

田湾核电站自备码头工程施工期用海项目 海域使用论证报告书 (公示稿)

国家海洋信息中心

(社会信用代码: 121000004013602937)

2025 年 7 月

田湾核电站自备码头工程施工工期用海项目 海域使用论证报告书

（公示稿）

国家海洋信息中心

（社会信用代码：121000004013602937）

2025 年 7 月

	
乙级测绘资质证书（副本）	
专业类别：	乙级：海洋测绘。***
单位名称：	国家海洋信息中心
注册地址：	天津市河东区六纬路93号
法定代表人：	何广顺
证书编号：	乙测资字12501408
有效期至：	2026年12月19日
	
发证机关（印章） 2021年12月20日	

No. 007346

中华人民共和国自然资源部监制

项目基本情况表

项目名称	田湾核电站自备码头工程施工期用海项目				
项目地址	江苏省连云港市连云区				
项目性质	公益性（ ）			经营性（ √ ）	
用海面积	1.7648hm ²	投资金额		万元	
用海期限	2 年	预计就业人数			
占用岸线	总长度	71m	邻近土地平均价格		
	自然岸线	0	预计拉动区域经济产值		
	人工岸线	71m	填海成本		
	其他岸线	0			
海域使用类型	交通运输用海/港口用海		新增岸线		0
用海方式		面积		具体用途	
透水构筑物		0.5829hm ²		栈桥	
透水构筑物		1.1819hm ²		栈桥	
注：邻近土地平均价格是指项目周边土地价格的平均值					

目 录

1 项目概述.....	2
1.1 论证工作来由.....	2
1.2 论证依据.....	2
1.3 论证工作等级和范围.....	5
1.4 论证重点.....	6
2 项目用海基本情况.....	7
2.1 用海项目建设内容.....	7
2.2 平面布置和主要结构、尺度.....	7
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	8
2.4 项目申请用海情况.....	25
2.5 项目用海必要性.....	26
3 项目所在海域概况.....	27
3.1 海洋资源概况.....	27
3.2 自然环境状况.....	29
3.3 海洋生态概况.....	54
4 资源生态影响分析.....	82
4.1 资源影响分析.....	82
4.2 生态影响分析.....	90
5 海域开发利用协调分析.....	116
5.1 海域开发利用现状.....	116
5.2 项目用海对海域开发活动的影响.....	123
5.3 利益相关者界定.....	125
5.4 相关利益协调分析.....	125
5.5 项目用海对国防安全和国家海洋权益的影响分析.....	127
6 国土空间规划符合性分析.....	128
6.1 所在海域分区基本情况.....	128
6.2 项目用海对周边海域分区的影响分析.....	133
6.3 项目用海与国土空间总体规划分区的符合性分析.....	134
6.4 项目用海对相关规划的符合性分析.....	135
7 项目用海合理性分析.....	138
7.1 用海选址合理性分析.....	138
7.2 用海平面布置合理性分析.....	140
7.3 用海方式合理性分析.....	142
7.4.岸线利用的合理性分析.....	144
7.5 用海面积合理性分析.....	144
7.6 项目用海期限合理性分析.....	148
8 生态用海对策措施.....	149
8.1 概述.....	149
8.2 生态用海对策.....	149
8.3 生态保护修复措施.....	151
9 结论与建议.....	152
9.1.结论.....	152
9.2 建议.....	154

1 项目概述

1.1 论证工作来由

核电站自备码头需根据核电物资运输要求进行改造建设，以满足核电物资运输船舶靠泊及装卸作业等条件。

田湾核电站规划建设八台百万千瓦级的压水堆核电机组，装机总量将超过 900 万千瓦，年发电能力约 700 亿千瓦时。目前该核电站已建成并投产六台机组。一期工程于 1999 年 10 月 20 日开工建设，1、2 号机组分别于 2007 年 5 月 17 日和 8 月 16 日先后投入商业运行。二期工程 3、4 号机组分别于 2018 年 2 月 15 日、12 月 22 日提前投入商业运行。三期工程 5 号机组于 2020 年 9 月 8 日投入商业运行，6 号机组于 2021 年 6 月 2 日投入商业运行。四期工程 7 号机组于 2021 年 5 月开工，8 号机组开工相差 10 个月，预计工期 65 个月。田湾核电站的 1 号至 4 号机组采用俄罗斯 VVER-1000 型核电机组，满足国际三代核电安全要求；5 号、6 号机组采用中核集团自主 M310+改进机型；7 号、8 号机组拟采用俄罗斯 VVER-1200 三代核电机组。

田湾核电站现有一座自备码头。2016 年自备码头东侧海域新建了田湾跨海大桥，根据《田湾核电站自备码头工程项目建议书（代可行性研究报告）》，核电物资运输船舶无法下穿通过跨海大桥，需在跨海大桥外侧新建自备码头，以满足核电物资运输船舶靠泊及装卸作业等条件。

核电站自备码头位于田湾核电站东侧海域，港区自然条件优越，冰期短，水文、气象等因素均能满足使用要求。工程区域地质条件较好，码头结构选型宜采用高桩结构，高桩码头结构设计和施工均有成熟的经验。港区施工条件优越。对高公岛航道部分区域浚深至-5.4m 高程，可满足核电物资运输船舶进出港要求。

核电站自备码头的引桥和码头用海部分充分利用田湾核电站专用航道和温排水用海的水面上层空间，属于立体用海项目；其中码头建设规模为 3000t 级，主要停靠核电物资专用运输船，满载货包时最大吃水深度 4.5m。

本工程为核电站自备码头的施工期用海，施工内容包括前池防波堤接岸段陆域灌注桩施工及引桥 1、引桥 2、引桥 3 海域段水上作业灌注桩施工。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》规定，在中华人民共和国内水、领海持续使用特定海域三个月以上的排他性用海活动，在向海洋行政主管部门申请使用海域

时，必须出具海域使用论证材料，论证该海域使用是否可行。根据上述规定，建设单位江苏核电有限公司委托国家海洋信息中心（委托书见附录 B）对田湾核电站自备码头项目进行海域使用论证工作。

接受委托后，本单位组成了项目组，编制了海域使用论证实施计划，开展现场调查和调访工作，收集相关资料，了解本项目附近区域的自然环境条件，查清工程区附近海洋资源开发利用现状；分析界定利益相关者，并提请业主与利益相关者进行协调；进行涉海工程综合分析研究，量算工程用海面积等工作。在此基础上编制了本海域使用论证报告书。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过；

（2）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023年10月24日第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修订；

（3）《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第三次修订；

（4）《中华人民共和国海上交通安全法》，2021年4月29日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过；

（5）《中华人民共和国港口法》，2015年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议通过；

（6）《中华人民共和国测绘法》，2017年4月27日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议第二次修订；

（7）《中华人民共和国可再生能源法》，2009年12月26日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订；

（8）《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2017年修正；

（9）《中华人民共和国自然保护区条例》，2017年修订；

（10）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013年修订；

（11）《海洋自然保护区管理办法》（国海发〔1995〕251号）；

- (12) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2010年3月1日起实施）；
- (13) 《国家海洋局关于完善国家海洋局直接受理项目用海审查工作有关问题的通知》，2013年；
- (14) 《关于印发<海域使用论证管理规定>的通知》（国海发〔2008〕4号）；
- (15) 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006年；
- (16) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年；
- (17) 《关于调整海域、无居民海岛使用金征收标准的通知》，财政部/国家海洋局，2018年；
- (18) 《海域使用金征收标准》（财综字〔2018〕15号）；
- (19) 《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》（自然资办函〔2021〕2073号）；
- (20) 《关于贯彻实施<中华人民共和国物权法>全面落实海域物权制度的通知》（国海管字〔2007〕208号）；
- (21) 《海域使用测量管理办法》（国海发〔2002〕22号）；
- (22) 《国家海洋局关于在海洋领域全面使用2000国家大地坐标系的通知》，国海科字[2014]775号；
- (23) 《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号）；
- (24) 《自然资源部办公厅关于印发<海域立体分层设权宗海范围界定指南(试行)>的通知》（2023年11月17日）；
- (25) 《江苏省海域使用管理条例》，2020年修正；
- (26) 《江苏省海洋环境保护条例》，2016年修正。

1.2.2 相关规划和区划

- (1) 《江苏省国土空间规划（2021—2035年）》，2023年7月25日；
- (2) 《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部公告第189号）；
- (3) 《“十四五”海洋经济发展规划》，2021年12月；
- (4) 《水运“十四五”发展规划》，2021年11月；
- (5) 《江苏省“十四五”海洋经济发展规划》，2021年8月；
- (6) 《江苏省国家级生态保护红线规划》；2018年6月；
- (7) 《连云港市城市总体规划（2015-2030年）》，2017年6月；

- (8) 《连云港市“十四五”沿海发展规划》，2022年2月。
- (9) 《连云港市国土空间总体规划（2021-2035年）》2023年8月。

1.2.3 技术标准和规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）；
- (2) 《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；
- (3) 《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；
- (4) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；
- (5) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (6) 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
- (7) 《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；
- (8) 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；
- (9) 《海域使用面积测量技术规范》（HY 070-2022）；
- (10) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- (11) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002.4）；
- (12)
- (13) 《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T 18314-2016）；
- (14) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- (15) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）；
- (16) 《海港总体设计规范》（JTS165-2013）；
- (17) 《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）；
- (18) 《码头结构设计规范》（JTS167-2018）。

1.2.4 项目基础资料

- (1) 《田湾核电站自备码头工程项目建议书（代可行性研究报告）》，中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2023年2月。
- (2) 《中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目海域使用论证报告》（报批稿），2023.02。
- (3) 《中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目环境影响评价报告表》（报批稿），2023.02。
- (4) 《田湾核电站自备码头工程海洋环境现状调查报告书》（秋季），交通运输

部天津水运工程科学研究所，2023.10。

（5）《田湾核电站自备码头工程海洋环境影响评价报告表》，中国海洋大学，2023.11。

（6）《钢栈桥及钢平台专项施工方案》，中国核工业华兴建设有限公司，2025.06。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

海域使用论证工作实行等级划分制度，按项目的用海方式、规模和所在海域特征划分为一级、二级、三级。本项目的用海方式为“构筑物”用海中的“透水构筑物”用海。

根据《海域使用论证技术导则》，“构筑物总长度（400~2000）m；用海总面积（10~30）hm²，所在海域特征为‘其他海域’，项目论证等级为二级”（见表 1.3-1）。本项目码头所在海域为除海洋自然保护区、海洋特别保护区、重要河口和海湾等的其他海域，透水构筑物总长度约为 914m，用海面积为 1.7648hm²，根据透水构筑物判定论证等级为二级。因此，本项目论证等级为二级。

表 1.3-1 项目海域使用论证等级判定表

用海单元	一级用海方式	二级用海方式		用海规模	所在海域特征	论证等级
施工平台	构筑物	透水构筑物	其他透水构筑物	构筑物总长度（400~2000）m；用海总面积（10~30）hm ²	其他海域	二
				（透水构筑物总长度约为914m，用海面积为1.7648hm ² ）		
本项目						二

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的规定：论证范围应根据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，二级论证向外扩展8km。

结合本工程项目周边用海情况、海域特征及周边用海情况，本工程项目用海的论证范围见图1.3.2-1，角点坐标见表1.3.2-1，论证范围海域总面积约116km²。

表 1.3.2-1 论证范围角点坐标

序号	东经	北纬
A		
B		
C		
D		

图 1.3.2-1 论证范围图

1.4 论证重点

根据工程项目所处海域的自然环境条件、海洋资源分布及开发利用现状等特点，结合项目的用海类型、用海性质、可能造成的环境影响及二级论证的要求，确定本项目的论证重点为：

- （1）项目选址合理性分析；
- （2）平面布置合理性分析；
- （3）用海方式合理性；
- （4）用海面积合理性；
- （5）资源生态影响；
- （6）生态用海对策措施。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

(1) 建设项目名称

田湾核电站自备码头工程施工期用海项目。

(2) 建设项目性质

本项目的栈桥用海部分申请立体分层设权。

(3) 项目所在位置

本项目位于“亚欧大陆桥头堡”之称的连云港市近岸海域，距离连云港港约 5km，地理位置坐标为：东经 $119^{\circ} 28' 30.941''$ ，北纬 $34^{\circ} 41' 29.648''$ 。

(4) 项目建设规模和投资情况

(5) 项目用海情况

本项目用海类型属于交通运输用海中的道路用海，用海方式为构筑物用海中的透水构筑物用海。本项目申请的用海全部采用分层设权，面积 1.7648hm^2 ，且均为透水构筑物用海。另外，本项目用海占用人工岸线 71m，申请用海期限 2 年。

图 2.1-2 项目位置示意图（市范围）

图 2.1-3 项目位置示意图（小范围）

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 施工栈桥总体平面方案

(1) 与周边工程位置关系

新建码头与高公岛南边直线距离 880m，与羊山岛景区直线距离 780m，与羊山岛灯桩最近，直线距离 360m。

新建码头平台距离跨海大桥约 200m，满足《海轮航道通航标准》（JTS180-3-2018）2 倍设计船长的安全距离要求。

图 2.2-3 与周边工程相对位置图

(2) 主要结构及尺度

2.2.2 栈桥结构（标准段）

图 2.2-13 栈桥标准断面图

2.2.6 栈桥下穿跨海大桥方案

图 2.2-14 栈桥下穿跨海大桥结构示意图

2.2.7 栈桥接岸方案

2.3 项目主要施工工艺和方法

本工程主要建设项目如下：

表 2.3-1 主要建设项目

2.3.1 施工条件

2.3.1.1 设计水位

设计高水位（历时累计频率 1%的潮位）：2.48m；

设计低水位（历时累计频率 98%的潮位）：-2.34m。

2.3.1.2 自然条件

自然条件详细内容见第三章。

2.3.1.3 施工水电、通信

2.3.1.4 厂外交通道路现状

图 2.2-15 外部交通示意图

2.3.1.5 进港航道

施工船舶进出港航道可沿用大件运输航道。施工船舶可通过徐圩航道，驶至高公岛航道，最后进入核电预留航道，下穿跨海大桥，进入跨海大桥内侧。

施工船舶进出港路线如下图所示：

图 2.2-16 施工船舶进出港路线示意图

2.3.1.6 建材供应

建筑用砂石料、混凝土、钢管桩及其它材料可在当地及附近地区采购。距离

大件码头 200m 位置即有水泥搅拌站。混凝土运输距离短。

图 2.2-17 水泥搅拌站位置图

连云港当地即有钢管桩制造工厂，采购和运输方便。

图 2.2-18 钢管桩生产厂家分布图

2.3.1.7 施工能力

江浙地区有众多的港口群，有多年连续建港的经验。附近地区活跃着多支拥有丰富经验的水运工程施工队伍，这些施工队伍有较强的施工管理经验和施工能力。

2.3.1.8 跨海大桥内侧桩基施工方案

跨海大桥内侧水深约-1.5m，不能满足起重船的吃水深度要求。跨海大桥内侧桩基施工所采用的起重船和打桩船通常有较高的桩架，由于主通航孔净空高度限制，无法通过跨海大桥主通航孔进入大桥内侧。常规的运桩驳船和工作船等可以通过主通航孔进入。

在施工准备完成后，沿着引栈长度平行于栈桥位置开挖一条临时航道，供施工船舶进出。航道宽度 50-80m，清淤底标高-3.0m，可以满足打桩船和起重船进、出场和作业要求。

施工船舶通过大件码头航道和主通航孔进入跨海大桥内侧。由于主通航孔净空高度的限制，打桩船和起重船的桩架需要放倒或者拆卸后通过主通航孔进出场。

2.3.2 施工顺序

栈桥及码头桩基布置详见下表。

图 2.2-19 栈桥及码头桩基分布示意图

根据工程总进度计划要求，栈桥施工顺序如下图所示：

图 2.2-20 总体施工流程图

2.3.3 临时工程

本工程实施阶段，主要涉及的临时工程有：

表 2.3-2 平面方案一 临时工程项目表

编号	项目	单位	数量	备注

栈桥现浇混凝土，均按从现场搅拌站通过水上船舶泵送现浇考虑。

2.3.4 施工方法

栈桥和钢平台施工方法一致，方案中以主栈桥施工描述为主。

2.3.4.1 桥台施工

(1) 工程概况

本工程桥台为 C30 钢筋混凝土结构，桥台长 8 米，宽 2 米，高 2.842m，分为两次浇筑，第一次混凝土浇筑时买入预埋件；桥台结构示意图如下。

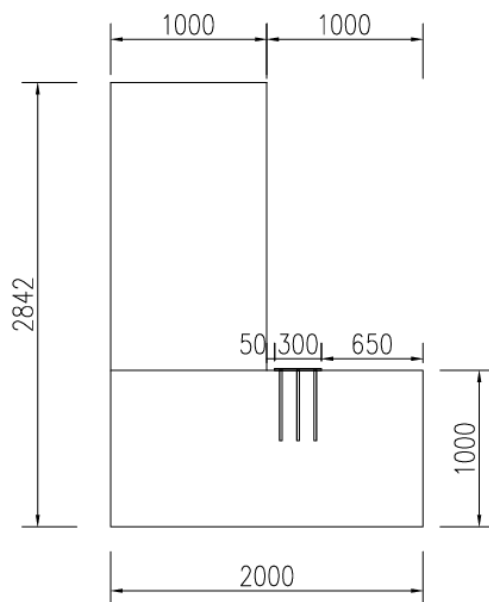


图 2.3.4-1 钢栈桥桥台结构尺寸图

桥台底地基承载力不得小于 150kPa，此桥台为临时使用桥台，基础开挖以现场工程师验收为准。

(2) 工艺流程

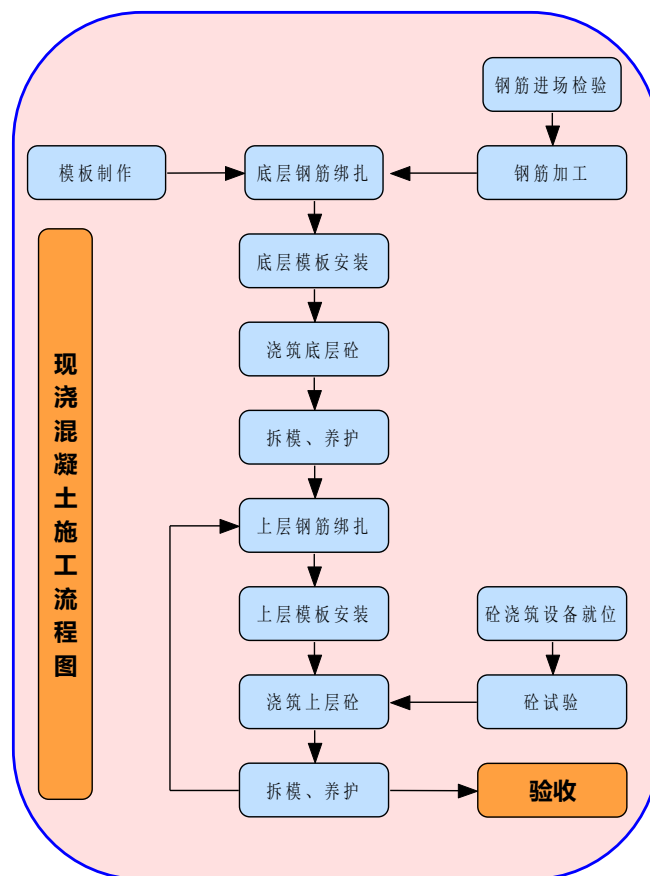


图 2.3.4-2 桥台分层浇筑工艺流程图

（3）钢筋加工及安装

钢筋加工后，运至施工地点，钢筋半成品的加工必须按经审核的料单进行，钢筋绑扎严格按图纸及施工规范要求要求进行施工。

承台钢筋一次性绑扎成型，侧墙钢筋在底层混凝土浇注后绑扎，安装内模后绑扎剩余顶部钢筋，支模板前安设混凝土垫块以控制钢筋保护层，垫块采用同承台同标号的 C30 混凝土制作，垫块布设横向间距 0.7m，纵向间距 1.0m。钢筋的加工及绑扎经现场技术人员自检合格后，上报监理工程师检验，验收合格后进行模板安装。

（4）模板安装

模板安装前，放出模板安装控制线。

① 承台外侧模板：采用 15mm 木模板进行拼装，木模板要求有足够的强度和刚度。模板安装前先将小模板拼装成整体，拼装时接缝错台要求不超过 5mm，接缝间夹海绵条，防止漏浆。模板使用人工安装，模板精准就位后使用管架和方木支撑，固定好后检查台身模板的稳定性，竖直度，尺寸及

位置。浇筑前，模板必须清理干净，底部没有任何杂物，并在模板表面均匀涂抹脱模剂，以便拆模时不损坏混凝土。

② 模板支立：模板分两次支立，第一次支承台外模模板，模板与墙身钢筋之间横向加焊钢筋固定，加焊横向钢筋间距 70cm，在第一次混凝土浇注到基础顶面，且混凝土强度满足要求后，桥台基础混凝土与背墙结合处的位置凿毛并冲洗干净，第二次支背墙模板。模板采用螺栓连接，密封条密实。在浇注混凝土前紧固模板，避免混凝土浇注时漏浆。

③ 模板支撑：使用管架和方木支撑，通过对拉螺杆调整模板的垂直度与平整度及稳定性，经现场技术人员自检合格后，上报结构监理工程师到现场检验，验收合格后进行下道工序混凝土浇注施工。

(5) 浇注混凝土

第一次浇筑承台，第二次浇筑台背。两次浇注的接缝处凿毛处理，保证衔接面的粗糙干净，无散落的混凝土。两次浇注的接缝处保证有良好的衔接面，混凝土施工时采用从一端开始水平分层连续浇注，每层不超过 30cm。两层混凝土浇注时间不大于 45 分钟。混凝土采用 8m³ 搅拌车通过陆上通道运输至施工现场，用溜槽直接送混凝土入模方式浇注。振动棒振捣时不能触及模板，与模板的距离不小于 150mm，移动间距不超过振动器作业半径的 1.5 倍；模板角落以及振捣器不能达到的地方，辅以插针振捣，以保证混凝土密实及其表面光滑。混凝土振捣直至充分密实为止。密实的标志是混凝土停止下沉，不再冒出气泡，表面呈现平坦、泛浆均匀为止，严禁过振。

(6) 混凝土养生

混凝土表面二次压光以后及时用土工布覆盖，洒水养生期不少于 7 天。

(7) 模板拆除

模板拆除在混凝土强度达到 30%设计强度后方可进行，并注意拆模时防止混凝土表面及棱角受损伤。模板拆除时，报请监理工程师检查外观质量、几何尺寸并签认，以便进行下道工序施工。

2.3.4.2 钢管桩施工

(1) 沉桩机具的选择

根据栈桥所处位置地质土层情况及桩基的类型，选择 85t 履带吊配合 DZ120 型振动锤进行插打施工。





图 2.3.4-3 钢管桩沉桩示意图

(2) 沉桩施工流程

沉桩施工流程：岸上准备配桩→运桩到现场→吊桩对位→插桩→启动振动锤（液压冲击锤）沉桩→接桩（须接桩）→再启动振动锤沉桩（→校核桩位及高程→沉桩至设计深度→放样精割桩头→桩顶处理。

(3) 钢管桩的加工、制作及验收

钢管桩采用受力性能较好的成品螺旋管桩。钢管桩采用 Q235 钢板，交货时应有合格的“质量检验证明书”，证明书中各项内容应符合设计文件和国家标准要求，进场后应按现行标准进行抽检、复验，表面不得有裂缝、气泡、起鳞、夹层等缺陷。

焊接材料应符合国家现行标准的规定，并采用与主材相匹配的材料，焊接材料的选择原则是焊条应选择与母材相同的材料或采用在环境介质中的自然腐蚀电位比母材电位低的材料。

为防止钢管桩插打过程中下口变形，影响插打深度，钢管桩均采用开口桩。

钢管桩焊接时，应注意：

(1)钢管桩焊接前，应将焊缝上下 30mm 范围内的铁锈、油污、水汽和杂物清除干净。

(2)钢带对接焊缝与管节端部的距离不小于 100mm。

(3)钢管桩应采用多层焊，每层焊缝焊完后，应及时清除焊渣，并做外观检查，每层焊缝的接头应错开。

(4)钢管桩对口拼装时,相邻管节的焊缝必须错开 $D/8$ 以上(D 为桩径),对接焊缝采用电弧焊进行,对接管端环缝应对称施焊,防止焊接变形,减少次应力。

(5)钢管桩对接连接处沿桩周加焊 4~6 个加劲钢板,以增强钢管桩整体刚度。

(6)钢管桩加工、制作过程中,应预留焊接收缩量,并采取有效措施控制变形。

钢管桩工厂预制时应编号,所编号码与桩长(以米计)相同。制作完成后,按加工技术要求进行验收,并经技术、质检、安全、物资等相关人员联合检查验收合格后方可进入下道工序。

管桩接长要求等强焊接,并在接缝外均匀帮焊 4~6 个加劲板。钢管桩制造完成后,检查验收时表面不得有气孔、裂纹、弧坑、夹渣等,有焊瘤时需用砂轮打磨,并需补焊,补焊后也需用砂轮打磨。焊缝允许超高不大于 3mm,对接焊缝表面各焊道交界处在凹沟时最低点不得低于母材表面。

(1)钢管桩管节制造完毕后,检查其外型尺寸,应符合:

椭圆度:允许 $0.5\%D$,且不大于 5mm(D 为钢管桩外径);

外周长:允许 $\pm 0.5\%C$,且不大于 10mm(C 为钢管桩周长);

管端平面倾斜:允许 $0.5\%D$,且不大于 4mm(D 为钢管桩外径)。

(2)钢管桩对口拼装时,相邻管节的管径偏差不大于 2mm,对口板边高差不大于 1mm。

(3)钢管桩对接焊缝允许偏差:

咬边:深度不超过 0.5mm,累计总长度不超过焊缝长度的 10%;

超高:不大于 3mm;

(4)对口接长后,钢管桩外形尺寸的允许偏差:

桩长偏差: +300mm, 0mm

桩轴向弯曲矢高:允许 $0.1\%L$,且不大于 30mm(L 为钢管桩长度)。

对于旧钢管桩利用的,要对其壁厚、锈蚀情况、变形、孔洞能情况进行检查,对缺陷进行修整,缺陷过大的管桩禁止使用,其余项目检验指标同上。

(4) 钢管桩接长

根据试桩确定钢管桩入土深度等参数,计算每个桥墩钢管桩设计桩长,在桥头区的加工场台座上焊接加工,接长时要确保对接精度及焊接质量。钢管桩焊接采用气体保护焊或手工电弧焊,焊工按核电要求持证上岗作业。

现场钢管桩接长采用可移动的操作平台作为工作面进行操作，钢管桩的接长焊接质量控制是关键环节。对于现场切割的钢管桩，切面一定要平整，并除去钢渣，管节对接时，采用 V 形坡口单面焊，与上面一节钢管桩进行精确对中后进行满焊、最后用 6 块 200mm*100mm*10mm 的加劲钢板进行对称焊接，焊缝厚度不小于 8mm。焊接时加劲板与钢管桩壁密贴（见钢管接长示意图）。待上下节钢管桩之间的焊接质量经检查合格后再继续进行打桩。

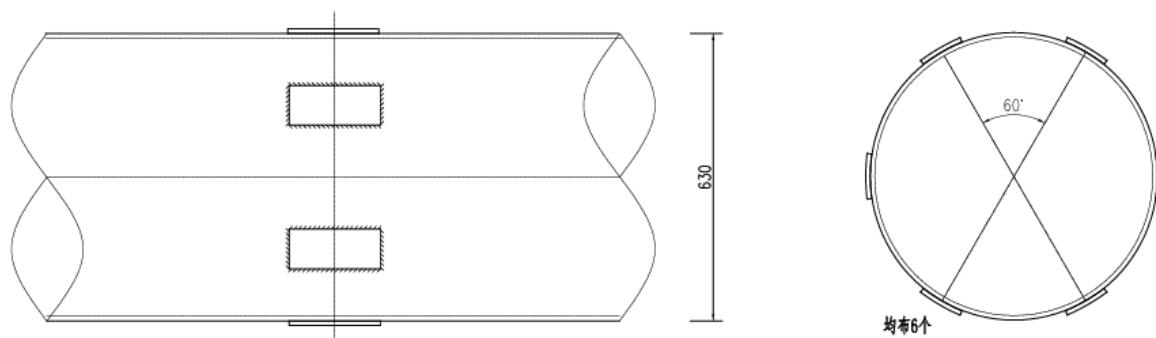


图 2.3.4-4 钢管桩接桩示意图

焊接前，应将焊缝上下 30mm 范围内的铁锈、油污、水气和杂物清理干净。将焊丝、焊条、焊剂焊前应烘干。焊接定位点和施焊应对称进行。露天焊接时，应考虑由于阳光照射所造成的桩身弯曲。

钢管桩应采用多层焊，焊完每层焊缝后，应及时清除焊渣，并做外观检查，每层焊缝的接头应错开。

钢管桩接长的焊缝为三级焊缝，其外观检查检查 and 无损检验均应符合三级质量标准。

（5）钢管桩插打

①安装定位导向架

钢管桩的定位采用贝雷桁架与型钢加工形成一个整体悬臂导向架，导向架末端与已铺设完成的栈桥前端贝雷梁销接，导向架前端按设计的桩位预留孔位进行导向。利用已形成的栈桥或平台作为待施工钢管桩的定位导向，导向架定位钢管桩既可靠，又简单易用，避免了水流对钢管桩定位的影响，保证了施工作业的安全。

一排钢管桩振沉完毕后将导向架移开，铺设桩顶横梁、贝雷梁及桥面系，然后转入下一孔栈桥施工如下图所示。

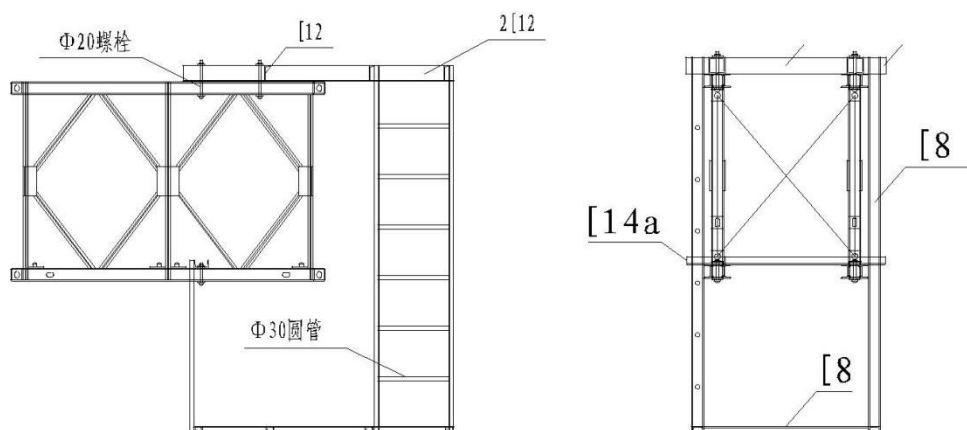


图 2.3.4-2-5 钢管桩定位导向架定位

②吊装钢管桩就位

钢管桩运至现场，起吊钢管桩，主钩吊桩顶，副钩采用铁钩起吊桩尖端，慢慢将桩竖直；将钢管桩慢慢放进临时固定导向架里面。

③沉桩施工

钢管桩对位完成后，慢速松开吊机使桩在自重作用下插入土中。在此过程中，应随时观察钢管桩偏位以便及时进行调整，待自重下沉完成后，应精确观测钢管桩偏位，若超出规范要求，应起吊钢管桩重新对位。待钢管桩稳定后解钩，起吊安装振动锤。

④振动下沉施工

钢管桩各项偏差满足要求后，利用 DZ90（120）震动打桩锤插打钢管桩。因此时钢管桩入土深度较浅，任何偏载或水平力极易造成钢管桩倾斜，故应采取措施使打桩锤尽量无偏心力。震动打桩锤开始插打钢管桩时应先轻打 2~3 锤，然后检查并调整钢管桩的平面位置偏差及倾斜度，再逐步增加打桩次数及频率。当钢管桩入土深度达到 2m 左右后，方可连续沉桩。

现场施工中采用桩底标高+贯入度双控法进行控制，以贯入度为主。当桩底标高达到设计桩底标高但贯入度仍然很大时，应继续沉桩。钢管桩入土深度达到 5m，且采用 DZ90（120）振动锤打设时贯入度小于 3cm/min 时即可停锤。当贯入度到达要求，深度不满足 4m 时，继续沉桩，确保深度不小于 4m。

⑤钢管桩割除

钢管桩插打到位后，割除多余管桩，安装桩顶分配梁及钢管桩剪力撑，分配梁及剪力撑应与钢管桩焊接牢固。

⑥钢管桩施沉控制

a、测量人员现场指挥精确定位，在钢管桩施打过程中要不断的检测桩位和桩的垂直度，并控制好柱顶标高。下沉时如钢管桩倾斜，应及时牵引校正，每振 1~2min 要暂停一下，并校正钢管桩一次。

b、每次振动持续时间过短，则土的结构未被破坏，过长则振动锤部件易遭破坏。振动的持续时间长短应根据不同机械和不同土质通过试验确定，一般不易超过 5min~10min。

c、振动锤与桩头必须用液压钳夹紧，无间隙或松动，否则振动力不能充分向下传递，影响钢管桩下沉，接头也易振坏，在振动锤振动过程中，如发现桩顶有局部变形或损坏，要及时修复。

d、钢管桩接长时必须满焊，各加长加劲板也需满焊并符合设计的焊缝厚度要求，经现场技术员检查钢管桩接头焊接质量合格后方可打设钢管桩。

e、钢管桩的最终桩底标高控制采取标高、贯入度双重控制，以贯入度控制为主。钢管桩垂直度允许偏差 1%。

2.3.4.3 连接系及分配梁安装

打桩至设计标高后，检查桩的偏斜度及入土深度，其误差均符合要求后，立即进行钢管桩间斜撑、平联、桩顶分配梁等的施工。

钢管桩下沉结束后，用履带吊悬吊平联、斜撑，进行平联、斜撑与钢管桩之间焊接连接，连接系采用整体制造及安装法进行，先将钢管联结系单片制作为整体，在联结系横杆一头留有调节套管，然后吊装至现场，与钢管立柱现场相贯焊，从而减少了现场相贯焊的工作量如图所示。

连接系具体施工步骤：

(1) 钢管桩插打完成后，立即安装连接系施工平台。

(2) 在钢管桩上进行平联位置的测量放样。技术员实测各桩的空间相对位置，并将实际数据反馈给加工厂；加工厂根据现场实际数据下料、割相贯线。

(3) 将后场制作好的连接系运输至施工栈桥墩位处。

(4) 用履带吊悬吊平联，到位后电焊工焊接平联。现场技术员及时检查焊缝质量。

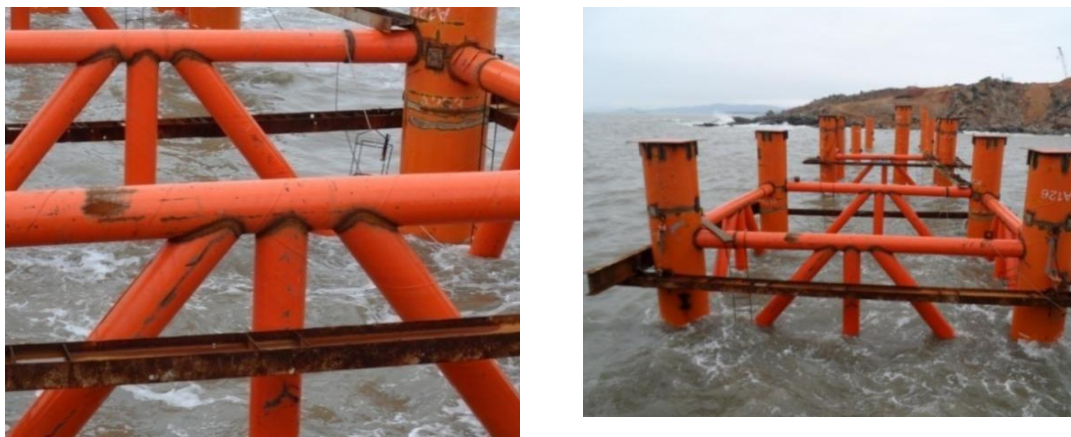


图 2.3.4-6 连接系安装示意图

测量单排钢管桩顶面标高，通过计算得出钢管桩槽口的切割深度。利用氧炔焰割炬在钢管桩顶部水平对称切割两个底宽 34cm 的槽口，以安装桩顶横梁。同时对双排桩基础桩间牛腿进行焊接，焊接完成以后，安装双拼 I40a 横梁及纵梁。

钢管桩槽口切割完成后，将分配梁吊装至钢管桩上。分配梁采用两根平行且横向连接的型钢，用以横向连接钢管桩，同时传递桥面荷载到钢管桩基础，使基础均匀受力，保证栈桥的整体稳定性。

钢管平联采用 10mm 厚钢板与钢管、槽钢焊接，焊缝通长焊接，示意图如下所示。

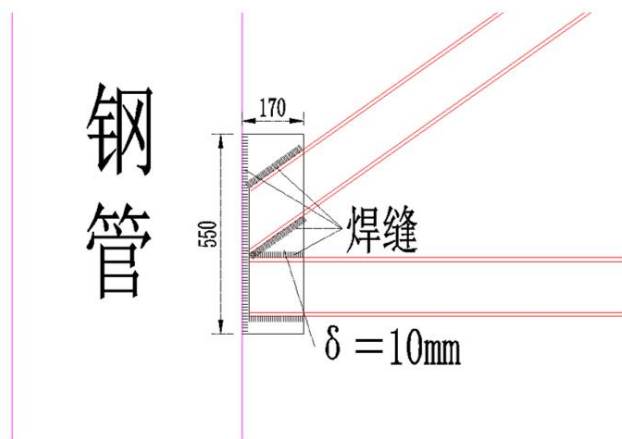


图 2.3.4-7 钢管平联大样图

若钢管平联位于水中无法焊接，则在水面以上用同等规格槽钢水平焊接。

管桩的焊接方法：

- (1)接桩前清理干净桩端的泥土杂物，可采用钢丝刷清理。
- (2)上下节桩对齐，上下两桩偏差应少于 2mm，并应保证上节桩的垂直。
- (3)焊接时要由两人同时对称施焊，焊缝应连续、饱满，不得有施工缺陷，如

咬边、夹渣、焊瘤等。烧焊至少应有两层或以上，焊渣应用小锤敲掉。烧焊采用二氧化碳焊接法，无需冷却焊好即可继续施压。

焊接工艺如下：

①检查工件与地线，焊枪，送丝，气瓶，气压表，气管等的连接是否正确、可靠，如果面板上有大(小)电流档，电压 5 档以下用小电流档。

②将绕有焊丝的焊丝盘装到送丝盘轴上，根据焊丝直径调节送丝轮和导电嘴，并将焊丝手动送入送丝软管，压好送丝轮。

③打开焊机电源，将"电压调节"开关打到所需档位，电流调节大概合适位置(精确位置要在焊接时调整)；对于 0.8~1.0mm 焊丝，送丝速度大致在 3~18 米/分钟。

④根据实际需要选择焊接方式:焊接连续的长缝时，将"点焊"、"断续焊"两旋钮逆时针旋至最底；自动短焊缝(焊接一段时间后自动停止)，将"断续焊"旋钮打开，并按需要调节焊接时间；自动断续焊，打开"点焊"、"断续焊"旋钮，匹配调节相应的焊接循环时间和焊接时间。

⑤打开气瓶阀门，调节气体流量，一般选择 3-15 升/分钟的范围，同时检查气路是否漏气；按下枪开关，观察送丝、送气是否正常。

⑥手持焊枪使喷嘴离工件高出 8-12mm，与焊缝垂直方向成 10-20 度左右，可以先用焊丝对准焊缝。

⑦按下枪开关，电弧引燃后，沿焊缝方向均匀移动焊枪(尽量保持焊丝的伸出长度不变)，并根据实际情况调整焊接规范匹配，得到精美的焊缝。松开枪开关即完成一个焊接循环。

⑧焊接操作结束后，关上气瓶阀门，松开送丝机的压丝手柄，按下枪开关放掉气压表中的余气，最后关断焊机电源和总电源。

连接系焊接操作平台：

操作平台尺寸为：8m*1m*1.2m（长*宽*高），采用 L75*5mm 角钢作为主梁，16mm 圆钢作为底次梁，间距 0.3m，底板上方铺设 6mm 花纹钢板，两侧设置 1.2m 高防护栏杆，使用时，采用钢丝绳将操作平台悬挂至钢管桩上方，人员进入施工时，需穿戴安全绳。

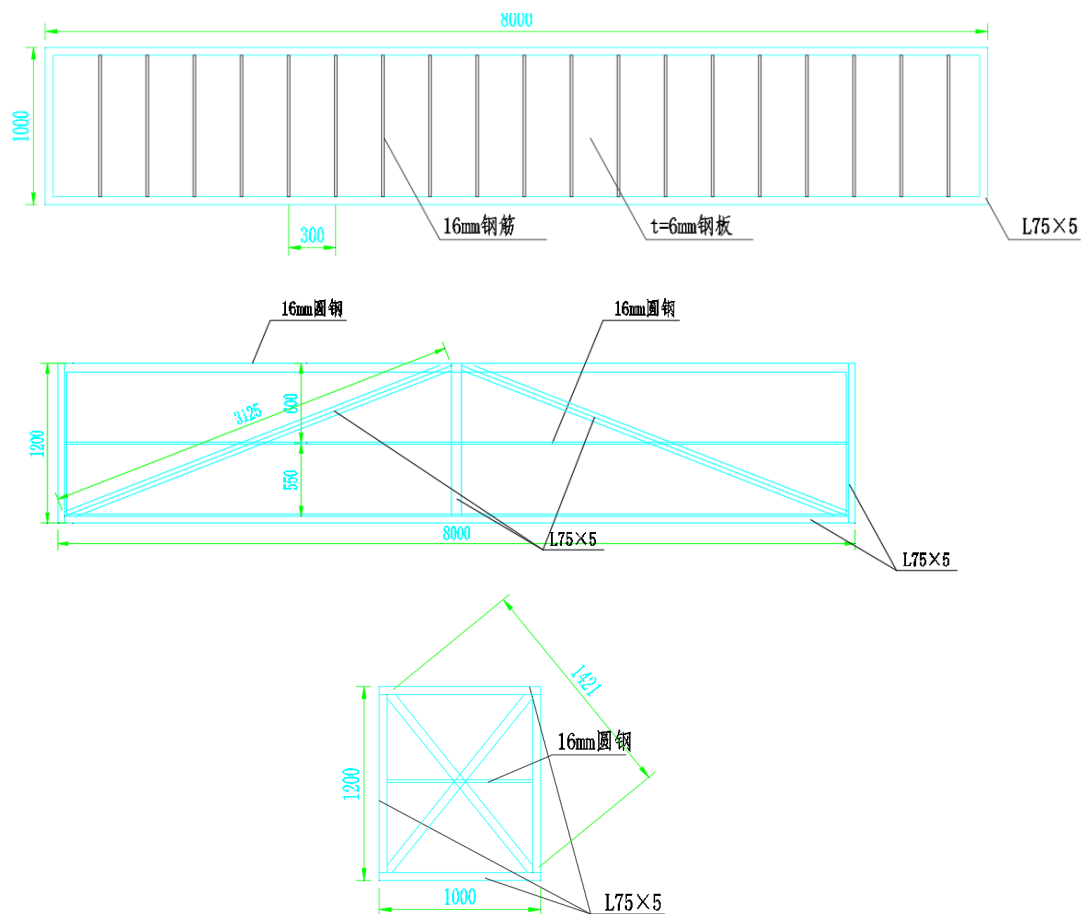


图 2.3.4-8 操作平台图

2.3.4.4 贝雷纵梁安装

(1) 贝雷梁的拼装

栈桥及平台贝雷桁架采用“321”型贝雷片拼制而成。贝雷桁架分组依次吊装、运输至栈桥，先与已搭设完成的栈桥或平台连接，再安装支撑架完成两组间拼接。

栈桥桁架组拼装时，贝雷片与贝雷片间顺桥向采用销栓销接，横桥向支撑花架或剪刀撑连接。贝雷销栓安装完成后，必须安装保险插销，防止贝雷销栓脱落。支撑花架和贝雷片之间用螺栓固定。

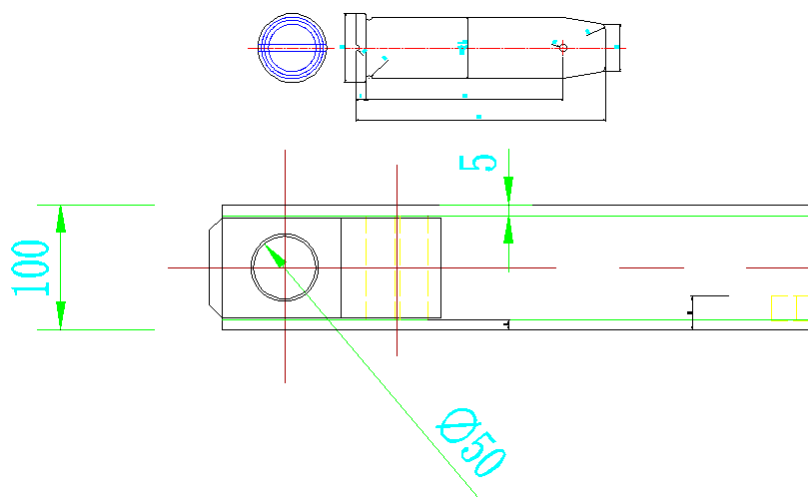


图 2.3.4-9 贝雷插销示意图

(2) 贝雷梁运输与架设

后方拼装好的贝雷梁（两组为一个安装单元）重量不大，85t 履带式起重机有足够的起重量，故单跨一个安装单元的贝雷梁可以同时架设。贝雷梁架设时，先在下部结构顶横梁上进行测量放样，定出贝雷架准确位置并安装好减震橡胶片，后端作业人员将安全带系至铺设完成的贝雷梁上指挥贝雷梁精确就位，然后用履带式起重机吊装一个安装单元贝雷梁与已建成的栈桥贝雷梁相连，并焊接限位器。一个安装单元贝雷梁完成后，安装另一个安装单元贝雷梁，同时与安装好的贝雷梁用剪刀撑进行连接。依此类推完成整跨贝雷梁的安装。

贝雷梁下弦杆通过 U 型钢板固定在横梁上。

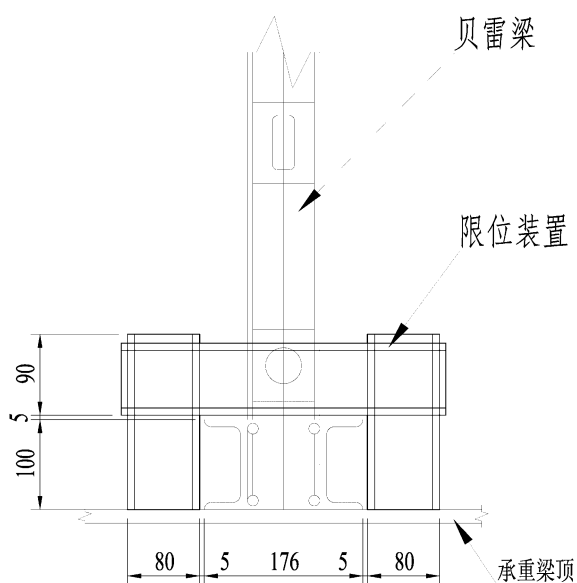


图 2.3.4-9 贝雷架与横梁间限位

2.3.4.5 桥面系施工

桥面系施工主要包括安装栏杆和涂刷油漆。

栏杆待栈桥主体结构施工一部分后，开始安装栈桥栏杆。栈桥栏杆构件在钢结构加工厂制作，拉到现场焊接安装。栈桥栏杆立柱通过与桥面板侧面预埋钢板焊接固定，每 4m 一道，横杆采用钢管制作，穿过栏杆立柱预留孔相连，高度方向设置 2 道横杆，栏杆下部设置踢脚板。安装时均需拉线，确保栏杆侧面、顶面在同一直线上。栏杆立柱、横杆及踢脚板均需刷红白相间荧光漆或反光漆，红白交界线处必须成一直线。每个钻孔平台主体结构施工完成后开始施工平台栏杆。

2.3.4.6 拆除施工

每个墩台施工完成后，拆除墩台位置 12m 范围的平台，保留中间部分 12×12m 平台范围作为墩台施工平台；待大小里程侧墩台施工完成后，拆除全部平台；标段内全部墩台施工完成，并拆除完成所有平台后，开始拆除主栈桥。

(1) 钢栈桥拆除工艺流程

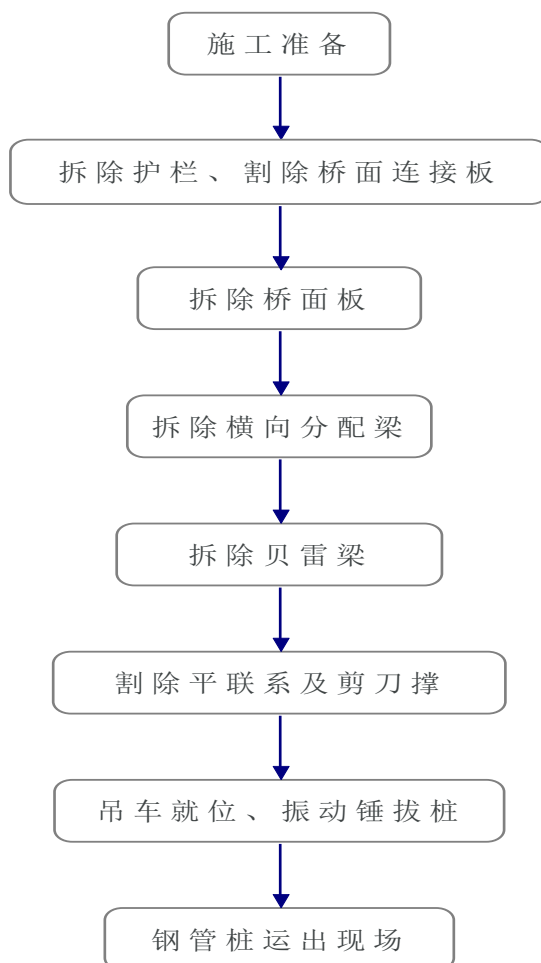


图 2.3.4-10 钢栈桥拆除顺序及方法图

平台拆除时，先在平台上使用 85t 履带吊拆除钢平台，拆除材料通过未拆除的主栈桥运出。

钢栈桥的拆除工作同搭设工作顺序基本相反，依次拆除桥面附属设施、组合式桥面板、型钢分配梁、贝雷、桩顶分配梁及钢管桩，拆除方法基本与搭设方法相反。采用钓鱼法，后退到起点的拔出方式进行拆除，边拆除，边利用原栈桥运送材料到岸上指定的位置。

具体拆除步骤：待护栏拆除后，履带吊停靠于要拆除一跨的后一跨桥面上，先将桥面板、桥面分配梁、贝雷梁等吊运至未拆除的栈桥上，使用装载机托运并装车，最后在履带吊上安装上振动锤，拔除钢管桩基础。拆除计划按 1 天拆除 2 跨。在拆除过程中要注意对周围水域的保护，防止造成过度污染。

（2）桥面护栏拆除

先将护栏钢管从立柱中抽出后，依次割除护栏立杆。

（3）桥面板拆除

割除桥面板连接板后使用吊车吊运。

（4）贝雷梁拆除

使用大锤、钢棒配合将要拆除跨钢管桩顶部贝雷销打出，贝雷销打出后，割除承重梁顶的贝雷片限位装置，然后采用汽车吊吊运贝雷片，贝雷片每一次吊运由框架连接的 1 组（2 片为一组）贝雷片。

（5）钢管桩拆除

先在钢管桩上挂设临时操作平台，割除桩顶承重梁及剪刀撑。再使用履带吊配合振动锤拔除钢管桩（如下图所示）。钢管桩拔除时，先将履带吊停放在未拆除的栈桥端头，使用大勾勾住振动锤上部的卸扣，吊起振动锤。在振动锤起吊时，人拉住振动锤电缆线，控制夹具方向，使振动锤夹具对准钢管桩上方，对好后快速下放吊钩，使夹具夹住钢管桩，开启振动锤电源开关，待振动锤振动几秒钟后，履带吊缓缓起勾，将整根钢管桩拔出。钢管桩拔出后，关掉振动锤电源，将其插入淤泥内，松开振动锤夹具，待一排桩基的三根桩拔完后，将振动锤从吊钩上卸下，使用履带吊依次将插入淤泥内的钢管桩吊运至栈桥上，使用装载机托运装车，如此循环，直到钢管桩全部拔除。

临时操作平台采用型钢制作成吊篮，吊篮上设置防坠器，并通过手拉葫芦挂在钢管桩上。通过手拉葫芦调节吊篮高度便于承重梁和平联斜撑的切割施工。施工作业人员需同时正确佩戴安全绳。

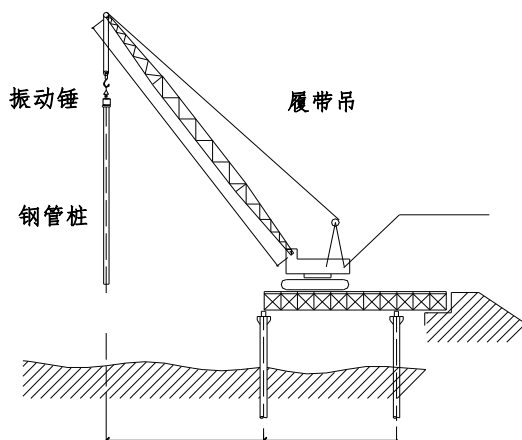


图 2.3.4-11 “钓鱼法”拔除钢管桩

钢栈桥拆除注意事项：

- 1) 栈桥拆除前各施工人员必须熟悉拆除工艺流程，过程中严格按照拆除工序进行，杜绝违规操作与野蛮施工。
- 2) 每班中至少安排一名专职安全员，负责现场安全工作，全面掌控钢栈桥拆除过程中的安全工作。
- 3) 在栈桥拆除工作中，施工人员必须佩戴安全帽、反光衣、救生衣、安全绳等个人防护用品。
- 4) 拆除贝雷梁、钢管时，因其重量比较大，吊装时必须配备有经验的工人进行，并有专人指挥起重机。
- 5) 夜间时应提前进行照明设施的安装，并设置一定数量的安全警示灯标志，防止过往船只碰撞。
- 6) 电工作业时必须穿戴好个人防护用品，并严格执行电气安全操作规程，做到持证上岗。

便桥拆除后的清理措施：

工程即将完工前及时向监理工程师呈报场地清理计划：

- 1) 按要求将工地范围残留垃圾进行清理和处理；
- 2) 按要求拆除临时工程，清理、平整临时占用的场地；
- 3) 设备和材料全部撤离工地，废弃的施工设备和材料全部清除；

4) 清理场地在工程完工后的规定期限内完成, 拆除施工临时设施, 清除施工区或施工区及其附近的施工废物, 并按照监理工程师批准的环境保护措施, 计划完成环境恢复, 按合同规定清理和平整临时征用的施工用地清理工作的。

2.3.4.6 跨海大桥处栈桥及平台施工:

依据“关于确认海滨大道跨海大桥通航净空的复函”, 该桥最低施工高度为 20.7m, 施工时按如下方案施工。

- 1) 调整 85t 履带吊吊臂长度为 22m;
- 2) 钢管桩单根长度不超过 15m, 施工时打设完成一段钢管后, 在桩位处竖向接桩, 按设计及规范要求焊接完成后继续施打至设计要求为止;
- 3) 后续施工过程与普通段施工方法相同。

2.3.6 施工进度安排

钢栈桥材料一次性投入, 钢平台投入 5 个平台材料, 栈桥及平台施工计划如下表:

表 2.3.6-1 机械设备、仪器进场计划表

序号	工序分段	工期 (天)	开始时间	完成时间	备注
1	钢栈桥搭设	90	2025 年 6 月 30 日	2025 年 9 月 28 日	2 跨/3 天
2	钢栈桥拆除	60	2026 年 5 月 1 日	2026 年 6 月 30 日	1 跨/天
3	钢平台搭设	91	2025 年 7 月 21 日	2025 年 10 月 20 日	5 天/个
4	钢平台拆除	101	2025 年 8 月 21 日	2026 年 11 月 30 日	3 天/个

2.4 项目申请用海情况

2.4.1 用海类型及用海方式

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》, 本项目海域使用类型为交通运输用海中的“路桥隧道用海”; 根据《海域使用分类》(HY/T 123-2009) 的相关规定, 本项目海域使用类型一级类为“交通运输用海”, 二级类为“路桥用海”; 一级用海方式为“构筑物”, 二级用海方式为“透水构筑物”。

2.4.2 申请用海面积

根据本项目的工程设计，结合实际需要，确定本项目的用海面积为 1.7648hm^2 ，项目宗海位置图和宗海界址图见图 7.5.3-1—图 7.5.3-4。

2.4.3 申请用海期限

本项目为施工用海，根据田湾核电站自备码头改造项目建设周期，申请用海为 2 年。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

本项目建设是保障田湾核电站自备码头改造项目进度的需要。田湾核电站自备码头改造项目的引桥和码头建设需要大量的钢管、水泥，打桩设备等，这些设备如果通过船舶运至施工区域十分不便，而且船舶的不稳定性难以保证引桥和码头桩基的位置精度，修建了施工栈桥，便于将建设材料运输至施工位置，加快工程进度，而且施工栈桥也可以作为建筑材料的临时存放场所。栈桥的选址基本与引桥相连，对于施工具有较好的经济性，同时也减少了海域空间使用，又可满足实际需求。

在施工方面，施工栈道解决了工程区域与陆域之间确实合适的操作空间的技术难点，提供了安全的运输通道，且施工栈道建设工期短，可利用性较大，为自备码头的引桥和码头工程进度争取了时间，有利于工程质量与进度的保障。且施工完成后，钢架栈桥拆除方便，拆除时不易污染海洋生态环境，拆除后即可恢复海域的自然环境。

综上所述，本项目建设是必要的。

2.5.2 项目用海必要性

田湾核电站自备码头改造项目位于海上，其建设需要大量的钢材和水泥等建设材料，而工程周边不具备相应的输送通道，因此需要仅挨着工程搭建一个临时的钢架施工栈桥。栈桥的桩基需要占用水体、底土，及水面以上空间，栈桥桥面也需要占用水面以上空间，其用海是必要的。项目采用透水式结构，对海洋生态环境影响较小，对海域主导功能不会造成影响，因此，本项目用海是十分必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 岸线资源

连云港市大陆海岸线北起苏鲁交界的绣针河口，南至与盐城交界的灌河口，据最新的修测岸线统计，全市大陆海岸线长 195.9km，其中已利用岸线达 126.61km，未利用岸线 69.29km，开发利用率达 64.63%。在已利用岸线中，渔业岸线最多，约 64.8km；其次是交通运输岸线，长约 41.2km，其他类型岸线相对较短，均不足 10km。另外，连云港市有江苏唯一的基岩海岸和集中连片的砂质海岸，其余均为粉沙淤泥质海岸。

连云港市海岛岸线长 33.89km，均为基岩岸线。

3.1.2 海岛资源

连云港市拥有 20 个海岛，在江苏省三个沿海城市中拥有海岛最多，主要海岛有东西连岛、平山岛、达山岛、车牛山岛、竹岛、鸽岛、高公岛、羊山岛、开山岛、秦山岛、牛尾岛、牛背岛、牛角岛等，均为基岩海岛，总面积 6.94km²。其中，连岛、洋山岛为有居民海岛，其他为无居民海岛。

连岛是江苏省第一大基岩海岛，面积达 6.07km²。连岛位于云台山以北，与大陆之间有宽 2km 的鹰游门海峡相隔，是连云港港的天然屏障。

3.1.3 旅游资源

连云港市是一个拥有优美山海风光的优秀旅游城市，具有山海相拥、港城一体的特点，是江苏省三大旅游资源富集区之一。

连云港市海岸带地貌类型多样，人类活动历史悠久，旅游资源丰富。连云港市旅游资源分布较为集中，均在海州湾沿岸。这里路桥文化、淮盐文化等在这里融合，“山、海、岛、港”相得益彰，“海、古、神、幽、泉、奇”特色鲜明，构成以青山、碧海、蓝天、岛屿、沙滩为主要特色的连云港海滨旅游区，成就了“东海第一盛景”的美誉。

连岛作为国家级云台山风景名胜区海滨景区的组成部分，主要开发了连岛海滨浴场、苏马湾海滨生态园等，形成了吃、住、行、游、购、娱协调发展的综合服务体系。

3.1.4 渔业资源

连云港的渔业资源丰富，拥有全国八大渔场之一的海州湾渔场、全国最大的紫菜养殖加工基地、河蟹育苗基地和对虾养殖基地。前三岛海区为江苏省唯一的海珍品基地，赣榆区拥有全省第一家以海洋产业为主的省级海洋经济开发区。

全市各类海洋生物有 386 种，其中鱼类有 200 多种，中上层鱼类在海州湾鱼类资源中占有重要地位，主要有银鲳、蓝点马鲛、鲈鱼、黄鲫、青鳞鱼、刀鲚、凤鲚、太平洋鲱鱼、远东拟沙丁鱼、鳙鱼、燕鲛、日本鳀、赤鼻棱鳀、玉筋鱼等，其次为底层鱼类，主要有带鱼、大黄鱼、小黄鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童鱼、鲈鱼、梭鱼、黑鲷、绿鳍马面鲀、短吻舌鳎、团扇鲛等。海州湾海域甲壳类和头足动物种类也较多，经济价值较高的物种有：中国对虾、鹰爪虾、毛虾、日本蟳、日本枪乌贼、金乌贼等近 20 种。贝类常见种类有 40 余种，具有较高经济价值的主要物种有：毛蚶、褶牡蛎、近江牡蛎等 10 余种，一些小型贝类如蓝蛤、黑荞麦蛤等，是鱼、虾类极为重要的天然饵料。此外海蜇也是海州湾海域的主要捕捞对象。

3.1.5 港口岸线资源

连云港海岸线资源丰富，建成了中国沿海十大海港之一、全球百强集装箱运输港口之一，江苏省第一大海港。

连云港可规划港口岸线超过百米。根据《连云港港总体规划》，连云港市港口规划岸线达 100.7 千米，可形成岸线 143 千米，形成连云、赣榆、徐圩、灌河和前三岛五个港区，形成“一港五区”格局，其中连云港区规划岸线 21.6 千米，已利用岸线 12.66 千米，赣榆港区规划岸线 44.2 千米，已开发利用 1.25 千米；徐圩港区规划岸线 47.3 千米，已利用 1.25 千米；灌河港区规划岸线 29.9 千米，已利用 2.66 千米。

截止 2022 年底，连云港港拥有 108 个沿海港口泊位，沿海航道 110 千米，防波堤 43 千米，锚地 131 平方千米，开通了 80 条远近洋航线，可到达世界 150 个国家和地区的主要港口，是集商贸、仓储、保税、信息等服务于一体的综合性大型沿海商港。

除了连云港商业港外，依靠连云港丰富的海岸线，连云港还建设了高公岛渔港和东西连岛渔港等。

3.2 自然环境状况

3.2.1 气候条件

项目海域气象、气候特征根据位于连云港西连岛大西山海洋站（地理位置为 $34^{\circ} 47' N$ ， $119^{\circ} 26' E$ ，观测场海拔高度为26.9m）1971-2018年的气象观测资料分析整理，详见表3.2.1-1。

（1）气温

累年平均气温为 $14.7^{\circ}C$ 。各月平均气温介于 $1.6-26.6^{\circ}C$ 之间，其中8月最高，1月最低。多年最高平均气温为 $25.4^{\circ}C$ ，多年最低平均气温为 $3^{\circ}C$ 。

（2）降水

累年年平均降水量为895.1mm，年最大降水量为1380.7mm，年最小降水量为520.7mm。累年各月平均降水量7月最多，为219.4mm，12月降水量最少，为14.0mm。日最大降水量超过100mm的集中在5-9月。累年平均降水 $\geq 1.0mm$ 为62.4天，占年降水日数的69.4%； $\geq 10.0mm$ 为24.1天，占年降水日数的26.8%； $\geq 50.0mm$ 为3.4天，占年降水日数的3.8%。

（3）雾

累年平均雾日共为18.4天。一年中雾日主要出现在3-6月共有10.9天，占年雾日的59%，其中4月最多，为3.1天，另外出现在11月至翌年的2月共有5.9天，占年雾日的32%，8-10月基本无雾。

（4）湿度

累年平均相对湿度为69%。各月平均相对湿度介于62-82%之间，其中7月最高，12月最低，一年中6-8相对湿度较高，均值为81%，11月至翌年1月相对湿度较低，均值为65%。

（5）风况

常风向为偏东向，ESE向出现频率为11.8%。强风向为偏北向，六级以上（含6级）大风NNE向出现频率为1.90%，N向出现频率次之为1.53%，详见图3.2.1-1。累年平均风速为5.1m/s。各月平均风速介于4.7-5.4m/s之间，其中平均风速11月最大为5.9m/s，7月最小为4.7m/s。年各月最大风速的风向以偏北向为主。

表 3.2.1-1 西连岛占 1971 年至 2018 年月平均气象资料

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年	夏季	冬季
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

气温 (°C)	1.	3.	7.	13	19	22	26	26	23	17	10	4.	14	25.	3.
湿度 (%)	63	65	66	65	69	77	82	80	70	65	64	62	69	77	66
大气 压	1025 .4	1023 .2	1019 .1	1013 .0	1008 .7	1004 .2	1002 .3	1005 .0	1012 .1	1018 .4	1022 .2	1025 .3	1014 .9	1006 .5	1024 .6
总云 量	4.	5.	5.	5.	6.	6.	7.	6.	5.	4.	4.	4.	5.	6.4	4.
风速 (m/s)	4.	5.	5.	5.	5.	5.	4.	5.	5.	5.	5.	5.	5.	5.0	5.
最多 风向	NN	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	NN	NN	WS	ES	ESE	NN
频率	11	9.	12	13	15	20	17	16	10	9.	11	11	11	14.	9.

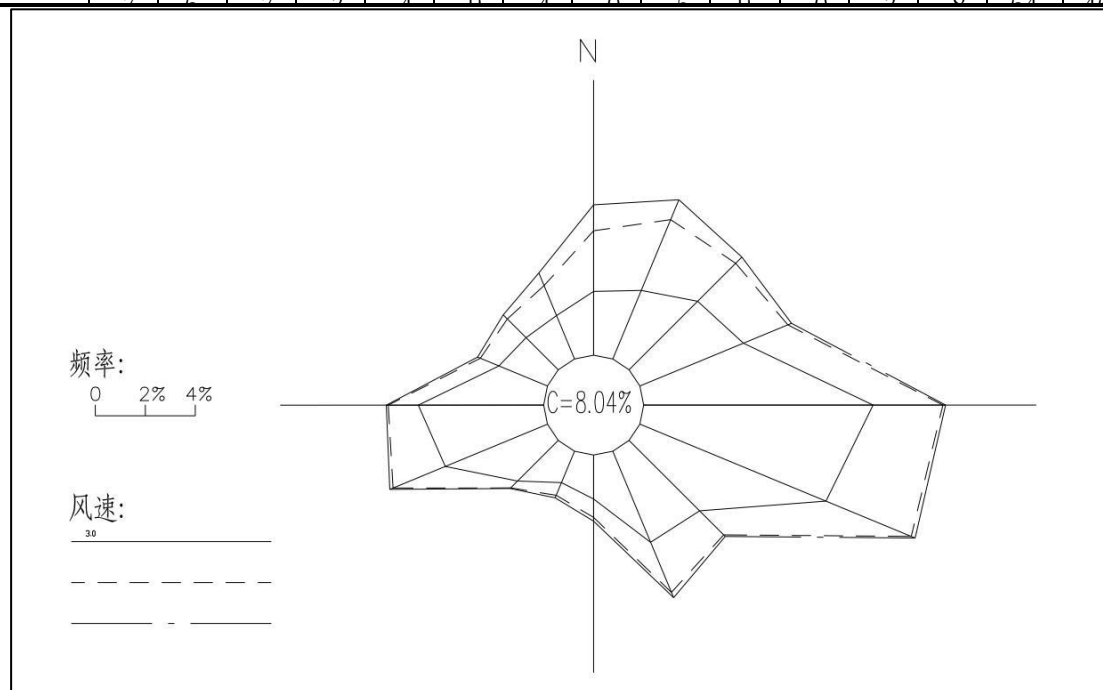


图3.2.1-1 风玫瑰图

根据《中核田湾200万千瓦滩涂光伏示范项目初步海洋调查报告》（江苏华勘海洋地质调查有限公司）2021年12月至2022年2月风速、风向测量数据，项目海域每月平均风速、最大风速风向见表3.1.1-2。由表可见，三个月中，2021年12月的平均风速和最大风速均最大，分别为5.6m/s，19.9m/s，最大风速对应的风向为156°；2022年1月的平均风速和最大风速次之，分别为4.9m/s，15.7m/s，最大风速对应的风向为137°；2022年2月的平均风速和最大风速均最小，分别为4.4m/s，13.1m/s，最大风速对应的风向为175°。

表 3.2.1-2 冬季平均风速（m/s）与最大风速、风向（°）

2021年12月			2022年1月			2022年2月		
平均风速	最大风速	风向	平均风速	最大风速	风向	平均风速	最大风速	风向
5.6	19.9	156	4.9	15.7	137	4.4	13.1	175

主导风向、频率见表3.2.1-2。由表可见，三个月中，2021年12月的主导风

向为ESE~SSE，风频为31%；2022年1月的主导风向为SE~S，风频为36%；2022年2月的主导风向为SSW~WSW，风频为33%。由此可见，随着时间变迁，主导风向由ESE~SSE逐渐转为SSW~WSW。

表 3.2.1-3 冬季主导风向及其频率

2021年12月		2022年1月		2022年2月	
主导风向	风频	主导风向	风频	主导风向	风频
ESE-SSE	31	SE-S	36	SSW-WSW	33

3.2.2 海洋水文

3.2.2.1 观测站位、时间

为了解项目周边海域水文动力特征，国家海洋环境监测中心于夏季（2019年6月-7月）、冬季（2019年1月）期间共布设临时验潮站位3个，同步海流观测布设13个站位，取水口泥沙采样站位10个，表流迹观测的站位2个，观测时间见表3.2.2-1，观测站位见表3.2.2-2和图3.2.2-1。

表 3.2.2-1 水文测验时间表

季节	观测内容	时间
夏季	同步水文测验	大潮：2019年7月03日~7月04日(农历：初一~初二)
		中潮：2019年6月30日~7月01日(农历：廿八~廿九)
		小潮：2019年6月26日~6月27日(农历：廿四~廿五)
	短期潮位观测	2019年6月26日-7月26日
冬季	同步水文测验	大潮：2019年1月22日~1月23日（农历：十七~十八）
		中潮：2019年1月19日~1月20日（农历：十四~十五）
		小潮：2019年1月16日~1月17日（农历：十一~十二）
	短期潮位观测	2019年1月16日~2019年2月15日

图 3.2.2-1 水文观测站位图

表 3.2.2-2 水文观测站位

3.2.2.2 潮位

（1）潮汐特征值

对夏、冬季3个短期潮位站一个月的潮位实测资料进行特征值统计，得到3个站的潮汐特征值如表3.2.2-3~表3.2.2-4所示。

表 3.2.2-3 夏季各潮位站潮汐特征值统计表

单位: cm

验潮站潮位特征值	夏季		
	海头	大件码头	徐圩港
最高潮位	308	297	289
最低潮位	-252	-241	-234
平均高潮位	221	213	207
平均低潮位	-149	-142	-136
31日平均海平面	30	30	30
最大潮差	542	522	506
最小潮差	239	232	220
平均潮差	367	356	343
平均涨潮历时 (hh:mm)	05:35	05:36	05:41
平均落潮历时 (hh:mm)	06:51	06:49	06:44
统计时间	2019/06/26 00:00—2019/07/26 23:50		

表 3.2.2-4 冬季各潮位站潮汐特征值统计表

单位: cm

潮位特征值	冬季		
	海头	大件码头	徐圩港
最高潮位	276	278	263
最低潮位	-314	-274	-291
平均高潮位	177	181	165
平均低潮位	-198	-179	-181
31日平均海平面	-15	-5	-14
最大潮差	581	548	545
最小潮差	231	217	207
平均潮差	375	361	347
平均涨潮历时 (hh:mm)	05:30	05:31	05:39
平均落潮历时 (hh:mm)	06:55	06:55	06:46
统计时间	2019.1.16~2019.2.15		

①平均潮位

冬季实测平均高潮位,海头站、大件码头站、徐圩港站分别为 177cm、181cm、165cm,大件码头站最高,海头站次之,徐圩港站最低;实测平均低潮位,施测海域的海头站、大件码头站、徐圩港站分别为-198cm、-179cm、-181cm,大件码头站最高,徐圩港站次之,海头站最低。

夏季实测平均高潮位,海头站、大件码头站、徐圩港站分别为 221cm、213cm、207cm,海头站最高,大件码头站次之,徐圩港站最低;实测平均低潮位,海头

站、大件码头站、徐圩港站分别为-149cm、-142cm、-136cm，徐圩港站最高，大件码头站次之，海头站最低。

②潮差

冬季三个测站实测平均潮差为 361cm，属强潮海域。实测平均潮差，海头站、大件码头站、徐圩港站分别为 375cm、361cm、347cm。夏季三个测站实测平均潮差为 357cm，属强潮海域。

实测平均潮差，海头站、大件码头站、徐圩港站分别为 371cm、357cm、344cm。两季的实测平均潮差海头站最大，大件码头站次之，徐圩港站最小。

③平均涨、落潮历时

冬季实测涨潮历时小于落潮历时，三个测站实测平均涨、落潮历时分别为 5 小时 33 分和 6 小时 52 分，历时差 1 小时 19 分。海头站、大件码头站、徐圩港站历时差分别为 1 小时 25 分、1 小时 24 分、1 小时 7 分。

夏季实测涨潮历时小于落潮历时，三个测站实测平均涨、落潮历时分别为 5 小时 37 分和 6 小时 48 分，历时差 1 小时 11 分。海头站、大件码头站、徐圩港站历时差分别为 1 小时 16 分、1 小时 13 分、1 小时 3 分。

④平均海平面

冬季观测期间 31 天的平均海平面，海头站、大件码头站、徐圩港站分别为 -15cm、-5cm、-14cm。夏季观测期间 31 天的平均海平面，海头站、大件码头站、徐圩港站分别为 30cm、30cm、30cm。

(2) 潮汐特征

根据《海港水文规范》潮汐性质可按下式计算标准判别：

当 $F \leq 0.5$ 时为正规半日潮

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时为不正规半日混合潮

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时为不正规全日混合潮

当 $4.0 < F$ 时为正规全日潮

式中的 HO_1 、 HK_2 、 HM_2 分别为主太阴日分潮、太阴太阳赤纬日分潮、主太阴半日分潮的振幅（cm）。

采用式（3-1）计算 F 值，见表 3.2.2-5。海头站、大件码头站和徐圩港站的潮汐示型系数范围为 0.26~0.33，从数值上看，施测海域的潮汐属正规半日潮性质。日潮不等现象不显著，即周日两次高潮位和两次低潮位相接近。

表 3.2.2-5 三个测站潮汐性质示型系数表

观测时间	海头	大件码头	徐圩港
2019.1.16~2019.2.15	0.26	0.27	0.29
2019.6.2~2019.7.26	0.32	0.32	0.33

(3) 基面关系

根据《田湾核电站 7、8 号机组岸滩稳定性和泥沙冲淤数值模拟研究报告》，项目所在海域的基面关系如下图 3.2.2-2。

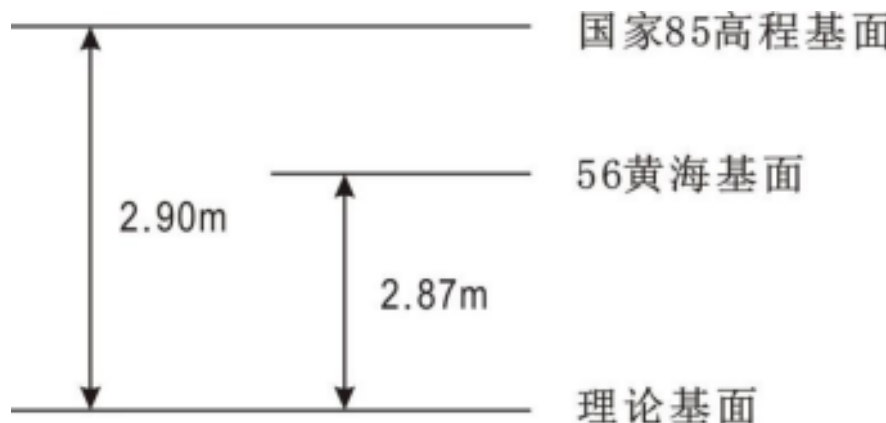


图 3.2.2-2 连云港基面关系

3.2.2.3 潮流

(1) 潮流类型及运动形式

通过对 2019 年 1 月冬季海域水文全潮 13 条水文垂线（位置见图 3.2.2-3）潮流资料调和分析，各站潮流性质判别系数 $F=(W01+WK1)/WM2$ 介于 0.08~0.34 之间，浅水分潮流比值 $G=(WM4+WMS4)/WM2$ 为 0.14~0.34，表明该海域潮流属正规浅海半日潮流类型（见表 3.2.2-6）。

本海区为正规半日潮流区，潮流运动形式可依主要分潮流 M_2 的椭圆率 $|K|$ 予以判定。 $|K|$ 值大于 0.25 时，潮流表现出较强的旋转性，为旋转流； $|K|$ 值小于 0.25 时表现为往复流。并规定当 K 值为正时，潮流呈逆时针的旋转； K 为负时，潮流呈顺时针向旋转。表 3.2.2-6 给出的各站 M_2 分潮流转率 K 值，5 号、10~12 号 $|K|$ 站大于 0.4，潮流为旋转流；其余各站除 9 号站为 0.28 外，均小于 0.25，潮流为往复流；各站 K 值，近岸 1~3 号、6 号、7 号均为负值，表明潮流为顺时针往复流；其余各站均为正值，为逆时针往复流或者旋转流。

表 3.2.2-6 2019 年 1 月各站 F 值、 G 值和 K 值

站号	F	G	K	站号	F	G	K
1	0.32	0.20	-0.03	8	0.20	0.29	0.17

2	0.23	0.22	-0.02	9	0.23	0.25	0.28
3	0.10	0.28	-0.03	10	0.20	0.16	0.73
4	0.20	0.14	0.12	11	0.26	0.18	0.71
5	0.18	0.34	0.45	12	0.18	0.24	0.70
6	0.25	0.22	-0.08	13	0.21	0.16	0.21
7	0.25	0.27	-0.04				

本项目于 2019 年 1 月 16~23 日（冬季），6 月 26 日~7 月 4 日（夏季）期间分别进行 13 条垂线的小潮、中潮和大潮同步水文测验，冬季各站流速矢量如图 3.2.2-3~图 3.2.2-5。夏季各站流速矢量如图 3.2.2-6~图 3.2.2-8。

图 3.2.2-3 冬季大潮流速矢量

图 3.2.2-4 冬季中潮流速矢量

图 3.2.2-5 冬季小潮流速矢量

图 3.2.2-6 夏季大潮垂线平均海流矢量平面分布图

图 3.2.2-7 夏季中潮垂线平均海流矢量平面分布图

图 3.2.2-8 夏季小潮垂线平均海流矢量平面分布图

（2）实测最大流速

通过对各个测站的各层实测的流速资料进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站的涨、落潮段最大流速垂向分布。

冬季大潮期，垂线平均涨潮流最大流速在 35~101cm/s 之间，最大值为 101cm/s，流向为 218°，出现在 V9 站；落潮流最大流速在 27~54cm/s 之间，最大流速为 54cm/s，流向为 25°，出现在 V11 站。中潮期，垂线平均涨潮流最大流速在 19~74cm/s 之间，最大流速为 74cm/s，流向为 230°，出现在 V8 站；垂线平均落潮流最大流速在 22~53cm/s 之间，最大流速为 53cm/s，流向为 277°，出现在 V10 站；小潮期，垂线平均涨潮流最大流速在 20~48cm/s 之间，最大流速为 48cm/s，流向为 220°，出现在 V8 站；垂线平均落潮流最大流速在 20~39cm/s 之间，最大流速为 39cm/s，流向为 51°，也出现在 V8 站。

夏季大潮期，垂线平均涨潮流最大流速值 91cm/s，流向 213°，落潮流最大流速值 54cm/s，流向 41°；中潮期，垂线平均涨潮流最大流速值 69cm/s，流向 211°，落潮流最大流速值 47cm/s，流向 10°；小潮期，垂线平均涨潮流最大流速值 49cm/s，流向 221°，落潮流最大流速值 45cm/s，流向 12°。

从平面分布上看，以靠外海的 8~10 号站流速最大，以本项目近岸 1 号和 6 号站流速最小。总体呈现外海大、近岸小的分布特点。

（3）垂线平均流速

潮段平均流速的特征表现为自表层向底层递减，涨落潮流大潮最大，中潮次之，小潮最小，涨落潮流外海大于近岸，垂线平均涨潮流平均流速均大于落潮流平均流速。

冬季大潮期，垂线平均涨潮流平均流速在 16~49cm/s 之间，落潮流平均流速在 13~35cm/s 之间；中潮期，垂线平均涨潮流平均流速在 9~36cm/s 之间，落潮流平均流速在 12~31cm/s 之间；小潮期，垂线平均涨潮流平均流速在 10~27cm/s 之间，落潮流平均流速在 9~23cm/s 之间。

夏季大潮期，垂线平均涨潮流平均流速在 16~46cm/s 之间，落潮流平均流速在 10~36cm/s 之间；中潮期，垂线平均涨潮流平均流速在 13~40cm/s 之间，落潮流平均流速在 11~32cm/s 之间；小潮期，垂线平均涨潮流平均流速在 8~25cm/s 之间，落潮流平均流速在 9~27cm/s 之间。

（4）余流

冬季垂线平均的余流结果来看，冬季除了 V11 测站的大潮，其余测站的垂线平均余流流速值不超过 10cm/s。大潮期垂线平均余流为 1.1~10.7cm/s，最大值出现在 V11 测站，流速值为 10.7cm/s，流向为 185°；中潮期垂线平均余流为 1.3~5.1cm/s，最大值出现在 V2 测站，流速值为 5.1cm/s，流向为 357°；小潮期垂线平均余流为 1.1~5.2cm/s，最大值出现在 V11 测站，流速值为 5.2cm/s，流向为 202°。平面分布来看，外海余流的流速值要大于近岸。外海的整体余流方向为 S~SE 向，这与冬季盛行偏北风有关；近岸的余流方向表现为多方向性变化，差异显著，无明显规律。垂线分布来看，余流流速基本表现为表层至底层逐渐递减的特征。

夏季垂线平均的余流结果来看，大潮期垂线平均余流为 0.6~22.7cm/s，最大值出现在 V10 测站，流速值为 22.7cm/s，流向为 106.3°；中潮期垂线平均余流为

0.9~21.0cm/s，最大值出现在 V10 测站，流速值为 21.0cm/s，流向为 107.9°；小潮期垂线平均余流为 0.4~11.9cm/s，最大值出现在 V10 测站，流速值为 11.9cm/s，流向为 93.1°。

3.2.2.4 波浪

本项目位于连云港市连云区，该海域水深较浅，其等深线大致与岸线平行，主要受 NNE~ESE 向波浪的影响。项目海域无长期测波资料，本项目站原报告波浪分析计算时，采用位于连云港北面东西连岛的连云港海洋站（34° 47' N，119° 26' E）1960~2009 年的测波资料，统计分析项目海域的波况，计算了重现期波要素。

（1）复核分析计算，收集了连云港海洋站 2010~2014 年完整的测波资料（图 3.2.2-9 和表 3.2.2-7），统计分析了项目海域的波浪状况，并与 1960~2009 年分析结果作了比对分析，重新计算了重现期波要素。结果表明：NE 向所占的频率都最高为 24%；其次为 E 向和 ENE 向，所占频率分别为 14.1%和 8.1%，常浪向为 E~NE 向。0.5m 以下的波高 H1/10 所占频率为 72%，2.0m 以上的波高 H1/10 所占频率为 0.6%。强浪向均为 NE~NNE 向。

（2）图 3.2.2-10 和表 3.2.2-8 分别是连云港 2010~2014 年间平均周期方向频率与其玫瑰图。从中看出：周期频率分布与波高基本一致，其中，E~NE 向，分别占 14.1%、8.1%和 24.0%，3S 以下平均周期所占频率均为 56.7%，7S 以上的平均周期所占频率为 0.1%。

（3）收集了 1956~2014 年共 56 年的 H1/10 年极值波高及平均周期资料序列。经过对比分析，发现本次复核结果均小于原报告结果，遵循合理偏保守原则，建议项目海域波要素仍采用原报告结果。

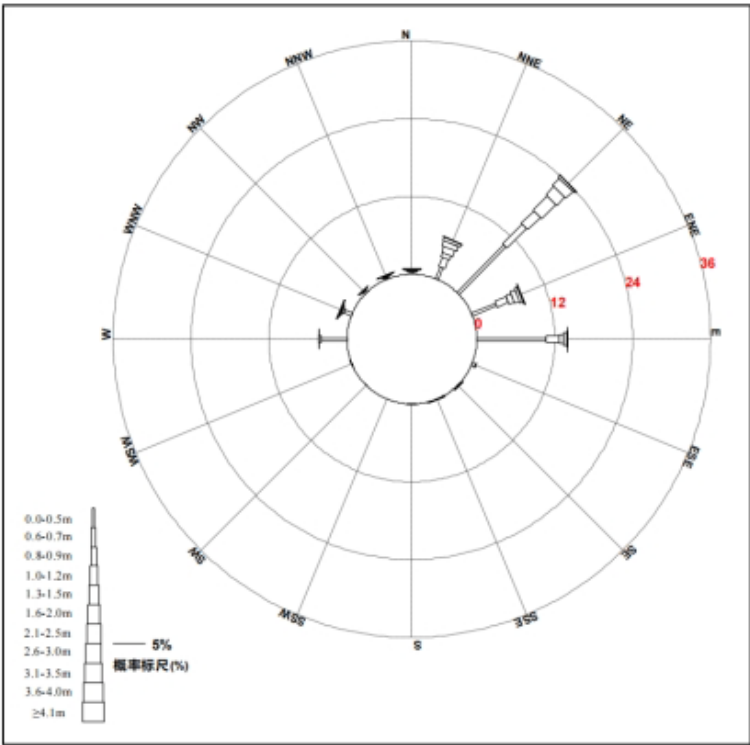


图 3.2.2-9 连云港站 2010~2014 年波高玫瑰图

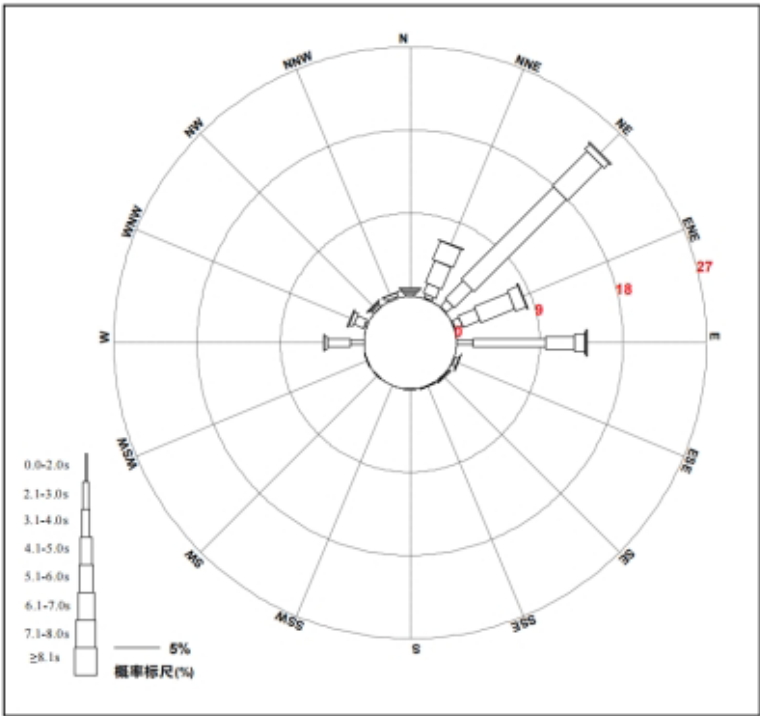


图 3.2.2-10 连云港站 2010~2014 年周期玫瑰图

表 3.2.2-7 连云港海洋站 2010~2014 年波高频率统计

波高/m	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	合计
------	---	-----	----	-----	---	-----	----	-----	---	-----	----	-----	---	-----	----	-----	---	----

0.0-0.5	0.3	2.0	10.3	4.1	10.7	0.6	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	4.0	1.3	0.3	0.3	37.9	72.0
0.6-0.7	0.2	1.5	4.2	1.9	1.9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.2	0.0	10.7
0.8-0.9	0.0	0.6	2.7	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	5.3
1.0-1.2	0.2	1.0	3.1	0.8	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	5.9
1.3-1.5	0.1	0.8	1.8	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.3
1.6-2.0	0.1	0.5	1.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
2.1-2.5	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
2.6-3.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
3.1-3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.6-4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
≥4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	0.9	6.5	24.0	8.1	14.1	0.6	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	4.3	1.9	0.6	0.6	37.9	100.0

表 3.2.2-8 连云港海洋站 2010~2014 年周期频率统计

周期/s	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	合计
0.0-2.0	0.0	0.1	0.0	0.1	1.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.3	0.0	0.0	37.9	41.8
2.1-3.0	0.2	0.5	1.0	0.8	7.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	1.1	0.3	0.2	0.0	14.9
3.1-4.0	0.3	1.1	2.8	2.0	3.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.2	0.4	0.0	11.1
4.1-5.0	0.3	2.6	14.0	4.0	1.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	22.2
5.1-6.0	0.1	2.2	5.3	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0
6.1-7.0	0.0	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
7.1-8.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
≥8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计	0.9	6.5	24.0	8.1	14.1	0.6	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	4.3	1.9	0.6	0.6	37.9	100.0

图 3.2.2-11 可能最大台风浪有效波高分布图

3.2.3 地形地貌与冲淤

连云港沿海及海域地质属华北地台，地层主要为震旦系变质岩，花岗岩类仅分布于赣榆县北部丘陵地区。第四纪地质以灌云县南城—连云港大板鲛为界分南北两区，北区的山丘区遭风化剥蚀，第四系近乎缺失，仅在河谷及山前第四系地层有堆积。南区第四系地层保存完好。沉积厚度北薄南厚。

沿岸地貌可分为三个地貌区（图 3.2.3-1）：位于兴庄河以北、地势西北高东南低的海州湾北部侵蚀海积平原；兴庄河以南、灌河口以北，云台山周围沿岸纵深 1~4km 范围的海州湾淤泥质海积平原；由锦屏、前云台、中云台和后云台等山地组成的云台山变质岩山地，最高峰玉女峰海拔 625.2m(黄海零点)，为全省最高点。

连云港陆地的后云台山直逼海岸，使岸边形成基岩岬湾海岸，高公岛以北岸线较曲折，呈南北走向，潮滩宽 0~200m 左右；羊山岛东部及东北部为岩石海岸，水深较陡，其西南部为波影区，潮滩发育；羊山岛~排淡河口呈西南走向，属基岩海岸，潮滩发育，宽度自北向南由 700m 扩展到 2000m，潮滩以粉砂质砂、粉砂质粘土物质为主组成；排淡河口~埭子口长 23km，岸滩呈东南走向，且平直，潮滩宽达 800~1000m，滩面以粉砂质砂、粉砂、粉砂质粘土组成。在波浪潮汐共同作用下，该岸段处于侵蚀状态。

连云港海岸类型分为三类：自岚山头至兴庄河口为砂质海岸，以柘汪为界，以南岸线平直，为侵蚀性岸线，以北为堆积型岸线。西墅至大板鲛为基岩海岸，岸线长 40.25km。大板鲛以南至灌河口长 59.4km，为侵蚀的粉砂淤泥质海岸，临洪河口附近岸线长 30.13km，属基本稳定的粉砂淤泥质海岸。连云港附近有基岩岛屿 13 座，岩礁 11 座。工程及其附近海域多年来呈现有冲淤变化，其多年平均年变化幅度在 1.0cm 以内，整个海床范围处于基本稳定状态。

图 3.2.3-1 连云港海岸地貌类型图

3.2.3.1 海岸地貌特征

1128~1855 年黄河夺淮入海，在其入海口形成巨大的三角洲。黄河泥沙的下泄和扩散是塑造连云港地区滨海平原的重要原因。

1855 年黄海改道山东入海后，苏北海岸逐渐侵蚀后退。近年来，扒山头以南的海岸侵蚀强度区域稳定，自扒山头至连云港因属基岩海岸，岸线相对稳定。受古黄河入海泥沙的影响，本区岸滩平缓，普遍存在几米到几十米厚度不等的淤泥沉积层，其平均中值粒径为 0.004mm 左右。经 ^{210}Pb 方法测定结果可知，本区沉积物沉积速率为 0.7~1.0cm/a，大体代表近 50-70 年以来的平均沉积速率。

根据不同年代地形图对比分析，黄窝断面 1980-1989 年除距岸 1.5km 以内发生淤积外，普遍发生冲刷，1989-1997 年间，在水深-7.0m 以浅普遍发生淤积，累计方案在 0.1-0.75cm，年均 0.11m。此区由冲转淤的原因，可能与连云港西大堤的建设有关。羊山岛及田湾断面基本为冲淤平衡状态。总之，目前本区泥沙环境与连云港地区一致，即冲淤相对平衡，局部地区略有冲刷。

（1）海岸岸滩演变

连云港海岸位于北部近 NE~SW 走向的山东半岛南部基岩海岸和南部近 NW~SE 走向的废黄河三角洲北翼淤泥质海岸之间，不但是岸线和水下地形的转折岸段，也是海岸性质的过渡岸段。波浪、潮流、泥沙环境在连云港岸段变化较大，海岸淤蚀动态及冲淤演变机制在不同岸段也有较大的差异。连云港东西连岛~灌河口之间岸段为淤泥质海岸，岸线和水下地形的特点与废黄河三角洲北翼接近，其冲淤演变过程受到黄河尾闾变迁影响较大，淤蚀过程与废黄河三角洲海岸基本连续。该区域岸滩演变过程大致分为三个阶段：黄河夺淮入海后岸滩淤长阶段、黄河改道后岸滩侵蚀阶段、近期略有冲刷，冲淤动态平衡阶段。

黄河夺淮入海后岸滩淤长阶段

公元 1128~1855 年间黄河夺淮入海长达 700 余年之久，黄河入海泥沙不断扩散堆积，营造了巨大的陆上和水下三角洲，其陆上范围北起灌河口——埭子口，南达射阳河口附近，由于黄河大量泥沙在河口区扩散堆积，留下了以黄河口为中心完整的黄河三角洲相沉积层，沉积物主要为分选良好的粉砂沉积，经后期侵蚀，粉砂已裸露海底，成为今废黄河口水下三角洲海域粉砂沉积分布的主要物质基础。

黄河改道后岸滩侵蚀阶段

主要表现为水下三角洲海床地形的大面积冲蚀和岸滩强烈后退，侵蚀后退强度由原黄河入海的岸线凸出处的六合庄向南北两侧逐趋减弱，三角洲南翼强于北

侧。至上世纪 60 年代水下三角洲的 10m 水深以浅的南翼部分基本上已冲刷殆尽，10m 等深线逼岸，距岸仅 7~12km 之间，之后仍不断向岸方向侵蚀。在水下三角洲北翼的灌河口——埭子口——连云港一侧，水下三角洲海床侵蚀过程较弱，至今 10m 以浅海床面地形基本保持不变，但受顺岸方向潮流和波浪共同作用下，10m 以浅海床面受到分割，呈残留状分布。

近期略有冲刷，冲淤动态平衡阶段

上世纪 70 年代以来，连云港南部侵蚀海岸地形调整逐渐向稳定方向发展，侵蚀速率下降。同时，由于沿岸海堤防护工程的不断加强，抑止了海岸的侵蚀后退，岸线基本稳定，唯堤外海域不断刷低，不再拓宽。从扒山头至连云港旗台咀之间属基岩海岸，岸线稳定。由于来自南部岸滩侵蚀的泥沙日益减少，海床冲淤已渐趋平衡，自然冲淤变幅趋于减小。整个海区海床冲淤环境处于泥沙来源减少，冲淤相对平衡，局部略有冲刷的状态。从近岸含沙量的观测中，长年以来，表层含沙量基本稳定在年均 0.24kg/m^3 左右，5m 以深的外航道海域减至 0.10kg/m^3 ，反映了本区泥沙供应量的减少。

连云港海域岸滩大致可划分为海州湾临洪河口的微淤岸段及北面的微冲岸段，连云港中部海域为冲淤平衡略有冲刷的岸段和南部废黄河三角洲平原的侵蚀岸段等。图 3.2.3-1 为连云港附近海域等深线变化。图中可以看出，海州湾北部 0m 基本稳定，-5、-10m 线有所冲刷后退。-5m 线年平均后退 30.3m；-10m 线年平均后退 30.6m。海州湾南部近岸有淤涨趋势，多年平均淤涨速率为每年 28.75cm，年沉积速率为 2.54cm。小丁港以南的近岸地区稍有冲刷，而-5m 线呈有冲有淤特点。本项目及其附近海域多年来呈现有冲淤变化，整个海床范围处于基本稳定状态。

图 3.2.3-2 连云港附近海域等深线变化图

图 3.2.3-3 连云港海域 1980~2017 年 0m 等深线变化

图 3.2.3-4 连云港海域 1980~2017 年-2m 等深线变化

图 3.2.3-5 连云港海域 1980~2017 年-5m 等深线变化

图 3.2.3-6 连云港海域 1980~2017 年-10m 等深线变化

(2) 海域岸线变化

海州湾北部沿海，从山东日照到江苏赣榆一带，为晚第三纪末至第四纪初期的剥夷面，呈一片波状起伏的石质平原，整个剥蚀平原由西北向东南逐渐低倾之势，至青口附近倾没于滨海堆积平原之下。经过长期起来的历史发育过程以后，目前海岸动态和形态特征存在着明显的差异，大致可以将海州湾岸滩划分为岚山头—绣针河口的基岩砂质-侵蚀海岸，绣针河口—柘汪处于基本稳定和略有冲刷状态，而龙王河口以南海域则为淤泥质—堆积海岸。

海州湾北部岚山港海域，由于岚山头岬角的突出，形成了比较明显的岸线转折，在波浪作用为主的水动力作用下，以及泥沙由北向南运移，由于颗粒较粗，主要以底沙运移为主，早期对海州湾地形的塑造起到了重要影响。在上世纪 60 年代的海图上（图 3.2.1-7），绣针河河口东岸原有一长条状沙嘴向西南延伸，河口沙嘴长约 3.3km，宽约 60~120m，由于这条沙嘴的存在，绣针河口由 SE 偏 W 开口，河口宽度约 840~900m。近 40 年来，由于沿岸入海河流中上游兴建水库，既蓄水又拦沙，使河流入海泥沙减少，加大了波浪对岸滩的侵蚀程度，绣针河入海口的海岸动态变化很明显，河口沙嘴已基本消失。

绣针河口—柘汪海岸该岸段，该段海岸走向为 NE 和 NNE。自 19 世纪 80 年代年以后，由于人工围涂的影响，海岸线逐渐向海推进，今海堤位于原海岸线以外 300~700m 处，岸线平均外推速率为 20m/a 左右，现在该岸段已建成直立石墙护坡海堤，岸滩基本稳定。柘汪—海头镇一带岸线平直，走向近南北，该岸段自上世纪 60 年代以来一直处于侵蚀后退状态，平均蚀退速率为 5m/a 左右。由于近一些年来海防工程和堤坝的修建，大部分岸线已成为人工岸线，从 1999 年到 2007 年海州湾遥感影像资料上可以看出北部侵蚀的岸线特征已基本得到稳固（图 3.2.3-8）。

连云港范围及南北海岸没有较大河流入海，连云港海域水体的含砂量主要取决于风浪对岸滩的侵蚀，岸滩侵蚀物质为工程海域泥沙的主要来源。长期实测资料表明，连云港海域沿岸的泥沙运动以悬沙运动为主，在波浪的作用下，浅滩淤

泥质沉积物受到冲刷悬扬，在潮流带动下进行沿岸输移并向外海扩散，呈现“波浪掀沙，潮流输沙”的泥沙运动机制。

图 3.2.3-7 海州湾海域海图（1960-1965）

图 3.2.3-8 海州湾遥感影像岸线比对

（3）海域冲淤变化

根据 2005 年 5 月 1:2.5 万水深测图（当地理论基面）、2013 年和 2019 年水深测图（1:5 千和 1:1 万，当地理论基面）对比分析，等深线对比见图 3.2.3-9，冲淤分布见图 3.2.3-10~图 3.2.3-12，断面地形对比见图 3.2.3-13。

图 3.2.3-9 工程附近海域海床 2005~2019 年各等深线变化（理基）

图 3.2.3-10 工程附近海域海床 2005~2013 年冲淤分布

图 3.2.3-11 工程附近海域海床 2013~2019 年冲淤分布

图 3.2.3-12 工程附近海域海床 2005~2019 年冲淤分布

图 3.2.3-13 工程附近海域地形断面布置

为了分析项目海域的冲淤变化，采用海军司令部海道测量局 1949 年 1 月翻印的连云港海军水道图（1938 年测量）、海军司令部航保部 1962 年、1981 年测量出版的连云港海图（各图比例分别为 1/1.5 万、1/2.5 万、1/3.0 万），同时采用核工业第四勘察院 1997 年和连云港建港实业总公司 2005 年施测的 1/1.0 万、1/2.5 万项目水域附近的测图。由于海图经历了不同时期，施测基面、水深点稀疏程度均不一致，范围也不尽相同，给分析研究工作带来一定的困难。为此，将各图的

基准面都统一到国家 56 黄海基面，同时每间隔 500m 布设一条断面，由深水区起为 0，向岸距离为止，共对比分析了 8 条断面。各断面位置及断面变化如图 3.2.3-14，各断面范围内平均水深变化如图 3.2.3-15~3.2.3-16。由图可以看到：1938 年~2005 年历时 68 年，各断面基本处于冲刷状态。其中断面靠海一侧均为冲刷，其幅度达 0.25~0.42m；断面靠岸线部分除去 4#有淤厚 0.20m 外，其余均为冲刷，冲刷幅度为 0.19~0.49m，各部分多年平均年冲淤变化仅在 1cm 以内。

图 3.2.3-14 各断面位置示意图

图 3.2.3-15 各断面范围内平均水深变化（1）

图 3.2.3-16 各断面范围内平均水深变化（2）

3.2.3.2 泥沙

（1）泥沙来源和运动形式

由于连云港地区岸线平直，组成物质以细颗粒粘性泥沙为主，泥沙运动主要为悬移运动，在黄河供沙枯竭以后，近岸浅水波浪，尤其是波浪破碎对岸滩沉积物质的冲刷是沿岸泥沙供应的重要来源，而潮流输沙是沿岸物质运移和扩散的主要动力。从不同岸段波浪作用造成岸滩冲刷强度和潮流的输沙过程造成的沿岸泥沙流的运移来看，沿岸输沙以废黄河口三角洲的强烈冲刷段为起点，沿泥沙流方向向连云港逐渐减弱。近年来，一方面由于老淤泥沉积层的暴露，加大了底部泥沙的抗冲刷能力，另一方面由于护岸工程的完善和灌河等入海河流在上游建闸等因素，使得沿岸冲刷泥沙和入海泥沙越来越少，近岸泥沙流强度越来越弱，这一方面决定了水体中的含沙量总体处在一个较低的水平上，另一方面也决定了本区水体中的泥沙主要来自风浪作用对浅滩底部沉积物的冲刷。

长期实测资料表明，连云港海域沿岸水体的泥沙运动以悬沙运动为主，在波浪的作用下，浅滩淤泥质沉积物受到冲刷悬扬，在潮流带动下进行沿岸输移并向外海扩散，呈现“波浪掀沙，潮流输沙”的泥沙运动机制。沿岸水体的泥沙主要来自就地风浪掀沙，且由于年均含沙量很低，加之悬沙颗粒较细，难以沉降底层形成高含沙的浮泥层，在此情况下，悬沙就成了泥沙运动的基本和主要运动形式。

(2) 含沙量

该地区多年平均含沙量为 0.21kg/m^3 。含沙量浓度的分布存在明显的季节性变化，即冬半年高于夏半年，12 月～翌年 2 月风浪频繁且多向岸风，含沙量相对较高；6～8 月风浪较小，含沙量较低。根据 2005 年夏季及 2006 年冬季水文测验徐圩港区各测点的含沙量列于表 3.2.3-1、表 3.2.3-2。

在沿岸方向上，无论是开敞外海的大西山、羊山岛或是东西连岛掩护区内，年平均含沙浓度甚为相近，冬高夏低季节性变化亦十分明显。在垂直岸线方向，破波带内波浪掀沙作用明显，含沙量明显高于两侧，波高 0.5m 及 2m 时破波带内最大含沙量分别为 0.42 kg/m^3 和 1.35 kg/m^3 。在破波带两侧，含沙量递降明显。

表 3.2.3-1 夏季水文测验含沙量特征值统计表（2005.9）

位置	垂线号	潮型	垂线平均含沙量(kg/m^3)		测点含沙量(kg/m^3)	
			最大值	最小值	最大值	最小值
徐圩港区附近	X7	大潮	0.154	0.038	0.484	0.022
		中潮	0.164	0.069	0.403	0.039
	X8	大潮	0.183	0.049	0.438	0.025
		中潮	0.156	0.061	0.364	0.031
	X9	大潮	0.129	0.046	0.336	0.032
		中潮	0.132	0.055	0.190	0.036
	X10	大潮	0.172	0.064	0.301	0.045
		中潮	0.131	0.045	0.156	0.032
	X14	中潮	0.092	0.019	0.139	0.002
	X15	中潮	0.113	0.029	0.337	0.011

表 3.2.3-2 冬季水文测验含沙量特征值统计表（2006.1）

位置	垂线号	潮型	垂线平均含沙量(kg/m^3)		测点含沙量(kg/m^3)	
			最大值	最小值	最大值	最小值
徐圩港区附近	D7	大潮	0.237	0.134	0.304	0.101
		中潮	0.208	0.059	0.574	0.034
	D8	大潮	0.236	0.042	0.306	0.036
		中潮	0.585	0.231	0.758	0.119
	D9	大潮	0.192	0.059	0.213	0.025
		中潮	0.166	0.067	0.189	0.051
	D10	大潮	0.206	0.033	0.249	0.004
		中潮	0.104	0.057	0.139	0.048
	D14	大潮	0.124	0.046	0.212	0.036
		中潮	0.161	0.007	0.263	0.003

	D15	大潮	0.132	0.074	0.187	0.029
		中潮	0.203	0.065	0.434	0.016

3.2.3.3 底质

2019 年1月,交通运输部天津水运工程科学研究所工程附近海域进行了48个站的大范围底质调查,底质调查站位见图3.2.3-8。工程附近海域底质类型、中值粒径、分选系数及粘土百分含量分布分别见图3.2.3-9~图3.2.3-12。

(1) 该海域以粉砂质粘土和粘土质粉砂为主,仅田湾大桥下有一个中细砂样品。其中,粉砂质粘土多分布核电排水口和取水口两侧区域,粘土质粉砂多分布在外侧区域。

(2) 该海域中值粒径,粘土质粉砂和粘土质粉砂介于0.0023~0.027 mm之间,平均值为0.006 mm;中细砂样品的中值粒径为0.26 mm。

(3) 该海域底质分选系数,除中细砂为0.98、属分选中常的沉积外,其余介于1.4~2.5之间,其平均值为2.0,属分选差的沉积。

(4) 该海域底质粘土百分含量,除中细砂为0外,其余基本在26.8%~70.2%之间,平均值为45%。

总的来看,工程附近海域底质类型基本为粉砂质粘土和粘土质粉砂,其平均中值粒径约为0.006 mm,平均粘土含量约为45%,属典型淤泥质海岸沉积物特征。

图 3.2.3-8 2019 年田湾海域底质调查点位

图 3.2.3-9 2019 年田湾海域底质类型分布

图3.2.3-10 2019年田湾海域底质中值粒径分布

图3.2.3-11 2019年田湾海域底质分选系数分布

图3.2.3-12 2019年田湾海域底质粘土含量分布

3.2.3.4 工程泥沙

海州湾海域总体含沙量较低,泥沙来源少,沿岸输沙强度很小,其中有两股泥沙源对工程区会产生间接和直接影响。一是岚山头自北至南的泥沙流。海州湾北部岚山港以北海域属于侵蚀性基岩砂质海岸,由于岚山头岬角的突出,形成了

比较明显的岸线转折，同时，近岸潮流在南黄海潮波系统的控制下，M2 分潮椭圆长轴方向基本上与岸线平行，涨潮流向 SW，落潮流向 NE，涨潮流速大于落潮流速，再加上 NE~E 向波浪的作用，使泥沙由北向南运移，由于颗粒较粗，早期对海州湾地形的塑造起到了重要影响，如岚山头向南方向延伸的老虎沙咀和绣针河河口西南方向延伸的沙咀的存在。后来 1971 年岚山头建成的突堤和佛手湾岩滩区拦阻了泥沙，越过岬角区进入海州湾的泥沙数量随之减少，同时随着绣针河口东岸砌石对虾塘的建成，河口沙嘴现已消失。另外，绣针河等沿岸河流输出的泥沙主要向西南或南向海州湾方向运移，但是近年来，由于沿岸入海河流中上游兴建水库，既蓄水又拦沙，使河流入海泥沙减少，只有在洪季时水沙量稍大，而且在河口上游 1.0km 多处修有一堰坝，使得下泄的泥沙多为悬移质形态。

因此来看，岚山头的泥沙流由于强度较弱，对工程区影响也是甚微。二是海州湾南部的相对较高含沙量，此泥沙源主要来自临洪河口等入海泥沙。由于其河流水沙量不大，向外输移范围有限，主要堆积在河口附近形成河口水下浅滩；虽然浅滩泥沙有大风浪掀沙的可能，但是由于受到海州湾南部岬角和东西连岛的掩护的作用，风浪掀沙作用十分有限，此泥沙流对工程区基本没有影响。

3.2.4 工程地质

3.2.4.1 项目附近岩土体工程地质特征

根据本次勘探资料，钻孔揭露深度范围内地层按其岩性特征及物理力学指标从上至下分为 6 个岩土层，其中①层细分为 2 个亚层，②层细分为 2 个亚层，③层细分为 3 个亚层，④层细分为 4 个亚层，共将场区地层划分为 14 个岩土（亚）层，各岩土层的基本岩性特征见“地层岩性特征一览表”（表 3.2.4-1）。

本次勘察钻孔各层的特征如下：

①-1 淤泥层：灰~灰黄色，饱和，流塑，夹粉砂团块，含有机质，该层层顶标高-5.60~0.20m，层底标高为-8.50~-1.50m，厚度为 0.50~5.30m。该层在工作区广泛分布。该层天然含水量 W 为 39.1~86.5%；天然孔隙比 e 为 1.095~2.397；塑性指数 I_p 为 14.70~29.50；液性指数 IL 为 1.18~1.72；压缩系数 a_{1-2} 为 0.56~2.75MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 1.02~2.94MPa，高压缩性。该层具有含水量高，孔隙比大；压缩性高，力学强度低等特性，工程地质条件差劣。

①-2 淤泥粉质黏土层：灰~灰黄色，含云母夹粉砂团块，有韧性，有光泽，饱和，流塑。该层层顶标高-7.80~-1.50m，层底标高为-14.60~-3.20m，厚度为0.40~7.00m。该层在工作区广泛分布。该层天然含水量 W 为 47.00~78.90%；天然孔隙比 e 为 1.306~2.195；塑性指数 I_p 为—93—18.50~28.70；液性指数 I_L 为 1.17~1.59；压缩系数 a_{1-2} 为 1.00~2.33MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 1.36~2.24MPa。该层具有含水量高，孔隙比大；压缩性高，力学强度低等特性，工程地质条件差劣。

②-1 淤泥质黏土：灰色，含云母有机质，夹少量薄层粉土，干强度高，有光泽，土质均匀，有韧性，饱和，流塑。该层层顶标高-14.60~-2.20m，层底标高为-21.00~-7.00，厚度为 0.70~15.00m。该层在工作区广泛分布。该层天然含水量 W 为 52.60~78.40%；天然孔隙比 e 为 1.474~2.207；塑性指数 I_p 为 19.50~28.80；液性指数 I_L 为 1.15~1.56；压缩系数 a_{1-2} 为 1.17~2.60MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 1.03~2.64MPa。该层具有含水量高，孔隙比大；压缩性高，力学强度低等特性，工程地质条件差劣。

②-2 淤泥质黏土：灰色，含云母有机质，切面光滑，干强度高，有光泽，土质均匀，有韧性，饱和，软塑，该层层顶标高-20.90~-6.50m，层底标高为-25.20~-9.60m，厚度为 0.30~14.00m。该层在工作区广泛分布。该层天然含水量 W 为 43.10~76.50%；天然孔隙比 e 为 1.195~2.131；塑性指数 I_p 为 17.60~29.00；液性指数 I_L 为 0.95~1.65；压缩系数 a_{1-2} 为 0.87~2.73MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 1.09~3.32MPa。该层具有含水量高，孔隙比大；压缩性高，力学强度低等特性，工程地质条件差劣。

②-3 贝壳：灰白色，松散，夹层状中粗粉砂及细小砾石，呈石层状，该层层顶标高-12.10m，层底标高为-13.80m，厚度为 1.7m。仅 CS047 孔出现。

③-1 粉质黏土：灰色，可塑，含云母夹薄层粉土，含氧化铁斑点，切面较光滑，有光泽，该层层顶标高-22.0~-51.20m，层底标高为-23.90~-12.60m，厚度为 0.30~7.80m。该层天然含水量 W 为 43.10~76.50%；天然孔隙比 e 为 0.604~1.437；塑性指数 I_p 为 6.70~21.60；液性指数 I_L 为 0.35~1.39；压缩系数 a_{1-2} 为 0.17~1.39MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 1.36~9.27MPa，中高压缩性。靠近淤泥底面其土质较软。

③-2 粉质黏土：灰黄色，局部含氧化铁斑点夹粉土，土质不均，硬塑。该层层顶标高-18.40~-3.20m，层底标高为-22.00~-13.50m，厚度为 0.30~12.30m。该层天然含水量 W 为 20.9~39.40%；天然孔隙比 e 为 0.571~1.142；塑性指数 I_p 为 7.2~18.80；液性指数 IL 为 0.23~0.89；压缩系数 a_{1-2} 为 0.15~0.79MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 1.63~7.86MPa。

③-3 粉质黏土：灰色，切面粗糙土质不均，可塑，该层层顶标高-21.00~-14.00m，层底标高为-24.20~-14.50m，厚度为 0.50~8.90m。该层天然含水量 W 为 19.80~39.10%；天然孔隙比 e 为 0.580~1.067；塑性指数 I_p 为 7.3~18.80；液性指数 IL 为 0.24~1.22；压缩系数 a_{1-2} 为 0.13~0.70MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 2.65~12.18MPa。

④-1 砂质粉土：灰-灰黄色，含云母夹粘土，少量细砂，摇振液化，饱和，稍密，该层层顶标高-21.50~-7.60m，层底标高为-24.20~-8.90m，厚度为 0.50~7.80m。该层天然含水量 W 为 18.7~31.4%；天然孔隙比 e 为 0.513~0.891；塑性指数 I_p 为 5.2~16.40；液性指数 IL 为 0.28~1.42；压缩系数 a_{1-2} 为 0.11~0.34MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 4.93~14.72MPa。

④-2 粉质黏土夹砂质粉土：灰黄色，含氧化铁斑点，有韧性，湿-可塑，夹粉土，该层层顶—95—标高-23.50~-8.90m，层底标高为-25.20~-9.80m，厚度为 0.60~5.30m。该层天然含水量 W 为 22.0~41.7%；天然孔隙比 e 为 0.620~1.149；塑性指数 I_p 为 7.8~18.10；液性指数 IL 为 0.37~1.13；压缩系数 a_{1-2} 为 0.19~0.54MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 3.36~8.63MPa。

④-3 砂质粉土：灰黄色，饱和，中密，含有机质条纹，该层层顶标高-21.90~-15.40m，层底标高为-25.65~-16.60m，厚度为 0.80~4.25m。该层天然含水量 W 为 23.5~25.5%；天然孔隙比 e 为 0.667~0.725；塑性指数 I_p 为 5.7~6.8；液性指数 IL 为 0.66~0.85；压缩系数 a_{1-2} 为 0.16~0.22MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 5.56~10.78MPa。

④-4 粉质黏土夹砂质粉土：灰黄色，含铁锰质结核夹粉土，有韧性，土质不均，有光泽，硬塑。该层层顶标高-23.00~-9.80m，层底标高为-24.00~-16.300m，厚度为 0.50~6.50m。该层天然含水量 W 为 20.8~29.6%；天然孔隙比 e 为

0.580~0.828；塑性指数 I_p 为 10.5~14.4；液性指数 IL 为 0.26~0.86；压缩系数 a_{1-2} 为 0.17~0.45MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 4.06~7.48MPa。

⑤粉细砂：棕黄色，含云母，石英长石等，砂质较纯，摇振液化，干强度低，饱和，中密。该层层顶标高-24.20~-11.30m，层底标高为-25.90~-12.00m，厚度为 0.50~11.70m。该层天然含水量 W 为 14.6~36%；天然孔隙比 e 为 0.505~1.010；塑性指数 I_p 为 5.2~16.7；液性指数 IL 为 0.46~1.35；压缩系数 a_{1-2} 为 0.09~0.49MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 4.10~18.13MPa。

⑥粉质黏土：灰色，含云母，夹粉砂团块，韧性中，土质不均，可塑。该层层顶标高-24.40~-16.70m，层底标高为-25.10~-20.30m，厚度为 0.50~4.10m。该层天然含水量 W 为 12.5~40.9%；天然孔隙比 e 为 0.463~1.137；塑性指数 I_p 为 6.7~18.9；液性指数 IL 为 0.20~1.42；压缩系数 a_{1-2} 为 0.16~0.65MPa⁻¹，压缩模量 ES_{1-2} 为 3.02~10.02MPa。此层未钻透。

表3.2.4-1 地层岩性特征一览表（20m以浅）

成因年代	层号	岩性	特征描述	层底标高(m)	平均层厚(m)	分布情况
第四系全新统海相(Q4m)	①-1	淤泥	灰~灰黄色，夹粉砂团块，含有机质，饱和，流塑	-8.50~-1.50	2.28	普遍分布
	①-2	淤泥粉质黏土	灰~灰黄色，含云母夹粉砂团块，有韧性，有光泽，饱和流塑	-14.60~-3.20	3.23	普遍分布
	②-1	淤泥质黏土	灰色，含云母有机质，夹少量薄层粉土，干强度高，有光泽，土质均匀，有韧性，饱和，流塑	-21.00~-7.00	4.82	普遍分布
	②-2	淤泥质黏土	灰色，含云母有机质，切面光滑，干强度高，有光泽，土质均匀，有韧性，饱和，软塑	-25.20~-9.60	3.2	普遍分布
	②-3	贝壳	灰白色，松散，夹层状中粗粉砂及细小砾石，呈石层状	-13.80	1.7	仅 CS047 孔
第四系上更新统海陆交互相(Q3mc)	③-1	粉质黏土	灰色，可塑，含云母夹薄层粉土，含氧化铁斑点，切面较光滑，有光泽	-23.90~-12.60	2.77	普遍分布
	③-2	粉质黏土	灰黄色，局部含氧化铁斑点夹粉土，土质不均，硬塑	-22.00~-13.50	3.03	普遍分布
	③-3	粉质黏土	灰色，切面粗糙土质不均，湿，可塑	-24.20~-14.50	2.71	局部分布
	④-1	砂质粉土	灰-灰黄色，含云母夹粘土，少量细砂，摇振液化，饱和稍密	-24.20~-8.90	3.19	局部分布
	④-2	粉质黏土夹	灰黄色，含氧化铁斑点，有韧性，	-25.20~-9.80	1.92	局部分布

		砂质粉土	湿-可塑，夹粉土			
	④-3	砂质粉土	灰黄色，饱和，中密，含有机质条纹	-25.65~-16.60	2.24	局部分布
	④-4	粉质黏土夹砂质粉土	灰黄色，含铁锰质结核夹粉土，有韧性，土质不均，有光泽，湿硬塑	-24.00~-16.30	1.96	局部分布
	⑤	粉细砂	棕黄色，含云母，石英长石等，砂质较纯，摇振液化，干强度低，饱和，中密	-25.90~-12.00	3.09	普遍分布
	⑥	粉质黏土	灰色，含云母，夹粉砂团块，韧性中，土质不	-25.10~-	1.75	局部分布

3.2.4.2 岩土层物理力学指标统计及其容许承载力

本次工作钻孔土工试验结果结合工作区已有成果资料，按照不同工程地质层的物理力学性质指标进行分层统计，首先剔除了明显不合理及不具代表性的数据，根据《港口工程地基规范》(JTS147-1-2010)附录 A 的有关规定分别对物理指标分层进行统计，给出样本数、最大值、最小值、平均值、标准差及变异系数。各岩土层容许承载力根据各岩土层物理力学性质指标及原位测试指标，结合地方经验综合确定得出，见表 3.2.4-2。

表3.2.4-2 区各岩土层工作区土层地基承载力特征值

岩土层号	岩土名称	承载力特征值(kPa)	岩土层号	岩土名称	容许承载力特征值(kPa)
① ₋₁	淤泥	49	④ ₋₁	砂质粉土	206
① ₋₂	淤泥粉质黏土	49	④ ₋₂	粉质黏土夹	190
① ₋₁	淤泥质黏土	46	④ ₋₃	砂质粉土	204
② ₋₂	淤泥质黏土	47	④ ₋₄	粉质黏土夹砂	205
③ ₋₁	粉质黏土	192	⑤	粉细砂	224
③ ₋₂	粉质黏土	230	⑥	粉质黏土	179
③ ₋₃	粉质黏土	213			

3.2.5 自然灾害

(1) 热带气旋

连云港地区受热带气旋影响不太严重，基本为热带气旋边缘影响。多年统计资料表明影响江苏的热带气旋平均每年 1.5 次。1997 年的 9711 号在山东登陆时对连云港地区的影响较大，热带气旋过境时新浦实测最大风速 32m/s，风向 ESE；连云港海洋站最大风速瞬时 35m/s，风向不详。因港区的地形特征而产生狭管效

应，局部风速较大。2000 年 12 号热带气旋对连云港外围有些影响，热带气旋过程降雨量达到 890mm，为近 20 年来的最大值。

（2）温带气旋

连云港地区冬季和春、秋季经常受强温带气旋的影响，由此引起温带风暴潮。国家海洋环境预报中心吴少华等搜集分析了 1951~1996 年连云港潮位资料，46 年间，连云港共出现 942 次 50cm 以上温带天气系统增水，平均每年发生 20.5 次，100cm 以上增水全年每个月份均有发生，其中秋季频数最高，占总数的 40.8%，2 次 150 cm 以上增水均发生在 11 月份。

（3）风暴潮灾害

连云港地区发生风暴潮灾害的主要天气系统为 7~9 月份的热带气旋；另外冬、春季的强冷空气也会造成潮灾。1949 年至今，先后遭受严重风暴潮袭击和影响达 30 多次。1956 年 9 月 4 日，遭受 8~10 级热带气旋袭击；1979 年 1 月 28~29 日，连云港沿海遭 10 级以上 NE 大风袭击，历时 48 小时，出现 3.37m 高潮位；1981 年 8 月 31 日境内沿海遭 14 号热带气旋袭击，最大风力 11 级，兴庄闸潮位 4.03m；1997 年 8 月 19 日遭受 11 号热带气旋袭击，风力达 9~11 级，最大风速 31.5m/s，同时又值农历大潮，强大热带气旋、暴潮和暴雨持续时间达 24 小时之久，连云港市 127km 海堤，严重毁坏的有 42.8km，共决口 117 处，长 11.9km，有 1.8km 土地被夷为平地，1.2km 沙堤后退近 10m。

（4）寒潮

连云港地区的寒潮影响每年为 3~5 次，寒潮带来大风和降温。50 年代最低气温曾有过-18.1℃的记载，近年来最低气温基本在-11℃左右。

（5）雷暴

连云港地区所处地理位置，经常受到江淮气旋和黄河气旋的双重影响，常有雷暴出现，并伴随有雷雨大风。

（6）赤潮

根据 2013-2017 年《江苏省海洋环境质量公报》，江苏省 2005-2013 年均发生赤潮。2013 年在连云港海州湾海域发现面积约 450 平方公里的赤潮，赤潮优势种为赤潮异弯藻（有毒），最大密度为 1.11×10^8 个/升。2014-2016 年未发生赤潮，2017 年再次发生赤潮。

表3.2.5-1 江苏省2013年及以前赤潮状况

年份	次数	面积 (km)	主要赤潮生物种类
2005	4	1275	链状裸甲藻（有毒）、中肋骨条藻
2006	1	600	链状裸甲藻（有毒）、短角弯角藻
2007	3	459.4	赤潮异弯藻（有毒）、海链藻
2008	2	670	赤潮异弯藻（有毒）、短角弯角藻
2009	1	210	凯伦藻
2010	2	220	链状裸甲藻（有毒）
2011	1	200	中肋骨条藻
2012	4	487	中肋骨条藻
2013	1	450	赤潮异弯藻（有毒）

2017 年：

1) 赤潮：2017 年江苏省连云港排淡河口邻近海域发现链状裸甲藻（有毒）、中肋骨条藻（无毒）双相赤潮，面积约 100km^2 ，最大细胞密度分别为 2.89×10^6 个/升和 3.94×10^7 个/升。

2) 金潮：2017 年江苏海域马尾藻除了 7 月-9 月外，其他时段均有马尾藻分布，持续时间为 233 天，单次最大覆盖面积 240km^2 ，发现于 5 月 7 日。

（7）地震

连云港港区域内无活动性断裂，历史上也未曾发生过强烈的破坏性地震，域稳定性较好。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），场区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度为 $0.10g$ 。

3.3 海洋生态概况

本报告引用交通运输部天津水运工程科学研究所《田湾核电站自备码头工程海洋环境现状调查报告书（2023 年秋季）》中相关数据和内容。

交通运输部天津水运工程科学研究所于 2023 年秋季在工程区域进行了海洋生态环境现状调查，主要包括水质、沉积物、生物生态、渔业资源、生物质量等。

3.3.1 监测时间与监测站位

本次监测共布设 12 个监测站位，包含水质现状监测站位 12 个，沉积物、生态、生物体质量、渔业资源站位 8 个，潮间带调查站位 2 个。详见表 3.3.1-1 和 3.3.1-1。

图3.3.1-1 监测站位示意图

表3.3.1-1 监测站位坐标

3.3.2 监测项目

水质监测项目：水温、pH 值、盐度、透明度、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、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（As、Hg、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr）。

沉积物监测项目：汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳。

生物生态项目：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

渔业资源项目：鱼卵、仔稚鱼、游泳动物。

生物质量项目：重金属（Cu、Pb、Cd、Zn、Hg、As、Cr）及石油烃。

3.3.3 采样和分析方法

各监测项目的采样、分析方法和技术要求执行《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测技术规程》（HY/T147-2013）。于 2023 年 9 月 10 日进行了水质、沉积物、海洋生态、渔业资源和生物质量的现场采样，于 2023 年 9 月 13 日进行了潮间带生物样品采样。

（1）水质监测项目采样及分析方法

现场采样按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）的要求进行。采样设备：5L 有机玻璃采水器。水质监测项目及分析方法见表 3.3.3-1。

表3.3.3-1 水质监测项目分析方法

项目	分析方法	检出限/精度	项目	分析方法	检出限/精度
水温	《海洋调查规范第2部分：海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007(5.2.1)	0.1℃	油类	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(13.2)	3.5μg/L
盐度	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(29.1)	2 (无量纲)	pH	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(26)	0.01 (无量纲)
悬浮物	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(27)	2mg/L	汞	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(5.1)	0.007μg/L
溶解氧	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(31)	0.08mg/L	砷	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(11.1)	0.5μg/L
化学需	《海洋监测规范第4部分：海	0.15mg/L	铜	《海洋监测技术规程第1部	0.12μg/L

项目	分析方法	检出限/精度	项目	分析方法	检出限/精度
氧量	水分析》 GB 17378.4-2007(32)			分：海水》 HY/T 147.1-2013(5)	
硝酸盐	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(38.2)	0.001mg/L	锌	《海洋监测技术规范第1部分：海水》 HY/T 147.1-2013(5)	0.1μg/L
亚硝酸盐	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(37)	0.001mg/L	铅	《海洋监测技术规范第1部分：海水》 HY/T 147.1-2013(5)	0.07μg/L
氨	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(36.2)	0.002mg/L	镉	《海洋监测技术规范第1部分：海水》 HY/T 147.1-2013(5)	0.03μg/L
活性磷酸盐	《海洋监测规范第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(39.1)	0.001mg/L	铬	《海洋监测技术规范第1部分：海水》 HY/T 147.1-2013(5)	0.05μg/L
五日生化需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007(33.1)	1mg/L	挥发性酚	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007(19)	0.001mg/L
硫化物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007(18.1)	0.2ug/L			

(2) 沉积物调查项目采样及分析方法

现场采样按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)、《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)的要求进行。采样设备：抓斗式采泥器。沉积物调查项目及分析方法见表 3.3.3-2。

表3. 3. 3-2 沉积物调查项目分析方法

项目	分析方法	检出限/精度	项目	分析方法	检出限/精度
汞	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007(5.1)	0.002 $\times 10^{-6}$	铬	《海洋监测技术规范第2部分：沉积物》 HY/T 147.2-2013(6)	0.070 $\times 10^{-6}$
砷	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007(11.1)	0.06 $\times 10^{-6}$	锌	《海洋监测技术规范第2部分：沉积物》 HY/T 147.2-2013(6)	0.160 $\times 10^{-6}$
铜	《海洋监测技术规范第2部分：沉积物》 HY/T 147.2-2013(6)	0.008 $\times 10^{-6}$	有机碳	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007(18.1)	0.03 $\times 10^{-2}$
铅	《海洋监测技术规范第2部分：沉积物》 HY/T 147.2-2013(6)	0.070 $\times 10^{-6}$	石油类	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007(13.2)	3.0 $\times 10^{-6}$

镉	《海洋监测技术规程第2部分：沉积物》 HY/T 147.2-2013(6)	0.015 $\times 10^{-6}$	硫化物	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB 17378.5-2007(17.3)	4.0 $\times 10^{-6}$
---	--	---------------------------	-----	---	-------------------------

(3) 海洋生态调查项目采样及分析方法

现场采样按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)、《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)的要求进行。采样设备：5L 有机玻璃采水器、抓斗式采泥器、浮游生物网、定量框。

①浮游植物(网样)：采用浅水III型浮游生物网自底至表进行垂直拖网，落网为 0.5m/s，起网为 0.5~0.8m/s；拖网样品采集后装入标本瓶(500 mL)，加入甲醛(加入量为样品容量的 5%)，带回实验室鉴定分析。

②浮游动物(网样)：采用浅水 I 型浮游生物网自底至表进行垂直拖网，落网为 0.5m/s，起网为 0.5~0.8m/s；样品采集后装入标本瓶(500 mL)，加入甲醛溶液(加入量为样品容量的 5%)，带回实验室鉴定分析。

③底栖生物：一般采用 0.1m² 的采泥器采样，每站 3 次，在港湾中或无动力设备的小船上可用 0.05m² 采泥器，每站 3 次。再用底栖生物旋涡分选装置筛选生物样(上层用 2.0 mm—5 mm 网眼，中层用 1.0mm 网眼，下层用 0.5mm 网眼)。样品用 5%甲醛固定保存，带回实验室鉴定分析。

④潮间带生物：用定量采样框(25cm×25 cm×30cm)在每个站位取 4(滩面沉积物、类型较一致、生物分布较均匀)~8 个样方，面积共计为 0.25m² 至 0.5m² 样方。将样方提取的样品合并为一个样品，放入旋涡分选装置淘洗，用两层筛分选生物(筛孔目 1.0mm)。为获得低潮带的样品，调查必须在大潮期间进行。同时徒步采集定性样品，用甲醛溶液固定后带回实验室分析、鉴定。

参照《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》(GB 17378.7-2007)中规定的方法对叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物和潮间带生物进行分析。

(4) 渔业资源调查项目及分析方法

鱼卵、仔稚鱼、游泳动物现场采样和分析按照《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》(GB/T12763.6-2007)的有关要求进行。

鱼卵、仔稚鱼采用浅水 I 型浮游动物网。垂直拖网每站自底层到表层垂直拖网 1 次(定量)，水平拖网每站拖曳 10min(定性)。样品经 5%甲醛溶液固定，

带回实验室后进行分类、鉴定和计数。

游泳动物拖网调查使用适合当地的单拖渔船，拖网网目应取选择性低的网目（网囊部 2a 小于 20mm），每站拖曳 1h 左右（视具体海上作业条件而定），拖网速度控制在 3kn 为宜。每网调查的渔获物进行分物种渔获重量和尾数统计。记录网产量，进行主要物种生物学测定。

（5）生物质量调查项目采样及分析方法

现场采样按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的要求进行。采样设备：底层拖网、阿氏拖网。生物质量调查项目及分析方法见表 3.3.3-3。

表3.3.3-3 生物质量调查项目及分析方法

项目	方法	检出限
汞	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007(5.1)	0.002×10^{-6}
砷	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007(11.1)	0.2×10^{-6}
铜	《海洋监测技术规范第3部分：生物体》HY/T 147.3-2013 (6)	0.08×10^{-6}
铅	《海洋监测技术规范第3部分：生物体》HY/T 147.3-2013 (6)	0.03×10^{-6}
镉	《海洋监测技术规范第3部分：生物体》HY/T 147.3-2013 (6)	0.03×10^{-6}
锌	《海洋监测技术规范第3部分：生物体》HY/T 147.3-2013 (6)	1.66×10^{-6}
铬	《海洋监测技术规范第3部分：生物体》HY/T 147.3-2013 (6)	0.30×10^{-6}
石油烃	《海洋监测规范第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007(13)	0.2×10^{-6}

3.3.4 评价方法

①初级生产力

初级生产力的估算公式（叶绿素法）：

$$P = \frac{C * Q * E * D}{2}$$

式中：P—初级生产力（ $\text{mgC}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ ）；C—为叶绿素-a 的含量（ mg/m^3 ）；Q—为平均同化系数，Q 值为 $3.7 \text{mgC}/\text{mgChla} \cdot \text{h}$ ；E 为真光层（取海水透明度的 3 倍，用透明度板测水体透明度）；D 为平均日照时数，项目地海域冬季日照时数 D 为 12h。

②优势种计算方法

浮游生物物种优势度：

$$Y = \frac{n_i}{N} f_i$$

式中， Y —为物种优势度； n_i —为第 i 种的个体总数； N —为各采样点所有物种个体总数， f_i —为该物种在各个采样点出现的频率。当 $Y > 0.02$ 时，该物种为群落中的优势种。

底栖生物物种优势度：

$$Y = \frac{N_A(N_A - 1)}{N(N - 1)}$$

式中， Y —为物种优势度； N_A —为第 A 种的个体总数； N —为各采样点所有物种个体总数。当 $Y > 0.02$ 时，该物种为群落中的优势种。

③物种多样性计算公式

生态现状评价采用物种多样性、均匀度、丰富度和群落优势度等四个指标。
香农—威纳（Shannon—Weaner）多样性指数：

$$H' = - \sum_i^s P_i \log_2 P_i$$

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

一般认为，正常环境，该指数值高；环境受污，该指数值降低。

均匀度：

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

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

丰富度：

$$d = (S - 1) / \log(N)$$

式中， d —表示丰富度指数值； S —表示样品中的总种数； N —表示群落中所有物种的总丰度。

一般而言，健康的环境，种类丰富度高；污染环境，种类丰富度较低。群落优势度：

$$D = \frac{N_1 + N_2}{NT}$$

式中： D —群落优势度； N_1 —样品中第一优势种的个体数； N_2 —样品中第二优势种的个体数； NT —样品中的总个体数。

④水平拖网鱼卵、仔稚鱼的密度计算

根据网口面积、拖速、拖网持续时间和鉴定的鱼卵、仔稚鱼数量，单位面积或单位体积鱼卵、仔稚鱼的分布密度按下式计算：

$$V = \frac{N}{S \cdot L}$$

式中：V—鱼卵、仔稚鱼分布密度（ind./m³）；N—每网鱼卵、仔稚鱼数量（ind.）；S—网口面积（m²）；L—拖网距离（m）。

(5) 评价标准

水质现状评价执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的相应标准（表 3.3.4-1）。

沉积物现状评价执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的相应标准（表 3.3.4-2）。

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（表 3.3.4-3），甲壳类、鱼类、软体类生物体内污染物质（铬、砷）含量评价标准也采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的相应标准值（表 3.3.4-3），甲壳类、鱼类、软体类体内污染物质（总汞、铜、铅、镉、锌）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准（表 3.3.4-4），甲壳类、鱼类、软体类体内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（表 3.3.4-3）。

根据项目后续论证评价工作的需要，本次海洋环境现状调查按照业主要求，参照表 3.3.4-5 中各站位水质、沉积物、生物体质量执行的质量标准等级进行评价。

表3.3.4-1 海水水质标准（单位：mg/L）

项目	一类标准	二类标准	三类标准	四类标准	项目	一类标准	二类标准	三类标准	四类标准
化学需氧量≤	2	3	4	5	汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
溶解氧>	6	5	4	3	砷≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05		0.30	0.50	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50

pH	7.8~8.5		6.8~8.8		镉≤	0.001	0.005	0.010	
无机氮 ≤	0.20	0.30	0.40	0.50	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
活性磷 酸盐≤	0.015	0.030		0.045	铜≤	0.005	0.010	0.050	
/					总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50

表3.3.4-2 海洋沉积物标准

项目	一类标准	二类标准	三类标准	项目	一类标准	二类标准	三类标准
汞 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.20	0.50	1.00	铬 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	80.0	150.0	270.0
铜 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	35.0	100.0	200.0	砷 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	20.0	65.0	93.0
铅 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	60.0	130.0	250.0	石油类 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	500.0	1000.0	1500.0
镉 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.50	1.50	5.00	硫化物 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	300.0	500.0	600.0
锌 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	150.0	350.0	600.0	有机碳 ($\times 10^{-2}$) $\leq$	2.0	3.0	4.0

表3.3.4-3 生物质量标准 (湿重 1×10^{-6})

项目名称	铜 $\leq$	铅 $\leq$	镉 $\leq$	锌 $\leq$	总汞 $\leq$	砷 $\leq$	铬 $\leq$	石油烃 $\leq$
一类	10	0.1	0.2	20	0.05	1.0	0.5	15
二类	25	2.0	2.0	50	0.10	5.0	2.0	50
三类	50 (牡蛎 100)	6.0	5.0	100 (牡蛎 500)	0.30	8.0	6.0	80

表3.3.4-4 全国海岸和海涂资源综合调查简明规程 (湿重 1×10^{-6})

项目	铜 $\leq$	锌 $\leq$	镉 $\leq$	汞 $\leq$	铅 $\leq$	石油烃* $\leq$
鱼类	20	40	0.6	0.3	2.0	20
甲壳类	100	150	2.0	0.2	2.0	20
软体类	100	250	5.5	0.3	10.0	20

*注：石油烃参照《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）相关标准。

表 3.3.4-5 各监测站位水质、沉积物、生物体质量执行标准

站位	水质评价标准	沉积物评价标准	生物体质量评价标准
1	三类	一类	一类
2	三类	/	/
3	三类	一类	一类
4	三类	一类	一类
5	三类	/	/
6	三类	一类	一类
7	三类	一类	一类
8	三类	/	/
9	三类	一类	一类

10	三类	一类	一类
11	三类	/	/
12	三类	一类	一类

3.3.5 海洋水质现状

田湾核电站自备码头工程海洋环境现状监测水质结果统计见 3.3.5-1。

(1) 透明度

海水透明度的变化范围在（0.5~2.4）m 之间，平均为 1.09m。

(2) 水温

海水水温的变化范围在（29.0~33.5）℃之间，平均为 31.9℃。

(3) 盐度

海水盐度的变化范围在（28.1~28.4）之间，平均为 28.3，最高值出现在调查海域的 1 号站、5 号站及 8 号站，最低值出现在调查海域的 12 号站。调查海域平面分布整体相对均匀。

(4) pH 值

海水 pH 的变化范围在（7.90~8.14）之间，平均为 8.00，最高值出现在调查海域的 9 号站，最低值出现在调查海域的 1 号站。调查海域平面分布呈现 9 号站位 PH 值略高，其他区域分布整体相对均匀。

(5) 溶解氧（DO）

海水 DO 的浓度范围为（6.89~7.49）mg/L，平均为 7.24 mg/L，最高值出现在调查海域的 6 号站，最低值出现在调查海域的 11 号站。调查海域平面分布整体相对均匀。

(6) 化学需氧量（COD）

海水 COD 的浓度变化范围在（2.49~3.58）mg/L 之间，平均为 2.90mg/L，最高值出现在调查海域的 7 号站，最低值出现在调查海域的 12 号站。调查海域平面分布整体相对均匀。

(7) 硫化物

海水硫化物的浓度变化范围在（0.92~1.32）ug/L 之间，平均为 1.12ug/L，最高值出现在调查海域的 12 号站，最低值出现在调查海域的 1 号站。调查海域平面分布整体相对均匀。

（8）挥发性酚

海水挥发性酚的检出站位共 9 个分别为：1、2、3、4、5、8、9、11、12 号站，浓度变化范围在（1.24~2.52） $\mu\text{g/L}$ 之间，平均为 1.67 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 11 号站，最低值出现在调查海域的 2 号站、3 号站。调查海域平面分布呈现北部及南部近岸区域部分站位未检出，其他区域分布整体相对均匀。

（9）悬浮物

海水悬浮物的含量变化范围在（8.00~24.0） mg/L 之间，平均为 11.6 mg/L ，最高值出现在调查海域的 10 号站，最低值出现在调查海域的 4 号站。调查海域平面分布呈现 10 号站位悬浮物值略高，其他区域分布整体相对均匀。

（10）无机氮

海水无机氮的浓度变化范围在（0.121~0.216） mg/L 之间，平均为 0.168 mg/L ，最高值出现在调查海域的 1 号站，最低值出现在调查海域的 9 号站。调查海域平面分布整体相对均匀。

（11）活性磷酸盐

海水活性磷酸盐的浓度变化范围在（0.008~0.015） mg/L 之间，平均为 0.011 mg/L ，最高值出现在调查海域的 1 号站，最低值出现在调查海域的 2 号站。调查海域平面分布整体相对均匀。

（12）五日生化需氧量

海水五日生化需氧量的浓度变化范围在（0.660~2.17） mg/L 之间，平均为 1.19 mg/L ，最高值出现在调查海域的 1 号站，最低值出现在调查海域的 12 号站。调查海域平面分布呈现 1 号站位五日生化需氧量值略高，其他区域分布整体相对均匀。

（13）石油类

海水石油类的浓度在（10.5~42.6） $\mu\text{g/L}$ 之间变化，平均为 23.2 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 10 号站，最低值出现在调查海域的 4 号站。调查海域平面分布呈现东南部区域石油类值略高，其他区域分布整体相对均匀（见图 3.3.5-1~3.3.5-13）。

（14）汞

海水汞的浓度变化范围在（未检出～0.016） $\mu\text{g/L}$ 之间，平均为 0.011 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 11 号站，最低值出现在调查海域的 1 号站、2 号站、3 号站。调查海域平面分布呈现北部近岸区域部分站位未检出，其他区域分布整体相对均匀。

（15）砷

海水砷的浓度变化范围在（0.758～2.07） $\mu\text{g/L}$ 之间，平均为 1.29 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 6 号站，最低值出现在调查海域的 2 号站。调查海域平面分布整体相对均匀。

（16）铜

海水铜的浓度变化范围为（0.727～3.35） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.49 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 11 号站，最低值出现在调查海域的 12 号站。调查海域平面分布呈现 11 号站位铜的值略高，其他区域分布整体相对均匀。

（17）铅

海水铅的浓度变化范围为（0.507～2.01） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.16 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 11 号站，最低值出现在调查海域的 12 号站。调查海域平面分布呈现南部区域铅的值略高，其他区域分布相对均匀。

（18）锌

海水锌的浓度变化范围为（8.34～55.2） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 25.4 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 7 号站，最低值出现在调查海域的 12 号站。调查海域平面分布呈现 7 号站位和 11 号站位锌值略高，其他区域分布整体相对均匀。

（19）镉

海水镉的浓度变化范围在（0.065～0.447） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.224 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 7 号站，最低值出现在调查海域的 3 号站。调查海域平面分布呈现 7 号站位镉的值略高，其他区域分布整体相对均匀。

（20）总铬

海水总铬的浓度变化范围在（0.648～2.54） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.14 $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 11 号站，最低值出现在调查海域的 6 号站。调查海域平面分布呈现 11 号站位镉的值略高，其他区域分布整体相对均匀。（见图 3.3.5-14~3.3.5-20）。

表 3.3.5-1 水质监测结果统计表

3.3.6 海洋沉积物现状

田湾核电站自备码头工程海洋环境调查沉积物结果统计见表 3.3.6-1。

(1) 汞

沉积物中汞浓度的变化范围在 $(0.035\sim0.060)\times10^{-6}$ 之间, 平均为 0.047×10^{-6} , 最高值出现在调查海域的 7 号站, 最低值出现在调查海域的 9 号站(见图 3.3.6-1)。

(2) 砷

沉积物中砷浓度的变化范围在 $(10.5\sim16.4)\times10^{-6}$ 之间, 平均为 14.3×10^{-6} , 最高值出现在调查海域的 10 号站, 最低值出现在调查海域的 12 站(见图 3.3.6-2)。

(3) 铜

沉积物中铜浓度的变化范围在 $(19.2\sim31.0)\times10^{-6}$ 之间, 平均为 26.1×10^{-6} , 最高值出现在调查海域的 7 号站, 最低值出现在调查海域的 4 号站(见图 3.3.6-3)。

(4) 铅

沉积物中铅浓度的变化范围在 $(18.1\sim22.0)\times10^{-6}$ 之间, 平均为 19.7×10^{-6} , 最高值出现在调查海域的 7 号站, 最低值出现在调查海域的 4 号站(见图 3.3.6-4)。

(5) 镉

沉积物中镉浓度的变化范围在 $(0.134\sim0.199)\times10^{-6}$ 之间, 平均为 0.153×10^{-6} , 最高值出现在调查海域的 12 号站, 最低值出现在调查海域的 6 号站(见图 3.3.6-5)。

(6) 铬

沉积物中铬浓度的变化范围在 $(67.9\sim78.0)\times10^{-6}$ 之间, 平均为 72.3×10^{-6} , 最高值出现在调查海域的 6 号站, 最低值出现在调查海域的 12 号站(见图 3.3.6-6)。

(7) 锌

沉积物中锌浓度的变化范围在 $(66.5\sim84.3)\times10^{-6}$ 之间, 平均为 75.5×10^{-6} , 最高值出现在调查海域的 7 号站, 最低值出现在调查海域的 4 号站(见图 3.3.2-7)。

(8) 有机碳

沉积物中有机碳的变化范围在 $(0.49\sim0.76)\times10^{-2}$ 之间, 平均为 0.60×10^{-2} , 最高值出现在调查海域的 1 号站, 最低值出现在调查海域的 10 号站(见图 3.3.6-8)。

(9) 石油类

沉积物中石油类的变化范围在 $(65.5 \sim 125) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 89.4×10^{-6} ，最高值出现在调查海域的 1 号站，最低值出现在调查海域的 10 号站（见图 3.3.6-9）。

(10) 硫化物

沉积物中硫化物的变化范围在 $(65.9 \sim 139) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 91.0×10^{-6} ，最高值出现在调查海域的 10 号站，最低值出现在调查海域的 6 号站（见图 3.3.6-10）。

表 3.3.6-1 沉积物监测结果统计表

3.3.7 海洋生态现状

3.3.7.1 叶绿素 a

调查海域各站表层叶绿素 a 含量变化范围为 $(2.18 \sim 6.11) \mu\text{g/L}$ （见图 3.3.7.2-1），平均值 $3.83 \mu\text{g/L}$ ，最高值出现在调查海域的 3 号站，最低值出现在调查海域的 12 号站。

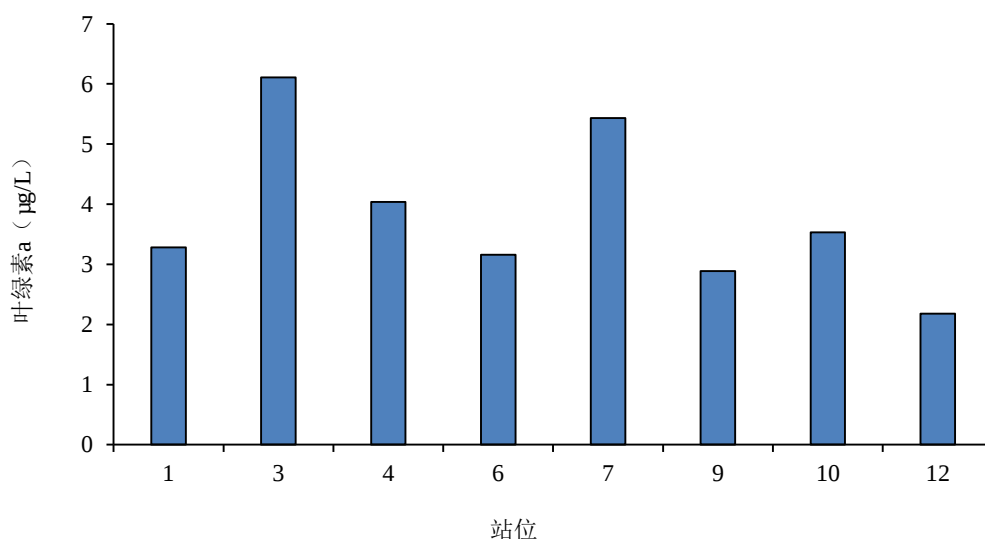


图 3.3.7.2-1 各站位叶绿素 a 平面分布图

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照联合国教科文组织（UNESCO）推荐的下列公式： $P = \text{Chla} \times Q \times D \times E / 2$ 计算，其结果见表 3.3.7.2-1。

表 3.3.7.2-1 调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

站位	真光层叶绿素 a 含量 ($\mu\text{g/L}$)	透明度 (m)	初级生产 $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$
1	3.28	1.25	247.3
3	6.11	1.10	405.4
4	4.04	0.80	195.0
6	3.16	1.08	205.9
7	5.43	1.10	360.3
9	2.89	2.40	418.4
10	3.53	0.50	106.5
12	2.18	0.64	84.2
最大值	6.11	2.40	418.4
最小值	2.18	0.50	84.2
平均值	3.83	1.11	252.9

调查海域各站初级生产力含量变化范围为 ($84.2\sim 418.4$) $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ (见表 4.5-1), 平均值 $252.9\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$, 最高值出现在调查海域的 9 号站, 最低值出现在调查海域的 12 号站。

3.3.7.2 浮游植物

(1) 种类组成

调查海域共出现浮游植物 48 种, 隶属于硅藻和甲藻 2 个植物门, 其中, 硅藻门 42 种, 占浮游植物出现种数的 87.50%, 占浮游植物总密度的 99.49%; 甲藻门 6 种, 占浮游植物出现种数的 12.50%, 占浮游植物总密度的 0.51% (见图 3.3.7.2-2~图 3.3.7.2-3)。浮游植物种类组成详细情况见附录 1。

图 3.3.7.2-2 浮游植物种类组成

图 3.3.7.2-3 浮游植物密度组成

(2) 密度分布

调查海域浮游植物密度变化范围在 ($1143.19\sim 3080.11$) $\times 10^4 \text{ind}/\text{m}^3$ 之间 (见图 3.3.3-4), 平均密度为 $2311.23 \times 10^4 \text{ind}/\text{m}^3$, 最低值出现在调查海域的 9 号站, 最高值出现在调查海域 7 号站。

图 3.3.7.2-4 各站位浮游植物密度 ($10^4 \text{ind}/\text{m}^3$)

(3) 群落及优势种分布特征

各站位浮游植物多样性、均匀度、丰度等群落指数见表 3.3.7.2-2。

表 3.3.7.2-2 浮游植物群落特征指数

站号	香农-韦弗多样性指数法(H')	均匀度(J)	丰度(d)
1	1.38	0.36	1.64
3	3.78	0.80	3.26
4	2.17	0.53	2.18
6	3.20	0.73	2.52
7	0.75	0.22	1.25
9	3.49	0.81	2.70
10	2.36	0.64	1.55
12	3.12	0.75	2.15
平均值	2.53	0.60	2.16
最大值	3.78	0.81	3.26
最小值	0.75	0.22	1.25

本次调查该海域各站位浮游植物香农-韦弗多样性指数法在 0.75~3.78 之间，平均指数为 2.53。

当 $Y > 0.02$ 时，判定为调查海区的优势种。依据本次调查浮游植物种群结构分析，占优势的浮游植物为并基角毛藻（*Chaetoceros decipiens*）、优美旭氏藻（*Schröderella delicatula* f. *schroderi*）、丹麦细柱藻（*Leptocylindrus danicus*）、拟旋链角毛藻（*Chaetoceros pseudocurvisetus*）、尖刺伪菱形藻（*Pseudo-nitzschia pungens*）、旋链角毛藻（*Chaetoceros curvisetus*）、中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）共 7 种，7 种的个体数量之和占浮游植物个体总数的 83.51%。各优势种密度占比、优势度、出现率见表 3.3.7.3-3。

表 3.3.7.2-3 浮游植物优势种优势度及分布情况

种类	密度占比	优势度	出现率
并基角毛藻	3.32%	0.025	75.00%
优美旭氏藻	3.66%	0.032	87.50%
丹麦细柱藻	3.93%	0.039	100.00%
拟旋链角毛藻	6.81%	0.051	75.00%
尖刺伪菱形藻	6.27%	0.063	100.00%
旋链角毛藻	13.96%	0.105	75.00%
中肋骨条藻	45.57%	0.456	100.00%

3.3.7.3 浮游动物

(1) 种类组成

本次调查该海域共出现浮游动物 16 种，其中幼体类 7 种，占 43.75%；桡足类 5 种，占 31.25%；十足类、端足类、被囊类、毛颚类各占 1 种，各占 6.25%（见图 3.3.7.3-1）。浮游动物种类组成的详细情况见附录 2。

图 3.3.7.3-1 浮游动物种类组成

(2) 浮游动物生物量和生物密度

调查海域各站位浮游动物生物量（湿重）变化范围在（22.22~137.73） mg/m^3 之间，平均生物量为 58.06 mg/m^3 。最高值出现在调查海域的 1 号站，最低值出现在调查海域的 3 号站（见图 3.3.7.3-2）。

浮游动物各站位密度波动范围在（14.68~106.06） ind/m^3 之间，平均密度为 47.41 ind/m^3 。最高值出现在调查海域的 1 号站，最低值出现在调查海域的 3 号站（见图 3.3.7.3-3）。

(3) 浮游动物生物群落及优势种分布特征

各站位浮游动物多样性等群落指数见表 3.3.7.3-1。

表 3.3.7.3-1 浮游动物群落特征指数

站号	香农-韦弗多样性指数法 (H')	均匀度 (J)	丰度 (d)
1	2.05	0.73	1.29
3	1.85	0.92	1.12
4	1.53	0.76	0.78
6	1.95	0.75	1.68
7	2.31	0.89	1.30
9	2.20	0.69	1.94
10	2.27	0.88	1.29
12	1.93	0.83	1.12
最大值	2.31	0.92	1.94
最小值	1.53	0.69	0.78
平均值	2.01	0.81	1.31

本次调查该海域各站位浮游动物香农-韦弗多样性指数法在 1.53~2.31 之间，平均指数为 2.01。

当 $Y>0.02$ 时，判定为调查海区的优势种。依据本次调查浮游动物种群结构

分析，占优势的浮游动物为真刺唇角水蚤（*Labidocera euchaeta*）、小拟哲水蚤（*Paracalanus parvus*）、短尾类幼体（*Brachyura zoea*）、腹足类幼体（*Gastropoda larva*）无节幼体（*Copepods nauplius*）共 5 种，5 种的个体数量之和占浮游动物个体总数的 76.18%。各优势种密度占比、优势度、出现率见表 3.3.7.3-2。

表 3.3.7.3-2 浮游动物优势种优势度及分布情况

种类	密度占比	优势度	出现率
真刺唇角水蚤	11.52%	0.086	75.00%
小拟哲水蚤	34.08%	0.298	87.50%
短尾类幼体	9.56%	0.024	25.00%
腹足类幼体	7.15%	0.036	50.00%
无节幼体	13.87%	0.052	37.50%

3.3.7.4 底栖生物

（1）种类组成

本次调查共获大型底栖生物 8 种，隶属于刺胞类、多毛类、腹足类、棘皮类、双壳类 5 个门类。其中，多毛类动物出现的种类数最多，共出现 3 种，占大型底栖生物种类组成的 37.50%；棘皮类动物出现 2 种，占大型底栖生物种类组成的 25.00%；刺胞类、腹足类、双壳类动物各出现 1 种，各占大型底栖生物种类组成的 12.50%；（见图 3.3.7.4-1）。

图 3.3.7.4-1 大型底栖生物种类组成

（2）生物量组成与分布

调查海域大型底栖生物量变化范围在（0.01~152.85）g/m² 之间，平均为 22.43g/m²。调查海域大型底栖生物量组成以棘皮类动物占优势，占总生物量的 97.76%，其他占比较小（见图 3.3.7.4-2）。大型底栖生物量在调查海域的 12 号站出现高值（见图 3.3.7.4-3）。

图 3.3.7.4-2 大型底栖生物量组成

图 3.3.7.4-3 大型底栖生物量平面分布

密度组成与分布

调查海域大型底栖生物密度变化范围在（5~30）ind/m² 之间，平均为 11.25ind/m²。调查海域大型底栖生物密度组成以棘皮类动物占优势，占总密度的 38.89%。其次，多毛类动物和腹足类动物占第二、三位，分别为总密度的 33.33%、

16.67%（见图 3.3.7.4-4）。大型底栖生物密度分布特点为调查海域的 12 号站出现高值（见图 3.3.7.4-5）。

图 3.3.7.4-4 大型底栖生物密度组成

图 3.3.7.4-5 大型底栖生物密度平面分布

（4）群落特征

各站位大型底栖生物多样性等群落指数见表 3.3.7.4-1。

表 3.3.7.4-1 大型底栖生物群落特征指数

站号	香农-韦弗多样性指数法 (H')	均匀度 (J)	丰度 (d)
1	0.00	****	0.00
3	0.00	****	0.00
4	1.00	1.00	0.43
6	0.00	****	0.00
7	0.00	****	0.00
9	0.00	****	0.00
10	0.00	****	0.00
12	0.65	0.65	0.29
最大值	1.00	1.00	0.43
最小值	0.00	0.65	0.00
平均值	0.21	0.83	0.09

本次调查该海域各站位大型底栖生物香农-韦弗多样性指数法在 0.00~1.00 之间，平均指数为 0.21。

当 $Y > 0.02$ 时，判定为调查海区的优势种。依据本次调查大型底栖生物种群结构分析，占优势的大型底栖生物为奇异稚齿虫（*Paraprionospio pinnata*）、长岛金环螺（*Ceratia nagashima*）、海地瓜（*Acaudina molpadioides*）共 3 种，3 种的个体数量之和占大型底栖生物个体总数的 72.22%。各优势种密度占比、优势度、出现率见表 3.3.7.4-2。

表 3.3.7.4-2 大型底栖生物优势种优势度及分布情况

种类	密度占比	优势度	出现率
奇异稚齿虫	22.22%	0.028	12.50%
长岛金环螺	16.67%	0.042	25.00%
海地瓜	33.33%	0.083	25.00%

3.3.7.5 潮间带生物

(1) 种类组成

调查海域共鉴定出潮间带生物 5 个门类 11 种潮间带生物，其中环节动物 4 种，节肢动物 3 种，软体动物 2 种，棘皮动物和纽形动物各 1 种，详见附录 4。调查海域潮间带生物的种类组成比例最高为环节动物占 36.36%(见图 3.3.7.5-1)。

图 3.3.7.5-1 潮间带生物种类组成

(2) 生物量组成与分布

调查海域潮间带生物各站位平均生物量为 22.42g/m^2 。物种生物量的分布状况为软体动物 (47.60%) > 节肢动物 (30.83%) > 环节动物 (18.97%) > 棘皮动物 (2.59%) > 纽形动物 (0.01%) (见图 3.3.7.5-2)。3 个断面潮间带生物量分布：C1 断面为 22.71g/m^2 ；C2 断面为 22.13g/m^2 。

图 3.3.7.5-2 潮间带生物量组成

(3) 密度组成与分布

调查海域潮间带生物的平均站位密度为 19.58ind/m^2 。3 个断面潮间带生物平均站位密度分布：C1 断面为 20.00ind/m^2 ；C2 断面为 19.17ind/m^2 。物种密度的分布状况为软体动物 (40.43%) > 环节动物 (27.66%) > 节肢动物 (25.53%) > 棘皮动物 (4.26%) > 纽形动物 (2.13%) (图 3.3.7.5-3)。

图 3.3.7.5-3 潮间带生物密度组成

(4) 群落特征

各断面潮间带生物香农-韦弗多样性等群落指数见表 3.3.7.5-1。各断面潮间带生物香农-韦弗多样性指数在 2.39~3.20 之间，平均指数为 2.79。各调查断面潮间带生物优势种见表 3.3.7.5-2。

表 3.3.7.5-1 潮间带生物群落特征指数

断面	香农-韦弗多样性指数 (H')	均匀度 (J)	丰度 (d)
C1	3.20	0.96	2.82
C2	2.39	0.93	1.58
平均	2.79	0.94	2.20

表 3.3.7.5-2 调查断面潮间带生物优势种

断面	优势种
----	-----

断面	优势种
C1	棘刺锚参、绒螯近方蟹、单齿螺
C2	长吻沙蚕、日本角吻沙蚕、绒螯近方蟹、单齿螺

3.3.8 生物质量

调查海域海洋环境现状监测生物质量结果统计见表 3.3.8-1。

(1) 汞

毛蚶体内汞的含量为 0.014×10^{-6} ，鱼类生物体内汞的变化范围在 $(0.008 \sim 0.020) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.012×10^{-6} ，甲壳类生物体内汞的变化范围在 $(0.011 \sim 0.019) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.014×10^{-6} 。软体类（非双壳类）生物体内汞的变化范围在 $(0.008 \sim 0.015) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.014×10^{-6} 。

(2) 砷

毛蚶体内砷的含量为 0.378×10^{-6} ，鱼类生物体内砷的变化范围在 $(0.378 \sim 0.577) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.443×10^{-6} ，甲壳类生物体内砷的变化范围在 $(0.341 \sim 0.555) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.458×10^{-6} 。软体类（非双壳类）生物体内砷的变化范围在 $(0.343 \sim 0.449) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.396×10^{-6} 。

(3) 铜

毛蚶体内铜的含量为 0.258×10^{-6} ，鱼类生物体内铜均未检出，甲壳类生物体内铜的变化范围在 $(3.09 \sim 7.89) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 5.39×10^{-6} 。软体类（非双壳类）生物体内铜的变化范围在 $(1.39 \sim 1.41) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 1.40×10^{-6} 。

(4) 铅

毛蚶体内铅的含量为 0.076×10^{-6} ，鱼类生物体内铅的变化范围在 $(0.033 \sim 0.122) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.065×10^{-6} ，甲壳类生物体内铅的变化范围在（未检出 ~ 0.097 ） $\times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.050×10^{-6} 。软体类（非双壳类）生物体内铅的变化范围在 $(0.058 \sim 0.078) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.068×10^{-6} 。

(5) 镉

毛蚶体内镉未检出，鱼类生物体内镉均未检出，甲壳类生物体内镉的变化范围在（未检出 ~ 0.779 ） $\times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.333×10^{-6} 。软体类（非双壳类）生物体内镉均未检出。

(6) 铬

贝类（双壳）、鱼类、甲壳类、软体类（非双壳类）生物体内铬均未检出。

（7）锌

毛蚶体内锌的含量为 15.0×10^{-6} ，鱼类生物体内锌的变化范围在 $(4.03 \sim 13.2) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 8.09×10^{-6} ，甲壳类生物体内锌的变化范围在 $(17.8 \sim 35.4) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 25.3×10^{-6} 。软体类（非双壳类）生物体内锌的变化范围在 $(8.76 \sim 13.9) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 11.3×10^{-6} 。

（8）石油烃

毛蚶体内石油烃的含量为 14.5×10^{-6} ，鱼类生物体内石油烃的变化范围在 $(8.3 \sim 11.7) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 9.9×10^{-6} ，甲壳类生物体内石油烃的变化范围在 $(14.5 \sim 18.0) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 16.7×10^{-6} 。软体类（非双壳类）生物体内石油烃的变化范围在 $(14.1 \sim 17.9) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 16.0×10^{-6} 。

表 3.3.8-1 生物质量监测结果统计表

站号	样品名称	检测结果（湿重）							
		单位： $\times 10^{-6}$							
		汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油烃
1	口虾蛄	0.012	0.465	7.89	0.097	0.779	35.4	ND	16.3
3	日本蟳	0.013	0.469	5.50	ND	ND	25.8	ND	14.5
3	矛尾虾虎鱼	0.008	0.318	0.08L	0.122	ND	13.2	ND	8.3
4	三疣梭子蟹	0.019	0.341	3.09	0.034	ND	17.8	ND	17.8
6	花鲈	0.009	0.577	0.08L	0.039	ND	7.01	ND	11.7
7	毛蚶	0.014	0.378	0.258	0.076	ND	15.0	ND	14.5
9	脉红螺	0.008	0.449	1.39	0.058	ND	8.76	ND	17.9
9	星康吉鳗	0.020	0.433	0.08L	0.033	ND	4.03	ND	9.6
10	口虾蛄	0.011	0.555	5.09	0.054	0.525	22.2	ND	18.0
12	脉红螺	0.015	0.343	1.41	0.078	ND	13.9	ND	14.1

3.3.9 渔业资源

3.3.9.1 鱼卵和仔稚鱼

(1) 种类组成

本次调查共采集到鱼卵仔稚鱼 5 种，隶属于 3 目 4 科，其中鲱科为 2 种，占 40%，其他鳀科、鲱科、虾虎鱼科各 1 种，分别占 20%。共采集到鱼卵 3 种，隶属于 2 目 3 科；共采集到仔稚鱼 5 种，隶属于 3 目 4 科。

表 3.3.9-1 调查海域鱼卵仔稚鱼种类组成

种名	拉丁名	目	科	鱼卵	仔稚鱼
斑鲚	Konosirus punctatus	鲱形目	鲱科	√	√
青鳞小沙丁鱼	Harengula zunasi				√
赤鼻棱鳀	Thrissa kammalensis		鳀科	√	√
鲃	Liza haematocheila	鲱形目	鲱科	√	√
虾虎鱼科	Gobiidae	鲈形目	虾虎鱼科		√

(2) 密度分布

本次调查 8 个站位，7 个站位采集到鱼卵，10 号站位未采集到鱼卵，鱼卵出现频率为 87.5%，8 个站位均采集到仔稚鱼，仔稚鱼出现率为 100%；其中，6 个站位定量样品采集到鱼卵，6 个站位定量样品采集到仔稚鱼。

鱼卵密度变化范围为 0~10.72ind/m³，平均密度为 2.96ind/m³，最大值出现在 9 号站位，1 号和 10 号站位定量样品未采集到鱼卵。仔稚鱼密度变化范围为 0~15.38ind/m³，平均密度为 4.87ind/m³，最大值出现在 9 号站位，4 号和 7 号站位定量样品未采集到仔稚鱼。

表 3.3.9-2 调查海域鱼卵仔稚鱼密度分布

站位	鱼卵密度(ind/m ³)	仔稚鱼密度(ind/m ³)
1	0	3.03
3	1.41	5.63
4	1.83	0
6	3.51	8.77
7	1.1	0
9	10.72	15.38
10	0	1.08
12	5.08	5.08
平均	2.96	4.87

3.3.9.2 游泳动物

(1) 种类组成

调查共捕获游泳动物 13 种，隶属于 6 目，9 科，13 属。其中鱼类最多，为 8 种，占 61.5%；其次甲壳类，为 3 种，占 23.1%；头足类 2 种，占 15.4%。

表 3.3.9-3 调查海域游泳动物种类组成

中文名	拉丁名
花鲈	Lateolabrax maculatus
髯缟虾虎鱼	Tridentiger barbarous
斑尾刺虾虎鱼	Acanthogobius ommaturus
六丝钝尾虾虎鱼	Amblychaeturichthys hexanema
矛尾虾虎鱼	Chaeturichthys stigmatias
细条天竺鲷	Apogon lineatus
皮氏叫姑鱼	Johnius belengerii
星康吉鳗	Conger myriaster
口虾蛄	Oratosquilla oratoria
日本螳	Charybdis japonica
三疣梭子蟹	Portunus trituberculatus
日本无针乌贼	Sepiella japonica
短蛸	Octopus ocellatus

(2) 游泳动物分布

调查期间，8 个站位海域游泳动物尾数渔获率范围为 16ind/h~124ind/h，平均游泳动物尾数渔获率为 57ind/h。其中 10#站位游泳动物尾数渔获率最低，为 16 ind/h，7#站位游泳动物尾数渔获率最高，为 124 ind/h。8 个站位海域游泳动物重量渔获率范围为 0.57kg/h~2.23kg/h，平均游泳动物重量渔获率为 1.45 kg/h。其中 10#站位游泳动物重量渔获率最低，为 0.57kg/h，7#站位游泳动物重量渔获率最高，为 2.23kg/h。

表 3.3.9-4 调查水域游泳动物密度及生物量组成

站位	尾数渔获率 (ind/h)	重量渔获率 (kg/h)
1	60	1.51
3	36	1.57
4	32	1.32
6	48	1.48
7	124	2.23
9	112	2.05
10	16	0.57
12	24	0.91

站位	尾数渔获率 (ind/h)	重量渔获率 (kg/h)
平均	57	1.45

(3) 分类百分比组成及渔获量

➤ 鱼类

①分类百分比组成

调查共捕获鱼类 8 种，隶属于 2 目，5 科，8 属；其中鲈形目最多，为 7 种，占 87.5%，鳗鲡目 1 种，占 12.5%。

表 3.3.9-5 鱼类种类组成及重量尾数占比

名称	目	重量百分比 (%)	尾数百分比 (%)
花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>	鲈形目	35.40	4.76
髯须虾虎鱼 <i>Tridentiger barbarous</i>	鲈形目	6.64	14.29
斑尾刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius ommaturus</i>	鲈形目	11.20	9.52
六丝钝尾虾虎鱼 <i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	鲈形目	5.92	14.29
矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	鲈形目	17.47	42.86
细条天竺鲷 <i>Apogon lineatus</i>	鲈形目	0.89	4.76
皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>	鲈形目	4.84	4.76
星康吉鳗 <i>Conger myriaster</i>	鳗鲡目	17.65	4.76

②各站位渔获量

调查期间，鱼类尾数渔获率及重量渔获率组成如表 4.6-6 所示。8 个站位海域鱼类尾数渔获率范围为 0 ind/h~32 ind/h，平均鱼类尾数渔获率为 11 ind/h。其中 1#站位和 6#站位未采集到鱼类，7#站位和 9#站位鱼类尾数渔获率最高，为 32 ind/h。8 个站位海域鱼类重量渔获率范围为 0 kg/h ~ 0.59 kg/h，平均鱼类重量渔获率为 0.21 kg/h。其中 3#站位鱼类重量渔获率最高，为 0.59 kg/h。

表 3.3.9-6 调查水域鱼类密度及生物量组成

站位	尾数渔获率 (ind/h)	重量渔获率 (kg/h)
1	0	0.00
3	4	0.59
4	4	0.04
6	0	0.00
7	32	0.26
9	32	0.31
10	8	0.35
12	4	0.12
平均	11	0.21

➤ 甲壳类

①分类百分比组成

调查共捕获甲壳类 3 种，隶属于 2 目，2 科，3 属；其中十足目最多，为 2 种，占 66.7%；口足目仅 1 种，占 33.3%。

表 3.3.9-7 甲壳类种类组成及重量尾数占比

名称	目	重量百分比	尾数百分比
口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	口足目	15.20	21.25
日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	十足目	50.19	47.50
三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	十足目	34.61	31.25

②各站位渔获量

调查期间，甲壳类尾数渔获率及重量渔获率组成如表 3.3.9-8 所示。8 个站位海域甲壳类尾数渔获率范围为 8 ind/h~68 ind/h，平均甲壳类尾数渔获率为 40 ind/h。其中 10#站位甲壳类尾数渔获率最低，为 8 ind/h，7#站位和 9#站位甲壳类尾数渔获率最高，为 68 ind/h。8 个站位海域甲壳类重量渔获率范围为 0.22 kg/h ~ 1.51 kg/h，平均甲壳类重量渔获率为 1.03 kg/h。其中 10#站位甲壳类重量渔获率最低，为 0.22 kg/h，1#站位甲壳类重量渔获率最高，为 1.51 kg/h。

表 3.3.9-8 调查水域甲壳类密度及生物量组成

站位	尾数渔获率 (ind/h)	重量渔获率 (kg/h)
1	60	1.51
3	28	0.80
4	24	1.07
6	48	1.48
7	68	1.13
9	68	1.34
10	8	0.22
12	16	0.64
平均	40	1.03

➤ 头足类

①分类百分比组成

调查共捕获头足类 2 种，隶属于 2 目，2 科，2 属；乌贼目和八腕目各 1 种，各占 50%。

表 3.3.9-9 头足类种类组成及重量尾数占比

名称	目	重量百分比	尾数百分比
----	---	-------	-------

名称	目	重量百分比	尾数百分比
日本无针乌贼 <i>Sepiella japonica</i>	乌贼目	90.38	91.67
短蛸 <i>Octopus ocellatus</i>	八腕目	9.62	8.33

②各站位渔获量

调查期间，头足类尾数渔获率及重量渔获率组成如表 4.6-10。8 个站位海域头足类尾数渔获率范围为 0~24 ind/h，平均头足类尾数渔获率为 6 ind/h。其中 1#、6#、10#站位未捕到头足类生物，7#站位头足类尾数渔获率最高，为 24 ind/h。8 个站位海域头足类重量渔获率范围为 0~0.84 kg/h，平均头足类重量渔获率为 0.22 kg/h。其中 7#站位头足类重量渔获率最高为 0.84 kg/h。

表 3.3.9-10 调查水域头足类密度及生物量组成

站位	尾数渔获率 (ind/h)	重量渔获率 (kg/h)
1	0	0.00
3	4	0.18
4	4	0.20
6	0	0.00
7	24	0.84
9	12	0.40
10	0	0.00
12	4	0.15
平均	6	0.22

(4) 优势种

本次调查游泳动物的优势种有 4 种，分别为日本蟳、口虾蛄、日本无针乌贼和三疣梭子蟹。其中优势种日本蟳重量渔获率占比 35.37%，尾数渔获率占比为 33.63%，站位出现率为 75%；口虾蛄重量渔获率占比为 10.71%，尾数渔获率占比为 15.04%，站位出现率为 87.5%；日本无针乌贼重量渔获率占比为 13.79%，尾数渔获率占比为 9.73%，站位出现率为 62.5%；三疣梭子蟹重量渔获率占比为 24.39%，尾数渔获率占比为 22.12%，站位出现率为 25%。

表 3.3.9-11 调查海域游泳动物优势度

种名	IRI	优势类型
日本蟳	5174.94	优势种
口虾蛄	2253.77	优势种
日本无针乌贼	1470.00	优势种
三疣梭子蟹	1162.89	优势种
矛尾虾虎鱼	261.45	重要种

种名	IRI	优势类型
髯缟虾虎鱼	135.08	重要种
六丝钝尾虾虎鱼	87.48	常见种
斑尾刺虾虎鱼	84.20	常见种
花鲈	74.21	常见种
星康吉鳗	42.55	常见种
短蛸	29.40	常见种
皮氏叫姑鱼	19.69	常见种
细条天竺鲷	12.65	常见种

(5) 生物学指标

表 3.3.9-12 主要游泳动物生物学指标

鱼类	量取数 (尾)	体长范围 (mm)	平均体长 (mm)	体重范围 (g)	平均体重 (g)	千克重尾数 (尾)	幼鱼比例 (%)
矛尾虾虎鱼	9	80-101	91	5.68-9.93	8.06	124	100
髯缟虾虎鱼	3	52-85	73	3.20-14.35	9.19	109	33.33
六丝钝尾虾虎鱼	3	82-96	88	7.50-8.72	8.19	122	100
虾类	量取数 (尾)	体长范围 (mm)	平均体长 (mm)	体重范围 (g)	平均体重 (g)	千克重尾数 (尾)	
口虾蛄	17	83-133	104	8.62-28.43	18.34	55	
蟹类	量取数 (尾)	头胸甲长范围 (mm)	平均头胸甲长 (mm)	体重范围 (g)	平均体重 (g)	千克重尾数 (尾)	
日本蟳	38	20.1-51.54	34.83	4.06-79.92	27.08	37	
三疣梭子蟹	25	30.26-60.52	41.47	12.64-109.79	28.39	35	
头足类	量取数 (尾)	胴长范围 (mm)	平均胴长 (mm)	体重范围 (g)	平均体重 (g)	千克重尾数 (尾)	
日本无针乌贼	11	45-70	58	20.78-53.72	36.47	27	

(6) 资源密度

本次调查的渔业资源密度采用面积法进行估算，网具宽 5.8m，船速 2.8 节。

①各站位资源密度

8 个站位的总重量资源密度范围为 38.05 kg/km²~148.32kg/km²，平均重量资源密度为 96.74kg/km²。其中 10#站位总重量资源密度最低，为 38.05 kg/km²，7#站位总重量资源密度最高，为 148.32kg/km²。8 个站位总尾数资源密度范围为 1064 ind/km²~8246ind/km²，平均尾数资源密度为 3757ind/km²。其中 10#站位总尾数资源密度最低，为 1064ind/km²，7#站位总尾数资源密度最高，为 8246 ind/km²。

表 3.3.9-13 调查水域游泳动物资源密度

站位	总尾数资源密度 (ind/km ²)	总重量资源密度 (kg/km ²)
1	3990	100.13
3	2394	104.21
4	2128	87.54
6	3192	98.70
7	8246	148.32
9	7448	136.32
10	1064	38.05
12	1596	60.67
平均	3757	96.74

②各种类资源密度

鱼类总重量资源密度为 13.81 kg/km² (698 ind/km²)；甲壳类总重量资源密度为 68.18 kg/km² (2660 ind/km²)；头足类总重量资源密度为 14.76 kg/km² (399 ind/km²)。

表 3.3.9-14 各种类游泳动物资源密度

种类	总尾数资源密度 (ind/km ²)	总重量资源密度 (kg/km ²)
鱼类	698	13.81
甲壳类	2660	68.18
头足类	399	14.76
总计	3757	96.74

4 资源生态影响分析

4.1 资源影响分析

4.1.1 对海洋空间资源的影响

从海图上看，本项目位于海岸线和 0m 等深线之间，全部位于海涂内。项目占用 71m 人工岸线，不占用自然岸线，也不占用海湾和岛礁。

（1）对滩涂的影响

从空间上看，本项目施工栈桥位于已确权的田湾核电站温排水和航道用海内，主要占用航道用海和温排水用海的水面以上空间，拟采用立体分层设权，没有新增用海，大大提高了海域空间资源利用效率。其中，与航道用海立体分层部分，由于航道疏浚，基本失去滩涂的自然属性，且仅本项目的栈桥桥台占用水体和海床和底土空间，对航道所在滩涂资源的影响较小；与温排水用海立体确权用海部分，由于温排水的影响，已经大大降低了滩涂所具有的生态系统功能及其生物多样性，本项目引桥和码头的开发建设，对温排水所在的滩涂空间影响相对较小。因此，本项目的引桥和码头部分对滩涂空间资源影响也较小。

对于位于温排水的港池用海，水体空间部分与温排水用海重叠，由于温排水用海具有较好的兼容性，且海域使用权人相同，不再对水体进行确权，没有新增用海空间。由于港池所在海域水深较浅，需要进行疏浚，对码头所在海域的滩涂产生一定影响。

（2）对周边海岛资源的影响

根据工程平面布置，本项目周边的海岛仅有羊山岛。该岛位于本项目码头东北侧约 800m 处，为有居民海岛。羊山岛景区是国家级森林公园和自然生态风景区，拥有江苏唯一岩基海蚀地貌。根据数模计算结果，本项目建设不破坏岩基海蚀地貌等景观，可以保障羊山岛景区的旅游功能。

因此，本项目用海对羊山岛景区的旅游资源基本没有影响。

4.1.2 对海洋生物资源的影响

本部分内容引用由中国海洋大学编制的《田湾核电站自备码头工程项目建设项目环境影响报告表》。

》

4.1.2.1 评估依据

本项目为太阳能发电及其输送设施及网络工程项目，属于海洋能源开发利用类工程项目。本次生物损失量根据江苏地方标准《海洋生物资源损失评估规范》（DB 32/T 4423-2022）、《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），进行估算。

根据海洋生物受到的影响类型进行针对性的资源损失评估，评估内容包括游泳动物（鱼类、甲壳类和头足类）、鱼卵、仔稚鱼、浮游动物、底栖生物和潮间带生物，根据《海洋生物资源损失评估规范》（DB 32/T 4423-2022），详见表 4.1.2-1，本项目构筑物为透水构筑物，因此影响类型属于跨海桥梁、海底隧道、平台式油气开采及其他透水构筑物。由于影响范围较大，且建设区域、影响范围内无潮间带区域，因此本次损失评估选择评估游泳动物（鱼类、甲壳类和头足类等）、鱼卵、仔稚鱼、浮游动物、底栖生物。

表 4.1.2-1 影响类型和海洋生物资源损失评估内容

影响类型	海洋生物资源损失评估内容					
	鱼类	甲壳类和头足类等	鱼卵、仔稚鱼	浮游动物	底栖动物	潮间带生物
跨海桥梁、海底隧道、平台式油气开采及其他透水构筑物	□	□	■	■	■	□

注：■为必选评估内容，□为可选评估内容

根据《海洋生物资源损失评估规范》（DB 32/T 4423-2022），生物量计算以《海洋生物资源损失评估规范》（DB 32/T 4423-2022）中四个海域各生物类群基础生物量/密度计算，详见表4.1.2-2，本项目所属海域为连云港海域，因此本次生物损失量估算的基础生物量选取连云港海域基础生物量、密度计算。

表 4.1.2-2 四个海域各生物类群基础生物量/密度

海域	基础生物量/密度						
	鱼类	甲壳类和头足类等	鱼卵	仔稚鱼	浮游动物	底栖动物	潮间带生物
	(kg/hm ²)	(kg/hm ²)	(ind/hm ²)	(ind/hm ²)	(kg/hm ²)	(kg/hm ²)	(kg/hm ²)
1	5.64	2.37	0.25	0.34	453.61	159.71	3166.17
2	1.86	1.72	0.31	0.31	160.95	140.71	211.69
3	2.82	3.03	0.21	0.19	298.51	111.85	6770.46

4	4.26	4.07	1.06	0.20	439.45	152.64	1042.17
---	------	------	------	------	--------	--------	---------

注：1. 连云港海域；2. 废黄河三角洲海域；3. 辐射沙洲海域；4. 长江口北部海域

4.1.2.2 计算方式

（1）浮游动物

根据《海洋生物资源损失评估规范》（DB 32/T 4423-2022），浮游动物损失经济价值计算公式为： $Y=D \times V \times F/10$

式中：

Y =浮游动物价值（元）；

D =浮游动物生物量（ kg/hm^2 ）；

V =占用和影响的海域体积（ hm^3 ）；

F =当地浮游动物平均价格（元/ kg ）。

（2）底栖生物

根据《海洋生物资源损失评估规范》（DB 32/T 4423-2022），底栖生物资源损害和损失经济价值计算公式为：

$$Y = \sum_{i=1}^n D_i \cdot S \cdot F$$

式中： Y =生物价值（元）

m =代表不同的补偿内容

D_i = i 类群生物量（ kg/hm^2 ）；

S =占用的海域面积或污染面积（ hm^2 ）

F =当地生物平均价格（元/ kg ）

（3）鱼卵、仔稚鱼损失量计算公式

根据《海洋生物资源损失评估规范》（DB 32/T 4423-2022），鱼卵、仔稚鱼资源损害和损失经济价值计算公式为：

$$W=D \cdot S_j \cdot K_j \cdot h$$

式中：

W =鱼卵、仔稚鱼损失量，单位为（个/尾）；

D =鱼卵、仔稚鱼密度（ ind/m^3 ），四块海域取各自的鱼卵、仔稚鱼平均密度；

S_j =某一污染物第 j 类浓度增量区面积（ m^2 ）

K_j =某一类污染物第 j 类浓度增量区鱼卵、仔稚鱼资源损失率（%），生物资

源损失率取值详见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》

(SC/T9110-2007)

(4) 鱼类、甲壳类和头足类等资源损害和损失经济价值评估

根据《海洋生物资源损失评估规范》(DB 32/T 4423-2022)，鱼类、甲壳类和头足类资源损害和损失经济价值计算公式为：

$$Y = \sum_{i=1}^n D_i \cdot S \cdot F$$

式中：Y=生物价值（元）

n=代表不同的补偿内容

D_i =i类群生物量（kg/hm²）

S=占用的海域面积或污染面积（hm²）

F=当地生物平均价格（元/kg）

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

(5) 污染物扩散范围内的海洋生物资源损害评估

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，适用于污染物扩散范围内对海洋生物资源损害评估。某种污染物浓度增量超GB11607或GB3097中Ⅱ类标准值（GB 11607或GB3097中未列入污染物，其标准值按照毒性试验结果类推）对海洋生物资源损害，按公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \cdot S_j \cdot K_j$$

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种生物资源密度，单位为尾/平方千米（尾/km²）、个/平方千米（个/km²）、千克/平方千米（kg/km²）；

S_j=某一污染物第j类浓度增量区，单位为平方千米（km²）

K_j=某一污染物第j类浓度增量区鱼卵、仔稚鱼资源损失率（%），生物资源损失率取值详见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)

N=某一类污染物浓度增量分区总数

4.1.2.3 对潮间带和底栖生物资源的影响

根据《海洋生物资源损失评估规范》（DB 32/T 4423-2022）中要求：占用或影响海域平均水深大于6 m的，评估海域大型底栖生物损失；占用或影响海域平均水深小于或等于6 m的，评估潮间带底栖动物损失。

根据水下地形测量图，本项目引桥及码头区域水深均小于6 m，潮间带和潮下带评估均按潮间带生物进行。

根据设计单位提供的资料，本项目桩基共计330根，直径1.2m，经计算，永久占海面积共计373.032m²，详细占用面积情况见表4.1.2-3。取连云港海域基础生物量3166.17kg/hm²，则本工程占海造成的底栖生物一次性损失量为118kg，根据市场平均价格，按照1万元/t计，年经济损失0.118万元，永久性占海生物资源损害的补偿年限按照20年计算，潮间带底栖生物损失额共计2.36万元。

表 4.1.2-3 项目桩基建设潮间带底栖生物损失情况表

项目	占用面积	基础生物量 (g/m ²)	年损 失量 (t)	年经济损 失 (万元)	影响年限 (a)	累计经济损 失 (万元)
桩机永久占用	373.032	316.617	0.118	0.118	20	2.37

4.1.2.4 对浮游动物资源的影响

本项目施工和拆拆除作业对浮游动物最主要影响是水体中增加的悬浮物，水体的浑浊度增大。悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等有关。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等方面。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，关于污染物对各类生物损失率的描述（见下表），本报告中施工悬浮泥沙扩散浓度为10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L、>100mg/L的影响水域中鱼卵仔鱼损失率分别取5%、20%、40%和50%，成体损失率分别取1%、6%、15%和20%。

表 4.1.2-5 工程对海洋生物资源影响损失计算表

悬浮泥沙浓度增量 (C, mg/L)	污染物i的超标倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)
		浮游动物
10<C≤20	B _i ≤1倍	5
20<C≤50	1<B _i ≤20	10~30
50<C<100	4<B _i ≤9	30~50
C≥100	B _i ≥9	≥50

注：本表列出污染物i的超标倍数(Bi)，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,以超标标准倍数最大的污染物为评价依据。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;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;本表对pH、溶解氧参数不适用。

参照表4.1.2-1中不同影响类型所需评估的内容和表4.1.2-2中的基础生物量数据,根据营养级与生态效率的转化关系,按生态学食物链的十分之一定律,将浮游动物总生物量转化为游泳动物生物量后进行评估计算。

选取连云港海域浮游动物基础生物量 453.61 mg/m^3 ,各影响面积的损失量按《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)选取,最终计算浮游动物折算游泳动物后损失量合计为 0.17t 。

根据《2022年江苏统计年鉴》,江苏省2022年海水产品产量130.63万吨,产值494.56亿元,捕捞渔业价值按海水产品产值与海水产品产量的比值 3.786 万元/吨 计,经济损失按3年计算,则本项目造成浮游动物直接经济损失总计为1.92万元。

上述浮游动物生物量损失随着施工的开始,慢慢可以得到恢复,因此施工对游泳动物的影响是暂时的、可逆的。

表 4.1.2-6 浮游动物损失量估算

悬浮泥沙浓度增量 (C, mg/L)	影响面积 (km ²)	水深 (m)	基础生物量 (mg/m ³)	损失率	浮游动物损失量 (t)
10<C≤20	1.775	3.5	453.61	0.05	0.14
20<C≤50	1.340	3.5		0.20	0.43
50<C<100	0.504	3.5		0.40	0.32
C≥100	1.021	3.5		0.50	0.81
	浮游动物损失量				1.70
	按十分之一折算为游泳动物损失量合计 (t)				0.17
	小计经济损失 (万元)				0.64
	总计	直接损失按3 年计，一次性损害额的3倍			1.92

4.1.2.5 对渔业资源的影响

本项目施工和拆除栈桥时将引起悬浮物浓度增加,在工程施工悬浮物影响范围内,鱼卵、仔鱼因高浓度的含沙量而发生部分死亡。另外,大部分成鱼可以回避,但幼体由于运动能力较弱无法及时有效躲避高浓度悬浮物水体,会出现一定比例的死亡。

(1) 施工悬浮物影响面积

根据《渔业水质标准》，第一、二类海水水质人为增加悬浮物浓度应 $\leq 10\text{mg/L}$ ，悬浮物浓度增量大于 10mg/L ，可能对鱼类及浮游动物生长造成影响。在工程施工悬浮物影响范围内，鱼卵、仔鱼因高浓度的含沙量而发生部分死亡。另外，大部分成鱼可以回避，但幼体由于运动能力较弱无法及时有效躲避高浓度悬浮物水体，会出现一定比例的死亡。

(2) 生物损失率取值

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，关于污染物对各类生物损失率的描述（见下表），本报告中施工悬浮泥沙扩散浓度为 $10\sim 20\text{mg/L}$ 、 $20\sim 50\text{mg/L}$ 、 $50\sim 100\text{mg/L}$ 、 $>100\text{mg/L}$ 的影响水域中鱼卵仔鱼损失率分别取5%、20%、40%和50%，成体损失率分别取1%、6%、15%和20%。

表 4.1.2-7 工程对海洋生物资源影响损失计算表

悬浮泥沙浓度增量 (C, mg/L)	污染物i的超标倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)	
		鱼卵、仔稚鱼	成体
$10 < C \leq 20$	$B_i \leq 1$ 倍	5	1
$20 < C \leq 50$	$1 < B_i \leq 20$	10~30	1~10
$50 < C < 100$	$4 < B_i \leq 9$	30~50	10~20
$C \geq 100$	$B_i \geq 9$	≥ 50	≥ 20

注：本表列出污染物i的超标倍数(Bi)，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》

依据连云港海域基础生物量鱼卵、仔鱼密度值为 0.25ind./m^3 和 0.34ind./m^3 ，鱼类、甲壳类和头足类重量密度为 $5.64 (\text{kg/hm}^2)$ 、 $2.37 (\text{kg/hm}^2)$ 。

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)，鱼卵折成鱼苗按1%成活率计，仔鱼折成鱼苗按5%成活率计。本项目建设将造成鱼卵损失84780.50尾、仔鱼损失576507.40尾、鱼类损失2645.39 kg、甲壳类和头足类损失1111.62 kg。根据《2022 年江苏统计年鉴》，江苏省2022年海水产品产量130.63万吨，产值494.56亿元，捕捞渔业价值按海水产品产值与海水产品产量的比值3.786万元/吨计，鱼苗商品价格参照连云港市公共资源交易平台

(<http://ggzy.lyg.gov.cn>)上相关增殖放流鱼苗的价格，取0.5元/尾，经济损失按3年计算，则本项目造成渔业资源直接经济损失总计为14.3808万元，见表4.1.2-8。

上述游泳动物生物量损失随着施工的结束，慢慢可以得到恢复，因此施工对游泳动物的影响是暂时的、可逆的。

表 4.1.2-8 本工程对渔业资源损失估算表

悬浮物扩散 浓度及影响 面积	渔业 资源	资源 密度	水深 /m	损失 率	损失量/ 尾/kg	存活 率	折算商品 鱼苗和成 熟个体/ 尾/kg	单价 单位	经济损 失/万元
10-20mg/L 1.775km ²	鱼卵	0.25	3.5	5%	77656	1%	777	0.5	0.0388
	仔鱼	0.34	3.5	5%	105613	5%	5281	0.5	0.2640
	鱼类	5.64	/	1%	10.01	/	10.01	3.786	0.0379
	甲壳 类和 头足 类	2.37	/	1%	4.21	/	4.21	3.786	0.0159
20-50mg/L 1.340km ²	鱼卵	0.25	3.5	20%	234500	1%	2345	0.5	0.1173
	仔鱼	0.34	3.5	20%	318920	5%	15946	0.5	0.7973
	鱼类	5.64	/	6%	45.35	/	45.35	3.786	0.1717
	甲壳 类和 头足 类	2.37	/	6%	19.05	/	19.05	3.786	0.0721
50-100mg/L 0.504km ²	鱼卵	0.25	3.5	40%	176400	1%	1764	0.5	0.0882
	仔鱼	0.34	3.5	40%	239904	5%	11995	0.5	1.5998
	鱼类	5.64	/	15%	42.64	/	42.64	3.786	0.1614
	甲壳 类和 头足 类	2.37	/	15%	17.92	/	17.92	3.786	0.0678
>100mg/L 1.021km ²	鱼卵	0.25	3.5	50%	446688	1%	4467	0.5	0.2233
	仔鱼	0.34	3.5	50%	607495	5%	30375	0.5	1.5187
	鱼类	5.64	/	20%	115.17	/	115.17	3.786	0.4360
	甲壳 类和 头足 类	2.37	/	20%	48.40	/	48.40	3.786	0.1832
合计	鱼卵						9352	0.5	0.4676
	仔鱼						63597	0.5	3.1798
	鱼类						213.16	3.786	0.8070
	甲壳类和头足类						89.57	3.786	0.3391
小计									4.7936
总计	直接损失按 3 年计，一次性损害额的 3 倍								14.3808

注：资源密度(密度单位：鱼卵、仔鱼为 ind/m³，鱼、虾、蟹为 kg/hm²；单价单位：鱼卵、仔鱼为元/尾，鱼、虾、蟹类为万元/t)

4.1.3 对其他海洋资源的影响

在本项目论证范围内，除了海洋空间资源和海洋生物资源外，还有羊山岛景区等滨海旅游资源。根据数模计算结果，由于本项目对海洋资源的影响范围较小，且距离滨海旅游区较远，因此项目对滨海旅游资源的影响可以忽略不计。

4.2 生态影响分析

4.2.1 水文动力环境影响分析

水动力模型采用有限体积原始方程组海洋数值模型，对工程海域及周边海域进行数值模拟，并对不同工况下的水动力环境变化进行分析。

4.2.1.1 水文动力环境模型简介

模型采用海洋原始控制方程组，由动量方程、连续方程、密度方程、温度方程和盐度方程组成：

(1) 连续方程

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4.2)$$

(2) 动量方程

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial z} \right) + F_u \quad (4.2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial z} \right) + F_v \quad (4.3)$$

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g \quad (4.4)$$

$$T = \text{const} \quad (4.5)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_h \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F_s \quad (4.6)$$

$$\rho = \rho(T, S) \quad (4.7)$$

上式中， x 为直角坐标系中东向坐标， y 为北向坐标， z 为垂直方向的坐标； u 是 x 方向上的速度分量， v 是 y 方向上的速度分量， w 是 z 方向上的速度分量； g 为重力加速度； ρ 为密度； S 为盐度； θ 是位温； P 为压强； f 是科氏力参数； K_m 和 K_h 分别为垂向涡动黏性系数和热力学垂向涡动摩擦系数。 F_u 和 F_v 是水平动量扩散项， F_θ 代表温度扩散项， F_s 代表盐度扩散项。

为了使上述控制方程组闭合，需要给定一些海面、海底的边界条件，以及开边界条件和固体侧边界条件。

在自由起伏的海面 $z=\eta(x,y,t)$ 处:

$$\rho_0 K_M \left(\frac{\partial U}{\partial z}, \frac{\partial V}{\partial z} \right) = (\tau_{ox}, \tau_{oy}) \quad (4.8a)$$

$$\rho_0 K_H \left(\frac{\partial \theta}{\partial z}, \frac{\partial S}{\partial z} \right) = (\dot{H}, \dot{S}) \quad (4.8b)$$

$$q^2 = B_1^{2/3} u_{*o}^2 \quad (4.8c)$$

$$q^2 l = 0 \quad (4.8d)$$

$$W = U \frac{\partial \eta}{\partial x} + V \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial t} \quad (4.8e)$$

这里, (τ_{ox}, τ_{oy}) 是海表风应力矢量, 大小为 u_{ts} 。由下面公式计算

$$(\tau_{ox}, \tau_{oy}) = \rho_0 \rho_a C_D \sqrt{W_x^2 + W_y^2} (W_x, W_y) \quad (4.9)$$

其中, ρ_a 为海表面空气的密度, C_D 为风拖曳系数。

在海底 $z=-H(x,y)$ 有:

$$\rho_0 K_M \left(\frac{\partial U}{\partial z}, \frac{\partial V}{\partial z} \right) = (\tau_{bx}, \tau_{by}) \quad (4.10a)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{\partial S}{\partial z} = 0 \quad (4.10b)$$

$$q^2 = B_1^{2/3} u_{*b}^2 \quad (4.10c)$$

$$q^2 l = 0 \quad (4.10d)$$

$$W_b = -U_b \frac{\partial H}{\partial x} - V_b \frac{\partial H}{\partial y} \quad (4.10e)$$

其中, (τ_{bx}, τ_{by}) 为海底处的底摩擦应力矢量。

对于固体侧边界, 给定垂直于固体海岸的法向速度为零, 并且不考虑海水不与固体边界进行热盐交换。

模式中存在外海开边界, 本模式开边界上给定水位, 可通过开边界处各主要分潮的调和常数预报得到:

$$\eta = E_{mean} + \sum_{i=1}^6 a_i \cos(w_i t - \phi_i) \quad (4.11)$$

这里, a_i 、 w_i 和 ϕ_i 分别是第 i 个分潮的振幅、频率和相位。 E_{mean} 是该点的余

水位，其参考基点为平均海平面。

另外，开边界流速可采用无梯度边界条件或辐射边界条件，温度和盐度则可采用无梯度边界条件或者出流区辐射入流区迎风对流格式。

栈桥和光伏阵列桩基对环境流场会形成一定的阻力，影响程度与桩基布置的方向与潮流流向夹角、桩基密度等有关。模式中网格难以对尺寸较小的桩基进行数值化，所以采用一种概化的处理方法，即将桩基作用概化为床面阻力。

单桩阻力 f_i 可用下式计算：

$$f_i = \frac{1}{2} C_D \rho_0 h d V^2$$

其中， ρ_0 为海水密度， V 为水流速度， h 为淹没水深， d 为桩基直径； C_D 为单桩绕流阻力系数，这里根据相关实验结果取为 1.02。

对全水深平均的二维流动，床面剪切力采用二次摩擦定律：

$$\vec{\tau}_b = \frac{\rho_0 g \vec{U} |\vec{U}|}{C_{2D}^2} \quad (4.12)$$

式中 U 为水深平均水平向流速， C_{2D} 为二维 Chezy 系数(m^{1/2}/s)。

桩群阻力，

$$F = \frac{1}{2} N \overline{C_D} \rho_0 \vec{U}^2 h d \quad (4.13)$$

式中， $\overline{C_D}$ 为桩群的平均阻力系数。

对网格尺度为 $a_1 \times a_2$ ，床底总的切应力在原有基础上增加了桩柱阻力切应力，变为：

$$\tau_b' = \rho_0 \vec{U} |\vec{U}| \left(\frac{g}{C_{2D}^2} + N C_D \frac{h d}{2 a_1 a_2} \right) \quad (4.14)$$

4.2.1.2 计算网格配置

计算区域包括整个工程海域及外海，北至青岛市琅琊港，南至盐城市滨海港（图 4.2.1.2-1），数值模型计算范围东西长约 126km，南北宽约 150km。三角形网格很好的拟合了岸线、岛屿的边界，工程海域附近都采用了较高的分辨率。计算区域内有 29187 个结点，这些结点将计算区域分成 56847 个互不重合的三角形单元。工程海域附近近岸分辨率最高可达 50m，东部外海开边界处分辨率约 2 km。

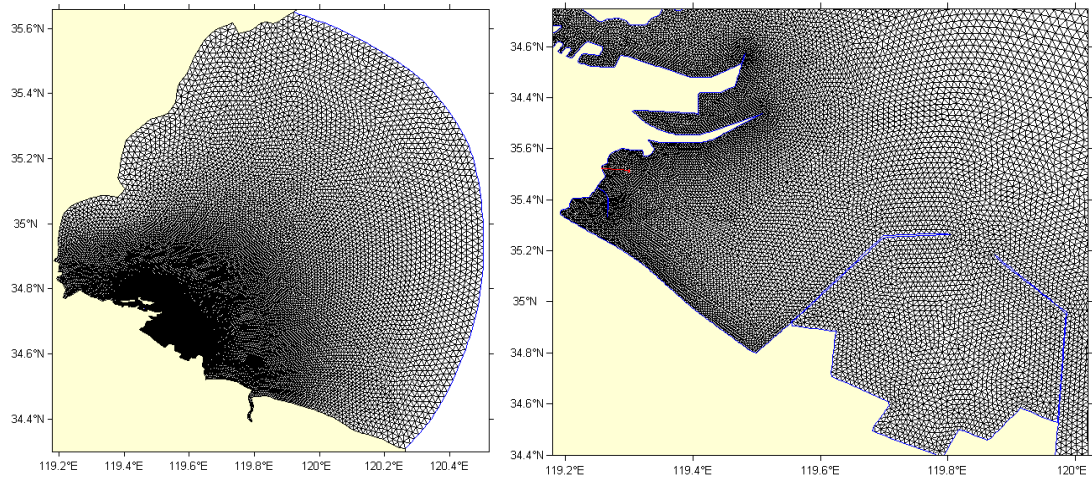


图 4.2.1-1 计算区域网格示意图（左：计算区域；右：工程海域）

计算区域近岸的水深来自海图水深，工程海域的水深来自实测水深，将 2 种水深进行标准化处理，并利用 ArcGIS 软件将水深进行拼接、融合，然后将水深插值到计算区域网格点上，图 4.2.1.2-2 为工程海域的水深情况。

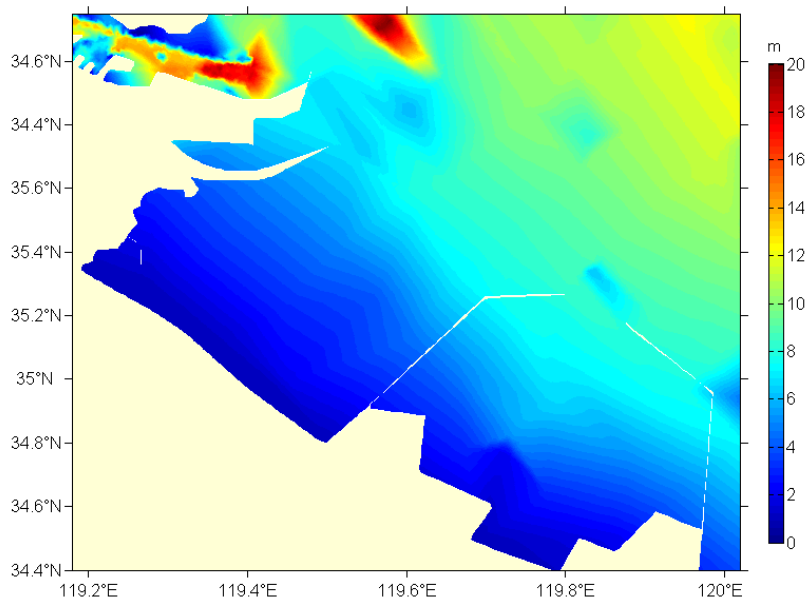


图 4.2.1.2-2 工程海域水深情况

4.2.1.3 潮汐潮流模型检验

模型验证采用的是连云港海域的现场实测潮位、潮流资料，观测时间为 2019 年 6 月大、中、小潮，利用实测资料对这一时间段内潮位、潮流的模拟结果进行验证。潮位观测站位有 3 个，分别是海头、大件码头和徐圩港，潮流观测有 13 个，分别是 C1~C13，观测站位位置见图 4.2.1.3-1，潮位对比图见图 4.2.1.3-2 至图 4.2.1.3-3。从水位验证结果来看，模拟的潮位在高潮位、低潮位以及转潮时间都与实测符合较好，在大、中、小潮期间最高潮位、最低潮位的计算值与实测值均非常接近，3 个站位的计算潮位与观测潮位相关系数都在 0.99 以上。大潮期间

大件码头、海头、徐圩港三个潮位站的最高潮位误差分别为 1.0cm、-3.8cm、-0.8cm，最低潮位误差分别为-4.7cm、-5.3cm、-5.4cm，满足相关规范要求。

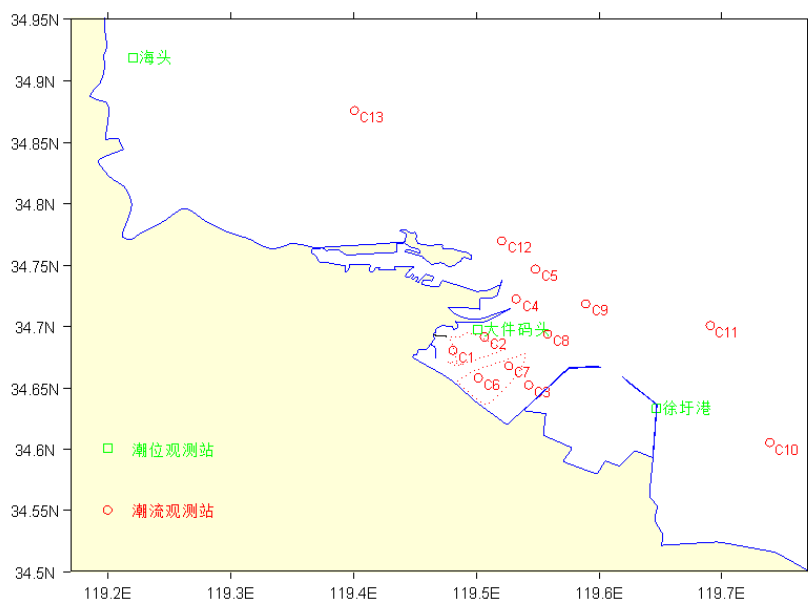


图 4.2.1.3-1 观测站位位置图

图 4.2.1.3-2 大潮期间潮位对比图

图 4.2.1.3-3 中潮期间潮位对比图

图 4.2.1.3-4 小潮期间潮位对比图

图 4.2.1.3-5 至图 4.2.1.3-10 为大、中、小潮期间计算潮流的流速流向与实测流速流向对比图。首先从流向对比图可以看出，观测站位附近的潮流具有明显的半日潮特征，且流向变化具有较强的往复流性质。各点的流速流向与实测资料吻合较好，能够较好地模拟流速的变化以及转流的发生。对涨落潮平均流速误差进行统计，大潮期间平均流速误差均小于 12%，最大流速误差小于 15%。验证结果表明潮汐潮流数值模型结果是可靠的，能够进一步用于水动力条件变化分析。

图 4.2.1.3-5 大潮期间流速流向对比（C1#-C7#）

图 4.2.1.3-6 大潮期间流速流向对比（C8#-C13#）

图 4.2.1.3-7 中潮期间流速流向对比（C1#-C7#）

图 4.2.1.3-8 中潮期间流速流向对比 (C8#-C13#)

图 4.2.1.3-9 小潮期间流速流向对比 (C1#-C7#)

图 4.2.1.3-10 小潮期间流速流向对比 (C8#-C13#)

4.2.1.4 潮位变化分析

图 4.2.1.4-1 至图 4.2.1.4-3 为各工况下最高潮位和最低潮位分布图。从大面上看,工程海域最高潮位从外海向湾内呈增加趋势,工况 1 和工况 2 的潮位增加的趋势线方向为从东北向西南,码头附近最高潮位较高,为 2.85m 左右。最低潮位分布趋势与最高潮位相同,但是近岸海域由于水深较浅,导致近岸最低潮位小于外海最低潮位。工况 3 的潮位增加的趋势线方向发生改变,由原来的方向发生了一定的顺时针旋转。

图 4.2.1.4-4 为工况 2 和工况 3 相对于工况 1 的最高潮位变化。从图中可以看出,工况 2 条件下的最高潮位变化很小,仅在核电站附近及复堆河沿岸有不到 0.05cm 的减小,其他海域基本没有变化。工况 3 条件下,存在两个明显变化的区域,一个区域位于核电站附近,导流堤西部海域变化最大,变化最大处较工况 1 的最高潮位增大了 1.9cm,码头附近海域增加约 0.8cm;另一个区域位于南部的光伏阵列附近,特点为近岸大于外海,近岸变化最大处较工况 1 最高潮位减小了 1.3cm。图 4.2.1.4-5 为工况 2 和工况 3 相对于工况 1 的最低潮位变化。工况 2 条件下,最低潮位主要变化区域为码头附近,最大变化处较工况 1 增加了 0.1cm。工况 3 条件下,最低潮位变化更为明显一些,工程海域存在一个增大的核心区域和两个变小的核心区域,增大的核心区域位于复堆河中部沿岸,最大变化处较工况 1 增加了 2.6cm,核电站、码头附近为减小核心区域之一,最低潮位减小 1cm 左右,另一个减小核心区域位于工程海域中部,核心处减小幅度约为 0.5cm。

图 4.2.1.4-1 工况 1 最高、最低潮位分布

图 4.2.1.4-2 工况 2 最高、最低潮位分布

图 4.2.1.4-3 工况 3 最高、最低潮位分布

图 4.2.1.4-4 工况 3 和工况 2 相对于工况 1 的最高潮位变化

图 4.2.1.4-5 工况 3 和工况 2 相对于工况 1 的最低潮位变化

4.2.1.5 纳潮量变化分析

对工程海域的纳潮量进行计算，计算范围面积 0.6426 亿 m^3 ，见图 4.2.1.5-1，工况 1、工况 2、工况 3 的纳潮量分别为 2.1055 亿 m^3 、2.1050 亿 m^3 和 2.1014 亿 m^3 ，工况 2 相比工况 1 纳潮量减少 0.0002 亿 m^3 ，约占总纳潮量的 0.005%，工况 3 比工况 1 纳潮量减少 0.0041 亿 m^3 ，约占总纳潮量的 0.13%，总体上看码头和光伏的建设对纳潮量的影响非常小。

表 4.2.1.5-1 纳潮量变化统计

工况	平均潮差 (cm)	纳潮量 (亿 m^3)	相对于工况 1 变化百分比
工况 1：现状	327.64	2.1055	/
工况 2：现状+码头	327.60	2.1054	0.005%
工况 3：现状+码头+光伏	327.19	2.1027	0.13%

图 4.2.1.5-1 纳潮量区域范围（图中灰色区域）

4.2.1.6 潮流变化分析

4.2.1.6.1 工程海域流态变化分析

工程前涨、落急流场如图 4.2.1.6-1 和图 4.2.1.6-2 所示，工程海域潮流总体呈往复流特征，涨潮时外海的海水涌入工程海域，流向主要为西南向，在经过高公岛航道防波堤后形成逆时针涡旋，在核电站排水堤内侧也出现一定的回流，在旗台、徐圩港内因为防波堤的作用流态复杂，存在双涡旋状流场。落潮流的方向主要为从西南向东北，流态较为平稳，未出现涡旋结构。工程海域潮流不太强，平均涨潮流速一般在 0.1~0.3m/s 之间，涨潮流速稍强于落潮，取水口导流堤内流速稍大。

工况 2 的涨、落急流场如图 4.2.1.6-3 和图 4.2.1.6-4 所示，工况 3 的涨、落急流场如图 4.2.1.6-5 和图 4.2.1.6-6 所示。可以看出，工况 2 和工况 3 的流态并未发生明显变化，流场结构基本一致。

图 4.2.1.6-1 工况 1 涨急时刻瞬时流场

图 4.2.1.6-2 工况 1 落急时刻瞬时流场

图 4.2.1.6-3 工况 2 涨急时刻瞬时流场

图 4.2.1.6-4 工况 2 落急时刻瞬时流场

图 4.2.1.6-5 工况 3 涨急时刻瞬时流场

图 4.2.1.6-6 工况 3 落急时刻瞬时流场

4.2.6.2 工程海域流速变化分析

涨潮流速变化情况见图 4.2.1.6-7，工况 2 条件下，仅在码头附近海域流速发生明显变化，码头北部流速较小，减小幅度约为 1-2cm/s，码头南部海域流速增大，增大幅度最高可达 2.0cm/s。工况 3 条件下，光伏海域附近流速变化明显，北部光伏中部、北部流速有一定增加，增加幅度 2-3cm/s，南部光伏区域中近岸海域存在两个明显的流速减小区域，呈带状分布，方向平行于海岸，减小幅度可达-10cm/s。两个光伏区域中间流速增大，光伏和徐圩港之间海域流速也有一定的增大。

落潮流速变化情况见图 4.2.1.6-8，工况 2 条件下，落潮流速未发生明显变化，工程海域落潮流速变化不超过 1.5cm/s。工况 3 条件下，落潮流速发生了轻微的变化，在南部光伏区域的两侧近岸海域，流速增大 1-3.6cm/s，该光伏区域内部靠岸方向流速较小 1-1.5cm/s；在北部光伏区域，流速小幅增加，增加幅度不到 1cm/s。

图 4.2.1.6-7 大潮涨潮流速变化

图 4.2.1.6-8 大潮落潮流速变化

4.2.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

4.2.2.1 潮流泥沙数学模型

悬沙对流扩散方程如下：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left[D_{xx} \frac{\partial C}{\partial x} + D_{xy} \frac{\partial C}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[D_{yx} \frac{\partial C}{\partial x} + D_{yy} \frac{\partial C}{\partial y} \right] + S_T \quad (4.1)$$

式中, S_T 是源汇项, D_{ij} 为有效泥沙扩散张量, 本文采用下列扩散系数 Fischer(1966):

$$\begin{aligned} D_{xx} &= \frac{0.2u^2d^2}{0.067u_f d} (0.10) = 0.30 \frac{u^2d}{u_f} \\ D_{xy} &= \frac{0.2uvd^2}{0.067u_f d} (0.10) = 0.30 \frac{uvd}{u_f} \\ D_{yx} &= \frac{0.2uvd^2}{0.067u_f d} (0.10) = 0.30 \frac{uvd}{u_f} \\ D_{yy} &= \frac{0.2v^2d^2}{0.067u_f d} (0.10) = 0.30 \frac{v^2d}{u_f} \end{aligned} \quad (4.2)$$

式中 u_f 为摩阻流速。

源汇项可以由下式表示:

$$S_T = \left. \frac{dC}{dt} \right|_e + \left. \frac{dC}{dt} \right|_d + S_L \quad (4.3)$$

式中: $\left. \frac{dC}{dt} \right|_e$ 是悬沙因为从床面冲刷起来的增加量(源), $\left. \frac{dC}{dt} \right|_d$ 是泥沙因为沉积到床面上而减少的量(汇)。 S_L 表示疏浚等引起的泥沙减少或者因为抛泥引起的泥沙增加。

当某点的泥沙输入输出量不相等时, 将会发生冲刷或沉积。从而引起床面高程的变化。若有净泥沙量输出时, 该点发生冲刷。反之, 该点即发生沉积。 Fahien(1983)利用控制体积法得到水平方向的泥沙通量和床面发生的冲淤量是平衡的。

$$\frac{\partial b}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \quad (4.4)$$

其中, b 为床面高程, q_x 和 q_y 为单宽输沙率, 床面的变化值又和床面泥沙的干密度存在密切关系。式(4.4)用来计算因泥沙净输运而引起的底床高程变化。

再次将 Galerkin 的加权余量法直接应用于式(4.42), 得出:

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^{j=NE} \iint_{A_e} \left[N_j \left(Q + u \frac{\partial C}{\partial x} v \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial N_j}{\partial x} \left(D_{xx} \frac{\partial C}{\partial x} + D_{xy} \frac{\partial C}{\partial y} \right) \right. \\ & \left. + \frac{\partial N_j}{\partial y} \left(D_{yx} \frac{\partial C}{\partial x} + D_{yy} \frac{\partial C}{\partial y} \right) \right] dx dy + \sum_{L=1}^{L=NL} \int_{\zeta} N_L q_L^s d\zeta = 0 \end{aligned} \quad (4.5)$$

式中, $Q = \partial C / \partial t - S_r$ 假定为瞬时常数。该方法将式 (4.1) 转化成椭圆方程, 从而得到更有效的计算格式。

单元矩阵微分方程:

$$[k]\{c\} + [t] \frac{\partial \{c\}}{\partial t} + \{f\} = 0 \quad (4.6)$$

式中, $[k]$ 是恒定状态下的单元系数矩阵, $[t]$ 是时间矩阵, $\{c\}$ 是未知结点浓度向量, $\{f\}$ 单元源、汇矢量。

整体矩阵微分方程:

$$[K]\{C\} + [T] \frac{\partial \{C\}}{\partial t} + \{F\} = 0 \quad (4.7)$$

式中, 所有矩阵和数组与式 (5.6) 中的相同。

式 (5.7) 离散得:

$$\frac{[T]}{\Delta t} \{\Delta C\} + \{C\}[K] + \{F\} = 0 \quad (4.8)$$

采用 Crank-Nicholson 差分格式对方程进行时间离散:

$$\left\{ \frac{[T]}{\Delta t} + \theta [K]^{J+1} \right\} \{C\}^{J+1} = \left\{ \frac{[T]}{\Delta t} - (1-\theta)[K]^J \right\} \{C\}^J - \theta \{F\}^{J+1} - (1-\theta)\{F\}^J \quad (4.9)$$

式中, $\theta = 1$, 全隐格式; $\theta = 0$, 显式格式。上标 J , $J+1$ 分别表示当前时间步长 ($t = J\Delta t$) 和下一时间步长 ($t = (J+1)\Delta t$) 上的数组和向量。为了计算的稳定性, θ 的值一般大于或等于 0.50。

采用 Hood (1976) 提出的不对称矩阵的求解方法求解有限元方程组。虽然它是建立在 Gaussian 消元法基础上的, 但在计算机内存需求和计算时间上胜过了传统的方法。

4.2.2.2 泥沙模型验证

利用 2019 年秋季大、中、小潮期间的含沙量对泥沙模型进行验证, 图 4.2.2-1 至图 4.2.2-3 为各测点验证对比曲线。从图中可以看出, 除少数点外, 计算含沙量与实测含沙量基本吻合, 计算含沙量峰值变化趋势与实测结果相近, 说明泥沙模型所模拟的现场动力特征和泥沙特征与实际情况比较吻合。

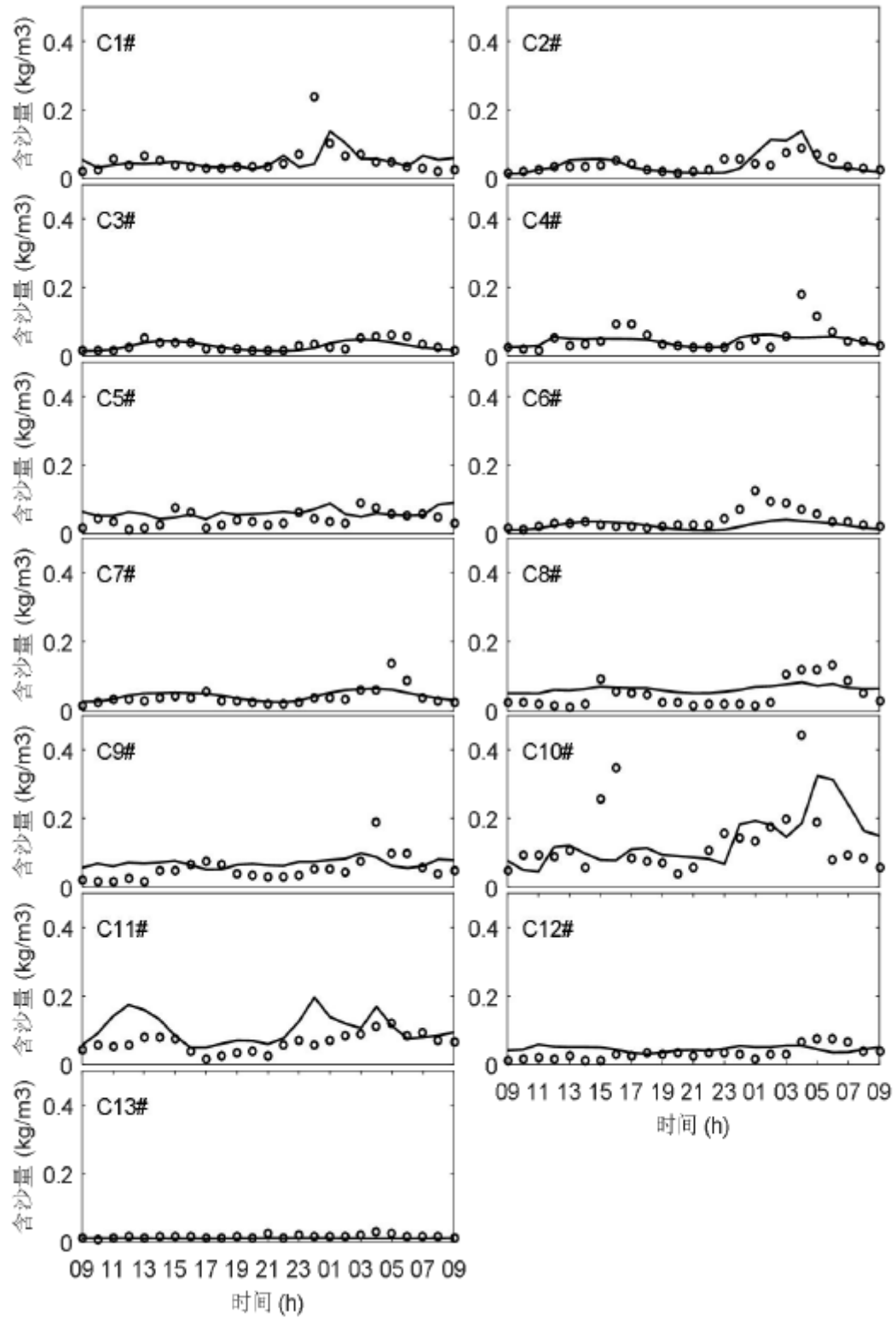


图 4.2.2-1 大潮期间含沙量对比曲线

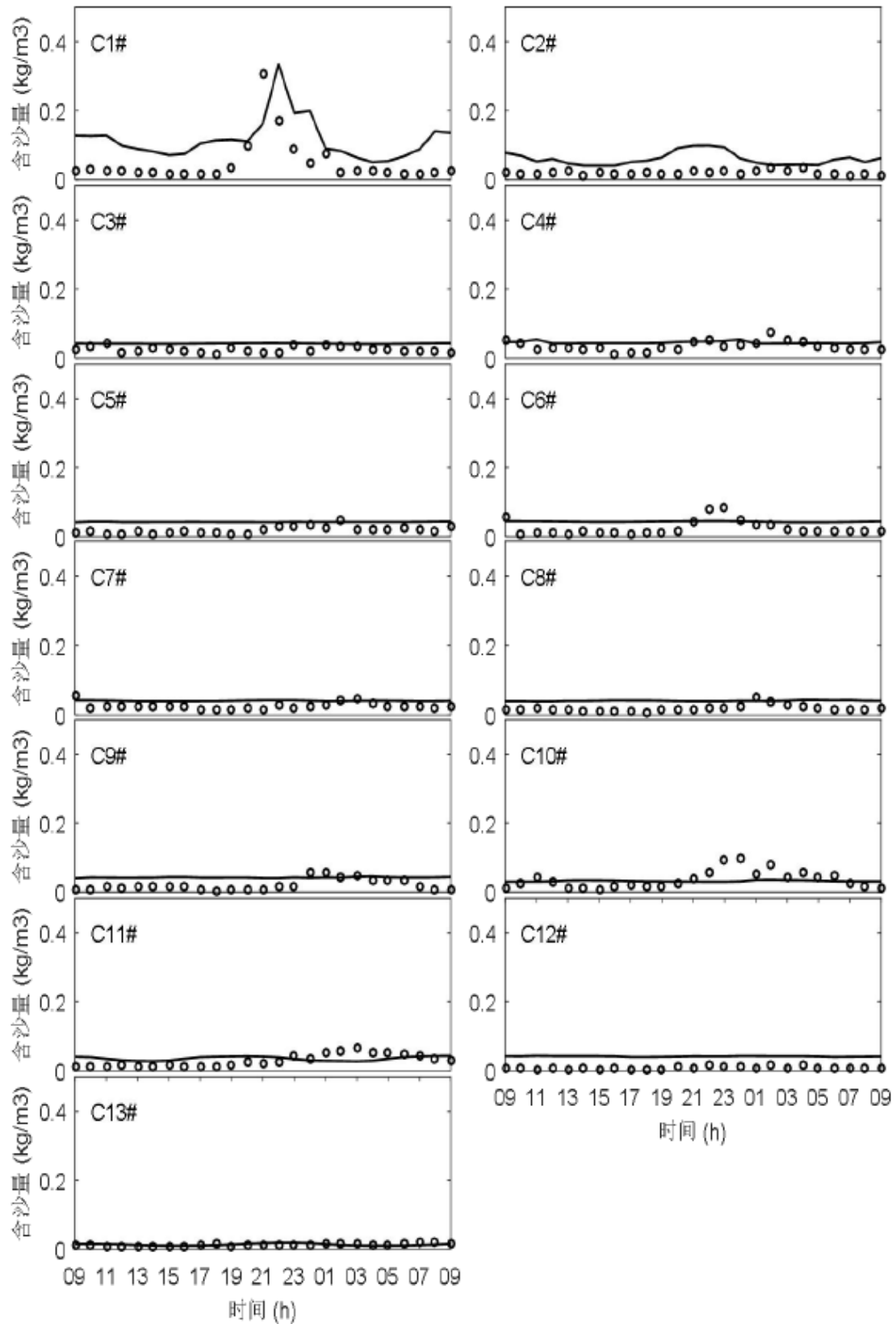


图 4.2.2-2 中潮期间含沙量对比曲线

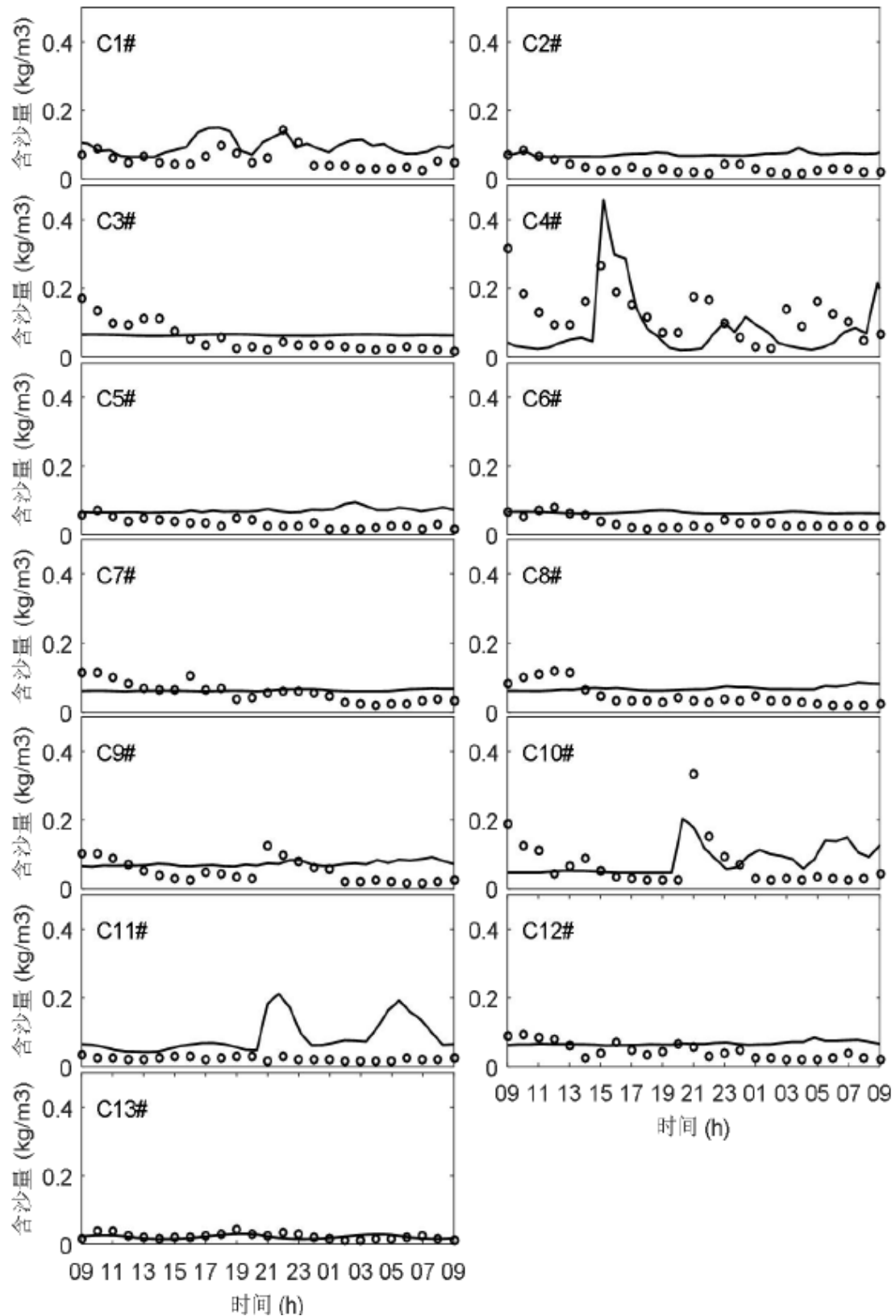


图 4.2.2-3 小潮期间含沙量对比曲线

4.2.2.3 冲淤分析

4.2.2.3.1 年平均含沙量场

考虑到工程区位于徐圩港破波带内，尽管平常天的含沙量不大，全潮平均含沙量基本在 0.2kg/m^3 以下，但含沙量受波浪动力的影响较大，全年平均含沙量的计算应考虑潮流与风浪的组合。考虑潮流动力（以中潮为代表动力）和波浪动力（计算波浪场对应的风速频率如表 4.2.2-1 所示）的加权组合，经模拟计算得到海州湾海域的年平均含沙量场，如图 4.2.2-4 所示。工程海域年平均含沙量取为 0.3kg/m^3 左右，以此作为地形冲淤变化计算的含沙量依据。

表 4.2.2-1 连云港站年平均波浪推算风速频率（%）

方向	4 级	5 级	6 级	7 级	8 级以上	合计
NE(N、NNE、NE)	3.62	4.01	2.34	0.9	0.1	10.97
E(ENE、E、ESE)	6.92	5.15	1.33	0.48	0.08	13.96
SE(SE、SSE、S)	4.09	3.06	0.69	0.26	0.03	8.13
其它	66.94					66.94

图 4.2.2-4 海州湾海域年平均含沙量场 (kg/m^3)

4.2.2.3.2 年平均含沙量场

冲淤计算条件和验证

计算中所用到的流速、含沙量、中值粒径等参数参考了 2019 年实测水文、泥沙和底质资料以及年平均含沙量的数模结果来确定。泥沙的动水沉速参考黄建维连云港泥沙静水沉降实验取为 0.025cm/s ，泥沙临界淤积摩阻流速取为 0.93cm/s 。

在水动力条件验证的基础上，模型对旗台港区 25 万 t 航道（底标高-20.0m）和徐圩 10 万 t 航道（底标高-13.3m）一年的回淤资料进行了验证，图 4.2.2-5 为回淤验证计算结果。连云港港区航道最大回淤强度出现在口门附近的外 2 段，实测最大淤强 1.21m/a ，计算结果为 1.29m/a 。徐圩港区 10 万 t 航道实测最大淤积发生在一港池，最大淤强 1.96m/a ，计算结果为 1.88m/a 。从验证结果来看，计算结果与实测结果吻合良好，地形变化趋势均与实际结果相接近，反映模型采用的计算方法和计算参数能够反映现场实际的泥沙冲淤结果。

图 4.2.2-5 航道回淤验证

4.2.2.3.3 年平均含沙量场

年冲淤强度预测结果

经过多年的动力适应，工程前工程区周围基本处于冲淤平衡的状态，新建光

伏区由于密集的桩基建设，导致桩基区流速发生变化，进而导致局部地形有所调整，而工程建设对其他区域的水流影响很小，因此不会改变工程区大范围的泥沙冲淤特征。

工程建设后的年地形冲淤变化情况见图4.2.2-6。光伏示范项目实施后，海域地形较本底的变化主要以淤积为主。海域新增淤积主要分布在光伏场区所在海域附近，外海及邻近的旗台、徐圩港区基本无变化。光伏场区桩基内的年淤强普遍在0.20~0.40m/a左右，局部最高可达0.60m/a。南北两侧光伏场区中间的通道内的年淤强基本在0.10m/a以内。工程对烧香河口、排淡河口、核电排水口、核电站航道以及高公岛码头航道等位置的年地形冲淤强度变化的影响基本在0.05~0.15m/a 左右。

图 4.2.2-6 光伏工程建设后年冲淤强度变化

4.2.3.4 冲淤平衡地形预测结果

为估算工程建设后一定时间段内的地形冲淤量，设定海域含沙量基本不变的情况下，以“年”为时间单位，对上述冲淤过程进行迭代计算。随着冲淤过程的延续，水深、水流摩阻流速等均会发生缓慢变化，最终达到接近冲淤平衡的状态。经计算，10年后的地形基本达到冲淤平衡的状态，将计算得到的这一段时间内的工程前后地形冲淤变化量视作工程引起的海域平衡水深变化量。

工程建设后达到冲淤平衡时地形冲淤变化见图4.2.2-7。海域淤积主要分布在光伏场区所在海域附近，外海及邻近的旗台、徐圩港区基本无变化。冲淤平衡后光伏场区桩基内的淤积厚度普遍在0.50~1.30m左右。根据水动力数模计算结果，光伏工程建成后南北场区中间水道的流速较现状有所增大，大潮平均流速由0.2m/s左右增加至0.3m/s左右、最大流速由0.4m/s左右增加至0.6m/s左右，平均水深在3m~6.5m之间，根据窦国仁公式，当地的临界起动流速在0.93~1.27m/s左右，可见光伏场区建设在中间水道引起的流速增大幅度不足以起动底部泥沙，不会发生大面积的水流冲刷。此外，考虑到徐圩港区建成后，防波堤工程改变了大范围流态，根据2010~2017年间的海图资料，田湾海域整体呈现淤积态势，未来这种淤积态势可能会持续，南北场区中间水道的流速增大会适当减轻对该区域的淤积态势。综合考虑下认为，在田湾海域整体淤积的大背景下，工程引起的泥沙落淤主要发生在南北两片光伏桩基内，南北两侧光伏场区中间通道内的地形变化基本

在0.10m以内，不会发生大幅度冲刷。

图 4.2.2-7 光伏工程建设后冲淤平衡时地形变化

工程附近敏感位置在冲淤平衡时的地形变化情况如下：核电站航道、高公岛航道、核电站取排水口、烧香河口等位置的淤积厚度普遍在 0.20m 以内，大桥沿线的冲淤变化在 0.05~0.25m 左右。

4.2.3 水质与沉积物环境影响分析

4.2.3.1 悬浮泥沙对海水水质影响分析

在模拟潮流场的基础上，利用泥沙输运过程并结合工程建设过程中不同的工作状况，对工程建设中的航道疏浚所产生悬浮泥沙的扩散途径及影响范围进行预测，以便分析其对环境水体产生的影响。在预测方案设计中考虑了建设过程不同工作状况进行计算分析。

4.2.3.1.1 泥沙扩散方程

本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、地貌资料，运用二维数学模型 MT 泥沙模块模拟不同水动力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：

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \quad (4.3-1)$$

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（g/m³/s）；

Q_L ——单位水平区域内点源排放量（m³/s/m²）；

C_L ——点源排放浓度（g/m³）。

2) 沉积物沉积和侵蚀计算公式

①粘性土沉积和侵蚀

A.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：

$$S_D = w_s c_b p_d$$

(4.3-2)

式中：

S_D ——沉积速率；

w_s ——沉降速度（m/s）；

c_b ——底层悬浮泥沙浓度（kg/m³）；

p_d ——沉降概率；

沉降速度计算公式：

$$w_s = \begin{cases} kc^\gamma, & c \leq 10 \text{ kg/m}^3 \\ w_{s,r} \left(1 - \frac{c}{c_{gel}} \right)^{w_{s,n}}, & c > 10 \text{ kg/m}^3 \end{cases} \quad (4.3-3)$$

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：

$$P_1 = \begin{cases} 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, & \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0, & \tau_b > \tau_{cd} \end{cases} \quad (4.3-4)$$

τ_b ——海底剪应力（N/m²）；

τ_{cd} ——沉积临界剪应力（N/m²）。

B.泥沙浓度分布

泥沙浓度分布计算包括 2 种方法：

Teeter 公式

$$c_b = \bar{c} \beta \quad (4.3-5)$$

式中：

$$\beta = 1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75 p_b^{2.5}} \quad (4.3-6)$$

$$p_e = \frac{w_s h}{D_z} = \frac{6 w_s}{k U_f} \quad (4.3-7)$$

k ——VonKarman 常数 (0.4)；

U_f ——摩擦速度， $\sqrt{\tau_b / \rho}$ 。

Rouse 公式

$$-\varepsilon \frac{dC}{dz} = w_s C \quad (4.3-8)$$

$$\varepsilon = k U_f z \left(1 - \frac{z}{h} \right) \quad (4.3-9)$$

$$C = C_a \left[\frac{a}{h-a} \frac{h-z}{z} \right]^R, a \leq z \leq h \quad (4.3-10)$$

$$R = \frac{w_s}{k U_f} \quad (4.3-11)$$

底层悬浮泥沙浓度公式：

$$c_b = \frac{\bar{c}}{RC} \quad (4.3-12)$$

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。

C.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

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \tau_b > \tau_{ce} \quad (4.3-13)$$

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

$$S_E = E \exp \left[\alpha (\tau_b - \tau_{ce})^{1/2} \right], \tau_b > \tau_{ce} \quad (4.3-14)$$

α ——参考系数。

②非粘性土沉积和侵蚀

A.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：

$$d^* = d_{50} \left[\frac{(s-1)g}{\nu^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (4.3-15)$$

式中：

s——颗粒比重；

g——重力加速度；

ν ——粘滞系数；

d_{50} ——中值粒径。

B.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

$$T = \begin{cases} \left(\frac{U_f}{U_{f,cr}} \right) - 1, U_f > U_{f,cr} \\ 0, U_f \leq U_{f,cr} \end{cases} \quad (4.3-16)$$

$$U_f = \sqrt{ghI} = \frac{\sqrt{g}}{C_z} |\vec{V}| \quad (4.3-17)$$

式中：

I ——能量梯度；

C_z ——谢才系数 ($m^{1/2}/s$) ($=18\ln(4h/d_{90})$)；

$|\vec{V}|$ ——流速 (m/s)。

临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值

$$\frac{U_{f,cr}}{w_s} = \begin{cases} \frac{4}{d^*}, 1 < d^* \leq 10 \\ 0.4, d^* > 10 \end{cases} \quad (4.3-18)$$

C.沉降速度

非粘性土沉降速度公式：

$$w_s = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, d \leq 100\mu m \\ \frac{10\nu}{d} \left\{ \left[1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, 100 < d \leq 1000\mu m \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, d_b > 1000\mu m \end{cases} \quad (4.3-19)$$

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。

D.悬移质运移

悬移质泥沙平衡浓度计算公式：

$$\bar{c}_e = \frac{q_s}{\bar{u}h} \quad (4.3-20)$$

$$q_s = \int_a^h c \cdot dy \quad (4.3-21)$$

$$a = k_s = 2d_{50} \quad (4.3-22)$$

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。

E. 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：

$$\varepsilon_s = \beta \Phi \varepsilon_f \quad (4.3-23)$$

$$\beta = \begin{cases} 1 + \left(\frac{w_s}{U_f} \right)^2, & \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, & 0.5 \leq \frac{w_s}{U_f} < 0.25 \\ \text{不悬浮}, & \frac{w_s}{U_f} \geq 2.5 \end{cases} \quad (4.3-24)$$

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：

$$P_e = \frac{C_{rc}}{C_{rd}} \quad (4.3-25)$$

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。

F.非粘性土沉积

$$S_d = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e < \bar{c} \quad (4.3-26)$$

$$t_s = \frac{h_s}{w_s} \quad (4.3-27)$$

$$\bar{c}_e = 10^6 \cdot F \cdot C_a \cdot s \quad (4.3-28)$$

$$F = c / c_a \quad (4.3-29)$$

式中:

$\bar{c}_e$ ——平衡浓度;

s——相对密度, 取 2.65。

G.非粘性土侵蚀

$$S_e = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e > \bar{c} \quad (4.3-30)$$

4.2.3.1.2 入海悬浮泥沙源强

根据工程分析, 该项目施工期造成泥沙入海的途径主要是航道疏浚工程。

悬浮泥沙按《港口建设项目环境影响评价规范》中提出的公式进行估算:

$$Q = \frac{R}{R_0} \cdot T \cdot W_0$$

式中: Q—疏浚作业悬浮物发生量 (t/h);

W_0 —悬浮物发生系数 (t/m³);

R—发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比 (%)

R_0 —现场流速悬浮物临界粒子累计百分比 (%)

T—挖泥船疏浚效率 (m³/h)。

采用 8m³抓斗式挖泥船挖泥, 配 3 条泥驳时, 疏浚效率约 3000m³/8h; 悬浮泥沙入海主要发生在抓斗上下作业过程, 抓斗式挖泥船主要用于含水量较低的泥质疏浚, 估算 W_0 不大于 0.02, 若按保守角度考虑, 按 R: R_0 =1:1 计算悬浮泥沙产生量。

则当采用 8m^3 抓斗式挖泥船疏浚、基槽开挖时, $Q < 7.5\text{t/h}$, 相当于 2.08kg/s 。

4.2.3.1.3 入海悬浮泥沙类型

工程区附近沉积类型比较简单: 潮间带为细砂沉积, 低潮线以下至 -5m 等深线之间大部分沉积为泥质粉砂; 深水部分, 沉积物粗化, 由砂和沙砾组成。砾的粒径 $> 2\text{mm}$, 砂的粒径为 $2 \sim 1/16\text{mm}$, 粉砂粒径为 $1/16 \sim 1/256\text{mm}$, 粘土粒径 $< 1/256\text{mm}$; 为保守起见, 预测时取粒径为 0.032mm 。

4.2.3.1.4 悬浮物浓度增量预测点设置

悬浮物浓度增量预测计算时间步长取与流速计算时间步长相同, 在计算时近岸处设置计算点 6 个 (P1~P6, 即施工临时航道疏浚), 在本项目航道及回旋水域各拐点处设置计算点 18 个 (P7~P24, 见图 4.2.3.1-1)。

4.2.3.1.5 结果及分析

图 4.2.3.1-2~图 4.2.3.1-25 为各计算点悬沙增量等值线分布图, 图 4.2.3.1-26 为悬沙增量最大包络线分布图, 表 4.2.3.1-1 为疏浚悬沙最大影响距离, 表 4.2.3.1-2 为疏浚悬沙最大包络面积。

图 4.2.3.1-1 航道疏浚悬沙增量计算点位置

图 4.2.3.1-2 P1 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-3 P2 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-4 P3 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-5 P4 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-6 P5 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-7 P6 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-8 P7 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-9 P8 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-10 P9 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-11 P10 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-12 P11 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-13 P12 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-14 P13 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-15 P14 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-16 P15 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-17 P16 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-18 P17 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-19 P18 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-20 P19 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-21 P20 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-22 P21 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-23 P22 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-24 P23 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-25 P24 点悬沙增量等值线分布图

图 4.2.3.1-26 航道疏浚悬沙增量最大包络线分布图

表 4.2.3.1-1 悬沙最大影响距离

单位: km

点位	悬沙浓度增量				
	10mg/L	20mg/L	50mg/L	100mg/L	150mg/L
P1	0.12	0.60	0.16	0.17	1.02
P2	0.12	0.59	0.16	0.31	0.77
P3	0.06	0.20	0.09	0.12	0.28
P4	0.08	0.19	0.10	0.14	0.25
P5	0.13	0.57	0.16	0.30	0.74
P6	0.13	0.60	0.18	0.28	1.08
P7	0.13	0.61	0.21	0.34	1.04
P8	0.14	0.60	0.22	0.44	1.05
P9	0.15	0.64	0.20	0.36	1.07
P10	0.15	0.74	0.20	0.34	1.02
P11	0.11	0.62	0.17	0.32	1.06
P12	0.12	0.51	0.11	0.32	0.98
P13	0.07	0.57	0.11	0.27	1.02
P14	0.06	0.57	0.10	0.24	0.88
P15	0.07	0.46	0.08	0.18	0.85
P16	0.07	0.45	0.09	0.17	0.80
P17	0.05	0.41	0.08	0.22	0.85

P18	0	0.32	0.02	0.12	0.59
P19	0	0.43	0.05	0.12	0.62
P20	0.08	0.53	0.14	0.25	1.04
P21	0.06	0.54	0.10	0.27	0.94
P22	0.10	0.56	0.16	0.27	0.98
P23	0.12	0.57	0.18	0.33	1.04
P24	0.13	0.65	0.20	0.33	0.94
所有计算点 叠加	5.41	5.18	4.97	4.95	4.88

表 4.2.3.1-2 悬沙最大影响面积

单位: km²

点位	悬沙浓度增量				
	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L	>150mg/L
P1	0.677	0.334	0.067	0.032	0.011
P2	0.302	0.187	0.063	0.034	0.014
P3	0.058	0.041	0.023	0.015	0.005
P4	0.054	0.038	0.024	0.015	0.006
P5	0.309	0.191	0.062	0.034	0.011
P6	0.665	0.321	0.072	0.036	0.008
P7	0.507	0.261	0.075	0.043	0.014
P8	0.456	0.255	0.074	0.047	0.017
P9	0.434	0.274	0.081	0.045	0.016
P10	0.488	0.275	0.088	0.050	0.018
P11	0.654	0.332	0.079	0.037	0.011
P12	0.553	0.235	0.058	0.353	0.011
P13	0.424	0.160	0.032	0.016	0.005
P14	0.399	0.160	0.034	0.016	0.005
P15	0.416	0.164	0.030	0.045	0.005
P16	0.423	0.166	0.030	0.046	0.005
P17	0.402	0.140	0.029	0.014	0.002
P18	0.343	0.110	0.018	0.002	0
P19	0.342	0.134	0.021	0.006	0
P20	0.469	0.211	0.039	0.051	0.006
P21	0.371	0.163	0.033	0.017	0.005
P22	0.462	0.194	0.046	0.027	0.008
P23	0.663	0.315	0.069	0.037	0.010
P24	0.586	0.284	0.085	0.042	0.013
所有计算点	4.640	2.865	1.525	1.021	0.790

由表 4.2.3.1-1 可知, 所有计算点 10mg/l 悬沙增量叠加影响距离为 5.41km;
所有计算点 20mg/l 悬沙增量叠加影响距离为 5.18km; 所有计算点 50mg/l 悬沙增

量叠加影响距离为 4.97km；所有计算点 100mg/l 悬沙增量叠加影响距离为 4.95km；所有计算点 150mg/l 悬沙增量叠加影响距离为 4.88km。

由表 4.2.3.2-2 和图 4.2.3.1-26 可知，悬沙增量超 10mg/l 影响面积约 4.640km²，超 20mg/l 影响面积约 2.865km²，超 50mg/l 影响面积约 1.525km²，超 100mg/l 影响面积约 1.021km² 超 150mg/l 影响面积约 0.790km²。

4.2.3.2 污染物对水质和沉积物的影响

施工期产生的生活污水、含油污水依托厂区原有污水处理设施进行处理，不外排；施工船舶产生的含油污水和生活污水经收集后委托有资质的单位进行接收处理。

运营期，工程码头工作人员依托后方厂区用水，码头无生活污水产生；船舶污水主要包括船舶舱底油污水和船舶生活污水，经收集后委托有资质的单位进行接收处理，不在工程所在海域排放，不会对周围的水环境和沉积物带来不良影响。

综上，本项目在施工期和运营期对水质和沉积物都不会产生影响。

4.2.3.3 对敏感目标和养殖区的影响

由悬浮泥沙增量影响范围与项目周边用海现状以及敏感目标叠加图（图 4.2.3.2-1）可以看出，本项目疏浚引起的悬浮泥沙浓度大于 10mg/l 的包络线范围并未影响到距离本项目最近的养殖区，也并未影响到羊山岛自然遗迹和非生物资源保护区。

图 4.2.3.2-1 悬浮泥沙增量最大影响范围与用海现状和敏感目标叠置图

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

5.1.1.1 总体情况

连云港市地处江苏省东北端，位于北纬 $33^{\circ} 58' 55'' \sim 35^{\circ} 08' 30''$ 、东经 $118^{\circ} 24' 03'' \sim 119^{\circ} 54' 51''$ 之间。东濒黄海，与朝鲜、韩国、日本隔海相望，北与山东日照市接壤，西与山东临沂市和江苏徐州市毗邻，南连江苏宿迁市、淮安市和盐城市。

位于中国沿海中部，东濒黄海，属温带季风气候，东部与朝鲜、韩国、日本隔海相望，西与徐州市、宿迁市相连，南部与淮安市和盐城市毗邻，北至西北与山东省日照市、临沂市相邻，下辖 3 个区、3 个县，土地面积 7615km^2 ，海域 7516km^2 。2022 年年末全市常住人口 460.05 万人。连云港南连长三角，北接渤海湾，西依大陆桥，处于连接新亚欧大陆桥产业带、亚太经济圈、环渤海经济圈和长三角经济圈的“十”字结点位置，为陆上丝绸之路和海上丝绸之路交汇点，是新亚欧大陆桥东桥头堡、中国首批沿海对外开放城市、中国重点海港城市、中国优秀旅游城市 and 中西部最便捷出海口岸。

2020 年，全市实现地区生产总值 3277.07 亿元，按可比价格计算，增长 3.0%。居民年人均可支配收入 29501 元，增长 5.0%。农村居民人均可支配收入 19237 元，增长 6.5%；城镇居民人均可支配收入 36722 元，增长 3.8%。

2020 年，全市海洋生产总值 856 亿元，增速接近 5%，占地区生产总值的 26%。连云港港全年完成货物吞吐量 2.52 亿 t，集装箱运量完成 480.4 万个标准箱，增长 0.5%。海洋捕捞产量 11.83 万 t，海水养殖产量 31.23 万 t，海水养殖面积 4.67 万 hm^2 。

5.1.1.2 海洋工业

连云港临海工业发展迅速，江苏田湾核电站、益海粮油、德邦集团等一批临海工业龙头企业快速崛起，海洋化工、盐业、水产加工业、海洋医药以及其他涉海工业随着研发能力的不断增强和技术的不断进步，实现产值也不断增加。盐田生产面积约 40 万亩。盐化工主要有纯碱、烧碱、氯化钾、硫酸镁、氯化镁、氯化钙、四溴苯酚与双酚 A 等溴系列阻燃剂、氢氧化镁等镁系列深加工产品等 40 余

种化工产品，是全国重要的海盐及海洋化工生产基地。连云港碱厂是国家大型一类重点化工企业。

烧香河口至埭子口之间沿海地区现为省台南盐场，该盐场目前在岗职工 750 人，主要产业为海盐晾晒，养殖及盐化工，占地面积 6.7 万亩，其中盐池 5 万亩，养殖 1 万亩，年产盐 15 万 t，加工盐 7 万 t，年产值约 4000 万元。随着徐圩港区的开发建设，该盐场区将开发建设临港产业区，用来发展钢铁、石化、加工制造业等。

5.1.1.3 滨海旅游业

连云港市旅游资源丰富，名胜古迹众多，素有“东海第一胜境”之称。2008 年，连云港赣榆县抗日山风景区被评定为国家 AAAAA 级旅游景区。至此，连云港市已形成了以花果山、连岛、孔望山、渔湾景区、赣榆县抗日山风景区等 5 个 AAAAA 级旅游景区为龙头的一大批旅游风景名胜，旅游基础设施和对外交通条件不断完善，旅游经济发展迅速。被国家旅游局评为全国旅游业发展最快的三个地级市和全国 20 个优秀旅游目的地之一。

东西连岛北侧开发有大沙湾海滨浴场、苏马湾海滨浴场。大沙湾海滨浴场位于西连岛，是江苏省最大的天然海滨浴场，金滩碧海、风和浪柔，海滩连绵 10 多里，海水适合旅游的标准温度达 80 天。和大沙湾海滨浴场相毗邻的苏马湾海滨浴场人迹罕至，山林繁茂，岸边海蚀奇石各具形态。

5.1.1.4 海洋交通运输业

依托深水港口资源，近年来连云港港作为主枢纽港和亿吨大港，无论从港口规模、还是功能设施都实现了突破性升级，连云港港 30 万 t 级航道一期工程于 2012 年 6 月 8 日举行了首航仪式；两翼——徐圩和灌河港区、赣榆和前三岛港区开发迅速推进；临港产业区进入建设高峰期，众多高新企业纷纷选择落户在此。连云港港已基本构建成公路、铁路、水路立体集疏运体系，南、东、北三条疏港通道连接同三高速、连霍高速；陇海铁路徐州至连云港中云站电气化改造项目已经完成，总运力提升到 1 亿 t 以上；沿海铁路开工建设，建成后连云港港将南连上海，北接青岛，西南方向深入淮安腹地。水陆方面，通榆运河的通航为开发长江内河沿岸用户以及货物转水联运方式带来了极大的空间。

5.1.2 海域使用现状

根据现场勘查与调访，周边海域涉及高公岛渔港，周边开发现状主要涉及养

殖、渔港、核电站、跨海大桥等。

表 5.1.2-1 项目周边开发利用情况表

图 5.1.2-1 项目位置周边开发利用现场图

5.1.2.1 工业用海开发利用现状

(1) 田湾核电站

田湾核电站厂址位于连云港市连云区田湾，本项目位于田湾核电站用海范围内。一期工程（1、2 机组）2 台俄罗斯产 WWER1000 型压水堆核电机组于 1999 年 10 月 20 日正式开工建设，于 2007 年投入商业运行。核电一期取水口位于羊山岛北侧，采用明渠引水，排水口布置在核电站东护岸。并在核电站北护岸建有大件码头（1 个 3000t 级泊位）及航道，航道长度 1000m，设计宽度 70m，设计高程-3.4m，目前仍在使用。

由于连云港港旗台防波堤建设导致核电站一期已建成投用的取水明渠口门处的滩面将淤高，设计水深难以保证，开展了取水明渠延伸工程建设，即在取水口处采取建设 1.5km 取水导流堤和延长明渠方案。取水明渠延伸工程目前已建成。

田湾核电站 3、4 号机组（二期工程）于 2010 年签订框架合同，二期工程取水方式采用长明渠取水，南北两条堤在取水明渠延伸工程（1.5km）的基础上，北导流堤再向东北外延 500m，南导流堤再向东北延长 3200m；排水采用暗渠+排水导堤+开挖明渠相结合的排水方式，排水导流堤长 1311.978m。2012 年 1 月，《田湾核电站 3、4 号机组海域使用论证报告》通过了国家海洋局组织的专家评审。2012 年 3 月，国家海洋局下发了关于江苏田湾核电站扩建工程 3、4 号机组项目用海预审意见的函（国海管字[2012]222 号文），原则同意项目选用的海域及用海方式，用海面积控制在 1782hm² 以内（温排水用海按 4℃温升包络线）。2012 年 12 月，田湾核电站 3、4 号机组获得国家核安全局开工许可。2014 年 3 月，田湾核电站扩建工程 3、4 号机组项目用海经国务院批准，获得国家海洋局用海批复（国海管字[2014]98 号文）。目前，田湾核电站 3、4 号机组已投入商业运行。

2009 年 6 月 30 日，国家发改委以“发改办能源[2009]1402 号”文批准田湾 5~6 号机组开展前期工作。田湾核电站 5、6 号机组温排水用海需占用海域，2015

年2月5日,《田湾核电站5、6号机组海域使用论证报告书》通过了国家海洋局海洋咨询中心组织的专家评审,温排水开放式用海面积为605.9619hm²。2019年5月5日,田湾核电站5、6号机组项目用海经国务院批准,获得自然资源部用海批复(自然资函[2019]273号),并正式开工建设,计划分别于2020年底和2021年6月份投入商业运行。

2018年6月8日,中华人民共和国政府和俄罗斯联邦政府在北京签署关于在中国合作建设田湾核电站7、8号机组的议定书,明确田湾核电站7、8号机组以俄罗斯参考电站为基础,借鉴吸收1~4号机组建设运行经验。2019年3月7日,中俄两国签署了田湾核电站7、8号机组总合同。田湾核电站7、8号机组用海包括排水口门用海、排水导流堤延长段用海和温排水用海。2022年2月11日,田湾核电站7、8号机组项目用海经国务院批准,获得自然资源部用海批复(自然资办函〔2022〕215号)。

本项目与田湾核电站配套航道和温排水工程存在重叠,其中与田湾核电站航道项目重叠1.5762hm²,与田湾核电站温排水重叠0.3980hm²。

表 5.1.2-2 本项目与田湾核电站航道重叠范围拐点

表 5.1.2-3 本项目与田湾核电站温排水重叠范围拐点

(2) 中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目

中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目位于本项目东侧海域,建成后将成为全国最大的海上光伏电站、江苏省最大储能电站、全球最大核光储多能互补项目,运营期首年上网电量为 214309.14 万 kW·h,首年年等效利用小时数为 1195.46h,运营期 25 年内的年平均上网电量为 199876.08 万 kW·h,平均年等效利用小时数为 1114.95h。此项目建设对于区域能源结构调整,建设核电光伏一体化的清洁能源示范基地,科学、高效、生态利用滩涂资源发展清洁能源产业,具有较高的应用价值和较强的示范意义,对连云港市发展低碳经济、海洋经济,优化连云港能源结构,促进地区低碳转型、可持续发展具有积极的推动作用,是为实现“碳达峰”、“碳中和”目标贡献连云港力量的重要举措。

(3) 连云港石化产业基地绿色功能工程

连云港石化产业基地绿色功能工程位于本项目西南侧海域,起于田湾核电

站，终至连云港石化产业基地。其中，田湾核电站至烧香河口之间的功能管道工程位于海域范围。利用田湾核电站 3、4 号机组二回路主蒸汽经蒸汽转换设备生产工业蒸汽，能够安全稳定的为徐圩新区石化产业基地提供生产用汽。供汽热源采用田湾核电站 3、4 号机组的蒸汽，属于非化石能源，项目没有工业三废排放，可实现煤炭零消耗。项目管道路径约 19.46km，输送蒸汽规模达 600t/h。涉海段工程起点为南中心河南侧沿连云港市海水池塘健康养殖科研示范基地养殖围埝布置至排淡河口→跨越田湾核电站温排水→跨越田湾核电站扩建工程 3、4 号机组项目温排水区→跨越连云港市海水育苗养殖示范基地→终点为宿徐路北侧海堤。海域段管道总体采用高支墩架空方案，跨越河流、道路采用钢桁架方式，管线支架、桁架基础均采用钢筋混凝土基础。

5.1.2.2 连云港海滨大道跨海大桥开发利用现状

连云港海滨大道跨海大桥工程位于连云港田湾核电站东侧海域，起始于北侧的高公岛，结束于南侧徐圩新区，长约 4.5km，是连云港海滨大道的重要组成部分，大桥距核电站排水导流堤 300m，与南岸曲线衔接。跨海大桥工程主通航孔桥为主跨 125m 预应力混凝土连续刚构，辅通航孔桥为主跨 70m 预应力混凝土连续刚构，其余非通航孔桥为标准跨径 40 及 30m 预应力混凝土组合箱梁；桥梁中部设观景平台一座，桥梁全宽 34m，桥面面积约 152950 m²。目前，跨海大桥已实现全线贯通。

本项目下穿连云港海滨大道跨海大桥，重叠面积约 0.0870 hm²。

表 5.1.2-4 本项目与连云港海滨大道跨海大桥重叠范围拐点

5.1.2.3 港口用海开发利用现状

(1) 连云港区

连云港区为连云港港的主体港区，北倚东西连岛天然屏障，南靠云台山，位于本工程用海北侧。目前主要由墟沟作业区、庙岭作业区、马腰作业区组成，大堤作业区和旗台作业区已启动建设。墟沟作业区主要为通用散杂泊位；庙岭作业区主要运输集装箱、散粮、散货、通用件杂和煤炭；马腰作业区主要由通用散杂、通用件杂和液体化工泊位组成。大堤作业区内西大堤南侧的集装箱填海工程已完成。随着旗台作业区防波堤工程建设，旗台作业区内的码头堆场工程等陆续开展建设。

旗台作业南区位于旗台作业区南侧，是连云港区旗台作业区重要的功能补充。《连云港区旗台作业南区区域建设用海规划》于 2011 年 4 通过国家海洋局审批。连云港区旗台作业南区规划用海位于田湾核电站 5、6 号机组取水工程北侧，距离现有核电排水口 4.22km，用海范围为旗台作业区南防波堤南侧至田湾核电站取水明渠之间海域，规划用海面积为 432.01 hm²。国家海洋局已批复旗台作业南区建设规模 248hm²（海管字[2011]234 号），批复区域为规划区北侧区域，目前该区域围填海工程已完成。

（2）徐圩港区

徐圩港区为连云港港的南翼港区，建设于埭子口以西岸段，位于本工程东侧。徐圩港区总体呈双堤环抱式格局，内部采用港池与突堤相结合的布置方案。

徐圩港区防波堤工程采用大环抱方案，防波堤总长约 21.77km，口门位于 -5.0m 等深线附近，口门宽度为 1200m。其中，东防波堤工程长度 12.21km，用海面积为 75.6484hm²；西防波堤工程长度 9.56km，用海面积为 49.94hm²。目前，徐圩港区防波堤工程已建设完成。

连云港港徐圩东港区管廊基础工程依托徐圩港区东防波堤工程进行建设，主要为液体散货作业区 30 万 t 级原油码头和连云港炼化一体化项目一期工程液体散货泊位工程管架基础，总长度约 11407.68m。由管廊基础海堤和管廊桥组成，目前正在进行建设。用海类型属于交通运输用海中的港口用海，用海面积 64.7746hm²，其中非透水构筑物用海 49.8007hm²，透水构筑物用海 14.9739hm²。

徐圩港区（一期）用海位于本工程东南侧的埭子口西侧岸外海域。《连云港徐圩港区（一期）区域建设用海规划》于 2011 年 4 通过国家海洋局审批。连云港徐圩港区（一期）规划总面积 4039.25hm²，其中港池 2264.47hm²；防波堤 50.85 hm²；填海造地 1723.93hm²，包括规划北区 752.17hm²和南区 971.76hm²。国家海洋局已批复徐圩港区（一期）建设规模 752.17hm²（海管字（2011）235 号），批复区域为规划北区，目前该区域围填海工程已完成。

一港池：徐圩港区一港池通用泊位一期工程位于徐圩港区（一期）用海东北部，码头部分已建设完成，后方堆场和道路等配套设施正加快建设。一港池南侧正在进行管材交易中心、件杂货堆场、件杂货 2#堆场、件杂货 3#堆场工程建设。

二港池：徐圩港区二港池引堤工程、徐圩港区液体散货泊位一期工程已建成；连云港港 30 万 t 级航道二期准备工程、徐圩港区二港池多用途泊位一期工程、

徐圩港区二港池多用途泊位二期工程、徐圩港区二港池多用途码头后方作业区、徐圩港区二港池建材物流转运区、徐圩港区二港池钢材物流转运区、连云港港徐圩港区海事与治安监控平台正在进行建设。

六港池：六港池支航道工程、徐圩港区 30 万 t 级原油码头工程、盛虹炼化一体化配套港储项目码头工程正在开展前期工作。

此外，徐圩港区三~五港池尚未开发建设。

（3）连云港港航道

连云港港航道属于公用航道，所有船舶进出港口均通过该航道。连云港港 30 万 t 级航道呈“人”字形布置，由外航道、徐圩航道和推荐航线组成，其中外航道内段连接连云港区，徐圩航道连接徐圩港区，外航道外段为两港区共用航道。2011 年 3 月 17 日，连云港港 30 万 t 级航道一期工程正式开工，一期工程呈“人”字形连接连云港区和徐圩港区，连云港区航道在现有 15 万 t 级航道基础上按照 25 万 t 级散货船乘潮单向通航标准设计，徐圩港区航道按照 10 万 t 级散货船乘潮单向通航标准设计，疏浚工程总量为 1.5 亿 m^3 ，建设工期为 39 个月。连云港港 30 万 t 级航道一期工程于 2012 年 6 月 8 日举行了首航仪式，徐圩港区 10 万 t 级航道于 2013 年 12 月正式通航。

5.1.2.4 渔业用海开发利用现状

田湾核电站至排淡河口之间岸段外为连云港市渔业技术指导站海水育苗养殖示范基地和连云港市海水池塘健康养殖科研示范基地；排淡河口至烧香河口之间岸段岸外已围垦，实施有连云港市海水育苗养殖示范基地。本工程位于养殖基地东北侧海域。

高公岛渔港位于羊山岛南侧，位于本项目东北侧海域。高公岛乡群众渔港现有直立岸壁码头 150m，码头前沿设计底标高-2.4m；浮码头趸船两座，分别长 34m、58m；防波堤 90m；进港道路长 670m，其中 300m 可以兼顾小型渔船停靠。目前渔港港界范围内水域面积约 70 万 m^2 ，陆域面积约 22 万 m^2 。目前，高公岛渔港已成为国家一级渔港。

旗台嘴至埭子口岸外海域目前主要开展养殖活动，养殖品种为紫菜。

5.1.2.5 沿岸河闸开发利用现状

本项目南侧，田湾核电站至徐圩港区之间岸段分布有大板跳闸、烧香河新闻、小丁港闸、刘圩港闸、张圩港泵闸等。距离本项目较近的有排淡河和烧香河入海

口。排淡河入海口有大板跳闸，大板跳闸位于连云区板桥街道，距离入海口 700m，与田湾核电站相距 2km，1972 年 6 月建成，5 孔，每孔净宽 5m，闸底高程-2.5m，涉及流量 $159\text{m}^3/\text{s}$ ，已经于 2002 年进行除险加固工程。烧香河入海口有烧香河新闸，烧香河新闸每孔净宽 10m，共 5 孔，闸底板高程-2.5m，设计过闸流量 $580\text{m}^3/\text{s}$ 。

5.1.2.6 临近陆域开发利用现状

项目用海位置向陆一侧为田湾核电站厂区。

图 5.1.2-2 海域开发利用现状图

5.1.3 海域使用权属

项目用海的引桥和码头用海部分与田湾核电站航道、田湾核电站温排水、连云港海滨大道跨海大桥工程用海空间重叠，采取立体分层设权；与本项目位置紧邻有连云港市高公岛一级渔港建设项目、中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目、江苏省田湾核电站扩建工程 3、4 号机组项目、田湾核电站自备码头工程项目等，项目具体海域确权情况如表 5.1.3-1 所示。

表 5.1.3-1 项目周边海域确权情况表

图 5.1.3-1 项目位置周边海域使用权属现状图

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

本项目位于江苏省连云港市连云区田湾核电站附近水域，经现场踏勘及资料收集，本项目所在及附近海域开发利用活动主要有田湾核电站相关配套设施和工程用海、航道、渔港、光伏、跨海桥梁和养殖用海等。

图 5.2-1 资源生态影响范围与开发利用现状重叠图

5.2.1 对周边用海项目的影响分析

根据本项目资源环境影响范围与开发利用现状，本项目实施对周边用海项目的影响主要为施工期悬浮泥沙扩散影响、冲淤影响和通航影响等。

本项目周边的用海项目有田湾核电站航道、田湾核电站温排水、江苏省田湾核电站扩建工程 3、4 号机组项目、连云港海滨大道跨海大桥工程、中核田湾 200

万千瓦滩涂光伏示范项目、连云港市高公岛一级渔港建设项目和田湾核电站自备码头工程项目等。

5.2.1.1 本项目对田湾核电站温排水的影响分析

本项目主体工程与田湾核电站温排水立体分层设权，本次施工期用海与田湾核电站温排水存在 0.3980 hm^2 重叠。根据数模的结论，本项目实施到达冲淤平衡后，将对温排水产生少量的淤积，在施工过程中产生的悬浮泥沙扩散影响不会对温排水项目产生不利的影响。本项目施工期用海部分将与温排水用海产生重叠，但不会影响温排水主体功能。

5.2.1.2 本项目对田湾核电站航道用海的影响分析

本项目主体工程与田湾核电站航道用海部分存在立体分层设权，本次施工期用海与田湾核电站航道存在 1.5762 hm^2 重叠。根据数模的结论，本项目码头实施到达冲淤平衡后，将对航道用海产生少量的淤积；本项目施工期间作业船只的增加，一定程度上会对田湾核电站航道的通航产生轻微影响；悬浮泥沙扩散影响不会对上述项目产生不利的影响。但与本项目立体分层设权的航道用海部分完全失去了通航功能，由于该部分位于田湾核电站航道南部边缘，不影响主航道的主体功能。

5.2.1.3 本项目用海对连云港海滨大道跨海大桥工程的影响分析

5.2.1.4 本项目用海对江苏省田湾核电站扩建工程 3、4 号机组项目温排水部分的影响分析

5.2.1.5 本项目用海对中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目的影响分析

5.2.1.6 本项目用海对连云港市高公岛一级渔港建设项目的影响分析

5.2.1.7 本项目用海对田湾核电站自备码头工程项目的影响分析

5.2.2 对周边航道的影响分析

本项目与高公岛航道的距离约为 220m。根据数模分析结果，工程实施后对周边水域的影响均发生在工程近区，海床冲淤变化也主要发生在工程附近水域，以淤积为主。项目建设后，高公岛航道局部位会产生淤积，淤积幅度较小，基本不会对航道造成不良影响。

项目建设采用船舶施工，航道内通行量增加，在采取设置相应的警示标志、合理安排施工工期和严格限制施工范围等措施的前提下，项目建设对往来船舶的通行安全影响较小。

因此，本项目用海对航道资源基本没有影响。

5.2.3 对周边养殖用海的影响分析

项目东北侧 4.7km 以外有大量贝藻类开放式养殖。根据水动力和冲淤影响分析，项目实施不会对该区块的养殖功能产生直接影响。同时由于本项目规模较小，施工造成的悬沙影响幅度和范围有限，且工程施工期短，对周边养殖活动基本没影响。

5.3 利益相关者界定

利益相关者指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发、利用者，界定的利益相关者应该是与用海项目存在利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

根据论证范围和本项目对周边用海项目的影响分析，受项目实施影响的主要有：田湾核电站航道、田湾核电站温排水、连云港海滨大道跨海大桥工程、连云港市高公岛一级渔港建设项目、中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目和田湾核电站自备码头工程。由于核电站的管理单位与本项目为同一海域使用权人，相互影响可通过内部协调解决，因此本次不将其作为利益相关者。因此，本项目利益相关项目为连云港海滨大道跨海大桥工程、连云港市高公岛一级渔港建设项目和中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目，利益相关者为连云港市交通运输局、中核江苏新能源有限公司和连云港市高公岛实业总公司。利益相关者分布图见图 5.3-1，利益相关者一览表见表 5.3-1，利益协调情况一览表见表 5.3-2。

图 5.3-1 利益相关者分布图

表 5.3-1 利益相关者一览表

表 5.3-2 利益协调情况一览表

5.4 相关利益协调分析

5.4.1 与连云港市交通运输局的协调

根据前述结论，本项目下穿连云港海滨大道跨海大桥工程，并需要在大桥下放进行施工。

本项目用海单位需要与连云港市交通运输局进行协商，应拟定施工方案，将

本项目对连云港海滨大道跨海大桥的影响情况进行说明，双方就施工可行性进行协商，项目用海应取得连云港市交通运输局的同意意见。

此外，建设单位及施工单位在本项目码头实施的时候仍要引起高度重视，应注意加强对跨海大桥的保护，设置保护距离，在明显区域设置标识，避免工人违规操作。码头建成后，运营期间也应在大桥附近明显区域设置标识，避免建设期间的作业船只，在穿越大桥时发生碰撞事故。

目前，本项目已取得连云港市交通运输局《关于田湾核电站自备码头工程意见的复函》：田湾跨海大桥主通航孔桥为跨径组合 70+125+70m 混凝土连续刚构桥。主孔为通航孔，跨径 125m，通航净空 100m（宽）*20m（高），最高通航水位 3.41m（国家 85 高程）。副孔为非通航孔，跨径 70m，距主桥墩边缘 29.5m 处梁底高程 25.3m，具备从副孔下穿的技术条件。

码头引桥施工期间，还需要做好以下相关事项：（1）下穿段桩基础采用非挤土型桩；（2）施工期及运营初期在跨海大桥 70m 跨两侧桥墩设置位移监测点，并持续观测至稳定；（3）施工期做好跨海大桥结构安全防护工作，避免机具设备等于梁体、桥墩等发生碰擦。

5.4.2 与中核江苏新能源有限公司的协调

本项目施工及运营时，应在附近设置警示标志牌及防撞设施，防止光伏施工船舶作业时发生碰撞。由于本项目与光伏项目距离较近，业主单位也应与中核江苏新能源有限公司取得联系，主动在光伏板附近设置警示标志牌及防撞设施，防止项目施工期的施工船舶及运营期的来往船舶与光伏板发生碰撞，警示标志与防撞设施应保持夜间的可见性。

目前，业主已取得中核江苏新能源有限公司《关于商请出具田湾核电站自备码头工程用海利益相关者意见的复函》，同意码头项目的实施。

5.4.3 与连云港市高公岛实业总公司的协调

本项目施工时，应严禁渔船进入码头施工区域内，避免发生碰撞事故。码头建成后，业主单位应与连云港市高公岛实业总公司取得联系，主动告知码头位置等信息，由连云港市高公岛实业总公司对各渔船发布相关信息。同时，业主单位应积极与连云港市高公岛实业总公司配合，加强对附近海域渔船的宣传、教育、培训和监管，并在码头及引桥附近设置警示标志牌及防撞设施，警示渔船出海作

业时注意防碰。警示标志与防撞设施应保持夜间的可见性，防止渔船进行夜间作业时发生碰撞。此外，码头施工前，业主单位应将施工时间、地点等信息向连云港市高公岛实业总公司通报，由连云港市高公岛实业总公司通知过往渔船，便于渔船了解本工程的施工动态。码头后期运行过程中也要做好实时监测，定期或视情况进行海域清淤，确保渔港船舶正常通航。

目前，业主已取得连云港市连云区人民政府高公岛街道办事处《关于提请出具田湾核电站自备码头工程用海利益相关者意见的复函》，原则同意项目建设。

5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

5.5.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

据现场调查及分析，项目用海及附近不涉及军事用海、军事禁区或军事管理区，对国防安全和军事活动不存在不利影响。因此，工程实施对国防安全和军事活动没有影响。

5.5.2 与国家海洋权益的协调性分析

项目实施不涉及领海基点，不涉及国家机密，也不影响国家海洋权益的维护。因此，工程实施对国家海洋权益没有影响。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 所在海域分区基本情况

6.1.1 所在海域国土空间规划基本情况

2023 年 7 月 25 日,国务院正式批复《江苏省国土空间规划(2021-2035 年)》。江苏省于 2023 年 8 月 25 号正式批复《连云港市国土空间总体规划(2021-2035 年)》,根据《中共中央 国务院关于建立国土规划体系并监督实施的若干意见》《自然资源部关于加强和规范规划实施监督管理工作的通知》(自然资发〔2023〕237 号)等要求,经依法批准实施的国土空间规划是开展各类国土空间开发保护建设活动、实施统一用途管制的基本依据。同时,根据 2023 年实施的《海域使用论证技术导则》,本项目实施需依据《江苏省国土空间规划(2021-2035 年)》《连云港市国土空间总体规划(2021-2035 年)》开展规划符合性分析。

6.1.2 所在海域涉及的国土空间总体规划

6.1.2.1 《江苏省国土空间规划(2021—2035 年)》

2023 年 7 月,国务院公布了《国务院关于〈江苏省国土空间规划(2021—2035 年)〉的批复》(国函〔2023〕69 号)。《江苏省国土空间规划(2021—2035 年)》根据海域区位、资源禀赋等属性,结合新时期海洋空间管控要求以及产业用海需求,从保护和利用两类目标出发划定海洋保护空间和海洋发展空间。并明确将海洋发展区划分为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区、海洋预留区六类功能区,合理有序布局海洋开发利用活动。沿海市县结合国土空间总体规划,细化落实海洋功能分区。其中:

渔业用海区支持集约化增养殖和海洋牧场发展,保持现有养殖用海面积总规模整体稳定,控制围海养殖规模,开拓深远海养殖空间,推进海域立体化增养殖。优化渔港群和渔港经济区等渔业发展空间布局,保障重要渔业基础设施建设。鼓励渔业用海与其他用海活动融合发展、立体利用,推进海域立体分层设权。禁止阻断鱼类洄游通道的建设活动,建立和完善水下爆破、勘探、施工等涉海活动对渔业资源损害的补偿机制。河道河口治理区域可按有关规定考虑水利防洪设施建

设。

交通运输用海区优化港口空间布局，合理控制港口建设规模和时序，保障国家和地区重要港口建设，支持港口规模化、专业化、差异化发展。深化港口岸线资源整合，严格控制建设项目占用岸线长度，提高单位岸线投资强度和产出效率，提高港口资源岸线使用效率。支持航道、锚地、码头、后备空间共建共享，推进港口基础设施集约高效利用。推进港城融合和多式联运，合理布局沿海 LNG 项目。禁止在港区、锚地、航道保护范围、通航密集区以及公布的航路内进行与港口作业和航运无关、有碍航行安全的活动，禁止建设其他永久性设施。

工矿通信用海区突出节约集约利用，控制用海规模，优先支持重大项目建设，提升资源利用效率和效益。遵循深水远岸原则，依法依规规划布局海上风电，支持海上浮式风电布局和风电运维母港建设，合理设置海上光伏项目的离岸距离与密度，鼓励“风光渔”等立体化利用模式。严格控制海砂开采。科学布设海底通信、电力、输油输气等专用管廊，划定专用管廊保护区，保护区内禁锚、禁渔、禁止水下作业、禁止倾倒垃圾废料。

游憩用海区有序利用海岸线、海岛、湿地等重要旅游资源，规划发展集观光、度假、休闲、娱乐、运动、康养为一体的旅游集聚区。鼓励旅游与保护地、海洋牧场、海上风电等融合发展。严格落实生态环境保护措施，禁止非公益性设施占用公共旅游资源，限制低水平重复建设旅游项目，减少旅游活动对海洋生态环境的影响。开展海岸带整治修复，形成新的休闲娱乐区，保障公众亲海需求。

特殊用海区优先保障军事用海，合理布设排污、倾废、科研等其他特殊用海。根据沿海入海排污口、临港开发区、沿海开发区、主要港区附近海域排污量及影响范围，划定排污区。根据港口发展、维护和河口治理需要，合理布局海洋倾废区，适当增加远海布设。统筹考虑水下考古、科研等需要，划定其他特殊用海区。加强特殊用海区监测与管理，最大程度减小对环境的影响及对邻近海洋功能区的干扰。

海洋预留区综合考虑经济社会发展需求、资源开发利用技术水平等，将开发功能尚不清晰、不适宜或难以开发的区域作为规划留白，服务于重大战略项目建设。项目建设确需改变海域自然属性的，应加强科学论证，按程序报批，调整用海功能区类型。

根据《江苏省国土空间规划（2021—2035 年）》，本项目位于规划中的海

洋发展空间，符合规划要求。

图 6.1-1 江苏省国土空间规划（2021—2035 年）

6.1.2.2 《连云港市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

江苏省于 2023 年 8 月 25 号正式批复《连云港市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，该规划将连云港市海洋空间规划为海洋生态保护红线区、海洋生态控制区和海洋发展区，分别制定管制要求。其中海洋发展区包括渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区。

本项目位于田湾核电站特殊用海区内，《连云港市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中规划明确提出：特殊用海区以污水达标排放、倾倒，军事等特殊利用为主要功能导向的海域。优先保障军事用海，合理布局倾倒区及其他特殊用海区。根据沿海工业发展需要，在科学论证的基础上，可安排达标尾水深海排放区。沿海各主要港区附近海域，根据港口发展和维护需要，可在港口周边海域设置疏浚泥倾倒区，倾倒区位置和规模按照相关管理要求选划确定。加强特殊用海区监测与管理，最大程度减小对环境的影响及对邻近海洋功能区的干扰。

本项目建设符合《连云港市国土空间总体规划（2021-2035 年）》规划分区中特殊用海区要求。

6.1.3 所在本项目与“三区三线”和“海洋两空间内容一红线”的关系

根据《江苏省国土空间规划（2021—2035 年）》和《连云港市国土空间总体规划（2021-2035 年）》规划分区内容，本项目位于田湾核电站特殊用海区内，位于“海洋两空间内容一红线”内的海洋开发利用空间，不涉及“三区三线”。与海洋生态空间内海洋生态保护红线的关系分析如下：

6.4.1.1 与江苏省海洋生态红线保护规划的符合性分析

（1）《江苏省海洋生态红线保护规划（2016—2020 年）》主要内容

2017 年 3 月 16 日，江苏省人民政府批复《江苏省海洋生态红线保护规划（2016—2020 年）》。规划根据江苏省海域自然地理特征和生态环境现状，将区域内重要海洋功能区、海洋生态脆弱区和敏感区纳入海洋生态红线区，主要包括海洋自然保护区、海洋特别保护区、重要河口生态系统、重要滨海湿地、特别保护海

岛、重要滨海旅游区、重要渔业海域、重要砂质岸线及邻近海域等 8 类。规划共划定海洋生态红线区面积 9676.07km²，占全省管辖海域面积的 27.83%。共划定大陆自然岸线 335.63km，占全省岸线的 37.58%。共划定海岛自然岸线 49.69km，占全省海岛岸线的 35.28%。

（2）海洋生态红线区的管控措施

根据海洋生态红线区的不同类型、所在区域开发现状与特征，并结合海洋水动力、海洋生态环境等特点，制定分区分类差别化的管控措施。禁止类红线区禁止任何形式的开发建设活动。限制类红线区施行区域限批制度，严格控制开发强度，禁止围填海，禁止采挖海砂，不得新增入海陆源工业直排口，严格控制河流入海污染物排放，海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%，控制养殖规模，鼓励生态化养殖，对已遭受破坏的海洋生态红线区，实施可行的整治修复措施，恢复原有生态功能，实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。

本项目周边分布的海洋生态红线区有海州湾国家级海洋公园和江苏省海州湾海洋牧场。海州湾国家级海洋公园属海洋特别保护区，江苏省海州湾海洋牧场为重要渔业水域。

江苏连云港海州湾国家级海洋公园是国家海洋局批准的中国首批国家级海洋公园之一（批准文号：国海环字[2011]298号），总面积514.55km²。将其重点保护区划定为禁止类红线区，划定海域面积5.56km²；将江苏连云港海州湾国家级海洋公园的生态与资源修复区、适度利用区及预留区划定为限制类红线区，划定海域面积508.99km²。

海洋保护区的管控措施为：

划入禁止类红线区的海洋特别保护区部分，其管控措施主要是：重点保护区内，禁止实施各种与保护无关的工程建设活动。在预留区内，严格控制人为干扰，禁止实施改变区内自然生态条件的生产活动和任何形式的工程建设活动。具体执行《海洋特别保护区管理办法》的相关制度。

划入限制类红线区的海洋特别保护区部分，其管控措施主要是：按照《海洋特别保护区管理办法》进行管理，适度利用区内，在确保海洋生态系统安全的前提下，允许适度利用海洋资源，鼓励实施与保护区保护目标相一致的生态型资源利用活动，发展生态旅游、生态养殖等海洋生态产业；生态与资源恢复区内，可

以采取适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。

重要渔业海域均为限制类红线区，江苏省海州湾海洋牧场划定海域面积106.49km²。其管控措施主要是：维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动。禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。开放式养殖用海应注意控制养殖密度和养殖方式，减少养殖污染，推广生态养殖。开展增殖放流活动，保护和恢复水产资源。

（3）与规划的符合性分析

本项目用海在核电厂已征用海范围内，不占用自然岸线，不占用海洋生态红线区。本项目工程与海州湾国家级海洋公园的最近距离约7.7km，与江苏省海州湾海洋牧场最近距离约19.4km。

图 6.1-2 江苏省海洋生态红线保护规划（连云港市海域）

本项目工程施工期间疏浚作业时产生悬浮物影响范围仅限于工程区域附近，而且随着工程的完成其影响也将消失。施工作业将采取以下相关措施减少施工对周边海域环境影响。在疏浚作业进行中，控制挖泥船的溢流时间，或设防溢流控制装置，以减少悬浮泥沙入海量；控制挖泥船挖泥时吸泥管头部产生的悬浮泥沙不扩散，防止污染码头水域以外的海域。采用先进的施工方法，降低海水悬浮物的影响范围。在施工前应尽可能考虑水生生物生长季节特性，尽量避开海洋鱼类产卵、洄游或经济水产类的捕捞期。

综上所述，本项目不占用海洋生态红线区，不会对周边海洋生态红线区产生不利影响，符合《江苏省海洋生态红线保护规划》的有关要求。

6.4.1.2 与江苏省国家级生态红线区域保护规划的符合性分析

2018年6月9日，江苏省人民政府发布《江苏省国家级生态红线区域保护规划》。规划范围涵盖全省陆地和海域空间。全省国家级生态保护红线区域总面积为18150.34 km²，占全省陆海统筹国土总面积的13.14%。其中陆域生态保护红线区域面积8474.27km²，占全省陆域国土面积的8.21%；海洋生态保护红线区域面积9676.07km²，占全省管辖海域面积的27.83%。江苏省海域生态保护红线包括自然保护区、海洋特别保护区、重要河口生态系统、重要滨海湿地、重要渔业海域、

特别保护海岛、重要滨海旅游区、重要砂质岸线及邻近海域等8种类型。海洋生态保护红线分为禁止和限制类两类区域，其中：禁止类红线区面积680.72km²，占海洋生态保护红线总面积的7.0%；限制类红线区面积8995.35km²，占海洋生态保护红线总面积的93.0%。

在此规划中海域生态保护红线划分类型和空间范围与《江苏省海洋生态红线保护规划》完全一致。

综上所述，本项目不占用海洋生态红线区，不会对周边海洋生态红线区产生不利影响，符合《江苏省国家级生态红线区域保护规划》的有关要求。

图 6.1-2 项目用海毗邻海域主要海洋功能区分布情况

6.2 项目用海对周边海域分区的影响分析

根据《连云港市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，工程所在区域为田湾核电站特殊用海区内，周边相邻的海洋功能区有：田湾核电站工况通信用海区、徐圩新区游憩用海区、连云及徐圩交通运输用海区等。本项目与相邻各海洋功能区距离较远，最近的田湾核电站工况通信用海区直线距离 1.6km，均不会对其他相邻海洋功能区产生影响。相邻海洋功能区管控要求如下：

田湾核电站工况通信用海区管控要求：工矿通信用海区突出“节约集约用海”原则，合理控制用海规模，支持重大项目建设，严格控制新增围填海。重点安排国家产业政策鼓励类产业用海，支持海洋可再生能源开发利用，鼓励海上风电、光伏等产业与其他产业兼容用海，促进海上风电与其他产业协调发展。科学布设海底通信、电力、输油输气等专用管廊。

徐圩新区游憩用海区管控要求：重点保障现有城市生活用海和旅游休闲娱乐用海需求，严格保护、合理开发和有序利用天然沙滩资源，保护重要自然景观和人文景观的完整性和原生性；合理控制旅游开发强度和游客容量。鼓励旅游与保护地、海洋牧场、海上风电等融合发展。严格落实生态环境保护措施，保护海岸自然景观，避免旅游活动对海洋生态环境造成影响。开展海岸带整治修复，形成新的休闲娱乐区，保障公众亲海需求。

连云及徐圩交通运输用海区管控要求：保障港口用海，堆场、码头等港口基础设施及临港配套设施建设，应集约高效利用海域空间资源。统筹陆海基础设施

建设，提高现有港口综合效益。禁止在港区、锚地、航道保护范围、通航密集区以及公布的航路内进行与港口作业和航运无关、有碍航行安全的活动。

本项目在施工期间，疏浚形成的悬浮泥沙会对田湾核电站特殊利用区产生一定影响，但是根据数模计算结果，影响范围较小，影响范围在田湾核电站特殊利用区内，且随着施工期的结束而消失。周边的田湾核电站工况通信用海区、徐圩新区游憩用海区、连云及徐圩交通运输用海区因为距离较远，在本项目建设引起的水动力冲淤、悬浮泥沙扩散、新增温排水扩散等影响范围之外，所以本项目用海不会对其产生影响。符合周边海洋功能区海域使用管理和海洋环境保护要求。

6.3 项目用海与国土空间总体规划分区的符合性分析

本项目位于《连云港市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中田湾核电站特殊用海区。特殊用海区以污水达标排放、倾倒，军事等特殊利用为主要功能导向的海域。

（1）田湾核电站特殊用海区管理要求的符合性分析

本工程所在区域为田湾核电站特殊用海区。其管控管理要求为“优先保障军事用海，合理布局倾倒区及其他特殊用海区。根据沿海工业发展需要，在科学论证的基础上，可安排达标尾水深海排放区。沿海各主要港区附近海域，根据港口发展和维护需要，可在港口周边海域设置疏浚泥倾倒区，倾倒区位置和规模按照相关管理要求选划确定。”

综上，项目用海符合田湾核电站特殊利用区的海域使用管理要求。

（2）田湾核电站特殊用海区海洋环境保护要求的符合性分析

田湾核电站特殊利用区的海洋环保管理要求为：“加强特殊用海区监测与管理，最大程度减小对环境的影响及对邻近海洋功能区的干扰。”项目为此制定了以下生态环境保护措施：

一是加强泥沙的散失控制和掉落防范，采用先进技术设备和施工工艺，对施工区海水中悬浮物进行实时监测，采取减少泥沙入海量的各种措施，最大限度减少海水中悬浮物增量，保证工程附近海域水质环境达到标准要求。

二是采用先进的施工方法，降低海水悬浮物的影响范围。在施工前应尽可能考虑水生生物生长季节特性，尽量避开海洋鱼类产卵、洄游或经济水产类的捕捞

期。同时，对整个施工期进行合理规划。

三是在进行水下施工时应严格按照规范进行施工设计和施工作业，最大限度控制水下作业对底泥的搅动范围和强度。

四是开展施工期环境监理。重点强化施工人员、施工区域、施工方式、施工时间的管理以及生态保护和恢复工程建设的监督。当发生不利环境影响时，监理单位应报告环境保护部门，并通知建设方和施工单位，停止工程建设，落实相应环保对策措施，在消除和减缓生态环境影响后方可恢复施工。

五是针对可能引起生态变化的生活污水和含油污水等，必须加强环境保护设施的管理，使设备经常处于良好的运行状态，这对于控制生态变化将起到很好的作用。

综上，项目建设能够满足海洋功能区中环境保护管理要求。

因此，本工程用海类型和用海方式符合田湾核电站特殊用海区管理要求，项目用海符合《连云港市国土空间总体规划（2021-2035年）》。

6.4 项目用海对相关规划的符合性分析

6.4.1 与海洋相关规划符合性分析

与《江苏省“十四五”海洋经济发展规划》的符合性分析

《江苏省“十四五”海洋经济发展规划》提出优化海洋空间布局。全域协同、陆海统筹、江海联动格局基本形成，沿海海洋经济带快速隆起，沿江、沿太湖重化产能向沿海绿色化转移取得重大进展，沿海、沿江、腹地海洋经济发展联动性稳步增强，全省海洋经济空间布局更加合理。在“防控海洋生态环境风险”中提出建立重大突发事件风险评估体系，以临海工业区、临海化工园区等为重点，科学划定海洋灾害防御区，对石油炼化、油气储运、危化品储运、核电站等重点区域，全面排查整治海洋环境事故风险源。

本项目工程建设充分考虑了核电物资的运输、船舶靠泊及装卸作业全过程的安全性，对于降低重大突发事件的风险发挥重要作用，是落实规划要求的具体措施。

综上，项目用海与《江苏省海洋经济发展“十四五”规划》相符。

6.4.2 与社会经济发展规划符合性分析

6.4.2.1 与《江苏省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标

纲要》的符合性

《江苏省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》提出：锚定二〇三五年远景目标，综合考虑未来发展趋势和条件，“十四五”时期江苏经济社会发展高效能治理实现新提升。社会主义民主法治更加健全，公平正义进一步彰显，政府行政效率和公信力显著提升，社会治理特别是基层治理水平明显提高，防范化解重大风险体制机制不断健全，突发公共事件应急能力全面增强，防灾抗灾救灾能力明显提升，发展安全保障更加有力，制度优势更好转化为治理效能。加快能源绿色转型，全面提高非化石能源占一次能源消费比重。安全利用核能，加快田湾核电 7、8 号机组项目建设。

田湾核电 7、8 号机组已相继开工建设，待投入商业运行后，需集中贮存的核电物资数量必定逐年递增。本项目工程建设对于降低风险，实现核电物资的安全外运，保障田湾核电厂正常运行具有重要意义，符合《江苏省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的要求。

6.4.2.2 与《连云港市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性

《连云港市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》在“做大做强新能源产业”章节提出，推进新能源综合利用，稳步发展核能产业。安全利用核能，加快推进田湾核电续建。

本项目引桥、码头等工程建设是满足核电物资外运需求、推进田湾核电续建、保障核能产业稳步发展的重要环节，符合《连云港市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的相关要求。

6.4.2.3 与《江苏省沿海地区发展规划（2021-2025 年）》的符合性

《江苏省沿海地区发展规划（2021-2025 年）》在“建设重要绿色能源基地”章节提出强化能源安全高效绿色供给。加强沿海电源点及电力、油气输送通道规划布局，统筹建设海上风电、沿海 LNG 接收、煤炭中转储运、核电基地。在“绿色能源基地建设重点”专栏中提出在确保绝对安全的前提下，有序推进田湾核电续建项目建设。

本项目的工程建设就是为确保核电物资外运绝对安全，最大可能地降低风险，减少对厂址周边区域的影响，为推动田湾核电续建和核电基地发展保驾护航。

综上，本项目建设完全符合《江苏省沿海地区发展规划（2021-2025 年）》

的相关要求。

6.4.3 与相关产业规划符合性分析

6.4.3.1 与《“十四五”现代能源体系规划》的符合性

2022 年 1 月，国家发展改革委和国家能源局联合发布《“十四五”现代能源体系规划》提出“维护能源基础设施安全”，要求全面加强核电安全管理，实行最严格的安全标准和最严格的监管，始终把“安全第一、质量第一”的方针贯穿于核电建设、运行、退役的各个环节，将全链条安全责任落实到人，持续提升在运在建机组安全水平，确保万无一失。“积极安全有序发展核电。”要求在确保安全的前提下，积极有序推动沿海核电项目建设，保持平稳建设节奏，合理布局新增沿海核电项目。在“区域能源发展重点及基础设施工程”专栏提出在长三角地区稳步推进田湾核电项目建设。

本项目建设就是通过核电物资安全外运，进而推动田湾核电的安全有序发展，完全符合《“十四五”现代能源体系规划》的要求。

6.4.3.2 与《连云港市“十四五”能源发展规划》的符合性

《连云港市“十四五”能源发展规划》在重大任务中提出“推动核电安全高效发展”。持续推进田湾核电站 7 号、8 号机组建设工作。严格遵循国家核电发展战略，强化政府对核电安全的监督工作，制定核预防和处理措施，建立核电专业化运行与技术服务体系，全面提高核电站的安全、稳定运行水平。

本项目建设完全符合《连云港市“十四五”能源发展规划》的要求。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 区位和社会条件适宜性分析

本项目所在的江苏省连云港市地处我国万里海疆中部，南连长三角，北接渤海湾，向西通过新亚欧大陆桥与我国中西部地区及中亚、西亚、欧洲相连，处于连接新亚欧大陆桥产业带、亚太经济圈、环渤海经济圈和长三角经济圈的“十”字结点位置，为陆上丝绸之路和海上丝绸之路交汇点，是新亚欧大陆桥东桥头堡、中国首批沿海对外开放城市、中国重点海港城市、中国优秀旅游城市 and 中西部最便捷出海口岸。

连云港是全国现代交通综合枢纽城市之一。在铁路方面，连云港是我国东西交通大动脉陇海铁路的东端起始点，还有青盐高铁（滨海高铁的一部分）、徐连高铁等铁路线贯穿，目前南京到连云港城际高铁也已开通；在公路方面，连云港是连霍高速公路的东部起始点，另外，还有长深、沈海等国家干线公路通过。在水陆交通方面，连云港是江苏省最大海港，我国 12 个主枢纽港和长三角港口群主体港区之一，拥有万吨级以上泊位 85 个，最大水深泊位 40 万 t，辟有集装箱航线 86 条，2022 年吞吐量超过 3 亿 t。

本项目距离连云港港约 5km，距连云港市新浦区中心约 28km（直线距离），距海州区中心约 33km，距连云区中心约 11km。核电厂区南侧云宿路可连接东疏港高速，宿徐路和海滨大道可连接至徐圩港区，厂区北门接连高速路。优越的地理位置和集疏运条件为田湾核电物资运输发展创造了良好的外部环境。

拟建项目码头水运条件好，有田湾核电专用航道，工程建设主要原料可通过水路、公路直接运到，水、陆路交通比较便利，具备水、电、路三通的条件。为本项目的施工建设提供了条件。

7.1.2 自然资源和海洋生态适宜性分析

（1）自然资源条件适宜性分析

连云港市沿海以淤泥质海岸为主，滩涂资源丰富，具有广阔的开发前景。根据项目所在海域的水深地形图可以看出，项目所在区域滩涂资源宽阔，水下地势平坦，坡度较小，水深-2.5~-1.4m，水深较浅，有利于施工工程的稳定。项目选

址位于已确权田湾核电航道和温排水海域，有利于提高海域空间资源利用效率。项目区域空间资源条件较好。

（2）岸滩、水动力冲淤条件适宜性分析

本项目附近海域底质类型基本为粉砂质粘土和粘土质粉砂，其平均中值粒径约为 0.006mm，平均粘土含量约为 45%，属典型淤泥质海岸沉积物特征；区域泥沙颗粒较细，泥沙主要运移方式为波浪掀沙、潮流输沙；受旗台作业区、徐圩港区的修建及核电取排水工程向外延伸遮蔽影响，本项目海域涨落潮流速不大、波浪动力较弱，总体呈现外海大、近岸小的分布特点。根据岸滩演变分析结果，项目所处海域冲淤相对平衡，局部地区略有冲刷。

上述岸滩、水动力冲淤条件有利于施工栈桥桩基的稳定性，项目实施对水动力冲淤影响较小。

（3）地质条件适宜性分析

项目所在海域新构造运动主要表现为间歇性的升降运动，无活动性断裂穿过，稳定性条件较好；浅部分布软土，拟建场地属抗震不利地段，场地稳定性较差，但项目的引桥和码头可以采取增加桩基长度等措施保证项目安全。

拟建工程 II 类场地地震动峰值加速度值为 0.10g，与其对应的基本烈度为 7 度，基本地震动加速度反应谱特征周期值为 0.45s，而自备码头地震设计烈度取 7 度，码头结构抗震设计按基本烈度 7 度设防。

综上，在项目实施时，采取必要措施后，项目所在海域工程地质条件可以满足施工栈桥建设要求。

（4）自然灾害

该区域及周边未发现海底滑坡、浅层气等地质灾害的记录；相较于长江以南海域，本项目所在海域掩护条件好，波浪很小，受温带气旋及其引起的风暴潮影响较小。相较于渤海及黄海北部海域，项目所在海域处于常年不冻状态，不会受到海冰危害。自然灾害引发的工程安全风险概率极低。

从以上空间资源条件、水文、地质等方面的综合分析，该地区自然资源和生态环境条件优越，适宜本项目建设。

7.1.3 项目用海与周边用海活动协调性分析

本项目位于田湾核电厂特殊利用区，是江苏省专门为田湾核电厂运营而划定的功能区域。在本功能区域内有田湾核电航道，田湾核电温排水，江苏省田湾核

电站扩建工程 3、4 号机组项目，田湾核电站 5、6 号机组，田湾核电站 7、8 号机组项目等，这些项目的海域使用权人都是江苏核电有限公司，这些用海活动均由江苏核电有限公司根据核电运营需要统筹规划，为田湾核电厂的运营提供支撑。

本项目用海与田湾核电航道、田湾核电温排水用海部分区域重叠，由于本项目用海与航道用海和温排水用海具有较好的兼容性，且本项目是为拟建设的引桥和码头工程施工而建设的栈桥，而拟建设的引桥和码头与航道和温排水用海同属于一个海域使用权人。为坚持一物一权的原则，本项目与航道用海和温排水用海采用立体分层涉权。

本项目用海与连云港海滨大道跨海大桥有重叠，拟通过立体分层设权解决。江苏核电有限公司已经与连云港海滨大道跨海大桥负责管理部门协调完毕，并出具了协调证明文件（见附件），在协调证明文件里，连云港市交通运输局提出了建设期的注意事项。

根据第 4 章的预测分析，在田湾海域整体淤积的大背景下，工程引起的泥沙落淤主要发生在南北两片光伏桩基内，南北两侧光伏场区中间通道内的地形变化基本在 0.10m 以内，不会发生大幅度冲刷，对光伏用海的影响可控。本项目周边的高公岛航道、核电站取排水口、烧香河口等位置的淤积厚度普遍在 0.20m 以内，大桥沿线的冲淤变化在 0.05~0.25m 左右，影响较小，且在项目运营期间这些影响基本消失。

综上，受项目用海影响的海域大部分与拟建设的引桥和码头同属一个海域使用权人，而本项目是为拟建设的引桥和码头而申请的施工栈道用海，影响可控，相关利益者存在可协调途径。项目用海与周边其他用海活动相协调。

7.1.4 项目用海与海洋产业协调发展分析

本项目申请用海的目的是为拟建设的核电站自备码头而建设的施工栈道，拟建设的引起和码头建成后，核电物资的运出可避免大规模、长距离的公路运输，从而尽可能的减少对人民群众正常生活及社会经济活动的影响。

总之，本工程外部条件优越，施工条件和基础设施良好，各方面施工条件均已具备，区位条件可以满足项目建设及运营需要。

7.2 用海平面布置合理性分析

7.2.1 项目用海平面布置是否体现集约节约用海分析

在区域平面布置上，本项目位于田湾核电特殊利用区，且在已确权的田湾核电航道用海范围和田湾核电温排水用海范围内，只是应用了航道用海和温排水用海的水面以上空间，没有新增用海，从而最大限度减少了新增海域使用面积，体现了集约节约用海原则。

本项目采用沿线路施工钢栈桥作为施工作业进出通道。同时为满足桩基及墩台施工，采用搭设钢平台方式提供施工作业场地。钢栈桥全长 914m，桥宽 8m，沿码头方向直线型布置；桥头设置重力式桥台，桥台整体尺寸为 8m×2m×2.842m。这样布置紧凑有序，既能满足施工需求，又尽可能减少用海面积，体现了集约节约用海原则。

另外，本项目与滨海大桥存在立体分层用海，利用跨海大桥的兼容性高或互补性强的特点，充分利用海域空间资源，提高资源利用效率，也正是践行节约集约用海理念。

7.2.2 平面布置是否有利于生态保护、已避让生态敏感目标分析

施工栈桥平面布置：钢栈桥全长 914m，桥宽 8m，沿码头方向直线型布置；桥头设置重力式桥台，桥台整体尺寸为 8m×2m×2.842m。主栈桥施工完成后，施工三个支栈桥。支栈桥宽 8m，支栈桥 1 长度 12m，支栈桥 2 长度 24m，支栈桥 3 长度 48m。

通过施工栈桥的平面布置可以看出，本项目平面布置整体布局较优，布置紧凑，最大限度地减小占用海域面积，从而尽可能减少对用海区域生态环境的破坏，有利于该用海区域的生态保护。

根据第五章的预测分析，本项目施工引起的悬浮泥沙浓度大于 10mg/l 的包络线范围并未影响到距离本项目最近的养殖区，也并未影响到羊山岛自然遗迹和非生物资源保护区。满足已避让敏感目标的要求。

7.2.3 平面布置能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响分析

根据第 4 章的预测，本项目的工程建设对其他区域的水流影响很小，不会改变工程区大范围的泥沙冲淤特征，由此可以看出，项目的平面布置已经最大限度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。

7.2.4 平面布置能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响分析

根据对项目所在海域的开发利用现状调查,项目周边主要开发利用活动有温排水、光伏、渔港和海水养殖。项目施工期桩基施工造成短期局部悬浮物浓度增加,但距离海水养殖用海较远,且悬浮物的影响会随着施工期的结束而消失,不会对养殖用海产生影响。

本项目用海区与田湾核电站航道项目和田湾核电站温排水项目投影重叠,其中生态系统和生态功能已发生改变,与其他未开发海域相比较,项目选址于此对海洋生态影响较小。

本项目是为建设田湾核电自备码头工程项目而申请的用海,是为本项目服务的,而且随着自备码头项目的竣工,本项目也将拆除,对周边的用海活动也将消失。

因此,本项目布置最大限度地减少对周边其他用海活动的影响。

7.2.5 立体空间布置的合理性分析

本项目与田湾核电站航道用海、田湾核电站温排水用海、连云港海滨跨海大桥存在立体空间布置。

(1) 与田湾核电站航道用海立体空间布置

本项目与田湾核电站航道用海存在立体空间布置,尽管航道用海在用途上具有排他性,但是本项目与航道立体分层空间位于航道南侧,占用面积较小,不影响两宗海的主体功能,且严格按照工科要求规范开展施工,能够确保本项目工程安全。

(2) 与田湾核电站温排水用海立体空间布置

本项目与核电站温排水用海存在立体空间布置。本项目仅桥墩占用温排水用海水体部分,面积较小,不影响温排水扩散的主体功能,具有较好的兼容性。在施工和运营期间注重本项目温排水对桥墩的腐蚀,确保工程用海安全。立体空间布置合理。

(3) 与海滨大道跨海大桥工程用海立体空间布置

7.3 用海方式合理性分析

7.3.1 是否遵循尽最大可能不填海和少填海，尽可能采用透水、浮式、开放式的用海原则分析

本项目不涉及填海和非透水构筑物用海，而是采用了透水构筑物用海方式，遵循了尽最大可能不填海和少填海，尽可能采用透水、浮式、开放式的用海原则。用海方式合理。

7.3.2 用海方式能否最大程度的减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能的功能分析

本项目栈桥基础采用单排桩结构，在保障栈桥构筑物安全稳定性的同时，顺应了透水构筑物用海的生态用海方式，仅桥台改变了海域自然属性，而桥台之外的桥梁下面用海部分都仍保持原海域自然属性，从而最大程度上减少了对海域自然属性的影响，有利于维护海域基本功能。

7.3.3 用海方式能否最大程度的减少对区域海洋生态系统的影响分析

本项目的施工栈桥为构筑物，用海方式均是透水构筑物，施工栈桥采用单排桩结构，也是透水构筑物，仅占用海面以上一定空间，仅桥台占用水体和底土，面积较小，改变海域状态有限，且本项目与已取得海域使用权证的田湾核电航道用海和温排水用海在投影上存在重叠，由于前期航道的疏浚和温排水的影响，本区域海床的底栖生物的栖息环境已经发生改变，底栖生物量相对较少，再次建设人工构筑物对本海域的生态系统影响较小。本项目只是在作业过程中会产生悬沙扰动，影响所在海域水质环境和周边海域生物的生存环境，但该影响是暂时的，随着施工结束而消失。从而最大程度的减少对区域生态系统的影响。

7.3.4 用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响分析

本项目施工栈桥采用的透水构筑物用海对海洋水动力环境影响较小，从防海浪等方面分析，码头结构采取单排桩结构，形成透水式用海方式，在用海方式上属于透水构筑物用海方式。这种用海方式对水交换影响甚微，能够在最大程度地减少对海域水动力环境和冲淤环境的情况下，一定程度上起到抵抗波浪等不良灾害性情况，其用海方式安全，且符合生态用海方式。经第四章预测，项目施工期间所产生的悬浮泥沙扩散对项目附近海域的环境影响可接受。

综合以上分析，项目用海方式符合区域社会条件与自然条件，与海域资源有效利用相适应，不会对保护和保全该海域海洋生态系统方向构成不利危害，项目建设不会对其它周边用海活动产生排它性影响。本码头用海方式是合理的。

7.4.岸线利用的合理性分析

本项目利用田湾核电前池防波堤形成的人工岸线，长度约 71m，不形成新的大陆海岸线，不影响大陆自然岸线保有率，也不影响前池防波堤功能。另外，本项目仅临时占用人工岸线，随着是施工的完成，本项目将被拆除。综上，本项目岸线利用合理。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 项目用海面积合理性分析

本项目为拟建设的田湾核电站自备码头工程项目而搭建的临时栈桥，海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的港口用海（二级类），用海方式包括透水构筑物用海，本项目位于田湾核电站航道用海和田湾核电站温排水用海范围内，但仅占用两者用海的水面以上空间，根据温排水用海的用途，两者具有很强的兼容性，用海重叠不影响各自功能。

通过以上分析，拟申请立体分层设权的用海部分为引桥和码头用海部分，申请海域使用面积为 1.7648hm^2 ，其中北侧栈桥 0.5829hm^2 ，南侧栈桥 1.1819hm^2 。

报告根据本项目的建设需求、用海性质、项目规模、行业技术标准等，结合本项目用海的平面布置，从以下几方面分析本项目的用海面积合理性。

7.5.1.1 项目用海面积是否满足项目用海需求分析

根据中国核工业华兴建设有限公司编制的施工方案，对构筑物用海面积与本项目建设需求的适宜性进行分析。

根据《田湾核电站自备码头工程钢栈桥及平台施工方案》，本工程的设计，钢栈桥全长 914m，桥宽 8m，沿码头方向直线型布置；桥头设置重力式桥台，桥台整体尺寸为 $8\text{m} \times 2\text{m} \times 2.842\text{m}$ 。主栈桥施工完成后，施工三个支栈桥。支栈桥宽 8m，支栈桥 1 长度 12m，支栈桥 2 长度 24m，支栈桥 3 长度 48m。按此设计需要用海为 1.7648hm^2 ，满足用海需求。

7.5.1.2 项目用海面积是否符合相关行业的设计标准和规范分析

项目用海范围和用海面积计算严格按照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《海域使用面积测量规范》的要求进行界定和计算。因此，项目用海面积符合相关行业的设计标准和规范要求。

7.5.2 立体用海中各层用海垂直距离和用海面积的合理性分析

本项目与田湾核电站温排水用海之间进行立体分层设权。本项目的栈桥桥面主要占用海面以上一定空间，其中，栈桥底高到水体表面的垂直距离为 3.1~5.8m，而温排水仅占用水体部分，不会影响温排水的主体功能，垂直距离设置合理。在立体用海面积上，立体用海面积为引桥用海与温排水用海重叠用海部分，满足栈桥设计功能，且不影响温排水主体功能，用海面积合理。

本项目与田湾核电站航道用海部分的立体分层设权用海。无论本项目的栈桥底高和码头底高到水体表面的垂直距离是多少，都会影响航道用海的排他性，但本项目仅与航道南部边缘部分进行立体分层设权，与航道中心线有一定的距离，不会影响田湾核电站航道的主体功能。在立体用海面积上，立体用海面积为栈桥用海与航道用海的重叠用海部分，满足栈桥设计功能，且不影响航道用海主体功能，用海面积合理。

本项目与连云港市滨海大道跨海大桥的立体分层设权用海。根据《连云港市滨海大道跨海大桥工程施工图设计》，引桥通过跨海大桥副孔位置的净空约 20m，而引桥设置顶高高度 7.2~7.8m，装载有核电物资设施的最高高度 4.455m（桥面到设施的顶高），垂直距离满足跨海大桥规定的安全要求，垂直距离设置合理。本项目与连云港滨海自大道跨海大桥的重叠面积约 0.0324hm²，满足栈桥设计功能，且不影响跨海大桥功能和安全，用海面积合理。

图 7.2.5-1 栈桥下穿跨海大桥结构示意图

7.5.3 宗海图绘制

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《海域使用面积测量规范》（HY070-2022），完成了本工程海域使用测量及宗海图绘制工作。

7.5.3.1 界址点确定的依据及方法

本项目宗海界址点的选定依据和界定方法参照以下材料：

（1）《田湾核电站自备码头工程钢栈桥及平台施工方案》，中国核工业华兴建设有限公司；

- (2) 《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)；
- (3) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018)；
- (4)《自然资源部办公厅关于印发<海域立体分层设权宗海范围界定指南(试行)>的通知》(2023 年 11 月 17 日)。

界址点确定的情况具体见表 7.5.3.1-1。

表 7.5.3.1-1 界址点确定的依据及方法

用海单元	界址点编号	确定依据	界定方法
南侧施工栈桥	1-2-...-5-6-15-16-1	《田湾核电站自备码头工程钢栈桥及平台施工方案》的平面布置图	根据《海籍调查规范》中“5.3.2.2 透水构筑物用海”的界址界定原则，透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界；以及《海籍调查规范》中“5.4.3.4 路桥用海”中“路桥用海，按以下方法界定：采用桩基或飘台方式搭建的平台式顺岸道路或人行便道等用海，以构筑物的外缘线为界”。
北侧施工栈桥	17-18-...-25-26-27-17		

结合《田湾核电站自备码头工程钢栈桥及平台施工方案》中各用海单元的平面布置，对本项目施工栈桥的设计以及以上界址界定方法及原则，确定本宗海界址点共 27 个。

7.5.3.2 宗海图的绘制方法

(1) 宗海界址图的绘制方法

利用设计单位提供的设计图纸，以及从测绘主管部门获得的数字化地形图、最新修测的大陆海岸线作为宗海界址图的基础数据，在 ArcGIS10.5 的界面下，形成有地形图、项目用海布置图等为底图，以用海界线形成不同颜色区分的用海区域。

(2) 宗海位置图的绘制方法

宗海位置图采用最新高精度卫星遥感影像图，结合最新修测的大陆海岸线和等深线，采用 CGCS2000 坐标系，将上述图件作为宗海位置图的基础地理底图，将用海位置叠加之上述图件中，并按照《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》的要求，填写投影、坐标系、高程基准、测量单位、测量人、测量时间、绘图人、项目位置等内容，形成本项目的宗海位置图。

根据《海籍调查规范》，本次宗海面积计算采用坐标解析法进行面积计算，即利用已有的各点平面坐标计算面积。借助于 ArcGIS10.5 软件计算功能直接求得用海面积。

7.5.3 用海面积量算

7.5.3.1 宗海界址计算

（1）宗海界址点坐标的计算方法

根据数字化宗海界址图上所载的界址点平面坐标，利用相关测量专业的坐标换算软件，将各界址点的大地坐标换算成以高斯投影的平面坐标，中央子午线 E119° 30' E，CGCS2000 坐标系。

7.5.3.2 宗海面积的计算

（1）计算方法

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定，依据《海籍调查规范》对工程用海位置和用海面积进行了测量和计算。用海面积以中交第四航务工程勘察设计院有限公司提供的相关图件为基础材料进行测算。

本项目面积测算坐标系采用 CGCS2000 坐标系，高斯-克吕格投影方式，高程基准采用 1985 国家高程基准，中央子午线选取为 119°30'。绘图软件采用 Arcgis10.5，面积量算直接采用该软件面积计算功能，其原理也是采用坐标解析法。即对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 x_i 、 y_i (i 为界址点序号)，计算各宗海的面积 S (m^2) 统一转化为公顷。

计算方法为坐标解析法，计算公式为：

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

式中：

S —宗海面积 (m^2)

x_i, y_i —第 i 个界址点坐标 (m)

据此计算得本项目海使用面积为 $1.7648hm^2$ 。

项目用海面积的量算符合《海域使用面积测量规范》。

（2）宗海面积的计算

本次宗海面积计算借助于 ArcGIS10.5 软件计算功能直接求得用海面积，计算的总用海面积为 $1.7648hm^2$ 。由于港池用海和温排水用海具有完全兼容性，与

航道用海间虽然就有排他性，但不影响航道用海主体功能。项目申请用海宗海位置图、宗海界址图、立体空间范围示意图和平面布置图见图 7.5.3-1—图 7.5.3-4。

7.5.3.3 立体用海分层用海宗海图和典型界址点

分层用海宗海图见图 7.5.3-2。本项目与跨海大桥的立体分层设权典型界址点为跨海大桥和栈桥的投影重叠部分的拐点坐标（见表 7.5.3.3-1）。由于本项目投影与航道用海和温排水用海的投影完全重叠，因此本项目的拐点坐标也就是本项目与航道用海和温排水用海立体分层设权的界址点。

表 7.5.3.3-1 典型界址点坐标表

界址点号	X 坐标	Y 坐标

7.6 项目用海期限合理性分析

本项目用海方式为透水构筑物，工程是为拟建设的引桥和码头而设计建设，竣工后本项目的施工栈道将被拆除，施工周期为 2 年，本项目申请用海期限为 2 年。

综上所述。本项目从选址、用海方式、平面布置、用海面积、用海期限上看，本项目用海是合理的。

图 7.5.3-1 宗海位置图

图 7.5.3-2 宗海界址图

表 7.5.3-3 宗海界址点

图 7.5.3-3 立体空间范围示意图

图 7.5.3-4 平面布置图

8 生态用海对策措施

8.1 概述

8.2 生态用海对策

根据《中华人民共和国湿地保护法》（2021 年），建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见。项目区位于江苏省连云港市连云区，均属于一般湿地。但本工程位于田湾核电站航道项目的专用航道内，不涉及新增占用湿地。

本项目在项目实施过程中加强泥沙的散失控制和掉落防范，采用先进技术和施工工艺，严格按照操作规程，科学安排作业程序，对施工区海水中悬浮物进行实时监测，采取减少泥沙入海量的各种措施，最大限度减少海水中悬浮物增量，保证工程附近海域水质环境达到标准要求。

采用先进的施工方法，降低海水悬浮物的影响范围。在施工前应尽可能考虑水生生物生长季节特性，尽量避开海洋鱼类产卵、洄游或经济水产类的捕捞期。同时，对整个施工期进行合理规划。

在进行水下施工时应严格按照规范进行施工设计和施工作业，最大限度控制水下作业对底泥的搅动范围和强度。

开展施工期环境监理。重点强化施工人员、施工区域、施工方式、施工时间的管理以及生态保护和恢复工程建设的监督。当发生不利环境影响时，监理单位应报告环境保护部门，并通知建设方和施工单位，停止工程建设，落实相应环保对策措施，在消除和减缓生态环境影响后方可恢复施工。

针对可能引起生态变化的生活污水和含油污水等，必须加强环境保护设施的管理，使设备经常处于良好的运行状态，这对于控制生态变化将起到很好的作用。

工程营运后，受人为、自然等因素的影响，船舶存在发生碰撞、触碰等海难事故而导致机舱油污水、燃料油泄漏；码头装卸过程中由于人为操作失误引起的溢油事故或火灾等。这些情况都会对事故发生的水域环境造成不同程度的影响。

因此本工程运营期间必须制定相应的规章制度，同时配备相应的应急设施、设备等，如应急型围油栏、吸油材料、消油剂、收油机以及配套辅助设备。

8.2.2 工程实施期污染保护对策

8.2.1.1 施工期污染防治对策措施

1、水污水处理与防治措施

施工期污水主要包括施工船舶舱底含油污水、施工船舶生活污水、陆域施工人员生活污水和施工机械清洗含油污水。施工期产生的生活污水、含油污水依托厂区原有污水处理设施进行处理，不外排；施工船舶产生的含油污水和生活污水经收集后委托有资质的单位进行接收处理。

2、大气污染防治措施

施工过程的大气污染物主要是扬尘和废气。水泥和其它易飞扬的细颗粒散体材料，应安排在临时仓库内存放或严密遮盖，运输时采取措施防止洒漏、飞扬，卸运尽量在仓库内进行；运输土石方和散料建材的车辆装备有车厢上盖，防止运输过程中的洒落、起尘；运输车辆应遵守国家 and 地方环保法规，控制车辆尾气排放。

3、噪声污染防治措施

施工前要合理安排施工作业时间，尽量避免高噪声施工机械夜间施工，减小施工噪声对周围环境的影响。做好陆域施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，禁止车辆鸣笛、减低交通噪声；选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆，加强机械、车辆的维修、保养工作，使其始终保持正常运行。

4.固体废物污染防治措施

施工期的建筑垃圾，如石子、混凝土块、砖头、石块、石屑、黄沙、石灰和废木料等，应尽可能加以回用，不能回用的工业垃圾要集中堆放，并安排环卫部门进行定期清运。施工人员的生活垃圾分类要实行袋装化，每天由清洁员清理，集中送至指定堆放点。应当按照国家有关规定和环境保护标准要求贮存、利用、处置危险废物，不得擅自倾倒、堆放。采取以上各项管理措施，实行文明施工，可以最大限度地减轻施工期的固废对环境的不利影响。

8.2.2 生态跟踪监测

本项目应结合项目对生态环境影响，制定环境监理、监测措施生态环境监测计划。

①为保证项目环境保护措施得以全面落实并达到预期效果，减轻工程施工建设对渔业资源和渔业生产的影响，应做好施工期的环境监理工作，并应委托专业的单位进行环境监理，全面监督和检查各施工单位环境保护措施的落实和效果，及时监督、处理和解决施工过程中出现的环境问题，对未落实环保措施且不予整改的施工单位应及时上报主管海洋执法部门。

②对工程附近水域开展生态环境、渔业资源以及鸟类资源的跟踪监测，及时了解工程施工对生态环境、渔业资源及鸟类的实际影响。工程施工前应将环境监测方案报主管部门备案。

③根据海域环境特征，在工程区附近设立长期的监测站点，对海域的各种水生生物资源（包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、渔业资源）和鸟类资源等进行定期监测。

8.3 生态保护修复措施

参考《田湾核电站自备码头工程海洋环境影响评价专题报告》中对海洋资源的影响评估内容，结合与连云港市海洋与渔业局签订的《田湾核电站海洋渔业资源保护补偿协议》，补偿范围为田湾核电站 1-8 号机组建设及全部运行期间对海洋渔业资源的影响。为此，本次海洋渔业补偿费已涵盖在协议范围之内，不需要单列进行补偿。

9 结论与建议

9.1.结论

9.1.1 项目用海基本情况

(1) 建设项目名称

田湾核电站自备码头工程施工期用海项目。

(2) 建设项目性质

本项目的栈桥用海部分申请立体分层设权。

(3) 项目所在位置

本项目位于“亚欧大陆桥头堡”之称的连云港市近岸海域，距离连云港港约5km，地理位置坐标为：东经 119° 28′ 30.941″，北纬 34° 41′ 29.648″。

(4) 项目建设规模和投资情况

(5) 项目用海情况

本项目用海类型属于交通运输用海中的道路用海，用海方式为构筑物用海中的透水构筑物用海。本项目申请的用海全部采用分层设权，面积1.7648hm²，且均为透水构筑物用海。另外，本项目用海占用人工岸线71m，申请用海期限2年。

9.1.2 项目用海必要性结论

9.1.3 资源生态影响分析结论

本项目位于田湾核电站航道用海和温排水用海范围内，没有新增占用海洋滩涂资源，也不占用岛礁、海湾和自然岸线，仅占用人工岸线 71m。本项目对本海域海洋生物资源影响较小，不影响论证范围内滨海旅游资源。

在田湾海域整体淤积的大背景下，工程引起的泥沙落淤主要发生在南北两片光伏桩基内，南北两侧光伏场区中间通道内的地形变化基本在0.10m以内，不会发生大幅度冲刷。

海域新增淤积主要分布在光伏场区所在海域附近，外海及邻近的旗台、徐圩港区基本无变化，本项目对光伏等项目影响较小，疏浚引起的悬浮泥沙浓度大于10mg/l 的包络线范围不影响到距离本项目最近的养殖区，也不影响到羊山岛自然遗迹和非生物资源保护区。

本工程施工和拆除将造成码头局部水域悬浮物浓度增加，对局部水质、沉积

物和生物量有一定的污染影响，但是这些影响随着施工结束也会逐渐消失。

9.1.4 海域开发利用协调分析结论

根据本项目论证范围和资源环境影响分析，受本项目影响的项目主要有田湾核电站航道、田湾核电站温排水、连云港海滨大道跨海大桥工程、连云港市高公岛一级渔港建设项目和中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目。本项目利益相关项目为连云港海滨大道跨海大桥工程、连云港市高公岛一级渔港建设项目和中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目，利益相关者为连云港市交通运输局、中核江苏新能源有限公司和连云港市高公岛实业总公司。

经过业主与利益相关者沟通协调，相关利益方均同意本项目建设的实施。业主已经收到连云港市连云区人民政府高公岛街道办事处《关于提请出具田湾核电站自备码头工程用海利益相关者意见的复函》、连云港市交通运输局《关于田湾核电站自备码头工程意见的复函》、中核江苏新能源有限公司《关于商请出具田湾核电站自备码头工程用海利益相关者意见的复函》，各复函均原则同意本项目实施并提出了有针对性的意见和建议。

本项目与其他周边利益相关者存在妥善协调的途径，工程用海单位应妥善处理好与利益相关者的关系。

9.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论

根据《江苏省国土空间规划（2021—2035 年）》，本项目位于规划中的海洋发展空间，符合规划要求；根据《连云港市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目位于田湾核电站特殊用海区内，满足该功能区的主导功能。项目位于“海洋两空间内容一红线”内的海洋开发利用空间，不占用海洋生态红线区，满足《江苏省海洋生态红线保护规划》；海洋环境现状符合《江苏省“十四五”海洋生态环境保护规划》和《连云港市“十四五”生态环境保护规划》；建设内容符合《江苏省海洋经济发展“十四五”规划》和《连云港市海洋经济发展“十四五”规划》。

综上，本项目海洋空间规划以及其他相关规划。

9.1.6 项目用海合理性分析结论

（1）选址合理性

从区位条件、资源环境及生态适宜性条件和周边用海活动的适宜性综合分析，本项目选址合理。

（2）平面布置的合理性

本项目总体平面布置在坚持科学规范原则的基础上，做到集约、节约使用海域空间资源。该项目用海面积满足工程用海需求和平面布局要求。该项目的用海平面布置是合理的。

（3）用海方式合理性分析结论

本工程施工条件已经具备，同时本工程的用海方式对所在海域以及周边海域的资源、生态环境等的影响是可以接受的。本项目用海方式合理。

（4）用海面积合理性

本项目界址点、界址线和用海范围严格按照《海籍调查规范》（HY/T124-2009）的要求界定；宗海图的绘制科学、合理，宗海面积量算符合《海域使用面积测量技术规范》的要求，面积计算方法得当。本项目与田湾核电站温排水和航道用海为立体分层设权用海，总面积为 1.7648hm^2 。综上，本项目在没有新增用海的情况下，项目用海面积可以满足本项目用海需求，项目用海面合理。

（5）用海期限合理性

本工程申请用海期限为 2 年，满足工程实际用海需求。

9.1.7 项目用海可行性结论

综上所述，该项目建设对未来解决田湾核电物资运输具有重要的意义，项目用海是必要的；项目建设与自然环境和社会环境相适宜，并具有明显的区位优势，符合国土空间规划和相关规范规划的要求；项目用海不涉及围填海用海、不占用自然岸线、不占用生态红线；项目选址、平面布置；用海方式、用海面积、用海期限合理；项目建设不利因素影响如在通过提高海洋生态环境保护意识、加强安全风险防范管理、落实环保措施前提下，可以降至最低。

因此，在建设单位切实落实本论证报告所提出的生态用海对策措施、风险防范对策措施、开发协调对策措施等前提下，从海域使用角度考虑，该项目用海申请立体分层设权可行。

9.2 建议

（1）建立海域使用监测制度，不定期开展海域使用监测

在本项目施工期间建立海域使用监测制度，对工程施工过程中进行2周为周期的不定期监测，防止超范围或施工不慎出现项目用海偏移等现象的发生，避免国家海域使用动态监视监测到疑似违法用海行为，为保证本项目工程建设的顺利实施提供保障。

（2）施工船只管理

本项目水上施工必须选择符合标准的专业施工船，严格按照《中华人民共和国水上水下施工作业通航安全管理规定》向当地海事部门申请办理《水上水下施工许可证》，并向社会发布航行安全通告。船舶污染物（包括船舶污水及船舶垃圾等）均执行《连云港市船舶污染物接收转运处置监管联单制度及联合监管制度》（连云港市人民政府办公室，2018年1月18日），由有资质的单位接收处置。抛泥船须到指定地点抛泥，禁止违规抛泥作业。

（3）风险防范管理

考虑到运营期风暴潮灾害，船舶溢油等风险，需要制定完善的突发环境环境事件应急预案，落实配备足够的风险应急设备和物资，加强港区“联防联控”，提高应急能力同时，定期开展应急演练及时发现存在的新的危害或缺点，从而对预案进行修订以保证预案的有效性。加强核废料运输装备的安全管理，严格执行对应的危险货物运输相关管理规定，避免产生事故风险。

针对本项目对跨海大桥和高公岛一级渔港建设项目的安全影响，严格按照2家利益相关方的复函中的意见执行，减小或避免本项目带来的风险影响。