

国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目

海域使用论证报告书

(公示稿)

青岛海大工程勘察设计开发院有限公司

(统一社会信用代码 913702007306339771)



2025 年 11 月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	3707862025001823		
论证报告所属项目名称	国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	青岛海大工程勘察设计开发院有限公司		
统一社会信用代码	913702007306339771		
法定代表人	马冬冬		
联系人	张石		
联系人手机	13864211720		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
师玉帅	BH002083	论证项目负责人	师玉帅
姜胜辉	BH000298	1. 概述 3. 项目所在海域概况 5. 海域开发利用协调分析	姜胜辉
师玉帅	BH002083	6. 国土空间规划符合性分析 8. 生态用海对策措施 9. 结论	师玉帅
路建安	BH002852	2. 项目用海基本情况 4. 资源生态影响分析	路建安
晁越	BH004257	7. 项目用海合理性分析 10. 报告其他内容	晁越
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): 2025 年 8 月 1 日			

项目基本情况表

项目名称	国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目			
项目地址	山东省潍坊市昌邑市北部，莱州湾海域，现状养殖池塘内。			
项目性质	公益性（ ）		经营性（√）	
用海面积	779.2716ha		投资金额	365000 万元
用海期限	27 年		预计就业人数	200 人
占用岸线	总长度	0m	邻近土地平均价格	215 万元/ha
	自然岸线	0m	预计拉动区域经 济 产 值	810690 万元
	人工岸线	0m	填海成本	/
	其他岸线	0m		
海域使用类型	工矿通信用海		新增岸线	0m
用海方式			面积	具体用途
透水构筑物			779.2716ha	光伏场区、海上升压 站、进站道路
注:邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值。				

摘 要

本项目申请用海单位为昌邑秦源能源有限公司。项目申请用海面积 779.2716hm²。根据《海域使用分类》(HY/T123-2009)，项目用海类型一级类为工业用海，二级类为电力工业用海；根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，项目用海类型一级类为工矿通信用海，二级类为可再生能源用海。本工程不占用岸线，不形成岸线。项目总投资 365000 万元。申请用海期限 27 年，工期 15 个月。

项目建设于山东省潍坊市昌邑市北部，莱州湾海域，现状养殖池塘内。工程建设交流容量 650MW，直流侧实际安装容量为 859.9591MW_p，容配比约为 1.323。工程建设内容包括光伏板、箱变平台、电缆桥架，配套一座 500kV 海上升压站，经 1 回 500kV 线缆接入中核 500kV 汇集站，以上均为涉海工程。升压站至场外线塔后期单独开展海域使用论证工作。

项目光伏组件采用固定式支架安装，共安装 715W_p 单晶 N 型 TopCon 双面双玻半片组件 12027404 块，28 块组件串联成一个光伏组串，组件均采用 23°安装倾角。本项目光伏电站全场 25 年总发电量约为 2903226.84 万 kWh，年均发电量为 116129.07 万 kWh，直流侧年均等效可利用小时数为 2903226.84h。

项目建设符合国家产业政策要求。本项目建设渔光互补光伏发电项目，是“结合渔业建设渔光综合利用示范、促进光伏和其他产业有机融合”的具体落实，能够对潍坊市电网供电能力形成有益补充，促进渔业融合发展。本项目开发建设能综合利用海洋资源，优化山东省的电力资源配比，具有良好的社会效益和经济效益，对于改善山东省电网的电源结构，推动山东省海上光伏发电的创新发展，开发可再生能源有着积极的意义。项目建设及用海是必要的。

项目用海符合《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

项目基于现有养殖池建设，与潍坊东港投资管理有限公司围海养殖 18 宗用海开展立体确权工作。项目施工期依托昌邑市蒲东沿海防潮堤工程开展车辆、设备、人员及施工材料运输，运营期项目依托防潮堤进入检修船、检修工作人员等开展运维工作。项目整体位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾保护区实验区内，需征得其管理部门中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局的同意意见。项目位于潍坊港

东港区南侧，项目所在区域为港口区，项目建设占用港口发展空间，后期会对潍坊港东港区发展产生一定影响。

项目将潍坊东港投资管理有限公司、山东省港口集团潍坊港有限公司以及昌邑市渔业技术推广站界定为利益相关者，将中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局界定为利益协调部门。

项目位于围海养殖池内，由于养殖的堤坝的阻隔，项目与外海不联通，项目建设不会对外侧海域的水动力和地形地貌冲淤环境产生明显影响。光伏场区在养殖池塘内进行施工，项目场区产生的悬浮泥沙仅在养殖池内扩散，不会扩散到外部海域；施工期的生活污水和生活垃圾均妥善处理，不向海域排放，运营期项目本身不产生污水和固废垃圾，仅有少量光伏板清洗废水排入池塘。项目建设不会对项目周边海域的水质环境产生明显影响。

项目遮光效应、桩基占用及悬浮泥沙施工影响共造成浮游植物损失量 384kg，浮游动物损失量 1751.90kg，鱼卵损失量 85391606 粒，仔稚鱼损失量为 1237093 尾，底栖生物损失量 400.71kg。本项目拟投入 826.90 万元实施生态保护修复方案。

项目所在的昌邑市区位和社会条件满足项目用海要求，从项目选址与自然资源和生态环境适宜性、与周边用海活动适宜性、与港区配套条件适宜性等角度分析，项目用海选址合理。

项目用海方式有利于维护所在功能区基本功能，尽可能的减小了对海洋生态环境的影响，项目用海方式合理。项目各部分用海面积符合《光伏电站设计规范》（GB 50797-2012）《变电站总布置设计技术规程》（DL/T 5056-2007）等相关规范以及实际需要，符合海上光伏发电项目用海面积控制指标，界址点量算符合《海籍调查规范》的要求。项目用海在满足使用要求的基础上，用海面积最小，用海面积合理。

本项目申请用海期限为 27 年，考虑了 15 个月的施工期，满足项目生产运营的需要，符合《中华人民共和国海域使用管理法》中有关条款的规定，申请用海期限合理。

项目用海符合《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》等相关规划，不占用山东省“三区三线”划定的生态红线。工程与周边自然环境和社会条件适宜，选址合理，用海方式合理，用海面积合理。只要采取积极的防护措施，科学施工，加强管理，对周边

用海活动不会产生明显影响，对海洋环境、资源的不利影响较小。因此，该项目用海可行。

目 录

1. 概述	1
1.1 论证工作来由	1
1.2 论证依据	3
1.3 论证等级和范围	6
1.4 论证重点	8
2. 项目用海基本情况	10
2.1 用海项目建设内容	10
2.2 平面布置和主要结构、尺度	13
2.3 电气部分	28
2.4 立体空间布置情况	33
2.5 施工方案、工程量及计划进度	38
2.6 配套工程	55
2.7 项目用海需求	56
2.8 项目用海必要性	62
3. 项目所在海域概况	71
3.1 海洋资源概况	71
3.2 海洋生态概况	78
4. 资源生态影响分析	87
4.1 生态评估	87
4.2 资源影响分析	88
4.3 生态影响分析	91
5. 海域开发利用协调分析	109
5.1 海域开发利用现状	109
5.2 项目用海对海域开发利用活动的影响	127
5.3 利益相关者界定	128
5.4 相关利益协调分析	131
5.5 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析	131
6. 国土空间规划符合性分析	132

6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	132
6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析	138
6.3 项目用海与国土空间规划符合性分析	139
7. 项目用海合理性分析	147
7.1 用海选址合理性分析	147
7.2 用海平面布置合理性分析	153
7.3 用海方式合理性分析	161
7.4 用海面积合理性分析	164
7.5 立体空间布置合理性分析	173
7.6 用海期限合理性分析	176
8 生态用海对策措施	178
8.1 产业准入	178
8.2 区域限制	178
8.3 岸线控制	178
8.4 设计优化	178
8.5 生态建设方案	179
8.6 生态保护修复措施	180
8.7 评估监测	193
9. 结论	195
9.1 项目用海基本情况	195
9.2 项目用海必要性结论	195
9.3 项目用海资源环境影响分析结论	196
9.4 海域开发利用协调分析结论	196
9.5 项目用海与国土空间规划及相关规划符合性分析结论	196
9.6 项目用海合理性分析结论	196
9.7 项目用海可行性结论	197
资料来源说明	198
1 引用资料	198
2 现状调查资料	198

3 现场勘查记录	199
附件:	206

1. 概述

1.1 论证工作来由

在第75届联合国大会一般性辩论上，我国做出承诺将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，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。“碳达峰、碳中和”双碳目标的提出，体现了中国作为国际大国的社会责任，同时也对发展理念做出了新的要求，在推动高质量发展中促进经济社会的全面绿色转型，脚踏实地落实上述目标。全面推进作为可再生能源重要方式的光伏发电——尤其是太阳能资源条件较好的海上光伏的发展和建设，是实现这一“3060”双碳目标的重要途径和支撑。

根据《山东省能源发展“十四五”规划》，“十四五”期间山东省将实施可再生能源倍增行动，以风电、光伏发电为重点，以生物质、地热能、海洋能等为补充，因地制宜推动可再生能源多元化、协同化发展。

坚持集散并举，大力发展光伏发电。加快发展集中式光伏。充分利用潍坊、滨州、东营等市盐碱滩涂地和济宁、泰安、菏泽、枣庄等市采煤沉陷区，重点打造鲁北盐碱滩涂地千万千瓦级风光储输一体化基地、鲁西南采煤沉陷区百万千瓦级“光伏+”基地。鼓励采用农光互补、渔光互补、盐光互补、生态治理等模式，因地制宜发展“光伏+”集中式电站。大力发展分布式光伏。开展整县（市、区）分布式光伏规模化开发试点，建成“百乡千村”低碳发展示范工程。推进工业厂房、商业楼宇、公共建筑、居民住宅等屋顶光伏建设，优先发展“自发自用”分布式光伏。

展望到2035年，清洁能源成为能源供应主体，化石能源基本实现清洁高效利用。能源生产消费模式得到根本性转变，碳排放达峰后稳中有降，能源与生态环境实现和谐发展。能源自主创新体系基本建成，科技战略支撑和引领作用显著增强，能源领域科技创新走在全国前列。全面建成清洁低碳、安全高效的现代能源体系，为新时代现代化强省建设提供坚实的能源保障。

2024年2月山东省能源局印发了《2024年全省能源转型工作要点》，指出“**提升光伏发展质效**。加快国家第三批大基地清单项目建设，建成济宁时代永福等项目。积极推进鲁北基地项目前期工作，推动具备条件的项目早日开工建设。稳妥推动桩基固定式海上光伏项目建设，争取建成烟台招远项目，实现海上光伏“零突破”。持续推动整县分

布式光伏规模化开发，积极推广德州齐河、临沂沂水、潍坊诸城等一批试点县成熟开发模式，提升分布式光伏开发质量。全省光伏发电在运装机达到 6400 万千瓦左右。”

2025 年 4 月 21 日山东省能源局提出了《山东省 2025 年新能源高水平消纳行动方案》，重点任务指出“**有序发展光伏**。科学评估新能源入市对光伏行业的影响，合理保持集中式光伏发展节奏；提升分布式光伏就地就近消纳水平，明确新备案的一般工商业和大型工商业分布式项目年自发自用电量比例。”

新型能源渔光互补项目即在养殖区水面上同时建设光伏发电项目工程。在水面上方架设光伏组件发电，利用水体进行水产养殖，形成“上可发电，下可养鱼”的发电模式。该项目能够提高对原有水面资源的开发和利用，对在河网地区土地的综合发展、环境保护、农民就业、旅游观光等都起到了积极的推动作用。当前国内多地区已建渔光互补光伏电站，运行良好且对养殖影响较小。

基于以上背景，综合考虑各能种技术现状、工程经济性以及海洋环境影响，昌邑秦源能源有限公司在山东省潍坊市昌邑北部莱州湾海域现状推进新型能源渔光互补项目。项目建设能够更好的整合综合利用当地海洋资源，为当地地区提供清洁能源，同时推动其他海洋能发电设备和技术的研发。本项目建设不仅符合国家新能源战略，也符合山东省及潍坊市海上光伏发展战略的要求。

为实现科学合理用海，集约、节约使用海域资源，促进海域的可持续利用，根据《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定，昌邑秦源能源有限公司委托青岛海大工程勘察设计开发院有限公司完成该项目的海域使用论证工作，在接受委托之后，青岛海大工程勘察设计开发院有限公司研究了该项目的相关文件、资料，进行了现场踏勘、测量和调访，收集了有关资源、生态、环境资料，在此基础上对该项目与国土空间规划和相关规划的符合性，与利益相关者的协调性，选址、用海方式、面积、期限的合理性，用海的风险和对资源、生态的损耗及影响，进行了分析与论证，编制完成了《国家电投昌邑650MW光伏发电项目海域使用论证报告书》。

根据《山东省人民政府关于发布政府核准的投资项目目录》（山东省 2017 年本）（鲁政发〔2017〕31 号）的通知种关于政府核准的投资项目目录：“不涉及跨境、跨省（区、市）输电的±500 千伏及以上直流项目和 500 千伏、1000 千伏交流项目由省级政府投资主管部门按照国家制定的相关规划核准，其余项目由市级政府投资主管部门按照国家、省制定的相关规划核准，核准后报省级政府投资主管部门备案。”

本项目升压站至场外线缆设施当前已单独开展了海域使用论证工作，并于 2025 年 10 月 24 日取得了用海预审意见（附件 12）。

本次项目论证内容包括光伏场区内的光伏板、箱变平台、电缆桥架，配套一座 500kV 海上升压站以及进站道路，以上均为涉海工程。

1.2 论证依据

本项目海域使用论证报告的编制依据主要有国家和部门法律、规范，其它涉海部门和地方的海域使用和海洋环境保护等管理规定，地区发展规划，工程前期研究成果、报告等。

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国海域使用管理法》（全国人大常委会，中华人民共和国主席令 第 61 号，2002.1.1）；

（2）《中华人民共和国环境保护法》（全国人大常委会，中华人民共和国主席令 第 9 号，2015.1.1）；

（3）《中华人民共和国海洋环境保护法》（全国人大常委会，2023 年 10 月 24 日修订，自 2024 年 1 月 1 日起施行）；

（4）《中华人民共和国海岛保护法》（全国人大常委会，中华人民共和国主席令 第 22 号，2010.3.1）；

（5）《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国全国人民代表大会，中华人民共和国主席令 第 6 号，2003.6.28）；

（6）《中华人民共和国渔业法》（全国人大常委会，中华人民共和国主席令 第 8 号，2013.12.28）；

（7）《中华人民共和国海上交通安全法》（全国人大常委会，中华人民共和国主席令 第 57 号，2016.11.7）；

（8）全国人民代表大会常务委员会，《中华人民共和国湿地保护法》，2022 年 6 月 1 日实施；

（9）《海岸线保护与利用管理办法》（国家海洋局，国海发〔2017〕2 号，2017.1.19）；

（10）《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院，国令第 687 号，2017.10.7）；

（11）《海洋自然保护区管理办法》（国家海洋局，国海法发〔1995〕251 号，1995.5.29）；

(12)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(国务院, 中华人民共和国国务院令 第 698 号, 2018.3.19);

(13)《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(国务院, 中华人民共和国国务院令 第 698 号, 2018.3.19);

(14)《中华人民共和国海域使用权登记办法》(国家海洋局, 2007.1.1);

(15)《海域使用权管理规定》(国家海洋局, 2007.1.1);

(16)《国家海洋局关于进一步规范海域使用论证管理工作的意见》(国家海洋局, 2017.1.4);

(17)《国务院关于加强滨海湿地保护 严格管控围填海的通知》(国务院, 国发〔2018〕24 号, 2018.7.14);

(18)《山东省国土空间规划(2021-2035 年)》, 中华人民共和国国务院, 2023 年 9 月;

(19)《潍坊市国土空间总体规划(2021-2035 年)》, 山东省人民政府, 2023 年 10 月 31 日。

(20)《昌邑市国土空间总体规划(2021-2035 年)》, 潍坊市人民政府, 2024 年 3 月 18 日。

1.2.2 标准规范

(1)《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会, 2008 年 2 月 1 日实施;

(2)《海洋监测规范》(GB 17378-2007), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会, 2008 年 5 月 1 日实施;

(3)《海籍调查规范》(HY/T 124-2009), 中华人民共和国国家海洋局, 2009 年 5 月 1 日实施;

(4)《海洋工程地形测量规范》(GB/T 17501-2017), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会, 2018 年 5 月 1 日实施;

(5)《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T 1831-2009), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会, 2009 年 6 月 1 日实施;

(6)《海域使用论证技术导则》(GBT42361-2023), 自然资源部, 2023 年 7 月 1 日实施;

(7)《海域使用分类》(HY/T123-2009), 国家海洋局, 2009 年 5 月 1 日起执行;

(8)《海域使用面积测量规范》(HY 070-2022), 自然资源部, 2022 年 9 月 1 日实施;

(9)《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018), 自然资源部, 2018 年 11 月 1 日实施;

(10)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007), 中华人民共和国农业部, 2008 年 3 月 1 日实施;

(11)《近岸海域环境监测规范》(HJ 442-2008), 中华人民共和国环境保护部, 2009 年 1 月 1 日实施;

(12)《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 4 月 30 日实施;

(13)《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》, 全国海岸带和海涂资源调查领导小组, 1986 年实施;

(14)《第二次全国海洋污染基线调查技术规程(第二分册)》, 国家海洋局, 1997 年实施;

(15)《中国海图图式》(GB 12319-2023), 国家质量技术监督局, 2023 年 8 月 1 日实施;

(16)《水运工程模拟试验技术规范》(JTS-T 231-2021), 中华人民共和国交通运输部, 2027 年 7 月 1 日;

(17)《海水水质标准》(GB 3097-1997), 国家环境保护总局, 1998 年 7 月 1 日实施;

(18)《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002), 国家质量监督检验检疫总局, 2002 年 10 月 1 日实施;

(19)《海洋生物质量》(GB 18421-2001), 国家质量监督检验检疫总局, 2002 年 3 月 1 日实施;

(20)《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018), 中华人民共和国交通部, 2018 年 1 月 29 日实施;

(21)《发展改革委关于印发山东新旧动能转换综合试验区建设总体方案的通知》, 发改地区〔2018〕67 号, 2018 年 1 月;

(22)《产业结构调整指导目录(2024 年本)》, 中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号, 2023 年 12 月;

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

(24)《电力设施保护条例》, 中华人民共和国国务院, 1987 年 9 月 15 日发布, 1998 年 1 月 7 日第一次修订, 2011 年 1 月 8 日第二次修订;

(25)《光伏电站工程项目用地控制指标》, 自然资源部, 2023 年 4 月 19 日;

(26)《光伏电站设计规范(GB50797-2012)》, 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2012 年 11 月 1 日;

(27)《光伏支架结构设计规程》(NB/T10115-2018), 国家能源局, 2019 年 5 月 1 日。

1.2.3 项目基础资料

(1)《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目可行性研究报告》, 山东电力工程咨询院有限公司, 2025 年 7 月;

(2)《2024 年昌义市国民经济和社会发展统计公报》, 山东省潍坊市昌义市统计局, 2024 年 4 月;

(3) 国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目海域使用论证委托书, 2024 年 7 月;

(4)《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》, 鲁东大学;

(5)《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目鸟类生态影响评价》, 青岛市观鸟协会, 2024 年 10 月 8 日。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

根据《海域使用论证技术导则》(GBT42361-2023)和《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》规定, 本项目用海类型属于工矿通信用海(一级类)中的可再生能源用海(二级类)。

项目总用海面积 779.2716hm²。用海方式一级类为构筑物用海, 二级类为透水构筑物用海。

根据工程用海方式、规模和所在海域特征, 参照《海域使用论证技术导则》(GB/T42361-2023), 本项目透水构筑物用海面积大于 30 公顷, 海域使用论证等级为一级, 确定本项目用海的海域使用论证等级为一级。

表 1.3-1 海域使用论证等级判定结果

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
构筑物	透水构筑物	构筑物总长度大于（含）2000m 或用海总面积大于（含）30ha	所有海域	一

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GBT42361-2023），论证范围依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15km。

根据以上分析，确定本项目论证范围以项目用海外缘线为起点，向东向西扩展 15km，向北扩展 15km，向南至山东省管理岸线，论证海域面积约 720.3781km²。论证范围如图 1.3-1，论证范围控制点见表 1.3-2。

表 1.3-2 论证范围控制点坐标（CGCS2000）

控制点	北纬	东经
A		
B		
C		
D		



图 1.3-1 项目论证范围图

1.4 论证重点

本项目建设光伏发电项目，用海类型为工矿通信用海中的可再生能源用海，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023）表 C.1“海域使用论证重点参照表(续)”，海域使用论证重点为用海必要性、选址（线）合理性、平面布置合理性、用海方式合理性、资源生态影响及生态用海对策措施。

表 1.4-1 海域使用论证重点参照表（节选）

海域使用类型			论证重点							
			用海必要性	选址(线)合理性	平面布置合理性	用海方式合理性	用海面积合理性	海域开发利用协调分析	资源生态影响	生态用海对策措施
工矿通信用海	可再生能源用海	光伏发电用海，包括光伏电厂、光伏板座墩和塔架、平	▲	▲	▲	▲			▲	▲

		台、升压站、输电 线缆等的用海								
--	--	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

同时依据项目用海类型、用海方式和用海规模，结合海域资源环境现状、周边利益相关者等特点，确定本项目海域使用论证工作的论证重点为：

- （1）项目用海必要性分析；
- （2）项目用海选址合理性分析；
- （3）项目平面布置合理性分析；
- （4）项目用海方式合理性分析；
- （5）资源生态影响分析；
- （6）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

(1) 项目名称

国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目。

(2) 项目性质

新建项目。

(3) 项目建设单位

昌邑秦源能源有限公司。

(4) 工程规模与投资

本项目位于山东省潍坊市昌邑市北部、莱州湾海域，规划建设容量 650MW，一次建设完成。光伏场区依托现有养殖池建设，在水面上方架设光伏组件发电，同时利用水体进行水产养殖，形成“上可发电，下可养鱼”的运行模式。

工程规划建设交流容量 650MW，直流侧实际安装容量为 859.9591MW_p，容配比约为 1.323。工程建设内容包括光伏板、箱变平台、电缆桥架、海上升压站以及进站道路，均为涉海工程。

光伏组件型号为 715W_p 组件，场区共安装光伏组件 12027404 块。场区采用单排桩轻型固定支架，单个光伏支架模块横向满铺布置 2（排）×28（列）组件单元，组件单位尺寸为 2384×1303×33mm（长×宽×厚），倾角 23°，单个方阵容量为 40.04kW_p。

在光伏场区西南侧新建一座 500kV 海上升压站，经 1 回 500kV 线缆接入中核 500kV 汇集站。海上升压站上部平台采用现浇钢筋混凝土框架结构，陆域至升压站布置道路 1 条，采用透水桩基结构，长度约 44m。

根据电缆出线需要，沿西侧紧邻光伏场区位置布设约 3.0km 长度的电缆栈桥，作为从升压站 35kV 电缆送出及维修人员前往的主通道。

本项目光伏电站全场 25 年总发电量约为 2903226.84 万 kWh，年均发电量为 116129.07 万 kWh，直流侧年均等效可利用小时数为 2903226.84h。

项目申请用海面积 779.2716hm²。项目用海类型一级类为工业用海，二级类为电力工业用海。用海方式一级方式为构筑物用海，二级方式为透水构筑物用海。

本工程不占用岸线，建成后不形成岸线。

(5) 工程总投资及工期

项目总投资 365000 万元。根据工程建设规模及现场施工条件等因素分析，确定拟建设工程计划工期 15 个月。

(6) 项目位置

工程位于山东省潍坊市昌邑市北部，莱州湾海域。地理坐标为： $37^{\circ} 07' 27.356''$ ~ $37^{\circ} 09' 44.261''$ N, $119^{\circ} 30' 04.209''$ ~ $119^{\circ} 32' 58.026''$ E，地理位置见图 2.1-1。



图 2.1-1a 工程地理位置图 (山东省)

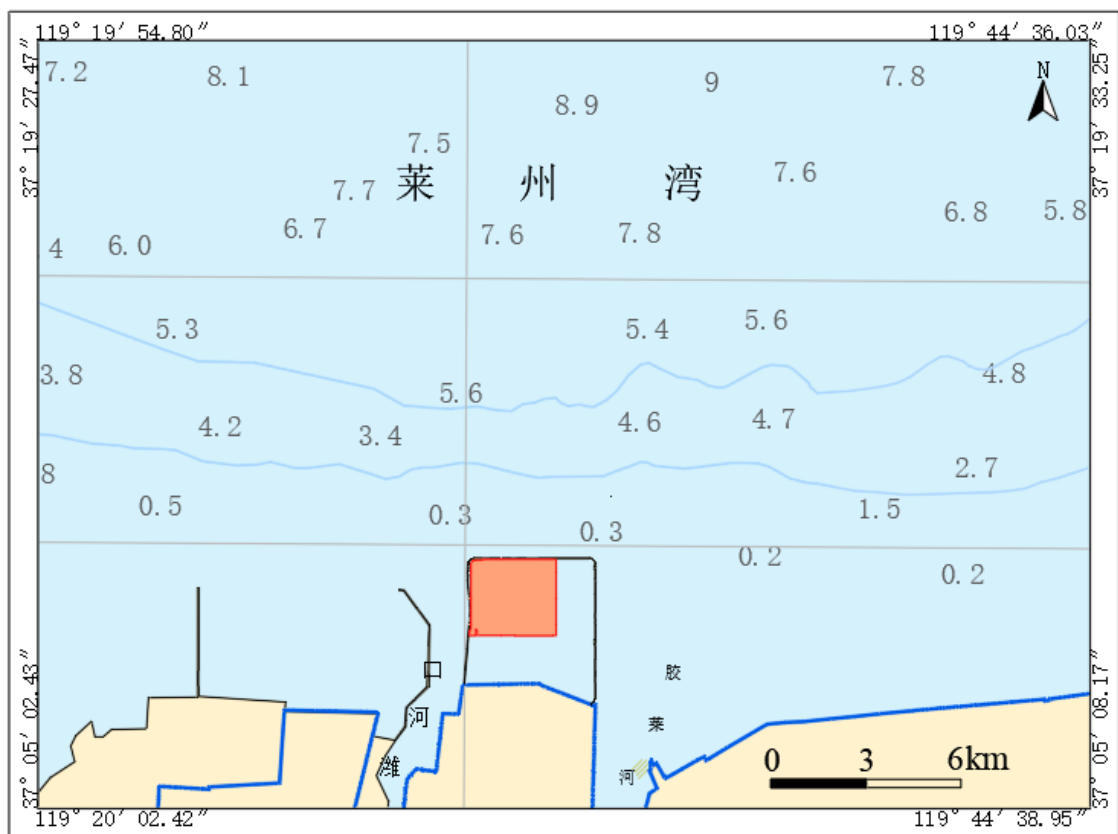


图 2.1-1b 工程地理位置图（海图）



图 2.1-1c 工程地理位置图
略。

图 2.1-1d 工程地理位置图（2025 年 2 月遥感影像）
略。

图 2.1-1e 工程周边正射影像图（2025 年 9 月）

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总平面布置原则

（1）项目用海应符合相关政府规划及管控要求，项目用海区域、用海方式及平面布置应合理，用海面积及用海期限应合理，与周边海洋开发活动相适宜；

（2）集约节约用海。场区平面布置应在满足用海需求的同时，尽量节约用海面积以及海域资源，减少占用海域面积，以减少对海域自然现状的改变。项目各部分用海面积应符合相关设计规范及实际需要，用海在满足使用要求的基础上，尽量减小用海面积；

（3）设备布置：各组件、逆变器的布置尽可能使电池组件到逆变器的线路损失减小，有效提高各发电单元的发电量；

（4）为方便后期运维和渔业养殖，光伏场地每排方阵之间留有南北向宽约 10m 的通道，箱变布置在运维通道一侧；

（5）充分利用已有的设施和依托条件，尽量减少工程数量，节省建设投资。

2.2.2 总平面布置方案

本项目位于山东省潍坊市昌邑市北部、莱州湾海域，规划建设容量 650MW，一次建设完成。光伏场区依托现有养殖池建设，在水面上方架设光伏组件发电，同时利用水体进行水产养殖，形成“上可发电，下可养鱼”的运行模式。

2.2.2.1 光伏场区平面布置

项目光伏场区整体依托已建设的昌邑市蒲东沿海防潮堤大坝内侧的养殖池建设，光伏场区整体呈规则四边形，东西长约 2960m，南北侧长约 2660m。从西向东侧紧邻大坝布置，不影响东侧养殖区的正常运营，充分体现了集约节约用海的原则。

本工程规划装机容量 650MW，实际布置容量为 859.9591MW_p。光伏组件型号为 715W_p 组件，场区共安装光伏组件 12027404 块。

项目采用 715W_p 单晶 N 型 TopCon 双面双玻半片组件+组串式逆变器方案，共安装光伏组件 12027404 块，每 28 块光伏组件串联成一个光伏组串，每 19~20 个光伏组串并联接入 1 台 300kW 组串式逆变器，每台逆变器对应一个光伏模块单元。

场区采用单排桩轻型固定支架，单个光伏支架模块横向满铺布置 2（排）×28（列）组件单元，组件单位尺寸为 2384×1303×33mm（长×宽×厚），倾角 23°，单个方阵容量为 40.04kW_p。

本项目共有四种光伏子阵，其中：

光伏子阵一：由 11 台组串式逆变器接入一个光伏子阵，每个子阵配备一台 3300kVA 箱式变压器升压至 35kV，共计 174 个子阵，即 174 台箱变；

光伏子阵二：由 7 台组串式逆变器接入一个光伏子阵，每个子阵配备一台 2100kVA 箱式变压器升压至 35kV，共计 12 个子阵，即 12 台箱变。

光伏子阵三：由 12 台组串式逆变器接入一个光伏子阵，每个子阵配备一台 3600kVA 箱式变压器升压至 35kV，共计 7 个子阵，即 7 台箱变。

光伏子阵四：由 14 台组串式逆变器接入一个光伏子阵，每个子阵配备一台 4200kVA 箱式变压器升压至 35kV，共计 6 个子阵，即 6 台箱变。

四种光伏子阵总计 199 台箱变，箱变通过电缆并接分组送至场区西南侧新建的海上升压站 35kV 配电室，海上升压站接入 28 回 35kV 集电线路，集电线路采用电缆桥架的形式进行敷设。组串式逆变器均安装在光伏模块桩结构处，箱变则分散在各子阵附近并靠近运维通道。

工程选用度电成本最低的固定式 23° 度倾角、正向朝南的支架方案，光伏组件支架单元南北向最小净距为 9.3m。同时为方便后期运维和渔业养殖，光伏场地每排方阵之间留有南北向宽约 10m 的通道，箱变布置在运维通道一侧。

根据电缆出线需要，沿西侧紧邻光伏场区布设约 3.0km 长度的电缆栈桥，作为从升压站 35kV 电缆送出及维修人员前往的主通道。

500kV 海上升压站建设在光伏场区西南侧，经 1 回 500kV 线缆接入中核 500kV 汇集站。

本项目不设陆上集控中心，相关信号拟接入到山东能源发展的电投集控中心实现对光伏电站的远程监控。项目紧邻西南侧新建一座 500kV 海上升压站，经 1 回 500kV 线缆接入中核 500kV 汇集站。

光伏场区平面布置图见图 2.2.1。

略。

图 2.2.1a 项目总平面布置

略。

图 2.2.1b 项目总平面布置

略。

图 2.2.1c 项目总平面布置（放大）

略。

图 2.2.1d 项目总平面布置（放大）

略。

图 2.2.1e 项目总平面布置（盖章扫描版）

2.2.2.2 海上升压站区平面布置

(1) 平面布置

本工程新建一座 500kV 升压站，站区总平面布置呈矩形，围墙南北宽 187m，东西长 178m，围墙内占地面积 33286 m²。

升压站分为管理办公区及配电区两部分。站区出入口朝西，出线朝南。管理办公区位于站区西南侧，主要布置：生活舱、一体化水泵房和消防水池预制舱、材料库、危废品库等；配电区位于站区东南侧，主要布置：配电装置预制舱、主变压器、SVG、GIS 室；储能区位于站区北侧，主要布置：储能综合舱、PCS 舱等。整个升压站平面布置，紧凑合理，占地少。

站区围墙采用 2.5m 高铁艺透空围墙，长约 740m，大门采用电动伸缩大门，门高 1.8m。配电区及生活办公区通过透空围栏隔开。

(2) 结构设计

海上升压站拟采用透水混凝土平台方案，本方案采用现浇钢筋混凝土框架结构，根据设计标高确定平台高程，底层挑空，事故油池/罐区域局部设置楼板设置为一层。二层顶楼板为设备首层及室外平台层，平台新建一座 500kV GIS 室，建筑面积 975m²。其余采用预制舱方案，平台预留预制舱基础和埋件。独立避雷针采用钢管结构，基础落于平台层，采用钢筋砼独立基础，根据计算需要对该区域柱子合理布置和设计。

基础采用桩承台基础，桩型采用预应力混凝土 PHC 管桩。

(3) 进站道路

进站道路依托西侧的昌邑市浦东沿海防潮堤大坝建设，进站道路长度约 44m。进站道路采用架空桩基形式布置，宽度为 7m。

略。

图 2.2.2 海上升压站平面布置图

2.2.3 设计主尺度

2.2.3.1 结构设计

(1) 高程设计

本项目位于昌邑市浦东沿海防潮堤工程的内侧区域。

a、高程设计依据

光伏组件、箱变及桥架高程确定依据：根据《光伏电站设计标准》（GB 50797）第 4.0.3 条：当光伏方阵区不设置排洪设施时，光伏方阵电气设备底标高和建筑物室内地坪标高应按本标准表 4.0.3 中防洪标准或 30 年一遇最高内涝水位，加上 0.5m 的安全超高确定；当两者有差异时，应选两者高值。

根据水文报告，本场区 50 年重现期的防洪水位为 2.52m，30 年一遇最高内涝水位为 0.2m，因此光伏组件和电气设备组件最低点高程定为 2.6m。

海上升压站及进站道路高程确定依据：海上升压站平台上表面高程按《风电场工程海上升压变电站设计规范》第 4.0.12 节公式确定。

$$T \geq H + \frac{2}{3} H_b + \Delta + H_l$$

按照此公式计算，升压站平台上表面高程为 5.2m。进站道路标高依据引接道路标高和升压站标高进行结构找坡。

b、高程设计合理性

根据《昌邑市浦东沿海防潮堤工程》施工图设计说明，防潮堤工程已设置防浪墙，该防潮堤工程防潮标准为 50 年一遇，因此，光伏场区可不考虑外海 50 年一遇波浪影响。参照《光伏电站设计规范》（GB50797-2012），光伏电站站区的竖向布置，应根据生产要求、工程地质、水文气象条件、场地标高等因素确定，考虑到本项目为渔光互补项目，项目场区外侧存在防波堤，场区内水位受人为控制影响，且根据水文报告，龙口海洋站的潮位值包含了风暴潮引起的增减水，可不必单独考虑风暴潮对光伏场的影响，场区内 50 年一遇防洪水位为 252cm，本项目光伏组件最低点高程为 2.6m。项目设计能够保障同一海域空间上部发电和下部养殖功能的正常发挥。

光伏组件高程：光伏组件高程在 2.61-4.90m 之间（1985 高程基准），支架单元南北向中心间距取值 9.3m。项目建成后底部池塘的养殖活动仍可正常开展。

电缆桥架高程：电缆桥架高程在 2.61-4.73m 之间；

箱变平台高程：箱变平台高程在 2.61-7.73 之间；

海上升压站高程：结合海上升压站主变压器、配电装置预制舱等布置情况，海上升压站确权高程范围在 4.2-21.2m 之间。

（2）设计荷载

本项目结构模块设计考虑的荷载主要包括重量荷载、风荷载、雪荷载、地震作用等。

1) 重量

包括结构自重、组件重量。

2) 风荷载

本项目组件倾角为 23° ，正向风荷载体型系数取值为 0.895，负向风荷载体型系数取值为-1.09。

3) 波浪荷载

根据《昌邑市浦东沿海防潮堤工程》施工图设计说明，防潮堤工程已设置防浪墙，可抵御外海 50 年一遇波浪，故光伏场区不考虑外海 50 年一遇波浪影响。

4) 地震作用

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本工程拟建场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 $0.15g$ ，设计地震分组为第二组。地震动反应谱特征周期为 $0.40s$ （对应 II 类场地）。本项目暂不考虑土体液化。

5) 靠船荷载

光伏场区域主要为浅水区，水深约 2.5m，本项目考虑光伏场 2t 运维快艇靠泊荷载。

6) 雪荷载

根据《建筑荷载规范结构》(GB 50009-2012) 确定雪荷载标准值。光伏支架雪荷载按 25 年一遇荷载取值，支架基础雪荷载均按 50 年一遇荷载取值。组件积雪分布系数按照规范取值 $\mu_r=1.0$ 。

2.2.3.2 光伏组件选型

本项目采用 715Wp 的 N 型 TOPCon 单晶硅双面光伏组件，采用固定式安装方式。拟选用光伏组件参数见表 2.2.1。

表 2.2.1 拟选光伏组件参数

序号	单位	
类型	/	N 型 715WpTOPCon 双面组件
峰值功率	Wp	715
组件效率	%	23.0
开路电压	V	49.2
短路电流	A	17.40
工作电压	V	41.1
工作电流	A	18.44
峰值功率温度系数	%/°C	-0.29
开路电压温度系数	%/°C	-0.24
短路电流温度系数	%/°C	+0.04

尺寸 (L/W/H)	mm	2384/1303/33
重量	Kg	38.3



图 2.2.1 光伏组件固定式安装图

2.2.3.3 光伏支架基础方案

本项目位于昌邑莱州湾海域养殖池内，场址外围设置有防波堤。项目采用单排桩固定支架方案。

光伏场区采用单排桩轻型固定支架，模块长 37.024m，宽 4.788m，倾角 23°。光伏组件型号为 715Wp 组件，组件尺寸为 2384×1303×33mm（长×宽×厚）。单个光伏支架模块横向满铺布置 2（排）×28（列）组件单元，容量 40.04kWp。

整个光伏支架模块由 8 榀桁架组成，横铺檩条进行组件支撑，桁架、檩条间设多道拉杆支撑、固定。支架及檩条均采用冷弯薄壁型钢。方阵单榀支架成纵向，上横铺檩条支撑光伏组件，入泥深度 7-8m。

光伏场区内整体地形较为均匀，场区内西侧与北侧紧邻堤坝位置为深水区，整体水深在 4.5-7.9m 之间，为深水区，场地其余部分整体水深约 2.5m，为浅水区。根据场区水深情况，光伏场区浅水区固定支架基础采用 12.1m 长直径 400mm 的 PHC400-95-B 管桩，光伏场区深水区固定支架基础采用 18.6m 长直径 500mm 的 PHC500-100-B 管桩。

光伏阵列图见图 2.2.3，光伏阵列立面视图见图 2.2.4。

略。

图 2.2.3 光伏阵列平面布置图（盖章扫描版）

2.2.3.4 箱变基础

箱式变压器基础采用钢结构平台与预应力管桩结合的形式，浅水区内箱变基础采 6 根桩长为 12.1m 的 PHC400-95-B，深水区内箱变基础采 6 根桩长为 18.6m 的 PHC-500-100-B 预应力管桩作为基础。上部采用钢结构平台，钢结构平台由材质为 Q355C 钢材焊接而成，平台底部钢板与管桩焊接连接。

平台底部钢板与管桩焊接连接，箱变平台和基础结构示意图如图 2.2.5 所示。沿管桩设置检修爬梯和护笼，平台预留上人孔，箱变平台四周设置栏杆，方便后期检修维护。上部钢结构防腐措施采用重防腐涂层，箱变基础防腐措施同光伏桩基础防腐措施。

略。

图 2.2.5 箱变平台基础（盖章扫描版）



图 2.2.6 箱变平台实际布置图

2.2.3.5 电缆及电缆栈桥

(1) 电缆

本工程海上光伏阵列场内集电线路光伏场箱式变电站通过 28 回 35kV 集电陆缆接入海上升压站，综合考虑经济性、收益率及光伏场区实际状况，箱变之间连接电缆选用防水型交联聚乙烯绝缘钢带聚乙烯护套铝芯电力电缆，在光伏场内部沿光伏阵列结构下方沿桥架敷设。本工程 35kV 电缆采用光伏区内的电缆桥架（带盖板）敷设。

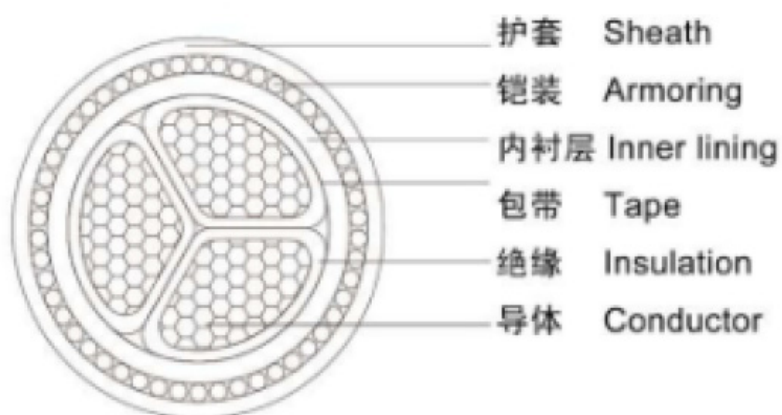


图 2.2.7 35kV 电缆结构示意图

（2）电缆栈桥

根据电缆出线需要，沿西侧紧邻光伏场区布设约 3.0km 长度的电缆栈桥，作为从升压站 35kV 电缆送出及维修人员前往的主通道。此外，为方便后期运维和渔业养殖，本项目在光伏场地的每排方阵之间均留有南北向宽约 10m 的通道，运维通道一侧布置箱变平台便于后期运维检修。

电缆栈桥由主体结构和栏杆组成，5m 一跨，采用钢结构平台，并进行防腐处理。栈桥下部由桩长为 18.6m 的 PHC500-100-B 预应力管桩进行支撑。栈桥钢结构平台采用重防腐涂层，基础防腐措施同光伏桩基础防腐措施。

电缆栈桥结构示意图如图 2.2.8 所示。

略。

图 2.2.8 电缆栈桥结构图（盖章扫描版）



图 2.2.9 电缆栈桥实际布置图

2.2.3.6 海上升压站设计

海上升压站采用现浇钢筋混凝土框架结构,根据设计标高确定平台高程,底层挑空,平台新建一座 500kV GIS 室,其余采用预制舱方案,平台预留预制舱基础和埋件。室外电缆沟采用平台板下设置电缆沟及检修通道的做法,平台上设置活动盖板,方便检修维护。

海上升压站拟采用透水混凝土平台方案,本方案采用现浇钢筋混凝土框架结构,根据设计标高确定平台高程,底层挑空,事故油池/罐区域局部设置夹层楼板。二层顶楼板为设备首层及室外平台层,平台新建一座 500kV GIS 室,建筑面积 1575m²。其余采用预制舱方案,平台预留预制舱基础和埋件。独立避雷针采用钢管结构,基础落于平台层,采用钢筋砼独立基础。

柱下基础采用桩承台基础,基础埋深 2m。桩型采用预应力混凝土 PHC 管桩。PHC 桩型采用 PHC700(130B),桩长平均 15 米。



图 2.2.10 透水式升压站

2.2.3.7 送出线路

工程新建 650MW 海上光伏发电装置通过逆变器、就地箱式变压器升压至 35kV，经 35kV 集电线路接入 500kV 海上升压站升压至 500kV 后，通过 1 回 500kV 线路将电能输送至中核 500kV 汇集站。

本工程新建 500kV 线路路径总长度约 9.9km，其中新建单回路架空线路 8.3km，利用已建双回架空线路单侧架线长度 1.6km（与中核昌邑 570MW 光伏基地 500kV 送出线路同塔架建设）。

本项目送出线路涉海部分后期单独委托开展海域使用论证工作。

略。

图 2.2.11 场区送出电缆路径图

2.2.3.8 储能

按照山东省发改委和山东省能源局发布的《鲁北盐碱滩涂地风光储输一体化基地“十四五”开发计划》文件要求。本光伏项目储能系统按照 30%/2h 配置，装机容量 195MW/390MWh。

本项目配套容量为 195MW/390MWh 的储能系统，由 26 套 7500kW-2h 储能单元组成。项目共计 9 个并网点，单个并网点容量为 22.5MW/45MWh，并网点电压等级为 35kV。

本项目采用 52 套电池集装箱和 26 套储能变流升压一体机，并网等级为 35kV。电池集装箱和储能变流升压一体机均采用一体化设计，具有配置灵活、安装运维便捷、占地面积小等优点。其中 2~3 台储能变流升压一体机组成 1 回集电线路接入 35kV 母线。35kV 配电装置采用扩大单元接线方式，经 1 台 210MVA 500kV 主变升至 500kV，接入项目 500kV 母线。

2.3 电气部分

2.3.1 接入电力系统方案

根据光伏电站的位置、规模及周边电网规划，本项目拟以 500kV 接入中核昌邑光伏升压站的方案，具体如下：

以 1 回 500kV 线路接入 500kV 中核昌邑光伏升压站。

在本工程附近新建 1 座 500kV 升压站，站内规划建设 4 台主变，本期建设 2 台 350MVA 光伏升压变（500/35-35kV）及 1 台 210MVA 储能升压变（500/35kV），预留 1 台主变安装位置。本工程光伏发电装置通过 28 回 35kV 集电线路汇集至新建升压变 35kV 侧，经主变升至 500kV。自本项目升压站新建 1 回 500kV 线路至中核昌邑光伏项目 500kV 升压站，线路长度约 9.9km，其中新建单回路约 8.3km、利用中核昌邑 W21 光伏已建 500kV 双回路段单侧挂线 1.6km，采用 $4\times 630\text{mm}^2$ 截面导线。

2.3.2 电气一次

（1）电气主接线

本期项目建设规模 650MW，交流侧实际安装容量为 649.8MW，直流侧安装容量为 859.9591 MWp，采用分块发电、集中并网的设计方案。本期工程新建 650MW 海上光伏发电装置通过逆变器、就地箱式变压器升至 35kV，经 35kV 集电线路接入 500kV 海上升压站升至 500kV 后，再经 500kV 架空出线送至并网站。

1) 海上升压站 500kV 配电装置接线

海上升压站 500kV 配电装置采用单母线接线，共 2 回变压器进线间隔、1 回系统出线间隔、1 回母线 PT 间隔，1 回储能进线间隔，预留远期进线及出线位置。

2) 海上升压站 35kV 配电装置接线

海上升压站 35kV 侧采用 4 组单母线接线，共设置 4 回主变出线、28 回集电进线、4 回 SVG 出线、4 回接地变进线、4 回母线设备和 1 回站用变进线。

3) 无功补偿

按全面规划、合理布局、分级补偿、就地平衡的原则，同时考虑到过电压、稳定性等问题，本阶段在海上升压站安装动态无功补偿装置，以调节光伏发电场无功。

海上升压站每段 35kV 母线上设置 1 套 SVG（动态无功补偿装置），共 4 套，每套 SVG 容量 $\pm 45\text{Mvar}$ ，以满足系统调度的无功需求。

4) 中性点接地方式

500kV 系统为直接接地系统，采用中性点直接接地方式。35kV 集电线路采用电力电缆，电容电流较大，为限制过电压水平，并通过保护快速切除单相接地故障，采用在海上升压站主变 35kV 侧中性点采用小电阻接地系统。海上升压站用电 380V 系统采用中性点直接接地方式。

动态无功补偿装置的容量及安装位置最终以接入系统批复意见为准。

(2) 主要电气设备选择

主变压器：海上升压站设 2 台升压变压器，其电压变比为 $(525 \pm 8 \times 1.25\%) / 37\text{kV}$ ，容量为 350MVA，联结组别为 YN，d11，选用三相、铜绕组、自然油循环风冷型、油浸式、低损耗的有载调压双绕组电力变压器。

500kV 配电装置：海上升压站 500kV 配电装置拟采用 GIS。

35kV 配电装置：海上升压站 35kV 配电装置选用户内气体绝缘金属封闭开关柜设备，35kV 设备采用预制舱式布置。断路器采用真空型式，主变进线及 SVG 进线回路采用 SF6 断路器。

(3) 过电压保护及接地

1) 直击雷保护

本地区海上雷电活动频繁，应加强防雷保护。海上升压站采用避雷带作为接闪器进行保护，并引下与地下接地装置连接。按照雷电防护区（LPZ）的要求采取防雷措施，

外露的设备采用局部避雷针（带）保护。

考虑到光伏组件安装高度较低，光伏组件方阵内不安装避雷针和避雷线等防直击雷装置。对于露天光伏组件利用其四周的铝合金边框与支架可靠连接，再通过支架与主接地网连接。箱式变布置在光伏区范围内，其直击雷保护在光伏区钢结构保护范围内。

2) 侵入雷电波保护

为了防止雷电波入侵对电器设备造成危害，拟在配电装置的适当部位配置氧化锌避雷器，限制雷电侵入波过电压，保护各处的设备免遭雷电侵入波过电压损坏。为防止侵入雷电波对电气设备造成危害，拟在海上升压站的 500kV 主变压器各侧、各电压等级配电装置母线、500kV 进出线侧、35kV 进出线侧均装设氧化锌避雷器保护，可满足保护范围要求。35kV 箱变的进出口和光伏组串逆变器出口均设避雷器或浪涌保护器。

3) 接地

考虑到海上光伏的实际情况，本工程不设水下水平接地极，以 50mm² 铜绞线将各组支架相连，作为水上的水平接地极；以 $\Phi 17\text{mm}$ 的镀铜钢棒作为垂直接地体；并在桥架中沿桥架敷设 35mm² 铜绞线，三种接地体可靠连接，形成光伏区主接地网。

光伏组件边框通过 BVR-1×6 连接成一体后，同一方阵左右列采用 50mm² 铜绞线相连，行与行之间通过桥架中敷设的 35mm² 铜绞线连接。逆变器通过 16mm² 铜线连接至光伏区主接地网。

升压站采用以水平接地体为主，垂直接地体为辅组成的复合接地网。水平接地体采用 50×4 扁铜，垂直接地体采用 L50×50×5 L=2500mm 的铜镀钢棒，接地电阻不大于 0.5 欧姆。升压站二次设备内二次设备保护屏自带铜排采用不小于 100mm² 铜导线首尾相连成网（如遇有空屏则跨过连至下一个）并与电缆沟内沿支架敷设接地铜排相连，接地铜排用 4 根截面不小于 50mm² 的绝缘铜绞线与室内接地干线等间距相连，铜排的连接应采用铜焊。二次系统设备接地应采用等电位单点接地方式。二次设备接地电阻不大于 1 欧姆。

低压配电系统采用三相五线制，专设 PE 线与 N 线。二次系统采用铜导体连接形成单点接地方式。系统各设备的保护接地、工作接地均不得混接，工作接地实现一点接地。所有的屏柜体、打印机等设备的金属壳体可靠接地。

2.3.3 电气二次

(1) 光伏场区电气二次部分

1) 光伏区监控

本项目光伏场区主要包括光伏阵列、逆变器、箱变平台等几个部分。

光伏发电系统中光伏组件不单独设监控装置,而是通过逆变器对光伏组件串的实时数据进行测量和采集。箱变设有箱变监控装置,对监控信号进行分析处理、故障诊断和报警并及时发现设备自身存在的问题。子阵采集器设数据采集装置对监控装置的实时数据进行采集,将采集到的数据和处理结果上传至站控层,由光伏电站运行人员进行集中远方监视和控制。

2) 光伏区保护

并网逆变器为制造厂成套供货设备,具有低电压穿越能力及孤岛效应保护、直流过电压/过流保护、极性反接保护、短路保护、接地保护(具有故障检测功能)、交流欠压/过压保护、过载保护、过热保护、过频/欠频保护、三相不平衡保护及报警、相位保护以及对地电阻监测和报警功能。

箱式变压器高压侧采用断路器保护,作为变压器过载及短路保护;低压侧采用断路器作为箱变内部及逆变器出口引线故障的保护。配置变压器绕组温度等非电量保护,作用于跳闸和信号。为实现对箱变运行状况进行监测,箱变内设测控装置,测控装置应能够采集箱变运行及异常信号,其中包括箱变断路器开关信号、低压侧断路器位置信号、箱变温度等遥信量,以及箱变绕组温度等遥测量,并将上述信号通过箱变环网系统上传至开关站计算机监控系统,实现开关站计算机监控系统对箱变的监控。

(2) 升压站电气二次部分

本工程建设 1 座海上升压站,按照“无人值班、少人值守”的原则设计,本项目不设陆上集控中心,相关信号拟接入到国电投山东能源发展区域集控中心,实现对光伏电站的远程监控。

光伏电站计算机监控系统与电网调度中心、区域集控中心通信,实现对整个光伏电站的远程监控或远程监视功能。考虑到远程集中监控系统的建设需求,在升压站设置远程集中监控系统子站,子站监控系统设置应按照系统安全防护要求设计,分为生产控制大区、管理信息大区,采用双网结构。所有硬件设备应组屏安装,包括但不限于数据采集服务器(2 台)、防火墙(3 台)、路由器(2 台)、纵向加密装置(2 台)、交换机(4 台)以及视频路由器(1 台),所选设备需满足集团公司安可要求及电网要求。

光伏电站配置一套综合自动化系统,该系统是站内综合自动化的通信枢纽,是全站

的信息综合点，它负责对升压站主要设备获取测量数据和状态信号，并对所得信息作汇总、分析、存贮和报告输出等操作。操作人员可在工作站上用人机对话的方式，对全场的升压站的设备进行操作和监视。另外，它还与计量电度表、220V 直流电源系统等其它智能模块或设备相连接，共同完成全站的综合管理功能。

2.4 立体空间布置情况

2.4.1 已确权养殖情况

本项目光伏场区占用潍坊市东港投资管理有限公司围海养殖用海，当前项目占用的18宗养殖用海均已确权，用海类型为围海养殖用海，用海方式为围海养殖，与本项目形成海域的立体综合开发利用。

本项目光伏场区养殖池塘主要养殖品种为飞蟹和基围虾，一般投苗阳历5月份左右，养殖周期基围虾7月份左右开始用地笼网捕捞，公飞蟹8月份左右用飞蟹网开始捕捞，母飞蟹10月中旬用飞蟹网开始捕捞。工程排水一般一个月左右开闸进、排一次水。养殖池塘暂不需要打氧设备，养殖船只长9米，宽3米，四个缸机器。

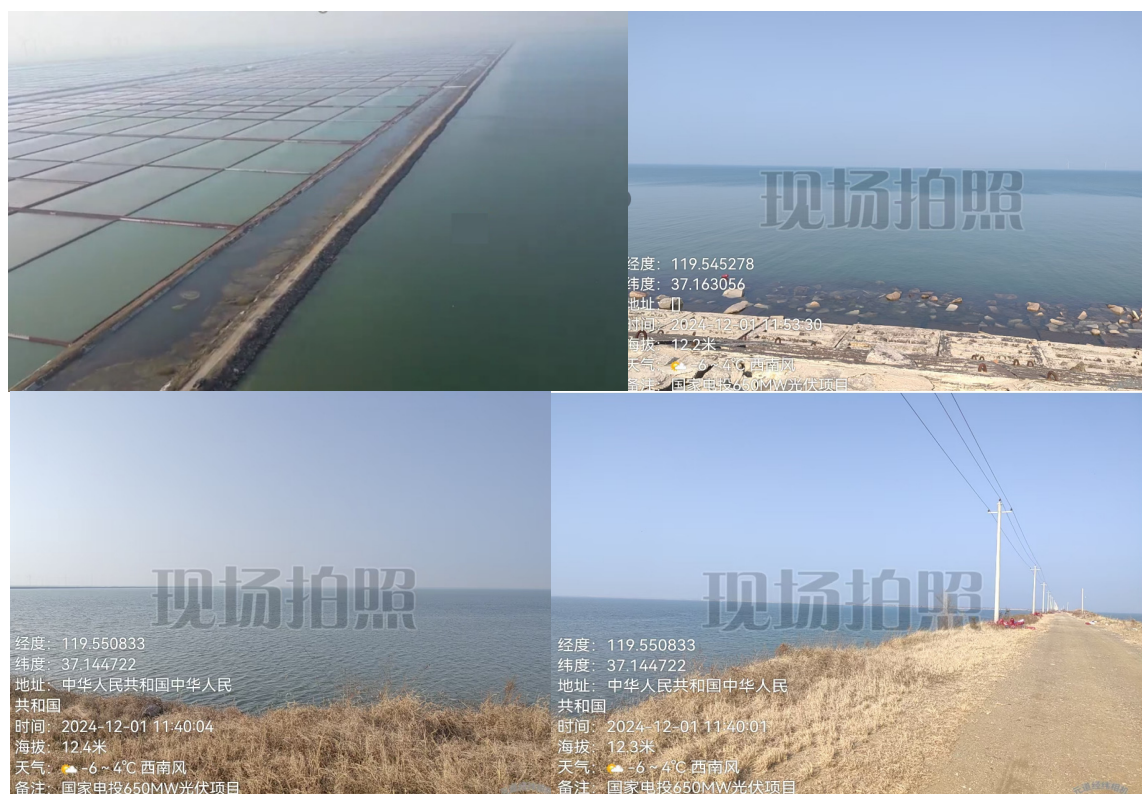


图 2.4.1a 养殖池塘现状



图 2.4.1b 养殖池塘现状



图 2.4.1c 项目周边养殖池塘现状



图 2.4.2a 立体确权范围分布图

表 2.4.1 项目用海范围内已确权用海项目一览表

序号	项目名称
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	

2.4.2 立体空间利用情况

本项目在养殖池内建设光伏发电项目，项目建成后，利用养殖池塘水面空间进行发电，围海养殖池塘主要使用水体空间，池塘内养殖活动正常开展，形成“上部发电、下

部养殖”的立体综合开发利用模式。

本项目光伏支架采用透水桩基式结构，组件之间中心间距为 9.3m，保障光伏板之间不受阴影遮挡的同时，为底部养殖提供了一定的透光区。支架基础采用的是小直径的高强预应力混凝土管桩，占用水体空间有限，并且为养殖活动留有一定活动空间，保障了小型养殖船的通行。

光伏组件下沿与池塘水面的距离为 2.61-4.90m 之间（1985 高程基准），为养殖活动以及养殖管理工作预留足够空间。

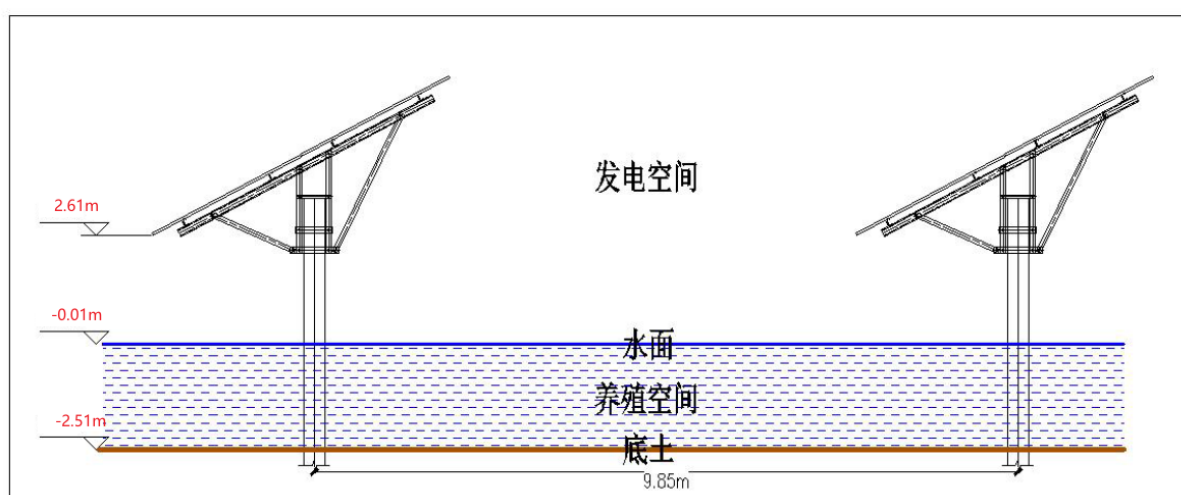


图 2.4.3a 立体空间布置示意图



图 2.4.3b 立体空间布置示意图



图 2.4.3c “渔光互补”示意图

2.5 施工方案、工程量及计划进度

2.5.1 施工条件

(1) 交通运输条件

本工程位于山东省潍坊市境内，潍坊市目前已经形成公路、铁路、水运等各种运输方式齐备的综合交通运输体系。

本项目紧邻省道 S221，地距离昌邑市区约 35km，距昌邑下营镇约 10km，对外交通便利。本项目主要设备为光伏组件、组串式逆变器、箱式变压器等，可通过公路运输至施工现场。

钢材来源本阶段考虑从潍坊、烟台等地进行购买，选择水、陆路综合方式进行运输；油料等常规物资的来源本阶段考虑从潍坊市的建材市场进行购买，物资来源相对单一同时距离工程区域很近，依托物资来源区域发达的公路网络，可以选择公路运输的对外交通运输方式至项目施工现场。

进入光伏区的道路充分利用乡村道路以及现有水泥路，采用分散就近引接的方式，尽量减少新建道路工程量。各区域均有道路连接，满足运行、检修和施工要求。充分利用光伏电站内的施工检修通道主要考虑各箱变之间的链接，光伏区内检修采用检修船，光伏支架净间距均能够满足检修船只通行要求。



图 2.5.1 场区周边道路

(2) 临时施工营地

为满足施工期人员的生活办公需求、施工物料的供应及进出场需求等，计划在施工场址及周边设置临时施工营地。临时施工营地分为光伏施工区、项目生活办公区、材料堆场及仓库、现场办公区、临时出运码头和进场道路等功能区。

光伏场区内根据施工进度需求，设置临时设备材料存放区以及临时预装作业区并动

态调整，满足现场施工班组分区作业需求。

项目生活办公区：施工临时办公区选择在下营镇租赁闲置办公楼作为项目部驻地，管理人员和劳务人员就近租赁民宅作为生活场所，水电均接入镇上电网和市政管网，满足生活办公需求。项目生活办公区总用地面积约 3000 m²，距离施工场址约 10km。

材料堆场：本工程涉及到大量的 PHC 管桩和光伏组件、钢支架等材料，为确保施工期间的供应强度需求，拟利用光伏场区南侧的空地布置材料堆场，将现有场地进行整平夯实，并设置管桩存放区、光伏组件存放区、钢支架存放区、电缆和电气设备存放区、仓库等，为便于现场施工管理，设置 1 处现场办公区，满足少量管理人员办公居住，同时考虑到海上升压站钢筋混凝土平台施工，设置 1 处小型钢筋加工场，用于平台钢筋半成品加工。材料堆场、现场办公区、钢筋加工场规划用地 800×70m，总占地面积约 56000m²。



图 2.5.2 场区临时施工营地

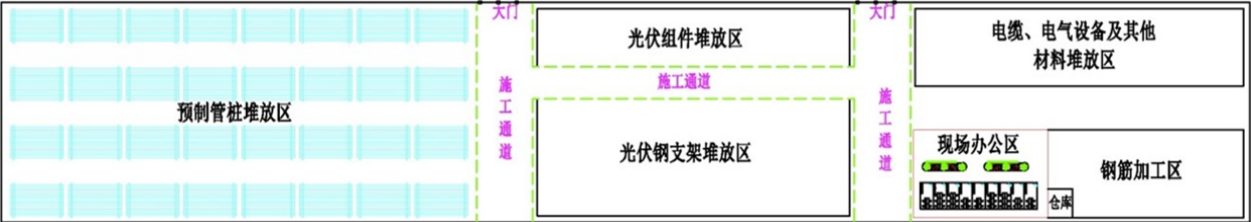


图 2.5.3a 施工场地整体布置图



图 2.5.3b 作业区布置示意图

(3) 建筑材料

本项目周边的青岛、日照、东营等地区有多家管桩生产厂家，同时考虑京津冀地区管桩生产厂家，计划择优选择 3-4 个管桩加工厂，确保产能满足现场管桩供应需求。本工程所需要的建筑材料水泥、钢材、油料等物资在山东内有较可靠的供应来源。

(4) 临时出运码头

为方便物资材料及作业人员进出光伏场区，拟在防潮堤西侧新建 1 处临时出运码头，由钢管桩基础和钢结构平台搭建而成，面积约 2000m²，具备大型汽车吊作业空间和部分材料临时堆存条件，码头平台前沿具备靠船功能，可停靠管桩、光伏支架运输船及小型交通艇，方便材料出运和人员交通出行。另外，防潮堤东南角有 1 处养殖池既有码头，可作为备用交通码头。



图 2.5.5a 临时出运钢平台码头实拍



图 2.5.5b 养殖池内现有码头实拍

2.5.2 总体施工方案

本项目主要工程内容包括升压站、光伏场区、箱变平台及桥架施工。总体施工方案见表 2.5.1。

表 2.5.1 总体施工方案

施工部位		施工方法简述
升压站	桩基础	改制打桩船+多功能打桩机+接桩
	混凝土结构及平台	现场支模现浇
光伏场区	桩基础	改制运输船+多功能打桩机
	光伏组件安装	浮体船上组拼支架、曲臂式升降机抬升，人工安装
箱变平台	桩基础	改制运输船+多功能打桩机
	光伏组件安装	浮体船上组拼支架、曲臂式升降机抬升，人工安装
桥架	桩基础	改制运输船+多功能打桩机

	上部主体安装	现场组拼
--	--------	------

2.5.2.1 桩基础施工方案

结合场区内水深条件，需使用特定设备进行施工。PHC 桩基础基本为单立柱式，浅水区主要桩长平均约 12.1 米，深水区桩长平均 18.6 米，桩基础入泥深度约 7-8m。考虑在养殖区不间断作业，采用多功能打桩机进行 PHC 管桩吊装和插打。可由 360 型挖掘机改制（大臂加长，加锤头，履带换成特制，两边加浮箱）。

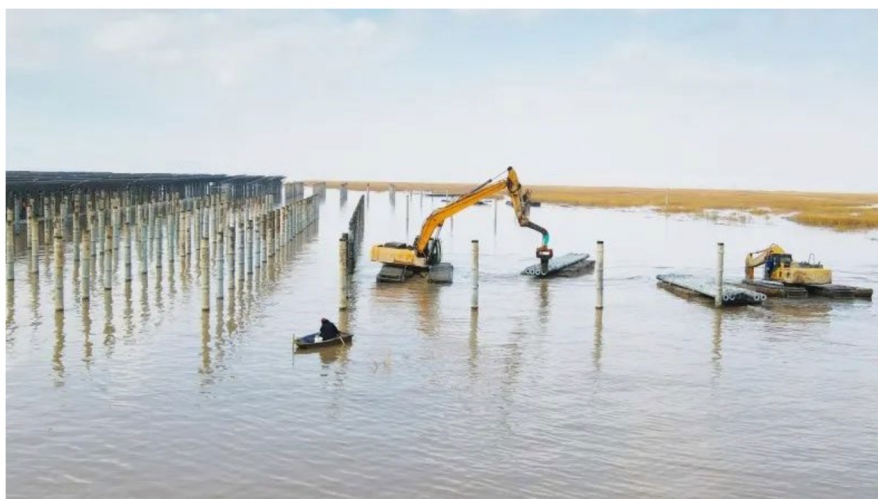


图 2.5.4 打桩作业现场示意图

1、工艺流程

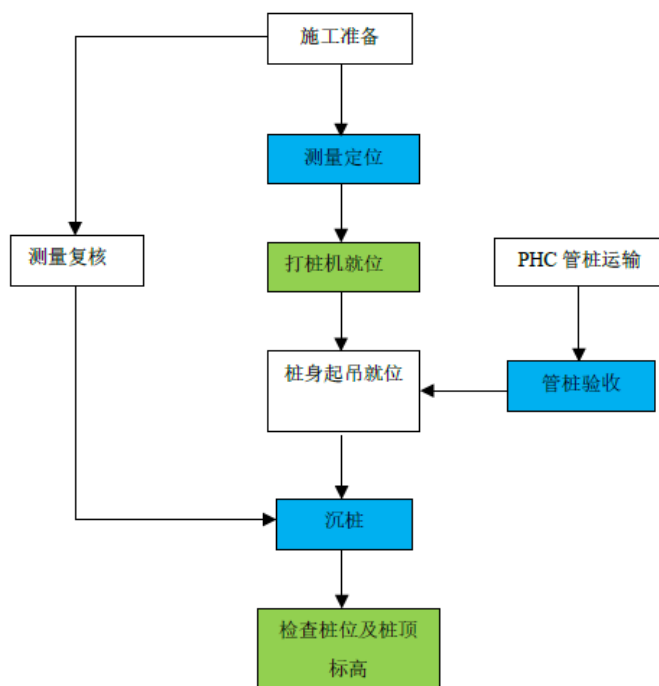


图 2.5.5 PHC 管桩施工工艺流程

2、施工工艺

(1) 施工准备

①PHC 管桩进场后检查桩身质量，合格后临时存放于材料堆场内，根据每日施工进度由平板车发运至现场，装船前，再次检查 PHC 桩的防腐验收和桩身质量要达到设计要求和质量标准。

②检查所有参与此施工的船机、设备状态是否良好，各船机、设备试运行，备好易损配件；

③检查吊索具是否坚固，锚缆、钢丝绳等是否有断丝，有损坏的器具不能使用；

④每根桩在起吊前都要检查桩身是否有裂纹，桩身质量必须符合规范要求，确认完好后方可吊运。

(2) 测量定位

根据设计图纸编制工程桩测量定位图，并保证轴线控制点不受打桩时振动和挤土影响，保证控制点的准确性。根据实际打桩线路图，按施工区域测量定位控制网。

桩机移位后，应进行第二次核样。核样根据轴线控制网点所标示的工程桩位坐标点(X,Y 值)，采用坐标法进行核样，保证工程桩位偏差值小于 10mm。

工程桩在施工前，应根据施工桩长在匹配的工程桩身上划出以米为单位的长度标

记，并按从下至上的顺序标明长度，以便观察桩入土深度及记录每米沉桩锤击数。

（3）打桩

振动打桩机将夹具夹住 PHC 管桩桩头，单点起吊直立，将管桩吊至设计位置，测量精确定位，进行沉桩。若定位困难，可在船上设置简易导向架，防止管桩插打偏位。

沉桩过程用经纬仪及时跟踪观测桩身状态，发现偏斜及时调整校正，使误差控制在允许范围内。

沉桩时须视土质和贯入速率及时调整桩锤的振幅和频率，低幅高频和高幅低频交替运用，以避免桩身偏斜。



图 2.5.6 高频振动打桩机作业

沉桩过程中，通过定位系统全程对管桩桩偏位、垂直度进行观测，发现桩身垂直度超出范围后及时通知振动锤操作人员暂停作业，分析结果，结合振动锤具备的拔桩功能进行动中纠偏的方式进行调整。

根据打桩机架下端的角度计初调桩架的垂直度，并用线坠由桩帽中心吊下与露出水面标记（桩位）中心点对中。

（4）检查验收

①在桩帽侧壁用笔标示尺寸，以厘米为单位，高度宜为试桩标准制定最后每阵贯入度的4-5倍。将全站仪架设在不受打桩震动影响的位置上对管桩贯入度进行测量。最后，用收锤回弹曲线测绘纸绘出管桩的回弹曲线，再从回弹曲线上量出最后三阵贯入度。

②当采用送桩时测试的贯入度应参考同一条件的桩不送桩的最后贯入度予以修正。

③根据设计及试打标准确定的标高和最后三阵贯入度来确定可否成桩，满足要求后，做好记录，会同有关部门做好中间验收工作。

④实际控制成桩标准中的标高和最后三阵贯入度与设计试桩标准出入较大时，应会同有关部门采取相应措施，研究解决后移至下一桩位。

2.5.2.2 接桩方案

本项目光伏支架基础 PHC 加强管桩桩长 18.6m，常规桩基长度为 12~15m，因此需进行 1 次接桩。本项目共使用 PHC 加强管桩数量巨大，若采用现场边接边打施工工艺，将严重影响桩基施工效率，且海上施工条件较为复杂，在海上进行接桩无法保障接桩质量。因此，为保障项目施工进度及接桩质量，拟将桩基运送至加工单位附近码头，经监理验收通过后，由桩基施工单位进行接桩，接桩完成后通过水路运送至施工场地进行打桩；或在加工厂内单根桩基加工完后，通过水路运送至施工场地进行打桩。

本项目 PHC 桩基连接处拟采用机械连接+焊接连接+混凝土注浆的连接方式。

光伏支架和 PHC 管桩之间使用横担、斜撑抱箍和立柱抱箍通过螺栓进行机械连接。本项目 PHC 桩之间通过高强度钢制抱箍将上下节桩抱紧，利用螺栓预紧力实现桩体传力，具有施工速度快、连接可靠性高、无需现场焊接和压浆等优势。管桩长度组合应尽量保证接头位置在一定深度以下。

①接头清理

在下节管桩沉桩至高出作业平台 50cm 时停止沉桩，端板表面应用钢丝刷清刷干净，必要时用角磨机打磨，确保无油污、铁锈、砂粒，坡口处应刷至露出金属光泽；接桩时，上、下节桩段应保持顺直，错位不超过 2mm。清理抱箍内侧橡胶垫，若有灰尘，用干布擦拭，检查橡胶垫是否有破损，确保橡胶垫与桩身贴合面无异物。清理高强度螺栓、螺母、垫圈，去除防锈油或杂质，避免螺纹卡阻导致扭矩不准。

②上节桩起吊与对位

打桩船桩架起吊上节桩，缓慢下放对齐，用临时夹具（如钢管抱箍）将上下节桩固定，确保对位状态稳定。

③抱箍安装

作业人员将抱箍瓣从桩接头两侧套入，使抱箍中心与桩身轴线重合，抱箍下边缘距离下节桩顶 50-100mm。

安装连接螺栓，先穿入螺栓，再套垫圈、拧螺母，螺栓穿入方向一致，确保所有螺栓

均自由穿入，严禁强行敲击，防止螺栓变形。

用普通扭矩扳手进行初拧：按“对角对称”原则拧紧螺栓，初拧扭矩为终拧扭矩的50%，确保抱箍初步抱紧桩身，无明显松动。

最后用数显扭矩扳手进行终拧：仍按“对角对称”原则，逐一拧紧螺栓，终拧扭矩满足设计要求，每拧完1个螺栓，记录扭矩值（偏差需在 $\pm 10\%$ 设计值内）。

终拧完成后，静置5min（让螺栓应力释放），再按“逆序”复核所有螺栓扭矩（如终拧顺序1-3-2-4，复核顺序4-2-3-1），若扭矩损失 $>10\%$ ，需重新补拧至设计值。

检查抱箍与桩身贴合度：用塞尺检测抱箍内侧与桩身间隙，间隙 $\leq 0.5\text{mm}$ （且长度 $\leq 100\text{mm}$ ），若间隙过大，需检查橡胶垫是否破损或抱箍是否变形，必要时更换抱箍。

④接头验收与继续沉桩

外观验收：抱箍无变形、螺栓无松动、橡胶垫无脱落，上下节桩对位偏差 $\leq 2\text{mm}$ ，桩身垂直度偏差 $\leq 0.5\%$ 桩长（复核整体垂直度）。

扭矩验收：随机抽取30%螺栓（且不少于3个），用校准后的扭矩扳手复拧，扭矩值均需符合设计要求，若有1个不合格，需全检并整改。

验收合格后，填写接桩验收记录，方可继续沉桩，沉桩过程中需监控接头部位，若发现抱箍异响或桩身倾斜，立即停止沉桩，检查接头状态。

2.5.2.3 光伏组件安装

（1）施工准备和质量检查

根据要求安装施工技术人员放设支架安装施工线，找出不合格的桩基基础。然后对不合要求的桩基进行整改调整达到施工要求。

同时应对支架零部件及支架基础、标准螺栓及组件的质量进行检验。

（2）光伏组件支架安装工艺

安装搭设浮桥，供人行和小型机具通过，人工通过管桩抱箍搭设简易施工平台，进行组件散拼；浅水区可利用浮体船作业，浮体船运行就位后抛锚停稳，避免船体晃动，人工搭设支架进行组件散拼。



图 2.5.7 光伏组件安装

2.5.2.4 箱变施工

(1) 箱变基础

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。

(2) 箱式变压器安装

电缆应在箱变就位前敷设好，并且经过检验是无电的。

开箱验收检查产品是否有损伤、变形和断裂。按装箱清单检查附件和专业工具是否齐全，在确认无误后方可按安装要求进行安装。

靠近箱体顶部有用于装卸的吊钩，起吊钢缆拉伸时与垂直线间的角度不能超过 30° ，如有必要，应用横杆支撑钢缆，以免造成箱变结构或起吊钩的变形。箱变大部分重量集中在装有铁心、绕组的变压器，高低压终端箱内大部分是空的，重量相对较轻，使用吊钩或起重机不当可能造成箱变或其附件的损坏，或引起人员伤害。在安装完毕后，街上试验电缆插头，按国家有关试验规程进行试验。

2.5.2.5 土建工程施工方案

(1) 土建施工本着先地下、后地上的顺序，依次施工办公生活区、生产区、箱式变压器、光伏组件基础以及 $\pm 0.00\text{m}$ 以下地下设施。

(2) 接地网、地下管线主线与相应的地下工程设施（给排水、消防管道、电缆沟道）同步施工，电缆管预埋与基础施工应紧密配合，防止遗漏。

(3) 基础施工完后即回填，原则上要求影响起重设备行走的部位先回填。起重机械行走时要采取切实可行的措施保护其下部的设备基础及预埋件。

2.5.2.6 电缆支架安装与电缆敷设

电缆桥架及电缆达到现场后，应严格按规格分别存放，严格要求其领用制度，以免

混用。电缆敷设时，对每盘电缆的长度应做好登记，动力电缆应尽量减少中间接头，控制电缆做到没有中间接头，支架上每敷设完一层电缆应及时整理绑扎好，不允许多层电缆敷设完后在一起整理。对电缆容易受损伤的地方，应采取保护措施。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。

2.5.2.7 升压站施工

本项目采用场区内设置海上升压站的方式，本阶段根据掌握的现场条件，主要考虑对场区东侧防浪堤坝进行临时加固，满足大件运输条件以及施工期进场道路的要求。

升压站采用混凝土基础及平台的方案。基础桩考虑分两段，中间采取焊接接桩施工的方式。打桩施工采用改装式打桩机或小型打桩船的方式施工。

基础承台、梁柱及升压站平台施工采取常规现浇混凝土施工方案，基础开挖前进行围堰施工断水。由于围堰整体设施范围位于升压站外扩 10m 申请用海范围内，故无需申请临时用海。

钢筋、模板等加工、材料周转场设置在离岸空闲场地。成品、半成品以及混凝土经由进场道路运输至升压站区域进行现场施工并浇筑混凝土，采用车辆分批运输淡水的方式进行混凝土养护。

主变、SVG 等大件设备运输，采用平板车运输至设备基础位置，液压装置顶升就位。升压站其他辅助设备采取散拼或局部采用汽车吊等方式进行吊装就位。

2.5.2.8 升压站进站道路施工

升压站区域靠近西侧防潮堤，水深 2-3 米，为便于进行打桩和现浇混凝土施工，根据施工快捷、环境影响小的原则采取钢板桩围堰支护的方式断水，围堰呈三面布置，西侧衔接防潮堤，考虑升压站施工周边预留 2.5m 作业空间以及设置抽排水设施，钢板桩围堰长宽尺寸为 210×192m，顶高程比水面高出 0.5 米，内部抽水后提供干作业环境。围堰示意图见图 2.5.8。

围堰合龙抽水后，清除基坑范围内的淤泥，清淤后根据土层情况进行换填，对换填后的地基压实，以满足施工机械作业的承载力要求。为确保围堰降水效果，在基坑内四周一圈设置排水沟和集水井，施工期持续抽排可能的渗水和雨水。

略。

图 2.5.8a 围堰施工示意图

略。

图 2.5.8b 围堰施工示意图

略。

图 2.5.8c 围堰施工示意图

升压站进站道路采用透水混凝土平台方案，考虑检修运维及消防车通行，道路总宽度约 7 米，总长度约 35 米。进站道路平台采用现浇钢筋混凝土框架结构，桩型采用 PHC500(100B)预应力混凝土管桩，桩长平均 15 米，按照双排布置。道路标高依据引接道路标高和升压站标高进行结构找坡。

进站道路为水上构筑物，衔接西侧防潮堤和水上升压站平台，与升压站同步施工，围堰断水后，进行地基处理，采用 DD73 液压步履式打桩机逐排完成基础桩施工，然后依次完成基础承台、立柱及框架梁板施工，施工工艺与升压站平台施工相同。

为保证进站道路通畅，同时需对西侧防潮堤进行加固，素土夯实后铺筑 250mm 厚级配碎石基层、200mm 厚 C30 水泥混凝土面层，护坡采用 30cm 厚 MU7.5 浆砌片石护坡。

略。

图 2.5.8d 进站道路平面设计图



图 2.5.8e 进站道路示意图

2.5.3 施工机械设备

根据光伏场区的建设特点，施工面比较集中，无重大件等特殊运输安装设备，施工主要机械见表 2.5.2。

表 2.5.2 主要施工机械表

序号	工序	机械名称	规格型号	单位	数量	租赁时间 (月)	备注
1	存放场						
2							
3							
4							
5							
6	施工						
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13	临时用电						

本工程位于山东省潍坊昌邑市海域，昌邑交通发达，区位优势明显，位于“蓝黄”两大国家战略叠加区域，已经形成了四通八达的现代化交通网络。

场址所在的昌邑市具有良好的陆上交通系统。胶济铁路、大莱龙铁路、青银高速、荣潍高速、荣乌高速以及 206 国道、309 国道等交通干线横贯市域东西，省道下小路纵穿市域南北。

项目陆域交通也十分发达，临近两个港口潍坊港中港区和下营港的疏港道路系统十分便捷。潍坊港中港区有东、西两条疏港公路，下营港有 S221 省道直通，并能直达海边，上述疏港公路路况良好。

2.5.4 施工定员及工期

本工程大部分施工均在水面开展，施工措施复杂，施工准备工作量大，投入的施工机械、人员数量多，资源配置及强度管理难度大。劳动力高峰期出现在组件安装中期，预计 900 人左右。

在考虑各主要工序并行施工的前提下，本工程施工主要关键线路可概括为：施工准备→桩基施工→光伏支架安装→光伏组件安装、箱变及桥架安装→电缆敷设、电气设备安装→系统调试。

计划在 2025 年 12 月开工，2027 年 2 月并网发电。

表 2.5.3 主要施工机械表

序号	工程 项目 日期	2025	2026												2027		备注
		12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	
1	施工准备																
1.1	临时设施建设																材料存放场建设
1.2	施工供应准备																管桩整长预制存放
2	光伏场区主体施工																
2.1	桩基施工																两栖打桩机+改装运输船
2.2	光伏支架施工																搭设浮桥或浮体船，人工散拼
2.3	光伏组件施工																搭设浮桥或浮体船，人工散拼
2.4	箱变桥架施工																小浮吊吊装或驳船+吊装坐滩安装
3	升压站施工																
4	电缆敷设																
5	系统调试																

2.5.5 物料来源及土石方平衡

本项目场区主要为打桩施工，无需外购土石方，亦不会产生多余土石方，池塘无需排水，底质满足机械施工要求，无需清淤处理。

项目光伏支架、箱变平台、升压站平台基础等均采用预制的桩基基础，采用打桩施工，无土方开挖与回填。

本项目建设共需 PHC 预制桩 174862 根，钢材 32553t，钢筋 2298.22t，升压站大平台建设、进站道路路面建设拟使用混凝土 1.37 万 m³，所需材料均从市场采购。

略。

图 2.5.9 土石方平衡图

2.5.6 拆除工程

本工程为鱼塘内光伏电站拆除项目，涉及光伏组件、钢支架、逆变器、电缆、桩基以及升压站等设施拆除，施工区域为鱼塘水域及周边岸线，需尽量避免对水环境、水生生物及周边环境造成影响，同时确保施工安全，无人员伤亡、设备损坏等事故发生。

2.5.6.1 施工准备

（1）前期调研与勘察

组织技术人员对光伏电站现场进行全面勘察，明确光伏组件排布、支架连接方式、桩基深度、电缆走向及逆变器等设备位置，记录鱼塘水深、淤泥厚度、周边地形等环境数据，绘制现场勘察图纸。

查阅电站原施工图纸、设备说明书等资料，了解设备型号、安装工艺及受力结构，为拆除施工提供技术依据；同时与业主沟通，明确拆除后设备的回收、堆放要求及环保标准。

（2）人员与设备准备

组建专业拆除团队，包括项目经理、技术负责人、安全员、拆除工人等，所有人员需经安全培训考核合格后上岗，特种作业人员（如起重工、电工）需持有效证件。

准备拆除所需设备与工具，具体如下：

水上作业设备：快艇、浮桥、小型运输船、水上作业平台（需检查浮力及稳定性）；

拆除工具：扳手、切割机、液压钳、撬棍等；

起重运输设备：起重机、叉车、平板运输车（根据设备重量选择合适吨位）；

安全防护设备：救生衣、安全帽、防滑鞋、安全带、防坠网、灭火器等；

环保设备：油污收集桶、防渗布、吸油棉、垃圾清运车等。

（3）现场准备

在鱼塘周边设置围挡与警示标志，禁止无关人员、车辆进入施工区域；划分设备堆放区、垃圾临时存放区，并用防渗布铺垫，防止油污、垃圾污染土壤与鱼塘。

切断电站总电源，对逆变器、配电柜等设备进行断电检测，确保无残留电流后，拆除相关电气连接线路，并做好线路标识，避免混乱。

检查鱼塘周边排水系统，确保施工期间雨水能顺利排出，防止积水影响施工；若鱼塘内有水生生物，需提前与相关部门沟通，制定保护或迁移方案。

（4）船载接桩方案可行性

项目主要施工机械，包括打桩机械、运输船舶、起重机械均可通过陆运分块运输至施工现场，在码头处组拼成整机后下海。管桩运输采用自制的简易运输船，运输船由钢板简易加工制造而成，重量较轻，可在码头由起重机整体吊装下海，运输船装设发动机和螺旋桨，可自航至施工现场，每次运输 5~8 根 PHC 管桩，此方案可行性已在多个滩涂光伏项目得以验证。因此本项目采用船载接桩方案可行。

2.5.6.2 拆除施工流程

（1）电气设备拆除

先拆除箱变、逆变器、配电柜等电气设备，由专业电工断开设备与电缆的连接，拆除过程中做好设备部件的编号与分类存放，避免零件丢失或损坏。

拆除桥架电缆及其他敷设电缆，电缆切割前需将逆变器端与箱变端的终端接头拆除，终端拆下后，利用角磨机将电缆终端与电缆切割分离回收。作业人员通过浮船登上运维通道或作业平台，拆除电缆前先拆除电缆固定抱箍及扎带，后利用手持角磨机将整个子阵所有电缆以及栈桥及廊道上的高压电缆切割成 50-60cm 长的电缆段，集中放在吊笼中，将废旧电缆吊回起重机作业平台。

光伏组串间的电缆拆除时，交通艇随时在作业区下方待命，一方面担任施工警戒任务，另一方面当工人完成电缆切割时方便随时将废旧电缆回收上船。

所有电气设备及电缆拆除后，及时运输至指定堆放区，进行防潮、防尘处理，等待后续回收或处置。

（2）光伏组件拆除

拆除人员通过浮桥或浮船到达光伏组件安装位置，先拆除组件之间的连接线缆，再用扳手拧下固定组件的螺栓，将组件逐一取下。

取下的光伏组件需轻拿轻放，避免碰撞损坏，通过小型运输船及时搬运至岸上的临时堆放区，堆放时用软质材料铺垫，防止组件玻璃破碎；同时做好组件数量统计，与业主核对确认。

2.5.6.3 支架拆除

光伏支架拆除按“从上到下”的顺序进行，先拆除横向支架，再拆除纵向支架，拆除过程中使用绳索将支架缓慢下放至水上作业平台或岸边，避免支架坠落砸伤施工人员或破坏水塘底部。

对于连接紧密的支架节点，若手动拆除困难，可使用切割机进行切割，但需在切割部位下方铺设防坠网布，收集切割废料与碎屑，防止落入水塘。

拆除后的支架材料分类堆放，做好标识，便于后续运输与回收利用。

2.5.6.4 桩基拆除

桩基为打入式混凝土桩，整根回收困难，可采用水下切割设备将桩基切割至海床高程（根据业主要求或环保标准确定），切割后的混凝土碎块及时打捞上岸，避免沉入塘底造成污染。

2.5.6.5 升压站拆除

升压站拆除按照从上至下的原则，依次拆除升压站设备、框架平台、混凝土立柱，因承台埋深基本在海床以下，承台及桩基础无需拆除。

（1）升压站平台由东向西倒退拆除，采用混凝土切割设备逐一切割分离，切割过程中需控制切割速度和切割块大小，切割后的构件由起重机及时吊离作业现场，放置在指定的临时堆放场地。

（2）立柱拆除之前先在立柱中部设置临时支撑，然后用切割设备将立柱分段切割，再由起重机吊离现场。拆除过程中需密切观察立柱的稳定性，防止立柱倾倒。

（3）立柱拆除完成后清扫承台表面混凝土残渣及其他施工废弃物，对鱼塘底部淤泥进行清理和平整，恢复海床正常状态。

2.5.6.6 安全与环保措施

（1）安全措施

施工前对所有人员进行安全技术交底，明确拆除流程、安全注意事项及应急处理方法；施工期间，安全员全程在场监督，严禁违章作业，如未穿救生衣、未系安全带进行水上作业等。

水上作业平台、浮桥需定期检查，确保结构稳定，承载力满足要求；起重设备作业前需检查钢丝绳、吊钩等部件，确认无误后方可使用，起重作业时设置警戒区域，禁止人员在吊臂下方停留。

施工现场配备急救箱，储备常用药品（如止血药、消炎药、中暑药等），并与附近医院建立应急联系，若发生人员受伤、溺水等事故，能及时进行救治。

电气设备拆除过程中,严格遵守电气安全操作规程,使用绝缘工具,防止触电事故;施工区域设置临时照明,确保夜间施工光线充足。

(2) 环保措施

拆除过程中产生的垃圾(如电缆外皮、支架碎屑、组件玻璃碎片等)需分类收集,及时用垃圾清运车运至指定垃圾处理场所,严禁随意丢弃至水塘或周边环境。

若施工中使用润滑油、柴油等油料,需妥善存放,防止泄漏;若发生油料泄漏,立即用吸油棉、防渗布进行吸附处理,避免油料扩散污染水塘水质。

桩基拆除、支架切割等作业产生的废水,需经沉淀处理后再排放,严禁直接排入水塘;施工结束后,清理水塘表面的漂浮物,对临时堆放区的土壤进行检测,若存在污染,及时采取治理措施。

避免在鱼类繁殖期、候鸟迁徙期等敏感时段进行大规模拆除作业,减少对水生生物与鸟类的影响。

2.5.6.7 施工后期工作

(1) 拆除工程完成后,组织技术人员、业主对施工现场进行验收,检查是否存在未拆除的设备部件、垃圾残留,鱼塘水质是否符合环保要求,验收合格后签署验收文件。

(2) 对拆除的设备、材料进行清点整理,将可回收利用的设备(如逆变器、光伏组件)、材料(如支架、电缆)移交业主或专业回收单位;对不可回收的废弃物,按环保规定进行处置。

(3) 清理施工现场,拆除围挡、临时设施,平整场地,恢复水塘周边环境原貌;若施工过程中对周边植被造成破坏,需及时补种,确保生态环境恢复。

(4) 整理施工资料,包括勘察记录、拆除方案、安全技术交底记录、验收文件等,装订成册后移交业主,完成工程收尾工作。

2.6 配套工程

2.6.1 施工用水

(1) 供水

施工用水主要包括建筑施工用水、机械用水、生活用水等,根据周边供水情况,施工期供水可由附近村庄购买通过运水车运水解决生产、生活、消防水。

(2) 生活污水、废水的处理措施

保护施工区和生活区的环境，及时处理施工垃圾、生活垃圾等废弃物，将废弃物运至指定地点弃置，并注意避免阻塞水流和污染水源。无法运走的，进行填埋等无害化处理。在施工区和生活区设置足够的临时卫生设施，定期清扫处理。不得将未处理的生活污水直接或间接排入河流和海洋水体中，或造成生活供水系统的污染。

(3) 生产废水（油）处理措施

- ①本工程施工区内生产废水（油）处理委托专业单位进行处理。
- ②船机设备产生废水（油）委托专业单位处理。
- ③加强施工设备管理与养护，杜绝石油类物质泄漏，减少受污染的可能。

2.6.2 施工用电

施工临时用电主要包施工机械用电、照明用电、生活用电等，项目升压站施工区域内可安装一台 400kVA 变压器一台，光伏场区内配备若干台移动式柴油发电机发电，施工高峰期可根据作业班组配置数量适当增加小型柴油发电机。

2.6.3 施工消防

- (1) 保证消防通道的畅通。
- (2) 在驻地、加工厂、船舶及施工现场按规定布置消防设施和消防水源、消防器材、工具齐全、设置点位合理、有效、符合防火规定要求，不得擅自挪动。
- (3) 定期更换过期的消防器材，淘汰易燃可燃的材料，从新阻燃材料和物质上解决火灾危险电源。

2.7 项目用海需求

2.7.1 项目申请用海面积

项目总用海面积 779.2716hm²，用海方式一级类为构筑物用海，二级类为透水构筑物用海。根据《海域使用论证技术导则》（GBT42361-2023）和《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》规定，本项目用海类型属于工矿通信用海（一级类）中的可再生能源用海（二级类）。

项目申请用海宗海位置图见图 2.7-1，宗海界址图见图 2.7-2。

2.7.2 项目占用岸线情况

本工程不占用岸线，不形成岸线。

2.7.3 项目申请用海期限

本项目申请用海期限为 27 年。

国家电投昌邑650MW光伏发电项目宗海位置图

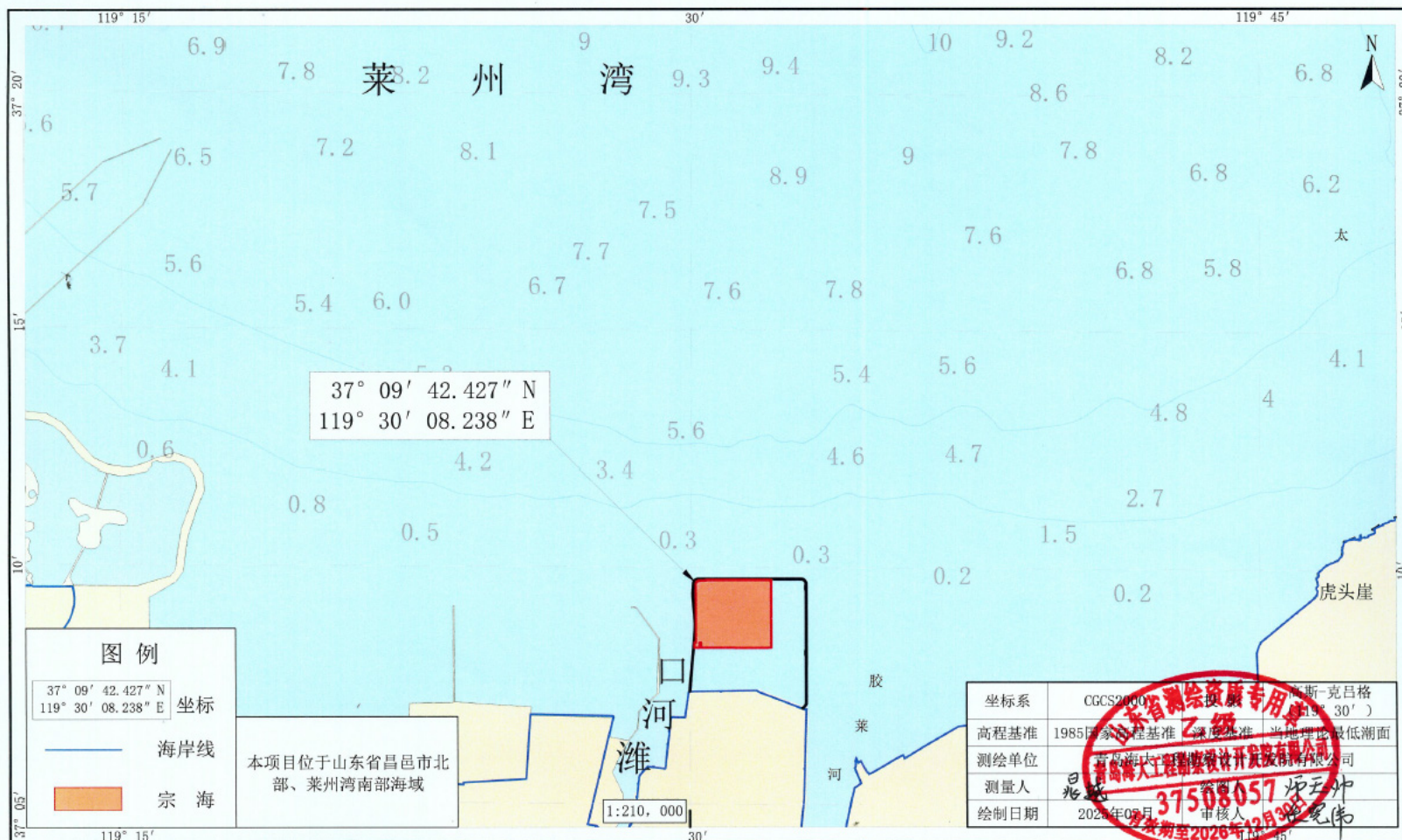


图 2.6-1 宗海位置图

[illegible]

59

国家电投昌邑650MW光伏发电项目宗海立面示意图

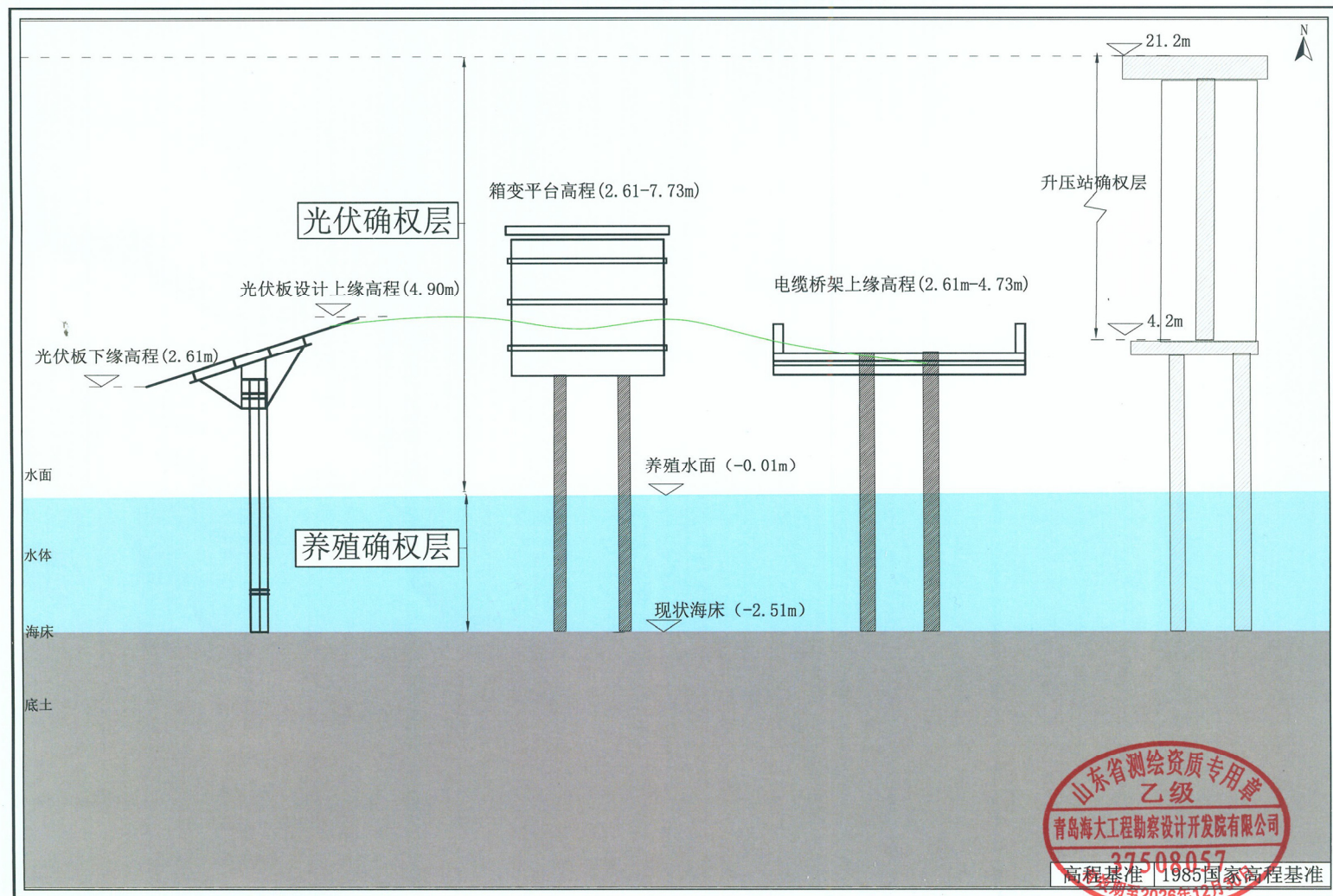


图 2.6-3 宗海立面图

界址点编号及坐标 (北纬|东经)

[illegible]

测绘单位	青岛海大工程勘察设计与开发院有限公司
测量人	吴越 张明
绘制日期	2025年07月 37.58057 任冠伟

61

2.8 项目用海必要性

2.8.1 山东省潍坊市电网概况

山东电网是一个以火电为主的电网，现已覆盖全省 16 个地市。山东电网最高交流电压等级为 1000kV，最高直流电压等级为± 800kV，通过“十交三直”500kV 及以上线路与华北、东北、西北电网相连，分别通过 500kV 滨州～黄骅双回、聊城～辛安双回线路及 1000kV 泉城～海河双回、曹州～邢台双回、泉城～邢台双回线路接至华北电网，通过±800kV 广固～扎鲁特直流线路与东北电网相连，通过±800kV 沂南～伊克昭直流、±660kV 胶东～银川东直流线路与西北电网相连。目前山东电网形成以交流特高压电网为支撑、交流 500kV 密集环网为主网架，直流换流站深入负荷中心的网架结构。

潍坊电网是山东电网的重要组成部分，以 500 千伏为骨干网架、220 千伏为主网架，覆盖全域。截至 2024 年，全市共有 500 千伏变电站 4 座（如潍坊站、高密站等），220 千伏变电站 30 座以上，110 千伏及以下变电站超 400 座，配电自动化覆盖率接近 100%。境内有±800 千伏昭沂直流（外电入鲁通道）等特高压线路，支撑跨区域电力调配。

潍坊是山东省新能源发展重点区域，截至 2024 年风电、光伏装机容量突破 800 万千瓦（占全市总装机比例超 40%），分布式光伏装机规模居全省前列，尤其户用光伏发展迅速。

预计 2027 年，潍坊市区全社会用电量及最大负荷分别为 16.4 亿 kwh、4440MW。

表 2.8.1 潍坊市电量及负荷增长预测表

年度	十四五	2027	2030	十五五
用电量	6.5%	164.4	198.7	4.2%
最大负荷	6.4%	4440	5052	4.4%

2.8.2 项目建设必要性

2.8.2.1 项目用海与国家产业政策的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，项目属于鼓励类中的“五、新能源 2. 可再生能源利用技术与应用：高效率低成本太阳能光伏发电技术研发与产业化”，本项目建设渔光互补光伏发电项目，符合国家产业政策，为鼓励类项目。

2.8.2.2 项目用海与《山东省新能源产业发展规划（2018-2028 年）》的符合性分析

为全面贯彻党的十九大精神和习近平总书记绿色低碳发展理念，认真落实省委、省政府关于加快新旧动能转换的重大决策部署，科学推进全省新能源产业快速发展，有效激发能源领域“新动能”，根据《山东新旧动能转换综合试验区建设总体方案》《山东省新旧动能转换重大工程实施规划》《能源生产和消费革命战略（2016-2030）》等，制定《山

东省新能源产业发展规划（2018-2028 年）》（以下简称《规划》）。《规划》内容包括发展基础、发展形势、发展思路原则目标、重点任务和保障措施 5 个部分，涵盖新能源汽车、核电、智能电网及储能、热泵、太阳能、风能、生物质能、氢能、可燃冰、海洋能等领域。

专栏 11 绿色电力重点建设内容中提出，加快推进核电、风电、光伏发电、生物质发电和省外来电发展，不断扩大新能源发电应用范围和规模，着力提升电网接入和消纳能力，加快优化电力工业结构。到 2028 年，力争突破两个 40%，即新能源发电装机容量占全省电力总装机比重达到 40%、可接纳省外来电能力占全省可用电力装机的比重达到 40%。

光伏发电。坚持集中式、分布式相结合，积极推进“光伏+”综合开发利用，不断优化光伏发电发展模式，提高光伏发电质量和效益。在与土地利用、生态保护、农业生产等相协调的基础上，利用塌陷地、荒山荒地、滩涂、盐碱地等土地资源，采取统一规划、集中连片、分步实施的方式，实施“光伏+环境治理”，重点打造采煤塌陷地光伏发电基地和黄河三角洲盐碱滩涂地光伏发电基地；利用工业园区以及工业企业、商业企业、公共建筑、居住建筑等屋顶资源，建设一批“光伏+屋顶”分布式发电项目，推动光伏发电就地生产、就地消纳；结合风电项目建设以及设施农业、渔业、养殖业等，建设一批风光、农光、渔光等“光伏+综合利用”项目，**促进光伏与其他产业有机融合**；探索发展“光伏+交通”等新模式、新业态，开展光伏路面技术研发和试验示范工程建设，推动光伏发电跨行业、跨领域融合发展；积极推进“光伏+技术进步”“光伏+竞价上网”，促进光伏发电技术进步、产业升级、市场应用和成本下降，健全光伏发展市场机制。力争到 2028 年，全省光伏发电装机容量达到 2400 万千瓦左右。

专栏 11 绿色电力重点建设内容
光伏发电： 塌陷地光伏发电工程。重点推进济宁、泰安新泰采煤沉陷区光伏领跑示范基地建设，逐步推进枣庄、菏泽等地区塌陷地光伏发电工程建设。 黄河三角洲盐碱滩涂地光伏发电工程。重点推进东营河口、垦利、利津，滨州无棣、沾化、北海，潍坊寿光、昌邑、滨海等盐碱滩涂地光伏项目建设。 屋顶分布式光伏发电工程。重点在工业企业、商业企业、公共建筑、居住建筑等建筑物屋顶，发展分布式光伏发电，推动光伏发电就地生产、就地消纳。 高效生态农业光伏发电工程。重点在青岛、潍坊、东营、德州、聊城、菏泽、滨州等现代农业示范区建设区域，打造高效生态农业光伏发电示范工程；结合设施农业项目建设，在不影响生态功能、不改变用地性质、不影响生产功效的基础上，建设农光互补光伏发电项目。 渔光互补光伏发电工程。重点在东营、滨州、潍坊等地，结合渔业养殖项目，建设渔光互补光伏发电项目。
外电入鲁： 加快建设潍坊（昌乐）至临沂（高乡）至枣庄至菏泽至石家庄（邢台）特高压环网工程，继续开展“外电入鲁”新通道研究。
抽水蓄能： 加快文登、沂蒙抽水蓄能电站建设，尽快开工建设潍坊、泰安二期等重点抽水蓄能电站。

图 2.7.1 规划绿色电力重点建设内容

本项目建设渔光互补发电项目，与渔业有机融合，能够增加新能源发电装机容量比重，符合绿色低碳发展理念。项目建设符合“加快推进核电、风电、光伏发电、生物质发电和省外来电发展，不断扩大新能源发电应用范围和规模，着力提升电网接入和消纳能力，加快优化电力工业结构”的要求。项目是山东省政府关于加快新旧动能转换的具体行动。项目建设符合《山东省新能源产业发展规划（2018-2028 年）》。

2.8.2.3 与《山东省新能源和可再生能源中长期发展规划（2016-2030 年）》的符合性分析

为贯彻落实“四个革命、一个合作”能源工作总要求，加快构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，促进新能源和可再生能源产业持续健康发展，根据国家和山东省经济社会及能源发展规划，省发展改革委研究制定了《山东省新能源和可再生能源中长期发展规划（2016-2030 年）》。

规划提出发展目标，到 2030 年新能源和可再生能源与常规能源体系深度融合，适应其发展的经营、管理、服务模式更加完善；开发利用成本持续降低，市场竞争力不断提升；到 2030 年新能源和可再生能源占能源消费总量比重达到 18%，省内全口径开发利用规模约 10870 万吨标准煤。

规划提出发展任务**大力推进太阳能利用**。根据太阳能资源禀赋、场地条件、电网接入和消纳条件，坚持集中式、分布式并举，科学推进光伏电站建设，大力发展分布式光伏发电。力争到 2030 年，全省光伏发电装机容量达到 2500 万千瓦。

科学推进光伏电站建设。充分利用塌陷地、荒地、盐碱地等资源，积极稳妥推进各种类型的光伏电站建设，重点结合环境治理和土地再利用要求，实施光伏“领跑者”计划，打造鲁西南塌陷地光伏发电基地和黄河三角洲盐碱滩涂地光伏发电基地。结合已投运、在建及规划建设的风电场，充分发挥风、光资源的互补优势，建设风光互补电站，对地面和高空进行合理利用。结合高效农业区建设以及设施农业、渔业、养殖业等，建设一批农光、渔光等“光伏+”综合利用示范区，促进光伏与其他产业有机融合。到 2030 年，光伏电站装机容量分别达到 800 万千瓦、1700 万千瓦。

光伏发电：重点推进东营河口、利津，滨州无棣、沾化，潍坊寿光、昌邑、滨海等盐碱滩涂地光伏项目建设。

本项目建设渔光互补光伏发电项目，是“结合渔业建设渔光综合利用示范、促进光伏和其他产业有机融合”的具体落实。

项目建设符合《山东省新能源和可再生能源中长期发展规划（2016-2030 年）》。

2.8.2.4 项目用海与《潍坊市“十四五”绿色低碳循环发展规划》的符合性分析

加快绿色低碳循环发展，是贯彻落实习近平生态文明思想和新发展理念的重要举措，是我市厚植发展新优势、加快推进新旧动能转换的必然选择，也是潍坊市推动碳达峰碳中和战略落地实施、开创高质量发展新局面的内在要求。为加快潍坊市经济社会发展全面绿色转型，根据《国务院关于加强建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》《山东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《潍坊市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》及党中央、国务院、省委、省政府和市委、市政府关于绿色低碳循环发展决策部署，制定本规划。

多元化发展清洁能源。实施可再生能源倍增行动计划，以光伏开发为重点，以风电、生物质能、地热能等为补充，因地制宜推动可再生能源多元化、协同化发展。规划提出构建绿色低碳现代能源体系，推动桩基固定式海上光伏开发建设和漂浮式海上光伏示范。

本项目建设渔光互补光伏发电项目，因地制宜推动可再生能源多元化、协同化发展。能够促进潍坊市经济社会发展全面绿色转型。项目建设符合《潍坊市“十四五”绿色低碳循环发展规划》。

2.8.2.5 项目用海与《潍坊港总体规划》的符合性分析

潍坊港是山东省综合运输体系的重要枢纽和地区性重要港口；是潍坊市及周边地区经济社会发展和临港产业发展的重要依托；是山东省建设黄河三角洲高效生态经济区和山东半岛蓝色经济区的重要支撑。潍坊港以散货、杂货运输为主，积极发展集装箱运输和客滚运输。

现行规划将潍坊港划分为东、中、西三个港区。中港区是潍坊港的主体港区，是以散杂货运输为主、临港工业所需原材料及产成品运输为辅的综合性港区。西港区主要为后方农业产业园及现代制造业园服务，积极开展海河联运。东港区主要为后方滨海开发区发展建设服务。

根据潍坊港总体规划，项目位于潍坊港东港区南侧。现行规划提出，针对潍坊港东港区，到 2030 年东港区共形成码头泊位 24 个，形成码头泊位岸线及辅助岸线总长度为 4238m，泊位通过能力达到 1410 万吨，规划港区用地规模约为 5.4km²。

2025 年 9 月 12 日昌邑市交通运输局出具了《关于国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目与潍坊港东港区规划符合性的说明》（附件 13）。

根据该说明，“本项目与《潍坊港总体规划》的潍坊港东港区中规划的临港物流园重叠。根据《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，潍坊港东港区规划区域的功能分区为潍坊东港区交通运输用海区，基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时允许兼容渔业和工矿通信等功能，且该重叠区域目前已兼容渔业功能（围海养殖用海且已确权）。”

“潍坊港东港区在现有规划条件下暂不具备实施条件，且光伏项目开发方承诺，如潍坊港东港区继续实施，将无条件配合潍坊港东港区相关规划的实施。基于以上原因，我单位原则同意该项目建设。”

根据潍坊港总体规划，项目建设避开了主要港口航道，不位于航道中线，项目建设不影响后期潍坊港东港区的开发建设和规划发展，不会影响港口功能的发挥。项目建设与《潍坊港总体规划》相协调。

略。

图 2.8.1 项目与潍坊港总体布局叠置图

2.8.2.7 项目用海与《山东省海岸带及海域空间规划（2021-2035 年）》符合性分析

根据《山东省海岸带及海域空间规划（2021-2035 年）》，本项目位于交通运输用海区，该区主要用于港口、航运、路桥等交通建设的海域。

《山东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》根据全省大陆海岸线自然资源条件和开发程度，将大陆海岸线划分为严格保护、限制开发和优化利用三个类别，强化分类管控。

本项目建设渔光互补光伏发电项目，采用透水式结构，项目不占用自然岸线，建成后不形成岸线，项目建设不会造成南侧岸线的消失。

综上，项目用海符合《山东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》。

略。

图 2.8.2 《山东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中山东省海洋功能分区图

2.8.2.8 项目用海与《鲁北盐碱滩涂地风光储输一体化基地规划建设方案(2022-2030 年)》的符合性分析

根据《鲁北盐碱滩涂地风光储输一体化基地规划建设方案(2022-2030 年)》，充分利用滨州、东营、潍坊等地盐碱滩涂地资源，规划建设鲁北基地，总规模 4800 万千瓦左右，其中光伏发电 4400 万千瓦左右，风电 400 万千瓦左右。

到 2030 年，具备条件的鲁北基地项目全部建成投运，打造成全省主要的新能源供给消纳基地和国家重要的大型清洁能源基地。

根据鲁北基地规划布局示意图，本项目位于鲁北基地规划布局中的 W14 地块。

本项目建设渔光互补光伏发电项目，项目建设清洁能源设施，能够保障有序推进大型光伏项目建设重点任务，是“建设全省主要的新能源供给消纳基地和国家重要的大型清洁能源基地。”的具体体现，项目建设符合《鲁北盐碱滩涂地风光储输一体化基地规划建设方案(2022-2030 年)》。

略。

图 2.8.3 鲁北基地规划布局示意图

2.8.2.9 项目用海与《山东省海上光伏建设工程行动方案》的符合性分析

2022 年 1 月 28 日，山东省能源局发布了关于征求《山东省海上光伏建设工程行动方案意见建议的通知》。根据该规划“以滨州、东营、潍坊、烟台等浅海海域为重点，采用渔光互补、多能互补等模式，推动桩基固定式海上光伏开发建设和漂浮式海上光伏示范。到 2030 年，海上光伏规划项目全部建设并网，装机规模达到 4000 万千瓦左右，建成全国重要的海上“风光同场”一体化综合开发基地。”

本项目建设渔光互补光伏发电项目，项目建设清洁能源设施，能够保障有序推进大型光伏项目建设重点任务，是“加快推动桩基固定式海上光伏开发建设”的具体行动，项目建设与《山东省海上光伏建设工程行动方案》相协调。

2.8.2.10 项目用海能够对电网供电能力形成有益补充

2021 年 2 月 22 日，国务院印发了《国务院关于加强建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》(国发〔2021〕4 号)，指出“推动能源体系绿色低碳转型……提升可再生能源利用比例，大力推动风电、光伏发电发展，因地制宜发展水能、地热能、海洋能、氢能、生物质能、光热发电”。

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

发电量占全社会用电量的比重达到 11%左右，后续逐年提高，确保 2025 年非化石能源消费占一次能源消费的比重达到 20%左右”。

建设渔光互补光伏发电项目，通过光伏发电接入潍坊市电网，能够对潍坊市能源供应形成有效补充，有利于缓解电力工业的环境保护压力，促进地区经济的持续发展，能够对建立健全绿色低碳循环发展经济体系起到促进作用，项目社会效益显著。

2.8.2.11 项目用海能够助力渔业融合发展

农业是国民经济基础，能源是国民经济的命脉。自 2014 年国家能源局发布《关于进一步落实分布式光伏发电有关政策的通知》中明确提出要因地制宜利用农业大棚、滩涂、鱼塘等建设分布式光伏电站，鼓励分布式光伏发电与农户扶贫等。

水产养殖中大多数的鱼类和海参不喜欢阳光，阳光直射水面一方面造成了光资源的浪费，高温季节也不利于鱼类等经济渔业资源的生长。

渔光一体化是将水产养殖和太阳能产业结合的生产方式，即在池塘水体中开展水产养殖生产的同时，在水面上架设光伏组件，开发太阳能发电工作，从而实现水下养鱼、水面发电的双重收获。开展“渔光一体”可充分利用土地与空间资源，实现渔、电、环保、旅游、税收五丰收，二者的有机结合可改变传统光伏产业与水产养殖业的现状，在水产养殖和光伏产业上实现领域共享，不但显著提高效率，降低生产成本，而且改变二者的产业链结构，是光伏产业和水产养殖业价值链的进一步延伸，为解决我国渔光一体现状中土地资源短缺、养殖效益低下等问题提供一种有效的途径。

因此，本项目建设是十分必要的。

2.8.3 项目用海必要性

光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术。光伏发电本身不使用燃料，不排放包括温室气体和其它废气在内的任何物质，不污染空气，不产生噪声，对环境友好，不会遭受能源危机或燃料市场不稳定而造成的冲击，是真正绿色环保的新型可再生能源。光伏发电系统当前具有安装广泛性、无限性和持续性、安装地点灵活、绿色环保、工作性能稳定可靠及使用寿命长等特点，是当前成熟度高、成本低的可再生能源发电技术之一。在碳达峰、碳中和背景下，光伏发电作为我国能源转型的中坚力量发展迅速。

山东省具有丰富的海洋资源，海域面积宽广，开发前景可观。同时海上日照充足且无遮挡，布局光伏有天然的优势。2021 年 12 月 27 日，山东省海洋局印发了《关于推进光伏发电海域使用立体确权的指导意见》，鼓励各市因地制宜探索利用已确权的养殖用

海、盐田用海区域，科学布局光伏发电项目。以提高海域资源利用效率、支持海上光伏发电产业发展。

本项目为新型能源渔光互补项目，在水产养殖区水面上同时建设光伏发电项目工程。在水面上方架设光伏组件发电，利用水体进行水产养殖，形成“上可发电，下可养鱼”的发电模式。“渔光互补”光伏发电模式创新地把光伏和渔业两个产业相结合，一举多得，不仅做到了空间上的立体复用，节省了土地，还输出了环境友好的清洁能源。项目建成后在节能环保方面将具有较好的示范作用。结合现代渔业进行太阳能渔光互补，也必将体现城市清洁新能源绿色环保的特色。项目所选区域具有开发海上光伏发电有利条件和资源优势，且社会效益、环保效益显著。项目用海是必要的。

综上，“渔光互补项目”的开发建设能综合利用海洋资源，优化山东省的电力资源配置，具有良好的社会效益和经济效益，对于改善山东省电网的电源结构，推动山东省海上光伏发电的创新发展，开发可再生能源有着积极的意义。本项目建设和用海是必要的。

3. 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 岸线资源

项目论证范围内大陆岸线总长度 69580.6m，其中自然岸线长度 7628.9m，人工岸线长度 34213.2m，其他岸线长度 27738.5m。本项目不占用岸线，不形成岸线。

略。

图 3.1.1-1 论证范围内岸线资源

3.1.2 太阳能资源情况

山东省位于 $N34^{\circ} 25' \sim 38^{\circ} 23'$ 、 $E122^{\circ} 43' \sim 144^{\circ} 36'$ ，南北最大长度约 420km，东西最大宽度约 700km，境内有沿海、平原、丘陵、山地等多种地形，使之太阳辐射的差异较大。山东省年太阳总辐射量分布呈现南少北多的趋势。山东省年太阳总辐射量分布呈现南少北多的趋势，其中，低值出现在鲁西南，在 $4650\text{MJ}/\text{m}^2$ 以下，高值出现在鲁北和黄河三角洲，在 $5550\text{MJ}/\text{m}^2$ 以上。

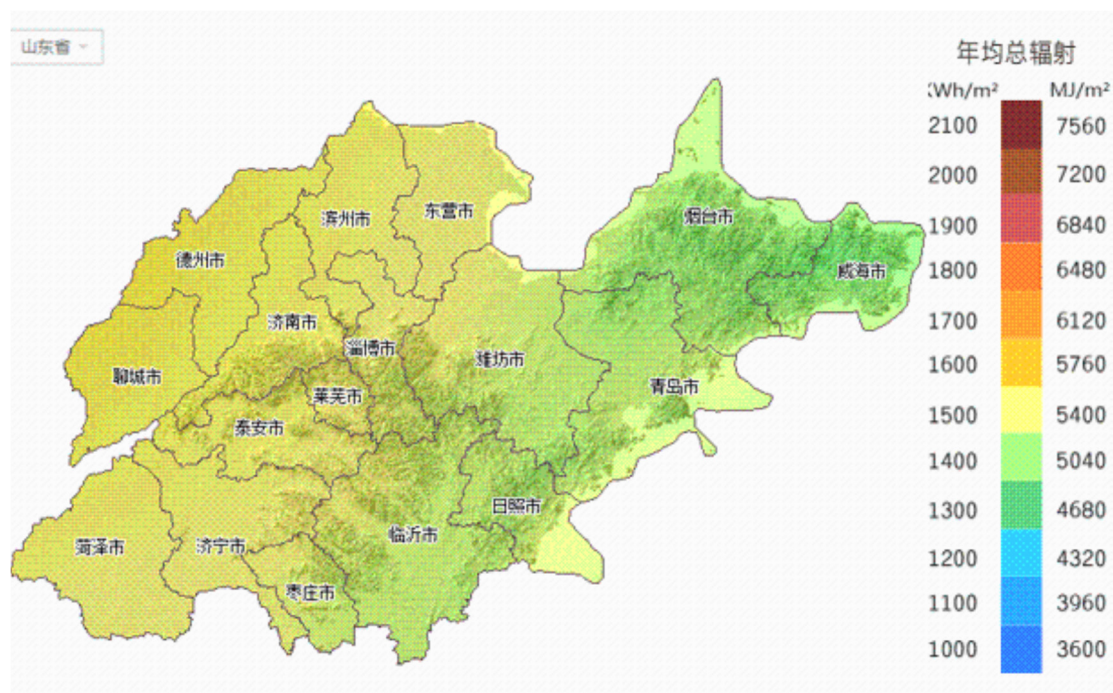


图 3.1.1-2 山东省太阳能资源分布图

山东省太阳能资源较为丰富，年总辐射在 $4480 \sim 5800\text{MJ}/\text{m}^2$ 之间，处于 B 类区（很丰富区）和 C 类区（丰富区），目前仅有济南、福山和莒县 3 个日射站。本项目位于山东省昌邑市莱州湾海域，由于场址附近目前无日射观测站从气候条件以及相对地理位置

分析，现阶段本工程以福山日射站实测资料进行计算分析，并结合 Meteonorm 数据和 Solargis 数据作为比对参考。

根据对气象数据的分析，采用参考站经计算得到光伏区域年总辐射量为 4925MJ/m²；采用 Meteonorm 软件查询光伏区域年总辐射量为 4993MJ/m²；采用 Solargis 数据查询光伏区域年总辐射量为 5274MJ/m²。从月变化可知，水平面太阳能辐射量主要集中在 4-8 月份。项目场址在我国属于太阳能“资源丰富”地区，太阳能资源丰富，开发潜力巨大。从太阳能资源利用角度说，此地区适合建设太阳能光伏电站。本场址区域的太阳能资源稳定度为 C 类，表示该地区太阳能资源水平面总辐射稳定度属于一般水平。本场址区域的太阳能资源的直射比属中（C）级别，表示该地区太阳能资源直射比等级为中等，场址太阳能资源散射辐射较多。

3.1.3 港口航运资源

下营渔港为潍坊市东半区唯一沿海渔港，现有大小渔船 250 余艘，年平均靠港渔船近 3 万艘次，但原有渔港水产品年卸港能力只有 2 万多吨。下营渔港原有码头两个，均呈南北向顺岸建设，其中南码头最早建成于 1973 年，长 200m，宽 30m，设计年渔货卸港量只有 1 万吨左右，可停靠 120 马力渔船，竣工投产至今已有四十余年。1993 年在南码头北侧约 200m 处又建设一处简易渔码头，长约 300m，宽 30m，也只可停靠小马力的渔船。

2005 年昌邑市海洋与渔业局委托山东省水产设计院对昌邑下营渔港增补工程进行可行性研究，山东省海洋与渔业厅以鲁海渔函[2009]100 号文件对山东省昌邑市下营一级渔港增补工程项目初步设计进行了批复。建设单位于 2009 年 11 月 26 日开工建设渔港，2010 年 8 月建设完成，并进行了竣工验收。渔业码头总长 327 米，分两段，分别位于 1993 年所建北码头的南北两侧。其中南侧新建码头长 207m，宽 30m，与原有修船厂滑道相连，停靠能力 650 艘；北侧新建码头长 120m，宽 30m。以 400HP 渔船为设计代表船型对码头平面布置进行设计，码头顶高程 3m，前沿底高程-4m，共 23 个泊位，可同时停靠 400 多艘渔船。

3.1.4 渔业资源

莱州湾海域是我国重要的河口海湾生态系统，该海域为泥沙底质，海底平坦，水域营养丰富，浮游生物大量繁殖，成为对虾、小黄鱼、鲅鱼、鲈鱼、真鲷、梭子蟹、青鳞鱼、海蜇等重要经济生物产卵、索饵、生长发育、越冬洄游、栖息繁衍的场所，水产资

源丰富，近海的经济鱼类有 40 多种，渔获量较大的有蓝点马鲛、青鳞鱼、斑鲫鱼等，其次是真鲷、古冬鱼、鲆鲽、鲈鱼、梭鱼、黄姑鱼等。对虾、文蛤、梭子蟹、大竹蛏被称为莱州“四大名鲜”，享誉国内外。近年来，随着捕捞强度的增大以及陆源排污量增多和黄河水入海量的减少，自然渔业资源受到严重破坏，主要经济鱼类的品种和数量迅速下降，海洋生态环境恶化，可持续发展受到威胁，需要加强保护。

工程附近海域主要经济渔业生物（中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷等）的产卵场、索饵场、洄游路线的分布现状渔业资源洄游分布图引用黄渤海区渔业资源调查与区划（农业部水产局、农业部黄海区渔业指挥部编，海洋出版社，1990）以及《山东近海产卵场与索饵场综合评价》（任务负责人吕振波、邱盛尧，承担单位山东省海洋水产研究所、烟台大学）中相关内容并根据近年现状资料更新。

（1）中国明对虾

中国明对虾（*Fenneropenaeus chinensis*）属节肢动物门甲壳纲十足目对虾科对虾属。是我国分布最广的对虾类，中国明对虾属广温、广盐性、一年生暖水性大型洄游虾类。

莱州湾对虾每年秋末冬初，便开始越冬洄游，到黄海东南部深海区越冬；翌年春北上，形成产卵洄游。4月下旬开始产卵，怀卵量 30~100 万粒，雌虾产卵后大部分死亡。卵经过数次变态成为仔虾，仔虾约 18 天经过数十次蜕皮后，变成幼虾，于 6~7 月份在河口附近摄食成长。5 个月后，即可长成 12cm 以上的成虾，9 月份开始向渤海中部及黄海北部洄游，形成秋收渔汛。其渔期在 5 月中旬至 10 月下旬。

中国明对虾的生殖活动分交配和产卵 1 次进行，9~10 月是当年虾交配的盛期，可是直至翌年 5 月中旬产卵季节，交配以后的雌体大量摄食，性腺迅速发育，至 11 月初离开近岸进行越冬洄游；翌年 4-5 月下旬底层水温升至 12℃时虾开始产卵，这时 60%以上虾雌体已经抱卵，卵块呈鲜艳的绿褐色，随着卵子的发育，约经 20 多天至 5 月下旬，卵子逐渐变为褐色或黑绿色，表示即将进入产卵孵化期，第一次散仔时间为 5 月底~6 月初；6 月中旬开始出现第二次产卵高峰，大部分雌体又开始抱卵，第二次抱卵孵化时间较第一次大为缩短，6 月下旬卵块即变为褐黑色并相继散仔。一般每年 2 次产卵，两次产卵的间隔时间为 30 天左右。

略。

图 3.1.4-1 项目位置与中国明对虾“三场一通道”叠置示意图

（2）小黄鱼

小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)隶属鲈形目石首鱼科黄鱼属,属暖温性底层鱼类,广泛分布于渤海、黄海、东海,是我国最重要的海洋渔业经济种类之一。

小黄鱼是渤海的主要经济鱼类,一般春季向沿岸洄游,3~6月间产卵后,分散在近海索饵,秋末返回深海,冬季于深海越冬。其越冬场在黄海东南部至东海北部,每年4月份北上到达成山头外海,然后分2支,一支继续向北到鸭绿江口进行产卵,另一支则向西,经烟威外海进入渤海,分别游向莱州湾、渤海湾和辽东湾等产卵场,产卵期为5月~6月,10月末到11月初向渤海中部集中。

黄渤海小黄鱼主要产卵期为5~6月,由南向北略为推迟,产卵场一般都分布在河口区和受入海径流影响较大的沿海区,底质为泥砂质、砂泥质或软泥质,产卵场的主要范围一般都分布在低盐水与高盐水混合区的偏高温区。小黄鱼昼夜产卵,主要产卵时间在17~22时,以19时左右为产卵高峰,小黄鱼产卵场的底层适温为11~14℃。渤海和黄海中部产卵场小黄鱼卵径为1.30~1.60mm,黄海南部为1.28~1.65mm。卵子孵化时间随水温的变化而不同,通常为63~90小时。渤海小黄鱼目测性腺发育5月中旬76%的雌性个体已达到Ⅴ期,6月中旬61%的个体已产卵完毕。

小黄鱼性腺成熟度系数,全年雌鱼以9月最低,10月至翌年2月增长缓慢,3~4月增长迅速,5月达到高峰,雄鱼3~4月为最高。春季(5月)小黄鱼处于产卵期,夏秋季为恢复期,主要为Ⅰ~Ⅱ期,冬季略有增长。小黄鱼怀卵量与年龄有关,2~4龄鱼为32~72千粒,5~9龄鱼处于怀卵高峰期,怀卵数为83~125千粒,从10龄鱼开始,怀卵量开始下降。

略。

图 3.1.4-2 项目位置与小黄鱼“三场一通道”叠置示意图

根据项目建设位置与小黄鱼“三场一通道”叠置示意图可知,项目建设位置距离小黄鱼产卵场、索饵场、越冬场以及洄游通道较远。

(3) 三疣梭子蟹

三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)属甲壳纲十足目梭子蟹科,三疣梭子蟹终生生活在渤海,是一种地方性资源。每年12月下旬至翌年3月下旬为越冬期,3月末4月初三疣梭子蟹开始出蛰并逐渐向近岸产卵场洄游,渔获数量明显增加;5月初产卵群体已经游至河口附近浅水区开始产卵,6~7月经过2次产卵的产卵亲体开始向外海移动,集中分布在内湾的相对深水区,8月当年补充群体大量出现,并集中分布在内湾的近岸

浅水区；9月是三疣梭子蟹分布密度最高的月份，补充群体也开始向外海移动；10月份随着水温的下降向外海洄游的数量不断增加。

三疣梭子蟹的生殖活动分交配和产卵2次进行，7~8月是越年蟹交配的盛期，当年生蟹的交配盛期在9~10月，可是直至翌年6月中旬产卵季节，仍有一定数量的幼蟹尚未交配。交配以后的雌体大量摄食，性腺迅速发育，至11月初离开近岸进行越冬洄游；翌年4月下旬底层水温升至12℃时三疣梭子蟹开始产卵，这时60%以上三疣梭子蟹雌体已经抱卵，卵块呈鲜艳的桔黄色，随着卵子的发育，约经20多天至5月下旬，卵子逐渐变为褐色或黑灰色，表示即将进入散仔孵化期，第一次散仔时间为5月底~6月初；6月中旬开始出现第二次产卵高峰，大部分雌体又开始抱卵，第二次抱卵孵化时间较第一次大为缩短，6月下旬卵块即变为褐黑色并相继散仔。三疣梭子蟹一般每年2次产卵，两次产卵的间隔时间为45天左右。

根据项目位置与三疣梭子蟹“三场一通道”叠置示意图可知，项目建设位置邻近三疣梭子蟹的产卵场，对三疣梭子蟹可能会有一定的影响。

略。

图 3.1.4-3 项目位置与三疣梭子蟹“三场一通道”叠置示意图

(4) 真鲷

真鲷 (*Pagrus major*) 硬骨鱼纲，鲈形目，鲷科，真鲷属。体侧扁，呈长椭圆形，一般体长15~30厘米、体重300~1000克、自头部至背鳍前隆起。体被大弱栉鳞，头部和胸鳍前鳞细小而紧密，腹面和背部鳞较大。头大，口小、左右额骨愈合成一块，上颌前端有犬牙4个，两侧有臼齿2列。前部为颗粒状，后渐增大为臼齿；下颌前端有犬牙6个，两侧有颗粒状臼齿2列、前鳃盖骨后半部具鳞、全身呈现淡红色，体侧背部散布着鲜艳的蓝色斑点。尾鳍后缘为墨绿色，背鳍基部有白色斑点。

略。

图 3.1.4-4 项目位置与真鲷“三场一通道”叠置示意图

真鲷为近海暖水性底层鱼类，喜栖息于水清而盐度较高的岩礁、沙砾及贝藻丛生的水域，一般水深30~40米。真鲷喜结群，游泳较迅速。生殖季节游向近岸，性凶猛，食性较杂，主要摄食底栖甲壳类、软体动物、棘皮动物、小鱼蟹及海藻等。真鲷生活的适宜水温22℃~27℃。真鲷对盐度的适应范围为16‰~33‰，体长12厘米以上，以重500-1000克者居多，寿命较长，有的可达30龄，长达1米。北方黄渤海区的真鲷生殖期为5~7月，盛期在5月下旬。

根据项目建设位置与真鲷“三场一通道”叠置示意图可知，项目建设位置距离真鲷的产卵场较近，对真鲷可能有一定的影响。

（5）蓝点马鲛

蓝点马鲛（*Scomberomorus niphonius*）是鲭科马鲛属的一种。体修长，呈纺锤形；吻稍尖；颌齿三角形，锐扁；犁骨、腭骨具绒毛状齿；胸鳍短小；体被细小圆鳞；腹部大部分裸露无鳞；体背侧蓝绿色，腹侧银白色。在蓝点马鲛种群的研究中，把越冬场在沙外和江外渔场，洄游于黄、渤海各个产卵场的蓝点马鲛鱼群为一个种群；把越冬场在浙、闽外海渔场，洄游于浙、闽和南黄海近海产卵场的蓝点马鲛鱼群划为另一种群。山东近海的蓝点马鲛属前一种群。

山东近海群系的蓝点马鲛越冬场在黄海东南部（32°00′~33°40′N，124°00′~127°15′E），底质为泥沙和细沙，水深 60~80m。4 月下旬，蓝点马鲛由越冬场经大沙渔场，进入海州湾和山东半岛南部各产卵场，产卵期在 5~7 月。主群则沿 122°30′N 北上，首批鱼群 4 月底越过山东高角，向西进入烟威近海产卵场以及渤海的莱州湾、渤海湾等主要产卵场，产卵期为 5~7 月。在山东高角处，从主群分出的另一支群体继续北上，抵达黄海北部的又一产卵场海洋岛，产卵期为 5 月中到 6 月初。产卵之后，亲鱼和幼鱼均在产卵场附近海域分散索饵。8 月下旬随着近岸水温下降，鱼群陆续向较深水域行适温洄游，并继续强烈摄食，生长育肥，渤海蓝点马鲛幼鱼开始外泛，主群于 9 月上旬至 10 月上旬前后抵达烟威渔场西部水深 20~30m 水域。10 月上、中旬，表层水温降至 12℃~13℃时，黄、渤海的蓝点马鲛主群向东南移动经海州湾外围海域，汇同海州湾内索饵鱼群在 11 月上旬迅速向东南洄游，经大沙渔场西北部返回沙外及江外渔场越冬。

略。

图 3.1.4-5 项目位置与蓝点马鲛“三场一通道”叠置示意图

蓝点马鲛产卵场主要有莱州湾、渤海湾、烟威近海、乳山近海和海州湾等。产卵期 5~7 月，由南至北相应推迟。其中，莱州湾和渤海湾的产卵期为 5 月下旬至 7 月上旬，以 5 月下旬至 6 月中旬为产卵盛期，产卵个体（性腺成熟度为 Va 和 Vb 期）占 10.1%~41.5%。烟威近海产卵期为 5 月中旬至 7 月上旬，以 5 月下旬至 6 月中旬为产卵盛期，产卵个体占 10.2%~30.1%。乳山近海产卵期为 5 月上旬至 6 月下旬，以 5 月中旬至 6 月上旬为产卵盛期，产卵个体占 10.4%~12.0%。海州湾产卵期为 5 月中旬至 6 月中旬，产卵盛期在 5 月中旬至 6 月上旬，产卵个体占 10.1%~34.4%。

根据项目建设位置与蓝点马鲛“三场一通道”叠置示意图可知，项目建设位置距离蓝点马鲛“三场一通道”较远。

（6）中国毛虾

中国毛虾（*Acetes chinensis*）在世界上的分布范围较窄，仅分布于渤、黄海沿岸，在我国的东海和南海沿岸也有分布，其他海域迄今尚未发现。毛虾也是毛虾属中向北分布最远的一个种，最北达渤海辽东湾的北部 40°50'N 附近。

中国毛虾属较为典型的地方性海洋渔业生物资源，因游泳能力较弱不作长距离的洄游，喜栖于海水中下层，夏季有时也上升到表层，春、夏、秋三季在分布区内随涨落潮而往返，有昼夜垂直移动的习性，晴天比阴天尤为明显。在水深和透明度大的水域比水浅透明度小的水域要显著，有明显的季节性定向的浅、深水之间的移动。在渤海区中国毛虾形成两部分独立的群体（在分布和生殖上都是独立的），通称辽东湾群和渤海西部群，辽东湾群终年不离开辽东湾，渤海西部群中国毛虾在渤海中西部的深水区越冬。

略。

图 3.1.4.6 项目位置与中国毛虾“三场一通道”叠置示意图

2 月下旬，渤海西部群的毛虾开始向近岸移动，分布范围扩大。在向近岸移动过程中分为两支：南支向莱州湾移动，进入山东滨州、潍坊沿海河口附近海区索饵、产卵；北支向西南移动，先移至大清河河口渔场。因为大清河河口渔场离毛虾越冬区最近，且水深较深，早春水温高于近岸浅水区，所以渔期最早，同时结束也早。大部分毛虾继续向西和西南方向移动，进入南堡及塘沽沿海渔场，最后进入黄骅歧口沿海。渔期早的年份，每年 2 月下旬，“雨水”刚过，近岸水域仍是一片冰封时，渔民即破冰出海，开始了春汛生产，在渔期早的年份，很快进入旺汛；当近岸河口区水温上升，毛虾逐渐向近岸河口区转移，渔期即告结束，有的年份在 3 月中旬结束，有的年份可持续到 4 月中下旬。其他渔场的渔期较晚，例如黄河口以西海区毛虾渔期在 3 月中下旬开始，5 月中旬以后，开始是大个体毛虾，以后包括中型毛虾接近沿岸区产卵。6 月份是越年虾群的产卵盛期，南堡海河口、大口河口和莱州湾西部近岸水域也都是越年毛虾的产卵场。7 月上旬后，剩余的越年虾群和夏一世代幼虾离开近岸浅水区向较深水域转移，分布范围扩大，在渤海湾的中西部形成了中心渔场。8 月虾群分布区不变，但已是夏一世代毛虾的产卵盛期。9 月份毛虾继续向外移动，产卵场扩大到渤海湾东部黄河口和大清河附近海区。11 月下旬至 12 月上旬，随着水温下降，渤海湾南部毛虾和莱州湾毛虾主群，均向越冬场转移。

根据项目位置与中国毛虾“三场一通道”叠置示意图可知，项目建设位置临近中国毛虾产卵场，对中国毛虾可能有一定的影响。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

莱州湾属温带半湿润气候，冬季受寒潮影响，夏季受太平洋副热带高压和入海变压高压影响，具有夏季多雨，冬季干燥的特点，根据气象资料分析如下：

气温、降水、风、雾等采用羊口盐场气象站的长期实测资料进行统计分析，昌邑市气象站位于昌邑市北郊，地理位置座标为北纬 35°52′，东经 119°24′，海拔 8.1m。根据昌邑市气象站 1959-1986 年实测资料统计：

3.2.1.1 气温

多年平均气温 11.9℃

多年极端最高气温 40.4℃（1961.6.2）

多年极端最低气温-19.5℃（1972.2.8）

最热月为 7 月，月平均气温 25.9℃

最冷月为 1 月，月平均气温-3.8℃

多年平均最高气温 18.1℃

多年平均最低气温 6.7℃

3.2.1.2 降水

多年平均年降水量为 628.6mm，降水多集中在 7、8 月，降水量约占全年降水量的 52%，而冬季 11 月-3 月的降水量仅占全年降水量的 10%。年最大降水量为 1412.2mm（1964 年）。月最大降水量为 470.2mm（1974 年 7 月）。日最大降水量为 151.4mm（1964 年 7 月 6 日）。多年平均日降水量 25mm 以上的大雨天数为 7.4 天/年。

3.2.1.3 风

昌邑市气象站 1981~2016 年多年平均风速为 2.56m/s，其中 1981~2010 年多年平均风速为 2.52m/s，迁站后 2011~2016 年平均风速为 2.76m/s，迁站后多年平均风速较迁站前增加 0.24m/s，这与迁站后气象站所在地地势空旷，周边无高大建筑物遮挡有关。春季风速较大，3 月、4 月、5 月为大风月，夏季风速较小，8 月、9 月为小风月。统计多年平均各风向频率，迁站前主导风向为 SE，占 14%，迁站后主导风向为 SSE，占 15%。

3.2.1.4 雾

多年平均大雾日数为 21.6 天，每年 8 月-2 月平均月出现雾日 2 天左右，其中 8-9 月为最多，3-7 月雾日较少，平均月出现一天左右。

3.2.1.5 相对湿度

多年平均相对湿度为 69%，以 7、8 月为最大，平均相对湿度分别达 82%和 83%。3 月-5 月仅为 61%-62%。

3.2.1.6 寒潮

据 1970-1980 年的统计，10 年中出现寒潮 32 次，年平均 3.2 次。也以 11 月至 1 月出现最多，32 次中有 28 次，占 87.5%。寒潮侵袭时，48 小时降温一般在 15℃以内，降温持续时间一般为 3—4 天，海上风力多在 7—8 级，最大可达 9-10 级。风向多在 NW—NE 间，以 NNW，NW 和 N 向风最多。

3.2.2 水文条件

本节内容摘自《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目水文专题报告》，青岛海大工程勘察设计院有限公司。

3.2.2.1 潮汐

略。

3.2.3 地形地貌

3.2.3.1 区域地质构造

略。

3.2.3.2 地形地貌特征

略。

3.2.3.3 水深地形特征

略。

3.2.4 工程地质特征

本节内容选自《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目可行性研究报告》，山东电力工程咨询院有限公司，2025 年 7 月。

3.2.4.1 地形地貌

略。

3.2.4.2 桩基评价

略。

3.2.4.3 地层岩性

略。

3.2.5 自然灾害

(1) 风暴潮

莱州湾是我国北方沿海风暴潮多发且最严重的地区之一，除台风路经山东半岛形成台风增水外，较大增水过程大多发生在春秋季节暖气团活动最频繁的季节，北方南下的冷空气和向东北移动加深的低压形成对峙，造成渤海海面区域性大风，从而诱发严重的增水现象，其中 1969 年 4 月 23 日的风暴潮是建国后最大的一次，当时东北风力达 11 级，羊角沟最大增水为 3.55m。1.0m 以上增水持续 38 小时，3.0m 以上增水历时 8 小时，莱州湾南岸海水上涨 3m 以上，冲毁海堤约 50km，海水倒灌 30-50km，造成严重损失。

据统计，莱州湾地区 1949 年以来发生的比较严重以上的台风风暴潮灾共 20 次，其中 1949—1980 年的 32 年间为 11 次，严重台风风暴潮灾为 9 次；而从 1981—2000 年短短的 20 年中所发生的比较严重以上的台风风暴潮为 9 次，其中严重台风风暴潮灾为 6 次。

(2) 海冰

在正常年份，小青河口至胶莱河口近岸，每年 12 月中旬出现海冰，翌年 2 月下旬终冰，冰期约 75 天，其中初冰期约 30 天，盛冰期约 30 天，融冰期约 15 天。海冰最大范围出现在 1 月下旬至 2 月中旬，其流冰的最大外缘线离湾底一般 25-35km。冬季在向岸风的长时间作用下，外海的流冰会流向湾底，并在浅滩处堆积，加重该海区的冰情，甚至出现局部、短时的冰封现象，在离岸风的长时间

莱州湾沿岸一般在 12 月中、下旬见初冰（最早 11 月下旬）。终冰日在翌年的 2 月下旬或 3 月上旬，冰期 2-3 个月。沿岸固定冰宽一般在 0.5-2.0km。莱州湾沿岸固定冰厚度为 15-30cm，固定冰期自 1 月中旬至 2 月中、下旬，约 30-40 天。流冰的范围大致沿 5m 等深线分布：黄河口附近及西部约距岸 10-30km，南部距岸约 8-20km，东部距岸约 5-15km。流冰的厚度约 5-30cm，流冰漂流速度多在 30-50cm/s，最大达 90cm/s。莱州湾沿岸海冰冰期极不稳定，有些年份冰期较长，有些年份较短，甚至有的年份仅在岸边出现零星碎冰；除黄河口附近因有大量河冰流入堆积较为严重外，其他地区堆积较轻，堆积高度一般在 1m 左右；另外莱州湾内常出现返冻现象，如 1966 年 2 月中旬，因天气回暖海冰大量融化，20 日寒潮侵入，使气温、水温急剧下降，再次使海湾冰封起来，出现严重冰冻。

据历史文献记载，20 世纪以来渤海曾发生过 3 次严重的冰封，即 1936 年 1-2 月渤海冰封，1947 年春辽东湾的严重冰清及 1969 年春渤海严重冰封。2009 年-2010 年冰清是自 1969 年以来最严重的一次冰清。根据国家海洋局资料统计分析显示，2010 年 1 月 12 日辽东湾的浮冰最大外缘线为 71 海里，1 月 13 日渤海湾的浮冰最大外缘线为 23 海里，莱州湾的浮冰最大外缘线为 26 海里，黄海北部浮冰最大外缘线为 22 海里。

3.2.6 海洋环境质量状况

3.2.6.1 海洋水质状况调查与评价

为了解工程附近海洋环境质量状况，中国海洋大学于 2024 年 5 月在工程海域布设 23 个海水水质站位，14 个沉积物，14 个海洋生态质量调查站位，3 个潮间带调查断面。调查站位见图 3.2.6-1 及表 3.2.6.1。

略。

3.2.6.2 海洋沉积物环境质量现状调查

略。

3.2.6.3 海洋生态概况

略。

3.2.6.4 海洋生物体质量现状

略。

3.2.7 水文动力环境现状

略。

3.2.8 项目周边海域冲淤趋势分析

本项目位于由防波堤围合的养殖池塘内部，项目建设无海底电缆等设施，表层沉积物的冲刷不会造成光伏组件及电缆设施的损害，不会对光伏桩基、海上升压站的结构稳定性造成影响。因此，本节内容收集了历史资料，对建设项目周边海域的冲淤趋势进行分析。

（1）等深线对比

本海域范围查到中国人民解放军海军司令部航海保证部出版的 2 张海图：1:15 万莱州湾 1986 年出版(11840#，水深为 1984 年测量)、1:15 万莱州湾 2014 年出版（11840#，0m、2m 等深线数据为 1991 年测量，5m 等深线数据为 2002 年测量）和交通运输部东海航海保障中心上海海图中心 2016 年印刷的 1:15 万莱州湾海图（33001#，水深为 2019 年测量），另外收集到风电场区内 2017 年实测水深数据并提取 7m 等深线。本次选取工程区域及其周边的 0m、2m、5m 和 7m 等深线进行比较，得到该段时间内工程区域海床演变的总体趋势。图 3.2.8-1 为工程区域及附近等深线变化图（底图为 1984 年数据）。

1) 0m 等深线比对

由 1984 年、1991 年、2019 年数据比对看出，0m 等深线整体呈离岸移动的趋势，周边海床处于淤积状态。1984 年和 1991 年 0m 等深线变化较小，主要是西侧由于人工填筑的原因，0m 等深线向海移动较大，最大处向海扩展 2030m，最大年均扩展 290m/a。其余位置年均扩展 21.4m/a；2019 年与 1991 年相比，潍河口西侧 0m 等深线主要向海扩展、年均扩展 33.9m/a，东侧主要呈向岸运动的趋势、年均扩展 28.6m/a。

2) 2m 等深线比对

1984 年、1991 年、2019 年，2m 等深线整体变化相对较小，整体呈离岸移动的趋势，周边海床处于淤积状态，7 年间平均向海扩展 310m，年均扩展 44.3m/a。仅在正对潍河口处 2m 等深线向陆侧凸出，呈现冲刷状态。

3) 5m 等深线比对

由 1984 年和 2002 年数据比对看出，以潍河口为分界，潍河西侧 5m 等深线整体呈离岸移动的趋势，周边海床处于淤积状态，最远移动距离约 2175m，18 年间平均向海扩展 620m，年均扩展 34.4m/a；潍河口及东侧 5m 等深线整体呈向岸移动的趋势，周边海床处于冲刷状态，最远移动距离约 890m，18 年间平均向陆扩展 550m，年均扩展 30.6m/a；2019 年 5m 等深线较 2002 年整体向海移动，处于淤积状态，最远移动距离约 1.7km，年均扩展 53.3m/a。

4) 场区内部 7m 等深线比对

本文收集到场区内部 2017 年实测数据,由于底图比例尺为 1:15 万,无法精确比对。仅根据 2017 年实测 7m 等深线来看,项目周边所在海域以冲刷状态为主。

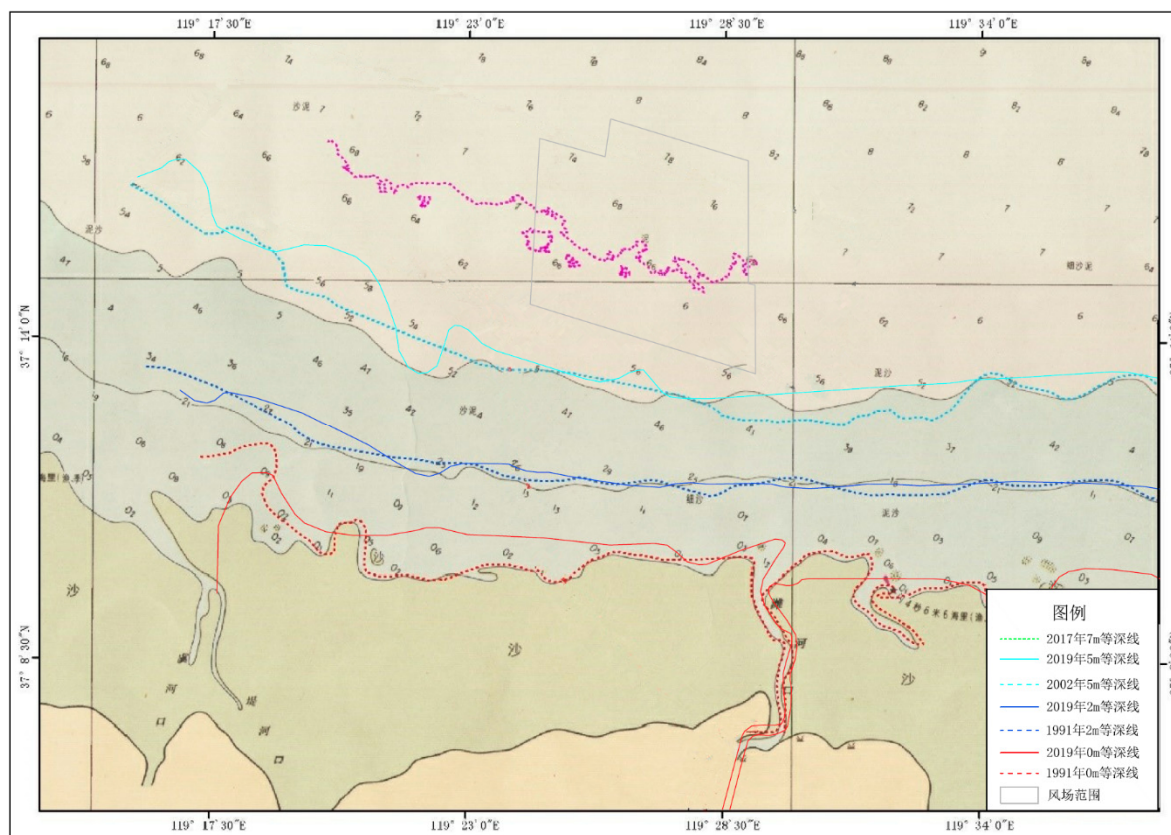


图 3.2.8-1 工程区及周边等深线对比图（底图为 1984 年数据）

(2) 水深断面对比

根据收集海图,工程附近海域的水深测量时间分别为 1984 年、1991 年(2002 年)、2019 年,深度基准面为理论最低潮面。在工程附近海域选取了 L1、L2、L3 共 3 条断面进行水深地形对比分析,剖面长度约 25km,断面位置见图 3.1.3-5。

L1、L3 剖面整体呈轻微淤积状态;临近河口、穿越风电场区的 L2 剖面 2019 年与 1991 年相比也总体处于淤积状态。

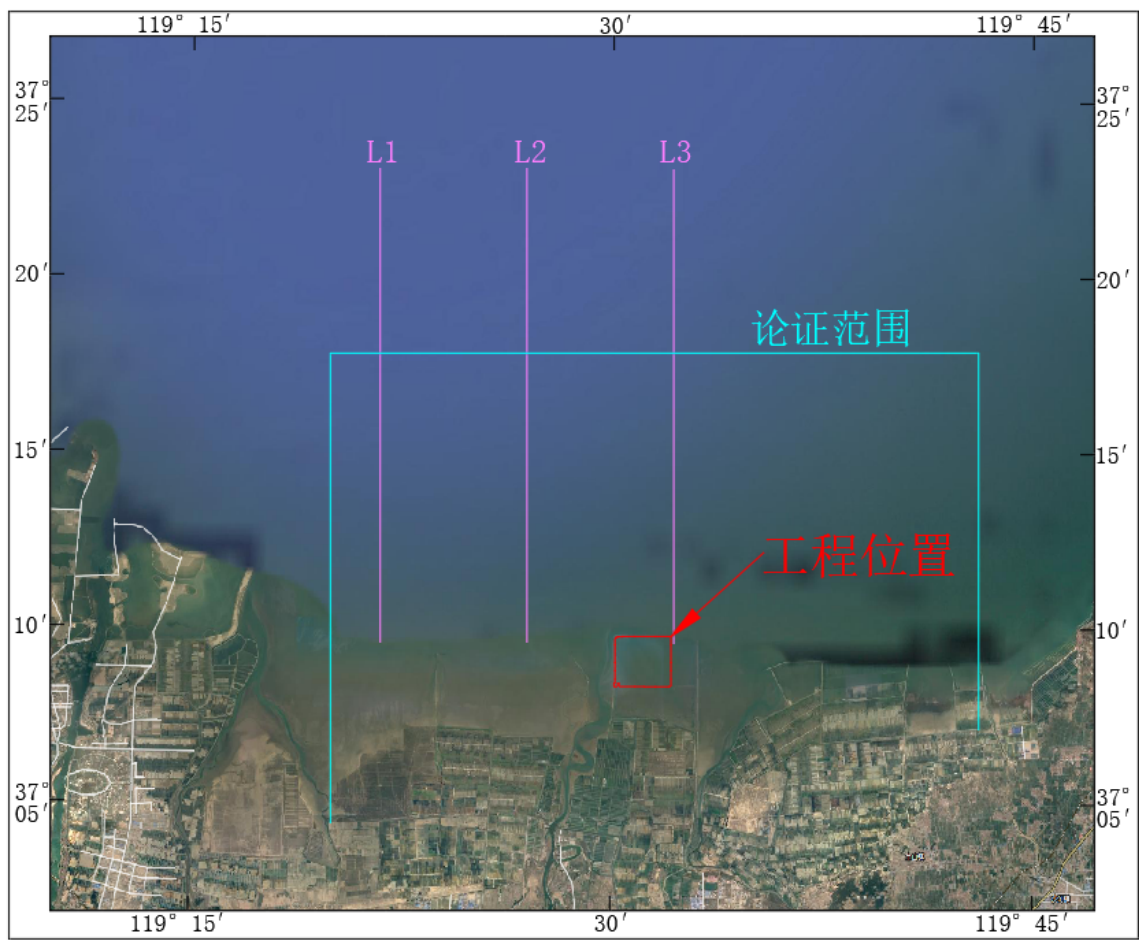


图 3.2.8-2 项目近岸海域水深地形对比剖面位置

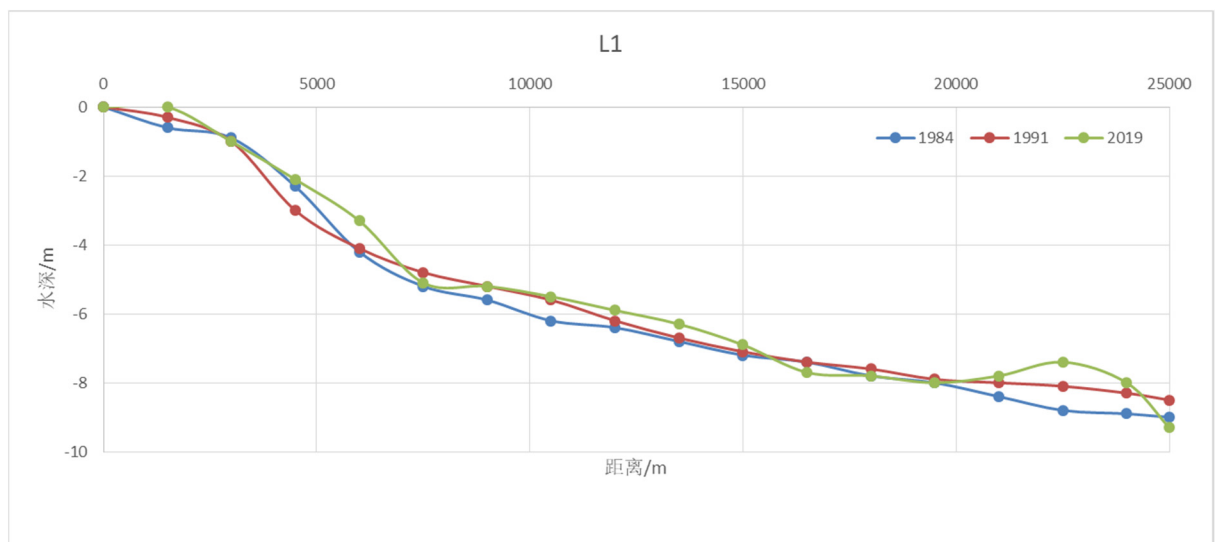


图 3.2.8-3 L1 剖面水深地形对比

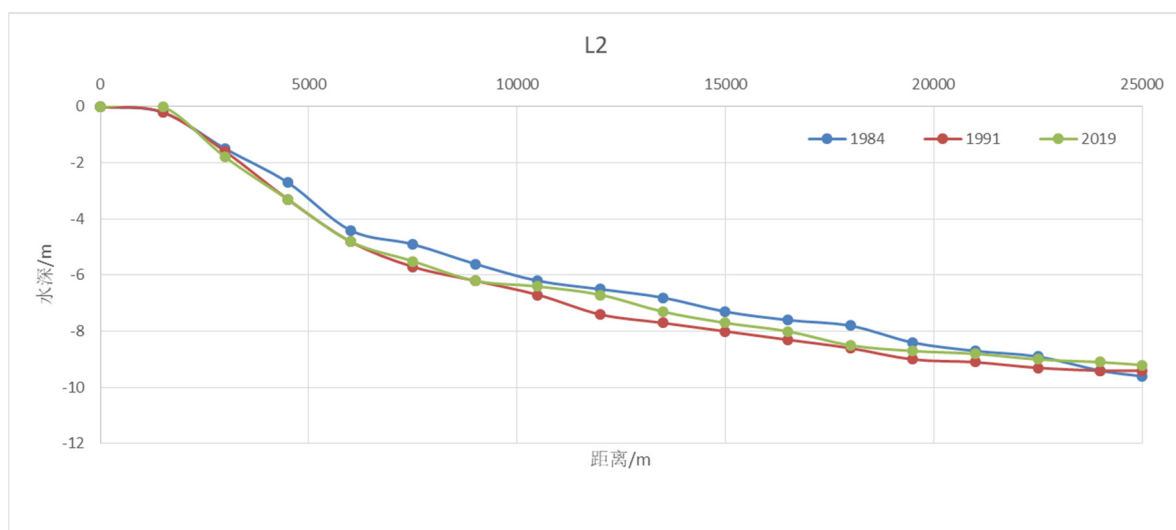


图 3.2.8-4 L2 剖面水深地形对比

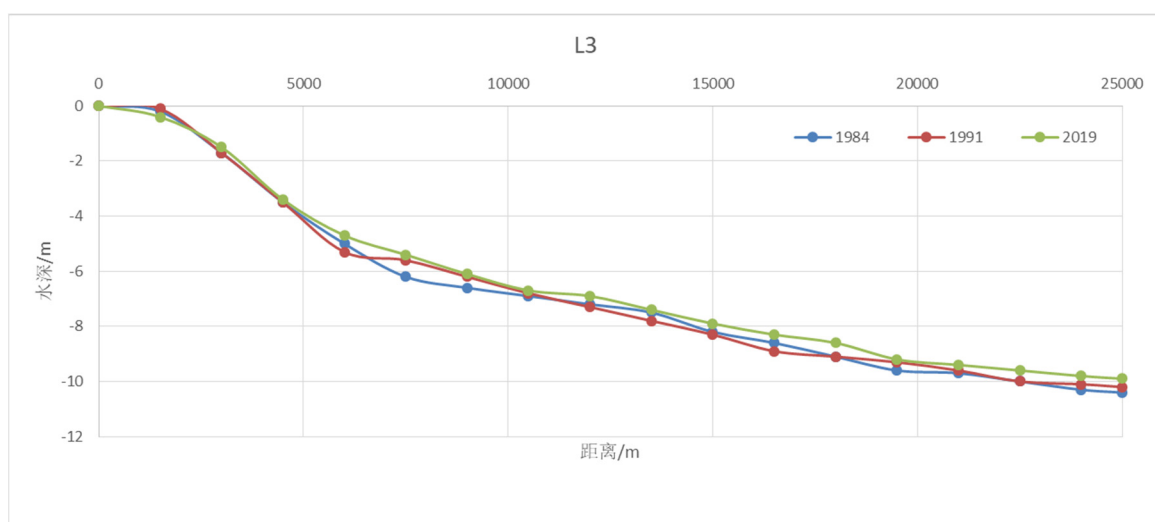


图 3.2.8-5 L3 剖面水深地形对比

3.2.9 鸟类资源现状

本项目调查资料引自《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目鸟类生态影响评价》，青岛市观鸟协会，2024 年 10 月 8 日。

略。

4. 资源生态影响分析

4.1 生态评估

本项目光伏场区建设在防波堤围合的养殖池内，与外界海域无自然水力联通，项目建设期和运营期不会对周边海域流速、流向等产生明显影响。

根据项目用海特点和所在海域资源生态基本特征，结合项目用海周边的资源生态敏感目标保护管理要求，项目所在海域水动力、地形地貌与冲淤、水环境等主要资源生态要素的重要性，确定本项目的重点为项目建设对周边生态环境的影响。

分析结果表明：本工程不涉及自然岸线和人工岸线。由于本项目光伏场区建设在养殖池塘内，不会对周边海域的水动力和地形地貌冲淤环境产生明显影响。运营期项目本身所产生的光伏板清洗污水和固废很少，且主要在养殖池内，项目建设不会对项目周边海域的水质环境产生明显影响。

4.2 资源影响分析

4.2.1 对海岸线资源影响分析

根据《山东省自然资源厅关于印发山东省海岸线修测成果的通知》（鲁自然资发〔2021〕16号），项目南侧岸线为人工岸线。项目场区距离山东省新修测管理岸线最近1.69km。

本项目不占用岸线，建成后不形成岸线。项目附近岸线类型及与岸线距离见图 4.2.1-1。



图 4.2.1-1 项目附近的岸线类型

4.2.2 湿地滩涂资源影响分析

(1) 施工期对滩涂资源的影响分析

本项目位于养殖池塘内，所在海域为潮间带区域，无植被覆盖。本项目建设的光伏板、箱变均采用桩基结构，占用海域面积较小，潮间带生物受损现象不明显。项目采用透水构筑物的用海方式，不会对滩涂区域水文动力环境、地形地貌与冲淤环境产生明显影响；项目施工对滩涂区域生物资源影响较小。

(2) 运营期对滩涂资源的影响分析

项目所在区域为潮间带区域，大部分潮间带生物生活在滩涂表面，光伏板虽然阻碍了部分光照，但仍可保证潮间带生物一定的光照时间，潮间带生物可根据光照条件调整活动区域，以满足自身对光照的需求，光伏板的架设对滩涂区潮间带生物的影响有限。

4.2.3 对渔业资源影响

本项目位于山东省潍坊市昌邑市北部、莱州湾海域，现状养殖池内，项目区所处海域不是重要渔业资源主要产卵场，本项目位于养殖池塘内，与外侧海域有堤坝阻隔，不占用渔业资源索饵场，项目为新能源海上光伏项目，不属于污染影响型建设项目，污染物产生及排放量少，污染物不会进入外侧海域，不会对外侧海域海洋生态环境产生影响。因此，项目实施不会对所在海域渔业资源产生明显影响。

4.2.4 生物资源损失

项目位于现状养殖池内部海域。工程区主要生物资源为浮游动植物、底栖生物和养殖的对虾，项目施工前将进行对虾捕获，不会对养殖产生影响；运营期项目桩基建设不会对其养殖产生影响。此外，本项目租赁下方围海养殖池塘，造成的养殖生产服务损失已包括在租金中，本项目对海洋养殖生产服务造成的损失不计入生态补偿损失金额。

本项目建设对水域生物的影响主要有：光伏组件的遮挡效应会影响水体中浮游动植物；桩基占用的水域会破坏底栖生物的栖息环境，造成底栖生物损失。

项目位于养殖池塘内，工程建设对海域生物资源造成的影响主要为：1、光伏组件对水体生物中遮光效应的影响；2、项目施工期悬浮泥沙扩散对海洋生物造成的影响；3、桩基占用对底栖生物栖息环境的破坏。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）进行生物资源损失量计算。

1、遮光效应：光伏组件遮挡效应造成的生态损失按照光伏组件垂直投影总面积计算，本期共布置 715Wp N 型组件 12027404 块。本期项目光伏场区、箱变平台及线缆桥架、海上升压站的用海面积为 779.2716hm²，根据可研单位提供的数据，光伏组件设计遮光率为 35.2%。则项目垂直投影面积约为 274.3036 hm²。

2、悬浮泥沙：工程基础为预制管桩，采用锤击法向下打入，采用水上打桩船和运桩船配合施工定位较准确，预制桩打入对海底沉积物扰动较小，施工时悬浮泥沙产生量很少，悬浮物浓度不高且位于底部，大部分会迅速沉降。项目施工期围海停止放闸水体交换，与外侧海域受防潮堤和围海坝梗阻隔，形成封闭海域，不扩散至外海，因此悬浮泥沙扩散面积可以按照整个用海面积来定，即 779.2716hm²。

3、桩基占用：项目占用产生的生态损失按照实际桩基占用面积进行计算，本项目使用桩基共占用海域 2.3852hm²。

略。

4.3 生态影响分析

4.3.1 水文动力环境影响预测评价

4.3.1.1 控制工程

采用平面二维数值模型来研究工程海域的潮流场运动及海域污染物扩散影响,采用非结构三角网格剖分计算域,三角网格能较好的拟合陆边界,网格设计灵活且可随意控制网格疏密。采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散,在时间上,采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

(1) 模型控制方程

连续方程

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = 0$$

x 向动量方程

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{c^2 h} + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial u}{\partial y} \right)$$

y 向动量方程

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gv\sqrt{u^2 + v^2}}{c^2 h} + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial v}{\partial y} \right)$$

式中, t —时间 (s);

x, y —原点 o 置于某一水平基面的直角坐标系坐标;

u, v —流速矢量 $\vec{V}$ 沿 x, y 方向的分量 (m/s);

ζ —相对于 xoy 坐标平面的水位 (m);

$h = d + \zeta$ —总水深 (m);

d —相对于 xoy 坐标平面的水深;

N_x, N_y — x, y 向水流紊动粘性系数 (m²/s);

f —科氏参量;

g —重力加速度 (m/s²);

c —谢才系数, $c = \frac{1}{n} h^{\frac{1}{6}}$, n 为曼宁糙率系数。

(2) 初始条件

$$\zeta(x, y, t)|_{t=0} = \zeta_0(x, y)$$

$$u(x, y, t)|_{t=0} = u_0(x, y)$$

$$v(x, y, t)|_{t=0} = v_0(x, y)$$

$$s(x, y, t)|_{t=0} = s_0(x, y)$$

式中, ζ_0 、 u_0 、 v_0 分别为 ζ 、 u 、 v 初始值。

(3) 边界条件

固边界可按下列方法确定

法向流速为零

$$\vec{V} \cdot \vec{n} = 0$$

式中, $\vec{n}$ —固边界法向单位矢量。

法向泥沙通量为零

$$\frac{\partial s}{\partial n} = 0$$

开边界可采用已知水位 $\zeta^*(x, y, t)$ 控制

$$\zeta(x, y, t)|_{\Gamma} = \zeta^*(x, y, t) \quad (\text{潮位})$$

4.3.1.2 计算域和网格设置

(1) 计算域设置

本项目所建立的海域数学模型计算域范围见图 4.3-1, 即为图中 A (辽宁登沙河)、B (山东鸡鸣岛) 两点以及岸线围成的北黄海及渤海海域, 计算域坐标范围为北纬 $37^{\circ}04'14.22'' \sim 40^{\circ}58'08.25''$, 东经 $117^{\circ}29'33.27'' \sim 122^{\circ}41'36.62''$ 。

模拟采用三角网格, 用动边界的方法对干、湿网格进行处理。整个模拟区域内由 34562 个节点和 63526 个三角单元组成; 最小空间步长约为 5m。为了清楚地反映本工程对其附近海域水动力环境的影响, 模拟中将工程周边海域进一步加密, 数值模拟计算域及用海区附近海域网格分布分别见图 4.3-1 和 4.3-2。模拟区内潮位验证点见图 4.3-1 和表 4.3-1, 用海区附近潮流验证点见图 4.3-2 和表 4.3-1。

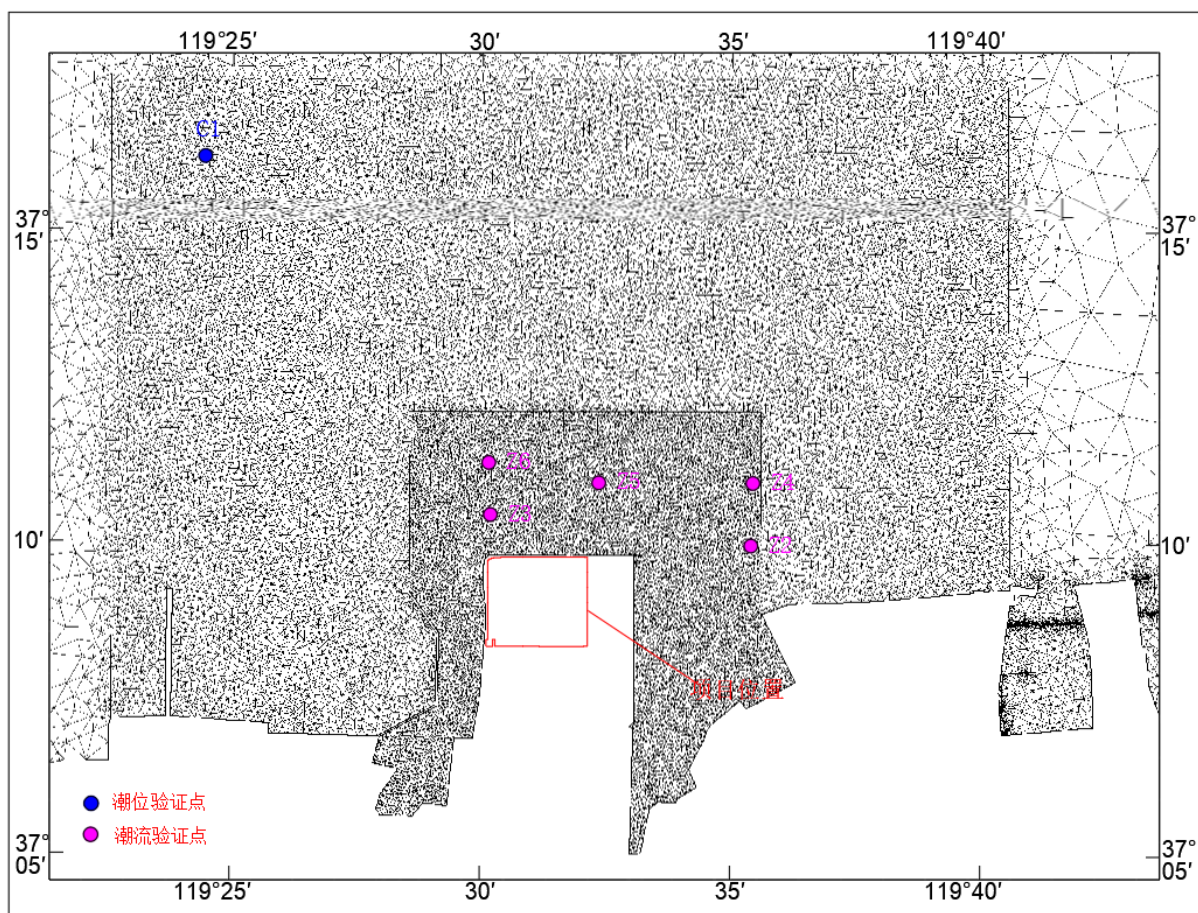


图 4.3-2 工程周边海域计算域网格分布图

(2) 水深和岸界

水深：选取中国人民解放军海军航海保证部制作的 1: 100 万海图（10011 号），15 万（11370 号、11570 号、11710 号、11770、11840 号、11910 号、11932 号）海图及用海区附近海域水深地形测量资料。

岸界：采用以上海图中岸界、山东省海岸线勘测资料以及用海区附近海岸线勘测资料。

(3) 大海域模型水边界输入

开边界：利用 China Tide 进行开边界潮位提取，提取的 M_2 ， S_2 ， K_1 ， O_1 四个分潮的调和常数输入计算，潮位预测计算方法如下：

$$\zeta = \sum_{i=1}^N \{f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i]\}$$

这里， f_i 、 i 是第 i 个分潮（这里共取四分潮： M_2 、 S_2 、 O_1 和 K_1 ）的交点因子和角速度； H_i 和 G_i 是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角； $V_{oi}+V_i$ 是分潮的幅角。

闭边界：以大海域和工程周边岸线作为闭边界。

(4) 计算时间步长和底床糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整, 确保模型计算稳定进行, 最小时间步长 0.3s。底床糙率通过曼宁系数进行控制, 曼宁系数 n 取 $32 \sim 45 \text{m}^{1/3}/\text{s}$ 。

(5) 水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算水平涡粘系数, 表达式如下:

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

式中: c_s 为常数, l 为特征混合长度, 由 $S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$, $(i, j=1, 2)$ 计算得到。

4.2.1.3 潮流数值模型及验证

大连、鲅鱼圈、塘沽、小清河口、威海等 5 个潮位站历史观测资料经调和和分析后, 选用 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 四个分潮的调和常数预报出大潮期的潮位与计算结果进行验证; 采用 C1 实测验潮站位 2023/11/16 0:00:00~2024/12/16 0:00:00 实测潮位数据与模拟计算结果进行验证。潮位验证曲线见图 4.3-3a-图 4.3-3f。

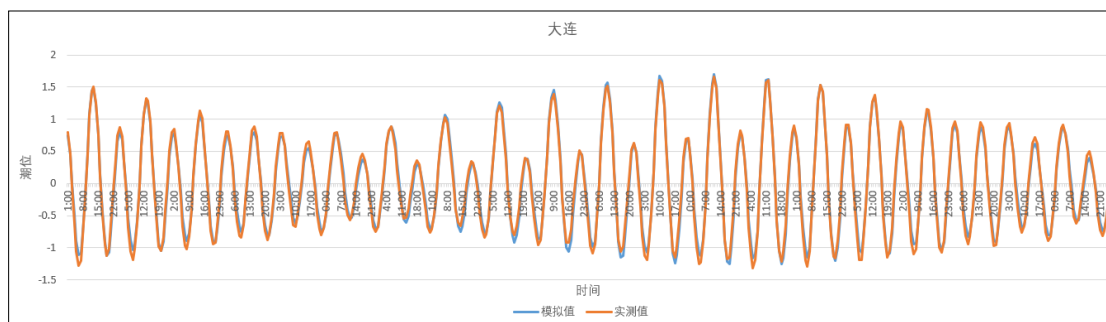


图 4.3-3a 潮位验证曲线 (大连)

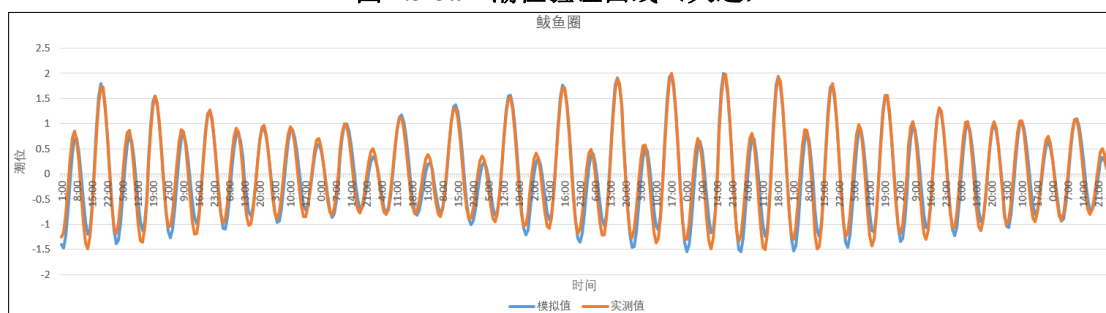


图 4.3-3b 潮位验证曲线 (鲅鱼圈)

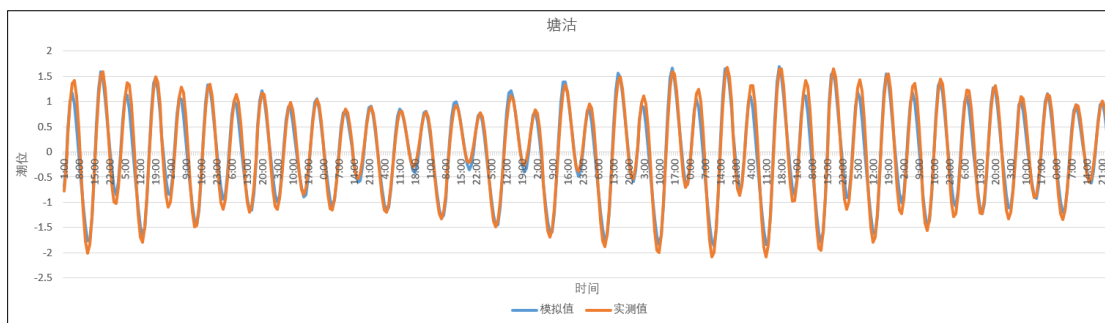


图 4.3-3c 潮位验证曲线（塘沽）

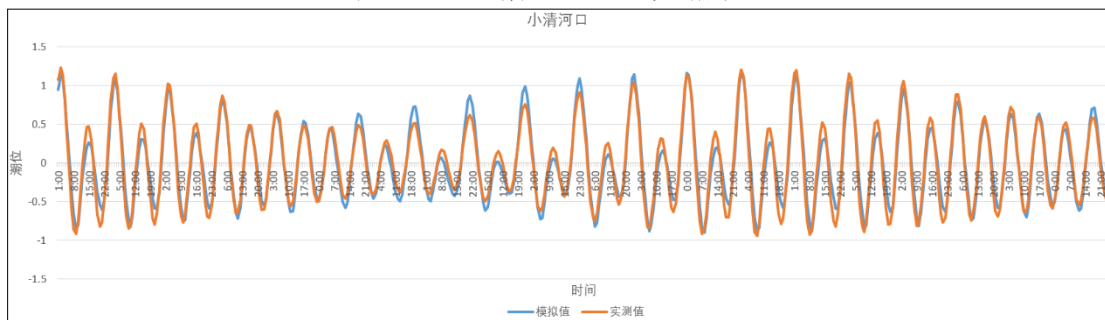


图 4.3-3d 潮位验证曲线（小清河河口）

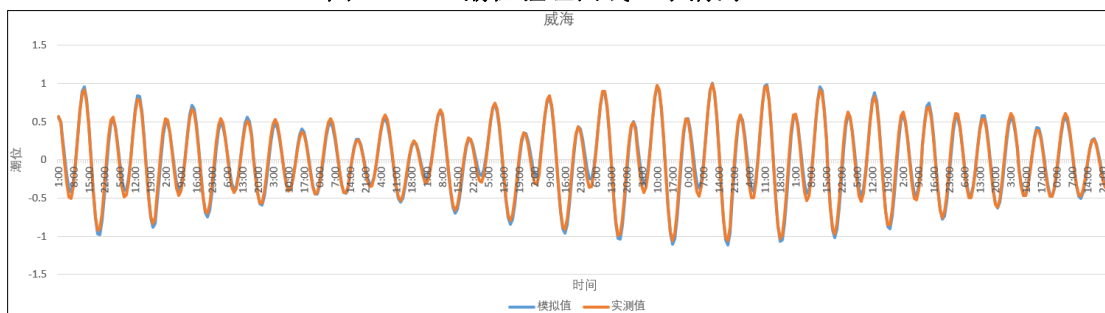


图 4.3-3e 潮位验证曲线（威海）

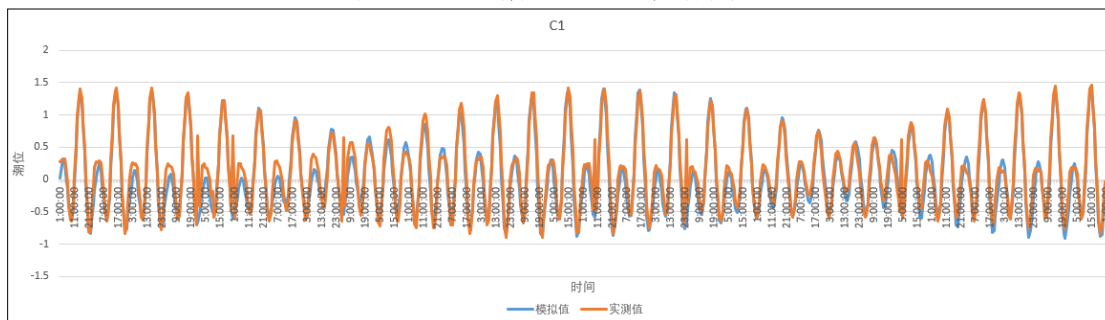


图 4.3-3f 潮位验证曲线（C1）

（2）潮流验证

潮流验证采用工程周边 5 个站位（Z2~Z6）大潮 27 小时单周日海流同步连续观测数据（2024/7/7 7:00:00~2024/7/8 9:00:00），海流观测资料与模拟计算结果进行验证。潮流验证曲线见图 4.3-4a-e。

以上潮位和潮流验证结果表明，相应验证点上潮位和潮流模拟结果与实测潮位和潮流资料基本吻合，符合《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》（JTS/T231-2-2010）的要求，能够较好地反映用海区周边海域潮流状况。

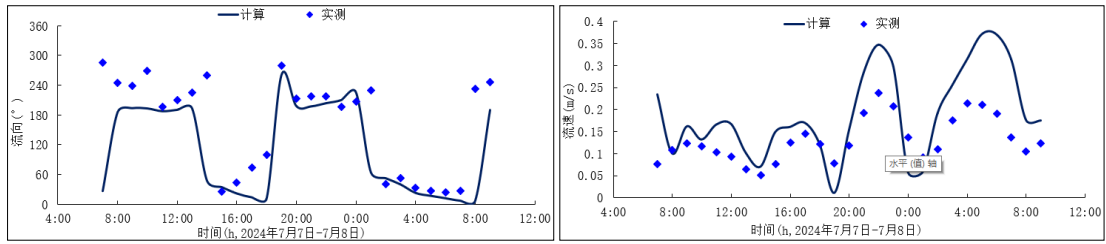


图 4.3-4a Z2 流流向、流速验证曲线

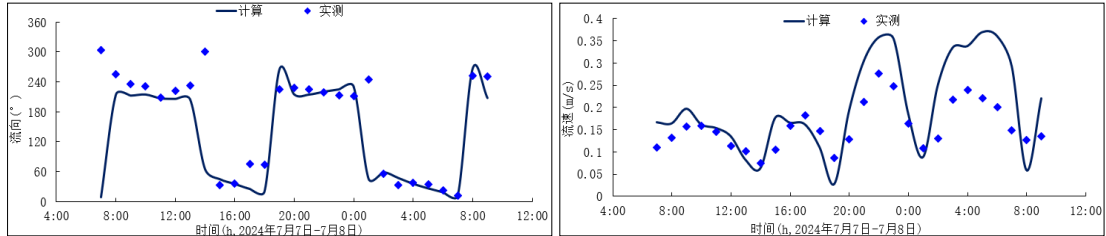


图 4.3-4b Z3 潮流流向、流速验证曲线

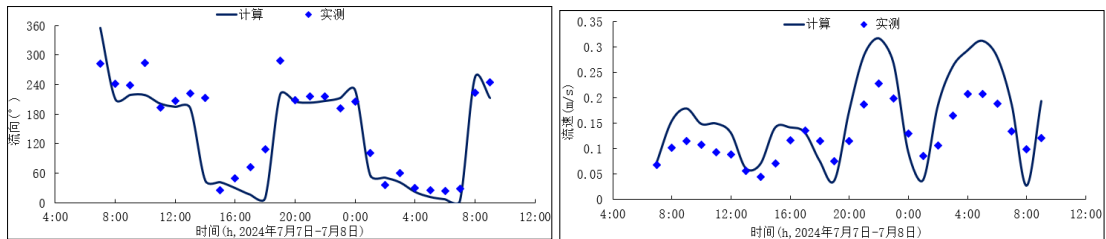


图 4.3-4c Z4 潮流流向、流速验证曲线

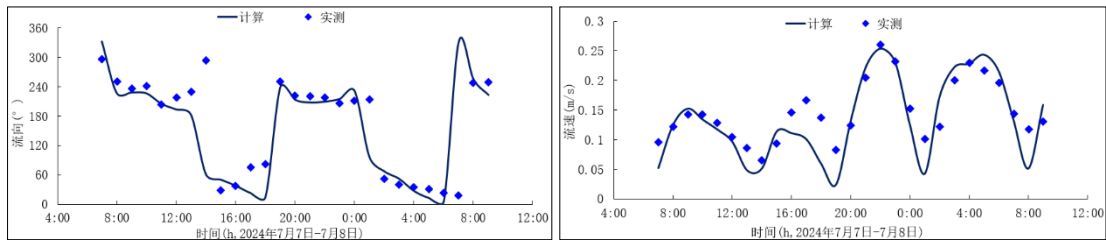


图 4.2.1-4d Z5 潮流流向、流速验证曲线

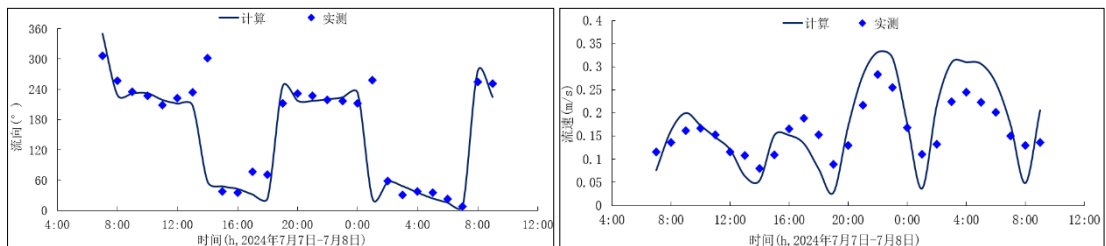


图 4.2.1-4e Z6 潮流流向、流速验证曲线

4.2.1.4 潮流计算结果分析

4.2.1.4.1 大海域大潮期间潮流场模拟结果分析

(1) 大海域潮流场数值模拟

报告中涨落潮时均以光伏场区南侧海域的涨落潮为参考。大海域大潮期间潮流场模拟结果见图 4.3-5a～图 4.3-5b。

图 4.3-5a 是大海域大潮期间涨急时刻潮流场，计算域内辽东湾潮流整体由 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 60~80cm/s 之间；渤海湾潮流整体由 W 向 E 流，其中部

海域流速介于 30~40cm/s；莱州湾潮流整体由 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 50~80cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 NW 向 SE 流，流速介于 30~40cm/s 之间；蓬莱北侧的登州水道处潮流整体由 NW 向 SE 流，流速最大可达 98cm/s。

图 4.3-6b 是大海域大潮期间落急时刻潮流场，计算域内辽东湾潮流整体由 SW 向 NE 流，其中部海域流速介于 40~60cm/s 之间；渤海湾潮流整体由 W 向 E 流，其中部海域流速介于 25~45cm/s；莱州湾潮流整体由 SW 向 NE 流，其中部海域流速介于 60~90cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 W 向 E 流，流速介于 40~60cm/s 之间；蓬莱北侧的登州水道处潮流整体由 W 向 E 流，流速最大可达 108cm/s。

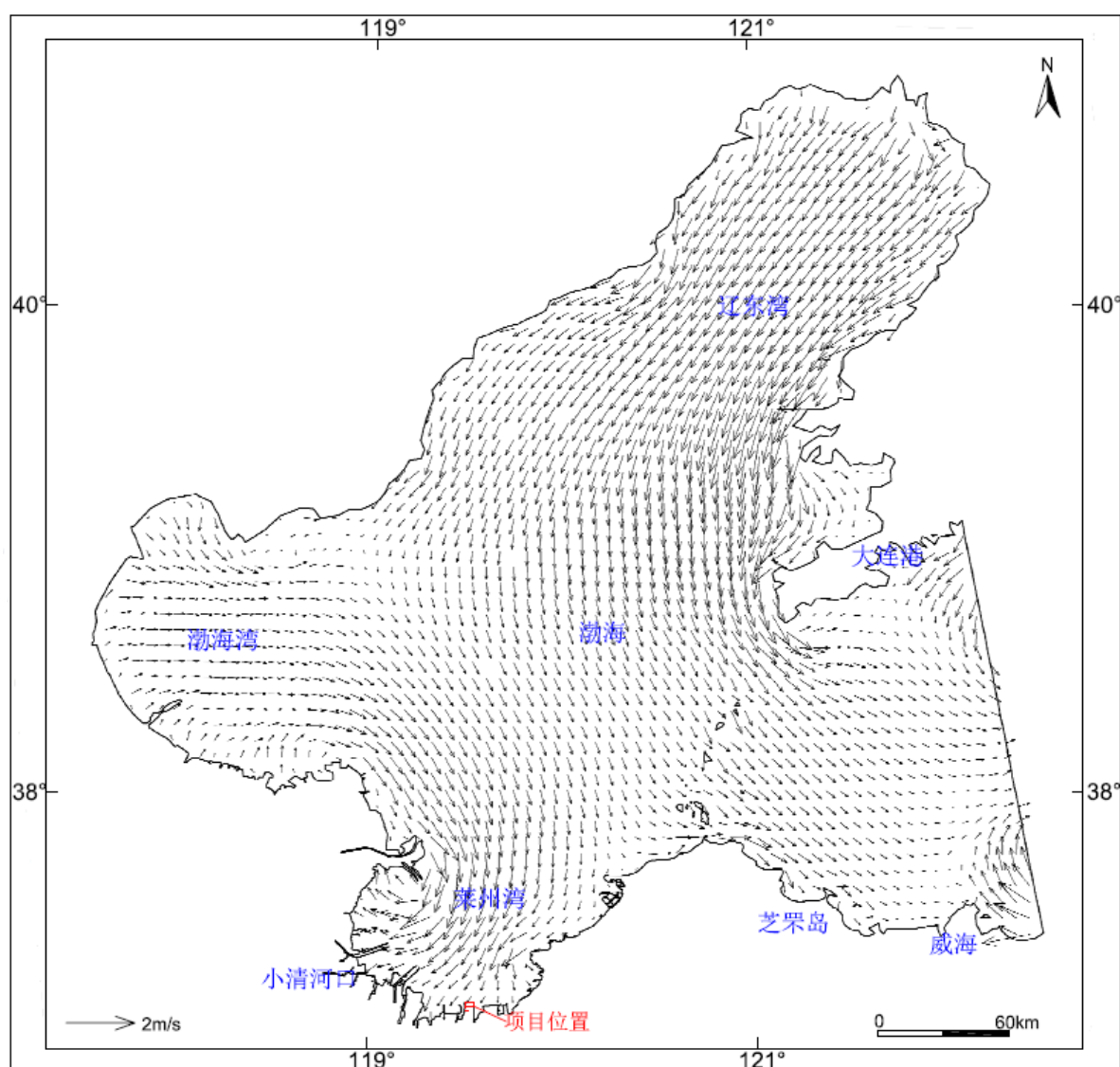


图 4.3-5a 大海域计算潮流场（涨急时，大潮期）

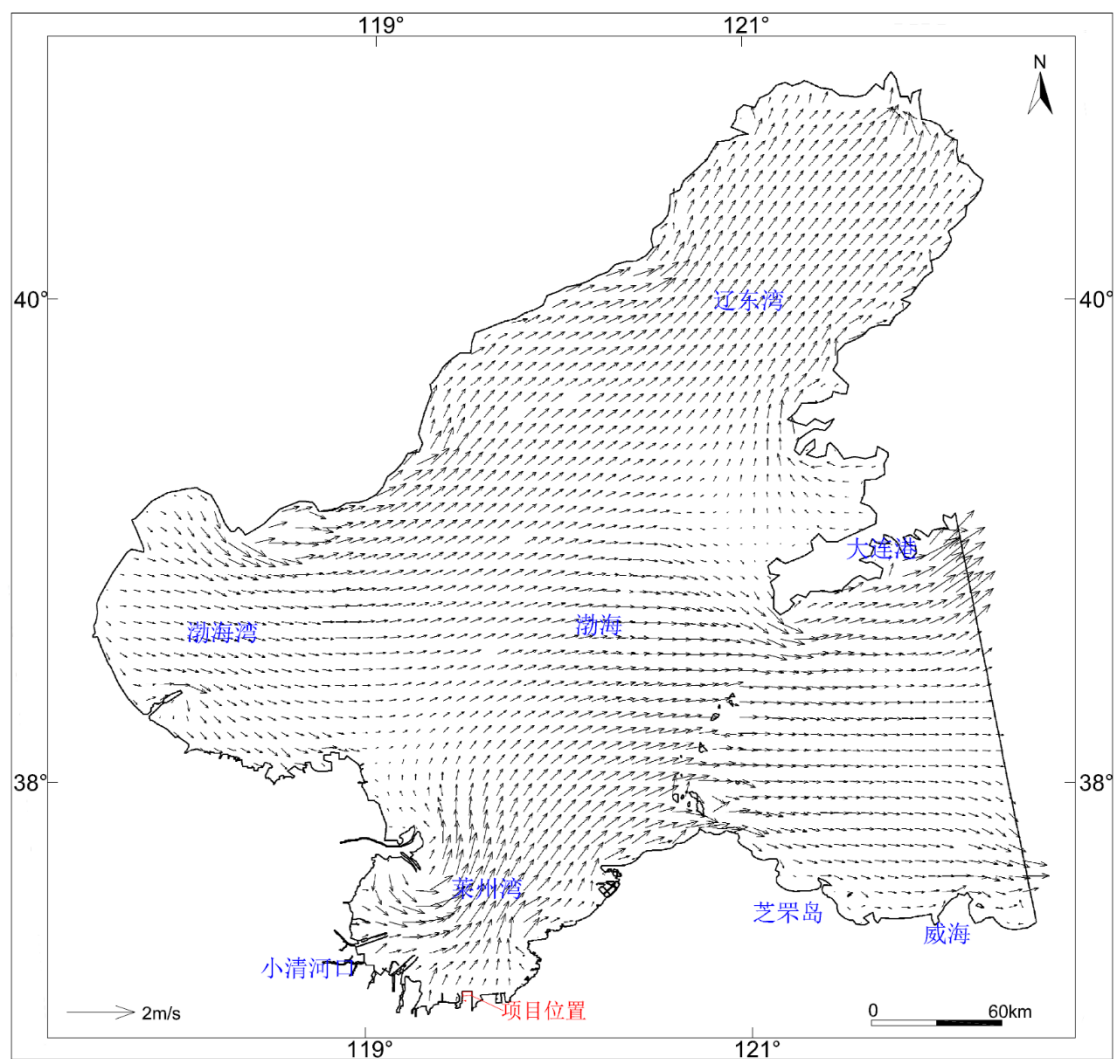


图 4.3-5b 大海域计算潮流场（落急时，大潮期）

4.2.1.4.2 工程海域潮流场计算结果分析

（1）现状潮流场分析

项目位于莱州湾南部，图 4.3-6a、b 为项目附近涨急时和落急时的现状潮流场。

项目位于沿海防潮堤内侧，防潮堤外侧海域流整体自北向南流动，流速在 2.0-67cm/s 之间，项目区北侧流速相对较小，东西流速相对较大；落急时潮流流向与涨急时相反，自南向北流动，流速在 1.0-60cm/s 之间。

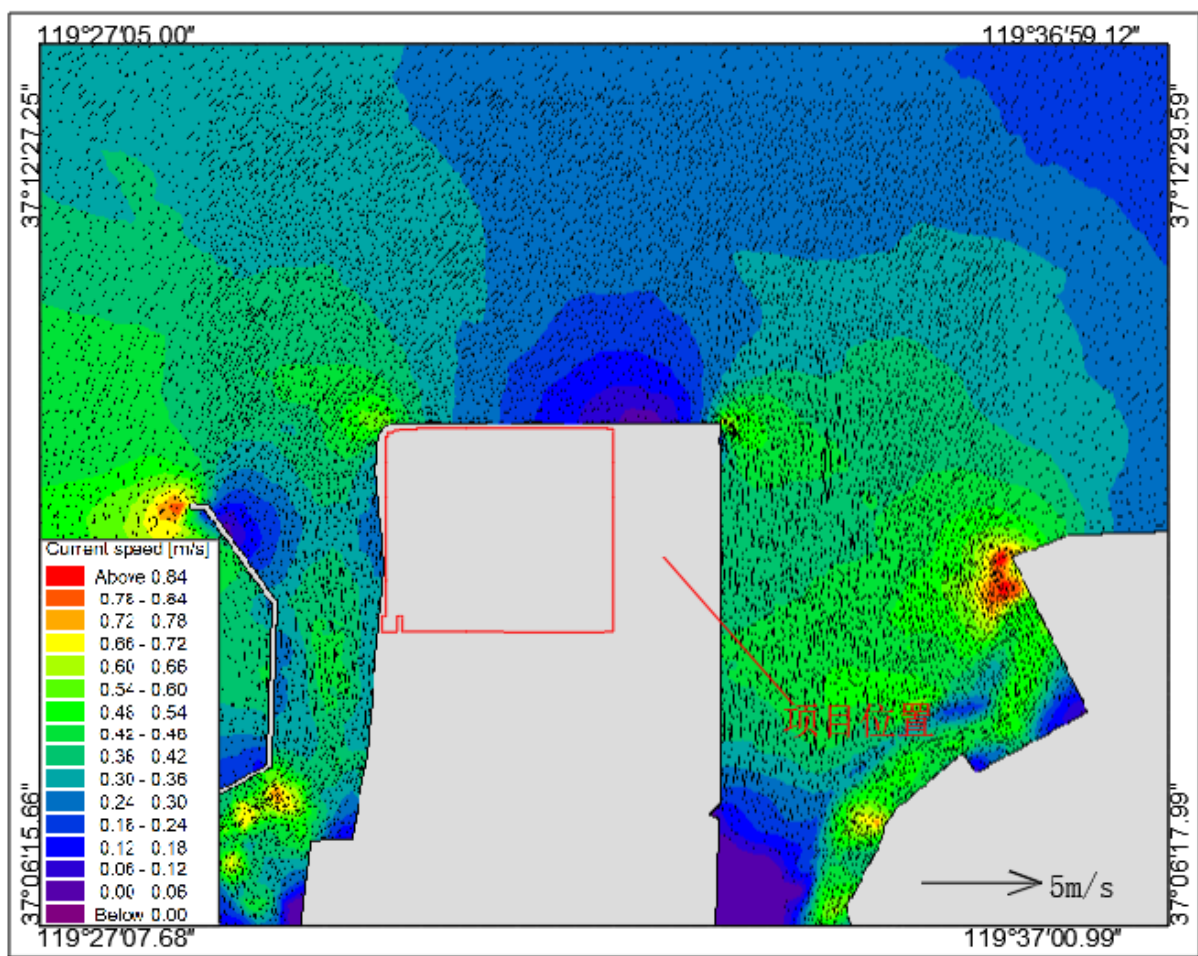


图 4.3-6a 工程附近海域现状潮流场（涨急时）

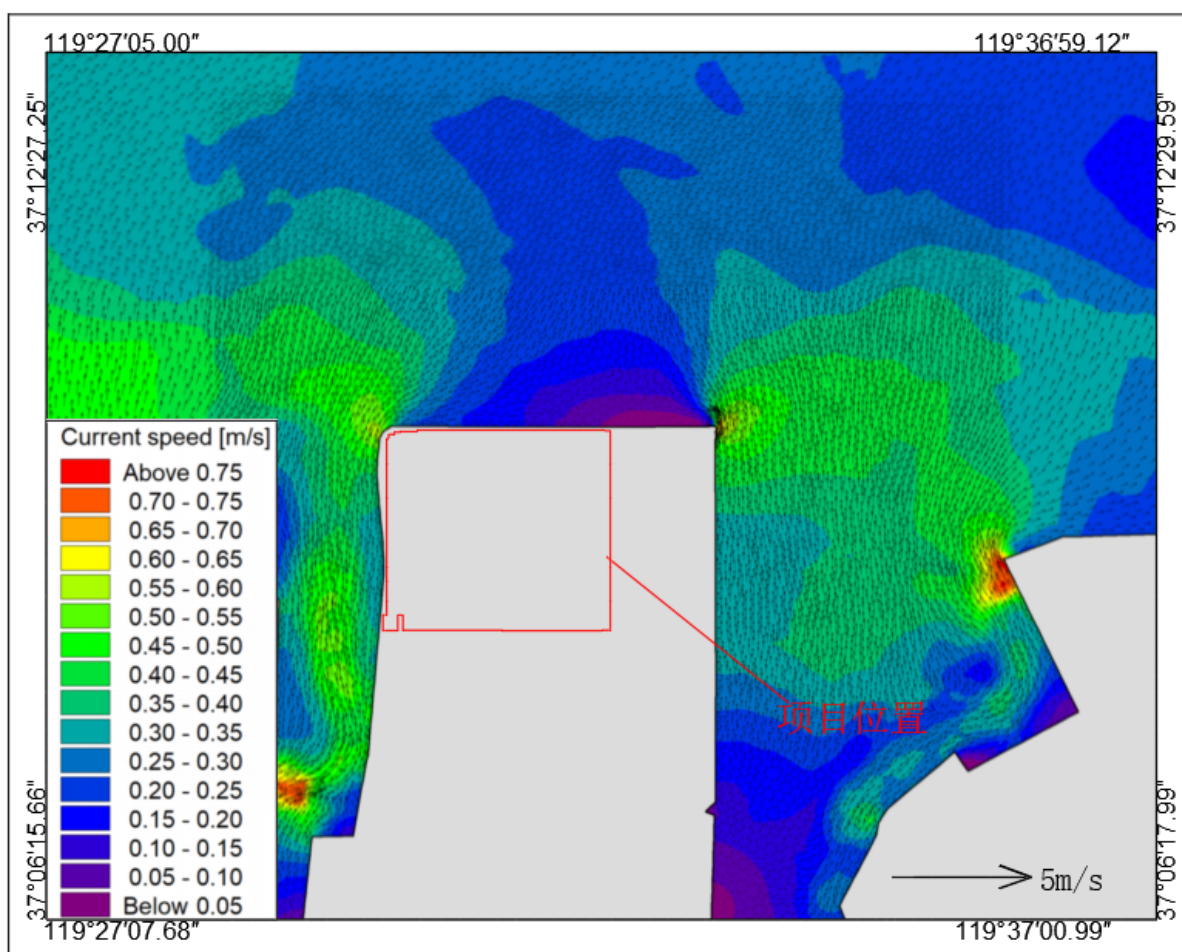


图 4.3-6b 工程附近海域现状潮流场（落急时）

（2）项目建设对潮流场影响分析

项目建设光伏场区基于现状围海池塘建设，由于防潮堤的阻隔，项目与外界水系相隔，项目建设不会对外侧海域水动力环境造成影响。本项目桩柱间距较大，柱直径较小，对养殖池内水体流动没有明显的影响。

4.3.2 地貌与冲淤环境影响预测与评价

利用沉积物取样分析、海流观测等方法，结合水深地形、工程地质、波浪资料，运用冲淤模型模拟潮流、波浪作用条件下工程周围海域海底地形的演化。

4.3.2.1 冲淤模型

1) 泥沙控制方程

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S$$

式中，

c —水深平均悬浮泥沙浓度 (kg/m^3) ;
 S —沉积/侵蚀源汇项 ($\text{kg/m}^3/\text{s}$) ;
 Q_L —单位水平区域内点源排放量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$) ;
 C_L —点源排放浓度 (kg/m^3) 。

2) 沉积物沉积和侵蚀计算公式

沉积速率根据 Krone(1962)等提出的方法计算, 公式如下

$$S_D = \omega c_b p_d$$

式中, S_D —沉积速率;

ω —沉降速度 (m/s) ;

c_b —底层悬浮泥沙浓度 (kg/m^3) ;

p_d —沉降概率。

沉降速度公式:

$$\omega = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, d \leq 100\mu\text{m} \\ \frac{10\nu}{d} \left\{ \left[1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, 100 < d \leq 1000\mu\text{m} \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, d_b > 1000\mu\text{m} \end{cases}$$

式中,

d —非粘性土颗粒粒径;

$s = \rho_s / \rho$ 。

$$\text{沉降概率公式 } p_d = \begin{cases} 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0, \tau_b > \tau_{cd} \end{cases}$$

τ_b —海底剪切应力 (N/m^2) ;

τ_{cd} —沉积临界剪切应力 (N/m^2) 。

悬浮泥沙浓度分布由 Peclet 系数 P_e 确定 $P_e = \frac{C_{rc}}{C_{rd}}$

式中,

C_{rc} —Courant 对流系数 ($= w_s \Delta t / h$) ;

C_{rd} —Courant 扩散系数 ($= \varepsilon_f \Delta t / h^2$) ;

ε_f —水深平均流体扩散系数。

底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \exp[\alpha(\tau_b - \tau_{ce})] \tau_b > \tau_{ce}$$

α —参考系数。

4.3.2.2 相关参数

(1) 沉积物类型、粒度特征参数

根据工程区附近海域表层沉积物粒度分析结果以及该区沉积物历史资料输入模型。

(2) 风的资料输入

根据本海区附近海域风资料的统计结果输入，模拟工程周边海域的蚀淤变化情况。

3) 其它输入参数

根据该海域沉积物粒度特征，侵蚀临界剪应力取值介于 $0.75 \sim 1.5 \text{ N/m}^2$ 之间；根据海底沉积物组成和粒度特征，曼宁系数取值介于 $32 \sim 45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ 。

4.3.2.3 冲淤模拟结果分析

图 4.3-7 为工程周边年冲淤效果图，工程防潮堤北侧海域处于冲淤平衡状态，年变化量基本小于 2 cm ；工程防潮堤西北、东北侧海域冲刷量相对较大，年最大冲刷量约为 0.13 m ；光伏场区东西两侧防波堤外侧海域处于淤积状态，年最大淤积量约为 0.08 m 。

项目光伏场区位于现状围海池塘内，由于防潮堤的阻隔，项目与外海不联通，项目建设不会对外侧海域冲淤环境造成影响。

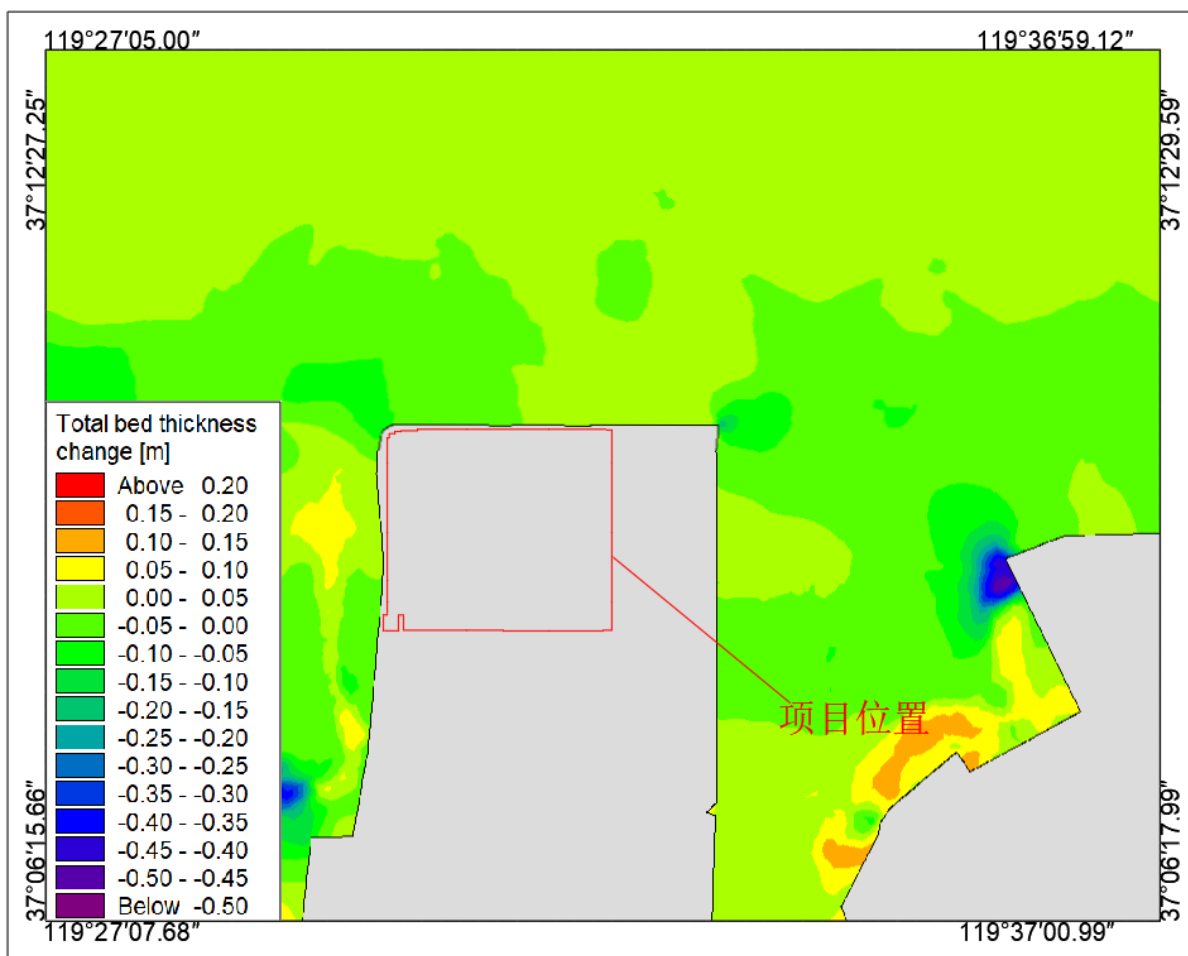


图 4.3-7 工程附近海域现状年冲淤效果图

4.3.3 水质环境影响预测与评价

4.3.3.1 施工期水质环境影响分析

本项目光伏场区桩基建设在养殖池塘内进行施工，项目区域最外围有防潮堤阻挡与外水交换，工程区域相对处于封闭海域，悬浮泥沙仅在防潮堤内部围海扩散，不会扩散至外围海域，且项目施工期围海停止放闸水体交换，待管桩施工完毕后水体沉淀后再进行水体交换，以避免工程施工对外海水水质的影响，悬浮泥沙的影响是暂时的，随着施工期的结束，悬浮泥沙对保护区的影响随着施工的结束而逐渐消失。因此悬浮泥沙对周边海域的水质影响很小。

施工期的生活污水和生活垃圾均妥善处理，不向海域排放，不会对水质环境产生明显不利影响。

4.3.3.2 运营期水质环境影响分析

项目运营期本身不产生污水和固废垃圾，仅有少量清洗废水排入池塘。由于该项目光伏组件安装在海水养殖水面上，运营期项目本身不产生污染物，运营期间采用严格的环保措施，工程运营期间不会对工程区海水水质产生明显的影响。

4.3.4 海洋沉积物环境影响分析

工程施工期间，生活垃圾和污水均妥善处理，不向海域排放，施工单位制定了严格的管理制度，施工期间严格限制向海域排放废水、丢弃垃圾等；项目施工期产生悬浮泥沙仅在养殖池内扩散，且项目施工位于养殖池内，不会对海底沉积物质量造成不利影响。因此，工程施工期不会对海洋沉积物产生影响。

本工程为光伏发电项目，运营期项目本身不产生污染物，仅有少量清洗废水排入池塘，不会对海水水质、沉积物环境产生不利影响。

综上所述，工程的建设不会对海洋沉积物环境产生明显影响。

4.3.5 海洋生态环境的影响分析

4.3.5.1 施工期对海洋生态环境的影响分析

施工期项目光伏场区在养殖池塘内进行施工，施工产生的悬浮泥沙仅在养殖池塘内部扩散，不会对周边海域造成明显的影响。项目建成后随着养殖池塘的运营，将恢复养殖池内生态。项目施工不会对外侧海域生态环境产生明显影响。

4.3.5.2 运营期对海洋生态环境的影响分析

（1）对湿地生态的影响

工程建成后，桩基将对海域产生永久性的占用，将长期占用该区域海洋生物的生存空间，但由于桩基直径较小，占用海域面积不大，造成的生物损失有限。

工程运营期间，项目本身不产生污染物，仅有少量清洗废水排入池塘，不会对水质环境产生明显影响，项目运营期间只要严格管理，不会对湿地生态环境产生明显不良影响。

项目位于现状养殖池，与下方养殖池进行渔光互补建设，养殖池主要养殖对虾、蟹，对虾喜阴，且采用桩基形式，光伏板边缘高出水面 3m 左右，可以满足架设光伏板后池塘内的养殖对透风、透光的需求，类比同类项目并根据以往养殖经验，光伏板下养殖对虾是可行的，不会对其产生明显不利影响。

（2）对其他浮游动植物、游泳生物的影响

光伏组件运行过程中，项目光伏板建成后，由于光伏组件的遮光效应对水温变化及浮游植物的光合作用有一定的影响，根据项目平面布置，光伏板桩基高出水面约 3m，光伏板下部仍可形成一定的透光区，因此，项目对浮游植物的影响有限。

项目占用养殖池为对虾养殖池，池内鱼类较少，因此工程光伏场区建设对鱼类影响较小。

4.3.5.3 项目拆除对海洋生态环境的影响分析

本次项目光伏组件设计寿命为 25 年，运营期满后，光伏组件由厂家负责回收再利用，组件支架等钢材由物资再生公司回收。主要设备的拆除包括光伏组件、直埋电缆以及箱式平台的拆除。

拆除工程光伏场区在养殖池塘内进行施工。拆除施工时采取分区合理施工，快速开挖，及时填埋夯实，并恢复养殖池内容。拆除后养殖池后将重新投饵养殖，将恢复养殖池内生态。因此拆除施工不会对外侧海域生态环境产生明显影响。

4.3.6 对鸟类资源的影响分析

本节内容摘自《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目鸟类生态影响评价》，青岛市观鸟协会，2024 年 10 月 8 日，当前报告已完成评审，评审意见见附件 9。

项目建成后，光伏场区建筑高度较低（水面 2.5m 左右），产生的电磁强度和噪声不大，光伏组件本身没有叶片运转等，运营期处于静止状态，与鸟类发生撞击风险较小。此外，光伏组件表面均为处理过的钢化玻璃而不是镜面，其透光率极高，达 95%以上，只会有轻微的漫反射，基本不会产生噪光污染。所有外露在外侧的金属构件均也考虑采用亚光处理或是刷涂色漆等处理工艺，不会形成噪光污染。

4.3.6.1 施工期对鸟类生态影响分析

本工程施工期主体工程主要包括桩基施工、支架及组件施工、箱变基础施工、升压站施工 4 个部分。其中桩基施工采用多功能打桩机进行 PHC 管桩吊装和插打。

项目虽未更改自然岸线属性，但由于占用了少量滨海湿地，在一定程度上挤占了鸟类栖息、觅食和停歇空间，对鸟类生存会产生一定的影响。该项目施工期对鸟类生态影响主要体现在桩基施工、支架安装、箱变基础施工、35KV 集电线施工对附近海域的直接占用，水域悬浮物的增加以及海洋底质、生态系统的破坏。除此之外，施工期的施工作业、施工人员活动本身及其产生的废水、粉尘、噪声等也会对鸟类产生一定的不利影响。

现状调查发现,工程区域春季鸟类主要包括黑腹滨鹬、白腰杓鹬、红嘴鸥、环颈鸻、白骨顶、普通鸬鹚、反嘴鹬、和灰鸻等;夏季鸟种和数量都较少,主要为黑翅长脚鹬、斑尾塍鹬等;秋季鸟种丰度和数量相对较高,主要包括普通鸬鹚、黑腹滨鹬、白腰杓鹬、反嘴鹬等;冬季最多,以黑腹滨鹬嘴为主,其他数量较多的还有白骨顶、白腰杓鹬、普通鸬鹚和红嘴鸥等。工程区鸟类主要分为游禽和涉禽,涉禽如黑腹滨鹬、白腰杓鹬等鸻鹬类主要分布于沿岸,而游禽如各种鸥、鸬鹚和鹈鹕类则分布于海洋水面上。

尽管项目工程区域也有一定种类和数量的鸟类出现,但与临近河口区域等栖息生境更好的区域相比,工程区并不是鸟类集中分布区,也不是其主要觅食区域,鸟类可以通过飞行主动回避工程施工,故工程项目的实施对工程所在区域的鸟类影响相对较小。同时,由于项目工程附近原为人为活动频繁的地方,不是主要的鸟类迁徙中停地,在此处停留的鸻鹬类种类数量较少,加上鸻鹬类迁徙会主动回避该处,对于鸻鹬类迁徙影响较小;猛禽等主要是沿着山脉进行迁徙,因而对猛禽的影响也较小。另外,考虑到项目工程区域边界距离自然保护地重点保护区生态环境敏感区较近,项目工程施工期的打桩、运输、吊装、焊接等一系列机械和人为工程活动,可能会对洋河口湿地区域的鸟类栖息、停歇、觅食等活动产生一定程度的不利影响,但由于工程施工期是暂时的,这种影响会随着施工结束后消失。

鸟类施工期影响结论:①工程区鸟类主要分为游禽和涉禽,该区域不是鸟类集中分布区,也不是其主要觅食区域,鸟类可以通过飞行主动回避工程施工;②工程附近原为人为活动频繁的地方,不是主要的鸟类迁徙中停地,在此处停留的鸻鹬类种类数量较少,加上鸻鹬类迁徙会主动回避该处,对于鸻鹬类迁徙影响较小;猛禽等主要是沿着山脉进行迁徙,因而对猛禽的影响也较小。③施工期间产生的废水不会随意排放,悬浮泥沙扩散导致水质下降会对鸟类产生一定影响;大气影响主要位于陆域作业区,对鸟类影响较小;施工噪声会产生驱赶惊吓的直接影响,影响工程区域及临近自然保护地鸟类正常栖息活动;但由于工程施工期是暂时的,这种影响会随着施工结束后消失。

4.3.6.2 运营期对鸟类生态影响分析

运营期主要为海上光伏项目的日常维护,对鸟类的生态影响主要来自于光伏项目永久占用了一部分栖息地,以及日常维护产生的固体废物、废水等污染物以及噪声等。其中,污染物主要为日常维护产生的冲洗废水及维修人员及船舶产生的污废水,海上光伏维护保养船舶产生的尾气,以及日常维护保养产生的噪音和固体废物等。

海上光伏项目长期占用海域会直接影响原本在该地栖息的鸟类行为，因鸟类会主动回避不利环境因素，项目占用海域会促使鸟类产生规避行为，转移至临近或其他栖息地，在栖息地生态空间足够的情况下不会对原本栖息于工程区域的鸟类产生太大影响，且随着时间推移，鸟类可能会对海上光伏发电场内的环境产生适应性。

鸟类运营期影响结论：①海上光伏项目永久占用海域，会对鸟类行为产生一定的影响；②日常维护保养产生的废水、固体废物排放基本可控，如果能做好集中收集、清理，对鸟类的影响较小；③日常维护保养产生的噪声、船舶尾气会对项目所在区域鸟类栖息活动产生一定的影响；④光伏组件的“湖泊效应”和传输组件的“电磁场”对鸟类生态影响不确定，需要进一步连续跟踪观测。

5. 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

5.1.1.1 社会经济基本状况

社会经济概况来源于 2025 年 4 月山东省潍坊市昌邑市统计局发布的《2024 年昌邑市国民经济和社会发展统计公报》。

2024 年是充满挑战、砥砺奋进的一年。全市上下坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神，认真落实习近平总书记视察山东重要讲话精神，锚定“走在前、挑大梁”，围绕“1243”工作思路，脚踏实地、拼搏实干，攻坚克难、砥砺前行，高质量发展迈出坚实步伐，经济运行态势良好，运行质量不断提升。

一、综合

全市实现地区生产总值 609.89 亿元，增长 5.9%。按常住人口计算，人均地区生产总值达到 114857 元，增长 5.0%。第一产业增加值 66.49 亿元，增长 6.2%；第二产业增加值 263.43 亿元，增长 3.7%；第三产业增加值 279.96 亿元，增长 8.1%。三次产业构成比例达到 10.9:43.2:45.9。一般公共预算收入占 GDP 比重达到 6.0%；税收占二三产业增加值比重达 10.0%。

年末私营企业 14814 户，同比增长 0.3%；个体工商户 63020 户，同比下降 1.2%。其中，新登记经营主体 6430 个，同比下降 23.9%；新登记企业 1470 个，同比下降 23.0%。

年末全市常住人口 52.72 万人，常住人口城镇化率 58.65%。户籍人口 56.78 万人，户数 19.2 万户。全年出生人口 2537 人，出生率为 4.5‰。

二、农业、水利建设

全市完成农林牧渔业总产值 133.13 亿元，增长 6.6%；其中，实现农业产值 48.74 亿元，增长 3.6%；实现林业产值 1.01 亿元，增长 14.5%；实现牧业产值 30.53 亿元，增长 11.9%；实现渔业产值 34.72 亿元，增长 4.7%；农林牧渔专业及辅助性活动产值 18.12 亿元，增长 9.3%。

全年粮食播种面积 128.93 万亩，比上年增长 0.3%；产量 56.05 万吨，增长 1.1%。其中，夏粮产量 32.49 万吨，增长 2.1%；秋粮产量 23.56 万吨，下降 0.1%。棉花种植面

积 0.16 万亩，产量 0.02 万吨。花生种植面积 2.33 万亩，产量 0.85 万吨。蔬菜及食用菌种植面积 16.78 万亩，产量 77.37 万吨。瓜果种植面积 1.53 万亩，产量 4.03 万吨。水果种植面积 3 万亩，产量 7.99 万吨。全年生态补水 1100 万方，农田灌溉水有效利用系数 0.6674。

昌邑市潍西引调水工程通过国家发改委、财政部审核。昌邑市地下水生态保护修复项目列入 2025 年水利部储备项目。潍河、虞河 2 个防洪治理项目列入 2025 年山东省重点水利项目清单。创新“长藤结瓜”模式，建设区域现代水网，破解昌北盐碱地缺水难题经验做法被《中国水利报》头版刊发。将饮马镇山阳村整体打造提升，为建成“文旅产业融合示范区”“乡村振兴示范区”注入“水活力”。潍河成功创建全省首批效益河湖示范标杆。潍河效益河湖典型做法被省河长办推广，并上报水利部。

三、工业和建筑业

全年实现工业增加值 240.37 亿元，比上年增长 3.5%，其中，规模以上工业增加值增长 4.0%。339 家规模以上工业企业实现总产值 758.05 亿元，下降 11.2%；实现营业收入 739.24 亿元，下降 7.2%；利润总额亏损 5.47 亿元，下降 162.7%。全市工业用电量 49.13 亿千瓦时，下降 6.7%。工业用电量占全社会用电量的 76.1%。

全市规模以上工业中，以石油化工、盐及盐化工、纺织印染、机械制造、食品加工为主的五大主导产业实现营业收入 655.76 亿元，总量占全部规模以上工业营业收入的 88.7%。

全年实现建筑业增加值 23.06 亿元，比上年增长 4.4%。37 家资质以上建筑企业实现总产值 18.57 亿元，增长 2.6%。其中，实现建筑工程产值 14.17 亿元；实现安装工程产值 2.8 亿元；实现其他建筑业产值 1.6 亿元。大力发展绿色建筑和装配式建筑，新增光热一体化面积 61 万平方米，绿色建筑 61 万平方米，新开工装配式建筑面积 18.79 万平方米。加强党建引领,3 个项目被评为潍坊市“红色工地”示范创建项目。

四、服务业

全年服务业实现增加值 279.96 亿元，比上年增长 8.1%。其中，批发和零售业增加值 92.7 亿元，增长 11.1%；交通运输仓储和邮政业增加值 20.49 亿元，增长 3.6%；住宿和餐饮业增加值 9.6 亿元，增长 16.5%；信息传输、软件和信息技术服务业增加值 8.29 亿元，增长 23.0%；金融业增加值 18.32 亿元，增长 0.8%；房地产业增加值 26.49 亿元，下降 1.1%；租赁和商务服务业增加值 15.22 亿元，增长 13.9%；文化、体育和娱乐业增加值 3.69 亿元，增长 17.4%。

五、固定资产投资

全年固定资产投资比上年增长 4.3%，其中，民间投资增长 11.8%。分产业看，第二产业投资增长 29.4%，其中，工业技改投资增长 36.1%，制造业技改投资增长 42.6%；第三产业投资下降 24.4%。高技术投资增长 32.3%，高技术投资占固定资产投资比重达 27.2%。

全年房地产开发投资完成 15.35 亿元，下降 4.2%；其中，住宅投资 13.77 亿元，增长 1.1%。商品房销售面积 19.51 万平方米，下降 9.4%；其中，住宅销售面积 17.49 万平方米，下降 10.9%。

聚焦城建重点项目建设，投资 4000 余万元，新建全长 2.26 公里的 4 条道路，均已竣工通车；投资 602 万元，对交通街大桥进行维修加固；投资 380 万元，对房管局家属院、富康居等 10 个老旧小区进行雨污分流改造。

六、国内外贸易

全年实现社会消费品零售总额 293.76 亿元，增长 7.7%。实现限额以上社会消费品零售额 27.37 亿元，增长 21.2%。其中，实现住宿和餐饮业零售额 3.46 亿元，增长 52.1%；实现批发和零售业零售额 23.91 亿元，增长 23.3%。实现限额以上社会消费品销售额 125.71 亿元，增长 21.7%。

全市实现进出口总额 117.2 亿元，比上年下降 0.9%；其中，实现进口额 4.1 亿元，下降 46.0%；实现出口额 113.1 亿元，增长 2.2%。实际使用外资 3424 万美元，下降 51.5%，其中，韩资 2809 万美元，英资 615 万美元。

七、财税金融

全年实现一般公共预算收入 36.77 亿元，下降 4.6%；实现一般公共预算支出 54.68 亿元，增长 11.5%，民生支出达 46.87 亿元，增长 17.3%，占一般公共预算支出的比重达 85.7%。各项支出中，一般公共服务支出 3.54 亿元，下降 13.0%；教育支出 12.21 亿元，增长 0.1%；社会保障和就业支出 10.89 亿元，增长 10.6%；城乡社区支出 10.91 亿元，增长 162.8%；农林水支出 6.04 亿元，增长 0.6%。实现税收收入（含海关代征）54.14 亿元，下降 20.9%；分产业看，第三产业实现税收 8.86 亿元，下降 6.8%；第二产业实现税收 45.22 亿元，下降 23.1%；其中，工业提供税收 43.14 亿元，下降 23.0%。

八、科技、质量监督、人才

年末全市共有国家备案高新技术企业 70 家；潍坊市级企业重点实验室 30 处。当年成功申报潍坊市级以上科技发展计划 14 项；获潍坊市科技进步奖 5 项；成功加入国家

科技型中小企业库企业 154 家，认定高新技术企业 36 家；新建潍坊市级企业重点实验室 1 处。

全年获专利授权 672 项；其中，发明专利授权 131 项。年末全市拥有中国驰名商标 9 件；马德里国际商标 10 件；地理标志保护产品 3 件；地理标志证明商标总量达到 17 件。

九、民生保障

全年全市居民人均可支配收入 39665 元，增长 5.6%；其中，城镇居民人均可支配收入 49147 元，增长 4.8%；农村居民人均可支配收入 29520 元，增长 6.6%。城乡居民收入比从 2023 年的 1.69:1 缩小到 2024 年的 1.66:1。

十、城乡建设

完善公共服务和基础设施配套，建成海绵城市 10 平方公里，城区道路雨污分流比例达 100%。补齐基础设施短板，市政设施完好率达 96%以上，主要道路装灯率、亮灯率 99%以上。新建 2 处口袋公园，口袋公园总量将达到 61 处。城区保洁面积扩大至 602 万平方米，深度保洁面积占比达 75%，清理城乡生活垃圾点 3000 余处。新建 10 个生活垃圾分类投放点，配备 10 个垃圾分类亭、30 个智能垃圾分类回收箱、600 余个垃圾分类桶。进一步优化环卫托管范围，提升作业标准，更新作业设备，城区道路保洁面积达 602 万平方米。建设垃圾分类督导房 11 座，更换城区垃圾分类桶 550 个。完成人行道整修 2081.04 平方米，主路面挖补维修 8738.04 平方米，路沿石、树池石维修更换 1565.6 米，集水井清淤 470 座，管道清淤 6318 米，挡车柱、警示柱更换 127 个，雨污水井、雨水井篦维修 378 个，防坠网安装 24 个。

十一、社会事业

年末全市共有高等职业院校 1 所，在校生 12012 人（不含附设中职班）；中等职业学校 1 所，附设中职班 3 所，在校生 3485 人；高中 3 所，在校生 9293 人；初级中学 13 所，小学 44 所，九年一贯制学校 10 所，幼儿园 96 所；初中在校生 14649 人，小学在校生 33811 人，幼儿园在校生 9499 人；特殊教育学校 1 所，在校生 106 人。充分发挥实验幼教集团辐射带动作用，深化幼儿园集团化发展和镇村一体化管理，优质园占比超过省定标准 30 个百分点，获评山东省学前教育游戏活动实验区。昌邑确定为首批“全国义务教育优质均衡发展县”，得到潍坊市委主要领导批示肯定。引进新教师 157 名，高层次人才占比达到 50%以上；20 名教师获评山东省优秀教师、山东省特级教师、潍坊最美教师等市级以上称号。首次同时成功承办世界、省职业院校技能大赛分项赛事并全

部斩获金奖。

十二、环境保护和安全生产

全年空气质量优良天数 287 天，居潍坊市第 3 位，PM_{2.5} 平均浓度 36 微克/立方米；国控河流潍河水质指数 4.62，居潍坊市第 1 位；完成 3 处农村生活污水改造；完成 6 处地块评估，重点建设用地安全利用率 100%；入选全省“整县域推进乡村生态振兴重点县”名单，潍坊市唯一。

5.1.1.2 海洋产业发展状况

潍坊昌邑市地处潍坊东北部，渤海莱州湾南畔，海岸线长 58.38 公里，海域面积 669 平方公里，海洋资源十分丰富，拥有得天独厚的发展优势。2024 年昌邑市海洋产业健康发展。

截至 2024 年 10 月底，昌邑市建成并网新能源发电装机容量 123.4 万千瓦，新能源发电 19.67 亿千瓦时，同比增长 30.8%，占全社会用电量的 36.8%。总投资 188 亿元的国华海上风电等 10 个新能源项目加紧推进。三峡光伏、国电投光伏 2 个项目成功入选省市场化并网项目，获批装机规模 28 万千瓦，占潍坊 20%以上，一个“县级绿色电网”示范样板呼之欲出。

目前，昌邑市拥有国家级水产健康养殖和生态养殖示范区 1 个，国家级水产健康养殖示范场 5 个，养殖品种涵盖对虾、梭子蟹、大菱鲆、贝类等多个养殖种类。拥有“昌邑虾皮”“四孔潍鲤”等国家地理标志证明商标 9 个、“昌邑大对虾”“三疣梭子蟹”国家地理标志保护产品 2 个，培育打造了海丰水产“鲁邑海丰”省著名商标。2023 年渔业总产值 35.2129 亿元，同比增长 4.1%。

昌邑市 2024 年水生生物增殖放流活动中，中国对虾、三疣梭子蟹、海蜇、半滑舌鳎、黑鲷、褐牙鲆等苗种共计 3.5 亿单位。

5.1.2 海域使用现状

本工程所在及周边海域主要以开放式养殖用海、围海养殖用海、电力工业用海、盐业用海及渔业基础设施用海为主。海域使用现状见图 5.1.2-1a、5.1.2-1b。



图 5.1.2-1a 工程所在及周边海域使用现状图（大范围）
表 5.1.2-2a 工程附近海洋开发利用活动情况表（大范围）

序号	项目名称	用海类型	用海方式	位置	距离（边界/km）
1	开放式养殖区				
2	昌邑市蒲东沿海防潮堤工程				
3	围海养殖区				
4	盐业用海区				
5	昌邑市海洋牧场与三峡 300MW 海上风电融合试验示范项目				
6	昌邑下营渔港增补工程				
7	莱州湾莱州辖区互花米草综合治理围堰项目				
8	山东蓝色海洋科技股份有限公司人工鱼礁项目				

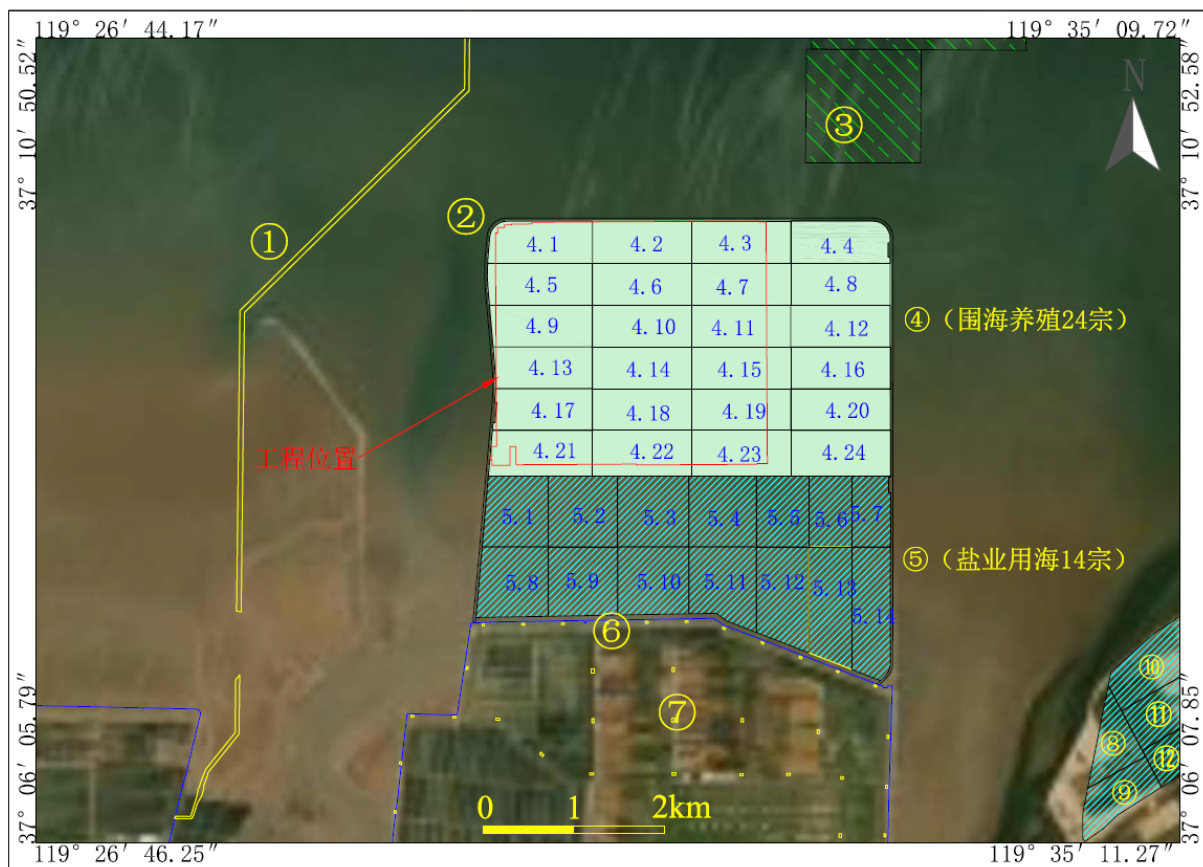


图 5.1.2-1b 工程所在及周边海域使用现状图（工程周边）

表 5.1.2-2b 工程海域权属现状一览表（工程周边）

序号	项目名称		使用权人	用海二级类	用海方式	用海面积 (公顷)	审批情况
1	昌邑市海洋牧场与三峡 300MW 海上风电融合试验示范项目						
2	昌邑市蒲东沿海防潮堤工程						
3	昌邑盐业公司开放式养殖用海项目（2021019）						
4	4.1	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（一）					
	4.2	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（二）					
	4.3	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（三）					
	4.4	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（四）					
	4.5	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（五）					
	4.6	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（六）					
	4.7	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（七）					
	4.8	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（八）					
	4.9	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（九）					
	4.10	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十）					
	4.11	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十一）					
	4.12	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十二）					
	4.13	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十三）					
	4.14	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十四）					
	4.15	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十五）					
	4.16	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十六）					
	4.17	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十七）					
	4.18	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十八）					
	4.19	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（十九）					

	4.20	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（二十）				40.4240	已批有
	4.21	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（二十一）					
	4.22	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（二十二）					
	4.23	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（二十三）					
	4.24	潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海（二十四）					
5	5.1	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（一）					
	5.2	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（二）					
	5.3	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（三）					
	5.4	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（四）					
	5.5	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（五）					
	5.6	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（六）					
	5.7	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（七）					
	5.8	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（八）					
	5.9	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（九）					
	5.10	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（十）					
	5.11	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（十一）					
	5.12	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（十二）					
	5.13	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（十三）					
	5.14	山东立环海洋科技有限公司盐业用海（十四）					
	6	华能昌邑第一风力发电工程风机座墩和塔架	车				
	7	华能昌邑风力发电二期工程	车				
	8	莱州市鑫凯水产养殖有限公司胶莱河东盐田项目	莱				
	9	莱州市恒润水产养殖有限公司胶莱河东盐田项目	莱				
	10	莱州湾区海洋投资有限公司胶莱河东盐田项目	莱				
	11	莱州市恒源水产养殖有限公司胶莱河东盐田项目	莱				
	12	莱州市恒兴水产养殖有限公司胶莱河东盐田项目	莱				

5.1.2.1 保护区

本节内容摘自《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，鲁东大学，2025 年 6 月。

(1) 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区介绍

辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区于 2007 年 12 月由原农业部公告第 947 号批准建立。2015 年前由黄渤海区渔政渔港监督管理局负责管理，2015 年保护区管理部门变更为农业农村部渔业渔政管理局，其中山东省农业农村厅负责莱州湾保护区的生态修复及工程建设监督管理。莱州湾保护区的管理采取山东省农业农村厅主导，各地市渔业主管部门功能监督管理的模式。

2022 年 9 月农业农村部办公厅发布农办渔〔2022〕15 号文件《农业农村部办公厅关于调整辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区面积范围和功能分区的批复》，对莱州湾保护区进行调整，主要调整了莱州湾保护区实验区。2023 年 11 月农业农村部办公厅〔2023〕37 号文件《农业农村部办公厅关于调整辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区面积范围和功能分区的批复》，对渤海湾保护区面积进行调整。调整后的辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区总面积 23154.48 km²，其中核心区面积 9558.48 km²，实验区面积 13596 km²。核心区特别保护期为 4 月 25 日至 6 月 15 日。保护区位于渤海的辽东湾、渤海湾和莱州湾三湾内，范围在东经 117°35'00"~122°20'00"E，北纬 37°03'00"~41°00'00"N。各保护区的主要保护对象和具体范围如下：

I. 辽东湾保护区

辽东湾保护区面积为 9935 km²，其中核心区面积为 1755 km²，实验区面积为 8180 km²。核心区是由 4 个拐点顺次连线围成的海域，拐点坐标分别为（121°15'00"E，40°45'00"N；121°45'00"E，40°45'00"N；122°00'00"E，40°30'00"N；121°00'00"E，40°30'00"N）。实验区是由 7 个拐点顺次连线与北面的海岸线（即大潮平均高潮痕迹线）所围的海域，拐点坐标分别为（120°30'15"E，40°15'45"N；120°40'00"E，40°10'00"N；120°55'00"E，40°10'00"N；121°00'00"E，40°20'00"N；121°45'00"E，40°20'00"N；121°20'00"E，39°55'00"N；121°57'37"E，40°06'40"N）。

海岸线西起绥中县和兴城市的交界点六股河入海口，向东北经葫芦岛连山河入海口、锦州的大笔山为折点，向东经大凌河入海口、大鱼沟，双台子河口为拐点，向东南经二

界沟、辽河口、东至大清河口，向西南经大望海寨、鲅鱼圈、仙人岛，南至营口市和大连市交界点浮渡河入海口。

主要保护对象有小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳等主要经济鱼类及三疣梭子蟹。栖息的其他物种包括中国明对虾、黄鲫、青鳞小沙丁鱼、刀鲚、凤鲚、鳙、鲢、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童鱼、鲛、花鲈、鲻、鲡、斑鰶、鮫鰶、半滑舌鳎、银鱼、文蛤、毛蚶、脊尾白虾、脉红螺等。

II. 渤海湾保护区

渤海湾核心区面积为 6093.78 km²，核心区范围由东部 4 个拐点（118°15'00"E，39°02'34"N；118°15'00"E，38°25'00"N；118°20'00"E，38°20'00"N；118°20'00"E，38°01'30"N）顺次连线与西面的海岸线（即大潮平均高潮痕迹线）所围的海域，不包括以下两块区域：

区域 1 由 37 个拐点坐标依次连线与西面的海岸线所围成的海域，拐点坐标分别为（117°50'51.720"E，38°16'10.782"N；117°51'03.166"E，38°16'31.430"N；117°50'34.162"E，38°16'41.597"N；117°52'59.144"E，38°18'25.932"N；117°52'59.649"E，38°18'25.375"N；117°53'46.582"E，38°19'04.301"N；117°54'03.150"E，38°19'15.472"N；117°54'06.199"E，38°19'32.390"N；117°53'27.599"E，38°19'06.595"N；117°53'16.895"E，38°19'16.508"N；117°52'57.431"E，38°19'03.399"N；117°52'14.336"E，38°19'16.502"N；117°51'48.104"E，38°19'40.615"N；117°52'32.072"E，38°20'10.154"N；117°53'42.932"E，38°20'02.392"N；117°55'13.341"E，38°20'41.137"N；117°55'20.857"E，38°21'11.936"N；117°56'31.904"E，38°21'50.122"N；117°56'21.292"E，38°22'04.648"N；117°56'27.488"E，38°22'07.439"N；117°56'24.983"E，38°22'10.908"N；117°56'18.574"E，38°22'08.369"N；117°55'55.767"E，38°22'39.589"N；117°52'18.188"E，38°21'01.801"N；117°50'02.112"E，38°19'29.563"N；117°49'31.337"E，38°19'57.984"N；117°51'15.185"E，38°21'07.730"N；117°50'56.530"E，38°21'24.771"N；117°49'59.644"E，38°21'36.432"N；117°48'41.932"E，38°20'44.234"N；117°48'09.743"E，38°21'13.545"N；117°47'17.576"E，38°20'39.226"N；117°46'26.009"E，38°21'25.897"N；117°45'14.930"E，38°20'38.274"N；117°46'05.901"E，38°19'51.455"N；117°45'44.814"E，38°19'40.012"N；117°45'39.790"E，38°19'43.178"N）。

区域 2 由 9 个拐点坐标依次连线组成，分别为（117°58'11.255"E，38°23'39.661"N；117°58'19.171"E，38°23'28.594"N；117°58'20.850"E，38°23'29.356"N；117°58'26.564"E，38°23'21.466"N；117°58'44.819"E，38°23'29.726"N；117°59'00.874"E，38°23'37.538"N；

117°58'54.583"E, 38°23'46.151"N; 117°58'59.436"E, 38°23'48.352"N; 117°58'52.222"E, 38°23'58.231"N)。

海岸线北起河北省唐山市南堡渔港西侧,经丰南、沙河黑沿子入海口、涧河入海口,向西经天津的海河、独流减河入海口,向西至歧口河口为折点向南再经河北省黄骅市、海兴县的南排河李家堡、石碎河赵家堡入海口、大口河入海口、马颊河、徒骇河入海口,南至山东省滨州市湾湾沟。

主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹。栖息的其他物种包括银鲳、黄鲫、青鳞小沙丁鱼、刀鲚、凤鲚、鳓、鲢、鳙、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童鱼、鲛、花鲈、中国毛虾、海蜇等。

III.莱州湾保护区

莱州湾保护区总面积为 7125.7 km², 其中核心区面积为 1709.7 km², 实验区面积为 5416 km²。核心区包括以下三个区域:

核心一区: 由 6 个拐点顺次连线所围的海域, 面积为 66.7 km² (主要保护对象有真鲷、花鲈、三疣梭子蟹)。拐点坐标分别为 (119°47'10"E, 37°19'45"N; 119°44'57"E, 37°26'48"N; 119°48'49"E, 37°28'01"N; 119°50'26"E, 37°24'09"N; 119°48'08"E, 37°23'21"N; 119°49'22"E, 37°20'18"N;)。

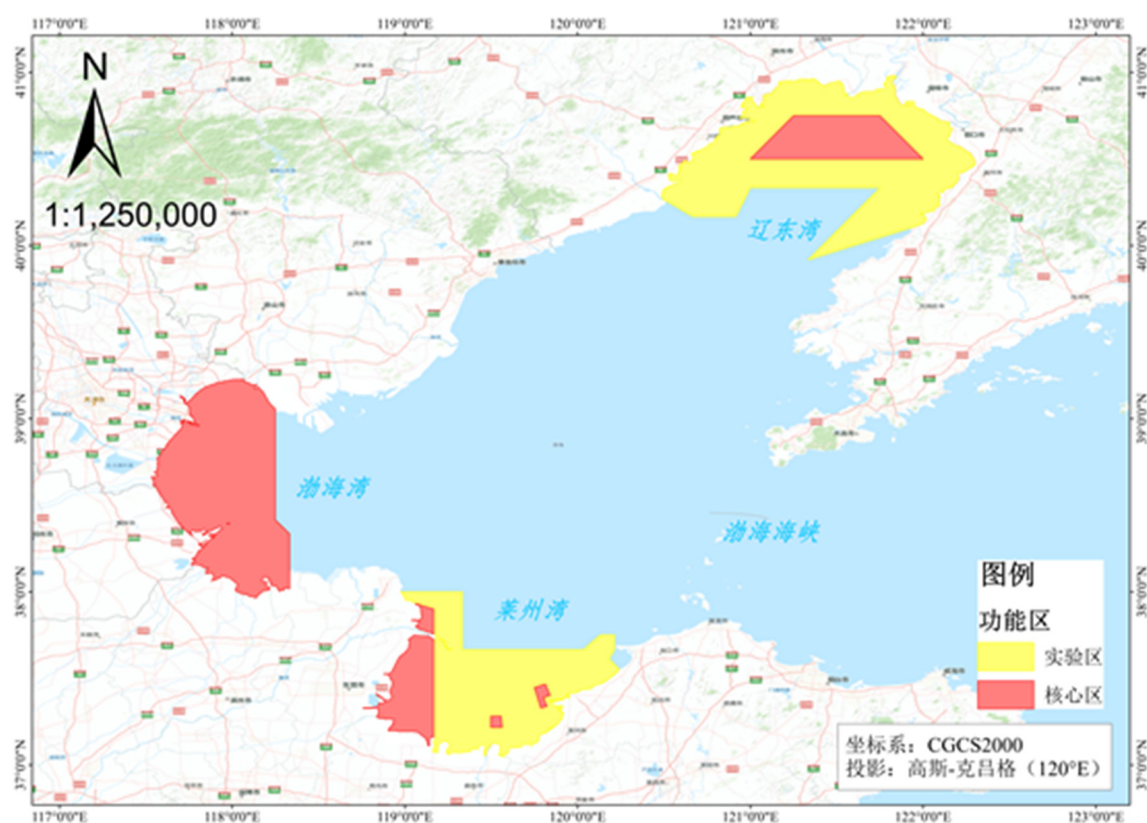
核心二区: 由 4 个拐点顺次连线所围的海域, 面积为 40 km² (主要保护对象有三疣梭子蟹)。拐点坐标分别为 (119°29'50"E, 37°13'01"N; 119°29'50"E, 37°16'54"N; 119°33'24"E, 37°16'57"N; 119°33'48"E, 37°13'01"N)。

核心三区: 由 3 个拐点顺次连线与西侧海岸线 (海岸线北起东营市黄河口镇, 经黄河入海口、小清河入海口, 南至潍坊市白浪河入海口) 所围的海域, 面积为 1603 km² (主要保护对象有中国明对虾、文蛤、青蛤、中国毛虾)。拐点坐标分别为 (119°00'00"E, 37°57'00"N; 119°10'00"E, 37°54'00"N; 119°10'00"E, 37°09'10"N)。

莱州湾实验区: 由 9 个拐点顺次连线与南面的海岸线 (即大潮平均高潮痕迹线) 所围的海域 (不包括其中的 3 个核心区)。拐点坐标分别为 (118°58'30"E, 38°00'00"N; 119°20'00"E, 38°00'00"N; 119°20'00"E, 37°40'00"N; 120°02'03"E, 37°40'00"N; 120°07'52"E, 37°45'06"N; 120°12'50"E, 37°45'06"N; 120°12'50"E, 37°40'00"N; 120°11'00"E, 37°36'48"N; 120°14'30"E, 37°33'03"N)。

海岸线北起山东省东营市孤岛镇向南经黄河口镇、黄河入海口、小清河入海口，以白浪河入海口为拐点，向东经潍河、胶莱河入海口到莱州市虎头崖镇转向东北经三山岛刁龙咀、辛庄镇、黄山馆镇，北至龙口市矾姆岛南侧。

主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷、花鲈，另外还有蓝点马鲛、口虾蛄、半滑舌鳎、文蛤、青蛤、中国毛虾。栖息的其他物种包括银鲳、黄鲫、青鳞小沙丁鱼、刀鲚、凤鲚、鳙、鲢、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童鱼、鲛等。



(2) 项目与辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区关系

项目整体位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾保护区实验区内。

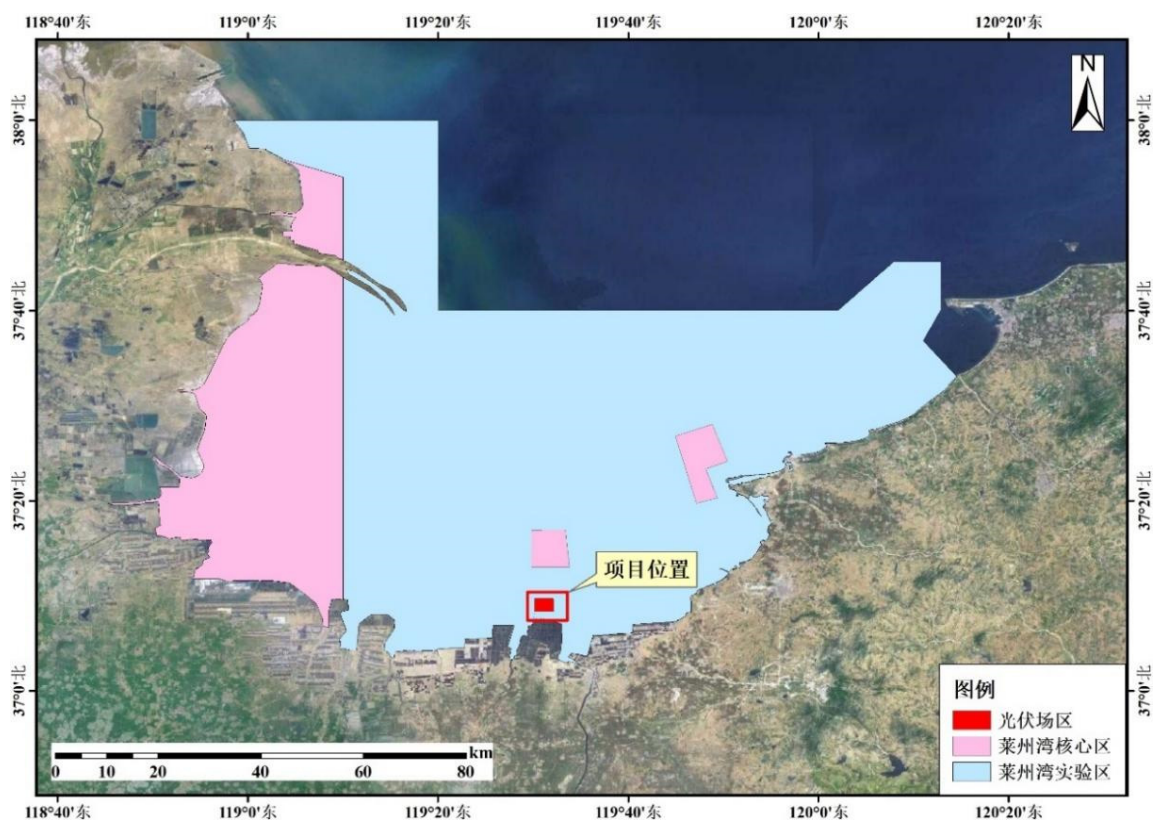


图 5.1.2.3 项目与国家级水产种质资源保护区的位置关系图

5.1.2.2 养殖用海

工程附近分布有大面积的增养殖区，主要养殖品种主要为筏式扇贝和底播贝类等。本项目位于蒲东沿海防潮堤内侧养殖池塘内，当前现状为养殖池塘。另外，在潍河口两侧存在大量的围海养殖区，主要是养虾池。

本项目光伏场区设施占用潍坊东港投资管理有限公司围海养殖 18 宗。

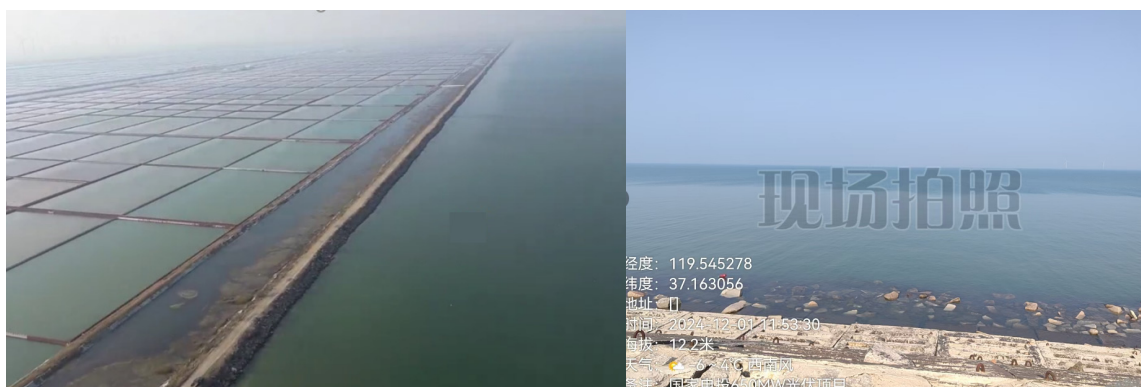




图 5.1.2.4 项目周边养殖情况现状

5.1.2.3 海岸防护工程用海

①蒲东大坝

潍河口东沿海岸线建有蒲东大坝，坝顶标高约 3.3-6.1m。西侧大坝较低，一般为 3.3-4.4m，坝顶路面较窄，宽约 3.0-3.5m，为单车道路面。北侧和东侧坝顶为两车道路面，路面高程约为 5.2-5.7m。大坝外侧为渤海莱州湾滩涂，地面高程一般约为 0.7-1.5m。大坝内侧为养殖区排水通道，地面高程一般约为 0.5-1.0m，排水通道内水位主要受养殖用水与潮水控制。蒲东大坝归昌邑市沿海经济开发综合执法局管理。

②昌邑市蒲东沿海防潮堤工程

项目外围的防潮堤为昌邑市蒲东沿海防潮堤工程，属公益性工程，位于潍坊昌邑潍河和蒲河之间，权属昌邑市渔业技术推广站。2013 年 9 月 29 日，山东省人民政府发布《山东省人民政府关于昌邑市蒲东沿海防潮堤工程》（鲁政海域字〔2013〕47 号）同意批复建设，2015 年 6 月防潮堤工程正式开始建设，2017 年 6 月建成。

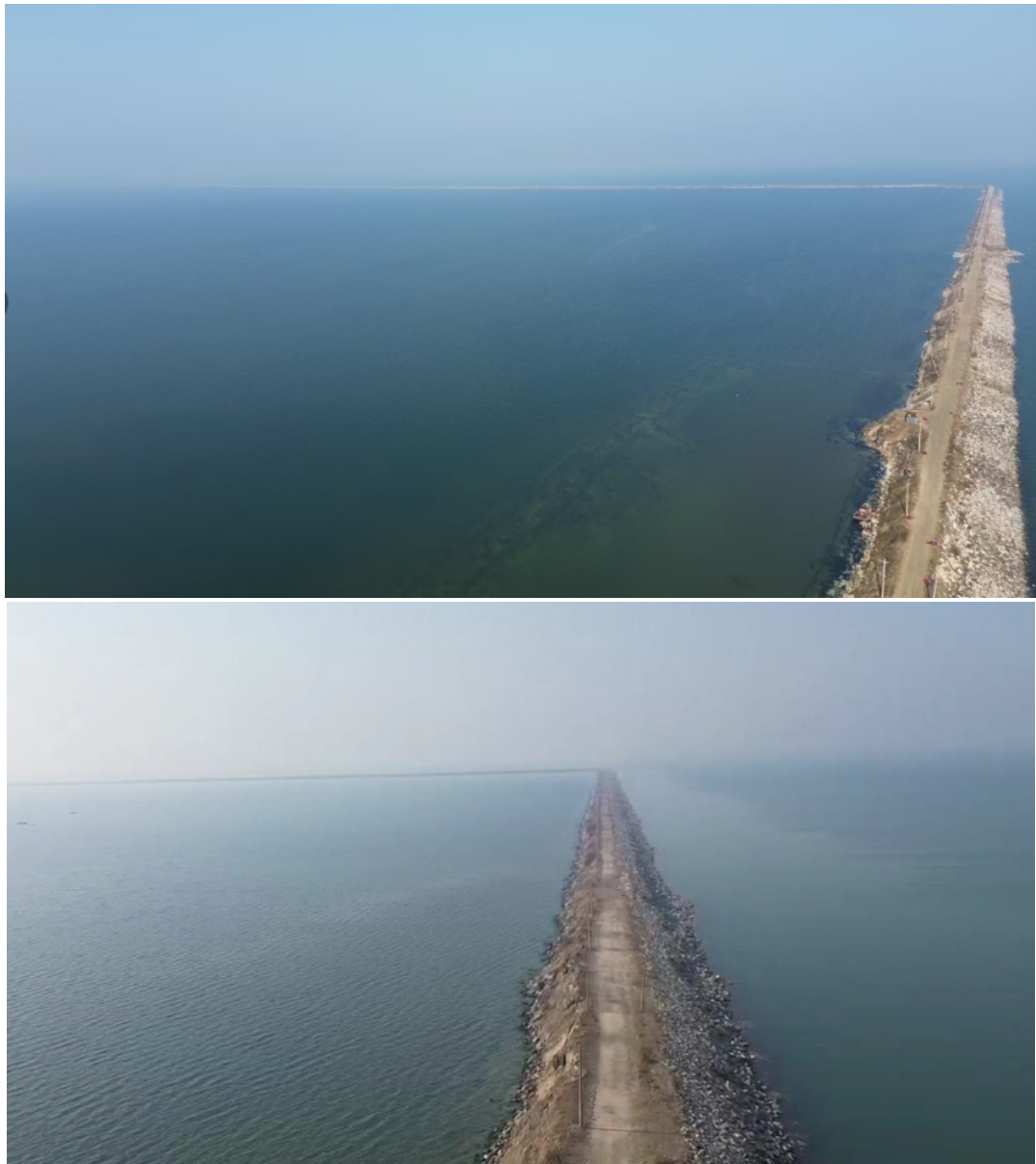


图 5.1.2.4 昌邑市蒲东沿海防潮堤工程（2024.12 航拍图）

5.1.2.4 港口航运用海

根据《潍坊港总体规划》，项目位于潍坊港东港区南侧，见图 5.1.2.5。

潍坊港为国家一类对外开放口岸和地区性重要港口，根据“一主两辅、功能互补、多点并进、统筹发展”原则，潍坊港规划了三个港区，即：潍坊港中港区、潍坊港东港区、潍坊港西港区。

潍坊港现已形成以中港区为主体，西港区为补充的发展格局。中港区位于潍坊市滨海经济技术开发区海岸，白浪河和弥河之间，以中间港池为界分为东、西两个作业区。西港区位于寿光市，小清河的南岸，包括寿光和羊口两处作业区，目前最大泊位等级 5000 吨级，河口拦门沙是西港区发展的重要制约。

截至 2019 年底，全港共有生产性泊位 41 个，码头岸线长 71km，综合通过能力 3925 万吨，其中深水泊位 20 个。中港区有生产性泊位 27 个，综合通过能力 3262 万吨，分别占全港的 65.9%和 83.1%。西港区有生产性泊位 14 个，综合通过能力 663 万吨。项目紧邻的东港区目前无生产性泊位。

根据《潍坊港总体规划》，项目北侧的东港区到 2030 年东港区共形成码头泊位 24 个，形成码头泊位岸线及辅助岸线总长度为 4238m，泊位通过能力达到 1410 万吨，规划港区用地规模约为 5.4km。

略。

图 5.1.2.5 项目与潍坊港水域规划叠置图

5.1.3 海域使用权属现状

本项目光伏场区占用潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海项目共 18 宗，项目用海类型为围海养殖用海，用海方式为围海养殖，权属人为潍坊东港投资管理有限公司。

项目紧邻昌邑市蒲东沿海防潮堤工程，权属人为昌邑市渔业技术推广站，用海类型为海岸防护工程用海，用海面积为 41.3000 公顷，终止日期为 2053 年 10 月 15 日。

相邻项目用海权属分布见图 5.1.3.1，权属一览表见表 5.1.3.1。相邻用海权属证书见附件 3。

略。

图 5.1.3.1 相邻用海权属分布

表 5.1.3.1 项目用海范围内已确权用海项目一览表

序号	项目名称	权属人	用海类型	用海方式	位置	确权情况
1						已确权
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						已确权

5.2 项目用海对海域开发利用活动的影响

5.2.1 对养殖区的影响分析

本项目为“渔光互补”中的光伏发电项目。“渔光互补”是指渔业养殖与光伏发电相结合，在鱼塘水面上方架设光伏板阵列，光伏板下方水域可以进行鱼虾养殖，形成“上可发电、下可养鱼”的发电新模式。目前“渔光互补”对虾养殖已开展多年，根据 2016 年王珊珊等《渔光一体虾蟹混养效益好》，兴化市沙沟镇振兴水产品养殖专业合作社利用兴化市沙沟镇 400 亩光伏发电基地下方养殖池开展虾蟹养殖，“渔光互补”模式进行虾蟹鱼养殖，水温相对稳定，夏季受高温影响较池塘养殖小，活性饵料丰富，投饵量相对减少，并能有效控制蓝藻的发生；伊乐藻在阳光板下面遮阴避光，水草不易腐烂，水质不易恶化；水面始终不受大风浪导致的水质浑浊影响，使虾蟹等有一个安静的生长环境，有利于虾蟹的生长。2020 年马建军等在天津市立信水产养殖公司进行了渔光互补养虾实验（《渔光互补养虾试验》），试验面积 108 亩，养殖品种为凡纳滨对虾。其中，光伏板下池塘 5 个，合计 50 亩；未安装光伏的池塘 7 个，合计 58 亩。试验结果表明，安装光伏的池塘，平均亩盈利 1.04 万元，成活率 67.9%；未安装光伏的池塘平均亩盈利 0.66 万元，成活率 54.7%。试验证明，光伏板下养虾是有优势的。单从养殖水质角度来说，光伏板下的池塘水质稳定，特别是高温季节，因光伏板的遮光作用，可防止藻类爆发繁殖和集中死亡，因水质相对稳定，故对对虾生长有利。

类比同类项目及以往养殖经验，海虾喜阴，对虾养殖对光照需求相对较小，光伏板的遮光作用能有效降低夏季养殖区水域水温，减少水分蒸发，有利于虾蟹的生长；再次，光伏组件的适度遮挡，可降低水面藻类光合作用，一定程度抑制藻类繁殖，改变水域氨氮含量等相关内容，同时可有效降低沿海风速，提高养殖水质环境，为对虾提供良好生长环境；且运营期光伏场区发电，可以为池塘的增氧机、水泵等设备供电。

项目下方养殖池目前正在进行对虾养殖，工程附近区域适宜对虾生长，目前养殖堤坝能够满足车辆通行和养殖需求，类比同类项目并根据以往养殖经验，光伏板下养殖对虾、飞蟹是可行的。由于围海养殖堤坝的阻隔，项目建设不会对占用区域以外的围海养殖及开放式养殖产生明显不利影响。本项目运营期不设定员，不产生生活污水，运营期项目本身不产生污染物，仅有少量清洗废水排入池塘，不会对外部海洋环境造成明显影响。

5.2.2 对保护区的影响分析

国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目整体位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾保护区实验区内。光伏场区、箱变平台、电缆桥架和海上升压站等桩基永久占用以及施工期临时占用保护区渔业水域，对渔业资源生物的栖息环境造成一定影响。

项目区所处海域邻近三疣梭子蟹、真鲷、中国毛虾的产卵场以及口虾蛄、青蛤、文蛤的重要分布区，项目位于防潮堤和围海坝梗内，无保护区主要保护对象等渔业资源分布，施工期围海停止放闸水体交换，不会对外侧海域生物的栖息、产卵、索饵、洄游等造成干扰，对保护区主要保护对象的三场一通道影响较小。项目不属于污染影响型建设项目，运营期项目本身不产生污染物。

综上，项目建设对保护区主要保护对象及其三场一通道影响较小。

5.2.3 对防潮堤的影响分析

项目基于昌邑市蒲东沿海防潮堤工程围合而成的养殖池进行建设。项目不改变堤坝结构，项目外出线缆拟采用高压塔架的方式架空输出，不会对堤坝原有结构造成破坏。项目施工期依托昌邑市蒲东沿海防潮堤工程开展车辆、设备、人员及施工材料运输，运营期项目依托防潮堤进入检修船、检修工作人员等开展运维工作。项目建设对防潮堤影响较小。

5.2.4 对港口航运的影响分析

根据潍坊港总体规划，项目位于潍坊港东港区南侧。现行规划提出潍坊港东港区到 2030 年东港区共形成码头泊位 24 个，形成码头泊位岸线及辅助岸线总长度为 4238m，泊位通过能力达到 1410 万吨，规划港区用地规模约为 5.4km²。

根据《潍坊港总体规划》，在潍河入海口规划有潍坊港东港，近期建设 5000 吨级航道，远期考虑 1 万吨级航道，目前还没有具体实际时间表。

项目所在区域为潍坊港东港区，项目建设可能会占用港口发展空间。本项目位于围海养殖池内，项目建设避开了主要港口航道，不位于航道中线，项目建设不影响后期潍坊港东港区的开发建设和规划发展，不会影响港口功能的发挥。

5.3 利益相关者界定

利益相关者是指与用海项目有直接或间接连带关系或者受到项目用海工程影响的开发利用者。

1、项目占用养殖池：项目占用潍坊东港投资管理有限公司围海养殖 18 宗用海。项目施工期施工作业会影响到占用的养殖项目的正常运营。项目施工期悬浮泥沙仅在工程周边扩散，不会扩散到相邻的其他养殖用海范围内。因此界定项目占用的养殖用海项目权属人潍坊东港投资管理有限公司为利益相关者；

2、项目施工营地占用养殖池堤坝：项目临时施工营地依托南侧的养殖池塘堤坝建设，施工期间会影响养殖项目的正常运营，因此界定项目占用的养殖用海项目权属人潍坊东港投资管理有限公司为利益相关者；

3、昌邑市蒲东沿海防潮堤工程：项目施工期依托昌邑市蒲东沿海防潮堤工程开展车辆、设备、人员及施工材料运输，运营期项目依托防潮堤进入检修船、检修工作人员等开展运维工作。因此界定昌邑市蒲东沿海防潮堤工程使用权人昌邑市渔业技术推广站界定为利益相关者；

4、港口：项目位于潍坊港东港区南侧，项目所在区域为港口区，项目建设占用港口发展空间，后期会对潍坊港东港区发展产生一定影响，因此界定山东省港口集团潍坊港有限公司为利益相关者；

5、项目整体位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾保护区实验区内，需征得其管理部门中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局的同意，因此将中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局界定为利益协调部门。

综上，项目将潍坊东港投资管理有限公司、山东省港口集团潍坊港有限公司以及昌邑市渔业技术推广站界定为利益相关者，将中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局界定为利益协调部门。

略。

图 5.3-1 利益相关者图

表 5.3-1 利益相关者一览表

序号	项目名称	利益相关者/协调部门名称	用海类型	位置关系	影响
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

5.4 相关利益协调分析

建设单位已与潍坊东港投资管理有限公司签订海域租赁意向协议（附件 11）；项目已与昌邑市浦东沿海防潮堤工程的权属人昌邑市海洋事业发展中心沟通协调，同意本项目建设，见附件 10；

项目已经开展了《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，并取得了评审意见，见附件 11；

建设单位已与昌邑市交通运输局进行了沟通，昌邑市交通运输局出具了《关于国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目与潍坊港东港区规划符合性的说明》（附件 13）。该说明指出“潍坊港东港区在现有规划条件下暂不具备实施条件，且光伏项目开发方承诺，如潍坊港东港区继续实施，将无条件配合潍坊港东港区相关规划的实施。基于以上原因，我单位原则同意该项目建设”。

表 5.4-1 利益相关者/协调部门协调分析一览表

序号	
1	
2	
3	
4	

5.5 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

沿海是我国的国防前哨，军事地位十分重要，必须处理好军事功能区与民用功能区之间的关系。项目拟用海域均不是军事禁航区，不涉及军事设施，不是军事用海区，项目的建设和运营不会对国防安全和军事活动造成不利影响。

项目用海不涉及领海基点，不涉及国家秘密，不会影响国家海洋权益的维护。

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

6.1.1 《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》

《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》已于 2022 年 11 月印发实施，纲要以第三次全国国土调查成果为底数，在资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价基础上，统筹考虑各地资源环境禀赋和经济社会发展实际，统筹发展和安全，以水而定、量水而行，优化国土空间开发保护格局，合理确定全国和各省（区、市）耕地保有量、永久基本农田、建设用地规模、生态保护红线面积、用水总量等空间管控指标。根据《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》，项目用海不占用海洋生态保护红线。

6.1.2 《山东省国土空间规划（2021—2035 年）》

《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》是山东省空间发展的指南、可持续发展的空间蓝图，是各类开发保护建设活动的基本依据。山东省是促进南北联动、东西陆海统筹，联通东北亚和“一带一路”的重要枢纽，是我国北方地区经济发展的战略支点和重要的工业基地。《规划》实施要坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大精神，完整、准确、全面贯彻新发展理念，坚持以人民为中心，统筹发展和安全，促进人与自然和谐共生，为建设新时代社会主义现代化强省提供有力支撑和保障。

《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》第七章（构建和谐多元海洋空间）第一节（优化海洋开发利用空间）中提出“将海洋生态空间以外的海域划为海洋开发利用空间，坚持生态用海，集约用海原则，优化海洋开发利用空间格局。科学布局工矿通信用海，提高生态和产业准入门槛，保护性开发渤海油气资源、莱州湾南部地下卤水资源，依托滨东滩盐碱滩涂地建设风光储输一体化基地，加快推进海水淡化与综合利用示范工程建设，支持裕龙岛石化、海上风电、海上光伏、烟威地区核电等重大项目建设用海。实施“海岸-海域-海岛”旅游综合立体开发，打造一批具有国际影响力的海洋文旅项目，依托滨海生态廊道，拓展公众亲水空间，提升游憩用海比重，改善滨海区域人居环境。合理布局污水达标排放、倾倒、军事等特殊用海区。

第九章（夯实安全韧性基础支撑）第二节（构建现代能源保障体系）中提出“加快规划建设新型能源体系。因地制宜综合利用海域、沿海滩涂地、废弃坑塘水面、采煤塌

陷地等发展光伏发电，重点打造鲁西南采煤沉陷区及黄河故道、鲁北盐碱滩涂地等规模化风电光伏基地。科学布局陆上风电，加快推进海上风电基地建设，推动“风光同场海上清洁能源开发，打造千万千瓦级深远海海上风电基地。”

根据《山东省国土空间规划（2021—2035年）》，项目位于海洋开发利用空间，见图6.1.1-1。

略。

图 6.1.2-1 项目与《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》海洋空间功能布局叠置图 6.1.3 《潍坊市国土空间总体规划（2021—2035 年）》

《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035年）》是潍坊市面向2035年的空间发展蓝图和战略部署，是落实新发展理念、实施高效率空间治理、促进高质量发展和创造高品质生活的空间政策，是潍坊开展国土空间保护、开发、利用、修复和指导各类建设的行动纲领。

《规划》全面落实指示，深入贯彻落实党的二十大精神，牢牢把握新时代新征程的使命任务，着力保障巩固潍坊工农双业优势的要素，并提出争取在农业创新、先进制造、国土可持续治理和发展上为中华民族伟大复兴贡献潍坊力量的长远目标。

《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035年）》分为潍坊市域和中心城区两个层次。潍坊市域包括潍坊市行政辖区内的全部陆域和海域，总面积16971平方千米，其中陆域15682平方千米，海域1289平方千米。潍坊中心城区包括潍坊市辖区范围内城市建成区及规划扩展区域，分为主城区、滨海城区两部分，面积639平方千米。

《潍坊市国土空间总体规划(2021-2035年)》以国土空间的保护与保留功能属性为基本取向，划分生态保护区、生态控制区和农田保护区三类规划分区。以国土空间的开发与利用功能属性为导向，划分城镇发展区、乡村发展区、海洋发展区和矿产能源发展区四类规划分区。

根据《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035年）》，项目位于潍坊东港区交通运输用海区（2-3）。项目周边有下营工矿通信用海区（3-6）、潍坊北近岸渔业用海区（1-7）、胶莱河东工矿通信用海区（3-7）及潍坊北渔业用海区（1-8）。

表 6.1.1-1 潍坊市国土空间规划分区登记表

序号	功能区代码	规划分区名称	面积（平方千米）	生态保护重点目标	空间用途准入	开发利用方式	海域保护修复要求
1	2-3	潍坊东港区交通运输用海区	28.50	无	基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时允许兼容渔业等功能。保障交通运输用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。	允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式，兼容渔光互补等可再生能源立体式综合用海。	无
2	1-5	潍河西渔业用海区	3.27	河口湿地生态系统。	基本功能为渔业用海。加强渔业资源养护，控制养殖密度。保障潍河河口防潮、行洪安全。	严格限制改变海域自然属性。	人工岸线的生态化改造，鼓励退养还海。
3	1-7	潍坊北近岸渔业用海区	6.42	河口湿地生态系统。	基本功能为渔业用海。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。保障河口行洪安全。	严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海。	整治河道污染，恢复河道、河口自然生态环境，进行人工岸线的生态化改造。
4	3-7	胶莱河东工矿通信用海区	0.13	河口湿地生态系统。	基本功能为工矿通信用海，鼓励新能源与盐业融合发展。保障盐业及盐化工产业用海需求。保障河口行洪安全。	严格限制改变海域自然属性。	减少海水污染，保证海盐质量。

序号	功能区代码	规划分区名称	面积（平方千米）	生态保护重点目标	空间用途准入	开发利用方式	海域保护修复要求
5	1-8	潍坊北渔业用海区	467.14	单环刺螠近江牡蛎、三疣梭子蟹水产种质资源及生存环境；重要渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。	基本功能为渔业用海，兼容工矿通信用海。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。保障河口行洪安全。	严格限制改变海域自然属性。	合理控制养殖密度，恢复海湾自然环境。
6	3-6	下营工矿通信用海区	8.25	滩涂湿地系统。	基本功能为工矿通信用海，鼓励新能源与盐业融合发展。保障盐业及盐化工产业用海需求。保障河口行洪安全。	严格限制改变海域自然属性。	逐步恢复河口生态系统，减少海水污染，保证海盐质量。

略。

图 6.1.1-2a 潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

略。

图 6.1.1-2b 潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（放大）

6.1.4 《昌邑市国土空间总体规划（2021—2035 年）》

根据《昌邑市国土空间总体规划（2021—2035 年）》，本项目位于潍坊东港区交通运输用海区内。

略。

图 6.1.1-2b 昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

6.2.1 对《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》分区的影响

根据《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》，项目位于海洋开发利用空间，距离最近的海洋生态保护红线为项目西侧 1.31km 的昌邑滨海重要滩涂及浅海水域生态保护红线。施工期产生的生活污水、油污水、生活垃圾等统一处理，不向海域排放，不会对周边海域的生态环境造成影响。项目运营期对水文动力环境、冲淤环境的影响主要集中在养殖池内部，不会影响项目周边的滩涂、浅海水域生态系统。因此项目的实施不会对《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》分区产生明显影响。

6.2.2 对《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》分区的影响

（1）对下营工矿通信用海区（3-6）的影响分析

工程建设位于养殖池内，与下营工矿通信用海区之间有防潮堤相隔。项目建设不占用盐田，不会影响盐业及盐化工产业的正常运营，项目不占用河口，基于养殖池内部建设，不改变周边河口水深地形，不会影响滩涂湿地系统。项目建设能够保障河口行洪安全。

项目施工期产生的生活污水、油污水、生活垃圾等统一处理，不向海域排放，不会对周边海域的生态环境造成影响。运营期项目进行光伏发电，仅有少量清洗废水排入池塘，本身不产生污染物。

工程建设不会影响下营工矿通信用海区的水质环境。因此，项目建设不会对下营工矿通信用海区产生明显影响。

（2）对潍坊北近岸渔业用海区（1-7）的影响分析

工程东西两侧紧邻潍坊北近岸渔业用海区（1-7）。工程建设位于养殖池内，与潍坊北近岸渔业用海区之间有防潮堤相隔。项目建设不会破坏渔业用海区的河口湿地生态系统。项目建设固定式桩基光伏场区，不破坏渔业资源，不占用河口河道资源，不影响河口行洪安全。

项目施工期产生的生活污水、油污水、生活垃圾等统一处理，不向海域排放，不会对周边海域的生态环境造成影响。运营期项目进行光伏发电，仅有少量清洗废水排入池塘，本身不产生污染物。

工程建设不会影响潍坊北近岸渔业用海区水质环境。因此，项目建设不会对潍坊北

近岸渔业用海区产生明显影响。

6.3 项目用海与国土空间规划符合性分析

6.3.1 与《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》的影响及符合性分析

根据《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》，项目用海不占用海洋生态保护红线，其建设对周边海域水动力环境和地形地貌与冲淤环境影响范围较小，施工期污染物有合理的处置方式，不直接排放入海。项目运营期为光伏发电，本身不产生污染物，仅有少量清洗废水排入池塘。项目正常建设和运行阶段均不会对海洋生态红线区产生影响。综上，项目用海与《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》是相符的。

6.3.2 与《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析

根据《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》，山东省要构建现代能源保障体系，加快规划建设新型能源体系。因地制宜综合利用海域、沿海滩涂地、废弃坑塘水面、采煤塌陷地等发展光伏发电，重点打造鲁西南采煤沉陷区及黄河故道、鲁北盐碱滩涂地等规模化风电光伏基地。科学布局陆上风电，加快推进海上风电基地建设，推动“风光同场海上清洁能源开发，打造千万千瓦级深远海海上风电基地。”

本项目位于海洋开发利用空间，基于现状养殖池建设渔光互补光伏发电项目，项目不占用基本农田。项目因地制宜综合利用养殖池发展光伏发电，布局合理，有利于推进建设新型能源体系。项目建设符合《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》。

(1) 山东省“三区三线”划定成果：

到 2035 年，山东省耕地保有量不低于 9491.10 万亩，其中永久基本农田保护面积不低于 8412.20 万亩；生态保护红线面积不低于 2.06 万平方千米，其中海洋生态保护红线面积不低于 0.95 万平方千米，纳入生态保护红线实施清单管理的无居民海岛 414 个；城镇开发边界扩展倍数控制在基于 2020 年城镇建设用地规模的 1.3 倍以内；单位国内生产总值建设用地使用面积下降不少于 40%。

距离项目最近的生态红线区为项目东侧 1.77km 的胶莱河重要河口生态保护红线。项目西侧距离昌邑滨海重要滩涂及浅海水域生态保护红线约 1.31km。项目建设不会对周边生态保护红线产生影响。因此项目的实施符合“三区三线”划定成果中的生态保护红线的管理要求。

略。

图 6.3.2-1 项目与“三区三线”划定成果中的生态保护红线的叠置图

略。

图 6.3.2-2 “三区三线”控制线图（大范围）

（2）主体功能分区：

根据规划第三章（基于“三区三线”构建国土空间新格局）第二节（完善主体功能分区）“科学确定县（市、区）主体功能类型。落实主体功能区战略，按照总体稳定、适度优化、陆海统筹的原则，综合考虑资源环境承载能力、国土空间开发适宜性、经济社会发展水平等因素，结合农业、生态、城镇等功能空间优化方向，完善主体功能区布局。确定农产品主产区县（市、区）47个，全部为国家级，主要位于鲁北、鲁西南、鲁西北、胶莱、沂沭、淄潍等平原地区，是黄淮海平原国家农产品主产区的重要组成部分，保障粮食安全和农产品供给的重要区域。重点生态功能区县(市、区)共17个，其中国家级14个、省级3个，主要位于泰山、沂蒙山、昆箭山、黄河三角洲、南四湖等地区，是保障生态安全、维护生态系统服务功能、提高生态产品供给能力的重要区域。

项目位于潍坊市昌邑市，属于国家级农产品主产区。基于现状养殖池建设渔光互补光伏发电项目，。项目因地制宜综合利用养殖池和盐田发展光伏发电，布局合理。项目建设有利于推进建设新型能源体系，有利于昌邑市城市化建设。

综上所述，项目建设符合《山东省国土空间规划（2021-2035年）》。

略。

图 6.3.2-3 主体功能定位分布图

6.3.3 与《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析

根据《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，项目位于潍坊东港区交通运输内。

（1）与潍坊东港区交通运输用海区（2-3）符合性分析

潍坊东港区交通运输用海区的**空间用途准入要求**为：基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时允许兼容渔业和工矿通信等功能。保障交通运输用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。**开发利用方式**：允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式，兼容渔光互补等可再生能源立体式综合用海。**生态保护重点目标**：无。**海域保护修复要求**：无。

符合性分析：

空间用途准入：本工程基于养殖池建设渔光互补光伏发电项目，形成上可发电下可养鱼的运营模式。项目位于养殖池内，项目建设不开展疏浚等工作，不改变周边海域水深地形，不占用河口航道，项目能够保障交通运输主体功能的发挥。符合该功能区“基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时允许兼容渔业等功能”的空间用途准入要求。

开发利用方式：项目光伏支架、光伏组件、箱变、桥架、升压站的用海方式均为透水构筑物，适度改变该海域自然属性。工程建设对水文动力环境、冲淤环境的影响主要集中在养殖池塘内部，本工程建成后周边海域地形地貌冲淤环境与工程建设前变化不大。因此，工程用海符合“允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式，兼容渔光互补等可再生能源立体式综合用海。”开发利用方式要求。

项目施工期产生的生活污水、油污水、生活垃圾等统一处理，不向海域排放，不会对周边海域的生态环境造成影响。运营期项目进行光伏发电，仅有少量清洗废水排入池塘，本身不产生污染物。

2025 年 9 月 12 日昌邑市交通运输局出具了《关于国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目与潍坊港东港区规划符合性的说明》（附件 13）。

根据该说明，“本项目与《潍坊港总体规划》的潍坊港东港区中规划的临港物流园重叠。根据《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，潍坊港东港区规划区域的功能分区为潍坊东港区交通运输用海区，基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时

允许兼容渔业和工矿通信等功能，且该重叠区域目前已兼容渔业功能（围海养殖用海且已确权）。”

“根据《山东省人民代表大会常务委员会关于确定有关项目审批权限的决定》（2025年7月31日山东省第十四届人民代表大会常务委员会第十六次会议通过），“除国家重大项目外，全面禁止围填海”，潍坊港东港区在现有规划条件下暂不具备实施条件，且光伏项目开发方承诺，如潍坊港东港区继续实施，将无条件配合潍坊港东港区相关规划的实施。基于以上原因，我单位原则同意该项目建设。”

综上所述，项目用海符合《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

表 6.3.3-1 与《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析表

要求		符合性分析
空间用途准入	基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时允许兼容渔业等功能。保障交通运输用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。	本工程基于养殖池建设渔光互补光伏发电项目，形成上可发电下可养鱼的运营模式。项目不影响渔业养殖的正常运行。项目建设不开展疏浚等工作，不改变周边海域水深地形，不占用河口航道，项目能够保障交通运输主体功能的发挥。 符合该功能区“基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时允许兼容渔业等功能”的空间用途准入要求。
开发利用方式	允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式，兼容渔光互补等可再生能源立体式综合用海。	项目光伏支架、光伏组件、箱变、桥架敷设电缆、升压站的用海方式均为透水构筑物，适度改变该海域自然属性。工程建设对水文动力环境、冲淤环境的影响主要集中在养殖池塘内部，本工程建成后周边海域地形地貌冲淤环境与工程建设前变化不大。因此，工程用海符合“允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式，兼容渔光互补等可再生能源立体式综合用海。
生态保护重点目标	无	项目施工期产生的生活污水、油污水、生活垃圾等统一处理，不向海域排放，不会对周边海域的生态环境造成影响。运营期项目进行光伏发电，仅有少量清洗废水排入池塘，本身不产生污染物。项目建设对周边海洋生态产生的影响较小。
海域保护修复要求	无	

6.3.4 与《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析

本项目位于《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中的潍坊东港区交通运输用海区，与《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》关于该区的管控要求相同，详见 6.3.3。

2025 年 9 月 12 日昌邑市交通运输局出具了《关于国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目与潍坊港东港区规划符合性的说明》（附件 13）。

根据《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，潍坊港东港区规划区域的功能分区为潍坊东港区交通运输用海区，基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时允许兼容渔业和工矿通信等功能，且该重叠区域目前已兼容渔业功能（围海养殖用海且已确权）。”

“根据《山东省人民代表大会常务委员会关于确定有关项目审批权限的决定》（2025 年 7 月 31 日山东省第十四届人民代表大会常务委员会第十六次会议通过），“除国家重大项目外，全面禁止围填海”，潍坊港东港区在现有规划条件下暂不具备实施条件，且光伏项目开发方承诺，如潍坊港东港区继续实施，将无条件配合潍坊港东港区相关规划的实施。基于以上原因，我单位原则同意该项目建设。”

故本项目建设符合《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

7. 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 用海选址的区位和社会条件适宜性分析

国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目场址位于山东省潍坊市昌邑市莱州湾海域。场区选址开阔，现状为养殖池，场址四周设置围堤与海相隔。

昌邑市，位于山东半岛西北端，东与烟台莱州市、青岛平度市以胶莱河为界，南与高密市毗连，西与坊子区、寒亭区为邻，北濒莱州湾。昌邑市属环渤海经济圈，为国务院确定的沿海对外开放城市之一，被评为中国中小城市综合实力百强县市、中国最具投资潜力中小城市百强县市等荣誉称号。

随着昌邑市近年来经济迅速发展，用电负荷增长较快，光伏发电电量消纳潜力巨大。本项目建设海上渔光互补光伏发电项目，可以作为清洁能源接入昌邑市电网，可以改善昌邑市电源结构，增强昌邑市电网的供电能力。项目选址此处区位条件优越。

昌邑交通发达，区位优势明显，位于“蓝黄”两大国家战略叠加区域，已经形成了四通八达的现代化交通网络。场址所在的昌邑市具有良好的陆上交通系统。胶济铁路、大莱龙铁路、青银高速、荣潍高速、荣乌高速以及 206 国道、309 国道等交通干线横贯市域东西，省道下小路纵穿市域南北。

项目陆域交通也十分发达，临近两个港口潍坊港中港区和下营港的疏港道路系统十分便捷。潍坊港中港区有东、西两条疏港公路，下营港有 S221 省道直通，并能直达海边，上述疏港公路路况良好，社会条件适宜。

综上所述，工程所在经济腹地昌邑市实力雄厚，发展迅速，投资环境优越，交通条件优越，为本工程的实施创造了良好的社会环境。因此，项目选址区域的社会条件能够满足项目的用海要求。

7.1.2 用海选址的自然资源和生态环境适宜性分析

(1) 自然资源适宜性

1) 气候条件的适宜性分析

选址区域属于昌邑市属温带半湿润气候，四季分明，雨热同期，春季干燥多风，夏季温热多雨，秋季天高气爽，冬季寒冷少雪。根据昌邑市气象观测站多年观测资料统计，多年平均气温为 11.9℃。多年平均降水量为 628.6mm，降水多集中在 7、8 月。多年平

均大气压为 1017.3hPa，多年平均水汽压为 12.2hPa，多年平均雷暴日数为 22.3d，多年平均大雾日数 26.5d，多年平均暴雨日数 1.5d，多年平均大风日数 5.2d，多年平均冰雹日数 0.4d，多年平均沙尘日数 2.6d。光伏组件有效运营时间长，由此可见，该区域气候条件适宜工程建设。

2) 水深条件的适宜性分析

项目场址位于潍坊昌邑北部莱州湾海域，现状养殖池内，昌邑市浦东沿海防潮堤工程的内侧区域。

根据《昌邑市浦东沿海防潮堤工程》施工图设计说明，防潮堤工程已设置防浪墙，该防潮堤工程防潮标准为 50 年一遇，因此，光伏场区可不考虑外海 50 年一遇波浪影响。参照《光伏电站设计规范》(GB50797-2012)，光伏电站站区的竖向布置，应根据生产要求、工程地质、水文气象条件、场地标高等因素确定，考虑到本项目为渔光互补项目，项目场区外侧存在防波堤，场区内水位受人为控制影响，且根据水文报告，龙口海洋站的潮位值包含了风暴潮引起的增减水，可不必单独考虑风暴潮对光伏场的影响，场区内 50 年一遇防洪水位为 252cm，本项目光伏组件最低点高程为 2.6m。项目设计能够保障同一海域空间上部发电和下部养殖功能的正常发挥。

光伏场区坐落于昌邑市浦东沿海防潮堤工程的内侧区域。其防潮标准为 50 年一遇，能够有效抵御沿海地区可能出现的各种强度的海潮侵袭。

项目选址位置水深条件较稳定，可为本项目提供可靠的依托条件。

3) 选址区域地形地貌条件适宜性分析

项目位于潍河入海口，受河、海动力共同作用，沿岸地势低平，潮滩和水下浅滩宽缓。目前的海岸轮廓是全新世最后一次海侵形成的淤积型平原海岸，加上黄河及其他河流带来的大量泥沙，海岸淤积迅速，从而发育成了粉沙质平原海岸。其形态为低平的岸滩、广阔的潮间带、河口外有宽广的拦门砂发育，是典型的低平粉沙质海岸。本区海岸从潍河口至胶莱河口为海相堆积的平原砂质海岸，岸线呈北西～南东走向。场区地貌以堆积地貌为基本特征，地貌成因类型为海相堆积的潮间带砂质浅滩。

场区内无其他不良地质作用。总体上勘察区场地和地基的稳定性较好。

4) 选址区域地质条件的适应性分析

根据附近工程地质资料表明，该区域内的土层层位和厚度比较稳定，土的工程性质依次表现出上部稍密状，中部可塑～硬塑，下部和底部硬塑或密实的宏观趋势。对

于本工程的建设而言，这种岩土单元体的结构特点，选用合适的天然持力层或者采用深基础均可达到满足工程建设需要的目的。

从场地环境来看，场区附近海底地形相对平缓，不可能发生天然滑坡、危岩和崩塌、采空区等不良地质作用，适宜进行工程建设。地震基本烈度为 7 度。工程区历史地震活动相对周围地区较少。

项目选址场地稳定性总体较好，适宜于本工程的建设。

5) 选址区域的水文动力条件的适宜性分析

项目光伏场区位于昌邑市浦东沿海防潮堤工程内侧，该防潮堤为 50 年一遇防潮标准，光伏场址选址稳定，项目建设于防潮堤围合的养殖池内，工程建设后对该海域的水文动力影响不大。

(2) 选址区域的生态环境适宜性分析

本工程所在海域海水水质环境和沉积物环境质量较好，调查海域海水水质污染较轻。生物群落结构较稳定。本工程位于莱州湾海域，工程建设严格按照相关规范、标准进行设计，并配有相应的安全及环保设施，制定了相应措施，其建设对工程周边海域海洋生态不会产生大的影响。

综上所述，项目选址自然条件好，地质条件好，水深条件较好，海域宽阔，具备建设工程的基本条件。

(3) 太阳能资源

1) 丰富程度

本项目位于山东省昌邑市莱州湾海域，从气候条件以及相对地理位置分析，现阶段本工程以福山日射站实测资料进行计算分析，并结合 Meteonorm 数据和 Solargis 数据作为比对参考。

参照《太阳能资源评估方法》(GB/T37526-2019)，场址区域属于全国太阳能资源 B 类地区，属于资源很丰富地区，太阳能开发价值较好。场址区域的太阳能资源稳定度为 C 类，表示该地区太阳能资源水平面总辐射稳定度属于一般水平。场址区域的太阳能资源的直射比属中 (C) 级别，表示该地区太阳能资源直射比等级为中等，场址太阳能资源散射辐射较多。

2) 稳定度

在全年 12 个月中，最小月平均日辐射量与最大月平均日辐射量的比值可表征总辐射年内变化的稳定程度。太阳辐射稳定度（ R_w ）分为四个等级：稳定、较稳定、一般以及欠稳定。

表 7.1.2-1 太阳辐射稳定度等级

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

根据参证站法计算得到光伏区域最高月平均日辐射量出现在 5 月份，日平均辐射量为 19.5 MJ/m^2 ，最低月平均日辐射量出现在 12 月份，日平均辐射量为 6.8 MJ/m^2 ，其水平面总辐射稳定度为 0.35。根据《太阳能资源评估方法》（GB/T 37526-2019），属于“C”一般区，表示该地区太阳能资源水平面总辐射稳定度属于一般水平。

3) 直射比

太阳能资源的直射比是指水平面直接辐射辐照量在总辐射辐照量中所占的比例。太阳能资源的直射比分为四个等级：很高（A）、高（B）、中（C）以及低（D）。具体分级阈值见：

表 7.1.2-2 太阳辐射稳定度等级

等级名称	分级阈值	等级符号	等级说明
很高	$RD \geq 0.6$	A	直接辐射主导
高	$0.5 \leq RD < 0.6$	B	直接辐射较多
中	$0.35 \leq RD < 0.5$	C	散射辐射较多
低	$RD < 0.35$	D	散射辐射主导
等级名称	分级阈值	等级符号	等级说明
注：RD 表示年直射比，计算 RD 时，首先计算水平面直接辐射和总辐射年辐照量的多年平均值，然后求二者之比。			

根据 Meteonorm 查询结果，场址处多年平均总辐射量为 4993 MJ/m^2 ，水平面直接辐射量为 1933 MJ/m^2 ，则直射比 $R_d = 1933/4993 = 0.39 < 0.5$ ，属中（C）级别。计算结果表示该地区太阳能资源直射比等级为中等，场址太阳能资源散射辐射较多。

4) 小结

根据对气象数据的分析，采用参考站经计算得到光伏区域年总辐射量为 4925 MJ/m^2 ；采用 Meteonorm 软件查询光伏区域年总辐射量为 4993 MJ/m^2 ；采用 Solargis 数据查询光伏区域年总辐射量为 5274 MJ/m^2 。从月变化可知，水平面太阳能辐射量主要集中在 4-8

月份。项目场址在我国属于太阳能“资源丰富”地区，太阳能资源丰富，开发潜力巨大。从太阳能资源利用角度说，此地区适合建设太阳能光伏电站。

本场址区域的太阳能资源稳定度为 C 类，表示该地区太阳能资源水平面总辐射稳定度属于一般水平。本场址区域的太阳能资源的直射比属中（C）级别，表示该地区太阳能资源直射比等级为中等，场址太阳能资源散射辐射较多。

7.1.3 场区配套条件适宜性

本工程位于山东省潍坊市境内，潍坊市目前已经形成公路、铁路、水运等各种运输方式齐备的综合交通运输体系。

本项目紧邻省道 S221，地距离昌邑市区约 35km，距昌邑下营镇约 10km，对外交通便利。本项目主要设备为光伏组件、组串式逆变器、箱式变压器等，可通过道路运输至施工现场。

本工程所涉及到的施工期常规外来建筑材料和物资主要为钢材、油料、电缆与小型电气设备以及生活物资等，运输量小同时运输强度低，其对外运输方案的选择与制定尽量考虑机动灵活的公路运输。

钢材来源从潍坊、烟台等地进行购买，选择水、陆路综合方式进行运输；油料等常规物资的来源从潍坊市的建材市场进行购买，物资依托物资来源区域发达的公路网络，选择公路运输的对外交通运输方式至项目施工现场。

进入光伏区的道路充分利用乡村道路以及现有水泥路，采用分散就近引接的方式，尽量减少新建道路工程量。各区域均有道路连接，满足运行、检修和施工要求。充分利用光伏电站内的施工检修通道主要考虑各箱变之间的链接，光伏区内检修采用检修船，光伏支架净间距均能够满足检修船只通行要求。

7.1.4 项目选址与周边用海活动的适宜性分析

（1）项目选址与风电设施的适应性分析

项目近岸区域分布华能昌邑风力发电一期、二期工程的风机、座墩和塔架等。本项目光伏组件的布置与风电设施有足够的安全距离，符合相关安全设计规范，项目建设运营不会对其他风电设施工程产生不利影响。项目建设有利于区域经济发展，对该海域的功能发挥具有有利的影响。

（2）项目选址与周边养殖区的适应性分析

项目基于养殖池建设，形成“上可发电，下可养鱼”的发电模式。项目后期与潍坊东港投资管理有限公司围海养殖用海项目拟进行立体确权融合开发渔光互补光伏发电项目。建设单位已与利益相关者进行了利益协调，并签订了海域租赁意向协议，同意本项目建设。

施工期间产生的生活污水、含油污水收集后统一送有资质单位处理，不排海。故项目施工期间不会对周边养殖区产生影响。光伏发电为清洁能源，对养殖区的影响较小。

（3）项目选址与周边盐田的适应性分析

项目施工期间要做好车辆运输、人员及机械应做好调度，避免对盐田堤坝产生干扰。项目施工完成后，恢复堤坝原状，不会对盐业生产产生明显的影响。光伏发电为清洁能源，运营期间检修人员产生的生活污水、生活垃圾均有合理的处理措施，运营期不会对周边盐田产生明显影响。

（4）项目选址与港口航运的适应性分析

项目周边有潍坊港、潍坊中心渔港、下营渔港等，本项目建设位置位于养殖池内，避开了主要港口航道，项目建设对周边的通航环境影响较小。项目选址此处与周边港口航运用海活动相适应。

（5）项目选址与防潮堤的适应性分析

项目位于昌邑市浦东沿海防潮堤工程内侧，光伏场区内集电电缆采用桥架形式铺设，项目建设不涉及定向钻钻孔等铺设方式，项目不穿堤，不会对防潮堤结构产生破坏。项目建设对防潮堤坝体不造成明显影响。

综上，项目建设是山东省能源供应的有效补充，促进地区经济持续快速、可持续的发展，项目选址具备与周边海域其它用海活动的适应性。

7.1.5 小结

综上，项目所在的昌邑市北部海域区位和社会条件满足项目用海要求，从项目选址与自然资源和生态环境适宜性、与周边用海活动适宜性、与项目周边配套条件适宜性等角度分析，项目选址合理。

7.2 用海平面布置合理性分析

7.2.1 平面布置符合集约、节约用海原则

本工程平面布置充分考虑了以下因素：

（1）本项目作为渔光互补的建设项目，在同一块海域内，将养殖和光伏发电同时进行，可有效地利用该海域自然资源，项目本身就体现了集约、节约的用海原则。

（2）项目各部分用海面积应符合相关设计规范及实际需要，用海在满足使用要求的基础上，尽量减小用海面积，节约海域资源。

（3）各组件、逆变器的布置尽可能使电池组件到逆变器的线路损失减小，有效提高各发电单元的发电量。

（4）光伏方针布置时都是带有一定倾角，既可以提高对太阳能资源的利用率，又有利于组件对表面灰尘的自洁。布置时为避免前排组件对后排组件遮阴，布置原则为保证在冬至日的午前 9 时至午后 3 时期间南部的电池组件及建筑物对北部的电池组件不形成阴影。

7.2.2 整体布局合理性分析

本项目选址于山东省潍坊市昌邑市北部、莱州湾海域，防潮堤围合的养殖池内建设。本项目不改变防潮堤堤坝基础，利用现有养殖池水体布设光伏设施。项目区域现状图如图 7.2.2-1 所示。

项目平面布置整体呈长方形，东西长约 2960m，南北侧长约 2660m。项目西侧、南侧沿现状堤坝布置，与南侧现状盐田项目以堤坝相隔。项目整体充分利用现状地形布置，不影响周边开发利用活动及区域未来发展规划，整体布局合理。

本项目在场区内布置光伏区和升压站，升压站位于场区的西南侧，距离场外最近，方便管理和运营。升压站布置于此，减少了线缆的外输距离和电能损耗。光伏区光伏设备包括光伏组件、箱变及集电电缆，光伏设备利用现有养殖池塘水体进行布设，箱变平台根据各发电单元分散布置，各单元光伏组件集中布置整齐，不同单元组件顺畅衔接，检修通道充分利用现状堤坝并贯穿场区，便于运营期的维护与检修。项目平面布置最大程度提高发电量的同时，尽可能减少占用海域面积。

综上所述，项目四至边界布置合理，各功能区分布合理紧凑，整体布局合理，不占用生态敏感目标，体现了集约、节约用海的原则。

略。

图 7.2.2-1a 项目用海区整体平面布置



图 7.2.2-1b 项目用海区现状



图 7.2.2-1c 项目用海区现状

7.2.3 各功能区布置合理性分析

7.2.3.1 光伏阵列布置合理性分析

1) 光伏组件选型

光伏组件是光伏电站中投资占比最大，影响最大的设备。合理的光伏组件选型有利于项目的开发、建设和运维，为业主带来长期、稳定的收益。不合理的光伏组件选型则会造成土地资源浪费、工程建设工期推迟，项目运维成本高等恶劣影响，进而影响项目收益，甚至造成亏损。

根据目前市场行情，单晶组件中 PERC 和 N 型 TOPCon 技术最为成熟、应用最为广泛、成本相对最低。而目前随着市场对高效组件转换效率需求的提高，N 型组件逐步取代 PERC 组件的市场主导地位。N 型 TOPCon 的转换效率普遍比 PERC 单晶更高，而 HJT、XBC 等技术逐步应用，能够进一步提升组件的转换效率，但成本相比 TOPCon 组件较高。

将市场主流的 N 型 BC 双面 650Wp，N 型 TopCon 双面 710Wp 和 715Wp，以及 N 型异质结双面 710Wp 和 715Wp 的组件进行综合比较来看，N 型 TOPCon 双面双玻 715Wp 的组件的度电成本最低，因此本项目拟选用规格为 715Wp 的 N 型 TOPCon 单晶硅双面光伏组件，有着实现显著的技术和经济优势。

2) 光伏组串组成

根据 GB50797-2012 《光伏发电站设计规范》，光伏组件串联数量计算公式为：

$$N \leq \frac{V_{dc \max}}{V_{oc} \times [1 + (t - 25) \times K_v]}$$
$$\frac{V_{mppt \min}}{V_{pm} \times [1 + (t' - 25) \times K'_v]} \leq N \leq \frac{V_{mppt \max}}{V_{pm} \times [1 + (t - 25) \times K'_v]}$$

式中：

$V_{dc \max}$ —逆变器允许最大直流输入电压（V）；

$V_{mppt \min}$ —逆变器 MPPT 电压最小值（V）；

$V_{mppt \max}$ —逆变器 MPPT 电压最大值（V）；

V_{oc} —光伏组件开路电压（V）；

V_{pm} —光伏组件工作电压（V）；

K_v —光伏组件开路电压温度系数；

K_v —光伏组件工作电压温度系数；

t' —光伏组件工作条件下的极限最高温度（℃）；

t —光伏组件工作条件下的极限最低温度（℃）；

N —光伏组件串联数（ N 取整）。

工程拟选用 N 型 715Wp N 型 TOPCon 太阳能光伏组件和 300kW 型组串式逆变器。光伏逆变器直流工作电压范围为 500V~1500V,最大工作电压 1500V。在 STC 条件下,光伏组件的 $V_{mp}=41.1V$, $V_{oc}=49.2V$ 。项目所在地历年最高气温（41.3℃）和最低气温（-19℃），考虑到最低气温往往出现在夜间，而光伏组件工作时段在白天，本项目最低工作温度取值-10℃。

经计算，本工程串联光伏组件数量 N 在 12.77~28.13 之间。经比较支架结构及电气方案，本项目光伏组件串联的数量选择为 28。

3) 光伏支架平面布置合理性分析

本场区处于养殖池内，考虑渔光互补养殖的问题，养殖池内开展渔业养殖要满足良好的透光率，采用漂浮式方案存在明显的遮挡问题，同时单轴跟踪式方案抗风性较差，对于复杂恶劣的海洋环境中，无法使用。因此本项目采用单排桩固定支架方案。

单排桩轻型固定支架方案设计充分借鉴了陆地光伏和海洋工程的经验，光伏场采用标准化阵列布置，方阵长 37.024m，宽 4.788m，单个方阵上铺 2（排）×28（列）组件单元，部分方阵上铺 2（排）×14（列）组件单元。组件倾角为 23 度。单个方阵容量 0.04004MWp。方阵单樁支架成纵向，上横铺檩条支撑光伏组件。56 块组件下设 7 组基础，入泥深度 7-8m。

光伏场区充分合理的利用现有地形布置相应大小的光伏支架，大空间区域布置长支架，最大程度增加发电量，池塘边界、水渠内、构筑物边界处等空间小的区域布置短支架，充分利用空间资源。

4) 光伏阵列垂直布置

本工程基础位于海上，基础顶高程的确定应避免组件底部受潮水、波浪的影响，确保组件不浸水。

本项目位于防潮堤内，场区内不考虑 50 年一遇波浪影响。参照《光伏发电站设计规范》（GB50797-2012），光伏发电站站区的竖向布置，应根据生产要求、工程地质、水文气象条件、场地标高等因素确定，考虑到本项目为渔光互补项目，根据项目场区渔业养殖作业需求，组件最低点高程为 2.6m。

5) 光伏方阵间距设计

太阳能电池组件的倾角是太阳能电池组件平面与水平地面的夹角。不同地区组件安装最佳倾角也不同。根据《光伏电站设计规范》(GB 50797-2012)规定,倾角宜使用光伏方阵的倾斜面上受到的全年辐照量最大进行选择。

根据 PVsyst 软件模拟,光伏组件倾角为 30° 时,倾斜面上所接受的太阳辐射量最大,为 1649.0kWh/m^2 。

根据 GB50797-2012《光伏电站设计规范》,光伏阵列间距应保证冬至日当天早晨 9:00 至下午 15:00 (真太阳时)的时间段内,光伏阵列前、后、左、右互不遮挡。对于不同组件安装倾角,对应不同的最小阵列间距。倾角越大,阵列间距越大,电站占地面积越大,同时组件所承受风载荷越大,支架钢结构用量增加,光伏支架和桩基础成本增加。倾角选择 23° 时,项目度电成本最低,随着倾角的进一步增大,组件支撑结构的投资将显著增加,超过发电量提升对项目收益的贡献,系统经济性会变差,并且用海面积显著增加,因此本项目光伏组件倾角推荐选择 23° 。

6) 光伏阵列南北间距

本工程为集中式光伏电站,光伏组件全部采用固定式支架安装。本项目交流侧规划容量为 650MW,直流侧实际安装容量为 859.9591MWp,共安装 N 型 TopCon 715Wp 双面双玻半片光伏组件 1202740 块。

光伏阵列前后排之间必须保持一定距离,以免前排阵列挡住后排阵列的阳光。因此,需要确定前后排方阵之间的最小距离。计算原则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,两排阵列之间最小距离的示意图如图 7.2.3-1 所示,可由以下公式计算:

$$D = L\cos\beta + L\sin\beta \frac{0.707\tan\phi + 0.4338}{0.707 - 0.4338\tan\phi}$$

式中:

L——阵列倾斜面长度;

D——两排阵列之间距离;

β ——阵列倾角;

ϕ ——当地纬度。

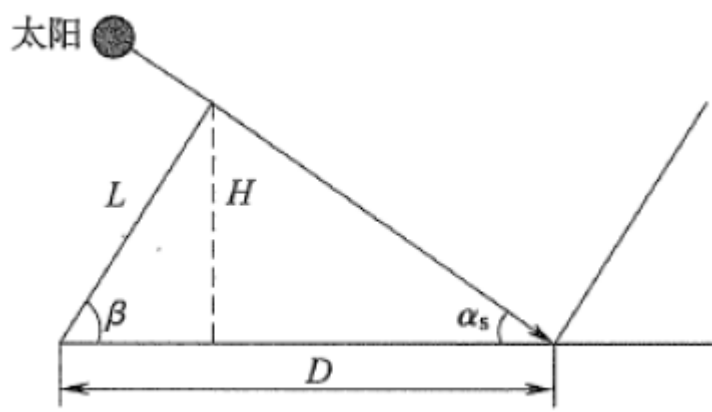


图 7.2.3-1 水平地面方阵示意图

经计算，固定式运行方式支架根据倾角为 23° 时，光伏组件支架单元南北向最小中心间距为 9.2m，最小净距为 4.8m，本项目支架单元南北向中心间距取值 9.3m。

7.2.3.2 箱变布置合理性分析

根据《光伏电站设计规范》（GB 50797-2012），“大、中型地面光伏电站的发电系统宜采用多级汇流、分散逆变、集中并网系统；分散逆变后宜就地升压”，“光伏方阵应根据站区地形、设备特点和施工条件等因素合理布置。大、中型地面光伏电站的光伏方阵宜采用单元模块化的布置方式”。

本项目采用 715Wp 单晶 N 型 TOPCon 双面双玻半片组件+组串式逆变器方案，每 28 块光伏组件串联成一个光伏组串，每 18~20 个光伏组串并联接入 1 台 300kW 组串式逆变器。

7.2.3.3 升压站布置合理性分析

升压站分为管理办公区及配电区两部分。站区出入口朝西，出线朝南。管理办公区位于站区西南侧，主要布置：生活舱、一体化水泵房和消防水池预制舱、材料库、危废品库等；配电区位于站区东南侧，主要布置：配电装置预制舱、主变压器、SVG、GIS 室；储能区位于站区北侧，主要布置：储能综合舱、PCS 舱等。整个升压站平面布置，紧凑合理，用海面积较小。

海上升压站采用透水混凝土平台方案，采用现浇钢筋混凝土框架结构，根据设计标高确定平台高程，底层挑空，事故油池/罐区域局部设置楼板设置为一层。二层顶楼板为设备首层及室外平台层，平台新建一座 500kV GIS 室，建筑面积 975m²。其余采用预制

舱方案，平台预留预制舱基础和埋件。独立避雷针采用钢管结构，基础落于平台层，采用钢筋砼独立基础。

本项目升压站根据《变电站总布置设计技术规程》（DL/T 5056-2007）设计，整体平面布置规整，并按照最终规模进行设计，升压站平面布置力求紧凑合理，进出线方便，除必要的检修空间外，满足各设备防火要求的前提下，尽量缩小平台面积，平面布置合理。

7.2.4 平面布置方案比选

根据 7.2.2 项目整体布局合理性分析，项目西侧、南侧沿现状堤坝布置，与南侧现状盐田项目以堤坝相隔。项目整体充分利用现状地形布置，不影响周边开发利用活动及区域未来发展规划，整体布局合理。

根据 7.2.3 各功能区布置合理性分析，本项目通过不同光伏组件类型的对比，选择 715Wp 的 N 型 TOPCon 单晶硅双面光伏组件，更加有效的利用有限的空间资源。根据所选组件类型，本项目每个光伏组串组件数量为 28，光伏阵列方位角、倾角、南北间距的选择均以保障最大发电量为原则，箱变根据发电分区布置，符合“分散逆变后宜就地升压”原则。

项目光伏区光伏支架及箱变的布置，在保障最大发电量的同时，符合《光伏发电站设计规范》（GB50797-2012），同时结合项目区协调养殖用海情况，因此不再设置光伏区平面布置方案比选。

7.2.5 小节

（1）平面布置符合规范要求

本项目光伏区光伏阵列方位角、倾角、南北间距、箱变布置在保障经济性的同时，系统发电量最大，并且符合《光伏发电站设计规范》（GB 50797-2012）。升压站布置紧凑合理，进出线方便，符合《变电站总布置设计技术规程》（DL/T 5056-2007）。

（2）平面布置体现了节约集约用海原则

本项目光伏组件选择 715Wp 组件，根据场区地形合理布置，光伏阵列方位角、倾角、南北间距均在符合设计规范前提下，保证系统发电量最大。升压站平面布置力求紧凑合理，进出线方便，除必要的检修空间外，满足各设备防火要求的前提下，尽量缩小平台面积，符合相关设计规范。本项目平面布置在保证经济性的同时，系统发电量最大，体现了集约、节约用海的原则。

(3) 平面布置最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于生态和环境保护

本项目于围海养殖池塘内建设，根据现有养殖池塘堤坝及水道进行光伏设备的布置，不改变现有堤坝形态。在满足项目装机容量的同时，项目建设不会对区域水文动力环境、冲淤环境造成影响，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

本项目建于养殖池范围内，平面布置不破坏堤坝整体形态。项目平面布置与周边其他用海活动相适应。项目建成后，同一片海域空间形成“上部发电、下部养殖”的立体综合开发利用模式，立体空间布置合理。

综合以上分析，本项目平面布置符合规范要求，体现了集约、节约用海的原则，最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于生态和环境保护，并且与周边其他用海活动相适应，与围海养殖形成“上部发电、下部养殖”模式，实现了海域空间的综合利用，充分利用了有限的海域资源。因此，本项目平面布置合理。

7.3 用海方式合理性分析

本项目建设内容主要有光伏板、箱变、升压站、电缆桥架及升压站。用海方式为构筑物中的透水构筑物。

7.3.1 用海方式合理性分析

(1) 能够维护海域的基本功能

经调查，项目用海范围内无珍稀濒危物种。本项目光伏支架、升压站、箱变和桥架敷设电缆以透水构筑物的形式建设，且在现有围海养殖池塘内进行建设，对周边海域的生态系统影响较小，仅施工期会对占用养殖池的养殖生物造成一定影响，但在随着施工结束，生物资源会逐渐恢复，项目建设不会破坏该海域的海洋生态系统。因此，本项目的建设对当地的生态环境几乎无影响，不会对所在海域海洋生态系统平衡产生影响。

(2) 对水动力环境、冲淤环境的影响较小

本项目光伏支架、升压站、箱变和桥架敷设电缆以透水构筑物的形式建设，且在现有围海养殖池塘内进行建设，本项目建设不会对周边水动力环境、地形地貌冲淤环境产生明显影响。

(3) 对所在区域的生态环境影响不大

项目光伏桩基打桩会造成永久占用海域，使得底栖生物难以存活，从这个意义上讲，对项目占用海域的底栖生物群落的破坏是不可逆转的。由于工程建成后带来的社会效益、环境效益和经济效益显著，由此比较，施工所造成的底栖生物资源的损失是可以接受的。此外，项目建设实际占用海域面积较小，从总体上看，该项目采用透水构筑物的用海方式对项目所在区域的生态环境影响不大。

经调查，工程海域无珍贵稀有和需要特别保护的海洋生物物种，且本工程建成后对水动力环境的影响较小，不会破坏该海域的海洋生态系统。因此工程的用海方式符合维护海洋生态系统平衡的原则。

综上所述，本工程的用海方式合理可行。

7.3.2 用海方式比选

(1) 光伏阵列用海方式比选

本项目依托已建养殖池塘建设光伏发电项目，于池塘内建设光伏支架，项目在发电的同时要保障养殖池塘养殖活动的正常开展，光伏发电设备需建设在池塘水面以上，并

且防止海水对设备造成不利影响。

目前海上光伏主要有桩基固定式和漂浮式两种应用形式。漂浮式海上光伏主要适用于开放式用海，一般适用于水深不小于 5m 海域，对海域环境影响较小。

本项目选址于围海养殖池内，漂浮式光伏占用大面积的水面，对养殖活动的正常运营影响较大，考虑渔光互补立体开发，池塘内不适合漂浮式光伏建设。采用固定式桩基形式能与养殖实现立体综合开发利用，打造渔光互补的模式，实现海域资源的高效利用，有利于维护海域基本功能。项目在池塘内建设，对所在水文动力环境、冲淤环境没有影响，项目也不占用自然岸线，透水的用海方式不形成有效人工岸线，对生态系统的影响主要为少量桩基占用造成的生物资源的损失，有利于保护和保全区域海洋生态系统。

结合以上分析，光伏阵列选择桩基固定式的建设方式合理，用海方式为透水构筑物。

表 7.3.2-1 光伏阵列不同用海方式优缺点一览表

用海方式	优点	缺点
漂浮式	无桩基结构建设，不占用海域水体，无底栖生物损失	占用水面，对养殖活动影响大。
桩基固定式	整体性好，结构坚固，稳定性强，与水面预留养殖空间，兼容渔业养殖活动	桩基用量大，成本高

（2）箱变平台用海方式比选

本项目箱式变压器位于光伏阵列内，箱变基础可采用透水构筑物和非透水构筑物两种形式。相比非透水构筑物，透水式结构对海域自然属性影响更小，建设成本低，且所在海域工程地质条件，适宜透水桩基的建设，在满足项目需求的同时，更有利于维护海域基本功能，因此，箱变平台透水的用海方式是合理的。

表 7.3.2-2 箱变平台不同用海方式优缺点一览表

用海方式	优点	缺点
透水式	施工速度快，投资少、效益高；对养殖活动影响小，不占用养殖空间；对生态环境影响较小。	桩基建设有一定地质条件要求；需进行防腐措施。
非透水式	整体性好，结构坚固；维修量小，稳定性强。	占用养殖空间大，对海域环境影响大，成本高

（3）升压站用海方式比选

本项目升压站位于池塘内。受国家围填海政策限制，项目无法采用填海的方式进行建设，可采用桩基基础+现浇钢筋混凝土大平台的结构进行建设，桩基基础可采用透水式结构或非透水式结构。透水构筑物的用海方式相较于非透水构筑物，建设成本低，施工难度小，对海域生态环境影响小，更有利于维护海域基本功能，且不影响后期养殖活

动的开展。同时根据地勘资料，项目所在区域地质条件能够满足升压站建设要求。升压站平台透水构筑物的用海方式合理。

表 7.3.2-3 升压站不同用海方式优缺点一览表

用海方式	优点	缺点
透水式	施工速度快，投资少、效益高； 对养殖活动影响小，不占用养殖空间； 对生态环境影响较小。	桩基建设有一定地质条件要求； 需进行防腐措施。
非透水式	整体性好，结构坚固； 维修量小，稳定性强。	施工难度大； 占用养殖空间大，对海域环境影响大，成本高。

7.3.3 小结

本项目透水构筑物的用海方式对生态环境影响较小，有利于维护海域基本功能，与项目区自然条件相适宜，与用海活动相适宜。透水构筑物的用海方式与现有养殖活动相结合，空间资源利用率高。因此，本项目用海方式合理。

7.4 用海面积合理性分析

7.4.1 用海面积、类型及方式

项目申请用海总面积 779.2716hm²。用海方式一级方式为构筑物用海，二级方式为透水构筑物用海。

根据《海域使用分类》(HY/T123-2009)，项目用海类型一级类为工业用海，二级类为电力工业用海；根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，项目用海类型一级类为工矿通信用海，二级类为可再生能源用海。界址点坐标采用 CGCS2000 坐标系，中央经度为 119.5°。

7.4.2 用海面积计算

7.4.2.1 用海面积的计算方法

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定，依据《海籍调查规范》对工程用海位置和用海面积进行了测量和计算。依据现场测量数据及该项目的平面布置，采用解析法计算出各项目用海面积及拐点的坐标，绘制该项目的宗海图。

本项目面积测算采用 CGCS2000 坐标系，高斯—克吕格投影方式，中央子午线为 119.5°。绘图采用 AutoCAD 软件成图，面积量算直接采用该软件面积量算功能，其算法与坐标解析法原理一致。即对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 x_i 、 y_i (i 为界址点序号)，计算各宗海的面积 $S(m^2)$ 并转换为公顷，面积计算公式为：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

式中，S 为宗海面积 (m^2)， x_i ， y_i 为第 i 个界址点坐标 (m)。

7.4.2.2 用海面积的界定依据

(1) 用海面积界定的依据

一、选址位于围海养殖区、海上风电场区、电厂确权温排水区、长期闲置或废弃盐田等四类已开发建设区域的桩基固定式光伏方阵的用海方式界定为透水构筑物用海。可以每个方阵为宗海单元，用海界址以光伏方阵外侧光伏板垂直投影为界。

二、根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)，“透水构筑物用海范围的界定方法为：以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界，有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于 10m 保护距离为界。”电

力工业用海中“引桥、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 10m 距离为界”。

(2) 本项目用海面积界定

1) 光伏场区、箱变平台、电缆桥架界定依据

本项目选址于围海养殖区，用海界址以光伏方阵进行整体确权，光伏场区以光伏方阵外侧光伏板垂直投影为界，并将边界线在不影响整体走向的前提下尽量取直、规整，确定该区域用海边界。其中箱变平台外扩 10m 用海范围全部位于光伏场区垂直投影范围内。

项目界址点界定依据见图 7.4.2-1、图 7.4.2-2。项目界址点界定依据表见表 7.4.2-1。
略。

图 7.4.2-1a 光伏场区界址线确定（界址点 10、11、12）
略。

图 7.4.2-1b 光伏场区界址线确定（界址点 18、19、20）
略。

图 7.4.2-1c 光伏场区界址线确定（界址点 25、26、27、28、29、30、31）
略。

图 7.4.2-1d 光伏场区界址线确定
略。

图 7.4.2-1e 光伏场区界址线确定（界址点 36、37、38）
略。

图 7.4.2-1f 光伏场区界址线确定
略。

图 7.4.2-1g 光伏场区界址线确定

3) 海上升压站及进站道路

本项目海上升压站紧邻光伏场区，用海范围以透水构筑物垂直投影的外缘线外扩 10m 距离为界。进站道路采用透水桩基结构，连接升压站与昌邑市浦东沿海防潮堤，用海范围以透水构筑物垂直投影的外缘线外扩 10m 距离为界。
略。

图 7.4.2-2 升压站界址线确定

由此确定界址点 1-2-3-……-45 围成的区域为本项目最终的用海范围，用海面积为 779.2716hm²。项目用海界址图见图 7.4.2-3。

表 7.4.2-1 项目用海界址点界定表

序号	界址线	界定依据	备注
1	1-2-3、40-41-42、1-45	升压站外扩 10m	图 7.4.2-2
2	44-45、42-43	进站道路外扩 10m、与昌邑市蒲东沿海防潮堤工程的无缝衔接	图 7.4.2-2
3	3-4、31-32-33-34-35、39-40	电缆桥架外扩 10m	图 7.4.2-2、图 7.4.2-1c
4	界址点 6、9、13、14、15、16、17、21、22、32、33、34、35、39	光伏用海边界与已确权围海养殖项目重合点	图 7.4.2-1g
5	5-6-...-30	光伏组件垂直投影	图 7.4.2-1c
6	36-37-38	电缆桥架外扩 10m 后与昌邑市蒲东沿海防潮堤工程的无缝衔接线	图 7.4.2-1e

国家电投昌邑650MW光伏发电项目宗海位置图

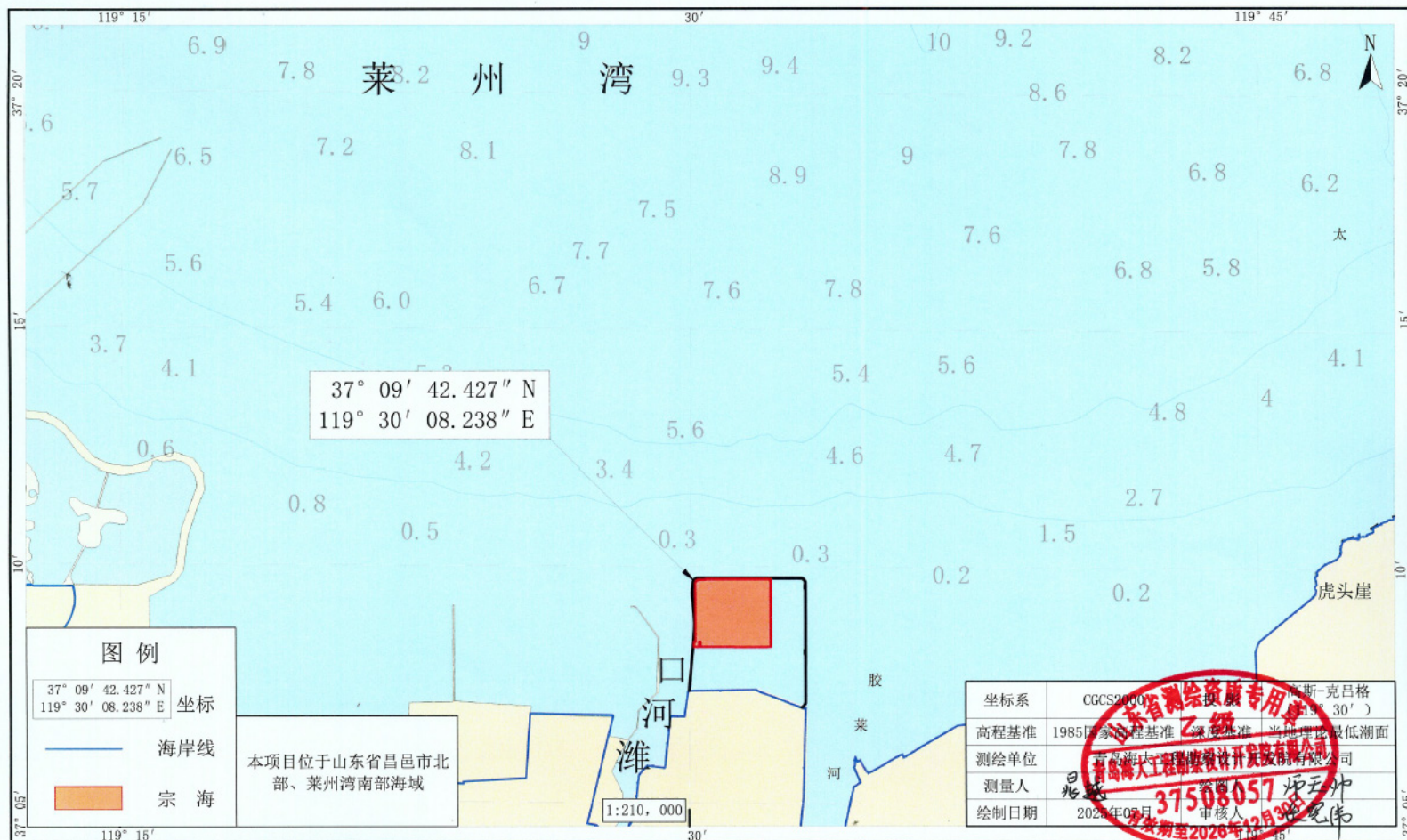


图 7.4.2-3a 宗海位置图

[illegible]

168

国家电投昌邑650MW光伏发电项目宗海立面示意图

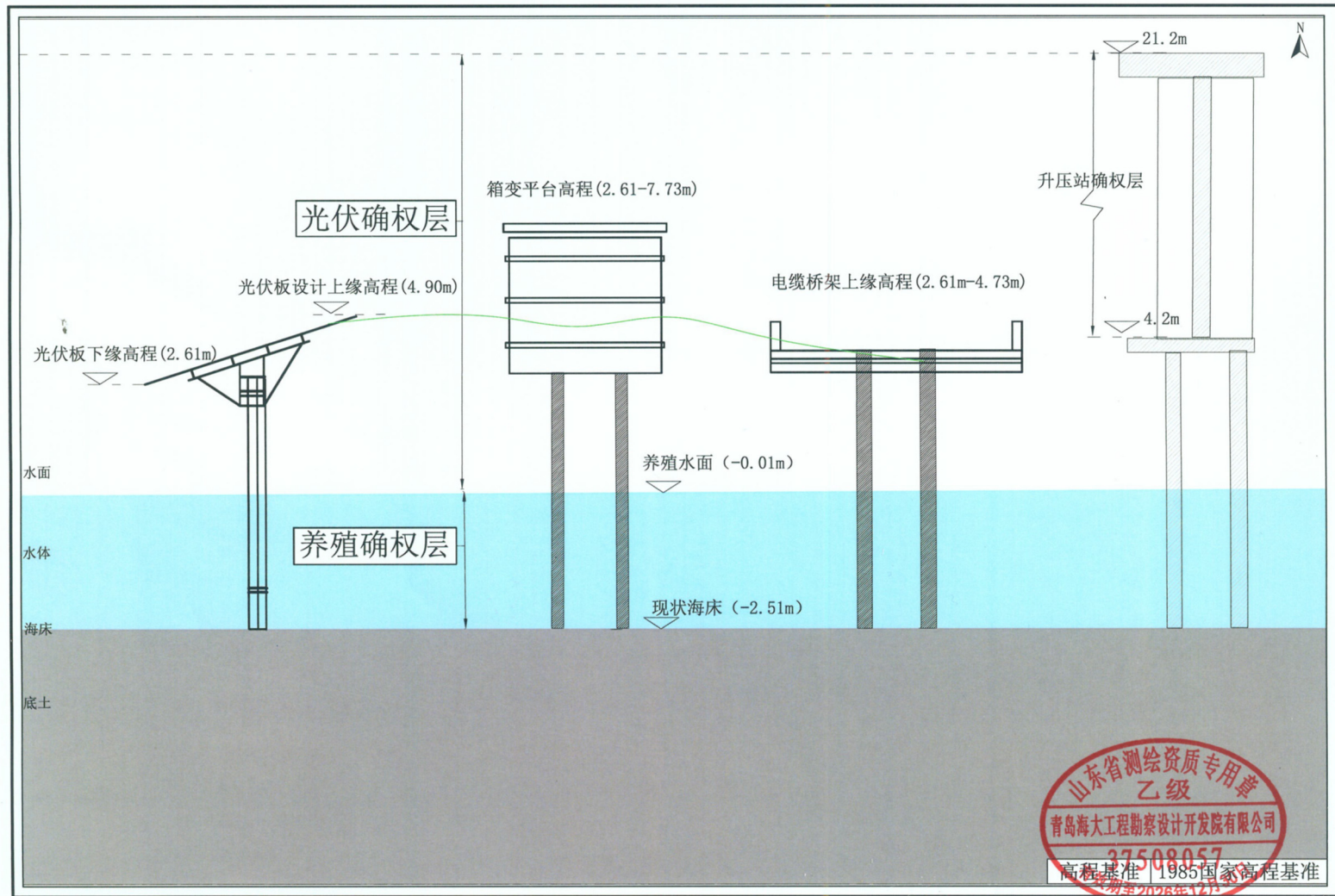


图 7.4.2-3c 宗海立面图



测绘单位	青岛海大工程勘察设计院有限公司
测量人	王斌
绘制日期	2025年07月



图 7.4.2-3d 附页

7.4.3 用海面积合理性分析

7.4.3.1 用海面积满足用海需求

项目位于山东省潍坊市昌邑市北部、莱州湾海域，光伏场区依托养殖池塘建设，形成“上可发电，下可养鱼”的发电模式。

工程规划建设交流容量 650MW，直流侧实际安装容量为 859.9591MW_p，容配比约为 1.32。工程建设内容包括光伏板、箱变平台、电缆桥架和升压站，均为涉海工程。项目紧邻西南侧新建一座 500kV 海上升压站，经 1 回 500kV 线缆接入中核 500kV 汇集站。

项目各用海设施布置均根据项目的设计装机容量电气设备类型，并参考《光伏发电站设计规范》（GB 50797-2012）等相关规范的要求进行布置，项目用海面积满足建设单位的用海需求。

7.4.3.1 用海面积符合相关行业设计标准和规范

（1）光伏方阵

工程规划建设交流容量 650MW，直流侧实际安装容量为 859.9591MW_p，容配比约为 1.323。本项目拟选用规格为 715W_p 的 N 型 TOPCon 单晶硅双面光伏组件，共安装光伏组件 12027404 块，组件尺寸为 2384×1303×33mm（长×宽×厚）。

项目根据光照情况及《光伏发电站设计规范》（GB50797-2012）进行设计，光伏组件采用倾角 23° 固定式，保证后排阵列不受前排遮挡，计算得出阵列前后排中心间距为 9.3m。本项目光伏组件、光伏支架的排列是满足设计规范、达到最高发电量的最佳选择。本项目光伏区利用现有养殖池等水体进行布设，充分利用有限的空间资源。光伏场区各光伏组件及光伏设备布置合理，符合《光伏发电站设计规范》（GB50797-2012），满足项目用海需求的同时，做到了集约节约用海，光伏方阵用海面积合理。

（2）升压站

升压站根据《变电站总布置设计技术规程》（DL/T 5056-2007）等相关规范设计，整体平面布置规整，并按照最终规模进行设计，升压站平面布置力求紧凑合理，在满足各设备防火要求的前提下，尽量缩小平台面积，升压站用海面积合理。

（3）小结

综上所述，项目光伏场区、电缆桥架、箱变平台及海上升压站共申请用海总面积 779.2716hm²，能够满足建设 650MW 的海上光伏发电需求，且符合《光伏发电站设计规

范》（GB50797-2012）《变电站总布置设计技术规程》（DL/T 5056-2007）等相关设计规范，项目用海面积合理。

7.4.3.2 海上光伏发电项目用海面积控制指标分析

表 7.4-2 光伏发电项目用海面积控制指标对照表 单位：公顷/兆瓦

效率 (%) 纬度 (°)	14	16	18	20	22	24	26	28	30
18	1.41	1.25	1.33	1.03	0.95	0.89	0.83	0.78	0.74
20	1.46	1.30	1.17	1.07	0.99	0.92	0.86	0.81	0.77
25	1.63	1.44	1.30	1.19	1.09	1.02	0.95	0.89	0.84
30	1.86	1.64	1.48	1.35	1.24	1.15	1.07	1.01	0.95
35	2.19	1.94	1.74	1.58	1.45	1.34	1.25	1.18	1.11
40	2.71	2.39	2.14	1.95	1.78	1.65	1.53	1.44	1.35

1、海上光伏发电项目的单位兆瓦用海面积控制指标按项目总装机规模和总确权用海面积计算，既用海又用地的光伏发电项目按总装机规模和用海用地总面积计算。

2、表中“效率”是指海上光伏发电项目光伏组件的全面积效率，“纬度”是指海上光伏发电项目光伏方阵中心点所处的纬度，表中数值为各档效率和纬度对应的单位兆瓦用海面积控制指标。介于本表所列各档效率和纬度之间的海上光伏发电项目，其对应的单位兆瓦用海面积控制指标可以采用线性插值进行计算。示例:海上光伏发电项目所处纬度介于表中相邻两档纬度之间的，相应效率对应的单位兆瓦用海面积控制指标的计算公式为：

$$S=A+(B-A)\times(c-a)/b$$

S:该效率下海上光伏发电项目所处纬度对应的单位兆瓦用海面积控制指标。

A:该效率下较低档纬度对应的单位兆瓦用海面积控制指标。

B:该效率下较高档纬度对应的单位兆瓦用海面积控制指标。

a:相邻两档中较低档的纬度数值。

b:相邻两档间的纬度数差值。

c:海上光伏发电项目所在海域的纬度数值。

不同效率的光伏发电项目，其单位兆瓦用海面积控制指标也可以采用线性插值法进行计算。

3、海上光伏发电项目受海洋地形、地貌、防灾减灾、生产安全等因素影响较大的，其单位兆瓦用海面积控制指标可进行不超过 15%的调整。

4、本指标适用于桩基固定式海上光伏发电项目，漂浮式海上光伏发电项目可参照执行。

本项目位于 37.09° N，光伏组件转换效率为 23.3%，根据用海面积控制指标计算公式， $S=A+(B-A) \times (c-a)/b=1.395+(1.715-1.395) \times (37.09-35)/5=1.5288$ ，单位兆瓦用海面积控制指标为 1.5288 公顷/兆瓦。

本项目单位兆瓦用海面积为 $779.2176/650MWp=1.1988$ 公顷/兆瓦，符合控制指标，项目用海面积合理。

7.4.4 减小面积的可能性

项目根据设计装机容量，按照《光伏电站设计规范》(GB50797-2012)《变电站总布置设计技术规程》(DL/T 5056-2007)等相关设计规范设计，计算了光伏场区及海上升压站的用海面积，光伏板倾斜角度、光伏组件间距等均为最优方案，同时优化了平面布置，用海面积符合相关设计规范及实际需要，项目用海在满足使用要求的基础上，用海面积最小，用海面积合理，不宜进一步减小。本次论证在确定最终用海范围时，根据《海籍调查规范》及工程实际情况确定了宗海界址，用海面积不宜减小。

7.5 立体空间布置合理性分析

7.5.1 空间分层利用合理性分析

(1) 养殖权属的有限排他性

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，海域是指“中华人民共和国内水、领海的水面、水体、海床和底土”，明确海域是立体的空间资源且包含 4 个层次。同时规定，海域使用是指“使用特定海域 3 个月以上的排他性用海活动”。对养殖权属而言，养殖活动用海立体空间层为水体，与利用水体类的开发利用活动具有排他性，其海域使用权排他性是有限的、有条件的。本项目用海立体空间层为水面以上空间，与养殖用海空间不冲突。

(2) 空间分层利用的适宜性

本项目光伏组件和箱变平台设计时,在满足《光伏电站设计规范》(GB50797-2012)对光伏区设备设计标高要求的同时,充分考虑了对下部养殖的影响。综合考虑养殖池生产要求、工程地质、水文气象条件、场地标高等因素,确定了光伏组件、箱变平台、海上电缆桥架及升压站的高程。根据图 7.2.5-1,本项目采用桩基形式建设,光伏组件最低出露养殖水面 2.6m。

参考《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),本项目立体确权范围界定如下:

1、光伏确权层为水面,光伏确权层整体高程范围为 2.61m-21.2m(以下均为 1985 高程基准)。其中光伏组件设计高程为 2.61m-4.90m,箱变平台设计高程为 2.61m-7.73m,电缆桥架设计高程为 2.61m-4.73m。升压站设计高程在 4.2m-21.2m 之间。

2、养殖层确权层为水体,确权高程在-0.01m 至-2.51m 之间。

项目主要利用水面上部空间进行光伏发电,主要利用空间与养殖活动空间不冲突。本项目组件前后排水间距确定为 9.3m,组件之间满足养殖正常运营。

根据养殖池塘的养殖工艺,虾、蟹在养殖过程中,投苗和投饵使用小型人工船,光伏组件之间的间距满足小型木船通行。本项目占用池塘养殖的品种为虾、蟹,由于光伏板对太阳光的遮挡作用,改变了养殖环境,一定程度上减缓水温的上升,有利于防止夏季水温过高对虾、蟹产生的不利影响,对于虾、蟹的生长不会产生明显不利影响。

综上,本项目与养殖活动具有较好的适宜性,养殖用海立体空间层为水体,本项目用海立体空间层为水面以上空间,同一空间海域范围内同时开展渔业养殖和光伏发电是可行的。

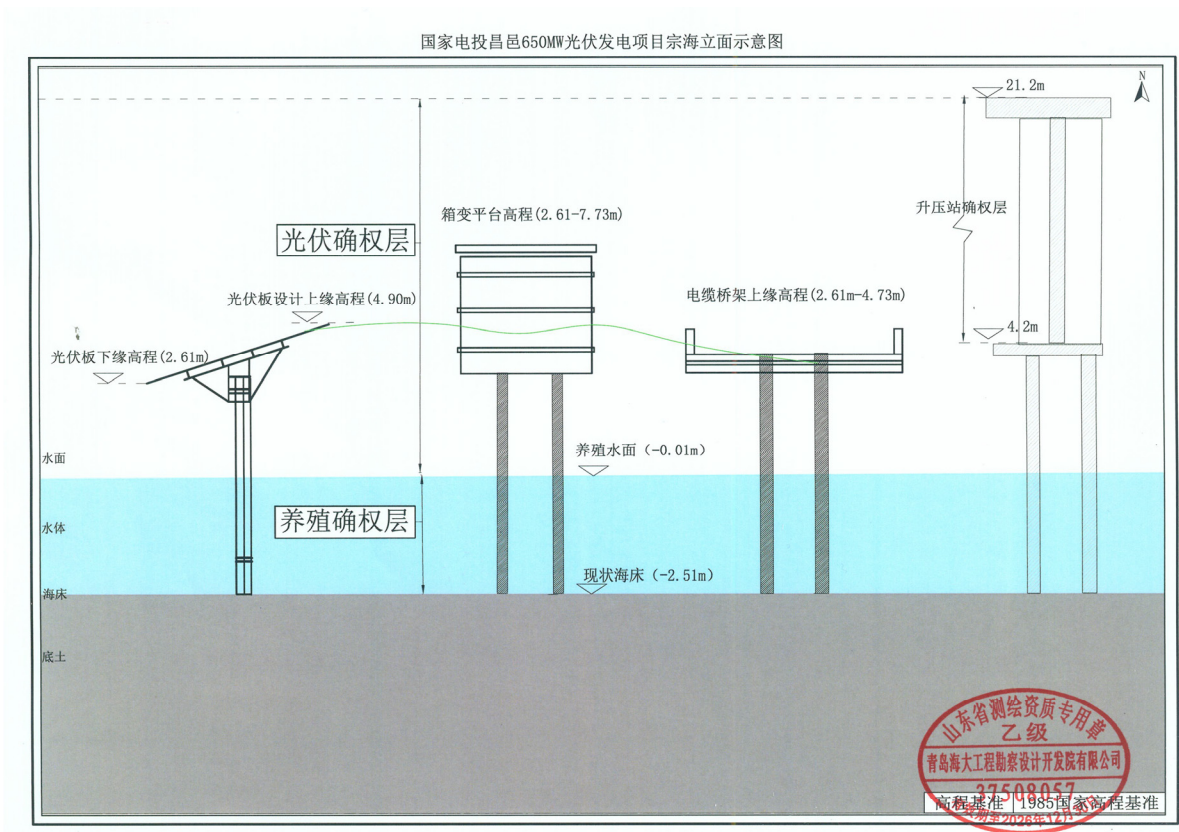


图 7.2.5-1 立体空间范围示意图

7.5.2 规划符合性分析

根据《山东省海洋局关于推进海上光伏发电项目海域立体使用的通知》“实施立体综合开发利用的海上光伏发电项目，在海域使用论证中，应依据国土空间规划中明确的海域基本功能和兼容功能，充分论证用海活动的规划符合性”。

根据《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，项目位于潍坊东港区交通运输内。本工程基于养殖池建设渔光互补光伏发电项目，形成上可发电下可养鱼的运营模式。项目位于养殖池内，项目建设不开展疏浚等工作，不改变周边海域水深地形，不占用河口航道，项目能够保障交通运输主体功能的发挥。符合该功能区“基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时允许兼容渔业等功能”的空间用途准入要求。因此本项目建设符合《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

因此，项目建设具有良好的规划符合性。

7.5.3 立体设权必要性

本项目的建设为潍坊市提供清洁能源，缓解潍坊市电网的供需矛盾，是能源供应安全和可持续发展、改善生态、促进清洁能源转换的需要，是建立健全绿色低碳循环发展经济体系的需要，符合国家“碳达峰、碳中和”战略目标的实施，项目建设是必要的。

本项目占用空间面积较大，建设地点分布大面积的围海养殖池塘，项目在此建设，能够充分利用该地区丰富空间资源，实现海域资源的有效利用。项目满足国土空间规划的基础上，在围海养殖池塘内进行建设，渔业养殖与太阳能发电互不冲突，利用不同层次的海域空间，具备立体设权的条件。

海域是三维立体空间，多数海域使用是使用海域垂直方向的部分范围，对海域进行立体化确权管理是集约利用海域资源的必然趋势。根据《山东省海洋局关于推进海上光伏发电项目海域立体使用的通知》要求，实施立体综合开发利用的海上光伏发电项目和其他类型项目，应按实际用海类型、方式、面积、使用年限及所在海域的使用金征收标准，分别计征海域使用金。《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）》也提出“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”。本项目立体设权符合相关海域管理要求，提高了海域有限资源的利用效率。

综合以上分析，本项目采取立体设权方式用海，具有必要性。

7.6 用海期限合理性分析

用海期限考虑的因素主要有工程设计使用寿命、业主的用海要求、海域使用权最高期限等，而用海期限的最终确定还应通过项目用海与海洋政策、利益相关者和海域资源环境状况等因素的关系分析后确定。

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”。

本工程建设光伏发电项目，项目采用的光伏支架和光伏板设计寿命为 25 年，桩基基础设计寿命为 50 年，建设工期为 15 个月。本项目用海期限按照光伏支架和光伏板设计寿命加上建设工期来申请，同时预留足够时间在施工后开展一定的修复措施，因此

申请用海期限为 27 年，满足项目使用需求的同时符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定。因此项目用海期限合理。

当本项目海域使用权期限届满且工程完好，建设单位需要继续使用海域时，可在期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

8 生态用海对策措施

8.1 产业准入

项目建设符合国家产业政策要求；根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，项目属于鼓励类中的“五、新能源 2.可再生能源利用技术与应用：高效率低成本太阳能光伏发电技术研发与产业化”，本项目建设渔光互补光伏发电项目，符合国家产业政策，为鼓励类项目。

8.2 区域限制

根据《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》，项目位于海洋开发利用空间，距离最近的海洋生态保护红线为项目西侧 1.31km 的昌邑滨海重要滩涂及浅海水域生态保护红线。

根据《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035年）》，项目位于潍坊东港区交通运输内。本工程基于养殖池建设渔光互补光伏发电项目，形成上可发电下可养鱼的运营模式。项目位于养殖池内，项目建设不开展疏浚等工作，不改变周边海域水深地形，不占用河口航道，项目能够保障交通运输主体功能的发挥。符合该功能区“基本功能为交通运输用海，在基本功能未利用时允许兼容渔业等功能”的空间用途准入要求。

8.3 岸线控制

本项目不占用岸线，建成后不形成岸线。项目周边岸线以人工岸线、其他岸线为主，附近不存在优质沙滩、典型地质地貌景观、重要滨海湿地、红树林、珊瑚礁、历史人文遗迹。

8.4 设计优化

工程规划建设交流容量 650MW，直流侧实际安装容量为 859.9591MWp，容配比约为 1.323。工程建设内容包括光伏板、箱变平台、电缆桥架、海上升压站以及进站道路，均为涉海工程。

项目根据设计装机容量，按照《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）等相关设计规范设计，计算了光伏场区及海上升压站的用海面积，光伏板倾斜角度、光伏组件间距等均为最优方案，同时优化了平面布置，用海面积符合相关设计规范及实际需要。

项目设计光伏阵列方位角、倾角的选择均以保障最大发电量为原则，光伏组件的选择高效利用空间资源。项目光伏区光伏支架及箱变的布置，在保障最大发电量的同时，符合《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）。

同时结合项目当前协调养殖池情况，本项目建设方案对海洋生态环境影响较小，布置紧凑，用海面积小，更能节省海域空间。

8.5 生态建设方案

8.5.1 生态建设目标和重点

项目不占用自然岸线，位于现有养殖池内部，对水文动力和冲淤环境影响较小，项目用海主要生态问题为海洋生物资源损失。生态修复从海域系统服务统筹一体化考虑，针对主要生态问题，通过生态修复措施，恢复海洋生态环境。

建设单位拟采取增殖放流，对海域的生态环境进行修复补偿，提高海洋生物资源总量和生物多样性。

8.5.2 生态用海对策

8.5.2.1 施工期生态用海对策措施

施工期对海域生态环境的影响主要表现在场区内桩基施工时，为保护生态环境，在环境管理体系指导下，项目施工期应进行精密设计，尽量缩短工期，减小施工对周围地形地貌等环境的影响。项目具体采取以下工程生态保护措施：

（1）合理安排池塘内桩基打桩施工进度、施工机械的数量和施工位置等，提高工作效率；

（2）光伏阵列及电气设备必须严格按设计规划指定位置来放置，各施工机械和设备不得随意堆放，以便能有效地控制占地面积，更好地保护原地貌；

（3）施工优先采用环保型设备，在施工条件和环境允许的条件下，进行“绿色”施工，可以有效降低扬尘及噪声排放强度，保证其达标排放；

（4）施工机械设备使用后的废油，必须集中回收处理，统一回收后送至有处置资质的单位进行处理。

8.5.2.2 营运期生态环境保护措施

运营期光伏场区现场不常设员工，不产生生活污水，运营期废水为光伏板清洗废水，直接排入养殖池，不会对外部海洋环境造成明显影响。项目产生的污染物均有合理的处置措施。

8.6 生态保护修复措施

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023 年 10 月 24 日修订），“国家鼓励科学开展水生生物增殖放流，支持科学规划，因地制宜采取投放人工渔礁和种植海藻场、海草床、珊瑚等措施，恢复海洋生物多样性，修复改善海洋生态”政策。根据有关法律、法规，按照“谁建设、谁治理、谁补偿”的原则，在开发建设过程中，建设单位做为生态补偿的责任主体，应采取生态修复和补偿措施，缓解和减轻工程对所在海域生态环境的不利影响。针对项目建设对生物资源造成的损失，建设单位可委托有资质的单位编制具体的生态修复实施方案。

参照《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》，修复类型包括岸线修复、滨海湿地修复、海洋生物资源恢复、水文动力及冲淤环境恢复、无居民海岛生态修复。

表 8.6.1 《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》生态修复措施一览表

序号	修复类型	修复内容
1	岸线修复	涉及海岸线修复的，应重点关注岸线类型和功能，采取沙滩养护、堤坝拆除、生态海堤建设等措施，形成具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线，提升生态涵养功能和灾害防御能力。
2	滨海湿地修复	涉及滨海湿地恢复的，应重点关注生态系统完整与健康，采取水系恢复、植被保育、退养还滩、退耕还湿、异地修复、外来物种防治等措施，尽可能恢复受损滨海湿地的结构与功能。需开展异地修复的，应明确选址方案、修复规模、修复对象等。
3	海洋生物资源恢复	涉及海洋生物资源恢复的，应重点关注围填海造成的资源损失，通过大型藻类种植、增殖放流、人工鱼礁投放等措施，提高海洋生物资源总量和生物多样性。
4	水文动力及冲淤环境恢复	涉及水文动力及冲淤环境恢复的，应重点关注纳潮量、水交换能力、岸滩稳定性及其引起的生境变化，可采取堤坝拆除、清淤疏浚等措施，改善水文动力与冲淤环境。
5	无居民海岛生态修复	涉及无居民海岛的，应重点关注海岛生态系统独立性，可采取连岛堤坝拆除和海岛复绿等措施，恢复海岛生态系统的结构与功能。

1、本项目距离海岸线较远，项目的实施不会对岸线形态及岸滩演变产生影响，根据所在海域海岸线位置及开发利用情况，不适宜开展岸线修复；

2、本项目周边主要开发利用现状为围海养殖项目及盐田，项目位于养殖池塘内，受堤坝阻隔项目区自然潮汐下不上水，滨海湿地属性较弱，不会对周边海域滨海湿地产生明显影响，不易开展滨海湿地修复；

3、本项目位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区内，光伏场区施工及光伏板桩基占用海域，不可避免的会对保护区渔业资源产生影响。根据《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，渔业资源损失经济补偿用于保护区管理部门的渔业资源及生态环境修复。主要包括增殖放流、渔业资源养护与管理等内容，使得渔业资源及生态环境得到尽快恢复和可持续利用。此外，本项目于围海养殖池塘上方建设，对下方围海养殖池塘养殖环境产生一定影响，为了解光伏板遮光效应对下部养殖池塘环境的影响，应开展养殖池塘环境跟踪监测。

4、本项目建设渔光互补光伏场区，为清洁能源。本项目建设对水文动力和冲淤环境影响很小，项目所在区域受养殖池塘及防潮堤与外部海域阻隔，项目建设不会对周边海域水动力及地形地貌及冲淤环境产生影响，不宜开展水文动力及冲淤环境恢复。

5、项目周边不涉及无居民海岛的开发利用，无需关注海岛生态系统独立性，因此本项目无需开展无居民海岛生态修复。

8.6.1 生态建设目标及资金使用

本项目位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区内，光伏场区施工及光伏板桩基占用海域，不可避免的会对保护区渔业资源产生影响。

根据《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》(报批稿)，渔业资源损失经济补偿用于保护区管理部门的渔业资源及生态环境修复，渔业资源损失经济补偿金约 826.90 万元。

项目拟采取生态修复措施为《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》中明确的增殖放流、保护区资源及主要物种调查等措施，使渔业资源及生态环境得到尽快恢复和可持续利用。

昌邑市海洋事业发展中心出具了《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目生态保护修复措施意见》(附件 15)。

渔业资源修复措施由建设单位采用招标形式实施，以确保渔业资源损失经济补偿金落实到位且均用于保护区渔业资源和生态环境修复工作。渔业资源修复资金分配见表 8.6.2。

表 8.6.2 渔业资源修复资金分配表

项目	资金（万元）	占比
		30%
		40%

		22%
		8%
		100%

8.6.2 生态保护修复措施

8.6.2.1 增殖放流

根据辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾保护区的保护对象，结合该海域生物特点、放流经验和当地鱼苗市场情况，青蛤、文蛤等底栖贝类未形成增殖放流产业化，无法满足增殖放流苗种需求，因此本次生态修复方案选择保护区主要保护对象中国明对虾、三疣梭子蟹为增殖放流品种，有利于快速恢复中国明对虾、三疣梭子蟹资源量，增殖放流效果显著。

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》“附件 2-3 海洋主要增殖放流物种适宜性评价表”，中国对虾、三疣梭子蟹功能定位为种群修复、渔民增收，上述放流物种符合本项目渔业资源修复原则，因此符合《山东省“十四五”水生生物增殖放流发展规划》和《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》。

表 8.6.3 增殖放流方案*

生物品种	规格	拟放流数量	单价	金额 (万元)
中国明对虾	体长 $\geq 10\text{mm}$	12400 万尾	100 元/万尾	124.00
三疣梭子蟹	二期稚蟹 (头胸甲宽 6mm~8mm)	1240 万只	1000 元/万只	124.00
合计	248.00 万元			

***放流品种和数量可根据当时当地实际情况和价格做适当调整**

中国明对虾是一种暖水性、进行长距离洄游的大型虾类，其经济价值非常高，曾是黄海、渤海虾流网和底拖网的主要捕捞对象和支柱产业。为了保护对虾资源和恢复对虾产量，国家相关部门不仅加强了野生虾群的保护和海域的管理，同时还进行了中国明对虾的增殖放流工作。山东省自 1984 年，每年 5 月下旬至 6 月中旬，在山东半岛南部、渤海湾南部及莱州湾等海域进行中国明对虾的增殖放流。

三疣梭子蟹是一种资源补充快，恢复性强，增殖潜力巨大的渔业物种。山东省自 20 世纪 80 年代逐步开展三疣梭子蟹的增殖放流试验，2005 年开始了以政府为主导的规模性三疣梭子蟹增殖放流。目前三疣梭子蟹放流活动是山东省重要增殖项目之一。

中国明对虾适宜的放流时间为 5 月 20 日至 6 月 5 日，底层水温需在 14℃以上；三疣梭子蟹适宜放流时间为 5 月 20 日至 6 月 15 日，放流时底层水温需在 12℃以上。

表 8.6.4 增殖放流实施内容及适宜放流时间和温度

序号	放流物种	适宜放流时间	适宜放流温度
1	中国明对虾	5 月 20 日~6 月 5 日	底层水温在 14℃以上
2	三疣梭子蟹	5 月 20 日~6 月 15 日	底层水温在 12℃以上

8.6.2.2 保护区渔业资源及主要保护物种调查

一、保护区主要保护物种调查

为了解辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾保护区的资源及主要保护物种现状情况，保护和恢复保护区的生态系统及其功能，为相关报告的编制提供背景资料和依据，并提出有效措施保护海洋环境和主要保护对象，开展保护区资源及主要保护物种调查是十分必要的。

(1) 调查站位及时间

根据《海洋调查规范》(GB/T 12763.6-2007) 和《海洋渔业资源调查规范》(SC/T 9403-2012) 等的相关要求，在项目海域按照“均匀设站、重点加密”的原则设置保护区资源及主要保护物种调查站位 12 个，调查站位及经纬度信息见图 8.6.1 和表 8.6.5。

保护区资源及主要保护物种调查共进行 2 次，春秋季各一次。

表 8.6.5 保护区资源及主要保护物种调查站位经纬度

站位	经度 (E)	纬度 (N)	站位	经度 (E)	纬度 (N)
S1			S7		
S2			S8		
S3			S9		
S4			S10		
S5			S11		
S6			S12		

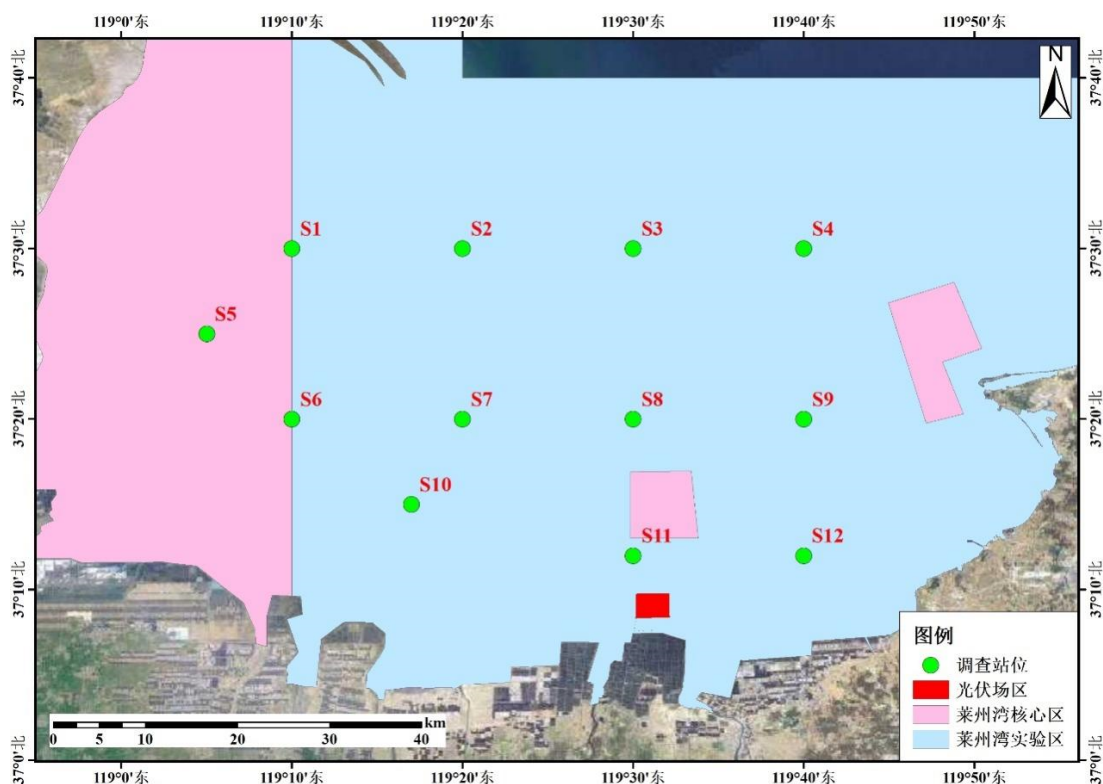


图 8.6.1 保护区资源及主要保护物种调查站位分布图

(2) 调查内容

1. 鱼卵、仔稚鱼种类组成、数量分布及资源密度；
2. 渔获物种类及其组成、渔获物（重量、尾数）组成、资源密度（重量、尾数）、优势种、物种多样性（丰富度指数、多样性指数和均匀度指数）以及种群结构等；
3. 选取保护区主要保护对象中国明对虾、三疣梭子蟹、小黄鱼开展生物学特性分析，掌握其出现频率、渔获量、资源密度及分布状况，将其体长与体重数据进行回归拟合，构建回归曲线，分析其生长特性。

(3) 调查方法

1、鱼卵仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼是鱼类资源进行补充和可持续利用的基础，在鱼类生命周期中数量最大、对环境的抵御能力最弱，是死亡最多的敏感发育阶段，这期间在形态学、生理学和生态学等特性方面均发生很大的变化，其孵化和成活率的高低、残存量的多寡将决定鱼类世代的发生量，即补充群体资源量的密度。

鱼卵、仔稚鱼调查根据《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）的有关要求执行。定量样品采集使用浅水 I 型浮游生物网（口径 50cm，长 145cm）自底至表垂直取样，定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80cm，长 280cm）表层

水平拖网 10min, 拖网速度 2kn。采集的样品经 5%甲醛海水溶液固定保存后, 在实验室进行样品分类鉴定和计数。

2、渔业资源

渔业资源拖网调查按《海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查》(GB/T 12763.6-2007)、《海洋水产资源调查手册》等的相关规定执行。渔业资源拖网调查所用网具为单拖底拖网, 每站拖曳 1 h, 平均拖速 3.0 kn。网具规格及拖曳时的网口宽度等参数需与租船方核对, 用于计算每站的实际扫海面积与资源密度。渔获物在船上鉴定种类, 并按种类记录重量、尾数等数据, 样本冰冻保存带回实验室详细测定生物学数据。

(4) 评价方法

1、渔业资源密度(重量、尾数)估算方法

1) 鱼卵、仔稚鱼资源密度计算公式:

$$G=N/V;$$

式中: G 为单位体积海水中鱼卵或仔稚鱼个体数, 单位为粒每立方米或尾每立方米 (ind./m^3); N 为全网鱼卵或仔稚鱼个体数, 单位为粒或尾 (ind.); V 为滤水量, 单位为立方米 (m^3)。

2) 渔业资源密度计算公式:

由于各种渔业资源的生态习性不同, 对网具的反应也不一样, 网具对不同种类的捕获效率不同。同时, 各站位拖网时间也无法完全一致, 需对调查数据进行标准化处理。以调查网具拖速 3.0 kn、拖网时间 1 h 为基准, 根据各站位扫海面积(网口宽度 $\times$ 平均拖速 $\times$ 拖网时间)对调查数据进行标准化处理。

资源密度的计算采用扫海面积法, 基本原理是通过拖网时网具扫过的单位面积内捕获的渔业资源的数量, 计算单位面积内的资源密度。公式如下:

$$\rho=D/(p \cdot a)$$

式中: ρ 为资源密度; D 为相对资源密度, 即平均渔获量; a 为网次扫海面积; p 为网具捕获率。

捕获率表示网具对鱼类等的捕捞效率, 在网具规格选定的情况下, 它主要取决于不同鱼类对网具的反应, 各种鱼类等的生态习性不同, 对网具的反应也不一样。根据鱼类等的不同生态习性, 把鱼类资源大体上分为三类: 一类是底栖鱼类, 主要是鳎目和鲽形目等, 它们基本上终日生活在海底, 游泳能力不强, 网具所拖过的地方大多被捕获, 捕

获率取 0.8；另一类是中上层鱼类，主要是鲱形目、鲈形目、鲳亚目的鱼类，这些鱼类主要在中上层，活动能力很强，底拖网所拖过的地方只有小部分被捕获，捕获率取 0.3；第三类是底层鱼类，介于底栖鱼类和中上层鱼类之间，该类群一般分布在中下层，有一定的活动能力，并有昼夜垂直移动习性，捕获率取 0.5。头足类捕获率取 0.5。虾类、蟹类捕获率取 0.8。

2、渔业资源评价方法

1) 相对重要性指数：

从各种类在数量、重量中所占比例和出现频率 3 个方面进行优势种的综合评价，判断其在群落中的重要程度，即：

$$IRI=10000 \times (N+W) \times F;$$

式中：IRI 为相对重要性指数；N 为在数量中所占的比例；W 为在重量中所占的比例；F 为出现频率。以 $IRI \geq 1000$ 的种类为优势种， $100 \leq IRI < 1000$ 的种类为重要种， $10 \leq IRI < 100$ 的种类为常见种， $IRI < 10$ 的种类为少见种。

2) 物种丰富度指数 (Margalef)：

$$D = (S-1) / \ln N;$$

式中：D 为物种丰富度指数；S 为种类数；N 为总尾数。

3) 物种多样性指数 (Shannon-Wiener)：

根据各个种类所占比例进行分析，即：

$$H' = -\sum P_i \ln P_i;$$

式中：H' 为物种多样性指数；P_i 为 i 种鱼的群落中所占的比例。

4) 物种均匀度指数 (Pielou)：

$$J' = H' / \ln S;$$

式中：J' 是为物种均匀度指数；H' 为物种多样性指数；S 为种类数。

5) 体长体重回归方程

$$W_i = aL_i^b$$

其中 W_i 代表第 i 龄或第 i 体长组或第 i 个体的体重；L_i 代表全长、体长或叉长；其中 a 和 b 是待定的系数，需通过实际数据来拟合确定。

二、运营期监测计划

1、调查站位

根据均匀设站、重点加密原则，在光伏场区布设生态环境跟踪监测站位，在项目区及邻近海域布设监测站位 12 个，包括项目区内 9 个（1~9 号），项目区外 3 个（10~12 号）。监测站位图见图 8.6.2，监测站位经纬度信息及监测项目见表 8.6.6。海上调查、样品采集与分析、数据处理与评价方法等均严格按照相关国家标准执行。

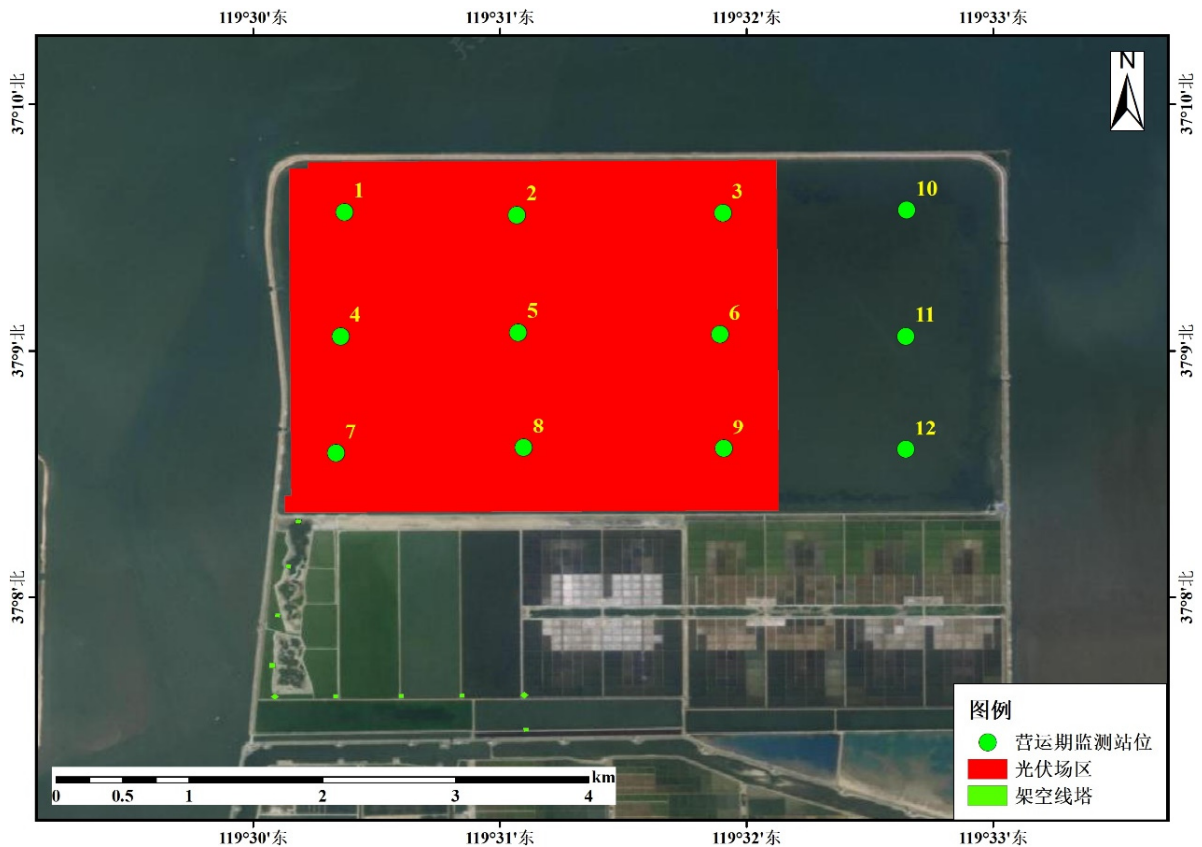


图 8.6.2 项目区海域生态环境跟踪监测调查站位图

表 8.6.6 项目区海域生态环境跟踪监测调查站位经纬度信息

2、调查时间

项目建成运营后，共监测 2 次，春秋季各一次。

3、调查内容

（1）海水环境

调查分析项目区及邻近海域海水水文环境和水化学环境特征，水文环境调查项目包括水温、水深、盐度、透明度、光照，水化学调查项目包括溶解氧、pH、活性磷酸盐、亚硝酸盐、硝酸盐、铵盐、化学需氧量和重金属（铜、铅、锌、铬、镉），分析海水水文和水化学环境现状及其时空变化趋势，综合评价项目区及邻近海域的海水水质特征。其中重金属仅在春季开展调查一次。

(2) 生物生态环境

调查分析项目区及邻近海域海水叶绿素 a 的含量及其分布特征, 以及浮游植物、浮游动物和底栖生物的种类及数量 (生物量) 时空分布特征, 分析该海域的初级生产力, 掌握浮游生物和底栖生物群落结构及其时空变化特征, 综合评价项目区及邻近海域的生物生态环境特征。

4、调查方法

(1) 海水水文环境

监测项目包括水温、水深、盐度、透明度、光照, 通过以下方法完成即时测定 (表 8.6.7):

表 8.6.7 海水水文要素检测方法

项目	监测项目	检测方法
水文	水温	温盐深仪 (CTD) 即时测量
	水深	温盐深仪 (CTD) 即时测量
	盐度	温盐深仪 (CTD) 即时测量
	透明度	透明圆盘即时测量
	光照	日射强度计即时测量

(2) 水体化学环境

监测项目包括溶解氧、pH、活性磷酸盐、亚硝酸盐、硝酸盐、铵盐、化学需氧量和重金属 (铜、铅、锌、铬、镉)。调查中水质样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》(GB17378.4-2007) 的要求执行。样品采集过程中采取严格的质量控制措施, 避免样品污染。样品检测标准及分析方法见表 8.6-8:

表 8.6.8 水体化学要素检测标准及分析方法

序号	监测项目	引用标准和测定方法	检出限
1	溶解氧	GB17378.4-2007/31 碘量法	0.05mg/L
2	pH	GB17378.4-2007/26pH 计法	--
3	活性磷酸盐	HY/T147.1-2013 流动分析法	0.72μg/L
4	亚硝酸盐	HY/T147.1-2013 流动分析法	0.35μg/L
5	硝酸盐	HY/T147.1-2013 流动分析法	0.6μg/L
6	铵盐	HY/T147.1-2013 流动分析法	1.08μg/L
7	化学需氧量	GB17378.4-2007/32 碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
8	铜 (Cu)	HY/T147.1-2013/5 电感耦合等离子体质谱法	0.12μg/L
9	铅 (Pb)	HY/T147.1-2013/5 电感耦合等离子体质谱法	0.07μg/L
10	锌 (Zn)	HY/T147.1-2013/5 电感耦合等离子体质谱法	0.10μg/L
11	铬 (Cr)	GB17378.4-2007/10.1 电感耦合等离子体质谱法	0.05μg/L
12	镉 (Cd)	HY/T147.1-2013/5 电感耦合等离子体质谱法	0.03μg/L

(3) 生物生态环境

监测项目包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物。样品采集、保存及分析方法如下：

叶绿素 a：取海水样品 1000 mL，经孔径 0.45 μm 的滤膜过滤后，干燥冷藏保存，采用分光光度法在波长为 664 nm、647 nm、630 nm 和 750 nm 处进行分析，按 Jeffrey-Humphrey 公式计算叶绿素 a 的含量，公式如下：

$$\rho_{\text{Chl-a}} = (11.85E_{664} - 1.54E_{647} - 0.08E_{630}) \times v / (V \times L);$$

式中： $\rho_{\text{Chl-a}}$ ——样品中叶绿素 a 的含量， $\mu\text{g/L}$ ；

v ——样品提取液的体积，mL；

V ——藻液实际用量，L；

L ——测定池光程，cm。

浮游生物：浮游动物、浮游植物样品采集采用浅水标准 I、III 型浮游生物网，自海底垂直拖到水面，样品用 5% 福尔马林溶液固定保存，室内进行种类鉴定及数量（重量）测定。最后将浮游植物出现的个体数换算成 cells/m^3 ；浮游动物个体数换算成个/ m^3 ，生物量换算成 mg/m^3 ，作为调查水域的浮游生物现存量指标。

底栖生物：底栖生物样品采集采用 0.05 m^2 抓斗式采泥器，每个调查站位采集表层沉积物 4 次，所获样品经孔径为 0.5 mm 或 1 mm 的套筛冲洗后，挑拣全部生物个体作为一个样品，生物标本浸 75% 甲醛溶液中固定保存。生物量根据甲醛标本重量计算，称重 0.001 g 精度的电子天平上进行。最后将底栖生物密度换算成个/ m^2 和 g/m^2 作为调查水域的现存量指标。

8.6.2.3 保护区管理能力提升及宣传教育

辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区于 2007 年 12 月由原农业部公告第 947 号批准建立。国家级水产种质资源保护区的设立旨在保护水生生物的重要生长繁育区域，确保生物多样性的维护，促进生态平衡和可持续发展。通过实施特别保护期和一般保护期的管理措施，禁止或限制人类活动，以减少对保护对象及其生存环境的破坏，确保水生生物资源的可持续利用。目前，因保护区缺乏边界指示设施、公众缺乏对保护区的了解等各方面原因，导致保护区的管理工作难度加大，因此加强保护区管理能力提升及宣传教育，让公众认识并了解保护区显得尤为重要，有助于提高公众对水生生物保护的意识，促进社会各界对水生生物保护的参与和支持。

考虑到保护区管理能力提升及宣传教育任务较重且单个项目渔业资源修复资金有限，实施单位可与当地渔业主管部门及时沟通，合理分配资金用途，使补偿金得到有效利用，确保修复措施落实到位。保护区设施建设的主要措施如下：

1.科普知识宣贯。通过科普动画、短视频等方式，在媒体、视频号等进行宣传，不少于5个，每个1-2分钟。制作宣传手册、明白纸等宣传资料，在节假日、活动日等重要节点，向群众发放；在保护区重点防控区域设置宣传栏，开展政策、科普知识等系列宣贯。

2.制作保护区保护宣传视频。针对保护区基本情况介绍、种质资源、保护物种、政策法规、渔业生态安全、渔政执法安全、增殖放流等保护区管理的政策等，制作综合视频，在保护区周边区域开展宣传。综合视频，不少于10分钟，3年内免费修改，在省级及以上主流媒体推广。

3.保护区工作新闻报道。围绕保护区情况、综合管理、增殖放流、水质和渔业资源情况等方面的工作内容，通过文字、图片、视频等服务方式，发布在省级及以上主流媒体，充分展现我省种质资源保护区管理工作成果。在省级及以上主流媒体报道宣传信息5篇、新闻短视频2个。

4.保护区界碑界标制作。设计保护区界碑样式，在显著区域设置界碑，并在制作浮标，明确保护区边界。

8.6.2.4 生态补偿措施的效果评估及技术监管

通过利用渔业资源损失补偿金（826.90万元）进行各项渔业资源修复措施，可以在一定程度上弥补项目对海洋渔业生态环境和渔业资源造成的损失，加快实现海洋生态损害修复与环境保护，确保保护区得到有效保护和管理。生态补偿措施的效果评估及技术监管旨在对渔业资源修复措施在专业技术角度进行全面效果评估与监管，以促进渔业资源补偿的有效实施和价值最大化。

本报告中生态补偿措施的效果评估及技术监管主要针对增殖放流进行。

为充分了解增殖放流效果，需由渔业主管部门认可的第三方开展增殖放流效果评估工作。增殖放流活动实施后，开展增殖放流效果跟踪调查，分析放流种类的生长率、成活率和回捕率；结合大面调查，查清放流种类的生长、分布情况，结合社会走访调查，分析本次增殖放流产生的社会、经济和生态效益，撰写增殖放流效果评价报告，为渔业主管部门增殖放流提供数据支撑。

1.本底调查

通过社会走访和收集资料等方式开展本底调查，重点调查潍坊市海域中国明对虾、三疣梭子蟹的本底数量、“三场一通道”相关情况。

2.跟踪调查

（1）调查时间和内容

增殖放流后 1 个月之内进行跟踪调查，调查内容包括中国明对虾、三疣梭子蟹的数量与分布，分析增殖放流物种群体组成特征等。

（2）调查站位

在放流点周围布设 2-3 个调查站位，利用专用网具进行跟踪调查。

3.大面调查

（1）调查时间和内容

增殖放流后 3-4 个月开展大面调查，具体时间可以视具体情况进行调整。

调查内容包括中国明对虾、三疣梭子蟹的数量及群体组成，渔业生物群落结构。评估潍坊市海域中国明对虾、三疣梭子蟹的可捕量。

（2）调查站位

大面调查站位根据放流点和调查情况共计布设 12 个站位，采用底拖网调查，拖速 3kn 左右，拖网时间 1h 左右，渔获物带回实验室分析。调查站位可根据实际调查情况进行合理调整。

4.社会走访调查

针对增殖放流物种除了进行大面调查以外，开展渔业生产动态调查及社会走访调查，结合社会走访调查，统计分析回捕跟踪情况。

在苗种生产、回捕、加工、销售等环节，由科研人员进行社会走访调查，发放调查问卷，统计分析放流增殖活动产生的经济效益和社会效益。

5.综合评价

综合评价本次中国明对虾、三疣梭子蟹放流增殖的经济效益、社会效益和生态效益。

生态效益：分析本次增殖放流活动对放流物种种群资源量的补充，以及对维持和提高增殖海域渔业生物多样性和群落稳定性的有利影响。

经济效益：主要是调查研究中国明对虾、三疣梭子蟹资源不同生活阶段的存活率、回捕率，增殖活动的投入产出和成本收益等。

社会效益：主要是通过各种形式的调查，用事实案例分析阐述增殖放流活动带来的社会受益行业、受益群体数量及受益程度，对解决社会就业的贡献度，全社会资源和环境保护意识提高程度，政府部门水生生物养护管理能力和决策水平提高等。

8.7 评估监测

项目施工前，应认真研究有关的地质勘察、海流、水深等资料，优化施工方案。对可能发生不利影响因素的范围与程度进行评估，制定监测与应对措施，必要时与施工管理部门协商，将施工进度及作业面等作相应的变通。工程施工过程中，会造成悬浮物增加与扩散，从而造成海水水质污染，因此应对附近水域定期进行水质监测（悬浮物、石油类、COD、铜、铅、锌、镉、总铬、无机氮、活性磷酸盐等）。对环境监测反馈的信息进行科学分析，为海洋行政主管部门提供管理决策依据。

8.7.1 施工期跟踪监测方案

（1）监测项目

水质、沉积物、生物、鸟类

（2）监测内容

①水质：pH、COD、DO、石油类、无机氮、活性磷酸盐、SS；

②沉积物：石油类、有机碳；

③生物：叶绿素 a 含量、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

（3）监测频率

水质、沉积物、生物质量在施工前和施工后各进行一次监测。

（4）监测站位

根据项目特点和周边海域特点，在工程周边海域设置 6 个水质沉积物、生物质量调查站位。

8.7.2 运营期跟踪监测

（1）监测项目

水质、沉积物、生物、鸟类

（2）监测内容

①水质：pH、COD、DO、石油类、无机氮、活性磷酸盐、SS；

②沉积物：石油类、有机碳；

③生物：叶绿素 a 含量、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

（3）监测频率

水质、沉积物、生物每年监测一次。

(4) 监测站位

同施工期监测站位。

略。

图 8.7.2-1a 环境监测站位示意图

略。

图 8.7.2-1b 鸟类跟踪监测示意图

表 8.7.2-1 环境监测站位表

站位	坐标		监测项目
1			
2			
3			
4			
5			
6			

9. 结论

9.1 项目用海基本情况

国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目位于山东省潍坊市昌邑市北部、莱州湾海域，规划建设容量 650MW，拟一次建设完成。光伏场区依托现有养殖池建设，在水面上方架设光伏组件发电，同时利用水体进行水产养殖，形成“上可发电，下可养鱼”的运行模式。

工程建设交流容量 650MW，直流侧实际安装容量为 859.9591MW_p，容配比约为 1.323。工程建设内容包括光伏板、箱变平台、电缆桥架，配套一座 500kV 海上升压站以及进站道路，经 1 回 500kV 线缆接入中核 500kV 汇集站，以上均为涉海工程。升压站至场外线塔后期单独开展海域使用论证工作。

项目光伏组件采用固定式支架安装，共安装 715W_p 单晶 N 型 TopCon 双面双玻半片组件 12027404 块，28 块组件串联成一个光伏组串，组件均采用 23° 安装倾角。本项目光伏电站全场 25 年总发电量约为 2903226.84 万 kWh，年均发电量为 116129.07 万 kWh，直流侧年均等效可利用小时数为 2903226.84h。

项目总用海面积 779.2716hm²。根据《海域使用论证技术导则》（GBT42361-2023）和《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》规定，本项目用海类型属于工矿通信用海（一级类）中的可再生能源用海（二级类）。用海方式一级类为构筑物用海，二级类为透水构筑物用海。

项目总投资 365000 万元。申请用海期限 27 年，工期 15 个月。

9.2 项目用海必要性结论

项目建设符合国家产业政策要求。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，项目属于鼓励类中的“五、新能源 2.可再生能源利用技术与应用：高效率低成本太阳能光伏发电技术研发与产业化”，本项目建设渔光互补光伏发电项目，符合国家产业政策，为鼓励类项目。

本项目建设渔光互补光伏发电项目，是“结合渔业建设渔光综合利用示范、促进光伏和其他产业有机融合”的具体落实，能够对潍坊市电网供电能力形成有益补充，促进渔业融合发展。“渔光互补项目”的开发建设能综合利用海洋资源，优化山东省的电力

资源配比，具有良好的社会效益和经济效益，对于改善山东省电网的电源结构，推动山东省海上光伏发电的创新发展，开发可再生能源有着积极的意义。

因此，项目建设和用海是非常必要的。

9.3 项目用海资源环境影响分析结论

（1）对水动力和地形地貌冲淤环境的影响

项目位于围海养殖池内，由于养殖的堤坝的阻隔，项目与外海不联通，项目建设不会对外侧海域的水动力和地形地貌冲淤环境产生明显影响。

（2）对水质环境的影响

光伏场区在养殖池塘内进行施工，项目场区产生的悬浮泥沙仅在养殖池内扩散，不会扩散到外部海域；施工期的生活污水和生活垃圾均妥善处理，不向海域排放，运营期项目本身不产生污水和固废垃圾，仅有少量清洗废水排入池塘。项目建设不会对项目周边海域的水质环境产生明显影响。

9.4 海域开发利用协调分析结论

项目基于现有养殖池建设，占用潍坊东港投资管理有限公司围海养殖 18 宗用海，与养殖项目开展立体确权工作。项目施工期依托昌邑市蒲东沿海防潮堤工程开展车辆、设备、人员及施工材料运输，运营期项目依托防潮堤进入检修船、检修工作人员等开展运维工作。项目整体位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾保护区实验区内，需征得其管理部门中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局的同意。项目位于潍坊港东港区南侧，项目所在区域为港口区，项目建设占用港口发展空间，后期会对潍坊港东港区发展产生一定影响。

项目将潍坊东港投资管理有限公司、山东省港口集团潍坊港有限公司以及昌邑市渔业技术推广站界定为利益相关者，将中华人民共和国农业农村部渔业渔政管理局界定为利益协调部门。

9.5 项目用海与国土空间规划及相关规划符合性分析结论

项目用海符合《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

项目用海符合《山东省海洋主体功能区规划》《山东省新能源产业发展规划（2018-2028 年）》《山东省新能源和可再生能源中长期发展规划（2016-2030 年）》等相关规划。

9.6 项目用海合理性分析结论

（1）选址合理性

国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目场址位于山东省潍坊市昌邑市莱州湾海域。场区选址开阔，现状为养殖池，场址四周设置围堤与海相隔。

昌邑交通发达，区位优势明显，位于“蓝黄”两大国家战略叠加区域，已经形成了四通八达的现代化交通网络。场址所在的昌邑市具有良好的陆上交通系统。胶济铁路、大莱龙铁路、青银高速、荣潍高速、荣乌高速以及 206 国道、309 国道等交通干线横贯市域东西，省道下小路纵穿市域南北。

工程所在经济腹地昌邑市实力雄厚，发展迅速，投资环境优越，交通条件优越，为本工程的实施创造了良好的社会环境。项目所在的昌邑市区位和社会条件满足项目用海要求，从项目选址与自然资源和生态环境适宜性、与周边用海活动适宜性、与港区配套条件适宜性等角度分析，项目选址是合理的。

（2）用海方式合理性

项目总用海面积 779.2716hm²。用海方式一级类为构筑物用海，二级类为透水构筑物用海。项目用海方式有利于维护海域基本功能，对水文动力环境冲淤环境的影响不大，对所在海域的海洋生态系统的影响在可接受范围内。因此，项目的用海方式是合理的。

（4）平面布置合理性

工程以集约、节约用海为原则，合理设计工程平面布置和用海方式。项目符合《光伏电站设计规范》（GB 50797-2012）《变电站总布置设计技术规程》（DL/T 5056-2007）的要求，从整体布局 and 具体布置两方面分析，本工程平面布置合理。

（5）用海面积合理性

项目各部分用海面积符合相关光伏设计规范及实际需要，符合海上光伏发电项目用海面积控制指标，界址点量算符合《海籍调查规范》的要求。项目用海在满足使用要求的基础上，用海面积最小，用海面积合理。

（6）用海期限合理性

本项目申请用海期限为 27 年，满足项目生产运营的需要，符合《中华人民共和国海域使用管理法》中有关条款的规定，申请用海期限合理。

9.7 项目用海可行性结论

项目用海符合《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》《潍坊市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《昌邑市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。工程与周边自然环境和

社会条件适宜，选址合理，用海方式合理，用海面积合理。只要采取积极的防护措施，科学施工，加强管理，对周边用海活动不会产生明显影响，对海洋环境、资源的不利影响较小。因此，该项目用海可行。

资料来源说明

1 引用资料

[1]地质地貌资料，引自《昌邑市海洋牧场与三峡 300MW 海上风电融合示范项目用海调整海域使用论证报告书》（报批稿），中国海洋大学，2023 年 5 月；

[2]工程概况相关资料，引自《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目可行性研究报告》，山东电力工程咨询院有限公司，2025 年 07 月；

[3]社会经济资料，引自《2024 年昌邑市国民经济和社会发展统计公报》，山东省潍坊市昌邑市统计局，2025 年 4 月；

[4]“三场一通”资料，引自《山东近海产卵场与索饵场综合评价》相关成果，山东省海洋水产研究所、烟台大学；

[5]鸟类调查资料 引自《国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目鸟类生态影响评价》，青岛市观鸟协会，2024 年 10 月 8 日。

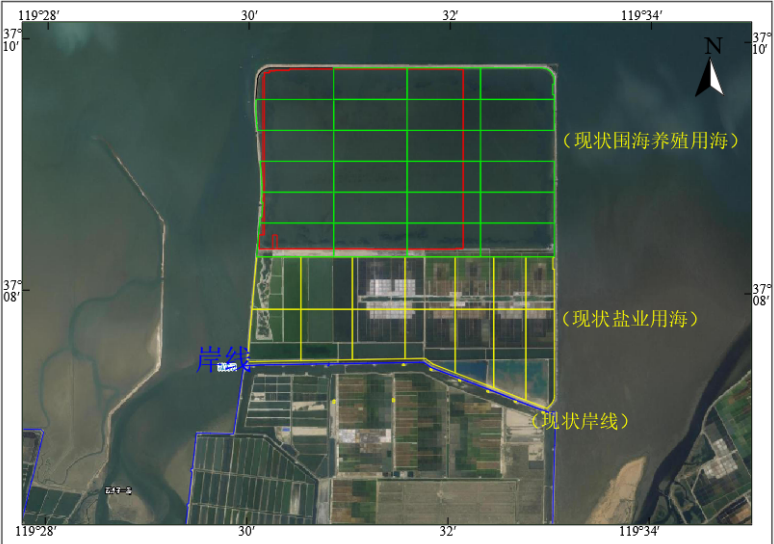
2 现状调查资料

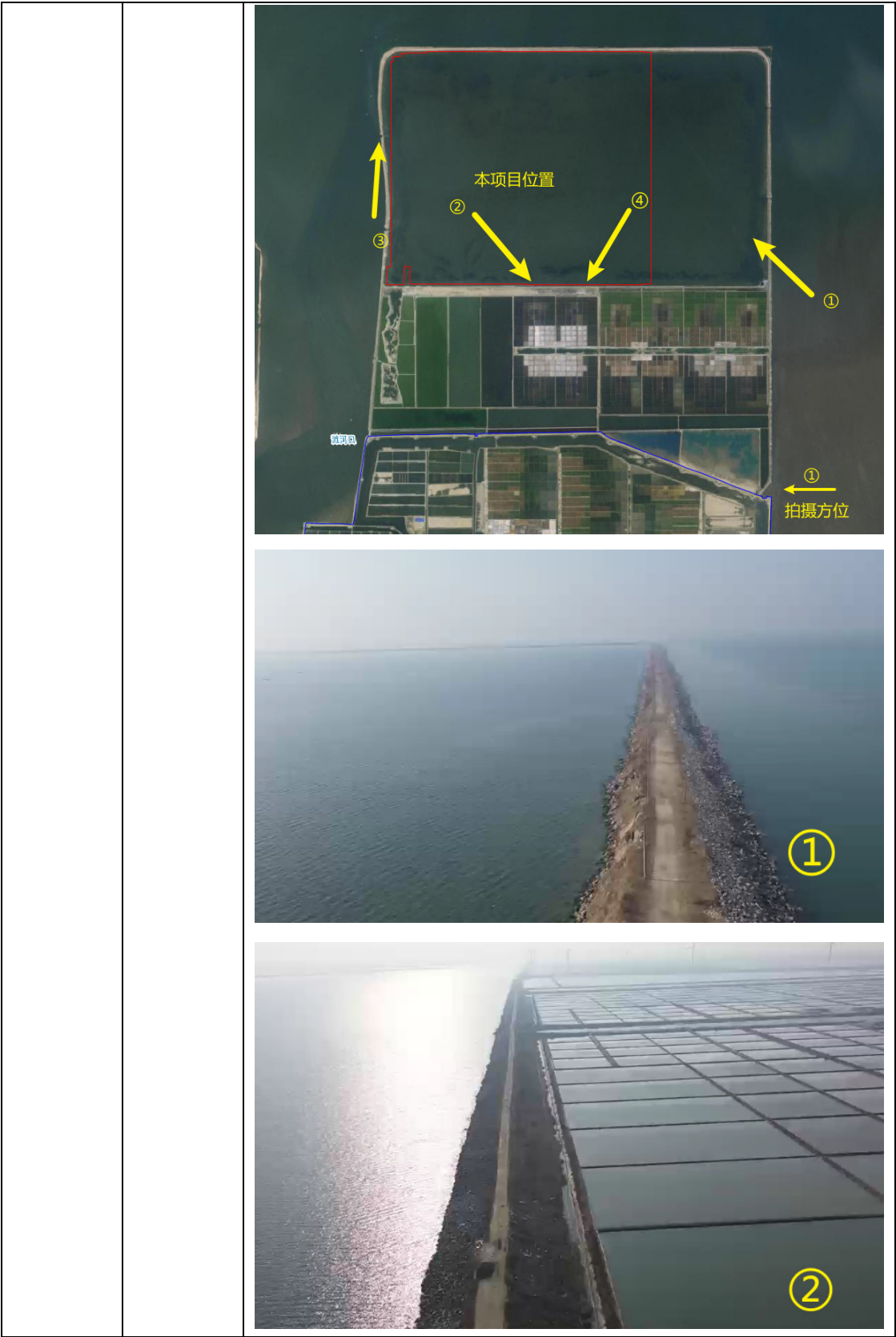
[1]海水水质、沉积物、海洋生态、生物体质量 中国海洋大学，2024 年 5 月；

[2]渔业资源资料 引自《国家能源集团国华渤中 I 场址海上风电项目海域使用论证报告书》（报批稿），自然资源部第一海洋研究所，2022 年 7 月。

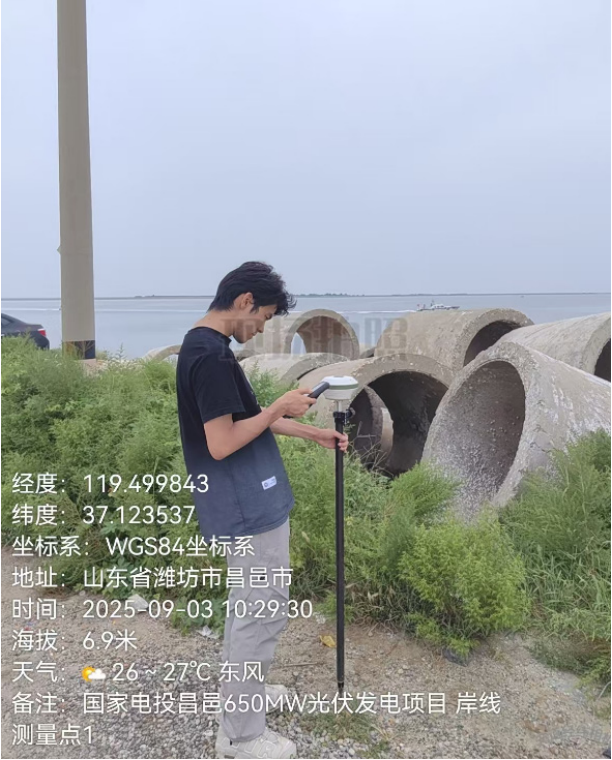
[3]水文动力环境现状 青岛海大工程勘察设计开发院有限公司，2024 年 7 月。

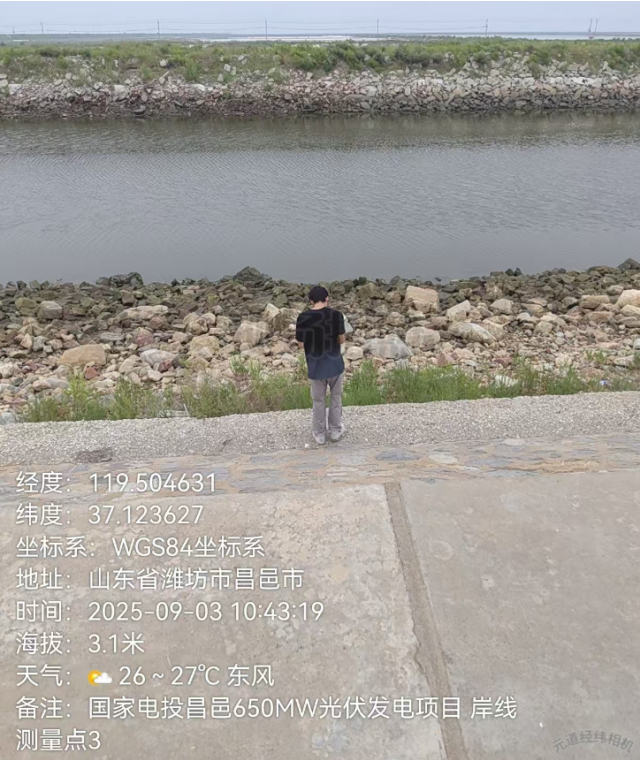
3 现场勘查记录

项目名称	国家电投昌邑 650MW 光伏发电项目			
序号	勘查概况			
1	勘查人员	师玉帅、路建安、晁越等	勘查责任单位	青岛海大工程勘察设计开发院有限公司
	勘查时间	2024 年 12 月	勘查地点	山东省潍坊市昌邑市，昌邑市浦东沿海防潮堤附近
	勘查内容简述	1、利用大疆无人机 mini3 对项目周边已确进行了现状拍摄；对项目周边的养殖区、盐田等海域开发活动的规模、用海方式等工程周边海域开发利用现状进行调查；调查了项目周边用海权属和利益相关者，尤其是临近海域的用海权属。 		

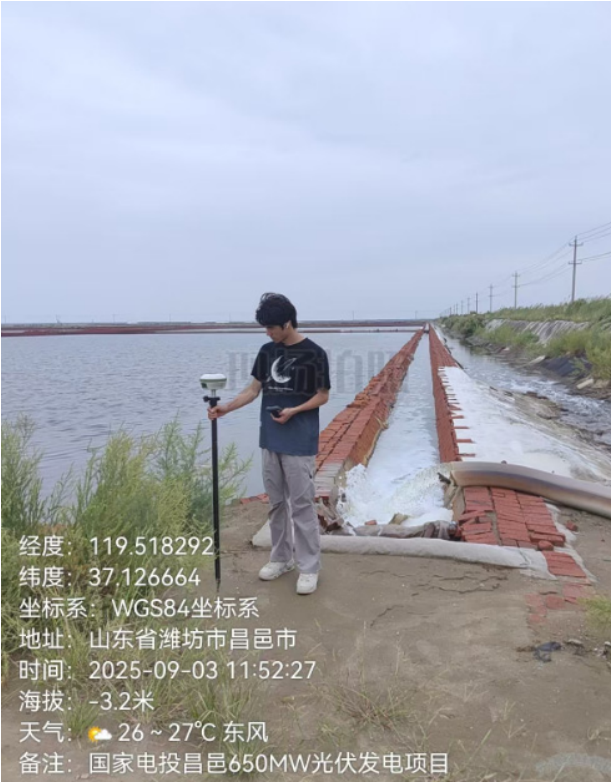


		   经度: 119.528889 纬度: 37.123889 地址: 山东省潍坊市昌邑市坝网 养虾试验场 时间: 2024-12-01 12:42:38 海拔: 1.1米 天气: 🌤️ 14 ~ 17°C 西南风 备注: 国家电投650MW光伏项目 岸线
--	--	--

		 经度: 119.502222 纬度: 37.162778 地址: 中华人民共和国中华人民共和国 时间: 2024-12-01 12:16:06 海拔: 9.7米 天气: ☁️ -2 ~ 5°C 南风 备注: 国家电投650MW光伏项目		
2	勘察人员	晁越、路建安等	勘察责任单位	青岛海大工程勘察设计开发 院有限公司
	勘察时间	2025 年 9 月	勘察地点	山东省潍坊市昌邑市, 昌邑 市浦东沿海防潮堤附近
	勘察内容 简述	利用 RTK (TRIMBLE 212H) 对海岸线现状、防潮堤坝边界进行了实测。  经度: 119.499843 纬度: 37.123537 坐标系: WGS84坐标系 地址: 山东省潍坊市昌邑市 时间: 2025-09-03 10:29:30 海拔: 6.9米 天气: ☁️ 26 ~ 27°C 东风 备注: 国家电投昌邑650MW光伏发电项目 岸线 测量点1 测量点 1 (为光伏场区南侧现状岸线点位 1), 测量设备为 RTK (TRIMBLE 212H), 拍摄方向为自北向南;		

		 经度: 119.502127 纬度: 37.123589 坐标系: WGS84坐标系 地址: 山东省潍坊市昌邑市 时间: 2025-09-03 10:37:49 海拔: 3.7米 天气: 🌤️ 26~27°C 东风 备注: 国家电投昌邑650MW光伏发电项目 岸线 测量点2 测量点 2（为光伏场区南侧现状岸线点位 2），测量设备为 RTK（TRIMBLE 212H），拍摄方向为自北向南；  经度: 119.504631 纬度: 37.123627 坐标系: WGS84坐标系 地址: 山东省潍坊市昌邑市 时间: 2025-09-03 10:43:19 海拔: 3.1米 天气: 🌤️ 26~27°C 东风 备注: 国家电投昌邑650MW光伏发电项目 岸线 测量点3 测量点 3（为光伏场区南侧现状岸线点位 3），测量设备为 RTK（TRIMBLE 212H），拍摄方向为自北向南；
--	--	--

		 经度: 119.517968 纬度: 37.126540 坐标系: WGS84坐标系 地址: 山东省潍坊市昌邑市 时间: 2025-09-03 11:49:28 海拔: 0.0米 天气: ☁️ 26 ~ 27°C 东风 备注: 国家电投昌邑650MW光伏发电项目 场区测量点 1（为光伏场区西侧现状堤坝边界点 1），测量设备为 RTK（TRIMBLE 212H），拍摄方向为自东向西；  经度: 119.517435 纬度: 37.126517 坐标系: WGS84坐标系 地址: 山东省潍坊市昌邑市 时间: 2025-09-03 11:50:50 海拔: -0.4米 天气: ☁️ 26 ~ 27°C 东风 备注: 国家电投昌邑650MW光伏发电项目 场区测量点 2（为光伏场区西侧现状堤坝边界点 2），测量设备为 RTK（TRIMBLE 212H），拍摄方向为自西向东；
--	--	--

		 经度: 119.518292 纬度: 37.126664 坐标系: WGS84坐标系 地址: 山东省潍坊市昌邑市 时间: 2025-09-03 11:52:27 海拔: -3.2米 天气: 🌤️ 26 ~ 27°C 东风 备注: 国家电投昌邑650MW光伏发电项目 场区测量点 3（为光伏场区南侧建筑物现状边界点 3），测量设备为 RTK（TRIMBLE 212H），拍摄方向为自西向东；
项目负责人	师玉帅	

附件：

略