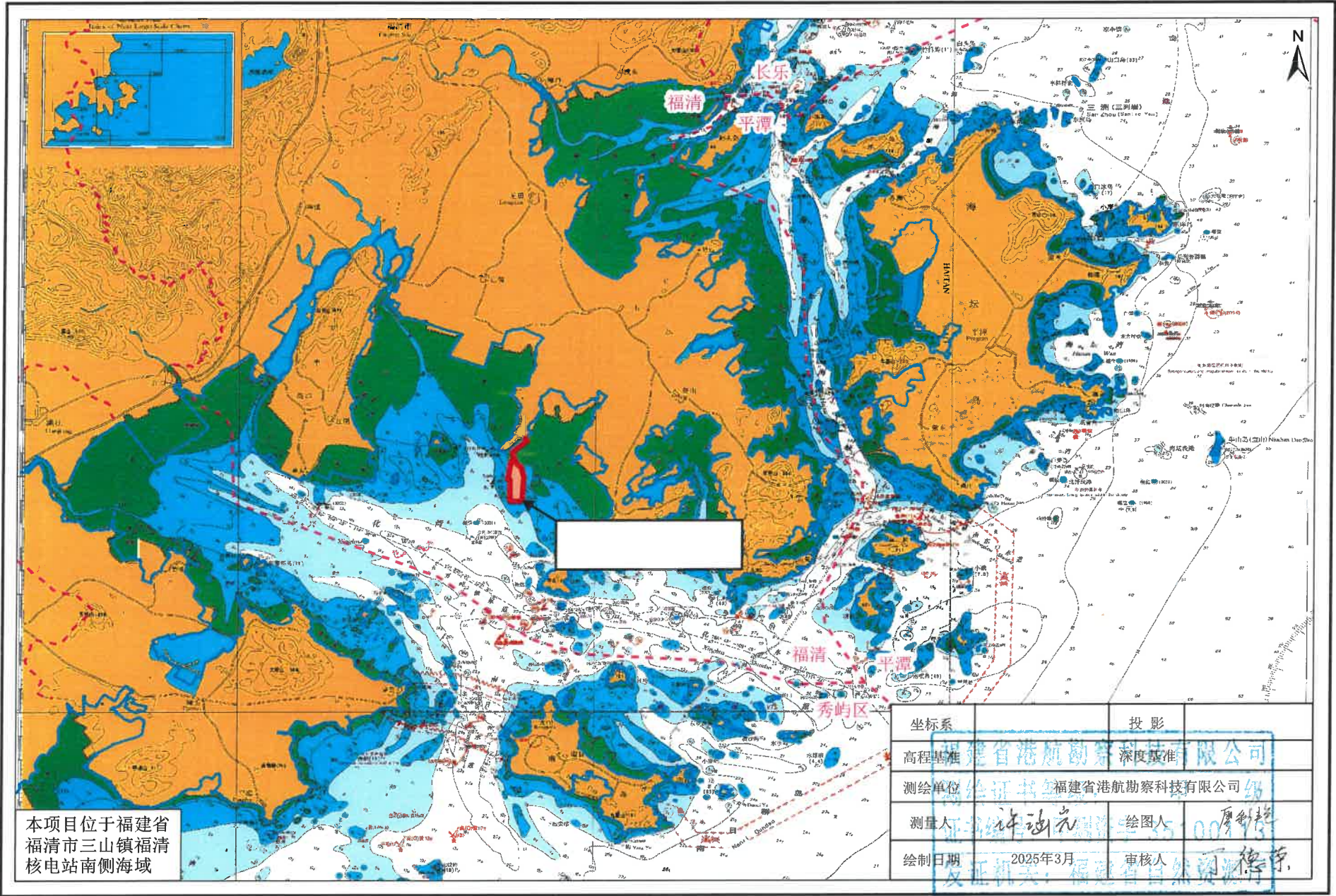
福建福清核电一期工程温排水用海宗海界址图



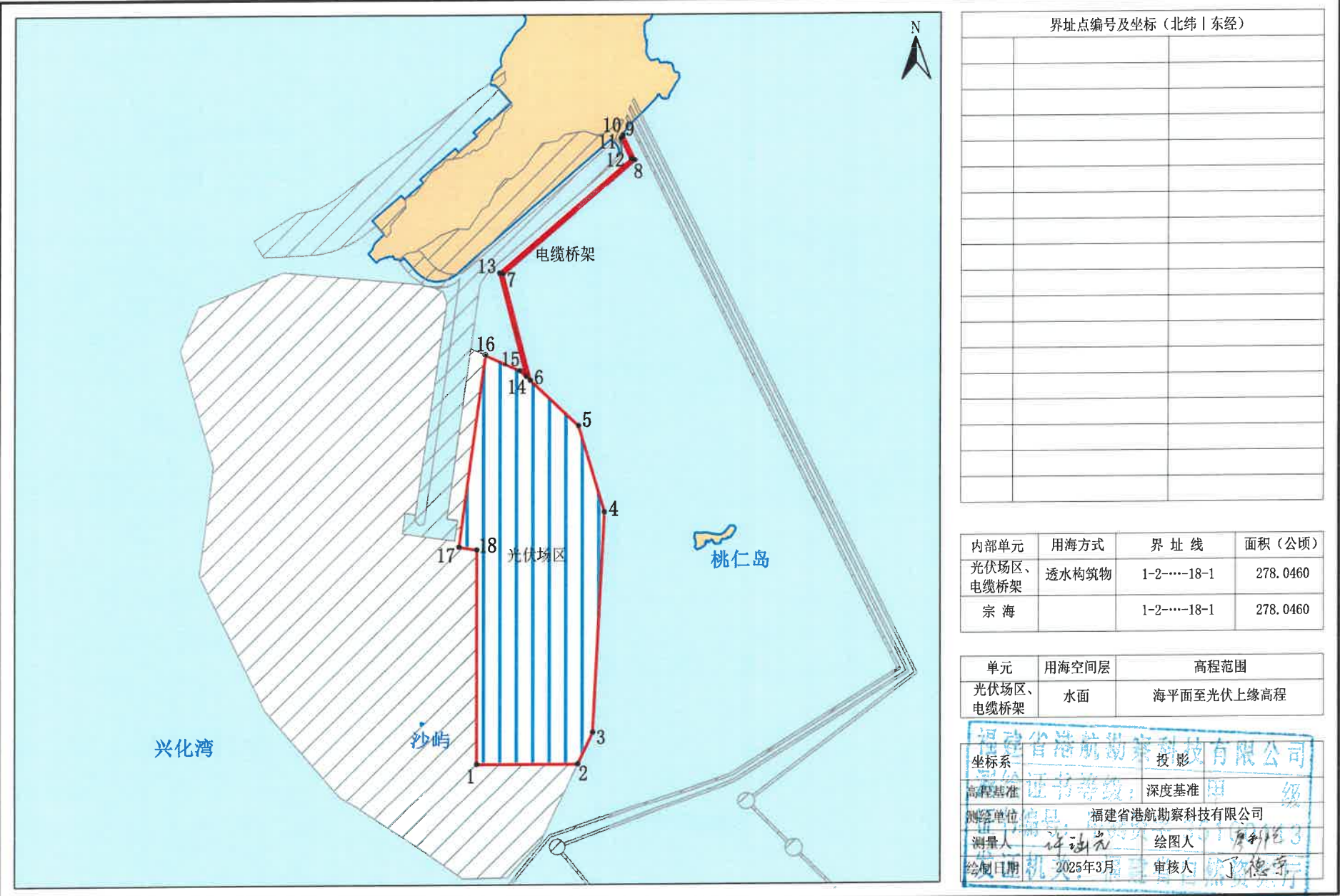
福建福清核电一期工程温排水用海立体空间范围示意图



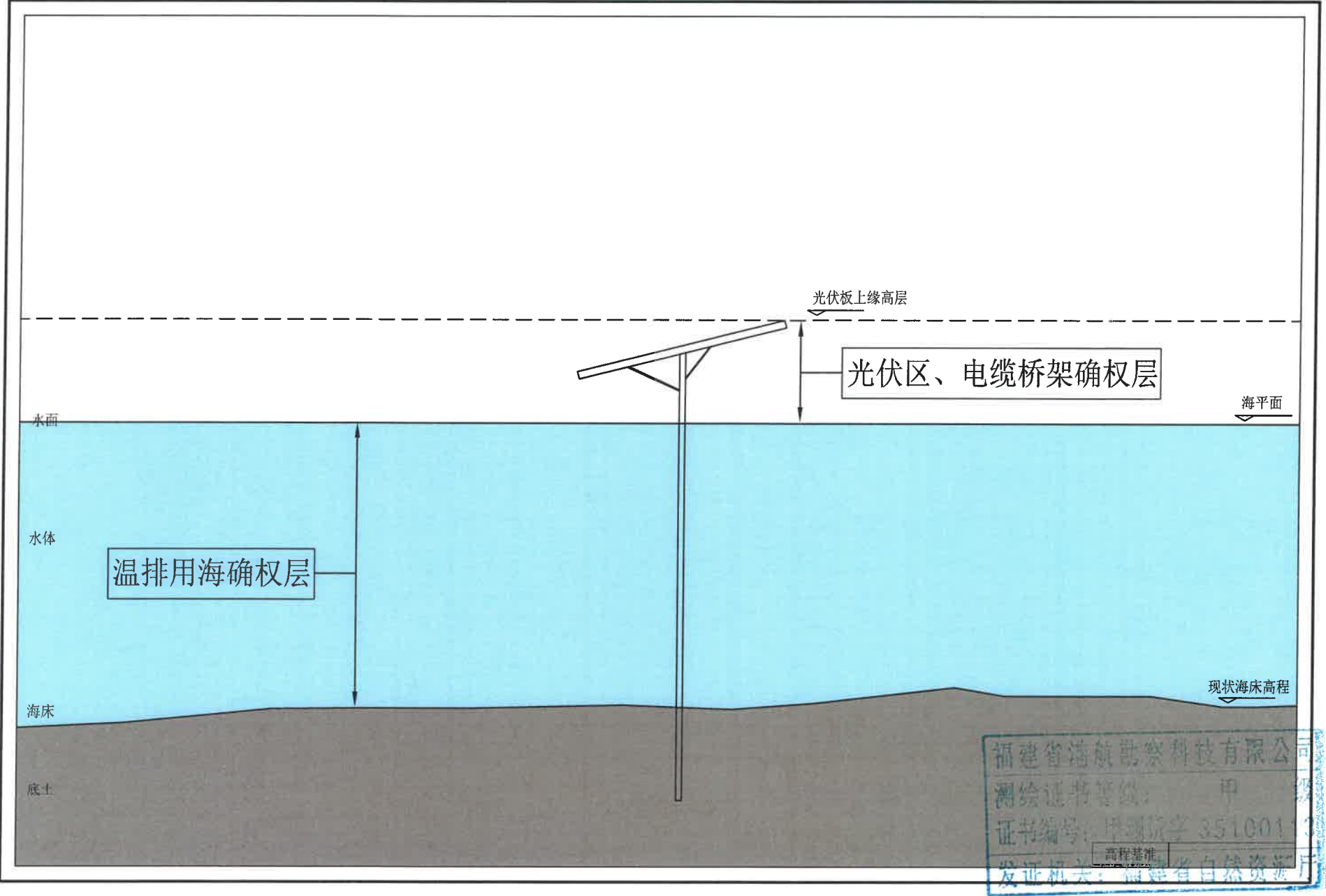
中核汇能福清核电温排区250MW海上光伏电站项目宗海位置图



中核汇能福清核电温排区250MW海上光伏电站项目宗海界址图



中核汇能福清核电温排区250MW海上光伏电站项目立体空间范围示意图



7.5.3 用海项目面积符合相关设计标准和规范

本项目光伏组件的技术性能要求主要依据工业和信息化部制定的《光伏制造行业规范条件》（2021 年本）和《光伏制造行业规范公告管理暂行办法（2021 年本）》两个文件确定，因此，项目用海面积符合相关设计标准和规范要求。

7.5.4 用海面积量算符合《海籍调查规范》

本项目用海界址点的界定及面积的量算是在本项目推荐的总平面布置方案的基础上，按照《海籍调查规范》（HY/T 124—2009）要求，采用 AUTOCAD 方法界定边界点并确定坐标和用海面积。因此，本项目用海面积量算符合《海籍调查规范》。

综上所述，本项目宗海界址点的界定符合海域使用管理相关规范的要求，满足项目用海需求，由此测算出的用海面积是合理的。

7.5 用海期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

本项目用海类型属于“工矿通信用海”之“可再生能源用海”中，属于建设工程用海，依照《中华人民共和国海域使用管理法》中的海域使用权最高期限规定，用海期限最高为 50 年；但鉴于本项目拟选用的光伏支架结构设计使用年限 25 年，因此，本项目申请用海年限建议为 25 年是合理的。

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

8.1.1 施工期生态用海措施

8.1.1.1 水污染防治措施

(1) 施工期悬浮泥沙影响减缓措施

①采用先进的施工工艺、提高打桩质量和精度，尽量减少打桩作业对底质的搅动强度和范围，合理安排打桩作业位置、作业分区等。

②确保工程质量管理，在施工过程中须做好现场控制，施工前做好技术交底工作，打桩操作人员应熟悉施工图纸和掌握船只的机械性能，并不断提高操作人员的操作水平。

③定期对打桩设备进行维护和保养。

④合理安排施工进度，并加强同当地气象预报部门的联系，恶劣气象条件下，严禁施工作业。在超出船舶抗风浪性能安全系数的恶劣天气条件下，应停止施工，以免发生船舶倾斜或翻船事故，从而造成大面积的悬浮泥沙污染。

(2) 施工人员生活污水处理措施

施工人员的生活污水主要发生在施工船舶上，为防止施工船舶上生活污水对海域环境造成影响，施工船舶应对船上生活污水进行集中收集，并与机舱油污水区别对待，在船舶靠港时定期接收上岸委托处理，禁止生活污水倒入海中。

(3) 施工船舶含油污水处理措施

施工船舶机舱含油污水是方案主要的废水污染物，按照交通部《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》要求，施工船舶在施工前应在当地海事部门的指导下对船舶的排污设备进行铅封管理，铅封后的船舶油污水定期（约每月1次）排入海事部门指定的岸上接收设施进行委托处理，并开具单证，汇入《油类记录簿》，以保证船舶含油污水不排放入海。

同时，施工单位应经常检查船只、设备性能完好率，对跑、冒、滴、漏严重的船只严禁出海作业，防止发生机油泄漏事故，并及时进行检修维护。海上施工场所应设置醒目的警示标志，提醒过往船只远离施工场所，避免与施工船舶发生碰撞事故。

(4) 其他减缓措施

①对于混凝土搅拌站冲洗废水，应设置临时沉淀池处理达标后回用于施工场地、

施工道路洒水抑尘、绿化浇灌和运输车辆冲洗等。

②施工期应对工程前沿海域进行 1~2 次海域监测工作，掌握工程施工对海域的影响程度，根据施工对海域的影响程度，及时改进施工工艺。

③委托有资质的环境监理单位对本工程施工期进行环境监理。

8.1.1.2 固体废物防治对策措施

(1) 施工人员的生活垃圾收集到指定的垃圾箱(筒)内，并定时由当地环卫部门统一及时处理。

(2) 施工中禁止任意向海洋抛弃各类固体废弃物，同时应尽量避免各类物料散落海中。

(3) 在固体废弃物清运过程中施工单位应注意保护周围环境，规范运输，防止洒落，不得随意倾倒建筑垃圾，对周围环境造成影响。

8.1.1.3 海洋生态保护对策措施

(1) 减缓生态环境影响的措施

①建设单位在制订施工进度计划安排时，应尽量避免 4~5 月海洋经济生物的产卵盛期。

②加强对施工队伍的管理，严禁乱填乱毁滩涂湿地，尽量缩小滩涂生物栖息地的破坏面积，减小对海洋生态资源的破坏。

③选择合适的施工潮时，以减少施工难度和风险，同时可减少泥沙的冲刷流失量。

(2) 海洋生态环境恢复与补偿

①在施工期应预防为主。在各种作业工程施工过程中，应加强施工队伍的组织和管理，采用先进技术设备，严格按照操作规程，科学安排作业程序，尽量避免和减少造成海水悬浮物的增加量，从而降低对浅海水生生物生长的影响。

②加强施工期废水的收集处理和生活垃圾的收集处置，严禁向海域倾倒各种垃圾与废水。

③施工过程的同时要实施水土保持方案，减少泥沙流失入海。

④及时落实海洋生态保护修复补偿金，采取增殖放流措施，使得被影响的生态得到及时的修复。

⑤委托有资质的单位进行海洋环境跟踪监测工作。

8.1.2 运营期生态用海措施

(1) 工程达到使用年限报废后，应拔除光伏板及电缆桥架的桩基，恢复海域滩涂原状。

(2) 工程建设用海将对占海范围内的海洋生态、渔业资源等造成直接影响，工程施工产生的悬浮物扩散对海洋生物造成间接影响，特别是底栖生物的损失，应根据有关规范计算确定，用海单位依此采取增殖放流措施进行生态补偿。

(3) 对施工期附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测，及时了解工程施工对生态环境及渔业资源的实际影响。根据海域环境特征，设立长期的监测站点，对海域的各种水生生物资源(包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、渔业资源)等进行定期监测。

(4) 加强电场运营管理，保证各项工程设施完好和确保安全生产是海洋生态保护最基本的措施。建议开展 ISO14000 的认证，以提高环境管理水平，杜绝海洋环境事故。

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 主要生态问题

根据前文对海洋生态环境的影响分析，项目建设造成的主要生态问题为工程占海及施工产生悬浮物扩散导致的海洋生物死亡而引起的生物存量减少。据前文计算，本项目造成的海洋生物经济损失货币化估算约为 161.474 万元。

8.2.2 生态修复措施

根据项目生态问题，本次生态修复措施拟开展增殖放流，具体实施方案如下：

(1) 增殖放流海域及品种

增殖放流拟选址于兴化湾，根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1 号），兴化湾适宜放流以下渔业种类：黄姑鱼、长毛对虾、日本对虾、拟穴青蟹、三疣梭子蟹、大黄鱼、真鲷、黑鲷、黄鳍鲷、花鲈、点带石斑鱼、赤点石斑鱼、青石斑鱼、云纹石斑鱼、斜带髯鲷、鲷、曼氏无针乌贼、中国鲎*。

(2) 增殖放流相关要求

《水生生物增殖放流管理规定》第四条：农业部主管全国水生生物增殖放流工作。县级以上地方人民政府渔业行政主管部门负责本行政区域内水生生物增殖放流的组

织、协调与监督管理。第五条：各级渔业行政主管部门应当加大对水生生物增殖放流的投入，积极引导、鼓励社会资金支持水生生物资源养护和增殖放流事业。水生生物增殖放流专项资金应专款专用，并遵守有关管理规定。渔业行政主管部门使用社会资金用于增殖放流的，应当向社会、出资人公开资金使用情况。

增殖放流苗种应来自有资质的育苗场，对增殖放流的种类、规格、时间、地点、标志放流数量及方法等进行合理的规划。具体的补偿措施包括：

①应委托有资质的单位进行增殖方案制定、论证和效果评估等，科学合理的对海洋生态环境进行生态修复。

②根据所在海域生物资源特点与损失的生物资源种类，经过充分调查研究，论证放流的具体品种与数量，避免因盲目放流引入外来物种，给原有的生态系统造成破坏。

③科学选定放流区域与放流季节。放流区域至少细分为滩涂区域、浅海区域等，根据其环境特点放流合适的海洋生物种类；放流季节应根据放流生物种类的生长繁殖特点来确定具体放流时间。

④严格筛选放流物种来源，应采用有正规资质的苗种厂的苗种资源。

⑤建立生态补偿专项基金，由相关部门对生态补偿金的征收、使用情况进行监管和审查，确保专款专用。

考虑生态保护修复经费原则上不得低于生态损害评估的金额（161.474 万元），本次拟一次性投入增殖放流资金 161.474 万元，于 2026 年底前完成。

8.2.3 实施计划

本次生态保护修复计划详见表 8.2-1。

表 8.2-1 生态保护修复一览表

保护修复类型	保护修复内容	工程量	实施计划	责任人	备注
海洋生物资源恢复	增殖放流	一次性投入资金 161.474 万元	2026 年底前完成增殖放流	福清汇能能源有限公司	拟选址于兴化湾海域

9 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

本项目位于福建省福清市三山镇福清核电站南侧海域，总装机容量为300.5856MWp，建设内容包括太阳能光伏发电系统与升压站升压系统，首年总发电量为382195.20MWh。本项目共装设423360块710Wp光伏组件，总装机容量为300.5856MWp，共配置784台320kWp组串式逆变器，56个4.5MW级的1500V光伏发电单元。本项目海域使用类型为“工矿通信用海”之“可再生能源用海”，拟通过立体分层设权方式使用海域，申请用海总面积278.0460公顷，用海方式为透水构筑物，申请用海期限建议为25年。

9.1.2 项目用海的必要性

本项目符合能源产业发展方向，符合国家能源规划政策和环境保护的需要，具有节能减排效果，对光伏发电技术的推广应用具有促进作用，可开拓当地经济增长领域。

项目用海是由项目性质决定的。本项目是海上光伏发电项目，海上光伏发电是一种新的能源利用方式和资源开发模式，是将“光伏电站”从陆地搬到了海上，在海洋上利用光伏技术建立起发电站，具有发电量高、土地占用少、易与其它产业相结合等特点。因此，本项目需选址于太阳能资源丰富的海域，且场地开阔无遮挡，其建设有利于福建省突破土地约束，拓展新能源发展空间，对优化调整省内能源结构、推进海洋强省建设以及助力经济社会绿色低碳高质量发展具有重要意义。因此，项目建设必须通过使用海域来实现。

因此，项目建设是必需的，项目用海是必要的。

9.1.3 项目用海资源环境影响

工程实施后项目区所处及周边海域的潮流流向整体改变不大，受桩基群影响，落潮过程光伏区南侧海域流速减小范围较大，向东南侧延伸形成“舌状”分布，最大减幅约0.13m/s，流速最大增幅位于光伏区中部即温排区排水口附近，最大增幅为0.06m/s。工程实施后冲淤变化的区域主要集中于光伏区，年淤积厚度在最大为0.14m；另外，光伏区西南角及东侧局部海域将导致冲刷，最大年冲刷强度位于光伏区东侧局部海域，达0.07m/a。因此，项目建设对水动力和冲淤环境的影响的主要集中于光伏

区，对周边海域影响较小。

本项目透水构筑物用海总面积为 278.0460 公顷，桩基实际占海约 4243m²。项目用海共占用新修测海岸线 27.5m，为人工岸线，不形成新的海岸线。项目建设可与福清核电一期工程温排水活动共存，有利于提高该海域空间资源利用价值。项目建设共造成海洋生物损失货币化估算约 161.474 万元，对海域生物资源损耗有限，对区域海域生态群落结构的影响较小，对生态系统的功能和稳定性不会产生较大影响。项目建设对兴化湾鸟类资源基本没有影响，对海岛、港口资源等没有影响。

悬浮泥沙入海对海洋水质和生态将产生一定影响，但影响只是暂时的，随着施工结束而消失；项目建设及运营过程中，在严格控制污染源排放前提下，对海域水质、沉积物和生物生态的影响不大。

9.1.4 海域开发利用协调

本项目的利益相关者为福清市三山镇海水养殖户、江阴镇小麦村委会、三山镇前薛村委会、沙埔镇牛峰村委会、福建福清核电有限公司，需协调部门为港口主管部门和海事部门。

项目用海与周边利益相关者的关系基本清楚，相关关系具备协调途径。

9.1.5 项目用海与国土空间规划的符合性

本项目在《福清市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的海域规划分区图中位于“特殊用海区”。本项目海域使用类型为“工矿通信用海”之“可再生能源用海”，是特殊用海区的可兼容用海，符合空间用途准入要求。另外，项目用海与福建省“三区三线”划定成果中的生态保护红线的管控要求、《福建省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》及《福建省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》没有矛盾。因此，项目建设符合国土空间总体规划。

项目用海符合《福建省“十四五”能源发展专项规划》，与区域港口规划、《福建省海岛保护规划（2011-2020 年）》《福清兴化湾水鸟省级自然保护区》没有矛盾，在取得县级以上人民政府授权的湿地管理部门意见的前提下，满足湿地保护相关法律法规的管理要求。

9.1.6 项目用海合理性

本项目选址基本具有唯一性，选址符合区域社会经济条件，与区域自然资源、环境条件相适宜；与区域生态系统是相适应的，对周边的其他海洋开发活动影响有限，

可以协调。项目选址是合理的。

本项目作为海上光伏发电项目，光伏阵列的数量依据选取的太阳能板的平面布置，光伏设备的运行方式、安装倾角、光伏阵列间距均依据相关规范进行设计，满足250MW光伏发电的需求。项目总平面布置按照规则统一的子方阵布置形式，整体美观，符合集约、节约用海的原则，能较大程度减少了对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于生态和环境保护，与周边其他用海活动相适应。项目平面布置方案是合理的。

本项目用海方式为透水构筑物。涉海工程的桩基础满足结构稳定性要求，透水构筑物的用海方式壅水小，水流平顺，对周边海域水动力和冲淤环境影响较小，基本不改变海域自然属性，对占用海域范围内的生态系统影响较小，有利于减小对海洋生态环境的影响。因此，项目用海方式合理。

项目申请用海面积可以满足项目用海需求，用海面积量算合理，符合《海籍调查规范》及相关行业的设计标准和规范；申请用海期限合理，总体可以满足项目建设与运营需求。因此，项目申请用海面积和用海期限合理。

9.1.7 项目用海可行性

本项目用海对资源、生态、环境的影响和损耗相对较小；项目选址与自然环境、社会条件相适宜；项目用海与利益相关者可以协调，项目用海符合国土空间规划，和相关开发利用规划没有矛盾；其工程平面布置、用海方式、用海面积界定和申请用海期限基本合理。因此，从海域使用角度分析，项目建设是必要的，项目用海是可行的。

9.2 建议

（1）项目涉及的利益相关者较多，建议项目业主切实做好利益相关者的协调工作，以保障群众利益及周边海域开发利用活动的正常进行。

（2）工程区主要不良工程地质问题为场区软土层较厚等问题，用海单位在工程施工前进一步详细勘察工程地质条件，制定合理的施工方案，确保施工及工程结构安全。

（3）建议项目业主及时委托相关技术单位做好通航安全论证工作。