三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目

环境影响报告书

（公示稿）

建设单位：三峡丰海盐城发电有限公司

编制单位：江苏中信安全环境科技有限公司

二〇二四年五月

目 录

1 概述 1
1.1 任务由来与评价目的 1
1.2 环境影响评价工作程序 2
1.3 环境影响评价重点 4
1.4 相关情况初步判断 5
1.5 项目的产业政策、相关规划符合性 6
1.6 关注的主要环境问题 42
1.7 环境影响报告书的主要结论 42
2 总论 43
2.1 报告书编制依据 43
2.2 评价标准 48
2.3 评价工作等级 54
2.4 评价范围 56
2.5 环境保护目标 58
3 工程概况 65
3.1 项目名称、性质、工程与投资规模及地理位置 65
3.2 建设方案 71
3.3 工程用海、用地状况 95
3.4 施工方案概述 97
4 工程分析 115
4.1 生产工艺与过程分析 115
4.2 项目各阶段环境影响因素分析 126
4.3 项目生态环境影响分析 145
5 区域环境概况 150
5.1 区域自然环境概况 150
5.2 海洋资源和海域开发利用概况 160
5.3 环境敏感区、环境敏感目标和主要保护对象的现状及分布 168
6 环境现状调查与评价 189
6.1 水文动力环境现状调查与评价 189
6.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价 192
6.3 海洋水质环境现状调查与评价 195
6.4 海洋沉积物环境现状监测与评价 214
6.5 海洋生态环境现状调查与评价 215
6.6 渔业资源现状调查与评价 230
6.7 鸟类及其生境现状调查与评价 243
6.8 声环境质量现状监测与评价 273
6.9 电磁环境质量现状调查与评价 277

6.10 大气环境质量现状调查与评价 278
7 环境影响预测与评价 280
7.1 水文动力环境影响预测与评价 280
7.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价 321
7.3 海洋水质环境影响预测与评价 333
7.4 海洋沉积物环境影响预测与评价 343
7.5 海洋生态影响预测与评价 345
7.6 水下噪声影响预测与评价 361
7.7 水上噪声影响预测与评价 374
7.8 电磁环境影响预测与评价 381
7.9 工程建设对鸟类的影响 387
7.10 海洋开发利用活动影响分析 402
7.11 对环境敏感区的影响分析.....403
7.12 其他环境影响分析 413
8 环境风险分析与评价 415
8.1 评价目的 415
8.2 风险调查 415
8.3 环境风险识别 418
8.4 溢油风险事故及影响分析 425
8.5 环境风险管理 456
8.6 环境风险评价结论 478
9 清洁生产与环境保护对策 479
9.1 清洁生产分析 479
9.2 水污染防治措施 483
9.3 大气环境保护措施 485
9.4 噪声污染防治措施 486
9.5 固体废物污染防治措施 487
9.6 电磁环境影响防治措施 488
9.7 海洋生态保护措施 489
9.8 鸟类保护措施 505
9.9 总量控制 507
9.10 环境保护措施一览表 507
10 环境经济损益分析 513
10.1 环保投资估算 513
10.2 社会效益 514
10.3 经济效益 514
10.4 环境效益 515
11 环境管理与监测计划.....517
11.1 环境管理.....517

11.2 环境监理.....520
11.3 环境监测计划.....521
11.4 污染物排放清单.....525
12 环境影响评价结论及建议.....527
12.1 工程分析结论.....527
12.2 环境现状调查与评价结论.....527
12.3 环境影响预测分析与评价结论.....529
12.4 环境风险分析与评价结论.....533
12.5 环境保护对策措施.....533
12.6 环境管理与监测计划.....535
12.7 公众参与.....535
12.8 综合评价结论与建议.....536

1 概述

1.1 任务由来与评价目的

1.1.1 任务由来

根据《国家能源局关于 2021 年风电、光伏发电开发建设有关事项的通知》中要求的保障性并网仍有空间的省（区、市），应按剩余保障性并网规模抓紧组织开展竞争性配置。2021 年 7 月，江苏省政府办公厅印发了《江苏省海上风电资源配置方案》，要求重点实施领海内海上风电项目，每年安排 200-300 万千瓦项目开展竞争性配置工作。随后江苏省发改委制定了《江苏省 2021 年度海上风电项目竞争性配置工作细则》，要求开展江苏省 2021 年度海上风电项目竞争性配置工作。江苏省 2021 年度海上风电项目竞争性配置共三个项目群，包括射阳 100 万千瓦海上风电项目、大丰 85 万千瓦海上风电项目、大丰 80 万千瓦海上风电项目，本项目即为其中之一。2022 年 1 月，江苏省发改委发布了《关于江苏省 2021 年度海上风电项目竞争性配置结果的通知》，大丰 80 万千瓦海上风电项目由中国长江三峡集团有限公司牵头的联合体中选。

2023 年 9 月，项目取得了江苏省自然资源厅的用海预审意见，同月取得了江苏省发改委的立项核准批复文件；2024 年 4 月，项目海缆路由方案取得了自然资源部东海局办公室的批复《关于同意三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目海底电缆路由调查勘测的批复》。

大丰 800MW 海上风电项目已纳入《江苏省海上风电场工程规划报告（2012-2020 年）（修编）》中规划的 1460 万 kW 的海上风电场，项目的开发建设符合江苏风电规划的相关要求。为加快规划落地，三峡丰海盐城发电有限公司拟在大丰区东部海域，建设 4 处风电场，工程总用海面积 829.3683hm^2，扣除另行开展环境影响评价的 500kV 集控中心用海 2.5899hm^2 后，本次申报项目用海面积 826.7784hm^2，风电场总涉海面积 112.30km^2，总规划容量 805.6MW，包括 98 台风机、3 座海上升压站（分别位于 H8-1#、H9#和 H17#风电场内）、海上氢储能平台和海上救援平台（位于 H9#风电场升压站东、西两侧）、以及依托海上救援平台建设的海洋牧场（网箱养殖）。35kV 场内集电海缆总长 169.56km、三回 220kV 送出海缆总长 190.33km、其中围堤内电缆沟中 220kV 电缆 1.83km：

①大丰 H8-1#风电场（204MW）位于毛竹沙最北端海域，安装 24 台 8.5MW 的风

电机组、35kV 海底电缆、海上升压站。场区中心点离岸约 80km，风电场形状呈三角形，东西底边长约 8.4km、南北高度约 7.0km，涉海面积 29.8km^2；

②大丰 H9#风电场（204MW）位于毛竹沙北端海域，安装 24 台 8.5MW 的风电机组、35kV 海底电缆、海上升压站、海上氢储能平台、海上救援平台及其下方的养殖网箱。场区中心点离岸约 75km，风电场形状呈平行四边形布置，东西长约为 13km、南北宽约为 2.0km，涉海海域面积 26.9km^2；

③大丰 H15#风电场（195.5MW）位于毛竹沙北端海域，安装 23 台 8.5MW 的风电机组、35kV 海底电缆。场区中心点离岸约 71km，风电场形状呈平行四边形布置，东西长约为 12.2km、南北宽约为 2.3km，涉海海域面积 27.7km^2；

④大丰 H17#风电场（202.1MW）位于泥螺珩、麻菜珩之间的海域，安装 13 台 8.5MW 的风电机组、13 台 6.0MW 的风电机组、1 台 13.6MW 的风电机组，35kV 海底电缆、海上升压站。场区中心点离岸约 47km，风电场形状呈不规则多边型布置，东西最长约 10.6km、南北最宽约 7.8km，涉海海域面积 27.9km^2。

1.1.2 评价目的

（1）对评价区域环境现状进行系统调查，了解工程海域的环境特点，包括环境质量现状、目前存在的主要环境问题、工程评价范围内的环境敏感目标等；

（2）通过工程分析确定本项目的主要环境影响因子及其污染源强，进而对可能产生的主要环境影响进行科学的分析和预测；

（3）针对工程可能带来的主要环境影响，提出切实可行的污染防治方案和生态保护措施，确保污染物达标排放，将工程建设引起的环境影响减小到最低程度；

（4）提出本项目环境管理的要求和建议，实现环境、经济和社会效益的高度统一以及社会经济可持续发展的目标，同时为建设单位实施环境保护措施和环境管理部门监督管理提供依据。

1.2 环境影响评价工作程序

依据《中华人民共和国海洋环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《海上风电工程环境影响评价技术规范》，三峡丰海盐城发电有限公司委托江苏中信安全环境科技有限公司开展本海洋工程环评工作。接受委托后，评价单位成立了项目组，在研究规范性和政策文件、实地踏勘、收集和整理资料、工程分析和环境影响分析、分析专题报告等工作，根据《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)、参照《海

上风电工程环境影响评价技术规范》、并根据专家评审意见修改完善的此基础上，编制完成了《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目环境影响报告书（报批稿）》（以下简称“本报告”）。

本报告评价范围包含大丰 H8-1#、H9#、H15#和 H17#共 4 个风电场，四座海上升压站，35kV 集电海缆 169.56km，以及 220kV 送出海缆 190.33km，其中围堤内电缆沟中 220kV 电缆 1.83km。项目的 500kV 集控中心位于 H8-2#风电场已建成的集控中心的西侧，500kV 集控中心的环评由江苏省生态环境厅审批，建设单位已委托环评单位另行编制输变电工程环境影响报告书，另行报批，不在本海洋工程环评报告范围内。本项目环境影响评价工作程序见图 1.2-1。

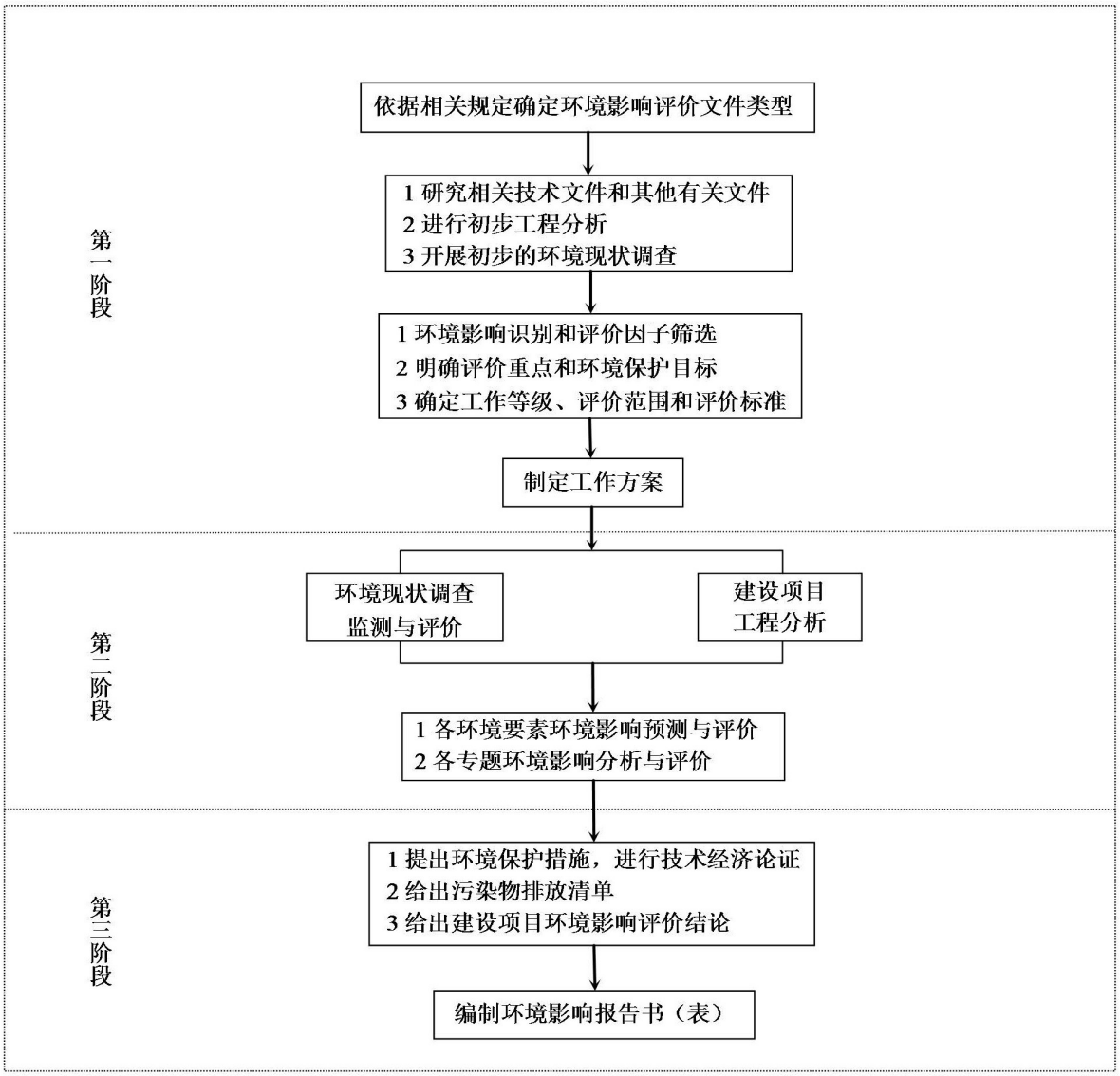

图 1.2-1　环境影响评价工作程序图

1.3 环境影响评价重点

结合本项目自身特点，按照《海上风电工程环境影响评价技术规范》和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）技术导则要求，确定评价重点如下。

（1）项目与国土空间规划、“三区三线”划定成果等规划的符合性；

（2）项目施工建设和运营对海水水质、海洋生态环境、渔业资源等环境保护要素的影响分析，风机运行对鸟类的迁徙、栖息地和生境，水下噪声和电磁环境对鱼类等海洋生物的影响，项目桩基对海洋水文和冲淤环境的影响；

（3）项目建设对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区以及其它海洋环境保护目标的影响；

（4）海上溢油风险事故对项目所在海域、周边海洋环境保护区的影响等；

（5）针对项目各项环境影响，提出有效的污染防治措施，提出有效的生态环境影响避让、减缓等保护措施。

表1.3-1　施工期及营运期环境影响评价因子一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	影响环境的行为	影响区域	影响程度	分析评价深度
施工期	海水水质	SS、COD、石油类、BOD_5、NH_3-N、TN、TP	施工产生的悬浮物、施工污废水等排放影响工程海域环境	风机及海底电缆沿线周边海域、海上升压站、海上平台周边海域	可逆、较小	详细评价
	海洋沉积物	重金属、石油类等	施工污水排放及废弃物丢弃		可逆、较小	一般评价
	海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、游泳动物	施工活动导致悬浮物浓度增加，破坏浮游动植物及底栖生物生境；打桩噪声对鱼类的影响		部分不可逆，较大	详细评价
	鸟类及其栖息生境	鸟类数量、多样性、鸟类栖息地	施工活动干扰鸟类栖息地、迁徙、及其觅食活动	施工区临近的栖息地	较小	详细评价
	环境空气	TSP、PM_{10}、NO_2、CO、SO_2	施工扬尘、施工船舶施工机械和车辆尾气排放	海上、滩涂、围堤内施工区	可逆，较小	一般评价
	声环境	声压级	打桩、船舶航行，施工机械和运输车辆运行噪声	海上、滩涂、围堤内施工区	可逆，较小	一般评价
	渔业生产	养殖面积、捕捞等	占用渔业水域，占用东沙养殖区水域	打桩、海底电缆敷设区域	可逆，较大	详细评价
	固体废物	建筑垃圾、船舶垃圾	建筑垃圾、施工人员生活垃圾	海上、围堤内工程施工区域	可逆，较小	一般评价
	环境风险	柴油	溢油事故	海上工程施工区域及周边海域	较大	详细评价

营运期	海洋水文动力	潮流、潮汐	风电场、海上升压站、海上平台的建成	风电场附近海域	不可逆，较小	详细评价
	海洋地形地貌与冲淤环境	冲淤程度	风机、升压站、平台基础占海改变工程海域的地形地貌和冲淤环境	风电场附近海域	不可逆，较小	详细评价
	海水水质	COD、SS、NH_3-N、TN、TP、pH、盐度、石油类	海上救援平台生活污水、海水淡化装置的浓盐水和反洗水、海洋牧场对水质的影响	H9#海上升压站，及其两侧的海上氢储能平台、海上救援平台附近海域	较小	一般评价
	海洋沉积物	重金属、石油类、硫化物、有机碳	桩基附近的腐蚀、船舶溢油、海水网箱养殖	桩基附近、海水网箱养殖下方区域	很小	一般评价
	海洋生态	底栖动物、潮间带生物量等	风机、海上升压站等桩基压占底栖生物生境	海上升压站、风机桩基周围	部分不可逆，较小	详细评价
	鸟类及其栖息生境	鸟类数量、多样性	风机旋转叶片对鸟类飞行有一定影响	鸟类迁徙、飞行路线	中等	详细评价
	声环境	水下噪声频带声压级、水下噪声声压谱[密度]级、空气噪声	风机运行产生噪声	风电场区域	较小	一般评价
	电磁环境	工频电场、工频磁场	海上升压站、海缆、过堤后电缆产生电磁场	海上升压站和海缆	较小	一般评价
	渔业生产	养殖面积、养殖生产、捕捞	占用海域影响海水养殖、捕捞	风机和升压站等永久占用海、海缆征用养殖用海	不可逆，一般	详细评价
	固体废物	生活垃圾、一般工业固废、危险废物	海上救援平台的生活垃圾，海上平台运行的一般工业固废和危险废物，风电场运维产生的危险废物	H9#海上升压站、海上救援平台、海上氢储能平台，风电场	可逆、较小	一般评价
	环境风险	油类	海上升压站油料泄漏、停靠船舶燃料油舱泄漏	海上升压站	较大	详细评价

1.4 相关情况初步判断

经初步分析判断，本项目符合产业政策、海上风电建设规划，符合国土空间规划和“三区三线”划定成果要求。判定表见表 1.4-1。

表 1.4-1　项目相关情况判定结果一览表

序号	类别	判定依据	判定结果
1	产业政策	《产业结构调整指导目录（2024 年本）》	符合
2		《“十四五”可再生能源发展规划》	符合
3		《盐城市“十四五”新能源产业发展规划》	符合
4	海上风电建设	《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》	符合

5		《海上风电开发建设管理办法》	符合
6		《江苏省海上风电场工程规划（2012-2020 年）》（修编）	符合
7	国土空间规划等	《江苏省国土空间规划（2021-2035 年）》	符合
8		《盐城市国土空间总体规划（2021-2035）》	符合
9		“三区三线”划定成果	符合
10	其他相关规划	《江苏省近岸海域环境功能区划》	正在办理区划调整手续
11		《江苏省生态空间管控区域规划》	符合
12		《盐城港总体规划（修订）》	符合

1.5 项目的产业政策、相关规划符合性

1.5.1 与产业政策的符合性

1.5.1.1 产业结构调整指导目录的符合性

本项目海上风电场工程，属于国家《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“第一类鼓励类”中的“五、新能源 海上风电场建设”，本项目海水淡化装置、氢储能装置和网箱养鱼经营活动，为利用风力发电开展的创新融合项目，其中海水淡化装置不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的鼓励类、限制类和淘汰类、为允许类，氢储能装置属于“第一类鼓励类”中的“四、电力 氢（氨）储能”，网箱养鱼经营活动属于“第一类鼓励类”中的“一、农林牧渔 海洋牧场”。

因此，本项目建设符合国家的产业政策要求。

1.5.1.2 与《“十四五”可再生能源发展规划》的符合性

《“十四五”可再生能源发展规划》（发改能源[2021]1445 号）中可再生能源发电目标为“2025 年，可再生能源年发电量达到 3.3 万亿千瓦时左右。“十四五”期间，可再生能源发电量增量在全社会用电量增量中的占比超过 50%，风电和太阳能发电量实现翻倍。”

规划提出“优化发展方式，大规模开发可再生能源：坚持生态优先、因地制宜、多元融合发展，在“三北”地区优化推动风电和光伏发电基地化规模化开发，在西南地区统筹推进水风光综合开发，在中东南部地区重点推动风电和光伏发电就地就近开发，在东部沿海地区积极推进海上风电集群化开发，稳步推动生物质能多元化开发，积极推动地热能规模化开发，稳妥推进海洋能示范化开发。”

“十四五”时期是为力争在 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和打好基础的关键时期，2022 年 3 月 17 日，国家能源局印发《2022 年能源工作指导意见》（国能发规划〔2022〕31 号），要求优化近海风电布局，开展深远海风电建设示范，稳妥

推动海上风电基地建设；2022 年 3 月 22 日，国家发展改革委、国家能源局印发《“十四五”现代能源体系规划》（发改能源〔2022〕210 号），要求全面推进风电和太阳能发电大规模开发和高质量发展；开展风电、光伏发电制氢示范；鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局；重点建设广东、福建、浙江、江苏、山东等海上风电基地。

本项目为海上风电项目，项目位于江苏东部海域，是可再生能源中长期发展规则提出的风电集中开发区域，符合国家及江苏省大力推进风电发展的政策，符合江苏风电规划的相关要求，工程建设对提高可再生能源在能源消费结构中比例起到积极的推动作用，符合可再生能源产业政策要求。

1.5.1.3 与《盐城市“十四五”新能源产业发展规划》的符合性

根据《盐城市“十四五”新能源产业发展规划》，到 2025 年规划发展目标为：新能源产业发展质态全面提升、龙头企业加快培育、产业链条自主可控、创新能力显著增强、服务体系健全完善；新能源开发规模不断提升，能源结构持续优化，新能源消纳水平显著提高，加快构建以新能源为主体的新型电力系统；高质量发展迈出新步伐、取得新成效，新能源产业迈向两个“2000”蓝海。

《规划》提出风电产业重点任务为：科学有序推进海上风电规模化开发，规划建设近海、远海千万千瓦级海上风电开发基地。推进研发设计、装备制造、风场开发、工程安装、运维服务等风电全产业链一体化发展，推动风电产业向高附加值环节攀升，实现关键技术自主化、市场拓展国际化、运维服务一体化。

《规划》提出推动风能资源有序开发。加快推进结转项目开工建设。根据江苏省海上风电项目竞争性配置工作方案，启动全市“十三五”结转的射阳南区 H3#、射阳南区 H4#、射阳南区 H5#、大丰 H1#、大丰 H2#、大丰 H8-1#、大丰 H9#、大丰 H10#、大丰 H15#、大丰 H16#、大丰 H17#共计 265 万千瓦海上风电项目竞争性配置工作，推动全产业链协同降本增效，打造海上风电平价上网的“盐城路径”。加快建设千万千瓦级近海海上风电开发基地。根据江苏省“十四五”海上风电规划，以规模化、集约化为开发原则，统筹开展近海海上风电场址布局优化与电力送出，规划一批单体百万千瓦级海上风电项目群。统筹衔接做好项目开发和储备工作，推动项目加快开工建设，实现海上风电产业接续发展。到 2025 年，基本建成千万千瓦级近海海上风电开发基地。

推进海上风电创新发展示范。结合盐城市千万千瓦级海上风电基地建设，探索布

局海上“能源岛”，选择自然岛礁或在适宜位置构建人工岛，集成升压变电设备、制氢等装置，同步综合输送电、氢、淡水等资源，实现海洋资源综合高效利用。推进海上风电与现代海洋牧场融合发展，推动海上风电开发企业、海洋养殖企业、养殖装备企业合作，联合开展智能化、现代化养殖网箱等装备设备的研发制造，开展鱼种养殖试验，重点在滨海、射阳等区域开展试点示范。

本项目位于盐城市大丰区东部海域，包括大丰 H8-1#、大丰 H9#、大丰 H15#、大丰 H17#共 4 个风电场，属于“十三五”结余项目和江苏省 2021 年度竞争性配置项目，符合建设“远海千万千瓦级海上风电开发基地”的产业布局，对提高全省绿色新能源装机容量比例，优化全省能源供应结构，具有积极的推动作用。本项目打造风能、海洋牧场（网箱养鱼）、海水淡化、海上氢储能等多种能源、资源集成的海上示范工程，符合规划重点任务要求。因此，项目用海符合《盐城市“十四五”新能源产业发展规划》。

因此，本项目建设与《盐城市“十四五”新能源产业发展规划》相符。

1.5.1.4 与《江苏省海上风电场工程规划（2012-2020 年）》（修编）的符合性

国家能源局于 2018 年 10 月 31 日批复《江苏省海上风电场工程规划（2012-2020 年）》（修编）。根据该规划，大丰纳入规划修编的海上风电场场址有 18 座，包括大丰 H1#~H17#（其中 H8#风电场包括 H8-1、H8-2 两座风场），其中已建成投运的风电场 10 座（H3#~H7#、H8#-2、H11#~H14#）。

本项目属于规划中盐城南部基地的大丰 H8-1#、大丰 H9#、大丰 H15#和大丰 H17#风电场，工程场址、布局与规划一致，总装机容量略有浮动（规划容量 800MW、实际 805.6MW，上浮 0.7%）。本项目建设是规划的实施落地，符合江苏省海上风电场规划要求。

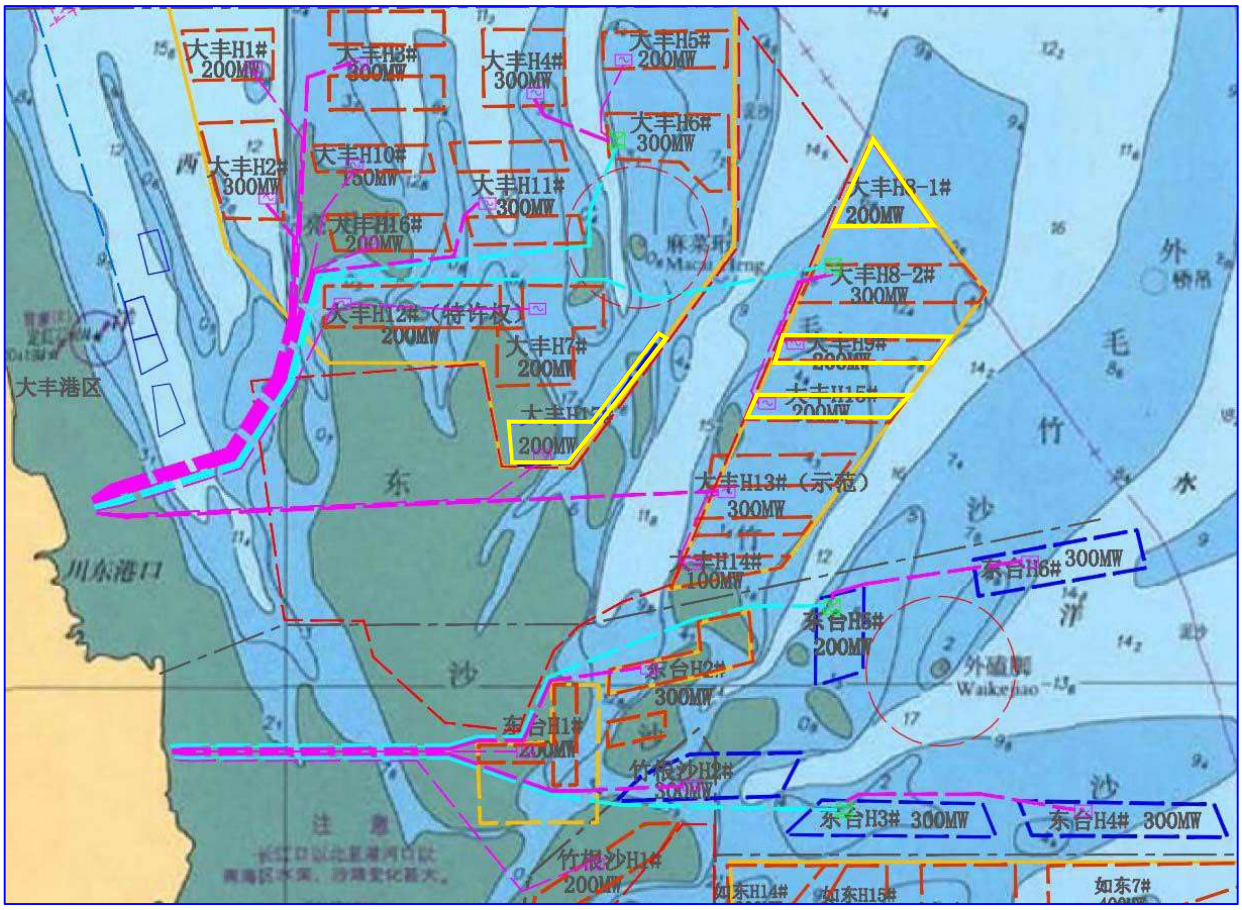

图 1.5-1　大丰海上风电规划布局图

1.5.2 与海上风电管理法规的符合性

（1）《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范〔2016〕6 号）

单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 平方公里左右，除因避让航道等情形以外，应当集中布置，不得随意分块；规划建设海上风电项目较多的地区，风电场应集中布局，统一规划海上送出工程输电电缆通道和登陆点，集约节约利用海域和海岸线资源。

本项目包括大丰 H8-1#、H9#、H15#、H17#四个场区，其装机容量分别为 20.4 万 20.4 万 kW、19.55 万 kW、和 19.55 万 kW，用海外缘边线包络海域面积分别为 29.8km^2、26.9km^2、27.7km^2 和 27.9km^2，相应每 10 万千瓦面积分别为 14.61km^2、13.19km^2、14.17km^2 和 13.99km^2，均满足“单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 平方公里左右”的要求。

另外，本项目风电场选址在规划场地内，是《江苏省“十四五”海上风电规划》（征求意见稿）中“十三五”规划的大丰 H8-1#、大丰 H9#、大丰 H15#和大丰 H17#风电结余项目，结转至“十四五”时期开发建设，符合区域风电集中布置、有序开发的管

理要求；海上创新融合项目的平台建设在 H9#海上升压站两侧、平台之间用廊桥相连通，既便于管理维护、又符合集中布置和集约用海的文件主旨思想；220kV 送出海缆在 H17#风电场北侧汇合，沿统一的路由送至过堤点、集中登陆，满足“规划建设海上风电项目较多的地区，风电场应集中布局，统一规划海上送出工程输电电缆通道和登陆点，集约节约利用海域和海岸线资源”的要求。

因此，项目符合《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》的管理要求。

（2）《海上风电开发建设管理办法》（国能新能〔2016〕394 号）

管理办法第七条：“海上风电场应当按照生态文明建设要求，统筹考虑开发强度和资源环境承载能力，原则上应在离岸距不少于 10 公里、滩涂宽度超过 10 公里时海域水深不得少于 10 米的海域布局。在各种海洋自然保护区、海洋特别保护区、自然历史遗迹保护区、重要渔业水域、河口、海湾、滨海湿地、鸟类迁徙通道、栖息地等重要、敏感和脆弱生态区域，以及划定的生态红线区内不得规划布局海上风电场”。

项目各风电场区离岸均较远，其中最近的 H17#风电场中心点离岸约 47km、场区边界离岸约 42km，满足管理办法中“离岸距离不少于 10 公里”的要求。

根据实测水深地形，H8-1#风电场区水深约 9m~21m、H9#风电场区水深约 7m~19m、H15#风电场区水深约 6m~17m、H17#风电场区水深约 3m~15m，由于本项目海域具有典型的辐射沙洲地形地貌特征海域，H8-1#、H9#和 H15#风电场两沙（毛竹沙和新竹沙）三槽（陈家坞槽、草米树洋西支和主槽）系统，H17#风电场属于三沙（泥螺珩、太平沙和麻菜珩）三槽（陈家坞槽、大北槽和小北槽）系统，两系统脊槽相间分布，地形起伏，导致部分水深无法超过 10m。“管理办法”是针对全国海上风电开发建设，提出原则性 10m 水深要求，本项目所处的辐射沙脊群特殊地形地貌极为特殊，“原则上滩涂宽度超过 10 公里时海域水深不得少于 10 米”的要求不适用于本区域的特殊情况，并且本项目的建设计划已取得了省发改委的立项核准、取得了省自然资源厅的用海预审意见，项目选址无异议、与管理办法不矛盾。

国家能源局于 2018 年 10 月 31 日以国能函新能〔2018〕132 号文对《江苏省海上风电场工程规划报告（2012-2020 年）（修编）》进行了批复。本项目已纳入国家能源局批复的海上风电项目，建设场址与《江苏省海上风电场工程规划报告（2012-2020 年）（修编）》中的规划场址一致，符合国家能源局对海上风电开发建设管理的要求。

1.5.3 与国土空间规划的符合性

根据《江苏省国土空间规划（2021-2035 年）》《盐城市国土空间总体规划

（2021-2035）》，本项目属于省国土空间规划中的“重大能源基础设施项目”中的“新能源项目”，项目的建设符合规划目标。

表 1.5-1 《江苏省国土空间规划（2021-2035 年）》“重大能源基础设施项目-新能源”节选

项目类型	项目名称
新能源	灌云海上风电项目（H4#、H5#、H6#）、响水海上风电项目（H3-1#、H3-2#）、滨海南区海上风电项目（H4-1#、H4-2#、H5#）、射阳北区海上风电项目（H1#、H2#）、射阳南区海上风电项目（H3#、H4#、H5#、H6#、H7#）、大丰海上风电项目（H1#、H2#、**H8-1#**、**H9**、H10#、**H15#**、H16#、**H17#**、H4-1#、H6-1#、H19#、H20#）、东台海上风电项目（H3-1#、H3-2#、H4#、H5#）、蒋家沙 H2-1#海上风电项目、如东海上风电项目（H11#、H16#、H17#、H18#、H9-1#）、启东 H4#海上风电项目、启东滩涂光伏发电项目（Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6、Q7、Q8、Q9、Q10、Q11、Q13、Q14、Q15、Q16、Q17）、启东 Q12 滩涂光伏发电项目（启东 200 万千瓦滩涂光伏项目）、如东滩涂光伏发电项目（R1、R2、R3、R4、R5、R6、R7、R8、R9、R10、R11、R12、R13、R16、R17、R18）、如东 R14 滩涂光伏发电项目（国华如东 1000MW 光氢储一体化大基地项目场址一）、如东 R15 滩涂光伏发电项目（国华如东 1000MW 光氢储一体化大基地项目场址二）、东台滩涂光伏发电项目（D1、D2、D3、D4）、大丰 DF1 滩涂光伏发电项目、射阳滩涂光伏发电项目（S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7）、滨海滩涂光伏发电项目（B1、B2、B3、B4、B5、B6）、响水滩涂光伏发电项目（X1、X2、X3、X4、X5、X6）、灌云滩涂光伏发电项目（G1、G2、G3）、连云 L1 滩涂光伏发电项目（中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目场址一）、连云 L2 滩涂光伏发电项目（中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目场址二）、连云 L3 滩涂光伏发电项目（中核田湾 200 万千瓦滩涂光伏示范项目场址三）、连云 L4 滩涂光伏发电项目、赣榆 GY1 滩涂光伏发电项目、灌云风光同场光伏项目（GH4#、GH5#、GH6#）、响水风光同场光伏项目（GH3-1#、GH3-2#）、滨海南区风光同场光伏项目（GH4-1#、GH4-2#、GH5#）、射阳北区风光同场光伏项目（GH1#、GH2#）、射阳南区风光同场光伏项目（GH3#、GH4#、GH5#、GH6#、GH7#）、大丰风光同场光伏项目（GH1#、GH2#、GH8-1#、GH9#、GH10#、GH15#、GH16#、GH17#、GH19#、GH20#）、东台风光同场光伏项目（GH3-1#、GH3-2#、GH4#、GH5#）、蒋家沙 GH2-1#风光同场光伏项目、如东风光同场光伏项目（GH11#、GH16#、GH17#、GH18#）、启东 GH4#风光同场光伏项目…….

本项目风电场选址于盐城市辖区国土空间总体规划中的“工矿通信用海区”，不占用生态保护红线区。送出海缆穿越盐城市大丰区交通控股集团有限公司的 16 宗开放性养殖区，已取得盐城市大丰区交通控股集团有限公司的复函同意穿越；H8-1#风电场的 7 台风机占用吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，为此建设单位委托中国水产科学研究院东海水产研究所编制了《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》（2023 年 9 月），已取得农业农村部渔政局的批复意见，通过采取生态补偿措施弥补项目建设对国家级水产种质资源保护区的影响。

综上所述，在办理了相关征用占用手续后，本项目的建设符合《江苏省国土空间规划（2021-2035 年）》《盐城市国土空间总体规划（2021-2035）》。项目在国土空间规划中的位置见图 1.5-2。

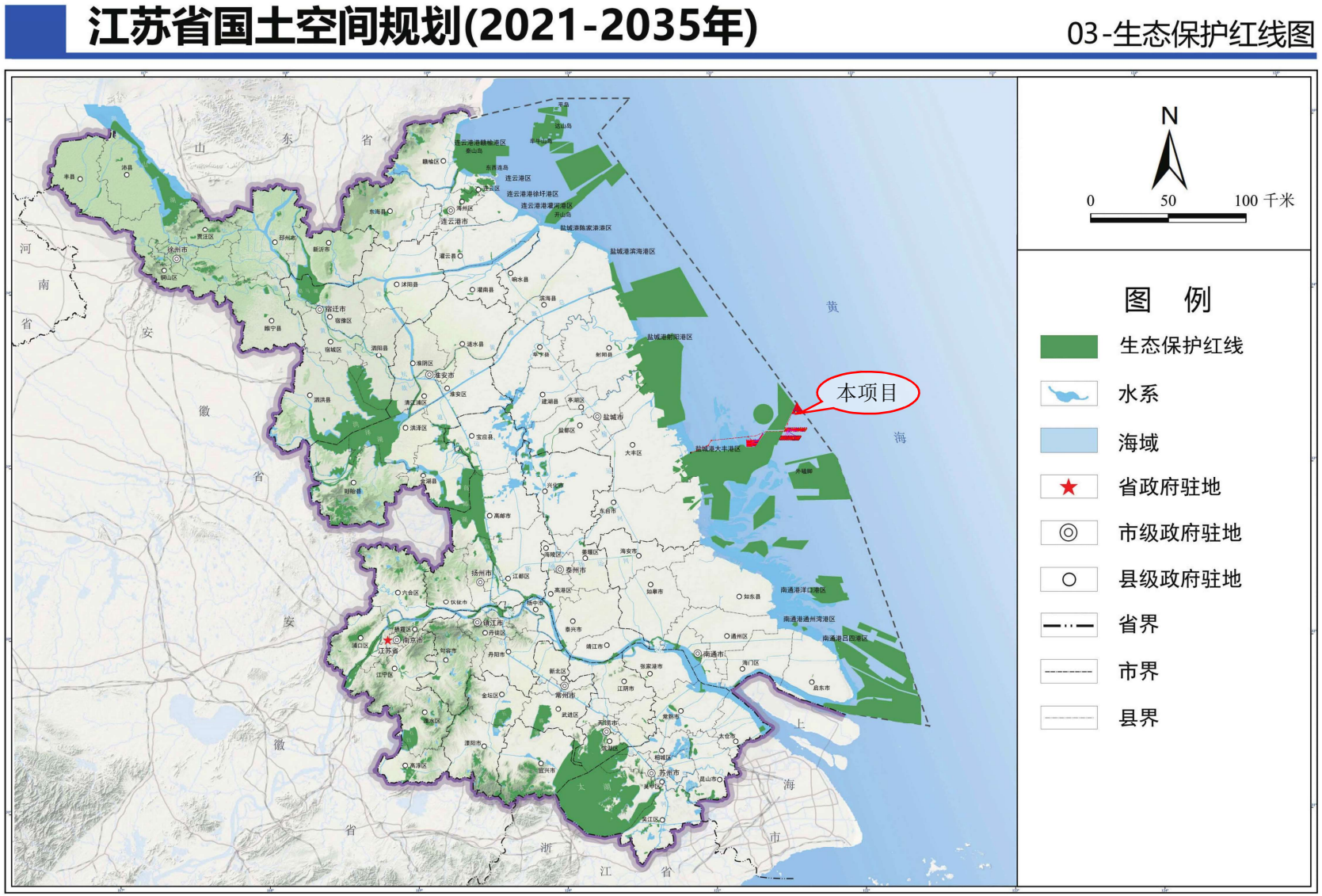

图 1.5-2(a)　项目在江苏省国土空间规划中的位置

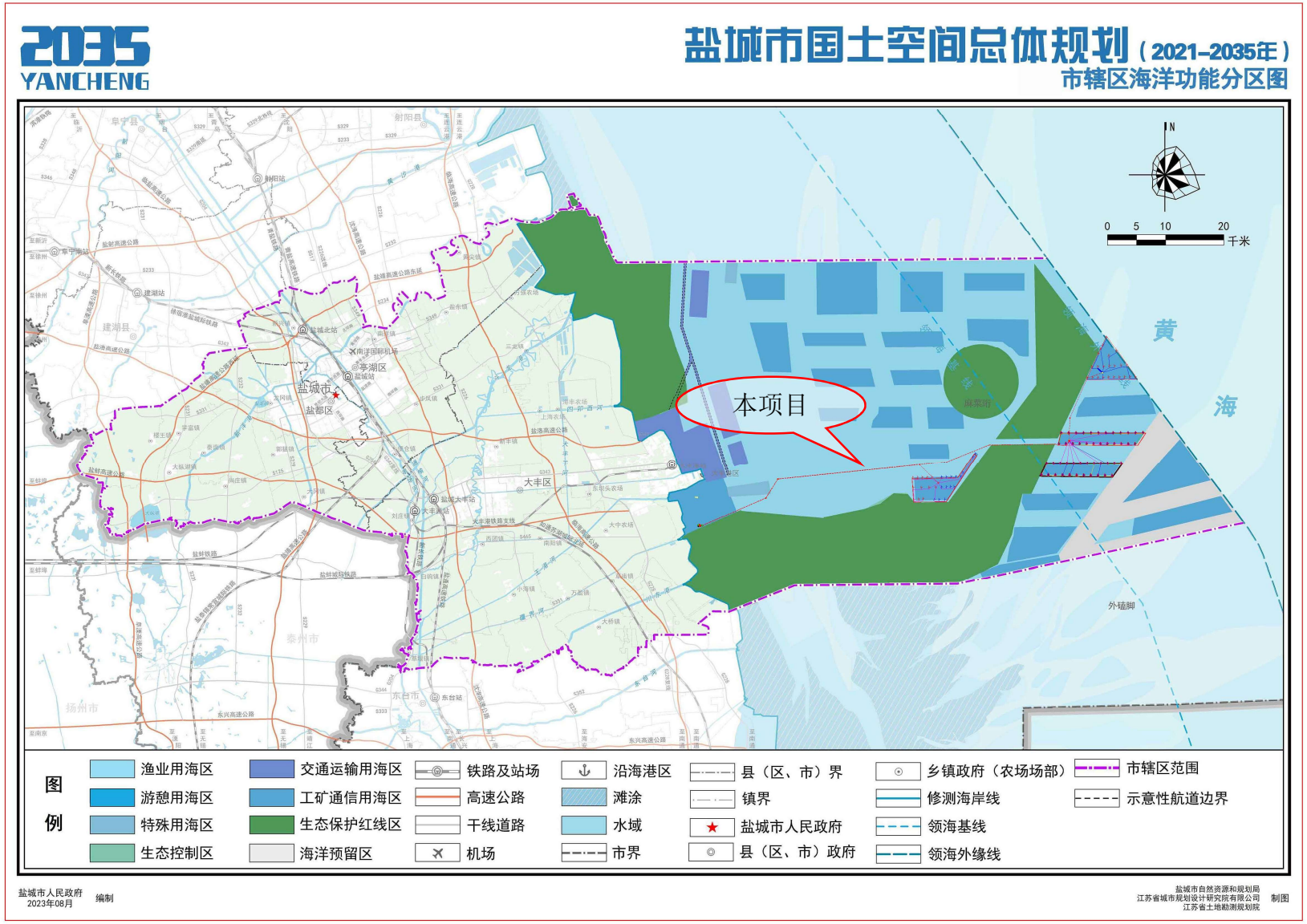

图 1.5-2(b)　项目在市辖区国土空间规划中的位置

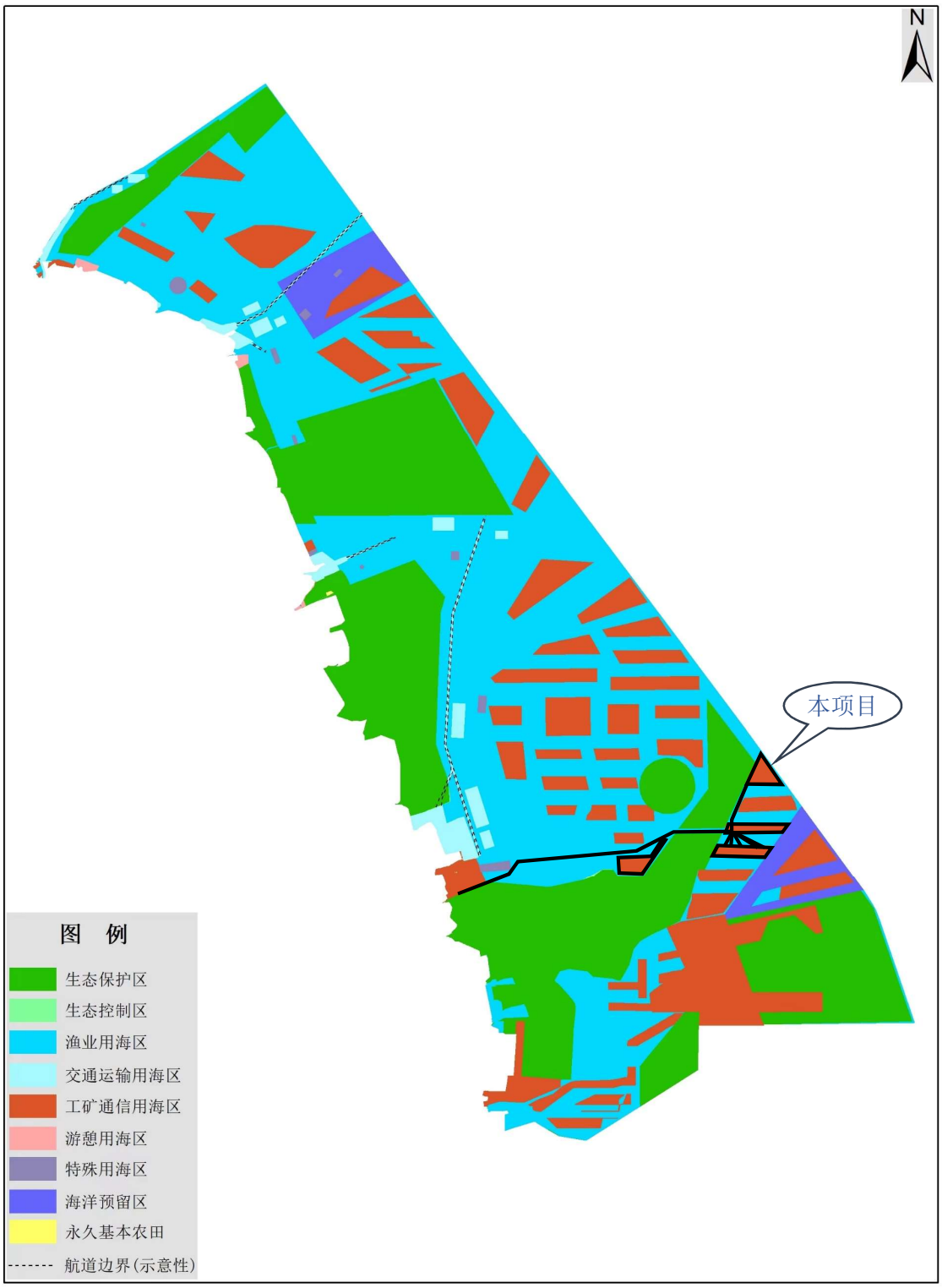

图 1.5-2(c)　项目在盐城国土空间规划海洋功能区中的位置

1.5.4 与“三区三线”划定成果的符合性

2019 年 1 月 23 日，中央全面深化改革委员会第六次会议审议通过了《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》等文件。这对于实现国土空间合理规划和

利用，正确处理自然资源保护与开发的关系具有重大意义。其中，科学划定“三区三线”，区划生产、生活、生态“三生”空间，是协调自然资源科学保护与合理利用的基础性工作。其中，“三区”是指城镇、农业、生态空间。“三线”是指生态保护红线、永久基本农田保护红线和城镇开发边界。

本项目与盐城市“三区三线”的位置关系见图 1.5-3。

本项目海域范围内不占用农业空间、生态空间及城镇空间、不涉及基本农田、不占用生态红线。本项目 4 座风电场风机距东沙泥螺四角蛤种质资源保护区 0.10km~0.47km、220kV 送出海缆距保护区最近处 70m，风电场距江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区东沙最近距离 400m，风电场距麻菜珩保护区最近处 5.73km、送出海缆距麻菜珩保护区最近处 4.37km。拟建工程对水动力环境、冲淤环境的影响主要集中在桩基附近，对保护区内流速的影响幅度基本在 1-3cm/s、影响变化很小。施工悬沙>10mg/L 的范围对保护区的临时影响面积为 0.05km^2~1.47km^2 之间，该影响是暂时的，施工结束后泥沙将沉降回海底，对周边生态红线区不会产生明显影响。项目对水生生物资源造成的损失，将通过生态补偿措施方式进行弥补与恢复

本项目 H8-1#风电场占用吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区的海域 0.9287hm^2，建设单位委托“中国水产科学研究院东海水产研究所”编制了《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》（2023 年 9 月），通过了农业农村部组织的评审、已取得农业农村部渔政局的批复意见。

综上所述，本项目不占用江苏省“三区三线”，占用国家级水产种质资源保护区实验区的已取得农业农村部渔政局的批复意见，因此项目建设符合“三区三线”的要求。

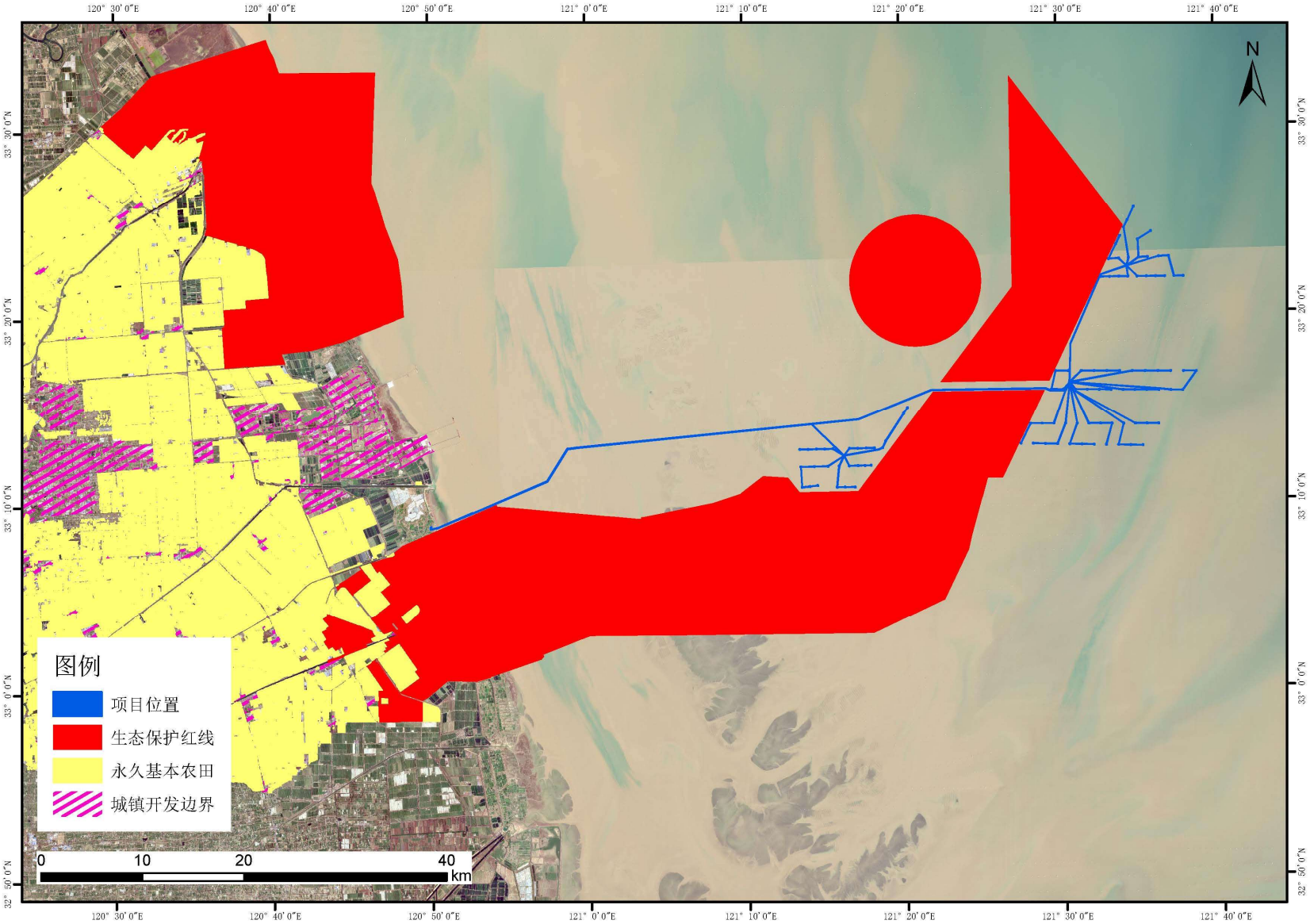

图 1.5-3　项目与盐城市“三区三线”位置关系

1.5.5 与环境保护规划的符合性

1.5.5.1 与《江苏省生态空间管控区域规划》的符合性

2020 年 1 月 8 日，江苏省人民政府发布《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）。通过生态空间管控区域规划的实施，确保“功能不降低、面积不减少、性质不改变”，形成符合江苏实际的生产、生活和生态空间分布格局，确保具有重要生态功能的区域、重要生态系统以及主要物种得到有效保护，提高生态产品供给能力，为全省生态环境保护与建设、自然资源有序开发和产业合理布局提供重要支撑。

按照“保护优先、合理布局、控管结合、统筹协调、动态优化”的原则，在全省共划定 15 种（自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质遗迹保护区、湿地公园、饮用水水源地保护区、海洋特别保护区（陆地部分）、洪水调蓄区、重要水源涵养区、重要渔业水域、重要湿地、清水通道维护区、生态公益林、太湖重要保护区、特殊物种保护区）生态空间保护区域，总面积 23216.24 平方公里，占全省陆域国土面积的 22.49%。其中，国家级生态保护红线陆域面积为 8474.27 平方公里，占全省陆域国土面积的 8.21%；生态空间管控区域面积为 14741.97 平方公里，占全省陆域国土面积的 14.28%。

根据《江苏省生态空间管控区域规划》规定，实行以下管控措施：（1）实行分级管理：国家级生态保护红线原则上按禁止开发区域的要求进行管理，严禁不符合主体功能定位的各类开发活动，严禁任意改变用途。生态空间管控区域以生态保护为重点，原则上不得开展有损主导生态功能的开发建设活动，不得随意占用和调整。（2）实施分类管理：对 15 种不同类型和保护对象，实行共同与差别化的管控措施。在国家级生态保护红线范围内的，按国家和省相关规定管控。若同一生态保护空间兼具 2 种以上类别，按最严格的要求落实监管措施。本规划没有明确管控措施的，按相关法律法规执行。（3）规范调整程序：国家级生态保护红线调整，按国家有关规定执行。生态空间管控区域调整，由地方人民政府在充分论证的基础上，向省政府提出申请，经征求省相关主管部门意见后，由省政府批准。

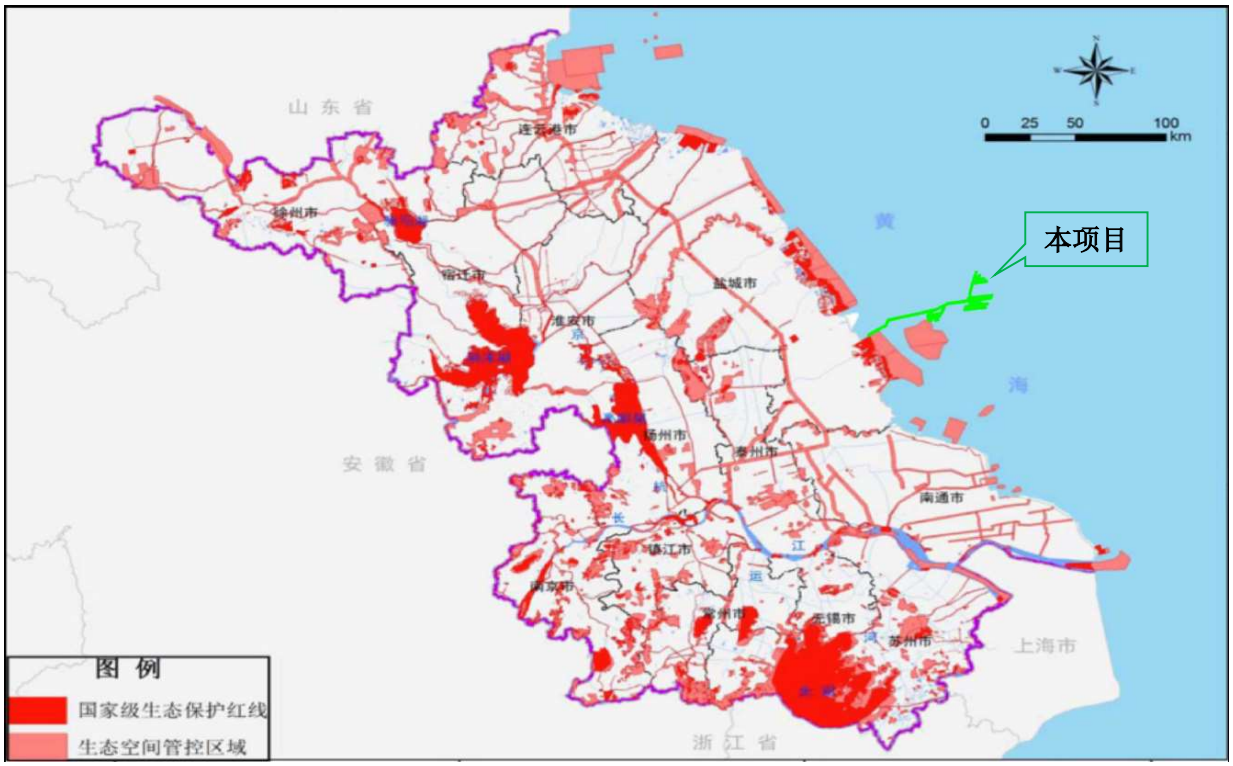

图 1.5-4　项目与《江苏省生态空间管控区域规划》位置关系

根据《江苏省生态空间管控区域规划》，本项目使用海域不占用国家级生态保护红线和生态空间管控区域，H17#风电场风机距保护区实验区(东沙)最近处 400m、220kV 送出海缆距保护区实验区 6 的最近距离为 60m。

在控制射水犁的开挖速度为 1m/min 时、H17#风电场和海缆施工的悬浮泥沙影响范围未扩散到珍禽保护区实验区(东沙)，浅水区海缆水下敷设悬浮泥沙扩散对实验区 6 的影响范围为 1.38km^2 的带状海域、最大悬浮物浓度增量为 192.01mg/L，工程海缆施工将引起周边海域悬浮物浓度的增高，但这一影响是暂时的，可逆的，随着海缆施工的结束，悬浮物浓度会在数小时内迅速衰减至 10mg/L 以下。

项目海缆施工悬浮泥沙对保护区内水质的短期影响，已征得保护区管委会的同意。营运期的海缆电磁场经过绝缘层和铠装层的屏蔽效果、以及泥面以下大地的导电作用之下，对保护区内海洋生物的影响很小，不影响保护区内鸟类的觅食。

因此，本项目不占用对生态空间管控区和红线区，对管控区和红线区的影响在可接受范围内，项目建设符合《江苏省生态空间管控区域规划》。

1.5.5.2 与《江苏省海洋主体功能区规划》的符合性

根据《江苏省海洋主体功能区规划》，本项目所处大丰海域为优化开发区，大丰海域优化开发区域的开发方向和原则为：有序推进大丰港区建设，提升沿海港口服务功能，完善综合交通功能，打造现代综合性港口。推进石油化工、木材与造纸、农副

产品加工、冶金新材料等临港工业发展，支持海洋生物产业、港口物流业、旅游业发展，提升临港新城生活居住设施及商业服务设施水平，引导发展金融贸易、科技服务、中试研发等生产性服务业。统筹规划海上风电建设，推进海上风电向深水远岸布局。优化海水养殖品种结构，推进海洋水产品标准化健康养殖，积极发展休闲渔业。严格控制陆源污染物排海，实行达标尾水离岸深水排放。加强滨海湿地保护，建成我国东部沿海重要的湿地生态旅游目的地。

本工程属于可再生能源项目，工程不在大丰海域的禁止开发区内，工程不改变海岸线形态，对海岸线基本没有影响；工程风机、海上平台基础均采用钢管桩结构，实际占海面积有限，工程建设对海域动力泥沙的影响主要在工程周边局部海域，施工期产生的悬浮泥沙影响范围有限，且影响主要在施工期，施工结束后影响也将消失；本工程建设对海洋生物繁殖生长不会产生较大影响。

本项目建设对工程周边海域的保护区、红线区等重点海洋生态功能区影响较小，没有改变重点海洋生态功能区的海岸、海底地形地貌及自然生态环境状况。本工程风电场区主体远离海岸，H17#风电场的部分风机占用泥螺珩和麻菜珩海域的一般湿地、围堤内岸基集控中心和电缆沟占用潮间带一般湿地，项目永久占用湿地面积 2.0855hm^2，通过占补平衡方式补偿对湿地的占用影响，维持海岸湿地的生物多样性，以及生态系统完整性。总体而言，本项目的建设符合优化开发区域以及大丰海域开发方向与原则要求，不影响大丰区的海洋主体功能，因此，本项目建设符合《江苏省海洋主体功能区规划》。

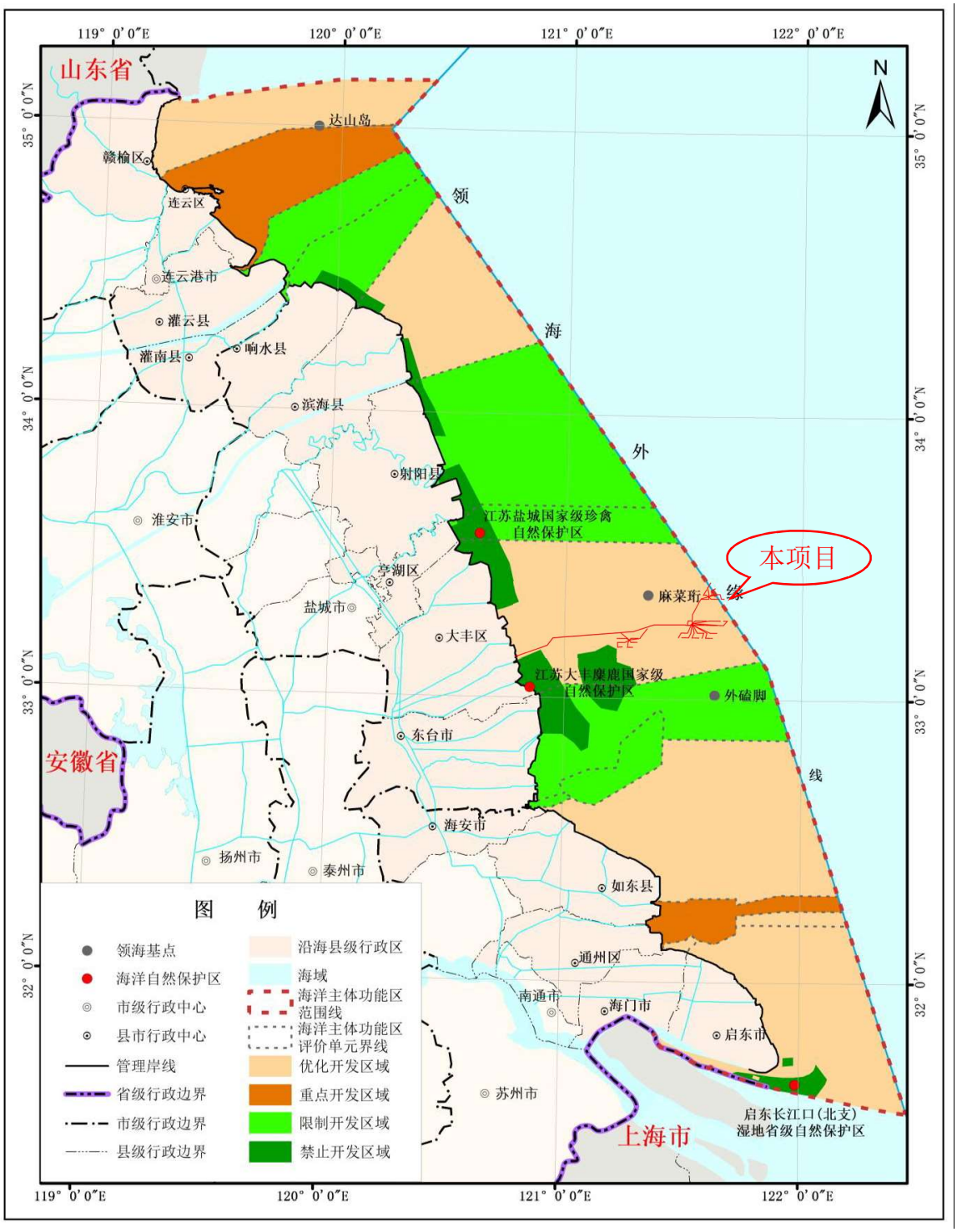

图 1.5-5　项目与江苏省海洋主体功能区划位置关系图

1.5.5.3 与《江苏省近岸海域环境功能区划》的符合性

2001 年 4 月，江苏省环境保护委员会印发了《江苏省近岸海域环境功能区划》（苏环委〔2001〕7 号）。随着沿海开发战略的持续推进，以及发展规划对海岸和海域利用要求的变化，局部区域存在调整近岸海域环境功能区划的需求。2022 年 11 月，江苏省生态环境厅印发《江苏省近岸海域环境功能区划调整工作指南（试行）》（苏环

发〔2022〕7 号）。根据该指南，满足区划调整条件和申请要求的项目，允许提出区划调整申请，其中对于“国家大力支持的绿色新能源发展建设项目，建成后无污染物产生，且对海洋水质状况无明显影响，环境功能不降低，如海上风电、光伏等绿色新能源项目”，该指南明确提出可不用平衡区进行占补平衡，开展区划调整工作。

本项目风电场位于《江苏省近岸海域环境功能区划方案》中一、二类环境功能区，一类环境功能区水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类标准，二类环境功能区水质执行不低于《海水水质标准》（GB3097-1997）的二类标准。为了推进项目建设与近岸海域水环境保护协调发展，依据《江苏省近岸海域环境功能区划调整工作指南（试行）》相关要求，生态环境部南京环境科学研究编制完成了《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目近岸海域环境功能区划调整技术报告（送审稿）》，已送审。

根据该报告内容：

（1）本项目为《江苏省国土空间规划（2021-2035 年）》（国函〔2023〕69 号）确定的重大能源基础设施项目，位于海洋发展区；本项目为《盐城市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（苏政复〔2023〕23 号）的工矿通信用海区。项目所在海域近岸海域环境功能区划与海上风电场工程规划、区域国土空间规划等的不协调在一定程度上限制海上风电项目的开发建设。

（2）本项目近岸海域环境功能区划调整符合《江苏省近岸海域环境功能区划调整工作指南（试行）》中的区划调整要求、区划调整申请条件、无需平衡区的条件。

（3）调整区为三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目用海区域，面积 112.3km^2，其中一类环境功能区面积 66.6km^2，二类环境功能区面积 45.7km^2，拟由一、二类环境功能区调整为三类环境功能区。区划调整后实施污废水统一收集处理、溢油事故防备和应急处置、大丰区陆海统筹水环境监测网络构建、调整区水环境跟踪监测等措施，以保障调整区水质达到区划调整前原水质保护目标要求。

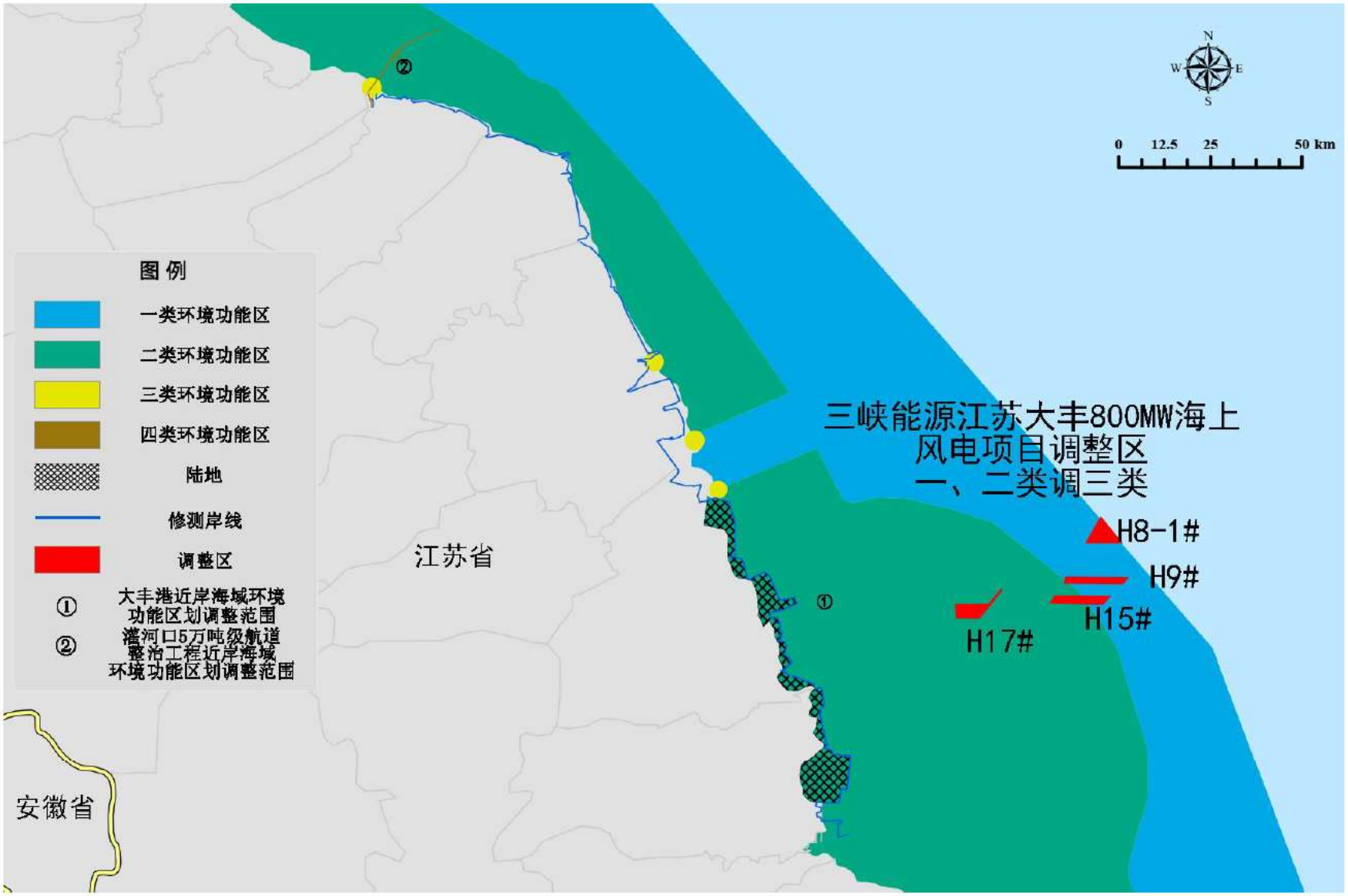

图 1.5-6(a)　本项目近岸海域环境功能区划调整布局

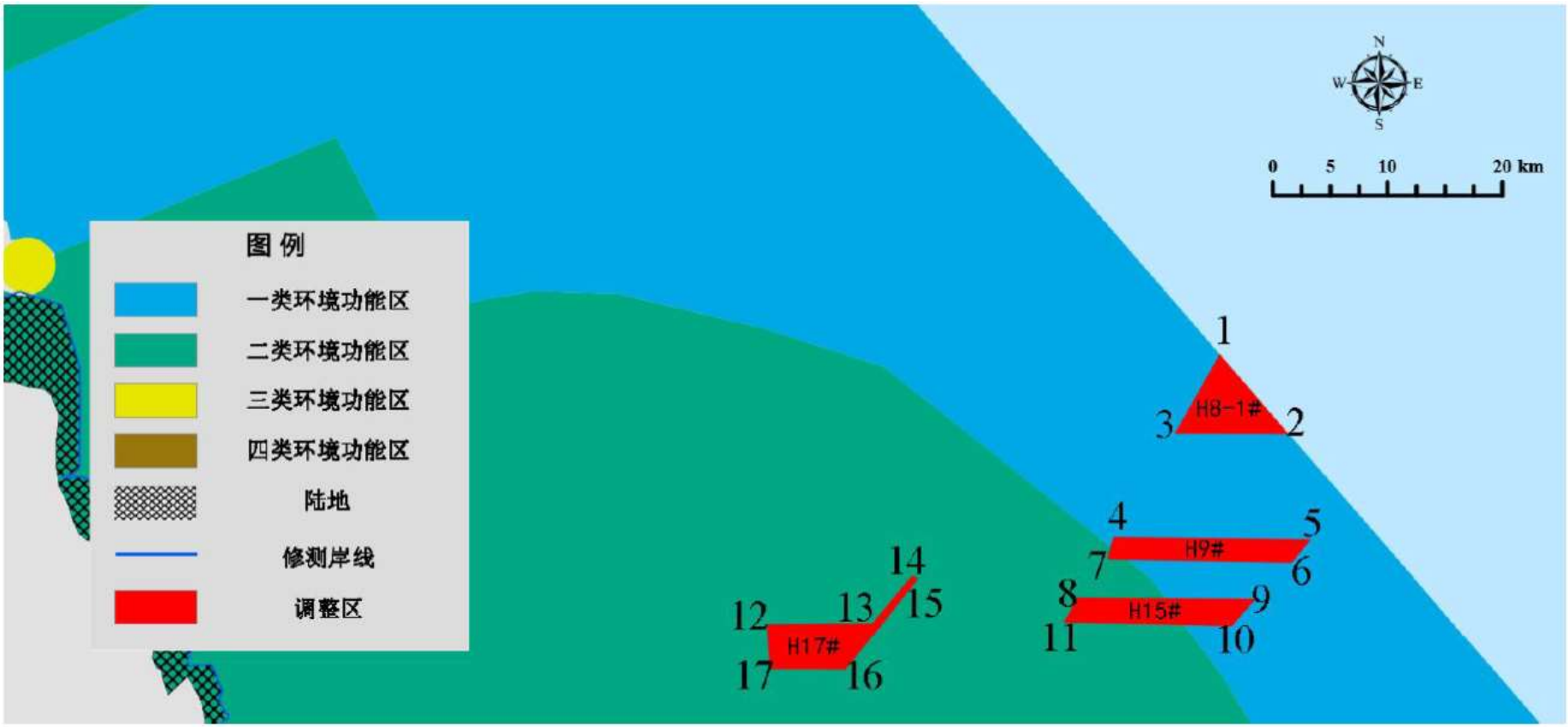

图 1.5-6(b)　本项目近岸海域环境功能区划调整布局（局部放大）

1.5.6 与区域其他规划的符合性

1.5.6.1 与《盐城港总体规划（修订）》的符合性

根据《盐城港总体规划（修订）》，盐城港是江苏沿海地区性重要港口，是区域综合交通运输体系的重要枢纽，是苏北地区及淮河流域经济社会发展和对外开放的重要口岸，是盐城市临港产业发展的重要依托。盐城港将以大宗散货、石油化工和杂货运输为主，兼顾集装箱运输，逐步提升区域物资转运功能，发展成为特色鲜明的新型产业港、功能齐备的现代物流港、服务高效的区域枢纽港。盐城港将以大宗散货、石油化工和杂货运输为主，兼顾集装箱运输，逐步提升区域物资转运功能，发展成为特色鲜明的新型产业港、功能齐备的现代物流港、服务高效的区域枢纽港。

其中大丰港区是盐城港的主港区，依托临港产业形成专业化物流和综合物流体系，以散货、杂货、粮油、石化、集装箱和汽车滚装运输为主，发挥多式联运优势，发展成为具备装卸、中转、储备、商贸等功能的区域综合性枢纽港区。大丰港区港区布置包括挖入式港池区、栈桥式码头区、海河联运区、游艇码头区、新王港河支持系统区等五大功能区。规划大丰市四卯酉河～新王港河之间为港口岸线，新王港河～竹港河之间为预留港口岸线。

本项目海上风电场中心离岸直线距离 47km~80km，不在大丰港区布置规划的水域及陆域范围内，电缆从竹港闸北侧约 1.0km 处过堤、过堤点距离王港闸约 4.0km。大丰港区规划范围内的南边界为王港河，本项目海底电缆均位于大丰港区布置规划的水域及陆域范围之外，与大丰港规划水域最近距离约 1.5km。因此，本项目对大丰港区目前的规划无影响。

本项目集控中心和部分海底电缆位于大丰预留港口岸线，目前在竹港闸和王港闸之间的预留岸段已开发和建设了多个风电项目，目前大丰港区规划范围内开发主要集中在一期码头和王港河之间岸段，尚未开发完全，一期码头北侧规划的挖人式港区尚未开发，预留发展区近期不具备开发需求和条件。项目海缆路由方案已于 2024 年 4 月取得了自然资源部东海局办公室的批复，海缆路由是避让了生态红线与现有港口功能区后的优化布置，海缆埋设于水底泥层下方，与大丰港区规划能够相容。

综上所述，本项目建设符合《盐城港总体规划（修订）》。

图 1.5-7(a) 盐城港布置规划图（2013-2030）

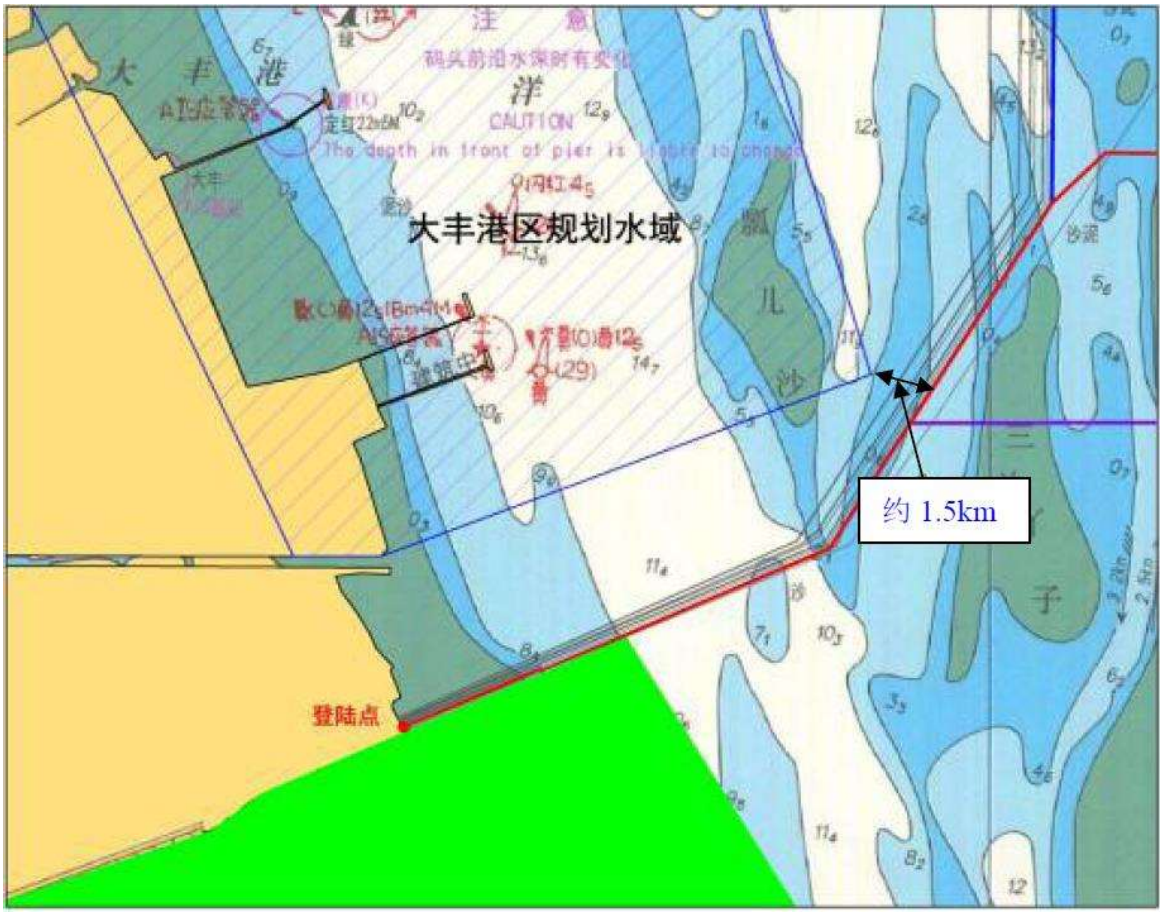

图 1.5-7(b)　电缆与大丰港规划水域位置关系图

1.5.6.2 与吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的符合性

2011 年农业部批复了《关于调整吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的申请》（东渔政函（2011）139 号），将江苏省海洋与渔业局在吕泗海域禁渔区线内侧建立的国家级水产种质资源保护区与农业部公布的吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区（第三批）合并，合并后的保护区名称不变。2015 年 8 月农业部渔业渔政管理局在《关于进一步明确渔业资源环保工作衔接有关事项的函》中明确指出吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的管理工作由江苏省渔业主管部门负责。

根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》（农业部令 2011 年第 1 号），保护区设特别保护期。吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的核心区特别保护期是每年 5 月 1 日至 7 月 1 日。特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态资源造成损害的活动。其他时间从事捕捞活动的，应该遵守《渔业法》及有关法律法规的规定。

本项目 H8-1#海上风电场东侧的 7 台风机位于保护区实验区内，同时连接风机的

35kV 海缆有 7.71km 位于实验区内，占用实验区约 0.9287hm^2，风机的永久占用将造成保护区底栖生物的损失，施工打桩和悬浮泥沙会对保护区内的生态环境产生一次性。为论证项目实施对保护区的影响是否可行，建设单位委托“中国水产科学研究院东海水产研究所”编制了《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》，通过了农业农村部组织的评审、取得了批复。

专题论证报告主要结论为：*“风电场工程对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区造成的经济损失为177.1485 万元，工程建设单位应于保护区管理部门签订渔业资源补偿协议，并落实海洋生态补偿。生态补偿内容包括增殖放流方案编制及增殖放流实施”、“在建设单位避开 4 月下旬~7 月 1 日对位于保护区的风机基础和 35kV 海缆进行打桩和敷设，落实施工期和营运期环境污染防治措施并作为生态补偿主体责任人切实实施海洋渔业资源生态补偿的前提下，三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区渔业生态环境和渔业资源的影响是可以接受的。”*

农业农村部渔业渔政管理局发给江苏省农业农村厅的《关于<三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告>的意见》，主要内容为：

一、督促项目单位将专题报告的主要内容和结论纳入项目环评报告，将渔业资源保护和补偿措施纳入环保措施，将渔业资源生态补偿经费 177.15 万元纳入项目环保投资。

二、督促项目单位在施工和运营期间，按照我局的函复意见，履行相关协议，制定详细的实施方案，落实好渔业资源保护和补偿措施，并特别做好以下工作：

*（一）该项目位于*吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区，特别保护期（5 月 1 日~7 月 1 日）内不得从事爆破等可能对保护区渔业资源和生态环境造成损害的活动工程；

（二）采取有效措施，减少项目施工和运营对渔业资源和渔业生态环境的影响；

（三）规范实施增殖放流等措施，修复受损渔业资源；

（四）加强渔业资源和渔业生态环境跟踪监测，做好施工期运营期风险事故防范和应急处置。

三、督促项目单位对渔业资源保护补偿措施与建设项目的主体工程同时设计、同

时施工、同时投入使用的原则落实。

……

通过制定科学的施工计划、避让保护鱼类的产卵盛期，并通过采取增殖放流等生态修复措施，本项目的建设对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的影响是可以接受的，符合《水产种质资源保护区管理暂行办法》。

1.5.6.3 与中国黄（渤）海候鸟栖息地的符合性

2019 年 7 月 5 日，在阿塞拜疆巴库举行的第 43 届联合国教科文组织世界遗产委员会会议（世界遗产大会）上，中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）获批入选《世界遗产名录》。为加强世界自然遗产盐城黄海湿地的保护，维护黄海湿地生态功能完整性和生物多样性，促进黄海湿地资源可持续利用，2019 年 7 月 26 日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第十次会议批准了《盐城市黄海湿地保护条例》。该条例所称黄海湿地，是指盐城市海岸线以东常年或季节性积水地带、水域和低潮时水深不超过六米的海域，以及江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、江苏大丰麋鹿国家级自然保护区、东台条子泥湿地公园等重点保护区域。

《盐城市黄海湿地保护条例》中规定列入黄海湿地名录的重要湿地保护范围内禁止从事的活动有：

（一）开（围）垦、填埋湿地；

（二）取水、取土、取沙、采矿、挖塘、烧荒；

（三）擅自引进外来物种或者放生动物；

（四）破坏野生动物栖息地、迁徙通道以及鱼类洄游通道；

（五）猎捕野生动物，捡拾鸟卵或者捣毁野生鸟巢，采用灭绝性方式捕捞鱼类以及其他水生生物；

（六）采集野生植物、放牧、砍伐；

（七）截断湿地水源；

（八）倾倒、堆放固体废弃物，排放未经处理达标的污水以及其他有毒有害物质；

（九）其他破坏黄海湿地的活动。

《黄(渤)海候鸟栖息地(第一期)提名地保护管理规划[Management Plan of Migratory Bird Sanctuaries along the Coast of Yellow Sea-Bohai Gulf of China（Phase I）]》的保护要求为：

（一）滨海湿地及其生态过程的保护措施

1.海岸滩涂和潮间带区域禁止随意建设或改建；

2.严禁破坏滨海湿地生态，严谨在潮间带区域围垦、开挖等；

3.在已围垦区中选取适宜鸟类栖息、觅食的区域，建设人工湿地生态系统；

4.上述修复措施的主要目的是增加泥滩区域面积，增加贝类、鱼类和蟹类的生物量；

5.在提名地和缓冲区的池塘、水塘中积极开展生态化养殖，减少化肥和农药的使用，在短期内实现生态化养殖；

6.有效管理现有的鱼塘、虾塘，在短期内为候鸟或越冬鸟类提供10%的觅食面积；

7. 短期内建立财政补偿机制和生态养殖市场机制；

8.实施永久性标志工程，包括界标、标识牌、警示牌和宣传牌等，标识牌应分别放置，多功能标识牌应放置在如海面等特殊区域；

9.对于生态退化、不利于鸟类生存的滨海湿地，应采取科学评估和恢复措施。

（二）珍稀鸟类及鸟类生物多样性保护措施

1.严禁以任何方式捕猎迁徙鸟类，提名地内丹顶鹤的越冬食物、涉禽的底栖动物及其他赖以生存的食物资源，人类不得采摘和收集；

2.为了补充食物和水，提名地内的维修工程必须经过环境影响评价、并确保不破坏原生环境后，才能在春节或秋季施工；

3.在迁徙季节，禁止在保护区内从事任何生产生活活动，在缓冲区内应减少人类活动，控制汽车进入，禁止大型公共活动。道路沿线应设置禁止通行警示，禁止汽车鸣笛；

4.以已建成的救助中心为基础，开展野生动物疾病预防和救助行动；

5.在重点区域建设保护工程，在道路繁忙路段设置护栏、栅栏等措施，另外还应设置小型标识牌；

6.清理泥滩上的互花米草；

7.规划实施期内，在提名地和缓冲区实现有机农生产；

8.规划实施期内，为候鸟和越冬鸟类保留10%的农作物；

9.在规划实施期内，对有机种植实行财政补偿，扩大有机产品市场；

10.在规划实施期间，确保对居民作物被麋鹿或丹顶鹤吃掉的补偿政策的实施。

中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）世界遗产的位置分布见图 1.5-8，分为盐城

南部候鸟栖息地（YS-1）和盐城中部候鸟栖息地（YS-2）。其中 YS-1 区域范围涵盖了江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区的实验区 6、实验区（东沙）以及两处实验区之间的浅水海域、江苏省盐城条子泥市级湿地公园、江苏省东台市条子泥湿地保护小区和江苏省东台市高泥淤泥质海滩湿地保护小区，是东亚-澳大利西亚迁飞路线的一系列重要栖息地，是目前世界上最受关注的部分濒危物种的关键停歇地、越冬地或繁殖地。本项目 H17#风电场风机距离遗产地 YS-1 最近距离为 640m，海缆距离遗产地 YS-1 最近距离为 18m。

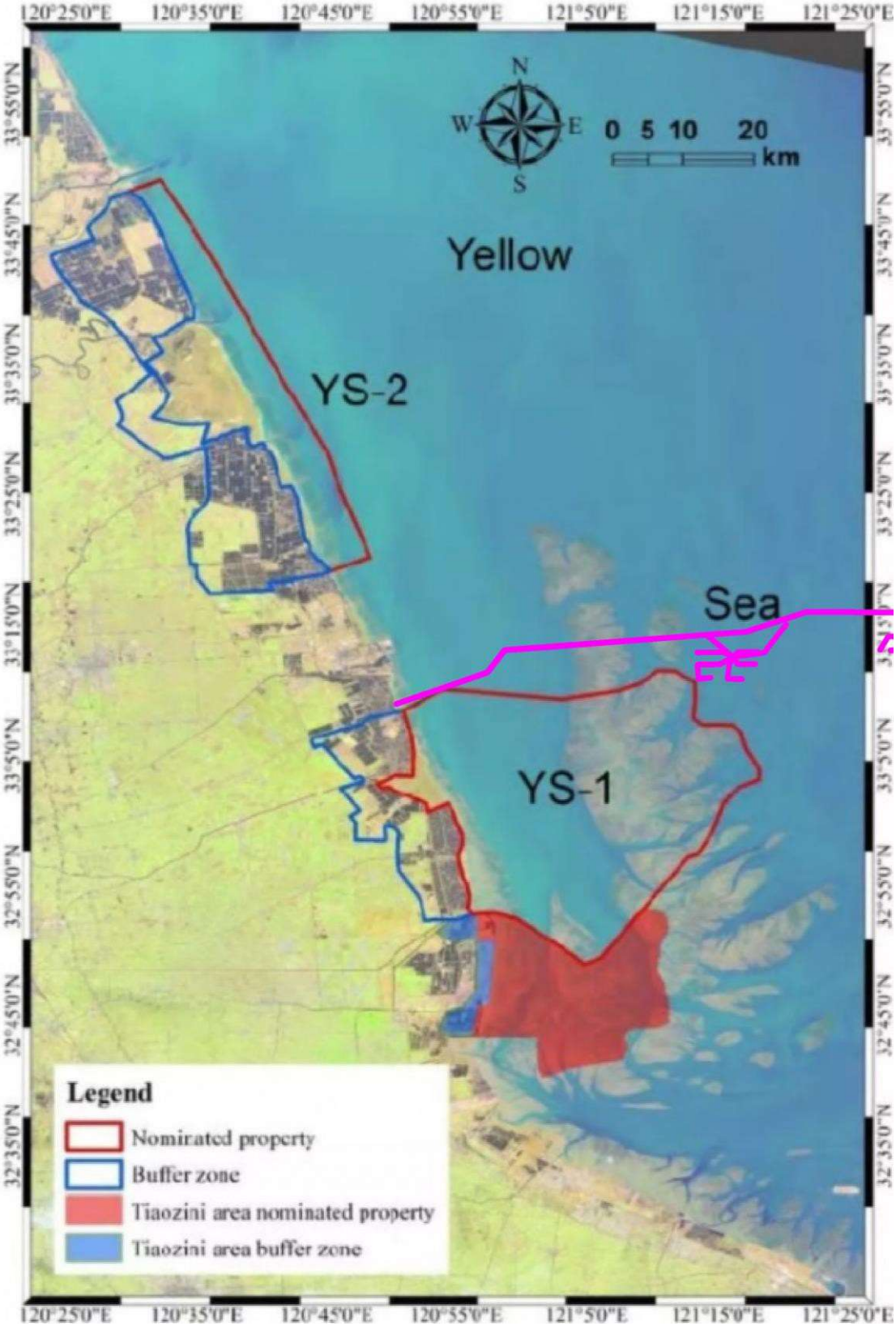

图 1.5-9(a)　本项目与中国黄（渤）海候鸟栖息地位置关系图

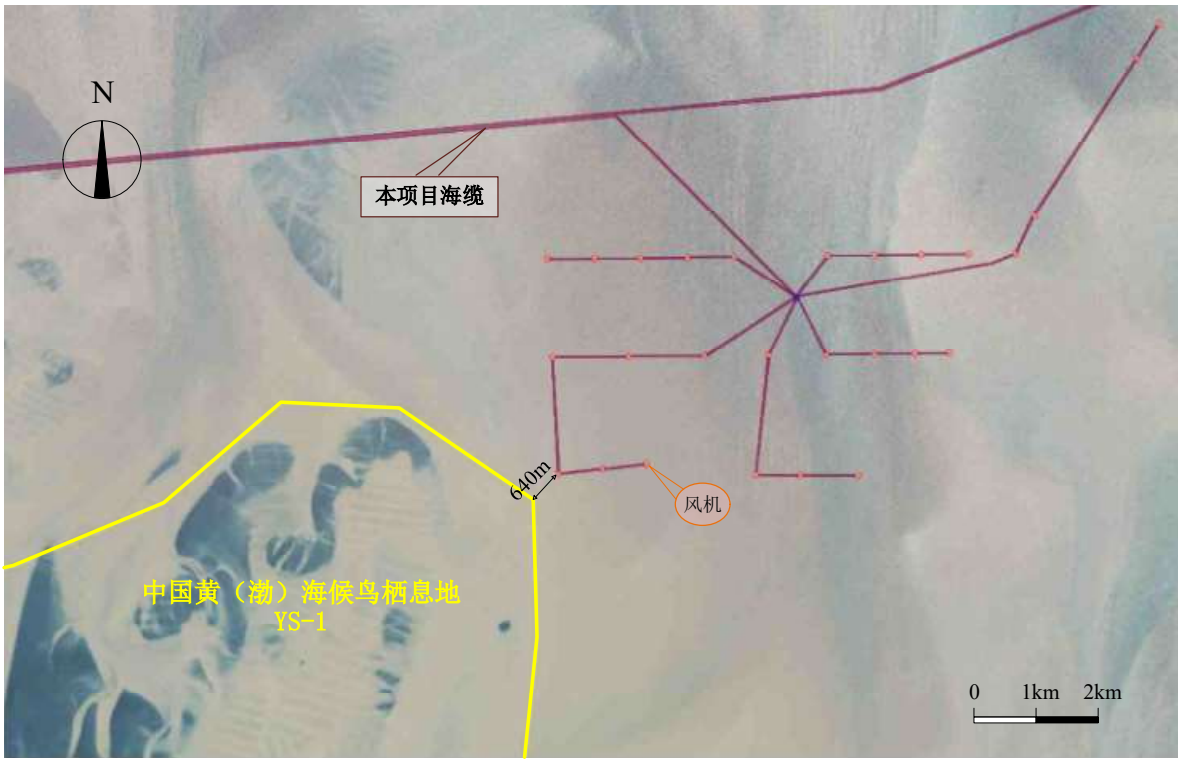

图 1.5-9(b)　本项目与中国黄（渤）海候鸟栖息地位置关系图（局部 1）

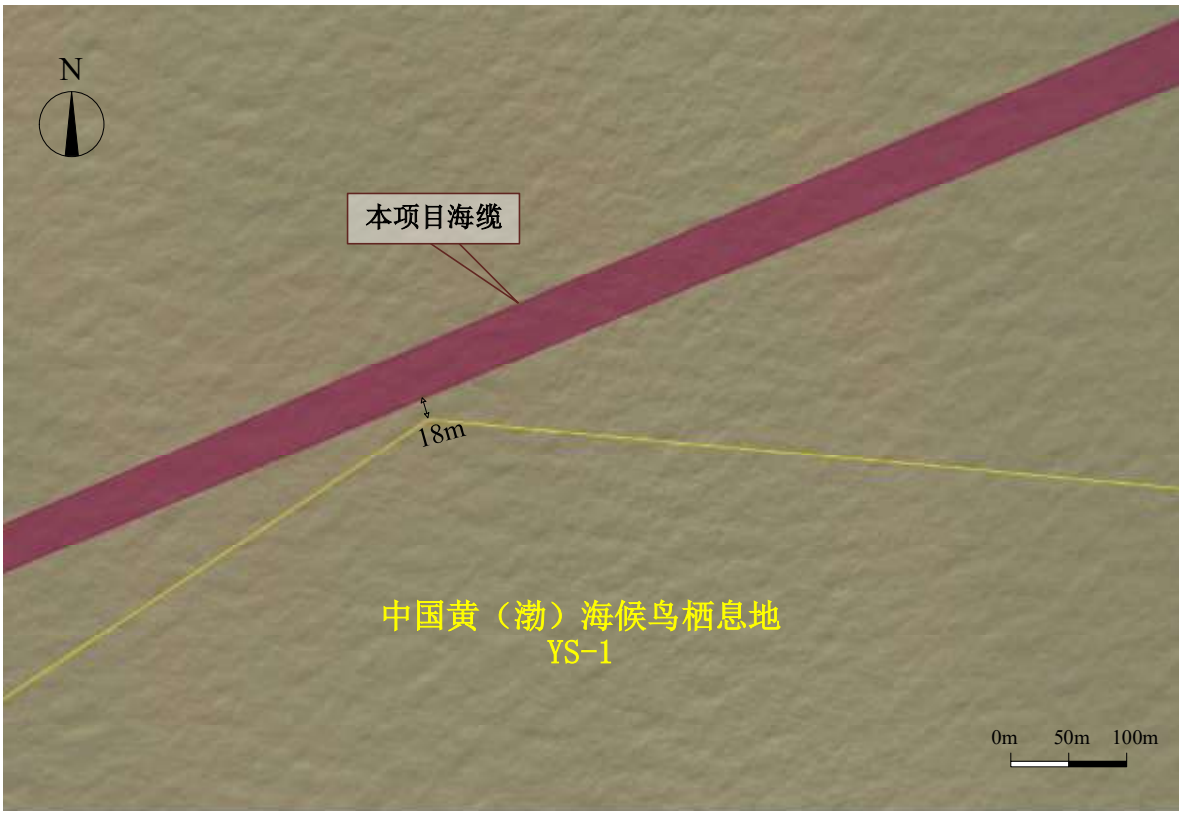

图 1.5-9(c)　本项目与中国黄（渤）海候鸟栖息地位置关系图（局部 2）

本项目与其符合性分析如下，建设符合《盐城市黄海湿地保护条例》《黄(渤)海候鸟栖息地(第一期)提名地保护管理规划》的要求。

①项目不占用盐城黄海湿地世界遗产区，临近黄海湿地的 220kV 海缆敷设于泥面

以下，不会改变所在海域的自然属性，不会截断鱼类洄游通道。

②送出海缆施工期间会产生短期悬浮物扩散影响，但悬浮物的扩散影响范围有限且影响是临时的，随着施工结束而消失，不会对野生动物栖息地和鱼类洄游通道产生明显不利影响。

③本项目风电场场址区离岸距离约 47km~80km，不是鸟类的集中迁徙通道。H17#风电场风机距黄渤海候鸟栖息地 640m，该海上区域不是重点保护鸟类的主要栖息地，但考虑到 H17#风电场西侧浅水区受潮汐影响，退潮期间的少量湿地也是海鸟可能的觅食区域，因此项目建设会在一定程度上压缩海鸟的活动范围。本项目通过湿地占补平衡方式，在珍禽保护区内开展退渔还湿、建造人工湿地以增加鸟类栖息地的方式，补偿项目建设对鸟类的影响。

④施工悬浮泥沙对自然遗产地的影响主要在临近的 220kV 送出海缆施工处，由于 220kV 海缆南侧距遗产地最近 18m，因此在控制射水犁的开挖速度在 1m/min 的前提下，悬浮泥沙增量>10mg/L 的区域在自然遗产地的影响面积为 0.13km^2，悬浮泥沙最大影响浓度为 48.92mg/L。预计该段海缆敷设工期为 7 天，在此期间内自然遗产地的局部海水水质将不能维持一类标准，随着施工结束、悬浮泥沙逐渐沉回海底，该影响将会消失。

⑤船舶生活污水和油污水均收集后委托专业单位接收处理，施工期不会向海域排放各类污废水和固体废弃物，不会对黄海湿地海水水质产生影响。

⑥本项目不从事条例中规定的（一）~（九）条所列禁止从事的活动。

⑦项目建成后将采取增殖放流措施、湿地异地修复等措施，保护黄海湿地鸟类资源和渔业资源。

根据《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案（报批稿）》及《盐城市大丰区自然资源和规划局<关于三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案的审查意见>》，本项目施工临时占用、集控中心和 H17 风场的部分风机永久占用湿地，全部为一般湿地。项目不占用盐城黄海湿地世界遗产区，属于黄海湿地的 220kV 海缆敷设于泥面以下，项目建成后不会改变世界遗产地所在海域的自然属性。

综上，本项目建设对中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）影响较小，项目建设符合《盐城市黄海湿地保护条例》。

1.5.6.4 与《盐城市养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》的符合性

2021 年 1 月，盐城市政府办公室发布了《盐城市养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》。该规划将国家级生态保护红线范围，包括饮用水水源地一级、自然保护区核心区和缓冲区、湿地公园的保育区和恢复重建区、国家级水产种质资源保护区核心区等重点生态功能区，以及港口、航道、行洪区、河道堤防安全保护区等公共设施安全区域，法律法规规定的其他禁止养殖区，列入禁止养殖区；将自然保护区实验区和外围保护地带、国家级水产种质资源保护区实验区、风景名胜区等生态功能区，永久基本农田，未列入禁止养殖区的河道、湖泊及部分水库，城市开发边界区域内水域等，列入限制养殖区；将池塘养殖及部分湖泊、水库养殖等，列入养殖区。

本项目与《盐城市养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》的位置关系见图 1.5-10，风机、升压站、海上平台均位于规划养殖区，海缆穿越东沙海域的限养区、近岸段穿越禁养区。养殖区的管理要求为：

“1、推进水域确权。完善全民所有养殖水域、滩涂使用的审批，健全使用权的招、拍、挂等交易制度，推进集体所有养殖水域、滩涂承包经营权的确权工作，规范水域滩涂养殖发证登记工作。加强渔政执法，查处无证养殖，对非法侵占养殖水域滩涂行为进行处理，规范养殖水域滩涂开发利用秩序，强化社会监督。

2、开展池塘生态化改造。加强养殖基地水电路公共基础配套设施建设、精养池塘标准化改造提质升级、养殖循环水生态净化设施建设。池塘养殖区应采取有效措施，建设与养殖废弃物相适应的处理设施，采用物理、生物方法进行生态化处理，促进渔业尾水达排放。

3、推进渔业转型升级。推广生态高效、绿色健康养殖模式，发展设施渔业和智慧渔业；积极发展名特优水产品养殖，因地制宜推广稻田综合种养模式。

4、加强水产品质量安全监管。养殖生产应符合《水产养殖质量安全管理规定》的相关要求，科学确定养殖密度、合理投饵、规范用药、防止造成水域的环境污染；严厉打击养殖生产过程中违法用药行为，加大渔业水域污染事故查处力度，保障水产品质量安全。”

本项目依托救援平台建设的海洋牧场（网箱养鱼）位于规划的养殖区，网箱面积仅为 100m^2，规模很小，开展黑鲳鱼、大黄鱼接力养殖，放养密度为 6 尾/m^3；采用自动投料系统、每日喂食 1~2 次，鱼苗放养规格为 250~300g/尾，预期渔获年产量 4.96t。本项目海洋牧场养殖规模较小，牧场距离海岸约 75km，所在海域水动力条件良好、

水流通畅，小规模网箱养殖活动对周边海水水质影响较小。

结合与《江苏省国土空间规划（2021-2035 年）》《盐城市国土空间总体规划（2021-2035）》，以及《江苏省海上风电场工程规划（2012-2020 年）》（修编）的分析，本项目风电场与规划场址一致、属于海洋功能区中的工矿通信用海，可见盐城海域的规划用途除养殖活动外，仍为工矿通信、交通运输、游憩等发展规划了空间，使海洋空间开发能够与社会经济一起全面、多方位发展。

综上所述，本项目的建设符合《盐城市养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》。

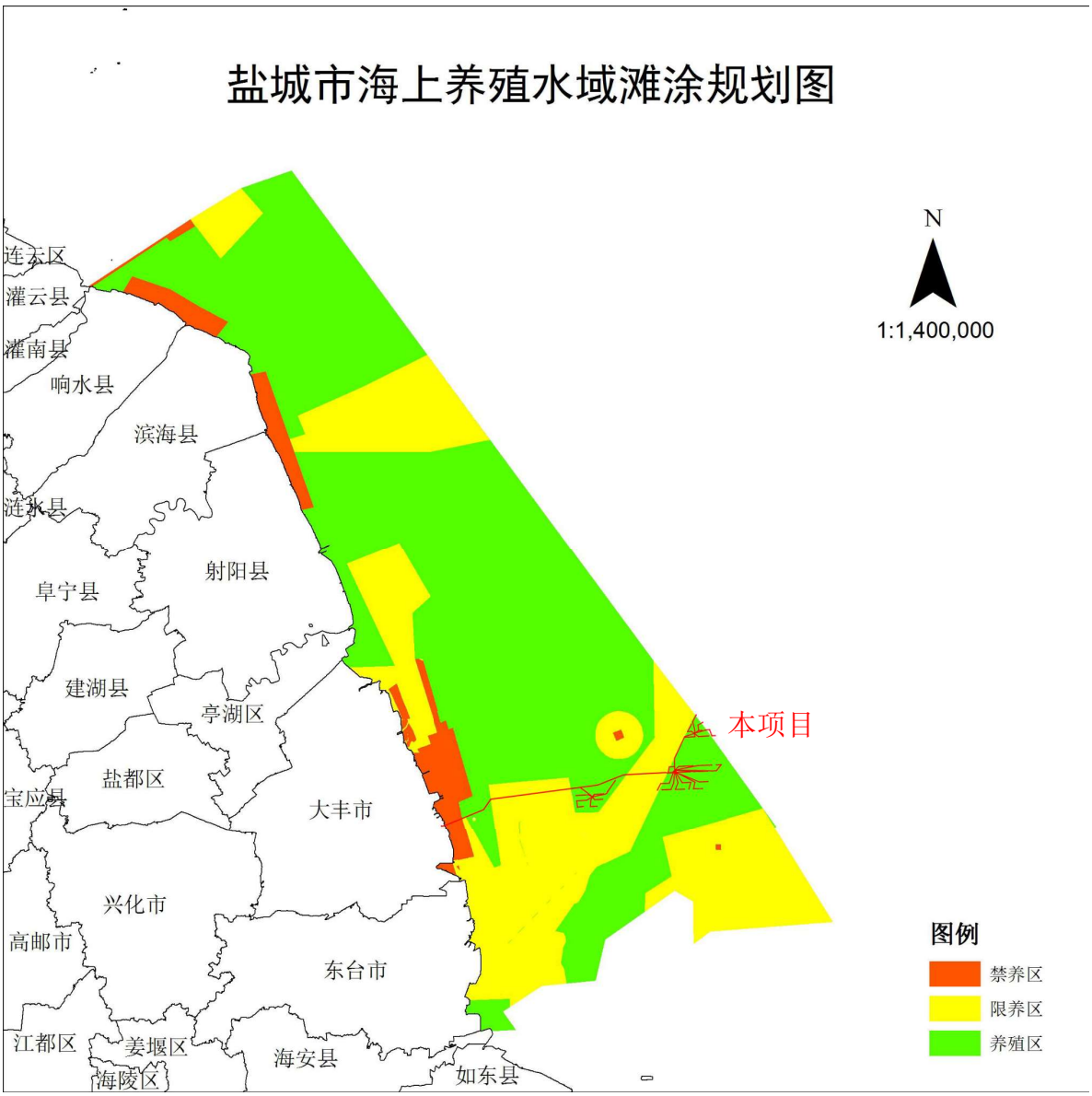

图 1.5-10　本项目与《盐城市养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》位置关系

1.5.7 与“三线一单”的符合性

（1）与生态保护红线相符性分析

根据上文与《江苏省生态空间管控区域规划》、江苏省国土空间规划和“三区三

线”划定成果的对照分析，H17#风电场风机与珍禽自然保护区实验区(东沙)最近距离约 400m、220kV 送出海缆与珍禽保护区实验区 6 的最近距离为 60m，其余风电场距珍禽保护区较远；项目风电场区、电缆均不占用东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，H8-1#、H9#、H15#、H17#风电场风机与保护区最近距离分别为 0.10km、0.10km、0.11km、0.47km，220kV 送出海缆与保护区的距离分别为 70m（H8-1#海上升压站送出）、160m（H9#海上升压站送出海缆），不占用江苏省生态空间管控区、江苏省生态红线区。

对照《农业部办公厅关于公布第三批国家级水产种质资源保护区的面积范围和功能分工的通知》（农办渔[2010]105 号）、《农业部办公厅关于调整吕泗渔场小黄鱼银鲳鱼和东海带鱼两个国家级水产种质资源保护区面积范围和功能分区的通知》（农办渔[2011]114 号），本项目 H8-1#海上风电场东侧的 7 台风机位于吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区内，占用实验区约 0.9287hm^2。建设单位委托“中国水产科学研究院东海水产研究所”编制完成了《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》，通过了农业农村部组织的评审、取得了审查意见。

项目与“三线一单”生态环境分区管控实施方案要求的相符性分析见表 1.5-2。工程建设引起的水动力、地形冲淤、施工悬沙扩散主要在工程周边区域，且随着海缆施工的结束而消失，对周边生态红线区域的影响较小，不会导致区域生态红线区生态服务功能下降，因此本项目建设符合生态保护红线相关规划的要求。

表 1.5-2(a)　本项目与江苏省生态环境管控要求相符性分析

类别	管控要求	相符性分析
空间布局约束	1.按照《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）、《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74 号），坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针，以改善生态环境质量为核心，以保障和维护生态功能为主线，统筹山水林田湖草一体化保护和修复，严守生态保护红线，实行最严格的生态空间管控制度，确保全省生态功能不降低、面积不减少、性质不改变，切实维护生态安全。全省陆域生态空间总面积 23216.24 平方公里，占全省陆域国土面积的 22.49%。其中国家级生态保护红线陆域面积为 8474.27 平方公里，占全省陆域国土面积的 8.21%；生态空间管控区域面积为 14741.97 平方公里，占全省陆域国土面积的 14.28%。 2.牢牢把握推动长江经济带发展“共抓大保护，不搞大开发”战略导向，对省域范围内需要重点保护的岸线、河段和区域实行严格管控，管住控好排放量大、耗能高、产能过剩的产业，推动长江经济带高质量发展。 3.大幅压减沿长江干支流两侧 1 公里范围内、环境敏感区域、城镇人口密集区、化工园区外和规模以下化工生产企业，着力破解“重化围江”突出问题，高起点同步推进沿江地区战略性转型和沿海地区战略性布局。 4.全省钢铁行业坚持布局调整和产能整合相结合，坚持企业搬迁与转型升级相结合，鼓励有条件的企业实施跨地区、跨所有制的兼并重组，高起点、高标准规划建设沿海精品钢基地，做精做优沿江特钢产业基地，加快推动全省钢铁行业转型升级优化布局。 5.对列入国家和省规划，涉及生态保护红线和相关法定保护区的重大民生项目、重大基础设施项目（交通基础设施项目等），应优化空间布局（选线）、主动避让；确实无法避让的，应采取无害化方式（如无害化穿、跨越方式等），依法依规履行行政审批手续，强化减缓生态环境影响和生态补偿措施。	1、项目不占用江苏省省域生态环境管控区，不占用生态保护红线。工程位于海域、为风力发电项目，不涉及长江经济带的管控、压减和限制等情形。 3、项目为《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的鼓励类新能源项目，符合产业政策。
污染物排放管控	1.坚持生态环境质量只能更好、不能变坏，实施污染物总量控制，以环境容量定产业、定项目、定规模，确保开发建设行为不突破生态环境承载力。 2.2020 年主要污染物排放总量要求：全省二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物、化学需氧量、氨氮、总氮、总磷排放总量分别为 66.8 万吨、85.4 万吨、149.6 万吨、91.2 万吨、11.9 万吨、29.2 万吨、2.7 万吨。	本项目无需申请总量控制指标
环境风险防控	1.强化饮用水水源环境风险管控。县级以上城市全部建成应急水源或双源供水。 2.强化化工行业环境风险管控。重点加强化学工业园区、涉及大宗危化品使用企业、贮存和运输危化品的港口码头、尾矿库、集中式污水处理厂、危废处理企业的环境风险防控；严厉打击危险废物非法转移、处置和倾倒行为；加强关闭搬迁化工企业及遗留地块的调查评估、风险管控、治理修复。 3.强化环境事故应急管理。深化跨部门、跨区域环境应急协调联动，分区域建立环境应急物资储备库。各级工业园区（集聚区）和企业的环境应急装备和储备物资应纳入储备体系。 4.强化环境风险防控能力建设。按照统一信息平台、统一监管力度、统一应急等级、协同应急救援的思路，在沿江发展带、沿海发展带、环太湖等地区构建区域性环境风险预警应急响应机制，实施区域突发环境风险预警联	1、满足江苏省省域生态环境管控要求中“环境风险防控”的相关要求。 2、已与江苏海上国能新能源工程有限公司签订船舶溢油应急协议，同时协议单位在大丰港物联大厦旁配置了应急设备库设，在一旦发生溢油事故，可

	防联控。	保证应急物资储备充足。 3、建设单位试运行期编制环境风险应急预案，加强日常应急演练，及时发现事故并通知有关部门以启动应急预案，建立区域环境应急协调联动。
资源利用效率要求	1.水资源利用总量及效率要求：到 2020 年，全省用水总量不得超过 524.15 亿立方米。全省万元地区生产总值用水量、万元工业增加值用水量达到国家最严格水资源管理考核要求。到 2020 年，全省矿井水、洗煤废水 70%以上综合利用，高耗水行业达到先进定额标准，工业水循环利用率达到 90%。 2.土地资源总量要求：到 2020 年，全省耕地保有量不低于 456.87 万公顷，永久基本农田保护面积不低于 390.67 万公顷。 3.禁燃区要求：在禁燃区内，禁止销售、燃用高污染燃料；禁止新建、扩建燃用高污染燃料的设施，已建成的，应当在城市人民政府规定的期限内改用天然气、页岩气、液化石油气、电或者其他清洁能源。	本项目利用可再生能源“风能”进行发电、向社会供应电能，不涉及资源利用上限问题。

表 1.5-2(b)　本项目与盐城市生态环境管控要求相符性分析

类别	管控要求	相符性分析
空间布局约束	（1）严格执行《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号）附件 3 江苏省省域生态环境管控要求中“空间布局约束”的相关要求。 （2）严格执行《盐城市“两减六治三提升”专项行动实施工作方案》（盐政办发〔2017〕34 号）《盐城市水污染防治工作方案》（盐政发〔2016〕63 号）《盐城市打赢蓝天保卫战实施方案》（盐政发〔2019〕24 号）《盐城市土壤污染防治工作方案》（盐政发〔2017〕56 号）等文件要求。 （3）禁止引进列入《盐城市化工产业结构调整指导目录（2015 年本）》（盐政办发〔2015〕7 号）淘汰类的产业。 （4）根据《盐城市人民政府关于印发盐城市打赢蓝天保卫战实施方案的通知》（盐政发〔2019〕24 号），优化化工产业布局，关闭响水生态化工园区，取消阜宁高新技术产业园区化工产业定位，依法依规逐步退出园区内化工生产企业。到 2020 年 10 月底前，城市主城区范围内钢铁、水泥、焦化、石化、化工、有色、平板玻璃等重污染企业基本实施关停或搬迁。	1、项目满足江苏省省域生态环境管控要求中“空间布局约束”的相关要求，不占用生态保护红线，不涉及长江经济带的管控、压减和限制等情形。 2、本项目施工期和运营期产生的污水均由资质单位接收处理，符合《盐城市水污染防治工作方案》的要求。 3、本项目不属于《盐城市化工产业结构调整指导目录（2015 年本）》（盐政办发〔2015〕7 号）淘汰类的产业。
污染物排放管控	（1）坚持生态环境质量只能更好、不能变坏，实施污染物总量控制，以环境容量定产业、定项目、定规模，确保开发建设行为不突破生态环境承载力。 （2）依据《盐城市生态环境保护“十三五”规划》（盐政办发〔2017〕8 号），2020 年盐城市化学需氧量、氨氮、总氮、总磷、二氧化硫、氮氧化物、烟粉尘、VOCs 排放量不得超过 12.97 万吨/年、	本项目无需申请总量控制指标

	1.61 万吨/年、4.60 万吨/年、0.42 万吨/年、3.58 万吨/年、3.67 万吨/年、3.23 万吨/年、9.73 万吨/年。	
环境风险防控	（1）严格执行《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49 号）附件 3 江苏省省域生态环境管控要求中“环境风险防控”的相关要求。 （2）强化饮用水水源环境风险管控，建成应急水源工程。 （3）落实《盐城市突发环境事件应急预案》（盐政办发〔2014〕116 号）的要求。 （4）完善废弃危险化学品等危险废物（以下简称“危险废物”）、重点环保设施和项目、涉爆粉尘企业等分级管控和隐患排查治理的责任体系、制度标准、工作机制；重点加强化学工业园区、涉及大宗危化品使用企业、贮存和运输危化品的港口码头、尾矿库、集中式污水处理厂、危废处理企业的环境风险防控；建立覆盖危险废物产生、收集、贮存、转移、运输、利用、处置等全过程的监督体系，严厉打击危险废物非法转移、处置和倾倒行为。	1、建设单位已与江苏海上国能新能源工程有限公司签订船舶溢油应急协议，自身按环评要求配备应急装备和物资，同时依托大丰港物联大厦西侧后方的应急物资库，一旦发生溢油事故，可保证应急物资储备充足。 2、项目环境风险事故主要为海上溢油，建设单位根据环评报告中的风险管理体系和应急措施、突发环境事件应急预案，加强日常应急演练，及时发现事故并通知有关部门以启动预案，实现区域环境应急协调联动。
资源利用效率要求	（1）依据《江苏省节水型社会建设规划纲要（2016-2020 年）》（苏水资〔2017〕12 号）、《省最严格水资源管理考核联席会议关于下达 2020 年和 2030 年全省实行最严格水资源管理制度控制指标的通知》（苏水资联〔2016〕5 号）、《盐城市水资源管理委员会关于印发《盐城市“十三五”水资源消耗总量和强度双控行动实施方案》的通知》（盐水管委〔2017〕3 号）、《盐城市节水型社会建设规划（2017-2025）》等相关要求，2020 年盐城市用水总量不得超过 57.24 亿立方米，单位地区生产总值用水量下降率达到 28%，单位工业增加值用水量下降率达到 23%，农田灌溉水有效利用系数达到 0.63。 （2）依据《江苏省国土资源厅关于预下达土地利用总体规划调整完善主要指标的通知》（苏国土资发〔2016〕277 号），2020 年盐城市耕地保有量不得低于 81.53933 万公顷，基本农田保护面积不低于 72.08653 万公顷。	本项目为海上风力发电项目，不涉及。

（2）与环境质量底线相符性分析

本项目不涉及饮用水水源保护区，海上吕四渔场农渔业区的捕捞区执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）第一类标准、养殖区执行第二类标准，领海基线外海域处于功能区划之外、参照第一类水质标准。周转区依托港区已有的生活污水处理设施，由环卫部门定期清运处理；围堤内海缆施工依托500kV集控中心建设项目的施工营地、依托其配套建设的施工临时冲水厕所、化粪池处理生活污水，委托资质单位（环卫公司）定期清运处理；营运期船上生活污水经船载处理装置处理后，交由专业单位接收处理接收处理；海上平台配套建设生活污水处理装置、集污池，定期由运维船接收生活污水后、交船务公司接收处理；营运期海上平台制淡水产生的浓盐水、海水淡化装置反冲洗水经贮存后，由运维船定期交专业单位接收处理。

根据生态环境质量公报，项目所在区域为环境空气达标区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。施工期间运输车辆增加产生少量的扬尘，在采取施工场地洒水等措施后能有效减少影响。营运期无生产废气排放，海上升压站的柴油发电机仅在供电故障时启动，本项目采用轻柴油作燃料，严禁使用重油、渣油为燃料，不会对周围环境空气质量产生明显影响。

根据电磁环境类比影响预测结果，220kV海上升压站和220kV交流电缆工频电场强度、工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的工频电场强度4kV/m、工频磁感应强度0.1mT的标准限值要求。

海缆近岸登陆段，以及大丰港码头的物料周转区，参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准。项目施工期物料运输周转、海缆敷设，会对周边的声环境产生短期影响，施工区域周边无声环境敏感目标，在有效控制施工噪声的前提下噪声影响是可以接受的；项目运行期间，海缆不产生噪声影响，风机运行噪声对代表性石首科鱼类的影响处于可接受水平。

综上所述，本工程排放的各污染物在采取相应污染防治措施后，能够保证周边环境不因本工程污染物排放而超出相应的环境功能区规定的环境质量要求，在区域环境容量范围内，符合周边水域、环境空气、声环境质量的管理要求，符合环境质量底线要求。

（3）与资源利用上线相符性分析

本项目利用风能发电，实现风能资源对煤炭等化石能源的减量替代，属于产生清洁能源生产项目。项目设计发电量年发电量364263万kWh，年上网电量287767万kWh，

对区域可再生能源利用产生积极作用。

本项目海上风机、海上平台、海缆和电缆沟的用海面积826.7784hm^2，根据上文分析，项目用海符合《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》(国海规范[2016]6号)、《海上风电开发建设管理办法》(国能新能[2016]394号)对风电项目的管理要求。

因此，项目的建设符合资源利用上线要求。

（5）与生态环境准入清单的相符性

本项目主体为海上风电场建设工程，场址依据《江苏省海上风电场工程规划（2012-2020年）（修编）》、选址具有唯一性，属于国土空间规划海洋功能区中的“工矿通信用海”。根据国土空间规划和“三区三线”划定成果，除吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区外，本项目不占用生态红线，因此按照《盐城市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》中优先保护单元为生态红线区、生态空间管控区的划定原则，本项目不再占用优先保护单元。项目与盐城市一般管控单元的生态环境准入清单的符合性分析见下表1.5-3。

表 1.5-3　与盐城市一般管控单元生态环境准入清单的符合性分析

序号	分类	准入条件	本项目情况	判定结果
1	空间布局约束	（1）各类开发建设活动应符合盐城市总体规划、控制性详细规划、土地利用规划等相关要求。 （2）禁止引进列入《盐城市化工产业结构调整指导目录（2015年本）》（盐政办发〔2015〕7号）淘汰类的产业。 （3）位于通榆河保护区的建设项目，符合《江苏省通榆河水污染防治条例》等相关要求。	（1）项目位于海域、符合国土空间规划 （2）不属于淘汰产业 （3）不涉及通榆河保护区	相符
2	污染物排放管控	（1）落实污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。 （2）进一步开展管网排查，提升污水收集效率。强化餐饮油烟治理，加强噪声污染防治，严格施工扬尘监管，加强土壤和地下水污染防治与修复。 （3）加强农业面源污染治理，严格控制化肥农药施加量，合理水产养殖布局，控制水产养殖污染，逐步削减农业面源污染物排放量。	（1）项目不占用总量指标 （2）项目周边无声环境敏感目标，海上施工不涉及扬尘，不涉及土壤和地下水环境要素 （3）本项目仅在离岸75km外的H9#风电场内开展面积100m^{2}的海洋牧场（网箱养殖），规模很小，通过控制养殖密度和动态监测投饵等方式，不会造成农业面源污染	相符
3	环境风险防控	（1）加强环境风险防范应急体系建设，加强环境应急预案管理，定期开展应急演练，持续开展环境安全隐患排查整治，提升应急监测能力，加强应急物资管理。 （2）合理布局商业、居住、科教等功能区块，严格控制噪声、恶臭、油烟等污染排放较大的建设项目布局。	（1）项目制定了风险防范体系，配备防溢油污染应急装备，与第三方专业单位签订了海上污染事故应急防备和处置协议，环境风险得到有效防控 （2）不涉及	相符

序号	分类	准入条件	本项目情况	判定结果
4	资源开发效率要求	（1）优化能源结构，加强能源清洁利用。 （2）万元GDP能耗、万元GDP用水量等指标达到市定目标。 （3）提高土地利用效率、节约集约利用土地资源。 （4）严格按照《高污染燃料目录》要求，落实相应的禁燃区管控要求。	（1）风力发电，属于清洁能源；（2）项目不增加本地能耗；（3）通过了自然资源部门组织的海域使用论证评审，提高了用海效率；（4）不涉及	相符

综上，本项目建设符合“三线一单”相关要求。

1.6 关注的主要环境问题

（1）项目施工建设和运营对海水水质、海洋生态环境、渔业资源等环境保护要素的影响；项目桩基对海洋水文和冲淤环境的影响；水下噪声和电磁环境对鱼类等海洋生物的影响；

（2）风机运行对鸟类的迁徙、栖息地和生境的影响，对江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区的影响；

（3）海上溢油风险事故对项目所在海域、周边海洋环境保护区的影响等。

1.7 环境影响报告书的主要结论

项目建设符合产业政策，符合海上风电建设发展规划，符合《江苏省国土空间规划（2021-2035）》《盐城市国土空间总体规划（2021-2035）》《江苏省近岸海域环境功能区划》《江苏省生态空间管控区域规划》《盐城港总体规划》、符合“三区三线”划定成果、符合“三线一单”管控要求。

本项目符合我国可再生能源发展战略、增加了电力供应并改善地区能源结构，社会效益、经济效益和环境效益明显。工程生产工艺符合清洁生产的要求，污染防治措施可行。项目建设会对项目海域生态环境和鸟类造成一定影响，对海域渔业资源造成一定损失，对渔业生产造成一定制约，并存在溢油事故环境风险，但可通过采取污染防治措施、生态修复补偿措施和风险防范措施等环境保护措施予以减轻。在严格实落实本报告提出的各项污染防治、生态保护与补偿措施和风险防范措施，加强监督管理、跟踪监测的前提下，从环境保护角度看，项目建设是可行的。

2 总论

2.1 报告书编制依据

2.1.1 法律、行政法规与部门规章

（1）《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月实施；

（2）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月修订；

（3）《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月实施；

（4）《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月施行；

（5）《中华人民共和国水污染防治法》，2017 年 6 月 27 日修正；

（6）《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日起施行；

（7）《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月实施；

（8）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日实施；

（9）《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012 年 7 月施行；

（10）《中华人民共和国可再生能源法》，2010 年 4 月施行；

（11）《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月实施；

（12）《中华人民共和国野生动物保护法》，2023 年 5 月 1 日实施；

（13）《中华人民共和国湿地保护法》，自 2022 年 6 月 1 日起施行；

（14）《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，2013 年 12 月修订；

（15）《中华人民共和国野生植物保护条例》，2017 年 10 月实施；

（16）《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月实施；

（17）《中华人民共和国海洋倾废管理条例》，2017 年 3 月实施；

（18）《中华人民共和国防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月实施；

（19）《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2017 年 3 月 1 日修订；

（20）《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2018 年 3 月实施；

（21）《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，2007 年 5 月实施；

（22）《中华人民共和国自然保护区条例》，2017 年 10 月实施；

（23）《近岸海域环境功能区管理办法》，原国家环保总局，[1999]8 号；

（24）《环境影响评价公众参与办法》，2019 年 1 月 1 日施行；

（25）《海洋工程环境影响评价管理规定》，国海规范〔2017〕7 号，2017 年 4 月实施；

（26）《水生生物增殖放流管理规定》，2009 年 5 月施行；

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

（28）《水产种质资源保护区管理暂行办法》，农业部令 2011 年第 1 号；

（29）《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发[2022]142 号）。

2.1.2 地方性法规

（1）《江苏省海洋环境保护条例》，2016 年 3 月修正；

（2）《江苏省渔业管理条例》（2019 年 3 月修正），2019 年 5 月实施；

（3）《江苏省环境噪声污染防治条例》（2018 年 3 月修正），2018 年 5 月实施；

（4）《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年 3 月修正），2018 年 5 月实施；

（5）《江苏省固体废物污染环境防治条例》（2018 年 3 月修正），2018 年 5 月实施；

（6）《江苏省水产种质资源保护区管理暂行办法实施细则（试行）》，江苏省海洋与渔业局，2017 年 8 月；

（7）《江苏省海洋生态红线监督管理办法》，苏海环[2017]11 号，2017 年 11 月；

（8）《盐城市黄海湿地保护条例》，2019 年 7 月 26 日；

（9）《盐城市扬尘污染防治条例》，苏人发[2016]69 号，2016 年 12 月 2 日；

（10）《江苏省政府办公厅关于加强危险废物污染防治工作的意见》，苏政办发[2018]91 号；

（11）《盐城市水生生物增殖放流工作规范细则（试行）》，盐农渔[2020]20 号；

（12）《盐城市近岸海域水污染防治方案》（盐政办发[2021]22 号）；

（13）《省生态环境厅关于印发江苏省环境影响评价文件环境应急相关内容编制要点的通知》（苏环办[2022]338 号）；

（14）《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》（苏自然资函[2023]880 号）。

2.1.3 中国加入的有关国际公约

（1）《防止废物和其它物质倾倒污染海洋公约》，1972 年；

（2）《经 1978 年议定书修正的 1973 年国际防止船舶污染海洋公约(MARPOL73/78)》，国际海事组织；

（3）《生物多样性公约》，1992 年 6 月 5 日，签订于里约热内卢；

（4）《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》，1982 年 3 月议定书修订；

（5）《国际重要湿地特别是水禽栖息地公约》，1971 年 2 月；

（6）《中华人民共和国和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境的协定》，1986 年 10 月 20 日；

（7）《中华人民共和国政府和日本政府保护候鸟及其栖息环境的协定》，1981 年 3 月 3 日签订；

（8）《黄(渤)海候鸟栖息地(第一期)提名地保护管理规划[Management Plan of Migratory Bird Sanctuaries along the Coast of Yellow Sea-Bohai Gulf of China（Phase I）]》。

2.1.4 规程、规范、导则

（1）《环境影响评价技术导则　总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；

（3）《海上风电工程环境影响评价技术规范》，国家海洋局，2014 年；

（4）《环境影响评价技术导则　大气环境》（HJ2.2-2018）；

（5）《环境影响评价技术导则　地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（6）《环境影响评价技术导则　声环境》（HJ2.4-2021）；

（7）《环境影响评价技术导则　生态影响》（HJ19-2022）；

（8）《环境影响评价技术导则　输变电》（HJ24-2020）；

（9）《建设项目环境风险评价技术导则》，（HJ169-2018）；

（10）《建设项目危险废物环境影响评价指南》（公告 2017 年第 43 号）；

（11）《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》，中国海事局，2011 年；

（12）《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；

（13）《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.4-2014）；

（14）《国家危险废物名录》（2021 年版）；

（15）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）；

（16）《海洋生物资源损失评估规范》（DB32/T 4423-2022），2023 年 1 月 31 日实施；

（17）《江苏省水生生物资源增殖放流工作规范》，苏农规[2019]6 号；

（18）《近岸海域环境监测点位布设技术规范》（HJ730-2014）；

（19）《近岸海域环境监测技术规范》（HJ 442-2020）；

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

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

（22）《海洋调查规范》（GB12763-2007）；

（23）《海洋监测规范》（GB17387-2007）。

2.1.5 相关规划文件

（1）《江苏省国土空间规划（2021-2035 年）》（国函〔2023〕69 号）；

（2）《盐城市国土空间总体规划（2021-2035）》（苏政复〔2023〕23 号）；

（3）《江苏省“十四五”海洋生态环境保护规划》；

（4）《盐城市“十四五”海洋生态环境保护专项规划》；

（5）盐城市“三区三线”划定成果；

（6）《江苏省近岸海域环境功能区划》（苏环委〔2001〕7 号）；

（7）《盐城市养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》；

（8）《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），2020 年 1 月；

（9）《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发[2020]49 号），江苏省人民政府，2020 年 6 月；

（10）《盐城市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（盐环发〔2020〕200 号），盐城市生态环境局，2020 年 12 月；

（11）《盐城港总体规划修订》（修订），江苏省人民政府，2016 年 1 月；

（12）《江苏省海上风电场工程规划（2012-2020 年）》。

2.1.6 工程技术报告及相关文件

（1）《三峡能源江苏大丰 H8-1#、H9#、H15#、H17#海上风电项目可行性研究报告》（中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司）；

（2）《三峡能源江苏大丰 H9 海上风电项目创新融合发展专题》（中国电建集团华

东勘测设计研究院有限公司）；

（3）《三峡能源江苏大丰 80 万千瓦海上风电项目海底电缆预选路由选择依据说明材料》（天津百世特海洋科技有限公司），及自然资源部东海局关于项目海缆路由调查勘测的批复（自然资东海办函[2024]26 号）；

（4）《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目海域使用论证报告书（报批稿）》（南京师范大学）；

（5）《三峡能源江苏大丰 80 万千瓦海上风电项目群数值模拟专题研究》（江苏云帆海洋环境研究院有限公司）；

（6）《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目通航安全技术报告（H8-1#海上风电场工程）、（H9#海上风电场工程）、（H15#海上风电场工程）、（H17#海上风电场工程）》（江苏悦海船舶服务有限公司、江苏中信安全环境科技有限公司）及专家评审意见；

（7）《三峡能源江苏大丰 H8-1#、H17#海上风电项目工程地质勘察报告（初勘阶段）》《三峡能源江苏大丰 H9#、H15#海上风电项目工程地质勘察报告（初勘阶段）》（中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司）；

（8）《华东院大丰海上风电项目海洋环境与渔业调查报告（2021 年春季）》（江苏云帆检测技术有限公司）及专家评审意见；

（9）《三峡大丰海上风电场 2023 年秋季海洋环境及渔业资源调查及评价专题报告（2023 年秋季）》（江苏云帆检测技术有限公司）及专家评审意见；

（10）《三峡能源江苏大丰 80 万千瓦海上风电项目水下噪声及电磁环境对海洋动物影响专题报告》（江苏国海环保科技有限公司）及专家评审意见；

（11）《华东院大丰海上风电项目鸟类调查及影响评价专题报告》（浙江智海环境科技有限公司，2022 年 4 月）及专家评审意见；

（12）《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案（报批稿）》(林之源(南京)林业服务有限公司)，及盐城市大丰区自然资源和规划局的审查意见；

（13）《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》（中国水产科学研究院东海水产研究所），及农业农村部渔业渔政管理局的审查意见；

（14）《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目近岸海环境功能区划调整技术报

告（送审稿）》（生态环境部南京环境科学研究所）。

2.2 评价标准

2.2.1 环境质量标准

本项目风电场区位于吕四渔场农渔业区的风电兼容区，送出海缆主要位于位于吕四渔场农渔业区捕捞区和养殖区，海缆在过堤点附近穿越大丰港工业与城镇用海区。

项目 H8-1#风电场部分风机占用吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，项目评价范围内有东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、麻菜珩(特别保护海岛)、麻菜珩领海基点保护区，项目周边海洋环境较敏感。

2.2.1.1 海水水质

工程用海占用的吕四渔场农渔业区的捕捞区执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）第一类标准、养殖区执行第二类标准，占用的大丰港工业与城镇用海区执行第三类标准；评价范围内的大丰港口航运区、辐射沙洲东部保留区执行不劣于现状标准；大丰港特别利用区执行第四类标准；领海基线外的监测站位超出近岸海域范围，本次报告中参照第一类水质标准进行评价。

评价范围内的吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、麻菜珩(特别保护海岛)和麻菜珩领海基点保护区执行第一类标准。

表 2.2-1 海水水质标准　　单位：mg/L（pH 除外）

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加量≤100	人为增加量≤150
2	pH	7.8-8.5，同时不超出该海域正常变动范围的0.2pH单位		6.8-8.8，同时不超出该海域正常变动范围的0.5pH单位	
3	溶解氧>	6	5	4	3
4	化学需氧量≤	2	3	4	5
5	生化需氧量≤	1	3	4	5
6	无机氮≤（以 N 计）	0.20	0.30	0.40	0.50
7	活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030		0.045
8	汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
9	镉≤	0.001	0.005	0.010	
10	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
11	铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
12	砷≤	0.020	0.030	0.050	
13	铜≤	0.005	0.010	0.050	
14	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50

15	石油类≤	0.05	0.30	0.50
16	挥发酚	0.005	0.010	0.050

2.2.1.2 海洋沉积物

工程用海区的吕四渔场农渔业区的海域执行《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）第一类标准、大丰港工业与城镇用海区执行第二类标准；评价范围内的大丰港口航运区、辐射沙洲东部保留区执行不劣于现状标准；大丰港特别利用区执行第三类标准；领海基线外海域处于功能区划之外，参照第一类沉积物标准进行复核。

评价范围内的吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、麻菜珩(特别保护海岛)和麻菜珩领海基点保护区执行《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）第一类标准。

表 2.2-2　海洋沉积物质量标准

项目	标准值		
	第一类	第二类	第三类
汞（$\times10^{-6}$）≤	0.20	0.50	1.00
镉（$\times10^{-6}$）≤	0.50	1.50	5.00
铅（$\times10^{-6}$）≤	60.0	130.0	250.0
铜（$\times10^{-6}$）≤	35.0	100.0	200.0
锌（$\times10^{-6}$）≤	150.0	350.0	600.0
铬（$\times10^{-6}$）≤	80.0	150.0	270.0
砷（$\times10^{-6}$）≤	20.0	65.0	93.0
硫化物（$\times10^{-6}$）≤	300.0	500.0	600.0
石油类（$\times10^{-6}$）≤	500.0	1000.0	1500.0
有机碳（$\times10^{-2}$）≤	2.0	3.0	4.0

2.2.1.3 海洋生物

工程用海占用的吕四渔场农渔业区海洋贝类（双壳类）执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）第一类标准，占用的大丰港工业与城镇用海区海洋贝类（双壳类）执行第二类标准；评价范围内的大丰港口航运区、辐射沙洲东部保留区执行不劣于现状标准；大丰港特别利用区执行第三类标准；领海基线外海域，参照第一类海洋生物标准进行复核。

评价范围内的吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、麻菜珩(特别保护海岛)和麻菜珩领海基点保护区海洋贝类（双壳类）执行第一类标准。

对于海洋鱼类、甲壳类和软体类生物（除双壳贝类）生物质量评价，目前国家尚

未颁布统一的评价标准，重金属指标本报告采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物体内污染物评价标准”进行评价，砷和石油烃参考《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物残留标准。

表 2.2-3　海洋贝类生物质量标准值（鲜重）　　单位：mg/kg

项目	标准值		
	第一类	第二类	第三类
总汞≤	0.05	0.10	0.30
镉≤	0.2	2.0	5.0
铅≤	0.1	2.0	6.0
铜≤	10	25	50(牡蛎100)
锌≤	20	50	100(牡蛎500)
铬≤	0.5	2.0	6.0
砷≤	1.0	5.0	8.0
石油烃≤	15	50	80

表 2.2-4　鱼类、甲壳类、软体类（除双壳贝类）生物质量评价标准（鲜重）　单位 mg/kg

序号	项目	标准值			备注
		甲壳类	鱼类	软体类	
1	汞	0.2	0.3	0.3	《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物体内污染物评价标准”
2	镉	2.0	0.6	5.5	
3	铅	2.0	2.0	10	
4	锌	150	40	250	
5	铜	100	20	100	
6	砷	8.0	5.0	10.0	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的生物残留标准
7	铬	1.5	1.5	1.5	
8	石油烃	20	20	20	

2.2.1.4 电磁环境

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），本项目电磁环境执行工频电场强度 4kV/m、工频磁感应强度 100μT 的公众曝露控制限值。

风电场 35kV 海底电缆根据《电磁环境控制限值》规定“100kV 以下电压等级的交流输变电设施”产生的电磁场属于豁免管理范围，不需要进行环境评价。

2.2.1.5 环境空气

本项目风电机组、海上升压站、海上平台均位于海上，离岸较远；周转区租赁大丰港码头及后方堆场，选择大丰港大件码头作为物资水路运输、水陆转换码头。

因此，项目周边的江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中一级标准，其余区域执行二级标准。

表 2.2-5　环境空气质量标准

序号	污染物名称	取值标准	浓度限值		单位
			一级	二级	
1	二氧化硫 SO_2	年平均	20	60	μg/m³
		24 小时平均	50	150	
		1 小时平均	150	500	
2	二氧化氮 NO_2	年平均	40	40	
		24 小时平均	80	80	
		1 小时平均	200	200	
3	氮氧化物 NOx	年平均	50	50	
		24 小时平均	100	100	
		1 小时平均	250	250	
4	PM_{10}	年平均	40	70	
		24 小时平均	50	150	
5	$PM_{2.5}$	年平均	15	35	
		24 小时平均	35	75	
6	总悬浮颗粒物 TSP	年平均	80	200	
		24 小时平均	120	300	
7	CO	24 小时平均	4	4	mg/m³
		1 小时平均	10	10	

2.2.1.6 声环境

过堤点和围堤内电缆沟周围主要为鱼塘、其他项目集控中心，不在声环境功能区划内，参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准执行。大丰港码头及邻近港口作业区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类区标准。

表 2.2-6　声环境质量标准

类别	昼间，dB(A)	夜间，dB(A)	标准来源
2	60	50	《声环境质量标准》（GB3096-2008）
3	65	55	

2.2.2 污染物排放标准

2.2.2.1 污废水

（1）含油污水

周转区冲洗废水经过沉砂池等预处理后，回用于场地抑制扬尘洒水、车辆冲洗，不外排，水质执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2020)。

施工、运维船舶的含油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》和《73/78 防污公约》的要求贮存，禁止排入海域，交专业单位接收处理。

表 2.2-7　城市污水再生利用城 市杂用水水质标准　　单位：mg/L

序号	项目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0~9.0	6.0~9.0
2	色度，铂钴色度单位	15	30
3	嗅	无不快感	无不快感
4	浊度/NTU	5	10
5	五日生化需氧量（BOD_5）/（mg/L）	10	10
6	氨氮（mg/L）	5	8
7	阴离子表面活性剂（mg/L）	0.5	0.5
8	溶解性总固体/（mg/L）	1000（2000）[a]	1000（2000）[a]
9	大肠埃希氏菌/（MPN/100mL 或 CFU/100mL）	无[c]	无[c]
注：“—”表示对此项无要求			
a 括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。 b 用于城市绿化时，不应超过 2.5mg/L。 c 大肠埃希氏菌不应检出。			

（2）生活污水

施工期，岸上电缆施工依托 500kV 集控中心项目的营地，生活污水经化粪池预处理后，由环卫公司派罐车清运。大丰港周转区生活污水依托港区的污水处理系统。生活污水按《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 等级标准考核，见表 2.2-8。

运营期管理人员依托 500kV 岸基集控中心工程办公，生活污水依托该项目的化粪池预处理后，定期由环卫公司清运。

表2.2-8　生活污水清运参考执行标准　　单位：mg/L

序号	指标	接纳标准	标准依据
1	pH	6~9	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级标准
2	COD	500	
3	SS	400	
4	氨氮	45	《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）一级 B
5	总磷	8	

施工期和营运期海上生活污水经船舶生活污水装置预处理后，主要委托第三方船务公司接收处理，位于近岸 3 海里以外海域需排放生活污水的，应执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018），详见 2.2-9。

表 2.2-9　船舶生活污水排放要求

污水类别	水域类别	排放控制要求
船舶生活污水	距最近陆地3～12海里	（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放； （2）船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
	距最近陆地大于12海里	船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。

2.2.2.2 扬尘、废气

施工期扬尘、废气排放执行江苏省《施工场地扬尘排放标准》（DB32/4437-2022）。营运期无工艺废气产生。

表2.2-10　施工场地扬尘排放限值

监测项目	浓度限值/（μg/m³）
TSP[a]	500
PM_{10}[b]	80
a 任一监控点（TSP 自动监测）自整时起依次顺延 15min 的总悬浮颗粒物浓度平均值不应超过的限值。根据 HJ633 判定设区市 AQI 在 200~300 之间且首要污染物为 PM_{10} 或 $PM_{2.5}$ 时，TSP 实测值扣除 200μg/m³ 后再进行评价。 b 任一监控点（PM_{10} 自动监测）自整时起依次顺延 1h 的 PM_{10} 浓度平均值与同时段所属设区市 PM_{10} 小时平均浓度的差值不应超过的限值。	

2.2.2.3 噪声

项目施工场地周边无声环境敏感目标，参照执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；营运期项目风电场位于海上，不在声环境功能区划内，位于泥面以下的电缆运行时不产生噪声。

表2.2-11　噪声排放限值　　单位：dB（A）

项目	时段	限值数值	备注
施工场界噪声排放	昼间	70	施工噪声场界标准
	夜间	55	

2.2.2.4 固体废物

船舶生活垃圾执行在船上分类收集，禁止排入海域，船舶靠岸后定点移交协议单位接收；周转区生活垃圾依托港区的垃圾收集转运系统，由环卫部门定时清运。

营运期风电场日常维护产生的废旧蓄电池、废矿物油和含油废棉纱属于危险废物，依托 500kV 岸基集控中心的危废暂存间进行贮存，交有资质单位接收处理；500kV 岸基集控中心另行开展环境影响评价，危废暂存间的建设按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)和《江苏省固体废物全过程环境监管工作意见》的要求执行。

营运期海上平台海水淡化装置产生的过滤器污泥、废滤膜、废滤芯、废树脂、污泥，属于一般工业固废，密封保存后交给专业单位接收处理。

2.3 评价工作等级

2.3.1 海洋环境影响评价

本项目为海上风电工程，总装机容量 805.6MW，包括 98 台风机、3 座海上升压站（分别位于 H8-1#、H9#和 H17#风电场内）、海上氢储能平台和海上救援平台（位于 H9#风电场升压站东、西两侧）、以及依托海上救援平台建设的海洋牧场（网箱养殖）。35kV 场内集电海缆总长 169.56km、三回 220kV 送出海缆总长 190.33km，其中围堤内电缆沟中 220kV 电缆 1.83km。

H8-1#风电场的东侧占用吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区，评价范围内还有东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、麻菜珩(特别保护海岛)和麻菜珩领海基点保护区。根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014 年）中评价等级的判定原则，并参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），海上风电装机容量>300MW、海缆长度>100km，确定本项目水文动力环境、水质环境、沉积物环境、海洋生态环境的评价等级均为 1 级。

表 2.3-1　海洋水文动力、水质、沉积物、生态影响评价等级

海上风电项目工程类型	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	海洋环境影响评价等级			
			水文动力环境	水质环境	沉积物环境	海洋生态
海上风电机组工程	装机容量≥300MW	海洋生态环境敏感区	1	1	1	1
海底电缆工程	长度≥100km	海洋生态环境敏感区	1	1	1	1

工程申请用海总面积 829.3683hm^2，扣除另行开展环境影响评价的 500kV 集控中心后，用海面积 826.7784hm^2，超过 50hm^2，地形地貌及冲淤环境的评价等级为 1 级。

表 2.3-2　地形地貌与冲淤环境影响评价等级

评价等级	工程类型
1	海上风电项目所有工程类型总占海面积超过50×10^{4}m^{2}以上的或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。

2.3.2 电磁环境影响评价

本项目在 H8-1#、H9#和 H17#风场内各设置 1 座 220kV 的海上升压站，风机所发电能汇集至海上升压站 35kV 母线，经升压站变压器升压至 220kV 通过 3 回 220kV 海缆（铜芯线径：两回 3×1000mm^2、一回 3×500mm^2）送至过堤点，再以电缆沟形式敷设至集控中心。

根据《环境影响评价技术导则　输变电》（HJ 24-2020）和《海上风电工程环境影响评价技术规范》中电磁环境影响评价等级判定依据，本项目海上升压站主电气设备均采用户内布置，送出线路为 220kV 海底电缆和围堤电缆沟形式，电磁环境影响评价等级为三级。

表2.3-3　电磁环境影响评价等级

电流类型	电压等级	工程类型	条件	评价工作等级
交流电	220~330kV	220kV海缆	海底电缆	三级
		220kV海上升压站	户内式	三级
	220~330kV	220kV围堤内电缆	地下电缆	三级

2.3.3 环境风险评价

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本项目建成后在生产、使用和储存过程中涉及的环境风险物质为油类、10%的消毒液。本项目各变压器、高压电抗器和柴油发电机等设备，以及施工运维船舶，含油类物质最大值 1383.7t、消毒液最大储量 0.45t（折合纯次氯酸钠为 0.045t），则本项目的 Q 值＜1，按导则划定环境风险潜势为 I，对应的环境风险评价等级为简单分析。

表2.3-4　项目风险物质数量与临界值比值

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 qn（t）	临界量 Qn（t）	Q
1	油类物质	/	1383.7	2500	0.553
2	次氯酸钠 NaClO	7681-52-9	0.045	5	0.009
合计					0.56

但考虑到本项目主体工程位于海洋，在施工过程中会动用众多大型施工船舶，存在由于施工船舶操作不当引发船舶碰撞溢油事故的风险；运行期在台风、风暴潮等极端气候条件下，存在升压站倾倒引发的变压器油等油类物质溢油风险。因溢油事故对周边敏感目标的危害性较大，溢油环境风险分析与评价按二级评价深度开展工作，对溢油事故影响预测采取数值模拟方式。

2.3.4 其他环境要素评价

（1）鸟类、水下噪声影响评价

本项目风机基础打桩和运行期风机叶片运转产生的水下噪声可能对海洋生物尤其是石首科鱼类产生一定的影响。同时，项目施工和运行期可能对鸟类及其生境造成影响。根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014），鸟类生态和水下声环境

影响评价工作不划定具体评价等级，本次评价开展鸟类影响和水下噪声影响专题评价工作。

（2）声环境

本项目风机区域、海上升压站位于离岸海域，过堤点至集控中心段周边为鱼塘和其他风电场集控中心，周边均无声环境敏感目标；位于泥面下的海缆、电缆沟内电缆运行阶段不产生噪声影响。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中评价工作等级的划分原则，声环境影响评价工作等级为三级，作简要评价。

（3）大气环境

项目大气环境影响集中在施工阶段，运行后无大气污染物排放。因此，主要针对施工期发动机尾气的大气环境影响，进行定性影响分析评价。

（4）陆生生态

本项目工程建设内容全部位于海域，围堤内的区域也属于海域范围、不属于陆域。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），涉海工程参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），因此生态评价等级按照 2.3.1 节执行，不再重复划分评价等级。

2.4 评价范围

2.4.1 海域评价范围

（1）海洋环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）及《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014），海洋水质、海洋沉积物、海洋生态环境的评价范围主要依据评价区域及周边区域生态完整性确定。

本项目四座风电场所在海域的平均流速为 0.42m/s ~0.49m/s，潮流特征为半日潮，纵向潮流评价范围为 21.16km（南北两侧各外扩 10.58km），小于导则推荐数值 15km。因此本报告选用导则推荐数值，即 1 级评价以风电场外缘线为起点向外扩展 15km。海洋水文动力和地形地貌与冲淤环境影响评价范围与海洋水质评价范围相同。海底电缆沿垂直海底线缆路由方向从线缆外缘向两侧扩展 5km。

（2）水下声环境

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014 年），水下声环境评价范围与海洋生态环境评价范围一致。

（3）电磁环境

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014 年）和《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），三座 220kV 海上升压站电磁环境评价范围为站界外 40m，220kV 海底电缆（过堤点向海段）电磁环境评价范围为电缆两侧外延 40m，220kV 海缆过堤登陆段（围堤内电缆沟）电磁环境评价范围为电缆两侧外延 5m。

综上，确定本项目海域评价范围为风电场外缘线为起点向外扩展 15km、以及海底电缆沿垂直海底管线路由方向从电缆外缘向两侧扩展 5km 所包含的海域，西至修测岸线，整个评价范围面积约 3537.33km^2，评价范围见图 2.4-1。

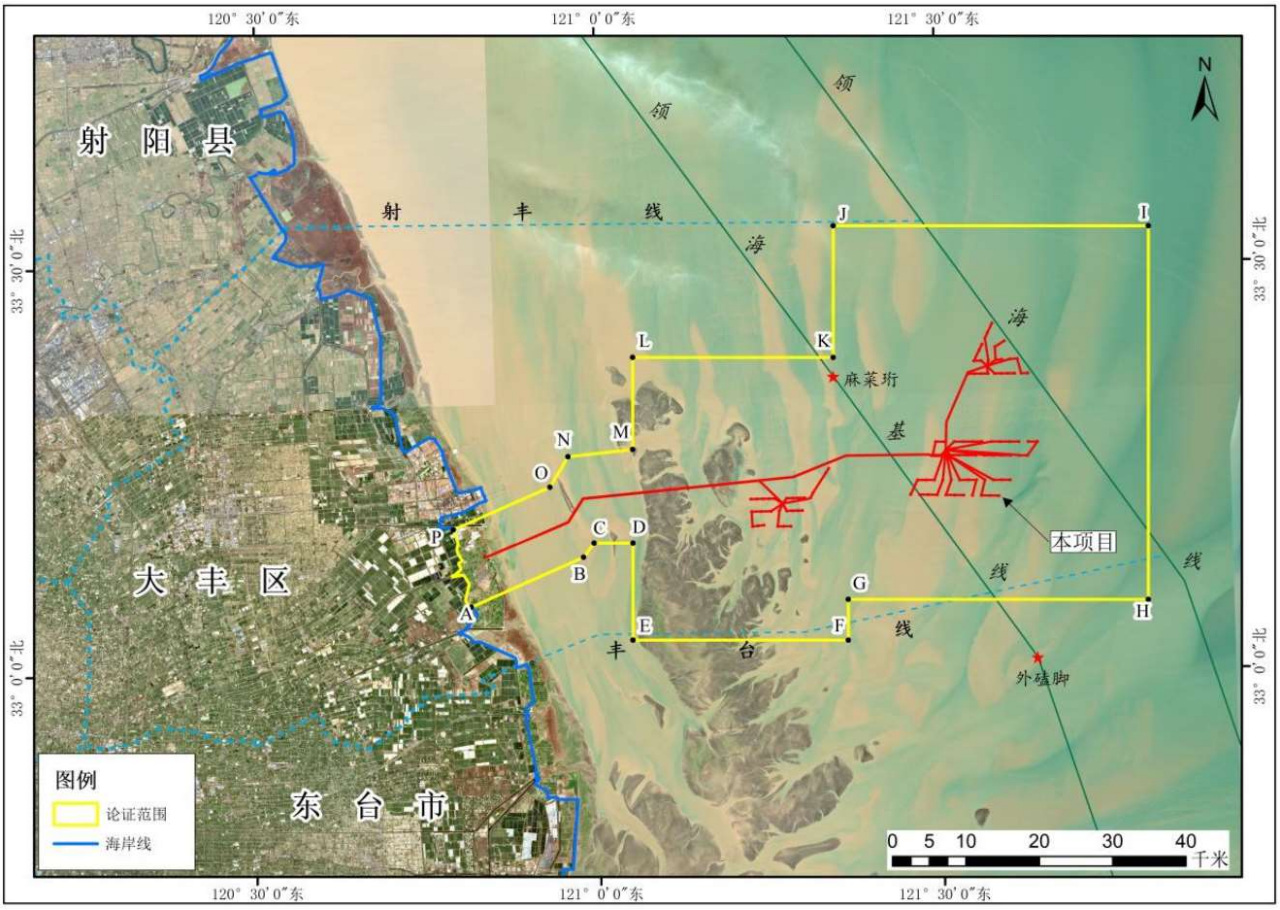

图 2.4-1 本项目评价范围图

2.4.2 其他评价范围

（1）大气环境评价范围

本项目营运期无废气排放，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），不设评价范围。

（2）声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）、《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），地下电缆不进行声环境影响评价，不设评价范围。海上升压站、海上氢储能平台和救援平台的评价范围，为平台上部结构边界外延 200m。

（3）电磁环境

参照《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），过堤后的 220kV 地下电缆电磁环境评价范围为电缆两侧外延 5m。

（4）生态环境

项目 220kV 海缆不穿越自然保护区、生态红线区，根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ 24-2020），生态环境影响评价范围为电缆导线外 300m，已包含在海域生态评价范围内（电缆外缘向两侧扩展 5km 所包含的海域），不重复划定评价范围。

2.4.3 环境风险评价范围

《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）中仅有大气风险评价范围的具体指标，其他环境要素则根据各自的导则确定。本项目属于海洋工程，因此根据《海洋工程环境影响评价技术导则》《海上风电工程环境影响评价技术规范》确定风险评价范围，项目环境风险与海洋水文动力环境密切相关，因此根据导则要求、并结合省内已批复的海上风电项目环境影响报告书实例，项目环境风险评价范围与海洋生态环境评价范围保持一致，即风电场四周外扩 15km、海缆两侧外扩 5km 的范围。

2.5 环境保护目标

评价范围内的环境敏感区主要为吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、麻菜珩特别保护海岛、麻菜珩领海基点保护区等。仅 H8-1#风电场部分占用吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区，其余风电场及海底电缆不占用生态红线区。

（1）H8-1#风电场的 7 台风机和 7.71km 的 35kV 海缆占用“吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区”，占用面积约 0.9287hm^2；H9#、H15#、H17#三处风电场风机与实验区距离分别为 1.2km、7.0km、28.2km。

（2）H8-1#、H9#、H15#、H17#风电场风机与“东沙泥螺四角蛤种质资源保护区”最近距离分别为 0.10km、0.10km、0.11km、0.47km；H8-1#升压站送出海缆距保护区 70m，H9#升压站送出海缆距保护区 160m，H17#升压站送出海缆距保护区较远。

（3）H8-1#、H9#、H15#三座风电场与“江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护实验

区”较远、超出评价范围，H17#风电场风机距“珍禽保护区实验区(东沙)”为 400m；220kV 送出海缆在近岸段距“实验区 6”为 60m。

（4）H17#风电场风机与“中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）”最近距离 640m，其余三处风电场距世界遗产地距离较远；220kV 送出海缆在近岸段与该遗产地最近距离为 18m。

（5）H8-1#、H9#、H15#、H17#风电场与“麻菜珩”特别保护海岛最近距离分别为 11.61km、9.80km、11.10km、5.73km；220kV 送出海缆距保护区最近距离 4.37km。

（6）H15#风电场距“盐城梭子蟹、梅童鱼保护区”保护区的最近距离 12.76km，其他风电场和送出海缆距其均超出评价范围。

工程周边海域环境保护目标与工程位置关系及基本情况见表 2.5-1 和图 2.5-1(a)。项目与中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）的位置关系，见图 2.5-1(b)。

表 2.5-1　本项目与保护区和生态红线区关系一览表

序号	名称	识别依据	影响要素	与项目位置关系	敏感对象/敏感区概况	环境保护要求
1	吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区	农业部办公厅第三批国家级水产种质资源保护区，及调整保护区面积范围和功能的通知。	海洋生态、水质、冲淤、溢油风险	H8-1#风电场东部的7台风机、7.71km的35kV海缆占用保护区实验区；H9#、H15#、H17#三处风电场风机与实验区距离分别为1.2km、7.0km、28.2km。	保护区总面积为166.08×10^4hm^2，其中核心区面积为87.34×10^4hm^2，实验区面积为78.74×10^4hm^2。特别保护期为每年的5月1日至7月1日。保护区位于黄海南部吕泗渔场，四个拐点连线围成的区域，拐点坐标分别为（121°12′E，34°00′N；122°40′E，34°00′N；122°20′E，32°12′N；122°40′E，32°12′N）。核心区是由五个拐点连线围成的区域，拐点坐标分别为（121°17′E，34°00′N；121°52′E，34°00′N；122°30′E，33°00′N；122°25′E，32°12′N；122°30′E，32°12′N）。保护区内除核心区外的其他水域为实验区。	主要保护对象有小黄鱼、银鲳、大黄鱼、带鱼、灰鲳、蓝点马鲛、哈氏仿对虾、葛氏长臂虾等重要经济鱼类。执行《水产种质资源保护区管理暂行办法》(农业部令2011年第1号)的相关要求。
2	东沙泥螺四角蛤种质资源保护区	江苏省“三区三线”划定成果	海洋生态、水质、冲淤、溢油风险	H8-1#、H9#、H15#、H17#风电场风机与其最近距离分别为0.10km、0.10km、0.11km、0.47km；H8-1#升压站送出海缆距其0.07km，H9#升压站送出海缆距其0.16km，H17#升压站送出海缆距其超出评价范围。	四至：北纬33°03′00.01″-33°32′40.00″，东经120°58′55.64″-121°34′06.00″之间海域。 面积：调减为482.52km^2，保护区属重要渔业海域红线区。	在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。严格限制改变海域自然属性。禁止开发性、生产性建设活动。按照生态保护红线管理政策，严格保护海洋生态环境。
3	江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区	江苏省“三区三线”划定成果	海洋生态、水质、溢油风险	H17#风电场风机距实验区(东沙)最近处400m，其余三座风电场距实验区超出评价范围； 220kV送出海缆在近岸段距实验区6	保护区分为七个实验区、二个缓冲区、一个核心区，保护滩涂生态湿地系统和珍稀濒危鸟类资源。与本项目工程位置及评价范围较近的有①实验区6：120°47′10.78"E—121°6′39.60"E；32°48′46.87"N--33°7′55.56"N。 保护区面积489.57平方公里，海岸线长度33.3公里。	实验区要求：按照《中华人民共和国自然保护区条例》和《海洋自然保护区管理办法》相关制度进行管理。在实验区内，在保护区管理机构统一规划和指导下，可有计划地进行适度开发活动。禁止围填海、采石、挖沙、开采矿藏，不得新增入海陆源工业直排口。注重保护自然景观，维持、

序号	名称	识别依据	影响要素	与项目位置关系	敏感对象/敏感区概况	环境保护要求
				最近距离为60m。	②珍禽保护区实验区(东沙)：121°11′0.96"E—121°9′21.58"E；32°57′24.11"N—33°9′19.15"N。保护区面积384.01平方公里，海岸线长度0公里。	恢复、改善海洋生态环境和生物多样性。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。
4	中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）	《中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）•江苏盐城南部候鸟栖息地和江苏盐城北部候鸟栖息地保护管理规划》	海洋生态、水质、溢油风险	H17#风电场风机距遗产地YS-1最近处640m，220kV送出海缆在近岸处与YS-1区域最近距离18m。	提名地包括南部、北部候鸟栖息地，南部候鸟栖息地(YS-1)分布于盐城湿地珍禽国家级自然保护区的南部实验区和东沙实验区等，面积为144839 公顷；北部候鸟栖息地(YS-2)分布于盐城湿地珍禽国家级自然保护区中块区域（盐城保护区核心区及潮间带部分），面积为 43804 公顷。南部缓冲区面积 28271 公顷，北部缓冲区面积 51785 公顷。	主要保护麋鹿等大型哺乳动物及栖息地和丹顶鹤、大杓鹬、勺嘴鹬等鸟类及迁徙通道和栖息地。严格按照《盐城市黄海湿地保护条例》《中华人民共和国自然保护区条例》等规定和实际情况对遗产地进行保护。
5	麻菜珩	江苏省“三区三线”划定成果	海洋生态、水质、冲淤、溢油风险	H8-1#、H9#、H15#、H17#风电场与该保护区最近距离分别为 11.61km 、9.80km、11.10km、5.73km； 220kV送出海缆距保护区最近距离4.37km。	四至：北纬 33°18′17.42″-33°25′17.82″，东经121°16′42.17″-121°25′03.16″之间海域。 面积：12595.57 公顷。特别保护海岛，海岛生态系统及自然地形、地貌、景观。	在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。严格限制改变海域自然属性。禁止开发性、生产性建设活动。按照生态保护红线管理政策，严格保护海洋生态环境。
6	麻菜珩领海基点保护区	江苏省“三区三线”划定成果	海洋生态、水质、冲淤、溢油风险	四座风电场距保护区10km~ 17km，送出海缆与保护区最近距离9.53km。	四至：121°19′47.89"E--121°21′47.99"E；33°20′57.98"N--33°22′38.00"N。 面积：5.74 平方公里。领海基点和海岛生态系统及自然地形、地貌、景观。	
7	盐城梭子蟹、梅童鱼保护区	江苏省“三区三线”划定成果	海洋生态、水质、冲淤、溢油风险	H15#风电场距保护区的最近距离12.76km，其他风电场和海缆距其均超出评价范围。	四至：北纬 32°51′41.94″-33°08′14.76″，东经121°01′30.43″-121°56′47.89″之间海域。 潮间带区域面积 1415.04 公顷、深水区海域面积 70366.50 公顷。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。	在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。严格限制改变海域自然属性。禁止开发性、生产性建设活动。按照生态保护红线管理政策，严格保护海洋生态环境。

序号	名称	识别依据	影响要素	与项目位置关系	敏感对象/敏感区概况	环境保护要求
8	盐城市近岸海域国考站位	《盐城市“十四五”海洋生态环境保护专项规划》	溢油风险	项目评价范围内共有国考点位 9 处。 ①JSH10004 距风电场最近处 8.8km、距送出海缆最近处 6.6km，②JSH10006 在风电场评价范围外、距送出海缆最近处 4.3km，③JSH10017 距风电场最近处 12.1km、在送出海缆评价范围外，④JSH10018 距风电场最近处 14.5km、在送出海缆评价范围外，⑤JSH10022 在 H17#风电场内、距连接 17 号和 25 号风机的 35kV 海缆 530m，⑥JSH10023 距风电场最近处约 15km，⑦JSH10033 距风电场最近处约 11.5km，⑧JSH10034 距风电场最近处 5.8km、在送出海缆评价范围外，⑨JSH10037 距风电场最近处 9.3km、距送出海缆最近处 1.7km。		项目建设和运营不得对国考站位造成干扰
9	三场一通道		生态、渔业	H8-1#风电场距小黄鱼育幼场最近距离约 6.3km，H15#风电场位于小黄鱼不同产卵场间的洄游通道上。 项目不占用大黄鱼、银鲳、带鱼的“三场一通道”，距银鲳产卵场边界约 5km、距带鱼的三场一通道 55km 以上。		不对重要经济鱼类三场一通道造成明显影响
10	开放式海水养殖区		渔业	3 回 220kV 送出海缆穿越东沙开放式养殖用海区，涉及到盐城市大丰区交通控股集团有限公司的养殖用海，贝类、紫菜养殖区 16 宗，面积约 121.2854 公顷		海缆占用部分不能继续开展养殖活动，由养殖用海变更为电力工业用海，基于经济补偿；并对海洋生态环造成的损失，采取增殖放流的生态补偿措施。

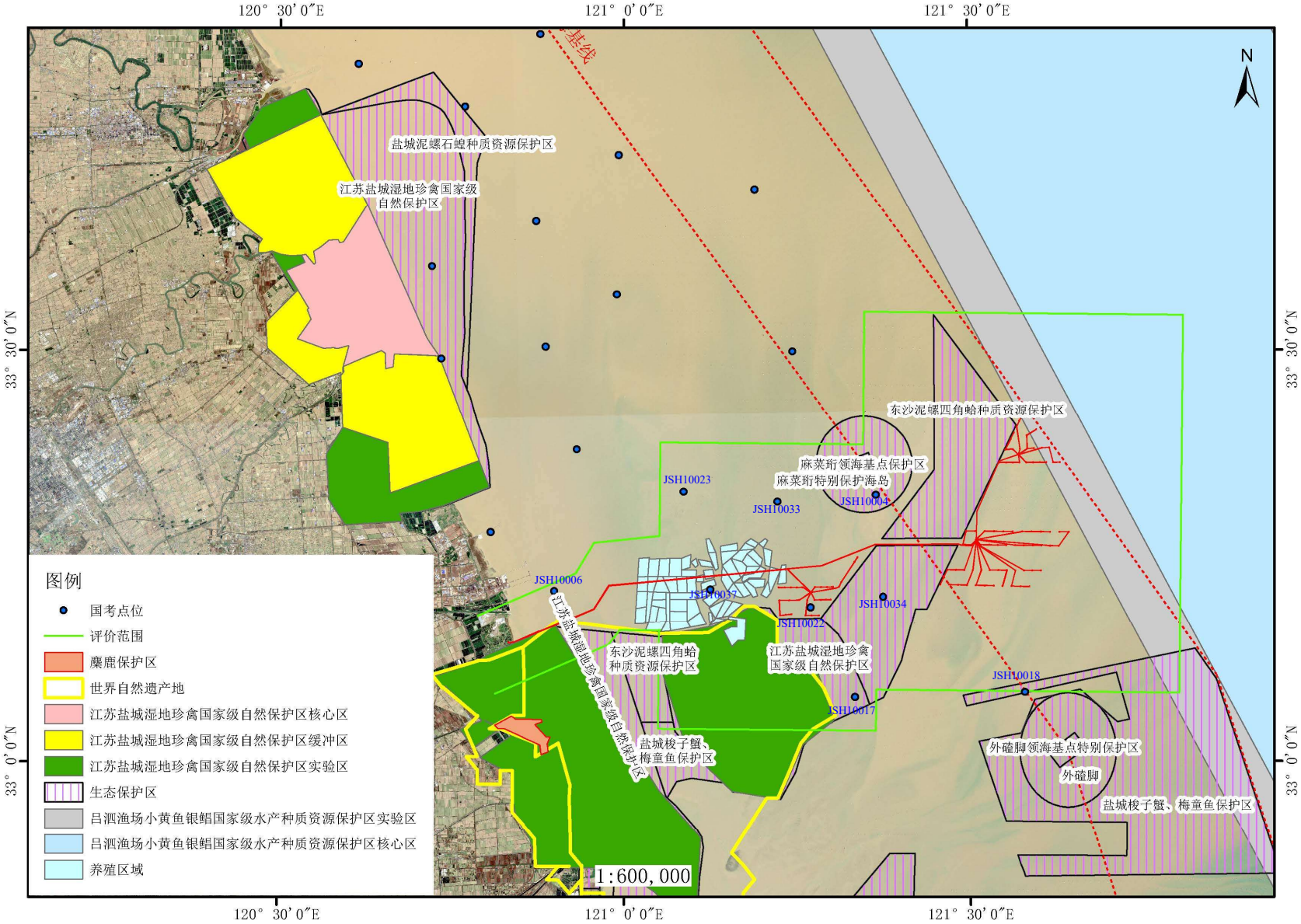

图 2.5-1(a)　本项目与周边海洋环境保护目标位置关系图

图 2.5-1(b)　项目与中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）的位置关系

3 工程概况

3.1 项目名称、性质、工程与投资规模及地理位置

项目名称：三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目

建设性质：海洋工程，新建

建设单位：三峡丰海盐城发电有限公司

工程地理位置：位于盐城市大丰区东北海域，辐射沙洲东沙以东、毛竹沙北侧海域，具有典型的辐射沙洲地形特征，水深在 3m～21m 之间。项目包括 H8-1#、H9#、H15#、H17#四个海上风电场，海上氢储能平台设置在 H9#海上升压站西侧，距 H9#海上升压站 30m；海上救援平台设置在 H9#海上升压站东侧，距 H9#海上升压站距离 20m，海洋牧场采用海上救援平台基础导管架开展网箱养鱼。

工程组成：H8-1#、H9#、H15#、H17#四个海上风电场装机规模 805.6 兆瓦，拟安装 98 台风力发电机组（13 台 6.0MW 的风机、84 台 8.5MW 的风机、1 台 13.6MW 的风机），新建三座 220kV 海上升压站、35kV 场内集电海缆总长 169.56km、三回 220kV 送出海缆总长 190.33km，其中围堤内电缆沟中 220kV 电缆 1.83km。

（1）大丰 H8-1#风电场位于毛竹沙最北端海域，安装 24 台单机容量 8.5MW 的风电机组，总容量 204MW。

（2）大丰 H9#风电场位于毛竹沙北端海域，安装 24 台单机容量 8.5MW 的风电机组，总容量 204MW。海上氢储能平台、海上救援平台及其下方的养殖网箱，均位于 H9#风电场内，分布于 H9#海上升压站两侧。

（3）大丰 H15#风电场位于毛竹沙北端海域，安装 23 台单机容量 8.5MW 的风电机组，总容量 195.5MW。

（4）大丰 H17#风电场位于泥螺珩、麻菜珩之间的海域，安装 13 台单机容量 8.5MW 的风电机组、13 台单机容量 6.0MW 的风电机组、1 台 13.6MW 的风电机组，总容量 202.1MW。

（5）本项目在 H9#风电场内，建设一座海上氢储能平台，建设 PEM 电解制氢及其配套设施，形成 50kg 的固态储氢规模；建设一座海上救援平台，平台共五层人员活动区域（含屋顶层）、单层面积 255m^2~475m^2；救援平台下方设置一座 550m^3 的海洋牧场（养殖网箱），开展黑鲳鱼和大黄鱼的养殖；在 H9#海上升压站建设海水淡化

装置，为救援平台临时安置人员供水。

海上升压站和海上平台均采用四桩导管架基础+上部模块式平台结构，其中 H8-1#和 H17#海上升压站形式相同，平面最大尺寸约 42m×39m、顶层距海面高度约 31.5m；H9#海上升压站平面最大尺寸约 67m×61.8m、顶层距海面高度约 31.0m；氢储能平台平面最大尺寸约 26.3m×33.3m、顶层距海面高度约 30.0m；海上救援平台平面最大尺寸约 25.0m×19.0m、顶层距海面高度约 35.0m。

发电量估算：风电场设计年发电量 364263 万 kWh，年上网电量 287767 万 kWh，等效满负荷小时数为 3488h~3610h，平均尾流影响系数为 8.18%~9.03%。

建设与投资规模：风电场总装机容量 805.6MW。

总投资：项目总投资 105.3 亿元，环保投资 4525.2 万元，环保投资占比 0.43%。

建设工期：项目总工期 18 个月，其中 H17#风点场首批机发电工期 9 个月、其余风电场首批机发电工期 12 个月。

工程建设用海：工程用海面积 829.3683 公顷，扣除另行评价的 500kV 集控中心工程用海 2.5899 公顷后，本报告评价的海洋工程用海面积为 826.7784 公顷。风电场涉海面积 112.30 平方公里。

本工程场区地理位置见图 3.1-1。工程特性见表 3.1-1。

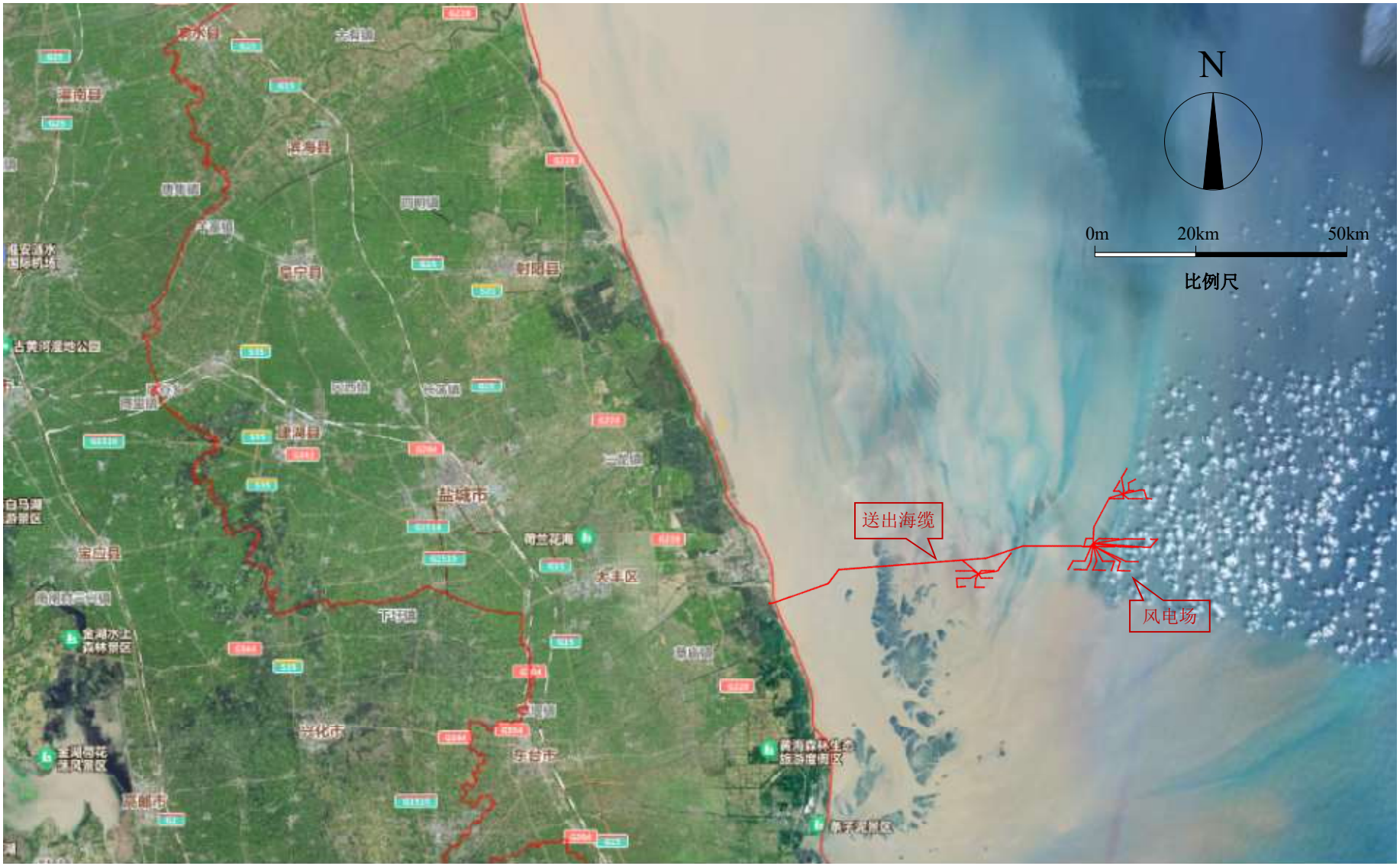

图 3.1-1(a)　本工程地理位置图（卫星图）

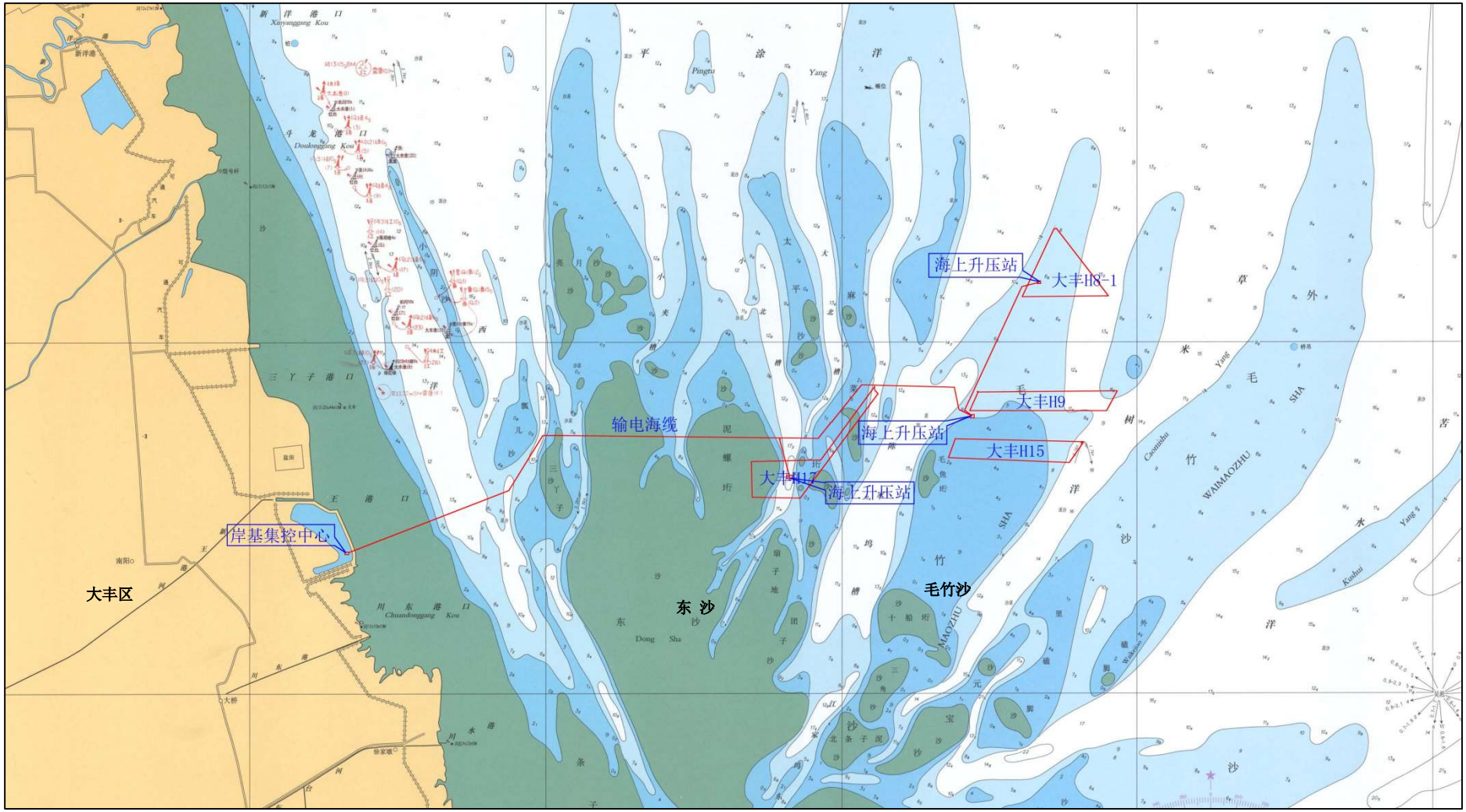

图 3.1-1(b)　本项目地理位置图（海图）

表 3.1-1　工程主要特性表

名称				单位	数值		备注
风电场场址	经纬度（东经、北纬）			/	121°15′~121°35′、33°11′~33°23′		
	中心离岸距离			km	47~80		
	多年平均气温			℃	14.1		
	历史最高气温			℃	38.4		
	历史最低气温			℃	-11.7		
	轮毂高度年平均风速			m/s	7.83（114m）、7.91（131.5m）		
	空气密度			kg/m^3	1.223		
	轮毂高度风功率密度			W/m^2	495（114m）、508（131.5m）		
	盛行风向				N、SE		
	50 年一遇最大风速			m/s	38~42		110m~140m
	平均海平面高程			m	0.30m(H8-1)、0.15m(H9/H15/H17)		1985 年国家平均海平面
	水深范围			m	3~21		
	平均高潮位			m	2.13		
	平均低潮位			m	-1.13		
	最高潮位			m	3.42		
	最低潮位			m	-2.30		
	极端高潮水位（50 年一遇）			m	3.42m(H8-1)、3.97m(H9/H15/H17)		
主要设备	风电场主要机电设备	风电机组	代表机型	型号	WTG2-6.0MW	WTG4-8.5MW	WTG5-13.6MW
			台数	台	13	84	1
			额定功率	MW	6.0	8.5	13.6
			叶片数	片	3	3	3
			风轮直径	m	191	230	252
			切入风速	m/s	3	2.5	3
			切出风速	m/s	24	23	25
			额定风速	m/s	10.8	10.8	11.5
			轮毂高度	m	114	131.5	143
			额定电压	V	950	1380	1380
		机电设备	塔筒内升压设备	套	98		
			35kV 海缆回数	回	24		
			35kV 海缆型号		$150~630mm^2$ 三芯 XLPE 电缆		
			35kV 海缆长度	km	169.56		
	H8-1#海上升压站	主变压器	型号		SFZ_{11}-210000		
			台数	台	1		
			容量	MVA	210		
			额定电压	kV	230±8×1.25%		
		出线	出线回路数	回	1		
			电压等级	kV	220		
			220kV 海缆型号		$500mm^2$ 三芯电缆+2×48 芯光缆		

名称				单位	数值	备注
			220kV 海缆长度	km	13.96×1	
		应急装置	柴油发电机	1 台，功率 500kW		
			事故油罐	容积 70m³		
	H9#海上升压站	主变压器	型号	SFZ_{11}-240000		
			台数	台	2	
			容量	MVA	240	
			额定电压	kV	230±8×1.25%	
		出线	出线回路数	回	2	
			电压等级	kV	220	
			220kV 海缆型号		1000mm² 三芯电缆+2×48 芯光缆	
			220kV 海缆长度	km	66.12×2，其中过堤后 0.63×2	
		应急装置	柴油发电机	1 台，功率 500kW		
			事故油罐	容积 100m³		
	H17#海上升压站	主变压器	型号	SFZ_{11}-210000		
			台数	台	1	
			容量	MVA	210	
			额定电压	kV	230±8×1.25%	
		出线	出线回路数	回	1	
			电压等级	kV	220	
			220kV 海缆型号		500mm² 三芯电缆+2×48 芯光缆	
			220kV 海缆长度	km	44.13×1，其中过堤后 0.57×1	
		应急装置	柴油发电机	1 台，功率 500kW		
			事故油罐	容积 70m³		
创新融合项目	海上氢储能平台		位置	H9#海上升压站西侧 30m		
			平台结构	同样采用导管架+钢管桩结构工艺，上部组块四层，平面尺寸约 26.3m×33.3m		
			主要设备	①平台一层设置一套小型装置，为电解制氢提供纯水，包括海水泵、蓄水池、过滤系统、反渗透系统和离子过滤器，设计最大制水量 12m³/d。 ②配置 50Nm³/h 水电解制氢设备，同时设置 1 套 50kg（25×2）的固态储氢装置，以及 1 套 100kW 的氢燃料电池发电装置，进行热电联供。		
			污染防治/事故应急设施	①制氢室、储能电池室的强制换气系统； ②18m³ 的消防事故池。		
	海水淡化装置		位置	H9#海上升压站一层		
			主要设备	海水泵、蓄水池、过滤系统、反渗透系统和消毒系统，设计最大制水量 50m³/d。		
			污染防治设施	pH 调节池、压力排水装置、标准取样口、多孔扩散器		
	海上救援平台		位置	H9#海上升压站东侧 20m		
			平台结构	同样采用导管架+钢管桩结构工艺，上部组块四层，平面尺寸约 25.0m×19.0m		
			主要设施	主要为海上生活设施（包括宿舍、办公室、食品储藏室、食		

名称			单位	数值	备注
			堂、应急指挥系统），用于应急救援指挥和应急安置		
		污染防治设施	生活污水处理装置和污水集污箱		
	海洋牧场（网箱养鱼）	位置	海上救援平台下方海水中，利用平台导管架作为养殖网箱的承重结构		
		主要设备	边长 10m、高度 13m 的小型养殖网箱，养殖水体约 550m^3，以及配套的网箱升降系统、投饵系统、监控系统等		
土建	风电机组基础	台数	个	98	
		型式	单桩基础		
		地基特性	软土		
	海上升压站、平台基础	型式	导管架+钢管桩基础，上部组块布置三层+顶层		
		地基特性	软土		
		最大平面尺寸	H8-1#和 H17#海上升压站：42.0m×39.0m H9#海上升压站：67.0m×51.5m 海上氢储能平台：26.3m×33.3m 海上救援平台：25.0m×19.0m		
施工	工程数量	风电机组钢管桩	t	127132.02	
		海上升压站钢材	t	14050	
		海上氢储能平台和救援平台钢材	t	6253	
		35kV 海缆	km	169.56	
		220kV 海缆	km	190.33	
		施工期限 总工期	月	12~18	
		施工期限 首批发电工期	月	9~12	
经济指标	总投资（海上风电）		万元	1053070.15	
	总装机容量		MW	805.6	
	年上网电量		万 kWh	287767	

3.2 建设方案

3.2.1 工艺说明

本工程规划装机总容量 805.6MW，拟安装 13 台 6.0MW 的风电机组、84 台 8.5MW 的风电机组和 1 台 13.6MW 的风电机组。新建三座 220kV 海上升压站，其中 H8-1#和 H17#海上升压站采用无人值班、无人值守方式运行，依托岸基集控中心工程的办公区远程控制；H9#海上升压站与其两侧建设的海上氢储能平台、海上救援平台海上救援平台设计最大可同时安置 18 人。

风电机组-升压变采用“1 机 1 变”单元接线方式，根据风电机组布置情况，机组高压侧采用 4～6 台风电机组为一个联合单元接线方式。单机 6.0MW 风机出口电压为 950V、单机 8.5MW 和 13.6MW 风机出口电压为 1380V，风电场输变电系统采取两级

升压方式，经机组配套升压变升压至 35kV，通过 35kV 集电线路分别送入三座海上升压站后，经主变压器升压至 220kV，再分别经 220kV 交流海底电缆（三芯 500mm^2、三芯 1000mm^2 两种规格）接至集控中心。

H8-1#、H17#海上升压站内各设置 1 台低压双分裂变压器，容量均为 210MVA，H8-1#升压站以单回三芯 500mm^2 220kV 海缆送至 H9#海上升压站，H17#升压站以单回三芯 500mm^2 220kV 海缆送至集控中心；H9#海上升压站设置 2 台低压双分裂变压器，单台容量为 240MVA，接入 H9#和 H15#两座风电场的电能、以及 H8-1#风电场送出的电能后，以双回三芯 1000mm^2 220kV 海缆送至集控中心。

三回 220kV 海缆在竹港闸北侧海堤登陆，500kV 集控中心项目另行开展环境影响评价，不在本报告评价范围内。H17#风电场的单回海缆接入到现有集控中心 220kV 间隔，H9#风电场送出的双回海缆接入本项目集控中心。

项目送电流程见图 3.2-1。

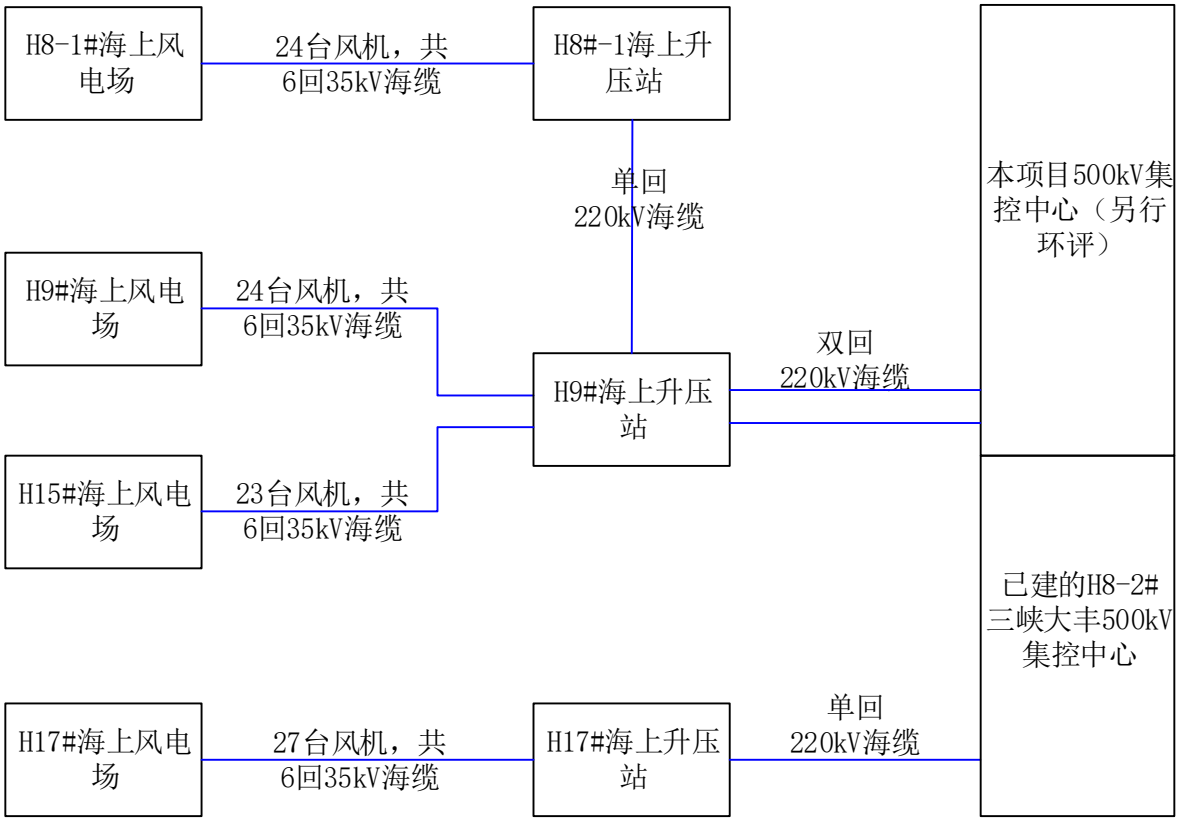

图 3.2-1　项目工艺流程图

3.2.2 工程等级与标准

根据风电场极大风速及湍流强度分析结果和《风力发电机组安全要求》（GB 18451.1）的有关规定，本工程属 IEC S 类风场。参照《风电场工程等级划分及设计安

全标准》（NB／T10101-2018）规定，按装机容量划分，其工程等别为I等，工程规模为大型。风机基础海况设计标准（包括潮位）按重现期 50 年考虑；海上升压站、海上氢储能平台、海上救援平台海况设计标准（包括潮位）的重现期按照 100 年考虑。

3.2.3 工程总布置

本风电场配套设置三座 220kV 海上升压站，所有风电机组所发电能经海上升压站升压至 220kV，经 3 回 220kV 海缆采用坡顶电缆沟方式过堤，通过电缆沟敷设电缆接入 500kV 集控中心工程，而后接入电网系统。

3.2.4 风电机组

3.2.4.1 风机机型

本工程规划装机总容量 805.6MW，拟安装 98 台风电机组。其中，大丰 H8-1#风电场区安装 24 台 8.5MW 机组、大丰 H9#风电场区安装 24 台 8.5MW 机组、大丰 H15#风电场区安装 23 台 8.5MW 机组，大丰 H17#风电场区安装 27 台机组（13 台 6.0MW、13 台 8.5MW 和 1 台 13.6MW）。

本工程配置的 6.0MW（WTG2）、8.5MW（WTG4）和 13.6MW（WTG5）风电机组，机型技术参数见表 3.2-1。

表 3.2-1　风机机组技术特性表

序号	项目	单位	WTG2 6.0MW 风机	WTG4 8.5MW 风机	WTG5 13.6MW 风机
1	机组基本参数				
1.1	额定功率	MW	6.0	8.5	13.6
1.2	功率调节		变速变桨	变速变桨	变速变桨
1.3	转轮直径	m	191	230	252
1.4	风轮扫风面积	m^2	28652	41548	49876
1.5	单位千瓦扫风面积	m^2/kW	4.78	4.74	3.67
1.6	切入风速	m/s	3	2.5	3
1.7	额定风速	m/s	10.8	10.8	11.5
1.8	切出风速	m/s	24	23	25
1.10	极端生存风速（3s 极大值）	m/s	59.5	63	77
1.11	极端生存风速（10min 最大值）	m/s	42.5	45	55
2	叶片				
2.1	长度	m	93	112.5	122
2.2	材料	/	玻璃纤维增强树脂	玻璃增强聚酯纤维	玻璃增强聚酯纤维
3	齿轮箱				
3.1	类型	/	三级行星	三级行星	三级行星

4	发电机				
4.1	型式		永磁同步发动机	永磁同步发电机	永磁同步发电机
4.2	电压	V	950	1380	1380
4.3	频率	Hz	50	50	50
4.4	功率因数		-0.95~+0.95	-0.95~+0.95	-0.95~+0.95

3.2.4.2 风机平面布置

根据现场实测资料，场区内主要风能方向集中在 N 和 SE，结合场区主导风向、场区形状，以风机垂直主导风向，充分利用场区进行布置。

H8-1#场区南侧按照东西成行布置 2 排，行间距约 1870m，风机间距约为 880~905m；沿场区西北侧布置 5 台风机，风机间距约为 826~1445m；在场区东北部设置 2 台风机，风机间距 1509m。

H9#按照东西成行布置 2 排，行间距(垂直主风向)1730m；风机之间间距约为 1176m~1261m。

H15#按照东西成行布置 2 排，行间距(垂直主风向)2066m，风机之间间距约为 1148m~1202m。

H17#按照东西成行布置 3 排，行间距分别为 1711m 和 2093m，另沿场区东北侧布置一排风机，西侧 3 行行内间距在 600m~1609m 之间，东侧边线的风机间距在 736m~1052m 之间。

3.2.4.3 风机基础

6.0MW 风机：用单根直径 7.0m~8.4m 钢管桩定位于海底，承受波浪、海流荷载及风机塔架传递的风荷载，钢管桩平均桩长约 78.0m，壁厚 70mm~85mm，桩底平均高程约-66.0m，桩顶高程为 13.0m，平均入土深度约 46m，桩端进入第⑥-夹层粉砂夹粉质黏土作为持力层。

8.5MW 风机：用单根直径 7.5m~9.1m 钢管桩定位于海底，承受波浪、海流荷载及风机塔架传递的风荷载，钢管桩平均桩长约 79.0m，壁厚 75mm~90mm，桩底平均高程约-66.0m~-64.0m，桩顶高程为 13.0m，平均入土深度约 50m，桩端进入第⑥-1 层粉砂作为持力层。

13.6MW 风机：用单根直径 8.0m~9.3m 钢管桩定位于海底，承受波浪、海流荷载及风机塔架传递的风荷载，钢管桩平均桩长约 81.0m，壁厚 85mm~95mm，桩底平均高程约-69.0m，桩顶高程为 12.0m，平均入土深度约 55m，桩端进入第⑥-夹层粉砂夹粉土作为持力层。

单桩基础桩顶焊接基础顶法兰与上部风机塔筒底法兰直接采用螺栓连接，附属构件采用集成式套笼结构，将靠泊系统、外平台结构、爬梯、电缆管、外加电流阴极保护等附属构件集成于套笼之上，待单桩沉桩后，整体吊装安装于钢管桩上。

3.2.5 海上升压站

3.2.5.1 升压站选址

本项目配套建设三座 220kV 海上升压站、海上救援平台与海上氢储能平台分列于 H9#海上升压站东、西两侧，与升压站之间通过连廊连接。

H8-1#的 220kV 海上升压站布置在 F13#、F12#、F21#、F22#风机之间，该海域海底高程约为-9.5m。

H9#与 H15#合用一座 220kV 海上升压站，设置于 H9#风电场内 F2#、F3#、F14#、F15#风机之间，该海域海底高程约为-7.0m。

H17#的 220kV 海上升压站布置在 F8#、F9#、F17#、F18#风机之间，该海域海底高程约为-9.0m。

3.2.5.2 升压站布置

本项目 3 座海上升压站均采用上部组块和下部结构的整体式布置模式。下部结构均为导管架型式，并设置了 4 根钢管桩，上部结构采用三层布置。其中 H8-1#和 H17#升压站采用相同的布置方案；H9#升压站汇聚 H9#和 H17#、以及 H8-1#升压站输送的电能，规模相对较大，安装设备较多。

（1）H8-1#和 H17#海上升压站

两座海上升压站采取同样的结构和平面布置，平面最大尺寸约为 42m×39m，底层甲板梁顶标高 15m，上部组块整体高度 16.5m（不包括吊机突出高度），屋顶距海平面约 31.5m（楼梯间顶部至甲板层顶部）。

表 3.2-2(a)　H8-1#和 H17#海上升压站上部组块布置汇总表

楼层	设备布置	结构布置
屋顶层（四层甲板）	空调室外机、屋顶避雷针、通讯天线、设备检修孔、布置额定吊重为 5t 的悬臂吊。	梁顶标高为 31.5m，主尺寸约为 35.5m×27.6m
设备二层（三层甲板）	布置主变及散热器上空区域、GIS 室上空区域、中控室、通信继保室、柴油发电机房、通风机房、吊装平台、楼梯间。	梁顶标高为 26.5m，层高 5.0m，主尺寸约为 39.5m×34.2m
设备一层（二层甲板）	布置主变室、GIS 室、蓄电池室、站用变室、工具间、应急配电室、低压配电室和开关间，主变散热器布置在主变室外挑平台上。	梁顶标高为 21.5m，层高 5.0m，主尺寸约为 43.0m×35.0m
电缆层（底层甲板）	布置事故油罐、柴油罐间、休息室、备品备件间、集合区、小吊机及相应的救生设备等设备，同时一层也作为	梁顶标高为 15.0m，层高 6.5m，主尺寸约为

	电缆层，海缆通过 J 型管穿过本层甲板，然后采用电缆桥架敷设。	33.5m×31.2m

（2）H9#海上升压站

H9#与 H15#共用一座海上升压站，平面最大尺寸约为 67m×61.8m，底层甲板梁顶标高 14m，上部组块整体高度 17m（不包括吊机、直升机平台突出高度），屋顶距海平面约 31.0m（楼梯间顶部至甲板层顶部）。

表 3.2-2(b)　H9#海上升压站上部组块布置汇总表

楼层	设备布置	结构布置
屋顶层（四层甲板）	空调室外机、气象观测站、激光测风雷达、避雷针、通讯天线、设备检修孔，布置额定吊重为 5t 的悬臂吊，直升机平台。	梁顶标高为 31.0m，主尺寸约为 60.5m×51.1m
设备二层（三层甲板）	布置主变及散热器上空区域、GIS 室上空区域、高压电抗器室上空区域、通信继保室、中控室、通风机房、蓄电池室、工具间。	梁顶标高为 26.0m，，层高 5.0m，主尺寸约为 61.2m×51.5m
设备一层（二层甲板）	布置主变室、高抗室、GIS 室、应急配电室、低压配电室和开关室、柴油发电机房、主变散热器布置在主变室两侧外挑平台上。	梁顶标高为 20.5m，层高 5.5m，主尺寸约为 67.0m×51.5m
电缆层（底层甲板）	海水淡化室（包括海水泵及海水箱、海水过滤器、反渗透装置、消毒间）、生活泵房、消防泵房、柴油罐间、事故油罐、储藏间、休息间和活动间、集合区、小吊机及相应的救生设备等设备，同时一层也作为电缆层，海缆通过 J 型管穿过本层甲板，然后采用电缆桥架敷设。	梁顶标高为 14.0m，层高 6.5m，主尺寸约为 48.5m×41.6m

3.2.5.3 升压站结构设计

（1）H8-1#和 H17#海上升压站

海上升压站下部采用 4 腿导管架型式，并设置了 4 根钢管桩。海上升压站两侧沿导管架分别布置φ356mm 的 35kV 海缆保护 J 型套管和φ508mm 的 220kV 海缆保护 J 型套管。

导管架顶标高 11.00m，底标高-11.00m。主导管采用φ2450 钢管，成梯形布置，在标高 9.50m，-9.00m 处设水平拉筋φ1200 钢管及斜拉筋φ1200 钢管，导管架局部节点用钢材 DH36-Z35 加强。导管架上设靠船构件、登船平台等附属构件。导管架上设置靠船构件、登船平台等。导管架约重 910t。

钢管桩采用φ2200 开口变壁厚钢管桩，共 4 根，壁厚为 38~60mm，桩长约为 82.0m，桩顶高程为 11.80m，桩底高程约为-70.20m，桩入泥约 61.20m。单根桩重约 230t，4 根桩总重约 920t。

（2）H9#海上升压站

海上升压站下部采用 4 腿导管架型式，并设置了 4 根钢管桩。海上升压站两侧沿导管架分别布置φ356mm 的 35kV 海缆保护 J 型套管和φ508mm 的 220kV 海缆保护 J 型套管。

导管架顶标高 11.50m，底标高-10.00m。主导管采用φ2558 钢管，成梯形布置，在标高 10.0m，-8.00m 处设水平拉筋φ1200 钢管及斜拉筋φ1200 钢管，导管架局部节点用钢材 DH36-Z35 加强。导管架上设靠船构件、登船平台等附属构件。导管架上设置靠船构件、登船平台等。导管架约重 1380t。

钢管桩采用φ2300 开口变壁厚钢管桩，共 4 根，壁厚为 40~60mm，桩长约为 92.0m，桩顶高程为 12.30m，桩底高程约为-79.70m，桩入泥约 71.7m。单根桩重约 337.5t，4 根桩总重约 1350t。

3.2.5.4 电气设备

海上升压站选择三相、铜绕组、自然油循环、自冷却型、油浸式、低损耗、低压双分裂的有载调压电力变压器，其中 H8-1#海上升压站设置 1 台 210MW 变压器、H9#海上升压站设置 2 台 240MVA 变压器、H17#海上升压站设置 1 台 210MW 变压器。

表 3.2-3　海上升压站主要电气设备

序号	名称	单位	数量	备注
H8-1#海上升压站				
1	252kV GIS	套	1	1 进 1 出线路变压器组接线
2	主变压器	台	1	低压双分裂
3	主变中性点电流互感器	台	1	
4	SF6 绝缘高压开关柜	面	10/2	断路器柜/母设柜
5	站用变	台	2	
6	接地变	台	2	
7	电阻柜	套	2	
8	柴油发电机	台	1	
9	220kV 电力电缆	km	0.3	主变高压侧至 GIS，GIS 配电缆终端 6 只
10	电力电缆	km	1.7	配电缆终端 36 只
11	电力电缆	km	0.3	配电缆终端 12 只
12	电力电缆	km	0.6	配电缆终端 12 只
13	低压配电屏	面	14	
14	低压配电箱	只	35	
15	低压船用电缆	km	12	
16	接地	项	1	
17	照明系统	项	1	
18	导航系统	套	1	
19	电缆桥架、吊支架	项	1	
H9#海上升压站				
1	252kV GIS	套	1	3 进 2 出的双母线接线
2	主变压器	台	2	低压双分裂

序号	名称	单位	数量	备注
3	主变中性点电流互感器	台	2	
4	高压电抗器	台	2	
5	SF6 绝缘高压开关柜	面	23/2/4	断路器柜/隔离柜/ 母设柜
6	接地变兼站用变	台	2	
7	接地变	台	2	
8	电阻柜	套	4	
9	柴油发电机	台	1	
10	220kV 电力电缆	km	0.3	主变高压侧至 GIS，配电缆终端 12 只
11	220kV 电力电缆	km	0.3	高抗至 GIS，配电缆终端 12 只
12	电力电缆	km	1.7	配电缆终端 72 只
13	电力电缆	km	0.3	配电缆终端 24 只
14	低压配电屏	面	12	
15	低压配电箱	只	30	
16	低压船用电缆	km	12	
17	接地	项	1	
18	照明系统	项	1	
19	导航系统	套	1	
20	电缆桥架、吊支架	项	1	
H17#海上升压站				
1	252kV GIS	套	1	1 进 1 出线路变压器组接线
2	主变压器	台	1	低压双分裂
3	主变中性点电流互感器	台	1	
4	SF6 绝缘高压开关柜	面	10/2	断路器柜/母设柜
5	站用变	台	2	
6	接地变	台	2	
7	电阻柜	套	2	
8	柴油发电机	台	1	
9	220kV 电力电缆	km	0.3	主变高压侧至 GIS，GIS 配电缆终端 6 只
10	电力电缆	km	1.7	配电缆终端 36 只
11	电力电缆	km	0.3	配电缆终端 12 只
12	电力电缆	km	0.6	配电缆终端 12 只
13	低压配电屏	面	14	
14	低压配电箱	只	35	
15	低压船用电缆	km	12	
16	接地	项	1	
17	照明系统	项	1	
18	导航系统	套	1	
19	电缆桥架、吊支架	项	1	

3.2.5.5 海上升压站给排水设计

①给水系统

H8-1#和 H17#海上升压站平台的生活用淡水，采用运维船补给的方式，H9#海上升压站取用海水制淡水、供其上水箱和救援平台人员使用。系统供水水质应满足现行

国家《生活饮用水卫生标准》（GB5749）的规定。海上升压站临时休息室内卫生间的热水，采用一间一套的电加热热水器。

②污水系统

升压站平时无人值守，生活污水主要是定期运维人员的粪便污水、洗涤污水、淋浴污水等组成，升压站均在在平台一层设置成套污水处理设备，处理后的污水由运维船舶定期接纳，交专业公司接收处理。

③事故储油系统

升压站的变压器、高压电抗器设备均采用油浸式冷却的方式，设备中带有一定数量的绝缘油；另外为应对供电异常情况、确保升压站正常运转，每座升压站均配备了柴油发电机，及配套的柴油储罐。为防止设备破损时，产生油类污染海洋环境的事故，经核算设备规格及含油量，拟在 H8-1#升压站一层平台配备容积 70m^3 的事故油罐、H9#升压站一层平台配备容积 100m^3 的事故油罐、H17#升压站一层平台配备容积 70m^3 的事故油罐，用于收集事故状态下的漏油。

3.2.5.6 H9#海上升压站的海水淡化装置

（1）工艺说明

海水淡化装置安装于 H9#海上升压站一层平台，所产淡水通过连廊管道送至海上救援平台。海水淡化系统的主要设备包括海水蓄水池、提升泵、预处理系统、成套反渗透装置、清水箱、加药消毒系统等。

预处理系统包括供水泵、多介质过滤器、精密过滤器、保安过滤器，主要处理原水中所含的大颗粒杂质、余氯及细小微粒，保证反渗透系统的进水水质。

反渗透造水设备的基本工艺流程为：海水由供水泵抽水进入预处理系统，经过化学加药系统投加杀菌剂和絮凝剂后进入石英砂和活性炭过滤系统过滤。海水经预处理系统后进入高压泵，在高压泵作用下，流经高脱盐率卷式膜，通过控制调压阀增加压力，使海水中的部分纯水透过膜进入多孔收集管，经由软管流出设备，而盐分则被阻挡在膜表面随大部分海水排出设备。滤后水经过水质还原剂、阻垢剂添加后进入 5μm 的保安过滤系统，过滤后的低压海水一路进入高压泵加压，另一路进入压力交换式能量回收装置，升压后的海水经过增压泵加压后与高压泵出水混合进入反渗透膜堆系统。高压海水在膜堆的处理下一部分透过膜形成淡水，经过水质调整后进入淡水水箱储存。其余的高压浓缩水进入压力交换能量回收装置回收能量后排放。

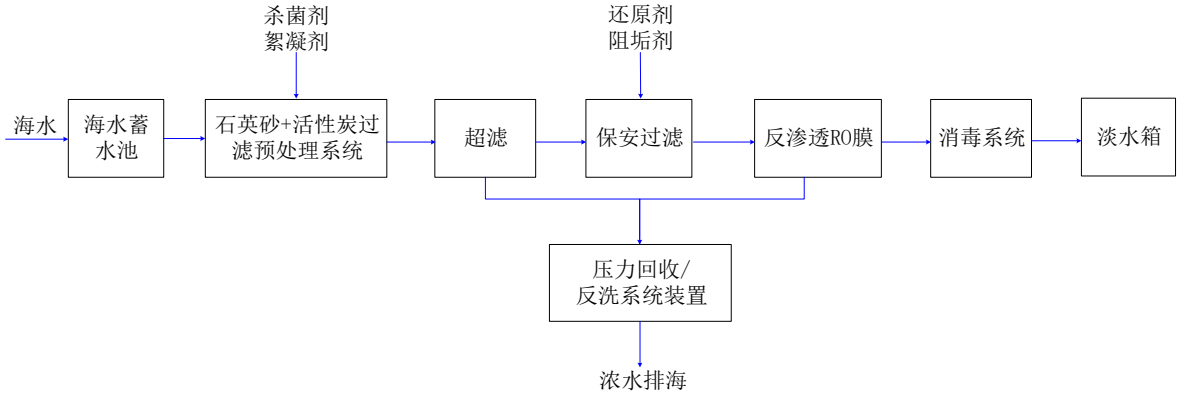

图 3.2-2　海水淡化装置工艺流程图

（2）H9#海上升压站海水淡化设备

H9#海上升压站一层设置海水淡化室（见图 3.2-7(b) H9#一层平面布置），海水箱和海水淡化装置室布置在一层，占用甲板面积约 80m^2。海水箱容积按照 30m^3 考虑，通过设置液位控制装置，自动控制海水提升泵的启停。海水淡化装置设计最高日制水量 50m^3/d，产出的淡水贮存于 12m^3 淡水箱中，泵送至各用水单元。产出的淡化水含盐量≤20PPM，其余指标执行《生活饮用水卫生标准》（GB5749）的规定。

主要设备见表 3.2-4。

表 3.2-4　H9#升压站海水淡化主要设备一览表

序号	设备名称	材质	单位	数量
1.1	海水蓄水池	PE	只	1
1.2	海水提升泵	SS2205	台	1
1.3	流量计		台	1
1.4	压力表	SS2205	台	1
2.1	多介质过滤器	FRP/碳钢衬胶	台	1
2.2	过滤器填料		项	1
2.3	精密过滤器	FRP	只	1
2.4	精密过滤器滤芯		支	5
3.1	反渗透膜壳	FRP	只	1
3.2	膜支架	碳钢油漆	套	1
3.3	高压泵	SS2205	台	1
3.4	压力开关	SS2205	只	1
3.5	压力表	SS2205	台	3
3.6	压力表	不锈钢	台	1
3.7	管道式流量计	PP	只	1
3.8	管道式流量计	PP	只	1
3.9	在线电导率仪		套	1
3.10	截止阀	SS2205	只	1
3.11	截止阀		只	1
4.1	产水水箱	PE	只	1
4.2	产水水泵	SS2205	台	1
4.3	液位开关		只	1
4.4	压力表	SS316	台	1

序号	设备名称	材质	单位	数量
5.1	絮凝剂加药系统	PE	套	1
5.2	消毒剂加药系统	PE	套	1
5.3	还原剂加药系统	PE	套	1
6	电气控制系统		套	1

3.2.6 海上氢储能平台

3.2.6.1 氢储能平台选址

氢储能平台位于 H9#海上升压站西侧 30m，与海上升压站用廊桥连通，项目位置见图 3.2-3。

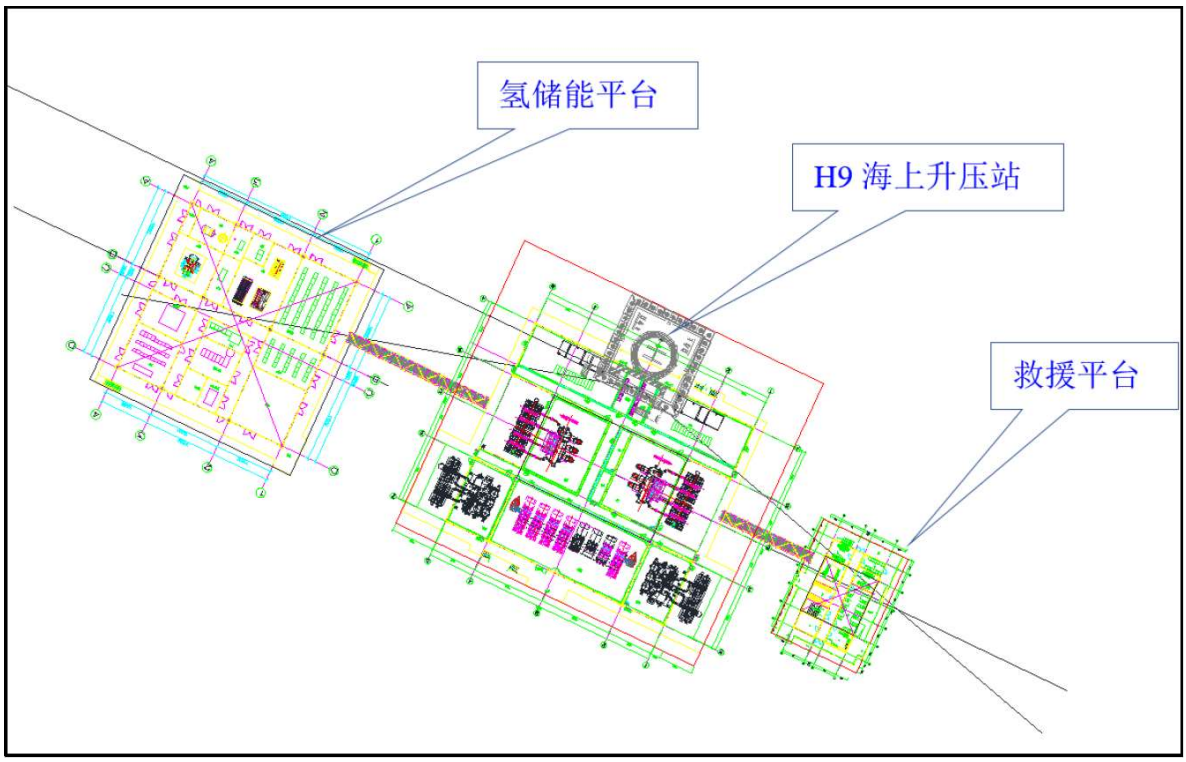

图 3.2-3　海上升压站、氢储能平台和救援平台的位置关系

3.2.6.2 氢储能平台布置

平台的基础结构与升压站一致，下部结构为导管架型式，并设置了 4 根钢管桩，上部结构采用三层布置，平面最大尺寸约为 26.3m×33.3m。

表 3.2-5　海上氢储能平台上部组块布置汇总表

楼层	设备布置	结构布置
屋顶层（四层甲板）	屋顶布置风冷器、屋顶避雷针、设备检修孔、吊机等。	梁顶标高为 30.0m，主尺寸约为 19.3m×33.3m
三层甲板	布置制氢控制间、制氢间、工具间、氢气压缩机房、燃料电池间、缓冲储氢间等。	梁顶标高为 25.0m，层高 5.0m，主尺寸约为 19.3m×33.3m
二层甲板	布置备品备件间、配电室、站用变压器间、35kV 开关间、通信继保室、中控室、水泵机房、水箱间等。	梁顶标高为 20.0m，层高 5.0m，主尺寸约为

		19.3m×33.3m
一层甲板	布置海水淡化装置、冷冻机、消防水系统、通风机房、集合区等。	梁顶标高为 14.0m，层高 6.0m，主尺寸约为 19.3m×26.3m

3.2.6.3 氢储能平台结构设计

导管架采用 4 腿导管架型式，导管架顶标高 10m，底标高-10.00m，工作点标高 8.5m。主导管采用φ2438 钢管，成矩形布置，在标高 8.5m，-8.00m 处设水平拉筋φ1200 钢管及斜拉筋φ1200 钢管，导管架局部节点用钢材 DH36-Z35 加强。导管架上设靠船构件、登船平台等附属构件。导管架上设置靠船构件、登船平台等。导管架约重 778t。

钢管桩采用φ2200 开口变壁厚钢管桩，共 4 根，壁厚为 36~60mm，桩长约为 92.00m，桩顶高程为 10.8m，桩底高程约为-81.2m，桩入泥约 71.70m，以⑥-3 粉砂层为桩基持力层。单根桩重约 197.5t，4 根桩总重约 790t。

3.2.6.4 氢储能工艺说明

本项目氢储能系统主要由 PEM（质子交换膜）水电解制氢系统、固态储氢系统、燃料电池系统及相应的配套辅助设施构成。海上风电产生的高压电经降压和整流后为 PEM 水电解制氢装置提供直流电，原料水在电解槽内直流电的作用下分解为氢气和氧气，氢气经过气液分离以及干燥纯化处理后，在 3.0MPa 的额定压力下送出，经过缓冲和增压后进入固态储氢系统存储。在风电出力高时，可以将富余电力通过电解水制氢进行存储；当风电出力低时，可以通过燃料电池发电系统进行补偿，通过热电联供的方式，实现海上孤岛的连续清洁供能。

（1）制淡水系统

氢储能平台一层设置海水淡化室，占用甲板面积约 60m^2，设计最大制水量 12m^3/d，海水箱容积按照 10m^3 考虑，通过设置液位控制装置，自动控制海水提升泵的启停。

工艺流程与 H9#升压站基本一致，仅在淡水进入电解槽之前，增加了一道离子交换树脂过滤工艺。产出的纯水贮存于 1m^3 水箱中，泵送至 PEM 制氢电解槽。

（2）制氢系统

本项目采用 PEM 电解水制氢技术，系统最大设计制氢规模为 50Nm^3/h。制取的纯水经过给水泵进入阳极侧气水分离器，与从氧气侧出口分离出的水一起经过循环泵、换热器和离子过滤器进入电解槽进行水电解。电解产生的氧气进入氧气分离器，将携带的液态水分离，然后进入除雾器进一步将水蒸气冷凝并分离，分离得到的氧气排空。

电解产生的氢气进入氢气分离器、除雾器、冷却器，分离出的水回到气水分离器并进入阳极侧水循环管路。氢气经过除氧纯化、干燥后进入缓冲罐中，与后续系统连接。

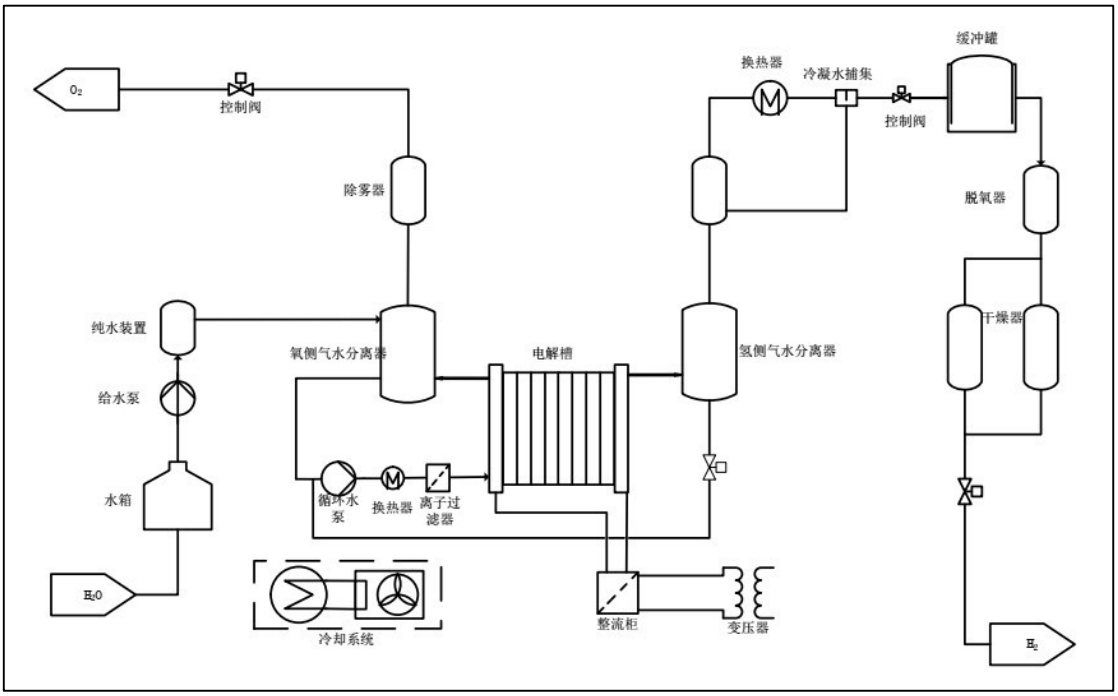

图 3.2-4(a)　PEM 制氢工艺流程图

（3）缓冲增压与储氢系统

本项目采用高密度固态储氢技术，储氢规模为 50kg。固态储氢介质存储于特定压力容器中，通过换热设备与外界的冷/热流体换热从而实现吸氢和放氢。在吸氢时，一级缓冲罐中的氢气经氢气压缩机增压后，进入二级缓冲罐进行稳压，随后进入固态储氢容器与储氢介质结合，储氢容器通过与冷却水换热带走吸氢过程释放的热量；在放氢时，储氢容器与外界热水换热，加热储氢介质释放氢气，并进入三级缓冲罐，随后进入氢燃料电池系统为其供氢。当需要连续用氢时，每一级固态储氢容器分两组交替进行吸氢和放氢反应从而维持连续的氢气流；当间歇性用氢时，可单独运行其中一组固态储氢容器实现储供氢。

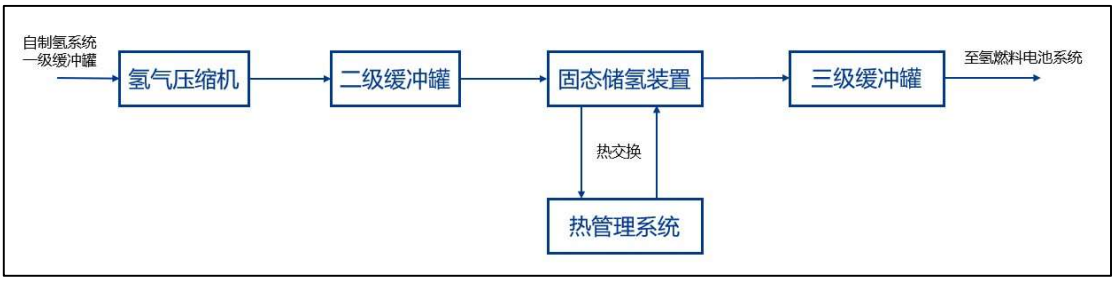

图 3.2-4(b)　固态储氢工艺示意图

（4）燃料电池系统

本项目通过氢燃料电池进行热电联供，实现氢能的综合利用，主要包含氢气供应

模块、空气供应模块、冷却模块、燃料电池堆、电能变换模块以及监控模块。

氢气/空气供应模块为系统提供反应物氢气和氧气，其中反应所需氢气由固态储供氢系统提供，氧气由空气泵直接从环境空气中获得，且在进入电池堆时空气经过加湿处理。电能变换模块将燃料电池产生的电能通过 DC/DC 和逆变器进行变换后接入终端进行使用，包括采用蓄电池的储能柜。监控模块实现对燃料电池系统运行条件的实时监控与控制，保障燃料电池发电系统的自动稳定运行。

燃料电池产生的热水通过换热器加热现场生活用水后，经过蓄热罐进入热水供热管网，为平台日常运维提供热水。

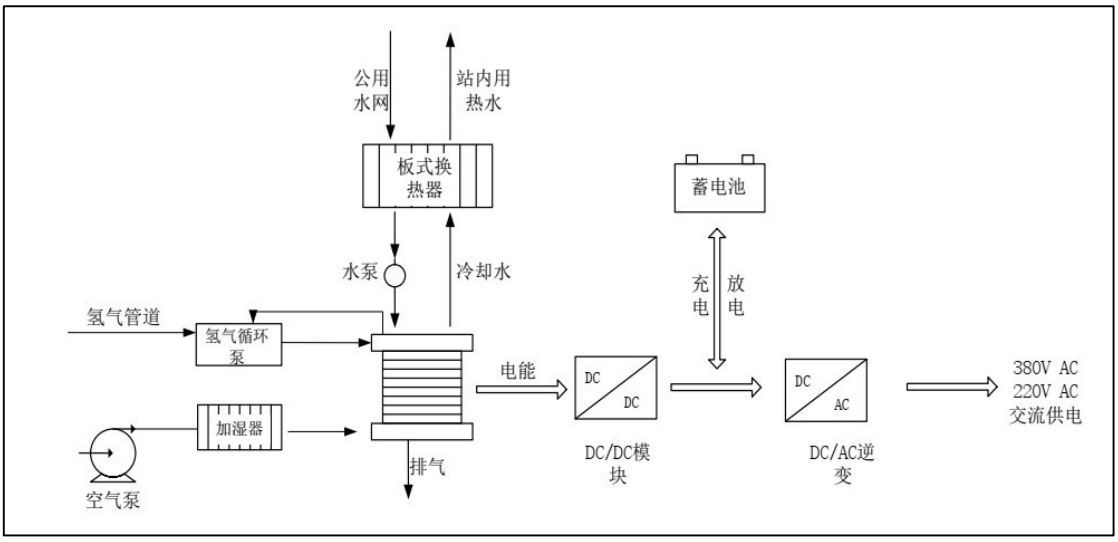

图 3.2-4(c)　燃料电池发电系统工艺示意图

3.2.6.5 氢储能平台主要设备

氢储能平台的主要设备清单见表 3.2-6。

表 3.2-6　氢储能平台主要设备一览表

序号	设备名称	材质	单位	数量
1.1	海水蓄水池	PE	只	1
1.2	海水提升泵	SS2205	台	1
1.3	流量计		台	1
1.4	压力表	SS2205	台	1
2.1	多介质过滤器	FRP/碳钢衬胶	台	1
2.2	过滤器填料		项	1
2.3	精密过滤器	FRP	只	1
2.4	精密过滤器滤芯		支	5
3.1	反渗透膜壳	FRP	只	1
3.2	膜支架	碳钢油漆	套	1
3.3	高压泵	SS2205	台	1
3.4	压力开关	SS2205	只	1
3.5	压力表	SS2205	台	3
3.6	压力表	不锈钢	台	1

序号	设备名称	材质	单位	数量
3.7	管道式流量计	PP	只	1
3.8	管道式流量计	PP	只	1
3.9	在线电导率仪		套	1
3.10	截止阀	SS2205	只	1
3.11	截止阀		只	1
4.1	产水水箱	PE	只	1
4.2	产水水泵	SS2205	台	1
4.3	液位开关		只	1
4.4	压力表	SS316	台	1
5.1	絮凝剂加药系统	PE	套	1
5.2	消毒剂加药系统	PE	套	1
5.3	还原剂加药系统	PE	套	1
6.1	水电解制氢装置		套	1
6.2	固态储氢装置		台	1
6.3	三级缓冲罐	不锈钢	台	1
6.4	燃料电池系统		套	1
6.5	发电模块		台	2
6.6	锂电储能		套	1
6.7	PCS 柜		套	1
6.8	燃料电池送出开关进线端至燃料电池发电模块线缆		套	1
6.9	公辅系统		套	1
7.1	闭式冷却塔		套	1
7.2	循环泵		台	2
7.3	热水泵		台	2
7.4	淡水泵		台	2
7.5	定压系统供水泵		台	2
7.6	淡水箱		个	1
7.7	热水罐		个	1
7.8	冷水机		套	1
8	氮气吹扫系统		套	1
9	通风系统		套	1

3.2.7 海上救援平台、海洋牧场（网箱养鱼）

3.2.7.1 平台和牧场选址

海上救援平台设置 H9#海上升压站东侧，距海上升压站距离 20m，与海上升压站用廊桥连通。项目位置见“图 3.2-9　海上升压站、氢储能平台和救援平台的位置关系”。

利用平台的导管架作为固定基础，建设一个养殖面积 100m^2、高度 13m、有效养殖水体约 550m^3 的网箱，用于大黄鱼和黑鲳鱼的养殖。网箱位于平台下方，利用桩顶至海平面之间约 10m 的空间进行网箱升降作业。网箱位置见图 3.2-12(a)。

3.2.7.2 海上救援平台布置

平台的基础结构与升压站一致，下部结构为导管架型式，并设置了 4 根钢管桩，

上部结构采用四层布置，平面最大尺寸约为 25.0m×19.0m。

表 3.2-7　海上救援平台组块布置汇总表

楼层	设备布置	结构布置
五层甲板(屋顶层)	屋顶布置空调外机、屋顶避雷针、通信机房等。	梁顶标高为 35.0m，主尺寸约为 21.1m×12.1m
四层甲板	主要布置休息室、洗衣房及楼梯间。	梁顶标高为 30.0m，主尺寸约为 21.5m×14.0m
三层甲板	主要布置休息室、医务室、洗衣房及楼梯间。	梁顶标高为25.0m，层高5.0m，主尺寸约为 23.0m×14.0m
二层甲板	布置厨房、餐厅、办公室、会议室、更衣室、食品储藏间、楼梯间、卫生间等。	梁顶标高为20.0m，层高5.0m，主尺寸约为 25.0m×19.0m
一层甲板	布置消防水箱、生活水箱、医务室、配件间、生活污水处理装置。	梁顶标高为14.0m，层高6.0m，主尺寸约为 21.0m×17.0m
下方导管架间空间	养殖网箱、配套的饲料仓和投喂、升降、监测装置。	网箱长宽高：10m×10m×13m

3.2.7.3 海上救援平台结构设计

导管架采用 4 腿导管架型式，导管架顶标高 11.50m，底标高-10.00m，工作点标高 10.00m。主导管采用φ1840 钢管，成矩形布置，在标高 10.00m，-8.00m 处设水平拉筋φ800 钢管及斜拉筋φ800 钢管，导管架局部节点用钢材 DH36-Z35 加强。导管架上设靠船构件、登船平台等附属构件。导管架上设置靠船构件、登船平台等。导管架约重 635t。

钢管桩采用φ1600 开口变壁厚钢管桩，共 4 根，壁厚为 36~60mm，桩长约为 92.00m，桩顶高程为 12.30m，桩底高程约为-79.70m，桩入泥约 71.70m，以⑥-3 粉砂层为桩基持力层。单根桩重约 162.5t，4 根桩总重约 650t。

3.2.7.4 网箱设计

根据导管架结构图，网箱整体拟采用四边形结构，边长 10m，高度约 13m，养殖水体约 550m^3。

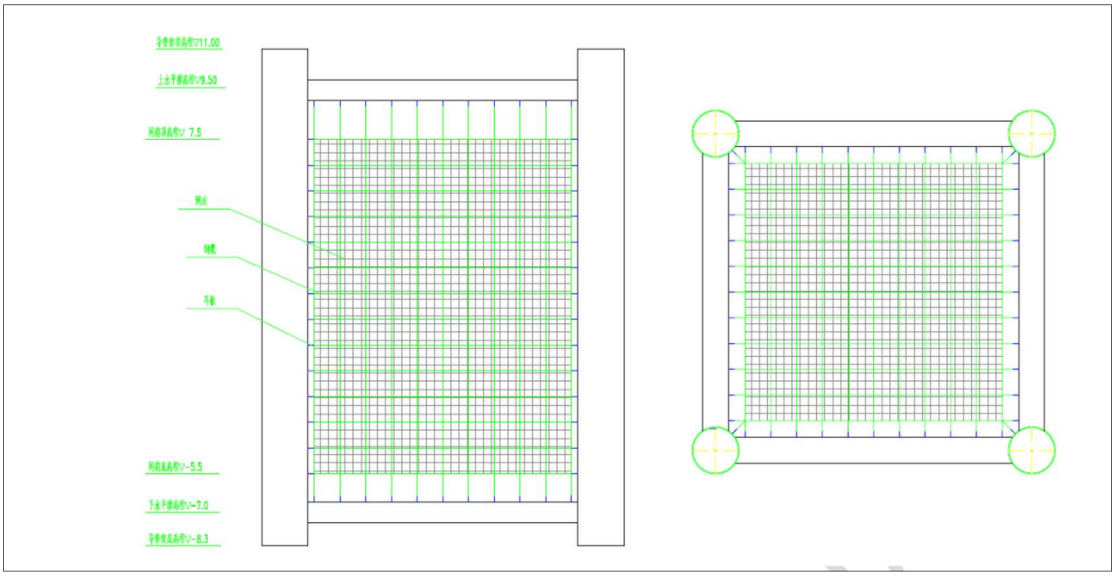

图 3.2-5　网箱布置图

3.2.7.5 网箱养鱼流程

本项目在海上救援平台下方海域开展黑鲳鱼、大黄鱼接力养殖，大黄鱼适宜在每年的春夏季（4～5 月份，参考实际水文数据）投放鱼苗，规格在 300g 左右，养殖到 10～12 月份起捕上市，上市成鱼的规格宜在 500～750g；12 月份以后可选择苗种较大的黑鲳鱼进行接力养殖。鱼苗放养规格为 250~300g/尾，放养密度为 6 尾/m^3。预期渔获年产量 4.96t。

（1）鱼苗投放

黑鲳鱼（或大黄鱼）鱼苗及大黄鱼瘦身鱼在近岸网箱养至中鱼规格，再经活鱼运输船转运至深海网箱内养成，具体流程如下：

a 活鱼运输船配置增氧设备，船体与外界海水连通可实现水体自然交换，维持正常的溶氧、水温；

b 活鱼运输船运至深远海网箱作业海域，与网箱靠近；

c 由活鱼运输船吊机网兜，将船舱内的鱼捕捞出舱，投放于网箱内。

（2）饲料投喂

黑鲳鱼所摄食饲料为人工配合颗粒饲料，主要成分包括鱼粉、鱼油、豆油、豆粕、酵母粉、面粉、磷酸二氢钙、复合氨基酸、复合维生素、复合微量元素等。蛋白质含量高，油脂含量低。饲料为浮性料，可漂浮水面上，留给鱼充足的摄食时间。

大黄鱼所摄食饲料为冰鲜杂鱼料和人工配合颗粒饲料，人工配合颗粒饲料使用大黄鱼专用饲料，主要成分包括鱼粉、豆粕、面粉、酵母粉、虾粉、复合维生素及综合矿物质等。

日投喂 1~2 次，按实际摄食情况调整投喂量，投饲作业流程包括：

a 饲料存储于对角两个桩腿内部，每 14 天补充一次，由物料补给船从陆地上运输而来，通过吊机将料袋吊至平台上，再拆袋装填进仓储料仓内；

b 仓储料仓底部接软绞龙输送机，将饲料向上传送，经软绞龙转动，形成稳定的料流，饲料向上运动，输送至投饵机料仓内；

c 水面投喂使用风送式投喂机，机器作业时，由投饲料仓底部的计量给料器将饲料推出进入输料管中，再由风机提供的压缩空气驱动饲料颗粒沿输料管前行，再经由倾斜一定角度的旋转投料管旋转甩出，落在水面上，完成投喂作业。

（3）生长监测

养殖鱼的生长速度数据采集通过人工采样测标完成，即每个月由吊机下网兜至网箱内，通过投喂饲料引诱鱼入网，兜起称重，记录鱼数量，求得鱼平均体重，结合饲料投喂数据，得出鱼体生长率和饵料系数等生长相关数据，指导下一步的饲料投喂和大小分级工作。

（4）病害防控

投放的鱼苗，应提前做好检查，杜绝鱼病传播。养殖过程中，应密切观察死鱼情况，及时发现及时诊断。针对特定鱼病，选择合适的抗生素进行拌料投喂，按既定疗程连续投喂，直至鱼病解决。

（5）网衣清洗

根据作业季节和污损生物附着情况，可以在收鱼完成，将网箱整体上浮至水面上，完成尾鱼清空，并进行网衣晾晒和清洗。

（6）活鱼捕捞

本项目养殖水体较小，在收鱼期可通过平台底层上部安装电动葫芦，提升内网，拉网集鱼、整体捕捞。

3.2.8 海底电缆

3.2.8.1 电缆布置

（1）35kV 海底电缆

各场区风机所发电能采用 35kV 交流海底电缆送至海上升压站，根据风机布置的位置，机组高压侧采用 4～6 台风电机组为一个联合单元接线方式。四座风电场各设置 6 回 35kV 集电线路，共 24 回。35kV 海底电缆选用铜导体 3 芯交联聚乙烯绝缘分相铅护套钢丝铠装光复合海底电缆，电缆总长约 169.56km。

（2）220kV 海缆

H8-1#项目 220kV 海底电缆由升压站向西南方向出线，沿大丰 H8-2#海上风电场西侧海域布置，接至 H9#海上升压站。采用单回海缆、3×500mm^2+2×48 芯光缆 XLPE 型，长度 13.96km。

H9#项目 220kV 海底电缆由升压站向西侧出线，沿大丰 H17#和大丰 H7#海上风电场之间区域布置，然后与大丰 H12#的海缆路由并行布置，并在竹港闸北侧附近区域统一登陆，接入岸基集控中心。采用双回海缆、3×1000mm^2+2×48 芯光缆 XLPE 型，长度 66.12km×2。

H17#项目 220kV 海底电缆由升压站向北侧出线，与大丰 H9#送出海缆路由并行布置，并在竹港闸北侧附近区域统一登陆，接入岸基集控中心。采用单回海缆、3×500mm^2+2×48 芯光缆 XLPE 型，长度 44.13km。

220kV 海缆海上段间距为 25m。过堤后 220kV 电缆采用电缆沟敷设至集控中心，H9#升压站送出的 2 回海缆至于一条电缆沟内，海缆间距 1m，站外电缆长度 0.63km×2；H17#升压站送出的 1 回海缆至于另一条平行敷设的电缆沟内，站外电缆长度 0.57km。

3.2.8.2 电缆结构

220kV 海底电缆型号为 XLPE-3×500+2×48 芯光缆 127/220kV 和 XLPE-3×1000+2×48 芯光缆 127/220kV 两种型号；35kV 海底电缆型号为 XLPE-3×150~630+2×48 芯光缆 26/35kV。海底电缆剖面结构示意图见图 3.2-6。

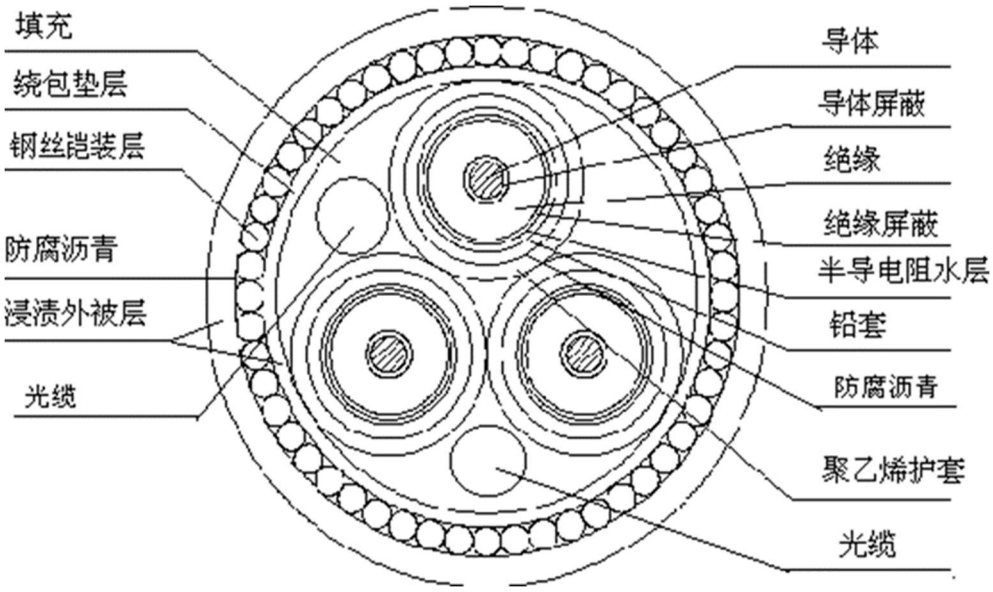

图 3.2-6　220kV/35kV 三芯海底电缆结构断面示意图

3.2.8.3 海缆登陆设计

过堤点现状分布情况见图 3.2-7(a)，过堤后电缆沟敷设路线见图 3.2-7(b)。

3.2.9 防腐设计

本工程风机基础和海上平台钢结构（包括钢管桩和附属结构）在飞溅区和水位变动区辅以改性环氧玻璃鳞片涂料进行防腐，其中飞溅区辅以包覆层系统予以保护；大气区钢结构采用改性环氧玻璃鳞片涂料+聚氨酯面漆进行防腐蚀保护；水下区、泥下区钢结构采用外加电流的阴极保护（ICCP）方式进行防腐。防腐工程的机加工和安装、桩基基础涂装均在生产企业的工厂内完成，不在本报告评价范围内。

外加电流阴极保护是通过外部电源来改变周围环境的电位，形成 850mV~1150mV 的电位差，使得钢铁的电位一直处在低于周围环境的状态下，从而成为整个环境中的阴极得到保护。通俗地说就是由外部提供电子，这样钢铁就不会因为失去电子发生腐蚀。相比于牺牲阳极而言，该保护系统可以放电驱除海生物，确保受保护区域无海生物覆盖，提高保护效率，而且可以防止海水中锌离子含量过高，以保护水体不受污染。

表 3.2-8(a)　风机基础防腐设计

腐蚀分区	防腐蚀部位	防腐蚀措施
大气区	钢结构	主要采用物理防护的保护方式，单层改性环氧玻璃鳞片+聚氨酯面漆（共 600um）
飞溅区	钢管桩	主要采用物理防护的保护方式，以长寿命重防腐涂料双层改性环氧玻璃鳞片漆进行防腐，漆膜干膜厚度 800μm～1000μm
全浸区	钢管桩	采用物理防护与外加电流保护的联合保护方式，辅以长寿命重防腐涂料双层改性环氧玻璃鳞片漆进行防腐，漆膜干膜厚度不低于 800μm
泥下区	钢管桩	采用外加电流的阴极保护方式进行防腐

表 3.2-8(b)　海上平台导管架防腐设计

防腐蚀部位	防腐蚀措施	备注
大气区（上部组块）	主要采用物理防护的保护方式，长寿命重防腐涂料改性环氧组合漆进行防腐，漆膜干膜厚度不低于 400μm	局部构件可以采用不锈钢或镀锌防腐
大气区（导管架+钢管桩）	主要采用物理防护的保护方式，长寿命双层重防腐涂与料脂肪族聚氨酯面漆组合进行防腐，漆膜干膜厚度不低于 600μm	局部构件可以采用不锈钢或镀锌防腐
飞溅区（导管架+钢管桩）	主要采用物理防护的保护方式，长寿命双层重防腐涂与料脂肪族聚氨酯面漆组合进行防腐，漆膜干膜厚度不低于 1000μm	/
全浸区、泥下区（导管架+钢管桩）	采用海工防腐涂层和外加电流阴极保护方式进行防腐	/

图 3.2-7(a)　海缆过堤点现状分布情况图

图 3.2-7(b)　围堤内 220kV 电缆走向示意图

3.2.10 基础防冲刷设计

本项目所在的江苏省海上风电项目目前多采用抛石进行防冲刷保护，且防护效果较好。因此，本项目推荐采用抛石保护方案进行风机基础防冲刷保护，抛石防护区域为风机桩基基础周围约 16~18m 范围。

可研阶段，根据已建或在建海上风电场工程经验，单桩基础施工完成后，桩周附近的局部冲刷坑随之形成，结构设计时按 6m 的冲刷深度考虑预留。项目周边的实例，三峡大丰 H8-2#风电项目运行半年后风机中心半径 21m/24m 范围内、最大深坑之差范围在-1.13m～1.58m，小于环评阶段韩海骞公式和王汝凯公式预测的冲刷坑最大深度 8.44~11.33m，尚未达到冲淤平衡；龙源大丰 H7#风电项目已运行多年，风机桩基冲刷已趋向稳定，桩基周边 50m 范围内冲刷坑深范围为 0.07m~9.42m、大部分冲坑深度在 2m~6m 范围内，相交环评阶段预测风电场不同区域（I~VI，6 块子区域）的风机基础最大冲刷深度，韩海骞公式预测结果为 4.57m~5.89m，王汝凯公式预测结果为 4.43m~8.26m，大部分风机冲刷机结果符合预测值。

海上升压站导管架与钢桩下部结构考虑局部冲刷深度 8.50m，整体冲刷深度考虑 2.0m。以确保下部基础结构的稳定、强度和变形仍可满足规范规定及正常运行的要求。35kV 海缆、220kV 海缆等海上升压站 J 管处，采用弯曲限制器保护海缆，弯曲限制器长度 12m，海缆敷设完成后，海缆出 J 管处上部采用砂被进行保护，砂被保护范围约 10m 左右。

考虑到本风电场海底地形复杂，不同区域海洋水动力环境具有一定的不确定性，在风电场建成后，应加强巡视与测量，了解风机及升压站基础周边冲刷情况，若发生基础冲刷程度超过预期、保护不足的情况应及时采取措施进行加强保护。

3.2.11 依托工程——500kV 集控中心工程

本项目三回 220kV 海缆过堤后，接入 500kV 岸基集控中心，将电压等级提升至 500kV 后送出。集控中心位于竹港闸北侧的成陆区域，位于三峡大丰 H8-2#风电场 500kV 现有集控中心的西侧，新增用海面积 2.5899 公顷。H8-2#风电场 500kV 集控中心已于 2022 年完成环保验收，目前运转正常。

环评单位已编制完成《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目配套 500kV 集控中心工程 环境影响报告书》，已通过评审。集控中心的平面布置见图 3.2-8。

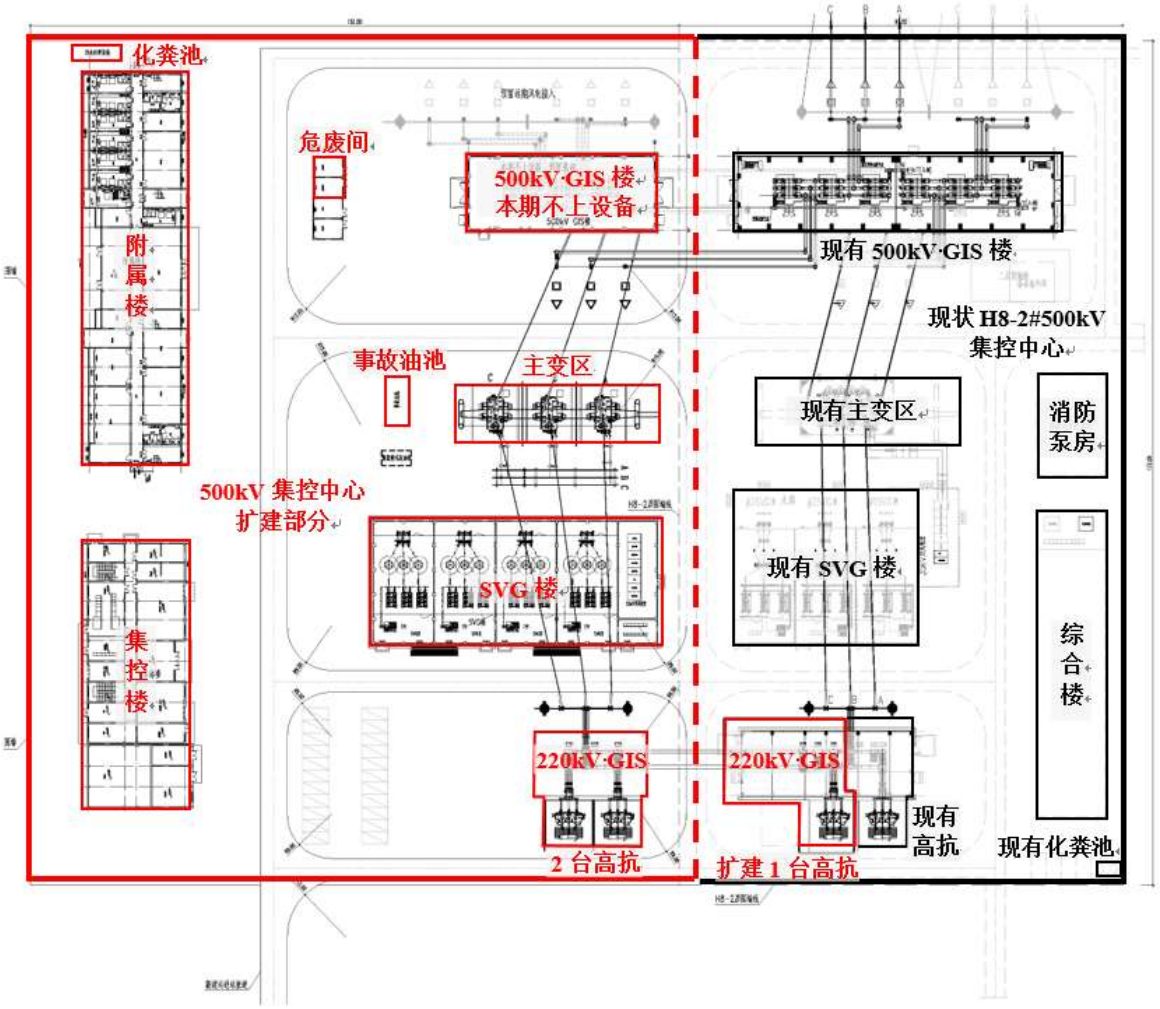

图 3.2-10　500kV 集控中心工程平面布置图

表 3.2-9　500kV 集控中心工程组成一览表

主体工程	现有工程	H8-2#岸基集控中心	500kV 主变容量	360MVA
			220kV 主变容量	/
			无功补偿	1×85Mvar230kV 高抗、3×±60Mvar 动态无功补偿装置
	本期工程	H8-2#岸基集控中心侧	500kV 主变容量	/
			220kV 主变容量	/
			无功补偿	1×75Mvar230kV 高压并联电抗器
		500kV 集控中心新建侧	500kV 主变容量	1000MVA
			220kV 主变容量	/
			无功补偿	2×120Mvar 230kV 高压并联电抗器、4×±60Mvar 动态无功补偿装置
	建成后规模		500kV 主变容量	1360MVA
			220kV 主变容量	/
			无功补偿	1×85Mvar 高抗、1×75Mvar 高抗、2×120Mvar 高抗、7×±60MvarSVG
辅助工程	集控楼 1 座、附属楼 1 座、仓库（含危废暂存库）、消防泵房、消防水池、生活水泵房			
公用工程	进站道路、给排水、通讯等公用工程。			

	岸基集控中心消防水泵房内设置有消防水池等。
环保工程	（1）采用低噪声主变，每相主变之间设置防火隔声墙。 （2）现有项目主变、高抗下设事故油坑，容积为：204m³ 、59.67m³ 。本期建设事故油池一座（100m³）。 （3）新建危废暂存间 57.5m²。 （4）本期新建新建一座化粪池（35m³）。

3.3 工程用海、用地状况

3.3.1 工程用海

项目总承包单位委托专业单位编制完成了《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目海域使用论证报告书（报批稿）》，并取得了江苏省自然资源厅的预审意见，正在办理海域使用权证。报告中的工程用海情况，根据上述报告及自然资源部门的相关文件编制。

施工临时租赁大丰港码头堆场作为工程周转区的面积，依据业主方、设计单位和港口公司提供的信息进行估算。

3.3.1.1 风机基础建设用海征用

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），本项目 6.0MW 机型基础直径 7.0m~8.4m，用海以 54.2m 为半径的圆形区域计；8.5MW 和 13.6MW 机型直径 7.5m~9.3m，用海以 54.55m 为半径的圆形区域计。

按上述风机用海范围的界定方法，计算出本项目 98 台风机的用海面积为 91.4676 公顷。

3.3.1.2 海上平台海域征用

按照《海籍调查规范》的要求，海上平台使用海域以透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线外扩 10m 距离为界。按上述海上平台用海范围的界定方法，计算出升压站、氢储能平台和救援平台用海面积为 1.8733 公顷。

3.3.1.3 海缆（35kV、220kV）海域征用

按照《海籍调查规范》，海上风力发电使用的海底电缆，以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界，并扣除与风机基础、升压站重叠使用的海域面积。

（1）本项目风电场内 35kV 海缆总长度约 169.56km；220kV 海缆总长度约 190.33km，单回海缆以两侧外扩 10m 为用海范围，双回、三回平行敷设的海缆之间距离为 25m，将此间距内的用海也计入海缆用海范围；220kV 海缆过堤后，以两条电缆沟敷设至集控中心，按电缆沟外扩 10m 的用海范围。

（2）堤内电缆沟设置一处栈桥电缆沟，跨越沟塘，该栈桥电缆沟长度 25m、宽度 4m，按向四周外扩 10m 距离为界，用海面积为 0.1167 公顷。

按上述海缆、电缆沟用海范围的界定方法，计算出本项目海缆和电缆沟用海面积为 733.4375 公顷。

综上所述，项目总申请用海面积 829.3683 公顷，扣除另行开展环评的 500kV 集控中心新增 2.5899 公顷后，本报告评价的海洋工程用海面积为 826.7784 公顷。

3.3.2 工程用地

3.3.2.1 施工临时用地

本工程选择大丰港大件码头及后方堆场作为周转区，租赁港区面积 37000m^2，施工结束后还给港区。海缆登陆后的电缆沟敷设长度约 650m，工程量较小，小批量材料在电缆沟两侧 10m 申请用海范围内临时堆存、大型设备和建材依托 500kV 集控中项目营地贮存，人员休息时回到大丰港镇上居住。

因此，项目施工临时用地仅租赁大丰港大件码头及后方堆场，租赁堆场面积 37000m^2；围堤内电缆沟施工，作业宽度控制在两侧 10m 永久用海范围内，不增加临时用地。

3.3.2.2 工程永久用地

本工程均在海域，不涉及永久用地。

3.3.3 工程占用岸线

岸线均位于与项目距离较远的向陆一侧，生态恢复岸线位于项目用海西南侧约 3.77km 处、人工岸线位于项目用海西侧约 3.08km。因此本项目不占用岸线。

3.3.4 工程占用湿地情况

项目总承包单位委托专业单位编制完成了《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案》（林之源（南京）林业服务有限公司，2022 年 5 月），于 2022 年 6 月取得了主管部门的审查意见《盐城市大丰区自然资源和规划局<关于三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案的审查意见>》。

本项目永久占用湿地面积 2.0855hm^2，通过湿地占补平衡方式，补偿项目建设对的影响。在珍禽保护区缓冲区内，开展退渔还湿行动，详见 9.7.3.2 节海洋生态恢复和补偿措施。

3.3.5 建设用地与用海汇总

工程建设用海与用地面积汇总见表 3.3-1。

表 3.3-1　工程建设用海与用地汇总表　　单位：(公顷)hm²

序号	项目名称	永久用海	永久用地	临时租赁	临时占地
1	风机基础	91.4676	/	/	/
2	海上平台	1.8733	/	/	/
3	海缆和电缆沟	733.4375	/	/	/
4	临时工程设施	/	/	3.7	/
总计		826.7784	/	3.7	

注：海底电缆用海面积已扣除与风机基础、升压站重叠部分。

3.4 施工方案概述

3.4.1 施工交通条件

3.4.1.1 场外交通运输

（1）基础物资的场外运输

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

钢材、油料等常规物资的来向本阶段考虑从工程区域的建材市场进行购买，物资来向相对单一同时距离工程区域很近，依托物资来向区域发达的公路网络，可以选择公路运输的对外交通运输方式至风电场工程施工现场。

本阶段考虑风机塔筒、海上升压站等大体量设备物资，在制造厂附近码头装船后直接运输至工程现场。风机叶片由制造厂陆运至大丰港本项目的周转区后，转为海运至工程现场。

（2）风机设备场外交通运输

塔筒运输：本工程选用的风机配套塔筒直径超出了公路运输限高的要求，无法采用公路运输方案，因此塔筒运输选择采取海上运输的方式，塔筒厂家的码头作为起岸码头，大丰港作为到岸码头，运输路线为起岸码头—→连云港至上海航线—→大丰港区南北航路—→大丰港进出港航道—→大丰港。

机舱、轮毂等：根据本阶段选择的风机机型与风机设备生产厂家的地理位置，潜在风机设备厂家在大丰市设置了产业装备制造基地。大丰市为该厂家专门配备直通大丰港的“疏港大道”，方便风机设备直达大丰港。

钢管桩和导管架等金属结构件在选定的加工地点加工装船后由驳船直接运至施工现场，不在大丰港周转区装卸。

图 3.4-1　项目施工场外交通运输示意图

3.4.1.2 场内交通运输

本工程所在海域虽然离岸距离较远，且受海底地形条件、潮差等因素的影响，但场区水深数值变化不大，从施工基地至风电场场区海域仍然有天然航道可以通行，水深条 件相对优越。对大型的近洋船舶，局部船型受环境条件限制无法全天候正常航行，因此本工程选择灵活轻便型的近海运输船舶作为运输工具进行钢构件的运输。考虑场内运输主要依靠浅吃水驳船进行风机各工作面之间的连接，以实现施工期的场内运输。运输线路为：大丰港大件码头（港区租赁周转场地）—→大丰港进出港口航道—→大丰港区南北航路—→施工场区，运输路线平均 70n mile。

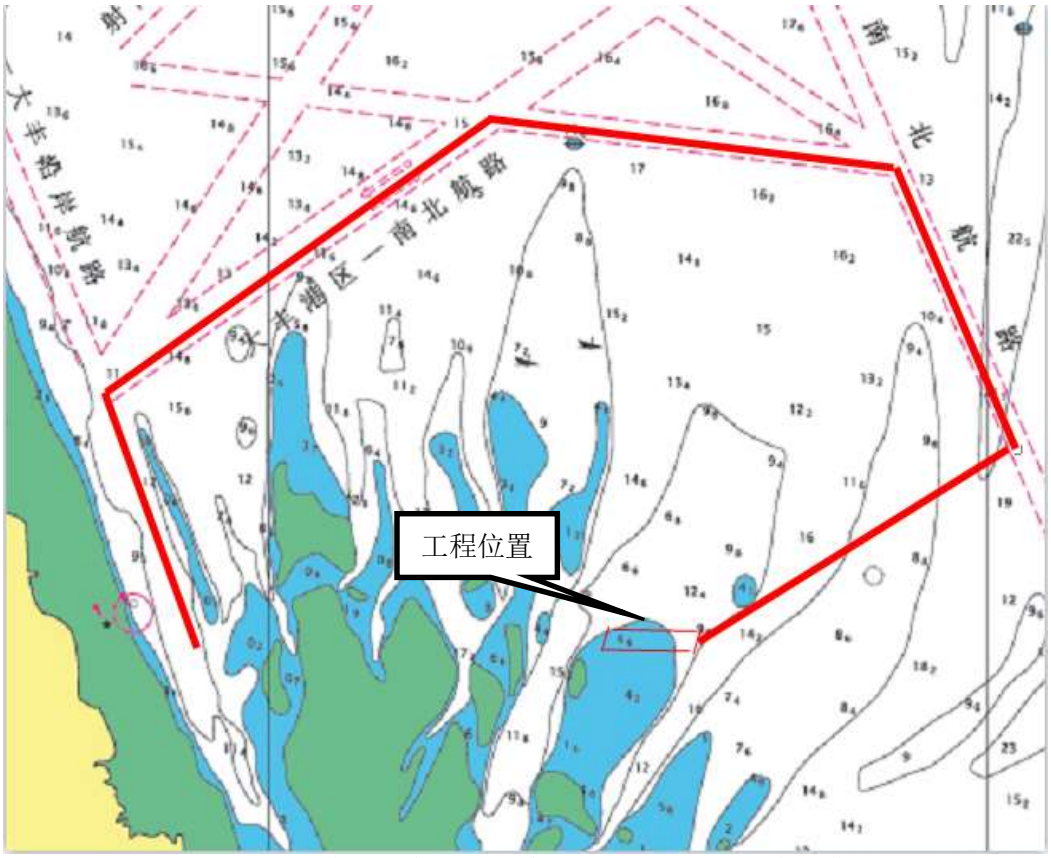

图 3.4-2　项目施工场内交通运输示意图（以 H9#风电场为例）

3.4.2 施工总布置

本工程选择大丰港大件码头及后方堆场作为周转区，用于物资水路运输的到岸码头，同时承担水陆运输方式的转化、设备物资临时堆存与调整的功能；风电机组及海底电缆的施工作业区，其施工作业区域均在海上。

（1）周转区

周转区布置在大丰港大件码头，其作为风机拼装及堆存，同时承担水陆运输方式的转化的功能，见图 3.4-3(a) ~(b)。

①机械保养场：仅承担施工机械的小修、保养及临时停放的功能，占地面积 2000m^2。

②仓库：周转区内的仓库主要为综合仓库及风电机组电气设备专用仓库，综合仓库为临时的生产用品仓库，占地面积 1000m^2；电气设备专用仓库主要堆存电缆及电气设备等，以堆存 5 台风机相关的设备物资为标准，占地面积 4000m^2，仓库占地面积共计 5000m^2。

③风机设备临时堆场：根据风机基础施工的进度情况同时参考其余工程风机设备的供货情况进行布设，本阶段风机供货的台数暂按每次 5 台考虑，临时堆存场地面积为 30000m^2。

④劳动定员：周转区物资的堆存、保管和转运依托港口公司工作人员，本项目施工单位派驻场工作人员 20 人，配合港口公司工作人员进行装卸。现场不设置生活区，岸上员工住宿依托后方 20 公里外的港区集镇，租赁民房或商品房。

（2）海上风电场区

风电场区主要为海上风电机组及海底电缆的施工作业区，其施工作业区域均在海上，故不需要布置施工临时设施。海上施工人员依托驳船自带的生活、办公设施。

工程施工总平面布置见图 3.4-3(a)，临时用地（海）面积表 3.4-1，周转区位置及平面布置情况见图 3.4-3(b)。

表 3.4-1　施工临时用海用地规模一览表

序号	分类	序号	名称	临时用地面积（m^2）	备注
一	周转区	1	机械保养场	2000	租赁场地
		2	电气设备专用仓库	4000	
		3	综合仓库	1000	
		4	风机设备临时堆存场	30000	
		小计		37000	
二	海上风电场施工区	/		/	利用作业船舶作为施工平台，不计临时占地
合计				37000	

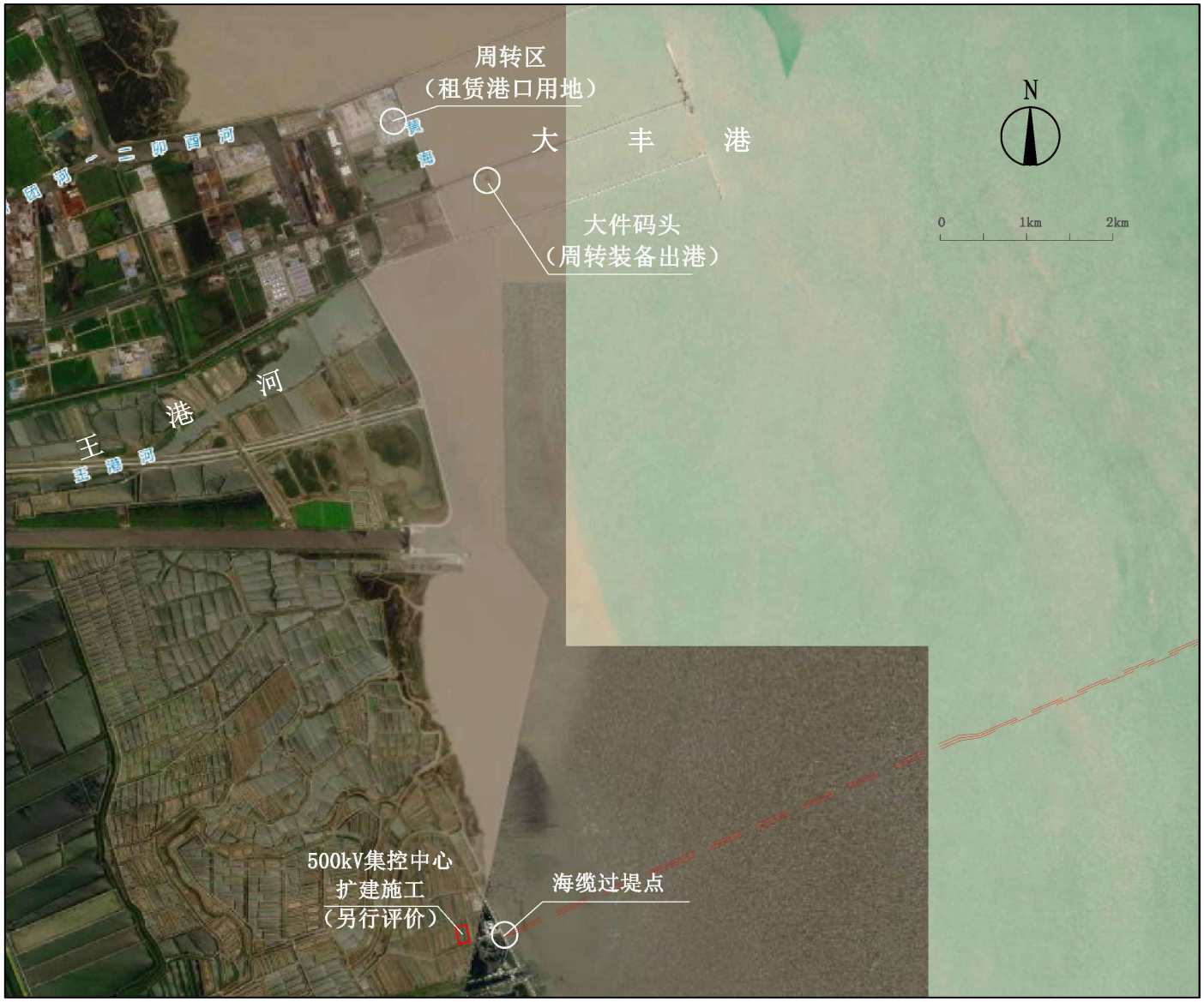

图 3.4-3(a)　风电项目施工总布置图

图 3.4-3(b) 周转区位置及布置图

3.4.3 施工方法

3.4.3.1 风机基础施工

本工程风机采用单桩基础，H8-1#场区布置 24 台 8.5MW 机组、H9#场区布置 24 台 8.5MW 机组、H15#场区布置 23 台 8.5MW 机组、H17#场区布置 13 台 6.0MW 机组、13 台 8.5MW 机组和 1 台 13.6MW 机组，钢管桩桩径为 7.5~9.3m。单桩基础施工程序考虑为：钢管桩制作→钢管桩运输→钢管桩沉桩施工→基础保护施工→附属构件安装。

（1）钢管桩的制作和运输

钢管桩在大型钢结构制造企业内进行卷制、焊接，利用制造企业自有的出货码头运输至本项目位于大丰港的周转区。

工程 98 台风机均采用单桩基础型式，按照管桩长度 80m 左右的运输要求，本阶段配套选择 5000t 级平底驳船，驳船的配套拖轮考虑为 2000HP 及以上动力。

（2）钢管桩沉桩

为保证管桩的加工与施工质量，本阶段拟采用整根长管桩的沉桩施工方式，不考虑分段接桩焊接的处理。钢管桩海上沉桩系统包括打桩船、运桩船、抛锚艇、拖轮与交通艇等船舶组合，其中以打桩船为主要施工设备。

①浅水区管桩沉桩施工

以水深 4m（平均海平面起算）为界，H17#部分 6MW 风电机组布置在浅水区域，其余机位水深条件较好。浅水区起重机械选择 1600t 级及以上（起重能力）的船载起重机，首选 S-3000 型液压打桩锤，S-3500 型液压打桩锤作为备选。

为满足基础沉桩精度要求，可在可座底的船舶上增加分层式的大型抱桩器设备。具体为可座底船船艏楼顶部加装甲板用于人工操作，同时在艏楼甲板和底层甲板处加装抱 桩结构，完成桩基的辅助定位和纠偏功能。顶部抱桩结构可全方位调整姿态，底部抱桩结构为刚性结构，一旦抱死后将不产生位移，对桩基起到较好的限位作用。

②深水区管桩沉桩施工

深水区风机沉桩起重机械选择 2400t 级及以上（起重能力）的船载起重机，首选 S-3000 型液压打桩锤，S-3500 型液压打桩锤作为备选。采用定位架进行辅助沉桩施工。

风机单桩基础对打桩精度要求较高，通常浮式起重船仅靠船舶自身无法将打桩精度控制在设计要求的范围内，因此推荐采用定位架进行辅助沉桩施工。

（3）附属构件运输及安装

本工程单桩基础采用集成式附属构件，即将外平台、栏杆、爬梯、电缆管、靠船

构件等附属构件在陆上加工厂整体组装为一个集成式套笼结构，通过驳船运输至风电场拟安装机位，采用起重船整体吊装至钢管桩上，施工时需注意套笼的方向满足设计要求。

风机基础施工完成后，需对桩周冲刷情况进行监测，根据桩周冲刷情况，确定单桩基础周围是否采用抛石方式进行基础外部裸露表面的保护工作。

3.4.3.2 风机安装工程施工

本阶段推荐采用分体安装的风机设备组装与吊装方案。

根据本阶段风机布置成果，以水深 4m（平均海平面起算）为界，部分 6MW 风电机组布置在浅水区域，无法采用大型浮式起重船进行施工的，可坐底驳船作为施工设备承载体，船舶乘潮进入施工点位，并配置符合本工程 6MW 机组吊高和吊重要求的大型履带设备进行分体安装的方案。深水海域可以满足大部分近海类工程船舶正常进出风机布置区海域。

分体组装与吊装模式：分体吊装即在风机安装前，对部分风机部件进行预拼装，主要是将 4 类主要部件组合形成 2 个或 3 个大的主要组合体。对于塔筒，主要将各段塔筒合并组合，形成整根塔筒。对于其余设备部件，一种方式为将轮毂、三片叶片组合形成风轮，最终形成风轮、整体塔筒（或两部分）、机舱共计三大部分的形式；另一种方式为将轮毂、两片叶片、机舱组合形成海燕式结构组合体，剩余单个叶片、塔筒结构等部分的形式。风机预拼装后的各部分组合体可通过自升式船舶或者半潜式起重船运输至工程现场，通过船舶配套桩腿系统深入泥面以下一定深度使船舶顶升至水面以上形成稳定安装平台或者船舶注水下沉驻底泥面后也形成稳定安装平台后，在海上创造的平稳安装环境条件下，自下而上完成各组合体和零散部件的海上组装工作。

吊装顺序是：下段塔筒→中段塔筒→上段塔筒→机舱→叶轮。塔筒之间以法兰盘连接，各结构的吊装过程中以提前安排好参加结构连接的施工人员，每连接完一个塔筒必须经检验确认合格后才能进行下一设备的吊装作业。

3.4.3.3 海上平台施工

海上平台的施工内容包括钢结构制作、基础施工、上部组块安装三大部分。主要施工工艺流程为：钢结构加工与制作→电气设备安装、调试→导管架沉放→钢管桩沉桩施工→上部平台整体安装→电气设备联动调试。

（1）钢管桩、钢结构平台制作与运输

钢管桩通过导管架结构与上部的钢平台进行连接，上部钢结构平台采用型钢组合

拼装。钢结构平台与下部的组合钢桁架结构虽然属于大尺寸钢结构体，但结构形式简单，制作难度一般，因此为保证结构体的加工质量，同样选择在南通区域的大型制作企业进行生产加工，钢管桩可选择风机基础管桩加工的企业进行生产。

钢管桩、导管架等基础物资生产完成后，即装船运输，直接运抵工程场区施工。

（2）导管架结构沉放

导管架运输至海上平台位置后，进行沉放工序。在导管架甲板层安装定位定向设备，采用双 GPS 定位测量+全站仪的施工测量方案。

本工程海上升压站导管架重约 910~1380t、氢储能平台导管架重约 778t、救援平台导管架重约 635t，因此方案综合选择主钩起吊能力为 2400t 的浮式起重船进行吊装。为适应区域表层地质承载力较小的情况，本工程导管架设计时已采取在导管架与地基表层接触区域设置防沉板等措施来保证导管架的初步沉放精度达到控制要求。

（3）钢管桩沉桩施工及连接段灌浆

为保证管桩的加工与施工质量，本工程拟采用整根长管桩的沉桩施工方式，不考虑分段接桩焊接的处理。钢管桩沉桩施工同样考虑采用导管架施工所用的浮式起重船进行施工。桩锤系统根据海上平台工程基础管桩的设计参数，选用 S-800 液压打桩锤作为首选锤型，S-1200 液压打桩锤作为备选。

钢管桩、导管架之间的间隙灌浆在打桩完毕、调整好导管架与桩管间的间隙后进行。灌浆施工由甲板驳船上所载的灌浆泵高压泵送灌注专用的灌浆材料，灌浆作业前，应进行原材料作业和配合比设计，并进行相关的试验工作。施工时，通过预埋在导管架上的灌浆孔采取自下而上的纯压式灌浆，采用灌浆分隔器与水下监控仪器控制灌浆的施工过程至设计标准。

（4）平台上部组块制作

根据类似工程实际的操作模式，为尽量减小现场的安装次数，避免现场焊接所可能造成的质量缺陷，同时减少海上设备安装调试时间，海上平台上部平台采用陆上总装的方式，将各层结构分层预制拼装，在相应安装层完成后进行其层面上电气设备的安装工作，最终形成可整体出运的上部组块（包括电气设备）组合体。

（5）升压站上部组块运输与安装

目前大尺寸、超重量的海洋工程结构组块，因体形庞大，重量较大，宜采用滑道滑移装船的方式，滑移装船过程中，需要不断对驳船进行调载，使驳船顶面与滑道处于同一高度上。

H8-1#和 H17#海上升压站的上部组块重约 2880t，本阶段考虑选用 7000t 级甲板驳船进行上部组块的运输，5000t 级及以上浮式起重船进行组合体的整体安装工作。

H9#海上升压站的上部组块重约 3890t，本阶段考虑选用 10000t 级甲板驳船进行上部组块的运输，5000t 级及以上浮式起重船进行组合体的整体安装工作。海上氢储能平台的上部组块重约 2200t、救援平台的上部组块重约 1200t，采用 H8-1#海上升压站所用的 7000t 级甲板驳船。

3.4.3.4 海缆（35kV 及 220kV）敷设施工

工程场址海域海床表层为淤泥或淤泥质粘土，根据锚重与投入地表层深度的关系，电缆敷设深度选择为泥面 2.0m 以下，海上正常作业条件下的敷设速度为 3m/min，为降低悬沙扩散影响，局部区域的敷缆速度控制在 1m/min 左右。

（1）220kV 海缆敷设

根据电缆敷设区域海洋环境的不同，将电缆敷设区分为以下三个主要区域。

1）围堤内电缆施工

①海缆登陆段（过堤）施工

海缆过堤施工采用在堤坝顶面设置电缆沟过堤的方式，电缆沟两侧设置混凝土坡道与原有堤面顺接。电缆上覆盖板后在电缆沟上方修筑混凝土配筋路面完成海缆穿堤施工。

②登陆后电缆沟埋设

海缆穿堤登陆后，采用开挖+浇筑混凝土电缆沟的方式敷设电缆，3 回电缆埋设于 2 条电缆沟内，H17#升压站送出单回电缆沟净宽 1.2m、接入三峡 H8#-2 集控中心；H9#升压站送出双回电缆沟净宽 1.6m，接入本项目 500kV 集控中心。两条电缆沟平行敷设、间距 0.2m、总宽度 3.4m。电缆沟结构形式见图 3.4-7(a)。

其中，电缆沟过堤后有一处沟渠采用栈桥电缆沟形式，栈桥段电缆沟长度 25m、总宽度 4m、高 3m，采用弧形布置，栈桥上修筑电缆沟。此处同时上跨大丰龙源 H4#风电场的 3 回 220kV 海缆。

2）浅水与滩涂海域敷设

考虑到在浅水与滩涂区域、潮间带海域水深较浅，无法满足铺缆船正常航行与敷缆的要求，因此通过两栖式挖掘机开挖后敷埋的方式。

海缆敷设工作首先在高潮位时段通过船只牵引将海缆按照电缆路径铺设在滩面上。在平潮时停放两栖类挖掘机的船舶停靠至海缆附近，在低潮位时段滩面出露或者

水深较浅的情况下，挖掘机行驶至滩面，沿海缆敷设的方向首先进行沟槽开挖，在临时开挖断面形成后立刻将电缆埋设进入沟槽内，然后进行开挖沟槽的回填至原始地形的后续工作。该海域海缆 3 回共 73.76km，采用两栖挖掘机趁落潮干地敷设完成。

图 3.4-7　两栖式挖掘机作业示意图

3）近海海域施工

在海底电缆登陆铺设结束至海底电缆结束端上升压站平台铺设过程中，海域水深条件相对较好，满足铺缆船正常航行所需要的水深条件，同时也满足射水挖沟犁高压射水挖沟所需要的水压条件，铺缆船进入海底电缆正常铺设状态。

施工步骤：埋深施工船锚泊就位→缆盘内电缆提升→电缆放入甲板入水槽→电缆放入埋设机腹部→投放埋设机至海床面→牵引施工船敷埋电缆。

①在铺缆船船尾将海底电缆装入电缆挖沟犁头内，用铺缆船自身的吊机将电缆挖沟犁吊离甲板，慢慢放入水中，然后潜水员下水检查海底电缆及电缆挖沟犁姿态，如果海底电缆及电缆挖沟犁姿态正常，则进入正常铺缆状态。

②在潮水位置满足铺缆船可移动的深度条件下，开启电缆挖沟犁的射流泵，同时铺缆船向前移动铺缆。

③电缆正常铺设过程中，埋设机姿态仪随时反映出埋设机的姿态。

④海缆埋深按不小于 2.0m 控制，穿越航道处埋深按不小于 3.0m 考虑，在施工能力满足情况下，尽量埋深。

⑤铺缆船铺缆时，高压水冲击联合作用形成初步断面，在淤泥坍塌前及时铺缆，一边开沟一边铺缆，开沟与铺缆同时进行，电缆敷设时采用 GPS 定位系统进行定位，

牵引钢缆的敷设精度控制在拟定路由±5m 范围内。

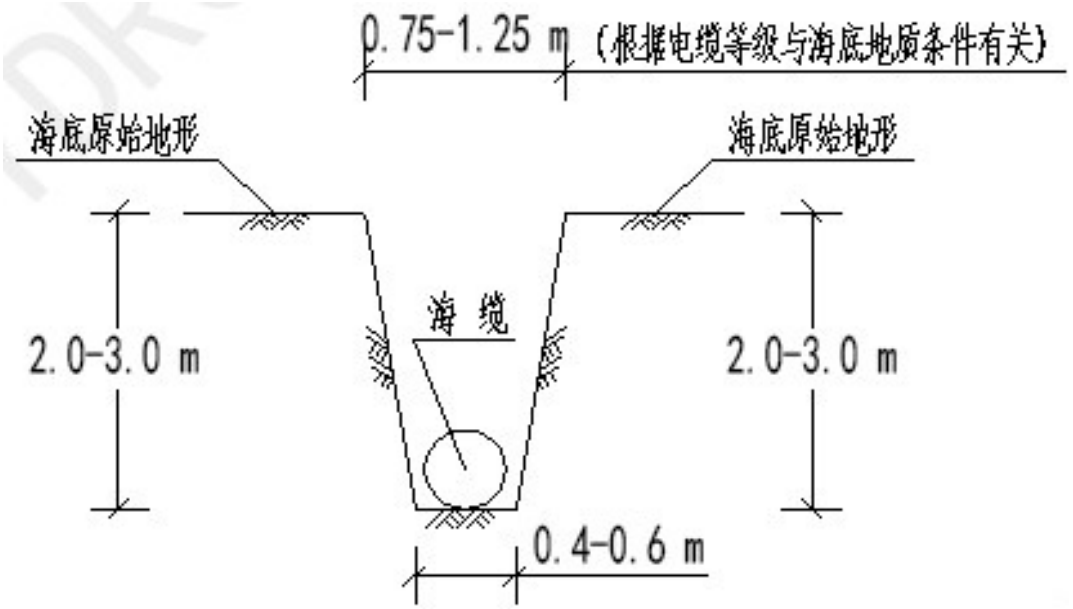

图 3.4-8(a)　深水区域电缆敷设冲挖断面示意图

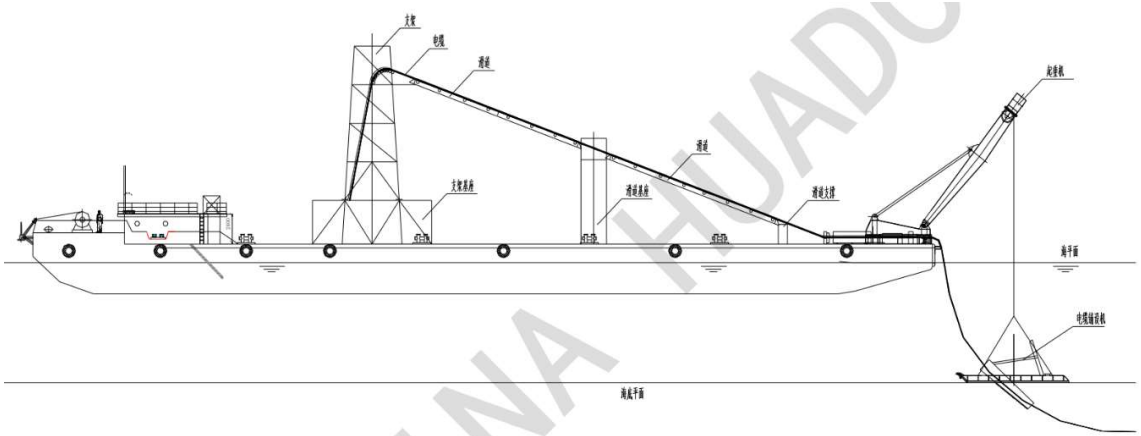

图 3.4-8(b)　正常敷设施工示意图

图 3.4-8(c)　常规射水挖沟犁设备

4）登升压站平台及风机基础

海底电缆在升压站平台的登陆，需穿过和桩基固定的“J”形管，登陆前应由潜水员将海床面以下 2.5m 深度的“J”形管口冲出，将钢丝绳置换管子内部预先设置牵引绳索，用船上绞车将电缆由海底通过“J”管口牵引登陆至升压站平台预定位置，登陆过程中由潜水员在水下监护电缆。其作业步骤如下：

①测量电缆登陆所需长度。施工员准确测量船舶与平台的距离、水深和平台高度以及电缆余量，计算出所需长度。在船上用测绳量取电缆长度和确定切割位置。

②切割电缆。使用切割机在缆盘内将电缆切断，将切割后的两端电缆头密封。

③盘绕登陆段电缆。使用布缆机将电缆从退扭架中牵引出，把电缆呈“8”字形盘置在甲板上，直至牵引出电缆头。

④牵引钢丝绳和电缆头连接。将电缆头与平台上通过转向滑车的钢丝绳、钢丝网套可靠连接。启动船上牵引绞车，将电缆由水下的 J 形管口牵引至平台上预定位置，然后将施工船上电缆沉放至海床。

⑤平台处的盘余。根据设计要求，将一定余量的电缆盘放在平台上，一般在 15m 左右，作为接续及备用。记录电缆登陆长度。

⑥220kV 海底电缆引出 J 型管后，经锚固装置固定，并对铠装层进行接地，而后经电缆支架引上至电缆桥架，最终敷设至 252kV GIS 海缆间隔下方，引上与 GIS 设备连接。

⑦220kV 海缆穿越锚固装置后，至终端前应全程缠绕防火包带，并进行防火阻隔处理。

海缆登陆平台后，“J”形管口至回收埋设机处由潜水员进行水下冲埋，整个“Ω”形段电缆的冲埋深度为 2.5m，长度约 30 米。由于在风机基础钢管桩附近海流流速较大，容易形成涡流，海床面易受到冲刷，不稳定，影响“J”形管口处的电缆安全，因此电缆敷设时预留“Ω”余量，避免海缆架桥悬空；另采取在“J”形管口处抛填水泥沙浆袋的技术措施，对海缆加强保护。

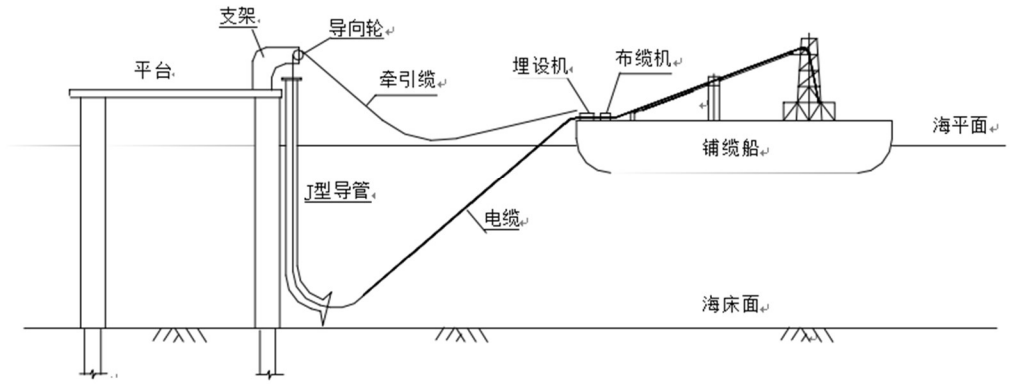

图 3.4-9　电缆起始端上平台/风机铺设施工示意图

5）海缆海上交越段敷设

本项目 H8-1#海上升压站的送出单回海缆，与已建成的三峡 H8#-2 单回 220kV 海缆在 H8#-2 风电场西侧产生交越；本项目 3 回送出海缆与龙源 H12#双回 220kV 海缆在汇入大丰海上风电公共海缆通道时，产生交越。交越位置见图 3.4-10(a)。

两处海缆交越施工方案采用上交越明敷（即海缆敷设于原始海床面）方式，对于明敷段海缆需外套铸铁管保护，并在其上下层铺设混凝土软体排。交越点两侧海缆采用先抛放、后空气吸泥埋设的方法施工，施工过程中不得扰动已有的海缆顶部 0.5m 内的土体。泥面处交越保护结构采用 0.35m 厚混凝土联锁排，压覆范围为每个交越点海缆轴线两侧各 4.5m，长 50m。每个交越点上下海缆之间增加一层 0.35m 厚的混凝土联锁排垫层，尺寸为 5×4m。交越点两侧海缆各 10m 范围内采用球墨铸铁关节套管保护。

6）电缆围堤内交越段敷设

本项目三回 220kV 电缆过堤后至集控中心段采用电缆沟敷设，电缆沟分别于龙源大丰 H4#、国能大丰 H5#、三峡大丰 H8#-2 三座风电场的海缆存在交越。交越位置见图 3.4-10(b)。

a、与龙源大丰 H4#风电场的 3 回 220kV 海缆于水渠上方交越，采用建造栈桥的形式跨越水渠，不影响渠内水体的流动、不影响周边鱼塘取水和排水方式。栈桥尺寸为 25m×4m×3m，采用弧形布置，栈桥上修筑电缆沟。

b、与国能 H5#风电场的 2 回 220kV 海缆于围堤内道路上交越，采用顶管施工方式，从国能 H5#电缆沟下部穿越。

c、与三峡 H8#-2 风电场单回 220kV 海缆与围塘的道路交越 3 处，在进站引桥下交越 1 处，均采用顶管施工方式，从电缆沟下部穿越。

（2）35kV 海缆敷设

35kV 海缆是对风机与风机、风机与海上升压站进行连接，因此不包括登陆段施工。海缆敷设施工靠近风机或海上升压站基础时，考虑到以后更换电缆终端，海缆预留长度需在靠近基础侧采用“S”形敷设作为备用，并且海缆弯曲半径不应小于 20D（D 为复合海缆外径）；如条件允许，预留长度也可在基础顶部盘一圈，并应满足弯曲半径要求。进入 J 形电缆管附近时，需要考虑海缆的保护措施，例如用中心夹具和弯曲限制器等措施对海缆进行保护，防止海底泥面冲刷后导致海缆因海水冲蚀对海缆的损伤。

海缆敷设施工靠近风机基础时，由牵引设备牵引穿过风机或基础旁预制的电缆管，通过锚固装置固定并穿过塔筒开孔后，接入塔筒底部高压柜；同时，在塔筒内部设置一光缆接续盒，复合海缆内的光缆剥离后，进入光缆接续盒，在盒内用无金属光缆转接成二根光缆，一根进入风机监控柜光缆终端盒，另一根敷入机组高低压配套设备监控柜光缆终端盒。分离后的光缆需预留约 2m 长度，环绕于光缆接续盒内盘纤盒上，以便于光缆的接续。塔筒开孔处需采用封堵模块进行封堵，以作防火、防水及固定电缆用。

海上升压站平台的 J 形电缆管位于平台导管架基础内侧，海缆引上升压站平台后，甲板开孔处同样需对海缆做锚固和封堵。海底电缆引出 J 型管后，经锚固装置固定，并对铠装层进行接地，而后经电缆支架引上至电缆桥架引上与开关柜设备连接。

35kV 海缆穿越锚固装置后，至终端前应全程缠绕防火包带，并进行防火阻隔处理。

3.4.4 施工机械设备和工程量

项目主要施工机械设备见表 3.4-2。

表 3.4-2　施工主要机械设备汇总表

项目	机械设备名称	型号规格	单位	数量	备注
风机基础施工	起重船	2000t 级及以上（起重能力）	艘	1	配置 S-3000 型液压打桩锤作为首选桩锤，S-3500 型液压打桩锤作为备选桩锤
	起重船	2400t 级及以上（起重能力）	艘	1	
	可坐底船舶	1600t 级及以上（起重能力）	艘	1	
	平底驳船	5000t 级	台	2	钢管桩运输
	平底驳船	2000t 级	艘	4	基础保护施工、附属构件运输
	拖轮	2000HP 及以上	艘	4	拖运、移位船舶

项目	机械设备名称	型号规格	单位	数量	备注
	交通艇		艘	3	接送施工人员及工作面转换
	抛锚艇		艘	2	起重船抛锚
	补给船		艘	2	淡水与生活物资补给
风机安装施工	可坐底船舶	1000t 级及以上（起重能力）	艘	1	海上分体吊装
	自升式海上平台船	配置 1500t 级及以上履带式起重机	艘	1	海上分体吊装
	履带式起重机	400t	台	2	风机组件现场转运装船、海上安装
	甲板驳船	4000t 级	艘	4	风机设备组件运输
	拖轮	2000HP 及以上	艘	3	拖运船舶
	交通艇		艘	3	接送施工人员及工作面转换
	抛锚艇		艘	2	甲板驳、起重船等抛锚
	补给船		艘	2	淡水与生活物资补给
海上平台施工	浮式起重船	2400t 级及以上（起重能力）	艘	1	导管架基础施工，配置 S-800 型液压打桩锤作为首选桩锤，S-1200 型液压打桩锤作为备选桩锤
	起重船	5000t 级及以上	艘	1	组合体安装
	起重船	4000t 级及以上	艘	1	组合体安装
	起重船	3000t 级及以上	艘	1	组合体安装
	平底驳船	2000t 级	艘	4	钢管桩、上部组块与导管架灌浆施工
	甲板驳船	10000t 级	艘	1	钢管桩、导管架及上部组块运输
	甲板驳船	7000t 级	艘	1	钢管桩、导管架及上部组块运输
	拖轮	2000HP	艘	4	拖运船舶
	抛锚艇		艘	4	打桩船、起重船等抛锚
	交通艇		艘	2	
	补给船		艘	2	淡水与生活物资补给
海缆敷设施工	带埋设机的铺缆船	3500t 及以上载重量	艘	1	220kV 海底电缆铺设
	带埋设机的铺缆船	6000t 及以上载重量	艘	1	220kV 海底电缆铺设
	带埋设机的铺缆船	3500t 载重量	艘	1	35kV 海底电缆铺设
	带埋设机的铺缆船	2000t 载重量	艘	2	35kV 海底电缆铺设
	卷扬机		台	4	电缆牵引
	拖轮	2000HP	艘	3	铺缆船拖航及稳定性控制
	抛锚艇		艘	2	铺缆船抛锚
	两栖挖掘机		辆	2	
	交通艇		艘	2	

3.4.5 施工进度

工程建设总工期包括工程准备期和主体工程施工期。其中工程准备期内承包人进行前期临时设施的建设与准备工作，主体工程施工期内承包人进行风机、升压站等主体工程的建设工作。

本工程施工关键线路为：工程开工→施工前期准备→风机基础施工→首批风机安装→风机调试、投产发电→工程竣工。风机基础施工及风机安装是制约本工程进度的关键线路，在施工过程中必须加强施工组织管理。该部位的施工必须精心组织合理安排各工序，方可保证本工程施工总进度的实现。

第 1 年 1 月初承包人进点进行供水、供电及临时生产、生活设施修建等施工准备工作，第 1 年 3 月底施工准备工作基本完成，具备主体工程施工条件；第 1 年 3 月初开始海上主体施工，4 月初首批机组到场。其中 H17#风电场距岸最近，单独送出一条 220kV 海缆，计划第 1 年 9 月底首批风机发电，至第 1 年 12 月底全部机组投产发电；H8-1#、H9#和 H15#三个风电场计划第 1 年 12 月底首批风机发电，至第 2 年 6 月底全部机组投产发电。项目总工期 18 个月。

项目工程控制性施工进度见表 3.4-3。

表 3.4-3　工程控制性施工进度表

序号	项 目 名 称	施工起止时间
1	项目开工	第一年 1 月
2	施工准备（钢结构制作、水电、临时设施等）	第一年 1 月→第一年 3 月底
3	主体工程施工 （基础施工、风机安装、升压站施工）	第一年 3 月→第二年 2 月底（H17#） 第一年 3 月→第二年 5 月底（其余风电场）
4	集控中心施工	第一年 1 月→第一年 11 月
5	首批机组并网	第一年 9 月底（H17#） 第一年 12 月底（其余风电场）
6	全部机组安装完毕，投产发电	第二年 2 月底（H17#） 第二年 6 月底（其余风电场）

3.4.6 施工人数

根据工程不同的施工时段，海上施工平均月投入劳动力为 400 人，包含海上风电场及海缆施工平均 380 人（含穿堤段施工）、大丰港港口周转区派驻施工人数 20 人（周转区其余作业人员，为港口公司自有员工）。

3.4.7 土石方平衡

本项目风机采用单桩基础，外购石方用于基础冲刷防护，每台风机抛石量约 1500m^3，98 台风机抛石量共 147000m^3。工程开挖量主要来自海缆登陆段穿越潮间带，以及海缆过堤后的电缆沟沟槽开挖。

潮间带海缆沟开挖淤泥原址回填，围堤内电缆沟开挖后的淤泥为鱼塘土、回填至鱼塘埂上，充分回用于鱼塘田埂的加固和垫高。过堤段产生的废石料作为护堤石材原

地利用，项目可实现不产生弃方。工程土石方平衡见表 3.4-5。

表 3.4-5　工程土石方平衡表　　**单位：m^3**

序号	工程名称	开挖量	回填量	外购量	调出量	弃方量
1	风机基础周边抛石	0	147000	147000	0	0
2	海缆登陆段-穿越潮间带	112500	112500	0	0	0
3	海缆过堤-集控中心段电缆沟	1800	1800	0	0	0
合计		114300	261300	147000	0	0

4 工程分析

4.1 生产工艺与过程分析

4.1.1 施工期分析

4.1.1.1 风机施工

风机基础施工与吊装过程中海域主要污染环节为打桩时产生的噪声、废气、悬浮物，其中废气主要为施工机械产生的废气，固体废物主要为施工废料和人员生活垃圾。另外，项目海上施工必备的要素人员、作业船舶，产生人员的船上生活污水、船舶的机舱油污水，贯穿于整个施工期，不再对应每个环节。

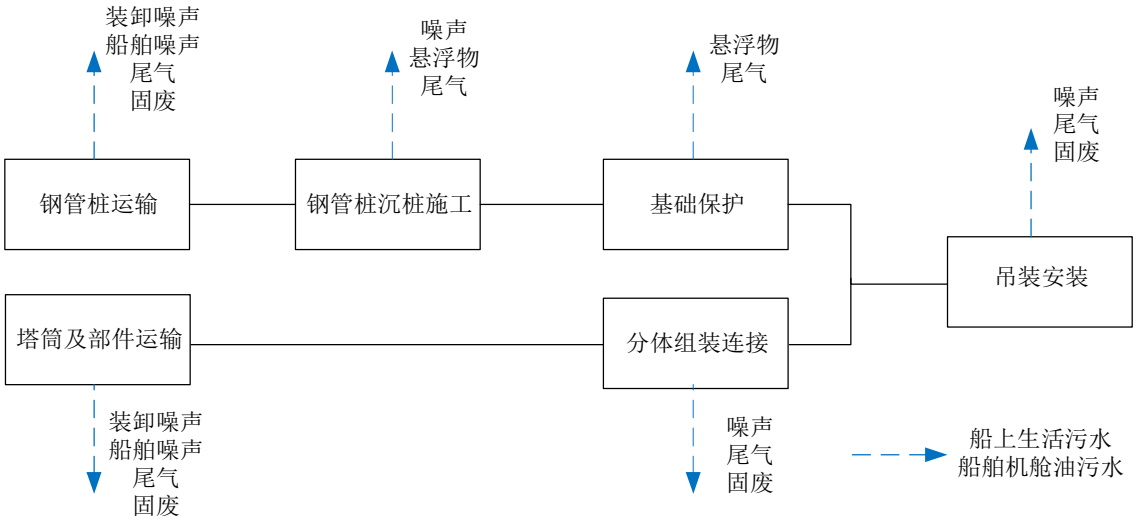

图 4.1-1　风机施工工序及产污环节

4.1.1.2 电缆深水海域施工

施工过程中海域主要污染环节为高压水和挖沟犁联合作用产生的悬浮物，此外还包括扫海清障碍产生的固体废弃物（海底石块、垃圾等），施工船舶、运输船舶产生的燃油废气、噪声。

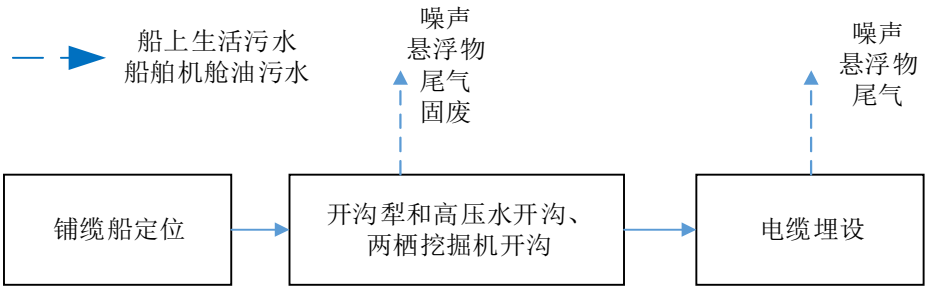

图 4.1-2　电缆深水海域施工工序及产污环节

4.1.1.3 电缆浅水滩涂海域施工

浅水与滩涂海域段电缆距离江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区 6 较近，最近处为 60m，为减少海缆施工对该保护区的影响，在该区段低潮露滩期间采用两栖挖掘机预先完成挖沟作业，边敷设海缆边回填土方，在涨潮前完成施工，降低施工悬浮物影响。近岸段电缆施工工序和产污环节见图 3.1-3。该段施工要污染环节主要为两栖挖掘机开挖电缆沟过程中产生的燃油尾气、噪声。

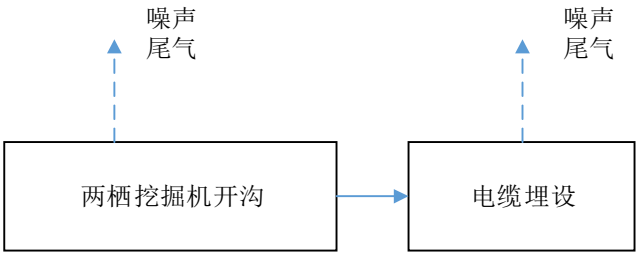

图 4.1-3　电缆浅水滩涂海域施工工序及产污环节

4.1.1.4 电缆始端登陆施工

电缆过堤点至岸基集控中心采用电缆沟敷设，需跨越海堤、占用鱼塘。项目过堤点现状为土堤+防浪墙结构形式，采用电缆沟沿堤顶敷设过堤，电缆沟断面尺寸为 1.2m/1.6m×0.8m，不破坏海堤本体结构；占用鱼塘段位于三峡 H1#集控中心西侧，与三峡 H8-2#项目电缆沟平行敷设本项目电缆沟，清除占用段鱼塘淤泥、进行基底夯实后浇筑电缆沟、敷设电缆。

电缆沟敷设工序为：工作面开挖（鱼塘和路边段，海堤处不开挖仅清表）、基底加固、浇筑电缆沟和预制盖板、电缆敷设、盖板固定五个细分阶段。施工主要污染物为鱼塘淤泥和废混凝土块等建筑垃圾、施工设备噪声和尾气。陆上段电缆施工工序和产污环节见图 3.1-4。

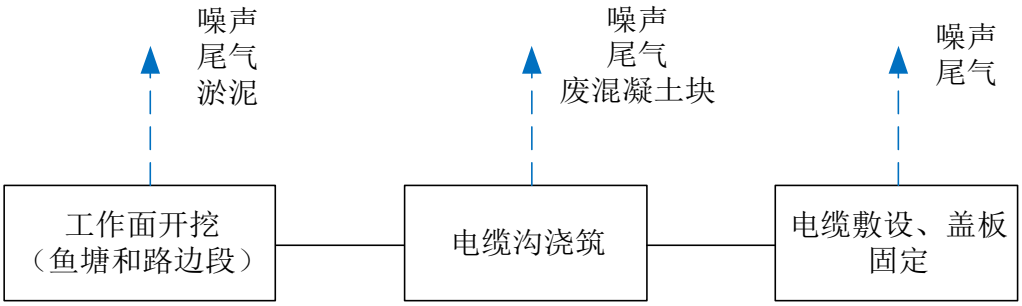

图 4.1-4　登陆后电缆主要施工工序及产污环节

4.1.1.5 海上平台施工

本项目海上平台包括海上升压站、海上氢储能平台、海上救援平台，平台下部基础均采用导管架+4 根钢管桩形式，上部组块整体安装，因此海上平台的主要施工工艺和产污环节相同。施工过程中海域主要污染环节为打桩时产生的悬浮物，施工船舶的尾气，设备安装产生的废包装材料等固体废物。

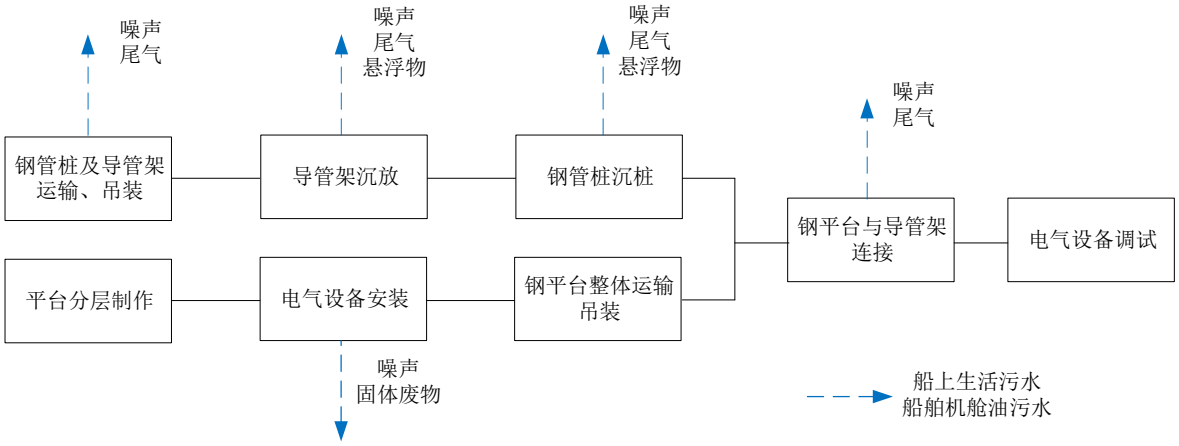

图 4.1-5　海上升压站主要施工工序及产污环节

4.1.2 营运期分析

4.1.2.1 风电工程营运工艺与产污环节

风力发电营运期仅是风能向电能的转化过程，该转化过程本身不产生污染物。营运期风电场主要产污环节包括风机机组运行噪声和电磁，海缆输送产生的工频电磁场等。海上升压站则有主变噪声、工频电磁场等。另外，风机运行维护期间产污环节主要有船舶污染物和噪声，以及风机维护维修的少量固废、废油。

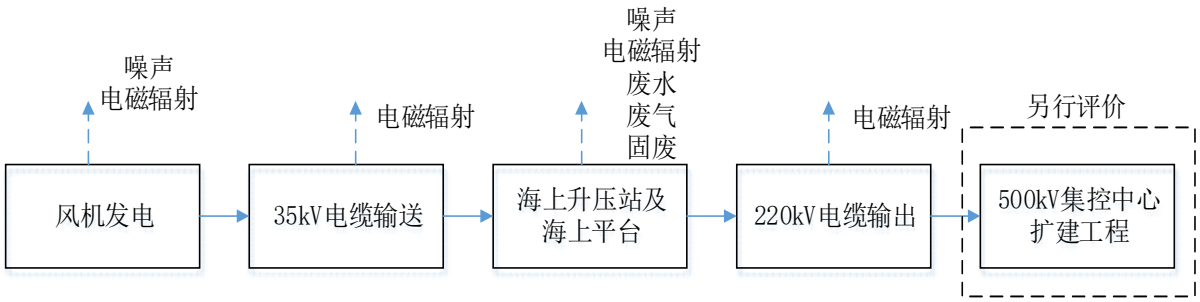

图 4.1-6　风电项目营运期主要工序及产污环节

4.1.2.2 海水淡化工程生产工艺与产污环节

海水淡化装置布置在大丰 H9#海上升压站一层，淡化后的纯水储存在水箱中，通过平台间的连廊管道泵送至救援平台。

（1）海水淡化工程工艺流程图

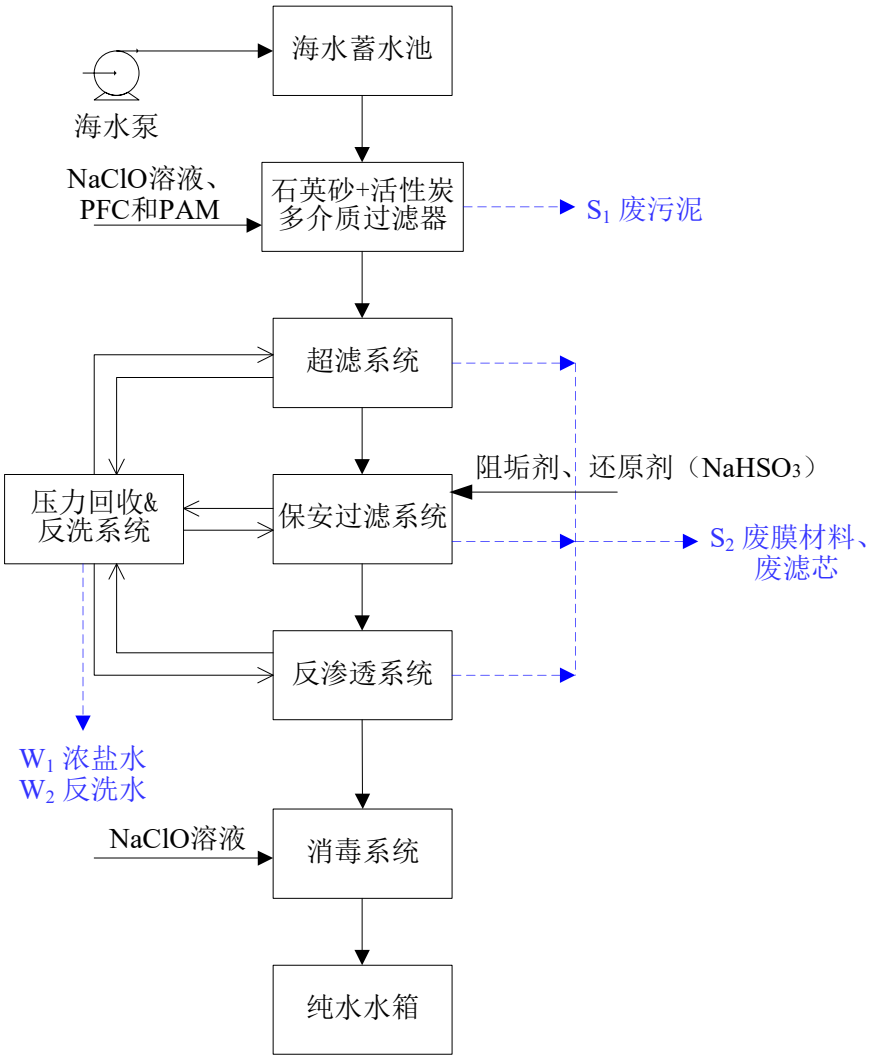

图 4.1-7　海水淡化工程生产工艺和产污环节

（2）工艺流程及产污环节说明

海水由供水泵抽水进入预处理系统，经过化学加药系统投加杀菌剂和絮凝剂后进入石英砂和活性炭过滤系统过滤，滤料定期更换产生固体废物 S1。海水经预处理系统后进入高压泵，在高压泵作用下，流经高脱盐率卷式膜，通过控制调压阀增加压力，使海水中的部分纯水透过膜进入多孔收集管，经由软管流出设备，而盐分则被阻挡在膜表面随大部分海水排出设备。滤后水经过水质阻垢剂、还原剂添加后进入 5μm 的保安过滤系统，过滤后的低压海水一路进入高压泵加压，另一路进入压力交换式能量回收装置，升压后的海水经过增压泵加压后与高压泵出水混合进入反渗透膜堆系统。高压海水在膜堆的处理下一部分透过膜形成淡水，经过水质调整后进入淡水水箱储存。高压浓盐水 W1 进入压力交换能量回收装置回收能量后，排放入海。

安保过滤系统进水需要加入阻垢剂、还原剂，降低 RO 膜污堵、延长使用寿命，

在系统运行一段时间，需要进行反洗来恢复其膜处理能力。定期更换反渗透系统滤芯、滤膜产生固体废物 S2。

生产过程中污染物产生情况详见表 4.1-1。

表 4.1-1　海水淡化项目产污环节汇总

类别	编号	污染物名称	产污环节描述	主要成分	处置去向
废水	W1	浓盐水	反渗透设备制水	盐分	定期卸载至运维船上，交第三方船务公司处理
	W2	反洗水	反渗透设备反洗	盐分、SS	
	/	生活污水	检修人员生活	COD、SS、NH_3-N、TP	
噪声	N1	设备噪声	设备运行环节	*L*eq(A)	隔声、降噪后排放
固废	S1	污泥	预处理	SS	一般固废，密封保存后由运维船转运，交第三方船务公司接收、分类处理处理
	S2	废膜、废滤芯	超滤、保安过滤、反渗透	高分子纤维、高分子膜	
	/	生活垃圾	检修人员	生活垃圾	定期卸载至运维船上，交第三方船务公司处理

（3）原辅材料用量及主要材料理化性质

海水淡化主要原辅材料用量见表 4.1-2(a)，主要材料理化性质见表 4.1-2(b)。

表 4.1-2(a)　海水淡化工程主要原辅材料消耗一览表

序号	材料名称	年消耗量	包装方式	最大储存量	存放位置
1	次氯酸钠（10%）	0.25t/a	罐装	0.25t	H9#海上升压站一层平台
2	混凝剂 PFC	0.05t/a	桶装	0.05t	
3	助凝剂 PAM	0.02t/a	桶装	0.02t	
4	阻垢剂	0.02t/a	桶装	0.02t	
5	还原剂（亚硫酸氢钠）	0.30t/a	桶装	0.30t	

表 4.1-2(b)　海水淡化工程主要原辅材料理化性质一览表

序号	名称	理化特性	燃烧爆炸性	毒性毒理	是否为环境风险物质
1	次氯酸钠 NaClO	CAS 编号：7681-52-9，无色或淡黄色液体。具有刺激气味。易溶于水生成烧碱和次氯酸。沸点 111°C，密度 1.25 g/mL at 20°C，蒸气压 17.5 mmHg(20°C)	不燃，无特殊燃爆特性。受高热分解产生有毒的腐蚀性烟气，与可燃性、还原性物质反应剧烈。具有腐蚀性	吸入:LC_{50} - rat (male) - > 10.5 mg/L air. 鱼类急性毒性试验: LC_{50} - different fish species - 0.39 - 0.455 mg TRC/L - 96 h.	是（临界量 5t）
2	PFC	聚合氯化铁英文简称，外观为褐色或黑褐色透明液体，是一种无机高分子新型混凝剂。固	不可燃烧；火场产生有毒含铁化物和氯化物烟雾	无资料	否

序号	名称	理化特性	燃烧爆炸性	毒性毒理	是否为环境风险物质
		体聚合氯化铁具备激烈的吸水性，腐蚀性较强，易腐蚀设备，对溶解和投加设备的防腐要求较高，具备刺激性气味			
3	PAM	聚丙烯酰胺英文简称，白色粒状固体，稀释后呈无色液体，无臭，密度：0.7gms/cm$^{3'}$	无资料	LD_{50} oral in rabbit: 11250mg/kg	否
4	阻垢剂	澄清琥珀色液体，磺酸、羧酸和非离子基团的三元共聚物	可燃	无资料	否
5	亚硫酸氢钠 $NaHSO_3$	CAS 编号：7631-90-5，白色单斜结晶。有二氧化硫气味。易溶于水，微溶于醇。	不燃，无特殊燃爆特性。加热时和与酸接触时，该物质分解生成硫氧化物。与酸类和强氧化剂反应，有着火和爆炸危险。该物质是一种弱酸，浸蚀金属。	经口: LD_{50} - rat (male/female) - ca. 2 610 mg/kg bw. 吸入: LC_{50} - rat (male) - > 5.5 mg/L air.经皮: LD_{50} - rat (male) - > 2 000 mg/kg bw.急性毒性类别 5；鱼类急性毒性试验: LC_{50} - Leuciscus idus - > 215 - < 464 mg/L - 96 h.。	否

4.1.2.3 氢储能工程工艺与产污环节

本项目建设一座独立的氢储能平台，位于 H9#海上升压站西侧，距海上升压站约 30m，与升压站间采用廊桥连通。氢储能平台包括一套设计规模 50Nm^3/h 制氢装置、一套 50kg（25×2）的固态储氢装置、1 套 100kW 的高密度储氢燃料电池氢燃料电池热电联供系统。中间产品氢气、固态储氢装置和氢燃料电池均服务于项目自身，不外售。

（1）氢储能工程工艺流程图

略

（2）工艺流程及产污环节说明

项目利用海上风电产生的电能，在风电出力高时利用 PEM（质子交换膜）电解纯水制氢，产生的氧气排空，氢气通过固态储氢和燃料电池的方式贮存能源，通过燃料电池发电系统进行补偿，供海上平台日常用电、应急用电、用热水。

1）海水淡化系统

海上氢储能平台单独配备一套小型海水淡化系统，用于电解水制氢、制氢和储氢

的换热系统循环换冷、换热用水。工艺流程与 H9#海上升压站一层的海水淡化装置一致，仅制水规模不同，工艺流程见图 4.1-8。

2）制氢系统

本项目采用 PEM 电解水制氢技术，系统设计最大制氢规模为 50Nm^3/h。项目采用中压电解水氢储能装置，纯水经过给水泵进入阳极侧气水分离器，与从氢侧系统、氧侧系统分离出的水一起经过换热器加热到 70-80℃，电解产生的氧气进入氧气分离器，将携带的液态水分离，然后进入除雾器进一步将水蒸气冷凝并分离，分离得到的氧气直接排空。电解产生的氢气进入氢气分离器、除雾器、脱氧器和干燥器后产生纯净氢气，在 3.0MPa 的额定压力下送出，经过缓冲和增压后进入固态储氢装置。

①水电解制氢工艺原理

水电解制氢系统的工作原理是由一对电极中间隔以防止气体渗透的隔膜而构成的水电解池，当通以一定的直流电时，水就发生分解，在阴极析出氢气，阳极析出氧气。其反应式如下：

阴极：$4H_2O+4e^- \; 2H_2\uparrow+4OH^-$

阳极：$4OH^- -4e^- \rightarrow 2H_2O+O_2\uparrow$

总反应式：$2H_2O \rightarrow 2H_2\uparrow+O_2\uparrow$

②PEM 电解

PEM 电解槽为水电解制氢核心设备，当电解槽接通直流电源，电解电流上升到一定数值时，电解槽内的水被电解成氢气和氧气，H_2 主要产生于阴极室、O_2 产生于阳极室。PEM 水电解槽主要部件由内到外依次是质子交换膜、阴阳极催化层、阴阳极气体扩散层、阴阳极端板等。其中扩散层、催化层与质子交换膜组成膜电极，是整个水电解槽物料传输以及电化学反应的主场所。PEM 水电解制氢所用质子交换膜为全氟磺酸膜。膜电极中析氢、析氧电催化剂对整个水电解制氢反应十分重要。析氢催化剂材料选择耐腐蚀的 Pt 基催化剂，析氢催化剂 Pt 载量为 0.4~0.6mg/cm^2。

③气水分离、除雾洗涤

来自电解槽内各电解室阴极侧（阳极侧）的 H_2（O_2）、水蒸气，借助循环泵的扬程和气体升力，进入气液分离器，在重力的作用下 H_2（O_2）和水分离，水循环回流至电解槽，H_2（O_2）进入除雾洗涤工段。

水电解制氢工艺为放热反应，H_2（O_2）分离器来的气体温度较高，仍含有一定的水蒸气，通过冷却工艺，降低气体温度的同时，减少气体中水份含量。本项目选用循

环冷却水进行气体降温，确保除雾洗涤器出口气体温度≤40℃。H_2（O_2）从洗涤器上部进入，经冷却水降温后，通过下部喇叭口进入除雾洗涤器，H_2（O_2）从洗涤器中上部排出，洗涤水为原料脱盐水，从洗涤器中部进入，从洗涤塔底部汇集后经循环泵返回电解槽，作为电解槽的补充水。

④脱氧器

H_2 溢出过程会带出少量 O_2，为提升 H_2 纯度，需对 O_2 进行去除。本项目脱氧器主要利用 H_2 和 O_2 在氧化铝镀钯催化剂作用下，加热可生成 H_2O 的原理进行脱氧。原料 H_2 进入脱氧器后，在催化剂的催化作用下，少量 O_2 经过催化剂催化后与 H_2 结合生成水，可以将氢气中的氧杂质降低至 5ppm 以下。

⑤干燥器

H_2 经脱氧后会生成少量 H_2O，本项目通过干燥剂过滤工艺进行 H_2 干燥纯化。干燥剂选用 Al_2O_3 和硅酸盐混合物，具有吸附量大、耐温性好等特点。本项目每套干燥系统由两台干燥器组成，生产运行过程交替使用，以实现吸附、再生同步进行，保证装置工作的连续性，本项目干燥器主要通过高纯度 H_2 反吹实现再生。

3）储氢系统

本项目采用高密度固态储氢技术，储氢规模为 50kg。固态储氢介质（固态储氢介质为 Ti-Mn 系或 V-Ti 系储氢合金）存储于特定压力容器中，通过换热设备与外界的冷/热流体换热从而实现吸氢和放氢。在吸氢时，一级缓冲罐中的氢气经氢气压缩机增压后，进入二级缓冲罐进行稳压，随后进入固态储氢容器与储氢介质结合，储氢容器通过与冷却水换热带走吸氢过程释放的热量；在放氢时，储氢容器与外界热水换热，加热储氢介质释放氢气，并进入三级缓冲罐，随后进入氢燃料电池系统为其供氢。当需要连续用氢时，每一级固态储氢容器分两组交替进行吸氢和放氢反应从而维持连续的氢气流；当间歇性用氢时，可单独运行其中一组固态储氢容器实现储供氢。

4）燃料电池系统

本项目通过氢燃料电池进行热电联供，实现氢能的综合利用，主要包含氢气供应模块、空气供应模块、冷却模块、燃料电池堆、电能变换模块以及监控模块。

氢气/空气供应模块为系统提供反应物氢气和氧气，其中反应所需氢气由外部固态储供氢系统提供；反应所需氧气由空气泵直接从环境空气中获得，且在进入电池堆时空气经过加湿处理。

冷却模块将燃料电池内部在发生化学反应产生电能的过程中伴随的热量通过散

热器交换给外界。

燃料电池堆是整个系统的核心，是氢气和氧气发生化学反应产生电能的场所。

电能变换模块将燃料电池产生的电能通过 DC/DC 和逆变器进行变换后接入终端进行使用，包括采用蓄电池的储能柜。

监控模块实现对燃料电池系统运行条件的实时监控与控制，保障燃料电池发电系统的自动稳定运行。

燃料电池产生的热水经过蓄热罐进入热水供热管网，为平台日常运维提供热水。

①燃料电池结构

燃料电池的基本结构主要是由四部分组成，分别为阳极、阴极、电解质和外部电路。通常阳极为氢电极，阴极为氧电极。阳极和阴极上都需要含有一定量的电催化剂，用来加速电极上发生的电化学反应，两电极之间是电解质。电堆是整个电池系统的核心，包括由膜电极、双极板构成的各电池单元以及集流板、端板、密封圈等。膜电极的关键材料是质子交换膜、催化剂、气体扩散层，这些部件及材料的耐久性（与其他性能）决定了电堆的使用寿命和工况适应性。

②燃料电池反应原理

加氢：将氢气加注到阳极（氢电极侧）。催化：进入到阳极的氢气与涂抹在阳极上的 Pt 基催化剂发生反应，开始释放电子并形成带正电荷的氢离子。运动：带正电荷的氢离子穿越电解液到达阴极。放电：由于产生的电子不能穿过电解液，直接进入电流环节，形成电流。排水：在阴极加入氧气，也在催化剂的作用下，与穿越到阴极的氢离子发生反应形成洁净的水，补充进入换热系统。

表 4.1-3　氢储能工程产污环节汇总

污染物类别	编号	污染物名称	产污环节描述	主要成分	处置去向
废水	W1′	浓盐水	反渗透设备制水	盐分	定期卸载至运维船上，交第三方船务公司处理
	W2′	反洗水	反渗透设备反洗	盐分、SS	
	/	生活污水	检修人员生活	COD、SS、NH_3-N、TP	
噪声	N2	设备噪声	设备运行环节	*L*eq(A)	隔声、降噪后排放
固废	S1′	污泥	预处理	SS	一般固废，密封保存后由运维船转运，交第三方船务公司接收、分类处理
	S2′	废膜、废滤芯	超滤、保安过滤、反渗透	高分子纤维、高分子膜	
	S3	废树脂	离子过滤器	树脂材料	
	S4	污垢	高压氮气吹扫	污泥、杂质	
	S5	废催化剂	制氢、燃料电池堆设	Al_2O_3、Pt、Pd	一般固废，密封保

			备内的催化剂，约 1 万小时后更换一次		存后由运维船转运，交厂家回收
	/	生活垃圾	检修人员	生活垃圾	定期卸载至运维船上，委托专业单位接收处理

（3）原辅材料用量及主要材料理化性质

氢储能工程主要原辅材料用量见表 4.1-4(a)，主要材料理化性质见表 4.1-4(b)。

表 4.1-4(a)　氢储能工程主要原辅材料消耗一览表

序号	名称	年消耗量	包装规格	最大储存量	存放位置
1	次氯酸钠（10%）	0.20t/a	罐装	0.20t	氢储能平台一层，海水淡化装置区
2	混凝剂 PFC	0.03t/a	桶装	0.03t	
3	助凝剂 PAM	0.01t/a	桶装	0.01t	
4	阻垢剂	0.01t/a	桶装	0.01t	
5	还原剂（亚硫酸氢钠）	0.15t/a	桶装	0.15t	
6	氮气	150 瓶	40L/瓶	60 瓶	氢储能平台三层，制氢装置区

表 4.1-4(b)　氢储能工程主要原辅材料的理化性质一览表

序号	名称及标识	理化特性	燃烧爆炸性	毒性毒理	是否为环境风险物质
1	氮气	CAS 号：7727-37-9，自然空气中成分含量最高的气体，无色无臭气体，相对水密度 0.81（-196℃），分子量 28.01，熔点 -209.8℃、沸点-195.6℃，微溶于水	不燃	/	否

4.1.2.4 海上救援平台工程工艺与产污环节

海上救援平台设置在 H9 海上升压站一侧，距海上升压站距离 20m，与海上升压站用廊桥连通。海上救援平台用于附近海上作业人员的临时安置，设计最大接纳 18 人。

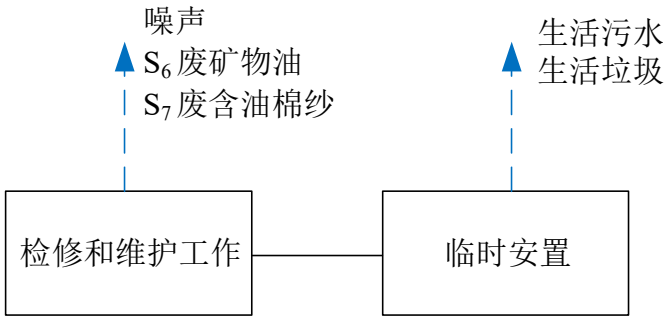

图 4.1-12　海上救援平台生产工艺和产污环节

表 4.1-6　海上救援平台工程产污环节汇总

污染物类别	编号	污染物名称	产污环节描述	主要成分	处置去向
废水	/	生活污水	值班和检修人员生活	COD、SS、NH_3-N、TP	定期卸载至运维船上，交第三方船务公司处理
噪声	N3	设备噪声	设备运行环节	*L*eq(A)	隔声、降噪后排放
固废	S6	废矿物油	设备维护	矿物油	危险废物，密封保存后由运维船转运至岸上集控中心危废暂存间，由危废资质单位接收处理
	S7	废含油棉纱	设备检修	矿物油	
	/	生活垃圾	办公和生活	生活垃圾	定期卸载至运维船上，交第三方船务公司处理

4.1.2.5 海洋牧场工艺与产污环节

本项目利用海上救援平台的导管架基础，在平台中部设置一座深水养殖网箱，平台采用中空结构，便于网箱的起降。网箱为四边形结构，边长 10m，高度约 13m，形成养殖水体约 550m^3。

（1）网箱养殖工艺流程及产污环节说明

海洋牧场网箱养殖工艺流程见图 4.1-13，由于网箱养殖依托海上救援平台，营运人员均为平台上的值班人员，因此不再重复核算生活污水、生活垃圾。

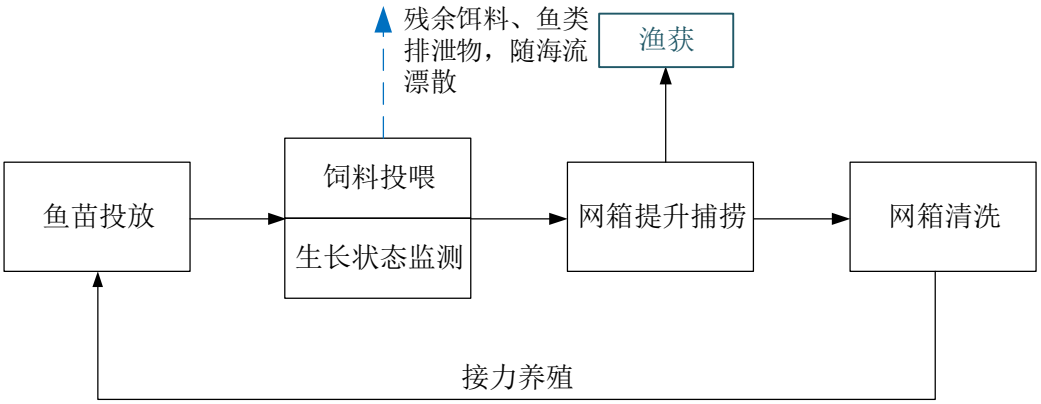

图 4.1-13　海洋牧场生产工艺和产污环节

（2）饵料用量及渔获产量

海洋牧场网箱养殖饵料等用量、渔获产量情况见表 4.1-8。

表 4.1-8　海洋牧场投入产出一览表

序号	投入		产出	
	名称	数量 t/a	名称	数量 t/a
1	浮性饵料	7.70	黑鲳鱼	2.48
2	鱼药	0.05	大黄鱼	2.48
3	鱼苗	1.65	/	/
合计	/	9.40	/	4.96
注：养殖密度 6 尾/m^3，每尾鱼苗规格为 250g、出栏规格按 750g 考虑。				

4.2 项目各阶段环境影响因素分析

4.2.1 施工期污染影响因素

4.2.1.1 水污染物

根据施工过程污染物识别分析，本工程施工期水污染物包括施工人员生活污水、作业船舶含油废水、周转区机械设备冲洗产生的废水。

（1）生活污水

根据工程施工组织计划，本项目包含 H8-1#工程、H9#工程、H15#工程以及 H17#工程共 4 个工作面，每个工程平均施工人员 100 人，因此施工期平均总人数为 400 人，其中海上风电场及海缆施工作业人员占绝大部分、约 380 人，周转区（大丰港大件码头后方堆场）日常派驻作业人员为 20 人，配合港口公司工作人员进行装卸。

根据《江苏省城市生活与公共用水定额(2019 年修订)》，并结合省内海上风电项目的经验数据，施工人员生活用水量取 100L/人•d，废水产生量按用水量的 85%计，施工期海上施工生活污水产生量为 32.3m^3/d，周转区生活污水产生量为 1.7m^3/d，合计生活污水产生量为 34.0m^3/d。生活污水的主要污染因子为 COD、BOD_5、NH_3-N、TN、TP 和 SS，各类污染因子浓度、产生量见表 4.2-1。

表 4.2-1　施工期生活污水产生量

区位	平均作业人数	生活污水量 m^3/d	污染因子及浓度 mg/L	污染物产生量 kg/d
海上施工	380	32.3	COD：300	COD：10.2 BOD_5：6.8 NH_3-N：1.36 TN：1.70 TP：0.17 SS：8.50
			BOD_5：200	
			NH_3-N：40	
			TN：50	
港口堆场周转区	20	1.7	TP：5	
			SS：250	
合计	400	34.0	/	

风电场、海上平台及海缆敷设施工阶段，海上作业人员的生活污水，在船舶上收

集后委托专业单位接收处理；浅水滩涂~集控中心海缆施工阶段，利用集控中心施工营地配套建设的冲水厕所、地埋式可拆卸化粪池处理生活污水，由环卫部门定期派罐车清运，不外排。港区租赁的周转区不设置住宿区、办公区，生活污水依托港区堆场已有的卫生间、化粪池预处理，由环卫部门定期清运。

施工人员倒班、轮休时，由施工单位为员工租赁港区附近的民房，依托港区本地的市政环卫设施处理生活污水。

（2）施工船舶含油废水

船舶油污水主要是拖轮、船舶及海缆敷设船等产生的机舱油污水，其主要污染因子为石油类。施工船舶数量按施工高峰计算，根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）船舶舱底油污水水量表，计算船舶油污水产生量见表 4.2-2，本项目施工船舶油污水平均产生量为 29.70t/d、高峰期产生量为 35.46t/d。

船舶舱底油污水含油量约为 2000mg/L~20000mg/L，应由船舶产权单位委托专业单位接收处置。

表 4.2-2　施工船舶油污水产生量

船舶吨级（t）	高峰期船舶数量（艘）		舱底油污水产生（t/d·艘）	油污水产生总量（t/d）	
	平均	高峰		平均	高峰
500	8	10	0.14	1.12	1.40
500~1000	2	2	0.21	0.42	0.42
1000~3000	15	20	0.54	8.10	10.80
3000~7000	10	12	1.39	13.90	16.68
7000~15000	2	2	3.08	6.16	6.16
合计				29.70	35.46

（3）设备冲洗废水

周转区堆场的大型运输设备、吊机需要定期冲洗，集中清洗时废水量约 1.0m^3/d，设备冲洗废水主要含有悬浮物、石油类等污染物，参考同类项目经验数据，冲洗废水的 pH 值在 10 左右，SS 约 1000~6000mg/L，石油类约 15mg/L。

周转区应依托港区堆场已建成的隔油沉淀池，收集冲洗废水，隔除油污、沉淀泥沙后的上层清水全部回用于周转区抑尘洒水、设备冲洗，不外排，对的周边海域水质环境无影响。

4.2.1.2 施工悬浮物

（1）风机基础和海上平台基础沉桩

本项目风机、升压站桩基沉桩施工振动会导致海底泥沙再悬浮引起水体浑浊，污

染局部海水水质，并可能影响局部沉积物环境。根据类似工程，打桩悬浮物浓度不高，引起周围海域悬浮物浓度增加（>10mg/L）范围一般半径在 100m 内。

本项目风机机型选用拟安装 1 台 13.6MW 的风电机组、84 台 8.5MW 的风电机组、13 台 6.0MW 的风电机组，13.6MW 风机基础直径为 D8000~D9300、8.5MW 风机基础直径为 D7500~D9100、6.0MW 风机基础直径为 D7000~D8400。考虑最不利情况，计算单根直径 9.1m 的钢管桩打桩时产生的悬浮物泥沙量，桩基础壁厚为 75mm~90mm，平均入土深度约为 50m。工程钢管桩打入时产生的悬浮物泥沙量采取如下公式进行计算：

$$M = 3.14 \times \left[\frac{D^2}{4} - \left(\frac{D}{2} - d \right)^2 \right] \times h \times \rho \times n$$

式中，M：桩基施工时产生的泥沙量；

D：钢管桩直径，根据施工方案本项目钢管桩直径为 9.1m；

d：钢管桩厚度，根据施工方案取最大厚度为 0.09m；

h：桩基深度取平均值约为 50m；

ρ：覆盖层泥沙干容重，泥沙干容重按照 $\gamma_d = 1750 D_{50}^{0.183}$ 公式计算，D_{50} 为风电场区泥沙中值粒径。本项目风机钢管桩、升压站导管架等打桩和电缆沟开挖等施工行为搅动场区的底质，导致了底质再悬浮，因此本公式中的粒径取值表层沉积物的中值粒径。根据 2021 年 3 月~4 月和 2021 年 9 月~10 月 12 个采样点表层沉积物粒度分析，春季表层沉积物中值粒径平均为 72.99μm，秋季表层沉积物中值粒径平均为 79.40μm，取平均值为 76.20μm。则表层泥沙干容重为 1093kg/m^3。

n：泄漏量，取 5%。

① 风机基础

根据施工设计和施工进度安排，每个桩打桩施工时间约 4 小时。根据上述计算公式，**风机基础打桩施工产生的悬浮物源强为 0.48kg/s**。

② 海上平台基础

海上升压站基础为 4 根直径 2.2m 倾斜钢管桩，厚度为 38~60mm，平均入土深度约为 82m，计算得到**海上升压站基础打桩施工产生的悬浮物源强为 0.13kg/s**；海上救援平台基础为 4 根直径 1.6m 钢管桩，厚度为 35~60mm，平均入土深度约为 92m，计算得到**海上救援平台基础打桩施工产生的悬浮物源强为 0.10kg/s**；海上氢储能平台基

础为 4 根直径 2.2m 倾斜钢管桩，厚度为 35~60mm，平均入土深度约为 92m，计算得到**海上氢储能平台基础打桩施工产生的悬浮物源强为 0.14kg/s**。

（2）电缆铺设悬浮物

海缆敷设根据水深和海缆所属海域生态敏感性，共分为 2 个区域施工，分别为浅水与滩涂区域、近海深水区域。水深较大的海底电缆敷设由高压水射水埋设机或开沟犁进行，潮间带及滩涂电缆敷设采用两栖挖掘机埋缆。

电缆敷设悬沙源强计算方法（王时悦.海岸工程中悬浮泥沙源强选取研究概述[J].科技资讯,2016,14(6):74-76.）如下：

$$Q = L \times H \times W \times \gamma_s \times P$$

式中：Q（kg/s）为海底悬浮泥沙强度，L（m/s）为开挖进度，γ_s 为泥沙干容重，H 为开挖深度，W 为开挖横截面宽度，P 为悬浮泥沙所占挖沙量比例。

其中悬浮泥沙所占挖沙量比例 P 一般是结合同类工程经验或现场监测数据进行推算。根据有关文献（王时悦.海岸工程中悬浮泥沙源强选取研究概述[J].科技资讯,2016,14(6):74-76.），范志杰得出管道敷设中悬浮泥沙占所挖泥沙量的比例一般取 10%~30%。本项目浅水与滩涂施工区域考虑到退潮施工，且采用的施工方式为两栖式挖掘机预挖沟埋设，对海域的扰动较小，起沙率相对深水区域小，取 10%，近海深水区域起沙率取 15%。泥沙干容重为 1093kg/m^3。

1）浅水与滩涂区域{以水深 4m（平均海平面起算）为界}

根据工程电缆施工方案，电缆敷设深度选择为泥面以下 2～3m，开沟横截面积约为 2.6m^2，预挖电缆沟剖面为倒梯形，为减小海缆沟开挖产生的悬浮物扩散影响面积，降低海缆敷设施工对海水水质和海洋生态的影响，控制开沟速度为 1m/min 计，悬浮物源强以施工土方量的 10%计，表层泥沙干容重为 1093kg/m^3，由此计算得到浅水与滩涂区域电缆施工的悬浮物源强为 4.74kg/s。

2）近海深水区域{以水深 4m（平均海平面起算）为界}

近海深水区域采用开沟犁高压水冲埋的施工方式。开沟犁开槽会导致海底泥沙再悬浮引起水体浑浊，污染局部海水水质，影响局部沉积物环境。

类比同类型工程，海缆沟剖面为倒梯形，开沟横截面积约为 1.5m^2，深水区穿越保护区段为减小施工对保护区内底栖生物、渔业资源、贝类、紫菜的影响，邻近保护区和养殖区等敏感目标段，降低海缆敷设速度为 1m/min，其余段敷缆速度为 3m/min，单条电缆施工的悬浮物源强以施工土方量的 15％计。本项目海域的泥沙干容重取

1093kg/m^3，由此计算得到邻近保护区和养殖区段的电缆施工的悬浮物源强为 4.10kg/s，其余段为 12.30kg/s。

由于打桩施工于海缆敷设存在范围重叠的情况，且由于打桩产生的悬浮泥沙源强小于海底电缆敷设产生的源强，打桩产生的悬沙影响范围小于海缆敷设产生的悬沙影响。因此风机桩基和升压站桩基施工悬浮物影响范围包含在海缆敷设影响范围内。此外，根据施工工艺，工程 3 根 220kV 主海缆依次敷设，主海缆源强不存在浓度叠加的情况。

4.2.1.3 施工噪声

（1）桩基水下施工噪声

水下冲击打桩是海洋工程的典型主要强噪声来源，其特点为高声源级，单次冲击表现为脉冲式宽频波形，而对于一根桩柱需要多次冲击才能完成作业，因此表现为连续多个脉冲的脉冲串。本工程采用液压打桩锤进行施工，属于水下冲击打桩方式。本工程风机施工采用 S-3000 和 S-3500 型液压打桩锤，海上平台桩基础施工采用 S-800 和 S-1200 型液压打桩锤。

①华能射阳海上南区 H1#30 万千瓦海上风电项目

华能射阳 H1#风电场为 67 台 4.5MW 风机，工程装机容量 301.5MW，风机塔筒直径 6.9m、升压站钢管桩直径 2.3m。

根据中国海洋大学化学化工学院于 2020 年 1 月 16 日对华能射阳 H1#海上风电项目开展的施工期水下噪声监测，海上施工高峰期，距风机外 100m~风电场外 4km 处、不同水深的全频带累积声压级平均值为 117.3dB~126.8dB，峰值声压级在 151.8dB~169.6dB。

②盐城国能大丰 H5#海上风电场工程

盐城国能大丰 H5#海上风电场为 32 台 6.45MW 风机，工程装机容量 206.4MW，风机塔筒直径 8.3m、升压站钢管桩直径 2.2m。

根据中国海洋大学信息科学与工程学部于 2021 年 10 月 30 日对盐城国能大丰 H5#海上风电场工程开展的施工期水下噪声监测，海上施工高峰期，距风机外 100m~风电场外 4km 处、不同水深的全频带累积声压级平均值为 111.2dB~116.8dB，峰值声压级在 149.2dB~169.1dB。

③江苏蒋家沙 300MW 海上风电场工程海上升压站打桩噪声

根据中船重工七 O 二研究所于 2018 年 2 月对江苏海域蒋家沙 300MW 海上风电

场工程的三桩导管架基础（单根桩桩径 2.2m）打桩冲击波噪声监测结果推算得出，其有效声压级为 216dB。

④国内大连庄河 III 海上风电场（300MW）水下打桩噪声类比

该项目位于辽宁省大连市庄河海域，风电场所处海域水深 15~18m，所处区域地貌主要为黄海北部近海域水下沉积平原，与本工程所在区域类似，采用大直径钢管桩（桩径为 6.5m），从水深和海底地质声传播条件上可以类比大连庄河直径单桩施工水下噪声源强，厦门大学对大连庄河单桩打桩噪声进行监测，所产生水下噪声均方根源级为 242dB re 1μPa-m，声传播扩展损失系数约为 24。

综上所述，本项目 6.0MW 风机单桩直径为 7.0~8.4m，8.5MW 风机单桩直径 7.5m~9.1m，13.6MW 风机单桩直径 8.0m~9.3m，升压站和海上氢储能平台的钢管桩单桩直径均为 2.2m、海上救援平台钢管桩单桩直径 1.6m。因此综合类比上述四个项目，本项目水下噪声源强取其中的较大值，即风机打桩噪声源强取 242dB，升压站和海上平台钢管桩打桩噪声源强取 216dB。

（2）海缆敷设噪声

工程海底电缆近海段敷设主要采用专业敷缆船敷设，海底电缆的埋设由海缆敷设船进行，海缆埋设深度不低于 2m。根据厦门海沧钱屿附近现场调查，由海域进行电缆敷设及船运通过等所造成的水下噪声谱级相比原来的水下环境背景噪声提高不多，约 4~5dB。本工程水下环境背景噪声峰值声压级(L_{peak})为 142.6dB~149.3dB 之间，电缆敷设施工时水下噪声在 140.3dB～165.1dB（贡献值），故电缆敷设施工时水下噪声在 144.6dB～165.2dB(叠加背景噪声)。

（3）船舶运输噪声

施工设备、材料等运输将动用大量运输船只，这些运输船的频繁行驶经过和施工将对施工海域产生较大干扰噪声。船舶噪声包括机械噪声、螺旋桨噪声和水动力噪声，其中机械噪声和螺旋桨噪声为主要噪声源。船舶机械噪声是船上各种机械振动通过基座传递引起船壳振动并辐射至水下产生的噪声，其来源包括机械运动不平衡产生的噪声、机械碰撞噪声以及轴承噪声等。机械噪声与船速的关联度较低，在低速情况下，螺旋桨噪声和水动力噪声的强度相对较小，船舶噪声主要为机械噪声。在高速情况下，螺旋桨噪声成为船舶噪声的主要成分。螺旋桨噪声的来源包括螺旋桨叶片振动以及螺旋桨空化。

船舶噪声包括机械噪声、螺旋桨噪声和水动力噪声，其中机械噪声和螺旋桨噪声为主要噪声源。大部分噪声分布在 10Hz 至 5kHz 频率范围内，螺旋桨空化噪声的频率范围较广，从 5Hz 开始扩展至 100kHz。本工程所用船舶以平均航速 10 海里估算，运输路线为码头至风电场工程区（以中心点计）之间，污染源方式为移动点源，采用“船舶辐射噪声级与船舶排水量和航速经验公式[Ross D，1976]”进行估算：

$$SL = 112 + 50\lg(U_a/10) + 15\lg DT = 62 + 50\lg U_a + 15\lg DT$$

式中：SL 为 100 Hz 以上的总声压级，Ua 为航速(kn)，DT 为排水量(t)。采用上式进行估算，本项目船舶噪声源强见表 4.2-3。

表 4.2-3　典型船舶运输噪声排放情况

污染源	产生量	污染物	水下排放量	排放方式
平底驳 5000t	4 艘	*SL*	167 dB	移动点源
平底驳 2000t	5 艘	*SL*	162 dB	移动点源
甲板驳船 5000t	1 艘	*SL*	167 dB	移动点源
浮式起重船	4 艘	*SL*	156 dB	移动点源
拖轮 2000HP	10 艘	*SL*	153 dB	移动点源
交通艇	10 艘	*SL*	147 dB	移动点源
抛锚艇	10 艘	*SL*	150 dB	移动点源
补给船	4 艘	*SL*	145 dB	移动点源
带埋设机的铺缆船 3000t	1 艘	*SL*	164 dB	移动点源
带埋设机的铺缆船 2000t	1 艘	*SL*	162 dB	移动点源

（4）岸上施工噪声源强

岸上施工噪声主要来源于施工材料的运输、滩涂段海缆敷设、成陆段电缆沟浇筑，主要由各类施工机械和运输车辆产生，其中施工机械主要包括打桩锤、挖掘机、混凝土搅拌车、自卸卡车等。根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013），本项目主要施工机械设备的噪声源强（距声源 10m）在 75~91dB（A）之间。

本项目岸上主要施工机械设备的噪声源强见表4.2-4。

表 4.2-4　岸上部分施工机械噪声表

序号	机械设备名称	噪声源强，dB(A)（距声源 10m）
1	运输汽车	82~90
2	两栖挖掘机	78~86
3	轮式装载机	85~91
4	振捣器	75~84
5	混凝土泵车	84~90

4.2.1.4 施工废气

（1）海上施工

工程海上施工过程中所使用的施工机械、船舶均以柴油或汽油为燃料，施工机械、船舶运行会产生一定量废气，主要污染物质包括 NO_x、CO、SO_2 等，影响海上环境空气质量。

工程施工船舶发电机功率平均按 2000HP 计，1HP 的功耗油按 150g 计，则单艘船舶每小时耗油量为 300kg。燃油以轻柴油计算，船舶 NOx、CO、SO_2 的源强如下：

①船舶 SO_2 源强

$$G_s = 2 \times B_0 \times S_0 \times (1-\eta)$$

式中：G_s—SO_2 排放量，kg；

B_0—燃油量，kg；

S_0—油中硫的含量，%；

η—SO_2 的脱出效率，%。

柴油中 S 的含量一般为 0.5%~0.75%，取 0.75%；船舶无脱硫装置，脱硫效率取 0，则单艘船舶每小时 SO_2 的排放量为：2×300×0.75%×(1-0)=4.5kg/h。

②船舶 NO_x 源强

燃烧 1t 柴油约产生 12.3kgNOx，船舶每小时耗油量为 300kg，则 NOx 排放量约为 3.69kg/h。

③船舶 CO 源强

$$G_c = 2.33 \times B_0 \times q \times C$$

式中：G_c—CO 排放量，kg；

B_0—燃油量，kg；

q—燃料的燃烧不完全值，取 2%；

C—燃料含碳量，85%~90%。

单艘船舶每小时 CO 的排放量为：2.33×300×2%×90%=12.58kg/h。

海上施工船舶平均数量为 37 艘，则船舶 SO_2、NOx、CO 每小时排放量分别为 166.5kg/h、136.5kg/h、465.5kg/h。

4.2.1.5 固体废物

施工期固废主要为施工人员生活垃圾、建筑垃圾和设备废油。

（1）生活垃圾

施工月平均投入劳动力 400 人（海上施工 380 人、大丰港码头堆场周转区 20 人），按每人每天产生量为 1.0kg 计，则海上人员在船舶上产生生活垃圾约 380kg/d、港区生

活垃圾 20kg/d，共 400kg/d。

海上生活垃圾由施工船舶收集后，交给专业单位接收处理；周转区的生活垃圾依托港口公司的垃圾堆存点存放，环卫部门定期清运。

（2）建筑垃圾

项目海上施工和电缆沟登陆段施工，产生的建筑垃圾主要包括废包装材料、边角料、废混凝土和废砖。预计产生量约 4t，由作业船舶运至岸上，有价值的金属部件等交回收公司，无回收价值的废物交环卫部门清运。

（3）润滑油、油污污染物等危险废物

本项目施工设备大修，依托设备厂商和周边的大型修理厂，施工区仅开展定期维护保养和检修工作。保养检修产生的废润滑油、废机油，作为危险废物管理，经收集统一委托资质单位盐城环弘再生资源有限公司接收处理。根据项目施工组织设计，大丰港周转区的高峰期吊运、起重设备按 10 台考虑，机油含量平均 25L/台，平均每月保养一次估算，则施工期产生废矿物油的量为 1.5t。建设单位已与盐城环弘再生资源有限公司签订了委托处置协议。

4.2.1.6 项目施工期污染物排放量汇总

项目施工期污染物排放量统计见表 4.2-5。

表 4.2-5　项目施工期污染物排放量一览表

种类	污染源	污染物	产生量	消减量	排放量	备注
污水废水	施工生活污水	废水量	34.0m³/d	34.0m³/d	0	①海上作业生活污水由专业单位接收处理；②周转区依托港区现有的卫生间、化粪池
		COD	10.2kg/d	10.2kg/d	0	
		BOD_5	6.8kg/d	6.8kg/d	0	
		氨氮	1.36kg/d	1.36kg/d	0	
		TN	1.70kg/d	1.70kg/d	0	
		TP	0.17kg/d	0.17kg/d	0	
		SS	8.50kg/d	8.50kg/d	0	
	施工船舶油污水	废水量	29.70t/d	29.70t/d	0	专业单位接收处理
		COD	89.1kg/d	89.1kg/d	0	
		石油类	326.7kg/d	326.7kg/d	0	
	设备冲洗废水	废水量	1.0m³/d	1.0m³/d	0	周转区依托港区设置隔油沉淀，废水回用不外排
		SS	6.0kg/d	6.0kg/d	0	
		石油类	0.015kg/d	0.015kg/d	0	
施工噪声	施工打桩等	噪声	216~242dB	/	216~242dB	水下
	电缆敷设		140.3~165.1 dB	/	140.3~165.1 dB	水下
	船舶运输		145~167dB	/	145~167dB	移动源

种类	污染源	污染物	产生量	消减量	排放量	备注
	岸上施工		75~91dB	/	75~91dB	距离衰减
施工废气	海上施工船舶	SO_2	166.5kg/h	0	166.5kg/h	大气扩散
		NO_x	136.5kg/h	0	136.5kg/h	
		CO	465.5kg/h	0	465.5kg/h	
施工期固废	施工人员	生活垃圾	400kg/d	400kg/d	0	船务公司、环卫部门定期清运处置
	基础施工、设备安装	建筑垃圾	4t	4t	0	回收有价值材料，其余交环卫清运
	机械保养检修	废矿物油	1.5t	1.5t	0	危废协议单位接收处理

4.2.2 营运期污染影响因素

4.2.2.1 污废水

（1）生活污水

海上救援平台作为周边海难事故的人员临时避难所，设计最大可同时临时安置 18 人。由于周边船舶人员登上平台避难的情况具有不确定性，因此暂按每年启用 15 次临时安置、每次容纳 18 人避难 3 天考虑，计算生活污水量。根据《江苏省城市生活与公共用水定额(2019 年修订)》，并结合海上作业的经验数据，生活用水量按 200L/人•d 计，排污系数取 0.85，则海上救援平台救援的生活污水量为 9.2m^3/次、约 138m^3/a。

海上的定期巡检、专项巡检、季度巡检等乘船工作人员平均约 40 人，按上述标准测算生活污水产生量为 6.8m^3/d、2040m^3/a，在船舶生活污水舱中暂存。

海上风机、升压站运营期无人值守，工作人员到升压站上巡检，偶尔如厕产生的生活污水在升压站的污水箱暂存，定期卸载到运维船上的生活污水舱中。

营运期船舶多为 400 吨级以下的小型船舶，不配备生活污水消毒处理设施的，或不具备中国船级社颁发的“防止生活污水污染证书”的，生活污水不得直接排入水体。运维船舶的生活污水舱，以及船舶接纳升压站的生活污水，一并委托专业单位接收处理。

（2）船舶机舱油污水

船舶含油废水主要是机舱主副机、泵、管系等渗漏到机舱而形成的，本项目运营期配备 3 艘工作船舶进行运维和养殖作业，船舶油污水产生量按 0.14t/d•艘计，则含油污水产生量为 0.42t/d，未经处理的船舶舱底水含油浓度为 2000~20000mgL（本报告取平均值 11000mg/L），则石油类产生量约为 4.62kg/d。

运维船舶的油污水，定期交专业单位接收处理。

（3）海上平台生产废水

①W1~W1′ 浓盐水

本项目海上共配备两套海水淡化装置，位于H9#海上升压站一层平台的淡化装置、为救援平台临时安置人员提供生活用水。位于海上氢储能平台的淡化装置，所产纯水全部用于电解制氢。

氢储能装置的充能-放电周期按 90 次/年考虑，则所需电解纯水的量为 100m^3/a。系统所用的反渗透系统工艺产水率为 40%，则 H9#海上升压站海水淡化系统取用海水的量为 488m^3/a、氢储能平台取用海水的量为 300m^3/a，产生浓盐水的量共计 473m^3/a。

②W2~W2′ 反洗水

H9#海上升压站淡化系统的反洗水量为 32.5m^3/a、氢储能平台的反洗水量为 20m^3/a，合计 52.5m^3/a。反洗水主要是对反渗透系统膜表面附着藻类、微生物和污垢的冲洗，主要成分为盐分、SS，浓盐水和设备反洗水共计 525.5m^3/a，排入浓盐水储罐中，每周一次交专业的船务公司接收处理。

③网箱冲洗

养殖过程中，牡蛎、藤壶、贻贝、海苔等生长速度较快的生物将附着在网衣上，易堵塞网眼、阻碍水体交换。本项目网衣通过钢结构滑槽提升出水面收获养殖鱼类后，清除附着在网衣上的附着物，然后直接用海水进行冲洗，网衣上残留的藻类被冲回海水中。

4.2.2.2 水平衡分析

两套海水淡化装置共取用海水 788t/a、产生浓盐水和反洗水 525.5t/a。项目水平衡见图 4.2-1，各类水污染物浓度、产生量情况见表 4.2-6。

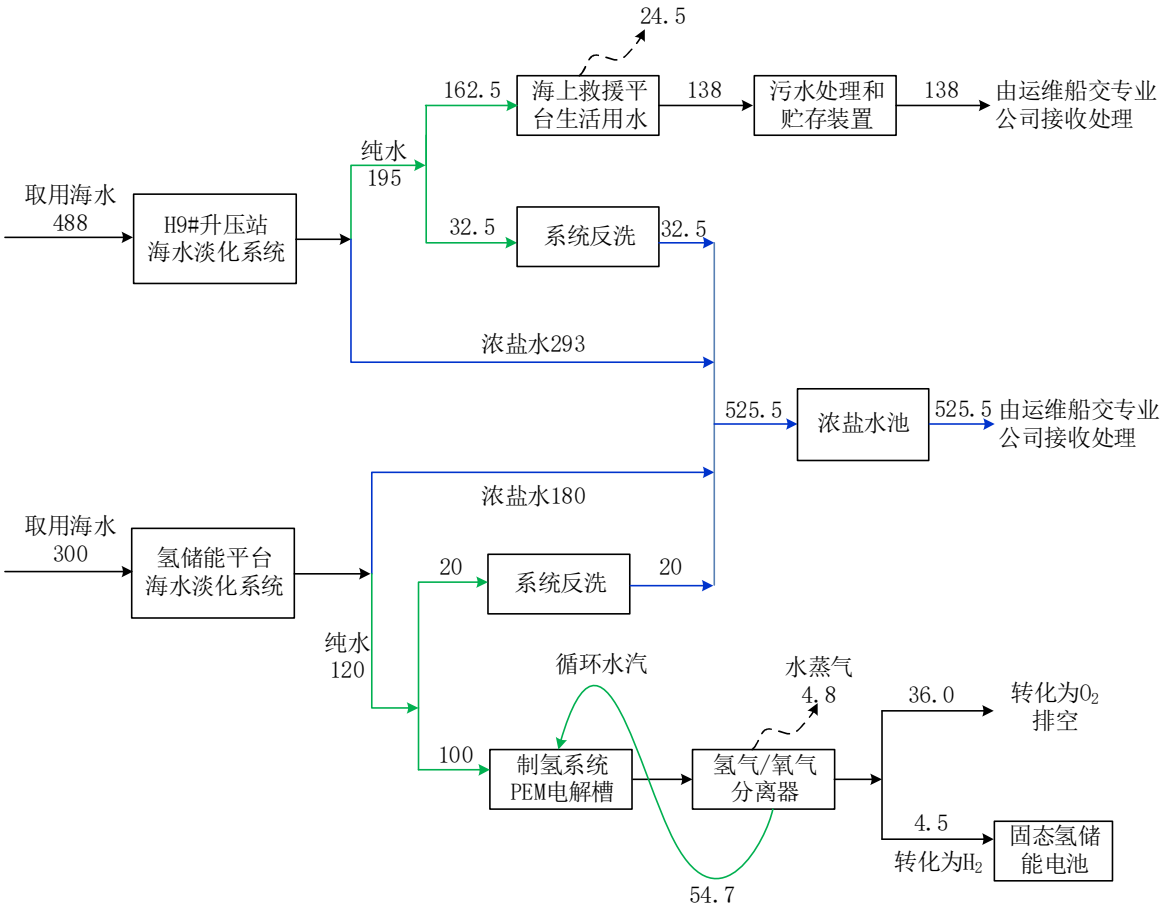

图 4.2-1　海洋工程水平衡图　单位：t/a

表 4.2-6　营运期污废水产量汇总

种类	区位	水量 m^3/a	污染因子及浓度 mg/L	污染物产生量 t/a
生活污水	海上救援平台	138	COD：300 BOD_5：200 NH_3-N：40 TN：50 TP：5 SS：250	COD：0.65 BOD_5：0.44 NH_3-N：0.09 TN：0.11 TP：0.01 SS：0.54
	运维船舶	2040		
船舶机舱油污水	运维船油污水舱	63	石油类：11000 COD：3000	石油类：0.69 COD：0.19
浓盐水和反洗水	两套海水淡化装置	525.5	盐度：45000 SS：50	盐度：23.65 SS：0.03

4.2.2.3 噪声

（1）风机噪声

海上风机运行噪声主要有机械（结构）噪声和空气动力噪声。机械噪声指由于内部机械设备运转时，机械部件间的摩擦力、撞击力或非平衡力，使机械内部部件和壳体振动而辐射发出噪声；空气动力噪声指风力发电机组的叶片与空气相互作用而产生的噪声。随着技术的进步，通过提高机械制造精度、配备减震橡胶垫、在机舱盖内部

加装隔音棉，机械噪声已控制的越来越低，已不是主要噪声源。空气动力噪声源处于半自由空间，空间位置高，持续时间长，是海上风电场营运期间的主要噪声源。

根据《三峡能源江苏大丰 80 万千瓦海上风电项目水下噪声及电磁环境对海洋动物影响专题报告》，根据近年来国内浙江、江苏等区域沿海或内陆不同风电场、不同单机容量的风力发电机组噪声水平进行的多次实测结果表明：监测值的平均值范围为 38.7~65.8dB(A)，经过点声源衰减模型反推，国产风力发电机组轮毂处的最大声压级一般在 95~106dB(A)之间。因此综合国外风机厂家资料和国内实测推算数据，本工程风力发电机组噪声应在 95~106dB(A)之间。

（2）海上升压站噪声

①电气设备噪声

海上升压站的噪声主要来自室内的主变压器、散热器和屋外配电装置等电气设备。升压站一层甲板主要设备为生活设施，三层主要为吊装平台，正常运转条件下无直升机起降，室内外设备综合噪声源强按 55dB/m^2 考虑；噪声源集中在二层的电气设备层，包括变压器、电抗器等运行噪声。本项目 H8-1#海上升压站二层平台设置 1 台室内 210MVA 变压器，H9#海上升压站二层平台设置 2 台室内 240MVA 变压器、2 台室内 50MVar 高抗器，H17#海上升压站二层平台设置 1 台室内 210MVA 变压器。

电气设备噪声以中低频为主，正常情况下主变压器 1m 外噪声值为 75dB（A）、高压电抗器 1m 外噪声值为 70dB，海上升压站外围钢结构以及主变室隔声量取值 10dB(A)，则室内和内外的声级差=TL+6=16dB(A)。

升压站设备一般为 24h 连续运行，噪声源稳定，昼、夜间对周围环境的贡献值基本一致。

②H9#升压站海水淡化装置噪声

海水淡化装置的噪声主要来自于各类水泵，类比海水淡化项目，本项目的水泵功率较小，运行噪声值取 75dB（A），通过采取基础减振等措施可有效降低噪声源强。

其他设备的噪声级均较小，例如过滤器内空隙结构可有效降低水流声，反渗透膜装置运行过程中仅为水分子高压通过膜介质、几乎不产生噪声。

（3）海上氢储能平台噪声

配套的小型海水淡化装置位于氢储能平台一层，水泵功率为 H9#海水淡化装置泵的 1/3，类比分析，配套水泵的噪声值取 70dB（A）；PEM 电解槽及配套的电子设备整体运行噪声值取 65dB（A）；氢气分离装置的水汽分离器、脱氧器、干燥器等配套

设备集中布置，噪声值取 80dB（A）；热管理系统的循环泵噪声值取 70dB（A）；氮气吹扫装置每月运行一次，对氢气和氧气的分离器、干燥器、脱氧器等装置进行吹扫，电解槽和固态储氢装置不吹扫，运行时的噪声值取 85dB（A）。

（4）海上救援平台和海上牧场运行噪声

海上救援和养殖团队在遇到紧急任务、会产发动鸣笛、警报器等，产生高强度噪声；日常运行中仅在鱼苗投放、网箱升起捕捞作业阶段，产生机电设备运行噪声，约 50~60dB（A）。

（6）运行期水下噪声

工程运行期的水下噪声主要由风机运转而产生，尤其是低频噪声通过结构振动经塔筒、风机桩基等不同路径传入水中而产生了水下噪声。欧洲一些国家的海上风电项目水下噪声测量资料表明(Nedwell，J. R.，Edwards，B.，Turnpenny A. W. H.，2003，2004，2005，2007 年)：运行期的风机运转噪声远低于施工期的打桩噪声，风电场在运转时所产生的噪声比较低。风机运行中向水下辐射噪声的主要途径是风机运行的噪声源从空气中直接通过海面折射到水下、通过风机塔筒传导到水中、从风机塔筒到海底再辐射到水中三条声传播路径组成（见图 4.2-2）。

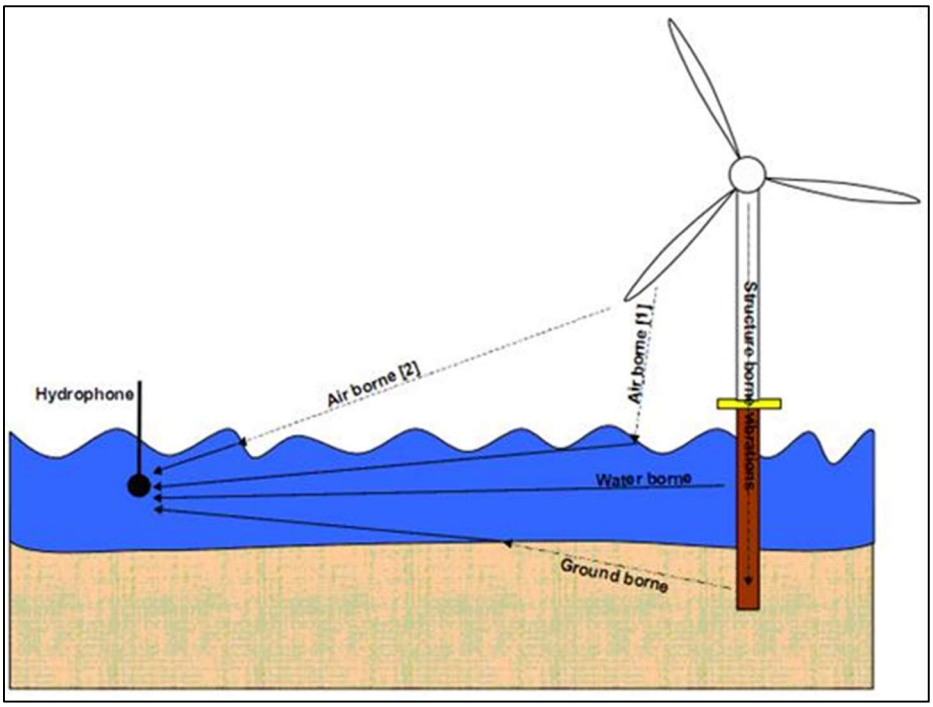

图 4.2-2　风机运行水下噪声传播路径示意图

J. R. Nedwell 等(J.R. Nedwell et al，2007)在 2003 年总结了约 500 次单独测量的浅水风电场营运期水下噪声，在频率 10Hz-120kHz 上 North Hoyle 的水下噪声平均值约为 116dB re 1uPa，变化范围为 90~158dB；而对于 Scroby Sands 所测结果是水下噪声

平均值为 120dB，变化范围为 100~135dB。这结果与两个项目在建设前期所测量的海洋背景噪声级相符。同时还注意到，即使是十分靠近一个正在运行的风机，其噪声不超过背景噪声 20dB。

厦门大学于 2013 年 1 月对目前正在运行的上海东海大桥海上风电场水下噪声进行了类比监测。结果表明：风机运行中水下噪声的频谱级基本上都相似，总体强度随频率增加而明显减小，在 1~20kHz 中声压谱级分布在 140dB 到 65dB 之间，在 120Hz 到 1.5kHz 有一较宽的裙带状谱，强度增加为 10~20dB。在离 3 号风机 200m 靠近桥梁及航道上，100Hz 频点上的声压谱级达到最大为 128dB，比同样深度不同距离的声压谱级提高 10~20dB。由于水下噪声的时间-空间-频率等随机变化的特性，测量船只在远离风电场近 4km 处也测量到裙带状的低频背景噪声分布，因此总体由于风机噪声而引起的强度变化不大，基本上与海域其它点测量到的背景噪声相近。

综上所述，虽然测试结果反映出风机运行中在水下产生了些噪声，但是测试结果中风机噪声的特征并不明显，表明风机运行低频噪声对海域水下噪声的影响不大。

4.2.2.4 废气

（1）运维船舶尾气

本项目运维船舶按 400 吨位考虑，配备海上运维船舶 3 艘，根据 3.2.1.4 节的船舶尾气污染物计算公式，运维船舶柴油小时消耗量为 177kg，则尾气中 SO_2、NOx、CO 的排放量分别为 2.66kg/h、2.18kg/h、7.42kg/h。

（2）海上平台装置

海上平台采用的能源为电能，海水淡化装置、海洋牧场的营运活动不产生工艺废气；氢储能装置的氧气装置侧产生放空的 O_2，气水分离装置产生水蒸气和少量氢气氧气排放，装置每月吹扫排放吹扫介质 N_2、装置内残存的 H_2、O_2 和水蒸气。N_2、H_2、O_2 和水蒸气均不属于大气污染物。

综上所述，本项目营运期无工艺废气排放。

4.2.2.5 固体废物

（1）生活垃圾

生活垃圾产生量按 1kg/d·人估算，海上工作人员（常驻运维船上 40 人），生活垃圾产生量为 12t/a；海上救援平台按每年 15 次安置 18 人避难，每次停留 3 天考虑，平台上的生活垃圾量为 0.81t/a。分别运维船、海上救援平台的垃圾桶中暂存，由运维船舶将生活垃圾移交给专业单位接收处理。

（2）矿物油类废物（HW08）

①风机运维

风电机组每年定期检修，定期更换润滑油，类比江苏省已投产运行的海上风电项目，废润滑油的产生量 2.5t/a。检修擦拭产生的含油棉纱，按每台风机每年 0.5kg 考虑，则风机运维保养产生的废含油棉纱（即废矿物油沾染物）的量为 0.049t/a。

②海上平台运维

海水淡化和氢储能系统配套的压缩机、泵类等含油设备保养、维修过程中，将产生废机油、废润滑油，均属于废矿物油 HW08，产生量约 0.2t/套·a，则平台生产设备运维废矿物油产生量为 0.6t/a。

三座海上升压站的变压器、电抗器等电器设备，正常运行状态下不会产生废油，升压站的其他升降和吊运设备等定期保养，保养产生废含油棉纱量预计为 0.03t/a。

项目产生的 HW08 矿物油类废物危废合计约 3.179t/a，委托资质单位盐城环弘再生资源有限公司处理接收处理。

（3）含铅废电池（HW31）

海上升压站电器设备配套蓄电池组，蓄电池的使用寿命在五年以上，到达使用年限后陆续开始产生蓄电池更新；第五年后，预计每年更新 8 个单体蓄电池块，每块电池按 25kg 计，委托资质单位盐城环弘再生资源有限公司处理。

（4）海水淡化装置一般工业固废

① S_1 过滤器污泥

本项目两套海水淡化装置取水量合计 788t/a，根据江苏云帆检测技术有限公司于 2021 年 4 月和 2023 年 11 月的海洋环境监测结果，H9#风电场周边的春季站位 DF15、DF17 表层海水的悬浮物浓度分别为 172mg/L、86.4mg/L；H9#风电场周边的秋季站位 SX14、SX15 表层海水的悬浮物浓度分别为 224mg/L、166mg/L。本次取两季度的平均值 162mg/L，多介质过滤系统的悬浮物去除效率≥95%，项目两套海水淡化装置共产生污泥的量（过滤器截留的污泥含水率按 50%计）为 0.24t/a。

污泥来源于海水中，主要成分为投加了混凝剂和絮凝剂后，交联物网捕到的海水颗粒物，主要成分为 SiO_2、Na^+、Fe^{3+}、Cl^-、SO_4^-等，为一般工业固废，密封保存后，由运维船舶交第三方船务公司接收处理。

② S_2 废膜和废滤芯

系统每年更换反渗透膜 2 次、更换滤芯 1 次，单个反渗透膜重 10kg、滤芯重 20kg，

则全年产生废膜和废滤芯 0.18t。膜及滤芯主要材质成分为 PP、PE、树脂纤维，属于一般工业固废，密封保存后，由运维船舶交第三方船务公司接收处理。

（5）氢储能装置固废

① S_3 废树脂和 S_5 污垢

氢储能配套配套的反渗透装置产生的纯水，还需经离子过滤器进一步软化处理才能进入电解槽。离子过滤器中的树脂材料日常经过反洗再生后循环使用，每年更换 1 次，过滤器中树脂填装量为 100kg，则 S_3 废树脂产量为 0.1/a。本项目离子过滤器处理脱盐后的海水，不属于冶金、表面处理、制药重金属、工业废水处理等行业，因此不属于《国家危险废物名录（2021 年版）》中所列的危险废物，属于一般工业固废。密封保存后，由运维船舶交第三方船务公司接收处理。

气水分离器、洗涤器、脱氧器、缓冲罐等装置每月进行一次高压氮气吹扫，S_5 污垢产生量约 0.02t/a，属于一般工业固废，由运维船舶交第三方船务公司接收处理。

③ S_5 废催化剂

制氢系统、燃料电池系统均需使用废催化剂进行制氢、脱氧、固氢和催化氧化，使用寿命约 1 万小时，催化剂的主要成分为氧化铝 Al_2O_3、铂 Pt、钯 Pd，固废产生量为 1.2t/a。

本项目电解水制氢、脱氧、固氢、氢燃料电池发电使用固态催化剂，对照《国家危险废物名录（2021 年版）》中 HW50 废催化剂所列的情形，本项目淡化水电解制氢的废催化剂不属于名录中的危险废物。因此，本项目废催化剂为一般工业固废，密封保存后由运维船转运至生产厂家，回收处理。

根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日实施）、《固体废物鉴别标准 通则》（GB34330-2017）的规定、《一般固体废物分类与代码》（GB/T 39198-2020）、《固体废物分类与代码目录》以及按照《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部公告 2017 年第 43 号）中相关要求，判定本项目固体废弃物情况见表 4.2-9。

表 4.2-9(a)　项目营运期固体废物属性判定表

序号	编号	固废名称	生产工序	形态	主要成分	预估产生量	种类判断		
							固废	副产品	《固体废物鉴别标准
1	S1	过滤器污泥	海水淡化装置	液态	海水中悬浮物等	0.24t/a	√	—	

2	S2	废滤膜、滤芯	海水淡化装置	固态	PP、PE、树脂纤维	0.18t/a	√	—	通则》
3	S3	废树脂	氢储能装置纯水软化	固态	高分子树脂	0.1t/a	√	—	
4	S4	污垢	氢储能装置设备吹扫	液态	灰尘等混合物	0.02t/a	√	—	
5	S5	废催化剂	氢储能装置燃料电池	固态	Al_2O_3、Pt、Pd	1.2t/a	√	—	
6	S6	废矿物油	运维检修	液态	矿物油	3.1t/a	√	—	
7	S7	废含油棉纱	运维检修	固态	矿物油	0.079t/a	√	—	
8	S8	废电池	升压站蓄电池室	固态	铅酸蓄电池	0.20t/a	√	—	
9	/	生活垃圾		固态		12.81t/a	√	—	

表 4.2-10(b)　项目营运期固体废物源强汇总表

序号	名称	属性	废物类别	废物代码	危险特性	产生量	处置去向
1	废矿物油	危险废物	HW08	900-217-08	T，I	3.1t/a	密封保存后由运维船转运至岸基集控中心危废暂存间，由危废资质单位接收处理
2	废含油棉纱			900-249-08	T，I	0.079t/a	
3	废电池		HW31	900-052-31	T，C	0.20t/a	
4	海水淡化过滤器污泥	一般固废	SW07	900-099-S07	—	0.24t/a	密封保存后由运维船转运，交第三方船务公司接收、分类处理
5	海水淡化废滤膜、滤芯	一般固废	SW59	900-009-S59	—	0.18t/a	
6	废树脂	一般固废	SW59	900-008-S59	—	0.1t/a	
7	污垢	一般固废	SW07	900-099-S07	—	0.02t/a	
8	电解水制氢废催化剂	一般固废	SW59	900-004-S59	—	1.2t/a	厂家回收
9	生活垃圾	生活垃圾	SW61	900-002-S61	—	12.81t/a	交第三方船务公司清运
合计						19.559t/a	

4.2.2.6 电磁环境

（1）海上升压站

本项目在海上设置 3 座 220kV 升压站，每座升压站配备 1~2 台 210MVA、240MVA 的变压器。类比电压等级相同、变电功率类似的“安徽省合肥市 220kV 学苑变电站”电磁环境监测结果，场站厂界外 5m 处的工频电场强度在（1.2~46.9）V/m 之间，工频磁感应强度在（0.047~0.232）μT，均低于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中公众曝露限值（工频电场强度≤4kV/m，工频磁感应强度≤0.1mT）。

（2）220kV 电缆

类比相似的“龙源江苏大丰 200MW 海上风电项目的 220kV 海底电缆”的电磁环

境影响，类比监测结果表明，海缆中心线外 5m 范围内工频电场强度 1.932V/m～1.949V/m 之间，受屏蔽影响，潮间带电缆对地面基本无影响，远小于 4kV/m 的限值要求；工频磁感应强度在 0.0568μT～0.2851μT 之间，远小于 100μT 的限值要求。

4.2.2.7 项目营运期污染物排放量汇总

项目营运期污染物排放量统计见表 4.2-11。

表 4.2-11　项目营运期污染物排放量一览表

种类	污染源	污染物	产生量	消减量	排放量	备注
废水	生活污水	废水量	2178m³/a	2178m³/a	0	平台的生活污水处理+集污箱，定期卸载到运维船舶上，交专业单位接收处理
		COD	0.65t/a	0.65t/a	0	
		BOD_5	0.44t/a	0.44t/a	0	
		NH_3-N	0.09t/a	0.09t/a	0	
		TN	0.11t/a	0.11t/a	0	
		TP	0.01t/a	0.01t/a	0	
		SS	0.54t/a	0.54t/a	0	
	运维船机舱油污水	废水量	63m³/a	63m³/a	0	专业单位接收处理
		COD	0.19t/a	0.19t/a	0	
		石油类	0.69t/a	0.69t/a	0	
	海水淡化：浓盐水和反洗水	废水量	525.5t/a	525.5t/a	0	定期有运维船交专业单位接收处理
		盐度	138.6t/a	138.6t/a	0	
		SS	0.15t/a	0.15t/a	0	
噪声	风机运转	噪声	95~106 dB(A)	0	95~106 dB(A)	/
	升压站变压器	噪声	75dB(A)	16dB(A)	59dB(A)	室内布置
	升压站电抗器		70dB(A)	16dB(A)	54dB(A)	室内布置
	海水淡化装置	噪声	75dB(A)	16dB(A)	59dB(A)	室内布置、基础减振、泵体加装外罩
	海上氢储能平台	噪声	65~85 dB(A)	16dB(A)	49~69 dB(A)	室内布置、基础减振、泵体加装外罩，高噪声氮气吹扫装置每月运行一次
	海上救援平台和海洋牧场	噪声	50~60dB(A)	0	50~60dB(A)	加强设备养护，防止异常噪声
废气	海上运维船舶	SO_2	2.66kg/h	0	2.66kg/h	大气扩散
		NO_x	2.18kg/h	0	2.18kg/h	
		CO	7.42kg/h	0	7.42kg/h	
固废	危险废物	含矿物油废物 HW08	3.1t/a	3.1t/a	0	运至岸基集控中心危废暂存间，委托盐城环弘再生资源有限公司接收处置
		废含油棉纱 HW08	0.079t/a	0.079t/a	0	
		含铅废电池	0.20t/a	0.20t/a	0	

种类	污染源	污染物	产生量	消减量	排放量	备注
		HW31				
	一般工业固废	过滤器污泥	0.24t/a	0.24t/a	0	密封保存后由运维船转运，交第三方船务公司接收、分类处理
		废滤膜、滤芯	0.18t/a	0.18t/a	0	
		废树脂	0.1t/a	0.1t/a	0	
		污垢	0.02t/a	0.02t/a	0	
		废催化剂	1.2t/a	1.2t/a	0	厂家回收
	生活垃圾	生活垃圾	12.81t/a	12.81t/a	0	交第三方船务公司清运

4.3 项目生态环境影响分析

4.3.1 施工期生态环境影响因素

4.3.1.1 对海洋生态和渔业的影响

风机基础建设、施工机械压占(含电缆沟开挖)会直接破坏项目区域潮间带和底栖生物生境，栖息于这一范围内的生物将全部丧失，同时也会造成部分滩涂植被的破坏。

（1）对底栖生物影响

本项目的建设对底栖生物最主要的影响是海缆敷设行为毁坏了底栖生物的栖息地，使底栖生物栖息空间受到了影响，并且可直接导致底栖生物死亡。工程海缆开沟的顶面宽度约 0.75~1.25m、底面宽度 0.4~0.6m，考虑到挖沟犁在作业过程中会扰动底泥造成泥沙悬浮，对于部分活动能力较弱的底栖生物可能造成损害，因此将 3m 作为开沟作业对底栖生物的影响宽度。

根据《盐城市黄海湿地保护条例》第三条“本条例所称黄海湿地，是指本市海岸线以东常年或季节性积水地带、水域和低潮时水深不超过六米的海域，…”，因此本项目计算对海洋底栖生物的影响范围以水深大于 6m 的海域计。根据项目《海域使用论证报告（报批稿）》的用海测算，本项目 35kV 场内海缆和 220kV 送出海缆均临时用海，路由总长度 359.89km，其中 35kV 海缆长 169.56km，220kV 海缆长 190.33km。其中 H8-1#、H9#和 H15#工程 35kV 海缆均位于 6m 水深以深，H17#工程 35kV 海缆 17.87km 位于 6m 水深以深，220kV 海缆位于 6m 水深以深的有 116.57km。综上，本项目电缆位于 6m 水深的长度总计 271.17km。将 3m 作为开沟作业对底栖生物的影响宽度，则对海洋底栖生物的影响面积约 81.35hm^2，在该范围内的底栖生态环境全部被破坏，栖息于这一范围内的底栖动物将全部丧失。

（2）对潮间带生物的影响

潮间带区域按水深小于等于 6m 的海域计，本项目 H17#工程 35kV 海缆位于 6m 水深以浅的长度有 14.96km，220kV 海缆位于 6m 水深以浅的长度有 73.76km，共计 88.72km。影响宽度按 3m 考虑，潮间带海缆施工影响面积约 26.62hm^2。在该范围内的潮间带生态环境全部被破坏，栖息于这一范围内的潮间带生物将全部丧失。

（3）岸上电缆、集控中心占用海域对潮间带生物影响

本项目海缆过堤后进入围塘区域，采用电缆沟埋设的电缆，后接集控中心。过堤后 800m 路径电缆沟断面按 3m 计、占用面积 0.2400hm^2，集控中心及其引桥占用面积 2.5899hm^2，电缆栈桥占用 0.1167hm^2，共计 2.9466hm^2。该实际占用面积范围内，将造成的潮间带生物损失。

（4）对游泳动物的影响

施工导致的高浓度悬浮物颗粒可能直接对海洋生物仔幼体造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，高的悬浮颗粒物浓度会降低光强度和仔鱼视力，严重影响仔鱼的摄食能力，摄食能力下降使仔鱼营养不良，严重时会导致仔鱼死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。水体中过高的和细小的悬浮颗粒物会粘附于鱼卵表面，妨碍鱼卵的呼吸，不利于鱼卵成活、孵化，从而影响鱼类繁殖。

（5）对海洋沉积物环境的影响

本项目风机、海上平台基础防冲刷采用抛石防护的方式，抛石石块为外购，其理化性质和材质在满足《围填海工程填充物质成分限值》(GB 30736-2014)第一类限值要求的前提下，对沉积物环境影响较小。

（6）对渔业生产的影响

本项目海上风电场工程整体位于吕四渔场农渔业区的风电兼容区，海上场站不涉及渔业生产作业区域。本项目海缆穿越了开放式养殖用海 16 宗，养殖区权益主体为盐城市大丰区交通控股集团有限公司。项目海缆施工期产生的悬浮泥沙会对开放式养殖内的贝类、紫菜生长造成短期的不利影响。

4.3.1.2 对鸟类的影响

由于风电场群的 4 座风电场中心离岸距离 47km~80km，该区域不是鸟类栖息和觅食的适宜场所，影响主要发生在潮间带区域的海缆敷设施工。施工期间，海缆施工滩涂开挖临时占用一般湿地，短时间内侵占鸟类的活动范围，同时人类活动、交通运输

工具、施工机械产生的噪声、灯光等可能对施工区域鸟类的觅食、休息产生一定影响。详见 7.9 节。

4.3.1.3 对堤坝、水渠的影响

本次海缆登陆采用电缆沟沿堤顶敷设过堤，电缆沟断面尺寸为 1.2m/1.6m×0.8m，不破坏海堤本体结构，不会影响海堤的正常使用；电缆过堤后与大丰龙源 H4#风电场的 3 回 220kV 海缆于水渠上方交越，采用建造栈桥的形式跨越水渠，不影响渠内水体的流动、不影响周边鱼塘取水和排水方式。

4.3.2 营运期生态环境影响因素

4.3.2.1 对海洋水动力环境的影响

项目建成后，风机基础受涨落潮影响，风机基础在一定程度上改变局部海底地形，对项目海域的潮流场将产生一定影响，尤其是风机墩柱周围的流速可能发生变化。

根据数学模型预测结论，由于桩基阻水尺度较小，彼此间距较大，其阻水效应有限，与工程建设前相比，工程建设后，大、小潮流态没有发生明显变化，工程建设对大范围流场影响甚微，对流场的影响仅局限于桩基附近范围内。工程 H8-1#风电场占用小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区的机组，对保护区内的水文影响仅集中于风电桩基附近，H8-1#以外的其余海上工程对各环境保护区内特征点的流速流向影响幅度甚微。

4.3.2.2 区域地形地貌和冲淤环境的影响

风电场在区域海域内呈斑点状分布，风机之间间距较大（行间距为 1711~2093m、行内间距为 600~1261m）。由于底流在风机基础周围产生涡流和局部冲刷，风机基础和升压站在一定程度上改变局部海床自然性状，其地形地貌也将有所改变，分别有局部冲刷和淤积产生。

根据地形地貌与冲淤影响分析，由于桩基的阻水作用，在迎水面和背水面出现淤积区域，在桩基两侧出现冲刷区域；根据冲淤平衡计算，风电场工程区附近海域冲淤变化强度主要分布于 0.1~0.5m 之间，仅在 H8-1#部分风机桩基占用的小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区内存在淤积大于 1m 的情况，但影响范围仅局限于桩基周边 0.1km 的范围内。淤积强度较大的区域局限与桩基附近，不会引起工程海域滩面整体性大幅冲淤变化。

4.3.2.3 对海洋生态和渔业的影响

（1）海洋生态

①海上风电的影响

项目建成后除风机墩柱周围局部区域外，海域的水文动力和泥沙冲淤环境基本不会改变，项目建成运行后基本不会造成区域性海域水质和沉积物环境的变化，因此项目建成后项目所在海域的生物类型、数量、组成等均不会发生明显变化，项目运行期对海洋生态环境影响较小。

工程风机基础和抛石防护范围、海上平台、成陆区电缆沟、集控中心永久占用海域，合计影响底栖生物的栖息面积 14.9807hm^2、影响潮间带生物的面积 4.3320hm^2，在该范围内的底栖生态环境、潮间带环境将全部被破坏，栖息于这一范围内的生物将全部丧失。

②海洋牧场的影响

由于本项目网箱养殖水体仅 550m^3，规模很小，且项目所在海域开阔，水动力条件良好，少量的残饵和鱼类排泄物，随着营养物质被周边野生鱼类、底栖生物和海洋微生物摄食、分解后，不会造成海洋环境产生累积影响。沉降值海底的有机物，随着底质中营养物质含量的升高，海洋底栖生物会向本区域内聚集，从而加快有机物的分解、代谢。

因此营运期的小规模网箱养殖不会对海洋生态环境产生明显不利影响。

（2）渔业生产

本项目 H8-1#风电场东侧 7 台风机位于吕四渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区内，项目实施不可避免地对海洋生态和渔业资源造成损害，包括施工期影响、永久占用实验区海域面积的影响；同时项目海缆穿越 16 宗开放性养殖用海，成陆区电缆沟和集控中心占用养殖鱼塘，对海上开放性养殖区的紫菜、贝类生产，成陆区鱼塘的鱼类生产造成了一定程度的负面影响。

尽管营运期风机的桩基占有水面有限，而且不可避免对渔业捕捞产生影响。但这类影响若与有关利益相关方协商，并予以适当补偿，是可以接受的。

另一方面，风电场风机桩基的存在，增加了海底的粗糙度，造成紊流的出现，起到人工鱼礁的作用。虽然其建设理论上影响所在水域的捕捞作业，但从形成人工鱼礁的角度来看，一定程度上有利于鱼类的繁殖和生长，对渔业资源的影响更可能产生正面效应。

（3）对主要经济鱼类“三场一通道”的影响

根据农业部 2002 年发布的《中国海洋渔业水域图（第一批）》黄渤海区渔业水

域图，中上层鱼类代表性种类有银鲳、鲱鱼、斑鰶等，底层鱼类代表性种类有小黄鱼、带鱼、白姑鱼等。本项目位于大黄鱼产卵场西侧边缘、位于小黄鱼产卵场南侧边，距离索饵场、越冬场、洄游通道较远；距离银鲳产卵场最近约 30km，距离索饵场、越冬场、洄游通道较远；距离带鱼索饵场约 10km，距离产卵场、越冬场、洄游通道较远；距离三疣梭子蟹的“三场一通道”至少 50km 以上。

本项目距离带鱼、银鲳、三疣梭子蟹“三场一通道”距离较远，对带鱼、银鲳和三疣梭子蟹“三场一通道”没有影响。项目实施会对大黄鱼和小黄鱼的产卵产生一定影响，但不会阻断大黄鱼、小黄鱼产卵洄游通道，项目实施影响水域与主要的产卵场水域相比比例较小，影响有限。

4.3.2.4 对鸟类的影响

项目的实施会形成更多的风机阵列排布在海面上，有可能会增加鸟类与风力发电机组撞击的概率，但风电规划海域观测记录到的鸟类种类和数量比较少，在风电规划海域活动也比较少，鸟类和风电机发生撞击的概率较低，风电项目实施基本不会对区域鸟类的种类和数量造成明显影响，不会对鸟类产生撞击致死的累积影响。

迁徙鸟类的飞行距离可能会因为绕道而增加，迁徙行为会受到一定程度影响，详见 7.9 节。

5 区域环境概况

5.1 区域自然环境概况

5.1.1 气象气候

（1）气候

大丰区位于江苏省东部，盐城市东南。东濒黄海，南接东台，西邻兴化市，北界亭湖区。该区域海岸线长 112km，沿海属温带和亚热带湿润气候区，又属于东亚季风区，区内具有南北气候及受海洋、大陆性气候双重影响的气候特征。在大气环流、海陆分布和地理条件等因素的共同作用下，该地区季风气候占主导地位，风向季节性变化强，夏季盛行东南风，冬季盛行东北风。主要气象要素特征值见表 5.1-1。

表 5.1-1　大丰气象站近 20 年气象要素统计表

序号	项目		单位	统计值	极值出现时间	极值
1	多年平均气温		℃	15.08		
2	多年平均最高气温		℃	37.02	2017.07.24	38.06
3	多年平均最低气温		℃	-8.43	2016.01.24	-12
4	多年平均气压		hPa	1016.26		
5	多年平均水汽压		hPa	15.29		
6	多年平均相对湿度		%	76.87		
7	多年平均年降水量		mm	1114.82		
8	多年平均最大日降水量		mm	110.18	2006.07.01	201.70
9	灾害天气	多年平均大风日数	d	4.5		
10		多年平均雷暴日数	d	29.17		
11		多年平均沙尘暴日数	d	0.3		
12		多年平均冰雹日数	d	0.1		
13	多年实测极大风速、相应风向		m/s	20.14	2005.09.12	25.40E
14	多年平均风速		m/s	2.47		
15	多年主导风向、风向频率			E，10.34%		
16	多年静风频率（风速<0.2m/s）		%	4.09		

（2）风能资源

本项目群场区中心西北侧约 21km 设立有 1 座测风塔，即 8588#测风塔，塔高 100m（以海平面为基准），离岸距离约 45km，本阶段参考该塔测风参数成果对项目群风能资源条件进行评估。测风塔安装有两套设备，一套为美国 NRG 设备，安装朝向为 SE，另一套为德国 AMM 设备，安装朝向为 NE，两套设备均在 100m、90m、80m、70m、

50m、25m 高度安装有风速计，在 100m、70m、25m 高度安装有风向仪。项目群东南侧约 80km 分别有 T1、T2 测风塔，塔高均为 100m。本阶段采用两塔作为参考测风塔对数值气象模型结果进行检验。

根据数值模型分析结论，本项目群 114m、131.5m 高度年平均风速分别约为 7.83m/s、7.91m/s，风功率密度分别为 495W/m^2、508W/m^2，风功率密度等级为 3 级。本项目群所处海域轮毂高度主要风向为 N、SE，相应频率分别为 10.4%、9.9%，主要风能方向为 N、SE，相应频率分别为 14.5%、11.8%。

5.1.2 地形地貌、地质

5.1.2.1 地形地貌

大丰区属淤积平原，地形南宽北窄，呈不规则的三角形，似葫芦，南北长 63km，东西宽 44km，总面积 3059km2。地面真高 1.9∽4.5m，高低差 2.6m，除沿海滩涂外，全区地势东高（2.8∽3.5m）、西低（2.4∽2.8m）、南高（3.3∽4.5m）、北低（1.8∽2.2m）；大丰区内斗龙港两侧为槽形洼地，宽 3∽6km,自西南向东北纵贯全区，地面真高一般在 2.2∽2.8m 之间；东南部川东港以南地区为高亢地，地面真高在 3.5∽4.5m 之间。

本项目风电场位于盐城市大丰区东侧海域，属滨海相沉积地貌单元。H8-1#风场呈三角形布置，水深 9~21m，水下地形为西高东低；H9#风场呈平行四边形布置，水深 7~19m，水下地形为西高中东部低；H15#风场呈平行四边形布置，水深 6~17m，水下地形为西高东低；H17#规划风场呈不规则多边型布置，水深 3~15m，水下地形为中间低两侧高。

5.1.2.2 区域地质

（1）区域地质构造

拟建工程在构造单元划分上隶属扬子准地台苏北拗陷区中的南部坳陷。本场地为深厚覆盖层区，区内断裂构造发育。按断裂走向，可分为北东向（包括北北东向）、北西向（包括北北西向）及近东西向（包括北西西向）3 组。近场区区域断裂描述如下：

1）陈家堡—小海断裂（⑥）：该断层自江都陈家堡至大丰小海，走向北东，区内长约 110km，为隐伏断层。该断裂从大丰 H8-1#工程区穿过，距离大丰 H9#和大丰 H15#工程区约 20km，距离大丰 H17#工程区约 15km。

2）苏北滨海断裂（⑤）：该断裂亦称“苏东沿海断裂”，位于南黄海海域向苏北陆地过渡的滨海地区。自废黄河口外向南东穿过双洋沙、东沙至毛竹沙西南，全长 170km

以上，沿断裂多处分布喜山期玄武岩，并错断多条北东东向断裂。断裂附近历史上发生过十次以上破坏性地震，其中中段活动性最强，曾发生过 2 次 6½和 3 次 5～5¾级破坏性地震。其中 1984 年发生的 6.2 级地震，上海及江苏、浙江部分地区震感强烈。因此，该断裂为一条第四系活动断裂。该断裂带距大丰 H8-1#工程区约 65km，距离大丰 H9#工程区约 50km，距离大丰 H15#工程区约 45km，距离大丰 H17#工程区约 20km。

3）盐城—南洋岸断裂带（③）：位于盐阜凹陷的南侧，长约 60km，由平行发育的龙岗—苇鱼场断裂和张庄—李家杜断裂组成，总体走向 N55°E，倾向 NW，倾角 55°。该凹陷内新生界的沉积厚度达 4000m 以上，断裂形成于晚白垩世，主要活动在始新世末，具有边断边沉积的特点，表现为第三系断距在 3000m 以上，据《南黄海地震区划》专题研究中的人工地震资料，断层断至第四系。历史上在盐城、大丰一带曾多次发生 4¾级地震，近代仪器记录，沿断裂多次发生过 3.5 级至 5.1 级地震。该断裂推测为第四系活动断裂。该断裂带距离大丰 H8-1#工程区约 85km，距离大丰 H9#工程区约 110km，距离大丰 H15#工程区约 90km，距离大丰 H17#工程区约 70km。

4）古河—渔业断裂（②）：自阜宁县古河—新沟至滨海县蔡桥—渔业入黄海，长约 106km。走向 N55～60°E，倾向 SE，倾角 50°。下盘（北西盘）自东北向西南分布着浦口组（K2p）、泰州组（E1t）、阜宁群（E1-2fn）、三垛组（E3s），上盘（南东盘）为三垛组。为一正断层，断距 150～200m，基本上控制着阜宁凹陷下第三系的沉积。

（2）地基土的构成与特征

根据勘探孔揭露的地层结构、岩性特征、埋藏条件及物理力学性质，结合区域地质资料，勘探深度内均为第四系沉积物，本场区勘探深度范围内上部①～③层为第四系全新统（Q_4）冲海相沉积物，下部为晚更新世（Q_3^2）陆相、滨海相沉积物。共分 7 个大层，根据土性及物理力学性质细分为 18 个亚层及 3 个夹层，各土层定名依据国家标准《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）而定。自上而下分述如下：

①-1 层粉砂：灰、灰黄色，饱和，松散～稍密，为新近沉积土，局部夹粘性土，含云母。该层全场分布，层厚 3.00～8.50m。

①-2 层淤泥质粉质粘土夹粉土：灰色，流塑，局部孔段为软塑状粉质粘土，夹层状、团块状粉土，局部夹粉砂，偶见腐殖质。该层局部分布，层厚 7.50m。

②-1 层粉砂夹粉土：灰色，饱和，稍密为主，局部中密，夹层状、团块状粉土，局部夹粘性土，含云母，局部含贝壳碎屑。该层全场分布，层顶埋深 3.00～14.00m，

层顶标高-24.05～-11.75m，层厚 3.00～14.00m。

②-2a 层粉质粘土夹粉土：灰色，软塑为主，局部流塑，夹少量层状粉土，局部夹团块状粉砂，含云母和少量贝壳碎屑。该层大部分分布，层顶埋深 13.00～19.80m，层顶标高-29.85～-20.25m，层厚 1.20～10.50m。

②-2b 层粉土夹粉质粘土：灰色，稍密，夹软塑状粉质粘土条带，局部孔段以粉砂为主，具层理，含少量云母碎屑，局部含贝壳碎屑。该层局部分布，层顶埋深 13.20m，层顶标高-21.95m，层厚 5.00m。

②-3 层粉质粘土夹粉土：灰色、灰黄色，软塑，含少量有机质、腐殖质，夹粉土和团块状粉砂。该层局部分布，层顶埋深 18.20m，层顶标高-26.95m，层厚 5.50m。

③-1 层粉砂夹粉土：灰色，饱和，稍密为主，局部中密，夹层状粉土，局部夹粘性土，含云母。该层大部分分布，层顶埋深 19.00～25.00m，层顶标高-35.05～-27.60m，层厚 1.40m。

③-2 层粉质粘土夹粉土：灰黄、灰色，软塑～可塑，夹层状、团块状粉土，局部夹团块状粉砂，含贝壳碎屑，局部贝壳碎屑含量较高。该层全场分布，层顶埋深 23.50～32.90m，层顶标高-42.95～-30.75m，层厚 1.50～10.80m。

③-3 层粉砂夹粉土：灰色，饱和，稍密～中密，夹少量粉质粘土，局部孔段以粉土为主，含云母，偶见贝壳碎屑。该层大部分分布，层顶埋深 27.10～34.30m，层顶标高-42.80～-35.85m，层厚 3.10～10.90m。

④-1 层粉质粘土夹粉土：灰、灰黄色，可塑为主，局部硬塑，夹少量层状、团块状粉土，局部夹薄层粉砂，含铁锰质氧化斑点。该层全场分布，层顶埋深 30.30～41.40m，层顶标高-50.00～-39.05m，层厚 1.20～3.40m。

④-3 层粉砂：灰色，饱和，中密为主，局部密实，局部夹少量粉土，含云母，偶见贝壳碎屑。该层部分分布，层顶埋深 31.50～45.20m，层顶标高-52.45～-40.25m，层厚 7.70～9.80m。

④-夹层粉砂：灰色，稍密～中密，夹少量粉土。该层局部分布，层顶埋深 40.00m，层顶标高-48.60m，层厚 1.40m。

⑤-1 层粉砂夹粉质粘土：灰色，中密为主，局部密实，夹层状粉质粘土，局部粉质粘土含量高，含少量云母、贝壳碎屑，偶见钙质结核。该层部分分布，层顶埋深 44.60～55.00m，层顶标高-62.25～-53.20m，层厚 3.40～7.60m。

⑤-2 层粉质粘土夹粉土：灰色，可塑为主，局部硬塑，夹少量层状、团块状粉土，

含铁锰质氧化斑点。该层局部分布，层顶埋深 48.00m，层顶标高-56.60m，层厚 2.30m。

⑥-1 层粉砂：灰色，饱和，密实为主，局部中密，夹少量粉土，局部夹薄层状粉质粘土，含云母及少量贝壳碎屑。该层全场分布，层顶埋深 38.90～62.60m，层顶标高-69.85～-47.95m，层厚 0.80～19.10m。

⑥-2 层粉质粘土夹粉土：灰色，可塑，夹层状、团块状粉土。该层局部分布，层顶埋深 59.40m，层顶标高-68.00m，层厚 2.40m。

⑥-3 层粉细砂：灰色，饱和，密实，局部为细砂，夹少量粉土，含云母。该层全场分布，层顶埋深 53.90～78.00m，层顶标高-97.25～-75.25m，层厚 6.70～12.00m。

⑥-夹层粉砂夹粉质粘土：灰色，稍密～中密，夹层状粉质粘土，局部粉质粘土含量高，含少量云母、贝壳碎屑，偶见钙质结核。该层局部分布，层顶埋深 51.10～58.30m，层顶标高-67.05～-59.70m，层厚 2.70～4.00m。

⑦-1 层粉质粘土夹粉土：灰色，硬塑，夹粉砂，含结核。该层局部分布，层顶埋深 69.00～71.00m，层顶标高-79.75～-77.75m，层厚 0.80～1.50m。

⑦-夹层粉砂：灰色，饱和，密实。该层局部分布，层顶埋深 69.80m，层顶标高-78.55m，层厚 1.20m。

⑦-3 层粉细砂：灰色，饱和，密实，局部为细砂，砂质较纯。该层全场分布，层顶埋深 65.20～72.10m，层顶标高-80.70～-75.25m，层厚 8.40～15.10m。

（3）不良地质作用与特殊性岩土

本场地不良地质作用不发育。场区位于中强地震带上，周边区域性断裂较发育，场区内无活动性区域断裂通过。场区存在软弱土层，且工程场地 20m 深度范围内存在液化土层，属对建筑抗震不利地段。工程场区位于近海海域，基础易受海浪冲刷。故本工程场地稳定性差，适宜性差，但采用桩基础及防潮水冲刷措施后可进行工程建设。

综合上部荷载要求、土层力学性状，建议本工程风机基础可选择适当埋深的⑥-1 层粉砂、⑥-3 层粉细砂、⑦-1 层粉质粘土夹粉土、⑦-3 层粉细砂作为桩基持力层，但需考虑松散土层①-1 层粉砂、①-2 层淤泥质粉质粘土夹粉土、②-1 层粉砂夹粉土、②-2a 层粉质粘土夹粉土、②-2 b 层粉土夹粉质粘土、②-3 层粉质粘土夹粉土的影响。

5.1.3 地震

拟建场区位于华北地震区东南部的长江下游—黄海地震带上。该地震带为一中强地震活动带，其西侧为郯庐地震带，南侧与华南地震区的长江中游地震带相接。地震活动的空间分布不均匀，总体呈海强陆弱的分区特点，以及成团成片分布的丛集性特

征，且具有较好的重复性。

参考邻近工程场地地震安全性评价报告成果，本项目 II 类场地基本地震加速度值为 0.30g，相当于地震基本烈度为VIII度。

5.1.4 自然灾害

（1）热带气旋

本项目位于江苏省东北侧海域，对风电场造成影响的特殊气候热带气旋及雷暴等。本次针对热带气旋进行初步分析。以本项目场址中心为圆形，设置半径 150km 的区域作为本次热带气旋统计区域。影响本次统计区域的热带气旋路径主要为转向类路径。

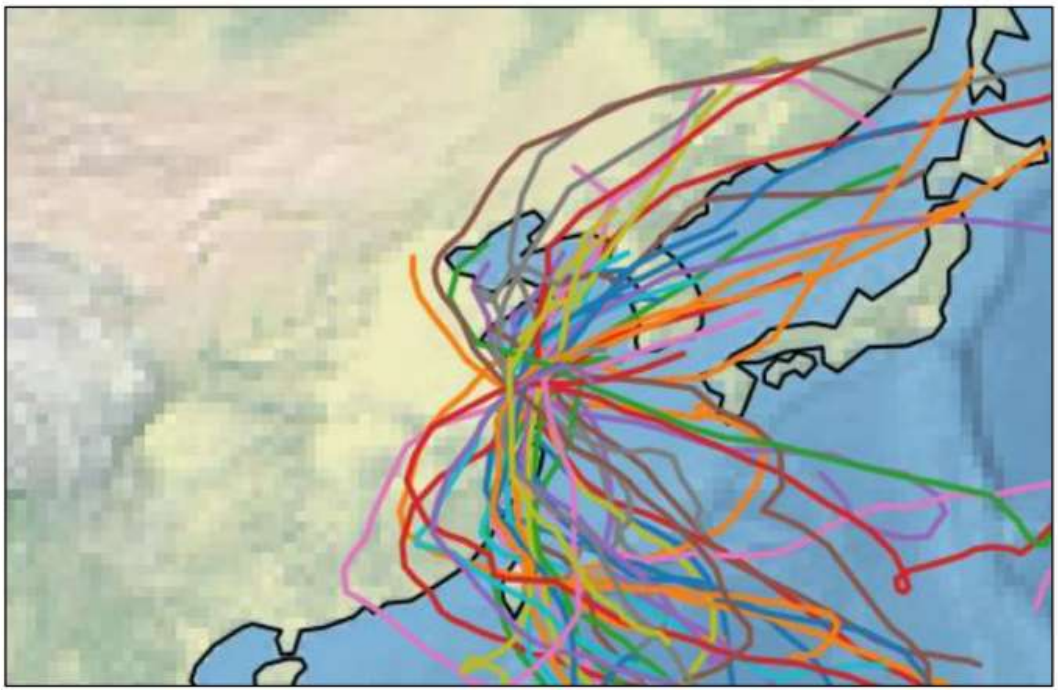

图 5.1-1　所有进入统计区域的热带气旋路径图

1949~2020 年期间，影响本次统计区域的热带气旋平均每年 0.5 个，在统计时段中，最多年份可达 3 个（1999 年），经过统计区域热带气旋频数统计见图 5.1-2(a)。

1949~2020 年期间，每年热带气旋影响本次统计区域的时间在 6 月~9 月。影响集中期分别是 8 月，7 月，9 月，月际频数分别为 17 次，17 次，4 次，见图 5.1-2(b)。

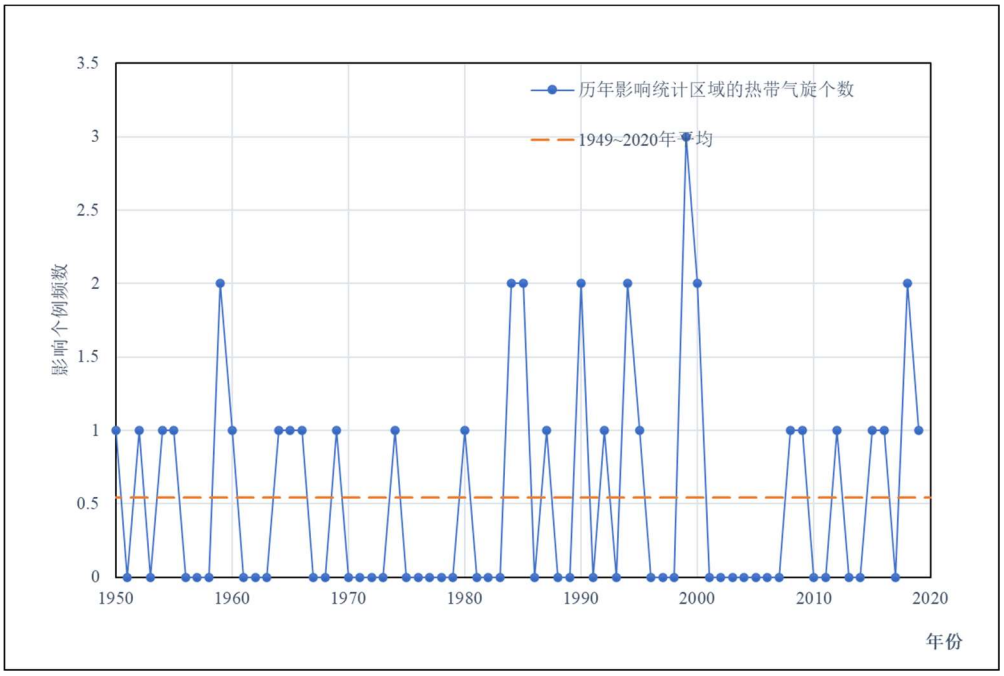

图 5.1-2(a)　1949~2020 年经过统计区域热带气旋年际频数

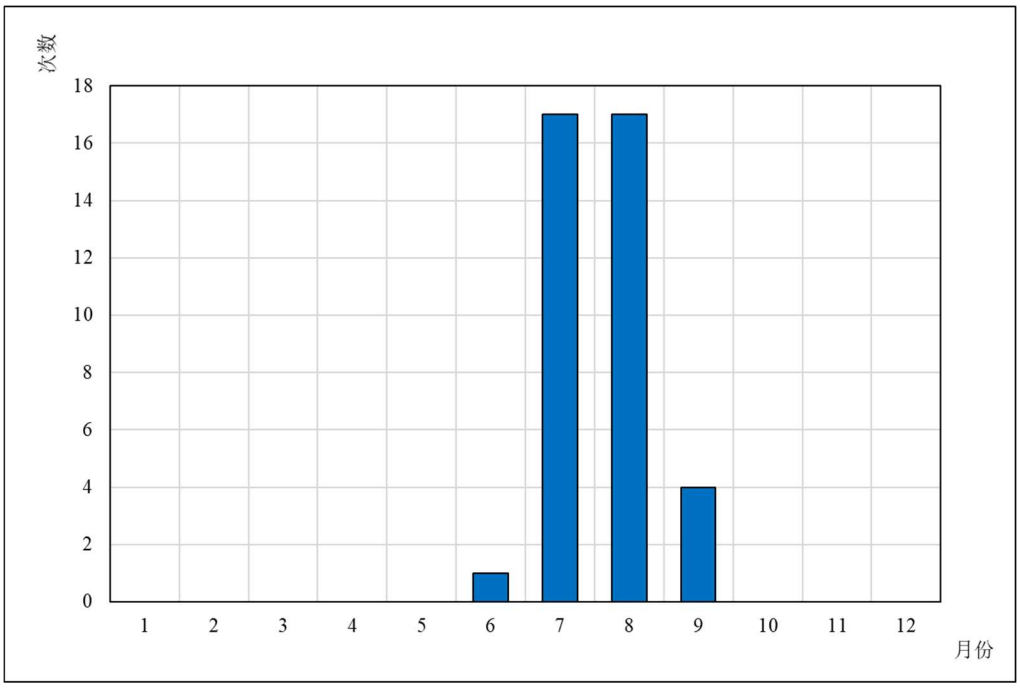

图 5.1-2(b)　1949~2020 年经过统计区域热带气旋月际频数

（2）风暴潮

风暴潮常常是伴随台风或寒潮而来，尤其是当风暴潮发生的时间与天文潮高潮时间相重，易造成特大增水，其特点是：来势猛、速度快、强度大、破坏力强。

台风风暴潮，多见于夏秋季节。其特点是，来势猛、速度快、强度大、破坏力强。中国东南沿海是这类风暴潮的多发地段。我国东海沿岸 23 个验潮站 1950~2020 年的观测资料表明，从江苏吕四到福建东山，这一岸段的最大增水值在 130cm~502cm 之

间，变幅较大，地区差异明显，而江苏沿海最大增水可达 300cm。1951 年 8 月 21 日，连云港发生台风增水达 185cm；1977 年 9 月 11 日，吕四台风增水值达 246cm。“9711”号台风增水，致使江苏沿岸测站和内陆江河测站几乎全部超过警戒水位，本次台风过程，洋口港西太阳沙潮位站观测到的最高潮位为 4.94m（8 月 18 日 23：00），天文潮位 3.66m，台风增水达 1.28m，台风最大波高为 6.90m。2018 年 7 月 22 日，1810 号台风“安比”在江苏沿海引起 50~120cm 的风暴增水，7 月 22 日当日天文高潮距蓝色警戒 140cm 以上，灾害性海浪过程主要影响东海、黄海南部，有效波高最高可达 8m，江苏南部沿岸海域有效波高最高可达 5.5m。受 2018 年第 18 号台风“温比亚”（热带风暴级）的影响，江苏盐城到浙江温州沿海出现了 30 到 100cm 的风暴增水。受 2019 年第 9 号台风“利奇马”的影响，江苏沿海出现了 50 到 100cm 的风暴增水。受 2020 年第 4 号台风“黑格比”影响，沿海出现 20 到 60cm 的风暴增水。

江苏沿海的温带风暴潮主要出现在 8～10 月份。尤以 9 月、10 月最多，温带风暴潮若和天文大潮叠加，即使气旋或冷空气的强度较弱，也可能出现较明显的风暴潮增水。

5.1.5 海缆过堤段环境现状

本项目送出海缆过堤点与大丰其它风电场送出海缆过堤点位于同一围堤上，与三峡能源大丰 H8-2#风电项目过堤点较近，相距约 30m。本项目过堤点以南 298m 为华能大丰海上风电项目 220kV 海底电缆过堤点，以南 141m 为龙源大丰 H12#海上风电项目 220kV 海底电缆的过堤点。过堤点以北 36m 处是龙源大丰 H4#海上风电场海缆过堤点，以北 120m 处是三峡能源大丰 H11#项目海缆过堤点，以北 194m 处是国能大丰 H5#海缆过堤点，以北 275m 处是中电投大丰海上风电项目海底电缆过堤点。

图 5.1-3(a)　过堤点周边环境现状（向东拍摄）

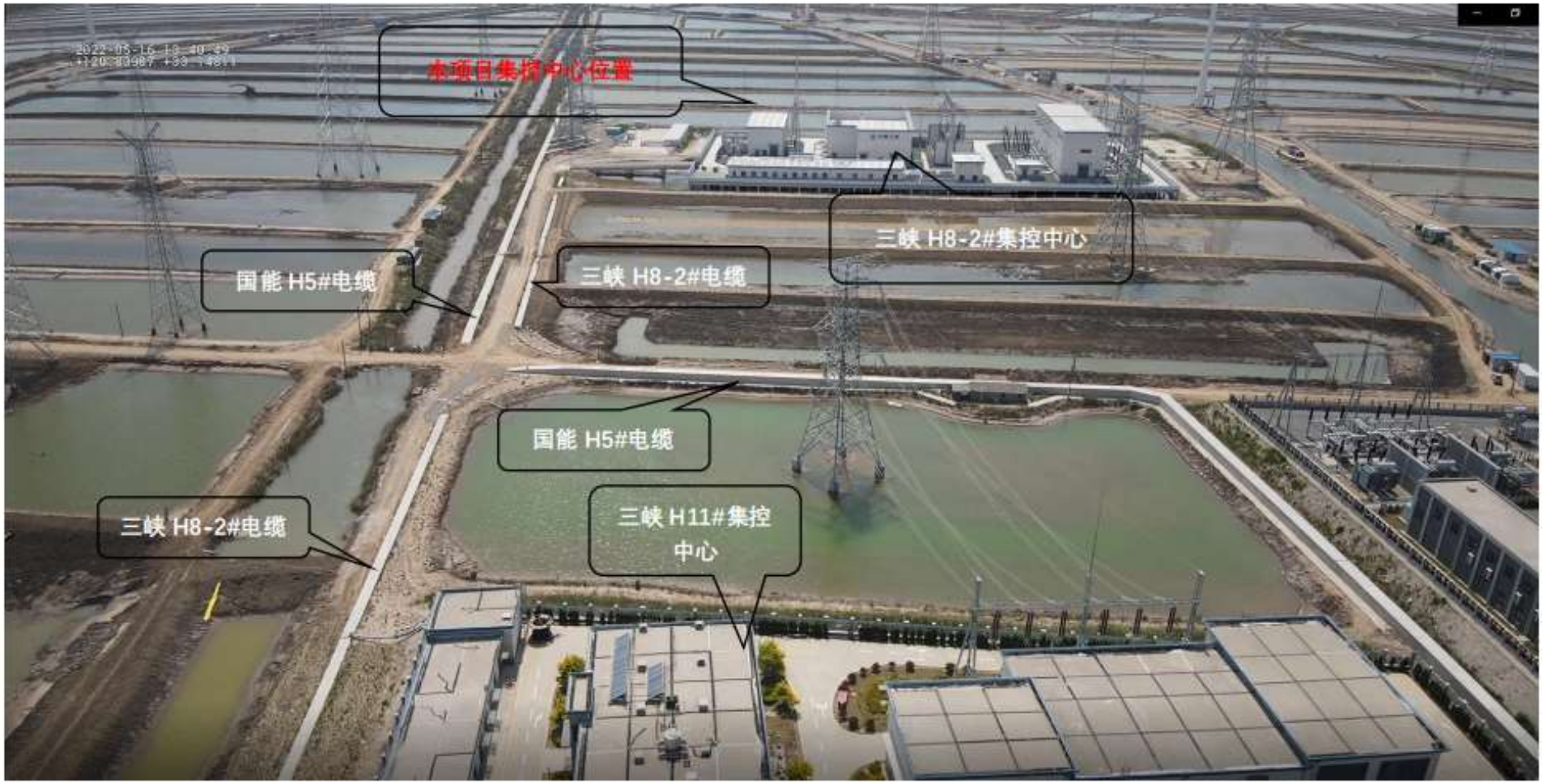

图 5.1-3(b)　围堤内电缆沟和集控中心的周边环境现状（向西拍摄）

5.2 海洋资源和海域开发利用概况

5.2.1 港口资源

大丰港区位优势显著。它位于江苏沿海 954km 海岸线的中心位置，距离韩国釜山港 420 海里、日本长崎港 430 海里、俄罗斯海参崴 1368 海里、上海港 250 海里，北侧紧邻射阳港，是国家首批对台直航的 63 个港口之一，是我国中西部地区重要的出海大通道。

大丰港建港条件优越。它有一条平行于海岸-15m 等深线、宽 3～4km、长 55km 的“西洋深槽”，与外海贯通，20000 吨级船舶可全天候进入港区，50000 吨级船舶可乘潮进港。“西洋深槽”东侧有一小阴沙形成天然屏障，天然水深大，具备建设 10 万吨级码头的水深条件。

5.2.2 航道资源

（1）大丰港进港航道

大丰港进港深水航道一期工程航道全长约 79.9km，按 5 万吨级散货船全潮单向通航、兼顾 10 万吨级散货船乘潮单向通航，航道疏浚段长 46.7 公里，有效宽度为 210m~223m，航道设计底标高为-14.5m~-15.0m，航道边坡 1:10，转弯半径 2500m；疏浚端点以外自然水深段长 33.2km，扫海宽度 500m。

大丰港进港航道二期工程，将满足满载吃水 17.9 米的 15 万吨级散货船乘潮进港。10 万吨级散货船全潮单向通航；15 万吨级散货船减载乘潮（高潮 5 小时 30%保证率对应的潮位）单向通航；15 万吨级集装箱船实载乘潮（高潮 5 小时 30%保证率对应的潮位）单向通航。航道尺度：外段有效宽度 241m，设计底标高-16.6m；内段有效宽度 226m，设计底标高-16.2m。大丰港区二期深水航道按 10 万吨级散货船全潮单向通航，兼顾 15 万吨级散货船乘潮单向通航的目标建设。

（2）附近习惯航路

工程附近的习惯航路主要为水域北侧的射阳—南北航路、大丰港区—南北航路及连云港—南北航路，东侧的青岛—南北航路和西侧的连云港—滨海—射阳—大丰沿岸航路，本工程与大丰港区—南北航路、连云港—滨海—射阳—大丰沿岸航路以及大丰深水航道一期工程距离相对较远，相互之间影响较小。

5.2.3 渔业资源

工程区及附近海域位于吕四渔场的西北部，渔业资源丰富。吕四渔场位于南通市

和盐城市的东部，北纬 32°～34°，东经 122°30′以西水域，其南面是长江口渔场、北面是海州湾渔场及连青石渔场，东面是大沙渔场。渔场总面积约为 31080km^2，是江苏南部沿岸的主要渔场。渔场内有近百处大小沙洲。渔场水深一般在 10～30m 之间。吕四渔场处于赤道暖流的支流—黄海暖流、长江径流和苏北沿岸水团等三个不同水系的交汇处。

水体内营养物质丰富，各种浮游生物种类繁多、数量巨大，是各种鱼虾蟹摄食的好场所，成为中国最著名的渔场之一。吕四渔场还是多种名贵水产品的繁殖和摄饵的优良渔场。历史上是著名的大黄鱼产卵渔场，大黄鱼年产量曾经高达 8 万多吨，目前还是小黄鱼、银鲳、灰鲳、带鱼、鱿鱼、章鱼、梭子蟹、海鳗、海蜇、安康鱼、各种虾类、文蛤、西施舌、毛蚶、海螺等的重要渔场。目前吕四渔场捕捞的主要形式是帆张网、虾拖网、流刺网、定置刺网和其它小型作业。紫菜、文蛤等海水养殖也全部在吕四渔场内进行。

吕四渔场鱼、虾、蟹、贝各类水产资源丰富，渔汛以春夏汛为主。4～6 月，渔场水温上升到 12～20℃，雨量逐渐增多，潮汐增大，沿岸水道及沙漕水流加快，尤其是在大潮汛涨、落时，水流湍急，此时水质肥沃，水温适宜，许多洄游性鱼、虾、蟹类从外海越冬场洄游来渔场产卵繁殖，形成渔汛。

2021 年春季调查海域共出现渔业资源 50 种，其中鱼类 31 种、占总种类的 62% 虾类 10 种、占 20%，蟹类 7 种，头足类 2 种。调查海域渔业资源平均渔获物重量为 15.05kg/h，范围为 4.45kg/h~34.44kg/h；平均渔获物数量为 953ind/h，范围为 346ind/h~2014ind/h。

2020 年秋季调查海域共出现渔业资源 61 种，其中鱼类 38 种、占总种类的 62.3%，虾类 12 种、占 19.7%，蟹类 7 种，头足类 4 种。调查海域渔业资源平均渔获物重量 13.33kg/h，范围为 2.96kg/h~37.88kg/h，渔业资源平均渔获物尾数为 601ind/h，范围为 238ind/h~1238ind/h。

5.2.4 湿地资源

根据《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案》（林之源（南京）林业服务有限公司，2022 年 5 月）的调查成果、以及《盐城市大丰区自然资源和规划局<关于三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案的审查意见>》（2022 年 6 月），区域湿地资源情况如下：

（1）湿地类型、面积、分布

根据全国第二次湿地资源调查结果，大丰区湿地分为近海与海岸湿地、河流湿地和人工湿地 3 个湿地类，8 个湿地型。全区各类湿地总面积 26.48 万 hm^2，其中自然湿地面积 21.86 万 hm^2，占全区湿地面积的 82.55%。全区近海与海岸湿地面积 21.25 万 hm^2，占湿地总面积的 80.25%；河流湿地面积 0.61 万 hm^2，占湿地总面积的 2.30%；人工湿地面积 4.62 万 hm^2，占湿地总面积的 17.45%。

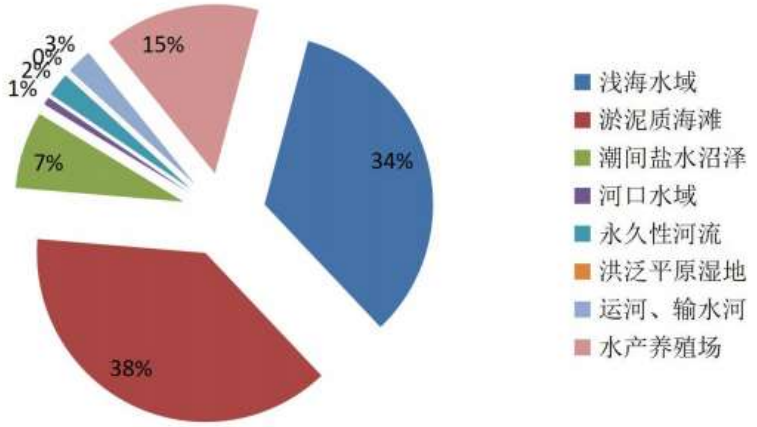

图 5.2-1　大丰区湿地资源类型构成比例图

（2）湿地植物资源

大丰区湿地植被主要有盐生灌丛湿地植被型、莎草型湿地植被型、禾草型湿地植被型、杂类草湿地植被型、漂浮植物型、浮叶植物型、沉水植物型等七个植被型，有碱蓬群落、大穗结缕草群落、芦苇群落、白茅群落等十多个群系。

根据 2017 年《大丰区生物多样性调查报告》和 2016 年《盐城沿海湿地——江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区综合科学考察报告》，大丰区共有浮游植物 8 门 121 属 365 种（含变种、变型）；苔藓植物 17 科 32 属 55 种；维管植物 794 种（含种以下等级），隶属 144 科，471 属。其中，蕨类植物 15 科，15 属，21 种；裸子植物 6 科，15 属，20 种；被子植物 123 科，441 属，753 种。被子植物中木兰纲植物共有 98 科，325 属，543 种；百合纲植物有 25 科，116 属，210 种。种子植物的科、属、种分别占全国的 38.28%（129/337）、14.25%（456/3200）、2.94%（773/26276）。

根据《国家重点保护野生植物名录》（第一批和第二批），大丰区国家II级保护植物有野大豆（*Glycine soja*）、野菱（*Trapa incisa*）、莲（*Nelumbo nucifera*）、珊瑚菜（*Glehnia littoralis*）和白芨（*Bletilla striata*）。

（3）占用湿地概况

1）占用湿地面积、类型及分布

根据《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案》（2022 年 5 月），及 2022 年 6 月盐城市大丰区自然资源和规划局《关于三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案的审查意见》，本工程永久占用 2.0855 公顷、临时占用 384.8600 公顷、总计 386.9455 公顷，全部为一般湿地。

方案拟采用占补平衡方式，在江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区内选择一处鱼塘进行退渔还湿、人工湿地建设面积不小于 2.0855 公顷，补偿项目的占用损失。

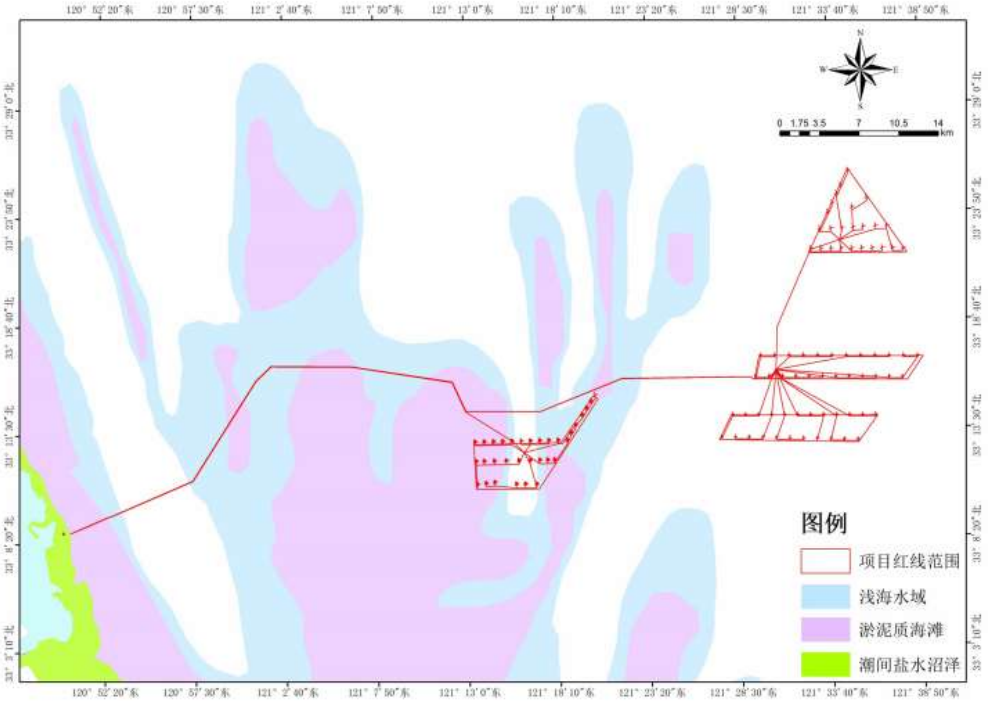

图 5.2-2　工程占用湿地情况分布图

2）湿地生态状况

工程不占用江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、不占用盐城黄海湿地世界自然遗产地。根据现场踏勘调查，项目所在区域植被分布较少，主要生境为泥滩、鱼塘。

图 5.2-3　场站和海缆过堤点湿地现状

5.2.5 海域开发利用

5.2.5.1 交通运输用海

（1）码头和航道

根据《盐城港总体规划修订》，大丰港区功能定位为盐城港的主港区，依托临港产业形成专业化物流和综合物流体系，发展成为具备装卸、中转、储备、商贸等功能的区域综合性枢纽港区。目前大丰港区已建成和在建泊位共 22 个，吞吐能力达 3564 万吨。大丰港区码头位于风电场西侧。

大丰港进港深水航道项目已建设 5 万吨级全潮、10 万吨级乘潮单向通航航道，其中 10 万吨级散货船通航历时 5 小时，乘潮保证率 80%。航道总长 79.9 公里，疏浚段长 46.7 公里，有效宽度为 210m~223m，航道设计底标高为-14.5m~-15.0m，航道边坡 1:10，转弯半径 2500m；疏浚端点以外自然水深段长 33.2km，扫海宽度 500m。大丰港距离本项目风电场 25km 以上，送出海缆距大丰港区规划水域约 1.5km。

（2）锚地

根据《盐城港总体规划修订》，大丰港区 1#普通锚地位于小阴沙中部西侧，采用单锚系泊，供多用途、散杂货船舶待泊、联检、避风使用。锚地水深 15～30m，面积约 30km^2。大丰港区 2#危险品锚地位于小阴沙南侧末端以西，为成品油、化工品等危险品待泊、引水等专用锚地。锚地水深 15～20m，面积约 10km^2。大丰港区规划 3#通用锚地位于小阴沙北侧末端以西，为通用散杂货船舶专用锚地。锚地水深 10~15m，面积约为 24km^2。

5.2.5.2 电力工业用海

本项目周边分布有 10 个海上风电项目，包括大丰 H3#、大丰 H4#、大丰 H5#、大丰 H6#、大丰 H7#、大丰 H11#、大丰 H12#、大丰 H13#和大丰 H14#已建成并网，

并网总容量 2508.1MW。具体见表 5.2-1。

5.2.5.3 养殖用海

（1）东沙开放式养殖用海

项目周边海域养殖用海主要为集中于东沙上的开放式养殖，主要养殖品种为贝类和紫菜，养殖面积约 22052 公顷。其中紫菜养殖确权 42 宗，养殖面积约 9156 公顷；贝类养殖确权 58 宗，养殖面积约 12896 公顷。本项目穿越其中的 16 宗开放性养殖区（包括 8 宗紫菜养殖区、8 宗贝类养殖区），占用开放式养殖用海共计 121.2854hm^2，权益主体均为盐城市大丰区交通控股集团有限公司。

（2）沿岸围塘养殖

本项目送出线过堤点向陆侧为较大规模的围塘养殖，项目涉及的区域没有不动产权证，实际养殖业主为马少平和盛月新。集控中心位于盛月新养殖围塘区域。

表 5.2-1　大丰海域已建并网发电的海上风电项目情况一览表

序号	项目名称	与本项目关系（方位/距离）
1	H3#风电场	北侧/风电场 29.5km，电缆 130m
2	H4#风电场	北侧/风电场 26km，电缆交越 1 处
3	H5#风电场	北侧/风电场 16km，电缆交越 1 处
4	H6#风电场	北侧/风电场 10km
5	H7#风电场	北侧/风电场 230m
6	H8-2#风电场	位于 H8-1#和 H9#风电场之间/风电场 2.6km；电缆海上交越 1 处，电缆交越 4 处，部分电缆位于其引桥变更用海范围内
7	H11#风电场	北侧/风电场 16km
8	H12#风电场	北侧/风电场 8.7km；送出电缆于海上交越 1 处，近岸段 4.48km 海缆位于其用海范围内
9	H13#风电场	南侧/风电场 3.2km；电缆 1.6km
10	H14#风电场	南侧/风电场 10km

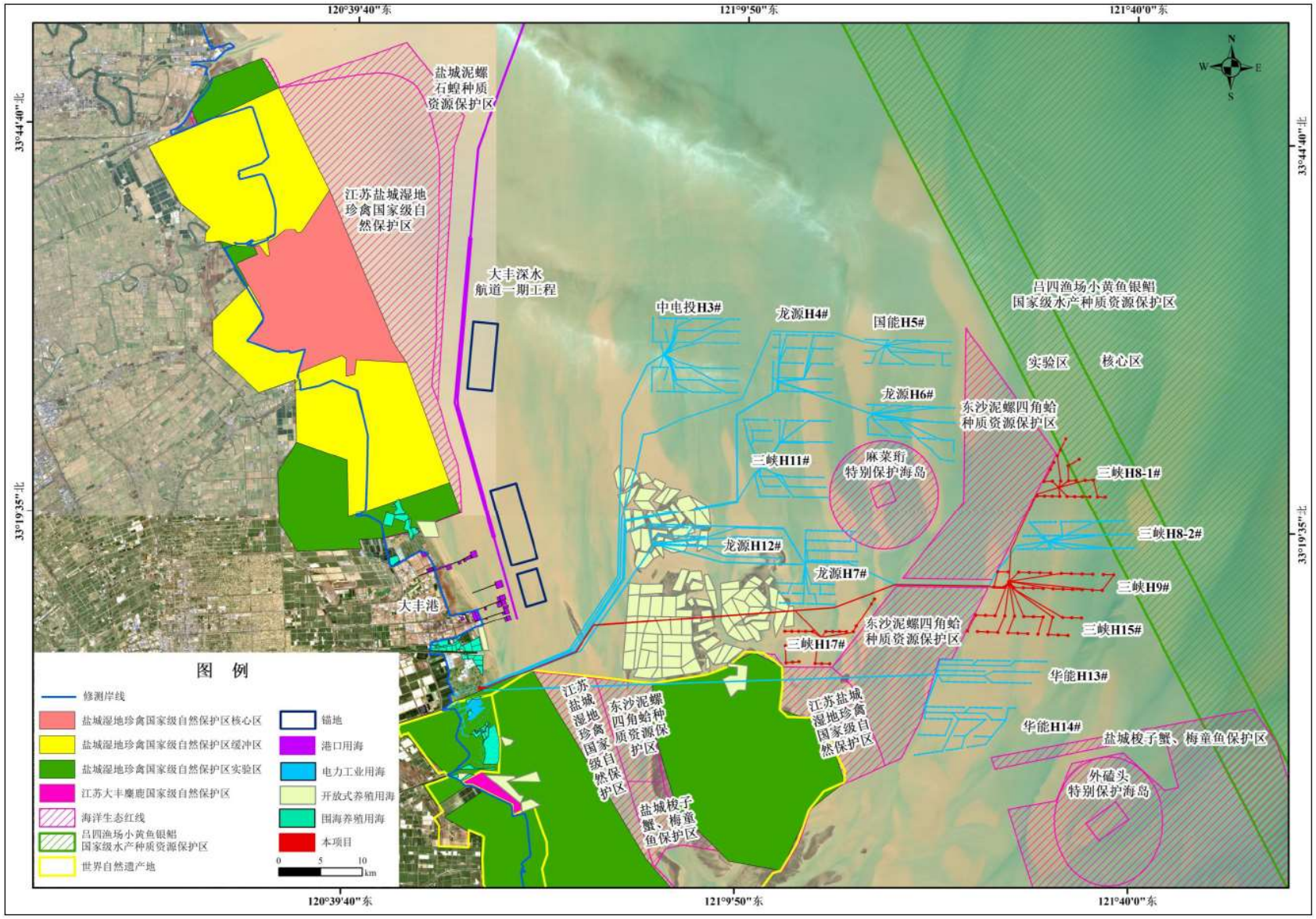

图 5.2-8(a)　工程周边海域开发利用情况

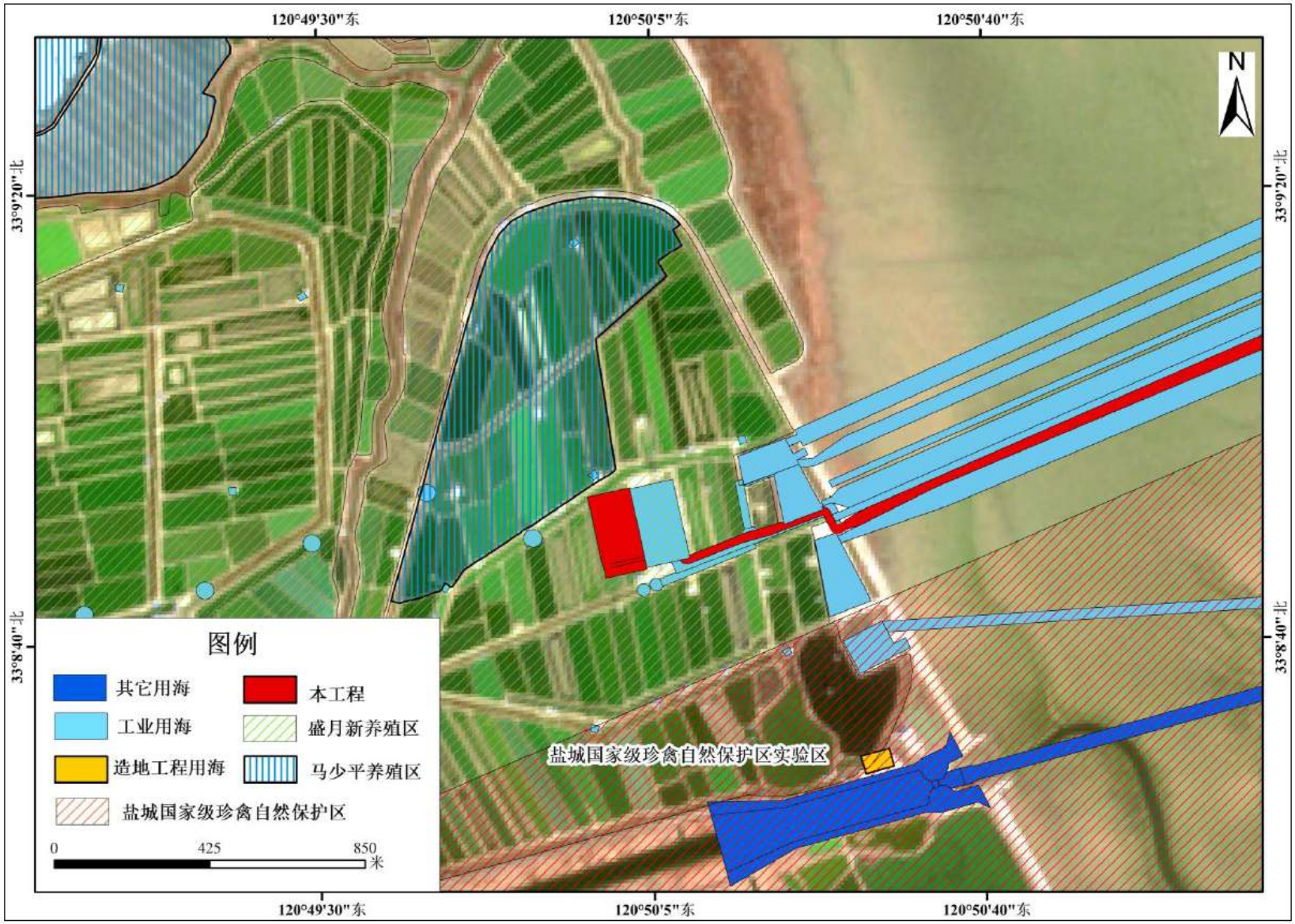

图 5.2-8(b)　围堤附近海域开发利用情况

5.3 环境敏感区、环境敏感目标和主要保护对象的现状及分布

5.3.1 吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区

（1）项目与保护区位置关系

本项目 H8-1#风电场东侧 7 台风机基础和 7.71km 长的 35kV 海缆位于水产种质资源保护区的实验区，占用实验区用海面积约 0.9287hm^2，与核心区距离较远；H9#、H15#、H17#风电场风机与保护区实验区距离依次为 1.2km、7.0km、28.2km。

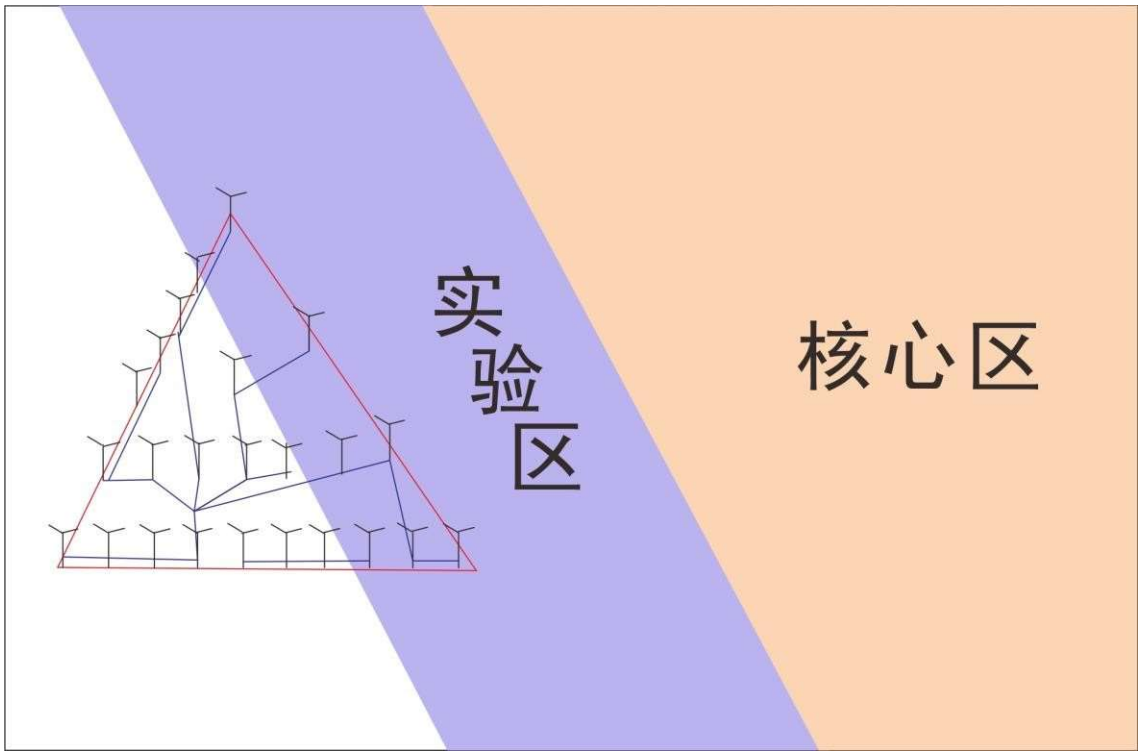

图 5.3-1　本项目与吕泗渔场国家级水产种质保护区位置关系

（2）保护区概况

吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区总面积为 166.08×10^{4}hm^2，其中核心区面积为 87.34×10^{4}hm^2，实验区面积为 78.74×10^{4}hm^2。特别保护期为每年的 5 月 1 日至 7 月 1 日。保护区位于黄海南部吕泗渔场，地理范围为北纬 32°12′~34°00′，东经 122°40′向西至机轮拖网禁渔区线内推 10 分止，是由四个拐点连线围成的区域，拐点坐标分别为（121°12′E，34°00′N；122°40′E，34°00′N；122°20′E，32°12′N；122°40′E，32°12′N）。核心区是由五个拐点连线围成的区域，拐点坐标分别为（121°17′E，34°00′N；121°52′E，34°00′N；122°30′E，33°00′N；122°25′E，32°12′N；122°30′E，32°12′N）。保护区内除核心区外的其他水域为实验区。主要保护对象为小黄鱼、银鲳产卵亲体及其幼体，其他保护对象还有大黄鱼、带鱼、灰鲳、蓝点马鲛、

哈氏仿对虾、葛氏长臂虾等重要经济鱼类。

根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》（农业部令 2011 年第 1 号），保护区设特别保护期。吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的核心区特别保护期是每年 5 月 1 日至 7 月 1 日。特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态资源造成损害的活动。其他时间从事捕捞活动的，应该遵守《渔业法》及有关法律法规的规定。

（3）主要保护对象

吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区主要保护对象为小黄鱼和银鲳。

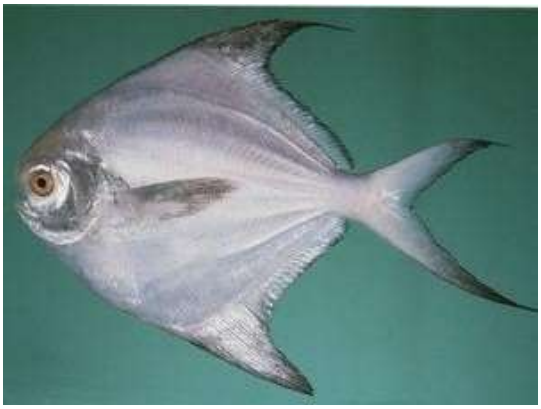

图 5.3-2　主要保护对象小黄鱼（左）和银鲳（右）

1）小黄鱼（*Larimichthy polyactis*）

小黄又名小黄花鱼，脊椎动物，硬骨鱼纲，石首鱼科，又名：小鲜、大眼、花色、小黄瓜、古鱼、黄鳞鱼、小春色、金龙、厚鳞仔，也叫“黄花鱼”、“小黄花”。

①物种特征：体形似大黄鱼，但头较长，眼较小，鳞片较大，尾柄短而宽，椎骨 28~30 块。耳石较大。体长约 20cm。体背灰褐色，腹部金黄色。为近海底层结群性洄游鱼类，栖息于泥质或泥沙底质的海区。产卵场在沿岸海区水深 10~25m，越冬场一般为 40~80m，鱼群有明显的垂直移动现象，黄昏时上升，黎明下降，白昼栖息于底层或近底层。

②分布范围：主要分布在我国渤海、黄海和东海、主要产地在江苏、浙江、福建等省沿海。主要分布在东海，如吕四渔场，舟山渔场、长江口渔场、渔山渔场和温台渔场等，以吕四渔场和舟山群岛产的数量最多，产期在 3~5 月和 9~12 月。

③“三场一通道”分布：依据徐兆礼等对小黄鱼的产卵场，索饵场和洄游通道的研究，3 月东海外海越冬的小黄鱼首先经由 32°00′N，123°30′~124°30′E 的水域进入舟山渔场。在舟山渔场与南部近海越冬后北上的产卵群体汇合，部分在长江口和舟山渔

场产卵，部分在 4 月继续北上进入吕泗渔场。

小黄鱼吕泗渔场产卵场位置大约在从启东嘴到北纬 34 线以南的苏北浅滩上，这里特有潮沟系统所带来流速较高的潮流刺激引起小黄鱼产生产卵行为。4 月和 5 月是产卵盛期。6 月产卵后的幼鱼在外侧索饵，7 月和 8 月随着个体长大，索饵鱼群向禁渔线外侧洄游，逐渐远离规划海域。

2）银鲳（*Pampus argenteus*）

脊椎动物，鱼纲，鲳亚目鲳科鱼类。常见的鲳鱼多为银鲳、江浙一带渔民也叫鲳片鱼、平鱼等。

①物种特征：体形侧偏，头胸相连明显，口、眼都很小，两颌各有一行细牙，食道侧囊内具有乳头状突起，嘴舌不能伸缩；背鳍与臀鳍同形，稍长，无腹鳍，鳍刺很短，尾鳍叉形，下叶长于上叶；体披细小的园鳞，颜色银白，故称银鲳。

②分布范围：银鲳分布于印度西太平洋区，包括波斯湾、伊朗、巴基斯坦、印度、斯里兰卡、孟加拉、泰国、越南、马来西亚、缅甸、日本、中国、韩国、台湾、柬埔寨、菲律宾、印尼等海域。

东海银鲳，春季从台湾海域北部北上到东海北部，每年 5 月上旬（立夏）以后，渔群就北移进入浅水区生殖，喜欢在浅海岩礁、沙滩水深 10~20m 一带河口处产卵，卵浮性，产卵量 8 万~35 万粒。

产卵后分散索饵，秋后南下进行越冬洄游。过冬后，随暖流增强，鲳鱼由南北上，作产卵索饵洄游。鲳鱼的食料以小鱼小虾及浮游生物为主。由于它的游泳能力缓慢，嘴巴又小，所以常以水母、硅藻和绕足类充饥。银鲳是名贵的海产鱼类，是近洋机动渔船捕捞的对象，产量较高。

③“三场一通道”分布

银鲳东海种群每年低温期过后，水温回升之际，各越冬场的鱼群按各自的洄游路线向近海做产卵洄游。济州岛邻近水域的越冬鱼群，从 4 月份开始游向大沙渔场，其中有的继续北上，游向渤海和黄海北部诸产卵场；有的向西北移动，5 月中旬前后，主群分批进入海州湾南部近岸产卵，其中少数折向西南进入吕泗渔场北部海区产卵。东海北部外海的越冬群体，一般自 4 月开始，随暖势力的增强向西-西北方向移动；4 月上中旬，舟山渔产和长江口渔场的鱼群明显增多，此后鱼群迅速向近岸靠拢进入江苏近岸产卵。温台外海的越冬鱼群，洄游于浙闽近海的诸产卵场产卵，其产卵洄游的北界一般不超过长江口。

银鲳的索饵鱼群比较分散，深水区和潜水区均有分布，其中以水深 40m 以内的沿岸流较强区为主要索饵场。7~11 月为主要索饵期，随水温下降，逐渐向越冬场洄游。

（4）管理要求

根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》(农业部令 2011 年第 1 号)，保护区设特别保护期。吕泗保护区的核心区特别保护期是每年 5 月 1 日至 7 月 1 日。特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态资源造成损害的活动。其他时间从事捕捞活动的，应该遵守《渔业法》及有关法律法规的规定。

本项目 H8-1#风电场位部分风机位于保护区实验区内，项目总承包单位委托中国水产科学研究院东海水产研究所编制完成了《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告（报批稿）》，并于 2023 年 12 月取得了农业农村部渔业渔政管理局的审查意见。根据专题论证报告及其审查意见，在采取避开 4 月下旬~7 月 1 日对位于保护区的风机基础和 35kV 海缆进行打桩和敷设、在保护区内开展增殖放流的渔业资源生态补偿措施后，对保护区的影响是可以接受的。

另外，本项目 H15#风电场距保护区较远，不会对保护区内产生影响。但 H15#风电场位于小黄鱼不同产卵场之间的洄游通道上，距银鲳产卵场最近处约 5km。H15#风电场的施工，在采取避让 4 月下旬~7 月 1 日的小黄鱼、银鲳产卵盛期措施，最大程度的降低对保护鱼类的影响，并且项目通过采取增殖放流等生态修复措施，可有效弥补对海洋生物资源造成的损失。

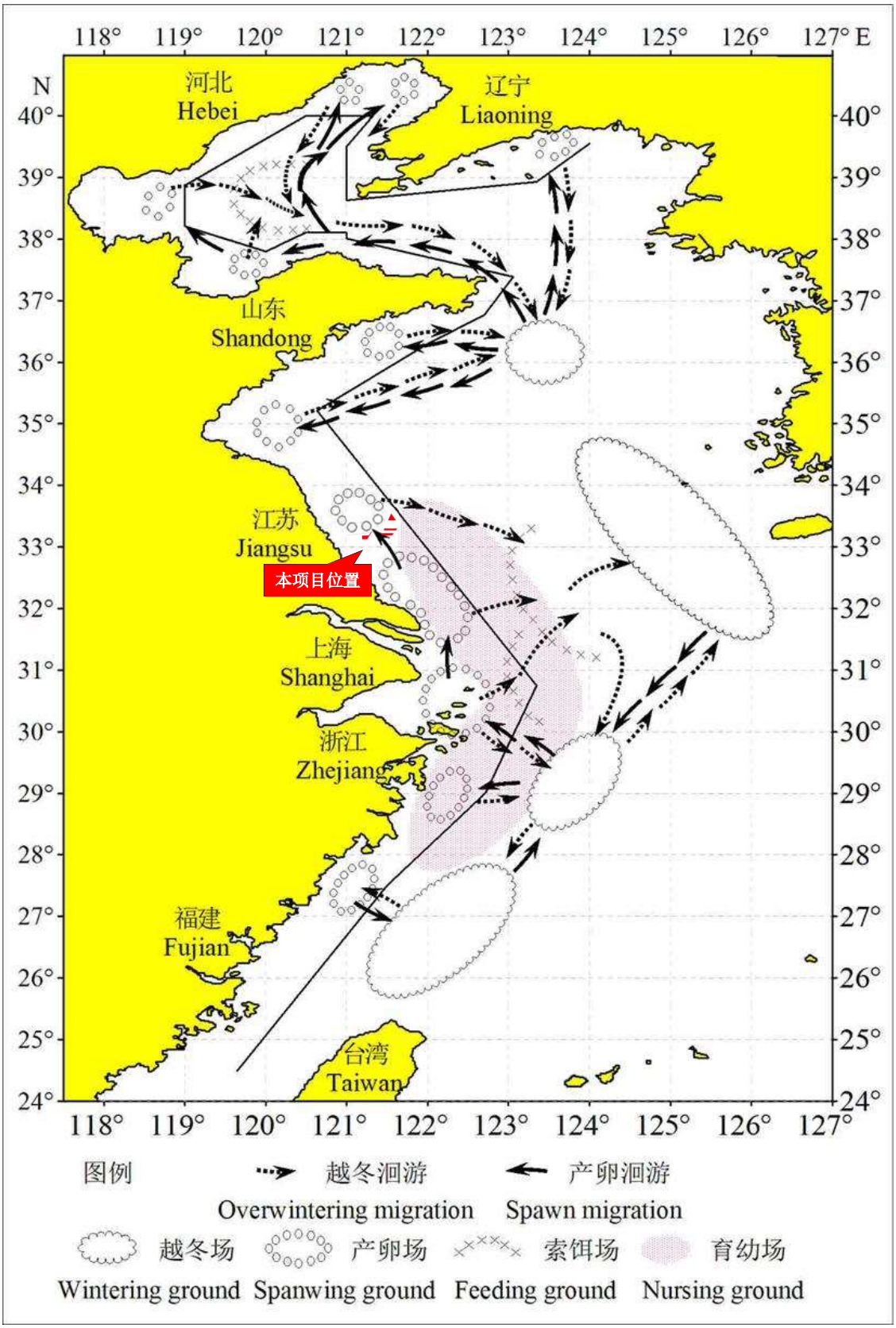

图 5.3-3(a)　小黄鱼三场一通道与工程位置关系（徐兆礼等，2009）

图 5.3-3(b)　银鲳“三场一通道”与工程位置关系（摘自《东海区重要渔业资源三场一通道图集》，2015 年）

5.3.2 江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区

（1）工程与保护区位置关系

本项目用海均不在江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区内，本工程 H17#风电场风机与珍禽自然保护区实验区(东沙)最近距离 400m，送出海缆与保护区实验区 6 的最近距离为 60m。

图 5.3-4(a)　本项目与江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区位置关系（整体）

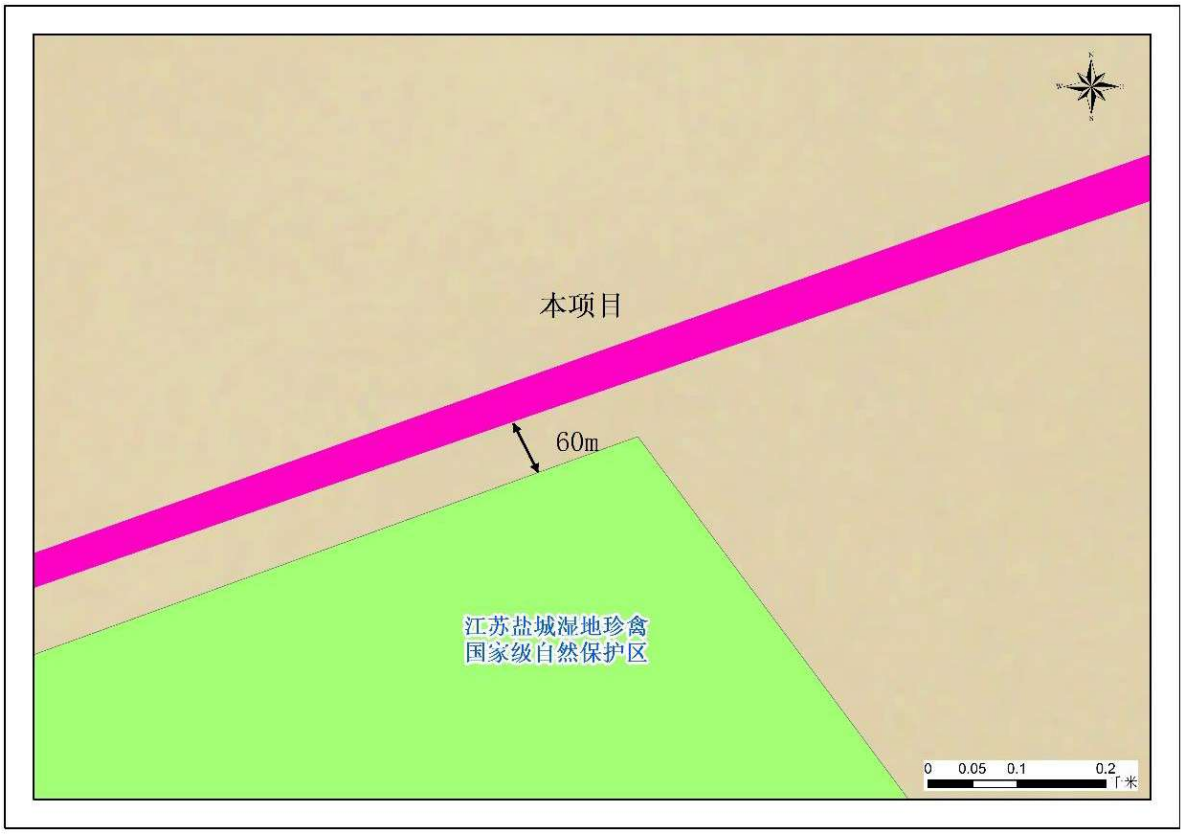

图 5.3-4(b)　本项目与江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区位置关系（局部）

（2）保护区概况

江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区位于江苏省盐城市境内，范围在东经119°53′45″~121°18′12″，北纬 32°48′47″~34°29′28″之间。依据《自然保护区类型与级别划分原则》（GB/T 14529-93），江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区属于野生生物类别中的野生动物类型。

江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区保护对象为湿地珍禽以及海涂湿地生态系统，包括丹顶鹤、白头鹤、白枕鹤、灰鹤、白鹳、黑鹳、黑脸琵鹭和獐等，同时保护候鸟的迁徙通道，以及北亚热带边缘的典型淤泥质平原海岸湿地。江苏盐城国家级珍禽自然保护区内现有动物 1470 种，其中鸟类 382 种，鱼类 281 种，昆虫 310 种，两栖爬行类 45 种，哺乳类 48 种；全区特有物种 43 种；濒危物种 62 种，其中丹项鹤、黑脸琵鹭、白鹤、白鹳、黑鹳等 13 种动物被列为国家Ⅰ级重点保护动物，灰鹤等 66 种动物属于国家Ⅱ级重点保护对象。保护区内有留鸟 30 种，占保护区鸟类总数的 7.61％；夏候鸟 56 种，占鸟类总数的 14.2％；冬候鸟 119 种，占鸟类总数的 30.2％；迁徙经过的旅鸟 204 种，占鸟类总数的 51.8％。在保护区内繁殖的鸟类有 66 种，占鸟类总数的 16.8％。保护区保护对象为湿地珍禽以及海涂湿地生态系统，主要保护对象为以丹顶鹤为重点的珍稀鸟类、其他还包括白头鹤、白枕鹤、灰鹤、白鹳、黑鹳、黑脸琵鹭等，同时保护候鸟的迁徙通道，以及北亚热带边缘的典型淤泥质平原海岸湿地。据估计，东亚大约有 90％以上的候鸟经我国东部沿海迁徙通道南北迁徙，盐城自然保护区是我国东部沿海迁徙通道最重要的地段，每年春秋两季大约有近 300 万只鸻鹬类涉禽经停保护区内，每年约有 50 多万只水禽在保护区越冬。盐城保护区还是我国沿海生物多样性最丰富的重要地区之一，物种数量约占我国海岸带生物物种总数的 1/10。

（3）管理要求

1）根据《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74 号）和《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区纳入国家级生态保护红线，保护目标为滩涂生态湿地系统和珍稀濒危鸟类资源，主导生态功能为生物多样性保护，实行严格的空间管控措施。其管控措施为：

严禁不符合主体功能定位的各类开发活动。其中，核心区内禁止任何单位和个人进入。缓冲区内只准进入从事科学研究观测活动，严禁开展旅游和生产经营活动。实验区内禁止砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开垦、烧荒、开矿、采石、捞沙等活动（法律、行政法规另有规定的从其规定）；严禁开设与自然保护区保护方向不一致的

参观、旅游项目；不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准；已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。未做总体规划或未进行功能分区的，依照有关核心区、缓冲区管理要求进行管理。

2）根据《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号），管理措施主要分为“1 加强人为活动管控、2 规范占用生态保护红线用地用海用岛审批、3 严格生态保护红线监管”三大项，加强人为活动管控措施主要有：

（一）规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。……

（二）加强有限人为活动管理。上述生态保护红线管控范围内有限人为活动，涉及新增建设用地、用海用岛审批的，在报批农用地转用、土地征收、海域使用权、无居民海岛开发利用时，附省级人民政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见；不涉及新增建设用地、用海用岛审批的，按有关规定进行管理，无明确规定的由省级人民政府制定具体监管办法。上述活动涉及自然保护地的，应征求林业和草原主管部门或自然保护地管理机构意见。

（三）有序处理历史遗留问题。生态保护红线经国务院批准后，对需逐步有序退出的矿业权等，由省级人民政府按照尊重历史、实事求是的原则，结合实际制定退出计划，明确时序安排、补偿安置、生态修复等要求，确保生态安全和社会稳定。鼓励有条件的地方通过租赁、置换、赎买等方式，对人工商品林实行统一管护，并将重要生态区位的人工商品林按规定逐步转为公益林。零星分布的已有水电、风电、光伏、海洋能设施，按照相关法律法规规定进行管理，严禁扩大现有规模与范围，项目到期后由建设单位负责做好生态修复。

3）根据《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》（苏自然资函[2023]880号），管理措施主要分为“1 严格涉及生态保护红线项目准入、2 规范涉及生态保护红线项目管控、3 强化涉及生态保护红线项目监管”三大类，其中严格涉及生态保护红线项目准入的措施主要有：

（一）生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，生态保护红线内、自然保护地核心保护区外开展的有限人为活动，必须符合 142 号文规定的十类有限人为活动情形，禁止新增填海造地和新增围海，且不得破坏所涉及生态保护红线的生态功能。

（二）生态保护红线内允许的有限人为活动之外，确需占用生态保护红线的国家重大项目类型、级别严格按 142 号文执行。

（3）生态保护红线内自然保护地、风景名胜区、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区、重要湖泊湿地、生态公益林等区域，依照法律法规执行。生态保护红线内人为活动涉及上述区域的，应当按规定征求相关主管部门意见。

本项目不占用、不穿越该保护区，不涉及在保护区内的人为活动、不属于历史遗留问题，项目符合《江苏省生态空间管控区域规划》《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》《关于进一步加强生态保护红线监督管理的通知》等文件对江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区的管控要求。

5.3.3 中国黄（渤）海候鸟栖息地

（1）项目与保护区位置关系

本项目不占用中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期），H17#风电场风机距离遗产地（YS-1）最近处 640m，其他风电场距该保护区距离较远；电缆距离遗产地（YS-1）最近距离为 18m。

（2）保护区概况

2019 年 7 月 5 日，在阿塞拜疆巴库举行的第 43 届联合国教科文组织世界遗产委员会会议（世界遗产大会）上，中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）获批入选《世界遗产名录》。中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）位于江苏省盐城市，该区域为 23 种具有国际重要性的鸟类提供栖息地，支撑了 17 种世界自然保护联盟濒危物种红色名录物种的生存，包括 1 种极危物种、5 种濒危物种和 5 种易危物种，是濒危物种多、受威胁程度高的东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线上的关键枢纽，也是全球数以百万迁徙候鸟的停歇地、换羽地和越冬地。中国黄(渤)海候鸟栖息地系列世界遗产申报项目含 16 个申报点，第一期包含五个保护区：江苏大丰国家级自然保护区、江苏盐城国家级自然保护区、江苏盐城条子泥市级自然保护区、江苏东台高泥湿地保护地块及

江苏东台条子泥湿地保护地块。中国黄（渤）海候鸟栖息地世界遗产地分为盐城南部候鸟栖息地（YS-1）和盐城中部候鸟栖息地（YS-2），南部候鸟栖息地(YS-1)分布于盐城湿地珍禽国家级自然保护区的南部实验区和东沙实验区等，面积为 144839 公顷；北部候鸟栖息地(YS-2)分布于盐城湿地珍禽国家级自然保护区中块区域（盐城保护区核心区及潮间带部分），面积为 43804 公顷。南部缓冲区面积 28271 公顷，北部缓冲区面积 51785 公顷。

（3）管理要求

主要保护麋鹿等大型哺乳动物及栖息地和丹顶鹤、大杓鹬、勺嘴鹬等鸟类及迁徙通道和栖息地。严格按照《盐城市黄海湿地保护条例》《中华人民共和国自然保护区条例》等规定和实际情况对遗产地进行保护。列入黄海湿地名录的重要湿地保护范围内禁止从事的活动有：①开（围）垦、填埋湿地；②取水、取土、取沙、采矿、挖塘、烧荒；③擅自引进外来物种或者放生动物；④破坏野生动物栖息地、迁徙通道以及鱼类洄游通道；⑤猎捕野生动物，捡拾鸟卵或者捣毁野生鸟巢，采用灭绝性方式捕捞鱼类以及其他水生生物；⑥采集野生植物、放牧、砍伐；⑦截断湿地水源；⑧倾倒、堆放固体废弃物，排放未经处理达标的污水以及其他有毒有害物质；⑨其他破坏黄海湿地的活动。

本项目与中国黄（渤）海候鸟栖息地的位置关系见图 5.3-5。

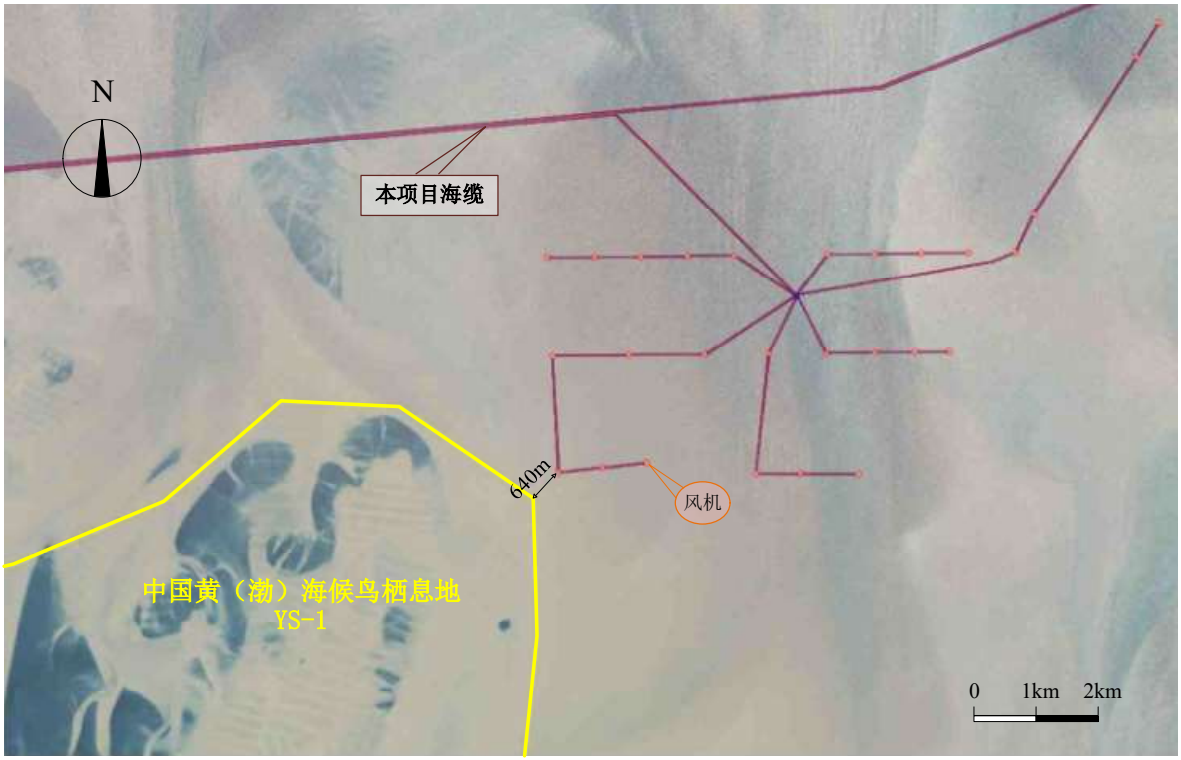

图 5.3-5(a)　本项目与中国黄（渤）海候鸟栖息地位置关系图（局部 1）

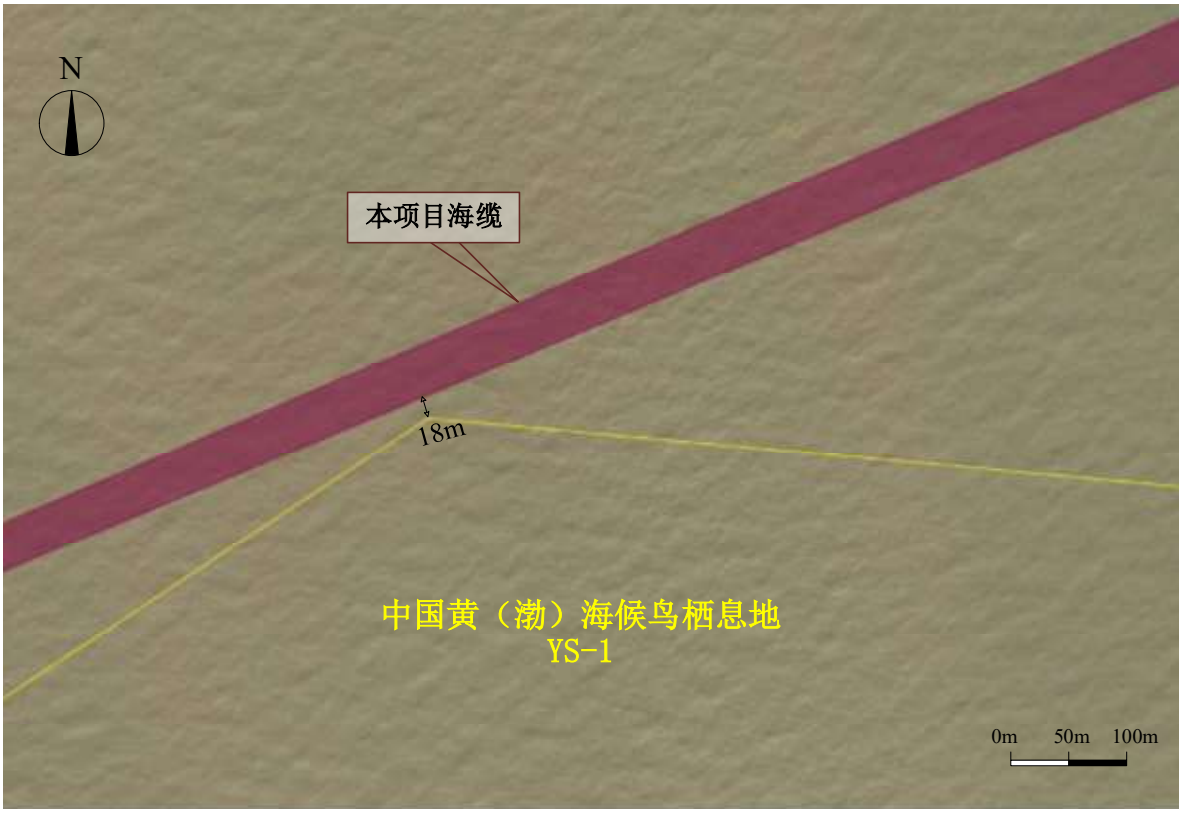

图 5.3-5(b)　本项目与中国黄（渤）海候鸟栖息地位置关系图（局部 2）

5.3.4 东沙泥螺四角蛤种质资源保护区

（1）工程与保护区位置关系

根据江苏省“三区三线”划定成果，东沙泥螺四角蛤种质资源保护区范围较《江苏省国家级生态保护红线规划（2016-2020 年）》期发生了调整，保护区中间调出了 970m 的宽度作为海上风电的海缆通道区域。本项目风电场区、电缆均不占用调整后的东沙泥螺四角蛤种质资源保护区。H8-1#、H9#、H15#、H17#风电场的风机与保护区最近距离分别为 0.10km、0.10km、0.11km、0.47km，220kV 送出海缆与保护区的距离分别为 70m（H8-1#海上升压站送出）、160m（H9#海上升压站送出海缆）。

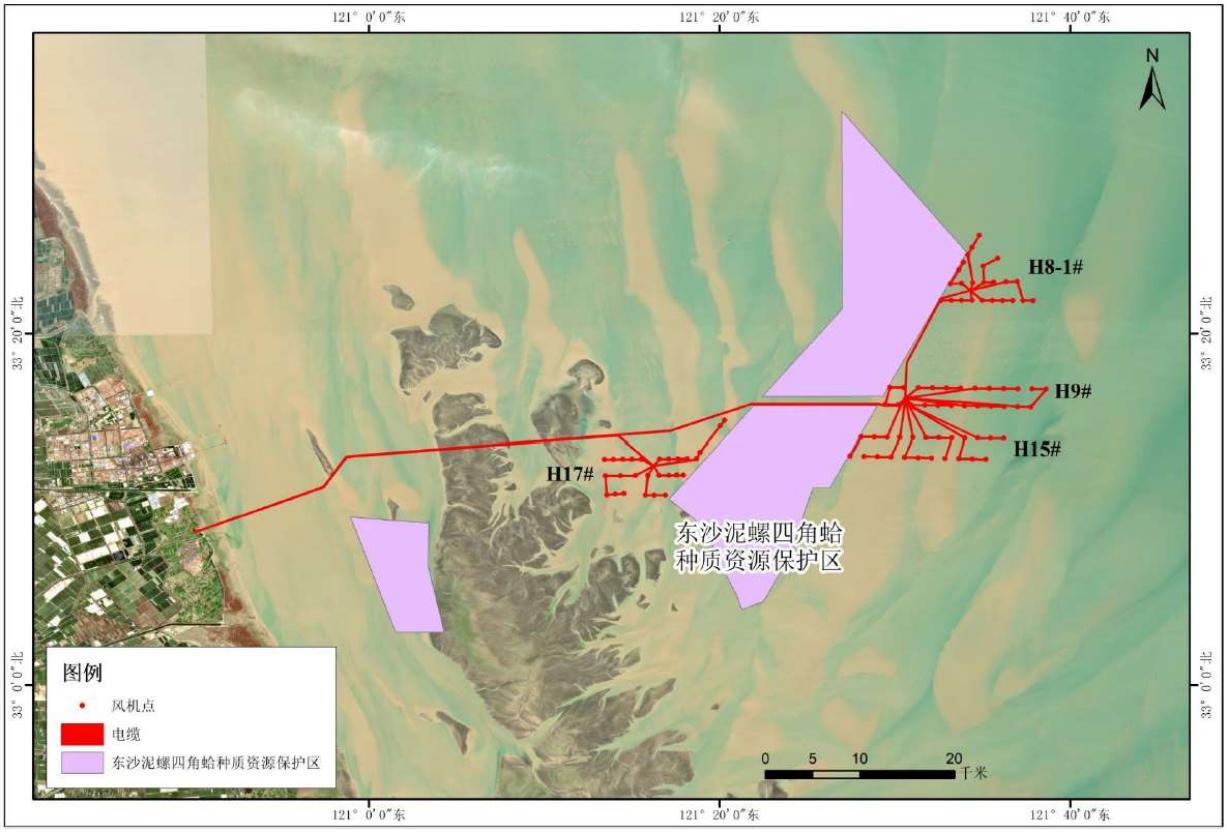

图 5.3-6(a)　本项目与东沙泥螺四角蛤种质资源保护区位置关系（整体）

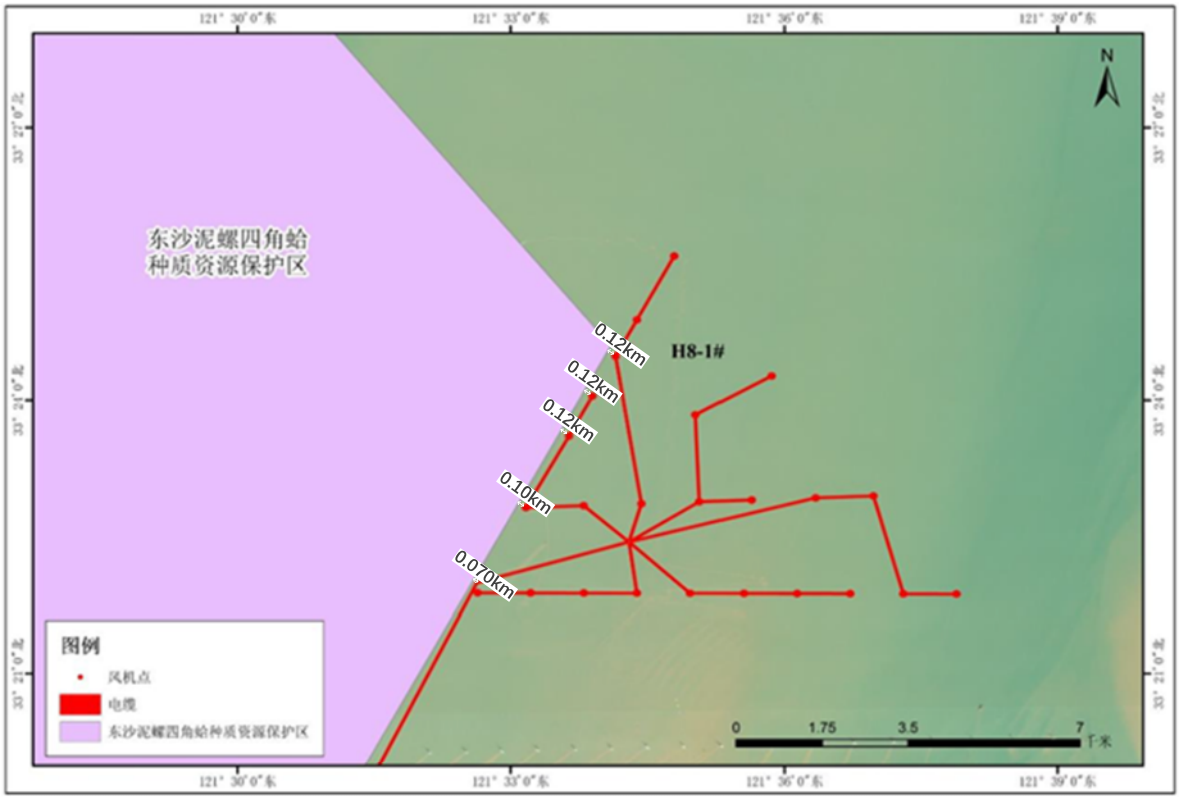

图 5.3-6(b)　本项目与东沙泥螺四角蛤种质资源保护区位置关系（H8-1#）

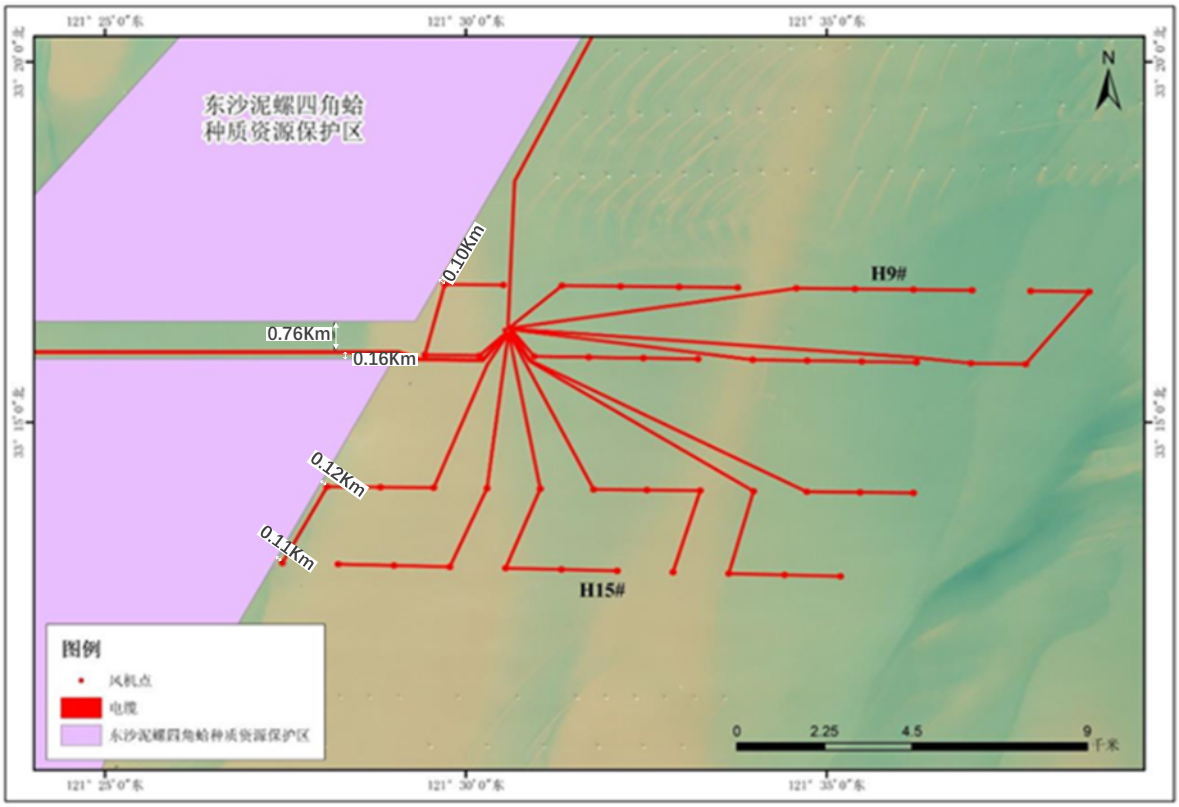

图 5.3-6(c)　本项目与东沙泥螺四角蛤种质资源保护区位置关系（H9#、H15#）

（2）保护区概况

根据江苏省海域自然地理特征和生态环境现状，将区域内重要海洋生态功能区、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。

其中，重要渔业海域主要将重要渔业资源的产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道范围划定为红线区。实际划定过程中，除了将国家及省两级海洋水产种质资源保护区划定为红线区，界线以审批的拐点坐标为准，还选择了一些重要渔业资源的养殖区、捕捞区等重要农渔业区划定为红线区。东沙泥螺四角蛤种质资源保护区被划定为重要渔业海域红线区，属于“限制类”红线区，划定海域面积 482.62km^2，生态保护对象为“泥螺四角蛤等水产种质资源”。

（3）保护对象

东沙泥螺四角蛤种质资源保护区主要保护对象为泥螺和四角蛤。

图 5.3-7　主要保护对象泥螺（左）和四角蛤（右）

1）泥螺（*Bullacta exarata*）

泥螺隶属软体动物门、腹足纲、后鳃亚纲，为西北太平洋沿岸海产习见贝类，广泛分布于我国沿海潮间带——潮下带的浅水区。江苏沿海特殊的泥砂质潮间带底质类型、水温、盐度等，都非常适合于泥螺的繁殖与生长。同时，由于苏北潮间带滩涂面积广阔、地势平坦，江苏的泥螺资源量与青蛤、文蛤、四角蛤蜊并列于海产贝类的首位，是江苏沿海重要的经济贝类。

泥螺是典型的潮间带生物，能够在潮间带这种温度、盐度、湿度、潮汐等剧烈变化的环境条件下生存，在长期的进化过程中，也就选择了适应潮间带生活的方式。

① 形态特征

泥螺体呈长方形，拖鞋状，贝壳卵圆形、全长开口。身体柔软肥大，不能完全缩入壳内，腹足约占身体全长的 3/4。泥螺身体前端膨大的部分称为头盘，身体后端叶片状的部分为内脏团。

② 生活习性

泥螺广泛分布于朝鲜、日本和我国厦门以北沿海，一般栖息于中、低潮带泥质或泥沙质的滩涂中；冬季分布潮区比春、夏季分布潮区要低。退潮后，泥螺在滩涂表面匍匐爬行、摄食。泥螺的生存温度为 1.5～33℃，最适生长温度为 20～30℃；生存盐度为 3.87～41.50，最适盐度为 20.00～28.80。生存的 pH 范围为 4.97～9.57，最适 pH 为 7.13～8.10。

③ 食性

泥螺为杂食性腹足类，摄食时翻出齿舌在涂泥表面舔食，饵料的主要种类为底栖硅藻，如舟形藻属、菱形藻属、布纹藻属、斜纹藻属、圆筛藻属、脆杆藻属等，此外还有大量的有机碎屑及小型甲壳类、无脊椎动物的卵等；浮游幼虫阶段为滤食性，主要依靠纤毛摆动滤食水体中的浮游单细胞藻类；对食物没有严格的选择性。

④ 繁殖习性

泥螺为雌雄同体、异体受精的种类，沿海繁殖季节为 3~11 月，每年 5~6 月、9~10 月为繁殖盛期，通常在傍晚或上半夜产卵排精。在繁殖季节，性成熟个体相遇进行交配，交配后 4d 右开始产卵。产出的胶质卵群俗称泥螺蛋，由卵柄固着在滩涂上。泥螺可多次产卵，繁殖盛期产出的卵群普遍较大，含卵量亦多（每个卵群可含卵 10 余万粒），繁殖早期或末期产出的卵群体积较小。受精卵在卵群内经卵裂、原肠胚期、担轮幼虫期至面盘幼虫期出膜营浮游生活，约 4～10 天后变态附着，过渡到匍匐幼虫阶段；再经 30 天，幼虫屑消失，完成变态成幼螺，此时壳高约 0.7mm；幼螺经半年生长，即可长成成体。

⑤ 分布情况

水平分布：泥螺广泛分布于朝鲜、日本和我国厦门以北沿海，匍匐栖息于内湾潮间带砂泥滩上。

垂直分布：泥螺一般分布于中低潮区，以中潮区中、下部至低潮区上部为最多。潮下带数米深处也曾发现泥螺，但很少见。随季节变化及环境条件改变，泥螺有上、下迁移现象，冬季分布潮区较低，多在低潮线附近及以下，春、夏季则分布潮区较高，可上移至高潮区下层。

2）四角蛤（*Mactra veneriformis*）

四角蛤隶属于瓣鳃纲，异齿亚纲，帘蛤目，蛤蜊科贝类。四角蛤资源丰富，营养价值较高，其软体部不仅蛋白质含量高，而且氨基酸种类多，含量高，是重要的养殖贝类之一。

江苏弶港近海海域位于南黄海，这里的海面既是长江与大海的交汇处，又是南北两股洋流的相交点，丰富的微生物，为四角蛤蜊提供了赖以生存的丰富食粮。弶港的四角蛤蜊主要有黄口蛤和黑口蛤两种。黄口蛤生产地在当地的西沙沙洲和蒋家沙沙洲西部一带，这一带的涂泥较多，水体中的有机物质也较丰富，特别适宜于四角蛤蜊生长，黄口蛤是人们争相购买的上乘品种。黑口蛤主产地在东沙沙洲一带，这一带风沙多，潮波急，不利于淤涂，因而土质大多是青沙土质，在这种环境中生长起来的四角蛤蜊外壳色泽普遍为黑色。

① 形态特征

四角蛤贝壳薄，略呈四角形，两壳极膨胀。具壳皮，顶部白色，近腹缘为黄褐色，腹面边缘常有 1 很窄的黑色边。生长线明显，形成凹凸不平的同心环纹。左壳有 1 分

叉的主齿，右壳具 2 枚主齿，两壳前后侧齿发达。外韧带小，韧带大，陷于主齿后的韧带槽中。外套痕清楚，外套窦不深。生活于潮间带中下区及浅海的泥砂滩中。

② 生活习性

四角蛤栖息在水流畅通，饲料较丰富的近河口浅海处，主要分布在泥沙滩潮间带中、下潮间，埋栖在 5~10cm 的泥沙底，栖息的滩质主要以直径 0.09~0.015mm 的细沙为主，在潮间带生活的四角蛤露空 2~3h 可正常生活。

四角蛤是广盐性的底栖生物，大港区独流碱河河口因受大陆排水影响，海水盐度变化较大，周年变化幅度为 10~36，根据试验，了解到四角蛤对盐度适应范围在 16~34.5，最适盐度是 21.5。

四角蛤对水温的适应范围是 6~35℃，以 18~30℃之间最为活跃，对高温有较强的忍耐性，它能忍受 37℃的高温。

③ 食性

四角蛤属滤食性动物，通过对胃含物的镜检，发现其食物组成主要是硅藻类，以舟形藻、园筛藻、菱形藻数量最多，从胃含物分析看，四角蛤摄食没有选择性，只是流入套腔内的小型营养物质都能成为食料。

④ 繁殖习性

四角蛤雌雄异体，1 龄成熟，雌雄性腺均为乳白色。1 龄贝怀卵量为 80~120 万粒，2 龄贝为 120~200 万粒，3~4 龄贝为 200~300 万粒。1 年有 2 次繁殖期，春季为 4~6 月份，秋季为 8~9 月份。精卵在海水中受精、发育，经过 20 天左右的浮游生活，初转入底栖的幼贝以足丝附着在砂粒上生活。四角蛤生长较快，当春季发生的苗，到 9 月中旬体长可达 1.5cm，1 周龄个体可达 2.1cm，2 周龄个体人工育苗可达 3cm 以上。

（4）管理要求

在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。禁止开发性、生产性建设活动。按照生态保护红线管理政策，严格保护海洋生态环境。

禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海工程。禁止在区域内新建排污口，在水产种质资源保护区附近新建、改建、扩建排污口，应当保证保护区水体不受污染。从事养殖生产不得使用含有毒有害物质的饵料、饲料。从事养殖生产应当保护水域生态环境，科学确定养殖密度，合理投饵、施肥、使用药物，不得造成水域的环境污染。

5.3.5 麻菜珩（特别保护海岛）

（1）项目与保护区位置关系

本项目风电场距麻菜珩特别保护海岛距离较远，H8-1#、H9#、H15#、H17#风电场与保护区最近距离分别为 11.61km、9.80km、11.10km、5.73km；220kV 送出海缆距保护区最近距离 4.37km。

（2）保护区概况

麻菜珩特别保护海岛为江苏外海的沙洲岛，划定海域面积 125.96km^2，生态保护目标为海岛生态系统及自然地形、地貌、景观。

（3）管理要求

在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。严格限制改变海域自然属性。禁止开发性、生产性建设活动。按照生态保护红线管理政策，严格保护海洋生态环境。

5.3.6 麻菜珩领海基点保护区

（1）项目与保护区位置关系

领海基点保护区位于麻菜珩特别保护海岛保护区中央，四座风电场距领海基点保护区距离 10km~17km，送出海缆距保护区最近距离 9.53km。

本项目与麻菜珩、麻菜珩领海基点保护区的位置关系见图 5.3-8。

（2）保护区概况

2014 年 9 月江苏省人民政府批复了江苏省海洋与渔业局编制的《麻菜珩领海基点保护范围选划报告》，划定了麻菜珩领海基点保护海岛。领海基点保护范围 5.74km^2。

（3）管理要求

在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。严格限制改变海域自然属性。禁止开发性、生产性建设活动。按照生态保护红线管理政策，严格保护海洋生态环境。

5.3.7 盐城梭子蟹、梅童鱼保护区

（1）工程与保护区位置关系

本项目 H15#风电场距盐城梭子蟹、梅童鱼保护区最近距离 12.76km，其余风电场距保护区均>15km、在评价范围外；送出海缆距保护区最近距离约 20km，超出海缆的 5km 评价范围。

本项目与盐城梭子蟹、梅童鱼保护区的位置关系见图 5.3-9。

（2）保护区概况

该保护区根据江苏省三区三线划定成果确定，主要分为两大区域，西侧区域为潮间带海域，毗邻江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，面积约 1415.04 公顷；东侧区域为深水海域，毗邻外磕脚保护区、部分区域与吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区重叠，面积约 70366.50 公顷。

（3）管理要求

在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。严格限制改变海域自然属性。禁止开发性、生产性建设活动。按照生态保护红线管理政策，严格保护海洋生态环境。

禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海工程。禁止在区域内新建排污口，在水产种质资源保护区附近新建、改建、扩建排污口，应当保证保护区水体不受污染。从事养殖生产不得使用含有毒有害物质的饵料、饲料。从事养殖生产应当保护水域生态环境，科学确定养殖密度，合理投饵、施肥、使用药物，不得造成水域的环境污染。

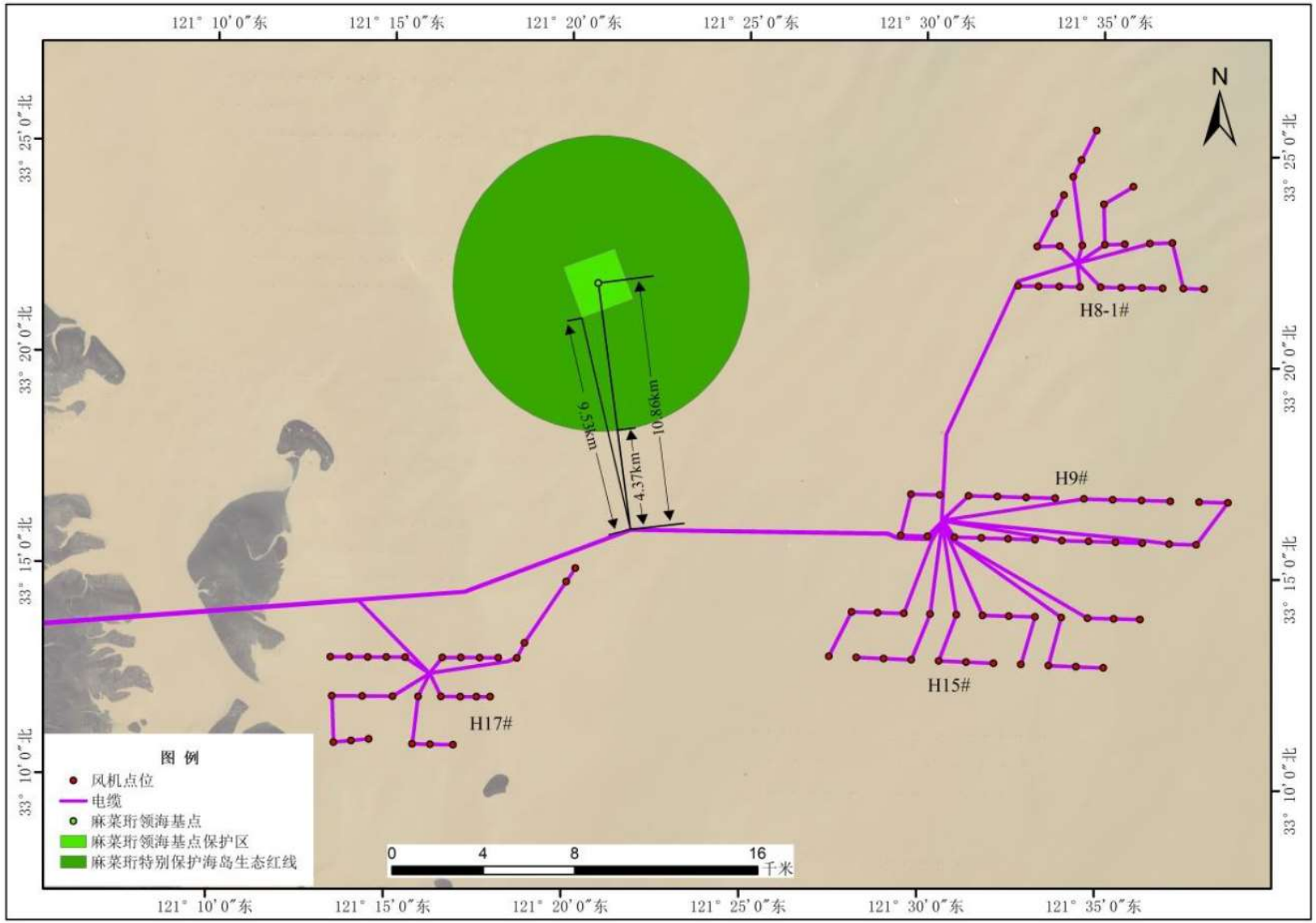

图 5.3-8　本项目与麻菜珩、麻菜珩领海基点保护区的位置关系

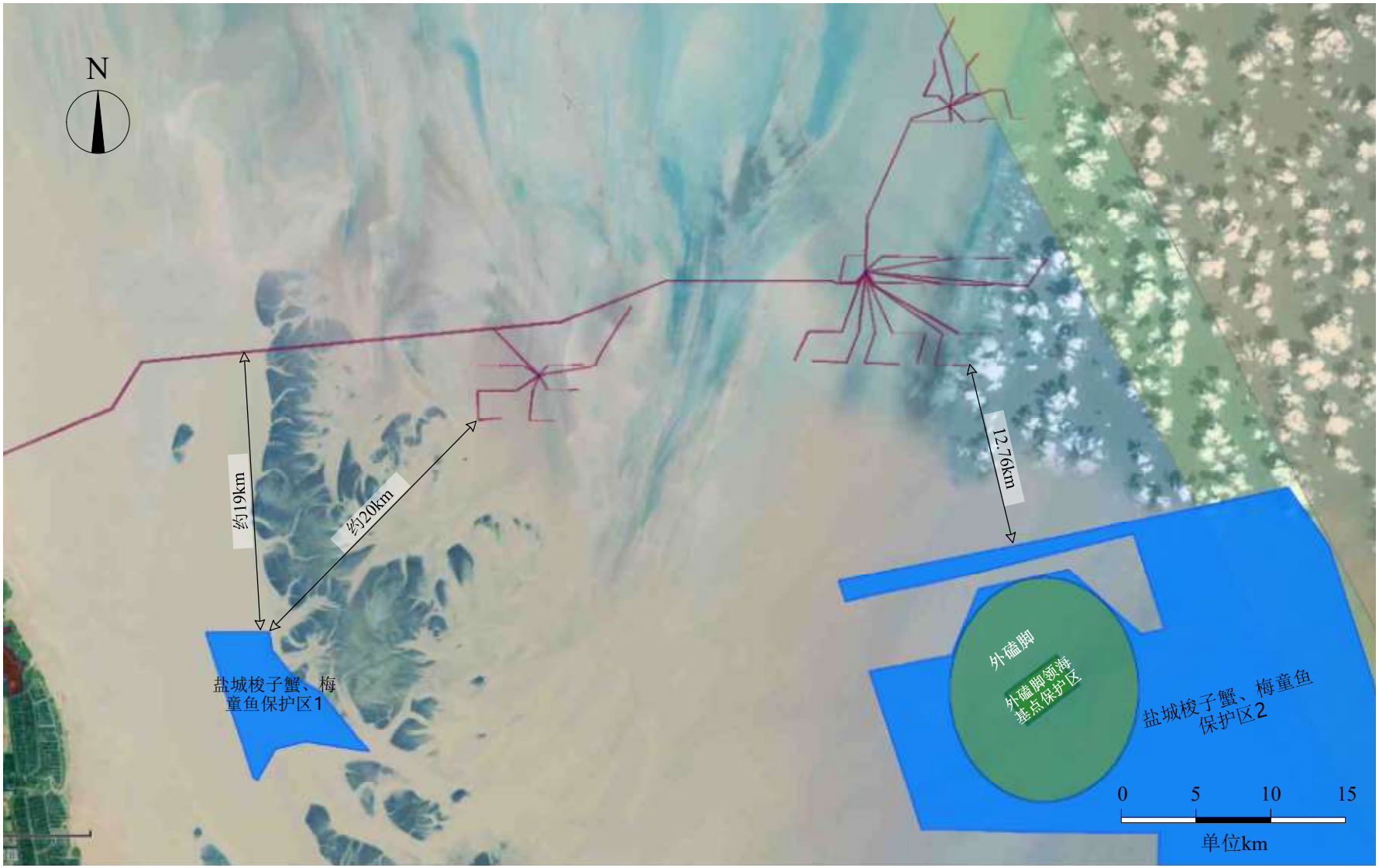

图 5.3-9　本项目与盐城梭子蟹、梅童鱼保护区的位置关系

6 环境现状调查与评价

6.1 水文动力环境现状调查与评价

6.1.1 调查概况

浙江华东测绘地理信息有限公司分别于 2021 年 3 月~2021 年 4 月（春季）和 2021 年 9 月~2021 年 10 月（秋季）在工程海域进行了大、中、小潮同步综合水文测验，共布设了 12 条水文垂线，同时设立两个专用潮位站、一个临时潮位站在进行为期 1 个月的潮位观测。具体站位布置见图 6.1-1，各测站坐标见表 6.1-1。

调查内容：潮位、流速、流向、含沙量。

调查时间：潮位观测时间 H8-1 场区内的 L3 临时潮位站观测时间为 2021 年 3 月至 2021 年 4 月、2021 年 9 月至 2021 年 10 月；H15 场区内的 T3 专用潮位站、H17 场区内的 T2 专用潮位站观测时间为 2021 年 5 月至 2022 年 8 月。

6.1.2 潮汐和潮流

（1）潮流类型

春秋两季水文测验期间各测站各层（WK1+WO1）/WM2 比值均≤0.50，各站表征浅水效应强弱的垂向平均 WM4/WM2 在 0.06～0.41 之间，春季平均为 0.17，秋季平均为 0.16。因此风电场区及其附近水域潮流类型为正规半日潮流，浅水效应较为显著。

（2）流速流向

春季水文测验期间，全水域涨、落潮流垂向平均流速分别为 0.42m/s、0.43m/s。秋季水文测验期间，全水域涨、落潮流垂向平均流速分别为 0.46m/s、0.49m/s。总体而言，全水域平均涨、落潮流差异不大，平均涨潮流流速略小于平均落潮流流速。

各测站涨落潮流主要呈北-南向，涨潮流主要为偏南向，落潮流主要为偏北向；运动形式以往复流为主，海流流向主要沿着水槽和水道的方向。各测站垂向平均的流矢。

（4）余流

春季大潮期间，各测站垂向平均余流流速在 0.04m/s~0.54m/s 之间；秋季大潮期间，各测站垂向平均余流流速在 0.03m/s~0.55m/s 之间。总体来看，各测站的余流流速较小，且余流流向没有明显的规律性。

6.1.3 波浪

（1）W1 专用波浪站

W1 专用波浪站位于大丰港以东北约 39km 处，水深 11~12m 左右。该站全年有效波高（Hs）平均值为 0.7m，最大值为 3.6m；最大波高（Hmax）最大值为 4.7m。

观测期间常浪向为 ESE 向，频率为 15.5%，次常浪向为 NE 向，频率为 14.4%；强浪向为 NNE 向，Hmax 最大值为 4.71m，次强浪向为 NE 向，Hmax 最大值为 4.70m。

（2）陈家坞槽波浪站

陈家坞槽波浪站位于 H17#风电场东南方向 9km 处，海图水深 12m 左右。引用场区附近陈家坞槽波浪站为期一年的实测波浪资料进行统计分析。

陈家坞槽波浪站全年波高（Hs）平均为 0.52m，最大波高（Hmax）最大为 3.70m，周期（Ta）平均为 2.85s，最大为 5.69s。

6.1.4 泥沙

（1）含沙量

时间分布特征：春季水文测验期间，全水域平均含沙量为 0.343kg/m^3，大、中、小潮期间平均含沙量分别为 0.498kg/m^3、0.318kg/m^3、0.213kg/m^3。大、中潮期间全水域涨潮平均含沙量略低于落潮平均含沙量，小潮期间全水域涨潮平均含沙量略高于落潮平均含沙量。秋季水文测验期间，全水域平均含沙量为 0.140kg/m^3，大、中、小潮期间平均含沙量分别为 0.226kg/m^3、0.150kg/m^3、0.044kg/m^3。大潮期间全水域涨潮平均含沙量略低于落潮平均含沙量，中小潮期间全水域涨潮平均含沙量略高于落潮平均含沙量。

平面分布特征：春季水文测验期间，离岸较远的 A18~A23 测站含沙量相对较低；各测站平均含沙量在 0.170kg/m^3~0.737kg/m^3，A13 测站含沙量最高，A19 测站含沙量最低。秋季水文测验期间，离岸较远的测站含沙量相对较低；各测站平均含沙量在 0.068kg/m^3~0.359kg/m^3，A13 测站含沙量最高，A19 测站含沙量最低。

垂向分布特征：春季，全水域表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层平均含沙量之比约为 1.0：1.3：1.6：1.8：2.1：2.4。秋季，全水域表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层平均含沙量之比约为 1.0：1.2：1.5：1.9：2.3：3.1。

（2）悬沙粒径

风电场区及其附近水域各站悬沙从组成成分类别来看，粉砂是悬沙主体，其次为

粘土质粉砂。

春季悬沙中值粒径变化范围在 4.83～24.71μm 之间，平均值为 11.18μm；秋季悬沙中值粒径变化范围在 5.76～39.70μm 之间，平均值为 11.64μm。春季平均粒径在 5.61～7.21φ之间，平均值为 6.58φ。秋季，平均粒径在 5.16～7.30φ之间，平均值为 6.47φ。

春季悬沙分选系数变化范围为 1.21～2.93φ，平均值为 1.57φ。秋季悬沙分选系数变化范围为 1.05～2.47φ，平均值为 1.59φ。

春季悬沙偏态系数变化范围为-0.24～-0.08，平均值为-0.00。秋季悬沙偏态系数变化范围为-0.22～0.33，平均值为 0.02。春季，悬沙峰态系数的变化范围为 0.89～1.59，平均值为 1.01。秋季，悬沙峰态系数的变化范围为 0.73～1.40，平均值为 0.95。

（3）底质

根据 H8-1#场区采集的 42 个底质样品粒度分析结果和描述记录，其中，砂 23 个样，粉砂质砂 7 个样，砂质粉砂 10 个样，粉砂 2 个样。对 H8-1#场区的底质剖面中值粒径（Md）进行统计，中值粒径平均值为 105.1μm；最大值为 212.2μm，出现在 X39；最小值为 26.1μm 出现在 X25。

根据 H9#、H15#场区采集的 60 个底质样品粒度分析结果和描述记录，其中，砂 45 个样，粉砂质砂 10 个样，砂质粉砂 5 个样。对 H9#、H15#场区的底质剖面中值粒径进行统计，中值粒径平均值为 132μm；最大值为 193.9μm，出现在 Y36；最小值为 25.5μm，出现在 Y58。

根据 H17#场区采集的 42 个底质样品粒度分析结果和描述记录，其中，砂 33 个样，粉砂质砂 4 个样，砂质粉砂 5 个样。对 H17#场区的底质剖面中值粒径进行统计，中值粒径平均值为 136.2μm；最大值为 203.5μm，出现在 Z30；最小值为 44.1μm，出现在 Z9。

6.1.5 其他

（1）海水温度

春季水文测验期间，A19 测站全潮平均水温为 11.62℃，大、中、小潮平均分别为 11.30℃、12.07℃、11.48℃，A19 测站全潮表层、0.6H、底层平均水温分别为 11.77℃、11.54℃、11.53℃；A19 测站表层、0.6H、底层水温日变幅全潮平均分别为 1.02℃、0.83℃、0.84℃。

秋季水文测验期间，A19 测站全潮平均水温为 25.51℃，大、中、小潮平均分别为 25.73℃、25.32℃、25.49℃；A19 测站全潮表层、0.6H、底层平均水温分别为 25.64℃、

25.46℃、25.46℃；A19 测站表层、0.6H、底层水温日变幅全潮平均分别为 0.79℃、0.37℃、0.36℃。

（2）海水盐度

春季水文测验期间，A19 测站全潮平均盐度为 31.49，大、中、小潮平均分别为 31.32、31.60、31.55；A19 测站全潮表层、0.6H、底层平均盐度分别为 31.47、31.50、31.49；A19 测站表、中、底层盐度日变幅全潮平均分别为 0.48、0.41、0.41。

秋季水文测验期间，A19 测站全潮平均盐度为 29.53，大、中、小潮平均分别为 29.39、29.63、29.58；A19 测站全潮表层、0.6H、底层平均盐度分别为 29.53、29.54、29.54；A19 测站表、中、底层盐度日变幅全潮平均分别为 0.41、0.38、0.37。

6.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

6.2.1 地形地貌

（1）辐射沙脊群概况

三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目位于辐射沙脊群东沙以东、毛竹沙北侧海域。其中大丰 H8-1#、H9#、H15#风电场位于毛竹沙的最北端，其东西两侧为草米树洋和陈家坞两大辐射沙洲深槽，H17#风电场位于泥螺珩、麻菜珩之间海域，小北槽从场区中间穿越。

辐射沙洲分布于苏北海岸（射阳以南至长江口以北蒿枝港）与黄海内陆架海域，南北范围界于 32°00′-33°48′，长约 200km，东西范围界于 120°40′-122°10′，宽近 90km。辐射沙脊是江苏海岸特有的地貌类型，以弶港为顶点呈褶扇状向海辐射，由 70 多条沙脊与脊间潮流通道组成，脊槽相间分布，其中 8 条大型沙脊在低潮位时露出水面，从北向南为：东沙、麻菜珩、毛竹沙、外毛竹沙、蒋家沙、太阳沙、冷家沙、腰沙-乌龙沙等。分隔沙脊的潮流通道及潮水沟汊众多，大型通道的水深超过 10m，深度自海向陆递减。主要的潮流通道有 9 条：西洋、大北槽、陈家坞槽、草米树洋、苦水洋、黄沙洋、烂沙洋、网仓洪、小庙洪。

（2）近年岸线演变

江苏中部岸线变化主要受人类围填海影响，围垦速率直接影响着岸线变化速率，2015 年后围垦活动受限后，岸线推进速率减缓，工程区域岸线基本稳定。与此同时，当人类活动减缓时，互花米草等盐沼植被的向海生长，在一定程度影响着岸线变化，但受淹没水深、时长等影响，米草等植被向海扩张往往具有一定限制，相比于人类活

动，自然淤涨短期内贡献较少。所以在人类围垦活动受限后，植被生长达到临界时，工程区域 2015~2020 年岸线基本稳定，未来一段时间内若无人类活动干扰，该区域岸线基本仍维持现状，推移幅度较小。

（3）工程海域地形地貌

工程海域附近主要的地貌单元包括海积平原、潮滩、辐射状沙脊群，其中海积平原主要指大丰陆域，该区域属于堆积型粉砂淤泥质滩，海岸稳定淤长，潮滩发育，互花米草等盐沼植被茂盛，低潮滩潮沟系统发育；大丰港至小洋口港岸外发育扇型分布的辐射沙脊群，沉积物以细颗粒为主，沙脊间潮汐通道发育，其中西洋深槽为辐射沙洲北部最大的潮流通道。

本项目风电场附近海域主要地貌单元为辐射沙脊群，呈现较为稳定的沙洲-深槽交错分布的地貌格局（图 6.2-3）。其中 H8-1#、H9#和 H15#风电场附近海域有两沙（毛竹沙和新竹沙）和三槽（陈家坞槽、草米树洋西槽和主槽），H17#风电场附近海域有三沙（泥螺珩、太平沙和麻菜珩）和三槽（陈家坞槽、大北槽和小北槽）。本项目送出海缆穿越的地貌单元包括海积平原、潮滩和辐射状沙脊群。

因深槽、沙脊交错分布，工程区域地形起伏剧烈，H8-1#风电场区位于辐射沙洲东北端，毛竹沙北侧海域，水深 9~21m，水下地形为西高东低；H9#、H15#风电场位于辐射沙洲东北端，场区西侧为陈家坞槽南段、东侧为草米树洋，中间坐落于毛竹沙北部，水深 6~19m，水下地形为西高东低；H17#风电场位于泥螺珩、麻菜珩之间海域，小北槽从场区中间穿越，水深 3~15m，水下地形为中间低两侧高。海缆路由全长超 60km，从川东港和王港间的过堤点出发，穿过近岸潮滩和西洋深槽，经过瓢儿沙、三丫子、亮月沙、太平沙、麻菜珩、毛竹沙以及东沙附近海域，最终抵达毛竹沙北端的 H9#风电场。整体地形起伏多变，周边水深 0~20m 不等。

6.2.2 岸滩演变

（1）大范围区域

采用 1986~2021 年总共 35 年的 5 副 Landsat 卫星遥感影像（影像时间分别为 1986 年 8 月、1995 年 8 月、2008 年 2 月、2013 年 12 月、2021 年 2 月，均为低潮位时间），运用遥感方法自动提取沙洲滩面水边线，确定滩面空间分布信息，采用 GIS 空间叠置分析，判定辐射沙脊群冲淤变化及移动趋势。

①1986-1995 年

1986 年 8 月到 1995 年 8 月 9 年间辐射沙脊群冲淤特征为：冲淤以东沙、高泥间

大腰门为界分为南北两种显著不同的类型，南部区域以淤积为主，有较强烈的堆积过程，地形变化较大。北部地区变化规律性明显，以脊槽相间的模式，沙脊由西向东、南迁移。

主体出露沙洲东沙西侧与北为蚀退型，东侧总体为向海淤长型；条子泥、高泥北侧为蚀退型，南侧为淤长型，尤其高泥向东南测淤长明显。本项目 H17#风电场西部位于东沙西侧的泥螺珩，泥螺珩在此期间为淤长型。

②1995-2008 年

1995 年 8 月到 2008 年 2 月 13 年间辐射沙脊群冲淤特征为：以东沙、高泥间大腰门为界南部总体表现为淤长型，除条子泥北侧有局部蚀退现象，其余部分堆积作用强烈。北部地区持续 1986 到 1995 年冲淤规律，以脊槽相间的模式，沙脊基本保持其原有走向整体由西向东、南迁移。

主体出露沙洲东沙西与北侧为蚀退型，东侧总体为向海淤长型；条子泥北侧有一定蚀退现象，南侧为淤长型；高泥堆积作用较强烈，面积持续淤长，高泥北部向西南呈现於涨趋势，西洋深槽西侧的岸滩继续呈现冲刷趋势。泥螺珩在此期间东侧和南侧为蚀退型。

③2008-2013 年

2008 年 2 月至 2013 年 12 月 5 年间辐射沙脊群冲淤特征为：辐射沙脊群整体蚀退现象明显，除条子泥，高泥局部有零星淤长情况。

主体出露沙洲东沙、高泥整体呈现冲刷趋势；条子泥北侧有一定於涨，南侧呈现冲刷趋势；西洋深槽西侧的岸滩继续呈现冲刷状态。泥螺珩在此期间变化不大。

④2013-2021 年

2013 年 12 月到 2021 年 2 月 8 年间辐射沙脊群冲淤特征为：以东沙、高泥间大腰门为界南部总体表现为淤长型，除条子泥北侧以及高泥西南侧有局部蚀退现象，其余部分堆积作用强烈。北部地区沙脊基本保持其原有走向整体由西向东、南迁移，相对南部区域冲淤变化并不十分明显。

主体出露沙洲东沙西侧有冲有淤，整体而言仍然属于蚀退型；条子泥北侧有明显蚀退现象，南侧为淤长型；高泥西南侧有侵蚀现象，其他方向呈现淤长趋势，西洋深槽西侧的岸滩部分区域有淤积现象，但总体呈现冲刷态势。泥螺珩在此期间变化不大。

综上所述，近 35 年来辐射沙脊群的东沙整体为属于蚀退型，条子泥北侧为蚀退型，南侧为淤长型，西洋深槽总体呈冲刷态势。H17#风电场西部所在的泥螺珩，主体

稳定存在，近十几年变化不大。

（2）工程区海床分析

在辐聚辐散的潮流改造下，辐射沙洲水道沙脊系统已基本适应当地的动力泥沙环境，总体较为稳定，局部滩槽变动频繁。从近 40 年遥感影像提取的低潮位线对比分析，辐射沙脊群主要出露沙体北侧总体属于蚀退型，南侧总体为淤长型，西洋深槽呈冲刷态势。工程海域近岸区域西洋东槽向南侧扩张，飘儿沙和三丫子沙脊在逐渐南移和缩小。小夹槽、北侧小北槽和陈家坞西侧深槽发育，陈家坞槽和小北槽南端萎缩。

H8-1#、H9#和 H15#风电场附近的三槽（陈家坞槽、草米树洋西支和主槽）两沙（毛竹沙和新竹沙）系统 40 多年来均稳定存在，三槽均出现不同程度向西或向东摆动，毛竹沙近 10 年来明显西摆，新竹沙变化不大。H17#风电场附近海域有三沙（泥螺珩、太平沙和麻菜珩）和三槽（陈家坞槽、大北槽和小北槽），大、小北槽主槽一直存在，深槽整体有向西摆动，泥螺珩主体较为稳定，近年来变化不大。太平沙、麻菜珩 40 多年间，主体沙盘较为稳定，但也存在西移现象。H17#风电场所在的泥螺珩、小北槽和麻菜珩南根部比较稳定。风电场区周边海域沙脊-深槽较为稳定，但有不同程度摆动现象，风电场区域沙脊-深槽系统稳定。

本项目海缆穿越辐射沙脊群，海床变化活跃，槽脊变动频繁，主要冲刷区域集中在西洋东槽、东沙北部、小夹槽等深槽区域。1979~2022 年期间，H9#、H15#西部受毛竹沙沙体摆动影响，呈现小幅度的冲淤变化，冲淤幅度在 2m 左右。H9#受草米树洋深槽西摆影响，场区内冲刷主要集中在东侧，冲刷幅度较大。H15#受陈家坞槽南段东摆、草米树洋深槽西摆影响，东西两侧存在冲刷，但冲刷主要集中在东侧。H8-1#风电场区西侧受毛竹沙西摆影响呈现淤积态势，东侧受草米树洋西槽西摆影响呈冲刷态势。H17#风电场区冲淤较为复杂，西部冲刷、中部淤积、中东部冲刷。

6.3 海洋水质环境现状调查与评价

江苏云帆检测技术有限公司于 2021 年 4 月、2023 年 11 月对本项目海洋生态环境进行了现状监测、编制了现状调查及评价专题报告，并组织了专家评审，根据专家意见修改完成了《华东院大丰海上风电项目海洋环境与渔业调查报告（2021 年春季）》和《三峡大丰海上风电场 2023 年秋季海洋环境及渔业资源调查及评价专题报告（2023 年秋季）》。

6.3.1 调查概况

（1）调查站位与时间

调查日期为 2021 年 4 月 18 日~4 月 20 日、2023 年 11 月 24 日~11 月 27 日，在工程区海域开展海洋环境现状调查工作。具体站位布设和监测项目见表 6.3-1 和图 6.3-1。

表 6.3-1(a)　海洋环境调查站位表（2021 年 4 月）

编号	项目
DF1	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF2	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF3	水质
DF4	水质、生态、渔业资源、生物质量
DF5	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF6	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF7	水质
DF8	水质
DF9	水质
DF10	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF11	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF12	水质
DF13	水质
DF14	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF15	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF16	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF17	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF18	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF19	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF20	水质、生态、渔业资源、生物质量
DF21	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF22	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF23	水质
DF24	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF25	水质
DF26	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF27	水质
DF28	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
DF29	水质
DF30	水质
DF31	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
A	潮间带生物
B	潮间带生物
C	潮间带生物

表 6.3-1(b)　海洋环境调查站位表（2023 年 11 月）

编号	项目
SX01	水质
SX02	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX03	水质

SX04	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX05	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX06	水质
SX07	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX08	水质
SX09	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX10	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX11	水质
SX12	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX13	水质
SX14	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX15	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX16	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX17	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX18	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX19	水质
SX20	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX21	水质
SX22	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX23	水质
SX24	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX25	水质
SX26	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX27	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX28	水质
SX29	水质
SX30	水质、生态、渔业资源、生物质量
SX-A	潮间带生物
SX-B	潮间带生物
SX-C	潮间带生物

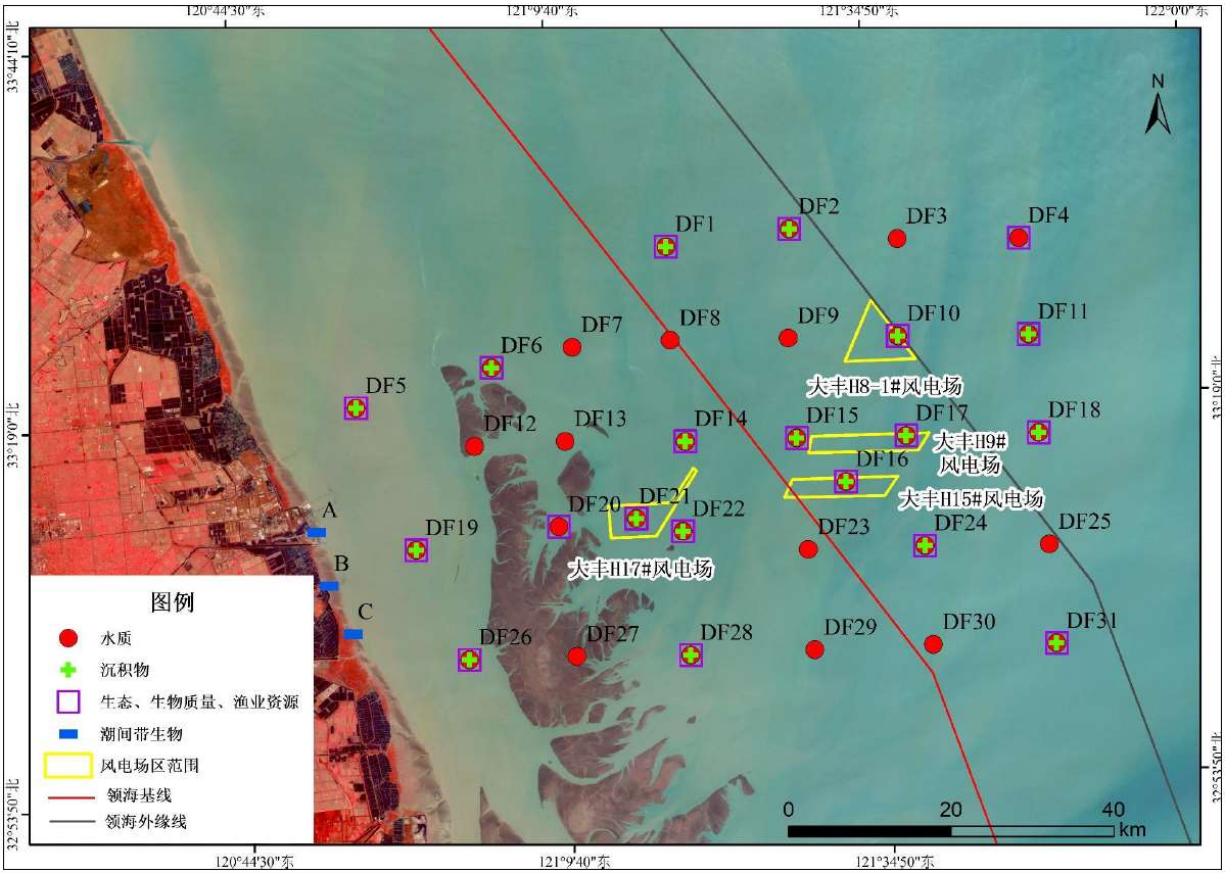

图 6.3-1(a)　2021 年春季海洋环境现状调查站位图

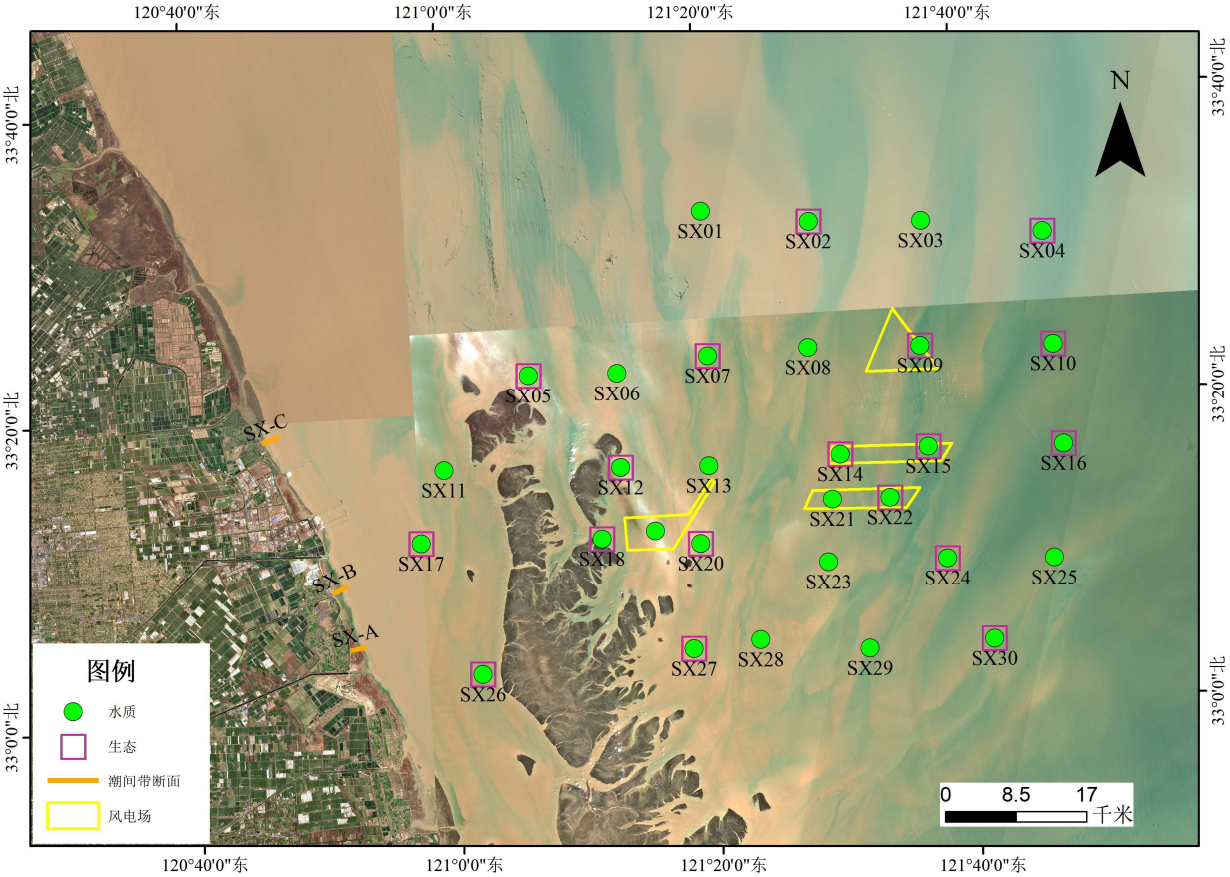

图 6.3-1(b)　2023 年秋季海洋环境现状调查站位图

（2）评价标准

根据《江苏省海洋功能区划》（2011~2020）和《盐城市海洋功能区划》（2013～2020 年），各调查站位水质评价执行标准见表 6.3-2。

海洋环境评价标准依据《海水水质标准》（GB 3097-1997）、海洋沉积物评价标准依据《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）、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）规定的第一类标准值、甲壳类/鱼类及软体类评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》（1997，海洋出版社）规定的生物质量标准。

6.3.2 海水水质监测结果与评价

6.3.2.1 海水水质监数据统计结果

2021 年 4 月调查站位水深范围为 2.6m~19.0m，平均水深 10.0m。表层水温范围为 12.8℃~15.5℃、平均表层水温 14.3℃，底层水温范围为 12.6℃~14.4℃、平均底层水温 13.5℃。

2023 年 11 月调查站位水深范围为 4.0m~20.0m，平均水深 11.3m。表层水温范围为 13.0℃-14.1℃、平均表层水温 13.9℃，底层水温范围为 13.0℃~14.0℃、平均底层水温 13.5℃。

表 6.3-2(a)　2021 年春季水质因子调查统计结果

监测项目		最小值	最大值	平均值	最小值对应站位	最大值对应站位
水温℃	表层	12.8	15.5	14.3	5	6
	底层	12.6	14.4	13.5	5	14
水深 m	/	2.6	19.0	10.0	8	10
pH	表层	7.80	8.37	8.12	26	24
	底层	7.92	8.28	8.14	26	31
盐度	表层	28.20	31.46	30.52	26	18
	底层	28.65	31.46	30.69	26	17
溶解氧 mg/L	表层	6.29	9.53	8.63	23	1
	底层	7.46	9.60	8.69	9	7
化学需氧量 mg/L	表层	0.595	1.95	1.12	18	5
	底层	0.683	1.98	1.08	4	5
悬浮物 mg/L	表层	24.2	556	190	18	12
	底层	57.5	1106	271	4	26
石油类 mg/L	表层	0.00667	0.0439	0.0221	16	2
活性磷酸盐 μg/L	表层	10.6	25.1	16.1	4	20
	底层	10.2	24.0	15.4	4	5
无机氮 μg/L	表层	183	702	408	4	19
	底层	207	615	348	4	5
铜 μg/L	表层	1.40	2.90	1.86	25	4
	底层	1.33	3.51	2.12	31	5

监测项目		最小值	最大值	平均值	最小值对应站位	最大值对应站位
锌 μg/L	表层	6.47	15.9	11.0	13	5
	底层	9.30	15.2	11.45	18	5
铅 μg/L	表层	0.282	0.868	0.574	15	7
	底层	0.408	1.08	0.645	17	4
铬 μg/L	表层	ND	0.666	0.511	2/3/4…	9
	底层	ND	0.526	0.449	1/3/4…	9
镉 μg/L	表层	0.045	0.114	0.074	3	12
	底层	0.032	0.105	0.064	4	26
汞 μg/L	表层	0.0185	0.0399	0.0298	16	18
	底层	0.0201	0.0412	0.0333	31	3
砷 μg/L	表层	0.870	1.48	1.03	1	5
	底层	0.844	1.46	1.04	1	5

注：“ND”代表未检出。

表 6.3-2(b)　2023 年秋季水质因子调查统计结果

监测项目		最小值	最大值	平均值	最小值对应站位	最大值对应站位
水温℃	表层	13.0	14.1	13.6	/	/
	底层	13.0	14.0	13.5	/	/
pH	表层	7.96	8.11	8.04	3	1、5、23
	底层	8.00	8.08	8.04	9	11
盐度	表层	27.64	30.32	29.66	26	29
	底层	27.45	30.45	29.81	26	25
溶解氧 mg/L	表层	8.02	9.54	8.55	3	27
	底层	7.85	8.88	8.28	11	22
化学需氧量 mg/L	表层	0.788	1.77	1.17	22	17
	底层	0.780	1.43	1.07	25	26
悬浮物 mg/L	表层	86.2	886	238	4	11
	底层	88.0	1001	339	4	11
石油类 mg/L	表层	0.0125	0.0446	0.0307	14	16
活性磷酸盐 μg/L	表层	8.08	20.0	13.5	25	11
	底层	7.93	20.0	12.7	25	11
无机氮 μg/L	表层	39.2	395	150	16	17
	底层	36.3	398	125	16	11
铜 μg/L	表层	1.72	4.65	2.34	28	17
	底层	1.41	2.70	2.09	22	11
锌 μg/L	表层	8.0	15.0	11.3	8、9	25
	底层	8.0	15.0	11.7	4、8	6、16
铅 μg/L	表层	0.52	1.65	0.84	12、14	16
	底层	0.53	0.92	0.57	10	30
铬 μg/L	表层	ND	0.660	0.386	1/2/3/4…	22
	底层	ND	0.734	0.265	3/4/6/8…	11
镉 μg/L	表层	ND	0.16	0.08	9/17/24/27	3
	底层	ND	0.19	0.07	15/16/22	6
汞 μg/L	表层	0.0111	0.0395	0.0250	21	25
	底层	0.0181	0.0403	0.0279	4	16
砷 μg/L	表层	0.632	1.01	0.777	1	11
	底层	0.668	1.08	0.795	8	11

监测项目		最小值	最大值	平均值	最小值对应站位	最大值对应站位
挥发酚 μg/L	表层	ND	1.81	0.511	1/2/3/4…	27
	底层	ND	1.81	0.377	3/4/6/9…	8

注：“ND”代表未检出。

6.3.2.2 海水水质现状分析评价

（1）2021 年春季海水水质现状

按照单因子污染指数法进行分析，2021 年春季监测海域各站位水质要素评价结果见表 6.3-3(a)~(c)、各站位水质要素评价指数统计见表 6.3-3(d)。

1）位于农渔业区捕捞区（执行第一类标准）的 16 个站位（1~2、5~9、13~17、19、21~23）监测因子中 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷均符合第一类海水水质标准；无机氮超标率为 100%、磷酸盐的超标率为 69%，其中无机氮在 16 个站位中有 3 个站位满足第二类标准、5 个站位满足第三类标准、4 个站位满足第四类标准、4 个站位劣于第四类标准，磷酸盐在 16 个站位中仅 5 个站位满足第一类标准值、其余 11 个站位仅满足第二类标准。

2）位于农渔业区养殖区（执行第二类水质标准）的 5 个站位（12、20、26~28）监测因子中 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、磷酸盐、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷均符合第一类海水水质标准；该调查时段内海域 5 个站位的无机氮超标率为 100%，有 1 个站位 DF28 满足第四类标准、其余 4 个站位劣于第四类标准。

3）位于辐射沙洲东部保留区的 5 个站位（24、25、29~31）执行不劣于现状标准、领海线外的 5 个站位（3、4、10、11、18）无近岸海洋功能区划标准。上述 10 个站位的统计结果见表 6.3-3(c)，监测因子中 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷均符合第一类海水水质标准；该调查时段内海域 10 个站位的无机氮指标有 7 个站位满足第二类标准、1 个站位满足第三类标准、2 个站位满足第四类标准；磷酸盐有 1 个站位 DF25 可满足第二类标准、其余 9 个站位均满足第一类标准；铅有 1 个站位 DF4 满足第二类标准、其余 9 个站位均满足第一类标准。

表 6.3-3(a)　2021 年春季农渔业区捕捞区站位评价指数（捕捞区执行一类标准）

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷
1	表	0.46	0.19	0.42	0.60	1.77	0.91	0.36	0.82	0.57	0.07	0.01	0.50	0.04
	底	0.17	0.33	0.71	-	1.21	0.91	0.55	0.78	0.61	0.07	0.00	0.46	0.04
2	表	0.00	0.19	0.60	0.88	1.12	0.81	0.34	0.72	0.55	0.05	0.00	0.54	0.05
5	表	0.14	0.38	0.98	0.59	3.27	1.55	0.44	0.70	0.80	0.09	0.01	0.67	0.07
	底	0.17	0.35	0.99	-	3.07	1.60	0.70	0.59	0.76	0.09	0.00	0.69	0.07
6	表	0.03	0.36	0.52	0.84	2.40	1.19	0.31	0.71	0.78	0.07	0.00	0.46	0.05
7	表	0.74	0.29	0.59	0.67	2.55	1.11	0.42	0.87	0.56	0.06	0.00	0.68	0.05
	底	0.60	0.16	0.59	-	2.44	1.09	0.49	0.72	0.76	0.10	0.00	0.66	0.05
8	表	0.03	0.76	0.71	0.35	1.97	1.07	0.37	0.69	0.74	0.05	0.00	0.68	0.04
9	表	0.03	0.15	0.57	0.18	1.73	1.09	0.39	0.55	0.78	0.09	0.01	0.52	0.05
	底	0.09	0.65	0.52	-	1.93	0.99	0.36	0.74	0.56	0.08	0.01	0.74	0.04
13	表	0.69	0.33	0.93	0.43	2.36	1.37	0.49	0.46	0.32	0.08	0.00	0.68	0.05
14	表	0.17	0.44	0.55	0.15	2.58	1.12	0.38	0.34	0.52	0.10	0.00	0.54	0.05
	底	0.03	0.37	0.62	-	2.08	1.13	0.38	0.55	0.52	0.05	0.01	0.77	0.05
15	表	0.17	0.56	0.57	0.15	1.94	0.95	0.34	0.28	0.52	0.08	0.01	0.64	0.05
16	表	0.43	0.39	0.62	0.13	1.26	0.90	0.32	0.38	0.49	0.06	0.00	0.37	0.05
17	表	0.40	0.38	0.47	0.72	1.20	0.95	0.33	0.64	0.52	0.06	0.01	0.73	0.04
	底	0.29	0.45	0.53	-	1.29	1.37	0.57	0.41	0.55	0.04	0.01	0.71	0.06
19	表	0.29	0.30	0.60	0.62	3.51	1.45	0.39	0.57	0.43	0.10	0.00	0.66	0.06
21	表	0.00	0.24	0.52	0.19	2.43	1.13	0.44	0.44	0.53	0.07	0.00	0.59	0.05
22	表	0.06	0.48	0.66	0.71	2.59	1.14	0.38	0.63	0.40	0.07	0.01	0.69	0.05
23	表	0.03	0.93	0.51	0.60	1.93	0.95	0.32	0.36	0.51	0.07	0.00	0.72	0.05
站位超标率%		0	0	0	0	100	69	0	0	0	0	0	0	0

备注：（1）“-”代表无样品；（2）检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参与计算。

表 6.3-3(b)　2021 年春季农渔业区养殖区站位评价指数（养殖区执行二类标准）

站位	层次	二类标准													三类标准	四类标准
		pH	溶解氧	化学需氧量	油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	无机氮	无机氮
12	表	0.11	0.27	0.57	0.32	1.85	0.68	0.21	0.10	0.16	0.02	0.00	0.13	0.04	1.39	1.11
20	表	0.86	0.26	0.47	0.68	2.08	0.84	0.22	0.09	0.21	0.02	0.01	0.11	0.03	1.56	1.25
26	表	1.00	0.21	0.65	0.62	1.94	0.78	0.18	0.13	0.25	0.02	0.00	0.13	0.04	1.46	1.16
	底	0.66	0.24	0.61	-	1.98	0.69	0.21	0.15	0.22	0.02	0.00	0.20	0.04	1.49	1.19
27	表	0.03	0.29	0.48	0.33	2.06	0.64	0.19	0.11	0.24	0.02	0.01	0.16	0.03	1.54	1.23
28	表	0.06	0.24	0.44	0.79	1.43	0.62	0.20	0.14	0.22	0.02	0.00	0.12	0.04	1.07	0.86
站位超标率%		0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	80

备注：（1）“-”代表无样品；（2）检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参与计算。

表 6.3-3(c)　2021 年春季辐射沙洲东部保留区、领海线外站位评价指数（参照一类标准）

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	二类标准		三类标准	四类标准
															无机氮	磷酸盐	无机氮	无机氮
3	表	0.20	0.42	0.64	0.28	1.27	0.81	0.35	0.78	0.51	0.05	0.00	0.55	0.05	0.85	0.41	0.63	0.51
	底	0.17	0.39	0.43	-	1.28	0.82	0.54	0.69	0.51	0.06	0.00	0.82	0.05	0.85	0.41	0.64	0.51
4	表	0.23	0.36	0.32	0.26	0.91	0.71	0.58	0.77	0.54	0.06	0.00	0.76	0.05	0.61	0.35	0.46	0.37
	底	0.03	0.37	0.34	-	1.03	0.68	0.42	1.08	0.65	0.03	0.00	0.59	0.05	0.69	0.34	0.52	0.41
10	表	0.09	0.43	0.30	0.42	2.06	0.84	0.37	0.61	0.58	0.06	0.01	0.55	0.05	1.37	0.42	1.03	0.82
	底	0.11	0.44	0.42	-	1.94	1.00	0.34	0.62	0.50	0.05	0.01	0.68	0.05	1.30	0.50	0.97	0.78
11	表	0.11	0.26	0.30	0.16	1.44	0.79	0.30	0.50	0.33	0.06	0.01	0.47	0.06	0.96	0.39	0.72	0.58
	底	0.20	0.38	0.42	-	1.44	0.73	0.31	0.54	0.56	0.04	0.01	0.61	0.05	0.96	0.37	0.72	0.58
18	表	0.11	0.51	0.30	0.15	1.21	0.74	0.30	0.44	0.54	0.06	0.00	0.80	0.05	0.80	0.37	0.60	0.48
	底	0.17	0.50	0.36	-	1.07	0.79	0.30	0.42	0.47	0.06	0.00	0.60	0.05	0.71	0.40	0.53	0.43
24	表	0.63	0.40	0.34	0.15	2.07	0.91	0.35	0.73	0.60	0.07	0.00	0.54	0.05	1.38	0.45	1.04	0.83
25	表	0.26	0.32	0.34	0.25	1.30	0.82	0.28	0.51	0.60	0.06	0.00	0.63	0.05	0.87	0.41	0.65	0.52

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	二类标准		三类标准	四类标准
															无机氮	磷酸盐	无机氮	无机氮
	底	0.31	0.36	0.37	-	1.31	1.12	0.31	0.61	0.55	0.06	0.00	0.76	0.05	0.88	0.56	0.66	0.53
29	表	0.06	0.33	0.36	0.62	1.74	0.98	0.39	0.47	0.40	0.10	0.00	0.65	0.05	1.16	0.49	0.87	0.70
30	表	0.37	0.32	0.37	0.39	1.40	0.93	0.29	0.47	0.68	0.06	0.00	0.64	0.05	0.94	0.47	0.70	0.56
31	表	0.29	0.32	0.35	0.50	1.18	0.92	0.28	0.59	0.52	0.05	0.00	0.60	0.05	0.79	0.46	0.59	0.47
	底	0.37	0.32	0.37	-	1.29	0.80	0.27	0.55	0.49	0.05	0.00	0.40	0.05	0.86	0.40	0.65	0.52
参照标准超标站位数(个)		0	0	0	0	10	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	2	0

备注：（1）“-”代表无样品；（2）检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参与计算。

表 6.3-3(d)　2021 年春季各站位水质要素达标情况统计表

站位	层次	化学需氧量	溶解氧	无机氮	磷酸盐	pH	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	砷	汞	执行水质标准	评价等级
1	表	一类	一类	三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	三类
	底	一类	一类	二类	一类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
2	表	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
3	表	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	二类
	底	一类	一类	二类	一类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	二类
4	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	一类
	底	一类	一类	二类	一类	一类	/	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	二类
5	表	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	劣四类
	底	一类	一类	劣四类	二类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	劣四类
6	表	一类	一类	四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	四类
7	表	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	劣四类
	底	一类	一类	四类	二类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	四类
8	表	一类	一类	三类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	三类
9	表	一类	一类	三类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	三类

站位	层次	化学需氧量	溶解氧	无机氮	磷酸盐	pH	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	砷	汞	执行水质标准	评价等级
	底	一类	一类	三类	一类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	三类
10	表	一类	一类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	四类
	底	一类	一类	三类	一类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	三类
11	表	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	二类
	底	一类	一类	二类	一类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	二类
12	表	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	劣四类
13	表	一类	一类	四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	四类
14	表	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	劣四类
	底	一类	一类	四类	二类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	四类
15	表	一类	一类	三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	三类
16	表	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
17	表	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
	底	一类	一类	二类	二类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
18	表	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	二类
	底	一类	一类	二类	一类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	二类
19	表	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	劣四类
20	表	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	劣四类
21	表	一类	一类	四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	四类
22	表	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	劣四类
23	表	一类	一类	三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	三类
24	表	一类	一类	四类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	四类
25	表	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	二类
	底	一类	一类	二类	二类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	二类
26	表	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	劣四类
	底	一类	一类	劣四类	二类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	劣四类

站位	层次	化学需氧量	溶解氧	无机氮	磷酸盐	pH	石油类	铜	铅	镉	锌	铬	砷	汞	执行水质标准	评价等级
27	表	一类	一类	劣四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	劣四类
28	表	一类	一类	四类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	四类
29	表	一类	一类	三类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	三类
30	表	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	二类
31	表	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	二类
	底	一类	一类	二类	一类	一类	/	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	二类

（2）2023 年秋季海水水质现状

按照单因子污染指数法进行分析，2023 年秋季监测海域各站位水质要素评价结果见表 6.3-4(a)~(b)、各站位水质要素评价指数统计见表 6.3-4(c)。

1）位于农渔业区捕捞区（执行第一类标准）的 20 个站位（1~2、5~8、11~15、17~23、26~27）监测因子中 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷和挥发酚均符合第一类海水水质标准；无机氮的超标率为 45%、磷酸盐的超标率为20%，其中无机氮有 11 个站位满足第一类标准、7 个站位满足第二类标准、2 个站位满足第三类标准，磷酸盐有 16 个站位满足第一类标准、其余站位均满足第二类标准。

2）位于辐射沙洲东部保留区的 5 个站位（24、25、28~30）执行不劣于现状标准、领海线外的 5 个站位（3、4、9、10、16）无近岸海洋功能区划标准。上述 10 个站位的统计结果见表 6.3-4(b)，监测因子中 pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷和挥发酚均符合第一类海水水质标准；该调查时段内海域 10 个站位的铅指标中有 7 个站位满足第一类标准、3 个站位满足第二类标准。

表 6.3-4(a)　2023 年秋季农渔业区捕捞区站位评价指数（捕捞区执行一类标准）

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	二类标准		三类标准
																无机氮	磷酸盐	无机氮
1	表	0.11	0.47	0.61	0.87	0.37	0.82	0.42	0.78	0.43	0.05	0.00	0.49	0.03	0.06	/	/	/
2	表	0.49	0.48	0.77	0.32	0.61	0.84	0.56	0.88	0.45	0.07	0.00	0.76	0.03	0.06	/	/	/
5	表	0.11	0.46	0.62	0.71	1.02	**1.08**	0.42	0.70	0.53	0.04	0.00	0.50	0.04	0.33	0.68	0.54	/
6	表	0.46	0.47	0.56	0.59	0.81	0.92	0.47	0.75	0.50	0.07	0.00	0.44	0.04	0.06	/	/	/
	底	0.34	0.54	0.52	-	0.93	0.95	0.47	0.77	0.75	0.19	0.00	0.41	0.04	0.06	/	/	/
7	表	0.37	0.42	0.48	0.29	**1.22**	0.98	0.39	0.64	0.60	0.04	0.00	0.68	0.04	0.06	0.81	/	/
8	表	0.37	0.41	0.63	0.28	0.26	0.90	0.42	0.74	0.40	0.12	0.01	0.36	0.04	0.06	/	/	/
	底	0.26	0.44	0.67	-	0.47	0.83	0.46	0.81	0.40	0.04	0.00	0.64	0.03	0.36	/	/	/
11	表	0.14	0.52	0.72	0.63	**1.56**	**1.33**	0.49	0.80	0.60	0.08	0.00	0.61	0.05	0.06	**1.04**	0.67	0.78
	底	0.20	0.58	0.57	-	**1.99**	**1.33**	0.54	0.65	0.60	0.09	0.01	0.48	0.05	0.06	**1.33**	0.67	1.00
12	表	0.17	0.46	0.56	0.86	0.32	0.95	0.40	0.52	0.55	0.12	0.01	0.60	0.04	0.25	/	/	/
13	表	0.40	0.53	0.83	0.85	0.61	0.79	0.44	0.70	0.65	0.04	0.01	0.63	0.03	0.06	/	/	/
	底	0.26	0.54	0.68	-	0.88	0.89	0.52	0.57	0.60	0.07	0.01	0.49	0.04	0.06	/	/	/
14	表	0.31	0.36	0.51	0.25	0.64	0.81	0.43	0.52	0.55	0.06	0.01	0.68	0.03	0.06	/	/	/
15	表	0.26	0.49	0.43	0.82	0.53	0.82	0.47	0.59	0.65	0.09	0.01	0.72	0.04	0.06	/	/	/
	底	0.31	0.50	0.55	-	0.40	0.76	0.32	0.70	0.70	0.02	0.01	0.53	0.04	0.06	/	/	/
17	表	0.49	0.45	0.89	0.49	**1.97**	**1.33**	0.93	0.92	0.50	0.02	0.01	0.42	0.05	0.26	**1.32**	0.66	0.99
18	表	0.17	0.38	0.73	0.63	**1.02**	0.96	0.47	0.79	0.55	0.11	0.01	0.24	0.03	0.06	0.68	/	/
19	表	0.31	0.38	0.60	0.45	**1.07**	0.95	0.41	0.79	0.55	0.08	0.01	0.53	0.04	0.29	0.71	/	/
20	表	0.40	0.42	0.58	0.41	**1.09**	0.99	0.39	0.92	0.60	0.05	0.01	0.60	0.04	0.06	0.72	/	/
21	表	0.40	0.26	0.51	0.44	0.49	0.85	0.61	0.87	0.58	0.10	0.01	0.22	0.04	0.06	/	/	/
22	表	0.14	0.26	0.39	0.66	0.43	0.73	0.42	0.78	0.55	0.09	0.01	0.43	0.04	0.06	/	/	/
	底	0.26	0.34	0.45	-	0.64	0.83	0.28	0.79	0.50	0.02	0.00	0.48	0.04	0.06	/	/	/

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	二类标准		三类标准
																无机氮	磷酸盐	无机氮
23	表	0.11	0.23	0.58	0.29	0.84	0.91	0.47	0.81	0.60	0.07	0.01	0.64	0.03	0.06	/	/	/
26	表	0.40	0.35	0.54	0.81	**1.34**	**1.17**	0.43	0.77	0.60	0.05	0.01	0.34	0.04	0.06	0.89	0.59	/
	底	0.26	0.39	0.72	-	**1.23**	**1.29**	0.41	0.71	0.70	0.06	0.00	0.59	0.04	0.06	0.82	0.65	/
27	表	0.26	0.21	0.47	0.28	**1.27**	0.97	0.59	0.73	0.65	0.02	0.01	0.42	0.04	0.36	0.85	/	/
站位超标率%		0	0	0	0	45	20	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0

备注：（1）“-”代表无样品；（2）检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参与计算。

表 6.3-4(b)　2023 年秋季辐射沙洲东部保留区、领海线外站位评价指数（参照一类标准）

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	二类标准
																铅
3	表	0.54	0.54	0.83	0.71	0.69	0.75	0.56	0.86	0.45	0.16	0.00	0.47	0.05	0.06	/
	底	0.37	0.54	0.52	-	0.23	0.54	0.37	0.67	0.55	0.11	0.00	0.55	0.03	0.06	/
4	表	0.49	0.51	0.73	0.88	0.33	0.97	0.44	**1.48**	0.45	0.05	0.00	0.28	0.04	0.06	0.30
	底	0.40	0.55	0.44	-	0.34	0.79	0.36	0.83	0.40	0.06	0.00	0.36	0.04	0.06	/
9	表	0.46	0.45	0.47	0.82	0.60	0.73	0.41	0.04	0.40	0.02	0.00	0.35	0.03	0.06	/
	底	0.43	0.43	0.50	-	0.35	0.72	0.45	0.04	0.45	0.05	0.00	0.70	0.03	0.06	/
10	表	0.31	0.48	0.53	0.87	0.33	0.75	0.36	0.76	0.50	0.05	0.00	0.54	0.04	0.06	/
	底	0.37	0.52	0.53	-	0.32	0.75	0.40	0.53	0.60	0.05	0.00	0.44	0.04	0.06	/
16	表	0.40	0.52	0.51	0.89	0.20	0.77	0.42	**1.65**	0.65	0.07	0.00	0.30	0.04	0.06	0.33
	底	0.31	0.55	0.50	-	0.18	0.80	0.30	0.04	0.75	0.02	0.01	0.81	0.04	0.06	
24	表	0.46	0.36	0.50	0.89	0.70	0.77	0.49	0.87	0.65	0.02	0.01	0.52	0.03	0.06	/
25	表	0.26	0.37	0.43	0.47	0.33	0.54	0.47	0.85	0.75	0.06	0.00	0.79	0.04	0.06	/
	底	0.29	0.39	0.39	-	0.38	0.53	0.48	0.76	0.50	0.08	0.00	0.61	0.04	0.06	/
28	表	0.17	0.36	0.64	0.50	0.65	0.77	0.34	0.81	0.70	0.08	0.01	0.41	0.04	0.26	/
29	表	0.37	0.36	0.43	0.63	0.71	0.89	0.56	**1.37**	0.58	0.12	0.01	0.43	0.04	0.06	0.27

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	二类标准
																铅
	底	0.43	0.39	0.50	-	0.83	0.85	0.52	0.81	0.70	0.03	0.01	0.55	0.03	0.06	/
30	表	0.49	0.44	0.52	0.81	0.50	0.87	0.40	0.84	0.70	0.06	0.01	0.59	0.04	0.06	/
	底	0.37	0.49	0.50	-	0.19	0.83	0.37	0.04	0.55	0.04	0.01	0.72	0.05	0.06	/
参照标准超标站位数(个)		0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3

备注：（1）“-”代表无样品；（2）检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参与计算。

表 6.3-4(c)　2023 年秋季各站位水质要素达标情况统计表

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	执行水质标准	评价等级
1	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
2	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
3	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	一类
4	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	二类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	一类
5	表	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
6	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
7	表	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
8	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
9	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	一类
10	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	一类

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	执行水质标准	评价等级
11	表	一类	一类	一类	一类	三类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	三类
	底	一类	一类	一类	一类	三类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	三类
12	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
13	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
14	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
15	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
16	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	二类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	参考一类	一类
17	表	一类	一类	一类	一类	三类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	三类
18	表	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
19	表	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
20	表	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
21	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
22	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
23	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类
24	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	一类
25	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	一类
26	表	一类	一类	一类	一类	二类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
	底	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类
27	表	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	执行水质标准	评价等级
28	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	一类
29	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	二类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	二类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	一类
30	表	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	一类
	底	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	一类	不劣于现状	一类

6.3.2.3 海水水质环境现状小结

2021 年春季和 2023 年秋季海水水质监测结果表明，区域海洋水质中 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、铜、锌、镉、铬、汞、砷和挥发酚指标，均满足海水水质第一类标准要求。2021 年春季铅有 1 个站位超过第一类水质标准、满足第二类标准，活性磷酸盐共 12 个站位超过第一类水质标准、满足第二类标准，无机氮指标普遍均超过第一类水质标准、分别为二类~劣四类标准；2023 年秋季铅有 3 个站位超过第一类水质标准、满足第二类标准，活性磷酸盐共 4 个站位超过第一类水质标准、满足第二类标准，无机氮共 9 个站位超过第一类水质标准、分别满足二类~三类标准。

根据监测期当年的《2021 年江苏省生态环境状况公报》，2021 年全省近岸海域 95 个国控水质监测点位中，达到或好于《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准的面积比例为 87.4%，三类面积比例为 8.1%，四类面积比例为 2.8%，劣四类面积比例为 1.7%。优良（一、二类）面积比例超额完成年度目标任务，劣四类面积比例下降 7.9 个百分点。根据《江苏省近岸海域环境质量（2023 年度）》，2023 年全省近岸海域 95 个国控水质监测点位中，达到或好于《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准的面积比例为 92.7%，三类面积比例为 4.5%，四类面积比例为 1.0%，劣四类面积比例为 1.8%。优良（一、二类）面积比例上升 3.8%，劣四类面积比例上升 0.1%，主要超标指标为无机氮。

本次海域海洋水质现状监测选取的站位，监测结果显示，除无机氮外、其余指标能满足一类、二类水质标准要求，与环境状况公报的结果基本一致，海水中营养物质成分含量仍有进一步下降的空间。为进一步做好近岸海域污染防治工作，确保盐城市近岸海域生态环境安全，盐城市开展了近岸海域污染防治方案的编制。根据《关于印发盐城市近岸海域水污染防治方案的通知》（盐政办发〔2021〕22 号），方案以保护和改善近岸海域水环境为核心，在认真分析近岸海域水环境质量现状及变化趋势的基础上，制定了针对盐城近岸海域的目标指标，提出了推进城镇生活污染治理、加强工业污染治理、推进农业面源污染治理、推进入海河流环境综合整治等 10 项重点任务，以切实保护和改善盐城市近岸海域水环境质量。从 2023 年大丰海域的监测结果可知，区域水质中无机氮和磷酸盐的超标情况较 2021 年已有明显的改善。

工程施工建设过程中应注意各项污染物的妥善处置，不外排入周边海域，施工船舶和运输船舶应注意规范化操作，船舶污染物委托第三方资质单位接收处理，以减少对海洋环境的污染。

6.4 海洋沉积物环境现状监测与评价

6.4.1 海水沉积物监测结果

2021 年春季监测海域海洋环境沉积物要素监测结果统计见表 6.4-1。

表 6.4-1　2021 年春季海洋沉积物监测数据统计

监测项目	最小值	最大值	平均值	最小值对应站位	最大值对应站位
砷×10^{-6}	4.31	7.37	5.51	DF16	DF10
总汞×10^{-6}	0.0075	0.0362	0.0211	DF1	DF28
铜×10^{-6}	9.76	20.6	12	DF11	DF15
铅×10^{-6}	8.64	11.6	10.2	DF11	DF24 和 DF28
锌×10^{-6}	25.7	51.7	37.5	DF17	DF10
铬×10^{-6}	25.8	90.8	45.8	DF31	DF24
镉×10^{-6}	0.053	0.083	0.07	DF24	DF1 和 DF5
石油类×10^{-6}	1.9	7.07	3.13	DF22	DF14
硫化物×10^{-6}	0.406	12.5	2.29	DF26	DF14
有机碳%	0.0307	0.447	0.156	DF22	DF31

6.4.2 海洋沉积物现状分析评价

各站位沉积物环境质量要素的评价指数统计见表 6.4-2。

表 6.4-2　2021 年春季沉积物质量评价指数

站位	砷	总汞	铜	铅	锌	铬	镉	油类	硫化物	有机碳
	一类标准									
DF1	0.23	0.04	0.31	0.18	0.28	0.44	0.17	0.00	0.00	0.04
DF2	0.28	0.04	0.30	0.18	0.32	0.60	0.14	0.00	0.00	0.02
DF5	0.26	0.07	0.31	0.16	0.24	0.53	0.17	0.01	0.00	0.02
DF6	0.30	0.07	0.36	0.16	0.24	0.59	0.16	0.01	0.00	0.02
DF10	0.37	0.13	0.39	0.19	0.34	0.68	0.15	0.01	0.01	0.12
DF11	0.23	0.14	0.28	0.14	0.28	0.52	0.15	0.01	0.03	0.10
DF14	0.34	0.17	0.37	0.18	0.32	0.70	0.13	0.01	0.04	0.15
DF15	0.31	0.11	0.59	0.17	0.29	0.67	0.16	0.01	0.03	0.06
DF16	0.22	0.12	0.30	0.15	0.19	0.54	0.14	0.01	0.00	0.02
DF17	0.22	0.11	0.28	0.16	0.17	0.36	0.13	0.00	0.00	0.10
DF18	0.29	0.10	0.36	0.18	0.31	0.56	0.15	0.00	0.00	0.06
DF19	0.22	0.10	0.30	0.17	0.18	0.40	0.13	0.01	0.00	0.03
DF21	0.31	0.09	0.45	0.15	0.22	0.51	0.14	0.00	0.00	0.20
DF22	0.30	0.11	0.31	0.17	0.22	0.61	0.12	0.00	0.00	0.02
DF24	0.26	0.10	0.29	0.19	0.19	1.14	0.11	0.00	0.00	0.11
DF26	0.24	0.10	0.29	0.17	0.19	0.55	0.11	0.01	0.00	0.03
DF28	0.35	0.18	0.39	0.19	0.33	0.60	0.15	0.00	0.00	0.07
DF31	0.25	0.13	0.31	0.15	0.19	0.32	0.13	0.01	0.00	0.22

2021 年春季监测海域海洋沉积物调查结果表明，调查海域沉积物环境中有机碳、硫化物、油类、铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷因子均符合海洋沉积物质量标准第一类标准，区域海洋沉积物环境质量现状良好。

6.5 海洋生态环境现状调查与评价

6.5.1 海洋生物质量

（1）2021 年春季调查结果与评价

2021 年 4 月在项目附近海域及潮间带采集海洋生物，对其体内的重金属等指标进行了检测，按照单因子指数法进行分析，2021 年春季海洋生物质量各因子评价指数见表 6.5-1。

表 6.5-1(a)　2021 年春季鱼类评价结果

站位	种类	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
DF1	棘头梅童鱼	0.046	0.024	0.120	0.008	0.163	0.220	0.031	0.356
DF2	小黄鱼	0.026	0.064	0.081	0.092	0.194	0.333	0.049	0.139
DF4	小黄鱼	0.032	0.040	0.086	0.055	0.189	0.187	0.066	0.175
DF5	中国花鲈	0.041	0.022	0.091	0.030	0.159	0.227	0.039	0.277
DF6	棘头梅童鱼	0.044	0.042	0.091	0.048	0.150	0.151	0.078	0.313
DF10	银鲳	0.045	0.028	0.110	0.048	0.179	0.257	0.043	0.092
DF11	黄鲫	0.054	0.064	0.074	0.083	0.154	0.197	0.043	0.222
DF14	小黄鱼	0.046	0.026	0.069	0.027	0.106	0.092	0.057	0.205
DF15	中国花鲈	0.069	0.042	0.084	0.048	0.155	0.109	0.028	0.159
DF16	黄鲫	0.033	0.041	0.103	0.017	0.129	0.181	0.042	0.181
DF17	中国花鲈	0.134	0.050	0.103	0.058	0.148	0.177	0.027	0.137
DF18	小黄鱼	0.026	0.076	0.076	0.035	0.130	0.167	0.032	0.131
DF19	中国花鲈	0.047	0.013	0.082	0.005	0.124	0.075	0.036	0.202
DF20	棘头梅童鱼	0.036	0.046	0.060	0.048	0.141	0.066	0.046	0.296
DF21	中国花鲈	0.057	0.012	0.116	0.012	0.139	0.089	0.035	0.155
DF22	中国花鲈	0.065	0.018	0.122	0.015	0.161	0.129	0.034	0.153
DF24	银鲳	0.072	0.015	0.096	0.025	0.132	0.180	0.021	0.133
DF26	鲻鱼	0.065	0.245	0.050	0.245	0.395	0.139	0.194	0.263
DF28	中国花鲈	0.055	0.015	0.106	0.022	0.137	0.145	0.039	0.211
DF31	中国花鲈	0.052	0.041	0.111	0.048	0.124	0.132	0.035	0.243

表 6.5-1(b)　2021 年春季甲壳类评价结果

点位	种类	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
DF1	脊尾白虾	0.085	0.089	0.113	0.100	0.087	0.115	0.054	0.280
DF1	日本蟳	0.128	0.217	0.111	0.063	0.297	0.333	0.074	0.298
DF2	三疣梭子蟹	0.118	0.062	0.115	0.095	0.166	0.145	0.049	0.205
DF2	葛氏长臂虾	0.052	0.068	0.132	0.030	0.105	0.217	0.082	0.274

点位	种类	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
DF4	三疣梭子蟹	0.030	0.087	0.082	0.124	0.178	0.166	0.057	0.438
DF4	脊尾白虾	0.041	0.148	0.087	0.191	0.081	0.097	0.080	0.283
DF5	三疣梭子蟹	0.037	0.065	0.087	0.171	0.142	0.105	0.013	0.272
DF5	葛氏长臂虾	0.087	0.080	0.086	0.062	0.093	0.113	0.077	0.292
DF6	三疣梭子蟹	0.093	0.112	0.120	0.184	0.195	0.141	0.048	0.172
DF6	葛氏长臂虾	0.048	0.082	0.065	0.035	0.070	0.117	0.078	0.107
DF10	口虾蛄	0.157	0.207	0.104	0.070	0.141	0.110	0.026	0.316
DF10	三疣梭子蟹	0.040	0.078	0.068	0.133	0.179	0.139	0.054	0.180
DF11	葛氏长臂虾	0.118	0.093	0.062	0.052	0.028	0.083	0.027	0.337
DF11	三疣梭子蟹	0.059	0.101	0.041	0.443	0.120	0.123	0.058	0.256
DF14	日本蟳	0.054	0.147	0.045	0.006	0.075	0.125	0.021	0.373
DF15	葛氏长臂虾	0.045	0.106	0.052	0.040	0.079	0.109	0.071	0.196
DF15	三疣梭子蟹	0.045	0.101	0.081	0.174	0.184	0.141	0.045	0.250
DF16	日本蟳	0.056	0.382	0.070	0.079	0.202	0.306	0.065	0.296
DF16	葛氏长臂虾	0.118	0.094	0.064	0.048	0.075	0.130	0.087	0.225
DF17	三疣梭子蟹	0.068	0.100	0.071	0.070	0.164	0.164	0.033	0.265
DF17	口虾蛄	0.066	0.275	0.058	0.540	0.154	0.139	0.053	0.206
DF18	三疣梭子蟹	0.062	0.105	0.049	0.209	0.179	0.103	0.053	0.134
DF18	口虾蛄	0.149	0.143	0.070	0.380	0.153	0.143	0.076	0.244
DF19	中华虎头蟹	0.088	0.173	0.071	0.217	0.310	0.162	0.062	0.161
DF19	葛氏长臂虾	0.060	0.114	0.083	0.051	0.064	0.134	0.076	0.262
DF20	三疣梭子蟹	0.107	0.083	0.139	0.206	0.164	0.133	0.049	0.194
DF20	脊尾白虾	0.100	0.057	0.169	0.005	0.069	0.103	0.076	0.143
DF21	口虾蛄	0.069	0.200	0.100	0.446	0.141	0.133	0.058	0.184
DF21	三疣梭子蟹	0.052	0.095	0.064	0.238	0.189	0.144	0.055	0.222
DF22	日本蟳	0.121	0.187	0.052	0.054	0.246	0.151	0.055	0.064
DF22	葛氏长臂虾	0.091	0.090	0.052	0.046	0.069	0.108	0.056	0.124
DF24	口虾蛄	0.111	0.276	0.052	0.785	0.136	0.145	0.057	0.185
DF24	日本蟳	0.085	0.187	0.076	0.278	0.185	0.149	0.071	0.342
DF26	葛氏长臂虾	0.059	0.062	0.068	0.066	0.075	0.136	0.073	0.232
DF26	三疣梭子蟹	0.090	0.083	0.093	0.165	0.155	0.132	0.047	0.215
DF28	三疣梭子蟹	0.069	0.058	0.068	0.018	0.083	0.084	0.062	0.204
DF28	口虾蛄	0.071	0.340	0.064	0.780	0.147	0.144	0.064	0.238
DF31	日本蟳	0.104	0.161	0.071	0.270	0.081	0.161	0.046	0.325
DF31	葛氏长臂虾	0.120	0.078	0.052	0.048	0.064	0.125	0.054	0.226
DF22	日本蟳	0.121	0.187	0.052	0.054	0.246	0.151	0.055	0.064
DF22	葛氏长臂虾	0.091	0.090	0.052	0.046	0.069	0.108	0.056	0.124
DF24	口虾蛄	0.111	0.276	0.052	0.785	0.136	0.145	0.057	0.185
DF24	日本蟳	0.085	0.187	0.076	0.278	0.185	0.149	0.071	0.342
DF26	葛氏长臂虾	0.059	0.062	0.068	0.066	0.075	0.136	0.073	0.232

点位	种类	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
DF26	三疣梭子蟹	0.090	0.083	0.093	0.165	0.155	0.132	0.047	0.215
DF28	三疣梭子蟹	0.069	0.058	0.068	0.018	0.083	0.084	0.062	0.204
DF28	口虾蛄	0.071	0.340	0.064	0.780	0.147	0.144	0.064	0.238
DF31	日本蟳	0.104	0.161	0.071	0.270	0.081	0.161	0.046	0.325
DF31	葛氏长臂虾	0.120	0.078	0.052	0.048	0.064	0.125	0.054	0.226

表 6.5-1(c)　2021 年春季双壳贝类评价结果

点位	种类	石油烃	砷	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	铅
		一类标准								二类标准
潮间带 A	四角蛤蜊	0.151	0.667	0.462	0.433	1.19	0.435	0.625	0.592	0.060
潮间带 B	四角蛤蜊	0.195	0.798	0.446	0.599	0.70	0.435	0.745	0.608	/
潮间带 C	四角蛤蜊	0.178	0.551	0.588	0.456	1.28	0.405	0.660	0.568	0.064

表 6.5-1(d)　2021 年春季其它软体动物评价结果

站位	种类	总汞	铜	铅	镉	锌	铬	砷	石油烃
DF14	脉红螺	0.099	0.046	0.017	0.073	0.105	0.303	0.082	0.074

本次调查结果显示，调查海域生物质量状况良好。甲壳类、鱼类、软体动物体内重金属含量符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的海洋生物质量评价标准。双壳贝类四角蛤蜊中石油烃、砷、总汞、铜、镉、锌、铬均符合第一类海洋生物质量标准，铅均符合第二类海洋生物质量标准。

（2）2023 年秋季调查结果与评价

2023 年 11 月，在海上调查站位及潮间带调查采样过程中未采集到足够量的双壳贝类及其它软体动物样品，因此本季海洋生物质量调查内容仅选取经济鱼类及甲壳类进行重金属等指标分析，按照单因子指数法进行分析，2023 年秋季海洋生物质量各因子评价指数见表 6.5-2。

表 6.5-2(a)　2023 年秋季鱼类评价结果

点位	种类	石油烃	总汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
SX04	鮸	0.32	0.07	0.14	0.01	0.06	0.02	0.11	0.06
SX07	棘头梅童鱼	0.26	0.08	0.08	0.02	0.05	0.02	0.10	0.06
SX10	焦氏舌鳎	0.30	0.07	1.12	0.08	0.02	0.12	0.18	0.30
SX12	中国花鲈	0.21	0.08	0.20	0.02	0.03	0.02	0.10	0.07
SX14	中国花鲈	0.32	0.10	0.13	0.01	0.04	0.05	0.12	0.09
SX15	棘头梅童鱼	0.36	0.05	0.13	0.03	0.02	0.04	0.07	0.04
SX18	鲚	0.39	0.07	0.10	0.02	0.06	0.00	0.10	0.05
SX20	中国花鲈	0.29	0.05	0.13	0.02	0.04	0.01	0.16	0.05

SX22	银鲳	0.46	0.03	0.24	0.04	0.07	0.09	0.14	0.06
SX26	鲐	0.39	0.08	0.09	0.02	0.02	0.05	0.10	0.10

表 6.5-2(b)　2023 年秋季甲壳类评价结果

点位	种类	石油烃	总汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬
SX02	三疣梭子蟹	0.21	0.10	0.54	0.17	0.17	0.14	0.13	0.05
SX04	三疣梭子蟹	0.23	0.15	0.60	0.17	0.04	0.23	0.14	0.04
SX05	三疣梭子蟹	0.24	0.09	0.57	0.16	0.05	0.32	0.13	0.05
SX09	三疣梭子蟹	0.20	0.12	0.54	0.17	0.05	0.22	0.12	0.06
SX12	日本蟳	0.21	0.12	0.46	0.17	0.23	0.11	0.19	0.27
SX14	三疣梭子蟹	0.31	0.16	0.66	0.14	0.05	0.27	0.14	0.09
SX15	口虾蛄	0.46	0.09	0.56	0.37	0.05	0.93	0.13	0.19
SX16	三疣梭子蟹	0.34	0.13	0.43	0.10	0.07	0.27	0.13	0.10
SX17	葛氏长臂虾	0.32	0.02	0.42	0.03	0.03	0.05	0.06	0.08
SX22	口虾蛄	0.44	0.15	0.53	0.32	0.09	0.99	0.13	0.10
SX22	三疣梭子蟹	0.31	0.10	0.53	0.15	0.06	0.28	0.12	0.09
SX24	口虾蛄	0.34	0.14	0.52	0.32	0.07	0.87	0.15	0.17
SX27	日本蟳	0.31	0.13	0.21	0.18	0.24	0.34	0.13	0.08
SX27	葛氏长臂虾	0.36	0.02	0.38	0.03	0.03	0.05	0.07	0.13
SX30	三疣梭子蟹	0.32	0.11	0.30	0.11	0.05	0.38	0.12	0.07

本次调查结果显示，调查海域生物质量状况良好。鱼类、甲壳类中铜、锌、铅、镉、总汞含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》标准要求。除 SX10 站的焦氏舌鳎砷含量超出评价标准外，其它鱼类、甲壳类砷、铬和石油烃含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的海洋生物质量评价标准。

6.5.2 海洋生物环境调查与评价

6.5.2.1 2021 年春季海洋生态调查与评价

（1）叶绿素 a 和初级生产力

2021 年 4 月调查海域表层叶绿素 a 含量范围为 0.374μg/L~2.33μg/L 之间，平均含量为 0.809μg/L，最小值出现在 DF19 号站位，最大值出现在 DF31 号站位；底层叶绿素 a 含量范围为 0.324μg/L~1.10μg/L 之间，平均含量为 0.672μg/L，最小值出现在 DF4 号站位，最大值出现在 DF31 号站位。

调查海域表层初级生产力范围为 2.14mgC/(m^2·d)~47.19mgC/(m^2·d)，平均值为 11.4mgC/(m^2·d)，最小站位为 DF21 号站位，最大站位为 DF31 号站位。

（2）浮游植物

1）种类组成和生态类型

调查海域 20 个站位共鉴定出浮游植物 3 门 42 属 71 种，其中，硅藻门 36 属 64 种，占总种数的 90.1%；甲藻门 5 属 6 种，占总种数的 8.5%；裸藻门 1 属 1 种，占总种数的 1.4%，硅藻在浮游植物种类组成和群落结构中具有重要地位。

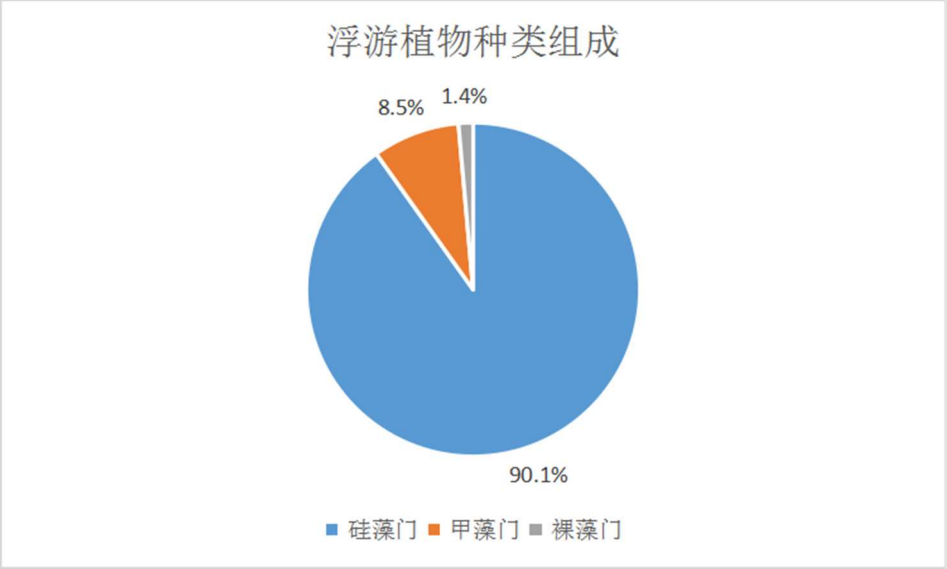

图 6.5-1　调查海域浮游植物种类组成

2）细胞密度和分布

调查海域网采浮游植物的密度范围为 0.70×10^4~99.92×10^4ind/m^3，平均值为 15.4×10^4ind/m^3。调查海域水采浮游植物的密度范围为 0.096×10^4~1.08×10^4ind/L，平均值为 0.38×10^4ind/L。

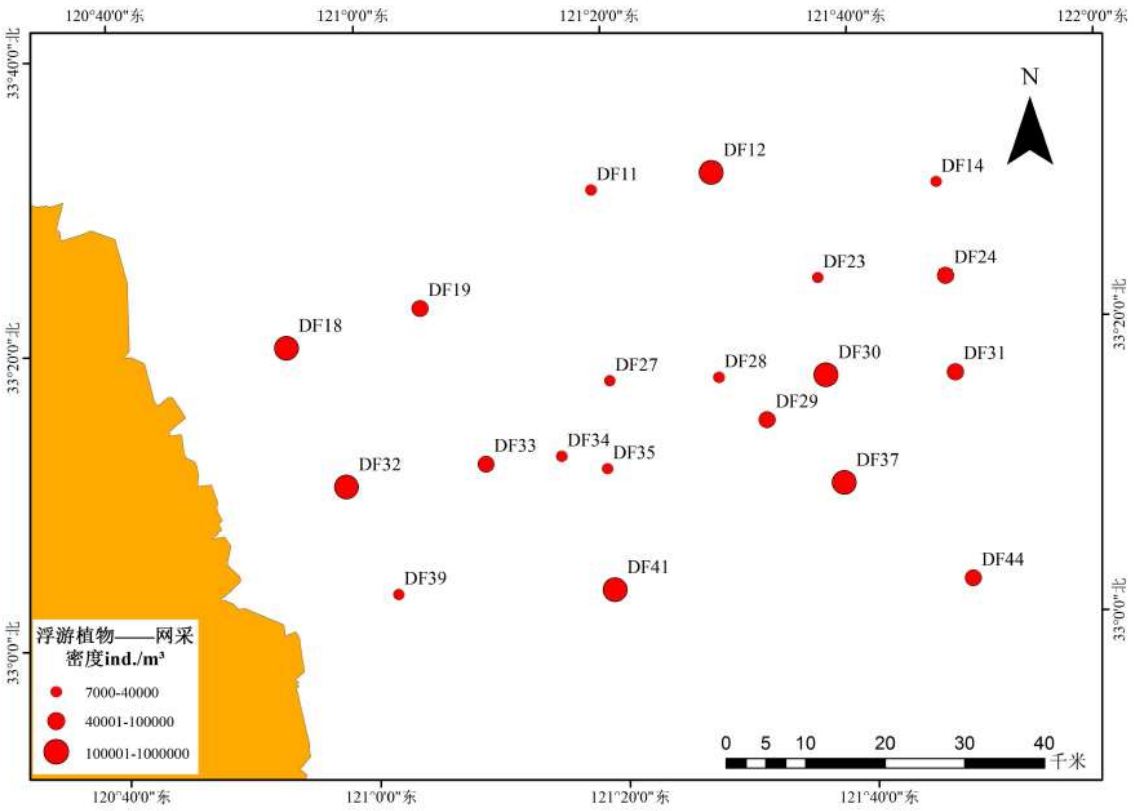

图 6.5-2(a)　调查海域网采浮游植物生物密度（ind/m³）

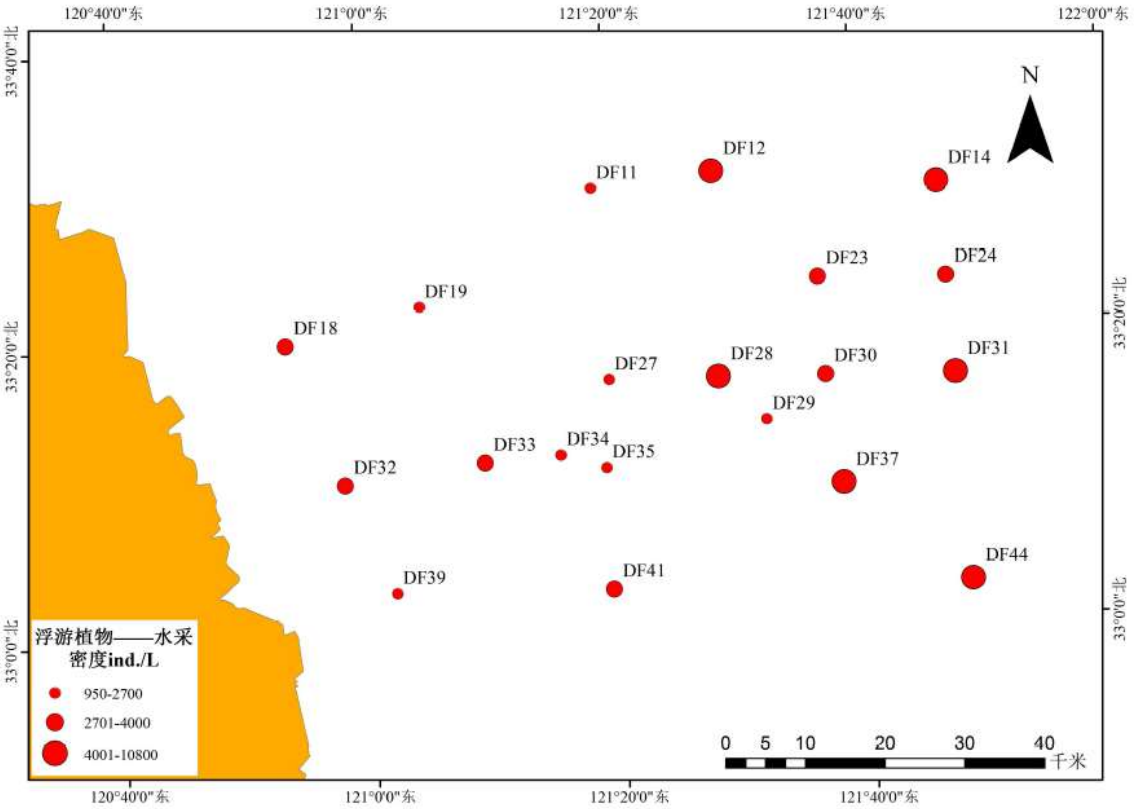

图 6.5-2(b)　调查海域水采浮游植物生物密度（ind/L）

3）生物多样性分析

整个调查海域网采浮游植物的多样性指数均值为 2.71，均匀度均值为 0.62，丰富

度均值为 1.28。水采浮游植物的多样性指数均值为 3.24，均匀度均值为 0.89，丰富度均值为 1.03。

4）优势种类

整个调查海域网采浮游植物优势种类（优势度 Y≥0.02）共 6 种。主要优势种（优势度 Y≥0.1）有 3 种，为星脐圆筛藻、格氏圆筛藻和虹彩圆筛藻，优势度分别为 0.179、0.258 和 0.276。

整个调查海域水采浮游植物优势种类（优势度 Y≥0.02）共 7 种。主要优势种（优势度 Y≥0.1）有 1 种，为格氏圆筛藻，优势度达 0.223。

（3）浮游动物

1）种类组成和生态类型

调查海域共鉴定浮游动物 9 大类 24 种。其中桡足类 11 种，占总种数的 45.8%；浮游幼体 6 种，占总种数的 25.0%；腔肠动物、枝角类、糠虾类、毛颚类、被囊类、端足类和原生动物各 1 种，各占总种数的 4.2%。

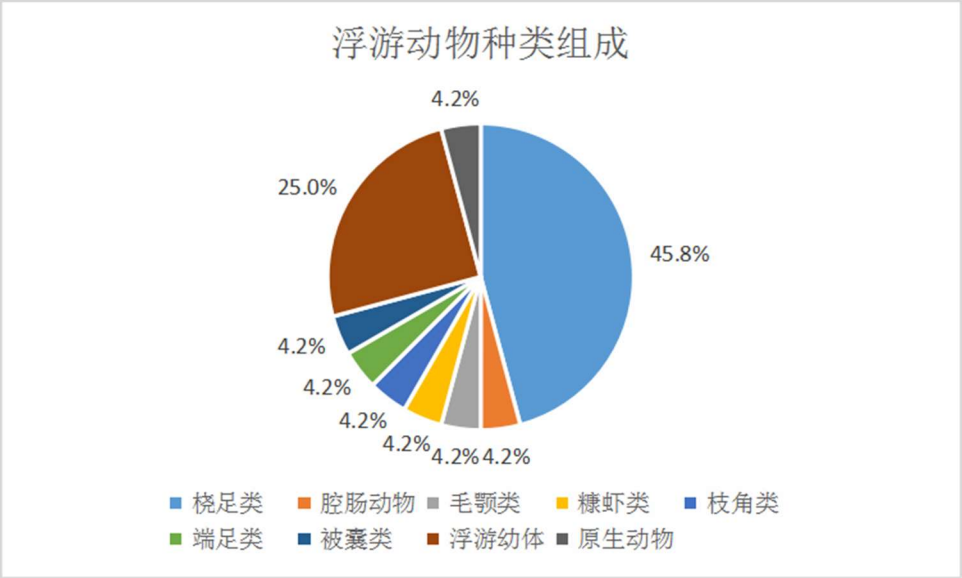

图 6.5-3　调查海域浮游动物种类组成

2）细胞密度和分布

调查海域大型浮游动物密度范围为 7.2~736.4ind/m^3，均值为 159.4ind/m^3；中小型浮游动物密度范围为 76.6~23484.9ind/m^3，均值为 4369.3ind/m^3。

大型浮游动物生物量范围为 12.4~669.6mg/m^3，平均值为 149.1mg/m^3；中小型浮游动物生物量范围为 19.3~2256.0mg/m^3，平均值为 511.6mg/m^3。

3）生物多样性分析

整个调查海域大型浮游动物的多样性指数均值为 1.73，均匀度均值为 0.70，丰富

度均值为 0.81。整个调查海域中小型浮游动物的多样性指数均值为 1.41，均匀度均值为 0.55，丰富度均值为 0.53。

4）优势种类

整个调查海域大型浮游动物优势种类（优势度 Y≥0.02）共 5 种，分别为强壮箭虫、克氏纺锤水蚤、小拟哲水蚤、中华哲水蚤和真刺唇角水蚤，优势度指数分别达 0.06、0.029、0.16、0.6 和 0.037。整个调查海域中小型浮游动物优势种类（优势度 Y≥0.02）共 4 种，优势种有小拟哲水蚤、无节幼体、克氏纺锤水蚤和大同长腹剑水蚤。

（4）底栖生物

1）种类组成

调查海域定性和定量共鉴定 5 大类 34 种底栖生物，其中节肢动物门 14 种，占总种数的 41.2%；脊索动物门 5 种，占总种数的 14.7%；软体动物门 13 种，占总种数的 38.2%；环节动物门和腔肠动物各 1 种，占总种数的 2.9%。

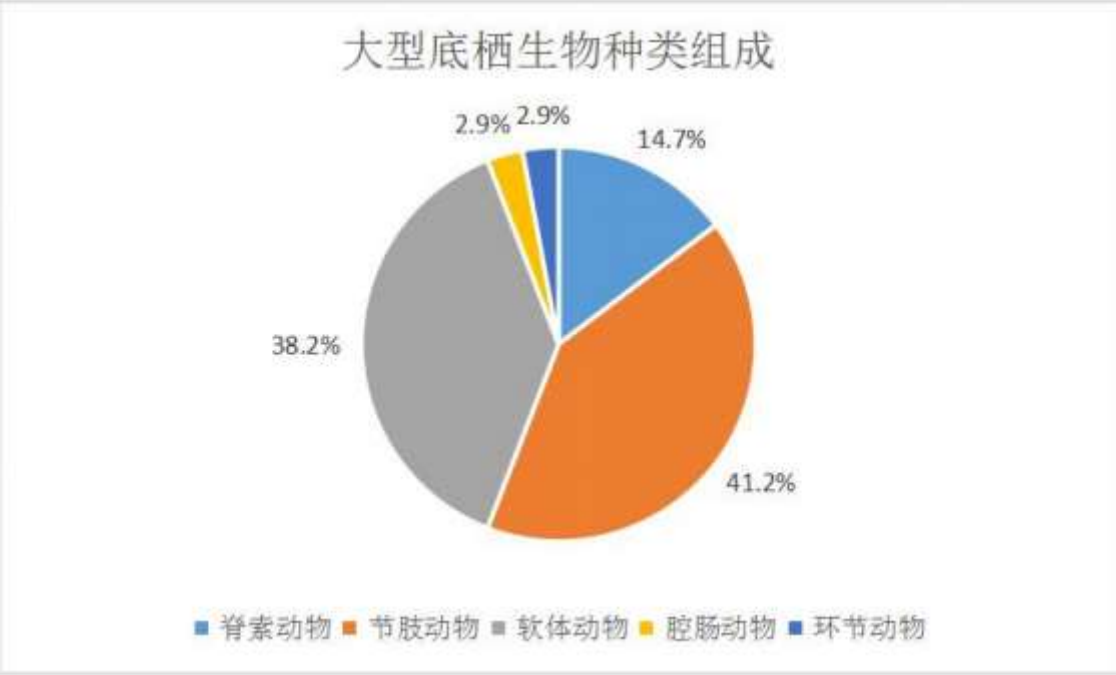

图 6.5-4　调查海域底栖生物种类分布

2）栖息密度、生物量组成与分布

调查海域底栖生物栖息密度范围为 0~130.0ind/m^2，平均值为 16.5ind/m^2，最大值出现在 DF4 号站位；生物量范围为 0~181.2g/m^2，平均值为 20.15g/m^2。最大值出现在 DF4 号站位。

3）生物多样性分析

底栖生物多样性指数在 0~1.39 之间，均值为 0.22；均匀度在 0~1.00 之间，均值

为 0.21；丰富度在 0~0.81 之间，均值为 0.13。

4）优势种类

整个调查海域底栖动物数量优势种类（优势度 Y≥0.02）共 1 种，优势种为伶鼬榧螺，优势度指数为 0.07。底栖动物重量优势种类（优势度 Y≥0.02）共 1 种，为伶鼬榧螺，优势度指数为 0.10。

（5）潮间带生物

1）种类组成

调查海域 3 条断面定性与定量样品共鉴定潮间带生物 16 种。其中软体动物最多，共 9 种，占总种数的 56.3%；环节动物，共 3 种，占总种数的 18.8%；节肢动物、脊索动物、棘皮动物和腔肠动物共各 1 种，各占总种数的 6.3%。调查结果显示，3 个调查断面，数量上：B＞A＞C，质量上：A＞B＞C。

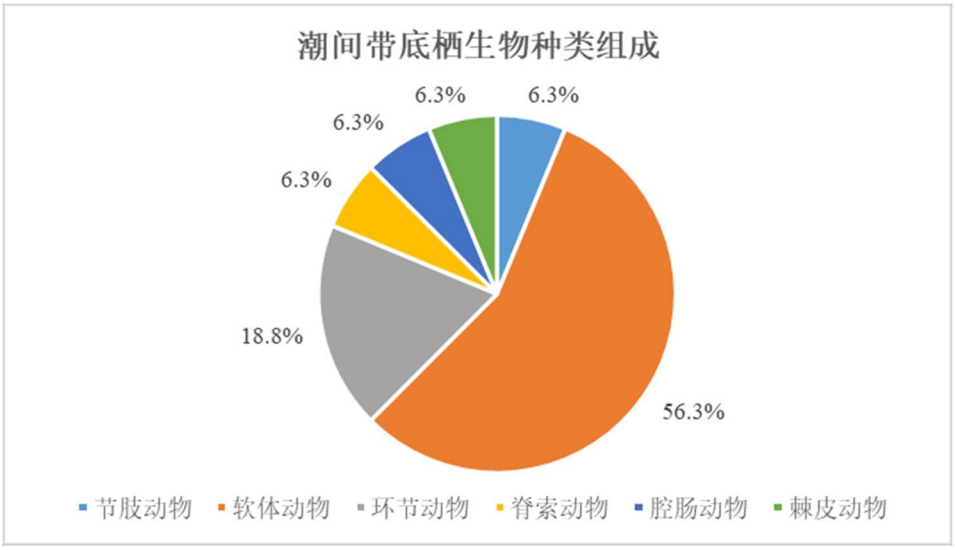

图 6.5-5　调查海域潮间带生物种类组成

2）栖息密度、生物量组成与分布

调查结果显示，3 条潮间带断面底栖生物密度和生物量均值分别为 37.6ind/m^2 和 62.0g/m^2。其中，A 断面潮间带底栖生物各潮带密度和生物量范围分别为 16~72ind/m^2 和 21.5~203.8g/m^2，均值分别为 41.8ind/m^2 和 83.1g/m^2。B 断面潮间带底栖生物各潮带密度和生物量范围分别为 32~72ind/m^2 和 57.0~115.3g/m^2，均值分别为 42.7ind/m^2 和 80.5g/m^2。C 断面潮间带底栖生物各潮带密度和生物量范围分别为 16~48ind/m^2 和 10.4~36.9g/m^2，均值分别为 28.4ind/m^2 和 22.4g/m^2。

3）生物多样性分析

潮间带断面 A 底栖生物各潮带香农－威纳指数平均 1.08，各潮区分布：高潮带＞

中潮区＞低潮带；均匀度指数平均为 0.95，各潮区分布：低潮带＞高潮带＞中潮区；丰富度指数平均 0.62，各潮区分布：高潮带＞中潮带＞低潮区。

潮间带断面 B 底栖生物各潮带香农－威纳指数平均 0.74，各潮区分布：中潮带＞高潮区＞低潮带；均匀度指数平均为 0.77，各潮区分布：高潮带＞中潮带＞低潮区；丰富度指数平均 0.47，各潮区分布：中潮带＞高潮带＞低潮区。

潮间带断面 C 底栖生物各潮带香农－威纳指数平均 0.40，各潮区分布：高潮带＞中潮区＞低潮带；均匀度指数平均为 0.48，各潮区分布：高潮带＞中潮带＞低潮区；丰富度指数平均 0.30，各潮区分布：中潮带＞高潮带＞低潮区。

6.5.2.2 2023 年秋季海洋生态调查与评价

（1）叶绿素和初级生产力

2023 年 11 月调查海域表层叶绿素 a 含量范围为 0.722μg/L~2.06μg/L 之间，平均含量为 1.09μg/L，最小值出现在 SX17 号站位，最大值出现在 SX18 号站位；底层叶绿素 a 含量范围为 0.671μg/L~1.41μg/L 之间，平均含量为 1.06μg/L，最小值出现在 SX22 号站位，最大值出现在 SX26 号站位。

调查海域表层初级生产力范围为 3.44mgC/(m^2·d)~12.15mgC/(m^2·d)，平均值为 7.93mgC/(m^2·d)，最小站位为 SX07 号站位，最大站位为 SX24 号站位。

（2）浮游植物

1）种类组成和生态类型

调查海域 18 个站位共鉴定出浮游植物 5 门 90 种，其中，硅藻门 72 种，占总种数的 80.0%；甲藻门 14 种，占总种数的 15.6%；绿藻门 2 种，占总种数的 2.2%；蓝藻门和金藻门 1 种，各占总种数 1.1%，硅藻在浮游植物种类组成和群落结构中具有重要地位。

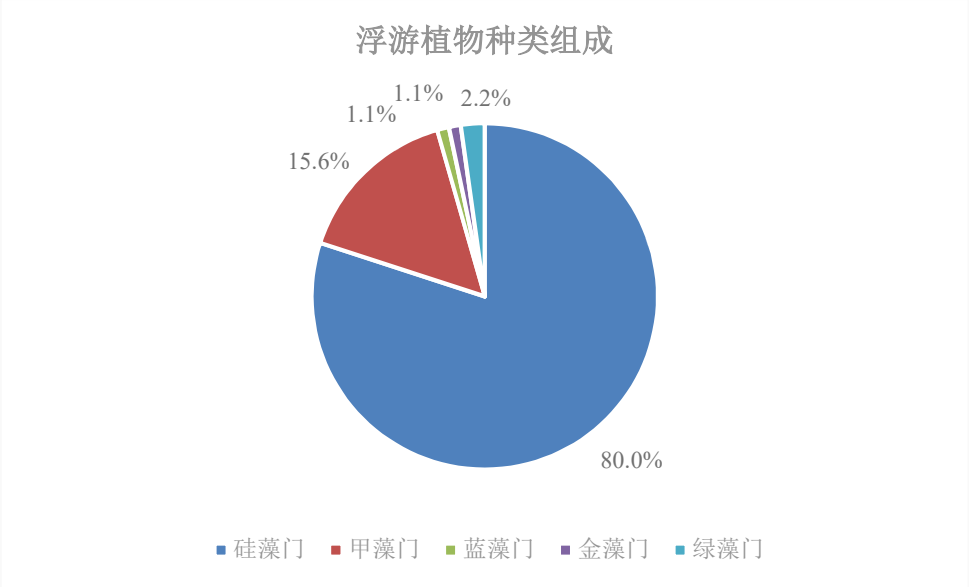

图 6.5-6　调查海域浮游植物种类组成

2）细胞密度和分布

调查海域网采浮游植物的密度范围为 2.58×10^4~24.44×10^4ind/m^3，平均值为 9.74×10^4ind/m^3。调查海域水采浮游植物的密度范围为 0.50×10^4~1.72×10^4ind/L，平均值为 1.05×10^4ind/L。

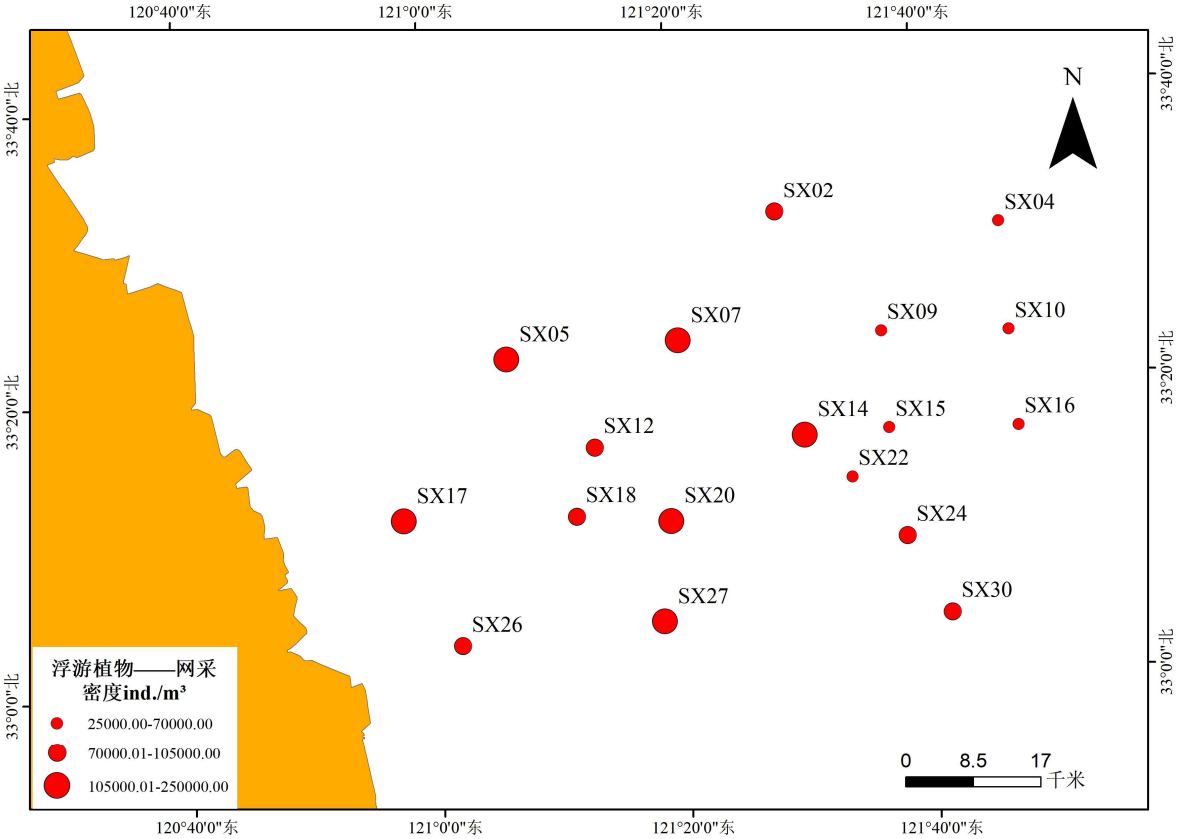

图 6.5-7(a)　调查海域网采浮游植物生物密度（ind/m^3）

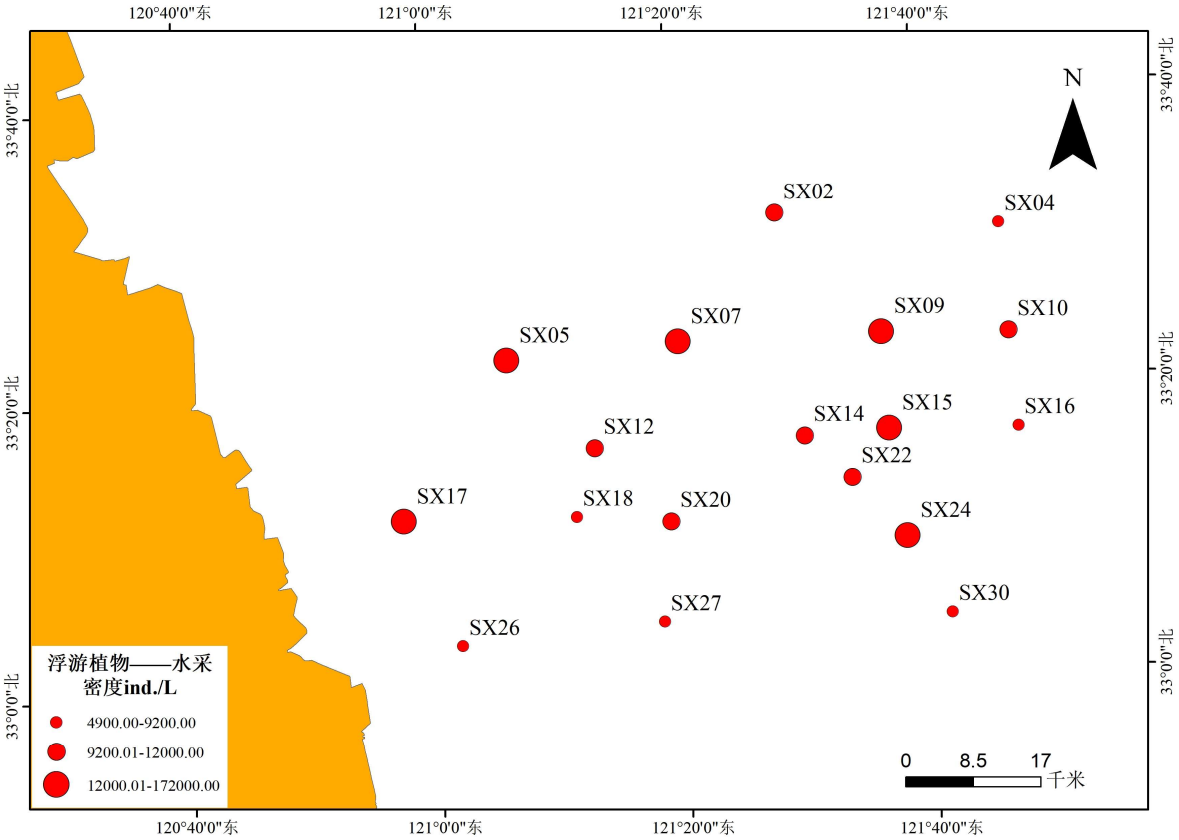

图 6.5-7(b)　调查海域水采浮游植物生物密度（ind/L）

3）生物多样性分析

整个调查海域网采浮游植物的多样性指数均值为 2.24，均匀度均值为 0.84，丰富度均值为 1.20。水采浮游植物的多样性指数均值为 1.89，均匀度均值为 0.89，丰富度均值为 0.81。

4）优势种类

调查海域网采浮游植物优势种类（优势度 Y≥0.02）共 6 种，为格氏圆筛藻、宽梯形藻、念珠直链藻、中肋骨条藻、琼氏圆筛藻和星脐圆筛藻。主要优势种类（优势度≥0.1）共 1 种，为中肋骨条藻，优势度为 0.20。

调查海域水采浮游植物优势种类（优势度 Y≥0.02）共 4 种，为布氏双尾藻、尖针杆藻、中肋骨条藻和菱形海线藻。主要优势种类（优势度≥0.1）共 1 种，为中肋骨条藻，优势度为 0.16。

（3）浮游动物

1）种类组成和生态类型

调查海域共鉴定浮游动物 12 大类 38 种。其中桡足类 16 种，占总种数的 34.2%；浮游幼体 11 种，占总种数的 28.9%；刺胞动物 5 种，占总种数的 13.2%；原生动物、栉水母动物、枝角类、十足目、磷虾目、端足目、涟虫目、毛颚动物和被囊动物各 1

种，各占总种数的 2.6%。由调查结果可知：调查海域的大型浮游动物种类组成中的桡足类占最大优势，在数量上也占了绝对优势。

其中共鉴定大型浮游动物 11 大类 30 种。其中浮游幼体最多，共有 11 种；其次是桡足类，有 9 种；刺胞动物 2 种；原生动物、栉水母动物、枝角类、十足目、磷虾目、端足目、毛颚动物和被囊动物各 1 种。

共鉴定中小型网采浮游动物 11 大类 31 种。其中桡足类最多，共 12 种；其次是浮游幼体 7 种；刺胞动物 4 种；原生动物、栉水母动物、十足目、磷虾目、端足目、涟虫目、毛颚动物和被囊动物各 1 种。

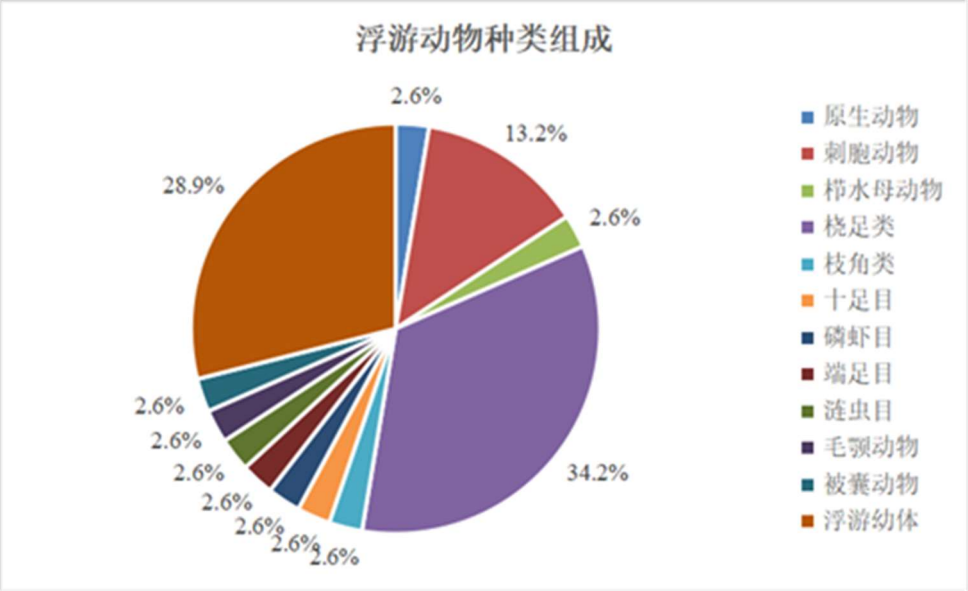

图 6.5-8　调查海域浮游动物种类组成

2）细胞密度和分布

调查海域大型浮游动物密度范围为 1.67~345.71ind/m^3，均值为 83.31ind/m^3；中小型浮游动物密度范围为 50.00~3795.83ind/m^3，均值为 1212.40ind/m^3。

大型浮游动物生物量范围为 14.33~925.50mg/m^3，平均值为 290.55mg/m^3；中小型浮游动物生物量范围为 102.29~3525.68mg/m^3，平均值为 952.24mg/m^3。

3）生物多样性分析

整个调查海域大型浮游动物的多样性指数均值为 2.04，均匀度均值为 0.69，丰富度均值为 1.55。整个调查海域中小型浮游动物的多样性指数均值为 2.26，均匀度均值为 0.60，丰富度均值为 1.40。

4）优势种类

整个调查海域大型浮游动物优势种（优势度 Y≥0.02）共 5 种，优势种为真刺唇

角水蚤、强壮箭虫、太平洋纺锤水蚤、小拟哲水蚤和中华哲水蚤。整个调查海域中小型浮游动物优势种类（优势度 Y≥0.02）共 7 种，优势种为近缘大眼剑水蚤、强额拟哲水蚤、强壮箭虫、桡足类幼体、太平洋纺锤水蚤、小拟哲水蚤和真刺唇角水蚤。

（4）底栖生物

1）种类组成

调查海域定性和定量共鉴定 6 大类 37 种底栖生物，其中节肢动物门 18 种，占总种数的 48.6%；脊索动物门 8 种，占总种数的 21.6%；软体动物门 6 种，占总种数的 16.2%；环节动物门和棘皮动物门 2 种，各占总种数的 5.4%；纽形动物门 1 种，占总种数的 2.7%。

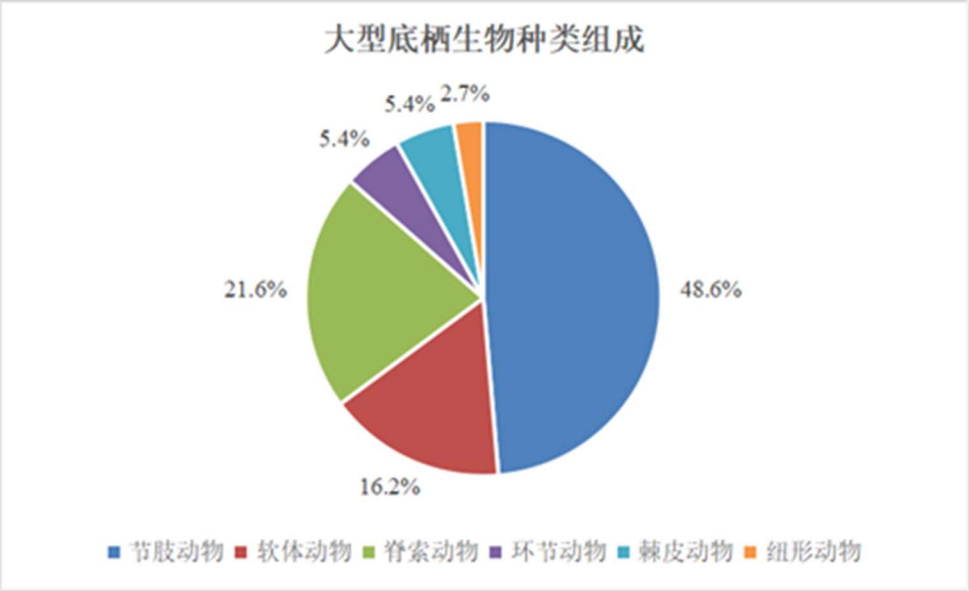

图 6.5-9　调查海域底栖生物种类分布

2）栖息密度、生物量组成与分布

调查海域底栖生物栖息密度范围为 0.00~50.0ind/m^2，平均值为 11.11ind/m^2，最大值出现在 SX07 号站位；生物量范围为 0.00~30.3g/m^2，平均值为 5.08g/m^2。最大值出现在 SX09 号站位。

3）生物多样性分析

底栖生物多样性指数在 0.00~1.50 之间，均值为 0.23；均匀度在 0.00~1.00 之间，均值为 0.20；丰富度在 0.00~0.38 之间，均值为 0.06。

4）优势种类

整个调查海域底栖动物数量优势种类（优势度 Y≥0.02）共 2 种，为金氏真蛇尾和不倒翁虫，优势度指数分别为 0.08 和 0.02。底栖动物重量优势种类（优势度 Y≥0.02）

共 2 种，为伶鼬榧螺和金氏真蛇尾，优势度指数分别为 0.07 和 0.03。

（5）潮间带底栖生物

1）种类组成

调查海域 3 条断面定性与定量样品共鉴定潮间带生物 21 种。其中软体动物最多，共 11 种，占总种数的 52.4%；环节动物 5 种，占总种数的 23.8%；节肢动物 4 种，占总种数的 19.0%；刺胞动物 1 种，占总种数的 4.8%。调查结果显示，3 个调查断面，数量上：A＞B＞C，质量上：A＞B＞C。

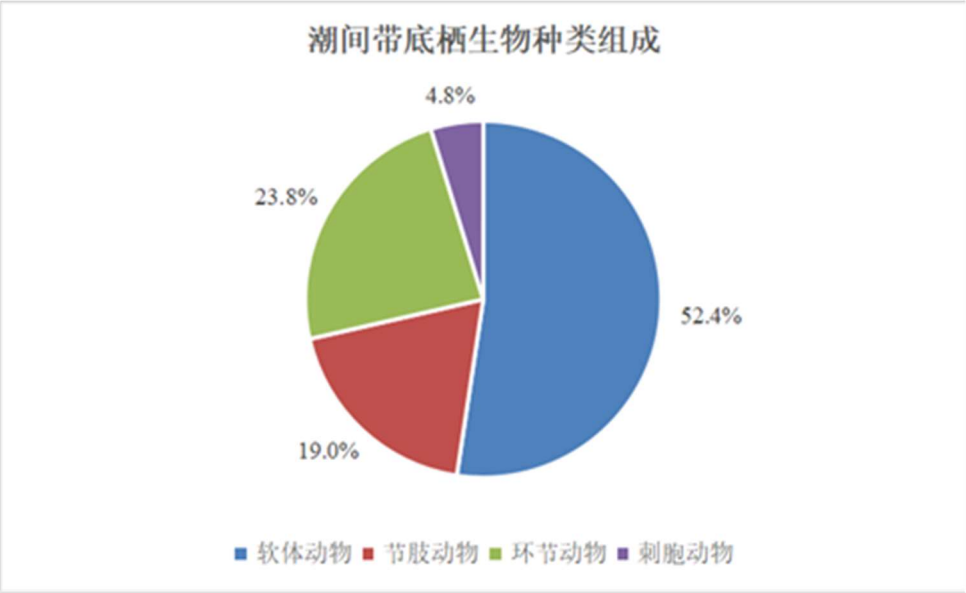

图 6.5-10　调查海域潮间带生物种类组成

2）栖息密度、生物量组成与分布

调查结果显示，3 条潮间带断面底栖生物密度和生物量均值分别为 64.30ind/m^2 和 48.67g/m^2。其中，A 断面潮间带底栖生物各潮带密度和生物量范围分别为 40~160ind/m^2 和 8.97~94.26g/m^2，均值分别为 80.89ind/m^2 和 64.45g/m^2。B 断面潮间带底栖生物各潮带密度和生物量范围分别为 37~80ind/m^2 和 5.32~116.20g/m^2，均值分别为 60.44ind/m^2 和 51.74g/m^2。C 断面潮间带底栖生物各潮带密度和生物量范围分别为 16~112ind/m^2 和 0.82~72.51g/m^2，均值分别为 51.56ind/m^2 和 29.82g/m^2。

3）生物多样性分析

A 断面潮间带底栖生物各潮带香农－威纳指数平均 0.55，各潮区分布：中潮带＞低潮带＞高潮带；均匀度指数平均为 0.67，各潮区分布：低潮带＞中潮带＞高潮带；丰富度指数平均 0.33，各潮区分布：中潮带＞低潮带＞高潮带。

B 断面潮间带底栖生物各潮带香农－威纳指数平均 0.82，各潮区分布：高潮带＞

低潮带＞中潮带；均匀度指数平均为 0.85，各潮区分布：高潮带＞中潮带＞低潮带；丰富度指数平均 0.40，各潮区分布：低潮带＞高潮带＞中潮带。

C 断面潮间带底栖生物各潮带香农－威纳指数平均 0.59，各潮区分布：高潮带＞中潮带＞低潮带；均匀度指数平均为 0.59，各潮区分布：中潮带＞高潮带＞低潮带；丰富度指数平均 0.31，各潮区分布：高潮带＞中潮带＞低潮带。

6.6 渔业资源现状调查与评价

6.6.1 2021 年春季渔业资源调查与评价

6.6.1.1 鱼卵、仔稚鱼

监测海域共鉴定鱼卵 2 种，隶属于 2 目 2 科，其中鲱形目 1 种，鲈形目 1 种；仔鱼 3 种，隶属于 2 目 3 科，其中鲱形目 2 种，鲈形目 1 种。

6.6.1.2 渔业资源

（1）种类及其组成

调查海域共出现渔业资源 50 种，其中鱼类 31 种，占总种类的 62%；虾类 10 种，占 20%；蟹类 7 种，占 14%；头足类 2 种，占 4%。

总渔获重量中，鱼类占 34.4%，虾类占 6.7%，蟹类占 58.7%，头足类占 0.2%；总渔获尾数中，鱼类占 26.6%，虾类占 34.5%，蟹类占 38.8%，头足类占 0.1%。

（2）拖网渔获物（重量、尾数）

调查海域渔业资源拖网渔获物重量平均为 15.05kg/h，范围为 4.45kg/h~34.44kg/h，其中 20 号站重量最高，11 号站位重量最低。调查海域渔业资源平均渔获物尾数平均为 953ind/h，范围为 346ind/h~2014ind/h，其中 21 号站位尾数最高，11 号站位尾数最低。

（3）重量密度、数量密度

经计算调查海域渔业资源平均重量密度为 411.55kg/km^2，范围为 106.57kg/km^2~867.13kg/km^2。平均数量密度为 26610ind/km^2，范围为 8324ind/km^2~55233ind/km^2。

调查海域渔业资源各类群重量密度总计为 411.55kg/km^2，蟹类最高为 242.59kg/km^2；鱼类为 141.66kg/km^2，其中石首科为 18.37kg/km^2，非石首科为 123.29kg/km^2；虾类为 26.43kg/km^2，头足类最低为 0.87kg/km^2。数量密度总计为 26610ind/km^2，蟹类最高为 9992ind/km^2，虾类为 8666ind/km^2，鱼类为 7916ind/km^2，其中石首科为 3275ind/km^2，非石首科为 4641ind/km^2，头足类最低为 37ind/km^2。

（4）优势种

调查海域渔业资源优势种三疣梭子蟹、葛氏长臂虾、鮸、中国花鲈和脊尾白虾。其中三疣梭子蟹在 20 个站位均有出现，出现频率为 100%，生物量和密度分别为 8.24kg/h 和 337.6ind/h；葛氏长臂虾在 20 个站位出现，出现频率为 100%，生物量和密度分别为 0.57kg/h 和 238.4ind/h；鮸在 18 个站位均有出现，出现频率为 90%，生物量和生物密度分别为 0.21kg/h 和 89.2ind/h；中国花鲈在 11 个站位出现，出现频率为 55%，生物量和密度分别为 1.55kg/h 和 1.4ind/h；脊尾白虾在 19 个站位出现，出现频率为 95%，生物量和密度分别为 0.1kg/h 和 47.3ind/h。

（5）石首科调查结果

2021 年 4 月调查期间共鉴定 3 种石首科鱼类，分别是棘头梅童鱼、鮸和小黄鱼，调查海域石首科平均尾数密度为 3275ind/km^2，平均重量密度为 18.37kg/km^2。

（6）生物多样性

调查海域渔业资源多样性指数平均为 1.74，范围为 1.37~2.05。丰富度平均为 2.41，范围为 1.61~3.31。均匀度平均为 0.62，范围为 0.53~0.76。

6.6.2 2023 年秋季渔业资源调查与评价

6.6.2.1 鱼卵、仔稚鱼

监测海域共鉴定仔鱼 3 种，隶属于 3 目 3 科，分别为鲈形目真鲈科的中国花鲈、刺鱼目海龙鱼科的尖海龙、鲑形目银鱼科的大银鱼。调查海域未发现鱼卵。

6.6.2.2 渔业资源

（1）渔获物种类组成

调查海域共出现渔业资源 65 种，其中鱼类 39 种，占总种类的 60.0%；虾类 13 种，占 20.0%；蟹类 9 种，占 13.8%；头足类 4 种，占 6.2%。

总渔获重量中，鱼类占 73.4%，虾类占 4.6%，蟹类占 21.6%，头足类占 0.4%；总渔获尾数中，鱼类占 61.4%，虾类占 22.5%，蟹类占 15.5%，头足类占 0.6%。

（2）拖网渔获物（重量、尾数）

调查海域渔业资源拖网渔获物重量平均为 14.73kg/h，范围为 3.33kg/h~74.85kg/h，其中 SX18 号站重量最高，SX16 号站位重量最低。调查海域渔业资源平均渔获物尾数平均为 774ind/h，范围为 214ind/h~ 2920ind/h，其中 SX18 号站位尾数最高，SX02 号站位尾数最低。

（3）重量密度、数量密度

经计算调查海域渔业资源平均重量密度为 380.12kg/km^2，范围为 78.74kg/km^2~1987.62kg/km^2。鱼类最高、为 280.34kg/km^2，其中石首鱼科为 33.41kg/km^2，非石首鱼科为 246.92kg/km^2；蟹类为 80.92kg/km^2；虾类为 17.49kg/km^2，头足类最低、为 1.36kg/km^2。

平均数量密度为 20641ind./km^2，范围为 5644ind./km^2~77771ind./km^2。鱼类最高、为 13017ind./km^2，其中石首鱼科为 4834ind./km^2，非石首鱼科为 8182ind./km^2，虾类为 4435ind./km^2，蟹类为 3068ind./km^2，头足类最低、为 121ind./km^2。

（4）优势种

调查海域渔业资源优势种有凤鲚、鮟、鮸、葛氏长臂虾和三疣梭子蟹。其中凤鲚在 18 个站位均有出现，出现频率为 100%，生物量和密度分别为 0.30kg/h 和 87.54 ind./h；鮟在 5 个站位出现，出现频率为 28%，生物量和密度分别为 5.34kg/h 和 11.69ind./h；鮸在 18 个站位均有出现，出现频率为 100%，生物量和生物密度分别为 0.82kg/h 和 150.48ind./h；葛氏长臂虾在 18 个站位均有出现，出现频率为 100%，生物量和密度分别为 0.19kg/h 和 85.41ind./h；三疣梭子蟹在 18 个站位均有出现，出现频率为 100%，生物量和密度分别为 2.74kg/h 和 100.84ind./h。

（5）石首科调查结果

2023 年 11 月调查期间共鉴定 3 种石首科鱼类，分别是棘头梅童鱼、鮸和小黄鱼，调查海域石首科平均尾数密度为 4834ind/km^2，平均重量密度为 33.41kg/km^2。

（6）生物多样性

调查海域渔业资源多样性指数平均为 2.09，范围为 1.33~2.47。丰富度平均为 3.08，范围为 2.24~3.99。均匀度平均为 0.69，范围为 0.45~0.80。

6.6.3 主要经济鱼类“三场一通道”分布

本评价区域的主要经济渔业生物有黑鲷、刀鲚、凤鲚、棘头梅童鱼、银鲳、大银鱼、鳓、斑鰶、海鳗、小黄鱼、半滑舌鳎、焦氏舌鳎、三疣梭子蟹等。

鱼类按栖息水层可分为中上层鱼类、中下层鱼类和底层鱼类。中上层鱼类有斑鰶、鳓、大银鱼、康氏侧带小公鱼、赤鼻棱鳀、中国花鲈、日本鲭、蓝点马鲛等；中下层鱼类有刀鲚、龙头鱼、银鲳、小带鱼、皮氏叫姑鱼等；底层鱼类有黑鲷、小眼绿鳍鱼、凤鲚、棘头梅童鱼、星康吉鳗、拉氏狼牙虾虎鱼、睛尾蝌蚪虾虎鱼、焦氏舌鳎、半滑舌鳎、皮氏叫姑鱼、小黄鱼、鮸、海鳗、牙鲆、鲬、黄鲫、多鳞鱚等。

按水层和分布区域划分，鳓、斑鰶属于近海中上层洄游性鱼类，产卵场主要分布

于江苏近海的吕泗和海州湾渔场。鳓在江苏海域产卵场分南北两个，即南部为吕泗渔场，北部为海州湾渔场。产卵期 5~7 月，以 5 月下旬至 6 月下旬为产卵盛期。吕泗渔场的产卵鱼群，4 月下旬至 5 月上旬在 163、162、155、148 和 147 渔区一带；5 月中下旬至 6 月，鱼群分批抵达近岸沙洲区，遍布于 138、145、146、153、154 渔区一带产卵。产卵后，鱼群分散索饵。海州湾渔场的产卵鱼群，主要来自大沙越冬场。产卵后鱼群分布在海州湾南部近海索饵。入冬后索饵鱼群分别返回越冬场，当年产的幼鱼在近岸逗留至 11 月。

银鲳、黑鲷、棘头梅童鱼、鲬、黄鲫、小黄鱼等属于近海底层洄游性鱼类。

本项目与近海主要经济鱼类三场一通道的位置关系见图 6.6-5(a)~(b)，由图可知，整体选址上本项目处于海上风电兼容区，风电场未占用产卵场、未占用索饵场、未占用越冬场，未占用洄游通道。结合《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》，本节就主要保护性鱼类三层一通道的关系进一步分析。

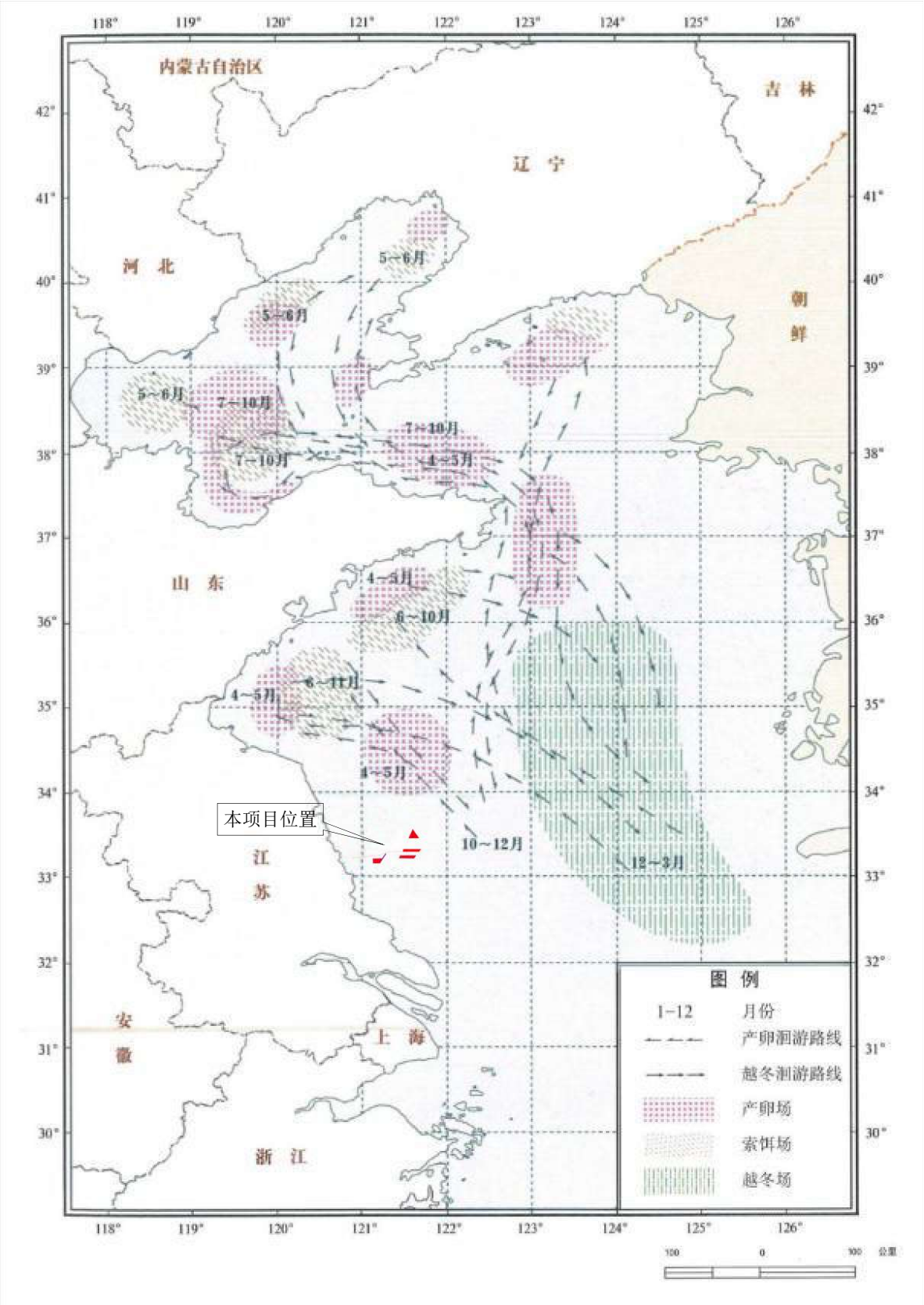

图 6.6-5(a)　工程与黄渤海中上层鱼类三场一通道位置关系

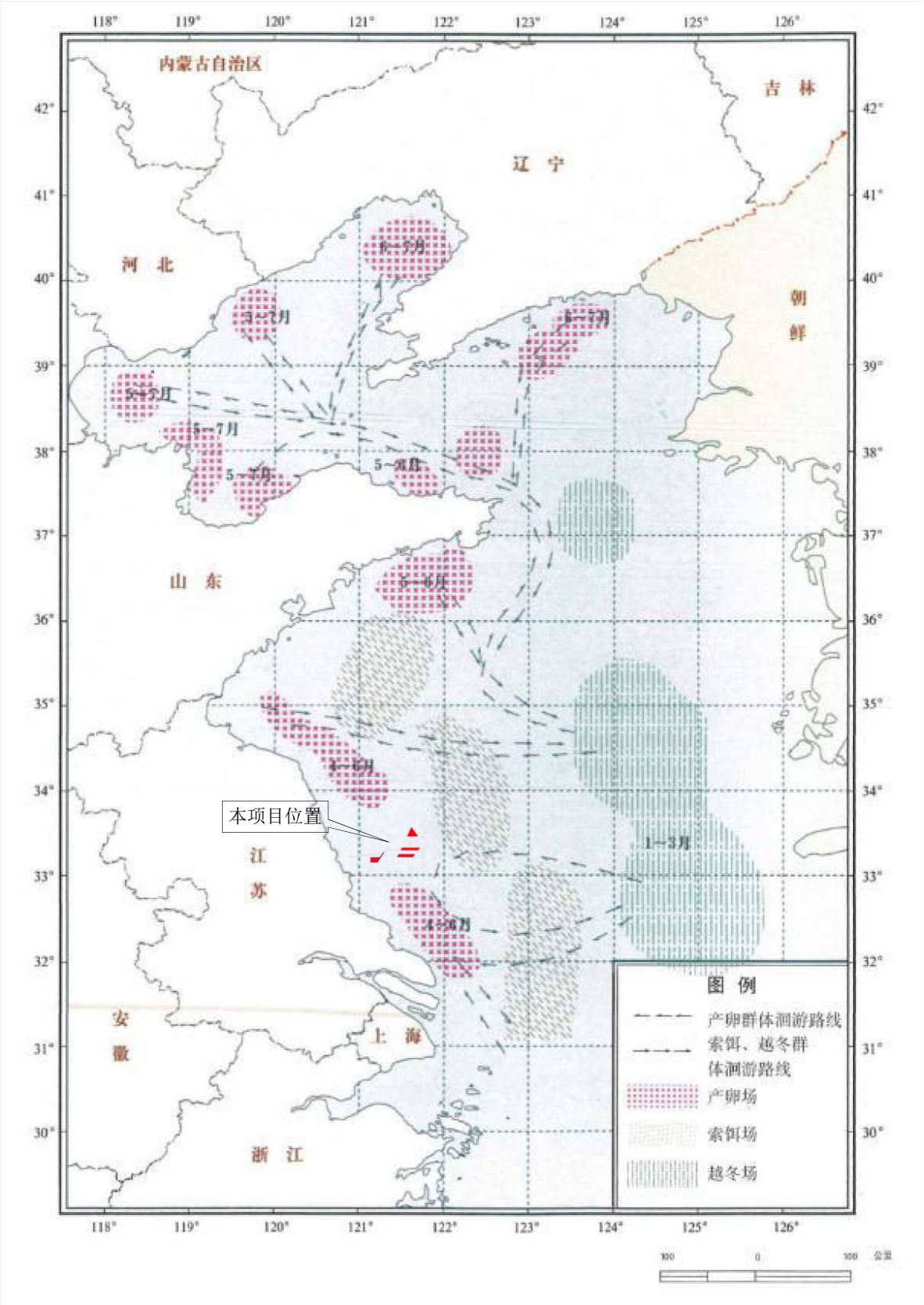

图 6.6-5(b)　工程与黄渤海底层鱼类三场一通道位置关系

（1）小黄鱼（*Larimichthys polyactis*）

依据徐兆礼等（2009）的研究，小黄鱼产卵场的位置：东海小黄鱼的产卵场散布

在东海沿岸，岛群周围，河口，海湾。而在长江以南，3 月就有产卵群体在沿岸水域发现。因此，东海禁渔线以西水域是小黄鱼产卵场。

小黄鱼索饵场的位置：在长江以南，岛群和海湾外侧。大沙渔场西部是整个东黄海小黄鱼最大的索饵场。这个索饵场在黄海南部，禁渔线以东。大沙渔场的小黄鱼鱼群不但来自吕泗渔场，在 5-6 月，整个东海沿岸禁渔线外侧的小黄鱼索饵群体有一个向长江口渔场集结的过程，其后索饵群体进一步向大沙渔场集中。

东黄海群体小黄鱼的越冬场主要是 2 块，其一位于外海 30°00′～34°00′N，124°30′～127°00′E 水域，也就是大沙渔场东部，沙外、江外和舟外渔场。另一块是位于东海中南部禁渔线外侧水域，中心位置是台州—温州外海水域。

东海南部越冬的小黄鱼产卵洄游路径：该群体小黄鱼沿禁渔线外侧越冬，春季大部分就近进入沿岸、海湾、河口和岛群间产卵。但部分北上并沿禁渔线外侧进入舟山渔场，与外海来的产卵群体汇合，沿禁渔线内侧，经由长江口渔场进入吕泗渔场。产卵后鱼群在产卵场外侧索饵，或回到禁渔线外侧附近，北上大沙渔场索饵。大沙渔场是东黄海小黄鱼主要索饵场，索饵群体肥育后，部分可以就近进入外海的越冬场，另有部分南下进入东海中南部近海的越冬场。在东海南部沿岸产卵的小黄鱼就近在附近的禁渔线外侧越冬。次年回到附近产卵场产卵，形成当地水域较短的洄游路径。

在吕四渔场，小黄鱼产卵场位于东沙、高泥沙、竹根沙以东海域，以及蒋家沙以南的黄沙洋、烂沙洋、网仓洪、大湾洪、小庙洪等水域。H8-1#风电场位于小黄鱼育幼场西侧、最近距离约 6.3km，H15#风电场位于小黄鱼不同产卵场之间的洄游通道上。

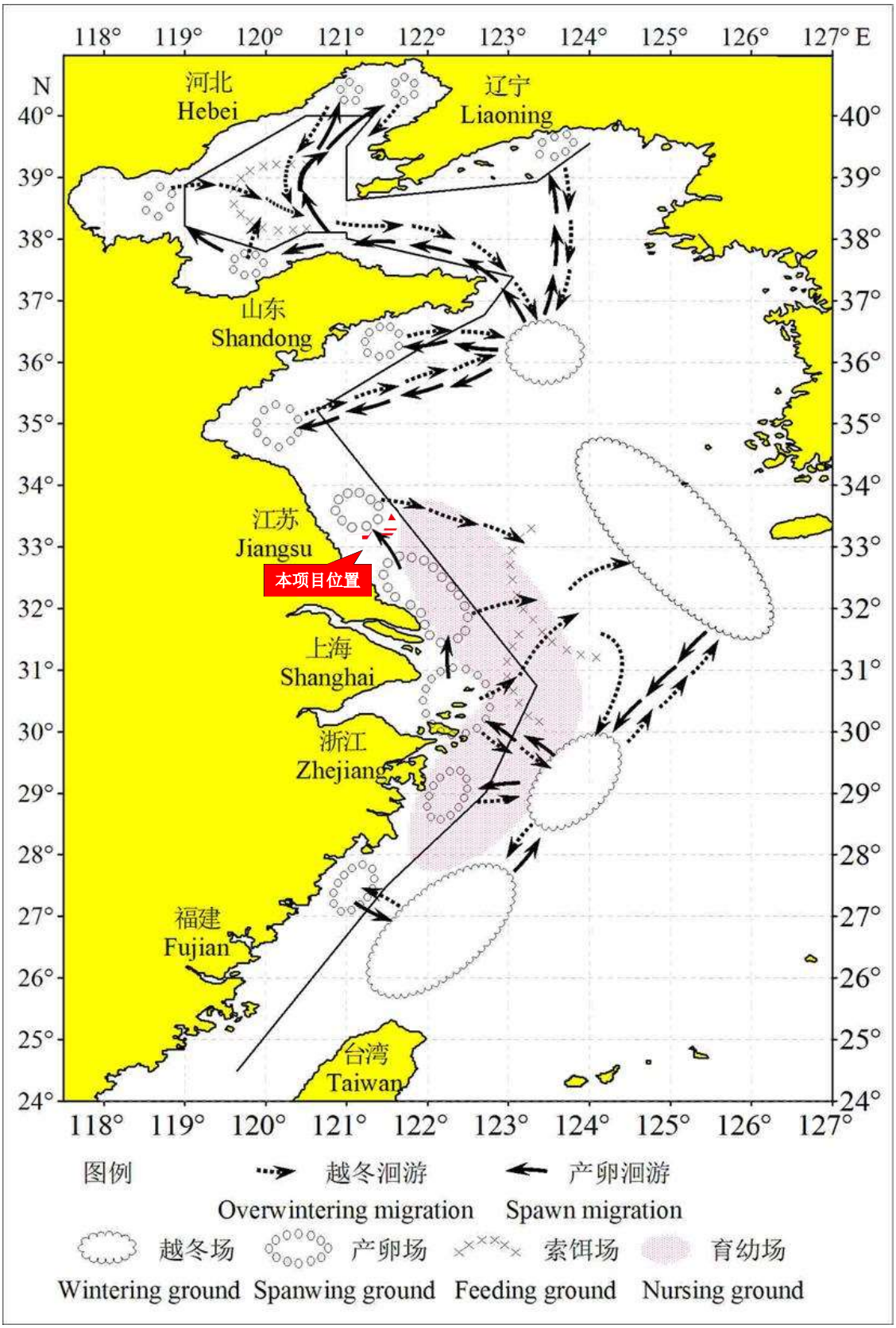

图 6.6-6　小黄鱼三场一通道与工程位置关系（徐兆礼等，2009）

（2）银鲳（*Pampus argenteus*）

东海银鲳每年 5 月上旬（立夏）以后，渔群进入披山海域浅水区生殖，喜欢在浅

海岩礁、沙滩水深 10-20 米一带河口处产卵，产卵后分散在产卵场附近索饵，秋后游向外侧海域进行越冬洄游。过冬后，随暖流增强，鲳鱼向近岸浅滩作产卵索饵洄游（程家骅等，2005）。

在吕泗渔场，银鲳产卵场位于东沙以东禁渔线附近、蒋家沙以南的黄沙洋，烂沙洋，网仓洪，大湾洪，小庙洪等水域。本工程位置位于江苏吕四渔场北部，银鲳产卵场主要在禁渔线附近，H15#风电场距银鲳产卵场约 5km，本项目不占用银鲳的“三场一通道”。

图 6.6-7　银鲳“三场一通道”与工程位置关系（摘自《东海区重要渔业资源三场一通道图集》，2015 年）

（3）三疣梭子蟹（*Portunus trituberculatus*）

三疣梭子蟹产卵群体分布较广，遍布江、浙、闽沿岸浅海及岛屿周围水域，以浙江近海数量较多。3~4 月分布在浙江中南部沿海，5~6 月，密集于浙江北部海域。主要分布在 30°00′～32°00′N，124°00′E 以西海域，抱卵雌蟹主要分布在沿岸 20~40m 水深海域，产卵场底层水温 13.0~17.0℃，底层盐度内侧海区为 16.00~30.00，外侧海区为 33.00。

索饵群体包括幼蟹和成蟹两个群体。由于个体大小不同，其分布海域也不一样。幼蟹分布在沿岸浅水海区，成蟹分布在外侧深水海域。8~9 月其中心分布区在长江口、吕泗大沙渔场和海礁北部一带海域，中心渔场底层水温 19.0~22.0℃，底层盐度

30.00~34.00。10~11 月，渔场高盐水舍向南退缩，吕泗、长江口区水温开始下降，索饵群体南移，在浙江中南部的鱼山、大陈以东海域，形成中心渔场。

东海区梭子蟹比较集中的越冬场有两处，一是在鱼山、温台渔场水深 40~70m 的海域，底层水温 15.0~18.0℃，盐度 32.00~34.00。另一处在福建沿海水深 25~50m 海域。

冬季梭子蟹分布在底层水文 12.0℃以上海域越冬，春季随着水温回升，性成熟个体自南向北，从越冬海区向近岸浅海、河口、港湾作产卵洄游。3~4 月在福建沿岸 10~20m 水深海域，4~5 月在浙江中南部沿岸海域，5~6 月在舟山、长江口 30m 以浅海域产卵。产卵后的群体，分布在长江口、舟山渔场索饵。6~8 月孵出的幼蟹分布在沿岸浅海区肥育、成长，秋季个体逐渐长大并向深海水区移动，8~9 月近海水温继续上升，外海高盐水向北推进，产卵后的索饵群体和当年成长的群体一起，北移至长江口、吕泗、大沙渔场，10 月以后，随着北方冷空气南下，沿岸水温逐渐下降，索饵群体自北向南，自浅水区向深水区作越冬洄游。

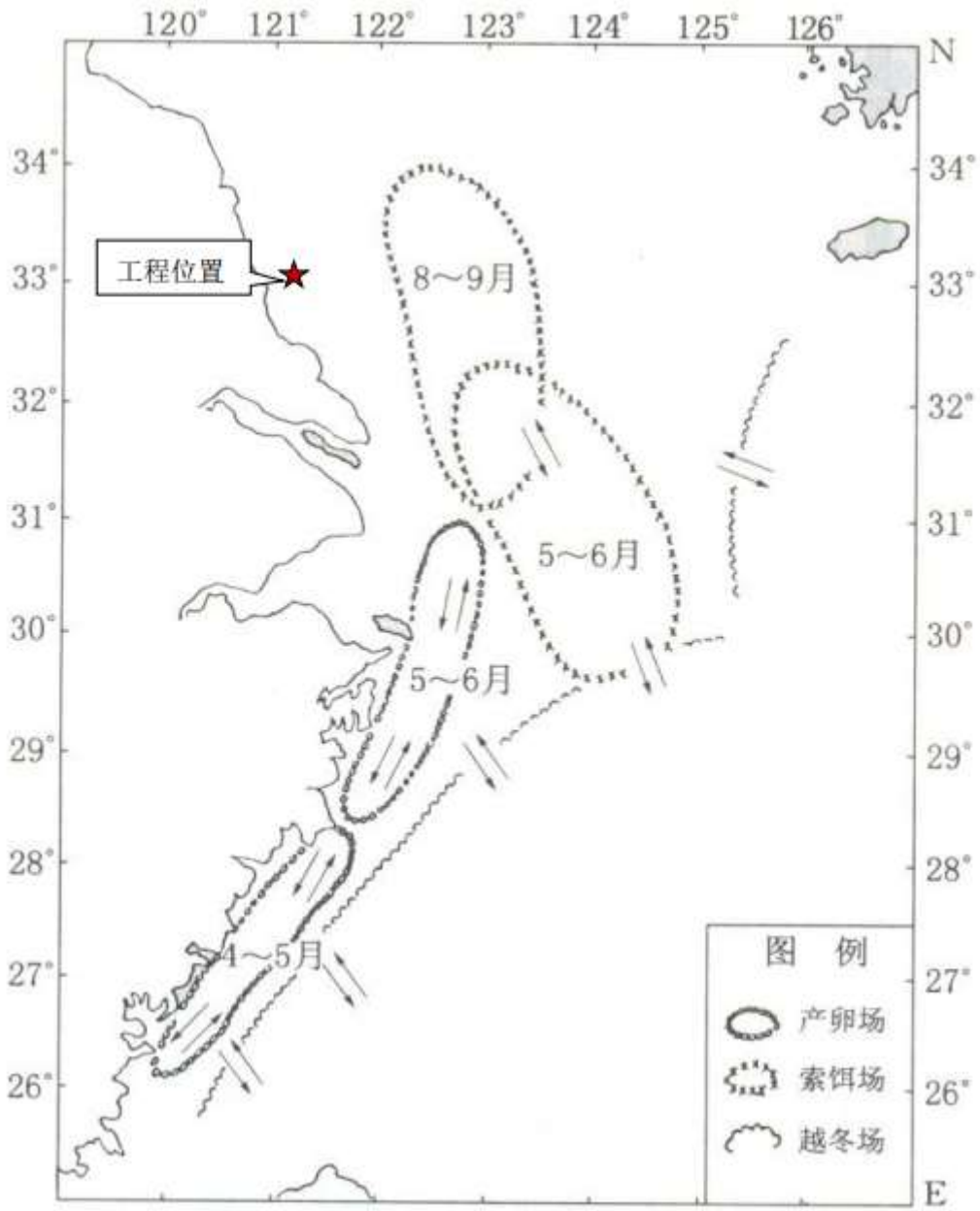

图 6.6-8　三疣梭子蟹洄游路线与工程位置关系（来自张秋华等，2006）

本项目风电场区与三疣梭子蟹的“三场一通道”距离很远。2021 年春季三疣梭子蟹在 20 个站位均有出现，出现频率为 100%，生物量和密度分别为 8.24kg/h 和 337.6ind/h。2020 年秋季三疣梭子蟹在 20 个站位均有出现，出现频率为 100%，生物量和密度分别为 4.64kg/h 和 186.2ind/h。

（4）带鱼（*Trichiurus lepturus*）

有关文献详细的记载了带鱼产卵场位置主要是东黄海禁渔线以西的吕泗洋，岱衢洋，大目洋，猫头洋，洞头洋和官井洋。

带鱼索饵场位于江苏南部大沙渔场到浙江北部的长江渔场禁渔线的外侧。5~6 月

索饵群体首先在浙江北部和江苏南部近海形成，逐渐向北移动，7~8 月前锋移至江苏南部近海，9 月，前锋移至江苏中部近海，10 月随着冷空气开始南下。

带鱼越冬场位置变化较大，主要位置有两块，一块是长江口渔场和舟山渔场的东部，即 180，181，1811，188，189，1891 渔区，在某些年份，越冬场也会东移至江外和舟外渔场西部，也就是 1662、1732、1663、1733、1811、1812、1891 和 1892 渔区。因此可以认为 30°00′—32°00′N，124°00′~126°00′E 水域是外海带鱼主要越冬场。另一块是位于浙江和福建近海的“近海越冬场”。其中 1976 年及以前主要是东海外海越冬场为主。由于 1974 年以后，数千对渔船在外海越冬场捕捞，1976 年以后，近海越冬场重要性日渐突出。不同时期越冬场不同，也带来产卵洄游路线的变化。

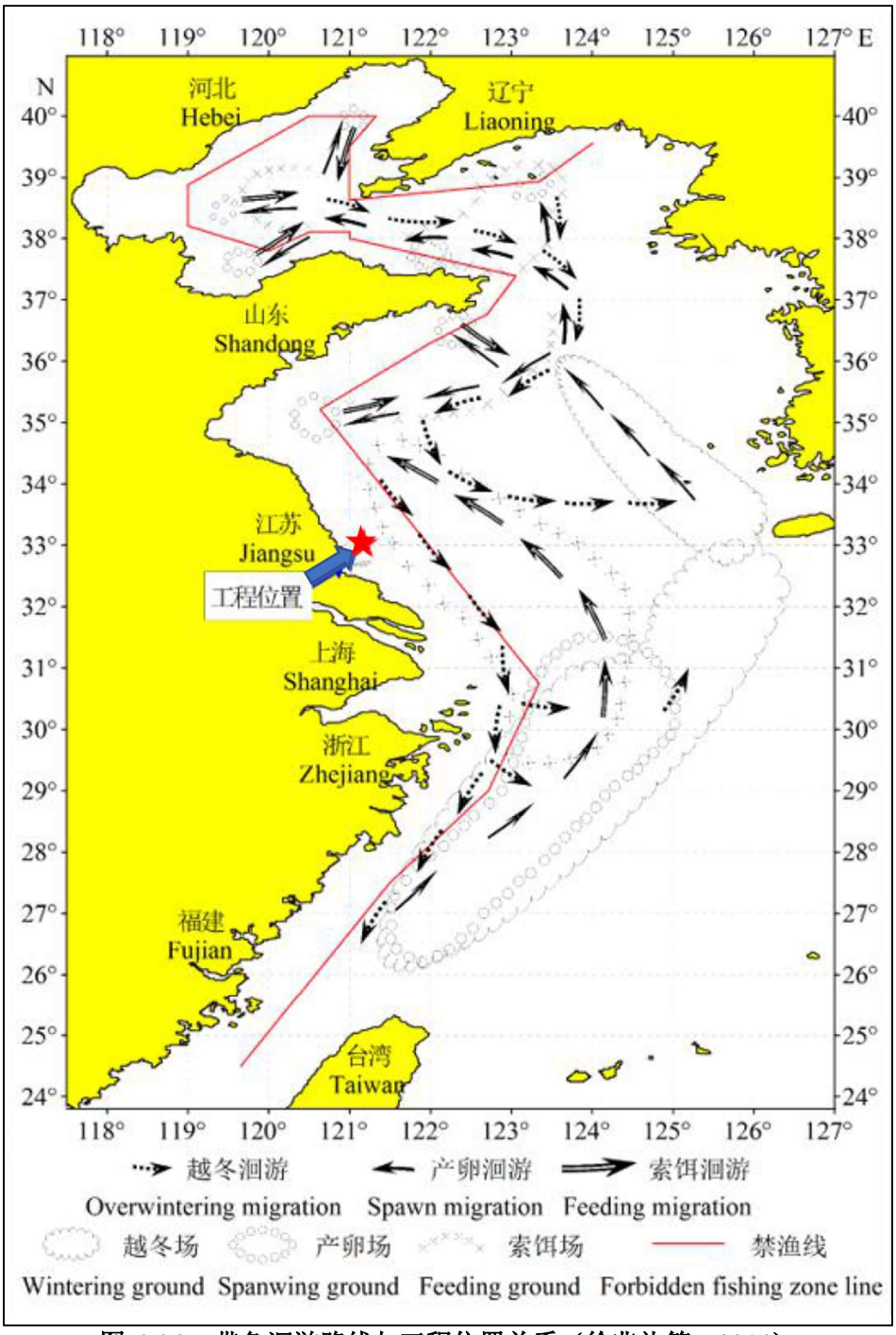

图 6.6-9　带鱼洄游路线与工程位置关系（徐兆礼等，2014）

4 月在外海越冬场的带鱼主群游向长江口和舟山渔场水域，另有一部分直接游向吕泗渔场。5 月带鱼陆续进入沿海产卵场产卵。而浙江中南部和福建北部近海越冬的群体直接进入邻近的大目洋，猫头洋，洞头洋，官井洋等水域的河口和海湾产卵场产卵，因此，南部海域禁渔线外侧越冬群体较早的消失，进入禁渔区成为了产卵洄游的群体。

分析索饵洄游群体移动走向可见，长江口渔场，舟山渔场和吕泗渔场的索饵鱼群

6 月起逐渐在禁渔线外侧集结，该索饵群体有北上洄游的趋势，在 6~9 月继续北上最终前锋可以到达江苏中部近海。10 月以后，该索饵群体南下形成越冬群体。而浙江中南部和福建北部沿海产卵群体在禁渔线内侧附近索饵，从早期，洞头，北麂渔民以敲鲇作业捕捞带鱼，幼体占 70%可见。

带鱼越冬洄游与产卵洄游路线并不相同。10 月，随着冷空气南下，在江苏中南部近海索饵的鱼群往南做越冬洄游。10 月越冬群体到达长江口海域。在此，一部分鱼群继续南下，11~12 月到达浙江中部近海，1 月回到浙江南部近海越冬场。另一部分鱼群游向外海越冬场。此外，原来分散在从浙江到福建北部禁渔线内侧附近索饵的鱼群在 10-11 月游向禁渔线外侧深海越冬。次年回到附近产卵场产卵，形成当地水域较短的洄游路径。

本工程距离位于江苏北部海州湾渔场的带鱼产卵场约 180 公里，距离东黄海带鱼的索饵场约 55 公里。2021 年春季调查海域各站位均未捕获到带鱼，2023 年秋季调查海域 SX27 号捕获到少量小带鱼。

6.7 鸟类及其生境现状调查与评价

6.7.1 鸟类调查方案

浙江智海环境科技有限公司于对本项目鸟类现状进行了调查工作，调查期间为 2020 年 10 月至 2021 年 8 月的连续四个季度，陆域每季节调查 2 次、海域每季节调查 1 次；共设置调查样线 17 条，其中海上样线 11 条、陆上样线 6 条。调查单位编制完成了《华东院大丰海上风电项目鸟类调查及影响评价专题报告》，并于 2022 年 3 月组织了专家评审。

6.7.2 鸟类调查概况

（1）调查时间

表 6.7-1　调查时间

季节	陆域调查		海上调查
	第一次调查	第二次调查	
秋季	2020.10.14~15	2020.11.5~6	2020.11.3~4
冬季	2021.1.8~9	2021.2.5~6	2021.1.18
春季	20213.10~11	2021.4.8~9	2021.4.9~10
夏季	2021.6.16~17	2021.8.13~14	2021.8.14~15

注：春、秋季为主要迁徙期，夏季为繁殖期，冬季为越冬期。

（2）调查区域及样线布设

该调查共设置了 11 条海上样线，其中 1 条位于珍禽保护区实验区东沙内，样线长度 4.7~13.6km 不等；陆域部分沿岸线设置 6 条样线，每条样线 5km 左右，其中 4 条位于珍禽保护区内。各样线起止点坐标见表 6.7-2 和图 6.7-1。

图 6.7-1　调查样线布设（陆域 6 条，海域 11 条）

表 6.7-2　样线情况

样线		起止点	纬度	经度
海域	HS1	起点	33°10′21.64″北	121°5′48.45″东
		终点	33°8′39.72″北	121°14′21.85″东
	大丰 H17#	起点	33°11′15.22″北	121°15′40.91″东
		终点	33°14′15.94″北	121°18′40.36″东
	大丰 H9#	起点	33°16′30.92″北	121°31′13.29″东
		终点	33°16′40.70″北	121°34′46.40″东
	大丰 H15#	起点	33°13′18.57″北	121°31′38.53″东
		终点	33°13′29.70″北	121°34′42.62″东
	HS5	起点	33°15′31.65″北	121°41′10.13″东
		终点	33°18′13.30″北	121°42′17.95″东
	大丰 H8-1#	起点	33°23′3.33″北	121°36′50.92″东
		终点	33°25′14.95″北	121°34′50.66″东
	HS7	起点	33°30'3.85"北	120°55'22.92"东
		终点	33°32'0.30"北	120°58'32.84"东
	HS8	起点	33°23'55.44"北	120°59'0.32"东
		终点	33°27'5.01"北	120°56'12.04"东
	HS9	起点	33°26'17.22"北	121°02'33.53"东
		终点	33°26'19.58"北	121°07'8.83"东
	HS19	起点	33°21'18.81"北	121°03'11.82"东
		终点	33°23'27.89"北	121°08'24.44"东
	HS11	起点	33°15'36.20"北	120°57'31.92"东
		终点	33°17'47.49"北	121°01'22.51"东
陆域	L1 斗龙港南	起点	33°29′58.57″北	120°38′57.84″东
		终点	33°28′8.80″北	120°39′17.43″东
	L2 晚庄港北	起点	33°22′15.54″北	120°42′25.70″东
		终点	33°20′37.76″北	120°42′51.45″东
	L3 大丰港北	起点	33°17′32.44″北	120°45′13.16″东
		终点	33°15′29.03″北	120°46′50.67″东
	L4 大丰港南	起点	33°12′47.06″北	120°49′39.42″东
		终点	33°10′56.99″北	120°49′4.05″东
	L5 竹港	起点	33°9′8.62″北	120°50′14.20″东
		终点	33°6′38.41″北	120°51′16.70″东
	L6 川东港北	起点	33°4′35.50″北	120°51′42.52″东
		终点	33°3′22.05″北	120°49′48.31″东

（3）调查方法

现场鸟类调查方法参考《全国第二次陆生野生动物资源调查技术规程》和《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ710.4-2014），采用样线和样点相结合的方法，利用双筒和单筒望远镜观察，统计鸟类种类和数量。

调查分海上和沿海岸线两部分进行。沿海岸线调查乘车沿着现状海堤进行样线调查，在调查样线上鸟类相对集中的区域步行调查，并设置调查样点，记录海堤向海和向陆两侧各 400m 范围内的所有鸟类。海上调查采用船只沿相对固定的路线对风电项目规划场址所在海域及周边海面进行鸟类观测和记录，调查人员从船上调查船两侧各

400m 以内飞行和水中鸟类，船行的速度在 7~16 节，记录船行路线两侧的鸟类种类、数量、飞行高度或距离等信息。

6.7.3 现状调查结果与评价

6.7.3.1 鸟类群落特征

（1）种类组成

2020 年 9 月到 2021 年 8 月调查期间共记录到鸟类 17 目 45 科 92 属 155 种。其中海域记录到 6 目 10 科 15 属 90 种，陆域记录到 15 目 43 科 90 属 152 种。总计数量 7.9 万余只次。规划的几个场址中，大丰 H17#记录到 2 目 3 科 6 属 8 种，约 20 只次；大丰 H9#记录到 2 目 2 科 4 属 5 种，约 17 只次；大丰 H15#记录到 2 目 3 科 3 属 3 种，约 6 只次；大丰 H8-1#记录到 2 目 3 科 4 属 4 种，约 12 只次。

调查期间，区域鸟类群落目水平科数量组成见图 6.7-2。

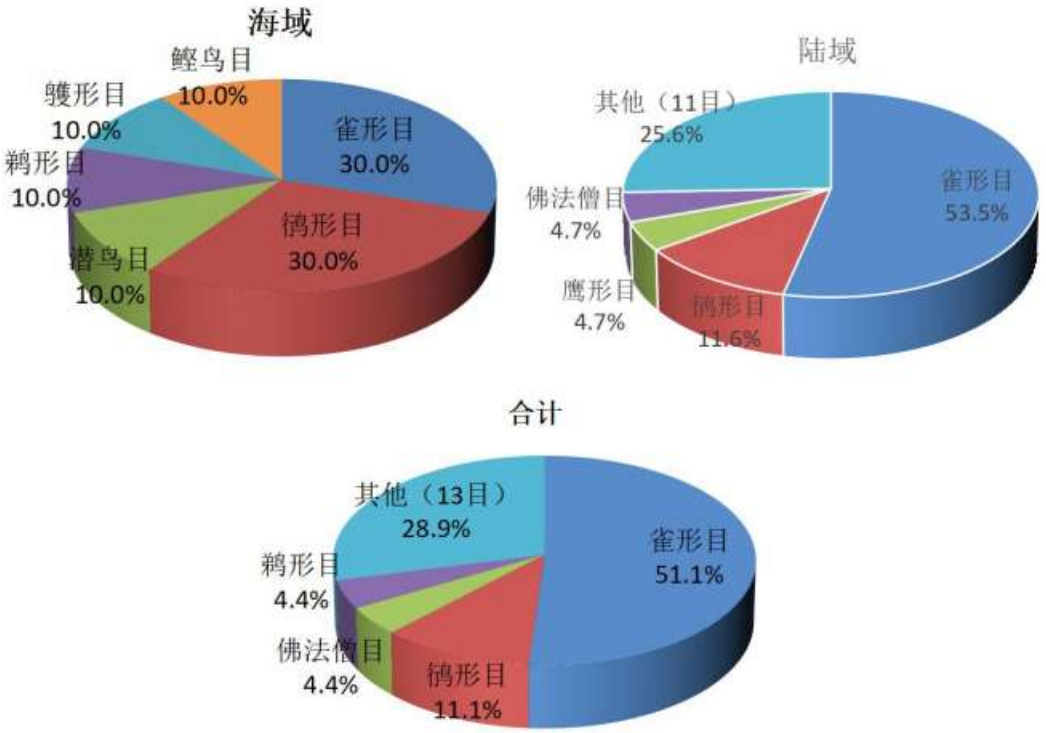

图 6.7-2　区域鸟类群落目水平科组成

表 6.7-3　调查区域鸟类不同种类数量统计结果

序号	目	科数	种类数	数量
1	鸡形目	1	2	200
2	雁形目	1	13	9248
3	潜鸟目	1	1	1
4	鹱形目	1	1	8
5	鹳鹳目	1	2	1183
6	鹅形目	1	9	6806

7	鲣鸟目	1	1	1389
8	鹰形目	2	4	12
9	鹤形目	1	3	2461
10	鸻形目	5	46	45652
11	鸽形目	1	3	756
12	鹃形目	1	4	155
13	佛法僧目	2	2	59
14	犀鸟目	1	1	64
15	鴞形目	1	3	11
16	隼形目	1	2	32
17	雀形目	23	58	11359

表 6.7-4　调查区域重点保护鸟类调查统计结果

序号	区域	目	科数	种类数	数量
1	陆域	鸡形目	1	1	6
		雁形目	1	13	9248
2		䴙䴘目	1	2	1183
3		鹈形目	1	9	6781
4		鹰形目	2	4	12
5		鹤形目	1	1	725
6		鸻形目	5	45	45331
7		鹃形目	1	4	155
8		佛法僧目	1	1	23
9		犀鸟目	1	1	64
10		鴞形目	1	3	11
11		隼形目	1	2	32
12		雀形目	13	32	5017
1	海域	潜鸟目	1	1	1
2		鹱形目	1	1	8
3		鹈形目	1	2	25
4		鸻形目	3	11	321
5		雀形目	2	2	38

（2）数量组成

海域统计到鸟类 408 只次，其中鸻形目占 78.7%，雀形目占 9.6%，鹈形目占 6.1%，鲣鸟目站 3.4%，鹱形目占 2.0%，潜鸟目占 0.2%；陆域共统计到鸟类 7.9 万元余只次，鸻形目最多，占 57.4%，其他依次为雀形目（14.3%）、雁形目（11.7%）、鹈形目（8.6%）、鹤形目（3.1%）、鲣鸟目（1.7%）、䴙䴘目（1.5%），其他 8 目合计占 1.6%；整个区域统计到鸟类 7.9 万只次，鸻形目占 57.5%，其他依次为雁形目（14.3%）、鹈形目（11.6%）、雀形目（8.6%）、鹤形目（3.1%）、䴙䴘目（1.7%）、鲣鸟目（1.5%），其他 8 目，合计

占 1.6%。

区域鸟类群落目水平、科水平数量组成分别见图 6.7-3、图 6.7-4。

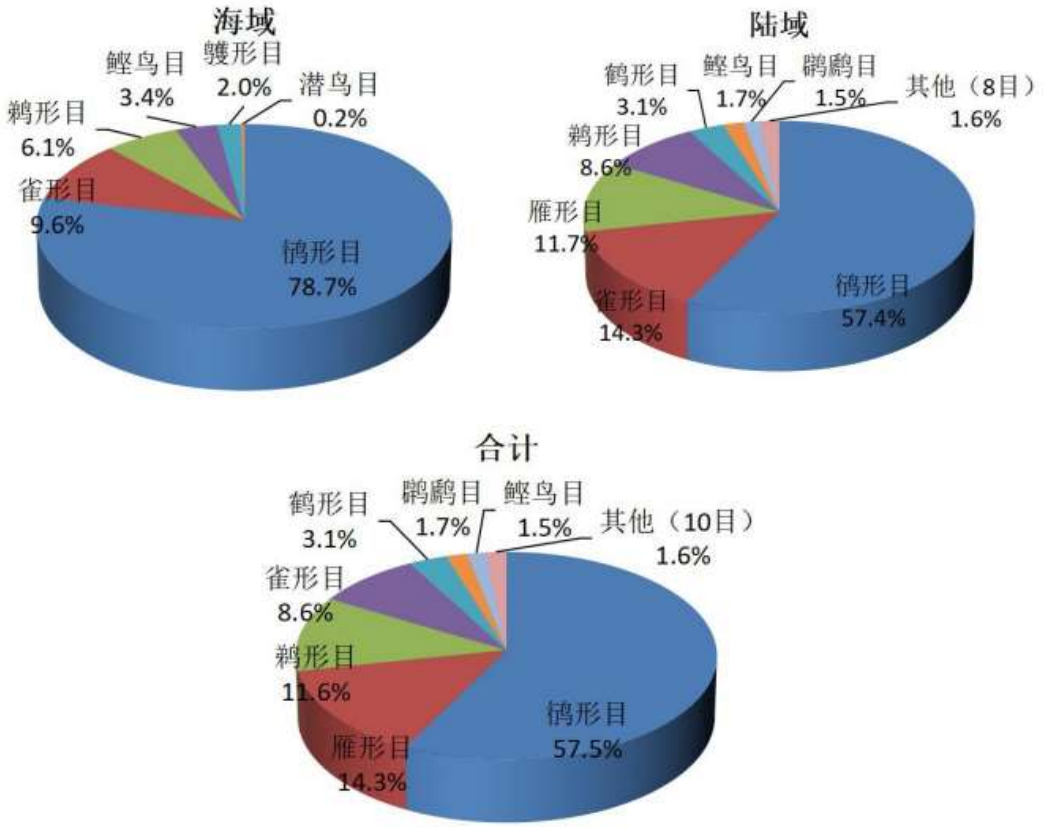

图 6.7-3　区域鸟类群落目水平数量组成

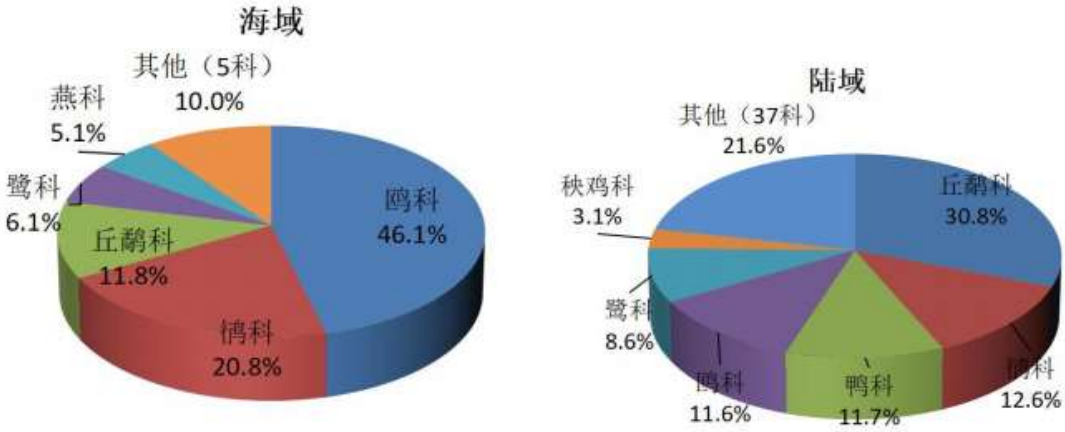

图 6.7-4　区域鸟类群落科水平数量组成

科水平数量组成上，海域以鸥科鸟类记录到数量最多，占 46.1%，其次为鸻科，占 20.8%，丘鹬科占 11.8%，鹭科占 6.1%，燕科占 5.1%，其他 5 科合计占 10.0%；陆域记录到鸟类数量组成最多的是丘鹬科，占 30.8%，其次为鸻科，占 12.6%，鸭科占 11.7%，鸥科占 11.6%，鹭科占 8.6%，秧鸡科占 3.1%，其他 37 科合计占 21.6%；整个区域记录到丘鹬科鸟类数量最多，占 30.7%，其次为鸻科，占 12.7%，鸥科占 11.8%，鸭科占 11.6%，鹭科占 8.6%，秧鸡科占 3.1%，其他 39 科合计占 21.6%。

数量组成上，不论是海域还是陆域还是整个区域，均以鸻形目鸟类数量占绝对优势（55%以上），海域和陆域其次为雀形目，区域合计其次为雁形目。科水平上，海域以鸥科最多，其次为鸻科和丘鹬科，陆域和区域合计均以丘鹬科最多，其次为鸻科，鸥科和鸭科占比也比较多。

物种水平上，数量占到区域鸟类总数量 3%以上的鸟类，海域有环颈鸻（20.8%）、黑尾鸥（17.2%）、普通燕鸥（8.8%）、黑嘴鸥（8.6%）、黑腹滨鹬（7.6%）、白鹭（5.6%）、红嘴鸥（5.4%）、家燕（5.1%）、白鹡鸰（5.1%）、普通鸬鹚（3.4%）、白翅浮鸥（3.2%）等，这些鸟类数量占海域鸟类总数量的 89%以上。陆域有环颈鸻（8.5%）、斑嘴鸭（5.6%）、青脚鹬（5.4%）、红脚鹬（5.2%）、黑腹滨鹬（4.6%）、黑嘴鸥（4.5%）、白鹭（4.1%）、黑尾塍鹬（3.6%）等，这些鸟类合计占陆域记录到鸟类的 42%以上。整个区域有环颈鸻（8.6%）、斑嘴鸭（5.6%）、青脚鹬（5.4%）、红脚鹬（5.2%）、黑腹滨鹬（4.6%）、黑嘴鸥（4.5%）、白鹭（4.2%）、黑尾塍鹬（3.6%）等，这些鸟类占整个区域记录到鸟类数量的 42%以上。这些数据表明无论是海域、陆域还是整个区域个体数量占优势的鸟类主要为水鸟。海域由于整体记录到的鸟类数量较少，雀形目鸟类中的家燕和白鹡鸰个体数量占比也相对比较高。

（3）居留型

区域记录到的鸟类从居留型上可以分为冬候鸟、留鸟、旅鸟和夏候鸟。海域、陆域和整个区域鸟类群落居留型种类和数量组成分别见图 6.7-5 和图 6.7-6。

调查期间海域记录到冬候鸟、留鸟、旅鸟、夏候鸟分别为 3 种、1 种、3 种和 12 种，分别占 15.8%、5.3%、15.8%和 63.2%；陆域记录到冬候鸟、留鸟、旅鸟和夏候鸟分别为 12 种、29 种、61 种和 50 种，分别占 7.9%、19.1%、40.1%和 32.9%；整个区域记录到冬候鸟、留鸟、旅鸟和夏候鸟分别为 14 种、29 种、61 种和 51 种，分别占 9.0%、18.7%、39.4%和 32.9%。

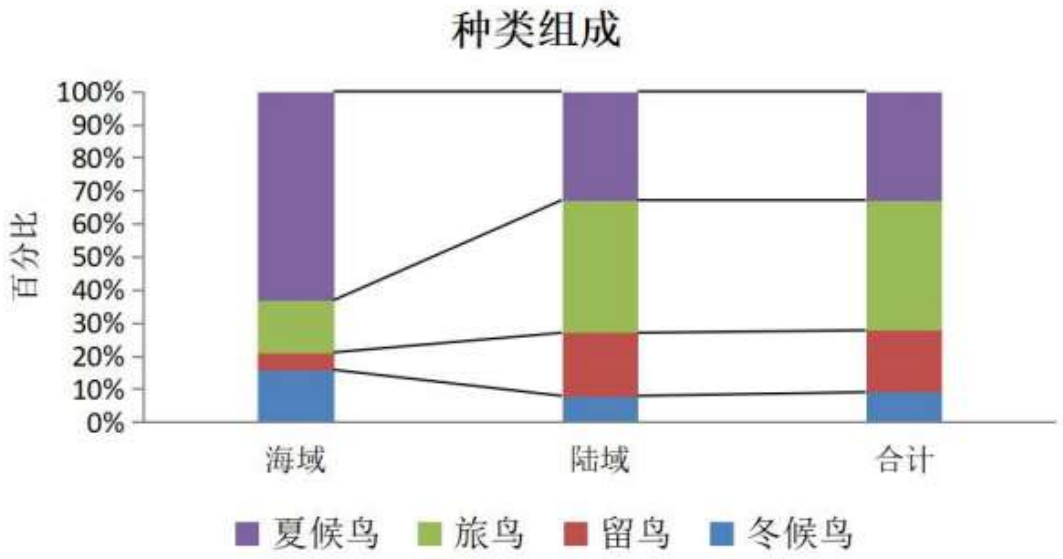

图 6.7-5　区域鸟类群落居留型种类组成

调查期间海域记录到冬候鸟、留鸟、旅鸟和夏候鸟数量分别占 7.8%、4.2%、11.8%和 76.2%，陆域记录到冬候鸟、留鸟、旅鸟和夏候鸟数量分别占 5.5%、9.6%、40.5%和 44.4%，整个区域冬候鸟、留鸟、旅鸟和夏候鸟数量分别占 5.5%、9.6%、40.4%和 44.5%。

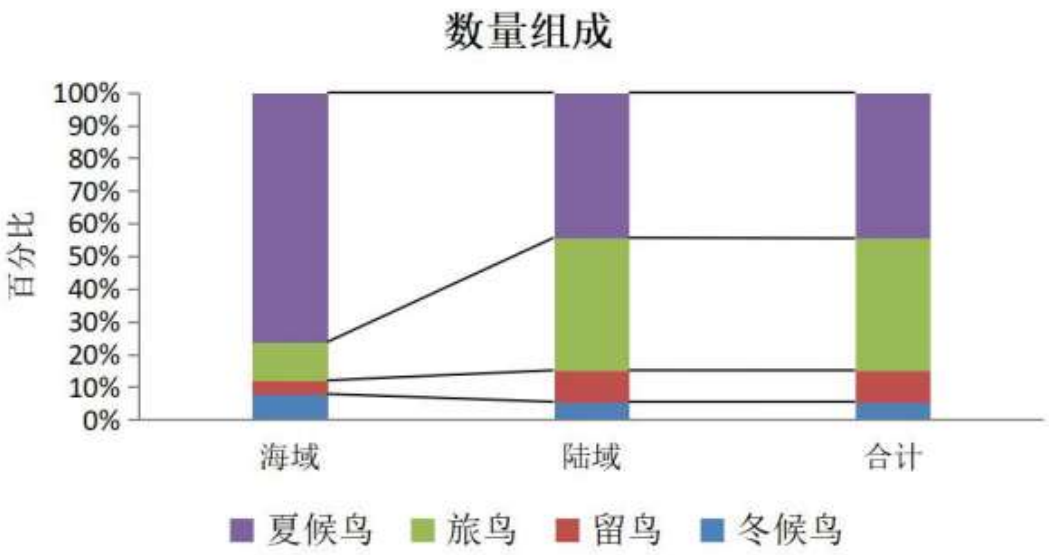

图 6.7-6　区域鸟类群落居留型数量组成

陆域和整个区域以旅鸟种类最多，其次为夏候鸟，海域以夏候鸟种类最多，其次为旅鸟和冬候鸟。数量上，海域、陆域和区域合计均以夏候鸟数量占优势，其次为旅鸟。

海域旅鸟主要为黑腹滨鹬、红颈滨鹬和红颈滨鹬，冬候鸟主要为红嘴鸥和西伯利亚银鸥，夏候鸟以环颈鸻、黑尾鸥、普通燕鸥、黑嘴鸥、白鹭、家燕、普通鸬鹚和白翅浮鸥等占优势，留鸟以白鹡鸰占优势；陆域旅鸟以青脚鹬、红脚鹬、黑腹滨鹬、黑尾塍鹬等占优势，冬候鸟以绿头鸭、红嘴鸥、绿翅鸭等占优势，夏候鸟以环颈鸻、斑嘴鸭、黑嘴鸥、白鹭等占优势，留鸟以麻雀、白头鹎、小鹡鸰、珠颈斑鸠等占优势；区域合计旅鸟以青脚鹬、红脚鹬、黑腹滨鹬、黑尾塍鹬等占优势，冬候鸟以绿头鸭、红嘴鸥和绿翅鸭等占优势，夏候鸟以环颈鸻、斑嘴鸭、黑嘴鸥和白鹭等占优势，留鸟以麻雀、白头鹎、小鹡鸰和珠颈斑鸠等占优势。

（4）区系

项目用海区及周边区域鸟类群落区系组成上包括东洋界分布种、古北界分布种和广布种。观测期间记录到所有鸟类和繁殖鸟的种类和数量区系组成见图 6.7-7。

图 6.7-7(a)　区域鸟类群落区系种类组成　　**图 6.7-7(b)　区域鸟类群落区系数量组成**

调查期间记录到在该区域繁殖鸟类（留鸟和夏候鸟）共 80 种，其中东洋界分布种 17 种，古北界分布种 38 种，广布种各 25 种，分别占 21.3%、47.5%和 31.3%，个体数量上，东洋界分布种占 18.3%，古北界分布种占 31.9%，广布种占 49.8%，可见区域鸟类区系为明显的古北界分布特征。

（5）生态类群

考虑到海上风电场项目主要占用海域，直接受影响的鸟类主要为海鸟以及临近滨海湿地水域的水鸟，生态类群上把区域鸟类群落划分成水鸟和非水鸟进行分析。区域鸟类群落水鸟和非水鸟种类和数量组成见图 6.7-8。

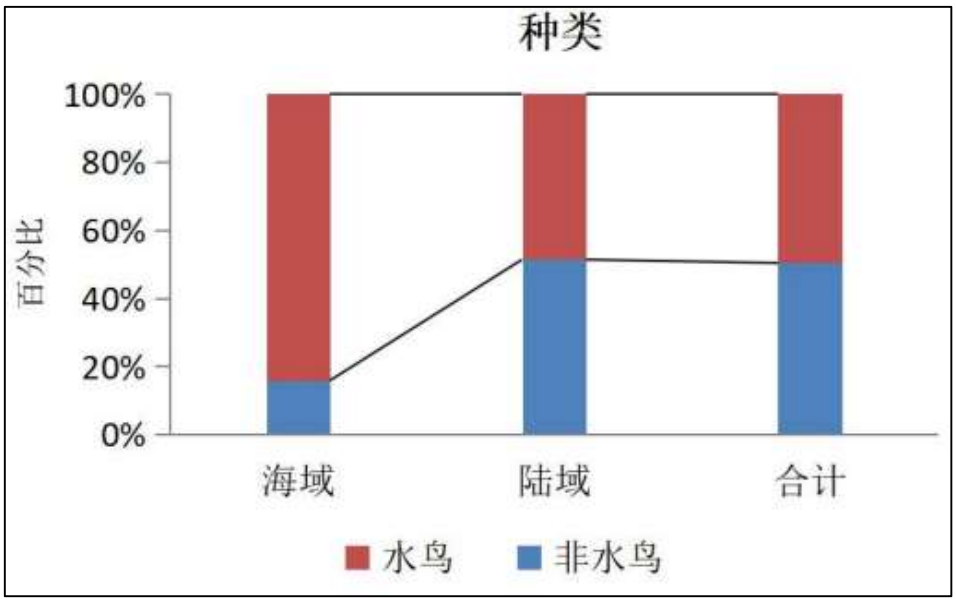

图 6.7-8(a)　区域鸟类群落生态类群种类组成

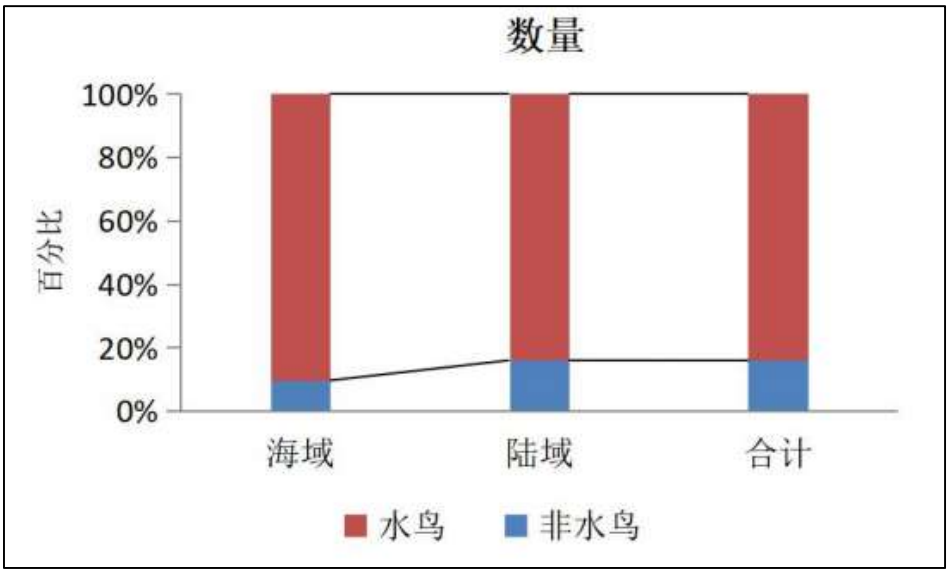

图 6.7-8(b)　区域鸟类群落生态类群数量组成

从图中可以看出海域和区域合计以水鸟种类占比较多，海域非水鸟种类占比稍高，海域、陆域和整个区域鸟类群落的鸟类数量均以水鸟居多，海域、陆域、整个区域鸟类群落中水鸟种类分别有 16 种、74 种和 77 种，分别占 84.2%、48.7%和 84.2%，在各自区域的数量分别占 90.4%、84.1%和 90.4%。

（6）季节动态

①主要类群种类和数量季节动态

区域鸟类群落季节动态分析整个区域鸟类群落以及种类和数量较多的类群，包括整个区域鸟类群落（155 种，7.9 万余只次）、雁鸭类（鸭科鸟类，13 种，9248 只次）、雀形目鸟类（58 种，11359 只次）、鸥类（鸥科鸟类，9 种，9349 只次）、猛禽（鹰形目和隼形目鸟类，6 种，44 只次）、鹭类（鹭科鸟类，9 种，6806 只次）和鸻鹬类（丘鹬科、鸻科、反嘴鹬科、蛎鹬科鸟类，37 种，36303 只次）。整个区域以及各分类群的种类和数量季节动态见图 6.7-9。

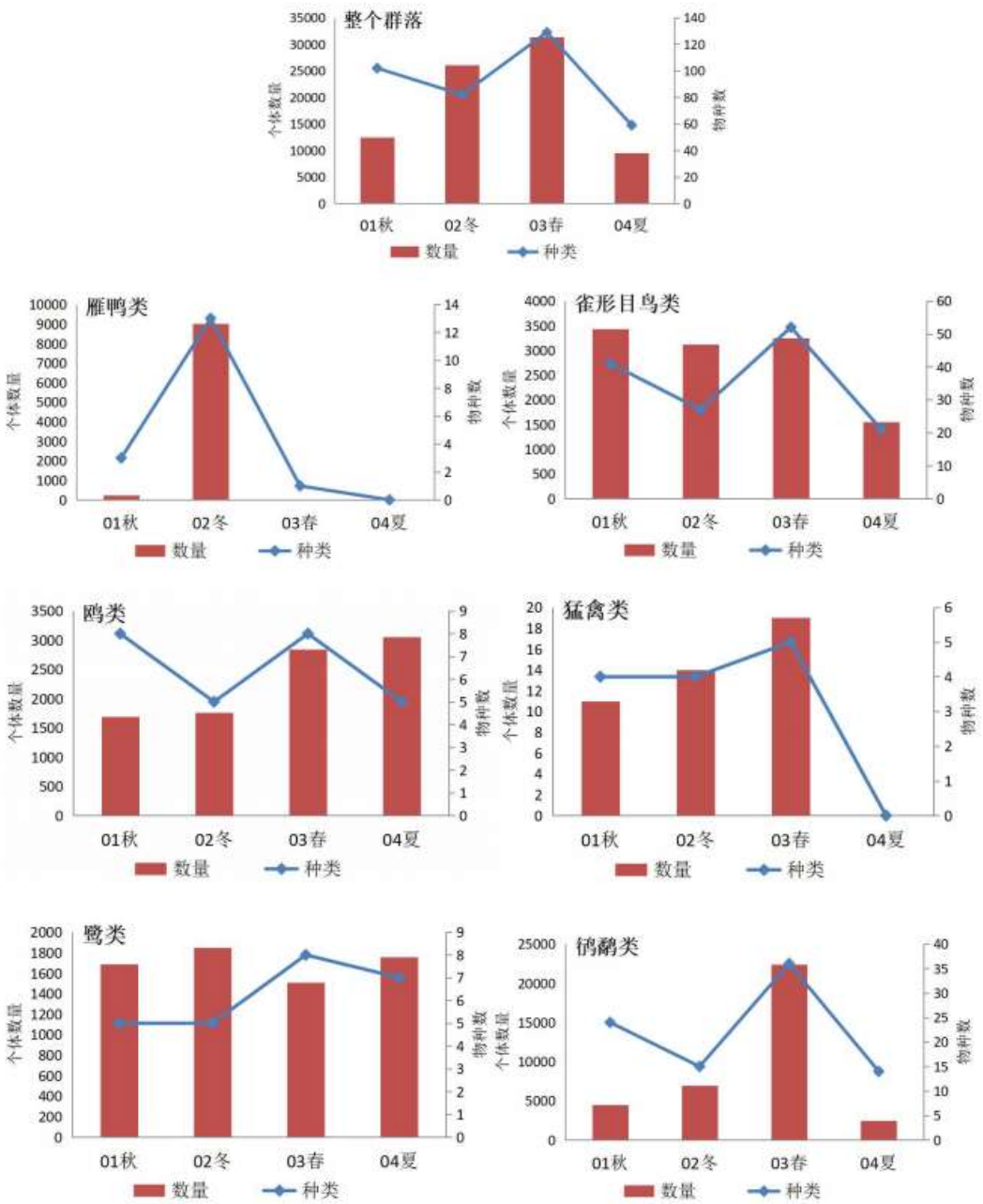

图 6.7-9　区域鸟类群落及主要分类群种类和数量的季节动态

整个区域鸟类群落中秋、冬、春、夏季分别记录到 102 种、82 种、129 种和 59 种，种类和数量在春季最高，春季种类其次，冬季数量其次，夏季种类和数量最少，具有比较明显的中途停歇地和越冬鸟类栖息地鸟类群落特征，即迁徙季节的春季和秋季以及越冬的冬季种类和数量比较高；雁鸭类鸟类秋、冬、春、夏季分别记录到 3 种、13 种、1 种和 0 种，种类和数量高峰出现在冬季，其次为秋季和春季，这与雁形目鸟类在区域主要为冬候鸟相一致；雀形目鸟类秋、冬、春、夏季分别记录到 41 种、27 种、52 种和 21 种，种类和数量在春季和秋季相对较高，其次为冬季，夏季最少；鸥类秋、冬、春、夏季分别记录到 8 种、5 种、8 种和 5 种，种类上夏季和冬季最少，

数量上夏季最高，区域为黑嘴鸥重要的繁殖地；猛禽类秋、冬、春、夏季分别记录到 4 种、4 种、5 种和 0 种，种类和数量均以春季季最多；鹭类秋、冬、春、夏季分别记录到 5 种、5 种、8 种和 7 种，种类和数量没有明显的季节变动；鸻鹬类鸟类秋、冬、春、夏季分别记录到 24 种、15 种、36 种和 14 种，种类和数量高峰出现在春季，秋季种类也比较多，夏季和冬季种类相对较少，表明鸻形目鸟类主要是把区域作为中途停歇地。这些季节动态特征表明，不同分类群的鸟类对该区域栖息地的利用在时间上有所不同。

②生态类群季节动态

不同生态类群鸟类种类和数量季节动态见图 6.7-10。水鸟秋、冬、春、夏季分别记录到 47 种、45 种、60 种和 31 种，水鸟种类和数量在春季最多，种类上其次为秋季，数量上其次为冬季，夏季种类和数量最少，表明水鸟主要是在春季和秋季中途停歇以及冬季越冬期出现在调查区域。非水鸟秋、冬、春、夏季分别记录到 55 种、37 种、69 种和 28 种，非水鸟种类和数量在秋季和春季比较高，而数量在冬季也比较多，种类和数量在夏季数量最少。区域非水鸟把区域作为迁徙中途停歇地以及部分越冬地，数量上季节变化相对于水鸟要稳定。

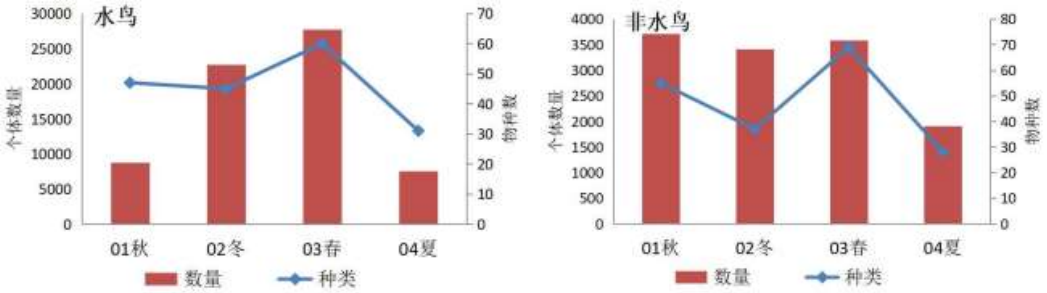

图 6.7-10　不同生态类群种类和数量季节动态

6.7.3.2 生境现状及鸟类分布

（1）海域生境

四个场址中离岸最近的海上风电场距离大陆岸线 47km，均为海域，有部分区域有海水养殖（图 6.7-11）。离岸近的规划场址鸟类种类和数量相对比较多，主要是鸻鹬类、鸥类、燕鸥类、鹭类以及少量雀形目。

近岸海域已建风机以及海水养殖

近岸海域已建的升压站

海上飞行的黑叉尾海燕

停在泡沫上的黑尾鸥

图 6.7-11　海域生境现状

（2）陆域生境

陆域堤内主要是围区，包括水产养殖区域、未开发利用的围区等，堤外为滩涂湿地，涂面比较宽或者大堤向陆弯进去的区域往往有互花米草植被分布。部分样线生境现状见图 6.7-12。其中 L1~L2 样线位于江苏盐城湿地珍禽保护区缓冲区 2 内，L5~L6 样线位于江苏盐城湿地珍禽保护区实验区 6 内，陆域调查兼顾了项目评价范围内保护区内、外的鸟类主要栖息地，具有很好的代表性。

L1 样线，斗龙港

L1 样线外侧海域

L2 样线内侧围区

L2 样线现状

L3 样线现状

L3 样线外侧养殖区

L4 样线，远处为大丰港

L4 样线外侧滩涂

L5 样线现状

L5 样线现状，竹港水闸

L6 样线川东港

L6 样线大堤现状

图 6.7-12　陆域样线生境现状

6.7.3.3 鸟类种类和数量分布

（1）总体种类和数量分布

项目用海区及周边共记录到鸟类 17 目 45 科 155 种，海域以及邻近陆域（6 条样线）的鸟类种类和数量分布情况见图 6.7-13。

风电场海域记录到 19 种，陆域记录到 152 种。陆域各样线中，L2 记录 128 种，占区域记录到鸟类种类总数的 82.5%，最少为 L5，记录到 103 种，占 66.5%；数量上，海域占 0.5%，陆域占 99.5%，陆域各样线中，L6 记录到鸟类个体数最多，L1 样线记录到个体数量最少。

无论是鸟类种类还是数量，鸟类分布都集中在陆域沿海岸线，风电场项目所在海域，种类非常少，数量也非常少。

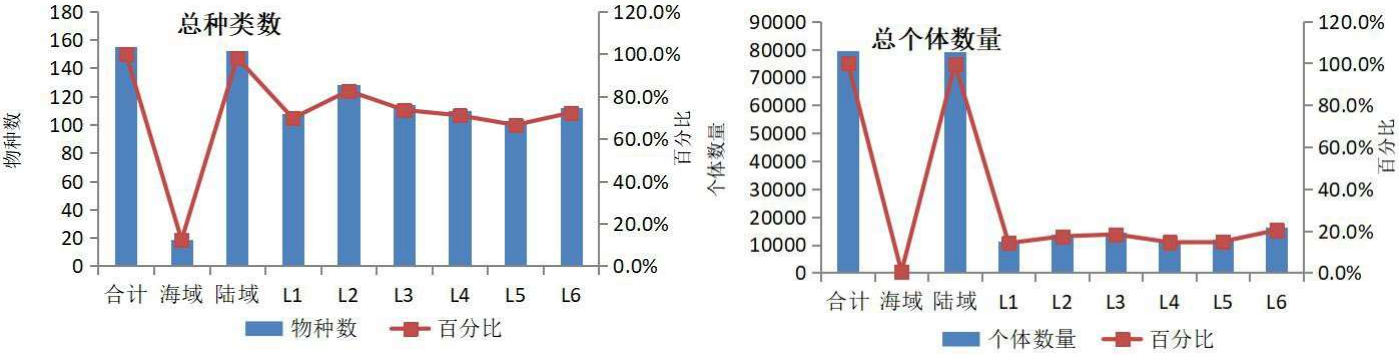

图 6.7-13　项目用海区及邻近区域鸟类种类和数量分布

水鸟和非水鸟种类和数量的分布情况见图 6.7-14。记录到的 77 种水鸟中，风电场场址海域记录到 16 种，占区域记录到水鸟种类总数的 20.8%；陆域记录到 74 种，各样线中 L2 样线记录的水鸟最多，65 种，占 84.4%，记录到虽少的是 L1 和 L5 样线，均记录到 49 种，占 63.6%；数量上，海域占记录到鸟类总数量的 0.6%，陆域占 99.4%，陆域各样线中，L6 记录最多，占 20.5%，L1 最少，占 12.9%。

风电规划场址海域记录到非水鸟 3 种，占 3.8%，陆域记录到非水鸟 78 种，占记录到非水鸟种类数的 100%。陆域样线中，L2 样线记录到 63 种，占 80.8%，L5 样线记录最少，记录到 54 种，占 69.2%。数量上，风电场规划场址海域记录到非水鸟个体数量占 0.3%；陆域记录到非水鸟个体数量占 99.7%，陆域各样线中，L1 样线最多，占 20.4%，L3 最少，占 14.7%。

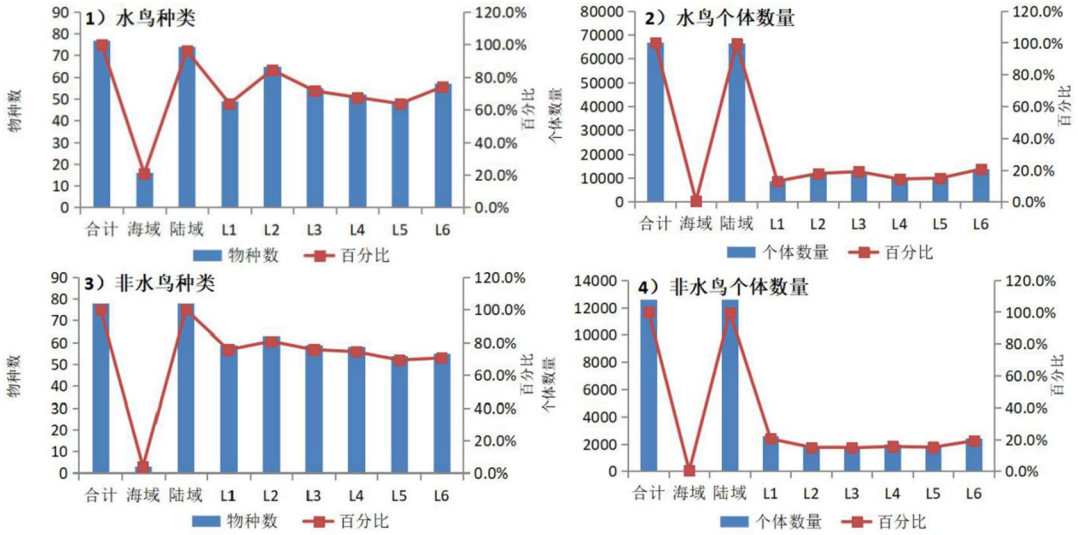

图 6.7-14　不同生态类型鸟类种类和数量的分布

（2）主要类群种类和数量分布

针对调查区域种类和数量较多的几个类群的种类和数量分布情况做进一步分析，主要考虑的类群有鸻鹬类（反嘴鹬科、蛎鹬科、鸻科和丘鹬科鸟类）、鸥类、雁鸭类、雀形目鸟类、鹭类和猛禽类（鹰形目、隼形目鸟类）。

①鸻鹬类

调查期间共记录到鸻鹬类 37 种，约 36303 只次，数量较多的种类包括环颈鸻、青脚鹬、红脚鹬、黑腹滨鹬、黑尾塍鹬、灰斑鸻、大滨鹬、白腰杓鹬、红颈滨鹬和斑尾塍鹬等。其中，大丰 H17#场址记录到 1 种 4 只次，为环颈鸻；大丰 H9#记没有记录到，大丰 H15#记录到 1 种 2 只次，红颈瓣蹼鹬；大丰 H8-1#记录到 1 种 3 只次，为红颈滨鹬。海域合计共记录到 4 种，为环颈鸻、黑腹滨鹬、红颈滨鹬和红颈瓣蹼鹬。陆域记录到 37 种，陆域各样线中，L2 样线记录到 34 种，占 91.9%，L5 样线记录到种类最少，记录到 22 种，占 59.5%。数量上，海域记录到的数量占总数量不到 0.4%。陆域样线中，L2 样线记录最多，占 20.0%，L1 样线记录最少，占 10.1%。

在区域，鸻鹬类分布生境比较多样，分布数量较多的是大面积的滩涂区域、围区内的滩涂和水面周边的裸地区域。

②雁鸭类

调查期间风电项目规划场址所在海域及周边共记录到雁鸭类 13 种，约 9248 只次，数量较多种类包括斑嘴鸭、绿头鸭、红头潜鸭、绿翅鸭和翘鼻麻鸭等，种类和数量分布情况如图 4-20 所示。海域没有记录到雁鸭类。陆域记录到 13 种，L2 和 L5 样线均记录到 9 种雁鸭类，L4 只记录到 1 种雁鸭类。数量上，L2 记录占比最高，L4 占比最少。调查期间雁鸭类主要分布在围区闲置的或者大面积养殖鱼塘的水体中，少量分布在滩涂潮沟两侧。

③鹭类

调查期间风电项目规划场址所在海域及周边共记录鹭类 9 种，合计约 6806 只次，主要种类包括白鹭、苍鹭、牛背鹭和中白鹭等。大丰 H17#、大丰 H9#和大丰 H8-1#所在海域均没有记录到鹭类，大丰 H15#记录到 1 种 2 只次，为白鹭。海域合计记录到 2 种鹭类，为白鹭和牛背鹭。陆域记录到 9 种，陆域样线中，L2 和 L4 均记录到 8 种，各占 88.9%。数量上，海域数量占 0.4%，陆域占 99.6%，陆域各样线中，L3 占比最高，占 26.5%，L2 占 10.2%。在区域鹭类分布的生境比较多样，水面周边、滩涂植被、围区撂荒地中等具有鹭类分布。

④鸥类

调查期间风电项目规划场址所在海域及周边共记录到鸥类 9 种，约 9349 只次，主要种类包括黑嘴鸥、黑尾鸥、白翅浮鸥、普通燕鸥和红嘴鸥等。大丰 H17#记录 6 种 14 只次，包括白翅浮鸥、黑尾鸥、普通燕鸥、红嘴鸥、黑嘴鸥、西伯利亚银鸥；大丰 H9#记录到 4 种 13 只次，包括黑尾鸥、普通燕鸥、红嘴鸥和黄脚银鸥；大丰 H15#记录到 1 种 2 只次，为红嘴鸥；大丰 H8-1#记录到 2 种 6 只次，包括黑尾鸥和红嘴鸥。海域合计记录到 7 种，主要是黑尾鸥、普通燕鸥、黑嘴鸥、红嘴鸥和白翅浮鸥等。陆域记录到 8 种，L2、L3、L5 和 L6 样线均记录到 7 种，占 77.8%。数量上，海域占 2.0%，陆域占 98.0%。陆域样线中，L6 记录最多，占 25.8%，L2 记录最少，占 8.7%。鸥类分布在区域各种生境中，在海域除了少数落到水面或者漂浮垃圾上，大部分是在海域飞行；在陆域鸥类主要分布在滩涂区域或者在围区养殖水体或者入海水闸闸下水道区域。

⑤猛禽类

调查期间风电项目规划场址所在海域及周边共记录雀形目鸟类 6 种，约 44 只次。包括红隼、游隼、白腹鹞、白头鹞和普通鵟等。海域没有记录，陆域记录到 6 种，其

中 L2 记录到 5 种，L6 记录到 1 种。数量上，L2 记录占 34.1%，L6 占 6.8%。猛禽类在区域的生境利用随机性比较大，普通鵟、红隼、游隼等在围区和滩涂区域游弋，鹗喜欢在比较大面积的水体活动，白腹鹞、白头鹞等喜欢在围区或者潮滩植被区域活动。

⑥雀形目鸟类

调查期间风电项目规划场址所在海域及周边共记录雀形目鸟类 58 种，约 11359 只次。数量较多的物种包括麻雀、白头鹎、灰头鹀、家燕、棕头鸦雀和白鹡鸰等。大丰 H9#、大丰 H15#、大丰 H8-1#没有记录，大丰 H17#记录到 1 种 2 只次，为家燕。海域合计记录到 3 种，为家燕、白鹡鸰和灰椋鸟。陆域记录到 58 种，陆域各样线中，L1 记录到种类最多，占 81.0%，L5 和 L6 最少，各记录到 43 种。数量上，海域占 0.3%，陆域占 99.7%；陆域各样线中，L1 最多，占 21.5%，L5 最少，占 14.7%。雀形目鸟类在区域分布，除了家燕等空中飞行活动的鸟类，大部分种类的分布和植被有关系，主要分布在围区或者滩涂植被区域。

6.7.3.4 重点保护鸟类现状

（1）保护鸟类简介

整个区域共记录到列入各类保护名录鸟类 121 种，占所记录鸟类的 78.1%。其中列入国家重点保护野生动物 20 种，世界自然保护联盟濒危物种红色名录的鸟类 21 种，两类合计共 31 种。

四个规划风电场场址海域，大丰 H17#记录到 1 种，为黑嘴鸥；大丰 H9#记录到 1 种，为黑叉尾海燕；大丰 H15#没有记录到重点保护鸟类；大丰 H8-1#记录到 2 种，为黑叉尾海燕和红颈滨鹬。

1）国家 I 级保护鸟类

国家 I 级保护鸟类 3 种 3638 只次，包括黄嘴白鹭（8 只次）、黑嘴鸥（3584 只次）和小青脚鹬（46 只次），绝大部分位于陆域的 L4、L5（实验区 6）样线上记录到，其中拟建大丰 H17#海上样线、珍禽保护区东沙海上样线共记录到黑嘴鸥 35 只次（占黑嘴鸥总数量的 1.0%）。可以看出，调查期间在陆域观测到了成群的黑嘴鸥、数量较多。国家 I 级保护鸟类的主要活动区域，距离海上风电场较远。

2）国家 II 级保护鸟类

国家 II 级保护鸟类 17 种 3767 只次，包括鸿雁、鹗、白头鹞、白腹鹞、普通鵟、小杓鹬、白腰杓鹬、大杓鹬、翻石鹬、大滨鹬、半蹼鹬、大凤头燕鸥、小鸦鹃、红隼、游隼、震旦鸦雀、黄胸鹀等。均记录于陆域，海域样线未观测到国家 II 级保护鸟类。

国 II 鸟类中白腰杓鹬和大滨鹬单次记录到的数量较多、分别为 1523 只次和 1680 只次，分别记录于春季陆域的 L2（缓冲区 2）和春季陆域的 L4 样线上。

3）省级重点保护鸟类

共记录到江苏省重点保护鸟类 83 种 62492 只次，陆域共记录 82 种 62146 只次、占 99.45%，海域 14 种 346 只次、占 0.55%。

4）濒危物种红色名录鸟类

列入世界自然保护联盟濒危物种红色名录鸟类 21 种 14189 只次，其中海域 3 种共 55 只次。包括极危（CR）1 种，为黄胸鹀 10 只次；

濒危（EN）3 种 1906 只次：大滨鹬、大杓鹬和小青脚鹬；易危（VU）4 种 4607 只次：黄嘴白鹭、黑嘴鸥、红头潜鸭和鸿雁；

近危（NT）13 种 7666 只次：黑叉尾海燕、震旦鸦雀、日本鹌鹑、红颈滨鹬、黑尾塍鹬、白腰杓鹬、斑尾塍鹬、红腹滨鹬、灰尾漂鹬、弯嘴滨鹬、半蹼鹬、蛎鹬、罗纹鸭等。

另外，有 85 种鸟类列入《中华人民共和国政府和日本国政府保护候鸟及其栖息环境协定》保护鸟类名录，有 41 种鸟类列入《中华人民共和国政府和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境的协定》保护鸟类名录。

（2）保护鸟类空间分布

1）国家 I 级

3 种 3638 只次中，绝大部分 99%位于陆域的 L4（大丰港南）、L5（实验区 6）样线上记录到，另外黑嘴鸥在海上样线共记录到 35 只次。

2）国家 II 级

17 种 3767 只次中，位于陆域样线上记录到，其中大群的白腰杓鹬和大滨鹬分别记录于陆域的 L2（缓冲区 2）、L4（大丰港南）样线上。海域样线未记录到国家 II 级保护鸟类。

3）省级

83 种 62492 只次中，陆域 82 种 62146 只次、占 99.45%，海域 14 种 346 只次、占 0.55%。

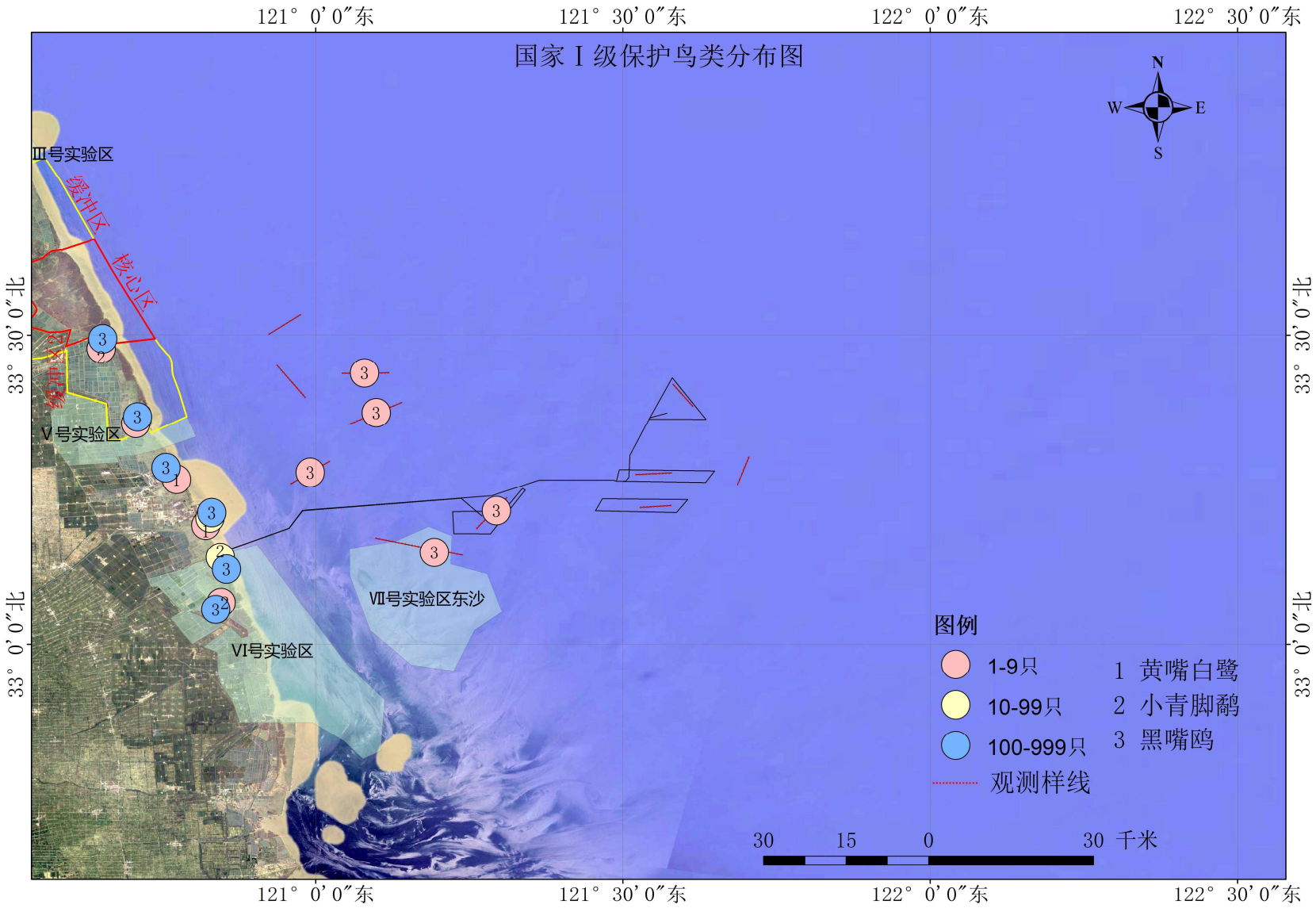

图 6.7-15(a) 国家 I 级保护鸟类分布

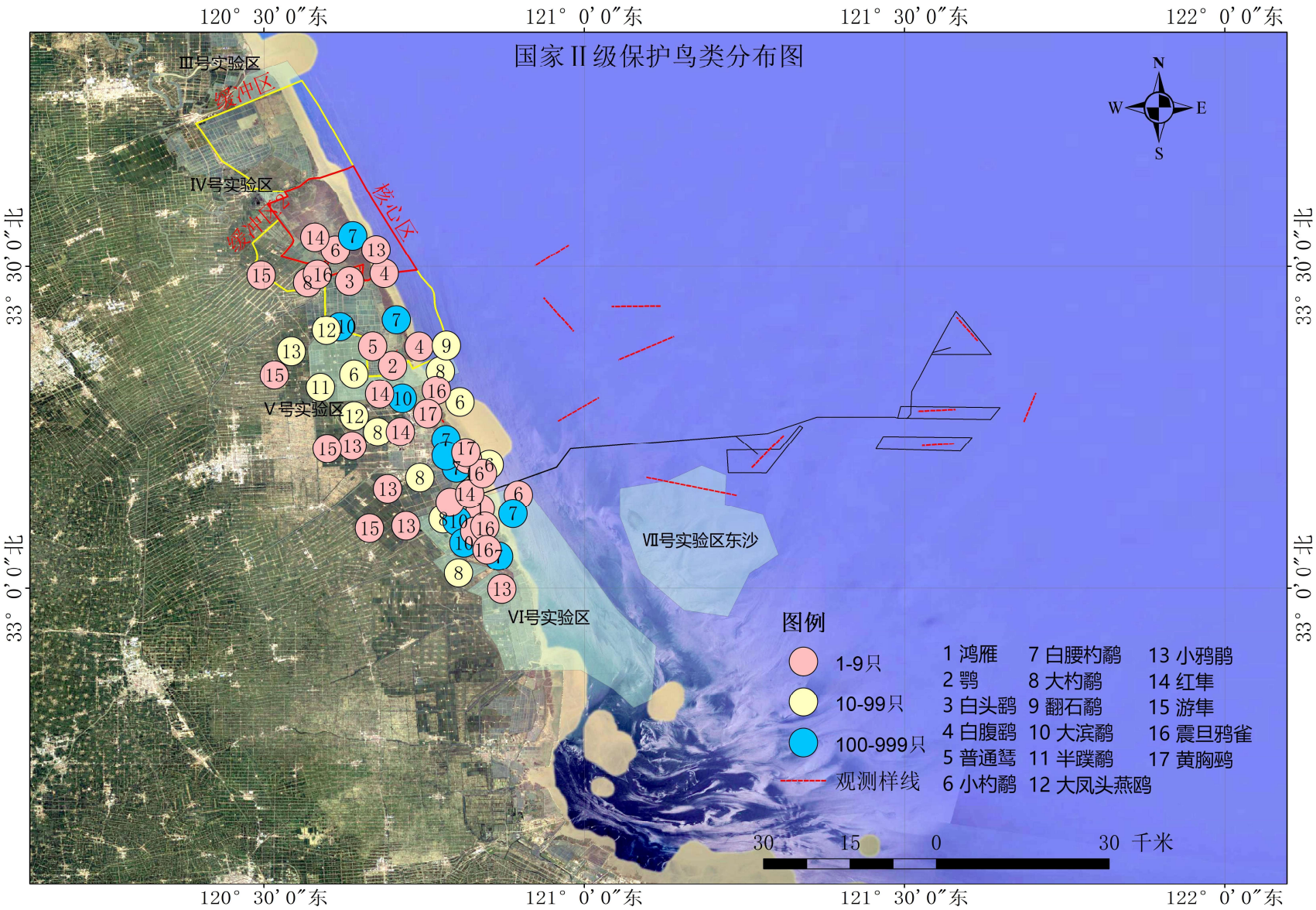

图 6.7-15(b)　国家 II 级保护鸟类分布

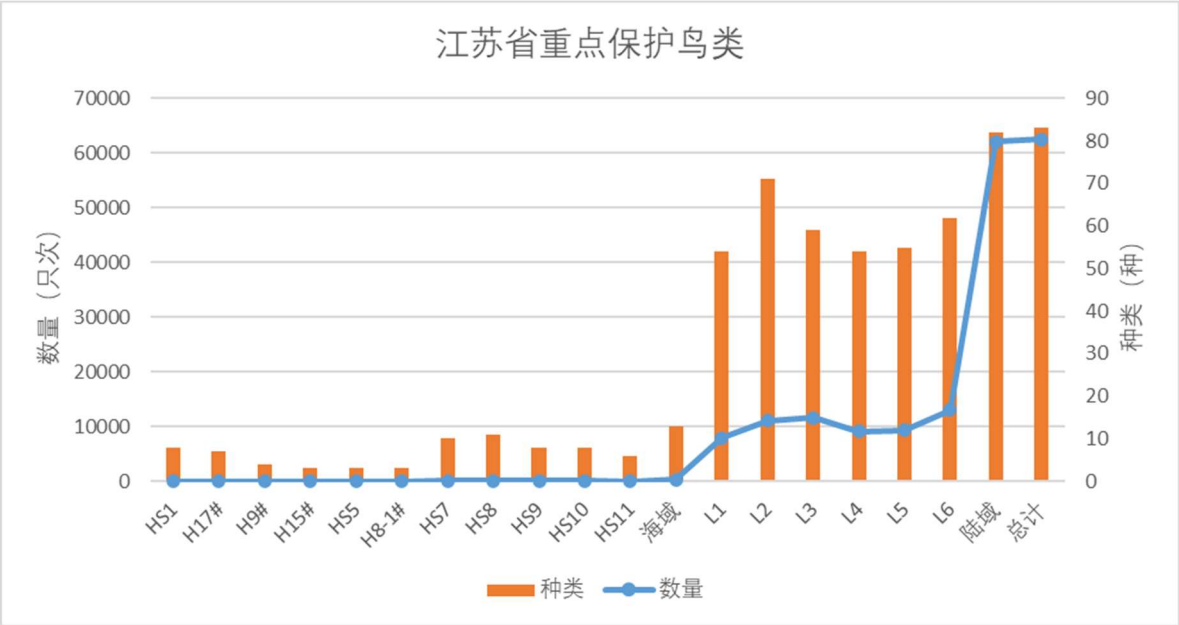

图 6.7-15(c)　省级保护鸟类分布

④濒危物种红色名录

列入世界自然保护联盟濒危物种红色名录鸟类 21 种 14189 只次，陆域共记录 20 种 14134 只次，占 99.61%，其中 L2 的物种类型最多，L6 的数量最多。海域 3 种 55 只次，即黄嘴白鹭 8 只次，红颈滨鹬 12 只次，黑嘴鸥 35 只次，共占约 0.39%。

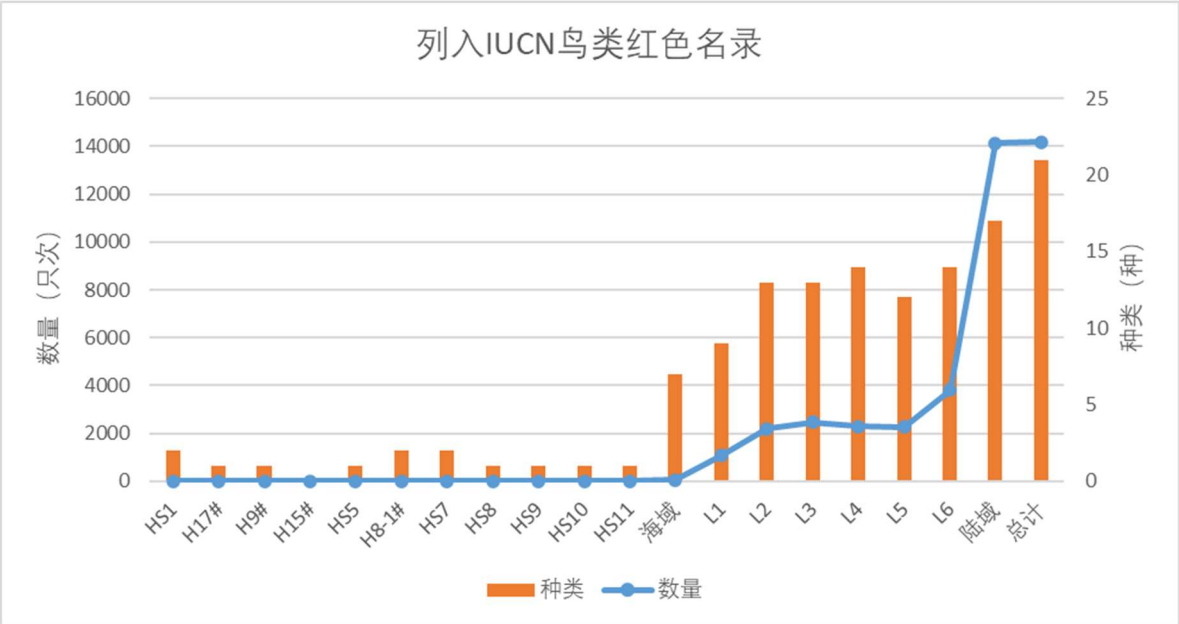

图 6.7-15(d)　列入 IUCN 红色名录鸟类分布

（3）不同种类保护鸟的分布

1）总体情况

列入国家重点保护野生动物和世界自然保护联盟濒危物种红色名录的保护鸟类在区域记录到 31 种，约 14472 只次，分布情况如下图所示。种类上，大丰 H15#没有

记录，大丰 H17#、大丰 H9#各记录到 1 种，大丰 H8-1#记录到 2 种；海域共记录到 3 种，包括黑嘴鸥、红颈滨鹬和黑叉尾海燕。陆域样线中，种类记录最多的 L2 样线，记录到 22 种，占 71.0%，记录种类最少的是 L1 样线，记录到 15 种，占 48.4%。数量上，海域占 0.4%，陆域样线占 99.6%；陆域样线中，记录到个体数量最多的是 L6 样线，占 26.5%，最少的是 L1，占 7.5%。

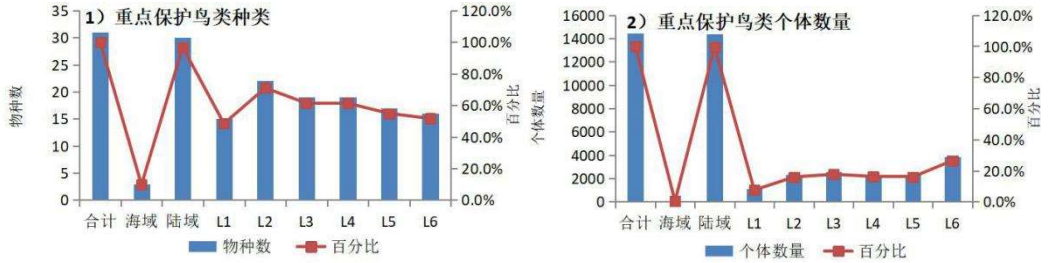

图 6.7-16(a)　保护鸟类种类和数量分布

2）具体分类

保护性鸟类中种类和数量比较多的类群有鸻鹬类，其他类群只有 1~2 种，统一归为其他保护鸟类。

①鸻鹬类保护鸟类

列入国家重点保护野生动物和世界自然保护联盟濒危物种红色名录的鸻鹬类共记录到 14 种，包括红颈滨鹬、黑尾塍鹬、大滨鹬、白腰杓鹬、斑尾塍鹬、红腹滨鹬、大杓鹬、灰尾漂鹬、小杓鹬、小青脚鹬、弯嘴滨鹬、翻石鹬、半蹼鹬和蛎鹬。鸻鹬类保护鸟类的种类和数量分布如图 6.7-16(b)所示。种类上，海域共记录到 1 种，为红颈滨鹬；H8-1#风电场有记录到 3 只次个体。陆域记录到 14 种，其中 L2 记录到 13 种，占 92.9%，L1 样线、L3 样线和 L5 样线，均记录到 8 种。数量上，海域占 0.1%，陆域占 99.9%；陆域各样线中 L6 记录最多，占 22.8%，L1 样线记录最少，占 6.0%。

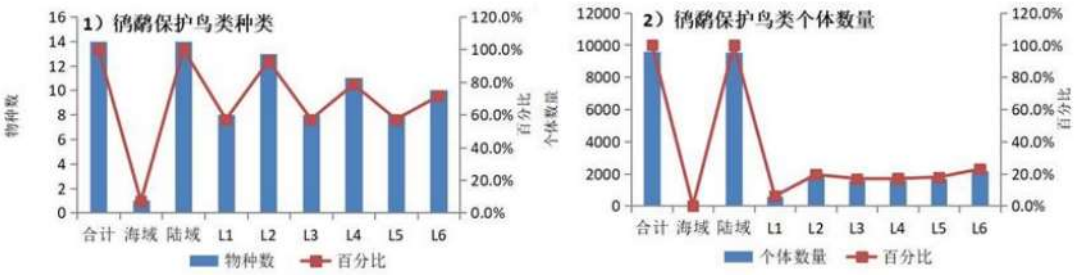

图 6.7-16(b)　鸻鹬类保护鸟类种类和数量分布

这些鸻鹬鸟类中，黑尾塍鹬、白腰杓鹬、大杓鹬、蛎鹬广泛分布于陆域各样线中。半蹼鹬、翻石鹬只记录于 L2 样线。

②其他保护鸟类

其他列入国家重点保护野生动物和世界自然保护联盟濒危物种红色名录的鸟类包括鹰形目的白腹鹞、白头鹞、普通鵟和鹗，雁形目的红头潜鸭、罗纹鸭和鸿雁，鸻形目的黑嘴鸥和大凤头燕鸥，鹃形目的小鸦鹃，隼形目的红隼和游隼，鸡形目的日本鹌鹑，雀形目的震旦鸦雀和黄胸鹀，鹈形目的黄嘴白鹭，鹱形目的黑叉尾海燕等 17 种。种类和数量分布见图 6.7-16(c)。海域共记录到 2 种，为黑嘴鸥和黑叉尾海燕；H9#、H8-1#风电场区均有记录到黑叉尾海燕；陆域记录到 16 种。分布上，L3 样线记录到到 11 种，占 64.7%最多，最少的是 L6 样线，记录到 6 种。数量上，海域占 0.9%，陆域占 99.1%，陆域各样线中，L6 占 33.6%，记录最少的 L2 样线，占 8.9%。

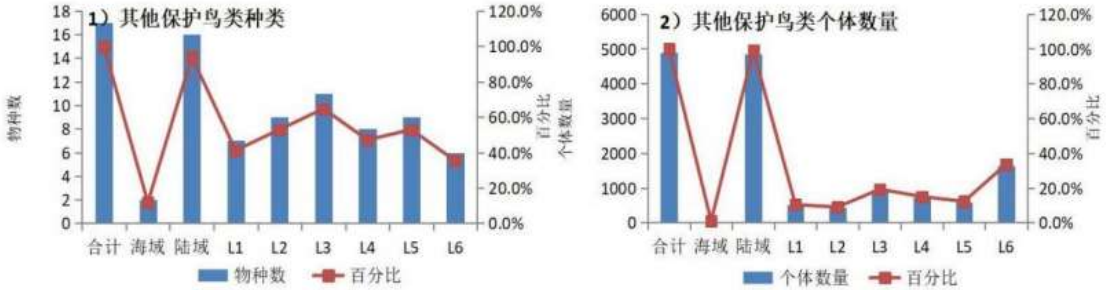

图 6.7-16(c)　其他保护鸟类的分布

这些保护鸟类中，猛禽类主要在围区或滩涂植被区域飞行或栖息，雁鸭类主要是围区水体、滩涂或者潮沟潜水及滩涂区域栖息，黄嘴白鹭主要是在滩涂区域活动，黑嘴鸥、大凤头燕鸥主要分布在滩涂或者围区水体，少量在海域飞行，日本鹌鹑、小鸦鹃主要分布在围区的芦苇植被或者草本植被中，黑叉尾海燕主要在海域飞行或者海面觅食活动。

（4）保护鸟类时间分布

保护鸟类时间分布情况见下图。区域记录到的入国家重点保护野生动物和世界自然保护联盟濒危物种红色名录的 31 种鸟类中，秋季记录 18 种，冬季 12 种，春季 25 种，夏季 6 种，种类和数量上春季最多，其次为秋季录到的种类，冬季和夏季记录到的种类比较少，秋季、冬季和夏季记录到的数量比较少。鸻鹬类保护鸟类种类主要记录于春季和秋季，数量也集中在春季，其次为秋季，夏季和冬季种类和数量都比较少。其他保护鸟类春季种类最多，其次为秋季，数量上冬季、春季和夏季比较多。

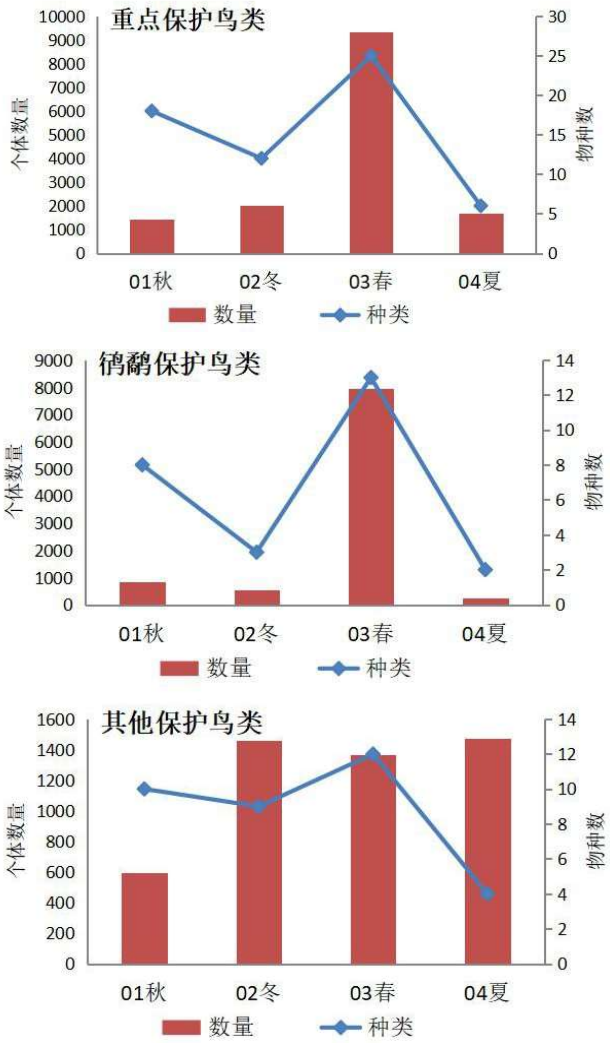

图 6.7-17　保护鸟类时间分布

6.7.3.5 迁徙通道与迁徙鸟类现状

（1）鸟类迁徙通道

四个规划场址海域位于中国东部江苏省沿海，中国东部沿海滨海湿地一直是鸟类尤其是鸻鹬类等湿地鸟类迁徙的重要中途停歇区域，同时也有大量的越冬鸟和夏候鸟迁徙停留在区域或者经过区域。

国际上将全球划分为八大迁徙通道，本工程位置处于东亚-澳大利西亚候鸟迁徙通道中。长期的研究和观测表明在这条路线上迁徙的鸟类主要以长江口-杭州区域滩涂湿地以及黄渤海沿海滩涂湿地作为中途停歇栖息地，主要迁徙鸟类的迁徙节点位于长江口周边以及往北的黄渤海区域沿海，也即本项目所处海域的沿岸。

从本项目调查期间所获取的鸟类数据来看，鸻鹬类等迁徙鸟类在区域鸟类群落中占据重要地位。从鸟类分布来看，鸻鹬类等迁徙鸟类主要分布于陆域海岸沿线的围区或者滩涂湿地区域，风电场规划选址海域分布的鸟类种类和数量都非常少。从侧面表

明沿着东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线上迁徙的鸟类主要是沿着海岸带的滨海湿地区域进行。

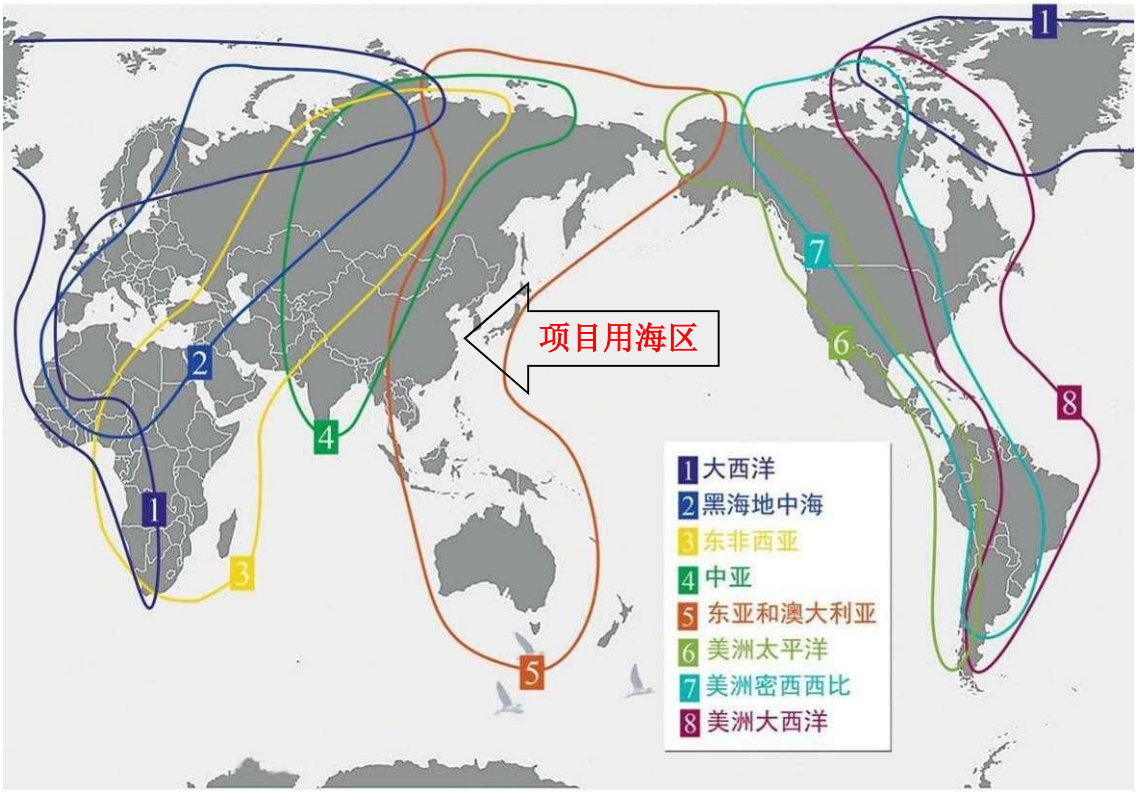

图 6.7-18　项目用海区在候鸟迁徙通道中的位置

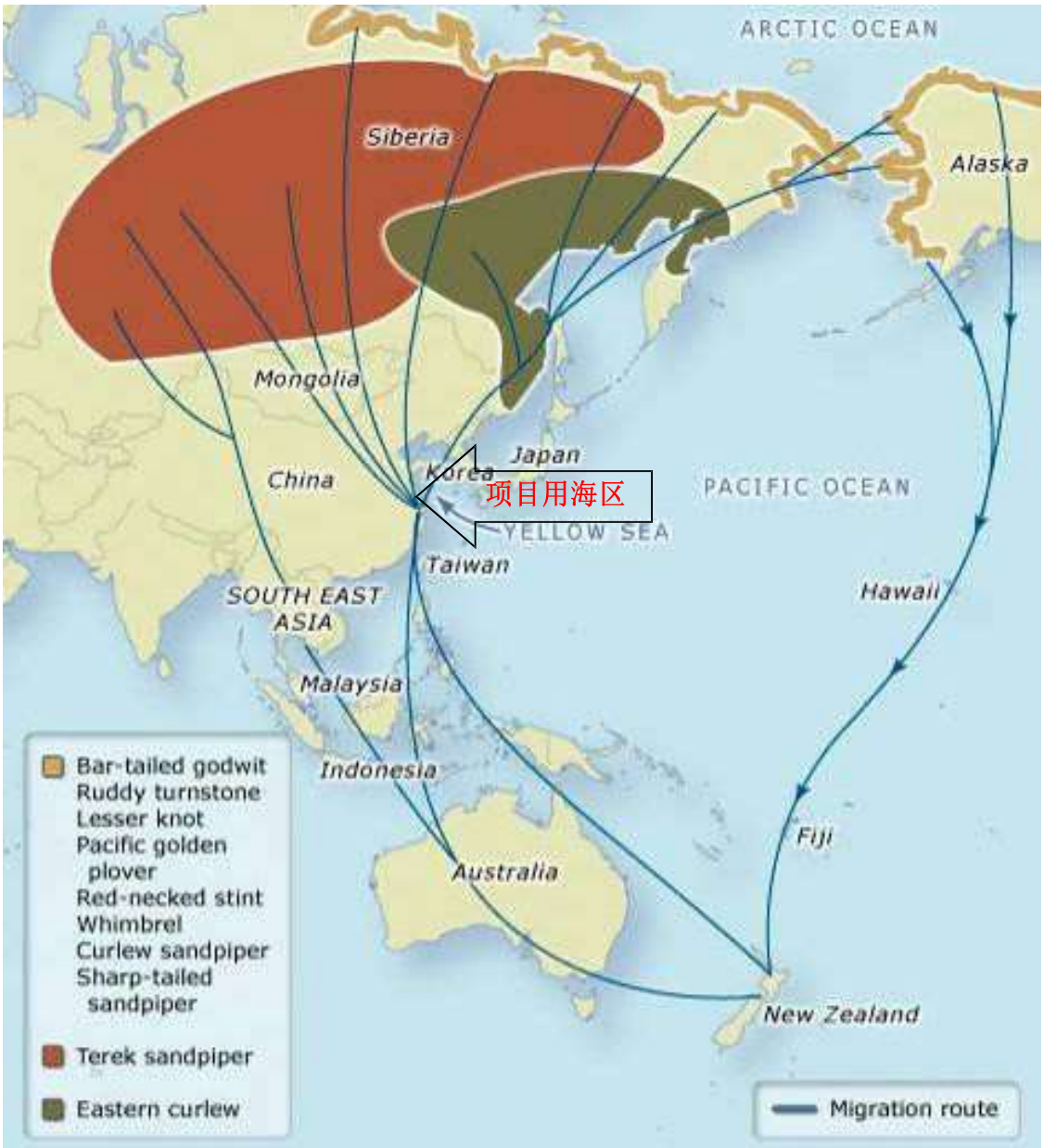

图 6.7-19　东亚-澳大利西亚候鸟迁徙通道中主要迁徙鸟种中途停歇节点

（2）工程用海区及周边迁徙鸟类

项目整个区域记录到旅鸟 61 种约 32054 只次。区域冬候鸟记录到 14 种，约 4337 只次。区域夏候鸟记录有 51 种 35369 只次。项目规划场址位于海域，缺乏水鸟停歇的条件，也不能为非水鸟提供栖息和觅食的条件，不具备适合鸟类的栖息地，风电场海域活动的鸟类种类和数量都很少。调查中记录到有雀形目鸟类、鹭类、鸥类和鸻鹬类在规划场址海域飞行经过，或者偶尔跟随渔船，一个年周期四次调查在风电场规划场址所在海域共记录到鸟类 19 种约 408 只次，占同期区域记录到鸟类种类和数量分别为 12.3%和 0.5%。而规划场址中，大丰 H17#记录到 8 种 20 只次，大丰 H9#记录到 5 种 17 只次，大丰 H15#记录到 3 种 6 只次，大丰 H8-1#记录到 4 种 12 只次，占比非

常小。可见规划风电场场址海域不是鸟类主要分布区，也非主要觅食区。项目建设区处于东亚—澳大利西亚候鸟迁徙通道上，但是距离大陆岸线比较远，最近的规划场址海域离岸 47m 左右，不是迁徙期鸟类迁徙所经过的主要路线和停歇区域，迁徙期的调查也未在风电场海域记录到大规模的迁徙鸟类迁飞经过。

①旅鸟

整个区域记录到旅鸟 61 种约 32054 只次。海域记录到旅鸟 3 种，陆域记录到 61 种；海域的三个规划场址中，大丰 H17#和大丰 H9#没有记录，大丰 H15#和大丰 H8-1#个记录到 1 种；陆域样线中，L2 样线记录的种类最多，为 51 种，占 83.6%，记录最少的是 L5 样线，记录到 36 种，占 59.0%。数量上，海域记录到的数量占不到 0.1%，11 条海域样线共记录到 48 只旅鸟个体，风电规划场址海域记录到 0~3 只次个体；陆域占 99.9%，陆域各样线中，记录到旅鸟数量由多到少依次为：L6（20.3%），L2（20.1%），L3（18.5%），L4（15.5%），L5（14.8%）和 L1（10.6%）。

61 种旅鸟中，水鸟 39 种，非水鸟 17 种，非水鸟主要分布在陆域样线大堤内侧的林地、围区或者堤外草本植被中。水鸟里面数量较多的鸟类包括青脚鹬、红脚鹬、黑腹滨鹬、黑尾塍鹬、灰斑鸻、大滨鹬、白腰杓鹬、红颈滨鹬、斑尾塍鹬、鹤鹬和红头潜鸭等。无论是非水鸟还是水鸟，旅鸟的绝大部分都分布在海岸线大堤内侧围区或者外侧滩涂区域。

②夏候鸟

区域夏候鸟记录有 51 种 35369 只次。记录到的 51 种夏候鸟中，海域记录到 12 种，主要是鸥类、鸻鹬类等水鸟和雀形目的家燕、灰椋鸟等；大丰 H17#海域记录到 6 种 18 只次，大丰 H9#记录到 4 种 15 只次，大丰 H15#记录到 1 种 2 只次，大丰 H8-1#记录到 2 种 8 只次。陆域共记录到 50 种，各样线中，L2 记录到 44 种，占 86.3%，最少的是 L5 样线，记录到 36 种，占 70.6%。数量上，海域占 0.9%，陆域占 99.1%。陆域各样线中，L3 记录到鸟类个体数量最多，占 18.9%，L5 最少，占 14.1%。

③冬候鸟

区域冬候鸟记录到 14 种，约 4337 只次。种类上，海域分布 3 种，大丰 H17#记录到 2 种 2 只次，大丰 H9#记录到 1 种 2 只次，大丰 H15#记录到 1 种 2 只次，大丰 H8-1#记录到 1 种 1 只次。陆域记录到 12 种，陆域样线上，L3 和 L5 各记录到 9 种。数量上，海域占 0.7%，陆域占 99.3%。陆域样线上，L6 最多，占 32.0%，L4 记录最少，占 7.1%。

记录到的 14 种冬候鸟中，非水鸟 5 种约 339 只次。常见种类有黄喉鹀、燕雀、小鹀等。这些鸟类主要是分布在陆域林地或者灌草丛区域，少量分布在滩涂植被中。水鸟 9 种约 3998 只次，数量较多的有绿头鸭、红嘴鸥、绿翅鸭、赤颈鸭等。这些水鸟或者分布在围区水体或者分布在堤外滩涂湿地。

6.8 声环境质量现状监测与评价

江苏国海环保科技有限公司编制完成了《三峡能源江苏大丰 80 万千瓦海上风电项目水下噪声及电磁环境对海洋动物影响专题报告》，声环境由自然资源部第三海洋研究所开展监测，并出具了 CMA 检测报告。

6.8.1 水下声环境现状调查

6.8.1.1 监测概况

（1）监测单位、时间和海况

自然资源部第三海洋研究所（CMA 资质证书号：160012191319）于 2022 年 5 月 16 日至 21 日对大丰 80 万千瓦海上风电项目群的海洋噪声环境质量进行了检测，检测内容包括工程海域的水下声环境和水上声环境。。

测量用船为神州工 18 号船，测试时停止船上一切机械设备，禁止一切与测量无关的操作工作，测量采用蓄电池供电，测试区域天气晴，水深 3.5m~18.5m，风速 3.1-8.9m/s。

《海洋调查规范 第 5 部分：海洋声、光要素调查》（GB/T12763.5-2007）未规定对水下噪声监测的时间，对站位布设提出要求。调查站位：在海上使用调查船或其他船只进行海洋环境噪声测量时，测站位置应离岸 1km 以上，并要求避开凹坑和障碍物，避开航道、平台、锚地等海区。本次测点点位离岸最近距离约 17.5km，满足 GB/T12763.5-2007 的要求。

（2）监测设备

调查设备为水听器、电荷放大器、数据采集仪、声级计等，均经过检定校准，并在有效期内。

表 6.8-1　水下噪声测量设备一览表

设备名称	设备型号	设备编号	水听器编号	校准有效期
自容式水声记录仪	2000	ZY2019-07-08000105	1820	2022.06.19
自容式水声记录仪	2000	ZY2019-07-08000106	1833	2022.06.19
自容式水声记录仪	2000	ZY2019-07-08000107	1871	2022.06.19
自容式水声记录仪	2000	ZY2019-07-08000109	1872	2022.06.19

（3）监测方法

按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）中“6 环境噪声监测要求”和《声学 水下噪声测量》GB/T 5265-2009 要求进行测量。

6.8.1.2 监测站位

监测点位共计 15 个，具体点位见图 6.8-1。

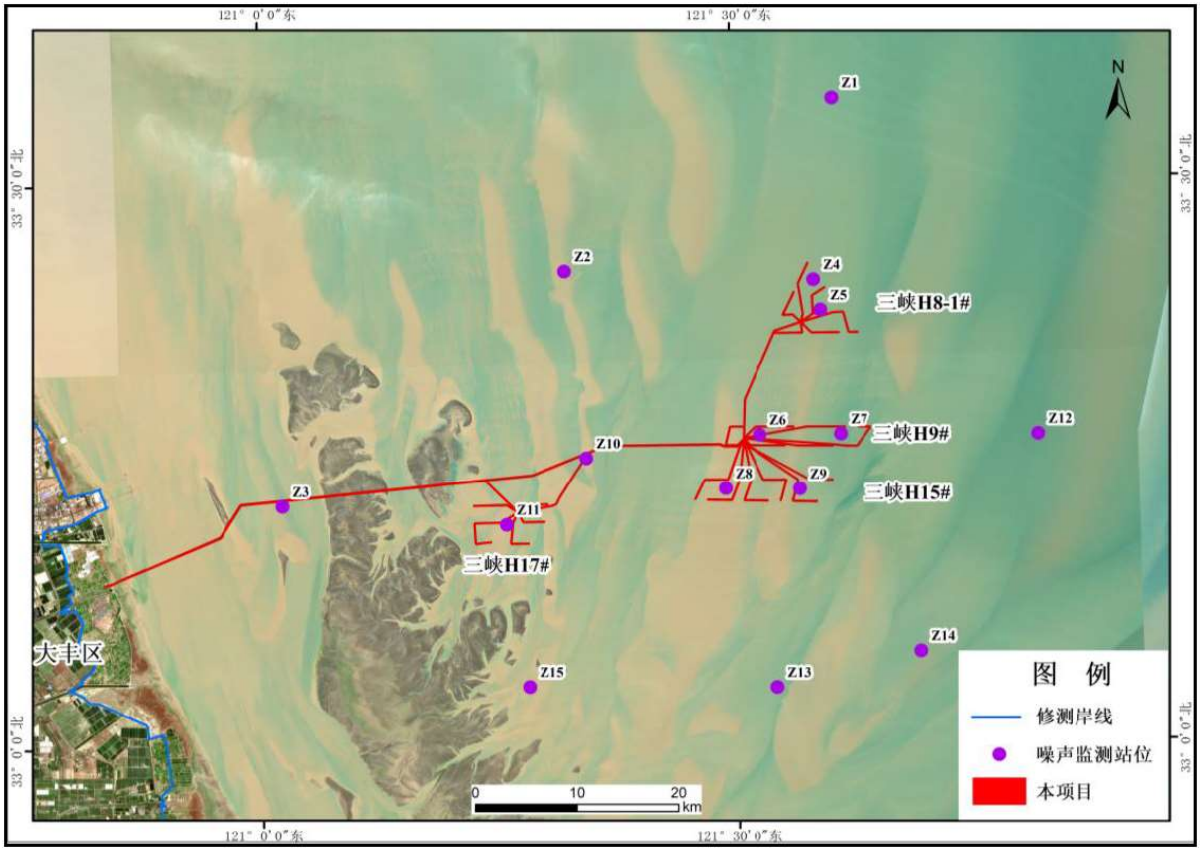

图 6.8-1 工程海域声环境监测点位图

6.8.1.3 评价标准

本报告中水上噪声以等效连续 A 声级表示，单位为 dB(A)；水下噪声频带声压级单位为 dB（re 1μPa），后文均简化为 dB。

由于水下打桩噪声的强声源特点及对海洋中各类生物所产生的危害，国内尚未有统一的标准，本报告评价主要参考美国国家海洋渔业局现行采用的（过渡性）保护门限值（NOAA Fisheries Northwest Regional Office，2012）作为评价依据。其中声压级高于 180dB 的水下噪声为危险级，可能会对海豚的听觉系统造成伤害，主要有打桩噪声；声压级在 160dB 范围的水下噪声为警告级；声压级在 206dB 范围的水下噪声为鱼类伤害门限值。

表 6.8-2　美国对海洋哺乳动物和鱼类的水下噪声（过渡性）门限值

海洋哺乳动物类		
门限等级	门限定义	门限值
A 级 (>180dB 危险级)	基于暂时性听力阈值提升(TTS)而保守估计的永久性听力阈值提升(PTS)伤害门限	鳍足类：190dB RMS 鲸豚类：180dB RMS
B 级 (120~180dB，警告级)	脉冲式噪声(如冲击打桩)可对动物产生行为妨害的门限	160dB RMS
B 级 (<120dB，安全级)	非脉冲式噪声(如钻孔)可对动物产生行为妨害的门限	120dB RMS
鱼类		
伤害门限值	声压峰值(适用于所有鱼)：206dB	累积暴露级(Cumulative SEL)： 对质量大于等于 2 克的鱼体：187dB 对质量小于 2 克的鱼体：183dB

6.8.1.4 监测结果

根据测量结果可知，测试海域海洋环境噪声总声级在 103.7dB~135.0dB（20Hz~20kHz）之间，峰值声压级在 142.6dB~149.3dB 之间。测量结果可以看出，该海域海洋环境背景噪声的谱级变化较平稳，总体随频率的增加而下降，随深度变化不大。测量期间，风速较大，海况 2-3 级，所以谱级较高，20Hz~20kHz 频带内的总声级约在 130dB 范围变动。100Hz 以下频段，大多数在 80dB~110dB；100Hz~1kHz 频段，在 70dB~90dB 之间；1kHz~5kHz 频段，总声级在 50dB~90dB 之间；5kHz~10kHz 频段，总声级在 50dB~70dB 之间；10kHz~20kHz 频段，总声级在 60dB 以下。

表 6.8-3　工程海域水下噪声峰值声压和总声级

测量站位	测量深度(m)	峰值声压级 L_{peak}	20Hz-20kHz 带宽内总声级
Z1	3.0	145.6	135.0
	6.0	146.7	117.2
	10.0	149.3	125.3
	14.0	147.8	127.7
Z2	3.0	146.6	123.9
	6.0	148.7	119.9
	10.0	145.8	124.0
Z3	2.0	145.7	115.3
	4.0	147.1	120.4
	6.0	146.0	120.3
Z4	3.0	146.7	109.7
	7.0	146.8	110.1
Z5	2.0	146.8	114.7
	6.0	146.5	114.7
Z6	2.0	147.6	113.4
	6.0	145.7	112.7

Z7	3.0	144.5	103.7
	6.0	143.5	117.8
	10.0	144.0	104.0
	15.0	144.0	112.7
Z8	2.0	147.2	116.6
	6.0	145.4	122.8
Z9	2.0	143.3	103.7
	6.0	143.6	116.7
Z10	3.0	143.2	117.9
Z11	3.0	145.4	119.6
Z12	3.0	146.6	112.7
	6.0	147.4	112.1
	10.0	145.5	111.3
Z13	3.0	144.0	105.8
	6.0	142.6	105.1
	10.0	146.0	105.5
	15.0	145.5	107.9
Z14	3.0	145.9	112.6
	7.0	146.2	122.6
Z15	3.0	144.7	126.6

6.8.2 水上声环境现状监测

6.8.2.1 监测概况

（1）监测站位

2022 年 5 月监测站位共计 15 个，同水下噪声监测点位（见图 6.8-1），测试天气晴，测量期间风速在 1.9-8.9m/s 之间。

（2）监测内容

检测指标为等效连续 A 声级 L_{eq}、L_{10}、L_{50}、L_{90}。每个检测点连续检测时间为 10min。

6.8.2.2 监测结果

工程海域水上噪声检测测结果见表 6.8-4，海面上环境噪声等效连续 A 声级主要分布在 32.6dB(A)~59.9dB(A)之间，最大等效连续声级为 59.9dB(A)。

表 6.8-4　工程海域水上声环境现状监测结果一览表

测点编号	等效连续声级 (dB)	累积百分声级 L_{10}(dB)	累积百分声级 L_{50}(dB)	累积百分声级 L_{90}(dB)
Z1	34.2	35.2	33.4	31.2
Z2	36.6	35.6	32.8	30.0
Z3	40.4	42.8	38.4	34.8
Z4	36.9	39.0	35.8	33.4
Z5	42.1	45.2	38.6	35.2
Z6	44.8	48.2	42.4	37.8

Z7	59.9	64.8	54.2	48.0
Z8	47.6	49.8	46.8	45.0
Z9	48.2	49.2	45.0	42.4
Z10	50.6	52.0	48.2	46.0
Z11	55.3	57.8	53.8	51.6
Z12	46.5	49.0	44.6	42.0
Z13	32.6	34.6	29.4	26.0
Z14	45.1	47.8	44.0	40.6
Z15	54.6	56.6	52.6	50.6

6.9 电磁环境质量现状调查与评价

本项目海缆上岸后以电缆沟的形式通过接入 500kV 集控中心，该集控中心在已建成投运的三峡大丰 H8-2#风电场 500kV 集控中心西侧。

江苏易达检测科技有限公司（CMA 证书号 181012050308）分别于 2022 年 4 月 21 日、2023 年 6 月 12 日对岸基集控中心厂界及周边的电磁环境进行了监测。

（1）检测环境条件

表 6.9-1　检测环境条件表

时间	天气状况	气温℃	相对湿度%	风速 m/s
2022 年 4 月 21 日	晴	22.1	49	3.4
2023 年 6 月 12 日	多云	29.1	51.3	2.6

（2）检测设备

表 6.9-2　主要检测仪器设备情况

仪器名称	校准证书单位	校准证书有效期	仪器编号	测量范围
电磁辐射分析仪、电磁场探头	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心	2023 年 01 月 11 日、2024 年 01 月 16 日	主机：SEM-600（YX060101） 探头：LF-04（YX060301）	频率范围：1Hz-400kHz 量程：5mV/m-100kV/m，1nT-10mT； 探头：量程：0.001V/m~200.0V/m，0.1nT-20.0mT

（3）检测点位

2022 年 4 月 21 日在已建的三峡大丰 H8-2#风电场 500kV 集控中心厂界四周 5m 处、进站道路入口与西侧田埂、电缆沟上方 5m 范围内布置监测点，见图 6.9-1；2023 年 6 月 12 日在拟建场站中心点、拟建电缆沟上分设置建设点，详见图 6.9-2。

表 6.9-3　监测布点一览表

时段	点位号	备注	时段	点位号	备注
2022 年 4 月 21 日监测	1	集控中心南侧厂界	2023 年 6 月 12 日监测	1	岸基集控中心站址中心
	2	集控中心南侧进站道路			

	3	集控中心东侧厂界		2	岸基集控中心厂界西北侧 60m 临建房
	4	集控中心北侧			
	5	集控中心西侧		3	与已建国能 H5#电缆沟交越处
	6	集控中心西侧田埂			
	E1	电缆沟正上方北侧外缘 5m		4	与已建三峡 H8-2#电缆沟交越处
	E2	电缆沟正上方北侧外缘 4m			
	E3	电缆沟正上方北侧外缘 3m		5	海底电缆登陆点
	E4	电缆沟正上方北侧外缘 2m			
	E5	电缆沟正上方北侧外缘 1m			
	E6	电缆沟正上方地面			
	E7	电缆沟正上方南侧外缘 1m			
	E8	电缆沟正上方南侧外缘 2m			
	E9	电缆沟正上方南侧外缘 3m			
	E10	电缆沟正上方南侧外缘 4m			
	E11	电缆沟正上方南侧外缘 5m			
	E12	电缆沟沿线北侧			
	E13	电缆沟沿线东侧			

工频电磁环境现状检测数据表明，岸基集控中心和电缆沟所在区域工频电场强度在 13.58~1627.9V/m 之间，区域工频磁感应强度在 0.0150~1.3302μT 之间，均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中对应的 4kV/m、0.1mT（100μT）的标准限值，且与标准限值间仍有较大余量。

6.10 大气环境质量现状调查与评价

本项目运营期仅有船舶尾气，不排放其他废气或大气污染物。根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），项目所在区域达标情况判定优先采用国家或地方生态环境主管部门公开发布的环境质量公报或环境质量报告中的数据或结论。

根据《2022 年盐城市环境质量报告》，2022 年市区环境空气质量综合指数 3.27，全省第一，较 2021 年持平；$PM_{2.5}$ 均值 26.6 微克/立方米，全省第二，较 2021 年下降 4.0%；优良天数比例 84.1%，全省第一，较 2021 年下降 3.3 个百分点。$PM_{2.5}$ 均值和优良天数比例均达到省考核目标要求。

盐城市二氧化硫年均浓度 7 微克/立方米，二氧化氮年均浓度 18 微克/立方米，PM_{10} 年均浓度 47 微克/立方米，臭氧（最大滑动 8 小时日均值 90%分位数）为 170 微克/立方米，一氧化碳（日均值 95%分位数）为 0.8 毫克/立方米。

2022 年，盐城市环境空气质量优 100 天，良 207 天，轻度污染 51 天，中度污染 7 天，重度污染 0 天，严重污染 0 天。首要污染物为臭氧、$PM_{2.5}$、PM_{10} 和 NO_2。

各县（市、区）二氧化硫年均浓度在 7～9 微克/立方米之间，平均浓度为 8 微克/立方米，较 2021 年持平；二氧化氮年均浓度在 16～23 微克/立方米之间，平均浓度为

19 微克/立方米，较 2021 年下降 9.5%。PM_{10}年均浓度在 43～58 微克/立方米之间，平均浓度为 50 微克/立方米，较 2021 年下降 18.0%；$PM_{2.5}$年均浓度在 25.5～31.9 微克/立方米之间，平均浓度为 28.9 微克/立方米，较 2021 年上升 0.7%；臭氧（最大滑动 8 小时日均值 90%分位数）在 150～172 微克/立方米之间，平均浓度 163 微克/立方米，较 2021 年上升 10.9%；一氧化碳（日均值 95%分位数）在 0.8～1.0 毫克/立方米，平均浓度为 0.9 毫克/立方米，较 2021 年持平。

7 环境影响预测与评价

7.1 水文动力环境影响预测与评价

7.1.1 数学模型的建立

7.1.1.1 控制方程

①连续方程

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left[(h+\zeta)u\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[(h+\zeta)v\right]=0 \tag{7.1-1}$$

②动量方程

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=f\cdot v-g\frac{\partial \zeta}{\partial x}-\frac{gu\sqrt{u^2+v^2}}{C^2(h+\zeta)}+\varepsilon_x\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) \tag{7.1-2}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}=-f\cdot u-g\frac{\partial \zeta}{\partial y}-\frac{gv\sqrt{u^2+v^2}}{C^2(h+\zeta)}+\varepsilon_y\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) \tag{7.1-3}$$

其中：ζ为潮位，h为水深；

$u=\frac{1}{h+\zeta}\int_{-h}^{\zeta}udz$，$v=\frac{1}{h+\zeta}\int_{-h}^{\zeta}vdz$，分别为$x$、$y$方向垂线平均流速；

t 表示时间；f为科氏力系数($f=2\omega sin\varphi$，ω是地球自转角速度，φ 是当地纬度)；

g重力加速度，$g=9.8m/s^2$；C为谢才系数，$C=\frac{1}{n}(h+\zeta)^{1/6}$，$n$为曼宁系数；$\varepsilon_x$、$\varepsilon_y$为 x、y 方向紊动扩散系数。

③悬沙质输移扩散方程

$$\frac{\partial\left[(h+\zeta)C\right]}{\partial t}+\frac{\partial\left[(h+\zeta)Cu\right]}{\partial x}+\frac{\partial\left[(h+\zeta)Cv\right]}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}\left[(h+\zeta)D_x\frac{\partial C}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[(h+\zeta)D_y\frac{\partial C}{\partial y}\right]-F_s \tag{7.1-4}$$

式中 C 为垂线平均含沙量；D_x、D_y 分别为 x、y 方向的泥沙扩散系数；Fs 为底部冲刷函数。

④底部冲刷函数包括冲刷、淤积和不冲不淤三种情况

$$F_s=\begin{cases}(C\omega_s)(1-\dfrac{\tau}{\tau_d}) & \tau\le\tau_d\\ 0 & \tau_d<\tau<\tau_e\\ -E(\dfrac{\tau}{\tau_e}-1) & \tau\ge\tau_e\end{cases}\qquad(7.1\text{-}5)$$

式中 E 为冲刷系数，ω_s 为泥沙絮凝沉降速度，τ 为水流底部剪切力；τ_d 为临界淤积剪切应力，τ_e 为临界冲刷切应力。如果 $\tau\geqslant\tau_e$ 时，底部泥沙悬浮，床面发生冲刷；当 $\tau\leqslant\tau_d$ 时，水中泥沙沉降，床面发生淤积。E、ω_s、τ_d 和 τ_e 由率定取值。

7.1.1.2 边界条件

（1）初始条件

$$\begin{aligned}u(t,x,y)\big|_{t=0}&=u_0(x,y)\\ v(t,x,y)\big|_{t=0}&=v_0(x,y)\\ \zeta(t,x,y)\big|_{t=0}&=\zeta_0(x,y)\end{aligned}\qquad(7.1\text{-}6)$$

其中 u_0、v_0、ζ_0 分别为初始时刻的潮位和流速。

（2）边界条件

在计算区域与其他水域相通的开边界 Γ_0 上采用边界边界 $u|_{\Gamma_0}=u(t,x,y)$ $v|_{\Gamma_0}=v(t,x,y)$

或潮位边界：$\zeta|_{\Gamma_0}=\zeta(t,x,y)$。

u，v，ζ 均由辐射沙脊海域中尺度潮波数学模型提供，在闭边界 Γ_c 上：$v_n=0$，即法向流速为 0，n 为边界的外法向。

7.1.1.3 计算方法模型参数

（1）计算方法

本模型统一采用三角形单元对计算区域进行离散，并将单一的网格单元作为控制元，物理变量配置在每个单元中心。为保证水流方程的质量守恒和动量守恒，采用控制体积法计算，每个控制元的求解过程如下：

将第 i 号控制元记为 Ω_i，在 Ω_i 上对向量式的基本方程组进行积分，并利用 Green 公式将面积分化为线积分，得

$$\frac{\partial}{\partial t}\int_{\Omega_i}Ud\Omega_i+\oint_{\partial\Omega_i}(E\cdot\vec{n}_i-E^d\cdot\vec{n}_i)dl=\int_{\Omega_i}Sd\Omega_i\qquad(7.1\text{-}7)$$

其中 $d\Omega_i$ 是面积分微元，dl 是线积分微元，$\vec{n}_i = (n_{ix}, n_{iy}) = (\cos\theta, \sin\theta)$，$n_{ix}$，$n_{iy}$ 分别代表第 i 号控制元边界单位外法向向量 x、y 方向的分量。

沿单元边界线的积分可表示为三角形各边积分之和：

$$\oint_{\partial\Omega_i}(E\cdot\vec{n}_i - E^d\cdot\vec{n}_i)dl = \sum_{k=1}^{3}(E_k\cdot n_k - E_k^d\cdot n_k)\cdot l_k \qquad (7.1\text{-}8)$$

其中：k 为三角形单元边的序号，$E_k\cdot n_k$ 和 $E_k^d\cdot n_k$ 分别表示第 k 条边的对流项和紊动项的外法线数值通量，l_k 为三角形第 k 条边的边长。

式 7.1-8 的求解分为三个部分，一是对流项的数值通量求解，二是紊动项的求解，三是源项中底坡项的处理。对流项基面数值通量的求解采用 Roe 格式的近似 Riemann 解。浅水方程的紊动粘性项采用单元交界面的平均值进行估算。底坡源项采用特征分解处理。

（2）计算参数

床面糙率采用下式：

$$n = n_0 + n'$$

式中：n_0 指沙粒糙率，与床沙质粒径有关，n' 表示附加糙率，与海床的相对起伏度变化对应，一种简单的表达式为：

$$n' = \frac{k_n}{(h+\zeta)} \qquad (h+\zeta \geq 0.5\text{m})$$

kn 的取值范围一般为 0.01~0.02，根据不同的水下地形可选择相应的 k_n 值。模型参数选取见表 7.1-1。

表 7.1-1　模型参数选取

参数	取值
Manning 系数	0.012~0.016
悬沙中值粒径/mm	0.011mm
τ_d临界起动剪切应力（N/m^2）	0.08~0.1
τ_e侵蚀切应力（N/m^2）	0.05~0.1
泥沙容重（kg/m^3）	1093
泥沙沉降速度（cm/s）	0.06

（3）计算区域与网格

模型计算范围南北长 120km，东西宽 130km；北至斗龙港，南至小洋口，模型覆盖整个辐射沙脊群海域。该计算区域内，西边界取现状岸线，为闭边界；东、北、南

边界均为海域开边界。模型采用非结构网格，网格个数共计 1559988 个，网格为变步长，网格尺度介于 2~1500m 之间，在工程区附近网格较密，开边界处较稀。模型范围及网格情况见图 7.1-1。

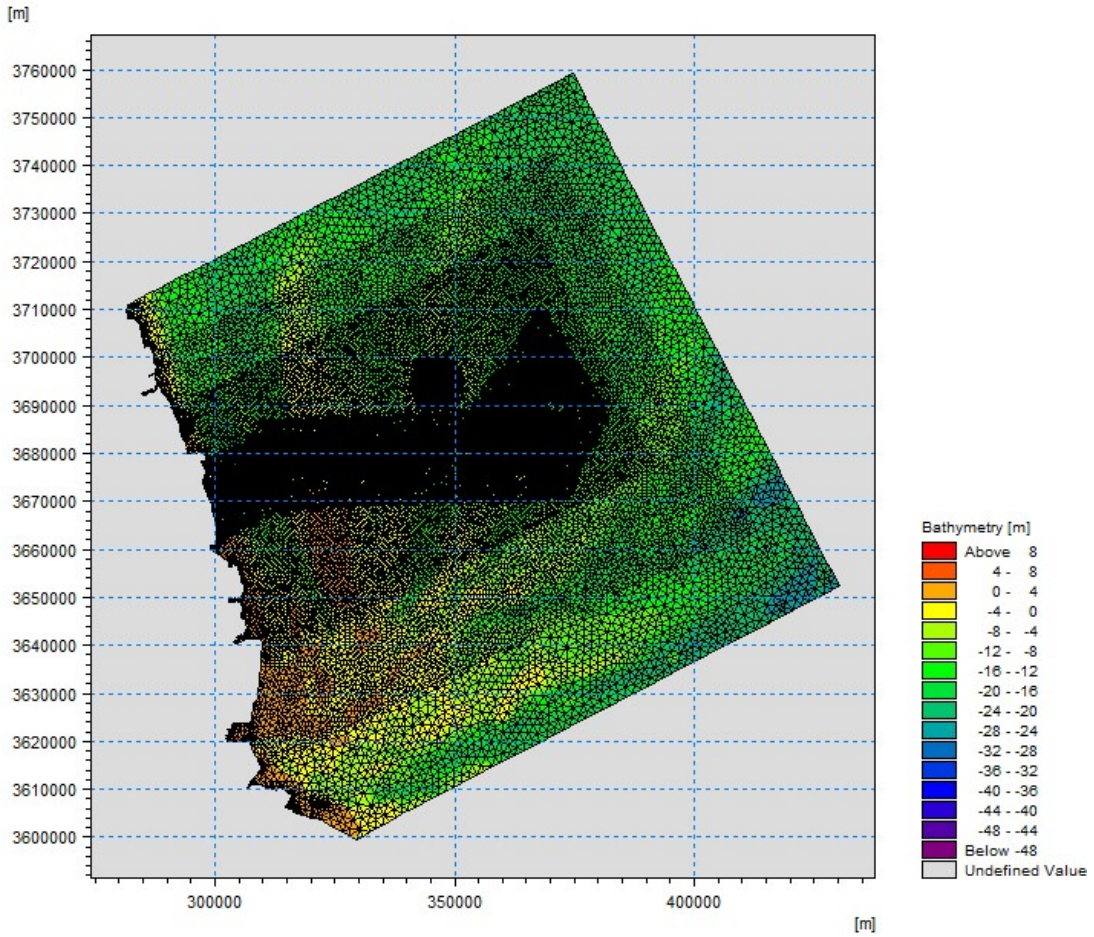

图 7.1-1(a)　模型范围及网格图

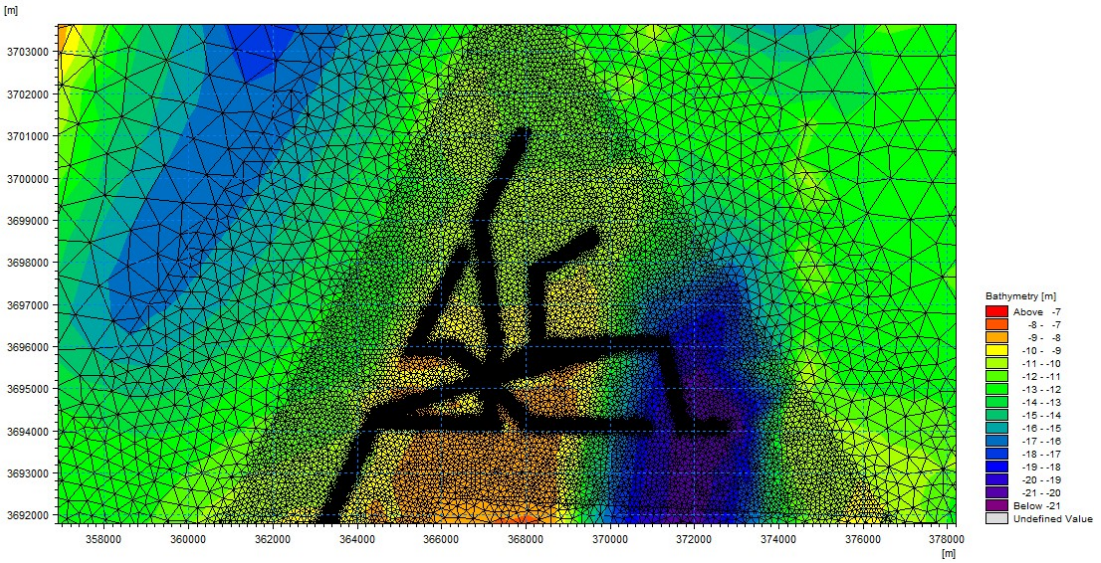

图 7.1-1(b)　模型网格统图（局部）

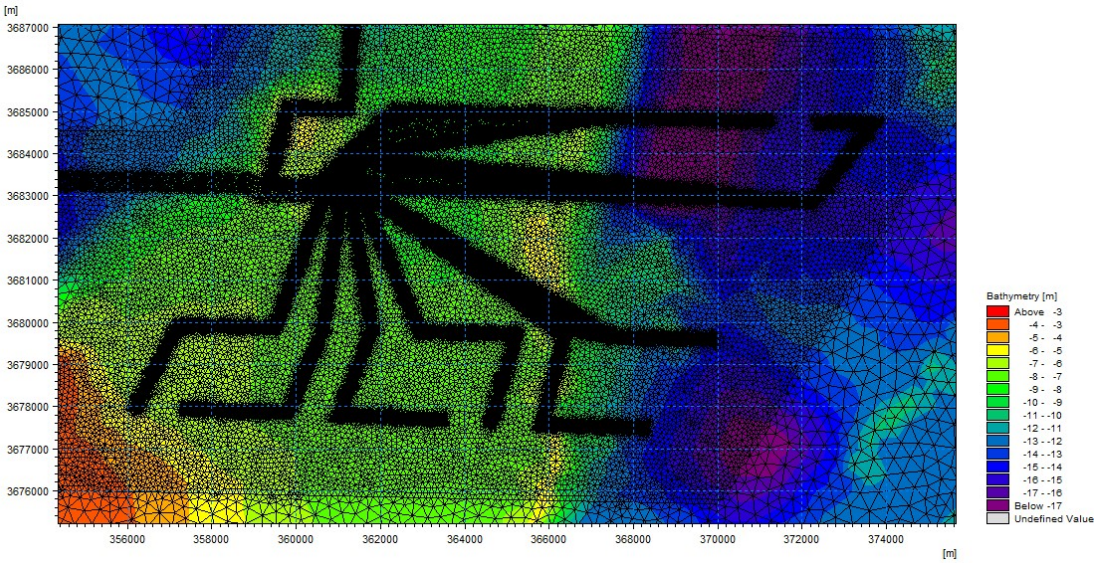

图 7.1-1(c)　模型网格统图（局部）

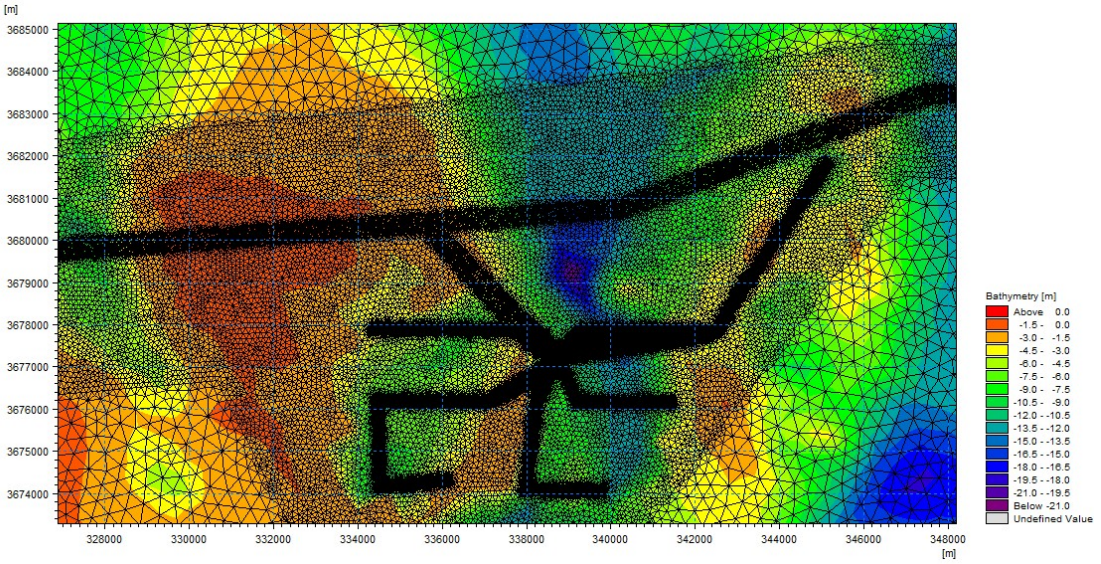

图 7.1-1(d)　模型网格统图（局部）

（6）桩基的模拟

数学模型中桩基的模拟主要有加密网格法、附加糙率法和附加阻力法等。本次数学模型中采用网格加密的方法进行桩基模拟，将网格加密到桩基最小尺度。

7.1.2 模型验证

7.1.2.1 验证结果

依据 2021 年 3 月-4 月工程区海域 3 个潮位站的潮位和同期 12 条垂线实测大潮、小潮水文资料对数学模型进行验证。

可以看出，计算的水位过程与实测资料吻合较好，计算值与实测值的高低潮相位偏差在 0.5 小时以内，潮位值的误差在 10cm 以内。最大流速和平均流速计算值与实测值的偏差在 5%以内，流向的偏差在 10°以内。数学模型计算的各测点含沙量量级

和波动过程与实测基本一致。反映所建立的数学模型能较好反演工程区海域海洋动力场和泥沙场分布特征。

7.1.2.2 大范围验证

根据《三峡能源江苏大丰 80 万千瓦海上风电项目群数值模拟专题研究》（江苏云帆海洋环境研究院有限公司），本次计算数学模型采用大、中、小三种尺度嵌套的方式来实现工程海域潮流场模拟（图 7.1-2）。首先建立了东中国海潮波数学模型，模型区域为东经 117°~131°、北纬 24°~41°，计算范围包括渤海、黄海和东海，通过此模型模拟八个分潮的潮波运动。在大尺度潮波模拟基础上，又建立了整个南黄海海域潮流数学模型。模型范围从山东青海角到浙江台州海域附近，由此中尺度模型提供的边界条件，建立工程区局部潮流数学模型。

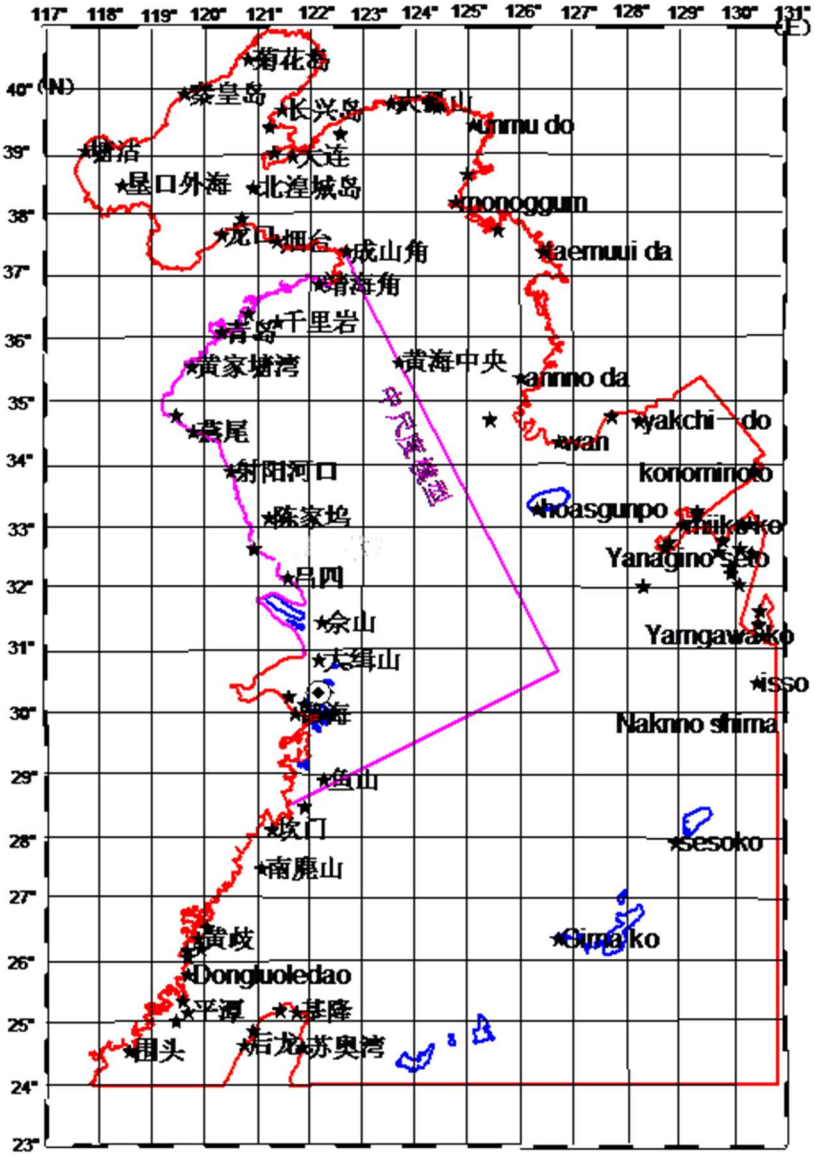

图 7.1-2　潮流数学模型范围及边界

（1）东中国海潮波数学模型建立与验证

为了验证计算的精度，对《英国潮汐表》中本计算区域内 91 个验潮站的 M_2、S_2、K_1、O_1 四个分潮的调和常数进行了验证，同时对计算区域内 12 个点的流速进行调和常数对比。验证结果显示四个主要分潮的振幅绝对值误差分别为 9.4cm、2.5cm、3.6cm 和 4.0cm，迟角绝对值平均误差分别为 7.50º、6.52º、4.86º 和 9.4º；潮流的相位与验证资料基本一致，振幅符合潮流垂线分布结构。表明模型能够反映计算区域内潮波的基本特征。通过潮汐等振幅线和同潮时线的分布，可看出潮波在东中国海的传播途径：太平洋潮波在琉球群岛几乎以前进波形式进入东海，它的同潮时线和等振幅线与水下等深线近乎平行。台湾海峡 M_2 潮波北进过程中与冲绳和九州之间的前进波汇合后继续沿东海北上。进入黄海的前进波受到山东半岛的阻挡反射，相互叠加而在南黄海形成左旋的旋转潮波系统，辐射沙洲中部即形成波能聚集的波腹区。同样，北黄海的前进波受辽东半岛的影响形成成山角附近的旋转潮波系统；由渤海海峡进入渤海的潮波由于渤海海峡的特殊地形也形成两个旋转潮波系统。

（2）南黄海潮波数学模型的建立与验证

模型验证采用辐射沙洲区内 25 个潮位站调和常数进行验证，同时对计算区域内 30 个点的流速进行调和常数对比。验证结果显示四个主要分潮的振幅绝对值误差分别为 4.3cm、1.4cm、2.0cm 和 2.0cm，迟角绝对值平均误差分别为 3.5º、4.3º、2.1º 和 3.4º；潮流的相位与验证资料基本一致。南黄海潮流数学模型能够很好地模拟该海域辐聚－辐散的潮流动力场特征，能够为工程区局部数学模型提供边界条件。

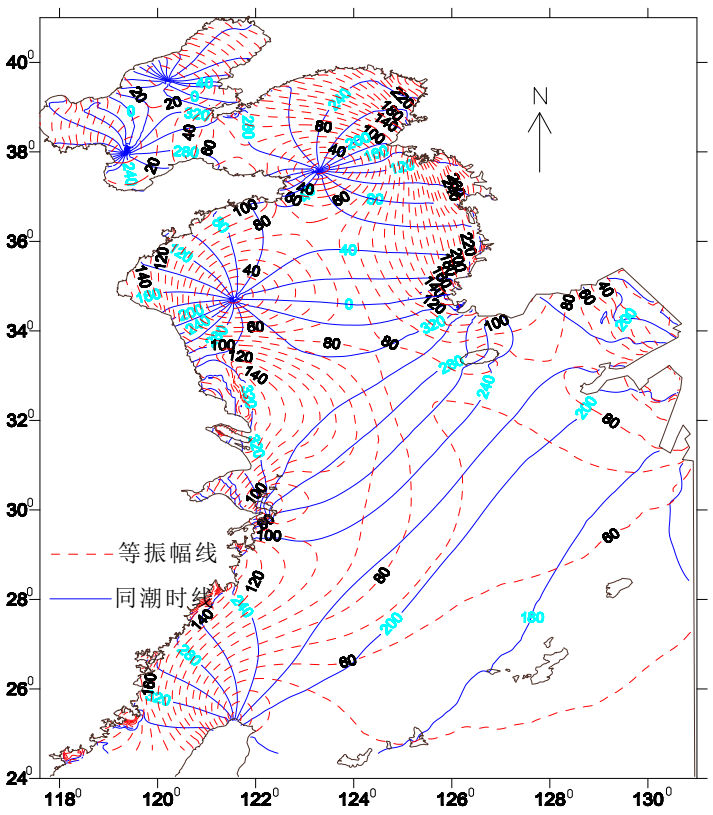

图 7.1-3(a)　M2 潮波的潮汐同潮图

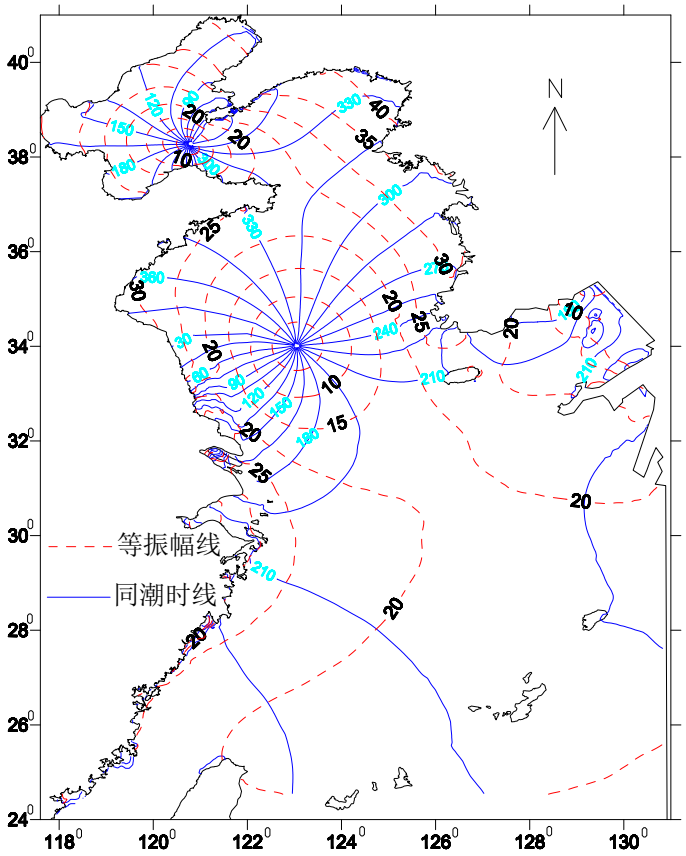

图 7.1-3(b)　K1 潮波的潮汐同潮图

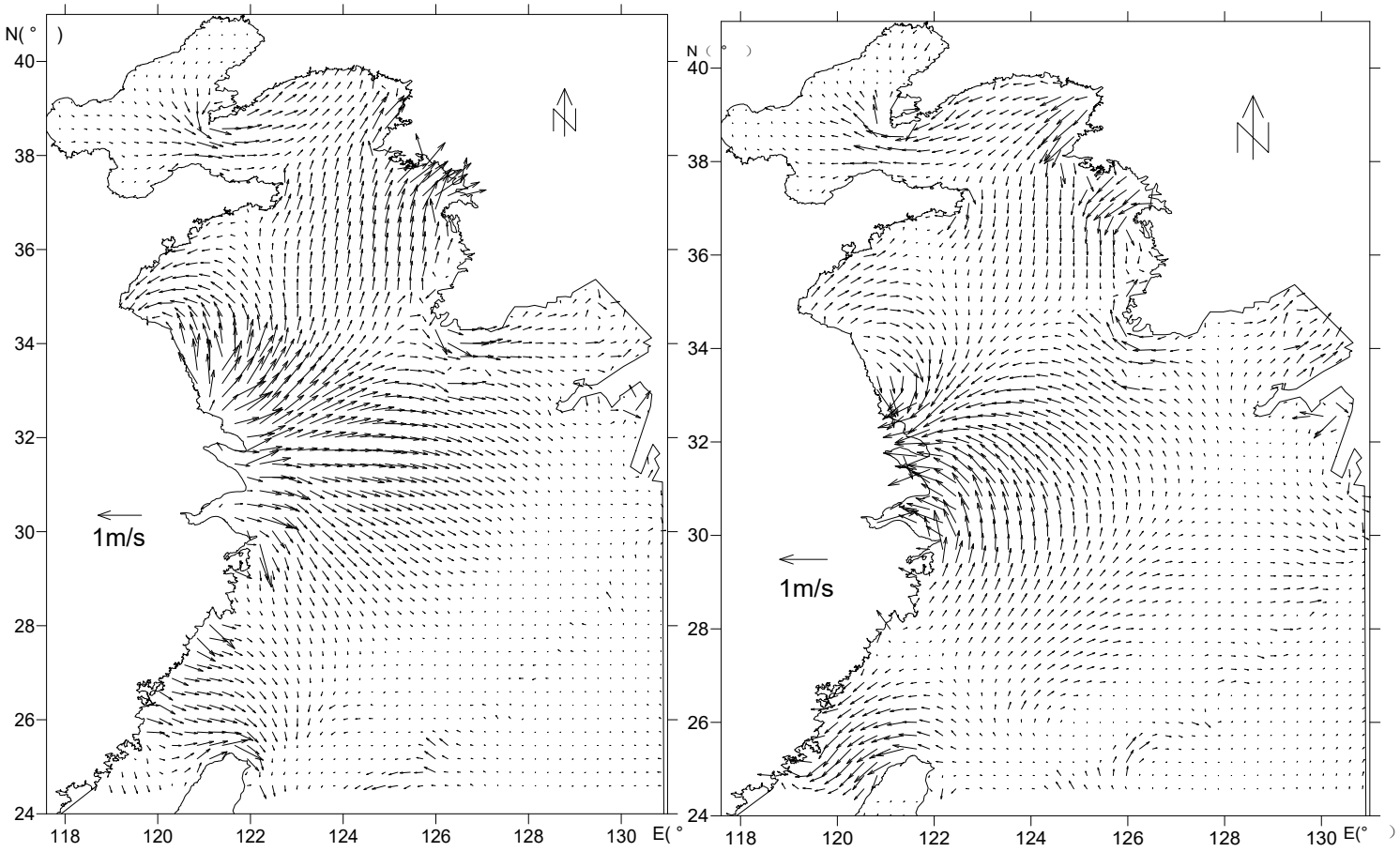

图 7.1-4　东中国海潮流流矢图

7.1.3 水动力计算结果与分析

7.1.3.1 工程区流场特征

三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目群工程位于辐射沙洲东沙以东、毛竹沙北侧海域。模型范围内海域受南黄海旋转潮波系统以及东海前进潮波系统的共同作用，涨潮时，潮流自外海向弶港聚集；落潮时，潮流以弶港为中心向外海辐散。受辐射沙洲滩槽相间的滩槽分布特征影响，工程海域潮流基本表现为往复流形态，潮流流向以 NNE-SSW 向为主。风电场区场区靠近外海，相较于近岸浅滩区域，动力条件较强。

7.1.3.2 工程建设对海域水动力环境的影响

（1）工程建设对海域流场的影响

由于风机及升压站桩基基础直径较细且各风机桩基布设距离较远，根据工程海域流场及流矢对比结果分析，风机桩基产生的局部阻水和绕流作用仅出现于桩基周边局部海域，工程区附近整体流态与工程前基本一致，工程建设对海域流场及流态影响甚微。

工程建设后大潮流场情况见图 7.1-5、大潮流矢对比见图 7.1-6，小潮流场和流矢对比详见图 7.1-11~图 7.1-12。

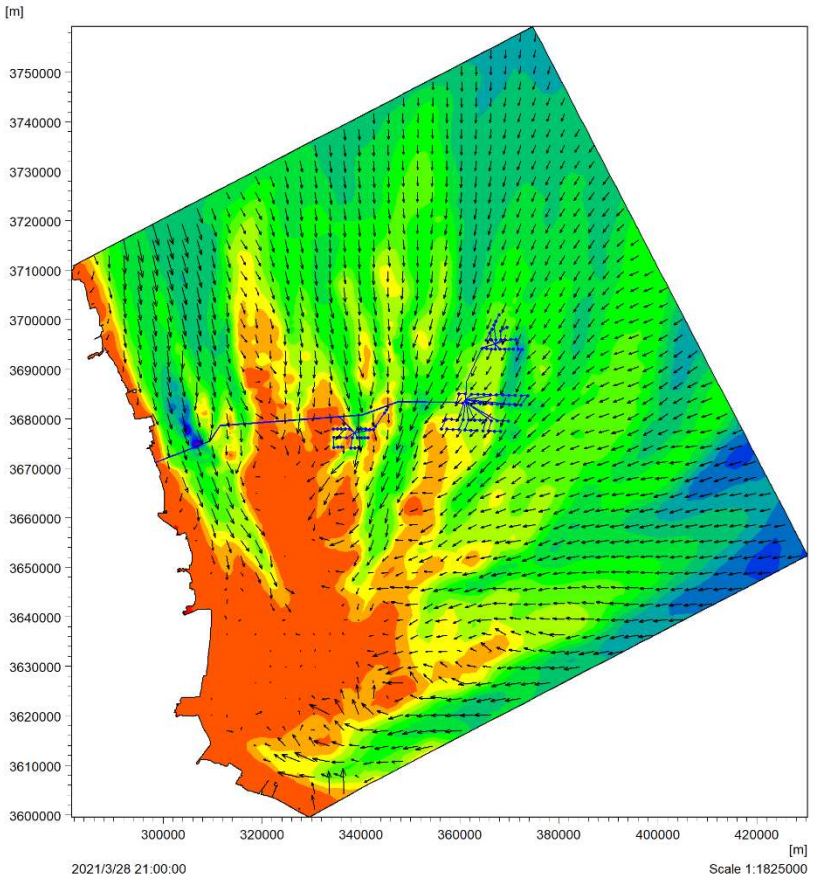

图 7.1-5(a)　工程海域涨急时刻流场图（工程后，大潮）

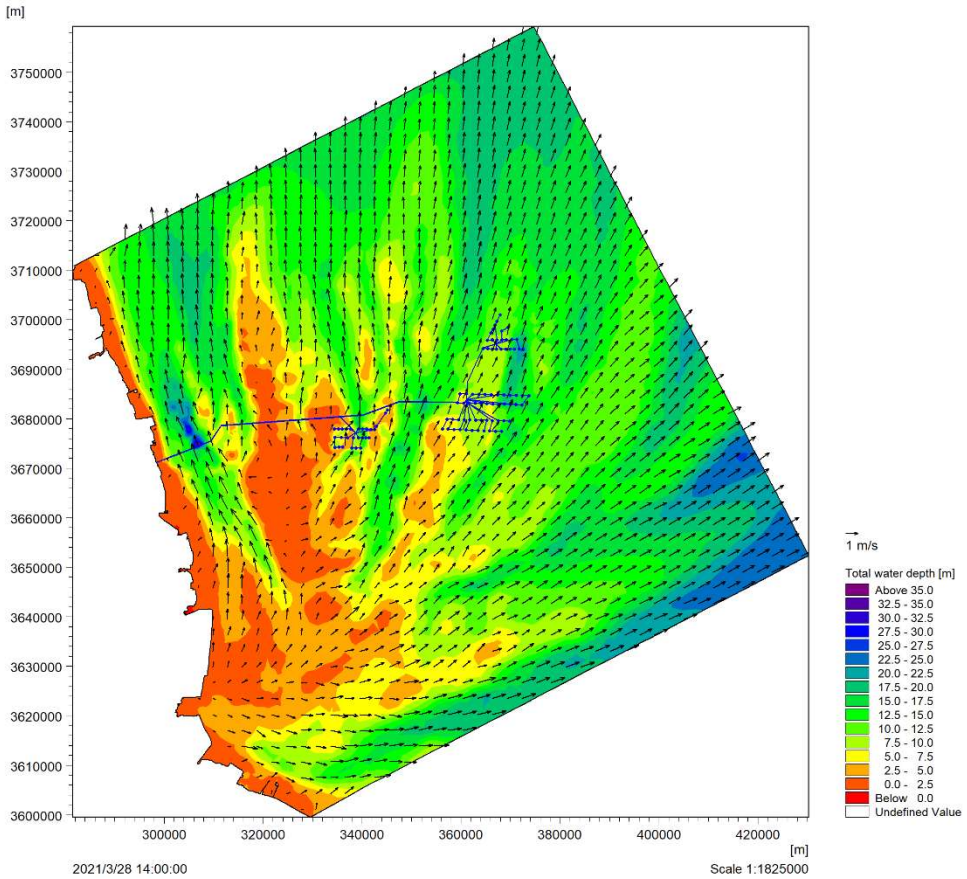

图 7.1-5(b)　工程海域落急时刻流场（工程后，大潮）

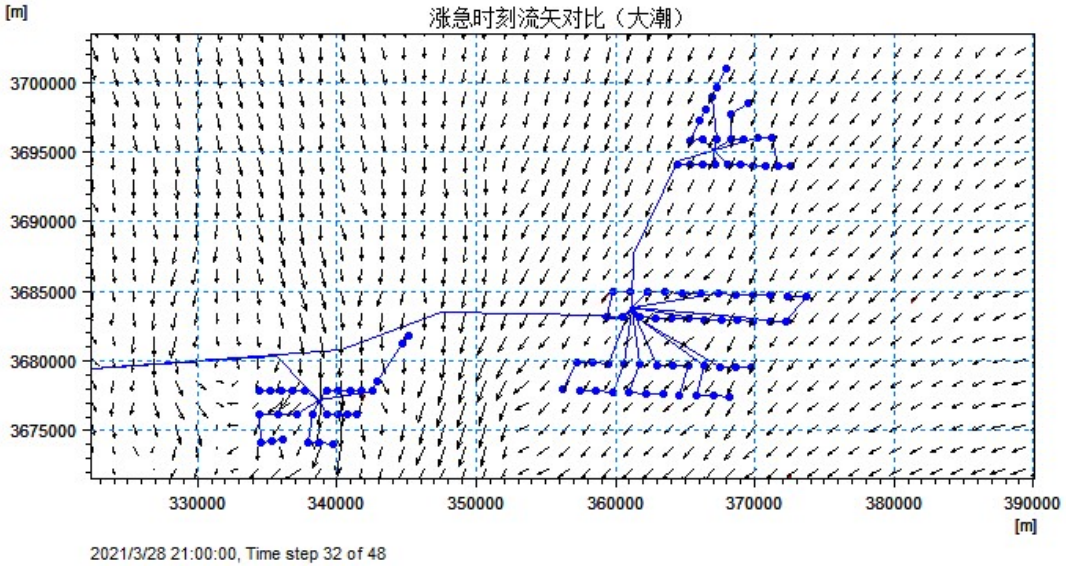

图 7.1-6(a)　海域涨急时刻流矢对比图（工程后，大潮）

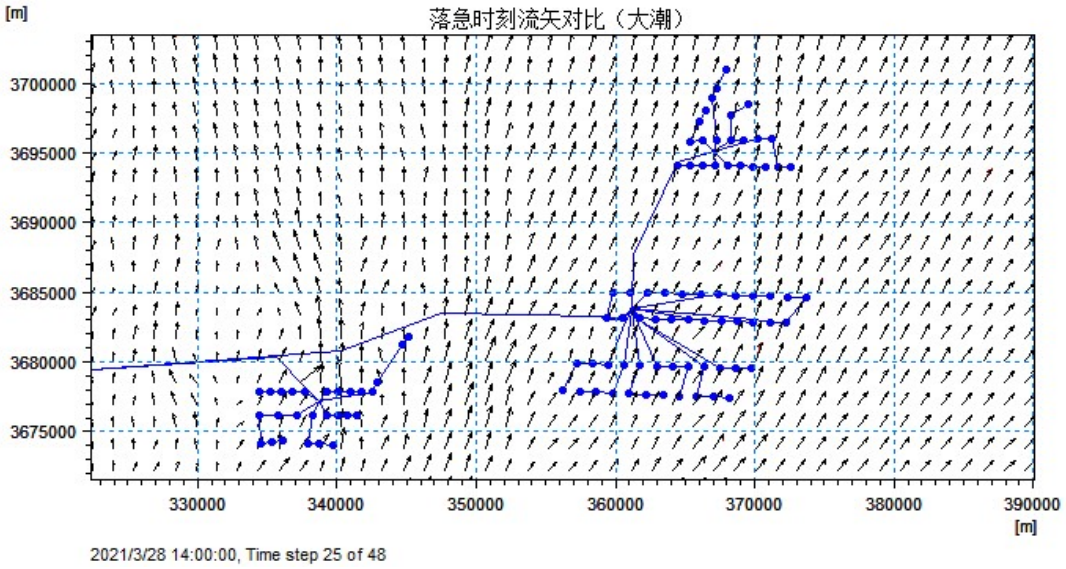

图 7.1-6(b)　海域落急时刻流矢对比图（工程后，大潮）

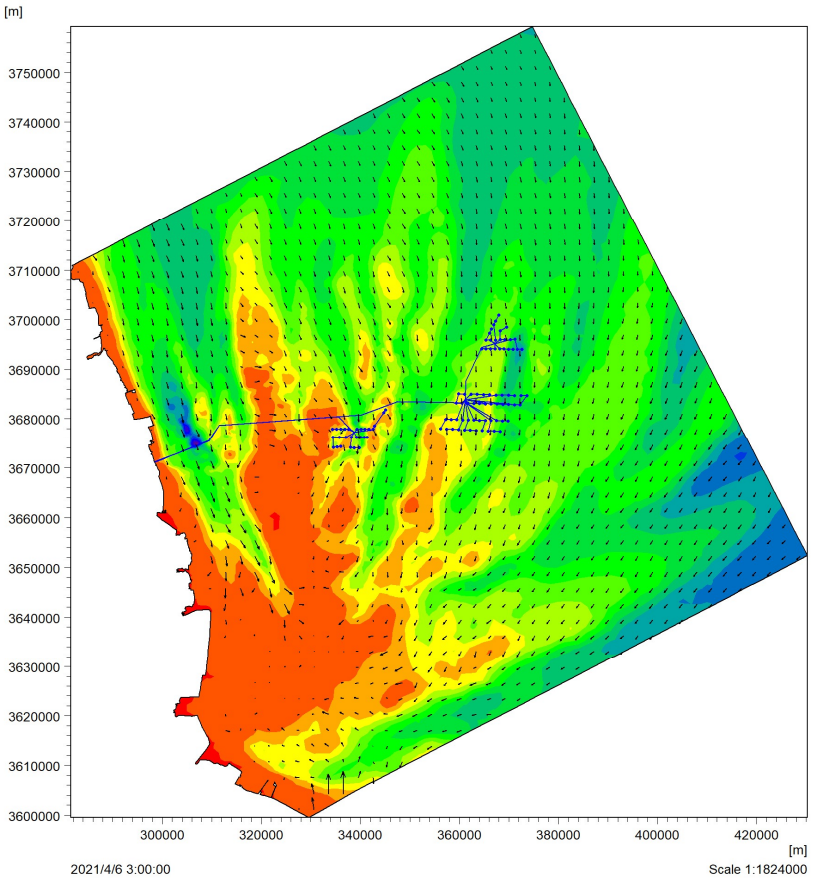

图 7.1-7(a)　工程海域涨急时刻流场图（工程后，小潮）

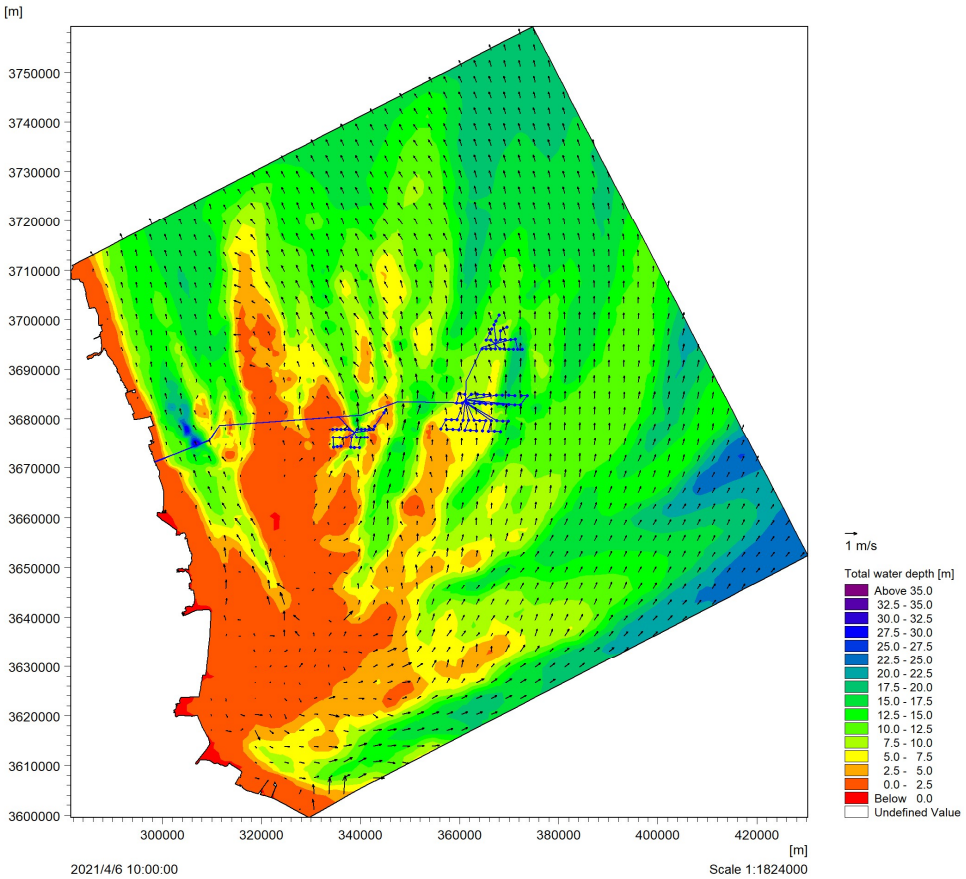

图 7.1-7(b)　工程海域落急时刻流场（工程后，小潮）

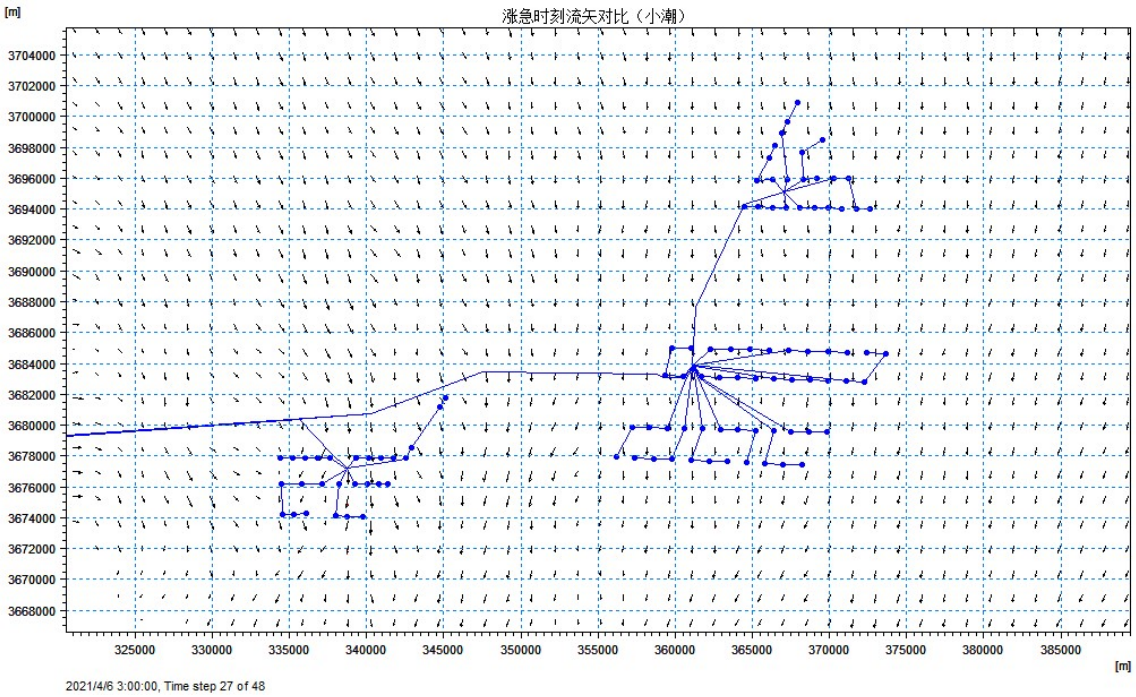

图 7.1-8(a)　海域涨急时刻流矢对比图（工程后，小潮）

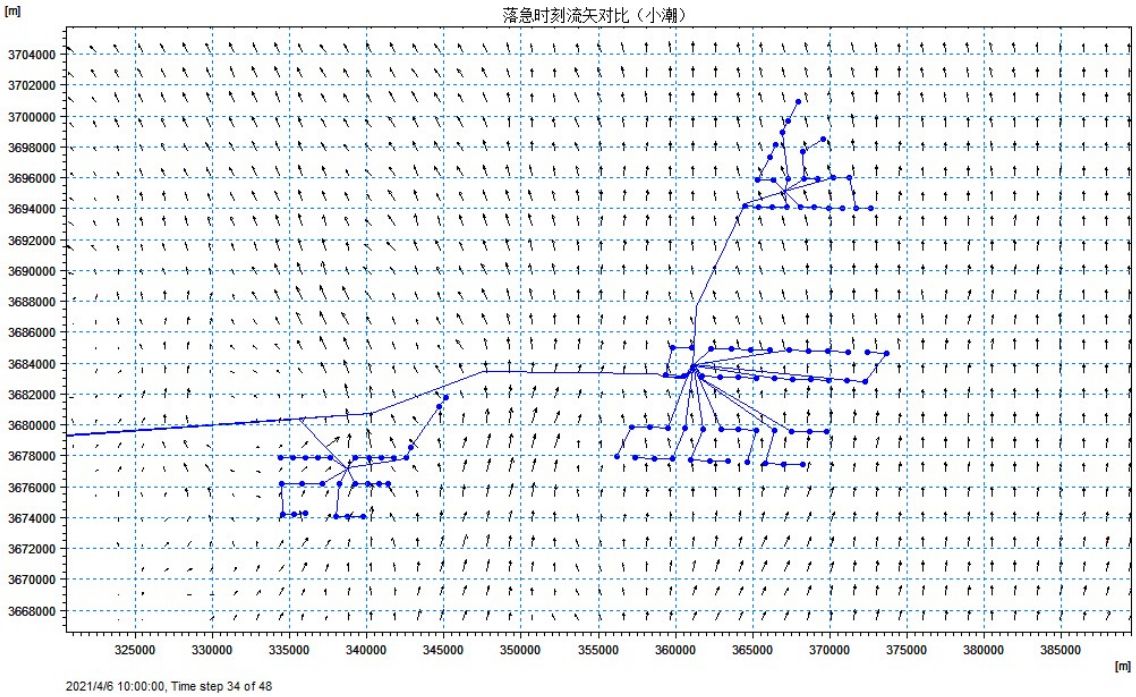

图 7.1-8(b)　海域落急时刻流矢对比图（工程后，小潮）

（2）工程建设对海域流速的影响

为分析工程区局部潮流动力变化情况，依据数值模拟计算结果绘制了工程前后大潮及小潮涨潮平均、落潮平均、涨急时刻、落急时刻流速变化及流速百分比变化图（图 7.1-13~图 7.1-16）。计算结果显示，风电工程实施引起的局部潮流变化主要有以下几个方面特征：

①沿涨落潮方向由于阻水影响流速减小。在垂直涨落潮方向，由于潮流绕流和桩基之间束水作用，桩基附近流速有所增大。

②风电桩基未对工程海域潮流涨、落潮流速产生集中连片影响，流速影响仅局限于桩基附近，只有个别桩基间形成连续的流速变化区。

③涨落潮时流速减小区域主要集中在风机的背流侧。

④风电场区大潮时刻流速变化影响范围及幅度较小潮时刻大。

⑤H17 风电场涨、落潮流速减小幅度大于 3cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 200m、背流面 800m 的范围内；涨、落潮流速减小幅度大于 5cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 100m、背流面 200m 的范围内；风机桩基附近区域的减幅稍大，最大减幅可达 30cm/s；由于桩基的束水和绕流作用，桩基垂直于潮流流向区域流速有所增大，但流速增大幅度有限，小于 3cm/s。

⑥H8-1 风电场涨、落潮流速减小幅度大于 3cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 200m、背流面 500m 的范围内；涨、落潮流速减小幅度大于 5cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 100m、背流面 200m 的范围内；风机桩基附近区域的减幅稍大，最大减幅可达 25cm/s；由于桩基的束水和绕流作用，桩基垂直于潮流流向区域流速有所增大，但流速增大幅度有限，小于 3cm/s。

⑦H9 及 H15 风电场涨、落潮流速变化范围及幅度相较于 H8-1 及 H17 风电场相对较小；流速减小幅度大于 3cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 100m、背流面 300m 的范围内；涨、落潮流速减小幅度大于 5cm/s 的范围主要集中于桩基附近 50m 的范围内；风机桩基附近区域的减幅稍大，最大减幅可达 20cm/s；由于桩基的束水和绕流作用，桩基垂直于潮流流向区域流速有所增大，但流速增大幅度有限，小于 3cm/s。

⑧根据工程前后涨潮、落潮流速变化百分比对比图可知，工程建设后引起的流速减小幅度主要集中于 3%以内，流速增大幅度基本在 1%以内。

可见风电桩基对水流的影响仅局限于风电桩基附近海域，对流速的影响大部分是不连续的，没有形成连片效应，不会产生区域累积影响。

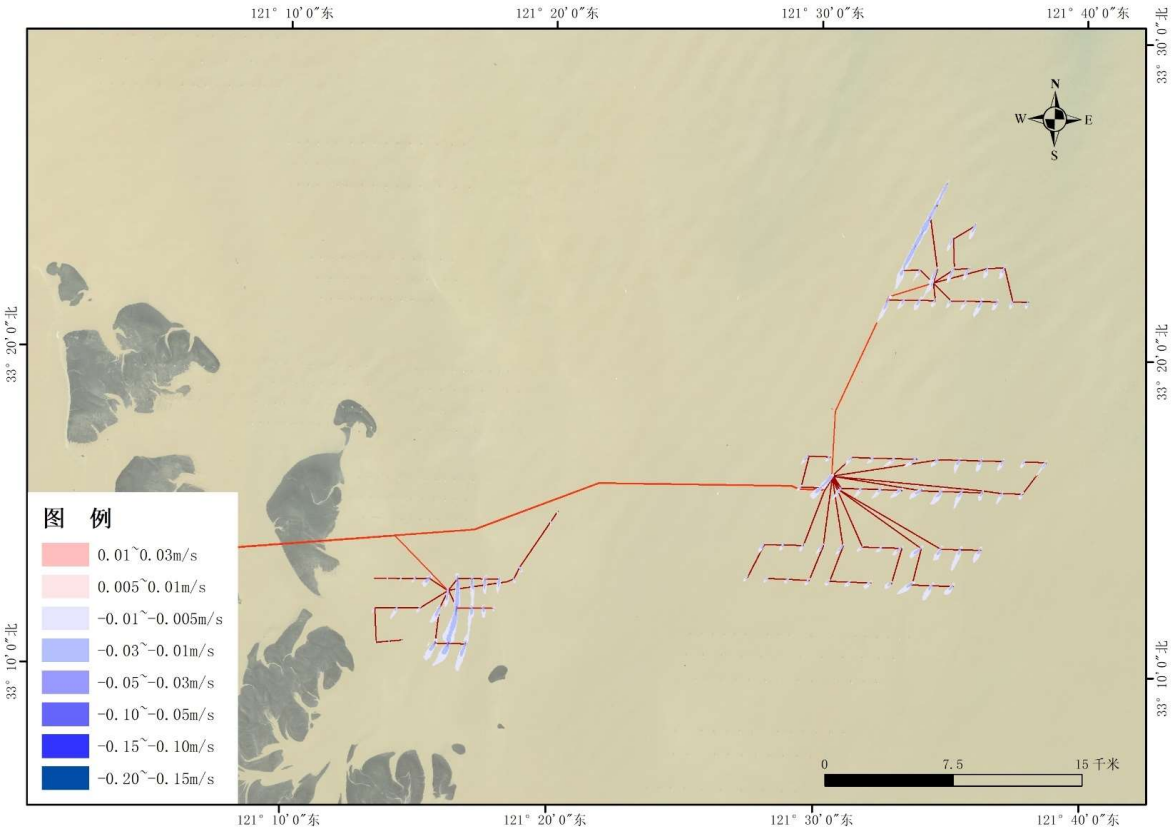

图 7.1-13(a)　工程建设前后涨潮平均流速变化（大潮）

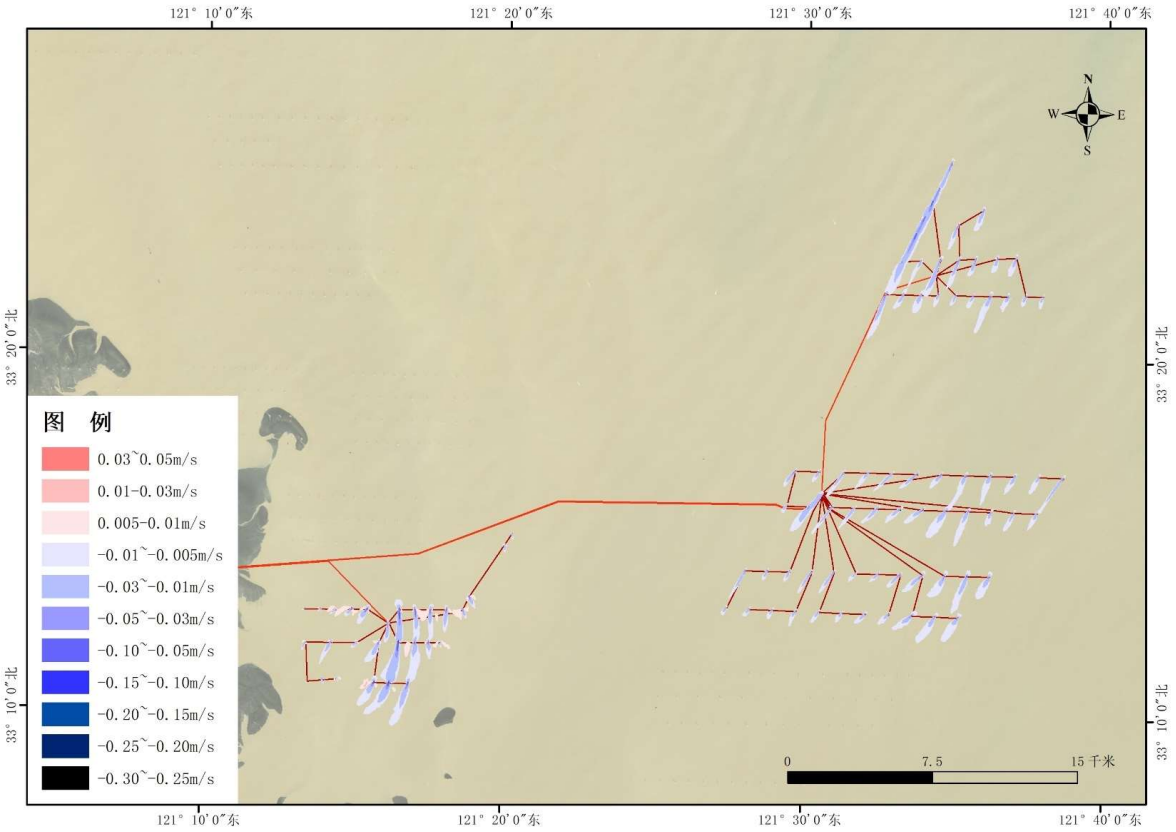

图 7.1-13(b)　工程建设前后涨急时刻流速变化（大潮）

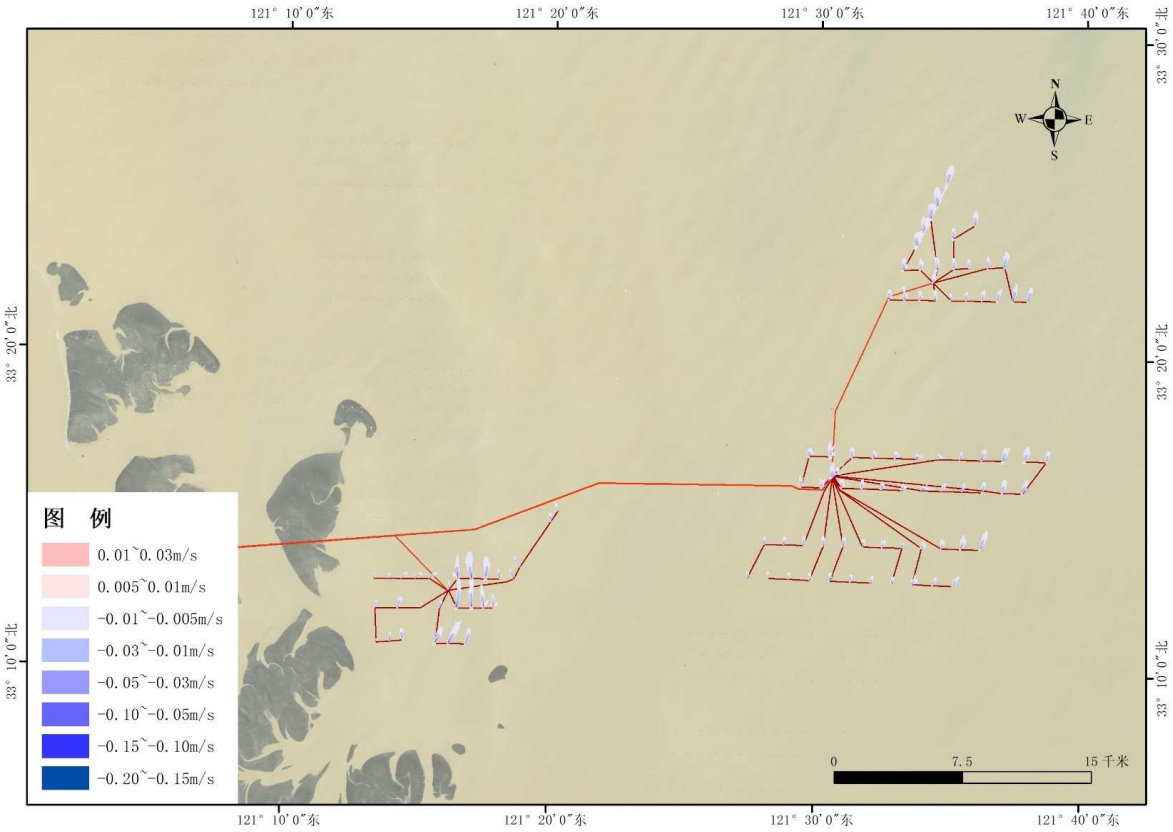

图 7.1-13(c)　工程建设前后落潮平均流速变化（大潮）

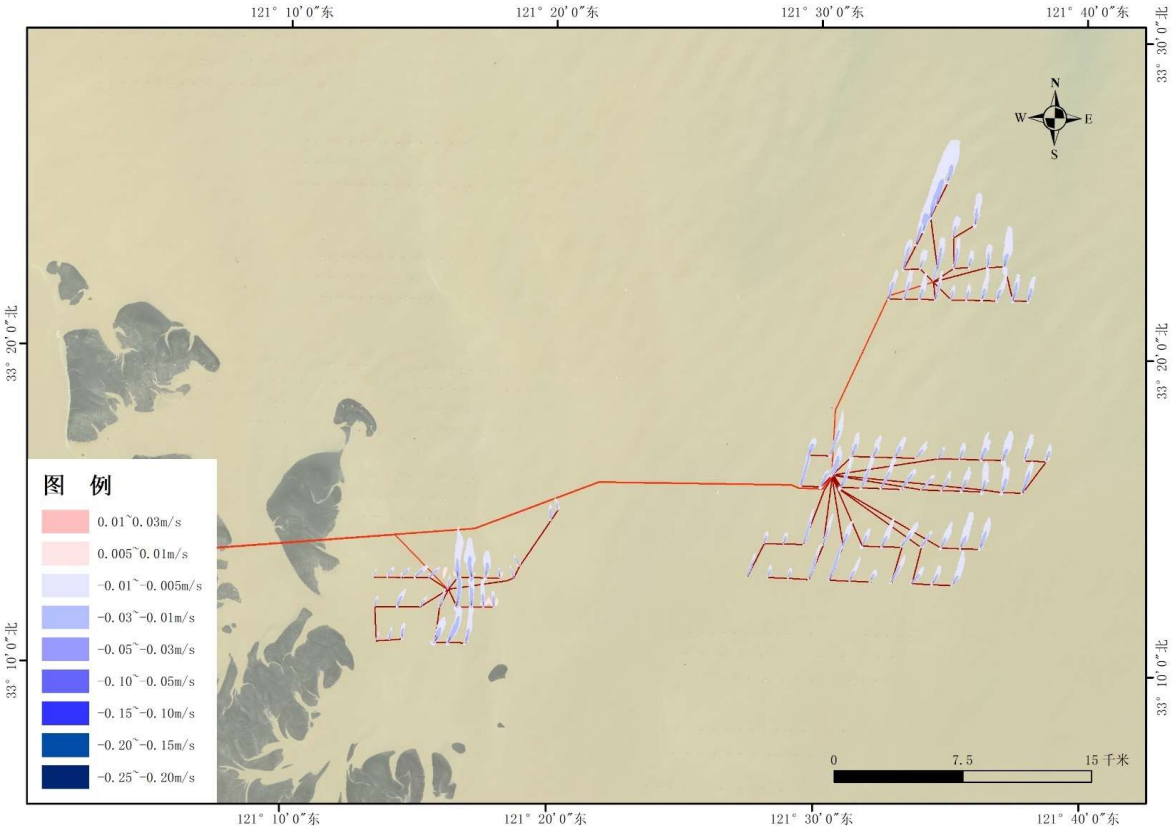

图 7.1-13(d)　工程建设前后落急时刻流速变化（大潮）

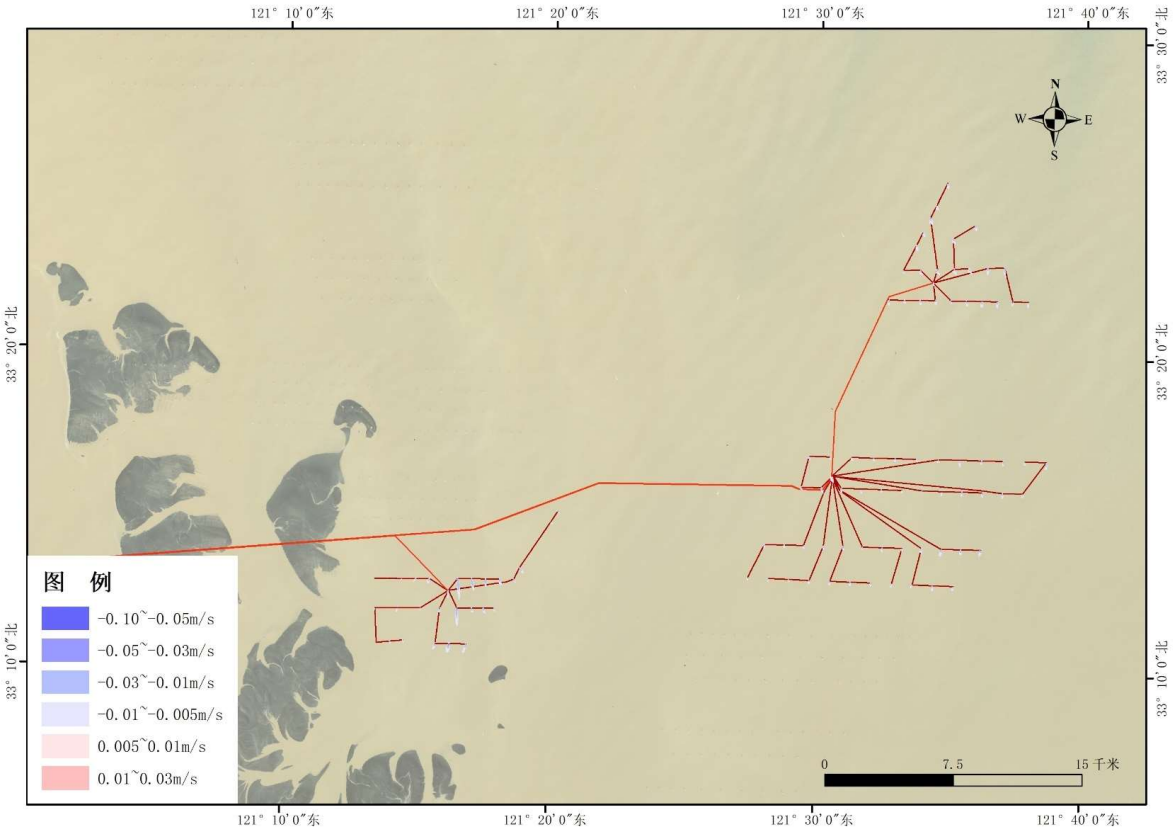

图 7.1-13(e) 工程建设前后涨潮平均流速变化（小潮）

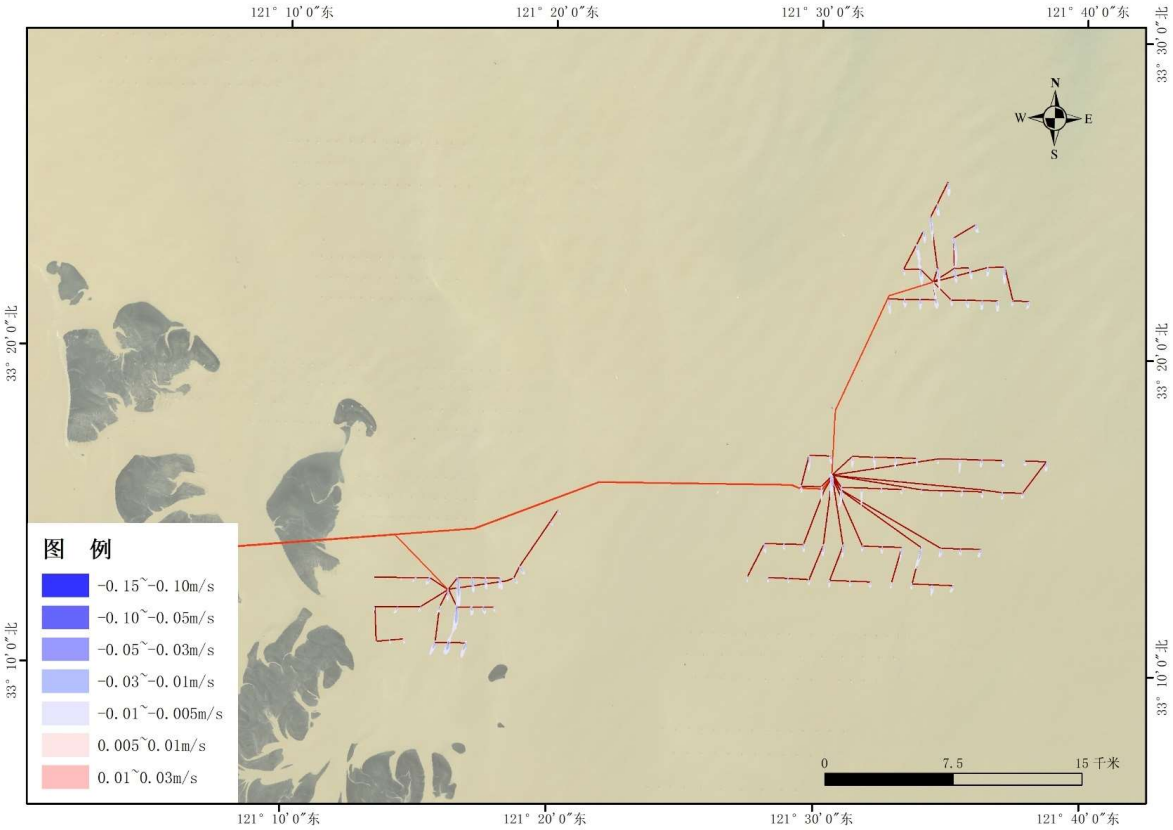

图 7.1-13(f) 工程建设前后涨急时刻流速变化（小潮）

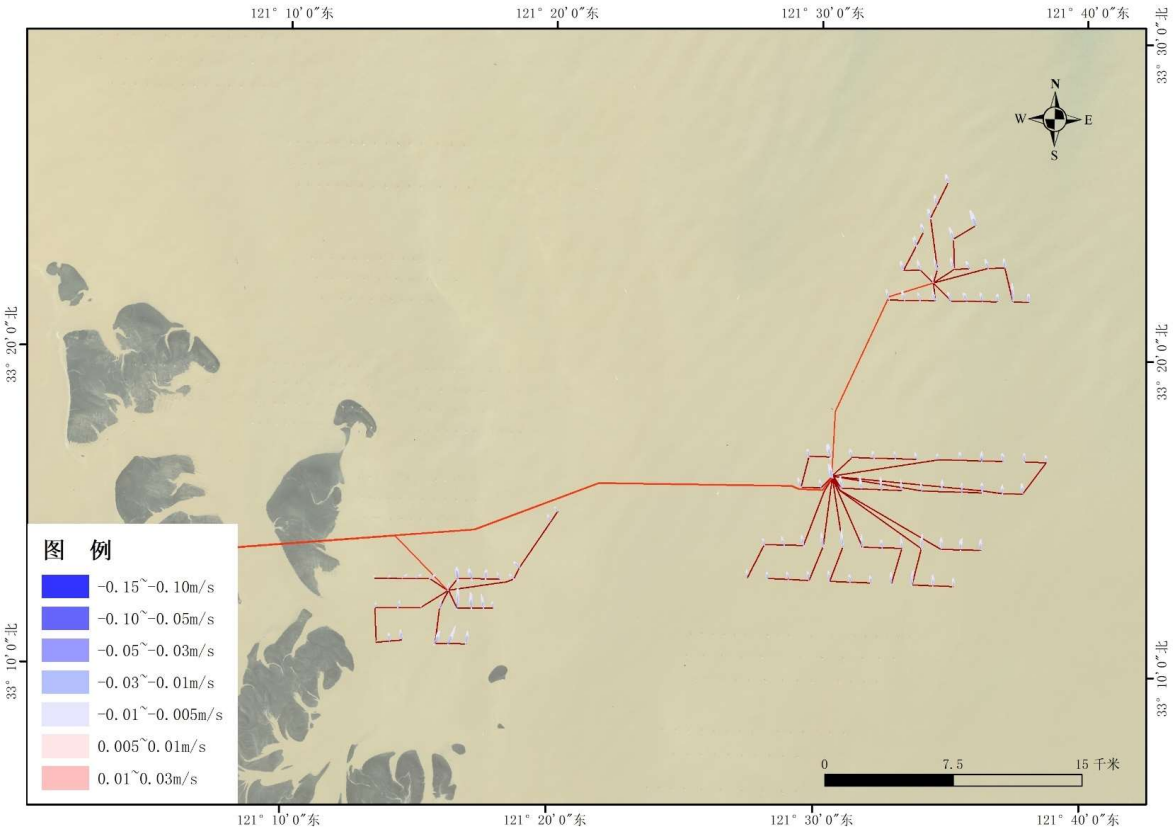

图 7.1-13(g)　工程建设前后落潮平均流速变化（小潮）

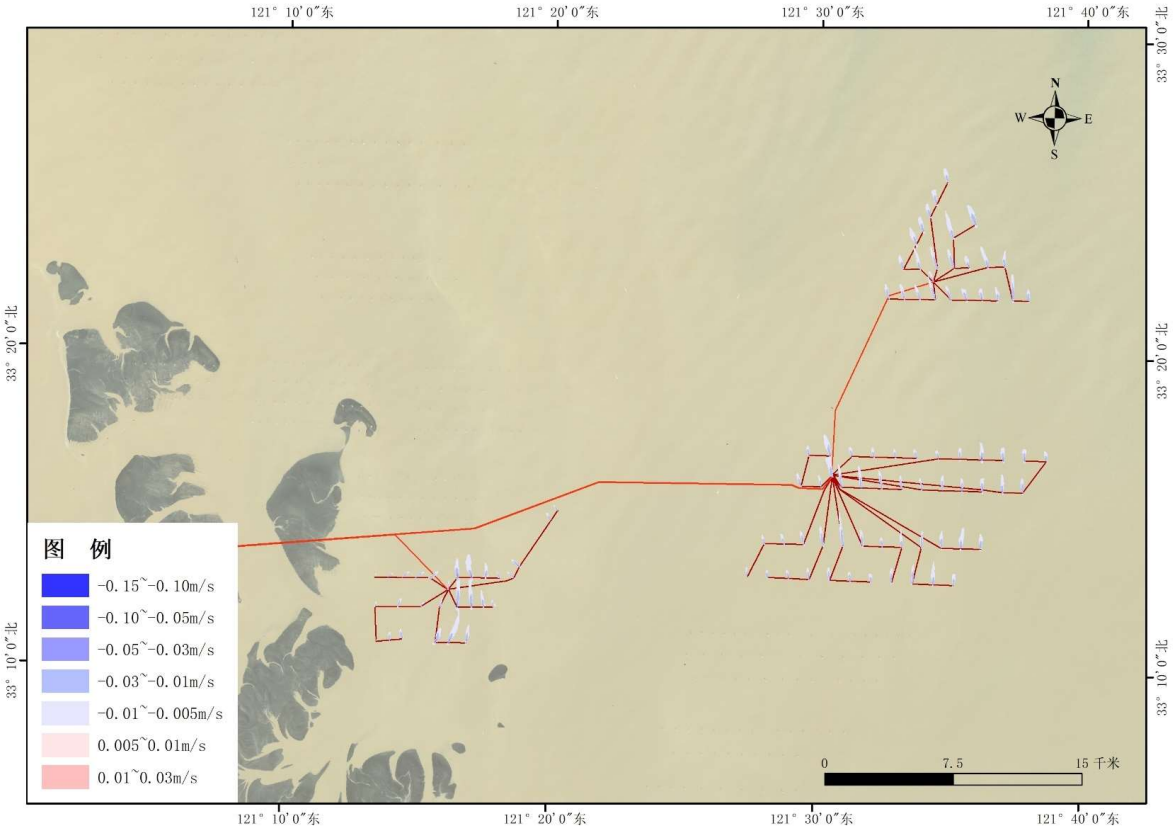

图 7.1-13(h)　工程建设前后落急时刻流速变化（小潮）

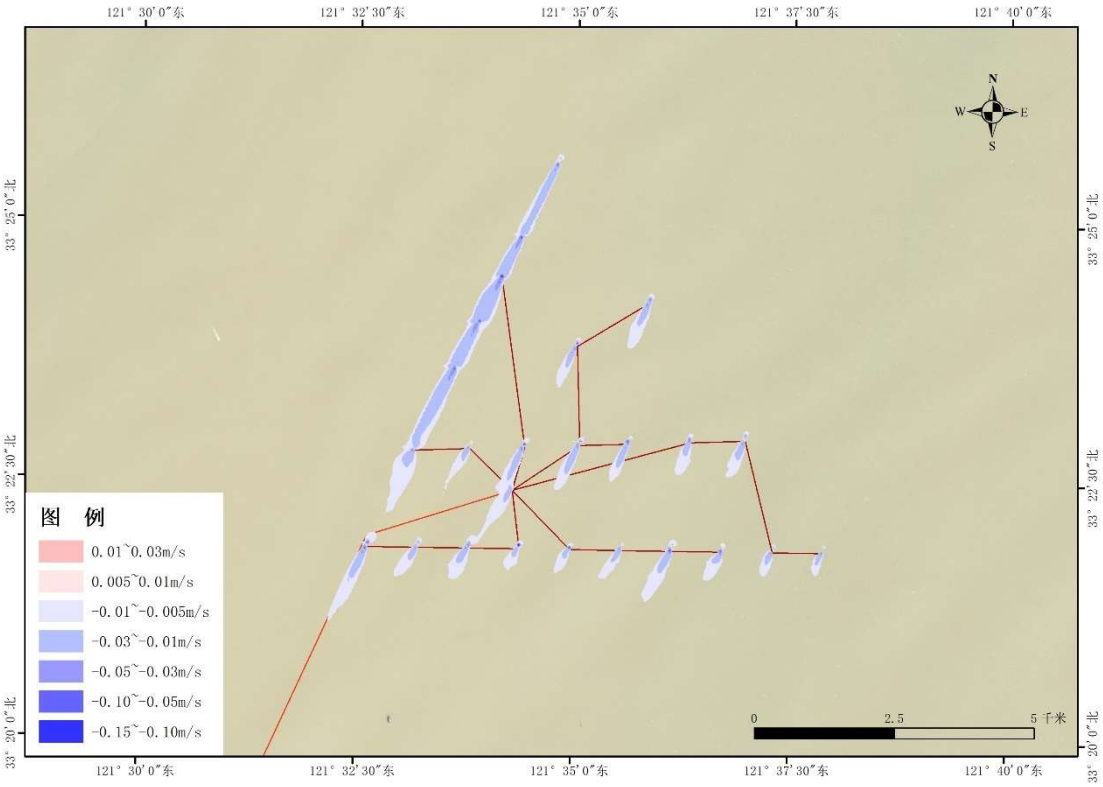

图 7.1-14(a)　工程建设前后涨潮平均流速变化（大潮，H8-1）

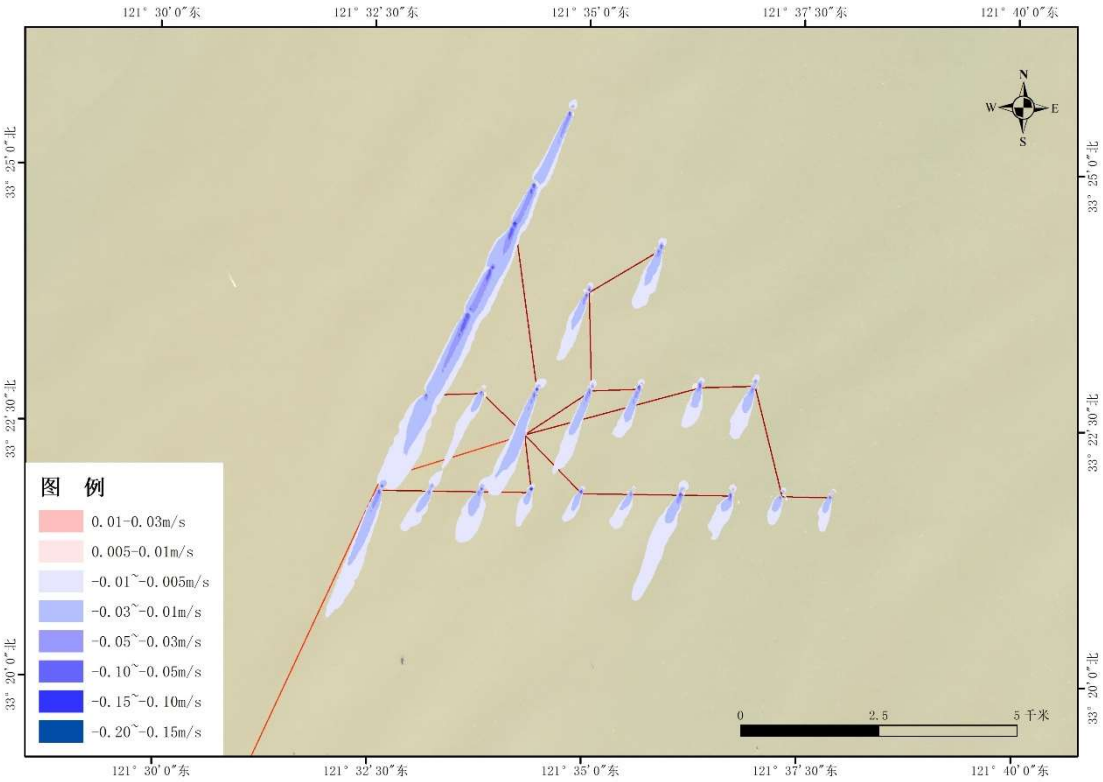

图 7.1-14(b)　工程建设前后涨急时刻流速变化（大潮，H8-1）

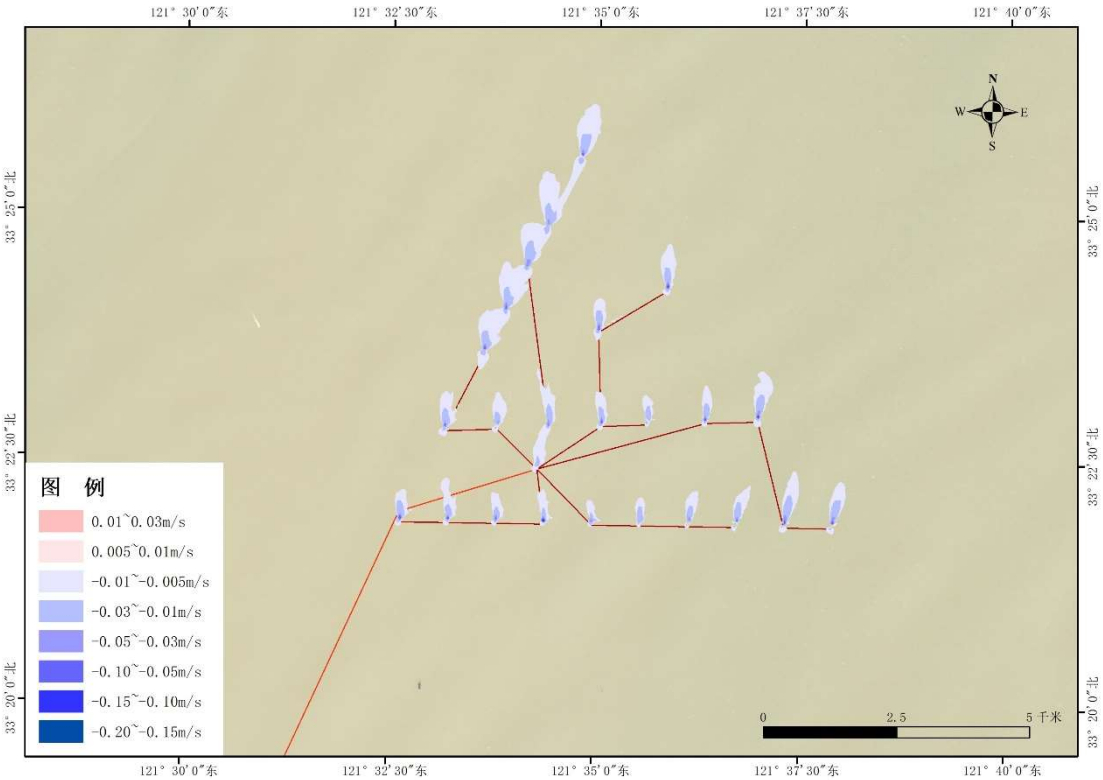

图 7.1-14(c)　工程建设前后落潮平均流速变化（大潮，H8-1）

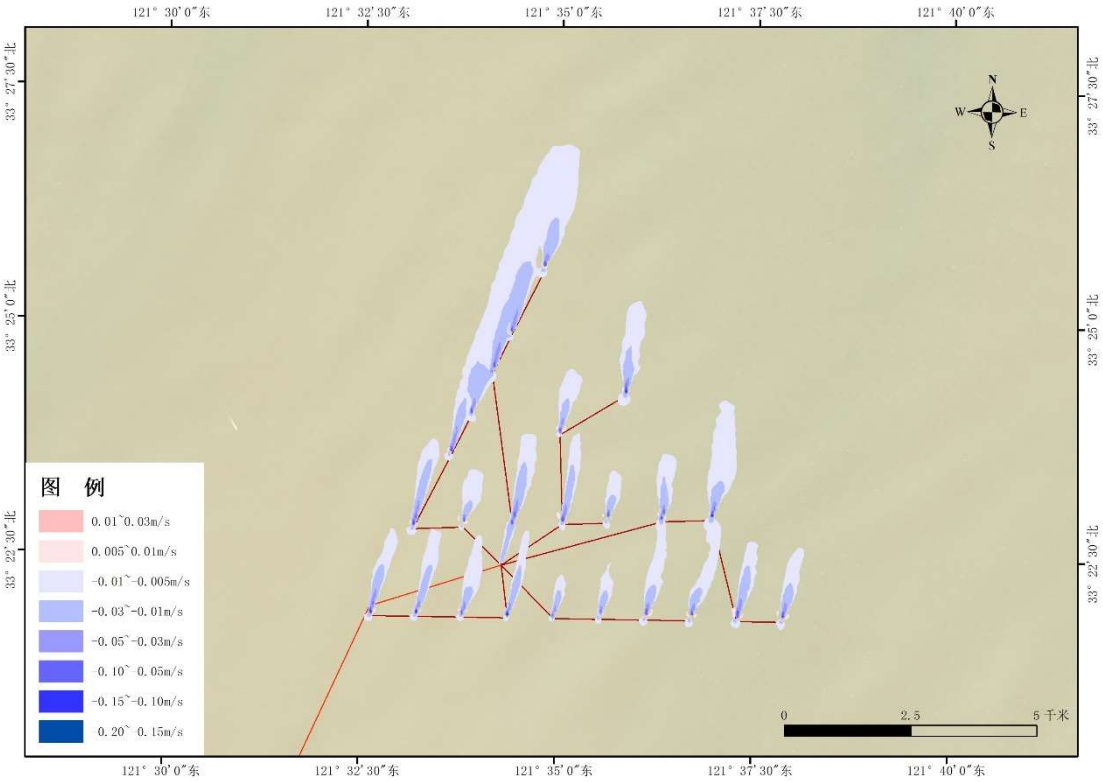

图 7.1-14(d)　工程建设前后落急时刻流速变化（大潮，H8-1）

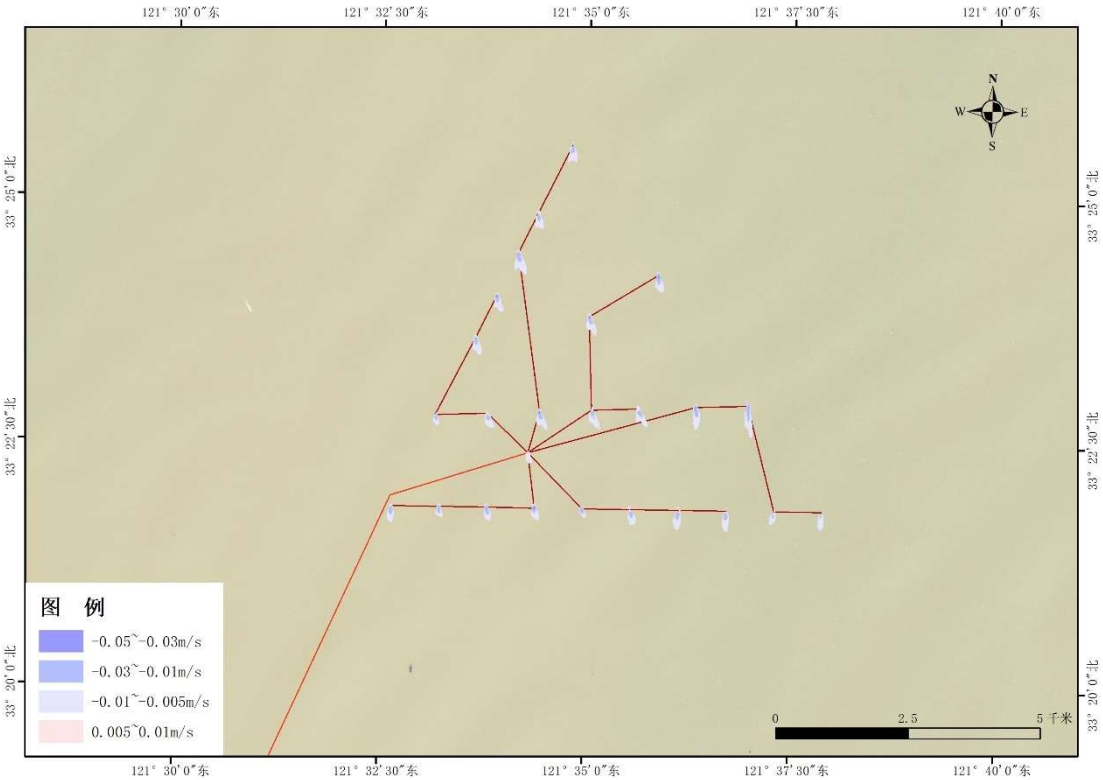

图 7.1-14(e)　工程建设前后涨潮平均流速变化（小潮，H8-1）

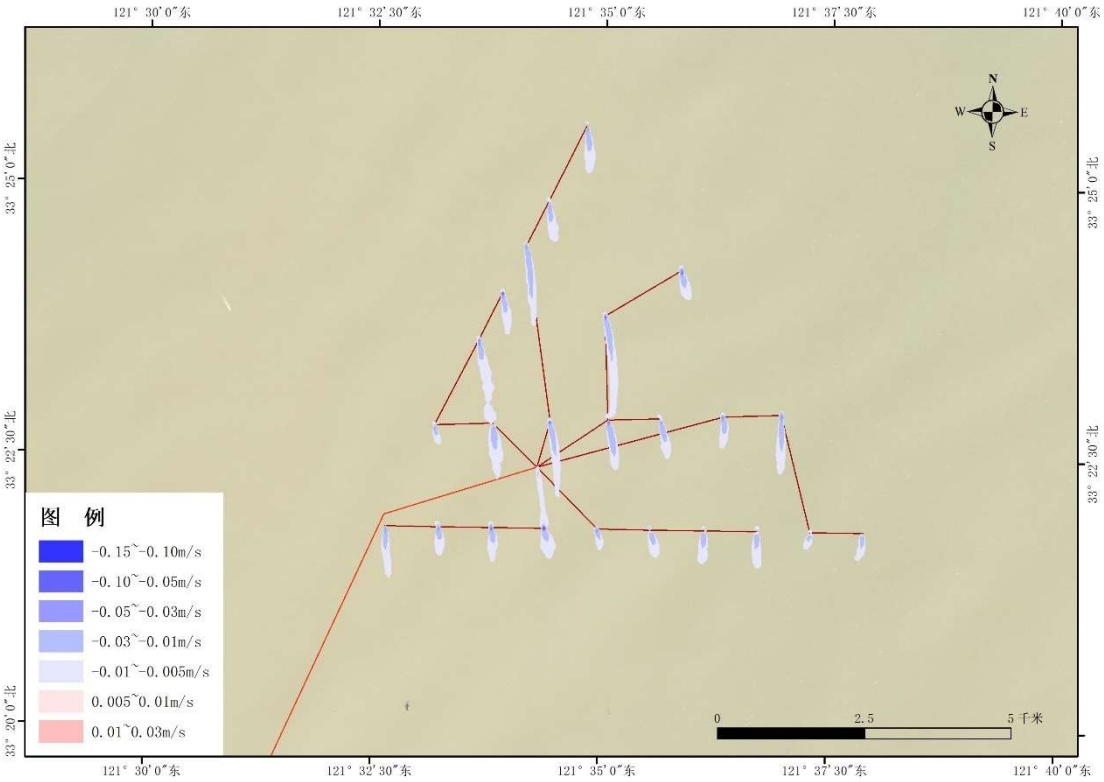

图 7.1-14(f)　工程建设前后涨急时刻流速变化（小潮，H8-1）

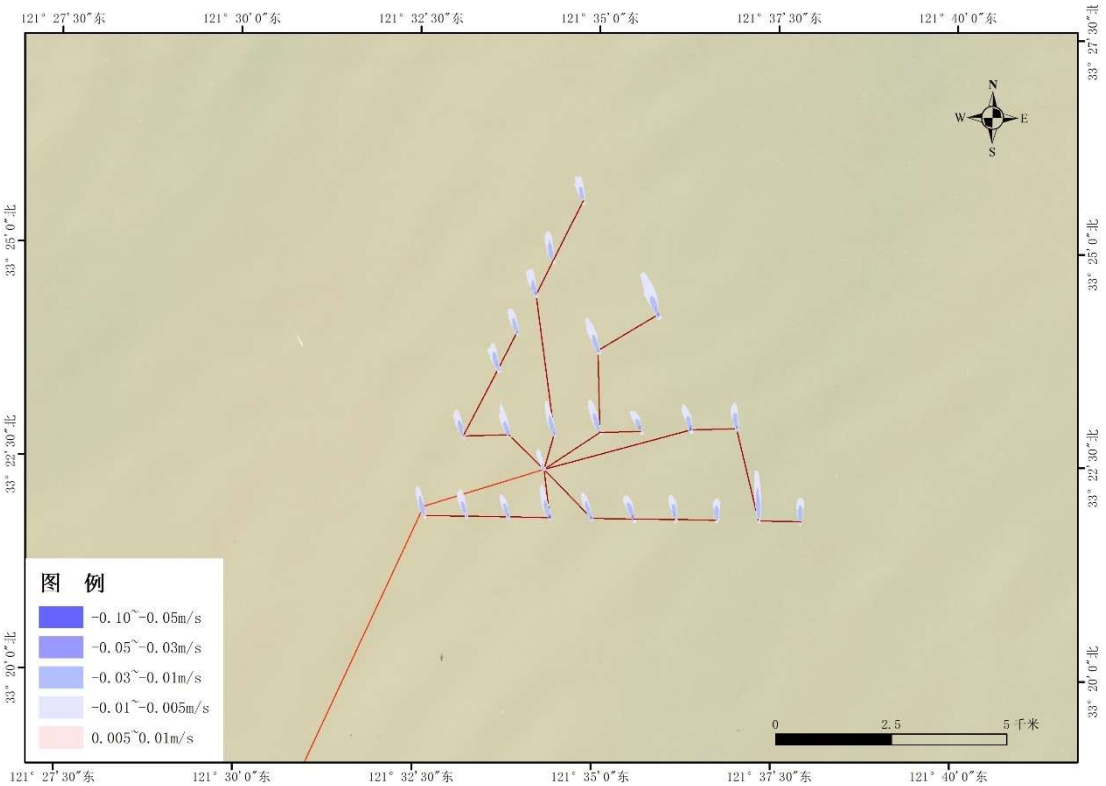

图 7.1-14(g)　工程建设前后落潮平均流速变化（小潮，H8-1）

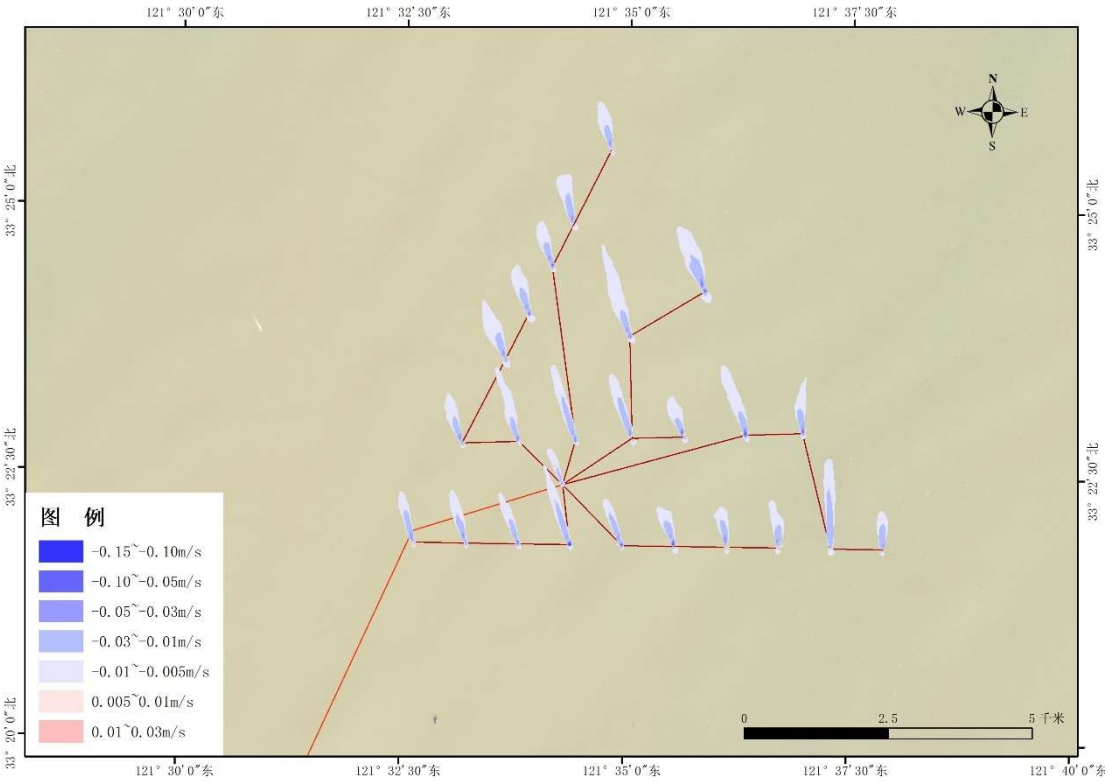

图 7.1-14(h)　工程建设前后落急时刻流速变化（小潮，H8-1）

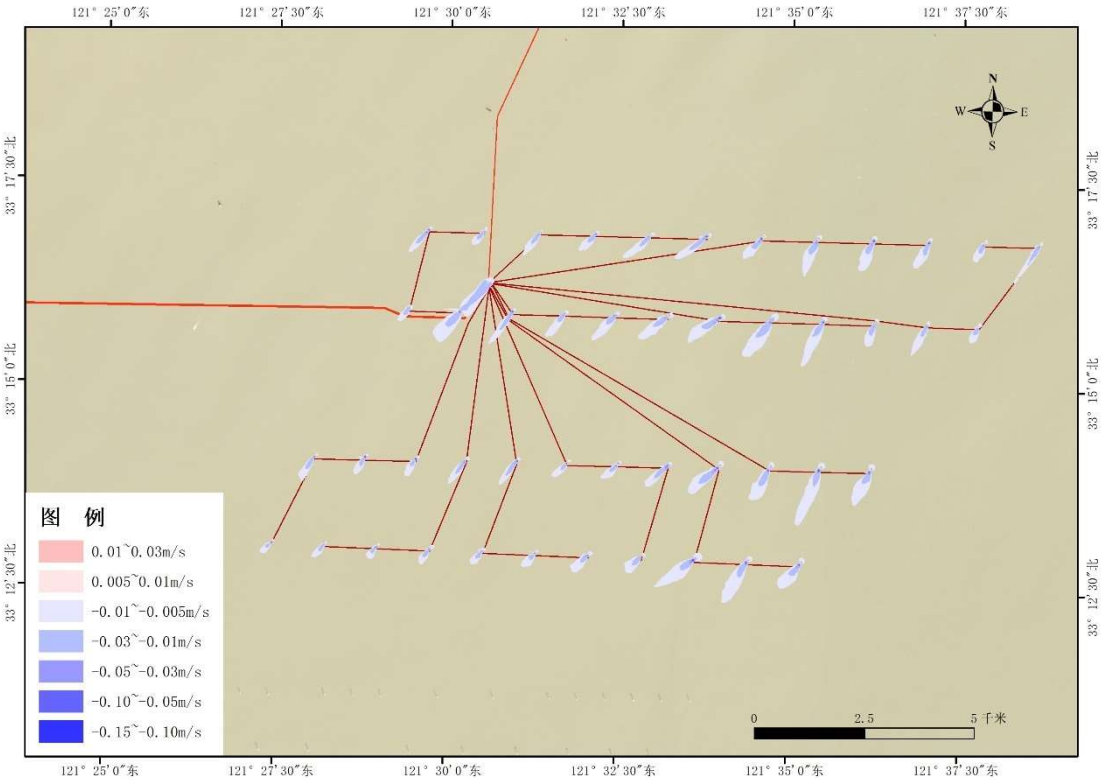

图 7.1-15(a)　工程建设前后涨潮平均流速变化（大潮，H15 和 H19）

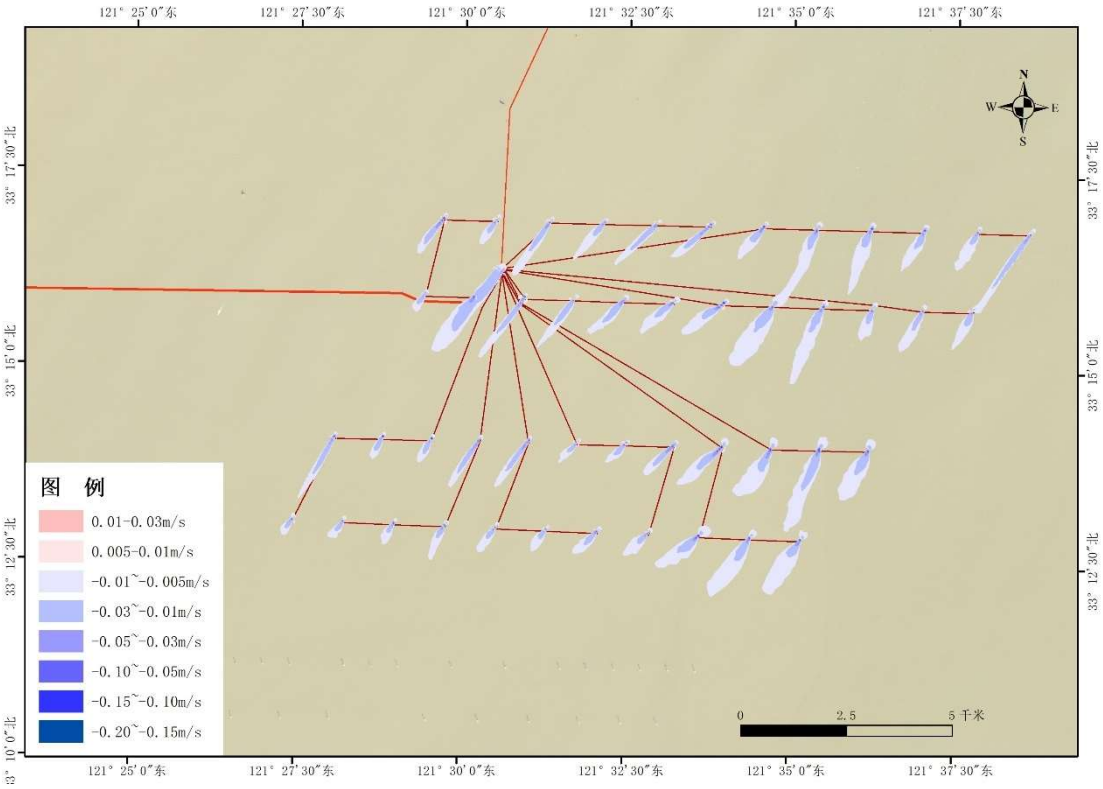

图 7.1-15(b)　工程建设前后涨急时刻流速变化（大潮，H15 和 H19）

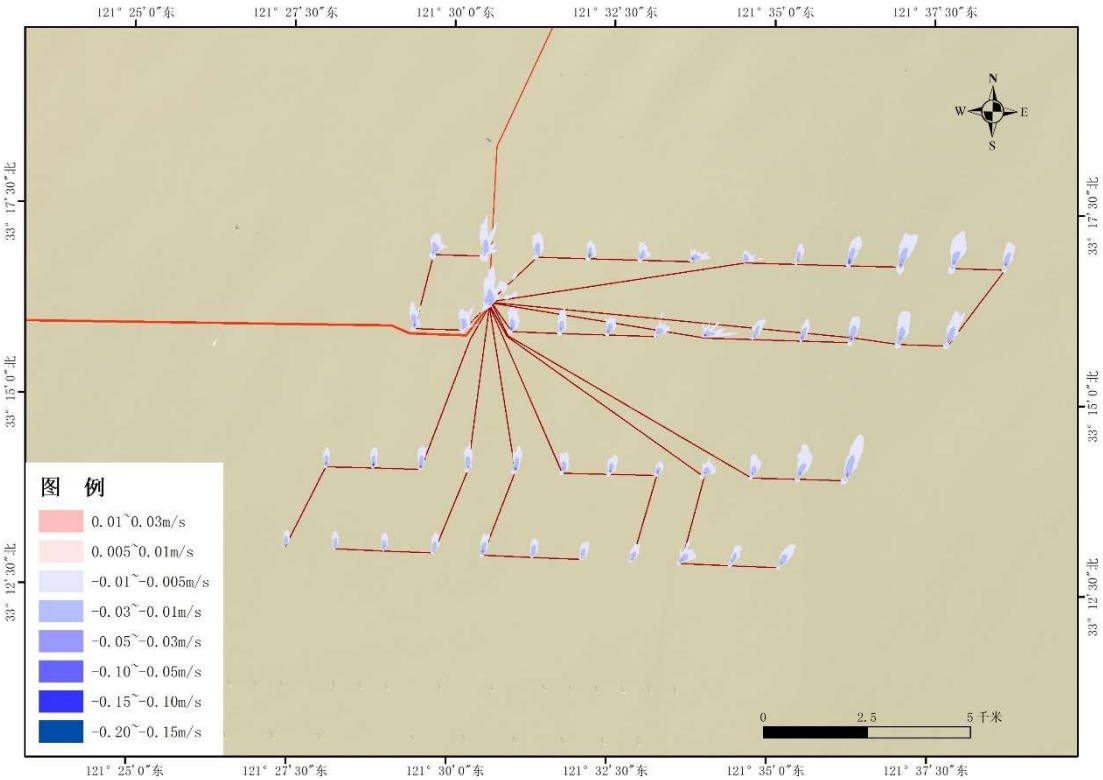

图 7.1-15(c)　工程建设前后落潮平均流速变化（大潮，H15 和 H19）

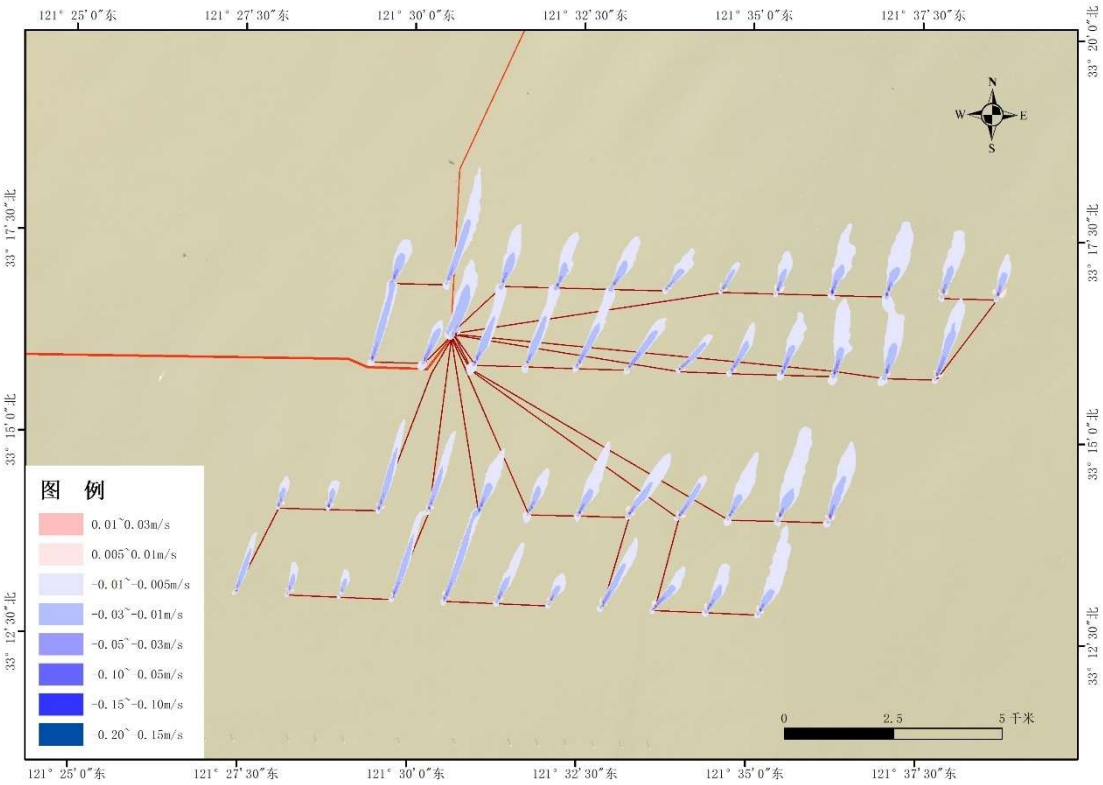

图 7.1-15(d)　工程建设前后落急时刻流速变化（大潮，H15 和 H19）

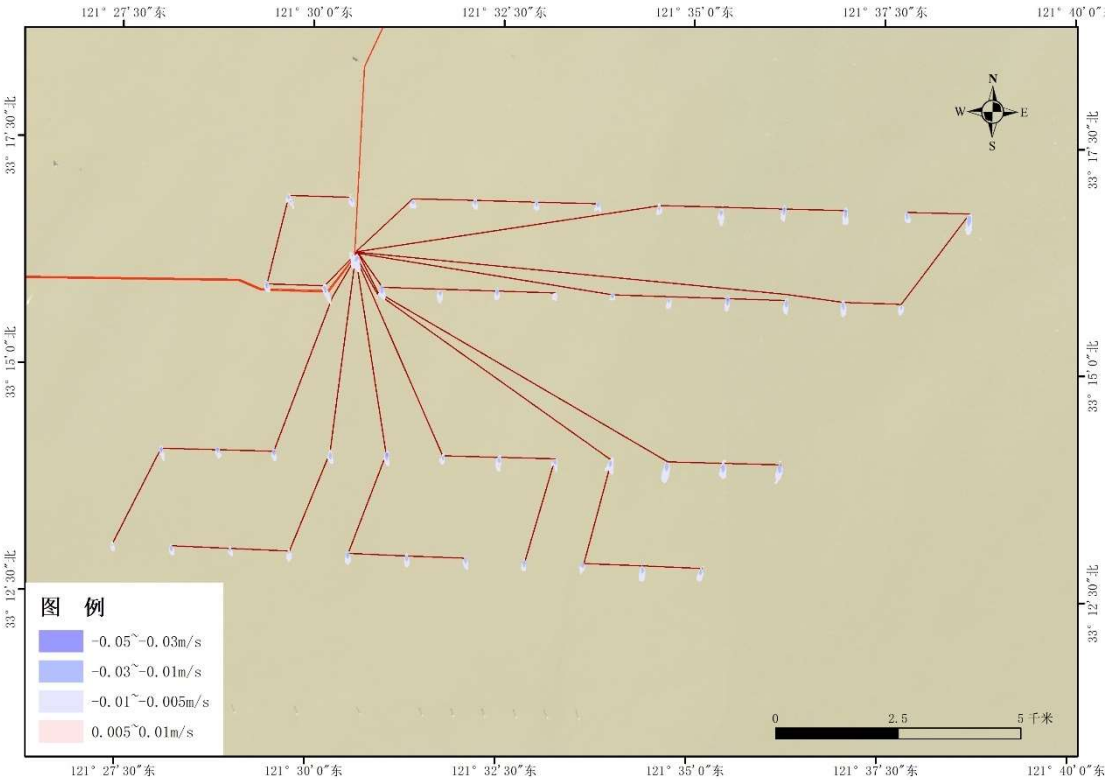

图 7.1-15(e) 工程建设前后涨潮平均流速变化（小潮，H15 和 H19）

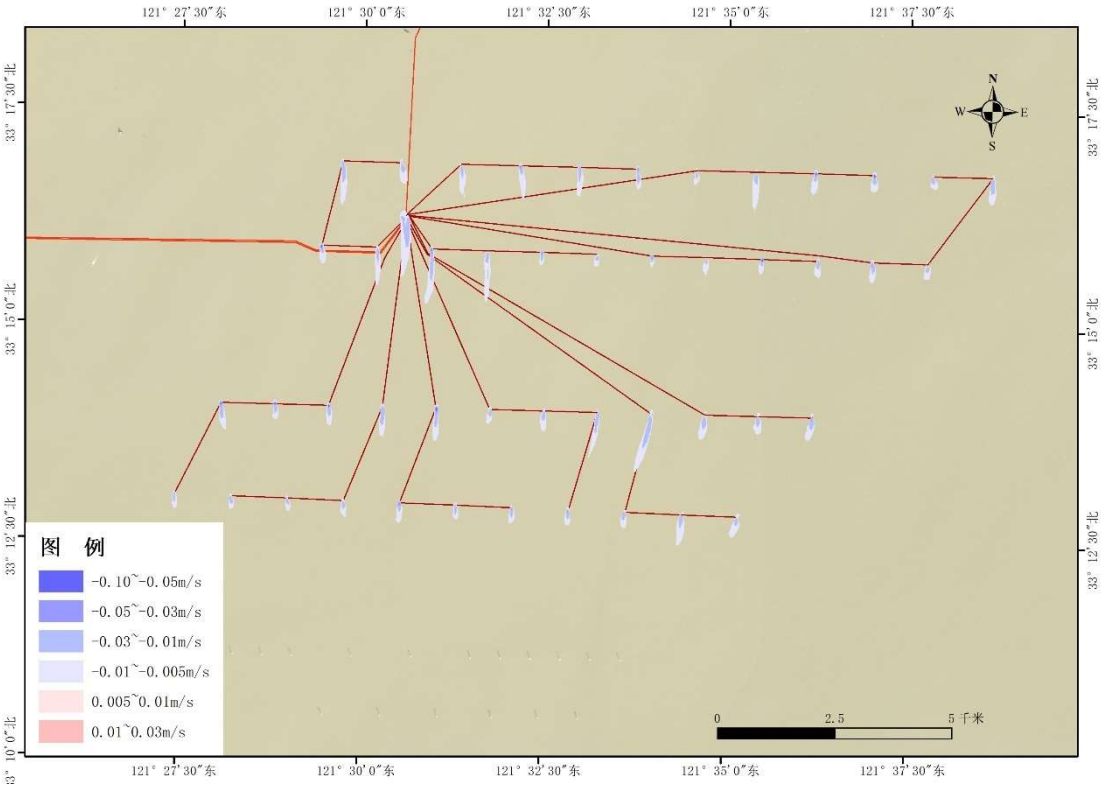

图 7.1-15(f) 工程建设前后涨急时刻流速变化（小潮，H15 和 H19）

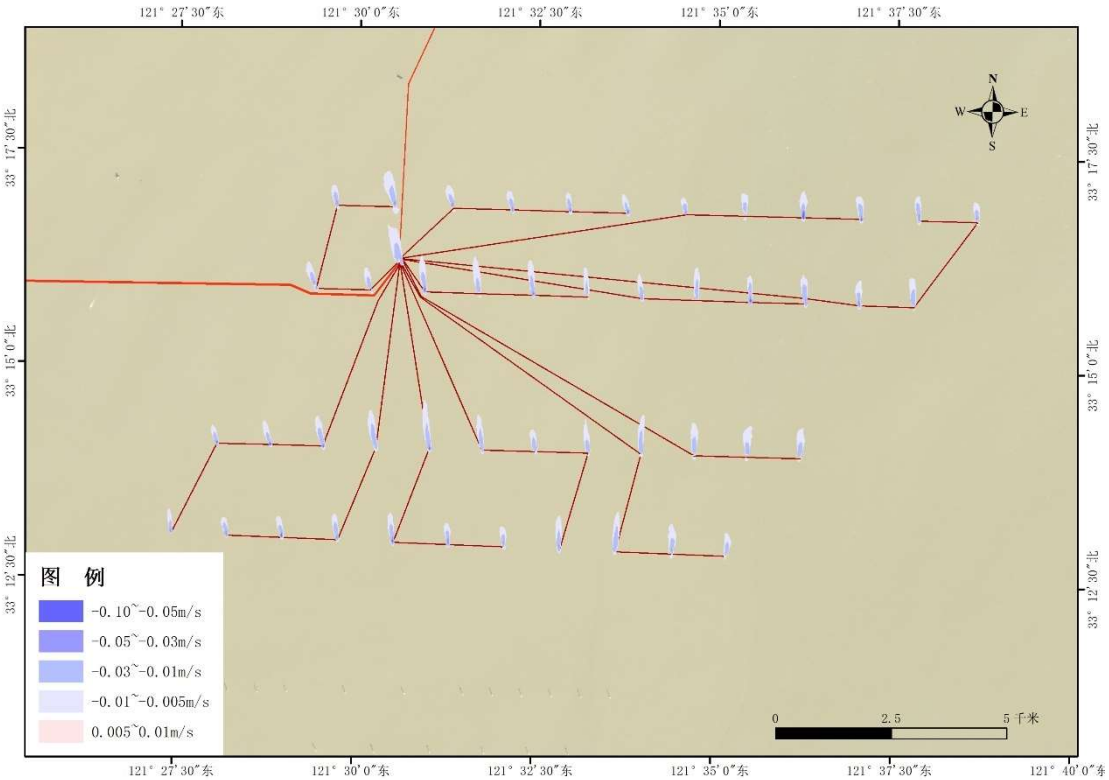

图 7.1-15(g) 工程建设前后落潮平均流速变化（小潮，H15 和 H19）

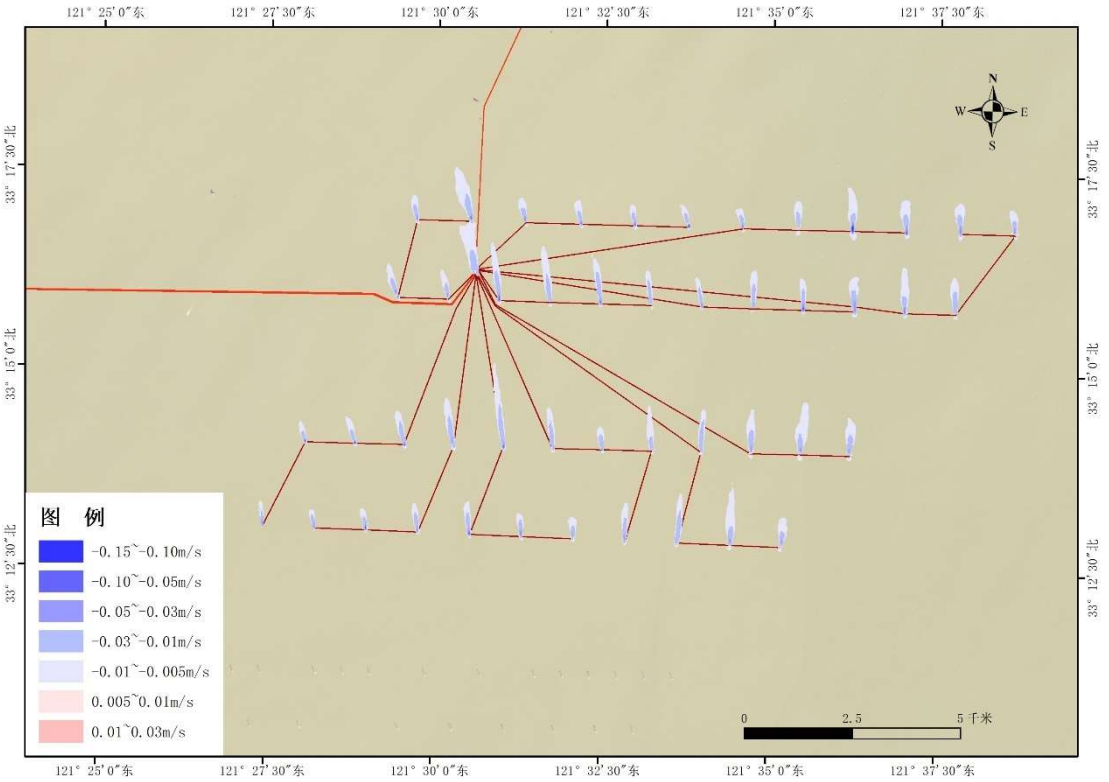

图 7.1-15(h) 工程建设前后落急时刻流速变化（小潮，H15 和 H19）

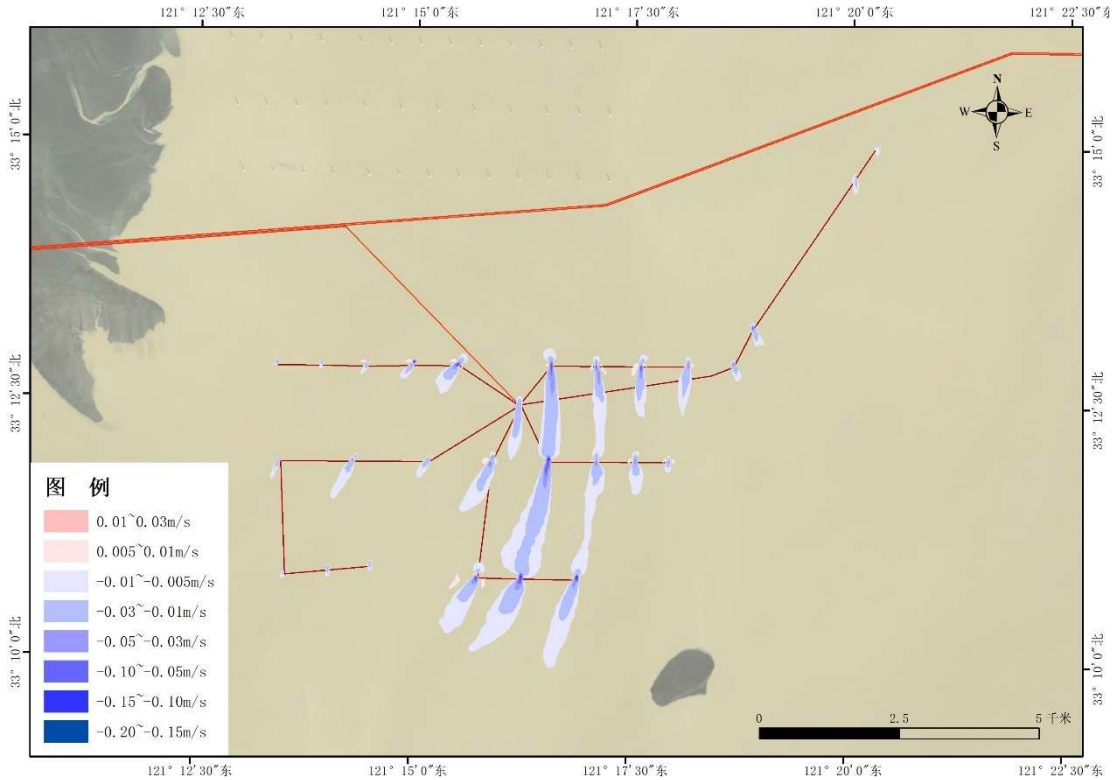

图 7.1-16(a)　工程建设前后涨潮平均流速变化（大潮，H17）

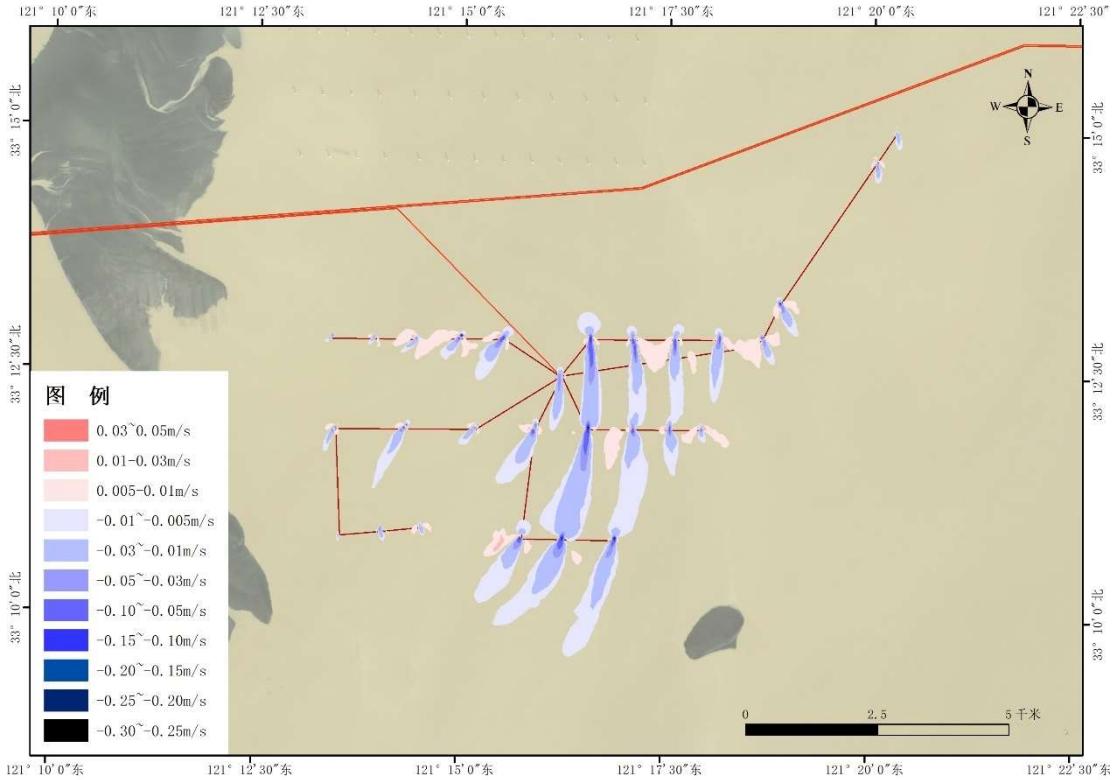

图 7.1-16(b)　工程建设前后涨急时刻流速变化（大潮，H17）

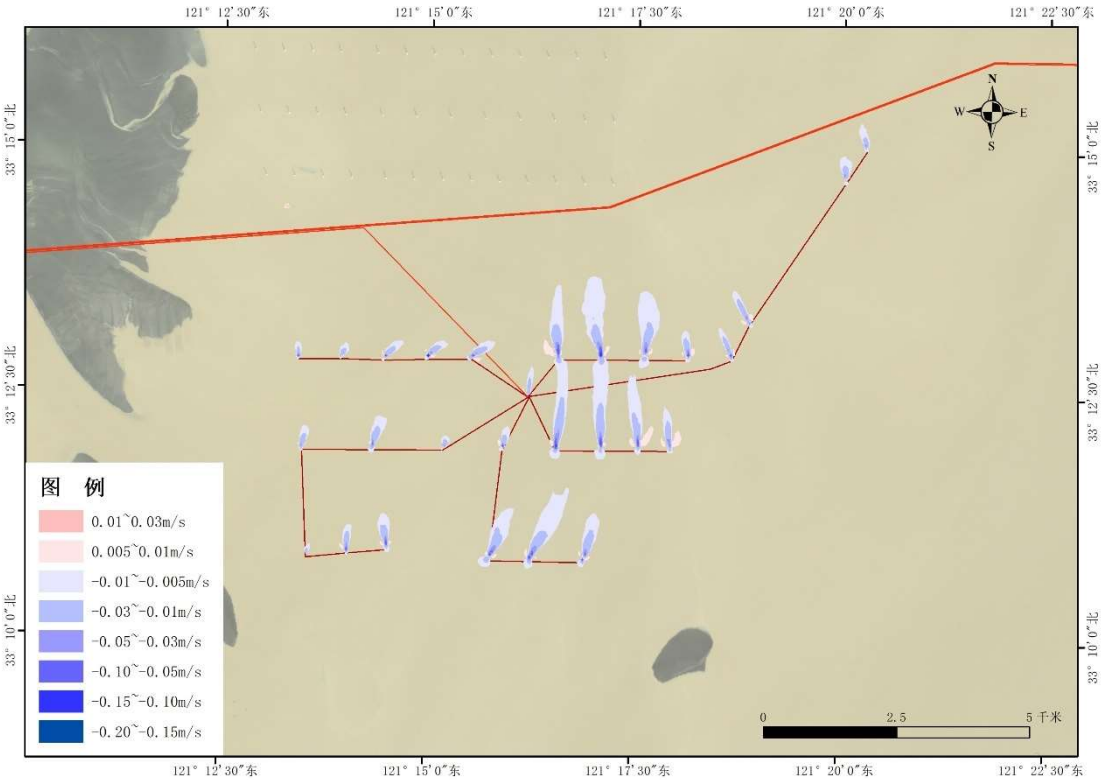

图 7.1-16(c)　工程建设前后落潮平均流速变化（大潮，H17）

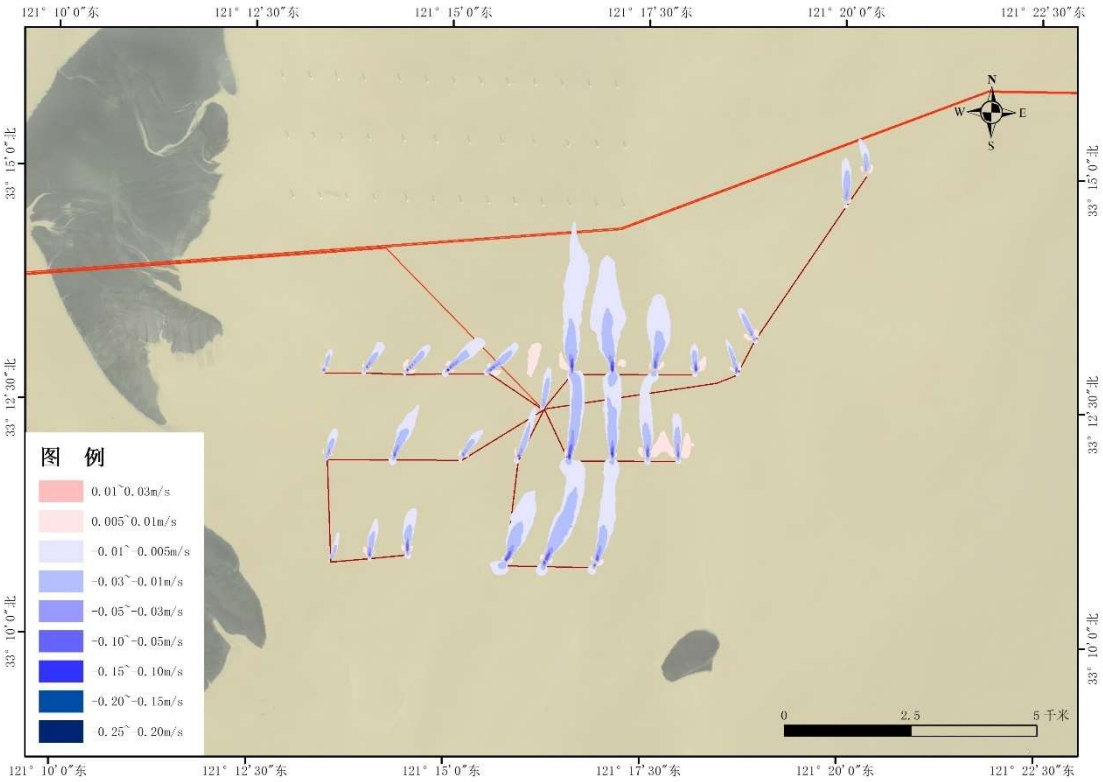

图 7.1-16(d)　工程建设前后落急时刻流速变化（大潮，H17）

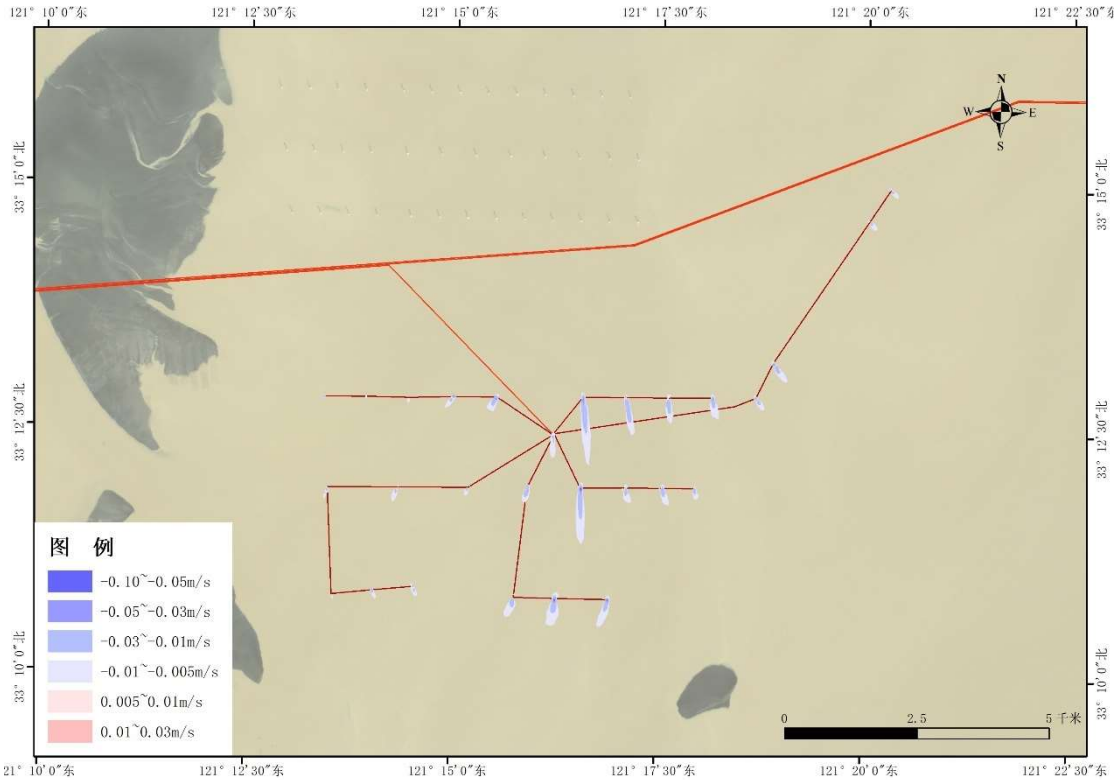

图 7.1-16(e)　工程建设前后涨潮平均流速变化（小潮，H17）

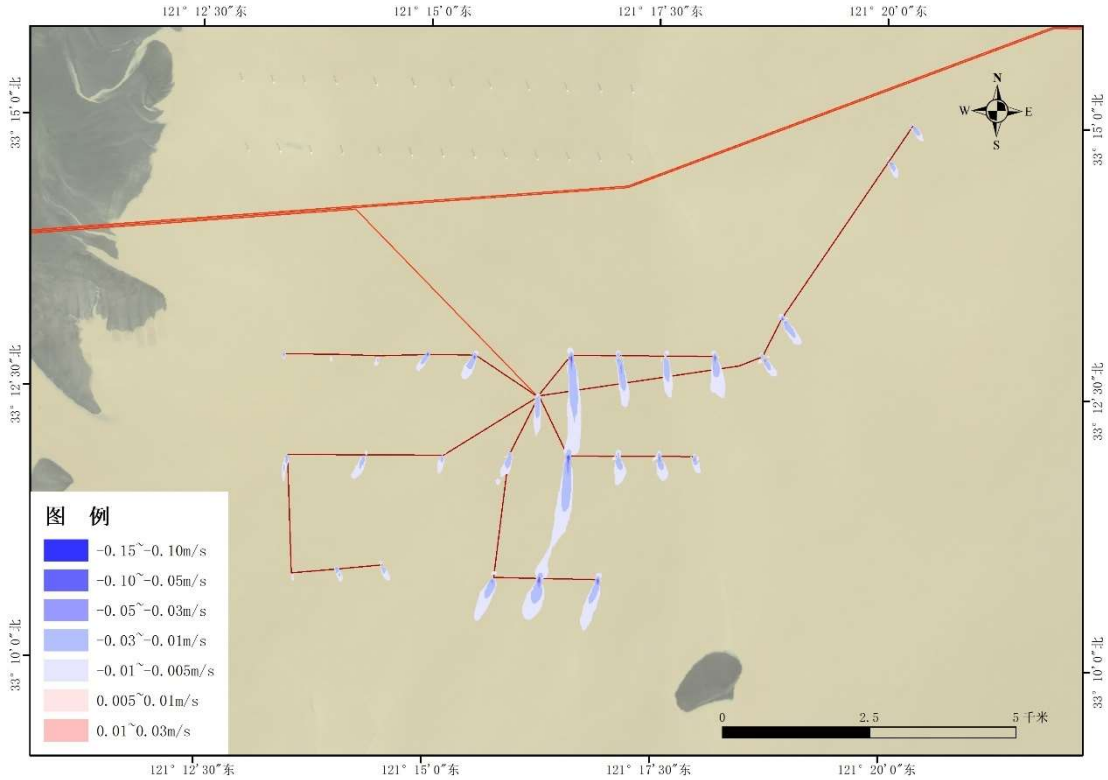

图 7.1-16(f)　工程建设前后涨急时刻流速变化（小潮，H17）

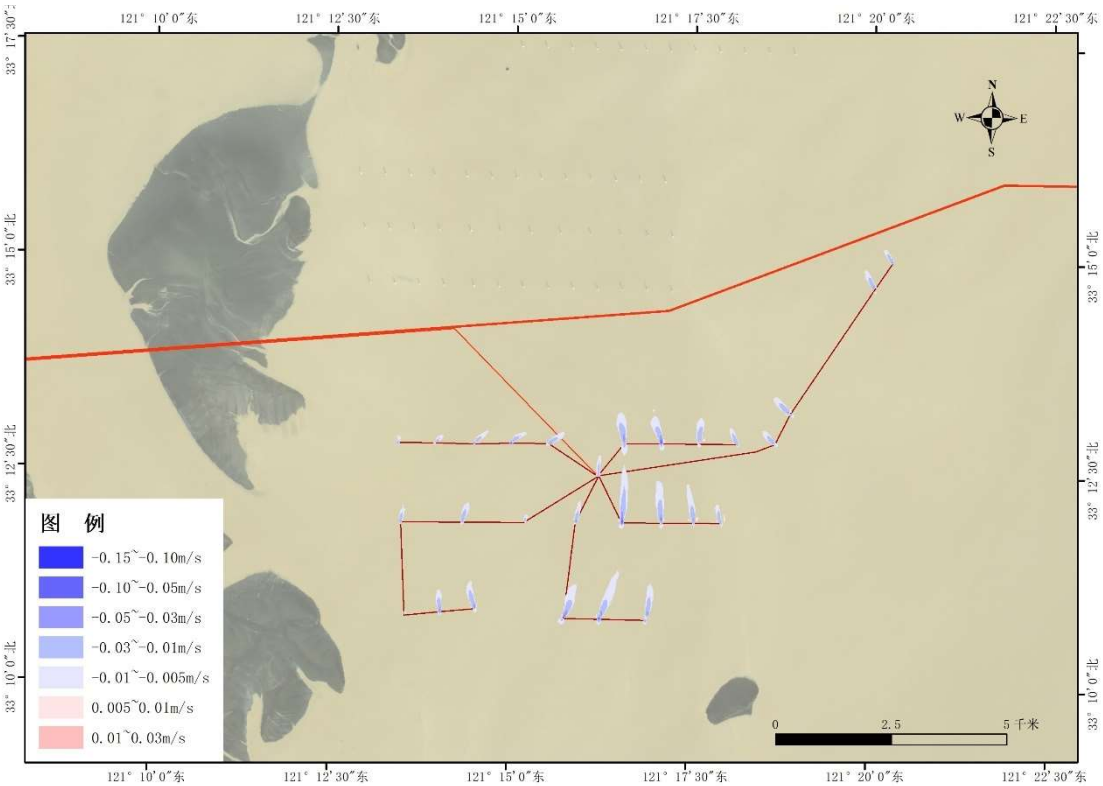

图 7.1-16(g)　工程建设前后落潮平均流速变化（小潮，H17）

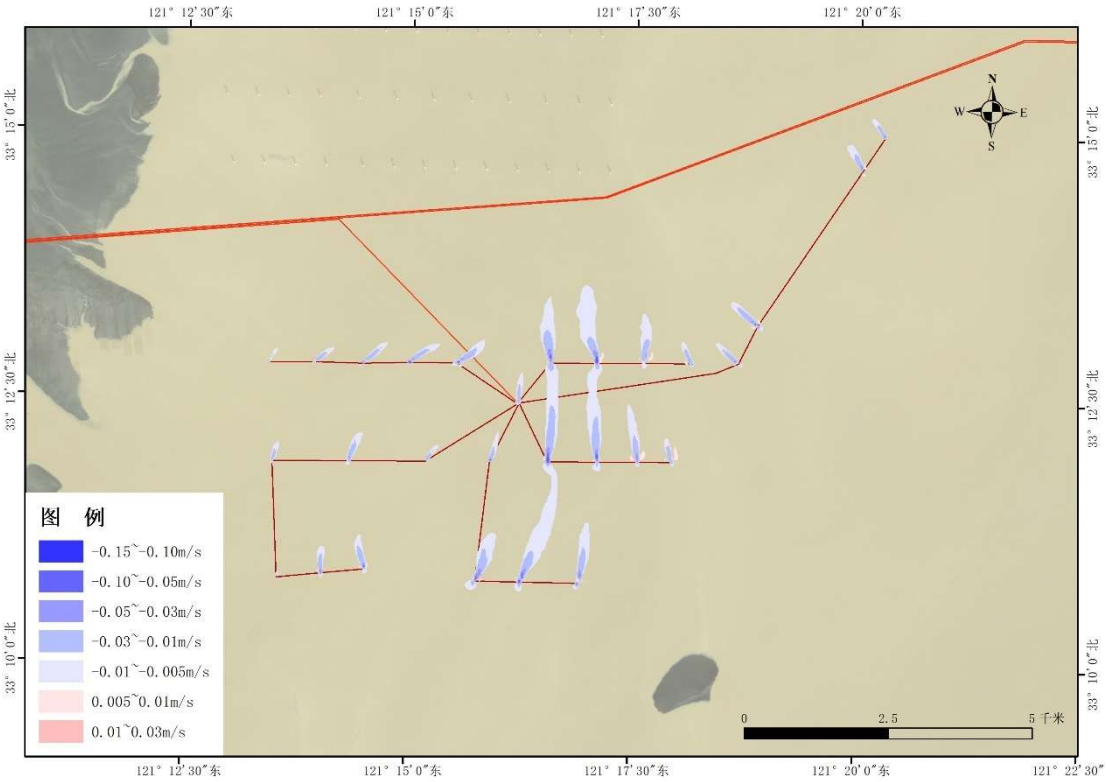

图 7.1-16(h)　工程建设前后落急时刻流速变化（小潮，H17）

7.1.3.3 工程建设对保护区的影响分析

三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目群工程附近分布有麻菜珩特别保护海岛、

麻菜珩领海基点保护区、盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区、世界自然遗产地等若干保护区，且 H8-1 部分桩基位于小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区内。

为研究风电项目对以上保护区的影响，将涨急时刻流速变化与保护区进行叠置。根据叠置结果，工程建设后会对东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区流速产生一定影响，除 H8-1 风电场部分直接占用小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区的机组外，对东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区、盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区流速影响幅度基本在 1~3cm/s；H8-1 风电场部分直接占用小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区的机组，产生的流速变化幅度也仅集中于风电桩基附近，未形成集中连片影响。且根据保护区内设置的若干特征点的流速流向变化情况统计结果，工程建设引起的保护区流速变化幅度甚微。

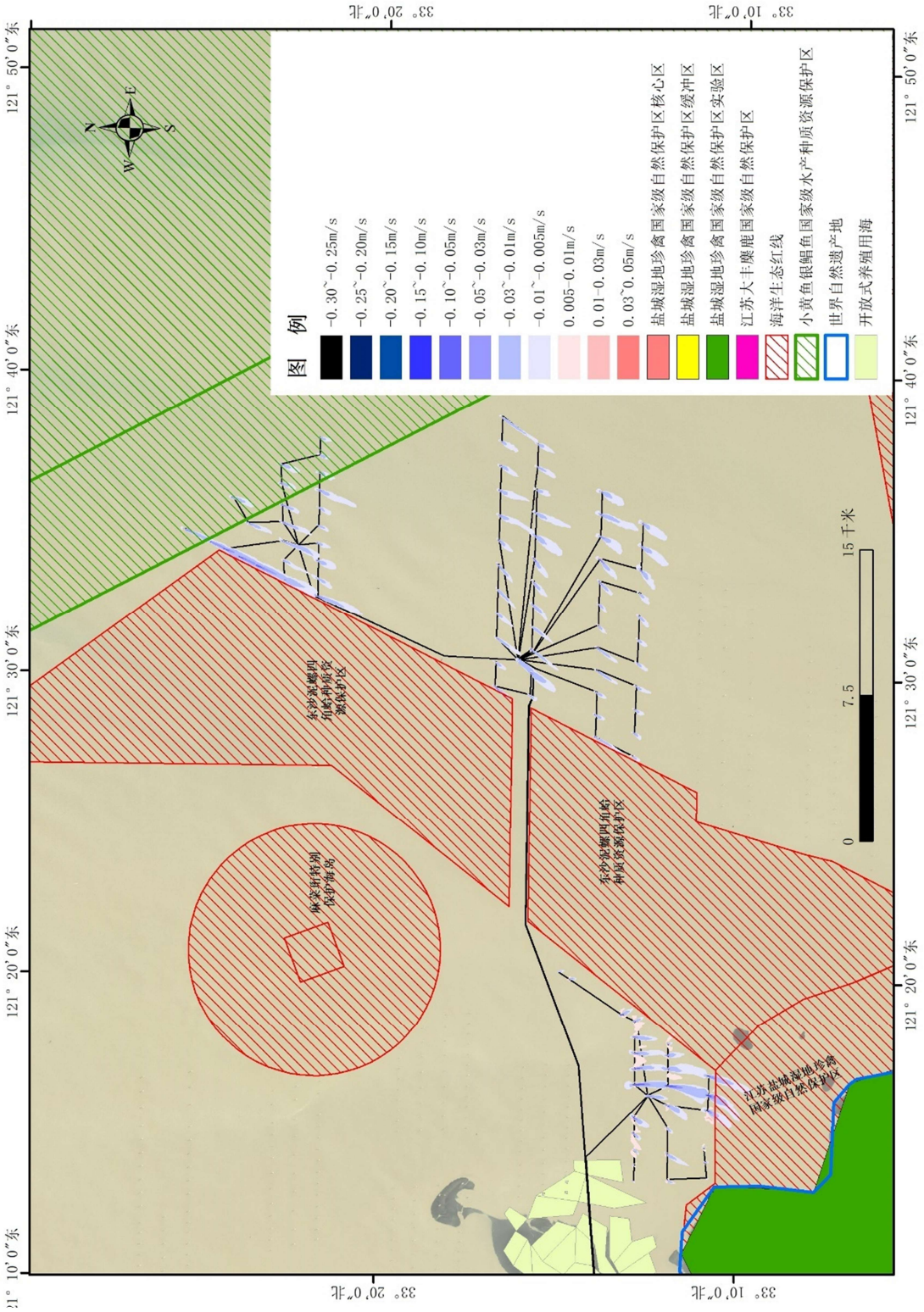

图 7.1-17(a)　涨急时刻流速变化与保护区叠置图（大潮）

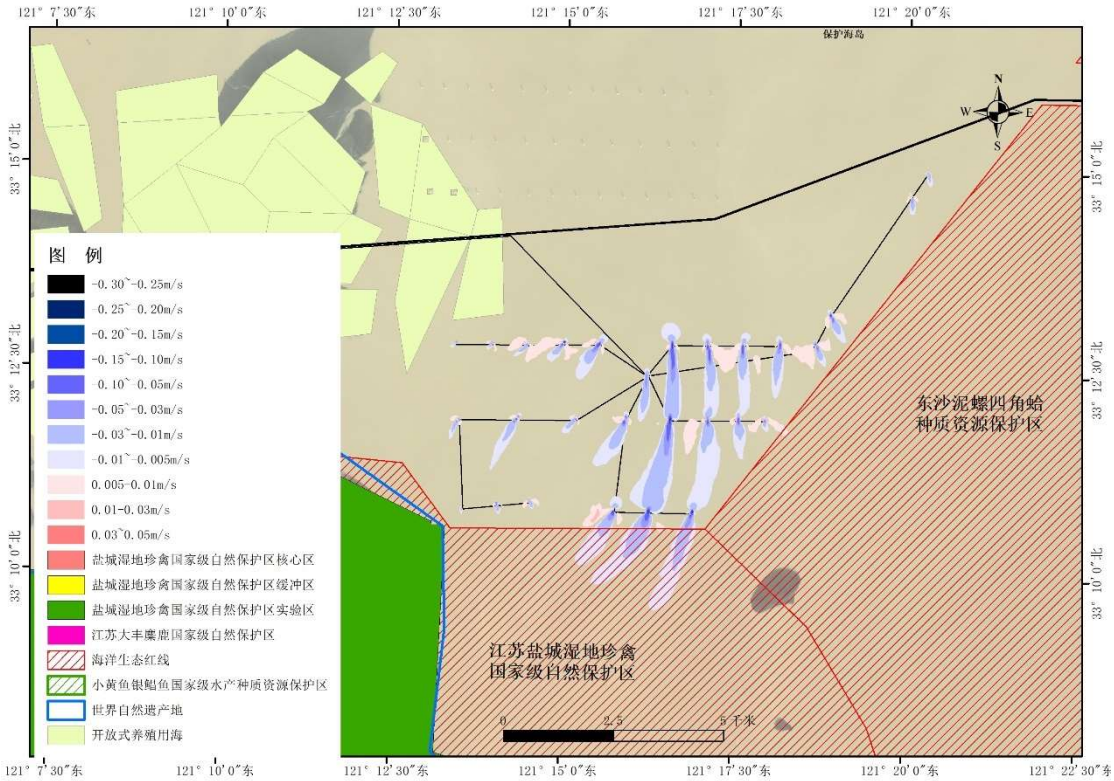

图 7.1-17(b)　涨急时刻流速变化与保护区叠置图（大潮，局部）

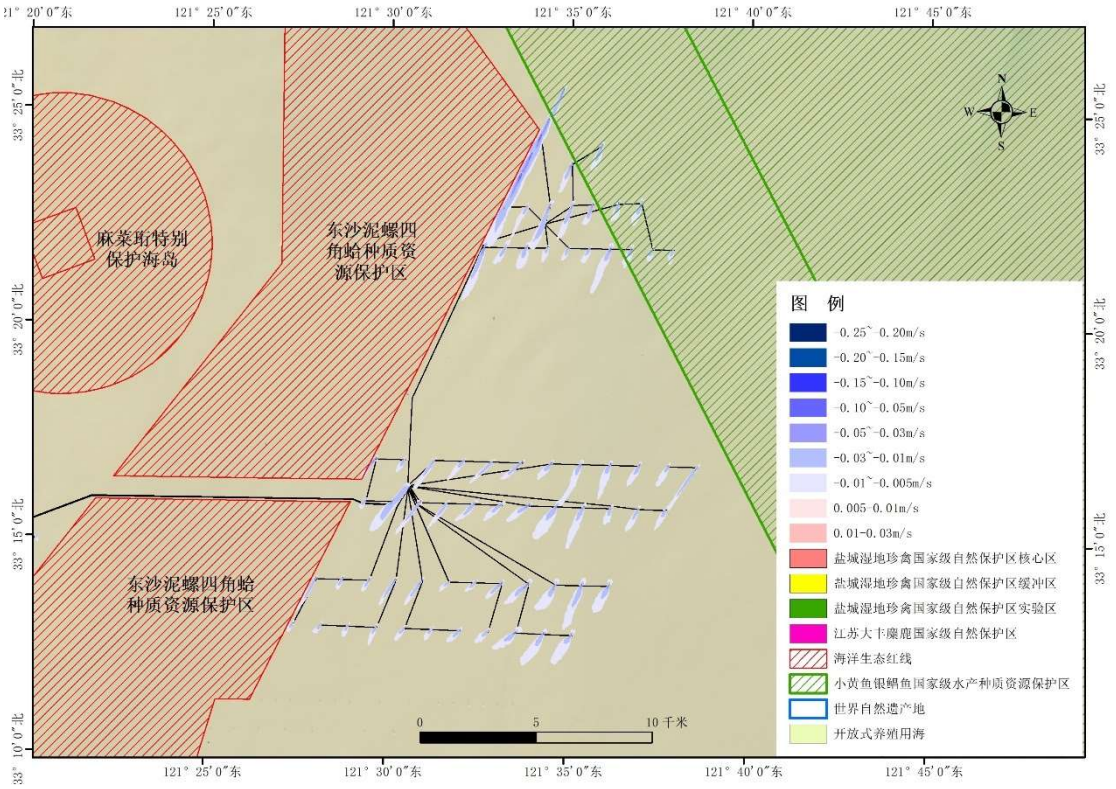

图 7.1-17(c)　涨急时刻流速变化与保护区叠置图（大潮，局部）

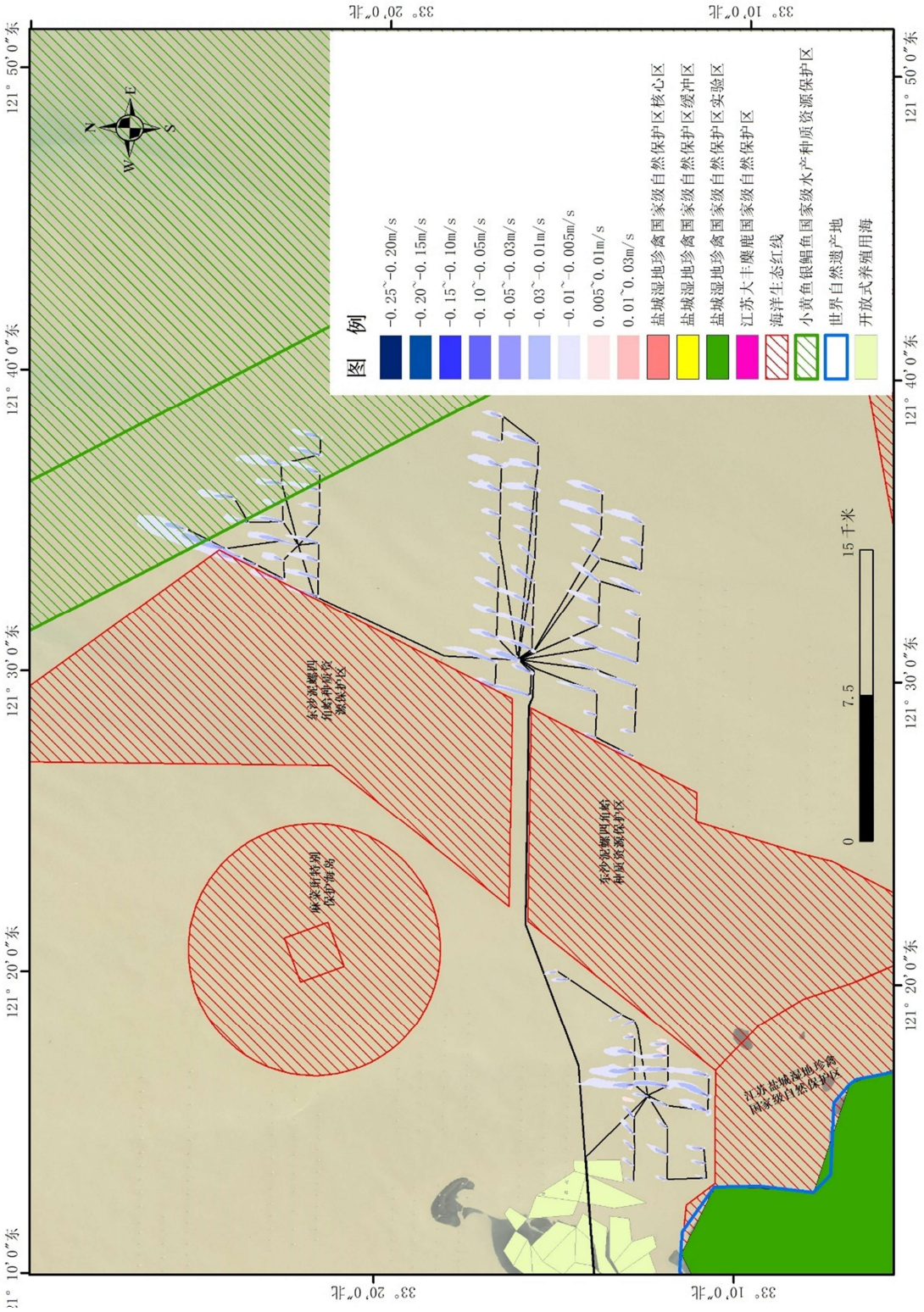

图 7.1-17(d)　落急时刻流速变化与保护区叠置图（大潮）

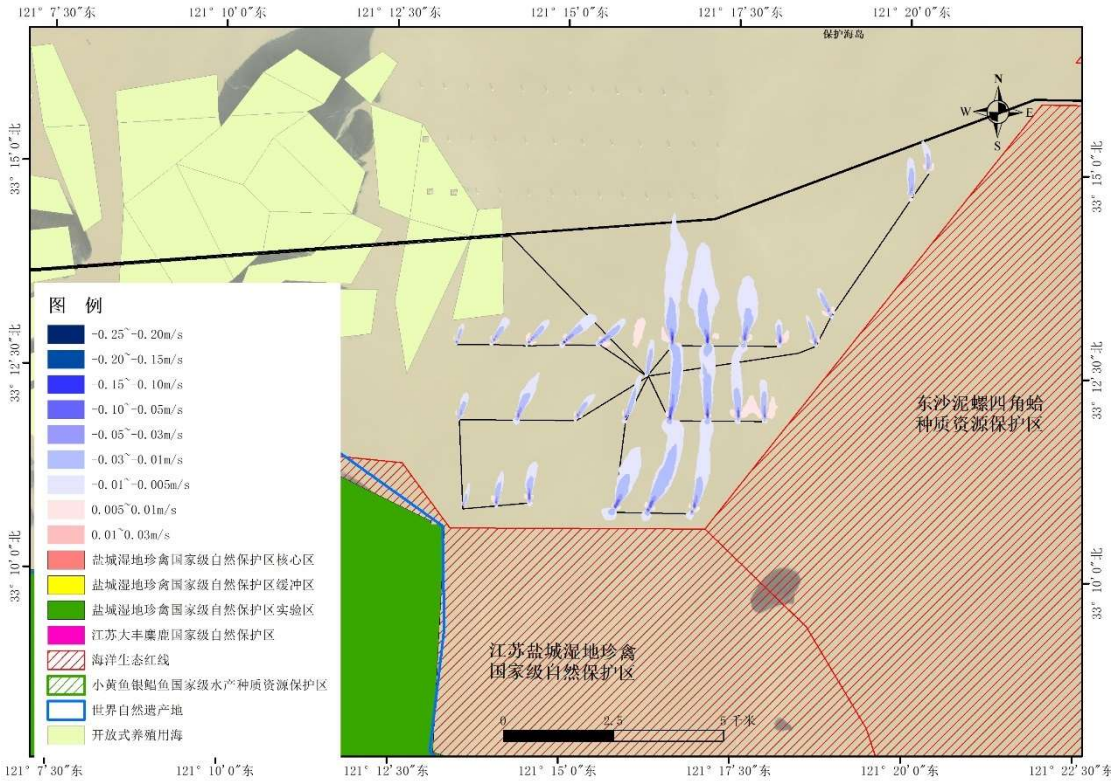

图 7.1-17(e)　落急时刻流速变化与保护区叠置图（大潮，局部）

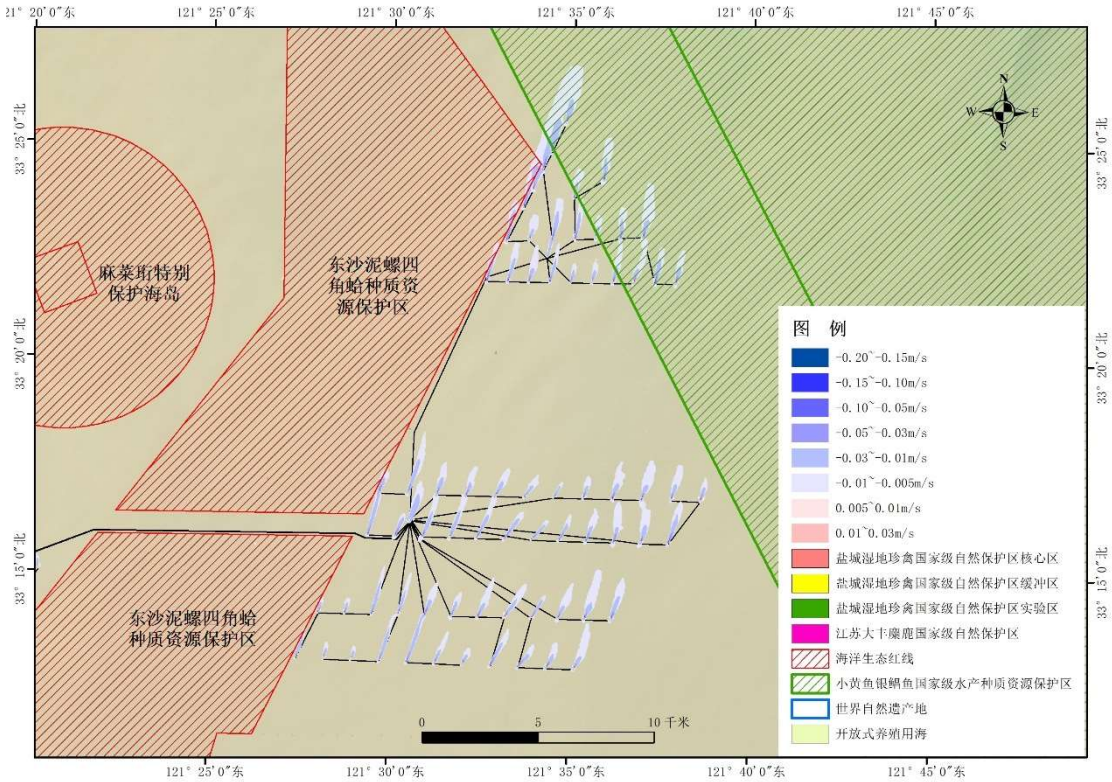

图 7.1-17(f)　落急时刻流速变化与保护区叠置图（大潮，局部）

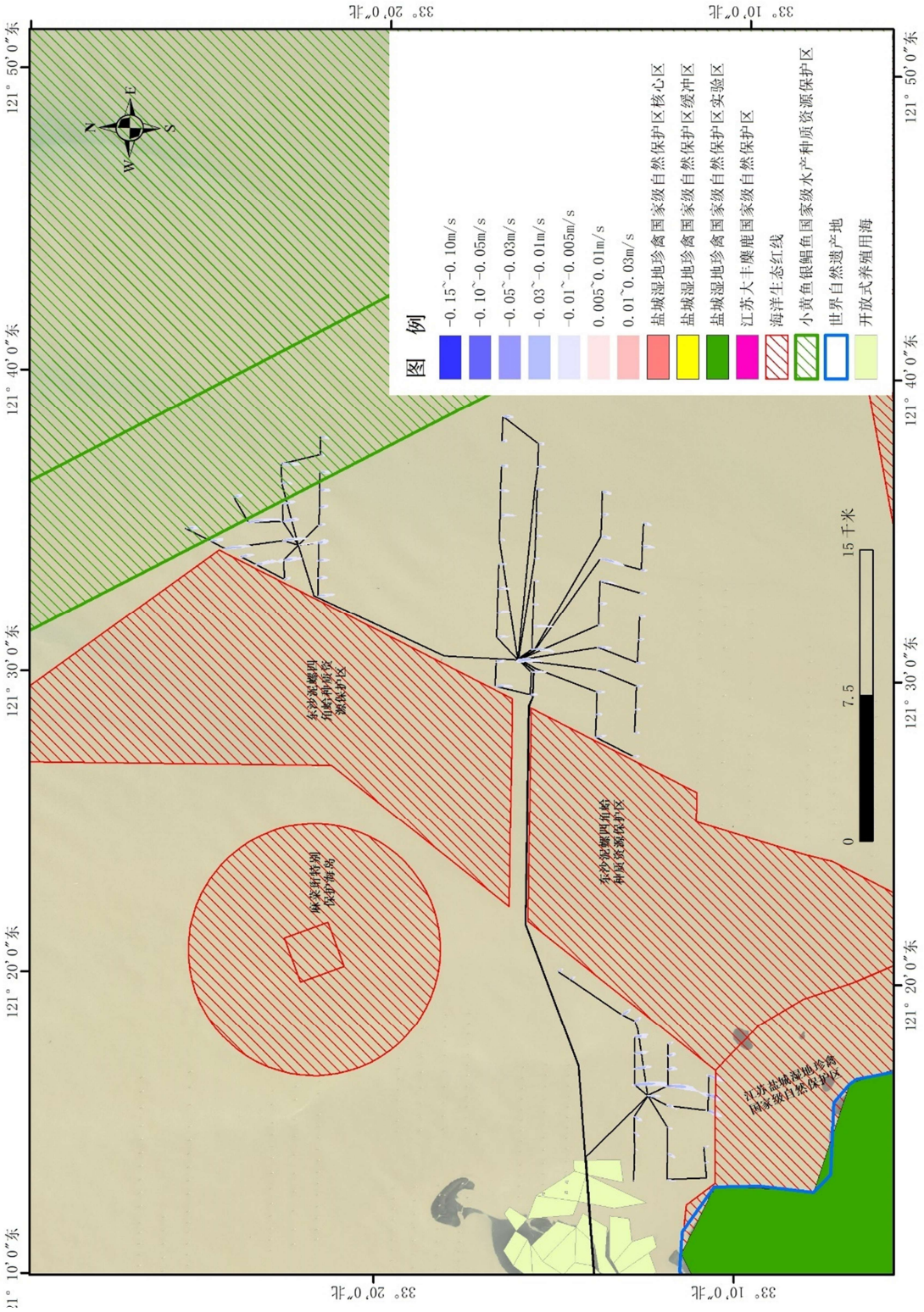

图 7.1-18(a)　涨急时刻流速变化与保护区叠置图（小潮）

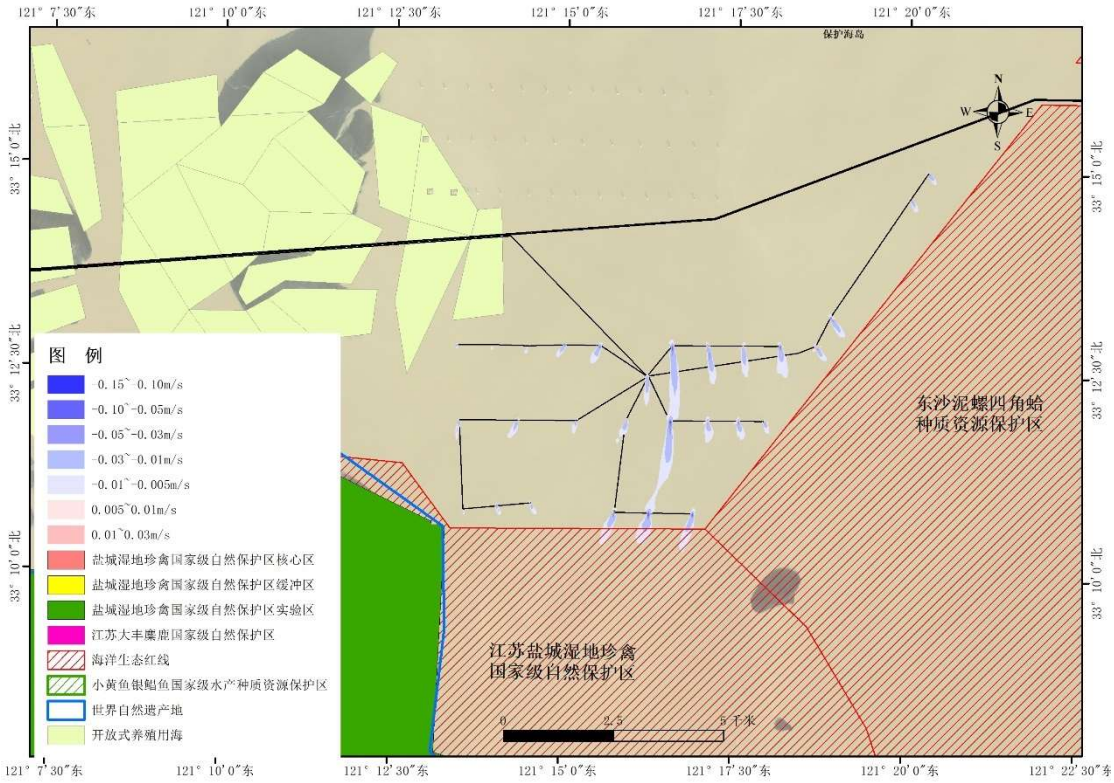

图 7.1-18(b)　涨急时刻流速变化与保护区叠置图（小潮，局部）

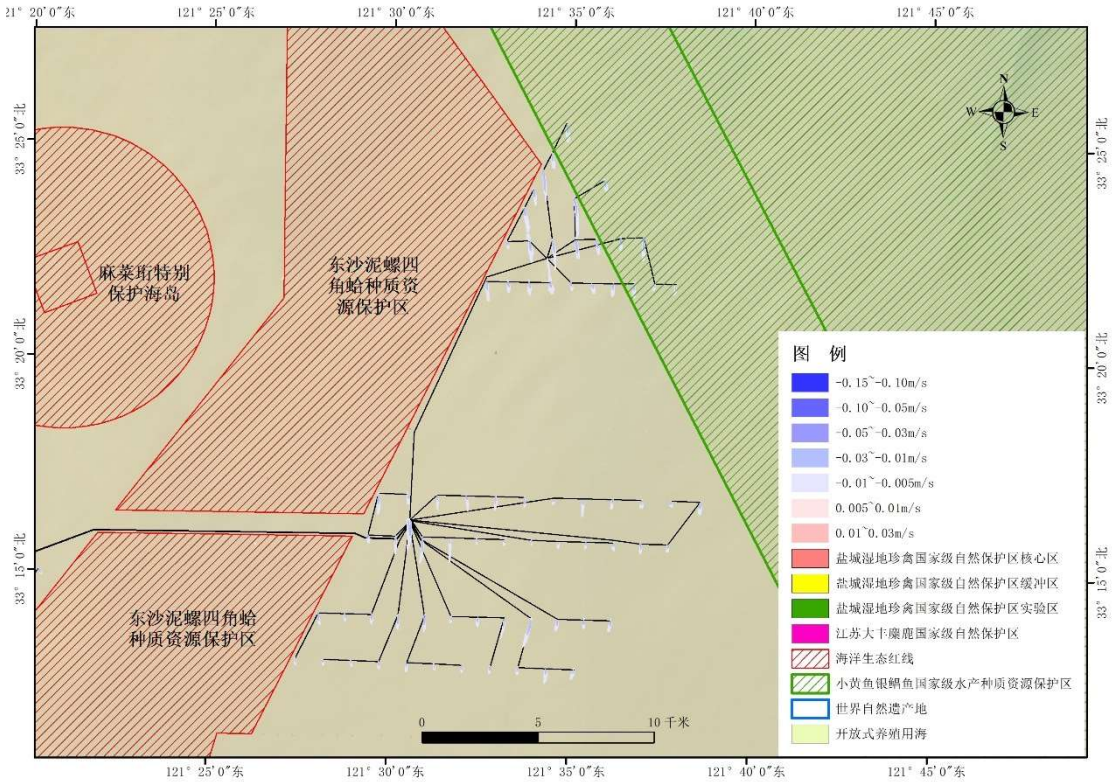

图 7.1-18(c)　涨急时刻流速变化与保护区叠置图（小潮，局部）

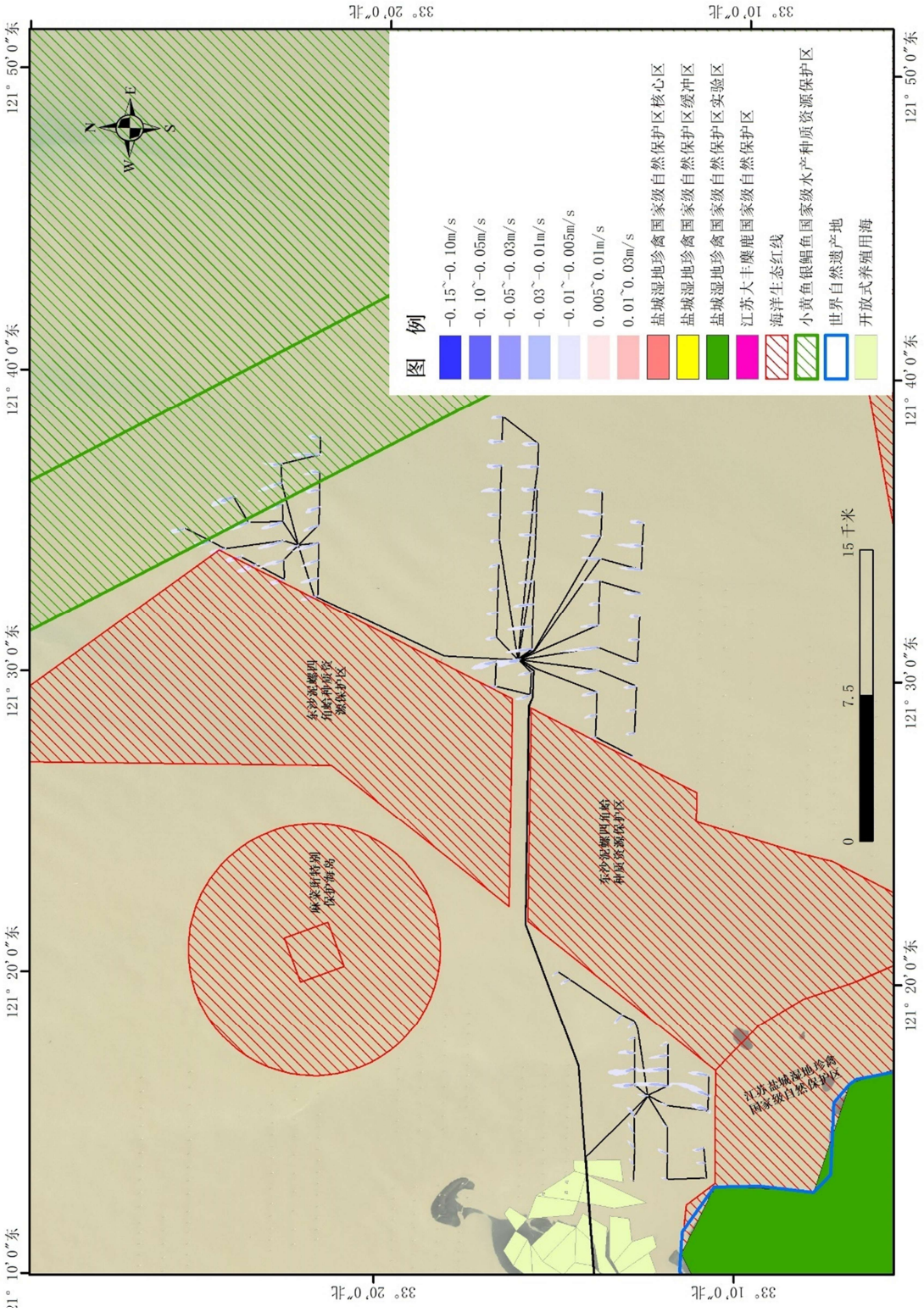

图 7.1-18(d)　落急时刻流速变化与保护区叠置图（小潮）

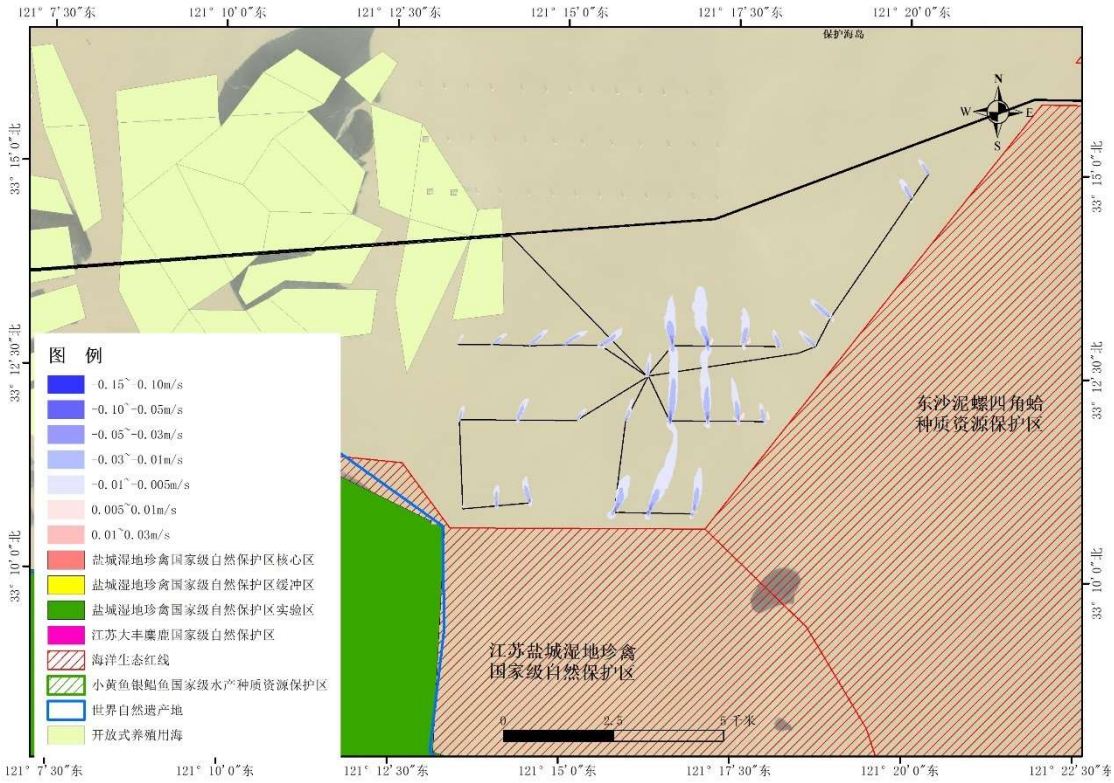

图 7.1-18(e)　落急时刻流速变化与保护区叠置图（小潮，局部）

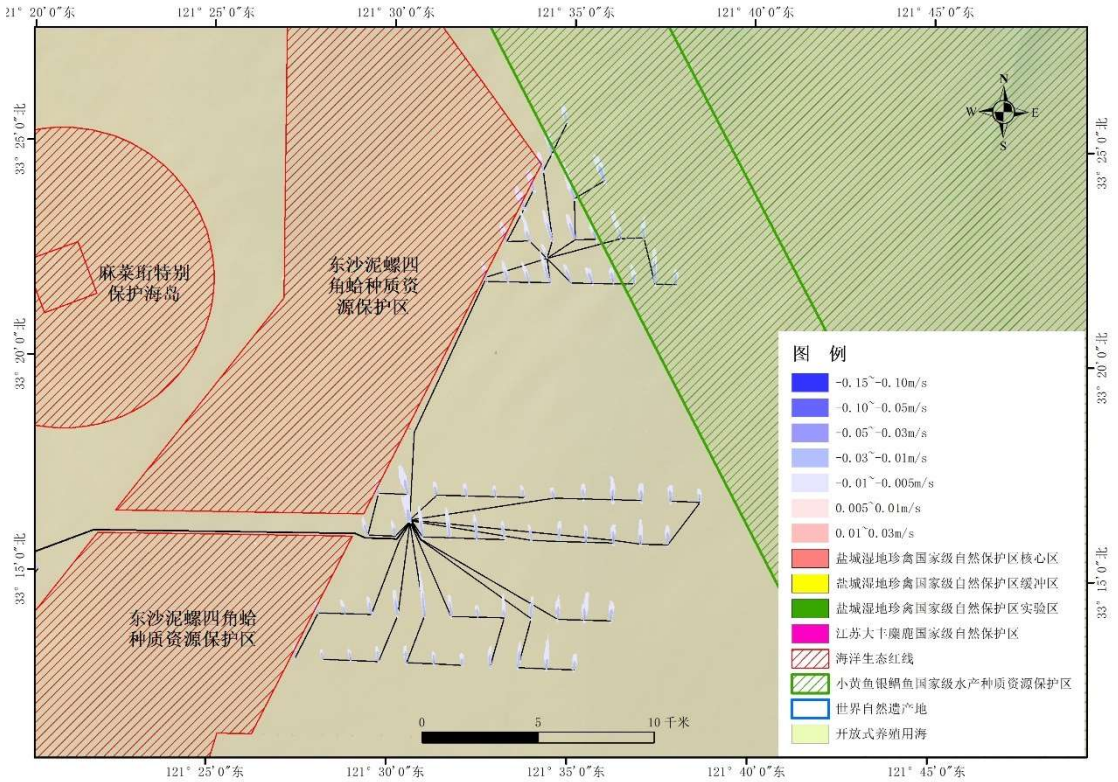

图 7.1-18(f)　落急时刻流速变化与保护区叠置图（小潮，局部）

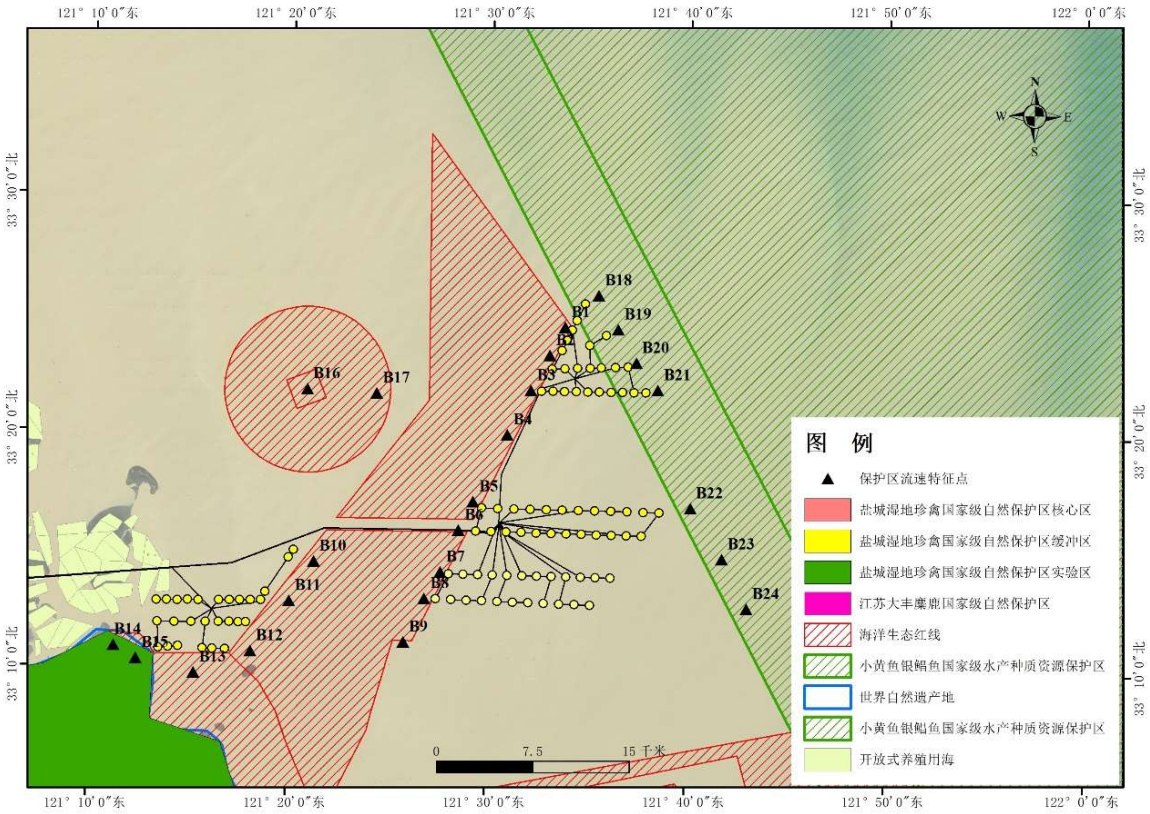

图 7.1-19　保护区流速特征点分布图

表 7.1-2　保护区特征点流速统计值

编号	涨急时刻流速（m/s）			落急时刻流速（m/s）		
	工程后	工程前	流速变化	工程后	工程前	流速变化
B1	0.864	0.864	0.000	0.986	0.990	-0.004
B2	0.872	0.871	0.001	0.994	0.995	-0.001
B3	0.924	0.923	0.001	1.041	1.041	0.000
B4	1.038	1.038	0.000	1.107	1.108	-0.001
B5	0.910	0.909	0.001	0.984	0.983	0.001
B6	0.845	0.844	0.001	0.824	0.825	-0.001
B7	0.795	0.794	0.001	0.716	0.716	0.000
B8	0.908	0.907	0.001	0.829	0.829	0.000
B9	0.728	0.728	0.000	1.034	1.034	0.000
B10	1.219	1.219	0.000	1.090	1.089	0.001
B11	0.787	0.786	0.001	0.936	0.936	0.000
B12	1.033	1.034	-0.001	0.911	0.912	-0.001
B13	1.418	1.422	-0.004	1.022	1.024	-0.002
B14	0.452	0.451	0.001	0.597	0.597	0.000
B15	0.627	0.627	0.000	0.735	0.735	0.000
B16	0.970	0.970	0.000	0.914	0.914	0.000
B17	0.821	0.821	0.000	1.032	1.032	0.000
B18	0.879	0.880	-0.001	1.028	1.030	-0.002
B19	0.943	0.944	-0.001	1.175	1.178	-0.003
B20	0.920	0.921	-0.001	1.199	1.200	-0.001
B21	0.871	0.871	0.000	1.210	1.208	0.002
B22	0.936	0.936	0.000	1.138	1.137	0.001
B23	0.900	0.899	0.001	1.058	1.057	0.001
B24	0.838	0.838	0.000	1.023	1.023	0.000

7.1.4 小结

（1）根据工程海域流场及流矢对比结果分析，风机桩基产生的局部阻水和绕流作用仅出现于桩基周边局部海域，工程区附近整体流态与工程前基本一致，工程建设对海域流场及流态影响甚微。

（2）工程前后对比分析表明，桩基对水流的影响仅局限于风电桩基附近海域，对流速的影响大部分是不连续的，没有形成连片效应，不会产生区域累积影响：

①H8-1 风电场涨、落潮流速减小幅度大于 3cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 200m、背流面 500m 的范围内；涨、落潮流速减小幅度大于 5cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 100m、背流面 200m 的范围内；风机桩基附近区域的减幅稍大，最大减幅可达 25cm/s；

②H17 风电场涨、落潮流速减小幅度大于 3cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 200m、背流面 800m 的范围内；涨、落潮流速减小幅度大于 5cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 100m、背流面 200m 的范围内；风机桩基附近区域的减幅稍大，最大减幅可达 30cm/s；

③H9 及 H15 风电场涨、落潮流速减小幅度大于 3cm/s 的范围主要集中于桩基迎水面 100m、背流面 300m 的范围内；涨、落潮流速减小幅度大于 5cm/s 的范围主要集中于桩基附近 50m 的范围内；风机桩基附近区域的减幅稍大，最大减幅可达 20cm/s；

④项目四处风电场海上桩基垂直于潮流流向区域流速有所增大，但增幅小于 3cm/s。

（3）H8-1 风电场部分直接占用小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区的机组，产生的流速变化幅度也仅集中于风电桩基附近，未形成集中连片影响；其余机组对周边保护区的流速影响幅度基本在 1-3cm/s。

7.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

7.2.1 数学模型的建立与验证

7.2.1.1 预测模式

工程建设后，改变了局部水流条件和含沙量分布，从而引起海床变化。虽然可以采用床面变形方程计算海床的冲淤量，但泥沙冲淤是个长历时的过程。若采用该方法计算，计算量非常大，而且由于资料有限，参数取值较为困难。因此对于工程后引起的海床最终冲淤面貌，目前较多的采用半经验半理论公式进行估算。

根据窦国仁悬沙输沙方程

$$\frac{\partial HS}{\partial t}+\frac{\partial qS}{\partial x}+\alpha\omega(S-S^{*})=0 \qquad (7.2\text{-}1)$$

其中，H 为水深，m；S 为含沙量，kg/m^3；q 为单宽流量，m^2/s；α 为泥沙沉降机率；ω 为悬沙沉降速度，m/s；S^{*} 为挟沙力含沙量，kg/m^3。

对式(7.2-1)在一个潮周期 T 内积分，并经差分变换后，可得到一个潮周期 T 内的海床冲淤强度

$$\Delta Z=\frac{\alpha\omega TS_1^{*}}{\gamma_0}(1-\frac{S_2^{*}}{S_1^{*}}) \qquad (7.2\text{-}2)$$

一年中冲淤强度为

$$p=n\Delta Z=\frac{n\alpha\omega TS_1^{*}}{\gamma_0}(1-\frac{S_2^{*}}{S_1^{*}}) \qquad (7.2\text{-}3)$$

其中，T 为潮周期，s；n 为一年中的潮周期数。

将挟沙力公式 $S^{*}=k\frac{v^2}{gH}$ 代入式(7.2-3)，得

$$p=n\Delta Z=\frac{n\alpha\omega TS_1^{*}}{\gamma_0}\left[1-(\frac{v_2}{v_1})^2\frac{H_1}{H_2}\right] \qquad (7.2\text{-}4)$$

其中，H_1 为工程前水深，m；H_2 为工程后水深，m；v_1 为工程前流速，m/s；v_2 为工程后流速，m/s。

对式(7.2-4)求解得到 H_2，经推导可得 ΔH：

$$\Delta H=H_1-H_2=0.5\left[\left(H_1+\beta\Delta t\right)-\sqrt{(\beta\Delta t-H_1)^2+4\beta\Delta tK^2H_1}\right] \qquad (7.2\text{-}5)$$

其中，$\beta=\frac{\alpha\omega S_1^{*}}{\gamma_0}$，$K=\frac{v_2}{v_1}$，$\Delta t$ 为计算时间，s。

水动力模型计算表明，本工程建设引起的局部流场变化主要表现为工程场区附近局部流速的减小和增大，由工程海域水体含沙量、悬沙粒度、底质粒度等分析结果并结合水动力模型得到的流场，可计算本工程建设引起的桩基附近滩面泥沙冲淤强度。

值得注意的是，式(7.2-5)是通过工程前后平均流速相对比值来计算冲淤量的，在流速较大区域(流速大于泥沙起动流速)是合理的，但在流速较小区域，利用流速相对比值而不考虑绝对流速是一个重大的缺陷。海床冲刷是在泥沙颗粒具有足够的能量克服水下重力和颗粒间粘结力而悬扬时才发生的，当工程前后流速相对比值较大而绝对

流速较小时，由于流速小于泥沙颗粒的起动流速，泥沙不足以悬浮，例如在流速较小的一些浅滩区域，公式可能会计算出不合理的结果。为了避免不合理结果的出现，需根据泥沙起动流速对工程后流速增大区域冲刷可能性进行判断。

窦国仁泥沙起动流速表达式为

$$U = k'\left(\ln 11\frac{H}{\Delta}\right)\left(\frac{d'}{d_*}\right)^{\frac{1}{6}}\sqrt{3.6\frac{\rho_s-\rho}{\rho}gd+\left(\frac{\gamma_0}{\gamma_{0*}}\right)^{\frac{5}{2}}\frac{\varepsilon_0+gH\delta\left(\frac{\delta}{d}\right)^{\frac{1}{2}}}{d}} \tag{7.2-6}$$

其中，$k'=0.26$ 表示将动未动，$k'=0.32$ 表示少量动，$k'=0.41$ 表示普遍动，一般取 $k'=0.32$；H 为水深，m；Δ 为床面糙率高度，当泥沙中值粒径 $d\le 0.5\text{mm}$ 时，$\Delta=1.0\text{mm}$。当 $0.5\text{mm}<d<10\text{mm}$ 时，$\Delta=2d$。当 $d\ge 10\text{mm}$ 时，$\Delta=2d_*^{1/2}d^{1/2}$，单位要转换为 m；当泥沙中值粒径 $d\le 0.5\text{mm}$ 时，$d'=0.5\text{mm}$。当 $0.5\text{mm}<d<10\text{mm}$ 时，$d'=d$。当 $d\ge 10\text{mm}$ 时，$d'=10\text{mm}$，单位要转换为 m；$d_*=10\text{mm}$，单位要转换为 m；ρ_s 为泥沙密度，kg/m^3；ρ 为水密度，kg/m^3；g 为重力加速度，m/s^2；γ_0 为泥沙干容重，kg/m^3；γ_{0*} 为泥沙稳定干容重，kg/m^3；ε_0 为综合粘结力参数，其值与颗粒的物理化学性质有关，对于粘土还与有机质含量及沉积环境等有关，变化范围较大。根据试验资料可知，对于一般泥沙 $\varepsilon_0=1.75$ cm^3/s^2，对于粘土最大可达 17.5cm^3/s^2，对于电木粉 $\varepsilon_0=0.15$ cm^3/s^2，对于塑料沙 $\varepsilon_0=0.1$ cm^3/s^2，单位要转换为 m^3/s^2；δ 为薄膜水厚度参数，等于 2.31×10^{-5} cm(相当于 770 个水分子厚度)，单位要转换为 m。

7.2.1.2 参数选取

根据《海港水文规范》(JTS 145-2-2013)，分散体的中值粒径小于等于 0.03mm 时，絮凝沉降速度 ω 取 0.04~0.05cm/s，分散体的中值粒径大于 0.03mm 时，可按有关的泥沙沉降速度公式计算。工程海域悬沙颗粒中值粒径较小，小于 0.03mm，悬沙以絮凝沉降为主，絮凝沉降速度 ω 可取为 0.045cm/s。

工程前后流速取全潮平均流速；泥沙沉降机率 α 取 0.5；悬沙平均中值粒径取 0.011mm，泥沙干容重 γ_0 取 1093kg/m^3。

7.2.1.3 预测结果与分析

工程引起的地形冲淤变化主要受风机桩基产生的局部阻水和绕流作用的影响，风机桩基迎水面及背水面因风机的阻水作用流速减小导致淤积，风机垂直于涨落潮流向

处因绕流作用流速增大导致局部冲刷。计算结果显示，风电桩基建设后，在桩基的迎水面（涨、落潮方向），存在一定的淤积；在垂直涨落潮方向桩基的两侧，存在小范围局部的冲刷的现象。

工程建设后首年引起的冲淤积变化强度主要分布于 0.1m/a~0.3m/a；工程建设造成淤积幅度大于 0.1m/a 的范围主要集中于工程周边 3.4km 的范围内，幅度大于 0.2m/a 的范围主要集中于工程周边 1.5km 的范围内，幅度大于 0.3m/a 的范围主要集中于工程周边 0.5km 的范围内。

工程建设后约 1.5~2 年内可达到冲淤积平衡。当工程达到冲淤平衡后，工程引起的冲淤积变化强度主要分布于 0.1m~0.5m；工程建设造成淤积幅度大于 0.1m 的范围主要集中于工程周边 5.5km 的范围内，幅度大于 0.2m 的范围主要集中于工程周边 3.3km 的范围内，幅度大于 0.3m 的范围主要集中于工程周边 1.3km 的范围内，幅度大于 0.5m 的范围主要集中于工程周边 0.6km 的范围内。

风电桩基的泥沙淤积分布大部分是不连续的，淤积强度较大的区域仅局限于桩基附近，不会引起工程海域滩面整体性大幅冲淤变化。

根据地形冲淤结果，叠置工程周边保护区，工程建设后会对东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区产生一定淤积影响，但淤积程度主要集中于 0.1m ~0.4m，仅在 H8-1 部分风机桩基占用的小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区内存在淤积大于 1m 的情况，但影响范围仅局限于桩基周边 0.1km 的范围内，不会引起周边保护区滩面整体性变化。

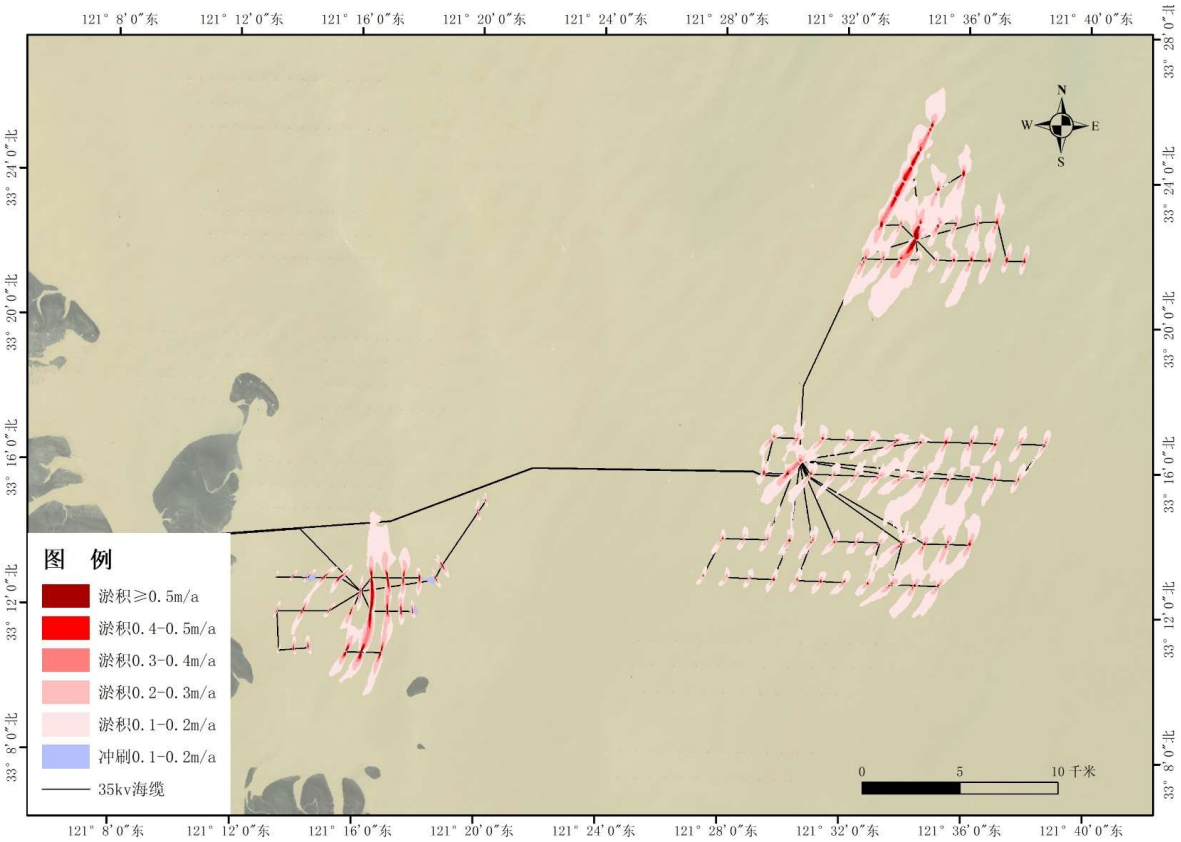

图 7.2-1(a)　工程建设后地形冲淤分布图（首年）

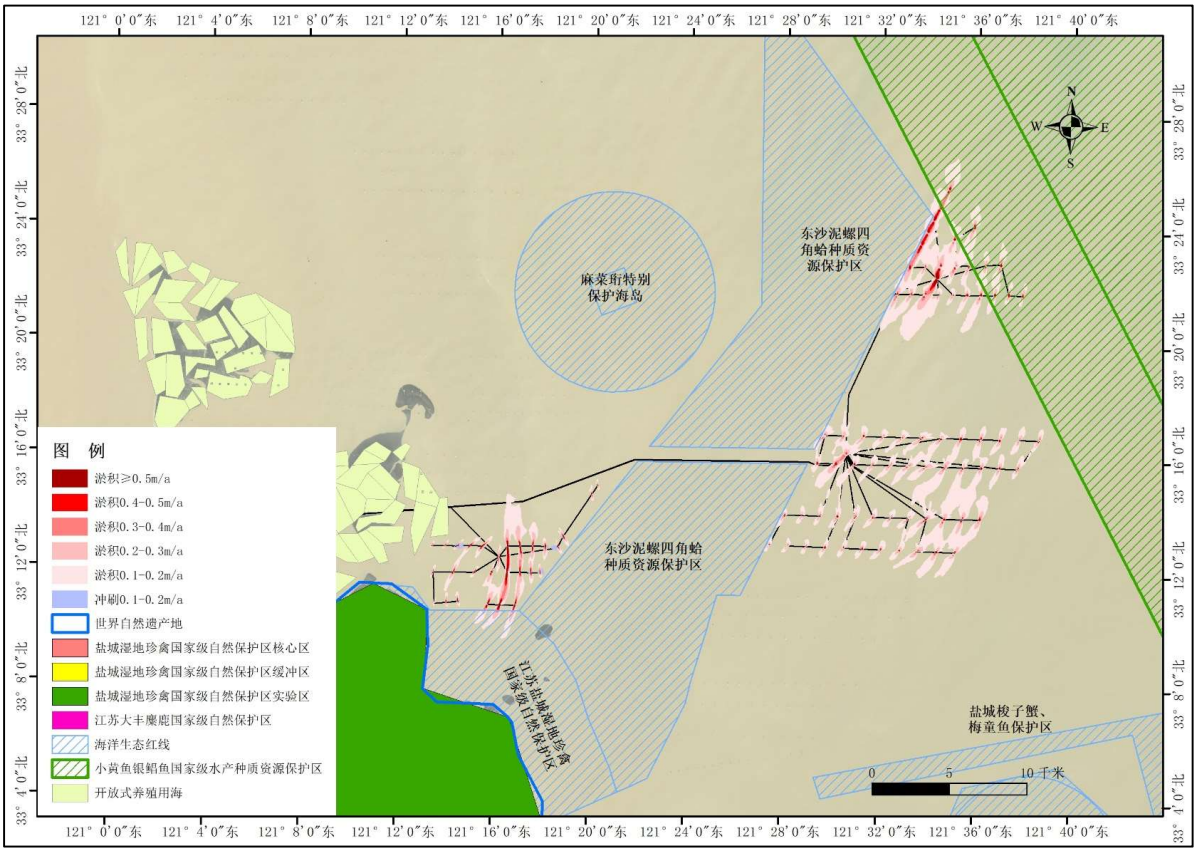

图 7.2-1(b)　工程建设后地形冲淤分布与保护区叠置图（首年）

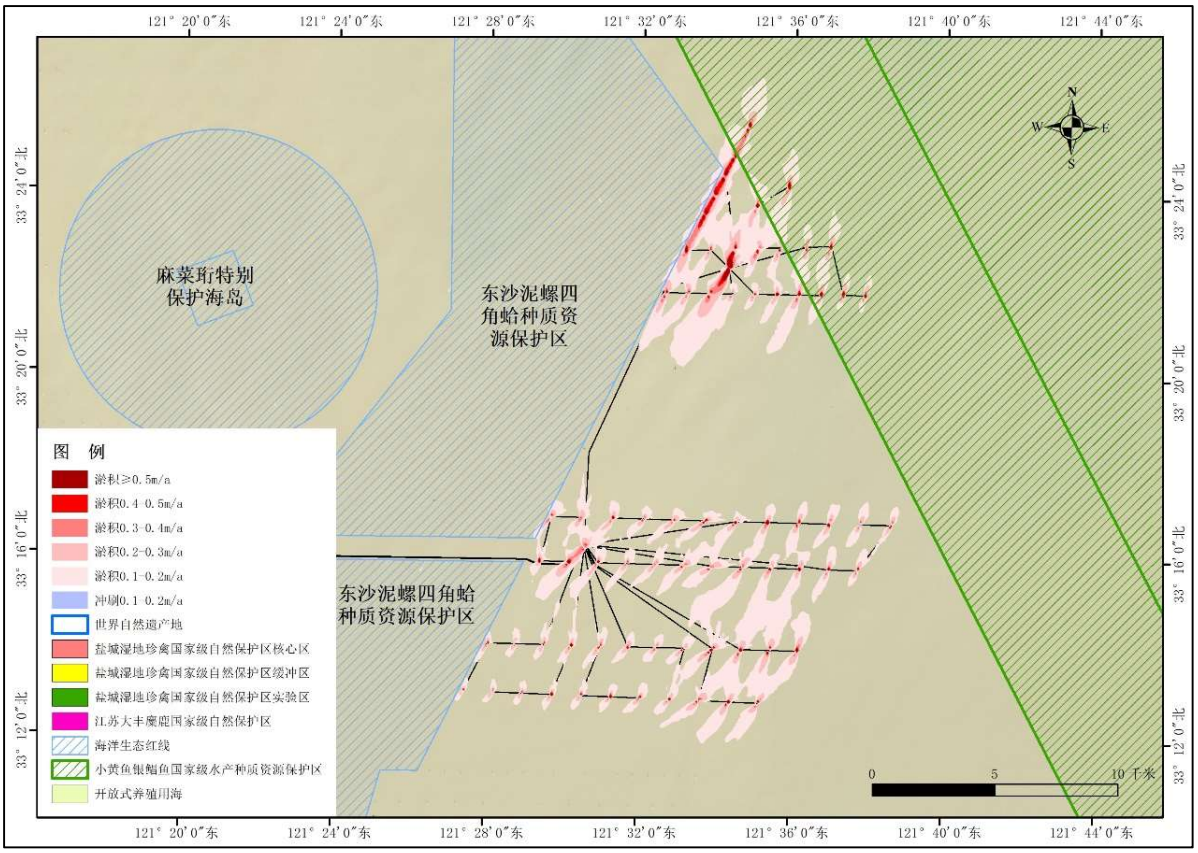

图 7.2-1(c)　工程建设后地形冲淤分布与保护区叠置图（首年、局部放大）

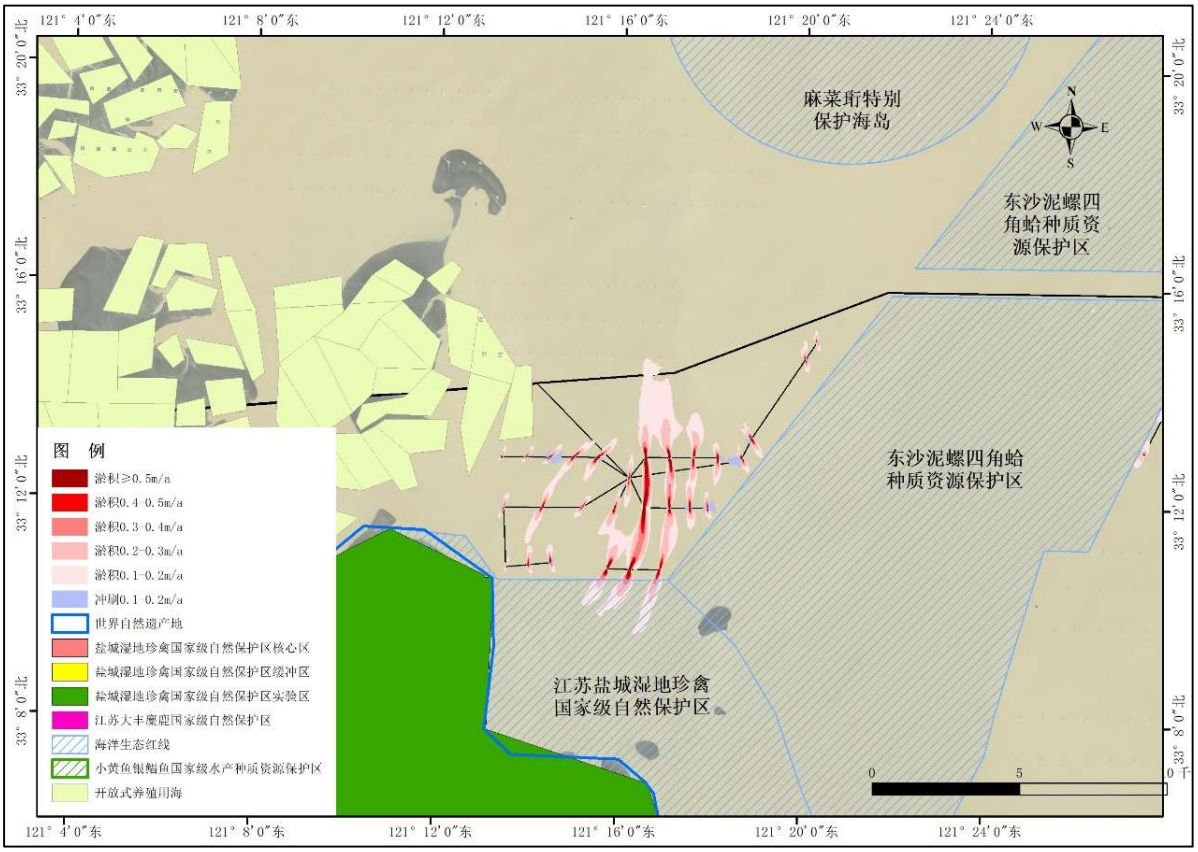

图 7.2-1(d)　工程建设后地形冲淤分布与保护区叠置图（首年、局部放大）

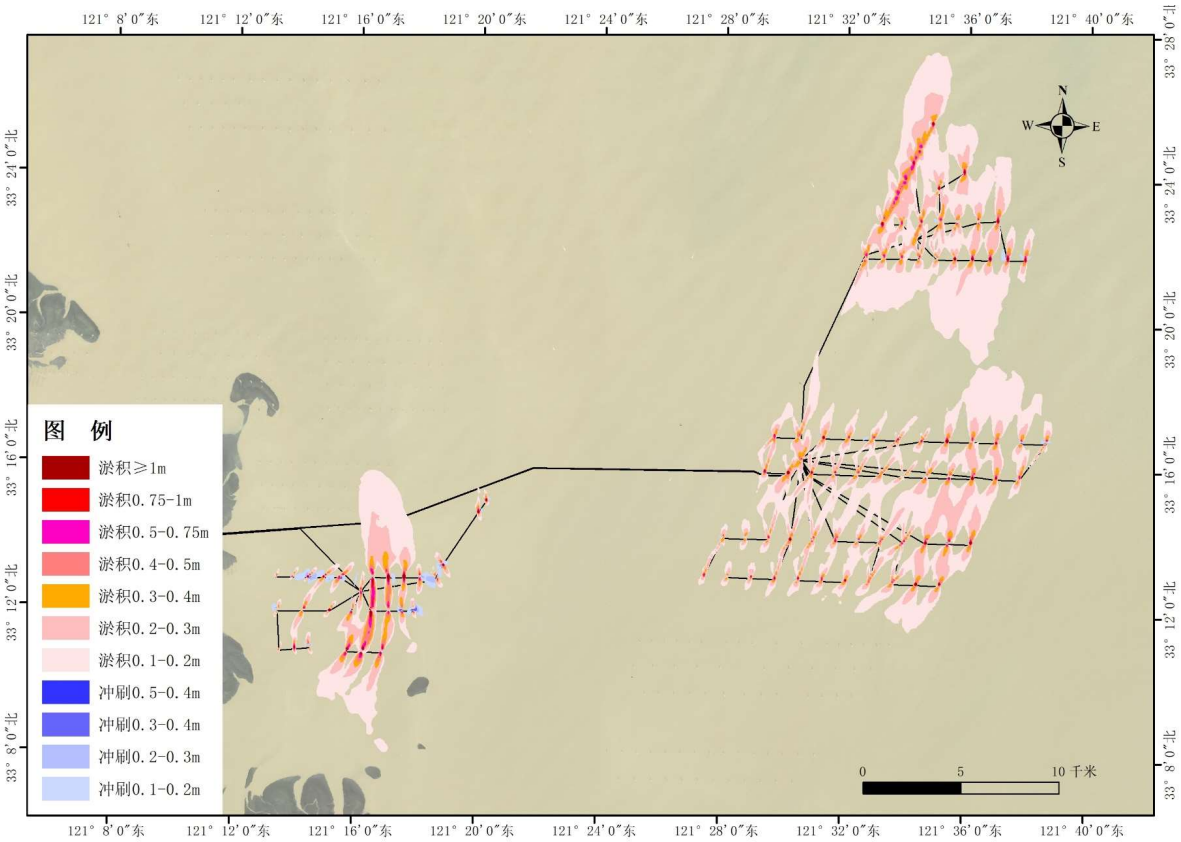

图 7.2-2(a)　工程建设后地形冲淤分布图（冲淤平衡）

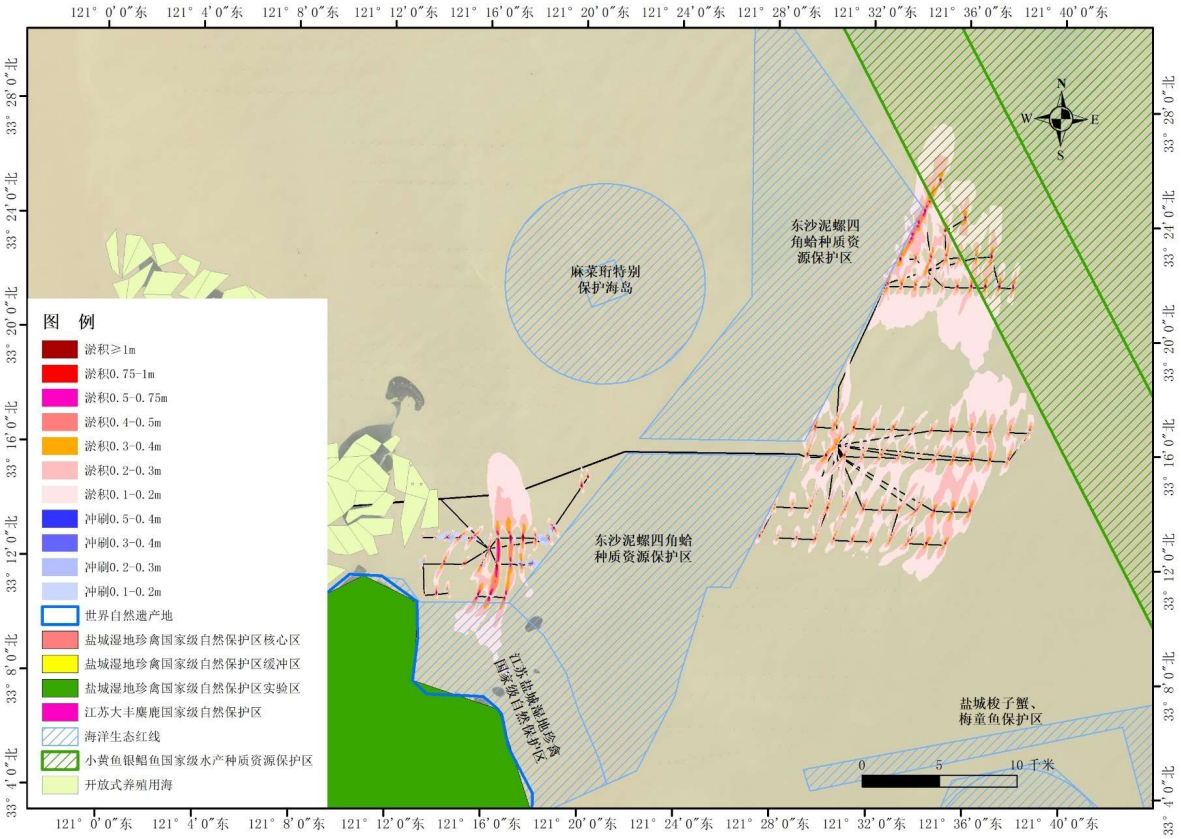

图 7.2-2(b)　工程建设后地形冲淤分布与保护区叠置图（冲淤平衡）

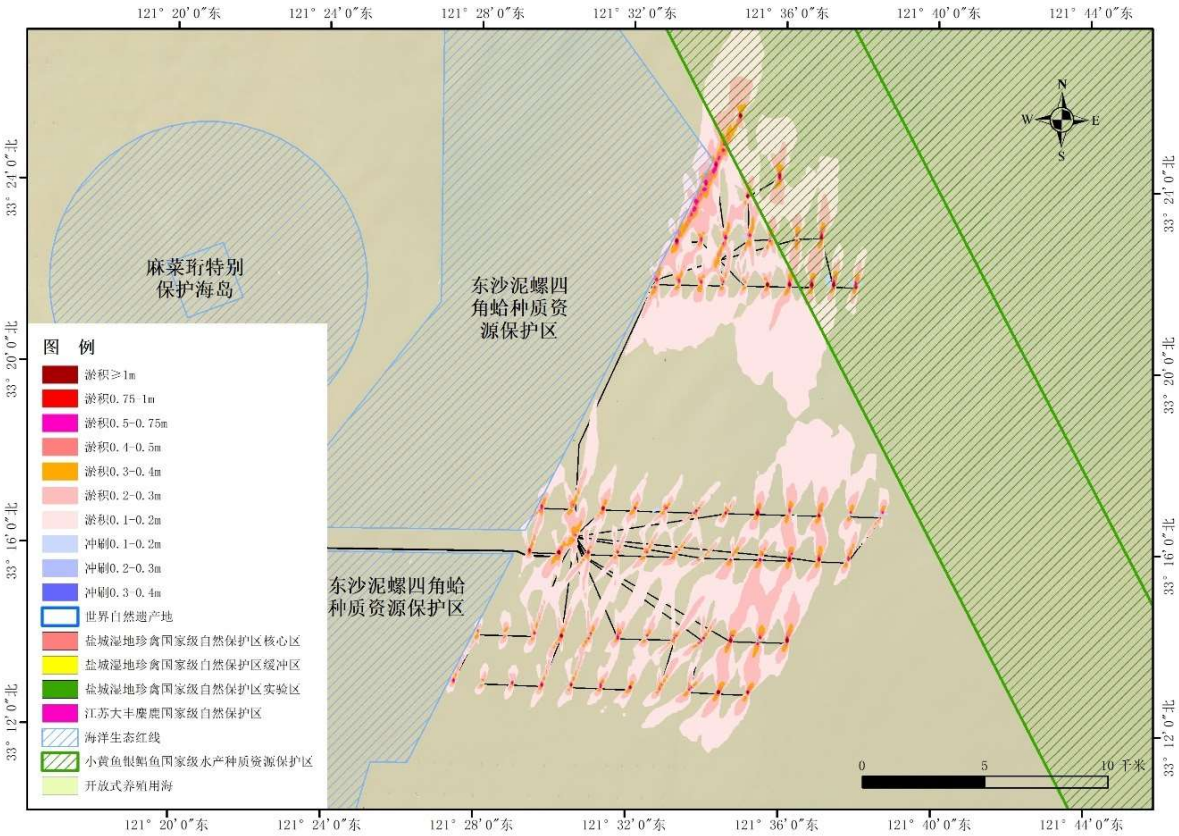

图 7.2-2(c)　工程建设后地形冲淤分布与保护区叠置图（冲淤平衡、局部放大）

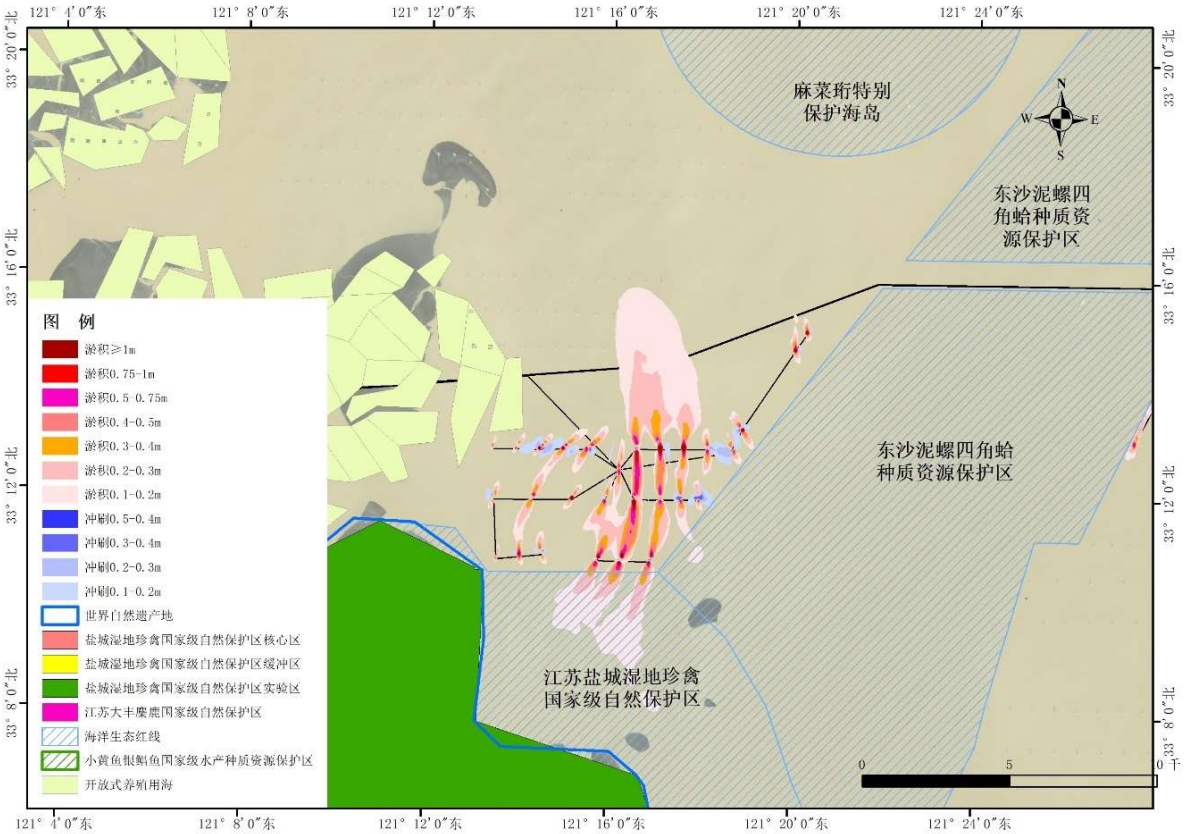

图 7.2-2(d)　工程建设后地形冲淤分布与保护区叠置图（冲淤平衡、局部放大）

7.2.2 局部冲刷分析

（1）研究方法

韩海骞研究了潮流作用下杭州湾大桥、金塘大桥和沽渚大桥的实测冲刷数据，结合水槽试验（60 多组试验数据），采用因次分析法，得出了潮流作用下的局部冲刷公式，通过与实测及试验结果的对比，该公式可以反映出在潮流的作用下桥墩局部冲刷深度与潮流、泥沙及桥墩因子之间的关系，显示了较高的精度。

$$\frac{h_b}{h}=17.4k_1k_2\left(\frac{B}{h}\right)^{0.326}\left(\frac{d_{50}}{h}\right)^{0.167}Fr^{0.628} \tag{7.2-7}$$

式中，h_b 为潮流作用下桥墩的局部冲刷深度（含一般冲刷和局部冲刷）；h 为全潮最大水深；B 为全潮最大水深条件下平均阻水宽度（墩宽）；d_{50} 为床面泥沙的中值粒径；Fr 为水流 Froude 数，$Fr=\frac{u}{\sqrt{gh}}$，u 为全潮最大流速，g 为重力加速度；k_1 为基础桩平面布置系数，条带型 k_1=1.0，梅花型 k_1=0.862；k_2 为基础桩垂直布置系数，直桩 k_2=1.0，斜桩 k_2=1.176。

（2）参数选取和预测结果

考虑工程桩基环境参数，采用韩海骞公式计算局部冲刷，并且考虑波浪对泥沙的掀动作用，结合工程区域底质沙样测验成果，估算风机基础局部区域的冲刷情况。参考附近工程海域的动力环境条件并结合各公式要求，考虑到波浪的影响选择波浪要素计算点位作为局部冲刷计算代表点位。代表点环境参数如表 7.2-1 所示。计算的局部冲刷结果见表 7.2-2。

表 7.2-1　风电场代表桩基位置的海洋动力环境参数

环境参数		数值
设计高水位下水深（m）		17.58
工程区垂向平均潮流可能最大流速（m/s）		1.29
5年一遇设计高水位	有效波高（m）	5.71
	波浪周期（s）	6.7
	波长（m）	65.37
底质泥沙中值粒径(mm)		0.08
风机塔基直径（m）		8.4/9.1
泥沙水下休止角（°）		32

表 7.2-2　局部冲刷计算结果

局部冲刷 桩基直径（m）	韩海骞公式	
	冲刷坑最大深度（m）	冲刷坑最大半径（m）
8.4	9.23	18.97
9.1	9.54	19.92

（3）与其他公式对比分析

对比分析目前国内外应用较多的局部冲刷计算经验公式—王汝凯公式，计算结果如表 7.2-3，由表可知，王汝凯公式和韩海骞公式估算结果接近。

表 7.2-3　局部冲刷计算结果对比

桩基直径（m）	韩海骞公式		王汝凯公式	
	最大深度（m）	最大半径（m）	最大深度（m）	最大半径（m）
8.4	9.23	18.97	9.26	19.02
9.1	9.47	19.71	9.40	19.60

一般情况下，上述公式的计算结果主要代表水流和波浪长时间作用下的最大局部冲刷深度，且未考虑防冲刷措施，而本项目中，工程海域潮流、波浪要素不会长时间不变，且风机基础周边采用抛石防护，因此，本项目风机周边实际的冲刷深度和范围将小于公式计算值。

7.2.3 类比分析

（1）可比性分析

考虑到本项目四座风电场分属两个区域，其中 H8-1#、H9#和 H15#三座风电场位于东沙泥螺四角蛤种质资源保护区东侧海域，与已建成运行的三峡大丰 H8-2#风电场项目处于同一海域；H17#风电场位于泥螺珩、麻菜珩之间的海域，与已建成运行的龙源大丰 H7#风电场处于同一海域。因此选取两个类比对象，可比性见下表。

表 7.2-5(a)　风机基础局部冲刷可比性分析

风机	三峡大丰 H8-2#风电项目风机	本项目 H8-1#、H9#和 H15#风机
建设时间	2020 年 9 月~2021 年 12 月	拟建
单机容量	4.5MW、6.45MW	8.5MW
基础结构	单桩基础	单桩基础
单根直径	5.5~7.6m	7.5~9.1m
防冲刷措施	抛石	抛石
水深	7.5~20.9m	6~21m
地基土构成	场区内地基土上部以粉砂、淤泥质粉质粘土为主，下部位粉质黏土夹粉土	场区勘探深度范围内上部为粉质、淤泥质和粉砂土，下部为粉砂夹粉质黏土、粉砂
潮流、波浪	位于同一海域，基本一致	

表 7.2-5(b)　风机基础局部冲刷可比性分析

风机	龙源大丰 H7#风电项目风机	本项目 H17#风机
建设时间	2018 年 6 月~2019 年 6 月	拟建
单机容量	2.5MW	6.0MW、8.5MW 和 13.6MW
基础结构	三桩导管架基础	单桩基础
单根直径	2.4m*3	7.0~9.3m

风机	龙源大丰 H7#风电项目风机	本项目 H17#风机
防冲刷措施	抛石	抛石
水深	2~17m	3~15m
地基土构成	场区内地基土上部以粉砂、淤泥质粉质粘土为主，下部位粉质黏土夹粉土	场区勘探深度范围内上部为粉质、淤泥质和粉砂土，下部为粉砂夹粉质黏土、粉砂
潮流、波浪	位于同一海域，基本一致	

三峡大丰 H8-2#风电项目位于本项目 H8-1#、H9#风电场之间，距本项目场区约 3km，在风机基础结构及其防冲刷措施、场区水深条件、场区潮流及波浪条件、地基土构成等方面，两个项目相同或基本一致。龙源大丰 H7#风电项目风机位于本项目 H17#风电场北侧约 3km，防冲刷措施、场区水深条件、场区潮流及波浪条件、地基土构成等方面，两个项目相同或基本一致，仅桩基基础形式有所差异，但其是与 H17 风电场距离最近的项目。

（2）类比项目局部冲刷监测结果

1）三峡大丰 H8-2#风电项目

上海勘测设计研究院有限公司于 2021 年 12 月和 2022 年 5 月~7 月开展了该项目局部冲淤、地形监测，对 1 座升压站、1 座高抗站、58 台单桩风机基础周边半径 50m 范围内海底底质及冲刷沟发育情况，确定海底冲刷沟的位置、规模、深度及冲刷沟内底质类形，并结合前期监测结果分析海底冲刷变化情况及冲刷沟的演变情况。

建成后 2021 年 12 月第一次监测，距风机中心半径 21m/24m 范围内，最大坑深范围为 3.39m～9.29m；建成半年后 2022 年 5 月~7 月第二次监测，距风机中心半径 21m/24m 范围内，最大深坑之差范围在-1.13m～1.58m。

相较环评阶段韩海骞公式和王汝凯公式预测风机基础（2#、3#、4#）冲刷坑最大深度（8.44~11.33m），风机基础实际冲刷深度范围为 3.0~7.4m，小于环评冲刷坑预测最大深度。从预测和实际检测结果来看，2#风机冲刷坑深度均为最高，实际冲刷坑深度小于预测结果约 3~4m；3#、4#风机实际冲刷坑深度小于预测结果 5~6m。

2）龙源大丰 H7#风电项目

北京星天科技有限公司于 2023 年 3 月开展了该项目的局部冲淤、地形监测，项目建成运行近四年后，80 台风机周边 50m 桩基冲刷已趋向稳定，抛石防护作用良好，风电场浅水区的部分风机处水深不足 2m，冲刷坑可能为涨落潮水流对表层泥质的冲刷，未见大幅度冲刷情况。

80 台风机基础冲刷坑深范围为 0.07m~9.42m，大部分冲坑深度在 2m~6m 范围内，

且 8#、45#、58#和 70#风机所处水深测量时不足 2m，相交环评阶段预测风电场不同区域（I~VI，6 块子区域）的风机基础最大冲刷深度，韩海骞公式预测结果为 4.57m~5.89m，王汝凯公式预测结果为 4.43m~8.26m，大部分风机冲刷机结果符合预测值，部分风机由于水深较浅，冲坑深度<1m。仅位于小北槽和太平沙海域的 3#风机一台冲刷深度>预测值 8.26m，坑深 9.42m，且该风机位于 H7#风电场最北端，与本项目拟建 H17#风电场海域超过 10km。因此 H7#风电场南端与本项目临近的风机冲刷坑集中在 2m~6m 范围内、以及部分浅水区风机冲坑<1m 的实际情况与本项目拟建 H17#风电场类似。

（3）本项目风机基础局部冲刷分析

风电场风机基础局部冲刷影响主要与风机基础结构及其防冲刷措施、风机基础尺寸、水深条件、潮流及波浪条件、地基土条件等因素有关。本项目 H8-1#、H9#和 H15#风电场与类比 H8-2#项目处于同一海域，场区之间相距约 3km，在场区水深、波浪、潮流、地基土等方面基本一致；本项目 H17#风电场位于泥螺珩、麻菜珩之间的海域，水深条件较浅，与类比 H7#项目处于同一海域，场区之间相距约 3km，在场区水深、波浪、潮流、地基土等方面基本一致。

另外，由于本项目风机单机容量更大，其风机基础直径也稍大。根据类比分析，本项目 H8-1#、H9#和 H15#风机基础的冲刷坑最大深度将稍大于类比项目的 9.10m，H17#风机基础的冲刷坑最大深度将稍大于类比项目的 8.26m，与理论预测的最大冲刷坑 9.23~9.54m 基本一致。

为工程安全考虑，建议在工程建设期间及工程建成后，对风机基础局部冲刷情况加强监测，并根据实际冲刷情况及时采取冲刷防护措施。

7.2.4 冲淤累积影响

本项目周边最近的工程为三峡大丰 H8-2#海上风电场，位于本项目 H8-1#和 H9#风电场之间，与本项目场区间有 3km 的风力恢复区。由大范围冲淤预测结果可以看出，受本海区主流方向影响，南北向影响范围存在一定的淤积，东西向存在小范围的局部冲刷。工程建设后约 1.5~2 年内可达到冲淤积平衡，造成淤积幅度大于 0.1m 的范围主要集中于工程周边 5.5km 的范围内，幅度大于 0.2m 的范围主要集中于工程周边 3.3km 的范围内，幅度大于 0.5m 的范围主要集中于工程周边 0.6km 的范围内。

可以看出，本项目的冲淤发展会与较近处的三峡大丰 H8-2#海上风电场产生一定

的累积影响，效果以南北向的淤积为主，但淤积程度较小，冲淤平衡后，风电场间的南北条带状区域淤积量增加约 0.2m，累积效果较小。

7.2.5 小结

（1）风电桩基建设后，在桩基的迎水面（涨、落潮方向），存在一定的淤积，淤积分布大部分是不连续的，局限于桩基附近，不会引起工程海域滩面整体性大幅冲淤变化。在垂直涨落潮方向桩基的两侧，存在小范围局部的冲刷的现象。

（2）工程达到冲淤平衡后，工程引起的冲淤积变化强度主要分布于 0.1m~0.5m，整个风电场区以淤积为主，预计幅度大于 0.5m 的范围主要集中于工程周边 0.6km 的范围内。

（3）工程建设后会对东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区产生一定淤积影响，淤积程度集中于 0.1m~0.4m；H8-1 部分风机桩基占用的小黄鱼银鲳鱼国家级水产种质资源保护区内存在淤积大于 1m 的情况，但影响范围仅局限于桩基周边 0.1km 的范围内，不会引起周边保护区滩面整体性变化。

（4）本工程所在区域与周边风电场不会形成累积冲刷影响，会与较近的三峡大丰 H8-2#海上风电场产生南北向的淤积累积影响，冲淤平衡后，风电场间南北向条带状区域的淤积量增加约 0.2m，累积效果较小。

7.3 海洋水质环境影响预测与评价

7.3.1 悬浮泥沙扩散影响分析

7.3.1.1 预测模式

悬沙质输移扩散方程：

$$\frac{\partial[(h+\zeta)c]}{\partial t}+\frac{\partial[(h+\zeta)cu]}{\partial x}+\frac{\partial[(h+\zeta)cv]}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}\left[(h+\zeta)D_x\frac{\partial c}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[(h+\zeta)D_y\frac{\partial c}{\partial y}\right]+F_s+S \tag{7.3-1}$$

式中：c 为垂线平均含沙量；D_x、D_y 分别为 x、y 方向的泥沙扩散系数；F_s 为衰变项，$F_s=\alpha\omega_s c$，α 为沉降概率取 0.5，ω_s 为沉速取 0.045cm/s；S 为悬浮泥沙的源强，$S=Q_sC_s$，式中 Q_s 为排放量，C_s 为悬浮泥沙排放浓度。工程区的悬浮泥沙的背景值为 0；只考由于施工期产生虑悬浮泥沙溶度的扩散和沉降，不考虑地床泥沙的再悬浮。

7.3.1.2 源强确定

（1）风机、海上平台基础沉桩

本项目风机、海上平台桩基沉桩施工振动会导致海底泥沙再悬浮引起水体浑浊，污染局部海水水质，并可能影响局部沉积物环境。根据类似工程，打桩悬浮物浓度不高，引起周围海域悬浮物浓度增加（>10mg/L）范围一般半径在 100m 内。

钢管桩打桩施工时产生的悬浮物泥沙量采取如下公式计算：

$$M_s = \pi \times \left(\frac{D^2}{4} - \left(\frac{D}{2} - d \right)^2 \right) \times h_z \times \rho_d \times n \tag{7.3-2}$$

式中，M_s 为桩基施工时产生的悬浮物，kg；D 为钢管桩直径；d 为钢管桩厚度；h_z 为桩基入土深度；ρ_d 为覆盖层泥沙干密度，kg/m^3；n 为起沙率。

① 风机基础

考虑不利情况，计算单根直径取 9.1m 的钢管桩打桩时产生的悬浮物泥沙量，桩基础壁厚为 75mm~90mm，平均入土深度约为 50m。此次计算钢管桩直径 D 取 9.1m、钢管桩厚度 d 取 0.09m、桩基入土深度 h_z 取 50m；覆盖层泥沙干密度按照 $\gamma_d = 1750 D_{50}^{0.183}$ 公式计算，D_{50} 为风电场区泥沙中值粒径，根据 2021 年 3 月~4 月和 2021 年 9 月~10 月 12 个采样点表层沉积物粒度分析，春季表层沉积物中值粒径平均为 72.99μm，秋季表层沉积物中值粒径平均为 79.40μm，取平均值为 76.20μm，则表层泥沙干容重为 1093kg/m^3；起沙率 n 取 5%。

根据施工设计和施工进度安排，每个桩打桩施工时间约 4 小时。根据上述计算公式，风机基础打桩施工产生的悬浮物源强为 0.48kg/s。

② 海上平台基础

工程分析计算得到海上升压站基础打桩施工产生的悬浮物源强为 0.13kg/s、海上氢储能平台基础打桩施工产生的悬浮物源强为 0.14kg/s、海上救援平台基础打桩施工产生的悬浮物源强为 0.10kg/s。

（2）海底电缆敷设

本项目位于江苏沿海辐射沙洲海域，海缆沿线有较长的浅水和滩涂区域，根据敷设区域海洋环境的不同，海缆敷设分为浅水与滩涂区域、深水区 2 个区域进行。

海缆敷设悬沙源强计算方法（王时悦.海岸工程中悬浮泥沙源强选取研究概述[J].科技资讯,2016, 14(6):74-76.）：

$$Q = L \times H \times W \times \gamma_s \times P \tag{7.3-3}$$

其中，Q（kg/s）为海底悬浮泥沙强度，L 为开挖进度，γ_s 为泥沙干容重，H 为开挖深度，W 为开挖横截面宽度，P 为悬浮泥沙所占挖沙量比例。根据有关文献（王时悦.海岸工程中悬浮泥沙源强选取研究概述[J].科技资讯,2016,14(6):74-76.），范志杰得出管道敷设中悬浮泥沙占所挖泥沙量的比例一般取 10%~30%。本项目浅水与滩涂施工区域考虑到退潮施工，且采用的施工方式为两栖式挖掘机预挖沟埋设，对海域的扰动较小，起沙率相对深水区域小，取 10%，近海深水区域起沙率取 15%。

①缆浅水与滩涂区域

类比同类型工程施工组织设计，预挖海缆沟剖面为倒梯形，海缆沟横截面面积约 2.6m^2，开沟速度为 1m/min 计，悬浮物源强以施工土方量的 10%计，表层泥沙干容重为 1093kg/m^3，由此计算得到浅水与滩涂区域海缆施工的悬浮物源强为 4.74kg/s。

②深水区域

近海深水区域采用开沟犁高压水冲埋的施工方式。开沟犁开槽会导致海底泥沙再悬浮引起水体浑浊，污染局部海水水质，影响局部沉积物环境。类比同类型工程，海缆沟剖面为倒梯形，开沟横截面积约为1.5m^2。

穿越保护区段、邻近保护区和养殖区等敏感目标段，降低海缆敷设速度为1m/min，其余段敷缆速度为3m/min，单条海缆施工的悬浮物源强以施工土方量的15％计。由此计算得到穿越保护区段、邻近保护区和养殖区段的海缆施工的悬浮物源强为4.10kg/s，其余段为12.30kg/s。

由于打桩施工于海缆敷设存在范围重叠的情况，且由于打桩产生的悬浮泥沙源强小于海底电缆敷设产生的源强，打桩产生的悬沙影响范围小于海缆敷设产生的悬沙影响，因此风机桩基和升压站桩基施工悬浮物影响范围包含在海缆敷设影响范围内。此外，本工程 3 回 220kV 主海缆依次敷设，主海缆源强不存在浓度叠加的情况。

7.3.1.3 预测结果

根据施工工艺，海缆敷设引起的悬沙源强非连续性点源，在海缆铺设沿程布置若干悬沙扩散特征点，根据数模预测结果，计算分析了大潮及小潮工况下一个潮周期内悬浮泥沙扩散路径与范围。悬浮泥沙影响包络范围见图 7.3-1。

由预测结果可知，悬浮物主要随涨落潮扩散迁移，因小潮时刻海域潮流动力较大潮时刻弱，施工时引起的悬浮泥沙不利于扩散，影响范围大于大潮；水深越浅悬浮物越不易稀释，因此浅水区悬浮物浓度较深水区大。

计算结果显示，海缆施工期产生悬浮泥沙浓度增量大于 150mg/L、100mg/L、50mg/L、20mg/L、10mg/L 浓度悬浮物扩散最大可能影响的范围分别为 4.84km^2、9.76km^2、26.07km^2、70.48km^2、169.31km^2。

表 7.3-1　施工期悬浮泥沙最大影响范围

悬浮泥沙浓度	扩散影响面积(km^2)
≥150mg/L	4.84
≥100mg/L	9.76
≥50mg/L	26.07
≥20mg/L	70.48
≥10mg/L	169.31

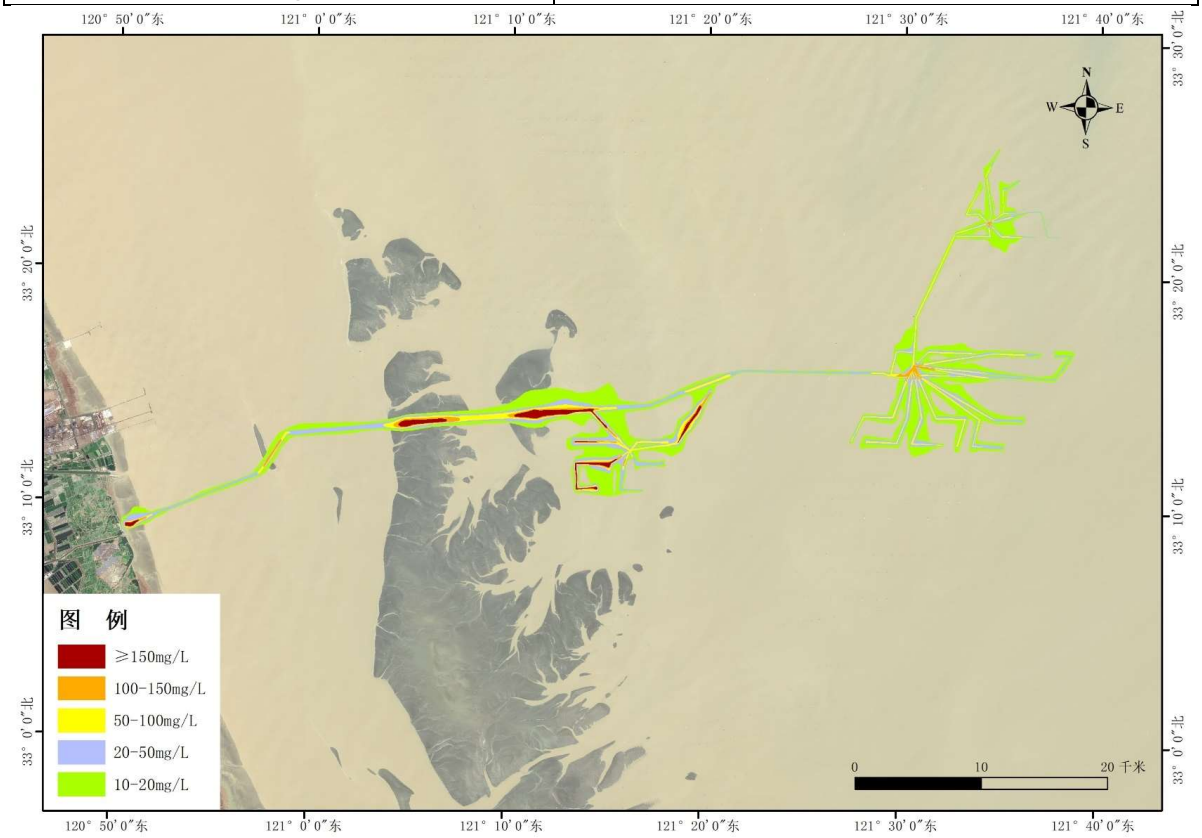

图 7.3-1　悬浮物最大影响范围图

7.3.1.4 悬浮泥沙对周边环境保护区的影响

受本项目桩基施工、海缆敷设活动影响，周边的东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、中国黄（渤）海候鸟栖息地（一期）自然遗产地等四处环境保护区内，将出现悬沙浓度增量＞10mg/L 的范围，受影响范围内的水质短期将超过一类海水水质标准。影响面积统计详见表 7.3-2。

表 7.3-2　施工期悬浮泥沙对保护区的影响统计

序号	保护区	悬沙最大增量（mg/L)	＞10mg/L 最大影响面积（km²）
1	东沙泥螺四角蛤种质资源保护区	13.53	0.05
2	吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区	56.89	1.47
3	江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区	192.01	1.38
4	中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）自然遗产地	48.92	0.13
5	麻菜珩特别保护海岛	0.03	0

根据 7.3.1.2 节源强分析结果可知，项目施工的悬沙主要来自海缆敷设过程、桩基施工的源强相对较小。海缆敷设为线性工程、是随着敷缆船的定速行驶逐渐推进的，悬沙影响主要集中在敷缆船周边，为局部的、短期的、可逆的影响，行驶过的后方海域，海洋悬浮物浓度增量会在数小时内（和海流流速、泥沙沉降特性等有关）迅速衰减至 10mg/L 以下。

7.3.1.5 悬浮泥沙对周边开放性养殖用海的影响

本项目风机桩柱、升压站沉桩施工以及海底电缆敷设过程中扰动底质会增加海水中泥沙含量，附近海域因施工期间悬浮物泥沙浓度增加，在短期内养殖活动将蒙受经济损失。因悬浮泥沙浓度增加影响区域海水水质，包括直接占用确权养殖区在内，39 号、41~47 号、70~72 号、85~91 号、95 号、97~100 号养殖区的养殖生产活动将受到一定影响，受悬浮泥沙扩散（＞10mg/L）影响的养殖区面积共计约 2482.5047 公顷，详见表 7.3-3，泥沙增量＞10mg/L 的扩散范围与养殖区叠置见图 7.3-2。

表 7.3-3　对东沙开放性养殖用海的影响统计

养殖区编号	用海权益人	海缆占用面积（hm²）	施工悬浮物>10mg/L 的影响面积（hm²）
39	盐城市大丰区交通控股集团有限公司	/	24.6233
41		/	86.8956
42		9.5806	121.2647
43		8.2534	88.5611
44		7.3547	73.1463
45		11.3783	140.7014
46		9.4628	124.1523
47		8.4619	84.8106
70		6.5419	63.9444
71		8.2148	116.0205
72		/	0.3891
85		5.5557	86.0993
86		9.6914	184.2386
87		6.3109	155.8843
88		/	132.6345

养殖区编号	用海权益人	海缆占用面积（hm²）	施工悬浮物>10mg/L 的影响面积（hm²）
89		/	85.6835
90		8.1218	131.9247
91		8.2394	229.3093
95		/	17.4748
97		/	102.1960
98		9.0457	127.4676
99		4.5605	130.9465
100		0.5116	174.1363
共计		**121.2854**	**2482.5047**

工程周边开放式养殖用海主要的养殖品种为紫菜和贝类，权益主体均为盐城市大丰区交通控股集团有限公司。根据相关研究，悬浮泥沙对紫菜的影响主要表现为影响紫菜的光合作用，降低水层光照强度，进而降低紫菜养殖区的产量；悬浮泥沙对贝类的影响主要表现为对贝类摄食行为的影响，贝类的滤食系统由于悬浮物的激增受到应激限制，需通过降低滤食频率减少机体损伤程度，进而影响贝类的生长。因此，悬浮泥沙浓度的增加将对紫菜和贝类产生影响。

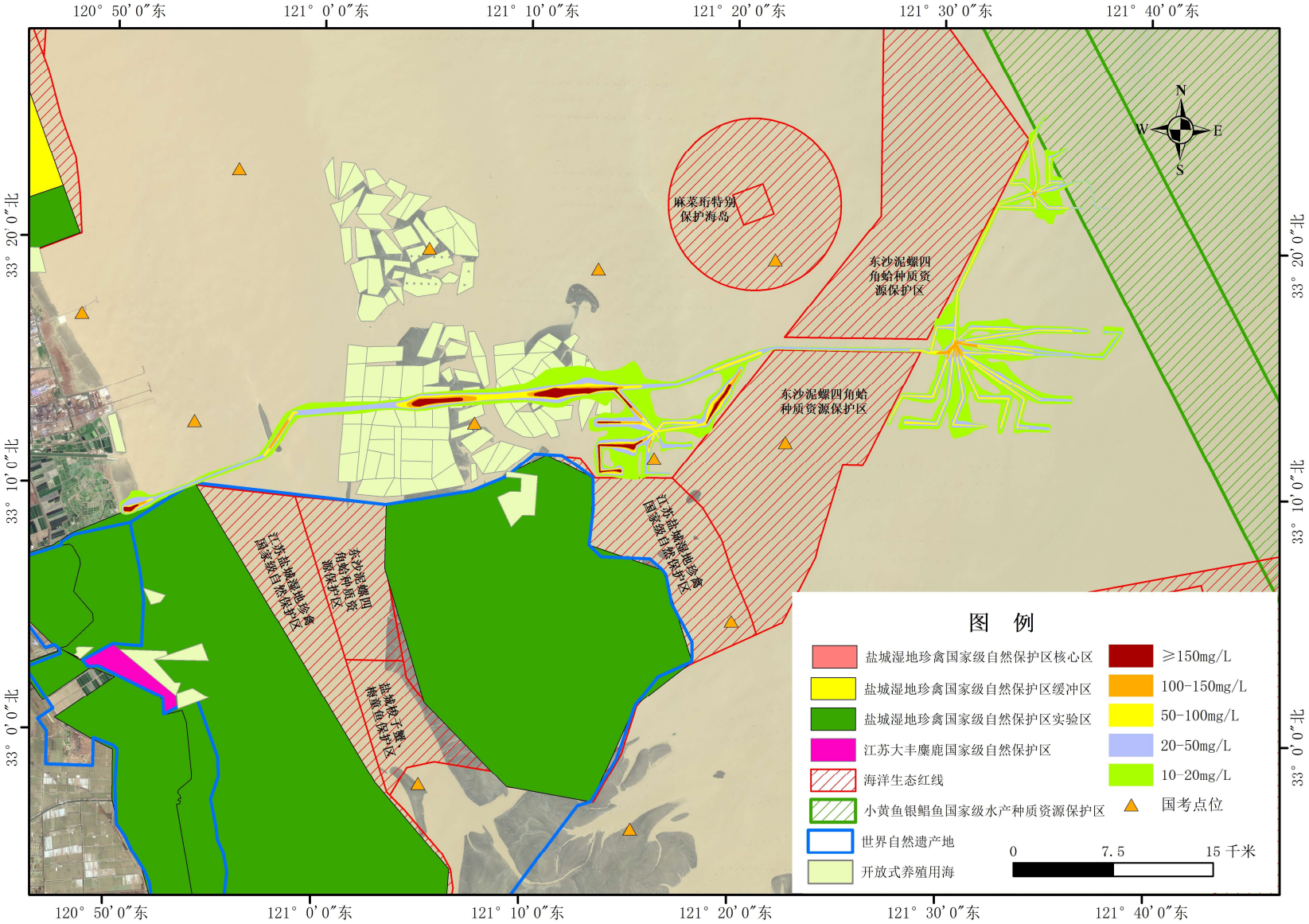

图 7.3-2　悬浮物影响范围与环境敏感目标叠置图

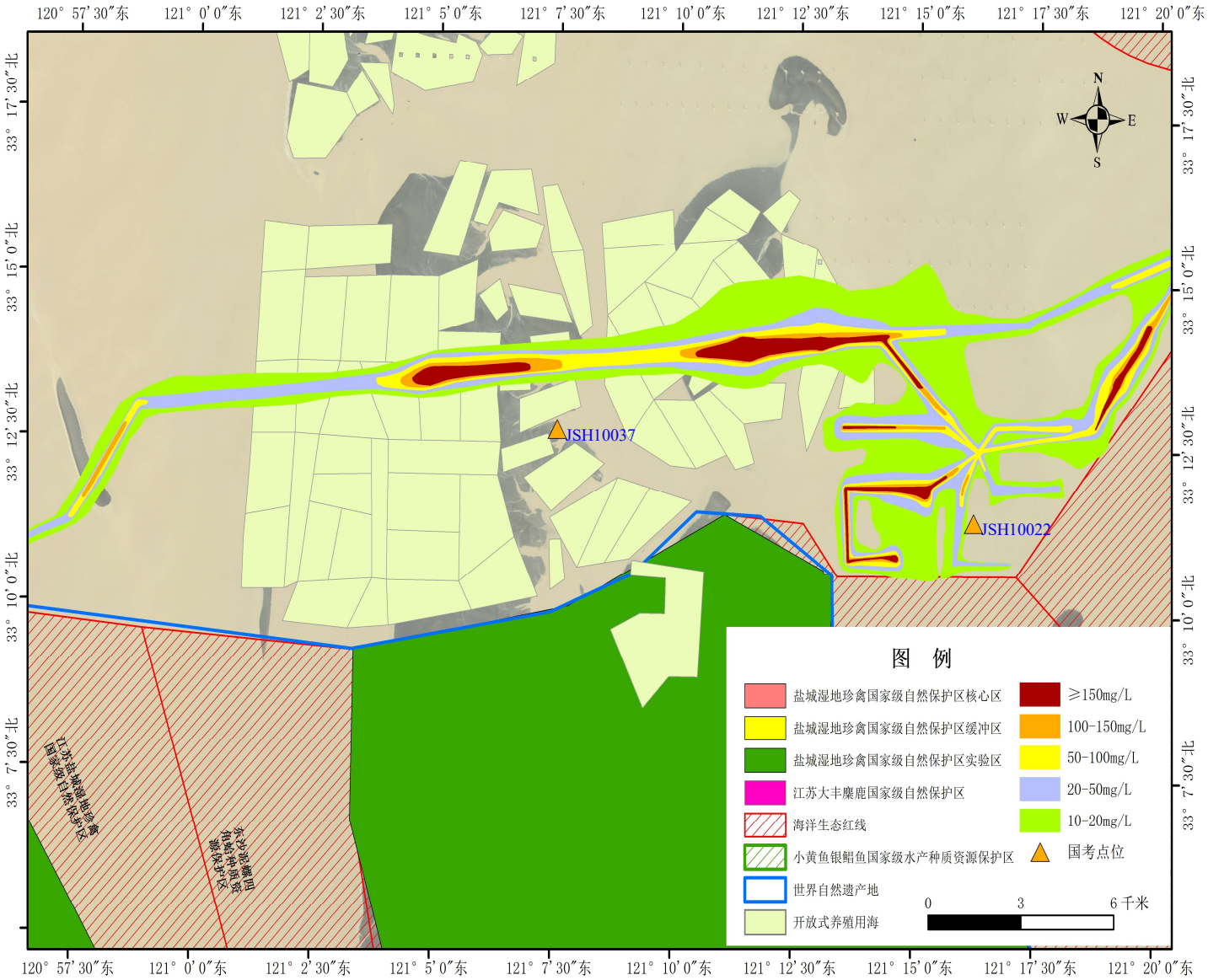

图 7.3-3　悬浮物影响范围与开放性养殖区叠置图

7.3.2 污废水影响分析

7.3.2.1 施工期

（1）生活污水

根据工程施工组织计划，施工期人数平均为 400 人，其中海上风电场及海缆施工平均 380 人，周转区需配备 20 人，港口转运作业主要依托港口公司员工。施工生活污水产生量合计为 34.0m^3/d，主要污染因子为 COD、BOD_5、NH_3-N、TN、TP 和 SS。

施工期海上生活污水，在施工作业船舶上收集后由专业单位接收处理；周转区依托大丰港的冲水厕所和化粪池等环保设施，由港区环卫部门定期清运。生活污水运输过程中应做好密闭措施，确保不发生跑、冒、滴、漏现象，不会对周边海水、地表水体产生不利影响。

（2）施工船舶含油废水

船舶油污水主要是拖轮、船舶及海缆敷设船等产生的机舱油污水，其主要污染因子为石油类，经计算本项目施工船舶油污水平均产生量为 29.70t/d、高峰期产生量为 35.46t/d。根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》和《<73/78 防污公约>2011 年附则修正案》，船舶含油污水禁止排入海域，委托有相应资格的单位接收处理。

建设单位在海上施工单位招标时，应审查其配套船舶油污水接收程序是否健全，并在施工期间监督船舶油污废水的转移，确保施工期间船舶油污废水不外排。

（3）设备冲洗废水

周转区的运输设备、吊机冲洗废水主要污染物为悬浮物、石油类，冲洗集中期废水量共约 1.0m^3/d。周转区依托港口堆场的隔油沉淀池，隔除油污、沉淀泥沙后的上层清水全部回用于周转区抑尘洒水、设备冲洗，不外排，对周边水环境基本不产生污染影响。

因此施工期项目各项污废水均采用收集处理、回用等方式，不直接排入环境水体，对周边的水环境不产生不利影响。

7.3.2.2 营运期

（1）海上生活污水

运行期海上救援平台临时最大安置 18 人，按每次避难 3 天考虑，生污污水产量为 9.2m^3/次。救援平台上配备小型生活污水处理装置、污水集污箱，生活污水经预处理后存于 10m^3 的集污箱中，由运维船舶接收至船上生活污水舱，转交专业单位接收处理。海上平台不设置生活污水排污口，污水转移处理，不会对海水水质产生不利影

响。

（2）船舶机舱油污水

本项目运营期配备 3 艘工作船舶进行运维和养殖作业，船舶油污水产生量按 0.14t/d•艘计，则含油污水产生量为 0.42t/d，贮存于油污水舱内，定期交给专业单位接收处理。

（3）海水淡化装置废水

①H9#海上升压站的海水淡化装置为海上救援平台提供淡水，纯水产水率约 40%。根据的源强核算及水平衡分析结果，装置制取水量为 488m^3/a、产生淡水 162.5m^3/a, 浓盐水和反洗水 325.5m^3/a；

②海上氢储能平台的海水淡化装置为电解制氢提供淡水，纯水产水率约 40%。根据的源强核算及水平衡分析结果，装置制取水量为 300m^3/a、为电解槽蓄水、补充新鲜水 100m^3/a，产生浓盐水和反洗水 200m^3/a。

两套装置的浓盐水和反洗水量合计 525.5m^3/a，委托运维船交专业单位每周接收处理一次，则委托处理水量为 10.1m^3/次。本项目拟在平台下方建设总容积 12m^3 的浓盐水储罐，建设容量满足运维期间的贮存量需求。

7.3.3 小结

（1）根据数模预测结果，整个工程悬浮物浓度增量超过 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L、150mg/L 的影响区域面积分别为 169.31km^2、70.48km^2、26.07km^2、9.76km^2、4.84km^2。

（2）施工悬浮物浓度增量>10mg/L 的范围扩散至东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、中国黄（渤）海候鸟栖息地（一期）自然遗产地四处保护区内，受影响面积分别为 0.05km^2、1.47km^2、1.38km^2、0.13km^2，悬沙影响主要集中在敷缆船周边，为局部的、短期的、可逆的影响，不会造成保护区内的海洋生态环境恶化。

（3）施工期海上作业人员的生活污水、船舶的舱底油污水，在船舶上收集后委托专业单位接收处理；港口周转区生活污水依托港口的污水处理设施，由港区环卫部门定期清运，设备冲洗产生的废水，依托港区的隔油沉淀处理后用于场区和道路洒水，不外排。

（4）营运期海上平台的生活污水经处理后贮存于 10m^3 的集污箱中，由运维船定期清运交给专业单位接收处理；船舶机舱油污水贮存于船内油污水舱，定期交专业单

位接收处理；H9#海上升压站和氢储能平台的海水淡化装置，浓盐水和反洗水排入平台下方储罐中，有运维船定期清运交由专业的船务公司接收处理，不会对周边海水环境产生明显不利影响；网箱网衣冲洗掉的附着藻类等会被周围浮游生物、其他鱼、虾类所摄取，不会对海水环境产生明显不利影响。

7.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

7.4.1 施工期海洋沉积物影响

（1）海缆敷设对沉积物环境的影响

由于海缆敷设施工时开沟犁会引起工程区附近海域沉积物环境的扰动，而本项目所在海域沉积物环境质量良好，且电缆敷设后，仍使用原开挖的沉积物对海缆进行覆盖，海缆敷设对沉积物环境影响不大。

（2）钢管桩打桩对沉积物环境的影响

施工悬浮物泥沙进入水体中，其中颗粒较大的悬浮物泥沙会直接沉降在工程区附近海域，形成新的表层沉积物环境，颗粒较小的悬浮物泥沙会随海流漂移扩散，并最终沉积在工程区周围的海底，将原有表层沉积物覆盖，引起局部海域表层沉积物环境的变化。由于施工期间产生悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物，与影响范围内的沉积物理化学指标基本相同，数量较少且持续时间较短，对沉积物的改变大多是物理性质的改变，对沉积物的化学性质改变不大，对工程区既有的沉积物环境产生的影响甚微，不会引起海域总体沉积物环境质量的变化。

（3）施工船舶污废水及固废对沉积物环境的影响

施工期由于大型施工船舶在工程海域集结，施工船舶将产生生产废水、生活污水和垃圾等，若管理不善，可能发生船舶含油机舱水、生活污水等废水未经处理直接排海，或生活垃圾、废机油等直接弃入海中，将直接污染区域海水水质，进而可能影响区域海域沉积物质量，造成沉积物中的酸碱度、有机污染物、大肠菌群、病原体和石油类等指标超标。因此必须严格做好施工期管理、监理和监测的工作，保护沉积物环境。

本项目施工期生活污水、船舶油污水及垃圾均收集后交专业单位接收处理，不会对附近海域沉积物造成影响。

（4）防冲刷物料理化性质及对沉积物环境的影响

本项目风机、海上平台基础防冲刷采用抛石防护的方式，抛石石块为外购，理化

性质满足设计、施工要求，主要成分为硅酸盐和碳酸钙，对沉积物环境影响较小。

综上所述，本项目施工建设对周边海域海洋沉积物基本无影响。

7.4.2 营运期海洋沉积物影响

（1）风力发电

本项目营运期海上工作人员生活污水、生活垃圾均委托资质单位处理，不排放入海；风电机组和海上平台的基础防冲刷采用抛石防护，抛石石块采用一般石料或混凝土块体，理化性质满足施工方案设计要求，主要成分为天然石料、硅酸盐混凝土，仅对基础周边 16~18m 抛石防护范围内的沉积物产生压覆影响，对桩基用海范围之外的沉积物环境不产生明显不利影响。

（2）海上创新融合项目

海上创新融合项目集中在 H9#海上升压站区域，包括该升压站配套的海水淡化装置、升压站西侧的氢储能平台、升压站东侧的海上救援平台和下方网箱养鱼活动。

①海水淡化装置排水的影响

浓盐水和系统反洗水经平台下方海水中的多孔扩散器、压力排放，主要污染指标为盐度、SS，均为源于海水自身的物质，由于项目淡化装置规模较小，排水经扩散稀释后仅对扩散器附近的表层海水产生轻微影响，不会影响海洋沉积物环境。

②制氢和氢储能装置的影响

制氢、固态储氢和氢燃料电池装置产生的工艺尾气为水蒸气、氧气，工艺装置不向海洋环境排放污染物，不会对海洋沉积物环境产生影响。

③网箱养鱼的影响

本项目在救援平台下方设置一个小型养殖网箱，网箱养殖水面 100m^2、围网水体 550m^3，开展黑鲳鱼、大黄鱼接力养殖。残饵和附着藻类会被周围浮游生物、其他鱼、虾类所摄取，大部分鱼类粪便也将随海水扩散，被水中的微生物分解。

本项目养殖面积仅 100m^2，为规模以下的试验性质养殖，且平台桩基采用抛石防护，抛石工程间接起到了渔礁效应，野生鱼类、底栖生物也会在桩基附近聚集，因此本项目小规模网箱养鱼对海洋沉积物环境的影响很小。

7.4.3 小结

（1）电缆埋设完成后，仍由原沉积物进行覆盖，不产生长期影响；打桩和抛石防护施工，会对海底沉积物的影响较小，不会引起海域总体沉积物环境质量的变化；

同时在防止废水废物违法排海的前提下，项目施工对海洋沉积物基本无影响。

（2）营运期的海上生活污水和生活垃圾均交资质单位接收处理，不排海；小型海水淡化装置的浓盐水、反洗水通过多孔扩散器排海，对排口附近的表层海水产生轻微影响，不会影响海洋沉积物环境；平台下方的小规模网箱养鱼活动，对海洋沉积物环境的影响很小。

7.5 海洋生态影响预测与评价

7.5.1 一般海域的海洋生态损失

本项目 H8-1 风电场有 7 台 8.5MW 风机、7.71km 长的 35kV 海缆位于吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的实验区，风机永久占用实验区海域面积 0.9287hm^2。除此之外，本项目工程设施均不占用保护区。

7.5.1.1 评估方法及取值依据

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），计算海洋生物资源损失。污染物扩散范围内的海洋生物资源损害评估，以某种污染物浓度增量超 GB11607 或 GB3097 中 II 类标准值对海洋生物资源损害计。

（1）占用渔业水域的海洋生物资源量损害评估

适用于因工程建设需要，占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失。各种类生物资源损害评估按以下公式计算：

$$W_i=D_i \times S_i$$

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

D_i——评估区域内第i种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km^2]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km^3]、千克每平方千米（kg/km^2）；

S_i——第i种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km^2）或立方千米（km^3）。

（2）污染物扩散范围内的海洋生物资源损害评估

适用于污染物扩散范围内对海洋生物资源的一次性平均受损量评估。某种污染物浓度增量超 GB11607 或 GB3097 中 II 类标准值（GB11607 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，按以下公式计算：

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

式中：W_i——第i种类生物资源一次性平均损失量，单位为（尾）、个、千克（kg）；

D_{ij}——某一污染物第j类浓度增量区第i种类生物资源密度，单位为尾/平方千米（尾/km^2）、个/平方千米（个/km^2）、千克/平方千米（kg/km^2）；

S_j——某一污染物第j类浓度增量区面积，单位为平方千米（km^2）；

K_{ij}——某一污染物第j类浓度增量区第i种类生物资源损失率（%）；

n——某一污染物浓度增量分区总数。

（3）各生物类型平均生物量取值

江苏省地方标准《海洋生物资源损失评估规范》（DB32/T 4423-2022）中辐射沙脊群海域各生物类群基础生物量（见表 7.5-1a），工程所在海域 2021 年 4 月和 2023 年 11 月海洋现状调查结果（见表 7.5-1b），两者数值略有差异。本次生物量损失选取“规范”和“监测结果平均值”中的较大值作计算基准，见表 7.5-1c。

表 7.5-1(a)　《海洋生物资源损失评估规范》各生物类群基础生物量

海域名称	基础生物量						
	鱼类	甲壳类和头足类	鱼卵	仔稚鱼	浮游动物	大型底栖生物	潮间带底栖生物
	(kg/hm^2)	(kg/hm^2)	(ind/m^3)	(ind/m^3)	(mg/m^3)	(kg/hm^2)	(kg/hm^2)
辐射沙脊群海域	2.82	3.03	0.21	0.19	298.51	111.85	670.46

表 7.5-1(b)　2021 年春季和 2023 年秋季海洋生态环境调查结果

调查时间	平均生物量						
	鱼类	甲壳类和头足类	鱼卵	仔稚鱼	浮游动物	底栖生物	潮间带生物
	(kg/hm^2)	(kg/hm^2)	(ind/m^3)	(ind/m^3)	(mg/m^3)	(kg/hm^2)	(kg/hm^2)
2021年04月	1.4166	2.6989	0.52	0.32	511.6	201.5	620.0
2023年11月	2.8034	0.9977	未采集到	0.04	952.24	50.8	486.7
平均值	2.11	1.85	0.26	0.18	731.92	126.15	553.35

表 7.5-1(c)　保护区外生物损失量计算基准选取值（取表 a 和表 b 中的大值）

平均生物量						
鱼类	甲壳类和头足类	鱼卵	仔稚鱼	浮游动物	底栖生物	潮间带生物
(kg/hm^2)	(kg/hm^2)	(ind/m^3)	(ind/m^3)	(mg/m^3)	(kg/hm^2)	(kg/hm^2)
2.82	3.03	0.26	0.19	731.92	126.15	670.46

7.5.1.2 施工对底栖生物影响分析

（1）对底栖生物的影响分析

本项目的建设对底栖生物最主要的影响是海缆敷设行为毁坏了底栖生物的栖息地，使底栖生物栖息空间受到了影响，并且可直接导致底栖生物死亡。用海范围内的

底质环境完全破坏，除少量活动能力较强的底栖种类能够逃往他处而存活外，大部分底栖生物被掩埋、覆盖而死亡。

本项目海底电缆敷设深度为泥面以下2~3m，风电场海底电缆敷设影响主要为电缆沟开挖对底栖生物和潮间带生物的损害，以及电缆沟开挖时海底泥沙再悬浮对海洋生物的影响。根据悬浮物扩散模拟计算结果：电缆沟槽施工期悬浮物增量值大于20mg/L的最大可能影响面积为70.48km²，大于10mg/L的最大可能影响面积为169.31km²。但这一影响是暂时的，可逆的，电缆敷设结束后，悬浮物浓度会在数小时内（和海流流速、泥沙沉降特性等有关）衰减至10mg/L以下。

由于工程施工是短期性的，对底栖生物和潮间带生物造成的影响是暂时的、局部的、可逆的，随着工程施工的结束，影响随即消除。

（2）底栖生物损失计算

本项目 H8-1#、H9#和 H15#工程 35kV 海缆均位于 6m 水深以深，H17#工程 35kV 海缆 17.87km 位于 6m 水深以深，合计水深大于 6m 的 35kV 海缆长度 154.6km；220kV 海缆位于 6m 水深以深的有 116.57km。综上，本项目海缆位于 6m 水深以深的长度总计 271.17km，扣减掉 H8-1#保护区内的 7.71km 长 35kV 海缆后，保护区之外海缆长度总计 263.46km。

6m 水深以下的海缆采用射水式挖沟犁施工，开沟宽度为 0.5m，考虑到挖沟犁在作业过程中会扰动底泥造成泥沙悬浮，悬浮的泥沙在重力作用下回落覆盖原有底栖生物生境，对于部分活动能力较弱的底栖生物可能造成损害，因此将 3m 作为开沟作业对底栖生物的影响宽度；临时影响范围约 79.037hm²。在该范围内的底栖生态环境全部被破坏，栖息于这一范围内的底栖动物将全部丧失。

根据施工进度安排，总施工期为 18 个月，临时影响按一次影响计，施工期临时占用年限低于 3 年的按 3 年补偿。本项目施工将引起底栖生物损失量为 9.971t，按 3 年进行计算则工程施工期底栖生物损失总量为 29.91t。底栖生物资源价值参考当地市场平均价格，按 3 万元/t 计算，则造成的底栖生物损失的补偿金额为 89.73 万元，具体见表 7.5-2。

表 7.5-2　保护区外底栖生物损失量一览表估算

破坏性质	影响面积(hm²)	平均生物量（kg/hm²）	生物损失量(t)	影响年限(a)	累计损失量(t)	累计经济损失(万元)
临时影响	79.037	126.15	9.971	3	29.91	89.73

7.5.1.3 施工对潮间带生物影响分析

本项目 35kV 海缆位于 6m 水深以浅海域的是 H17#风电场的 14.96km 海缆，220kV 海缆位于 6m 水深以浅的共 73.76km，总计 88.72km。6m 以浅海缆采用两栖挖掘机和射水开沟犁施工，影响宽度按照 3m 考虑，影响范围为 26.62hm^2。工程施工将引起的潮间带生物损失量约 17.848t，按 3 年进行估算，工程潮间带生物补偿总量约为 53.543t。按 3 万元/t 计算，则造成的潮间带生物损失的补偿金额为 160.65 万元，具体见表 7.5-3。

表 7.5-3　保护区外海缆开挖潮间带底栖生物损失估算

破坏性质	影响面积 (hm²)	平均生物量（kg/hm²）	生物损失量 (t)	影响年限 (a)	累计损失量 (t)	累计经济损失 (万元)
临时影响	26.62	670.46	17.848	3	53.543	160.65

7.5.1.4 施工悬浮泥沙扩散对海洋生物的影响

在本项目风电场建设过程中，风机、升压站基础施工及海缆沟开挖引起海水水质中悬浮泥沙增加。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≤10mg/L，悬浮物浓度增量大于10mg/L，可能对鱼类生长造成影响。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。

悬浮物浓度的增高将造成鱼卵和仔鱼造成的损失，损失的程度取决于悬浮物污染的程度。根据数模预测结果，在整个施工周期内悬浮物的影响面积较大，悬沙浓度增量>100mg/L、50~100mg/L、10~50mg/L 的最大海域面积分别为 9.76km^2、16.31km^2、143.24km^2。扣减掉“吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区”内悬浮物浓度增量 10~50mg 的 1.47km^2 后，悬沙浓度增量>100mg/L、50~100mg/L、10~50mg/L 的最大海域面积分别为 9.76km^2、16.31km^2、141.77km^2。

①生物损失率

参照农业部颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中关于污染物对各类生物损失率（见表 7.5-4），本报告中悬浮泥沙扩散浓度为 10~50mg/L、50~100mg/L、>100mg/L 的影响水域中鱼卵仔鱼损失率分别取 5%、30%和 50%；成体损失率分别取 1%、10%和 20%；浮游动物损失率分别取 10%、30%和 50%。

表 7.5-4　污染物对各类生物损失率

污染物i的超标倍数（Bi）	各类生物损失率（%）			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物

Bi≤1倍	5	＜1	5	5
1<Bi≤4倍	5～30	1～10	10～30	10～30
4<Bi≤9倍	30～50	10～20	30～50	30～50
Bi≥9倍	≥50	≥20	≥50	≥50

注：
1、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，以超标准倍数最大的污染物为评价依据。
2、损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。
3、本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。
4、本表对pH、溶解氧参数不适用。

②生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）

a、各类工程施工对海洋生态系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的补偿年限均按不低于 20 年计算；

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

c、一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍；

d、持续性生物资源损害的补偿分 3 种情形，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限为 3 年～20 年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间 20 年以上的，补偿计算时间不应低于 20 年。

③海洋生物资源损失量估算

依照风电场实测水深和海底电缆所在海域水深资料，悬浮物影响范围平均水深按 10m 计算。生物资源经济价值参考当地市场平均价格，底栖生物平均价格均按 3 万元/t 进行估算；鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，幼鱼价格参照江苏省养殖场单价，按 0.5 元/尾进行估算；根据营养级与生态效率的转化关系，按生物学的十分之一定律，将浮游动物总生物量转化为低级游泳动物。鱼类成体、低级游泳动物、甲壳类和头足类成体按 3 万元/t 进行估算。

经计算可知，悬沙扩散造成保护区之外的渔业资源损失的补偿金额为 490.13 万元。施工悬沙造成的渔业资源损失量计算过程见表 7.5-5。

表 7.5-5　保护区外悬浮物对海洋生物资源损失估算表

资源密度 ind./m³	水深 m	悬浮物扩散面积 km²	损失率	成活率	损失量 ind.	单价 (元/尾)	补偿金额 (万元)

鱼卵	0.26	10	10~50mg/L	141.77	5%	1%	184301	0.5	9.22
			50~100mg/L	16.31	30%	1%	127218	0.5	6.36
			>100mg/L	9.76	50%	1%	126880	0.5	6.34
仔稚鱼	0.19	10	10~50mg/L	141.77	5%	5%	673408	0.5	33.67
			50~100mg/L	16.31	30%	5%	464835	0.5	23.24
			>100mg/L	9.76	50%	5%	463600	0.5	23.18
资源密度 mg/m^3		水深 m	悬浮物扩散面积 km^2		损失率	成活率	损失量 kg	单价 (万元/t)	补偿金额（万元）
浮游动物	731.92	10	10~50mg/L	141.77	10%	/	10376.4	3.0	31.13
			50~100mg/L	16.31	30%	/	3581.3	3.0	10.74
			>100mg/L	9.76	50%	/	3571.8	3.0	10.72
资源密度 kg/hm^2			悬浮物扩散面积 km^2		损失率	成活率	损失量 kg	单价 (万元/t)	补偿金额（万元）
鱼类	2.82		10~50mg/L	141.77	1%	/	399.7914	3.0	1.20
			50~100mg/L	16.31	10%	/	459.942	3.0	1.38
			>100mg/L	9.76	20%	/	550.464	3.0	1.65
甲壳类、头足类	3.03		10~50mg/L	141.77	1%	/	429.5631	3.0	1.29
			50~100mg/L	16.31	10%	/	494.193	3.0	1.48
			>100mg/L	9.76	20%	/	591.456	3.0	1.77
合计			鱼卵				438399 尾	0.5 元/尾	21.92
			仔稚鱼				1601843 尾	0.5 元/尾	80.09
			浮游动物				8579kg	3.0	52.59
			鱼类				1410kg	3.0	4.23
			甲壳类和头足类				1515kg	3.0	4.55
			一次性生物资源损害额						163.38
总计			**一次性损害额的 3 倍**						**490.13**

7.5.1.5 运营期永久占用损失计算

（1）风机基础和海上平台永久占用

本项目全部风电机组桩基及其防护设施占用潮间带海域面积 1.3854hm^2，占用浅海海域面积 14.2605hm^2，扣减掉“吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区”内永久占用的 0.9287hm^2 后，占用潮间带海域面积 1.3854hm^2，占用浅海海域面积 13.3318hm^2。

3 座海上升压站桩基础分别采用直径 2.2~2.3m 的钢管桩，每个升压站布置 4 根钢管桩，升压站基础永久占用海域面积 0.0050hm^2。救援平台基础采用 4 根直径 1.6m 的钢管桩，氢储能平台基础采用 4 根直径 2.2m 的钢管桩，永久性占用海域面积合计 0.0073hm^2。H8-1#和 H17#海上升压站平面最大尺寸为 42×39m、H9#海上升压站平面最大尺寸为 67×61.8m、救援平台尺度为 25×19m、氢储能平台尺度 26.3×33.3m，用

海域面积为 0.7129hm^2。

（2）集控中心和围垦区电缆沟永久占用

本项目海缆过堤后进入围垦区域，采用电缆沟形式敷设至集控中心，由于围垦区建设较早、已经成陆，上述建设占用海域按照实际占用面积核算潮间带生物损失。

集控中心为透水构筑物、采用架空的桩基础搭建场站平台，集控中心及其进站引桥，新增实际占用面积 2.5899hm^2。

（3）海中电缆交越处混凝土联锁排

本项目 220kV 送出海缆在海中有 2 处与其他风电场海缆的交越处，分别为三峡 H8-2#风电场海缆、龙源 H12#风电场海缆，详见 3.4.3.4 节。交越处采用压覆混凝土联锁排进行不同海缆间的隔离保护，压覆范围为每个交越点海缆轴线两侧各 4.5m，长 50m。

则与三峡 H8-2#风电场海缆交越处，单回海缆联锁排压覆面积为 4.5×2×50=0.045hm^2；与龙源 H12#风电场海缆交越处，三回海缆联锁排压覆面积为 3×4.5×2×50=0.135hm^2。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），项目占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年计，则生物资源价值按 3 万元/t 计算，工程造成底栖生物和潮间带生物的累计损失量为 95.47t，工程运行期永久占压生物的经济损失 286.40 万元。

表 7.5-6　营运期永久占用生物损失量一览表

破坏性质	项目	类别	影响面积(hm^2)	平均生物量(kg/hm^2)	年生物损失量(t)	影响年限(a)	累计损失量(t)	累计经济损失(万元)
永久压占	风机基础及防护	底栖生境	13.3318	126.15	1.682	20	33.64	100.91
		潮间带生境	1.3854	670.46	0.929		18.58	55.73
	海上平台	底栖生境	0.7202	126.15	0.091		1.82	5.45
	集控中心及进站引桥、电缆沟	潮间带生境	2.9466	670.46	1.976		39.51	118.53
	海缆交越联锁排	底栖生境	0.045	126.15	0.006		0.11	0.40
		潮间带生境	0.135	670.46	0.091		1.81	5.43
合计			**18.564**	/	**4.773**	/	**95.47**	**286.40**

7.5.1.6 运营期抽取海水的损失计算

工程海域鱼卵平均密度为 0.26ind/m^3，仔鱼平均密度为 0.19ind/m^3。鱼卵、仔鱼出现期为 6 个月，出现率 50%。根据工程水平衡分析，海上平台全年取水量约 788m^3，则营运期每年对鱼卵、仔鱼造成的损失量计算如下：

鱼卵损失：0.26ind/m^3×788m^3×50%=103 粒/年

仔鱼损失：0.19ind/m^3×788m^3×50%=75 尾/年

浮游动物损失：358.2mg/m^3×788m^3=0.28 千克/年

鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，幼鱼价格参照江苏省养殖场单价，按 0.5 元/尾进行估算；浮游动物按渔业资源价格 3 万元/t 进行估算。本项目取水活动造成渔业资源损失为 10.79 元/a。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），持续性损害补偿为一次性损害额的 20 倍。本项目营运期造成渔业资源损失为 0.03 万元。

综上所述，本项目对一般海域（吕泗渔场水产种质资源保护区之外）的生态损失补偿金共计 1026.94 万元。

7.5.2 吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的海洋生态损失

7.5.2.1 评估方法及取值依据

本项目 H8-1 风电场有 7 台 8.5MW 风机、7.71km 长的 35kV 海缆位于水产种质资源保护区的实验区，风机永久占用实验区海域面积 0.9287hm^2。

根据《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》（中国水产科学研究院东海水产研究所，2023 年 9 月），保护区内生物量是以 2022 年 6 月、9 月保护区内网格点的渔业资源调查结果为基准，另外该报告采用 27 年作为永久占用累计损失年限。

相较一般海域的生态损失计算依据《海洋生物资源损失评估规范（DB32／T 4423-2022）》《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T 9110-2007）》，《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》的损失量基准、计算年限均偏大，计算结果更为保守。因此占用保护区的生态损失和补偿金，引用该专题论证报告内容。

7.5.2.2 施工期的生态损失

（1）对底栖生物的影响

保护区内 7 台风机基础及其防冲刷设施、7.71km 的 35kV 海缆施工共造成一次性

生态损失 1.0517t。

表 7.5-7　保护区内施工期底栖生物损失量

项目	破坏性质	影响面积(hm^2)	平均生物量(kg/hm^2)	损失量(t)
单桩基础防冲刷设施	临时占用	2.7860	201.5	0.5614
定位架辅助桩	临时占用	0.0420		0.0085
自升式船舶桩腿	临时占用	0.0784		0.0158
35kV 海缆	临时占用	2.3130		0.4661
小计				1.0517

（2）施工悬浮泥沙扩散的影响

保护区电缆铺设施工悬浮物浓度在 10~50mg/L 水域面积为 1.47km^2，鉴于工程所在的吕泗渔场小黄鱼银鲳国家水产种质资源保护区属于敏感区域，对鱼卵、仔稚鱼损失评估依照悬浮物扩散浓度 10~50mg/L 均取损失率为 30%；对鱼类、虾类、蟹类和头足类幼体损失评估依照悬浮物扩散浓度 10~50mg/L 取损失率为 15%；对鱼类、甲壳类和头足类成体损失评估依照悬浮物扩散浓度 10~50mg/L 取损失率为 10%。

表 7.5-8　保护区内悬浮物对海洋生物资源损失估算表

生物资源	影响面积（km^2）		水深（m）	损失率（%）	生物量	损失量
鱼卵	10~50mg/L	1.47	15.3	30	0.853ind/m^3	5755447 粒
仔稚鱼	10~50mg/L	1.47	15.3	30	0.459ind/m^3	3097011 尾
鱼类幼体	10~50mg/L	1.47	/	15	335557ind/km^2	73990 尾
虾类幼体	10~50mg/L	1.47	/	15	57774ind/km^2	12739 尾
蟹类幼体	10~50mg/L	1.47	/	15	8615nd/km^2	1900 尾
头足类幼体	10~50mg/L	1.47	/	15	3650ind/km^2	805 尾
鱼类成体	10~50mg/L	1.47	/	10	2766.57kg/km^2	0.4067t
甲壳类成体	10~50mg/L	1.47	/	10	137.50 kg/km^2	0.0202t
头足类成体	10~50mg/L	1.47	/	10	27.69 kg/km^2	0.0041t

7.5.2.3 运营期的生态损失

（1）永久占用对底栖生物的影响

表 7.5-9　保护区内运营期底栖生物损失量

项目	破坏性质	影响面积(hm^2)	生物量(kg/hm^2)	损失量(t)
单桩基础防冲刷设施	永久占用	0.9287	201.5	0.1871

（2）永久占用对渔业资源的影响

表 7.5-10　保护区内运营期渔业资源生物损失量

生物资源	破坏性质	影响面积(km^2)	生物量	损失量
鱼类幼体	永久占用	0.9287	335557ind/km^2	3116 尾
虾类幼体	永久占用		57774ind/km^2	537 尾
蟹类幼体	永久占用		8615nd/km^2	80 尾

头足类幼体	永久占用		3650ind/km^2	34 尾
鱼类成体	永久占用		2766.57kg/km^2	0.0257t
甲壳类成体	永久占用		137.50 kg/km^2	0.0013t
头足类成体	永久占用		27.69 kg/km^2	0.0003t

7.5.2.4 保护区内海洋生态损失合计

施工期因风机基础及其防冲刷设施施工、风机安装和 35kV 海缆开挖造成底栖生物损失 9.4662 万元、因悬浮物扩散造成渔业资源损失 136.3377 万元，损失额小计 145.8039 万元。营运期因风机基础及其防冲刷设施永久占用底栖生境造成底栖生物损失 15.1551 万元、挤压渔业资源生境造成渔业资源损失 16.1895 万元，损失额小计 31.3446 万元。

工程建设造成吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区海洋生物损失经济价值约 177.15 万元，详见表 7.5-11。

根据《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》，该补偿金用于在保护区开展本地区鱼类、甲壳类等经济物种的增殖放流，初步建议放流物种为大黄鱼、曼氏无针乌贼和三疣梭子蟹。这三种放流物种的营养级指数涵括了高、中、低三个水平，且苗种繁育均处于可稳定量产水平。

综上，项目海缆施工临时占用、施工悬沙扩散临时影响，风机、海上平台桩基基础及防护永久占用、集控中心和围堤内电缆沟永久占用、海上平台取用海水，共计造成的海洋生态损失折算成经济损金额约为 1204.1 万元。

表 7.5-11　保护区内施工期海洋生物资源损失估算表

时期	项目	生物资源		折算成商品鱼苗的存活率（%）	按生长至成体重量（kg/尾）	单价	补偿倍率	损失量	金额（万元）	计算公式
施工期	单桩基础防冲刷设施	底栖生物		/	/	3 万元/t	3	0.5614t	5.0526	损失量×单价×补偿倍率
	定位架辅助桩			/	/	3 万元/t		0.0085t	0.0765	
	自升式船舶桩腿			/	/	3 万元/t		0.0158t	0.1422	
	35 kV 海缆			/	/	3 万元/t		0.4661t	4.1949	
	小计			/	/	/		/	9.4662	/
	悬浮物	渔业资源	鱼卵	1	/	1.5 元/尾		5755447 粒	25.8995	损失量×存活率×单价×补偿倍率
			仔稚鱼	5	/	1.5 元/尾		3097011 尾	69.6827	
			鱼类幼体	/	/	1.5 元/尾		73990 尾	33.2955	损失量×单价×补偿倍率
			虾类幼体	/	0.01	3 万元/t		12739 尾	1.1465	损失量×每尾长至成体的重量×单价×补偿倍率
			蟹类幼体	/	0.1	3 万元/t		1900 尾	1.7100	
			头足类幼体	/	0.1	3 万元/t		805 尾	0.7245	
			鱼类成体	/	/	3 万元/t		0.4067t	3.6603	损失量×单价×补偿倍率
			甲壳类成体	/	/	3 万元/t		0.0202t	0.1818	
			头足类成体	/	/	3 万元/t		0.0041t	0.0369	
	小计			/	/	/		/	136.3377	/
	施工期合计						/	/	145.8039	以上各损失总和
运营期	单桩基础及其防冲刷设施	底栖生物		/	/	3 万元/t	27	0.1871t	15.1551	损失量×单价×补偿倍率
		小计		/	/	/		/	15.1551	/
		渔业资源	鱼类幼体	/	/	1.5 元/尾		3116 尾	12.6198	损失量×单价×补偿倍率
			虾类幼体	/	0.01	3 万元/t		537 尾	0.4350	损失量×每尾长至成体的重量×单价×补偿倍率
			蟹类幼体	/	0.1	3 万元/t		80 尾	0.6480	
			头足类幼体	/	0.1	3 万元/t		34 尾	0.2754	

			鱼类成体	/	/	3 万元/t		0.0257t	2.0817	损失量×单价×补偿倍率
			甲壳类成体	/	/	3 万元/t		0.0013t	0.1053	
			头足类成体	/	/	3 万元/t		0.0003t	0.0243	
		小计		/	/	/		/	16.1895	/
		运营期合计					/	/	31.3446	以上各损失总和
总计									**177.1485**	

7.5.3 其他海洋生态环境的影响分析

7.5.3.1 对海洋生态系统服务功能的影响分析

海上风电场项目建设对海洋生态和渔业的影响最终体现在造成部分生态系统服务功能的破坏或丧失。海洋生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。项目建设所在海域的生态系统服务功能可划分为物种栖息地、养殖生产、污染净化、生物多样性维持等 4 个方面的主导功能。

（1）物种栖息地

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

（2）渔业资源及渔业生产

根据《海上风电开发建设管理办法》（国能新能〔2016〕394 号）规定，单个风电机组塔架用海面积按塔架中心点至基础外缘线点再向外扩 50m 为半径的圆形区域计算；海底电缆用海面积按电缆外缘向两侧各外扩 10m 宽为界计算。在此范围内，不允许捕捞，挖泥等生产作业。由此可见，在风电场营运期时段，渔业生产作业范围缩小。

考虑到本项目风机基础实际占用海域面积较小，且风电场不占用养殖区水域，送出海缆占用部分养殖区域，但所占比例较小，影响不大，对养殖区产生分割作用，但养殖区均为开放性养殖，相关界限仅存在于产权系统中，且海缆用海宽度仅为两侧 10m 范围，因此海缆穿越开放性养殖区不会对海域整体养殖活动带来严重干扰，产生减少养殖面积的不利影响。

风电场风机桩基的存在，增加了海底的粗糙度，造成紊流的出现，起到人工鱼礁的作用。虽然其建设理论上影响所在水域的捕捞作业，但从工程区域以航行为主、捕捞为辅，且从形成人工鱼礁的角度来看，一定程度上有利于鱼类的繁殖和生长，对渔业资源的影响更可能产生正面效应。

（3）污染物净化

海洋是一个巨大的净化器，对入海污染物具有一定的稀释、扩散、氧化、还原和降解的综合能力。项目建设施工期使海域悬浮泥沙增加，光合作用减弱，对污染物净化功能会产生一定影响，但影响时间短暂、可逆的，随着施工结束而消失。在营运期，项目实施不会明显改变海域的潮流场特征，同时也不会改变海域污染物负荷，不会产

生悬浮物，因此也不会对海域污染物净化功能造成明显改变。

（4）生物多样性维持

生物多样性主要考虑物种多样性维持、生态系统多样性维持。根据海洋生态环境现状调查结果，工程海域春秋季调查出的浮游动植物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物为常见种类，未调查到珍稀海洋动植物。本项目场址范围主要为近海海域，场区内种类组成与场区周边海域种类基本相同。本工程施工主要涉及风电场区域，影响面积较小，施工期间的悬浮物会造成浮游动植物、潮间带生物、底栖生物和鱼卵仔鱼一定的损失，运行期风机噪声影响较为有限。因此，工程建设对当地海洋生物多样性、海洋生态系统多样性维持不会产生明显的影响。

7.5.3.2 对主要经济鱼类“三场一通道”的影响分析

根据 6.6.4 节“三场一通道”分析内容，本项目风电场群距带鱼、三疣梭子蟹的“三场一通道”距离超过 50km；H15#风电场距银鲳产卵场约 5km，工程不占用银鲳的产卵洄游通道、越冬洄游通道；H8-1#风电场位于小黄鱼育幼场西侧、最近距离约 6.3km，H15#风电场位于小黄鱼不同产卵场之间的洄游通道上。

与本项目距离较近主要经济鱼类三场一通道为小黄鱼、银鲳。小黄鱼的产卵盛期是 4~5 月，6 月产卵后的小黄鱼幼鱼在外侧索饵，7 月和 8 月随着个体长大，索饵鱼群向禁渔线外侧洄游；银鲳的产卵盛期 5~6 月（江苏海域种群），产卵后在附近索饵育肥，秋末随着水温下降，鱼群向禁渔线外侧洄游。

（1）施工期对主要经济鱼类“三场一通道”的影响

在施工期，工程对产卵场、索饵场和洄游通道的影响是负面的，主要是打桩和电缆铺设产生的增量悬沙，风机打桩形成的噪声。

根据 7.3 节悬浮物影响预测，整个工程施工期悬沙浓度增量大于 100mg/L、50mg/L、20mg/L、10mg/L 的最大海域面积分别为 9.76km^2、26.07km^2、70.48km^2、169.31km^2。施工期悬浮物扩散影响范围主要分布在风电场区周围，一般海域的悬沙扩散最远影响距离约 2.0km，受项目施工悬沙影响的主要有小黄鱼产卵洄游通道，其余如带鱼、三疣梭子蟹、银鲳等经济物种的三场一通道在悬沙影响范围之外。

打桩和电缆铺设时产生大量的悬浮物可引起水体悬浮物浓度增加，降低水体透光率，影响水中浮游植物生长，造成初级生产力下降。从食物链的角度看，这将影响食物链的传递，最终导致水域可利用生物资源量下降。一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物受到的影响忽略不计。当悬浮物的浓度增加量在

10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响。而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，浮游植物基本上无法生存。但由于工程是短期性的，悬沙对初级生产力造成的影响是暂时的，可逆的，随着工程结束，影响消失。此外，悬浮物颗粒还给渔业资源造成损害，在悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的水域范围内，成鱼可以回避，幼体由于缺乏足够的游泳能力将出现部分死亡，鱼卵、仔鱼将因高浓度的含沙量而发生死亡。

根据 7.6 节水下噪声影响评价结果，打桩施工确立在距离桩基警告区域为 196m 范围内为（质量大于等于 2 克的鱼体产生伤害）、287m（质量小于等于 2 克的鱼体产生伤害）。当海域中有石首鱼科大黄鱼幼鱼时，根据实际海域环境，鱼类可以游开远离噪声干扰区，以 150dB 为对大黄鱼幼鱼产生伤害影响的阈值，可算出单桩基础打桩下，与施工风机的相应最大距离为 6813m。

综上所述，项目施工期悬浮泥沙会对小黄鱼产卵洄游通道产生不利影响，风机打桩噪声影响将对小黄鱼、银鲳的产卵产生影响。建议建设单位合理规划施工组织，①H8-1#风电场的施工建设，应避开 4 月下旬~7 月 1 日吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的特别保护期；②H15#风电场的施工建设，应避开 4 月下旬~7 月 1 日的小黄鱼、银鲳产卵盛期，避免施工对重要渔业资源的影响；③在施工打桩时采用软启动方式，尽量采用液压锤，在此基础上鱼类将得以驱赶，将施工对渔业资源的影响降至最低。

（2）营运期对主要经济鱼类“三场一通道”的影响

在营运期，工程对产卵场、索饵场和洄游通道的影响有两个方面，首先是改变渔场地形环境，一方面形成对渔场水域的占用，另一方面，风机管桩存在，增加了海底的粗糙度，造成紊流的出现，起到人工鱼礁的作用，有利于渔业资源的繁殖和生长，对渔业资源的保护和发展是有益的。

一般认为，空中噪声和水下噪声位于两个介质，空中噪声难以对鱼类、贝类、蟹类和虾类有明显影响。根据类比分析结果，海上风电场运行噪声主要受海风、海浪声影响较大，受风机转动影响较小。

本项目 H8-1#风电场有 7 台风机位于“吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区”内，类比分析周边风电场营运期水下噪声实测数据，以及，风机水下低频噪声主要集中在基础周边、集中在海水表层，对海域整体水下声环境影响不大。另外，根据农业农村部渔业渔政管理局审查获批的《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风

电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》，H8-1#风电场占用保护区实验区的主要影响为永久占用、施工期打桩噪声、海缆敷设悬浮物的影响，风电场营运期水下噪声对鱼类产生的不利影响较有限。

7.5.4 小结

（1）施工期影响

施工扰动在一定程度上损害了海洋生物的生境，造成区域海洋底栖生物、潮间带生物和渔业资源的损失，另外施工悬沙扩散也会造成海洋生产力的短期内下降，又间接影响了底栖动物、潮间带生物和渔业资源。经过测算，项目施工共造成海洋生物损失 1204.1 万元（包含保护区内损失 177.15 万元、保护区外损失 1026.94 万元）。建设单位应通过增殖放流、占用湿地的异地修复、海洋生态环境监测等生态修复与补偿措施，弥补工程对海洋生物资源的影响。

（2）营运期影响

项目建成运行后对所在海域的生物类型、数量、组成等不会发生明显影响，但风机基础、升压站等工程会造成少量底栖生物、潮间带生物生境的永久丧失，永久损失面积为 19.4927hm^2。建设单位通过增殖放流、湿地异地修复、岸滩垃圾清理、鸟类持续监测等方式，弥补对海洋生物资源的影响。

（3）对海洋生态系统服务功能的影响

风电场项目建设施工期会对该区域的水生动物栖息、觅食产生一定的干扰，滩涂段海缆施工时对鸟类觅食产生干扰；项目建设施工期使海域悬浮泥沙增加，光合作用减弱，对污染物净化功能会产生一定影响，但影响时间短暂。工程建设不会对海域污染物净化功能造成明显改变，对当地海洋生物多样性、海洋生态系统多样性维持不会产生明显的影响。

（4）对主要经济鱼类三场和洄游通道的影响

本项目 H8-1#风电场位于小黄鱼育幼场西侧、最近距离约 6.3km；H15#风电场群距银鲳产卵场约 5km，不占用银鲳的产卵洄游通道、越冬洄游通道；H15#风电场位于小黄鱼不同产卵场之间的洄游通道上。

建设单位应合理规划施工组织：①H8-1#风电场的施工建设，应避开 4 月下旬~7 月 1 日吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的特别保护期；②H15#风电场的施工建设，应避开 4 月下旬~~7 月 1 日的小黄鱼、银鲳产卵盛期；③在施工打桩时采用软启动方式，尽量采用液压锤，在此基础上鱼类将得以驱赶，将施工对渔业资源

的影响降至最低。

7.6 水下噪声影响预测与评价

本节引用《三峡能源江苏大丰 80 万千瓦海上风电项目水下噪声及电磁环境对海洋动物影响专题报告》，该专题报告于 2022 年 6 月通过了专家评审，并根据专家意见进行了修改完善。本节报告在该专题报告的基础上，补充了盐城地区已建风电场的跟踪监测数据，进行类比影响分析。

7.6.1 施工期水下噪声对海洋动物的影响

7.6.1.1 打桩施工水下噪声预测

（1）模式计算法

1）预测模式

水下冲击打桩的噪声传播路径如图 7.6-1 所示。图中路径 1 为海面反射路径，撞锤冲击桩体产生的噪声经过海面反射后传至噪声接收端；路径 2 为水下直达路径，桩体产生的噪声通过该路径直接传至接收端；路径 3 为海底反射路径，噪声经过海底反射后传至接收端；路径 4 为海底传播路径，撞锤冲击桩体对海底施加冲击力产生压缩波和切变波在海底传播，其中部分噪声能量将传入水中。水下振动打桩的噪声传播路径与冲击打桩类似(J.Nedwell,D.Howell,2004)。

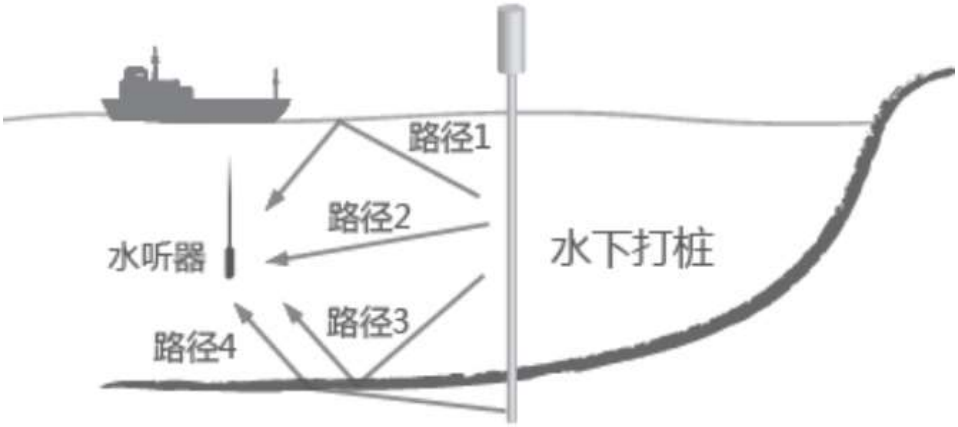

图 7.6-1　水下冲击打桩的噪声传播路径

根据参考国外文献资料，估算其打桩施工时的影响范围。采用的声衰减计算公式为：

$$TL=Flog(D/R) \qquad (7.6\text{-}1)$$

式中：TL 为传播损失，为声源级减去目标声级值（即保护阈值）的差，单位为 dB；

D 为目标声级值所在的位置与声源的距离，单位为 m；

R 为计算传播损失时的参考距离，根据声源级计算点与声源本身的距离而定；

F 是衰减因子，其值会随着海况（如水深、底质状况、海面宽阔程度）和打桩的工程参量（如桩的类型材质、以及桩机功率）而变化。衰减因子 F 依据施工海域水深较浅，声传播衰减较大，一般的数值在 10~30 之间，基于大连庄河 III 海上风电场打桩施工的监测结果，本项目评估中的扩展系数 F 取 24，该衰减因子适用于浅海声传播的较近距离的球面扩展损失。

2）预测结果

由于施工打桩作业中产生的水下噪声具有不连续，持续时间较短，无多声源叠加等特点。本项目风机打桩源强以 242dB 来计算，通过上述公式计算打桩施工时的影响范围，可算出在保护阈值为 206dB（所有鱼类）、187dB（对质量大于等于 2 克的鱼体，累积暴露级）、183dB（对质量小于等于 2 克的鱼体，累积暴露级）和 150dB（石首鱼科幼鱼）时，单个风机桩基在撞击式施工时所对应的影响距离。见下表 7.6-1。

表 7.6-1　水下噪声对海洋生物安全距离

声源级保护阈值	风机单桩基础施工（242dB）	海上升压站基础施工（216dB）
206（适用于所有鱼类）	32m	10m
187（对质量大于等于2克的鱼体）	196m	18m
183（对质量小于等于2克的鱼体）	287m	27m
150dB（石首鱼科幼鱼）	6813m	741m

可见单桩基础打桩，以 150dB 对石首科幼鱼产生伤害的阈值计算，与施工风机的相应最大的安全距离为 6813m。根据实际海域环境，在采用“软启动”打桩施工的情况下，鱼类可以在初期低功率锤击阶段游离噪声干扰区，以减缓打桩产生的伤害阈值影响。

（2）类比分析法

1）类比对象

类比工程的环境影响一般用于对拟建工程环境影响预测评价的补充分析说明，或用于不便采用模型技术预测的情况。类比分析的影响因子也具有可选性，根据工程和环境的相似程度，可以类比源强、直接或间接环境影响、长期或短期环境影响、特定环境要素的环境影响以及预测模型需要引用的参数等。

2）类比预测结果

①华能射阳 H1#30 万千瓦海上风电项目水下噪声

中国海洋大学化学化工学院于 2020 年 1 月 16 日对华能射阳 H1#海上风电项目开展的施工期水下噪声监测，点位和监测结果如下。

施工高峰期不同水深处水下海洋环境噪声全频段累积声压级在 117.3dB~126.8dB (20Hz~20kHz)之间，峰值声压级在 151.8dB~169.6dB 之间，各水深全频段累积声压值的平均值约为 163dB。随着距离的增加，海表附近的 1/3 倍频声压级随之减小，基本满足几何扩展衰减规律，水深较深处的各站位 1/3 倍频声压级变化不大，呈微小起伏特征。测量期间的工程活动噪声影响范围主要在 250Hz~800Hz 之间，但声压级小于 118dB，而普通经济鱼类如小黄鱼等的听力敏感范围主要在 600Hz~800Hz 之间，非脉冲式噪声的听力损害阈值约为 120dBRMS，测量期间的工程活动噪声对周边水下生物的声环境影响较小。

表 7.6-2(a)　华能射阳 H1#施工期水下噪声数据统计结果　　单位：dB(A)/1μPa

站位序号	测量深度	峰值声压级	全频带累积百分声级 L10	全频带累积百分声级 L50	全频带累积百分声级 L90	全频带累积声压级	
						不同深度	各站位深度上的平均值
Z1	1m	168.2	148.2	143.7	43.9	129.8	127.6
	5m	162.9	145.5	141.8	43.2	128.2	
	9m	165.2	142.9	138.7	28.0	127.3	
	13m	164.8	139.9	136.0	35.5	121.7	
Z2	1m	168.9	148.1	143.7	41.9	128.6	126.8
	5m	166.2	146.0	142.3	41.0	128.3	
	9m	169.6	142.9	138.8	22.9	125.4	
	13m	162.7	140.7	136.8	30.6	122.5	
Z3	1m	162.3	145.7	141.4	34.2	123.8	123.2
	5m	163.7	144.0	140.0	31.7	123.8	
	9m	157.7	140.6	136.5	21.0	123.0	
	13m	162.7	140.3	136.0	38.2	122.1	
Z4	1m	162.2	143.2	138.8	21.9	117.6	118.7
	5m	168.6	139.5	135.1	38.3	120.2	
	9m	158.5	138.9	134.3	26.8	117.3	
	13m	163.9	139.6	134.7	29.6	119.1	
Z5	1m	160.7	140.8	136.6	23.3	115.1	117.3
	5m	151.7	133.1	129.5	21.0	110.6	
	9m	159.8	138.2	133.1	30.9	113.9	
	13m	166.5	138.1	132.4	42.0	121.7	

②盐城国能大丰 H5#海上风电场工程水下噪声

中国海洋大学信息科学与工程学部于 2021 年 10 月 30 日对盐城国能大丰 H5#海上风电场工程开展的施工期水下噪声监测，点位和监测结果如下。

施工高峰期不同水深处水下海洋环境噪声全频段累积声压级在111.2dB~116.8dB(20Hz~20kHz)之间，峰值声压级在149.2dB~169.1dB之间，各水深全频段累积声压值的平均值约为112.9dB。施工期间，距离工程海域较近站位海表和海底附近水层噪声主要位于低频和高频范围，而中间水层噪声主要位于200~1.0kHz中低频范围，距离工程海域较远站位Z4和Z5，中底部水层噪声在200Hz以上较为均匀。表明工程海域施工期的工程活动较为复杂多样，噪声影响频率范围在不同水层存在差异。普通经济鱼类如小黄鱼等的听力敏感范围主要在600Hz~800Hz之间，非脉冲式噪声的听力损害阈值约为120dBRMS，项目施工期噪声对周边水下生物的声环境略有影响，影响水层主要位于中底部水层，但影响程度较小。

表 7.6-2(b)　国能大丰 H5#施工期水下噪声数据统计结果　　单位：dB/1μPa

站位序号	测量深度	峰值声压级	全频带累积百分声级 L10	全频带累积百分声级 L50	全频带累积百分声级 L90	全频带累积声压级	
						不同深度	各站位深度上的平均值
Z1	1m	160.7	128.2	124.3	81.3	110.8	112.2
	4m	151.7	127.0	123.0	52.9	110.3	
	7m	150.0	130.2	126.4	85.1	111.5	
	10m	157.2	132.9	128.6	54.8	114.8	
Z2	1m	152.0	128.3	124.8	103.4	114.2	116.8
	4m	155.5	129.3	125.2	81.5	117.5	
	7m	153.1	131.0	127.4	107.8	118.3	
	10m	160.1	134.2	129.7	71.6	116.0	
Z3	1m	154.1	129.2	125.7	65.2	112.0	111.3
	3.5m	158.8	128.4	124.4	74.3	107.5	
	6m	151.5	131.2	127.9	72.8	111.7	
	8.5m	157.0	135.0	130.8	64.5	112.6	
Z4	1m	169.1	131.7	127.4	75.1	113.5	113.0
	3.5m	149.2	131.1	127.4	59.8	110.7	
	6m	161.4	135.3	131.0	74.2	114.0	
Z5	1m	161.2	130.4	126.6	75.4	110.7	111.2
	3.5m	152.0	132.3	128.6	78.7	110.8	
	6m	159.2	132.7	129.2	79.2	112.0	

③江苏蒋家沙水下打桩噪声分析

中船重工第七〇二研究所于 2018 年 2 月 7 日对蒋家沙 300MW 海上风电场打桩噪声进行了现场监测。蒋家沙 300MW 海上风电场风机基础主要采用三桩导管架基础，桩径为 2.2m。此次监测设置了 4 个监测点，距离打桩点 228m(1#测点)、410m(2#测点)、792m(3#测点)、4109m(4#测点)处分别进行了监测。

4 个测点上层水听器测到的噪声与背景噪声监测值对比结果表明在 1#测点测点的总声级在 157.8dB~166.5dB（20Hz~20kHz）之间，比海洋背景噪声提高了约 10~55dB；2#测点的总声级在 151.9dB~165.0dB（20Hz~20kHz）之间，3#测点的总声级在 150.6dB~161.4dB（20Hz~20kHz）之间，2#、3#测点噪声监测值比海洋背景噪声提高了约 2~55dB；4#测点的总声级在 129.6dB~142.2dB（20Hz~20kHz）之间，在低于 50Hz 和高于 10kHz 的频率范围内，噪声监测结果与环境噪声背景基本接近，50Hz~10kHz 范围内噪声监测值比海洋背景噪声提高了约 2~30dB。

7.6.1.2 施工船舶水下噪声预测

船舶航行引起的水下声环境变化预测，根据厦门大学在厦门五缘湾海域对海洋环境噪声与船舶噪声进行的监测。厦门西海域为厦门港的主要航道，监测的船舶渔船经过时的海洋环境噪声变化情况。一艘渔船由远到近，之后又远离时所（最近距离 20m）监测到的船舶噪声，其监测结果表明：一般货运船舶噪声的均方根声压级平均值约为 125.5dB，比海洋环境噪声提高了约 10~15dB。部分航速较快、吨位较大、航行中仍在施工或其他增大水下噪声的原因的船舶其峰值声压级可以达到 150dB 以上。船舶航行声压谱级的变化，见表 7.6-3。

表 7.6-3　船舶经过前与后的海洋环境噪声变化

频率（kHz）	0.1	0.5	1	2	5
船舶经过前噪声谱级（dB）	95	93	94	88	80
船舶经过时噪声谱级（dB）	108	110	112	100	98
增加谱级数（dB）	13	17	18	12	18
本工程船舶噪声最大值(水下背景噪声在 0.1kHz~5kHz)	117.6	103.3	96.4	90.2	82.2

7.6.1.3 施工水下噪声对海洋动物的影响

根据现状调查可知，工程附近海域渔业资源主要优势种为三疣梭子蟹、棘头梅童鱼、葛氏长臂虾、鮸、中国花鲈、脊尾白虾和口虾蛄。调查期间共采集到 4 种石首鱼科鱼类，分别是棘头梅童鱼、鮸、皮氏叫姑鱼和小黄鱼。其中鱼类、虾类和蟹类多数为经济品种，占有较大的比例。另外工程周边分布有吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，保护区内主要保护对象为小黄鱼、银鲳、大黄鱼、带鱼、灰鲳、蓝点马鲛、哈氏仿对虾、葛氏长臂虾等重要经济鱼类，东沙泥螺四角蛤种质资源保护区主要保护对象为泥螺、四角蛤，泥螺、四角蛤等贝类无听觉器官，水下噪声对其基本无影响。虾蟹类等甲壳纲有嗅毛、触毛、复眼以及平衡浪囊等感觉器官，触毛可感受

低频率音波及气流所给予的压力，这类听觉感受器与感受触觉器没有明显的界限，听觉可以认为是极其微弱而连续的触觉（康友敏、段相林，动物听觉器官的进化。生物学通报，2002 年第 37 卷第 12 期）。因此水下噪声对海洋动物影响的主要对象为鱼类、哺乳动物。

（1）对石首鱼科的影响分析

工程海域调查期间渔获中的石首鱼科主要有棘头梅童鱼、鮸鱼、皮氏叫姑鱼、小黄鱼。调查海域周边分布有吕四渔场，吕四渔场是全国八大渔场，盛产大黄鱼、小黄鱼等多种海产品。大黄鱼为石首鱼科中对声音最为敏感的鱼类，且目前对大黄鱼的声学研究相对较多，因此报告主要分析施工期对石首鱼科大黄鱼的影响。

大黄鱼幼苗的敏感频率在 800Hz，声压级约 140dB 时仔稚幼鱼对声波即有明显反应，当声压级达到 172dB 时有些仔稚幼鱼直接死亡；大黄鱼小鱼的声敏感频率转移至 600Hz，当声强达到 150dB 以上小鱼有主动避开声源的行为，当声压级达到 187dB，在声源正上方的小鱼开始变得十分迟钝进而死亡；大黄鱼成鱼的声敏感频率也在 600Hz 附近，当声压级达到 192dB 时，鱼群受惊吓明显，反应迟钝，虽未产生直接死亡，但在其后行为发生明显变化，出现不进食等现象，并在后续的半个月时间中出现 90%的死亡（刘贞文等，2014）。

研究表明强噪声对鱼类的影响程度有：（1）改变鱼的行为模式，包括：摄食、捕获，规避和离开某个区域；遮蔽效应和听力损失；行为模式改变；紧张等。（2）损害物种的耳朵听觉细胞，大黄鱼的发声强度分别大约为（大鱼：140dB、中鱼 130dB、小鱼 110dB）。施工期水下噪声当超过这些强度后，也将会影响大黄鱼之间的交流。

本工程风机基础打桩在离桩基 32m 距离内，打桩所产生的水下脉冲噪声将达到 206dB，对鱼类产生伤害的门限值；在离桩基 196m 距离内，打桩所产生的水下脉冲噪声将达到 187dB，对海洋动物产生行为妨害；在离桩基 287m 处，打桩所产生的水下噪声将达到 183dB，长时间暴露于此噪声下可能会使得大黄鱼听力受到损害，受到致死致伤的影响，或受噪声影响后不摄食而死亡，在离桩基 6813m 处，打桩所产生的水下噪声将达到 150dB，将对大黄鱼幼鱼产生伤害影响为阈值。

因此，本工程基础打桩作业首先应确定 6813m 的安全距离，采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，能驱使鱼类离开施工水域，可减小水下噪声导致的渔业资源损失，避免造成大范围鱼类死亡。

（2）对非石首鱼科的影响分析

当海洋中人为噪声足够大并且鱼类相对靠近声源时，会造成鱼类内脏破裂导致其死亡或者破坏内耳毛细胞导致暂时（暂时性阈移，TTS）或永久（永久性阈移，PTS）的听力丧失。与许多其他动物不同，鱼类在一生中都可以产生毛细胞，Smith 等(2006)对金鱼的观察表明毛细胞在被声音破坏后可以再生。如果听力丧失是暂时的，那么鱼类在几小时或几天内就可恢复听力，恢复的时间取决于噪声的持续时间以及频率。然而，在听力暂时丧失阶段，鱼类会暴露在一个较高的被捕食风险环境中，并且一些具有重要生物学意义的行为可能会受到抑制。虽然对打桩噪音对鱼类行为影响的研究较少，但其他针对高强度噪声的研究也具有一定参考意义。Skalski 等（1992）发现空气枪暴露后岩鱼（*Sebasespp.*）的捕获量减少。声呐暴露后，鳕鱼及黑线鳕（*Melanogrammus aeglefinus*）捕获率也明显下降，并会一直持续几天。Person 等（1992）的研究发现岩鱼在听到空气枪噪声后会改变游动深度及速度，且行为反应阈值为 180dB。厦门大学在如东沿海现场实验，在发射不同强度噪声强度（147~178dB/1μPa）、不同频率（100~900Hz）的脉冲式噪声下，总体上花鲈、鲻、矛尾复鰕虎，鲬鱼等实验鱼种没有出现明显的“逃逸”行为，但在脉冲式频率（频率小于 500Hz）水下噪声有效声压级为 166dB 时，观测到实验海域鲻鱼、鳙鱼出现明显游动的现象。

对于本工程基础打桩施工噪声影响预测计算，风机基础水下打桩噪声在离桩基中心 1468m 的距离范围内将对鲻鱼、鲬鱼等海洋响生物行为产生某些影响。

（3）对产卵场和仔鱼的影响分析

本工程远离带鱼、三疣梭子蟹的“三场一通道”，与银鲳的产卵场距离约 5km（位于 H15#风电场南侧），H8-1#风电场部分风机位于小黄鱼育幼场内。根据前文的声衰减计算公式：TL=F·log(D/R)，计算打桩达到银鲳产卵场时衰减 88.8dB，因此打桩时银鲳产卵场的噪声影响值为 153.2dB，与工程海域水下噪声峰值声压（142.6dB~149.3dB）相比较，高出了 3.9dB~10.6dB。可见本项目 H8-1#风电场的打桩施工将对小黄鱼育幼场内的仔稚鱼产生伤害影响，H15#风电场南侧的风机打桩施工将对银鲳产卵场的水下声环境产生影响。

鉴于小黄鱼的产卵盛期是 4~5 月，银鲳的产卵盛期是 5~6 月，因此应合理安排施工时序，H8-1#风电场、H15#风电场的打桩施工应避开 4 月下旬~7 月 1 日的产卵盛期。

（4）对海洋哺乳动物影响分析

根据分析结果表明，当江豚听觉系统所接收到水下噪声的有效声压级超过 180dB 时，其听觉系统有可能会出现暂时性听力损失（TTS）。钢管桩在用单桩打设时水下噪

声的声源级为 242dB，根据预测，在风机 496m 处，打桩声压级为 180dB，对在此范围内可能存在的江豚等哺乳动物产生干扰。

工程附近未发现哺乳动物，如江豚等。根据最近 2016 年 10 月报道，启东海域发现有江豚出现，工程附近海域近年未发现江豚出现报道。

7.6.2 营运期水下噪声对海洋动物的影响

7.6.2.1 风电场水下噪声类比分析

（1）华能射阳 H1#30 万千瓦海上风电项目

①监测点位

中国海洋大学化学化工学院于 2022 年 1 月 8 日对正在运行的华能射阳 H1#30 万千瓦海上风电项目附近海域进行了水下声环境监测。站位位置见 7.6.1 节的图 7.6-2(a)。

表 7.6-4(a)　射阳 H1#风电场监测点位

站位	监测项目	水深（m）	备注
Z1	噪声	12.0	距风电场边界风机 100m
Z2	噪声	12.7	距风电场边界风机 250m
Z3	噪声	12.9	距风电场边界风机 500m
Z4	噪声	15.0	风电场外 2km
Z5	噪声	16.0	风电场外 4km

②类比监测结果

表 7.6-4(b)　射阳 H1#风电场海域水下噪声类比监测结果　　单位 dB

站位序号	测量深度	峰值声压级	全频带累积百分声级 L10	全频带累积百分声级 L50	全频带累积百分声级 L90	全频带累积声压级	
						不同深度	各站位深度上的平均值
Z1	1m	154.7	133.9	130.5	76.8	121.8	120.6
	5m	152.3	132.1	128.3	47.0	120.7	
	7m	160.1	133.6	130.1	79.4	120.5	
	11m	152.0	130.7	126.9	55.8	119.3	
Z2	1m	164.6	141.0	137.1	62.6	128.5	124.5
	5m	158.7	137.7	133.9	59.3	126.3	
	7m	151.8	136.9	133.5	64.5	124.1	
	11m	153.6	131.6	127.8	56.6	119.2	
Z3	1m	164.2	142.0	138.2	68.9	130.1	127.0
	5m	159.5	138.5	134.9	59.0	127.2	
	7m	157.9	138.3	134.6	72.0	125.6	
	11m	156.3	137.0	133.4	56.9	125.2	
Z4	1m	166.4	140.0	136.4	60.9	127.8	127.2
	5m	167.5	144.6	140.6	55.8	131.7	
	7m	156.3	138.8	135.2	60.8	124.9	
	11m	161.4	136.9	133.4	46.9	124.2	

Z5	1m	154.6	132.2	128.6	60.0	120.5	123.4
	5m	152.8	133.0	129.4	56.0	121.5	
	7m	156.9	145.3	142.5	53.8	125.2	
	11m	158.0	138.9	135.1	42.5	126.2	

该项目工程海域运行期不同水深处水下海洋环境噪声全频段累积声压级在119.2dB~131.7dB(20Hz~20kHz)之间，峰值声压级在151.8dB~167.5dB之间，各水深全频段累积声压值的平均值约为124.5dB。

（2）盐城国能大丰 H5#海上风电场工程

①监测点位

中国海洋大学信息科学与工程学部于2022年7月16日对对正在运行的盐城国能大丰H5#海上风电场附近海域进行了水下声环境监测。

表 7.6-4(c)　大丰 H5#风电场监测点位

站位	监测项目	水深（m）	备注
Z1	噪声	9.1	距风电场边界风机 100 m
Z2	噪声	8.8	距风电场边界风机 250 m
Z3	噪声	11.5	距风电场边界风机 500 m
Z4	噪声	8.7	风电场外 2 km
Z5	噪声	8.5	风电场外 4 km
Z6	噪声	11.9	海上升压站附近

②类比监测结果

表 7.6-4(d)　大丰 H5#风电场海域水下噪声类比监测结果　　单位 dB

站位序号	测量深度	峰值声压级	全频带累积百分声级 L10	全频带累积百分声级 L50	全频带累积百分声级 L90	全频带累积声压级	
						不同深度	各站位深度上的平均值
Z1	1m	161.0	125.9	122.2	52.5	111.0	118.7
	3m	160.3	133.3	129.4	86.3	123.0	
	6.5m	164.0	129.1	124.2	68.5	116.7	
	8.5m	147.1	128.6	124.7	81.6	116.0	
Z2	1m	163.9	140.1	136.7	63.9	129.2	131.9
	3m	152.1	137.9	134.5	59.2	128.0	
	6.5m	160.4	144.7	141.0	50.6	135.9	
	8.5m	154.8	140.1	136.6	60.2	129.5	
Z3	1m	160.4	131.9	127.7	84.5	119.7	118.5
	2.5m	157.0	130.3	126.4	51.0	116.8	
	8m	158.9	127.0	123.7	84.4	115.9	
	9.5m	166.8	132.8	128.6	55.8	120.1	
Z4	1m	159.4	135.1	131.4	73.6	121.5	120.0
	2.5m	157.9	131.1	127.2	84.7	118.9	
	4.5m	148.3	133.8	130.1	64.7	117.1	

	6m	173.2	134.7	130.6	88.1	121.0	
Z5	1m	160.9	135.5	131.6	73.2	124.6	121.7
	2.5m	159.9	134.0	129.8	55.6	122.3	
	4.5m	147.8	131.0	127.5	71.3	115.1	
	6m	169.8	133.7	129.5	54.3	120.2	
Z6	1m	166.6	132.1	127.8	76.0	119.0	119.6
	3m	153.5	129.2	124.9	58.8	117.1	
	6.5m	157.6	124.4	121.0	74.5	115.7	
	8.5m	163.8	128.6	123.8	46.7	123.0	

该项目工程海域运营期不同水深处水下海洋环境噪声全频段累积声压级在 111.0dB~135.9dB(20Hz~20kHz)之间，峰值声压级在 147.1dB~173.2dB 之间，各水深全频段累积声压值的平均值约为 121.1dB。

（3）江苏滨海北 H1#100MW 海上风电场

中国船舶重工集团公司第七〇二研究所 2017 年 3 月 14 日对正在运行的江苏滨海北 H1#100MW 海上风电场工程附近海域进行了水下声环境监测。站位位置见图 7.6-3。

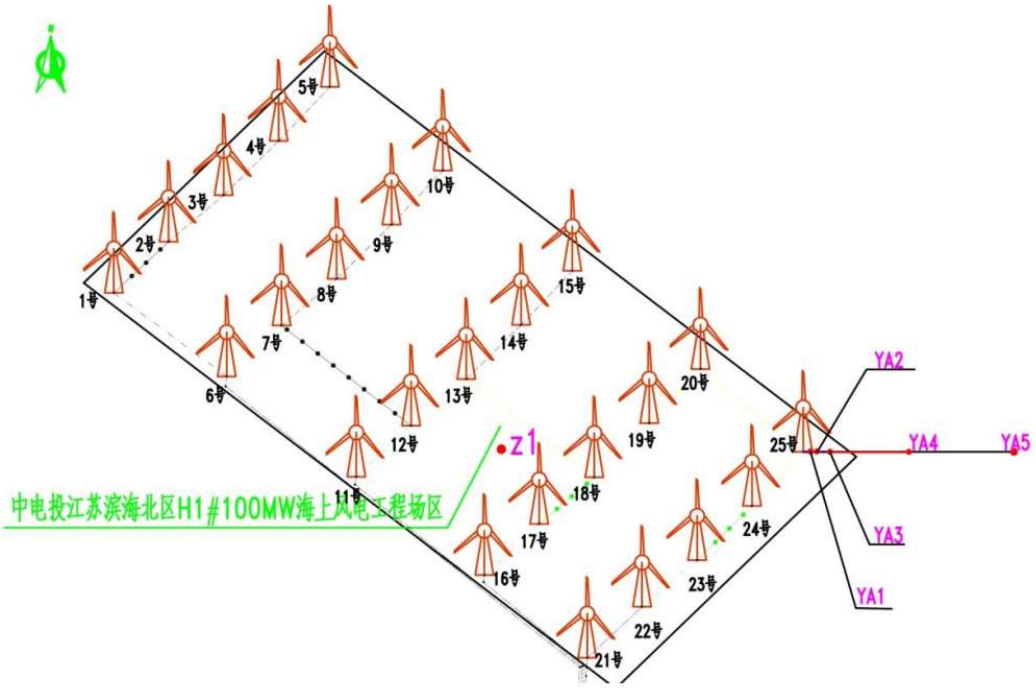

图 7.6-3　声环境监测点位布置示意图

②类比监测结果

表 7.6-4(d)　海域水下噪声类比监测结果

测点编号	测点水深	总声级（20Hz-20kHz)(dB)	峰值声压 L_{peak}(dB)
YA1	1m	131.7	165.3
	3m	133.5	161.9
	5m	138.6	163.0

测点编号	测点水深	总声级（20Hz-20kHz)(dB)	峰值声压 L_{peak}(dB)
	7m	119.1	148.8
	9m	119.9	152.2
	11m	121.6	152.5
YA2	1m	128.8	162.3
	3m	130.0	159.3
	5m	133.2	163.5
	7m	121.5	157.7
	9m	123.8	154.8
	11m	125.3	153.3
YA3	1m	122.3	156.0
	3m	124.2	156.7
	5m	127.7	153.2
	7m	122.2	155.1
	9m	121.6	152.0
	11m	122.3	156.7
YA4	1m	117.3	151.5
	3m	118.5	155.4
	5m	119.4	150.9
	7m	128.4	161.8
	9m	129.2	158.9
	11m	133.2	167.2
YA5	1m	127.3	164.1
	5m	127.5	160.1
	7m	131.3	164.6
	9m	123.3	153.8
	11m	123.7	155.4
	13m	125.5	156.1
Z1	1m	108.5	138.5
	3m	110.0	139.4
	5m	109.2	139.0
	7m	118.0	142.9
	9m	120.2	149.5
	11m	120.1	142.9

测试海域海洋环境噪声总声级在 108.5dB~138.6dB（20Hz~20kHz）之间，最大谱级在 88.1dB~127.3dB 间，峰值声压在 138.5dB~167.2dB 之间。

（4）类比分析结果

根据牛富强、许肖梅等（2016 年）通过海上风电场营运期水下噪声测量及特性初步分析结果，营运期风机产生的水下噪声强度较低，集中分布在 800Hz 以下的低频段，噪声强度与风机功率差异不明显。因此，本报告选取盐城射阳、大丰、滨海海域已建成的风电场进行类比分析，具备可比性。

根据分析，类比盐城海域三座类比风电场运营期，距风机 100m~4000m 不同站位的全频段累积声压级在 108.5dB~138.6dB(20Hz~20kHz)之间，不同水深处的峰值声压级在 138.5dB~ 173.2dB(20Hz~20kHz)之间，海水表层 1/3 倍频带声压级呈现出远离桩基而声级下降的趋势、符合扩散衰减规律，海水中下层 1/3 倍频带声压级均与桩基距离无明显相关性。可见风机运行时的低频水下噪声影响主要集中在海水表层，会造成风机基础周边水下声压级的升高，对海域整体水下声环境影响不大。

7.6.2.2 营运期水下噪声对海洋动物的影响

（1）国外相关资料

德国[Klaus Betke 等，2004]研究的不同风机、对应不同风速下的噪声谱级，同时画出了海豹和鼠海豚的听阈曲线，见图 7.6-4(a)。丹麦[Jakob Tougaard 等，2009]研究的海上风电场在两种不同风速下的噪声谱级分布图，见图 7.6-4(b)，风电场为丹麦 Middelgrunden 海上风电场，风机类型为 2MW。（图中灰色为海洋背景噪声，篮色为风机产生噪声；红色（正方形）为港海豹在该频段上的听阈曲线；红色（圆点）为老鼠海豚在该频段上的听阈曲线）。

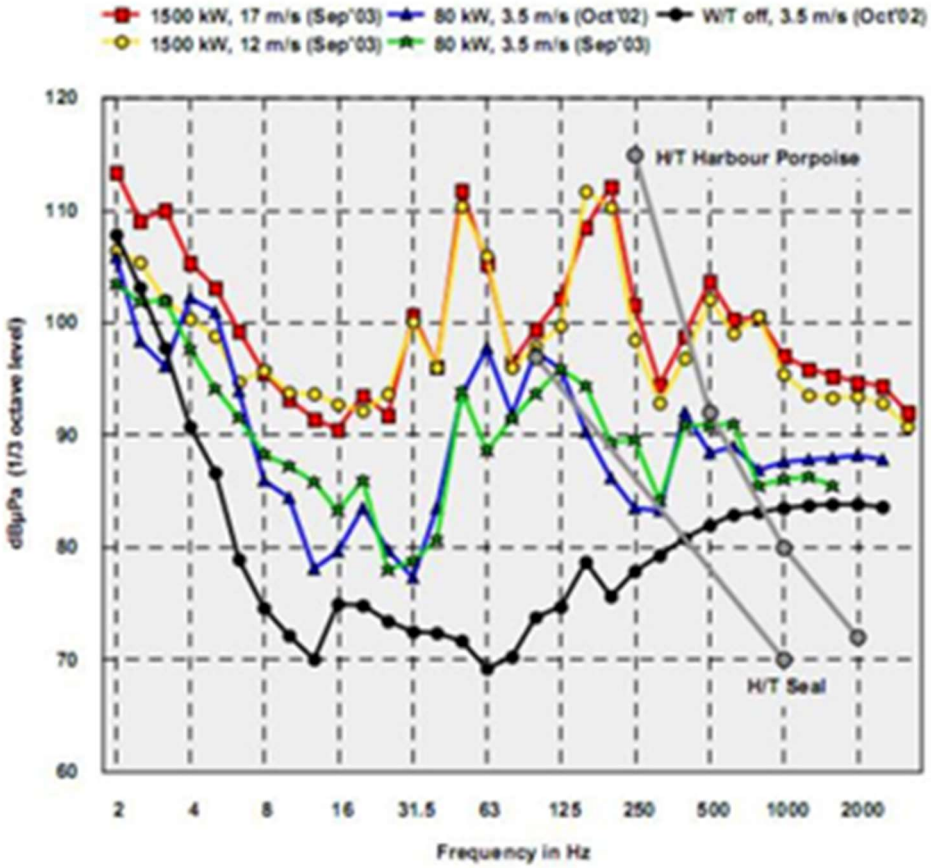

图 7.6-4(a)　不同风机在不同风速下的水下噪声

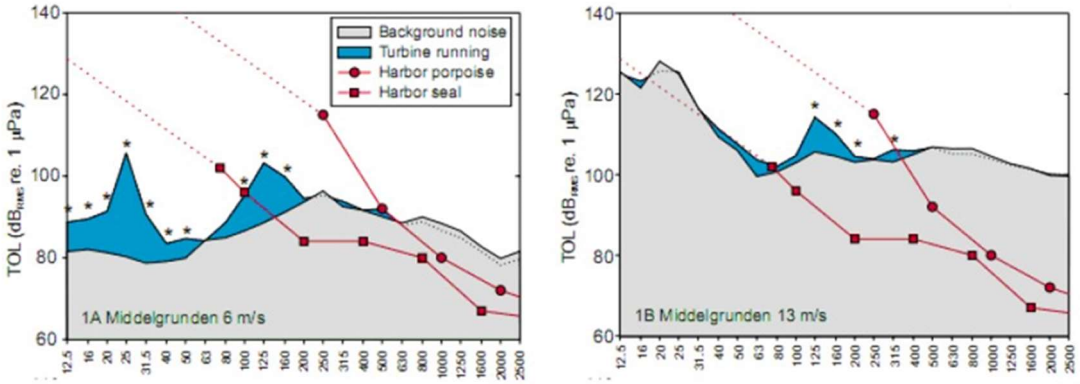

图 7.6-4(b)　丹麦一风电场在两风速下种不同的谱级

根据分析，风机不同风速下在水中产生的声压级变化不明显。与海洋环境背景噪声相比，不同风速（风速分别为 6m/s 和 13m/s）运转下的风机在水下辐射噪声时，高风速 13m/s 时在低频段风机所辐射的水下噪声与海洋环境背景噪声相当（即淹没在背景噪声中），在 125Hz 频点上风机在高风速（13m/s）比低风速(6m/s)下在水中辐射的水下噪声谱级高 10dB 左右，但总体都不高，与海洋背景噪声相当。

（2）营运期水下噪声现场监测

根据中国船舶重工集团公司第七〇二研究所于 2017 年 6 月对已经运行的滨海北区 H1#海上风电场水下噪声进行了类比监测。在相同深度不同水平距离监测点上监测表明：7 个监测点在 3m 水深处的噪声谱级变化不大，基本上与原有的环境背景噪声级相当，频率 100Hz 以上的噪声谱级均在 106dB 以下。总体由于风机噪声而引起的强度变化不大，基本上与海域其它点测量到的背景噪声相近。

综上表明，虽然测试结果反映出风机运转中在水下产生了些噪声，但是监测结果中风机噪声的特征并不明显，也没有对较远处的背景噪声产生影响。因此营运期水下噪声对海洋动物的影响较小，是可以接受的。

7.6.3 小结

（1）风机单桩基础打桩施工在距离桩基 32m 内，打桩产生的水下脉冲噪声将达到 206dB，对鱼类产生伤害的门限值；在离桩基 196m 距离内，打桩所产生的水下脉冲噪声将达到 187dB，对海洋动物产生行为妨害；在离桩基 287m 处，打桩所产生的水下噪声将达到 183dB，长时间暴露于此噪声下可能会使得大黄鱼听力受到损害，受到致死致伤的影响，或受噪声影响后不摄食而死亡，在离桩基 6813m 处，打桩所产生的水下噪声将达到 150dB，将对大黄鱼幼鱼产生伤害影响为阈值。

（2）本工程远离带鱼、三疣梭子蟹的“三场一通道”，与银鲳的产卵场距离约 5km（位于 H15#风电场南侧），H8-1#风电场部分风机位于小黄鱼育幼场内。因此应合理安排施工时序，H8-1#风电场、H15#风电场的打桩施工应避开 4 月下旬~7 月 1 日的产卵盛期。

（3）营运期类比分析结果反映出，距离风机 100~4000m 不同断面处，水下噪声全频段累积声压级在 108.5dB~138.6dB(20Hz~20kHz)之间，海水表层 1/3 倍频带声压级呈现出远离桩基而声级下降的趋势、中下层 1/3 倍频带声压级均与桩基距离无明显相关性。说明风机低频噪声主要集中在基础周边、集中在海水表层，对海域整体水下声环境影响不大。

7.7 水上噪声影响预测与评价

7.7.1 施工期水上噪声预测分析

（1）施工船舶运输噪声

施工期水上噪声对海洋动物的影响源主要是施工期船舶运输噪声，根据第“6.6.1.2 施工船舶水下噪声预测”的分析结果，一般货运船舶噪声的均方根声压级平均值约为 125.5dB(A)，比海洋环境噪声提高了约 10~15dB；部分航速较快、吨位较大、航行中仍在施工或其他增大水下噪声的原因的船舶，其峰值声压级可以达到 150dB 以上。

本工程海域，海面上评价范围内无海岛、无声环境敏感目标分布，船舶噪声不会对海上声环境产生明显不利影响。

（2）岸上施工噪声

岸上施工机械设备露天作业，周围无遮挡物，因此施工噪声按照室外点声源在空气中传播衰减模式进行预测计算，公式如下。

$$L_{oct}(r) = L_{oct}(r_0) - 20\lg\left(\frac{r}{r_0}\right) - \Delta L_{oct}$$

式中：Loct(r)——点声源在预测点产生的倍频带声压级；

Loct(r_0)——参考位置 r_0 处的倍频带声压级；

r——预测点距声源的距离，m；

r_0——参考位置距声源的距离，m；

ΔL_{oct}——各种因素引起的衰减量(本项目指空气吸收、地面效应引起的衰减量)。

表 7.7-1(a)　岸上施工单台机械噪声随距离衰减情况

机械设备	不同距离处的噪声级，dB(A)

	10m	20m	30m	50m	100m	150m	200m	300m
运输汽车	86	79.90	75.74	70.34	63.60	59.69	56.98	52.99
两栖挖掘机	82	75.90	71.74	66.34	59.60	55.69	52.98	48.99
轮式装载机	88	81.90	77.74	72.34	65.60	61.69	58.98	54.99
混凝土泵车	86	79.90	75.74	70.34	63.60	59.69	56.98	52.99
混凝土振捣器	84	77.90	73.74	68.34	61.60	57.69	54.98	50.98

表 7.7-1(b)　岸上施工单台机械噪声达标距离

机械设备	昼间		夜间	
	施工场界噪声限值 dB(A)	达标距离 m	施工场界噪声限值 dB(A)	达标距离 m
运输汽车	70	52	55	245
两栖挖掘机	70	36	55	162
轮式装载机	70	64	55	300
混凝土泵车	70	52	55	245
混凝土振捣器	70	42	55	193

根据预测可知，本项目岸上施工机械，在昼间 36~52m 外可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准限值要求；夜间施工时，施工机械外 162~300m 外可达到标准限值要求，影响范围较大。由于本项目岸上施工段周边无声环境敏感目标，而《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）适用于周边存在声环境敏感目标的情况，本项目施工时参考执行该标准的前提下，岸上施工的噪声影响是可以接受的。

7.7.2 营运期水上噪声预测分析

7.7.2.1 风机运行噪声分析

（1）预测方法

根据实测结果与点声源衰减模式预测结果的拟合，在距风力发电机组较近情况下，声源为一面源，同时受机械噪声等高频噪声的影响，其噪声不符合点声源的衰减规律；在风力发电机组较远情况下，计算点大于风力发电机组几何体 1 倍距离后，其噪声衰减规律与点声源模式的衰减规律基本一致。

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》附录 C 推荐的预测模式，即假定声音从一个点无衰减传播开来，则距离单台风机声源 r 处预测点 A 声级 $L_P(r)$计算为式：

$$L_P(r)=L_W(r_0)-10\lg(2\pi r^2)$$

式中：$L_P(r)$—单台风机声源 r 处预测点 A 声级，dB(A)

$L_W(r_0)$—单台风机声源 r_0 处 A 声级，dB(A)

N 台风轮机距离声音源 r 处的噪音水平总效应 $L_{P,total}(r)$计算为式：

$$L_{p,total} = 10\lg\Sigma_{i=1}^{N}\left(10^{Lp,i/10}\right)$$

（2）预测结果

经预测单台风力发电机组衰减趋势见 7.7-1 和表 7.7-2，采用最大声功率 106dB（A）计算，可知在距风力发电机组直线距离 150m 处，噪声已衰减至低于 54.5dB(A)，接近海域水上噪声现状监测的背景值。

表 7.7-2　风电噪声衰减距离表

与轮毂直线距离(m)	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000
噪声级 dB(A)	58.02	54.50	52.00	50.06	48.48	47.14	45.98	44.04	42.46	41.12	39.96	38.94	38.02

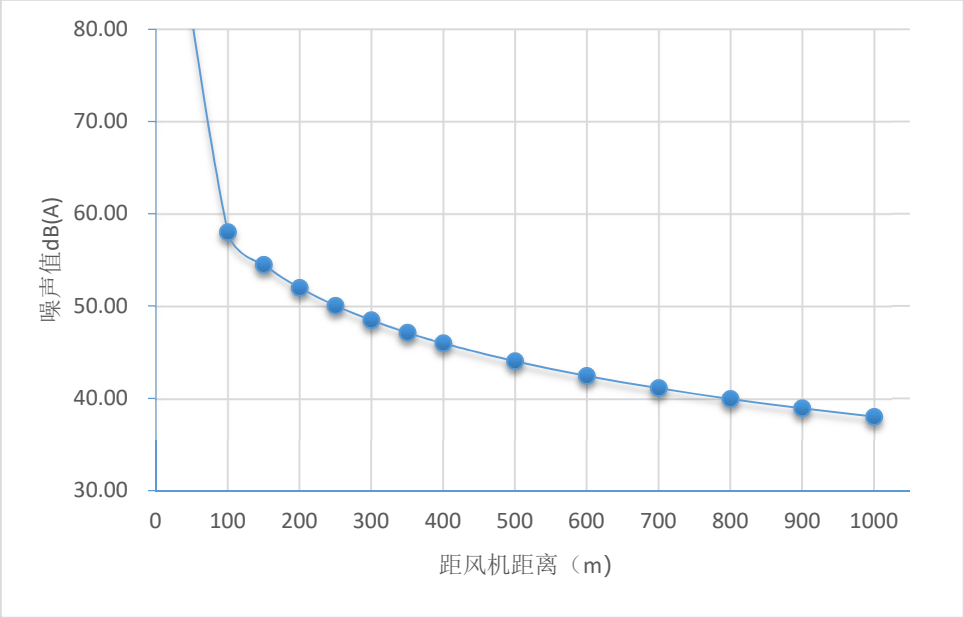

图 7.7-1　风力发电机组噪声衰减模拟计算结果

根据风电场区域的海上噪声背景值监测，工程海域的海面上噪声背景值在 32.6~59.9dB(A)之间，在不考虑方向性影响因子和空气衰减的情况下，风机运行噪声在轮毂轴向约 100m 处可达到现状最大背景噪声值 59.9dB(A)的水平。因此可见，在海上风声和海浪声的影响下，风电场运行的机械噪声影响范围仅限于轮毂和塔筒附近，叶片扫风噪声影响主要集中在近场区（风机叶片直径的距离），该区域内海上噪声值有所升高，对风机叶片直径距离外的远场区海上噪声影响不大。

根据风力发电机组的特性，风力发电机组噪声具有指向性，即在顺风向的风机两侧噪声较大，垂直风向的风机叶片两侧噪声较小；而风机布置时为尽可能减小风机之间的尾流影响，控制湍流发生，一般在垂直于主风向上布置风机较多且间距较窄，而

在主风向上布置的排数少且排距大。本项目风电场风机列间距约 600m~1600m、行间距约 1500~2000m，因此风力发电机组间噪声叠加影响很小，多台风机间仅是影响范围的扩大，基本不增加影响程度。

由于海面上没有海洋动物等水上敏感目标，不存在水上噪声对海洋动物的影响，与海洋环境背景噪声相比，不同风速（风速分别为 6m/s 和 13m/s）运转下的风机在水下辐射噪声时，高风速 13m/s 时在低频段风机所辐射的水下噪声与海洋环境背景噪声相当（即淹没在背景噪声中），在 125Hz 频点上风机在高风速（13m/s）比低风速(6m/s)下在水中辐射的水下噪声谱级高 10dB 左右，但总体都不高，与海洋背景噪声相当。

（3）类比分析

中国船舶重工集团公司第七〇二研究所 2017 年 3 月 14 日对正在运行的江苏滨海北 H1#100MW 海上风电场工程附近海域进行了水下及水上声环境监测，滨海北 H1#风电场布置 25 台 4.0MW 风力发电机组，目前已建成运行。具体监测站位详见 7.6.2 节：表 7.6-3 和图 7.6-2，现场监测环境见表 7.6-4。类比监测时，风力发电机组正常运行。

根据现场监测，海面上环境噪声等效连续 A 声级主要分布在 52.1dB(A)~58.4dB(A)之间，最大等效连续声级约为 58.4dB(A)。

表 7.7-3　海域水上声环境类比监测结果

测点编号	距最近风机距离(m)	噪声源	等效连续声级(dB(A))
YA1	100	海上声环境	56.5
YA2	250	海上声环境	53.7
YA3	500	海上声环境	58.4
YA4	2000	海上声环境	52.1
YA5	4000	海上声环境	52.4
Z1	风电场内	海上声环境	54.8

7.7.2.2 海上平台运行噪声影响分析

本项目设置 3 座海上升压站，H8-1#海上升压站、H9#海上升压站以及 H17#海上升压站，各海上升压站上部组块均采用三层布置。其中 H9#海上升压站与东西两侧的救援平台、氢储能平台上部结构由廊桥相连。

（1）预测分析

1）H8-1#和 H17#海上升压站

H8-1#和 H17#海上升压站采用同样的结构形式、同样的平面尺寸，主变压器规格也相同。升压站一层甲板主要设备为生活设施，三层主要为吊装平台，正常运转条件

下无直升机起降，室内外设备综合噪声源强按 55dB/m^2 考虑；噪声源集中在二层的电气设备层，各配一台 210MVA 的变压器、无高压电抗器，电气设备噪声以中低频为主，正常情况下主变压器 1m 外噪声值为 75dB(A)，海上升压站外围钢结构以及主变室隔声量取值 10dB(A)，则室内和内外的声级差=TL+6=16dB(A)。

升压站设备一般为 24h 连续运行，噪声源稳定，昼、夜间对周围环境的贡献值基本一致。经预测，H8-1 海上升压站对周边 100m 围内海域的噪声贡献值见图 7.7-2(a)。

H17#海上升压站与 H8-1#升压站采用同样的结构形式和平面布置、采用相同规格的电气设备，因此 H17#海上升压站营运期的海上噪声影响范围与 H8-1#升压站一致。

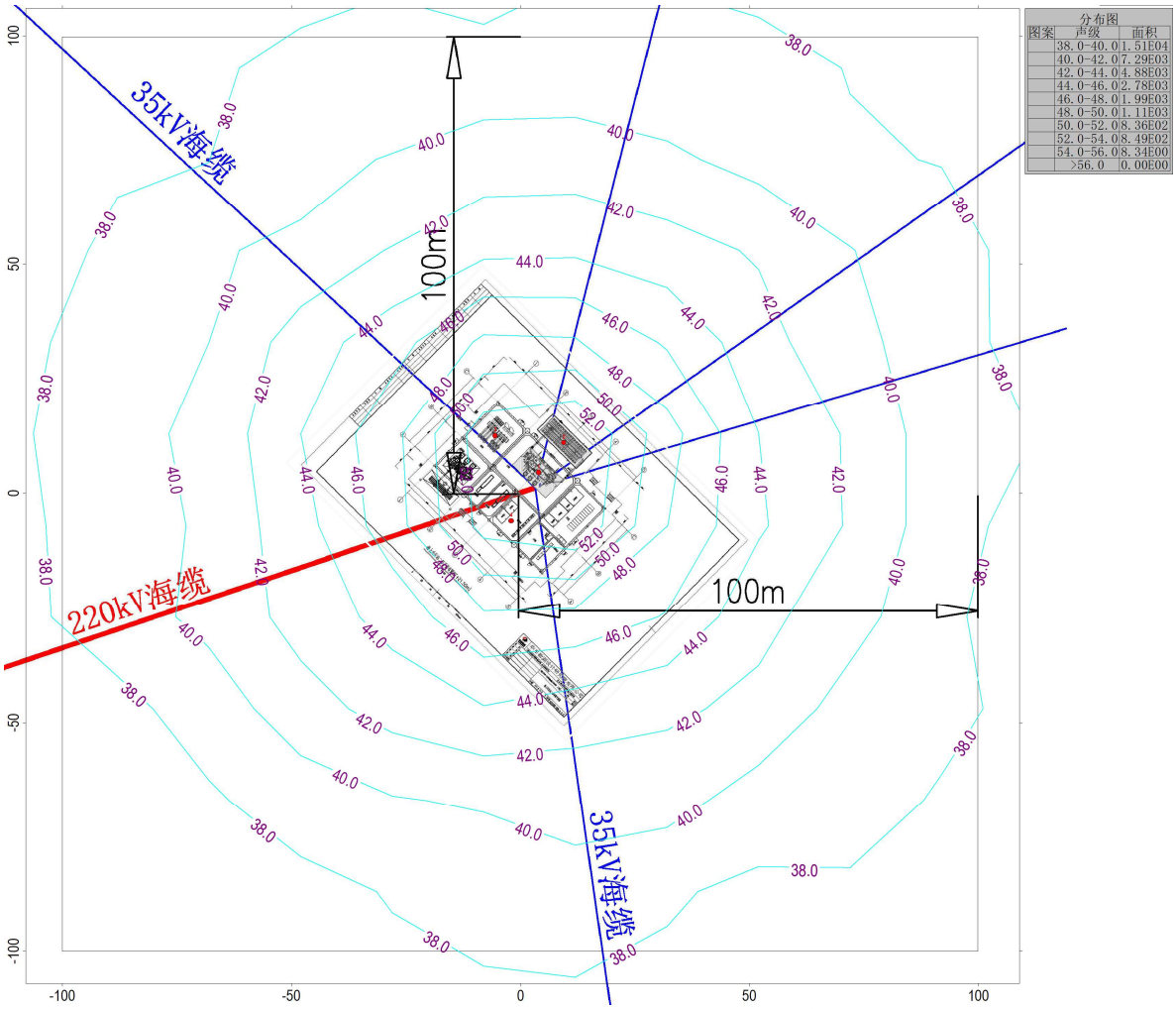

图 7.7-2(a)　H8-1 海上升压站噪声预测结果

2）H9#海上升压站、海上救援平台、海上氢储能平台

H9#海上升压站配备 2 台 240MVA 主变压器、2 台 50MVar 的高压电抗器，主变压器 1m 外噪声值为 75dB(A)、高抗器声 1m 外噪声值为 70dB(A)，升压站底层海水淡化室噪声取 75dB(A)、海上氢储能平台的海水淡化室噪声取 70dB(A)；氢储能装置的高噪声设备主要有电解槽、氢气分离压缩装置、循环泵、氮气吹扫装置（检修时运行），

通过减振和隔声罩等措施后，噪声值分别取 65dB(A)、80dB(A)、70dB(A)、85dB(A)；海上救援平台以日常生活、办公为主，整体噪声值取 50~60dB(A)。各主要设备噪声源强详见 3.2.2.3 节。

三座相连通的海上平台均 24h 连续运行，噪声源稳定，昼、夜间对周围环境的贡献值基本一致，平台的上部结构钢材、墙体材料、设备安装方式与 H8-1 和 H17 海上升压站相同，因此室内外声级差取值与 H8-1 升压站一致。经预测，海上平台对周边 100m 围内海域的噪声贡献值见图 7.7-2(b)。噪声预测结果表明，三座海上平台上部结构的廓外最远 12.8m 处的噪声贡献值可降到 50dB(A)以下，噪声影响较大的是升压站的电气设备及其散热器；平台轮廓外最远 43.6m 外的海上噪声贡献值可降到 45dB(A)以下。海上平台位于开阔海面上，周边无声环境敏感目标，因此噪声对周边海域的声环境影响较小。

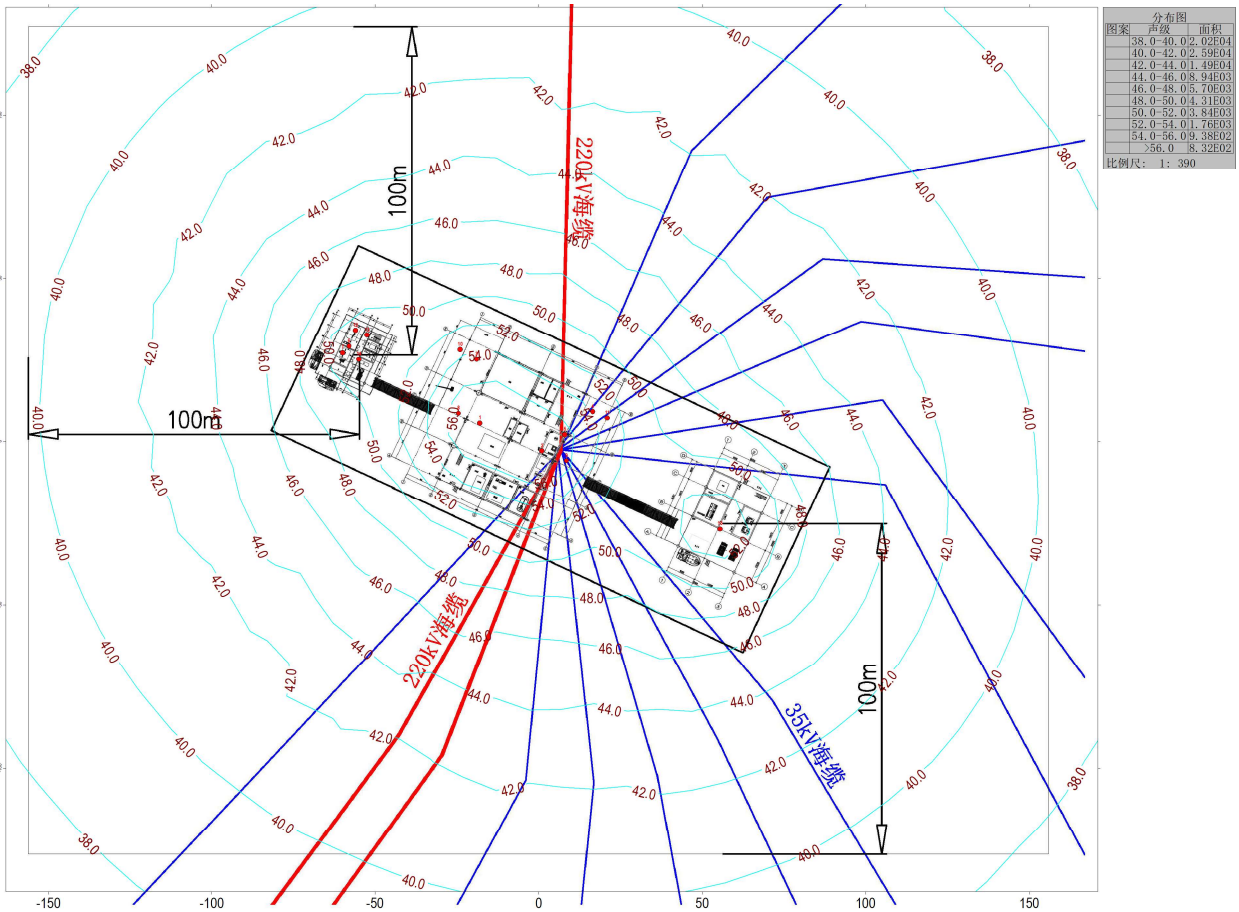

图 7.7-2(b)　H9 升压站、海上平台噪声预测结果

（2）类比分析

选择本项目海上升压站电压等级、容量、设备和规模等方面相似的“华能江苏大丰 300MW 海上风电项目海上升压站”运行产生的环境噪声监测进行类比分析。

1）可比性分析

表 7.7-4　海上升压站可比性分析

升压站		华能江苏大丰 300MW 海上风电项目海上升压站	本项目 H8-1#、H17#升压站	本项目 H9#升压站
电压等级		220kV	220kV	220kV
结构形式		四桩导管架基础，上部组块布置三层	四桩导管架基础，上部组块布置三层	四桩导管架基础，上部组块布置三层
主变压器	容量	2×240MVA	1×210MVA	2×240MVA
	形式	三相、铜绕组、油浸式、低压双分裂、有载调压变压器	三相、铜绕组、油浸式、低压双分裂、有载调压变压器	三相、铜绕组、油浸式、低压双分裂、有载调压变压器
电气布置形式	220kV 电气布置	户内 GIS 布置，升压站第 2 层	户内 GIS 布置，升压站第 2 层	户内 GIS 布置，升压站第 2 层
站区地形		海面平坦	海面平坦	海面平坦

2）类比海上升压站噪声监测结果

上海炯测环保技术有限公司于 2020 年 4 月 15 日对华能江苏大丰 300MW 海上风电项目海上升压站厂界噪声进行了现场监测，监测期间升压站正常运行。监测期间海上天气晴，风速 3.9m/s，湿度 89%。监测结果见表 7.7-5。

表 7.7-5　海上升压站厂界噪声类比监测结果

监测区域	监测结果	
海上升压站	监测点位	2020.4.15
		昼间
	升压站东侧Z5	55 dB(A)
	升压站西侧Z6	53 dB(A)
	升压站北侧Z7	56 dB(A)
	升压站南侧Z8	52 dB(A)

根据类比监测结果，海上升压站 1m 外的厂界噪声 52~56dB(A)，监测数据为升压站实际营运期间的厂界环境噪声值，包含了海上背景噪声。

由类比分析数据可知，本项目升压站、海上平台营运期水上噪声的理论计算结果是符合实际情况的。

7.7.3 小结

（1）本工程风电场址声环境评价范围内无声环境敏感目标分布，施工期施工船舶和机械噪声，不会对区域声环境质量产生明显不利影响。

（2）由于海上风浪噪声背景值较大，风电场运行噪声对海上声环境影响仅限于风机和升压站附近，不会对区域声环境质量产生明显不利影响。

7.8 电磁环境影响预测与评价

7.8.1 海上升压站电磁环境影响

海上升压站运行后，电磁环境影响预测采用安徽省合肥市 220kV 学苑变电站的电磁环境监测进行类比分析。220kV 学苑变电站平面布置图及监测点位见图 7.8-1。

（1）可比性分析

可比性分析见表 7.8-1。220kV 学苑变电站位于平原，四周开阔，与本项目海上升压站较为相似，电压等级一致。220kV 学苑变电站主变压器本期容量为 2×240MVA，采用主变压器与散热器分体布置，主变压器布置于室内，GIS 采用户内布置。本工程 H9#海上升压站主变压器为 2×240MVA，采用变压器与散热器分体布置，主变压器布置于室内，GIS 户内布置。两者主要电气布置型式相似，具有可比性。

表 7.8-1　升压站可比性分析

<table>
<tr><td colspan="3">变电站</td><td>220kV 学苑变电站</td><td>H9#升压站</td></tr>
<tr><td colspan="3">电压等级</td><td>220kV</td><td>220kV</td></tr>
<tr><td rowspan="3">主变压器</td><td rowspan="2">容量</td><td>本期</td><td>2×240MVA</td><td rowspan="2">2×240MVA</td></tr>
<tr><td>远期</td><td>3×240MVA</td></tr>
<tr><td colspan="2">型式</td><td>三相有载调压变压器</td><td>三相有载调压变压器</td></tr>
<tr><td rowspan="2">电气布置形式</td><td colspan="2" rowspan="2">220kV 电气布置</td><td>主变与散热器分体布置</td><td>主变与散热器分体布置</td></tr>
<tr><td>户内 GIS 布置</td><td>户内 GIS 布置</td></tr>
<tr><td colspan="3">站区地形</td><td>平原，四周开阔</td><td>海面，开阔</td></tr>
<tr><td colspan="3">地理位置</td><td>安徽省合肥市</td><td>江苏省大丰海域</td></tr>
</table>

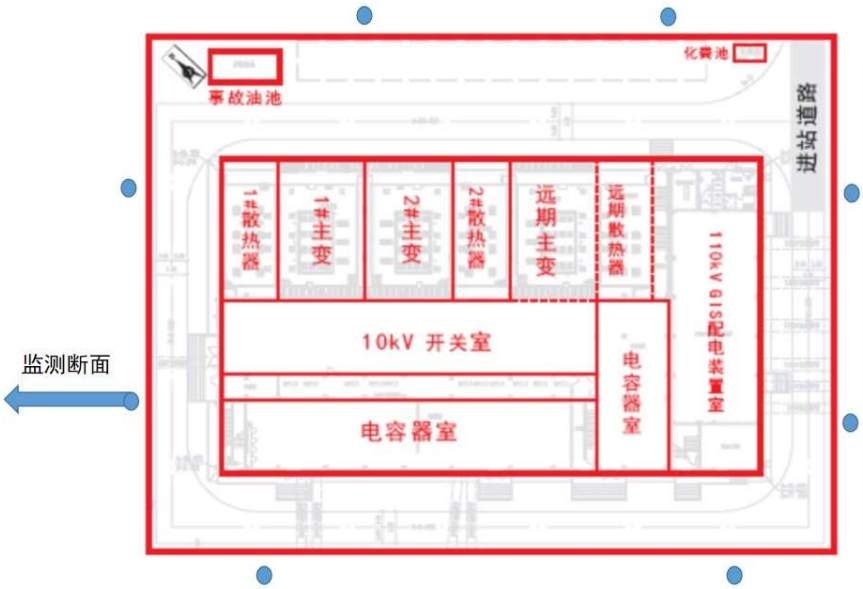

图 7.8-1　220kV 学苑变电站总平面布置及电磁环境监测点位图

（2）类比监测结果

220kV 学苑变电站四周厂界的工频电场强度在 1.2~46.9（V/m）之间，工频磁感应强度在 0.047~0.232（μT）之间，均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）控制限值(工频电场强度≤4kV/m，工频磁感应强度≤0.1mT)。220kV 学苑变电站西北侧厂界的断面监测工频电场强度在 6.0~15.7（V/m）之间，工频磁感应强度在 0.030~0.047（μT）之间，均低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）控制限值(工频电场强度≤4kV/m，工频磁感应强度≤0.1mT)。

（3）电磁环境影响预测分析

根据类比监测数据分析，学苑 220kV 变电站四周厂界及衰减断面工频电场强度在 1.2~46.9V/m 之间，各点监测值均低于 4000V/m 公众曝露控制限值要求。学苑 220kV 变电站四周厂界及衰减断面工频磁场强度在（0.030~0.232）μT 之间，各点监测值均低于 100μT 公众曝露控制限值要求。

升压站产生的电场强度仅与电压等级有关，工频磁感应强度大小与变电站的电流有关。因此根据类比监测结果可知，本项目 H9#海上升压站采用 2×240MVA 主变，主变数量、容量和规模与类比变电站相同，产生的电场强度、磁感应强度与类比监测结果相类似，能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中标准 4kV/m、100μT 的要求。

另外本项目 H8-1#和 H17#海上升压站均配置 1×210MVA 主变压器，数量、容量和规模均小于 H9#升压站和类比站，营运期的电磁环境影响也小于类比工程，因此本项目三座海上升压站的电磁环境影响均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的标准。

7.8.2 海底电缆电磁环境影响

项目 220kV 海缆通过类比监测已运行的龙源江苏大丰 200MW 海上风电项目（大丰 H12#）的 220kV 海底电缆线路进行分析。

（1）可比性分析

本风电场运行后，220kV 海底电缆电磁场影响预测采用类比分析方法，类比对象为龙源大丰 H12# 200MW 海上风电项目的 220kV 海底电缆线路。可比性分析见表 7.8-4。

表 7.8-4　220kV 海底电缆可比性分析

海底电缆	龙源大丰 H12#海上风电项目海缆	本工程 220kV 海底电缆	
电压等级	220kV	220kV	20kV
电缆结构	单芯 1×1200 127/220kV XLPE 绝缘电缆	3 芯 3×500 127/220kV XLPE 绝缘海缆	3 芯 3×1000 127/220kV XLPE 绝缘海缆
电缆截面	1×1200mm^2	3×500mm^2	3×1000mm^2
载流量	999A	560A	816A
敷设深度	泥面以下约 2.0m	泥面以下 2.0m	泥面以下 2.0m
外围环境	海底，地形较为平坦	海底，地形较为平坦	海底，地形较为平坦

龙源大丰 H12#项目采用单芯电缆，本工程 220kV 海底电缆采用 3 芯电缆，3 芯交流电缆由于三相电流对称，三芯空间排列也对称，三相电流产生的磁场相互叠加使得电缆周围的磁场互相抵消，因此，本工程海底电缆产生工频电场相对于龙源大丰 H12#海上风电项目 220kV 海底电缆更小。

磁场与电流大小成正相关，本项目海底电缆单回额定电流小于龙源大丰 H12#海上风电项目 220kV 海底电缆，理论上讲本项目海底电缆产生的工频磁场强度小于龙源大丰 H12#项目，且本项目采用三芯海缆，三相电流的磁场可以在空间上起到互相抵消的作用，进而降低实际的工频磁场强度。

因此，选用龙源大丰 H12#海上风电项目 220kV 海底电缆进行类比是合适的。

（2）监测时间及环境

监测单位：上海纺织节能环保中心监测时间：2018 年 3 月 23 日

监测气象条件：天气晴，气温 15.1~17.2℃，环境湿度 56%~60%。监测时，龙源江苏大丰 200MW 海上风电项目 220kV 海底电缆线路正常运行。

（3）监测结果分析

在电缆正上方、距电缆中心地面 1m、2m、3m、4m、5m 处进行断面监测，监测点位高度距离地面 1.5m，具体监测点位见图 7.8-2。龙源江苏大丰 200MW 海上风电项目 220kV 海底电缆工频电场、工频磁场类比监测结果见表 7.8-5。

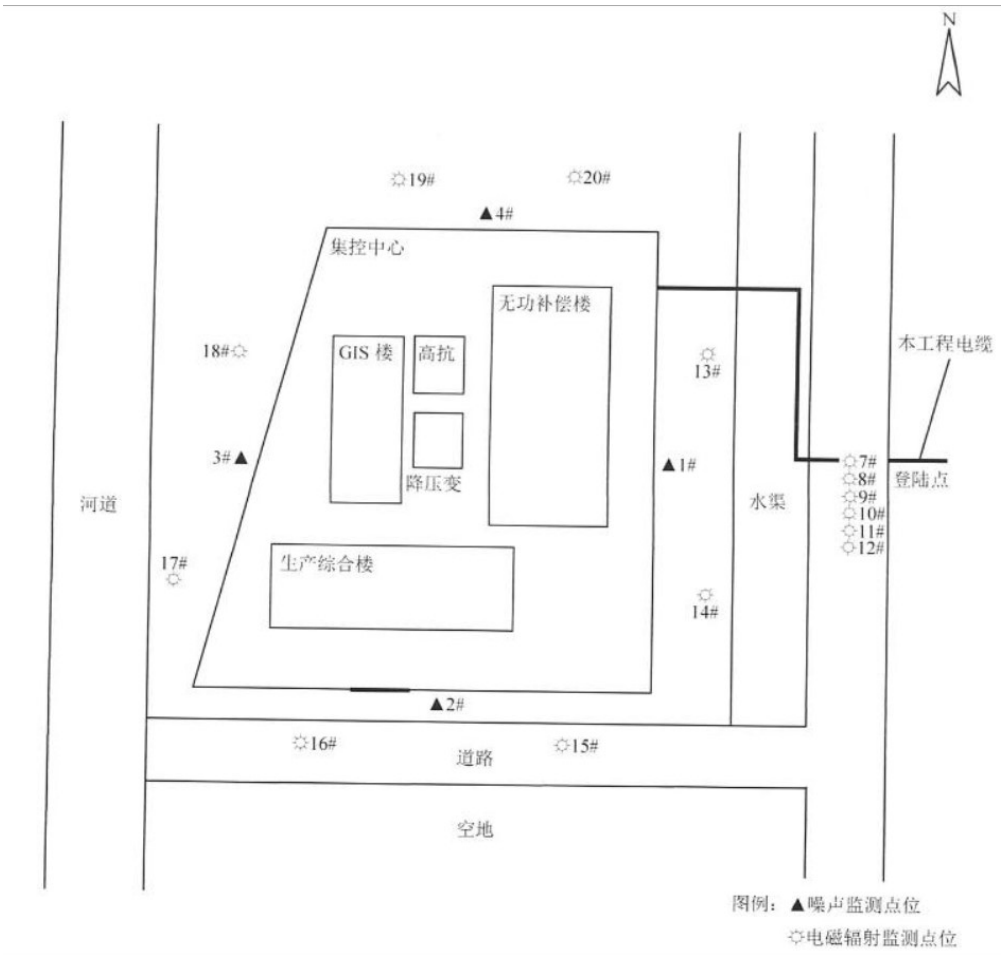

图 7.8-2　类比 220kV 海缆电磁环境监测点位示意图

龙源江苏大丰 200MW 海上风电项目 220kV 海底电缆正常运行的情况下，监测断面各点工频电场强度在 1.932V/m～1.949V/m 之间，由于受屏蔽影响，潮间带电缆对地面基本无影响，远小于 4kV/m 的限值要求；工频磁感应强度在 0.0568μT～0.2851μT 之间，远小于 100μT 的限值要求。

（4）电磁环境影响预测分析

根据类比监测数据分析，龙源江苏大丰 200MW 海上风电项目 220kV 海底电缆监测断面各点工频电场强度在 1.932V/m～1.949V/m，工频磁感应强度在 0.0568μT～0.2851μT 之间，远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中工频电场 4kV/m、工频磁感应强度 100μT 的公众曝露控制限值要求。

由可比性分析可知，本项目 220kV 海底电缆在外保护层、绝缘层的遮蔽下，营运期间产生的工频电场、工频磁场强度将低于标准限值，能够满足《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）要求。

7.8.3 电磁场对海洋生物的影响

（1）国内外研究成果介绍

有研究认为，磁场能够影响鱼类，因为有些鱼的体内具有磁性物质，可用于识别地理磁场，从而协助它们进行空间定位。但是，这些研究都是以淡水鱼类为研究对象，因此与海水鱼类相比磁场反应有可能不同。目前很少有现场研究对鱼类如何受到电缆及其所产生磁场的影响进行观测。

McCleave，Rommel，Catchart 等(1971,1973)在对美洲鳗鲡进行的磁场变化条件测试时所得出的结果却不很明确。幼体鲽鱼（Plathichthysflesus）在受到强度为 3.7mT 的静电磁场影响几个星期时并未受到影响（Bochert,Reaat.,2004）。Westerberg(1994)还从研究的角度直接考虑近岸风力发电场电磁强度情况，测试了南波罗的海一座风力发电机附近的欧洲鳗鲡的洄游形式。遥测跟踪监测并未显示洄游形式发生任何改变。

袁健美、张虎等选取江苏近海常见 12 种海洋生物（袁健美、张虎、刘培廷等，海上风电磁场对 12 种海洋生物存活率与行为的影响。生态学杂志，2016，35(11)：3051-3056），通过实验方法研究不同磁场强度（试验Ⅰ：1.0mT；试验Ⅱ：01.0mT、（0.045±0.01）mT、（0.2±0.01）mT、（0.9±0.01）mT、（4.05±0.01）mT 对照（自然地磁场）下，风电磁场对鱼、虾、蟹和贝类的存活、行为等方面的影响。结果表明：

① 风电场对鱼类影响

1.0mT 强度磁场暴露对黑鲷的存活率和行为有一定影响，撤销磁场后，影响消失。1.0mT 电磁场作用下，黑鲷幼鱼集中分布在水体中上层，有集体浮出水面的意向，动作频率幅度大；少数鱼冲撞鱼缸底玻璃，区别于正常的觅食行为；撤销磁场 10min 后，受试生物行为恢复正常。

随着电磁场强度增强（0～4.05mT），黑鲷、半滑舌鳎的存活率受磁场影响加剧（呈现降低的趋势）；0.2mT（距离海底电缆 1.2m 外）是黑鲷、半滑舌鳎能耐受的磁场。该范围主要是营底栖游泳生物的生活区域，从实验结果可初步判断黑鲷、半滑舌鳎存活率的磁场耐受范围。并推测栖息在该范围（即距离海底电缆 1.2m 外）的海洋鱼类受风电磁场影响不明显。

② 风电场对海洋底栖贝类影响

纵肋织纹螺回避行为受磁场影响明显。24h 之内，4.05 和 0.9mT 暴露条件下的纵肋织纹螺分别有 8.3％和 3.3％逃离了试验缸，剩余部分均分布于试验缸边缘。其余梯度试验缸的生物分布较为均匀，未发生逃离现象。

文蛤对磁场的耐受性较好。试验结果显示其磁场耐受范围为 0.9mT（电缆自身磁场），文蛤存活率仅在梯度Ⅴ（4.05mT）受一定影响，呈现降低的趋势，说明事故状态模拟磁场会造成文蛤存活率下降，而风电场在正常运行中海底电缆产生的磁场对文蛤的存活率不存在影响。长期暴露于静电磁场的海洋底栖动物可以在 3.7mT 的静电磁场中生存 28d 以上，而且其生殖腺和繁殖期指数和对照并无显著差异。

③ 风电场对海洋底栖虾蟹类影响

磁场暴露下黑褐新糠虾的存活率有所降低，梯度Ⅴ（4.05mT）表现尤为明显，与对照相比，其存活率显著降低（降低了 10.53％）。脊尾白虾、口虾蛄、三疣梭子蟹、寄居蟹等其他 4 种虾蟹类存活率未受磁场影响。

④ 风电场海底电缆对海洋生物的影响

针对海底电缆产生的电磁辐射对海洋生物的影响，江苏省海洋水产研究所利用人工模拟磁场试验海洋生物的影响开展了部分研究，该课题列为 2013-2014 省财政资金项目。江苏省海洋水产研究所在 2014 年研究结果表明（生态学杂志，2016，7）：当磁场为 1.00mT 时，黑鲷存活和行为在短期内（21d）受磁场影响明显，试验组与对照组存活率差异显著（$P<0.05$），磁场撤销后 14d 内无显著性差异（$P>0.05$）；试验Ⅱ中，受试生物（黑鲷、半滑舌鳎、文蛤）的存活率仅在 4.05±0.01mT 磁场暴露下的试验组与对照组差异显著（$P<0.05$）；受试生物（纵肋织纹螺、半滑舌鳎、天津厚蟹）的行为在 4.05±0.01mT 磁场下试验组与对照组间均存在差异显著（$P<0.05$）。由此可见：短期内（21d），风电磁场对几种海洋生物的存活、行为有一定的影响，撤销磁场后影响消失。

（2）本工程电磁场对海洋生物的影响分析

本项目海底电缆均敷设于海底土层以下 2.0m，电缆外层的金属屏蔽层、铠装层以及海底土层对磁场具有很好的屏蔽作用，且鱼类活动空间较大，在海底区域活动的鱼类种类及数量相对较少。且类比分析可知，本工程海缆上方 1m(中心处)工频磁感应强度远低于 0.1mT，工程电磁场对底栖贝类和鱼类、虾蟹类影响较小。另外根据国内外现有电磁场对海洋鱼类的影响研究资料分析，风电场营运期期间，海底电缆产生的工频电磁场不会改变鱼类的洄游路线及洄游形式。

7.8.4 电磁场对环境敏感区的影响

本项目 H8-1#场区部分占用吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区、与核心区距离较远，H17#风电场风机与江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验

区(东沙)最近距离约 400m，四座风电场的风机与东沙泥螺四角蛤种质资源保护区最近距离分别为 0.10km、0.10km、0.11km、0.47km；220kV 海缆与江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区 6 最近距离为 60m、与东沙泥螺四角蛤种质资源保护区最近距离为 70m。

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），工程 220kV 升压站电磁环境评价范围为站界外 40m 范围，电缆电磁环境评价范围为电缆管廊两侧各外延 5m 带状区域，因此项目电磁环境评价范围内的环境敏感区为吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区，其余几处保护区均在评价范围之外。

根据本节类比的电磁监测可知，升压站外工频电场强度 1.2~46.9V/m、工频磁感应强度 0.047~0.232μT；海底电缆上方工频电场强度为 1.932~1.949V/m，工频磁感应强度 0.0568μT～0.2851μT，均远小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)控制限值(工频电场强度 4kV/m，工频磁感应强度 100μT)要求。工频电场强度和和磁感应强度随距离增大而急剧降低，另外本项目 H8-1#风电场占用保护区的部分为 7 台风机、7.71km 长的 35kV 海缆，占用区域较小，保护区内的风机电气设备电压等级较低，电磁环境对海洋生态的影响较小，不会对保护区内的渔业资源产生明显影响。

7.8.5 小结

（1）经预测与类比分析，本项目 220kV 海上升压站、交流海底电缆营运期产生的工频电场强度和工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)控制限值要求；

（2）项目营运期间，海底电缆在绝缘层和铠装层、上部沉积物覆盖的屏蔽下，产生的工频电场、工频磁感应强度远小于相关研究实验条件下对鱼类、贝类施加的影响值，不会对海洋动物产生明显影响。

（3）除 H8-1#风电场有 7 台风机、7.71km 长的 35kV 海缆占用占用吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区外，项目其余风电场、海上平台和海底电缆的选址、路径与保护区的相对距离，均超出了电磁环境影响评价范围，保护区内的风机电气设备电压等级较低，经过衰减后电磁环境对海洋生态的影响较小。

7.9 工程建设对鸟类的影响

7.9.1 施工期鸟类影响分析与评价

本项目风机施工是逐个打桩、逐个安装叶片和调试的，海缆是一段段逐步推进敷

设，因此施工期的影响均为小区域的、暂时的、可逆的，不会形成海上连片大范围施工阻隔区、或围挡区，不会对区域鸟类产生大面积的干扰、不会产生区域累积影响。

（1）对鸟类栖息和觅食的影响分析

本项目海域现场观测记录到的主要是鸥类、鸻鹬类、鹭类等水鸟，邻近陆域鸟类中也是以水鸟种类和数量占优势。风电场施工期主要是打桩施工对周边鸟类会产生驱赶作用；海底电缆铺设会破坏工程建设区域的海洋底栖生物和鱼类的生境，减少工程建设区域底栖生物和鱼类的种类和生物量，以及其他岸上施工干扰影响鸟类（主要是水鸟）的觅食行为。

由于施工作业时间较短，随着施工结束，底栖生物和鱼类可在一定时间内得以恢复，同时施工影响范围仅限于工程及周边，施工活动对水域的扰动范围有限，基本只会影响风机周边水域内水生生物的种类和数量，而且工程占用海域面积相对较少，海上风电场区域不是海鸟主要和唯一的栖息和觅食地。在风电场海域觅食和栖息的水鸟种类和数量都比较少，海上样线共记录到 19 种 408 只次，其中水鸟 16 种 369 只次，而整个区域海域和陆域共记录到 7.9 万余只次，鸟类整体上分布在陆域沿海岸线，距离风电场规划场址海域比较远，风电场风机安装施工等对这些区域鸟类的栖息和觅食基本不会产生影响，风电场施工对整个鸟类群落的影响有限，对在风电场海域活动或者习惯在该区域活动的鸟类来说，会因为驱赶作用而受到一定的影响。

由于风电规划海域周边还有大量的海域，还存在替代的觅食地，一般情况下，鸥类会集中分布在船舶后，觅食由于船舶运转或捕捞时翻动而在海面游动的鱼类或其他水生生物，鸻鹬类和鹭类更习惯于在沿海岸线的潮间带湿地栖息和觅食，这些区域能找到更合适的栖息和觅食场所，因而受到项目施工的影响有限。

综上所述，风电场施工期对整个评价区域的鸟类栖息和觅食的影响主要是对海上活动鸥类的有一定驱赶作用，海岸和滩涂区域电缆铺设和陆地施工对鸟类产生区域栖息植被、噪声干扰和觅食行为的一定程度的短期影响，但海上和海岸带均有更大面积可替代的觅食区域，因此产生的影响有限。

（2）对鸟类繁殖的影响分析

从现场调查的结果来看，区域繁殖的鸟类主要是黑嘴鸥、普通燕鸥、白翅浮鸥、牛背鹭、须浮鸥、白额燕鸥、池鹭等区域夏候水鸟和家燕、金腰燕、黑卷尾、红尾伯劳等夏候陆鸟，此外还有白鹭、麻雀、苍鹭、白头鹎等留鸟。这些繁殖鸟类中，陆鸟主要是在陆域农田、林地、草丛等区域繁殖，水鸟主要是围堤内侧的荒地或者林地中

繁殖。距离风电场海域比较远，繁殖活动受到风电场施工直接影响的可能性比较小。同时，这些繁殖鸟类中，水鸟主要在近海湿地潮间带滩涂或者围区水域觅食，其中少量燕鸥类和黑嘴鸥等也会偶尔出现在风电场海域游弋飞行；林鸟以及其他留鸟觅食和栖息都集中在陆域一侧的林带、荒地、农田或者靠近围堤的潮间带植被中。风电场施工对可能对这些鸟类的觅食会产生驱赶影响，但周边海域广大，风电场区域也未有鸟类繁殖地，因此基本不会影响这些鸟类的繁殖。

综上所述，风电场的施工会对鸟类的繁殖基本没有影响，但会使得小部分本地留鸟会产生繁殖栖息区域转移。

（3）对鸟类迁徙的影响分析

风电场中心离岸较远，离岸最近的一个规划场址离岸 47km，只有一些偶尔在上空迁徙路过的鸟类，同时从施工特点分析，风机等施工具有时间短和间断施工的特点，风机安装施工均需要在白天进行。

从施工阶段分析，在风机基础施工、升压站施工期间，由于均为近海面作业，施工设备的高度一般在 20m 以下。在风机安装阶段，风机高度一般在 200m 左右，在这一阶段，鸟类正常迁飞一般不会受影响，只有在云雾、小雨等不利天气情况下，有些鸟类会飞至工程风机总高度甚至以下。在施工期间，由于有施工噪声，施工阶段安装好的风机不运转，尺寸也比较大，容易被迁飞鸟类注意到。通过雷达对迁徙鸟类的研究发现，不管是在白天或黑夜，在 2MW 叶片直径 60m 的风力机前 100 至 200m 鸟就发现它的存在，而且提前改变飞行路径，飞行在高于风力机的安全高度。

海岸区域的电缆铺设会对迁徙期在此附近区域的候鸟迁徙过程中、停歇和越冬的候鸟产生一定的干扰影响，破坏部分鸟类栖息生境，一定程度减少海岸施工区域可供鸟类觅食的海洋水生生物，从而增加了附近其他觅食栖息区域的竞争力。但由于电缆铺设占地面积不大，且施工周期短，且周边有可替代生境，总体影响不大。

综上所述，工程施工期不会造成不可逆的破坏和影响，对迁徙鸟类影响较小。

（4）风电场施工环境事故风险对鸟类的影响分析

风电场施工过程中要大量用到船舶运输装备和材料、用船舶进行打桩和吊装施工等，存在施工船舶溢油风险。如发生溢油事故，将对海洋生物和海洋生态系统产生深远的不利影响。尽管不同油品的影响程度和持续时间不同，但是总体上，漂浮在水面上的油类会直接导致海洋生物的死亡，也会波及海岸带，进入沉积物，尤其是滩涂沉积物中，缓慢释放，形成持久的毒性。鸟类进入含油水面或者油污染的滩涂，身体上

会沾上油污，影响其活动，进而影响生存。油类物质会通过食物链或者直接被摄入鸟类体内，毒害鸟类。溢油事故也会产生长期影响，影响溢油区域活动或者觅食的鸟类。

溢油事故一旦发生，海域水体首先受到影响，部分滩涂周边也会受到影响，除了直接影响这些区域觅食、活动的鸟类，导致鸟类中毒死亡，也会通过影响这些区域的浮游动植物、底栖生物、潮间带生物进而影响区域作为鸟类栖息地的质量，这种影响也将持续较长的时间。

根据现场鸟类观测来看，可能受溢油影响的鸟类是直接在水面觅食的鸥类、鹱类的黑叉尾海燕、以及在滩涂区域停歇的鸻鹬类、鸥类和鹭类等。

从鸟类栖息地的角度出发，溢油以后油膜扩散，海域活动鸟类由于存在大量其他替换的海域水体栖息和觅食区域，存在有效避免受到溢油影响的可能性。同时，溢油事故发生的概率相对比较低，而一旦发生则有可能影响到油膜扫过的区域，好在一般油膜扫海的范围和面积相对有限，并不会波及到整个海域，也即规划海域各个区域同时受到事故溢油影响的可能性比较小。溢油事故发生后，影响范围之外都存在未受影响的栖息地（海域）作为替补和缓冲，能在一定程度上减缓溢油事故对整个海域鸟类栖息地功能和鸟类群落的影响，不大可能对整个海域鸟类栖息地功能和鸟类群落造成颠覆性影响。

（5）大丰海域已建风电项目施工期鸟类影响类比

根据大丰海域 2023 年通过环保验收、目前已正式投入运行的“三峡能源江苏大丰 H8-2#300MW 海上风电项目”，鸟类跟踪调查资料，风电项目施工期鸟类观测数据与环境本底数据对比结果如下。

图 7.9-1　大丰 H8-2#海上风电项目鸟类调查点位

表 7.9-1(a)　大丰 H8-2#海上风电项目鸟类调查结果统计（秋季）

时间	环评阶段（2018 年 10 月）	施工期（2021 年 10 月）	试运行期（2022 年 10 月）
记录到的鸟类	25 种	62 种	60 种
水鸟	4 种	20 种	13 种
国家一、二级保护鸟类	2 种 （黑嘴鸥、大杓鹬）	9 种 （黑脸琵鹭、白腰杓鹬、黑嘴鸥、小青脚鹬、白腰杓鹬、大杓鹬、红隼、普通鵟、小杓鹬）	4 种 （白腰杓鹬、大杓鹬、翻石鹬和领鸻鹬）
中日候鸟保护协定	12 种	32 种	36 种

中澳候鸟保护协定	4 种	12 种	25 种

表 7.9-1(b)　大丰 H8-2#海上风电项目鸟类调查结果统计（冬季）

时间	环评阶段（2019 年 2 月）	施工期（2021 年 12 月）	试运行期（2022 年 12 月）
记录到的鸟类	22 种	49 种	38 种
水鸟	3 种	2 种	3 种
国家一、二级保护鸟类	2 种 （黑嘴鸥、大杓鷸）	3 种 （黑嘴鸥、白腰杓鷸、小鸦鹃）	4 种 （黑嘴鸥、白腰杓鷸、大滨鷸、斑头秋沙鸭）
中日候鸟保护协定	8 种	28 种	21 种
中澳候鸟保护协定	3 种	8 种	12 种

由于环评阶段仅开展了 2018 年 10 月和 2019 年 2 月两季现状调查工作，因此通过对 2018 年（施工前）、2021 年（施工期）和 2022 年（试运行期）秋、冬季调查的鸟类资源调查结果进行比较，以分析工程前后对鸟类资源的影响。

秋季的施工期和试运行期的国家一、二级保护鸟类，中澳、中日协议鸟类，种类均高于环评阶段调查结果；冬季的施工期和试运行期，国家一、二级保护鸟类与环评阶段种类持平，中澳、中日协议鸟类种类高于环评阶段调查结果。

鸟类观测控制点略有差异，是导致工程前鸟类调查种类、数量相对较少的原因之一；此外，调查时间上的差异也可能对鸟类调查种类、数量造成影响。总的来看，工程区域的鸟类种类数量均较环评阶段有所增加，表明调查区域鸟类在海岸带区域迁徙时，一般沿大陆岸线迁飞，未受到风电项目的明显影响。

7.9.2 营运期鸟类影响分析与评价

（1）对鸟类栖息地和觅食地利用的影响

鸟类栖息地的选择和利用受到食物资源、捕食风险、避敌条件、栖停条件等因素的影响，鸟类会选择具有庇护条件、邻近食源的区域作为栖息地。湿地鸟类的栖息地一般同时具备植被、裸地、水域三种景观类型，以满足鸟类对栖息地的需求。项目占用区域为海域，四座风电场中最近的场址距离海岸 47km，对于绝大多数鸟类来说，拟建场址海域不适宜作为鸟类的栖息地。

根据类似风电场周边鸟类调查监测，在距离风电场 400m 以外的区域，水鸟的活动几乎不受影响。本项目规划场址海域鸟类种类和数量都比较少，一个年周期四次调查中 H8-1#规划场址记录到 4 种 12 只次、大丰 H9#规划场址记录到 5 种 17 只次、大丰 H15#规划场址记录到 3 种 6 只次、大丰 H17#规划场址记录到 8 种 20 只次，它们分布的区域与海上捕鱼的渔船的分布有关。风电场建成后，风电场营运期对鸟类栖息

地及栖息地利用基本没有影响。

鸟类觅食地的选择与觅食地的安全性、食物资源的丰富程度、距栖息地的距离等因素有关。沿海滩涂湿地鸟类一般选择地势开阔、食物丰富的沿海滩涂湿地作为其觅食地。海上风电场区远离近岸滩涂，四座风电场中最近的场址距离海岸 47km，观测期间仅有少量鸟类在风电场区域飞过，不是鸟类主要的栖息地和觅食地。围堤内电缆和集控中心工程周边生境以人工鱼塘为主、并有其他海上风电工程的集控中心场站，也不是鸟类的主要觅食区域。

综上所述，风电场营运期对鸟类栖息地及栖息地利用的影响有限。

（2）鸟类-风机撞击致死分析

鸟类与风机相撞的风险取决于一系列因素：鸟类种类、数量、行为特性、天气状况、地形、风电场本身（包括风电场的警示灯）等。周围有大量鸟群哺食、栖息或建在鸟类迁徙路径上的风电场发生鸟类与风机相撞事故的概率更大。具有较弱飞行能力的大型鸟类（如天鹅）更容易与建筑物发生碰撞(Brown 等，1992)；那些习惯与在黎明、黄昏、黑夜中飞行的鸟类更不容易发现风机，从而更容易与建筑物发生碰撞（Larsen 和 Clausen，2002）。对于特定的种类，撞击的风险与鸟类年龄、行为特性、年周期的特定状态等有关。例如，燕鸥为了给雏鸟觅食，飞行高度向建筑物靠近，从而更易于发生碰撞事故（Henderson 等，1996）。

风机上航空、船舶航行的警示灯会吸引鸟类而使鸟类改变飞行行为，尤其是在多云的夜晚、大雾天气、雨天，鸟类会趋向于飞向光源区域从而加大撞击的风险（Hill1990，Erickson 等 2001）。目前的建议是使用尽可能少的最低强度的白色闪光灯(Hüppop 等，2006)。

风电场建设也会给鸟类迁徙带来负面影响，主要表现在鸟与风电场的部分风电机或架空线路相撞而导致伤亡，这是最直接也是最严重的影响方式。本项目均采用海底电缆，没有架空线路，因此，鸟类在迁徙过程中主要存在与风机相撞的风险。

根据研究，大多数鸟类迁徙时的飞行高度在 150m～1000m 之间，大型鸟类有些可达 3000～6300m，有些大型种类（如斑头雁）的飞行高度能达 9000m。总体而言，鸟类夜间迁徙的高度常高于白天，晴天迁徙高度高于雨天、雾天或强逆风等不利天气。由于大部分鸟类的迁徙是在天气晴好的夜晚，而且大部分鸟类飞行高度较高，即使飞行高度较低的鸟类，也能够较好的识别障碍物，而避免与风机发生撞击(Able，1999；Dillon Consulting Limited，2000)。而在飞行条件较差的时候，如下雨或者起雾时，则

有可能发生鸟类与风机的撞击(Winkelman，1995)。海上风电场鸟撞死亡率相关的信息比较少，主要是因为在海上很难探测到撞击.

探测撞击和飞行躲避，目前常用的技术有雷达、热成像和声学探测等（Desholm2003，2005，Desholmetal.2005，2006）。在丹麦的 Nysted 海上风电场用雷达进行的研究表明白天大部分鸟类在距风电场 3km 以外就开始改变飞行路线，而晚上在 1km 左右改变方向，在风机群周边飞行时表现出明显的躲避行为（Kahlertetal.2004，Desholm2005）。鸟类与风机发生撞击而造成死亡通常与风机的转速呈一定的相关关系(OrloffandFlannery，1995)，一般变速的风机对鸟类的影响较大。但即使如此，在许多情况下仍然有 80％以上的鸟类可以穿过变速的风机而不受丝毫损伤(Winkelman，1992)。特别是在离岸建设风电场，撞击概率就更小。如在 Utgrunden 的海上风电场，观察到有 500000 只海鸭穿过风电场，但没有发生一起撞击事件(Petersson and Stalin，2003)。丹麦西部的 Tjaereborg 通过雷达研究风力机与鸟的关系，表明不管是在白天或黑夜，在 2MW 叶片直径 60m 的风力机前 100 到 200m，鸟就发现它的存在而提前改变飞行路径，飞行在高于风力机的安全高度。Erickson（2005）根据大量的统计资料指出，风力发电对鸟类造成的伤害远小于城市建筑物、通信设施等对鸟类造成的伤害。

图 7.9-2　鸟类死亡原因统计，每 10000 只鸟中死亡个数(Erickson，2005)

已有针对鸟只撞击风机的研究表明鸟类-风机撞击的概率比较低，为便于进行定量估算，采用 Percival(2003)关于一般飞行高度下穿越风电场的鸟类撞击风机的概率的统计结果作为估算依据，即以 0.01%预测鸟类撞击风机的次数。总体而言，虽然项目建设会带来一定的鸟类撞击风机的可能，但发生的概率总的来说较低，不会对区域鸟类的种类和种群数量造成明显影响。

（3）对鸟类迁徙的影响分析

① 风机高度对迁徙鸟类的影响

本项目规划风电场场址海域处于东亚—澳大利西亚候鸟迁徙通道上，鸻鹬类、鸥类和鹭类为风电场规划场址海域鸟类的优势类群，也是主要的迁徙鸟类。风机轮毂高度 110~140m 左右，风机叶片加上风机基础，总高度约 210~270m，风机叶片旋转的范围最高 270m 左右，本项目风电场距海岸约 47~80km，是大型鸟类可能选择的迁徙通道，而中小型鸻鹬类鸟类以近岸湿地区域作为迁飞通道的，项目区域实地观测资料也验证了这一点。大中型鸻鹬类迁飞高度在 100m 到 400m，鹭类一般在 150-600m，鹳类在 350m 到 750m，鹤类在 300m 到 700m，鸭类迁飞高度在 150-500m，加上鸟类的躲避行为，天气状况良好的情况下，迁飞的鸟类基本都能都开风机叶片扫过的区域。但当鸟类迁徙过程中突然遇到逆风或天气不好且不能着陆时，会降低飞行高度，几乎是在近海面飞行，特别在夜间和透视度低的时候，发生误撞而死亡的几率会提高。

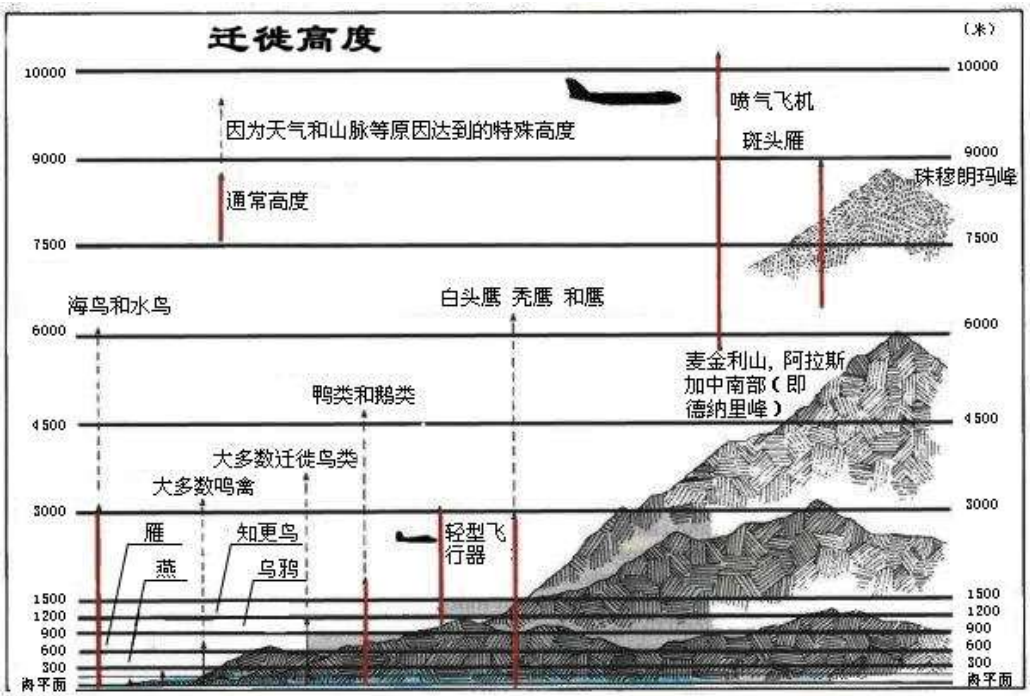

图 7.9-3　鸟类迁徙飞行高度示意

表 7.9-2　风机叶片和主要迁徙鸟类在陆域飞行高度一览表

考察物	高度（m）
风机叶片	30-270
小型鸻鹬类/雀形目鸟类	50-250
中型鸻鹬类	100-300
大型鸻鹬类	150-400
鹭类	150-600
鹳类	350-750
鹤类	300-700
鸭类	150-500
雁类（包括天鹅）	350-12000

据美国审计署对陆域风电场的统计，雀形目鸟类是与风机撞击比较多的鸟类，占撞击死亡鸟类的 80%左右。小型鸣禽往返于休息地与觅食地、饮水地等飞行活动，都是低空飞行，飞行高度大都低于 100m，尤其在鸟类迁徙密集区域撞机风险更大，碰撞塔架或风机叶片造成伤亡。但是与飞机、汽车、建筑物、通讯塔、架空电线等相撞的鸟类死亡的数量相比，死于风电场风机的鸟类数量很少，而海域本身不是雀形目鸟类常规的栖息和活动场所，只有少数雀形目鸟类飞行经过风电场海域，种类很少，数量密度非常低，本次调查记录海上未记录到雀形目鸟类，海上风电场区域鸟类数量仅占全部样线鸟类的 0.07%、占海上样线鸟类的 13.5%，加上其飞行过程中可绕开风电场区域、躲避海上风电场，因此总体来说海上风电场对鸟类迁徙的影响较小。

② 风机转动速度对迁徙鸟类的影响

根据现有研究和监测资料，鸟撞风机与一系列因素相关，如鸟的种类、数量、行为、地形地貌、天气状况、风力电场的地理位置等。当风电场位于或靠近鸟类候鸟迁飞区、主要迁徙通道或鸟类局部大量集聚的区域时，鸟撞发生的概率会大大增加。鸟类在捕食时要降低飞行高度，更容易与风机相撞。

由于鸟类与风机发生撞击而造成死亡通常与风机的转速呈一定的相关关系，一般变速的风机对鸟类的影响较大。据统计，有 80%以上的鸟类可以穿过变速的风机而不受丝毫损伤。因此，在天气晴好的情况下，鸟类误撞风电机的几率极小。

③ 风电场布置对鸟类的影响

风力发电场占有鸟类迁徙通道较大的面积，而且巨大的风机横亘在鸟类迁徙路线上，有可能成为鸟类迁徙的障碍。风电场布置上，往往形成行里，有一定间距，风机与风机之间会留出廊道供鸟类栖息飞行通过。而且鸟类的视觉比较敏锐、反应机警，加之本项目风机周围鸟类种类和数量分布很少。因此，发生鸟类碰撞风机致死现象的可能性很小。

据施月英等对台湾彰化风电场鸟类监测发现，冬季在涨退潮期间通过风机的鸟类数量较多，飞行高度多在 40m 以下的低风险区，飞行通过的种类以小型鸻鹬为主，而在 40～120m 的高风险区的鸟类数量很少。在丹麦的 Nysted 和 HornsRev 风力发电场鸭类能在 480m 排间距的风机之间穿越飞行。总之，迁徙候鸟有一定避让风机和风电场的能力，风电场对迁徙鸟类影响较小。

（4）低频噪声对鸟类的影响分析

噪声对鸟类等主要依靠声音进行通讯的类群的影响更为严重(Slabbekoorn &

Ripmeester，2008；Francisetal.，2009)。因为鸟类尤其是鸣禽主要通过鸣声进行通讯，如吸引配偶、防卫领域、预警、乞食和求救、躲避天敌等。噪声干扰动物寻找觅食适合区和追赶猎物并辨别天敌位置的能力，使动物的捕食效率和生存力大大下降。

在遗传和环境共同作用下，鸟类鸣声具有种或个体特异性(Xia et al.，2010)，在噪声环境中，鸟类可选用特定音节或鸣唱句型传递信息（Robisson et al.，1993；Kennedy et al.，2009），但当环境噪声太大时，声信号被淹没，鸟类的特异性鸣声会失去作用，此时要通过调整声信号来完成通讯（Aubin&Jouventin，2002）。鸟类主要通过 Lombard 效应应对噪声干扰，即当环境噪声水平提高时，声信号发出者改变频率和振幅，增大信噪比，降低噪声对声信号的干扰，这一现象普遍存在于动物的通讯中（Rabin&Greene，2002；Brumm&Slabbekoorn，2005；Warren et al.，2006）。近年的研究还发现，鸟类还会调节鸣唱时间来避开噪声干扰（Erme & Amrhein，2008；Hardouin et al.，2008）。鸟类生活环境中的噪声可分为人为噪声和自然噪声。前者如各种交通噪声，可瞬时爆发、频率低、能量高、持续时间短、作用面积小；后者如晨鸣合唱，进行缓慢、频率多样、延续时间长、作用范围广。城市噪声属于低频高能（Katti&Warren，2004；Slabbekoorn&Ripmeester，2008），频率一般低于 2kHz，最高不超过 5kHz（Patricelli&Blickley，2006）。许多动物的发声频率在这一范围内，包括鸟类（Slabbekoorn& Peet，2003；Brumm，2004），受噪声影响很严重。在长期的适应和演化过程中，动物的声音具有一定可塑性，在声通讯过程中，能根据外界声音环境的声级变化，在一定程度上调整发声频率，避开噪声干扰（Sober& Brainard，2009）。与其他动物相比，鸟类鸣声可塑性更高(Botero et al.，2009)。鸟类鸣声频率主要分布在 2~9kHz（Rheindt，2003），环境噪声常会影响鸟类鸣声的低频部分。鸟类能通过提高鸣唱最低频率和主频应对噪声频率的干扰（Slabbekoorn Peet，2003；Catchpole Slater，2008；Nemeth Brumm，2009）。

项目规划场址海域离岸较远，风机低频噪声不会对邻近岸线区域栖息的鸣禽产生影响，同时场区本身不是鸟类的主要栖息地，鸟类种类和数都比较少，工程场区噪声对偶尔穿越的鸟类影响较小。

7.9.3 对重点保护鸟类的影响分析

根据浙江智海环境科技有限公司 2020~2021 年四个季度的现状调查结论可知，本项目 6 条海域样线和 6 条陆域样线观测到的 7.9 万余只次的鸟类中，国家 I 级保护鸟类 3 种 3638 只次，99%位于陆域的 L4（大丰港南）、L5（实验区 6）样线上，海域共

记录到黑嘴鸥 35 只次、占调查到黑嘴鸥总数量的 1.0%；国家 II 级保护鸟类 17 种 3767 只次，全部位于陆域样线上记录到，其中大群的白腰杓鹬和大滨鹬分别记录于陆域的 L2（缓冲区 2）、L4（大丰港南）样线上，海域样线未记录到国家 II 级保护鸟类。

江苏省级和世界自然保护联盟濒危物种红色名录鸟类在海域有少量分布，除了黑嘴鸥外，其他保护鸟类种类均在陆域分布，数量上 99%以上鸟类个体分布在陆域，而海上记录到的牛背鹭、环颈鸻、红颈滨鹬、黑腹滨鹬、黑嘴鸥等，种类占保护鸟类总种类数的 15.6%，数量占总数量的 0.55%。风电场及周边区域未有这些保护鸟类的繁殖地和栖息地，风电场区海域的省级和红色名录保护鸟类数量仅占约 0.5%。因此，从重点保护鸟类的实际观测分布特点来看，风电场的施工和营运对重点保护鸟类的影响非常有限，影响范围主要集中在有重点鸟类分布的潮间带地区。

直接出现在风电场规划场址海域的保护鸟类约 3 种 55 只次，主要是鸥类，这些鸥类在风电场海域出现主要是游弋经过，偶尔有海面觅食。在风电场区活动的这些鸟类会受到风电场的驱赶或者阻碍影响，考虑到种类和数量占区域保护鸟类种类和数量比例很低（约占区域记录到这几种鸟类个体数量的 0.1%不到），风电场的建设和运营对区域保护鸟类种群影响十分有限。尽管如此，仍需重点关注这些保护鸟类的种群动态，监测其动态变化及对风电场建设和运营的响应。

黄嘴白鹭（国 I）	黑嘴鸥（国 I）

小青脚鹬（国 I）

大凤头燕鸥（国 II）

图 7.9-4　区域部分国家级重点保护鸟类

（1）对黄嘴白鹭的影响分析

黄嘴白鹭是鹳形目鹭科白鹭属鸟类，体长 46-65 厘米，体重 320-650 克。身体较为纤瘦，身上的嘴、颈、脚都较长；成体在繁殖季节有细长的饰羽，后头的冠羽长而密，肩羽延伸至尾部但末端平直，下颈饰羽呈长尖形，覆盖胸部。全身羽毛为白色，雌雄羽色基本相同；腿为黑色，虹膜为淡黄色。幼鹭没有细长的饰羽，嘴基本呈褐色而基部呈黄色；腿和眼先皮肤为黄绿色。被列入世界自然保护联盟（IUCN）濒危物种红色名录《IUCN Red List of Threatened Species.Version2016》中的易危（VU）物种。独、成对或集成小群活动。主要以各种小型鱼类为食，也吃虾、蟹、蝌蚪和水生昆虫等动物性食物。营巢于近海岸的岛屿和海岸悬岩处的岩石上或矮小的树杈之间。

经过四个季度的调查，黄嘴白鹭记录到 8 只，均在陆域 L4（大丰港南）样线的春季观测到，可见，实验区(东沙)不是黄嘴白鹭的主要栖息地，项目风电场的建设不会直接影响到黄嘴白鹭的栖息地。本项目风电场距陆域较远，H17#风电场风机距海域的珍禽保护区实验区(东沙)400m。但考虑到 H17#风电场西侧浅水区受潮汐影响，退潮期间的少量湿地也是海鸟可能的觅食区域，因此项目建设会在一定程度上压缩海鸟的活动范围。

本项目拟通过湿地占补平衡方式，补偿项目建设对鸟类的影响。在珍禽保护区缓冲区内，开展退渔还湿行动，详见 9.7.3.2 节海洋生态恢复和补偿措施。

（2）对黑嘴鸥的影响分析

黑嘴鸥是鸻形目鸥科的中型水鸟，体长 29-39 厘米、体重 170-230 克。夏羽头黑色，眼上和眼下具白色星月形斑，在黑色的头上极为醒目。颈、腰、尾上覆羽、尾和下体白色。初级飞羽末端具黑色斑点，冬羽和夏羽相似，但头白色，头顶有淡褐色斑，

耳区有黑色斑点。嘴黑色，脚红色。被列入世界自然保护联盟（IUCN）濒危物种红色名录中的易危（VU）物种。常成小群活动，飞行非常轻盈。主要以昆虫、昆虫幼虫、甲壳类、蠕虫等水生无脊椎动物为食。常成小群在一起营巢，通常营巢于开阔的沿海滩涂地带，特别是生长有碱蓬等低矮盐碱植物、不受潮水影响的无水盐碱地上或河口泥质滩涂。

经过四个季度的调查，黑嘴鸥累计记录到 3584 只次，其中陆域观测到 3566 只次、拟建 H17#风电场海上样线、珍禽保护区东沙海上样线共记录到黑嘴鸥 35 只次，约占总数的 1.0%，观测到的黑嘴鸥呈小群体活动。根据相关资料和历史数据，黑嘴鸥春季北迁途经江苏沿海地区，一部分已成为江苏盐城湿地珍禽保护区内的夏候鸟。

H17#风电场西侧浅水区受潮汐影响，退潮期间的少量湿地也是海鸟可能的觅食区域，可见 H17#风电场的建设，会在一定程度上压缩黑嘴鸥的活动范围，使得偶尔出现在海域范围内的黑嘴鸥小群体（占区域总数的近 0.5%）被迫改变觅食、栖息地。项目拟通过湿地占补平衡方式，补偿项目建设对鸟类的影响，在珍禽保护区缓冲区内，开展退渔还湿行动，对占用鸟类活动的湿地行为做出补偿。

（3）对小青脚鹬的影响分析

小青脚鹬是鹬科鹬属的一种动物。全长约 30 厘米，上体黑褐色，羽缘灰色，次级飞羽灰，下背和尾上覆羽白，为国家一级保护物种，被列入世界自然保护联盟（IUCN）濒危物种红色名录《IUCN Red List of Threatened Species.Version2016》中的濒危（EN）物种。常单独在水边沙滩或泥地上活动。性机警，稍有惊动即刻起飞。常低头来回奔跑，飞翔力强。觅食时常低着头，嘴朝下，在浅水地带来回奔跑。主要以水生小型无脊椎动物和小型鱼类为食，常涉水到齐腹深的水中去觅食。

经过四个季度的调查，小青脚鹬累计记录到 46 只，均在陆域 L4（大丰港南）样线观测到。本项目风电场距陆域较远，送出海缆与海域范围内的保护区实验区最近处为 60m，风电场的建设不会直接影响到小青脚鹬位于潮间带湿地处的栖息地。海缆辐射施工会对保护区产生短期影响，包括海缆沟开挖对水质的影响、敷缆船和两栖式挖掘机的施工噪声影响，通过控制开挖速度、降低施工噪声、避免夜间施工等方式，影响能够有效缓解，对保护鸟类小青脚鹬的短期影响是可接受的。

（4）对大凤头燕鸥的影响分析

大凤头燕鸥是鸻形目鸥科的中型水鸟，体长 45-51 厘米、体重 340-400 克，虹膜褐色，喙绿黄色，嘴峰 58-62 毫米，尾呈叉状，脚黑色。夏羽前额和眼先白色，头顶

至枕黑色，头顶羽毛向后延长，形成冠羽、黑色。冬羽和夏羽大致相似，但头顶缀有白色纵纹，冠羽具灰色杂斑。是国家二级保护物种，在世界自然保护联盟（IUCN）濒危物种红色名录中属于无危（LC）物种。栖息在热带和亚热带的海岸线、珊瑚礁，河口、港口、岩石、沙滩和海洋上，有时又长时间漂浮于海面上，或在海边浅水处沐浴。晚上多栖息于岸边悬岩或岩石上。主要以鱼类为食，也吃甲壳类、软体动物和其他海洋无脊椎动物。

经过四个季度的调查，大凤头燕鸥记录到 70 只次，均在陆域滩涂样线上观测到，区域大凤头燕鸥总数量不多，占全部调查到国家 II 级保护鸟类总数的近 2%。风电场的建设不会直接影响到大凤头燕鸥位于潮间带湿地处的栖息地。海缆辐射施工会对保护区产生短期影响，包括海缆沟开挖对水质的影响、敷缆船和两栖式挖掘机的施工噪声影响，通过控制开挖速度、降低施工噪声，影响能够有效缓解，对保护鸟类大凤头燕鸥的短期影响是可接受的。

综上所述，结合项目与珍禽保护区的位置关系、持续一年的观测结果，重点保护鸟类主要集中在保护区内的潮间带、陆上湿地区域，项目建设对重点保护鸟类的影响较小。考虑到鸟类较大的觅食范围，项目的施工建设期会挤占保护区外鸟类的觅食、停歇空间。因此建设单位、施工单位均应按照“9.7 节 湿地占补平衡措施”、“9.8 节 鸟类保护措施”的要求严格落实保护措施，通过湿地占补平衡方式，补偿项目建设对鸟类的影响，在珍禽保护区缓冲区内，开展退渔还湿行动，对占用鸟类活动的湿地行为做出补偿。

7.9.4 小结

基于现有观测数据和资料，本项目 4 个风电场规划场址建设区处于东亚—澳大利西亚候鸟迁徙通道上，鸟类迁飞停栖的主要区域为海岸线附近，本项目四个规划场址建设区距海岸 47~80km，不是迁徙期鸟类迁徙所经过主要路线的中间、也不是迁徙鸟类停歇、觅食的主要区域，对鸟类迁徙路线存在一定的阻隔影响，但影响较小。项目的实施对鸻鹬类以及其他水鸟和林鸟的影响非常有限，对海域水面栖息觅食的鸥类存在一定的驱赶影响。从鸟类栖息地的角度，项目施工过程可能会对海域栖息的鸟类产生一定的影响，受影响的鸟类种类和数量有限。

综上所述，本项目的实施对鸟类影响处于可接受范围内，对鸟类群落产生颠覆性影响的可能性很小，但由于盐城沿海是许多珍稀濒危候鸟的重要停歇地和越冬地，在海岸和陆地施工时，需谨慎控制建设永久用海和临时用海范围，避免和减少对鸟类的

影响。

7.10 海洋开发利用活动影响分析

（1）直接占用的开放式养殖区

本项目风电场不占用养殖区，三回 220kV 海缆在 H17#风电场西北侧的路由穿越东沙开放式养殖用海区，养殖区权益主体为盐城市大丰区交通控股集团有限公司。

东沙开放式养殖用海区总面积约 22052hm^2，其中紫菜养殖确权 42 宗，养殖面积约 9156hm^2；贝类养殖确权 58 宗，养殖面积约 12896hm^2。本项目海缆共占用养殖区 16 宗（包括 8 宗紫菜养殖区、8 宗贝类养殖区），占用开放式养殖用海共计 121.2854hm^2，占用养殖区的权益主体均为盐城市大丰区交通控股集团有限公司，该区域将不能开展养殖活动。

建设单位应在开工前与养殖区权益主体签订占用补偿协议，并配合办理用海变更。

（2）施工悬浮泥沙对开放式养殖区的影响

由于本项目海缆穿越开放性养殖海域，因此海缆施工产生的悬浮泥沙不可避免的会扩散至周边的养殖海域内，主要的养殖品种为紫菜和贝类。根据数模预测结果，施工悬浮泥沙增量＞10mg/L 的扩散范围内的养殖用海共 23 宗，影响面积共计约 2482.5047hm^2，受养殖区的权益主体均为盐城市大丰区交通控股集团有限公司，该区域的养殖活动将受到一定影响。

根据相关研究，悬浮泥沙对紫菜的影响主要表现为影响紫菜的光合作用，降低水层光照强度，进而降低紫菜养殖区的产量；悬浮泥沙对贝类的影响主要表现为对贝类摄食行为的影响，贝类的滤食系统由于悬浮物的激增受到应激限制，需通过降低滤食频率减少机体损伤程度，进而影响贝类的生长。因此，悬浮泥沙浓度的增加将对紫菜和贝类产生影响。

建设单位应在开工前与养殖区权益主体签订补偿协议，弥补渔业损失。

（3）围塘养殖

本项目登陆后的电缆沟、岸基集控中心均位于的围塘养殖区内，属于无证养殖区，实际养殖活动业主为马少平和盛月新，详见 5.2.6.3 节图 5.2-8(b)。建设单位应在开工前对实际养殖人采取一定的补偿措施，将线性工程、场站工程所占的鱼塘改造、缩小后再进行施工。鱼塘改造后的干地施工，不会形成悬浮泥沙对养殖鱼类的影响。

7.11 对环境敏感区的影响分析

7.11.1 对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的影响

本项目 H8-1#海上风电场东侧的 7 台风机位于保护区实验区内，同时连接风机的 35kV 海缆有 7.71km 位于实验区内，项目对保护区的影响方式主要为施工扰动、永久占用两方面。

7.11.1.1 对保护区水质的影响分析

根据模拟预测结果，工程海缆建设引起吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的最大面积为 1.47km^2，最大悬浮物浓度增量为 56.89mg/L。因此，工程海缆施工将引起周边敏感目标悬浮物浓度的增高，但这一影响是暂时的，可逆的，随着海缆施工的结束，悬浮物浓度会在数小时内（和海流流速、泥沙沉降特性等有关）迅速衰减至 10mg/L 以下。

7.11.1.2 保护区的生态损失估算

根据《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》（中国水产科学研究院东海水产研究所，2023 年 9 月），工程建设造成吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区海洋生物损失经济价值约 177.15 万元。详见 7.5.2 节计算内容。

7.11.1.3 对保护区生态环境的影响

（1）对浮游生物影响

海缆敷设施工会引起海底泥沙再悬浮，在施工作业点周围水体中产生大量的悬浮物，形成一定范围的悬浮物高密度分布区域，从而引起水体悬浮物浓度增加，降低水体透光率，造成水体浮游植物生产力下降。降低水体透光率，造成水体浮游植物生产力下降。从食物链角度看，初级生产力下降，必将影响正常食物链的传递，最终导致水域可利用生物资源量下降。一般而言，悬浮物的浓度增加量 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物受到影响忽略不计；当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响；而当悬浮物浓度增加量在 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响，特别是中心区域，悬浮物含量较高，海水透光性极差，浮游植物生长将受显著抑制。

徐兆礼等对悬沙影响浮游植物的问题进行了多项研究，其中长江口悬沙牟氏角毛藻生长影响的动态试验和静态试验研究结果表明：牟氏角毛藻的生长速度随悬沙浓度

增大而逐渐减少，悬沙对浮游植物的影响非常显著，而且悬沙一旦产生，即便是浓度不大，也影响水体的透明度，从而影响浮游植物的光合作用，对浮游植物生长起到抑制作用。徐兆礼等的研究结果还表明：悬沙对浮游植物的影响有两个方面，一是悬沙影响水体的透明度，从而影响浮游植物的光合作用，对浮游植物生长起到抑制作用；二是底泥中存在的污染物，这些污染物从底泥中析出，造成水体二次污染，进而对浮游植物生长产生影响。根据徐兆礼开展的实验研究，长江口疏浚弃土悬沙对微绿球藻和牟氏角毛藻的生长有一定的抑制作用，试验结果表明，当水体中含沙量持续 96h 达到 3g/L 时，藻类生长速率降低 20%~30%；但当作业停止，悬沙迅速沉淀，水体变清，藻类生长可恢复正常。

海缆敷设为线性施工，不会在某个点连续停留 15 天，产生的影响为一次性损害影响。随着工程施工结束，泥沙通过沉降作用，水质将逐渐恢复，浮游生物会逐渐恢复正常。有关资料表明，浮游生物群落的重新建立需要几天到几周时间，本工程施工期短，电缆为线性施工，不产生持续性影响，施工产生的悬浮泥沙对浮游生物不会产生长期不利影响。

（2）对底栖生物影响

海缆埋设过程中的开挖、填埋作业都将对海洋底栖环境造成破坏，使底栖生物丧失。海缆敷设及风机基础桩基所占用海域的底栖生态环境全部被破坏，栖息于这一范围内的底栖动物将全部丧失。

（3）对渔业资源的影响

施工过程中，产生的悬浮物将在一定范围内形成高浓度扩散场，悬浮物在许多方面对鱼类产生不同的影响。首先是悬浮微粒中含有大小不同、从几十微米到十余微米的矿质颗粒，悬浮微粒过多时将导致水体混浊度增大，透明度降低，不利于天然饵料的繁殖生长。其次水体中大量存在的悬浮物会造成鱼类呼吸困难和窒息现象，因为悬浮物微粒随鱼的呼吸动作进入鳃部，会沉积在鳃瓣鳃丝及鳃小片上，不仅损伤鳃组织，而且会阻断气体交换，严重时导致窒息。

悬浮颗粒将直接对海洋生物仔幼体造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。

根据王云龙等（1999）长江口疏竣泥悬沙对中华绒螯蟹早期发育的试验结果，当

悬沙浓度为 8g/L 时，不会对中华绒螯蟹的交配、产卵和胚胎发育造成影响。在原肠期以前，胚胎成活率几乎为 100%，但当胚胎发育至色素形成期产生一定程度的影响，试验结果三组数据最大死亡率为 60~70%，最小为 5~10%，平均为 30%。但本工程悬浮物浓度持续时间远低于试验条件。可以认为，工程悬浮物增量引起的幼体死亡率应低于 5%。此外，在自然环境中，由于悬沙量增加，降低水中透光率，从而引起浮游植物生产量的下降，进而影响以浮游植物为食的浮游动物的丰度，间接影响溞状幼体和大眼幼体的摄食率，最终影响其发育和变态。海水中悬浮物增加，会对游泳鱼类的正常生理行为产生影响，由于海洋生物的“避害”反应，工程附近海域自然生长的游泳动物将变少。

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≤10mg/L，悬浮物浓度增量大于 10mg/L，可能对鱼类生长造成影响。在工程施工悬浮物影响范围内，鱼卵、仔稚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。

施工期一次性损害按照 3 倍补充、风机永久占用按照 20 倍补偿，对保护区造成的生态损失补偿金共计 177.15 万元，占项目全部生态损失的约 15.4%。随着施工的结束、以及采取增殖放流等修复措施后，渔业资源的损失可以逐渐得到恢复。

7.11.1.4 对主要保护鱼类的影响

（1）保护鱼类摄食的影响

吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区主要保护对象为小黄鱼和银鲳。东海区小黄鱼主要食物为浮游甲壳类，银鲳的食料也以小鱼小虾及浮游生物为主。根据施工工艺，风机基础打桩和海底电缆的敷设造成的局部海域悬浮物含量增加会对浮游动物造成损害，从而对小黄鱼和银鲳的饵料产生不利影响。然而，这种影响是临时的，将随着施工结束而消失。因此，本项目建设对小黄鱼和银鲳摄食的影响较有限。

（2）对小黄鱼的影响和保护措施

根据小黄鱼的生物学特性，小黄鱼吕泗渔场产卵场位置大约在从启东嘴到北纬 34 线以南的苏北浅滩上。4 月和 5 月是产卵盛期，6 月产卵后的幼鱼在外侧索饵，7 月和 8 月随着个体长大，索饵鱼群向禁渔线外侧洄游。

从工程位置上来看，本项目风电场位于小黄鱼育幼场西侧、最近距离约 6.3km，打桩时所产生的悬浮物不会对育幼场水质造成影响；根据水下噪声预测，打桩噪声影响范围约 6.8km，会对小黄鱼的产卵产生不利影响，对远海育幼场的幼鱼也将产生一

定的影响。因此，H8-1#风电场的施工建设应避开 4 月下旬~7 月 1 日吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的特别保护期，非产卵盛期的风机打桩应采用软启动方式、尽量采用液压锤、以低锤密击的方式打桩，对石首科鱼类、小黄鱼幼鱼起到驱赶作用，降低水下噪声对鱼类听力的损害影响。

（3）对银鲳的影响和保护措施

根据东海银鲳种群的生物学特性，济州岛邻近水域的越冬鱼群 5 月中旬前后主群分批进入海州湾南部近岸产卵，其中少数进入吕泗渔场北部海区产卵；东海北部外海的越冬鱼群洄游于浙闽近海的诸产卵场产卵，其洄游路线的北界一般不超过长江口。

从工程位置上来看，本项目不占用银鲳的三场一通道，距离银鲳产卵场最近的为 H15#风电场，最近距离约 5km。4 月下旬~5 月是小黄鱼产卵盛期、5~6 月是银鲳产卵盛期，因此 H15#风电场的施工建设应避开 4 月下旬~7 月 1 日，避免施工阻隔小黄鱼在不同产卵场之间的洄游，避免施工打桩噪声对银鲳产卵场的影响。非产卵盛期的风机打桩应采用软启动方式、尽量采用液压锤、以低锤密击的方式打桩，对石首科鱼类、小黄鱼幼鱼起到驱赶作用，降低水下噪声对鱼类听力的损害影响。

7.11.1.5 保护区专题报告的结论

《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》（中国水产科学研究院东海水产研究所，2023 年 9 月）的结论：

通过综合分析认为三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目中的 H8-1#海上风电场工程的实施，将会对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的渔业生态环境和渔业资源产生一定的影响，但不会对保护区的主要功能造成较大的影响。因此应采取增殖放流、生物修复、渔业资源养护等有效措施，将工程对保护区的渔业生态环境和渔业资源损害降到最低。风电场工程对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区造成的经济损失为 177.1485 万元，工程建设单位应与保护区管理部门签订渔业资源补偿协议，并落实海洋生态补偿。生态补偿内容包括增殖放流实施方案编制及增殖放流实施。同时建设单位积极组织开展施工期和营运期对保护区的跟踪监测工作，监测费用 48 万元，纳入环保投资预算。

建议保护区相关管理部门在 4 月下旬~7 月 1 日，尤其是特别保护期 5 月 1 日~7 月 1 日对建设单位在保护区的施工情况进行巡查，避免在该时段对位于保护区的风机基础和 35kV 海缆进行施工作业。重点关注施工时段保护区内悬浮物浓度的变化情况，

加强保护区内电缆敷设速度的监管。考虑风电场设计使用年限长达 25 年以及吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区属于敏感水域，建议稳步运营后每两年对保护区开展一次海洋生态和渔业资源的监测。

本着区域经济发展、渔业生态环境保护和渔业资源的可持续发展兼顾的目的，在建设单位避开 4 月下旬~7 月 1 日对位于保护区的风机基础和 35kV 海缆进行打桩和铺设，落实施工期和营运期环境污染防治措施并作为生态补偿主体责任人切实实施海洋渔业资源生态补偿的前提下，三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区渔业生态环境和渔业资源的影响是可以接受的。

农业农村部渔业渔政管理局的审查意见《关于<三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告>的意见》，主要内容为：

一、督促项目单位将专题报告的主要内容和结论纳入项目环评报告，将渔业资源保护和补偿措施纳入环保措施，将渔业资源生态补偿经费 177.15 万元纳入项目环保投资。

二、督促项目单位在施工和运营期间，按照我局的函复意见，履行相关协议，制定详细的实施方案，落实好渔业资源保护和补偿措施，并特别做好以下工作：

*（一）该项目位于*吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区，特别保护期（5 月 1 日~7 月 1 日）内不得从事爆破等可能对保护区渔业资源和生态环境造成损害的活动工程；

（二）采取有效措施，减少项目施工和运营对渔业资源和渔业生态环境的影响；

（三）规范实施增殖放流等措施，修复受损渔业资源；

（四）加强渔业资源和渔业生态环境跟踪监测，做好施工期运营期风险事故防范和应急处置。

三、督促项目单位对渔业资源保护补偿措施与建设项目的主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的原则落实。

7.11.1.6 小结

结合专题论证报告报批稿综合分析，本项目海上施工将会对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的海洋环境、渔业资源、保护鱼类产生一定的影响，但项目占用保护区实验区面积较小，通过制定科学的施工计划、避让保护鱼类的产卵盛期，并通过采取保护区内增殖放流等生态修复措施，本项目的建设对吕泗渔场小黄鱼银鲳

国家级水产种质资源保护区的影响是可以接受的。

7.11.2 对江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区的影响

（1）对保护区功能的影响

江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区的主要功能是其滩涂湿地生态系统所具有的物种栖息地、生物多样性维持、污染物净化等方面的功能。本工程不占用该保护区，H8-1#、H9#、H15#三座风电场距保护区距离较远（超出评价范围），H17#风电场风机保护区实验区(东沙)最近距离约 400m，220kV 送出海缆距保护区实验区 6 的最近距离为 60m。

根据施工悬浮泥沙预测分析，H17#风电场和海缆施工的悬浮泥沙影响范围进入了东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，未影响到珍禽保护区实验区(东沙)；220kV 海缆在近岸浅水段的敷设施工，水下敷设控制射水犁的开挖速度在 1m/min、潮间带区域选择退潮露滩时施工，则海缆施工造成悬浮泥沙增量>10mg/L 的区域在保护区实验区 6 的影响面积为 1.38km^2，悬浮泥沙最大影响浓度为 192.01mg/L。

可见，近岸浅水区海缆的敷设施工将对保护区实验区 6 的海水水质产生一定影响，根据项目路由方案，临近实验区 6 北侧的浅水区海缆路径约 5.4km，在水下敷设控制速度为 1m/min 的情况下，预计该段海缆敷设工期为 7 天，在此期间内保护区实验区 6 的北侧局部海域的水质将不能维持一类标准，在泥沙的影响下鱼类会产生趋避行为、并短期内降低水体透光率。

江苏盐城湿地珍禽保护区实验区 6 的功能是维持滩涂的湿地生态系统、为迁徙鸟类提供逗留和觅食的良好生境、并为珍禽栖息的核心区域提供缓冲保护等。由于本段海缆工程量较小，为期 7 天的施工期将会对实验区内 1.38km^2 的带状海域的水质、初级生产力、鱼类等产生短期影响，但随着施工结束、悬浮泥沙逐渐沉回海底，该影响将会消失，施工结束后，埋设于泥面以下的海缆不再对海洋生态环境产生影响。

综上所述，本项目海缆施工将会对保护区的海洋生态造成短期的不利影响，随着施工结束，影响将得以消除，不会对造成永久性的不利影响。

（2）对保护区保护对象的影响

本项目对江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区的影响主要集中在施工期，影响区域主要在海缆近岸区域，包括滩地上的埋设、海上风电场建设配套的船舶运输。施工期间海缆铺设产生的悬浮泥沙将对保护区实验区 6 的水质、初级生产力和鱼类产生短期不利影响，由于悬浮物影响是暂时的，随着施工结束而消失，施工期间影响有限。

此外由于人类活动、交通运输工具与施工机械的机械运动产生的噪声、灯光等会对保护区实验区 6 及邻近地区栖息和觅食的鸟类产生一定的影响。本项目通过通过避免夜间施工、控制施工用地范围、施工结束后及时恢复场地原貌等方式，尽可能的降低施工悬浮泥沙对保护区的影响，将施工活动干扰控制在可接受水平。

营运期内本工程海底电缆均敷设于海底土层以下至少 2.0m，电缆外层的金属屏蔽层、铠装层以及海底土层对磁场具有很好的屏蔽作用，且类比分析可知，工程产生的电磁场对底栖贝类和鱼类、虾蟹类影响较小，不会影响保护区内鸟类的觅食。

本项目 H17#风电场风机距离实验区(东沙)最近处 400m，其余风电距保护区较远。基于现有观测数据和资料，鸟类迁飞停栖的主要区域为陆域海岸线附近，保护区和中国黄（渤）海候鸟栖息地有大片区域供候鸟迁徙，风电场区不是迁徙期鸟类迁徙所经过主要路线的中间，也不是迁徙鸟类停歇、觅食的主要区域，项目实施对鸟类迁徙路线的阻隔影响有限。

综上分析，项目海缆登陆段施工期间的悬浮物扩散对珍禽保护区海水水质产生短期不利影响，以及施工噪声对部分湿地鸟类会产生一定的不利影响。由于项目不占用保护区，风电场施工及运行期间对鸟类、湿地生态系统的影响处于可接受范围内。

7.11.3 对中国黄（渤）海候鸟栖息地的影响

中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）的盐城南部候鸟栖息地 YS-1 区域范围涵盖了江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区的实验区 6、实验区（东沙）以及两处实验区之间的浅水海域、江苏省盐城条子泥市级湿地公园、江苏省东台市条子泥湿地保护小区和江苏省东台市高泥淤泥质海滩湿地保护小区，是东亚-澳大利西亚迁飞路线的一系列重要栖息地，是目前世界上最受关注的部分濒危物种的关键停歇地、越冬地或繁殖地。本项目不占用中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期），风机距离遗产地（YS-1）最近距离为 640m（H17#风电场），其他风电场距该保护区距离较远；电缆距离遗产地（YS-1）最近距离为 18m。位置关系详见 5.3 节的图 5.3-5。

（1）对世界自然遗产地的影响方式

本项目对该世界自然遗产地的影响方式、影响对象，与对江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区的影响相同，均主要体现在施工水质、初级生产力、鱼类等海上生态环境产生的短期影响，以及施工活动对鸟类的干扰、风机运行增加了鸟类撞机的发生概率。

（2）对自然遗产地功能、保护对象的影响

自然遗产地的功能是为保障了候鸟东亚-澳大利西亚迁徙路线中心枢纽的稳定，为候鸟迁飞提供良好的中途逗留生境、提供停歇、觅食和栖息地。

根据施工悬浮泥沙预测分析，本项目施工悬浮泥沙对自然遗产地的影响主要在临近的 220kV 送出海缆施工处，由于 220kV 海缆距自然遗产地最近处为 18m，因此在控制射水犁的开挖速度在 1m/min 的前提下，悬浮泥沙增量>10mg/L 的区域在自然遗产地的影响面积为 0.13km^2，悬浮泥沙最大影响浓度为 48.92mg/L。由于项目海缆仅在局部线位临近自然遗产地，水下射水犁不会在此区域长期停留，与珍禽保护区实验区 6 同样，预计该段海缆敷设工期为 7 天，在此期间内自然遗产地的局部海水水质将不能维持一类标准，在泥沙的影响下鱼类会产生趋避行为、并短期内降低水体透光率，进而对海洋初级生产力、鱼类等产生短期影响。但随着施工结束、悬浮泥沙逐渐沉回海底，该影响将会消失。

营运期，项目风电场场址不是迁徙期鸟类迁徙所经过主要路线的中间，也不是迁徙鸟类停歇、觅食的主要区域，项目实施对鸟类迁徙路线存在一定的阻隔影响，但对鸻鹬类以及其他水鸟和林鸟的影响非常有限，对海域水面栖息觅食的鸥类存在一定的驱赶影响。由于项目不占用鸟类保护区、不占用世界自然遗产地，因此从江苏沿海已建风电场实际效果来看，对迁徙鸟类产生的影响处于可接受范围内。工程海缆电磁场对底栖贝类和鱼类、虾蟹类影响较小，不会影响保护区内鸟类的觅食。

综上所述，项目海缆施工期间的悬浮物扩散对世界自然遗产地的海水水质产生短期不利影响，以及施工噪声对海鸟会产生一定的惊吓干扰。由于项目不占用世界自然遗产地，在严格控制施工噪声、避免夜间施工的前提下，项目的施工短期影响是可以接受的。

7.11.4 对东沙泥螺四角蛤种质资源保护区的影响

（1）对保护区功能的影响

东沙泥螺四角蛤种质资源保护区主要保护对象为泥螺和四角蛤，它们均栖息于泥质或泥沙质的滩涂中。本项目风电场及海缆选址选线，均避让了东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，H8-1#、H9#、H15#、H17#风电场风机与保护区最近距离分别为 0.10km、0.10km、0.11km、0.47km，220kV 送出海缆与保护区的距离分别为 70m（H8-1#海上升压站送出）、160m（H9#海上升压站送出海缆）。位置关系详见 5.3 节图 5.3-6。

根据施工悬浮泥沙预测分析，H8-1#、H9#、H17#风电场的海缆施工悬浮泥沙影响范围进入了东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，但影响范围不大，通过控制临近保护

区海缆敷设速度、即射水犁水下敷设的开挖速度在 1m/min 左右，使得施工造成悬浮泥沙增量>10mg/L 的区域在保护区内的影响面积控制在 0.05km^2（3 处风电场临近保护区海缆施工的影响面积汇总），悬浮泥沙最大影响浓度为 13.53mg/L。

可见，临近保护区的海缆施工，会对保护区内水质产生一定影响，部分海域的水质将不能维持一类标准，在泥沙的影响下鱼类会产生趋避行为、并短期内降低水体透光率，但保护区受本项目建设的影响面积较小、且为零散分布，泥沙浓度增量较小，不会对保护区内海水水质产生的影响不大，并且保护物种泥螺生活在海底泥面中，泥沙是其自然生存环境之一，施工期的少量泥沙增量不会对保护物种产生明显不利影响。

随着施工结束、悬浮泥沙在数小时内沉回海底，该影响将会消失，施工结束后，埋设于泥面以下的海缆不再对海洋生态环境产生影响。

（2）对保护区保护对象的影响

保护区的保护对象主要为泥螺和四角蛤，项目对保护对象的影响主要集中在施工期，由于泥螺和四角蛤自身为生活在浅海泥面、沙层中的软体动物，日常呼吸和摄食活动几乎不受短期泥沙悬浮的影响，施工的影响主要为悬浮泥沙对海洋浮游动植物等泥螺和四角蛤的饵料产生影响，进而间接影响泥螺和四角蛤。

泥螺饵料的主要种类为底栖硅藻，此外还有大量的有机碎屑及小型甲壳类、无脊椎动物的卵等，浮游幼虫阶段为滤食性，主要依靠纤毛摆动滤食水体中的浮游单细胞藻类，对食物没有严格的选择性。四角蛤也以微小的浮游和底栖硅藻类为主要食物，兼食其他小型营养物质。海底电缆的敷设造成的局部海域悬浮物含量增加，一定程度上降低了海水透光度，进而对浮游生物生长造成一定干扰，但海缆施工是由敷缆船和射水犁点状推进的，因此这种影响是局部的、短期的，不会对保护区内的饵料生物产生明显的减产影响。本项目对保护区 0.05km^2 的海缆施工影响范围分散在 H8-1#、H17#、H9#三处风电场，每处的海缆施工历时短、影响范围小、且不会同时进行，随着分段施工的结束而影响迅速消失，因此不会对保护区内泥螺和四角蛤的生存、摄食产生明显影响。

营运期内本工程海底电缆均敷设于海底土层以下至少 2.0m，电缆外层的金属屏蔽层、铠装层以及海底土层对磁场具有很好的屏蔽作用；并且本项目 220kV 海缆距保护区最近处 70m，在海底泥土层的良好导电性作用下，远离泥面以下海缆处的电磁辐射场强将迅速下降，不会保护区内的底栖生物产生电磁影响。根据 6.8.3 节引用的研究资料，文蛤存活率仅在梯度Ⅴ（4.05mT）受一定影响，海缆 70m 外已超出电磁环境

评价范围，通过类比监测数据可知，电磁环境影响值不超过 0.1mT，因此不会对底栖软体动物的生存产生影响。

综上分析，项目风电场海缆的敷设施工会对保护区内海水水质产生短期不利影响，但影响范围、影响程度均较小，通过控制临近保护区海缆敷设施工速度、有序作业的前提下，项目建设对东沙泥螺四角蛤种质资源保护区的海洋生态、保护对象泥螺和四角蛤不会产生明显不利影响。

7.11.5 对麻菜珩、麻菜珩领海基点保护区的影响

本项目风电场距麻菜珩特别保护海岛距离较远，H8-1#、H9#、H15#、H17#风电场与保护区最近距离分别为 11.61km、9.80km、11.10km、5.73km；220kV 送出海缆距保护区最近距离 4.37km。领海基点保护区位于麻菜珩特别保护海岛保护区中央，风电场距领海基点保护区距离超过 10km，送出海缆距保护区最近距离 9.53km。详细位置关系见 5.4.5 节和 5.4.6 节。

本项目建设引起的水动力变化、地形冲淤变化集中于风机桩基附近，悬浮泥沙扩散集中于电缆沿线，不会对距离较远的麻菜珩特别保护海岛、麻菜珩领海基点保护区产生不利影响。

7.11.6 对盐城梭子蟹、梅童鱼保护区的影响

本项目风电场距盐城梭子蟹、梅童鱼保护区较远，最近处为 H15#风电场距保护区 12.76km；其余风电场和海缆与该保护区的距离，超出评价范围。详细位置关系见 5.4.7 节。

本项目建设引起的水动力变化、地形冲淤变化集中于风机桩基附近，悬浮泥沙扩散集中于电缆沿线，不会对距离较远的盐城梭子蟹、梅童鱼保护区产生不利影响。

7.11.7 对盐城市近岸海域国考站位的影响

根据盐城市“十四五”近岸海域国考监测点位清单，本项目评价范围内的国考站位有九处（JSH10004、06、17、18、22、23、33、34 和 37），见图 2.5-1(a)。

其中 JSH10022 站位于 H17#风电场内、距 17 号和 25 号风机间的 35kV 海缆 530m，JSH10037 站位于 220kV 送出海缆最近距离约 1.7km，其余国考站距风电场、送出海缆距离均较远（4.3km~14.5km）。与本项目距离较近的两处国考站，均在 H17#风电场周边及东沙开放性养殖区附近，根据施工悬沙数模预测结果，该海域悬浮物浓度增量 10mg/L 的包络线不会到达南部 1.7km 外的 JSH10037 站。详见 7.3.1 节悬沙影响包络

线，图 7.3-4~图 7.3-5。

可见项目周边评价范围内的 9 处国考站位，受到施工悬沙的轻微影响，悬浮物浓度增量均不大于 10mg/L、且均为短期影响，符合《海水水质标准》（GB 3097-1997）对第一类标准的要求“悬浮物质人为增加的量≤10mg/L”，施工悬沙对国考站位的水质影响较小，不会改变国考站位处的海水水质等级。

7.12 其他环境影响分析

7.12.1 大气环境影响

（1）施工期大气环境影响

本工程在施工过程中对大气环境的影响主要为施工机械、船舶和运输车辆产生的废气以及运输车辆的物料装卸、堆放、运输等产生的扬尘。海上施工区周围无大气环境敏感点，各类施工机械、船舶等交通工具的发动机尾气不会对项目海域大气环境产生明显不利影响。大丰港周转区运输车辆用量较少，通过出场前冲洗、地面洒水降尘等措施，产生的扬尘是可控的，对大气环境影响较小。

（2）营运期大气环境影响

项目正常营运期间无生产废气产生。柴油发电机仅在正常供电中断时启动，使用频率很低，柴油燃烧产生的大气污染物主要为二氧化碳和氮氧化物，在柴油机运行不良时会由于不完全燃烧产生烟尘。考虑到柴油发电机的启动频次很少、使用时间也较短，产生废气量较小，不会对周围大气环境质量产生明显的影响。

海上平台的海水淡化装置使用电能、不产生废气；电解水制氢储能装置，产生的残余气体为氧气、水蒸气，通过平台排气口排放，避免在室内聚集，均不属于大气污染物。

7.12.2 固体废物环境影响

（1）施工期

施工期人员生活垃圾产生共计约 400kg/d，海上生活垃圾在施工船舶上收集后，交给专业单位接收处理；周转区的生活垃圾依托港口公司的垃圾堆存点存放，环卫部门定期清运。

施工废包装材料、废边角料产生量预计约 5t，由作业船舶运至岸上，有价值的金属部件等交回收公司，无回收价值的废物交环卫部门清运。施工期间设备保养维护产生的废油类物质，按照危险废物进行管理，交给盐城环弘再生资源有限公司回收处理。

（2）营运期

1）海上生活垃圾

海上救援平台临时避难按 18 人、每次安置 3 天计，生活垃圾约 54kg/次，全年按使用 15 次计，则生活垃圾的量为 0.81t/a，在海上救援平台垃圾桶暂存后，由运维船舶将生活垃圾移交给专业单位接收处理。

2）一般工业固废

营运期 2 套海水淡化装置共产生污泥 0.24t/a、产生废滤膜和废滤芯 0.18t/a，污泥主要成分为投加了混凝剂和絮凝剂后、交联物网捕到的海水颗粒物，废滤膜和废滤芯主要成分为 PP、PE、树脂纤维。

营运期制氢装置产生废树脂 0.1t/a、产生废催化剂 1.2t/a、系统污垢 0.02t/a，催化剂的主要成分为氧化铝 Al_2O_3、铂 Pt、钯 Pd。

一般工业固废在系统耗材更换、检修等期间产生，通过人工更换、反洗、反吹等方式产生，废污泥、废滤芯和废树脂等一般固废产生后密封保存，由运维船交第三方船务公司接收处理，废催化剂由运维船转运至生产厂家回收处理。

3）危险废物

风机检修产生的废矿物油和含油棉纱预计 2.549t/a，海上平台的压缩机、泵类等设备运维保养产生的废矿物油预计为 0.6t/a；升压站运行五年后开始逐渐产生废电池，预计 8 块/年（约 0.15t/a）。危险废物不在海上暂存，油类废物收集到密封桶中、废电池装于密封袋中，由运维船转运至岸基集控中心的危废暂存间，交给协议资质单位盐城环弘再生资源有限公司接收处理。

8 环境风险分析与评价

8.1 评价目的

环境风险评价目的是通过调查，分析事故类型、事故原因及事故发生的概率，对可能发生的事故及其可能所造成的对外界环境影响的程度、范围及后果进行预测与评价，提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使建设项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）和《省生态环境厅关于印发江苏省环境影响评价文件环境应急相关内容编制要点的通知》（苏环办[2022]338号）的要求，结合本次建设的海上风电项目工程特点，开展本章节的编制。

8.2 风险调查

8.2.1 环境风险源

海上风力发电企业，是环保清洁能源生产企业，结合项目主体海上风电工程，配套创新融合工程的海水淡化、海上氢储能和救援平台的海洋牧场网箱养殖营运活动特征，判断项目施工期和营运期存在潜在的环境风险事件为：

①施工期施工船舶碰撞溢油事故；②营运期船舶与风机碰撞溢油风险、风机桩基失稳内部油料泄漏事故；③海上升压站电气设备油类泄漏事故；④风机基础冲刷掏空和腐蚀造成倾倒，带来油料泄漏事故；⑤火灾爆炸等安全事故造成的次生溢油、化学品泄漏等环境事故；⑥台风与风暴潮等极端气象灾害引起的溢油等环境事故。

根据可行性研究资料，结合海上风电项目建设运行经验，对照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）“附录 B 重点关注的危险物质及临界量”和《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），本项目涉的环境风险物质为油类（矿物油、0#柴油和船用燃料油）、次氯酸钠水溶液（NaClO），贮存量未超过环境风险物质临界量，不构成重大环境风险源。

（1）风电机组含油

本工程单台风机内部设置 35kV 变压器，位于塔架中，其油品为绝缘油，油量约为 1.2t/台，呈密封状态；同时风机机舱和轮毂中还存在较多润滑油，油品主要为齿轮油、液压油等，约 1.4m^3/台（约 1.2t/台）。

（2）海上升压站电气设备

变压器等电气设备为了绝缘和冷却的需要，其外壳内装有一定量的油。当其注入电气设备后，不用更新，使用寿命与设备同步。油的主要成分是烷烃、环烷族饱和烃及芳香族不饱和烃等化合物。

本工程设置 3 座海上升压站，其中 H8-1#海上升压站设置 1 台 210MVA 变压器，H9#海上升压站设置 2 台 240MVA 变压器、2 台室内 50MVar 高抗器，H17#海上升压站设置 1 台 210MVA 变压器。另外每座升压站设有一台柴油发电机，配套一个 18m^3 的柴油罐。

根据变压器和电抗器的电压等级、容量，确定 H8-1#海上升压站单台主变（无高抗）的油量为 54t，H9#海上升压站单台主变的油量为 58、高抗的油量为 22t，H17#海上升压站单台主变（无高抗）的油量为 54t，每座升压站的燃料柴油储量 15.3t。

（3）船舶燃油

施工期船舶最大船型为 10000t 级自航驳船，主要用于海上升压站钢管桩、导管架及上部组块运输。参照《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）附录 C 的“表 C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系”，采用插值法计算得到 10000t 级驳船燃油舱单舱燃油量为 99m^3，燃料油密度一般不大于 991kg/m^3，则单舱燃料油量为 98.1t，船舶燃油总量为 588.6t。

营运期的工作运维船一般选择 200~400t 吨位的船舶，根据风电项目实际运维船舶经验数据，400t 级船舶单舱含油量不超过 30t。

（4）海水淡化装置消毒液（次氯酸钠 10%水溶液）

本项目 H9#海上升压站配备一套最大产水量 50m^3/d 的海水淡化装置，消毒液最大储存量 0.25t，折合纯次氯酸钠 0.025t；海上氢储能平台配备一套最大制水量 12m^3/d 的海水淡化装置，消毒液剂最大储存量 0.20t，折合纯次氯酸钠 0.020t。

（5）海上氢储能装置的氢燃料电池

H9#海上升压站西侧建设氢储能平台，储能平台配套的储氢电池规模为 50kg（固态氢），本项目氢的贮存量为 50kg，远小于《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）表 1 中的 5t 临界量，不构成重大安全危险源。根据导则，氢属于安全风险物质、不属于环境风险物质，不参与 Q 值计算。

8.2.2 风险潜势初判

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），计算所涉及的每种环境风险物质的最大存在总量与其在附录 B 中对应临界量的比值 Q，按下式计算。

当 Q＜1 时，该项目环境风险潜势为 I；

当 Q≥1 时，将 Q 值划分为：（1）1≤Q<10、（2）10≤Q<100、（3）Q>100。再详细对照行业及生产工艺（M）和风险物质及工艺系统危险性（P）进行分级。

$$Q=\frac{q_1}{Q_1}+\frac{q_2}{Q_2}+...+\frac{q_n}{Q_n},$$

式中：q_1，q_2，…，q_n——每种风险物质最大存在总量，t；

Q，Q，…，Q_n——每种风险物质的临界量，t。

本项目环境风险物质主要有油类物质（包含船舶燃料油、变压器油、柴油发电机用油以及润滑油）、消毒液中的次氯酸钠。主要分布在各处风场、3 个海上升压站、海上氢储能平台，Q 值确定见表 8.2-1。

表 8.2-1　建设项目 Q 值确定表

风险单元	风险物质名称	具体位置	单台/单舱存量 t	数量	存在总量（q_n/t）	临界量（Q_n/t）	Q 值
风机	矿物油	35kV 变压器	1.2	98	117.6	2500	0.047
	矿物油	机舱、轮毂	1.2	98	117.6		0.047
H8-1#海上升压站	矿物油	变压器	54	1	54		0.022
	柴油	柴油罐	15.3	1	15.3		0.006
H9#海上升压站	矿物油	变压器	58	2	116		0.046
		高压电抗器	22	2	44		0.018
	柴油	柴油罐	15.3	1	15.3		0.006
H17#海上升压站	矿物油	变压器	54	1	54		0.022
	柴油	柴油罐	15.3	1	15.3		0.006
万吨级拖轮	柴油	船体油舱	98.1	6	588.6		0.235
运维船舶	柴油	船体油舱	30	10	300		0.120
H9#海上升压站	次氯酸钠	一层海水淡化装置消毒液箱	0.025	1	0.025	5	0.005
海上氢储能平台	次氯酸钠	一层海水淡化装置消毒液箱	0.020	1	0.020		0.004
海上氢储能平台	氢	氢燃料电池	0.025	2	0.05	无环境风险临界量	0
项目 Q 值 Σ							**0.56**
备注：船舶燃料油密度按 991kg/m³、润滑油/绝缘油密度按 895kg/m³、柴油密度按 850kg/m³ 计							

本项目不构成重大环境风险源，工程在近海海域，主导功能为吕四渔场捕捞用海，属于重要的渔业水域，属于环境敏感地区，项目 Q 值为 0.56，Q＜1，判定环境风险潜势为 I。

8.2.3 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本项目建成后在生产、使用和储存过程中涉及的环境风险物质为油类、消毒液中的次氯酸钠，Q＜1，环境风险潜势为 I，可开展简单分析。

但考虑到本项目主体工程位于海洋，在施工过程中会动用众多大型施工船舶，存在由于施工船舶操作不当引发船舶碰撞溢油事故的风险；营运期在台风、风暴潮等极端气候条件下，存在升压站倾倒引发的变压器油等油类物质溢油风险、溶液泄漏风险。

综合考虑到溢油事故对周边生态环境保护目标的危害性较大，因此按二级评价深度开展工作，对影响较大溢油事故影响预测采取数值模拟。

8.2.4 环境风险敏感目标

根据第一章 1.7 节对本项目环境保护目标的梳理，主要环境保护目标分布情况见表 1.7-1，具体分布情况见图 1.7-1。各类保护区海水水质执行一类标准。

8.3 环境风险识别

8.3.1 物质危险性识别

本项目主要环境风险物质为其储存及使用情况见表 8.3-1。

表 8.3-1　风险物质储存使用情况

序号	名称	最大储存量 t	重要组分规格、指标	储存方式	使用情况
1	矿物油	503.2	烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等，相对密度 0.895	密封于变压器和高抗器内	使用寿命与设备同步
2	0#柴油	45.9	复杂烃类（碳原子数约 10～22）混合物	应急柴油发电机油罐	仅在海上升压站用变故障或失电，使用应急柴油发电机发电时使用
3	其他燃料柴油	888.6	烷烃、环烷烃和芳香烃、含硫、氧、氮化合物	储存于各艘施工和运维船舶燃料仓	船舶携载
4	次氯酸钠	0.045	存在于次氯酸钠 10%水溶液中	海水淡化装置的消毒液箱内	海水淡化装置使用，定期补充

主要风险物质理化性质和危险特性如下。

表 8.3-2　风险物质理化性质及危险特性

物料名称	理化性质	CAS 号	危险特性	
			燃烧爆炸性	毒性及危害特性
矿物油	浅黄色透明液体，相对密度 0.895，凝固点＜-45℃，闪点≥135℃，自燃点（℃）：270，不溶于水，	/	在通常环境下稳定，温度升高超过物理性质的指标时，会释放出可燃的蒸气和分解产物，吸入蒸气	现有研究表明 LD50：口服>5000g/kg，急性毒性较低。吸入毒性：无数据，长时间和重复吸入高温

	溶于有机溶剂。		或烟雾（在高温情况下才会产生）会刺激呼吸道	下产生的蒸气或雾可能会刺激呼吸道。
0#柴油	稍有粘性的棕色液体，沸点（℃）：200～350，闪点（℃）：45～55，自燃点（℃）：257，相对密度：0.87～0.9。	/	易燃，其蒸气在 60℃时遇明火会燃烧。易爆，爆炸上限％（V/V）：4.5，爆炸下限％（V/V）：1.5	急性中毒：皮肤接触柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮，吸入可引起吸入性肺炎，慢性中毒：柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头痛
其他燃料柴油	有色透明液体，闪点（℃）：≥60，引燃温度（℃）：250，相对密度：0.95～0.98，不溶于水，溶于醇等溶剂	/	可燃液体，其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸	LD50：>5000mg/kg（大鼠经口）， LC50：>5000mg/m3/4h（大鼠吸入）
次氯酸钠NaClO	无色或淡黄色液体。具有刺激气味。易溶于水生成烧碱和次氯酸。沸点 111°C，密度 1.25 g/mL at 20°C，蒸气压 17.5 mmHg(20°C)	7681-52-9	不燃，无特殊燃爆特性。受高热分解产生有毒的腐蚀性烟气，与可燃性、还原性物质反应剧烈。具有腐蚀性	吸入:LC_{50} - rat (male) - > 10.5 mg/L air. 鱼类急性毒性试验: LC_{50} - different fish species - 0.39 - 0.455 mg TRC/L - 96 h.

8.3.2 生产过程危险性识别

项目建设及营运期间整个风电场场区的环境风险事故主要体现在变压器、电抗器、应急柴油发电机油罐设备故障和油料泄漏事故，施工期施工船舶碰撞引起的溢油风险事故，以及营运期在极端气候情况下海上升压站倾倒引起的溢油风险事故，营运期海上平台火灾爆炸等安全生产事故引发的化学溶液泄漏，详见表 8.3-3。

表 8.3-3　各生产过程潜在风险分析

项目实施阶段	生产单元	主要危险部位	主要风险物质	事故类型	原因
营运期	海上升压站	主变压器、高抗器、柴油罐	矿物油、柴油	火灾、爆炸、泄漏	设备故障、人为操作失误导致变压器油或柴油泄漏；极端气候条件下升压站倾倒导致油类物质泄漏进入海水
	风机	35kV 变压器、风机机舱和轮毂连接部位	矿物油	泄漏	设备故障、人为操作失误导致变压器油泄漏，极端气候条件下风机倾倒导致油类物质泄漏进入海水
	运维船舶	船舶燃料油舱	柴油	泄漏	船舶碰撞导致油类物质泄漏进入海水
	H9#海上升压站	海水淡化装置消毒液箱	次氯酸钠 10%水溶液	泄漏	地震、海啸等极端气象条件下，平台失稳造成储存箱破裂，消毒液流入海中
施工期	施工船舶	船舶燃料油舱	燃料油	泄漏	船舶碰撞导致油类物质泄漏进入海水

8.3.3 风险物质扩散途径识别

（1）污染海水环境

主变压器或高压电抗器设备损坏漏油，或柴油在储存过程中由于操作不当、油罐破裂等原因漏油，若处理不当，可能会对周边海水水体造成污染。在台风、风暴潮等极端气候情况下海上升压站或风机倾倒引起的变压器油等油类物质泄漏将对周边海水水体造成影响。施工船舶碰撞造成的船舶燃料油泄漏将对周边海水水体造成影响。

发生火灾、爆炸等安全生产事故发生时，油料泄漏及含油消防废水未能有效收集储存、化学溶液储箱/储罐破损后未能及时堵截收集，也将对周边水体造成污染。

（2）污染大气环境

可燃物质柴油等泄漏发生火灾，或者电气设备故障，包括变压器爆炸着火、电路短路和电缆着火等引发火灾、爆炸事故时，燃烧产生的 CO、CO_2、SO_2、烟尘等污染物将对空气环境造成影响。大气环境风险影响途径为：可燃物品遇火源发生火灾、爆炸→产生次生污染物（燃烧烟气）→燃烧烟气扩散至周边大气环境，相关环境管理及环境风险措施不到位，则事故燃烧烟气将无法得到及时有效控制，对周边大气环境造成污染。

（3）危险废物

变压器等电气设备因事故产生漏油后，泄漏的绝缘油、矿物油类因沾染污染物无法回用到设备中，进而形成了危险废物。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》，变压器油类废物类别为 HW08 废矿物油与含矿物油废物，危险废物违法倾倒，将严重污染区域海洋环境。因此，泄漏到地面、甲板的废油应收集贮存在升压站事故油罐中，泄漏到海上的油类应通过围油栏、吸油毡等物资进行回收，送交危废协议单位处置。

8.3.4 环境风险事件识别

8.3.4.1 海上溢油事故

根据国内众多已建成变电站的运行情况，除非设备年久失修老化，变压器及高压电抗器发生事故并产生漏油的概率极小。另外主变压器及高压电抗器组一般情况下 3~5 年左右检修一次，且在进行检修时有专用工具收集并贮存在预先准备好的容器内，在检修工作完毕后，再将油回放至主变压器及高压电抗器内，因此基本不会发生矿物油泄漏。

本项目海上升压站主变和高压电抗器设备下方均设置了事故集油坑和排油管道，

其中 H8-1#海上升压站和 H17#海上升压站的最大单台主变（均无高抗）的油量为 60.33m^3、配套建设容积 70m^3 的事故油罐；H9#海上升压站最大单台主变+高抗的油量为 89.39m^3、配套建设容积 100m^3 的事故油罐。

事故油罐的规格满足《风电场工程 110kV~220kV 海上升压变电站设计规范》（NB/T 31115-2017）‘第 8.0.7 条 事故油罐收集装置容量应满足最大 1 台主变压器的排油量’，满足本环评报告要求的事故储油罐“容量不低于最大单台主变+高抗油量”。如果发生主变压器或高压电抗器设备损坏等事故漏油，变压器油或高压电抗器油将渗流入下方的事故油坑，并通过排油管道进入事故油罐。事故油经收集后交由资质单位处置，不外排。

根据海事部门的统计数据（表 8.4-2 连云港海域 2013 年～2022 年污染事故统计结果），海上溢油事故主要由船舶交通事故引起，目前国内已建成并运行的海上风电项目，尚无海上升压站的油类泄漏事故发生，升压站的变压器、高抗、应急柴油储罐位于不同生产单元，同时发生损坏泄漏的概率极低，全部含油设备在同时发生泄漏事故的可能性极低。因此本项目环评阶段对海上升压站的事故油罐容积，提出了比《风电场工程 110kV~220kV 海上升压变电站设计规范》（NB/T 31115-2017）更加严格的要求，将容积扩大至满足“最大单台主变+高抗油量”后能够满足事故应急储纳要求。

8.3.4.2 火灾爆炸事故

若建筑或设备防火距离不够、电缆布置不当、消防设施配置不符合标准或失效、采用明火取暖或用电用火不慎、安全管理不严等，均可能引发火灾事故。本工程布置有大量的动力电缆和控制电缆，使用的电缆多，电压等级多，而且有些地方电缆密集，容易生电火灾。

风力发电机绝缘严重过热、老化、绝缘受潮、受蚀均可引起绝缘强度降低；线圈绝缘质量差（耐磨耐蚀性差）、施工质量差、检修质量低劣等将会引起绝缘松动磨损；在检修或施工过程中，槽中掉进焊渣、铁屑、钢屑或检修工具等易使绝缘严重损伤、强度降低；定子铁芯芯片间材质低劣、绝缘漆受损、绝缘脱落、压紧螺栓的绝缘破坏等将使铁芯涡流增大，从而引起铁芯发热，铁芯烧熔，线圈绝缘破坏时，均会导致线圈短路电弧着火。运行维护不当或误操作引起机端短路时，强大的电流和电动力冲击也常会引起绝缘薄弱部位损坏产生电弧。本风场风机轮毂高，当风机火灾事故发生后因塔筒烟囱效应，火灾容易蔓延且不易扑救。本工程有大量的电气设备，如变压器、电抗器、互感器、高压开关等电气设备，如操作、维护不当，可能引起火灾最终导致

爆炸或直接发生爆炸。

本项目矿物油、柴油和船用燃料油等油类物质泄漏发生火灾，或者电气设备/压力容器设备故障，包括变压器爆炸着火、电路短路和电缆着火、氢气缓冲罐泄漏遇电火花等引发火灾爆炸事故时，火灾会带来生产设施的重大破坏和人员伤亡，燃烧产生有毒有害气体造成次生污染，含油设备破损造成油料泄漏，含油消防废水若不能通过排油管道进入事故油池，也将引起污染环境风险。

因此，风电场应做好安全和消防设计，电气设备室和柴油机房设置换气系统，柴油机房设置油气监测报警器、氢缓冲罐和储能电池室设置氢气监测报警器，在施工和营运期间应做好火灾爆炸应急预案，尽可能防止火灾爆炸等安全生产事故，并且使海上平台事故油能顺利排入事故油罐，转交危废资质单位处理。

8.3.4.3 自然灾害事故

（1）台风、巨浪、风暴潮

台风是强烈的热带气旋，是发生在热带海洋上的中心附近最大风力达到 12 级以上的暖性低压强烈天气系统。台风蕴涵的巨大自然能量将给风电机组造成破坏，其破坏机理主要是对设备结构施加静载荷和动载荷叠加效应。

台风对风电场的可能造成的损害包括：

①台风夹带的细小沙砾造成破坏叶片表面，轻则影响叶片气动性能，产生噪音，严重的将破坏叶片表面强韧性由此降低叶片整体强度；②台风带来的狂风暴雨对输电线路的破坏；③台风破坏测风装置，使风力发电机组不能正确偏航避风，设备不能降低受风面积，超过设计载荷极限，使设备遭到破坏；④台风施加在设备上的静力效应和动力效应共同作用下不断施加疲劳载荷，最后达到或者超过叶片和塔架的设计载荷极限，导致引起部件机械磨损，缩短风力发电机组的寿命，严重的使叶片损坏及塔架倾覆；⑤风暴潮带来的强劲潮流和风能共同作用也可能造成海缆及基础处的局部冲刷，威胁基础稳定和海缆安全；⑥台风、风暴潮等灾害天气作用下，可能使海上升压站倒塌，升压站的储油罐发生倾翻，将导致油品泄漏，对周围海洋环境造成影响；⑦海上风机基础、海上升压站桩基基础受不规则波浪的冲击也会引起基础振动或者不稳定，若设计采取的波浪参数未考虑波浪破碎值，基础的荷载设计有误会影响其稳定及安全。

（2）雷击风险

空中的尘埃、冰晶等物质在大气运动中剧烈摩擦生电以及云块切割磁力线，在云层上下层分别形成了带正负电荷的带电中心，运动过程中当异性带电中心之间的空气

被其强大的电场击穿时，就形成放电。对风电场运行带来危害的主要是云地放电，带负电荷的云层向下靠近地面时，地面的凸出物、金属等会被感应出正电荷，随着电场的逐步增强，雷云向下形成下行先导，地面的物体形成向上闪流，云和大地之间的电位差达到一定程度时，即发生猛烈对地放电。

雷电一般具有：冲击电流大；持续时间短；雷电流变化梯度大和冲击电压高等特点。通常雷击有三种形式，直击雷、感应雷、球形雷。

风机设备遭受雷击受损通常有下列 4 种情况：①风机直接遭受雷击而损坏，主要指叶片件遭感应雷和球形雷破坏叶尖甚至整个叶片；②雷电脉冲沿与设备相连的信号线、电源线或其他金属管线侵入使设备受损；③设备接地体在雷击时产生瞬间高电位形成地电位“反击”而损坏。

综上所述，若设计、制造时没有充分考虑到当地极端风速、风暴潮、台风、雷击等极端气象条件对风电机组的影响，或钢结构焊接、塔架外部表面、塔架内部表面的防护处理有缺陷，遇暴雨、风暴潮、台风、雷击等不利气象条件，有可能发生倒塔、折塔、基础松动等事故。若风场风机塔架未充分考虑风荷载，结构设计不满足要求；设备制造使用的材料不满足要求；塔架基础施工质量达不到设计要求、某段连接螺栓松动；风机偏航系统故障、刹车机构失灵、运行人员未按当天的天气预报做出事故预想和对策、巡回检查不及时等，遇有台风、风暴潮、雷击等恶劣天气，容易发生风机塔架晃动、倾覆、折断、垮塌事故，风机叶片折断事故。

8.3.4.4 风机基础冲刷

海上风电机组基础建设后，潮流和波浪引起的水体运动会受到影响。在风机基础的前方会形成一个马蹄涡，在风机基础的背流处会形成涡流，风机基础的两侧流线会收缩，这种局部流态的改变，会增加水流对底床的剪切应力，从而导致水流挟沙能力的提高。如果底床是易受侵蚀的，那么在风机基础局部会形成冲刷坑，这种冲刷坑会影响基础的稳定性。单桩基础由于自身刚度小，基础结构周围一定的冲刷深度对单桩基础的变形、承载力及结构自振频率等影响较大；沉桩完成后若未及时采取防冲刷保护措施，在波浪和潮流共同作用下，桩周极易产生较大的冲刷坑，且冲刷范围及深度发展较快，对基础结构不利，因此需在沉桩完成后立即采取防冲刷保护措施。

根据风机基础的局部冲刷预测结果，代表性风机基础直径为 8.4m 和 9.1m，冲刷坑最大深度分别为 9.23m 和 9.54m，冲刷坑最大半径分别为 18.97m 和 19.92m。因此，

在波浪潮流的作用下，风机基础附近存在局部冲刷的可能，而风机海缆如埋设在局部冲刷坑范围内则可能出现海缆出露甚至泥沙冲刷掏空的可能。在对桩基预留一定冲刷深度的基础上，需对风机墩柱局部冲刷区进行防护处理。建议在工程建设期间及工程建成后，对风机基础局部冲刷情况加强监测，并根据实际冲刷情况及时采取冲刷防护措施。

风机基础局部长期受到泥沙冲刷影响的情况下，在风电场海底电缆和海床之间、风机基础周围有形成淘空的可能，在遭遇台风、风暴潮等极端气候或潮沟摆动剧烈的不利情况下，强劲的潮流冲刷作用将威胁风机基础稳定和海缆安全，甚至发生风机倒塌事故，风机变压器油泄漏入海破坏海洋生态环境，威胁海洋生物和渔业资源的生存。

8.3.4.5 风机基础腐蚀

本工程风机基础为钢管桩结构，结构材料为钢材，在自然环境下，特别是海水对其结构有腐蚀作用。海水对混凝土结构具中等腐蚀性；对混凝土结构中钢筋在干湿交替的情况下具强腐蚀性，在长期浸水情况下具弱腐蚀性；对钢结构具有中等腐蚀性。若风机基础设计未采取防腐措施，或未按设计意见施工、未定期巡视或维护等，均可能造成钢筋或钢结构腐蚀。腐蚀性介质对建筑物、基础、构架等会造成损坏，严重时可能发生建筑物、风电机组倒塌的危险；使电气仪表受损、动作失灵；使电缆和电气设备电缆绝缘损坏，造成短路，产生电花火导致事故发生。

海工结构混凝土若不采取防腐措施，氯离子渗入引起钢筋锈蚀往往导致混凝土结构 10~20 年就发生破坏，而钢结构在海水环境中，碳素钢的年单面平均腐蚀速度在浪溅区可达 0.2~0.5mm，不采取防腐措施，结构强度就达不到使用要求。无论钢结构还是砼结构，若不采取防护措施，达不到使用年限 25 年的要求。

8.3.4.6 海底电缆损坏

本工程大部分海缆路由所处的水下岸坡近期表现为岸坡侵蚀陡坡的整体内移，处于冲刷状态。受长期泥沙冲刷的影响，风电场海底线缆和海床之间有形成淘空的可能。

在波浪及潮流的作用下，风机基础附近存在局部冲刷的可能，而风机海缆如埋设在局部冲刷坑范围内则可能出现海缆出露甚至泥沙冲刷掏空的可能。

此外，考虑工程海域可能遭受风暴潮的影响，风暴潮带来的强劲潮流和风能共同作用也可能造成海缆及基础处的局部冲刷，威胁基础稳定和海缆安全。在施工过程中应避免在电缆和海床之间形成空间，减小局部冲刷，同时应在基础承载设计中预留必要的冲刷余量，在接入风机 J 型管时采用预留长度余量，减缓潮流冲刷影响，确保海

缆安全。建议建设单位下阶段对海缆埋深进行专项研究，明确不同段海缆埋深，确保埋深满足海缆安全要求。

8.3.5 风险识别结果

本项目环境风险识别汇总见表 8.3-4。

表8.3-4　建设项目环境风险识别表

代表性的环境风险事件	风险源位置	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标	环境事件的后果
油类物质污染海洋环境	海上升压站、风机	火灾、爆炸、地震、运维操作严重失误等造成主变、高抗等多台含油设备破损，未采取应急处置措施，导致升压站事故油罐储失效，油类漫流入海，引发海洋水污染	周边海水水质、空气质量； 吕四渔场农渔业区海水水质、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区	水质恶化、渔业资源受损
	船舶	交通事故导致燃油泄漏，引发海洋水污染	交通航线及其周边海水水质	水质恶化、渔业资源受损
消毒液箱泄漏	H9#海上升压站、氢储能平台一层	地震、海啸等极端气象条件下，平台失稳造成储存箱破裂，几十公斤的 10%消毒液流入海中	平台下方海水	局部水质、短时间内 DO、COD 等指标异常

8.4 溢油风险事故及影响分析

8.4.1 源项分析

8.4.1.1 船舶溢油风险事故

船舶溢油风险事故主要指因船舶碰撞、搁浅、触礁等交通事故引起的油品泄漏事故。

（1）船舶交通事故统计与分析

1）盐城海事部门管辖海域2012~2021年事故统计

盐城海事部门管辖海域 2012～2021 年发生的水上交通事故主要是碰撞事故、搁浅事故、触损事故和其他事故，占总数的 80%；其次为自沉、失控事故和风灾事故，二者约占 15%；自沉、火灾、人员落水等事故则较少发生。盐城海事部门管辖海域 2012-2021 年共发生船舶交通事故 80 起，平均每年发生 8.0 起，主要是碰撞、搁浅、触损事故，其中碰撞事故占比例最大。

2）大丰海域船舶交通事故分析

①2014 年 7 月 14 日 0833 时，韩国籍货轮“SUNGLORY（阳光昌盛）”在大丰港

锚地起锚穿越航道，准备进靠大丰港二期码头过程中，触碰大丰港航道 28 号灯浮。触碰致 28 号灯浮链系断裂，灯浮飘离；“SUNGLORY（阳光昌盛）”轮螺旋桨轻微卷边。事故直接经济损失约 32 万元人民币，构成水上交通小事故。

②2014 年 11 月 8 日 1230 时许，“川***”轮在靠泊大丰港大件码头过程中触碰码头，事故造成大件码头北侧防撞桩中端两根 5 米长横梁脱落、码头一只缆桩基座局部受损，船舶基本无损，未发生人员伤亡和海域污染。事故直接经济损失约人民币 5 万元，构成水上交通小事故。

③2015 年 5 月 8 日 2140 时许，“宏***”轮在黄海南部 33°05.2′N122°17.8′E 处，与船舶所有人魏功源所属“宁***”轮发生碰撞。碰撞后，“宏***”轮拖带“宁***”轮往附近大丰港，9 日 1926 时，“宁***”轮在 33°40.4′N、121°02.6′E 处沉没。事故造成“宁***”轮沉没全损；事故现场未见海域污染，直接经济损失约人民币 300 万元。

④2021 年 1 月 29 日 1730 时，商船“天***”轮在大丰港 2 号锚地发生搁浅险情；1800 时，商船“兴*”轮在大丰港 1 号锚地发生搁浅险情。盐城海上搜救中心接报后，立即对该水域实施交通管制，指导船方检查船体情况，协调拖轮现场守护。后两轮在当日 20 时许涨潮后陆续脱浅。

（2）船舶污染事故统计与分析

大丰海域至今未发生船舶污染海洋事故，通过咨询盐城海事局得知盐城水域未发生过船舶污染事故，考虑到本项目同时属于连云港海事局管辖，因此采用连云港水域的船舶污染事故数据进行分析。

2013年～2022年十年期间，连云港水域共发生22起船舶污染事故，其中海难性事故2次，占总事故数的9.1%，事故污染量较小，应急处理后未给环境造成恶劣的影响。

（3）船舶碰撞溢油事故概率

大丰海域至今未发生溢油事故和化学品泄漏事故，海上交通安全情况良好。参考国际油气生产商协会（OGP）编制的《风险评估数据指南》（2010 年 3 月版），船舶发生重大事故的概率为 1.1×10^{-6} 次/年，根据本项目施工组织设计，本项目施工船舶按 37 艘计，则本项目发生船舶碰撞事故的概率为 4.07×10^{-5} 次/年。发是碰撞事故后，再发生溢油事故的概率按 50%计算，则本项目发生船舶碰撞溢油风险的概率为 2.04×10^{-5} 次/年。

8.4.1.2 船舶碰撞事故溢油量分析

（1）按导则估算事故溢油量

依据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）第7.4.2.2条，水上溢油漂移扩散预测的输入值取可能最大水上溢油事故的溢油量；依据该导则第7.2.1.2条，新建项目的可能最大水上溢油事故溢油量，按照设计代表船型的1个货油边舱或燃料油边舱的容积确定。本项目不涉及货油运输，因此溢油事故溢油量按照最大船型1个燃料油边舱的容积确定。

本工程施工、营运期最大船舶为 10000t 级自航驳船，参照《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）附录 C 的“表 C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系”，采用插值法计算得到 10000t 级驳船燃油舱单舱燃油量为 99m^3，燃料油密度一般不大于 991kg/m^3，则单舱燃料油量为 98.1t。

（2）按船舶总吨换算复核溢油量

非油轮船舶燃油最大携带量可用船舶总吨推算，一般可取船舶总吨8%~12%，本次按照10%计。

本工程施工、营运期最大船舶为 10000t 级自航驳船。依据《船舶工业统计报表制度》附录三载重吨与总吨转换系数表和方法，参考 10000~30000t 级散货船，其转换系数为 0.65。实际载油率按 90%考虑，则 10000t 级船舶实际载油量为 585t，按 6 个油舱考虑，单舱燃料油量为 97.5t。

（3）海底电缆施工的中小型船舶溢油量

本工程海底电缆施工船舶主要为铺缆船、拖轮等，最大船型为载重量6000t的铺缆船。根据导致附录C.9驳船燃油舱中燃油数量关系表，5000~10000t船舶燃油舱单舱燃油量25~99m^3，采用差值法计算，铺缆船单舱燃油量为39.4m^3，由此本工程（海底电缆施工作业区）可能最大溢油事故按照40m^3为预测源强。

综合上述分析，本项目船舶碰撞的可能最大水上溢油事故溢油量取**99m^3**、海底电缆施工作业最大溢油事故源强取**40m^3**。

8.4.1.3 风机损坏溢油风险事故分析

考虑到风机变压器、机舱等风机含油设备、部件均位于塔筒内，风机外部结构、内部设备同时破损发生的概率很小，发生倒塌倾覆的概率也很小。本项目风机基础海况设计标准（包括潮位）的重现期按照 50 年考虑，为了保证风机结构的安全性，风机整体设计使用寿命为 25 年。

在使用年限内，如遇台风、风暴潮等恶劣天气不断施加影响，风机结构在多种作用力的同时作用下其结构才可能发生损坏。风机变压器、机舱等风机含油设备、部件

均位于塔筒内，风机外部结构、内部设备同时破损发生的概率很小，发生倒塌倾覆的概率也很小。

同时风机内油类物质主要为半凝固态润滑油，该类油具有较好的分水性、扩散性较差，且单台风机含油量较小（35kV 变压器绝缘油约为 1.2t；机舱和轮毂中齿轮油、液压油约 1.2t），可通过围油打捞等方式有效控制溢油影响。

8.4.1.4 海上升压站溢油分析

本工程设置 3 座海上升压站，其中 H8-1#海上升压站设置 1 台 210MVA 变压器，H9#海上升压站设置 2 台 240MVA 变压器、2 台室内 50MVar 高抗器，H17#海上升压站设置 1 台 210MVA 变压器。另外每座升压站设有一台柴油发电机，配套一个 18m^3 的柴油罐。

根据变压器和电抗器的电压等级、容量，类比确定每台设备含油量，不同厂家的设备含油量略有差异。本项目类比同类项目实际投运的电气设备，确定 H8-1#海上升压站单台主变（无高抗）的油量为 54t，H9#海上升压站单台主变的油量为 58、高抗的油量为 22t，H17#海上升压站单台主变（无高抗）的油量为 54t，每座升压站的燃料柴油储量 15.3t。本工程海上升压站事故溢油量按含油量较大的设备估算，同时考虑到升压站各配套一个 70m^3 或 100m^3 的事故储油罐，在充分收集贮存泄漏油料的前提下，油类物质的泄漏入海量按 80 吨考虑，能够覆盖项目营运期内的绝大部分溢油事故。

本工程海上升压站采用导管架结构，结构设计以极端风暴工况和地震工况为控制性工况验算单桩承载力，极端风暴重现期取值为 100 年一遇，根据验算结果海上升压站结构稳定。升压站结构只有在多种作用力共同作用下才会出现结构损坏，发生事故的概率较小。

8.4.1.5 综合分析及源项确定

在施工期，考虑到海上升压站位于各场区之间，各场区施工期会出现交叉，最大船型主要用于海上升压站施工，且所有电缆均通过升压站，因此在升压站附近海域发生船舶碰撞事故的概率较大，溢油事故发生后造成的环境影响也相对较大。按施工期最大船型10000t级自航驳船考虑，可能最大水上溢油事故溢油量取99m^3。

营运期可能造成较大影响的事故溢油来自海上升压站，综合考虑主变本体、高抗本体油量及事故油罐容量，其溢油量取80t。

综上考虑，本工程施工期及营运期的海上升压站处溢油量取 99m^3；海缆施工溢油点选择在过堤点向海 2 公里处，溢油量取 40m^3。

8.4.2 溢油事故影响预测与分析

8.4.2.1 溢油模型基本原理

（1）模型原理

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生不断变化。本报告采用油粒子模型对溢油事故影响进行预测与分析，把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是由这些大量的油粒子所组成的云团。首先计算各个油粒子的位置变化、组分变化、含水率变化，然后统计各网格上的油粒子数和各组分含量可以模拟出油膜的浓度时空分布和组分变化，再通过热量平衡计算模拟出油膜温度的变化，最后根据油膜的组分变化和温度变化计算出油膜物理化学性质的变化。

本次计算是在水动力的基础上，基于欧拉-拉格朗日理论对各个时刻的油粒子属性的变化进行计算，在计算过程中考虑输移过程和风化过程。

（2）输移过程

油粒子的输移包括扩展、漂移、扩散等过程, 这些过程是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

① 扩展运动

采用修正的 Fay 理论基础上的重力-粘力公式计算油膜扩展

$$\left[\frac{dA_{oil}}{dt}\right]=K_a\cdot A_{oil}^{\frac{1}{3}}\cdot\left[\frac{V_{oil}}{A_{oil}}\right]^{\frac{4}{3}} \qquad (8.4\text{-}1)$$

式中 A_{oil} 为油膜面积，$A_{oil}=\pi R_{oil}^2$；R_{oil} 为油膜半径；K_a 为系数（率定为0.5）；t为时间；油膜体积为 $V_{oil}=R_{oil}^2\cdot\pi\cdot h_s$，$h_s$ 为油膜初始厚度。

② 漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风拽力, 油粒子总漂移速度由以下权重公式计算

$$U_p=U_c+C_w\cdot U_w\sin(\alpha_w-\pi+\theta_w) \qquad (8.4\text{-}2a)$$

$$V_p=V_c+C_w\cdot U_w\cos(\alpha_w-\pi+\theta_w) \qquad (8.4\text{-}2b)$$

式中，U_p、V_p分别为油粒子在x、y方向的漂移速度；U_c、V_c分别为表面流速在x、y方向分速度；U_w为海面以上10m处的风速；C_w为风漂移系数取0.03； 为风向角；θ_w

为风偏转角，可表示为：

$$\theta_w = \beta exp\left[\frac{\alpha|U_w|^3}{g\gamma_w}\right] \quad (8.4\text{-}2c)$$

式中，α=-0.3×10^{-9}；β=28° 38′；γ_w为水平运动粘度；g 为重力加速度。流场数据由二维水动力模型计算获取，风场数据为多年历史统计资料。

（3）风化过程

油粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程, 在这些过程中油粒子的组分发生改变, 但其水平位置没有发生变化。

① 蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定在油膜内部扩散不受限制(气温高于 0 度以及油膜厚度低于 10cm 时基本如此)，油膜完全混合，油组分在大气中的分压与蒸气压相比可忽略不计。蒸发率可由下式表示

$$N_i^e = \frac{k_{ei} \cdot P_i^{sat}}{RT} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \quad (8.4\text{-}3)$$

式中：N^e 为蒸发率；k_e 为物质输移系数；P^{sat} 为蒸汽压；R 为气体常数；T 为温度；M 为分子量；ρ 为油组分密度；X 为摩尔系数；i 代表各种油组分。k_{ei} 由下式计算：

$$k_{ei} = k \cdot A_{oil}^{0.045} \cdot S_{ci}^{-\frac{2}{3}} \cdot U_w^{0.78} \quad (8.4\text{-}4)$$

式中，k为蒸发系数（通过率定设置为 0.029）；S_{ci} 为组分 i 的蒸汽 Schmidt 数。

② 溶解

油在水中的溶解率用下式计算：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = Ks_i \cdot C_i^{sat} \cdot X_{mol_i} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot A_{oil} \quad (8.4\text{-}5)$$

式中 V_{oil} 为油膜体积；C_i^{SAT} 为组分 i 的溶解度；X_{mol_i} 为组分 i 的摩尔分数；M_i 为组分 i 的摩尔质量；K_{si} 为溶解转质系数（$K_{si} = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i$=2.36）；

③乳化

乳化是一种液体以微小液滴均为地分散在互不相溶的另一种液体中的作用。油向水体中的运动包括扩散、溶解和沉淀等。从油膜扩散到水体中的油分损失量 D 为：

$$D = D_a \cdot D_b \tag{8.4-6}$$

式中：D_a是进入到水体的分量；D_b是进入到水体后没有返回的分量。

油滴返回油膜的速率为：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a \cdot (1 - D_b) \tag{8.4-7}$$

油中含水率变化可由以下平衡方程表示：

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2 \tag{8.4-8}$$

式中：y_w为实际含水率；R_1和R_2分别为水的吸收速率和释出速率。

8.4.2.2 预测条件

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）中典型水上溢油事故情形模拟参数，给出本工程溢油事故计算工况组合，具体见表 8.4-3。主要考虑项目所在海域冬季和夏季的主导风向以及对敏感目标最不利的风向作为溢油预测风向。此外，溢油事故发生的时刻分别选择在涨急时刻及落急时刻时段，涨落急时刻流速较大，船舶易于出现事故。

根据工程区域中尺度 1981 年至 2017 年气象资料以及工程区域测风塔数据分析，场区季风性气候显著，风向随季节变化明显：冬季场区主导风向为 N，平均风速约为 6.9m/s；夏季大陆为热低压盘踞，风从海上吹向大陆，盛行风向为 SE，平均风速约为 7.4m/s。针对主要环境敏感目标的不利工况，其风向根据相互位置关系确定，施工期风速取施工船舶抗风等级六级风上限 13.8m/s。

表 8.4-3　本工程溢油事故计算工况组合

泄漏位置	溢油量	典型风向	风速（m/s）	潮型	不利风向选择依据（与周边保护目标的相对关系）
H8-1#升压站	99m³	冬季/N	6.6	涨潮	/
		冬季/N	6.6	落潮	/
		夏季/SE	7.4	涨潮	/
		夏季/SE	7.4	落潮	/
		不利风向/E	13.8	涨潮	针对麻菜珩特别保护海岛、麻菜珩领海基点保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区
		不利风向/W	13.8	落潮	针对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区
H9#升压站	99m³	冬季/N	6.6	涨潮	/
		冬季/N	6.6	落潮	/
		夏季/SE	7.4	涨潮	/
		夏季/SE	7.4	落潮	/
		不利风向/ESE	13.8	涨潮	针对麻菜珩特别保护海岛、麻

					菜珩领海基点保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区
		不利风向/NW	13.8	涨潮	针对外磕脚特别保护海岛、外磕脚领海基点特别保护区、盐城梭子蟹、梅童鱼保护区
		不利风向/SW	13.8	落潮	针对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区
		不利风向/ESE	13.8	落潮	针对麻菜珩特别保护海岛、麻菜珩领海基点保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区
H17#升压站	99m³	冬季/N	6.6	涨潮	/
		冬季/N	6.6	落潮	/
		夏季/SE	7.4	涨潮	/
		夏季/SE	7.4	落潮	/
		不利风向/NE	13.8	涨潮	针对盐城湿地珍禽国家级自然保护区、自然遗产地
		不利风向/E	13.8	涨潮	东沙泥螺四角蛤种质资源保护区
		不利风向/SW	13.8	落潮	针对麻菜珩特别保护海岛、麻菜珩领海基点保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区
		不利风向/W	13.8	落潮	东沙泥螺四角蛤种质资源保护区
过堤点向海 2km 处	40m³	冬季/N	6.6	涨潮	/
		冬季/N	6.6	落潮	/
		夏季/SE	7.4	涨潮	/
		夏季/SE	7.4	落潮	/
		不利风向/NNW	13.8	涨潮	针对盐城湿地珍禽国家级自然保护区、自然遗产地
		不利风向/NNW	13.8	落潮	

8.4.2.3 溢油事故预测结果与分析

（1）H8-1#升压站处因船舶碰撞发生溢油

① 冬季常风

冬季涨潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 3133.90km^2，最远漂移距离为 44.37km，21 小时到达最北点，64 小时到达最南端。溢油后 4 小时到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，6 小时到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，24 小时到达麻菜珩特别保护海岛，31 小时到达麻菜珩领海基点保护区，37 小时到达外磕脚特别保护海岛，38 小时到达外磕脚领海基点特别保护区，39 小时到达盐城梭子蟹、梅童鱼保护区。溢油后对周边 4 个国控点位产生一定影响，溢油后 28 小时油膜到达 JSH10004，31 小时到达 JSH10018，32 小时到达 JSH10034，68 小时到达 JSH10017。

冬季落潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2908.41km^2，最远漂移

距离为 47.43km，4 小时到达最北点，71 小时到达最南端。溢油后 1 小时到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，11 小时到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，33 小时到达外磕脚特别保护海岛，37 小时到达麻菜珩特别保护海岛，43 小时到达盐城梭子蟹、梅童鱼保护区，45 小时到达外磕脚领海基点特别保护区，49 小时到达麻菜珩领海基点保护区。溢油后对周边 4 个国控点位产生一定影响，溢油后 28 小时到达 SH10004，31 小时到达 JSH10018，32 小时到达 JSH10034，68 小时到达 JSH10017。

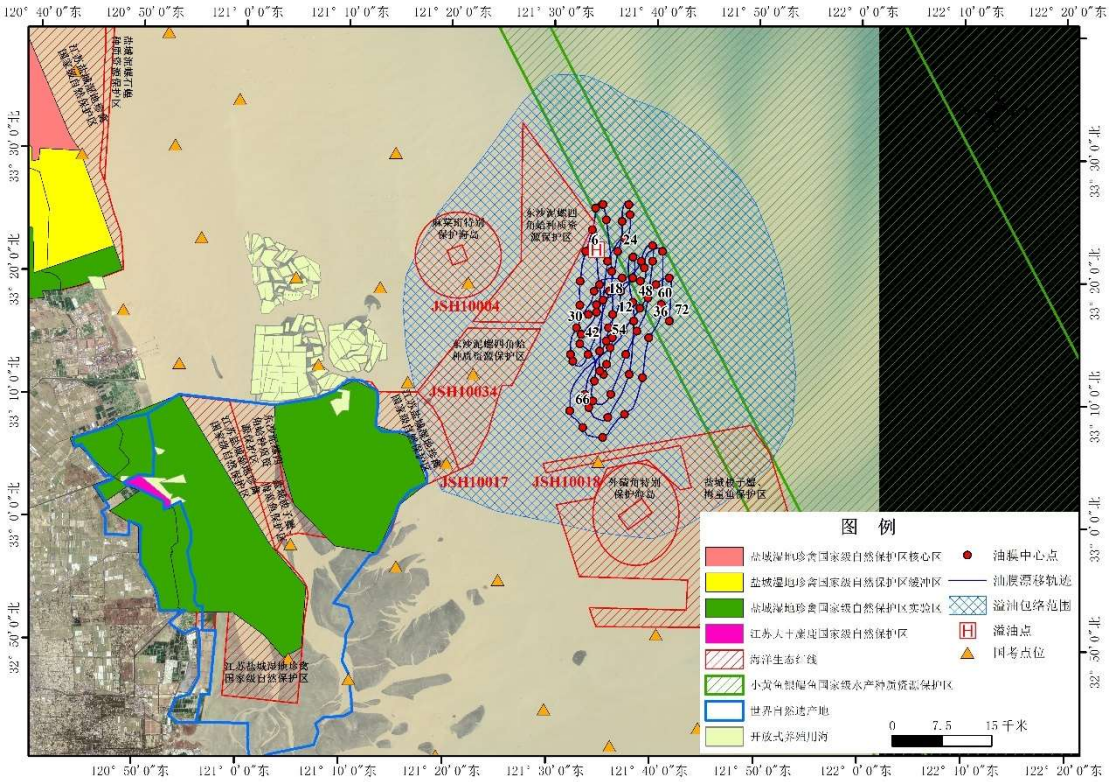

图 8.4-1(a)　H8-1 泄漏点泄漏扫海范围（冬季常风，风向 N，涨潮）

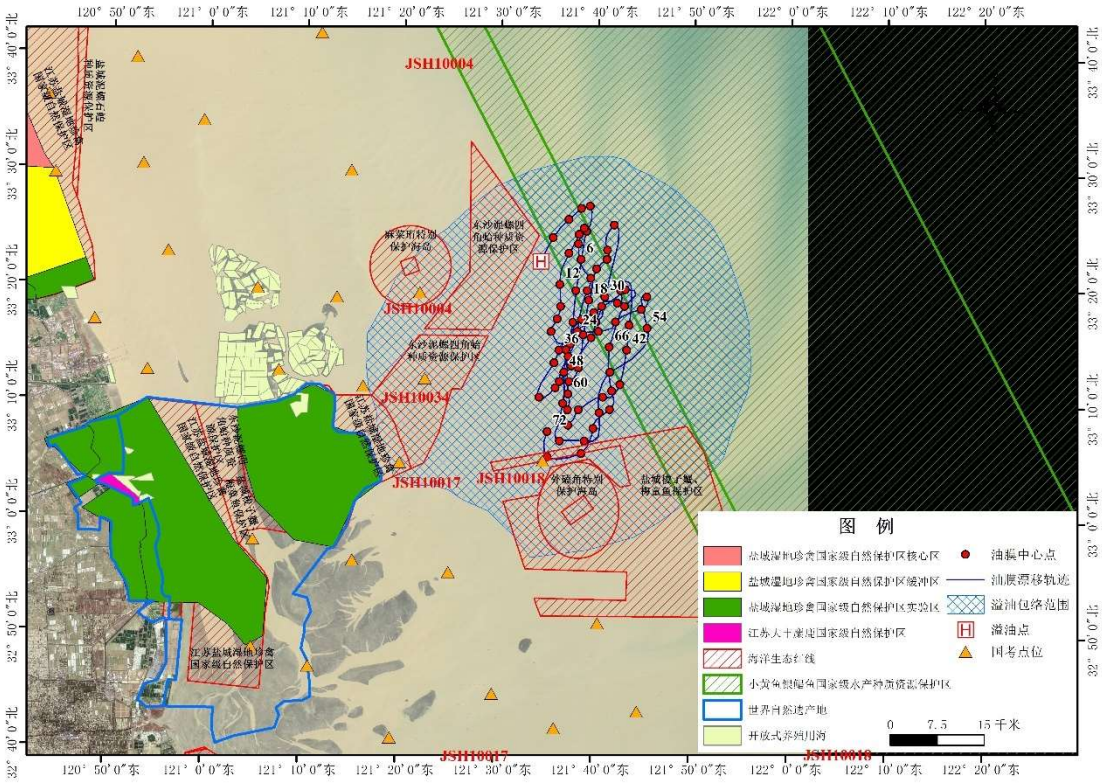

图 8.4-1(b)　H8-1 泄漏点泄漏扫海范围（冬季常风，风向 N，落潮）

② 夏季常风

夏季涨潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2952.78km^2，最远漂移距离为 47.99km，71 小时到达最北点，3 小时到达最南端。溢油后 4 小时到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，6 小时到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，16 小时到达麻菜珩特别保护海岛，25 小时到达麻菜珩领海基点保护区。溢油后对周边 3 个国控点位产生一定影响，溢油后 21 小时油膜影响到 JSH10004，41 小时油膜影响到 JSH10034，66 小时油膜影响到 JSH10015。

夏季落潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 3502.71km^2，最远漂移距离为 42.53km，64 小时到达最北点，21 小时到达最南端。溢油后 1 小时到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，10 小时到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，23 小时到达麻菜珩特别保护海岛，38 小时到达麻菜珩领海基点保护区。溢油后对周边 3 个国控点位产生一定影响，溢油后 27 小时油膜影响到 JSH10004，58 小时油膜影响到 JSH10034，67 小时油膜影响到 JSH10015。

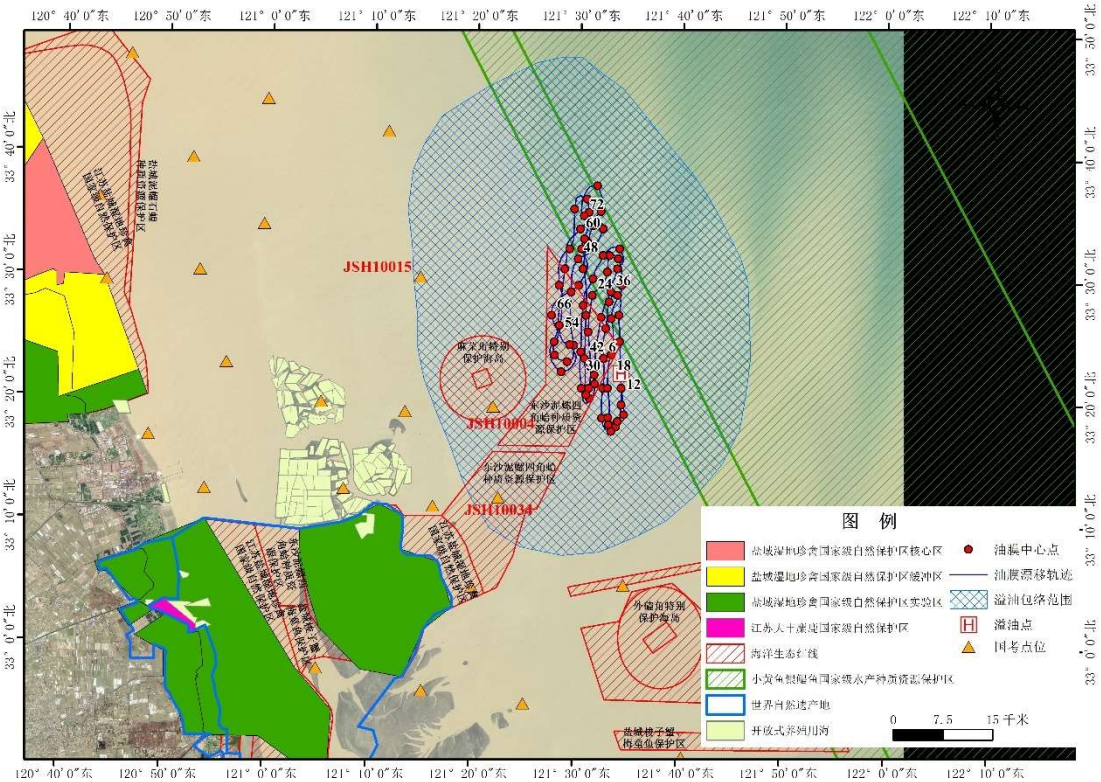

图 8.4-1(c)　H8-1 泄漏点泄漏扫海范围（夏季常风，风向 SE，涨潮）

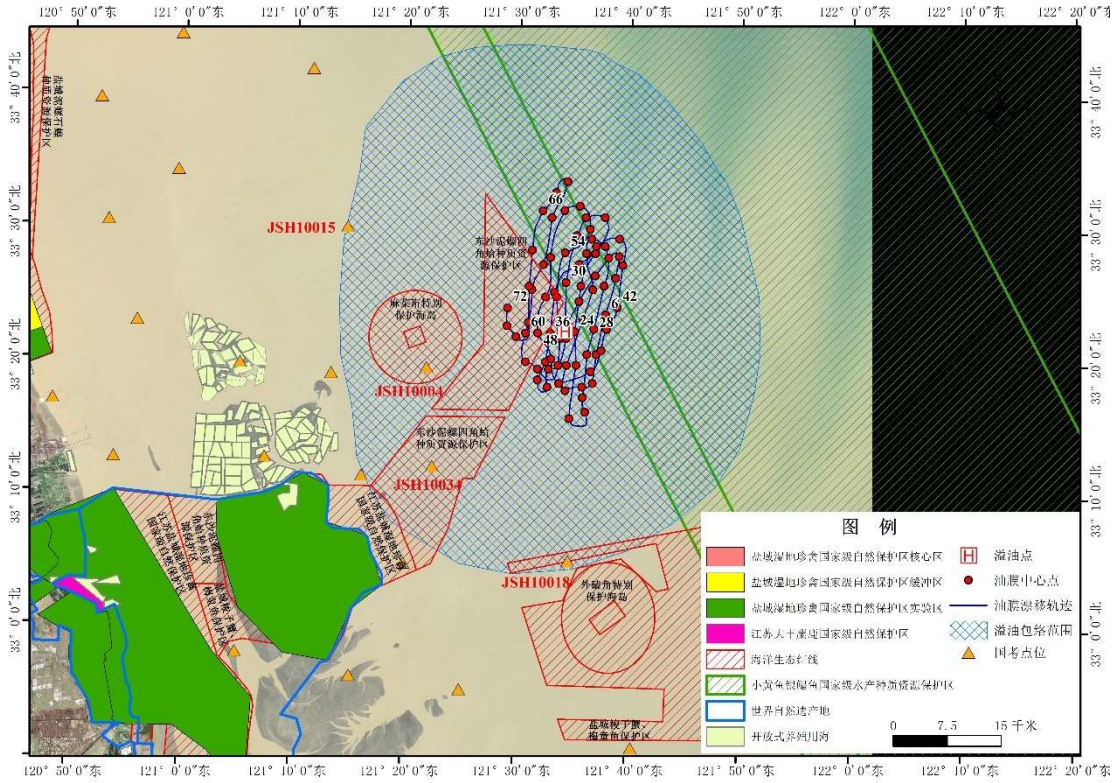

图 8.4-1(d)　H8-1 泄漏点泄漏扫海范围（夏季常风，风向 SE，落潮）

③ 不利风

涨潮不利风况（E）时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2777.08km^2，最远漂移距离为 49.37km，59 小时到达最北点，15 小时到达最南端。溢油后 4 小时到

达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，7 小时到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，16 小时到达麻菜珩特别保护海岛，17 小时到达麻菜珩领海基点保护区，50 小时到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地。溢油后对周边 3 个国控点位产生一定影响，溢油后 17 小时油膜影响到 JSH10004，32 小时油膜影响到 JSH10034，68 小时油膜影响到 JSH10015。

落潮不利风况（W）时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2390.76km^2，最远漂移距离为 50.46km，39 小时到达最北点，57 小时到达最南端。溢油后 1 小时到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，33 小时到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区。溢油后油膜随受不利风况 W 及落潮影响向外海漂移，不会对国考点位产生影响。

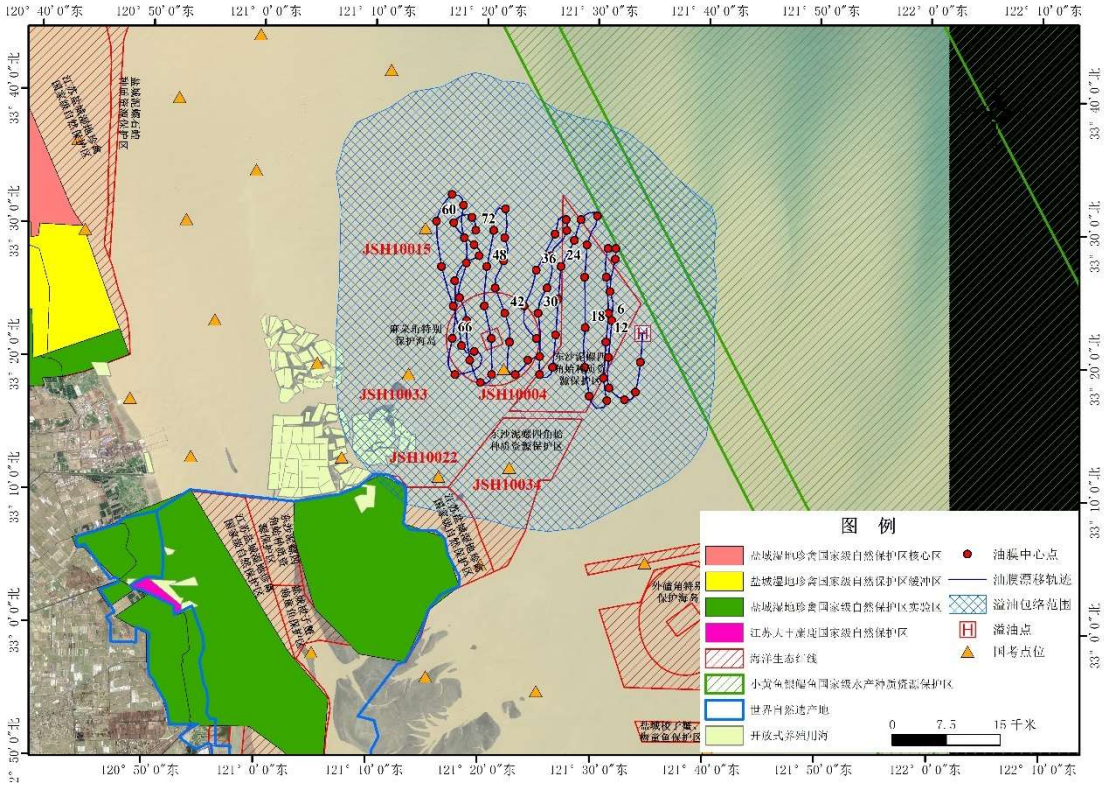

图 8.4-1(e)　H8-1 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 E，涨潮）

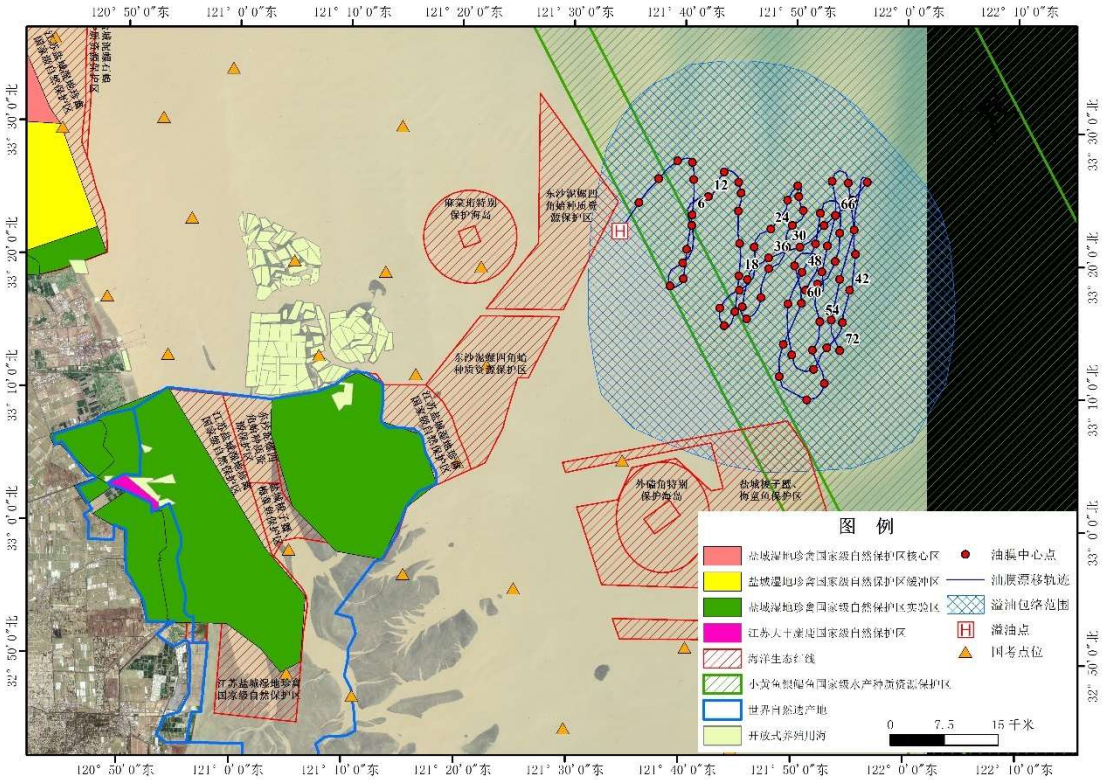

图 8.4-1(f)　H8-1 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 W，落潮）

（2）H17#升压站处因船舶碰撞发生溢油

① 冬季常风

冬季涨潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2715.49km^2，最远漂移距离为 62.74km，61 小时到达最北点，67 小时到达最南端。溢油后 1 小时到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，2 小时到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地，8 小时到达麻菜珩特别保护海岛，9 小时到达麻菜珩领海基点保护区，32 小时到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区。溢油后油膜对周边 9 个国控点位产生一定影响，溢油后 1 小时油膜影响到 JSH10022，2 小时油膜影响到 JSH10017，5 小时油膜影响到 JSH10033，7 小时油膜影响到 JSH10015，8 小时油膜影响到 JSH10004，10 小时油膜影响到 JSH10034，67 小时油膜影响到 JSH10037。

冬季落潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2886.89km^2，最远漂移距离为 73.76km，53 小时到达最北点，11 小时到达最南端。溢油后 2 小时到达麻菜珩特别保护海岛，3 小时到达麻菜珩领海基点保护区，9 小时到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，10 小时到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然自然遗产地，40 小时到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区。溢油后油膜对周边 6 个国控点位产生一定影响，溢油后 1 小时油膜影响到 JSH10022，5 小时油膜影响到 JSH10033，

5 小时油膜影响到 JSH10015，3 小时油膜影响到 JSH10004，24 小时油膜影响到 JSH10034，23 小时油膜影响到 JSH10037。

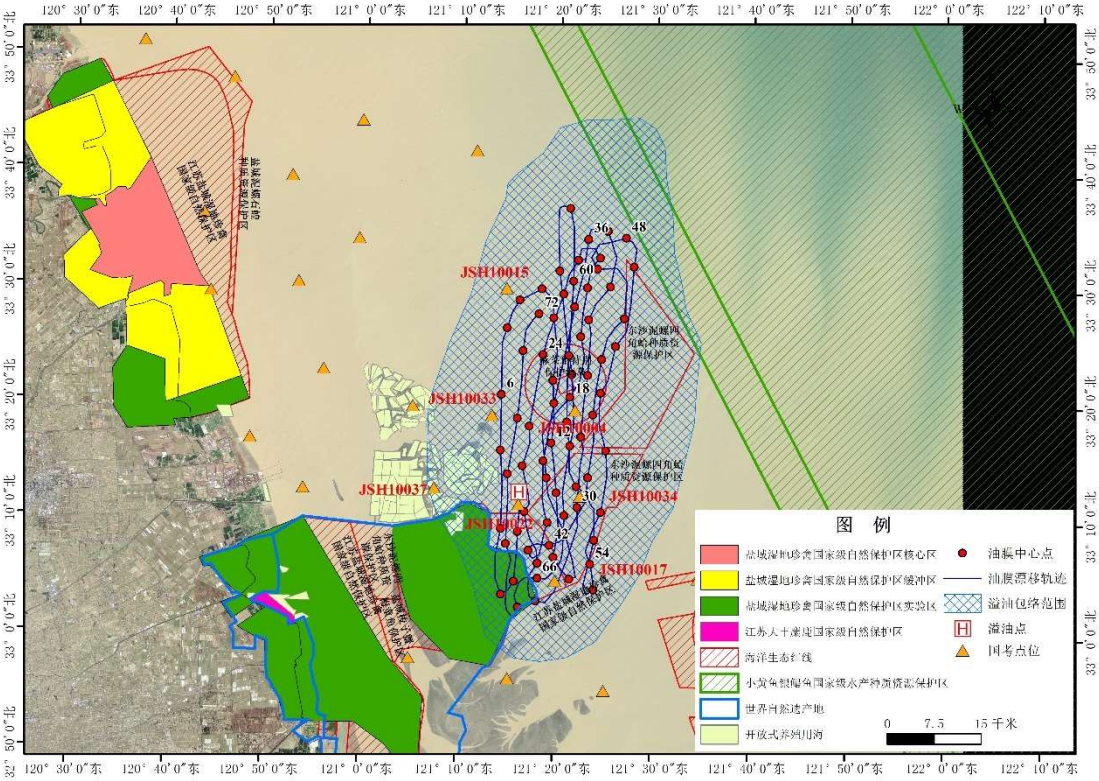

图 8.4-2(a)　H17 泄漏点泄漏扫海范围（冬季常风，风向 N，涨潮）

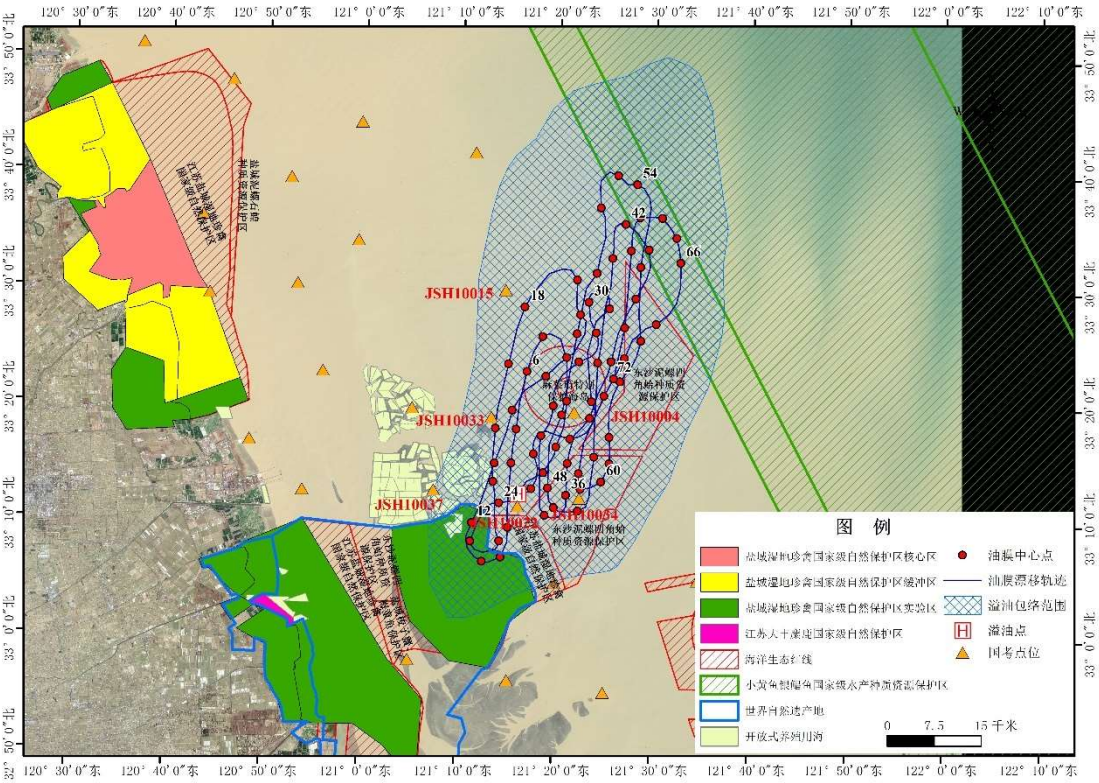

图 8.4-2(b)　H17 泄漏点泄漏扫海范围（冬季常风，风向 N，落潮）

② 夏季常风

夏季涨潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2841.74km^2，最远漂移距离为 67.03km，70h 到达最北点，28h 到达最南端。溢油后 1h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，1h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地，51h 到达麻菜珩特别保护海岛。溢油后油膜对周边 7 个国控点位产生一定影响，溢油后油膜 1h 影响到 JSH10022，2h 影响到 JSH10017，5h 影响到 JSH10033，7h 影响到 JSH10015，8h 影响到 JSH10004，13h 影响到 JSH10034，67h 影响到 JSH10037。

夏季落潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2667.1km^2，最远漂移距离为 63.30km，66h 到达最北点，36h 到达最南端。溢油后 3h 到达麻菜珩特别保护海岛，7h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，9h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地。溢油后油膜对周边 9 个国控点位产生一定影响，溢油后油膜 3h 影响到 JSH10033，8h 影响到 JSH10022，10h 影响到 JSH10037，18h 影响到 JSH10023，20h 影响到 JSH10015，54h 影响到 JSH10014，43h 影响到 JSH10031，40h 影响到 JSH10027，47h 影响到 JSH10006。

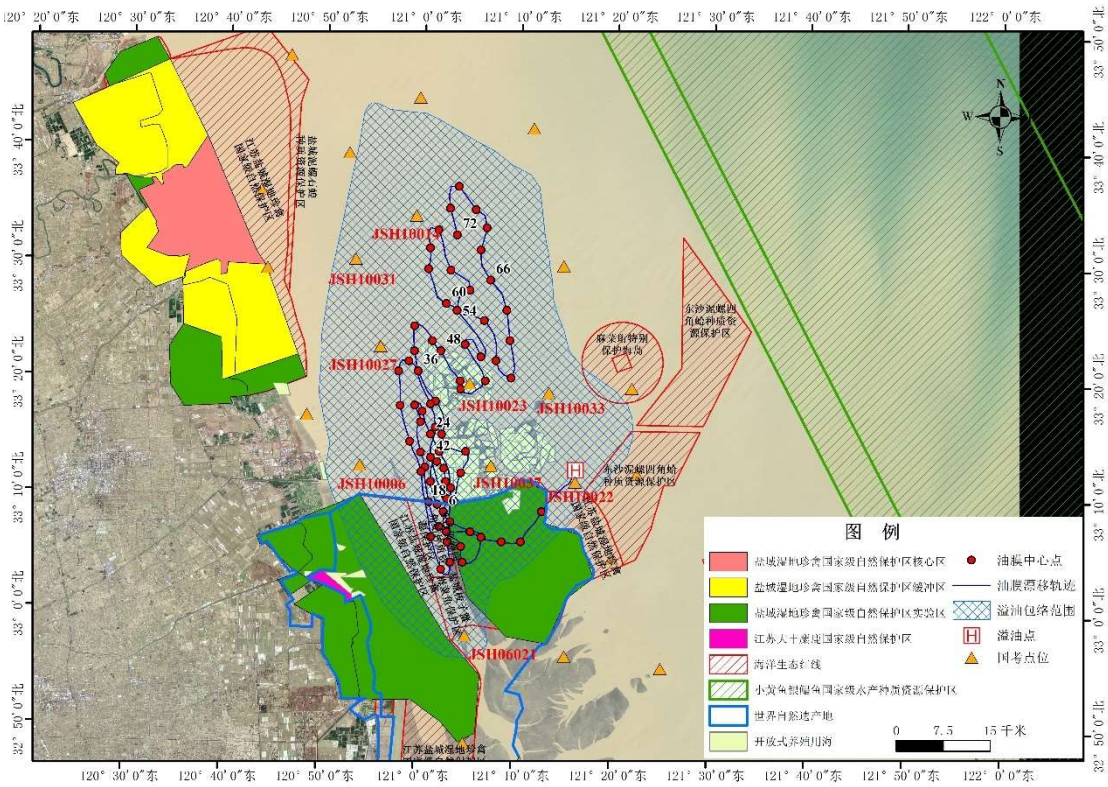

图 8.4-2(c)　H17 泄漏点泄漏扫海范围（夏季常风，风向 SE，涨潮）

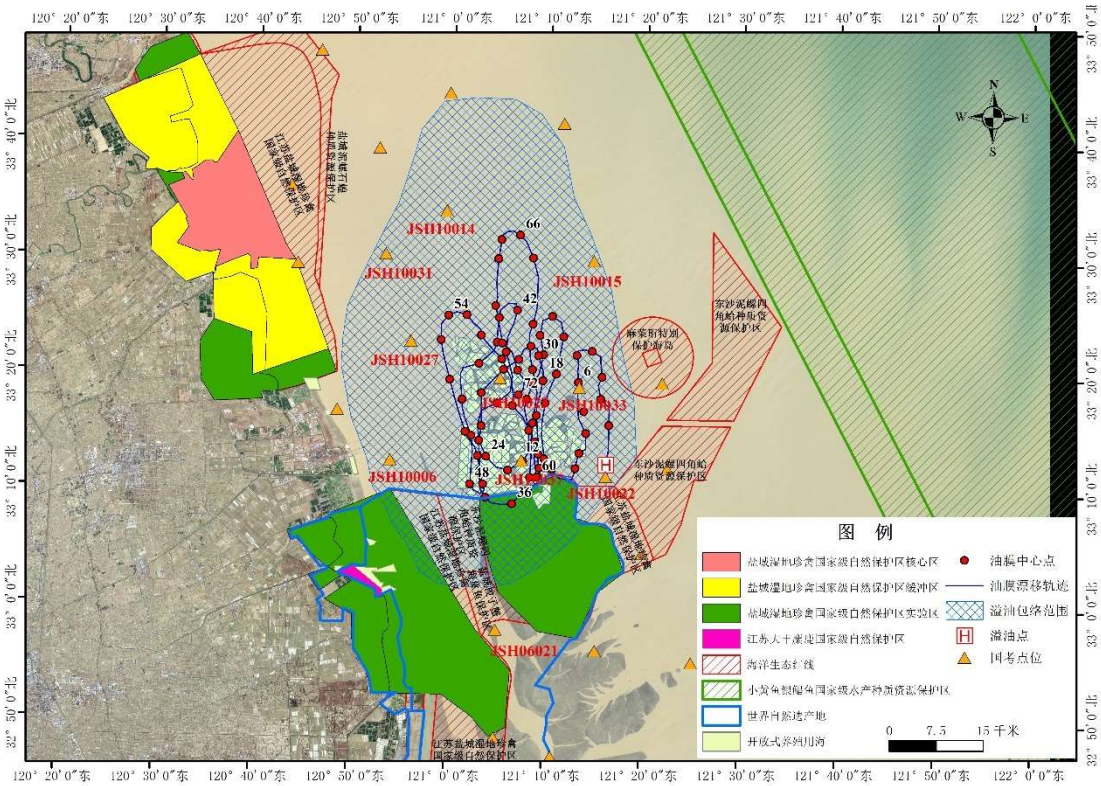

图 8.4-2(d)　H17 泄漏点泄漏扫海范围（夏季常风，风向 SE，落潮）

③ 不利风

涨潮不利风况（E）时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2168.60km^2，最远漂移距离为 52.31km，22h 到达最北点，15h 到达最南端。溢油后 1h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，1h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区，1h 到达自然遗产地；溢油后油膜对周边 8 个国控点位产生一定影响，溢油后 1h 内油膜影响到 JSH10022，7h 油膜影响到 JSH10037，9h 油膜影响到 JSH10023，15h 油膜影响到 JSH06021，19h 油膜影响到 JSH10006，20h 油膜影响到 JSH10038，24h 油膜影响到 JSH10027，39h 油膜影响到 JSH10031。油膜 52h 后落滩。

涨潮不利风况（NE）时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 1806.64km^2，最远漂移距离为 50.89km，21h 到达最北点，16h 到达最南端。溢油后 1h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，1h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区，1h 到达自然遗产地；溢油后油膜对周边 7 个国控点位产生一定影响，溢油后 1h 内油膜影响到 JSH10022，1h 油膜影响到 JSH10037，10h 油膜影响到 JSH10023，15h 油膜影响到 JSH06021，20h 油膜影响到 JSH10006，24h 油膜影响到 JSH10038，25h 油膜影响到 JSH10027。油膜 47h 后落滩。

落潮不利风况（W）时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 3679.86km^2，

最远漂移距离为 65.78km，52h 到达最北点，21h 到达最南端。溢油后 3h 到达麻菜珩特别保护海岛，4h 到达麻菜珩领海基点保护区，6h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，9h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地，25h 到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，57h 到达外磕脚特别保护海岛。溢油后油膜对周边 7 个国控点位产生一定影响，溢油后 2h 油膜影响到 JSH10033，3h 油膜影响到 JSH10033 点及 JSH10004，6h 油膜影响到 JSH10015，7h 油膜影响到 JSH10034，8h 后油膜影响到 JSH10022，10h 油膜影响到 JSH10017，49h 油膜影响到 JSH10018。

落潮不利风况（SW）时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 3668.51km^2，最远漂移距离为 72.95km，72h 到达最北点，9h 到达最南端。溢油后 3h 到达麻菜珩特别保护海岛，4h 到达麻菜珩领海基点保护区，6h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，9h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地；25h 到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区。溢油后油膜对周边 6 个国控点位产生一定影响，溢油后 3h 油膜影响到 JSH10033 及 JSH10004，7h 后油膜影响到 JSH10022 及 JSH10034，9h 油膜影响到 JSH10017，33h 油膜影响到 JSH10015。

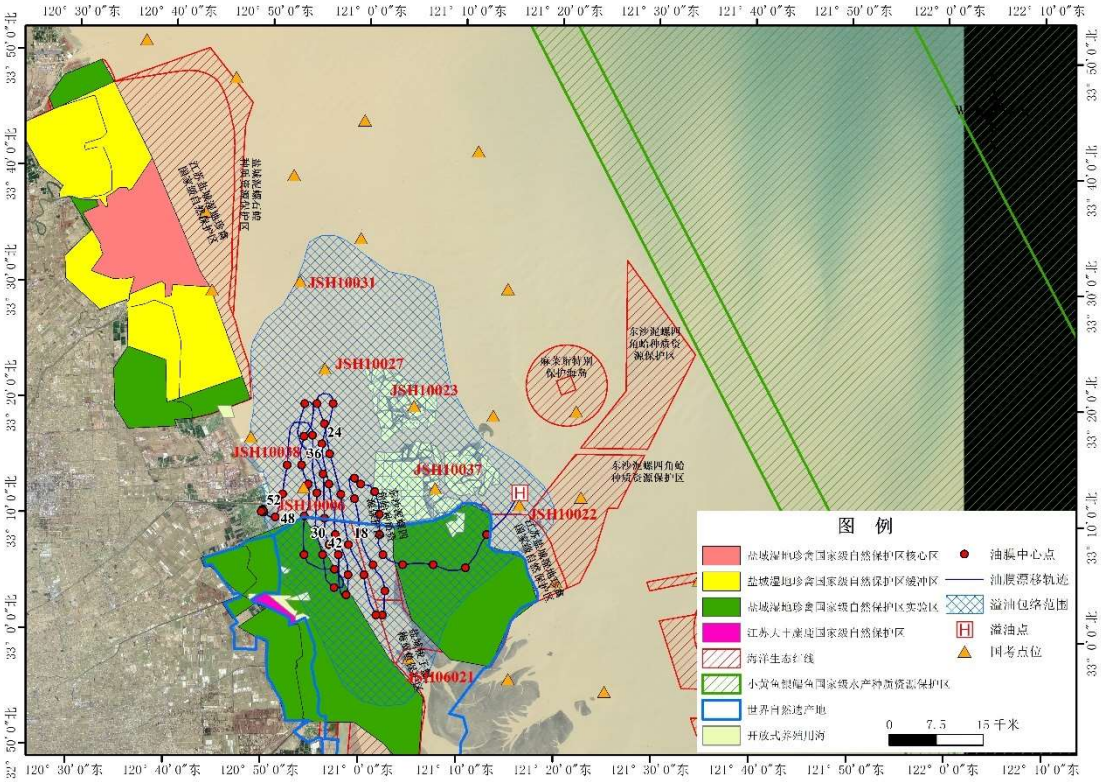

图 8.4-1(e)　H17 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 E，涨潮）

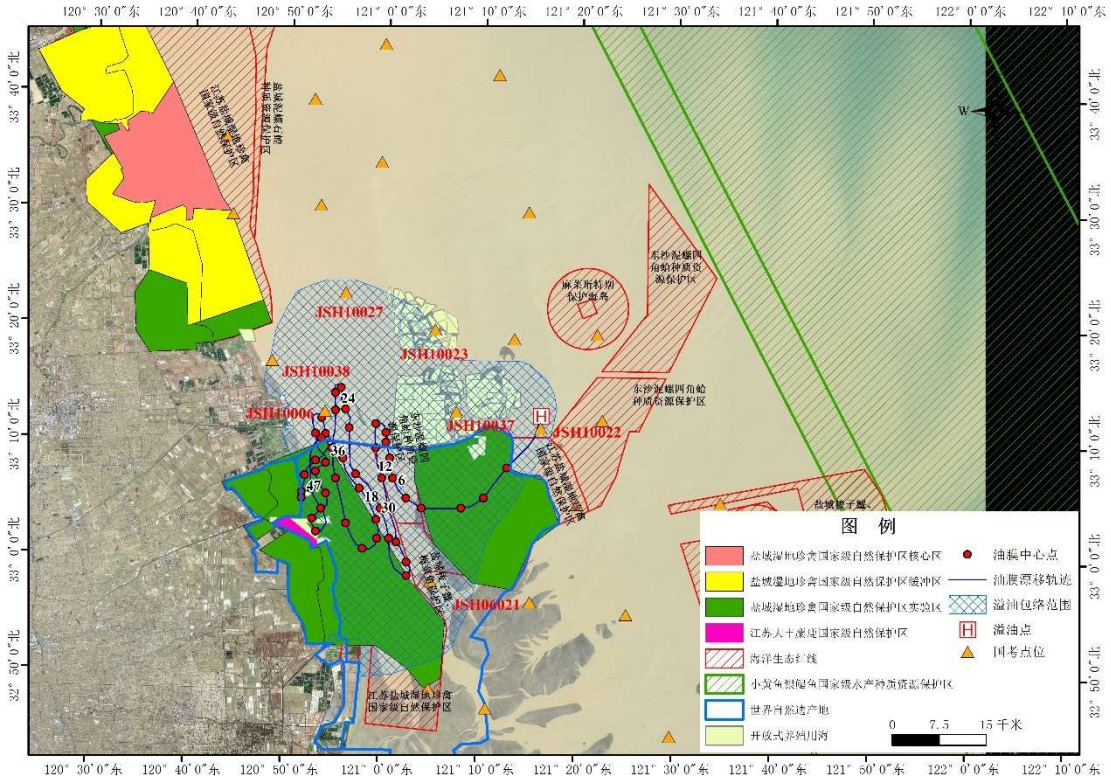

图 8.4-1(f)　H17 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 NE，涨潮）

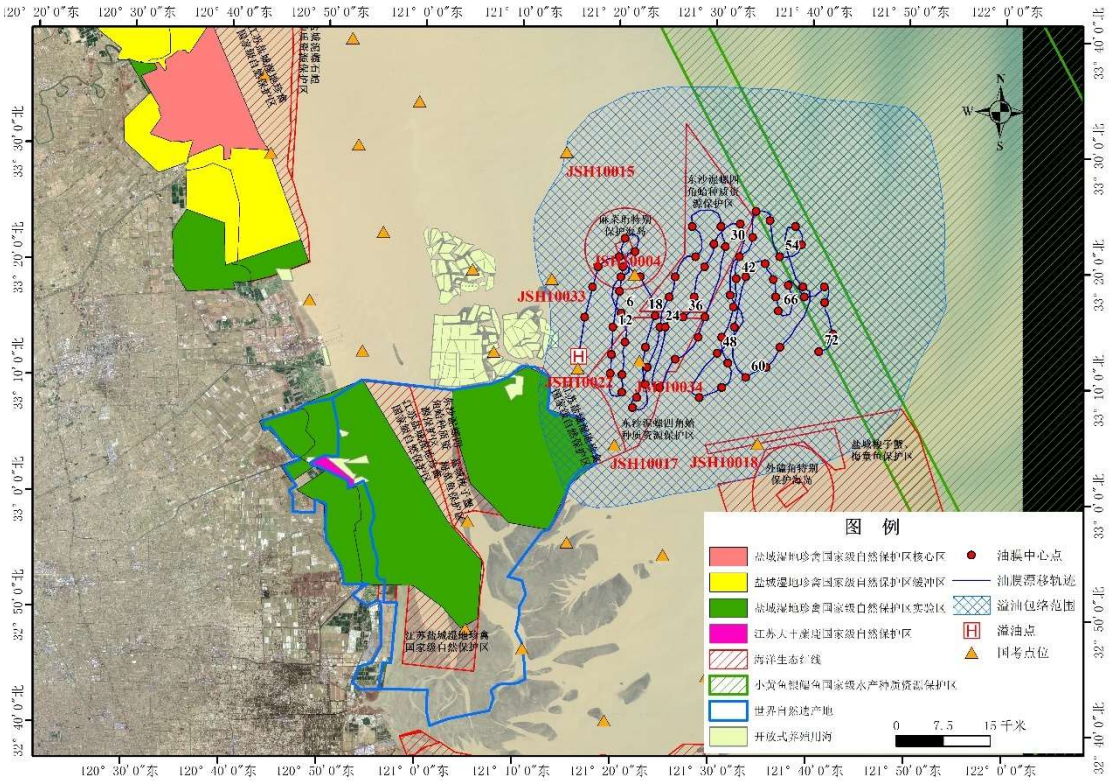

图 8.4-1(g)　H17 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 W，落潮）

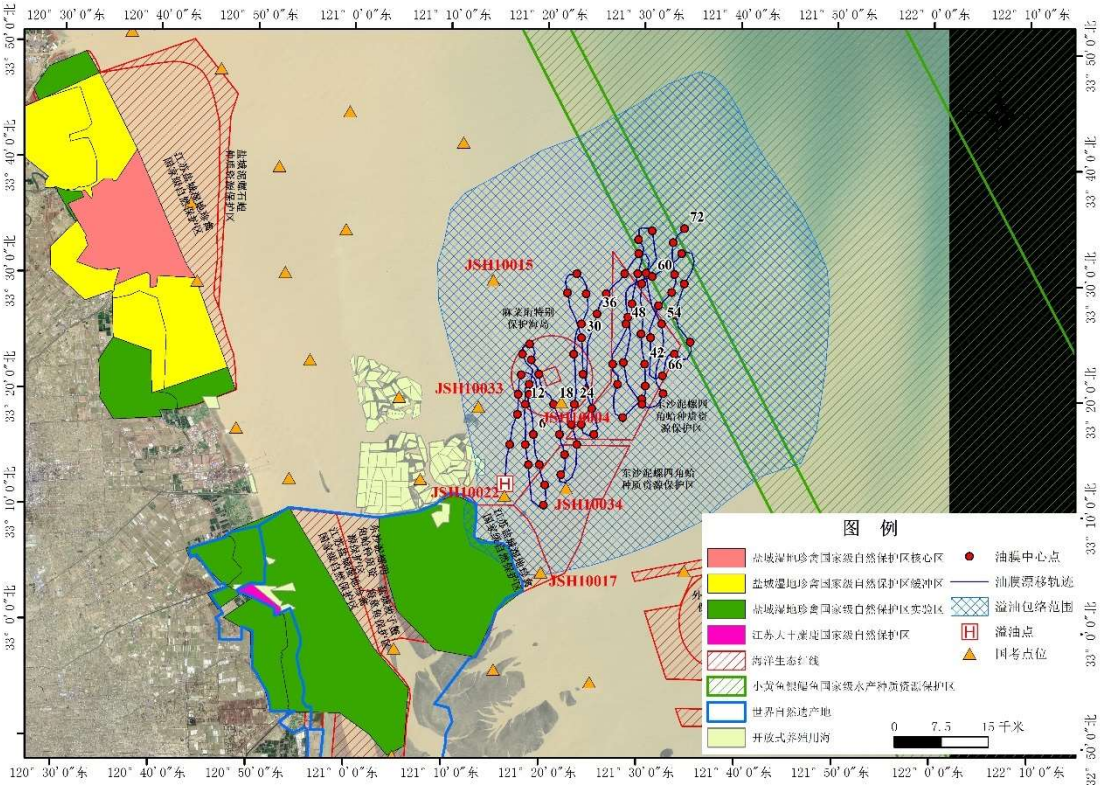

图 8.4-1(h)　H17 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 SW，落潮）

（3）H9#升压站处因船舶碰撞发生溢油

① 冬季常风

冬季涨潮时刻，72 小时 0.0001mm 油膜扫海面积为 2656.99km^2，最远漂移距离 40.61km，31h 到达最北点，62h 到达最南端。溢油后 6h 到达东沙泥螺四角蛤保护区，7h 到达小黄鱼银鲳保护区，24h 到达外磕脚，37h 到达梭子蟹梅童鱼保护区，42h 到达麻菜珩，38h 到达外磕脚领海基点保护区，44h 到达麻菜珩领海基点保护区。溢油后油膜对周边 3 个国控点位产生一定影响，37h 到达 JSH10018，44h 到达 JSH10004，48h 到达 JSH10034。

冬季落潮时刻，72 小时 0.0001mm 油膜扫海面积为 2579.15km^2，最远漂移距离 41.66km，4h 到达最北点，46h 到达最南端。溢油后 2h 到达东沙泥螺四角蛤保护区，3h 到达小黄鱼银鲳保护区，20h 到达外磕脚，21h 到达外磕脚领海基点保护区，21h 到达梭子蟹梅童鱼保护区，28h 到达麻菜珩。溢油后油膜对周边 4 个国控点位产生一定影响，20h 到达 JSH10018，29h 到达 JSH10004，43h 到达 JSH10034，44h 到达 JSH10017。

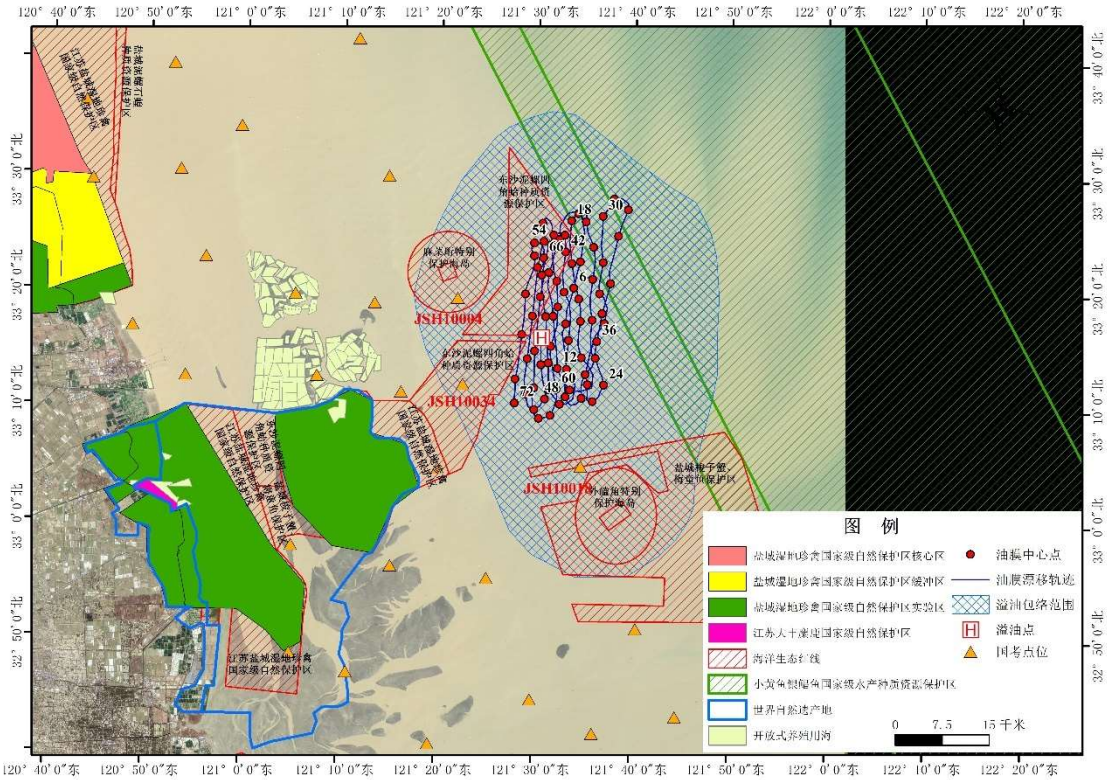

图 8.4-3(a)　H9 泄漏点泄漏扫海范围（冬季常风，风向 N，涨潮）

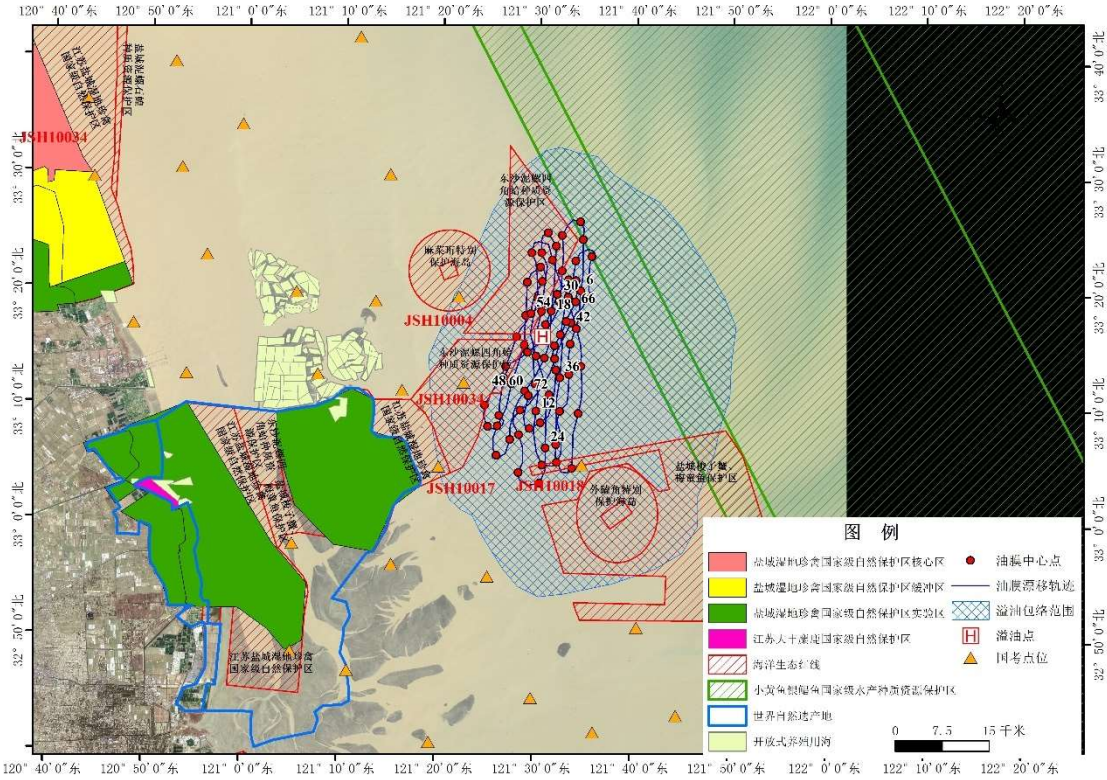

图 8.4-3(b)　H9 泄漏点泄漏扫海范围（冬季常风，风向 N，落潮）

② 夏季常风

夏季涨潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 3339.90km^2，最远漂移距离为 50.95km，72h 到达最北点，3h 到达最南端。4h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源

保护区，8h 到达麻菜珩特别保护海岛，10h 到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，18h 到达麻菜珩领海基点保护区，40h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地。溢油后油膜对周边 5 个国控点位产生一定影响，5h 油膜到达 JSH10034，9h 到达 JSH10004，39h 到达 JSH10022，55h 到达 JSH10033，60h 到达 JSH10015。

夏季落潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 3175.71km^2，最远漂移距离为 64.53km，64h 到达最北点，9h 到达最南端。3h 到达麻菜珩特别保护海岛，7h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，8h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地，12h 到达麻菜珩领海基点保护区，60h 到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区。溢油后油膜对周边 9 个国控点位产生一定影响，3h 油膜到达 JSH10004，6h 到达 JSH10033，8h 到达 JSH10034，9h 到达 JSH10022，18h 到达 JSH10015，30h 到达 JSH10023，48h 到达 JSH10037 点，63h 到达 JSH10014，65h 到达 JSH10041。

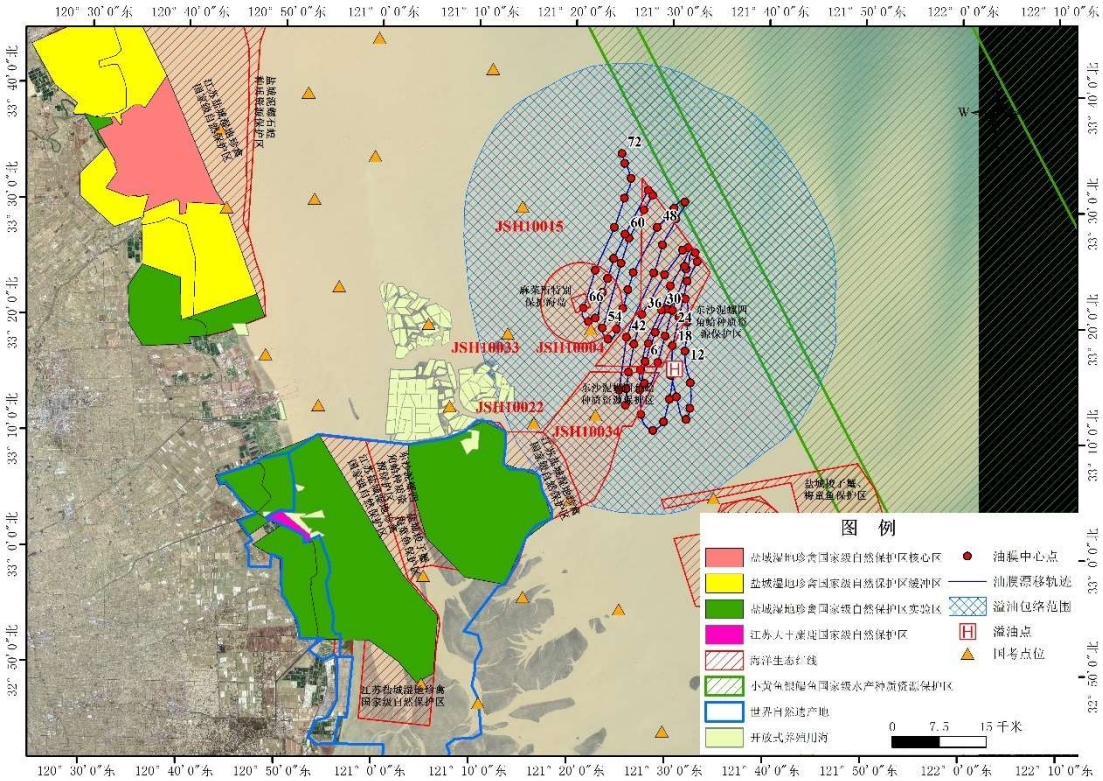

图 8.4-3(c)　H9 泄漏点泄漏扫海范围（夏季常风，风向 SE，涨潮）

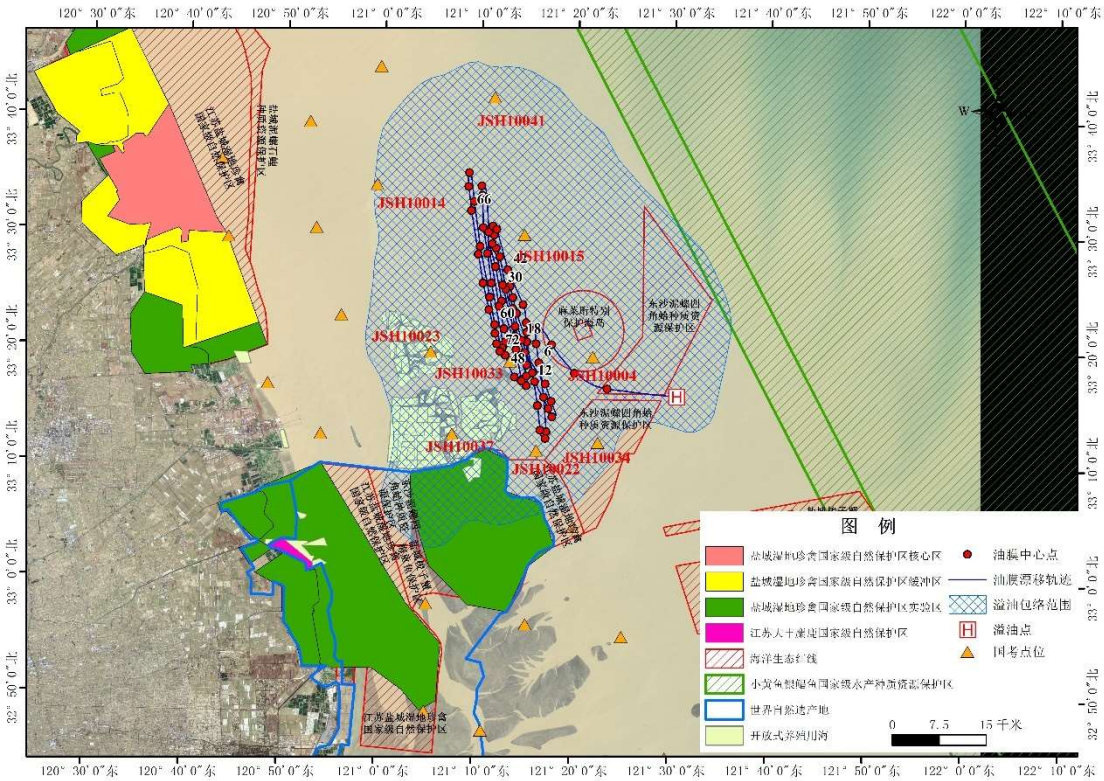

图 8.4-3(d)　H9 泄漏点泄漏扫海范围（夏季常风，风向 SE，落潮）

③ 不利风

涨潮不利风况（ESE）时刻，油膜 72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2319.62km^2，最远漂移距离为 52.32km，72h 到达最北点，3h 到达最南端。3h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，7h 到达麻菜珩特别保护海岛，9h 到达麻菜珩领海基点保护区，19h 到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区。溢油后油膜对周边 5 个国控点位产生一定影响，4h 油膜到达 JSH10034，8h 到达 JSH10004，39h 到达 JSH10022，53h 到达 JSH10033，58h 到达 JSH10015。

涨潮不利风况（NW）时刻，油膜 72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2189.09km^2，最远漂移距离为 46.84km，72h 到达最北点，3h 到达最南端。4h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，9h 到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，14h 到达外磕脚特别保护海岛，21h 到达麻菜珩特别保护海岛，26h 到达外磕脚领海基点特别保护区，31h 到达盐城梭子蟹、梅童鱼保护区。溢油后油膜对周边 3 个国控点位产生一定影响，16h 油膜到达 JSH10018，43h 到达 JSH10034，44h 到达 JSH10017。

落潮不利风况（SW）时刻，油膜 72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2135.33km^2，最远漂移距离为 47.42km，63h 到达最北点，9h 到达最南端。3h 到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，11h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保

护区，21h 到达外磕脚特别保护海岛。溢油后油膜随受不利风况 SW 及落潮影响向外海漂移，不会对国考点位产生影响。

落潮不利风况（ESE）时刻，油膜 72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 2635.28km^2，最远漂移距离为 42.91km，66h 到达最北点，9h 到达最南端。3h 到达吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区，9h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，10h 到达麻菜珩特别保护海岛，11h 到达麻菜珩领海基点保护区，24h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地。溢油后 12h 油膜到达 JSH10004，13h 到达 JSH10034，22h 到达 JSH10017，24h 到达 JSH10022，37h 到达 JSH10033，49h 到达 JSH10015。

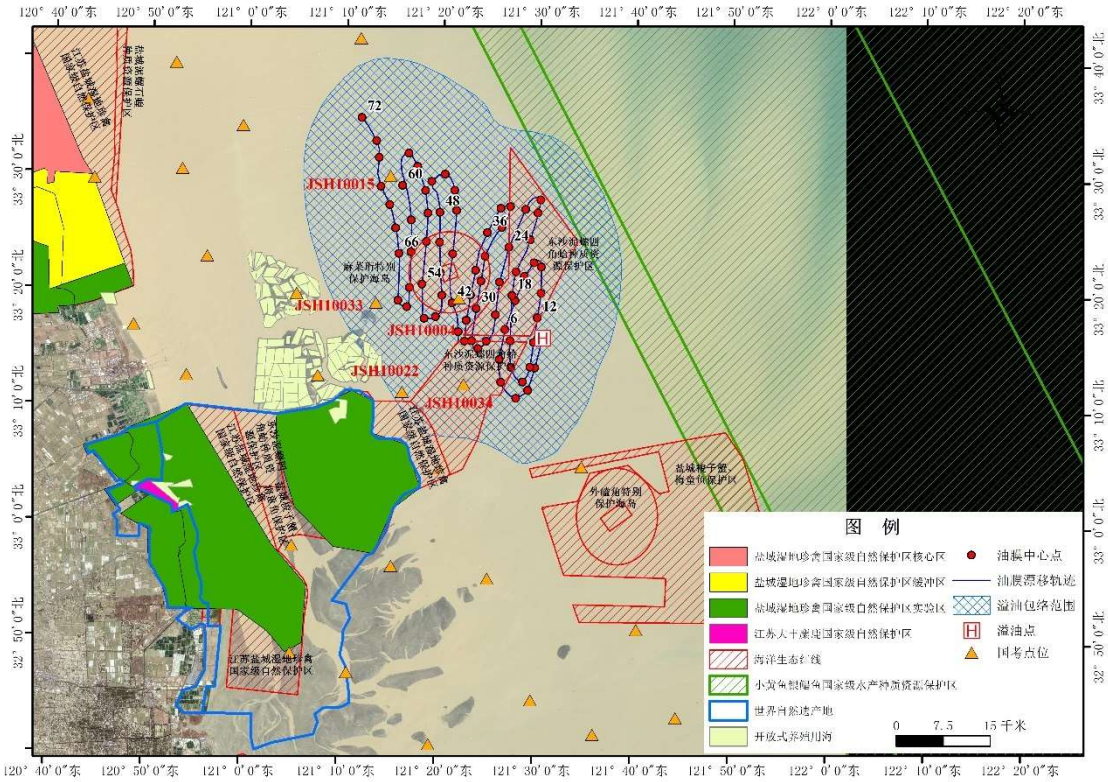

图 8.4-3(e)　H9 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 ESE，涨潮）

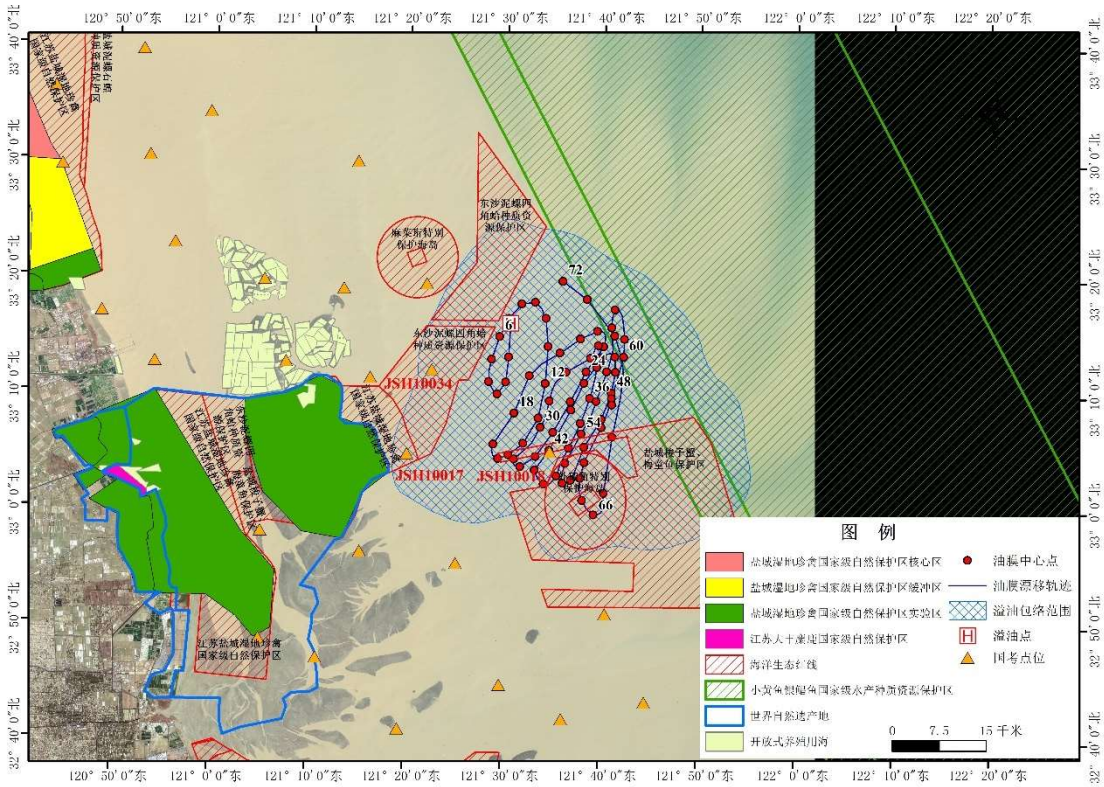

图 8.4-3(f)　H9 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 NW，涨潮）

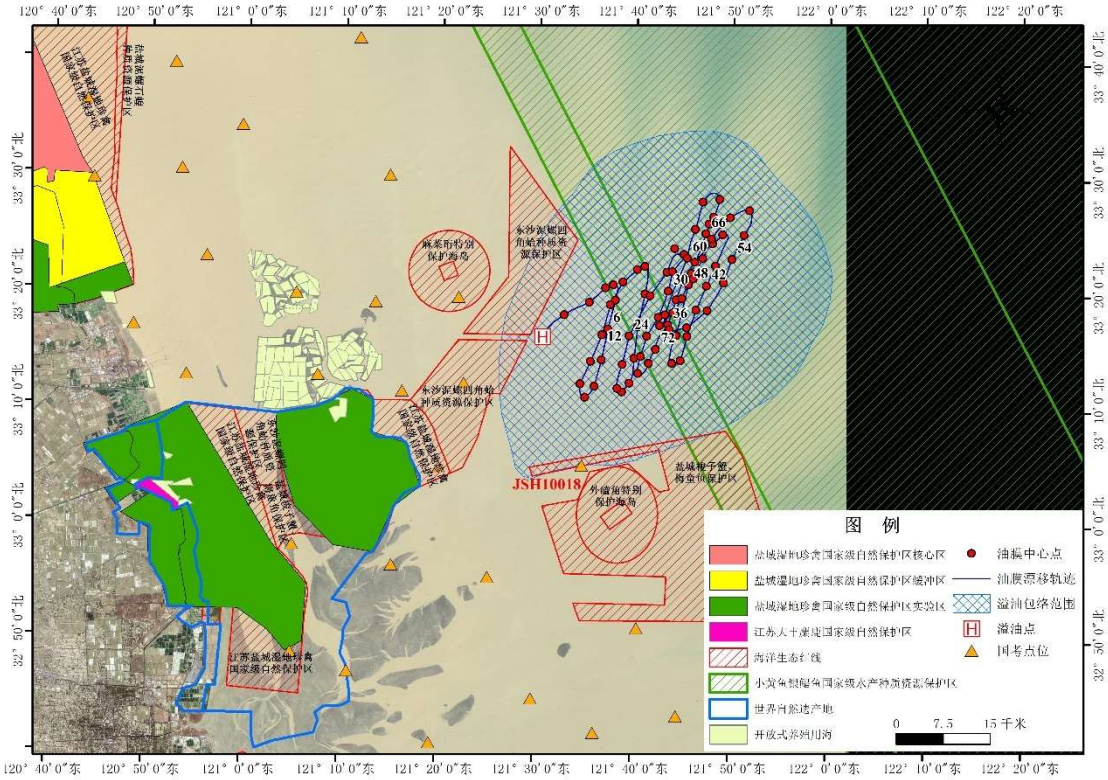

图 8.4-3(g)　H9 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 SW，落潮）

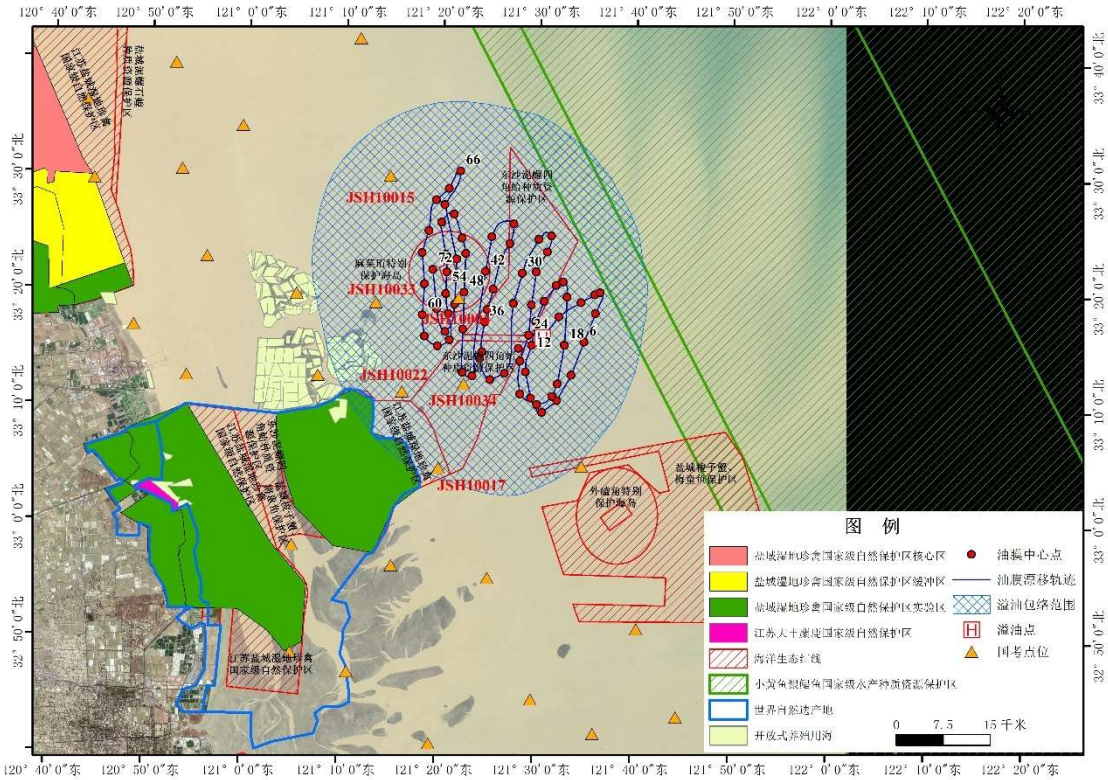

图 8.4-3(h) H9 泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 ESE，落潮）

（4）主海缆施工现场发生碰撞溢油

① 冬季常风

冬季涨潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 982.95km^2，最远漂移距离为 33.78km，49h 到达最北点，27h 到达最南端。2h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区及自然遗产地，25h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区。溢油后油膜对周边 5 个国控点位产生一定影响，7h 油膜到达 JSH10038，17h 到达 JSH10006，33h 到达 JSH10027，50h 到达 JSH10023，54h 到达 JSH10037。

冬季落潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 998.27km^2，最远漂移距离为 34.72km，13h 到达最北点，63h 到达最南端。6h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区及自然遗产地，20h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区。溢油后油膜对周边 3 个国控点位产生一定影响，10h 油膜到达 JSH10006，44h 到达 JSH06021，50h 到达 JSH10037。

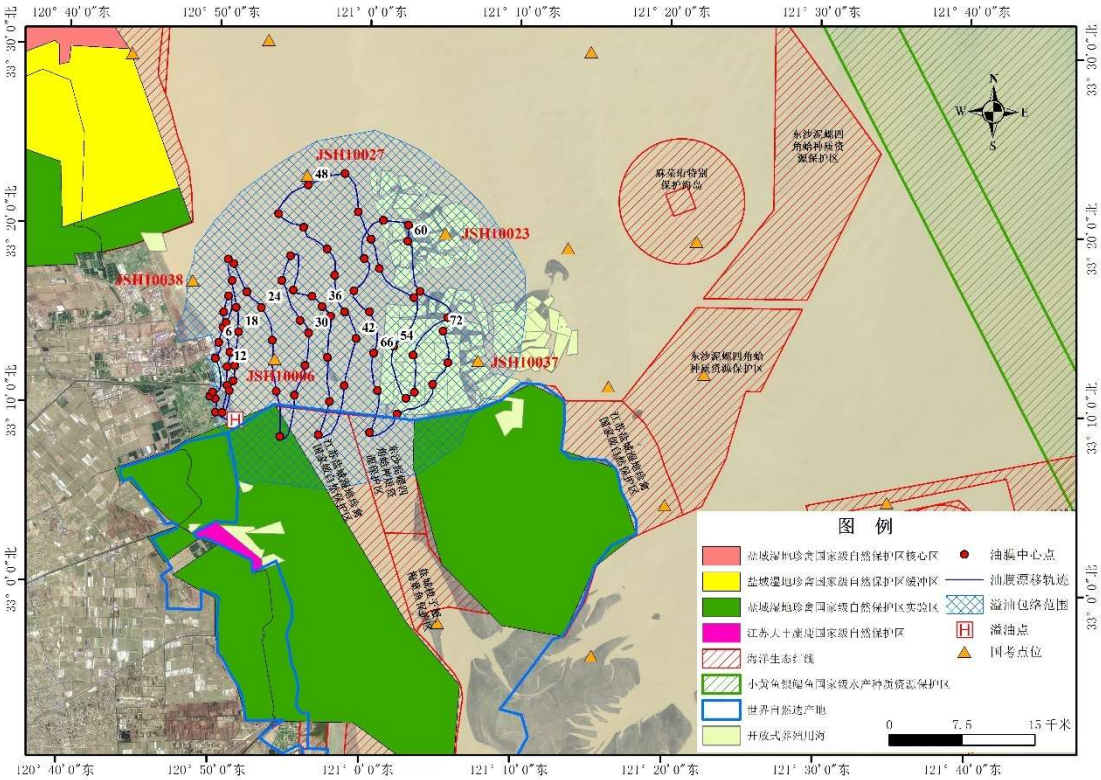

图 8.4-4(a)　主海缆施工泄漏点泄漏扫海范围（冬季常风，风向 N，涨潮）

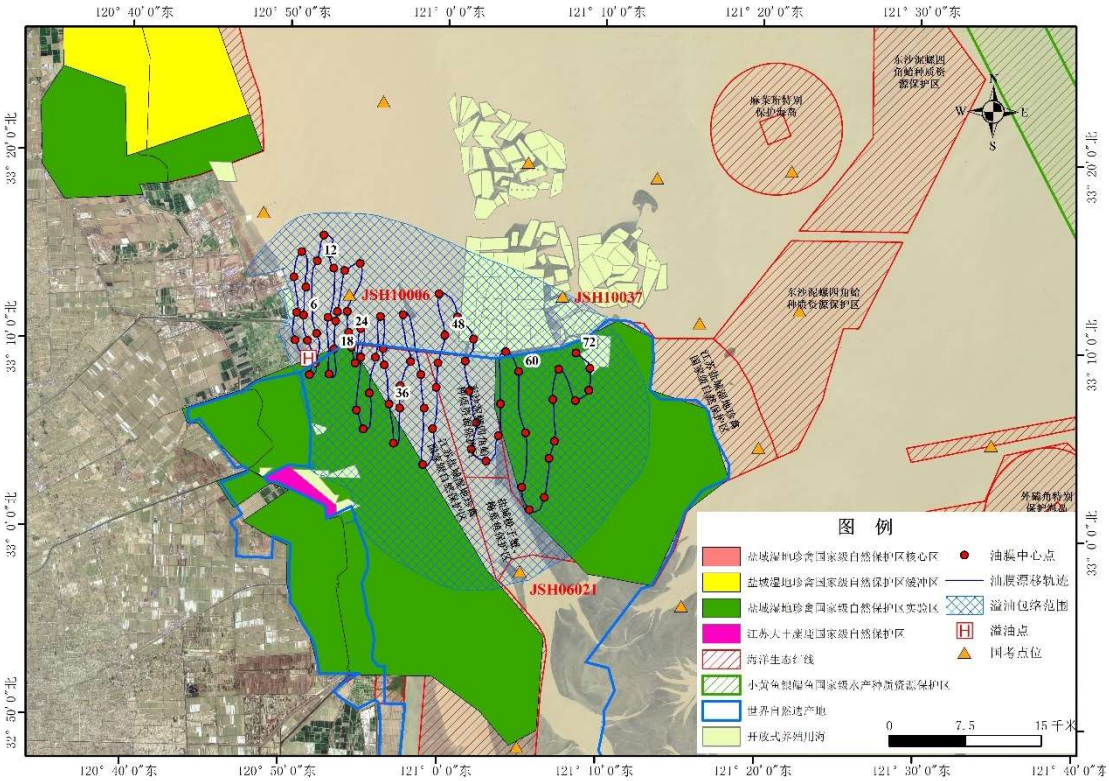

图 8.4-4(b)　主海缆施工泄漏点泄漏扫海范围（冬季常风，风向 N，落潮）

② 夏季常风

夏季涨潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 1785.90km^2，最远漂移距离为 51.03km，71h 到达最北点，3h 到达最南端。1h 到达盐城湿地珍禽国家级自然

保护区实验区及自然遗产地，16h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区缓冲区，26h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区。溢油后油膜对周边 7 个国控点位产生一定影响，3h 油膜到达 JSH10038，19h 到达 JSH10006，30h 到达 JSH10027，43h 到达 JSH10023，48h 到达 JSH10037，57h 到达 JSH10031，71h 到达 JSH10033。

夏季落潮时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 1242.89km^2，最远漂移距离为 42.85km，72h 到达最北点，44h 到达最南端。7h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区及自然遗产地，33h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区。溢油后油膜对周边 3 个国控点位产生一定影响，9h 油膜到达 JSH10006，44h 到达 JSH06021，51h 到达 JSH10037。

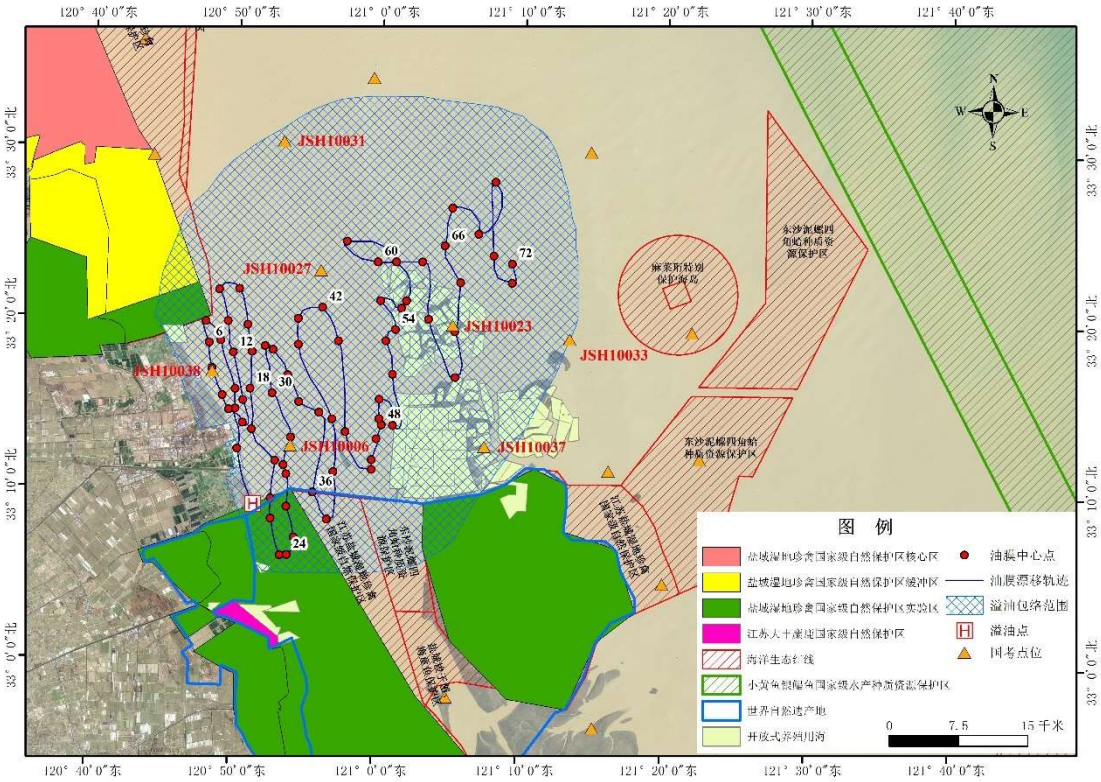

图 8.4-4(c)　主海缆施工泄漏点泄漏扫海范围（夏季常风，风向 SE，涨潮）

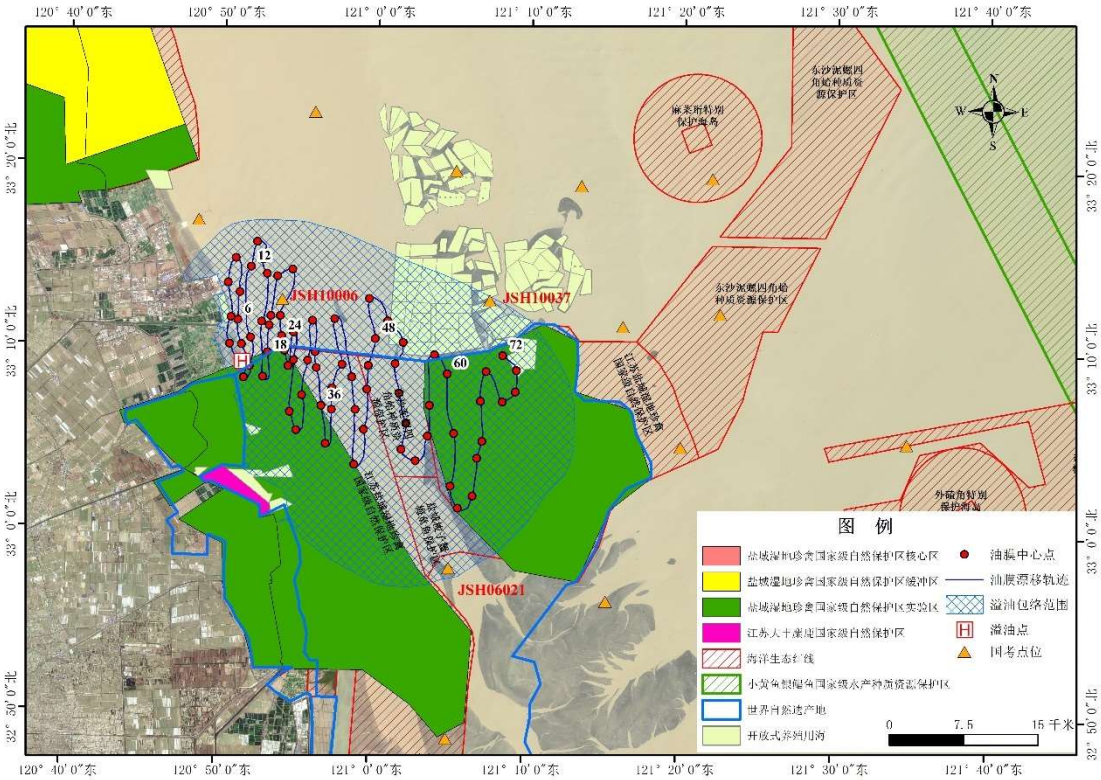

图 8.4-4(d)　主海缆施工泄漏点泄漏扫海范围（夏季常风，风向 SE，落潮）

③ 不利风

涨潮不利风况（NNW）时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 249.92km^2，最远漂移距离为 16.31km，72h 到达最北点，55h 到达最南端。1h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区及自然遗产地。溢油后油膜对周边 1 个国控点位产生一定影响，23h 油膜到达 JSH10006。

落潮不利风况（NNW）时刻，72 小时 0.0001mm 厚度的油膜扫海面积为 444.46km^2，最远漂移距离为 18.47km，5h 到达最北点，20h 到达最南端。6h 到达盐城湿地珍禽国家级自然保护区及自然遗产地，10h 到达东沙泥螺四角蛤种质资源保护区。溢油后油膜对周边 1 个国控点位产生一定影响，6h 油膜到达 JSH10006。

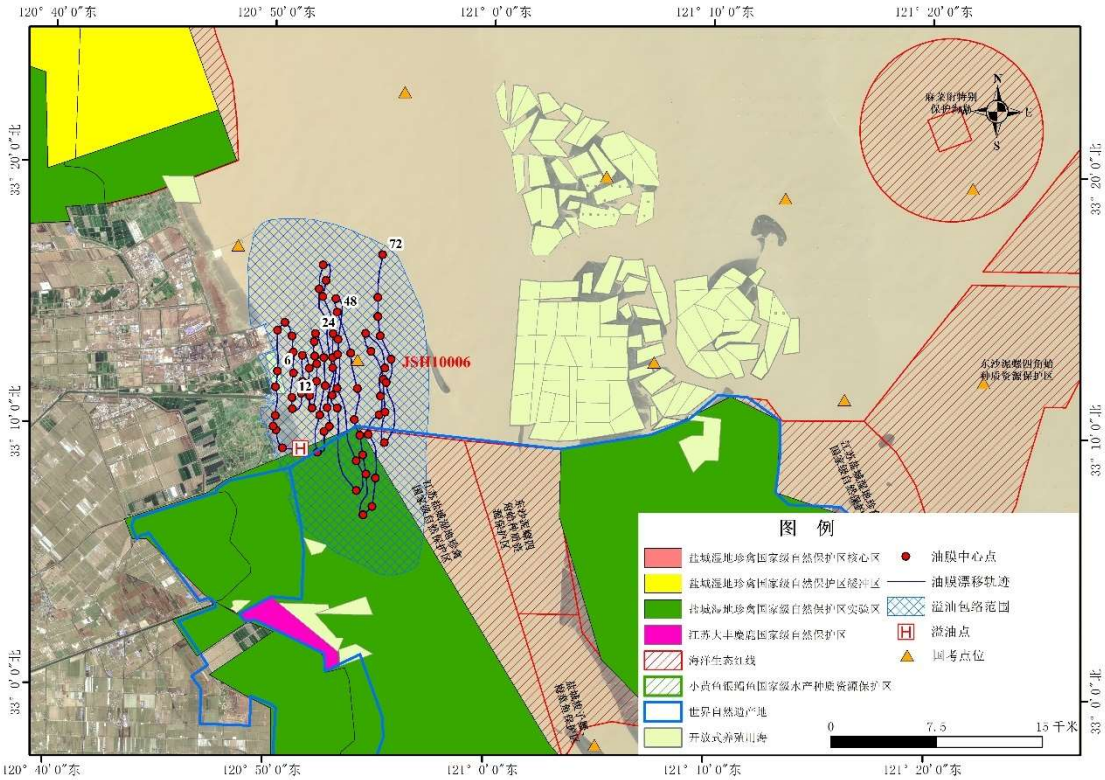

图 8.4-4(e)　主海缆施工泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 NNW，涨潮）

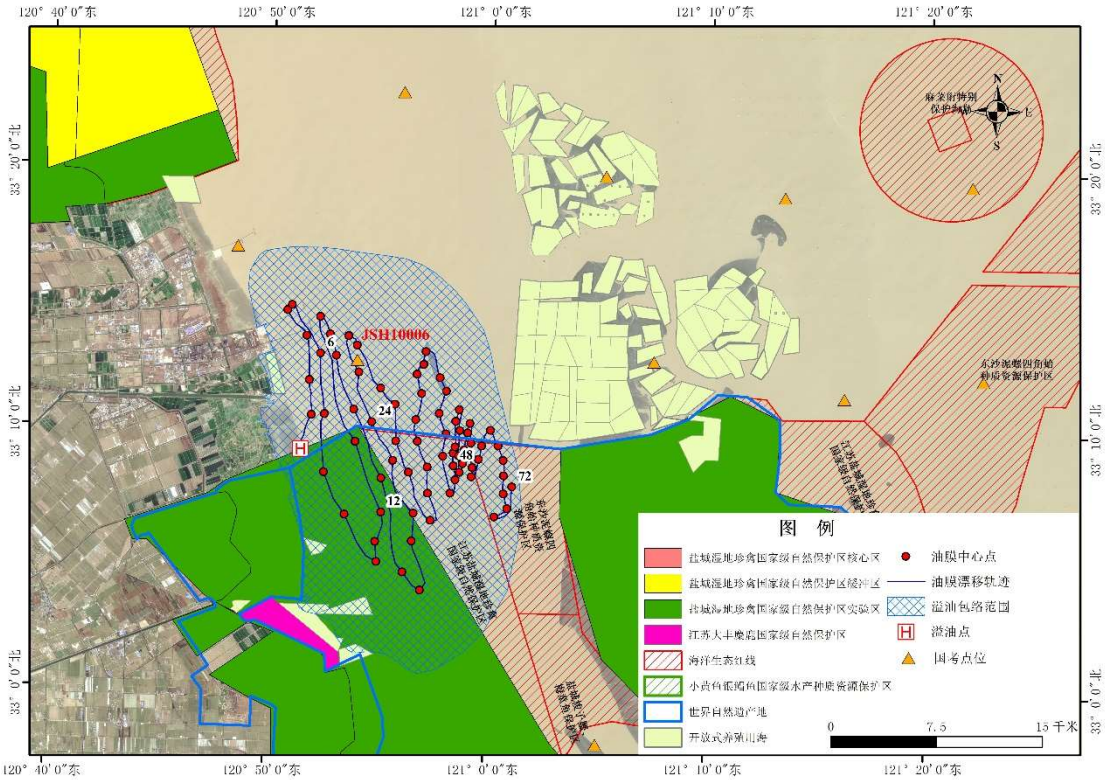

图 8.4-4(f)　主海缆施工泄漏点泄漏扫海范围（不利风，风向 NNW，落潮）

8.4.3 溢油风险对海洋生态环境的影响

虽然本项目发生溢油事故的机率很低，但一旦发生溢油事故，将对周边水域造成严重污染。溢油进入海洋以后，一般以三种形式存在于海洋环境之中。一是飘浮在海

水表面，形成油膜；二是溶解或分散在海水之中，形成溶解和乳化状态；三是形成凝聚态残余物，漂浮在海面或沉积在海底。溢油还将对影响范围内的海域生态环境产生严重损害，分析如下：

（1）溢油事故对海洋生态的影响和危害

1）对浮游植物的影响

实验证明石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用程度取决于石油的类型，浓度及浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物，对各类油类的耐受能力都很低。海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1mg/L~10mg/L，一般为 1 mg/L。对于更敏感的生物种类，油浓度低于 0.1mg/L 时会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

2）对浮游动物的影响

浮游动物石油急性中毒致死浓度范围一般为0.1mg/L~15mg/L，Mironov等。曾将黑海某些桡足类和技角类暴露于0.1ppm的石油海水中，当天浮游动物全部死亡。当石油含量降至0.05ppm，小型拟哲水蚤*Paracalanus sp*．的半致死时间为4天，而胸刺镖蚤*CentroPages*、鸟喙尖头蚤和长腹剑水蚤*Oithona*的半致死天数依次为3天、2天和1天。另外，Mironov对不同浓度对桡足类幼体的影响实验表明，永久性(终生性)浮游动物幼体的敏感性大于阶段性(临时性)的底栖生物幼体，而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。

3）对底栖动物的影响

底栖生物随种类的不同而产生对石油浓度适应的差异，多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在2.0mg/L~15mg/L，其幼体的致死浓度范围更小些。软体动物双壳类能吸收水中含量很低的石油，如：0.0lppm的石油则可能使牡蛎呈明显的油味，严重的油味可持续达半年之久．受石油污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制并进而死亡。象海胆、寄居蟹、海盘车等底栖生物的耐油污性很差，即使海水中石油含量只有0.0lppm，也可使其死亡。而千分之一浓度的乳化油即可使海胆在1小时内死亡。某些底栖甲壳类动物幼体(无节幼虫)当海水中石油浓度在0.1~0.0lppm时，对藤壶幼体和蟹幼体有明显的毒效。据吴彰宽研究表明，胜利原油对对虾*Penaeus orientalis*各发育阶段影响的最低浓度分别是受精卵56mg/L，无节幼体3.2mg/L、蚤状幼体0.1mg/L，糠虾幼体1.8mg/L，仔虾5.6mg/L，其中蚤状幼体为最敏感的阶段。胜利原油对对虾的幼体的96h-LC_{50}为11.1mg/L。

4）溢油对渔业资源的危害

发生溢油事故后，进入海洋环境的燃料油，在波生湍流扰动下形成乳化水滴进入水体，直接危害鱼虾的早期发育。据黄海水产研究所对虾活体实验，油浓度低于3.2mg/L 时，无节幼体变态率与人工育苗的变态率基本一致；但当油浓度大于 l0mg/L 时，无节幼体因受油污染影响变态率则明显上升。对虾的蚤状幼体对石油毒性最为敏感，浓度低于 0.1mg/L 时，蚤状幼体的成活率和变态率基本一致，即无明显影响；当浓度达到 1.0mg/L 时，蚤状幼体便不能成活，96hL50 值为(0.62-0.86)mg/L，即安全浓度为(0.062~0.086)mg/L；浓度大于 3.2mg/L 时，可致幼体在 48 小时内死亡。

溢油对鱼类的影响是多方面的，首先石油会引起鱼类摄食方式、洄游路线、种群繁殖的改变或个体失衡。在鱼类的不同发育阶段其影响程度也不相同，其中对早期发育阶段的鱼类危害最大。油污染对早期发育鱼类的毒性效应，主要表现在滞缓胚胎发育，影响孵化，降低生理功能，导致畸变死亡。以对鲱鱼的实验为例，当石油浓度为3mg/L 时，其胚胎发育便受到影响，在 3.1~11.9mg/L 浓度下，孵出的大部分仔鱼多为畸形，并在一天内死亡。对真鲷和牙鲆鱼也有类似结果。当海水油含量为 3.2mg/L 时，真鲷胚胎畸变率较对照组高 2.3 倍；牙鲆仔鱼死亡率达 22.7%，当含油浓度增到 18mg/L 时,孵化仔鱼死亡率达 84.4%，畸变率达 96.6%。Linden 的研究认为，燃料油中可溶性芳香烃的麻醉作用导致鱼类胚胎活力减弱，代谢低下，当胚胎发育到破膜时，由于能量不足引起初孵仔鱼体形畸变。此外，溢油漂移期间，渔区和捕捞作业会受到很大的影响。成龄鱼类为回避油污而逃离渔场，渔场遭到破坏导致渔获减少；捕获的鱼类也可因沾染油污而降低市场价值。

5）溢油对海岸带贝类资源的危害

溢油一旦搁滩，在大量燃料油覆盖的滩面，固着性生物，如贝类、甲壳类生物和藻类会窒息死亡。在油膜蔓延的滩面上，幼贝发育不良，产量下降，成年贝会因沾染油臭而降低市场价值。在潮下带的养殖贝类，也会受到严重的油污染。这些滤食性双壳类在摄食时也同时摄入海水中的悬浊油分(乳化油滴)。进入蛤类胃中的乳化油滴破乳后结合成更大的油滴，并在体内积累，引起某些生理功能障碍，终因胃中油积累过多不能排泄而死亡。据Cilfillan实验，当油浓度达到1.0mg/L时，可使贻贝产生呼吸加快，捕食减少的致死效应。沉积在底质孔隙中的油浓度过高，会引起贝类大量死亡。此外，由于作为对虾饵料的贝类大量减少，对虾即便不直接中毒致死也会因缺乏饵料而影响生长发育，降低产量。值得注意的是，溢油对贝类的危害不是暂时性的。漫滩

的污油会随潮汐涨落在附近周期性摆动，面积逐渐扩大，在波浪扰动下部分被掩埋进入沉积环境；潮下带溢油也会由于风化和吸附沉降进入沉积环境。这些进入底泥中的油类靠化学降解作用去除需数月之久。使贝类幼体或中毒发育不良或窒息死亡，使急性污染变成沉积环境的长期污染。

（2）溢油风险对江苏盐城国家级珍禽自然保护区的影响

本项目存在溢油风险，溢油对鸟类的影响是多方面的、复合的，但大体可分为间接影响和直接影响。

直接影响包括对鸟类食物链的影响和对鸟类栖息环境的影响。溢油事故的发生，会将海水中的大量海洋生物杀死或使其粘染异味，从而使鸟类的食源大量减少，使鸟类饥饿而死或迁往他方。鸟类一般栖息于沿海生态系统，这些地区受到溢油污染后，就会发生不良变化，造成鸟类栖息环境的减少、恶化，食源也相应减少，从而影响鸟类的生存。

直接影响影响包括物理作用和化学作用。溢油只要同鸟类身体接触．就会牢牢粘附它们，进而渗入羽毛的绒羽层，使羽毛的原来的结构破坏，失去保温和防水性能；而且当鸟类粘附油污后，尤其是一些重油，体重就会增加，从而使它们无法游动并丧失飞翔的能力。被油污粘染的鸟类，习惯性地用嘴整理自己的羽毛时，会将羽毛吸附上的油污吞食下去，导致部分组织坏死等症状，甚至死亡。另外溢油还会影响鸟类的生殖行为。

一旦发生溢油事故，油膜将对周边养殖区和保护区实验区海洋环境产生影响，进而造成保护区内鸟类食物的污染，并导致鸟类中毒甚至死亡。因此应严格按照要求操作及航行，杜绝溢油事故发生。此外，建议实施单位按照《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）和《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）中的要求配备溢油应急设备，并制定溢油应急计划，一旦发生溢油事故，能在最短的时间内启动溢油溢油应急设备，最大限度的降低甚至避免对保护区生态环境的影响。

8.5 环境风险管理

8.5.1 环境风险防范措施

8.5.1.1 油类物质泄漏事故防范措施

（1）建设单位运行管理相关部门负责主变压器油、高抗器油泄漏处理问题，明确责任归属。责任人包含建设单位分管领导、站长、站内值班组长、值班巡视人员；

（2）发生变压器油、高抗器油泄漏事故时，值班巡视人员应立即报告值班组长，并逐级报告站长、建设单位分管领导，采取必要防护措施，避免发生火灾、爆炸等事故；

（3）检查变压器油、高抗器油储存设施，确保泄漏的油储存在事故油坑、排油管道及事故油罐中，并及时联系有资质单位处理处置；

（4）对事故现场进行勘察，对事故性质、应急措施及事故后果等进行评估；

（5）对事故现场与邻近区域进行防火区控制，对受事故油污染的设备进行清除；

（6）应急状态终止，对事故现场善后处理，邻近区域解除事故警戒及采取善后恢复措施，恢复设备运行；

（7）柴油罐的结构、材质、防腐、安装及各种附件等应符合安全要求。加强柴油罐的定期检查和巡视，发现柴油泄漏后，应立即上报并采取封堵、拦截、清除等措施，避免柴油泄漏进入海水污染海水水质，避免发生火灾、爆炸等次生风险事故；

（8）为防止事故状态下设备油类泄漏入海洋环境，海上升压站事故储油罐设备选型应依据《风电场工程 110kV~220kV 海上升压变电站设计规范》（NB/T 31115-2017）‘第 8.0.7 条 事故油罐收集装置容量应满足最大 1 台主变压器的排油量’，并按环评报告提出的“容量不低于最大单台主变+高抗油量”更严格要求，H8-1#海上升压站和 H17#海上升压站最大单台主变（无高抗）的油量为 60.33m^3，因此设置容积 70m^3 的事故油罐；H9#海上升压站最大单台主变+高抗的油量为 89.39m^3，因此设置容积 100m^3 的事故油罐。

8.5.1.2 溢油风险事故防范措施

（1）施工期

根据上文所述，本项目施工期间各类运输船、施工船进场，工程周边海域船舶数量增多，从而存在施工船舶碰撞引起燃料油泄漏的风险。为保证工程施工安全，防止油污染事故发生，施工单位必须有水上施工经验，施工过程中需科学合理安排施工工序，周密考虑工程施工期间的安全措施，应主要包括：

1）加强教育，提高意识，施工前制定切实有效的安全管理措施和突发性事故的应急预案，并由建设单位负责组织对海域施工人员的安全环保教育培训，特别针对施工船舶航线安全进行专业培训，同时加强设备的维护和管理，提高施工人员的安全防范意识，切实贯彻“安全第一，预防为主”的方针，预测溢油事故的发生。

2）要加强对施工作业船舶的安全管理。参加施工作业的船舶必须经过相关的安

全检查，有关人员必须经过水上作业的相关安全培训和教育，并认真落实施工作业的安全措施和发生突发情况的应急措施。

3）工程海域风机组装后运至风电场施工区域航行距离远，需根据本工程施工方案制定施工区及附近海域通航环境安全管理措施，提出加强施工期通航安全秩序管理的对策措施，确保通航安全。

4）施工作业开工前按规定向中华人民共和国连云港海事局（简称连云港海事局）、盐城海事局有关部门申请办妥水上、水下施工作业手续，申请发布有关施工作业航行通告和航行警告。

5）施工船进行打桩作业时，应于明易显见处，显示港口规定信号。

6）施工作业期间作业船舶应配置有效的通讯工具，指派专人守听，密切注视周围船舶动态。

7）施工作业船应派专人值班了望，当发现来船动向不明或危及施工船舶安全时，应立即通过扩音喇叭向来船发出警告。必要时停止施工，立即松缆避免事故的发生。

8）在施工现场进行打桩作业时，打桩船舶及服务船舶均需抛锚，为避免施工船舶抛锚对过往船舶造成危害影响，应白天在艉悬挂经旗，夜间用探照灯向开锚锚位处水面照射。

9）海域海况差会增加发生船舶碰撞的几率，因此海域风力增加，海浪较大，达到施工船舶的抗风浪的等级前，应严格执行施工停工标准，停止施工作业，提前撤离施工现场，就近避风。

10）施工作业附近，应安排一艘拖轮停泊待命，以便随时出动进行应急抢救等救助工作。

11）由于工程施工时所占用的可通航水域面积很大，因此在施工作业期，施工建设单位需向海事主管机关申请划定施工作业区，设置航行警戒标，配置现场警戒船。

12）在靠近吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、麻菜珩特别保护海岛、麻菜珩领海基点保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区的区域施工时，建设单位应提前通知风险应急处置单位，使应急处置船于待命的状态，一旦有溢油事故发生应急处置船在第一时间开往事故地进行处置，尽量减小溢油事故对保护区的影响。

13）认真落实施工船舶防污染措施，做好船舶垃圾、残油、含油污水等污染特、废弃物的接收和处置工作。施工船舶一旦发生污染水域事故，应尽力采取控制和消除污染的措施，同时向海事主管机关报告，接受调查处理。

（2）营运期

1）海上风机应涂有醒目的警示色、夜间采用警示灯的方法，在风电场场界外侧考虑设置航行警示标，以警示船舶有效避让。

2）应设立专门机构负责警戒，安装海上风机监视系统随时掌握风电场设施水域周围的船舶航行动态。并配置有效的通讯设备，与海事主管机关随时保持通讯联系，以在发生突发事件时能及时获得海事主管机的应急援助。

3）向海事主管机关申请发布航行通告和航行警告，提出协助进行水上安全维护申请。

4）加强风机基础冲刷监控，定期进行跟踪防止淘空倒塌，如果发生风机倒塌事故，将及时上报县、市、省相关主管部门及海事、海监部门，对外发布航行预警通告，确保不对周边海上作业构成安全影响。风电场建设单位需及时组织吊装、施工单位对倒塌风机及基础结构进行吊装、转运至陆上处理，防止内部润滑油料泄漏，一旦发生泄漏，立即采取围油栏围挡，采取吸油毡等对泄漏油料吸附回收。

5）主变压器及高压电抗器下方配备事故油罐，容量不低于最大单台主变+高抗器油量，一旦发生事故油料泄漏，漏油将通过回收管路收集进入油罐，并全部交有危险废物处理资质的单位回收处置，并按照危险废物转移的联单制度进行移交。

6）加强风险防范，完善应急措施，建设单位应编制环境事故应急预案，报生态主管部门备案。营运期遇到极端天气时，应做好风电场安全运行的事故防范对策，一旦发生油料泄漏，应根据溢油应急预案及时采取溢油处置措施。防止溢油事故进一步污染周边的吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、盐城梭子蟹梅童鱼保护区等。

8.5.1.3 火灾、爆炸事故防范措施

（1）风机 35kV 集电线路短路防范措施

风力发电机组配置过载、短路、缺相、过压、失压、三相不平衡及振动超限保护等保护，保护装置由风力发电机厂家配置并成套供货。机组升压变保护配置速断保护、过电流保护、过负荷信号和温度保护等，采用微机型自供电保护装置，安装于 35kV 环网柜内。

针对短路故障，本工程 35kV 采用接地变压器经小电阻接地方式，同时集电线路设置微机继电保护装置，单相接地时短路电流较小，且继电保护装置能快速切除故障回路，对环境影响较小。当风电机组发生火灾时，运行人员应立即停机并切断电源，

迅速采取灭火措施，防止火势蔓延；当火灾危及人员和设备安全时，值班人员应立即拉开该机组线路侧的断路器。

（2）海上升压站火灾风险防范措施

消防设计将考虑消防给水、灭火设施、消防配电、电缆防火等系统。本工程消防设计考虑风电机组及 220kV 升压站的各类火灾的防止和扑灭，立足自救。考虑各类火灾的防止和扑灭应根据电站设计规范配备好消防设施、疏散通道、配备好消防人员及对电站人员进行消防安全培训，做好火灾预防、应急准备工作。

主变压器、柴油发电机等容易引发 B 类火灾的设备及其设置场所均采用高压细水雾灭火系统，该系统持续喷雾时间 30min，系统管网水力计算采用 Darcy-Weisbach（达西-魏斯巴赫）公式，设计流量 640L/min。细水雾水箱有效容积 20 立方，存储 30min 消防用水量。

海上升压站火灾发生时，根据消防报警信号，自动切断风机电源、空调电源、关闭相应防火阀，以阻止空气流动，防止火灾扩大或蔓延。当事故发生时，应在接到报警信号后，及时关闭事故发生区域的通风空调系统，待火灾消灭后，开启事故后排风系统，排除房间火灾后的余烟及残留气体。

事故油池设手动事故排油阀和电动排水阀，事故排油阀平时常闭，平时排水阀常开。当主变发生火灾事故时，立刻自动关闭平时排水阀，事故油罐收纳主变等火灾后的排放的废油、废液。事后，打开手动事故排油阀，排放废油、废液，由船转接外运，另行专门处理。同时恢复主变事故油罐至正常工作状态。

（3）海上氢储能平台火灾爆炸防范措施

1）平台结构防火防爆设计

根据《海上固定平台安全规则》（国家经贸委 2000）中海上平台结构防火的规定，本工程舾装所有材料都应提供 SOLAS 防火等级证书，同时具有 CCS 的认可证书。

海上氢储能平台的围护墙和隔墙采用钢围壁+绝缘绝热材料+30mm 厚复合岩棉板衬板，绝缘材料采用 50mm 厚岩棉板或 20+20mm 厚的陶瓷棉板，可满足防火绝缘要求。一层和二层反底采用防火油漆，一层、二层和三层甲板顶采用防火敷料。通信继保室、中控室、开关柜室、配电室、暖通机房采用防静电架空地板，其实房间均采用耐火橡胶地板。

变压器室、制氢室与其他房间相邻的墙体、楼板及天花板需考虑防爆，下阶段根据爆炸力的大小计算确定墙体、楼板钢结构加强设计，满足防爆要求。

2）监控监测系统

海上氢储能平台内视频监控系统与岸基集控中心内视频监控系统、海上风电场内视频监控系统统一设计，H9 海上升压站和海上氢储能平台设置视频分控站，主控站设置于岸基集控中心。

主控站主要由视频监控工作站（含监控软件）、网络视频集中管理服务器（支持 NAS/IPSAN、带流媒体转发功能）、液晶拼接显示服务器、千兆以太网交换机、光纤传输设备(SDH 光端机)等设备组成。岸基集控中心、海上升压站、海上氢储能平台、海上风电场内、风机塔筒内视频均显示于集控中心大屏幕液晶拼接显示系统上，用于统一监控整个风电场陆上、海上各处的运行实景及状况，从而实现海上风电场的远程监视。视频监控系统，可以接收风电场区域火灾报警控制系统内任何一点的火警信号，以实现视频监视系统监视画面与火警信号的视频联动，提高集控中心的监控水平。

在平台三层制氢室、氢缓冲罐、储能电池室设置氢气监测探头和报警器，并与现场的通风设备进行联锁，能有效及时地将“事故”发现并消除在萌发阶段。

3）火灾自动报警和消防控制系统

海上氢储能平台火灾报警及消防控制系统按《火灾自动报警系统设计规范》GB50116 及船级社相关规范之要求进行设计。

海上氢储能平台拟采用集中火灾报警控制系统，集中火灾报警控制器设置于岸基集控中心，在海上氢储能平台设置一台区域火灾报警控制器（联动型）。岸基集控中心的集中火灾报警控制器与海上氢储能平台的区域火灾报警控制器采用以太网方式组网，可在岸基集控中心集中火灾报警控制器上实现对海上氢储能平台内的区域火灾报警控制器的远程监视及控制。

火灾监测对象包括布置有重要的电气设备的场所，根据环境及不同的火灾燃烧机理，分别选用感烟、感温探测器。探测器或手动报警按钮动作时，火灾报警控制器应发出声光报警并显示报警点的地址、打印报警时间和地址。同时，按预先编制好的逻辑关系发出控制指令，自动联动停止相关部位的风机、关闭防火风阀、启动声光报警器、启动消防栓（高压细水雾阀箱）等，也可由值班人员在火灾报警控制器上远方手动操作。

火灾报警控制器应可向海上氢储能平台的视频监控系统输送火灾报警控制系统内任何一点的火警信号，以实现视频监控系统监视画面与火警信号的视频联动。火灾自动报警系统内的所有信息均可通过通信接口或硬接点方式上送计算机监控系统。火

灾自动报警系统设置专用消防电话一套，用于重要场所事故时通信。

4）通风换气设施

根据房间布置，本工程正压送风系统设置 2 台新风除湿机（1 用 1 备），设备布置于风机房内，通过风管分别给各房间送风，在送风支管上设置防火阀及风量调节阀。另设置事故后排风系统，用于排出火灾后产生的余烟及气体灭火系统产生的残留气体。排烟管路与正压送风系统的管路合用，排风机受控于通风空调监控系统。

缓冲储氢间、压缩机间、制氢室、燃料电池间优先考虑自然通风，同时设置机械通风，机械排风，自然进风，平时通风系统间歇运行，并设置 H_2 事故排风系统，事故排风系统受控于房间 H_2 报警监控装置。当氢气浓度达到 10%LEL 时，排风机启动。蓄电池室排风量按换气次数不少于每小时 12 次计算。

5）消防灭火系统

①高压细水雾灭火系统。根据国内已建成的海上风电场及固定平台的设计经验，氢储能平台工艺设备房间均采用高压细水雾灭火系统。配电间、通信继保室内柜式电气设备中使用火探管式气体灭火系统。对备品备件间、暖通用房等设备用房采用高压细水雾系统进行保护。同时，对平台上其他所有封闭房间及走道的初期火灾采用高压细水雾系统进行抑止保护，对钢结构平台进行冷却，保证主体结构安全。

②消火栓给水系统。采用临时高压给水系统，系统由消防水箱、消防泵组、消防管道及配件、室内消火栓等组成。消防水箱布置于一层，消防泵组（流量 10/s，扬程 50m，功率 15W）布置于消防泵房。消火栓给水系统成环状布置，每层共设 2 个消火栓，消防水池容积不小于 50 立方。消火栓系统水池及泵房设置于海上救援平台，通过管道就近引接至本平台。

③探火管式气体灭火系统。系统由装有专用高效灭火剂的压力容器、集成容器阀组、无源报警器以及能自动释放灭火剂的火焰检测管等组成。将火焰检测管置于靠近或在火源最可能发生处的上方，同时火焰检测管上诸多灵敏的线性温度检测点对周围情况进行检测，其火焰检测管材料具有灵敏的热源探测功能。一旦着火时，火焰检测管在受热温度最高处会自动爆裂并形成喷口，将灭火介质通过火焰检测管本身(直接系统)或喷嘴(间接系统)释放到被保护区域完成灭火，同时发报警信号给主控。根据国外电气盘柜应用情况，火焰检测管布置在盘柜内侧，结合电气盘柜具体设计分层绕行，装有专用高效灭火剂的压力容器、集成容器阀组放置在柜子侧面或是顶部。

④灭火器配置设计。氢气综合能源站内各建（构）筑物内均按照《建筑灭火器配

置设计规范》（GB50140-2005）和《电力设备典型消防规程》（DL5027-2015）配置相应数量和规格的手提式或推车式干粉灭火器。灭火器设置在位置明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散，灭火器的摆放应稳固，铭牌朝外。手提式灭火器设置在灭火器箱内，其顶部离地面高度不应大于 1.50m；底部离地面高度不宜小于 0.08m。灭火器箱不得上锁，每个设置点的灭火器数量不宜多于 5 具且不少于 2 具。

6）事故废液废水预防入海装置

参照《事故状态下水体污染的预防与控制技术要求》（Q/SY 1190-2013）等文件的设计要求，根据报告 7.5.2 节的计算结果，本项目氢储能平台二层设置容积为 18m^3 的事故水池，事故水池设置在平台二层，三层平台装置区设置围堰和排液管道，使得事故状态下的废液、消防水能够重力方式自流排入事故水池。

图 8.5-1　消防尾水入海风险预防装置示意图

8.5.1.4 风机基础腐蚀风险防范措施

由于本工程风机基础和海上升压站平台直接处于海水环境中，其浪溅区和水位变动区腐蚀问题严重，并考虑到本工程钢管桩、钢结构的重要性，在风机和海上升压站正常营运期内，其结构须采取可靠的防腐蚀措施，保障结构的安全。具体措施如下：

（1）设备采购时必须提出防腐蚀（盐雾）技术规定，并要求供货商对所提供的设备采取防腐蚀的措施。另外，设备的支撑构件、水管、气管、油管和风管等应明确防腐蚀耐久性设计年限。

（2）本工程风机基础结构设计年限按 25 年标准设计，海上升压站结构设计年限按 50 年标准设计，防腐蚀设计按 27 年考虑（自风电场建成投入运行之日起算）。若 25 年后风电场还需运行，需对重防腐涂层加强维护或补涂新的防腐涂层。

（3）结构防腐方案。本工程风机基础直接处于海水环境中，其飞溅区、全浸区腐蚀问题严重，腐蚀环境较为恶劣。根据国内外海洋工程、港口工程防腐蚀设计经验，结合本工程风电场场址区域水环境特点，本工程风机基础和海上升压站平台钢结构（包括钢管桩和附属结构）在飞溅区和水位变动区辅以改性环氧玻璃鳞片涂料（800um）进行防腐，其中飞溅区辅以包覆层系统予以保护；大气区钢结构采用改性环氧玻璃鳞

片涂料（800um）+聚氨酯面漆（80um）进行防腐蚀保护；水下区、泥下区钢结构采用外加电流的阴极保护方式进行防腐。

8.5.1.5 台风、雷电等自然灾害风险防范措施

（1）装置性能可靠的测风仪器，建议使用受风面积小、不易受破坏且能精确测量风速、风向的红外超声波感应仪，避免因测风仪器损坏使风力发电机组不能正确偏航避风。

（2）推荐使用强度高、质量轻的碳纤维增强型塑料作为风机叶片的填充材料以提高风机叶片的强韧性，从而提高风机设计荷载。

（3）加强风机运行的强度监测，优化运行。在叶片上设置具有检测作用的光导纤维，实时了解叶片的载荷、温度、被伤害和疲劳程度，根据实际情况，及时维修并对其优化合理使用。

（4）针对雷电对设备的破坏特性，建议在叶片上翼面复合材料中加入具有良好导电性能和比重轻的碳纤维，并在叶尖部位装一个接闪器，通过电缆与叶片法兰连接，再由轮毂通过塔架内的接地线接入地网形成雷电通道。当雷电击中叶片时，强大的雷电流通过雷电通道泻入大地，达到避雷效果，而不致使对叶片及其他设备造成损坏。

（5）对于雷电脉冲的危害，每台升压变压器高压侧均装设一组氧化锌避雷器，避雷器能把因雷电感应而窜入电力电缆线、信号传输线的高电压限制在一定范围内，保证设备不被击穿而达到防雷效果。

8.5.1.6 海缆防冲刷掏空、防锚害措施

（1）在施工过程中应避免在电缆和海床之间形成空间，减小局部冲刷，同时应预留必要的冲刷余量，电缆敷设深度按 2m 控制；根据海底电缆保护规定要求禁止在海缆保护区范围内进行挖掘、采砂、钻探、打桩、抛锚、拖锚等活动，航道、锚地附近路由段埋深位于航道、锚地设计底高程以下至少 3m。

（2）35kV 海缆、220kV 海缆等海上升压站 J 管处，采用弯曲限制器保护海缆，弯曲限制器长度 12m；海缆敷设完成后，设置海缆保护装置锚固装置，海缆出 J 管处上部采用砂被进行保护，砂被保护范围约 10m 左右。

（3）遵守《中华人民共和国海上交通安全法》和《水上水下施工作业通航安全管理规定》的有关规定，敷设海底电缆施工作业时，在适当的位置设立昼夜醒目的标志，并保证其完好、有效。敷设完毕后，向主管机关报送管线路由等相关资料，并申请发布航行通(警)告。

（4）本工程施工作业期间，应划定相应的施工作业区，施工船舶严禁超范围作业，规范施工船舶行为，严禁在作业区外航行或抛锚。过往船舶航经该水域附近时，应注意宽让该水域，注意风、流对船舶的影响，合理使用车舵，避免船舶偏航而误入本工程水域。

（5）项目建成运行后应开展定期的地形和海缆是否裸露监测，密切关注主要潮沟的动向，发现可能威胁风机基础和海缆安全的潮沟活动，需及时采取措施加以防治。在风暴潮等恶劣气象条件过后加以必要的检查，如发生局部冲刷及时进行回填保护。

8.5.1.7 海缆敷设、过堤风险防范措施

本项目海缆登陆点是大丰海域风电场的海缆登陆集中区，南北两侧分别为三峡大丰 H8-2#、龙源大丰 H12#风电场的过堤电缆沟，位置关系详见 3.2.8.3 节。本工程 220kV 送出海缆通过敷设电缆沟的方式爬越围堤，不对围堤结构进行破坏。电缆沟采用混凝土浇筑沟槽+顶部盖板形式，施工工艺成熟、施工时间短，不影响围堤的防洪和水利功能。

该围堤不属于海岸线、不是水利部门管辖的海堤，是围填海工程的土堤，围堤内部的鱼塘仍属于海域，主要服务于围填海区域的养殖活动。综上所述，本项目与周边风电场均采用电缆沟爬坡过堤的方式，不会对围堤的功能产生影响。

8.5.2 突发环境事件应急预案

8.5.2.1 应急预案编制、修订和备案要求

为了有效预防和处置突发环境事件，降低环境事件带来的环境损害和社会影响，健全企业应急机制，提高企业人员对突发环境事件的应对能力，施工单位和建设单位应分别按照《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》和江苏省《企事业单位和工业园区突发环境事件应急预案编制导则》（DB32/T 3795-2020）及时编制应急预案。预案应对环境风险、应急队伍、应对装备、应急物资、应急响应、应急处置及应急终止等做详细规定，具体要求见表 8.5-1。

表 8.5-1　项目突发环境事件应急预案主要内容及编制要求

序号	项目	内容及原则要求
1	总则	简述预案编制的目的、依据、工作原则等，运营过程中涉及物料性质及可能产生的突发事故
2	适用范围	说明预案适用的范围以及突发环境事件的类型、级别
3	环境事件分类与分级	根据环境污染发生过程、性质和机理，划分环境污染事件的类别；按照环境污染事件的严重性、紧急程度及危害程度，划分环境污染事件的级别
4	组织机构与	一般由应急领导小组、应急指挥中心、现场应急指挥部等构成，并尽可能

序号	项目	内容及原则要求
	职责	以结构图的形式将构成单位或人员表示出来。 应急救援指挥机构根据事件类型和应急工作需要，设置相应的应急救援工作小组，并明确各小组的工作职责。
5	监控预警及风险排查	监控预警制度：设置主要装置区的视频监控、风机视频监控，中控室全天24h有人值守； 隐患排查：通过全天候视频监控、定期运维巡检、专项检查的方式，对海上风电工程开展风险隐患排查工作，发现问题及时处理。
6	应急响应	响应分级：按照分级响应的原则，明确应急响应级别，确定不同级别的现场负责人，指挥调度应急救援工作和开展事件应急响应； 应急程序：根据不同响应级别，分别阐述应急程序；给出应急响应程序示意图； 应急措施：一旦出现溢油事故，第一时间通知协议单位前来救援，救援单位未抵达现场前，企业自身救援队伍和周边其他应急救援队伍应根据制定的应急措施做好现场应急工作以及受伤人员现场救护、救治与医院救治等工作；待应急救援单位抵达后，配合其进行处理； 应急监测：应制定环境应急监测制度和计划，发生突发环境事件时，企业内部环境应急监测组或当地环境应急监测部门应迅速组织监测人员赶赴事件现场，根据实际情况，迅速确定监测方案（包括废水和废气监测布点、频次、项目和方法等），及时开展应急监测工作，以便对事件及时、正确进行处理；在政府部门到达后，则配合政府部门相关机构进行监测； 信息报告：突发环境事件发生后，要及时发布准确、权威的信息，正确引导社会舆论。应明确内部报告程序、信息上报、信息通报和事件报告内容等 应急终止：明确应急终止的条件、程序和措施以及终止后，继续进行跟踪环境监测和评过的方案
7	应急保障	通信与信息保障：明确与应急工作相关联的单位或人员通信联系方式，并提供备用方案；建立信息通信系统及维护方案，确保应急期间信息通畅； 应急队伍保障：明确各类应急队伍的组成，包括专业应急队伍、兼职应急队伍及志愿者等社会团体的组织与保障方案； 应急物资装备保障：明确应急救援需要使用的应急物资和装备的类型、数量、性能、存放位置、管理责任人及其联系方式等内容； 经费保障：明确应急专项经费（如培训、演练经费，应急物资购置、维护费用和事件处置费用等）来源、使用范围、数量和监督管理措施，保障应急状态时单位应急经费的及时到位； 应急技术：阐述应急处置技术手段、技术机构等内容； 物资保障：建设单位应在海上升压站、集控中心等场站仓库配备围油栏、吸油毡或吸油棉等溢油事故应急处置物质。
8	应急监测	本项目建设单位不具备应急监测能力，应委托第三方海洋生态环境监测单位开展应急监测。 本项目特征污染物为石油类，应急监测单位应根据事故溢油点的地理位置、海水潮流方向，初步划定污染影响范围，持续开展应急监测，直至污染物消除。
9	善后处理	应明确以下内容：受灾人员的安置及损失赔偿；组织专家对突发环境事件中长期环境影响进行评估，提出生态补偿和对遭受污染的生态环境进行恢复的建议；企业应根据专家建议，对生态环境进行恢复；应急过程评价；事件原因、损失调查与责任认定；提出事件应急救援工作总结报告；环境应急预案的修订；维护、保养、增补应急物资及仪器设备。
10	预案管理与演练	1）制定培训计划，明确各类人员培训内容方法、时间地点和频次等，必要时可以聘请外部人员进行培训，不少于每年一次。新员工开展入职培训。

序号	项目	内容及原则要求
		2）综合预案、专项预案演练不少于每年一次，现场处置方案的演练不少于每半年一次。 3）培训和演练内容均应保存记录、台账备查。
11	修订要求	1）应急预案每3年至少修订一次； 2）在公司出现突发环境事故后，发现防范措施的不足，应对预案进行修订； 3）当国家及地方相关法律法规、政策、文件，以及区域总体应急计划调整、周围用地、道路状况发生重大变化时，应进行调整修订。
12	备案要求	项目突发环境事件应急预案应经过内部评审和外部评审，修改完善后先所在地生态环境保护主管部门备案。

8.5.2.2 与上级应急预案的联动、衔接

（1）应急组织机构、人员的衔接

当发生风险事故时，企业应及时与当地区域或各职能管理部门的应急指挥机构联系，及时将事故发生情况及最新进展向有关部门汇报，并将上级指挥机构的命令及时向项目应急指挥小组汇报。

（2）预案分级响应的衔接

1）一般污染事故：在污染事故现场处置妥当后，经应急指挥小组研究确定后，向当地环保部门报告处理结果。

2）较大或重大污染事故：应急指挥小组在接到事故报警后，及时向大丰区应急指挥中心办公室报告，并请求支援；大丰区应急指挥中心办公室进行紧急动员，适时启动区域的环境污染事故应急预案迅速调集救援力量，指挥成员单位、相关职能部门，根据应急预案组成各个应急行动小组，按照各自的职责和现场救援具体方案开展抢险救援工作，企业应急小组听从现场指挥部的领导，同时将有关进展情况向大丰区应急指挥中心汇报；污染事故基本控制稳定后，应急指挥中心将根据专家意见，迅速调集后援力量展开事故处置工作。现场应急处理结束。当污染事故有进一步扩大、发展趋势，或因事故衍生问题造成重大社会不稳定事态，县突发环境事件应急指挥中心将根据事态发展，及时调整应急响应级别，发布预警信息，同时向市突发环境事件应急指挥部和省环境污染事故应急处理指挥部请求援助。

（3）应急救援保障的衔接

1）单位互助体系：建设单位和周边企业建立良好的应急互助关系，在大事故发生后，相互支援。

2）公共援助力量：厂区还可以联系公共消防队、医院、公安、交通、安监局以及各相关职能部门，请求救援力量、设备的支持。

3）专家援助：企业建立风险事故救援安全专家库，在紧急情况下，可以联系获取救援支持。

（4）应急培训计划的衔接

企业在开展应急培训计划的同时，还应积极配合开发区应急指挥中心、大丰区应急指挥中心组织的应急培训计划，在发生风险事故时，及时与园区、县级应急组织取得联系。

（5）信息通报系统

建设畅通的信息通道，应急指挥部必须与周边企业保持 24 小时的电话联系。一旦发生风险事故，可在第一时间通知相关单位组织居民疏散、撤离。

（6）公众教育的衔接

企业对内部员工和附近地区公众开展教育、培训时，应加强与周边公众、园区及相关单位的交流，如发生事故，可更好的疏散、防护污染。

（7）风险防范措施的衔接

1）污染治理措施的衔接：当风险事故污染物超过本地区能够处理范围后，应及时向上级相关单位请求援助，帮助收集事故污染物，以免风险事故发生扩大。

2）消防及火灾报警系统的衔接：公司内消防设施设备与火灾报警系统应与开发区消防系统形成网络；公司内采用电话报警，火灾报警信号报送至公司内，必要时报送至当地海事部门消防队。

8.5.2.3 建设单位应急组织机构

对项目环境风险源识别、风险等级判定、风险事故影响预测的基础上，建设单位及施工单位须成立应急组织机构，应对突发环境事件、降低事故可能产生的环境后果。应急组织机构图见 8.5-2。

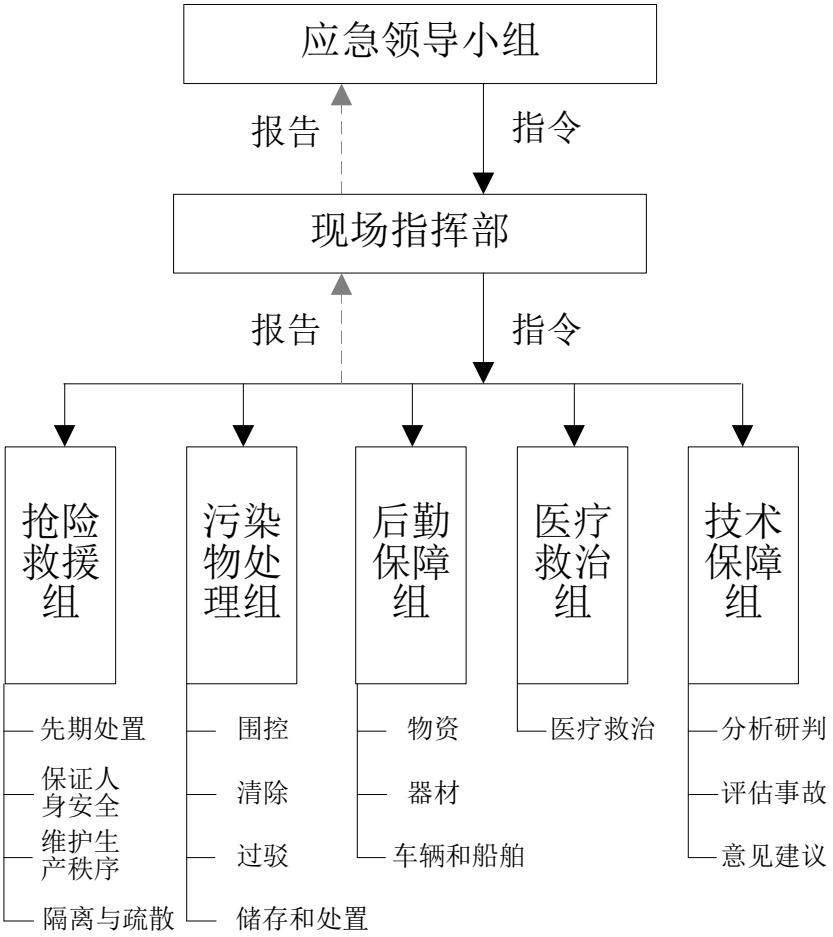

图 8.5-2　项目突发环境事件应急组织机构

（1）应急领导小组职责

由公司负责人担任组长，全面负责公司应急管理工作，将应急工作纳入公司安全生产管理体系；接受上级应急管理部门的领导，负责向上级应急管理部门请求应急援助。当上级应急指挥机构介入后，协助上级应急指挥机构展开各项具体的应急响应工作。

根据公司工作特点，建立健全应急管理预案，培训相关人员。监督、管理应急体系的建设和运转情况。组织内部应急救援工作，并协调外部相关部门和政府应急指挥机构的应急工作。根据现场应急处理情况宣布启动和终止应急预案。

（2）现场指挥部

应急领导小组下设现场应急救援指挥部，总指挥由公司总经理担任，副总指挥由项目公司副总经理担任，指挥部成员由现场指挥和各应急处置小组负责人组成。应急指挥部负责船舶污染事故上报、应急反应、支持保障和善后处理等工作。根据本项目地理位置特点，应急指挥部应服从连云港海事局和盐城海事局的统一指挥和调度。

（3）工作小组

应急指挥部按各自职责设立溢油应急处置小组：抢险救援组、污染处理组、后勤保障组、医疗救护组、技术保障组。各小组主要职责包括：

抢险救援组：负责事故状态的抢险救援，并向现场指挥部报告抢险救援实时状况，并根据现场指挥部命令果断采取有效措施展开事故处理工作。全面记录事故发生的现象、设备运行状态和事故应急处理经过。稳定生产。对于直接危及人身安全的突发事件，从业人员应立即停止作业或采取可能的应急措施后撤离危险区域，疏散有关人员。

污染处理组：远程或就地停运或隔离有关事故危险源或故障点，及时关闭相关阀门，控制溢油源，避免扩大事故；做好溢油堵截围控工作，回收泄漏油品，对溢油现场进行清理，防止二次污染。

医疗救护组：做好伤病员的接受和医疗，提供现场进行救护等。

后勤保障组：提供应急所需的器材、材料及生活用品，保障应急电力供给，负责应急设备的维修。

技术保障组：负责汇总、分析、研判、评估、报告突发事件情况，组织制定抢险救援技术方案。

8.5.2.4 监控预警和隐患排查

（1）建设单位配备 24 小时全天候视频系统，中控室、职能部门可以通过监控系统对现场进行实时监控。当发生突发事件时，各岗位人员可以通过对讲机或其他联系方式进行沟通，以提示尽快进行排险或抢救处理；

（2）制定和运行各项操作规程和安全生产管理制度，按规程操作运行，并加强上表梳理出的环境风险源的管控；

（3）严格执行各类污染物的台账管理，加强风险源的记录，定期检查台账记录情况；

（4）安全质量环保监察部、风机厂家运维项目部通过现场巡视、安全检查、专项检查等方式收集现场环境安全隐患；

（5）做好气象预报的跟踪，及时采取必要的措施。

8.5.2.5 分级响应

根据溢油事故可能对公共安全、社会秩序和生态环境可能造成的危害程度和需要采取的应急反应行动的规模，并参考《中国海上船舶溢油应急计划》和《东海海区溢油应急预案》的分级条件，海域发生溢油污染事故应急响应等级分为三级：一般事故

（III 级响应）、较大事故（II 级响应）、重大事故（I 级响应），依次分别用蓝色、黄色和红色表示。响应等级划分标准见表 8.5-2。

表 8.5-2　事故及响应等级划分

事故（响应）等级	划分依据
一般等级（III 级响应）	船舶溢油量≤10t
较大等级（II 级响应）	10t＜船舶溢油量≤50t
重大等级（I 级响应）	50t＜船舶溢油量

（1）一般污染事故：溢油量不足 10t，且事故发生在非敏感区域，水面溢油不威胁环境敏感区和岸线，动用建设单位的应急队伍和设备能够控制溢油源，并能围控和清除海面溢油。

（2）较大污染事故：溢油量大于 10t 不足 50t，或满足以下条件之一的：

① 溢油事故发生在敏感区内或距离敏感区有一定距离但极有可能对敏感区域或岸线造成污染损害；

② 围控和清除水面溢油所需资源超出项目关联应急组织的清污能力，需调用参建单位，以及溢油防备和应急处置第三方协议单位应急资源的；

（3）重(特)大污染事故：溢油量在 50t 以上，或满足下列条件之一的：

① 溢油对环境敏感区及岸线构成一般或严重威胁，动用本地区资源较难防护敏感区和清除溢油；

② 溢油源不能控制，围控和清除水面溢油所需资源明显超出本地区应急清污能力，需请求开发区或县级主管部门协助调度的，并需要政府部门启动相应预案的应急行动。

（4）工程发生溢油事故发生时，应立即启动并实施项目应急预案。

III级响应：建设单位副总担现场任总指挥，向公司应急领导小组请求启动III级响应。指挥部组织开展救援，风电场场长立即按照应急预案要求组织开展前期处置工作，各相关职能部门和应急工作组按照各自职责开展应急处置，防止事故扩大、蔓延，保证信息渠道畅通，及时向领导机构通报情况。

II级响应：建设单位总经理担任现场总指挥，向公司应急领导小组请求启动II级响应。指挥部组织开展救援工作，立即开展各进行分析研判，对事故（件）影响及其发展趋势进行综合评估，组织人员联络项目参建单位、海上溢油事故防备和应急处置单位，各单位的急救援工作具体措施，明确分工责任，布置应急处置工作。

Ⅰ级响应：在上级主管部门委派总指挥前，由建设单位总经理担任现场总指挥，在事故应急领导机构的统一领导下，安排组织重大事故应急救援预案的组织和实施；组织所有应急力量按照应急救援预案迅速开展抢险救援工作；根据事故，对应急工作中发生的争议采取紧急处理措施；现场应急指挥与应急领导机构要保持密切联系，定期通报事故现场的态势，配合上级部门进行事故调查处理工作，做好稳定社会秩序的善后及安抚工作，适时发布公告，将危机的原因责任及处理决定公布于众，接受社会的监督。

因环境污染事故存在不可预见、作用时间较长、容易衍生发展的特点，现场指挥可根据现场实际情况随时将响应等级升级或降级。根据预案实施过程中存在的问题和险情的变化，及时对预案进行调整、修订、补充和完善，确保人员各尽其职、应急工作灵活开展。

8.5.2.6 应急通信保障

（1）报警

项目公司生产运行管理部门应通过监视系统及时收集掌握在风电场海域发生的船舶污染事故信息，发现或接报污染事故后立即向应急指挥部报告，其他部门及岗位人员发现海上溢油污染事故也应立即向应急指挥部报告。接到报告后，应急指挥部成员到达事故现场，总指挥根据现场情况预测可能造成的后果和污染危害程度、紧急程度、发展事态，判断环境污染事件危险性，将预警信息向盐城海事局上报，由海事、生态环境主管部门确定应急响应等级。

同时，应急指挥部配合海事部门向公众发布事故预警信息，包括事故的类别、起始时间、可能影响范围、警示事项、应采取的措施和发布机关。预警信息的发布、调整和接触可通过广播、电视、报刊、通信、信息网络、警报器、宣传车或组织人员逐户通知等方式进行，对老幼病残孕等特殊人群以及学校等特殊场所和警报盲区应当采取有针对性的公告方式。

（2）通信联络方式

应急领导小组与现场指挥通过对讲机、电话、手机、对讲机、喊话器进行联系，可以保障应急通信的需要；现场指挥与应急救援人员可通过对讲机进行联系；应急过程中对讲机均使用同一频道(溢油应急频道)；如无线通讯中断，应急指挥部和现场指挥可组织人员进行人工联络。

8.5.2.7 应急环境监测

本项目建设单位不具备应急监测能力，应委托第三方海洋生态环境监测单位开展应急监测。

本项目特征污染物为石油类，应急监测单位应根据事故溢油点的地理位置、海水潮流方向，初步划定污染影响范围。在事故中心溢油点、影响范围边界点，并按照海水表层、中层和下层分别取样监测，进一步分析出石油类污染影响区域。并做好样品快速检测工作，及时提供监测数据、污染物种类、性质、控制方法及防护、处理意见、并发布应急监测简报。如影响范围较大，还应在区域内划分网格点进行采样监测。随着应急处置的开展、油污的清理，逐步缩小应急监测范围，直至影响完全消除。

8.5.2.8 应急程序关闭与恢复措施

（1）应急程序关闭的条件

整个应急处置和救援工作完成后，即溢油现场得到控制，事件条件已经消除；油品的泄漏或释放已降至规定限值以内；事件所造成的危害已被彻底消除，无续发可能；事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；采取了必要的防护措施已能保证公众免受再次危害，并使事件可能引起的中长期影响趋于合理且尽量低的水平。经现场指挥提议、领导小组批准，由现场指挥宣布解除应急状态，并发布有关信息。

（2）恢复措施

现场指挥部通知相关部门、单位、周边社区事故危险已解除；参加应急行动的部门负责组织、指导环境应急队伍回收应急设备和物资；估算污染事故造成的直接、间接经济损失及人员伤亡数目。

应急领导小组指导有关部门及环境污染事故单位查找事故原因，开展复盘和总结工作，根据事故实践经验，应急领导小组及时组织对应急预案的评估与修订，防止类似问题的重复出现。

8.5.2.9 应急培训和演练计划

各参建单位组织各自项目部全体员工进行应急救援和应急响应培训，建设单位组织各参建单位进行联合培训。培训内容应包括①应急预案启动条件、程序和方法、②环境风险物质特性等基础知识、③应急监测技术，包括采样及实验室分析和质控、④堵源技术、抢运和清理消毒，现场急救等技术、⑤防护装备和通讯设备的使用训练、⑥各种抢救的基本技能以及个人防护措施、⑦各种可能出现的人为破坏活动以及相应的防控措施、⑧应急联动所必须的团队协作意识和能力、⑨海上溢油的应急处置。

建设单位应责成各参建单位定期进行应急演练，按施工组织设计安排，以年度为单位，组织综合预案演练、专项预案演练每年不少一次，污染事故现场处置方案演练每年不少于两次，培训和演练内容均应保存记录、台账备查。一旦遇到突发风险事故，可迅速展开应急抢险，及时控制事态发展和蔓延，降低风险损失。

8.5.2.10 设置突发环境事件现场处置卡

结合海上风电自身特单，现场处置卡应包括：船舶溢油事故处置卡、升压站电气设备溢油处置卡、危险废弃物泄漏事故现场处置卡等。

现场处置措施应包括事故上报、现场应急处理（溢油泄漏点封堵、油类收集、海上投放围油栏和吸油毡、事故油类回收和危废封存等），并对运维人员定期开展培训和演练，一旦突发环境风险事故，工作人员可依据处置卡迅速采取针对性措施，有效降低环境风险的影响范围和程度。

8.5.3 溢油应急设备和装备

建设单位已与江苏海上国能新能源工程有限公司签订了工程防治溢油污染海洋环境应急防备和应急处置委托协议，利用第三方应急防备和处置单位的装备进行海上收油和清污回收作业。

8.5.3.1 第三方应急协议单位的装备

建设单位依托江苏海上国能新能源工程有限公司的装备、设施和清污船。江苏海上国能新能源工程有限公司应急设备见表 8.5-3。

表 8.5-3　江苏海上国能新能源工程有限公司应急设备表

类别	设备名称	规格型号	单位	数量
应急围控设备	开阔水域围油栏	WGV-1500	米	（商业秘密，不公开）
	充气式围油栏	WQJ-1500	米	
	非开阔水域围油栏	WGV-900	米	
	岸线防护围油栏	WGV-600	米	
	岸滩围油栏	WQV-750T	米	
	防火围油栏	FW900	米	
机械回收设备	动态斜面收油机	150m³/h	台	
	转盘式收油机	50m³/h	台	
喷洒装备	喷洒装置	8T/h	套	
	喷洒装置	2.4T/h	套	
吸油物资	吸油拖栏	XTL-220	米	
	吸油毡	PP-5	吨	
	化学吸附颗粒	FG002	吨	

类别	设备名称	规格型号	单位	数量
溢油分散物资	溢油分散剂	常规型	吨	
应急卸载设备	应急卸载泵	200m³/h	套	
	应急卸载泵	150m³/h	套	
	应急卸载泵	100m³/h	套	
污油储运设备	船舶	应急处置、辅助船	艘	
其他设备	热水清洁装置	8mpa	台	
	冷水清洁装置	30mpa	台	
专业应急人员	取得培训合格证书的应急作业高级指挥 3 人，现场指挥 8 人，通过中华人民共和国直属海事管理机构组织的培训、考试和评估，取得培训合格证书的应急作业操作人员 45 人，取得船员适任证书的船员 48 人。			

本项目 H8-1#海上升压站由于占用了部分吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区实验区、其余三处风电场临近东沙泥螺四角蛤种质资源保护区，溢油后如全部依托外协单位溢油的应急处置设施，将无法及时阻止溢油对保护区的影响。因此本项目的海上升压站各配备了 170m~270m 不等的围油栏、各 200kg 的吸油棉或吸油毡，以及各一台收油机，围油栏长度海上平台上部结构最大周长考虑，其余应急物资配备参照《船舶溢油应急能力评估导则》（JTT 877-2013）和《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）。本项目自身配备的应急物资情况详见 8.5.3.3 节。

在本项目升压站附近非海难性溢油事故时，工作人员在汇报求援、启动应急响应程序后，在保证人身安全的情况下，在油膜漂散抵达保护区前，有充裕的时间登上升压站投放和布设围油栏、吸油棉/毡，在等待应急处置专业单位达到期间，能够控制油膜扩散、防止污染事故影响范围扩大，最大限度的避免溢油对保护区的不利影响。

图8.5-3　江苏海上国能新能源工程有限公司应急物资存放地点

8.5.3.2 周边单位的应急资源

除与建设单位签订了协议的第三方应急防备和处置公司之外，项目环境污染应急，还可与周边大丰港其他企业进行互助，主要可以互助的企业如下。

（1）大丰二期码头溢油应急设备和物资

配置有事故性溢油防范设施，含围油栏、分散剂、收油机、拖轮等，具体见表 8.5-4。应急物质存放在大丰二期码头，距离航道约 5km，由码头运行单位的人员进行管理。

表 8.5-4　大丰二期码头溢油应急设备物资

序号	设备（设施）名称	规格型号	数量
1	浮子式 PUC 围油栏	WGU900 型	（商业秘密，不公开）
2	浮子式橡胶围油栏	WGJ900 型	
3	吸油毡	PP-2	
4	溢油分散剂	浓缩型	
5	收油机用浮管		
6	转盘式收油机	$30m^3/h$	
7	动态斜面式收油机	$30m^3/h$	
8	钢丝皮管	Φ65	
9	木箱	内有收油机配件	
10	油拖网	$6m^3$	
11	溢油分散喷洒装置	PS40	
12	轻便储油罐	$6.5m^3$	
13	轻便储油罐	$10m^3$	

（2）其他社会力量

工程周边分布有盐城将兴船舶服务有限公司、盐城吉宝斯密特拖轮服务有限公司等社会力量，工程也可依托上述社会力量的应急设备和物资，详见表 8.5-5。

表 8.5-5　工程周边其他溢油应急设备物资

序号	设备（设施）名称	规格型号	备注
1	油污水处理船	将兴 9 号，总吨位 37 吨	盐城将兴船舶服务有限公司
2	围油栏	WGJ900 型	
3	拖轮	丰港 2	盐城吉宝斯密特拖轮服务有限公司
4	拖轮	丰港 3	
5	拖轮	丰港 8	

8.5.3.3 项目自身的溢油应急装备

溢油应急设备配备参照《船舶溢油应急能力评估导则》（JTT 877-2013）和《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）核算。

表 8.5-6　本项目自身配套溢油应急装备

序号	装备名称		数量、规模	备注
1	污染源控制	速闭式实用耐压便携船舶堵漏器	每条运维船配备	/
2		拖轮	/	依托大丰港区的拖轮，项目

				不单独配备
3	围控与防护	围油栏	共610m	H8-1#、H17#升压站各170m 海上救援平台270m
4	回收与清除能力	收油机	3台，每台规格约18m^3/h	H8-1#、H17#升压站、海上救援平台上各放一台；其余依托江苏海上国能新能源工程有限公司
5		吸油毡/吸油棉	共600kg	H8-1#、H17#升压站、海上救援平台上各200kg

8.6 环境风险评价结论

本项目环境风险潜势为 I，按导则要求可开展简单分析，考虑到溢油事故对周边生态环境保护目标的危害性较大，因此按二级评价深度开展工作。经预测分析，本工程风电场海域一旦发生较大溢油事故，油膜扩散将会对周边海洋环境保护目标造成影响。

因此建设单位必须重视风险防范，制定环境突发事故应急预案，海上升压站等平台配备污染事故应急物质和设备，定期开展应急培训和应急演练，提高突发环境风险事故的应急处置能力，并对第三方专业单位签订应急防备和应急处置待命协议。在认真落实报告书提出的各项风险防范与应急措施，最大限度的降低风险事故发生概率和减轻风险事故污染损害后果前提下，本项目的环境风险是可以防控的。

9 清洁生产与环境保护对策

9.1 清洁生产分析

9.1.1 清洁能源的利用

风能是清洁的可再生能源，近年来风能在我国得到了前所未有得利用。风力发电对国家调整能源结构、缓解环境污染等方面均有积极的推动作用。比较传统的化石燃料如石油、煤炭等为原料的火电技术及水电和核电技术，风电具有污染物排放量少，生态环境影响小，环境风险低等优点。同时风电技术无需其他能源开采、钻探、加工和运输的经济成本和运行成本，有利于保护环境和推动可持续发展。

9.1.2 设备先进性分析

（1）海上风电设备

综合考虑机组的发电量、尾流影响、经济型和成熟度等因素，本工程 H8-1#和 H9#均采用 24 台单机容量 8.5MW 风电机组，H15#采用 23 台单机容量 8.5MW 风电机组，H17#采用 13 台 6.0MW 风电机组、13 台 8.5MW 风电机组和 1 台 13.6MW 风电机组。从国内外建设运行的风电场风机设备情况来看，本项目总装机处于国际上较大规模，充分代表了海上风电场大型化、集中化的发展方向。

综合考虑经济性比较成果、机组成熟度，同时结合目前江苏区域海上风电主机供应商供货力调研情况，本工程推荐选用机组成熟度最高的，单机容量分别为 6.0MW、8.5MW 和 13.6MW 机型的组合方案进行工程设计。海上风电场区共布置 13 台 6.0MW 风机、84 台 8.5MW 风机和 1 台 13.6MW 风机，其中 6.0MW 风机单桩直径 7.0~8.4m 之间，风轮直径为 191m，叶片数 3 片，轮毂高度 114m；8.5MW 风机单桩直径 7.5~9.1m 之间，风轮直径为 230m，叶片数 3 片，轮毂高度 131.5m；13.6MW 风机单桩直径 8.0~9.3m 之间，风轮直径为 252m，叶片数 3 片，轮毂高度 143m，可承受波浪、海流荷载及风机塔架传递的风荷载（含风机荷载）。

本工程设计采用的变速变桨能主动以全顺桨方式来减少转轮所承受的风压力，具有结构轻巧和良好的高风速性能等优点，风能利用系数较传统定桨距失速风机高，且适宜本工程海域大风日出现几率较多、风功率密度较高的特点。从国际上兆瓦级风机技术发展趋势分析，变桨距调节方式将逐渐取代失速调节方式。

因此本项目设备选型符合海上风电机组技术发展方向，设备选型技术成熟先进，

满足清洁生产要求。

（2）海上创新融合项目设备

本项目充分利用海上风能转化成的电能，选择在海上平台开展海水淡化、氢储能、网箱养鱼等消耗电力能源的创新融合项目，该项目不产生工艺废水、废气，固体废物均交由运维船转交第三方资质单位处理，是对海洋环境友好的示范性项目，其中：

海水淡化装置为目前国内普遍采用的反渗透技术路线，最低原海水经多介质过滤、精密过滤、反渗透后产得淡水供海上平台人员生活用水。反渗透技术预处理系统简单，维护量小，运行较方便，系统出水稳定性较好，造水成本主要是电能，而本项目自身又是风力发电的清洁电力生产项目，可实现电力无障碍供应，不增加地区电网负荷，同时保障海上人员的日常生活。

海上氢储能装置采用先进的 PEM 制氢工艺，利用质子膜分离水中的氢、氧离子流向，无需投加碱液，较传统制氢设备更为先进、对环境也更为友好。产生的氢气经缓冲和增压后贮存入固态储氢装置中，固态储氢装置利用合金、纳米材料和石墨烯等形成有机骨架，利用骨架间的微孔网格捕捉氢分子，较传统的高压钢瓶储氢更为安全、设备体积更小，是先进的储氢方式，也是目前氢能源车燃料电池的主要研发对象。

海上网箱养鱼网箱以救援平台的导管架基础为支柱，搭建升降式网箱，节约了网箱基础框架的建设成本，在救援平台下方海域养殖，充分利用平台申请用海范围，实现了海洋面积的集约节约开发；同时养殖装置配备自动投喂设备、水下监测设备，实现半自动化运营，科学选择投喂方式，提高饵料利用率，尽量避免饵料过剩和流失，是国内较先进的小型海水养殖装置。

因此本项目创新融合项目充分利用了风电资源，采用的工艺设备先进，满足清洁生产要求。

9.1.3 施工工艺先进性分析

（1）风机基础施工工艺先进性分析

工程施工中采取环境友好的施工方案，采用较为先进的施工机械设备。风机打桩时，选择使用液压打桩锤，液压打桩锤在噪声、烟气、油泄漏等各方面均优于柴油打桩锤，采用该类型打桩锤可提高项目清洁生产水平，防范油污染产生。

（2）海缆敷设施工工艺先进性分析

1）为削弱施工悬浮物对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的影响，H8-1#风电场连接西侧 7 台风机的 7.71km 35kV 海缆敷设速度在 1m/min，降低扰动强

度、进而降低悬浮泥沙产生源强，将保护区内悬浮泥沙增量>10mg/L 的区域控制在预测的 1.47km^2 范围内。

2）为削弱施工悬浮物对江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区 6 的影响，对临近保护区的海缆敷设，有露滩条件的浅水区、选择低潮或退潮期间露滩作业，采用两栖挖掘机预先完成挖沟作业，边敷设海缆边回填土方，在涨潮前完成施工，能够极大降低悬浮泥沙扩散范围；无露滩条件的区域，水下敷设控制射水犁的开挖速度在 1m/min，降低扰动强度、进而降低悬浮泥沙产生源强，将保护区内悬浮泥沙增量>10mg/L 的区域控制在预测的 1.38km^2 范围内。

3）为削弱施工悬浮物对中国黄（渤）海候鸟栖息地（第一期）世界自然遗产地的影响，对临近遗产地的海缆敷设，水下敷设控制射水犁的开挖速度在 1m/min，降低扰动强度、进而降低悬浮泥沙产生源强，将遗产地内悬浮泥沙增量>10mg/L 的区域控制在预测的 0.13km^2 范围内。

4）为削弱施工悬浮物对东沙泥螺四角蛤种质资源保护区的影响，H8-1#风电场西侧、H9#风电场西侧、H17#风电场的东侧和南侧的海缆水下敷设控制射水犁的开挖速度在 1m/min，将保护区内悬浮泥沙增量>10mg/L 的区域控制在预测的 0.05km^2 范围内。

综上，本工程海缆采取上述较先进的施工工艺，对潮间带和近岸海域生态环境、海水水质及海洋生态环境影响较小，符合清洁生产要求。

9.1.4 生产过程控制分析

风力发电场的运行期主要能源消耗为集电线路、电气设备的损耗和生产、生活用电的消耗；施工期主要能源消耗为施工设备用电、用油、用水的消耗。通过施工期和运行期的各种节能措施，本项目各项节能指标均能满足国家有关规定的要求，并将建设成为一个环保、低耗能、节约型的风力发电项目。

风能是一种洁净、可再生的一次能源。本工程利用风能发电，风电在生产过程中不消耗矿物质能源，不产生废水，不排放任何有害气体和固体废弃物，生产过程清洁，环境效益明显。

海上风电创新融合项目中，海水淡化、氢储能装置为全自动生产工艺，海上运维人员仅需日常巡检、维护；海水网箱养殖为半自动系统，鱼苗投喂、收获和网箱冲洗需人工操作，日常养殖中采用自动投饵机喂养、并由水下监测装置监控鱼类生长状态。本项目海上平台设置的创新融合项目利用自身风电能源，无工艺废水废气排放，不会造成海洋环境污染，充分利用海洋资源和能源，具有良好的示范带动效应。

综上，本项目的建设具有良好的社会效益和综合经济效益，体现了资源节约的清洁生产要求。

9.1.5 污染物排放与控制

通过采取相应的环保措施，本项目施工期和运行期的污染物均通过有效的处理措施，固废交给相关资质单位接收处理、或厂家回收，无需申请污染物排放总量。

施工期：船舶含油废水、生活污水、生活垃圾交给专业单位接收处理；周转区依托码头的环卫设施，场地冲洗废水采用隔油沉淀池处理后回用场地洒水，不外排；选用低噪声设备，加强设备的维护和保养，保持机械润滑等措施降低噪声影响。

运行期：海上生活污水经运维船舶统一收集后交专业单位接收处理；检修、维护产生的废油、含油废棉纱等集中收集暂存在岸基集控中心危废库，定期交资质单位盐城环弘再生资源有限公司处理；海上平台产生的一般工业固废，催化剂由运维船转运至厂家回收，其他一般固废交由资质的船务公司处理；应急柴油发电机采用轻柴油作燃料，降低燃烧尾气污染；电气设备选用低噪声设备，加强设备的维护和保养，保持机械润滑等措施降低噪声影响。

9.1.6 节能减排贡献

（1）节能效益

本项目总装机 805.6MW，风电场年设计发电量为 364263 万 kWh、年上网电量为 287767 万 kWh，等效满负荷小时数为 3488h~3610。根据国家发改委发布的《煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平（2022 年版）》，与本项目装机容量相当的 1000MW 超超临界燃煤发电机组，基准煤耗水平为 285gce/kW•h，则本项目运行相当于火力发电每年可减少标准煤消耗约 82.01 万 t/a。

按照 2017 年至今五大电力集团签署中长期煤炭合同，电煤出矿价 535 元/t，本项目节能可产生效益超过 43877 万元/a。随着煤炭资源的日益减少，尤其是优质煤的快速消耗，风电场项目的节能效益将愈加显著。

（2）减排效益

风力发电作为一种清洁能源，相比火电工业在运行过程中不会产生包含 SO_2、NO_x 和烟尘在内的大气污染物。根据国家发改委能源研究所等单位研究成果，本项目相比火力发电，相当于火力发电发同等电量每年需排放二氧化硫（SO_2）418.25t/a，氮氧化合物（NO_x）598.67t/a，烟尘 123.02t/a，排放温室效应气体二氧化碳（CO_2）233.44

万 t/a。

综上所述，本项目利用风能这一清洁能源进行发电，比较传统的火电，本项目具有节约能源、降低污染物排放等明显的优点，符合《中华人民共和国清洁生产促进法》中“使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、从源头削减污染、减少或避免污染物的产生和排放、减轻或消除对人类健康和环境的危害”的清洁生产要求。

（3）“双碳”政策响应

2020 年 12 月 12 日，国家主席习近平在气候雄心峰会上通过视频发表题为《继往开来，开启全球应对气候变化新征程》的重要讲话，宣布中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，力争 2030 年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和，并承诺：到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右，森林蓄积量将比 2005 年增加 60 亿立方米，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上。

目前全球可再生能源开发利用规模不断扩大、应用成本快速下降，发展可再生能源已成为许多国家推进能源转型的核心内容和应对气候变化的重要途径，也是我国推进能源生产和消费革命、推动能源转型的重要措施。海上风电具有资源丰富稳定、不占用土地资源、电网容量大、单机发电量多、距用电负荷中心近、环境友好等特点，是沿海地区可再生能源的增长主体，对于解决能源危机、减缓气候变化、调整能源结构有着非常重要的意义。

本项目的建设是落实国家可再生能源发展规划，适应江苏海上风电快速发展的需要，是响应国家政策，如期实现“2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和”目标的积极举措。

9.2 水污染防治措施

9.2.1 施工期水污染防治措施

（1）海上施工污废水

① 海域施工人员的生活污水，经施工船舶收集后交专业单位接收处理；施工期轮休、倒班等需上岸的员工，由施工单位在港区租赁民房，依托当地市政环卫设施处理生活污水。

③ 严格执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）及《沿海海域船舶

排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号）和《<73/78 防污公约>2011 年附则修正案》相关规定，禁止施工船舶将含油废水直接排入水域。本项目船只为海上作业，无压舱水排放，大型施工船舶设相应的防污设备和器材，并备油类记录簿，含油污水如实记录。船舶洗舱废水、舱底油污水均由船舶带走，由具备接收船舶污染物的船务公司或港口接受处理。

④ 潮间带电缆沟槽开挖产生的沙土应在电缆入沟槽后及时回填夯实，防止沙土随潮流入海或再悬浮。海底电缆工程施工必须严格制定施工规划，具备露滩施工条件的，应尽量选择在露滩和低潮期间施工，并在风浪较小的时段施工。

⑤ 加强施工设备的管理与养护，杜绝石油类物质泄漏，减少海水受污染的可能性。

⑥ 建立溢油事故应急措施。与江苏海上国能新能源工程有限公司签订了海上溢油应急防备和处置协议，当海上作业船舶发生故障导致油类泄漏入海时，立即启动应急救援预案，控制和消除污染，并向就近的海事部门报告。

（2）岸上施工污废水

① 周转区租用大丰港码头堆场，依托港口公司现有的卫生间、化粪池处理生活污水；周转区依托港口公司的隔油沉淀池处理设备冲洗水，处理后的清水用于场地洒水，不外排。

② 围堤内电缆沟施工采购商品混凝土，现场不设置拌合站等设施，混凝土养护采用喷洒水雾方式，不产生成股废水。电缆沟施工人员不在现场住宿，在港区租赁民房，作业期间依托 500kV 集控中心项目的施工营地，处理生活污水和生活垃圾。

9.2.2 营运期水污染防治措施

（1）海上救援平台按单次最大安置 18 人、临时避难 3 天考虑，预计生活污水产生量为 9.2m^3/次，经救援平台的污水处理装置预处理后排入平台下方的 10m^3 集污箱中暂存，由运维船舶定期接收至船上的生活污水舱，转交专业单位接收处理。

（2）运维船舶会的机舱油污水，在油污舱密封保存，定期交专业单位接收处理，不排海。

（3）海上升压站运行期正常情况下，无漏油及油污水产生，当主变压器、高压电抗器等检修或发生事故时产生主变油泄漏，主要污染物为石油类。H8-1#和 H17#海上升压站各设置一台 70m^3 的事故油罐、H9#海上升压站设置一台 100m^3 的事故油罐，用于临时储存事故状态下泄漏的油类。一旦发生事故，事故油罐中的废油、油污水运

至岸上委托资质单位处置。

（4）两套装置的浓盐水和反洗水量合计 525.5m^3/a，委托运维船交专业单位每周接收处理一次，则委托处理水量为 10.1m^3/次。本项目拟在平台下方建设总容积 12m^3 的浓盐水储罐，建设容量满足运维期间的贮存量需求。

（5）海水网箱养鱼通过监控鱼类长势科学投喂饵料的方式，从而达到控制平台下方养殖区水质的目的。

9.3 大气环境保护措施

9.3.1 施工期大气环境保护措施

（1）施工船舶应选用符合《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）标准的船舶，减小发动机尾气污染。

（2）加强施工船只管理，避免施工区域船舶拥堵，避免加剧噪声和废气等污染物产生。加强对施工机械，运输车辆的维修保养，禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入，禁止施工机械超负荷工作，减少烟度和颗粒物排放。

（3）加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工，减少施工的大气污染。

（4）周转区物料堆场定期清扫、洒水，对运输车辆行驶路面也应经常洒水和清扫，保持车辆出入的路面清洁，避免行车时产生大量扬尘。

（5）根据《关于江苏省船舶排放控制区内所有港口船舶靠泊期间实施排放控制措施的通告》（苏交海〔2017〕16 号），自 2017 年 9 月 1 日起，除军用船舶、体育运动船舶和渔业船舶外，船舶在上述排放控制区所有港口靠岸停泊期间（靠港后的一小时和离港前的一小时除外）应使用硫含量≤5g/kg 的燃油。因此船舶停靠港口是应采取连接岸电、使用低含硫量燃油等措施，降低尾气影响。

9.3.2 营运期大气环境保护措施

（1）营运船舶应符合《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB15097-2016）标准，禁止选用淘汰、落后的船型，加强保养和维护，防止尾气污染。

（2）海上升压站的柴油发电机组，采用轻柴油作燃料，并确保发电机仅在供电中断时启动，减小尾气污染。

（3）氢储能平台电解纯水制氢的副产物氧气、水蒸气，应通过换气系统有效的

排出室外，避免室内氧气聚集造成安全隐患、避免室内湿度过高造成安全隐患。

9.4 噪声污染防治措施

依据《中华人民共和国噪声污染防治法》，噪声污染是指噪声对人的干扰现象，因此本项目水下噪声对海洋动物影响的防治措施，列入海洋生态保护措施中，在此不重复列举。

9.4.1 施工期噪声污染防治措施

（1）施工船舶应有效控制主辅机噪声，船舶可在发动机排气管安装弹簧吊架加以固定；机舱路口上布置主辅机消声器；合理设置消声器和机舱室结构；限制突发性高噪声，避免不必要的船舶汽笛鸣放。

（2）尽可能选用低噪声设备，加强施工设备的维护保养，保持机械润滑，加强车辆的维护和保养，保持其良好的运转，发生故障应及时维修，保持润滑，紧固各部件，减少运行振动噪声。改进施工机械，整体设备应安放稳固，并与船体或地面保持良好接触，有条件的应使用减振机座。

（3）对运输车辆加强管理，运输车辆限速，钢制材料装卸过程中要轻装轻放，尽量避免管材互相碰撞瞬间产生的强烈噪声。

（4）加强施工管理、文明施工，合理安排施工进度和作业时间，加强对陆上施工场地的监督管理，对高噪设备应采取相应错峰作业，降低施工噪声影响范围。

9.4.2 营运期噪声污染防治措施

（1）海上风机噪声防治措施。风机噪声主要包括机械和结构噪声、空气动力噪声。

机械噪声和结构噪声是风力发电机组的主要噪声源，这部分噪声是能够控制的，其主要途径是避免或减少撞击和摩擦，使齿轮和轴承保持良好的润滑状态。为减小机械部件的振动噪声，可在接近力源的地方切断振动传递的途径，如以弹性连接代替刚性连接或采取高阻尼材料吸收机械部件的振动能。风电机组的主要部件安装于机舱内部，这些部件产生的振动直接传递给机舱，引起机舱振动并产生噪声，为降低风机结构噪声，建议可在机舱内表面贴附阻尼材料。

空气动力噪声主要是风机叶片旋转与空气接触摩擦产生的，另一部分是叶片背风面的空气涡流撞击和摩擦产生的。为降低风机运行空气动力噪声源强，建设单位应严控封风机扇叶的质量，采取驻厂监造、进场检查等措施，防止瑕疵叶片安装到本项目

风机造成的不可控噪声影响。

（2）海上升压站噪声防治措施。海上升压站电气设备采用户内布置，同时选用先进的低噪声变压器，保证主变噪声源小于 75dB(A)；另外升压站主变压器与底座之间衬隔振垫，室内墙体敷设外壳为铝合金的吸音板。

（3）海水淡化装置通过采取基础减振、泵体加装外罩等措施可有效降低噪声源强；海上氢储能装置通过采用先进的低噪声设备、基础减振、泵体加装外罩等措施，降噪噪声影响；海上救援平台和网箱养鱼通过强设备养护的方式，防止异常噪声。

9.5 固体废物污染防治措施

9.5.1 施工期固体废物污染防治措施

（1）海上施工

1）海上施工产生的生活垃圾由船舶收集后，委托专业单位接收处理。

2）施工中禁止向海洋抛弃各类固体废弃物，同时应尽量避免各类物料散落海中。施工中产生的固体废弃物应由施工单位负责及时清理处置，有价值的金属部件等交回收公司，无回收价值的废物交环卫清运。

（2）岸上施工

1）滩涂海缆施工，采用原址淤泥质土进行回填覆盖，避免弃渣。

2）周转区的工人依托港口公司现有的生活垃圾存放点，生活垃圾由当地环卫部门定期清运处理。

3）岸上施工区段，施工结束时应做好施工现场清理、固体废弃物的处理处置工作，不得在临时用地上残留固体废弃物，废料由施工单位负责及时回收清运。

9.5.2 营运期固体废物污染防治措施

（1）海上救援平台的临时安置人员，生活垃圾在平台上垃圾桶中暂存，由运维船舶定期接收至船上，转交专业单位接收处理。

（2）风机检修产生的废矿物油和含油棉纱，升压站变压器事故状态下可能泄漏绝缘油，运行五年后升压站电池组逐渐报废，产生的废矿物油 HW08、含油废棉纱 HW08、废蓄电池 HW31 属于危险废物，委托资质单位盐城环弘再生资源有限公司处理。

（3）H8-1#和 H17#海上升压站各设置一台 70m^3 的事故油罐、H9#海上升压站设置一台 100m^3 的事故油罐，用于临时储存事故状态下泄漏的油类物质。

（4）海水淡化装置产生的一般固废有过滤器污泥预计 0.24t/a、废滤膜和废滤芯 0.18t/a，密封保存后由运维船转交资质的船务公司处理；氢储能装置产生的一般固废有废催化剂预计 1.2t/a、密封保存后交厂家回收，废树脂 0.1t/a、污垢 0.02t/a 密封保存后由运维船转交资质的船务公司处理。

（5）运营期危险废物暂存依托 500kV 集控中心工程。集控中心配套建设面积 57.5 平方米的危险废物暂存库，按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）和《江苏省固体废物全过程环境监管工作意见》的要求，进行地面防渗处理、安装通风换气装置、视频监控装置，并进行门禁管理，分区存放本项目海上、集控中心的危险废物，油类等液态危险废物存放于托盘之上，防止液体泄漏至地面。

9.5.3 危险废物处置可行性分析

根据营运期固体废物产生量的估算，施工期危险废物的量为废矿物油 1.5t；营运期危险废物的量分别为：HW08 含矿物油废物 3.1t/a、HW08 废含油棉纱 0.079t/a、HW31 含铅废电池 0.20t/a（运行 5 年后开始产生废蓄电池）。

建设单位委托盐城环弘再生资源有限公司接收处理本项目施工期、营运期危险废物，该公司具备危险废物经营许可证书，其核准经营规模为：小量危废集中收集贮存 5000 吨/年、废铅酸蓄电池收集 90000 吨/年、废矿物油收集 20000 吨/年。

本项目产生的危险废物种类在其经营许可范围内，产生的量较小，HW08 废矿物油类占该单位收集规模的 0.0075%~0.0159%、HW31 含铅废蓄电池约占其收集规模的 0.0002%，该单位接收余量足够容纳本项目的危险废弃物转移需求。因此危险废物委托盐城环弘再生资源有限公司接收处理是可行的。

9.6 电磁环境影响防治措施

项目施工期无电磁环境影响，营运期电磁环境影响的大小主要取决于电压等级和电流量，根据前述预测结果，项目营运期产的电磁环境影响均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)要求。为避免设备长期运行后配件老化、损坏和污染造成电磁环境影响增加，现提出以下电磁环境防治措施。

（1）安装高压设备时，应减少设备及其连接电路相互间接触不良而产生的火花放电；对电力线路的绝缘子和金属，要求绝缘子表面保持清洁和不积污，金属间保持良好的连接，防止和避免间隙性放电。

（2）升压站内所有高压电气设备均应良好接地，所有设备导电元件间接触部位

均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。主变设备、主变压器外壳以及主变室内墙体敷设的铝合金吸音板也应采取良好的接地措施。

（3）对升压站设备的金属附件，如吊夹、保护环、保护角、垫片和接头等要合理设计外形和尺寸，避免出现高电位梯度点。金属附件上的保护电镀层要求光滑，所有的边角应挫圆，螺栓头也应打圆或屏蔽起来，避免尖角和凹凸；应使用合理的几何形状和材料的绝缘子及其保护装置，控制绝缘子的表面放电。

（4）各电压等级的配电装置 GIS 设备采用封闭式母线，对裸露电气设备采取设置安全遮拦或金属栅网等屏蔽措施。

（5）建议建设单位在运行期加强海底电缆的冲刷检测，保证设计的埋设深度，发生严重冲刷外露时，及时采取维护措施，保证一定埋深，降低海底电缆的电磁环境影响。

9.7 海洋生态保护措施

9.7.1 施工期海洋生态保护措施

9.7.1.1 减轻施工对海洋环境的影响措施

① 优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下，尽可能减少海底开挖面积、开挖量，缩短水下作业时间，避免施工悬浮物剧烈扩散。

② 严格限制工程施工区域在其用海范围内，控制潮间带电缆施工设备及人员作业范围。打桩施工前先用大马力渔船驱赶鱼群，留出足够的时间让鱼群游离，起到大范围驱赶作用，从而减少对渔业资源的影响。

③ 电缆铺设后及时回填，防止沙土随潮流入海或再悬浮。海底电缆工程施工必须严格制定施工规划，具备露滩施工条件的，应尽量选择在露滩和低潮期间施工，并在风浪较小的时段施工。

④ 风机防冲刷保护的抛石，应具备物质成分检测报告，确保满足《围填海工程填充物质成分限值》(GB30736-2014)第一类限值后方可进行铺设。

9.7.1.2 减轻施工对环境敏感区的影响措施

（1）吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、重要鱼类“三场一通道”的保护措施

结合《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》提出的生态保护要求，为减轻对国

家级种质资源的影响、降低对小黄鱼和银鲳等重要鱼类“三场一通道”的影响，施工期应采取以下措施。

①打桩施工前先用大马力渔船驱赶鱼群，留出足够的时间让鱼群游离，起到大范围驱赶作用，从而减少对渔业资源的影响。

②H8-1#海上风电场有 7 台风机和 7.71km 的 35kV 海缆位于保护区的实验区内，H8-1#风电场的施工建设，应避开 4 月下旬~7 月 1 日吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的特别保护期；非保护期的风机打桩应采用软启动方式、尽量采用液压锤、以低锤密击的方式打桩，对石首科鱼类、小黄鱼幼鱼起到驱赶作用，降低水下噪声对鱼类听力的损害影响。

③H15#风电场位于银鲳产卵场北侧、最近距离约 5km，且位于小黄鱼不同产卵场之间的洄游通道上。4 月下旬~5 月是小黄鱼产卵盛期、5~6 月是银鲳产卵盛期，因此 H15#风电场的施工建设应避开 4 月下旬~7 月 1 日，避免施工打桩对银鲳产卵、小黄鱼洄游活动产生影响；非产卵盛期的风机打桩应采用软启动方式、尽量采用液压锤、以低锤密击的方式打桩，对石首科鱼类、小黄鱼幼鱼起到驱赶作用，降低水下噪声对鱼类听力的损害影响。

（2）东沙泥螺四角蛤种质资源保护区的保护措施

由于保护物种泥螺和四角蛤为生活在海底的软体动物，泥沙即是其生存环境，因此海水中短期泥沙的增加不会对保护物种产生明显影响。

海底电缆的敷设造成的局部海域悬浮物含量增加，一定程度上降低了海水透光度，进而对浮游生物生长造成一定干扰，但海缆施工是由敷缆船和射水犁点状推进的，因此这种影响是局部的、短期的。为减轻施工对保护区水质的影响，应采取以下措施。

①H8-1#、H9#和 H15#风电场最西侧的几段 35kV 海缆敷设，以及 H17#风电场最南侧的两段 35kV 海缆敷设，应控制射水犁的开挖速度在 1m/min 左右；

②H9#海上升压站的送出两回 220kV 海缆穿越保护区中间调出的海缆通道、据保护区南、北两侧距离分别为 760m、160m，此段海缆路径长度约 11km，海缆敷设时应控制射水犁的开挖速度在 1m/min 左右；

③临近保护区的海缆施工，严格控制施工精度，避免误入保护区内施工。

（3）盐城湿地珍禽自然保护区、黄（渤）海候鸟栖息地的保护措施

H8-1#、H9#、H15#三座风电场距保护区距离较远（超出评价范围），H17#风电场风机距保护区实验区(东沙)最近距离约 400m，施工悬浮泥沙增量>10mg/L 范围未影响

到珍禽保护区实验区(东沙)。220kV 送出海缆距珍禽保护区实验区的最近距离为 60m，距黄（渤）海候鸟栖息地最近距离为 18m，该段海缆施工将对保护区实验区 6、世界遗产地的海水水质产生影响，应采取如下措施降低施工悬浮泥沙的影响范围、强度。

①近岸潮间带 220kV 海缆施工，应选择退潮或低潮期、采用两栖式挖掘机露滩施工，分段开挖、分段埋设电缆，在涨潮前完成泥土回填，可以最大限度的避免悬浮泥沙产生；

②近岸浅水区无露滩条件的海缆敷，约有路径长度 5.4km 的 220kV 海缆临近珍禽保护区实验区 6、世界遗产地，此段海缆水下敷设，应控制射水犁的开挖速度在 1m/min，保证悬浮泥沙的最大影响范围不超过预测的强度和范围。以过堤点为海缆 K00+000、并向海侧延伸，则控制水下开挖速度的海缆区域为 K01+170～K06+600（过保护区转角点后的 500m 海缆继续控制开挖速度，直至远离保护区），位置关系详见图 9.7-1。

（4）东沙开放性养殖海域的保护措施

项目三回 220kV 海缆穿越 16 宗东沙开放性养殖海域，海缆施工悬浮泥沙浓度增量>10mg/L 的区域涵盖约 2482.5047 公顷的东沙开放性养殖海域，养殖用海的权益人是盐城市大丰区交通控股集团有限公司。

建设单位应与盐城市大丰区交通控股集团有限公司就项目施工产生的悬浮泥沙对养殖产生的影响问题进行协商，海缆直接占用区域变更为电力工业用海，在项目开工前达成一致意见、并确定合理的赔偿方案；建设单位应将穿越养殖区的施工计划提前告知权益人，预留足够的时间供权益人提前采收水产品，降低损失。

（5）占用围堤内无证养殖塘的补偿措施

建设单位应与实际养殖经营者进行协商，在占用鱼塘前达成协议，预留足够的时间供实际养殖者进行鱼塘改造、让出本项目使用区域，降低养殖者经济损失、并予以合理的经济补偿。

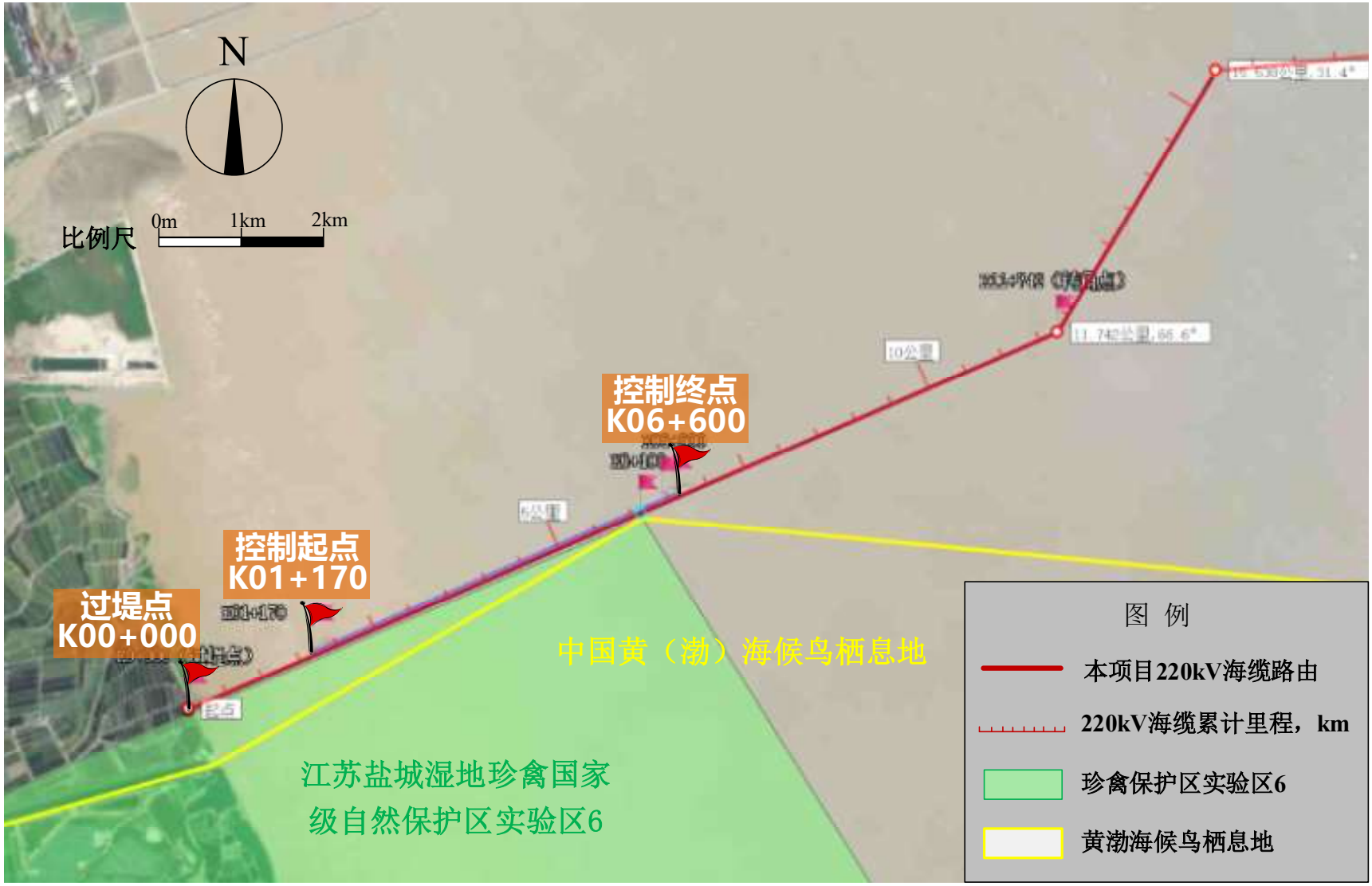

图 9.7-1　近岸浅水区 220kV 海缆控制敷设速度区段示意图

9.7.1.3 水下噪声对海洋动物影响减缓措施

①鉴于施工期的打桩噪声具有强度高、时间相对短的特点，海上施工期应对每日预计打桩数量、打桩的持续时间做出预测，科学合理地安排好打桩工作，采取逐一根打桩的方式，避免同一海域复数桩基同时施打；同时做好施工量测工作，避免因质量不合格导致的返工打桩。

②施工期水下打桩中应严格确立在距离桩基一定范围为鱼类受水下噪声影响的危险区域，采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，驱使鱼类离开施工水域，可达到减小水下噪声导致渔业资源的损失，避免造成大范围鱼类死亡。

③施工期的一般施工活动中，应注意施工机械和运输机械的维护和更新，尽量采用低噪声环保机械，避免噪声过大的运输船只在海上运输作业。

④在施工期间加强对主要经济鱼类观测和跟踪监测，在打桩施工时若在风机基础周边发生江豚、须鲸出没、以及出现大量鱼类死亡，应立即停止打桩施工。

⑤控制施工水下噪声对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区等保护区渔业资源的措施，见报告上文 9.7.1.2 节。

9.7.1.4 其他保护措施

（1）风机基础冲刷防护措施

本项目采用抛石保护方案进行风机基础防冲刷保护。所采用的抛石级配、粒径、强度等均应满足防冲刷需求，以防止海底出现掏空现象。

（2）海缆爬堤的保护措施

结合海缆登陆集中区其他风电项目的过堤方案，本项目海缆通过敷设电缆沟的方式爬越围堤，不对围堤结构进行破坏。电缆沟采用混凝土浇筑沟槽+顶部盖板形式，施工工艺成熟、施工时间短，不影响围堤的防洪和水利功能。

（3）围堤内成陆区的保护措施

①优化施工方案，在保证电缆沟施工质量的前提下，尽可能减少开挖宽度，开挖后及时浇筑混凝土，养护强度达标后及时回填放坡区，及时电缆敷设和安装盖板，剩余土方及时外运，减少地面裸露时间。

②按“工完料尽场地清”的原则，施工结束后及时清理场地，恢复围堤内原貌。

③占用围堤内无证养殖鱼塘的，应与实际养殖经营者进行协商，在占用前达成协议，预留足够的时间供实际养殖者进行鱼塘改造、让出本项目使用区域，降低养殖者

经济损失、并予以合理的经济补偿。

9.7.2 营运期海洋生态保护措施

（1）加强管理，确保风电场正常运行

加强风电场运营管理，保证各工程环保设施完好安全运行是海洋生态保护最基本的措施。建议开展 ISO14000 环境管理体系的认证，以提高环境管理水平，杜绝海洋环境污染事故。

（2）设立海洋生态环境跟踪监测系统

除施工期和试运行期的跟踪监测外，工程稳定运行三年后对海域的海洋生态、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)开展后续监测和分析。

（3）海洋生态修复和补偿措施

对于工程造成的生物资源损失，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/ T9110-2007）和《海洋生物资源损失评估规范》（DB32/T 4423-2022）的有关规定，建设单位应根据工程实施所造成的生物资源损失货币化估算量投入一定的财力进行海域生态补偿与修复。全面落实政府有关部门批文的各项资源、生态、环境的保护与建设措施。强化生态修复意识，生态损失补偿款应用于项目用海周边地区海洋生态环境的修复和恢复。详见下文 9.7.3 节。

9.7.3 海洋生态修复和补偿措施

9.7.3.1 总体目标

结合区域生态功能定位与环境特征，充分考虑项目建设造成的生态损害和资源占用等问题，制定有针对性的保护修复措施，提高工程邻近海域海洋生物数量，改善生物群落结构，促进海洋生态环境保护及修复。本项目生态保护修复的措施包括：

（1）湿地异地修复。通过在珍禽保护区实验区内开展退渔还湿、修建人工湿地措施，建设保护区内以鸟类繁衍生息为主的生态功能。

（2）水生生物人工增殖放流，使得周边海域的海洋生物数量得到提高，渔业资源得到恢复，并通过放流评估，了解工程及周边海域海洋生物资源变动和恢复状况，掌握资源养护和生态修复的效果。

（3）海岸带垃圾清理。恢复项目海缆登陆点、大丰港周边海滩的滨海湿地面貌，清理岸滩上的海洋垃圾。

（4）鸟类智能化在线监测系统，对风电场及周边重点区域开展实时监控，智能识别野外鸟类，实时记录和反馈到系统平台，可结合警报系统，发现集群候鸟时实时警报，后台收到信息即可采取相应紧急措施。

（5）海洋生态文明宣传教育，普及湿地生态系统和鸟类保护知识，增加增殖放流社会宣传力度，提高公众海洋生态环境保护意识。

9.7.3.2 湿地异地修复措施

本工程位于大丰海域，针对工程占用和临时占用滨海湿地，除减少施工期扰动的生态保护措施外，本项目拟采取异地修复的补偿措施。

（1）异地修复区的位置和面积

根据 2022 年 5 月方案编制完成的《三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案》（2022 年 5 月），及 2022 年 6 月盐城市大丰区自然资源和规划局《关于三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目占用湿地保护与恢复方案的审查意见》，项目永久占用 2.0855hm^2。

根据“占补平衡”的原则，需要恢复的湿地应不小于 2.0855hm^2。拟用于占补平衡的湿地位于海岸线以西，处于盐城湿地珍禽国家级自然保护区缓冲区，中心点坐标为东经 120°39′32.687″、北纬 33°25′26.228″（详见图 9.7-2），达到恢复的湿地面积不小于 2.0855hm^2 的要求。占补平衡湿地区域的地类为盐碱地、沟渠、农村道路，根据专题单位实地现场调查，补划地块现状为坑塘水面。补划地块的土地所有权为江苏省滩涂开发投资有限公司，经大丰区自然资源和规划局与江苏省滩涂开发投资有限公司协商，同意将该地块调拨用于三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目永久占用湿地的异地恢复区。

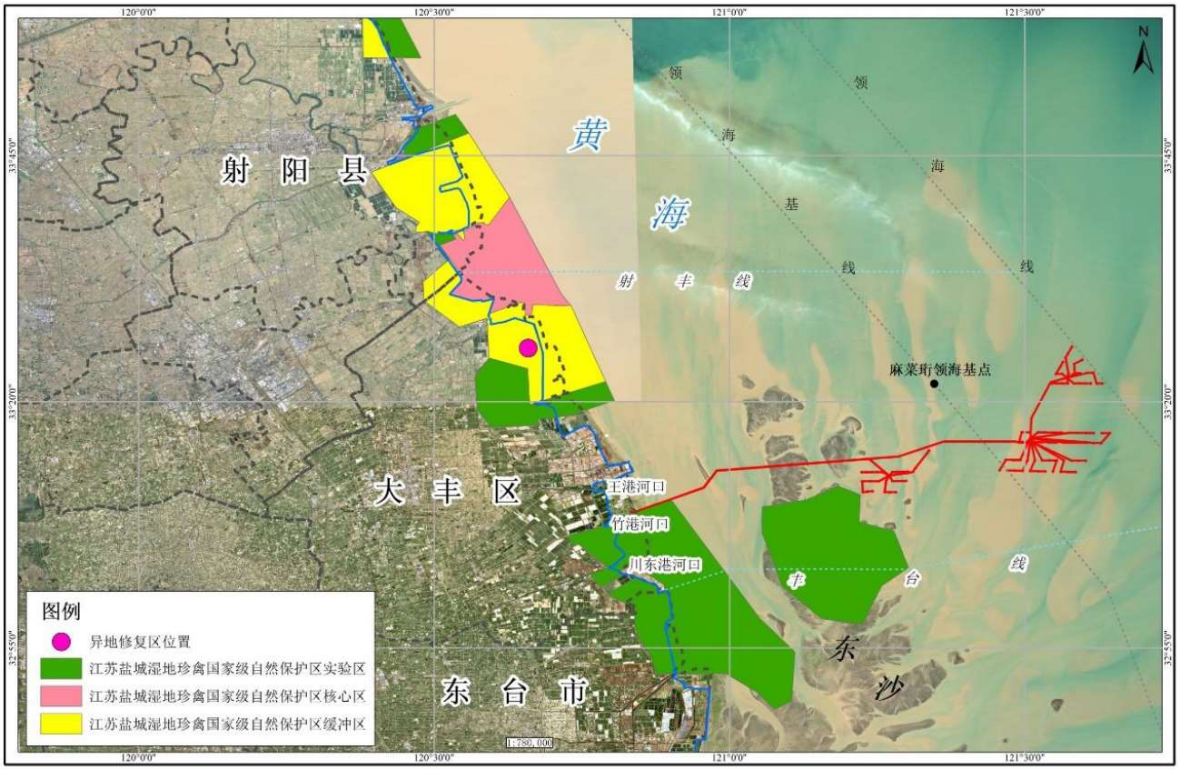

图 9.7-2(a)　异地湿地修复位置关系图

图 9.7-2(b)　异地湿地修复区遥感影像图

图 9.7-2(c)　异地湿地修复区现状照片

（2）异地修复措施

本项目的异地恢复湿地地块是人工养殖坑塘，生态修复工程将原有淡水养殖池塘转变为适合动植物生长的生态湿地，重点构建适合迁飞候鸟栖息的生态湿地，满足永久占用湿地“面积不减少、功能不降低”的基本要求，促进保护区内“退渔还湿”工作的推进。

①水系保护（恢复）方案

拟对恢复区现有塘埂进行部分开挖，并对原有河道、鱼塘底泥进行疏浚，沟通水系；同时利用开挖的土方营造滩岛，并对驳岸进行塑型，创造丰富的湿地地形、生境类型，改善和营造湿地植被和湿地生物的适宜生境，增加湿地生境的异质性和稳定性，为水生植被恢复创造有利条件。

具体措施为开挖深浅不一的水渠，将水引入其中，整理塘坝、拓宽为自然湿地驳岸、草坡入水护岸，坡度控制在 10°以内，恢复自然堤岸特性，形成鱼虾等水中生物的洄游小环境。

②植被保护（恢复）方案

为了增加植物丰富度，高地势植物恢复以乔木（柳树、水杉等）为主，灌木及草本为辅，灌木可选择紫穗槐、柽柳等，为动物夜晚休息提供场所；陆生草本混种的区域主要为西伯利亚白刺群落的伴生种，包括獐毛、芦苇等；挺水植物混种的区域主要种植有芦苇、狭叶香蒲、水葱等；沼泽植被是以芦苇、香蒲、扁秆藨草等为优势种，伴生种为长芒稗、荻、碱菀和鹅绒藤等；杂草草甸植被混种区域主要包括白茅、狗尾草和牛鞭草群落等；水生植物主要包括莲、水鳖、浮萍和金鱼藻等。为鸟类（游禽、涉禽）、鱼类、底栖动物提供日常休憩场所。

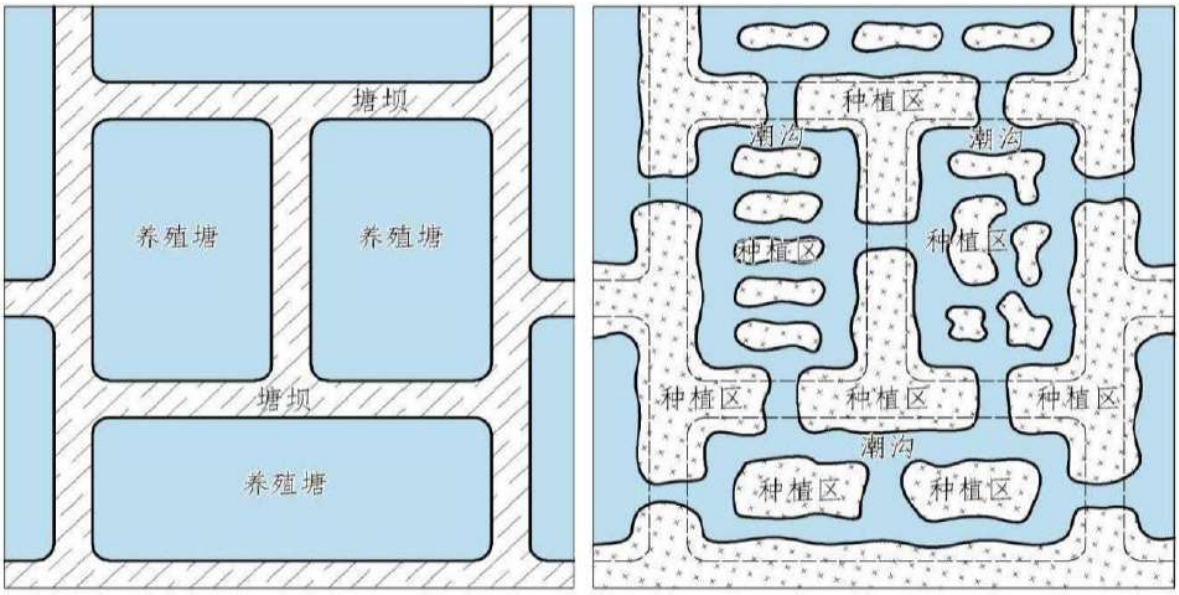

图 9.7-3(a)　养殖塘水系连通与地形改造示意图

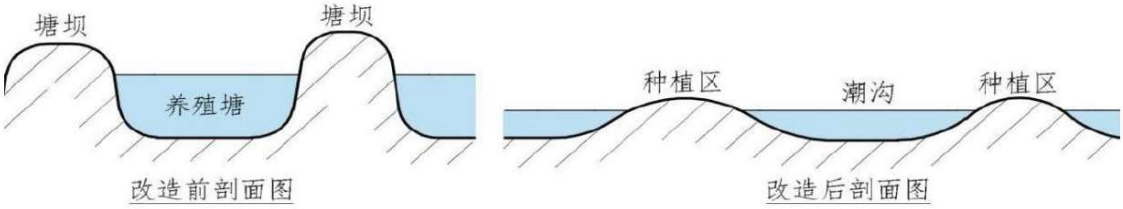

图 9.7-3(b)　养殖塘修复示意图

③水质保护（恢复）方案

首先对恢复区内的水质不达标的塘口抽干受污染的水体，并对塘底沉积物进行暴晒，使其内部的污染物得以挥发、分解，消除底泥污染物的二次释放，再引入清洁水源；对水质达标的鱼塘实行封库禁渔、投放鱼苗，增加挺水植物的种植。同时，科学引导周边农场、渔场农药和化肥的施用量，大面积推广生物肥料、生物无毒农药，减少土壤表层对化肥的吸附量，减少有害农药和化肥的施放量。定期监测水体中生化需氧量、总氮、总磷、叶绿素等项目，加强修复区的水源地水质水量的动态监测。一旦发现情况，可尽早采取措施，截断营养源，这样对保护修复区周边水质可起到屏障作用。

④鸟类栖息地营造方案

恢复区内开阔水面是水鸟极为重要的生境环境，其中包括 3 种小生境类型：

a、中央深水区小生境——可为水面捕食类及飞掠水面类等水鸟提供捕食及起飞环境，水面边缘可增加较高的水生植物，为鸭科等鸟类营巢、繁衍等活动提供必要的密闭小生境；并在水域中投放鱼、虾、软体类动物等，增加鸟类食物。

b、浅水小生境——水深 0.1~0.3m，水中需要有芦苇等较高大的挺水植物分布，水生植物的覆盖率为 30%~70%，疏密有致，以满足不同鸟类对植物郁闭度的要求。除芦苇外可增加荆三棱、狭叶香蒲和水葱等耐盐碱的挺水植物；浮水植物可选择荇菜、浮萍等。可为凤头䴙䴘、普通秋沙鸭、白眉鸭、东方大苇莺、大白鹭和苍鹭等鸟类提供栖息生境。

c、近水驳岸小生境——水域边缘或鸟岛等的驳岸设计应以软质为主，材料可选择天然石材、木材、植物等，且应构造成蜿蜒曲折的形式，局部营造鸟类可隐蔽的浅水湾。植物与驳岸石材相结合，形成软质驳岸，主要为地面收集类及探查类中的鹬科鸟类（如黄鹡鸰、攀雀、灰头鹀和紫背苇鳽；林鹬、白腰草鹬等）提供觅食环境。

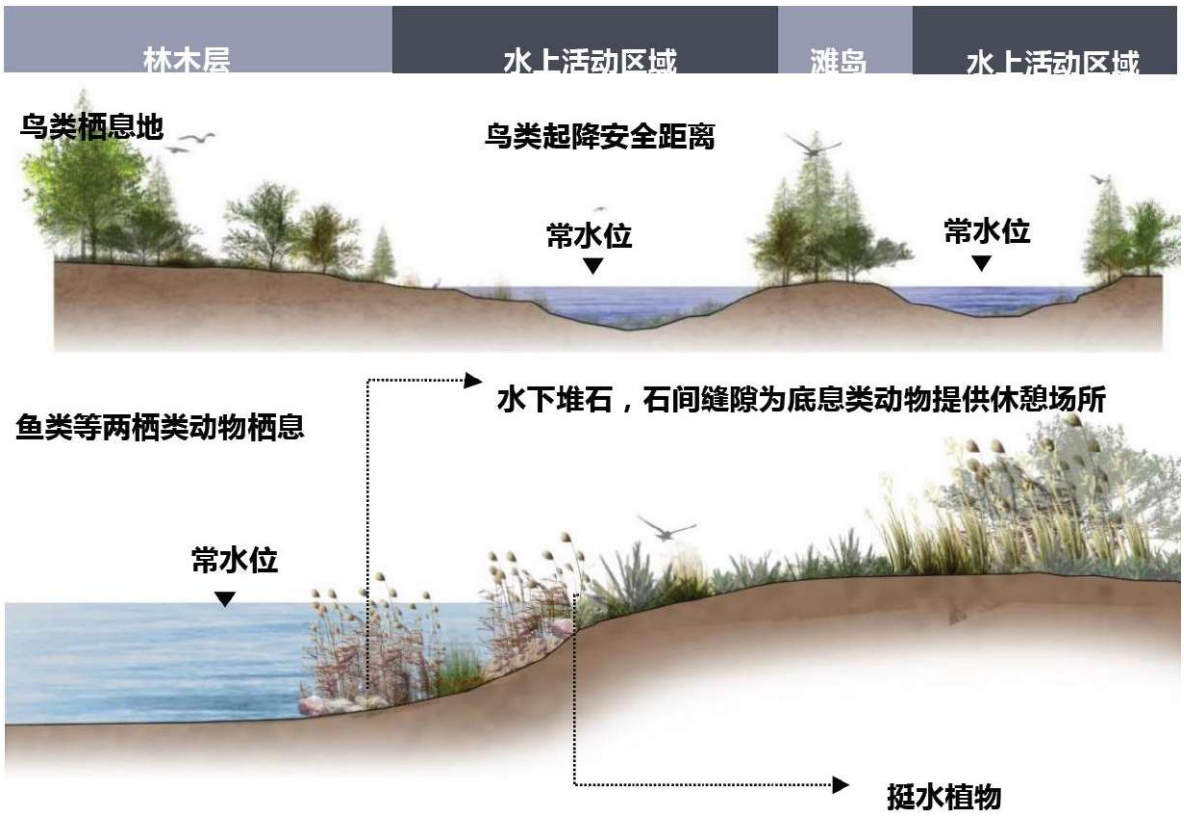

图 9.7-3(c)　鸟类栖息地营造示意图

（3）异地修复方案可行性

项目异地修复的是盐城湿地国家级珍禽自然保护区“退渔还湿”项目的所在地，目前该区域退渔还湿工程正在着力推进，本项目拟选的 2.0855hm^2 鱼塘开展退渔还湿，以满足补划湿地面积不小于占用湿地面积的要求。江苏省滩涂开发投资有限公司已经同意将此地块调拨给大丰自然资源和规划局，用于三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目永久占用湿地的异地恢复区，因此项目开展异地湿地修复具备可行性。

9.7.3.3 渔业资源增殖放流

（1）增殖放流的基本要求

应遵守国家相关的法律法规和相关要求，包括但不限于：

《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》《水生生物增殖放流管理规定》《水生生物增殖放流技术规程》《江苏省水生生物资源增殖放流工作规范》《关于印发盐城市水生生物增殖放流工作规范细则的通知》等法律法规，以及《关于进一步做好我省水生生物增殖放流工作的通知》（征求意见稿）。

（2）应开展增殖放流的专项研究

在政府渔业部门的指导下，开展该区域水生生物资源调查和增殖放流效果评估，获得一手数据，以此来确定放流的生态效益，在此基础上确定放流品种和数量。

（3）编制建设项目增殖放流实施方案

应突出增殖放流的生态功能，坚持以自然恢复为主，提高水生生物的多样性和生态的平衡性；坚持增殖与保护并重原则，统筹兼顾生态效益、经济效益和社会效益。

1）增殖放流地点

本项目应分别在大丰一般海域、吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区开展增殖放流工作，其中大丰一般海域放流资金 350 万元，保护区内放流资金 177.15 万元。

2）增殖放流计划安排

增殖放流实施应避开当地鱼类的产卵期，选择在每年休渔期（5 月～9 月）于工程周边海域进行增殖放流，工程施工完成后 3 年内完成。

另外“吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区”增殖放流物种，根据经农业农村部评审、并审批的《三峡能源江苏大丰 H8-1#海上风电场项目对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区影响 专题论证报告（报批稿）》，保护区内生态损失补偿金 177.15 万元，初步建议的放流物种及其规格见表 9.7-2。

表 9.7-2　工程增殖放流生态补偿初步建议物种一览表（保护区内）

品种	规格	放流时间	放流资金（万元）	控制单价	放流数量
大黄鱼	全长≥5cm	6 月~7 月	70	0.5 元/尾	140 万尾
曼氏无针乌贼	受精卵	5 月~7 月	30	0.3 元/粒	100 万粒
三疣梭子蟹	仔蟹 II 期	5 月~8 月	60	0.08 元/只	750 万只

注：放流品质和数量可根据当地实际情况适当调整。

3）放流资金使用

生态补偿资金用于增殖放流的，必须按照生态补偿资金使用相关规定执行。根据《江苏省水生生物资源增殖放流工作规范》（苏农规〔2019〕6 号），“增殖放流资金用于增殖放流苗种的购置比例不低于总经费的 90%，其余资金用于增殖放流苗种投放、苗种检疫、组织招标、效果评估、开展宣传、巡查管理等相关事项。

4）增殖放流效果评估

按照江苏省水生生物增殖放流工作规范要求，增殖放流活动开展后必须对增殖放流进行跟踪监测调查和效果评估（至少 1 次），通过专项调查收集增殖放流水域渔业生产、资源、环境资料，全面评价资源增殖放流综合效果，形成效果评估报告。

①渔业资源本底调查

放流前本底调查可通过资料收集方式或开展放流前增殖放流海域海洋渔业资源本底调查，研究生态修复海洋渔业资源种类组成、优势种类、生物量、生物密度、资源量以及生物多样性和资源分布特征。

②放流后海上跟踪调查

根据增殖放流物种分布区域和物种特点，设置调查站位，通过对增殖资源海上跟踪监测调查，了解增殖资源的数量变动与生长、迁移规律跟踪监测。

放流后当年度在射阳县近海海域及放流区域加密监测布设调查站位（站点应同本底调查），开展底拖网、刺网、延绳钓、笼壶、定置网（选择其中一种或几种）以及声学等调查。通过放流后海上跟踪调查，测算海洋重要渔业资源平均资源量、回捕率、投入产出比等，评估增殖放流生态、经济以及社会效益。

③社会调查

调查时间为海洋生态修复后每年春夏秋冬四个季节调查。调查方法为走访水产管理服务部门、渔港码头和水产市场等。

调查收集放流物种捕捞生产基本情况、捕捞船只信息以及价格等。一方面对射阳等地市场渔获物进行调查；另一方面在渔区进行宣传并收购标志鱼，如在当地渔政管理部门设标志鱼收集点，代为收购，并对收购的标志鱼进行详细的生物学测定和标志鱼捕获时间、地点、船舶、网具等记录。

④增殖放流效果评估

结合渔业资源本底调查、社会调查及放流后跟踪监测调查情况，进行增殖放流效果评估，需委托有相关资质监测单位进行评估，出具海上风电场工程增殖放流效果评估报告。

（4）建立健全闭环管理体系

应当根据水生生物资源调查数据确定放流品种和数量，根据增殖放流效果评估来确定放流的生态效益，要形成增殖放流与监测评估全闭环管理体系。实施过程中要寻求各上级主管部门的指导。依据资源调查和效果评估报告进行科学部署，形成统分结合、齐抓共管的良好态势。

9.7.3.4 岸滩垃圾清理

对海缆登陆段附近区域开展岸滩垃圾清理活动，清理范围主要为海缆过堤段南侧的竹港、川东港附近海岸带，以及项目北侧的大丰港附近海岸带，同时兼顾周边盐城湿地珍禽自然保护区实验区、黄（渤）海候鸟栖息地划定范围内的滩涂垃圾清理。每个季度开展 1 次，垃圾清理连续 3 年。

清理沿岸水域浅层海水中漂浮物，漂浮到岸滩的腐烂毛竹、海草、塑料垃圾、乱石等，并进行滩面的平整，提升保护区自然海岸的生态环境质量，恢复湿地原貌。

图 9.7-4　岸滩垃圾清理效果示意图

9.7.3.5 鸟类持续监测系统

（1）建设目的

目前，海上鸟类调查均采用人工乘船出海方式，但这种调查方式频率低（通常每季度 1~2 次，时间跨度最多 3-5 年）、受海上天气的影响较大，监测调查结果偶然性

和局限性。在此背景下，本项目计划在海上风电场安装并使用鸟类监测装置，达到全天候监测调查，弥补海上鸟类人工监测调查的不足，为海上风电场对鸟类的长期影响、累积影响研究提供基础数据。

（2）系统原理

在项目海上风电场区域，基于视频监控和声纹识别技术建设鸟类持续监测及记录系统，包括图像采集、声音录制、数据处理，收集记录途径海上风电场区域的鸟类活动的相关数据，填补目前海上风电场区域鸟类活动持续监测的空白。

（3）建设方案

考虑到江苏沿海的候鸟迁飞方向为南北向，因此计划在风机场区南、北两侧外端各布设点位，每处点位配备一台鸣声记录仪进行鸟类的声纹采集、布设两台 4k 红外相机进行多角度拍摄。利用风机机舱自带的传输网络，通过海缆内部光纤将数据传回集控中心的服务器。传输数据局包括红外相机抓拍的现场影像、声纹记录仪记录的鸟类鸣叫音频。

本项目四座风电场中，H8-1#风电场呈三角形、H9#和 H15#两座场区相邻、H17#风电场呈勺子型，因此考虑四座风电场考虑共设置 12 处长期监测点位（H8-1 风电场 3 处、H9#和 H15#风电场共 6 处、H17#风电场 3 处）。

目前国内外鸟类识别、分类仍以专业人员的人工识别为主，尚无成熟的鸟类实时记录、自动分析系统产品，而成熟的智能系统开发周期又是较为漫长的，开发和调试所投入的人力、物力和资金数量暂时无法估算。因此本项目所实施的持续监测系统，采用定期委托专业机构进行识别和出具统计报告的方式，实现对海上风电场鸟类的长期监测。

表 9.7-3　海上风电场鸟类持续监测系统

序号	名称	数量	总价（万元）
1	鸣声记录仪+红外相机组合系统+接入系统	按四座风电场共 12 套估算	65
2	存储服务器	/	依托岸基集控中心中控室的服务器存储
3	委托专业机构，对风电场区记录和存储的鸟类数据进行分析、识别，出具统计报告	每季度一次，按三年费用计	15
小计			80

9.7.3.6 海洋生态文明宣传教育

（1）宣教内容

对工程的运行维护人员定期开展湿地、鸟类保护的宣传教育工作；深入宣传国家有关方针、政策和规定；普及湿地生态系统和鸟类保护知识，把保护鸟类逐渐变为运维人员的自觉行动；印发湿地、鸟类保护相关法律法规，在施工区域树立宣传栏，宣讲鸟类和湿地保护的重要性，将人为对鸟类和湿地的干预降到最低。

（2）实施内容

宣传教育形式可采取以下一种或几种：

1）散发宣传单或宣传册

通过出动宣传车、环保宣传牌、展板、散发宣传单、宣传册和横幅标语等形式，对周边居民和社会群众大力宣传湿地珍禽保护、滩涂湿地资源和鸟类保护的政策法规和人与自然和谐相处的益处，借以提高公众对湿地珍禽及其栖息地环境的保护意识，使人人参与到自然生态环境的保护工作中。

2）鸟类标志牌设置

在项目所在区域和鸟类集中分布地尤其是水鸟集中栖息地设置标志牌。内容主要为水鸟的图片和具体法律条款等，从而增加周围人员的对鸟类的辨识度和保护鸟类的法律意识。减小人员活动对鸟类的干扰，使其能够顺利在项目区域觅食、繁衍生息。

3）举办法律讲座或环保知识讲座

针对鸟类保护，开展专题培训教育，一旦发现鸟类受伤或死亡等情况，应及时向野生动物救助机构进行汇报。定期组织开展中小学生的湿地及鸟类保护宣传教育活动，通过举办形式多样的活动，组织学生学习最新的海滨湿地修复保护政策以及海滨湿地生态环境保护知识；邀请环保方面的专家对保护区生态环境保护和鸟类保护进行讲座。

4）新媒体等多种方式宣传

选择利用电视、广播、网络、微信、微博等媒介广泛开展多层次、多形式的舆论宣传，大力普及相关知识等。建设单位可委托第三方文化传媒公司就海上风电项目的资源与生态保护进行媒体宣传片的摄制和文案制作，并在新闻媒体上宣传等。

5）建设资源生态环境保护宣传室

为展示的环境保护主体责任的履职，利用岸基集控中心已有的房间（建议 50~100 平方米）作为企业级海洋生态文明建设宣传教育基地，条件限制时，也可以考虑与单位的会议室共用。建议选择一家文化宣传类的装饰公司，进行专门的形象设计，合理

布局空间，展示项目所在区域不同建设时空段的海洋环境面貌。在房间中间可放置一张现代简约的会议桌和一些椅子，供参观或学习交流使用。在墙体的 2~3 面布置图文，并设置一个大型电子屏幕，接入宽带。

9.8 鸟类保护措施

9.8.1 施工期鸟类保护措施

（1）研究表明鸟类受影响的程度随着人工光照度的增加而升高，夜间飞行的鸟类更容易被人工光照明干扰，造成误撞。因此，本项目采取避免夜间施工的措施，消除了施工照明对鸟类的惊扰、避免了鸟类因炫光造成的撞击。

（2）应尽量避免在施工工区全面铺开作业，建议分区域分时段施工，避免多点零散施工，以减少对鸟类栖息、觅食等的影响。

（3）做好施工组织和现场管理，文明施工，强对施工人员的环保教育，提高其对鸟类尤其是珍稀保护级鸟类的保护意识，严禁捕杀；可与当地公安机关和鸟类保护志愿者配合，打击捕猎鸟类的违法行为。

（4）尽可能选用低噪声设备，并加强设备的维护和保养，减少施工机械噪声和车辆运输噪声对鸟类的干扰。严格执行施工操作规程，施工机械设备应有消声减振措施，避免对鸟类造成惊吓，保护鸟类生境。

（5）加强施工期鸟类监测

在施工期开展不少于连续四个季节的鸟类跟踪监测，对风电场海域、近岸潮间带湿地处的鸟类及其栖息地情况进行跟踪调查，有效的验证和评价和项目施工对鸟类的影响。

9.8.2 营运期鸟类保护措施

（1）鸟类保护工程措施

① 风机叶片颜色警示措施

根据中国众多已建风电场的成功经验，风机的叶片选用整体白色加红色叶尖的警示色，使鸟类在飞行中能及时分辨出安全路线，及时规避风机，以减少鸟只撞机的几率。

② 照明设备选型措施

海上风机、升压站和海上平台的夜间示廓、警示的灯具应尽量使用对鸟类影响较小的、色温柔和的 LED 灯、灯的亮度和闪烁次数也要尽可能小，以减少光源对夜间

迁徙鸟类的干扰。

（2）生态修复和补偿措施

此部分内容在报告 9.7.3 节进行了详细介绍，其中对鸟类保护起到有益作用的有：

①湿地修复（退渔还湿）——实现湿地的占补平衡，选址在珍禽保护区缓冲区内，通过将鱼塘改造为适宜鸟类生存的湿地环境、恢复其自然属性，推动保护区内退渔还湿工作的开展，促进实现保护区内鸟类栖息地逐步增加。

②增殖放流——通过在周边近岸海域制定鱼类、甲壳类增殖放流计划，以加大鸟类在周边海域觅食和栖息的几率作为补偿。

③岸滩垃圾清理——沿海滩涂的垃圾是随着涨落潮冲上岸滩的，无法短时间内降解的垃圾会积累起来，对鸟类的栖息、觅食甚至健康带来不小的影响。因此开展沿海滩涂的垃圾清理活动，可有效保护滩涂带涉禽鸟类的健康。

④滨海湿地修复——海缆登陆段沿线区域开展植被恢复，为沿海滩涂鸟类栖息提供生境。

⑤生态文明宣传教育——在鸟类集中分布地尤其是水鸟集中栖息地设置标志牌，内容主要为水鸟的图片和具体法律条款等，从而增加周围人员的对鸟类的辨识度和保护鸟类的法律意识。减小人员活动对鸟类的干扰，使其能够顺利在项目区域觅食、繁衍生息。

（3）鸟类保护管理措施

①大群候鸟迁徙途径风电场时的停机避让措施——风电场运行过程中要密切观测候鸟动向，如遇大规模、密集的迁徙鸟类从场区经过的，应采取停机避让措施，以减少鸟的撞机伤亡风险。

②宣传教育和保护救助措施——为了降低项目运行对鸟类尤其是水鸟栖息的干扰，必须提高工作人员的野生动物保护意识，加强对野生动物保护法的学习，充分了解违法行为的法律后果，杜绝项目人员捕杀鸟类事件发生。建议建设单位针对鸟类保护，开展专题培训教育，一旦发现鸟类受伤或死亡等情况，应及时向野生动物救助机构进行汇报。

（4）鸟类跟踪监测措施

①委托专业机构开展鸟类跟踪监测——项目施工高峰年度、及投运前 2 年，每年每季度开展一次鸟类跟踪监测，监测样线遵循现状调查样线的位置和长度（包含海域样线 11 条、陆域样线 6 条，详见 6.7 节 鸟类及其生境现状调查），并根据跟踪监测

情况调整后续监测计划。监测结果由相关科研人员统一分析和评估，跟踪观测报告每年应做好归档以备验收和检查。

②鸟类持续监测装置——基于视频监控和声纹识别技术建设持续监测及记录系统，在风机塔筒下方栏杆上安装红外相机、鸣声记录仪等装置，并建设后台数据库和分析系统，持续记录在风电场区经飞、停留和觅食的鸟类情况，为研究海上风电对鸟类的长期影响提供基础数据。详见 9.7.3.5 节。

9.9 总量控制

按照《固定污染源排污许可分类管理名录》（2019年版）等文件的要求，结合项目自身特征，确定本项目无需申请总量指标。

废气：本项目运营期产生交通运输工具、应急柴油发电机会不定时产生含SO_2、NO_2的燃烧尾气，呈无组织排放。

废水：本项目运行期海上平台的人员生活污水、海水淡化装置的浓盐水和反洗水在各自的集污池中收集后，经运维船统一交专业单位接收处理；船舶机舱油污水收集后，同样交专业单位接收处理。

固废：风电场运维产生的废油、废蓄电池等危险废物，运至500kV岸基集控中心的危废暂存间，委托资质单位接收处理；海上平台的一般工业固废密封保存后，由运维船转交专业单位接收处理；海上生活垃圾在船舶垃圾桶中暂存，由运维船转交专业单位接收处理。

9.10 环境保护措施一览表

工程建设中必须严格执行环境保护“三同时”制度，确保各类环保设施的正常运转。本项目环境保护对策措施一览表见表 9.10-1。

表 9.10-1　建设项目环保对策措施及竣工验收“三同时”一览表

项目	防治/保护对象	具体内容	规模及数量	环保投资（万元）	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运营机制
水污染防治措施	岸上/陆上生活污水	环保厕所、化粪池	①施工期：周转区依托港区的环保厕所和化粪池；围堤内电缆施工人员，依托500kV集控中心项目施工营地的环保厕所和化粪池，污水定期清运。	/	污水不直接排入环境水体，及时清运，对周边环境无污染影响	大丰港周转区堆场、500kV集控中心项目施工营地	依托港区环保设施、依托集控中心项目环保设施
			②运营期：陆上管理人员生活污水依托500kV岸基集控中心化粪池，资质单位定期清运。	列入集控中心工程	满足污水综合排放三级标准等	岸基集控中心场内，同步建设	依托岸基集控中心项目环保设施
	海上污水、生活垃圾	污水收集装置、垃圾分类收集桶	①施工及营运船舶均应设置污水收集装置，船舶生活污水、舱底油污水、生活垃圾经收集后，委托专业单位接收处理；②升压站人工巡检偶尔如厕的生活污水在升压站的污水箱暂存，卸载到运维船的生活污水箱中； ③救援平台设置污水处理装置和 10m^3 集污箱，定期交专业单位接收处理。	80	生活污水、船舶油污水、垃圾有序转移和处置，不排放入海	工程海域，施工期和运行期全过程	施工单位、建设单位分别负责
	施工期设备冲洗水	隔油沉淀池	周转区依托港口公司的隔油沉淀池，废水澄清处理后回用于洒水降尘。	/	/	大丰港周转区堆场已有设施	依托大丰港
	海水淡化装置排水	浓盐水储罐	设置总容积12m^{3}的浓盐水储罐，安装于海上平台设备层下方，便于船舶靠泊后的接受和转运工作。	30	废水有序转移和处理，不排放入海	与海上平台同步设计和安装	施工单位建设，建设单位运维
	网箱养鱼	科学饲养	监控鱼的生长状态，动态调整投饵量，减少饵料所携带的营养元素入海。	不单独计列	养殖鱼类与海洋野生鱼类和谐共生	海上救援平台和下方的养殖网箱	建设单位配备渔业技术人员
	施工悬浮物	潮间带海缆施工管理	具备露滩施工条件的，应尽量选择在露滩和低潮期间施工。	列入管理费用	降低悬浮物扩散影响范围	潮间带海缆施工期	建设单位审批和监督施工组织设计，施工单位负责按计划实施
大气环境保护措施	施工机械设备、施工船舶	抑制扬尘，设备和交通工具的尾气排放控制	场地定期洒水、清扫，保持施工场地、进出道路以及施工车辆的清洁等；选用污染物排达标的施工机械、船舶，并加强维修保养；船舶燃油选用含硫量达标的优质油品。	5	岸上施工场地无明显扬尘、施工机械和船舶年检合格、尾气排放达标	施工区域，项目施工期	建设单位监督、施工单位使用和维护

项目	防治/保护对象	具体内容	规模及数量	环保投资（万元）	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运营机制
	运维船舶、柴油发电机		船舶及其发动机应符合国家标准；升压站备用发电机选用轻质柴油为燃料。	/		运维船舶、海上升压站，营运期	建设单位、运维单位管理和维护
	氢储能装置的排气系统	排出制氢的副产物	电解纯水制氢的副产物氧气、水蒸气，应通过换气系统有效的排出室外。	8	避免室内氧气聚集、湿度过高等造成安全隐患	与平台同步设计和安装、调试	施工单位建设，建设单位运维
噪声污染防治措施	施工船舶、机械、运输车辆	施工噪声控制	施工船舶主辅设备的固定、弹性减振、消声器和控制鸣笛等措施；选用先进的低噪声施工设备，加强保养和维护，避免运转不良的异常噪声；钢制材料装卸管理，避免碰撞和摔打噪声；合理安排施工时间，尽量安排高噪声设备错峰施工。	10	施工场界噪声参照执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，无扰民投诉	周转区、海上施工区，项目施工期	施工单位建设，建设单位监督和管理
	风机、升压站噪声	营运期噪声控制	弹性连接、阻尼材料等风机机械运行噪声源强控制措施；防止瑕疵叶片应用于本项目风机；升压站电气设备户内布置，墙体敷设吸音板。	40	风机噪声在150m左右接近海洋背景值；升压站噪声电气设备室内外声级差不低于16dB	风电场区，与风电场主体工程同步建设	建设单位监督、采购、使用和管理
	海水淡化、氢储能、海洋牧场噪声	营运期噪声控制	海水淡化装置通过采取基础减振、泵体加装外罩等措施降低噪声源强；海上氢储能装置通过低噪声设备、基础减振、泵体加装外罩等措施降噪噪声影响；海上救援平台和网箱养鱼通过强设备养护的方式，防止异常噪声。	30	噪声接近海洋噪声背景值	与平台同步设计和安装	施工单位建设，建设单位管理和维护
固体废物污染防治措施	建筑垃圾	建筑垃圾回收利用、委托清运	分类收集回收利用，不可回收利用的部分交环卫清运；滩涂海缆施工，原址淤泥质土回填覆盖，避免弃渣；工程结束后，施工单位场地清理与恢复。	10	充分回收、回用，无价值部分委托环卫部门清运填埋	周转区、围堤内电缆施工区，与工程建设同步	施工单位负责实施，建设单位监督和管理
	废油、含油废棉纱、废蓄电池	危险废物委托处置	运维船收集后转运至危废暂存间，暂存间依托岸基集控中心项目，委托资质单位盐城环弘再生资源有限公司接收处理。	20	危废资质单位接收处理危险废物暂存依托500kV 集控中心项目	海上风电场区，岸基集控中心，与工程建设同步	建设单位实施和管理
	一般固废	密封保存后委托处置	污泥、废滤膜和废滤芯、废树脂、污垢等密封保存后，由运维船转交专业单位接收处理； 废催化剂密封保存后，交给厂家回收利用。	10	一般固废去向合法合规、留存相关手续和记录，不得排放入海	海水淡化和氢储能装置，与工程建设同步	建设单位实施和管理

项目	防治/保护对象	具体内容	规模及数量	环保投资（万元）	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运营机制
电磁环境	工频电场和工频磁场	防治和减缓措施	电气设备良好接地、安装紧密牢固，避免设备采购和安装瑕疵引起的电弧、电火花放电，避免造成电磁环境影响超标。	列入工程建设费用	满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)标准	海上升压站、海缆登陆段，与工程建设同步	施工单位实施，建设单位监督、管理和使用
海洋生态保护措施	占用海域	优化施工方案、科学管理	严格控制施工作业带宽度，尽量将扰动范围控制在项目用海范围内，降低对海洋生物的影响。	列入管理费用	影响范围不扩大	海缆施工期间	建设单位审批和监督施工组织设计，施工单位实施
	吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、三场一通道	优化施工方案、科学管理	实验区内打桩施工前先用大马力渔船驱赶鱼群。 H8-1#风电场的施工应避开4月下旬~7月1日吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的特别保护期； H15#风电场的施工建设，应避开4月下旬~7月1日的小黄鱼、银鲳产卵盛期。	列入管理费用	将项目施工对小黄鱼、银鲳产卵、繁殖的影响降至最低	H8-1#和 H15#风机施工期间	建设单位审批和监督施工组织设计，施工单位实施
	东沙泥螺四角蛤种质资源保护区	优化施工方案、科学管理	H8-1#、H9#和H15#最西侧的35kV海缆、H17#最南侧的35kV海缆、穿越南北保护区间通道的11km路径长度海缆，控制射水犁的开挖速度在1m/min； 临近保护区的海缆施工，严格控制施工精度，避免误入保护区内施工。	列入管理费用	降低海缆施工时悬浮物对保护区水质的影响程度和范围	临近东沙泥螺四角蛤种质资源保护区附近的海缆施工期间	建设单位审批和监督施工组织设计，施工单位实施
	盐城湿地珍禽自然保护区实验区、黄(渤)海候鸟栖息地	优化施工方案、科学管理	近岸潮间带海缆选择退潮或低潮期、露滩施工，分段开挖分段埋设，在涨潮前完成泥土回填；浅水区无露滩条件路径约5.4km的海缆(见图9.7-1)，射水犁的开挖速度应控制在1m/min。	列入管理费用	降低海缆施工时悬浮泥沙对保护区水质的影响程度和范围	临近保护区的海缆施工期间	建设单位审批和监督施工组织设计，施工单位实施
	水下噪声减缓防治措施	打桩软启动、近水产资源保护区风机打桩时间控制	所有风电场的水下打桩采取“软启动”方式，驱使鱼类离开施工水域；科学合理地安排好打桩工作，避免返工打桩造成二次影响； 打桩时间避让措施，同“吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、三场一通道”。	列入管理费用	将项目施工对小黄鱼、银鲳产卵、繁殖的影响降至最低	水下打桩施工期间	施工单位实施，建设单位监督管理
	基础防冲刷	抛石级配石	基础采用抛石防护，以防止海底出现掏空现象。	列入工程	成分满足《围填海工程	风电场区域，与	施工单位实施，建

项目	防治/保护对象	具体内容	规模及数量	环保投资（万元）	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运营机制
		料		建设费用	填充物质成分限值》(GB 30736-2014)第一类限值	工程建设同步	设单位监督管理
	海洋生态恢复和补偿	湿地异地修复措施	在珍禽自然保护区缓冲区内，配合管理部门的“退渔还湿”工作，拟选面积不小于2.0855hm^{2}的鱼塘开展适宜鸟类栖息的湿地塑造工作	335	按照相关主管部门的要求，按时完成生态补偿与修复	建设项目影响海域，施工完成后 3 年内完成	建设单位落实，可委托专业单位
		增殖放流	大丰一般海域按照《关于印发盐城市水生生物增殖放流工作规范细则的通知》等文件的要求开展工作	350			
			吕泗渔场小黄鱼银鲳水产保护区内初步建议选取大黄鱼、曼氏无针乌贼和三疣梭子蟹	177.15			
		岸滩垃圾清理	每季度垃圾清理1次、连续3年，清理范围为竹港、川东港附近海岸带。	76.95			
		鸟类持续监测系统	红外相机、鸣声记录仪、通讯模块、存储服务器，委托专业机构识别、分类，出具报告。	80.0			
		海洋文明宣传教育	宣传片、宣传册、宣传牌等。	25.0			
		生态修复方案等	方案编制及评审，增殖放流监测和调查、效果评估，生态修复方案总体验收工作。	160.0			
鸟类保护措施	鸟类	风机页片涂色	98台风机的叶片全部涂警示色	90	增加风机叶片可见度，减少鸟撞概率	风机叶片，与风机安装同步	建设单位落实，可委托叶片厂家及护套厂家
		照明控制措施	避免夜间施工，消除施工照明对鸟类的惊扰。 海上设施的示廓灯、警示灯选择色温柔和的白色LED灯具等，减少对夜间迁徙鸟类的干扰。		降低对鸟类的干扰	风电场区域、潮间带区域，与工程建设同步	施工单位负责实施，建设单位监督、管理
		必要时的停机避让措施	如有大规模密集迁徙鸟类从场区经过，应停止运行风机，以减少鸟的撞机伤亡风险。		避让偶然出现的成群迁徙鸟类，降低撞机风险	营运期	建设单位落实
		鸟类救护和宣传教育	工作人员的宣传教育，对区域公众的宣传教育活动；营运期鸟类观察与救护，与当地野生动物保护		鸟类生境可得到一定的恢复	施工期和营运期	建设单位落实，可委托专业单位

项目	防治/保护对象	具体内容	规模及数量	环保投资（万元）	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运营机制
			机构互动。				
环境风险防范	风机、升压站油类泄漏	事故储油罐	H8-1#和H17#升压站各设置一个容积70m³的事故储油罐、H9#升压站各设置一个容积100m³的事故储油罐。	45	事故废油收集，防止溢油污染海洋	海上升压站，与主体工程建设同步	施工单位实施，建设单位使用管理
	海上氢储能平台消防尾水	消防事故池	平台三层装置区设置围堰和排水管道，平台二层设置容积18m³的消防事故池。	12	火灾爆炸等安全生产事故状态下，有效接收和存储消防尾水	海上氢储能平台，与主体工程建设同步	施工单位负责实施，建设单位使用和管理
	溢油事故防备和应急处置	自身的装备和物资	自身配备防溢油污染的装备，包括船舶堵漏器、收油机、围油栏、吸油毡或吸油棉等	70	风险事故防范和应急救援处置	运维船、升压站和救援平台	建设单位实施
		应急防备协议单位	与江苏海上国能新能源工程有限公司签订防溢油应急防备和处置协议，应急待命的人力物力	160		环评阶段已签订完成	建设单位实施
	其他风险	防撞设施等	采用防撞笼等防撞设施，风电场设现场监控系统，制定运行维护安全措施	列入工程建设费用	风险防控，防止次生环境风险	风机和升压站，与主体工程建设同步	施工单位实施，建设单位使用
环境监测	跟踪监测计划实施	海洋生态、渔业环境、海水水质、沉积物、生物生态、渔业资源监测，鸟情观测，地形、冲淤观测、废水、噪声、电磁		2061.1	按照第11章环境监测计划的时间段、点位和频次	施工期、营运期分别开展	建设单位落实
环境管理	工程环境管理	建设单位专职环境管理人员、环境管理制度		40		施工期、营运期	建设单位落实
	环境监理	采用巡视、旁站等方式进行环境监理		120		施工期	建设单位委托专业环境监理机构
	环境保护设计	工程环境保护设施的设计，包括鸟类保护、溢油风险、降噪等措施		120		初步设计阶段	建设单位委托设计单位完成
	其他	环境影响评价、突发环境事件应急预案、竣工环保验收调查等		360		按项目进度及时开展	建设单位实施和管理
合计				**4525.2**	/	/	/

10 环境经济损益分析

10.1 环保投资估算

环保专项投资主要包括环境保护、环境监测、固废处理、生态保护措施等，合计4525.2 万元，占项目总投资 105.3 亿元的 0.43%。具体详见表 10.1-1。

表 10.1-1　环境保护投资估算表

<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="2">项目</th><th>费用，万元</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>一</td><td colspan="2">生态补偿及修复措施</td><td>1204.1</td><td>不包括海洋生态跟踪监测费用</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">湿地异地修复措施</td><td>335</td><td rowspan="7">按照 9.7.3 节的方案，后续应开展编制《生态修复方案》并通过主管部门评审。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">增殖放流</td><td>大丰海域</td><td>350</td></tr>
<tr><td>吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区</td><td>177.15</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">岸滩垃圾清理</td><td>76.95</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">鸟类持续监测系统</td><td>80</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">海洋生态文明宣传教育</td><td>25</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">生态修复方案、增殖放流效果评估、生态修复总体验收等</td><td>160</td></tr>
<tr><td>二</td><td colspan="2">环境监测措施</td><td>2061.1</td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">海洋水质</td><td>132.9</td><td rowspan="9">按第 11 章环境监测计划布置点位与频次</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">海洋沉积物</td><td>13.4</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">海洋生态、生物质量、渔业资源</td><td>371.5</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">水下噪声监测</td><td>78.0</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">电磁环境监测</td><td>19.1</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">鸟类观测</td><td>207.0</td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">海水淡化装置排水</td><td>20.0</td></tr>
<tr><td>8</td><td colspan="2">局部冲淤监测</td><td>259.2</td></tr>
<tr><td>9</td><td colspan="2">地形监测</td><td>960.0</td></tr>
<tr><td>三</td><td colspan="2">环境保护设施</td><td>620.0</td><td></td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">海上生活污水、油污水、生活垃圾清运</td><td>80</td><td>污水和垃圾清运。救援平台的生活污水处理装置和污水集污箱</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">海水淡化装置排水系统</td><td>30</td><td>两套 pH 调节池、压力排水装置、标准取样口、多孔扩散器</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">施工期大气环境保护</td><td>5</td><td>场地定期洒水、清扫等</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">施工期噪声污染防治</td><td>10</td><td>减振、消声、减少鸣笛、加强养护</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">施工期建筑垃圾清运</td><td>10</td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">营运期氢储能装置的排气系统</td><td>8</td><td>制氢室、储能电池室的强制换气系统</td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">营运期噪声防治措施</td><td>70</td><td>风机设备噪声控制，升压站电气室墙面吸音板等、海上平台设备减振降噪等</td></tr>
<tr><td>6</td><td colspan="2">营运期危险废物和一般固废处理</td><td>30</td><td></td></tr>
</table>

序号	项目	费用，万元	备注
7	第三方防备待命和处置	160	按同类项目成交价估算
8	三座升压站的事故油罐	45	H8-1#和 H17#升压站各 70m^3、H9#升压站 100m^3
9	氢储能平台消防事故池	12	装置区设置围堰和排水管道、18m^3 的消防事故池
10	自身配备防溢油污染的装备	70	船舶堵漏器，升压站配备围油栏、收油机、吸油毡或吸油棉
11	鸟类保护工程措施	90	风机叶片涂刷警示色；避免夜间施工，海上设施的示廓灯、警示灯选择色温柔和的白色 LED 灯具等
四	**独立费用**	**640.0**	
1	工程环境管理费	40	
2	工程环境监理费	120	
3	工程环境保护设计	120	
4	环境影响评价、突发环境事件应急预案、竣工环保验收等相关费用	360	
合计		**4525.2**	

10.2 社会效益

本工程利用近岸海域开发风能资源，具有显著的社会效益。积极开发利用江苏省丰富的风力资源，大力发展风力发电，替代一部分矿物能源，对于降低江苏省的煤炭消耗、缓解环境污染和交通运输压力、改善电源结构等具有非常积极的意义。另外本风电场的建设能有效的促进地方经济，带动风电产业链的发展，同时通过引进、消化国外先进技术，选用国产风电机组，使我国风电机组制造能力进一步提升。

10.3 经济效益

本工程装机容量 805.6MW，设计年发电量 364263 万 kWh，年上网电量 287767 万 kWh。项目的风力发电收入计算方法如下：

发电收入＝上网电量×上网电价

上网电量是指在设计电量中扣除各项损耗、自身用电之后的电量。

根据新出台的《中华人民共和国可再生能源法》，风能发电上网电价由国务院价格主管部门根据不同类型可再生能源发电的特点和不同地区的情况，按照有利于促进可再生能源开发利用和经济合理的原则确定，并根据可再生能源开发利用技术的发展适时调整。本项目上网电价按 0.39 元/kWh 估算，因此预计项目生产期内年均产生经济效益约 112229.1 万元/a。

10.4 环境效益

风能是清洁的可再生能源，风力发电对国家调整能源结构、缓解环境污染等方面均有积极的推动作用。目前我国电力结构中，火电仍占有很大比例，比较传统的化石燃料如石油、煤炭等为原料的火电技术，风电具有污染物排放量少，生态环境影响小，环境风险低等优点。同时风电技术无需其他能源开采、钻探、加工和运输的经济成本和运行成本，有利于保护环境和推动可持续发展。

10.4.1 环境正效益

10.4.1.1 节能效益

本项目装机规模为 805.6MW，经 WAsP 风能计算软件计算，风电场设计年发电量 364263 万 kWh、年上网电量为 287767 万 kWh，等效满负荷小时数为 3488h~3610h。根据国家发改委发布的《煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平（2022 年版）》，与本项目装机容量相当的 1000MW 超超临界燃煤发电机组，基准煤耗水平为 285gce/kW•h，则本项目运行相当于火力发电每年可减少标准煤消耗约 82.01 万 t/a。

按照 2017 年至今五大电力集团签署中长期煤炭合同，电煤出矿价 535 元/t，本项目节能可产生效益超过 43877 万元/a。随着煤炭资源的日益减少，尤其是优质煤的快速消耗，风电场项目的节能效益将愈加显著。

10.4.1.2 污染物减排效益

根据国家发改委能源研究所等单位研究成果，目前国内华东区域化石燃料发电排放 CO_2 系数约为 0.8112t/MW•h。目前每 t 标煤产生的烟气量大约为 14500Nm^3（经验系数），排放浓度按目前《煤炭清洁高效利用重点领域标杆水平和基准水平（2022 年版）》（发改运行[2022]559 号）洁净达标排放行业标杆水平为烟尘浓度低于 10mg/Nm^3，SO_2 浓度低于 35mg/Nm^3，NO_x 浓度低于 50mg/Nm^3，折合后烟尘、SO_2、NO_x 排放系数分别为 0.00051、0.00073、0.00015。主要大气污染物排放水平见表 10.4-1。

表 10.4-1　化石燃料大气污染物排放系数

火力发电 CO_2 排放系数（t/MW•h）	CO_2	0.8112
火力发电大气污染物排放系数（t/tce）	SO_2	0.00051
	NO_x	0.00073
	烟尘	0.00015

本项目相比火力发电同等电量每年需排放二氧化硫（SO_2）418.25t/a，氮氧化合物（NO_x）598.67t/a，烟尘 123.02t/a，排放温室效应气体二氧化碳（CO_2）233.44 万 t/a。

对于减排 SO_2 等带来的经济价值，暂按《中华人民共和国环境保护税法》所附《环境保护税税目税额表》，应税大气污染物的污染当量数，以该污染物的排放量除以该污染物的污染当量值计算；大气污染物每污染当量税额为 1.2 元至 12 元，按最小值 1.2 元计算。SO_2 的当量值为 0.95kg，NO_x 的当量值为 0.95kg，烟尘当量值为 2.18kg。

针对减排 CO_2 所能带来的经济价值，不能仅从 CDM 收益来判断，CDM 受政策和商业因素影响较大，采用碳税法计算固定 CO_2 的经济价值更为合理，根据国际通用的瑞典碳税率，每减少排放 1t CO_2 所带来的经济效益折合人民币为 339.80 元。

据此计算，本工程大气污染物减排效益约 79458.13 万元/a，详见表 10.4-2。

表 10.4-2　大气污染物及 CO_2 减排量、生态效益

序号	污染物	减排量（t/a）	生态效益（万元/a）
1	SO_2	418.25	52.83
2	NO_X	598.67	75.62
3	烟尘	123.02	6.77
4	CO_2	233.44×10^4	79322.91
5	合计	/	79458.13

10.4.2 环境负效益

本项目风机、海上平台基础和抛石防护区永久占用海域，影响底栖生物面积为 14.9807hm^2，风机、海缆和集控中心永久占用海域，影响潮间带生物面积为 4.3320hm^2，悬沙浓度增量>100mg/L、50~100mg/L、10~50mg/L 的最大海域面积分别为 9.76km^2、16.31km^2、143.24km^2，营运期海上平台海水淡化装置抽取海水造成的鱼卵、仔鱼和浮游动物损失量。本项目的海洋生态损失合计为 1204.1 万元，具体见 7.5 节。

建设单位拟通过采取增殖放流、湿地修复、岸滩垃圾清理等措施弥补项目造成的生态损失。

10.4.3 环境经济损益综合分析

根据上述计算，本项目具有明显的环境效益，体现在减少污染物和温室气体排放量，节约能源原材料消耗等，同时能促进风力发电这一清洁能源在我国的发展，具有一定社会效益。本项目在建设和运行过程中会造成生态渔业资源方面的环境损失，但其主要发生在施工期，且可通过补偿措施进行恢复。

从环境经济损益综合分析，本项目环境效益远大于损失，环境、社会、经济效益明显。

11 环境管理与监测计划

本项目的环境管理与环境监控计划，力求通过环境监测反映和掌握施工期、营运期对周围环境的影响情况，为建设单位的环境管理提供科学依据，通过环境管理与控制保证各项环境保护措施的落实，最终达到减缓工程建设对环境的不利影响、保护项目所在地区环境质量的目的。

11.1 环境管理

11.1.1 环境管理组织机构

根据项目建设规模和环境管理的任务，施工期应设2~3名环保专职或兼职人员，负责项目建设期的环境保护工作；项目建成后应设3~4名专职环境监督人员，负责本项目的环境保护监督管理及各项环保设施的运行管理工作，跟踪监测可委托有资质的单位承担。环境保护管理机构人员的主要职责是：

（1）贯彻执行环境保护法规和标准。

（2）组织制定和修改企业的环境保护管理规章制度并负责监督执行。

（3）制定并组织实施企业环境保护规划和计划。

（4）负责整理和统计企业跟踪监测资料及日常环保档案，发现问题及时上报地方环保部门。

（5）检查企业环境保护设施的运行情况，参与增殖放流等生态保护措施项目的开展与验收，组织开展生态保护措施的总结和归档工作。

（6）组织企业突发环境事件应急保障制度的建立、应急预案的编制、应急物资的采购，监督环境风险源的运行和维护状态，参与应急救援与处置工作。

（7）组织开展企业的环保宣传工作及环保专业技术培训，用以提高全体员工环境保护意识及素质水平。

11.1.2 施工期环境管理

（1）建设单位环境管理机构及职责

建设单位应组织成立生态环境保护领导小组，具体负责和落实工程施工期环境保护管理工作，对施工期工区内的环境保护工作进行检查，协调各有关部门之间的环境保护工作，并配合地方海洋环境保护部门共同作好工区的监督和检查工作。施工期建设单位环境管理主要职责如下：

1）将环境保护措施纳入招标文件和施工承包合同；

2）审核和按时拨付环境保护工作经费；

3）对环保设施设计方案、施工方案的环境保护篇章进行审核管理；

4）委托环境监理单位开展施工期间环境监理工作；

5）监督和协调建设单位、施工单位、工程监理单位、环境监理单位及其它服务单位等所有参与建设单位的环保工作；

6）宣传并执行国家有关海洋保护法规、条例、标准，并监督参建单位执行；

7）负责监督各项环保措施的落实与执行情况，发现生态环境风险隐患立即责令参建单位采取预防和纠正措施，环保措施不合格项立即通知相关参建单位整改；

8）监督检查海洋环境保护的实施情况，监督检查海洋环境监理人员在施工现场的工作；

9）负责施工期环境跟踪监测计划的实施，可委托相关海洋环境监测机构，按照有关监测技术规范进行环境监测，定期对监测数据和报告进行分析，发现问题及时处理和上报；

10）处理因工程实施而引起的环境污染事故和纠纷及向上级有关部门汇报。

（2）施工单位环境管理机构及职责

施工单位应全面执行建设单位的环境保护管理要求，设立环境保护工作组，配备2~3名专职环保工作人员，具体负责工程设计文件、环境影响报告书及其批复、工程合同中的各项环保措施的落实。确保建设单位支付的环保措施经费专款专用，接受建设单位、监理单位、政府管理部门对环保工作的监督和指导。主要包括一下工作内容：

1）按照环评报告的要求合理安排施工时间、方式，确保将规划实施建设对周围环境的影响减到最小，同时要做好施工人员卫生防疫工作；

2）积极配合环境监理人员在施工现场跟踪监控管理工作，主动落实环保设施设置与建设使用；

3）接受江苏省各级生态环境主管部门的指导和监督，以便更好地履行职责；

4）协助处理因工程建设所产生的环境问题而引起的各种投诉，纠正施工中影响海洋环境的工程行为；

5）出现情况及时向建设单位，直至向海洋生态环境行政主管部门汇报；

6）保存施工期环保设施和措施落实情况的相关台账、图片和视频，环境验收时移交建设单位；

7）针对施工过程可能发生的突发环境事件编制综合性应急预案并演练，对突发环境事件进行应急处置；

8）定期向建设单位、监理单位汇报承包合同中环保条款的执行情况。

（3）监理单位环境管理机构及职责

监理单位受建设单位委托，在建设单位授权范围内开展施工期间环境保护监理工作，按照国家和地方有关环境保护法律法规、政策法令、标准以及环境影响报告书、环境保护设计文件和合同、标书中的有关内容对施工期环境保护工作进行监理，制定具体监理方案，确保落实各项环境保护措施、工程实施进度和质量。施工监理单位主要职责如下：

1）编制环境监理实施细则，确定环境监理项目和内容；

2）对施工单位进行监理，防止和减轻由施工活动引起的环境污染；

3）全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施情况和效果，及时处理和解决施工中出现的环境污染事件；

4）负责落实环境监测计划的实施，审核有关环境报表，根据监测结果，对施工及管理提出相应要求，尽量减少施工给环境带来的不利影响；

5）作好监理记录及监理报告，组织质量评定，参与竣工验收。

（4）设计单位

根据国家法律法规、海洋环境保护主管部门要求、环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工单位。

11.1.3 营运期期环境管理

项目建成后，建设单位应按照省、市生态环境局的要求加强对企业的环境管理，建立健全的企业环保监督和管理制度。工程营运期建设单位环境管理重点任务包括：

（1）建立相关环境管理制度，如教育培训制度、环保设施管理、监控制度、环境管理台账制度、环保奖惩制度、环保信息公开制度、报告制度等；

（2）落实本报告及批复要求的各项环境保护措施及跟踪监测计划，实施并完成生态修复；

（3）检查监督环保设备、污染治理装置、安全消防措施的运行管理情况，负责处理各类污染事故以及相应的应急方案；

（4）负责企业环保安全管理教育和培训；

（5）建立和保存相关台账；

（6）落实、检查环保设施的运行状况，配合当地环保部门做好环境管理、验收、监督和检查工作；

（7）项目生产期结束后，做好项目拆除施工的环境保护工作，对拆除造成的环境影响进行必要的修复措施，确保风机拆除不会对海域利用造成影响。

（8）项目生产期结束后，需要对海上风电场规模、风机装备、海上平台装备做出调整、改造等继续使用的，应重新开展环境影响评价。

11.2 环境监理

工程施工期应实施环境监理制度，以便对各项环保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染和生态破坏事件。

11.2.1 环境监理工作方式

根据工程规模，建议施工期环境保护监理部门设专职环境监理工程师 3~4 人，总环境监理工程师 1 人。

环境监理人员采用定期巡视方式，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理随时检查各项环境监测数据，现场巡视发现问题后，立即要求参建单位限期治理，并公文函件确认。对于限期整改处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要发送参建单位。

11.2.2 工作范围及职责

施工环境监理的工作范围包括施工区及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。施工环境监理的主要职责为：

（1）依照国家环境保护法律、法规及标准要求，以经过审批的工程环境影响报告书、环境保护设计及施工合同中环境保护相关条款为依据，监督、检查参建单位或环保措施实施单位对施工区环保措施的实施进度、质量及效果。

（2）指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

（3）根据实际情况，就参建单位提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求。

（4）审查参建单位提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。

（5）加强现场的监控，重点监督检查船舶含油废水、其它生产生活污废水收集

和处理系统的施工质量、运行情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

（6）对参建单位施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定。

11.2.3 环境监理工作制度

环境监理工程师根据工作情况作出监理记录；每季编制环境监理季报，每年编制一份环境保护工作总结报告，进行阶段性总结。

11.3 环境监测计划

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）、《海上风电工程环境影响评价技术规范》、《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，以及《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》（自然资办函[2022]640 号）要求的："海洋环境跟踪调查站位设置、数量、监测方法等原则上均需与本底调查保持一致"。本项目现状调查 30~31 个站位，鉴于项目与江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区 6 和实验区(东沙)较近，因此考虑在上述两个保护区内各增加一个站位。

综上，本项目设置海洋水质监测站位 33 个、海洋沉积物监测站位 19 个、海洋生态及渔业资源监测站位 21 个、潮间带监测断面 3 条 A~C、施工期悬浮物监测断面点 12 处…以及施工期和营运期的污水、水下噪声、电磁环境监测等内容。

海洋环境跟踪监测站位设置见表 11.3-1，环境监测计划一览表见表 11.3-2。

表 11.3-1　海洋环境调查站位表

跟踪监测站	对应的现状调查站	监测项目
1	DF1	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
2	DF2	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
3	DF3	水质
4	DF4	水质、生态、渔业资源、生物质量
5	DF5	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
6	DF6	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
7	DF7	水质
8	DF8	水质
9	DF9	水质
10	DF10	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
11	DF11	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
12	DF12	水质
13	DF13	水质
14	DF14	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
15	DF15	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
16	DF16	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
17	DF17	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量

跟踪监测站	对应的现状调查站	监测项目
18	DF18	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
19	DF19	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
20	DF20	水质、生态、渔业资源、生物质量
21	DF21	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
22	DF22	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
23	DF23	水质
24	DF24	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
25	DF25	水质
26	DF26	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
27	DF27	水质
28	DF28	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
29	DF29	水质
30	DF30	水质
31	DF31	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
32	无	水质
33	无	水质、生态、沉积物、渔业资源、生物质量
A~C	A~C	潮间带生物
S_{1-4}、$S_{a\sim d}$、$S_{I\sim IV}$	无	临近珍禽保护区和黄渤海候鸟栖息地、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区之间通道处、吕泗渔场小黄鱼银鲳保护区的悬浮物浓度

表11.3-2　环境监测计划一览表

时段	监测内容	监测站数量，个	监测时间、频次	监测项目	监测点位（表 11.3-1 的点位）
施工期	海水水质	33	施工高峰期春、秋两季各监测 1 次	pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、石油类、活性磷酸盐、无机氮、砷、重金属	1~33
	海水水质	12	临近保护区的海缆施工时监测 1 次	悬浮物	海缆施工线位外 100m、200m、300m、500m 处
	海洋沉积物	19	施工高峰期春季，监测 1 次	水深、有机碳、硫化物、石油类、砷、重金属	1、2、5、6、10、11、14、15、16、17、18、19、21、22、24、26、28、31、33
	海洋生态	24（含潮间带 3 个）	施工高峰年的春、秋两季各测 1 次	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物	1、2、4、5、6、10、11、14、15、16、17、18、19、20、21、22、24、26、28、31、33、A、B、C
	生物质量	21	施工高峰年的春、秋两季各测 1 次	贝类、鱼类的砷、重金属、石油烃	1、2、4、5、6、10、11、14、15、16、17、18、19、20、21、22、24、26、28、31、33
	渔业资源	21	施工高峰年的春、秋两季各测 1 次	鱼卵和仔鱼、渔获物种	
	水下噪声	15	施工高峰年监测 1 次	水下噪声频带声压级、水下噪声声压谱[密度]	①H8-1#东侧保护区内、距打桩风机 100m、250m、500m、2km、4km 共 5 处； ②H9#西侧、距打桩升压站 100m、250m、500m、2km、4km 共 5 处；

时段	监测内容	监测站数量，个	监测时间、频次	监测项目	监测点位（表 11.3-1 的点位）
					③H15#南侧、距打桩风机 100m、250m、500m、2km、4km 共 5 处。
	鸟类	/	施工高峰年连续完整的四个季节	鸟类种类和数量	风电场区域，沿海湿地区域，与现状调查样线保持一致
营运期	海水水质	33	营运期第一年春、秋两季各 1 次；运行三年后春、秋两季各 1 次	pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、石油类、活性磷酸盐、无机氮、砷、重金属	1~33
	海洋沉积物	19	营运期第一年春季 1 次；运行三年后春季 1 次	水深、有机碳、硫化物、石油类、砷、重金属	1、2、5、6、10、11、14、15、16、17、18、19、21、22、24、26、28、31、33
	海洋生态	24（含潮间带 3 个）	营运期第一年春、秋两季各 1 次；运行三年后春、秋两季各 1 次	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物	1、2、4、5、6、10、11、14、15、16、17、18、19、20、21、22、24、26、28、31、33、A、B、C
	生物质量	21	营运期第一年春、秋两季各 1 次；运行三年后春、秋两季各 1 次	贝类、鱼类的砷、重金属、石油烃	1、2、4、5、6、10、11、14、15、16、17、18、19、20、21、22、24、26、28、31、33
	渔业资源	21	营运期第一年春、秋两季各 1 次；运行三年后春、秋两季各 1 次	鱼卵和仔鱼、渔获物种	
	生活污水	/	依托岸基集控中心项目监测计划	COD、SS、氨氮、总磷	/
	海水淡化装置废水	2	营运期每季度 1 次，取样后送检	pH、盐度、SS、铁、铝、铜、铬、镍、总磷	海水淡化装置排水管道上设取样口
	水下噪声	20	验收时监测 1 次	水下噪声频带声压级、水下噪声声压谱[密度]	距四座风电场边界风机各 100m、250m、500m、2km、4km 处进行监测
	鸟类	/	运行初期 5 年内，前 2 年每年每季 1 次，后三年根据跟踪监测情况适时调整	鸟类种类和数量；记录鸟类撞击和致死情况。	风电场区域，沿海湿地区域，，与现状调查样线的位置和长度保持一致
	电磁环境	26	验收时监测 1 次	工频电场、工频磁场	
	局部冲淤	/	运行期每年监测 1 次，直至冲淤平衡	淤深(厚)度、冲淤坑(包)直径	风电场桩基附近
	地形	/	运行期首年监测 1 次，第五年监测 1 次	工程外扩边界 2km 的海域测量比例按照 1：5000；2km-15km 的海域，测量图比例尺按照 1：10000。	

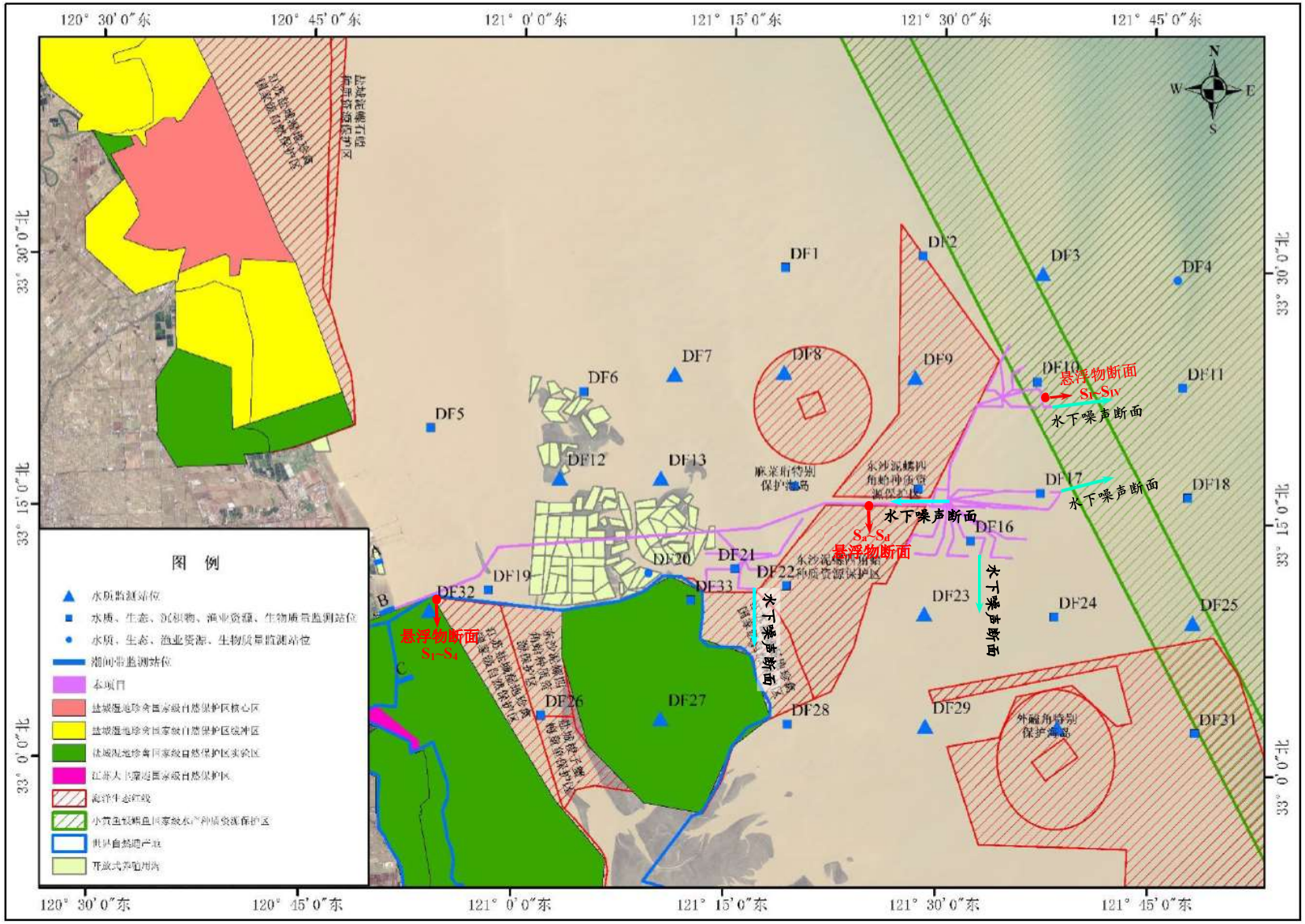

图 11.3-1　环境跟踪监测计划点位示意图

11.4 污染物排放清单

项目采取的环保措施及相关参数一览表详见 8.10 节“表 8.10-1”，项目运营期污染物排放包括运维人员生活污水、生活垃圾、运维船舶尾气、以及风电场运维产生的废矿物油和铅酸蓄电池等，详见下表。

表 11.4-1　项目营运期污染物排放清单

类别	污染源	主要参数 废水量 m^3/a	污染物	浓度 mg/L	产生量 t/a	排放量 t/a	执行标准	污染防治措施	备注
废水	生活污水	9.9	COD	300	2.97	/	《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）	取得《海上船舶防止生活污水污染证书》	交专业单位定期接收处理
			BOD_5	200	1.98	/			
			NH_3-N	40	0.40	/			
			TN	50	0.50	/			
			TP	5	0.05	/			
			SS	250	2.48	/			
	运维船机舱油污水	0.42	石油类	11000	4.62	/	《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》和《73/78 防污公约》	取得《海上船舶防止油污证书》	
	海水淡化装置排水	525.5	盐度	45000	23.65	/	/	平台下方设置浓盐水储罐暂存	
			SS	50	0.19	/			
废气	海上运维船舶尾气	/	SO_2	/	2.66kg/h	2.66kg/h	《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》	取得《海上船舶防止空气污染证书》	大气扩散
			NO_x	/	2.18kg/h	2.18kg/h			
			CO	/	7.42kg/h	7.42kg/h			
类别	**污染源**	**污染物**		**废物代码**	**产生量 t/a**	**排放量 t/a**	**执行标准**	**污染防治措施**	**备注**
固废	运行维护人员	生活垃圾		/	12.81	/	/	船上垃圾桶暂存	交专业单位接收处理
	风电场运维	废矿物油物 HW08		900-217-08	3.1	/	《危险废物贮存污染控制标准》	依托岸基集控中心的危废暂存间	盐城环弘再生资源有限公司接收
		废含油棉纱 HW08		900-249-08	0.079	/			

		含铅废电池 HW31	900-052-31	0.20	/	（GB18597-2023）		处置
	海上平台海水淡化装置	过滤器污泥	900-999-99	0.24	/	/	密封保存后，由运维船转交专业单位接收处理；废催化剂密封保存后，交给厂家回收利用	
		废滤膜、滤芯	900-999-99	0.18	/	/		
	海上平台氢储能装置	废催化剂	261-001-54	1.2	/	/		
		废树脂	261-999-99	0.1	/	/		
		污垢	261-999-99	0.02	/	/		

12 环境影响评价结论及建议

12.1 工程分析结论

（1）工程位置和建设规模

三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目位于盐城市大丰区东北海域，辐射沙洲东沙以东、毛竹沙北侧海域，场区中心点离岸约 47~80km，总规划装机容量 805.6MW，风电场设计年发电量 364263 万 kWh，年上网电量 287767 万 kWh，等效满负荷小时数为 3488h~3610h。

（2）工程建设和评价内容

工程内容包括 98 台风电机组，风电场内 35kV 海底集电电缆 169.56km，3 座 220kV 海上升压站、220kV 送出海缆 190.33km。创新融合项目建设内容包括海上氢储能平台、海水淡化装置、海上救援平台和海洋牧场（网箱养鱼）。

项目配套的 500kV 集控中心工程另行开展环境影响评价，不在本报告评价范围内。

（3）工程用海

工程总用海总面积为 829.3683 公顷，本报告中的风电场、海上平台、海缆和围堤内电缆沟用海 826.7784 公顷，另行开展环评的 500kV 集控中心工程用海 2.5899 公顷。

12.2 环境现状调查与评价结论

12.2.1 水文动力环境现状

本项目风电场区及其周边水域潮流运动形式以往复流为主，全水域平均涨、落潮流差异不大。各测站涨落潮流主要呈北-南向，涨潮流主要为偏南向，落潮流主要为偏北向；运动形式以往复流为主，海流流向主要沿着水槽和水道的方向。春季全水域大潮平均最大流速为 1.27m/s，秋季水全水域大潮平均最大流速为 1.37m/s。

12.2.2 地形地貌与冲淤环境现状

H8-1#、H9#、H15#风电场位于毛竹沙的最北端，其东西两侧为草米树洋和陈家坞两大辐射沙洲深槽，H17#风电场位于泥螺珩、麻菜珩之间海域，小北槽从场区中间穿越。H8-1#风电场区水深 9~21m，水下地形为西高东低；H9#、H15#风电场区水深 6~19m，水下地形为西高东低；H17#风电场区水深 3~15m，水下地形为中间低两侧高。

H8-1#风电场区西侧受毛竹沙西摆影响呈现淤积态势，东侧受草米树洋西槽西摆影响呈冲刷态势；H9#受草米树洋深槽西摆影响，场区内冲刷主要集中在东侧，冲刷

幅度较大；H15#受陈家坞槽南段东摆、草米树洋深槽西摆影响，东西两侧存在冲刷，但冲刷主要集中在东侧；H17#风电场区冲淤较为复杂，西部冲刷、中部淤积、中东部冲刷。本项目海缆穿越辐射沙脊群，海床变化活跃，槽脊变动频繁，主要冲刷区域集中在西洋东槽、东沙北部、小夹槽等深槽区域。

12.2.3 海水水质现状

根据 2021 年春季和 2023 年秋季的监测结果，区域海洋水质中 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、铜、锌、镉、铬、汞、砷和挥发酚指标，均满足海水水质第一类标准要求；2021 年春季铅有 1 个站位满足第二类标准、活性磷酸盐 12 个站位满足第二类标准、无机氮为第二类~劣四类标准；2023 年秋季铅有 3 个站位满足第二类标准、活性磷酸盐 4 个站位满足第二类标准、无机氮 21 个站位满足第一类标准、9 个站位满足二类~三类标准。

12.2.4 海洋沉积物环境质量现状

根据 2021 年春季的调查结果，海域沉积物环境中有机碳、硫化物、油类、铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷因子均符合海洋沉积物质量标准第一类标准，区域海洋沉积物环境质量现状良好。

12.2.5 海洋生态环境现状

（1）海洋生物质量

鱼类和甲壳类生物质量铜、锌、铅、镉、总汞指标均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的评价标准，砷、铬和石油烃含量符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）的生物残留标准。贝类生物质量总体符合《海洋生物质量》（GB 18421-2001）生物质量第一类标准，个别站位符合二类标准。

（2）海洋生态环境

春季调查海域初级生产力平均值为 11.4mgC/(m^2·d)，共鉴定出浮游植物 3 门 42 属 71 种、浮游动物 9 大类 24 种、底栖生物 5 大类 34 种、潮间带生物 16 种。

秋季调查海域初级生产力平均值为 7.93mgC/(m^2·d)，共鉴定出浮游植物 5 门 90 种、浮游动物 12 大类 38 种、底栖生物 6 大类 37 种、潮间带生物 21 种。

12.2.6 渔业资源现状

春季调查共鉴定鱼卵 2 种，隶属于 2 目 2 科，鉴定仔鱼 3 种，隶属于 2 目 3 科。共鉴定渔业资源 50 种，渔业资源平均重量密度为 411.55kg/km^2。

秋季调查共鉴定仔鱼 3 种，隶属于 3 目 3 科，未发现鱼卵。共鉴定渔业资源 65 种，渔业资源平均重量密度为 380.12kg/km^2。

12.2.7 鸟类及其生境现状

2020 年 10 月至 2021 年 8 月完成了连续四季的鸟类现状调查，陆域各季节调查 2 次，海域各季节调查 1 次，共记录到鸟类 17 目 45 科 92 属 155 种，总计数量 7.9 万余只次。其中陆域记录到 15 目 43 科 90 属 152 种，海域记录到 6 目 10 科 19 种。列入国家重点保护野生动物名录一级保护的鸟类 3 种，国家二级保护鸟类 17 种，江苏省重点保护鸟类 83 种，世界自然保护联盟濒危物种红色名录鸟类 31 种。无论是鸟类种类还是数量，鸟类分布都集中在陆域沿海岸线，风电场项目所在海域，种类非常少，数量也非常少。

鸟类生境主要集中在围区内和堤外滩涂湿地，包括水产养殖区域、未开发利用的区域，涂面比较宽或者大堤向陆弯进去的区域往往有互花米草植被分布。现状生境调查的部分样线位于江苏盐城湿地珍禽保护区缓冲区 2、实验区 6 和实验区(东沙)内，调查兼顾了项目评价范围内保护区内、外的鸟类主要栖息地，具有很好的代表性。

12.2.8 声环境质量现状

2022 年 5 月测试海域海洋水下噪声总声级在 103.7dB~135.0dB（20Hz~20kHz）之间，峰值声压级在 142.6dB~149.3dB 之间。该海域海洋环境背景噪声的谱级变化较平稳，总体随频率的增加而下降，随深度变化不大。20Hz~20kHz 频带内的总声级约在 130dB 范围变动。

2022 年 5 月测试海域海洋水上噪声等效连续 A 声级主要分布在 32.6dB(A)~59.9dB(A)之间。

12.2.9 电磁环境现状

2022 年 4 月 21 日和 2023 年 6 月 12 日对集控中心和围堤内电缆交叉处等特征点位进行了监测。两次监测结果表明，岸基集控中心和电缆沟所在区域工频电场强度在 13.58~1627.9V/m 之间，工频磁感应强度在 0.0150~1.3302μT 之间，均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)标准。

12.3 环境影响预测分析与评价结论

12.3.1 水文动力环境影响

（1）根据工程海域流场及流矢对比结果分析，风机桩基产生的局部阻水和绕流

作用仅出现于桩基周边局部海域，工程区附近整体流态与工程前基本一致，工程建设对海域流场及流态影响甚微。

（2）工程前后对比分析表明，桩基对水流的影响仅局限于风电桩基附近海域，对流速的影响大部分是不连续的，没有形成连片效应，不会产生区域累积影响。

12.3.2 地形地貌与冲淤环境影响

（1）风电桩基的迎水面（涨、落潮方向），存在一定的淤积，淤积分布大部分是不连续的，局限于桩基附近，不会引起工程海域滩面整体性大幅冲淤变化。在垂直涨落潮方向桩基的两侧，存在小范围局部的冲刷的现象。

（2）工程达到冲淤平衡后，工程引起的冲淤积变化强度主要分布于 0.1m~0.5m，整个风电场区以淤积为主，预计幅度大于 0.5m 的范围主要集中于工程周边 0.6km 的范围内。

12.3.3 海洋水质环境影响

（1）施工悬浮物浓度增量>10mg/L 的范围扩散至东沙泥螺四角蛤种质资源保护区、吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区、江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区、中国黄（渤）海候鸟栖息地（一期）自然遗产地四处保护区内，受影响面积分别为 0.05km^2、1.47km^2、1.38km^2、0.13km^2，海水短期内无法维持一类水质标准。

（2）施工期和营运期污废水均得到有效收集处置，不会对周边海域水质产生明显影响。

（3）海水淡化装置的浓盐水和反洗水，贮存在平台下方的浓盐水储罐中，定期由运维船清运、交给第三方船务公司接收处理，不排入大海。

12.3.4 海洋沉积物环境影响

项目施工期的污染物均得到有效处置，不排海；运营期小型海水淡化装置对排口附近的表层海水产生轻微影响，不会影响海洋沉积物环境，救援平台下方的小规模网箱养鱼活动，对海洋沉积物环境的影响较小。

12.3.5 海洋生态影响

经过测算，项目造成海洋生物损失的补偿金为 1204.1 万元（包含保护区内损失 177.15 万元、保护区外损失 1026.94 万元）。建设单位通过增殖放流、占用湿地的异地修复、海洋生态环境监测等生态修复与补偿措施，弥补工程对海洋生物资源的影响。

12.3.6 水下噪声影响

（1）风机单桩基础打桩施工，在离桩基 287m 处，打桩产生的水下脉冲噪声将达到 183dB，长时间暴露于此噪声下可能会使得大黄鱼听力受到损害，受到致死致伤的影响，或受噪声影响后不摄食而死亡，在离桩基 6813m 处，打桩所产生的水下噪声将达到 150dB，对大黄鱼幼鱼听力影响不明显。

（2）营运期类比风电场水下噪声全频段累积声压级表明，风机低频噪声主要集中在基础周边、集中在海水表层，对海域整体水下声环境影响不大。

12.3.7 水上噪声影响

本工程风电场址声环境评价范围内无声环境敏感目标分布，海上风浪噪声背景值较大，运行噪声限于风机和升压站周边，不会对区域声环境质量产生明显不利影响。

12.3.8 电磁环境影响

（1）经预测与类比分析，本项目 220kV 海上升压站、海底电缆营运期产生的工频电场强度和工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)要求；

（2）项目营运期间，海底电缆在绝缘层和铠装层、上部沉积物覆盖的屏蔽下，产生的工频电场、工频磁感应强度远小于相关研究实验条件下对鱼类、贝类施加的影响值，不会对海洋动物产生明显影响。

12.3.9 对鸟类的影响

基于现有观测数据和资料，本项目海上风电场处于东亚—澳大利西亚候鸟迁飞区，鸟类迁飞停栖的主要区域为海岸线附近，四个规划场址建设区距海岸 47~80km，不是迁徙期鸟类迁徙所经过主要路线的中间、也不是迁徙鸟类停歇、觅食的主要区域，对鸟类迁徙路线存在一定的阻隔影响，但从江苏沿海已建风电场来看，本项目的实施对鸟类影响处于可接受范围内。

12.3.10 工程建设对海洋开发活动的影响

（1）项目三回 220kV 海缆占用开放性养殖用海 16 宗、占用面积共计 121.2854hm^2，海缆施工造成悬浮泥沙增量>10mg/L 的扩散范围内的养殖用海共 23 宗，影响面积共计约 2482.5047hm^2，施工悬浮泥沙影响范围内的紫菜、贝类养殖活动将受到一定影响，海缆永久占用的养殖海域将无法开展养殖活动，应进行用海变更和经济补偿措施。

（2）项目风电场场区与规划场址相同，已与周边各风电场间留有安全距离，不会影响已建风电场的正常运行。项目海缆在海上与其他风电场海缆有 2 处以上越形式

交越，围堤内电缆与其他风电场电缆沟的交越分别采取栈桥上跨、顶管下穿的方式交越，海缆交越施工均有成熟的施工工艺，在合理组织、科学施工的前提下，可以保证已建海缆的运行不受项目建设影响。

（3）项目海缆距大丰港规划水域约 1.5km，不会对大丰港的用海产生影响。海缆采用堤顶敷设电缆沟的方式通过海堤，不破坏堤坝结构、可以保证现状海堤的安全性不受影响。

12.3.11 工程建设对环境敏感区的影响

（1）吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区。

项目占用保护区实验区面积较小，通过制定科学的施工计划、避让保护鱼类的产卵盛期，并通过采取保护区内、外增殖放流等生态修复措施，本项目的建设对吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的影响是可以接受的。

（2）江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区和中国黄（渤）海候鸟栖息地 YS-1。

悬浮泥沙在实验区 6 的影响面积为 1.38km^2、最大影响浓度为 192.01mg/L，在世界遗产地的影响面积为 0.13km^2、最大影响浓度为 48.92mg/L。预计该段海缆敷设工期为 7 天，在此期间内保护区实验区的北侧局部海域的水质将不能维持一类标准，在泥沙的影响下鱼类会产生趋避行为、并短期内降低水体透光率，进而对海洋初级生产力、鱼类等产生短期影响。同时通过采取控制两栖式挖掘机作业范围、避免夜间施工的情况下，项目施工对保护区水生生物的生境及鸟类觅食影响降至最低。

（4）东沙泥螺四角蛤种质资源保护区。

悬浮泥沙对保护区影响范围合计 0.05km^2，最大影响浓度为 13.53mg/L。施工期部分海域的水质将不能维持一类标准，并短期内降低水体透光率，但对生活在海底泥面中的保护物种泥螺不会产生明显影响。

（5）麻菜珩特别保护海岛。项目建设引起的水动力变化、地形冲淤变化集中于风机桩基附近，悬浮泥沙扩散集中于电缆沿线，不会对距离较远的麻菜珩特别保护海岛、麻菜珩领海基点保护区产生不利影响。

12.3.12 其它环境影响

（1）大气环境影响

海上施工区无大气环境敏感目标，各类施工机械、船舶等交通工具的发动机尾气不会对项目海域大气环境产生明显不利影响。

营运期间无生产废气产生，柴油发电机采用合格的轻柴油作燃料，仅在供电中断时启用，使用时间短，废气量较小，不会对周围大气环境质量产生明显影响。

（2）固体废物环境影响

生活垃圾、建筑垃圾均委托环卫部门清运。运营期海水淡化装置产生的废污泥、废滤膜和废滤芯，氢储能装置产生的废树脂、废催化剂等一般固废，废催化剂由运维船转运至生产厂家回收，其余均交给第三方专业单位接收处理。

废油、废含油棉纱、废蓄电池等危险废物，委托资质单位盐城环弘再生资源有限公司接收处理。

12.4 环境风险分析与评价结论

工程主要环境风险包括施工期施工船舶碰撞溢油事故、风机桩基失稳内部油料泄漏、海上升压站事故溢油、海底线缆及风机基础泥沙冲刷掏空、台风与风暴潮风险。针对可能发生的环境事故，本报告提出了相应的事故防范措施，建设单位通过制定应急管理体系和应急预案、配备应急装备物资，并且与江苏海上国能新能源工程有限公司签订了海上溢油应急防备和处置协议，处理海上溢油突发环境事件。

严格采取各项风险防范措施及完善应急预案前提下，本项目环境事故的发生概率较低、环境风险是可防控的。

12.5 环境保护对策措施

12.5.1 水污染防治措施

（1）施工期污废水均得到有效处置，交专业单位接收处理。

（2）营运期海上平台工作人员生活污水通过预处理后、暂存于 10m^3 集污箱中，运维船舶定期接收至船上的生活污水舱，转交专业单位接收处理。

（3）海水淡化装置的浓盐水和反洗水，通过平台下方的 12m^3 浓盐水储罐贮存后，定期又运维船交专业单位接收处理。

12.5.2 大气环境保护措施

加强施工船只管理，避免施工区域船舶拥堵，避免加剧噪声和废气等污染物产生。岸上场地定期清扫、洒水，临时道路也应经常洒水和清扫，避免行车时产生大量扬尘。

营运船舶尾气排放应符合国家标准，加强保养和维护，防止尾气污染。海上升压站的柴油发电机组，应采用轻柴油作燃料，并确保发电机仅在正常供电中断时启动。

12.5.3 噪声污染防治措施

为降低风机结构噪声，建议可在机舱内表面贴附阻尼材料；为降低风机空气动力噪声，应严控封风机扇叶的质量。

海上升压站电气设备采用户内布置，同时选用先进的低噪声变压器，主变压器与底座之间衬隔振垫，室内墙体敷设铝合金吸音板。

海上平台装置通过采取基础减振、泵体加装外罩等措施可有效降低噪声源强，通过强设备养护的方式，防止异常噪声。

12.5.4 固体废物污染防治措施

海上生活垃圾委托专业单位接收处理；建筑垃圾由施工单位负责及时清理处置。滩涂海缆施工，采用原址淤泥质土进行回填覆盖，避免弃渣。

危险废物委托资质单位盐城环弘再生资源有限公司处理。危险废物暂存依托 500kV 岸基集控中心工程，该集控中心配套建设面积 57.5m^2 的危险废物暂存库。

一般固废中废催化剂密封保存后交厂家回收，其余一般固废密封保存后由运维船转交专业单位接收处理。

12.5.5 电磁环境影响防治措施

安装高压设备时，应减少设备及其连接电路相互间接触不良而产生的火花放电；对电力线路的绝缘子和金属，要求绝缘子表面保持清洁和不积污，金属间保持良好的连接，防止和避免间隙性放电。对升压站设备的金属附件要合理设计外形和尺寸，避免出现高电位梯度点；使用合理的几何形状和材料的绝缘子及其保护装置，控制绝缘子的表面放电。各电压等级的配电装置 GIS 设备采用封闭式母线，对裸露电气设备采取设置安全遮拦或金属栅网等屏蔽措施。

12.5.6 海洋生态保护措施

（1）打桩施工前先用大马力渔船驱赶鱼群，留出足够的时间让鱼群游离。风机打桩应采用软启动方式、尽量采用液压锤、以低锤密击的方式打桩，对石首科鱼类、小黄鱼幼鱼起到驱赶作用，降低水下噪声对鱼类听力的损害影响。

（2）H8-1#风电场的施工应避开 4 月下旬~7 月 1 日吕泗渔场小黄鱼银鲳国家级水产种质资源保护区的特别保护期；H15#风电场的施工应避开 4 月下旬~7 月 1 日的小黄鱼、银鲳产卵盛期。

（3）在江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区实验区 6、中国黄（渤）海候鸟栖息

地、东沙泥螺四角蛤种质资源保护区附近的海缆施工，应尽量选择落潮时进行，在涨潮前完成泥土回填，无露滩条件的海应控制射水犁的开挖速度在 1m/min。

（4）本项目永久占用一般湿地 2.0855hm^2，根据“占补平衡”的原则，拟在盐城湿地珍禽国家级自然保护区缓冲区内的选择面积不小于 2.0855hm^2 的鱼塘开展退渔还湿、生态湿地建设活动，以补偿项目的湿地占用生态影响。

12.5.7 鸟类保护措施

（1）施工期

分区域分时段施工，避免多点零散施工、避免夜间施工。强对施工人员的环保教育，提高其对鸟类尤其是珍稀保护级鸟类的保护意识，严禁捕杀。

（2）营运期

风机叶片选用整体白色、红色叶尖的警示色。海上设施的示廓灯、警示灯，选择对鸟类影响较小的色温柔和的白色 LED 灯。

风电场运行过程中要密切观测候鸟动向，如遇大规模密集的迁徙鸟类从场区经过的，应采取停机避让措施，以减少鸟的撞机伤亡风险。建设单位有条件时组织人员开展沿海滩涂的垃圾清理的公益活动，减少随着海水涨落潮冲上岸滩的垃圾对鸟类健康的影响，鸟类集中分布地尤其是水鸟集中栖息地设置标志牌，并开展鸟类保护培训教育，及时救助受伤鸟类。

12.6 环境管理与监测计划

报告对工程的环境管理和环境监理的机构设置、人员配备、环保措施落实保障制度等进行设置，可对工程环境保护措施落实情况起到了有效监管的目的。同时，针对施工和营运期环境影响特点，制定了施工期、试运行期和营运初期的环境监测计划，监测内容有海水水质、沉积物、海洋生态、生物质量和渔业资源，以及水上水下噪声、鸟类、电磁环境等，可有效地掌握施工区环境质量状况，为环境管理决策提供了有效的依据，环境管理和监测计划可行。

12.7 公众参与

本次公众参与采用互联网公示、报纸公示的方式进行，于 2022 年 4 月 26 日进行了首次网络公示、2022 年 6 月 17 日进行了征求意见稿的公示，于 2022 年 6 月 23 日和 2022 年 6 月 25 日两次在大丰日报报纸上进行了项目信息登报公示。

在互联网公示、登报公示期间，建设单位、环评单位均未收到公众意见反馈。

12.8 综合评价结论与建议

12.8.1 评价结论

三峡能源江苏大丰 800MW 海上风电项目属于国家《产业结构调整指导目录》中鼓励类项目，符合《“十四五”可再生能源发展规划》《“十四五”现代能源体系规划》《江苏省海上风电场工程规划（2012-2020 年）修编》《盐城市“十四五”新能源产业发展规划》《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》《海上风电开发建设管理办法》等产业政策。

项目符合《江苏省国土空间规划（2021-2035）》《盐城市国土空间总体规划（2021-2035）》《江苏省生态空间管控区域规划》《盐城港总体规划》、符合“三区三线”划定成果、符合“三线一单”管控要求。风电场区占用《江苏省近岸海域环境功能区划》中的一类功能区，区划调整报告已经上报，正在办理调整。

项目建设会对项目海域生态环境和鸟类造成一定影响，对海域渔业资源造成一定损失，并存在溢油事故环境风险，但可通过采取污染防治措施、生态修复补偿措施和风险防范措施等环境保护措施予以减轻。在严格实落实本报告提出的各项污染防治、生态保护与补偿措施和风险防范措施，加强监督管理、跟踪监测的前提下，从环境保护角度看，项目建设是可行的。

12.8.2 建议

为切实了解项目实施对小黄鱼、银鲳、泥螺和四角蛤等海洋生物的影响，建议项目施工及营运期应加强与周边保护区管理部门的联系，实施动态观测保护，并尽快开展增殖放流等生态修复及保护措施。