

天津南港海上光伏项目
环境影响报告书
(公示稿)

建设单位：中石化新星（天津）新能源有限公司

编制单位：广东三海环保科技有限公司

二〇二二年十月


营 业 执 照
(副 本) S0512016003959 (1-1)
统一社会信用代码 91440105MA59CA5093

名 称	广东三海环保科技有限公司
类 型	有限责任公司(自然人独资)
住 所	广州市海珠区赤岗北路8号1113、1114房(仅限办公用途)
法 定 代 表 人	祁正举
注 册 资 本	壹仟万元整
成 立 日 期	2016年03月31日
营 业 期 限	2016年03月31日至长期
经 营 范 围	技术推广和应用服务业(具体经营项目请登录广州商事主体信息公示平台查询。依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动。)


登 记 机 关 
2017 年 05 月 02 日

企业信用信息公示系统网址: <http://cri.gz.gov.cn> 中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

项目名称: 天津南港海上光伏项目

文件类型: 环境影响报告书

委托单位: 中石化新星(天津)新能源有限公司

评价单位: 广东三海环保科技有限公司

单位法人: 祁正举

地 址: 广州市海珠区赤岗北路8号1113、1114房

邮 编: 510310

电 话: 022-87349585

电子邮箱: OCEAN_ET@126.com

打印编号: 1665385720000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	3095e9		
建设项目名称	天津南港海上光伏项目		
建设项目类别	54--151海洋能源开发利用类工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中石化新星 (天津) 新能源有限公司		
统一社会信用代码	91120116MA07FHRH2P		
法定代表人 (签章)	高普兵		
主要负责人 (签字)	高普兵		
直接负责的主管人员 (签字)	赵方奇		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	广东三源环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91440105MA59CA5093		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张涛	2013035450350000003512450120	BH023652	张涛
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张涛	全本编制	BH023652	张涛

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位广东三海环保科技有限公司（统一社会信用代码91440105MA59CA5093）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的天津南港海上光伏项目项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为张涛（环境影响评价工程师职业资格证书管理号2013035450350000003512450120，信用编号BH023652），主要编制人员包括张涛（信用编号BH023652）（依次全部列出）等1人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章):

2020年10月10日



目录

1 概述	1
1.1 评价任务由来.....	1
1.2 项目简介	2
1.3 评价目的	3
1.4 环境影响评价工作过程.....	3
1.5 相关情况的判定.....	4
1.6 关注的主要环境问题及环境影响.....	5
1.7 环境影响评价主要结论.....	5
2 总则	6
2.1 编制依据	6
2.2 环境影响因素识别与评价因子筛选.....	11
2.3 评价标准	12
2.4 评价工作等级和评价范围.....	16
2.5 评价内容与评价重点.....	24
2.6 项目与相关规划及海洋功能区划符合性分析	25
2.7 环境敏感目标和环境保护目标.....	44
3 建设项目工程分析.....	50
3.1 地理位置	50
3.2 工程概况	53
3.3 环境影响因素分析.....	71
3.4 污染源源强核算.....	72
4 环境现状调查与评价.....	77
4.1 自然环境概况.....	77
4.2 经济社会概况.....	99
4.3 环境质量现状.....	100
4.4 自然资源概况.....	107
4.5 海洋环境质量现状调查与评价	122
4.6 海洋生态环境现状调查与评价	139
4.7 渔业资源调查现状与评价	145
4.8 水文动力环境现状调查与评价	155
4.9 环境敏感目标现状.....	166
5 环境影响预测与评价.....	183
5.1 水文动力环境影响分析.....	183
5.2 地形地貌与冲淤环境影响分析.....	192
5.3 水环境影响分析.....	200
5.4 项目建设对海湾纳潮量影响评估.....	203
5.5 项目建设对海湾水体交换影响评估.....	205
5.6 微塑料对海洋环境的影响分析	208
5.7 海洋沉积物环境影响分析	208
5.8 大气环境影响分析.....	209
5.9 声环境影响分析.....	210
5.10 固体废物影响分析.....	211

5.11 生态环境影响预测与分析	211
5.12 对敏感目标的影响分析	218
6 环境保护措施及其可行性论证	224
6.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施	224
6.2 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表	226
6.3 环境保护措施的可行性论证	227
6.4 鸟类保护对策措施	230
7 环境风险分析与评价	233
7.1 事故危害识别	233
7.2 事故后果分析	233
7.3 风险事故影响预测与评价	234
7.4 环境风险防范对策措施和应急方法	244
8 环境影响经济损益分析	248
8.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	248
8.2 环境保护的经济损益分析	248
8.3 环境保护的技术经济合理性	250
9 环境管理与监测计划	251
9.1 环境管理	251
9.2 环境监理	252
9.3 环境监测	253
9.4 竣工环保验收	260
10 环境影响评价结论	262
10.1 工程概况	262
10.2 建设项目工程分析结论	262
10.3 环境现状分析与评价结论	263
10.4 环境影响预测分析与评价结论	268
10.5 环境风险评价结论	272
10.6 环境保护措施结论	272
10.7 建议	273

1 概述

1.1 评价任务由来

能源是国民经济发展的重要基础，是人类生产和生活必需的基本物质保障。大力发展可再生能源与新能源，已经成为增加能源供给，促进节能降耗，保障能源安全，减少温室气体排放，发展低碳经济，实现经济与社会可持续发展的共同选择。

国务院印发的《2030年前碳达峰行动方案》提出要深入贯彻习近平生态文明思想，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，坚持系统观念，处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系，统筹稳增长和调结构，把碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局，坚持“全国统筹、节约优先、双轮驱动、内外畅通、防范风险”的总方针，有力有序有效做好碳达峰工作，明确各地区、各领域、各行业目标任务，加快实现生产生活方式绿色变革，推动经济社会发展建立在资源高效利用和绿色低碳发展的基础之上，确保如期实现2030年前碳达峰目标。

大力开发太阳能、风能、生物质能等可再生能源是保证我国能源供应安全和可持续发展的必然选择，是实现双碳目标的重要举措。太阳能是一种洁净、可再生的一次能源。太阳能光伏发电是一种不消耗矿物质能源、不污染环境，建设周期短、建设规模灵活，具有良好的社会效益和经济效益的新能源项目。2022年3月，李克强总理向十三届全国人大五次会议作政府工作报告中指出要持续改善生态环境，推动绿色低碳发展，要推进大型风光基地建设、新增可再生能源和原料用能不纳入能源消费总量控制。

天津市发展和改革委员会关于对《天津市能源发展“十四五”规划（征求意见稿）征求意见及补充材料的函》总结了“十三五”期间的发展成效，在过去五年内能源消费减速提效，转型升级步伐加快；能源供应保障增强，质量结构显著优化；设施体系渐趋完善，京津冀地区协同优势逐步形成。“十四五”时期，将以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的“十九大”精神和习近平总书记对天津工作“三个着力”重要要求，深入贯彻落实新发展理念和能源安全新战略，打造能源革命先锋城市和具有较强辐射力的区域

能源枢纽，推动能源高质量发展，为天津“一基地三区”建设提供坚强能源保障。

中石化新星公司拟在天津南港工业区东南部围而未填的东南角大港池的西北部区域建设 261.8616MW 光伏发电项目，直供中石化大乙烯项目用电。项目所在港池的东南角未封闭，缺口长度约 2 公里。项目光伏方阵的北侧距离南港填海北围堤约 160m，方阵西侧距离南港填海西围堤约 95m，拟设计漂浮式光伏项目占用港池面积约 3.3 平方公里。项目建设内容包括海上光伏阵列、营运期运维通道、陆上升压站、二者中间的 9 回路 35kV 光伏集电线路以及从升压站接入中石化大乙烯项目的 3 回路 110kV 地埋输电线路，光伏阵列拟采取漂浮方式建设。项目周期 20 年，总投资为 138694.98 万元，20 年内设计年均发电量 3.07 亿度，总发电量 61.45 亿度。项目建设满足《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》对碳达峰、碳中和的总体部署，符合天津市《市规划资源局 市发展改革委关于支持能源结构调整规范光伏发电产业规划用地管理意见的通知》的指导意见。

综合上述情况，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规的要求，中石化新星（天津）新能源有限公司委托广东三海环保科技有限公司承担本工程的环境影响评价工作。按照《建设项目环境影响评价分类管理名录》规定，本项目属于“五十四、海洋工程 151 海洋能源开发利用类工程”中涉及环境敏感区的，需要编制环境影响报告书。评价单位接受委托后，在现场踏勘、调研、收集有关工程资料的基础上，编制了本工程环境影响报告书。

1.2 项目简介

本项目为天津南港海上光伏项目，直供中石化大乙烯项目用电。光伏阵列位于南港工业区东南部围而未填的大港池西北角区域；项目陆上升压站位于东南角大港池的西侧南港工业区已填成陆域，创新路与南港十三街交叉口西南方向；从升压站接入中石化乙烯项目的 110kV 线路，整体敷设方向为“北-西-北-西-北”，既从升压站北侧接出，先沿南港十三街向北敷设至红旗路北侧，后沿红旗路北侧一路向西敷设至与安盛路交口，再沿安盛路东侧向北敷设至泰润二

道东侧，沿泰润二道北侧向西敷设至泰润二道西侧、新石化大道东侧，而后向北敷设至中石化大乙烯西侧，最终东折接入大乙烯项目的变电站。

主要建设内容为：采用漂浮式方案建设光伏电站，建设内容包括海上光伏发电系统、营运期运维通道、升压站、光伏发电系统与升压站中间的 9 回路 35kV 集电线路以及升压站与中石化乙烯项目间的 3 回路 110kV 地埋输电线路。工程总投资为 138694.98 万元；建设工期为 12 个月。

本项目为新建项目，其环境影响主要考虑项目施工期，主要包括施工期产生的生活、生产污水、悬浮泥沙、噪声、废气和固体废物等；项目建成后，主要功能为太阳能发电，除偶尔运维外，项目本身营运期不产污。

1.3 评价目的

本项目评价主要针对工程对水动力环境以及生态环境等的影响特点，从保护水环境和生态环境的角度出发，以科学求实的态度，对工程所在地环境质量现状进行调查分析和评价。重点对工程施工期及建成后产生污染的因素进行分析，识别项目污染因子和环境影响因素，预测项目建设对周围环境的影响范围和程度，论证项目实施的环境可行性，提出预防或者减轻不良环境影响的切实可行的对策和措施，从环境保护、社会效益和经济效益等方面评价该项目建设的合理性和可行性，为管理部门提供科学依据，以期达到项目建设的社会、经济和环境效益的有机统一。

1.4 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》有关规定，执行环境影响评价报告审核制度。

中石化新星（天津）新能源有限公司委托广东三海环保科技有限公司承担该项目的环评工作，并编制项目建设环境影响报告书。接受委托后，我单位立即组织技术人员进行了现场踏勘，在收集大量有关资料的基础上，按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》的要求和国家相关规定进行了相关工作，编制完成了《天津南港海上光伏项目环境影响报告书》。具体工作流程见下图。

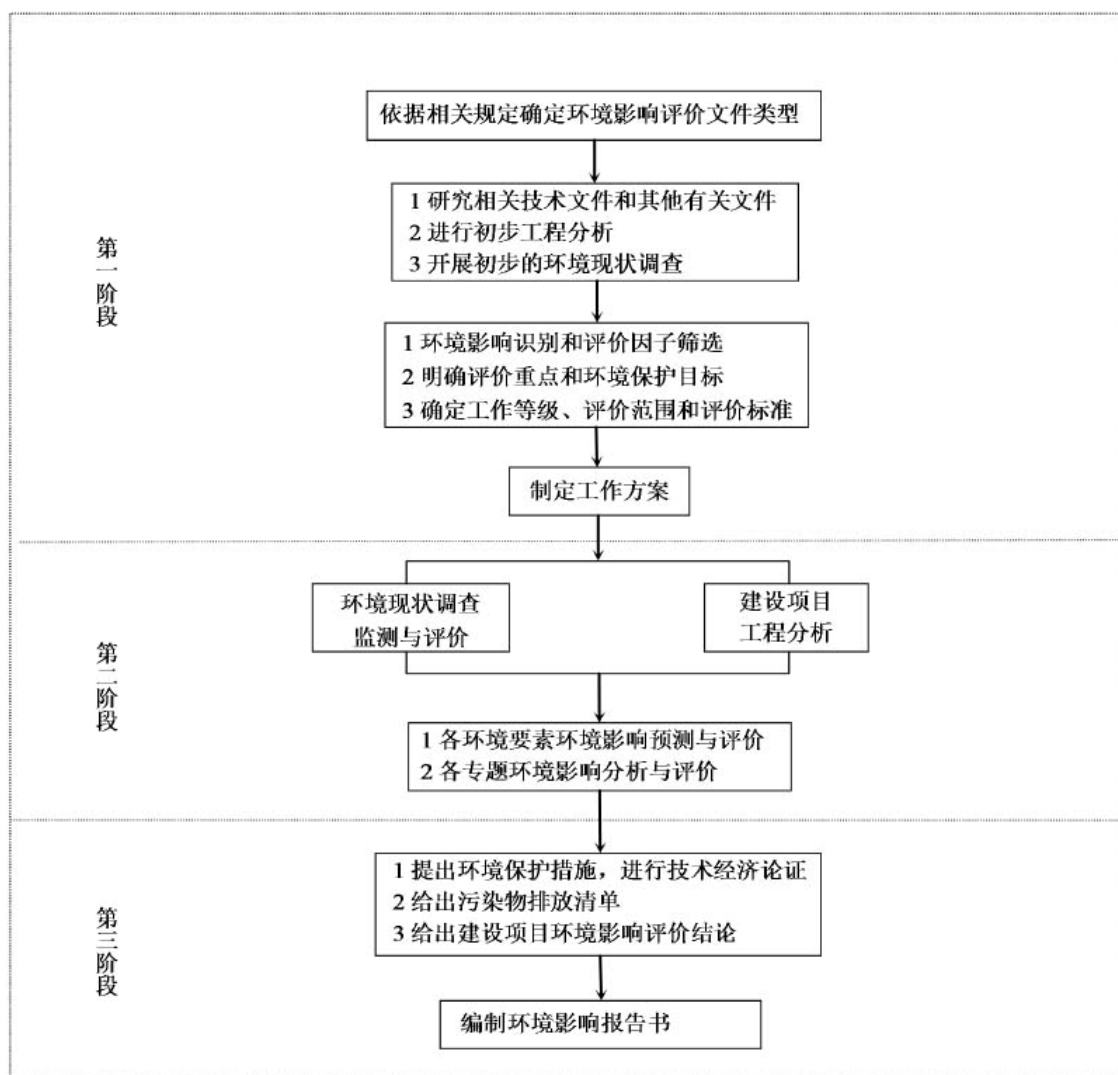


图 1.4-1 环境影响评价工作程序图

1.5 相关情况的判定

(1) 相关产业政策相符性

根据国家发改委修订的《产业结构调整指导目录 2019 年本》（2020 年 1 月 1 日起施行），本工程属于鼓励类“五、新能源 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”，符合国家产业政策。

(2) 相关规划政策符合性

经分析，本项目的建设符合《天津市海洋功能区划（2011-2020）》《天津市海洋生态红线区报告》《天津市海洋主体功能区规划》《天津市海洋环境保护规划（2014-2020 年）》等相关文件中的相关要求。

(3) “三线一单”符合性分析

本项目建设符合生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线的要求，不属于环境准入负面清单内的项目。

综上分析，项目的建设符合国家、地方产业政策，符合相关规划及环保政策要求。

1.6 关注的主要环境问题及环境影响

本工程为海上漂浮式光伏建设，关注的主要环境问题为：项目所在地的环境现状，项目各污染源污染物排放强度及达标情况，项目污染防治措施及其有效性评估等。

（1）通过现状调查与监测，查清项目区域环境质量现状情况。

（2）通过工程分析，查清污染物排放规律、排放量，确定污染因子及环境影响要素。

（3）通过计算分析，预测主要污染物的排放对周围环境的影响程度，评价其是否满足排放标准和环境质量标准的要求。

（4）从技术、经济角度分析拟采用的环保措施的可行性。

（5）分析本项目环境风险，论证项目拟采取的风险防范措施的合理性及环境风险的可接受性。

1.7 环境影响评价主要结论

天津南港海上光伏项目符合《天津市海洋功能区划（2011-2020）》《天津市海洋生态红线区报告》《天津市海洋主体功能区规划》《天津市海洋环境保护规划（2014-2020年）》等相关规划和国家产业政策。

在严格执行国家各项环境保护法律、法规，全面加强监督管理、认真落实本报告书提出的各项环境保护对策措施要求、环境风险防范对策措施的基础上，从环境保护角度考虑，该工程的环境影响是可以接受的，工程建设可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 环境保护法律

(1)《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订，自2015年1月1日起施行；

(2)《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订；

(3)《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017年11月4日修订；

(4)《中华人民共和国水污染防治法》，自2018年1月1日起施行；

(5)《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日修订；

(6)《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日修订；

(7)《中华人民共和国噪声污染防治法》，2021年12月24日通过，自2022年6月5日起施行；

(8)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订，自2020年9月1日起施行；

(9)《中华人民共和国土壤污染防治法》，2018年8月31日通过；

2.1.2 行政法规

(1)《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》(中华人民共和国国务院令第61号发布，自1990年8月1日起施行)；

(2)《中华人民共和国海洋倾废管理条例》(2017年3月1日第二次修订)；

(3)《防治船舶污染海洋环境管理条例》(中华人民共和国国务院令第561号发布，2009年9月9日实施，2018年3月19日第六次修订)；

(4)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(中华人民共和国国务院令第475号发布，2006年11月1日起施行，2018年3月19日第二次修订)；

(5)《防止倾倒废物及其他物质污染海洋的公约》(1975年8月30日生效，1985年12月15日对中国生效)；

(6)《建设项目环境保护管理条例》(中华人民共和国国务院令第253号发布，2017年7月16日修订)；

(7)《全国生态环境保护纲要》(国发〔2000〕38号,2000年11月26日);

(8)《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》(中发〔2018〕17号,2018年6月16日);

(9)《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》(国发〔2018〕24号,自2018年7月14日起实施);

(10)《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》(国发〔2006〕9号,2006年2月);

(11)《全国海洋主体功能区规划》(国发〔2015〕42号,2015年8月1日);

(12)《国务院关于天津市海洋功能区划(2011-2020年)的批复》,国函〔2012〕159号,2012年10月10日。

2.1.3 政府部门规章

(1)《国家海洋局关于印发<海洋工程环境影响评价管理规定>的通知》,国海规范〔2017〕7号,2017年4月27日;

(2)《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77号,2012年7月);

(3)《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》,中华人民共和国交通运输部令2017年第15号,2017年5月23日;

(4)《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》,交海发〔2018〕168号,2018年11月;

(5)《自然资源部 发展改革委关于贯彻落实<国务院关于加强滨海湿地保护 严格管控围填海的通知>的实施意见》,自然资规〔2018〕5号;

(6)《自然资源部关于进一步明确围填海历史遗留问题处理有关要求的通知》,自然资规〔2018〕7号;

(7)《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》,交通运输部令〔2019〕2号;

(8)《生态环境部 发展改革委 自然资源部关于印发<渤海综合治理攻坚战行动计划>的通知》,环海洋〔2018〕158号,2018年11月30日;

(9)《关于印发<沿海海域船舶排污设备铅封管理规定>的通知》，交海发〔2007〕165号；

(10)《国家海洋局关于印发<海洋生态损害评估技术指南（试行）>的通知》，国海环字〔2013〕583号，2013年8月；

(11)《中华人民共和国海事局关于发布<国内航行海船法定检验技术规则2020>的公告》，中华人民共和国海事局公告第1号，2020年1月；

(12)《自然资源部海域海岛管理司关于天津南港工业区（第一批）围填海历史遗留问题处理方案备案意见的复函》，自然资海域海岛函〔2020〕11号，自然资源部海域海岛管理司；

(13)《水产种质资源保护区管理暂行办法》，根据中华人民共和国农业部令2016年第3号《农业部关于废止和修改部分规章、规范性文件的决定》修正，2016年5月；

(14)《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，（农渔发〔2022〕1号），2022年1月；

(15)《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》，（环发〔2013〕86号），2013年8月；

(16)《国家海洋局关于进一步加强渤海生态环境保护工作的意见》，国海发〔2017〕7号，2017年5月；

(17)《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》，中华人民共和国交通运输部令2019年第40号修订，自2019年11月28日起施行；

(18)《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令第4号，自2019年1月1日起施行；

(19)《关于发布<环境影响评价公众参与办法>配套文件的公告》，生态环境部公告2018年第48号，2018年10月；

(20)《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，2020年11月5日由生态环境部部务会议审议通过，自2021年1月1日实施；

(21)《产业结构调整指导目录（2019年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第29号）。

(22)《国家发展改革委 商务部关于印发<市场准入负面清单（2022 年版）>的通知》（发改体改规〔2022〕397 号）。

2.1.4 地方性法规和地方性规章

(1)《天津市生态环境保护条例》，2019 年 3 月 1 日实施；

(2)《天津市海洋环境保护条例》，2020 年 7 月 29 日修正；

(3)《天津市大气污染防治条例》，2020 年 9 月 25 日修正；

(4)《天津市水污染防治条例》，2020 年 9 月 25 日修正；

(5)《天津市环境噪声污染防治管理办法》，2020 年 12 月 5 日修正；

(6)《天津市海域使用管理条例》，2019 年 5 月 30 日修正；

(7)《天津市建设项目环境保护管理办法》，天津市人民政府令第 20 号，自 2015 年 6 月 9 日起施行；

(8)《关于同意天津南港工业区总体发展规划（2009-2023）及有关专项规划的批复》，天津市人民政府，津政函〔2009〕154 号，2009 年 11 月；

(9)《关于同意天津南港工业区分区规划（2009-2020 年）的批复》，天津市人民政府，津政函〔2009〕155 号，2009 年 11 月；

(10)《天津市人民政府关于印发天津市海洋主体功能区规划的通知》，津政发〔2017〕8 号，2017 年 3 月；

(11)《天津市海洋环境保护规划（2014-2020 年）》，天津市海洋局，2014 年 1 月；

(12)《关于天津市近岸海域环境功能区划的批复》，津政函〔2013〕66 号，2013 年 7 月 2 日；

(13)《关于天津市近岸海域环境功能区划调整方案的批复》，津政函〔2019〕82 号，2019 年 7 月 27 日；

(14)《天津市海洋局关于发布实施<天津市海洋生态红线区报告>的通知》，津海环〔2014〕164 号；

(15)《天津市人民政府关于发布天津市生态保护红线的通知》，津政发〔2018〕21 号，2018 年 9 月 3 号；

(16)《天津市人民政府办公厅关于印发天津市加强滨海湿地保护严格管控围填海工作实施方案的通知》，津政办发〔2019〕23 号，2019 年 4 月；

(17)《天津市人民政府关于印发天津市永久性保护生态区域管理规定的通知》，津政发〔2019〕23号，2019年9月；

(18)《市环保局关于印发<天津市<声环境质量标准>适用区域划分>（新版）的函》，津环保固函〔2015〕590号，2015年10月26日；

(19)《天津市主要污染物排放总量控制方案》，天津市环保局，1998年；

(20)《关于发布<天津市污染源排放口规范化技术要求>的通知》，津环保监测〔2007〕57号，2007年3月；

(21)《天津市人民政府关于加强环境保护优化经济增长的决定》，津政发〔2006〕86号，2006年9月；

(22)《天津市人民政府办公厅关于印发天津市海洋经济发展“十四五”规划的通知》，津政办发〔2021〕25号,2021年6月；

(23)《天津市“十四五”节能减排工作实施方案》，天津市人民政府，2022年5月；

(24)《天津市人民政府办公厅关于印发天津市重污染天气应急预案的通知》，津政办规〔2020〕22号，2020年11月20日；

(25)《天津市人民政府办公厅关于印发天津市海洋生态环境保护实施方案的通知》，津政办函〔2018〕47号；

(26)《天津市“蓝色海湾”整治修复规划（海岸线保护与利用规划）（2019-2035）》，天津市规划和自然资源局印发“津规自海域发[2019]122号”；

(27)《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》；

(28)《河北省海洋生态红线》。

2.1.5 环境影响评价技术规范和标准

(1) 《海籍调查规范》（HY/T124-2009）；

(2) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；

(3) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；

(4) 《近岸海域环境监测规范》（HJ442-2008）；

(5) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；

(6) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；

(7) 《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018）；

- (8) 《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ/T2.3-2018);
- (9) 《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016);
- (10) 《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021);
- (11) 《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2022);
- (12) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018);
- (13) 《海水水质标准》(GB 3097-1997);
- (14) 《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002);
- (15) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001);
- (16) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》;
- (17) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局, 2002年4月);
- (18) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012);
- (19) 《声环境质量标准》(GB3096-2008);
- (20) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);
- (21) 《围填海工程填充物质成分限值》(GB30736-2014)。

2.1.6 基础资料

- (1) 《天津南港海上光伏项目可行性研究报告》, 信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司, 2022年5月;
- (2) 《天津南港工业区围填海项目生态评估报告(调整稿)》, 国家海洋局北海环境监测中心, 2021年1月;
- (3) 《天津南港工业区围填海项目生态保护修复方案(调整稿)》, 国家海洋局北海环境监测中心, 2021年1月;
- (4) 委托书;
- (5) 建设单位提供的其他资料。

2.2 环境影响因素识别与评价因子筛选

2.2.1 环境影响因素识别

通过工程建设可能产生的污染源和主要环境问题分析, 结合在建工程区域的自然和社会环境特征, 进行环境影响要素识别和评价因子筛选, 具体见表2.2-1。

表 2.2-1 环境影响识别

环境要素	影响对象/因子	主要影响说明
水环境	悬浮物、石油类、COD _{Cr} 、BOD、氨氮	锚固系统施工产生悬浮泥沙
		施工人员生活污水、施工机械油污水
环境空气	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	施工扬尘、运输扬尘和施工机械、施工船舶、运输车辆尾气
环境噪声	噪声	施工机械、船舶以及运输车辆噪声
固体废物	生活垃圾	施工人员生活垃圾
	建筑垃圾	建筑剩余废弃物
社会环境	社会经济	项目建设直供大乙烯项目电力，属于南港工业区石化产业配套的能源支持项目

2.2.2 评价因子筛选

通过对工程环境影响因素的矩阵筛选，本工程主要是施工期对水环境、大气环境、声环境、生态环境产生一定的不利影响；项目建成运营后，主要用作太阳能发电，出偶尔的运维需要，项目本身不产污。由表 2.2-2 筛选结果确定本次评价因子，见表 2.2-3。

表 2.2-2 工程环境影响矩阵筛选

工程环节	水环境	大气环境	生态环境	声环境	社会环境
施工队伍的生产、生活废水排放	▲	X	●	X	▲
工程主体施工	▲	▲	▲	●	▲
施工队伍产生的固体废物	▲	X	▲	X	▲
工程占用	▲	X	▲	X	▲
工程营运后对社会环境的有利促进	X	X	X	X	△

注：X无影响；▲轻微影响；●影响较大；■影响重大；△正面影响。

表 2.2-3 评价因子的确定

环境要素	污染因子	评价因子
水环境（生态环境）	SS、COD、石油类等	SS
大气环境	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	颗粒物、SO ₂ 、NO _x
声环境	交通噪声、机械噪声	L _{Aeq} （dBA）
生态环境	固体废物	生产、生活垃圾
突发性事故	船舶溢油	/

2.3 评价标准

2.3.1 环境质量评价标准

2.3.1.1 环境空气质量标准

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的环境功能区划分，本项目属于二类区“居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区”，空

气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，二级浓度限值具体见下表。

表 2.3-1 环境空气质量评价标准（GB3095-2012）

序号	污染物项目	浓度限值			单位
		年平均	24小时平均	1小时平均	
1	二氧化硫（SO ₂ ）	60	150	500	μg/m ³
2	二氧化氮（NO ₂ ）	40	80	200	
3	一氧化碳（CO）	/	4	10	mg/m ³
4	臭氧（O ₃ ）		160 (日最大8小时平均)	200	μg/m ³
5	颗粒物（粒径小于等于2.5μm）	35	75	/	μg/m ³
6	颗粒物（粒径小于等于 10μm）	70	150	/	

2.3.1.2 声环境质量标准

根据《声环境质量标准》（GB3096-2008），本项目属于 3 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类标准，声环境质量标准见下表。

表 2.3-2 声环境质量标准 单位：dB(A)

声环境功能区类别		昼间	夜间
0类		50	40
1类		55	45
2类		60	50
3类		65	55
4类	4a类	70	55
	4b类	70	60

2.3.1.3 地表水环境质量标准

根据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002），本项目属于一般工业用水区及人体非直接接触的娱乐用水区，执行Ⅳ类标准。

表 2.3-3 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）

单位：mg/L，除 pH 外

水质指标	pH	COD _{Mn}	DO	氨氮	BOD ₅	总磷	石油类
Ⅳ类	6~9	≤10	≥3	≤1.5	≤6	≤0.3	≤0.5

2.3.1.4 海水水质标准

根据《天津市近岸海域环境功能区划调整方案》，本项目位于南港工业与城镇用海区（TJ018CIII）和天津港南港港口区（TJ021DIV）。南港工业与城镇用海区需执行三类海水水质标准，天津港南港港口区需执行四类海水水质标

准，评价采用《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的第三类和第四类水质标准。

表 2.3-4 海水水质标准（GB3097-1997）单位：mg/L（pH 除外）

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
BOD ₅	1	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
Cd≤	0.001	0.005	0.01	
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
As≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
挥发酚≤	0.005		0.010	0.050

2.3.1.5 海洋沉积物质量标准

根据《天津市海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目位于“南港工业与城镇用海区（A3-04）”和“天津港南港港口航运区（A2-02）”，海洋沉积物质量不劣于二类标准和三类标准。评价采取《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的第二类 and 第三类沉积物标准。

表 2.3-5 海洋沉积物质量（GB18668-2002）单位：×10⁻⁶（TOC 除外）

项目	Pb	Zn	Cu	Cd	Cr	Hg	As	石油类	TOC（×10 ⁻² ）	硫化物
第一类标准	60.0	150.0	35.0	0.50	80.0	0.20	20	500	2.0	300
第二类标准	130.0	350.0	100.0	1.50	150.0	0.50	65	1000	3.0	500
第三类标准	250.0	600.0	200.0	5.00	270.0	1.0	93	1500	4.0	600

2.3.1.6 海洋生物质量标准

项目位于“南港工业与城镇用海区（A3-04）”和“天津港南港港口航运区（A2-02）”，参考《海洋生物质量》（GB1842-2001），贝类生物质量执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）第二类和第三类标准；

鱼类和甲壳类生物质量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》。

表 2.3-6 生物体污染物评价标准值（湿重， $\times 10^{-6}$ ）

标准		Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油类
贝类	第一类	≤0.05	≤1.0	≤10	≤0.1	≤0.2	≤20	≤0.5	≤15
	第二类	≤ 0.10	≤5.0	≤25	≤ 2.0	≤ 2.0	≤50	≤ 2.0	≤50
	第三类	≤0.30	≤8.0	≤50 (牡蛎 100)	≤6.0	≤5.0	≤100 (牡蛎 500)	≤6.0	≤80
软体类		≤0.3	≤10.0	≤100	≤10	≤5.5	≤250	≤5.5	≤20
甲壳类		≤0.2	≤8.0	≤100	≤2	≤2.0	≤150	≤1.5	≤20
鱼类		≤0.3	≤5.0	≤20	≤2	≤0.6	≤40	≤1.5	≤20

注：简明规程指《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；*石油烃评价标准来自《第二次全国海洋污染基线监测技术规程》。

2.3.2 污染物排放执行标准

2.3.2.1 废气

施工期大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放监控浓度限值，如下表所示。

表 2.3-7 大气污染物综合排放标准（GB16297-1996）

污染物	无组织排放监控浓度限值	
	监控点	浓度(mg/m ³)
二氧化硫	周界外浓度最高点	0.40
氮氧化物	周界外浓度最高点	0.12
颗粒物	周界外浓度最高点	1.0

2.3.2.2 废水

1) 船舶含油废水排放标准

船舶含油废水经集中收集后，运送到*****有限公司进行处理（见附件二），不外排。

2) 生活污水

本项目生活污水经收集后依托设在综合楼附近的地理式生活污水处理装置处理，处理后达标排入雨水管网，不外排。

2.3.2.3 噪声

施工噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

表 2.3-8 建筑施工厂界噪声评价标准〔单位：dB（A）〕

施工阶段	昼间	夜间
运输、施工船舶和机械施工	70	55

2.3.2.4 固体废物

本项目施工期中的固体废物主要是施工人员产生的生活垃圾和少量的建筑垃圾。

生活垃圾排放执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月最新修订）等有关规定。生活垃圾定期清运至***城镇生活垃圾卫生填埋场进行无害化卫生填埋处理（见附件三）。

建筑垃圾进行分类处理，筑路、回填或者再利用。

2.3.3 填充物质成分限值

根据《围填海工程填充物质成分限值》（GB 30736-2014）的有关规定，本项目陆上升压站及部分输电线路属于填海工程，位于“南港工业与城镇用海区”，工程填充物质成分执行第二类标准，

具体标准值详见下表。

表 2.3-9 围填海工程填充物质成分限值（GB 30736-2014）

污染因子	Hg	As	Pb	Cd	Cu	Zn	Cr	S ²⁻	Oil	OC
	$\times 10^{-6}$									$\times 10^{-2}$
第一类	0.2	20	60	0.5	35	150	80	300	500	2
第二类	0.5	65	130	1.5	100	350	150	500	1000	3

2.4 评价工作等级和评价范围

2.4.1 评价工作等级

2.4.1.1 大气环境影响评价工作等级的确定

《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中环境空气影响评价工作等级划分，是根据评价项目的主要污染物排放量、项目建设内容以及当地执行的环境空气质量标准等因素确定的。

本项目施工期主要污染物为施工扬尘和燃油废气，无固定的排放源，且污染因子较为简单，工程作业期短；项目营运期主要用于太阳能发电，无大气污染物排放，因此按《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中的规定，参照最低等级，本项目大气环境影响评价等级为三级。对施工期大气环境产生的影响做定性分析。

2.4.1.2 地表水环境影响评价工作等级的确定

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ/T2.3-2018)的规定,建设项目地表水环境影响评价等级按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。

①水污染影响型

按照工程分析结果,本项目施工期少数含油污水集中收集后统一送有资质单位处理;生活污水则通过依据现场施工人数合理配置环保厕所,并交由相关处理单位处理,不外排入海;建成后主要用作太阳能发电,不会产生废水,偶尔运维情况下,会产生少量光伏板清洗废水,全部回收处理,不直接外排。按照《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ/T2.3-2018)中的规定,间接排放按三级B评价。

②水文要素影响型

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)工程主要为护岸防潮堤部分,垂直投影面积及外扩范围 $A1 \geq 0.5\text{km}^2$,据此判断评价等级为一级。

由于本项目属于海洋工程,因此将地表水评价纳入海洋要素中水质和水动力环境的评价中。

2.4.1.3 地下水环境影响评价工作等级的确定

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)中附录A地下水环境影响评价行业分类表,本项目参照“E 电力——34、其他能源发电——太阳能热等发电”,编制报告表的,地下水环境影响评价项目类别为IV类,建设项目的地下水环境敏感程度为不敏感,因此本项目地下水环境影响可不做评价。

2.4.1.4 声环境影响评价工作等级的确定

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ/T2.4-2021)的规定,声环境影响评价工作等级划分依据为建设项目所在区域的声环境功能区类别、建设项目建设前后所在区域的声环境质量变化程度及受建设项目影响人口的数量。

本项目所在区域南港工业区属于3类声功能区,并且项目建设前后噪声级变化低于3dB,工业区范围内无常住人口。因此结合《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)中的有关规定,判定声环境影响评价工作等级为三级。

2.4.1.5 生态环境影响评价工作等级的确定

根据《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ19-2022），本项目属于涉海工程，评价等级判定参照 GB/T 19485 定为 1 级。

2.4.1.6 土壤环境影响评价工作等级的确定

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》，本项目为IV类项目，可不开展土壤环境影响评价。

2.4.1.7 环境风险评价工作等级的确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的规定，环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级和简单分析。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，确定评价工作等级。风险潜势为IV及以上，进行一级评价；风险潜势为III，进行二级评价；风险潜势为II，进行三级评价；风险潜势为I，可开展简单分析。

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本项目涉及的危险物质为施工期施工以及营运期运维的船舶用油，油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量为 2500t，本项目船舶用油最大存在总量为 0.1t， $Q=0.00004$ ，即危险化学品临界比值采用 $Q<1$ ，则该项目风险潜势为 I，依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）要求，评价工作作为简单分析。

2.4.1.8 海洋环境影响评价等级判定

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485—2014），本项目为海上漂浮式光伏工程，总装机容量261.8616MW。工程内容为漂浮式海上光伏的安装、水下锚固系统的安放以及陆域部分升压站的土建工程及电缆敷设。工程位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区，所在海域类型为生态环境敏感区。该项目海洋水文动力、海水水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源影响评价等级如下表所示。

表 2.4-1 海洋环境影响评价等级判定结果

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境

海上潮汐电站、波浪电站、温差电站等海洋能源开发利用类工程	潮汐发电，波浪发电，温差发电，地热发电，海洋生物质能等海洋能源开发利用、输送设施及网络工程；海洋风力发电、太阳能发电及其输送设施及网络工程；海洋空间能源（资源）利用工程；需要填海的火电站等工程	大型（ $\geq 100\text{MW}$ ）	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	2	2	2
		中型（ $>20\text{MW} \sim <100\text{MW}$ ）	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	2	3	2
		小型（ $\leq 20\text{MW}$ ）	生态环境敏感区	2	1	2	2
			其他海域	3	3	3	3

表 2.4-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工 程 类 型
3	面积 $30 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 20 \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 $1\text{km} \sim 0.5\text{km}$ ）等工程；其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。

综合以上分析，将本项目环境影响评价中的水文动力环境、水质环境、沉积物环境以及海洋生态环境评价等级定为 1 级，地形地貌与冲淤环境评价等级定为 3 级。

表 2.4-3 本项目各项环境影响评价工作等级

环境要素	评价等级
大气环境	三级
声环境	三级
地表水	纳入海洋环境要素评价
地下水	/
土壤环境	/
环境风险	I（简单分析）
海洋环境要素	
海洋地形地貌与冲淤环境	3
水文动力环境	1
水质环境	1
沉积物环境	1
生态环境	1

2.4.2 评价范围

2.4.2.1 环境影响评价范围

本工程大气、生态、地表水、风险环境影响分析均可不设置评价范围，本工程的声环境影响评价工作等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)的规定，本工程评价范围为工程周边 200m 的区域内。

2.4.2.2 海洋环境影响评价范围

(1) 海洋水文动力环境评价范围

水文动力环境评价工作等级为 1 级，评价范围垂向（垂直于工程所在海区中心点潮流主流向）距离不小于 5km，纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍，根据水文资料，本海域潮流类型为规则半日潮流性质，垂直于岸线的往复流。本海区潮段平均最大流速 0.25m/s，工程海域一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离为 $6h \times 3600s \times 0.25m/s = 5.4km$ 。则纵向长度不应低于 10.8km。

本工程水动力环境评价范围为：以项目位置外缘线为起点垂直海岸线向外扩 10.8km，两侧向外扩 5km，以现有岸线为边缘。

(2) 海洋水质、沉积物环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)，水质环境和沉积物环境影响评价等级为 1 级评价，评价范围应能覆盖建设项目的评价区域及周边环境影响所及区域，并能充分满足环境影响评价与预测要求，海洋水质、沉积物环境影响评价范围与海洋水文动力环境的评价范围相同。

(3) 海洋地形地貌与冲淤环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)，一般不小于水文动力环境影响评价范围，同时应满足建设项目地貌与冲淤环境特征的要求。确定与海洋水文动力环境的评价范围可满足要求。

(4) 海洋生态环境评价范围

海洋生态环境的评价范围主要依据被评价海域及周边海域的生态完整性确定，海洋生态环境影响评价等级为 1 级，以主要评价因子受影响方向外扩 8~30km 的距离，因此确定以工程区沿海流方向和垂向各延伸 8km 范围作为评价范围。

由于本项目位于天津南工业区整体围填海范围内，结合本工程特点，综合考虑，本次海洋环境评价范围为：以整个南港工业区最外围用海外边缘线为界，向西外扩至海岸线，向南北两侧各延伸 8km，向东延伸 10.8km。经计算，本工程的评价范围面积为 640.07km²，评价范围图见图 2.4-1，评价范围坐标点见下表。

表 2.4-4 评价范围坐标

FID	经度	纬度
A	117°36'43.816"E	38°49'52.174"N
B	117°50'40.509"E	38°49'47.195"N
C	117°50'34.035"E	38°35'29.408"N
D	117°34'01.222"E	38°35'35.570"N

本项目环境影响评价范围见下表。

表 2.4-5 评价范围一览表

一	环境影响评价类型	评价等级	评价范围
1	环境空气	三级	不需设置大气环境影响评价范围
2	地表水	三级B/三级	/
3	声环境	三级	项目外缘线外扩200米范围
5	环境风险	简单分析	/
6	海洋环境	1级	以整个南港工业区最外围用海外边缘线为界，向西外扩至海岸线，向南北两侧各延伸8km，向东延伸10.8km

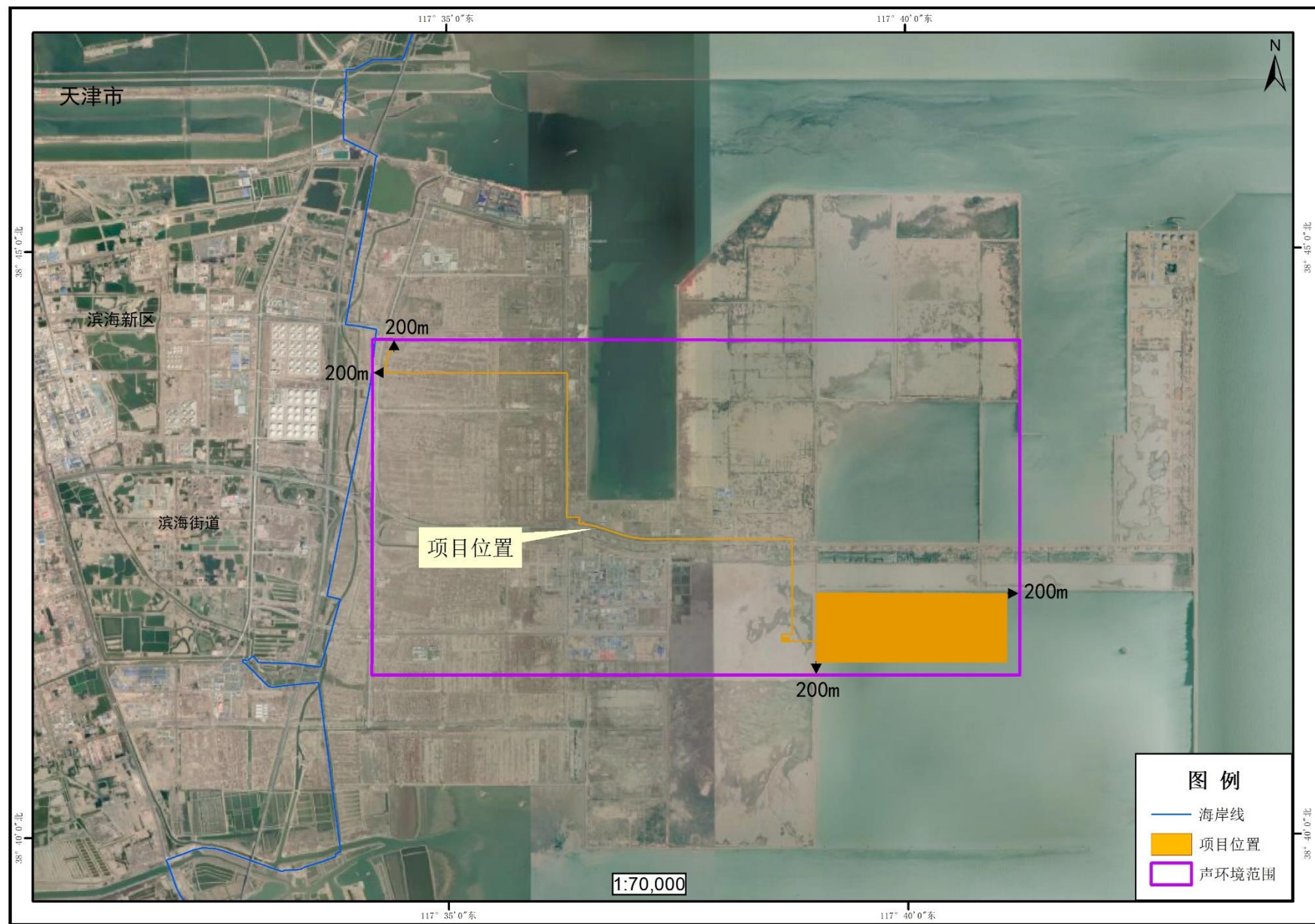


图 2.4-1 声环境评价范围



图 2.4-2 海洋环境评价范围

2.5 评价内容与评价重点

2.5.1 评价工作内容

本项目为海上漂浮式光伏项目，建设后主要用于太阳能发电，除偶尔运维需要，营运期几乎不产污。本项目建设位于南港围而未填的大港池内部，东南角留有口门，属于半封闭海域，本项目主要以生态影响为主，因此本次评价内容主要包括：

1、工程分析

明确项目组成、建设地点、占地规模、总平面及现场布置、施工方式、施工时序、建设周期和运行方式、总投资及环境保护投资等。

2、影响因素分析

（1）施工期建设过程中产生的污染物特征与源强；

（2）结合建设项目特点和区域环境特征，分析建设项目建设和运行过程对生态环境的作用因素与影响范围、影响程度等，重点关注敏感目标。

3、环境现状评价

（1）收集同时配合调查本工程所在区域海水、沉积物、海洋生态、空气、声等主要环境要素的质量现状，评价项目所在区域各环境要素的质量状况，分析存在的环境问题；

（2）调查评价范围内的环境功能区划和主要的环境敏感区，了解环境保护目标的位置、服务功能、保护对象等。

4、环境影响预测与分析

（1）分析本工程对海洋环境、生态环境、大气环境以及声环境的影响范围及影响程度；

（2）分析项目建设和生产运行对环境保护目标的影响。

5、环境管理与监测计划

按项目施工期、运营期等不同阶段，针对不同环境影响提出具体的环境管理要求及监测计划。

6、环保对策措施及经济技术可行性分析

根据工程分析和预测结果，提出拟采取的具体污染防治、生态保护、环境风险防范等环境保护措施；并从环境保护角度提出该项目在防止或减轻环境影响及环境恢复等方面措施及建议；

7、环境经济损益分析

从经济、社会、环境三个方面全面分析，为采取必要的生态环境减缓及补偿措施提供依据。

8、与相关规划的符合性分析

分析本项目与相关的海洋规划、环境规划以及相关的政策的符合性，说明本项目的建设性的必要性和合理性。

2.5.2 评价工作重点

本项目为海上漂浮式光伏建设，建设位于南港工业区半封闭港池内，根据本项目特点和周边海域环境现状，本项目环境影响评价的重点为：

- （1）项目施工期对海洋环境以及鸟类的影响分析；
- （2）项目建设对工程区域海域水动力条件、水体交换等的影响；
- （3）工程的环境保护对策措施。

2.6 项目与相关规划及海洋功能区划符合性分析

2.6.1 与国家相关产业政策符合性分析

本项目为天津南港海上光伏项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类“五、新能源 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”，符合国家产业政策。

2.6.2 与《天津市海洋功能区划（2011-2020 年）》符合性分析

本项目位于《天津市海洋功能区划》（2011-2020 年）中的南港工业与城镇用海区（A3-04）和天津港南港港口航运区（A2-02）内。与本项目所在海洋功能区相邻的功能区主要包括 A2-02 天津港南港港口航运区、A3-03 高沙岭工业与城镇用海区、A5-05 高沙岭旅游休闲娱乐区、A8-02 高沙岭保留区、A1-03 天津东南部农渔业区和 A6-02 大港滨海湿地海洋特别保护区等。

项目建设与南港工业与城镇用海区（代码：A3-04）和天津港南港港口航运区（A2-02）的海域使用管理要求及海洋环境保护管理要求符合性分析见下表。

表 2.6-1 海洋功能区划符合性分析表

A3-04 南港工业与城镇用海区		符合性分析
海域使用管理要求	保障南港工业和城镇建设用海，兼容油气开采用海。在基本功能尚未实现的前提下，根据实际情况可兼容渔业用海；	本工程的海上光伏发电系统位于南港工业区东南角大港池的西北角，升压站位于港池西侧陆域，南港十三街以西、创新路以南，项目用海类型为工业用海，符合南港工业与城镇用海区“保障南港工业和城镇建设用海”的海域使用管理要求。
	允许适度改变海域自然属性，科学安排用海时序、节约集约用海，优化围填海平面设计和岸线布局，适度增加公众亲海岸段，加强动态监测和跟踪管理；	本工程建设因地制宜，用海方式涉及透水构筑物、专用航道、锚地及其它开放式、海底电缆管道以及建设填海造地，项目建设符合“科学安排用海时序、节约集约用海，优化围填海平面设计和岸线布局”的要求。工程平面布置按照规范要求布设，对申请的用海区域利用率较高。项目满足集约节约用海的要求，平面设计合理。
	开展堤岸改造和景观修复，园区内考虑人工湿地的部署建设，建设生态隔离廊道。	根据《天津南港工业区围填海项目生态保护修复方案（调整稿）》，南港工业区将统一开展生态廊道、堤岸修复、生态绿道建设、湿地建设等生态修复工作。本工程将做好升压站厂区内绿化布置。
海洋环境保护管理要求	严控对毗邻海洋特别保护区和农渔业区的影响，适当布设海洋环境监测站；实行废、污水处理与中水回用，确需排海要在其东侧达标排放，并需进行深排论证。	本项目施工期施工人员的生活污水妥善收集后带回陆域处理，不排海，营运期不产生生产、生活污水，不会对毗邻海洋特别保护区和农渔业区产生影响。
	海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。南侧和东侧应根据工程建设的平面布置修建防护堤，严禁向邻近功能区的排放和自然流入。	根据环境质量现状调查数据，工程海域现状仅活性磷酸盐及无机氮在个别站位超出三类标准，满足“海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。”要求。
A2-02 天津港南港港口航运区		符合性分析
海域使用管理要求	保障交通运输安全，适宜港口用海和航道用海，保障工业取水安全，在保障港口航运安全的前提下，兼容油气开采用海。	本项目部分陆上地埋电缆处于天津港南港港口航运区，项目陆缆敷设于现状红旗路北侧、安盛路东侧，所在区域处于天津港总体规划中的石化作业区（石化码头区），所在地块已成陆，本项目建设实施是对海域资源的充分利用。项目建设仅涉及陆域施工，不妨碍交通运输安全，不妨碍工业取水安全。本工程建设前建设单位应取得该港口管理部门允许本项目施工的意见后，进行建设，以保障港口航运安全的前提下，兼容实现本项目输电的功能。
	允许适度改变海域自然属性，港口工程鼓励采用突堤和构筑物形式，码头、仓储地可适度填海造地，应循序渐进、节约集约利用和优化码头岸线。	本项目主要为海上漂浮式光伏发电系统建设，处于该功能区划的部分为陆上 110kV 地埋电缆，该部分建设位于南港工业区填海造地的基础上，项目本身不涉及改变海域自然属性。电力路由选线合理，对申请的填海造地用海区域利用率较高。项目满

		足集约节约用海的要求，围填海平面设计合理。
	保障防洪治理管理要求，禁止在独流减河治导线范围内建设妨碍行洪的建、构筑物，保障行洪排涝安全。	项目 110kV 地埋电缆所在陆域已经形成，该部分建设仅涉及陆域施工，不涉及妨碍行洪的建、构筑物。
海洋环境保护管理要求	保障港区前沿的水深条件和水动力环境；加强监管，防范溢油等各类风险事故；废、污水须达标排海。	项目 110kV 地埋电缆所在区域已随南港填海成陆，该部分建设仅涉及陆域施工，不会对水动力条件再造成影响，项目营运期不产污。
	海水水质不劣于四类标准、海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于三类标准。本区南港工业与城镇区东部水域（东西宽约 2.6km）为与毗邻农渔业区和保护区的缓冲水域，海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。	根据环境质量现状调查数据，工程海域现状仅活性磷酸盐及无机氮在个别站位超出三类标准，其余站位“海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。海水水质满足三类标准。
综上所述，项目用海与《天津市海洋功能区划（2011-2020 年）》相符合。		

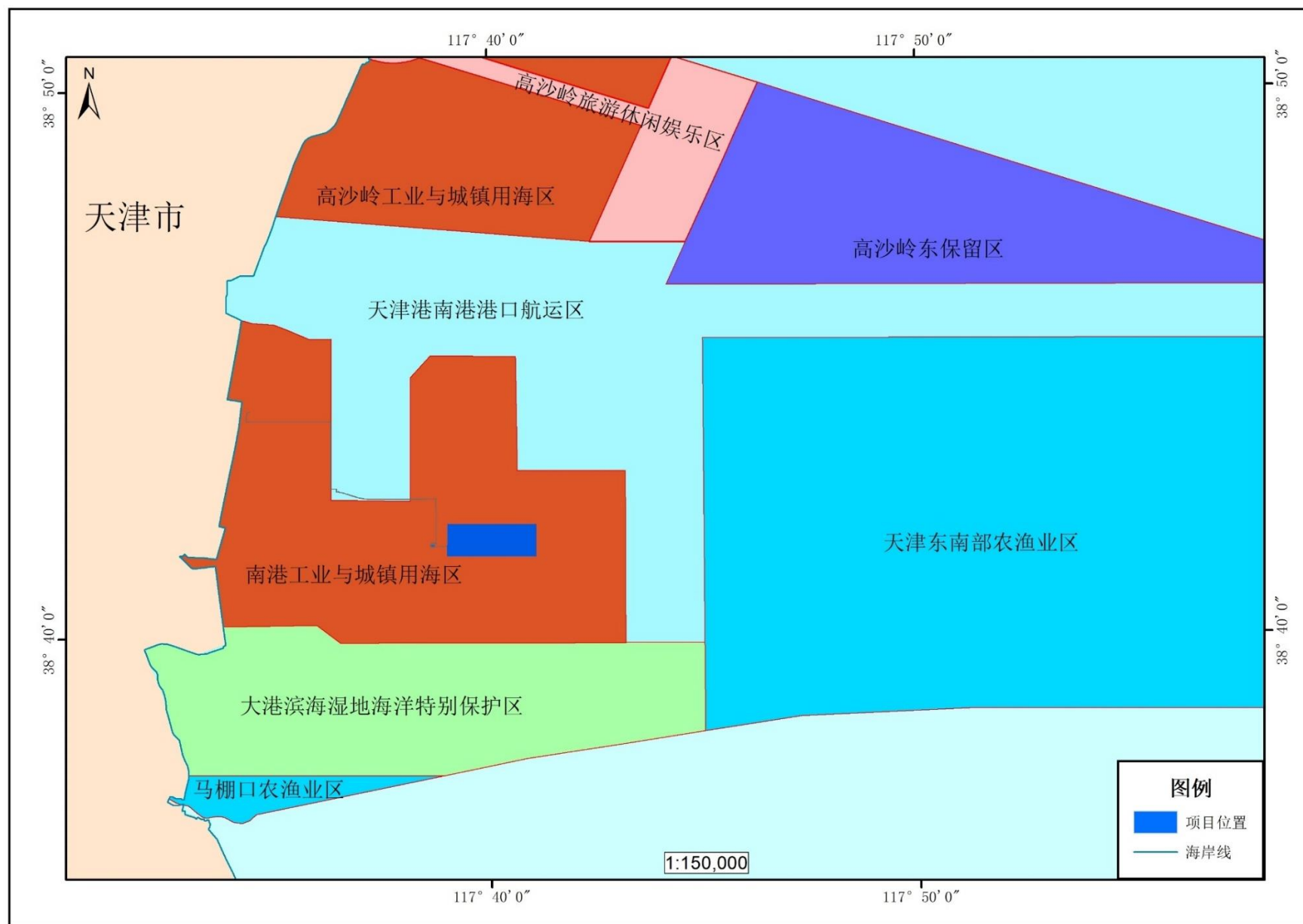


图 2.6-1 项目位置与《天津市海洋功能区划（2011~2020 年）》叠加图

表 2.6-2 工程周边海域海洋功能区划登记表

序号	代码	功能区名称	海域使用管理要求	海洋环境保护要求	与建工程的位置关系
1	A1-03	天津东南部农渔业区	适宜养殖用海、渔业资源养护和捕捞作业活动；北部海域兼容航道用海；南部海域兼容小规模平台式油气开采及海底电缆管道等用海。 严格限制改变海域自然属性；禁止填海造地以及建设妨碍海上交通的建、构筑物；航道两侧预留一定水域不得从事渔业活动；注意与邻省功能区的协调。	重点保护近海水生生物产卵场和洄游生物种群，恢复中国对虾、三疣梭子蟹、经济鱼种及贝类资源；中东部海域扩大梭鱼、经济贝类等渔业资源的增殖。 加强海上溢油及排污监测，预防污染事故；海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准；油气开采、航道、电缆管道等用海活动，保证农渔业区的海洋环境质量管理要求。	东侧 5.7km
2	A6-02	大港滨海湿地海洋特别保护区	保障海洋保护区用海，兼容渔业资源增殖养护和海底电缆管道用海，禁止新建排污口。 严格限制改变海域自然属性，渔业基础设施依托陆域空间，渔船停靠、避风水域维持开放式。 逐步整治河口区域潮间带形态，保障防洪治理管理要求，禁止在青静黄和北排水河治导线范围内建设妨碍行洪的永久性建、构筑物，保障行洪排涝安全。	重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库。 加强环境监测，海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准；油气电缆管道等用海活动应保证海洋特别保护区的环境质量管理要求。	南侧 3.0km
3	A1-02	马棚口农渔业区	适宜养殖用海和渔业基础设施用海，兼容油气开采和风电用海，禁止新建排污口。 允许适度改变海域自然属性，禁止大规模填海造地，允许小规模构筑物形式的渔业和油气勘探开采设施建设，保护原始岸线。	渔业基础设施用海海水水质不劣于现状，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准；养殖用海海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准；油气勘探开采应预防污染事故，保证农渔业区的海洋环境质量管理要求。	南侧 8.8km

4	A5-05	高沙岭旅游休闲娱乐区	适宜旅游娱乐用海，适度兼容公务、游艇码头用海。保障工业取水和输水廊道安全，禁止新建排污口。 严格限制改变海域自然属性，整治与修复景观岸线，依托外堤建设景观生态步道和公众亲水岸段。	严禁破坏性开发活动，妥善处理生活垃圾。 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。	东北侧 9.8km
5	A8-02	高沙岭东保留区	加强管理，区划期限内限制开发。严禁随意开发，确需改变海域自然属性进行开发利用的，应首先修改本《区划》，调整保留区的功能，并按程序报批。	海洋环境质量应维持在不劣于现状的水平。	东北侧 9.2km
6	A3-03	高沙岭工业与城镇用海区	保障工业和城镇建设用海，兼容油气开采用海。 允许适度改变海域自然属性，科学安排用海时序、节约集约用海，优化围填海平面设计和岸线布局，适度增加公众亲海岸段，加强动态监测和跟踪管理。 开展堤岸改造和景观修复，园区内考虑人工湿地的部署建设，建设生态隔离廊道。	加强工程建设区动态监测与跟踪管理，实行废、污水处理与中水回用，严格防范海洋环境污染、灾害侵害和风险事故的发生。 设置与周围毗邻海域的缓冲范围，严控对毗邻海域的环境影响；海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。	北侧 6.7km

2.6.3 与《天津市海洋环境保护规划（2014-2020年）》的符合性分析

《天津市海洋环境保护规划（2014-2020年）》将天津市海域划成生态红线区域、重要保护区域、控制利用区域和开发监管区域等4种类型，26个管理分区。

本项目位于南港工业与城镇用海区（代码：TJ019-D）和天津港南港港口区（代码：TJ024-D），两个区域均属于开发监管区域。

南港工业与城镇用海区主要功能为工业与城镇建设用海，管控措施为：严控对毗邻海洋特别保护区和农渔业区的影响，适当布设海洋环境监测站；实行废、污水处理与中水回用，加强动态监测和跟踪管理。开展堤岸改造和景观修复，开展人工湿地和生态隔离廊道建设。

天津港南港港口区的主要功能为港口区，管控措施为：保障港区前沿的水深条件和水动力环境；加强监管，防范溢油等各类风险事故；废、污水须达标排海。

本工程建设内容包括海上光伏发电系统、部分海底电缆、升压站、以及陆上地理线路，海上光伏发电系统建设于南港工业区东南角大港池内，升压站位于港池西侧陆域，项目建设涉及水上施工及陆域施工，海上施工主要为光伏方阵浮体、组件及锚固系统的安装，这几部分均为购买的预制件，因此海上施工较为简单，对周边的海洋特别保护区和农渔业区基本不会产生影响；除工作人员日常生活产生的垃圾及废水外，项目营运期基本不产污，施工期产生的废水等均妥善收集处理，不排海；项目部分陆上地理电缆位于天津南港港口区，该区域已随南港工业区整体填海成陆，现阶段陆上施工不影响港区前沿水深及水动力环境。工程施工监测可依托南港工业区整体跟踪监测，工程营运期做好跟踪监测，能够保证“加强动态监测和跟踪管理”。

因此，本工程用海符合《天津市海洋环境保护规划（2014-2020年）》。

2.6.4 与《天津市海洋主体功能区规划》的符合性分析

2017年3月13日，天津市人民政府印发了《天津市人民政府关于印发天津市海洋主体功能区规划的通知》。

《规划》按照国家将天津市管理海域整体确定为国家级海洋优化开发区域的定位要求，根据《省级海洋主体功能区分区技术规程(试行)》技术规范，天津市管理海域划分为优化开发区域和禁止开发区域两类主体功能区。本项目属于天津市海洋主体功能区规划中划定的优化开发区域，见下图。

优化开发区域的功能定位：

整合总量，控制增量，通过优化海洋产业结构和空间布局，建设海洋经济科学发展示范区；通过扩大对外开放和夯实北方国际航运核心区，建设“一带一路”战略枢纽；通过构建绿色发展、低碳发展、高端发展的新模式，建设海洋生态环境综合保护试验区；通过协调沿海地区经济社会发展与海洋空间开发利用，建设陆海统筹发展先行区。

重点任务如下：

一、优化海洋空间布局

合理调整海域开发规模和时序，逐步推动海域资源开发利用由满足工业生产向兼顾社会公共需求转变。实行严格的围填海指标管理，支持东疆二岛等国家重点基础设施的围填海需求。引导新增建设项目向南港工业区、临港经济区、中新天津生态城等沿海功能区聚集。统筹海岸线保护与利用，开辟公共休闲岸线，恢复海岸线生态服务功能和社会服务功能。

中新天津生态城。以打造创意产业和高端海滨旅游为目标，形成海洋旅游和文化产业集群，依托中心渔港打造我国北方重要的海洋水产品集散中心和游艇产业基地。

天津港主体港区。以打造国家综合交通运输体系重要枢纽和保税加工、现代物流基地为目标，建设自由贸易试验区。

临港经济区。以打造海洋工程装备制造业、海洋船舶工业集聚区域和生态型工业区为目标，形成我国海洋工程和高端装备制造产业基地。

南港工业区。以打造高端海洋石油石化产业集聚区域和循环经济示范区为目标，形成上下游产业衔接的世界级生态型海洋石油石化产业集群。

二、优化海洋产业结构

通过技术创新应用推动传统海洋产业优化升级，实现海洋油气业和海洋化工工业绿色化，发展高技术、高附加值船舶及配套设备，做强海洋工程建筑业，推动海洋渔业加快转型。增强海洋战略性新兴产业对海洋经济的带动作用，壮大发展海洋工程装备制造业，积极推进海水利用业规模化发展，培育海洋药物和生物制品业以及海洋可再生能源业。加快发展海洋服务业，大力发展海洋交通运输业、滨海旅游业，积极发展涉海金融服务业、海洋信息与科技服务业。

三、加强海洋污染治理

大力发展环境友好型和资源节约型海洋产业，推进海洋资源综合利用和循环、低碳经济发展，强化环境准入制度，提高涉海产业的节能、环保和安全技术水平。研究构建陆源主要入海污染物总量控制制度框架，开展主要陆源入海污染物调查，实施污染物排海总量控制。全面清理非法或设置不合理的入海排污口，加强集中式污水处理设施建设。推进港口环保基础设施建设，实施养殖池塘、近海养殖网箱标准化改造及生态养殖示范工程建设。

四、加强生态保护修复

严守海洋生态红线，落实红线管控政策，在不突破红线约束的前提下因地制宜发展绿色低碳产业。严守海洋生态红线，落实红线管控政策，在不突破红线约束的前提下因地制宜发展绿色低碳产业。在中新天津生态城、临港经济区、南港工业区开展人工湿地和生态岸堤建设，重点在海河、独流减河、子牙新河、永定新河等河口实施湿地修复。加大受损海域修复治理力度，重点推进天津港各港区受损较重区域的生态修复工程。推进南港工业区外海海洋牧场建设，养护海洋渔业资源。推进滨海优美旅游景观建设，在临港经济区北部综合配套服务区南侧岸线、海滨浴场公共沙滩、中新天津生态城永定新河河口等建设公共亲水生活岸线。

五、高标准建设安全海洋

科学确定沿海危险化学品企业的规划布局，重点构建以南港安全岛、天津港危险品物流中心为重点的安全格局，按照国家要求严格控制周边的安全防护距离，强化南疆港区、临港经济区、南港工业区等化工集中区域的风险管控。全面加强海上石油开采安全生产综合治理，进一步强化危险化学品海上运输管

理。推动开展全市海洋灾害风险区划工作。利用海岸加固、植被护岸和构筑人工海堤等方式整治大神堂、中心渔港、南港工业区等岸段，提升海岸抵御自然灾害的能力。完善风暴潮、赤潮、海浪、海冰灾害监视监测与预报预警网络。

本项目位于优化开发区域中的天津市海域，项目的建设符合区域发展需要，工程建设运营后，有助于构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，有助于实现“碳达峰、碳中和”目标和愿景。项目施工期的生产污水均妥善收集带回陆域处理，不外排，符合“加强海洋污染治理”的要求。本项目不在天津市海洋生态红线区内，项目的施工及运营均不会对周边红线区造成影响。综上所述，本项目的建设符合《天津市海洋主体功能区规划》。



图 2.6-3 项目位置与《天津市海洋主体功能区划》叠加示意图

2.6.5 与《天津市海洋生态红线区报告》的符合性分析

根据《天津市海洋局关于发布实施<天津市海洋生态红线区报告>的通知》（津海环〔2014〕164号）和《天津市海洋生态红线区报告》，全市划定的海洋生态红线区包括 219.79km²海域和 18.63km 岸线，分布在天津大神堂牡蛎礁国家级海洋特别保护区、汉沽重要渔业海域、北塘旅游休闲娱乐区、大港滨海湿地和天津大神堂自然岸线等 5 个区域。

本项目不在天津市海洋生态红线区内，距离最近的生态红线区-大港滨海湿地约为 2.96km，该红线区的管控措施为“禁止围填海、矿产资源开发及其他城市建设开发项目改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动，禁止在青静黄和北排水河治导线范围内建设妨碍行洪的永久性建、构筑物，保障行洪排涝安全”。距离其它海洋生态红线均在 40km 以上。项目海上光伏发电系统位于南港工业区东南角大港池的西北角，主要建设内容包括光伏板方阵以及配套的锚固、锚链等；项目在陆上区域内建设有升压站及升压站与中石化乙烯项目的地埋输电线路。施工期，项目人员生活污水均妥善处理不外排，营运期不产生污水。工程建设不会改变红线区海域自然属性，不妨碍行洪排涝安全。

因此，本项目符合《天津市海洋生态红线区报告》。

表 2.6-3 本工程与海洋生态红线区的位置关系

序号	所在省、市	海洋生态红线区名称	本工程与红线区的位置关系
1	天津市	天津汉沽重要渔业区域（限制开发区）	东北侧44.11km
2	天津市	天津北塘旅游休闲娱乐区（限制开发区）	北侧42.47km
3	天津市	天津大港滨海湿地（限制开发区）	南侧2.96km
4	天津市	天津大神堂牡蛎礁国家级海洋特别保护区	东北侧51.26km
5	天津市	天津大神堂自然岸线	东北侧60.85km

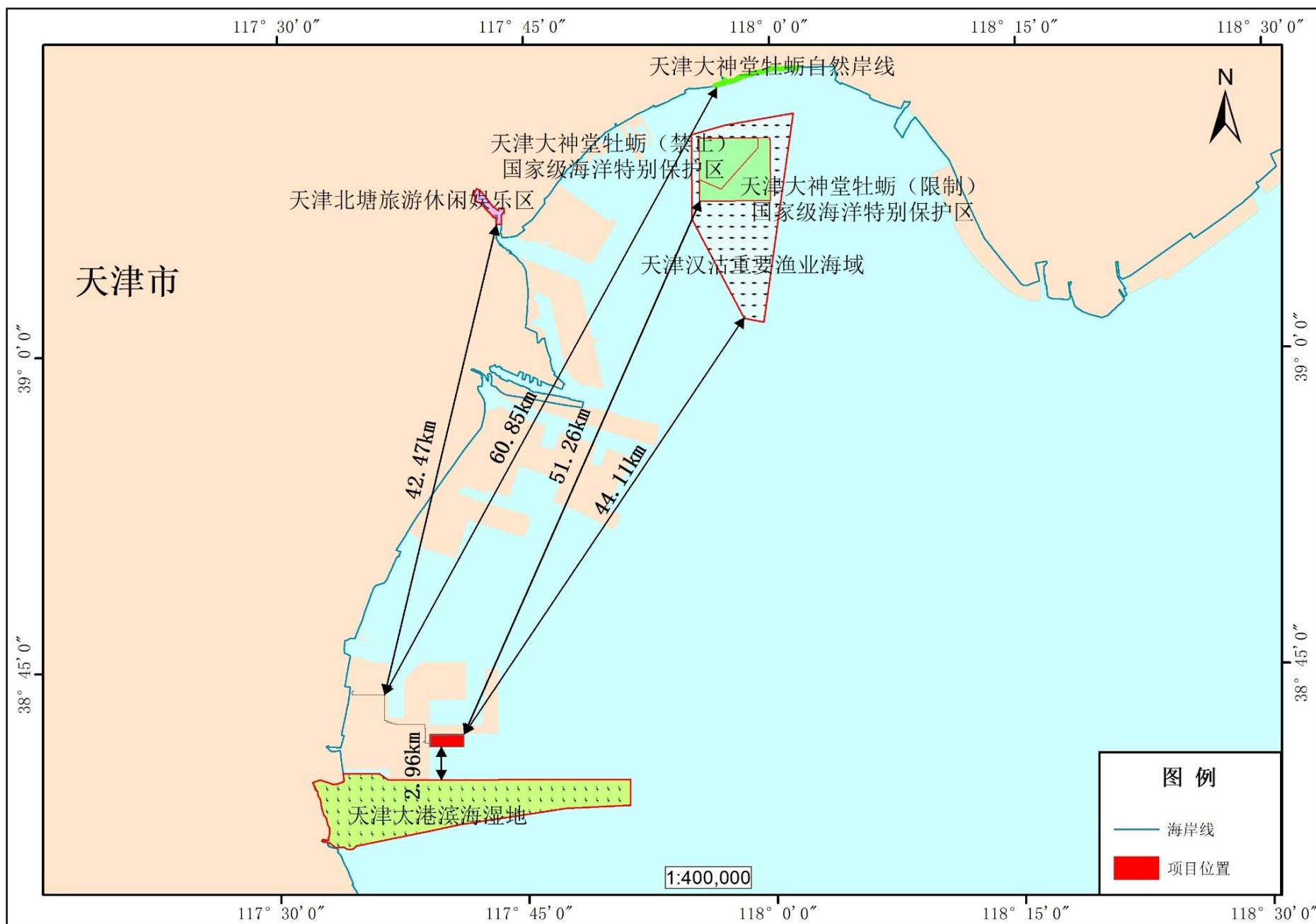


图 2.6-4 项目位置与《天津市海洋生态红线区报告》叠加图

2.6.6 与天津市生态保护红线的符合性分析

根据《天津市人民政府关于发布天津市生态保护红线的通知》（津政发〔2018〕21号），项目不涉及生态红线区。项目的陆上地埋电缆距离海滨高速防护绿地最近距离约800m，光伏方阵区域距离海滨高速防护绿地距离大于7.6km。项目光伏发电系统位于南港工业区东南角大港池的西北角，其建设内容主要为光伏板方阵以及配套的锚固、锚链等；项目在陆上区域内建设有升压站及升压站与中石化乙烯项目的地埋输电线路。项目施工期，项目人员生活污水均妥善处理不外排，营运期基本不产生工业性污水，不向生态红线区排污、倾倒固废，不会对生态红线区产生影响。因此，项目符合《天津市人民政府关于发布天津市生态保护红线的通知》（津政发〔2018〕21号）。

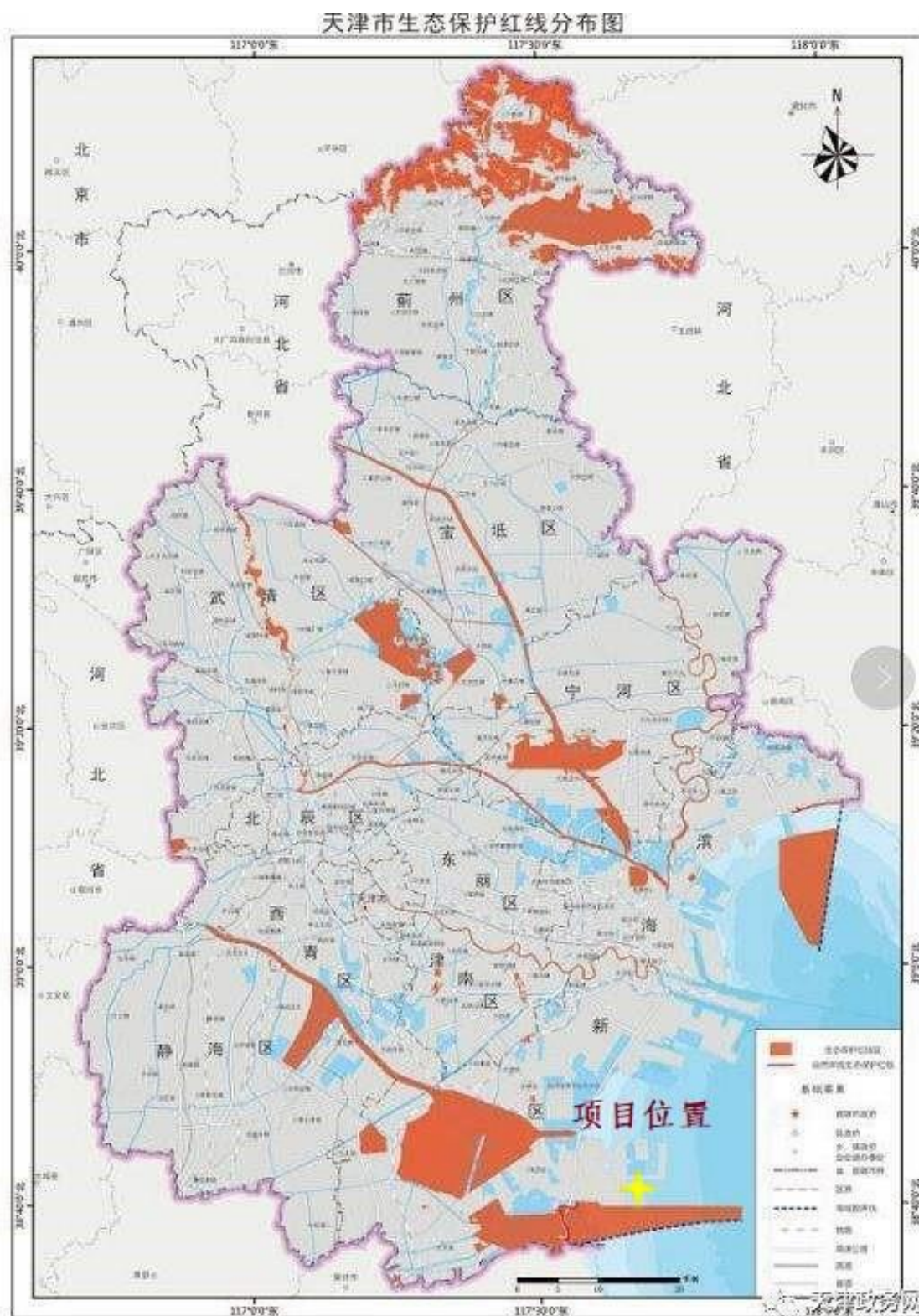


图 2.6-5 项目位置与天津市生态保护红线分布图位置关系

2.6.7 与《天津市近岸海域环境功能区划调整方案》的符合性分析

根据天津市人民政府《天津市近岸海域环境功能区划的批复》（津政函〔2013〕66号）、《关于天津市近岸海域环境功能区划调整方案的批复》（津政

函〔2019〕82号）和市生态环境局关于印发《天津市近岸海域环境功能区划调整方案》的通知，共划定了近岸海域四大类 21 个环境功能区。本项目位于南港工业与城镇用海区（TJ018CIII）和天津港南港港口区（TJ021DIV），南港工业与城镇用海区需执行三类海水水质标准，天津港南港港口区需执行四类海水水质标准。本工程与《天津市近岸海域环境功能区划》位置关系见下图。

本项目施工期在严格落实各项环保措施的前提下，不会对周边项目造成不良影响。项目营运期基本不产污，日常工作人员产生的污水及固体废物均妥善收集处理，对周边海域的水质环境不会产生影响。根据现状调查结果，本项目海域的水质环境能够满足第二类标准，符合南港工业与城镇用海区

（TJ018CIII）和天津港南港港口区（TJ021DIV）的水质要求，本项目用海符合《天津市近岸海域环境功能区划调整方案》。

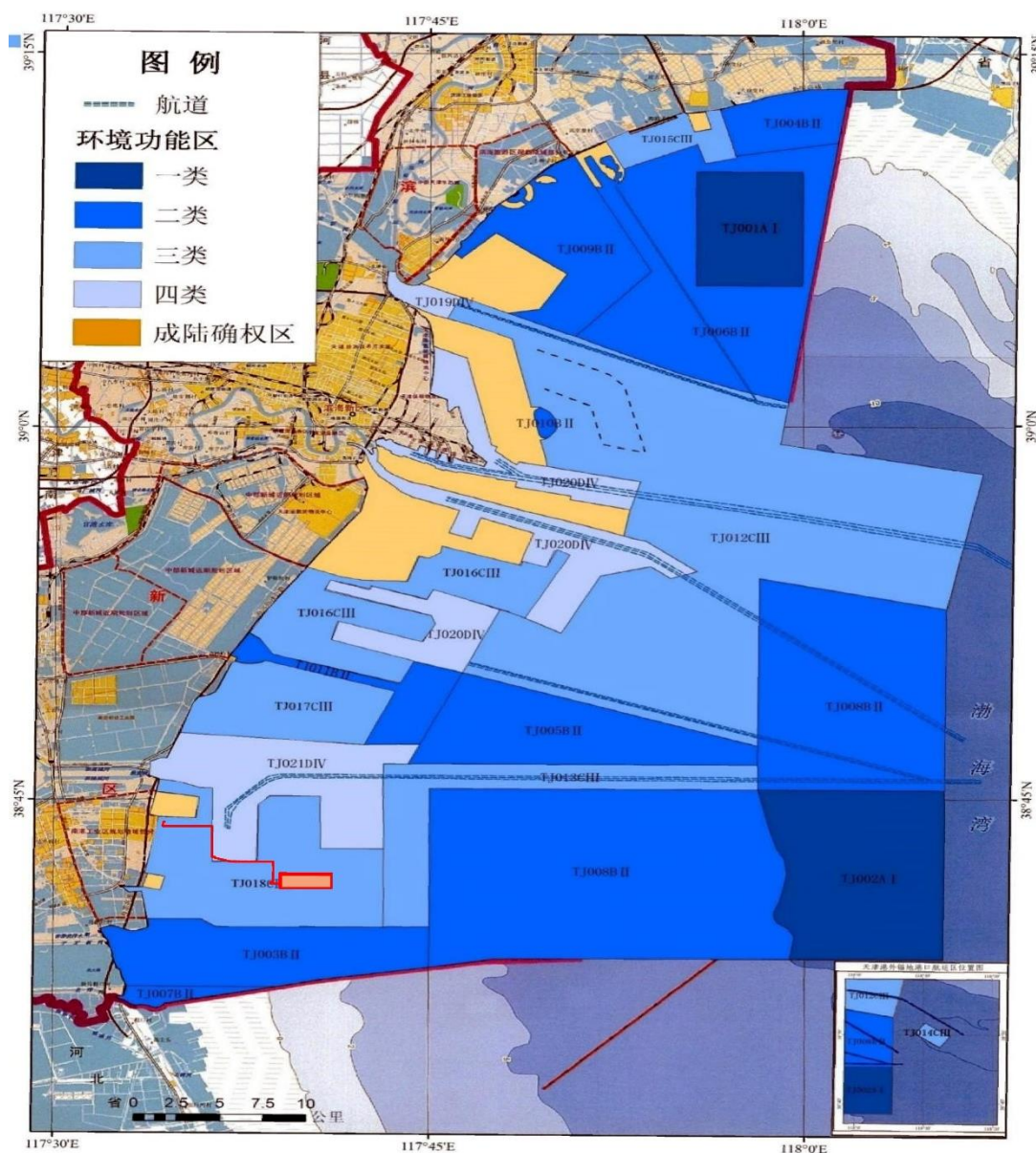


图 2.6-6 项目位置与《天津市近岸海域环境功能区划调整方案》叠加图

2.6.8 “三线一单”符合性分析

1、与生态红线符合性分析

根据《天津市海洋生态红线区报告》，本项目不在天津市海洋生态红线区内，距离最近的生态红线区-大港滨海湿地的最近距离约为 2.96 公里，该红线区的管控措施为“禁止围填海、矿产资源开发及其他城市建设开发项目改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动，禁止在青静黄和北排水河治导线范围内建设妨碍行洪的永久性建、构筑物，保障行洪排涝安全”。

根据天津南港工业区的开发建设现状，本项目建设位于围而未填的港池中，靠近西侧和北侧现有围堤，东侧和南侧已围。项目施工人员生活污水及施

工废水均妥善处理不外排。营运期运维船舶产生的少量污水、固废、含油污水等污染物均妥善处置不排海。工程建设不会改变周边红线区海域自然属性，不妨碍行洪排涝安全。

综上所述，本工程施工期及营运期均不会对周边的红线区产生影响。

2、环境质量底线符合性分析

环境质量底线是国家和地方设置的大气、水和土壤环境质量目标，也是改善环境质量的基准线。项目环评应对照区域环境质量目标，深入分析预测项目建设对环境的影响，强化污染防治措施和污染物排放控制要求。

本项目施工期，生活污水主要污染因子为 COD、BOD₅、氨氮等，根据实际情况，可将 COD、BOD₅、氨氮等污染物含量较低的污水直接用于场内抑尘，如员工洗漱用水等。施工期根据现场施工人数配置移动式环保厕所，委托相关单位定期清运处理，不排放入海；机械油污水集中收集交给有资质单位处理，不外排。本项目废气、废水和噪声经治理后对环境污染较小，固废可做到无害化处置。采取环境影响报告提出的相关防治措施后，本项目排放的污染物不会对区域环境质量底线造成冲击。

3、资源利用上线符合性分析

资源是环境的载体，资源利用上线是各地区能源、水、土地等资源消耗不得突破的“天花板”。

项目建设期间生活用水可就近使用天津市市政供水，能够满足生活用水要求。施工用电负荷不大，拟从附近输电线路 T 接或从附近变电站引接 10kV 线路至站内临时变压器，选用一级能效及以上产品，能源消耗均未超出区域负荷上限。

因此，符合资源利用上线的管控要求。

4、与《市场准入负面清单（2022 年版）》的符合性分析

《市场准入负面清单（2022 年版）》包含禁止和许可两类事项。对禁止准入事项，市场主体不得进入，行政机关不予审批、核准，不得办理有关手续；对许可准入事项，包括有关资格的要求和程序、技术标准和许可要求等，由市场主体提出申请，行政机关依法依规作出是否予以准入的决定或由市场主体依照政府规定的准入条件和准入方式合规进入；对市场准入负面清单以外的行

业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入。本项目未纳入《市场准入负面清单（2020年版）》禁止准入名单。

2.7 环境敏感目标 and 环境保护目标

2.7.1 环境敏感目标

根据《天津市海洋功能区划（2011-2020年）》、《天津市海洋环境保护规划（2014-2020年）》、《天津市海洋生态红线区报告》，考虑到与本工程的位置关系和所处区域的环境特点，确定本项目周边水域环境敏感点主要分布有大港滨海湿地海洋特别保护区、大港滨海湿地红线区、独流减河河口湿地、辽东湾渤海湾莱湾国家级水产种质资源保护区、中国对虾产卵场、北大港湿地自然保护区。

本次评价将《天津市海洋功能区划（2011-2020年）》及《天津市海洋环境保护规划（2014-2020年）》中定位及保护要求相同的敏感区进行合并，统一按照《天津市海洋功能区划（2011-2020年）》中的敏感区进行确定。

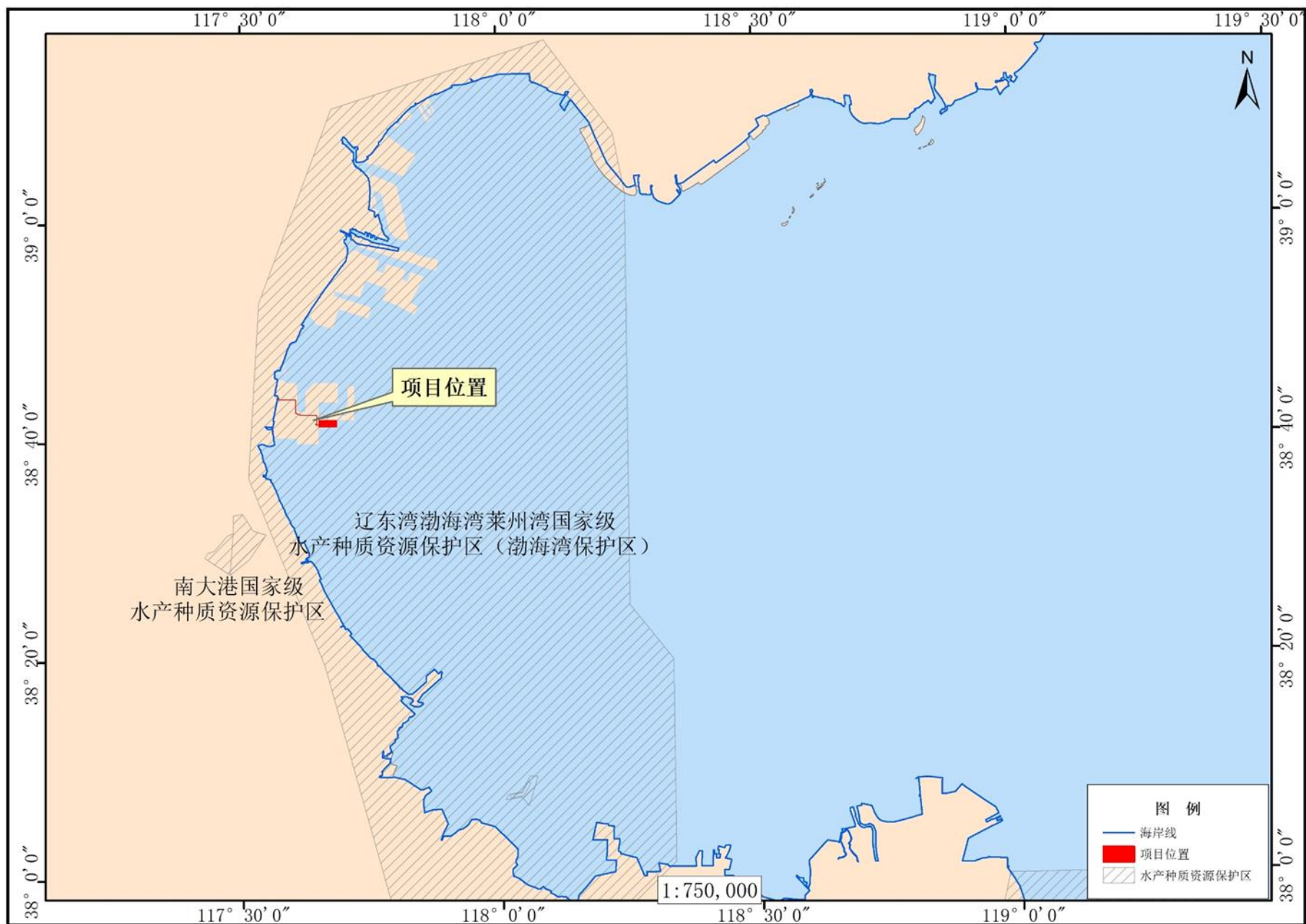


图 2.7-1 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区位图

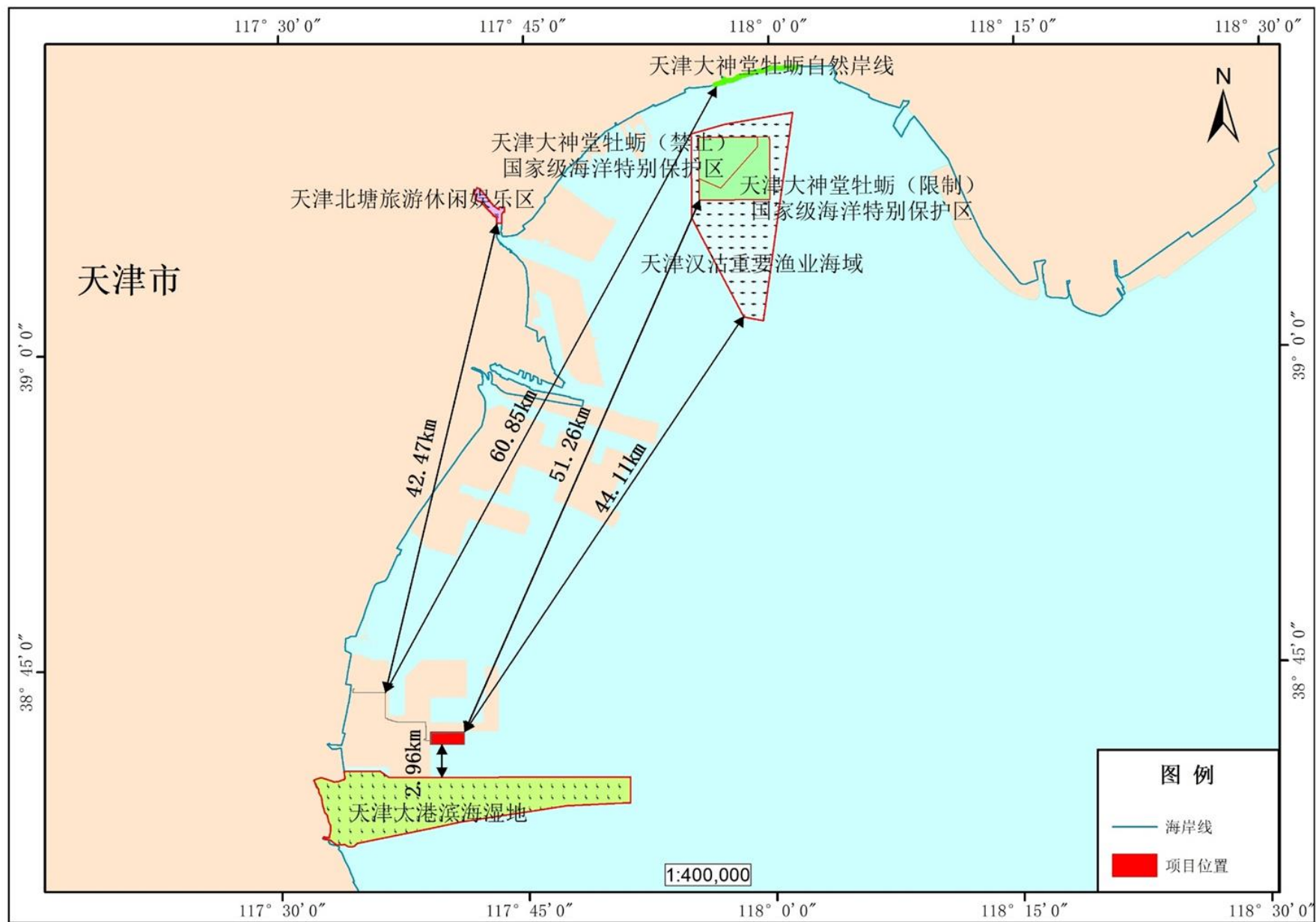


图 2.7-2 项目位置与湿地保护区叠加图

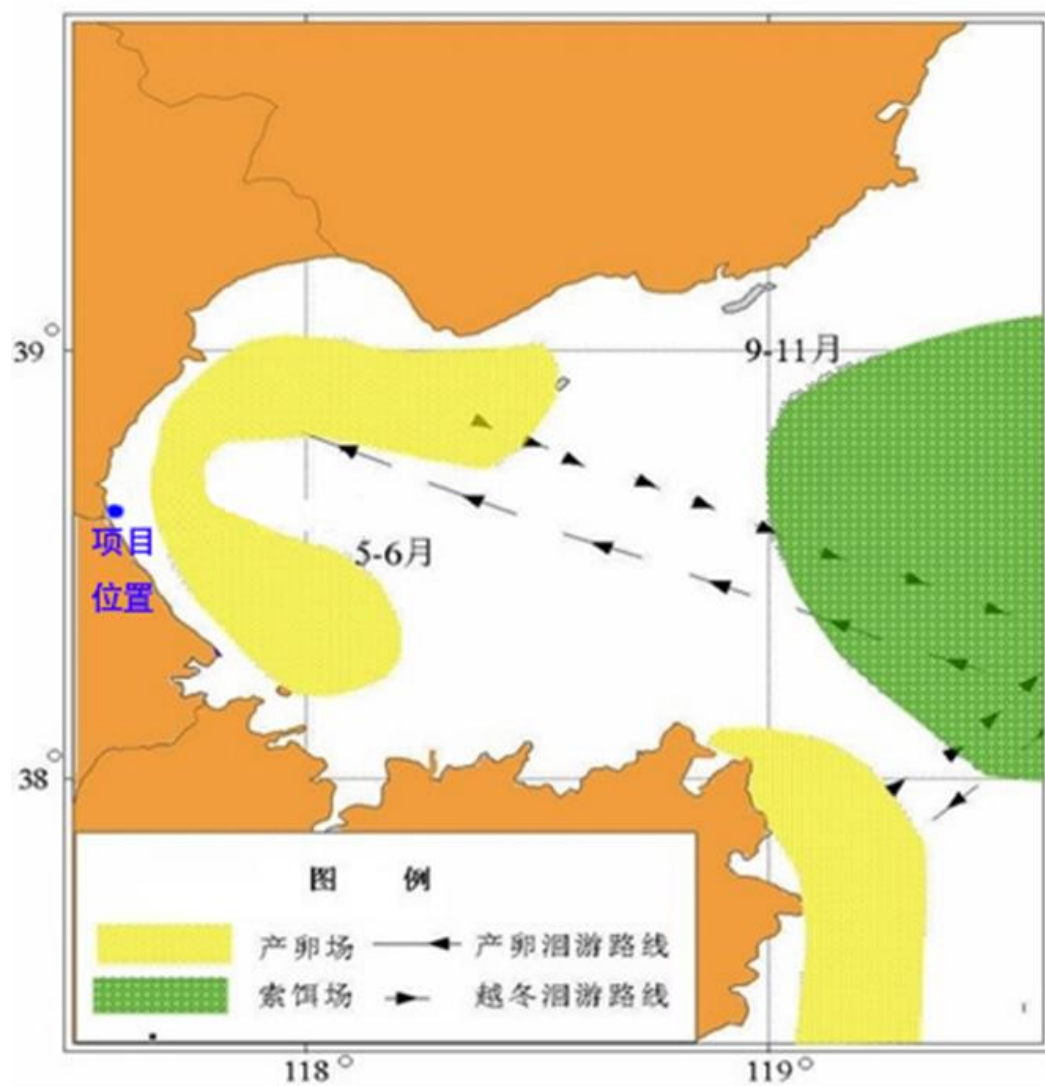


图 2.7-3 项目位置与产卵场、索饵场及洄游路线叠加图

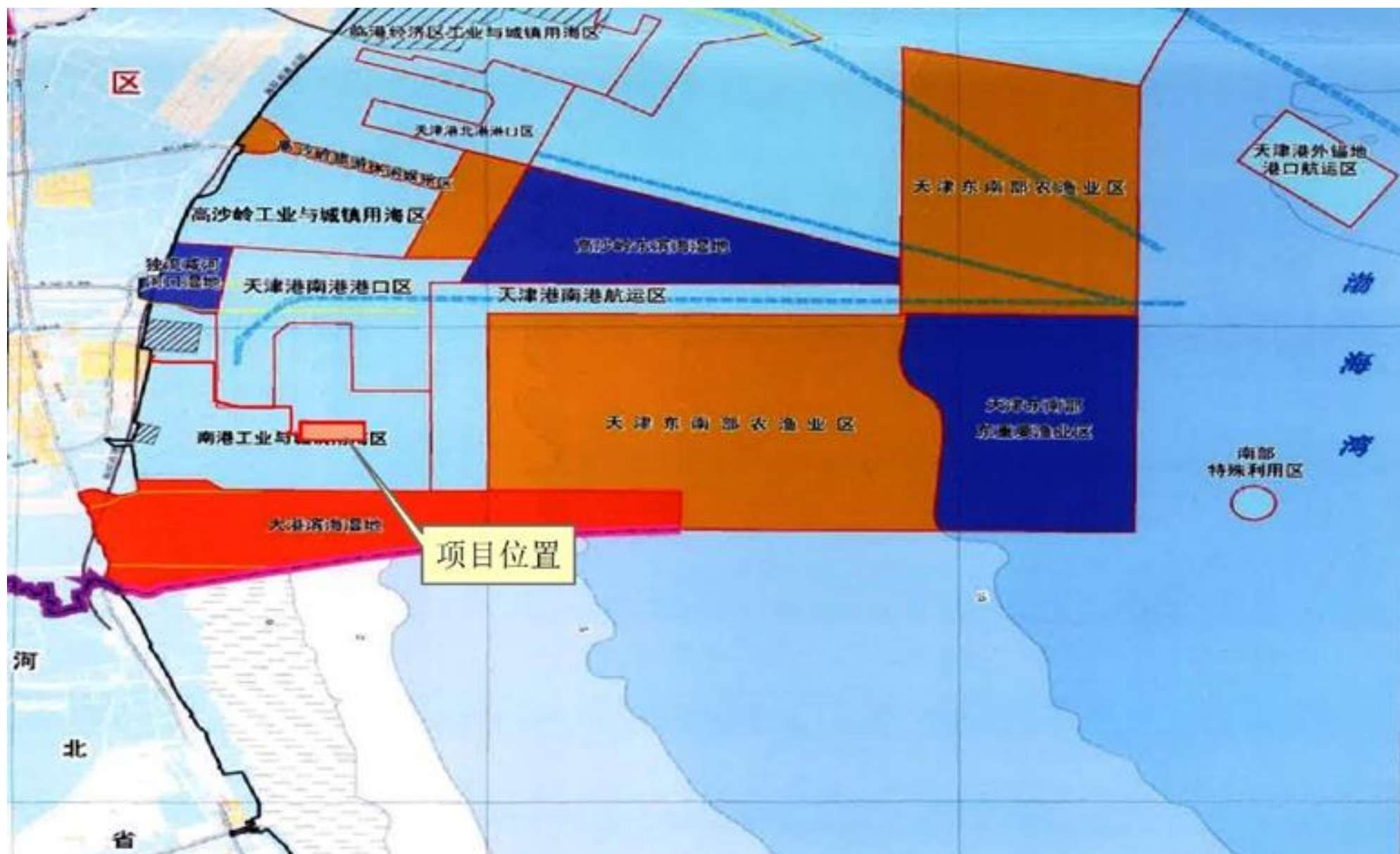


图 2.7-4 项目位置与独流减河河口湿地、大港滨海湿地位置示意图

2.7.2 环境保护目标

本项目海上漂浮式光伏建设，主体工程是在港池内安放光伏系统和锚固系统，项目施工期会对周边海洋水质环境产生一定的影响，但是由于所在区域半封闭，项目位置距离口门处较远，产生的悬沙不会扩散到外海；陆上部分建设升压站和接电线路，不会对海水水质造成影响，但是施工过程会产生一定的扬尘和噪声。

根据本工程所处区域的环境特点及周围敏感点的分布情况，确定本次评价的环境保护目标为评价海域内的水质、海洋生态环境以及周边临近的大港滨海湿地海洋特别保护区、天津大港滨海湿地红线区、辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区。

本项目南侧为北大港湿地自然保护区沿海滩涂缓冲区，项目本身不占用保护区，但该保护区有丰富的鸟类资源，因此北大港湿地自然保护区的鸟类也是本项目的保护目标。

3 建设项目工程分析

3.1 地理位置

南港工业区位于滨海新区东南部，距离天津市区 45 公里。

天津南港海上光伏项目位于南港工业区东南部围而未填的大港池西北角区域，北侧距离现状围堤约 120m，西侧距离现状围堤坡脚线约 60m；项目陆上变电站位于东南角大港池的西侧陆域，创新路与南港十三街交叉口西南方向，申请用海面积 1.0002hm²；从变电站接入中石化乙烯项目的 110kV 线路，整体敷设方向为“北-西-北-西-北”，既从变电站北侧接出，先沿南港十三街**向北**敷设至红旗路北侧，后沿红旗路北侧一路**向西**敷设至与安盛路交口，再沿安盛路东侧**向北**敷设至泰润二道东侧，沿泰润二道北侧**向西**敷设至泰润二道西侧、新石化大道东侧，而后**向北**敷设至中石化大乙烯西侧，最终东折接入大乙烯项目的变电站。地理位置见下图。



图 3.1-1 项目地理位置图

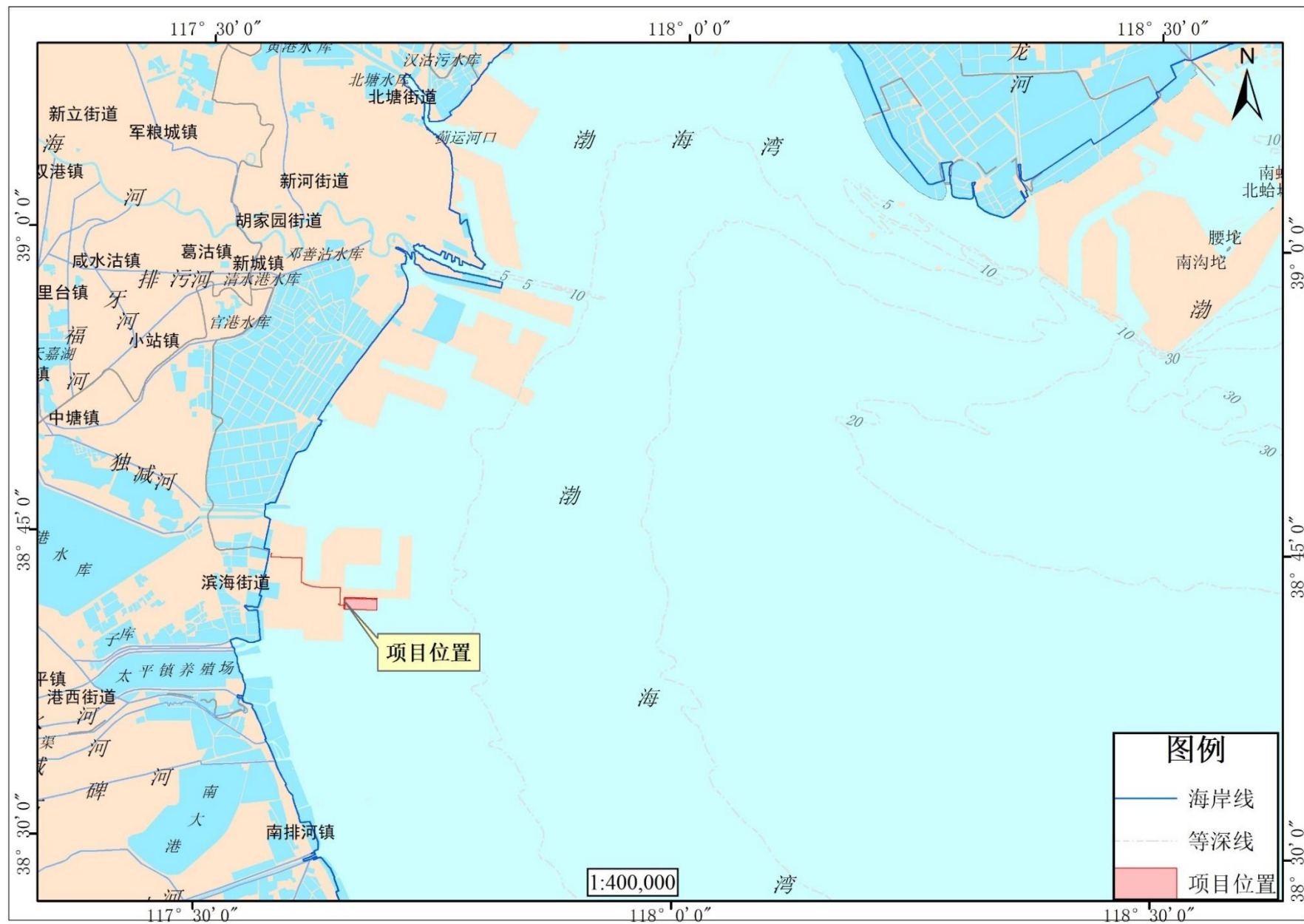


图 3.1-2 项目行政位置图

3.2 工程概况

- (1) 项目名称：天津南港海上光伏项目；
- (2) 项目性质：经营性；
- (3) 建设单位：中石化新星（天津）新能源有限公司；
- (4) 建设内容及规模

项目采用漂浮式方案建设光伏电站，建设内容包括海上光伏发电系统、营运期运维通道、升压站、光伏发电系统与升压站中间的 9 回路 35kV 集电线路以及升压站与中石化乙烯项目间的 3 回路 110kV 地埋输电线路。

项目总装机容量 261.8616MW，设计 60 个 4.364MW 的光伏方阵。每个方阵的用海面积约为 4.77hm²，由 8008 块 545W 组件组成，并配置 14 台直流汇流箱，60 个方阵共设置 840 个直流汇流箱，60 个 3125kW 箱逆变一体机。在光伏发电系统用海区域的南侧和东侧设置浮式防波堤，南侧防波堤总长度约 2867m，东侧防波堤总长度约 971m，防波堤宽度为 12m，堤两侧用锚固进行固定。

项目运维通道整体形状成倒“L”型，运维船长为 6.8m，运维通道宽度为 13.6m，西侧水域长约 1000m，北侧水域长约 2900m。

光伏组件发电后，电力先输送至各箱逆变一体机内，最终电力汇集为 9 回路 35kV 集电线路，线路穿越南港工业区东南角大港池西围堤，接入项目 110kV 升压站，35kV 集电线路总长度约 521m，其中约 101m 位于南港工业区东南角大港池内，约 420m 位于南港工业区陆域内。

- (5) 工程总工期：施工总工期为 12 个月(含施工准备工期 1.5 个月)。

- (6) 工程总投资：138694.98 万元。

表 3.2-1 主要经济技术指标

序号	项 目		指 标	备注
1	主体工程	海上漂浮式光伏系统	261.8616MW	60个4.364MW的光伏方阵
2	辅助工程	陆上升压站	1座	
		集电线路、海缆	521m	从各箱逆变一体机汇集接入陆上升压站，其中约101m位于南港工业区东南角大港池内，约

序号	项 目		指 标	备注
				420m位于南港工业区陆域内
		输电线路	11km	从升压站接入中石化乙烯项目，全部位于南港工业区陆域内
3	污染防治设施	含油污水收集处理设施	1项	含油污水收集桶
		污水收集处理设施	1项	移动式环保厕所
		固废收集处理设备	1项	4个660L的标准环卫铁质垃圾箱（带盖）

（7）工程区域现状

项目位于南港工业区，南港工业区至 2015 年基本上整体完成填海，本项目所在港池属于围而未填，东南角未封闭，缺口长度约 2 公里，与外海相连通。

港池的东侧与南侧存在现状防波堤，现阶段南港工业区整积极进行建设生态海堤，不仅加固堤坝，增强其抗浪能力，同时进行海堤生态化，有利于生态环境的恢复。

项目依托原有港池建设，一方面将施工影响尽量控制在原围海范围内，一方面现状防波堤可有效帮助本项目抵抗外海波浪。





图 3.2-1 工程区现状图

3.2.1 总平面布置和主要结构尺度

3.2.1.1 总平面布置方案

本工程为天津南港海上光伏项目，建设内容主要为海上光伏发电系统、升压站、光伏发电系统与升压站中间的 9 回路 35kV 集电线路以及升压站与中石化乙烯项目间的 3 回路 110kV 地埋电缆。

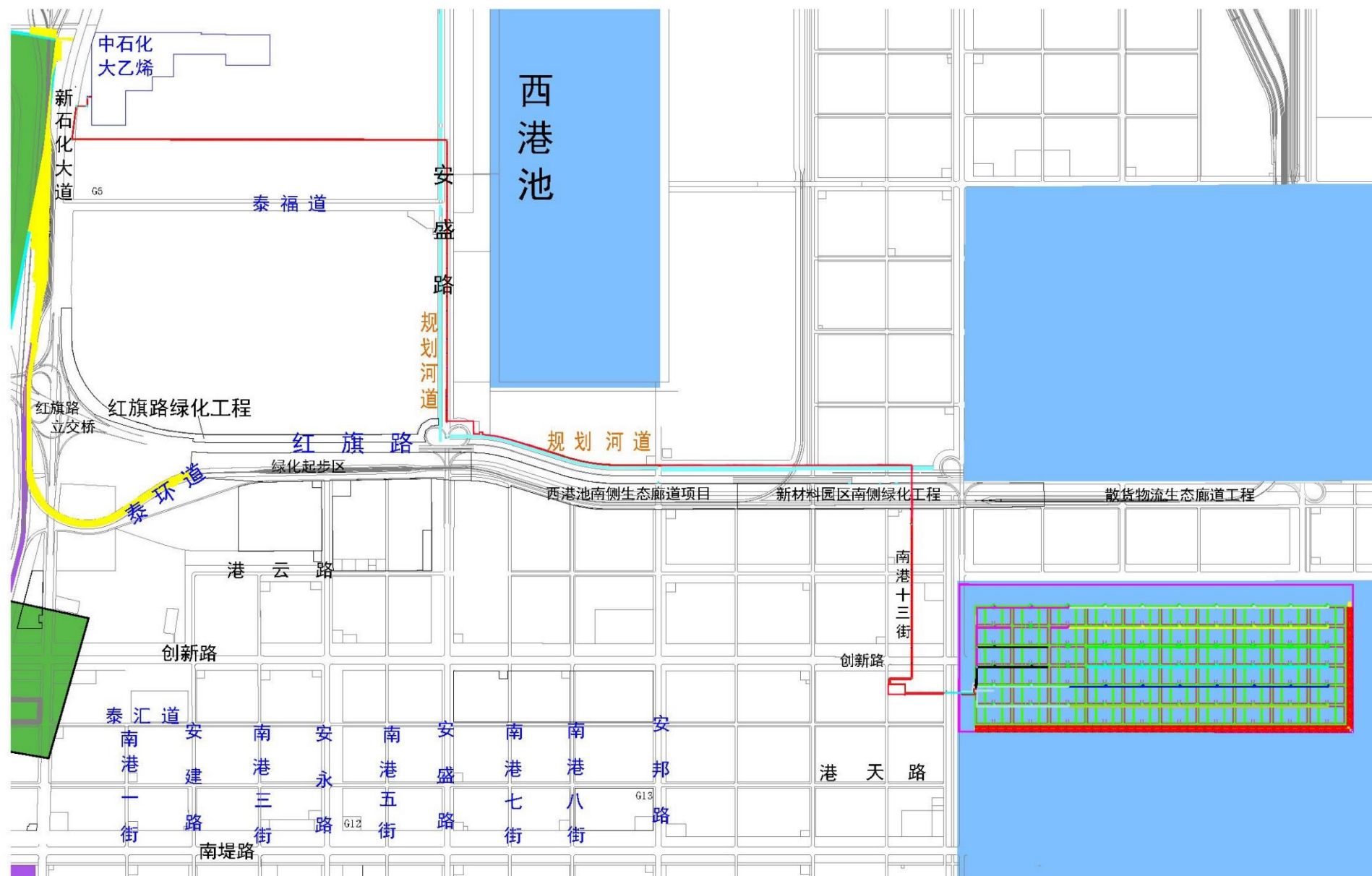


图 3.2-2 项目整体平面布置图

3.2.1.2 海上光伏发电系统

本项目海上光伏发电系统用海区域横向长度约 2843m，纵向约 907m，项目设计装机容量 261.8616MW，分成 60 个发电单元，每个发电单元（约为 4.364MW）为一个浮体方阵，每个浮体方阵由 8008 块 545W 双面双玻组件组成，为了便于设置浮体锚固，结合现有项目所在海域情况，相邻方阵间距约 25m，相邻方阵采用共锚的方式进行连接固定。在光伏发电系统用海区域的南侧和东侧设置浮式防波堤，南侧防波堤总长度约 2867m，东侧防波堤总长度约 971m，防波堤底部宽度为 12m，堤两侧用锚固进行固定，现阶段拟采用 $\Phi 26$ （mm）锚链，连接防波堤的锚固形状为长方体，体积为 1.6m^3 ，规格为 1.8m（长） $\times$ 1.8m（宽） $\times$ 0.5m（高），重量 10t。

每个方阵由浮体、组件（既光伏板）、缆绳、锚链、锚固等组成，浮体方阵采用锚块和缆绳等进行固定，现阶段拟采用 $\Phi 14$ （mm）锚链，单个锚块体积约 1.6m^3 ，形状为圆柱形，高约 0.5m，材质为钢筋混凝土，重量 4t，利用自重沉入海底，起到稳固方阵的作用。浮体利用缆绳与海底重力锚块体连接，单根缆绳长度 14.3m（由锚链和超高分子聚乙烯绳组成）。单个方阵子单元南北侧各 52 个锚点，东西侧各 39 个锚点，共需 182 个锚固块，同时，每个子单元配置 14 台 24 进 1 出直流汇流箱以及 1 个箱逆变一体机平台，规格为浮船，每个浮船单独用 6 个锚固进行固定（南北两侧各 2 个，东西两侧各 1 个）。每个方阵内，设置有两条运维通道，用于营运期光伏板的检维修及清理，同一方阵内相邻组件间南北方向间距约 0.5m，东西方向间距约 0.13m。

光伏组件放置于浮体支架上，距离水面约 0.8m，设计单位根据组件间遮蔽系数进行考虑，确定安装组件的倾斜角度为 12 度。

方阵的详细信息见下表。此处定义东西一行光伏板为“一排”，南北一行光伏板为“一列”。

表 3.2-2 单元方阵详细信息

海上光伏发电系统总容量及规模	
浮体总容量	261.8616MW
方阵子单元数量	60 个
总组件数量	480480 个
箱逆变一体机	60 台
直流汇流箱	840 台
锚块总数量	7330 个（光伏阵列 6214 个+防波堤 756 个+箱逆变 360 个）
方阵子单元浮体容量及组件规格	

方阵子单元浮体总容量	4.364MW
方阵子单元组件数量	8008 个
单个组件容量形式	545w 双面双玻电池组件
方阵子单元浮体排数	77
子单元浮体列数	104
单个组件大小规格	2.3m（长）×1.1m（宽）

光伏方阵内电力的走向如下图所示：

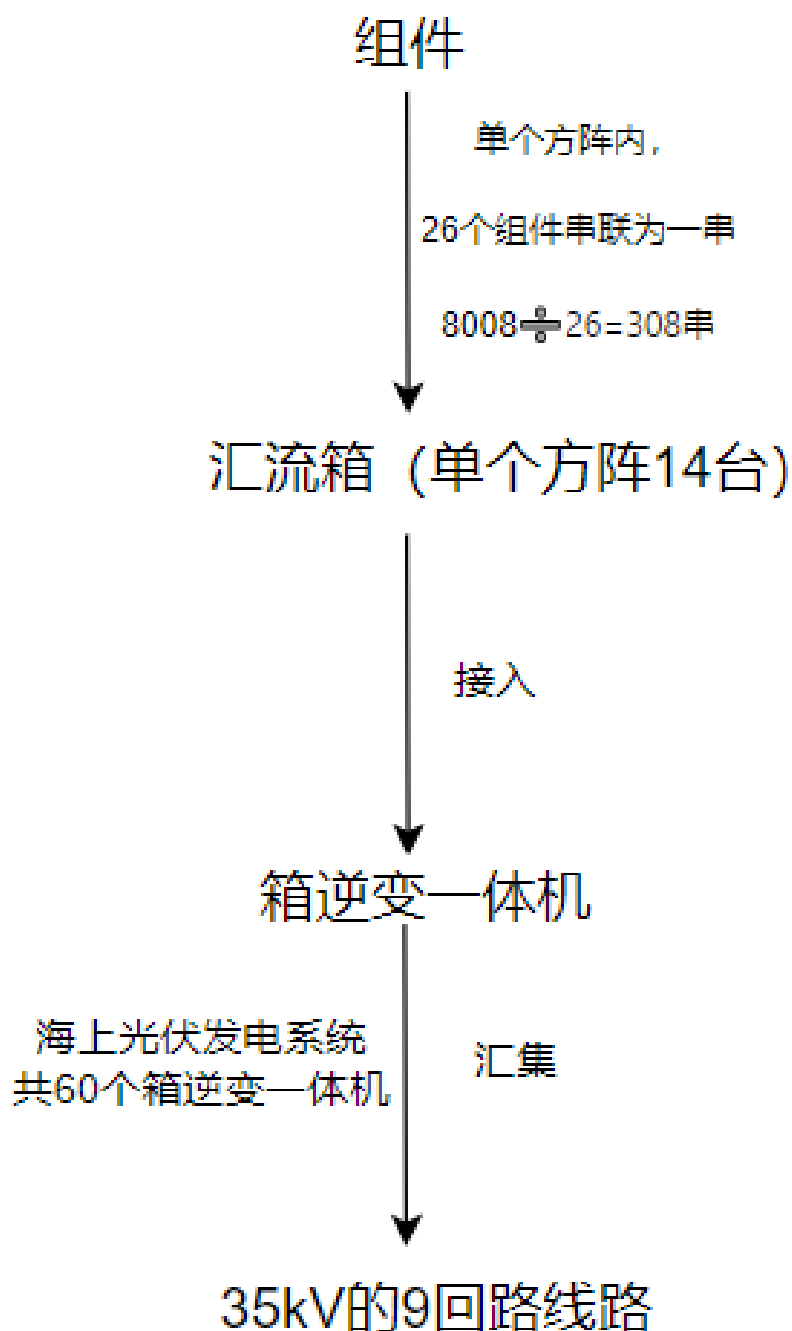


图 3.2-3 光伏发电系统电路走向示意图

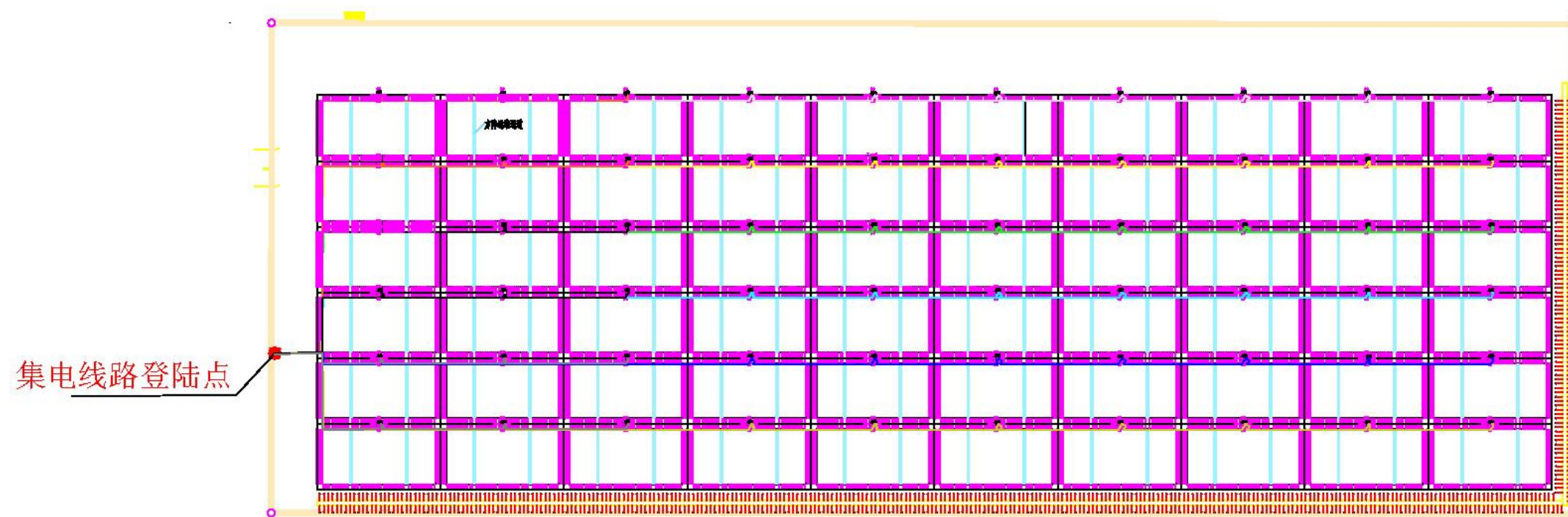


图 3.2-4 海上光伏发电系统平面布置示意图

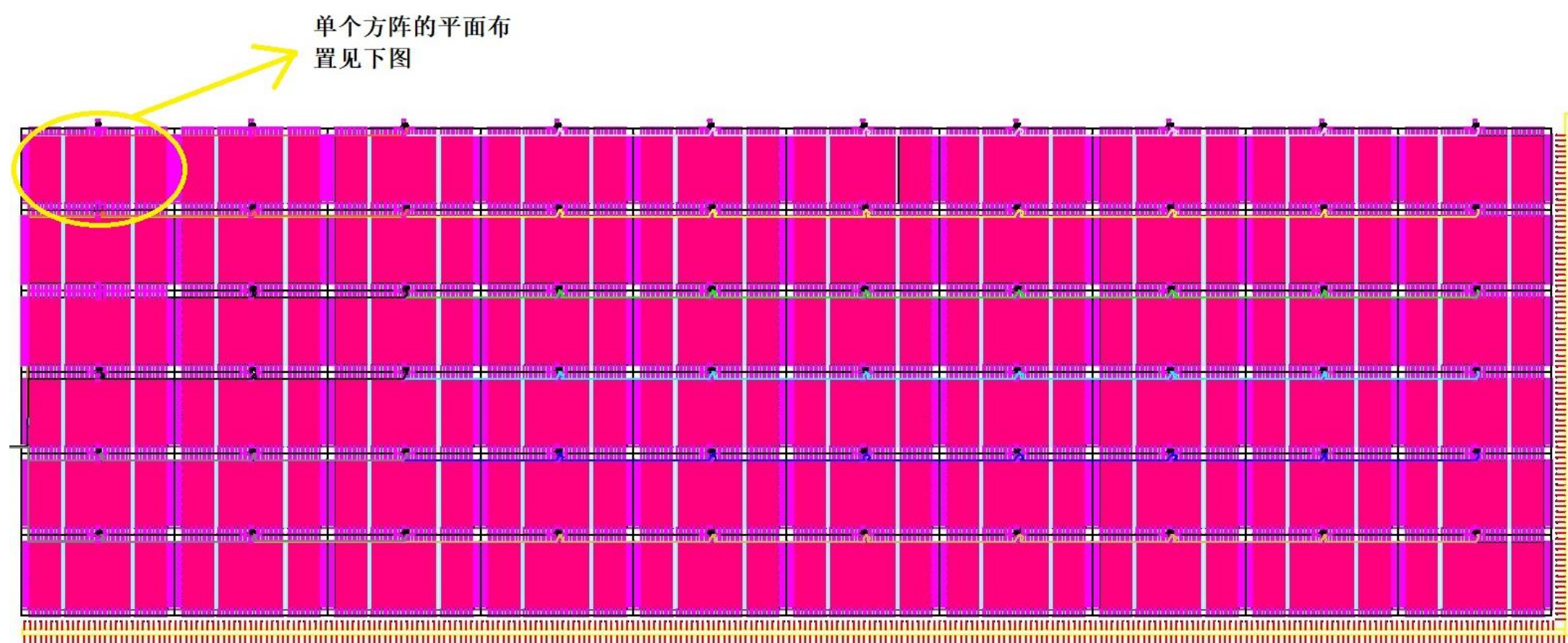


图 3.2-5 海上光伏方阵平面布置图

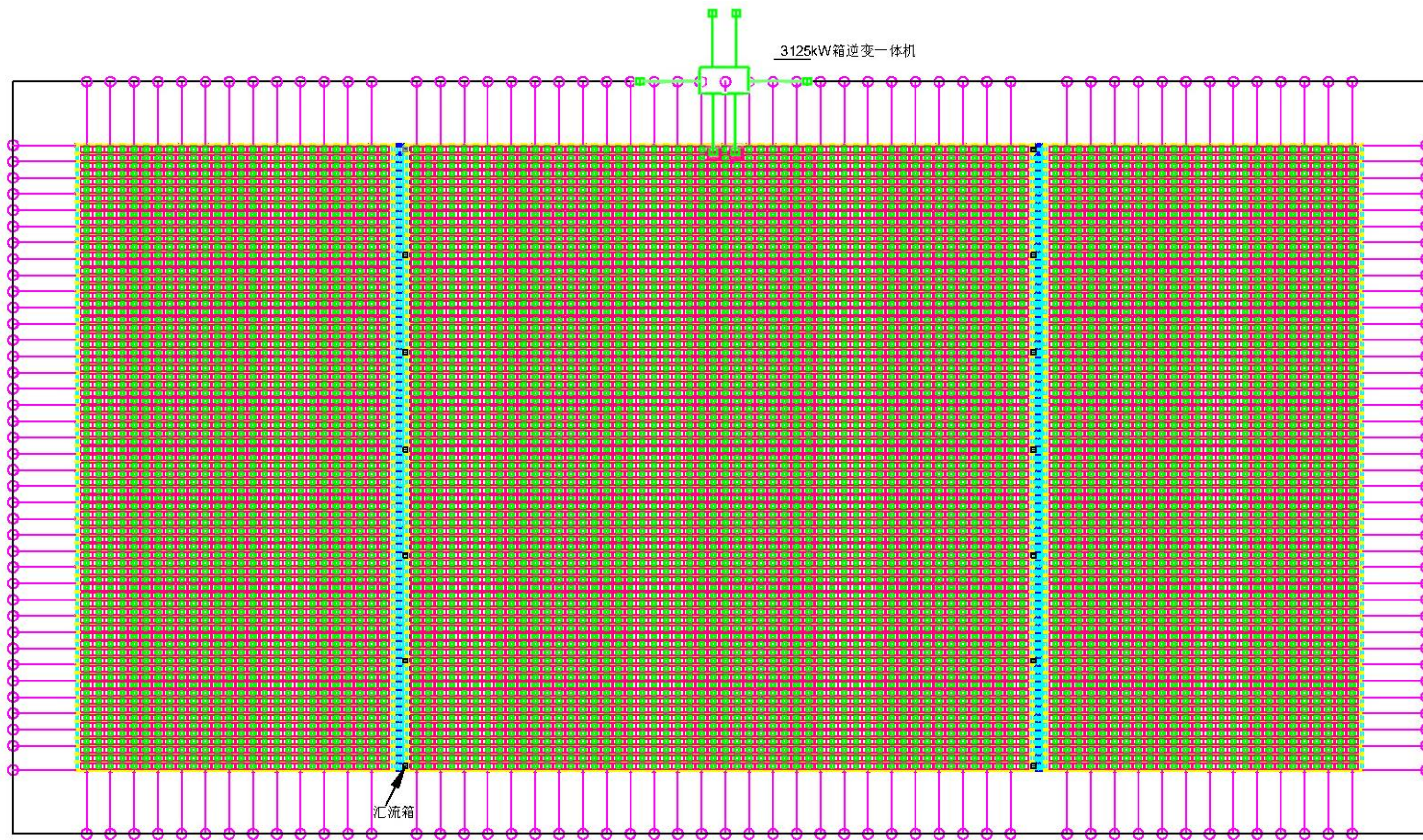


图 3.2-6 单个单元方阵平面布置图

3.2.1.3 海上运维通道

本项目海上光伏发电系统距离港池西侧围堤坡脚线约 60m，距离北侧围堤坡脚线约 120m，出于对浮体方阵安全运行考虑，需避开岸边礁石及浅水区，结合浮体方阵安全运行需水深约 1.5 米，根据《新星天津南港海上光伏项目水深地形图_CGCS2000 坐标系_1985 国家高程基准》测算出方阵具体布置位置，方阵与两围堤之间的空余区域不能再布置光伏方阵。

并且光伏方阵布置于水域内，因此该空余区域需作为项目海上光伏方阵的日常运维通道。

光伏方阵布置于水域内，考虑项目营运期运维需要，在光伏发电系统西北两侧申请一定区域需作为项目海上光伏方阵的日常运维通道。营运期运维船船长为 6.8m，考虑船舶掉头转弯需要，确定运维通道宽度为 13.6m。

运维通道水域整体呈倒“L”型，西侧长约 1000m，宽约 13.6m；北侧长约 2900m，宽约 13.6m。

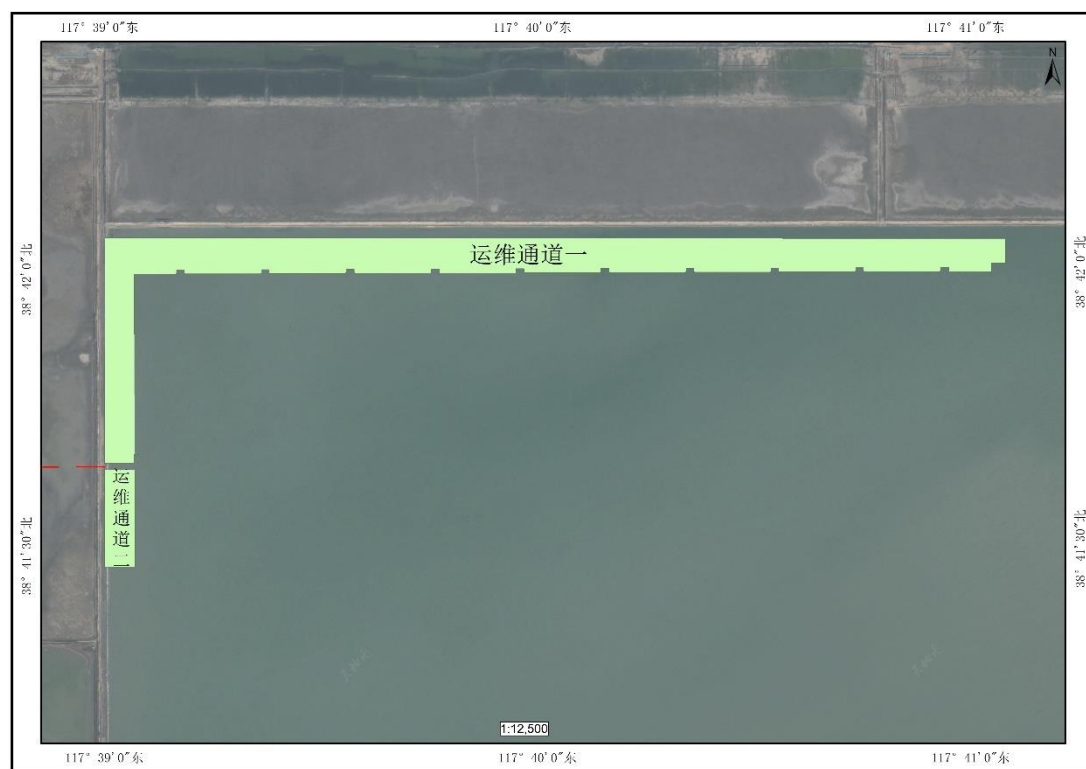


图 3.2-7 项目运维通道位置示意图

3.2.1.4 光伏 35kV 集电线路

本项目光伏集电线路采用 9 回路 35kV 电缆，电缆与各箱逆变一体机连接，而后从光伏方阵西侧中部的集束点向西水平接出，以拉管方式穿过南港工业区

东南角港池的西围堤进行登陆，登陆后 35kV 电缆向西水平敷设，通过陆上升压站东侧的电缆沟接至升压站主变室内，该段 35kV 线路总长度为 521m，其中海底电缆长度约为 70m，陆上电缆长度约为 450m。

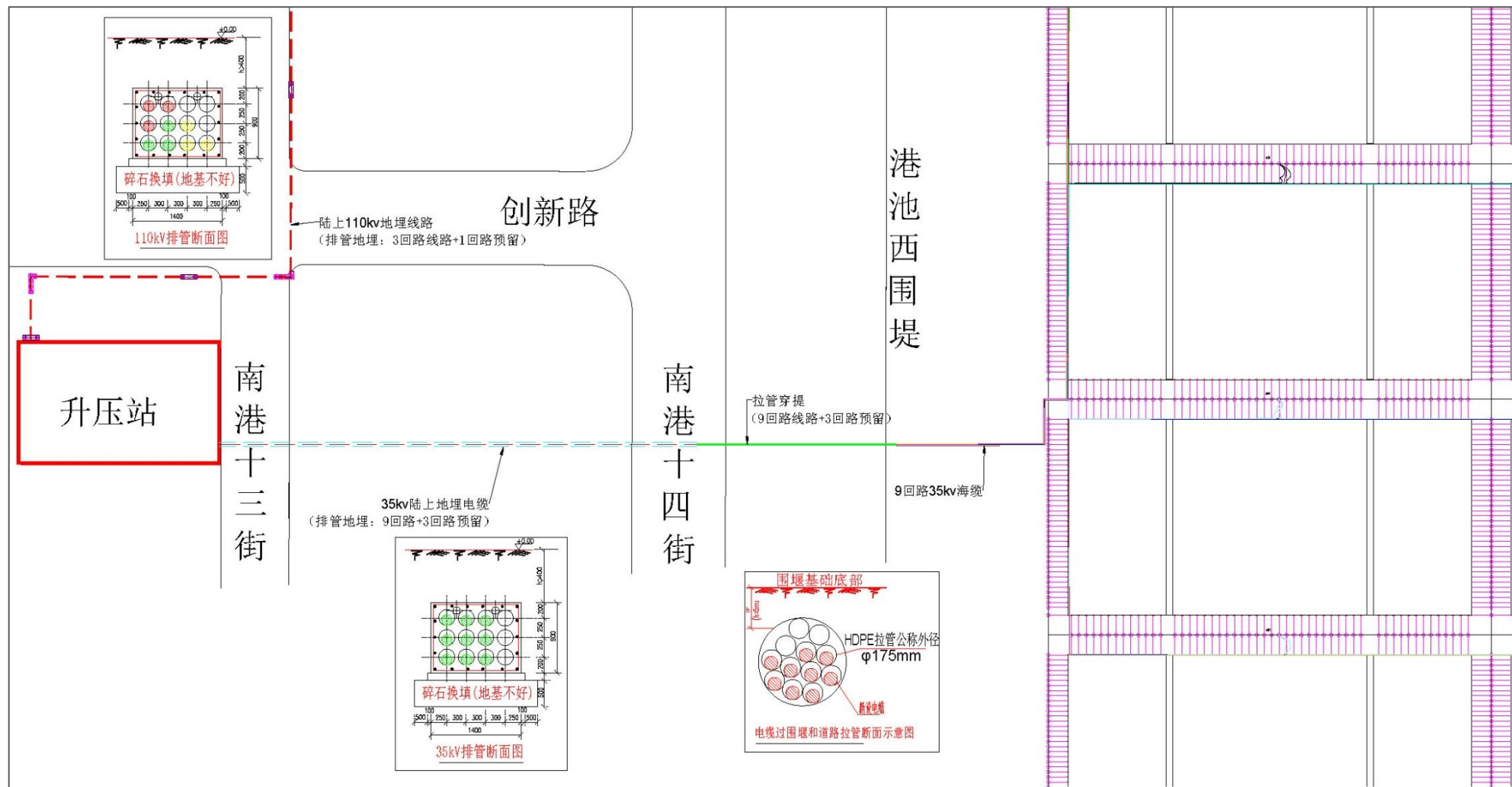


图 3.2-8 35kV 海缆线路位置图

3.2.1.5 陆上升压站

本项目陆上升压站位于东南角大港池的西侧陆域，创新路与南港十三街交叉口西南方向，升压站用海区域长约 129m，宽约 78m，总占地面积 1.0002hm²。

升压站内部呈类似“品”字型布设，厂区北侧建设有 SVG 室，南侧西部建设有主变室，南侧东部建设有综合楼，围绕主变室以及综合楼周边设置有环形道路，道路宽度 4m；在升压站厂区东侧设置有南北 2 个出入口，东侧北部为主出入口，东侧南部为次出入口，两出入口均与厂区道路相连接，同时该出入口临近南港园区规划道路（南港十三街），便于日常人员进出厂区。

站区主变室内设置有 4 座主变压器（3 台主变压器+1 台预留变压器），SVG 操作室内设置有 4 座 SVG 基础设施室及汇控柜操作室，在主变室及 SVG 室之间的区域建设有电缆沟，连接至各变电设施室，综合楼内设置有保护控制室、蓄电池室、集控中心办公室、卫生间等，在综合楼的东南角设置有消防泵房。升压站平面布置图见下图。

35kV 集电线路经升压站内南部电缆沟（电缆沟宽 1.3m×深 1.1m）接入主变室的 35kV 进线侧，在此过程中，SVG 设备通过综合楼与主变室之间的电缆沟与 35kV 母线相连接，做无功处理，稳定电压，提高用户端功率；线路接入主变室升压后，架空接入汇控柜操作室，而后接出升压站。

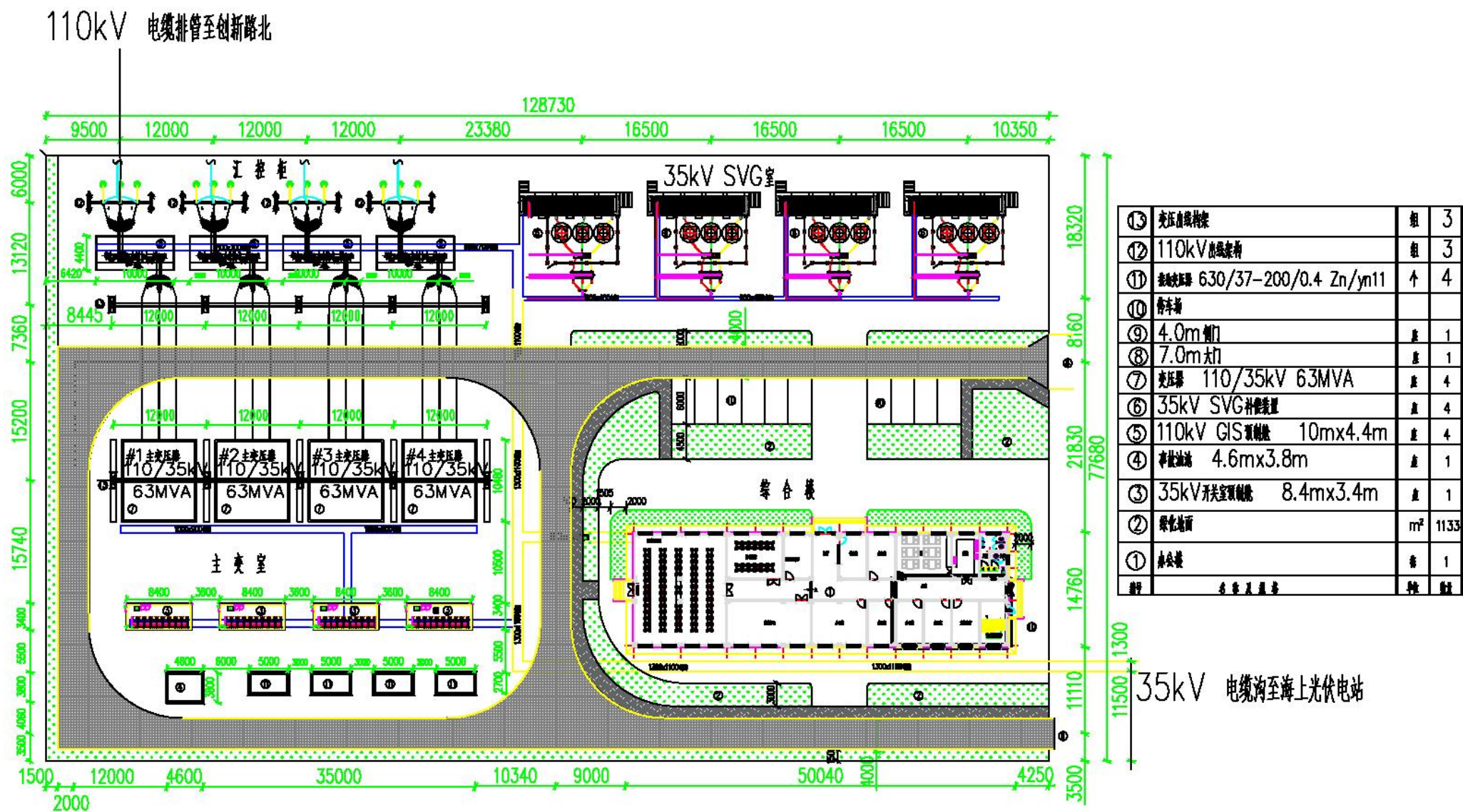


图 3.2-9 升压站平面布置图

3.2.1.6 陆上地理 110kV 输电线路

陆上地理 3 回路电缆，从升压站接出，沿南港十三街向北敷设至红旗路北侧，后沿红旗路一路向西敷设至与安盛路交口，继续折向北侧敷设至泰润二道西侧，沿泰润二道向西敷设至新石化大道东侧，而后北走接至中石化大乙烯项目西侧，最终接入中石化大乙烯项目厂区西侧的变电站。

每 1 回线路内部包括 3 芯电缆，3 回路线路以排管地埋的方式敷设，排管宽度 1.4m，高约 0.9m，排管内部孔数为 12 个电缆孔（4 列×3 排）、2 个光缆孔，排管下侧一层混凝土垫基宽度为 1.6m，二层碎石换填区域宽度为 2.6m。

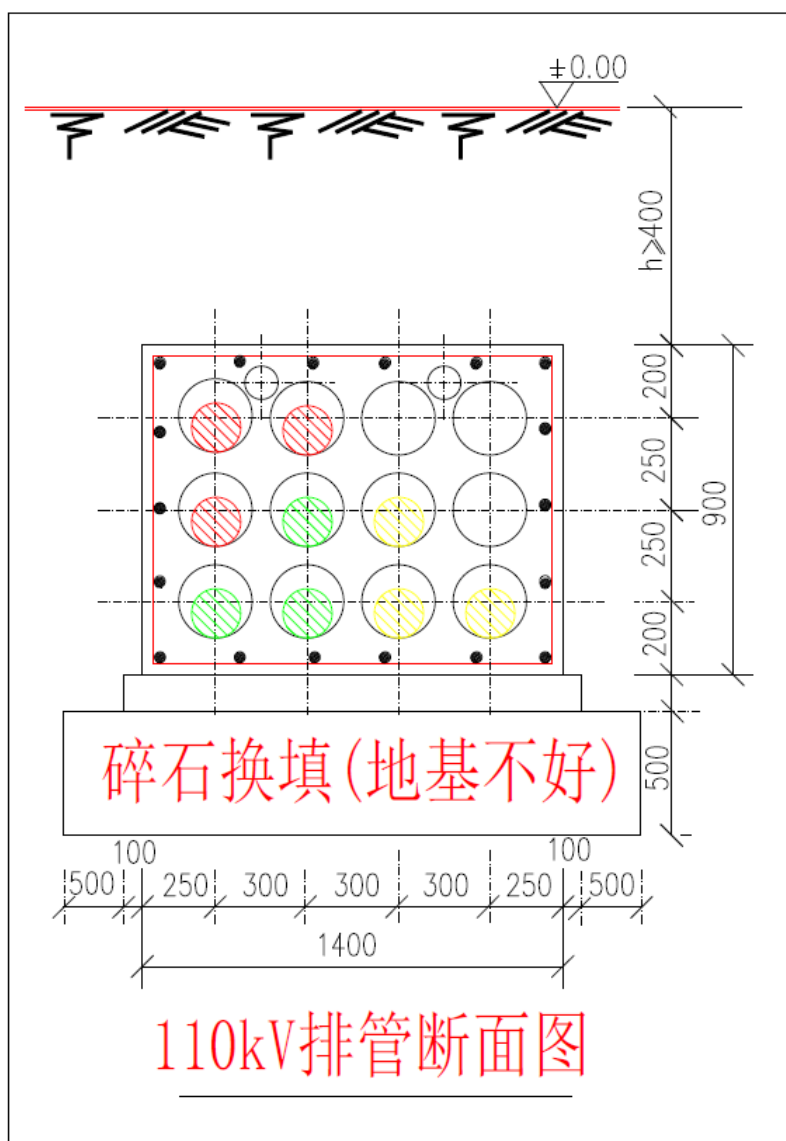


图 3.2-10 110kV 线路排管断面图

3.2.2 工程施工组织设计

3.2.2.1 施工条件与依托设施

本项目主要包括光伏发电设备（太阳能电池板、变配电设备）及基础，场内集电线路（电缆）等。主要建筑材料：浮体、钢材（型钢、钢筋）、水泥、砖、砂、碎石等，站址区域交通运输较为便利，一般建筑材料可在当地购买。

1、施工用水

本工程施工用水优先考虑天津市市政供水，其次考虑打井取水，升压站内的消防水池可在施工期作为临时施工用水水池。对无直接引接水管线的施工区，可采用水罐车运输。

2、排水

施工期间产生的生产、生活污水统一收集后带回陆域集中处理，不外排。对于生产废水，建设单位拟在升压站厂区内建设临时废水沉淀池（经工程类比估算核定容积为 30m^3 ），废水经沉淀后直接用于场内抑尘。施工期结束对沉淀池进行拆除填埋处理。对于生活污水，员工洗漱用水等污染物含量较低的污水可直接用于场内抑尘。建设单位在施工期拟修建临时防渗旱厕，施工期结束后，旱厕粪便经沤肥后用作厂区绿化带肥料，临时旱厕清掏后填埋处理。

3、施工用电

本工程施工用电拟从附近输电线路 T 接或从附近变电站引接 10kV 线路至站内临时变压器，选用一级能效及以上产品。

4、施工通信

施工现场的对外通信由当地运营商网络提供，内部通信则采用无线电通信方式解决。

5、交通条件

项目所在地位于天津南港工业区，周边交通运输条件便利，临近秦滨高速，距离滨海新区（大港城区）约 13.5 公里，场区周围有公路穿过。光伏场区所用的光伏组件、浮体和电气设备无超重、超宽的情况，可采用汽运的方式。

6、其它施工条件

本工程施工期间，基本的机械修配和加工可在当地相关修配站和加工厂完成；主要的或大型的机械修配加工需在市里相关修配站和加工厂完成。

3.2.2.2 主体工程施工及安装

本工程主要项目的施工和安装包括：太阳能电池和箱逆变一体机的浮体系统、锚固系统的制作安装及施工、升压站内建构筑物的建筑安装工程。电缆敷设、太阳能电池方阵的安装、电气设备的安装调试、系统的并网运行调试。

3.2.2.3 施工顺序

本工程存在多个可独立施工的单位工程，现场可根据条件合理安排施工顺序。本工程主要有如下工序：

工序一：升压站内建构筑物的土建施工；

工序二：电气配电装置及仪表设备的安装调试；

工序三：防波堤的浮箱系统、锚固系统安装；

工序四：太阳能电池和箱逆变一体机的浮体系统、锚固系统安装；以及电气安装、调试、电气仪表设备安装、调试；

工序五：上述两道工序完成—联合调试—并网运行调试—试运行—竣工验收。

3.2.2.4 施工方案

（1）建筑物施工方案

1）本工程建、构筑物场地整土方工程量较大，如需要局部处理依据现场情况酌情完成；

2）站内建筑物施工方案；

3）基础开挖及基础施工；

4）脚手架工程；

5）主体砌筑工程及封顶；

6）屋面及防水工程；

7）内外装修工程。

在土建专业施工时，电气专业技术人员应到现场配合土建施工，做好预埋件、预留孔洞、过路电缆预埋管、接地网的施工。

（2）太阳能电池组件的安装和检验

检测单块电池板电流、电压，合格后进行太阳电池组件的安装。最后检查接地线、紧固件是否紧固，太阳电池组件的接插头是否接触可靠，接线盒、接

插头须进行防水处理。检测太阳能电池组件阵列的空载电压是否正常，此项工作应由组件提供商技术人员完成。

（3）电气设备安装

具体安装方案，在施工时应参照厂商的设备技术要求和说明进行方案设计和多方案比较确定。

电缆安装：所有电缆按设计要求和相关规范分段施工。所有电缆分段分项施工完成后，要按设计要求和相关规范进行施工验收。

（4）总体控制部分安装

参照产品说明书的要求，对并网逆变器、太阳能电池组件、交流电网的低压配电室按相应顺序连接，观察并网逆变器的各项运行参数，并做好相应记录，将实际运行参数和标称参数做比较，分析其差距，为以后的调试做准备。

（5）检查和调试

1) 根据现场考察的要求，检查施工方案是否合理，能否全面满足施工及安装要求；

2) 根据设计要求、供货清单，检查配套元件、器材、仪表和设备是否按照要求配齐，供货质量是否符合要求。对一些工程所需的关键设备和材料，可视具体情况按照相关技术规范 and 标准在设备和材料制造厂或交货地点进行抽样检查；

3) 现场检查验收：检查太阳能电池组件方阵、逆变器升压变施工质量是否符合要求，并做记录。此项工作应由组件提供商技术人员完成；

4) 调试是按设备规格对已完成安装的设备在各种工作模式下进行试验和参数调节。系统调试按设备技术手册中的规定和相关安全规范进行，完成后须达到或超过设备规格所包含的性能指标。如在调试中发现实际性能和手册中的参数不符，设备供应商须采取措施进行纠正，达标后才具备验收条件。

3.2.2.5 工程量与土石方平衡

本项目总用海面积 294.4268hm²，光伏阵列建设于南港工业区东南角大港池的西北角水域内，固定光伏方阵的锚块采用外购的混凝土预制件，单个锚块的体积约为 1.6m³，项目共计需要 7330 个锚块，天津当地资源建材丰富，建设所需的钢材等可就近采购。

项目升压站位于南港工业区东南角大港池的西侧陆域，占地面积为1.0002hm²，所在区域已随南港工业区整体填海施工成陆，因此升压站建设属正常陆域土建施工，陆上区域动土量相对较小，场地现状标高约3.1m，设计标高约3.7m，考虑场地下沉量，计算工程涉及填土量约10000m³。

3.2.2.6 施工进度

根据施工进度安排，施工总工期为12个月(含施工准备工期1.5个月)。工程进度计划见下表。

表 3.2-3 施工进度计划表

时间/月 工程安排	1	1.5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
施工准备	✓	✓										
防波堤施工				✓	✓	✓	✓	✓	✓			
锚固系统施工			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
浮体施工			✓	✓	✓	✓	✓					
光伏区电气安装				✓	✓	✓	✓	✓				
升压站土建施工					✓	✓	✓					
110kV外线施工				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
升压站电气设备安装										✓	✓	
光伏电站调试投产											✓	✓

3.2.3 营运方案

项目建成运营后，用于太阳能发电，营运期几乎不产污，太阳能电池组件清洗废水通过光伏板下的回收槽装置回收至陆域，维修人员的产生的生活污水均回收至陆域排放至市政管网统一处理，不排海。

3.3 环境影响因素分析

3.3.1 施工期环境影响因素分析

本项目的施工包含海上光伏板安放、锚块安放、集电线路铺设、位于填海造地位置的升压站建设。

本项目光伏组件购买自*****公司（见附件四）、土石建材就近购买，由汽车运至本项目临时堆放场，施工期对环境的主要影响体现在对海洋水质、水文动力、大气环境和声环境的影响。

3.3.1.1 施工期水环境的影响因素分析

本工程施工期水环境影响主要分为施工人员生活污水、施工机械油污水、施工搅动水底产生的悬沙。

- 1、锚固安放施工会引起一定范围内悬浮物增加造成局部水体浑浊；
- 2、机械车辆维修冲洗、船舱内部会产生少量含油污水。
- 3、生活污水主要来源于施工期进场的管理人员和施工人员的日常生活，其中主要污染因子是 COD、氨氮及 SS 等。

3.3.1.2 施工期大气环境的影响因素分析

施工期环境空气污染源主要包括两部分：一是陆上部分施工过程中场地平整、施工开挖、交通运输等产生的扬尘；第二类是施工机械、船舶和重型运输车辆运行过程中所排放的废气。

1、扬尘

建筑材料的装卸过程、运输车辆在施工场地行驶、运输车辆行驶过程中泥土洒落路面、运输车辆的车轮夹带泥土污染场地附近路面以及在有风的条件下由于场地地表裸露而产生扬尘。此外，砂料及弃土堆存过程中也会产生粉尘污染。

2、废气

本工程施工车辆以及施工机械、船舶以燃油作为动力，会产生一定量的废气，其中污染物主要包括 CO、SO₂、NO₂ 等。

3.3.1.3 施工期声环境的影响分析

工程施工产生的噪声主要包括固定、连续式施工机械设备运行、船舶噪声及车辆运输的流动噪声。

3.3.1.4 施工期固体废物影响分析

1、建筑垃圾

本工程产生的建筑垃圾极少，主要是组件剩余材料，由建设单位回收处置。

2、生活垃圾

本项目生活垃圾主要来自于施工人员。本工程施工工人产生的生活垃圾若随意弃置，不仅污染生活区空气、有碍美观，而且在一定气候条件下可能造成蚊蝇孳生、鼠类繁殖，增加疾病的传播机会，直接影响施工人员身体健康，对环境产生不利影响。

3.3.2 营运期环境影响因素分析

本项目建成后用于太阳能发电，人为活动较少，运维期间，会产生少量的生活污水、船舶舱底油污水以及清洗光伏板的清洗废水。

3.4 污染源源强核算

3.4.1 施工期污染源强分析

3.4.1.1 水环境污染源强分析

1、生活污水

生活用水按项目施工人数高峰期 80 人计，以 0.1 m³/d·人计，则生活用水为 8 m³/d，生活污水按照 80%排放，则生活污水为 6.4 m³/d，施工期按 30 天计，则生活污水产生量为 192 m³。生活污水主要染物 COD、氨氮和 SS 的浓度分别约为 400mg/L、40mg/L 和 230mg/L，产生量分别为 76.8kg、7.68kg、44.16kg。

施工前，应根据现场施工人数配置移动式环保厕所，委托相关单位定期清运处理，不排放入海。

2、施工机械、船舶舱底油污水

含油污水量较少，不做定量分析。

3、悬浮物

项目建设过程中引起的悬浮泥沙扩散主要源于布设锚固时的抛石，锚固布设过程中一方面由于细颗粒泥沙带入水中增加水体悬浮物浓度，另一方面锚固布设挤出的泥沙也产生颗粒悬浮物。对于前者由于本工程采用的锚固细颗粒泥沙含量极小，故这里不计锚固直接带入水中的泥沙。根据《水运工程技术四十年》（人民交通出版社，1996年），抛石挤淤形成的颗粒物悬浮源强按下式计算：

$$S_1 = (1 - \theta_1) \rho_1 \alpha_1 P$$

式中： S_1 为抛石挤淤的悬浮物源强(kg/s)， θ_1 为沉积物天然含水率(%)， ρ_1 为淤泥中颗粒物湿密度(g/cm³)， α_1 为泥沙中悬浮物颗粒所占百分率(%)， P 为平均挤淤强度，根据施工方案， θ_1 取40%， ρ_1 取1400kg/m³， α_1 取40%， P 取为0.0075m³/s。根据计算，锚固布设悬浮泥沙平均源强约为3.36kg/s。

4、船舶含油污水：根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶吨级DWT（t）为小于500的船舶，舱底油污水产生量为0.14（t/d.艘）。则本工程作业船舶舱底油污水产生量约为0.14t/d·艘，11艘船共产生机舱含油污水1.54t/d（46.2t），石油类浓度为2000mg/L，统一收集后，上岸交由*****有限公司处理。（见附件五）

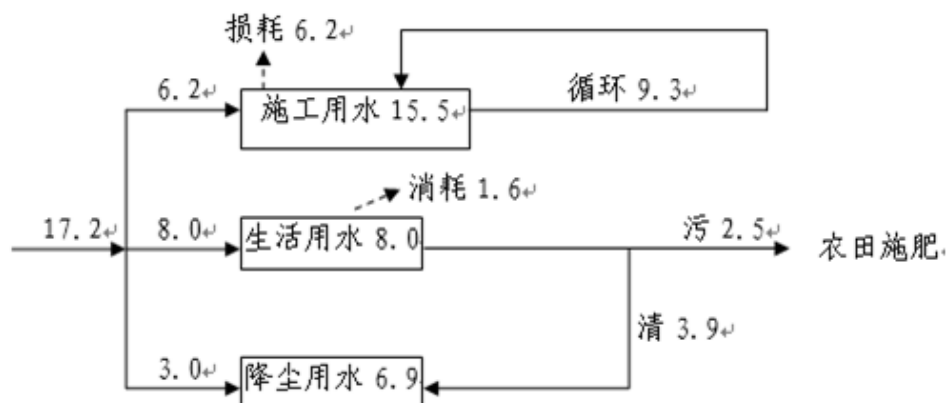


图 3.4-1 本工程水平衡图（m³/d）

3.4.1.2 大气污染源强分析

（1）施工扬尘

工程在汽车运输、土建施工等施工过程均将产生施工扬尘；在短期内对工程区附近大气环境造成一定影响。施工扬尘排放数量与施工面积、施工水平和施工强度等有关。施工扬尘呈多点或面源性质，多为无组织排放，在时间和空间上均较零散，评价不做粉尘污染源强的定量估算，仅做定性分析，着重提出相关的污染防治措施与建议。

1) 施工现场扬尘污染源强定性分析

施工阶段扬尘的主要来源是露天堆场和裸露场地的风力扬尘。由于施工需要，一些建筑材料需要露天堆放，在气候干燥且有风的情况下，会产生大量的扬尘，扬尘量可按堆场扬尘的经验公式计算：

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

式中：Q——起尘量，kg/t·a；

V₅₀——距地面 50m 处风速，m/s；

V₀——起尘风速，m/s；

W——尘粒的含水量，%。

根据公式，扬尘风速与粒径和含水量有关，因此，如喷水、保持湿润、覆盖，及时外运，建设场地四周设有围护装备及房屋建筑要实行封闭式施工是减少风力起尘的有效手段。

2) 汽车运输沙石对运输线路的粉尘污染源强定性分析

参照国内港口道路扬尘的实验研究成果，汽车道路的扬尘量计算公式如下：

$$Q = \frac{0.123V}{5} \left(\frac{W}{6.8} \right)^{0.65} \left(\frac{P}{0.05} \right)^{0.72}$$

式中：Q—汽车扬尘量，(kg/h 辆)；

V—汽车速率，(km/h)；

W—汽车载重量，(t/辆)；

P—道路表面积尘量，(kg/m²)；

从上面的公式中可见，在同样的路面条件下，车速越快，扬尘量越大；在同样的车速情况下，路面越脏，扬尘量越大。因此，限制车辆行驶速度以及在建设期间对车辆行驶的路面实施洒水抑尘是减少汽车扬尘的有效手段。

(2) 施工机械、车辆尾气

施工机械、车辆、船舶等会产生一定量的废气，主要污染物是 NO_x 、 SO_x 、 CO_x 等污染气体。根据现场勘查，项目所在区域为开阔海域，通风条件良好，产生的废气对外界环境的影响较小；且施工机械、车辆等为多点、流动作业，因而不做定量分析。

3.4.1.3 噪声污染源强分析

本工程施工噪声主要由施工机械和运输车辆产生。这些噪声具有无规则、不连续、高强度等特点，其影响会随着施工的结束而消失。经类比调查，施工机械噪声源强见下表。

表 3.4-1 主要施工机械设备的噪声源强表

产噪设备	距声源1m处声级值 (dB)
振捣棒	90
装载机 (30马力)	83~93
升降机	75~85
电锯	89

按噪声最高的装载机(声源 1m 处声级 90 分贝)计算，现场施工随距离衰减后的值见下表。

表 3.4-2 现场施工噪声随距离衰减后的值

距离(m)	5	10	15	32	50	100	150	200	250	300
L (dB(A))	76	70	64	60	56	50	47	44	42	41

从上表中可以看出，施工机械噪声在白天对距声源 32m 范围内，夜间对距声源 100m 范围内敏感点有一定影响。拟建项目区周围 500m 范围内无学校、居民点等分布。因此，施工期的噪声对周围的声环境影响很小。

3.4.1.4 固体废弃物源强分析

1、生活垃圾

生活垃圾每天最多产生量约 200kg，施工期 12 个月，生活垃圾总量 72t，生活垃圾定期清运至***城镇生活垃圾卫生填埋场进行无害化卫生填埋处理。

2、建筑垃圾

本项目的建筑垃圾进行分类处理，筑路、回填、再利用。

表 3.4-3 施工期污染物排放情况一览表

环境要素	污染源	源强	主要污染物	排放/处理方式
	锚固布设	3.36kg/s	悬浮物	/
	施工船舶油污水	1.54 t/d	石油类	统一收集后委托**有限公司处理
	生活污水	6.4t/d	COD (400mg/L) , 0.0768t 氨氮 (40mg/L) , 0.0076t SS (230mg/L) , 0.0441t 氨氮 (30mg/L) , 0.007t	根据现场施工人数配置移动式环保厕所, 委托相关单位处理, 不排放入海。
大气	机械、车辆尾气	——	NO _x 、SO _x 、CO _x	无组织排放
	施工、运输扬尘	——	TSP	无组织排放
声	施工机械噪音	75dB~90dB	噪声	点源间断排放
固体废物	生活垃圾	200kg/d	施工人员生活垃圾	垃圾统一收集, 定期清运至***城镇生活垃圾卫生填埋场
	建筑垃圾	极少量	建筑垃圾	分类处理, 筑路、回填、再利用

3.4.2 运营期污染源强分析

本项目建成后用于太阳能发电, 人为活动较少, 运维期间, 会产生少量的生活污水、船舶舱底油污水以及清洗光伏板的清洗废水。

生活污水依托升压站内部建设的卫生间处理, 含油污水含量极少, 不做定量分析; 本工程拟定对太阳能电池板每月擦洗一次, 冬季不进行擦洗, 则每年擦洗 7 次 (4-10 月份), 用湿抹布擦洗 (不含任何增添剂), 根据水平衡分析, 擦洗废水产生量约为 212m³/次, 主要污染物为 SS。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 气象条件

本节气象资料引自《天津港大港港区 8#锚地选划一期设计方案》（中交第一航务工程勘察设计院有限公司，2018 年 8 月）。该报告收集了天津塘沽海洋站 1996-2015 年实测资料，并进行特征值的统计与分析。天津塘沽海洋站观测点坐标为 117°47'E，38°59'N，位于天津港北侧，距离本工程约 33km。

（1）气温

年平均气温 13.5℃

年平均最高气温 16.7℃

年平均最低气温 10.9℃

极端最高气温 40.9℃（2002 年 7 月 14 日）

极端最低气温 -15.4℃（2010 年 1 月 5 日）

（注 1953 年 1 月 17 日曾出现最低气温-18.3℃）

（2）降水

年平均降水量 426.1mm

年最大降水量 517.5mm（2015 年）

年最小降水量 194.7mm（2002 年）

一日最大降水量 168.4mm（2012 年 7 月 26 日）

（注 1975 年 7 月 30 日曾出现一日最大降水量 191.5mm）

降水强度≥小雨平均每年 57.2 个降水日

降水强度≥中雨平均每年 12.4 个降水日

降水强度≥大雨平均每年 4.3 个降水日

降水强度≥暴雨平均每年 1.0 个降水日

本区降水有显著的季节变化，雨量多集中于每年的 7、8 月份，该两个月的降水量为全年降水量的 50.4%，而每年的 12 月至翌年的 3 月降水极少，4 个月的总降水量仅为全年降水量的 3.3%左右。

（3）风况

根据天津塘沽海洋站 1996-2015 年每日 24 次风速、风向观测资料统计：常风向为 NNW 向，次常风向为 W 向，出现频率分别为 7.91%、7.44%。强风向为 E 向，次强风向为 ENE 向，该向 ≥ 7 级风出现的频率分别为 0.14%、0.05%。风玫瑰图见图 4.1-1，风频率统计表见表 4.1-1。

(4) 雾

年平均雾日数为 23.8 天，雾多发生在每年的秋冬季，每年 12 月、1 月份大雾日约为全年大雾日的 40%左右，最长的延时可达 24 小时以上。按能见度 $\leq 1\text{km}$ 的大雾实际出现时间统计，平均每年为 8.7 天。

(5) 相对湿度

年平均相对湿度 67%。

(6) 雷暴

天津年平均雷暴日为 28 天左右，最多的年份 43 天，最少的年份 15 天。雷暴、雷击多出现在阵雨等对流激烈的天气中，因而夏季最多。

表 4.1-1 风频率统计表

风级 风向	0.3-5.4 (m/s)	5.5-7.9 (m/s)	8.0-10.7 (m/s)	10.8-13.8 (m/s)	13.9-17.1 (m/s)	≥ 17.2 (m/s)	合计 (m/s)
N	3.81	0.48	0.15	0.03			4.47
NNE	2.26	0.28	0.12	0.04	0.01		2.71
NE	3.07	0.6	0.25	0.06	0.01		4
ENE	2.91	1.08	0.6	0.21	0.04		4.85
E	4.38	1.95	1.23	0.58	0.13		8.28
ESE	3.95	1.29	0.47	0.09			5.8
SE	4.76	1.63	0.5	0.05			6.94
SSE	4.69	1.32	0.28	0.01			6.3
S	6.48	1.64	0.22	0.02			8.36
SSW	5.53	0.61	0.06				6.2
SW	6.82	0.51	0.02				7.35
WSW	5.91	0.36	0.03				6.3
W	7.17	0.26	0.01				7.44
WNW	4.82	0.15	0.03				5
NW	5.88	1.37	0.58	0.16	0.01		8
NNW	5.55	1.19	0.42	0.08	0.01		7.25
C	0.75						0.75
合计	78.74	14.72	4.97	1.33	0.21		100

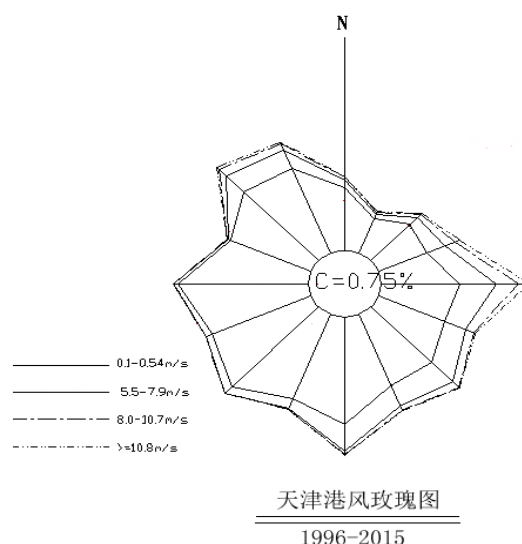


图 4.1-1 天津港风玫瑰图

4.1.2 水文条件

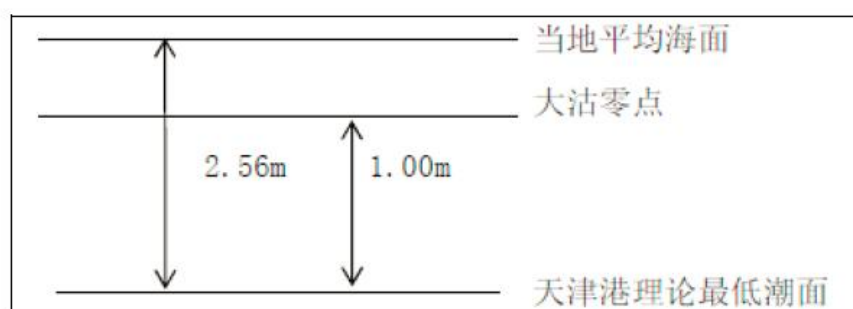
本节水文资料中潮汐、波浪资料引自《天津港大港港区 8#锚地选划一期设计方案》（中交第一航务工程勘察设计院有限公司，2018 年 8 月），海流资料引自《天津南港工业区围填海整体评估水文测验与水下地形测量报告》（南京水利科学研究院，2019 年 4 月）。

4.1.2.1 潮汐及水位

本区潮汐类型为不规则半日潮型，其 $(H_{O1}+H_{K1})/H_{M2}=0.53$ 。

1) 基准面关系

天津港理论最低潮面与大沽零点及当地平均海平面的关系如下图：



2) 潮位特征值

根据塘沽海洋站 1963 年～1999 年资料统计，（以天津港理论最低潮面起算，下同）：

历年最高高潮位	5.81m（1992 年 9 月 1 日）
历年最低低潮位	-1.03m（1968 年 11 月 10 日）

（注：1957 年 12 月 18 日出现最低低潮位-1.08m）

历年平均高潮位 3.74m
 历年平均低潮位 1.34m
 历年平均海平面 2.56m
 历年最大潮差 4.37m（1980 年 10 月）
 历年平均潮差 2.40m

3) 设计水位

设计高水位 4.30m
 设计低水位 0.50m
 极端高水位 5.88m
 极端低水位 -1.29m

4) 乘潮水位

全年乘潮水位见下表。

表 4.1-2 全年乘潮水位表

频率 (%) 延时 潮位 (m)	80	85	90
乘潮一小时	3.36	3.26	3.14
乘潮二小时	3.26	3.16	3.04
乘潮三小时	3.12	3.01	2.89
乘潮四小时	2.93	2.82	2.71

考虑到我国北方海区潮位季节变化，冬三月（12 月、1 月、2 月）乘潮水位见下表。

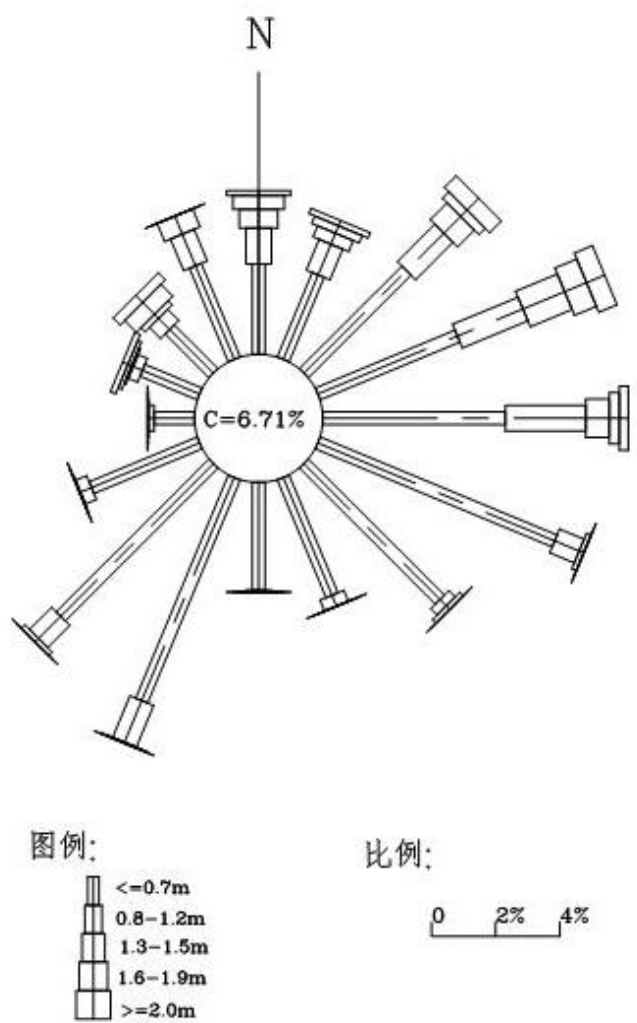
表 4.1-3 冬三月（12 月、1 月、2 月）乘潮水位表

频率 (%) 延时 潮位 (m)	80	85	90
乘潮一小时	3.19	3.05	2.91
乘潮二小时	3.08	2.94	2.81
乘潮三小时	2.94	2.82	2.68
乘潮四小时	2.76	2.63	2.50

4.1.2.2 波浪

本海区外海常浪向 ENE 和 E，频率分别为 9.68%和 9.53%，强浪向 ENE，该向 $H_{4\%} > 1.5\text{m}$ 的波高频率为 1.35%，全年 $\overline{T} \geq 5.0\text{s}$ 的频率为 6.09%。全年 $\overline{T}$

$\geq 6.0s$ 的频率为 1.92%。全年 $\overline{T} \geq 7.0s$ 的频率仅为 0.33%。波高玫瑰图见下图，波高频率统计表见下表。



波玫瑰图

塘沽海洋站

图 4.1-2 波玫瑰图

表 4.1-4 塘沽海洋站波高频率统计表

波高 频率 (%) 波向	≤0.7 (m)	0.8- 1.2 (m)	1.3- 1.5 (m)	1.6- 1.9 (m)	≥2.0 (m)	合计
N	2.82	1.13	0.58	0.43	0.15	5.11
NNE	2.85	1.04	0.37	0.25	0.18	4.69
NE	4.53	1.65	0.67	0.25	0.61	7.71
ENE	4.72	2.21	1.41	0.74	0.61	9.69
E	5.7	2.51	0.74	0.25	0.34	9.54
ESE	8	0.83	0.15	0.12		9.1
SE	6	0.28	0.15			6.43
SSE	3.98	0.37				4.35
S	3.37	0.06				3.43
SSW	7.54	1.41				8.95
SW	6.74	0.98	0.15	0.03		7.9
WSW	3.65	0.37	0.03			4.05
W	1.26	0.18				1.44
WNW	1.93	0.31	0.06	0.03		2.33
NW	1.93	0.49	0.18	0.12	0.18	2.9
NNW	3.16	1.07	0.61	0.52	0.31	5.67
C	6.71					6.71
合计	74.89	14.89	5.1	2.74	2.38	100

4.1.2.3 海流

海流资料引自《天津南港工业区围填海整体评估水文测验与水下地形测量报告》(南京水利科学研究院, 2019年4月)。

(1) 观测时间: 水文泥沙全潮测验选取大、小潮两种潮型, 满足潮流闭合要求。本次水文泥沙全潮观测的时间如下:

1) 测验期间潮位观测: 大潮, 2018年12月8日14:00~9日19:00, 农历十一月初二~初三; 小潮, 2018年12月15日7:00~16日12:00, 农历十一月初九~初十。水尺零点高程接测: 2018年12月11~12日。2) 定船海流泥沙测验: 大潮, 12月8日15:00~9日18:00; 小潮, 12月15日8:00~16日11:00。

2) 定船海流泥沙测验: 大潮, 2018年12月8日15:00~9日18:00; 小潮, 2018年12月15日8:00~16日11:00。

3) 底质采集: 2018年12月11~14日。

4) 悬移质水样浊度测定: 2018年12月10日; 2018年12月17日。

(2) 潮位观测

水文测验观测共设 2 个临时验潮站，工作船码头站(Z1)、张巨港码头站 (Z2)。

(3) 水文泥沙全潮测验

根据观测工作大纲的要求，布设了 8 个测站。测验项目包括：流速、流向、含沙量等。根据观测工作大纲的要求，布设了 9 个测站（见下图），坐标见下表。

表 4.1-5 天津南港工业区海域水文测验平面布置及测量内容一览表

项目	编号	位置或坐标				测量内容
		x(m)	y(m)	N(°′′)	E(°′′)	
潮位观测	Z1	工作船码头		38:45:30.48	117:35:49.14	潮位，观测 15d 以上
	Z2	张巨港码头		38:33:52.92	117:34:53.76	潮位（测验期同步）
测流测沙垂线	V2	4298077.839	567518.397	38:48:45.8359	117:46:38.4864	流速，流向；含沙量
	V5	4288441.382	566245.739	38:43:33.7142	117:45:42.4168	流速，流向；含沙量，风情
	V6	4288392.958	578142.162	38:43:28.6472	117:53:54.8289	流速，流向；含沙量
	V7	4277942.603	558862.866	38:37:55.1521	117:40:33.5997	"
	V8	4279083.429	568171.455	38:38:29.7456	117:46:58.8211	"
	V9	4277644.024	581583.790	38:37:38.9961	117:56:12.7369	"
说明		平面系统：1954 年北京坐标系（中央子午线为 118°30′）				

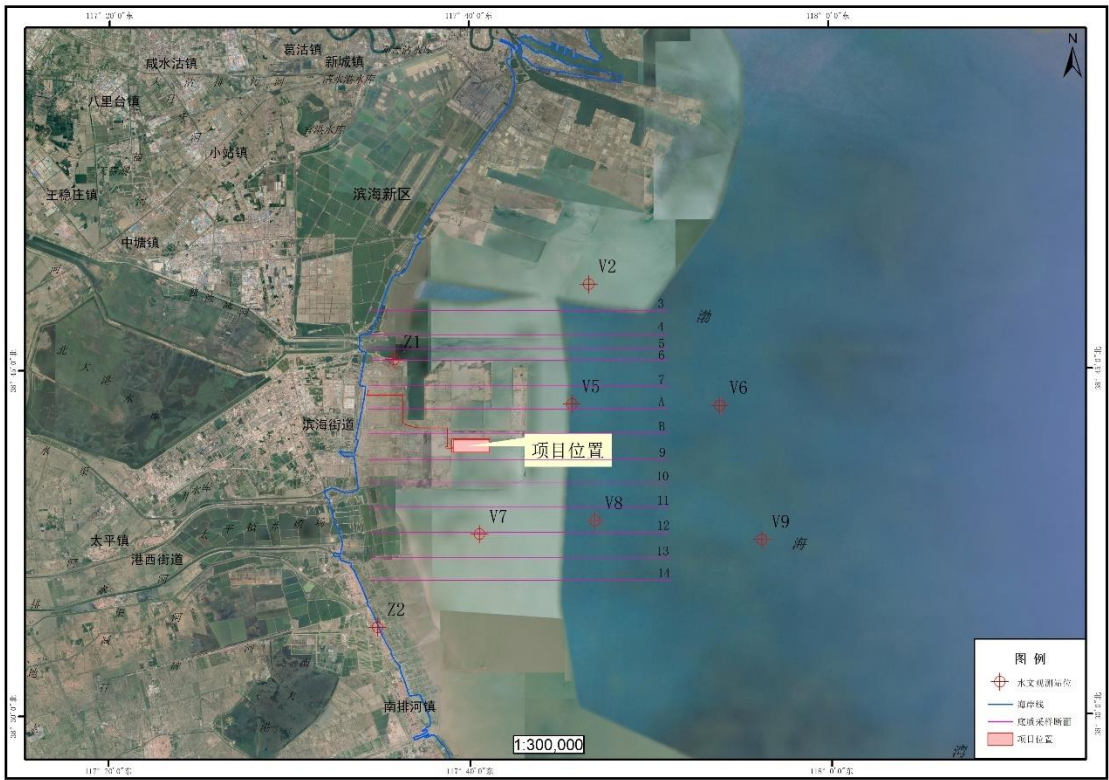


图 4.1-3 天津南港工业区海域水文测验及地形测绘平面布置示意图

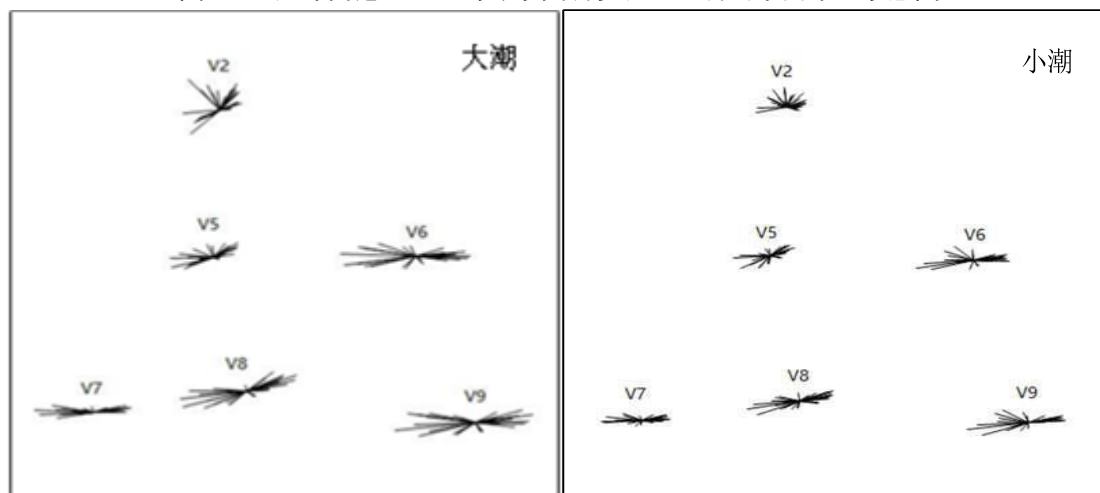


图 4.1-4 大、小潮各垂线平均流速矢量图

(4) 结论分析

1) 潮位

①大潮：大潮水文测验期间（12月8日15:00～9日18:00），Z1工作船码头潮位站实测最高潮位为2.45m（9日4:22）；最低潮位为-0.53m（8日22:40）。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时（平均1:17，约1.28h）；潮差特征为涨潮潮差略大于落潮潮差。Z2张巨港码头潮位站实测最高潮位为2.43m（9日4:25）；最低潮位为-0.55m（8日22:40）。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时（平均1:10，约1.17h）；潮差特征为涨潮潮差略大于落潮潮差。

②小潮：小潮水文测验期间（12月15日8:00～16日11:00），Z1工作船码头潮位站实测最高潮位为2.59m（16日8:55）；最低潮位为0.28m（16日2:50）。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时（平均1:15，1.25h）；潮差特征为涨潮潮差略大于落潮潮差。Z2张巨港码头潮位站实测最高潮位为2.56m（16日8:45）；最低潮位为0.25m（16日2:45）。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时（平均1:13，约1.22h）；潮差特征为涨潮潮差与落潮潮差相近。

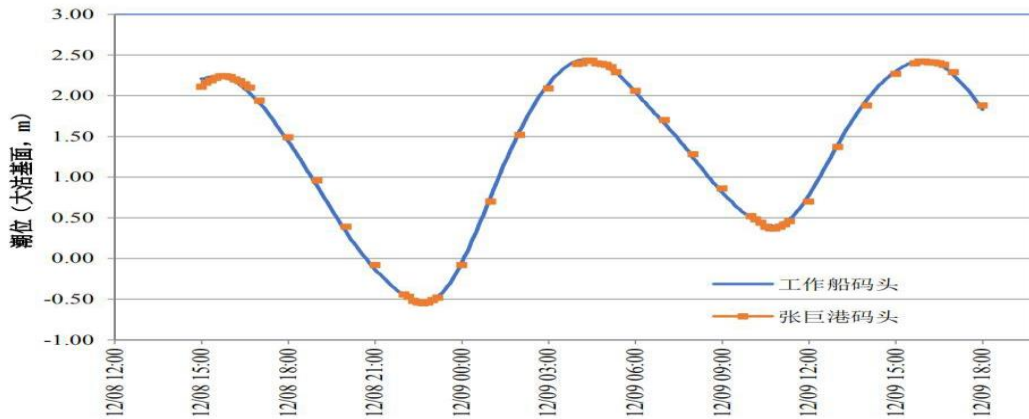


图 4.1-5 大潮测验期间各站潮位过程

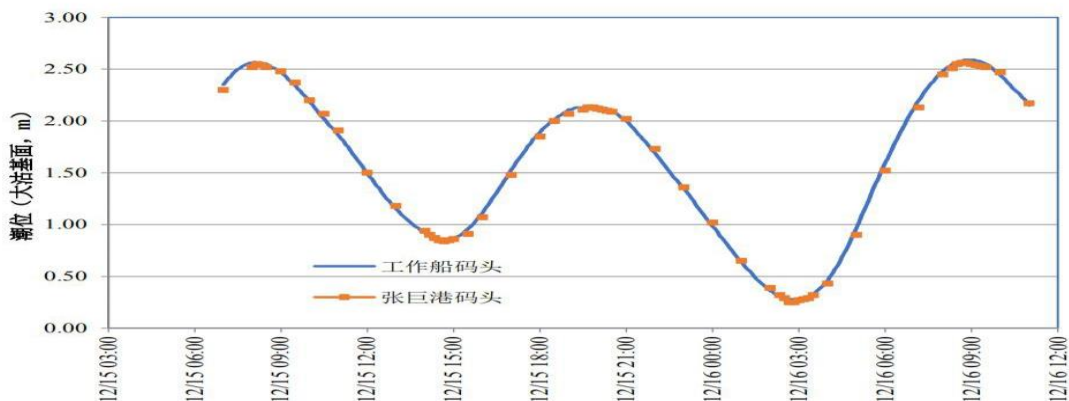


图 4.1-6 小潮测验期间各站潮位过程

2) 流速流向

①大潮期潮流

A、落潮流。落潮的最大垂线平均流速降序依次为：V9、V8、V6、V7、V2、V5，其中，最大值发生在 V9 垂线处 (0.44m/s)；最小值发生在 V5 垂线处 (0.23m/s)。落潮期实测最大测点流速 0.50m/s (V6，测次为 3106，0.0h)。

B、涨潮流。涨潮的最大垂线平均流速降序依次为：V9、V6、V8、V7、V2、V5，其中，最大值发生在 V9 垂线处 (0.62m/s)；最小值发生在 V5 垂线处 (0.34m/s)。涨潮期实测最大测点流速 0.69m/s (V6，测次为 3111，0.0h；V9，测次为 6112，0.0h、0.2h)。

②小潮期潮流

A、落潮流。落潮的最大垂线平均流速降序依次为：V9、V6、V8、V7、V5、V2，其中，最大值发生在 V9 垂线处 (0.28m/s)；最小值发生在 V2 垂线处 (0.17m/s)。落潮期实测最大测点流速 0.34m/s (V9，测次为 6217，0.0h)。

B、涨潮流。涨潮的最大垂线平均流速降序依次为：V9、V6、V8、V7、V5、V2，其中，最大值发生在 V9 垂线处（0.47m/s）；最小值发生在 V2 垂线处（0.24m/s）。涨潮期实测最大测点流速 0.52m/s（V6 测次为 3223，0.0h；V9 测次为 6223，0.0h）。

③大潮最大流时流向

最大落潮流速的流向，垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 平均流向分别为 29°、56°、90°、82°、70°、81°，其表层流向分别为 31°、53°、95°、81°（0.2h）、71°、78°，可见，各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。

最大涨潮流速的流向，垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 平均流向分别为 317°、268°、272°、272°、262°、264°，其表层流向分别为 321°、272°、280°、272°（0.2h）、250°、266°。可见，各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 表层流流向的夹角（最大落潮流速→最大涨潮流速）分别为 290°、219°、185°、191°、179°、188°。

④小潮最大流时流向

最大落潮流速的流向，垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 平均流向分别为 46°、69°、91°、87°、77°、84°，其表层流向分别为 62°、80°、94°、84°（0.2h）、67°、86°。可见，各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。

最大涨潮流速的流向，垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 平均流向分别为 260°、268°、262°、268°、261°、263°，其表层流向分别为 266°、259°、264°、267°（0.2h）、260°、264°。可见，各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 表层流流向的夹角（最大落潮流速→最大涨潮流速）分别为 204°、179°、170°、183°、193°、178°。

3) 泥沙

由本次大、小潮型各垂线悬移质含沙量测定资料可见，各垂线平均含沙量在 2.9~25.7mg/l 之间，大潮前期受风浪影响 V9 处在大潮期出现最大值（25.7mg/l）；各垂线测点含沙量在 2.9~48.2mg/l 之间，V9 处在大潮期出现最大值（48.2mg/l）。

总体来看，本海区此次大小潮测验期间含沙量较小，差异性不显著，除在涨急、落急附近含沙量相对较大外，无其他明显规律性。相对来看，垂线 V9

和 V6 区域海水含沙量较大，独流减河河口两侧垂线 V2 和 V5 区域处海水则较清，含沙量很低。

4) 风况：本次大潮测验期间，实测最大风速 11.0m/s（12 月 8 日 19:00），风力 6 级，风向 W，测区内海面风浪不大；小潮测验期间，实测最大风速 9.0m/s（12 月 16 日 9:00），风力 5 级，风向 W，测区内海面风浪不大。

测验期间主导风向为 W（西风），5 级以上（含 5 级）风级持续时间仅有 7h，且均为离岸风，风浪不大，对潮位、潮流、泥沙等影响甚微。

4.1.2.4 冰况

海冰是海水在一定天气条件下大面积冻结而形成的。历史上天津市海域发生过多次海冰灾害，给沿海海域经济活动带来灾难，不过由于在全球气候变暖背景下，天津冬季气温不断升高，海冰冰情有逐年减轻的趋势。

据统计，历史上渤海冰清严重的年份有 1936 年、1947 年、1957 年、1969 年、1977 年、2001 年和 2010 年，其中最为严重的为 1969 年冬季，整个渤海几乎全被 1m 多厚的海冰所覆盖，给天津市交通运输、石油开采和水产养殖带来巨大损失。据不完全统计，1969 年 2 月 5 日 3 月 6 日期间，进出天津港 123 艘客货轮中，有 7 艘被海冰推移搁浅；19 艘被冰夹住不能航行，随冰飘逸；25 艘在破冰船解救下始得近港；“若岛丸”等 5 艘万吨货轮，在航行中螺旋桨被冰碰坏；还有两艘分别被冰挤压得船体变形和货舱进水。位于渤海湾的海上石油探井封井，“海一井”平台支座的拉筋全部被冰割断，“海二井”石油平台被冰推倒海中，位于天津港码头横堤口附近的观测平台也被海冰推倒。

本港区海域每年有不同程度的海冰出现，初冰日在 12 月下旬，终冰日在 2 月下旬，总冰期约 60 天，多年资料统计，严重冰期年平均为 10 天，正常年份海冰对港口营运及船舶航行基本无影响。

4.1.3 地质地貌条件

本节地形地貌资料引自《北京燃气天津南港 LNG 应急储备项目海域使用论证报告书》（广东三海环保科技有限公司，2019 年 5 月）。

（1）地质构造

本工程所在区域位于天津市东南部的滨海之滨，华北平原东部，地质构造单元属于黄骅拗陷的中部，自北而南处于板桥凹陷和北大港构造带及歧口凹陷

的北部。板桥凹陷位于板桥油田以西，板桥断块西北部，走向北北东，长 42km，宽 4km~7km，面积 350km²；歧口凹陷位于北大港构造带以南，走向北北东，长 36km，宽 9km~13km，面积 650km²。这两个沉积凹陷，分别受北北东向的沧东大断层、北东向的大张坨主断层和港西—滨海主断层的控制。构造带上发育着中、上元古界，古生界的寒武系、奥陶系、石炭—二迭系，中生界及新生界地层。新生界的上、下第三系为北大港地区的主要层系。南港工业区主要岩石包括碳酸盐岩、碎屑岩和火山岩三大类。

（2）地形地貌

本海区海岸带的滩涂及浅海地处渤海湾西部，受海浪和河流交汇作用，以及受沿岸各种地质构造、地貌构造和气候等多种因素的控制影响，是一个由多种成因的地貌类型组合的地带。根据海岸带调查，本海区海岸带属于华北拗陷中的渤海拗陷中心，基地构造复杂，主要受 NNE 向断裂构造控制，而呈现一系列的隆起拗陷。

工程区海岸为典型的淤泥质海岸，地貌单元属海岸带地貌，包括潮上带、潮间带和潮下带三个基本地貌单元，潮上带与潮间带以人工建造的防潮大堤为界，潮上带地形起伏较大，多为取土开挖大坑，深度可达数米；潮间带和潮下带地形较平缓，坡度一般 1/1000 左右。

天津港至南港工业区一带，底质类型相同，其泥沙平均中值粒径为 0.008mm 左右，粘土含量 40%左右，以粘土质粉砂分布为主，粘结力较强。底质分布趋势呈近岸略粗于远岸，南侧略粗于北侧。属淤泥质海岸，而不同于黄骅港的粉砂质海岸。

海岸滩涂是海岸带水动力、现代冲淤变化最为活跃的地带。区内海岸人工防波堤的普遍修建，使现代海岸线处于相对稳定状态。但是，由于地形、水动力差异以及来砂量的多寡，不同岸段的滩涂滩面冲淤变化有明显的差异。根据近十年来年天津港南部海域水深比较，本工程区段海区的岸滩在近十年内发生了明显的地形变化。主要体现在：

1) 从±0m、-2m 及-5m 等深线的变化来看，三条等深线均有不同程度的冲刷，等深线向岸推移，平均每年约 90m。这说明外来泥沙不足，波浪冲刷岸滩作用明显，致使等深线后退。

2) 在海河口外的等深线也有较大幅度的后退。按一般河口状况而言, 由于径流下泄带来大量的泥沙, 使河口水深变浅, 等深线外推。而海河口恰恰相反, 这说明海河这几年基本没有泥沙下泄, 加之在河口内每年又不断疏浚, 致使波浪掀起的泥沙涨潮输移到河道内而被疏浚吹走, 落潮泥沙随潮流带向外海。在没有外来泥沙补充的条件下, 所以造成等深线后退。

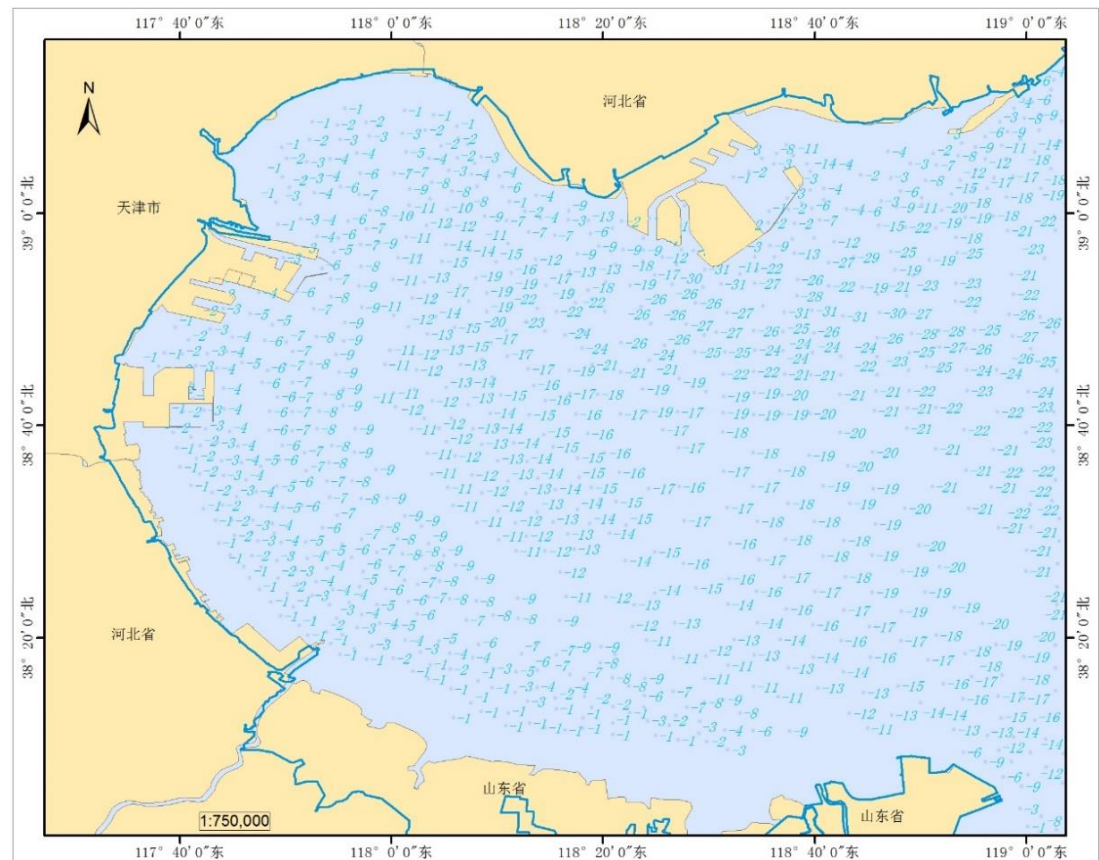


图 4.1-7 渤海湾水深地形图

(3) 泥沙含量

项目位于渤海湾西部, 其南侧为独流减河入海口。海岸特点及泥沙运动特征与天津港类似, 海岸仍属淤泥质海岸, 近岸水深浅, 水下地形坡度缓, 泥沙运动活跃。海洋动力起主导作用, 波浪掀沙, 潮流输沙是塑造水下地形的主要动力。

天津港沿岸入海的河流主要有海河、永定新河(蓟运河)、滦河及独流减河等, 其中海河入海泥沙对该岸段的岸滩冲淤演变影响重大。1958 年海河修建挡潮闸后, 海河入海泥沙由建闸前的 600 万~800 万 m^3 降至 20 万 m^3 左右, 特别是上世纪 70 年代以来, 入海泥沙几乎为零。同期, 永定新河、滦河及独流减河

的入海泥沙也微乎其微。故对于本工程，河流来沙很少，泥沙主要来源于岸滩泥沙在波浪潮流作用下的搬运。

根据《天津南港工业区围填海整体评估水文测验与水下地形测量报告》（南京水利科学研究院，2019年4月）中大、小潮型各垂线悬移质含沙量测定资料可知，各垂线平均含沙量在 2.9~25.7mg/l 之间，大潮前期受风浪影响 V9 处在大潮期出现最大值（25.7mg/l）；各垂线测点含沙量在 2.9~48.2mg/l 之间，V9 处在大潮期出现最大值（48.2mg/l）。总体看来，本海区此次大小潮测验期间含沙量较小，差异性不显著，除在涨急、落急附近含沙量相对较大外，无其他明显规律性。相对来看，垂线 V9 和 V6 区域海水含沙量较大，独流减河河口两侧垂线 V2 和 V5 区域处海水则较清，含沙量很低。

另外，根据卫星遥感资料，在 SE 向大风作用下（如 1997 年 5 月 25 日前一天 8~16m/s 大风作用 24h），天津港以北渤海湾西北部湾顶近岸含沙量明显大于该港以南的海河口、独流减河口及黄骅港附近海域，且高含沙量浑水带明显较宽。1997 年 5 月 23 日，永定新河口海域水文泥沙现场观测（离岸 5.5km 附近拦门沙位置）含沙量达到 2.6kg/m³。而在 NE 向风浪作用下（如 1976 年 3 月 23 日、2006 年 4 月 13 日），渤海湾西南沿岸和南岸（独流减河口以南、黄骅港和老黄河口）附近海域含沙量较大；而在 E 向风浪作用下（如 2007 年 4 月 8 日、2009 年 3 月 8 日），独流减河口以南至南排河河口近岸含沙量较大；天气较好和离岸风浪作用下（如 2009 年 4 月 7 日），渤海湾近岸水域水体含沙量较小。

综合分析，渤海湾西海岸海域水体含沙量与波浪的大小及其方向、潮位高低（即水的深浅）、潮汐强弱及海岸所处地理位置等条件密切相关，含沙量量值变幅较大，分布于 0.10~5.5kg/m³。可以预计，在极端天气与风暴潮情况下，水体含沙量将会更大。

（4）泥沙冲淤状况

海岸滩涂是海岸带水动力、现代冲淤变化最为活跃的地带。区内海岸人工防波堤的普遍修建，使现代海岸线处于相对稳定状态。但是，由于地形、水动力差异以及来砂量的多寡，不同岸段的滩涂滩面冲淤变化有明显的差异。根据 1958 年与 1983 年出版的海图对比，按其零米等深线变化幅度，该岸段可划分

为三种岸滩动态类型，即蚀退型岸滩、相对稳定型岸滩、淤涨型岸滩，本工程即位于蚀退型岸滩段。不同岸滩段其特征详见下表。

本工程区段海区是以堆积地貌为基本特征，物质成份以黏土质粉砂、粉沙质黏土等细颗粒物质为主。地貌形成年代新，主要地貌类型具有明显的弧形带分布的特点。岸滩坡度平缓（1/1000~1/2000），潮间带宽。1958年以前，海河口未修建挡潮闸，该区为河口滨海区，河流动力与海洋动力同时起作用。1958年建闸后，本区实质上已变成海岸区，海洋动力起主导作用，波浪掀沙、潮流输沙是塑造水下地形的主要动力因素。

表 4.1-6 海河口——独流减河口岸滩动态类型特征表

动态类型	分布范围	滩面宽度（m）			坡 降 （%）	岸滩现代动态 （1958-1983年）
蚀退型岸滩	道沟子 - 驴驹河	0-450	40-500	2600-2700	1.20-1.25	零米等深线蚀退200-800米，蚀退速率8-32m/年，局部冲刷带直
		3000-3600				
相对稳定型岩滩	驴驹河 - 高沙岭	400-850	300-500	2600-2700	1.10-1.20	零米等深线变化不大
		3500-3600				
淤涨型岸滩	海河口 - 道沟子	200-1200	120-850	2700-3500	0.50-0.90	高沙岭-独流减河口零米等深线海进200-600米，海进速率8-24米/年，两河口龟裂带以育
	高沙岭 -独流咸河	700-1000	40-800	2600-3000		

根据近十年来年天津港南部海域水深比较，在天津港南防波堤以南海区，即本工程区段海区的岸滩在近十年内发生了明显的地形变化。主要体现在：

1) 从±0m、-2m及-5m等深线的变化来看，三条等深线均有不同程度的冲刷，等深线向岸推移，平均每年约90m。这说明外来泥沙不足，波浪冲刷岸滩作用明显，致使等深线后退。

2) 在海河口外的等深线也有较大幅度的后退。按一般河口状况而言，由于径流下泄带来大量的泥沙，使河口水深变浅，等深浅外推。而海河口恰恰相反，这说明海河这几年基本没有泥沙下泄，加之在河口内每年又不断疏浚，致使波浪掀起的泥沙涨潮输移到河道内而被疏浚吹走，落潮泥沙随潮流带向外海。在没有外来泥沙补充的条件下，所以造成等深线后退。

4.1.4 工程地质

本项目为天津南港海上光伏项目，天津海滨工程勘察设计有限公司在项目所在区域进行了地质勘查，本节资料引自 2021 年 10 月，天津海滨工程勘察设计有限公司编制的《中石化新星河南新能源开发有限公司中石化新星天津南港海上光伏项目工程勘察岩土工程勘察报告》。

根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001) (2009 年版)、《光伏发电工程地质勘察规范》(NB/T 10100-2018) 的相关规定及设计要求：光伏阵列区采用网格布置，勘探点间距为 300m~600m；升压站区勘探点间距控制在 100m 左右。根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001) (2009 年版)、《光伏发电工程地质勘察规范》(NB/T 10100-2018) 的相关规定及设计要求：光伏阵列区采用网格布置，勘探点间距为 300m~600m;升压站区勘探点间距控制在 100m 左右。

2、勘探孔深度布置

根据天津市地方标准《天津市岩土工程勘察规范》(DB/T 29-247-2017)、《光伏发电工程地质勘察规范》(NB/T 10100-2018) 及设计要求，结合工程性质及场地周围地质资料：勘探孔孔深为 30m。勘察工作量的布置详见钻孔位置图。

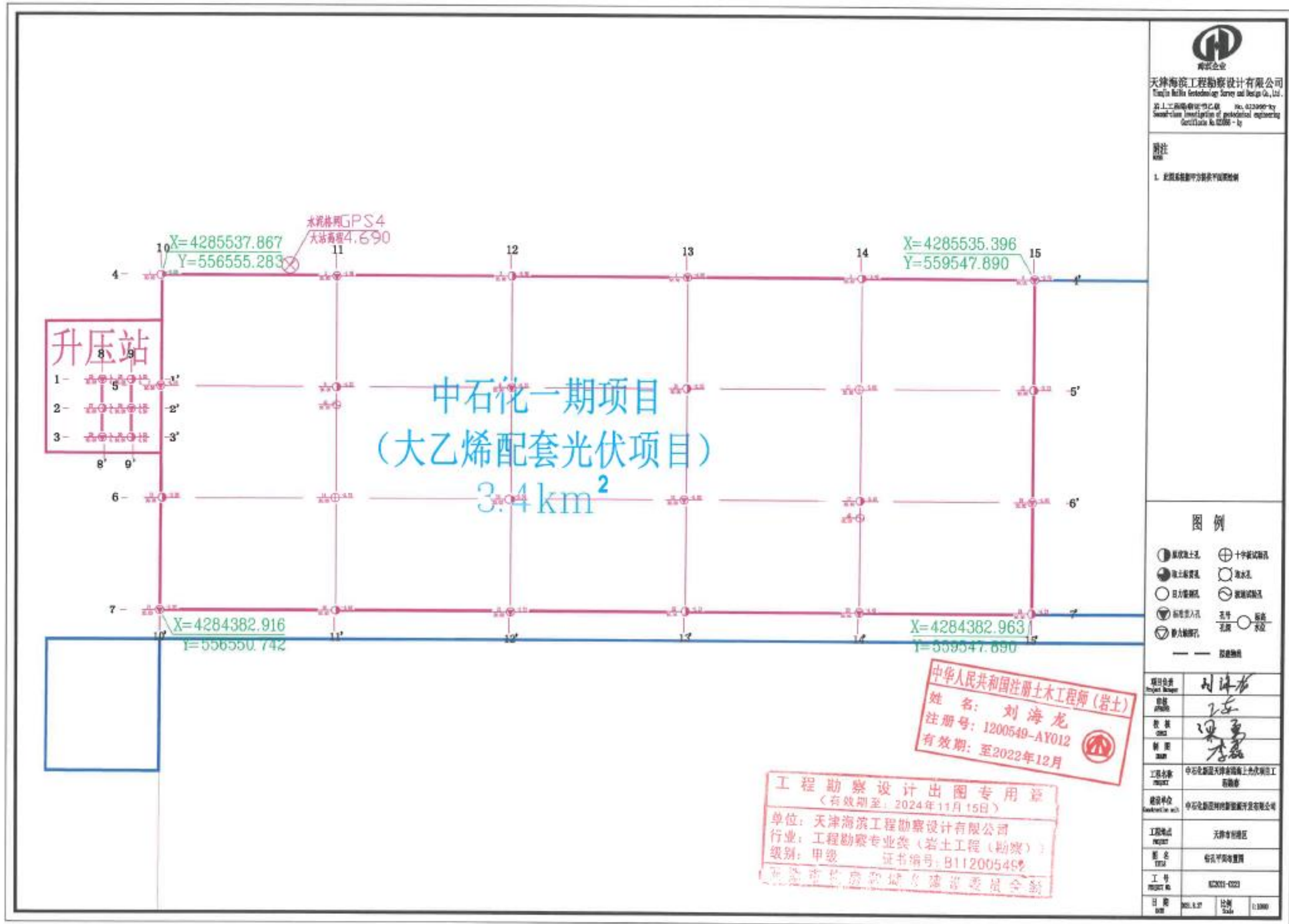


图 4.1-8 钻孔位置图

一、场地地层分布规律及土质特征

1、光伏阵列区（海域）

根据本次勘察资料，该区域埋深约 30.00m 深度范围内，地基土按成因年代可分为以下 3 层，按力学性质可进一步划分为 5 个亚层，现自上而下分述之（注：孔顶标高自海底泥面起算）：

1) 全新统中组海相沉积层（ Q_4^2m ）

略。

2) 全新统下组沼泽相沉积层（ Q_4^1h ）（地层编号⑦）

略。

3) 全新统下组陆相冲积层（ Q_4^1al ）

略。

2、升压站区(陆域)

根据本次勘察资料，该区域埋深约 30.00m 深度范围内，地基土按成因年代可分为以下 4 层,按力学性质可进一步划分为 6 个亚层,现自上而下分述之：

1) 冲填土层(Q_{ml})

略。

2) 全新统中组海相沉积层(Q_4^2m)(地层编号⑥₂)

略。

3) 全新统下组沼泽相沉积层(Q_4^1h)(地层编号⑦)

略。

4) 全新统下组陆相冲积层（ Q_4^1al ）(地层编号⑧₂)

略。

二、地基土均匀性及稳定性分析

根据本次勘察资料综合分析，升压站（陆域）区域内地基土竖向成层分布，部分层位水平方向岩性略有差异，顶(底)板标高略有起伏，地层总体上是均匀稳定的。光伏阵列（海域）区域地基土竖向成层分布，部分层位水平方向岩性有一定差异，顶(底)板标高有一定起伏，主要体现在：粉质粘土（地层编号⑧₁）土质欠均匀，分布不稳定，该亚层在拟建场地东侧较厚，向西逐渐缺失。

三、不良地质作用、地面沉降及特殊性岩土

1、不良地质作用

结合区域地质资料，本场地内不存在地震时可能发生的滑坡、崩塌、泥石流、地陷、地裂等不良地质作用，场地内不存在发震断裂等，其他影响场地整体稳定性的不良地质作用也不发育。

2、地面沉降

根据区域地面观测资料，本地区地面沉降的易发区。据统计，2020年地面沉降量小于10mm。

3、特殊性岩土

场地内存在人工填土及淤泥质土等特殊岩土。

升压站区（陆域）冲填土(地层编号①₁、①₂、①₃)未经处理，土质差，强度低。

淤泥（地层编号⑥₁）、淤泥质土（地层编号⑥₂）厚度较大，土质较差，排水固结周期较长，触变性及流变性均较大，灵敏度较高。

设计时应注意特殊性岩土对桩基设计、施工及工后沉降等的不利影响。

四、场地地震效应

1、场地土类型及场地类别

根据本次现场波速试验结果，本场地埋深20.00m以上地基土等效剪切波速130.54~135.52m/s。根据区域覆盖层厚度(>80m)，按《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)第4.1.3条及第4.1.6条判定，本场地土为软弱土，本场地属IV类场地。

2、抗震设防烈度

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)附录A有关规定，本场地处于滨海新区海滨街道，场地抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度为0.15g。属设计地震分组第三组。

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)附录C及附录E，本场地抗震设防烈度为7度，场地地震动峰值加速度为0.165g(IV类场地)。

五、地基基础评价

1、场地稳定性和适宜性评价

本场地抗震设防烈度为 7 度，无全新世活动断裂分布，土层覆盖厚度大于 80m，根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016 年版)第 4.1.7 条规定，可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响。场地内存在较厚的软弱土层，故拟建场地稳定性差，本工程建设适宜性差。

2、升压站区（陆域）基础评价

（1）浅基础评价

略。

（2）桩基础评价

略。

（3）桩型选择

略。

（4）成（沉）桩可能性分析及施工对环境的影响

1) 钻孔桩成桩可行性分析及施工对环境的影响

略。

2) 预制桩沉桩可行性分析及施工对环境的影响

略。

3、光伏阵列区（海域）基础评价

水上光伏基础根据水深的不同，主要分为预制混凝土管桩基础和漂浮式基础两种，漂浮式基础又主要分为:传统浮筒+支架基础和光伏专用一体化浮筒基础。

浮体平台的固定:1) 离岸较近时，可采用活动铰接装置，将浮体、连接杆和岸边串联在一起;或用缆绳锚固定于岸上。2) 海水水深小于 3 米时，可使用打钢桩、预制桩固定。3) 海水水深大于 3 米时，可采用锚块沉于水底，缆绳牵引的锚固方法。

（1）沉锚的可行性分析

略。

略

图 4.1-9 淤泥（地层编号⑥₁）等厚线

略

图 4.1-10 淤泥（地层编号⑥₁）顶板等值线

（2）桩锚的可行性分析

勘察期间，海水水深约 2.8m~4.5m。光伏阵列区位于南港避风港内，水位落差相对较小，可采用预应力管桩桩锚的方式，桩顶露出水面，建议与护堤齐平。



图 4.1-11 预应力管桩（锚固桩）

根据本次勘察地层，光伏阵列区（海域）水底以下 15~17m 为软弱土层，建议桩端坐在全新统下组陆相冲积层(Q₄^{1al})粉砂(地层编号⑧₂)中。

（3）桩型选择

结合场地周围环境及场地土质条件综合分析，建议采用预应力管桩。

（4）预制桩沉桩可行性分析及施工对环境的影响

因桩端持力层粉砂（地层编号⑧₂）土质密实，当桩端进入持力层厚度较大时，会产生沉桩较困难，可能出现截桩现象。建议结合本地区桩基施工经验，选择合适的沉桩设备，并采用高强度预制桩。

施工过程中应做到生产用油不污染海域;填筑围堰与拆除围堰时，废土不污染海域。

4、结论

(1) 根据场地复杂程度、地基复杂程度等级, 综合确定本工程勘察等级为甲级。

(2) 根据本次勘察资料及区域地质资料, 本场地不良地质作用发育不明显; 特殊性岩土主要为填土、淤泥质土。

(3) 本场地稳定性差, 适宜性差。

(4) 本场地标准冻结深度为 0.60m。

(5) 升压站区域地下水对混凝土结构的腐蚀性: 干湿交替条件下为弱腐蚀; 无干湿交替条件下为弱腐蚀。地下水对混凝土结构中钢筋腐蚀性: 干湿交替条件下为中腐蚀; 长期浸水条件下为微腐蚀性。地下水对钢结构腐蚀性为中腐蚀。

光伏阵列区域海水对混凝土结构的腐蚀性: 干湿交替条件下为强腐蚀; 无干湿交替条件下为强腐蚀。海水对混凝土结构中钢筋腐蚀性: 干湿交替条件下为强腐蚀; 长期浸水条件下为弱腐蚀性。海水对钢结构腐蚀性为中腐蚀。

(6) 本场地可划分为对建筑抗震不利地段。

(7) 本场地土为软弱土, 场地类别IV类。

(8) 本场地地震基本烈度为 7 度, 基本地震加速度为 0.15g, 地震动峰值加速度为 0.165g (IV类场地), 属设计地震分组第三组。

(9) 本场地埋深 20.00m 以上饱和粉砂(地层编号①₃)、饱和粉土(地层编号⑦)属非液化土层, 该场地属非液化场地。

4.1.5 自然灾害

(1) 寒潮、台风

本地灾害性天气主要是冬、春季寒潮和夏、秋季台风(气旋)。台风及寒潮带来大风大浪及风暴潮。台风风暴潮一般出现在 7~9 月份, 60 年中(1949-2008), 共出现 76 次, 平均每年 1.3 次。春、秋季节, 我国渤海和黄海北部是冷暖空气频繁交汇的地方, 冬季又频繁受冷空气和寒潮大风袭击。据统计, 在 1950~2008 中, 天津塘沽站共出现 0.50m 以上的温带风暴增水 4621 天, 平均每年 77 天, 这期间共出现 1m 以上的温带风暴增水 556 天, 平均每年 9.2 天。略。

(2) 海冰

海冰是海水在一定天气条件下大面积冻结而形成的。历史上天津市海域发生过多海冰灾害，给沿海海域经济活动带来灾难，不过由于在全球气候变暖背景下，天津冬季气温不断升高，海冰冰情有逐年减轻的趋势。

略。

（3）地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2005）和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），本区域抗震设防烈度为 7 度，地震动峰值加速度为 0.15g。

4.2 经济社会概况

根据《2021 年天津市国民经济和社会发展统计公报》，2021 年，是中国共产党成立 100 周年，也是实现“十四五”发展目标的夯基之年。面对世界百年未有之大变局和世纪疫情交织叠加，天津市坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实习近平总书记对天津工作“三个着力”重要要求和一系列重要指示批示精神，按照党中央、国务院决策部署，在市委、市政府坚强领导下，立足新发展阶段，完整准确全面贯彻新发展理念，服务和融入新发展格局，坚持稳中求进工作总基调，笃定高质量发展不动摇，着力打好“治、引、育、稳、促”组合拳，不断巩固拓展疫情防控和经济社会发展成果，全市经济运行稳中有进、稳中有固，经济结构更优，质量效益向好，民生福祉增强，实现“十四五”良好开局。

全市地区生产总值 15695.05 亿元，按可比价格计算，比上年增长 6.6%。其中，第一产业增加值 225.41 亿元，比上年增长 2.7%；第二产业增加值 5854.27 亿元，增长 6.5%；第三产业增加值 9615.37 亿元，增长 6.7%。三次产业结构为 1.4:37.3:61.3。

全年一般公共预算收入 2141.04 亿元,比上年增长 11.3%,其中税收收入 1621.87 亿元，增长 8.1%,占一般公共预算收入的比重为 75.8%。主体税种均保持增长，增值税 673.17 亿元，企业所得税 337.34 亿元，个人所得税 129.04 亿元,分别比上年增长 3.5%、8.6%和 24.8%。全年一般公共预算支出 3150.25 亿元，与上年持平。其中，教育支出增长 9.3%，社会保障和就业支出增长 14.8%，卫生健康支出增长 2.9%，住房保障支出增长 7.4%。

全年农林牧渔业总产值 509.26 亿元，比上年增长 2.1%。其中，农业产值 258.39 亿元，增长 1.8%；牧业产值 142.48 亿元，增长 9.8%。粮食产量再创历史新高，粮食总产量达到 249.9 万吨，连续 6 年稳定在 200 万吨以上，增长 9.5%。生猪稳产保供取得显著成效，年末生猪存栏 171.2 万头，增长 5.4%；全年出栏 203.9 万头，增长 5.1%；猪肉产量 17.1 万吨，增长 11.2%。农业生产提质增效，现代都市型农业持续优化。

全年全市工业增加值 5224.57 亿元，比上年增长 8.0%，制造业增加值占地区生产总值比重为 24.1%，规模以上工业增加值增长 8.2%。“制造业立市”扎实推进，重点产业链加速提质，工业效益增长较快。

服务业生产稳步恢复，世界一流智慧绿色港口建设加力推进，客货运输保持增长，消费市场持续恢复。城市基础设施建设成效明显，重点领域协同发展取得丰硕成果。城镇化水平上升，年末全市常住人口总量 1373 万人，其中城镇常住人口 1165 万人，乡村常住人口 208 万人。城镇化率为 84.88%，比上年末提高 0.18 个百分点。居民收入稳步增加，全年全市居民人均可支配收入 47449 元，增长 8.2%。其中，工资净收入 29775 元，增长 8.9%；经营净收入 3243 元，增长 15.9%；财产净收入 4576 元，增长 7.9%；转移净收入 9855 元，增长 4.0%。按常住地分，城镇居民人均可支配收入 51486 元，增长 8.0%；农村居民人均可支配收入 27955 元，增长 8.8%，快于城镇居民增速 0.8 个百分点。城乡居民收入之比为 1.84，连续 3 年缩小。

4.3 环境质量现状

本节内容引用《2021 天津市生态环境状况公报》中相关内容。

4.3.1 海洋环境质量

1、海洋环境质量

2021 年，我市近岸海域水质全年平均为二类水平，受夏、秋季海河流域强降雨和上游省市行洪影响，全年优良（一、二类）水质比例为 58.3%。从各季节来看，春季近岸海域水质最好，优良水质比例为 87.9%。从各评价指标来看，夏、秋季无机氮为三类水平，化学需氧量、石油类等其他指标各季节均为一~二类水平。

2021 年全市直排海污染源均稳定达标排放。

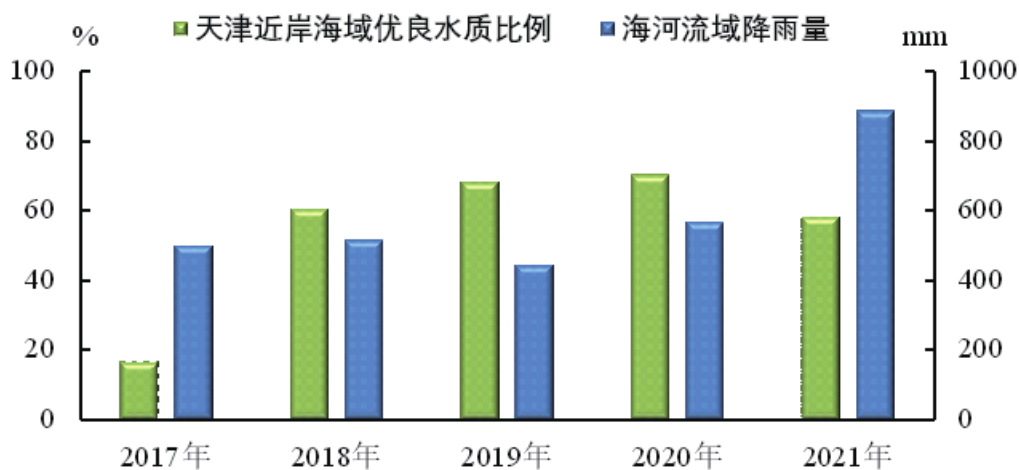


图 4.3-1 2017~2021 年海河流域降雨量和天津近岸海域优良水质比例

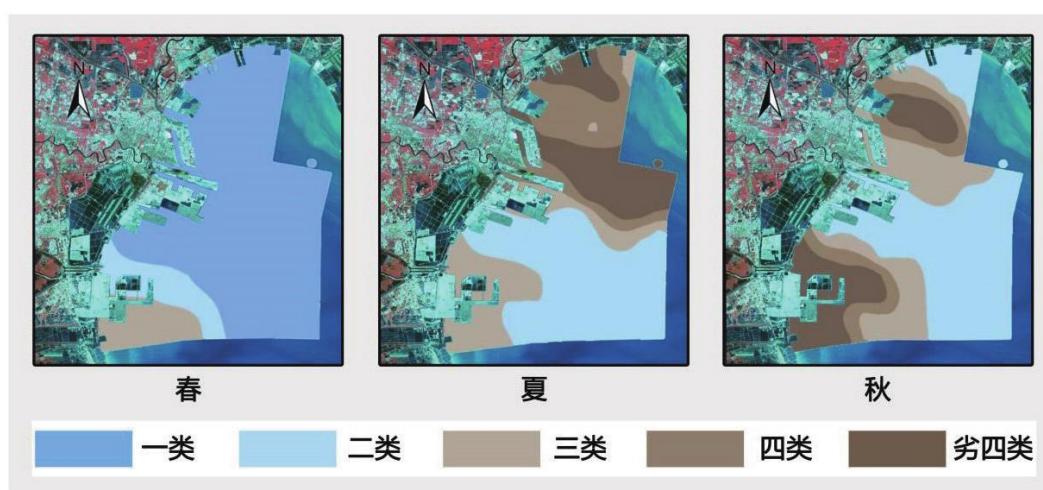


图 4.3-2 2021 年春、夏、秋天津近岸海域水质空间分布示意图

2、海洋生态系统健康状况

2021 年，我市近岸海域生态系统整体呈亚健康状态，其中，水环境指标、沉积环境指标、生物残毒指标均呈健康状态，栖息地指标和生物指标为亚健康状态。

3、海洋渔业水域环境质量

2021 年我市海洋渔业水域主要污染因子为无机氮和化学需氧量。浮游生物共发现 35 种，优势种为密联角毛藻、整齐圆筛藻、太平洋纺锤水蚤和短尾类幼虫，丰度和多样性指数均低于 2020 年水平。鱼卵、仔稚鱼丰度较 2020 年有所上升。

4、海洋赤潮和绿潮

2021 年我市近岸海域共发现 3 次赤潮过程，累计面积约 143.01 平方千米。2021 年我市未发现绿潮过程。

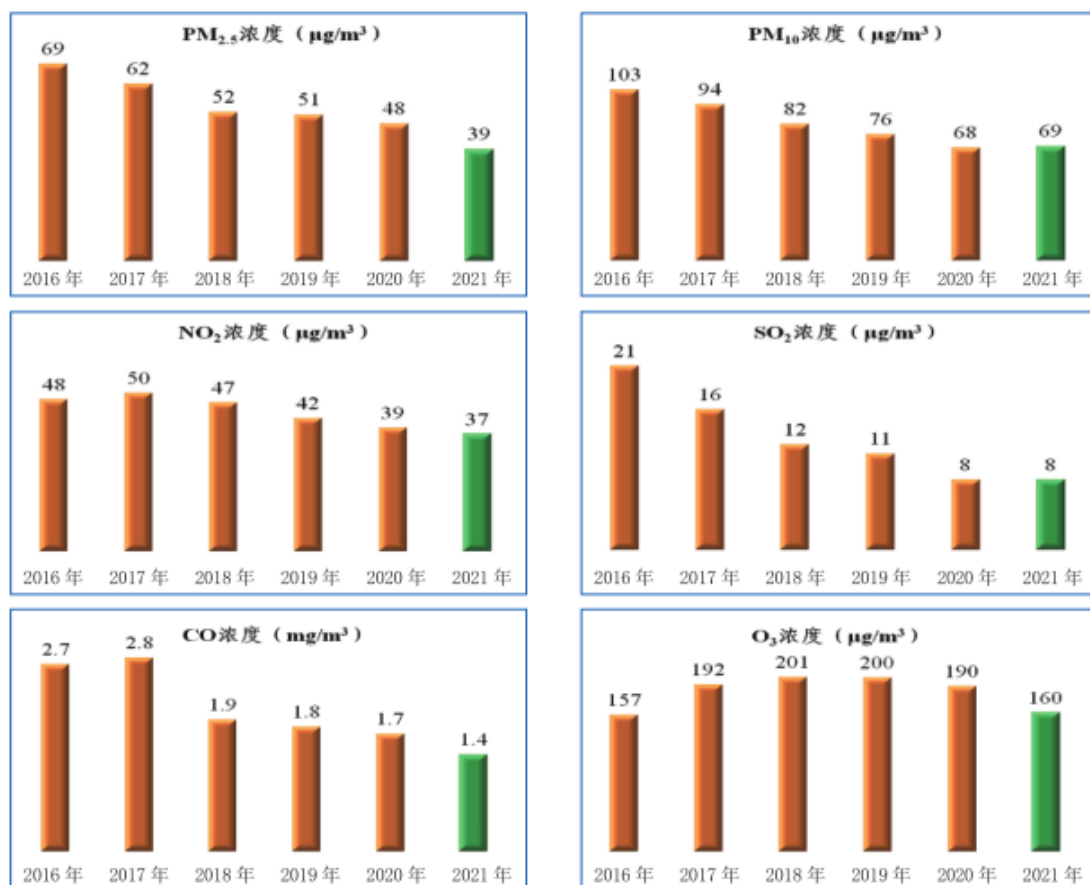
表 4.3-1 2021 年天津近岸海域赤潮过程

起止时间	发现海域	赤潮优势生物	面积 (平方千米)
3 月 26 日 -4 月 1 日	中心渔港附近海域	夜光藻	0.0015
6 月 1 日 -6 月 16 日	大神堂村 - 东疆湾海水浴场附近海域	斯氏根管藻 长菱形藻	38.67
9 月 1 日 -10 月 21 日	天津近岸海域	锥形克里斯普藻 海洋原甲藻 多环旋沟藻 夜光藻	104.34

4.3.2 环境空气质量

1、全市空气质量现状

2021 年，全市二氧化硫（SO₂）年平均浓度为 8 微克/立方米，低于国家年平均浓度标准（60 微克/立方米）；二氧化氮（NO₂）年平均浓度为 37 微克/立方米，低于国家年平均浓度标准（40 微克/立方米）；可吸入颗粒物（PM₁₀）年平均浓度为 69 微克/立方米，低于国家年平均浓度标准（70 微克/立方米）；细颗粒物（PM_{2.5}）年平均浓度为 39 微克/立方米，超过国家年平均浓度标准（35 微克/立方米）0.11 倍。一氧化碳（CO）24 小时平均浓度第 95 百分位数为 1.4 毫克/立方米，低于 24 小时平均浓度标准（4.0 毫克/立方米）；臭氧（O₃）日。



2016-2021 年环境空气主要污染物浓度变化趋势

图 4.3-3 2016-2021 年全环境空气主要污染物浓度变化趋势

最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数为 160 微克/立方米，达到日最大 8 小时平均浓度标准（160 微克/立方米）。2016-2021 年，环境空气主要污染物浓度基本呈下降趋势。与 2016 年相比，2021 年 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂和 CO 浓度分别下降 43.5%、33.0%、61.9%、22.9%和 48.1%，O₃浓度上升 1.9%，其中，PM_{2.5}、NO₂和 CO 浓度达到历史最优水平。

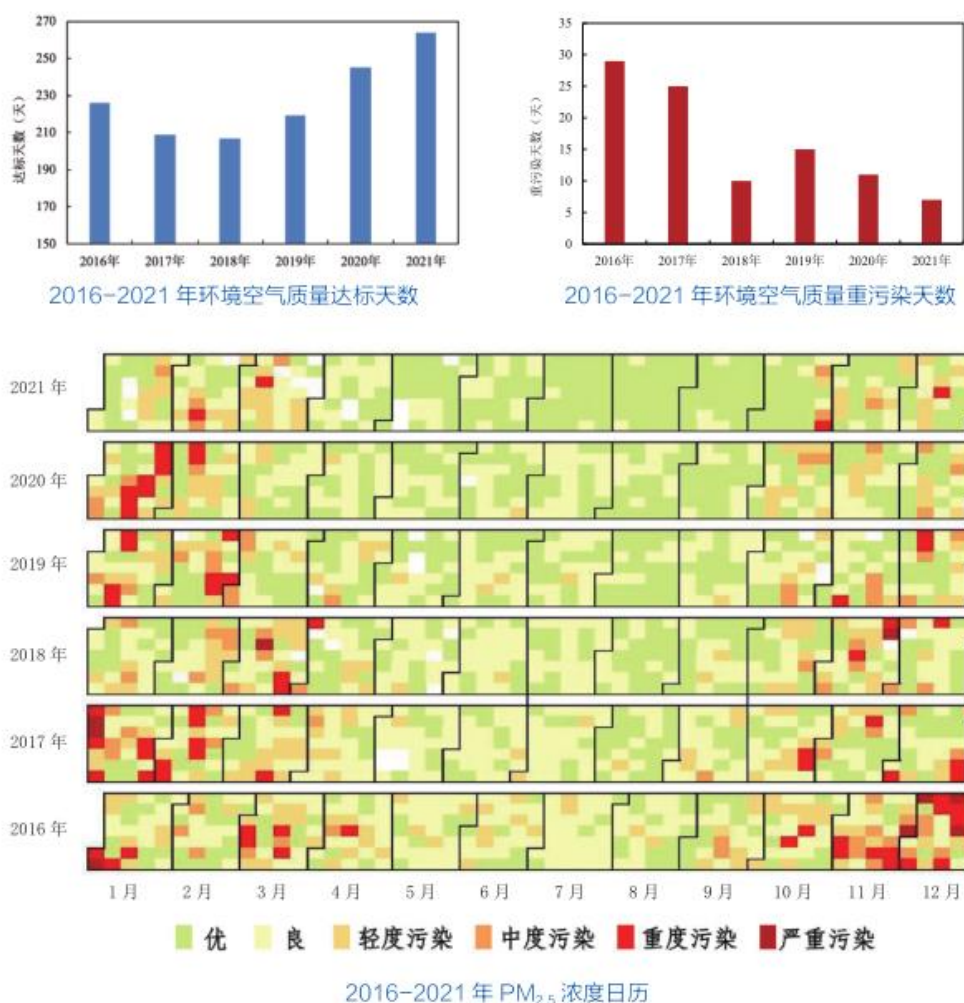


图 4.3-4 2016-2021 年全 PM_{2.5} 浓度日历

2、各区环境空气质量

各区环境空气中 SO₂ 年平均浓度范围在 7-11 微克/立方米，达到国家年平均浓度标准；NO₂ 年平均浓度范围在 23-43 微克/立方米，东丽区和北辰区未达到国家年平均浓度标准；PM₁₀ 年平均浓度范围在 57-77 微克/立方米，河北区、东丽区、北辰区、津南区、红桥区和河东区未达到国家年平均浓度标准；PM_{2.5} 年平均浓度范围在 36-45 微克/立方米，各区均未达到国家年平均浓度标准；CO₂₄ 小时平均浓度第 95 百分位数范围在 1.3-1.7 毫克/立方米，各区均达到国家 24 小时平均浓度标准；O₃ 日最大 8 小时第 90 百分位数范围在 156-174 微克/立方米，其中蓟州区、滨海新区和宁河区达到国家日最大 8 小时平均浓度标准，其他各区均未达到国家日最大 8 小时平均浓度标准。

表 4.3-2 各区环境空气质量

区	污染物浓度					
	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃
蓟州区	36	57	7	23	1.5	156
南开区	36	64	7	32	1.3	163
和平区	37	68	8	34	1.3	171
河西区	37	69	9	36	1.5	164
滨海新区	38	67	8	39	1.4	156
河东区	38	71	8	37	1.4	164
河北区	38	77	8	38	1.3	165
宁河区	39	68	11	40	1.7	156
东丽区	39	76	7	43	1.5	164
西青区	41	68	8	40	1.5	166
武清区	41	69	10	36	1.5	174
红桥区	41	72	10	37	1.4	166
津南区	41	74	8	38	1.5	166
北辰区	41	76	8	41	1.5	168
宝坻区	42	70	8	36	1.6	164
静海区	45	69	11	35	1.5	165

注：SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 项污染物为浓度均值，CO 为 24 小时平均浓度第 95 百分位数，O₃ 为日最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数；除 CO 单位为毫克/立方米外，其他污染物单位均为微克/立方米。

4.3.3 声环境质量

1、功能区声环境

2021 年天津市功能区声环境质量总体达标率为 87%，比 2020 年上升 1 个百分点。1 至 4b 功能区声环境质量昼间达标率为 86%-99%，夜间达标率为 56%-95%。

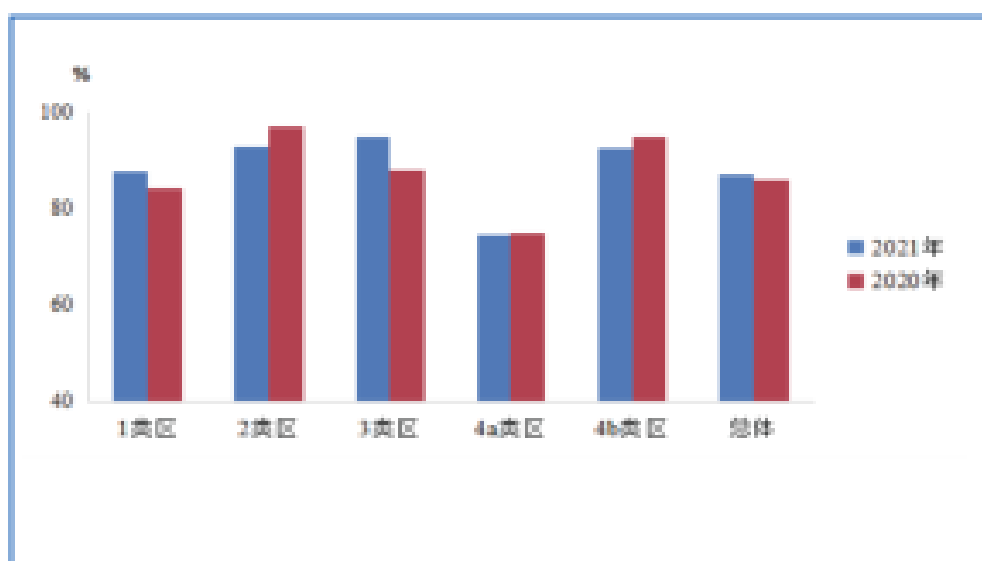


图 4.3-5 2021 年全市各类功能区声环境昼夜达标率与上年比较

2、区域环境噪声

2021 年全市区域环境噪声平均声级为 53.1 分贝(A)，与 2020 年基本持平，环境噪声总体为“二级”较好水平。声级处于“一级”好水平和“二级”较好水平的面积占总评价面积的 68.7%。

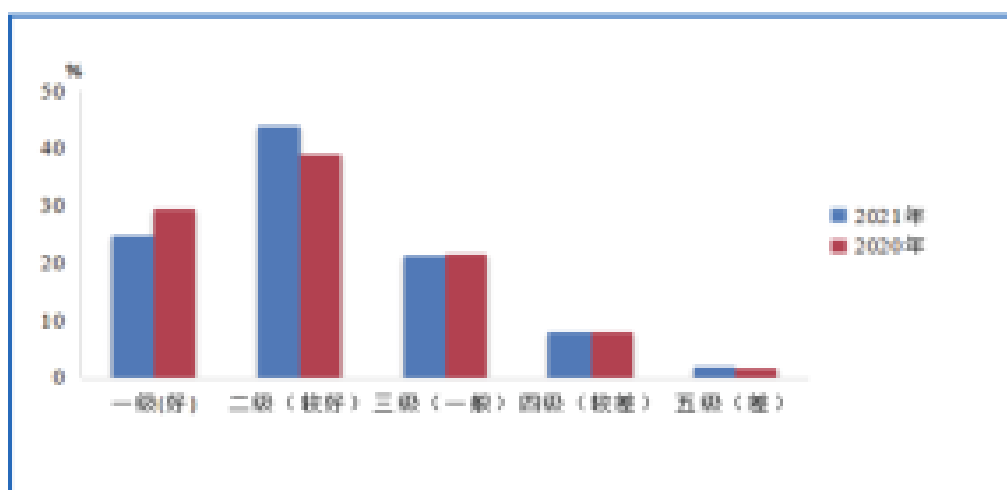


图 4.3-6 2021 年全市区域环境噪声不同声级水平面积覆盖率与上年比较

3、道路交通噪声

2021 年全市道路交通噪声平均声级为 65.3 分贝(A)，与 2020 年基本持平，总体噪声强度为“一级”好水平。噪声强度达到“一级”好水平和“二级”较好水平的道路占监测总路长的 89.1%。

4.4 自然资源概况

4.4.1 太阳能资源

4.4.1.1 太阳能资源概况

我国属太阳能资源丰富的国家之一，全国总面积 2/3 以上地区年日照时数大于 2000 小时。

我国太阳能资源的年分布，总的来看具有高原大于平原、内陆大于沿海和气候干燥区大于气候湿润区等特点。青藏高原为辐射高值区，高值中心在雅鲁藏布江流域一带，我国太阳年总辐射量最大值可达 2450kWh/m^2 以上。高值带由此向东北延伸，内蒙古高原也是相对的高值区，等值线在高原东部边缘密集。与青藏高原东部紧邻的四川盆地辐照量很快下降，为我国辐射资源相对较低的地区。

根据中国气象局风能太阳能资源评估中心，利用 700 多个地面气象站，1978—2007 年观测资料计算了总辐射和直接辐射，初步更新我国太阳能资源的时空分布特征，并进一步简要分析了云、气溶胶和水汽等相关要素的影响得到的数据如下：

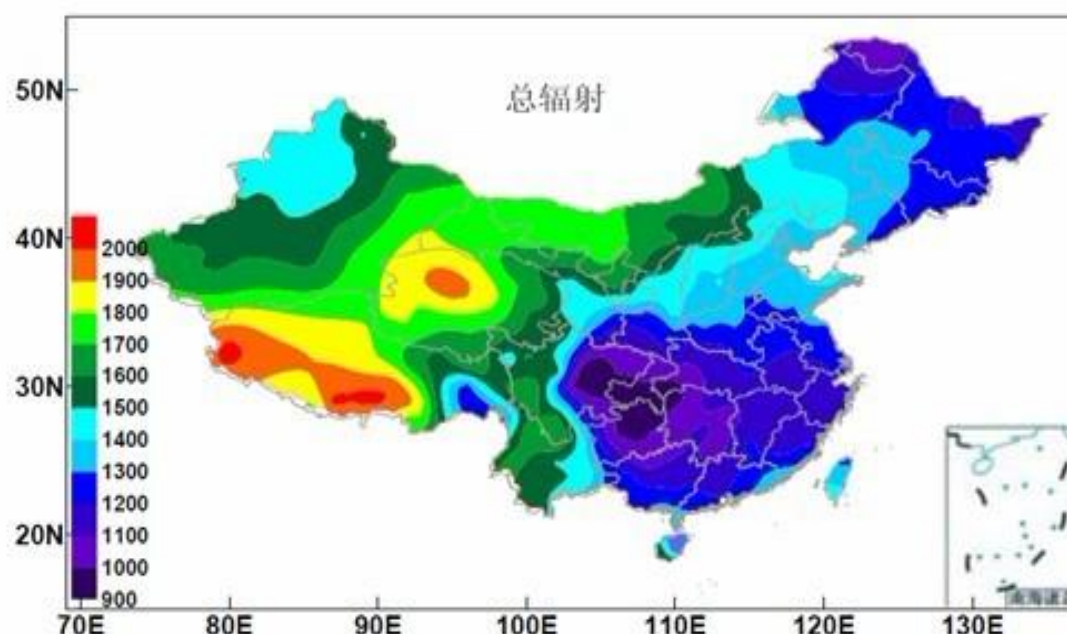


图 4.4-1 中国近 30 年总辐射分布图

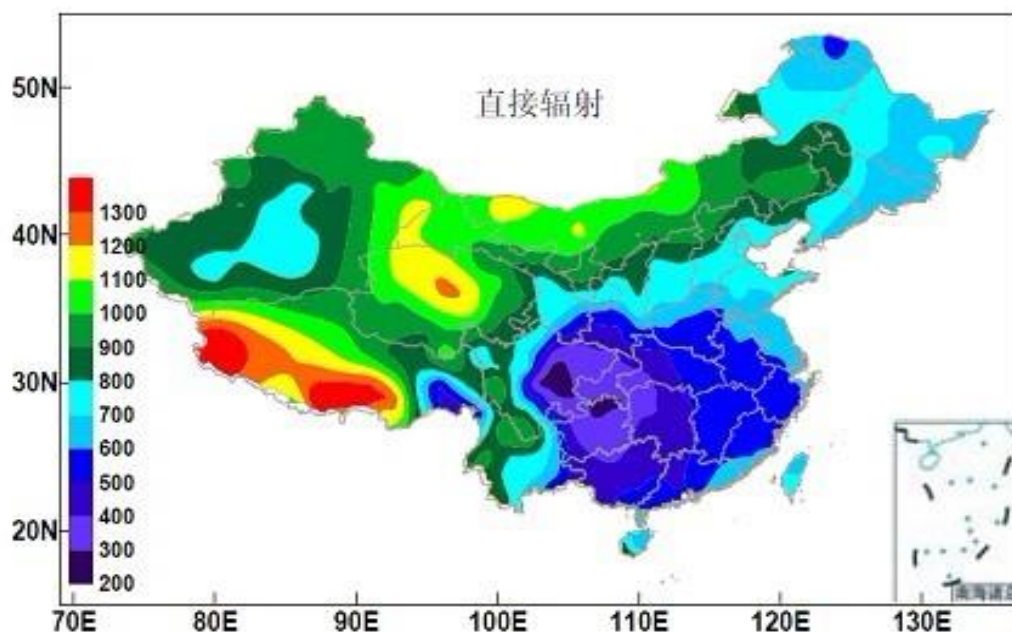


图 4.4-2 中国近 30 年年平均直接辐射分布图

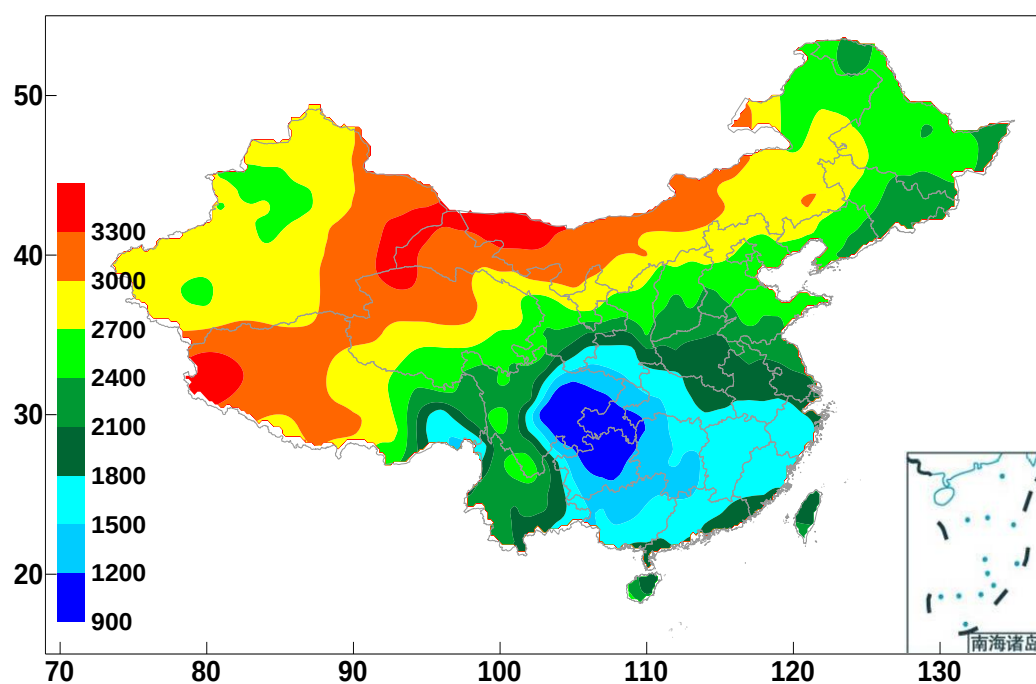


图 4.4-3 中国近 30 年年平均日照时数图

我国太阳能资源分布的主要特点有：太阳能的高值中心和低值中心都处在北纬 $22^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 这一带，青藏高原是高值中心，四川盆地是低值中心；太阳年辐射总量，西部地区高于东部地区，而且除西藏和新疆两个自治区外，基本上是南部低于北部；由于南方多数地区云雾雨多，在北纬 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 地区，太阳能的分布情况与一般的太阳能随纬度而变化的规律相反，太阳能不是随着纬度的增

加而减少，而是随着纬度的增加而增长。按太阳辐射资源区划标准，全国大致分为四类地区，如下表所示：

表 4.4-1 太阳能资源丰富程度等级表

等级名称	分级阈值/（MJ/m ² ）	分级阈值/（kW·h/m ² ）	等级符号
最丰富	GHR≥6300	GHR≥1750	A
很丰富	5040≤GHR<6300	1400≤GHR<1750	B
丰富	3780≤GHR<5040	1050≤GHR<1400	C
一般	GHR<3780	GHR<1050	D

4.4.1.2 项目区域太阳能资源分析

天津地处北温带位于中纬度亚欧大陆东岸，年日照时数 2471～2769 小时，80%的年份太阳能年辐射总量达到 5610MJ/m²。日照时数从东南向西北减少，塘沽地区最优，天津市内最低。整体上太阳能资源比较丰富，按照太阳能资源分布图大部分属于 B 类地区。

为准确评估项目建设区域的太阳能资源，本工程现阶段以 Meteonorm 和 SolarGIS 提供的场址区太阳总辐射为依据计算得到的修正数据作为工程代表年总辐射数据，如下表所示：

表 4.4-2 Meteonorm8.0 月水平总辐射量
略

表 4.4-3 SolarGIS 月水平总辐射量
略

表 4.4-4 Meteonorm 8.0& SolarGIS 修正月水平总辐射量
略

由上表修正的数据可知，本项目代表年太阳总辐射量为 1397.0kWh/m²，按照 GB/T 31155-2014《太阳能资源等级总辐射》，太阳能资源丰富程度应采用太阳总辐射的年总量为指标。

（1）太阳总辐射年辐照量等级

根据《GB/T 31155-2014 太阳能资源等级总辐射》，太阳能资源的稳定程度分为四个等级：最丰富（A）、很丰富（B）、丰富（C）以及一般（D）。划分标准如下：

表 4.4-5 太阳总辐射年辐照量等级

名 称	符 号	分级阈值(kWh/m ²)
最丰富	A	G≥1750
很丰富	B	1400≤G<1750
丰富	C	1050≤G<1400
一般	D	G<1050

由上表可见，该项目地太阳辐照量等级属丰富（C）级别。

（2）稳定度等级

根据《GB/T 31155-2014 太阳能资源等级总辐射》，太阳能资源的稳定程度分为四个等级：很稳定（A）、稳定（B）、一般（C）以及欠稳定（D）。具体分级阈值见下表：

表 4.4-6 太阳能资源稳定性等级

名 称	符 号	分级阈值
很稳定	A	$R_w \geq 0.47$
稳定	B	$0.36 \leq R_w < 0.47$
一般	C	$0.28 \leq R_w < 0.36$
不稳定	D	$R_w < 0.28$

注：R_w 表示稳定度。

由上表可知，项目地月平均辐射量最大值出现在 5 月份，为 174.4kWh/m²；而月平均辐射量最小值出现在 12 月份，为 59.9kWh/m²，则 R_w=0.34，属一般（C）级。

4.4.2 鸟类资源

本节资料引自 2022 年 7 月天津市博创环保科技有限公司编制的《天津南港海上光伏项目海域使用论证项目鸟类风险评估报告》。专题报告的编制单位于 2021 年冬季和 2022 年春季对天津南港海上光伏项目鸟类资源开展了实地调查研究，结合鸟类资源状况等实际情况对调查区域鸟类的数量结构和分布情况进行了统计分析。

4.4.2.1 区域监测情况

区域生态系统内湿地类型丰富，湿地面积较大，包括水库湿地、盐沼湿地、河流湿地、河口湿地、沿海滩涂湿地等众多湿地类型；部分地区受人类活动影响较少，为鸟类提供了栖息和觅食的良好生境，是鸟类迁徙的重要中转站，也是部分鸟类繁殖和越冬的理想场所。

4.4.2.2 调查方法

调查方法采用样点法和样线法相结合的方法调查，鸟类数量统计采用分区直数法和估算法相结合，选取鸟类较为集中的地点为样点，在调查区各种不同生境内选取样线。采用样点法和样线法结合的方法调查，调查样点设 7 个，每个点处调查 40 分钟左右，同时在调查样点附近设置样线，调查区域共设置 4 条样线，样点 1~样点 2 长 2800m，样点 1~样点 4 长 4000m，样点 4~样点 6 长

6000m，样点 6~样点 7 长 3000m。选择晴朗、风力较小的天气，行进速度控制在 3~5km/h，记录道路两侧 100m 范围内观察到的鸟类及数量。对于数量较小的群体采用直接计数法，在鸟群规模很大时采取集团估算的方式。用 20~60 倍的单筒望远镜观察，结合鸟类的飞行姿势、鸣声、颜色和大小等综合特征仔细辨认种类，用 8 倍、10 倍的双筒望远镜巡视计数，同时借助观鸟专用佳能数码相机（光学聚焦 65×，数码聚焦 2×，最大倍数 260×）拍摄记录影像资料，返回室内后对存疑的种类进行核对鉴定。为避免重复计数，调查时只记录从前向后飞行的水鸟，对反向飞行的鸟类不予记录。

野外调查及资料搜集时间为 2020 年 12~2022 年 5 月。调查时间主要在鸟类活动高峰期的日出后 3 小时和日落前 3 小时，偶尔因天气等原因提前或延后。冬季调查 2 次，调查时间分别为 2021 年 12 月 7 日和 2022 年 2 月 9 日；春季调查 5 次，调查时间分别为 2022 年 3 月 14 日、2022 年 3 月 25 日、2022 年 4 月 5 日、2022 年 4 月 24 日和 2022 年 5 月 11 日。工程位置及调查样点分布见下图，调查样的坐标见下表。

表 4.4-7 调查样点坐标表

站位	东经 E	北纬 N
样点 1	117°38'59.44"	38°39'54.18"
样点 2	117°41'01.65"	38°39'53.95"
样点 3	117°38'57.74"	38°41'06.71"
样点 4	117°39'00.33"	38°42'04.68"
样点 5	117°40'47.40"	38°42'05.99"
样点 6	117°43'07.14"	38°42'04.29"
样点 7	117°43'08.37"	38°40'24.65"



图 4.4-4 调查样点分布图

4.4.2.3 数量统计方法

鸟类数量等级的确定依据记录到的个体数占调查中统计到的鸟类总数的百分比，其中，小于 1%定义为少见种，1%~10%定义为常见种，大于 10%定义为优势种（Howe et al. 1989）。

4.4.2.4 调查内容

（1）鸟类的区系组成

通过野外调查和查阅相关资料，分析鸟类目、科、属、种的组成及各分类阶元所包含的种类比例，根据上述分析得出鸟类名录。

（2）鸟类的生态类群、分布型和居留型

通过查阅相关资料，确定鸟类的生态类群（陆禽、攀禽、猛禽、游禽、涉禽、鸣禽）类型及比例；通过查阅相关资料，确定鸟类的分布型（东洋界、古北界、全北界、世界广布）类型及比例；通过不同季节的调查，分析鸟类在栖息地上的停留和栖息地利用时段，得到的居留型（留鸟、夏候鸟、冬候鸟、迁经鸟/旅鸟、迷鸟）类型及比例。

（3）鸟类的时空动态特征

通过不同季节、不同样地的调查，分析鸟类种类和数量的时空分布动态特征。

（4）重点保护和珍稀濒危鸟类

通过调查和查阅相关资料，分析国家重点保护鸟类、IUCN 红色名录、CITES 附录的各级别包含的物种数及其比例。对重点鸟类进行必要的介绍。

4.4.2.5 鸟类调查结果

1、鸟类结果统计

略。

略

图 4.4-5 2021 年冬季鸟类数量结构

略

图 4.4-6 2021 年冬季鸟类区系分布结构

略

图 4.4-7 2021 年冬季鸟类生态群组成

2022 年春季共记录到鸟类 457 只次，略。

区系分布上，略。

居留类型上，略。

生态类群上，游禽 10 种，略。

略

图 4.4-8 2022 年春季鸟类种类组成

略

图 4.4-9 2022 年春季鸟类区系分布结构

略

图 4.4-10 2022 年春季鸟类生态群组成

从时间上来看，2022 年 3 月观察到的鸟类种数和数量都为最多，观察到 15 种鸟类，数量为 258 只次，说明 3 月份为鸟类的迁徙高峰期。

略

图 4.4-11 观测区鸟类种类和数量变化趋势

在空间分布上，北堤（样点 4 和样点 5）观察到的鸟类种类和数量最多，略。

西堤（样点 1 和样点 3）和南堤（样点 2）观察到的鸟类较少，略。

略

图 4.4-12 观测区鸟类数量空间分布图

略

图 4.4-13 观测区鸟类种类空间分布图

2、优势种和常见种

调查统计结果显示，2021 年冬季该区优势种为略。

2022 年春季该区优势种为略。

3、国家重点保护野生鸟类及其生物特征

2021 年冬季没有记录到国家重点保护野生鸟类；2022 年春季仅记录到 1 只国家Ⅱ级重点保护野生鸟类-白腰杓鹬（*Numenius arquatas*）（图 4.4-14），处于飞行状态。

白腰杓鹬（*Numenius arquata*）是鹬科杓鹬属的鸟类，顶和上体淡褐色；头、颈、上背具黑褐色羽轴纵纹；飞羽为黑褐色与淡褐色相间横斑，颈与前胸淡褐色，具细的褐色纵纹；下背、腰及尾上覆羽白色；尾羽白色，具黑褐色细横纹；腹、胁部白色，具粗重黑褐色斑点；下腹及尾下覆羽白色。栖于水边沼泽地带及湿地草甸和稻田中。以甲壳类、软体动物、小鱼、昆虫、植物种子为食。



图 4.4-14 白腰杓鹬 (*Numenius arquatas*)

4、全球受胁鸟种及数量

略。

表 4.4-8 本项目区域受胁鸟种及数量

略

注：濒危等级分为“绝灭 (EX)、野外绝灭 (EW)、极危 (CR)、濒危 (EN)、易危 (VU)、近危 (NT) 和无危 (LC)”。

罗纹鸭 (*Anas falcata*) 是中型鸭类，体型略较家鸭为小，体长 40~52 cm，体重 0.4~1 kg。略。

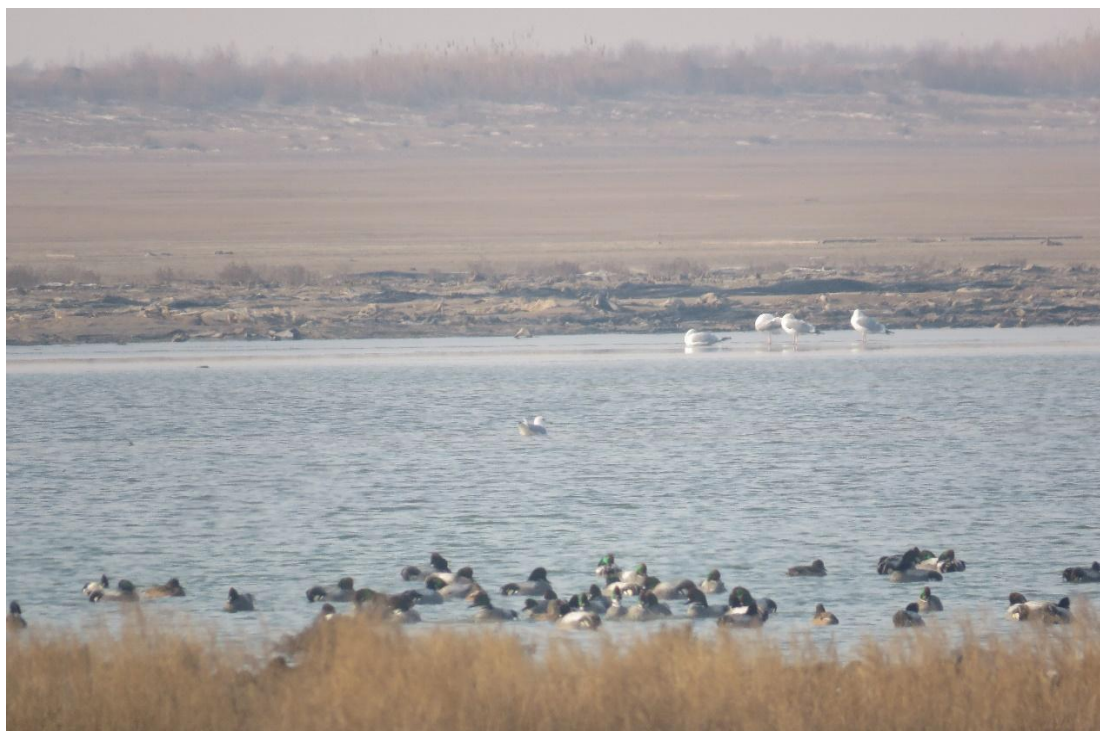


图 4.4-15 罗纹鸭、绿头鸭和西伯利亚银鸥

表 4.4-9 2021 年冬季和 2022 年春季鸟类调查种类和数量一览表

略

从上表可以看出，鸟类的数量上春季>冬季。国家Ⅱ级重点保护野生鸟类-白腰杓鹬（*Numenius arquatas*）在天津主要分布在沿海滨海湿地潮间带。

5、天津市重点保护野生动物

本区域除原鸽和麻雀外，其他均为天津市重点保护野生动物名录中的鸟类。苍鹭和小白鹭主要在西堤西侧短暂停留、觅食；红嘴鸥、西伯利亚银鸥、白腰杓鹬和夜鹭在该海域上空飞越；凤头鸊鷉、骨顶鸡、绿翅鸭、绿头鸭、赤膀鸭、斑嘴鸭、罗纹鸭、金腰燕、普通燕鸥和白额燕鸥主要在该海域短暂停留、觅食；环颈鸻和白额燕鸥在北堤北部浅水洼区域觅食、栖息、繁殖；其它鸟类主要在北堤和东堤的芦苇草丛中觅食、栖息和繁殖。



图 4.4-16 光伏拟选场地西侧景观照片
(上图为站在西堤南端向北拍照，下图为站在西堤北端向南拍照)



图 4.4-17 光伏拟选场地北侧景观照片
(上图为站在北堤东端向西拍照, 下图为站在北堤西端向东拍照)

4.4.2.6 鸟类观测结论

鸟类是湿地生态系统重要组成部分，是环境监测的重要指示物种，天津滨海湿地地处“东亚-澳大利西亚”候鸟迁徙路线上，是鸟类重要的栖息地、停歇地和觅食场所。

目前调查统计结果显示，2022年春季仅记录到1只国家Ⅱ级重点保护野生鸟类-白腰杓鹬（*Numenius arquatas*），处于飞行状态。但具体情况仍需作进一步长期的调查与监测。光伏拟选场地调查到的鸟类均为在天津沿海区域广泛分布的鸟种，该区域并不是其唯一生境。

略。

4.4.3 岸线资源

天津海域岸线全长337.967公里，海岸为典型的粉砂淤泥质海岸。

天津港所在的渤海湾处于黄河口与滦河口之间，历史上受两大河流和海河入海泥沙的影响，形成淤泥质海岸，海域宽阔，陆域平坦，水下岸坡平缓。等深线基本与海岸平行，水深较浅，-5m、-10m等深线平均距原自然岸线分别约14km、24km。沿岸有蓟运河、海河、独流减河和南排河等九条河流入海，但均已建防潮闸或船闸。

独流减河口～津冀南交界：位于天津沿海的南部，自然岸线长20.5km，岸线走向为N-S。-5m和-10m等深线距自然岸线分别为16、35km。该岸线为缓慢淤积型海岸，沿岸有子牙新河、北排水河等河流入海，河口建有水闸，来水、来沙较少。海域开阔，陆域平坦；主要受偏东各向波浪的影响，掩护条件较差。沿岸海域底质为黏土质粉砂，泥沙运动主要是风浪掀沙、潮流输沙。

4.4.4 港口资源

天津港由海港、河港两部分组成。海港位于渤海湾西端海河入海口处，亦称新港；河港在海河下游段。天津港是我国最大的人工港，它担负着北京、天津两个大城市和华北、西北地区的海上进出口任务，是欧亚大陆桥的起点。

天津港1952年10月正式开港，历经数次扩建，与世界上160个国家和地区的300多个港口有贸易往来，有44条定期集装箱班轮航线，190多条国际集装箱班轮，是国际集装箱运输枢纽港口之一。天津港是我国北方最大的对外贸易口岸，是我国综合运输体系的主要枢纽和沿海主枢纽港。天津港所在地天津滨海新区是天津市社会经济发展最快的地区，已经成为天津市最大的经济增长

点和带动区域经济的强大引擎，综合实力和经济规模在国家级开发区名列前茅。

根据天津港总体规划（2012-2030 年），天津港将着力打造“一港八区”布局，加快建设北方国际航运中心。规划“一港八区”的空间布局分别为北疆港区、南疆港区、东疆港区、大沽口港区、高沙岭港区、大港港区、北塘港区、海河港区，并将独流减河北岸规划为预留发展区。规划天津港总用地面积 245km²，码头岸线 200km，其中海港岸线 181km，海河岸线 18.7km。海河港区水域港界自二道闸以东至新港船闸，水域范围全长 39.5km。规划为生产性泊位的港口岸线 97.3km，其中海港岸线 88.7km；规划为预留发展区的港口岸线 64km，其中海港岸线 56km。规划的生产性泊位港口岸线共可布置各类生产性泊位 390 个，形成码头年通过能力约 10 亿吨、330 万人次，其中集装箱 4240 万 TEU、商品汽车 200 万辆。

近年来随着天津滨海新区经济的高速增长，滨海新区作为带动环渤海乃至整个华北地区经济发展的龙头，经济拉动能力正在逐步显现。国家和天津地方政府对滨海新区给予了强大的政策、资金、技术、人员上的支持，也为滨海新区的发展不断注入活力。港口经济是天津经济发展的重要内容，天津港吞吐量不断增加。2020 年，天津港集装箱吞吐量 1835 万标准箱，增长 6.1%，同时，货物吞吐量也同比增长。实现了有质量、有效益、可持续的发展。

4.4.5 渔业资源

天津浅海滩涂渔业生活资源种类繁多，大约有 80 多种，主要渔获种类有 30 多种。其中中上层鱼类有青鳞鱼、黄鲫等；无脊椎动物有对虾、毛虾、脊尾白虾等；底栖鱼类有鲈鱼、小黄鱼、梅童鱼等。

（1）中上层鱼类

中上层鱼类的代表性种类有太平洋鲱鱼、鲢鱼、青鳞、黄鲫、斑鲈、小鳞鲈、鄂针鱼、赤鼻棱鲈等。在渤海的产卵场主要分布在渤海湾、莱州湾、辽东湾、滦河口、大清河口及戴河口一带水域，见图 4.4-18。本项目距离产卵场、索饵场及洄游通道较远，最近距离也在 30km 以上。

（2）底层鱼类

底层鱼类的代表性种类有小黄鱼、带鱼、东方鲀类、鲈鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、白姑鱼、梅童鱼、真鲷、鲷类、鲷类、鲆鲽类等。在渤海的产卵场主要分布在渤海湾、莱州湾、辽东湾，见图 4.4-19。本项目距离产卵场、索饵场及洄游通道较远，最近距离也在 30km 以上。

（3）中国对虾

在渤海湾内中国对虾每年秋末冬初，便开始越冬洄游，到黄海东南部深海区越冬；翌年春北上，形成产卵洄游，见图 4.4-20。4 月下旬开始产卵，怀卵量 30~100 万粒，雌虾产卵后大部分死亡。卵经过数次变态成为仔虾，仔虾约 18 天经过数十次蜕皮后，变成幼虾，于 6~7 月份在河口附近摄食成长。5 个月后，即可长成 12cm 以上的成虾，9 月份开始向渤海中部及黄海北部洄游，形成秋收渔汛。其渔期在 5 月中旬至 10 月下旬。

（4）小黄鱼

小黄鱼是莱州湾的主要经济鱼类，一般春季向沿岸洄游，主要产卵期为 5~6 月，由南向北略为推迟，产卵场一般都分布在河口区和受入海径流影响较大的沿海区，底质为泥砂质、砂泥质或软泥质，产卵场的主要范围一般都分布在低盐水与高盐水混合区的偏高温区。渤海和黄海中部产卵场小黄鱼卵径为 1.30~1.60mm，黄海南部为 1.28~1.65mm。渤海小黄鱼目测性腺发育 5 月中旬 76% 的雌性个体已达到 V 期，6 月中旬 61% 的个体已产卵完毕，因此，推测渤海的小黄鱼产卵期应在 5 月下旬到 6 月上旬。3~6 月间产卵后，分散在近海索饵，秋末返回深海，冬季于深海越冬。其越冬场在黄海中南部至东海北部，每年 4 月份北上到达成山头外海，然后分 2 支，一支继续向北到鸭绿江口进行产卵，另一支则向西，经烟威外海进入渤海，分别游向莱州湾、渤海湾和辽东湾等产卵场，产卵期为 5 月~6 月，10 月末到 11 月初向渤海中部集中。

略

图 4.4-18 中上层鱼类产卵场、索饵场及洄游路线分布图

略

图 4.4-19 底层鱼类产卵场、索饵场及洄游路线分布图

略

图 4.4-20 中国对虾产卵场、索饵场及洄游路线分布图

略

图 4.4-21 小黄鱼产卵场、索饵场及洄游路线分布图

4.4.6 旅游资源

近年来，天津滨海新区把兴建城市基础设施、开发旅游资源作为发展旅游业的重要内容。主要的旅游景点包括东疆港区、天津滨海航母主题公园和大沽炮台遗址等。

东疆港区的建设与开发必将丰富天津市原有沿海、沿河的旅游资源，旅游岸线长度的增加、旅游设施的配套、现代化的规划建设理念与实施，为天津市发展滨海旅游业带来了巨大的发展空间。东疆港区南端的娱乐区以国际客运码头和会展中心等人文景观资源为依托，充分利用天然海景，将现代建筑、码头、海景相融合，实现从无到有的海洋观光资源的开发，该段岸线长 1147m，拓展了天津沿海旅游资源。东疆港区东南部的度假区以休闲度假区和水上运动休闲为中心，依东疆港区的东岸建设，为天津开辟新的度假、休闲资源。

天津滨海航母主题公园汇集海、陆、空及特种兵等各军兵种武器，融旅游观光、科技博览和国防教育于一体，是中国最大的国防教育基地和中国北方最具规模的国家海洋科普基地。公园包括 7 平方公里的陆域和 2 平方公里的海域，并拥有 2 公里长的海岸线，具有 7 大主要功能区，即以国防科普教育为主的海防公园公益区；以航空母舰及海上运动为主的观光区；以观影、集会为主的表演区；以参观为主的展览区；以亲身经历军事活动为主的参与区；以休闲娱乐为主的休闲娱乐区等。

大沽口炮台遗址位于天津市滨海新区，原置于海河南北两岸，俗称“津门之屏”。明代，大沽口开始设防，清代修炮台，置大炮，设施不断加强，逐渐形成以“威，镇，海，门，高”为主体的完整防御体系。近代随着外国列强对华侵略，大沽地区更成为北方的军事要地。大沽口炮台遗址南有虎门，北有大沽，这是中国近代史上两座重要的海防屏障。后来大沽口炮台遗址被国务院确定为全国重点文物保护单位，又以“海门古塞”之誉评为“津门十景”之一，并确定为天津市爱国主义教育基地。

大港湿地公园地处天津滨海新区，公园长 5000 米，宽 620 米，总占地面积 310 万平方米，分为南部防护林带，中部湿地型绿地，北部滨河风景带三部分，宛如一道绿色长城，在石化产业园区与生活区之间形成绿色隔离带。绵延

数千米，古典建筑群、水景和绿化相得益彰，成为市民休闲、游憩、健身的好去处。

官港森林公园位于天津市大港区北部，距天津市中心城区 40 公里，素有天津“白洋淀”之称，有水面 8000 亩，旅游资源开发已初具规模，初步形成具有平原森林特点、体现滨海地区海陆交替带景观的特色。

4.4.7 盐业资源

天津盐业生产历史悠久，与各海盐区相比较，天津有发展盐业最优越的条件。一是自然条件优越，作为海盐生产的原料的海水，浓度高，盐度大于 3%，滩涂平整，土壤结构细腻，渗透率低，气象条件好，风速适宜，台风和风暴潮频率低，是发展海盐生产的理想之地。二是交通运输便利，天津有津浦、京山、津蓟和李港铁路，盐的调运十分方便。三是有最优越的科技条件，塘沽、汉沽盐场是全国著名的大型骨干企业，有较雄厚的技术力量，生产技术和机械化程度在全国都是比较高的。四是产品质量优良，企业基础好，天津所产长芦盐素以色白、结晶体坚实，含纯高而著称，在国内处领先地位。天津现有盐田生产总面积 325km²，其中海晶集团公司 206km²，汉沽盐场 119km²。原盐产能约 200 万吨（不包括 15 万吨精制盐）；氯化镁、氯化钾和溴素产品产能约 30 万吨。

4.5 海洋环境质量现状调查与评价

本项目的海上光伏发电系统建于南港工业区东南角大港池的西北角水域内，升压站位于其西侧的陆域上，本节资料引用《天津南港工业区海洋环境现状调查报告（2022 年春季）》（2022.07，天津中环天元环境检测技术服务有限公司）、《南港工业区海洋环境现状调查监测报告》（2019.08.06，交通运输部天津水运工程科学研究）、《南港工业区潮间带数据和海洋环境数据现状调查监测报告》（2021.02.26，交通运输部天津水运工程科学研究）和《三峡天津滨海新区海上风电(250MW)工程项目海洋环境调查数据报告》（2021.10.23，国家海洋局天津海洋环境监测中心站）。

天津中环天元环境检测技术服务有限公司于 2022 年 5 月在工程附近海域进行了环境质量现状调查，共布设 33 个调查站位，包含水质站位 24 个、沉积物

站位 14 个、生态站位 14 个、潮间带调查站位 10 个(3 个调查断面)，生物体站位 3 个。

交通运输部天津水运工程科学研究所于 2019 年 11 月在工程附近海域进行了环境质量现状调查，共布设 32 个水质监测站位、15 个沉积物监测站位、18 个生态站位、18 个生物质量站位。2021 年 10 月，天津海洋环境监测中心站在布设三峡天津南港海上风电项目(196MW)的调查站位时，设置了 20 个水质监测站位、10 个沉积物监测站位、12 个海洋生态站位，并且特意在东南角港池内设置了 1 个调查站位——2 号调查站位（本报告中为便于对数据加以区分，将其标注为 2'），来调查港池内的海洋环境质量现状，包括水质、沉积物以及海洋生态。

本报告引用天津中环天元环境检测技术服务有限公司于 2022 年 5 月进行环境质量现状调查所获得的全部调查站位数据、交通运输部天津水运工程科学研究所于 2019 年 11 月进行环境质量现状调查所获得的全部调查站位数据以及《三峡天津滨海新区海上风电(250MW)工程项目海洋环境调查数据报告》的 2 号调查监测站位数据。

4.5.1 海水水质现状调查与评价

4.5.1.1 调查项目及调查方法

1、调查站位

表 4.5-1 2022 年 5 月春季调查站位和调查内容
略

表 4.5-2 2019 年 11 月及 2021 年 10 月海洋环境质量现状调查站位和项目
略

根据监测站位与海洋功能区划叠加图，项目所在功能区及各项监测内容执行标准见下表。

表 4.5-3 2022 年 5 月海洋环境质量现状调查站位和项目

功能区	站位	水质	沉积物	生物质量
港口航运区	ST1、ST2、ST9、ST13	四类	三类	三类
工业与城镇用海区	ST4	三类	二类	二类
旅游休闲娱乐区	ST5	二类	二类	二类
保留区	ST6、ST7、ST8	执行不劣于现状海水水质标准	/	/
农渔业区	ST3、ST10、ST11、ST12、ST14、ST15、ST16、ST19、ST20、ST23、ST24	二类	一类	一类

海洋保护区	ST17、ST18、ST21、 ST22	二类	一类	一类
-------	-------------------------	----	----	----

表 4.5-4 2019 年 11 月及 2021 年 10 月海洋环境质量现状调查站位和项目

功能区	站位	水质	沉积物	生物质量
港口航运区	1、2、3、9、 10、11、12、 13、14、15、16	四类	三类	三类
工业与城镇用海区	4、5、2'	三类	二类	二类
旅游休闲娱乐区	6	二类	二类	二类
保留区	7、8	执行不劣于现状 海水水质标准	/	/
农渔业区	17、18、22、23	二类	一类	一类
海洋保护区	19、20、21	二类	一类	一类

略

图 4.5-1 调查站位图

略

图 4.5-2 2022 年 5 月海洋环境质量现状调查站位图

（2）调查项目

水温、盐度、pH 值、溶解氧、COD、悬浮物、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、石油类、重金属（Hg、As、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr）。

（3）监测频率与方法

海洋水质环境的现状调查和监测应参照 GB17378.3-2007《海洋监测规范》中样品采集、贮存与运输和 GB12763.4-2007《海洋调查规范》中海水化学要素观测的有关要求执行。

（4）调查结果

水质现状调查结果见下表。

表 4.5-5 2022 年 5 月海水水质调查结果与统计
略

表 4.5-6 2019 年 11 月及 2021 年 10 月海水水质调查结果与统计

略

4.5.1.2 海水水质质量现状与评价

1、评价因子

pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮（硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐）、活性磷酸盐、石油类和重金属（汞、砷、铜、铅、锌、镉、总铬）。

2、评价方法

采用单因子标准指数（ P_i ）法，评价模式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{io}}$$

式中： P_i ——第 i 项因子的标准指数，即单因子标准指数；

C_i ——第 i 项因子的实测浓度；

C_{io} ——第 i 项因子的评价标准值。

当标准指数值 P_i 大于 1，表示第 i 项评价因子超出了其相应的评价标准，即表明该因子已不能满足评价海域海洋功能区的要求。

另外，根据 pH、溶解氧（DO）的特点，其评价模式分别为：

DO 评价指数按下式如下：

$$P_{DO} = \frac{|DO_f - DO|}{DO_f - DO_s} \quad DO \geq DO_s$$

$$P_{DO} = 10 - 9 \frac{DO}{DO_s} \quad DO < DO_s$$

$$\text{其中 } DO_f = \frac{468}{(31.6 + T)}$$

DO ——溶解氧的实测浓度，

DO_f ——饱和溶解氧的浓度，

DO_s ——溶解氧的评价标准值，

T ——水温（℃）。

pH 评价指数按下式如下：

$$SpH = \frac{|pH - pH_{sm}|}{DS}$$

其中：

$$pH_{sm} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2} \quad DS = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$$

式中： SpH —pH 的污染指数；

pH—本次调查实测值；

pH_{su} —海水 pH 标准的上限值；

pH_{sd} —海水 pH 标准的下限值。

3、评价标准

水质现状评价执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的第二类标准。

4、评价结果

评价结果见下表。

①2022 年 5 月南港工业区海洋环境现状监测结果表明：

略

②2019 年 11 月南港工业区海洋环境现状监测及 2021 年 10 月国家海洋局天津海洋环境监测中心站监测结果表明：

略

所在海域秋季水质环境较为良好。

表 4.5-7 2022 年 5 月海水水质评价结果与统计（按一类水质标准评价）
略

略

表 4.5-8 2022 年 5 月海水水质评价结果与统计（按二类水质标准评价）

略

表 4.5-9 2022 年 5 月海水水质评价结果与统计（按三、四类水质标准评价）

略

表 4.5-10 2019 年 11 月及 2021 年 10 月海水水质评价结果与统计（按一类水质标准评价）

略

表 4.5-11 2019 年 11 月及 2021 年 10 月海水水质评价结果与统计（按二、三类水质标准评价）

表 4.5-12 2019 年 11 月及 2021 年 10 月海水水质评价结果与统计（三四类）

略

与所在功能区的环境保护要求分析如下：

表 4.5-13 2022 年 5 月海水水质评价结果

站位	所在功能区	海洋水质标准	水质现状	站位符合性	主要污染因子
ST1	港口航运区	四类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST2	港口航运区	四类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST3	农渔业区	二类	符合二类水质标准	符合	/
ST4	工业与城镇用海区	三类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST5	旅游休闲娱乐区	二类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST6	保留区	执行不劣于现状	超过四类水质标准	/	/
ST7	保留区	执行不劣于现状	超过四类水质标准	/	/
ST8	保留区	执行不劣于现状	符合四类水质标准	/	/
ST9	港口航运区	四类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST10	农渔业区	二类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST11	农渔业区	二类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST12	农渔业区	二类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST13	港口航运区	四类	超过四类水质标准	不符合	无机氮、石油类、汞
ST14	农渔业区	二类	符合一类水质标准	符合	/
ST15	农渔业区	二类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST16	农渔业区	二类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST17	海洋保护区	二类	符合三类水质标准	不符合	无机氮
ST18	海洋保护区	二类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST19	农渔业区	二类	符合二类水质标准	符合	/
ST20	农渔业区	二类	符合二类水质标准	符合	/
ST21	海洋保护区	二类	符合二类水质标准	符合	/
ST22	海洋保护区	二类	超过四类水质标准	不符合	无机氮
ST23	农渔业区	二类	符合三类水质标准	不符合	无机氮
ST24	农渔业区	二类	符合二类水质标准	符合	/
超标率	/			62.5%	/

表 4.5-14 2019 年 11 月及 2021 年 10 月海水水质评价结果

站位	所在功能区	海洋水质标准	水质现状	站位符合性	主要污染因子
1	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
2	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
3	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
4	工业与城镇用海区	三类	符合二类水质标准	符合	/
5	工业与城镇用海区	三类	符合四类水质标准	不符合	磷酸盐
6	旅游休闲娱乐区	二类	符合三类水质标准	不符合	无机氮

站位	所在功能区	海洋水质标准	水质现状	站位符合性	主要污染因子
7	保留区	执行不劣于现状	符合二类水质标准	符合	/
8	保留区	执行不劣于现状	符合二类水质标准	符合	/
9	港口航运区	四类	符合三类水质标准	符合	/
10	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
11	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
12	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
13	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
14	港口航运区	四类	符合三类水质标准	符合	/
15	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
16	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
17	农渔业区	二类	符合二类水质标准	符合	/
18	农渔业区	二类	符合二类水质标准	符合	/
19	海洋保护区	一类	符合三类水质标准	不符合	无机氮、磷酸盐、铜、铅、锌
20	海洋保护区	一类	符合四类水质标准	不符合	无机氮、磷酸盐、铜、铅、锌
21	海洋保护区	一类	符合二类水质标准	不符合	无机氮、铅
22	农渔业区	二类	符合三类水质标准	不符合	无机氮
23	农渔业区	二类	符合二类水质标准	符合	/
24	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
25	港口航运区	四类	符合三类水质标准	符合	/
26	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
27	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
28	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
29	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
30	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
31	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
32	港口航运区	四类	符合二类水质标准	符合	/
2'	工业与城镇用海区	三类	符合二类水质标准	符合	/
超标率	/			18%	/

4.5.2 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

4.5.2.1 调查项目及调查方法

1、调查站位

天津中环天元环境检测技术服务有限公司于 2022 年 5 月在工程附近海域进行了环境质量现状调查，共布设 12 个沉积物监测站位。

交通运输部天津水运工程科学研究所于 2019 年 11 月在工程附近海域进行了环境质量现状调查，共布设 15 个沉积物监测站位。2021 年 10 月天津海洋环

境监测中心站在在东南角港池内设置了一个 2 号调查站位（本报告中为便于对数据加以区分，将其标注为 2' ），来调查港池内的沉积物环境质量现状。

2、调查项目

2022 年 5 月调查项目为砷、镉、铬、铜、铅、汞、锌、有机碳、硫化物、石油类。

交通运输部天津水运工程科学研究 2019 年 11 月调查项目为汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳。

天津海洋环境监测中心站 2021 年 10 月调查项目为汞、铜、铅、镉、砷、石油类、硫化物、有机碳共计 8 项。

3、调查频率与方法

调查频率：一次性采样。

调查方法：沉积物样品采集、贮存与运输按照 GB17378.3-2007《海洋监测规范》和 GB12763.4-2007《海洋调查规范》中的有关要求执行。

（4）调查结果

沉积物质量现状调查结果见下表。

表 4.5-15 2022 年 5 月海域沉积物调查结果与统计
略

表 4.5-16 2019 年 11 月及 2021 年 10 月海域沉积物调查结果与统计
略

4.5.2.2 沉积物质量现状与评价

1、评价因子

汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳。

2、评价标准

沉积物评价采用《海洋沉积物质量》（GB 18668—2002）中推荐使用的沉积物评价标准，本次调查按相应功能区沉积物质量标准进行评价。

按照海域的不同使用功能和环境保护目标，海洋沉积物质量分为三类。

第一类 适用于海洋渔业水域，海洋自然保护区，珍稀与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第三类 适用于海洋港口水域，特殊用途的海洋开发作业区。

3、沉积物单因子评价方法

评价方法与水质评价方法相同，均采用标准指数法和超标统计法。其中单因子污染标准指数法，按下列公式计算。

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i —— i 项污染物的质量指数；

C_i —— i 项污染物的实测浓度；

S_i —— i 项污染物评价标准；

I_i 是无量纲量，其大小描述被测样品的质量状况。比值 1.0 是评价因子的基本界限，当各评价因子的污染指数小于 0.5 时，表明该评价因子对海域环境影响较小，评价因子在 0.5~1.0 之间时表明海域受到一定程度的污染，但没有超出标准，当评价因子大于 1.0 时，表明海域已超过评价标准，受到该评价因子的污染。

4、评价结果

沉积物质量现状评价结果见下表。

表 4.5-17 2022 年 5 月沉积物现状评价结果与统计
略

表 4.5-18 2019 年 11 月及 2021 年 10 月沉积物现状评价结果与统计
略

2022 年 5 月调查海域沉积物中在全部 14 个海洋沉积物调查站位中，所有监测因子均符合相应功能区划要求标准。在执行一类海洋沉积物标准的 9 个站位中，所有因子均满足要求。在执行二类海洋沉积物标准的 3 个站位中，所有因子均满足要求。在执行三类海洋沉积物标准的 2 个站位中，所有因子均满足要求。

2019 年 11 月及 2021 年 10 月调查海域沉积物中的所有调查因子中汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳均符合海洋沉积物质量第一类标准的要求，沉积物质量现状良好。

4.5.3 海洋生物质量现状调查与评价

4.5.3.1 调查项目及调查方法

1、调查站位

天津中环天元环境检测技术服务有限公司于 2022 年 5 月在工程附近海域进行了环境质量现状调查，共布设 3 个生物质量站位。

交通运输部天津水运工程科学研究所于 2019 年 11 月在工程附近海域进行了环境质量现状调查，共布设 18 个生物质量站位。

2、调查项目

天津中环天元环境检测技术服务有限公司 2022 年 5 月监测项目为石油烃、铜、铅、镉、锌、总铬、汞、砷。

交通运输部天津水运工程科学研究所 2019 年 11 月监测项目为铜、铅、锌、镉、铬、汞、石油烃。

3、调查方法

生物质量采样及样品运输和保存按照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）中的要求执行。

采用底层拖网采集生物样品，选取足够数量（约 2.0kg）的完好样品，现场用海水冲洗干净后，放入双层聚氯乙烯袋中冰冻（-10℃以下）保存，运回实验室后保存在-20℃以下的冰柜中待检。

天津中环天元环境检测技术服务有限公司本次调查软体动物类（脉红螺）、鱼类（鲈鱼）和甲壳类（口虾蛄）。

交通运输部天津水运工程科学研究所本次调查捕获贝类（长牡蛎、栉孔扇贝、四角蛤）、鱼类（矛尾虾虎鱼、银鲳和鲮）和甲壳类（口虾蛄）。

4、调查结果

调查海域生物质量检测结果见下表。

表 4.5-19 2022 年 5 月调查海域生物质量检测结果（ $\times 10^{-6}$ ）

略

表 4.5-20 2019 年 11 月调查海域生物质量检测结果

略

4.5.3.2 海洋生物质量现状与评价

1、评价标准

由于目前国家仅颁布了贝类生物评价国家标准，而其它生物种类的国家级评价标准欠缺，只能借鉴其它标准。贝类（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的相应标准值，鱼类和甲壳类的生物质量评价采用《全国海岸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，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。生物质量标准评价标准见下表。

表 4.5-21 生物质量标准 (湿重 1×10^{-6})

项目	铜 $\leq$	铅 $\leq$	镉 $\leq$	锌 $\leq$	总汞 $\leq$	砷 $\leq$	铬 $\leq$
一类	10	0.1	0.2	20	0.05	1.0	0.5
二类	25	2.0	2.0	50	0.10	5.0	2.0
三类	50 (牡蛎 100)	6.0	5.0	100 (牡蛎 500)	0.30	8.0	6.0

表 4.5-22 生物质量标准 (1×10^{-6})

种类	铜	锌	铅	镉	总汞	铬	砷	石油烃*
鱼类	20	40	2	0.6	0.3	1.5	5	20
甲壳类	100	150	2	2	0.2	1.5	8	20
软体动物	100	250	10	5.5	0.3	5.5	10	20

2、评价结果

表 4.5-23 2022 年 5 月调查海域生物质量评价结果 ($\times 10^{-6}$)

略

表 4.5-24 2019 年 11 月调查海域生物质量评价结果

略

2022 年 5 月调查海域内采集到的甲壳类-口虾蛄、软体动物类-脉红螺中、鱼类-鲈鱼的石油烃、铜、铅、镉、总铬、汞、砷含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》标准。

2019 年 11 月调查海域鱼类和甲壳类中汞、铜、铅、锌、镉、砷、铬、石油烃含量均能满足《海洋生物质量》、《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》及《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中相应标准的要求，甲壳类中石油烃超出《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》标准的测站比例为 14% (17 号站位)。调查海域生物质量现状良好。

4.6 海洋生态环境现状调查与评价

本报告引用天津中环天元环境检测技术服务有限公司于 2022 年 5 月进行环境质量现状调查所获得的全部调查站位数据、交通运输部天津水运工程科学研究所于 2019 年 11 月进行环境质量现状调查所获得的全部调查站位数据以及《三峡天津滨海新区海上风电(250MW)工程项目海洋环境调查数据报告》的 2 号调查监测站位数据。

本次海洋生态环境现状调查资料引自天津中环天元环境检测技术服务有限公司于 2022 年 5 月进行调查资料、交通运输部天津水运工程科学研究所于

2019 年 11 月（秋季）在工程附近海域的调查资料（共布设 21 个生态站位），以及《三峡天津滨海新区海上风电(196MW)项目海洋环境现状调查监测报告》的 2 号调查监测站位数据。

4.6.1 2022 年 5 月春季海洋生态环境现状调查评价

4.6.1.1 叶绿素 a

叶绿素 a 最大值为 2.21μg/L（ST9），最小值为 0.993μg/L（ST21），平均值为 1.40μg/L。略

所有站位均为贫营养（轻污染）。

表 4.6-1 2022 年 5 月叶绿素 a(μg/L)的调查结果

略

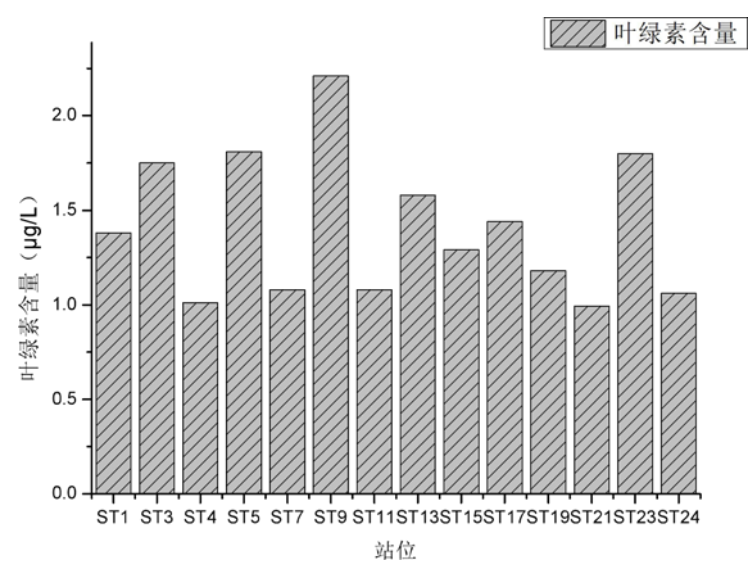


图 4.6-1 2022 年 5 月叶绿素 a (μg/L)的调查结果

4.6.1.2 浮游植物

调查海域共鉴定出浮游植物 29 种，平均每个站位 8 种，略调查区域组成百分比见下图。

略

图 4.6-2 调查区域 5 月物种组成百分比

调查结果显示各站位浮游植物细胞密度适中，各站位间差异较大，略如表 4.6-2 所示，各站位浮游植物种类较少，分布不均匀，ST1 号站种类最多，有 13 种，ST13 号站最少，有 6 种，平均为 8 种。

表 4.6-2 调查海域浮游植物 5 月细胞密度和种类数统计表

略
略

图 4.6-3 调查海域 5 月浮游植物细胞密度及种类数

如表 4.6-3 所示，调查各站位生物多样性指数、均匀度和丰度指数较均匀，其范围分别 0.83-2.98、0.32-0.91 和 3.01-67.08。多样性指数最大出现在 ST21 站 (2.98)，最小在 ST13 站 (0.83)，平均为 2.01；均匀度最大出现在 ST11 站 (0.91)，最小在 ST13 站 (0.32)，平均为 0.66；丰度最大出现在 ST7 站 (67.08)，最小在 ST17 站 (3.01)，平均为 14.58。总体分析，多样性综合指数为 35.2，调查海域生物多样性现状等级为一般。

各站位浮游植物群落及优势种分布特征见下表：

表 4.6-3 浮游植物群落特征指数
略

4.6.1.3 浮游动物

本次调查共计获得浮游动物 27 种，略。

本次调查所获浮游动物种类中，优势种为节肢动物中的克氏纺锤水蚤、双毛纺锤水蚤、真刺唇角水蚤和毛颚动物中的强壮箭虫。

略

图 4.6-4 调查海域 5 月浮游动物种类组成百分比

在调查海域浮游动物总生物密度为 2071.61ind./m³，平均密度为 147.97ind./m³，略。

如表 4.6-4 所示，各站位浮游动物种类不多，分布不均匀，ST13 站种类最多，有 13 种，ST4 站最少，有 3 种，平均为 8 种，种类数较少。

表 4.6-4 调查海域浮游动物 5 月生物密度和种类数统计表
略
略

图 4.6-5 调查海域浮游动物 5 月生物密度和种类数

调查海域浮游动物总生物量（湿重）平均为 18.08mg/m³。各站位生物量波动范围在 0.74-82.7mg/m³之间，ST13 站总生物量最高(82.7mg/m³)，ST4 站总生物量最低(0.74mg/m³)，最高值约为最低值的 111.8 倍。

表 4.6-5 调查海域浮游动物 5 月生物密度和生物量统计表
略
略

图 4.6-6 调查海域 5 月浮游动物生物量分布

调查各站位生物多样性指数、均匀度和丰度指数较不均匀，其范围分别略。各站位浮游动物多样性等群落指数见下表：

表 4.6-6 浮游动物群落特征指数
略

4.6.1.4 底栖生物

通过海上调查共记录大型底栖生物 23 种。略。

略

图 4.6-7 调查海域 5 月大型底栖动物种类组成百分比
调查区域各站位底栖生物密度在 $10.0\text{--}146.7\text{ind./m}^2$ 之间，略。

表 4.6-7 调查海域大型底栖生物 5 月生物密度和种类数统计表
略

略

图 4.6-8 调查海域浮游动物 5 月生物密度和种类数

调查海域大型底栖生物总生物量（湿重）平均为 19.15g/m^2 。各站位生物量波动范围在 $1.02\text{--}173.96\text{g/m}^2$ 之间，ST15 总生物量最高(173.96g/m^2)，ST23 总生物量最低(1.02g/m^2)。

表 4.6-8 调查海域大型底栖生物 5 月生物密度和生物量统计表

略

略

图 4.6-9 调查海域大型底栖生物 5 月生物量分布

从调查海区底栖生物样品各参数值分析统计结果来看，本次调查大多数站位底栖生物的丰度值、均匀度和多样性指数均较低，略。各站位底栖生物多样性等群落指数见下表。

表 4.6-9 底栖生物群落特征指数

略

4.6.1.5 潮间带生物

本次春季调查 3 个潮间带断面，C1 剖面采集到 4 个站位的潮间带生物，C2 和 C3 剖面各采集到 3 个站位的潮间带生物。调查海域共调查到潮间带生物 23 种，其中软体动物 16 种，占 69.57%；环节动物 4 种，占 17.39%；节肢动物 2 种，占 8.70%；脊索动物 1 种，占 4.34%。

如表 4.6-10 所示，各断面种类数最高值出现在 C3-3 为 12 种；最低值出现在 C1-1、C1-4 为 1 种。调查区种类分布的主要是个体较小的软体动物、节肢动物和环节动物。

略

图 4.6-10 调查海域 5 月潮间带生物种类组成百分比

表 4.6-10 调查海域 5 月潮间带生物各断面物种组成

略

略

图 4.6-11 调查海域 5 月潮间带生物栖息密度

略

图 4.6-12 调查海域 5 月潮间带生物生物量

各断面栖息密度最高出现

略。总体分析，调查海域生物性综合指标为 57.0，多样性现状等级为中。

表 4.6-11 调查海域潮间带生物群落结构主要参数统计表

略

4.6.2 2019 年 11 月及 2021 年 10 月秋季海洋生态环境现状调查与评价

4.6.2.1 叶绿素 a

调查海域各站表层叶绿素 a 含量变化范围为

略。

4.6.2.2 浮游植物

调查海域本次调查共出现浮游植物 42 种，

略。

表 4.6-12 浮游植物调查与分析结果

略

港池内的 2' 站位共调查到 22 种浮游植物，其中以尖刺伪菱形藻和威氏圆筛藻生物密度数值较高，具体的各种类浮游植物对应生物密度值见下表。

表 4.6-13 2' 站位浮游植物调查种类及生物密度

略

4.6.2.3 浮游动物

本次调查该海域共出现浮游动物 29 种，

略。

表 4.6-14 浮游动物调查与分析结果

略

港池内的 2' 站位共调查到 13 种浮游动物，其中以强壮箭虫的生物密度数值最高，具体的各种类浮游动物对应生物密度值见下表。

表 4.6-15 2' 站位浮游植物调查种类及生物密度

略

4.6.2.4 底栖生物

本次调查共获底栖生物 44 种，

略。

表 4.6-16 底栖生物调查与分析结果

略

港池内的 2' 站位共调查到 16 种底栖生物，其中以纽虫的生物密度数值最高，具体的各种类底栖生物对应生物密度值见下表。

表 4.6-17 2' 站位底栖生物调查种类及生物密度

略

4.6.2.5 潮间带生物

2019 年秋季调查共发现潮间带生物 5 大类 19 种，

略。

表 4.6-18 潮间带生物调查结果

略

4.7 渔业资源调查现状与评价

本报告中引用的渔业资源调查数据来自两部分，秋季调查数据引自天津中环天元环境检测技术服务有限公司于 2021 年 11 月在天津进行的渔业资源调查资料。春季调查数据引自鲁东大学滨海生态高等研究院编制的《新天绿色能源渤海中部海上风电项目海域渔业资源调查报告》，春季渔业资源调查范围为南港工业区东南角港池及南港东部海域，具体调查时间为 2022 年 4 月 20 日~2022 年 4 月 25 日。

4.7.1 调查站位

2021 年 11 月的调查中，共设置了 28 个调查站位；2022 年 4 月的调查中，共设置了 14 个调查站位。上述 2 次调查均进行了渔业资源及鱼卵仔稚鱼现状调查。渔业资源的调查站位及范围见下表。

表 4.7-1 渔业资源调查站位经纬度

略

略

图 4.7-1 鱼卵仔稚鱼调查站位示意图

4.7.2 调查方法

鱼卵、仔稚鱼调查按照《海洋调查规范(GB/T 12763.6-2007)》中的有关技术进行, 渔业资源拖网调查按《海洋渔业资源调查规范(SC/T 9403-2012)》中的有关技术进行。

1、鱼卵、仔稚鱼

样品采集按我国《海洋调查规范》(GB12763.6-2007) 进行。

2021 年 11 月的调查中, 定量样品采集采用浅水 I 型浮游生物网(口径 50cm, 长 145cm, 网口面积 0.2m^2) 自海底至表面垂直拖曳采集鱼卵、仔稚鱼, 拖速约 0.5m/s , 取样进行定量分析。定性样品采集使用大型浮游生物网(口径 80cm, 长 280cm, 网口面积 0.5m^2), 拖速约 2.0nmile/h , 水平连续拖网 10min, 取样进行定性分析; 样品保存于 5% 的海水福尔马林的溶液中, 带回实验室后进行分类、鉴定和计数。

2022 年 4 月的调查中, 调查船为“冀黄渔运 00885”, 调查网具为有翼单囊拖网, 网具规格为 $20\text{m}\times 7.5\text{m}$ (15 m), 囊网网目尺寸为 10 mm。拖曳时, 网口宽度约 5 m, 每站拖曳 1h, 平均拖速 3kn。渔获物现场分类并记录种类, 样本冰冻保存带回实验室详细测定生物学数据。经济性游泳动物生物学测定采用随机取样法收集各种类的样品, 超过 20 ind. 的种类, 随机抽取 20 ind. 进行生物学测定, 不足 20 ind. 则测定全部样品, 生物学测定内容包括体长、体重、性别等生物学特性。

鱼卵仔稚鱼密度计算公式: $G=N/V$

式中: G 为单位体积海水中鱼卵或仔稚鱼个体数, 单位为粒每立方米或尾每立方米 (ind./m^3); N 为全网鱼卵或仔稚鱼个体数, 单位为粒或尾 (ind.); V 为滤水量, 单位为立方米 (m^3)。

2、渔业资源

游泳动物拖网调查使用适合当地的单拖渔船, 单拖网囊网目(网囊部 2a 小于 20mm), 每站拖曳 1h 左右, 拖网速度控制在 3kn。每网调查的渔获物进行物种渔获重量和尾数统计。记录网产量, 样本冰冻保存带回实验室进行生物学测定, 样品经分类和鉴定后, 用感量为 0.1g 电子天平称重。进行物种生物学测定。

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，尾/km² 或 kg/km²；

C 为平均每小时拖网渔获量，单位为，尾/网.h 或 kg/网.h；

a 为每小时网具取样面积，单位为 km²/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、相对重要性指数

在生物群落中，并非所有的物种都同等重要，优势种是对群落起主要控制影响的种类。判断一个群落的组成，优势种的变化是一个重要指标。为了确定各种游泳动物在整个群落中的重要性，采用 Pinkas(1971 年)提出的相对重要性指标（IRI）来衡量游泳动物在不同海区、不同季节的地位。其优点是即考虑了捕获物的尾数和重量，也考虑了它们出现的频率。计算公式为：

$$IRI = (N+W)F$$

式中：N 为某种类尾数占总尾数的百分比；W 为某种类重量占总重量的百分比；F 为某一种类出现的站次数占调查总站次数的百分比。

一般情况下，IRI 值大于 1000 的种类为优势种，IRI 值在 100~1000 之间为重要种，IRI 值在 10~100 之间为常见种，IRI 值在 1~10 之间为一般种，IRI 值在 1 以下为少见种。由此来确定各个种类在生物群落中的重要性。

鱼卵、仔稚鱼

1、种类组成

（1）春季：

2022 年 4 月的调查中，鱼卵仔稚鱼定性调查共采到鱼卵 3 种和仔稚鱼 4 种，
略。

表 4.7-2 春季鱼卵、仔稚鱼种类

略

（2）秋季：

2019 年 10 月调查未捕获到鱼卵仔稚鱼。

2、数量及分布

(1) 春季:

2022 年 4 月的鱼卵仔稚鱼定量调查中, 鱼卵、仔稚鱼的资源密度均值分别为

略

表 4.7-3 鱼卵仔稚鱼平面分布 (4 月)

略

(2) 秋季:

秋季调查未捕获到鱼卵仔稚鱼。

4.7.3 调查结果

4.7.3.1 2021 年 11 月秋季渔业资源现状调查

(一) 鱼卵、仔稚鱼

2021 年 11 月 (秋季) 调查未捕获到鱼卵仔稚鱼。

(二) 鱼类资源状况

1、种类组成

2021 年 11 月 (秋季) 调查海域秋季调查共捕获鱼类 7 种,

略

鱼类种类组成及重量尾数占比见下表 4.7-4。

表 4.7-4 调查海域捕获鱼类名录

略

2、渔获量分布

2021 年 11 月 (秋季) 调查期间, 鱼类生物密度及生物量组成如表 4.7-5 所示。14 个站位海域鱼类生物密度范围为 24ind/h~218ind/h, 平均鱼类生物密度为 100ind/h。其中 Y7*站位鱼类生物密度最低, Y9*站位鱼类生物密度最高。14 个站位海域鱼类生物量范围为 0.23kg/h~1.75kg/h, 平均鱼类生物量为 0.63kg/h。其中 Y7*站位鱼类生物量最低, Y9*站位鱼类生物量最高。

表 4.7-5 鱼类密度及生物量组成

略

3、鱼类资源数量及评估

2021 年 11 月（秋季）调查中，所用网具为单船底拖网，网口长 25 米，网身长 10 米。每站拖曳 1h 左右，拖网速度控制在 3km/h。秋季（11 月）共捕获鱼类 7 种，平均渔获量 100 尾/h，0.63kg/h。

（三）头足类资源状况

1、种类组成

2021 年 11 月（秋季）调查海域的头足类主要有两种类型，略。

表 4.7-6 头足类种名录

略

2、渔获量

2021 年 11 月（秋季）共捕获头足类 3 种，为火枪乌贼、长蛸和短蛸，优势种为火枪乌贼。

调查期间，头足类生物密度及生物量组成如表所示。14 个站位海域头足类生物密度范围为

略。

表 4.7-7 秋季拖网捕获的头足类头足类密度及生物量组成

略

3、资源数量及评估

2021 年 11 月（秋季）共捕获头足类 3 种，平均渔获量为略。

（四）甲壳类资源状况

1、种类组成

2021 年 11 月（秋季）调查共捕获虾类 5 种，隶属于 2 目，3 科。种类组成及重量尾数占比见下表。

表 4.7-8 虾类种类组成及重量尾数占比

略

2021 年 11 月（秋季）调查共捕获蟹类 2 种，隶属于 1 目，2 科。种类组成及重量尾数占比见下表。

表 4.7-9 蟹类种类组成及重量尾数占比

略

2、渔获组成

2021 年 11 月（秋季）虾类生物密度及生物量组成如下表所示。14 个站位海域虾类生物密度范围为

略。

表 4.7-10 虾类密度及生物量组成

略

2021 年 11 月（秋季）蟹类生物密度及生物量组成如下表所示。

略。

表 4.7-11 蟹类密度及生物量组成

略

3、甲壳类资源量评估

2021 年 11 月（秋季）共捕获甲壳类 9 种，

略。

表 4.7-12 各种类游泳动物资源密度

略

4.7.3.2 2022 年 4 月春季渔业资源现状调查

（一）鱼卵、仔稚鱼

1、种类组成

2022 年 4 月（春季）的调查中，鱼卵仔稚鱼定性调查共采到鱼卵 3 种和仔稚鱼 4 种，鱼卵包括鲛、鰺科一种、斑鰾，鱼卵出现频率为 35.71%；仔稚鱼分别为鰕虎鱼科一种、鲛、花鲈和松江鲈，仔稚鱼出现频率为 42.86%。

表 4.7-13 春季鱼卵、仔稚鱼种类

略

2、数量及分布

2022 年 4 月（春季）鱼卵仔稚鱼定量调查中，
略。

略
图 4.7-2 鱼卵资源密度分布图

略
图 4.7-3 仔稚鱼资源密度分布图
表 4.7-14 鱼卵仔稚鱼平面分布（2022 年 4 月）

略

（2）评估值：

2022 年 4 月（春季）平均资源密度：鱼卵为 0.98 粒/m³，仔稚鱼为 0.97 尾/m³。

（二）鱼类资源状况

1、种类组成

2022 年 4 月（春季）拖网渔获物中共捕获鱼类 14 种，
略。

表 4.7-15 拖网捕获主要鱼类重量、数量百分比

略

2、渔获量分布

2022 年 4 月（春季）渔业资源调查中，拖网中鱼类渔获重量平均为
略。

表 4.7-16 春季拖网捕获的鱼类

略

3、鱼类资源数量及评估

2022 年 4 月（春季）调查中，调查海域鱼类平均资源重量密度为
略。

表 4.7-17 2022 年 4 月调查海域鱼类平均资源密度

略

（三）头足类资源状况

1、种类组成

2022 年 4 月（春季）调查中，
略。

表 4.7-18 拖网捕获的头足类重量、数量百分比

略

2、渔获量

2022 年 4 月（春季）拖网中头足类渔获重量平均为 0.05kg/h，
略。

表 4.7-19 头足类渔获量统计表

略

3、资源数量及评估

2022 年 4 月（春季）调查海域头足类平均资源重量密度为
略。

（四）甲壳类资源状况

1、种类组成

2022 年 4 月（春季）拖网渔获物中共捕获虾类 7 种，
略。

表 4.7-20 拖网捕获虾类重量、数量百分比

略

2022 年 4 月（春季）拖网渔获物中共捕获蟹类 5 种，其重量组成为：隆线强蟹 59.25%、日本拟平家蟹 38.15%和日本蟳 1.93%，重量组成占 1%以上的 3 种蟹类合计占蟹类总渔获量的 99.33%；尾数组成为：日本拟平家蟹 49.32%、隆线强蟹 48.54%和日本蟳 1.17%，数量组成占 1%以上的 3 种蟹类合计占蟹类总渔获量的 99.03%。

表 4.7-21 拖网捕获蟹类重量、数量百分比

略

2、渔获组成

2022 年 4 月（春季）拖网中虾类渔获重量平均为
略。

2022 年 4 月（春季）拖网中蟹类渔获重量平均为
略。

表 4.7-22 虾类渔获量统计表

略

3、甲壳类资源量评估

2022 年 4 月（春季）拖网渔获物中，共捕获虾类
略。

4.7.4 小结

根据扫海面积法计算，2022 年 4 月（春季）调查海域渔业资源密度(重量、
尾数)中，尾数和重量密度均值分别为
略。

2021 年 11 月（秋季）调查渔业资源密度（重量、尾数)中，尾数和重量密
度均值分别为
略。

4.8 水文动力环境现状调查与评价

4.8.1 2021 年 5 月水文资料

本节内容引用宁波上航测绘有限公司 2021 年 5 月编制的《天津南港工业区水文测验分析报告》。

水文泥沙全潮测验选取大、小潮两种潮型，6 个测站同步进行单船定点连续观测，观测时间 26 小时以上，满足潮流闭合要求。本次水文泥沙全潮观测的时间如下：

大潮：2021 年 4 月 29 日 11 时～4 月 30 日 13 时（低潮～低潮）

小潮：2021 年 5 月 04 日 9 时～5 月 05 日 11 时（高潮～高潮）

（1）潮位观测

水文测验观测共设 2 个临时验潮站，站名为 A、B（坐标见表 4.8-1，见图 4.8-1）。

（2）水文泥沙全潮测验

根据观测工作大纲的要求，水文泥沙全潮测验共布设了 6 个测站（见图 4.8-1），坐标见表 4.8-1。测验项目包括：流速、流向、含沙量、盐度、水温、悬沙粒径。

表 4.8-1 水文泥沙测验水文测站坐标

略



图 4.8-1 水文泥沙测验水文测站、验潮站站位示意图

4.8.1.1 潮位

本次水文测验期间共布置了 2 处短期潮位站，数据从 2021 年 4 月 29 日 10:30 开始至 2021 年 6 月 1 日 14:20 结束。

潮流过程线可以看出水位的周期性变化，本次潮位观测值对应的过程线图如图 4.8-2 所示，潮位特征值统计结果如表 4.8-2 所示。

表 4.8-2 潮汐特征值表

略

测验期间，测区最高高潮位为***m，最低低潮位为-***m，最大潮差为***m，最小潮差***m，平均涨潮潮差***m，平均落潮潮差***m。平均涨潮历时约 5h28min 左右，平均落潮历时约 6h58min 左右。

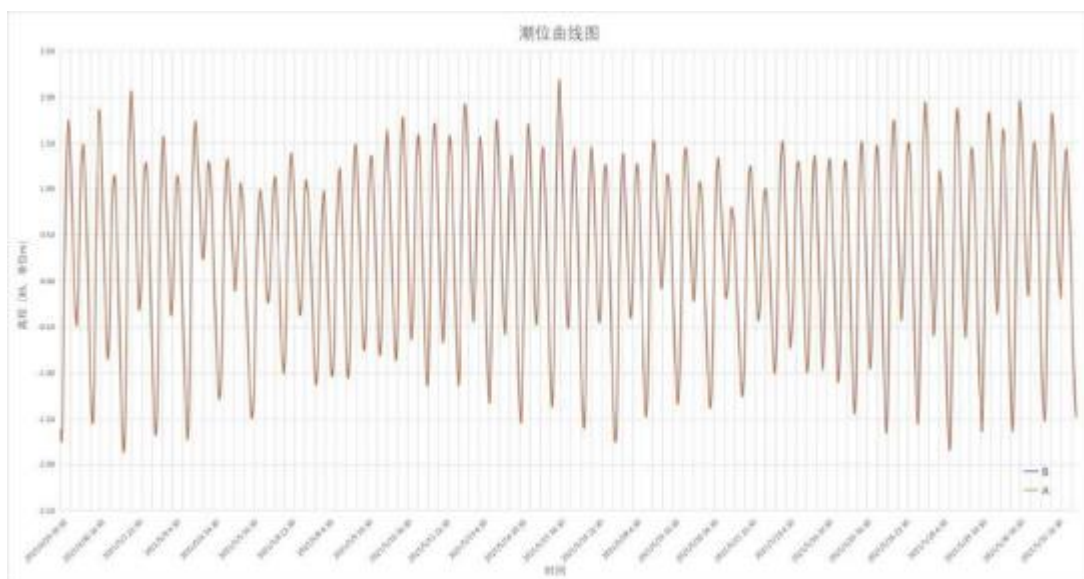


图 4.8-2 潮位变化过程线图

4.8.1.2 潮流

(1) 潮流性质

根据《海港水文规范》，按照主要全日分潮流与主要半日分潮流椭圆长轴的比值 F' （潮流类型常数）可分为规则半日潮流、不规则半日潮流和规则全日潮流、不规则全日流。

对实测潮流数据进行准调和计算，其中，半日潮流判别标准如下：

$$F' = (W_{K1} + W_{O1}) / W_{M2}$$

$0 < F' < 0.50$ 正规半日潮流

$0.50 < F' < 2.0$ 半日混合潮流

各测站 F' 值如下表 4.8-3。

从表 4.8-3 中可以看出，各测点 F' 值大多大于 0.5 且小于 2.0，故该测区潮流属于不规则半日潮流。

表 4.8-3 各垂线测站 F' 统计表

略

(2) 潮流运动形式

测验区为半日潮流，故以 $M2$ 分潮流的椭圆率 K 值来判别潮流的运动形式， $|K|$ 值小，说明往复流形式显著；反之，说明旋转流特征强烈。同时按规定，当 $|K|$ 值为正时，潮流呈逆时针向旋转； K 为负时，呈顺时针向旋转。经计算各站 $M2$ 分潮流的 K 值如表 4.8-4。由表 4.8-4 可知，各个测站 K 值的绝对值基本 ≤ 0.5 ，表明潮流表现为往复流形式。

表 4.8-4 M2 分潮流椭圆率 K 值表

略

(3) 实测流速和流向特征

各测站测验期间实测的涨落潮最大流速及对应的流向见表 4.8-5。

表 4.8-5 实测最大流速及其流向统计表 单位：m/s

略

由上表可以看出，流速最大值基本上均发生于表层、0.2H，由于浅层潮流受海面劲风影响，流速较大。各个垂线测站，基本上都涨潮流速小于落潮流速。在水平方向上，最大流速大致发生在落潮期间的落急时刻。测区内海流呈现典型的往复流运动形式，且约靠近测区沿岸往复流特征越显著；在垂直方向上，测验期间各测站实测最大流速基本位于表层、0.2H 层，底层最小，并且，涨潮流速基本均小于落潮流速。在水平方向上，最大流速基本发生在落潮期间的落急时刻。测区大潮涨潮流平均流速为 ****m/s，流向为 ****；落潮流平均流速为 ***m/s，流向为 **。测区小潮涨潮流平均流速为 ***m/s，流向为 ****°；落潮流平均流速为 ****m/s，流向为 ****。测区涨潮流速大于落潮流速，大潮流速大于小潮流速。

(4) 余流

该海域各垂线各潮次的余流流速、流向见表 4.8-6。

表 4.8-6 各垂线的余流流速、流向表 单位：cm/s

略

由上表可知，测区各测站余流流速均较大，由于测站离岸较近，受地形影响较大，三个测站余流方向基本为东南向，此外，气象对表层流影响较大，使得余流变化较为明显。各测站大潮平均余流流速为 4.6cm/s，小潮平均余流流速为 ***cm/s。最大余流流速为 1***cm/s，发生在 6#站小潮 *** 层；最小余流流速为 ***cm/s，发生在 1#点大潮底层。

(5) 可能最大潮流

根据《海港水文规范》，考虑 6 个主要分潮流（M2、S2、K1、O1、M4、MS4）的矢量组合，即： $S_{max}=1.295WM2+1.245WS2+WO1+WK1+WM4+WMS4$ 来计算该水域潮流可能最大潮流及对应的流向。各测站可能最

大流速及对应的流向值见表 4.8-7。由表 4.8-7 可知，可能最大潮流的流向与 M2 分潮流的椭圆长轴的走向基本一致。

表 4.8-7 可能最大潮流及对应流向值 单位：cm/s

略

(6) 潮流平面流矢分析

潮流流矢图亦称“流玫瑰图（current rose diagram）”，它是表征潮流分布特征的一种图解。通过作图可直观给出海流的常流向和强流向。根据实测资料，画出平面流速、流向矢量图；可以从图 4.8-3~4.8-16 可以看出各测站在涨、落潮潮流传播的路径。

略

图 4.8-3 各测站大潮表层流矢图

略

图 4.8-4 各测站大潮 0.2H 层流矢图

略

图 4.8-5 各测站大潮 0.4H 层流矢图

略

图 4.8-6 各测站大潮 0.6H 层流矢图

略

图 4.8-7 各测站大潮 0.8H 层流矢图

略

图 4.8-8 各测站大潮底层流矢图

略

图 4.8-9 各测站大潮垂线平均层流矢图

略

图 4.8-10 各测站小潮表层流矢图

略

图 4.8-11 各测站小潮 0.2H 层流矢图

略

图 4.8-12 各测站小潮 0.4H 层流矢图

略

图 4.8-13 各测站小潮 0.6H 层流矢图

略

图 4.8-14 各测站小潮 0.8H 层流矢图

略

图 4.8-15 各测站小潮底层流矢图

略

图 4.8-16 各测站小潮垂线平均层流矢图

4.8.1.3 含沙量

本次水文测验 6 个垂线观测点位同步进行含沙量的水样采集，采样间隔为 1 小时，采样时间在整点前后 10 钟内完成。样品按规范操作规程进行过滤、烘干、称重等步骤，获得各潮次含沙量记录表。测区内水质较清，含沙较小。由

于测区 1#、3#水深较浅，受表层海面劲风影响较大，使得该站位含沙量异常增大。而在涨落潮过程中，潮流较稳定，水体含沙量大致呈以下趋势：

① 垂直方向上，各个垂线测站的含沙量均呈现出从表层至底层逐渐增大的趋势；

② 水平方向上，各测站含沙量较为相近；

③ 各站含沙量随时间分布，较大值呈现在涨落急流速较大时刻，而平潮前后，流速较慢，含沙量相对较小。

④ 1#、3#大潮平均含沙量分别为 $***6\text{ kg/m}^3$ 、 $***7\text{ kg/m}^3$ ；1#、3#小潮平均含沙量分别为 $***1\text{ kg/m}^3$ 、 $***3\text{ kg/m}^3$ ；

⑤ 2#、4#、5#、6#大潮平均含沙量分别为 $***8\text{ kg/m}^3$ 、 $***5\text{ kg/m}^3$ 、 $***1\text{ kg/m}^3$ 、 $***5\text{ kg/m}^3$ ；2#、4#、5#、6#小潮平均含沙量分别为 $***4\text{ kg/m}^3$ 、 $***7\text{ kg/m}^3$ 、 $***0\text{ kg/m}^3$ 、 $***6\text{ kg/m}^3$ ；

⑥ 1#、3#平均含沙量较大，为获取测区水体真实含沙量，剔除 1#、3#站影响，测区大潮平均含沙量为 $***\text{ kg/m}^3$ ，测区小潮平均含沙量为 $***7\text{ kg/m}^3$ 。

盐度

对观测海域全部 6 个测站进行分层海水盐度测定，测试结果表明：

(1) 本期测验期间，施测海域实测海水盐度，各测站各潮段盐度差异不大。大潮平均盐度为 $3***\text{psu}$ ，小潮为 $3***\text{psu}$ 。

(2) 水文测验期间，各测站最大海水盐度值为 $3***\text{psu}$ ，出现在大潮 6#测站的表层，最小海水盐度值为 $3***\text{psu}$ ，出现在小潮 6#测站的底层，变化量为 $***\text{psu}$ 。

(3) 位于河口处的测站，受径流影响呈现出涨潮段盐度逐渐增大、落潮段盐度逐渐减小的变化规律。全部测站均呈现出大潮盐度大、小潮盐度小的特点。

(4) 海水盐度垂直分布，总趋势为随深度的增加而略有增大。

表 4.8-8 各测站海水盐度特征值统计表（大潮）
略

表 4.8-9 各测站海水盐度特征值统计表（小潮）
略

4.8.1.4 悬沙粒径分析

按照技术大纲的要求，水文测验期间，在涨、落急和涨、落憩时段采集水样进行悬沙粒径的分析，因施测期间，水体含沙量偏小，所取水样难以满足分析用量，故采用各垂线合并水样的方法进行粒度分析。调查结果显示：①水体样品的中值粒径在 ***~*** μm 之间，平均值为 *** μm ；水体样品的平均粒径在 ***~*** μm 之间，平均值为 *** μm ；②泥样的中值粒径在 ***~*** μm 之间，平均值为 *** μm ；泥样的平均粒径在 ***~*** μm 之间，平均值为 *** μm ；③水体样品的组成成分福克命名基本为泥，少量为粘土；④泥样的组成成分福克命名基本为泥，少量为粘土。

分析结果表明，大潮悬沙平均粒径为***373mm，小潮悬沙平均粒径为***358mm，大、小潮悬沙平均粒径为***369mm。

表 4.8-10 各潮型悬沙粒径变化表（单位：mm）
略

4.8.2 2018 年 12 月水文资料

本节内容引自《天津南港工业区围填海整体评估水文测验与水下地形测量报告》（南京水利科学研究院、江苏省水文水资源勘测局扬州分局、扬州文水科技咨询有限公司，2019 年 4 月）。

2018 年 11 月 27 日~12 月 20 日，江苏省水文水资源勘测局扬州分局组织技术人员在南港工业区海域进行现场查勘、设站、平面与高程控制测量，潮位观测，流速、流向测验，悬移质泥沙取样与分析，海底底质采集与颗粒分析。其中，12 月 8~9、15~16 日在该海域开展了大、小潮期的水文测验等。

（1）观测时间：水文泥沙全潮测验选取大、小潮两种潮型，满足潮流闭合要求。本次水文泥沙全潮观测的时间如下：

1）测验期间潮位观测：大潮，12 月 8 日 14:00~9 日 19:00，农历十一月初二~初三；小潮，12 月 15 日 7:00~16 日 12:00，农历十一月初九~初十。水尺零点高程接测：12 月 11~12 日。

2）定船海流泥沙测验：大潮，12 月 8 日 15:00~9 日 18:00；小潮，12 月 15 日 8:00~16 日 11:00。

（2）潮位观测

水文测验观测共设 2 个临时验潮站，工作船码头站(Z1)、张巨港码头站(Z2)。

（3）水文泥沙全潮测验

布设了 V2、V5~V9 共 6 条垂线，坐标见下表。测验项目包括：流速、流向、泥沙。

略

图 4.8-17 天津南港工业区海域水文测验及地形测绘平面布置示意图
表 4.8-11 天津南港工业区海域水文测验平面布置及测量内容一览表

略

略

略

图 4.8-18 大、小潮各垂线平均流速矢量图

4.8.2.1 潮位

①大潮：大潮水文测验期间（12 月 8 日 15:00~9 日 18:00），Z1 工作船码头潮位站实测最高潮位为***m（9 日 4:22）；最低潮位为-***m（8 日 22:40）。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时（平均 1:17，约***h）；潮差特征为涨潮潮差略大于落潮潮差。Z2 张巨港码头潮位站实测最高潮位为***m（9 日 4:25）；最低潮位为-***m（8 日 22:40）。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时（平均 1:10，约***h）；潮差特征为涨潮潮差略大于落潮潮差。

②小潮：小潮水文测验期间（12 月 15 日 8:00~16 日 11:00），Z1 工作船码头潮位站实测最高潮位为***m（16 日 8:55）；最低潮位为***m（16 日 2:50）。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时（平均 1:15，***h）；潮差特征为涨潮潮差略大于落潮潮差。Z2 张巨港码头潮位站实测最高潮位为***m（16 日 8:45）；最低潮位为***m（16 日 2:45）。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时（平均 1:13，约***h）；潮差特征为涨潮潮差与落潮潮差相近。

综合考察各站大小潮观测资料，潮位过程呈现非正规半日潮特征，具体有：

①大潮期与小潮期涨、落潮平均历时均为 6h 左右，涨落潮历时特征为涨潮历时均短于落潮历时。

②涨、落潮平均潮差，无论大潮还是小潮，涨落潮平均潮差基本相近。

略

图 4.8-19 大潮测验期间各站潮位过程

略

图 4.8-20 小潮测验期间各站潮位过程

4.8.2.2 海流

(1) 流速

①大潮期潮流

A、落潮流。落潮的最大垂线平均流速降序依次为：V9、V8、V6、V7、V2、V5，其中，最大值发生在 V9 垂线处 (***m/s)；最小值发生在 V5 垂线处 (***m/s)。落潮期实测最大测点流速***m/s (V6，测次为 3106，0.0h)。

B、涨潮流。涨潮的最大垂线平均流速降序依次为：V9、V6、V8、V7、V2、V5，其中，最大值发生在 V9 垂线处 (***m/s)；最小值发生在 V5 垂线处 (***m/s)。涨潮期实测最大测点流速***m/s (V6，测次为 3111，0.0h；V9，测次为 6112，0.0h、0.2h)。

②小潮期潮流

A、落潮流。落潮的最大垂线平均流速降序依次为：V9、V6、V8、V7、V5、V2，其中，最大值发生在 V9 垂线处 (***m/s)；最小值发生在 V2 垂线处 (***m/s)。落潮期实测最大测点流速***m/s (V9，测次为 6217，0.0h)。

B、涨潮流。涨潮的最大垂线平均流速降序依次为：V9、V6、V8、V7、V5、V2，其中，最大值发生在 V9 垂线处 (***m/s)；最小值发生在 V2 垂线处 (***m/s)。涨潮期实测最大测点流速***m/s (V6 测次为 3223，0.0h；V9 测次为 6223，0.0h)。

略

图 4.8-21 大、小潮各垂线平均流速矢量图

(2) 流向

①大潮最大流时流向

最大落潮流速流向，垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 平均流向分别为***°、***°、***°、***°、***°、***°，其表层流向分别为***°、***°、***°、***° (0.2h)、***°、***°，可见，各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。

最大涨潮流速的流向，垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 平均流向分别为***°、***°、***°、***°、***°、***°，其表层流向分别为***°、***°、***°、

° (0.2h)、°、***°。可见，各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 表层流流向的夹角（最大落潮流速→最大涨潮流速）分别为***°、***°、***°、***°、***°、***°。

②小潮最大流时流向

最大落潮流速的流向，垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 平均流向分别为***°、***°、***°、***°、***°、***°，其表层流向分别为***°、***°、***°、***° (0.2h)、***°、***°。可见，各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。

最大涨潮流速的流向，垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 平均流向分别为***°、***°、***°、***°、***°、***°，其表层流向分别为***°、***°、***°、***° (0.2h)、***°、***°。可见，各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。垂线 V2、V5、V6、V7、V8、V9 表层流流向的夹角（最大落潮流速→最大涨潮流速）分别为***°、***°、***°、***°、***°、***°。

4.8.2.3 泥沙

泥沙：由本次大、小潮型各垂线悬移质含沙量测定资料可见，各垂线平均含沙量在 2.9~***mg/l 之间，大潮前期受风浪影响 V9 处在大潮期出现最大值 (***mg/l)；各垂线测点含沙量在 2.9~***mg/l 之间，V9 处在大潮期出现最大值 (***mg/l)。

总体来看，本海区此次大小潮测验期间含沙量较小，差异性不显著，除在涨急、落急附近含沙量相对较大外，无其他明显规律性。相对来看，垂线 V9 和 V6 区域海水含沙量较大，独流减河河口两侧垂线 V2 和 V5 区域处海水则较清，含沙量很低。

(1) 底质颗粒分析

底质采样点分布在天津南港工业区海域。在底质采样点中，现场观感主要为粘土，少量为粉砂和砂，均为细颗粒沉积，呈灰色、灰褐色，质均滑感，可塑性。

总体上，底质泥沙颗粒粒径 d (mm) 由最大级—最小级共分为 7 级，分别为：[***,0.5)、[***5,***)、[***3,***5)、[***6,***3)、[***4,***6)、[***1,***4)、[0,***1)。

天津南港工业区海域底质分布比较均匀，整个区间的所有底质大部分为粘土质粉砂(YT，占总采样点数的 ***%)，较少部分为粉砂(T，占总采样点数的 2.4%)、砂质粉砂(ST，占总采样点数的 0.3%)，其中少量颗粒较粗的底质集中在独流减河河口附近区域。底质样本中，砂平均含量为 ***%，粉砂平均含量为 7***%，粘土平均含量为 2***%。中值粒径分布在 ***~1*** μm 之间，平均中值粒径为*** μm 。底质样本特征值统计如下：

- 1) 砂含量最多者为 5-29 (砂含量 2***%)；
- 2) 粘土含量最多者为 11-34 (粘土含量 3***%)；
- 3) 中值粒径最大值为 1*** μm (5-29)，这与“1.砂含量最多”的特征一致；
- 4) 中值粒径最小值为 *** μm (11-34)，这与“2.粘土含量最多”的特征一致。

4.8.2.4 风况

风况：本次大潮测验期间，实测最大风速***m/s (12月8日 19:00)，风力 6 级，风向 W，测区内海面风浪不大；小潮测验期间，实测最大风速 9.0m/s (12月16日 9:00)，风力 5 级，风向 W，测区内海面风浪不大。

测验期间主导风向为 W (西风)，5 级以上 (含 5 级) 风级持续时间仅有 7h，且均为离岸风，风浪不大，对潮位、潮流、泥沙等影响甚微。

4.8.2.5 小结

通过对测验资料进行综合分析，可以得出下述主要结论：

(1) 本次测验期间，各垂线海水均较为清澈，含沙量较小，分异性差，除了少数垂线各测点有上小下大的一般规律外，未呈现出其他明显规律性，造成这种情况的原因主要有以下三个方面：

- 1) 测验期间无径流流入南港工业区海域，不存在外来沙源；
- 2) 测验期间处于低温季节，海水粘滞性较高，客观上不容易起沙；
- 3) 测验期间虽然一度风力大至 5 到 6 级，但由于主导风为西风，系离岸风，导致波浪相对较小，加之区域海流较弱 (具体表现为各垂线流速均不大)，造成起沙动力不足。

(2) 通过与历史测量成果进行对比,可以发现大部分垂线,特别是外侧垂线流速流向矢量在尺度大小和方向上无明显差异,这表明天津南港工程建设未对海域海流产生显著影响。

4.9 环境敏感目标现状

4.9.1 海洋功能区划

根据《天津市海洋功能区划(2011-2020年)》,天津市管理使用海域划分为7个一级类型(农渔业区、港口航运区、工业与城镇用海区、旅游休闲娱乐区、海洋保护区、特殊利用区和保留区),划定海洋基本功能区21个。其中,农渔业区3个,面积70838公顷(占33.0%);港口航运区3个,面积78061公顷(占36.4%);工业与城镇用海区4个,面积29356公顷(占13.7%);旅游休闲娱乐区5个,面积13845公顷(占6.4%);海洋保护区2个,面积11021公顷(占5.1%);特殊利用区2个,面积630公顷(占0.3%);保留区2个,面积10896公顷(占5.1%)。

本项目位于A3-04南港工业与城镇用海区。与本工程所在海洋功能区相邻的功能区主要包括A2-02天津港南港港口航运区、A3-03高沙岭工业与城镇用海区、A5-05高沙岭旅游休闲娱乐区、A8-02高沙岭东保留区、A1-03天津东南部农渔业区、A6-02大港滨海湿地海洋特别保护区、A1-02马棚口农渔业区等。

本项目主体工程位于南港工业区围而未填的大港池内部,陆上升压站位于港池西侧以填成陆域部分,结合各功能区的管控要求和环保要求,本项目海洋功能区划敏感区为A6-02大港滨海湿地海洋特别保护区。

4.9.2 海洋环境保护敏感区

根据《天津市海洋环境保护规划(2014-2020年)》,将天津市海域划成生态红线区域、重要保护区域、控制利用区域和开发监管区域等4种类型,26个管理分区。本工程位于其划定的南港工业与城镇用海区内(TJ019-D)内,相对位置关系详见下图。

项目附近环境保护敏感区为大港滨海湿地海洋特别保护区。

表 4.9-1 本项目周围海洋环境保护敏感区一览表

序号	名称	代码	方位及最近距离	主要保护对象及保护要求
----	----	----	---------	-------------

1	大港滨海湿地海洋特别保护区	TJ04-A	南侧，最近距离2.4km	重点保护滨海湿地生境、贝类资源、浅海生物多样性和自然岸线
2	天津东南部农渔业区	TJ011-C	东侧，最近距离13.05km	保障近海水生生物产卵场和洄游生物种群免遭破坏
3	独流减河河口湿地	TJ007-B	北侧，最近距离6.83km	维持河口湿地生境不低于现状水平，保护鸟类栖息地
4	高沙岭东滨海湿地	TJ006-B	东北侧，最近距离14.76km	维持湿地生境不低于现状水平，养护对虾、毛蚶资源
5	高沙岭旅游休闲娱乐区	TJ015-C	北侧，最近距离13.71km	海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。

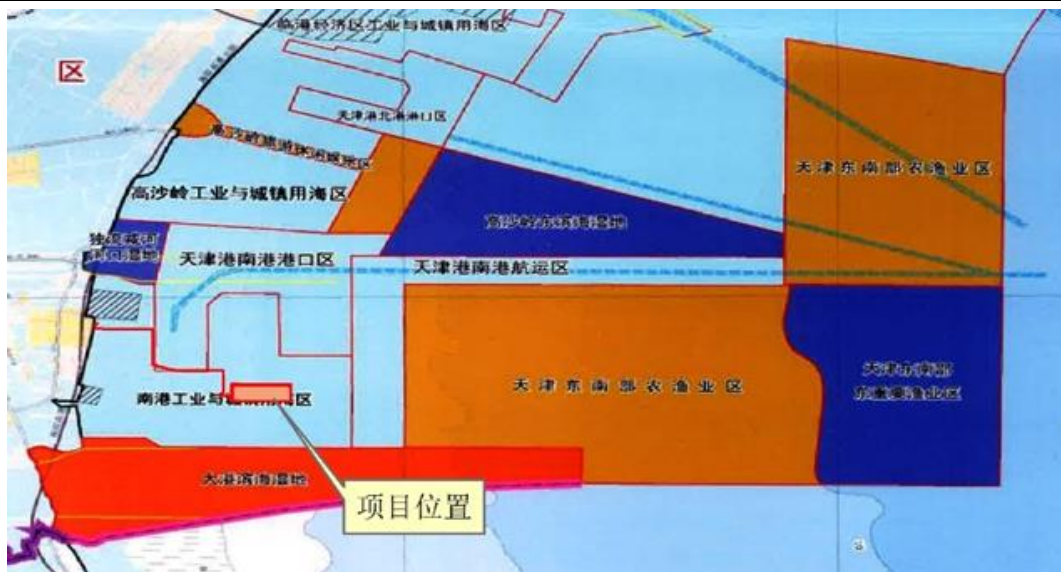


图 4.9-1 本项目周围海洋环境保护敏感区分布图

4.9.3 海洋生态红线区敏感区

(1) 根据《天津市海洋局关于发布实施<天津市海洋生态红线区报告>的通知》(津海环〔2014〕164号)和《天津市海洋生态红线区报告》，全市划定的海洋生态红线区包括 219.79km²海域和 18.63km 岸线，分布在天津大神堂牡蛎礁国家级海洋特别保护区、汉沽重要渔业海域、北塘旅游休闲娱乐区、大港滨海湿地和天津大神堂自然岸线等 5 个区域。

本工程所在的海域距离最近的生态红线大港滨海湿地为 2.4 km，距离其他海洋生态红线区距离均在 40km 以上。因此将大港滨海湿地界定为环境敏感区。

(2) 根据天津市人民政府发布《天津市生态保护红线的通知》(津政发[2018]21号)，全市划定陆域生态保护红线面积 1195 km²，划定海洋生态红线区面积 219.79 km²，划定自然岸线合计 18.63 km，陆海统筹划定生态保护红线面

积 1393.79 平方公里，占陆海总面积的 9.91%。项目附近的生态保护红线区为南侧 2.4 km 处的天津大港滨海湿地，见图 4.9-2。

（3）根据《河北省海洋红线报告》，河北省划定的海洋生态红线区包括海洋保护区、重要河口生态系统、重要滨海湿地、重要渔业海域、特殊保护海岛、自然景观与历史文化遗迹、重要滨海旅游区、重要砂质岸线和沙源保护海域等各类海洋生态红线区 44 个，总面积 188097.51 公顷。其中，4-2 沧州歧口浅海湿地和 5-5 渤海湾（南排河北海域）种质资源保护区与天津南侧海域毗邻，与本项目的最近距离分别为 8.25km 和 13.02km。

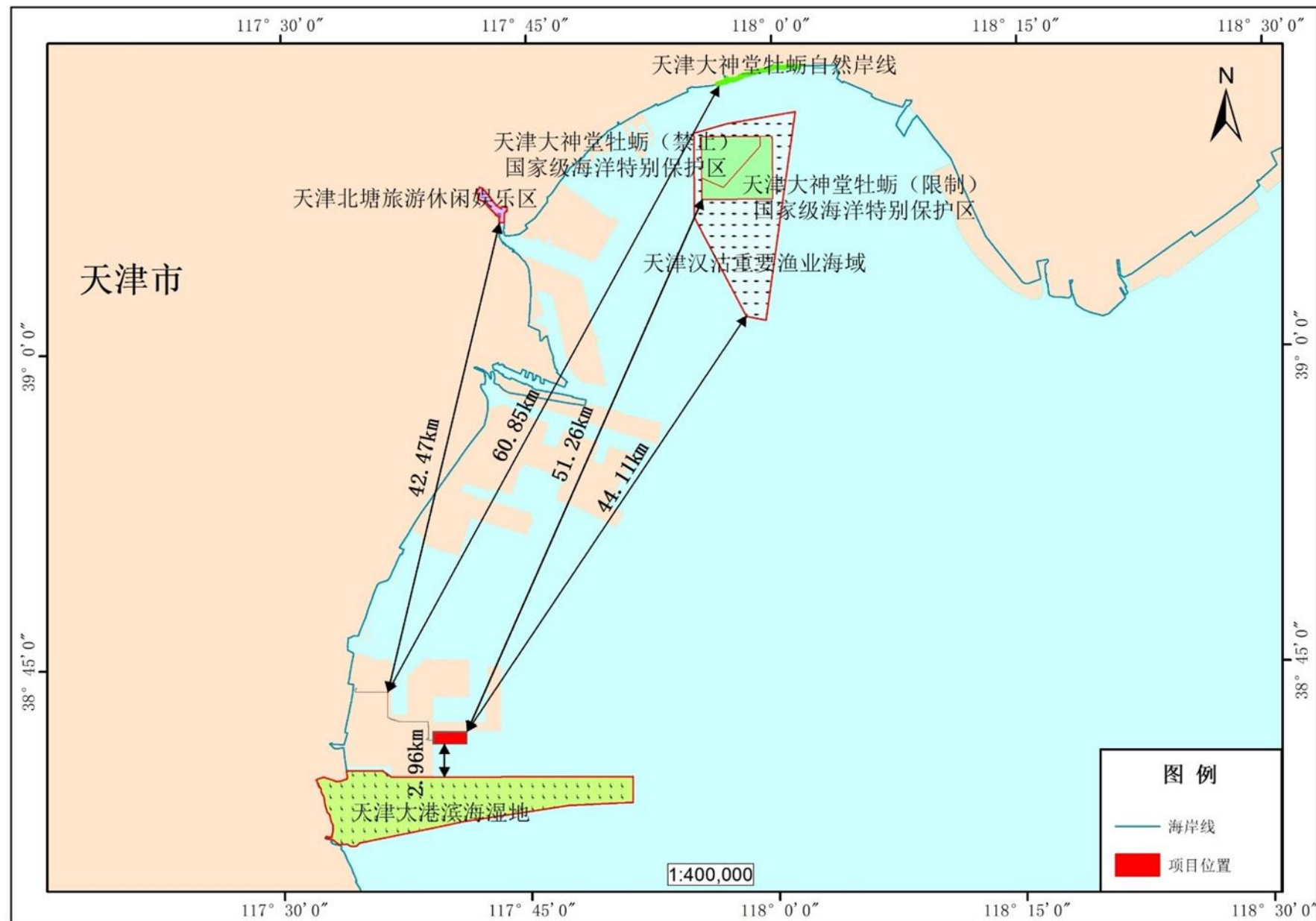


图 4.9-2 天津市海洋生态红线区分布图

天津市生态保护红线分布图

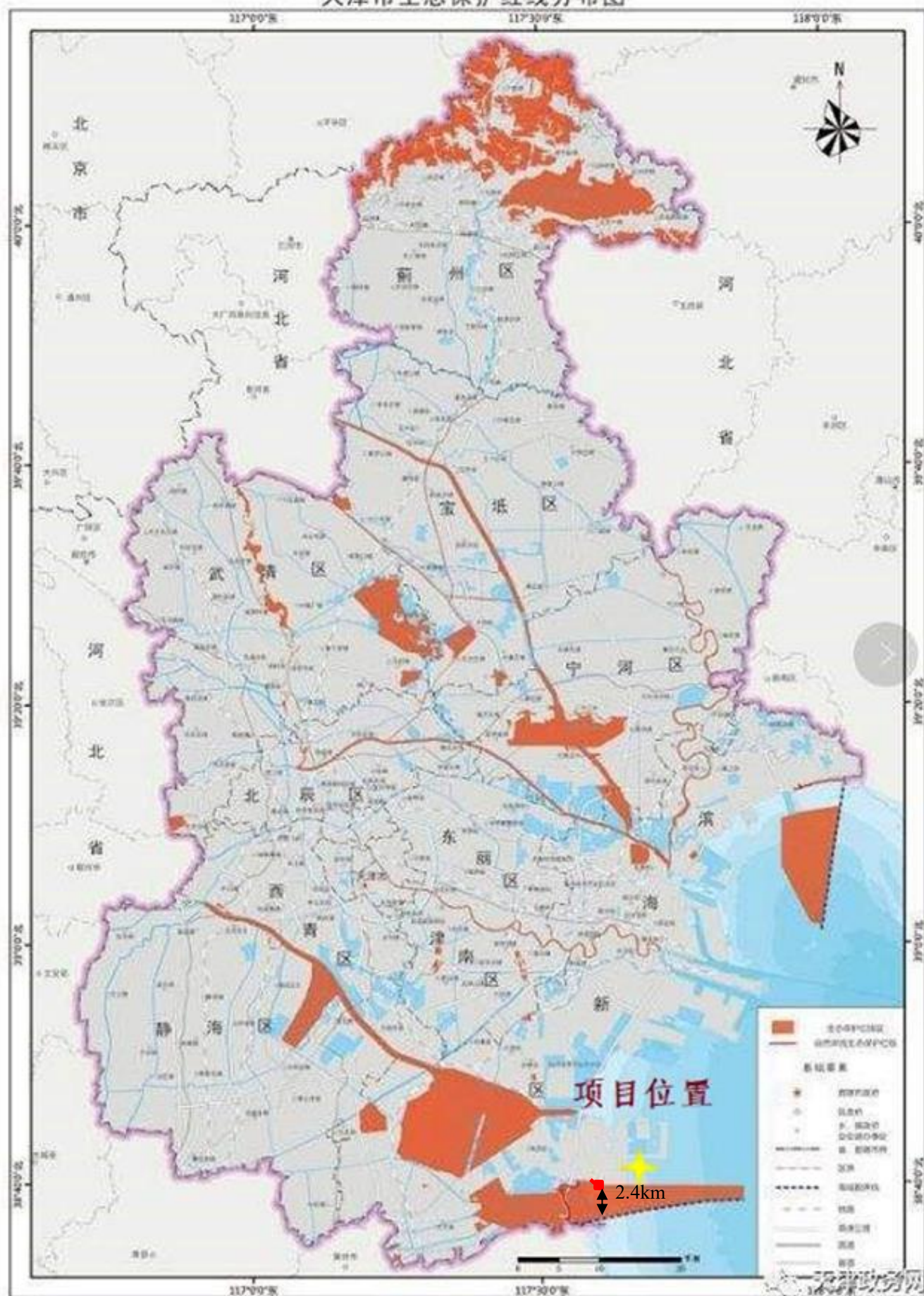


图 4.9-3 天津市生态保护红线区与本项目位置关系

河北省海洋生态红线区图

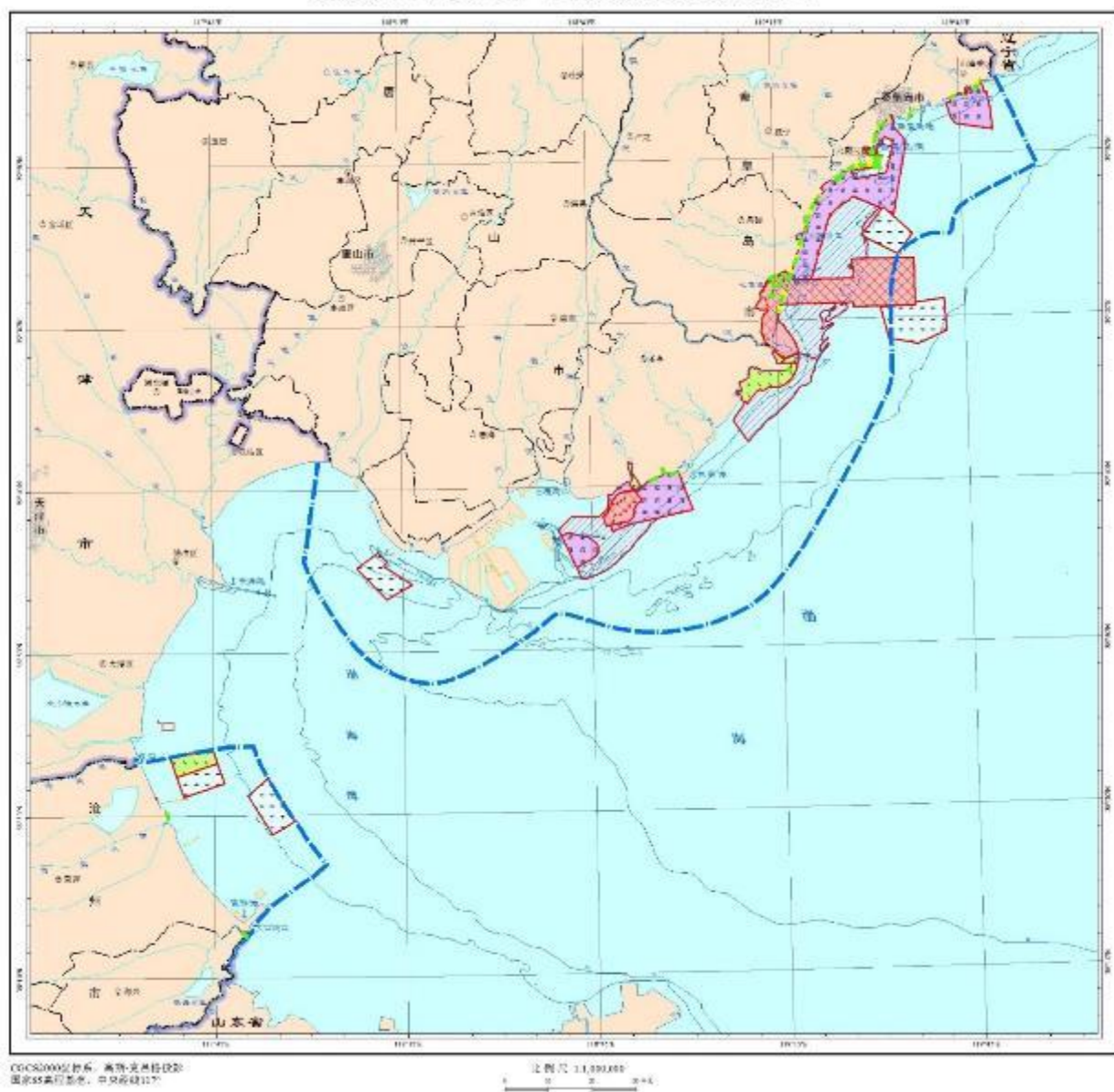


图 4.9-4 河北省海洋生态红线区分布图

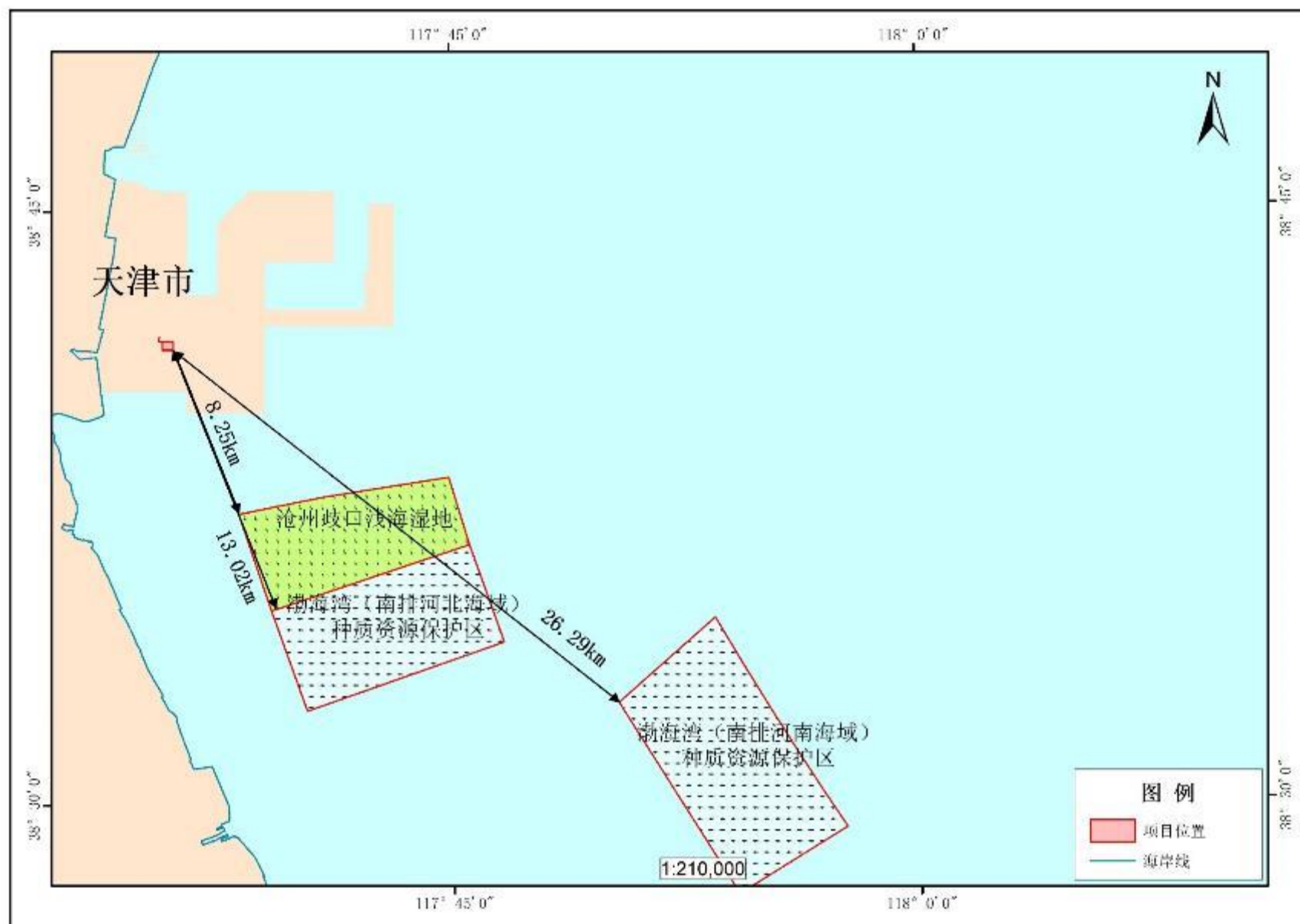


图 4.9-5 项目与河北省海洋生态红线区相对位置图

4.9.4 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区

辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区总面积为 23219km²，其中核心面积 9625km²，实验区总面积为 13594km²。核心区特别保护期为 4 月 25 日~6 月 15 日。保护区位于辽东湾、渤海湾和莱州湾三湾内，范围在东经 117°35'-122°20'E，北纬 37°03'-41°00'N。

本工程位于渤海湾国家级水产种质资源保护区的核心区内，渤海湾核心区面积为 6160km²，核心区范围是由 4 个拐点顺次连线与西面的海岸线（即大潮平均高潮痕迹线）所围的海域，拐点坐标为：118°15'00"E，39°02'34"N；118°15'E，39°25'N；118°20'E，38°20'N；118°20'E，38°01'33"N，具体见下图。渤海湾保护区主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹；保护区内还栖息着银鲳、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、凤鲚、鲷、鳀、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鲛、花鲈、中国毛虾、海蜇等渔业种类。



图 4.9-6 本工程与辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区位置关系

4.9.5 主要经济鱼类资源“三场一通道”

参照黄渤海区渔业资源调查与规划（海洋出版社，1990）中的相关内容及最相关研究结果，简要描述中国对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、白姑鱼、鳀、叫姑鱼、绵鲷等主要经济渔业生物在该保护区的产卵场、索饵场、越冬场及洄游

通道的分布。本项目与上述三场一通道的位置关系见下图，由图可知，本项目距中国对虾三场一通道较近。

（1）中国对虾

中国对虾又称东方对虾，属节肢动物门，甲壳纲，十足目，对虾科，对虾属。是我国分布最广的对虾类，中国对虾属广温、广盐性、一年生暖水性大型洄游虾类，雄虾俗称“黄虾”，一般体长 155 毫米，体重 30—40 克；雌虾俗称“青虾”，一般体长 190 毫米，体重 75—85 克。对虾全身由 20 节组成，头部 5 节、胸部 8 节、腹部 7 节。除尾节外，各节均有附肢一对。平时在海底爬行，有时也在水中游泳。

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

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

本项目位于渤海湾对虾三场一通道西侧，与渤海湾对虾产卵场较近，约 10km，项目位置距离索饵场、越冬场及洄游通道距离较远，均大于 40km。

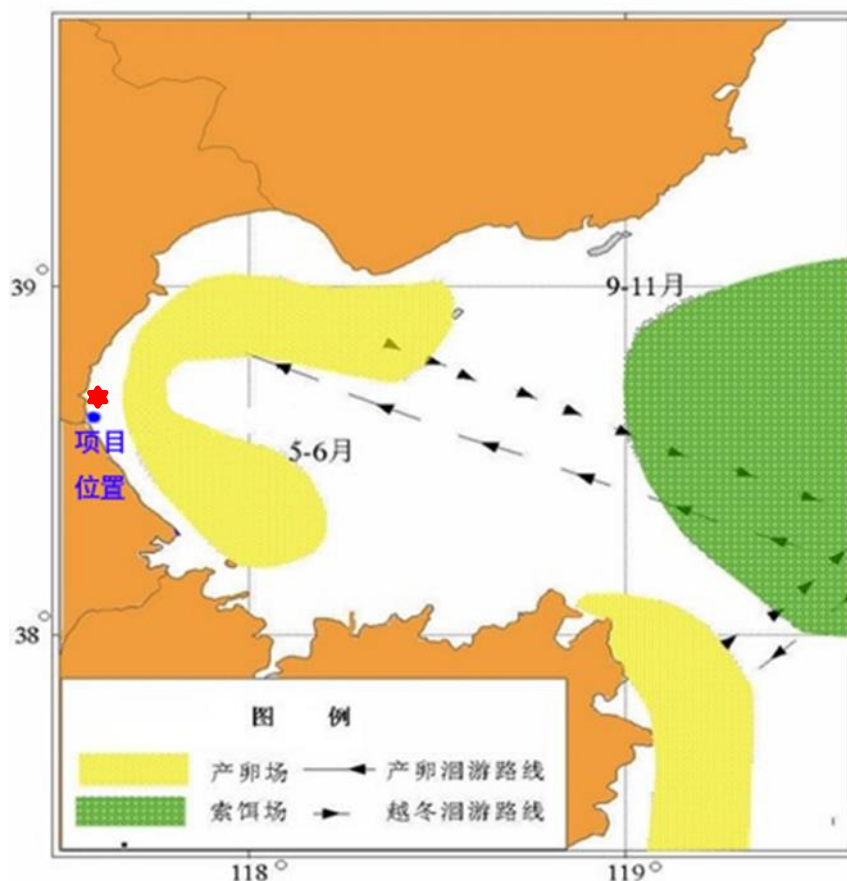


图 4.9-7 工程位置与中国对虾洄游分布关系图

(2) 小黄鱼 (*Pseudosciaena polyactis*)

小黄鱼隶属石鲈形目、石首鱼科、黄鱼属。属暖温性底层鱼类，广泛分布于渤海、黄海、东海，是我国最重要的海洋渔业经济种类之一。小黄鱼体形较小，一般体长 16~25cm、体重 200~300g，背侧黄褐色，腹侧金黄色。小黄鱼一般食性较杂，主要以鱼虾为食。

小黄鱼是莱州湾的主要经济鱼类，一般春季向沿岸洄游，主要产卵期为 5~6 月，由南向北略为推迟，产卵场一般都分布在河口区和受入海径流影响较大的沿海区，底质为泥砂质、砂泥质或软泥质，产卵场的主要范围一般都分布在低盐水与高盐水混合区的偏高温区。小黄鱼昼夜产卵，主要产卵时间在 17~22 时，以 19 时左右为产卵高峰，小黄鱼产卵场的底层适温为 11~14℃。渤海和黄海中部产卵场小黄鱼卵径为 1.30~1.60mm，黄海南部为 1.28~1.65mm。卵子孵化时间随水温的变化而不同，通常为 63~90 小时。渤海小黄鱼目测性腺发育 5 月中旬 76% 的雌性个体已达到 V 期，6 月中旬 61% 的个体已产卵完毕，因此，推测渤海的小黄鱼产卵期应在 5 月下旬到 6 月上旬。3~6

月间产卵后，分散在近海索饵，秋末返回深海，冬季于深海越冬。其越冬场在黄海西南部至东海北部，每年4月份北上到达成山头外海，然后分2支，一支继续向北到鸭绿江口进行产卵，另一支则向西，经烟威外海进入渤海，分别游向莱州湾、渤海湾和辽东湾等产卵场，产卵期为5月~6月，10月末到11月初向渤海中部集中。本项目距小黄鱼产卵场较远，至少100km以上。

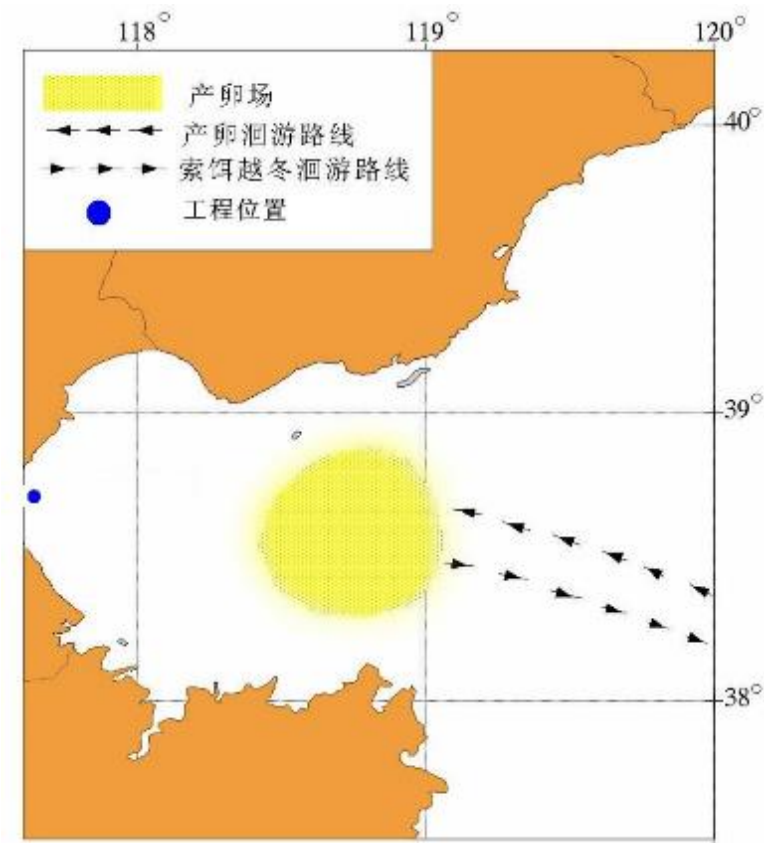


图 4.9-8 工程位置与小黄鱼洄游分布关系图

(3) 三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*)

梭子蟹属甲壳纲十足目梭子蟹科，因头胸甲呈梭子形，甲壳的中央有三个突起，所以又称“三疣梭子蟹”。为暖温性多年生大型蟹类动物，我国沿海均有分布，也是我国最大的一种蟹类。三疣梭子蟹终生生活在渤海，是一种地方性资源，每年12月下旬至翌年3月下旬为越冬期，梭子蟹生长在近岸浅海，栖息水深10~50米的海区，以10~30米泥沙底质的海区群体最密集。3月末4月初梭子蟹开始出蛰并逐渐向近岸河口区移动，5月初产卵群体已经游至河口附近浅水区开始产卵，第一次散仔时间为5月底~6月初；6月中旬开始出现第二次产卵高峰，第二次抱卵孵化时间较第一次大为缩短，6月下旬卵块即变为褐黑色并相继散仔。梭子蟹一般每年2次产卵，两次产卵的间隔时间为45天左右。

经过 2 次产卵的产卵亲体开始向外海移动，集中分布在内湾的相对深水区，8 月当年补充群体大量出现，并集中分布在内湾的近岸浅水区；9 月是梭子蟹分布密度最高的月份，补充群体也开始向外海移动；10 月份随着水温的下降向外海洄游的数量不断增加，12 月初开始短距离的越冬洄游，陆续到达黄河口东北渤海中部水深 20~25m 水域越冬。

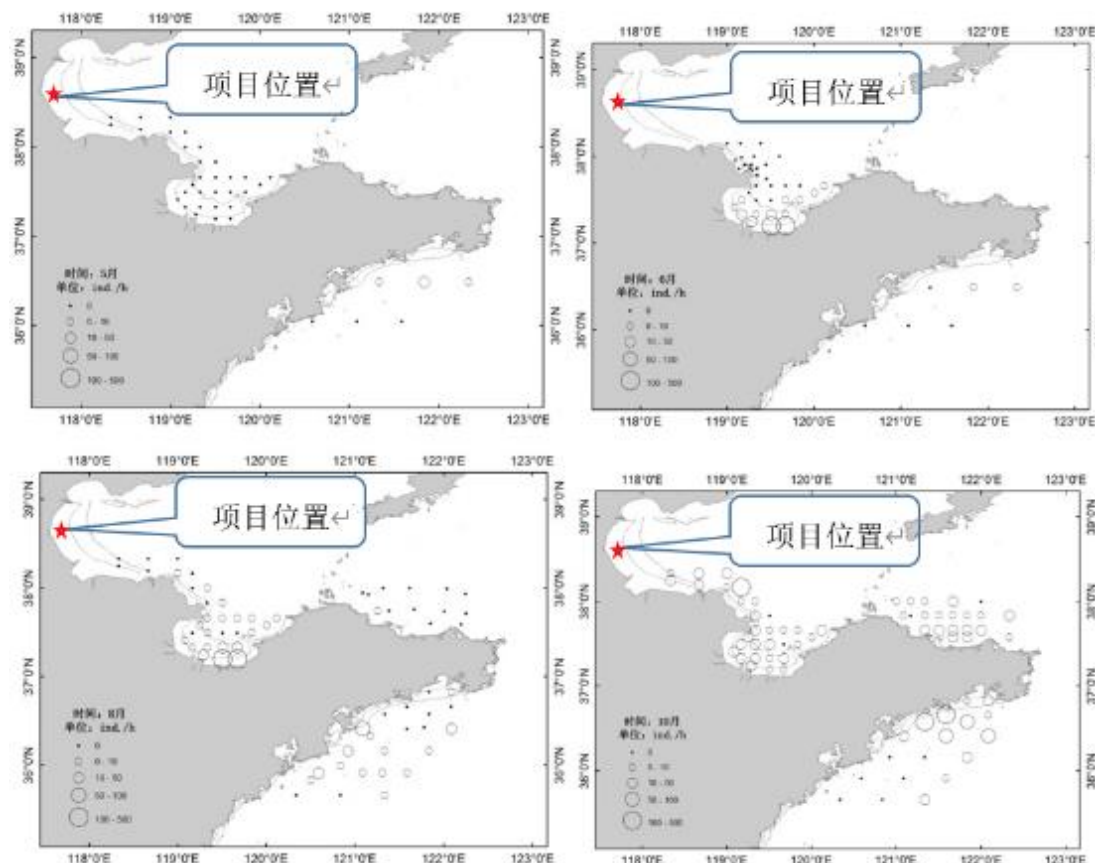


图 4.9-9 工程位置与三尤梭子蟹产卵场分布关系图

(4) 白姑鱼

白姑鱼属石首鱼科，为暖温性底层鱼类。白姑鱼有明显的季节性洄游。白姑鱼在越冬海区停留到 4 月中、下旬，主群迅速向北、偏西方向移动。洄游鱼群的主群向北洄游，5 月上旬便可到达石岛东南及以东海域，于 5 月至 6 月上旬便可进入渤海各大河口外海区产卵，主要产卵期为 6 月前后，渤海湾为白姑鱼的主要产卵场。本工程与其产卵场位置关系见图 4.9-10。

(5) 鲢

渤海几乎全年都有鲢鱼分布，近年来调查资料表明，从春到冬调查海区始终都有鲢渔获。鲢于 5 月份大量出现在渤海，渔获量最高，6~7 月渔获量有较大下降，9、10 月明显减少，11 月又有所上升，12 月基本消失。

（6）叫姑鱼

叫姑鱼属石首鱼科，地方名小白鱼、叫姑子等，为洄游性的底层鱼类。越冬期为12月至翌年2月份，2月下旬开始北上生殖洄游，当3月下旬至4月初，当渤海海峡水温增至4.0~4.5℃时，叫姑鱼大体沿38N线向西移动入渤海。入渤海后又分为南北两路，主群进入莱州湾、渤海湾各河口产卵场，北路进入辽东湾各河口区产卵。8月下旬鱼群逐渐向深水移动，分布很广；9月上旬鱼群向渤海中部趋集；10月下旬主群可达渤海海峡附近，11月下旬黄海北部各渔场的鱼群在烟威外海与渤海外泛的鱼群汇合，自西向东集结在38线附近海域，12月鱼群密集于烟威东部海区作短暂停留后，于12月中旬进入石岛东南外海的越冬场。评价区水域均有产卵场、索饵场和洄游通道分布，其产卵期为5~7月。本工程与叫姑鱼产卵场位置关系见图4.9-12。

（7）绵鲷

绵鲷，地方名鲶鱼或光鱼，属冷温性近海底层鱼类。绵鲷不做长距离的洄游，但作浅水与深水的往返移动。冬季，绵鲷主要群体一般栖息在40~70水深区域，春季，绵鲷开始由深水区向近岸浅水区移动，进行索饵、育肥活动，此时绵鲷的分布较广，渤海三湾、海洋岛以北沿岸、山东半岛沿岸等均有分布，几乎遍及整个渤海湾。绵鲷的产卵期一般在12~2月，其产卵场在深水区。本工程所处海域与其产卵场和洄游通道分布距离较远。

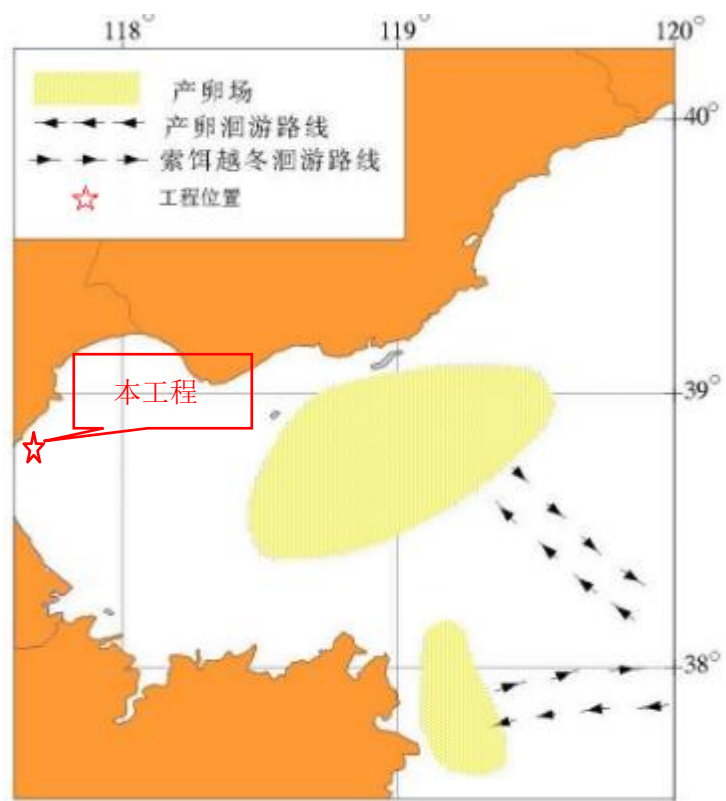


图 4.9-10 白姑鱼洄游分布

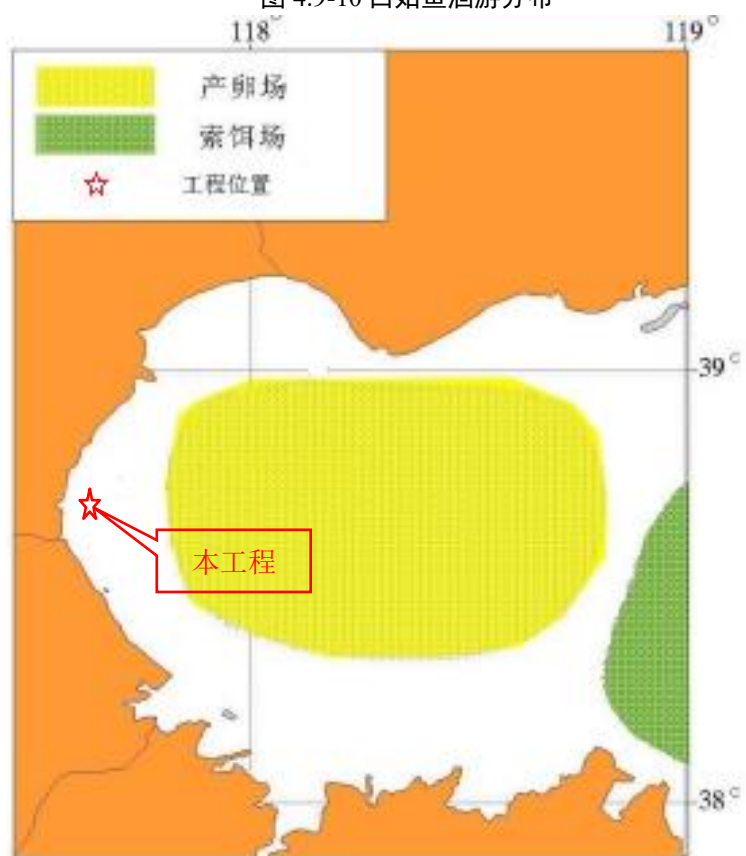


图 4.9-11 鲉洄游分布

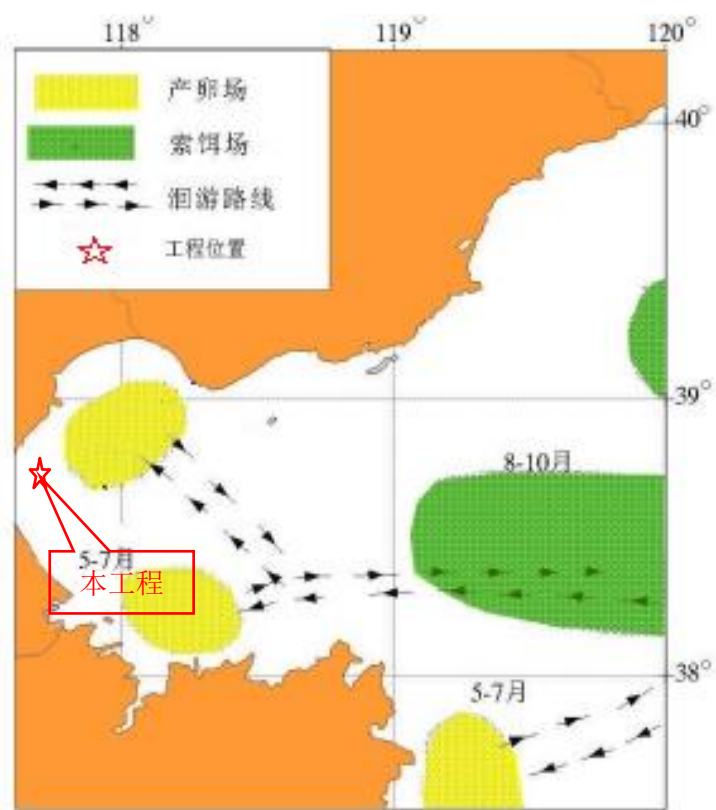


图 4.9-12 叫姑鱼洄游分布



图 4.9-13 绵鳚洄游分布

4.9.6 北大港湿地自然保护区

2001 年 12 月经天津市政府批准，建成了天津北大港湿地自然保护区（市级）。北大港湿地自然保护区位于天津市滨海新区南部，距渤海湾 6km，地理坐标为北纬 38°36′~38°57′，东经 117°11′~117°37′。北大港湿地自然保护区总面积 348.87 平方公里，划分为核心区、缓冲区和实验区。其中，核心区 115.72 平方公里、缓冲区 91.96 平方公里、实验区 141.19 平方公里。北大港水库面积 164 平方公里，分为东库和西库两部分。东库坐落在保护区实验区，面积为 36.6 平方公里；西库坐落在保护区核心区，面积为 115.72 平方公里。水库大堤外 100 米为保护区缓冲区，面积 7.9 平方公里，另外还有水库中间预留廊道 3.78 平方公里。根据《天津市北大港湿地自然保护区总体规划》，北大港湿地自然保护区中北大港水库、官港湖属于泻湖湿地系统；沙井子水库、钱圈水库属于人工湿地系统；独流减河、李二湾属于河流湿地系统；沿海滩涂属于海洋和海岸生态系统。

其中沿海滩涂缓冲区位于本次评价范围海域内。缓冲区的作用是缓解外界压力，防止人为活动对核心区造成影响，对核心区生态质量的起到缓冲保护的作用。缓冲区范围包括核心区外围 100 米，李二湾及东侧沿海滩涂，沙井子水库西侧，面积为 91.96 平方公里，占保护区面积 26.36%，该区内只准进入从事科学研究观测活动。其管理目标是减少核心区生态系统和自然资源的压力，有效保护核心区；完善湿地生态系统的功能，为珍稀物种提供更适宜的栖息环境；恢复湿地植被，保证其保护珍稀物种的重要生态作用；满足宣传、教学和科研活动。将采取人工促进更新方式恢复湿地植被；最大限度扩大和改善珍稀物种的栖息条件；不得建设任何生产设施，禁止狩猎、开展经营性生产及旅游活动。经批准，可从事非破坏性的科学研究、教学实习和标本采集活动。对在缓冲区内违法开展的开发建设活动，要立即予以关停或关闭，限期拆除，并实施生态恢复。本工程不占用自然保护区，距离北大港湿地自然保护区沿海滩涂缓冲区北侧 2.42km。



图 4.9-14 本工程与北大港湿地自然保护区位置关系示意图

5 环境影响预测与评价

5.1 水文动力环境影响分析

5.1.1 工程建设对潮流场影响预测分析

5.1.1.1 水动力模型简介

采用平面二维数值模型研究工程海域的潮流场运动及海域污染物扩散影响，模型采用非结构三角网格剖分计算域；采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

(1) 模型控制方程

质量守恒方程：

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

动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial y} \right) - fv + \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{C_z^2 H} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + fu + \frac{gv\sqrt{u^2 + v^2}}{C_z^2 H} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y}$$

式中：

ζ —水位；

h —静水深；

H —总水深， $H = h + \zeta$ ；

u — x 向垂向平均流速；

v — y 方向垂向平均流速；

g —重力加速度；

f —科氏力参数（ $f = 2\omega \sin \varphi$ ， φ 为计算海域所处地理纬度）；

C_z —谢才系数， $C_z = \frac{1}{n} H^{\frac{1}{6}}$ ， n 为曼宁系数；

ε_x 、 ε_y — x 、 y 方向水平涡动粘滞系数。

(2) 定解条件

初始条件:

$$\begin{cases} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} = \zeta(x, y, t_0) = 0 \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} = v(x, y, t)|_{t=t_0} = 0 \end{cases}$$

5.1.1.2 计算域和网格设置

(1) 计算域设置

本项目所建立的海域数学模型计算域范围见图 5.1-1, 即为图中大连老虎滩和威海西小石两点以及岸线围成的北黄海及渤海海域, 计算域坐标范围为北纬 $37^{\circ}07'59.86'' \sim 40^{\circ}54'43.94''$, 东经 $117^{\circ}29'56.40'' \sim 122^{\circ}03'02.80''$ 。模拟采用三角网格, 用动边界的方法对干、湿网格进行处理。整个模拟区域内由 14305 个节点和 26658 个三角单元组成, 采用五层嵌套模型, 网格逐级加密, 网格空间最大面积分别为 6km^2 、 0.6km^2 、 0.06km^2 、 6000m^2 、 600m^2 , 最小空间步长约为 26m。数值模拟计算海域网格分布见图 5.1-2。为了能清楚了解本工程附近海域的潮流状况, 将本工程附近海域进行局部加密。

(2) 水深和岸界

水深: 选取中国海军海道测量局制作的 1: 50 万海图 (C1311010), 25 万海图 (C1311300、C1311500、C1311700、C1311800、C1311900)、1: 15 万海图 (C1411770)、1: 12 万海图 (C1411710)、1: 9.5 万海图 (C1511763)、1: 5 万海图 (C1511761、C1511771、C1511776)、1: 2.5 万海图 (C1511779、C1511783、C1511784)、1: 2 万海图 (C1511777) 以及工程附近海域水深地形测量资料。水深地形见图 5.1-1。

岸界: 采用以上海图中岸界以及 2020 年卫星影像观测资料。

(3) 大海域模型水边界输入

开边界: 采用 MIKE 21 Toolbox 中的 Tide Prediction of Height 对于工程网格文件开边界生成的潮位变化数据。

闭边界: 以大海域和工程周边岸线作为闭边界。

(4) 计算时间步长和底床糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，最小时间步长 0.01s。底床糙率通过曼宁系数进行控制，曼尼系数 n 取 32~82m^{1/3}/s。

(5) 水平涡动粘滞系数

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

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

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

略

图 5.1-1 整个模拟计算海域水深地形图

略

图 5.1-2 项目海域网格加密设置示意图

略

图 5.1-3 项目海域小尺度网格设置示意图（一）

略

图 5.1-4 项目海域小尺度网格设置示意图（二）

略

图 5.1-5 工程前海域水深示意图

略

图 5.1-6 工程后水深示意图

5.1.1.3 潮流潮位验证

(1) 大区域潮位验证

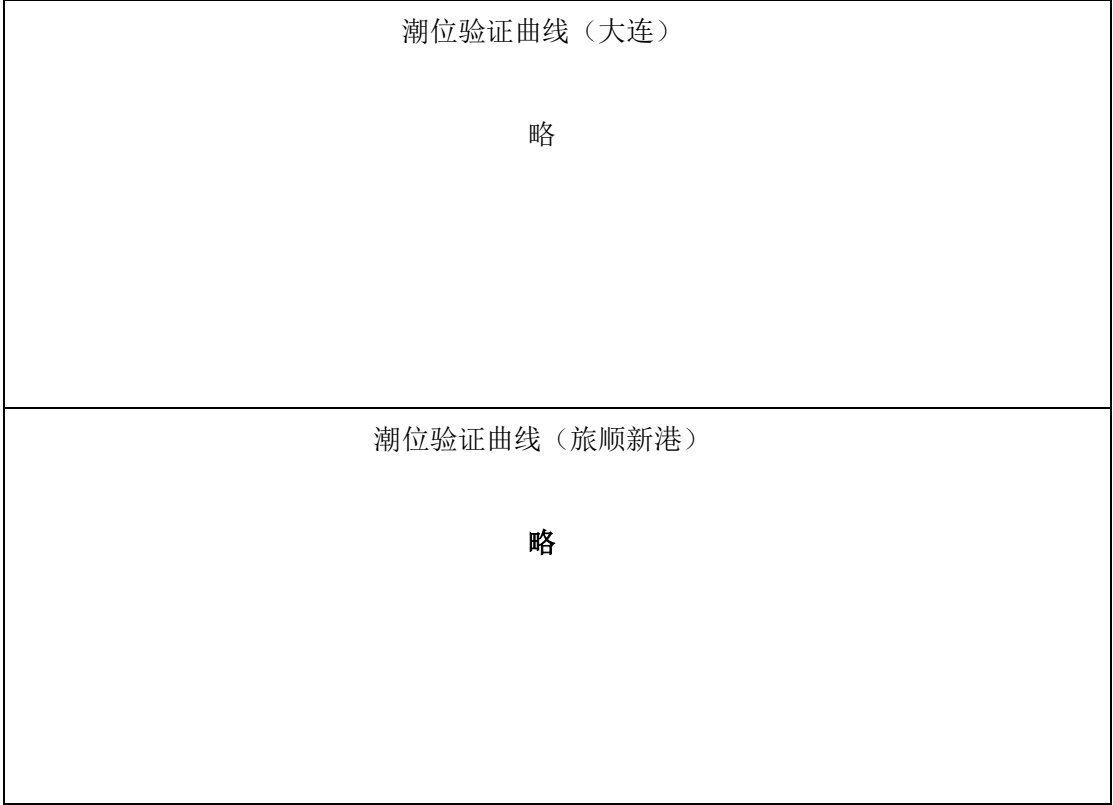
利用国家海洋信息中心预报的大连、旅顺新港、鲅鱼圈、锦州港、山海关、京唐港、塘沽、黄骅港、东营港、莱州港、蓬莱和烟台等 12 个潮位站预报数据与模型模拟结果进行比较。结果表明，模拟所得潮位曲线与对应站位预报潮位吻合较好，能够反映工程周边海域的潮汐变化特征。潮位验证点见图 5.1-7 和表 5.1-1，潮位验证曲线见图 5.1-8。

表 5.1-1 潮位验证点坐标

验证点类型	验证点	北纬	东经	观测时间	观测单位
潮位	大连	38°52′	121°41′	——	——
	旅顺新港	38°48′	121°8′		
	鲅鱼圈	40°17′	122°6′		
	锦州港	40°48′	121°4′		
	山海关	40°1′	119°55′		
	京唐港	39°12′	119°1′		
	塘沽	38°59′	117°47′		
	黄骅港	38°20′	117°53′		
	东营港	38°8′	119°2′		
	莱州港	37°25′	119°56′		
	蓬莱	37°50′	120°44′		
	烟台	37°33′	121°24′		

略

图 5.1-7 潮位验证验证点示意



潮位验证曲线（鲅鱼圈） 略
潮位验证曲线（锦州港） 略
潮位验证曲线（山海关） 略
潮位验证曲线（京唐港） 略

潮位验证曲线（塘沽） 略
潮位验证曲线（黄骅港） 略
潮位验证曲线（东营） 略
潮位验证曲线（莱州） 略

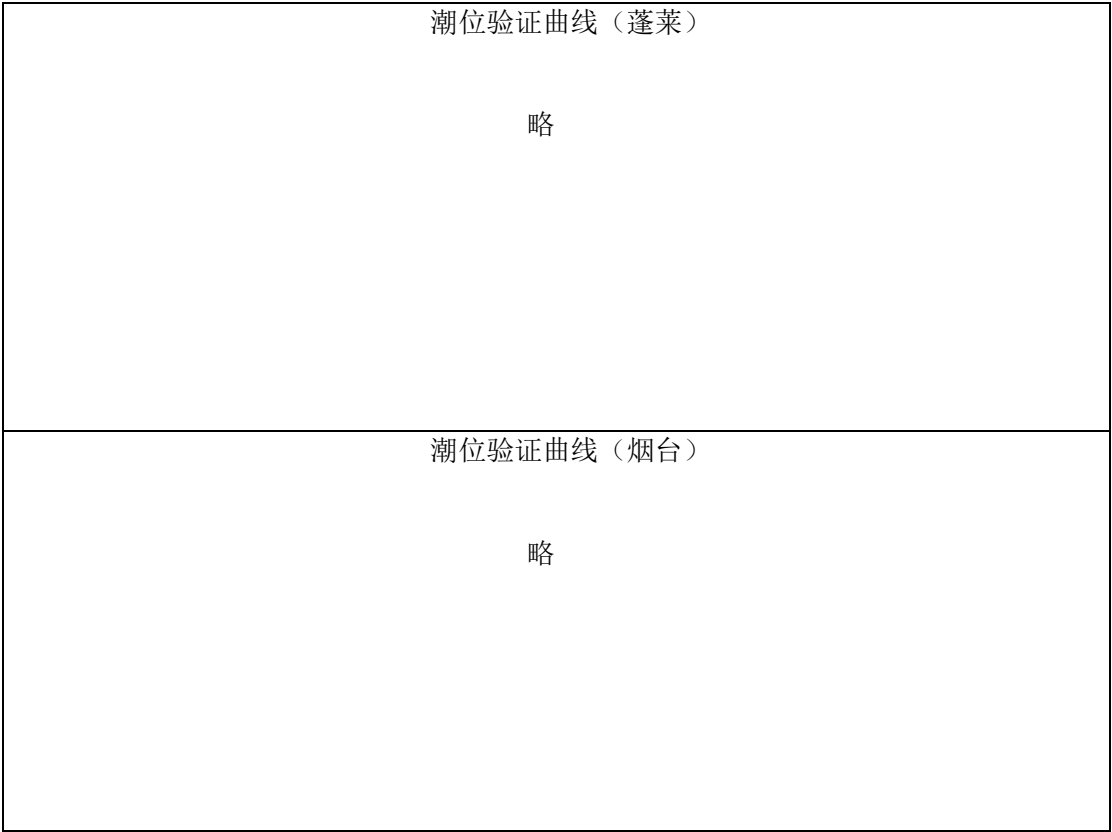


图 5.1-8 潮位验证曲线

（2）小区域潮流验证

采用国家海洋局天津海洋环境监测中心站于 2021 年 10 月 20-21 日（大潮期）5 个站位的 25 小时海流同步连续观测资料（观测站位分布见图 5.1-9）与计算结果进行验证，潮流验证曲线见图 5.1-10~5.1-14。

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 5.1-2 工程所在海域潮流潮位观测站位一览表

略
略

图 5.1-9 潮流验证点示意图

略
图 5.1-10 流速、流向验证曲线（大潮期 2 站位）

略
图 5.1-11 流速、流向验证曲线（大潮期 3 站位）

略
图 5.1-12 流速、流向验证曲线（大潮期 4 站位）

略
图 5.1-13 流速、流向验证曲线（大潮期 5 站位）

略
图 5.1-14 流速、流向验证曲线（大潮期 6 站位）
略

5.1.2 潮流场数值模拟结果分析

5.1.2.1 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南港的涨落潮为参考。

图 5.1-15 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 SW 向 NE 流，其中部海域流速介于 22~41m/s 之间；渤海湾潮流整体由 E 向 W 流，其中部海域流速介于 58~65cm/s；莱州湾潮流整体由 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 10~18cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 SE 向 NW 流，流速介于 38~56cm/s 之间。

图 5.1-16 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

略。

略
图 5.1-15 大海域计算潮流场（涨急时，大潮期）
略

图 5.1-16 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南港的涨落潮为参考。

图 5.1-17~5.1-19 和图 5.1-20~5.1-22 分别为工程建设前工程附近海域涨落急时刻潮流场。

项目位于南防波堤和东防波堤内，根据图 5.1-17~5.1-19 可知，工程建设前涨急时刻南防波堤南部主要为 E 向 W 流，且在向西的过程中逐渐减小，主要流速在 40-69cm/s 之间，东防波堤东侧主要为 NE 向 SW 流，且在靠岸过程中逐渐与岸线平行，主要流速在 35-59cm/s 之间；在港池内部，潮流在口门附近形成顺时针环流，平均流速 62cm/s，流速在靠近西北两侧过程中逐渐变小；项目所在区域流向主要为 SE 向 NW 流，在向北过程中逐渐与岸线平行，流速在向西过程中逐渐减小，主要流速在 2-17cm/s 之间，涨急时刻最大流速为 17cm/s。

根据图 5.1-20~5.1-22 可知，略

。

略

图 5.1-17 项目周边计算潮流场（涨急时，大潮期）

略

图 5.1-18 项目周边计算潮流场（涨急时，大潮期，港池区域放大）

略

图 5.1-19 项目周边计算潮流场（涨急时，大潮期，项目区域局部放大）

略

图 5.1-20 项目周边计算潮流场（落急时，大潮期）

略

图 5.1-21 项目周边计算潮流场（落急时，大潮期，港池区域放大）

略

图 5.1-22 项目周边计算潮流场（落急时，大潮期，项目区域局部放大）

图 5.1-23~5.1-25 和图 5.1-26~5.1-28 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 5.1-23~5.1-25 可知，略。

根据图 5.1-26~5.1-28 可知，略。

略

图 5.1-23 项目建设后周边计算潮流场（涨急时，大潮期）

略

图 5.1-24 项目建设后周边计算潮流场（涨急时，大潮期，港池区域放大）

略

图 5.1-25 项目建设后周边计算潮流场（涨急时，大潮期，项目区域放大）

略

图 5.1-26 项目建设后周边计算潮流场（落急时，大潮期）

略

图 5.1-27 项目建设后周边计算潮流场（落急时，大潮期，港池区域放大）

略

图 5.1-28 项目建设后周边计算潮流场（落急时，大潮期，项目区域放大）

5.1.2.2 工程建设引起潮流场变化分析

根据上文分析，项目建设对于潮流场产生的影响微乎其微，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。

工程本身位于南港工业区东南两侧防波堤内，与外海间相互作用影响很小，同时由于锚固本身体积较小，相较于项目所在区域，所能影响的范围有限，从图 5.1-29~5.1-31 中可以看出，略

。

略

图 5.1-29 工程建设前后潮流最大流速变化（工程后-工程前）

略

图 5.1-30 工程建设前后潮流最大流速变化（工程后-工程前，港池区域放大）

略

图 5.1-31 工程建设前后潮流最大流速变化（工程后-工程前，项目所在区域放大）

5.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

5.2.1 泥沙运移趋势

海岸地貌是在河流、海洋动力作用下，在既定地质基础上所产生的侵蚀或堆积作用的产物。工程的建设会改变原有的岸线形态，引起波浪和潮流等水动力改变，导致海底产生蚀淤变化。通过沿岸输砂计算分析工程建成后附近海域岸滩冲淤变化，进而分析其对周边环境的影响。

（1）海岸带泥沙运动规律

1）泥沙来源

海岸带附近泥沙来源有四个方面：河流来沙、由邻近岸滩搬运而来、由当地崖岸侵蚀而成、海底来沙。

2）泥沙运移形态

沙质海岸的泥沙运移形态有推移和悬移两种。淤泥沙海岸的泥沙运移形态以悬移为主，底部可能有浮泥运动或推移运动。海岸带泥沙运动方式可分为与海岸线垂直的纵向运动和与海岸线平等的横向运动。

（3）影响海底泥沙冲淤变化的动力因素

海底泥沙冲淤变化是在波浪和海流等动力因素综合作用下的结果。

1) 波浪的作用

在沙质海岸，波浪是造成泥沙运动的主要动力。大部分泥沙运动发生在波浪破碎区以内。当波浪的传播方向与海岸线斜交时，波浪破碎后所产生的沿岸流将带动泥沙顺岸移动。沿岸泥沙流若遇到突堤等水工建筑物则将从其上游根部开始淤积。

在粉砂淤泥质海岸，波浪掀起的泥沙除随潮流进出港口和航道外，在风后波浪减弱的过程中会形成浮泥。此种浮泥除自身可能流动外，又易为潮流掀扬，转化为悬移质，增加潮流进港和航道的泥沙数量。

2) 海流的作用

在淤泥质海岸，潮流是输沙的主要动力，在波浪较弱的海岸区，潮流可能是掀沙的主要因素，潮流携带泥沙入港和航道后。由于动力因素减弱，降低了携沙能力，导致落淤。在沙质海岸的狭长海湾等特定地形条件下，海流流速较大，可对泥沙运动起主导作用。这里的海流不仅起输沙作用，还起着掀沙作用。

5.2.2 基本方程建立

研究利用沉积物取样分析、海流观测等方法，结合水深地形、工程地质、风速资料，运用二维数学模型模拟潮流、波浪（施加风）作用条件下工程周围海域海底地形的演化。

（1）泥沙运动控制方程

模型采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

泥沙控制方程为：

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

式中：

$\bar{c}$ ——水深平均悬浮泥沙浓度（g/m³）；

u, v ——水深平均流速（m/s）；

D_x, D_y ——分散系数（m²/s）；

h ——水深（m）；

S——沉积/侵蚀源汇项 ($\text{g}/\text{m}^3/\text{s}$) ;

Q_L ——单位水平区域内点源排放量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$) ;

C_L ——点源排放浓度 (g/m^3) 。

(2) 沉积物沉积和侵蚀计算公式

1) 粘性土沉积和侵蚀

①沉积速率

根据 Krone(1962)等提出的方法计算粘性土沉积, 公式如下:

$$SD = wscbpd$$

式中:

SD——沉积速率;

ws——沉降速度 (m/s) ;

cb——底层悬浮泥沙浓度 (kg/m^3) ;

pd——沉降概率;

沉降速度计算公式:

$$w_s = \begin{cases} kc^\gamma, & c \leq 10 \text{ kg} / \text{m}^3 \\ w_{s,r} \left(1 - \frac{c}{c_{gel}} \right)^{w_{s,n}}, & c > 10 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{cases}$$

式中:

c——体积浓度;

k, γ ——系数, γ 取值介于 1-2 之间;

$w_{s,r}$ ——沉降速度系数;

$w_{s,n}$ ——组分能量常数;

c_{gel} ——泥沙絮凝点。

沉降概率公式:

$$P_1 = \begin{cases} 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, & \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0, & \tau_b > \tau_{cd} \end{cases}$$

τ_b ——海底剪应力 (N/m^2) ;

τ_{cd} ——沉积临界剪应力 (N/m^2) 。

②泥沙浓度分布

泥沙浓度分布计算包括 2 种方法：

Teeter 公式

$$c_b = \bar{c} \beta$$

式中：

$$\beta = 1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75 p_b^{2.5}}$$

$$p_e = \frac{w_s h}{D_z} = \frac{6 w_s}{k U_f}$$

k——VonKarman 常数 (0.4) ；

U_f——摩擦速度， $\sqrt{\tau_b / \rho}$ 。

Rouse 公式

$$-\varepsilon \frac{dC}{dz} = w_s C \quad \varepsilon = k U_f z \left(1 - \frac{z}{h}\right) \quad C = C_a \left[\frac{a}{h-a} \frac{h-z}{z} \right]^R, a \leq z \leq h$$

$$R = \frac{w_s}{k U_f}$$

底层悬浮泥沙浓度公式：

$$c_b = \frac{\bar{c}}{RC}$$

式中：

ε ——扩散系数；

C——悬浮泥沙浓度；

z——垂向笛卡尔坐标。

h——水深；

C_a——深度基准面处的悬浮泥沙浓度；

a——深度基准面；

$\bar{c}$ ——水深平均浓度；

R——Rouse 参数。

③底床侵蚀

根据底床密实程度，侵蚀计算可以分为 2 种方式：

密实、固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \tau_b > \tau_{ce}$$

式中：

E——底床侵蚀度（kg/m²/s）；

τ_b ——底床剪切力（N/m²）；

τ_{ce} ——侵蚀临界剪切力（N/m²）；

n——侵蚀能力。

软、部分固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \exp[\alpha(\tau_b - \tau_{ce})^{1/2}] \tau_b > \tau_{ce}$$

α ——参考系数。

2) 非粘性土沉积和侵蚀

①无量纲颗粒参数的确定

根据 VanRijn(1984)等提出的方法计算非粘性土再悬浮，公式如下：

$$d^* = d_{50} \left[\frac{(s-1)g}{\nu^2} \right]^{1/3}$$

式中：

S——颗粒比重；

G——重力加速度；

ν ——粘滞系数；

d_{50} ——中值粒径。

②底床临界起动流速

泥沙悬浮的判定通过实际摩擦流速 U_f 和临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 的比较得以实现。其主要通过两种方式，一种是利用泥沙运移阶段参数 T；另一种是利用临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值。

泥沙运移阶段参数 T

$$T = \begin{cases} \left(\frac{U_f}{U_{f,cr}} \right) - 1, U_f > U_{f,cr} \\ 0, U_f \leq U_{f,cr} \end{cases}$$

$$U_f = \sqrt{ghI} = \frac{\sqrt{g}}{C_z} |\vec{V}|$$

式中：

I——能量梯度；

Cz——谢才系数（m^{1/2}/s）（=18ln（4h/d₉₀））；

|\vec{V}|——流速（m/s）。

临界摩擦流速 U_{f,cr} 和沉降速度的比值

$$\frac{U_{f,cr}}{w_s} = \begin{cases} \frac{4}{d^*}, 1 < d^* \leq 10 \\ 0.4, d^* > 10 \end{cases}$$

③沉降速度

非粘性土沉降速度公式：

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

式中：

d——非粘性土颗粒粒径；

s——非粘性土密度；

ν——粘滞度；

g——重力加速度。

④悬移质运移

悬移质泥沙平衡浓度计算公式：

$$\bar{c}_e = \frac{q_s}{\bar{u}h} \quad q_s = \int_a^h c \cdot dy \quad a = k_s = 2d_{50}$$

式中：

$\bar{u}$ ——水深平均流速（m/s）；

q_s ——悬移质运移量 (kg/m/s) ;

c ——距离底床 y (m) 处的悬浮泥沙浓度 (kg/m³) ;

u ——距离底床 y (m) 处的流速 (m/s) ;

h ——水深 (m) ;

a ——底床分层厚度 (m) ;

k_s ——等效粗糙高度 (m) ;

d_{50} ——中值粒径。

⑤非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布主要取决于湍流扩散系数 ε_s 和沉降速度 w_s 。

湍流扩散系数计算公式为:

$$\varepsilon_s = \beta \Phi \varepsilon_f$$
$$\beta = \begin{cases} 1 + \left(\frac{w_s}{U_f} \right)^2, & \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, & 0.5 \leq \frac{w_s}{U_f} < 0.25 \\ \text{不悬浮}, & \frac{w_s}{U_f} \geq 2.5 \end{cases}$$

式中:

β ——扩散因子;

Φ ——阻尼系数。

非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布由 Peclet 系数 Pe 确定:

$$P_e = \frac{C_{rc}}{C_{rd}}$$

式中:

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

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

ε_f ——水深平均流体扩散系数。

⑥非粘性土沉积

$$S_d = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e < \bar{c}$$

$$t_s = \frac{h_s}{w_s}$$

$$\bar{c}_e = 10^6 \cdot F \cdot C_a \cdot s$$

$$F = c / c_a$$

式中：

$\bar{c}_e$ ——平衡浓度；

s——相对密度，取 2.65。

⑦非粘性土侵蚀

$$S_e = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e > \bar{c}$$

(3) 输入参数确定

1) 沉积物类型、粒度特征参数

根据该区近期和历史表层沉积物调查资料。

2) 风的资料输入

根据工程附近海域风资料的统计结果，模拟了工程实施前后周边海域的蚀淤变化情况。

5.2.3 地形地貌与冲淤数值模拟结果

结合上文潮流场变化分析的结果，项目建设对于所在区域流速变化的影响微乎其微，因此导致的冲刷和淤积都十分微小，如图 5.2-1~5.2-2 所示，略。

略

图 5.2-1 工程所在海域年冲淤变化示意图

略

图 5.2-2 工程所在海域年冲淤变化示意图（局部放大）

5.3 水环境影响分析

5.3.1 海水水质环境影响分析

5.3.1.1 预测模型

潮流是海域污染物进行稀释扩散的主要动力因素，在获得可靠的潮流场基础上，通过添加水质预测模块（平面二维非恒定的对流—扩散模型），可进行水质预测计算。

（1）二维水质对流扩散控制方程：

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}\left(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y}\right) - F \cdot h \cdot c + s$$

式中：DX、DY 为 x、y 方向的扩散系数，扩散系数 $D_l = K_l \frac{\Delta x^2}{\Delta t}$ ， Δx 为空间步长（20m~562m）， Δt 为时间步长（0.8s~120s）， K_l 为系数，其取值范围为 0.003~0.075，模拟中网格采用三角形非结构网格，每个网格时间步长和空间步长差异较大，故其扩散系数差异较大，模型中通过设置的时间步长和空间步长进行自主计算分配； c 为悬浮泥沙浓度； F 为衰减系数， $F=p \cdot ws$ ， p 为沉降概率，项目所处海域取值介于 0.1~0.5， ws 为沉速，根据沉积物粒径级配求得项目区沉速为 0.005507m/s 左右； s 为悬浮泥沙排放源强， $s=QSCS$ ，式中 QS 为排放量， CS 为悬浮泥沙排放浓度。

（2）边界条件

岸边界条件：浓度通量为零；

开边界条件：

入流： $C|_{\Gamma} = P_0$ ，式中 Γ 为水边界， P_0 为边界浓度，模型仅计算增量影响，取 $P_0=0$ 。

出流： $\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n^w} = 0$ ，式中 U_n 边界法向流速， n 为法向。

（3）初始条件

$$C(x, y)|_{t=0} = 0。$$

5.3.1.2 模拟参数设置

（1）悬浮泥沙发生点

为得到悬浮泥沙可能影响的最大范围，在施工范围边缘选取预测控制点，在此选取 52 个悬浮泥沙计算点进行预测。悬沙发生点位置见图 5.3-1。

略

图 5.3-1 工程施工悬沙发生点

(2) 悬浮泥沙源强

项目建设过程中引起的悬浮泥沙扩散主要源于布设锚固时的抛石，锚固布设过程中一方面由于细颗粒泥沙带入水中增加水体悬浮物浓度，另一方面锚固布设挤出的泥沙也产生颗粒悬浮物。对于前者由于本工程采用的锚固细颗粒泥沙含量极小，故这里不计锚固直接带入水中的泥沙。根据《水运工程技术四十年》（人民交通出版社，1996 年），抛石挤淤形成的颗粒物悬浮源强按下式计算：

$$S_1 = (1 - \theta_1) \cdot \rho_1 \cdot \alpha_1 \cdot P$$

式中： S_1 ——抛石挤淤的悬浮物源强(kg/s)；

θ_1 ——沉积物天然含水率（%），取 20%；

ρ_1 ——泥沙中颗粒物湿密度（g/cm³），取 1.4g/cm³；

α_1 ——泥沙中悬浮物颗粒所占百分率（%），取 40%；

P ——平均挤淤强度，根据施工方案，取 0.0075m³/s。

根据计算，锚固布设悬浮泥沙平均源强约为 3.36kg/s。

(3) 泥沙沉降速度

根据《海岸工程环境》（常瑞芳），细泥沙， $D < 0.1\text{mm}$ ，采用斯托克斯公式计算单颗粒泥沙的沉速：

$$\omega = \frac{1}{18} \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g \frac{D^2}{\nu}$$

其中， ρ_s ——沙的密度，取 2650kg/m³；

ρ ——水的密度，取 1000 kg/m³；

g ——重力加速度，取 9.81m/s²；

D ——泥沙的粒径；

ν ——粘滞系数， $\nu = 1.792 \times 10^{-6} \exp(-0.042T^{0.87})$ ，水温 T 取所在海域平均温度 20°C。

泥沙群体平均沉速公式如下：

$$\omega = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^N \Delta P_i \cdot \omega_i$$

其中， ω ——泥沙群体的平均沉速；

ω_i ——粒径为 D_i 的泥沙的沉速；

ΔP_i ——粒径 D_i 的泥沙所占的重量百分数。

样品分析结果表明，项目所在区域平均中值粒径为 0.008mm。根据以上公式计算，模拟时泥沙沉降速度取值为 0.00005m/s。

5.3.1.3 悬浮泥沙扩散对海水水质环境的影响分析

锚固布设引起的悬浮泥沙扩散最大包络范围见图 5.3-2，锚固布设引起的悬浮泥沙扩散最大范围统计结果见表 5.3-1。由计算结果可知，略。

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 5.3-1 施工产生悬浮物（SS）最大包络线影响范围

略
略

图 5.3-2 悬沙最大包络范围示意图

5.3.2 生活生产污水影响分析

本项目建成后用于太阳能发电，生活污水包括施工期和营运期两部分。

5.3.2.1 施工期生活污水影响分析

1) 生活污水：1 艘船舶工作人员为 5 人，作业船舶上每人每天用水量为 50L，污水产生量按用的 85% 估算，则 11 艘船舶上工作人员每日生活污水量约为 2.3375m³，施工期按 30 天计，生活污水的产量是 70.125m³。生活污水主要污染物 COD、氨氮和 SS 的浓度分别约为 400mg/L、40mg/L 和 230mg/L，产生量分别为 28.05kg、2.81kg、16.13kg。

本工程在施工前，根据实际施工人数配置移动式环保厕所，并交由相关处理单位定期清运处理，不外排，不会对水环境造成不利影响。

5.3.2.2 施工废水影响分析

本工程生产污水为施工机械、船舶和车辆维修产生的少量含油污水。机器维修产生的含油污水量较少，不做定量分析。根据实际情况设置一定数量的含油污水收集桶，用来处理含油废水，交由有资质的单位处理，不会对周边环境产生影响。

5.3.2.3 营运期污水影响分析

本工程为天津南港海上光伏项目，项目建成后主要用于太阳能发电，营运期项目本身不产污，运维员工的生活污水依托项目升压站中建设的内部公用设施，光伏板冲洗水中污染物仅为灰尘、鸟类粪便等，接收回陆域，依托升压站内部公用设施处理，不外排。

5.4 项目建设对海湾纳潮量影响评估

5.4.1 基本方程

海湾纳潮量为该海湾高潮水量与低潮水量之差，它是表征半封闭海湾生命力的重要指标，常用的纳潮量计算方法是，计算一个涨潮或落潮周期内通过特定断面的海水通量，其计算公式为：

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} (Q_u + Q_v) dt, \text{ 式中: } Q_u = \sum_{n=1}^n u d l_v; Q_v = \sum_{n=1}^n v d l_u \quad (5.4-1)$$

其中：n 为断面上的总网格数；u、v 分别为东西向和南北向流速；d 为对应的总水深； l_u 和 l_v 分别为网格的东西向和南北向宽度； Q_u 、 Q_v 分别为单位时间内通过该断面的东西向和南北向的水通量； t_1 和 t_2 分别为涨潮（或落潮）周期内通过该断面的水通量。

本报告由于采用数值模型对光伏带来的纳潮量变化进行研究。计算海湾纳潮量也可以对潮波计算结果采用最小二乘法进行调和分析，得到潮汐调和常数，通过潮波数值模拟结果，得到湾内各个网格的平均潮差与其代表面积的乘积，然后累加求和得到海湾平均纳潮量。

平均纳潮量 $\overline{Q_m}$ 计算公式：

$$\overline{Q_m} = \sum_{i=1}^n \Delta H_m^i S_i \quad (5.4-2)$$

式中：

$\overline{Q_m}$ ——平均纳潮量，单位为立方米每秒（m³/s）；

ΔH_m^i ——第 i 个网格的平均潮差，单位为米（m）；

S_i ——第 i 个网格的面积，单位为平方米（m²）；

n ——计算域网格数，单位为个。

对潮波计算结果采用最小二乘法进行调和分析，得到潮汐调和常数，半日潮海湾平均潮差可依据潮汐调和常数进行计算。模型第 i 个网格的平均潮差

ΔH_m^i 计算公式：

$$\Delta H_m^i = 2.02H_{M_2}^i + 0.58 \frac{(H_{S_2}^i)^2}{H_{M_2}^i} + 0.08 \frac{(H_{K_1}^i + H_{O_1}^i)^2}{H_{M_2}^i} \quad (5.4-3)$$

式中：

ΔH_m^i ——第 i 个网格的平均潮差，单位为米（m）；

$H_{M_2}^i$ ——第 i 个网格半日分潮 M_2 的振幅，单位为米（m）；

$H_{S_2}^i$ ——第 i 个网格半日分潮 S_2 的振幅，单位为米（m）；

$H_{K_1}^i$ ——第 i 个网格日分潮 K_1 的振幅，单位为米（m）；

$H_{O_1}^i$ ——第 i 个网格日分潮 O_1 的振幅，单位为米（m）。

5.4.2 计算方案

为了评估光伏设备安装布放建设对海湾平均纳潮量的影响，在工程附近湾口处取 1 个断面，如下图所示，统计一个大小潮周期的湾口断面与海湾岸线围成的区域的平均纳潮量，给出工程前后海湾纳潮量及其变化量。

略

图 5.4-1 海湾纳潮量计算断面图

5.4.3 纳潮量影响评估

对光伏工程建设前后海湾纳潮量进行计算，根据下表可知，工程前海湾纳潮量为 $4.449 \times 10^7 \text{m}^3$ ；工程建设后原始方案海湾纳潮量变为 $4.438 \times 10^7 \text{m}^3$ ，工程海域纳潮量减小量约 0.24%；所以该工程对海湾纳潮量变化影响很小。

表 5.4-1 断面 1 工程前后纳潮量统计

5.5 项目建设对海湾水体交换影响评估

水交换是指水体通过对流和扩散等物理过程与周围水体相互混合，在海湾、近岸海域的水交换研究中，一般是通过定义各种时间尺度来描述水体交换能力的强弱或交换速度快慢，并使用半交换时间、交换率和存留时间等描述其时间尺度。水体交换率是指湾外水体通过潮汐作用进出河口或海湾，每次进入或流出湾内的外海水占整个进潮量或退潮量的比率。而水交换半周期是指在潮汐和径流的共同作用下，湾内水体交换出 50% 到湾外时的周期数。

水体交换半周期在不同的潮周期下出现不同的变化是与当时的潮汐现象、径流作用、风的作用、温度盐度变化等因素有关的，因此要确定防城港海域水体交换的周期不能仅根据某一两次潮周期下的计算来确定，而应该是建立在多个潮周期的计算上，统计出各海域的平均水体交换率和平均水体交换半周期。本课题对多个潮周期的水体交换率和水体交换半周期计算输入数据求取平均值，再根据水体交换率和水体交换半周期的计算公式求出东西湾、珍珠湾和北仑河口的水体交换率和水体交换半周期。

(1) 水体交换律

海水的交换率研究最早由 Parker 提出，后来柏井对其加以丰富，并提出结合涨潮海水交换率和落潮海水交换率的平均海水交换率，假设在一个潮周期内，河口湾中上边界只有径流的流入，而且河口湾的全部物质都均匀溶解在海水当中，根据物质守恒原理，可以推导出涨潮海水交换率、落潮海水交换率和平均海水交换率。

涨潮海水交换率是指涨潮时流入湾内的海水中含第一次进入湾内的外海水所占的比率。根据以上假设，可以得到以下公式：

$$r_E = \frac{q_0}{Q_F} \quad (5.5-1)$$

$$Q_F C_F = q_0 C_0 + q_E C_E \quad (5.5-2)$$

而 $q_E = (Q_F - q_0)$ 与上两式联立，可以得到海水交换率 r_E 为：

$$r_E = \frac{C_F - C_E}{C_0 - C_E} \quad (5.5-3)$$

其中， Q_F 为涨潮时流入湾内的水量； q_0 为第一次流入湾内的外海水量； q_E 为落潮时流出、涨潮时又返回内湾的水量； C_B 为湾内水的指标物质平均浓度；

C_0 为外海水的指标物质平均浓度； C_E 为落潮时流出水的指标物质平均浓度； C_F 为涨潮时流入水的指标物质平均浓度。落潮海水交换率是指落潮时流出湾外的海水中含第一次流出湾外的湾内水所占的比率。同样根据上述假设和质量守恒有：

$$r_F = \frac{q_B}{Q_E} \quad (5.5-4)$$

$$Q_E C_E = q_B C_B + q_F C_F \quad (5.5-5)$$

而 $q_E = (Q_E - q_B)$ 与公式(2.1-4)、(2.1-5)联立得到落潮海水交换率 R_F ：

$$r_F = \frac{C_F - C_E}{C_F - C_B} \quad (5.5-6)$$

其中， Q_E 为落潮时流出湾外的水量； q_B 为第一次流出湾外的内海水量； q_F 为涨潮时返回、落潮时又流出内湾的水量。假设湾内海水与湾外海水作直接交换，考虑到潮汐不等现象，涨潮流量和落潮流量相等即 $Q_F = Q_E = Q$ ，根据物质守恒有：

$$Q(C_F - C_E) = Q r_G (C_0 - C_B) \quad (5.5-7)$$

则平均海水交换率 r_G 为：

$$r_G = \frac{C_F - C_E}{C_0 - C_B} \quad (5.5-8)$$

根据式(2.1-3)、(2.1-6)、(2.1-8)，可以得到一个潮周期湾内平均交换率 r_G 与涨、落潮时海水交换率 r_E 、 r_F 有如下关系：

$$\frac{1}{r_G} = \frac{1}{r_E} + \frac{1}{r_F} - 1$$

$$\text{即 } r_G = \frac{r_E \cdot r_F}{r_E + r_F - r_E r_F} \quad (5.5-9)$$

(2) 水体交换周期

由于海水受海洋动力因素作用及径流降水不断注入新水的影响，一个湾内的旧水要完全交换出去是复杂漫长的。如果不考虑径流、降水，只考虑潮汐和海流作用下的水交换，水交换周期的计算方法为：设湾内海水总量为 Q ，在一个潮周期内涨潮带入湾内的水量与落潮时流出的水量相同，即 $Q_0 = Q_B$ 。则经过一个潮周期后，湾内剩下的旧水量占湾内总水量的比例为：

$$1 - \frac{Q_0 \cdot r_E \cdot r_F}{Q} = a \quad (5.5-10)$$

经过两个周期后，湾内剩下的旧水量占湾内总水量的比例为：

$$a\left(1 - \frac{Q_0 \cdot r_E \cdot r_F}{Q}\right) = a^2 \quad (5.5-11)$$

以此类推，经过 n 个周期后，湾内所剩的旧水量占湾内总水量的比例为：

$$a^{n-1}\left(1 - \frac{Q_0 \cdot r_E \cdot r_F}{Q}\right) = a^n \quad (5.5-12)$$

假设经过x 个周期以后，湾内海水被交换出 50%，则有：

$$0.5 = a^x \quad (5.5-13)$$

于是我们得到湾内海水交换出 50% 时的周期数x：

$$x = \log 0.5 / \log a$$

5.5.1 工程前后水体交换率和交换半周期变化

设置该海湾内的保守物质浓度为 1，湾外浓度为 0，进行了水体交换数值研究，模拟计算从大潮期开始，研究海湾的位置与海湾和外海的分界线如图 5.5-1 所示。工程前计算开始 1 天后，2 天后，5 天后，10 天后海湾保守物质浓度如图 5.5-2 所示，工程后计算开始 1 天后，2 天后，5 天后，10 天后海湾保守物质浓度如图 5.5-3 所示，可以看出工程前后海湾保守物质扩散趋势相同，湾内靠近湾口的区域由于与湾外联通性较好，因此 1 天后保守物质浓度基本降至 0.4 以下，5 天后，除海湾西侧小部分地区外，保守物质基本扩散到湾外，10 天后整个海湾保守物质浓度基本降至 0.05 以下；海湾工程前保守物质浓度随时间变化如图 5.5-4 所示，海湾工程后保守物质浓度随时间变化如图 5.5-5 所示。

略

图 5.5-1 海湾纳潮量计算断面图

略

图 5.5-2 海湾工程前保守物质浓度变化曲线

略

图 5.5-3 海湾工程后保守物质浓度变化曲线

略

图 5.5-4 海湾工程前保守物质浓度分布图

略

图 5.5-5 海湾工程后保守物质浓度分布图

5.5.2 水体交换影响评估

经计算，海湾水体半交换时间工程前水体半交换时间约为 2.18 天，30 天水交换率为 99.82%；工程建设后水体半交换时间约为 2.25 天，30 天水交换率为 99.80%，结果见表 5.5-1。工程建设不会引起南港东南侧整个半封闭海域口门形态和宽度的变化，工程实施主要包括光伏方阵、锚固系统及浮式防波堤。经对比发现，工程建设引起的水体半交换时间延长约 1.68 小时，工程建设对水体交换影响甚微。

表 5.5-1 工程前后半交换时间及 30 天水交换率

略

5.6 微塑料对海洋环境的影响分析

“微塑料”，通常被认为是粒径小于 5mm 的塑料纤维、颗粒或者薄膜，被形象地喻为是海洋中的“PM2.5”。微塑料的重要成分代表是低密度聚乙烯和高密度聚乙烯。

微塑料对于水体的影响不容忽视。从现有模式来看，微塑料在水体表面会遮盖住阳光，影响海洋中藻类的光合作用，使得海洋水体的自净能力下降，在水体深处，使得海水成分变复杂，生物环境变苛刻。在带来物理污染的同时，微塑料可能还会带来复合污染，由于本身具有疏水性强等特点，在迁移过程中，可吸附海洋中的 POPs、重金属等有害物质。通过物质循环，可能对生物造成污染。同时，微塑料具有富集性和传递性，会影响水生生物的产卵量和繁殖能力。因此，对海洋微塑料的关注与防治是非常重要的。

本项目主要建设内容为海上漂浮式光伏发电系统，光伏方阵下部的浮体采用高密度聚乙烯（HDPE）材质，市场上分为工业级 HDPE、食品级 HDPE 及医疗级，本项目浮体所采用的 HDPE 材料是经过 TUV 检测机构认证的，属于食品级，具有较高的强度和刚度，抗腐蚀能力较强，不会产生析出物。但从保障海洋环境安全的角度考虑，建设单位应在施工期及营运期对工程所在海域的海洋环境进行跟踪监测，并在施工前进行浮体析出的检测实验。

5.7 海洋沉积物环境影响分析

现状调查结果表明，工程海区周边海洋沉积物质量除个别站位外，其余均符合第一类沉积物质量标准，沉积物质量良好。

本项目建设内容为海上光伏发电系统、升压站、光伏发电系统与升压站中间的 9 回路光伏集电线路以及升压站与中石化乙烯项目间的 3 回路地埋输电线路，升压站及升压站与中石化乙烯项目间的地埋输电线路所在区块已随南港工业区整体填海完成施工，现阶段施工不会对海洋沉积物造成影响；海上漂浮式光伏，水下部分利用混凝土锚块固定，工程所需预制件外购，无毒无害、不含放射性等污染物，没有其他污染物的混入，不会对海洋沉积物质量造成不利影响，并且这种影响是暂时和可恢复的。

锚固系统安放施工会引起一定范围内悬浮物增加，悬浮泥沙粒径小、粘度大，沉降到海底后使海底表层沉积物粒径变小，粘性变大。锚块安放会导致海底沉积物会再次沉积海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，不会对海底沉积物质量产生不利影响。

5.8 大气环境影响分析

本工程为天津南港海上光伏项目，项目建成后主要用于太阳能发电，营运期无大气环境影响，因而对大气环境的影响主要存在于施工期。

项目施工期大气污染主要来源于陆域部分土建过程场地平整、车辆运输、和施工过程中产生的扬尘；运输车辆及施工机械、船舶产生的尾气，主要含有 SO_2 、 NO_x 等，其产生量及废气中污染物浓度视其使用频率及发动机对燃料的燃烧情况而异。

本项目土建施工和运输产生的扬尘属于无组织排放，在施工期间采取遮挡施工，洒水抑尘等措施，且项目施工期有限，产生的大气环境影响时段短，随施工活动的结束产生的大气环境影响也将随之消失。

本项目产生的尾气属于点源无组织排放性质，具有间断性产生、产生量较小、产生点相对分散、易被稀释扩散等特点。加之项目区施工范围相对较大，施工场地周围较空旷、地面风速也较大，大气扩散条件相对较好，故一般情况下，施工机械和运输车辆、船舶所产生的废气污染在空气中经自然扩散和稀释后，对评价区域的空气环境质量影响不大。

项目位于南港工业区，周边无大气环境敏感目标，且项目区域海域开阔，项目产生的扬尘和尾气对大气环境影响较小，因而不做定量分析。

5.9 声环境影响分析

本工程为天津南港海上光伏项目，项目建成后主要用于太阳能发电，因而对声环境的影响主要存在于施工期，营运期无声环境影响。

5.9.1 噪声源分析

施工期的噪声主要来源于施工现场的各类机械设备噪声、施工作业噪声以及物料运输造成的交通噪声。

根据对施工噪声的分类和主要噪声源的分析，可以看出施工噪声源虽较多，但从其声功率和工作时间来看，需要控制的各阶段的主要机械噪声源如下表所示。

表 5.9-1 工程主要施工设备、机械噪声特性表

污染源	最大声级 (dB)	测点与声源距离 (m)	排放方式
振捣棒	90	1	自然传播
装载机 (30 马力)	83~93	1	
升降机	75~85	1	
电锯	89	1	

5.9.2 模型预测

本评价采用点源衰减模式，预测计算施工机械噪声源至受声点的几何发散衰减，计算中不考虑声屏障等衰减，预测公式如下：

$$L_r = L_{r0} - 20 \lg r/r_0 - \alpha (r - r_0)$$

式中： L_r —受声点（即被影响点）所接受的声压级，dB (A)；

L_{r0} —噪声源的声压级，dB (A)；

r —声源至受声点的距离，m；

r_0 —参考位置的距离，取 10m；

α —大气对声波的吸收系数，dB (A) /m，取平均值 0.008dB (A)

/m。

利用上述公式，按噪声最高的装载机(声源 1m 处声级 90 分贝)计算，预测计算在不同距离处的贡献值，预测计算结果见下表。

表 5.9-2 各主要施工机械在不同距离处的贡献值 单位：dB (A)

序号	施工机械名称	声功率级 [dB(A)]	不同距离处的噪声贡献值[dB(A)]				
			5m	10m	15m	32m	100m
1	装载机	90	76	70	64	60	50

在距离设备 10m 处能达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的昼间要求，即昼间 ≤ 70 dB（A）。本项目夜间不进行施工。

项目位于南港工业区，工程周围无声环境敏感目标，施工期间仅在施工点附近会受到施工噪声影响，每个工程点的施工时间较短，随着施工期的结束，对周围环境的噪声影响将随着消失。在采取相应声环境保护措施后，项目施工产生的噪声对周围环境的影响可以接受。

5.10 固体废物影响分析

本工程为天津南港海上光伏项目，项目建成后主要用于太阳能发电，项目建设固体废物的影响主要存在于施工期。

本项目建设固体废物为生活垃圾和极少量建筑剩余料。施工人员会产生少量的生活垃圾。通过设置一定数量的垃圾桶，统一收集后，委托环卫部门清运处置；建筑剩余料由建设单位回收处理，不会对周围环境产生不利影响。

本项目建成后用于太阳能发电，运维期间工人产生的生活垃圾依托升压站内部已建公用设施处理，对环境无影响。

5.11 生态环境影响预测与分析

5.11.1 海洋生态环境影响分析

5.11.1.1 构筑物安放对生态环境的影响分析

本项目光伏阵列将长期占用该区域，被锚固占用区的底栖生物将全部丧失，海洋生态功能不可恢复。对底栖生物群落而言不仅损失了工程区内的资源量，而且也丧失了该区域的栖息环境。根据现状调查资料及相关历史资料，项目用海区域未发现珍稀濒危物种和其他需要特别保护的海洋生物物种。

5.11.1.2 施工期悬浮泥沙对生态环境的影响分析

本项目施工过程中产生的少量悬浮泥沙对周边海域的水质影响很小，不会扩散至外海区域。但悬浮泥沙浓度增高将对影响区内的生物资源造成不利影响。

（1）对浮游植物的影响

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。

在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，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

悬浮泥沙将对浮游动物的生长率、摄食率产生一定影响。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。

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，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。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。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表明：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光合作用。嵊泗洋山深水港环评工作中，东海水产所曾做过疏浚泥沙对海洋生态系统的影响实验。实验结果表明虽然疏浚泥沙对海洋生态系统无显著影响，但却会引起浮游动植物生物量有所下降。东海水产所对长江口疏浚泥沙所做的不同暴露时间动态悬沙对微绿球藻

（*N.oculata*）和牟氏角毛藻（*C.Mueller*）的生长影响试验结果，进行统计回归分析，结果表明海水中的悬沙强度的增加对浮游植物的生长有明显的抑制作用。施工期间对浮游动物的相对损失率在 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%。同时会降低水体的透明度，影响浮游植物的光合作用继而导致初级生产力下降。大量的悬浮物出现在局部水域可能会堵塞仔幼鱼的鳃部造成窒息死亡，在自然环

境中，悬沙量的增加会影响以浮游植物为食的浮游动物的丰度，间接影响蚤状幼体和大眼幼体的摄食率，最终影响其正常发育。

（3）对游泳生物的影响

游泳生物主要包括鱼类、虾蟹类、头足类软体生物等。海水中悬浮物在许多方面对游泳生物产生不同的影响。首先是水体中悬浮微粒过多时将导致水的混浊度增大，透明度降低现象，不利于天然饵料的繁殖生长，其次水中大量存在的悬浮物也会使游泳生物特别是鱼类造成呼吸困难和窒息现象，因为悬浮微粒随鱼的呼吸动作进入鳃部，将沉积在鳃瓣鳃丝及鳃小片上，损伤鳃组织或隔断气体交换的进行，严重时甚至导致窒息。

工程所在海域鱼类的规避空间大，因此工程施工对游泳生物影响较小；而虾蟹类因其本身的生活习性，大多对悬浮泥沙有较强的适应性，因此悬浮泥沙对该海域游泳生物的影响不大。

（4）对生物质量的影响分析

项目施工作业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物质进入水体中，对水体产生二次污染。这些重金属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。

5.11.1.3 光伏板遮蔽对区域生态环境的影响

光伏发电系统的建设，一方面会导致其下部的海域被遮蔽，进而造成水域内植物的光合作用减弱，水域生产能力减退。另一方面，海面遮蔽条件下，能够减少水分蒸发，抑制水体富营养化，对水体生态系统起到一定的正面作用，工程建设可能造成游泳生物资源密度的降低，但波动不大。建设单位需在营运期对工程海域的生态系统进行跟踪监测。

5.11.2 项目建设对生物资源的影响分析

5.11.2.1 工程海域生物资源概况

本工程海上光伏发电系统拟建于南港工业区东南角港池内，该港池西、北侧为南港工业区已填成陆区域，东、南侧建设有防波堤，但东、南防波堤未合拢，造成港池东南部形成一长度约 2 公里的口门，因此该港池属于半封闭海域，相对于外海水体交换能力相对较弱，港池内的生态系统和外海也较为不

同，所以本项目用海造成的生物资源损失量按照港池内调查站位的生物资源量进行计算。

表 5.11-1 2021 年 10 月工程海域生物资源概况（1）

生物种类	2' 站位	单位	数据来源
底栖生物	25.6665	g/m ²	2021/10 数据
浮游植物	51164087	个/m ³	2021/10 数据
浮游动物	1884.8	个/m ³	2021/10 数据

表 5.11-2 2022 年 4 月工程海域生物资源概况（2）

生物种类	a1 站位	a13 站位	均值	单位	数据来源
游泳动物（成体）	178.96	223.98	201.47	kg/km ²	2022 年 4 月 a1 和 a13 站位数据
鱼卵	2.94	7.14	5.04	ind/m ³	2022 年 4 月 a1 和 a13 站位数据
仔稚鱼	2.94	2.38	2.66	ind/m ³	2022 年 4 月 a1 和 a13 站位数据

注：游泳动物包括鱼类、头足类和甲壳类。

5.11.2.2 评估内容

本工程锚固系统建设将长期占用该区域，锚固的安放会引起一定程度的悬浮泥沙扩散，此影响范围要主要集中在单个锚固周围区域，项目建设完成之后，这种影响也会随之消失。

综上，本工程对海洋生物资源损害评估主要为：

- （1）锚固占用区域造成的底栖生物资源损失；
- （2）悬浮泥沙扩散造成的游泳动物资源损失。

5.11.2.3 评估方法

项目建设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）进行评估。

1、占用海域的海洋生物资源量损害评估

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)每平方千米[尾(个)/km²]、尾(个)每立方千米[尾(个)/km³]、千克每平方千米(kg/km²)；

S_i ——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米(km^2)或立方千米(km^3)。

2、污染物扩散范围内的海洋生物资源损害评估

本方法适用于污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

一次性损害：污染物浓度增量区域存在时间少于 15 天(不含 15 天)；

持续性损害：污染物浓度增量区域存在时间超过 15 天(含 15 天)；

A 一次性平均受损量评估

某种污染物浓度增量超过 GB 11607 或 GB 3097 中 II 类标准值(GB 11607 或 GB 3097 中未列入的污染物，其标准值按照毒性试验结果类推)对海洋生物资源损害，按以下公式计算：

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

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(个)、千克(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，单位为尾平方千米(尾/ km^2)、个平方千米(个/ km^2)、千克平方千米(kg/ km^2)；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米(km^2)；

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，单位为百分之(%)。

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

B 持续性损害：

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15 天时，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按以下公式：

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为(尾)、个(个)、千克(kg)；

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损害量，单位为(尾)、个(个)、千克(kg)；

T ——污染物浓度增量影响的实际周期数（以年实际影响天数除以 15），单位个(个)。

污染物对各类生物损失率按下表计算。

表 5.11-3 污染物造成各类生物损失率

污染物 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	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 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。				

本工程施工期间产生的悬浮泥沙浓度增量在区域存在时间少于 15 天，因此按一次性平均受损量评估。

5.11.2.4 评估结果

本项目锚固占用造成生物资源损失的评价对象为底栖生物。悬沙扩散评价对象包括：鱼卵、仔稚鱼、游泳动物。

锚固占用底栖生物量损失：7330 个锚固块共占用海域面积约 2.35hm^2 。（光伏集电线路用海长度约为 70m，利用自重沉入海底进行敷设，对生物资源影响较小，暂不考虑）

对于锚固块占用海域，依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中的 7.2，占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿。根据底栖生物调查，工程海域底栖生物密度为 25.6665g/m^2 ，因此造成底栖生物损失量约为 $1.21 \times 10^4\text{kg}$ 。

$$25.6665 \text{ g/m}^2 \times 23500\text{m}^2 \times 10^{-3} \times 20 \text{ 年} = 1.21 \times 10^4\text{kg}$$

施工悬沙扩散损失量计算结果见下表。施工期悬沙扩散造成浮游植物损失量为 1.63×10^{15} 个，浮游动物损失量为 6.0×10^{10} 个，游泳动物损失量为 1603.2 kg，鱼卵损失量为 1.6×10^8 尾，仔稚鱼损失量为 8.44×10^5 尾。

表 5.11-4 悬沙扩散生物量损失统计

生物种类	面积 (km ²)		水深 (m)	密度	单位	损失率	损失年限	损失量	单位	总损失量
浮游植物	$Bi \leq 1$	0.37	4	51164087	个/m ³	0.05	3	1.14×10^{13}	个	1.63×10^{15}
	$1 < Bi \leq 4$	0.28				0.2	3	3.44×10^{13}		
	$4 < Bi \leq 9$	0.47				0.4	3	1.15×10^{14}		
	$Bi \geq 9$	4.78				0.5	3	1.47×10^{15}		
浮游动物	$Bi \leq 1$	0.37	4	1884.8	个/m ³	0.05	3	4.18×10^8	个	6.0×10^{10}
	$1 < Bi \leq 4$	0.28				0.2	3	1.27×10^9		
	$4 < Bi \leq 9$	0.47				0.4	3	4.25×10^{10}		
	$Bi \geq 9$	4.78				0.5	3	5.41×10^{10}		
游泳动物	$Bi \leq 1$	0.37	-	201.47	kg/km ²	0.05	3	11.18	kg	1603.20
	$1 < Bi \leq 4$	0.28				0.2	3	33.85		
	$4 < Bi \leq 9$	0.47				0.4	3	113.63		
	$Bi \geq 9$	4.78				0.5	3	1444.54		
鱼卵	$Bi \leq 1$	0.37	4	5.04	ind/m ³	0.05	3	1.12×10^6	ind	1.6×10^8
	$1 < Bi \leq 4$	0.28				0.17	3	2.88×10^6		
	$4 < Bi \leq 9$	0.47				0.4	3	1.14×10^7		
	$Bi \geq 9$	4.78				0.5	3	1.45×10^8		
仔稚鱼	$Bi \leq 1$	0.37	4	2.66	ind/m ³	0.05	3	5.9×10^5	ind	8.44×10^5
	$1 < Bi \leq 4$	0.28				0.17	3	1.52×10^6		
	$4 < Bi \leq 9$	0.47				0.4	3	6×10^6		
	$Bi \geq 9$	4.78				0.5	3	7.63×10^7		

5.11.2.5 生态补偿

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），占用渔业水域的生物资源损害补偿按照 20 年补偿，一次性损害按照 3 倍补偿，生态损失估算见下表。

表 5.11-5 工程建设总损失量

施工	影响对象	直接损失量（20年/3倍）	转换率	单价	总补偿额
占用水域	底栖生物	1.21×10 ⁴ kg	/	1万元/t	1.21万元
悬沙扩散	游泳动物	1603.2kg	/	40元/kg	6.4128万元
	鱼卵	1.6×10 ⁸ ind	1%	0.5元/尾 （粒）	80万元
	仔稚鱼	8.44×10 ⁵ ind	5%		2.11万元
合计					89.7328万元

5.12 对敏感目标的影响分析

5.12.1 对大港滨海湿地海洋特别保护区的影响分析

本工程距离大港滨海湿地海洋特别保护区（A6-02）最近 3.0km。

拟建工程营运期的生产废水和生活污水经集中收集处置，不直接排放入海；根据数模结果，施工期光伏场施工产生的 10mg/L 悬浮泥沙最远扩散距离为 1.06km，不会影响到大港滨海湿地海洋特别保护区（A6-02）的海水水质环境；并且本工程在施工期对施工期可能产生船舶碰撞导致的溢油制定了完善的溢油应急计划。因此，正常情况下本工程建设一般不会对大港滨海湿地海洋特别保护区（A6-02）及其保护对象（重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库）产生影响。

5.12.2 对天津大港滨海湿地红线区的影响分析

本项目距离大港滨海湿地生态红线区约为 2.96km，该红线区的管控措施为“禁止围填海、矿产资源开发及其他城市建设开发项目改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动，禁止在青静黄和北排水河治导线范围内建设妨碍行洪的永久性建、构筑物，保障行洪排涝安全”。项目海上光伏发电系统位于南港工业区东南角大港池的西北角，主要建设内容包括光伏板方阵以及配套的锚固、锚链等；项目在陆上区域内建设有升压站及升压站与中石化乙烯项目的地

埋输电线路。施工期，项目人员生活污水均妥善处理不外排，营运期不产生污水。工程建设不会改变红线区海域自然属性，不妨碍行洪排涝安全。

项目建设运营符合天津大港滨海湿地红线区管控要求，不会对天津大港滨海湿地红线区造成影响。

5.12.3 对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响分析

本项目位于南港工业区东南角大港池的西北角区域，属于渤海湾国家级水产种质资源保护区核心区内。本项目的升压站位于南港工业区东南角大港池的西北角西侧陆域内，现阶段陆上施工不会再对渤海湾国家级水产种质资源保护区产生不利影响；漂浮式光伏发电系统和光伏集电线路位于水域内，项目建设时合理施工，对渤海湾国家级水产种质资源保护区产生的影响相对较小，且项目属于新能源开发利用，项目建设符合绿色发展理念。

（1）本项目对保护区主要保护对象小黄鱼和三疣梭子蟹的产卵场影响不大，对中国明对虾产卵场可能会造成一定的影响，因此应采取增殖放流等措施，对中国明对虾资源进行修复和养护，使中国明对虾资源得到有效的恢复。另外由于中国明对虾在渤海分布范围较广，每年采取增殖放流等生物修复措施可有效补充资源，因此该工程虽然对中国明对虾的产卵场造成了一定的危害，但不会对其产卵场的主要功能造成巨大损害。

（2）项目施工期将使周边海域受到悬浮物的污染，但施工结束后，水环境在一定的时间内会恢复到原有的水平，因此施工产生的悬浮物对渔业生态环境的影响属临时性的。

（3）依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）测算，本项目占用渔业水域、施工期悬浮泥沙会造成游泳动物成体（包括鱼类、甲壳类、头足类）、幼鱼、鱼卵、仔稚鱼及底栖生物等损失。

因此，项目建设对于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾部分存在一定程度影响，但是影响范围较小。

5.12.4 对北大港湿地自然保护区沿海滩涂缓冲区的影响分析

北大港湿地在项目区域西南方向约 3.3km，项目本身不占用保护区，但该保护区有丰富的鸟类资源，2000 年出版的《中国湿地保护行动计划》已将天津市北大港湿地列入我国国家级重点湿地名录。因此分析预测工程建设对鸟类资源环境的影响。

本节鸟类资源的调查数据引自 2022 年 7 月天津市博创环保科技有限公司编制的《天津南港海上光伏项目海域使用论证项目鸟类风险评估报告》。

5.12.4.1 施工期对鸟类的影响

工程建设对鸟类的影响主要是受占地、施工噪声、施工灯光以及人为因素影响，鸟类将远离项目施工区域两侧一定范围活动，这将减少其栖息、觅食和活动的面积。

（1）施工过程中机械噪声及人员活动对鸟类的栖息、觅食会产生不利的影响。

（2）施工过程占用海域，该区域为鸟类栖息和觅食区域，对鸟类生境产生侵占效应，从而对当地鸟类资源造成不利影响。

本工程施工时在岸浮体及光伏组件安装至一定规模成为小规模的安装阵列后，通过拖船将在岸阵列拖放至最终锚固水域。先下水的安装阵列拖放至锚固水域远端，后下水的安装阵列拖放至近端，由远至近依次将安装阵列铺满安装区域。因此，施工过程对堤内的影响大于堤外的影响。

根据鸟类调查结果，在空间分布上，北堤和东堤鸟类数量更多，种类更丰富，因此，本项目对北堤鸟类的影响可能更大。

（3）施工期的光污染主要是施工场地夜间施工时的照明灯光和夜间运输车辆的车前大灯。光污染对保护区内部分动物的正常作息和生活产生一定的影响，当施工场地的夜间照明范围大、亮度高时，易给动物造成仍是白天的错觉，干扰鸟类的正常栖息。夜间运输车辆的车前大灯由于具有间断性和偶发性的特点，容易使正在栖息的动物受到惊吓，影响它们的正常休息。

5.12.4.2 运营期对鸟类的影响

（1）栖息地丧失：本项目光伏板占用海域，可能导致鸟类栖息、觅食区域丧失、退化和破碎，从而影响鸟类种群数量的变动和分布格局的变化。

鸟类监测结果显示调查区域为海域，生境较为单一，所能支持的鸟类种类较少，以游禽最为丰富。本项目鸟类调查发现凤头鸕鷀、骨顶鸡、绿翅鸭、绿头鸭、赤膀鸭、斑嘴鸭、罗纹鸭、金腰燕、普通燕鸥和白额燕鸥在拟选址区域内（半封闭海域）水中短暂停留、觅食；苍鹭、小白鹭、夜鹭、环颈雉、灰斑鸠、北红尾鸂鶒、芦鸂鶒、灰伯劳、白头鹎、斑鸠、喜鹊、麻雀主要在堤外侧的草丛觅食、栖息和繁殖；环颈雉主要在堤外侧浅水洼进行觅食、栖息和繁殖；西伯利亚银鸥在浅水洼中短暂停留、觅食；红嘴鸥、西伯利亚银鸥、白腰杓鹬和夜鹭在该海域上空飞越。本项目对于飞越和短暂停留的鸟类影响甚微，可能会对在此栖息和繁殖的鸟类活动区域产生影响。

同时，根据现状鸟类调查数据和项目周边区域鸟类调查情况显示，光伏拟选场地调查到的鸟类均为在天津沿海区域广泛分布的鸟种，该区域并不是其唯一生境。

（2）鸟类与电池板碰撞：与玻璃或建筑物的反射表面一样，光伏板可能会对鸟类造成碰撞风险，尤其是这些表面为垂直表面或在反射光线时。根据IUCN（世界自然保护联盟）发布的《减缓太阳能与风能开发对生物多样性的影响》，这些影响的程度和意义在很大程度上是未知的，仅限于少数研究。初步证据表明，与输电线造成的碰撞风险相比，光伏电池板造成的碰撞风险可能较低。并且到目前为止，几乎没有证据支持所谓的“湖泊效应”的存在，即鸟类将光伏电池板误认为水体。

（3）对水生昆虫的影响：初步研究表明，水生昆虫极易被光伏面板反射的偏振光所吸引，在靠近水体的区域可能会产生巨大影响。有假说认为食虫鸟类会被吸引到电池板上以昆虫为食。

（4）对浮游植物的影响：海域上方安装光伏组件，会减少照射到海域的阳光。光照是影响藻类等浮游植物生长繁殖的重要生态因子，也是藻类生长的重要来源，减少照射到的阳光会对浮游植物产生一定的影响，进而对鸟类的觅食产生影响。

2022年2月中旬~4月中期中石化新星天津公司海上光伏项目部在选址区域北堤西端进行光伏实验工作（下图）。现场观测时仅在光伏项目周围记录到少量的凤头鸕鷀，没有发现其他鸟种，光伏板上也没有发现鸟。经询问现场试验工

作人员，跟调查监测结果一致。可见光伏场地试验期间对鸟类并没有产生明显影响。



图 5.12-1 光伏先导试验场地

5.12.4.3 结论

(1) 施工期工程建设对鸟类的影响主要体现在：①施工机械噪声污染；②施工用地对鸟类生境产生侵占效应；③施工期光污染易惊扰鸟类。运营期对鸟类的影响主要体现在：①鸟类栖息、觅食区域丧失、退化和破碎；②鸟类与电池板碰撞；③太阳能光伏板对水生昆虫、浮游植物产生影响，进而影响鸟类觅食。

(2) 早期规划通过选址来规避风险，是可再生能源开发商最有效的缓解措施。本项目占地类型为海域，拟填海造地地块，且光伏阵列采用浮体安装的方式，因此对生物多样性的影响较小。

本项目建设对堤内鸟类的影响大于堤外鸟类的影响，且该区域并非所观测到鸟类的唯一生境。因此，在认真贯彻 6.4 节所提出的生态保护措施的基础上，本项目的建设是可行的。

6 环境保护措施及其可行性论证

本项目为天津南港海上光伏项目，营运期除偶尔运维需要外，项目本身不产污，项目对环境的影响主要考虑施工期，营运期产污依托升压站内部设置公用工程设施。

6.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

6.1.1 施工期污染环境保护对策措施

6.1.1.1 施工期水污染防治对策措施

本项目施工期产生污水主要有生产和生活污水，生产污水主要是少量施工机械油污水，生活污水则来自施工人员的生活用水。

1、生活污水

本工程施工时，由于各施工点工程量相对较小，为防止生活污水在未能及时清理的情况下污染施工区域的水体，本工程在施工前，根据施工人数配置移动式环保厕所，交由相关处理单位定期清运处理，不外排。

2、施工机械油污水

机械车辆维修冲洗废水中的石油类浓度超过污水排放标准，为防止含油废水对土壤环境和水环境的污染，必须对机械冲洗维护产生的含油废水进行处理。本工程使用机械较少，产生油污水极少量，可设置含油污水收集桶，含油污水统一收集后交由****有限公司处理。

6.1.1.2 施工期大气污染防治措施

在工程建设过程中，大气污染物主要有土方工程、开挖与回填、建筑材料装卸、车辆扬尘及施工垃圾堆放和清运过程产生的扬尘，以及施工机械与驱动设备及施工交通运输车辆等所产生的燃油废气。

本工程采取大气污染防治措施如下：

（1）对施工现场进行科学管理，施工工地设置硬质围挡，物料统一覆盖堆放，尽量减少搬运环节。施工阶段，对作业面和土堆适当喷水，使其保持一定湿度，减少扬尘量；场地内堆存采用密闭式防尘网遮盖；路由施工时分段作业、择时施工；使用商品混凝土，去除水泥搅拌等扬尘量较大的作业环节。

（2）运送土石方的车辆按照规定路线行驶，不得超载，土石方装料高度不得高于车厢边缘高度，密闭运输，以防止土石方洒漏，增加道路路面土石粉

尘；土石方在运输过程中，采用加盖篷布和洒水的方法，以减轻场地和汽车扬尘；运输通过临时性道路或土路时，实施现场车辆速度控制；车辆应配备车轮洗刷设备，或在离开施工场地时用软管冲洗；施工场地和主干道路面定时清扫和洒水，以减少汽车行驶扰动起来的扬尘。

（3）往返于施工区的大型车辆，尾气应达标排放，不能达标的，应安装尾气净化器；其次，执行《在用汽车报废标准》，推行强制更新报废制度。特别是发动机耗油多、效率低、排放尾气严重超标的老旧车辆，应予更新；第三，实施《汽车排污监管办法》和《汽车排放监测制度》。加强对燃油机械设备的维护保养，发动机应在正常、良好状态下工作；采用无铅汽油。

（4）施工期现场做好防尘工作，注意洒水降尘，无雨天每天早、中、晚必须洒水一次；接触粉尘的施工人员必须佩戴口罩等个人防护用具，防止粉尘对施工人员健康带来危害。

6.1.1.3 施工期噪声污染防治措施

为减少施工噪声对环境的影响，主要从噪声源、传播途径、接受者这三者之间进行有效控制。根据本工程的特点，噪声的保护对象主要为施工人员。

（1）选用效率高、噪声低的施工机械设备和大型运输车辆进入工地施工，振动大的设备（部件）应配备减振装置；加强对机械设备的维护保养和正确操作，保证在良好的条件下使用，减少运行噪声。同时采用先进快速施工工艺，缩短工期，减少施工噪声影响的时间。

（2）由于本项目位于南港工业区，周边无居民区、学校、医院等噪声敏感区，运输车辆应当加强维修和保养，保持性能良好，防止噪声污染。

（3）改善施工人员的作业条件，加强劳动保护，高噪声环境下的施工作业人员每人每天的工作时间不多于 6h。给受噪声影响大的施工人员配发噪声防护用品。

6.1.1.4 施工期固体废物处置措施

（1）建筑垃圾处理

本项目的建筑垃圾进行分类处理，筑路、回填、再利用。

（2）生活垃圾

生活垃圾定期清运至城镇生活垃圾卫生填埋场进行无害化卫生填埋处理。

6.1.2 营运期污染环境保护对策措施

本项目为海面漂浮式光伏建设，项目建成后主要用于太阳能发电，项目本身不产污，营运期正常运行的情况下，运维即工作人员乘小船对光伏板进行冲洗，会产生一定量的冲洗水，以及工作人员生活污水、生活垃圾等。

6.1.2.1 营运期水污染防治对策措施

1、生活污水

由于本项目建设升压站的内部有公用工程设施，营运期工作人员生活污水依托升压站综合楼的卫生间处置。

2、光伏板冲洗水

光伏板冲洗水中主要污染物质为灰尘和少量鸟类粪便等，因此每次运维均集中收集，带回陆域，依托升压站内部公用工程设施处置，不外排。

6.1.2.2 营运期固体废物处置措施

升压站内部公用工程区设置垃圾箱，工作人员生活垃圾送到指定垃圾箱，并委托当地的环卫部门及时清运处理。

6.2 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表

建设项目环境保护措施和对策措施一览表见下表。

表 6.2-1 建设项目环境保护对策措施一览表

环境要素	污染源	主要污染物	环保措施
污水	生活污水	COD、氨氮、SS	施工前，根据施工人数配置移动式环保厕所，交由相关处理单位定期清运处理，禁止废水排入海域。
	施工机械油污水	石油类	设置含油废水收集桶，统一收集，交由有资质的单位处理。
废气	燃油废气、施工扬尘	SS、SO ₂ 、NO _x	（1）对施工现场进行科学管理，物料应统一堆放，尽量减少搬运环节。施工阶段，对作业面和土堆适当喷水，使其保持一定湿度，减少扬尘量；使用商品混凝土，去除水泥搅拌等扬尘量较大的作业环节。
			（2）运送土石料的车辆不得超载，装料高度不得高于车厢边缘高度，以防止土石料洒漏，增加道路路面土石粉尘；运输过程中，采用加盖篷布和洒水的方法，以减轻场地和汽车扬尘；运输通过临时性道路或土路时，实施现场车辆速度控制；施工场地和主干道路面定时清扫和洒水，以减少扬尘。

			(3) 往返于施工区的大型车辆，尾气应达标排放，不能达标的，应安装尾气净化器；选择发动机耗油少、效率高的车辆；加强对燃油机械设备的维护保养，发动机应在正常、良好状态下工作；采用无铅汽油。
			(4) 施工期现场做好防尘工作，注意洒水降尘，无雨天每天早、中、晚必须洒水一次；接触粉尘的施工人員必須配戴口罩等个人防护用具，防止粉尘对施工人員健康带来危害。
噪声	(1) 选用效率高、噪声低的施工机械设备和大型运输车辆进入工地施工，振动大的设备（部件）应配备减振装置；加强对机械设备的维护保养和正确操作，保证在良好的条件下使用，减少运行噪声。同时采用先进快速施工工艺，缩短工期，减少施工噪声影响的时间。严禁夜间施工。 (2) 运输车辆昼间工作，以免进出道路附近居民区夜间受交通噪声的干扰，设置限速路牌和禁止鸣笛路牌，限速 30km/h。 (3) 改善施工人员的作业条件，加强劳动保护，高噪声环境下的施工作业人员每人每天的工作时间不多于 6h。给受噪声影响大的施工人員配发噪声防护用具。		
固废	建筑垃圾分类处理，筑路、回填、再利用。		
	生活垃圾定期清运至城镇生活垃圾卫生填埋场进行无害化卫生填埋处理。		

6.3 环境保护措施的可行性论证

6.3.1 施工期环境保护措施的可行性论证

本工程在施工中采用先进的施工设备和工艺，从生产源头控制污染物的发生、节约能源，并选用清洁的原材料，采取合理的污染物处置方式，尽可能使工程建设所带来的环境负面影响减少到最低程度。

(1) 节能及清洁生产措施

①施工方案优化

综合考虑施工进度、施工成本、事故风险等因素，在全面调查和分析现场施工条件的基础上，合理选择施工设备和施工方法，对整个工程的施工质量、进度和资源消耗做出合理的安排，使工程的质量、工期达到合同规定的要求，成本得到有效的控制。避免在雨季、风暴潮及天文大潮等不利条件下进行施工，以减少泥土的冲刷流失量；严格控制施工区域，避免任意扩大施工范围，以减小施工作业对海洋环境的影响范围，在保证施工质量的前提下，尽量缩短

工期，以减轻施工对工程区及其邻近海域海洋环境的影响，本项目整个施工期引起的悬浮泥沙扩散范围较小，且该影响是短暂的、可恢复的。

②施工设备和机械

项目施工期间采用的各种机械设备主要包括振捣棒、装载机、升降机、电锯、车辆等，施工期间所采用的机械设备均为常规设备，均根据当地施工条件和施工工艺，结合施工单位作业经验，选取效率高、能耗低、低噪声、低污染的机械设备，尽量减少对资源的损耗和破坏，降低对环境的污染。施工过程中供电设施选用合理配置的变压器、照明系统采用节能灯，有感光或定时等自动控制措施，进而起到节约资源，降低能耗的目的。

（2）施工顺序和施工工艺

项目施工顺序科学合理，施工工艺先进，主要体现在以下几方面：

①本着节约用地、节省投资、因地制宜、尽量利用既有设施、便于施工的原则布置施工场地，确保早进场、早准备、早开工。

②本工程仅有少量的建筑垃圾，均做资源化处置，剩余的光伏装置均由建设单位回收，可以节约资源，降低建设成本，利于加快施工进度，满足清洁生产的要求。

根据以上施工顺序和施工工艺过程中清洁生产分析内容，项目施工充分考虑了所处地区的自然环境状况和建筑材料的特点，尽量降低污染的产生和对环境的影响，在满足项目需要的基础上，节约用料。综合以上分析内容，项目施工具有切合实际，可操作性强，利于减小污染影响范围等特点，清洁生产水平较高。

（3）减少污染物的产生

①机械、车辆临时停放处可设置含油污水收集桶，油污水统一收集交由有资质单位处理；根据施工人数配置移动式环保厕所，并委托相关单位定期接收处理。

②通过堆场覆盖、控制车速、控制装载容积、加盖篷布、洒水等等方式，减少施工与运输过程中产生的扬尘；通过加强机械与车辆维修保养以及使用无铅汽油等方式，减少汽车尾气的排放。

③选取低噪声施工机械和运输车辆。合理安排施工时间，做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，合理疏导进入施工区域的车辆，减少汽车会车时的鸣笛。

④在施工区域设置垃圾箱，安排清洁工负责生活垃圾的清扫，将每天的生活垃圾送到指定垃圾箱集中，定期清运至城镇生活垃圾卫生填埋场进行无害化卫生填埋处理。施工结束后拆除临建设施并对剩余建筑材料及时处置，做到不污染周围环境。

从上述措施分析，在落实施工环境监理措施下，施工期较好落实清洁生产措施，主要污染源从源头上得到有效控制。

6.3.2 运营期环境保护措施的可行性论证

本项目为天津南港海上光伏项目，项目建成后主要用于太阳能发电，项目本身不产污，运维期间的产生的污水和固废均依托升压站内设公用设施处置，不外排。

本工程按照清洁生产、保护环境的要求进行了设计，在污染物排放量控制及回收利用等方面都可达到一定的效果，具有可行性。

6.4 鸟类保护对策措施

本节部分引自 2022 年 7 月天津市博创环保科技有限公司编制的《天津南港海上光伏项目海域使用论证项目鸟类风险评估报告》。

6.4.1 施工期鸟类生态环境保护措施

(1) 合理安排施工时间，避免在鸟类迁徙高峰期与繁殖期进行施工作业，以避免在敏感时期干扰鸟类。这是施工阶段最有效的缓解方法。

(2) 严格控制施工范围。本项目占用的主要生境为海域，本项目施工期严格控制了施工范围，划定了施工作业区，严禁到非施工区活动。

(3) 在非敏感区域内设置临时工程。施工期间在非敏感区域设置施工营地、材料堆放场等，现场施工作业机械划定了活动范围。

(4) 限制来往于项目区域内的车辆数量和速度。

(5) 避免夜间施工，避免车辆灯光和施工人员照明灯光对鸟类的影响。

(6) 降低噪声影响。施工期的运输车辆采取禁止鸣笛、限速行驶等措施降低施工噪声对于鸟类的影响。

(7) 防止入侵物种在施工现场内外的引入、移动和传播，如在车辆进入现场指定区域前进行冲洗。

(8) 减少污染物排放。本项目施工期间定期对于施工区域进行洒水降尘，施工期间产生的弃土运至市政部门指定的地点存放，施工人员的生活垃圾由环卫部门统一清运处置。

(9) 对施工人员进行管理。本项目施工期间对施工人员严格管理，对施工人员进行关于野生动物保护的宣传教育，给施工人员讲解野生动物保护和自然保护区保护的有关法律法规，制定了有关动物保护、生态保护的规定和奖惩措施。

6.4.2 运营期鸟类生态环境保护措施

(1) 设置标识牌。在进入敏感区范围的地段设置标识牌，以提醒驾驶人员进入了敏感地段；为避免鸟类撞车和减弱汽车噪声、灯光对栖息在附近鸟类的影响，在进入敏感区范围的路段设置限速、禁鸣等标识牌。

(2) 减少反射偏振光。玻璃表面可以强烈反射水平偏振光，水生昆虫利用水体光线的水平偏振来寻找产卵地点，因此在水中产卵的昆虫易被这种结构所

吸引。有研究表明，太阳能电池板对蜉蝣、毛翅目、双翅目最具吸引力，它们在太阳能电池板上方产卵的频率高于偏振度较低的表面（包括水面），但总体上它们会避开无偏振的白色边框和白色栅格的太阳能电池板。若水生昆虫在光伏板上产卵，卵可能无法存活。因此，采取降低偏振光的措施可以降低对水生昆虫的影响。

太阳能电池板一般有基片、减反射膜、盖板、填充材料、背板、密封条及框架组成。太阳辐射能（太阳光）照射在电池板上，反射部分分别产生于表面的玻璃板、减反射膜和晶体硅片。

太阳能电池板发展目标之一就是要逐渐提高光能的转换效率，而提高光能转换效率的主要措施之一就是减少组件的光反射率。太阳能电池板的减反射特性如下：

①基片的减反射特性

为了提高太阳能电池性能，基片表面制作绒面，有效的绒面结构使得入射光在表面进行多次反射和折射，增加光的吸收率，通常使用带激光刻槽或者化学腐蚀方法，使基片表面形成凹凸不平的绒面，这些绒面在显微镜下呈现非周期性排列的金字塔型。

②减反射膜

在太阳光入射的一侧利用带有绒面的透明导电层（TCO 层，材料为 SnO_2 ）作为减反射层，可大大降低光的发射，对可见光和近红外光的反射率为 10-13%。其他波长的光，包括紫外光和红外光都透过玻璃和硅材料。

③玻璃板的减反射特性

太阳能电池板的封装盖板玻璃能够充分透过太阳光以利于硅晶板吸收，并以自身强度保护下面的发电面板不收外界环境的天气的影响。主要玻璃板为低铁钢化绒面玻璃，在太阳能光谱响应的波长范围内透光率达 91% 以上。为了提高光电转换效率，采用表面设有金字塔凹凸设计的玻璃盖板，可以抑制表面太阳光的反射，使更多的阳光射入太阳能电池板。

本项目采用单晶硅太阳能电池，电池组件的最外层为绒面钢化玻璃，透光率极高，达到 95% 以上，光伏阵列的反射光极少，产生反光影响范围很有限。

太阳能电池组件对阳光的反射以散射为主，其总反射率低于玻璃幕墙，无眩光。

7 环境风险分析与评价

项目建设环境风险一般来自两个方面，一方面是项目自身引起的突发或缓发环境事件对海域资源、环境造成的危害；另一方面是由于海洋灾害导致海域使用项目发生破坏、事故等造成的对海域的危害。本工程天津南港海上光伏项目，建成后主要用于太阳能发电，项目本身不涉及危险物质和危险生产工艺，但施工期和营运期使用到船舶，可能发生船舶溢油风险；除此之外，本项目自身环境风险主要为光伏阵列锚链缆绳断裂以及台风、风暴潮、地震等自然灾害导致的光伏阵列漂移碰撞事件。

7.1 事故危害识别

（1）锚链缆绳断裂事故

在大风浪条件下，锚链缆绳可能发生断裂。一旦发生，则可能造成方阵之间的相互碰撞，严重情况下造成连锁反应，大片方阵发生漂移。

（2）船舶溢油事故

当车辆、船舶和机械内的贮油箱、输油管等发生破损，或船舶发生碰撞事故时，就可能会发生油料泄漏。由于船舶施工期较短，随着施工的结束，施工船舶发生溢油事故的风险将不存在；营运期运维需要小船，运维频率较低，营运期的船舶发生溢油事故的概率和发生事故的溢油量极小。船舶碰撞事故发生频率较工程中其它事故发生频率相对较低，但一旦发生，后果十分严重。

7.2 事故后果分析

7.2.1 锚链缆绳断裂事故分析

本项目属于漂浮式光伏建设，光伏板利用支架固定在漂浮装置上，水下为锚固系统，锚固系统与漂浮装置间用锚链和缆绳连接固定，方阵之间采用共锚结构，一旦出现极端天气情况，个别锚链和缆绳发生断裂，一定程度内还可以维持整体稳定，但若断裂较多，则会导致方阵之间相互碰撞，甚至大块方阵整体漂移。

7.2.2 船舶溢油事故分析

本项目建设于南港工业区东南角大港池的西北角的水域内，西侧距离陆域约 95m，施工过程中涉及使用船舶运输物料，在施工过程中，由于管理疏忽、

操作违反规程或失误等原因引起石油类跑、冒、滴、漏事故的可能性是存在的，可能会对水域造成油污染。

7.3 风险事故影响预测与评价

7.3.1 锚链缆绳断裂事故影响分析

本项目光伏方阵通过锚固系统进行固定，锚固系统包括锚块、锚链、缆绳三个组成部分，项目运营过程中，可能存在由于恶劣极端天气和锚固系统老化，而造成的锚链及缆绳断裂风险，项目建设单位应制定严格的锚链缆绳断裂应急预案，并定期或不定期对项目所在海域进行监视。

锚链断裂后存在光伏阵列漂移位移的风险，若有现场作业人员，可能对其人身安全造成危险。

7.3.2 船舶溢油事故影响预测

7.3.2.1 溢油事故概率分析

据统计，从 1976~1985 年间，全球海上共发生 100t 以上重大溢油事故 293 次（包括开阔海面、狭长航道、港口码头溢油事故），每年 29.3 次，期间全球海上运输石油平均每年 $170000 \times 10^4 \text{t}$ ，则平均每运输 $5800 \times 10^4 \text{t}$ 石油发生一次重大溢油事故。而根据统计估算，航道和港口溢油事故发生率占整个石油运输过程事故发生率 75%。

海上轮船溢油事故率即溢油事故发生的概率，是指在特定的时间内，事故可能出现的次数。从我国 1997~2002 年船舶溢油事故的统计情况来看，6 年间沿海船舶、码头共发生 1t 以上溢油事故 178 起，其中操作性事故 145 起，占总事故数的 82%，事故性事故 33 起，占总事故数的 18%。按溢油量计算，145 起操作性事故的溢油量为 648t，平均每起 4.47t，占总溢油量的 8%；33 起事故性事故的溢油量为 7735t，平均每起 234t，占总溢油量的 92%。

对我国近 14 年内发生的 452 起较大溢油事故调查分析表明，虽然发生溢油事故的原因有多种多样，但是最主要的原因是船舶突遇恶劣天气，风大、流急、浪高，加之轮机失控，造成船舶触礁和搁浅，引发重大溢油事故发生。特别是在河口、港湾、沿海等近岸水域，由于海底地形复杂多变，船舶溢油事故发生的频率较外海大得多。我国 452 起较大溢油事故的统计分析，因碰撞和搁

浅而导致的船舶溢油事故比例高达 55.3%，绝大部分都发生在近岸海域，相应的溢油量占总溢油量的 43.6%，船舶溢油事故对近海的环境污染危害很大。

表 7.3-1 我国近 14 年内重大船舶溢油事故统计分析

事故原因	溢油次数	占事故总数比 (%)	溢油量估值 (吨)	溢油量占货量 (%)	溢油地区					
					码头	港湾	进港时	近岸 (50 里以内)	外海	其他区
机械事故	11	2	30500	3	0	1	1	5	3	1
碰撞	126	28	189000	19	5	41	25	45	9	1
爆炸	31	7	97000	10	5	4	0	6	15	1
失火	17	4	3000	0.5	10	2	0	1	4	0
搁浅	123	27	235000	24	1	27	40	53	0	2
撞击	46	10	14000	1.5	18	15	5	5	2	1
结构损坏	94	21	346000	36	8	9	4	7	54	12
其他原因	4	1	56000	6	1	0	0	2	1	0
总计	452	100	9705000	100	48	99	75	124	88	18

溢油的危害主要有如下几个方面：

（1）溢油对鸟类的危害

海面上的溢油对鸟类的危害最大，尤其是潜水摄食的鸟类。这些鸟类以海洋浮游生物及鱼类为食，当接触到油膜后，它们的羽毛能浸吸油类，从而失去防水、保温能力。另一方面它们因不能觅食而用嘴整理自己的羽毛，摄取溢油，造成内脏的损伤，最终它们会因饥饿、寒冷、中毒而死亡。

（2）溢油对海洋浮游生物的影响

浮游生物是最容易受污染的海洋初级生物，一方面它们对油类的毒性特别敏感，即使在溢油浓度很低的情况下它们也会被污染；另一方面浮游生物与水体是连成一体，海面浮油会被浮游生物大量吸收，并且，它们又不可能像海洋动物那样避开污染区。另外，海面油膜对阳光的遮蔽作用影响着浮游植物的光合作用，会使其腐败变质。变质的浮游植物以及细胞中进入碳氢化合物的藻类都会危及以浮游生物为食的海洋生物的生存。一旦浮游生物受到污染，其他较高级的海洋生物也会由于可捕食物的污染而受到威胁。

（3）溢油对渔业的危害

成鱼有着非常敏感的器官，因此，它们一旦嗅到油味，会很快地游离溢油水域。而生活在近岸浅水域的幼鱼更容易受到溢油的污染。当毒性较大的油进入浅水湾时，不论是自然原因还是使用分散剂，都会对该水域的幼鱼造成多方面的危害。油对成鱼的长期影响主要是鱼的饵料。

养鱼场网箱里的鱼因不会逃离，受溢油污染后将不能食用。近岸养殖的扇贝、海带等也是如此。另外，用于养殖的网箱受油污染后很难清洁，只有更换才能彻底消除污染，这样的费用是十分昂贵的。

（4）溢油对浅水域及岸线的影响

浅水域通常是海洋生物活动最集中的场所，如贝类、幼鱼、珊瑚等活动在该区域，也包括海草层。溢油对该类水域的污染异常敏感，造成的危害在社会上反应强烈。

溢油对岸线沙滩的污染威胁，直接影响到旅游业。靠海滨浴场、沙滩发展的旅游业是有季节性的，在溢油发生的初始阶段首先要考虑这一问题，以便及时地采取措施，把溢油对旅游业的影响控制到最低程度。

（5）溢油对码头的危害

码头和游艇停泊区对溢油也是非常敏感的，通常情况下需要对港区水域进行清理，这势必会影响到船舶的进出港。要对被污染的游艇和船舶采取清洁措施，这种操作的费用也是较高的。

7.3.2.2 溢油模拟方法

（1）海上油膜动态预测模式简介

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生不断变化。油粒子模型是基于拉格朗日体系，把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是由这些大量的油粒子所组成的云团。首先计算各个油粒子的位置变化、组分变化、含水率变化，然后统计各网格上的油粒子数和各组分含量可以模拟出油膜的浓度时空分布和组分变化，再通过热量平衡计算模拟出油膜温度的变化，最后根据油膜的组分变化和温度变化计算出油膜物理化学性质的变化。

1) 扩展运动：采用修正的 Fay 重力—粘力公式计算油膜扩展

$$\frac{dA_{oil}}{dt} = K_a A_{oil}^{1/3} \left(\frac{V_{oil}}{A_{oil}} \right)^{4/3}$$

式中, A_{oil} 为油膜面积, $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$, R_{oil} 为油膜直径; Ka 为系数; t 为时间;

油膜体积为: $V_{oil} = \pi R_{oil}^2 h_s$

初始油膜厚度 $h_s=10\text{cm}$ 。

2) 漂移运动: 油粒子漂移的作用力是水流和风拽力, 油粒子总漂移速度由以下权重公式计算

$$U_{tot} = c_w(z)U_w + U_s$$

其中 U_w 为水面以上 10m 处的风速; U_s 为表面流速; c_w 为风漂移系数, 一般在 0.03 和 0.04 之间。

风场数据从气象部门获得, 而流场从二维水动力模型计算结果获得。但是一般二维水动力模型计算出的是垂向平均值, 必须据此估算流速的垂向分布。假定其符合对数关系

$$V(z) = \frac{U_f}{\kappa} \ln\left(\frac{h-z}{k_n/30}\right)$$

其中 z 为水面以下深度; $V(z)$ 为对数流速关系; κ 为冯卡门常数 (0.42); k_n 为 Nikuradse 阻力系数; U_f 为摩阻速度, 定义为

$$U_f = \frac{V_{mean}\kappa}{\ln\left(\frac{h}{k_n/30} - 1\right)}$$

其中 V_{mean} 为平均流速。 $z = h - \frac{k_n}{30}$

当水深大于此位置时模型假定对流速度为 0。当 $z=0$ 时, 即可求出表面流速 U_s :

$$U_s = V(0)$$

3) 紊动扩散: 假定水平扩散各向同性, 一个时间步长内 α 方向上的可能扩散距离 S_α 可表示为

$$S_\alpha = [R]_{-1}^1 \sqrt{6D_\alpha \Delta t}$$

其中 $[R]_{-1}^1$ 为 -1 到 1 的随机数, D_α 为 α 方向上的扩散系数。

4) 风化过程：油粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程，在这些过程中油粒子的组成发生改变，但油粒子水平位置没有变化。对轻质油主要考虑蒸发的影响。

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定：

在油膜内部扩散不受限制（气温高于 0℃以及油膜厚度低于 5—10cm 时基本如此）；

油膜完全混合；

油组分在大气中的分压与蒸气压相比可忽略不计。

蒸发率可由下式表示

$$N_i^e = k_{ei} \frac{P_i^{sat}}{RT} \frac{M_i}{\rho_i} X \text{ [m}^3/\text{m}^2\text{s]}$$

其中 N 为蒸发率； k_e 为物质输移系数； P^{SAT} 为蒸气压； R 为气体常数； T 为温度； M 为分子量； ρ 为油组分的密度； i 为各种油组分。 k_{ei} 由下式估算

$$k_{ei} = k A_{oil}^{0.45} S_{ci}^{-2/3} U_w^{0.78}$$

其中 k 为蒸发系数； S_{ci} 为组分 i 的蒸气Schmidts数。

5) 热量迁移：蒸气压与粘度受温度影响，而且观察发现通常油膜的温度要高于周围的大气和水体。

①油膜与大气之间的热量迁移：油膜与大气之间的热量迁移可表达为

$$H_T^{oil-air} = A_{oil} k_H^{oil-air} (T_{air} - T_{oil})$$

$$k_H^{oil-air} = k_m \rho_a C_{pa} \left(\frac{S_c}{P_r} \right)_{air}^{0.67}$$

其中 T_{oil} 为油膜温度； T_{air} 为大气温度； ρ_a 为大气密度； C_{pa} 为大气的热容

量； $P_r = \frac{C_{pa} \rho_a}{0.0241(0.18055 + 0.003T_{air})}$ ，为大气 Prandtl 数。当蒸发可忽略不计

时， $k_H^{oil-air}$ 可简单用下式计算

$$k_H^{oil-air} = 5.7 + 3.8U$$

②太阳辐射：油膜接受的太阳辐射取决于许多因素，其中最重要的为溢油位置、日期、时刻、云层厚度以及大气中的水、尘埃、臭氧含量。一天中的太阳辐射变化可假定为正弦曲线：

$$H(t) = \begin{cases} K_t H_0^{\max} \sin\left(\pi \frac{t - t^{\text{sunrise}}}{t^{\text{sunset}} - t^{\text{sunrise}}}\right) & t^{\text{sunrise}} < t < t^{\text{sunset}} \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

其中 t^{sunrise} 为日出时刻（午夜后秒数）； t^{sunset} 为日落时刻（午夜后秒数）； T_d 为日长，即 $t^{\text{sunset}} = t^{\text{sunrise}} + T_d$ ，由下式计算：

$$T_d = a \cos(\tan \phi \tan \varsigma)$$

其中 ϕ 为纬度； ς 为太阳倾斜角度（太阳在正午时与赤道平面的角度），

$$\varsigma \cong 23.45 \sin\left(360 \frac{284 + n}{365}\right) H_0^{\max} \text{ 为正午的星际辐射，}$$

$$H_0^{\max} = \frac{12K}{t^{\text{sunset}} - t^{\text{sunrise}}} I_{sc} (1 + 0.033 \cos \frac{360n}{365}) (\cos \phi \cos \varsigma \sin \omega_h + \omega_h \sin \phi \sin \varsigma) \text{ 其}$$

中 I_{sc} 为太阳常数（1.353W/m）； n 为一年中日数。 ω_h 为日出的小时角度，正午时为0，每小时等于15（上午为正）； K_t 为系数，晴天时取0.75，随着云层厚度增加而减少，很大一部分的太阳辐射到达地面时已被反射，因此净热量输入为

$$(1 - a)H(t)$$

其中 a 为漫射系数（albedo）。

③蒸发热损失：蒸发将引起油膜热量损失

$$H^{\text{vapor}} = \sum_i N_i \Delta H_{vi} \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ 其中 } \Delta H_{vi} \text{ 为组分i的汽化热。油膜总的动态热平衡}$$

综合考虑了上述各种因素：

$$\begin{aligned} \frac{dT_{oil}}{dt} = & \frac{1}{\varsigma C_p h} [(1 - a)H + l_{air} T_{air}^4 + l_{water} T_{water}^4 - 2l_{oil} T_{oil}^4] \\ & + h_{ow}(T_{water} - T_{oil}) + h_{oa}(T_{air} - T_{oil}) - \sum N_i \Delta H_{vi} \\ & + \left(\frac{dV_{owater}}{dt} \varsigma C_{pw} + \frac{dV_{oil}}{dt} \varsigma_{oil} C_{poil} \right) (T_{water} - T_{oil}) A_{oil} \end{aligned}$$

④油膜与大气之间的热量迁移：油膜与大气之间的热量迁移可表达为

$$H_H^{oil-air} = A_{oil} k_H^{oil-air} (T_{water} - T_{oil}) \quad k_H^{oil-air} = 0.332 + r_w \cdot C_{pw} \cdot Re^{-0.5} \cdot Pr_w^{-2/3}$$

其中 C_{pw} 为水的热容量。 Pr_w 为水的 Prandtl 数

$$Pr_w = C_{pw} v_w \rho_w \frac{1}{0.330 + 0.000848(T_w - 273.15)}$$

$$Re \text{ 为特征雷诺数: } R_e = \frac{v_{rel} \sqrt{4A_{oil}/\pi}}{\eta_w}$$

其中 v_{rel} 为油膜的运动粘滞系数。

⑤反射和接受辐射：油膜将损失和接受长波辐射。净接受量由 Stefan－

Boltzman 公式计算：
$$H_{total}^{rad} = \sigma(l_{air} T_{air}^4 + l_{water} T_{water}^4 - 2l_{oil} T_{oil}^4)$$

其中， σ 为 Stefan－Boltzman 常数[$5.7210^8 W/(m^2 K)$]；

l_{air} 、 l_{water} 、 l_{oil} 分别为大气、水和油的辐射率。

夏季 SE 4.23

冬季 NW 4.10

7.3.2.3 溢油模拟条件

事故地点船舶溢油位置包括施工期发生溢油事故，(溢油发生位置如图 7.3-1)油品泄漏后随着潮流和风漂移，模拟各工况条件下油膜扩散情况。运营期溢油位置选择在碰撞性大型事故易发地点港湾口门处，外溢物取原油作为代表物质，预测中取原油泄漏 100 吨作为事故源强进行计算。

根据南港站气象资料统计，夏季常风向为 SE 向风，平均风速 4.24m/s，冬季主导风向为 NNW 向，平均风速为 4.10m/s。不利风向取 SE 向，风速取六级风(13.8m/s)。施工期溢油泄露点溢油事故模拟情景如表 7.3-2 所示。

略

图 7.3-1 溢油发生点
表 7.3-2 模拟工况设置

事故类型	事故位置	泄漏种类	泄漏规模	溢油时刻	风向	风速
溢油事故	施工期溢油点	原油	100t	涨潮	无风	0m/s
					冬季主导风向 NNW	4.1m/s
					夏季主导风向 SE	4.24m/s
					不利风向 SE 向	13.8m/s
				落潮	无风	0m/s
					冬季主导风向 NNW	4.1m/s
					夏季主导风向 SE	4.24m/s

					不利风向 SE 向	13.8m/s
--	--	--	--	--	-----------	---------

7.3.2.4 溢油模拟结果分析

施工期溢油事故发生后油膜随着海潮的涨落而来回地漂移，在油膜的漂移区域泄漏油品不断地乳化进入海水从而影响海洋水质，海面的油膜和海水中的油类物质同时对海洋生态环境造成严重影响。由于渤海的余流很弱，表层一般在 3~15cm/s 之间，仅为渤海潮流的 1/10 左右，渤海的环流弱而不稳定，因此本报告对溢油扩散的研究选取潮流和风作为主要动力影响因子，对工程附近海湾周边溢油扩散情况进行研究。

表 7.3-3 施工期各工况下溢油最大漂移距离和 72 小时最大扫海面积统计表

风况	溢油后经过时间(h)	涨潮时发生溢油		风况	溢油后经过时间(h)	落潮时发生溢油	
		最大扩散距离(km)	扫海面积(km ²)			最大扩散距离(km)	扫海面积(km ²)
无风	72	10.41	13.52	无风	72	8.70	19.92
冬季 NNW 风(4.1m/s)	72	4.70	7.05	冬季 NNW 风(4.1m/s)	72	11.35	20.43
夏季 SE 风(4.2m/s)	72	11.20	8.96	夏季 SE 风(4.2m/s)	72	9.81	7.10
SE 风(不利风向, 最大风速 13.8m/s)	72	34.43	123.95	SE 风(不利风向, 最大风速 13.8m/s)	72	36.1	92.79

①无风涨潮时溢油

施工期溢油点涨潮溢油时, 在潮流的作用下, 油膜先向西向漂移, 之后跟着落潮流往东漂移, 由于本海域为半日潮流, 油膜在 24 小时内在湾内折返两次, 碰撞事故后 72 小时油品最远漂移距离溢油点为 10.41km, 油膜 72 小时最大扫海面积为 13.52km²。主要对天津市北大港滨海湿地自然保护区和马棚口农渔业区造成影响。

略

图 7.3-2 涨潮时溢油 72h 后最大扫海范围图

②无风落潮时溢油

施工期溢油点落潮溢油时, 在落潮流的作用下, 油膜先向东北向湾外漂移, 之后跟着涨潮流往西漂移, 一个潮周期内在南港外来回漂移, 碰撞事故后 72 小时油品最远漂移距离溢油点为 8.70km, 油膜 72 小时最大扫海面积为 19.92km²。主要对天津市北大港滨海湿地自然保护区和天津东南部农渔业区造成影响。

略

图 7.3-3 落潮时溢油 72h 后最大扫海范围图

③冬季平均风涨潮时溢油

施工期溢油点涨潮溢油时, 在西北风和潮流的作用下, 油膜先向西南向漂移, 之后跟着落潮流往东北处漂移, 由于本海域为半日潮流, 油膜在 24 小时内在湾内折返两次, 碰撞事故后 72 小时油品最远漂移距离溢油点为 4.70km, 油

膜 72 小时最大扫海面积为 7.05km^2 。主要对天津市北大港滨海湿地自然保护区造成影响。

略

图 7.3-4 涨潮时溢油 72h 后最大扫海范围图

④冬季平均风落潮时溢油

施工期溢油点落潮溢油时，在西北风和落潮流的作用下，油膜先向东北向湾外漂移，之后跟着涨潮流往西漂移，由于渤海湾为半日潮流，油膜在 24 小时内南港外折返两次，碰撞事故后 72 小时油品最远漂移距离溢油点为 11.35km ，油膜 72 小时最大扫海面积为 20.43km^2 。主要对天津市北大港滨海湿地自然保护区、马棚口农渔业区和天津东南部农渔业区造成影响。

略

图 7.3-5 落潮时溢油 72h 后最大扫海范围图

⑤夏季平均风涨潮时溢油

施工期溢油点涨潮溢油时，在东南风和潮流的作用下，油膜沿着岸线平行方向往北漂移，由于渤海湾为半日潮流，油膜在 24 小时内湾内折返两次，碰撞事故后 72 小时油品最远漂移距离溢油点为 11.20km ，油膜 72 小时最大扫海面积为 8.96km^2 。主要对天津市北大港滨海湿地自然保护区和天津东南部农渔业区造成影响。

略

图 7.3-6 涨潮时溢油 72h 后最大扫海范围图

⑥夏季平均风落潮时溢油

施工期溢油点落潮溢油时，在东南风和潮流的作用下，油膜最终沿着岸线平行方向往北漂移，由于渤海湾为半日潮流，油膜在 24 小时内湾内折返两次，碰撞事故后 72 小时油品最远漂移距离溢油点为 9.81km ，油膜 72 小时最大扫海面积为 7.10km^2 。主要对天津市北大港滨海湿地自然保护区天津东南部农渔业区造成影响。

略

图 7.3-7 落潮时溢油 72h 后最大扫海范围图

⑦最大不利风(SE 向 13.8m/s)涨潮时溢油

施工期溢油点涨潮溢油时，在东南风和涨潮流的作用下，油膜先向西北海湾内漂移，72 小时后残留的溢油主要分布在泄漏点东北，碰撞事故后 72 小时油品最远漂移距离溢油点为 34.43km，油膜 72 小时最大扫海面积为 123.95km²。主要对天津市北大港滨海湿地自然保护区、马棚口农渔业区、天津东南部农渔业区、高沙岭旅游休闲娱乐区和高沙岭东滨海湿地造成影响。

略

图 7.3-8 涨潮时溢油 72h 后最大扫海范围图

⑧最大不利风(SE 向 13.8m/s)落潮时溢油

施工期溢油点落潮溢油时，在六级东南风和落潮流的作用下，油膜最终向北漂移，72 小时后残留的溢油主要分布在泄漏点东北方向，碰撞事故后 72 小时油品最远漂移距离溢油点为 36.10km，油膜 72 小时最大扫海面积为 92.79km²。主要对天津市北大港滨海湿地自然保护区、马棚口农渔业区、天津东南部农渔业区和高沙岭东滨海湿地造成影响。

略

图 7.3-9 落潮时溢油 72h 后最大扫海范围图

7.4 环境风险防范对策措施和应急方法

7.4.1 锚链缆绳断裂事故防范与应急措施

7.4.1.1 锚链缆绳断裂事故的防范措施

(1) 做好稳定计算，安全系数应达到规范规定的要求。

(2) 施工前应进行施工人员培训，尽量保持施工队伍的稳定，不宜经常换队换人，必要时聘请熟悉工艺的技术人员现场指导，避免施工的盲目性和随意性，防止失误。

(3) 严格按设计要求选择锚链缆绳材料，严格控制安装质量，加强检查督促，严格验收制度。

(4) 加强观测，如果是断裂的先兆，应采取有效措施，预防彻底断裂的发生。

(5) 精心设计、精心施工，认真做好施工监理。要重视对锚固系统的处理以及施工用材的验收监督，并做好记录，杜绝一切可能的质量事故隐患。

(6) 工程建设结束后，要成立专门的管理机构，对工程用海区锚固系统、光伏阵列的完整和安全运行实行正常观测、检查、维修和养护。

(7) 在日常工作中，坚持定岗定员定位，责任到人。应加强对锚链缆绳的安全检查，密切关注风情，并做好记录，发现问题及时上报处理。特别在台风期间，领导要带班值班，熟悉防汛抗台预案，亲领现场指挥。

7.4.1.2 锚链缆绳断裂事故的应急措施

1、锚链缆绳断裂事故发生后，发现人应按公司规定的程序汇报，汇报时应说明断裂事故严重程度等。

2、调度室接到事故报告后，应立即向公司总部报告。

3、如有人员受伤，应立即拨打医院急救电话。

4、当班值班主管为事故现场临时指挥，部门经理到达现场后，由部门经理担任现场指挥。

5、当方阵发生位移，作业人员应立即撤离缆绳断裂伤害区域。

6、立即通知相关方停止作业。

7、断缆事故发生后，立即清点作业人员，确认有无受伤或失踪人员。

8、如果缆绳断裂、方阵位移则使用配备备用缆绳，暂时固定。

9、稳住险情后，会同各部门作好处理解决方案。

10、确定设备受损情况，采取相应修复措施。

11、事故处理人员应穿好救生衣，必要时佩戴劳动保护用品。

7.4.2 船舶溢油事故的防范与应急措施

7.4.2.1 溢油事故防范措施

1、制定水上溢油风险应急预案

为最大限度减低溢油事故的发生概率，减缓溢油污染事故后果，建立健全快速科学有效的溢油应急预案显得尤为重要。溢油应急预案结合工程所在区域的实际，做到科学合理、快速有效。

2、配备溢油应急设备

建设单位应在项目开工之前，增加相应的溢油应急设备，配备围油栏、吸油毡、油拖网等防油污设备，用于处理项目水域发生的溢油事故。配备便携式喷洒装置等油污清洗设备，用于清除水面的溢油污染。本项目施工期较短，营运期运维用小船，发生此类风险的概率较低，且规模较小，配备应急设备具体数量见下表。

表 7.4-1 应急设备一览表

配置项目	单位	数量
吸油毡	t	0.3
围油栏	m	120
消油剂	t	0.3

3、船舶溢油事故防范措施

①一旦发生溢油，要迅速采取营救措施，同时派专业人员赶赴现场，调查了解事故区域、污染范围，可能造成的危害程度等情况，并向主管部门做出报告；

②责令事故方迅速采取可能做到的防范措施，如关闭阀门、堵漏、驳油等，防治溢油源继续溢出；根据溢油源的类型、数量、地点、原因，评价溢油事故的规模确定反应方案；调度应急防治队伍和应急防治船舶、设备、器材以及必要的后勤支援；可能发生火情时，立即通知有关方面启动消防应急预案；派遣船舶对溢油源周围实施警戒，并监视溢油在水上的扩散；根据溢油区域的气象、风向、水流、潮流等情况，控制溢油扩散方向；对溢油进行跟踪监测，以掌握环境受污染情况，获取认证资料，供领导决策及事故处理；

⑧建设单位应配备相应的溢油应急设备。

7.4.2.2 溢油事故应急预案

1、应急组织指挥系统

应急计划的日常管理工作由建设单位应急指挥部负责。各有关部门按职责分工，落实应急计划的人员培训与演练，应急设备的配置与维修保养，以及应急计划的预算等。

①应急指挥系统的功能及构成

以应急指挥部为中心，对上接受上级主管单位的指导。横向接受有关单位的支援，对下直接领导各应急防治队伍，对应急反应的全过程实行指挥应急指挥。

应急指挥部的主要职责：协调油污事故处理过程中的重大问题（如决定是否请求相关单位增援等），启动指挥各项行动，将事故发展趋势向上级报告，组织员工分析事故原因。

②应急指挥部的主要职责

总指挥职责：负责对外联系，启动应急计划，决定重大问题，查明事故原因。

副总指挥职责：负责现场组织指挥，协调各应急队伍抢险行动。

③相关部门在应急计划管理中的职责

调度组职责：负责应急计划的日常工作，提出应急计划的预算报有关领导审核，汇同有关部门实施计划的培训和演练，参与事故分析和总结，加强项目区域安全监督和应急中的安全指导。

保卫处职责：参与应急计划的培训和演练，对事故进行分析、总结、报告负责事故的取证工作，提出对废弃物的处理意见，建立和保管应急档案。

装卸队职责：负责防污设备、器材和管道的维护、保养，参与应急计划的培训和演练。

2、应急队伍的组成与分工

①应急队伍的组成

应急队伍是执行应急计划，进行自救的员工队伍。根据风险分析和油污应急的需要，应急队伍可由建设单位应急指挥部相关人员组成。

②应急队伍的分工

保卫人员除现场监护人员继续警戒外，其他人员立即从物资仓库领取备用围油栏，送入现场并在油源周围布防以免油污扩散维修班组的人员协助船方维修，确保必要时能立即中断溢油源，防止事态扩大如果溢油较为严重，将酿成大面积污染，应立即停止作业、中断溢油源，应急分队要按照应急小组的指挥，全面投入清污工作。

8 环境影响经济损益分析

8.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

根据国家环境保护法律、法规的规定，建设项目应执行环境保护“三同时”制度，即建设项目中防治污染的设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。环保建设投资比例的大小应较好地体现出技术可行、经济合理、环境效益明显等原则。

通过估算，项目环保投资约为 299.7 万元，占工程总投资 138694.98 万元的 0.22%，详见表 8.1-1。

表 8.1-1 环保投资估算一览表

序号	项目	处理处置措施	估算投资(万元)
1	环境影响评价费	——	160
2	环境保护验收收费	——	10
3	生活污水处理设施费	生态厕所、污水清运等	10
4	生产生活区绿化费	——	10
5	固体废物处置费	垃圾收集设施、垃圾清运、迹地卫生清理等	14
6	扬尘防治	洒水等	6
7	生态补偿	——	89.7
合计			299.7

8.2 环境保护的经济损益分析

8.2.1 环境影响正效益分析

本项目的建设符合国家的产业政策和天津市对优化能源结构、保护环境，减少温室气体排放、节约能源的要求，对促进我国太阳能光伏发电技术的开发与利用，推进光伏产业发展具有非常重要的意义。

（1）经济效益：

工程建设投资 136023.36 万元，建设期利息 2373.49 万元，流动资金 298.12 万元，总投资 138694.98 万元，单位千瓦建设投资 5141 元/千瓦，单位千瓦总投资 5242 元/千瓦。

本项目运营期 20 年上网电价按照 0.628 元/度(含增值税)计算，在计算期内，20 年年均发电营业收入 17788.45 万元。

根据相关政策，项目建成后，每年产生碳汇补贴 810 万元。

在计算期内，全部投资财务内部收益率为 8.02 %（所得税后），财务净现值为 10563 万元（ic=8%，所得税后），投资回收期 9.15 年（不含建设期）。度电成本为 0.387 元/度，资本金内部收益率为 10.3 %，高于行业基准收益，效益良好。

（2）社会效益：

本项目建成后，漂浮式布置太阳能电池组件发电，可以构成一个非常美观、独特的人文景观，这种景观具有群体性、可观赏性。同时，也可有效提高当地政府的节能意识，将电站开发为该地区一个很好的高科技环保示范点，助于促进当地人与自然的和谐发展。因此本项目具有良好的社会效益。

（3）环境经济效益：

本项目施工期和运营期各项环保工程措施，包括直接投资的环保设施和属于工程措施，其环境经济效益主要体现在：通过各项环保工程措施的落实，使环境保护的整体战略在施工期和运营期全过程得到有效贯彻，从而确实有效的保护生态环境，并创建区良好的环境，达到社会经济建设和环境资源保护的协调发展。

项目拟投入 299.7 万元落实各项环保措施，可通过必要的污染治理有效减缓工程建设过程中各环境污染因子对环境造成的影响，施工期和建成初期污染防治措施的设置及运行、环保人员工资等投入，从财务角度看利润是负值。但环保投入的间接经济效益是显著的，可以减少废气、污水、噪声对环境的污染，防范、减小事故对海域的污染，保护环境的同时对区域经济的可持续发展意义重大。

8.2.2 环境影响负效益分析

（1）生态环境：

工程建设过程中，锚固系统覆盖区域底栖生物等难以存活，需要进行有计划的生态补偿。建成后对生态环境无负影响。

（2）水环境：

施工期生活污水与生产污水均不外排，对水质环境产生影响的主要为悬浮泥沙，根据水环境影响评价结果可知，本工程悬浮泥沙产生影响较小且为暂时性、可恢复的，随工程结束而消失，因此对水环境的影响是可以接受的。建成后对水环境无负影响。

8.3 环境保护的技术经济合理性

为了降低工程施工对项目所在地大气、声环境、固废环境和海域环境所造成的影响，施工单位应加强施工场地的环境管理，加强对施工人员的环保教育，提高单位领导和职工的环保意识，坚持文明施工、科学施工，制定施工环境管理制度。本工程建设过程中产生的污染物均得到妥善处理，可以有效避免生产污染物引起的水质、生态污染，具有很高的技术、经济可行性。同时从防范和应急两个方面，提出了一系列控制风险、降低危害的措施。这些措施既发挥相关负责单位的能动性，提高工作效率，又能够有效解决实际工作中的相关问题，具有易操作、可调控、高效率、低成本的优点。尽管项目建设会对工程周边环境也会造成一定程度的短期影响，但是随着施工期结束，这些影响会消失，针对项目建设对海洋生物资源造成的少量损失，项目计划在渔业主管部门的指导下采取增殖放流的措施对海洋生态资源进行修复。本工程建成后通过太阳能发电，对天津市新能源的发展具有重要的意义，在保证周边海域资源环境状况的前提下，促进社区经济发展，协调保护与开发的关系，实现资源、环境与经济的可持续发展，从而带来更大的经济效益。

综上所述，本项目的建设具有较好的经济效益、社会效益。在采取有效的环保措施和生态保护措施后，对环境的影响可得到有效的控制，工程建设从环保的经济技术方面来看是可行的。

9 环境管理与监测计划

环境管理是企业管理的一项重要内容，加强环境监管力度，是实现环境、生产、经济协调发展和走可持续发展道路的重要措施。环境监测是污染防治的依据和环境管理的耳目，加强环境监测工作是为了了解和掌握排污特征，研究污染发展趋势，开展科学研究和综合开发、利用资源能源的有效途径。本项目营运期无任何生产经营方案，不产污，因此，通过对本项目工程内容及施工期污染物排放情况的分析，提出环境管理和环境监测计划。

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理机构及职责

建设施工单位应设立内部环境保护管理机构，主要由施工单位主要负责人及专业技术人员组成，施工单位应针对本项目的环境特点及周围保护目标的情况，制定相应的措施，保证施工期环保设施的正常进行和各项环境保护措施的落实，确保施工作业对周围敏感目标的影响降至最低。建设单位制定相应的施工期管理规定，对施工承包商提出严格要求。当出现重大环境问题或纠纷时，积极组织有关力量协同解决，并协助各施工单位处理好与地方生态环境部门、公众及利益相关各方的关系。具体要求如下：

一、贯彻执行国家、地方的有关环境保护法规、条例、标准。

二、项目建设单位应按报告书提出的环保工程措施与对策，与各施工承包单位签订环保措施责任书，施工合同应有施工环保要求内容，以使施工过程中各项环保工程措施得到有效执行。

三、建设单位应自行或委托环境监理单位，监督环保工程设施建设“三同时”的落实情况，包括施工期与营运期环保工程设施的设计、施工建设和试运行。

四、营运管理单位应负责对营运期各项环保工程设施的运行实施日常管理，并进行必要的维护、修正、改进，确保环保工程措施的正常有效运行。

五、落实本章提出的施工期和营运期监测计划，并组织实施必要的环境监测。

六、与施工单位联合制订防范施工风险事故和风险应急处理计划。

七、建立与当地消防救灾部门等的密切联系，订立事故应急处理求援协议；并接受监督与指导，以便更好地履行职责。

9.1.2 环境管理计划

本次环评针对本项目特点提出以下施工期环境管理计划建议：

（1）建设单位应与施工单位签订合同，在合同中将施工期环境保护措施列入，要求施工单位严格执行，文明施工，从而保证施工期的环境保护措施能够得到实施；

（2）在项目施工阶段应尽量避免由开挖等造成的扬尘以及运土过程中造成的二次扬尘污染影响；

（3）对于重型施工机械和运输车辆在施工阶段产生的噪声，必须尽可能采取措施，加强对噪声的控制。

（4）施工单位应严格遵守环保法律法规，在施工组织设计中应有针对性的环保措施并予以实施，减轻对施工区及周边地区所产生的环境影响；

（5）施工单位应建立健全环境质量保证体系，落实环境质量责任制，并加强施工现场的环境管理。施工现场应有环保管理工作的自检记录；

（6）施工单位文明施工，优化施工现场的场容场貌，严格执行监督管理。

9.2 环境监理

工程施工期应实施环境监理制度，以便对各项环保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染和生态破坏事件。

9.2.1 机构设置与工作方式

根据工程规模和施工规划，施工期环境保护监理部门拟设专职监理人员 1 人。环境监理人员采用定期巡视方式，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理随时检查各项环境监测数据，现场巡视发现问题后，立即要求承包商限期治理，并以公文函件确认。

对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

9.2.2 工作范围及职责

施工环境监理的工作范围包括施工区及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。

施工环境监理的主要职责为：

(1) 依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督、检查承包商或环保措施实施单位对施工区环保措施的实施进度、质量及效果。

(2) 指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

(3) 根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

(4) 审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

(5) 加强现场的监控，重点监督检查含油废水、其它生产生活污水收集和处理系统的施工质量、运行情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

(6) 对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

9.2.3 监理工作制度

环境监理工程师根据工作情况作出监理记录；每季编制环境监理季报，每年编制一份环境保护工作总结报告，进行阶段性总结。

9.3 环境监测

本项目为天津南港海上光伏项目，项目不位于敏感海域，通过新建护岸，对原有岸线进行修复，提升抗风浪等级，施工过程中产生悬浮泥沙会对周围水质环境产生暂时影响，施工过程中产生的污水及固废均集中收集交由有资质单位处理，不排海，营运期无生产经营设施，不产污。结合本项目的建设性质、施工工艺和产污情况，本工程的陆上升压站位于南港工业区东南角大港池的西北角陆域内，已随区域填海施工整体完成填海。工程对于区域水动力的影响包含在整体填海施工影响范围内，现阶段陆上施工不会再对水动力环境产生影响。该区域营运期监测可依托南港工业区整体跟踪监测。本项目环境监测工作

由受委托的有资质单位根据工程施工进度按监测方案进行，监测方案具体内容参考原国家海洋局发布的《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》进行设置。

9.3.1 海水水质环境和沉积物环境监测

监测范围及站位布设按《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》确定，在海上光伏海域中心设置主断面，东西两侧各设置 1 个断面，自建设项目所处海域中心点向外由密到疏布设。共设 9 个监测站位，其中水质站位 9 个，沉积物站位 9 个。

②监测内容

水质：悬浮物、铜、铅、镉、石油类、锌、铝、无机氮、活性磷酸盐、微塑料（运营期监测）。

沉积物：铜、铅、镉、石油类、锌、铝。

③监测频率和时间

本项目施工期约一年，根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》进行监测频次的确定。

施工前本底调查：对光伏发电系统所在海域进行一次本底调查（包括水质、沉积物、海洋生态以及渔业资源等）；

施工期：水质环境应至少在丰水期、平水期和枯水期进行大、小潮期的监测，共计 6 次监测，施工结束后应立即进行一次后评估监测；沉积物环境在施工期进行一次监测，施工结束后进行一次后评估监测；

运营期：在项目投入运营后五年内进行水质监测，每年开展监测的时间为春、秋两季。

监测站位布设及监测内容见下表。

表 9.3-1 跟踪监测站位

略

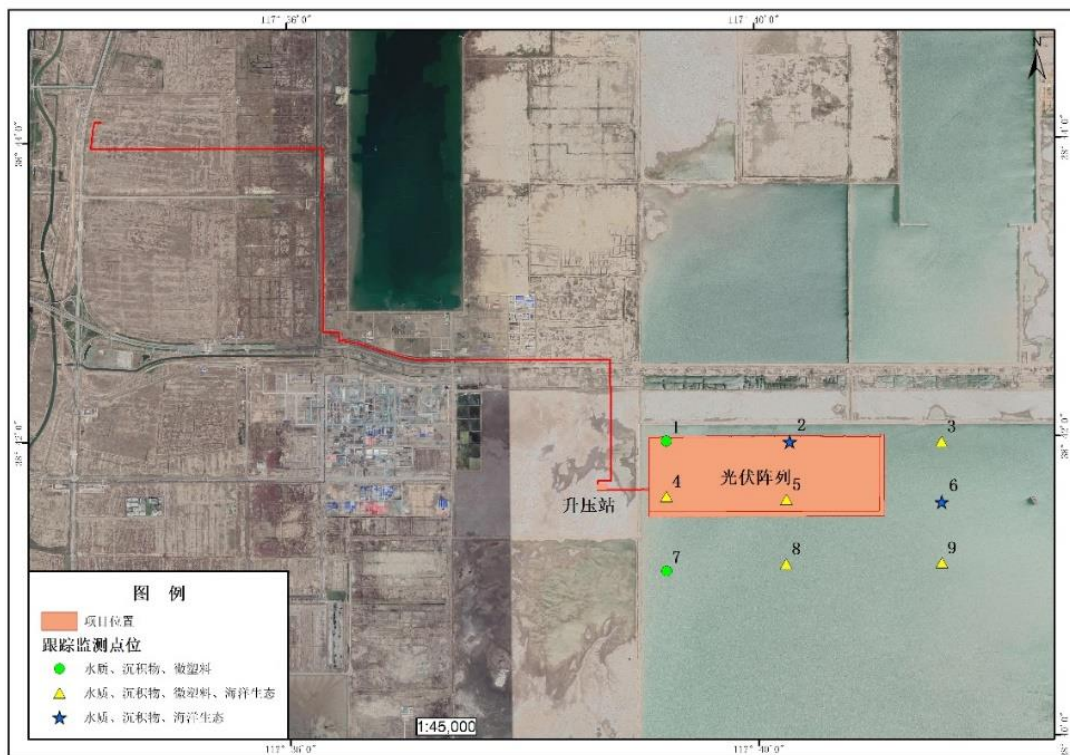


图 9.3-1 跟踪监测点位布置示意图

9.3.2 海洋生态、渔业资源监测

为了解和掌握本工程海域生态、渔业资源的现状，分析、验证和复核本报告对海域生态、渔业资源影响的评价结果，及时反映工程对周围海域生态、渔业资源状况的影响，预测可能的不良趋势，及时提出合理的整改建议和对策措施，最终达到保护工程及周围海域生物多样性和渔业资源的目的，对工程海域自然、生态环境进行跟踪监测。

①调查点位布设

设水生生物站和渔业资源站位 7 个，均匀分布在光伏工程海域周边。

②监测内容

水生生物：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

渔业资源：鱼卵、仔鱼种类组成、数量分布；渔获物种类组成；优势种分布；渔获量分布和相对资源密度。

③监测频率和时间

施工期：海洋生物、渔业跟踪监测进行，分别在施工期春、秋两季实施。

运营期：项目投入运行开始后五年内每年春、秋季各开展 1 次。与海洋水质监测同步进行。

9.3.3 地形地貌和冲淤环境监测

项目运营期，在工程海域布设 3 条断面，用以监测工程运营期该海域的水深地形变化情况。监测时间为 5 年，监测频率为每年一次，最终对水深地形变化进行评估分析，并形成评估报告。

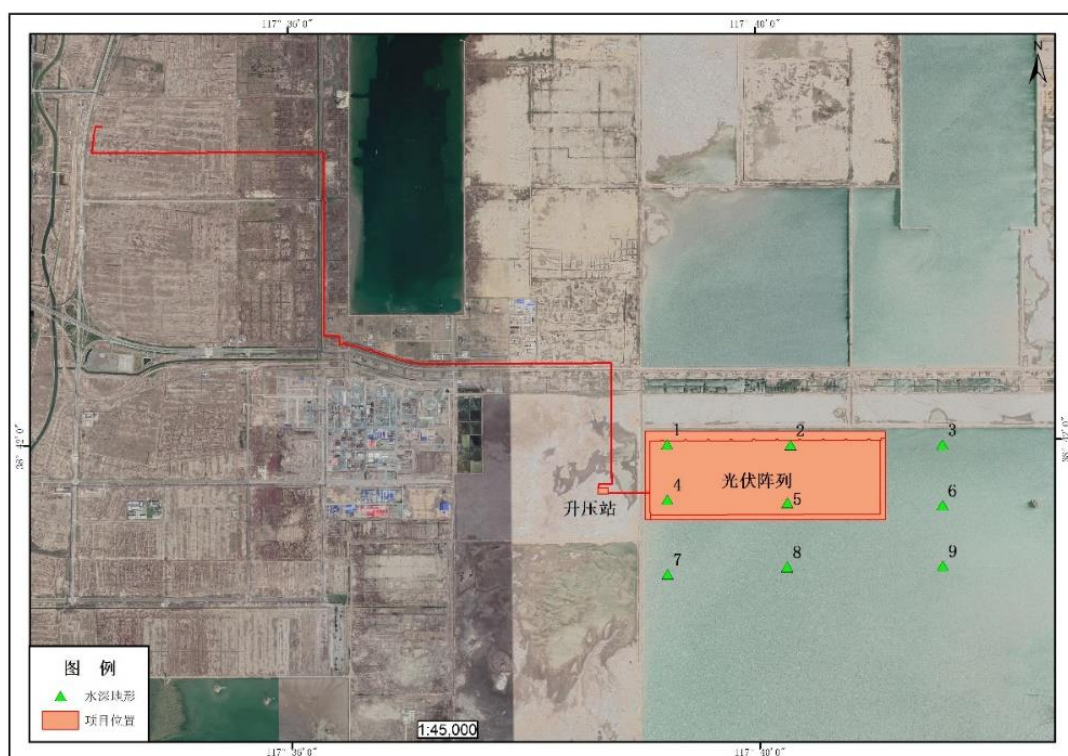


图 9.3-2 水深地形监测点位布置示意图

9.3.4 鸟类资源观测

①观测内容

项目区鸟类种群特征，包括工程海域及邻近区域鸟类的种类组成、数量、分布以及迁徙、迁飞特征、在光伏区域栖息的情况等。

②观测方法与频率

鸟类调查可采用路线调查和定点观测相结合的方法进行观测。

在施工期（施工开始后的 1 年内）和运行初期（工程建成后 3 年内）根据季节划分，在春、夏、秋、冬四季和迁徙高峰季节分别进行调查。

表 9.3-2 鸟类监测站位

略

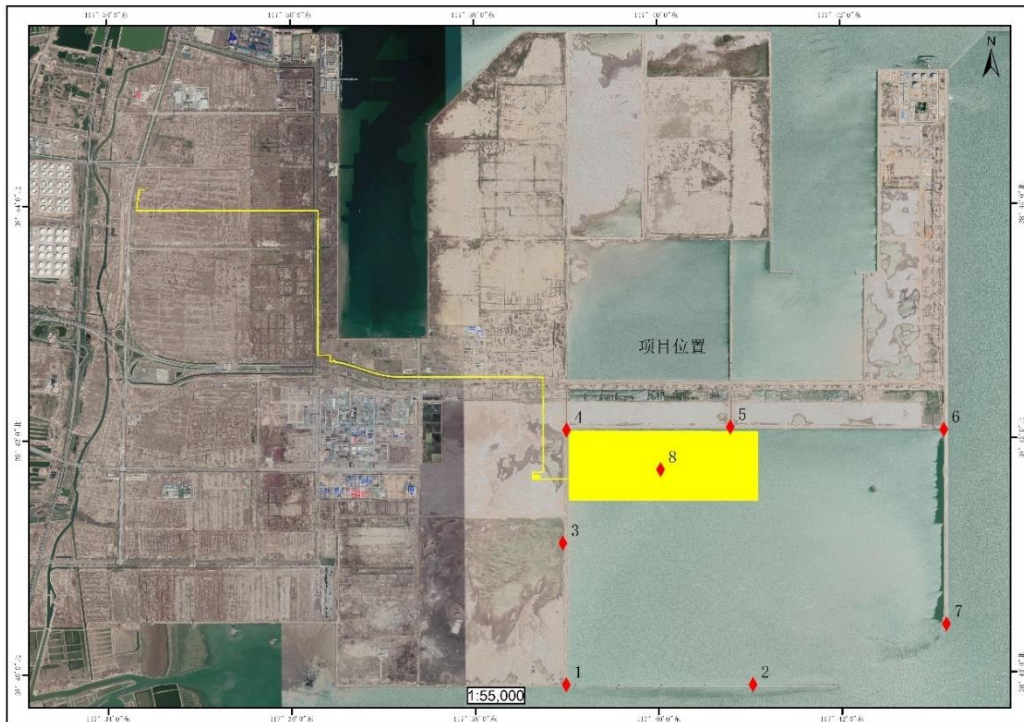


图 9.3-3 鸟类监测站位图

9.3.5 生态浮标监测方案

为了更好的了解漂浮式光伏发电运营期间所在海域水质、水文环境和生态环境的变化，建设单位需要在漂浮式光伏场址南侧浮体和浮式防波堤之间按照一套浮标式海洋生态环境在线监测系统（具体位置见图 9.3-4），浮标监测可全天候、连续、定点地观测气象、水文、生态等内容，并实时将数据传输到系统内，以便于及时、准确掌握工程海域的水文生态的现状 & 长期变化情况。

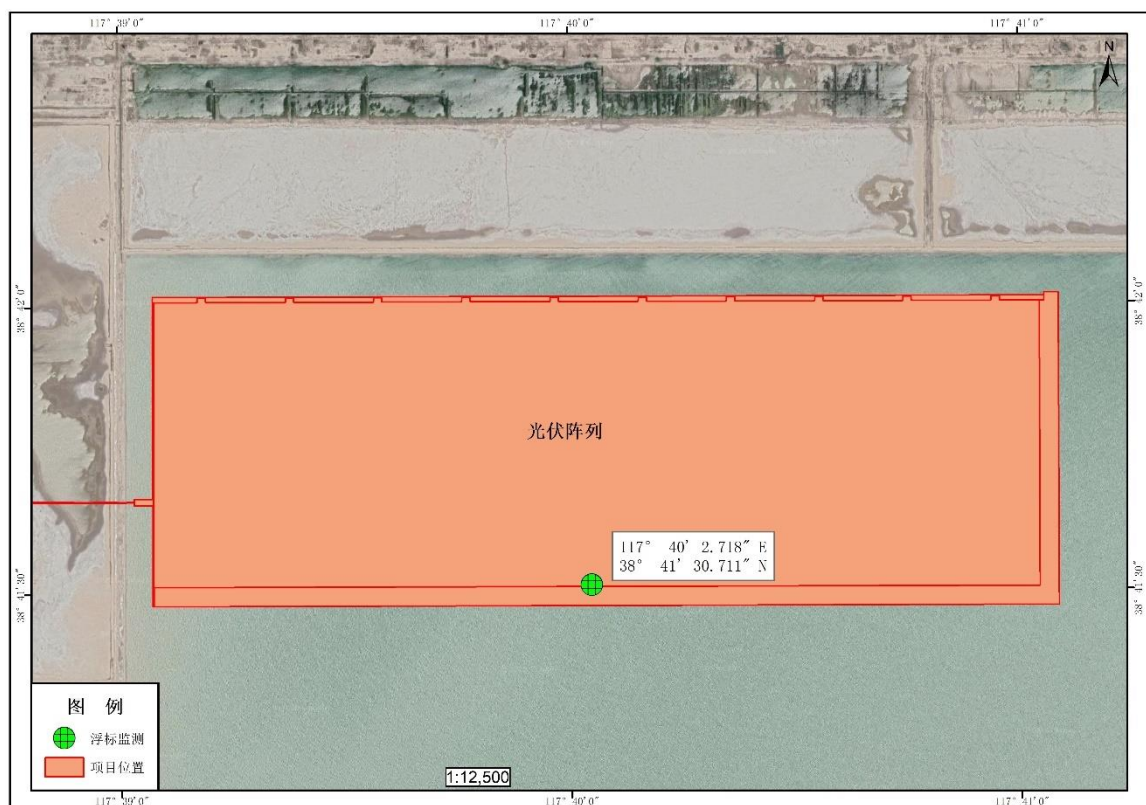


图 9.3-4 浮标监测站位

1、浮标式海洋生态环境在线监测系统组成

浮标式海洋生态环境在线监测系统服务于目标海域的实时在线监测，作为一个复杂系统，涉及结构设计、数据通信、传感器技术、能源电力技术自动控制等多个领域，是多个学科的综合与交叉。浮标式海洋生态环境在线监测系统主要由以下子系统单元组成：浮标体、在线监测传感器、供电系统、通讯系统、安保系统和信息可视化系统等模块组成。

2、主要监测因子

(1) 水质环境监测因子

水质环境监测因子主要包括：水温、pH、溶解氧、盐度、浊度、叶绿素-a、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、磷酸盐、石油类；

(2) 水文环境监测因子

水文环境监测因子主要包括：表层流速、表层流向、波高、波周期、波向。

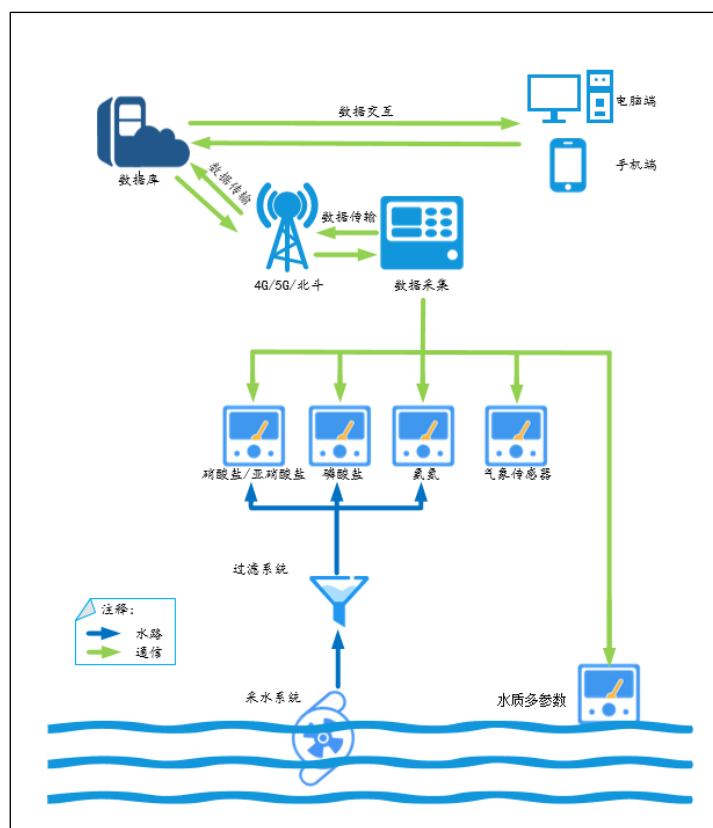


图 9.3-5 浮标式海洋生态环境在线监测系统原理图

9.3.6 生态跟踪监测评价

（1）现状评价

将上述监测数据与监测范围所涉及的国土空间规划、近岸海域环境功能区划、海洋环境保护规划中关于海洋生态和环境的管控要求指标进行比较，并对项目运营是否突破管控要求作出评价。

（2）趋势评价

根据项目施工前和项目施工后生态本底调查数据，结合生态环境观测数据和浮标式海洋生态环境在线监测系统长期监测数据，对漂浮式光伏发电分布海域的海水水质（水温、pH、溶解氧、盐度、浊度、叶绿素-a、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、磷酸盐、石油类）、浮游生物、底栖生物、游泳生物各类指标的变化趋势进行评价。

（3）综合评价

完成现状评价和趋势评价后，综合生态本底调查数据、各监测要素的现状评价和趋势评价结论，评价监测范围内的海洋生态和环境存在的问题和潜在的风险。

9.4 竣工环保验收

工程建设与环境保护应实行“三同时”，并应在交付使用 3 个月内按照关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（国环规环评[2017]4 号）一文进行自主验收。

本工程竣工“三同时”环境保护验收汇总表见表 9.4-1。

验收时还必须统一考虑的有关内容：

（1）建设前期环境保护审查、审批手续完备，技术资料与环境保护档案资料齐全，自行编制或者委托编制环境保护验收调查报告；

（2）环境保护设施及其它措施已按照批准的环境影响报告书和设计文件的要求建成或落实；

（3）污染物排放符合环境影响报告书和设计文件中提出的标准；

（4）各项生态环境保护措施按环境影响报告书规定的要求落实，工程建设过程受到破坏并可恢复的环境已按规定采取了恢复措施；

（6）环境监测项目、点位及人员配备，符合环境影响报告书和有关规定的要求；

（7）出现的环保投诉得到了妥善解决。

表 9.4-1“三同时”环保竣工验收清单

环境要素	污染源	主要污染物	主要污染防治措施	执行标准	治理效果	环境监测
水环境	施工机械油污水	石油类	施工期机修油污水收集后统一送至***有限公司接收处理	——	妥善处置	见9.3章
	生活污水	悬浮物、COD _{Cr} 和氨氮	配置移动式环保厕所，交由相关单位接收处理	——	妥善处置	
大气环境	施工、运输扬尘等	TSP	加盖运输、加篷布堆放、控制车速、大风天禁止施工、及时清扫、洒水降尘	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表2中无组织排放监控浓度限值	无组织排放	——
	施工机械、船舶、车辆尾气	SO ₂ 、NO _x 等	选用低消耗设备并定期维护、使用无铅汽油			
声环境	施工机械噪音	噪声	选用低噪高效的设备、合理调度，施工人员配备防护装备	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	——	——
固体废物	生活垃圾	施工人员生活垃圾	施工期间产生的，收集后交由当地环卫部门统一处理	《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)及其3项国家污染物控制标准修改单(环保部公告2013年第36号)	妥善处置	——
	建筑垃圾（极少）	施工废弃物	建设单位回收处置			
风险	应急设施配置、应急预案编制	——	——	是否按要求配置应急设施设备以及编制应急预案等	——	——
生态保护	纳入当地渔业资源保护项目	——	——	——	——	——

10 环境影响评价结论

10.1 工程概况

本项目为天津南港海上光伏项目，直供中石化大乙烯项目用电。光伏阵列位于南港工业区东南部围而未填的大港池西北角区域；项目陆上升压站位于东南角大港池的西侧南港工业区已填成陆域，创新路与南港十三街交叉口西南方向；从升压站接入中石化乙烯项目的 110kV 线路，整体敷设方向为“北-西-北-西-北”，既从升压站北侧接出，先沿南港十三街向北敷设至红旗路北侧，后沿红旗路北侧一路向西敷设至与安盛路交口，再沿安盛路东侧向北敷设至泰润二道东侧，沿泰润二道北侧向西敷设至泰润二道西侧、新石化大道东侧，而后向北敷设至中石化大乙烯西侧，最终东折接入大乙烯项目的变电站。

主要建设内容为：采用漂浮式方案建设光伏电站，建设内容包括海上光伏发电系统、营运期运维通道、升压站、光伏发电系统与升压站中间的 9 回路 35kV 集电线路以及升压站与中石化乙烯项目间的 3 回路 110kV 地埋输电线路。工程总投资为 138694.98 万元；建设工期为 12 个月(含施工准备工期 1.5 个月)。

本项目为新建项目，其环境影响主要考虑项目施工期，主要包括施工期产生的生活、生产污水、悬浮泥沙、噪声、废气和固体废物等；项目建成后，主要功能为太阳能发电，除偶尔运维外，项目本身营运期不产污。

根据国家发改委修订的《产业结构调整指导目录 2019 年本》（2020 年 1 月 1 日起施行），本工程属于鼓励类“五、新能源 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”，符合国家产业政策。本项目的建设符合《天津市海洋功能区划（2011-2020）》《天津市海洋生态红线区报告》《天津市海洋主体功能区规划》《天津市海洋环境保护规划（2014-2020 年）》等相关文件中的相关要求，满足“三线一单”控制要求。

10.2 建设项目工程分析结论

本项目的施工包含海上光伏板安放、锚块安放、集电线路铺设、位于填海造地位置的升压站建设。

本项目光伏组件购买自***有限公司、土石建材就近购买，由汽车运至本项目临时堆放场，施工期对环境的主要影响体现在对海洋水质、水文动力、大气环境和声环境的影响。

本项目建成后用于太阳能发电，人为活动较少，运维期间，会产生少量的生活污水、船舶舱底油污水以及清洗光伏板的清洗废水。

项目施工期结合工程施工特性、工程区域自然条件，合理安排施工工期，采用科学管理方式，落实施工环境监理措施，做到降低能耗，减少污染。

10.3 环境现状分析与评价结论

10.3.1 海水水质现状调查结论

①2022年5月南港工业区海洋环境现状监测结果表明：

在全部24个水质调查站位中（保留区内三个调查站位不计算），超标因子主要为无机氮和重金属汞，在执行二类水质标准的16个站位中，10个站位的无机氮超出二类水质标准限值要求，超标率为62.5%，最大超标倍数2.14。执行三类海水水质标准的2个站位中，2个站位的无机氮超出三类水质标准限值要求，超标率为100%，最大超标倍数1.38。执行四类海水水质标准的3个站位中，3个站位的无机氮超出四类水质标准限值要求，超标率为100%，最大超标倍数1.08。

②2019年11月南港工业区海洋环境现状监测及2021年10月国家海洋局天津海洋环境监测中心站监测结果表明：

2019年11月调查中部分站位的个别因子不符合环境保护要求，超标率为15%（5个）。其中5号站位超标因子为磷酸盐，6号站位超标因子为无机氮，19、20号站位超标因子为无机氮、磷酸盐、铜、铅、锌，22号站位超标因子为无机氮，其中5、6、19~21站位毗邻陆域，超标原因系陆源污染导致，22号站位毗邻沧州市海域的工业与城镇用区，2'站位超标因子为COD和无机氮。其余各均符合《天津市海洋功能区划（2011-2020年）》的要求，所在海域秋季水质环境较为良好。

综上，项目所在海域水质主要污染物为无机氮，水质情况一般。

10.3.2 海洋沉积物质量现状调查结论

2022年5月调查海域沉积物中在全部14个海洋沉积物调查站位中，所有监测因子均符合相应功能区划要求标准。

2019年11月及2021年10月调查海域沉积物中的所有调查因子均符合海洋沉积物质量第一类标准的要求，沉积物质量现状良好。

10.3.3 海洋生物质量现状调查结论

2022 年 5 月调查海域内采集到的甲壳类-口虾蛄、软体动物类-脉红螺中、鱼类-鲈鱼的石油烃、铜、铅、镉、总铬、汞、砷含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》标准。

2019 年 11 月调查海域鱼类和甲壳类中各项因子含量均能满足《海洋生物质量》、《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》及《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中相应标准的要求，甲壳类中石油烃超出《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》标准的测站比例为 14%（1 个站位）。调查海域生物质量现状良好。

10.3.4 海洋生态环境现状调查结论

（1）叶绿素 a

2022 年 5 月份的调查中，叶绿素 a 最大值为 $2.21 \mu\text{g/L}$ （ST9），最小值为 $0.993 \mu\text{g/L}$ （ST21），平均值为 $1.40 \mu\text{g/L}$ 。所有调查站位叶绿素水平均为贫营养型。

2019 年 11 月及 2021 年 10 月秋季调查海域各站表层叶绿素 a 含量变化范围为 $2.36\sim 13.6\mu\text{g/L}$ ，平均值 $6.30\mu\text{g/L}$ 。大部分调查站位叶绿素水平为中营养型。

调查结果表明，该海域水质状况较好。

（2）浮游植物

2022 年 5 月调查海域共鉴定出浮游植物 29 种。平均细胞数为 4.11×10^4 个/ m^3 ，其变化范围在 $(0.85\sim 14.3)\times 10^4$ 个/ m^3 之间，调查各站位生物多样性指数、均匀度和丰度指数较均匀，其范围分别 0.83-2.98、0.32-0.91 和 3.01-67.08。

2019 年 11 月及 2021 年 10 月秋季调查共出现浮游植物 42 种，平均细胞数为 2908174.446 个/ m^3 ，其变化范围在 $(6393.44\sim 51164087)$ 个/ m^3 之间，调各站位浮游植物多样性指数在 0.67~2.93 之间，平均指数为 1.63。

（3）浮游动物

2022 年 5 月浮游动物调查结果表明，调查海域共鉴定出浮游动物 27 种，其中节肢动物门 13 种，幼体类 12 种，刺胞动物 1 种，毛颚动物 1 种。

在调查海域浮游动物总生物密度为 2071.61 ind./m^3 ，平均密度为 147.97 ind./m^3 ，变化范围在 $2.68\text{--}735 \text{ ind./m}^3$ 。调查海域浮游动物总生物量（湿重）平均为 18.08 mg/m^3 。各站位生物量波动范围在 $0.74\text{--}82.7 \text{ mg/m}^3$ 之间。调查各站位生物多样性指数、均匀度和丰度指数较不均匀，其范围分别 $0.69\text{--}3.17$ 、 $0.19\text{--}0.95$ 和 $1.25\text{--}3.55$ 。

2019 年 11 月及 2021 年 10 月秋季调查共出现浮游动物 29 种，其中桡足类 9 种；甲壳类 4 种；原生类 3 种；毛颚类 1 种；多毛类 2 种；尾索类 1 种；软甲类 1 种；棘皮类 1 种；双壳类 1 种；腹足类 1 种；端足类 1 种；蔓足类 1 种；多毛类 1 种；水母类 2 种。港池内的 2' 站位共调查到 13 种浮游动物。

浮游动物各站位总密度波动范围在 $(0.5\text{--}1884.8)$ 个/ m^3 之间，平均密度为 104.28 个/ m^3 。本次调查该海域各站位浮游动物多样性指数在 $0.65\text{--}2.98$ 之间，平均指数为 1.77 。

（4）底栖生物

2022 年 5 月底栖生物调查结果表明，共有大型底栖生物 23 种。其中软体动物门最多为 12 种，环节动物门种类为 7 种，节肢动物门 2 种，棘刺动物门 1 种，刺胞动物门 1 种。调查区域各站位底栖生物密度在 $10.0\text{--}146.7 \text{ ind./m}^2$ 之间，各站位平均密度为 31.7 ind./m^2 。调查海域大型底栖生物总生物量（湿重）平均为 19.15 g/m^2 。各站位生物量波动范围在 $1.02\text{--}173.96 \text{ g/m}^2$ 之间，本次调查大多数站位底栖生物的丰度值、均匀度和多样性指数均较低，其范围分别 $0.92\text{--}2.42$ 、 $0.47\text{--}1.00$ 、 $0.43\text{--}1.47$ 。

2019 年 11 月及 2021 年 10 月秋季调查共获底栖生物 44 种，其中脊椎 2 种，环节 13 种，软体动物 17 种，节肢 8 种，棘皮 2 种，纽形动物 1 种、蠕虫动物 1 种。底栖生物生物密度变化范围在 $(15\text{--}110)$ 个/ m^2 之间，平均为 35.26 个/ m^2 ；2019 年 11 月调查海域底栖生物生物量变化范围在 $(0.11\text{--}21.69)$ g/m^2 之间，平均为 6.35 g/m^2 ，2021 年 10 月的 2' 站位生物量为 25.6665 g/m^2 。各站位底栖生物多样性指数在 $1.06\text{--}3.82$ 之间，平均指数为 2.11 。生境质量等级为一般。港池内的 2' 站位共调查到 16 种底栖生物。

10.3.5 渔业资源现状调查结论

根据扫海面积法计算，2022 年 4 月（春季）调查海域渔业资源密度(重量、尾数)中，尾数和重量密度均值分别为 39.84(103ind./km²)和 278.5kg/km²。资源重量密度与资源尾数密度分布不均匀，重量密度以 2 号站最高为 536.15kg/km²，5 号站最低为 87.25kg/km²。资源尾数密度最大值出现在 9 号站位为 91.63(103ind./km²)，最小值出现在 5 号站位，为 12.31(103ind./km²)。

2021 年 11 月（秋季）调查渔业资源密度（重量、尾数)中，尾数和重量密度均值分别为 53kg/km²和 6667ind/km²，资源重量密度与资源尾数密度分布较为均匀。重量密度以 Y9*号站最高为 102.77kg/km²，Y10*号站最低为 23.39kg/km²。资源尾数密度最大值出现在 Y9*号站位为 10693ind./km²，最小值出现在 Y7*号站位，为 2267ind./km²。

10.3.6 水文动力现状调查结论

本区潮汐类型为不规则半日潮型，其 $(H_{O1}+H_{K1})/H_{M2}=0.53$ 。

①大潮：大潮水文测验期间，Z1 工作船码头潮位站实测最高潮位为 2.45m；最低潮位为-0.53m。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时；潮差特征为涨潮潮差略大于落潮潮差。Z2 张巨港码头潮位站实测最高潮位为 2.43m；最低潮位为-0.55m。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时；潮差特征为涨潮潮差略大于落潮潮差。

大潮期潮流落潮期实测最大测点流速 0.50m/s，涨潮期实测最大测点流速 0.69m/s。

最大涨、落潮流速各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。

②小潮：小潮水文测验期间，Z1 工作船码头潮位站实测最高潮位为 2.59m；最低潮位为 0.28m。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时；潮差特征为涨潮潮差略大于落潮潮差。Z2 张巨港码头潮位站实测最高潮位为 2.56m；最低潮位为 0.25m。涨落潮历时特征为涨潮历时短于落潮历时；潮差特征为涨潮潮差与落潮潮差相近。小潮期潮流落潮期实测最大测点流速 0.34m/s，涨潮期实测最大测点流速 0.52m/s。最大涨、落潮流速各垂线的表层流向与平均流向的偏离较小。

10.3.7 环境空气质量现状结论

2021 年，全市二氧化硫（SO₂）年平均浓度为 8 微克/立方米，低于国家年平均浓度标准（60 微克/立方米）；二氧化氮（NO₂）年平均浓度为 37 微克/立方米，低于国家年平均浓度标准（40 微克/立方米）；可吸入颗粒物（PM₁₀）年平均浓度为 69 微克/立方米，低于国家年平均浓度标准（70 微克/立方米）；细颗粒物（PM_{2.5}）年平均浓度为 39 微克/立方米，超过国家年平均浓度标准（35 微克/立方米）0.11 倍。一氧化碳（CO）24 小时平均浓度第 95 百分位数为 1.4 毫克/立方米，低于 24 小时平均浓度标准（4.0 毫克/立方米）；臭氧（O₃）日最大 8 小时平均浓度第 90 百分位数为 160 微克/立方米，达到日最大 8 小时平均浓度标准（160 微克/立方米）。2016-2021 年，环境空气主要污染物浓度基本呈下降趋势。与 2016 年相比，2021 年 PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂ 和 CO 浓度分别下降 43.5%、33.0%、61.9%、22.9%和 48.1%，O₃ 浓度上升 1.9%，其中，PM_{2.5}、NO₂ 和 CO 浓度达到历史最优水平。

各区环境空气中 SO₂ 年平均浓度范围在 7-11 微克/立方米，达到国家年平均浓度标准；NO₂ 年平均浓度范围在 23-43 微克/立方米，东丽区和北辰区未达到国家年平均浓度标准；PM₁₀ 年平均浓度范围在 57-77 微克/立方米，河北区、东丽区、北辰区、津南区、红桥区和河东区未达到国家年平均浓度标准；PM_{2.5} 年平均浓度范围在 36-45 微克/立方米，各区均未达到国家年平均浓度标准；CO 24 小时平均浓度第 95 百分位数范围在 1.3-1.7 毫克/立方米，各区均达到国家 24 小时平均浓度标准；O₃ 日最大 8 小时第 90 百分位数范围在 156-174 微克/立方米，其中蓟州区、滨海新区和宁河区达到国家日最大 8 小时平均浓度标准，其他各区均未达到国家日最大 8 小时平均浓度标准。

10.3.8 声环境质量现状结论

2021 年天津市功能区声环境质量总体达标率为 87%，比 2020 年上升 1 个百分点。1 至 4b 功能区声环境质量昼间达标率为 86%-99%，夜间达标率为 56%-95%。

2021 年全市区域环境噪声平均声级为 53.1 分贝(A)，与 2020 年基本持平，环境噪声总体为“二级”较好水平。声级处于“一级”好水平和“二级”较好水平的面积占总评价面积的 68.7%。

2021 年全市道路交通噪声平均声级为 65.3 分贝(A)，与 2020 年基本持平，总体噪声强度为“一级”好水平。噪声强度达到“一级”好水平和“二级”较好水平的道路占监测总路长的 89.1%。

10.4 环境影响预测分析与评价结论

10.4.1 对水动力环境的影响评价结论

本项目主要建设内容为漂浮式光伏发电系统，方阵通过锚链以及锚固利用自重沉入水底进行固定，由于锚固本身体积较小，所能影响的范围有限，在锚固周围存在这一些影响区域，但影响程度皆在 0.6cm/s 以下，项目建设产生的影响主要集中在项目附近 140m 范围内，对外海没有影响。根据工程建设前后最大流速对比结果，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。

10.4.2 对冲淤环境的影响评价结论

根据前述 5.1.2 节，潮流场变化分析数值模拟的结果，项目建设对于所在区域流速变化的影响微乎其微，因此导致的冲刷和淤积都十分微小，锚固所在区域周边发生的冲淤变化均在 0.02cm/a 以下，西北侧区域呈冲刷状态，平均冲刷量为 0.03cm/a，最大冲刷量为 0.07cm/a。项目建设造成的影响均在项目周边 150m 范围内，工程建设对海域冲淤环境影响甚微。

10.4.3 对水质及沉积物环境的影响评价结论

项目施工期悬沙影响最大范围约为 5.9km²，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。

本项目用海方式为透水构筑物，沉入水底的锚块材质为钢筋混凝土，施工期间的生活污水集中收集处理，不排海；光伏板方阵通过锚链以及锚固利用自重沉入水底进行固定，不需要打桩，单个锚块的占地面积较小，体积也较小，约为 1.6m³（1.8m×1.8m×0.5m），材质为钢筋混凝土。项目建设不会对水质及沉积物环境产生影响。

10.4.4 对海湾纳潮量的影响分析评价结论

对工程建设前后海湾纳潮量进行数值模拟计算，可知工程前海湾纳潮量为 $4.449 \times 10^7 \text{m}^3$ ；工程建设后原始方案海湾纳潮量变为 $4.438 \times 10^7 \text{m}^3$ ，工程海域纳潮量减小量约 0.24%，所以该工程对海湾纳潮量变化影响很小。

10.4.5 对海湾水体交换的影响分析评价结论

海湾水体半交换时间：工程前水体半交换时间约为 2.18 天，30 天水交换率为 99.82%；原始方案建设后水体半交换时间约为 2.25 天，30 天水交换率为 99.80%，对比发现，工程建设对水体交换有一点影响，但是影响很小，半交换时间变长 1.68 小时。

10.4.6 大气环境影响评价结论

本工程为天津南港海上光伏项目，项目建成后主要用于太阳能发电，营运期无大气环境影响，因而对大气环境的影响主要存在于施工期。

项目施工期大气污染主要来源于陆域部分土建过程场地平整、车辆运输、和施工过程中产生的扬尘；运输车辆及施工机械、船舶产生的尾气，主要含有 SO_2 、 NO_x 等，其产生量及废气中污染物浓度视其使用频率及发动机对燃料的燃烧情况而异。

本项目土建施工和运输产生的扬尘属于无组织排放，在施工期间采取遮挡施工，洒水抑尘等措施，且项目施工期有限，产生的大气环境影响时段短，随施工活动的结束产生的大气环境影响也将随之消失。

本项目产生的尾气属于点源无组织排放性质，具有间断性产生、产生量较小、产生点相对分散、易被稀释扩散等特点。加之项目区施工范围相对较大，施工场地周围较空旷、地面风速也较大，大气扩散条件相对较好，故一般情况下，施工机械和运输车辆、船舶所产生的废气污染在空气中经自然扩散和稀释后，对评价区域的空气环境质量影响不大。

项目位于南港工业区，周边无大气环境敏感目标，且项目区域海域开阔，项目产生的扬尘和尾气对大气环境影响较小，因而不做定量分析。

10.4.7 声环境影响评价结论

项目位于南港工业区，工程周围无声环境敏感目标，施工期间仅在施工点附近会受到施工噪声影响，每个工程点的施工时间较短，随着施工期的结束，

对周围环境的噪声影响将随着消失。在采取相应声环境保护措施后，项目施工产生的噪声对周围环境的影响可以接受。

10.4.8 固体废物环境影响评价结论

本工程为天津南港海上光伏项目，项目建成后主要用于太阳能发电，项目建设固体废物的影响主要存在于施工期。

本项目建设固体废物为生活垃圾和极少量建筑剩余料。施工人员会产生少量的生活垃圾。通过设置一定数量的垃圾桶，统一收集后，委托环卫部门清运处置；建筑剩余料由建设单位回收处理，不会对周围环境产生不利影响。

本项目建成后用于太阳能发电，运维期间工人产生的生活垃圾依托升压站内部已建公用设施处理，对环境无影响。

10.4.9 对鸟类资源的影响评价结论

根据《天津南港海上光伏项目海域使用论证项目鸟类风险评估报告》，施工期工程建设对鸟类的影响主要体现在：①施工机械噪声污染；②施工用地对鸟类生境产生侵占效应；③施工期光污染易惊扰鸟类。运营期对鸟类的影响主要体现在：①鸟类栖息、觅食区域丧失、退化和破碎；②鸟类与电池板碰撞；③太阳能光伏板对水生昆虫、浮游植物产生影响，进而影响鸟类觅食。本项目建设对堤外鸟类的影响小于堤内鸟类的影响，该区域并非所观测到鸟类的唯一生境。因此，在认真贯彻鸟类风险评估报告报告所提出的生态保护措施的基础上，本项目的建设对鸟类资源影响较小。

10.4.10 项目对生态环境的影响评价结论

项目海上光伏发电系统位于南港工业区东南角大港池内，光伏板方阵通过锚链以及锚固利用自重沉入水底进行固定，不需要打桩，单个锚块的占地面积较小，但锚块占用海域导致部分底栖生物生境被占用，根据计算项目建设造成底栖生物损失量约为 $1.21 \times 10^4 \text{kg}$ ，造成游泳动物损失约 1603.2kg，建设单位应实施以增殖放流为主的生态修复措施。

施工期悬沙扩散造成浮游植物损失量为 1.63×10^{15} 个，浮游动物损失量为 6.0×10^{10} 个，游泳动物损失量为 1603.2 kg，鱼卵损失量为 1.6×10^8 尾，仔稚鱼损失量为 8.44×10^5 尾。

生态补偿总额为 89.7328 万元。

10.4.11 工程建设对生态敏感区影响评价结论

（一）大港滨海湿地海洋特别保护区

本工程距离大港滨海湿地海洋特别保护区（A6-02）最近 3.0km。

拟建工程运营期的生产废水和生活污水经集中收集处置，不直接排放入海；根据数模结果，施工期光伏场施工产生的 10mg/L 悬浮泥沙最远扩散距离为 1.06km，不会影响到大港滨海湿地海洋特别保护区（A6-02）的海水水质环境；并且本工程在施工期对施工期可能产生船舶碰撞导致的溢油制定了完善的溢油应急计划。因此，正常情况下本工程建设一般不会对大港滨海湿地海洋特别保护区（A6-02）及其保护对象（重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库）产生影响

（二）辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区

本项目位于南港工业区东南角大港池的西北角区域，属于渤海湾国家级水产种质资源保护区核心区内。本项目的升压站位于南港工业区东南角大港池的西北角西侧陆域内，现阶段陆上施工不会再对渤海湾国家级水产种质资源保护区产生不利影响；漂浮式光伏发电系统和光伏集电线路位于水域内，项目建设时合理施工，对渤海湾国家级水产种质资源保护区产生的影响相对较小，且项目属于新能源开发利用，项目建设符合绿色发展理念。

（1）本项目对保护区主要保护对象小黄鱼和三疣梭子蟹的产卵场影响不大，对中国明对虾产卵场可能会造成一定的影响，因此应采取增殖放流等措施，对中国明对虾资源进行修复和养护，使中国明对虾资源得到有效的恢复。另外由于中国明对虾在渤海分布范围较广，每年采取增殖放流等生物修复措施可有效补充资源，因此该工程虽然对中国明对虾的产卵场造成了一定的危害，但不会对其产卵场的主要功能造成巨大损害。

（2）项目施工期将使周边海域受到悬浮物的污染，但施工结束后，水环境在一定的时间内会恢复到原有的水平，因此施工产生的悬浮物对渔业生态环境的影响属临时性的。

（3）依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）测算，本项目占用渔业水域、施工期悬浮泥沙会造成游泳动物成体（包括鱼类、甲壳类、头足类）、幼鱼、鱼卵、仔稚鱼及底栖生物等损失。

因此，项目建设对于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾部分存在一定程度影响，但是影响范围较小。

（三）北大港湿地自然保护区沿海滩涂缓冲区

（1）施工期工程建设对鸟类的影响主要体现在：①施工机械噪声污染；②施工用地对鸟类生境产生侵占效应；③施工期光污染易惊扰鸟类。运营期对鸟类的影响主要体现在：①鸟类栖息、觅食区域丧失、退化和破碎；②鸟类与电池板碰撞；③太阳能光伏板对水生昆虫、浮游植物产生影响，进而影响鸟类觅食。

（2）早期规划通过选址来规避风险，是可再生能源开发商最有效的缓解措施。本项目占地类型为海域，拟填海造地地块，且光伏阵列采用浮体安装的方式，因此对生物多样性的影响较小。

本项目建设对堤内鸟类的影响大于堤外鸟类的影响，且该区域并非所观测到鸟类的唯一生境。因此，在认真贯彻 6.4 节所提出的生态保护措施的基础上，本项目的建设是可行的。

10.5 环境风险评价结论

工程天津南港海上光伏项目，建成后主要用于太阳能发电，项目本身不涉及危险物质和危险生产工艺，但施工期和运营期使用到船舶，可能发生船舶溢油风险；除此之外，本项目自身环境风险主要为光伏阵列锚链缆绳断裂以及台风、风暴潮、地震等自然灾害导致的光伏阵列漂移碰撞事件。

由于风险具有不确定性，因此，必须采取有效的防范措施与应急预案，降低风险事故发生的概率，并最大限度地减少风险事故发生时可能造成的损失。

10.6 环境保护措施结论

本工程在施工中采用先进的施工设备和工艺，从生产源头控制污染物的发生、节约能源，并选用清洁的原材料，采取合理的污染物处置方式，尽可能使工程建设所带来的环境负面影响减少到最低程度。

在落实施工环境监理措施下，施工期较好落实清洁生产措施，主要污染源从源头上得到有效控制。

项目本身不产污，运维期间的产生的污水和固废均依托升压站内设公用设施处置，不外排。

本工程按照清洁生产、保护环境的要求进行了设计，在污染物排放量控制及回收利用等方面都可达到一定的效果，具有可行性。

10.7 建议

（1）项目施工期，严格遵守施工程序，并避开大风浪季节施工；对各种固体废弃物集中统一处理；合理安排施工时间，夜间不施工。建设单位应加强对施工的管理，提高工程施工效率、缩短施工时间，做到文明施工，有序作业；

（2）建议建设单位加强管理，避免风险事故的发生，配备相应的污染应急设施，落实风险防范措施，一旦发生风险事故，及时应对，避免对周边环境产生影响。

（3）建议建设单位应及时与相关污染物处理单位签订接受处理协议，保障各项环保措施的有效实施，减少项目建设与营运对环境的影响。

（4）建设单位应在运营期加强水质环境、海洋资源环境、海洋生态环境和鸟类资源及生境的监测与评估。

（5）建设单位在进行后续的项目设计时，应满足规划、环境保护、安全生产、防潮、消防等相关法律法规及有关规定、规范的要求；

（6）建议建设单位按照本项目的可研、安评等专题报告的要求和专家评审结论，严格落实各项要求，认真落实生态保护和安全措施，强化环境风险防范和应急管理；

（7）建设单位应在施工前进行浮体在海水环境下的微塑料析出实验，确保浮体的清洁性，防止微塑料对海洋环境造成污染。