

中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏  
试点项目  
海域使用论证报告书  
(公示稿)

海域海岛环境科技研究院(天津)有限公司  
(统一社会信用代码: 91120103MA06DLMM06)

2023年11月

论证单位法定代表人：高俊国

论证单位技术负责人：高俊国

项目负责人：席世改

报告主编：席世改

报告编写人员：

姓名	专业	所负责编写的章节	签名
席世改	渔业发展	1.概述 9.结论	席世改
陈锐	应用化学	2.项目用海基本情况	陈锐
刘泽鹏	地图学与地理信息系统	3.项目所在海域概况 8.生态用海对策措施	刘泽鹏
李鹏飞	环境科学	4.资源生态影响分析 5.海域开发利用协调分析	李鹏飞
徐彤	海洋科学	6.国土空间规划符合性分析	徐彤
修红玲	测绘工程	7.项目用海合理性分析	修红玲

技术负责人审核：

高俊国

### 项目基本情况表

项目名称	中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目			
项目地址	位于河北省秦皇岛市昌黎县滦河口东北侧海域，距离海岸线 1.4km，距离滦河口 1.6km，距离七里海 10.8km 处			
项目性质	公益性 ( )	经营性 ( <input checked="" type="checkbox"/> )		
用海面积	398.1000ha	投资金额	300000 万元	
用海期限	26 年	预计就业人数	400 人	
占用岸线	总长度	22.1m	邻近土地平均价格	330 万元/ha
	自然岸线	0m	预计拉动区域经济产值	38000 万元
	人工岸线	22.1m	填海成本	/万元/ha
	其他岸线	0m		
海域使用类型	电力工业用海		新增岸线	0m
用海方式	面积		具体用途	
透水构筑物	388.4946ha		光伏场区	
海底电缆管道	9.6054ha		海底电缆	
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

## 一、项目用海基本情况

**项目名称：**中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目

**申请单位：**中电建秦皇岛新能源开发有限公司

**用海位置：**位于河北省秦皇岛市昌黎县滦河口东北侧海域，距离海岸线 1.4km，距离滦河口 1.6km，距离七里海 10.8km 处

**建设内容：**本项目拟建设规划容量为 300MW 的海上光伏项目，光伏基础为固定式大跨支架桩基结构，采用峰值功率为 580W<sub>p</sub> 光伏组件 624000 块，组成 32 个光伏发电单元，其中 30 个 9.6MW 光伏发电单元，2 个 6MW 光伏发电单元，装机容量为 361.92MW<sub>p</sub>，交流侧额定容量为 300MW，容配比为 1.2064。场内集电线路通过 4 回三芯 66kV 海底电缆直接登陆至黎县大滩村东约 300 米处的陆上集控中心。

**申请用海情况：**项目用海类型为“工业用海”中的“电力工业用海”（25）；光伏发电设施用海方式为“构筑物”中的“透水构筑物”（23），外输电缆用海方式为“其他方式”中的“海底电缆管道”（53）。本项目拟申请用海总面积为 398.1000 公顷，其中透水构筑物用海面积为 388.4946 公顷，海底电缆管道用海面积为 9.6054 公顷。

## 二、用海必要性

项目建设符合国家产业结构，保障国家能源安全，推动可再生能源发展，是保障国家产业政策及产业发展的需要；本项目建成后，降低了化石能源的消费，减少二氧化碳的排放，利用太阳能发展海上光伏，推动发展非化石能源，推动实施可再生能源替代行动，是实现碳达峰、碳中和目标的有效措施。本项目光伏厂区用海方式为透水构筑物，下方为已确权养殖层，拟采用立体分层确权光伏用海。在同一海域空间上层进行光伏发电项目建设，下层进行已确权开放式养殖，形成“水上发电、水下养鱼”的新发展模式，海域将同时发挥养殖和可再生利用两种作用，符合集约节约用海的原则。因此，本项目用海是必要的。

## 三、规划符合性

本项目选址和建设符合《河北省国土空间修复规划（2021-2035 年）》《秦皇

岛市国土空间总体规划（2021-2035年）》，本项目光伏厂区不在生态保护红线范围内，海底电缆管道均位于河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区中，电缆采用海缆直埋敷设方案，施工范围较小，不会影响该保护区。

#### 四、占用岸线情况

本项目海底电缆管道采用下穿的形式占用人工岸线 22.1m，不新增岸线。

#### 五、利益相关者协调情况

项目光伏电场位置涉及占用部分已确权的开放式养殖用海，施工悬浮泥沙扩散影响周边已确权的开放式养殖用海，本项目建设单位在开工前，需与开放式养殖项目的使用权人进行沟通，协商好补偿事项。目前昌黎县人民政府已出具《昌黎县人民政府关于海上光伏发电项目立体分层设权有关事项的承诺书》，根据该承诺书，针对项目选址区域内的已确权海域，昌黎县人民政府将积极与海域使用权人沟通协商，达成一致意见并经流转后，改变海域用途，将筏式养殖调整为底播养殖。同时，昌黎县人民政府将推动与流转后的海域使用权人达成一致意见，同意以立体分层设权方式开展海上光伏项目用海审批。本项目光伏电场紧邻昌黎黄金海岸国家级自然保护区，外输电缆需穿越自然保护区，正在征求自然保护区主管部门的相关意见。本项目光伏电场临近习惯性航道，光伏电场建设及外输电缆施工会对过往船只航行安全造成影响，正在征求海事部门的相关意见。

#### 六、资源生态影响及生态保护修复措施

##### 1、资源生态影响

光伏场区桩基施工引起引起的悬浮泥沙扩散大于 10mg/L（海水水质超一类）增量浓度悬浮泥沙最大扩散距离约 0.59km，施工悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。工程建设对海域沉积物的影响主要为桩基施工过程中使局部海域沉积物再悬浮，而无其他污染物入海。海底沉积物再悬浮泥沙经过一段时间缓慢沉降后，大部分沉入附近海域，小部分随潮流而输移，但不会改变海域沉积物质量。

本项目对生态环境的影响主要体现在施工期桩基基础和悬浮泥沙扩散，其中：施工区及其附近水域的底栖生物和鱼卵、仔鱼由于施工作业部分甚至全部死亡；

施工作业产生的悬浮泥沙不同程度影响施工区周围的生物，附近的游泳生物被驱散，浮游动物、植物的生长受到影响。

## 2、生态保护修复措施

本项目建设共造成生物资源损失总计为 513.34 万元，在本项目东侧海域开展鱼类、虾类等海洋生物的资源恢复工作，增殖放流褐牙鲷，中国对虾，补偿因占据生物原有栖息地而造成的生物资源损失，恢复区域的生物多样性和生物资源的生产力，促进受损海域环境的生物结构完善和生态平衡。

## 七、项目用海合理性

本项目选址区域社会经济条件优越，区位优势明显，各种外部协作条件完善，项目选址区位与社会条件适宜；拟申请海域太阳能资源丰富，潮流流速较弱，工程地质条件良好，能够满足本项目的建设及运营，同时项目施工及运营不会对项目及周边海域水质及生态环境产生较大的影响，项目选址自然条件和生态环境适宜；拟申请海域周边多为养殖活动，可协调性较好，项目用海与周边用海活动相适应。本项目选址是合理的。

本项目作为海上光伏项目，利用养殖区进行光伏阵列布置，将光伏发电与养殖同时进行，可有效地利用该海域的自然资源，体现了集约、节约的用海原则；光伏阵列的数量依据选取的太阳能板的平面布置，光伏设备的运行方式、安装倾角、光伏阵列间距均依据相关规范进行设计，满足 300MW 光伏发电的需求。本项目总平面布置是合理的。

本项目太阳能光伏板发电装置的用海方式为“构筑物”中的“透水构筑物”，透水构筑物为下部架空结构，仅桩基对潮流产生阻挡，对水文动力环境和冲淤环境影响较小。海缆的用海方式为“其它方式”中的“海底电缆管道”，不进行填海造地、构筑物建设，对所在海域和周边海域的水动力环境、冲淤环境、生物栖息环境没有影响。本项目采用透水构筑物和海底电缆管道的用海方式是合理的。

本项目光伏发电设备设计及布置根据《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）进行，光伏阵列个数能够满足项目容量需求，在最大限度的保证输出效率的同时，对光伏设备进行了合理的布置，最少的占用了海域面积；电缆及电缆桥架的敷设，在满足《电力工程电缆敷设规范》要求的前提下，考虑线路最短的原则，最少占用海域面积。项目用海面积是合理的。

工程建设海上光伏发电项目，为电力工业用海，属于建设工程用海，依照《中华人民共和国海域使用管理法》中的海域使用权最高期限规定，用海期限最高为 50 年。鉴于本项目拟选用的光伏支架结构设计使用年限 25 年，施工期 1 年。因此，本项目申请用海年限为 26 年是合理的。

# 目录

摘要	I
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	4
1.4 论证重点	6
2 项目用海基本情况	8
2.1 用海项目建设内容	8
2.2 平面布置和主要结构、尺度	12
2.3 项目主要施工工艺和方法	22
2.4 项目用海需求	28
3 项目所在海域概况	35
3.1 海洋资源概况	35
3.2 海洋生态概况	38
4 资源生态影响分析	69
4.1 生态评估	69
4.2 资源影响分析	69
4.3 生态影响分析	77
5 海域开发利用协调分析	88
5.1 海域开发利用现状	88
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	95
5.3 利益相关者界定	98
5.4 相关利益协调分析	100
5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析	102
6 国土空间规划符合性分析	103
6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况	103
6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析	103
6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析	104
7 项目用海合理性分析	108
7.1 用海选址合理性分析	108
7.2 用海面布置合理性分析	110
7.3 用海方式合理性分析	112
7.4 占用岸线合理性分析	112
7.5 用海面积合理性分析	113
7.6 用海期限合理性分析	117
8 生态用海对策措施	118
8.1 生态用海对策	118
8.2 生态保护修复措施	122
9 结论	126
资料来源说明	127
引用资料	127
现状调查资料	127



现场踏勘记录表.....	128
附件 .....	130
附件 6 其他.....	130

# 1 概述

## 1.1 论证工作来由

《中华人民共和国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》提出：“推进能源革命，建设清洁低碳、安全高效的能源体系，提高能源供给保障能力。加快发展非化石能源，坚持集中式和分布式并举，大力提升风电、光伏发电规模，加快发展东中部分布式能源，有序发展海上风电，加快西南水电基地建设，安全稳妥推动沿海核电建设，建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到 20%左右”。《“十四五”现代能源体系规划》提出：“加快发展风电、太阳能发电。全面推进风电和太阳能发电大规模开发和高质量发展，优先就地就近开发利用，加快负荷中心及周边地区分散式风电和分布式**光伏建设**，推广应用低风速风电技术。在风能和太阳能资源禀赋较好、建设条件优越、具备持续整装开发条件、符合区域生态环境保护等要求的地区，有序推进风电和**光伏发电**集中式开发，加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目建设，积极推进黄河上游、新疆、冀北等多能互补清洁能源基地建设。”《十四五可再生能源》又提出：“大力推动**光伏发电**多场景融合开发。积极推进‘光伏+’综合利用行动，鼓励农（牧）光互补、**渔光互补**等复合开发模式。”

太阳能资源丰富程度取决于该地区的年太阳辐射总量，而一个国家或地区的年太阳辐射总量主要与其所处纬度、气候因素、海拔高度、天气情况等因素有关。河北省地处华北平原，其太阳能资源的分布存在北部高于南部、内陆高于沿海的分布特征。河北省年太阳总辐射量为 4828~5891MJ/m<sup>2</sup>，其总体分布趋势：北部年值高于南部，中部东西横向由边缘趋于中间时呈递减特性。除省内中南部和东部部分地区年太阳总辐射小于 5200 MJ/m<sup>2</sup> 外，其他地区均在 5200 MJ/m<sup>2</sup> 以上，其中，冀西北及冀北高原为 5600~5891MJ/m<sup>2</sup>，属全省总辐射最多地区；长城以南大部地区年太阳总辐射一般在 5000~5400MJ/m<sup>2</sup>，个别地区低于 5000MJ/m<sup>2</sup>。本项目为中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目，项目区域太阳总辐射年总量 1467.7 kWh/m<sup>2</sup>，属于太阳能资源很丰富区域‘稳定度 Rw=0.376，太阳能资源稳定；直射比 0.502，属于直接辐射较多区域，根据《太阳能资源等级总辐射》（GBT 31155-2014），项目区域太阳能资源具有较好的开发

价值。中电建秦皇岛新能源开发有限公司决定建设中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目，利用天然的太阳能资源，与渔业养殖相结合，建设集渔业养殖、光伏发电于一体的新能源项目。根据《中华人民共和国海域使用管理法》等法律、法规的规定，本项目申请用海需要进行海域使用论证工作。因此，受秦皇岛市发展和改革委员会委托，海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司承担本项目的海域使用论证工作。论证单位在接受了海域使用论证工作的委托后，进行了现场踏勘、测量和调访，按照相关法律法规和《海域使用论证技术导则》编制了本报告。

## 1.2 论证依据

### 1.2.1 法律法规

#### 1.2.1.1 法律

（1）《中华人民共和国海域使用管理法》，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》，中华人民共和国主席令第五十六号，2017 年 11 月；

（3）《中华人民共和国水污染防治法》，中华人民共和国主席令第七十号，2018 年 1 月 1 日；

（4）《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，2015 年 1 月 1 日；

（5）《中华人民共和国渔业法》，中华人民共和国主席令第三十四号，2013 年 12 月 28 日；

（6）《中华人民共和国自然保护区条例》，国务院令 167 号，2017 年 10 月 7 日；

（7）《中华人民共和国湿地保护法》，2021 年 12 月 24 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022 年 6 月 1 日；

（8）《中华人民共和国测绘法》，中华人民共和国主席令 67 号，2017 年 04 月 27 日。

#### 1.2.1.2 法规

（1）《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；

(2)《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资源部，自然资规〔2021〕1号，2021年1月8日；

(3)《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》，自然资源部，自然资办函〔2021〕2073号，2021年11月10日；

(4)《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》，自然资源部，自然资发〔2023〕89号，2023年6月13日；

(5)《河北省海域使用管理条例（2015修正）》，河北省人大，2015年7月24日；

(6)《河北省海洋生态补偿管理办法》河北省生态环境厅，河北省自然资源厅，河北省农业农村厅，冀环海洋〔2020〕183号，2020年6月19日。

### 1.2.1.3 规划

(1)《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地用海依据的函》，自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2207号，2022年10月14日；

(2)《关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用海有关事宜的函》，河北省自然资源厅海域海岛管理处，2022年10月28日。

(3)《“十四五”可再生能源发展规划》，国家发展改革委、国家能源局、财政部、自然资源部、生态环境部、住房城乡建设部、农业农村部、中国气象局、国家林业和草原局，发改能源〔2021〕1445号，2022年6月1日；

(4)《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订），中华人民共和国国家发展和改革委员会令（第29号），2020年1月1日；

(5)《河北省海洋生态环境保护“十四五”规划》，河北省生态环境厅，2022年2月；

(6)《秦皇岛市海洋生态环境保护“十四五”规划》，秦皇岛市人民政府，2022年7月；

## 1.2.2 标准规范

(1)《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），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；

- (2)《海域使用分类》(HY/T 123-2009), 国家海洋局, 2009 年 5 月 1 日;
- (3)《海籍调查规范》(HY/T 124-2009), 国家海洋局, 2009 年 5 月 1 日;
- (4)《海洋调查规范》(GB/T 12673-2007), 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;
- (5)《海洋监测规范》(GB17378-2007), 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;
- (6)《宗海图编绘技术规范》, 中华人民共和国自然资源部, 2018 年 7 月发布, 2018 年 11 月;
- (7)《海域使用面积测量规范》(HY070-2003), 国家海洋局, 2003 年 10 月;
- (8)《海水水质标准》(GB13097-1997), 国家环境保护局, 1998 年 7 月 1 日;
- (9)《海洋生物质量》(GB18421-2001), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2002 年 3 月 1 日;
- (10)《海洋沉积物质量》(GB18668-2002), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2002 年 10 月 1 日;
- (11)《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》(GB/T 9852.3-1988), 国家海洋局档案处, 1988 年 9 月 20 日;
- (12)《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 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2012 年 6 月 28 日;
- (13)《电力工程电缆敷设规范》(GB 50217-94), 中国电力工程顾问集团西南电力设计院会 2008 年 3 月 1 日。

### 1.2.3 项目技术资料

- (1) 项目委托书
- (2) 《中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目可行性研究报告》, 中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司, 2023 年 9 月;
- (3) 提供的其他相关资料。

## 1.3 论证等级和范围

### 1.3.1 论证等级

根据《海域使用分类》, 本项目用海类型为工业用海(一级类, 编码 2)中的

电力工业用海（二级类，编码 25），用海方式为构筑物中的透水构筑物，申请用海总面积为 398.1000 公顷，其中透水构筑物用海面积为 388.4946 公顷，海底电缆管道用海面积 9.6054 公顷。按照《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023) 相关要求，同一项目用海按不同用海方式、用海规模所判定的等级不一致时，采用就高不就低的原则确定本次论证等级为一级，如表 1.3-1 所示。

表 1.3-1 海域使用论证等级判定表（部分）

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
其他方式	海底电缆管道	海底电（光）缆	所有规模	敏感海域	二
				其他海域	三
确定本次论证等级确定为一级					

### 1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》，论证范围应覆盖项目用海所涉及到的全部区域，一级论证项目的论证范围应以项目用海外缘线为起点进行划定，向外扩展 15km。

根据海域的水文动力环境和周边的海域使用现状，论证范围以本项目用海外边缘为界，分别向东北、东南和西南各外扩 15km，向西北扩展至海岸线，论证范围内海域面积约 780km<sup>2</sup>。论证范围为 A-B-C-D 及海岸线所围成的闭合区域，具体见表 1.3-2 和图 1.3-1。

表 1.3-2 论证范围界址点坐标

编号	经度	纬度
A	119° 09' 27.007"	39° 22' 38.320"
B	119° 25' 36.679"	39° 15' 32.037"
C	119° 35' 56.680"	39° 29' 37.441"
D	119° 18' 18.370"	39° 37' 21.724"

图 1.3-1 论证范围

## 1.4 论证重点

根据《海域使用分类》(HY/T 123-2009)，项目用海类型为工业用海中的电力工业用海。根据《海域使用论证技术导则》附录 C.1 “海域使用论证重点参照表”(见表 1.4-1)的相关要求，本次论证重点如下：

- (1) 用海必要性；
- (2) 选址(线)合理性；
- (3) 平面布置合理性；
- (4) 用海方式合理性；
- (5) 资源生态影响；
- (6) 生态用海对策措施。

表 1.4-1 海域使用论证重点参照表(部分)

用海类型			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，包括光伏电广、光伏板座墩和塔架、平台、升压站、输电电缆等的用海	▲	▲	▲	▲			▲	▲

本项目所在及周边海域开发利用活动较多，因此将“海域开发利用协调分析”列为论证重点。

### 1.4.1 论证重点确定

综合分析，确定本项目论证重点为：

- (1) 用海必要性；
- (2) 选址(线)合理性；
- (3) 平面布置合理性；
- (4) 用海方式合理性；
- (5) 海域开发利用协调分析；

- (6) 资源生态影响；
- (7) 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

**项目名称：**中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目

**项目性质：**经营性

**建设单位：**中电建秦皇岛新能源开发有限公司

**项目位置：**位于河北省秦皇岛市昌黎县滦河口东北侧海域，距离海岸线 1.4km，距离滦河口 1.6km，距离七里海 10.8km 处，项目区域水深\*m 之间（当地理论最低潮面），见图 2.1-1~图 2.1-3。

**建设内容以及规模：**本项目拟建设规划容量为 300MW 的海上光伏项目，光伏基础为固定式大跨支架桩基结构，采用峰值功率为 580Wp 光伏组件 624000 块，组成 32 个光伏发电单元，其中 30 个 9.6MW 光伏发电单元，2 个 6MW 光伏发电单元，装机容量为 361.92MWp，交流侧额定容量为 300MW，容配比为 1.2064。场内集电线路通过 4 回三芯 66kV 海底电缆直接登陆至黎县大滩村东约 300 米处的陆上集控中心。具体建设内容见表 2.1-1 所示。

本工程建成后年均上网电量为 494709MWh，25 年总发电量 12367717MWh，25 年年等效利用小时数为 1367 小时。

**项目投资：**212193.10 万元

**涉海工程内容：**本项目登陆点至场址区域的电缆及光伏位于海岸线以下，均为涉海工程。

表 2.1-1 项目主要建设内容一览表

类型	工程	主要建设内容及规模	
涉海工程	光伏场址	规模	本项目拟建设规划容量为300MW的海上光伏项目，建成后年均上网电量为494709MWh，25年总发电量12367717MWh，25年年等效利用小时数为1367小时。
		发电系统	本项目每26块光伏组件础采用纵二布置串联成一个光伏组件串，每24个光伏组件串接入一台300kW组串式逆变器，每30个组串式逆变器接入一台9.6MVA箱变升压到66kV，构成一个9.6MW光伏发电单元；每20个组串式逆变器接入一台6MVA箱变升压到66kV，构成一个6MW光伏发电单元。本项目共32个光伏发电单元，其中30个9.6MW光伏发电单元，2个6MW光伏发电单元，每个发电单元包括光伏阵列、组串式逆变器、交流汇流箱及1台箱式变压器。
		光伏结构	本项目光伏组件采用峰值功率为580WpN型TOPCon双面双玻高效单晶硅光伏组件，每26块光伏组件础采用纵二布置串联成一个光伏组件串，光伏基础为固定式大跨支架桩基结构，支架采用15°的倾角

类型	工程	主要建设内容及规模	
			进行安装，光伏阵列方位角采用为0°即正南朝向，光伏组件串的间距为5m。
		逆变器	将光伏组件产生的直流电直接转变为交流电汇总后升压、并网。因此，逆变器的功率都相对较小。本项目每24个光伏组件串采用直流1500V光伏专用电缆接入1台300kW组串式逆变器
		箱变	30个组串式逆变器采用交流三芯1.8/3kV动力电缆接入一台9.6MVA箱式升压变，每20个组串式逆变器采用交流三芯1.8/3kV动力电缆接入一台6MVA箱式升压变，分别构成9.6MW光伏发电单元和6MW光伏发电单元。本项目光伏就地升压变拟选用预装箱式升压变（简称箱变），防腐等级不低于C5-M，防护等级不低于IP56。根据光伏发电单元容量为9.6MW和6MW，光伏发电单元配套升压变高压侧主分接电压选用69kV，提高单回输送容量，有利于减少海缆集电线路回路数，降低投资。由于9.6MVA箱变容量较大，低压侧额定电流为6496A，考虑到便于选择低压侧框架断路器，9.6MVA箱变采用低压侧双分裂变压器；6MVA箱变采用低压侧双绕组变压器。
		内部电缆	场内集电线路为4回三芯，每回集电线路连接8台箱变，场区内电缆通过光伏单元支架的桥架走线
	海底电缆	本项目光伏区采用4回66kV $3\times 630\text{mm}^2$ 三芯交联聚乙烯海底电缆海缆登陆，随后转为陆缆送至陆上升压站。66kV送出部分海缆总长度约为129.7km。沿66kV海底电缆设计路由挖出宽3.0m，深2.0m的电缆沟一条，海缆沉放至沟槽中，进行机械埋深。	
陆上工程	陆上升压站	规模	本项目配套建设一座500kV陆上升压站，站内主变规划容量 $3\times 500\text{MVA}+1\times 300\text{MVA}$ ，本期规模 $1\times 500\text{MVA}$ ，电压等级：500/66/35kV。规划建设2回500kV出线接入电网，本期建成1回；4回光伏集电线路。
		建设内容	陆上升压站配置1台500MVA三绕组变压器；500kV配电装置为户内GIS，采用3/2接线；66kV配电装置为户内GIS，采用单母线接线。集控中心主要建（构）筑物有：综合楼、电控楼、辅助用房、消防蓄水池、事故油池、污水处理装置以及储能设备基础等建（构）筑物。

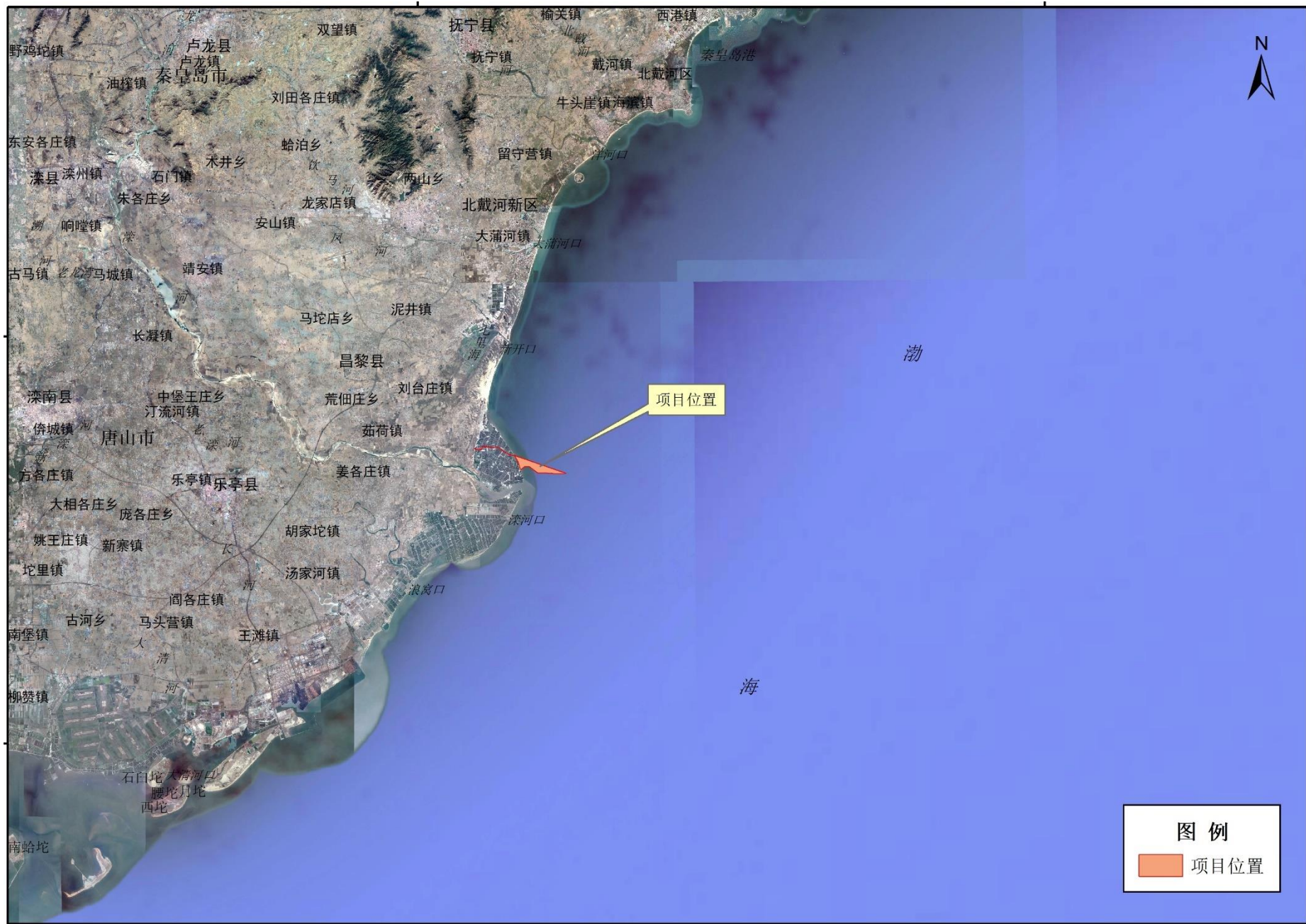


图 2.1-1 项目位置图（遥感）

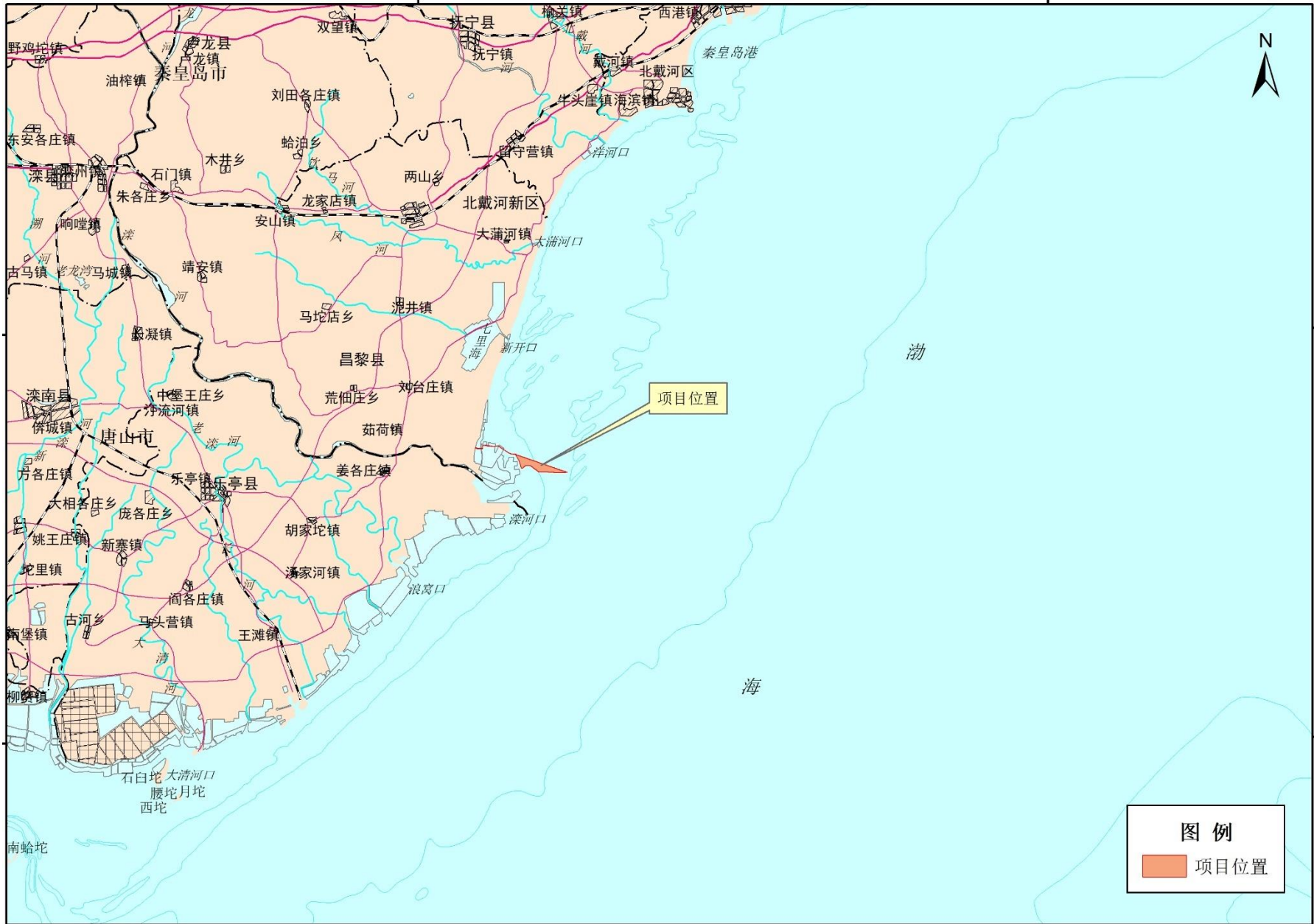


图 2.1-2 项目位置图（行政）

图 2.1-3 项目位置（海图）



## 2.2 平面布置和主要结构、尺度

### 2.2.1 平面布置

#### 2.2.1.1 平面布置原则

- (1) 符合当地的整体规划要求；
- (2) 不压覆矿产资源，不占用军事设施、文物保护区；
- (3) 项目所在地的太阳能资源条件丰富，避免选择存在大范围阴影遮挡的平面布置；
- (4) 具有良好的水文地质、接入电网、交通运输和施工等建设条件；
- (5) 光伏阵列布置保证检修船舶操作安全方便；
- (6) 符合环境和生态保护的要求；
- (7) 满足集约节约用海原则。

#### 2.2.1.2 项目总体布局

本项目位于规划的海上光伏发电项目选址范围内，项目区域水深\*m 之间，场址北侧长约 6.2km，相距国华投资秦皇岛昌黎 500MW 海上光伏试点项目约 50m；西南侧长约 1.7km，相距重要滩涂及浅海水域生态保护红线中的河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区约 16m；南侧边界西端不规则段长约 4.00km，相距重要滩涂及浅海水域生态保护红线中的滦河口海域约 13m；南侧边界东端规则段长约 1.54km，紧邻滦河口渔船习惯性航道。

本项目海缆登陆点位于秦皇岛市昌黎县王家铺村北约 800 米处的海陆缆转换点附近，海上光伏区通过 8 回三芯 66kV 交流海底电缆登陆至黎县大滩村东约 300 米处的集控中心。

图 2.2-1 项目总体布局示意图

### 2.2.1.3 总平面布置

本项目共 32 个光伏发电单元，其中 30 个 9.6MW 光伏发电单元，2 个 6MW 光伏发电单元，每个发电单元包括光伏阵列、组串式逆变器、交流汇流箱及 1 台箱式变压器。场内集电线路为 4 回三芯，每回集电线路连接 8 台箱变，场区内电缆通过光伏单元支架的桥架走线。

本项目采用 580Wp 光伏组件 624000 块，组件尺寸为 2278 mm×1134 mm×30 mm；每 26 块光伏组件采用纵二布置串联成一个光伏组件串，每 24 个光伏组件串接入一台 300kW 组串式逆变器，每 30 个组串式逆变器接入一台 9.6MVA 箱变升压到 66kV，构成一个 9.6MW 光伏发电单元；每 20 个组串式逆变器接入一台 6MVA 箱变升压到 66kV，构成一个 6MW 光伏发电单元。本项目共 32 个光伏发电单元，其中 30 个 9.6MW 光伏发电单元，2 个 6MW 光伏发电单元，装机容量为 361.92MWp，交流侧额定容量为 300MW，容配比为 1.2064。

光伏阵列方位角确定为 0°，固定式支架桩基基础倾角为 15°，光伏组件串垂直投影宽度为 4.652m，南北的间距 5m。发电单元间布置检修通道，通道宽度 20m。逆变器安装在光伏支架上或浮体上，箱变布置在每个光伏发电单元中心区域，以减小电缆量和线损，电缆桥架尽量岩并预留检修通道边设置，方便电缆敷设及检修。平面布置见图 2.2-2~图 2.2-3 所示。

表 2.2-1 主要平面布置指标表

序号	项目名称	单位	数值
1	所需电池板数量	块	624000
2	光伏组件规模	Wp	580
3	光伏组件结构	2278 mm×1134 mm×30 mm	
4	方位角	度	0
5	倾角	度	15
6	光伏组串宽度	m	4.778
7	光伏组串投影	m	4.652
8	光伏阵列南北宽	m	5
9	检修通道	m	20

图 2.2-2 光伏阵列平面布置图

图 2.2-3 光伏排布范围

#### 2.2.1.4 空间布置

根据《昌黎县人民政府关于海上光伏发电项目立体分层设权有关事项的承诺》，本项目场址区域与现状扇贝筏式养殖有重叠，承诺将筏式养殖调整为底播养殖，因此本项目空间上预留底播养殖空间。

柔性支架立柱采用 PHC 管桩，桩柱一体式设计，桩顶标高为 3.00m，高于最高潮位约 1.0m；组件下缘高度 4.863m。

柔性支架端部钢支架采用“人”字形支架，可以将悬索水平力平均分配给边桩，边桩高出泥面约 11.6m；中立柱与钢结构横梁组成中间支架，作为悬索中间支架，中立柱桩基顶面高出泥面约 14.1m。

图 2.2-4 空间结构图

### 2.2.2 主要结构、尺度

#### 2.2.2.1 发电系统

本工程所建设的光伏发电系统采用直接并网模式，所产生的电能全部馈入电网。本项目光伏并网发电原理如下图所示。

图 2.2-5 并网示意图

#### 2.2.2.2 光伏组件结构

本工程拟采用 N 型 TOPCon 技术的峰值功率 580Wp 高效单晶硅光伏组件，主要参数见下表。

表 2.2-2 拟采用的 N 型峰值功率 580Wp 双面双玻高效单晶硅光伏组件主要技术参数

图 2.2-6 光伏组件尺寸图

##### (1) 光伏方阵方位角

方位角就是太阳光线在地平面上投影和地平面上正南方向线之间的夹角。它表示太阳光线的水平投影偏离正南方向的角度，取正南方向为起始点（即  $0^\circ$ ），向西为正，向东为负。一般情况下，方阵朝向正南（即方阵垂直面与正南的夹角为  $0^\circ$ ）时，太阳能电池发电量是最大的，因此本工程光伏方阵方位角确定为  $0^\circ$ 。

##### (2) 光伏方阵倾角

经 PVsyst 软件模拟计算，当采用 40 度倾角布置时，单排光伏阵列接收到的斜面辐射量最大，发电量最大；考虑系统在运行过程中由于前后排阵列阴影遮挡对发电量的影响，同时也未考虑到项目经济性，对于固定式支架桩基基础较好的倾角为 15 度左右，所以本项目现阶段光伏阵列暂采用 15 度倾角进行安装。

图 2.2-7 不同倾角下发电量斜面辐射量计算结果

### (3) 光伏组件串结构

本项目光伏组件采用峰值功率为 580WpN 型 TOPCon 双面双玻高效单晶硅光伏组件，每 26 块光伏组件采用纵二布置串联成一个光伏组件串，光伏组件串长 14.982m 宽 4.7778m。

光伏基础为固定式大跨支架桩基结构，支架采用 15° 的倾角进行安装，光伏阵列方位角采用为 0° 即正南朝向。根据计算光伏组件串垂直投影宽度为 4.652m，南北的间距不宜小于 5m，本项目取值 5m。

图 2.2-8 组串结构示意图

### 2.2.2.3 光伏并网逆变器

本项目拟选用 300kW 组串式逆变器。

### 2.2.2.4 光伏方阵的串、并联设计

#### (1) 光伏方阵的串联设计

光伏组件串联的数量由并网逆变器的最高输入电压和最低工作电压，以及光伏组件允许的最大系统电压所确定，串联后称为光伏组件组串。

根据拟选光伏组件参数和秦皇岛市昼间最低气温为-24.3℃，并结合逆变器最佳输入电压、光伏组件工作环境、场区形状等因素综合分析，最终确定本项目选用光伏组件的串联数为 26（块）。

#### (2) 光伏方阵的并联设计

每台 300kW 光伏并网逆变器接具有 6 个 MPPT 输入，每路 MPPT 可接入 4~5 个光伏组件串，每路 MPPT 最大直流输入电流为 65A，最大直流短路电流为 115A，拟选光伏组件工作电流为 13.62A，短路电流为 14.37A，光伏组件串并联回路取决于各级汇流的最大工作电流不大于设备允许的输入电流，并留有适当的裕度，故本项目每路 MPPT 接入 4 个光伏组件串，每台 300kW 组串式逆变器接入 24 个光伏组件串。



### 2.2.2.5 光伏就地升压变

本项目光伏就地升压变拟选用预装箱式升压变（简称箱变），防腐等级不低于 C5-M，防护等级不低于 IP56。根据光伏发电单元容量为 9.6MW 和 6MW，光伏发电单元配套升压变高压侧主分接电压选用 69kV，提高单回输送容量，有利于减少海缆集电线路回路数，降低投资。由于 9.6MVA 箱变容量较大，低压侧额定电流为 6496A，考虑到便于选择低压侧框架断路器，9.6MVA 箱变采用低压侧双分裂变压器；6MVA 箱变采用低压侧双绕组变压器。

### 2.2.2.6 支架结构

#### （1）光伏阵列支架

本项目推荐采用固定式支架桩基础方案，以保障光伏电站 25 年安全平稳运行。

由于海上光伏设计工况更加复杂，环境荷载更加恶劣，推荐采用可靠度更高的三预应力索+平面桁架体系，每 26 块组件设置为一跨，跨度 32.814m，每跨内横向减振体系设置 4 道。单排支架长度不超过 330m。

柔性支架立柱采用 PHC 管桩，桩柱一体式设计，桩顶标高为 3.00m，高于最高潮位约 1.0m；组件下缘高度 4.863m。

柔性支架端部钢支架采用“人”字形支架，可以将悬索水平力平均分配给边桩，边桩高出泥面约 11.6m；中立柱与钢结构横梁组成中间支架，作为悬索中间支架，中立柱桩基顶面高出泥面约 14.1m。

图 2.2-9 固定式光伏方阵示意图（固定支架）

图 2.2-10 柔性支架典型结构

#### （2）箱变基础

本项目箱变平台桩基础采用直径 600mm 的 PHC 管桩。上部采用钢结构平台，钢结构构件需采用热镀锌处理。其余桩基基础选型见下表。

表 2.2-3 桩基选型表

### 2.2.2.7 电缆设施

（1）光伏专用电缆采用镀锡圆铜丝 125℃辐照交联无卤低烟阻燃聚烯烃型 H1Z2Z2-K-DC1.5kV。

（2）组串式逆变器至光伏就地升压变均采用低压侧动力电缆

ZR-YJLY23-1.8/3kV 型交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套阻燃型电力电缆，阻燃等级不小于 C 级。

光伏组件串联后接入逆变器的直流电缆，及逆变器至箱式升压变室的交流电流，东西方向沿电池组件安装支架固定敷设，组串间加保护管敷设防止暴晒。设备箱底部开孔处、电缆管两端等采用防火封堵。南北方向采用电缆槽盒敷设，利用土建设置的支撑钢梁固定。

电缆防紫外线照射措施：

本工程所有室外电缆敷设采用槽盒、穿管或沿光伏组件下面敷设，以避免太阳直射，提高电缆使用寿命。

### （3）66kV 集电线路

集电线路采用 8 回单芯 66kV 交流陆地电缆（YJLW03-Z-38/66-1×500）以电缆沟的敷设方式送至集控中心。

## 2.2.3 电气工程

### 2.2.3.1 电气一次

本项目光伏电站规划建设容量为 300MW，本期全部建成。直流侧安装容量为 361.92MWp，交流侧额定容量为 300MW，容配比约为。

本项目光伏组件采用峰值功率为 580WpN 型 TOPCon 双面双玻高效单晶硅光伏组件，每 26 块光伏组件串联成一个光伏组件串，每 24 个光伏组件串接入一台 300kW 组串式逆变器，每 30 个组串式逆变器接入一台 9.6MVA 箱变升压到 66kV，构成一个 9.6MW 光伏发电单元；每 20 个组串式逆变器接入一台 6MVA 箱变升压到 66kV，构成一个 6MW 光伏发电单元。本项目共 32 个光伏发电单元，其中 30 个 9.6MW 光伏发电单元，2 个 6MW 光伏发电单元，通过 4 回 66kV 集电线路接入陆上 500kV 升压站 66kV 母线。

本项目配套建设一座 500kV 陆上升压站，站内主变规划容量 3×500MVA+1×300MVA，本期规模 1×500MVA，电压等级：500/66/35kV。规划建设 2 回 500kV 出线接入电网，本期建成 1 回；规划建设 4 回光伏集电线路，本期建成。最终接入方案以接入系统设计和电网批复为准。

#### 1) 电气主接线

500kV 电气主接线：规划采用 3/2 断路器接线方案，本站 4 台主变中 2 台主

变进串。

终期建设 2 回出线，4 台主变进线，共建设 3 个完整串间隔。本期建设 1 回 500kV 出线，1 组主变进线，配成一个完整串。

66kV 电气主接线：规划主变下采用扩大单元接线型式，本期建成。

35kV 电气主接线：规划主变下采用单母线接线型式，本期建成。

380/220V 站用电接线：采用单母线分段接线，共装设 2 台 35kV 干式站用变压器，电源取自陆上升压站 500kV 三相三绕组变压器 35kV 侧，1 台 10kV 干式备用变压器，引自站外 10kV 电源。

#### 2) 中性点接地方式

500kV 侧采用采用直接接地型式。

66kV 侧中性点采用低电阻接地。

35kV 侧中性点采用不接地方式。

0.38kV 侧中性点采用直接接地方式。

#### 3) 无功补偿

本期主变低压侧安装 4x37.5MvarSVG 型无功补偿装置，最终接入方案以接入系统设计和电网批复为准。

### 2.2.3.2 电气二次

本工程监控系统设备配置和功能按照“无人值班（少人值守）”的运行管理方式设计，按运行人员定期或不定期巡视的方式运行。升压站配置两套独立的综合自动化系统，分别为光伏发电监控系统及升压站微机监控系统。两套系统网络结构相对独立，均采用计算机监控系统、分层分布式结构。

光伏监控系统监控范围为海上光伏阵列逆变升压单元，可实现就地对单个发电单元的监控功能，在升压站对所有发电单元的集中监控功能；升压站监控系统监控范围为全站电气设备以及交直流电源、火灾报警等公用设备，实现各配电装置处对主设备的就地监控，在主控室对站内主设备进行集中监控。两套监控系统间可实现数据交换功能，具备按上级调度/集控要求采集与传送遥测、遥信数据，接受调度/集控部门下达的遥控指令、AGC/AVC 调节指令、一次调频功能投退指令等功能。

### 2.2.3.3 集电线路

本工程本期 66kV 共 4 回集电线路，每回集电线路连接 8 台箱变。海上光伏区通过三芯 66kV 交流海底电缆登陆至秦皇岛市昌黎县王家铺村北约 800 米处的海陆缆转换点，其间海缆采用冲埋和直埋的方式敷设于海底；由海陆缆转换点至昌黎县大滩村东约 300 米处的集控中心，采用单芯 66kV 交流陆地电缆，并以电缆沟的敷设方式送至集控中心。

## 2.2.4 辅助工程

### 2.2.4.1 抗冰减浪设计

在外围设置防冰防浪措施后，海冰荷载将由防冰防浪设施承担，支架桩基仅承担较小的浮冰和波浪力作用，可以有效控制支架桩基直径和桩长。本工程采用半透水式防冰防浪墙。如下图所示，底部由三排防冰排桩组成，上部为钢桁架式防浪墙。

图 2.2-11 半透水式防冰防浪墙

防冰排桩布置三排，采用直径 1200mm 和 1000mm 的 PHC 桩，桩间距为 3.6m，桩长 25m。桩顶标高为海冰作用的最高点，以避免海冰作用于上部防浪钢结构。

防浪墙位于桩顶，由钢桁架和迎水面板组成。防浪墙顶高允许大浪越过，经计算越浪后波浪高度下降为 1.5m。同时下部透水排桩可以将波高小于 1.5m 的波浪放过。这样防冰防浪墙避免承担过大的波浪力。

防冰减浪设施布置应考虑与周边邻近海光项目协调布置，在项目集群外围设置防冰减浪设置，各项目间分摊项目建设和运维费用，可以进一步降低海光投资。

### 2.2.4.2 防腐蚀设计

#### (1) 光伏阵列支架及基础防腐设计

本工程建设海边潮间带，盐雾具有强腐蚀性，工程中要所有光伏阵列支架优先采用防腐性能更好的镀镁铝锌材料。其他钢结构均采用内外面热镀锌来进行防腐。镀锌（镁）厚度 $\geq 85 \mu\text{m}$ 。冷弯薄壁型钢，防腐耐久年限不得小于 25 年。主梁壁厚不小于 2.5mm，次梁壁厚不小于 2.0mm。支架镀锌层破损或施工现场有焊接时，应及时采用富锌涂料进行补涂，漆膜厚度不小于 160um。其他防腐蚀措施需满足《光伏电站设计规范》GB50797-2012 及其他国家规范规定要求。

#### (2) 桩基础防腐设计

根据地质勘察报告，拟建场址区的地下水类型为海水，地下水的升降受海水潮汐控制，涨潮时海水淹没地面，退潮时水位接近地表，海水对砼结构具有中腐蚀性；对混凝土结构中的钢筋在长期浸水环境中具弱腐蚀性，在干湿交替环境下具强腐蚀性。

支架基桩采用高强预应力混凝土管桩加一体成型混凝土桩尖，确保管桩内部封闭，防止沉桩后海水进入管桩内部。桩身可采用普通硅酸盐水泥混凝土制作，混凝土中掺入抗硫酸盐外加剂及钢筋阻锈剂，混凝土为抗渗混凝土。

### (3) 组串式光伏并网逆变器防腐设计

组串式光伏并网逆变器机箱主体可采用广泛应用于户外结构件的高强度，优异的耐腐蚀性铝合金材料+喷塑户外粉（户外聚酯树脂），外部紧固件选用耐腐蚀性最强的 316 不锈钢，提高紧固件的耐腐蚀性，防止出现紧固件的锈蚀，而影响维护。所有 PCB 板采用三防漆喷涂。

#### 2.2.4.3 过电压保护及接地

海上光伏项目过电压保护和绝缘配合根据《光伏电站防雷技术要求》GB/T32512-2016 和《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》（GB/T 50064-2014）等国内规范规定的绝缘配合原则进行设计，配置适当的过电压保护装置，选择过电压水平、设备绝缘水平和保护装置特性参数之间的绝缘配合裕度满足规范的要求。

##### 1、直击雷保护

海上光伏区内不设置独立避雷针，利用光伏金属边框与光伏支架进行防直击雷；升压站采用架构避雷针和独立避雷针作为户外设备的防直击雷的保护措施，实现全站户外设备的防直击雷保护，对于避雷针未保护的建筑物采用在屋顶女儿墙装设避雷带进行直击雷保护。

##### 2、配电装置的侵入雷电波保护

(1) 主变压器的雷电过电压保护：本工程选用三相双绕组电力变压器，500kV 侧采用双母线接线，在主变 500kV 高压侧进线间隔、主变 35kV 进线处均设置 1 组氧化锌避雷器以保护主变压器。

(2) 500kV 配电装置雷电过电压保护：根据 GB/T 50064-2014《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》中要求，在每回 500kV 出线侧装设 1

组氧化锌避雷器。

(3) 35kV 和 66kV 配电装置雷电过电压保护：在 35kV 和 66kV 进出线、35kV 和 66kV 母线上各装设 1 组氧化锌避雷器。

### 3、工频过电压保护

待接入系统设计完成后，复核计算 500kV 线路的工频过电压是否在允许范围内。

### 4、操作过电压和谐振过电压保护

待接入系统设计完成后，复核计算相关工况的操作过电压，校验并避免出现谐振过电压。

### 5、接地

接地设计严格按照《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T 50065) 的相关要求执行，充分利用各个自然接地体，根据现场实际情况及土壤电阻率敷设人工接地网，以满足接地电阻的要求。

海上高桩光伏区，通过将每排支架跨接成一个整体后，再两端将接地引下线和接地块抛入海底，然后利用电缆通道将每排支架再次进行连接，增加可靠性，再将光伏金属边框、光伏支架就近与环形接地网和水平接地极可靠连接，可满足光伏区的接地要求。接地电阻不大于 4 欧姆。光伏场区采用 60×6 的镀锡铜排作为水平接地体，利用基础 HC 管桩内钢筋作为自然接地体。光伏组件边框通过 BVR-1×6 mm<sup>2</sup> 连接成一体，组串式逆变器采用 BVR 绝缘导线接地，接地线截面不小于相线的一半。

## 2.2.5 陆上工程

本项目配套建设一座 500kV 陆上升压站，站内主变规划容量 3×500MVA+1×300MVA，本期规模 1×500MVA，电压等级：500/66/35kV。规划建设 2 回 500kV 出线接入电网，本期建成 1 回；4 回光伏集电线路。

陆上升压站配置 1 台 500MVA 三绕组变压器；500kV 配电装置为户内 GIS，采用 3/2 接线；66kV 配电装置为户内 GIS，采用单母线接线。集控中心主要建（构）筑物有：综合楼、电控楼、辅助用房、消防蓄水池、事故油池、污水处理装置以及储能设备基础等建（构）筑物。

图 2.2-12 陆上集控中心

## 2.3 项目主要施工工艺和方法

### 2.3.1 施工方案

本项目工程主要施工项目工艺流程如下： 施工前期准备→光伏组件支架基础施工→设备基础施工→光伏组件安装→电缆敷设→调试、发电投产→工程完工。

图 2.3-1 施工流程图

### 2.3.2 施工方法

#### 2.3.2.1 光伏基础及组件安装施工

##### 1、PHC 桩基础施工

图 2.3-2 PHC 桩基础主要流程图

##### 2、接桩方案：

本项目光伏支架基础 PHC 加强管桩桩长 25m，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。

##### 3、施工准备

施工前，首先进行测量放线工作。根据设计施工图纸计算出的管桩桩位坐标，通过将桩位布置图导入 GPSRTK 设备中，测设出拟施工管桩桩位坐标。管桩施工前，须上报计算出的桩位坐标与相关单位进行复核工作。测量放点时须预先设置好管桩管径大小，管径中心点必须与管桩桩位坐标重合。

##### 4、PHC 桩基吊运与堆存

接桩完成后按照落驳图进行管桩装运，装船时应依照沉桩作业顺序确定管桩装船顺序，即按照“后打的先装，先打的后装”的顺序依次装船。运桩驳船两侧须加设支撑，避免运送时管桩滚动，管桩各叠层接触面应加垫垫木，且各层垫木应位于同一垂直面。驳船出发前，应依照相关作业质量要求对 PHC 管桩规格尺

寸、外观质量、轴线偏差及焊接质量、堆放顺序等实施检查，确保其均能满足落驳图的相关要求。

本工程所用 PHC 桩基通过运输船直接运输到海上施工现场，通过运输驳上配置的起重机械将管桩起吊运输到打桩船上进行堆存。桩在吊运过程中应轻吊轻放，桩采用二个吊点，保持平稳，避免碰撞。预制桩堆放场地应平整坚实，按桩的规格、长度及施工流水作业顺序分别堆放。

PHC 桩基运输采用 2000t 级及以上无动力运输驳进行运输，配置锚艇和拖轮。浅水区采用乘潮进场作业方式，同时运输驳船应具备坐滩功能。

图 2.3-3 船舶运输示意图

### 5、PHC 桩基沉桩方案

沉桩作业前，必须对打桩水域水下地形进行扫海探摸，对妨碍打桩的障碍物予以清除。PHC 桩运至施工现场后应及时做好复检记录，并报请监理工程师验收。本项目采用两根 PHC 管桩连接形成光伏支架基础，拟采用单樁桁架吊装方案，对桩的定位精度较高，拟采用简易抱桩架作为沉桩精度控制措施进行沉桩施工。光伏基础沉桩拟投入多组沉桩设备，每组设备包括 1 艘桩架船或浮式全回转起重船（起重能力 50t 以上）和 2 艘运桩驳（2000t 级）。施工由拖轮和抛锚艇进行配合作业。施工前施工船舶应到施工区域海况适应性进行现场试验，确保施工安全。交叉作业船舶应提前进行沟通。

本项目本阶段基础拟推荐采用桩架船或浮式全回转起重船进行沉桩施工，按施工区域进行桩基流水作业。

施工船舶定位采用 DGPS 定位定向仪等设备，船舶定位软件采用“海洋工程施工船舶管理系统”，以图形化的方式实时显示船舶的位置和各种背景底图，可以接收多种设备的数据，采用网络的方式对数据进行集成和共享，实现多终端的界面显示。

打桩船进桩基附近后，船首锚缆抛交叉锚，降低对已安装光伏区的影响，船尾落锚点选择光伏支架的中间开阔位置，避开桩基影响。

桩架船沉桩施工时拟利用桩架船将 PHC 桩吊起，插入辅助抱桩架套管内，将其沉至设计标高（定位架套管旁设有导向标杆和高程控制杆）。以此方式完成单根桩的沉桩，桩架船再移位至下一根桩的位置。



全回转起重船施工作业前需通过适应性改造,在全回转起重船上单舷侧根据桩基行间距安装 5~6 个定位架,定位架采用焊接固定。定位架采用双层形式,每层设置 4 个千斤顶,用于调整 PHC 管桩的垂直度(具体改造方案应根据施工船只参数及相关部门要求)。全回转起重船抛交叉锚定位定位完成后,装有 PHC 管桩的运输船直接靠泊至打桩船无安装定位架的船侧,无需抛锚,通过系缆固定船位。对于浅水区基础施工,采用可坐滩式浮式起重船施工,选择合适窗口期乘潮施工。

PHC 管桩翻身完成后,旋转进入抱桩器拢口,通过抱箍、配合测量,控制桩基垂直度,入泥稳住、且垂直度满足要求后脱钩。然后起吊振动锤,套锤沉桩至设计标高。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。沉桩后,应立即对桩顶标高进行复测验收。对于标高不满足要求的,应复振或割平至符合设计要求为止。

#### 6、上部支架施工方案

单樰桁架+支架结构拟采用起重能力 50t 及以上的浮式起重船进行海上安装,即在沉桩完成施工的部分,利用该起重船立即进行该部位的一体化结构安装。单樰桁架+支架结构利用 1000t 级及以上无动力运输驳进行运输,配置锚艇和拖轮。安装前,设备运输驳停靠在起重船侧面,完成系缆固定。利用起重船将单樰桁架吊起,调整好方位,使单樰桁架中心对准 2 根桩基,缓慢下放,工人通过小型船只到达桩位处,进行支腿的焊接固定;焊接完成后应及时进行补防腐施工。起重船摘钩条件,当 2 个支腿全部搁置在桩顶连接后方可摘钩,随后起重船移位至下一作业位置进行后续工作。

图 2.3-4 桁架安装示意图

#### 7、光伏组件方案

上部支架光伏板的安装采用传统的光伏安装方案。利用施工完成后的 PHC 桩和桁架,在两排桩和两樰桁架之间搭设简易的安装平台或辅助施工工装,人工进行上部支架钢结构和光伏板的安装。人员海上作业应做好充分的安全保障工作并满足相关部门的要求。

#### 2.3.2.2 光伏场区设备安装

基础采用高强度预应力混凝土管桩,初步设计为直径 600mm 的 PHC 管桩和

D800 的钢管桩。上部采用钢结构平台，钢结构构件需采用热镀锌处理。

箱变平台桩基础与光伏支架桩基础一起施工，施工工艺与光伏组件桩基施工工艺相同。因紧靠施工栈桥，箱变平台待钢栈桥施工完成后开始施工，平台材料采用人工推车通过栈桥运输至箱变平台位置，人工进行平台安装施工。

单个箱变重约 12t 左右，箱逆变一体机设备陆运至岸边转运码头后，采用汽车吊吊至运输驳船运输至安装现场，采用驳船加 55T 履带吊进行吊装。

### 2.3.2.3 电缆敷设

本项目海缆主要连接光伏场区至箱变至登陆点之间，场区内电缆通过光伏单元支架的桥架走线，场外电缆通过海缆登陆。海缆埋设深度电缆敷设深度选择为泥面 2.0m 以下，海上正常作业条件下的敷设速度为 3~5m/min。

#### 1、施工工艺流程

海底电缆工艺流程：装缆运输→施工准备（牵引钢缆布放、扫海等）→电缆敷埋施工→终端登平台施工→电缆固定→终端电气安装→测试验收。

#### 2、电缆装船

（1）铺缆船开始动员，在码头将出海所需的一切设备、机具、材料都一起装船。

设备和机具在装船前都已经进行了调试，上船后做好加固，装船结束后，进行清点，按计划拖航至电缆厂码头或指定电缆交接地点。

（2）采用吊装或其他形式在电缆交接地点将需要铺设的电缆安放至铺缆船甲板上，所有电缆配件全部上船，特别注意电缆附件种类多、结构较小、易损坏，需要妥善放置船上，并与厂家人员办好交接手续。全部完成后，清点物品，准备驶往施工地点。

#### 3、电缆登陆敷设

（1）铺缆船乘高潮位就位于登陆段，并用起抛锚艇抛出 4 个工作定位锚。

（2）用船上工作艇将尼龙缆从铺缆船牵向登陆点，并与拖缆绞车上钢缆联接，然后用铺缆船上的绞盘回绞尼龙缆绳，直到拖拉绞车钢缆被牵引至铺缆船尾，然后将钢缆与将铺设海底电缆拖拉网套连接。

#### 4、海缆登陆敷设浅水区

铺缆船乘高潮位近可能靠近登陆点，登陆就位后，并用起抛锚艇抛出 4 个工作定位锚。登陆时，海缆头从缆盘内通过退扭架拉出，从船头通过入水槽入海，水面段在海缆下方每隔 2 米垫以充气内胎进行助浮，充气内胎与电缆利用白棕绳绑扎固定；

利用预先设置在始端登陆点处的绞磨机（3 吨）牵引电缆浮运登陆。在电缆牵引至滩涂处，人工解除助浮充气内胎，将电缆搁置在预先设置在电缆登陆路由的滚轮上方滚动或滑动，减少电缆牵引的阻力。将 4 台两栖式挖掘机运抵登陆点，乘落潮期间，沿 66kV 海底电缆设计路由挖出宽 3.0m，深 2.0m 的电缆沟一条，海缆沉放至沟槽中，进行机械埋深。

### 2.3.3 土石方平衡方案

本项目海上工程基础采用桩架船或浮式全回转起重船进行沉桩施工，不涉及土方开挖及回填。

### 2.3.4 物料来源

#### （1）钢结构加工基地

本工程钢结构加工量较大，主要为单榀桁架制作。制作厂家择优选用。钢结构加工基地需拥有出运码头，具备码头出运条件，采用平底驳船运输至海上光伏施工现场。

#### （2）PHC 桩加工厂

本项目本期工程光伏支架基础 PHC-600、PHC-800 管桩，经过初步调研，项目周边可满足加工生产本工程管桩基础的加工厂较多，本工程采用周边厂家直接采购的方式，生产厂家可择优选用。

#### （3）交通船码头

交通船主要满足人员及常规物资从码头至海上光伏施工区域之间往返使用。初步选择离施工场区较近的滦河口附近的小港码头作为本工程的交通船登陆点。

#### （4）锚地条件

作业期间，如预报风速超过现场作业船舶的设计抗风等级，则船舶需移至安全水域避风，因此宜选择航行距离与时间较短、应变突发恶劣天气反映灵活的港口配套锚地设施，本工程施工区域周边的秦皇岛港、京唐港有大型避风锚地和港口设施，同时距离本工程海域较近，因此本阶段工程船舶选择就近避风锚地进行

避风，工程施工期间可根据当地海事部门的航行调迁指令选择具体的锚地和港口进行避风。

### 2.3.5 施工进度和安排

#### 2.3.5.1 施工总进度

本项目工程总工期 12 个月。本项目拟第 1 年 1 月初开展施工准备和设备物资采购及制作。第 1 年 2 月初开始陆上升压站施工，第 1 年 9 月底土建施工及设备安装完成。

第 1 年 4 月中旬开始海上桩基础施工，第 1 年 5 月初进行海上光伏组件设备安装，第 1 年 10 月底基础施工完成，第 1 年 11 月中旬光伏设备安装完成，第 1 年 12 月底完成电气设备调试，并网发电，工程完工。

表 2.3-1 施工进度表

第n月 施工单元	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
施工前期准备	■											
陆上升压站施工		■	■	■	■	■	■	■	■			
光伏组件支架基础施工				■	■	■	■	■	■	■		
光伏组件安装					■	■	■	■	■	■	■	
电缆敷设											■	
调试、发电投产												■
工程完工												■

#### 2.3.5.2 劳动力资源

本工程劳动力资源供应根据高峰与平均时段的施工强度，并参照类似工程实际的劳动力资源供应情况制定。根据工程不同的施工时段，高峰时段月投入劳动力为 600 人，平均时段月投入劳动力为 450 人。

#### 2.3.5.3 主要施工机械设备

本工程采用的主要施工机械设备见下表。

表 2.3-2 主要施工机械设备表

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	施工用途
<b>PHC桩+桁架光伏施工机械设备表</b>					
1	桩架船	可坐底/	艘	1	钢管桩沉桩
2	全回转起重船	可坐底, 起重能力50t及以上	艘	1	钢管桩沉桩
3	运桩驳	2000t	艘	2	钢管桩运输
4	运输驳	2000t	艘	2	桁架及支架运输
5	运输驳	2000t	艘	1	光伏板运输
6	拖轮	800HP	艘	2	拖航
7	抛锚艇	1000HP	艘	2	抛锚
8	交通船	/	艘	2	人员交通
9	柴油发电型电焊机	10kW	艘	1	施工配合
10	柴油发电机	30kW	艘	1	施工配合
11	打桩锤	振动锤	个	2	沉桩作业

<b>电缆敷设</b>					
1	带埋设机的铺缆船	800t载缆量及以上	艘	1	660kV海底电缆铺设
2	电缆运输船	配置小吊机	艘	5	中、低压电缆运输
3	卷扬机		台	2	电缆牵引
4	机动绞磨机	30kn, 5.7kW	台	5	电缆牵引
5	电缆输送机		台	10	
6	抛锚艇		艘	2	铺缆船抛锚
7	两栖挖掘机		辆	4	电缆沟开挖及土方回填施工
8	交通艇		艘	1	
9	补给船		艘	1	

## 2.4 项目用海需求

中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目建设 300MW 光伏发电设施及外输电缆需申请用海，拟申请用海情况如下：

### (1) 用海期限

申请用海期限为 26 年（含施工期 1 年，运营期 26 年）。

### (2) 用海类型和用海方式

项目用海类型为“工业用海”中的“电力工业用海”（25）；光伏发电设施用

海方式为“构筑物”中的“透水构筑物”(23)，外输电缆用海方式为“其他方式”中的“海底电缆管道”(53)。

### (3) 用海面积

本项目拟申请用海总面积为 651.1902 公顷，其中透水构筑物用海面积为 642.0440 公顷，海底电缆管道用海面积为 9.1462 公顷，具体面积见表 2.4-1，项目界址点坐标见表 2.4-1，宗海图见图 2.4-1 所示。

### (4) 占用岸线和新增岸线情况

本项目海底电缆管道采用下穿的形式占用岸线 22.05m，不新增岸线。

表 2.4-1 项目界址点坐标表

图 2.4-1 宗海界址图项目用海必要性

## 2.4.1 项目建设必要性

### 2.4.1.1 项目建设是保障国家产业政策及产业发展的需要

#### (1) 项目建设符合国家产业结构，建设资源节约和环境友好型社会的需要

《国务院关于发布实施<促进产业结构调整暂行规定>的决定》明确了当前一段时间关于产业结构调整的方向和重点，提出要大力发展循环经济，建设资源节约和环境友好型社会。坚持开发与节约并重、节约优先的方针，按照减量化、再利用、资源化原则，大力推进节能节水节地节材，加强资源综合利用，全面推行清洁生产，完善再生资源回收利用体系，形成低投入、低消耗、低排放和高效率的节约型增长方式。

《产业结构调整指导目录(2019年本)》(2021年修正)中在“第一类 鼓励类”中的“五、新能源”中，包含以下项目类别：

“1、太阳能热发电集热系统、太阳能光伏发电系统集成技术开发应用、逆变控制系统开发制造

2、氢能、风电与光伏发电互补系统技术开发与应用

3、太阳能建筑一体化组件设计与制造

4、高效太阳能热水器及热水工程，太阳能中高温利用技术开发与设备制造

5、生物质纤维素乙醇、生物燃油(柴油、汽油、航空煤油)等非粮生物质燃料生产技术开发与应用

6、生物质直燃、气化发电技术开发与设备制造

7、农林生物质资源收集、运输、储存技术开发与设备制造;农林生物质成型燃料加工设备、锅炉和炉具制造

8、以农作物秸秆、畜禽粪便、生活垃圾、工业有机废弃物、有机污水污泥等各类城乡有机废弃物为原料的大型沼气和生物天然气生产成套设备

9、沼气发电机组、沼气净化设备、沼气管道供气、装罐成套设备制造

10、海洋能、地热能利用技术开发与设备制造

11、5MW 及以上海上风电机组技术开发与设备制造

12、海上风电场建设与设备及海底电缆制造

13、能源路由、能源交易等能源互联网技术与设备

14、高效制氢、运氢及高密度储氢技术开发应用及设备制造，加氢站及车用清洁替代燃料加注站

15、移动新能源技术开发及应用

16、传统能源与新能源发电互补技术开发及应用”

本项目建设属于上述目录中的第 1 条“太阳能热发电集热系统、太阳能光伏发电系统集成开发应用、逆变控制系统开发制造”。为鼓励类项目，符合国家产业结构，是建设资源节约和环境友好型社会的需要。

## **(2) 项目建设是保障国家能源安全，推动可再生能源发展的需要**

为深入贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略，落实碳达峰、碳中和目标，推动可再生能源产业高质量发展，相关部门制定并发布了《“十四五”可再生能源发展规划》，规划指出：“从国内看，我国可再生能源发展面临新任务新要求，机遇前所未有，高质量跃升发展任重道远。我国经济长期向好，能源需求仍将持续增长，发展可再生能源是增强国家能源安全保障能力、逐步实现能源独立的必然选择。按照 2035 年生态环境根本好转、美丽中国建设目标基本实现的远景目标，发展可再生能源是我国生态文明建设、可持续发展的客观要求。我国承诺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，明确 2030 年风电和太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上，对可再生能源发展提出了新任务、新要求。”

本项目为海上光伏项目，海上光伏发电是一种新的能源利用方式和资源开发模式，海洋上利用光伏技术建立起发电站，具有发电量大、易与其它产业相结合

等特点。本项目充分利用当地太阳能等潜在优势，预计规划容量 300MW，项目的建成可以保障能源安全，推动可再生能源产业高质量发展。

综上，项目建设符合国家产业结构，保障国家能源安全，推动可再生能源发展，是保障国家产业政策及产业发展的需要。

#### 2.4.1.2 项目建设是实现秦皇岛市碳达峰、碳中和目标的有效措施

##### **(1) 项目建设是落实加快构建清洁低碳安全高效能源体系的对策措施**

实现碳达峰、碳中和，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是着力解决资源环境约束突出问题、实现中华民族永续发展的必然选择，是构建人类命运共同体的庄严承诺。根据《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》：

##### “二、主要目标

到 2025 年，绿色低碳循环发展的经济体系初步形成，重点行业能源利用效率大幅提升。单位国内生产总值能耗比 2020 年下降 13.5%；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%；非化石能源消费比重达到 20%左右；森林覆盖率达到 24.1%，森林蓄积量达到 180 亿立方米，为实现碳达峰、碳中和奠定坚实基础。

……

##### 五、加快构建清洁低碳安全高效能源体系

(十二) 积极发展非化石能源。实施可再生能源替代行动，大力发展风能、太阳能、生物质能、海洋能、地热能等，不断提高非化石能源消费比重。坚持集中式与分布式并举，优先推动风能、太阳能就地就近开发利用。”

本工程建成后年均上网电量为 494709MWh，降低了化石能源的消费，减少 CO<sub>2</sub> 排放量。此外，每年还可减少大量的灰渣及烟尘排放，节约用水，并减少相应的废水排放。项目的建设是落实加快构建清洁低碳安全高效能源体系的对策措施，是实现 2025 年碳达峰、碳中和目标的重要手段。

##### **(2) 项目建设是推动实施可再生能源替代行动的重要举措**

《河北省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中指出：“深入贯彻习近平生态文明思想，坚持生态优先、绿色发展，实施可持续发展战略，推进碳达峰、碳中和，打好污染防治持久战，构建生态文明制



度体系，在治理污染、修复生态中加快营造良好人居环境，建设美丽河北。

……

## 二、实施可再生能源替代行动

严格控制煤炭消费，推进燃煤电厂节能降碳改造，控制煤电发电量，推动终端用能领域电能和天然气替代，抓好农村地区清洁取暖，确保全省煤炭消费总量持续减少。大力发展光电、风电、抽水蓄能，安全有序发展核电。支持张家口、承德等地区发展可再生能源电力制氢产业。建设适应非化石能源高比例大规模接入的新型电力系统。推进电力市场化改革和以节约能源为导向的电价改革。”

本项目作为海上光伏项目，发展可再生能源，减少了煤炭消费，是实现可再生能源替代行动的重要举措。

综上，本项目建成后，降低了化石能源的消费，减少二氧化碳的排放，利用太阳能发展海上光伏，推动发展非化石能源，推动实施可再生能源替代行动，是实现碳达峰、碳中和目标的有效措施。

### 2.4.1.3 项目建设满足生态环境质量持续改善的需要

海洋是高质量发展战略要地，保护好海洋生态环境是关乎完整准确全面贯彻新发展理念、建设美丽中国和海洋强国、增强人民群众获得感和幸福感的重要使命和任务。根据《河北省海洋生态环境保护“十四五”规划》，“十四五”时期，海洋生态环境保护主要目标如下：

**“环境质量持续稳定改善。**各类入海污染源排放稳定达标,入海河流水环境质量稳步提升,入海排污口完成清理整治并开展常态化监管,主要河流入海断面总氮浓度实现负增长,工厂化海水养殖尾水达标排放,海洋生态环境稳中向好,近岸海域水质持续稳定改善,优良(一、二类)水质比例确保达到 98%;确保入海河流入海口断面稳定达标,力争达到III类水质标准。

……”

光伏发电是一种清洁的能源，既不通过消耗资源释放污染物、废料，也不产生温室气体破坏大气环境，也不会有废渣的堆放问题，有利于保护周围环境。与其它传统发电方式相比，光伏发电可节省一定的发电用煤和减少环境污染治理费用，有更高的空气质量和环保标准。项目施工期和营运期产生的员生活废水和含油废水，均不直接排海，收集后由具资质单位接收统一处理，施工废弃物和生活

垃圾等集中收集运至陆上处理，减少污染入海，项目建设不会对海洋环境造成影响，满足海洋环境质量持续改善的需要。

#### 2.4.1.4 项目建设是提升经济效益，拉动区域经济的需要

项目建设中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目，海上光伏是可再生能源发展的新领域，具有广阔的发展潜力且生态环境友好、综合效益高。

本项目建筑材料由周边市场供应，带动当地企业的发展，预计拉动区域经济产值约 38000 万元，项目施工和运营预计就业人数 400 人。

同时以提高经济效益为中心，采取各种有效措施简化工艺，提高整体开发水平和综合经济效益。本项目总投资 212193.10 万元，总投资收益率 3.33%，投资回收期 13.05 年，项目具有较好的经济效益。

工程建成后对当地社会经济具有较大的促进作用，经济效益、社会效益明显，是提升经济效益，拉动区域经济的需要。

#### 2.4.1.5 小结

项目建设符合国家产业结构，保障国家能源安全，推动可再生能源发展，是保障国家产业政策及产业发展的需要；本项目建成后，降低了化石能源的消费，减少二氧化碳的排放，利用太阳能发展海上光伏，推动发展非化石能源，推动实施可再生能源替代行动，是实现碳达峰、碳中和目标的有效措施。

海上光伏是可再生发展的新领域，具有广阔的发展潜力且生态环境友好、综合效益高。项目建设强化海上光伏污染防治，减少污染入海，促进海洋环境质量持续稳定改善；工程建成后对当地社会经济具有较大的促进作用，经济效益、社会效益明显，是提升经济效益，拉动区域经济的需要。

综上所述，本项目建设是必要的。

### 2.4.2 项目用海必要性

#### (1) 项目区域太阳能资源具有较好的开发价值

长期以来，受制于技术难题，大型光伏项目对土地需求较高。把“发电站”从陆地搬到了海上，可大大节约土地资源。我国水上光伏产业链持续优化升级，成熟的应用案例和解决方案不断出现。如阳光电源采用“水上光伏专用智能汇流箱+箱式逆变器”的模式，使发电量更高、更安全可靠，且投资更少。此外，随着浮式防波堤、围堰施工等技术方案的改进和提升，我国水上光伏开发重点从水

库、湖泊转向海域。水面光伏电站建设场地环境开阔，便于光伏组件的集中布置和管理，清洗时更加方便，且水面的反射率远高于地面环境，相同面积条件水面光伏电站发电量可以提高 7%~12%。

本项目申请用海用于建设光伏发电工程，用海类型为工业用海中的电力工业用海，位于河北省秦皇岛市滦河口北侧，所在海域水深\*之间，申请用海面积为 398.1000hm<sup>2</sup>，拟规划装机容量交流侧 300MW。项目区域太阳总辐射年总量 1468.2kWh/m<sup>2</sup>，属于太阳能资源很丰富区域，水平面总辐射稳定度 GHRS=2.17/5.76=0.38，水平面总辐射稳定度等级为稳定；直射比 0.501，属于直接辐射较多区域，根据《太阳能资源等级总辐射》（GBT 31155-2014），项目区域太阳能资源具有较好的开发价值。

### （2）项目建设性质的需要

项目建设性质的需要，本项目主要建设内容为桩基固定式海洋光伏电站，需要建设于海域中。

### （3）项目建设符合集约节约用海的原则

本项目光伏厂区用海方式为透水构筑物，下方为已确权养殖层，拟采用立体分层确权光伏用海。在同一海域空间上层进行光伏发电项目建设，下层进行已确权开放式养殖，形成“水上发电、水下养鱼”的新发展模式，海域将同时发挥养殖和可再生利用两种作用，符合集约节约用海的原则。

综上，本项目用海是必要的。

## 3 项目所在海域概况

### 3.1 海洋资源概况

#### 3.1.1 海岸线资源

#### 3.1.2 滩涂资源

根据 2021 年秦皇岛市土地资源概况，秦皇岛现有湿地 4.88 万亩。其中，沿海滩涂 3.27 万亩，占 67.01%；内陆滩涂 1.62 万亩，占 33.20%。

#### 3.1.3 岛礁资源

秦皇岛所辖海域主要海岛为石河南岛。

石河南岛是秦皇岛市唯一一座天然岛屿。石河南岛位于山海关区，在石河入海口以南，得名“石河南岛”。岛陆面积 80 余公顷，海岸线总长 3.54 公里。石河南岛是位于黄渤海湿地范围内的天然岛屿，动植物资源十分丰富，岛屿湿地为候鸟提供了重要栖息地。是候鸟迁徙重要的踏脚石，每到迁徙季都有大量候鸟在石河南岛停留。

据秦皇岛市观爱鸟协会记录显示，秦皇岛地区鸟类种类共有 504 种，其中石河南岛就观测到 409 种水鸟。典型的水鸟有长尾鸭、黄嘴白鹭、小勺鹈、海鸬鹚 100 等，甚至还有诸多国家一级鸟种，如黑嘴鸥、黑鹳、黑脸琵鹭等。不到一平方公里的区域内有 409 种鸟类的观测记录在世界范围内也是极其罕见的。

#### 3.1.4 港口资源

秦皇岛市港口历史悠久，1898 年开埠，解放前修建了西港区大小码头；建国后又建设了乙码头；1973 年，为大庆原油下水建设了东港区原油码头，同时新建了西港区甲码头，初步形成了东、西港区发展的格局。改革开放以后，国家选择秦皇岛市作为“西煤东运、北煤南运”的主要通道，陆续建设了东港区煤一期至煤五期专业化煤炭装船泊位；并在西港区相继建设了丙、丁、戊、己散杂货泊位和集装箱泊位；同期地方新开河港、秦山化工码头等一批公用及货主码头也相继建成投产，秦皇岛市港口形成了东港区以能源和大宗散货运输为主，西港区散杂货和集装箱运输共存，其他港口有效补充的格局。

截至 2022 年底，秦皇岛市港口已形成码头岸线\*公里，陆域面积 13.7 平方公里；拥有各类生产性泊位 73 个，综合通过能力 2.48 亿吨，其中煤炭专业化泊

位 20 个，通过能力 1.8 亿吨；集装箱泊位 3 个，通过能力 75 万标箱。公用航道 8 条，总里程 46 公里；锚地 4 块，总面积 221.3 平方公里。

随着港口规模的扩大，秦皇岛市港口吞吐量也节节攀升。2001 年全港吞吐量突破 1 亿吨大关，2006 年再上一个台阶达到 2 亿吨；2011 年全港完成货物吞吐量 2.88 亿吨，其中煤炭完成 2.54 亿吨，均为历史最高。2022 年，秦皇岛市港口完成货物吞吐量 1.93 亿吨，其中煤炭完成 1.7 亿吨，集装箱完成 63 万标箱。今年上半年，秦皇岛市港口完成货物吞吐量 9489 万吨，其中煤炭完成 8553 吨，集装箱完成 29 万标箱。

### 3.1.5 渔业资源

#### (1) 河北省渔业资源状况

河北省游泳动物渔业资源大体可分为两种类型：一类是渤海地方性资源，此类群终年生活在渤海。其主要特点是随着冬季来临水温降低，它们开始由近岸向深水区集结，到了深冬则游至海峡两侧和渤海其他海域的深水区越冬。春季随着气温回升，逐渐由深水区游向河北省沿海进行产卵、索饵。该类型中鱼类主要有鳎类、鲆、鲽、鲷类、鰕虎鱼类及梭、鲈等。无脊椎类主要有毛虾、杂虾、蟹类等。二是长距离洄游性资源，它们春季从黄海或东海结群向渤海进行较长距离的生殖洄游。大都从 4 月中、下旬开始陆续通过海峡进入渤海，其中一部分到河北省沿海进行产卵、索饵，10 月开始先后离开河北省沿海到黄海、东海越冬。该类型中的鱼类主要有鲨类、石首鱼类、鲈类、鲳类、鲑鲈类、鲑类、鲟类等。无脊椎动物主要有乌贼类、对虾等。

#### (2) 秦皇岛市渔业资源概况

秦皇岛市海岸线全长 184km，有适宜发展养殖的浅海 80 万亩，滩涂 2 万亩。海洋生物资源较丰，是我国北方重要海产品基地之一，特产对虾、海参、海蟹、海蜇等海珍品及各种贝类。海洋生物 500 余种，其中浮游植物中肋骨条藻、棱曲舟藻等 79 种，浮游动物有夜光虫、水母等 53 种，底栖生物 11 门主要有文昌鱼等 166 种。潮间带生物 163 种，以双壳类、甲壳类为多，在岩礁区以褶牡蛎、黑偏顶蛤、短滨螺、中华近方蟹为主，在净砂区以斧蛤、青蛤、彩虹明樱蛤等为主，年平均生物量岩礁区  $4752.8\text{g}/\text{m}^2$ 、净砂区  $3.78\text{g}/\text{m}^2$ 。游泳生物中鱼类有 78 种，以鲈鱼、白姑鱼、斑祭鱼、银鲳、绿鳍马面豚、蓝点鲅、牙鲆、黄鲫、孔鳐、油

鱼子、黄盖鲮等为多，月均值资源量  $2300\text{t}/\text{km}^2$ ，无脊椎动物 13 种，以三疣梭子蟹、虾蛄、中国对虾等为多。

### 3.1.6 矿产资源

秦皇岛矿产资源丰富，现已发现各类矿产 14 种，矿产地 33 处，其中黑色金属 7 处，有色金属 3 处，化工非金属 8 处，建材非金属 9 处，矿泉水 3 处，地下热水 3 处。包括铁矿 6 处，探明铁资源量  $4.8289 \times 10^7\text{t}$ ；煤（泥煤、草煤）8 处，资源量  $3.672 \times 10^4\text{t}$ ；建筑用石 2 处，估算资源量 5000 万吨；石英砂，资源量  $155821 \times 10^7\text{m}^3$ 。

### 3.1.7 旅游资源

秦皇岛市旅游资源集山、林、河、湖、泉、瀑、洞、沙、海、关、城、港、寺、庙、园、别墅、候鸟与珍稀动植物等为一体，旅游资源类型丰富，是开展多项目、多层次的旅游活动，满足不同旅游者旅游休闲的最佳场所。经过多年开发建设，全市旅游基础设施和景点建设步入发展快车道。逐步形成了以长城、滨海、生态为主要特色的旅游产品体系。目前，全市旅游景区共有 40 多个，开辟了长城文化、海滨休闲度假、历史寻踪、观鸟旅游、名人别墅、山地观光、海洋科普、国家地质公园、体育旅游、工业旅游等多种精品旅游线路，并每年举办具有浓郁地方文化特色的山海关长城节、孟姜女庙会、望海大会、昌黎干红葡萄酒节等旅游节庆活动，这些旅游线路和节庆活动都备受国内外游客青睐。

昌黎县附近分布的主要沿海旅游资源包括：

昌黎县黄金海岸旅游区黄金海岸以其独特的沙滩和沙丘著称于世，成为国内著名的旅游胜地。碧海、蓝天、黄沙、绿林、水鸟共同组成了美丽的海滨风光，因而被誉为“黄金海岸”。

### 3.1.8 太阳能资源

#### 3.1.8.1 我国太阳能资源分布

我国地处北半球欧亚大陆东部，主要处于温带和亚热带，太阳能资源非常丰富。根据全国 700 多个气象站长期观测积累的资料表明，我国绝大部分地区年平均日辐射量在  $4\text{kWh}/\text{m}^2$  以上，与同纬度的其他国家相比，和美国类似，比欧洲、日本优越得多，具有良好的太阳能资源开发利用条件。

太阳能资源丰富程度取决于该地区的年太阳辐射总量，而一个国家或地区的

年太阳辐射总量主要与其所处纬度、气候因素、海拔高度、天气情况等因素有关。我国年平均太阳辐射总量分布如下图所示。

图 3.1-1 我国年平均太阳辐射总量分布

### 3.1.8.2 河北省太阳能资源

河北省地处华北平原，其太阳能资源的分布存在北部高于南部、内陆高于沿海的分布特征。从河北省太阳总辐射的空间分布图上可以看出，河北省年太阳总辐射量为 4828~5891MJ/m<sup>2</sup>，其总体分布趋势：北部年值高于南部，中部东西横向由边缘趋于中间时呈递减特性。除省内中南部和东部部分地区年太阳总辐射小于 5200 MJ/m<sup>2</sup> 外，其他地区均在 5200 MJ/m<sup>2</sup> 以上，其中，冀西北及冀北高原为 5600~5891MJ/m<sup>2</sup>，属全省总辐射最多地区；长城以南大部地区年太阳总辐射一般在 5000~5400MJ/m<sup>2</sup>，个别地区低于 5000MJ/m<sup>2</sup>。

图 3.1-2 河北省太阳总辐射的空间分布图

河北省太阳能资源丰富程度与其他省份相比，其太阳辐射年总量比内蒙古、新疆、青海、西藏等省少 800MJ/m<sup>2</sup> 左右，和辽宁、吉林、山东、山西等省份相近，根据太阳能资源丰富程度评估指标（年总辐射量在 5040~6300MJ/m<sup>2</sup> 为资源很丰富区），太阳能资源开发利用潜力巨大。

由河北省太阳能辐射总量分布图可知，本项目所在区域水平面年太阳辐射总量约为 1450~1550 kWh/m<sup>2</sup> 左右，太阳能资源较为丰富，开发利用价值良好。

## 3.2 海洋生态概况

### 3.2.1 区域气候与气象

#### 3.2.1.1 气温

据秦皇岛气象站长期实测资料（1954 年~2017 年）得：

年平均气温 10.6℃

年平均最高气温 15.5℃

年平均最低气温 6.3℃

年极端最高气温 40.0℃

年极端最低气温 -26.0℃

近 64 年来秦皇岛市年平均气温呈波动上升趋势，升温趋势率 0.169℃/10a，

20 世纪 80 年代上升趋势明显；年平均最高气温和年平均最低气温亦呈上升趋势，年平均最低气温的升温趋势较年平均最高气温的升温趋势大。秦皇岛市四季平均气温呈上升趋势，春、冬季升温更为突出，升温趋势率为 0.27°C/10a 和 0.263°C/10a；夏、秋季升温较弱，升温趋势率为 0.049°C/10a 和 0.103°C/10a。月平均气温变化亦呈上升趋势，3 月升温趋势最大 2 月次之，对春、冬季增暖贡献最大的是 3 和 2 月。

### 3.2.1.2 降水

据秦皇岛气象站长期实测资料（1954 年~2016 年）得：

年平均降水量 645.9mm

年最大降水量 1273.5mm

年最小降水量 347.7mm

年平均降水天数 71.3 天

小雨的年平均降雨日数：54.7 天

中雨的年平均降雨日数：9.25 天

大雨的年平均降雨日数：4.98 天

暴雨的年平均降雨日数：2.33 天

受气候及地理位置影响，秦皇岛市降水的季节分布极不均匀。63a 统计资料表明：秦皇岛春、夏、秋、冬四季平均降水量分别占全年平均降水 12.5%、69.7%、16.1%和 1.7%。年降水主要集中在夏季，尤以 7 月、8 月最为集中。夏季平均降水量 499.9mm；其次为秋季，平均降水量 103.5mm；春季平均降水量 80.6mm，冬季降水量最少，平均降水量 10.7mm。

### 3.2.1.3 雾况

大雾多出现于每年 11 月至翌年 2 月，年平均雾日为 9.8 天，能见度小于 1km 的大雾平均每年出现天数为 6.6 天，多年雾日数 21 天，最少年雾日数 5 天。

### 3.2.1.4 风况

图 3.2-1 所在区域风玫瑰图

#### 1) 历年各向风频率

表 3.2-1 北戴河新区历年各风向频率 (%)

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	7	2	1	2	6	7	7	4	2



风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
频率	2	4	3	5	8	12	12	16	

### 2) 平均风速及其年变化

表 3.2-2 历年各月平均风速统计表 (m/s)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
风速	2.2	2.2	2.5	2.9	2.6	2.2	1.8	1.6	1.7	1.9	2.2	2.2	2.2

年平均风速 2.2m/s, 4 月平均风速最大, 为 2.9m/s, 8 月份平均风速最小, 为 1.6m/s。因为季风气候特点, 2 月份以后平均风速渐大, 8 月最小 1.6m/s, 其次是 9 月份, 为 1.7m/s。7~10 月份平均风速渐小, 但由于局地强对流天气常带来短时的大风天气。

### 3) 极端最大风速和强风向

极端最大风速是指自记录中瞬时出现的最大风速。瞬间最大风速 2001 年 8 月 7 日的 NW 向风 30.0m/s。

## 3.2.2 水动力概况

### 3.2.2.1 调查站位

本次评价引用青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司于 2023 年 3 月在唐山市乐亭及秦皇岛昌黎海域布设的 6 处水动力调查站位的调查结果, 调查内容包括流速、流向、水温、水位等。具体点位坐标见表 3.2-3, 站位布设位置见图 3.2-2。

表 3.2-3 水动力调查站位一览表

性质	编号	东经	北纬	测量内容
潮位站	岸边站			潮位
	1	119° 23'02.332"	39° 28'37.635"	
	6	119° 14'05.030"	39° 16'55.661"	
水文站	1	119° 23'02.332"	39° 28'37.635"	各分层流速、流向、温度、盐度
	2	119° 30'49.489"	39° 27'13.385"	
	3	119° 21'40.695"	39° 11'58.081"	
	4	119° 20'24.329"	39° 22'30.113"	
	5	119° 27'43.897"	39° 20'01.812"	
	6	119° 14'05.030"	39° 16'55.661"	



图 3.2-2 水文动力调查站位分布图

### 3.2.2.2 潮汐

#### 一、潮位曲线

根据技术要求，本次在工程海区域设置 2 个临时潮位站，位于 1 和 6 号站位，进行与海流观测同步的潮位观测，观测使用仪器为潮位仪，观测频次为每 5min 一次。计算分析可得潮位曲线如下图所示。

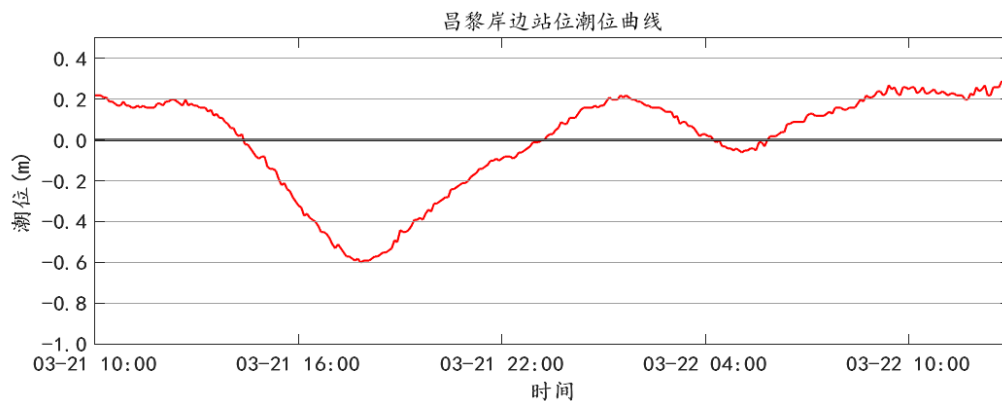


图 3.2-3 昌黎岸边站位观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

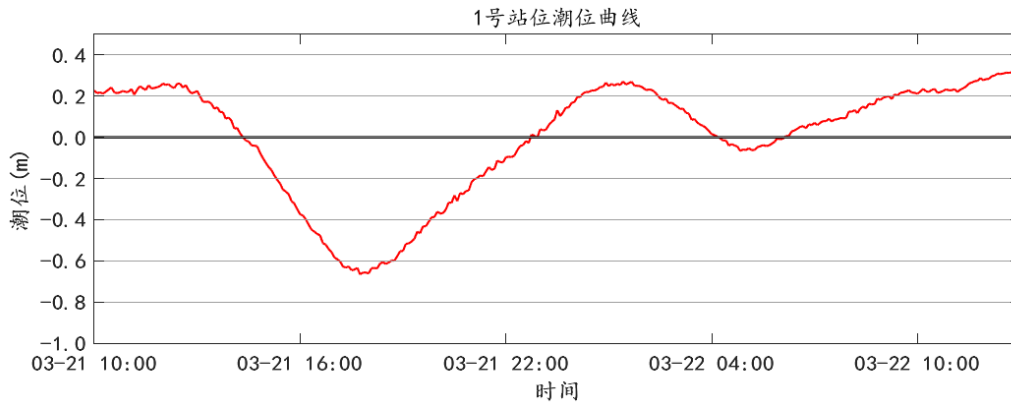


图 3.2-4 41 号站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

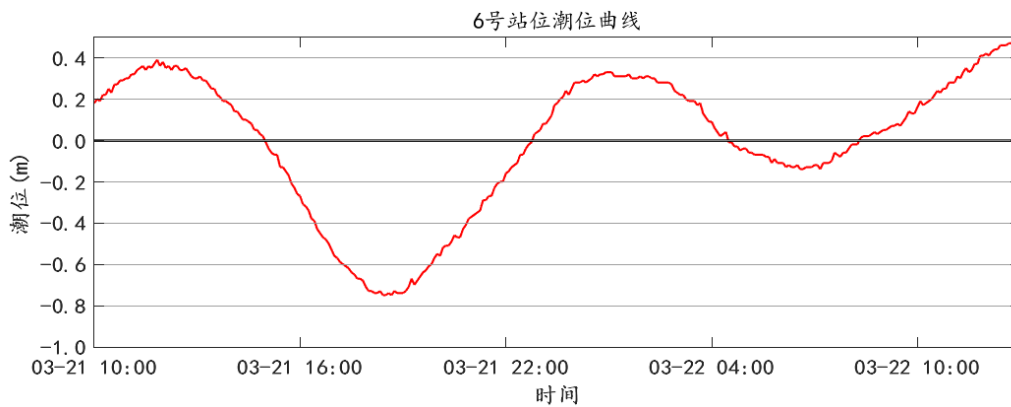


图 3.2-5 56 号站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

## 二、潮位特征值

根据对潮位测站昌黎岸边、1 和 6 号站水位 2023 年 3 月 21 日至 2023 年 3 月 22 日的潮位数据进行特征值统计,其中昌黎岸边站最高潮位为 0.29m,最低潮位为-0.60cm,平均潮差为 0.59m; 1 号站最高潮位为 0.32m,最低潮位为 -0.67cm,平均潮差为 0.67m; 6 号站最高潮位为 0.47m,最低潮位为-0.75cm,平均潮差为 0.82m。

### 3.2.2.3 潮流

海流是海水的实际流动,它是由引起海水流动的各种因素产生的海水流动的综合,它包括潮流、风海流、密度流等。潮流是海水受月球和太阳的作用,在产生潮汐现象的同时,所产生的海水水平方向的周期性流动。在实际应用中,由于潮流的周期性,一般将海流分为潮流和余流。一般来说,海水由外海向港湾的流动引起港湾的水位升高,而由港湾向外海的流动引起港湾的水位下降。因此,通常将由外海向港湾的流动叫做涨潮流,由港湾向外海的流动叫做落潮流。

#### 一、潮流基本特征

从各站实测海流资料中,摘取了大潮期间各站各层及各站垂线平均的涨、落

潮流向平均流速、流向和涨、落潮流的最大流速、流向，如下表所示。

可以看出，1~6 测站实测海流表现为较强的往复性流动，海流主流向均为偏 SW 为涨潮流向，偏 NE 向为落潮流向。涨、落潮统计方法，以流向转流时刻作为涨落潮的划分标准。

### 1.涨、落潮流平均流速、流向

以下讨论的均为垂线平均的涨、落潮流平均流速。由下表可知，本次观测期间，1 站涨潮流平均流速最大为 21.9cm/s，出现在 0.8H，流向为 211°，落潮流平均流速最大为 18.4cm/s，出现在表层，流向为 11°；2 站涨潮流平均流速最大为 26.0cm/s，出现在 0.2H，流向为 219°，落潮流平均流速最大为 20.6cm/s，出现在 0.2H，流向为 32°；3 站涨潮流平均流速最大为 27.6cm/s，出现在 0.4H，流向为 243°，落潮流平均流速最大为 26.6cm/s，出现在底层，流向为 42°；4 站涨潮流平均流速最大为 26.9cm/s，出现在表层，流向为 211°，落潮流平均流速最大为 30.3m/s，出现在 0.4H，流向为 33°；5 站涨潮流平均流速最大为 27.6cm/s，出现在表层，流向为 234°，落潮流平均流速最大为 26.6cm/s，出现在 0.2H，流向为 44°；6 站涨潮流平均流速最大为 28.5cm/s，出现在表层，流向为 241°，落潮流平均流速最大为 31.8cm/s，出现在 0.2H，流向为 66°。

### 2.最大涨、落潮流流速、流向

由下表可以看出，本次观测期间，最大涨潮流出现在 6 站，其中涨潮流最大流速最大为 57.0cm/s，出现在表层，流向为 237°，最大落潮流出现在 4 站，落潮流最大流速最大为 64.0cm/s，出现在 0.4H，流向为 60°。

表 3.2-4 各站实测涨、落潮流平均及最大流速 V (cm/s) 流向 (°)

站层 位次	项目	平均流速				最大流速			
		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
1	表层	19.3	209	18.4	11	33	190	33	29
	0.2H	14.3	213	17.9	29	26	221	34	45
	0.4H	16.4	206	13.2	39	37	206	28	20
	0.6H	19.6	208	13.7	13	39	206	27	34
	0.8H	21.9	211	14.6	14	43	197	25	12
	底层	19.0	207	9.3	15	29	191	23	8
	平均	19.0	210	13.2	22	33	199	26	37
2	表层	19.8	210	17.9	24	43	220	34	33
	0.2H	26.0	219	20.6	32	51	225	36	49

	0.4H	26.0	217	18.2	32	44	218	32	50
	0.6H	24.6	215	17.6	34	38	220	38	46
	0.8H	23.7	211	16.5	30	39	216	29	46
	底层	20.4	215	16.9	26	34	220	31	54
	平均	23.0	214	17.3	28	41	219	31	51
3	表层	26.6	244	25.6	55	46	234	54	60
	0.2H	26.0	245	24.1	49	45	260	62	37
	0.4H	27.6	243	25.0	61	46	250	63	36
	0.6H	24.6	242	24.3	53	43	229	59	43
	0.8H	23.6	246	20.0	50	37	235	61	36
	底层	29.3	240	26.6	42	57	223	62	31
	平均	25.7	243	23.6	52	42	239	60	37
4	表层	26.9	211	22.3	39	37	212	51	73
	0.2H	26.9	213	22.5	41	44	230	52	63
	0.4H	24.8	211	30.3	33	44	213	64	60
	0.6H	23.1	215	21.3	25	41	221	55	66
	0.8H	26.4	208	22.8	22	46	209	54	66
	底层	23.5	216	17.4	22	37	229	39	58
	平均	27.9	212	23.5	31	41	214	54	64
5	表层	27.6	234	26.0	37	54	222	57	60
	0.2H	25.2	236	26.6	44	41	220	50	47
	0.4H	25.3	238	24.0	40	48	205	50	54
	0.6H	27.4	237	22.7	44	53	219	48	41
	0.8H	22.7	232	21.6	46	53	232	44	65
	底层	20.7	230	16.0	42	31	225	40	69
	平均	23.8	237	23.1	41	44	227	46	56
6	表层	28.5	241	30.6	66	57	237	57	62
	0.2H	27.7	240	31.8	66	50	238	54	62
	0.4H	25.5	239	26.5	64	42	240	50	63
	0.6H	23.4	241	26.9	68	38	234	47	62
	0.8H	22.2	242	27.6	66	35	244	50	72
	底层	18.8	238	22.1	67	30	250	38	74
	平均	23.0	241	28.7	66	40	241	46	62

对各站各层次实测海流资料进行分析，绘制流速流向过程曲线，见下图。

图 3.2-6 1 站流速流向过程曲线

图 3.2-7 2 站流速流向过程曲线

图 3.2-8 3 站流速流向过程曲线

图 3.2-9 4 站流速流向过程曲线

图 3.2-10 5 站流速流向过程曲线

图 3.2-11 6 站流速流向过程曲线

图 3.2-12 各站位表层潮流矢量图

图 3.2-13 各站位 0.2H 潮流矢量图

图 3.2-14 各站位 0.4H 潮流矢量图

图 3.2-15 各站位 0.6H 潮流矢量图

图 3.2-16 各站位 0.8H 潮流矢量图

图 3.2-17 各站位底层潮流矢量图

图 3.2-18 各站位垂线平均层潮流矢量图

## 二、潮流性质

### 1.潮流性质

按照《港口与航道水文规范》的规定，潮流可分为规则、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，其判别标准为：

按照《港口与航道水文规范》的规定，潮流可分为规则、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，其判别标准为：

$(WO_1+WK_1)/WM_2 \leq 0.5$  为规则半日潮流

$0.5 < (WO_1+WK_1)/WM_2 \leq 2.0$  为不规则半日潮流

$2.0 < (W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2} \leq 4.0$  为不规则全日潮流

$(W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2} > 4.0$  为规则全日潮流

$(W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2}$  称为潮流类型系数。

通过潮流调和计算分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入下表。

表 3.2-5 各站潮流类型判别数

根据以上的计算分析，由上表可见，各观测站各层的  $(W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2}$  值，除 1 号站 0.8H 和底层、2 号站，3 号站底层和 0.6H，4 号站 0.2H 和 0.8H，5 表层、0.4H、0.6H 和 0.8H，6 号站除表层的其他层次属于规则半日潮流外，其他各站位判别系数均在大于 0.5 小于 2.0，属于不规则半日潮流的潮流。

## 2. 潮流的运动形式

潮流的运动形式分旋转流和往复流，通常以椭圆率  $K$  的绝对值大小来判断，当时，潮流椭圆成圆形，各方向流速相等，为纯旋转流；当时，潮流椭圆为一横线，海水在一横线上往返流动，为典型往复流。值通常在 0-1 之间，值越大，旋转流的形式越显著，值越小，往复流的形式越显著。

潮流的旋转方向，通常是以旋转率  $K$  前面的符号来判断。 $K$  前面为“+”，表示潮流逆时针旋转（左旋）， $K$  前面为“-”，说明潮流是顺时针旋转（右旋）。

下表给出了两次观测站各层的潮流椭圆要素旋转率  $K$  值。

表 3.2-6 各站各层不同分潮流的  $k$  值表 (1~S6)

由于本海区是规则半日潮流，综合来看， $M_2$  分潮量级占优，通过  $K$  值变化来确定各层潮流的旋转方向，1 号站各层次的旋转方向为右旋，2-6 号站位旋转方向为左旋。

## 三、潮流可能最大流速

根据《港口与航道水文规范》(JTS145-2015)，对于不规则全日潮流海域和不规则半日潮流海域，潮流的可能最大流速可取下两式计算后的最大值：

$$\overset{\circ}{V}_{\max} = 1.295\overset{\circ}{W}_{M_2} + 1.245\overset{\circ}{W}_{S_2} + \overset{\circ}{W}_{K_1} + \overset{\circ}{W}_{O_1} + \overset{\circ}{W}_{M_4} + \overset{\circ}{W}_{MS_4}$$

$$\overset{v}{V}_{\max} = \overset{v}{W}_{M_2} + \overset{v}{W}_{S_2} + 1.600\overset{v}{W}_{K_1} + 1.450\overset{v}{W}_{O_1}$$

上式中： $\overset{\circ}{W}_{M_2}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{S_2}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{K_1}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{O_1}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{M_4}$ 、 $\overset{\circ}{W}_{MS_4}$  分别表示  $M_2$ 、 $S_2$ 、 $O_1$ 、 $K_1$ 、 $M_4$ 、 $MS_4$  分潮流的最大流速。

按规则半日潮流海区和规则全日潮流海区的公式计算，采用计算所得的大值

列入下表。由表可以看出最大值为5站表层的最大可能流速 80.7cm/s, 流向 236°, 最小值为 1 站底层的最大可能流速 34.8cm/s, 流向 58°。

表 3.2-7 各站可能最大流速

#### 四、潮流水质点最大可能运移距离

潮流水质点的可能最大运移距离  $L_{\max}^{\omega}$  一般按下列公式计算:

$$L_{\max}^{\omega} = 184.3\bar{W}_{M_2} + 171.2\bar{W}_{S_2} + 274.3\bar{W}_{K_1} + 295.9\bar{W}_{O_1} + 71.2\bar{W}_{M_4} + 69.9\bar{W}_{MS_4}$$

上式中:  $\bar{W}_{M_2}$ 、 $\bar{W}_{S_2}$ 、 $\bar{W}_{K_1}$ 、 $\bar{W}_{O_1}$ 、 $\bar{W}_{M_4}$ 、 $\bar{W}_{MS_4}$  分别表示 M<sub>2</sub>、S<sub>2</sub>、O<sub>1</sub>、K<sub>1</sub>、M<sub>4</sub>、MS<sub>4</sub> 分潮流的最大流速。

计算结果列入下表。从表中可以看出, 5 站位表层水质点最大运移距离为 14178.5m, 方向 240°, 其他各站位各层次水质点的运移距离基本均达 4.9~14.2km 之间。

表 3.2-8 各站水质点可能最大运移距离

#### 五、余流分析

按准调和分析得出观测期间各测站余流流速、流向, 见下表。该区余流: 大潮期各站各层余流均为 0.4~5.0cm/s 之间, 最大余流流速发生在 3 站, 其底层最大余流流速 5.0cm/s; 最小余流流速发生在 4 站底层, 余流流速为 0.4cm/s。

表 3.2-9 各站各层余流流速流向

图 3.2-19 各站位表层矢量图

图 3.2-20 各站位 0.2H 矢量图

图 3.2-21 各站位 0.4H 矢量图

图 3.2-22 各站位 0.6H 矢量图

图 3.2-23 各站位 0.8H 矢量图

图 3.2-24 各站位底层矢量图

图 3.2-25 各站位垂线平均矢量图

#### 3.2.2.4 水温

对各站各层次实测水温资料进行分析, 绘制水温过程曲线, 见下图。



图 3.2-26 1 站温度过程曲线

图 3.2-27 6 站温度过程曲线

大潮期各站位极值温度如下表所示,观测期间各站位各层次水温在 4.39-5.19° C,平均水温在 4.55-4.96° C,从表层到底层水温大体呈现降低趋势,落潮时一般各层次水温差比较明显,涨潮时各层次水温差更小。

表 3.2-10 温度统计表 单位: °C

### 3.2.2.5 盐度

对各站各层次实测盐度资料进行分析,绘制盐度过程曲线,见下图。

图 3.2-28 1 站盐度过程曲线

图 3.2-29 6 站盐度过程曲线

大潮期各站位极值盐度如下表所示,观测期间各站位各层次盐度在 30.12-30.32‰,各层平均盐度在 30.20-30.25‰。盐度呈现从表层到底层逐渐增大的趋势。

表 3.2-11 盐度统计表 单位: ‰

### 3.2.2.6 结论

潮汐:本次在工程海区域设置 2 个临时潮位站,1 和 6 号站位 2023 年 3 月 21 日至 2023 年 3 月 22 日的潮位数据进行特征值统计,其中昌黎岸边站位最高潮位为 0.29m,最低潮位为-0.60cm,平均潮差为 0.59m;1 号站位最高潮位为 0.32m,最低潮位为-0.67cm,平均潮差为 0.67m;6 号站位最高潮位为 0.47m,最低潮位为-0.75cm,平均潮差为 0.82m。

海流:最大涨潮流出现在 6 站,其中涨潮流最大流速最大为 57.0cm/s,出现在表层,流向为 237°,最大落潮流出现在 4 站,落潮流最大流速最大为 64.0cm/s,出现在 0.4H,流向为 60°。

余流:大潮期各站各层余流均为 0.4~5.0cm/s 之间,最大余流流速发生在 3 站,其底层最大余流流速 5.0cm/s;最小余流流速发生在 4 站底层,余流流速为 0.4cm/s。

水温:观测期间各站位各层次水温在 4.39-5.19° C,平均水温在 4.55-4.96° C,从表层到底层水温大体呈现降低趋势,落潮时一般各层次水温差比较明显,

涨潮时各层次水温差更小。

盐度：观测期间各站位各层次盐度在 30.12-30.32‰，各层平均盐度在 30.20-30.25‰。盐度呈现从表层到底层逐渐增大的趋势。

### 3.2.3 海域地形地貌与冲淤概况

#### 3.2.3.1 地形、地貌

昌黎县东临渤海，北依燕山，西南挟滦河，海岸线长 64.9km。地势由西北向东南倾斜；县内有山地丘陵、山麓平原、滨海平原三种地貌。

昌黎县占据了秦皇岛市域内近 80% 的平原区，仅北部少数区域为低山丘陵为燕山山脉的东南余脉。境内地势自西北向东南倾斜，海拔 8~28m，平均坡降为 4.7%。县内最高峰为碣石山主峰仙台顶，海拔 695.1m。

项目所在海域内，为单调的水下三角洲，其边缘可达 20m 等深线附近。项目所在渤海海域地形图见图 3.2-30、图 3.2-31。

项目海域位于秦皇岛市昌黎县滦河口附近海域，自岸线向海洋延伸，海区水深 \*m。处于燕山褶皱带和华北凹陷区交界处，该海域收河流、海洋动力以及风力共同影响，海岸带内侧为河流堆积形成的冲积扇。洋河口--滦河口，近岸 \*km 内，水深 \*m 地形时有起伏，发育有 NE~SW 向的水下沙脊，沙脊大多长约 3km，沉积物以中细砂为主。沙脊外缘海域地形单调，坡降在 1‰~3‰。现代滦河水下三角洲的外缘水深在 \*m，水深较陡，海底坡降在 2‰~3‰ 之间。

图 3.2-30 渤海海域地形图

图 3.2-31 水深地形图

#### 3.2.3.2 地质构造与地震

本项目位于渤海湾海域。渤海海域由“三湾一峡”（渤海湾、莱州湾、辽东湾和渤海海峡）以及围绕着的渤中洼地组成，平面上构成一个近十字型的轮廓。海底地势自 3 个海湾向中央盆地和渤海海峡微微倾斜，坡度平缓，平均坡度为 28"，平均深度为 18m。

经过太古代至下元古代、中晚元古代、寒武纪、奥陶纪、石英纪、二叠纪、三叠纪、侏罗纪、第三纪、第四纪等 10 个漫长的地质年代，形成了抚宁县特别是柳江盆地地层齐全、出露好、构造复杂、化石丰富的地质状态。总的趋势形成

了北高南低，按形态呈山地→丘陵→平原→海岸滩涂阶梯分布，延伸到海。

勘察区内未发现新断裂构造，本区新构造运动不强烈，地壳较稳定。

根据附近工程勘察资料，上部分布有平均厚约 6.0m 的软弱土层，规划场地内 20.0m 深度范围内第②层粉细砂、④层粉细砂、⑤层粉土初步判定为轻微~中等液化，依据《建筑抗震设计规范(2016 年版)》(GB 50011-2010)相关规定，场区属抗震不利地段。

### 3.2.3.3 工程区附近岸滩变化

1.泥沙底质

2.岸滩演变分析

图 3.2-32 附近海域 1936、1983 和 2007 年等深线比较

### 3.2.3.4 沉积物粒度

沉积物粒度测量，沉积物粒度引自青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司于 2023 年 5 月在养殖区附近的调查数据、大连市现代海洋牧场研究院于 2019 年 7 月编制的《河北省秦皇岛市滦河口海域旺海国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目实施方案》（方案调整）中的工程地质资料。

青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司调查主要布设 28 个调查站位,在项目周边区域内 8 个站位。具体见下表及下图。

表 3.2-12 沉积物粒度站位坐标

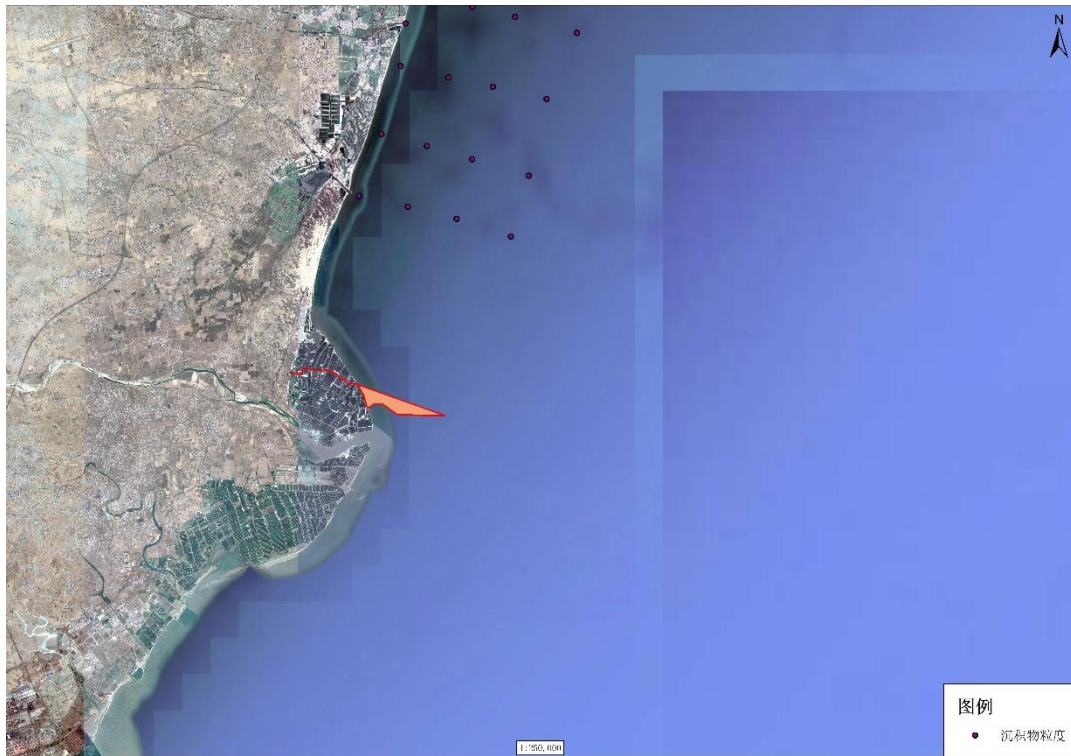


图 3.2-33 沉积物粒度站位

大连市现代海洋牧场研究院进行的地质和地形地貌调查的 8 个站位如下图所示。

图 3.2-34 调查站位

### 3.2.4 工程地质概况

本节内容引用《乐亭隆伟海洋牧场有限公司人工鱼礁项目工程地质勘察报告》青岛环海海洋工程勘察研究院于 2020 年 7 月 16 日-28 日进行的岩土工程初步勘察工作。勘察点位置见图 3.2-35。

图 3.2-35 勘察点位置图

#### (1) 地基土分布和性质

经钻探揭露、原位测试及室内土工试验，据岩性和物理力学性质的差异，本次勘察将场地内岩土自上而下划分为两大层，各层地基土分布及特征如下：

1-1' 剖面（M9、M10、M11 号钻孔）

第①层：淤泥质细砂

灰黄色，饱和，松散，主要以细砂为主，含淤泥质土。

该层仅在 M11 钻孔揭露到。层厚 0.9m，层顶埋深 0.00m，层底埋深 0.9m。现场实测标准贯入试验锤击数  $N=1.0$  击。

第②层：细中砂

灰白-灰褐色，成分以石英、长石为主，分选好。该层在场区 M9、M10、M11 钻孔中揭露到，最大揭露厚度 10.0m。

现场实测标准贯入试验锤击数  $N=13\sim 53$  击。

图 3.2-36 工程地质剖面图

①西部区域，S-N 方向

$T_0$ ：深度约 11.5-12.5m（以换能器为起点向下，以下同），强反射，界面清晰连续，自南至北坡度没有明显变化，中部和东北部区域界面形态总体平直，为海底新近形成的沉积所在的海底界面。

$T_1$ ：强反射，界面清晰连续，不整合，深度变化较大，为陆相沉积顶界面。

$U_1$ ：海底面  $T_0$  以下，地层界面  $T_1$  以上的地层，层厚约 2-2.3m。反射强烈，层理明显，内部具明显水平层理和若反射斜层理。推测为全新世海侵以来发育的近岸浅海相沉积层。该层序层间反射能量较强，低反射频率，底界面清晰不整合，与下伏地层呈平行不整合接触。调查区内  $U_1$  层厚度具明显变化。根据表层沉积物柱状取样判断，该层内沉积物组成类型为细砂。

图 3.2-37 反射剖面（西部区域，S-N 方向）

图 3.2-38 正极性反射特征（西部区域，S-N 方向）

图 3.2-39 剖面反射特征及地层剖面图（西部区域，S-N 方向）

②中部区域，E-W 方向

$T_0$ ：深度约 13.5-16m（以换能器为起点向下，以下同），强反射，界面清晰连续，界面稍有起伏，中部和东北部区域界面形态总体平直，为海底新近形成的沉积所在的海底界面。

$T_1$ ：强反射，界面清晰连续，不整合，深度变化较大，为陆相沉积顶界面。

$U_1$ ：海底面  $T_0$  以下，地层界面  $T_1$  以上的地层，层厚约 2-3m。反射强烈，层理明显，内部具明显水平层理和若反射斜层理。推测为全新世海侵以来发育的

近岸浅海相沉积层。该层序层间反射能量较强,低反射频率,底界面清晰不整合,与下伏地层呈平行不整合接触。调查区内 U1 层厚度具明显变化。根据表层沉积物柱状取样判断,该层内沉积物组成类型为中砂。层内未发现滑坡、断层、埋藏古河道及浅层气等影响工程安全性的不良地质作用存在。

U2: 反射均匀,层理发育较好,具有明显的水平层理和弱反射斜层理,推测为陆相沉积。其中大部分被二次回波影响,无法清晰辨识。由于 U1 层厚已超出柱状采样最大深度,因此,并未采集到 U2 层沉积物样品,无法判断该层沉积物类型。

图 3.2-40 反射剖面(中部区域, E-W 方向)

图 3.2-41 正极性反射特征(中部区域, E-W 方向)

图 3.2-42 剖面反射特征及地层剖面图(中部区域, E-W 方向)

图 3.2-43 反射剖面(东北部区域, NE-SW 方向)

图 3.2-44 正极性反射特征(东北部区域, NE-SW 方向)

图 3.2-45 剖面反射特征及地层剖面图(东北部区域, NE-SW 方向)

图 3.2-46 反射剖面(东南部区域, NE-SW 方向)

图 3.2-47 正极性反射特征(东南部区域, NE-SW 方向)

图 3.2-48 剖面反射特征及地层剖面图(东南部区域, NE-SW 方向)

综上所述,调查区范围较广,浅部地层具有以下特征:

1) 调查区浅部地层分布均匀,平面空间变化较小。

2) U1 水平层理均匀,为近期形成的浅海相沉积层,调查区域内西部海域沉积类型为细砂,中东部为中砂。U2 内部具有弱反射水平层理,为陆相沉积,沉积物柱状取样未能揭露该层。

3) 勘测海区海底地质结构稳定,未明确发现滑坡、断层等影响工程稳定性的不良地质作用存在。

## (2) 沉积物性质分析

表 3.2-13 岩土工程参数表

### (3) 结论

经沉积物粒度调查，结合水深地形、沉积地层等区域地质背景，调查区底质具有如下特征：

1) 本调查区域地质稳定性相对较高，未明确发现不良地质作用。

2) 表层沉积物约在海面以下\*m左右。中部海域海底稍有起伏，其他区域内海底虽总体平坦，但具有水深变化。

3) 根据样品外观及样品分析，调查区的底质类型为细砂与中砂，其中细砂分布于调查区域的西部，中砂分布于中东部。

4) 根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)第 5.2.5 条款对各站位的地基承载力特征值进行查表计算。调查区承载力特征值不低于 190kPa。

### 3.2.5 海洋自然灾害概况

本节内容引用历史统计数据、《2018 年北海区海洋灾害公报》(自然资源部北海局，2019 年 5 月)、《2019 年北海区海洋灾害公报》(自然资源部北海局，2020 年 5 月)、《2020 年北海区海洋灾害公报》(自然资源部北海局，2021 年 4 月)及《2022 年河北省海洋灾害公报》。

#### 3.2.5.1 风暴潮

##### (1) 总体灾情

2022 年，我省沿海共发生风暴潮过程 8 次，其中包括 7 次温带风暴潮和 1 次台风风暴潮，未造成直接经济损失和人员伤亡(含失踪)。

表 3.2-14 2022 年河北省沿海风暴潮过程

##### (2) 风暴潮特征

2022 年，河北省沿海风暴潮过程主要受温带气旋、冷空气和台风影响，共出现 8 次风暴潮过程，达到当地黄色及以上警报级别的风暴潮过程有 3 次。

2013~2022 年，我省发生风暴潮灾害共计 48 次，平均每年发生 4.8 次，7~10 月份是风暴潮高发时段。由于天气系统的影响以及我省岸线分布特点，近十年唐山市沿海受到风暴潮影响的次数最多，共计 35 次，沧州次之；风暴潮造成的直接经济损失共计 14.54 亿元，唐山市直接经济损失最大，共计 7.79 亿元，沧州次之。

图 3.2-49 2013~2022 年河北省风暴潮发生次数统计图

图 3.2-50 2013~2022 年河北省风暴潮造成直接经济损失统计图

### 3.2.5.2 海浪

#### (1) 总体灾情

2022 年, 我省沿海共出现有效波高潮 2.5 米的大浪过程 8 次, 未造成直接经济损失和人员伤亡 (含失踪)。

#### (2) 海浪特征

2022 年, 我省出现的 8 次大浪过程中, 有效波高超过 2.5 米的天数为 12 天, 主要是由冷空气、温带气旋、台风北上以及冷空气和温带气旋共同配合引起的。

图 3.2-51 2022 年各月大浪过程统计图

2013~2022 年, 我省共发生有效波高超 2.5 米的大浪过程 97 次, 出现有效波高超 2.5 米的天数共计 153 天。2022 年出现有效波高超 2.5 米大浪过程的次数和天数均低于近十年平均值。

图 3.2-52 2013~2022 年大浪过程统计图

### 3.2.5.3 海冰

#### (1) 总体灾情

2021/2022 年度我省沿海冬季冰情属轻冰年, 未发生因海冰灾害造成的人员伤亡 (含失踪) 和直接经济损失。

#### (2) 冰情特征

秦皇岛沿海初冰日为 2021 年 12 月 18 日, 终冰日为 2022 年 2 月 23 日, 冰期 68 天。浮冰冰型为初生冰、冰皮、莲叶冰; 无固定冰。

沧州沿海初冰日为 2021 年 11 月 22 日, 终冰日为 2022 年 2 月 24 日, 冰期 95 天。浮冰冰型主要为冰皮、尼罗冰、莲叶冰和灰冰, 固定冰以沿岸冰和冰脚为主。

图 3.2-53 1980 年以来秦皇岛海域冰期变化



近十年,除了 2012/2013 年度和 2015/2016 年度,河北省海冰冰情属常冰年,其它年度均属偏轻冰年或轻冰年,特别是近四年均为轻冰年。近十年,均未发生因海冰灾害造成的直接经济损失。

表 3.2-15 河北省近十年年度海冰冰情

### 3.2.5.4 赤潮

2022 年,我省高度重视赤潮灾害预警监测工作,利用卫星遥感、海上及陆岸巡视、志愿者报告等对全省近岸海域实施全面监视监测。全年共发现 12 次赤潮,其中有 10 次发生在秦皇岛近岸海域。

4 月底至 6 月底,在秦皇岛近岸海域发生多次小范围的夜光藻赤潮。

7 月 31 日~8 月 5 日,秦皇岛近岸海域发生一次由中肋骨条藻、丹麦细柱藻和尖刺伪菱形藻等硅藻引发的复合型赤潮。8 月 9 日~8 月 18 日,秦皇岛近岸海域发生了由锥状斯克里普藻、尖叶原甲藻、尖刺伪菱形藻和丹麦细柱藻等藻种引发的复合型赤潮。

8 月 11 日起,先后在黄骅、曹妃甸和秦皇岛近岸海域发生叉角藻赤潮,海水颜色呈红褐色。秦皇岛近岸海域的叉角藻赤潮面积达 348 平方公里,持续时间长达 31 天。

2013~2022 年,我省近岸海域累计发生赤潮 47 次,平均每年发生 4.7 次。

图 3.2-54 2013~2022 年河北省近岸海域赤潮发生次数

表 3.2-16 赤潮统计情况

## 3.2.6 海水水质环境现状调查与评价

### 3.2.6.1 调查站位

本次评价引用青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司于 2023 年 3 月在唐山市乐亭和秦皇岛昌黎海域进行的调查结果,共布设了 23 个水质调查站位、13 个沉积物调查站位及 14 个海洋生态调查站位,3 个潮间带调查站位。现状调查站位坐标见表 3.2-19,监测站点分布图见图 3.2-55。

表 3.2-17 调查站位及调查项目

序号	纬度 (E)	经度 (N)	监测内容
V1	*	*	水质
V2	*	*	水质
V3	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V4	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源

序号	纬度 (E)	经度 (N)	监测内容
V5	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V6	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V7	*	*	水质
V8	*	*	水质
V9	*	*	水质
V10	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V11	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V12	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V13	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V14	*	*	水质
V15	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V16	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V17	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V18	*	*	水质
V19	*	*	水质
V20	*	*	水质、生物生态、生物质量、渔业资源
V21	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V22	*	*	水质、沉积物、生物生态、生物质量、渔业资源
V23	*	*	水质
cjd1	*	*	潮间带
cjd2	*	*	潮间带
cjd3	*	*	潮间带



图 3.2-55 监测站点分布图

### 3.2.6.2 调查项目

本次水质调查分析方法见下表。

表 3.2-18 水质调查项目分析方法一览表

### 3.2.6.3 评价标准及方法

#### 1. 评价标准

根据《海水水质标准》(GB3097-1997)中的水质标准要求进行评价,具体见下表。

表 3.2-19 海水水质标准(单位: mg/L, pH 除外)

#### 2. 评价方法

①分析物理特性、水化学要素各站表、中、底层观测数据的分布规律,给出其在不同水深、季节分布的变化范围、平均值,描述其分布及时空变化规律,采用地理信息系统软件制图,图示说明各站观测数据的平面分布。

#### ②单因子污染指数

采用环境质量单因子评价标准指数法进行海域水质的现状评价,所采用评价标准根据海域所处环境功能确定,分析海水中化学要素超标因子及其超标原因。

海水质量现状评价采用单因子污染指数法。对一般污染物,污染指数按下式计算:

$$I_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中:  $I_i$ ---第  $i$  项因子的污染指数;  $C_i$ ---第  $i$  项因子的实测浓度;  $S_i$ ---第  $i$  项因子的评价标准。

海水 pH 值的评价,由于其评价标准是一范围值而不是确定的某一个数值,标准指数用下式计算:

$$S_{i,pH} = |pH_i - pH_{sm}| / D_s$$

式中,  $pH_{sm} = \frac{1}{2}(pH_{s\mu} + pH_{sd})$ ,  $D_s = \frac{1}{2}(pH_{s\mu} - pH_{sd})$ ;  $S_{i,pH}$  ---第  $i$  站 pH 的标准指数;  $pH_i$ ---第  $i$  站 pH 测量值;  $pH_{s\mu}$ ---pH 评价标准的最高值;  $pH_{sd}$ ---pH 评价标准的最低值。

海水中溶解氧含量随污染程度的增大而减少,其标准指数计算公式如下:

$$S_{i,DO} = \begin{cases} \frac{|DO_f - DO_i|}{(DO_f - DO_s)} & DO_i \geq DO_s \\ 10 - 9DO_i/DO_s & DO_i < DO_s \end{cases}$$

式中,  $S_{i,DO}$ ---第  $i$  站溶解氧的标准指数;  $DO_i$ ---第  $i$  站溶解氧的测量值(mg/L);  $DO_s$ ---溶解氧的评价标准限值 (mg/L);  $DO_f$ ---与第  $i$  站溶解氧样品相同温度、相同盐度条件下溶解氧的饱和浓度值 (mg/L),  $DO_f=468/(31.6+T)$ , T 为水温(°C)。

### ③水质富营养化生态风险评价方法

富营养化状况评价采用 E 指数法, 见公式:

$$E = (\text{COD} \times \text{DIP} \times \text{DIN}) \times 10^6 / 4500$$

式中, E——富营养化状态指数; COD——水体化学需氧量 (mg/L); DIN——无机氮含量 (mg/L); DIP——活性磷酸盐 (mg/L)。

富营养化等级判定原则见下表。

表 3.2-20 富营养化等级判定原则

#### 3.2.6.4 评价结果

本项目各站位的水质监测结果见表 3.2-23, 水质质量评价结果见表 3.2-24。本次调查站位中所有站位的监测因子的监测结果均符合第一类海水水质标准的限值要求。调查海域海水监测参数均符合一类水质标准, 即一类海水的站位所占百分比为 100%, 海水水质状况优。

表 3.2-21 海水水质水质监测结果表

表 3.2-22 海水水质评价结果

## 3.2.7 海洋沉积物环境现状调查与评价

### 3.2.7.1 调查站位

本次评价引用青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司于2023年3月在唐山市乐亭和秦皇岛昌黎海域进行的调查结果, 共布设了23个水质调查站位、13个沉积物调查站位及14个海洋生态调查站位, 3个潮间带调查站位。现状调查站位坐标见表 3.2-19, 监测站点分布图见图 3.2-55。

### 3.2.7.2 调查项目

本次海洋沉积物现状调查项目包括: Hg、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、As。

### 3.2.7.3 分析方法

本次海洋沉积物调查分析方法见下表。

表 3.2-23 海洋沉积物调查项目分析方法一览表

#### 3.2.7.4 评价标准及方法

##### 1.评价标准

评价标准采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)一类标准。根据《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第一至三类沉积物标准见下表。

表 3.2-24 沉积物评价标准

##### 2.评价方法

沉积物环境质量评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i=C_i/S_i$$

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。

#### 3.2.7.5 评价结果

本项目设置的 13 个站位各监测因子的监测结果均符合一类海洋沉积物质量标准限值要求。

表 3.2-25 海洋沉积物监测结果统计表 (mg/kg)

表 3.2-26 沉积物现状调查评价表

### 3.2.8 海洋生物质量调查与评价

#### 3.2.8.1 调查站位

本次评价引用青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司于 2023 年 3 月在唐山市乐亭和秦皇岛昌黎海域进行的调查结果，共布设了 23 个水质调查站位、13 个沉积物调查站位及 14 个海洋生态调查站位，3 个潮间带调查站位。现状调查站位坐标见表 3.2-19，监测站点分布图见图 3.2-55。

#### 3.2.8.2 采样及分析方法

##### 1.样品制备

鱼、虾类用现场海水冲洗干净，冰冻保存；贝类选择大小相近的个体约 2.5kg，现场海水冲洗干净后放入聚乙烯袋中，冷冻保存；生物体样品采集后，确保样品在冷藏条件下运输，样品由专人负责送回实验室保存。用于生物质量检测的生物

体样品保存在-20℃以下的冰柜中。

## 2.分析方法

具体分析方法、仪器及检出限见下表。

表 3.2-27 生物体质量分析方法和检出限

### 3.2.8.3 评价标准与方法

鱼类、甲壳类和软体类的生物质量评价采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的海洋生物质量标准，见表 3.2-30。

评价方法采用单因子标准指数法。

表 3.2-28 生物质量评价项目及其评价标准（单位：mg/kg）

### 3.2.8.4 春季调查结果

2023 年 3 月海洋生物体质量监测结果见下表，所取样品分别是鹰爪虾、中国蛤蜊、菲律宾蛤仔、毛蚶。

表 3.2-29 海洋生物质量检测结果

### 3.2.8.5 春季评价结果

2023 年 3 月海洋生物体质量评价结果见下表。结果表明各项检测指标均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》。调查海域内海洋生物质量较高，海洋生态环境较好。

表 3.2-30 2023 年 3 月海洋生物质量单因子评价指数统计表

## 3.2.9 海洋生态现状调查与评价

### 3.2.9.1 调查站位

本次评价引用青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司于 2023 年 3 月在唐山市乐亭和秦皇岛昌黎海域进行的调查结果，共布设了 23 个水质调查站位、13 个沉积物调查站位及 14 个海洋生态调查站位，3 个潮间带调查站位。现状调查站位坐标见表 3.2-19，监测站点分布图见图 3.2-55。

### 3.2.9.2 调查项目

海洋生态现状调查项目包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

### 3.2.9.3 分析方法

表 3.2-31 监测项目及分析方法

### 3.2.9.4 评价方法

### 3.2.9.5 调查结果

### 1.叶绿素 a

叶绿素 a 是浮游植物现存量的良好指标。2023 年 3 月调查海域海水中叶绿素 a 监测结果见下表。

2023 年 3 月监测结果表明，表层叶绿素 a 变化范围：1~8 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 3.5 $\mu\text{g/L}$ ，最小值出现在 V5、V6、V10、V11、V13、V39 站位，最大值出现在 V12 站位。底层变化范围：1~7 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 3.42 $\mu\text{g/L}$ ，最小值出现在 V5、V6、V11、V13 站位，最大值出现 V17、V21、V31、V32 站位。

表 3.2-32 2023 年 3 月监测叶绿素 a 含量及初级生产力

### 2.浮游植物春季调查结果

#### (1) 种类组成

2023 年 3 月调查海区共发现浮游植物 41 种，隶属硅藻门和甲藻门，其中硅藻门共发现浮游植物 37 种，占发现总种类的 90%，甲藻门 4 种，占发现总种类数的 10%。优势种为：密连角毛藻（*Chaetoceros densus*）、扭链角毛藻（*Chaetoceros fortissimus*）、爱氏辐环藻（*Actinocyclus octonarius*）、布氏双尾藻（*Ditylum brightwellii*）。

表 3.2-33 浮游植物名录

#### (2) 数量分布

调查海区浮游植物生物密度较低，变化范围在（566~3003）cell/ml 之间，平均为 1421cell/ml。最高值在 V17 站位，最低值在 V13 站位。

#### (3) 群落特征

浮游植物群落的多样性指数在 1.55~3.80 之间，平均为 2.68；均匀度的变化范围在 0.44~0.86 之间，平均为 0.65；丰富度值在 0.98~2.33 之间，平均为 1.59。

### 3.浮游动物春季调查结果

#### (1) 种类组成

调查海区共发现浮游动物 17 种，其中水母类 4 种，桡足类 8 种，毛颚类 1 种，浮游幼体 4 种。优势种为中华哲水蚤（*Calanussinicus*）、强壮箭虫（*Sagittacressa*）、腹针胸刺水蚤（*Centropages abdominalis*）、桡足类幼体（*Copepodalarva*）。

表 3.2-34 浮游动物名录

#### (2) 生物量分布

调查期间浮游动物生物量的变化范围在(1~526) ind./瓶之间, 平均为 95 ind./瓶。最高值出现在 V17 站位, 最低值出现在 V5 站位。

### (3) 群落特征

各站位浮游动物多样性指数在 0~2.75 之间, 平均为 1.50; 均匀度的变化范围在 0~0.91 之间, 平均为 0.64; 丰富度值在 0~1.84 之间, 平均为 0.81。

## 4. 底栖生物春季调查结果

### (1) 种类组成

调查海域共采集到底栖生物 31 种, 隶属于节肢动物、环节动物、软体动物、刺胞动物、腕足动物、纽形动物、脊索动物等。

表 3.2-35 底栖生物物种名录

### (2) 数量分布

调查海域底栖生物数量平均 52 ind./m<sup>2</sup>, 范围 1~223 ind./m<sup>2</sup>。

### (3) 优势种

从站位出现频率和个体密度上看, 优势种为豆形短眼蟹。

### (4) 底栖生物群落特点

本调查海域底栖生物多样性指数在 0~2.82 之间, 平均为 1.16; 均匀度在 0~1.00 之间, 平均为 0.49; 丰富度在 0~1.94 之间, 平均为 1.00。

## 5. 潮间带生物春季调查结果

### (1) 种类组成

调查海域共采集到潮间带生物 21 种, 隶属于纽形动物、环节动物、节肢动物、脊索动物等。

表 3.2-36 潮间带生物物种名录

### (2) 数量分布

调查海域底栖生物数量平均 69 ind./m<sup>2</sup>, 范围 15~214 ind./m<sup>2</sup>。

### (3) 优势种

从站位出现频率和个体密度上看, 优势种为短滨螺和豆形短眼蟹。

### (4) 底栖生物群落特点

本调查海域底栖生物多样性指数在 0~2.55 之间, 平均为 0.74; 均匀度在 0~0.91 之间, 平均为 0.33; 丰富度在 0~1.54 之间, 平均为 0.55。



## 3.2.10 海洋渔业资源现状调查与评价

### 3.2.10.1 调查站位

现状调查站位坐标见表 3.2-19，监测站点分布图见图 3.2-55。

### 3.2.10.2 调查与分析方法

#### (1) 调查方法

鱼卵、仔稚鱼现场采样按照《海洋调查规范-海洋生物调查》的有关要求进行。

鱼卵、仔稚鱼采用浅水 I 型浮游动物网。垂直拖网每站自底层到表层垂直拖网 1 次（定量），水平拖网每站拖曳 10min（定性）。样品经 5%福尔马林固定，带回实验室后进行分类、鉴定和计数。

#### (2) 相对资源量的计算

渔业资源密度计算采用面积法。渔业资源密度计算执行中华人民共和国水产行业标准（SC/T9110-2007），各调查站资源密度（重量和尾数）的计算式为：

$$D=C/q \times a$$

式中：D 为渔业资源密度，单位为 ind/km<sup>2</sup> 或 kg/km<sup>2</sup>；

C 为平均每小时拖网渔获量，单位为 ind/网.h 或 kg/网.h；

a 为每小时网具取样面积，单位为 km<sup>2</sup>/网.h；

q 为网具捕获率，其中，低层鱼类、虾蟹类、头足类 q 取 0.5，近底层鱼类取 0.4，中上层鱼类取 0.3。

#### (3) 优势种的计算

鱼卵仔稚鱼种类的优势度采用以下公式计算：

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

式中：n<sub>i</sub>—第 i 种的数量；f<sub>i</sub>—该种在各站出现的频率；N—群落中所有种的数量。

当 Y≥0.02 时，判定为调查海区的优势种。

### 3.2.10.3 调查结果

调查海域共采集到 6 种鱼卵；早期仔鱼 2 种。优势种为鳀。

表 3.2-37 2023 年鱼卵、仔稚鱼调查结果（定量）

### 3.2.11 生态系统分布

本项目周围海域涉及到的生态系统主要包括了昌黎黄金海岸国家级自然保护区、黄金海岸森林公园、河北乐亭滦河口省级湿地自然公园以及南戴河海域国家级水产种质资源保护区。如下图所示。

图 3.2-56 项目位置与自然保护区叠加图

#### (1) 昌黎黄金海岸国家级自然保护区

昌黎黄金海岸国家级自然保护区位于河北省东北部秦皇岛市昌黎县沿海，面积 300km<sup>2</sup>，分陆域和海域两部分，其中陆域面积 91.5km<sup>2</sup>，海域部分面积 208.5km<sup>2</sup>。保护区的主要保护对象为沙丘、沙堤、泻湖、林带和海洋生物等构成的沙质海岸自然景观及所在海区生态环境和自然资源。昌黎黄金海岸国家级自然保护区距本项目西侧约 190m。

图 3.2-57 昌黎黄金海岸保护区位置图

#### (2) 河北黄金海岸省级森林公园

河北黄金海岸省级森林公园地处北戴河新区境内，北起与抚宁交界的小黄河，南至滦河口，东至渤海，西与沿海各村接壤。全园总面积 130.16km<sup>2</sup>，东西宽 7.0km，南北长 33.9km。河北黄金海岸省级森林公园范围内森林茂密，林木葱郁，有林地面积 3090.82hm<sup>2</sup>，灌木林面积 20.01hm<sup>2</sup>，林带面积 6.22hm<sup>2</sup>，森林覆盖率 23.79%。

#### (3) 滦河河口口湿地

根据《昌黎县滦河口湿地保护与利用规划》，滦河河口湿地位于乐亭县东部，是以自然、历史、人文景观为特色，集保护、利用、研究、游览、宣传教育为一体的河口湿地公园，位于本项目南侧约 1.6km 处。

图 3.2-58 滦河口湿地保护区

#### (4) 南戴河海域国家级水产种质资源保护区

总面积 6268 公顷，2010 年 11 月建立，保护区位于河北省昌黎县黄金海岸东北部海域。南戴河海域国家级水产种质资源保护区主要保护对象是栉江珧、魁蚶、毛蚶、竹蛭等，其食性均以藻类为主。本项目东距昌黎海域国家级水产种质资源保护区约 15.9km。

## 3.2.12 鸟类资源生态现状调查与评价

### 3.2.12.1 全国候鸟主要迁徙路线

全球共有 9 条候鸟迁飞通道，途经中国的有 4 条，从东至西分别是西太平洋候鸟迁飞通道、东亚-澳大利西亚候鸟迁飞通道、中亚候鸟迁飞通道和西亚-东非候鸟迁飞通道。其中，仅东亚-澳大利西亚候鸟迁飞通道每年就约有 210 种 5000 万只水鸟往返于繁殖地和越冬地之间。

秦皇岛作为世界重要候鸟栖息地、东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线重要节点的独特优势和被誉为“中国观鸟之都”“世界四大观鸟胜地”的知名度，积极参与 2019 年 9 月启动的中国黄（渤）海候鸟栖息地（第二期）申遗工作，成功申列七里海瀉湖、北戴河大潮坪和老龙头石河南岛 3 处候鸟栖息地为申遗提名地。

图 3.2-59 全国候鸟主要迁徙路线示意图

### 3.2.12.2 调查时间

最早于 2007 年在滦河口湿地进行了为期一年的鸟类调查。从 2011 年开始，对河北省滨海湿地进行常规性调查监测。近期调查时间主要为 2015 年 10 月、2016 年 1 月、2017 年 1 月、2018 年 5~7 月，2019 年 5~7 月、2019 年 10 月、2020 年 1 月、2020 年 4 月。

### 3.2.12.3 调查路线

在昌黎入海口滦河口的北岸设置一条样线，在接近滦河口岸边设置一条路线，在乐亭入海口滦河口的南岸设置一条样线，总计设置 3 条线样线。

调查样区覆盖滩涂潮间带、防护林地、芦苇水塘等淡水区域、虾池、盐碱地及农田等区域内所有生境。

图 3.2-60 滦河口湿地调查的样线及样点位置图

### 3.2.12.4 调查结果

#### 一、鸟类物种组成

调查共记录到滦河口湿地鸟类 219 种，根据郑光美的《中国鸟类分类与分布名录》（第三版），隶属于 18 目 45 科。其中非雀形目有 148 种，雀形目有 71 种。鸟类组成中以非雀形目为主，其中以鹤形目、雁形目、鸕形目种类最多。

表 3.2-38 滦河口湿地鸟类目、科、种的组成统计

调查鸟类中优势种有 35 种，占 15.98%。包括常见的小鸕鹳、普通鸕鹳、池鹭、白鹭、翘鼻麻鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、鹊鸭、环颈鸕、白腰杓鸕、黑水鸡、黑尾塍鸕、泽鸕、矶鸕、尖尾滨鸕、黑腹滨鸕、黑翅长脚鸕、西伯利亚银鸥、黑尾鸥、红嘴鸥、白额燕鸥等；少见和稀有种有 112 种，占 51.14%，如大天鹅、小天鹅、疣鼻天鹅、斑脸海番鸭、长尾鸭、白眉鸭、琵嘴鸭、黑颈鸕鹳、遗鸥、大杓鸕、东方白鸕、白琵鹭、小青脚鸕、青脚滨鸕、黄嘴白鹭、黄斑苇鸕、翘嘴鸕、扇尾沙锥、中杓鸕、林鸕、翻石鸕等；其余 72 种均为常见种，占 32.88%。

调查共记录国家 I 级重点保护动物有黑鸕、丹顶鹤、遗鸥 3 种；国家 II 级重点保护动物有卷羽鸕鹳、黄嘴白鹭、白琵鹭、大天鹅、小天鹅、鸳鸯、红隼、红脚隼、普通鸕、白尾鸕、灰鹤、小杓鸕、小青脚鸕、短耳鸕、纵纹腹小鸕、白琵鹭、小青脚鸕、黄嘴白鹭等 24 种；省级重点保护动物有白鹭、中白鹭、大白鹭、三趾滨鸕、白额燕鸥、蓝翡翠、蚁鸕、灰头绿啄木鸟、大斑啄木鸟、星头啄木鸟、白头鹎、黑枕黄鹂等 15 种。

图 3.2-61 滦河口湿地鸟类的分布型

## 二、鸟类空间分布及季节特点

滦河口湿地的水鸟共有四个重要类群：鸕鹳类；鸥类；雁鸭类；鹭科鸟类。

### 1. 鸕鹳鸟类

春季（4-5 月）和秋季（9-10 月）为鸕鹳鸟类迁徙的高峰期，夏季数量和种类较少，调查发现有 4 种鸕鹳类（红脚鸕、环颈鸕、黑翅长脚鸕、普通燕鸕）在此区繁殖，巢址主要是海滩高地、鲜有植被的虾池岸边。冬季（12-2 月）为鸕鹳类的贫乏期，偶有环颈鸕在此分布。

### 2. 雁鸭类

雁鸭类是滦河口湿地鸟类组成的一个大类群，共有 25 种，包括鸿雁、豆雁、灰雁、大天鹅、小天鹅、赤麻鸭、翘鼻麻鸭、绿翅鸭、绿头鸭、斑嘴鸭、琵嘴鸭、针尾鸭、花脸鸭、鸳鸯、凤头潜鸭、红头潜鸭、鹊鸭、斑脸海番鸭、普通秋沙鸭等。其数量和种类的高峰期集中在春秋迁徙期。繁殖期只有斑嘴鸭、绿头鸭、绿翅鸭在此繁殖。越冬期能见到少量的鹊鸭及越冬的斑嘴鸭、绿头鸭等。

### 3. 鸥科、燕鸥科鸟类

滦河口湿地的鸥科鸟类共有 15 种，包括红嘴鸥、黑尾鸥、黑嘴鸥、遗鸥、

西伯利亚银鸥、黄腿银鸥、灰背鸥、海鸥、须浮鸥、灰翅浮鸥、白翅浮鸥、鸥嘴噪鸥、红嘴巨燕鸥、白额燕鸥、普通燕鸥。数量和种类最多的时期为秋季，尤其是在鱼虾出池时期最多。初春时虾池未蓄水，鱼虾等食物较贫乏，鸥科鸟类在盐场虾池分布较少，主要分布在沿海滩涂。夏季是鸥科鸟类种类和数量的稳定期，种类和数量均一般。而冬季为鸥科鸟类的贫乏期，只在海滩分布有数量较少的银鸥、黑尾鸥、海鸥等。

#### 4、鹭科鸟类

在滦河口湿地共记录鹭科鸟类 13 种，包括苍鹭、草鹭、池鹭、牛背鹭、白鹭、中白鹭、大白鹭、黄嘴白鹭、夜鹭、栗苇鸕、黄苇鸕、紫背苇鸕、大麻鸕。各种鹭类主要是三月底四月初由南方迁徙而来，繁殖期数量较稳定，11 月初基本都已经南迁。主要分布在芦苇、水稻田、淡水河口等淡水地觅食，筑巢于高大树枝上。苇鸕类基本上比较难发现，在芦苇收割期能够发现其分布在苇塘、沼泽地。

#### 5、雀形目鸟类

雀形目鸟类在滦河口湿地林带、灌丛中比较常见，种类较多但数量较少。旅鸟居多，大多数种在春秋迁徙期停留较短时间。数量较大的为本区域留鸟或喜湿地生境的夏候鸟种群，如麻雀、喜鹊、珠颈斑鸠、家燕、红尾伯劳、东方大苇莺等。

#### 3.2.12.5 鸟类资源生态现状评价

滦河口湿地是丹顶鹤、黑嘴鸥、遗鸥等保护价值较高的鸟类的迁徙中转站或重要繁殖地。该地区分布有国家重点保护鸟类 27 种，占总种数的 12.33%，这些重点保护鸟类以旅鸟为主。

## 4 资源生态影响分析

### 4.1 生态评估

本项目光伏场区基础桩径较小，对场区外界流场影响较小，但会对场区周边小范围内流场产生影响。项目建设对场区海域外侧冲淤环境影响较小，但会对桩柱周边小范围内的地形地貌冲淤环境影响。

项目工程基础为预制混凝土预制桩，采用锤击法向下打入，采用多组沉桩设备，沉桩作业采用定位平台配合吊打工艺进行沉桩，桩基施工产生的悬浮泥沙会对水质环境产生影响。电缆敷设开挖施工搅动也会产生悬浮泥沙，并对水质环境产生影响。因此，确定生态评估的重点和关键预测因子为水动力、地形地貌与冲淤、水质环境。

### 4.2 资源影响分析

#### 4.2.1 海岸线资源、海域空间资源影响分析

本项目光伏电场距离海岸线最近距离约为 1.38km，用海方式为透水构筑物，项目只在电缆登陆时采用下穿的方式占用岸线 22.1m，建成后不形成新的有效岸线。

本项目桩基用海将直接占用海域资源，而海底电缆用海将在短时间内对海域资源造成影响，随着施工结束将逐渐恢复。

本项目在秦皇岛市昌黎县以东海域，光伏组件位于海域范围，桩基用海将直接占用海域资源。光伏电场设置将太阳能板设置为最佳倾斜角度，保证太阳辐射量最大，后排阵列不受前排遮挡，在保证发电量的同时，用海面积最小；为减少项目用海面积，将 220V 升压站布置于陆域范围；同时，为减少海底线缆的长度，节约用海，升压站邻近海岸线布置，避免长距离占用岸线，仅在登陆点时穿越岸线。

本项目登陆岸段在施工过程中需要严格控制施工范围，施工结束后要对施工场地进行生态恢复。项目海缆采用地理的方式进行铺设，铺设完成后恢复岸滩形态，不会对沿海滩涂产生明显不利影响。海缆项目施工结束后对占用区域进行修复，对岸线的影响较小。

## 4.2.2 项目用海对湿地资源的影响

本项目光伏电场西侧紧邻昌黎县滦河口湿地，外输电缆需穿越滦河口湿地。根据《中华人民共和国湿地保护法》，国家严格控制占用湿地。建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见。

本项目光伏电场选址位于昌黎县滦河口湿地东侧，已避让湿地进行布置，为减少海域资源的占用，升压站布置在临近的陆域位置，由于光伏电场区域、湿地和陆上升压站的位置分布关系，导致光伏电场至升压站之间的外输电缆不可避免需要穿越昌黎县滦河口湿地，具有不可避让性。

根据《昌黎县滦河口湿地保护与利用规划（2016-2025年）》，昌黎县滦河口湿地的管制要求为，规划范围内禁止开展不利于保护区保护对象的安全、稳定和发展的开发利用活动，严格控制湿地资源利用强度和外来人员数量；规划期限内仅限于发展生态养殖和生态旅游项目，新增项目实施前须进行科学论证并经自然保护区行政主管部门批准，严格限制开发利用规模，制定生态补偿方案，满足保护区实验区管理要求，禁止开展损害保护区海上、海岸设施的活动，禁止设置排污口；建设海陆统筹综合管理系统，所有开发利用活动均纳入综合管理系统，接受实时监控。

本项目光伏电场的选址已避让昌黎县滦河口湿地，仅外输电缆穿越湿地范围。本项目外输电缆穿越湿地采用埋地的敷设方式，项目施工过程中涉及土方开挖，将造成地表植被破坏，影响自然景观视觉；同时，大量施工设备的运行及运输车辆的进出也会对景观视觉产生一定影响。项目电缆施工范围及周边的自然植被覆盖度不高，海域使用现状主要为水域及水利设施用地，电缆实施占用面积较小，不会造成大面积的土地破坏，且电缆施工时间较短，施工范围主要为临时占用，施工结束后将采用人工和自然修复的恢复措施对占用范围进行恢复。因此，本项目对湿地资源影响较小。

## 4.2.3 项目用海对海洋生物资源的影响分析

### 4.2.3.1 项目施工期对渔业资源的影响分析

### (1) 施工期间产生悬浮泥沙对渔业资源的影响

悬浮物对鱼类和其它水生生物的影响可分为两大类：一类是悬浮固体在水中的影响，一类是悬浮固体沉降到水底后产生的影响。

欧洲大陆渔业咨询委员会（EIFAC，1965）评价了悬浮固体对鱼类的影响。把悬浮固体对鱼类和鱼类饵料生物种群所产生的不良影响分成四种方式：直接影响鱼类在有悬浮固体的水体中游泳，造成鱼类死亡或者是降低鱼类的生长速率，对疾病的抵抗力等等；妨碍鱼卵和幼体的良好发育；限制鱼类的正常运动和洄游；使鱼类得不到充分的食物。覆盖在水底的沉淀物会损害无脊椎生物种群，堵塞产卵的砾石层，而且如果有有机物的话，还会消耗其上面水体的溶解氧。当沉淀固体堵塞了鱼类产卵的砾石层时，鱼卵就会大量死亡。无机悬浮物的增加还会妨碍光线向水体的投射，结果减少了透光层深度，从而减少了初级生产量并减少了鱼类的饵料。

美国科学院和美国工程科学院联合委员会建议，光透射深度不得减少 10%（美国科学院，NAS，1974）。同时，由于颗粒物吸收了较多的热量，从而使水体趋于稳定，阻止了上下水混合，致使近表层水被加热，上下水混合程度的减少，也减少了溶解氧和营养物向水体下部的扩散。长期生活在高浑浊水中的海洋生物，其鳃部会被悬浮物质充满而影响呼吸和发育，甚至引起窒息死亡。此外，水中悬浮物质长期过量会妨碍海洋生物的卵及幼体的正常发育，破坏其栖息环境，并抑制水生生物的光合作用，减少海洋动物的饵料。

水域悬浮物含量超标，对渔业资源的影响是多方面的，它不仅影响鱼类的存活和生长，而且会对鱼卵和仔稚鱼造成损害。由于悬浮性泥沙颗粒粘附在鱼卵的表面，会妨碍鱼卵的呼吸，阻碍与水体之间氧与二氧化碳的充分交换，可能导致鱼卵大量死亡；影响幼体的发育，发育不健康的仔稚鱼生存能力大大降低；悬浮物含量超标能使浮游生物繁殖受阻，导致水域基础生产力下降，减少鱼类的饵料生物，从而影响到鱼类的正常索饵；另外，悬浮物超标还会改变鱼类的洄游和摄食行为。

总而言之，悬浮泥沙对鱼类和水生生物的影响主要包括：

①造成生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链（网）和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰度下降。



②造成水体溶解氧、透光率和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，影响某些种类的生长发育（如鱼卵和幼体）。

③混浊的水体使某些种类的游动、觅食、躲避敌害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力。

④影响基础饵料生物生长，使鱼类得不到充足的食物。

⑤影响鱼类的正常活动和洄游。

#### （2）施工噪声对渔业资源的影响分析

施工过程中由于施工现场的作业船舶过于频繁，会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动，但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避。在拟建工程附近海域未发现珍稀和濒危物种。由于春夏季节是鱼、虾类产卵、仔幼鱼索饵季节，建议海上施工尽量避开这一季节。

#### 4.2.3.2 项目运营期对渔业资源的影响分析

运营期间的海上光伏设施对生物资源的影响主要集中在浅水层。海上光伏组件降低了海水表面的辐照度，但是海水表面的辐照度仍达到 9000lux 以上，且海水具有流动性，因此海水中的藻类的生长不受限制。组件下方与水面之间和组件上方的大量空间是畅通的，组件系统一般风阻率 15%左右。对水体上方气体流动有 15%的影响，但仍保持了 85%的通风性能，光伏组件下方与大气环境之间能够实现通温通气的有效互动。因此海水中的溶解氧不受影响，漂浮性鱼卵和浅水层的仔稚鱼不受影响。此外，与陆基光伏设施相比，海上光伏设施减少鸟类与光伏面板的碰撞，对鸟类生长、迁移等生活习性几乎无影响。

光伏电场建成后，桩基作为一种人为放置于海底环境的构造物将形成人工渔礁效应。桩基实际上起到了类似人工鱼礁聚集鱼类的作用。当水流流经桩基，迎流面会产生上升流，底层营养盐随着上升流上涌，能促进各种浮游植物的生长，进而诱集其他海洋动物及促进贝类等以浮游植物为食的海洋生物生长。与迎流面相对的回流面则会产生背涡流，这类涡流流速缓慢，是多数鱼类喜欢栖息和躲避强潮流的地方。此外，涡流还可以造成浮游生物、甲壳类和鱼类的物理性聚集，提高海域的生物多样性。

桩基式光伏电场项目建成后，该海域原有的平稳流态受到扰动，形成有快、有慢以及产生滞留带，该海域水流的变动必然与鱼群移动和栖息有着相互的关联

性。在桩基迎流面产生一定程度的壅水，在背流面产生涡流。壅水的形成促使工程附近水体垂直交换，海底的营养盐被翻起和扩散，壅水不断将底层、近底层低温、高盐富营养的海水涌升至表层，从而加快营养物质循环速度，并可能引起浮游生物的增加和水质的改善，使该区域成为鱼类的聚集地。基础后部的涡流，影响作用是多方面的，在背面会产生负压区，海底的泥沙，大量的悬浮物等都会在此停滞，从而引来鱼群。基础附近海域由于水的充分交换，不但形成理想的营养盐运转环境，而且形成可供鱼类选择的不同水流条件，为鱼类提供了优良的饵料场、繁殖场和栖息场所，从而对渔业资源增殖产生有利影响。

本项目桩基式光伏电场桩基之间保留足够间距，能够保证小型作业船只进入水域进行苗种的底播和贝类采捕，采捕成本较低。光伏组件和作业船只之间不会相互产生影响，安全性可靠，透水构筑物用海不会影响到渔业用海功能。

#### 4.2.4 生物资源损失分析

项目光伏桩基永久占用以及施工期悬浮泥沙会对生物资源造成损失。本项目用海引起的生物资源损失量依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）（以下简称“规程”）进行评估。

##### 4.2.4.1 评估方法

###### （1）占用海域的海洋生物资源量损害评估方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）中关于生物资源损害评估的方法，占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或者海洋生物资源栖息地丧失，各类生物的损失按下式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： $W_i$ ——第  $i$  种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

$D_i$ ——评估区域内第  $i$  种类生物资源密度，单位为：尾（个）/km<sup>2</sup>、尾（个）/km<sup>3</sup>、kg/km<sup>2</sup>。

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

###### （2）悬沙造成的生物资源损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的相关要求，悬浮物扩散范围内对海洋生物资源的损害属于一次性损害，渔业资源的累计损害量按如下公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中： $W_i$ ——第  $i$  种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾、个、kg；

$D_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源密度，单位为尾/km<sup>2</sup>、个/km<sup>2</sup>、kg/km<sup>2</sup>；

$S_j$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积，单位为 km<sup>2</sup>；

$K_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源损失率，单位为(%)，生物资源损失率见表 4.2-1 所示。

表 4.2-1 污染物对各类生物损失率

污染物 <i>i</i> 的超标倍数 ( $B_i$ )	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	$\geq 50$	$\geq 20$	$\geq 50$	$\geq 50$

注：

- 1.本表列出污染物*i*的超标倍数( $B_i$ )，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标准倍数最大的污染物为评价依据。
- 2.损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。
- 3.本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。
- 4.本表对pH、溶解氧参数不适用。

### (3) 补偿年限

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)：

①各类工程施工对水域生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的补偿年限按不低于 20 年计算；

②占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3~20 年的，按实际占用年限补偿；占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿；

③一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍；

④持续性生物资源损害补偿，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限 3~20 年的，按实际占用年限补偿；实际影响年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿。

#### 4.2.4.2 工程海域生物资源概况

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)及河北省《涉海建设项目对海洋生物资源损害评估技术规范》(DB13/T2999-2019)，综合项目位置区域，生物资源数量如下表所示。

表 4.2-2 工程海域生物资源概况

#### 4.2.4.3 评估计算结果

##### (1) 本项目占用海域造成的生物资源损害评估

项目建设光伏设备占用海域面积，光伏设备用海方式为透水构筑物。生物损失面积按项目透水构筑物占用面积 388.49 hm<sup>2</sup> 计算，占用年限按 20 年。本项目所处海域水深约 \*m~\*m，本次水深以 \*m 进行计算，占用海域造成的生物资源损失估算如下表所示。

表 4.2-3 本项目占用海域造成的生物资源损害评估

##### (2) 施工期悬浮泥沙扩散造成的海洋生物资源损害

本项目所处海域水深约 \*m~\*m，本次水深以 \*m 进行计算。根据环境影响分析结果，本项目施工期产生的悬浮物扩散造成生物资源损失估算如下表所示。

表 4.2-4 悬浮物扩散造成生物资源损失表

(3) 小结

经计算,本项目海洋生物损失量为游泳动物  $1.86 \times 10^4 \text{kg}$ , 鱼卵  $1.23 \times 10^8$  粒, 仔稚鱼  $7.10 \times 10^7$  尾。

表 4.2-5 项目建设生态损失量总表

4.2.4.4 损失量价值估算

(1) 计算方法

A、鱼卵、仔稚鱼和幼体经济价值的计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按公式 (1) 计算:

$$M = W \times P \times E \dots\dots\dots (1)$$

式中: M——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额;

W——鱼卵和仔稚鱼损失量;

P——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例, 鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算, 仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算。

E——鱼苗的商品价格, 根据近多年来主要鱼类苗种平均价格, 商品鱼苗的平均价格按 1.0 元/尾计。

B、游泳动物和底栖生物的经济价值计算:

$$M = W \times E \dots\dots\dots (2)$$

式中: M——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额;

W——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量;

E——生物资源的商品价格。根据秦皇岛市海水产品小黄鱼、蓝点马鲛、口虾蛄、鲟鱼、青蛤、扇贝等最小成体市场平均价格行情计算, 以及经咨询物价部门、市场调研和参考相关文献调查结果, 确定游泳动物按 1.9 万元/t、底栖生物按 1.5 万元/t 计。

(2) 渔业资源损害经济价值评估

根据计算, 本项目造成的渔业资源经济价值损失总计为\*万元。

表 4.2-6 本项目造成的生物资源损害价值一览表

## 4.3 生态影响分析

### 4.3.1 水文动力环境影响分析

#### 4.3.1.1 工程建设对潮流场影响预测分析

##### 4.3.1.1.1 水动力模型简介

##### 4.3.1.1.2 计算域和网格设置

图 4.3-1 整个模拟计算海域水深地形图

图 4.3-2 项目海域网格加密设置示意图

图 4.3-3 项目海域小尺度网格设置示意

图 4.3-4 项目海域小尺度水深分布

表 4.3-1 潮位和潮流验证点坐标

图 4.3-5 潮位验证点位置图

潮位验证曲线（大连）

潮位验证曲线（旅顺新港）

潮位验证曲线（鲅鱼圈）

潮位验证曲线（锦州港）

潮位验证曲线（山海关）

潮位验证曲线（京唐港）

潮位验证曲线（塘沽）

潮位验证曲线（黄骅港）

潮位验证曲线（东营）

潮位验证曲线（莱州）

潮位验证曲线（蓬莱）

潮位验证曲线（烟台）

图 4.3-6 潮位验证曲线

## （2）项目所在海域潮流、潮位验证

潮流验证采用青岛环海海洋工程勘察研究院有限责任公司于 2022 年 5 月 30 日至 5 月 31 日（农历五月初一至初二，大潮期）进行的周边 6 个站位的 25 小时单周日海流同步连续观测数据，潮流验证点位置见图 4.3-8，潮流验证曲线见图 4.3-9。

验证结果表明，对应观测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，能够较好地反映工程周边海域潮流状况。

表 4.3-2 工程所在海域潮流潮位观测站位一览表

图 4.3-7 潮流、潮位验证点示意图

图 4.3-8a H1潮位验证曲线示意图

图 4.3-8b H6潮位验证曲线示意图

图 4.3-9a 流速、流向验证曲线（大潮期H1站位）

图 4.3-9b 流速、流向验证曲线（大潮期H2站位）

图 4.3-9c 流速、流向验证曲线（大潮期H3站位）

图 4.3-9d 流速、流向验证曲线（大潮期H4站位）

图 4.3-9e 流速、流向验证曲线（大潮期H5站位）

图 4.3-9f 流速、流向验证曲线（大潮期H6站位）

### 4.3.1.2 潮流场数值模拟结果分析

#### 4.3.1.2.1 工程前后潮流场数值模拟结果

##### (1) 大海域数值场模拟

本节内容中涨落潮时刻均以京唐港的涨落潮时间为参考。

图 4.3-10 是大海域大潮期间涨急时潮流场，计算域内辽东湾潮流整体 NE 向 WS 流，其中部海域流速介于 17~25m/s 之间；渤海湾潮流整体由 E 向 W 流，其中部海域流速介于 37~45cm/s；莱州湾潮流整体由 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 32~57cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 E 向 W 流，流速介于 18~26cm/s 之间。

图 4.3-11 是大海域大潮期间落急时潮流场，计算域内辽东湾潮流整体 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 52~58cm/s 之间；渤海湾潮流整体由 W 向 E 流，其中部海域流速介于 58~63cm/s；莱州湾潮流整体由 SW 向 NE 流，其中部海域流速介于 12~17cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 NW 向 SE 流，流速介于 30~42cm/s 之间。

图 4.3-10 大海域计算潮流场（涨急时，大潮期）

图 4.3-11 大海域计算潮流场（落急时，大潮期）

##### (2) 项目周边海域潮流场数值模拟

本节内容中涨落潮时均以京唐港的涨落潮时间为参考。

图 4.3-12 和图 4.3-13 分别为工程建设前工程附近海域涨落急时刻潮流场。

根据图 4.3-12 可知，工程建设前涨急时刻项目周边海域潮流流向主要为 NE 向 SW 流，在向岸靠近过程中逐渐与岸线平行，项目所在海域流速在 28cm/s-40cm/s 之间；根据图 4.3-13 可知，工程建设前落急时刻整体周边海域潮流流向与涨急时刻相反，流向变为从 SW 向 NE 流，项目所在海域流速大于涨急时刻流速，流速在 42cm/s-50cm/s 之间。

图 4.3-12 项目附近海域计算潮流场（涨急时，大潮期，施工前）



图 4.3-13 项目附近海域计算潮流场（落急时，大潮期，施工前）

图 4.3-14 和图 4.3-15 分别为工程建设后工程附近海域涨落急时刻潮流场。

根据图 4.3-14 可知，工程建设后涨急时刻项目周边海域潮流流向变化与建设前基本相同，流速基本一致，项目所在海域流速在 28cm/s-40cm/s 之间。

根据图 4.3-15 可知，工程建设后落急时刻项目周边海域潮流流向变化与建设前基本相同，流速基本一致，项目所在海域流速在 42cm/s-50cm/s 之间。

图 4.3-14 项目附近海域计算潮流场（涨急时，大潮期，光伏板施工后）

图 4.3-15 项目附近海域计算潮流场（落急时，大潮期，光伏板施工后）

#### 4.3.1.2.2 工程建设引起潮流场变化分析

为了清楚反映工程建设前后对周边海域潮流场的影响，将工程建设前后大潮期最大时刻流场进行对比，得到工程建设前后最大流速变化情况。

项目所在区域大潮期平均流速变化，受光伏电场光伏板建设的影响，由于光伏板对海表层的流的拖曳摩擦阻碍作用，导致表层流速减小，光伏板板面下减小区间为 2cm/s-5cm/s 之间，靠近光伏板周边区域减小相对于光伏板底部减小稍小，最大减小值为 0.5-2cm/s。

综上所述，工程对于流场的最大影响区域为光伏板下和光伏板与主流轴平行的区域，工程建设前后最大流速对比结果表明，工程建设对其附近局部海域潮流场将造成一定影响，但总体来说对潮流的影响是可以接受的。

图 4.3-16 工程建设前后潮流最大流速变化（工程后-工程前）

## 4.3.2 地形地貌和冲淤环境影响分析

### 4.3.2.1 泥沙运移趋势

### 4.3.2.2 基本方程建立

### 4.3.2.3 地形地貌与冲淤数值模拟结果

图 4.3-17 工程所在海域年冲淤变化示意图

图 4.3-18 工程所在海域光伏板放置前后年冲淤变化示意图

### 4.3.3 水质与沉积物环境影响分析

#### 4.3.3.1 预测模型

#### 4.3.3.2 模拟参数设置

图 4.3-19 工程施工悬沙发生点

#### 4.3.3.3 悬浮泥沙扩散对海水水质环境的影响分析

光伏场区桩基施工引起的悬浮泥沙扩散最大包络范围见图 4.3-20，光伏场区桩基施工引起引起的悬浮泥沙扩散最大范围统计结果见表 4.3-1。由计算结果可知，大于 10mg/L（海水水质超一类）增量浓度悬浮泥沙最大扩散距离约 0.59km，最大扩散范围 10.599km<sup>2</sup>，大于 100mg/L（海水水质超二类、三类）增量浓度悬浮泥沙最大扩散距离约 0.40km，最大扩散范围 7.562km<sup>2</sup>，大于 150mg/L（海水水质超四类）增量浓度悬浮泥沙最大扩散距离约 0.27km，最大扩散范围 6.301km<sup>2</sup>。

施工悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 4.3-3 施工产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

图 4.3-20 悬沙最大包络范围示意图

#### 4.3.3.4 沉积物环境的影响分析

工程建设对海域沉积物的影响主要为桩基施工过程中使局部海域沉积物再悬浮，而无其他污染物入海。海底沉积物再悬浮泥沙经过一段时间缓慢沉降后，大部分沉入附近海域，小部分随潮流而输移，但不会改变海域沉积物质量。

### 4.3.4 项目用海生态影响分析

本项目附近海域不存在典型海洋生态系统以及珍稀濒危动植物物种，没有主要经济鱼类集中分布，不存在重要经济鱼类的洄游路线、索饵场、产卵场或育幼场所等。

本项目对生态环境的影响主要体现在施工期桩基基础和悬浮泥沙扩散，其中：施工区及其附近水域的底栖生物和鱼卵、仔鱼由于施工作业部分甚至全部死亡；施工作业产生的悬浮泥沙不同程度影响施工区周围的生物，附近的游泳生物被驱散，浮游动物、植物的生长受到影响。

#### 4.3.4.1 项目施工期的影响分析

##### （1）对浮游植物的影响分析

从水生生态角度来看，施工区域内局部悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体中浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。

浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，从而导致以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

## (2) 对浮游动物的影响分析

施工作业引起施工水域内的局部浑浊，将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。

此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。施工过程中将对悬浮物增量超过 10mg/L 海域范围内的浮游生物产生一定的影响。在这一范围内，将可能对水生生物造成不良影响。

比照长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物的毒性效应的试验结果，当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物的光合作用。因此，填海、疏浚过程泥沙入海将对悬浮物增量超过 10mg/L 海域范围内的浮游生物产生一定的影响。施工期间对浮游动物的相对损失率 1~3 月约 5%，在 4 月份浮游动物旺发期可达 20%以上，其它月份大约在 8~13%之间，各月平均损失率为 12%。

本项目用于建设海上光伏，光伏基础设施建设为透水构筑物 and 海底电缆，在项目施工中仅在桩基施工和电缆铺设阶段有少量悬浮物产生，且悬浮物的影响范

围仅限于桩基和海底电缆附近，施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响也将随之消失。

### （3）对游泳动物的影响分析

游泳生物主要包括鱼类、虾蟹类、头足类软体生物等。海水中悬浮物浓度增高对游泳生物主要影响有悬浮物浓度增高，导致水体浑浊度增大，透明度降低等现象，不利于天然饵料的繁殖生长；水体中大量的悬浮颗粒会造成游泳生物特别是鱼类呼吸困难和窒息现象，悬浮颗粒随着鱼类呼吸动作进入腮部，沉积在腮瓣、腮丝和腮小片上，损伤鱼类腮组织，造成鱼类死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关实验数据，悬浮物质的含量为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活 1 天；含量为 6000mg/L 时，最多能存活 1 周；若每天做短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 2300mg/L 时，则鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的含量在 200mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。但在作业区附近的鱼类，即使悬浮物浓度过高也未能引起死亡，但其腮部会严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。

项目用于建设渔光一体的海上光伏，光伏基础设施建设为透水构筑物 and 海底电缆，在项目施工和运营过程中仅在桩基施工和电缆铺设阶段有少量悬浮物产生，打桩引起的悬浮物影响范围相对较小，电缆敷设会造成局部海域悬浮物增高，但施工时间较短，露滩施工时则没有此影响。对于浅水与滩涂区，工程电缆沟开挖选在落潮时露滩施工，采用两栖挖掘机进行，基本无悬浮物影响；对于近海深水区，工程电缆沟开挖采用开沟犁和高压水冲方式，敷设时底层将产生高浓度悬浮物区，但鱼类有广阔的回避空间，对渔业资源影响不大，随着电缆敷设进程已敷设段悬浮物亦逐渐沉降下来，影响也随之消失。因此项目施工基本不会对游泳动物造成明显影响。

### （4）对底栖动物的影响分析

海上光伏设施的基础施工通常在可操作范围内进行桩基开挖、打桩、电缆敷设等。施工阶段扰动泥沙造成海水中悬浮物浓度过高可能会使底栖生物部分致死；桩柱固定施工造成的水下噪音可能会使近桩基区生物物种部分致死。本项目光伏单元、箱变平台等桩基基础及海底电缆永久占用海域，破坏该水域底栖生物的生境，直接导致该区域底栖生物全部损失，并且不可恢复。但项目下方有已确权养

殖项目，对该海域的底栖生物起到一定的补充作用。

#### (5) 对生物质量的影响分析

本项目施工期打桩会造成水体中悬浮物质浓度增高，从而造成沉积物中的重金属等有毒（害）物质进入水体中，对水体产生二次污染。这些有毒（害）物质将会通过水生生物的新陈代谢，导致其在生物体内积累，从而对生物本身及食物链上一级生物产生毒害作用。本项目周边沉积物环境质量均满足一类沉积物标准，搅动沉积物不会对水体产生污染，因此对生物质量的影响较小。

#### 4.3.4.2 项目运营期对海洋生态环境的影响分析

海上光伏电场项目建设对海洋生态和渔业的影响最终体现在造成部分生态系统服务功能的破坏或丧失。海洋生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。项目用海所在海域的生态系统服务功能可划分为物种栖息地、养殖生产、污染净化等 3 个方面的主导功能。

##### (1) 物种栖息地

项目建设所在海域是部分水生动物栖息、繁殖场所，也临近候鸟的迁徙区。光伏电场项目建设施工期会对该区域的水生动物栖息、觅食产生一定的干扰，主要对幼体造成一定程度的伤害，对成体造成回避。但在运行期基本不受影响。由于项目建设占用少量滩涂造成鸟类觅食面积减少，对鸟类的觅食范围产生一定影响。

##### (2) 养殖生产

海洋生态系统通过初级生产与次级生产，合成与生产人类生存必需的有机质及其产品。项目建设占用部分养殖水域，但仅为桩基占用，所占面积比例较小，影响不大。

##### (3) 污染物净化

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

## 4.3.5 项目用海对鸟类及生境影响分析

### 4.3.5.1 施工期对鸟类的影响分析

本项目施工期对鸟类主要影响因素有：桩基础施工、光伏电池板安装、船舶运输等施工活动。各种施工机械如施工和运输船舶、光伏电池板整体吊装、海上电缆开挖等施工活动所产生噪声、干扰，会对施工区及周边的水鸟产生一定的影响。

本项目距离海岸距离约 1.38km，项目建设期间的噪音、灯光以及产生的废物等对周边鸟类的觅食存在着一定的影响，但该影响主要体现在近海区域，而本项目建设期间所影响到的陆地区域多位于人工开发的环境中，鸟类的绝对数量并不太高，所以建设期间对鸟类觅食的影响非常小。另一方面，建设期间将会暂时性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。建设期间，如果选在鸟类迁徙季节夜间施工，施工灯光还有可能会对途经该区域的迁徙鸟类的迁徙活动造成影响。建议项目方尽量避免在鸟类迁徙季节的夜间施工。

工程施工期可能会干扰繁殖于工程区滩涂湿地的鸟类，导致其放弃原有繁殖地，选择其他区域进行繁殖，但工程区内进行繁殖的个体数量有限，因此造成的影响也较小。

### 4.3.5.2 运营期对鸟类的影响分析

项目建成后，本项目对鸟类的影响将仅局限于光伏发电场所在海域，不占用鸟类栖息地和繁殖地。因此，本项目不会对鸟类的栖息和繁殖造成影响。根据世界自然保护联盟（The International Union for Conservation of Nature，简称为 IUCN）发布的《减轻与太阳能和风能开发相关的生物多样性影响：项目开发指南》

（Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development: guidelines for project developers），光伏发电场对鸟类的影响主要有：1）占用鸟类栖息地，导致栖息地丧失；2）导致鸟类撞击太阳能电池板致残或致死；3）导致鸟类撞击输电电路致残或致死；4）让部分鸟类误以为太阳能电池板为水面，诱发降落撞击；5）污染（灰尘、光、噪声、固体和液体废弃物）等对鸟类间接造成影响。具体到本项目中，对鸟类的影响主要体现在让部分鸟类误以为太阳能电池板为水面，诱发降落撞击，可能对部分鸟类的迁徙造成影响。

### （1）项目建成后对鸟类觅食的影响

建成后，本项目对鸟类的影响将主要局限于海洋生境中，项目占用的海域，使得部分鸟类的原有觅食地面积变小，会对部分鸟类的正常觅食活动产生一定影响。另外，项目建成后可能会影响项目周围区域的海洋生物群落，比如鱼、虾、蟹等生物的种类和种群数量可能会受到影响。

此外，项目建成后，将会为部分鸟类提供海上停歇平台，可能在某种程度上会起到招引鸟类的作用，吸引部分鸥类在光伏设备上停歇。由于本项目距离海岸仅 1.38km，部分飞行能力较强的涉禽可能也会飞到本项目的光伏发电设施上停歇，并依托光伏设备捕食。

### （2）对鸟类迁徙的影响

光伏发电对鸟类迁徙影响的研究目前并未得到太多的关注，与风力发电设备不同，光伏发电高度通常较低，不会对迁徙中飞行的鸟类造成撞击风险。但也有学者认为，在陆地光伏发电场中，大面积的连续性光伏电池板会让部分迁徙鸟类（主要是雁鸭类）误认为水面，从而吸引这些鸟类降落，造成一定的撞击风险，但目前尚无具体研究证实这一观点。

河北省整体处于全球 8 条鸟类迁徙路径中的东亚—澳大利西亚迁徙路线上，有大量的鸟类会途经此地往返于亚洲和北美洲北部地区的繁殖地和东亚、澳大利亚等地的越冬地。秦皇岛沿海地区是重要的雁鸭类、鹤类以及鸕鹚类的越冬地和迁徙停歇地，该区域在春季（3-5 月）和秋季（9-11 月）会有大量鸟类迁徙途经此地。

本项目为光伏发电设施，存在一定可能性让部分迁徙的鸟类将其误认为水面降落，涉及的鸟类主要有部分雁鸭类、鸕鹚和鸕鹚等。但考虑到目前还缺乏相关研究参考，我们建议项目运营方在光伏发电设施上设置一些醒目标识，让鸟类主动规避，降低被误认为水面的概率。

### （3）对鸟类繁殖的影响

鸟类繁殖是指鸟类繁衍后代的一系列过程，包括筑巢、产卵、孵卵和育雏等环节。本项目建成后，运营区域位于海上，不占用和影响鸟类的繁殖地，没有鸟类在此繁殖，对鸟类繁殖没有影响。

#### 4.3.5.3 对鸟类资源影响综合评估结论



本项目光伏电场和海缆的施工未占用鸟类繁殖地,对邻近鸟类的繁殖没有影响。海缆铺设和登陆会占用部分滩涂,对部分鸟类的觅食可能有短期影响,但填埋结束后,生境会恢复原貌,不会造成长期影响。

项目建成后对鸟类迁徙的影响微乎其微,但不能完全排除部分鸟类,尤其是雁鸭类误把太阳能电池板当做水面降落时产生的撞击风险,建议在漂浮设备四周增加明显标识物,同时在太阳能电池板连接处增加醒目的彩色贴条,打断颜色的整体连续性,对附近飞行的鸟类起到提示的作用,使鸟类在飞行中能及时分辨,避免误撞。

综上,虽然本项目所在区域位于东亚—澳大利西亚候鸟迁徙路线上且距离昌黎黄金海岸国家级自然保护区较近,鸟类多样性较高,但项目仅对部分海洋性鸟类的觅食有所影响,对鸟类的繁殖无影响,对鸟类的迁徙行为无明确影响。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。

## 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

社会经济概况引用 2023 年 4 月秦皇岛市统计局发布的《秦皇岛市 2022 年国民经济和社会发展统计公报》。

##### 一、综合

初步核算,全市生产总值 1909.52 亿元,按不变价格计算,比上年增长 3.5%。其中,第一产业增加值 252.17 亿元,比上年增长 3.8%;第二产业增加值 681.45 亿元,增长 5.3%;第三产业增加值 975.90 亿元,增长 2.2%。三次产业比例为 13.2: 35.7: 51.1。全市人均生产总值为 61277 元,比上年增长 4.2%。

##### 二、农业

全年粮食播种面积 130552 公顷,比上年增长 0.7%。粮食总产量 77.02 万吨,比上年增加 1.02 万吨,增长 1.3%。其中,夏粮产量 9.10 万吨,增长 0.4%;秋粮产量 67.91 万吨,增长 1.5%。

### 三、工业和建筑业

全部工业增加值 588.07 亿元，比上年增长 6.4%，其中规模以上工业增加值增长 6.5%。在规模以上工业中，分经济类型看，国有控股企业增加值增长 1.7%，集体企业增长 6.5%，股份制企业增长 7.8%，外商及港澳台企业下降 0.8%。分门类看，采矿业增加值下降 1.7%，制造业增长 7.0%，电力、热力、燃气及水生产和供应业增长 4.5%。分企业规模看，大型企业增加值增长 10.5%，中型企业增长 4.4%，小型企业下降 2.9%。

### 四、服务业

全年批发和零售业增加值 110.64 亿元，比上年增长 1.4%；交通运输、仓储和邮政业增加值 212.29 亿元，下降 2.3%；住宿和餐饮业增加值 29.22 亿元，下降 11.6%；金融业增加值 98.24 亿元，增长 9.5%；房地产业增加值 92.05 亿元，下降 1.3%；其他服务业增加值 395.69 亿元，增长 5.1%。全年规模以上服务业企业营业收入比上年下降 4.3%，利润总额下降 13.2%。

### 五、国内贸易

全年社会消费品零售总额实现 597.25 亿元，比上年增长 0.8%。按经营单位所在地统计，城镇消费品零售额完成 475.88 亿元，增长 1.5%；乡村消费品零售额完成 121.37 亿元，下降 1.7%。

### 六、固定资产投资

全年固定资产投资(不含农户)比上年增长 8.1%。其中，建设项目投资增长 12.8%，房地产开发投资与上年持平。分产业看，第一产业投资增长 40.7%；第二产业投资增长 12.7%，其中工业投资增长 12.6%，工业技改投资增长 6.7%；第三产业投资增长 5.0%，其中，交通运输、仓储和邮政业增长 23.1%，信息传输、软件和信息技术服务业增长 22.7%。民间固定资产投资增长 10.7%。

### 七、对外经济

全年进出口总值完成 453.21 亿元，比上年增长 13.0%。其中，出口总值 275.80 亿元，增长 17.1%；进口总值 177.41 亿元，增长 7.0%。实际使用外资 9209 万美元，增长 33.2%。

### 八、财政和金融

全年全部财政收入 272.35 亿元，比上年下降 10.3%。一般公共预算收入 171.88

亿元，下降 0.2%，扣除留抵退税因素后增长 5.2%。其中，税收收入 81.09 亿元，下降 24.6%，扣除留抵退税因素后下降 15.2%。全部财政支出 407.48 亿元，增长 0.3%，其中一般公共预算支出 316.11 亿元，增长 1.7%。

#### 九、居民收入消费和社会保障

全市居民人均可支配收入 32285 元，比上年增长 5.0%。按常住地分，城镇居民人均可支配收入 44142 元，增长 3.7%；农村居民人均可支配收入 18879 元，增长 6.1%。城乡居民收入比值为 2.34，比上年缩小 0.05。全市居民人均生活消费支出为 22269 元，增长 4.7%。按常住地分，城镇居民人均生活消费支出 28400 元，增长 3.6%；农村居民人均消费支出 15337 元，增长 5.4%。居民恩格尔系数为 31.9%，比上年上升 2.6 个百分点。其中，城镇为 29.9%，农村为 36.1%。

#### 十、科学技术与教育

全年组织实施科技计划项目 45 项，有 15 个项目获得省级科技进步奖励；成交技术合同 1455 项，成交额 76.15 亿元。全市新增高新技术企业 34 家，总数达到 388 家，新认定的科技型中小企业 205 家，总数达到 3848 家。新建市级以上工程技术研究中心(重点实验室)20 家，年末建有省级产业技术研究院 10 家，市级以上工程技术研究中心(重点实验室)325 家。全市拥有科技企业孵化器 7 家(其中国家级 5 家、省级 2 家)，拥有国家大学科技园 1 家，拥有众创空间 17 家(其中国家级 3 家、省级 6 家)，拥有国家级星创天地 2 家、省级星创天地 31 家。

#### 十一、文化旅游、卫生健康和体育

年末全市有博物馆 8 个，公共图书馆 8 个；群众艺术馆、文化馆 8 个，文化站 101 个，完善提升村、社区文化广场(文化活动场所)150 个。有线电视用户 103.74 万户。年末广播节目综合人口覆盖率 100%，电视节目综合人口覆盖率 100%。

全年共接待国内游客 1885.78 万人次，国内旅游收入 163.37 亿元。

年末全市共有医疗卫生机构 4018 个，其中，医院 85 个，乡镇卫生院 75 个，社区卫生服务中心(站)130 个，妇幼保健院(所、站)8 个。

全市共有体育场地 11844 个，体育系统举办运动会 32 次，参加运动会人数 3.25 万人。运动员在省级以上体育系统各类比赛中，获金牌 46 枚，银牌 37 枚，铜牌 52 枚。少年儿童业余体校 5 个，在校生 3875 人。

#### 十二、资源、环境和应急管理

全市完成营造林面积 18787 公顷，其中：人工造林面积 3707 公顷，新封山(沙)育林面积 6067 公顷，退化林修复面积 2067 公顷，森林抚育面积 6947 公顷。

全年全社会能源消费量为 1638.31 万吨标准煤，比上年下降 1.6%；单位 GDP 能耗比上年下降 4.9%。其中，规模以上工业企业能源消费量(当量值)为 1139.76 万吨标准煤，下降 3.3%。

全年共发生各类生产伤亡事故 42 起，比上年减少 10 起。事故死亡人数 43 人，比上年减少 11 人。

### 5.1.2 海域使用现状

本项目论证范围内的主要开发利用情况包括：保护区、围海养殖用海、开放式养殖用海、习惯性航道用海和电力工业用海等。本项目论证范围内共涉及到 538 宗权属，其中开放式养殖用海 486 宗，围海养殖用海 34 宗，旅游基础设施 4 宗，电力工业用海 14 宗。

本项目论证范围内的海域开发利用现状见下图。

图 5.1-1 论证范围内海域开发利用现状图

### 5.1.2.1 保护区

本项目论证范围内主要有昌黎黄金海岸国家级自然保护区和昌黎海域国家级水产种质资源保护区。

#### (1) 昌黎黄金海岸国家级自然保护区

昌黎黄金海岸国家级自然保护区位于河北省秦皇岛市昌黎县东北部沿海，地理坐标为东经 119° 37'，北纬 39° 37'-39° 32'，属暖温带半湿润大陆季风气候，总面积  $3 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。主要保护对象为沙丘、沙堤、泻湖、林带和海洋生物等构成的沙质海岸自然景观和沿岸海洋生态系统。1990 年 9 月，经国务院批准建立国家级自然保护区。保护区海滨因受风、潮汐、海流及河流的作用，形成了长 30m，宽 4m 的沙带和沿海数道沙堤、泻湖等沿海沉积地貌。海滨沿线内侧 800 米宽的林带中有连绵不断的高 20~40m 的沙丘，最高处达 44m，为全国海岸沙丘最高峰。不仅在中国罕见，世界亦少见，对研究海陆变迁、海洋动力作用具有重要的科学价值。被动物分类学家誉为“活化石”的文昌鱼在本区浅海 10~12m 等深线附近栖息密度达到 1035 尾/ $\text{m}^2$ ，是目前我国文昌鱼分布密度最高的地区之一。

#### (2) 昌黎海域国家级水产种质资源保护区

昌黎海域国家级水产种质资源保护区位于开放式养殖区海域。中国的水产种质资源保护区，是指为保护和合理利用水产种质资源及其生存环境，在保护对象的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等主要生长繁育区域依法划出一定面积的水域滩涂和必要的土地，予以特殊保护和管理的区域。昌黎海域国家级水产种质资源保护区是在国内、国际有重大影响，具有重要经济价值、遗传育种价值或特殊生态保护和科研价值，保护对象为重要的、洄游性的共用水产种质资源或保护对象分布区域跨省(自治区、直辖市)际行政区划或海域管辖权限的，经国务院或农业部批准并公布的水产种质资源保护区。

### 5.1.2.2 养殖区域

本项目论证范围内养殖用海活动较为密集，项目东侧和北侧主要为秦皇岛市昌黎县的开放式养殖区域，项目南侧为唐山市乐亭县开放式养殖区域。项目光伏场区占用的养殖区主要包括朱振利开放式养殖用海区域、赵景成开放式养殖用海区域、赵福全开放式养殖用海区域、马永生开放式养殖用海区域和齐超开放式养

殖用海区域。

### 5.1.2.3 航道

本项目论证范围内主要有滦河口渔船的习惯性航道。

项目周边养殖区较密集，渔船来往频繁，滦河口区域现有滦河口渔船习惯性航道，供养殖区域的渔船作业使用。

### 5.1.3 海域使用权属

本项目周边主要为渔业用海中的开放式养殖用海，项目光伏场区占用的权属包括朱振利开放式养殖用海区域、赵景成开放式养殖用海区域、赵福全开放式养殖用海区域、马永生开放式养殖用海区域和齐超开放式养殖用海区域。

相邻的已确权用海项目的权属情况见以下图表。

表 5.1-1 本项目相邻的海域权属现状一览表

序号	项目名称	使用人	批准机关	期限	用海类型	用海方式	面积(公顷)
1	开放式养殖用海	朱振利	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	64.6900
2	开放式养殖用海	赵景成	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	33.4500
3	开放式养殖用海	赵福全	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	3.8800
4	开放式养殖用海	赵福全	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	3.8800
5	开放式养殖用海	马永生	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	40.0400
6	开放式养殖用海	齐超	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	33.3400
7	开放式养殖用海	郭军	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	7.9400
8	开放式养殖用海	秦皇岛润海水产有限公司	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	100.7300
9	开放式养殖用海	刘东元	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	11.3200
10	开放式养殖用海	王吉民	昌黎县人民政府	2022-01-01 至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	11.3200

图 5.1-2 项目周边权属现状图

## 5.2 项目用海对海域开发活动的影响

### 5.2.1 对周边保护区的影响分析

本项目周边的保护区主要有昌黎黄金海岸国家级自然保护区和昌黎海域国家级水产种质资源保护区。

#### 5.2.1.1 昌黎黄金海岸国家级自然保护区

昌黎黄金海岸国家级自然保护区主要保护对象为沙丘、沙堤、泻湖、林带和海洋生物等构成的沙质海岸自然景观和沿岸海洋生态系统。

本项目西侧为昌黎黄金海岸国家级自然保护区的实验区，项目光伏电站不占用自然保护区，外输电缆需穿越自然保护区的实验区。根据《中华人民共和国自然保护区条例》第三十二条，在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。本项目在自然保护区实验区内只进行电缆敷设，采用埋地的敷设方式，运营期不排放污染物。

本项目光伏电站的工程基础为混凝土预制桩，采用锤击法向下打入，采用多组沉桩设备，沉桩作业采用定位平台配合吊打工艺进行沉桩，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，且位于底部，大部分会迅速沉降。电缆施工范围较小，仅限于电缆路径范围内，同时施工影响时间短暂，随着施工的结束，其影响也随之消失，施工悬浮泥沙对水质环境影响很小。本项目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，对于昌黎黄金海岸国家级自然保护区的影响较小。

运营期本身无污染物产生，仅定期对光伏板进行冲洗，光伏板清洗时产生少量废水，主要成分为灰尘、盐粒、鸟粪自然沉降物，不会对水质环境产生明显影响。光伏电缆敷设在地下，运营期只是用于电力运输，不会对自然保护区的主要保护对象产生不利影响。

因此，项目建设和运营对昌黎黄金海岸国家级自然保护区实验区影响较小。

#### 5.2.1.2 昌黎海域国家级水产种质资源保护区

昌黎海域国家级水产种质资源保护区总面积 11568 公顷，其中核心区面积 2393 公顷，实验区面积 9175 公顷。特别保护期为每年的 3 月 1 日-10 月 31 日。



保护区位于河北省昌黎县黄金海岸东南部海域，近岸点 11.5 海里，远岸点 18.5 海里。主要保护对象是三疣梭子蟹、花鲈和假睛东方鲀。

昌黎海域国家级水产种质资源保护区位于本项目东北侧，距离本项目最近距离约为 15.8km，本项目光伏场区不占用昌黎海域国家级水产种质资源保护区，根据数模结果，悬浮泥沙扩散的影响范围较小，不会扩散至昌黎海域国家级水产种质资源保护区。综上所述，本项目不会对昌黎海域国家级水产种质资源保护区产生不利影响。

### 5.2.2 对养殖活动的影响

本项目位于秦皇岛市昌黎海域，项目周边养殖活动均为开放式养殖，项目光伏场区用海会占用部分养殖区，同时项目施工期会产生悬浮泥沙，根据图 5.2-1 所示，项目施工作业产生的悬浮泥沙会影响到与本项目毗邻的开放式养殖区域。

当悬浮泥沙浓度升高时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物的光合作用，对悬浮物增量超过 10mg/L 海域范围内的浮游生物产生一定的影响，同时也会对游泳动物及底栖生物产生一定的影响，但施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响也将随之消失。

本项目运营期光伏板运营可以吸收太阳能，降低海水温度，使周边的水温更适宜养殖，运营期对于养殖具有正效益。

本项目光伏场区占用、悬浮泥沙扩散影响到的养殖区共有 10 宗，共涉及 9 个权属个人和 1 个权属单位。

表 5.2-1 本项目相邻的海域权属现状一览表

序号	项目名称	使用人	批准机关	期限	用海类型	用海方式	面积(公顷)	影响方式
1	开放式养殖用海	朱振利	昌黎县人民政府	2022-01-01至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	64.6900	占用
2	开放式养殖用海	赵景成	昌黎县人民政府	2022-01-01至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	33.4500	
3	开放式养殖用海	赵福全	昌黎县人民政府	2022-01-01至 2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	3.8800	

序号	项目名称	使用权人	批准机关	期限	用海类型	用海方式	面积(公顷)	影响方式
4	开放式养殖用海	赵福全	昌黎县人民政府	2022-01-01至2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	3.8800	悬浮泥沙扩散
5	开放式养殖用海	马永生	昌黎县人民政府	2022-01-01至2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	40.0400	
6	开放式养殖用海	齐超	昌黎县人民政府	2022-01-01至2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	33.3400	
7	开放式养殖用海	郭军	昌黎县人民政府	2022-01-01至2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	7.9400	
8	开放式养殖用海	秦皇岛润海水产有限公司	昌黎县人民政府	2022-01-01至2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	100.7300	
9	开放式养殖用海	刘东元	昌黎县人民政府	2022-01-01至2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	11.3200	
10	开放式养殖用海	王吉民	昌黎县人民政府	2022-01-01至2024-12-31	开放式养殖用海	开放式养殖	11.3200	

图 5.2-1 项目施工期悬浮泥沙扩散与养殖区的叠置图

### 5.2.3 对习惯性航道的影晌

本项目论证范围内主要有渤海湾习惯航路和滦河口渔船的习惯性航道。

本项目施工期需要占用较大水域，在施工作业期间，船舶不能从本项目水域航行。本项目涉水工程施工建设期间应处理好施工船舶与渔船的协调、避让关系工作。施工单位应科学划定施工作业保护区，施工船舶应严格控制在施工作业区内，禁止随意超出施工作业区施工，施工作业区应设置相应警示标示，供附近渔船识别。同时施工船舶作业时，应悬挂相应的号灯号型或设立警示标志，加强瞭望，与附近渔船保持密切联系。

本项目营运期间光伏板区及栈桥等应设置导助航及警示标志，便于渔船对本项目的有效识别及避让。营运期间，本项目进行维护的船艇均为小型船舶，其活动水域仅限场区内部，对周边的通航环境和通航安全的影响较小且相对固定。当维护船艇与附近水域船舶相遇时，应积极联系，协调避让。

## 5.3 利益相关者界定

### 5.3.1 利益相关者界定原则

#### (1) 利益相关者的定义

根据《海域使用论证技术导则》，利益相关者是指与本用海项目有一定利益关系的个人或组织群体。

#### (2) 利益相关者的界定原则

①由于项目用海使周边区域用海权属人的利益受到不同程度影响，所有受其影响的其他用海权属人均应列为该用海项目的利益相关者名录；

②利益相关者的界定范围应根据不同用海方式、用海面积等分析对自然环境条件的最大影响范围来确定；

③应明确利益相关者与项目用海之间的位置关系，对于确定的利益相关者及其类别应在海域开发利用现状图上明确标示。

通过对本项目周围用海现状的调查，分析项目用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，来界定本项目的利益相关者。

### 5.3.2 利益相关者

根据项目用海对周边开发活动的影响情况及利益相关者的界定原则，确定本项目的利益相关者为项目占用及施工悬浮泥沙扩散影响到的养殖用海区，主要包括 8 个权属个人和 1 个权属单位，8 个权属个人包括朱振利、赵景成、赵福全、马永生、齐超、郭军、刘东元和王吉民。1 个权属单位为秦皇岛润海水产有限公司。

本项目外输电缆管道涉及穿越围海养殖区域，围海养殖的生产单位和个人也列为本项目的利益相关者。

本项目光伏场区周边的光伏项目包括国华投资秦皇岛昌黎 500MW 海上光伏试点项目、国电电力昌黎 50 万千瓦海上光伏试点项目和河北华电昌黎 500MW 海上光伏试点项目，本项目施工期和运营期可能会对周边的项目产生影响，因此将其列为本项目利益相关者。

本项目利益相关者见下表。

表 5.3-1 利益相关者判定表

序号	利益相关者	项目名称	影响方式	是否为利益相关者
1	朱振利	开放式养殖用海	光伏电场占用	是
2	赵景成	开放式养殖用海	光伏电场占用	是
3	赵福全	开放式养殖用海	光伏电场占用	是
4	马永生	开放式养殖用海	光伏电场占用	是
5	齐超	开放式养殖用海	光伏电场占用	是
6	郭军	开放式养殖用海	施工期悬浮泥沙扩散可能会对该项目养殖活动造成影响	是
7	刘东元	开放式养殖用海	施工期悬浮泥沙扩散可能会对该项目养殖活动造成影响	是
8	王吉民	开放式养殖用海	施工期悬浮泥沙扩散可能会对该项目养殖活动造成影响	是
9	秦皇岛润海水产有限公司	开放式养殖用海	施工期悬浮泥沙扩散可能会对该项目养殖活动造成影响	是

序号	利益相关者	项目名称	影响方式	是否为利益相关者
10	围海养殖的生产单位和个人	围海养殖用海	外输电缆需穿越围海养殖区域	是
11	国华(赤城)风电有限公司	国华投资秦皇岛昌黎500MW海上光伏试点项目	施工和运营可能会对该项目产生影响	是
12	国电电力秦皇岛新能源开发有限公司	国电电力昌黎50万千瓦海上光伏试点项目	施工和运营可能会对该项目产生影响	是
13	河北华电冀北新能源有限公司	河北华电昌黎500MW海上光伏试点项目	施工和运营可能会对该项目产生影响	是

## 5.4 相关利益协调分析

### 5.4.1 与养殖用海区的协调分析

本项目光伏电场涉及占用现状已确权和未确权的养殖用海项目，施工期可能对项目周边的养殖用海项目产生影响。为了推进项目建设，建设单位需与以上使用权人进行协商并达成以下意见：

一、双方签订补偿合同，本项目建设单位对建设期和运营期对权属内海域活动收益造成的影响进行补偿，按照相关规定确定补偿数额，并支付补偿金。

二、项目穿越的权属人将配合本项目建设单位办理用海手续。

三、在双方生产经营过程中，需做好协商，以减少相互影响。若双方的生产经营活动给对方造成经济损失，则双方协商解决。

目前昌黎县人民政府已出具《昌黎县人民政府关于海上光伏发电项目立体分层设权有关事项的承诺书》，根据该承诺书，针对项目选址区域内的未确权海域，按照《河北省招标拍卖挂牌出让海域使用权管理办法》进行挂牌出让，用海方式为底播养殖，由昌黎县人民政府负责与竞得人沟通协商，同意以立体分层设权的方式开展海上光伏项目用海审批；针对项目选址区域内的已确权海域，昌黎县人民政府将积极与海域使用权人沟通协商，达成一致意见并经流转后，改变海域用途，将筏式养殖调整为底播养殖。同时，昌黎县人民政府将推动与流转后的海域使用权人达成一致意见，同意以立体分层设权方式开展海上光伏项目用海审批。

#### 5.4.2 与光伏项目用海区的协调分析

本项目光伏场区周边的光伏项目包括国华投资秦皇岛昌黎 500MW 海上光伏试点项目、国电电力昌黎 50 万千瓦海上光伏试点项目和河北华电昌黎 500MW 海上光伏试点项目。本项目施工期和运营期可能会对周边的项目产生影响，因此需与其他光伏项目用海单位进行协商，避免施工和运营维护期间相互产生不利影响。

#### 5.4.3 与保护区主管部门的协调分析

本项目光伏电场紧邻昌黎黄金海岸国家级自然保护区，海底电缆管道需穿越昌黎黄金海岸国家级自然保护区的实验区，需征求自然保护区主管部门的相关意见。

#### 5.4.4 与航道主管部门的协调分析

本项目光伏电场临近习惯性航道，光伏电场建设及外输电缆施工会对过往船只航行安全产生影响，航道上的商船、渔船及海上光伏之间存在水上交通安全风险，并可能影响海上雷达基站、甚高频船岸电台等航海保障设施正常效能。本项目需就通航问题征求海事部门的相关意见。

表 5.4-1 利益相关者协调现状

序号	利益相关者/协调部门	项目名称	协调方式	协调内容	协调状态
1	养殖户	开放式养殖用海	补偿协议	项目光伏电场及外输电缆涉及占用部分的养殖用海，施工悬浮泥沙扩散影响周边已确权的养殖用海，本项目建设单位在开工前，需与开放式养殖项目的使用权人进行沟通，协商好补偿事项	已取得《昌黎县人民政府关于海上光伏发电项目立体分层设权有关事项的承诺 书》
2	周边光伏项目海域使用权人	电力工业用海	取得同意意见	项目光伏电场相邻，施工和运营维护需进行协商	正在协商
3	昌黎黄金海岸国家级自然保护区主管部门	自然保护区	取得主管部门意见	项目光伏电场紧邻保护区，外输电缆需穿越自然保护区	正在协调

序号	利益相关者 /协调部门	项目名称	协调方式	协调内容	协调状态
4	海事部门	/	取得 主管 部门 意见	项目光伏电场及外输电缆施工 需就通航问题征求主管部门意 见	正在协调

## 5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

### 5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

项目拟用海域内无国防设施，项目所属海域没有军事机密或军事禁区，不涉及军事设施和军事训练区。本项目附近存在一处实弹射击安全管制区，为保障本项目实施顺利，建设单位已就该实弹射击安全管制区与军方进行了协调，军方基本同意项目选址和建设。

### 5.5.2 与国家海洋权益的协调性分析

海域是国家的资源，任何使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。本项目建设对国家权益不会产生影响。

## 6 国土空间规划符合性分析

《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》自然资发〔2023〕89号指出：“严格落实《全国国土空间规划纲要（2021—2035年）》和‘三区三线’划定成果，加快地方各级国土空间规划编制报批。在各级国土空间规划正式批准之前的过渡期，对省级国土空间规划已呈报国务院的省份，有批准权的人民政府自然资源主管部门已经组织审查通过的国土空间总体规划，可作为项目用地用海用岛组卷报批依据。”

因此，本项目分析与《河北省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》及秦皇岛市国土空间规划定位等相关规划的符合性。

### 6.1 所在海域国土空间规划分区基本情况

根据《秦皇岛市国土空间总体规划（2021-2035）》国土空间规划分区图，本项目位于渔业用海区和生态保护区，见图 6.1-1。

图 6.1-1 《秦皇岛市国土空间总体规划（2021-2035）》叠加图

### 6.2 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

根据《秦皇岛市国土空间总体规划（2021-2035）》国土空间规划分区图，本项目位于渔业用海区和生态保护区，用于建设光伏发电工程，用海类型为工业用海中的电力工业用海，申请用海面积为 398.1000hm<sup>2</sup>。

项目周边国土空间规划分区有游憩用海区，本项目建设不占用周边国土空间规划分区，项目建设过程涉及光伏板及桥架建设过程中桩基施工和海底电缆管道的敷设，桩基施工和电缆敷设开挖会产生悬浮泥沙，悬浮泥沙产生的影响随着施工期结束而消失，且施工期及运营期污染物质均不排海，不会对海洋环境造成影响。项目光伏厂区用海方式为透水构筑物，不改变海域自然属性、水深地形和海洋动力条件，海底电缆施工结束后对占用区域进行修复，不会对周边国土空间分区造成影响。

因此，本项目对周边国土空间规划分区不产生影响。



## 6.3 项目用海与国土空间规划的符合性分析

### 6.3.1 与《河北省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的符合性分析

《河北省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》对沿海地区生态修复区定位于河北东部沿海，涉及秦皇岛、唐山、沧州3市11个县（市、区）的海岸带、海岛和管辖海域，是环渤海生态防护带重要组成部分，面积1.40万平方千米，占全省国土总面积的7.14%，其中陆域0.68万平方千米，海域0.72万平方千米。

针对沿海地区生态修复区主要生态问题，《规划》指出“秦皇岛—唐山海岸带修复与生物多样性保护。以自然恢复为主、人工修复为辅的生态修复策略，实施秦皇岛-唐山海岸带修复与生物多样性保护工程，主要涉及秦皇岛市北戴河区、抚宁区、海港区、山海关区、昌黎县，唐山市曹妃甸区、乐亭县、滦南县等8个县（区）。加强曹妃甸龙岛、溯河河口等海域海草床生态系统保护和修复。推进河海联动统筹治理，加强河口和海湾整治修复，疏通石河口、洋河口、沙河口、双龙河、溯河、小青河等河口及其邻近海域湿地水系，实施退养还湿（海）、盐沼植被修复和鸟类栖息地修复工程。实施金沙湾及大蒲河河口、北戴河西海滩及黄金海岸侵蚀岸线等岸线岸滩整治修复，推进秦皇岛海堤、滦南南堡场等海堤生态化建设，筑牢陆海过渡绿色生态屏障。强化海岛生态治理，推动石河南岛、祥云岛海岛生态修复，治理修复侵蚀退化海岛，构建生态岸线。重点开展曹妃甸退养还湿、潮间带底质清淤和受损岸线修复，改善海域生态环境和景观。**推进滦河口-北戴河海域生物多样性的长期监测监控，加强水产种质资源及生物多样性保护，建立健全海洋生物多样性监测评估网络体系。**加强浅海生态养护，实施滦南湿地等生物栖息地保护修复，强化外来物种入侵调查监测预警。开展秦皇岛赤潮监测预警和应急处置能力建设，有效降低灾害影响范围。开展土地综合整治，优化乡村用地结构布局，改善人居环境。”

**符合性分析：**本项目为海上光伏项目，位于滦河口北侧，项目不在种质资源保护区，不会对其产生不利影响；项目用海设有环境监测方案，定期对养殖区海域生态、渔业资源等进行跟踪监测，监测海域的生物多样性，因此，项目用海符合《河北省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》要求。

图 6.3-1 项目位置与河北省国土空间生态修复重点工程叠加图

### 6.3.2 与《秦皇岛市国土空间总体规划（2021-2035）》（征求意见稿）的符合性分析

根据《秦皇岛市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（征求意见稿），本项目位于渔业用海区和生态保护区，项目为海上光伏项目，用海类型为工业用海中的电力工业用海。

项目用海包括光伏厂区和海底电缆管道。其中光伏厂区选址位于昌黎县养殖区内，根据《昌黎县开放式养殖区海域使用论证报告书（报批稿）》，昌黎县养殖区 0~5m 等深线以内进行底播养殖，在 5~18m 进行筏式养殖，本项目光伏厂区所在海域水深为 \*m，光伏板下方预留养殖和捕捞空间，项目光伏板建设可以吸收太阳能，降低海水温度，使周边的水温更适宜养殖，运营期对于底播养殖具有正效益；海上光伏项目与占用的养殖用海区中的筏式养殖存在冲突，在与渔民协调完成权属问题的前提下，项目用海不影响所在海域主体功能的发挥。

海底电缆管道位于生态保护区，电缆施工范围较小，同时施工影响时间短暂，随着施工的结束，其影响也随之消失。施工悬浮泥沙对水质环境影响很小，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，不会影响该保护区。运营期本身无污染物产生，不会对生态保护区产生不利影响。

因此，本项目符合《秦皇岛市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（征求意见稿）。

### 6.3.3 与三区三线划定成果符合性分析

根据国土空间规划，三区是指城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的国土空间。其中，城镇空间是指以承载城镇经济、社会、政治、文化、生态等要素为主的功能空间；农业空间是指以农业生产、农村生活为主的功能空间；生态空间是指以提供生态系统服务或生态产品为主的功能空间。三线分别对应城镇空间、农业空间、生态空间划定的城镇开发边界、永久基本农田、生态保护红线三条控制线。其中，生态保护红线是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能，必须强制性严格保护的陆域、水域、海域等区域。永久基本农田是指按照一定时

期人口和经济社会发展对农产品的需求，依据国土空间规划确定的不能擅自占用或改变用途的耕地。城镇开发边界是指在一定时期内因城镇发展需要，可以集中进行城镇开发建设，重点完善城镇功能的区域边界，设计城市、建制镇以及各类开发区等。

根据《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89号）：“严格落实《全国国土空间规划纲要(2021-2035年)》和“三区三线”划定成果，加快地方各级国土空间规划编制报批。在各级国土空间规划正式批准之前的过渡期，对省级国土空间规划已呈报国务院的省份，有批准权的人民政府自然资源主管部门已经组织审查通过的国土空间总体规划，可作为项目用地用海用岛组卷报批依据。”

按照《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地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207号）及省市主管部门要求，秦皇岛市“三区三线”划定成果已正式启用，并作为秦皇岛市用海报批依据。

根据项目位置与“三区三线”划定成果叠加图，项目用海包括光伏厂区和海底电缆，光伏厂区均不在生态保护红线范围内，海底电缆管道均位于河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区中，属于重要滩涂及浅海水域。

根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）：“（一）规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。

……

**6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。”**

本项目光伏厂区位于海域范围内，升压站位于海岸线向陆一侧，由于生态保护红线位于两者之间，海底电缆管道穿越生态保护红线是必须且无法避让的；并

且项目建设满足《秦皇岛市国土空间总体规划（2021-2035年）》（征求意见稿）。因此，本项目属于“必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施”，并且电缆采用海缆直埋敷设方案，施工范围较小，工程电缆沟开挖选在落潮时露滩施工，采用两栖挖掘机进行，基本无悬浮物影响，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，不会影响该保护区。运营期零排放，不会对生态功能不造成破坏的。

因此，项目建设符合秦皇岛市“三区三线”划定成果的相关管控要求。

图 6.3-2 项目位置与“三区三线”划定成果叠加图

## 7 项目用海合理性分析

### 7.1 用海选址合理性分析

#### 7.1.1 区位和社会条件适宜性

中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目已被列入“河北省重点建设管理领导小组办公室关于印发 2023 年第三批申请国家建设用地保障省重大项目名单的通知”，为秦皇岛市海上光伏重点项目之一，并且已取得相关行业主管部门审查通过。

本项目位于河北省秦皇岛市昌黎县海域，项目区选址位于昌黎县养殖区内，海上光伏电站与养殖融合发展，光伏电站建成后，其遮光性对初级生产力和养殖物种密度的影响较小，可以开展光伏电站海域的毛蚶底播养殖与扇贝串耳吊养，形成“上可发电、下可养殖”的有机结合。养殖活动对海域生态环境影响影响较低，且能够形成一定的社会效益，构建“海上光伏+海洋牧场”生态发展新模式，为海洋空间高效利用、海洋资源综合开发提供新的可行方案，助力海洋经济绿色可持续发展。

本工程的水、电等均可由工程周边水电等市政管网接入，工程用钢材、木材、油料、砂料、涂料等可从工程周边区域的建材市场采购，通过公路运输，以及水路运至现场。

可见，从交通状况、区位条件、基础设施等条件来看，项目选址与区位、社会条件相适宜。

#### 7.1.2 自然资源和海洋生态适宜性

##### (1) 太阳能资源

项目区域太阳总辐射年总量  $1467.7\text{kWh/m}^2$ ，属于太阳能资源很丰富区域，稳定度  $R_w=0.376$ ，太阳能资源稳定；直射比  $0.502$ ，属于直接辐射较多区域，根据《太阳能资源等级总辐射》(GBT31155-2014)，项目区域太阳能资源具有较好的开发价值。

##### (2) 工程地质条件

根据附近工程项目资料，工程区无活动性断层通过，根据场地环境条件、各

土层分布、埋深及工程性能,结合光伏阵列的载荷要求,建议采用混凝土预制桩。但需考虑沉桩对周边养殖的影响,建议选择合适的施工措施。

### (3) 水质及生态环境条件

项目区所处海域海水水质呈富营养化状态。光伏电站是绿色环保的新型可再生能源项目,运营期不产生任何废水,仅施工期桩基施工造成短期局部悬浮泥沙浓度增加,对海水水质影响较小。

周边海域附近生物量较小,方案采用透水构筑物用海方式,仅桩基直接占用少量滩涂资源,底栖生物和潮间带生物量损失较小;施工期悬浮泥沙影响范围和程度也较小,浮游生物量损失不大。

总体而言,项目选址与区域自然资源、环境条件基本适宜

### 7.1.3 与周边其他用海活动适宜性

项目周边养殖活动均为开放式养殖,项目施工期会产生悬浮泥沙,会扩散到项目周边的养殖区范围内,因此施工期会对周边养殖区造成一定的影响。运营期光伏板建设可以吸收太阳能,降低海水温度,使周边的水文更适宜养殖,运营期对于养殖具有正效益。项目施工期距离风电机组较远,不会影响风电场的运营情况,项目平面布置均避开叶轮阴影,风机对本项目发电的影响也较小。项目电缆架空后不会与现有的塔架电线相交,亦不会对风电机器的稳定运营造成影响。因此确定本项目的利益相关者为悬沙扩散范围内养殖活动的业主,本项目的开发利用活动都是可协调的。

项目用海选址于秦皇岛市滦河口东北侧海域,建设本光伏电站,将会促进当地相关产业(如建材、交通)的发展,对扩大就业和发展第三产业将起到积极作用,从而带动和促进当地国民经济的发展和社会进步。随着光伏电站的相继开发,光伏将成为当地的又一大产业,为地方开辟新的经济增长点,对拉动地方经济的发展,加快实现小康将起到积极作用。项目采用透水构筑物用海方式,光伏板下方预留养殖或捕捞空间,充分利用了海域多层空间,实现渔光互补促进了海洋光伏发电与海洋渔业的有机融合方案;用海选址有利于海洋产业协调发展。

### 7.1.4 小结

本项目选址区域社会经济条件优越,区位优势明显,各种外部协作条件完善,项目选址区位与社会条件适宜;拟申请海域太阳能资源丰富,潮流流速较弱,工

程地质条件良好，能够满足本项目的建设及运营，同时项目施工及营运不会对项目及周边海域水质及生态环境产生较大的影响，项目选址自然条件和生态环境适宜；拟申请海域周边多为养殖活动，可协调性较好，项目用海与周边用海活动相适应。

综合以上分析结果，从选址区域社会条件、自然资源和海洋生态条件、周边其他用海活动等角度看，本项目选址是合理的。

## 7.2 用海面布置合理性分析

### 7.2.1 平面布置方案比选

#### 7.2.1.1 项目组成单元及布置原则

##### 1、组成单元

本项目共 32 个光伏发电单元，其中 30 个 9.6MW 光伏发电单元，2 个 6MW 光伏发电单元，每个发电单元包括光伏阵列、组串式逆变器、交流汇流箱及 1 台箱式变压器。场内集电线路为 4 回三芯，每回集电线路连接 8 台箱变，场区内电缆通过光伏单元支架的桥架走线。

##### 2、平面布置原则

- (1) 符合当地的整体规划要求；
- (2) 不压覆矿产资源，不占用军事设施、文物保护区；
- (3) 项目所在地的太阳能资源条件丰富，避免选择存在大范围阴影遮挡的平面布置；
- (4) 具有良好的水文地质、接入电网、交通运输和施工等建设条件；
- (5) 光伏阵列布置保证检修船舶操作安全方便；
- (6) 符合环境和生态保护的要求；
- (7) 满足集约节约用海原则。

#### 7.2.1.2 平面布置方案

本项目采用 580Wp 光伏组件 624000 块，组件尺寸为 2278 mm×1134 mm×30 mm；每 26 块光伏组件采用纵二布置串联成一个光伏组件串，每 24 个光伏组件串接入一台 300kW 组串式逆变器，每 30 个组串式逆变器接入一台 9.6MVA 箱变升压到 66kV，构成一个 9.6MW 光伏发电单元；每 20 个组串式逆变器接入一台 6MVA 箱变升压到 66kV，构成一个 6MW 光伏发电单元。本项目共 32 个光

光伏发电单元，其中 30 个 9.6MW 光伏发电单元，2 个 6MW 光伏发电单元，装机容量为 361.92MWp，交流侧额定容量为 300MW，容配比为 1.2064。

光伏阵列方位角确定为  $0^\circ$ ，固定式支架桩基基础倾角为  $15^\circ$ ，光伏组件串垂直投影宽度为 4.652m，南北的间距 5m。发电单元间布置检修通道，通道宽度 20m。逆变器安装在光伏支架上或浮体上，箱变布置在每个光伏发电单元中心区域，以减小电缆量和线损，电缆桥架尽量岩并预留检修通道边设置，方便电缆敷设及检修。

## 7.2.2 平面布置合理性

### (1) 光伏阵列安装方式合理性分析

对于光伏组件，不同的安装角度接受的太阳光辐射量是不同的，发出的电量也就不同。安装支架不但要起到支撑和固定光伏组件的作用，还要使光伏组件在特定的时间以特定的角度对准太阳，最大限度的利用太阳光发电。目前常用的安装方式主要为固定式支架、平单轴跟踪支架、柔性支架等。

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

### (2) 光伏阵列倾角合理性

本项目光伏阵列采用  $15^\circ$  倾角进行安装，可以降低系统在运行过程中由于前后排阵列阴影遮挡对发电量的影响，同时也未考虑到项目经济性，采用固定式支架桩基基础较好的倾角为  $15^\circ$  更合理。

### (3) 光伏方阵间距合理性

光伏方阵间距取 5m 合适，是综合考虑场区地势以及便于施工、检修等因素的结果。

本项目作为海上光伏项目，利用养殖区进行光伏阵列布置，将光伏发电与养殖同时进行，可有效地利用该海域的自然资源，体现了集约、节约的用海原则；光伏场区布置在养殖区，改变以往依赖农渔业开发利用的经济结构，充分利用当地太阳能等潜在优势，逐步提高科技含量，增进经济效益，实现地区经济可持续发展；将升压站布置于陆域，可减少海域的使用。

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



满足 300MW 光伏发电的需求。

综上所述，本项目总平面布置是合理的。

### 7.3 用海方式合理性分析

本项目太阳能光伏板发电装置的用海方式为“构筑物”中的“透水构筑物”，66kV 海缆的用海方式为“其它方式”中的“海底电缆管道”。符合《围填海管控办法》等文件的严控围填海的政策要求，有利于滩涂资源的生态化利用。

透水构筑物为下部架空结构，仅桩基对潮流产生阻挡，对水文动力环境和冲淤环境影响较小。水动力和冲淤变化仅局限于方案用海区周边海域且变化幅度较小，透水构筑物用海方式能够最大程度的减小水文动力和冲淤环境的影响。

透水构筑物用海方式除桩基直接占用部分滩涂空间资源外，整体上不改变海域自然属性，引起的底栖生物和潮间带生物量永久损失较小，施工和悬浮泥沙引起的潮间带生物量及浮游生物一次性损失量也较小且施工期结束后均可基本恢复，透水构筑物用海方式有利于区域海洋生态系统。

海底电缆管道用海方式，不进行填海造地、构筑物建设，对所在海域和周边海域的水动力环境、冲淤环境、生物栖息环境没有影响。因此，项目用海方式对生态、水文环境没有影响。

通过上述分析可知，方案采用透水构筑物和海底电缆管道的用海方式是合理的。

### 7.4 占用岸线合理性分析

本项目 66kV 海缆占用岸线 22.1 米，岸线类型为人工岸线。

本项目为海上光伏发电项目，光伏组件阵列位于海域范围内，升压站位于海岸线向陆一侧，项目建设海缆需通过定向钻的施工方式下穿海堤登陆，因此，项目用海穿越海岸线是必要的。为尽可能降低对海岸线的占用情况，本项目光伏场区外输线路埋设于海底，仅在线路登陆点处采用定向钻施工工艺穿越海岸线敷设。本项目共 4 回海底电缆，每回海缆登陆点处间距为 2m，最外缘海缆再单侧外扩 10m 为用海，因此海缆穿越海岸线长度约为 22.1m，项目占用海岸线长度合理，不宜减小。

## 7.5 用海面积合理性分析

### 7.5.1 用海面积合理性

#### 7.5.1.1 用海需求分析

随着秦皇岛市的发展，用电量需求也不断增加，因此需要增加发电设备。

##### (1) 光伏板面积合理性分析

本项目建设发电设备，需要 580Wp 光伏组件 624000 块，组成 32 个光伏发电单元，其中 30 个 9.6MW 光伏发电单元，2 个 6MW 光伏发电单元，装机容量为 361.92MWp，交流侧额定容量为 300MW，容配比为 1.2064。光伏阵列方位角确定为  $0^{\circ}$ ，固定式支架桩基基础倾角为  $15^{\circ}$ ，光伏组件串垂直投影宽度为 4.652m，南北的间距 5m。为保证光伏组件的影子互不影响，即对阵列输出没有影响，在最大限度的保证输出效率的同时，最少的占用海域面积，满足了项目集约节约用海要求。

##### (2) 66kv 海缆面积合理性分析

本项目海缆登陆点位于秦皇岛市昌黎县王家铺村北约 800 米处的海陆缆转换点附近，海上光伏区通过 4 回三芯 66kV 交流海底电缆登陆至黎县大滩村东约 300 米处的集控中心，依据《电力工程电缆敷设规范》要求低压交流电缆、高压交流电缆需分别单独沿桥架敷设，本项目电缆布设在满足规范、减小电缆压降的前提下，考虑线路最短的原则，满足了项目集约节约用海要求，66kv 海缆用海面积合理。

因此，本项目用海面积合理。

#### 7.5.1.2 项目用海面积减少的可能性分析

本项目光伏发电设备设计及布置根据《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）进行，光伏阵列个数能够满足项目容量需求，在最大限度的保证输出效率的同时，对光伏设备进行了合理的布置，最少的占用了海域面积；电缆及电缆桥架的敷设，在满足《电力工程电缆敷设规范》要求的前提下，考虑线路最短的原则，最少占用海域面积。

因此，本项目用海面积是根据本项目的实际需求和工程区域陆域资源现状确定的，用海面积也符合相关设计规范，用海面积是合理的，不能再进行删减。

## 7.5.2 用海面积量算合理性

### 7.5.2.1 界址线确定原则

本项目用海方式为透水构筑物 and 海底电缆管道。根据《海籍调查规范》，各用海方式界址线的确定原则如下：

#### (1) 透水构筑物

透水构筑物用海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。

#### (2) 海底电缆管道

以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界。

#### (3) 特殊情况处理——相邻开放式用海的分割

当本宗海界定的开放式用海与相邻宗海的开放式用海范围相重叠时，对重叠部分的海域，应在双方协商基础上，依据间距、用海面积等因素进行比例分割。

### 7.5.2.2 本项目界址线的确定

本项目宗海界址线的确定是基于设计单位提供的工程总平面布置图、项目周边用海活动宗海界址图，并结合光伏发电设备、升压变设备及电缆结构断面图等相关图件，按照《海籍调查规范》规定的界定方法确定。

光伏场区以设计的光伏场区外边界外扩 10m 保护带为界；海缆西侧以新修测海岸线为界，南侧以电缆线向南侧外扩 10m 保护带为界，为遵循集约节约用海原则，北侧与国华投资秦皇岛昌黎 500MW 海上光伏试点项目拟铺设 66kV 海缆间隔 1m 并行铺设。

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009) 及本项目建设的要求，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° E。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<sup>2</sup>)，x<sub>i</sub>、y<sub>i</sub> 为第 i 个界址点坐标 (m)。

根据《海籍调查规范》的要求计算，本项目申请用海面积为 398.1000hm<sup>2</sup>。其中，光伏场区用海单元总面积 388.4946hm<sup>2</sup>，海底电缆用海单元总面积 9.6054hm<sup>2</sup>。

### 7.5.3 宗海图绘制

根据以上论证分析结论，本项目用海面积合理，最后给出本项目应申请的宗海位置和宗海界址。

根据《海籍调查规范》的相关要求：

平面控制：\*；

高程基准：\*；

深度基准：\*；

投影方式：\*；

中央子午线：\*E。

本项目依据《海籍调查规范》中宗海界址界定的有关规定，以建设单位提供的工程总平面布置图为底图，经海籍调查测得的界址坐标、数字化地形图等作为宗海图界址图绘制的基础数据在 ArcGIS 界面下，形成有地形图、项目用海布置图等为底图，以用海界线形成不同颜色区分的用海区域。同时采用海图作为宗海图位置图的底图，并填上《海籍调查规范》上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。本工程宗海位置图如图 7.5-1 所示，各用海单元宗海界址如图 7.5-2 所示。

因此，宗海图绘制符合《海籍调查规范》。

图 7.5-1 宗海位置图

图 7.5-2 宗海界址图

## 7.6 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，为电力工业用海，属于建设工程用海，依照《中华人民共和国海域使用管理法》中的海域使用权最高期限规定，用海期限最高为 50 年。鉴于本项目拟选用的光伏支架结构设计使用年限 25 年，施工期 1 年。因此，本项目申请用海年限为 26 年是合理的。

## 8 生态用海对策措施

### 8.1 生态用海对策

#### 8.1.1 生态保护对策

##### 8.1.1.1 海洋行政主管部门加强监管

实施海域使用监控与管理旨在实现海域资源的合理开发利用，维护海域国家所有权和海域使用权人的合法权力，建立“有序、有度、有偿”的海域使用新秩序，实现海洋生态环境和海域资源的可持续利用。

##### (1) 海域使用面积跟踪和监控

建设单位要确实按照批准的用海面积使用海域，并接受海洋行政主管部门对所使用的海域面积进行跟踪和监控，严禁超范围用海和随意改变用海活动范围。制订具体的海域使用监控计划，纳入海域使用动态监测管理系统进行管理。

##### (2) 海域使用用途的跟踪和监控

建设单位不得擅自改变经批准的海域用途，确需改变的，应当在符合国土空间规划的前提下，报原批准用海的人民政府批准。海洋行政主管部门应对本养殖区海域使用的性质进行监督检查。

(3) 海域使用期限的管理建设单位应严格遵守海域使用期限并接受海洋主管部门的监督管理。

##### 8.1.1.2 加强环保设施检查和污染物控制

###### 1. 施工期

##### (1) 大气的环境影响分析及防治措施

本项目材料运输过程中可能会产生扬尘、施工过程中通过加强运输管理和洒水抑尘等措施减少对项目建设对大气环境的影响。项目施工期严格按照环保要求施工。运营期本项目不会对大气环境产生影响。

##### (2) 噪声的环境影响分析及防治措施

建筑噪声是施工工地最为严重的污染因素。本项目施工机械噪声为主，主要是装卸材料碰击及以及桩基打桩过程中产生的噪声。

新建工程噪声控制设计按《工业企业噪声控制设计规范》(GB50087-2013)进行，为减少噪声对外界环境的影响，主要采取以下控制措施：

1) 施工期选用低噪声设备。

2) 合理安排施工时间，施工机械在不运作的情况下关闭机械开关

本工程将通过上述减噪措施保证厂界噪声达到标准。

### (3) 污水排放与控制

本项目施工过程中施工人员产生的生活污水、施工产生的生产废水、固体废弃物均统一收集处理，不排海。

## 2. 运营期

### (1) 废气对环境空气的影响

该项目电池组件支架采用镀锌处理，不需要定期防腐，该项目运营过程无废气产生。

### (2) 废水对环境的影响

#### 1) 清洗废水

光伏组件曝露于室外环境中，长时间会积累一定数量的灰尘，降低光伏电池的工作效率。因此，应当经常清除灰尘，保持方阵表面的干净，以免影响发电量。根据当地气候和风沙情况，本工程太阳能电池板采用人工清洗，污水不再回收，清洗用水量定额取  $10\text{m}^3/\text{MW}$ ，则每次清洗用水量约为  $1000\text{m}^3$ ，按春夏秋每月清洗一次，冬季采用人工擦洗的方式，则每年清洗约 9 次，计算得年用水量约为  $9000\text{m}^3$ 。

#### 2) 生活污水

光伏发电在电能产生过程中不需要水资源，电站在运行期仅需要少量人员不定时进行现场运行维护与检查；因此，项目产生的生活污水量很小，不会对海洋环境产生影响。

### (3) 噪声

光伏发电在运营期均不会有明显的噪声产生，且项目周边也没有声环境敏感区，因此项目运营期不会对声环境产生影响。

### (4) 固体废物

#### 1) 生产固废

生产固废主要为年产生损坏光伏组件，全部由光伏组件厂家更换；使用 25 年后太阳能电板全部更新，废旧电板由厂家回收。



## 2) 生活垃圾

光伏发电在电能产生过程中不需要水资源，电站在运行期仅需要少量人员不定时进行现场运行维护与检查；

因此，项目产生的生活垃圾量很少，有工作人员带回陆上处理，不排海，不会对海洋环境产生影响。

综上所述，本项目产生的固体废物全部综合利用或妥善处理，无外排，不会对周围环境产生不利影响。

## 8.1.2 生态跟踪监测

通过环境跟踪监测可以及时了解和掌握建设项目施工期主要污染源污染物的排放状况及施工期现场周边区域环境质量的影响程度，并反映和掌握施工期防治污染物的有效程度和治理污染物设施的运营治理效果，为环境管理工作提供科学依据。项目施工单位应定期委托有资质的环境监测部门对本项目主要污染源排放的污染物进行监测。重点针对水环境进行监测。

工程施工期的环境监测工作应该根据国家海洋局于 2002 年 4 月发布的《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的要求进行跟踪监测。

采样监测工作委托有资质环境保护监测站承担，由环境主管部门监督。应满足《海洋监测规范》及《海水水质标准》中相应规范和标准的要求。

### 8.1.2.1 施工期生态环境监测计划

#### (1) 监测站位设置

施工期主要针对施工期悬浮泥沙及机械漏油、生活污水是否排海等进行监测，监测站位设置 4 个站位。

#### (2) 监测项目

监测内容：SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐、COD 等；

监测频率：在施工开始前采样监测一次，施工过程中进行取样检测一次，施工结束后再进行采样检测一次。发现异常情况及时通知有关部门，采取相应对策措施；

#### (3) 监测数据的管理

根据工程施工进度，按监测计划进行监测，若有异常情况应及时通知当地管

理部门，以便采取相应的对策措施。

#### 8.1.2.2 营运期生态环境监测计划

主要对项目区内的海水水质、海洋沉积物、海洋生态进行监测，其监测计划如下：

##### (1) 监测项目

海水水质：pH、温度、无机氮、活性磷酸盐、COD、DO、石油类、铅、锌。

海底沉积物：铅、锌、石油类。

海洋生态：叶绿素 a（含初级生产力）、浮游植物、浮游动物（含鱼卵仔鱼）、底栖生物。

水动力：潮流、潮位、温度、盐度、泥沙。

冲淤环境：水深地形、表层沉积物粒度。

鸟类：鸟类资源环境，每年一年四季。

##### (2) 站位布设

项目建成后布设 4 个站位，监控项目区内部的水质、沉积物质量与海洋生态，保证环境不受本项目影响的同时，监控本项目自身运营情况。

##### (3) 监测频次

海水水质：每年春季进行 1 次监测，再根据监测结果确定是否需要进行长期定时监测。夏季高温可适当增加监测频次，每月监测一次。

海底沉积物：每年春季进行 1 次监测，再根据监测结果确定是否需要进行长期定时监测。

海洋生态：每年春季进行 1 次监测，再根据监测结果确定是否需要进行长期定时监测。

##### (4) 监测数据的管理

施工期、运营期环境监测应委托具有海洋环境监测资质的单位进行。

建设单位在制定环境监测计划时，应同时制定环境监测资料的存贮、建档与上报的计划，并接受有关主管部门的检查和指导。

表 8.1-1 监测站位表

图 8.1-1 监测站位分布

## 8.2 生态保护修复措施

根据项目用海的主要生态问题，从减缓生态影响和恢复生态系统的角度，选择海洋生物资源进行生态保护修复。

### 1、修复预期目标

根据项目对渔业资源损失或影响的评估，结合秦皇岛市增殖放流工作经验，在本项目东侧昌黎海域国家级水产种质资源保护区海域开展鱼类、虾类等海洋生物的资源恢复工作，预计参与两次增殖放流活动，增殖放流褐牙鲆，中国对虾，补偿因占据生物原有栖息地而造成的生物资源损失，恢复区域的生物多样性和生物资源的生产力，促进受损海域环境的生物结构完善和生态平衡。

### 2、修复方案设计

#### （一）放流品种

##### （1）确定资源恢复品种的原则

根据《水生生物增殖放流管理规定》（农业部第4次常务会议，2009年5月1日）第九条用于增殖放流的人工繁殖的水生生物物种，应当来自有资质的生产单位。其中，属于经济物种的，应当来自持有《水产苗种生产许可证》的苗种生产单位；属于珍稀、濒危物种的，应当来自持有《水生野生动物驯养繁殖许可证》的苗种生产单位。

第十条用于增殖放流的亲体、苗种等水生生物应当是本地种。苗种应当是本地种的原种或者子一代，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证。

禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

**资源恢复：**投放较高食物链级的渔业品种能充分利用低食物链级的生物作为索饵生长和育肥、繁衍的饵料基础，这样既不用投放饵料，避免养殖造成水域污染引发各种病害，又可吸收水体中的二氧化碳。

**生态修复：**不同放流品种不仅可利用天然水域中不同层次的饵料，而且其自身也成为不同鱼类饵料，从而改善水域生态群落结构，有利于水域生态环境的修复。人工投放滤食性鱼类，是净化水质和修复水域生态环境的有效手段。

##### （2）资源恢复品种

秦皇岛海域适宜放流的品种非常多，中国对虾、脊尾白虾、口虾蛄、三疣梭子蟹、梭鱼、海蜇、小黄鱼、牙鲆、舌鳎、银鲳、鲈鱼、刀鲚、黄姑鱼、金乌贼、贝类等。但考虑渔业资源及生态环境改善，根据秦皇岛市今年来增殖放流的主要品种，选择技术成熟、能够规模化苗种生产、放流效果较好、经济附加值较高的种类。自 2000 年以来，秦皇岛市农业局连续在秦皇岛市近海海域实施增殖放流活动，目前已经形成从鱼苗种类、规格的选择到中间运输、投放的一整套成熟的技术体系。

考虑渔业资源及生态环境改善，兼顾地方渔民利益，重点选择适于对水体环境有较好修复作用的贝类和适宜生长的鱼类品种，特别是优先选择当前技术条件下，依靠已经成熟的技术能够解决规模化苗种生产，放流效果较好、经济附加值较高的种类进行生物资源的恢复。综合各放流因素最终确定投放品种为中国对虾和褐牙鲆。

### （二）放流规模

项目用海共造成仔稚鱼损失量约为  $7.10 \times 10^7$  尾，鱼卵损失量约为  $2.07 \times 10^8$  粒，游泳生物损失量约为  $3.12 \times 10^4 \text{kg}$ 。据此，计划在近岸海域开展增殖放流活动。

修复项目名称	修复地点	建设内容	实施进度	投资概算	投资测算依据
海洋生物资源恢复	昌黎海域国家级水产种质资源保护区	采用增殖放流方式逐步恢复海洋生物资源	海域使用权出让后 1-2 年	500 万元	生物资源损失量
跟踪监测及效果评估		上述修复工程跟踪监测与效果评估	海域使用权出让后三年内	13.34 万元	监测次数
总计				513.34 万元	

### （三）放流地点和时间

结合全国放流日进行公益性增殖放流活动。

图 8.2-1 增殖放流地点

#### （四）放流方法

按照《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T9401-2010）操作。

##### ①苗种来源

苗种应当是本地种的原种或 F1 代，人工繁育的苗种应由具备资质的生产单位提供。应选择信誉良好、管理规范、科研力量雄厚、技术水平高、具有《水产苗种生产许可证》苗种生产单位。禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种。人工繁育水生动物苗种，在实施前 15 天开始投喂活饵进行野性驯化，在实施操作前 1 天视自残行为和程度酌情安排停食时间。

##### ②苗种质量

苗种规格等质量标准须符合相关技术规范。要求规格整齐、活力强、外观完整、体表光洁，苗种合格率 $\geq$ 种规格，死亡率、伤残率、体色异常率、挂脏率之和 $<5\%$ 。

##### ③苗种运输

根据不同增殖放流种类选择不同的运输工具、运输方法和运输时间。运输过程中，避免剧烈颠簸、阳光暴晒和雨淋。运输成活率达到 90%以上。

##### ④苗种检测

增殖放流物种须经具备资质的水产品质量检验机构检验合格，由检验机构出具检验合格文件。

##### ⑤投放方法

人工将水生生物尽可能贴近水面（距水面不超过 1m）顺风缓慢放入增殖放流水域。在船上投放时，船速小于 0.5m/s。

表 8.2-1 生态保护修复一览表

保护修复类型	保护修复内容	工程量	实施计划	建设单位	备注
海洋生物资源	增殖放流	放流中国对虾，褐牙鲆。	结合全国放流日进行公益性增殖放流活动，在本项目东侧海域开展鱼类、虾类等海洋生物的资源恢复工作，预计参与	中国电建集团河北省电力勘测设计研究院	

			两次增殖放流活动	有限公司	
--	--	--	----------	------	--

### 3、海洋生物资源恢复监测评估

#### ①监测内容：

修复工程是否达到了设计方案的相关指标要求；

修复工程是否有效恢复了海洋生物资源。

#### ②主要监测项目：

幼鱼数量；

游泳动物的资源量和密度变化情况

#### ③监测频次：

修复完成后首年春季各监测 1 次；

3 年后跟踪监测 1 次。

## 9 结论

本项目太阳能光伏发电的开发建设，符合国家和地方政策、规划的要求，同时能有效的促进地方经济，带动相关的发展，具有良好的社会效益和经济效益，对于改善能源结构，开发可再生能源有着积极的意义。本项目结合渔业、养殖业，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。本工程用海与项目所在区域的自然环境和社会环境相适宜，本项目选址和建设符合《河北省国土空间修复规划（2021-2035年）》《秦皇岛市国土空间总体规划（2021-2035年）》，本项目光伏厂区不在生态保护红线范围内，海底电缆管道均位于河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区中，电缆采用海缆直埋敷设方案，施工范围较小，不会影响该保护区。工程的用海选址、方式合理，用海平面布置和面积符合相关要求，符合集约节约用海原则。因此，在项目妥善落实与周边利益相关者的协调方案和生态用海对策措施的基础上，本项目用海是可行的。

## 资料来源说明

### 引用资料

(1)《秦皇岛海之洋科技发展有限公司海洋牧场浅地层勘探报告》，大连市现代海洋牧场研究院，2019年5日；

(2)《秦皇岛市2022年国民经济和社会发展统计公报》，秦皇岛市统计局，2023年5月8日；

(3)《2018年北海区海洋灾害公报》，自然资源部北海局，2019年5月；

(4)《2019年北海区海洋灾害公报》，自然资源部北海局，2020年5月；

(5)《2020年北海区海洋灾害公报》，自然资源部北海局，2021年4月；

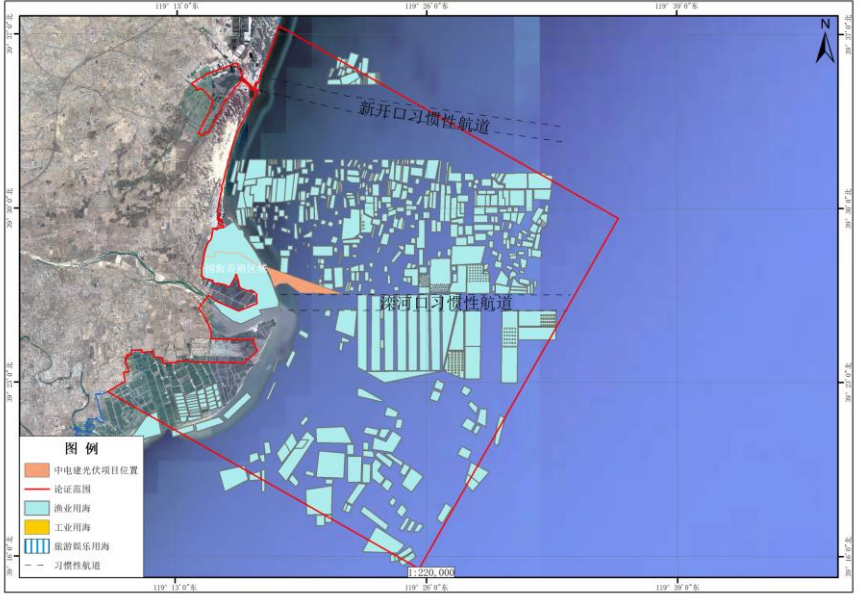
(6)《海洋牧场有限公司人工鱼礁项目工程地质勘察报告》，岛环海海洋工程勘察研究院，2020年7月16日-28日。


### 现状调查资料

(1)《2023年春季海洋环境现状调查报告》，青岛卓建海洋工程勘测技术有限公司，2023年3月。



# 现场踏勘记录表

项目名称	中电建秦皇岛昌黎 30 万千瓦海上光伏试点项目			
序号	勘査概况			
1	勘査人员	刘泽鹏、李鹏飞	勘査责任单位	海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司
	勘査时间	2023.11.17	勘査地点	秦皇岛
	勘査内容简述	 <p style="text-align: center;">用海权属及利益相关者调查</p>		
2	勘査人员	刘泽鹏、李鹏飞	勘査责任单位	海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司
	勘査时间	2023.11.17	勘査地点	秦皇岛

	<p>勘查内容简述</p>	 <p>现场勘查照片</p>
<p>项目负责人</p>	<p>席世改</p>	

## 附件

### 附件 6 其他

#### 附件 6-1：论证工作委托书

---

# 秦皇岛市发展和改革委员会公用笺

---

---

## 委 托 书

海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司：

秦皇岛市昌黎县拟实施建设国华投资秦皇岛昌黎500MW海上光伏试点项目、河北华电昌黎500MW海上光伏试点项目、国电电力昌黎50万千瓦海上光伏试点项目和中电建秦皇岛昌黎30万千瓦海上光伏试点项目，根据《中华人民共和国海域使用管理法》和《河北省海域使用管理条例》等有关规定，现委托贵公司进行海域使用论证的工作，请根据国家现行政策就其拟实施项目用海面积的合理性、必要性等相关内容编制海域使用论证报告。海域使用论证报告编制费用由投资企业承担。

特此委托。

秦皇岛市发展和改革委员会

2023年11月13日



## 附件 6-11：内部技术审查意见

### 海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司

#### 论证报告内部技术审查意见

根据《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》(自然资规(2021)1号)及《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》(自然资办函(2021)2073号)的要求,我公司生产与技术委员会组织专家对“中电建秦皇岛昌黎30万千瓦海上光伏试点项目海域使用论证报告书(内审稿)”进行了内部技术审查。经认真审查,认为报告书编制符合《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)的要求,内审专家就项目建设内容与方案,项目建设必要性,用海资源环境概况及资源环境影响,国土空间规划符合性,用海合理性等方面提出了修改意见。论证项目组根据内审专家意见对“报告书”(内审稿)进行了认真修改补充,并提交了修改情况说明,内审组对“报告书”(内审修改稿)修改情况进行了确认,认为项目组对内审意见进行了较全面的修改,符合送审要求,现已通过单位内部审查。同意项目组将中电建秦皇岛昌黎30万千瓦海上光伏试点项目(送审稿)提交评审。

序号	内审意见
1	完善法律法规及相关规划的格式
2	进一步细化项目建设方案
3	进一步完善项目用海资源环境概况和资源生态影响分析

公司技术负责人(签字):



海域海岛环境科技研究院(天津)有限公司

2023年11月20日