

LT-2025-002 号宗海项目

海域使用论证报告书

(公示稿)

青岛海大工程勘察设计研究院有限公司



项目基本情况表

项目名称	LT-2025-002 号宗海项目			
项目地址	项目位于河北省唐山市乐亭县东南侧海域,现状养殖池塘内			
项目性质	公益性（）		经营性（√）	
用海面积	224.4629 ha		投资金额	69784.4 万元
用海期限	26 年		预计就业人数	15 人
占用（穿越）	总长度	34m	临近土地平均价格	184 万元/ha
	自然岸线	0m	预计拉动区域经济产值	120000 万元
	人工岸线	34m	填海成本	万元/a
	其他岸线	0m		
海域使用类型	工矿通信用海	可再生能源用海	新增岸线	0m
用海方式		面积		具体用途
透水构筑物		218.1009ha		光伏组件、箱变平台 电缆桥架
海底电缆管道		6.3620ha		地埋电缆
注：临近土地评价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乐亭县自然资源和规划局。项目总申请用海面积为 224.4629hm²，其中光伏阵列、箱变平台及电缆桥架用海面积为 218.1009hm²，用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物；地埋电缆用海面积为 6.3620hm²，用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），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”。项目总投资 69784.4 万元，申请用海期限为 26 年，施工期为 6 个月。

项目交流侧规划容量 150MW，规划安装容量 209.72952MW_p，分为 26 个 4.8MW 发电单元和 8 个 3.125MW 发电单元。光伏组件采用 715W_p 双面组件，2X84、2X70、2×56、2X42、2×28、2×14 固定倾角 23° 的布置形式，共用组件 293328 块。4.8MW 的发电单元配置约 9408 块光伏组件及一台 4800kW 的箱逆变一体机，安装容量 6.72672MW_p；3.125MW 的发电单元配置 6104 块光伏组件及一台 3125kW 的箱逆变一体机，安装容量 4.36436MW_p；光伏组件采用固定倾角支架的安装方式，安装倾角 23°，方位角 0°。

项目首年发电量为 30582.8 万 kWh，首年利用小时数 1458.2h；25 年年均发电量为 29058.3 万 kWh，年均利用小时 1387.5h，25 年总发电量约为 75.55 亿 kWh。陆上配套建设一座 220KV 升压站。

光伏支架基础采用 PHC 预制管桩结构，电缆采用架空与直埋敷设混合的形式建设。其中汇流箱至箱逆变一体机的进、出电缆均采用穿桥架敷设方式，过道路和出地面处采用穿管敷设。光伏区 35kV 电缆采用直埋敷设方式，过道路和出地面处采用穿管敷设。

本项目在现有养殖池塘上建设光伏发电项目，开发海洋光伏资源，能够增加新能源发电装机容量比重，属于海洋新能源产业类型，符合绿色低碳发展理念。

项目建设符合能源产业发展方向，有利于改善能源结构，是地区社会经济发展的需要，是改善生态、保护环境的需要，符合国家产业政策、《唐山市光

光伏发电发展规划（2022-2035 年）》，可显著地减少化石能源的消耗，减少因燃煤发电等排放的有害气体对大气环境的污染，因此本项目建设是必要的。

本工程地埋电缆穿越岸线 34m，项目建成后不改变岸线形态、功能，项目以透水构筑物形式建设光伏发电项目，建成后不形成人工岸线。

建设单位已与本项目的利益相关者签署协议，均同意项目建设，与本项目实施立体用海、分层确权，后期拟融合开发渔光互补光伏发电项目。

由于光伏场区建设在养殖池塘内，采用透水构筑物方式建设，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。光伏场区在养殖池塘进行施工，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。

本工程光伏组件桩基占用、电缆敷设及遮光效应建设共造成浮游植物总损失量为 2738.90kg，浮游动物总损失量为 92.18kg，底栖生物损失量为 951kg。建设单位后期拟投入生态补偿金额共计约 32.1588 万元，补偿经费全部用于生态修复。

项目区水深和地质条件适宜；项目建设在养殖池塘内，周边配套电力、道路、港口等齐全，外部配套条件良好。项目选址与所处区域的自然资源、生态环境和社会条件相适宜，与周边用海活动相适宜。因此，本项目选址合理。

本项目主要建设内容有光伏阵列、箱变平台及输电线路，项目区各功能区的分布格局满足光伏发电的整个流程，项目平面布置合理。

根据本项目的建设特点和要求，从该区的自然条件、对海洋环境的影响以及对海洋资源有效利用等多方面综合分析，项目采取透水构筑物和海底电缆管道的用海方式，用海方式合理。

本项目论证后用海总面积为 224.4629hm²，用海面积满足项目用海要求，界址点界定符合《海籍调查规范》和《唐山市光伏发电发展规划（2022-2035 年）》的要求，用海面积合理。

项目采用的光伏支架和光伏板设计寿命为 25 年，项目申请用海期限 26 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》规定，用海期限合理。

本项目用海符合国家产业政策、用海符合《河北省国土空间规划（2021-2035）》《唐山市国土空间总体规划（2021-2035）》《乐亭县国土空间总体规划（2021-2035）》《唐山市光伏发电发展规划（2022-2035 年）》等相关规划。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。只要采取积极的生态保护措施，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、资源的影响较小。项目的建设，有利于推动当地经济的发展。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	2
1.3 论证等级和范围	5
1.4 论证内容及论证责任	7
1.5 论证重点	7
2 项目用海基本情况	9
2.1 用海项目建设内容	9
2.2 平面布置和主要结构、尺度	11
2.3 电气部分	27
2.4 施工方案、工程量及计划进度	31
2.5 项目用海需求	33
2.6 项目用海必要性	39
3 项目所在海域概况	40
3.1 海洋自然资源概况	40
3.2 海洋生态概况	41
4 资源生态影响分析	63
4.1 生态评估	63
4.2 资源影响分析	63
4.3 生态影响分析	65
5 海域开发利用协调分析	69
5.1 海域开发利用现状	69
5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析	75
5.3 利益相关者界定	75
5.4 相关利益协调分析	76
5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析	76

6. 国土空间规划符合性分析	77
6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	77
6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析	81
6.3 项目用海与国土空间规划符合性分析	81
7 项目用海合理性分析	83
7.1 用海选址合理性分析	83
7.1.1 社会经济条件适宜性分析	83
7.1.2 用海选址的自然资源和生态环境适宜性分析	84
7.1.3 用海选址与周边海域用海活动的适应性分析	84
7.2 用海平面布置合理性分析	84
7.3 用海方式合理性分析	85
7.4 用海面积合理性分析	86
7.6 立体空间布置合理性分析	91
7.7 用海期限合理性分析	92
8 生态用海对策措施	93
8.1 生态用海对策	93
8.2 生态保护修复措施	95
8.3 生态跟踪监测	95
9 结论与建议	98
9.1 结论	98
资料来源说明	102
1、引用资料	102
2、现场勘察记录	103
重要附图	106
附图 1a 项目位置图（行政图）	106
附图 1b 项目位置图（海图）	106
附图 1c 项目位置图（卫片图）	107
附图 2a 项目平面布置图	108
附图 2b 场区平面布置图	108

附图 4 宗海位置图	109
附图 5 宗海立体空间范围示意图	109
附图 6 宗海界址图	109
附图 7 开发利用现状图（大范围）	111
附图 8 项目周边海域使用现状图——小范围	112
附图 10 与《乐亭县国土空间总体规划（2021—2035 年）》叠置图	113
附图 11 环境监测站位图	113
附件	114
附件 1：项目委托书	114
附件 2：项目备案信息	115
附件 3：测绘资质	116
附件 4：河北省自然资源厅关于规范海上光伏项目用海的通知	117
附件 5：CMA 检测报告	121

1 概述

1.1 论证工作来由

当前，全球新一轮能源革命和科技革命深度演变、方兴未艾，大力发展可再生能源已经成为全球能源转型和应对气候变化的重大战略方向和一致宏大行动。加快发展可再生能源、实施可再生能源替代行动，是推进能源革命和构建清洁低碳、安全高效能源体系的重大举措，是保障国家能源安全的必然选择，是我国生态文明建设、可持续发展的客观要求，是构建人类命运共同体、践行应对气候变化自主贡献承诺的主导力量。

2024 年我国可再生能源保持高速度发展、高比例利用、高质量消纳的良好态势，为保障电力供应、促进能源转型发挥了重要作用。截至 2024 年底，我国可再生能源发电装机达到 18.89 亿千瓦，同比增长 24.6%，装机占比连续两年超过一半；风电光伏合计装机达到 14.06 亿千瓦，首次超过煤电装机。2024 年可再生能源新增装机 3.73 亿千瓦，同比增长 23%，约占电力新增装机的 86%；可再生能源新增装机已连续两年突破 3 亿千瓦，在全球新增装机的占比超过 50%。全国可再生能源发电量达 3.47 万亿千瓦时，约占全部发电量的 35%。全国可再生能源平均利用率保持在 95%以上。分布式新能源成为发展新势力，分布式光伏占全部光伏发电突破 40%。

为实现习近平总书记提出的“中国将力争于 2030 年前实现二氧化碳排放达到峰值、2060 年前实现碳中和”和“到 2030 年非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上”的目标，河北省加快电力行业绿色低碳转型，大力推动风电、光伏等清洁能源发展，为实现全省能源高质量发展提供坚强支撑。

在光伏方面，按照集中式与分布式相结合的原则，大力发展光伏发电。一方面，加快发展集中式光伏。乐亭县作为河北省沿海经济崛起带的核心区域，当前将优化能源结构、发展临港产业作为发展要求。

乐亭县拥有 125 公里海岸线、2515 平方公里浅海海域及 280 平方公里滩涂，但传统渔业面临资源过度开发与环境污染问题。渔光互补模式可盘活闲置养殖水面，实现“一地两用”，提升单位面积产值。作为农业大县，通过发展渔光互补项目可带动当地渔业升级、增加农民收入，助力乡村振兴。

基于以上背景，根据本项目所在地区的经济现状及近、远期发展规划、电力系统现状及发展规划，结合地区能源供应条件，乐亭县自然资源和规划局拟在河北省唐山市乐亭县东南侧海域养殖池塘内部海域建设渔光互补光伏发电项目，项目规划总装机容量为 150MW，陆域配套建设一座 220kV 升压站。选址区域地势平坦宽阔，太阳能资源丰富，交通便利，适宜建设海上光伏发电项目。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。

项目位于海岸线向海一侧，根据《中华人民共和国海域使用管理法》等法律法规的规定，用海项目需进行海域使用论证工作。乐亭县自然资源和规划局委托青岛海大工程勘察设计开发院有限公司对 LT-2025-002 号宗海项目进行海域使用论证工作。接受委托后，项目组多次进行现场踏勘、调研，并收集有关工程建设数据，编制了本项目的海域使用论证报告书。

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六十一号，2002 年 1 月 1 日；

2、《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年修正），2017 年 11 月 5 日起施行；

3、《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九号，2015 年 1 月 1 日；

4、《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八号，2013 年 12 月 28 日；

5、《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2016 年 11 月；

- 6、《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日修订；
- 7、《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》，2017 年 3 月 1 日修订；
- 8、《关于支持光伏发电产业发展规范用地管理有关工作的通知》，自然资源办发〔2023〕12 号；
- 9、《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24 号）；
- 12、《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；
- 16、《海域使用权管理规定》，国家海洋局，国海发〔2006〕27 号，2007 年 1 月 1 日；
- 17、《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》，国务院，2023 年 12 月；
- 18、《唐山市国土空间总体规划（2021-2035）年》，河北省人民政府，2024 年 01 月；
- 18、《乐亭县国土空间总体规划（2021-2035）年》，唐山市人民政府，2024 年 03 月；
- 20、《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；
- 21、《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；
- 22、《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用海依据的函》，自然资源部办公厅，2022 年 10 月 14 日。
- 23、《河北省自然资源厅关于规范海上光伏项目用海的通知》，河北省自然资源厅，〔2023〕77 号；

24、自然资源部 国家发展和改革委员会 国家林业和草原局关于印发《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》的通知，自然资发〔2024〕273 号。

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 17501-1998），国家质量技术监督局，1999 年 4 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》（GB/T42361-2023），国家市场监督管理总局/国家标准化管理委员会，2023 年 7 月 1 日实施；

（7）《海域使用管理技术规范》，国家海洋局，2001 年 2 月；

（8）《海域使用分类》，国海管字〔HY/T123-2009〕，国家海洋局，2009 年 5 月 1 日起执行；

（9）《海域使用面积测量规范》（HY 070-2003），国家海洋局，2003 年 10 月 1 日实施；

（10）《中国海图图式》（GB 12319-1998），国家质量技术监督局，1999 年 5 月 1 日实施；

（11）《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；

（12）《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；

(13) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002年4月30日实施；

(14) 《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；

(15) 《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；

(16) 《海底电缆输电线路工程设计规范（报批稿）》；

(17) 《海底光缆工程设计规范》（GB/T 51154-2015）；

(18) 《国家电网公司输变电典型设计电缆敷设分册》2006年版；

(19) 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》（GB50168-2006）；

(20) 《城市电力电缆线路设计技术规范》（DL/T5221-2005）；

(21) 《220kV 及以下海底电力电缆工程验收规程》（Q/GDW11281-2014）；

(22) 《电力工程电缆设计规范》（GB/T2017-2018）；

(23) 《光伏发电站设计规范》（GB50797-2012），中华人民共和国住房和城乡建设部、中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局联合发布，2012年11月1日实施；

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

(25) 《海底电力电缆输电工程施工及验收规范》（GBT51191-2016）；

(26) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018），中华人民共和国自然资源部，2018年11月1日实施。

(27) 《光伏发电站工程项目用地控制指标》（国土资规〔2015〕11号）。

(28) 《海域立体分层设权宗海范围界定指南》（试行），自然资源部海域海岛管理司，2023年8月3日。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

项目交流侧规划容量 150MW，规划安装容量 209.72952MWp，本项目采用模块化设计、集中并网的设计方案，分为 26 个 4.8MW 发电单元和 8 个 3.125MW 发电单元，采用分块发电、集中并网方案。项目总申请用海面积为 224.4629hm²，其中光伏阵列、箱变平台及电缆桥架用海面积为 218.1009hm²，用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物；地理电缆用海面积为 6.3620hm²，用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。项目申请用海期限 26 年。

根据工程用海方式、用海规模和所在海域特征，参照《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023），确定本项目用海的海域使用论证等级为一级。

判定依据见表 1.3-1。

表 1.3-1 论证等级判别依据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物用海	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
其他方式	海底电缆管道	所有规模	其他海域	三

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361-2023），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。本次论证工作等级为一级，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。本项目论证范围以工程用海外缘线为起点，向北、向东扩展 15km，向西、向南侧界定至海岸线，论证总面积为 442.57km²。论证范围坐标见表 1.3-2。

表 1.3-2 本项目论证范围控制点坐标（CGCS2000 坐标系）

控制点	纬度	经度

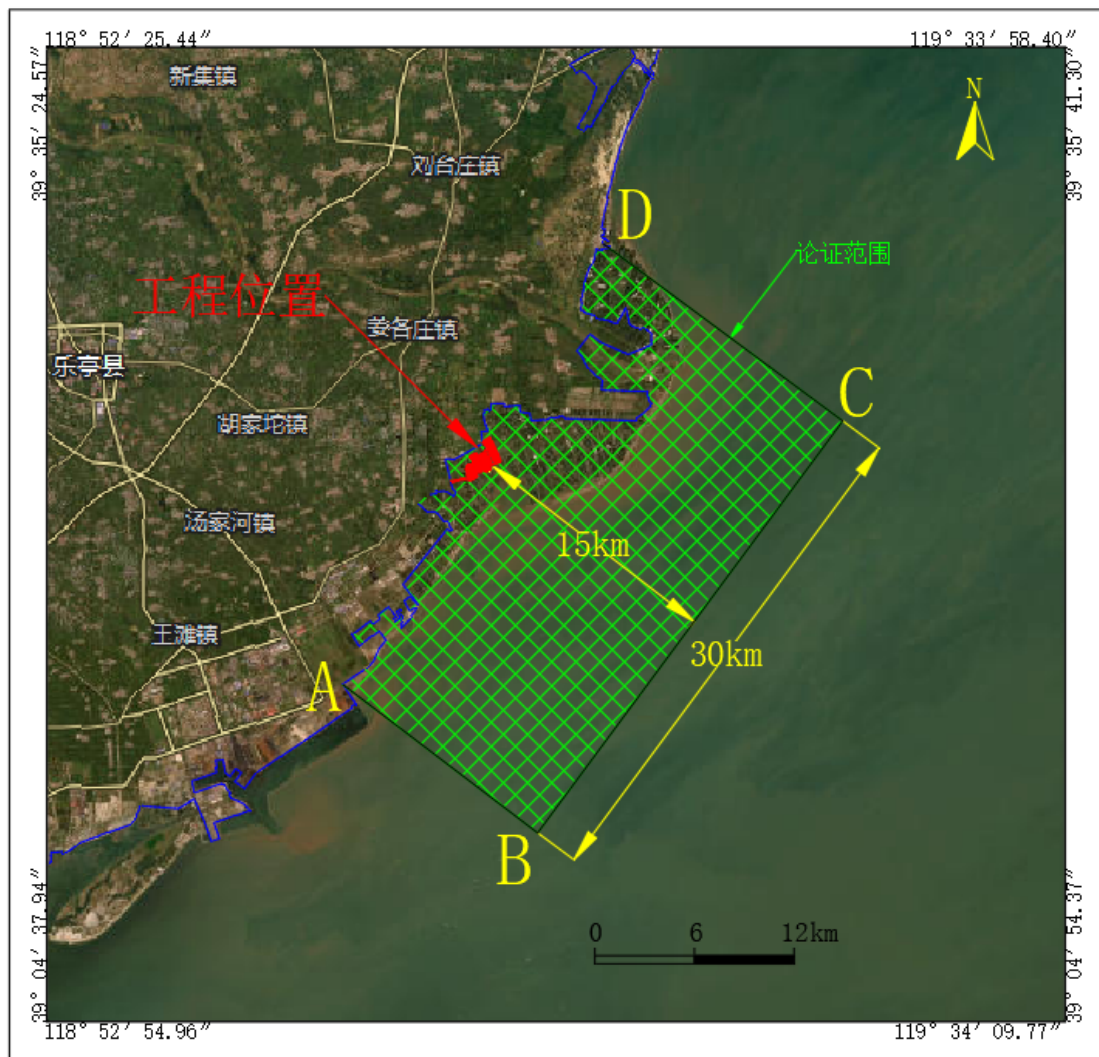


图 1.3-1 论证范围示意图

1.4 论证内容及论证责任

《LT-2025-002 号宗海项目海域使用论证报告书》涉及用海活动包括光伏区（含光伏组件、固定支架、逆变器、箱式变压器、集电线路等）及连接光伏区和升压站之间的地理电缆，本报告就以上用海内容进行论证。本项目接入系统送出工程将后期单独立项、设计与建设，不包含在本次论证责任内。

1.5 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 1.5-1 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，包括光伏电站、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、用海方式和用海面积合理性分析；
- （4）海域开发利用协调分析；
- （5）生态用海对策措施；
- （6）项目用海资源环境影响分析；
- （7）相关规划的符合性分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

(1) 项目名称

LT-2025-002 号宗海项目

(2) 项目性质

新建项目

(3) 建设单位

乐亭县自然资源和规划局

(4) 工程与投资规模

项目位于河北省唐山市乐亭县东南侧海域养殖池塘内部，本期建设 150MW，陆域配套新建一座 220kV 升压站，升压站内配套建设 20%/2h 即 30MW/60MWh 储能设备。

项目交流侧规划容量 150MW，规划安装容量 209.72952MWp，分为 26 个 4.8MW 发电单元和 8 个 3.125MW 发电单元。光伏组件采用 715Wp 双面组件，2X84、2X70、2×56、2X42、2×28、2×14 固定倾角 23° 的布置形式，共用组件 293328 块。4.8MW 的发电单元配置约 9408 块光伏组件及一台 4800kW 的箱逆变一体机，安装容量 6.72672MWp；3.125MW 的发电单元配置 6104 块光伏组件及一台 3125kW 的箱逆变一体机，安装容量 4.36436MWp；

光伏组件采用固定倾角支架的安装方式，安装倾角 23°，方位角 0°。

项目首年发电量为 30582.8 万 kWh，首年利用小时数 1458.2h；25 年年均发电量为 29058.3 万 kWh，年均利用小时 1387.5h，25 年总发电量约为 75.55 亿 kWh。

项目总申请用海面积为 224.4629hm²，其中光伏阵列、箱变平台及电缆桥架用海面积为 218.1009hm²，用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物；埋设电缆用海面积为 6.3620hm²，用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。项目申请用海期限 26 年。

项目总投资 69784.4 万元，建设工期 6 个月，生产运营期 25 年。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型一级类为“工业用海”，二级类为“电力工业用海”；按照《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，本项目用海类型为一级类“工矿通信用海”，二级类“可再生能源用海”。

（5）地理位置

项目位于河北省唐山市乐亭县东南侧海域，现状养殖池塘内。地理坐标范围为：东经 $119^{\circ}08'20.08'' \sim 119^{\circ}12'39.93''$ ，北纬 $39^{\circ}21'08.31'' \sim 39^{\circ}24'07.81''$ 。地理位置图见图 2.1-1～图 2.1-3。

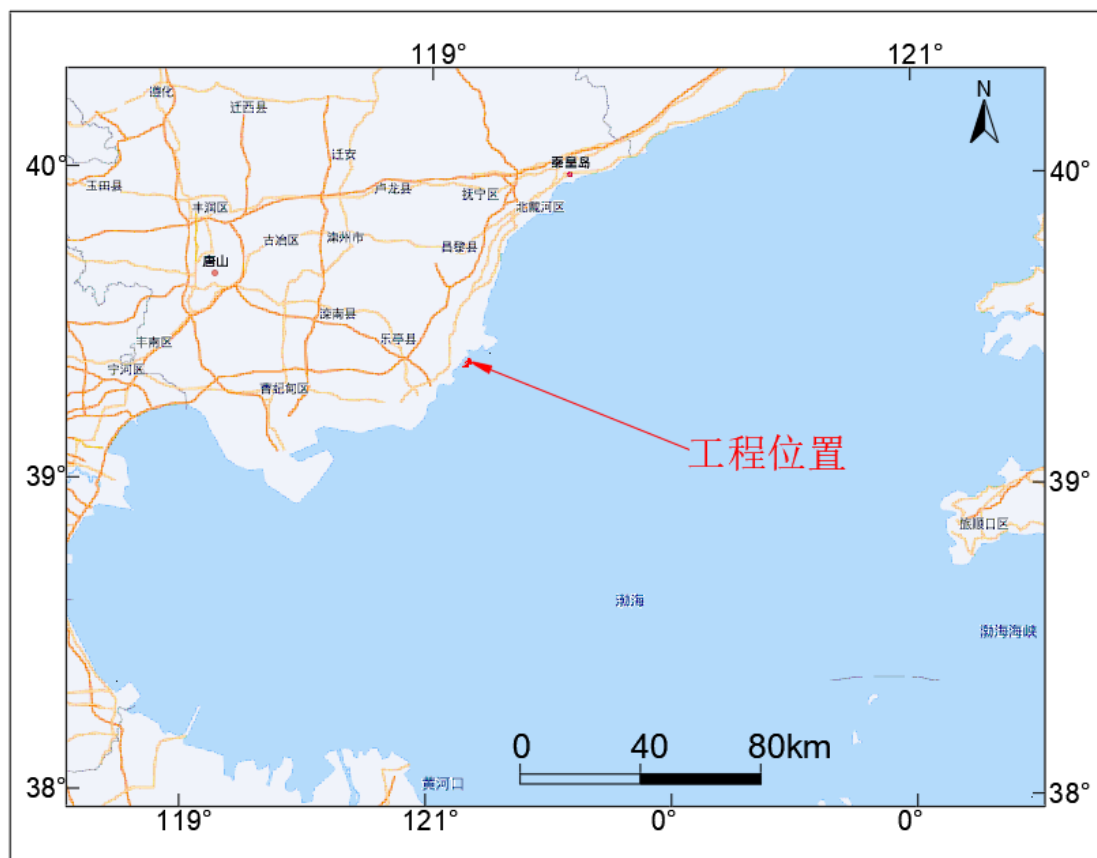


图 2.1-1 项目地理位置图（行政图）



图 2.1-2 项目地理位置图



图 2.1-3 项目地理位置图（卫片图）

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 项目组成

项目位于河北省唐山市乐亭县东南侧海域养殖池塘内部海域，本期建设 150MW，陆域配套新建一座 220kV 升压站，升压站内配套建设 15%/2h 即 30MW/60MWh 储能设备。

项目交流侧规划容量 150MW，规划安装容量 209.72952MWp，本项目采用模块化设计、集中并网的设计方案，分为 26 个 4.8MW 发电单元和 8 个 3.125MW 发电单元。4.8MW 的发电单元配置约 9408 块光伏组件及一台 4800kW 的箱逆变一体机，安装容量 6.72672MWp；3.125MW 的发电单元配置 6104 块光伏组件及一台 3125kW 的箱逆变一体机，安装容量 4.36436MWp。

光伏组件采用 715Wp 型双面双玻光伏组件，组件尺寸为 $2384 \times 1303 \times 33\text{mm}$ ，支架采用固定倾角支架，光伏阵列组件倾角为 23° ，光伏支架采用 2 行 84 列、70 列、56 列、42 列、28 列和 14 列平行布置光伏组件，光伏电站共 26 台 4.8MW 箱逆变一体机、8 台 3.125MW 箱逆变一体机。

项目首年发电量为 30539.0 万 kWh，首年利用小时数 1458.2h；25 年年均发电量为 29058.3 万 kWh，年均利用小时 1387.5h，25 年总发电量约为 75.55 亿 kWh。

箱逆变一体机输出的 35kV 交流电，经场区集电线路送至场区西侧约 1km 的陆域新建 220kV 升压站，再以一回 220kV 送出接入项目西南侧约 5.5 公里的国网 220kV 稳庄变电站。

2.2.2 项目总平面布置概况

项目位于河北省唐山市乐亭县东南侧海域养殖池塘内部海域，现状为养殖池塘，养殖品种为海参。光伏场区南北跨度约 3.4km，东西跨度约 3.2km，项目建设不改变现有的养殖池塘，利用养殖堤坝、水体进行布设光伏阵列。

项目选用 715Wp 型双面双玻光伏组件，组件尺寸为 $2384 \times 1303 \times 33\text{mm}$ ，支架采用固定倾角支架，光伏阵列组件倾角为 23° ，光伏支架采用 2 行 84 列、70 列、56 列、42 列、28 列和 14 列平行布置光伏组件，光伏电站共 26 台 4.8MW 箱逆变一体机、8 台 3.125MW 箱式变压器。光伏阵列采用 PHC 预制管桩，箱变基础和箱逆变基础均采用预制桩+混凝土平台的形式。

本项目采用电缆桥架敷设与直埋敷设混合的形式建设。其中汇流箱至箱逆变一体机的进、出电缆均采用穿桥架敷设方式，过堤坝和出地面处采用穿管敷设。光伏区 35kV 电缆采用直埋敷设方式，过道路和出地面处采用穿管敷设。

光伏场区电缆以地埋方式敷设至 220kV 升压站，新建升压站布置于光伏场区西侧陆域，距离光伏场区约 1.05km，用地面积约 1.7699hm²。

本项目总平面布置图见图 2.2-1。

略

图 2.2-1a 总平面布置图（整体）

略

图 2.2-1b 总平面布置图（整体卫片）

2.2.2.1 光伏区平面布置

(1) 光伏组件平面布置

项目选用 715Wp 型双面双玻光伏组件，组件尺寸为 2384×1303×33mm，支架采用固定倾角支架，光伏阵列组件倾角为 23°，光伏支架采用 2 行 84 列、70 列、56 列、42 列、28 列和 14 列平行布置光伏组件。电池组件固定支架结合电池组件排列方式布置，支架倾斜角度 23°，支架由立柱、斜梁、斜撑及纵向檩条组成。

光伏阵列及电缆桥架均采用 PHC 预制桩基础，光伏组件设计最低点高程为 3.8m，上缘高程约为 5.203m。箱逆变平台高程为 4.2m（1985 高程基准），电缆桥架设计最低点高程为 3.8m。组件最低点距池塘水面高度约 1-2m 之间。箱逆变平台采用预制管桩混凝土平台基础。

(2) 光伏场区平面布置

光伏场区结合用海范围和实际地形情况进行平面布置，光伏场区南北跨度约 2.54km，东西跨度约 3.25km。光伏阵列利用现有养殖池塘进行布设，利用现有道路及养殖堤坝作为检修道路。光伏阵列根据《光伏发电站设计规范》（GB50797-2012）设计，方位角为 0°（正南方），光伏阵列倾角为 23°，前后排桩基间距为 9.8m，光伏板投影间距约 5.4m。光伏阵列布置能确保在冬至日真太阳时上午 9:00 至下午 3:00 之间后排的太阳能光伏电池组件不被前排电池板光伏电池组件、箱变平台等设施遮挡。

场区共设置 34 个光伏发电单元，即 34 个方阵，每个子方阵均由若干路光伏组件组串并联而成。方阵采用 26 台 4800kW 箱逆变一体机设备和 8 台 3125kW 箱式变压器设备。

略

图 2.2-2a 光伏阵列基础平面布置图 (2×84 阵列支架结构图)

略

图 2.2-2b 光伏阵列基础平面布置图 (2×84 阵列支架平面结构布置图)

2.2.2.2 升压站平面布置

本项目在陆域配套新建一座 220kV 升压站，升压站位置位于光伏场区西侧约 1.05km 处。升压站东侧为生产区，西侧为生活区。

生产和生活区分隔开。为便于电气进出线及进站道路引接，使生产区位于站区东部，向南侧出线，主要配电设备由北向南依次为 SVG、配电楼、主变及架构、GIS 室、出线架构，SVG 位于生产区北侧，接地变小电阻布置在主变东侧；生活区布置一座综合楼，南北朝向。综合楼南侧布置水泵房及备品备件库，备品备件库位于水泵房东侧，综合楼预制舱北侧布置一体化污水处理设备。布置方案如图 2.2.3 所示。

升压区内的构筑物包括：综合楼、备品备件库、水泵房、主变、配电楼、GIS，架构、接地变、备用变、SVG、升压站设备、独立避雷针等设备基础及事故油池、中水池、污水一体化处理设备基础等水工构筑物。

其中综合楼、备品备件库、水泵房、GIS 室均采用独立基础，设计使用年限为 50 年；污水一体化处理设备基础均采用筏板基础；主变，GIS、接地变等配电装置基础均为钢筋混凝土大块式基础。架构采用钢管 A 字柱，横梁采用三角形格构式钢梁，基础采用钢筋混凝土独立基础；事故油池、为地下钢筋混凝土水池结构；升压站设备采用钢筋混凝土箱型基础。

2.2.2.3 电缆平面布置

项目交流侧规划容量 150MW，规划安装容量 209.72952MWp，分为 26 个 4.8MW 发电单元和 8 个 3.125MW 发电单元。

光伏组串至汇流箱选用光伏专用电缆，电缆在组件背面沿横梁敷设，并用绑带固定，跨排穿桥架敷设。汇流箱至箱逆变一体机的进、出电缆均采用穿桥架敷设方式，过道路和出地面处采用穿管敷设，采用 C 级阻燃型电缆，电缆导体选择铝合金芯导体。

光伏场区至 220kV 升压站处的电缆采用直埋敷设。光伏区 35kV 电缆采用直埋敷设方式，过道路和出地面处采用穿管敷设。箱变及桥架下沿高程不低于 3.8m（85 高程），直埋敷设的电缆埋深为 1.0m。

略

图 2.2-3 升压站平面布置

2.2.3 主要结构形式

2.2.3.1 光伏组件

(1) 光伏组件

项目选用 715Wp 型双面双玻光伏组件，组件尺寸为 2384×1303×33mm，支架采用固定倾角支架，光伏阵列组件倾角为 23°，光伏支架采用 2 行 84 列、70 列、56 列、42 列、28 列和 14 列平行布置光伏组件。

光伏组件设计最低点高程为 3.8m，上缘高程约为 5.203m。箱逆变平台高程为 4.2m（1985 高程基准），电缆桥架设计最低点高程为 3.8m。



图 2.2-4 固定式安装方式

(2) 组件倾角

结合场区实际条件，经过测算，本项目最大发电量倾角为 23°左右。也即在 23°倾角方案的基础可通过适当降低倾角，在倾斜面辐照量变化较小的情况下，使组件获得更长的无速时间，从而提升发电量。综合考虑不同方阵倾角条件下系统发电量及建设成本等，本项目桩基式区域组件倾角定为 23°，方位角为 0°（正南方向）。

(3) 支架基础

本项目光伏阵列采用预制桩基础，规格为 PHC-400AB/B-95，电缆桥架预制管桩基础规格为 PHC-400AB/B-95。光伏支架基础出塘底高度约 2.3m~5.8m；入塘底深度约 2.7~3.70m，箱逆变基础为预制管桩+混凝土平台。

预计使用支架桩基础数量约 33600 根，设备桩 204 根。

(4) 逆变器

结合项目土地资源、设备占地、转换效率、自耗电等因素综合考虑，典型

子阵成本对比分析，本项目主要采用 3125kW 和 4800kW 集中式箱逆变一体机。

表 2.2-2 三种逆变器方案技术优缺点对比表

项目	集中式方案	组串式方案	集散式方案
主要优点	a.逆变器数量少，便于管理； b.逆变器元器件数量少，可靠性高； c.谐波含量少，直流分量少，电能质量高； d.逆变器集成度高，功率密度大，成本低； e.逆变器各种保护功能齐全，电站安全性高； f.有功功率因素调节功能和低电压穿越功能，电网调节性好； g.工程实际经验多，初始成本低。	a.MPPT 数量最多，减少光伏电池组件最佳工作点与逆变器不匹配情况，发电效率高； b.MPPT 电压范围宽，组件配置更为灵活。在阴雨天，雾气多的部区，发电时间长； c.体积小、重量轻，搬运和安装都非常方便； d.自耗电低、故障影响小、更换维护方便。	a. 逆变器数量较少。 b, 逆变器元器件数量少，可靠性高； c.谐波含量少，直流分量少，电能质量高； d.逆变器 MPPT 数量较直流侧电压高，减少电缆损耗； f.组串级之路电子开关对应组串高精度电流检测； g 三级主动式断路保护措施；
主要缺点	a.组件配置不灵活； b.逆变器安装需要专用的机房和设备； c.逆变器自身耗电以及机房通风散热耗电较高； d.MPPT 不能监控到每一路组件的运行情况，在阵列布置不一时影响系统的发电量； e.集中式并网逆变系统中无冗余能力，如有发生故障停机，整个系统将停止发电。	a.电子元器件较多，系统监控难度较大； b.不带隔离变压器设计，电气安全性稍差； c.多个逆变器并联时，会产生一定的谐波； d.设备初始投资稍高，整体造价基本持平。	a.直流侧电压高，安全性、稳定性需要实际工程检验； b.升压汇流箱存在大量熔丝，boost 升压产生更大热量； c.自耗电高； d.设备初始投资介于集中和组串之间。

2.2.3.2 箱变平台

场区共设置 34 个光伏发电单元，即 34 个方阵，每个子方阵均由若干路光伏组件组串并联而成。方阵采用 26 台 4800kW 箱逆变一体机设备和 8 台 3125kW 箱式变压器设备。

本工程每个发电单元根据容量及接线方式配置箱变，箱变位于方阵中心，以减少电缆长度，降低直流损耗，同时箱变紧邻检修道路，方便安装检修。箱变及桥架的下沿高程均为 3.8m。

略

图 2.2-5 光伏支架立面图

略

图 2.2-6a 4800KVA 箱逆变现浇混凝土平台基础图

略

图 2.2-6b 3125KVA 箱逆变现浇混凝土平台基础图

2.2.3.3 电缆敷设方案

光伏组串至汇流箱选用光伏专用电缆，电缆在组件背面沿横梁敷设，并用绑带固定，跨排穿桥架敷设。汇流箱至箱逆变一体机的进、出电缆均采用穿桥架敷设方式，过道路和出地面处采用穿管敷设，采用 C 级阻燃型电缆，电缆导体选择铝合金芯导体。

本工程集电线路电缆敷采用直埋+拉管敷设，35kV 集电线路电缆型号为 ZRC-YJLHHLY23-26/35kV 或 ZRC-YJLHY23-26/35kV，敷设方式按照不超过三根电缆并沟敷设，同路径多沟敷设来进行地理。

电缆壕沟采用小型挖掘机设备并辅以人工开挖，开挖深度为 0.8m 左右。开挖出的土石就近堆放在埋沟旁边。电缆敷设时应采取防止电缆受到损伤的措施。待电缆敷设好后，经验收合格，先用软土或砂按设计厚度回填，然后覆盖保护板，上部用开挖料回填至电缆沟顶部。直埋敷设的电缆在采取特殊换土回填时，回填土的土质应对电缆外护套无腐蚀性，回填土应注意去掉杂物，并且每填 200~300mm 即夯实一次。

直埋敷设的电缆与道路交叉时，穿保护管，且保护范围超出路基、道路面两边以及排水沟边 1m 以上，保护管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍；直埋敷设的电缆引入构筑物，在贯穿墙孔处应设置保护管，且对保护管实施阻水堵塞。

本站电缆敷设的主要方式为电缆沟及电缆保护管，电缆支架均采用热镀锌角钢材料。

电力电缆及二次电缆在电缆沟内沿角钢支架敷设；光缆沿电缆沟全长铺设电缆槽盒，光缆在槽盒敷设。

2.2.4 立体空间布置情况

略

图 2.2.5 项目占用养殖池现状

表 2.2.4 项目占用养殖范围内养殖户清单

序号	养殖户名称	面积（亩）

2.2.5 配套工程

2.2.5.1 通信

- (1) 站内通信
- 1) 升压站采用综合布线系统， 控制室配置 1 套网络配线屏，可根据实际情况采用柜式或者壁挂式。
- 2) 升压站不配置通信监控设备，通信设备动力环境监测纳入变电站综合监控系统并上传至主控室统一监控。
- 3) 本工程升压站内不配置独立的通信电源及蓄电池，通信设备由一体化电源供电。通信专业所需 2 套直流配电屏由二次专业统一提供。配置 2 套 DC/DC（4×30A）装置，模块 N+1 冗余。
- 4) 本升压站电站不单独设置通信机房，通信设备统一布置在二次设备室内。通信屏位本期使用5面，本期占用4面（SDH设备2面，调度交换设备1面，综合配线柜1面），预留1面。

表2.2.5.1 通信主要设备表
略

2.2.5.2 消防工程

贯彻“预防为主、防消结合”的消防工作方针，做到防患于未“燃”。严格按照规程规范的要求设计，采取“一防、二断、三灭、四排”的综合消防技术措施。

本工程消防总体设计采用综合消防技术措施，根据消防系统的功能要求，从防火、灭火、排烟、救生等方面作完善的设计，力争做到防患于未“燃”，

减少火灾发生的可能，一旦发生也能在短时间内予以扑灭，使火灾损失减少到最低程度，同时确保火灾时人员的安全疏散。工程消防设计与总平面布置统筹考虑，保证消防车道、防火间距、安全出口等各项消防要求。

（1）消防车道和安全疏散通道

1）消防车道

通过对外交通公路，消防车可到达场区。光伏场区、电池储能场区消防通道宽度 4.0m，转弯半径 9m；变压器、35kV 预制舱、二次预制舱等周围消防通道宽度 4.5m，转弯半径 9m。消防通道在场内形成环行通道，道路上空无障碍物，满足规范要求。

2）防火间距

综合用房和配电预制舱等建筑物之间的距离均大于为 10m，满足建筑物防火间距要求。

3）安全疏散

综合用房 1 座，为三层框架结构，层高为 3.30m，总高度 10.80m，设有 2 个对外安全出口，满足规范的要求；综合泵房 1 座，单层框架结构，建筑面积 67.5m²，设有 1 个对外安全出口，满足规范的要求；工具间、备品备件间、危废间 1 座，单层框架结构，总建筑面积 97.96m²，每个危废间设有 1 个对外安全出口，满足规范的要求。其他均为预制舱形式，对外安全出口由设备厂家按照规范进行设计。

（2）电气消防

1）所有控制线路等电缆、电线均采用阻燃型。

2）消防照明：综合用房、配电用房、逆变机房均设充电式应急灯，放电时间不小于 120min。

3）消防通信：主控室设对外的直拨电话（直拨 119 电话）。

（3）变压器消防设计

主变压器区域配置 MFT/ABC50 推车式磷酸铵盐干粉灭火器 2 辆及 1m³ 砂箱，推车灭火器放置在成品的消防小间内。

（4）光伏场区系统

在光伏场区每个箱逆变一体机附近配置 2 具 5kg 手提式磷酸铵盐干粉灭火器和灭火器箱。

2.3 电气部分

2.3.1 接入系统方案

项目西侧陆域建设一座升压站。220kV 升压站（阳光 220kV 升压站），该站终期主变规模 $2 \times 150\text{MVA}$ ，电压等级为 220/35kV。站内共建设 2 台主变，本项目光伏通过 6 回 35kV 集电线路接入阳光 220kV 升压站 1#主变 35kV 侧，升压后通过阳光 220kV 升压站~稳庄 220kV 变电站。新建的阳光 220kV 升压站~阳光 150MW 升压站项目升压站的 220kV 线路长度约 6.8km。

略

图 2.3.1 路径示意图

2.3.2 电气一次

（1）电气主接线

电气主接线的设计本着供电可靠、运行灵活、接线简单便于实现自动化和节约投资的原则进行。

保障性项目光伏场区建设容量为 150MW。配套建设 1 座 220kV 升压站，规划 2 台 150MVA 主变压器，本项目配套一座 150MVA 主变压器。主变压器电压等级为 220/35kV，主变压器采用三相双绕组油浸自冷式变压器，二级能效。通过 220kV 单母线 GIS 配电装置送出。

220kV 配电装置：本工程 220kV 采用单母线接线形式，规划出线间隔 3 回，进线间隔 2 回，母线 PT 间隔 1 回；本期建设出线间隔 2 回，进线间隔 1 回，母线 PT 间隔 1 回。

35kV 配电装置：规划采用两段单母线接线，采用户内手车式开关柜，本期建成单母线接线，每段设主变进线柜 1 面，主变进线隔离柜 1 面，PT 柜 1 面，SVG 出线柜 1 面，接地变兼站变出线柜 1 面，集电线路柜进线柜 6 面，储能出线柜 1 面，共 12 回。

无功补偿装置：根据接入系统报告，本期新建主变 35kV 侧配置 1 套 ±40Mvar 的 SVG 装置，采用户外、水冷、直挂式。

接地变小电阻成套装置：本工程 35kV 侧采用接地变小电阻接地方式，接地变为 DKSC-1500/37-630/0.4，电阻为 400A，53.4Ω。

（2）主要电气设备选择

①工程升压设备采用 26 台 4800kW 箱逆变一体机设备和 8 台 3125kW 箱式变压器设备。主变压器电压等级为 220/35kV，主变压器采用三相双绕组油浸自冷式变压器。

②光伏系统电缆采用阻燃电缆，本项目直流侧为 1500V 系统，组件出线选用 PV1500DC-AL1x6mm²光伏专用电缆。光伏专用电缆在组件背面沿横梁敷设，并用绑带固定，跨排穿桥架敷设。

光伏区电缆选型如下：

表 2.3.2.1 光伏组串至组串逆变器器电缆选择

电缆型号	电缆载流量/校正 载流量(A)	设备输出电流 (A)	压降 2%时 电缆长度 (m)
ZC-YJLHY23-1.8/3kV-2×240mm ²	378/302	295.12	270
ZC-YJLHY23-1.8/3kV-2×300mm ²	419/335	295.12	330

③汇流箱至箱逆变一体机的电缆采用桥架+埋地敷设，电缆截面根据《GB50217-2018 电力工程电缆设计标准》和《电线电缆载流量手册》进行选择，采用 C 级阻燃型电缆，电缆导体选择铝合金芯导体。电缆型号为 ZRC-YJLHY23-1.8/3kV，并进行热稳定效验，电缆截面根据电缆所带负荷计算，并考虑电缆在不同环境温度及桥架敷设并列根数综合校正系数为 0.8，电缆压降控制到 2%时，电缆截面选择见下表：

表 2.3.2.2 汇流箱至箱逆变电缆选择

电缆型号	电缆载流量/校正 载流量(A)	设备输出电流 (A)	压降 2%时 电缆长度 (m)
ZC-YJLHY23-1.8/3kV-2×240mm ²	378/302	295.12	270
ZC-YJLHY23-1.8/3kV-2×300mm ²	419/335	295.12	330

④本工程集电线路电缆敷采用直埋+拉管敷设，35kV 集电线路电缆截面根据《GB50217—2018 电力工程电缆设计标准》和《电线电缆载流量手册》进行选择，电缆型号为 ZRC-YJLHHLY23-26/35kV 或 ZRC-YJLHY23-26/35kV。

⑤升压站部分：升压站主变压器采用普通三相双绕组油浸自冷有载调压变压器。型号：SZ20-180MVA/220kV；容量为：150MVA。电压比：230±8×1.25%/37kV。

(3) 绝缘配合、过电压保护

光伏区直击雷防护

①光伏方阵区域直击雷防护：在光伏阵列区域不设置避雷针，利用电池支架金属框，作为直击雷防护设施。

②其他区域直击雷防护：交流侧的直击雷防护按照电力系统行业标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》进行。

感应雷防护：在太阳能组件的不同控制部分，分别设置二次防雷模块，避免其受感应雷和操作过电压冲击。

接地设计应根据实测土壤电阻率和短路电流计算结果对光伏场地进行接地电阻计算，根据《光伏发电工程电气设计规范》光伏发电工程光伏阵列接地装置的工频接地电阻不应大于 4Ω 。

（4）接地

为防止雷电对电气设备的直接袭击，本工程在升压站内设置 1 座 30m 高的架构避雷针，3 座 30m 高独立避雷针，其联合保护范围可覆盖全站电气设备；未在联合保护范围内的高、低压配电室、综合楼、辅助用房等建筑物采取在屋顶设置避雷带的方式，做为防直击雷保护。

（5）电缆敷设及防火封堵

直埋敷设的电缆与道路交叉时，穿保护管，且保护范围超出路基、道路面两边以及排水沟边 1m 以上，保护管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍；直埋敷设的电缆引入构筑物，在贯穿墙孔处应设置保护管，且对保护管实施阻水堵塞。本站电缆敷设的主要方式为电缆沟及电缆保护管，电缆支架均采用热镀锌角钢材料。电力电缆及二次电缆在电缆沟内沿角钢支架敷设；光缆沿电缆沟全长铺设电缆槽盒，光缆在槽盒敷设。

2.3.2 电气二次

光伏电站按“无人值班，少人值守”的原则设计，采用全计算机方式进行监控；站内配置微机型保护、测控及安全自动装置单元。

升压站监控与光伏场区监控分别配置一套微机监控系统，储能系统单独配置一套微机监控系统，采集站内电气设备、光伏场区及储能场区设备的信息，上传至电网调度，并接收调度端指令，实现对整个光伏电站的控制和调节。全站设一套时间同步系统，用于实现站内微机监控系统、保护装置、故障录波器、安全自动装置、远动工作站等设备的时间同步，满足站内设备对时要求。

（1）继电保护及安全自动装置

1) 逆变器保护

逆变器具有直流输入过/欠压保护、极性反接保护、输出过压保护、过流和短路保护、接地保护（具有故障检测功能）、过载保护、过热保护、孤岛检测保护等功能。此部分保护由逆变器厂家实现。

2) 35kV 箱变保护

箱式变压器高压侧配置熔断器和负荷开关，作为变压器过载及短路保护。当电气设备发生短路故障时，能在最小的区间内断开与电网的连接，以减轻故障设备的损坏程度和对临近地区设备的影响。

箱变本体配置轻重瓦斯、油温高、压力释放等非电量保护。

箱变低压侧装设断路器，低压断路器具备瞬时、短延时、长延时、反时限等，可实现速断、过流等保护功能。保护参数的整定范围延伸至低压侧逆变器出口处，作为箱变低压侧至逆变器出口之间的保护。

(2) 组屏方案

每个逆变升压单元中逆变器、箱变等成套的智能装置安装于相应设备内。

(3) 电气二次设备布置

本升压站设置独立的继电保护室，集中安装的保护测控设备屏柜、故障录波器柜、视频监控系统柜、直流系统柜、UPS 电源柜、同步对时屏、远动及通讯屏等均布置在继电保护室内；35kV 线路、站用变等测控保护装置及电能表等设备分散布置于相应的开关柜内；逆变升压单元测控柜布置于对应的逆变器集装箱内。

2.3.3 储能系统设计

LT-2025-002 号宗海项目位于河北省唐山市乐亭县，本期建设 150MW。根据河北省新能源配储要求，按照装机容量 20%、2 小时配套建设储能设施，在升压站建设 30MW/60MWh 储能系统，并配置一套能量管理系统，采用 1 回集电线路接入到升压站 35kV 侧。

单套储能单元采用 ST15045kWh-7500kW-MV-2h 一体化设计方案，由 1 台储能变流升压一体 SC7500UD-MV-P3 和 2 台液冷柜 ST7520UX-S-2H 组成，具有安装维护方便、系统集成化程度高等优点。本项目储能系统容量为 30MW/60MWh，由 4 台储能变流升压一体 SC7500UD-MV-P3 和 8 台液冷柜

ST7520UX-S-2H 构成，储能系统交流侧并网电压等级为 35kV，可接受调度参与电网调峰调频等应用。

略

图 2.3.3.1 储能单元电气一次接入示意图

2.4 施工方案、工程量及计划进度

2.4.1 施工条件

光伏场区位于河北省乐亭县东南侧，距离乐亭县城约 27.3km，西侧距离 G228 国道约 3km。拟选升压站位于光伏区西侧，临近道路，交通便利。光伏设备和其他建筑材料可用汽车运到工地。

（1）场外交通运输

本项目的设备主要为光伏设备和其他建筑材料等，主要为公路运输。附近有 G228 以及县乡道和村道，对外交通便利，可用汽车运至工地。

（2）施工道路

光伏场区基于现状养殖池塘布置，场内对外交通可通过现有泥结碎石道路至附近混凝土道路。

项目施工现场运输物料主要为光伏支架、光伏组件等小型成品预制件，根据物料特点及施工道路条件，选用小型运输设备从陆域临时堆场经过二次转运运输至场区。当前现有道路即可满足现场施工及后期运维要求。

（3）施工供水、供电及建筑材料

光伏电站用水包括建筑施工用水、施工机械用水、生活用水等。施工期间考虑打井取水，以满足施工要求。

施工供电：本项目施工用电从附近的 10kV 线路引接，作为光伏电站施工用电电源，并安装降压设施，满足施工、生活用电需求。另备用 2 台 50kW 柴油发电机作为施工备用电源。

施工材料：本项目距离乐亭县约 27.3km，项目所需建材在县城及其附近购买。

（4）施工临时用地

本项目施工内容主要为桩基施工及设备安装，施工材料主要为外购预制桩及成品电气设施，为满足场区土建施工和光电设备基础施工，项目施工期间集

中在场区内设置一个施工生活区。

在施工生活区域集中设置光伏设备等。生产用办公室和生活临时住房等也集中布置在施工生活区域。混凝土采用商品混凝土，由混凝土泵车运至光伏场区。光伏电池钢支架就地组装，不集中设堆放场地。

2.4.2 施工安装工艺和方法

项目施工流程主要为施工准备→排水、场地整平→光伏阵列基础及设备安装→光伏设备、箱变、逆变器安装→所有电器设备安装→电缆支架安装与电缆敷设→电气设备安装调试。

2.4.2.1 光伏区桩基施工方案

略。

2.4.2.2 主要设备安装

本项目箱逆变一体机、汇流箱等主要设备通过汽车运抵既定位置，主要采用叉车、汽车吊等机械将设备安装就位。变压器通过现有道路运至安装现场后，可采用 50t 汽车吊对变压器进行就位，设备的起吊应采用柔软的麻绳，防止破坏其外壳油漆。安装程序为：设备安装→引下线安装→接地系统安装→电缆敷设接线→交整体调试。引下线安装完毕后不得有扭结、松股、断股或严重腐蚀等现象。设备底座支架的安装应牢固、平正，符合设计或制造厂的规定。所有设备的接地应采用足够截面的镀锌扁铁，且接地应良好。

2.4.2.3 电缆敷设

略。

2.4.2.4 场区道路整平

场区道路不改变堤坝结构，仅进行整平处理。包括施工准备→定位放线→路基挖土方→整平碾压→泥结小碎石→整平碾压。

2.4.2.5 施工主要设备

略

2.4.3 工程量与土石方平衡

根据本项目工程可行性研究报告，本项目无需外购土石方，亦不会产生多余土石方，无需清淤处理，项目光伏支架、箱变平台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，不产生土石方。

2.4.4 施工进度

略。

2.5 项目用海需求

（1）项目申请用海面积

项目总申请用海面积为 224.4629hm²，其中光伏阵列、箱变平台及电缆桥架用海面积为 218.1009hm²，用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物；地埋电缆用海面积为 6.3620hm²，用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。项目申请用海期限 26 年。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型一级类为“工业用海”，二级类为“电力工业用海”；按照《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，本项目用海类型为一级类“工矿通信用海”，二级类“可再生能源用海”。本项目光伏场区用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物，电缆的用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。

（2）占用岸线情况

项目不占用自然岸线，项目地埋电缆穿越人工岸线 34m，项目建成后不形成有效的岸线。

图2.5-1 项目用海区与海岸线位置关系图

（3）项目申请用海期限

本项目属于电力工业用海，按照《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，用海最高期限为 50 年，项目采用的光伏支架和光伏板设计寿命为 25 年，项目申请用海期限为 26 年。

项目宗海位置图、宗海立体空间范围示意图和宗海界址图见图 2.5-1、2.5-2 和图 2.5-3。

LT-2025-002号宗海项目宗海位置图

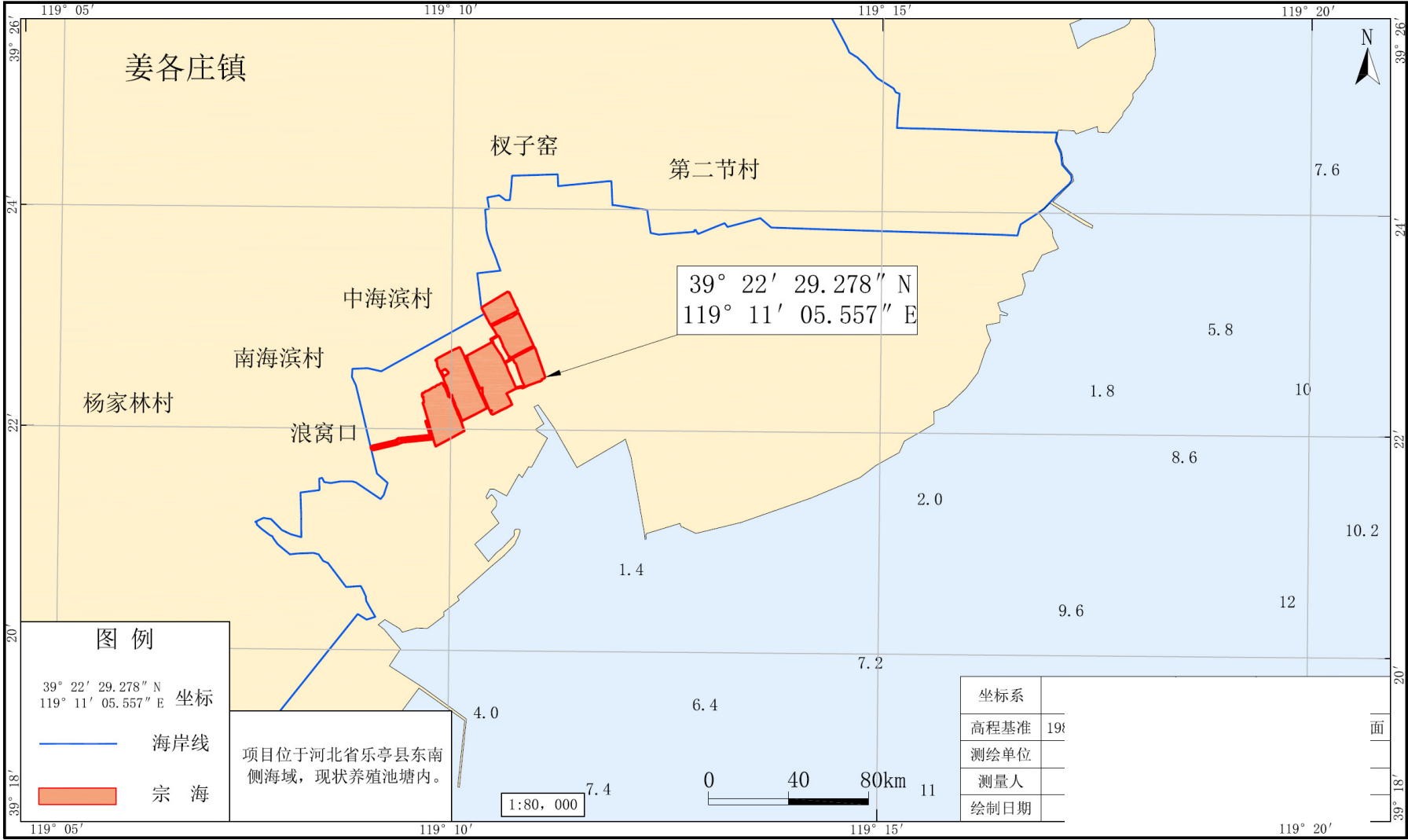


图 2.5-1 宗海位置图

略

图 2.5-2 宗海立体空间范围示意图

LT-2025-002号宗海项目界址图

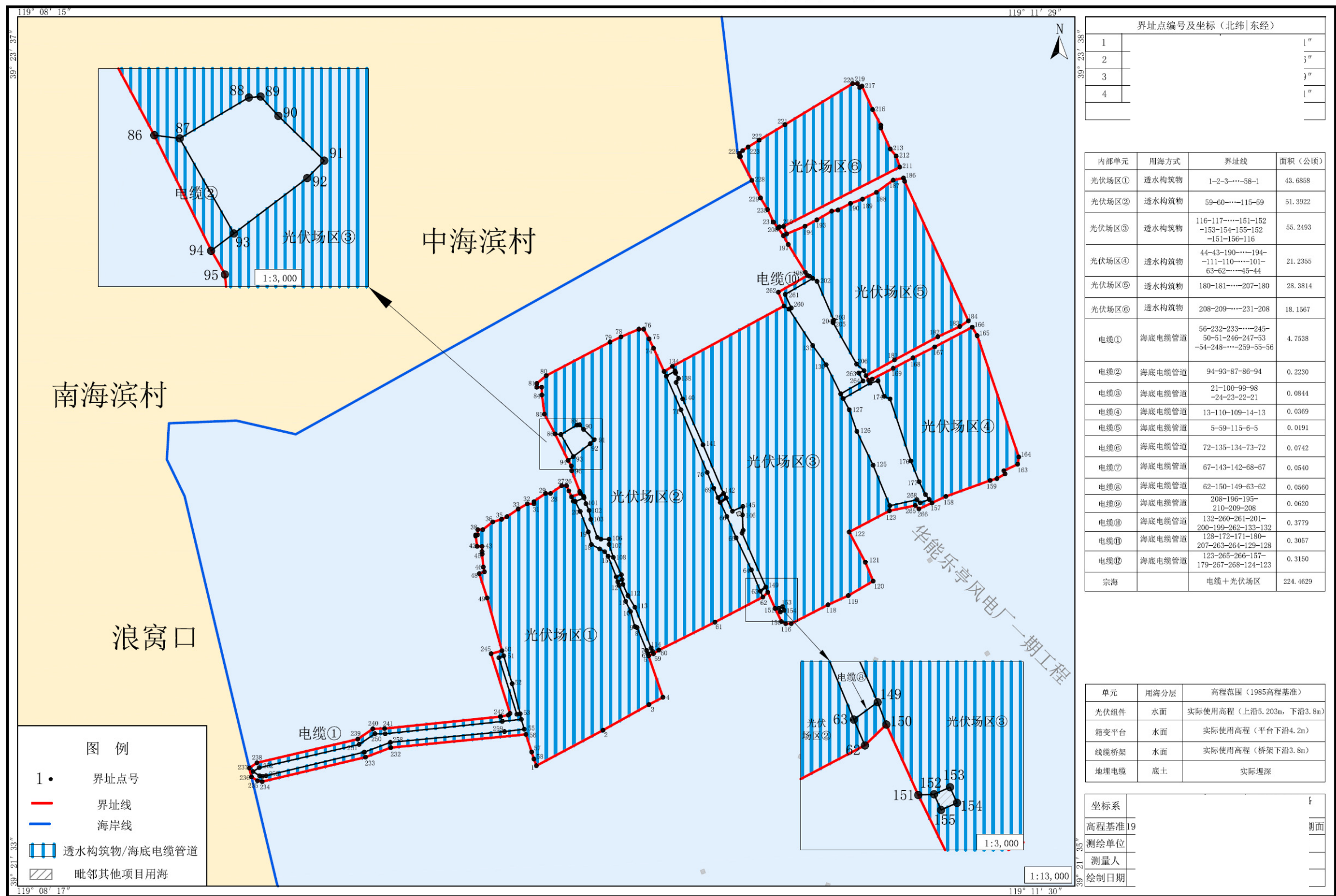


图 2.5-3 宗海界址图

LT-2025-002号宗海项目宗海平面图

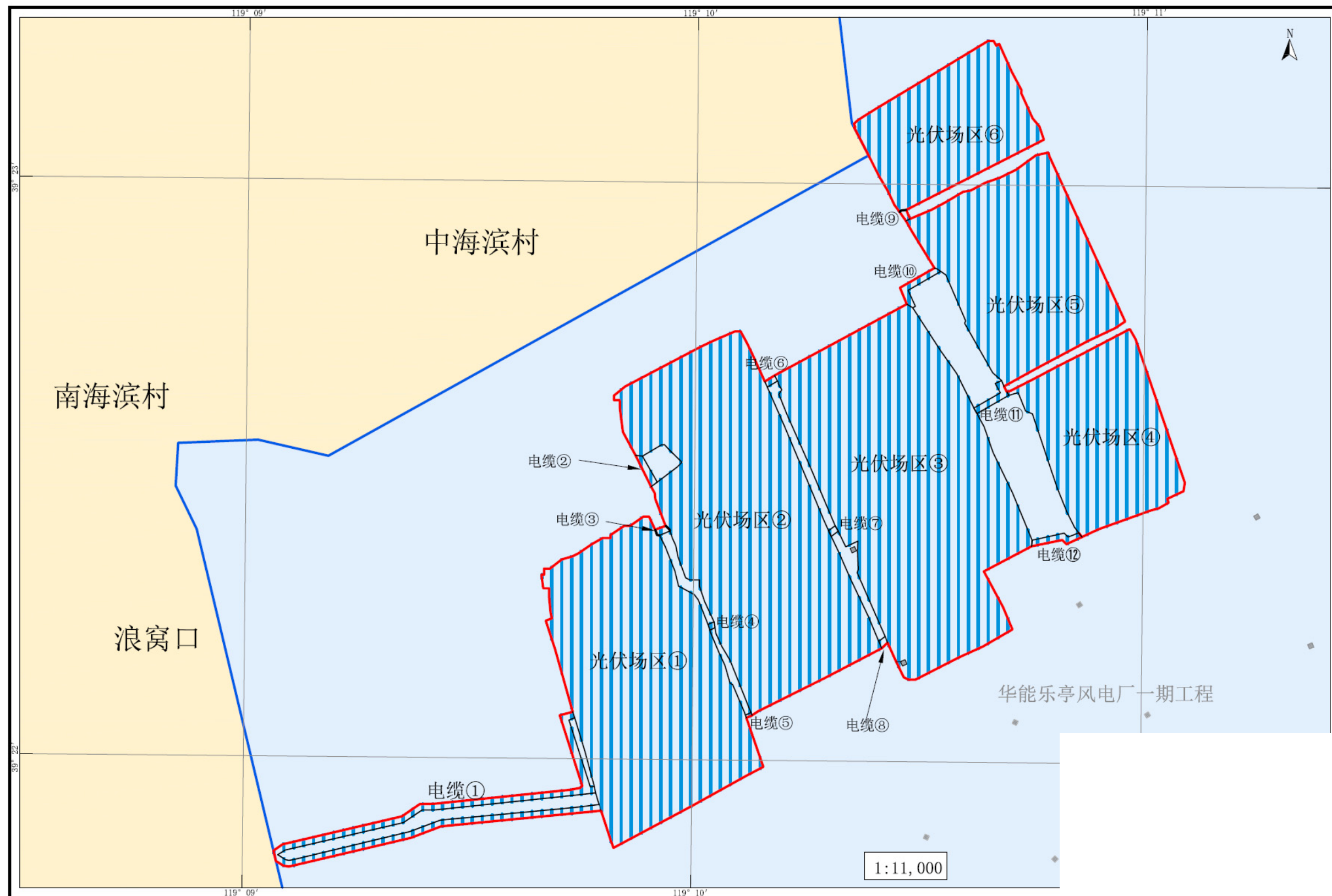


图 2.5-4 宗海平面图

略。

图 2.5.4 界址点（续）

2.6 项目用海必要性

2.6.1 项目建设必要性

略。

2.6.2 项目用海必要性

1。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋自然资源概况

3.1.1 海岸线资源

略。

3.1.2 岛礁资源

略。

3.1.3 港口资源

略。

3.1.4 渔业资源

略。。

3.1.5 矿产资源

略。

3.1.6 旅游资源

略。

3.1.7 保护区

略。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 自然环境概况

略。

3.2.2 海洋环境质量状况

3.2.2.1 海洋水质状况调查与评价

3.2.2.1.1 资料来源和调查站位

略。

3.2.2.1.2 采样与分析方法

(1) 调查项目

水质现状调查因子包括：水温、盐度、pH 值、悬浮物、DO、COD、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、石油类、挥发酚、重金属（As、Hg、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr）。

(2) 分析方法

水质（除油类）采样，水深<10 m 时采表层水样，10~25 m 时采表、底层，油类仅采集表层。

各调查项目的样品采集、贮存、运输、预处理及分析测定过程均按《海洋调查规范》（GB12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的要求进行。各项目所采用的分析方法及检出限见表。

表 3.2.2.2 水质监测各项目分析及检出限

项目	分析方法	检出限
化学需氧量	碱性高锰酸钾法	0.15 mg/L
溶解氧	碘量法	0.042 mg/L
水温	表层水温表法	——
盐度	盐度计法	——
油类	紫外分光光度法	3.5μg/L
pH	pH 计法	—
铵盐	次溴酸盐氧化法	0.4×10^{-3} mg/L
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	0.3×10^{-3} mg/L
硝酸盐	锌镉还原法	0.7×10^{-3} mg/L
磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	0.062μg/L
悬浮物	重量法	2mg/L
砷	原子荧光法	0.5μg/L
汞	原子荧光法	7.0×10^{-3} μg/L
锌	火焰原子吸收分光光度计法	3.1μg/L
镉	无火焰原子吸收分光光度计法	0.01μg/L
铬	无火焰原子吸收分光光度计法	0.4μg/L
铜	无火焰原子吸收分光光度计法	0.2μg/L
铅	无火焰原子吸收分光光度计法	0.03μg/L

项目	分析方法	检出限
挥发性酚	4-氨基安替比林分光光度法	4.8μg/L

3.2.2.1.3 评价标准

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）评价。

各调查因子具体评价标准值见表。

表 3.2.2.3 海水水质标准（GB3097-1997）(单位：mg/L，除 pH 值外)

项目	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜
一类	7.8~8.5	>6	≤2	≤0.20	≤0.015	≤0.05	≤0.005
二类	7.8~8.5	>5	≤3	≤0.30	≤0.030	≤0.05	≤0.010
三类	6.8~8.8	>4	≤4	≤0.40	≤0.030	≤0.30	≤0.050
四类	6.8~8.8	>3	≤5	≤0.50	≤0.045	≤0.50	≤0.050
项目	锌	镉	铬	汞	砷	铅	镍
一类	≤0.020	≤0.001	≤0.05	≤0.00005	≤0.020	≤0.001	≤0.005
二类	≤0.050	≤0.005	≤0.10	≤0.0002	≤0.030	≤0.005	≤0.010
三类	≤0.10	≤0.010	≤0.20	≤0.0002	≤0.050	≤0.010	≤0.020
四类	≤0.50	≤0.010	≤0.50	≤0.0005	≤0.050	≤0.050	≤0.050
项目	挥发酚	硫化物	氰化物				
一类	≤0.005	≤0.02	≤0.005				
二类	≤0.005	≤0.05	≤0.005				
三类	≤0.010	≤0.10	≤0.10				
四类	≤0.050	≤0.25	≤0.50				

3.2.2.1.4 评价方法

①一般水质因子采用标准指数法进行评价，按下列公式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i —— i 项评价因子的标准指数； C_i —— i 项评价因子的实测浓度； S_i —— i 项评价因子的评价标准值。

②溶解氧（DO）采用下式计算：

$$S_{DO, j} = DO_s / DO_j \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO, j} = | DO_f - DO_j | / (DO_f - DO_s) \quad DO_j > DO_f$$

式中： $S_{DO, j}$ ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f ——饱和溶解氧浓度，mg/L，对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

S——实用盐度符号；

T——水温，℃。

③pH

$$SpH=|pH-pH_{sm}|/DS$$

其中： $pH_{sm} = (pH_{su}+pH_{sd}) / 2$

$$DS= (pH_{su}-pH_{sd}) / 2$$

式中： SpH——pH 的污染指数； pH——pH 调查实测值*；

pH_{su} ——海水 pH 标准的上限值；

pH_{sd} ——海水 pH 标准的下限值。

3.2.2.1.5 海水水质状况

略。

表 3.2.2-4 水质监测结果

备注：“ND”表示未检出。站位中“-1”表示表层，“-3”表示底层。

表3.2.2-5 水质质量评价结果

站位	评价标准	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	铅	镉	铜	锌	铬	砷	汞

注：低于检出限的检测结果，当检出率 $\geq 50\%$ 时，评价指数按检出限 1/2 进行计算；当检出率 $< 50\%$ 时，评价指数按检出限 1/4 进行计算。

3.2.2.2 海洋沉积物质量状况

3.2.2.2.1 调查时间、调查站位

略。

3.2.2.2.2 采样与分析方法

(1) 调查项目

沉积物调查分析项目：铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、油类、有机碳、硫化物等。

(2) 采样和分析方法

a、沉积物采样方法

以箱式采样器取沉积的样品。样品取上甲板后，观察其颜色、嗅和厚度，参照 GB/T12763.8 辨别颜色，嗅觉鉴别有无油味、硫化氢味及其气味的轻重，观测浅色薄层的厚度。以棕色广口玻璃瓶盛装硫化物样品，充氮避光低温保存，尽快分析；有机碳、油类和重金属样品以广口玻璃瓶避光低温保存，尽快分析。

b、沉积物分析方法

样品经自然风干、研磨和过筛（80 目）后，按照表 3.2.2-6 的方法进行分析。

表 3.2.2-6 沉积物监测项目和分析方法

项目	分析方法	检出限	项目	分析方法	检出限
有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	300×10^{-6}	锌	火焰原子吸收分光光度法	6×10^{-6}
硫化物	碘量法	4×10^{-6}	镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10^{-6}
石油类	紫外分光光度法	3×10^{-6}	汞	原子荧光法	0.002×10^{-6}
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.5×10^{-6}	铬	无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
铅	无火焰原子吸收分光光度法	1×10^{-6}	砷	原子荧光法	0.06×10^{-6}

3.2.2.2.3 评价标准

根据《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 进行沉积物环境质量进行客观评价。

表 3.2.2-7 海洋沉积物评价标准表

指标	第一类标准	第二类标准	第三类标准
有机碳 ($\times 10^{-2}$) $\leq$	2.00	3.00	4.00
硫化物 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	300.00	500.00	600.00
石油类 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	500.00	1000.00	1500.00
铅 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	60.00	130.00	250.00
镉 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.50	1.50	5.00
砷 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	20.00	65.00	93.00
铜 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	35.00	100.00	200.00
铬 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	80.00	150.00	270.00
锌 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	150.00	350.00	600.00

汞 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.20	0.50	1.00
-------------------------------	------	------	------

3.2.2.2.4 评价方法

评价因子：评价因子选取有机碳、硫化物、油类和重金属（铜、镉、铅、锌、铬、砷、总汞）。沉积物各化学要素采用单因子评价方法，计算公式为：

$$R=M/S$$

式中：Pi——污染物的污染指数；

Mi——污染物的浓度， 10^{-6} ；

Si——污染物的沉积物质量标准， 10^{-6} 。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

3.2.2.2.5 沉积物质量现状监测与评价结果

（1）监测结果

略。

（2）沉积物评价结果

略。

表 3.2.2-9 调查海域沉积物调查结果
略。

注：“ND”表示未检出

表 3.2.2-10 调查海域沉积物监测结果
略。

注：“-”表示未检出

3.2.2.2.6 海洋沉积物粒度特征

略。

表 3.2.2-11 调查海域沉积物粒度结果

3.2.2.3 生物质量现状调查与评价

3.2.2.3.1 调查时间与站位布设

中国海洋大学于 2024 年 10 月在工程附近海域进行的 14 个站位的海洋生物环境现状调查。

3.2.2.3.2 调查项目与分析方法

本次生物质量调查项目包括：石油烃、铅、镉、铜、锌、砷，总汞和铬 8 项指标。样品的采集、保存、分析的原则与方法按《海洋调查规范》GB/T12763-2007、《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）和《海洋监测技术规程第 3 部分：生物体》（HYT147.3-2013）的要求进行，方法详情见表 3.2.2-11。

样品采集、贮存和预处理方法参照《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）有关规定执行。

表 3.2.2.11 生物体质量各项目分析及检出限

序号	调查项目	分析方法	引用标准
1	石油烃	荧光分光光度法	GB 17378.6-2007
2	总汞	原子荧光法	GB 17378.6-2007
3	镉	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.3-2013
4	铅	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.3-2013
5	铜	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.3-2013
6	锌	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.3-2013
7	铬	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.3-2013
8	砷	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.3-2013

3.2.2.3.3 评价标准与评价方法

(1) 评价标准

贝类（双壳类）评价标准采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中规定的标准值，生态保护区、游憩用海区、渔业用海区执行第一类生物质量标准，工矿通信用海区执行第二类生物质量标准，交通运输用海区执行第二类生物质量标准；鱼类、软体动物（非双壳贝类）和甲壳类生物质量评价标准采用《环境影响评价技术导则海洋生态环境（HJ 1409—2025）》中规定的海洋生物质量标准，见表 3.2.2-12。

(2) 评价方法

海洋生物质量评价方法采用单因子污染指数评价法，如下式计算。

$$I_i=C_i/S_{ij}$$

式中：I_i——i 测项的污染指数；

C_i——i 测项的实测浓度或指标值；

S_{ij}——i 测项的 j 类生物质量标准值。

表 3.2.2-12 海洋生物质量（GB1842-2001）(单位：mg/kg)

项目	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油 烃
双壳贝类（一类）	≤0.05	≤1	≤10	≤0.1	≤0.2	≤20	≤0.5	≤15
双壳贝类（二类）	≤0.1	≤5	≤25	≤2	≤2	≤50	≤2	≤50
双壳贝类（三类）	≤0.3	≤8	≤50	≤6	≤5	≤100	≤6	≤80
软体动物 （非双壳贝类）	≤0.3	≤1	≤100	≤10.0	≤5.5	≤250	/	≤20
甲壳类	≤0.2	≤1	≤100	≤2	≤2	≤150	/	≤20
鱼类	≤0.3	≤1	≤20	≤2	≤0.6	≤40	/	≤20

3.2.2.3.4 生物质量监测结果与评价

略。

3.2.2.4 海洋生态环境质量状况

3.2.2.4.1 调查站位和方法

（1）调查站位

中国海洋大学于 2024 年 10 月在工程附近海域进行的 17 个站位的海洋生物环境现状调查。

（2）分析方法

1.调查内容与分析方法

叶绿素 a：按照《海洋监测规范》（GB/T12763.6-2007），使用 2.5LHYDRO-BIOSNiskin 采水器采样，采样层次为表层。每份样取 500mL，加入两滴 1%碳酸镁溶液，用 WhatmanGF/F 玻璃纤维滤膜过滤，滤膜用 90%丙酮萃取，定容至 10mL，低温下萃取 20 小时后，用 TURNER 荧光仪测定。

浮游植物：依据《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007，海水样品用浅水 III 型浮游生物网（网长 140cm，网口直径 37cm，筛绢孔宽 0.077mm）垂直从底层到表层拖网，收集到塑料瓶中，加甲醛固定。随机吸取 0.5ml 样品的在显微镜下观察，并进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。每份样品采

水 1L，水样用 Lugo'溶液固定带回实验室，鉴定计数前在实验室沉降 24h，除去上清液，浓缩成 30mL，再随机抽取分样样品在倒置显微镜下观察，并进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。调查结果以 cells/m³ 表示。

浮游动物：依据《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 第 8 节，用浅水 I 型浮游生物网（网长 145cm，网口直径 50cm，筛绢孔宽 0.505mm），从底至表垂直拖取样品，5%的中性甲醛溶液固定，真空泵（30dm³/min）抽滤后用电子天平（感量 0.001g）进行样品湿重生物量的测定（mg/m³）。浮游动物标本用显微镜和体视显微镜进行分类鉴定种类，并在体视显微镜下进行个体计数，计算个体密度（个/m³）。

潮下带大型底栖生物：使用 0.05m² 抓斗式采泥器，每站连续取样不少于 4 次，所有采集泥样放入“MSB 型底栖生物漩涡分选器”中淘洗，并用网目为 1mm 的过筛器分选。筛选的生物样品置样品瓶中用固定液保存后带回实验室称重、分析，软体动物带壳称重，并换算成单位面积的生物量（g/m²）和栖息密度（ind./m²）。

2.评价方法

（1）优势度（Y）及计算方法

优势种的概念有两个方面涵义，一方面指占有广泛的生境，可以利用较高的资源，具广泛适应性，在空间分布上表现为空间出现频率（fi）较高，另一方面，表现为个体数量（ni）庞大，丰度百分比（ni/N）较高。综合优势种概念的两个方面，得出优势种优势度（Y）的计算公式：

$$Y=ni/N \times fi \text{（本报告规定优势度 } Y \geq 0.02 \text{ 时为优势种）}$$

（2）生物生态评价方法及其指数计算

香农—威纳（Shannon—Wiener）多样性指数：

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

式中，H'为物种多样性指数值；S 为样品中的总种数；Pi 为第 i 种的个体丰度（ni）与总丰度（N）的比值（ni/N）。

均匀度指数：J'=H'/log₂S，式中，J'表示均匀度指数值；H'表示物种多样性指数值；S 表示样品中总种数。

丰富度指数： $d = (S-1) / \log_2 N$ ，式中， d 表示丰富度指数值； S 表示样品中的总种数； N 表示群落中所有物种的总丰度。

单纯度指数： $C = \sum (n_i/N)^2$ ，所有物种丰度或生物量， n_i 为第 i 个物种的丰度或生物量。

3.2.2.5 渔业资源环境现状调查与评价

3.2.2.5.1 调查站点布设

中国海洋大学 2024 年 10 月份在项目周边海域进行了 14 个站位的渔业资源调查，调查海域采样点设置如图 3.2.2.5-1 和表 3.2.2.5-1 所示。

略。

图 3.2.2.5-1 渔业资源调查站位

表 3.2.2.5-1 2024 年 10 月调查站位经纬度

略。

(1) 调查评价项目

1) 鱼卵仔稚鱼

调查项目包括：鱼卵、仔稚鱼的种类组成、数量分布和优势种。

2) 游泳动物

调查项目包括：渔获物种类组成、优势种分布、渔获量分布、幼体比例和现存绝对资源密度。

(2) 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脆弱，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、仔鱼调查根据 GB12763.6《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》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 50 cm，长 145 cm）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 80 cm，长 280 cm）表层水平拖网 10 min，拖网速度 2 kn。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) 游泳动物

游泳动物拖网调查按《GB12763.6 海洋调查规范第 6 部分海洋生物调查》、《海洋水产资源调查手册》和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》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，网口 1400 目，网目尺寸 56 mm，网口周长 78.4 m，囊网网目 20 mm。每站拖曳 1 h，平均拖速 3.0 kn。拖曳时，网口高度 5.3 m，网口宽度 8.0 m，每站的实际扫海面积为 44448 m²。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。

(3) 评价方法

1) 鱼卵仔稚鱼

鱼卵仔稚鱼密度计算公式：

$$G=N/V$$

式中：

G——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./m³)；

N——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 (m³)。

2) 游泳动物

游泳动物资源密度计算公式如下：

$$\rho=D/p \cdot a$$

式中：ρ——现存资源量；

D——相对资源密度，即平均渔获量；

a——网次扫海面积；

p——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，把网具的捕获率大体上分为如下 3 类：中上层鱼类和头足类（枪乌贼），p 取 0.3，近底层鱼类、虾类和头足类（长蛸、短蛸），p 取 0.5，底层鱼类和蟹类，p 取 0.8。

3) 生态优势度

相对重要性指数（Index of Relative Importance，简称 *IRI*）从各种类在数量、重量中所占比例和出现频率 3 个方面进行优势度的综合评价，判断其在群落中的重要程度，即：

$$IRI=(N+W) \cdot F \quad (1-1)$$

式中：*IRI* 为相对重要性指数；*N* 为数量百分比；*W* 为重量百分比；*F* 为出现频率。

鱼卵仔稚鱼无重量数据，采用上述公式的变形：

$$IRI=N \cdot F \quad (1-2)$$

式中 *IRI*，*N* 和 *F* 同公式（1-1）。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。

4) 多样性

物种多样性指数是度量生物多样性高低及空间分布特征的数值指标，它包括物种丰富度和均匀度两个生态学参数，被广泛应用于群落结构变化以及生态系统环境质量评价等研究中。

Simpson 多样性指数（*D*）计算公式为：

$$D=(S-1)/\ln N$$

式中：*D* 为物种 Simpson 多样性指数；*S* 为种类数；*N* 为总尾数。

Shannon-Weaver 多样性指数（*H'*）计算公式为：

$$H'=-\sum P_i \ln P_i$$

式中：*H'* 为物种多样性指数；*P_i* 为 *i* 种种类的数量（或重量）比例。

物种 Pielou 均匀度指数（Pielou）：

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

式中：*J'* 是为物种 Pielou 均匀度指数；*H'* 为物种多样度指数；*S* 为种类数。

3.2.3 水文动力环境现状

3.2.3.1 海流调查站位

略。

图 3.2.2-1 2020 年 6 月海流调查站位（大潮期）

表 3.2.2-1 2020 年 6 月海流观测站位表
略。

3.2.3.2 潮汐

略。

3.2.4 鸟类及栖息地概况

本节内容摘自《LT-2025-002 号宗海项目鸟类生态影响评价报告》，乐亭县野生动物保护协会，2025 年 3 月 15 日。

略。

4 资源生态影响分析

4.1 生态评估

略。

4.2 资源影响分析

4.2.1 对岸线资源影响

略。

4.2.2 对滩涂及湿地资源的影响

(1) 施工期对滩涂湿地资源的影响分析

本项目位于养殖池塘内，所在区域为一般湿地，不属于重要湿地。

本项目位于现状养殖池塘内，为潮间带区域，与外侧海域有堤坝阻隔，且池塘与外界水系之间设有闸板，光伏场区设备不会直接和外界水系产生直接接触。且项目采用干法施工，不产生悬浮泥沙。本项目在养殖池塘上方建设的光伏板、箱变均采用桩基结构，占用海域面积较小，生物受损现象不明显。项目外侧存在围合堤坝，采用透水构筑物 and 海底电缆管道的用海方式，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。施工期间采取相应环保措施，污染物不排海，因此项目施工期对滩涂湿地资源影响较小。

(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。

项目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，直接排入养殖池塘，不会对外部海洋环境造成明显影响。

4.2.3 对渔业资源影响

本项目位于河北省唐山市乐亭县东南侧海域，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 对鸟类资源的影响

4.2.4.1 施工期对鸟类的影响分析与评估

本项目主要建设光伏板、箱变平台等光伏组件。光伏组件桩基施工、箱变平台安装、电缆埋设及车辆设备运输等施工活动产生的噪音、灯光以及产生的废物等，对周边鸟类的觅食和栖息存在着一定的影响。另外项目建设期间会暂时性地对海洋底栖生物和鱼类造成影响，进而影响鸟类的食物链，影响鸟类的正常觅食。

本项目施工场所在养殖池塘内，对鸟类栖息地和觅食场所影响有限。项目所在地鸟类种类、数量较少，密度较低，仅有少量鸟类在此活动，同时鸟类有规避性，项目附近有广阔的海域和湿地可替代作为鸟类的栖息和觅食地，可以通过主动规避来选择其他地点觅食。因此，本项目建设期间的噪声、振动对鸟类影响非常有限，而且是短暂的，不会对本项目周边鸟类的种类、数量产生明显影响，仅对项目区鸟类的分布情况产生一定影响，施工结束后影响消失。

此外，项目施工期间夜晚有人员住宿和看护，局部会有灯光，光线可能会对部分夜行鸟类产生趋光性影响，但调查发现，施工区域附近很少有鹰类等夜行动物，基本不会带来影响。施工期间有大量的人员活动，可能惊吓部分前来觅食的鸟类。随意堆放的垃圾或者洒落的食物可能会引来部分鸟类觅食，可通过规范人员活动减少垃圾随意丢弃等方式解决。加上人为活动鸟类很少靠近，周边同样生境区域很多，鸟类可主动规避进行觅食和栖息，对其栖息和觅食影响较低。因此，项目建设期间对鸟类的影响总体非常小。

4.2.4.2 运营期对鸟类的影响分析与评估

项目建成后，光伏场区建筑高度较低，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。

项目建成后，运营区域位于沿岸滩涂，周边无明显树林、草地或滩涂可搭建鸟窝位置，基本不占用和影响鸟类的繁殖地，调查期间未发现有鸟类在此繁殖，对鸟类繁殖基本没有影响。光伏面板占用养殖池塘，会减少鸟类栖息地面积，因周边存在着大量更适合觅食和繁殖的栖息地，项目建设只会些许改变湿地内极少数鸟类栖息的分布格局，不会对鸟类的栖息地产生明显不利影响，因此，项目运营期对鸟类影响非常小，仅轻微缩小其觅食和栖息范围，其影响基本可以接受。

综上所述，本项目场址所在海域不是该地区迁徙鸟类的主要迁徙通道，项目本身对其所在海域及周边地区鸟类的繁殖没有影响，对极少数滩涂鸟类的觅食行为和栖息行为有较小影响，对可能途经该区域迁徙的鸟类的迁徙行为几乎没有影响。因此，项目对邻近海域鸟类的综合影响较小，属于可接受的范围。通过制定严格的施工及运营方案，可以进一步有效降低本项目对鸟类觅食的潜在影响。因此，在严格落实相关保护措施的情况下，从对鸟类影响的角度来评估，本项目是可行的。

4.2.5 生物资源损失

4.2.5.1 生物资源损失量计算

略。

4.3 生态影响分析

4.3.1 对海洋水文动力环境的影响分析

本项目位于养殖池塘内，四周有堤坝阻挡，对海水有阻隔作用，且池塘与外界水系之间设有闸板，光伏场区设备不会直接和外界水系产生直接接触，与外海不连通，海洋属性较弱。本项目施工时，打桩作业及基础、设备安装均位于池塘内，项目区与外侧海域无自然水力联通，对水文动力环境影响极小，不会对周边海域海流流速、流向产生影响，项目建设基本不会改变周边岸线的形态，几乎不改变区域内的水深地形。

因此本项目建设不会对周边水文动力环境造成不利影响。

4.3.2 对地形地貌冲淤环境的影响分析

本项目位于养殖池塘内，四周有堤坝阻挡，对海水有阻隔作用，与外海不连通，海洋属性较弱，项目区在自然潮汐作用下不会上水。项目施工时，打桩作业及基础、设备安装均位于养殖池塘内，打桩机等工程施工机械设备及施工人员活动将对池塘的底土造成一定程度压实，仅限于池塘内部，不存在与外侧海域之间的泥沙交换和输移，不会对周边海域水动力及地形地貌及冲淤环境产生影响，外海侧海域的地形地貌环境基本稳定。

综上，本项目建设对周边海域地形地貌及冲淤环境影响较小。

4.3.3 对海洋水质环境的影响

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池塘内进行施工，施工前先将水排干，由于堤坝的阻隔，项目可实现干施工，施工期不会产生悬浮泥沙，不会对水质环境产生影响。施工场区设置生活污水临时收集装置，施工人员产生的生活污水均统一收集，施工车辆及机械的冲洗和维修均在陆域维修站进行，由维修站自行处理，生活垃圾收集后有资质的部门处理，不外排入海，不会对周边海水水质产生明显影响。

因此，在采取了相应的环保措施后，施工期不会对外侧海域海水水质环境产生影响。

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。不会对水质环境产生明显影响。

该项目光伏组件安装在养殖池塘上，运营期间，由于大气沉降、鸟类活动等因素，光伏板表面将附着灰尘、细石及鸟粪等，长期累积将对光伏板产生遮挡导致发电量下降。一般情况下，在降雨及空气对流的作用下光伏板上附着物将得到一定的清除。但在光伏发电运维系统检测到个别组串因附着物遮挡发电量明显下降时，需安排运维人员对光伏板进行局部冲洗，清洗采用人工干扫方式，必要时采用淡水对严重污染区域擦洗，尽量减小清洗水使用量，清洗时不使用清洗剂，清洗水将进入下方池塘内，不会进外侧海域环境。光伏板冲洗水主要污染物为悬浮物（SS）和有机质（鸟粪等），但本项目仅在需要时对部分

光伏板进行局部冲洗，对下方池塘水质影响较小。因此运营期间采用严格的环保措施后，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 对海洋生态环境的影响

4.3.4.1 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，采用干法施工，施工过程不会产生悬浮泥沙，且项目与外侧海域有堤坝阻隔，海水不会直接进入养殖池塘内，因此，项目施工不会对外侧水体造成扰动，光伏场区设备不会直接和外界水系产生直接接触，不会对外侧海域海水水质和沉积物环境产生影响，进而不会对外侧海域游泳动物、浮游生物和底栖生物生物量及群落结构产生影响。施工机械仅在用海范围内作业，不进入周边海域，施工作业产生的噪声不会对外侧海域海洋生物产生影响。

项目位于养殖池塘内，项目占用区域水生生物和陆生生物均较少。项目施工期间做好污染物的处置措施，产生的生活污水及垃圾均妥善收集处理，不向海域内排放，控制施工范围，严禁超范围施工，不会对水环境造成污染，不会对海洋生态环境造成明显影响，因此只要严格管理，不会发生污染，不会对所在海域生态环境产生明显影响。

4.3.4.2 运营期对海洋生态环境的影响分析

（1）占用海域对海洋生态环境的影响

本项目在养殖池塘上建设光伏场区，用海方式为透水构筑物 and 海底电缆管道，项目建成后桩基将对池塘内的部分海域产生永久性的占用，桩基占用将导致池塘内底栖生物的永久性损失，但由于桩基面积有限且项目位于池塘内，池塘内生物种类及数量均较为单一，项目造成的生物损失量较小。

（2）污染物排放对海洋生态环境的影响

本项目建成后进行光伏发电，产生的污染物均不向海域排放，仅光伏板清洗时产生少量光伏板冲洗水，冲洗水产生量少，冲洗过程不使用清洗剂，冲洗水污染物浓度低、无毒性，主要成分为灰尘、盐粒、鸟粪等，小范围轻微的影响不会引起海域生态结构的改变，不会对水质环境产生明显影响，冲洗水的排放对养殖池内生态环境的影响较小。同时，由于堤坝的阻隔，项目所在海域不

受潮汐作用的影响，跟外侧海域隔绝，项目区不上水，海洋属性基本丧失，冲洗水不会进入场区外海域环境，不会对外侧海域海洋生态环境产生影响。

（3）遮光效应对海洋生态环境的影响

本项目光伏场区占用养殖池塘，池塘内生物种类及数量均较为单一，项目运营期间遮光效应不会对养殖池内的生态环境产生明显影响；项目与外海域不连通，不会对外侧海域海水水质和沉积物环境产生影响，进而不会对外侧海域游泳动物、浮游生物和底栖生物生物量及群落结构产生影响。

4.3.5 对海洋沉积物环境的影响

工程施工期间，施工人员生活垃圾和污水均收集后送陆域妥善处理，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，因此，本项目施工期间无污染物混入沉积物中，不会对沉积物质量产生明显影响。

本项目施工时，打桩作业及基础、设备安装均位于池塘内，采用干法施工，不产生悬浮泥沙，施工机械设备及施工人员活动将对池塘底土造成一定程度压实，但不会导致沉积物类型的改变和污染物的混入，项目施工期不会对所在海域海洋沉积物环境造成明显影响。

本工程为光伏发电项目，清洁无污染，运营期间仅光伏板清洗时产生少量废水进入养殖池内，但有堤坝及闸板阻隔不会进入场外海水中，且冲洗水中主要为空气中自然飘落的灰尘、鸟粪等少量悬浮物，不属于持久性有机污染物和有毒有害物质，不会对沉积物环境产生明显不利影响。同时本项目运营期间维保人员产生的生活污水及升压站污染物均会妥善处置，不向海域排放，不会对周边海域的沉积物环境造成明显影响。

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。

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

略。

5.1.2 海洋产业发展现状

略。

5.1.3 海域使用现状

本工程位于河北省乐亭县东南侧养殖池塘内。本项目及周边海域主要以开放式养殖、围海养殖、电力工业用海、油气开采用海及渔业基础设施用海为主。

略。

图 5.1.3-1 项目周边海域开发利用现状图

表 5.1.3-1 项目论证范围内海洋开发利用活动情况表

略。

略。

图 5.1.3-2 项目周边海域开发利用现状图（小范围）

表 5.1.3-2 项目附近开发利用活动表（小范围）

略。

图 5.1.3-3 项目周边海域无居民海岛
表 5.1.3-3 项目周边海域无居民海岛情况

序号	海岛名称	所属县	岸线类型	方位 (km)

(1) 保护区

略。

(2) 港口航运业

1) 唐山港京唐港区

唐山港京唐港区位于唐山市东南部、乐亭县西南侧，部分港区设施（如集装箱码头）靠近乐亭县边界。京唐港区已建成第一、二港池全部和第三、四、五港池部分泊位，京唐港区现有港池采用“挖入式”的建设布局，使码头、堆场、加工区连成一体，具有优越的建设工业港区的条件。

2) 渔港

乐亭县濒临渤海，拥有较长的海岸线，渔港资源丰富。

主要的渔港有乐亭中心渔港（浪窝口渔港），位于乐亭县姜各庄镇浪窝口村，集渔船停泊、水产品交易、冷链物流、渔业加工于一体，是河北省重点渔港之一，可容纳渔船 1000 余艘，年水产品吞吐量超 10 万吨。配套较完善，设有制冰厂、冷藏库、渔需物资供应等设施，是乐亭县渔业生产的重要枢纽。

其次有滦河口渔港、大清河渔港及其他小型渔港及码头。滦河口渔港位于乐亭县东北部滦河入海口附近，主要用于小型渔船停靠和近海捕捞作业。大清河渔港位于乐亭县大清河盐场附近。以盐业和渔业结合为主，部分渔船在此停泊。

3) 航道

京唐港区主航道由两部分组成：航道里程 0+000~1+300 段为单向 10 万吨级航道，航道通航宽度 280m，设计底高程-15.5m；长航道里程 1+300~33+000 段为 25 万吨级航道，航道通航宽度 270m（里程 3+000~6+000 为口门段，横流较大，通航宽度取 300m），航道通航底高程-22.0m（航道备淤深度取 0.8m，航道设计底高程取-22.8m；

里程 4+000 至 10+000 范围为口门重淤段，备淤深度取 1.3m，航道设计底高程取-23.3m）。全航道均满足 5 万吨级双向通航的要求。

（3）海水养殖业

乐亭县海水养殖业近年来发展迅速，形成了多元化、集约化、生态化的产业格局，并在河北省乃至全国水产养殖领域占据重要地位。乐亭县工厂化养殖面积已达 50 万平方米，居唐山市首位，主要养殖品种包括海参、南美白对虾等品种。其中海参养殖占比最高，达 33 万平米（占 82.5%），年产量约 6500 吨，全产业链产值近 10 亿元。

项目附近海域养殖用海主要以开放式养殖和围海养殖为主。根据现场调查及资料收集，项目所占用的养殖池塘暂未确权。

（4）临港工业

乐亭县依托邻近京唐港的区位优势和丰富的海洋资源，近年来大力发展临港工业，形成了以精品钢铁、现代化工、装备制造、能源电力、港口物流等为主导的产业体系。

5.1.4 海域使用权属现状

略。

略。

图 5.1.3-1 相邻用海权属分布

5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

项目周边的开发利用现状为开放式养殖区、围海养殖区及工业用海等。

5.2.1 对保护区的影响分析

本项目距离河北乐亭菩提岛诸岛省级自然保护区较远。项目依托养殖池塘进行建设，距离保护区较远，项目建设光伏发电场区，本身不产生污染物，且位于养殖池内，受堤坝阻隔，同时施工产生的污水有合理的处置措施，不排海，运营期项目本身不产生污染物，项目建设对周边水质环境影响很小，不会影响海岛及周边海域自然生态环境。综上，项目建设对保护区影响很小。

5.2.2 对养殖区的影响分析

项目建设于养殖池塘内部，周边现状为养殖池。

本项目位于养殖池塘内，有堤坝与周边围海养殖相隔，与外海不连通，海洋属性较弱。施工和运营期产生的生活污水、固废等污染物不向海域内排放，对周边养殖环境不会产生明显不利影响。

施工期场区周边道路会增加人员车辆的进出，可能会引起道路交通出行安全等问题，因此，项目施工期加强过往车辆的监测及安全警告，做好通行协调，落实施工安全保障措施，以降低项目施工期对周边养殖人员车辆的影响。

本项目施工时通过选取低噪声的施工机械，加强机械的维修、保养工作等相应措施，可减小对周边养殖的不利影响。项目运营期人员车辆加强管理，尽量避免对周边养殖户车辆出入的影响。项目建设光伏场区，运营期进行光伏发电，光伏板及其他设施仅在场区内布置，并且运营期的运维管理也仅在项目场区内进行。运营期不会对周边养殖活动的开展产生明显影响。

综上，项目建设对周边养殖活动的影响较小。

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。

略。

略。

图 5.3.1 利益相关者分布图

5.4 相关利益协调分析

表 5.4.1 利益相关者协调内容

序号	利益相关者名称	协调内容	协调方案
1	华能乐亭风力发电有限公司	项目紧邻华能乐亭风电厂一期工程风机设施建设，施工期可能影响风电设备的正常运维。	出具证明，同意项目建设

5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

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。项目拟用海域不涉及军事设施和军事用海区，项目的建设和运营不会对国防安全造成不利影响。

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 《河北省国土空间规划（2021—2035 年）》

2023 年 12 月 13 日，国务院批复了《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》（国函〔2023〕141 号）。

《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》第八章（构筑向海图强战略要地）第二节（加强海域海岛空间综合管理）中提出“要统筹海岸线、海域、海岛开发保护，优化全省海洋空间功能布局，**推动海域立体综合利用**。节约集约利用海域资源。统筹安排各类用海活动,科学布局行业用海，提高生态和产业准入门槛，保护性开发渤海油气资源。保障临港产业、海上交通、科研教育、海底电缆管道、能源、**海上光伏**、海洋油气等用海需求，稳定海水健康养殖面积。推动海上风电项目向深水远岸布局。

6.1.3 《唐山市国土空间总体规划（2021—2035 年）》

《唐山市国土空间总体规划（2021-2035年）》是唐山市编制县(市、区)国土空间总体规划、详细规划、相关专项规划和开展各类开发保护建设活动、实施国土空间用途管制的基本依据，为推动唐山市创新、绿色、高质量发展提供空间保障。

规划范围为唐山市行政辖区内的陆域和海域空间，规划层次分为市域和中心城区。市域重点统筹全域全要素规划管理，侧重国土空间开发保护的战略部署和总体格局。中心城区范围为路南区、路北区、开平区、丰南区和唐山高新技术产业开发区城区区域，面积为390.06平方千米，重点细化城镇开发边界以内的土地使用和空间布局，侧重功能完善和结构优化。

《唐山市国土空间总体规划(2021-2035年)》以以主体功能定位为基础,将全域划分生态保护区、生态控制区、农田保护区、城镇发展区、乡村发展区、海洋发展区、矿产能源发展区7类一级规划分区。

根据《唐山市国土空间总体规划（2021-2035年）》，项目位于渔业用海区。

6.1.3 《乐亭县国土空间总体规划（2021—2035 年）》

略。

根据《乐亭县国土空间总体规划（2021-2035年）》，项目位于渔业用海区。

略。

图 6.3.2-1 项目与《乐亭县国土空间总体规划（2021—2035 年）》的叠置图

6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

略。

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，项目位于现有养殖池塘内，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，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《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析

根据《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》，要统筹海岸线、海域、海岛开发保护，优化全省海洋空间功能布局，**推动海域立体综合利用**。节约集约利用海域资源。统筹安排各类用海活动，科学布局行业用海，提高生态和产业准入门槛，保护性开发渤海油气资源。保障临港产业、海上交通、科研教育、海底电缆管道、能源、**海上光伏**、海洋油气等用海需求，稳定海水健康养殖面积。推动海上风电项目向深永远岸布局。

本项目基于现有的养殖池塘建设渔光互补光伏发电项目，能够充分利用海洋资源空间，有利于推动海域立体综合开发利用。项目因地制宜综合利用养殖池塘发展光伏发电，布局合理，能够优化海洋空间功能布局。

略。

图 6.3.2.1 项目与生态保护红线位置叠置图

综上，项目建设符合《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》。

6.3.3 与《乐亭县国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析

略。

综上所述，项目用海符合《乐亭县国土空间总体规划（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 社会经济条件适宜性分析

(1) 区位条件适宜性

本项目位于河北省唐山市乐亭县东南部海域。乐亭县，隶属河北省唐山市，位于河北省东北部、唐山市东南部。东隔滦河与昌黎相邻，北与滦南县接壤，西与滦南、曹妃甸区接壤，东南濒临渤海西岸。介于北纬 $39^{\circ} 5'46''$ — $39^{\circ} 34'38''$ ，东经 $118^{\circ} 40'48''$ — $119^{\circ} 18'37''$ 之间。东西长 49 公里，南北宽 52 公里，总面积 1307.7 平方公里（含唐山市海港经济开发区）。

乐亭位于渤海湾及京津冀都市圈核心地带，距北京 230 公里天津 150 公里、唐山 70 公里、秦皇岛 80 公里地理位置优越，是河北省环渤海发展战略的重要支点。乐亭是国家新能源示范县，有充足的风能、太阳能、潮汐能等资源。年均日照近 2600 小时，海上风能可满足 850 万千瓦装机容量，可开发光伏资源近 400 万千瓦。

本项目建设太阳能光伏发电，作为清洁能源接入乐亭县电网将会对乐亭县电网供电能力形成有益的补充，与当地经济的发展及用电需求的增加相适宜。

(2) 社会条件适宜性

1) 交通

项目位于乐亭县东南直线距离 23.7km，唐港高速以东，G228 以东 3 公里。附近有 G228 以及县乡道和村道，对外交通便利。

2) 施工条件

本工程施工所需施工用水、施工用电以及建筑建材，当地可以满足供应。

施工供水：光伏电站用水包括建筑施工用水、施工机械用水、生活用水等。施工期间考虑打井取水，以满足施工要求。

施工供电：项目施工用电从附近的 10kV 线路引接，作为光伏电站施工用电电源，并安装降压设施，满足施工、生活用电需求。另备用 2 台 50kW 柴油发电机作为施工备用电源。

施工材料：本项目距离乐亭县约27.3km，项目所需建材在县城及其附近购买。

7.1.2 用海选址的自然资源和生态环境适宜性分析

略。

7.1.3 用海选址与周边海域用海活动的适应性分析

项目基于养殖池塘建设，形成渔光互补的光伏发电方式。项目场区内利用现有堤坝作为施工、检修道路。当前建设单位已与养殖户签订相关协议，具有较好的协调性。

本项目进行干法施工，周围有堤坝与外侧海域分隔，项目建设不会对其他周边水体造成污染。运营期除桩基占用区域外，基本不会对周边养殖开发活动产生明显影响。项目施工期产生污水和垃圾等均有合理的处置措施，不排海，项目不影响非占用区的渔业养殖的正常运营。

项目建设是河北省能源供应的有效补充，促进地区经济持续快速、可持续发展，项目选址具备与周边海域其它用海活动的适应性。项目施工期和运营期不会对周边用海活动影响较小，并可以与周边区域的用海活动相适应，项目选址合理。

7.1.4 小结

项目建设在养殖池塘上，配套电力、道路等基础设施齐全，外部配套条件良好，项目选址具有良好的社会经济条件和自然环境条件，区域自然资源满足项目建设和营运要求，并且与海洋生态系统相适宜。项目选址位于《乐亭市国土空间总体规划（2021-2035年）》的渔业用海区，与周边用海活动相适宜。

7.2 用海平面布置合理性分析

7.2.1 整体布局合理性分析

项目位于河北省唐山市乐亭县东南部海域，基于现有养殖池塘的基础上建设光伏发电项目，项目不改变现有池塘堤坝，利用现有水体布设光伏设施。光伏场区南北跨度约3.4km，东西跨度约3.2km。

项目充分利用现状地形布置，不改变现有堤坝，最小程度减小对养殖池塘的正常运营影响。

项目于场区西侧 1.05km 的陆域新建配套一座 220kV 升压站，距离场外道路较近，交通便利，方便管理与运营。并且通过一回 220kV 线路接入接入国网 220kV 稳庄变电站。

光伏场区的光伏设备包括光伏组件、箱变及电缆，其中光伏设备利用现有水体进行布设，每个发电单元根据容量及接线方式配置箱变，箱变位于方阵中心，以减少电缆长度，降低直流损耗，同时箱变紧邻检修道路，方便安装检修。

箱变根据 34 个发电单元分散布置，各单元光伏组件集中布置整齐，不同单元组件顺畅衔接，同时电缆布设综合考虑了池塘现状，走向布置依托堤坝边界。

同时本项目建设在养殖池塘上部，外侧有养殖堤坝，不与外海联通，本项目建设不会改变周边海域水文动力、地形地貌与冲淤环境。综合以上分析，项目边界布置合理，各功能区分布合理紧凑，整体布局合理。

7.2.2 平面布置合理性分析

本项目光伏场区依托现有养殖池塘形状布局，为综合考虑成本及发电量，使项目收益率达到最大，综合考虑发电量、运行、维护等方面因素，本项目选用目前技术最为成熟、成本相对最低、应用最广泛的固定式安装方式。该方式将太阳能电池方阵按照一个固定的对地角度和固定的方向安装。这种方式具有安装简单，维护量小、节省占地空间、初始投资和维护成本较低、运行可靠性较高的优点。

略。

7.2.3 平面布置比选

略。

7.3 用海方式合理性分析

略。

7.3.1 各单元用海方式合理性分析

略。

7.3.2 用海方式比选

略。

7.4 用海面积合理性分析

7.4.1 用海面积、类型及方式

项目总申请用海面积为 224.4629hm²，其中光伏阵列、箱变平台及电缆桥架用海面积为 218.1009hm²，用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物；埋设电缆用海面积为 6.3620hm²，用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型一级类为“工业用海”，二级类为“电力工业用海”；按照《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，本项目用海类型为一级类“工矿通信用海”，二级类“可再生能源用海”。本项目光伏阵列、箱变平台及电缆桥架用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物，电缆的用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。界址点坐标采用 CGCS2000 坐标系，中央经度为 119°。

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°。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 （hm²）并转换为 hm²，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（hm²），xi, yi 为第 i 个界址点坐标（m）。

7.4.2.2 用海面积的界定依据

（1）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。

（2）光伏场区界址点界定：根据《河北省自然资源厅关于规范海上光伏项目用海的通知》，“与海上风电场、盐田等已开发建设区域进行立体综合开发利用的光伏项目用海，可以每个方阵为宗海单元，以光伏方阵垂直投影的外缘线为界，确定光伏方阵用海范围。”故本项目光伏场区进行整体确权，以光伏方阵外侧光伏板垂直投影为界进行界定。

（3）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”。

7.4.2.3 用海面积的确定

本项目界址点界定依据：

1、光伏场区、箱变平台、电缆桥架：根据《河北省自然资源厅关于规范海上光伏项目用海的通知》中集约用海的原则，本项目光伏场区进行整体确权，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，由此确定 6 个光伏场区面积。

同时，项目场区内的箱变平台及电缆桥架用海方式为透水构筑物。其用海面积以箱变平台、电缆桥架外缘线外扩 10 米为界。部分箱变平台、电缆桥架外缘线外扩 10 米后均在以光伏方阵外侧光伏板垂直投影为界限的用海范围之内。

2、本项目光伏场区穿堤坝处以及连接升压站处的电缆布置方式为穿管地埋敷设，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009），海底电缆管道用海范围的界定方法为以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界。因此，本项目地埋电缆用海范围以地埋线边缘外扩 10m 为边界。

略。

7.4.3 用海面积合理性分析

（1）项目用海面积满足项目用海需求

项目交流侧规划容量 150MW，规划安装容量 209.72952MWp，分为 26 个 4.8MW 发电单元和 8 个 3.125MW 发电单元。

建设内容主要包括光伏阵列、箱变平台、电缆等，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。

（2）项目用海面积符合相关行业的设计标准和规范

1) 光伏场区

项目位于河北省唐山市乐亭县东南侧海域养殖池塘内部海域。光伏场区依托现有养殖池塘进行建设，光伏场区共光伏场区共安装 293328 块双面组件，交

流侧规划容量 150MW，规划安装容量 209.72952MW_p，同时陆域配套建设一座 220KV 升压站。项目建成后预计光伏电站 25 年年均发电量为 29058.3 万 MWh，年均利用小时 1387.5h。

本项目采用分块发电、集中并网的设计方案，分为 26 个 4.8MW 发电单元和 8 个 3.125MW 发电单元。根据 7.2.2 小节 分析，项目根据光照情况及《光伏发电站设计规范》（GB50797-2012）进行设计，项目组件采用固定式支架，光伏阵列方位角拟定为正南方向，光伏阵列倾斜角 23°，计算得出前后组件最低间距 9.8m。项目利用现有养殖池塘进行布设充分利用的空间资源，光伏组件、光伏支架的排列能够满足设计规范和项目实际运行需要，充分利用海洋和太阳能资源，做到了集约节约用海。

综上，本项目光伏场区用海面积 224.4629hm²，用海面积面积合理，能够满足项目用海需求。

2) 电缆

本项目采用电缆桥架敷设与直埋敷设混合的形式建设。

其中汇流箱至箱逆变一体机的进、出电缆均采用穿桥架敷设方式，过道路和出地面处采用穿管敷设。光伏区 35kV 电缆采用直埋敷设方式，过道路和出地面处采用穿管敷设。

电缆以地埋线边缘外扩 10m 为边界，最终确定电缆总用海面积为 6.3620hm²，满足设计和项目实际需要，满足《海籍调查规范》（HY/T124-2009）等规范要求，用海面积合理。

综上，项目建设能够满足建设 150MW 海上光伏发电的需求，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/T5056-2007）《220kV 变电站通用设计规范》（Q/GDW204-2008）等相关设计规范，本项目用海面积合理。

7.4.4 海上光伏发电项目用海面积控制指标分析

略。

7.4.5 占用岸线的合理性分析

略。

7.4.6 减少用海面积的可能性

项目根据设计装机容量，按照《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）等相关设计规范，布置了光伏组件单元、箱变平台及线缆桥架。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，符合海上光伏发电项目用海面积控制指标，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。

7.6 立体空间布置合理性分析

略。

7.7 用海期限合理性分析

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

工程建设海上光伏发电项目，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，项目施工期为 6 个月，项目申请用海期限为 26 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。

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

8.1.1 施工期生态环境保护措施

8.1.1.1 水污染防治对策与措施

项目光伏场区在池塘内进行施工，项目场区施工前将养殖池内水排干后再进行施工，施工不会产生悬浮泥沙。本工程施工期产生的废水主要来源有：一是施工人员产生的生活污水，二是施工废水，如机械设备运行产生的机修油污水等。

①施工废水含泥沙、悬浮物和石油类，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染，工地内积水若不及时排出，可能孳生蚊虫，传播疾病。对此，施工单位在工地适当位置建立临时隔油池和沉砂池对施工废水进行澄清处理后用于洗车水或洒水降尘，严禁施工废水乱排、乱流，做到文明施工。

②施工机械在专门维修厂进行维修保养，产生的油污水由维修单位统一集中收集处理，施工现场不产生油污水。

③本工程施工期间施工作业人员居住于附近村庄，生活污水利用农村厕所收集外运作农肥。

④施工单位做好施工场地周围的拦挡措施，避免雨季开挖作业。同时要落实文明施工原则，特别要禁止施工废水排入、弃渣弃入附近的水体，不乱排施工废水。

⑤本项目施工期间禁止放闸水体交换，待管桩施工完毕后水体沉淀后再进行放闸，以避免工程施工对外海水水质的影响。

8.1.1.2 大气污染防治对策与措施

工程在建设过程中对大气环境的影响主要为扬尘、车辆和机械设备尾气。主要防治措施：

(1) 施工期间，每天对场地洒水 4~5 次，在干燥天气和风速较大的时候适当增加洒水次数，以减少运输车辆行驶产生的扬尘；

(2) 额定汽车的装载量，杜绝超载的现象发生；

(3) 在大风日避免易起尘施工作业；

(4) 限制运输车辆的行驶速度；

(5) 定期检修车辆、机械设备，选用达标油料。

8.1.1.3 噪声污染防治对策措施

噪声防治建议选择低噪声的机械设备，定期对施工用机械设备进行维护检修，使其保持良好的运行状态。施工期间合理安排运输路径，调度运输时间，控制车辆的行驶速度，行车噪声必须符合《汽车加速行驶车外噪声限值及测量方法》(GB1495-2016)中相关要求。禁止在夜间施工，避免夜间噪声对居民的生活产生影响。

8.1.1.4 固体废物污染防治措施

施工期固废主要是运输产生的报废光伏组件、废弃建筑垃圾和工人产生的生活垃圾等。生活垃圾、建筑垃圾集中收集后交给有资质环卫部门处理，报废光伏组件统一收集后定期运送到组件厂家回收。

8.1.1.5 施工期海域生态环境保护措施

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) 在施工过程中，做好表土的集中堆存和保护，并要求完工后及时利用原表土对施工造成的裸露面进行覆土。由于光伏电站未进行整体场平处理，支架基础和建筑物基础等开挖产生的土方量又很少且较为分散，故对产生的开挖土方量尽量进行就地摊平，不做弃渣外运处理，尽量减少车辆对场地的碾压，保护地表生态，降低土方施工费用；

(5) 尽量减少大型机械施工，基坑开挖后，尽快浇筑混凝土，并及时回填，其表层进行碾压，缩短裸露时间，减少扬尘发生；

(6) 电缆沟施工后应及时回填，并恢复原有地貌。

(7) 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) 海洋生物资源补偿措施：本工程施工将造成部分底栖生物永久损失，对附近海域生态环境和海洋资源产生一定程度的影响及损失，建设单位应积极配合海洋与渔

业主管部门，制定具体的生态补偿计划。生态补偿主要包括人工增殖放流、底播增殖等，底播增殖时间和实施海域应根据不同的放流品种的习性以及项目附近海域的环境特征来确定。

8.1.2 运营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，因此项目不会对周边海域滩涂及湿地资源产生影响。

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 生态修复类型

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。

略。

8.3 生态跟踪监测

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）、《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的要求进行生态跟踪监测。采样监测工作委托有资质环境保护监测站承担，由海洋环境主管部门监督。应满足《海洋监测规范》及《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应规范和标准的要求。

本项目位于养殖池塘内，光伏场区光伏板、箱变平台桩基占用海域，不可避免的会对保护区渔业资源产生影响，故本项目应开展生态跟踪监测。

8.3.1 环境监测措施

施工过程中，建设单位应优化施工工艺，在保证项目建设满足功能需要的同时兼

具环保和美观；采取切实有效措施，减少悬浮物对海洋环境的影响，保护海洋环境；施工和运营期间加强管理，严禁向近岸海域排污。

在该项目启动和用海过程中，主管部门应核查本项目用海位置和面积，并对该项目审批后的用海情况进行全程监督管理，避免该工程影响其它海洋功能区的开发利用；作为项目单位，在用海期间，如发现所使用海域的自然资源和自然条件发生重大变化时，应及时报告海洋行政主管部门，以维护国家海域所有权和周边海洋产业海域使用者的合法权益。

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。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。

相关措施：

①加强管理，严禁向近岸海域排污；

②定期对工程所在海域进行监测，及时掌握用海状况，以便及时采取有效措施改善环境；

③避免工程的施工机械对其它用海安全产生不利的影响；

④陆上施工产生的污水、固废等不得随意倒入海域，应集中统一处理；

⑤突发性事故将造成水质严重污染，这一潜在危害应当引起重视；

⑥建设单位应制定防风暴潮等用海风险的应急预案。

因此，应在管理上制定严格的措施，高度警惕，力争杜绝事故的发生。

8.3.2 环境监测计划

为了了解和掌握建设项目建设对周边海域水质、沉积物和生物的影响，评价其影响范围和影响程度，需对项目简称运营后三年内的海洋环境进行跟踪监测。提出项目建成后三年内监测计划。

(1) 监测站位

根据项目特点和周边海域特点，根据均匀设站、重点加密的原则，在本项目区内布设 2 个水文、沉积物、生物质量调查站位，在项目区外的周边海域设置 2 个水文、沉积物、生物质量调查站位。在项目距离居民区近的地方及升压站附近设置 3 个电磁、噪声监测站位。

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。监测站位见图 8.3-1，表 8.3-1。

略。

图 8.3-1 监测站位图
表 8.3-1 监测站位坐标

站位号	北纬	东经	站位

(4) 监测时间

项目建成运营后三年，每年春秋两季分别开展跟踪监测。

电磁、噪声监测时间为施工期和运营期各一次。

(3) 监测项目

水文、水质、沉积物、生物

(4) 监测内容

①水文：水色、透明度、悬浮物；

②水质：pH、COD、DO、石油类、无机氮、活性磷酸盐、SS；

③沉积物：石油类、有机碳；

④生物：叶绿素 a 含量、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

9 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

项目位于河北省唐山市乐亭县东南侧海域养殖池塘内部海域，本期建设 150MW，陆域配套新建一座 220kV 升压站，升压站内配套建设 20%/2h 即 30MW/60MWh 储能设备。

项目交流侧规划容量 150MW，规划安装容量 209.72952MW_p，分为 26 个 4.8MW 发电单元和 8 个 3.125MW 发电单元。光伏组件采用 715W_p 双面组件，共用组件 293328 块。

项目总申请用海面积为 224.4629hm²，其中光伏阵列、箱变平台及电缆桥架用海面积为 218.1009hm²，用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物；地埋电缆用海面积为 6.3620hm²，用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。项目申请用海期限 26 年。

项目总投资 69784.4 万元，建设工期 6 个月，生产运营期 26 年。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型一级类为“工业用海”，二级类为“电力工业用海”；按照《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，本项目用海类型为一级类“工矿通信用海”，二级类“可再生能源用海”。本项目光伏场区、箱变平台及电缆桥架用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物，地埋电缆的用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。

9.1.2 项目用海必要性结论

本项目在现有养殖池塘上建设光伏发电项目，开发海洋光伏资源，能够增加新能源发电装机容量比重，属于海洋新能源产业类型，符合绿色低碳发展理念。

项目建设符合能源产业发展方向，有利于改善能源结构，是地区社会经济发展的需要，是改善生态、保护环境的需要，符合国家产业政策、《唐山市光伏发电发展规划（2022-2035 年）》，可显著地减少化石能源的消耗，减少因燃煤发电等排放的有害气体对大气环境的污染，因此本项目建设是必要的。

本项目建设大规模光伏发电项目，项目用海解决了光伏电站空间需求大的问题，同时充分发挥海域自然环境优势，能够优化河北省的电力资源配比，具有良好的社会

效益和经济效益，对于改善当地电网的电源结构，推动河北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。本项目用海是必要的。

9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

（1）对水动力环境的影响

本项目位于养殖池塘内，四周有堤坝阻挡，养殖池内部与外界水系之间设有闸板，光伏场区设备不会直接和外界水系产生直接接触，与外海不连通，海洋属性较弱。本项目建设不会对周边水文动力环境造成不利影响。

（2）对地形地貌冲淤环境的影响

本项目位于养殖池塘内，与外界水域不连通，海洋属性较弱。项目进行干法施工，打桩作业及基础、设备安装均位于池塘内，打桩机等工程施工机械设备及施工人员活动将对养殖池的底土造成一定程度压实，仅限于池塘内部，不存在与外侧海域之间的泥沙交换和输移，不会对周边海域水动力及地形地貌及冲淤环境产生影响，外海侧海域的地形地貌环境基本稳定。本项目建设不会对周边海域地形地貌及冲淤环境产生明显影响。

（3）对水质环境的影响

本项目光伏场区桩基建设在养殖池塘内进行干法施工，不产生悬浮泥沙。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，仅在需要时对部分光伏板进行局部冲洗，冲洗水主要污染物为悬浮物（SS）和有机质（鸟粪等），对下方养殖池塘的水质影响较小。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）对沉积物环境的影响

本项目施工时，打桩作业及基础、设备安装均位于池塘内，施工机械设备及施工人员活动将对养殖池塘底土造成一定程度压实，但不会导致沉积物类型的改变和污染物的混入；施工期及运营期产生的生活垃圾和污水均收集后送陆域妥善处理，不向海域排放；运营期间仅光伏板清洗时产生少量废水进入养殖池塘内，但有堤坝及闸板阻隔不会进入场外海水中，且冲洗水中主要为空气中自然飘落的灰尘、鸟粪等少量悬浮物，不属于持久性有机污染物和有毒有害物质。工程的建设不会对海洋沉积物环境产生明显影响。

9.1.4 海域开发利用协调分析结论

建设单位与池塘实际使用权人签订使用了租赁协议，完成了相关补偿，后期由乐亭县自然资源和规划局完成养殖池塘的海域使用确权工作。

项目紧邻华能乐亭风电厂一期工程风机设施建设，施工期可能影响风电设备的正常运维，华能乐亭风电厂一期工程权属人为华能乐亭风力发电有限公司，建设单位应与华能乐亭风力发电有限公司签订利益相关者证明，同意本项目建设。

9.1.5 项目用海与国土空间规划及相关规划符合性分析结论

本项目用海符合《河北省国土空间规划（2021-2035）》《唐山市国土空间总体规划（2021-2035）》《乐亭县国土空间总体规划（2021-2035）》等相关规划，不占用生态保护红线。

9.1.6 项目用海合理性分析结论

项目总申请用海面积为 224.4629hm²，其中光伏阵列、箱变平台及电缆桥架用海面积为 218.1009hm²，用海方式一级类为构筑物，二级类为透水构筑物；地埋电缆用海面积为 6.3620hm²，用海方式一级类为其他用海方式，二级类为海底电缆管道。项目申请用海期限 25 年。

项目位于河北省唐山市乐亭县东南侧海域养殖池塘内部海域，本期建设 150MW，陆域配套新建一座 220kV 升压站。

项目基于养殖池塘建设，配套电力、道路等基础设施等齐全，外部配套条件良好，项目选址具有良好的社会经济条件和自然环境条件，区域自然资源满足项目建设和营运要求，并且与海洋生态系统相适宜。项目选址位于《乐亭县国土空间总体规划（2021-2035 年）》的渔业用海区，与周边用海活动相适宜。

本项目各单元光伏组件集中布置整齐，不同单元组件顺畅衔接，同时电缆布设综合考虑了养殖池塘实际布置，走向布置依托堤坝边界；外侧有堤坝，不与外海联通，本项目建设不会改变周边海域水文动力、地形地貌与冲淤环境。项目边界布置合理，各功能区分布合理紧凑，整体布局合理。

本项目光伏阵列设计参数、箱变采用单元模块化布置方式符合《光伏发电站设计规范》（GB50797-2012）。升压站根据《变电站总布置设计技术规程》（DL/T5056-2007）《220kV 变电站通用设计规范》（Q/GDW204-2008）设计，整体平面布置规整，并按照最终规模进行设计，在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。

根据本项目的建设特点和要求，从该区的自然条件、对海洋环境的影响以及对海洋资源有效利用等多方面综合分析，项目采取透水构筑物及海底电缆管道的用海方式，用海方式合理。

项目用海面积符合《河北省自然资源厅关于规范海上光伏项目用海的通知》，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，界址点量算基本符合《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。

工程建设海上光伏发电项目，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，项目施工期为 6 个月，项目申请用海期限为 25 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。

9.1.7 项目用海可行性结论

本项目用海符合《河北省国土空间规划（2021-2035）》《唐山市国土空间总体规划（2021-2035）》《乐亭县国土空间总体规划（2021-2035）》等相关规划。

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，对海洋环境、资源的影响较小，从海域使用管理角度，本项目用海可行。

资料来源说明

1、引用资料

（1）工程概况相关资料、接入系统资料引自《LT-2025-002 号宗海项目可行性研究报告》，河北港湾电力技术有限公司，2024 年 11 月；

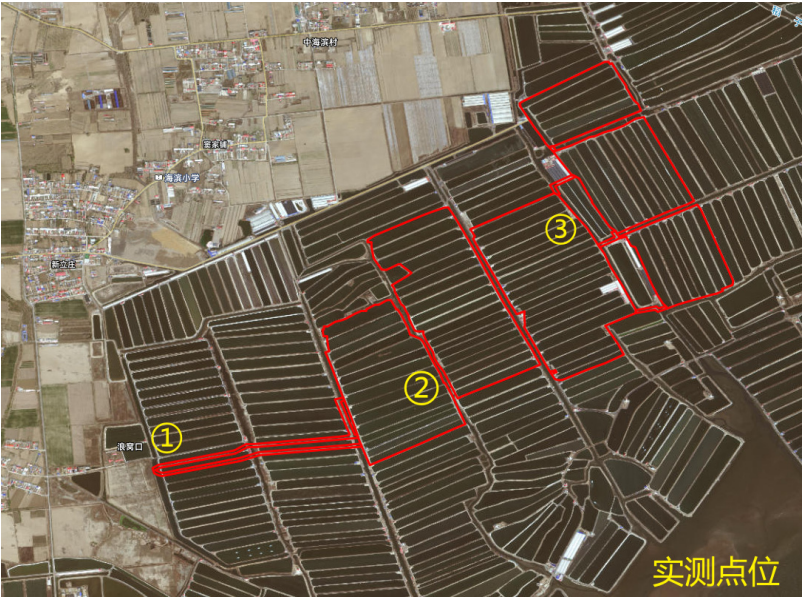
（2）工程地质资料引自《LT-2025-002 号宗海项目岩土工程勘察中间报告》，山东中化岩土工程有限公司，2025 年 3 月；

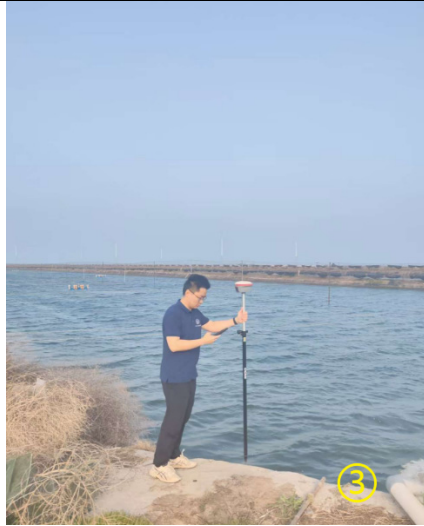
（3）社会经济概况，引自《乐亭县 2023 年国民经济和社会发展统计公报》，乐亭县人民政府，2024 年 4 月；

（4）鸟类调查资料，引自《LT-2025-002 号宗海项目鸟类生态影响评价报告》，乐亭县野生动物保护协会，2025 年 3 月 15 日；

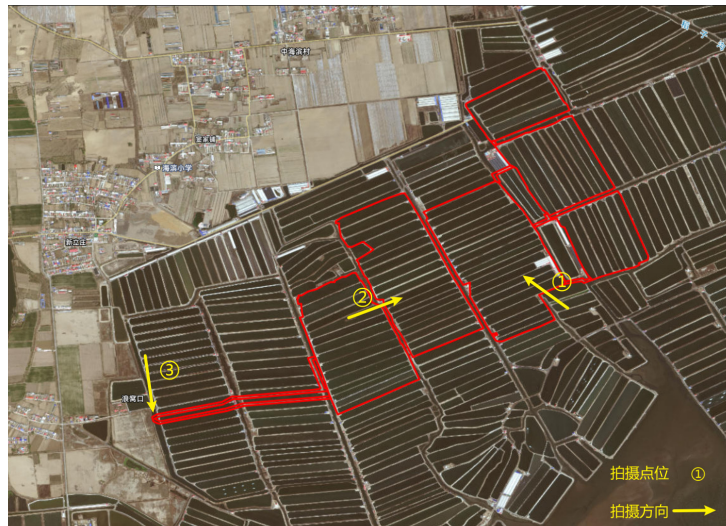
（5）水质、沉积物、生物、渔业资源调查资料，引自中国海洋大学；

2、现场勘察记录

项目名称	LT-2025-002 号宗海项目			
序号	勘察概况			
1	勘察人员	师玉帅、晁越	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 4 月	勘察地点	河北省唐山市乐亭县东南侧海域养殖池塘周边
	勘察内容简述	1、利用 RTK（华测）对项目周边海岸线现状、养殖池堤坝边界进行了实测。  		



2、利用无人机（大疆 min3）对项目占用的养殖池塘、现有堤坝边界、现有厂房及等内容进行了核查。



		 
项目负责人		师玉帅

重要附图

附图 1a 项目位置图（行政图）

略

附图 1b 项目位置图（海图）

略

附图 1c 项目位置图（卫片图）

略

附图 2a 项目平面布置图

略

附图 2b 场区平面布置图

略

附图 4 宗海位置图

略

附图 5 宗海立体空间范围示意图

略

附图 6 宗海界址图

略

附图 7 开发利用现状图（大范围）

略

附图 8 项目周边海域使用现状图——小范围

略

附图 10 与《乐亭县国土空间总体规划（2021—2035 年）》叠置图

略

附图 11 环境监测站位图

略

附件

附件 1：项目委托书

略

附件 2：项目备案信息

略

附件 3：测绘资质



附件 4：河北省自然资源厅关于规范海上光伏项目用海的通知

河北省自然资源厅

(2023) 77 号

河北省自然资源厅 关于规范海上光伏项目用海的通知

唐山市、秦皇岛市、沧州市自然资源和规划局，秦皇岛市、沧州市海洋和渔业局：

为贯彻落实碳达峰、碳中和战略目标，依法有序促进海上光伏产业发展，提高海域资源利用效能，根据《中华人民共和国海域使用管理法》《河北省海域使用管理条例》等相关规定，结合我省实际，现就规范海上光伏项目用海通知如下：

一、用海方式和用海范围界定

海上光伏项目主要包括：光伏方阵以及附属水上平台、水下电缆、电缆桥架、检修通道等配套设施。对于同一桩基固定式海上光伏项目的光伏方阵，原则上整体确权为透水构筑物用海，以光伏方阵垂直投影外缘线外扩 10 米距离为界，确定用海范围。

对于单个桩基固定式海上光伏项目有多个场址，或同一场址在布置光伏方阵时因避让航道、锚地、潮汐通道以及其他项目用海等情况，导致光伏方阵确需分片布置的，可按片划定宗海单元，各宗海单元均以本片光伏方阵垂直投影外缘线外扩 10 米距离为界，

确定用海范围。

与海上风电场、盐田等已开发建设区域进行立体综合开发利用的光伏项目用海，可以每个方阵为宗海单元，以光伏方阵垂直投影的外缘线为界，确定光伏方阵用海范围。

桩基固定式海上光伏项目其他配套设施的用海方式和用海范围，依据《海域使用分类》和《海籍调查规范》进行界定。漂浮式海上光伏项目，按照节约集约、避免争议、方便管理的原则，参照桩基固定式海上光伏项目，合理界定用海方式和用海范围。

二、引导海上光伏项目合理布局

海上光伏项目应符合各级国土空间规划和海岸带及近岸海域空间规划，严禁在生态保护红线、自然保护地、军事设施保护区及其他相关法律法规和规划明确禁止的区域内建设。

认真落实《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）有关要求，稳妥推进“渔光互补”、“盐光互补”、“风光渔互补”等立体分层设权管理，开展综合开发、立体使用，最大程度节约集约利用海域资源。探索海上光伏项目深水远岸布局，减少对海域和滨海湿地自然属性的影响。

同一海上光伏项目，应集中布局，统筹设置和预留光伏电缆登陆通道及集中登陆点，引导海上光伏项目科学合理布局。

三、用海审批要求

同一项目使用的海域，应当依据项目总体设计方案整体一次性提出海域使用申请，不得分散报批。审批权限根据项目用海方

式和用海面积，按照就高不就低的原则确定。

涉及立体分层设权的光伏项目，按照国家、省相关规定执行。对于未设定海域使用权的海域，海上光伏项目和养殖、盐业项目进行立体综合开发利用的，各类型用海项目应进行统一设计、整体论证，一次报批，按照就高不就低的原则报同级人民政府审批。项目主体不同时，需协商一致。对于已设定养殖、盐业等海域使用权的海域，新申请光伏项目用海单位应征得原海域使用权人同意后，按程序依法办理用海手续。在光伏项目的建设、运营过程中，应维护原海域使用权人合法权益，避免产生权属纠纷。

四、海域有偿使用

按《河北省财政厅河北省自然资源厅关于调整海域无居民海岛使用金征收标准的通知》（冀财规〔2019〕9号）确定的标准计征海域使用金，但涉及转让和抵押海域使用权时，应缴清海域使用金。

实施立体分层设权的海上光伏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。

五、严格监督管理

沿海各市海洋行政主管部门要严格依法依规管理，同一海上光伏项目，不得化整为零、分散审批。未经批准非法占用海域建设海上光伏项目或未经批准建设入场道路、施工围堰、非透水桩基等用海设施的，由县级以上人民政府海洋行政主管部门依法依

规严肃查处。

海域使用权有效期满不再使用的，海上光伏项目海域使用权人应按规定及时拆除光伏方阵、水下电缆等构筑物和有关用海设施，恢复海域原状。

切实加强海上光伏项目用海事事后监管，加强对用海主体生态保护修复和生态跟踪监测的监督检查，督促用海主体严格落实生态建设方案和生态用海责任。

本办法自公布之日起执行，有效期 3 年。

河北省自然资源厅

2023年12月28日

公开方式：主动公开

抄送：厅领导，厅机关各处室局、厅属事业单位。

河北省自然资源厅办公室

2023 年 12 月 29 日印

附件 5：CMA 检测报告

略