

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址 一期 450MW 项目竣工环境保护验收调查报告



建设单位：国电投（乳山）海上风电有限公司

调查单位：江苏润环环境科技有限公司

二〇二四年四月

建设单位法人代表：陈立志

调查单位法人代表：朱忠湛

项目负责人：朱志国

报告编制人员：薛佳旺、朱艳秋

主要编制人员			
姓名	职称	职责	签名
薛佳旺	中级工程师	报告编制	
朱艳秋	助理工程师	报告编制	
张龙强	高级工程师	报告审核	

建设单位： 国电投（乳山）海上风电有限公司（盖章）	编制单位： 江苏润环环境科技有限公司（盖章）
电 话： 0631-6750988	电 话： 025-85608162
传 真： /	传 真： 025-85608188
邮 编： 264500	邮 编： 210009
地 址： 山东省威海市乳山市海阳所镇东海路与金银大道交叉口北银滩交通管理所	地 址： 江苏省南京市鼓楼区水佐岗 64 号金建大厦 14 楼
监测单位： 国家海洋局青岛海洋环境监测中心站、 中科检测技术服务(广州)股份有限公司、 青岛斯八达分析测试有限公司、 青岛正科水生物检测有限公司、 青岛捷港环保科技有限公司、 青岛国茂环境检测有限公司	

目 录

前 言	1
1 综 述	2
1.1 编制依据.....	2
1.1.1 环境保护相关法律、法规和规章制度.....	2
1.1.2 技术规范及标准.....	4
1.1.3 环评报告及其批复文件.....	5
1.1.4 其他依据.....	6
1.2 调查目的及原则.....	7
1.2.1 调查目的.....	7
1.2.2 调查原则.....	7
1.3 调查方法.....	8
1.3.1 调查工作程序.....	8
1.3.2 调查方法.....	8
1.4 调查范围、内容和验收标准.....	9
1.4.1 调查范围.....	9
1.4.2 调查内容.....	9
1.4.3 环境功能区划.....	10
1.4.4 验收标准.....	15
1.5 环境敏感目标与调查重点.....	18
1.5.1 环境保护目标.....	18
1.5.2 调查重点.....	25
2 工程调查	26
2.1 工程建设过程调查.....	26
2.2 工程概况.....	26
2.2.1 项目名称、性质、地点及建设单位.....	26
2.2.2 工程组成及主要经济技术指标.....	30
2.2.3 风机机组.....	32

2.2.4	海底电缆.....	34
2.2.5	海上升压站.....	35
2.2.6	公辅工程.....	41
2.2.7	环保工程.....	41
2.2.8	工程管理.....	42
2.2.9	工程用海、用地情况.....	43
2.3	工程变更情况.....	44
2.3.1	工程变更内容.....	44
2.3.2	重大变更判定.....	45
2.4	工程环保投资.....	47
2.5	验收工况.....	48
2.6	小结.....	48
3	环境影响报告书回顾	49
3.1	环境影响报告书主要结论.....	49
3.1.1	环境现状评价结论.....	49
3.1.2	环境影响预测结论.....	51
3.1.3	环境事故影响综合分析与评价结论.....	51
3.1.4	环保措施分析结论.....	52
3.1.5	建设项目的环境可行性评价结论.....	52
3.2	环境影响报告书审批意见.....	53
4	环保措施落实情况调查	56
4.1	环评报告中环保措施落实情况调查.....	56
4.1.1	施工期环保措施及其落实情况.....	56
4.1.2	运行期环保措施及其落实情况.....	72
4.2	环评批复中环保措施落实情况调查.....	78
4.3	小结.....	81
5	生态影响调查	82
5.1	生态环境现状调查.....	82

5.1.1	本项目周边保护区生态环境现状调查.....	82
5.1.2	本项目周边海洋生态红线调查.....	84
5.2	项目所在海域海洋生态环境影响调查.....	86
5.2.1	本项目用海情况调查.....	86
5.2.2	施工期海洋生态环境影响及保护措施落实情况调查.....	86
5.2.3	运行期海洋生态环境影响及保护措施落实情况调查.....	87
5.3	海洋生态环境影响调查与评价.....	87
5.3.1	施工期海洋生态环境影响调查与评价.....	88
5.3.2	运行期海洋生态环境影响调查与评价.....	105
5.3.3	环境影响评价与综合评价分析.....	115
5.4	鸟类影响调查与评价.....	123
5.4.1	施工期鸟类影响调查.....	123
5.4.2	运行期鸟类影响调查.....	124
5.4.3	运行期鸟类影响对策措施及其落实情况调查.....	124
5.4.4	鸟类跟踪监测结果与评价.....	125
5.4.5	评价与结论.....	128
5.5	对敏感区的影响.....	129
5.6	小结.....	129
6	水环境影响调查	131
6.1	施工期水环境影响调查.....	131
6.1.1	施工期水环境影响来源调查.....	131
6.1.2	施工期水环境保护措施落实情况调查.....	131
6.2	运行期水环境影响调查.....	131
6.2.1	运行期废水污染源调查.....	131
6.2.2	运行期水环境保护措施落实情况调查.....	132
6.3	小结.....	132
7	大气环境影响调查	133
8	声环境影响调查	134

8.1	施工期声环境影响调查.....	134
8.1.1	施工期声环境影响来源调查.....	134
8.1.2	施工期声环境保护措施落实情况调查.....	134
8.1.3	施工期噪声监测.....	134
8.2	运行期声环境影响调查.....	136
8.2.1	运行期噪声污染源调查.....	136
8.2.2	运行期声环境保护措施落实情况调查.....	136
8.2.3	运行期噪声监测.....	136
8.3	小结.....	138
9	固体废物影响调查	139
9.1	施工期固体废物影响调查.....	139
9.1.1	施工期固体废物来源调查.....	139
9.1.2	施工期固体废物处置措施落实情况调查.....	139
9.2	运行期固体废物影响调查.....	139
9.2.1	运行期固体废物来源调查.....	139
9.2.2	运行期固体废物处置措施落实情况调查.....	139
9.3	小结.....	140
10	电磁环境监测	141
10.1	电磁环境影响调查.....	141
10.1.1	电磁影响来源调查.....	141
10.1.2	电磁环境保护措施落实情况调查.....	141
10.2	电磁环境监测.....	142
10.2.1	海上升压站电磁辐射监测结果.....	142
10.2.2	海上风电场电磁辐射监测结果.....	144
10.2.3	海底电缆电磁辐射监测结果.....	146
10.3	小结.....	146
11	清洁生产与总量控制	147
11.1	环评报告及批复中清洁生产落实情况调查.....	147

11.1.1	原材料节约.....	147
11.1.2	平面布置.....	147
11.1.3	生产过程控制分析.....	148
11.1.4	施工期节能降耗措施.....	148
11.1.5	运行期节能降耗措施.....	149
11.2	总量控制目标落实情况调查.....	149
11.3	小结.....	150
12	风险事故防范及应急措施调查	151
12.1	环境风险因素调查.....	151
12.2	施工期及运行期环境风险事故及环境影响调查.....	151
12.3	环境风险事故防范措施落实情况.....	151
12.4	环境风险事故应急预案调查.....	152
12.5	小结.....	152
13	环境管理状况及监测计划落实情况调查	153
13.1	环境管理状况调查.....	153
13.1.1	环境影响评价制度及“三同时”制度执行情况.....	153
13.1.2	环境管理组织机构及职责.....	154
13.1.3	环境管理落实情况调查.....	155
13.2	环境监测计划落实情况调查.....	156
13.3	环境监理落实情况调查.....	161
13.3.1	监理范围及工作时段.....	161
13.3.2	施工期环境保护措施监理要点.....	161
13.3.3	运行期环境保护措施监理要点.....	161
13.4	小结.....	162
14	公众意见调查	163
14.1	调查目的.....	163
14.2	调查方法、对象和内容.....	163
14.3	调查结果统计与分析.....	165

14.3.1	附近企业、居民调查结果分析.....	165
14.3.2	公众投诉调查.....	166
14.4	小结.....	166
15	调查结论及建议	167
15.1	结论.....	167
15.1.1	工程概况.....	167
15.1.2	环境保护措施落实情况.....	167
15.1.3	生态环境影响调查.....	168
15.1.4	水环境影响调查.....	168
15.1.5	大气环境影响调查.....	168
15.1.6	声环境影响调查.....	168
15.1.7	固体废物影响调查.....	168
15.1.8	电磁环境影响调查.....	169
15.1.9	环境风险影响调查.....	169
15.1.10	环境管理及监测计划.....	169
15.1.11	公众参与调查结果.....	169
15.1.12	验收调查结论.....	170
15.2	建议.....	171
16	建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	172
17	附件	173

前 言

本次验收范围为国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目，包括海上风力发电机组、220kV 海上升压站、海底电缆（场内 66kV 电缆、220kV 送出海底电缆）。陆上集控中心、送出线路以及集控中心内配套的辅助工程和环保设施不纳入本次验收，单独开展验收工作。

2022 年 12 月 31 日，威海市行政审批服务局以《威海市行政审批服务局关于国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 海上风电项目核准的批复》（威审服投〔2022〕33 号文）核准了本项目。2023 年 3 月，国电投（乳山）海上风电有限公司委托青岛浅海海洋工程研究院有限公司编制完成了《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目环境影响报告书》，并于 2023 年 4 月 14 日取得了威海市生态环境局出具的批复意见（威环海审书〔2023〕2 号）。建设单位严格按照环评报告及批复要求开展项目建设，于 2023 年 11 月 17 日完成全部 53 台风机建设，完成全容量并网。截至目前，本项目已进入总体竣工验收阶段。

根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国海洋环境保护法》及《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》等有关规定，按照环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的“三同时”制度的要求，须对工程设计、环评报告书及其批复中所提出的各项环保设施和措施的落实情况进行调查，并分析各类环保设施、措施的效果，以及可能存在的其它环境问题，以便采取更有效的环境保护补救和减缓措施，全面做好环境保护工作，并为工程的竣工环保验收提供依据。

2023 年 3 月，建设单位委托我单位承担国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目竣工环境保护验收调查工作。接受委托后，我单位组织相关技术人员对工程所在地环境状况进行实地踏勘，在建设单位的配合下，对工程周围的环境保护目标、工程环保设施的建设与运行情况、工程环保措施执行情况等进行了详细的调查，收集、审阅了工程海洋环境跟踪监测报告及工程建设资料，并进行了广泛的公众意见调查，在上述工作的基础上编制完成了《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目竣工环境保护验收调查报告》。

1 综述

1.1 编制依据

1.1.1 环境保护相关法律、法规和规章制度

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月1日施行);
- (2) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月26日施行);
- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年9月1日起施行);
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2018年1月1日起施行);
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022年6月5日施行);
- (6) 《中华人民共和国海洋环境保护法》(2023年10月24日第二次修订);
- (7) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日施行);
- (8) 《中华人民共和国海域使用管理法》(2002年1月1日);
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012年7月1日实施);
- (10) 《中华人民共和国海上交通安全法》(2021年9月1日实施);
- (11) 《中华人民共和国渔业法》(2014年3月1日);
- (12) 《中华人民共和国港口法》(2018年12月29日修正);
- (13) 《中华人民共和国水土保持法》(2011年3月1日);
- (14) 《中华人民共和国自然保护区条例》(2017年10月7日);
- (15) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013年12月7日);
- (16) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017年10月7日);
- (17) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年10月1日施行);
- (18) 《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》(1990年6月22日);
- (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》(2018年3月19日);
- (20) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2018年3月

19日);

(21) 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》(2017年3月1日);

(22) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2018年3月19日);

(23) 《海洋自然保护区管理办法》(国海法发〔1995〕251号);

(24) 《海洋特别保护区管理办法》(国海发〔2010〕21号);

(25) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》(2011年2月1日);

(26) 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》, (2011年6月1日);

(27) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发〔2007〕165号);

(28) 《风电场工程建设用地和环境保护管理暂行办法》(发改能源〔2005〕1511号);

(29) 《海底电缆管道保护规定》(2004年3月1日);

(30) 《铺设海底电缆管道管理规定实施办法》(1992年8月26日);

(31) 《73/78国际防止船舶造成污染公约》(1983年10月);

(32) 《关于国际海事组织<73/78防污公约>1995年修正案(附则V)生效的通知》(交通部交外发〔1997〕213号文);

(33) 《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》(环办〔2015〕52号);

(34) 《海洋工程环境影响评价管理规定》(国海规范〔2017〕7号);

(35) 《山东省环境保护条例》(2019年1月1日);

(36) 《山东省海洋环境保护条例》(2018年11月30日修改);

(37) 《山东省大气污染防治条例》(2018年11月30日修改);

(38) 《山东省辐射污染防治条例》(2014年5月1日);

(39) 《关于进一步落实好环评和“三同时”制度的意见》(鲁环发〔2007〕131号);

(40) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年7月16日修订);

(41) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(2017年11月22日)(国环规环评【2017】4号);

- (42) 《山东省海洋特别保护区管理暂行办法》(鲁海渔函〔2014〕19号);
- (43) 《全国海洋功能区划(2011-2020年)》(国函〔2012〕13号);
- (44) 《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》(国函〔2012〕165号);
- (45) 《山东省生态保护红线规划(2016-2020年)》(鲁环发〔2016〕176号);
- (46) 《山东省海洋生态环境保护规划(2018-2020年)》(鲁环发〔2019〕50号);
- (47) 《山东省渤海海洋生态红线区划定方案(2013-2020年)》,山东省人民政府,2013年12月;
- (48) 《山东省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》(鲁政字〔2020〕269号);
- (49) 《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划(修订版)》,2022年4月;
- (50) 《威海市“十四五”生态环境保护规划》,2021年4月;
- (51) 威海市人民政府关于印发《威海市“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知,威政字〔2021〕24号,2021年6月17日。

1.1.2 技术规范及标准

- (1) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012);
- (2) 《声环境质量标准》(GB3096-2008);
- (3) 《海水水质标准》(GB3097-1997);
- (4) 《海洋沉积物标准》(GB18668-2002);
- (5) 《海洋生物质量标准》(GB18421-2001);
- (6) 《电磁环境控制限值》(GB8702-2014);
- (7) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- (8) 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020);
- (9) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018);
- (10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008);
- (11) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011);
- (12) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023);
- (13) 《危险废物收集贮存运输技术规范》(HJ2025-2012);

- (14) 《危险废物识别标志设置技术规范》(HJ 1276-2022);
- (15) 《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》(HJ 1259-2022)
- (16) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020);
- (17) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局, 2002 年);
- (18) 《海洋监测规范》(GB17378-2007);
- (19) 《海洋调查规范》(GB/T12763-2007);
- (20) 《海滨观测规范》(GB14914-2006);
- (21) 《国家危险废物名录》(2021 年版);
- (22) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007);
- (23) 《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》(DB37/T1448-2015);
- (24) 《废铅酸蓄电池处理污染控制技术规范》(HJ519-2009);
- (25) 《废矿物油回收利用污染控制技术规范》(HJ607-2011);
- (26) 《输变电建设项目环境保护技术要求》(HJ1113-2020);
- (27) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》(公告 2018 年第 9 号);
- (28) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》(HJ/T394-2007);
- (29) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类 (征求意见稿)》(代替 HJ/T394-2007)。

1.1.3 环评报告及其批复文件

- (1) 《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目环境影响报告书》(报批稿), 青岛浅海海洋工程研究院有限公司, 2023 年 3 月;
- (2) 《关于对国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目环境影响报告书的批复》(威环海审书 [2023] 2 号), 威海市生态环境局, 2023 年 4 月 14 日;
- (3) 《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目一般变动环境影响分析》, 江苏润环环境科技有限公司, 2024 年 1 月。

1.1.4 其他依据

(1) 《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目环境监理总报告》，江苏润环环境科技有限公司，2023 年 12 月；

(2) 《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目海域使用论证报告书》（报批稿），自然资源部第一海洋研究所，2023 年 3 月；

(3) 《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 150MW 项目陆上集控中心及 220kV 陆上线路工程 环境影响报告表》，国电投(乳山)海上风电有限公司，2023 年 2 月；

(4) 《关于对国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目环境报告表的批复》（乳环辐表审 [2023] 2 号），威海市生态环境局乳山分局，2023 年 3 月 6 日。

1.2 调查目的及原则

1.2.1 调查目的

针对本工程环境影响的特点，本次竣工环境保护验收调查的目的是：

(1) 调查本工程在施工、运行和管理等方面对设计、环境影响报告书、批复文件所提环保措施的落实情况，以及对各级环境保护主管部门批复要求的落实情况；

(2) 调查本工程已采取的污染控制和生态保护措施落实情况，并通过对工程所在区域环境现状的监测和工程污染源的监测，分析各项措施实施的有效性，针对该工程已产生的实际环境问题及可能存在的潜在环境影响，提出切实可行的补救措施和应急措施，对已实施的尚不完善的措施提出改进意见；

(3) 通过公众意见调查，了解公众对该工程建设期及运行期环境保护工作的意见，并针对公众提出的合理要求给出解决建议；

(4) 通过对工程环境影响情况的调查，客观、公正地从技术上论证该工程是否符合竣工环境保护验收条件。

1.2.2 调查原则

根据环保验收调查目的，确定本次环境保护验收调查应坚持如下基本原则：

- (1) 认真贯彻国家与地方的环境保护法律、法规及有关规定；
- (2) 坚持污染防治与生态保护并重的原则；
- (3) 坚持客观、公正、科学、实用的原则；
- (4) 坚持现场监测、实地调查与理论分析相结合的原则；
- (5) 坚持对工程建设前期、施工期、运行期环境影响进行全过程调查，突出重点，兼顾一般的原则。

1.3 调查方法

1.3.1 调查工作程序

本工程调查工作的程序如图 1.3-1 所示。

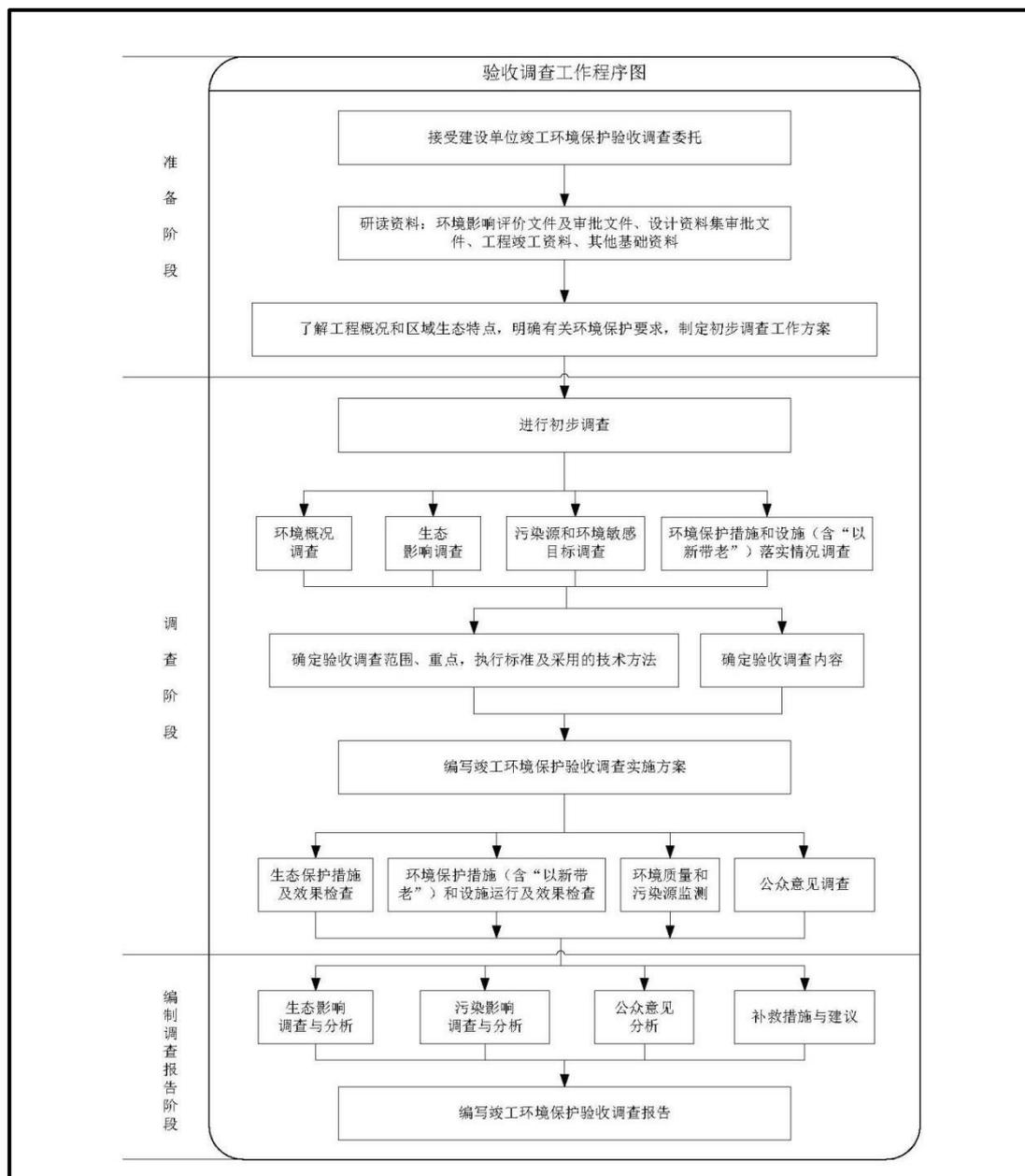


图 1.3-1 本次调查工作程序

1.3.2 调查方法

本次调查采用资料调研、现场调查与现场监测相结合的方法。

1.4 调查范围、内容和验收标准

1.4.1 调查范围

本次竣工验收海水水质、沉海洋沉积物、海洋生态环境、地形地貌与冲淤环境调查范围和环境影响报告书中的评价范围一致，具体划分如下：

海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境、地形地貌与冲淤环境：以场区为中心，向四周外扩 15km、220kV 海底电缆向外扩展 5km 区域；

鸟类：为涵盖工程边界线向外扩展 8km 区域。

声环境：水上声环境范围为风机及临时施工区外侧 200m 范围；水下声环境以场区为中心，向四周外扩 15km；

电磁环境：电磁环境评价范围为以海上 220kV 升压站为中心，站界外 40m 区域；电缆管廊两侧边缘各外延 5m。

1.4.2 调查内容

(1) 水环境

①施工期、运行期水污染防治措施落实情况，海水水质监测情况；

②海水水质监测因子：pH、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属（铜、锌、镉、铅）

③海洋沉积物：pH、石油类、铜、锌、镉、铅。

(2) 声环境

①水上噪声：海上风电场厂界四周噪声达标情况，监测因子为等效连续 A 声级， L_{Aeq} 。

②水下噪声：频带声压级、声压谱级以及各测点的峰值声压级。

(3) 环境风险

①施工期和运行期环境风险事故发生情况。

②施工期和运行期环境风险防范及应急措施落实情况。

(4) 固体废物

施工期和运行期各类固体废物产生及处置情况。

(5) 生态环境

- ①施工期和运行期海洋生态影响减缓与补偿措施落实情况。
- ②施工期和运行期鸟类保护措施落实情况。
- ③监测因子：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

(6) 电磁环境

- ①海缆和升压站电磁影响防治措施落实情况；
- ②工频电场强度限值 4kV/m，工频磁感应强度限值为 0.1mT。

1.4.3 环境功能区划

1.4.3.1 项目所在的海洋功能区划

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目风机、升压站、66kV 海缆及部分 220kV 用海位于威海-青岛东近海农渔业区（B1-2），其余部分 220kV 海缆用海位于文登-乳山-海阳农渔业区（A1-25）；其周边的相邻的功能区主要有乳山塔岛湾海洋保护区（A6-38）、乳山口外特殊利用区（A7-23）。本项目与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的位置关系见图 1.4-1

根据《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》，国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目不占用生态保护红线，项目位于海洋开发利用空间。本项目在《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》的位置关系见图 1.4-2。

根据《威海市海洋功能区划》（2013-2020 年），项目所在海域的功能区为文登-乳山养殖区（A1-25-1）和乳山近海养殖区（B1-2-3）。周边主要海洋功能区包括：乳山塔岛湾海洋特别保护区（A6-38-1）、乳山口外特殊利用区（A7-23）等，项目所在海域的海洋功能区划图见图 1.4-3。

根据《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020 年）》，本项目位于文登-乳山-海阳盐业养殖区（SD214B II）和威海-青岛东近海盐业养殖区（SD233B II），属于二类环境功能区。

根据《威海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目位于威海近海渔业用海区，乳山口东渔业用海区和乳山口东游憩用海区。调查范围内涉及的威海市国土空间规划区还有乳山口西渔业用海区、塔岛湾渔业用海区、大乳山游憩用

海区、乳山湾外特殊用海区、乳山口港交通运输用海区、乳山南交通运输用海区。
 本项目在《威海市国土空间总体规划（2021-2035年）》的位置关系见图1.4-4。

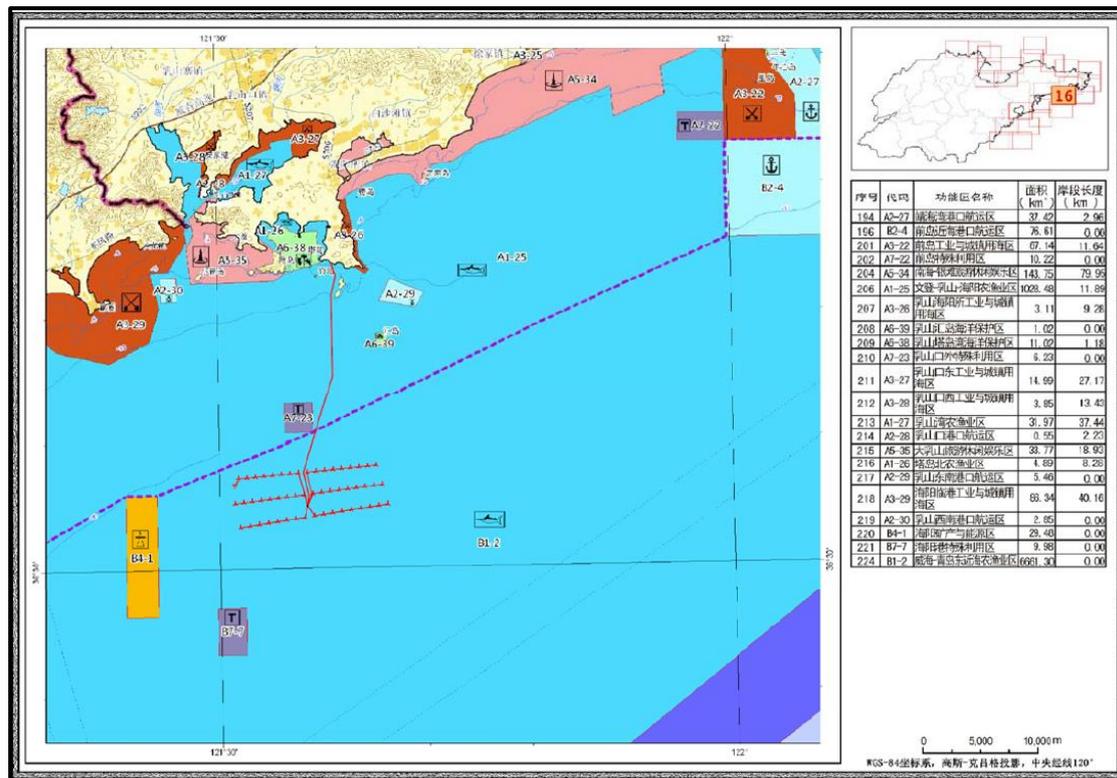


图 1.4-1 本项目在《山东省海洋功能区划（2011-2020）》中的位置图



图 1.4-2 项目在《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》中的位置图

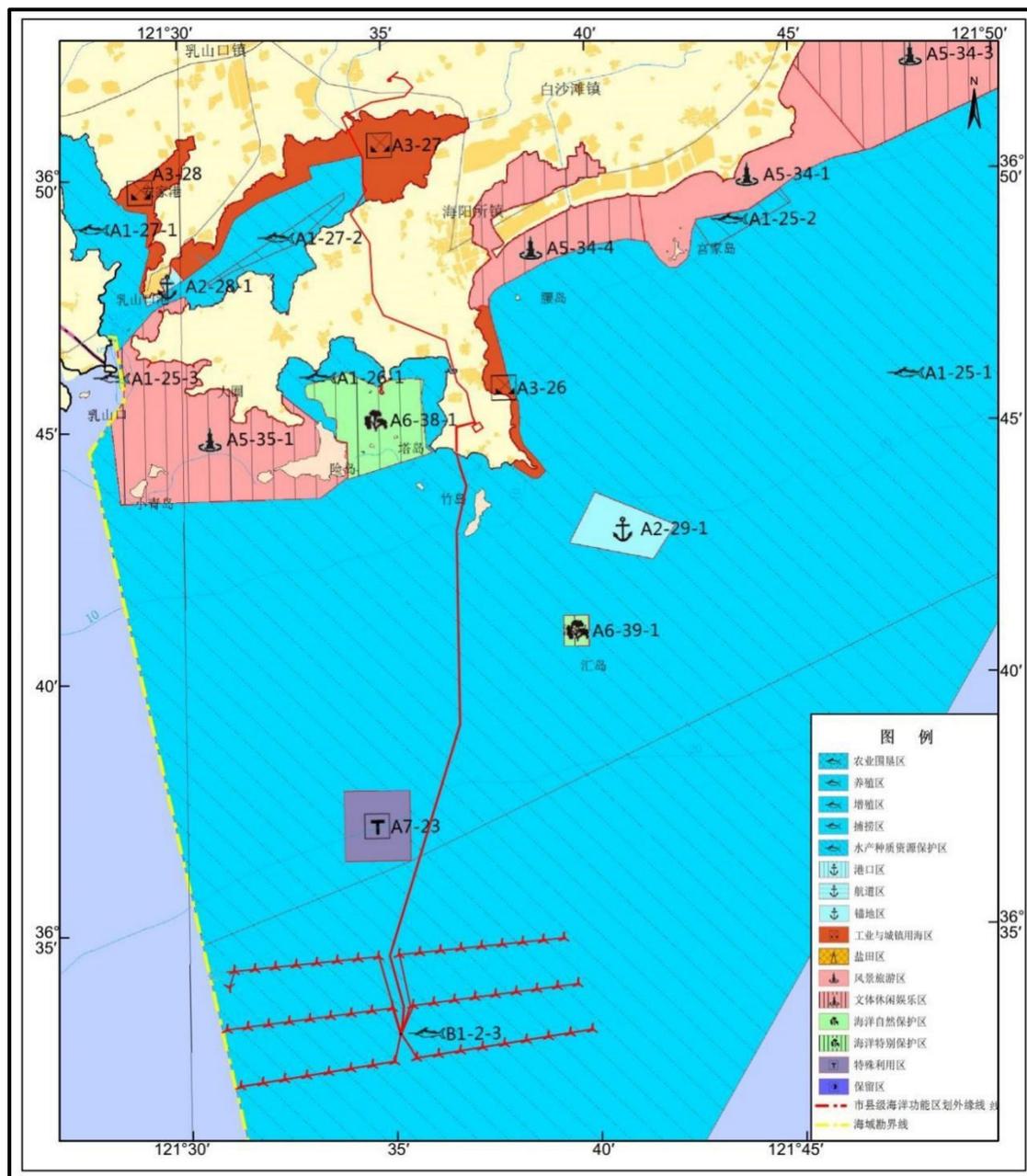


图 1.4-3 项目在威海市海洋功能区划中位置

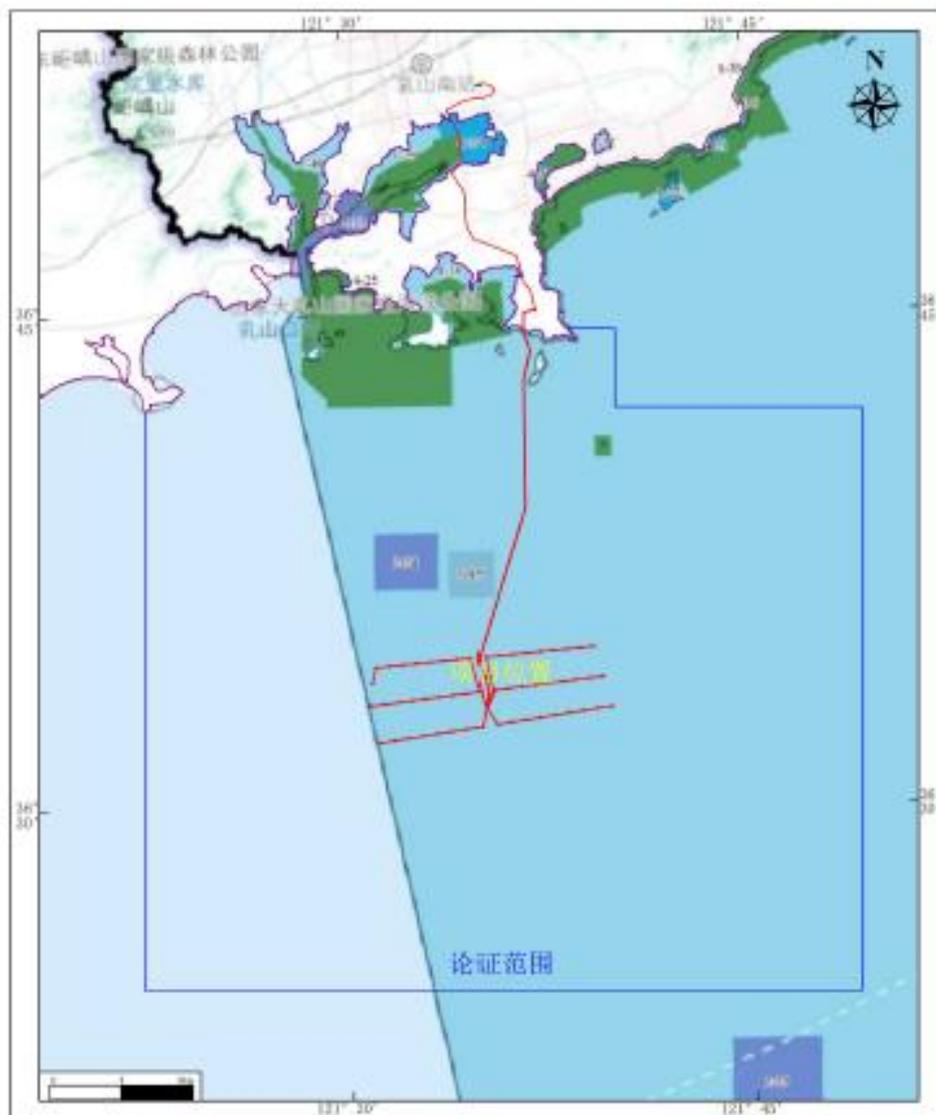


图 1.4-4 项目在威海市国土空间总体规划中位置

1.4.3.2 声环境功能区划

根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)，项目为海上风电项目，项目海域未划分声环境功能区，参考临近陆域，执行 3 类声环境功能区环境噪声限值。

1.4.3.3 环境空气功能区划

项目所在区域环境空气质量属于二类区，执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及修改单中二级标准。

1.4.4 验收标准

验收标准原则上执行环评阶段标准，在本项目环境影响报告书审批之后发布或修订的标准对建设项目执行该标准有明确时限要求的，按新发布或修订的标准执行。本工程执行的环境质量标准及污染物排放标准见表 1.4-1。

表 1.4-1 工程竣工环保验收调查执行的验收标准

标准	项目	标准号	标准名称	备注
环境 质量 评价 标准	海洋水质	GB3097-1997	《海水水质标准》	与环评阶段 一致
	海洋沉积物	GB18668-2002	《海洋沉积物质量》	
	海洋生物质量	GB18421-2001	《海洋生物质量》	
	大气环境	GB 3095-2012	《环境空气质量标准》	
	声环境	GB3096-2008	《声环境质量标准》	
污染物 排放标 准	固体废物	GB18599-2020	《一般工业固体废物贮存、 处置场污染控制标准》	GB18599- 2020 替代 GB18599- 2001，标准 于 2021 年 7 月 1 日施行
		GB18597-2023	《危险废物贮存污染控制标 准》	GB18597- 2023 替代 GB18599- 2001，标准 于 2023 年 7 月 1 日施行
	电磁环境	GB 8702-2014	《电磁环境控制限值》	与环评阶段 一致
	船舶水污染物	GB 3552-2018	《船舶水污染物排放控制标 准》	
	大气污染物	GB 16297- 1996	《大气污染物综合排放标 准》表 2 中无组织排放标准	
	运行期噪声	GB12348-2008	《工业企业厂界环境噪声排 放标准》中 3 类标准	
	施工期噪声	GB 12523- 2011	《建筑施工场界环境噪声排 放标准》	

1.4.4.1 环境质量标准

(1) 海水质量标准

根据《威海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目位于威海近海渔业用海区，乳山口东渔业用海区和乳山口东游憩用海区。

参考《海水水质标准》(GB3097-1997), 生态保护红线区执行水质第一类标准, 渔业用海区、游憩用海区执行水质第二类标准, 交通运输用海区执行水质第三类标准。

表 1.4-2 海水水质标准单位: mg/L,pH 无量纲

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	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	
2	DO>	6	5	4	3
3	COD≤	2	3	4	5
4	PO ₄ -P≤	0.015	0.030		0.045
5	IN≤	0.20	0.30	0.40	0.50
6	Oil≤	0.05		0.30	0.50
7	Cu≤	0.005	0.010	0.050	
8	Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
9	Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
10	Cd≤	0.001	0.005	0.010	
11	Cr≤	0.05	0.10	0.20	0.50
12	Hg≤	0.00005	0.0002		0.0005
13	As≤	0.020	0.030	0.050	

(2) 海洋沉积物质量标准

参考《海洋沉积物质量》(GB18668-2002), 生态保护红线区、渔业用海区和游憩用海区执行沉积物质量第一类标准, 交通运输用海区执行沉积物质量第二类标准。

表 1.4-3 海洋沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	Hg (×10 ⁻⁶) ≤	0.20	0.50	1.00
2	Cu (×10 ⁻⁶) ≤	35.0	100.0	200.0
3	Pb (×10 ⁻⁶) ≤	60.0	130.0	250.0
4	Cd (×10 ⁻⁶) ≤	0.50	1.50	5.00
5	Zn (×10 ⁻⁶) ≤	150.0	350.0	600.0
6	As (×10 ⁻⁶) ≤	20.0	65.0	93.0
7	Cr (×10 ⁻⁶) ≤	80.0	150.0	270.0
8	有机碳 (×10 ⁻²) ≤	2.0	3.0	4.0
9	硫化物 (×10 ⁻⁶) ≤	300.0	500.0	600.0
10	石油类 (×10 ⁻⁶) ≤	500.0	1000.0	1500.0

(3) 海洋生物质量标准

本项目生物质量标准未调整，与环评阶段一致。贝类评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)中的标准值，鱼类、甲壳类评价标准采用《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)》中的标准值。

表 1.4-4 海洋生物体质量标准 (单位: mg/kg)

项目	贝类** 一类标准	贝类** 二类标准	贝类** 三类标准	软体动物*	甲壳类*	鱼类*
铬≤	0.5	2.0	6.0	5.5	2.0	2.0
铜≤	10	25	50	100	100	200
锌≤	20	50	100	250	150	40
砷≤	1.0	5.0	8.0	10	8	5
镉≤	0.2	2.0	5.0	5.5	2.0	0.6
汞≤	0.05	0.10	0.30	0.3	0.2	0.3
铅≤	0.1	2.0	6.0	10	2.0	2.0
石油烃	15	50	80	20***	20***	20***

*引用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准

**引用《海洋生物质量》(GB18421-2001)中的标准

***引用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程(第二分册)》中的标准

(4) 环境空气质量标准

项目所在区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及修改单中二级标准。

表 1.4-5 空气环境质量评价标准限值

污染物	浓度限值 (μg/m ³)			标准来源
	1 小时平均	日平均	年平均	
SO ₂	500	150	60	《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 及修改单二级标准
NO ₂	200	80	40	
PM ₁₀	/	150	70	
CO	10000	4000	/	
O ₃	200	160	/	
PM _{2.5}	/	75	35	
TSP	/	300	200	

(5) 声环境质量标准

本项目声环境质量标准未调整，与环评阶段一致。根据《声环境质量标准》(GB3096-2008)，项目为海上风电项目，项目海域未划分声环境功能区，参考临近陆域，执行3类声环境功能区环境噪声限值。

表 1.4-6 声环境质量准值 等效声级 LAeq: dB

标准名称	类别	昼间	夜间
《声环境质量标准》	3	65	55

1.4.4.2 污染物排放标准

(1) 噪声

运行期集海上风电场厂界噪声《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3类标准。具体标准限值见表 1.4-7。

表 1.4-7 工业企业厂界环境噪声排放标准 dB(A)

类别	昼间	夜间
3	65	55

(2) 电磁环境

根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014), 220kV 升压站和 220kV 送出电缆工频电场、工频磁场执行 4kV/m、0.1mT 的控制限值。

1.5 环境敏感目标与调查重点

1.5.1 环境保护目标

本项目为海上风电项目, 风电场周围 500m 范围内无居民区。与环评阶段环境保护目标未发生变化。项目所在的乳山海域使用类型包括渔业用海、港口用海、旅游娱乐用海、海洋特别保护区等。其中, 渔业用海在各种用海类型中占绝对优势等为主。环境敏感目标主要为养殖区和海洋保护区等。

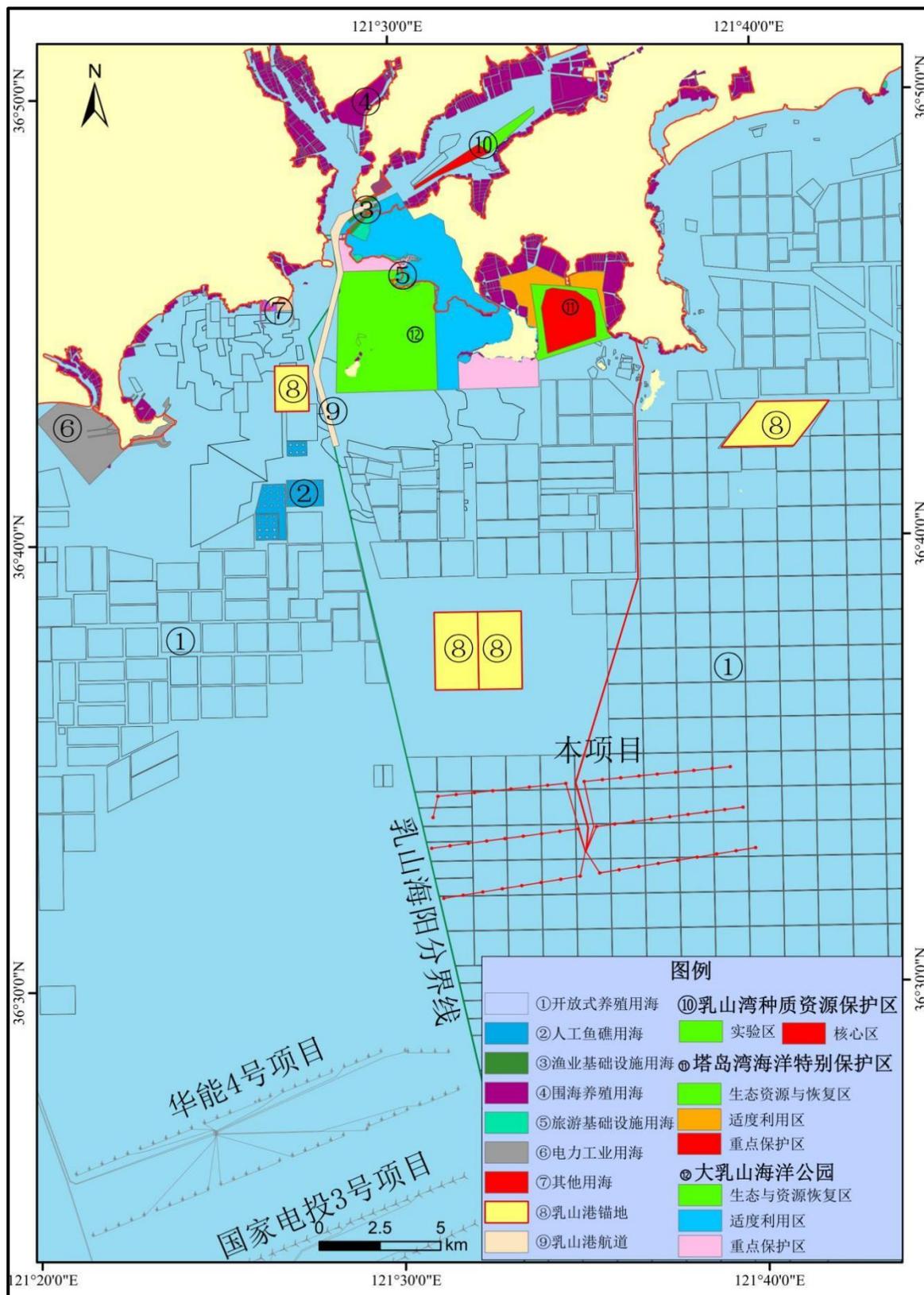


图 1.5-1 项目周边敏感目标分布（养殖区、保护区等）

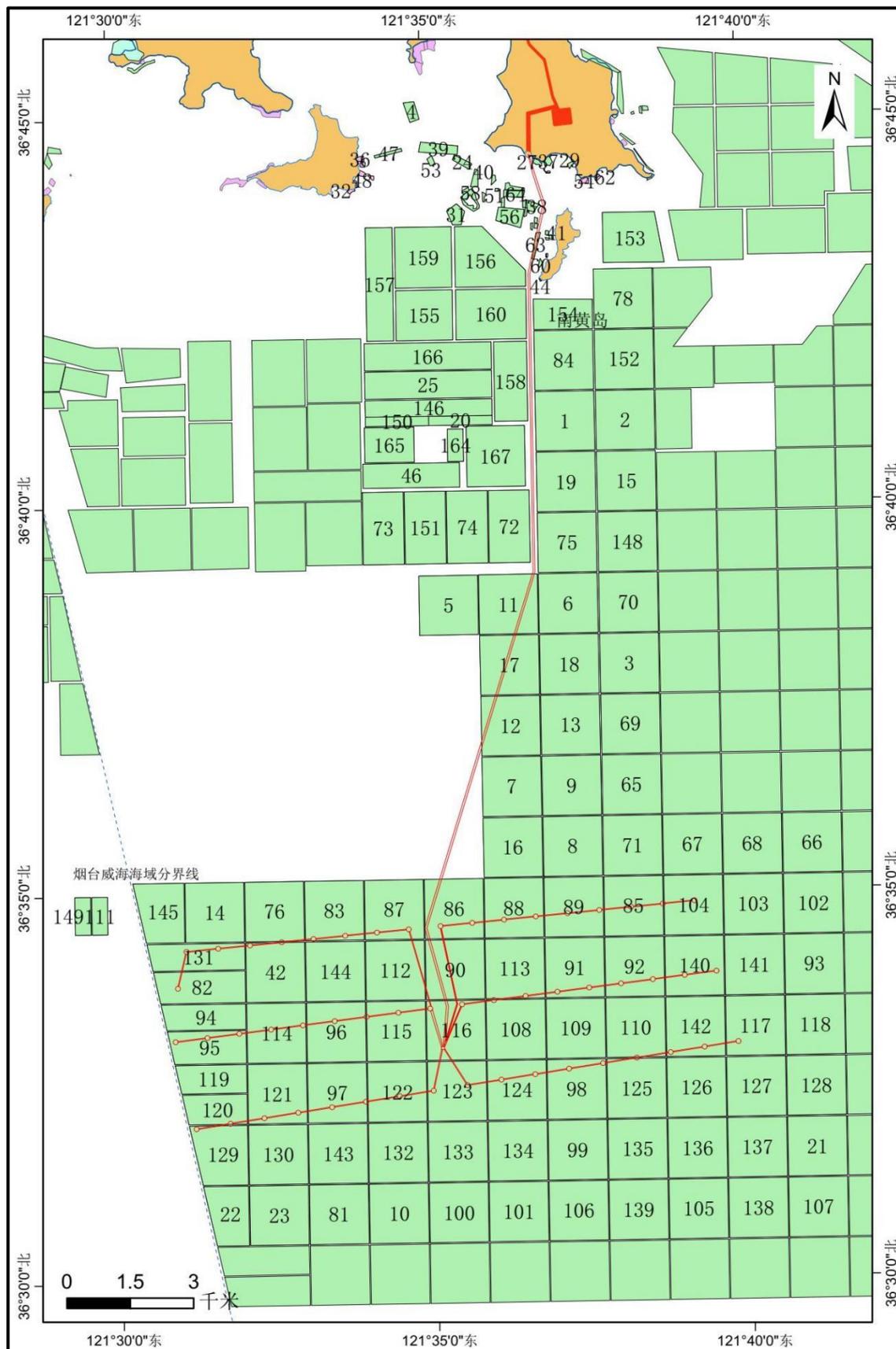


图 1.5-2 项目周边养殖区分布图

表 1.5-1 环境敏感目标分布一览表

序号	用海类型	环境敏感区	相对位置和最近距离	保护目标
1	养殖用海	养殖区详细分布见表 1.5-2 和图 1.5-2	项目用海范围内及项目周边	海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量满足二类标准
2	港口区	乳山港	海缆 NW 侧 10.3km	海水水质满足四类标准，海洋沉积物、海洋生物质量满足三类标准
3		乳山港航道	风电场 NW 侧 14.9km	海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量满足三类标准
4		乳山港锚地	风电场 N 侧 3.9km	海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量满足三类标准
5	旅游用海	大乳山旅游休闲娱乐区	风电场 W 侧 18km 海缆 W 侧 4km	海水水质满足二类标准，海洋沉积物、海洋生物质量满足一类标准
6	其他海上风电工程	山东能源发展有限公司 3 号海上风电项目	SW 侧 11.6km	海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量满足二类标准
7		华能山东发电有限公司 4 号海上风电项目	SW 侧 6.6km	海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量满足二类标准
8	保护区	大乳山国家海洋公园	海缆 NW 侧 4.0km	海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量满足一类标准
9		乳山市塔岛湾海洋生态国家级海洋特别保护区	海缆 NW 侧 1.0km	海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量满足一类标准

表 1.5-2 养殖区一览表

序号	图中编号	项目名称	海域使用权属人
1	11	华信食品筏式养殖（二）	乳山华信食品有限公司
2	12	华信食品筏式养殖（六）	
3	17	华信食品筏式养殖（四）	
4	5	华信食品筏式养殖（一）	

序号	图中编号	项目名称	海域使用权属人	
5	6	华信食品筏式养殖（三）		
6	7	华信食品筏式养殖（八）		
7	8	华信食品筏式养殖（十一）		
8	16	华信食品筏式养殖（十）		
9	18	华信食品筏式养殖（五）		
10	42	财金公司筏式养殖（十一）		乳山市财金资产运营 有限公司
11	76	财金公司筏式养殖（七）		
12	83	财金公司筏式养殖（八）		
13	131	财金公司筏式养殖（九）		
14	14	财金公司筏式养殖（六）		
15	82	财金公司筏式养殖（十）		
16	144	财金公司筏式养殖（十二）		
17	145	财金公司筏式养殖（五）		
18	156	财金公司筏式养殖（2020009）		
19	158	财金公司筏式养殖（2020011）		
20	160	财金公司筏式养殖（2020010）	乳山市城市国有资产 经营有限公司	
21	85	城资筏式养殖项目（2016-66）		
22	86	城资筏式养殖项目（2016-63）		
23	87	城资筏式养殖项目（2016-62）		
24	88	城资筏式养殖项目（2016-64）		
25	89	城资筏式养殖项目（2016-65）		
26	90	城资筏式养殖项目（2016-74）		
27	91	城资筏式养殖项目（2016-76）		
28	92	城资筏式养殖项目（2016-77）		
29	98	城资筏式养殖项目（2016-97）		
30	104	城资筏式养殖项目（2016-67）		
31	108	城资筏式养殖项目（2016-86）		
32	110	城资筏式养殖项目（2016-88）		

序号	图中编号	项目名称	海域使用权属人	
33	112	城资筏式养殖项目（2016-73）		
34	113	城资筏式养殖项目（2016-75）		
35	115	城资筏式养殖项目（2016-84）		
36	116	城资筏式养殖项目（2016-85）		
37	117	城资筏式养殖项目（2016-90）		
38	122	城资筏式养殖项目（2016-94）		
39	123	城资筏式养殖项目（2016-95）		
40	124	城资筏式养殖项目（2016-96）		
41	125	城资筏式养殖项目（2016-98）		
42	140	城资筏式养殖项目（2016-78）		
43	142	城资筏式养殖项目（2016-89）		
44	22	城资筏式养殖项目（2016-112）		
45	68	乳山市城市国有资产经营有限公司筏式养殖（二十二）		乳山市城市国有资产经营有限公司
46	71	乳山市城市国有资产经营有限公司筏式养殖（二十一）		
47	93	城资筏式养殖项目（2016-80）		
48	99	城资筏式养殖项目（2016-106）		
49	102	城资筏式养殖项目（2016-69）		
50	103	城资筏式养殖项目（2016-68）		
51	109	城资筏式养殖项目（2016-87）		
52	118	城资筏式养殖项目（2016-91）		
53	126	城资筏式养殖项目（2016-99）		
54	127	城资筏式养殖项目（2016-100）		
55	128	城资筏式养殖项目（2016-101）		
56	132	城资筏式养殖项目（2016-103）		
57	133	城资筏式养殖项目（2016-104）		
58	134	城资筏式养殖项目（2016-105）		
59	135	城资筏式养殖项目（2016-107）		

序号	图中编号	项目名称	海域使用权属人
60	136	城资筏式养殖项目(2016-108)	
61	141	城资筏式养殖项目(2016-79)	
62	66	乳山市国鑫资产经营管理有限公司筏式养殖(二十四)	乳山市国鑫资产经营管理有限公司
63	67	乳山市国鑫资产经营管理有限公司筏式养殖(二十三)	
64	154	国鑫公司筏式养殖(2020001)	
65	1	国运公司底播养殖项目(2017-41)	乳山市国有资本运营有限公司
66	19	国运公司底播养殖项目(2017-44)	
67	84	国运公司底播养殖项目(2017-40)	
68	95	蓝湾筏式养殖项目(2016-14)	乳山市蓝湾建设投资有限公司
69	96	蓝湾筏式养殖项目(2016-16)	
70	97	蓝湾筏式养殖项目(2016-20)	
71	114	蓝湾筏式养殖项目(2016-15)	
72	120	蓝湾筏式养殖项目(2016-18)	
73	121	蓝湾筏式养殖项目(2016-19)	
74	129	蓝湾筏式养殖项目(2016-21)	
75	94	蓝湾筏式养殖项目(2016-13)	
76	119	蓝湾筏式养殖项目(2016-17)	
77	130	蓝湾筏式养殖项目(2016-22)	
78	143	蓝湾筏式养殖项目(2016-23)	
79	23	润畅筏式养殖项目(2016-14)	乳山市润畅建设投资有限公司
80	75	市政公司筏式养殖(2021003)	乳山市市政建设工程有限公司
81	72	山东波德隆集团有限公司浅海筏式养殖(二)	山东波德隆集团有限公司
82	74	威海万盈水产有限公司浅海筏式养殖(二)	威海万盈水产有限公司
83	167	丁伟东浅海筏式养殖项目	丁伟东

序号	图中编号	项目名称	海域使用权属人
84	77	宋均峰筏式养殖	宋均峰
85	51	宋庆国浅海筏式养殖项目（一）	宋庆国
86	161	宋庆国浅海筏式养殖项目（二）	
87	149	任臣春浅海底播养殖	任臣春
88	111	隋玉法浅海底播养殖	隋玉法

1.5.2 调查重点

结合评价重点，确定本次调查重点如下：

（1）工程施工及运行期的生态环境影响，环评报告及批复、设计中提出的各项环保措施落实情况；

（2）工程施工及运行对附近海域水环境、生态环境的影响；

（3）环境管理、环境风险防范与应急措施、风险应急预案及应急物资配备情况；

（4）生态补偿措施落实情况及实施效果；

（5）噪声对周边鸟类的影响。

2 工程调查

2.1 工程建设过程调查

工程建设情况见表 2.1-1。

表 2.1-1 项目基本情况

序号	项目	内容
1	立项情况	2022 年 12 月 31 日，获得威海市行政审批服务局立项核准。
2	环评情况	2023 年 3 月，青岛浅海海洋工程研究院有限公司编制完成《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目环境影响报告书》（报批稿）。
3	环评批复情况	2023 年 4 月 14 日取得了威海市生态环境局出具的关于报告书的批复文件（威环海审书〔2023〕2 号）。
4	项目开工及建成时间	于 2022 年 12 月开工，2023 年 4 月开始海上主体施工，2023 年 11 月 17 日完成全部建设内容，2023 年 11 月-2024 年 2 月总发电量约 44502.7 万 kW·h。
5	参建单位	环评单位：青岛浅海海洋工程研究院有限公司 工程总包单位：山东电力工程咨询院有限公司 工程设计单位：山东电力工程咨询院有限公司 环保工程施工单位：中交第三航务工程局有限公司、天津港航工程有限公司、烟台打捞局 环境监测单位：国家海洋局青岛海洋环境监测中心站、青岛捷港环保科技有限公司、青岛斯八达分析测试有限公司、中科检测技术服务（广州）股份有限公司 工程监理单位：山东诚信工程建设监理有限公司 环境监理单位：江苏润环环境科技有限公司

2.2 工程概况

2.2.1 项目名称、性质、地点及建设单位

- (1) 工程名称：国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目。
- (2) 建设单位：国电投（乳山）海上风电有限公司
- (3) 项目性质：海洋工程，新建
- (4) 建设规模：本项目主要布设 53 台 8.5MW 风电机组，项目总装机容量

为450.5MW，配套建设一座220kV海上升压站。风电机组所发电通过场内66kV集电海底电缆接入220kV海上升压站，升压后以2回220kV海缆接入海缆登陆点。

(5) 投资规模：工程总投资528070.905万元，其中环保投资为1853.145万元。

(6) 地理位置：项目位于山东省乳山市南侧海域，风电场场区水深24m~28m，场址中心离岸距离约20km。地理范围为东经121°30'28.24"~121°40'7.59"，北纬36°31'10.40"~36°34'54.60"。

地理位置见图2.2-1，平面布置见图2.2-2。项目组成一览表见表2.2-1。

表 2.2-1 项目组成一览表

工程类别	主要内容	工程规模和内容建设
主体工程	风电机组工程	53台8.5MW风电机组
	66kV海缆敷设	总长约47.198km，连接风机至海上升压站
	220kV海缆敷设	总长约2×21.896km，连接海上升压站至登陆点
	海上升压站	1座，升压站输出电压220kV
依托工程	220kv陆地电缆和陆上集控中心配电装置	陆上工程
配套工程	通信、消防、电气	风机机组和集控中心统一布置
公用工程	施工供电、供水	依托租用的码头设施； 升压站施工场地依托附近设施； 海上依靠补给船和船体发电机
环保工程	废水治理	生活污水、含油废水委托有资质单位接收处理
	固体废物	海上升压站设置事故油罐，废油及含油废水等危险废弃物，委托有资质单位处置
	噪声治理	选用低噪声设备

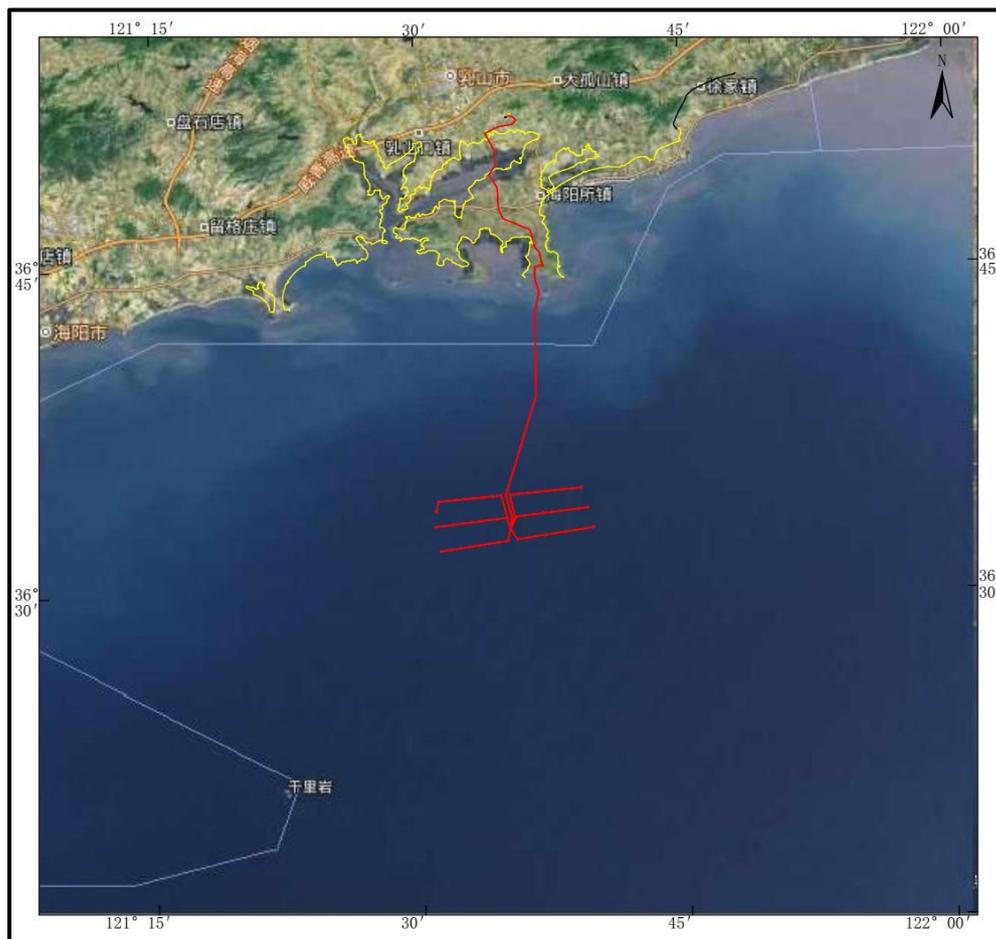


图 2.2-1 地理位置图

2.2.2 工程组成及主要经济技术指标

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目（以下简称“本项目”）包括 53 台 8.5MW 风电机组，海底电缆长度共计 90.99km，其中 66kV 海缆 47.198km，220kV 海缆 43.792km，以及 1 座 220kV 海上升压站。本项目工程特性见表 2.2-2。

表 2.2-2 工程特性表

名称		单位 (或型号)	数量			备注	
			环评阶段	验收阶段	变化情况		
风电 场 场址	经度(东经)	/	121° 30' 28.24" ~ 121° 40' 7.59"	121° 30' 28.24" ~ 121° 40' 7.59"	无变化	/	
	纬度(北纬)	/	36° 31' 10.40" ~36° 34' 54.60"	36° 31' 10.40" ~36° 34' 54.60"	无变化		
风电 场 主 要 设 备	风电 机组	台数	台	53	53	无变化	/
		额定功率	MW	8.5	8.5	无变化	/
		叶片数	片	3	3	无变化	/
		叶片长度	m	113	111.5	基本一致	
		风轮直径	m	230	230	无变化	/
		轮毂高度	m	130	131	基本一致	/
	海底 电缆	66kV 海底 电缆	km	46.6	47.198	线路局部优化，长度略有增加	由于机位调整导致长度增加

	名称	单位 (或型号)	数量			备注	
			环评阶段	验收阶段	变化情况		
	220kV 海底电缆	km	2×21.8	2×21.896	基本一致	设计优化，海缆登陆点向西微调	
土建	风电机组基础	型式	/	单桩基础	单桩基础	无变化	/
		桩径	/	7.5~8.9	7.5~8.9	无变化	/
	海上升压站	升压站最大平面尺寸	m×m	52.2×59.6	55.5m×43	平面投影尺寸减小	设根据经济性和施工可行性对海上升压站平面尺寸及平面布置进行设计优化，不增加用海面积、不产生不利影响
施工	施工工期	总工期	月	14	11	施工期变短	优化施工方案，缩短施工工期
经济指标	装机容量		MW	450.5	450.5	无变化	/
	年上网电量		万 kW·h	133956.4	133956.4	无变化	/
	总投资		万元	528286	528070.905	基本不变	/

2.2.3 风机机组

本工程风电机组选用明阳 8.5MW 风力发电机组风机，单机容量 8.5MW，叶轮直径 230m，轮毂高度 131m。风电机组基础采取单钢管桩结构型式。风电机组主要参数见表 2.2-2。

本项目主要布设 53 台 8.5MW 风电机组。根据《山东半岛南海上风电基场址项目通航安全影响研究报告》的意见，“为了减小沿 3#和 4#风电场西侧进出乳山港习惯航线与本项目的风险，缓解措施如下：U 场址西北角风机向东侧进行了微调，从而保障现有船舶习惯航线与风电场西北角最近距离 1.3 海里，根据‘技术指南’，航线与风电场距离为中风险。”对 A18 项目区西北角号风机的位置进行了调整，调整风机与习惯性航道距 2km（1.3 海里）。

实际建成后，风电场址场界东西长约 13.3km，南北长约 5.9km。风机在场址边界范围内，沿近东西向成排布置，共布置三排风机，风机行内间距为 756m~812m，行间距约为 1732~2123m。风机场东西长约 13km，南北向长约 4.3km，中心离岸距离约 20km。风电机组布置见图 2.2-3，风电机组现状见图 2.2-4。

风力发电机主要包含风轮、机舱和塔杆三部分，在塔杆底部一般还配备有箱式变压器。机舱是风力发电机组的核心部分，内部主要有发电机、齿轮箱、控制系统、刹车机构等组成。风机基础为单桩基础结构，单桩直径 7.5~8.9m，钢管桩平均桩长约 87m，壁厚 75mm~90mm，平均入土深度约 47m。

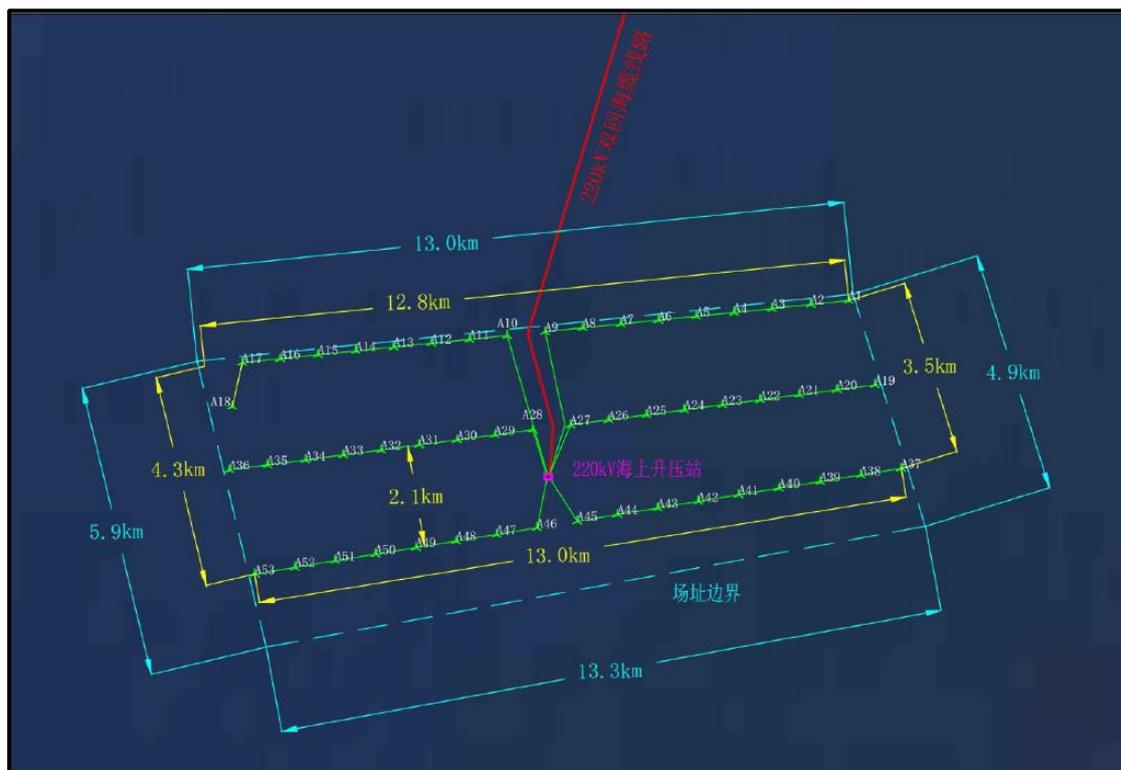


图 2.2-3 实际建设风机平面布置图



图 2.2-4 风电机组现状图

2.2.4 海底电缆

本工程海底电缆包括两部分，66kV 集电线路海缆和海上升压站至登陆点的 220kV 海缆。

(1) 220kV 海缆

本项目风电机组所发电能 66kV 海缆汇入 220kV 海上升压站升压后以 2 回 220kV 海缆接入海缆登陆点，采用两回 220kV 线路，平行敷设。

为避让东侧国华 220kV 海缆，本项目海缆登陆点向西微调，220kV 海缆线路路径长度由 $2 \times 21.8\text{km}$ 调整为 $2 \times 21.896\text{km}$ 。

220kV 海缆走向未发生变化，自海上升压站通过“J”形管至海底后，向北冲埋敷设，出风场约 6 公里后向东北向前进，经养殖场之间通道向北敷设，在蛟龙咀西侧约 0.3 公里处海岸线登陆。

本项目 220kV 海缆为连接海上升压站至陆上建设的 220kV 升压站配电装置的电缆。220kV 海底电缆采用 HYJQF41-127/220-3 \times 630 海底光电复合电缆，双回路敷设。220kV 海缆布置见图 2.2-2。

(2) 66kV 海缆

由于原布置方案中 18 号风机靠近乳山港进港习惯航路，根据本项目通航安全影响研究报告的建议，将 F18 风机向东南方向调整，对进港航路进行避让。A18 机位调整后，66kV 海缆路径长度由 46.6km 调整为 47.198km。

本工程海上升压站位置布置在 F45、F46 风机连线以北 1km 处。66kV 集电线路共规划 6 回，其中，5 回串接 9 台风机，1 回串接 8 台风机。

66kV 场内电缆选用 3 \times 95、3 \times 120、3 \times 185、3 \times 240、3 \times 400、3 \times 500、3 \times 630 HYJQF41-38/66kV 海底光电复合电缆，除风机塔筒底部的电缆通道内，大部分海缆直埋敷设埋设于海底，埋设深度为 2.0m。

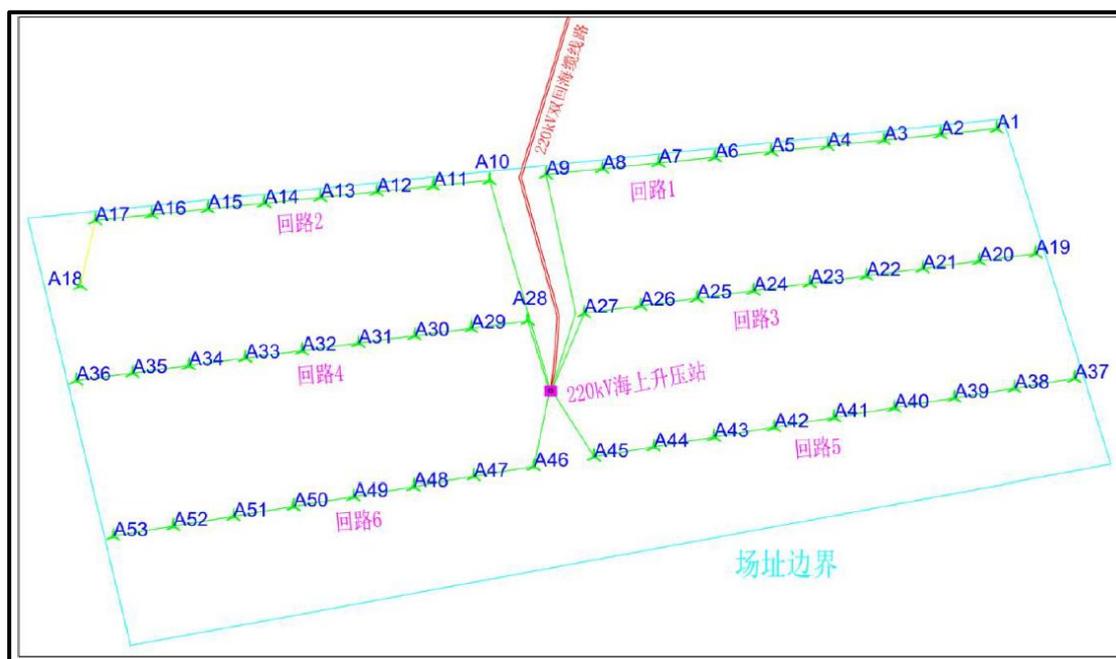


图 2.2-5 场区内 66kV 海缆集电线路布置图

2.2.5 海上升压站

海上升压站位于 F45, F46 风机以北约 1km 处, 距海岸线距离约 21km。

海上升压站采用整体式布置, 包括上部组块和下部基础。上部组块采用 3 层布置, 轴网尺寸 22.0m×30.0m, 平面投影尺寸为 55.5m×43m, 高约 21m。底层梁顶高程 15.0m, 二层梁顶高程 22.0m, 顶层平台梁 31m。

底层主要为电缆层, 并布置有事故油罐、预制舱模块、临时休息室、备品间、柴油储油罐室预制舱、污水处理设备室、水泵房及吊车, 层高 7m; 二层为主要设备层, 布置有主变、220kV GIS 预制舱、66kV GIS 预制舱、应急配电室预制舱、工作配电室预制舱、站用变模块预制舱、柴油发电机预制舱、蓄电池室预制舱、控制室预制舱、继保室预制舱, 及其它升压站相关露天设备等。顶层设有 5t 吊机及变压器吊物舱盖。

下部结构采用导管架型式, 并设置了 6 根钢管桩, 钢管桩通过套筒及连接板与导管架本体连接。钢管桩采用 $\Phi 2400$, 壁厚 40~75mm, 桩入土约 72m, 泥面以上 15.2m, 桩顶高程-12.8m, 单根桩长 87.2m, 单根桩重 262.25t, 总桩重 1573.5t。

海上升压站上部组块布置见表 2.2-3, 升压站平面布置图见图 2.2-7, 海上升

压站现状见图 2.2-8。

表 2.2-3 海上升压站上部组块布置一览表

序号	类别	平面布置		备注
		环评阶段	验收阶段	
1	位置	海上升压站站址拟定于 F45, F46 风机以北约 1km 的位置, 距海岸线距离约 21km。	海上升压站站址位于 F45, F46 风机以北约 1km 的位置, 距海岸线距离约 21km。	一致
2	结构设计	海上升压站采用整体式布置, 包括上部组块和下部基础。上部组块采用 2 层布置, 轴网尺寸 26.6m×35.0m, 平面投影尺寸为 52.2m×59.6m, 高约 17.0m。底层梁顶高程 14m, 顶层梁顶高程 21m。	海上升压站采用整体式布置, 包括上部组块和下部基础。上部组块采用 3 层布置, 轴网尺寸 22.0m×30.0m, 平面投影尺寸为 55.5m×43m, 高约 21m。底层梁顶高程 15.0m, 二层梁顶高程 22.0m, 顶层平台梁 31m。	设计布置优化
3	基础设计	钢管桩采用 Φ2200, 壁厚 50~70mm, 桩入土约 68m, 泥面以上 14m, 单根桩长 82m, 单根桩重 272t, 总桩重 1632t。	钢管桩采用 Φ2400, 壁厚 40~75mm, 桩入土约 72m, 泥面以上 15.2m, 桩顶高程-12.8m, 单根桩长 87.2m, 单根桩重 262.25t, 总桩重 1573.5t。	/
4	一层	底层主要为电缆层, 并布置有事故油罐、预制舱模块、临时休息室、备品间、水泵房及吊车, 层高 7m。	底层主要为电缆层, 并布置有事故油罐、预制舱模块、临时休息室、备品间、水泵房及吊车。事故油罐系统包含事故油罐 1 和事故油罐。事故油罐 1 体积为 62.72m ³ ; 事故油罐 2 体积为 89.6m ³ 。	/
5	二层	二层为主要设备层, 布置有四台主变、220kV GIS 配电装置预制舱模块、66kV GIS 配电装置预制舱模块、二次继保及控制室预制舱、低压配电装置预制舱模块、应急配电装置预制舱模块、站用变室预制舱、吊机、通信天线等其他升压站设备。	二层为主要设备层, 布置有四台主变、220kV GIS 配电装置预制舱模块、66kV GIS 配电装置预制舱模块、二次继保及控制室预制舱、低压配电装置预制舱模块、应急配电装置预制舱模块、站用变室预制舱、吊机、通信天线等其他升压站设备。	升压站新增顶层, 顶层平台梁 31m, 顶层设有 5t 吊机及变压器品物舱盖
6	批复要求	各类固体废弃物、生活污水等全部收集后运回陆域统一处理, 禁止向海洋抛弃。废油等储存在专设的废油箱中, 防止油类的跑、冒、漏、滴。废旧电池、废油、含油棉纱等全部收集后由具备资质的专业处置单位统一接收处置。危险废物暂存场所应按《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及修改单要求。	海上升压站内生活持水主要为卫生间内生活污水。休息室内生活污水通过排水管网收集至生活污水处理室, 经生活污水处理设施收集后运至陆上处置。本工程设一体化生活污水处理设备, 处理能力 4500L/d。废旧电池、废油、含油废物等全部收集后由山东中再生环境科技有限公司统一接收处置。	海上升压站预留生活污水收集装置, 回收陆上处理, 不设置海上排放口。

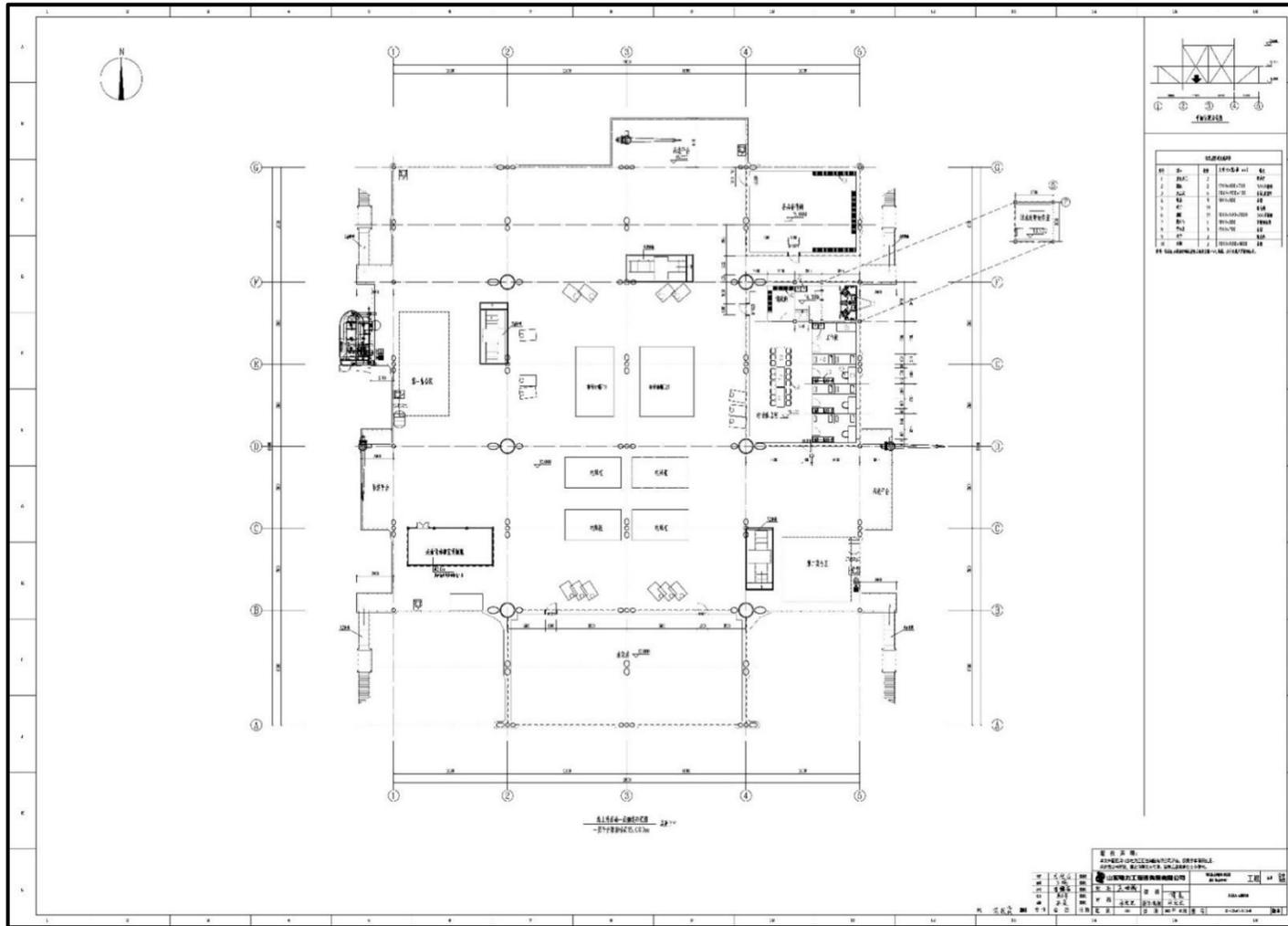


图 2.2-6 海上升压站一层舾装布置图

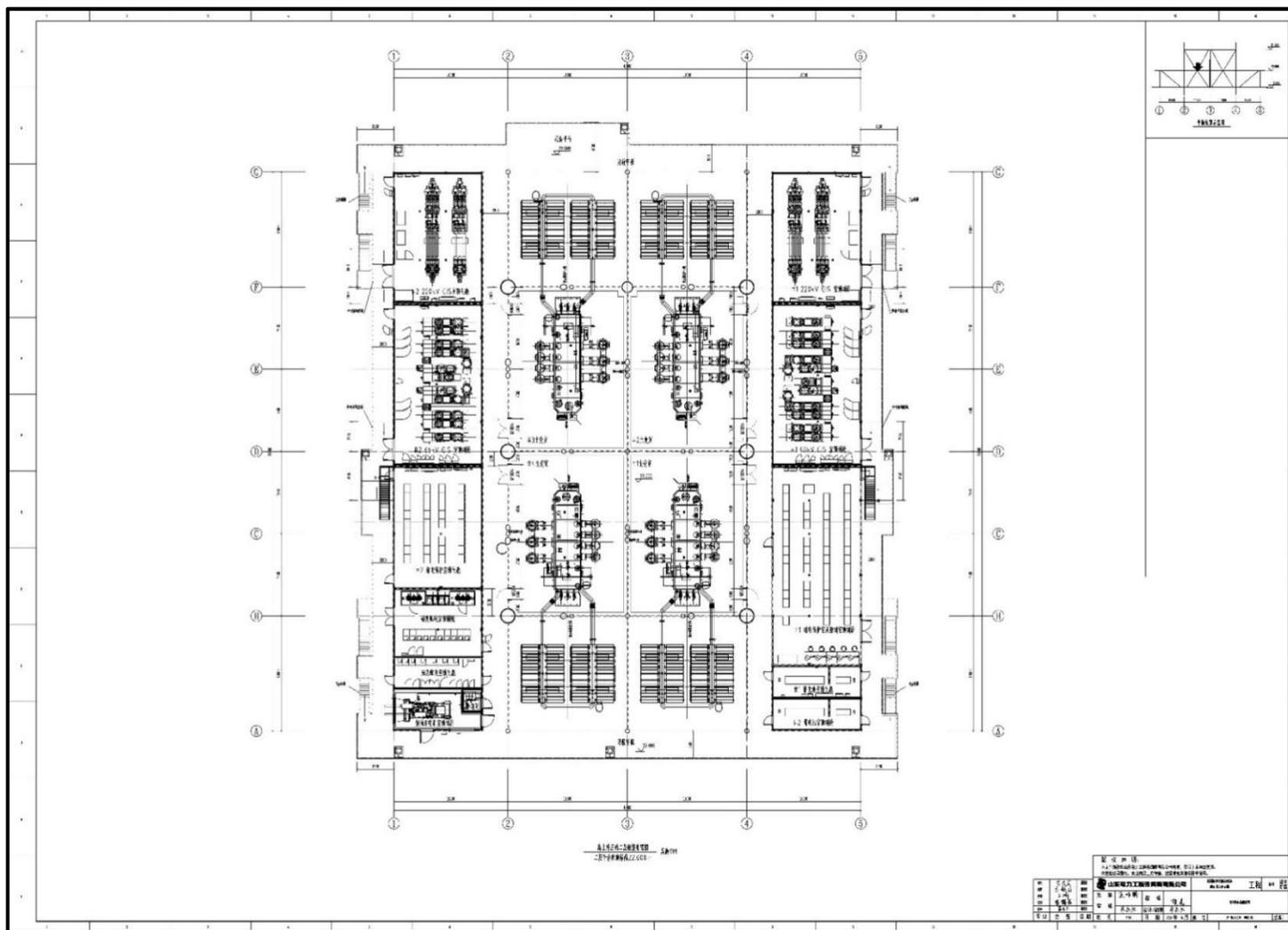


图 2.2-7 海上升压站二层舾装布置图

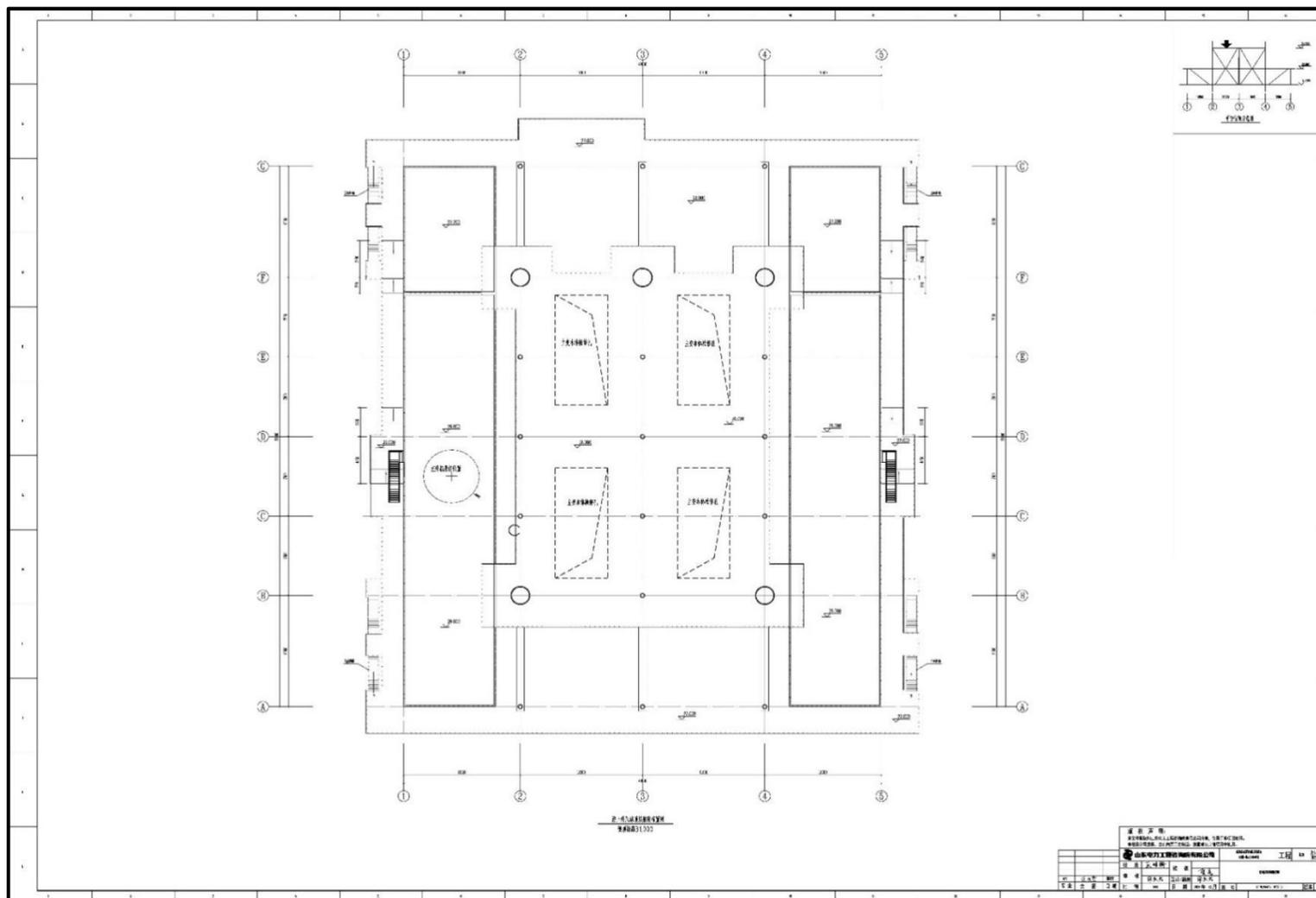


图 2.2-8 海上升压站顶层舾装布置图



图 2.2-9 海上升压站现状图

2.2.6 公辅工程

本项目海上风电场主要配套的公用工程及辅助工程内容见表 2.2-4。

表 2.2-4 本项目主要配套工程一览表

类别	建设内容
电气工程	风电机组-升压变采用“1机1变”单元接线方式，风机厂配套提供升压设备将出口电压升至 66kV。机组高压侧采用 8 或 9 台 8.5MW 风力发电机组为一个联合单元接线方式，共 6 回 66kV 集电线路汇集到 220kV 海上升压站，升压后经由两回 220kV 海缆线路转架空线后接入陆上集控运维中心后再接入系统。
	海上升压站 220kV 配电装置采用户内 GIS 型式，采用线路变压器组接线。66kV 侧为单母线分段接线，每段 66kV 母线分别接 1 回主变进线、3 回风电机组进线、1 回 PT 柜。
通信工程	本工程随海上升压站-陆上集控运维中心双回 220kV 线路敷设 2 条 36 芯光缆，风电场陆上集控运维中心配置 1 套地区级 622M 光传输设备和 1 套汇聚层 PTN 设备，分别向对侧变电站开通 622M 光通信链路（1+1）和 GE 光通信链路（1+1），对侧变电站相应增加光接口。风电场海上升压站配置 1 套地区级 622M 光传输设备和 1 套接入层 PTN 设备，向陆上集控运维中心开通 622M 光通信链路（1+1）和 GE 光通信链路（1+1）。
消防工程	每台风电机组机舱内配备超细干粉自动灭火系统，同时要求配备手提式灭火器，分别放置在第一节塔筒和机舱内。
	海上升压站主要结构采用包覆防火材料防火，经包覆处理后火灾危险性较大的房间的舱壁和甲板达到 A 级防火等级。海上升压站电气设备采用预制舱模式，预制舱和甲板层的休息室、水泵房等室内消防采用高压细水雾灭火系统，主要电气盘柜内设置火探管灭火系统。海上升压站主甲板层均设置两条安全通道，设置两个安全出口。
防腐、冲刷	对风机基础和海上升压站的重防腐涂层加强维护或补涂新的防腐涂层，同时检测电化学腐蚀的电位，及时检修排除故障。
	单桩基础沉桩后在桩基周围采用固化土进行防护，即在沉桩完成后，通过泵送拌制的固化土到桩基周围，形成具有一定刚性的防护壳保护桩周土体免于冲刷。

2.2.7 环保工程

(1) 事故油罐

海上升压站正常运行时不产生废水。当主变压器发生事故或机组检修时，可能产生少量的漏油和油污水，主要污染物为石油类，油污水经事故油管排至事故油罐。本项目海上升压站设置两座容量分别为 62.72m³ 和 89.6m³ 的事故油罐，两个事故油罐通过连通管连接。



图 2.2-10 海上升压站事故油罐

(2) 污水处理设施

海上升压站设置一体化生活污水处理设备1套，处理能力4500L/d，用于收集巡检人员生活污水。海上升压站及风机运维期间，巡检人员产生的生活污水经升压站生活污水处理装置收集后运至陆上进行处理。

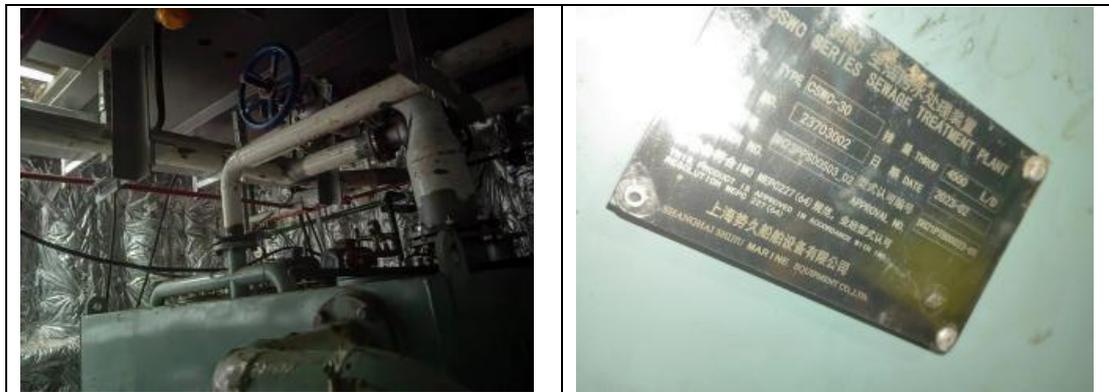


图 2.2-11 海上升压站污水处理设备

2.2.8 工程管理

本风电场按无人值班、少人值守方式管理。工作人员直接在办公楼通过人机对话对风电场的风力发电机组进行远方监视、控制。风电机组大修外委有能力有资质单位进行，以减少风电场的定员。运行期间风电场运行管理及维护人员的办公生活基地设在陆域集控中心。

2.2.9 工程用海、用地情况

本项目海上风机申请用海面积为 56.9803hm²；海上升压站申请用海面积为 0.5747hm²，透水构筑物总用海面积为 57.555hm²。66kV 海缆申请用海面积为 81.6073hm²，220kV 海缆申请用海面积为 100.7855hm²，海底电缆管道申请用海总面积为 182.3928hm²。本项目申请用海总面积为 239.9478hm²，已取得不动产权证书，见附件 6。

表 2.2-5 工程建设用海面积汇总表（单位：公顷）

序号	项目名称	永久用海/用地		变化情况	变化原因
		环评阶段	验收阶段		
1	海底电缆管道 (220kV)	100.7855	100.7855	不变	/
2	海底电缆管道 (66kV)	81.3170	81.6073	+0.2903	根据本项目通航安全影响研究报告的建议，将 A18 风机向东南方向调整约 974m，对进港航路进行避让。
3	透水构筑物（风机）	56.9803	56.9803	不变	/
4	透水构筑物（海上升压站）	0.5747	0.5747	不变	/
5	申请用海总面积	239.6575	239.9478	+0.2903	/

2.3 工程变更情况

2.3.1 工程变更内容

2.3.1.1 主体工程变更情况

(1) 风力发电机组调整情况

本项目风机选型、桩基基础、桩基防腐及防冲刷方案均与环评阶段相同，未发生变化。本项目风电场与环评阶段相同，未发生变化，18号风机由于对进港航路进行避让发生位置调整。

(2) 海上升压站调整情况

本项目海上升压站平面投影尺寸由 $52.2\text{m} \times 59.6\text{m}$ 变更为 $55.5\text{m} \times 43\text{m}$ 。钢管桩直径、壁厚、入土深度、桩长、桩重均变化：钢管桩直径由 $\Phi 2200$ 变更为 $\Phi 2400$ ，壁厚由 $50 \sim 70\text{mm}$ 变更为 $40 \sim 75\text{mm}$ ，桩入土深度由 68m 变更为 72m ，单根桩长由 82m 变更为 87.2m ，单根桩重由 272t 变更为 262.25t 。底层平台梁顶标高由 14m 变更为 15m ，二层平台梁顶标高由 21m 变更为 22m 。

(3) 海缆调整情况

本项目电缆布置调整，调整后的海缆总长度 90.99km ，包括 66kV 海缆和 220kV 海缆，较原环评阶段（ 90.2km ）增加 0.79km 。

本项目 66kV 海缆布置及长度调整，调整后的 66kV 海缆路由共规划6回，线路路径总长度 47.198km ，较原方案增加 0.598km 。 66kV 海缆结构与环评阶段相同，未发生变化。

本项目 220kV 海缆布置及长度调整，调整后的 220kV 海缆以两回三芯绝缘海底电缆送出，路径长度 $2 \times 21.896\text{km}$ ，较原方案增加 0.192km 。本项目 220kV 海缆结构调整。 220kV 海缆结构与环评阶段相同，未发生变化。

2.3.1.2 公辅工程变更情况

与环评阶段对比可知，实际建设阶段本项目公辅、配套工程与环评基本一致。

2.3.1.3 环保工程变更情况

海上升压站增设了生活污水处理装置。环评阶段，巡检人员产生的生活污水收集至工作船舶并运回陆域处理。建设阶段在升压站增设一套生活污水处理装置，来自厕所、厨房、浴室的生活污水初步收集处理运输至陆上处置。

2.3.2 重大变更判定

根据《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号）、《海洋工程环境影响评价管理规定》（国海规范〔2017〕7号）要求，建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施五个因素中的一项或一项以上发生重大变动，且可能导致环境影响显著变化（特别是不利环境影响加重）的，界定为重大变动。属于重大变动的应当重新报批环境影响评价文件，不属于重大变动的纳入竣工环境保护验收管理。针对以上要求，对本项目的变更情况进行梳理、判定。

本项目调整后，项目选址、性质、规模和生产工艺均未发生变化，环保措施新增海上升压站污水处理设施，66kV海缆长度由46.6km调整为47.198km，220kV海缆长度由43.6km调整为43.792km，海上升压站优化结构布局，施工工艺未发生变化。根据工程方案变动后的影响分析结论，施工期海缆与桩基施工悬浮泥沙影响无明显变化，施工引起浮游动植物、底栖生物、潮间带生物以及渔业资源的损失量无明显变化；运营期的水文动力影响、冲淤影响均不发生明显变化，用于桩基防腐材料的牺牲阳极锌释放进入沉积物、海水中的量无变化，因构筑物占压导致底栖生物损失量略有增加，无明显影响。此工程变动后未增加环境风险

对照环境保护办公厅《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号）中水电建设项目重大变动清单、关于印发《输变电建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射〔2016〕84号）及生态环境部关于输变电建设项目重大变动如何认定的回复，本项目变动分析界定见表2.3-1。

表 2.3-1 本项目重大变动界定分析表

文件名称	要求	本项目情况说明	是否属于重大变动
《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》(环办〔2015〕52号)	单台机组装机容量不变,增加机组数量;或单台机组装机容量加大20%及以上(单独立项扩机项目除外)。	本项目机组装机容量未发生变化。	否
《输变电建设项目重大变动清单(试行)》(环办辐射〔2016〕84号)	1、电压等级升高。	不涉及	/
	2、主变压器、换流变压器、高压电抗器等主要设备总数量增加超过原数量的30%。	不涉及	/
	3、输电线路路径长度增加超过原路径长度的30%。	本项目66kV海缆长度由46.6km调整为47.198km,220kV海缆长度由43.6km调整为43.792km,不存在超过原路径长度30%的情况。	否
	4、变电站、换流站、开关站、串补站站址位移超过500米。	不涉及	/
	5、输电线路横向位移超出500米的累计长度超过原路径长度的30%。	不涉及	/
	6、因输变电工程路径、站址等发生变化,导致进入新的自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态敏感区。	不涉及	/
	7、因输变电工程路径、站址等发生变化,导致新增的电磁和声环境敏感目标超过原数量的30%。	不涉及	/
	8、变电站由户内布置变为户外布置。	不涉及	/
	9、输电线路由地下电缆改为架空线路。	不涉及	/
	10、输电线路同塔多回架设改为多条线路架设累计长度超过原路径长度的30%。	不涉及	/
关于输变电建设项目重大变动如何认定的回复	根据《关于印发<输变电建设项目重大变动清单(试行)>的通知》(环办辐射〔2016〕84号),输变电建设项目发生清单中一项或一项以上,且可能导致不利环境影响显著加重的,界定为重大变动。若经环境影响评价,工程变更未导致不利环境影响显著加重的,应当界定为一般变动,无需重新报批环境影响评价文件。	本工程变更未导致不利环境影响显著加重,且变动减少了不利环境影响,应当界定为一般变动,无需重新报批环境影响评价文件。	否

综上,建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施均未发生重大变化,且变更内容减少了不利环境影响。因此,本项目变动情况不属于重大变更,可纳入竣工环境保护验收管理。针对工程建设内容调整情况,建设单位委托编制完成了变动分析(详见附件4)。

2.4 工程环保投资

本项目风电场工程实际总投资 528070.905 万元，其中环保投资为 1853.145 万元，占总投资 0.35%。因施工期污染物处置、环境监测、临时工程等实际费用减少，本项目实际环保投资较环评阶段估算费用减少 215.095 万。

本项目环保投资明细见表 2.4-1。

表 2.4-1 环保投资明细表

序号	项目	环评费用（万元）	实际投入费用（万元）	备注
一	环境保护措施	1318.24	1268.31	
1	海洋生态资源损失补偿	1268.24	1268.31	
2	鸟类资源保护	50.0	0	鸟类宣传教育、叶片警示色等施工中已落实，未设置单独费用。
二	环境监测措施	380.0	290	
1	海洋生态、海水水质等监测	100.0	110	
2	渔业资源监测	80.0	50	
3	施工期废水、大气、噪声等监测	95.0	70	
4	电磁环境监测	40.0	30	
5	鸟类救助及观测	65.0	30	目前按1年计
三	环境保护设备	0.0	38	
1	运行期生活污水处理	0.0	38	
2	施工期污水处理设备	0.0	0.0	
四	环境保护措施	230.0	130.495	
1	水环境保护工程	185.0	71.925	
1)	施工期船舶含油废水和生活污水委托处理	85.0	71.925	污水垃圾回收
2)	陆上施工辅助设施含油废水处理	100.0	0	本项目陆上未设置施工营地
3)	施工期陆上生活污水处理		0	
2	固体废弃物处理	30.0	22.57	垃圾处理费

序号	项目	环评费用 (万元)	实际投入费用 (万元)	备注
3	施工期环境空气保护	15.0	36	洒水设备采购安装、日常洒水防尘、宣传费用
五	风险应急措施	0	11.54	
1	船舶溢油风险应急设置及物资	0.0	11.54	环保应急物资采购
六	独立费用	140.0	114.8	
1	环境保护建设管理费	20.0	20	
2	宣教及技术培训费	10.0	10	
3	竣工环保验收调查	50.0	84.8	
4	施工期环境监理	60.0		
合计		2068.24	1853.145	

2.5 验收工况

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目于 2022 年 12 月开工, 2023 年 4 月开始海上主体施工, 2023 年 11 月 17 日完成全部建设内容。2023 年 11 月-2024 年 2 月总发电量约 44502.7 万 kW·h, 主体工程运行稳定, 环保工程运行正常, 符合验收工况要求。

2.6 小结

经核查, 对比本环评报告及批复文件, 本项目实际建设中仅部分工程平面布置调整并新增环保设施, 其他主体工程、公辅工程及环保工程未发生变化。项目各项环保前期审批手续齐全, 主体工程运行稳定, 环保工程运行正常, 满足竣工环境保护验收要求。

3 环境影响报告书回顾

3.1 环境影响报告书主要结论

3.1.1 环境现状评价结论

(1) 海水水质

根据 2022 年春季水质评价结果，除 37 号站石油类、18 号站 DO 存在轻微的超标现象，其余各站位各项监测指标均符合相应的海水水质标准。

根据 2021 年秋季水质评价结果，除 36 号站 DO、25 号站无机氮存在超标现象，其余各站位各项监测指标均符合相应的海水水质标准。

(2) 海洋沉积物

2021 年 11 月评价结果表明，调查海域各站位所有沉积物污染因子均符合相应的沉积物质量标准。

(3) 海洋生态

1) 叶绿素 a

2022 年春季调查海域叶绿素 a 的变化范围在 0.0510~5.32g/L，平均值为 1.63 $\mu\text{g/L}$ 。本次调查中调查海域叶绿素 a 浓度正常。

2021 年秋季调查海区海水中叶绿素 a 的变化范围在 0.338~2.068 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.07 $\mu\text{g/L}$ 。

2) 浮游植物

2022 年春季调查海域调查中共鉴定出浮游植物 61 种，分别隶属 3 门，其中硅藻门 42 种，占总种数的 69%；甲藻门 18 种，占总种数的 30%。品种最多的站位为 21 站位，21 个种。调查优势种中肋骨条藻。

2021 年秋季调查海域共鉴定出浮游植物 56 种，分别隶属于 3 门，其中硅藻门 46 种，占总种数的 82.1%；甲藻门 9 种，占总种数的 16.1%；金藻门 1 种，占总种数的 1.8%。优势种为笔尖形根管藻、劳氏角毛藻、中肋骨条藻、角毛藻。

3) 浮游动物

2022年春季调查共鉴定出浮游动物24种，其中节肢动物12种，种类最多，占种类组成的50%；浮游幼虫类8种，占种类组成的33%；原生动物、腔肠动物、栉水母、毛颚动物各1种，各占种类组成的4%。

2021年秋季调查共鉴定出浮游动物49种，其中节肢动物25种，种类最多，占种类组成的51%；浮游幼虫类13种，占种类组成的27%；腔肠动物7种，占种类组成的14%；浮游被囊类2种，占种类组成的4%；原生动物和毛颚动物均为1种，占种类组成的2%。

4) 底栖生物

2022年春季调查海域内共鉴定出底栖生物50种，分别隶属于扁形动物、纽形动物、多毛类、软体动物、甲壳类、棘皮动物。其中多毛类的种类最丰富，出现31种，占底栖生物总种数62%。

2021年秋季调查海域共采集到底栖生物64种，隶属于纽形动物、多毛类、软体动物、甲壳类、棘皮动物、腕足动物等6个动物门。其中多毛动物的种类最丰富，出现45种，占底栖生物总种数70.3%。

5) 潮间带生物

2022年春季调查共采集到潮间带生物14种，隶属于多毛类、甲壳类、腔肠动物软体动物、尾索动物。其中甲壳类出现的种类数最多，共7种，占种类组成的50%。

2021年秋季调查共采集到潮间带生物24种，隶属于钮形动物、多毛类、甲壳类、软体动物4个类别，其中钮形动物1种，占4.2%；多毛类11种，占45.8%；软体动物9种，占37.5%；甲壳类3种，占12.5%。

(4) 渔业资源

2022年春季调查共出现渔业资源种类56种，其中，鱼类34种，占总数的60.7%；甲壳类16种，占总数的28.6%；头足类6种，占总数的10.7%。2019年春季调查共鉴定鱼卵仔稚鱼12种，隶属于2目9科。

2021年秋季调查共出现渔业资源种类67种，其中，鱼类35种，占总数的52.2%；虾类10种，占总数的14.8%；蟹类5种，占总数的7.5%；双壳类3种，占4.5%；腹足类3种，占总数的4.5%；头足类5种，占总数的7.5%；棘皮类6

种，占9.0%。2021年秋季调查共采集到稚鱼2尾，分别为鳀和黄姑鱼。

3.1.2 环境影响预测结论

(1) 水动力、冲淤环境影响

整体来看，风机周边小范围内流速整体有所减小，涨落急时刻减小在2cm/s的区域距风场最大距离约2200m；风电场潮流流速增加在2cm/s的区域距风场最大距离约2300m；工程建设对潮流场的影响主要集中在风机周边小范围内，对外围其他区域的影响较小。

工程建成前后冲淤变化不大，风场周边冲淤变化基本处于动态平衡，风电场年侵蚀略有增大，年最大侵蚀增加量小于0.5cm，工程建设对冲淤环境的影响主要集中在风场周边小范围内且变化量较小，工程建设对地形地貌冲淤环境影响很小。

(2) 海水水质环境影响

电缆敷设施工期间10mg/L悬浮泥沙主要在工程W-E方向扩散，最大扩散距离约2.1km。悬浮泥沙超二类水质标准范围面积为15081.95hm²，悬浮泥沙超三类水质标准范围面积为3152.30hm²，悬浮泥沙超四类水质标准范围面积为1400.63hm²。

随着施工结束，悬浮泥沙对海域影响将随之消失。

(3) 对生态环境影响

项目建设共造成浮游植物总损失量为 4.86×10^{14} 个，浮游动物总损失量为 6.08×10^{12} 个，底栖生物总损失量0.53t，游泳生物总损失量为22.47t，鱼卵总损失量为 3.58×10^8 个，仔稚鱼总损失量为 8.69×10^7 尾。根据估算结果，项目生物资源损失经济补偿金额共为1268.24万元。

3.1.3 环境事故影响综合分析评价结论

本工程主要环境风险包括施工期施工船舶碰撞溢油事故；运营期环境风险包括风机遭受雷电、台风等自然灾害风险，长期冲刷造成电缆和海床之间形成掏空

的事故风险。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，采取上述措施后，上述环境事故的发生概率可明显降低，事故发生对环境的影响可明显减小。

3.1.4 环保措施分析结论

项目污废水、固废等收集后统一处理，废气、扬尘、噪声等采用预防、管理和治理措施。针对海洋生态采取了加强管理、优化施工方案、合理选择施工时间、生态补偿等措施。针对鸟类影响采取宣传教育、加强管理、噪声防范措施、合理选择施工作业时间和范围等措施。为减少工程建设对海洋生态和渔业资源的影响，建议在建设单位采取适当补偿后由主管部门统一规划和实施区域的增殖放流等资源恢复工作。

运行期为减小对鸟类的影响，采取了设置保护色彩、生态工程、加强鸟类撞击观测、进行鸟类研究等措施。为减小通航影响采取：设置导助航设施、涂警示色、安装监视系统、配防撞设施、加强环境监测等措施。运行期管理人员生活污水和船舶生活废水运送至陆上处置，固废由资质单位统一收集处置。

3.1.5 建设项目的环境可行性评价结论

项目建设符合《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》，符合《山东省海洋主体功能区规划》、《山东省海洋生态环境保护规划（2018-2020年）》、《山东省黄海海洋生态划定方案（2016-2020年）》、《山东省生态保护红线规划（2016-2020）》、《海上风电开发建设管理办法》、《山东省新能源产业发展规划（2018-2028年）》等相关规划。项目建设符合《威海市“三线一单”生态环境分区管控方案》。

项目施工与运营，对周边海域水质、生态环境影响程度可接受。项目建设和运行带来的海洋生物和渔业资源损失可通过适当的生态补偿等进行修复，其它不利环境影响可以通过采取相应的环保措施予以减轻。

本项目符合产业政策，项目社会效益显著。在全面加强环保管理、认真落实本报告提出的各项环保措施、风险防范措施的前提下，从环境保护的角度，项目

建设是可行的。

3.2环境影响报告书审批意见

2023年4月14日，威海市生态环境局出具了《关于国家电投山东半岛南海上风电基地U场址一期450MW项目环境影响报告书的批复》(威环海审书(2023)2号)。批复意见具体要求如下：

(一)施工期

1. 严格遵守施工程序，避开大风浪季节施工，尽量安排在非养殖季节、流速较低的高平潮或低平潮附近时刻施工，避开周边海域生物的繁育期等敏感期，控制悬浮泥沙的浓度和扩散范围。

合理收集处置各类污染物，避免污染潮间带鸟类生境和生态环境。科学划定干地、浅水施工作业带，禁止超出作业带作业，尽量选择低潮位露滩时段干地施工，电缆入沟槽后及时回填沙土，减小沙土随潮流扩散，避免大量泥沙随潮流入海。做好与利益相关者的协调工作，按要求实施增殖放流，对海洋生态生物资源进行修复；采用生态工程措施，对陆域建设区域侵占的鸟类栖息地进行补偿。

2. 不得向海域排放污染物。场地产生的生活污水由威海港乳山港区污水处理站接收处理，含油污水由有资质的单位接收处理。船舶产生的生活污水全部收集运回陆域统一接收处置，含油污水等随施工船舶运回陆域由相关资质单位接收处理。

3. 选择低噪声、低振动的机械设备、船舶等，加强维修和保养，严格控制施工时间，对高噪音运输设备采取相应的限时作业，减少对鸟类等生物的影响。施工期尽量避开贝类、鱼类等水生生物的产卵期、繁殖区，打桩前以“软启动”方法驱赶桩基周围的鱼类，以减轻后续正式打桩时产生的水下噪声对鱼类的影响。施工噪声应符合《中华人民共和国噪声污染防治法》《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求。

4. 合理安排施工作业，在大风天气避免容易产生扬尘的施工作业，建立扬尘污染防治责任制，对易起尘的材料必须加盖封闭运输，按要求对陆上施工场地硬化处理，设置隔离围屏，严格落实洒水降尘制度，严禁抛撒式装卸物料和垃

圾，采取有效措施减少扬尘对周边的影响。选用先进的施工机械和设备，采用清洁燃油，并加强对施工船舶的维修保养，使其排放的废气符合国家有关标准。

5. 禁止向海洋抛弃各类固体废弃物，避免各类物料散落海中，施工废弃材料由施工单位负责及时清理处置。设立生活垃圾收集点，定期清运至陆上，全部收集后由环卫部门运至乳山绿色动力再生能源有限公司垃圾焚烧厂无害化处置。

(二)运营期

加强运营期海洋环境保护监督管理，严格执行和落实报告书及本批复提出的运营期环保措施和海洋环境监测计划。

1. 海上导航指示灯使用低亮度的白色闪光，避免使用连续的 红光或是旋转光柱，采取安设闪烁灯光、使用紫外光固化涂料涂漆等有效措施降低鸟类撞击风险。按要求采用生态工程措施，对陆域建设区域侵占的鸟类栖息地进行补偿。

2. 主变压器等高噪声设备应有噪声限值要求，对主要噪声源采取减振、消声、隔声等措施，降低对周围环境及海洋鱼类、哺乳动物等生物的影响，厂界噪声须满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类标准。

3. 配备符合规定的设备，加强维护，采取建筑物屏蔽、吸音板接地等有效措施降低电磁对环境的影响。工程海底电缆、海上风机群等对环境的影响需满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)规定的电场强度 4000V/m、磁感应强度 100 μ T 标准限值。

4. 各类固体废弃物、生活污水等全部收集后运回陆域统一处理，禁止向海洋抛弃。废油等储存在专设的废油箱中，防止油类的跑、冒、漏、滴。废旧电池、废油、含油棉纱等全部收集后由具备资质的专业处置单位统一接收处置。危险废物暂存场所应按《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及修改单要求设置，防止二次污染。

三、严格落实《山东省生态环境厅关于做好海洋工程建设项目施工期环境影响跟踪监测监管工作的通知》(鲁环函〔2019〕408号)和批复的项目环评报告要求，项目施工前建设单位应按要求制定跟踪监测计划，并认真组织实施，及时跟踪监测数据，掌握海洋环境变化，报送跟踪监测报告。如发现因施工引起的水质变化对周围海域保护目标或海洋生物产生不良影响，应立即采取措施，必要时应

停工，确保海洋生态环境安全。

四、做好防范台风、风暴潮、船舶碰撞、溢油等应急预案，加强应急演练和有关人员培训，按照相关规定配置溢油应急设备，定期开展应急培训和演练等工作，按要求对相关环保设施和项目开展安全风险评估和隐患排查治理。当施工及运营过程中发生突发性污染海洋环境事件，建设单位应立即采取环保应急措施，同时报告相关部门，组织做好污染应急处置和环境监测，最大限度降低对海洋环境的影响。

五、要严格落实报告书提出的环保投入。在项目执行过程中，环保设施应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。工程建成后，必须按规定程序开展竣工环境保护验收，验收合格后方可投入生产使用。

六、若建设项目的性质、规模、地点、建设内容及采用的污染防治措施等发生重大变动且可能导致环境影响显著变化的，应依法重新报批环境影响评价文件。自批准之日起超过五年方决定该项目开工建设的，其环评文件应当报我局重新审核。

七、严格按照通航安全评估专题等内容配备相关设施，及时清理碍航物等，各类船舶应严格按照规定航线行驶，禁止随意穿越现有航道。相关单位应落实安全生产管理主体责任，按要求建章立制，制定相关方案，落实各项安全、应急等措施，及时沟通有关部门，确保施工期和运营期船舶通航安全。

4 环保措施落实情况调查

本项目环评报告书及其批复意见针对工程建设产生的生态影响、污染影响和环境风险均提出了具体的环保措施。经调查，建设单位对环评报告及其批复中提出的各项措施基本予以了落实，具体落实情况如下。

4.1 环评报告中环保措施落实情况调查

4.1.1 施工期环保措施及其落实情况

工程施工主要污染因子包括：废气、噪声、污水、固废等，针对上述环境影响，环评报告及批复文件中均提出了相应的环保措施。

污废水、固废等收集后统一处理，废气、噪声等采用预防、管理和治理措施。针对海洋生态和鸟类等主要不利影响，采取以下措施：（1）避免在鱼类产卵高峰期和鸟类迁徙、集群的高峰期进行施工；（2）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缩短水下作业时间，控制施工范围；（3）规范施工操作，避开恶劣天气施工，保障施工安全和避免悬浮物剧烈扩散。

施工期间，施工单位在施工污水处理、噪声及废气控制、环境风险防范、生态保护等方面都采取了有效的防治措施，基本达到预期的防治效果，具体落实情况见表 4.1-1。

表 4.1-1 环评报告中施工期环保措施落实情况

项目	环评报告中环保措施	实际落实情况	调查结论	
水污染防治措施	海上污水处理与防治措施	对于本项目的两栖设备在水上作业时，禁止直接向海域水体排放油污水和其它废水。 两栖设备水上施工应获得有关部门的航行许可。海域施工期间，现场施工人员的施工营地如在潮间带上，生活垃圾和生活污水禁止随意排放，应收集至陆域处理。 加强施工设备的管理与养护，杜绝油类泄漏，避免污染海水。	施工单位开工前按规定申请办理了水上、水下施工作业手续，并申请发布有关施工作业航行通告和航行警告。施工期海上生活污水、含油废水及生活垃圾委托青岛航顺船务有限公司接收处置，未直接向海域排放。 施工船舶严格落实铅封，施工船舶油类记录簿、含油污水处置记录等资料齐全。施工船舶已建立机械维护制度，及时清洁施工船舶、维护修理施工机械，施工机械维修产生的含油污水收集后委托青岛航顺船务有限公司接收处理。施工期各施工单位已建立溢油应急体系，并开展溢油紧急演练。	符合要求
	潮间带施工	优化施工方案，按照潮流条件科学划定干地施工作业带及浅水施工作业带，并合理安排施工进度，尽量选择低潮位露滩时段干地施工，尤其对于工期较短的电缆铺设施工，避免大量泥沙随潮流入海。	施工单位优化了施工方案，合理安排施工进度，在具备干地施工时段采取低潮位露滩时段干地施工。	符合要求
	作业水污染	严格控制两栖施工设备及人员作业范围，施工机械按照电缆铺设路线行驶，禁止任意穿行，禁止超出作业带作业，可减小施工扰动造成的潮间带表层泥沙流失。	严格按照施工作业范围施工，施工机械按照电缆铺设路线行驶，从未超出作业带作业。	
	污染	电缆沟槽开挖产生的沙土应在电缆入沟槽后及时回填，减小沙土随潮流扩散。	施工期间，敷设完成后对电缆沟槽开挖产生的沙土在电缆入沟槽后及时回填。	

项目		环评报告中环保措施	实际落实情况	调查结论
	防治措施			
	施工海水污染降低相关措施	施工场地生活污水由港区污水处理站接收处理，含油污水由相关资质单位收购处理。	项目施工产生的生活污水、含油污水收集后委托青岛航顺船务有限公司接收处理。	符合要求
		施工船舶产生的生活污水运回陆域统一接收处置，含油污水随施工船舶运回陆域，由相关资质单位接收处理。		
		本项目所在海域主要是海水养殖，为降低项目建设对海水养殖区影响，项目施工期应结合具体情况，应选择6级风以下施工，主要施工内容应在潮水平缓阶段，即在流速较低的高平潮或者低平潮附近时刻施工，降低施工期悬沙扩散范围。	项目施工期选择在 6 级风以下时施工，主要施工内容在潮水平缓阶段施工，减少悬沙影响。	
生态环境保护措施	海洋生态环境保	<p>潮间带生物、底栖生物保护措施：</p> <p>①在满足施工技术要求的前提下尽可能减少两栖施工设备对潮间带压占范围，划定两栖设备的作业施工行驶带，禁止两栖设备在行驶带外穿行。</p> <p>②严格划定施工作业范围，禁止非施工设备和车辆机械进入，避免任意扩大施工范围。</p> <p>③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</p>	<p>施工前办理了水上水下施工许可，明确了施工范围的坐标，严格限制工程施工作业在划定的用海范围内进行。在项目施工过程中，施工单位优化了施工方案、施工周期大幅减少，缩短了水下施工时间。</p> <p>禁止非施工设备和车辆机械进入施工作业范围。避免恶劣天气施工。风机桩基和电缆铺设完成后及时平整并压实潮间带地面。</p> <p>施工船舶生活污水、含油废水及生活垃圾委托青岛航顺船务有</p>	符合要求

项目	环评报告中环保措施	实际落实情况	调查结论
护 措 施	<p>能缩短作业时间。</p> <p>④施工应避免恶劣天气，保障施工安全并避免施工中土方开挖和回填、电缆铺设等产生的悬浮物在不利天气下大量扩散入海。</p> <p>⑤当风机桩基和电缆铺设完成后，应及时平整并压实潮间带地面，以有利于加快潮间带植被的自然修复。</p> <p>⑥对施工方案进行合理优化，选择科学合理的施工方法和顺序，减少施工对海洋环境的影响。</p> <p>⑦施工机械、设备和人员产生的所有污染物禁止在潮间带上随意排放和丢弃，应收集至陆域处理，减少对周边水体环境影响。</p>	<p>限公司接收处置，未随意丢弃污染物。</p>	
	<p>渔业资源和渔业生产保护措施：</p> <p>①优化施工进度安排，电缆铺设应选择海况良好的低潮位露滩干地施工，尽量避免涉水施工，以减少悬浮泥沙扩散对渔业资源的影响。</p> <p>②从减缓对渔业资源影响的角度出发，工程施工高峰期应尽量避免开春、夏季海洋鱼类产卵高峰期。</p> <p>③对施工海域设置明显警示标志，告知施工周期，明示禁止进行捕捞、养殖作业活动的范围、时间。尤其禁止施工人员在鱼类产卵高峰期抓捕鱼类。</p> <p>④施工期对附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测调查，及时了解项目施工对生态环境及渔业资源的实际影响。</p> <p>⑤本项目实施不可避免地对海洋生态和渔业资源造成直接损害。项目建设单位应根据相关规定，缴纳一定生态补偿金，用于当地增殖放流。</p>	<p>施工单位优化了施工进度安排、缩短了施工周期，尽可能缩短水下施工作业时间。施工期间，敷设完成后对电缆沟槽开挖产生的沙土在电缆入沟槽后及时回填。</p> <p>施工单位提高了海缆施工速率，打桩采用采用噪声较低的液压打桩锤，打桩时预先轻轻敲打几下，以驱赶桩基周围的鱼类，减少对鱼类的影响。</p> <p>施工作业海域设置了警示标识，禁止其他船舶进入施工海域范围内，发布施工期航行通告，并告知其他施工船舶禁止进行张网捕捞。</p> <p>对于工程建设影响的养殖户，建设单位已与乳山市人民政府（甲方）签订了补偿协议，具体由甲方统筹协调本项目涉及海域使用权单位补偿事宜。</p> <p>施工期间，建设单位于2023年委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站分别对海洋生物体、渔业资源等进行监测；及时了解和</p>	符合要求

项目	环评报告中环保措施	实际落实情况	调查结论
		掌握施工过程中对海洋环境和海洋生物的影响，防止造成附近海域的污染，保护附近海域的生态环境。	
	本项目实施不可避免地对海洋生态和渔业资源造成直接损害。项目建设单位应根据相关规定，缴纳一定生态补偿金，用于当地增殖放流。	工程运行期已建成的风机基础可起到人工鱼礁效应，在一定程度上对渔业资源增殖有一定作用。建设单位后期将依据本项目海洋生态修复实施方案开展生态修复。	
鸟类及其生态环境保护措施	(1) 做好施工组织和现场管理，文明施工，最大限度地减少施工期各污染源对周边环境的影响。应加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。	施工单位定期给使用人员进行环保教育培训，制定了环境管理制度，提高了其对鸟类尤其是珍稀保护级鸟类的保护意识。	符合要求
(2) 严格执行施工操作规程，使工区的排尘排放量控制在最低水平，烟气达标排放。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。	施工单位严格执行施工操作规程，使工区的排尘排放量控制在最低水平，烟气达标排放。施工机械设备带有消声减振措施，减少对鸟类的影响。		
(3) 严格施工管理，减少施工机械设备油类的跑、冒、滴、漏；施工中废油、生活污水、渣土等合理处置，避免污染潮间带生态环境。	严格施工管理，避免施工机械设备油类的跑、冒、滴、漏，施工中废油、生活污水、生活垃圾等委托青岛航顺船务有限公司接收处置。		
(4) 施工期间生活垃圾等固废要求各施工单位负责处理，不得随意抛弃或填埋，以免污染环境，传播疾病，使鸟类误食而致病。建设单位应在施工招标文件中提出相应的处置和处罚条款。	施工期间生活垃圾由当地环卫定期清运，船舶生活垃圾委托青岛航顺船务有限公司接收处置。		
(5) 合理规划施工作业时间，尽量避免在鸟类迁徙的高峰期进行工区全面铺开作业，建议分区域施工，宜以电缆回路为单元进行分区，避免施工区域多点零散施工，并尽可能缩短日施工时间，避免夜间施工，以减少对鸟类栖息、觅食等的影响。	施工单位合理规划了施工作业时间，缩短了施工周期，提高施工效率，缩短日施工时间，分区域施工，避免了零散施工，减少对鸟类的影响。		
固体废物	(1) 施工中禁止任意向海洋抛弃各类固体废弃物，同时应尽量避	施工过程中产生的废弃焊条、废弃包装物和其他废弃建筑材料	符合

项目	环评报告中环保措施	实际落实情况	调查结论
污染防治措施	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。施工结束时，需做好施工现场的清理和固体废弃物的处理处置工作，不得在地面有明显的固体废弃物残留。	由施工单位统一收集后，集中处理，分类回收利用，做到工完、料尽、场地清。 施工船舶设置垃圾收集桶，生活垃圾进行分类收集后委托青岛航顺船务有限公司进行接收处理。	要求
	(2) 对能利用的施工废弃材料由施工单位负责及时清理处置。		
	(3) 应设立施工人员生活垃圾收集点，定期清运至陆上，按当地环卫部门规定统一处置。		
	(4) 各施工单位加强对施工人员的环保教育和管理，不随处随手乱扔垃圾，保证生活垃圾集中处置。		
声环境保护措施	(1) 施工单位应选择低噪声设备，对噪声较高的施工设备采取降噪措施，禁止使用不符合国家噪声排放标准的施工机械设备。	施工设备选用低噪设备，施工船舶机舱上布置主辅机消声器、合理设置消声器和机舱室结构。	符合要求
	(2) 定期维护和及时修理施工机械，杜绝施工机械在运行过程中因维护不当而产生的异常噪声。	施工人员定期对施工机械进行维护保养，减少设备故障噪声排放。	
	(3) 加强对施工人员的个人防护，对在高噪声设备附近工作的施工人员配备必要的防噪声耳塞、头盔等防护用品。	施工单位加强了对施工人员的个人防护，对在高噪声设备附近工作的施工人员配备必要的防噪声耳塞、头盔等防护用品。	
	(4) 加强施工管理、文明施工，减少施工期不必要的噪声影响，尽可能减少产生噪声的夜间施工作业。	施工单位加强了施工管理，严格按照施工计划安排施工船舶，减少施工区域船舶拥堵，避免不必要的船舶汽笛鸣放。	
	(5) 春、夏季(4~6月)是鱼类产卵高峰期，从减缓对渔业资源影响的角度出发，打桩、电缆铺设应避开海洋鱼类产卵高峰期。同时打桩前可采取预先轻轻打几下桩，以“软启动”方法驱赶桩基周围的鱼类，为减缓后续正式打桩时产生的水下噪声对鱼类的	施工单位优化了施工方案，合理安排施工进度，降低打桩、电缆铺设对鱼类的影响。	

项目	环评报告中环保措施	实际落实情况	调查结论
	影响。		
通航环境保护措施	<p>(1) 按照相关法规要求,本项目海上风电施工前应编制施工期通航安全保障方案(包括作业方案、作业保障实施方案、应急预案等)。加强对施工作业的安全管理。施工作业的两栖施工设备应经过相关的安全检测,有关人员应经过水上作业的安全培训和教育,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。</p>	<p>施工船舶制定了应急预案和应急计划,开展了应急演练,施工期间未发生环境风险事故。积极开展人员安全培训教育,落实施工作业安全措施。</p>	符合要求
	<p>(2) 为确保本项目顺利进行和附近水域船舶的通航安全,施工单位应拟定施工期间水上交通安全维护方案,利用报刊、广播、电视等媒体开展广泛的宣传,使有关航运单位、航行船舶及从事捕捞作业的渔民能及时了解项目内容、施工范围和工期等,以取得社会各方面的理解、支持和配合。</p>	<p>建设单位按规定申办水上水下施工作业手续,根据海事主管机关的审批有序组织施工。开工前提前发布施工水域的航行通(警)告。 设置专职守护船,对工程水域附近的过往船舶加强警戒,有船舶靠近工程水域时,提请过往船舶与工程水域保持安全距离。有小型船舶及渔船接近施工区域时,提早用高频、声响灯光信号、高音喇叭等予以提醒,必要时驱赶,防止小型船舶和渔船误入施工水域。</p>	
	<p>(3) 建设单位、施工总承包单位、施工单位间应签订安全生产管理协议,将参与施工作业的和为施工作业提供服务的船舶、设施、人员纳入海上交通安全管理体系。施工单位应建立海上风电建设期海上交通安全管理制度。建设单位、施工总承包单位应定期对施工单位海上交通安全管理制度落实情况进行检查。建设单位、施工总承包单位、施工单位应构建海上交通安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制,加强施工现场检查,防范化解风</p>	<p>建设单位、施工总承包单位、施工单位间签订了安全生产管理协议,将参与施工作业的和为施工作业提供服务的船舶、设施、人员纳入海上交通安全管理体系。施工单位建立了海上风电建设期海上交通安全管理制度。建设单位、总包单位定期对施工单位进行安全检查。</p>	

项目	环评报告中环保措施	实际落实情况	调查结论
	<p>险隐患。建设单位、施工总承包单位、施工单位应定期召开海上交通安全例会，通报前期海上交通安全风险隐患排查情况，明确下一阶段海上交通安全重点事项。</p>		
	<p>(4) 风机基础施工、风机安装施工、升压站安装施工等作业开始前，施工单位应组织安全交底，分析作业安全风险，明确管控措施和各方职责。施工船舶进入施工水域作业前，建设单位、施工单位应对其进行安全交底。海上风电施工作业人员、临时性出海人员出海前，建设单位、施工单位应对其进行海上安全交底。</p>	<p>安装施工等作业开始前，施工单位组织安全交底。施工船舶进入施工水域作业前，建设单位、施工单位应对其进行安全交底。海上风电施工作业人员、临时性出海人员出海前，建设单位、施工单位应对其进行海上安全交底。项目施工期间未发生安全事故。</p>	
	<p>(5) 建设单位应组织施工单位建立施工船舶统一调度机制，合理编排船舶施工、出海计划和进出海上风电场航线，实时掌握船舶动态。</p>	<p>建设单位设置有应急指挥中心、船舶调度中心、天气预报中心，合理编排船舶施工、出海计划和进出海上风电场航线，实时掌握船舶动态。</p>	
	<p>(6) 施工船舶、风电构件运输船舶、交通船等船舶进出施工安全作业区，应按规定向海事管理机构报告船舶进出安全作业区信息。施工单位应根据各类施工船舶的特点，明确避风、防台响应时间和指定位置等措施。建设单位或施工单位应确保足够的拖轮协助无动力施工船舶、设施完成避风、防台工作。</p>	<p>施工前认真查阅有关航行通告及潮汐表等资料，加强与航道、海事部门的联系，及时掌握海域水深、风力和潮流情况，留足富余水深，选择正确航路航行。遇暴雨、台风等恶劣天气时，严格遵守有关航行规定，服从海事主管机关的指挥。</p>	
	<p>(7) 风电场建设单位、施工单位应当落实安全生产管理主体责任，对出海人员按照船员、海上风电作业人员和临时性出海人员进行分类和管理，明确和细化出海人员的管理要求。</p>	<p>施工方按照工程设计、施工方案、施工特点、船舶性能等要素精心设计施工计划，按计划进行施工。在按计划施工时，施工负责人合理组织各方按既定的施工程序有序施工，保障施工安全。施</p>	

项目	环评报告中环保措施	实际落实情况	调查结论
	<p>(8) 建设单位、施工单位应建立海上风电交通安全各类应急预案，并定期开展应急演练。</p>	<p>工单位制定施工作业安全措施，张贴、宣传并落实。施工人员树立自我保护意识，在施工作业中注意自我保护。业主和施工单位与海事主管机关建立有效联系，主动接受其监管和协调。制订异常天气影响对策。业主和施工单位制定突发事件的应急预案。运输设备前获知准确的天气预报，航行前查阅当地当时的潮汐资料，核算当地当时的潮位与历时，根据船只吃水情况，计算船只航行的时机。严格执行《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》等相关法律法规，制定施工期间的防污染应急预案。施工单位所有人、经营人备有足够的防止污染器材和设备，水上、水下船舶施工采取预防措施。施工船舶及运输船舶按《沿海港口信号规定》显示信号，加强了望，随时采取安全措施，保持VHF守听，确保通信联系畅通。船舶间加强沟通，处理好附近航行船舶与工程施工的安全问题。禁止无关船舶进入施工水域，采取现场监督和警戒巡逻措施，防止船舶误入施工水域。建立水上施工通讯网：设立高频无线电话（VHF）水上频道的水上施工通信网。施工作业船舶不占据规定范围以外的水域。运输船舶在运送风机等大件时，不临时变更运输航线。施工船舶和运输船舶严格按照规定显示相应的号灯号型。申请发布航行通（警）告等信息，警告过往船舶注意避开施工区域。</p>	
<p>(9) 应制定专门的施工船防污染工作方案，详细列明施工期间施工船舶的污油水、生活污水、生活垃圾等各处理环节工作计划，经我局评估认为方案可行方可施工。</p>			
<p>(10) 建设单位、施工单位应建立海上紧急情况报告制度，当海上发生涉及船舶、人员安全及海洋环境污染等方面的紧急情况时，船舶和人员能够通过有效途径向海事管理机构、海上搜救中心以及单位岸基管理部门报告。</p>			
<p>(11) 建设单位、施工单位应及时清除海上风电建设过程中产生的碍航物，不得遗留任何有碍航行和作业安全的隐患。在碍航物未清除前，必须设置规定的标志、显示信号，并将碍航物的名称、形状、尺寸、位置和深度准确地报告海事管理机构。</p>			

项目	环评报告中环保措施	实际落实情况	调查结论
环境空气 保护措施	(1) 在施工场地周围设立简易隔离围屏, 将施工工区与外环境隔离。	严格施工船只管理。加强对施工机械, 运输船舶的维修保养, 禁止不符合国家废气排放标准的机械和船舶进入工区, 禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作。施工单位制定了维修保养制度和计划, 加注符合要求的船舶燃油, 并在油类记录簿中如实记录。	符合 要求
	(2) 加强对施工机械, 运输车辆维修保养。禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入工区, 禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作, 减少烟度和颗粒物排放。		
	(3) 施工场地、道路、土方堆场应定期洒水, 防止表面产生大量浮尘, 在大风天加大洒水量及洒水次数, 保持车辆出入的路面整洁、湿润, 以免行车时产生大量扬尘。	实际施工阶段未设置陆域施工区, 施工材料均由厂家运送至海上施工区, 无砂石料堆场。	
	(4) 施工单位应加强施工区的规划管理, 建筑材料的堆场等应定点定位, 并采取适当的防尘措施。		
	(5) 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, 减少施工期的空气污染。	施工期间对施工人员进行环保教育, 提高全体施工人员的环保意识。	
环境管理 体系	根据项目设计文件、报告书中有关环保内容和措施, 落实项目的各项环保措施和各项环保经费, 合理安排施工时间、方式, 确保将项目建设对渔业资源和鸟类的影响减到最小; 确保施工期间施工废水和生活污水统一收集处理, 不排海; 合理安排施工方式、时间, 确保施工场界噪声达标; 保持场地整洁, 保证施工机械和车辆废气排放符合国家有关规定。	施工单位成立了环保管理领导小组、制定了环保管理制度、通过了环境管理体系认证, 施工组织设计中已落实独立环境保护篇章, 生活垃圾及生活污水均落实了具体处置去向, 加强了机械设备维护保养, 减少设备故障噪声及废气排放	符合 要求
环境监测	委托有资质单位按照有关监测技术规范进行施工期环境监测, 定期提供监测数据和分析报告。	施工期间, 委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站针对本项目施工期开展了海洋水质、海洋沉积物、海洋生态和渔业资源现场调查, 对施工期附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测。	符合 要求

施工期间环境保护措施落实情况照片：



生活污水铅封



施工船舶生活污水处理装置



施工船舶油水分离器铅封



施工船舶消音器

船舶水污染物接收联单 NOQP 0076974

DOUBLE DRAFT OF RECEPTION OF POLLUTANTS FROM SHIPS

被接收船舶名称 (M.V.): 东方红 27
 接收设施名称 (接收船舶船名/车辆车牌): 888201
 Reception facilities (ship's name/ plate number of car):
 接收作业地点 (Operating location): 青岛 U16
 接收单位联系人 (Contacts of receiving unit): 王超
 联系电话 (Contact number): 1307500206
 作业开始时间 (Time started): 12:30
 作业结束时间 (Time completed): 12:30

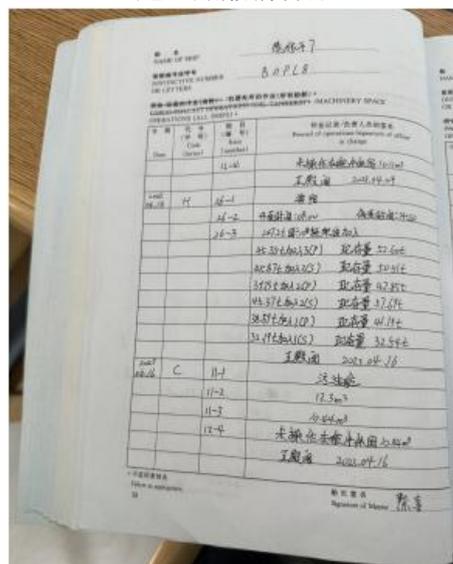
水污染物信息 (POLLUTANTS INFORMATION)

残油 (Oil residues):	1.5m³	(T/a)
油泥 (Oil sludge):	-	(T/a)
含油污水 (Oily water):	-	(T/a)
含有毒有害物质污水 (NLS containing water):	-	(T/a)
生活污水 (Sewage water):	3.2m³	(T/a)
船舶垃圾 (Garbage):	-	(T/a)

被接收船舶船长签字 (盖章): 王超 接收单位 (盖章): 青岛海安环保有限公司
 Signature of discharged ship: 王超 Signature of receiving unit: 王超

日期 (DATE): 2023 年 11 月 11 日 / D

备注: 一式五联, 第一联交接收船舶, 第二联接收单位留存, 第三联交海事部门, 第四联交环保/城市管理部门, 第五联交交通运输部门。接收单位应留存至少5年。



施工船舶油记录簿

施工船舶油污水处理记录

船舶污染物接收协议

甲方：中交第三航务工程局有限公司（以下简称甲方）

乙方：青岛航顺船务有限公司（以下简称乙方）

根据《中华人民共和国民法典》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》、《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》、《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》等有关法律、法规和规章的规定，为了保证甲方船舶的正常营运和防止造成海洋环境污染，就港口作业的船舶机舱油污水、生活污水的接收工作达成一致意见，签署接收协议，由双方共同恪守，具体如下：

1、甲方许可乙方在青岛上港区，进行船舶机舱油污水、生活污水的接收工作。本协议所涉船舶详见附件《协议船舶名单》，以下简称“甲方船舶”。

乙方持有按照《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》、《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》船舶污染清除作业资质，具备合格的操作人员、设备、物料和工具等，由中国海事局进行公示；

2、乙方不得与甲方船员进行非计划内的业务，不得从事不正当的交易；不得有协助、诱导船员售卖船舶燃油的行为；乙方应相关法律法规、法规及海事主管部门的要求处理所接收的船舶污染物，未按规定

【本页为签章页，无正文】

甲方：中交第三航务工程局有限公司

法人代表/委托代理人：余雪宝

地址：上海市徐汇区半淞港

联系人：余雪宝

电话：15859157871

邮箱：80835321@qq.com

乙方：青岛航顺船务有限公司

法人代表/委托代理人：刘斌

地址：青岛市市北区小港一路44号庚

联系人：刘斌

电话：13605322666

邮箱：ops@ontinaeqingdao.com

施工期船舶生活污水、油污水处理协议



施工设备维修保养记录表

垃圾管理计划
GARBAGE MANAGEMENT PLAN
港航平 7

船名: _____
(Name of ship): _____

船舶登记号: _____
(IMO Number): **9927407**

船舶编号或呼号: _____
(Distinctive number or letters): **BOPL8**

船籍港: _____
(Port of Registry): **天津**

船舶识别号: _____
(Ship's Identification): **CN20206869520**

本计划经主管机关审核符合国际海事组织制定的《73/78防污公约》附则V第10条和《垃圾管理计划编制指南》的各项要求。
This plan has been approved by the Competent Authorities and is written in accordance with the requirements of regulation 10 of Annex V of the International Convention for the Prevention of Pollution from ship's, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL73/78) and the requirements as stated in the Guidelines for the Development of Garbage Management Plan by the International Maritime Organization.

主管机关签章: _____
Approval Stamp of Administration: **天津海事局**

船舶文书专用章
2021年07月13日
(YY MM DD)

垃圾记录簿
GARBAGE RECORD BOOK

第一部分 (所有船舶)
Part I (All ships)
除货物残余的所有垃圾
For all garbage other than cargo residues as defined in regulation 1.2
(Definitions)

船名: _____
Name of ship: **东方红158**

船舶编号或呼号: _____
Distinctive number or letters: **BOGS2**

国际海事组织编号: _____
IMO number: **413234910**

使用期自: _____ 至: _____
Period from: **2020.07.08** to: _____

注: "第7条所述例外的排放或量中丢失"在最后一页记录
Note: "Exceptional discharge or loss of garbage under regulation 7 (Exceptions)" in the last page

施工期船舶垃圾管理计划



船舶生活垃圾分类收集桶

船舶生活垃圾处理记录



船舶生活垃圾分类收集桶



船舶生活垃圾上岸处置



船舶生活垃圾上岸处置



施工船舶防溢油应急物资



施工船舶防溢油应急演练

应急预案演练记录表

预案名称	溢油事故现场处置方案演练			演练地点	演练起1
组织部门	生产安全部	总指挥	杨涛	演练时间	2023.03.25
参加部门及人员	付赵明、王良创、李众、熊飞、刘羽丰、杨林、陈耀、李新海、张学勇、王伟伟、谢文武、陈国强、李博、吴清隆、于军、李伟。				
配合单位	演练起1船员				
演练类别	<input checked="" type="checkbox"/> 实际演练 <input type="checkbox"/> 桌面演练 <input type="checkbox"/> 提问讨论演练 <input type="checkbox"/> 其他				
演练设备及器材	吸油毡、木屑、隔离带、救援车辆、船舶、铁锹、清洗剂等				
演练步骤:	1、假设正常进行船舶加油作业时，因油管破裂导致发生船舶溢油事故。 2、现场作业负责人立即停止设备及现场作业，大声呼喊“船舶溢油了”并告知项目部应急领导小组。 3、抢险救援组通知船长立即启动应急预案，协调船员及供油方立即关闭管系所有阀门，堵塞船上所有出水孔，尽量减少溢油流入海中。 4、船长发出溢油警报，实施最初的溢油应急响应，执行溢油应变部署，清除溢油。 5、根据船舶应变部署，船长组织船员使用吸油毡及木屑清除溢油和甲板上的积油。 6、安全保卫组迅速拉起警戒线，引导周围员工撤离到安全区域并疏散围观人员，为现场救护提供足够的场地并严禁周围动火。 7、抢险救援组协调船员将溢油装入空舱，同时继续清除甲板残余溢油。 8、船长组织船员彻底清理甲板并统计本次溢油量及处理量，并将溢油情况记录在《油类记录簿》内。 9、应急小组向现场总指挥报告：“溢油事故处理完毕，请指示”。 10、总指挥发布应急结束指令。				
演练过程中特殊情况处理:	无				
演练记录图片资料:					

施工船舶防溢油应急演练记录

国家电投山东半岛南海上风电基地
U场址一期450MW项目
突发事件综合应急预案



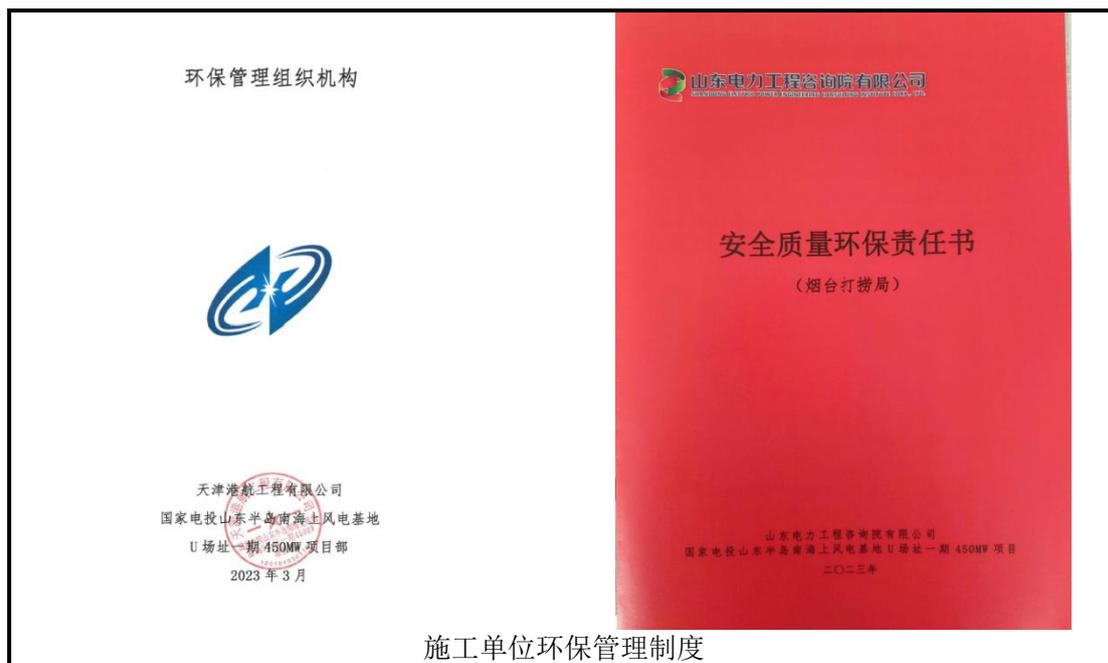
编制: 孙柱

审核: 孙柱

批准: 杨涛

国家电投山东半岛南海上风电基地U场址一期450MW项目
烟台打捞局项目经理部

施工期突发环境事件应急预案



4.1.2 运行期环保措施及其落实情况

运行期的主要环境影响包括：风机、变压器等主要设备运行参数的噪声影响，变压器等设备电磁环境影响，风机维护及检查期间，人员日常生活及维修过程产生的废水、废气和固废，风机运行对鸟类的影响、项目永久占海造成的生态环境影响等。

针对上述环境影响，建设单位已在设计阶段纳入施工图设计中，配套了相应的工程设施和管理措施，严格按照“三同时”管理制度要求进行施工、调试和投产。根据现场调查和监测，本项目配套的环保设施能够正常运行，水、声、固废等相关污染物排放均可满足标准要求。具体环保设施及措施落实情况见表 4.1-2。

表 4.1-2 环评报告中运行期环保措施落实情况

类别	环评及批复文件要求	实际建设情况	调查结论
水污染防治措施和设施	海上维修船生活污水收集至陆域处理。	海上维修船生活污水收集至陆域处置。	满足要求
噪声污染防治措施	(1) 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。	使用润滑油使齿轮和轴承保持良好的润滑状态;在接近力源的地方切断振动传递的途径;选择低噪声的设备。在机舱内表面贴附阻尼材料对机舱进行表面自由阻尼处理,衰减振动,降低结构噪声传递,同时隔离机舱内部的噪声向外传播。	满足要求
	(2) 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。		
	(3) 尽可能选择低噪声的设备。		
	(4) 为降低风机噪声源强,建议在机舱内表面贴附阻尼材料对机舱进行表面自由阻尼处理,衰减振动,降低结构噪声传递,同时隔离机舱内部的噪声向外传播。		
	(5) 加快水下噪声影响研究	建设单位委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站对运行期水下噪声和电磁辐射开展了调查监测。	
	(6) 设备招标时,对主变压器等高噪声设备应有噪声限值要求。	海上升压站选用低噪声变压器,保证主变噪声小于 65dB。	
	(7) 主变压器的基础直接独立着地,并在以上设备的底部与承重基础间加垫隔振材料,以防止振动和噪声传导。	主变压器与底座之间衬隔振垫,减少 220kV 升压站噪声,并在升压站主变压器室内墙体使用吸音材料;主变电器的散热器设置在主变电室上方,采用自然通风方式进行冷却,不设风扇。	
	(8) 主变电器的散热器设置在主变电室上方,采用自然通风方式进行冷却,不设风扇。		
	(9) 主变压器室内墙体敷设外壳为铝合金的吸音板,并将铝合金接地。主变室内的设备调试结束后,将预留门洞进行封堵,留下通风百叶窗做降噪处理。		
	(10) 升压站所其他产生噪声的电气设备室的房门均应做成防火门,窗户做成消声百叶窗,采光窗使用防辐射玻璃。		
	(11) 在升压站所选用的电气设备满足噪声限值要求。		
固废防	(1) 风机运行期维护产生的少量废油(通常是润滑油)可用棉纱吸	风机维护过程产生的少量废油使用棉纱吸净,含油的抹布	满足要求

类别	环评及批复文件要求	实际建设情况	调查结论
治措施	净, 含油棉纱等应收集后运回陆地, 并应委托具有相应资质的单位统一回收处置、处理。	等统一收集后运回陆地, 委托山东中再生环境科技有限公司处置。	
	(2) 海上升压站变电设备运行产生的废旧蓄电池、检修过程中产生的废油等均属于危险废物, 需委托具备资质的专业处置单位统一接收处置。	海上升压站变电设备运行产生的废旧蓄电池、检修过程中产生的废油等危险废物, 由山东中山再生环境科技有限公司处置。	满足要求
	(3) 维修船工作人员养护期间产生的固废应由维修船收集并运回陆域统一处理。	维修船工作人员养护期间产生的固废由维修船收集并运回陆域统一处理, 由山东中山再生环境科技有限公司处置。	满足要求
	(4) 升压站变压器本体发生事故时, 可能导致油泄漏。本项目升压站平台上按照《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)要求, 设置了事故油池, 具备油水分离功能。事故情况下产生的废变压器油及含油废水, 暂存于平台事故油罐, 最终运至陆域由有资质的单位统一处理, 不外排。	事故情况下产生的废变压器油及含油废水, 暂存于平台事故油罐, 最终运至陆域由有资质的单位统一处理, 不外排。	满足要求
电磁防护措施	(1) 选用带有金属罩壳的电气设备: 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。	选用了带有金属罩壳的电气设备: 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了安全遮拦等屏蔽措施。	满足要求
	(2) 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采取良好的接地措施。	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采取了良好的接地措施。	满足要求
	(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。	升压站设备的金属附件, 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光滑, 所有的边角圆滑, 螺栓头打圆, 避免尖角和凹凸; 合理使用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。	满足要求
	(4) 在安装高压设备时, 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, 防止间隙性放电。	高压设备、建筑物钢铁件均接地良好, 设备导电元件间接触部位均连接紧密。	满足要求
	(5) 主变压器室应采用钢筋混凝土框架结构, 钢筋应良好独立接地, 并保证电器设备房间的墙壁厚度, 以达到利用建筑物墙体对电	主变压器室采用了框架结构, 钢筋已良好独立接地。	满足要求

类别	环评及批复文件要求	实际建设情况	调查结论
	磁场屏蔽的效果。		
生态环境 保护措施	(1) 建设单位应与当地渔业主管部门和渔民协商,落实对经济损失的渔民的补偿措施,制定切实可行的补偿计划,落实补偿费用,以经济手段减轻项目实施对渔民的影响。	建设单位与乳山市人民政府就涉及海域使用权单位的建设工程用海补偿及占用海域的征用、养殖补偿、建设期、运营期及项目寿命期满设备拆除、长期损失等事宜签订项目补偿协议。	满足要求
	(2) 项目运行期,对风机及相关设备进行维护时需用到一定数量、不同种类的润滑油。因此,在维护过程中应防止油类的跑、冒、漏、滴,废油应储存在专设的废油箱中。其他含油废物应统一存放在维修船上妥善保管。维护结束后,应将废油、含油废物等一并运回陆域送交有资质单位统一处理,避免污染海域海水水质和沉积物环境。	维护产生的废油、含油废物运维船收集后运回陆域,由山东中山再生环境科技有限公司处置。	满足要求
鸟类保 护措施	(1) 采用在风机上适当的位置安设闪烁灯光、以及采用不同色彩搭配,如旋转时形成鹰眼图案,促使鸟类产生趋避行为,降低撞击风险。由于海上导航指示灯会增加鸟类撞击的概率,所以避免使用连续的红光或是旋转光柱,建议采用低亮度的白色闪光。	项目风机顶端安装有警示灯,并在风机上采用不同色彩搭配,使风机旋转时形成图案,促使鸟类产生趋避行为,降低撞击风险。	满足要求
	(2) 建议用紫外光固化涂料涂漆在风电机叶轮表面,以增加鸟类对风电机的可见度。		
	(3) 采用生态工程措施,对陆域建设区域侵占的鸟类栖息地进行补偿。主要通过邻近地区潮间带种青、促淤以及适当圈围,形成鸟类适宜栖息地来实现。	本工程风电场远离陆地,登陆点位于沙滩处,无鸟类栖息地,电缆为地下敷设,未对鸟类栖息地造成影响。	满足要求
	(4) 加强区域鸟类活动特征以及鸟类与风机撞击情况的观测,合理调整运行及防范措施。	本项目风电场配有远程监控设备,遇到有撞击受伤的鸟类可及时发现并送至鸟类救护站,由鸟类救护站人员紧急救助。建设单位加强了特殊极端气象情况下的风电场运行管理,必要时停止运行风机,以减少鸟的撞机伤亡。运行期委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站开展了鸟类调查。	满足要求
	(5) 对于不同地区、不同的鸟类物种而言,风电场的影响可能是多样化的。在风电场建成后建设单位应开展长期的鸟类调查和监测项目,针对性地开展风电场对鸟类的影响研究,并及时采取相应的改进措施。		
通航环 境保护	(1) 风电场风机机柱上应涂有醒目的警示色,夜间需采用灯光照射的办法;或在最外排的风机连线外布置一排黄色航行警示标,以警	风电场风机机柱上涂有醒目的警示色,夜间采用灯光照射的办法;在风电场场区外围配布专用警示灯及其它配套助	满足要求

类别	环评及批复文件要求	实际建设情况	调查结论
措施	示航行船只进行有效避让。	航标志，风电场风机附近导、助航标志布置包括风机警示标志和风电场附近水上、陆上助航标志两部分构成。将风电场区划定为禁航区，除了日常维护工作船以外的其他船舶，禁止进入风电场区，以保障风机设备和船舶自身的安全。	
	(2) 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。并配备有效的通讯设备，以在发生突发性事件时能及时获得海事部门的应急援助。		
	(3) 加大相关风机等抗风、流、浪的能力，并做好相关设施防撞配件的安装和维护，以防止附近船舶由于恶劣天气可能导致撞击风机事故的发生。		
	(4) 风电场建成后应及时发布航行通告，通知相关船舶及船舶管理部门，并设置禁航区和导助航设施。		
环境风险防治措施	海上升压站设置事故油罐，由于废油等暂存。废油及含油废水等危险废弃物，委托有资质单位接收处置。	海上升压站设置两座有效容量分别为 62.72m ³ 和 89.6m ³ 的事故油罐，两个事故油罐通过连通管连接。废油及含油废水等危险废弃物，委托山东中山再生环境科技有限公司接收处置。	主变油重有所调整，事故油池容积满足要求
	做好防范台风、风暴潮、船舶碰撞、溢油等应急预案，加强应急演练和有关人员培训，按照相关规定配置溢油应急设备，定期开展应急培训和演练等工作，按要求对相关环保设施和项目开展安全风险评估和隐患排查治理。当施工及运营过程中发生突发性污染海洋环境事件，建设单位应立即采取环保应急措施，同时报告相关部门，组织做好污染应急处置和环境监测，最大限度降低对海洋环境的影响。	建设单位编制了突发环境事件应急预案，并向威海市生态环境局乳山分局进行了备案(备案编号:371083-2024-016-L)。	满足要求



风机机舱内齿轮润滑油



海上升压站生活污水处理装置



海上升压站事故油罐



主变油类在线监测设备



风电场边界航标



海上风机鸟类保护涂装



海上风机顶端照明设施

4.2 环评批复中环保措施落实情况调查

本项目环评批复意见落实情况见表 4.2-1。

表 4.2-1 环评批复意见落实情况

序号	环评批复意见要求	实际落实情况	调查结论
1	<p>严格遵守施工程序，避开大风浪季节施工，尽量安排在非养殖季节、流速较低的高平潮或低平潮附近时刻施工，避开周边海域生物的繁育期等敏感期，控制悬浮泥沙的浓度和扩散范围。</p> <p>合理收集处置各类污染物，避免污染潮间带鸟类生境和生态环境。科学划定干地、浅水施工作业带，禁止超出作业带作业，尽量选择低潮位露滩时段干地施工，电缆入沟槽后及时回填沙土，减小沙土随潮流扩散，避免大量泥沙随潮流入海。做好与利益相关者的协调工作，按要求实施增殖放流，对海洋生态生物资源进行修复；采用生态工程措施，对陆域建设区域侵占的鸟类栖息地进行补偿。</p>	<p>在项目施工过程中，优化施工方案，缩短水下施工时间，严格限制工程施工区域在已申请的用海范围内。项目施工期选择在6级风以下时施工，主要施工内容在潮水平缓阶段施工，减少悬沙影响。施工期间，施工船舶生活污水、含油废水及生活垃圾委托青岛航顺船务有限公司接收处置。施工期建筑垃圾产生量极少，由环卫部门处理。施工期间，敷设完成后对电缆沟槽开挖产生的沙土在电缆入沟槽后及时回填。工程运行期已建成的风机基础可起到人工鱼礁效应，在一定程度上对渔业资源增殖有一定作用。建设单位后期将依据本项目海洋生态修复实施方案开展生态修复。</p>	满足要求
2	<p>不得向海域排放污染物。场地产生的生活污水由威海港乳山港区污水处理站接收处理，含油污水由有资质的单位接收处理。船舶产生的生活污水全部收集运回陆域统一接收处置，含油污水等随施工船舶运回陆域由相关资质单位接收处理。</p>	<p>海上升压站生活污水经升压站设置的污水处理设施收集后上岸处理；升压站事故废水、含油污水、生活垃圾统一收集由有资质的单位接收处理。船舶产生的生活污水全部收集运回陆域统一接收处置，含油污水等随施工船舶运回陆域由山东中山再生环境科技有限公司接收处理。</p>	满足要求
3	<p>选择低噪声、低振动的机械设备、船舶等，加强维修和保养，严格控制施工时间，对高噪音运输设备采取相应的限时作业，减少对鸟类等生物的影响。施工期尽量避开贝类、鱼类等水生生物的产卵期、繁殖区，打桩前以“软启动”方法驱赶桩基周围的鱼类，以减轻后续正式打桩时产生的水下噪声对鱼类的影响。施工噪声应符合《中华人民共和国噪声污染防治法》《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)要求。</p>	<p>施工设备选用低噪设备，施工人员定期对其进行维护保养，减少设备故障噪声排放。施工船舶机舱上布置主辅机消声器、合理设置消声器和机舱室结构。施工期设置噪声监测设备。施工期打桩前以“软启动”方法驱赶桩基周围的鱼类，以减轻后续正式打桩时产生的水下噪声对鱼类的影响。建设单位委托资质单位对施工噪声进行监测，噪声满足排放要求。</p>	满足要求

序号	环评批复意见要求	实际落实情况	调查结论
4	合理安排施工作业，在大风天气避免容易产生扬尘的施工作业，建立扬尘污染防治责任制，对易起尘的材料必须加盖封闭运输，按要求对陆上施工场地硬化处理，设置隔离围屏，严格落实洒水降尘制度，严禁抛撒式装卸物料和垃圾，采取有效措施减少扬尘对周边的影响。选用先进的施工机械和设备，采用清洁燃油，并加强对施工船舶的维修保养，使其排放的废气符合国家有关标准。	合理安排施工作业，本项目未设置陆上施工作业区，海上施工选用先进的施工机械和设备，采用清洁燃油，并加强对施工船舶的维修保养。	满足要求
5	禁止向海洋抛弃各类固体废弃物，避免各类物料散落海中，施工废弃材料由施工单位负责及时清理处置。设立生活垃圾收集点，定期清运至陆上，全部收集后由环卫部门运至乳山绿色动力再生能源有限公司垃圾焚烧厂无害化处置。	施工过程中产生的废弃焊条、废弃包装物和其他废弃建筑材料由施工单位统一收集后，集中处理，分类回收利用，做到工完、料尽、场地清。施工船舶设置垃圾收集桶，生活垃圾进行分类收集后委托青岛航顺船务有限公司进行接收处理。	满足要求
6	海上导航指示灯使用低亮度的白色闪光，避免使用连续的红光或是旋转光柱，采取安设闪烁灯光、使用紫外光固化涂料涂漆等有效措施降低鸟类撞击风险。按要求采用生态工程措施，对陆域建设区域侵占的鸟类栖息地进行补偿。	本项目风机顶端安装有警示灯，并在风机上采用不同色彩搭配，使风机旋转时形成图案，促使鸟类产生趋避行为，降低撞击风险。	满足要求
7	主变压器等高噪声设备应有噪声限值要求，对主要噪声源采取减振、消声、隔声等措施，降低对周围环境及海洋鱼类、哺乳动物等生物的影响，厂界噪声须满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类标准。	海上升压站选用低噪声变压器，保证主变噪声小于65dB。主变压器与底座之间衬隔振垫，减少220kV升压站噪声，并在升压站主变压器室内墙体使用吸音材料；主变电器的散热器设置在主变电室上方，采用自然通风方式进行冷却，不设风扇。优化构筑物布局，升压站所其他产生噪声的电气设备室的房门均采用防火门，窗户做成消声百叶窗，采光窗使用防辐射玻璃；主变压器选用了低噪声设备，在变压器和底座之间设有隔振垫及鹅卵石，能起到进一步的缓冲作用。	满足要求
8	配备符合规定的设备，加强维护，采取建筑物屏蔽、吸音板接地等有效措施降低电磁对环境的影响。工程海底电缆、海上风机群等对环境的影响需满足《电磁环境控	配备符合规定的设备，加强维护，采取建筑物屏蔽、吸音板接地等有效措施降低电磁对环境的影响。建设单位委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站开	满足要求

序号	环评批复意见要求	实际落实情况	调查结论
	限值》(GB8702-2014)规定的电场强度4000V/m、磁感应强度100μT标准限值。	展了海底电缆和风电场电磁辐射监测。	
9	各类固体废弃物、生活污水等全部收集后运回陆域统一处理,禁止向海洋抛弃。废油等储存在专设的废油箱中,防止油类的跑、冒、漏、滴。废旧电池、废油、含油棉纱等全部收集后由具备资质的专业处置单位统一接收处置。危险废物暂存场所应按《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)及修改单要求设置,防止二次污染。	废旧电池、废油、含油棉纱等全部收集后委托山东中山再生环境科技有限公司接收处置。	满足要求
10	严格落实《山东省生态环境厅关于做好海洋工程建设项目施工期环境影响跟踪监测监管工作的通知》(鲁环函〔2019〕408号)和批复的项目环评报告要求,项目施工前建设单位应按要求制定跟踪监测计划,并认真组织实施,及时跟踪监测数据,掌握海洋环境变化,报送跟踪监测报告。如发现因施工引起的水质变化对周围海域保护目标或海洋生物产生不良影响,应立即采取措施,必要时停工,确保海洋生态环境安全。	建设单位委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站对项目施工期和验收期开展海洋生态跟踪监测。	满足要求
11	做好防范台风、风暴潮、船舶碰撞、溢油等应急预案,加强应急演练和有关人员培训,按照相关规定配置溢油应急设备,定期开展应急培训和演练等工作,按要求对相关环保设施和项目开展安全风险评估和隐患排查治理。当施工及运营过程中发生突发性污染海洋环境事件,建设单位应立即采取环保应急措施,同时报告相关部门,组织做好污染应急处置和环境监测,最大限度降低对海洋环境的影响。	建设单位落实了报告书提出的各项环境风险防范措施,于海上升压站设置了事故油罐,施工总包单位制定了施工期突发环境事件应急预案,配备了一定的防溢油应急物资,并定期对施工人员进行应急培训、应急演练和环保宣贯,制定了维修保养和计划。经与各参建单位核实,项目施工期间未发生溢油事故。建设单位编制了突发环境事件应急预案,并向威海市生态环境局乳山分局进行了备案(备案编号:371083-2024-016-L)。	满足要求
12	要严格落实报告书提出的环保投入。在项目执行过程中,环保设施应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。工程建成后,必须按规定程序开展竣工环境保护验收,验收合格后方可投入生产使用。	在项目执行过程中,环保设施应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。工程建成后,按规定程序开展竣工环境保护验收工作。	满足要求
13	若建设项目的性质、规模、地点、建设内容及采用的污染防治措施等发生重大变动	项目选址、性质、规模和生产工艺均未发生变化,环保措施新增海上升压站污	满足

序号	环评批复意见要求	实际落实情况	调查结论
	且可能导致环境影响显著变化的，应依法重新报批环境影响评价文件。自批准之日起超过五年方决定该项目开工建设的，其环评文件应当报我局重新审核。	水处理设施，66kV海缆长度由46.6km调整为47.198km，220kV海缆长度由43.6km调整为43.792km，海上升压站优化结构布局，施工工艺未发生明显变化。本项目未发生重大变动，建设单位委托编制完成了变动分析。	要求
14	严格按照通航安全评估专题等内容配备相关设施，及时清理碍航物等，各类船舶应严格按照规定航线行驶，禁止随意穿越现有航道。相关单位应落实安全生产管理主体责任，按要求建章立制，制定相关方案，落实各项安全、应急等措施，及时沟通有关部门，确保施工期和运营期船舶通航安全。	按照通航安全评估专题内容配置了通航安全警戒、警示等船机设备、设施；施工期各施工船舶严格按照施工方案选择的施工航线行驶，禁止随意穿越现有航道，确保施工期和运行期船舶通航安全。	满足要求

4.3 小结

根据上述对环境影响报告书及其批复意见落实情况的逐条分析可知，本工程落实了环境影响评价和环保“三同时”管理制度，环境影响报告及批复文件中对本工程提出的各项环境保护措施基本得到了落实。

5 生态影响调查

5.1 生态环境现状调查

本项目位于山东省乳山市南侧海域，场址中心离岸距离约20km。本项目周边的保护区主要是乳山市塔岛湾海洋生态国家级海洋特别保护区、乳山湾国家级水产种质资源保护区以及大乳山国家海洋公园，与本项目距离分别为1km、9.3km及4.0km。

5.1.1 本项目周边保护区生态环境现状调查

(1) 乳山市塔岛湾海洋生态国家级海洋特别保护区

保护区总面积1097.15公顷，旨在保护西施舌、菲律宾蛤仔等生物资源及岛礁。保护区分为为重点保护区、适度利用区以及生态与资源恢复区三个功能区，其中重点保护区面积464.06公顷，适度利用区面积357.52公顷，生态与资源恢复区面积275.57公顷。主要保护该区域内丰富多样的海洋生物种质资源及其栖息、繁衍地，维护该区域海洋生态系统的健康稳定。

重点保护区为塔岛湾2m~6m等深线以内的水域，占保护区总面积的42.29%。该区是多种海洋生物资源包括鱼类、底栖（菲律宾蛤仔、贻贝、西施舌等）的生存与繁殖区；也是对虾、梭子蟹等的重要增殖流场所。

上述保护区位于本项目近岸段海缆西北侧，项目海缆距离该保护区最外围的生态与资源恢复区最近距离约1km。项目建设不会对该保护区造成影响。

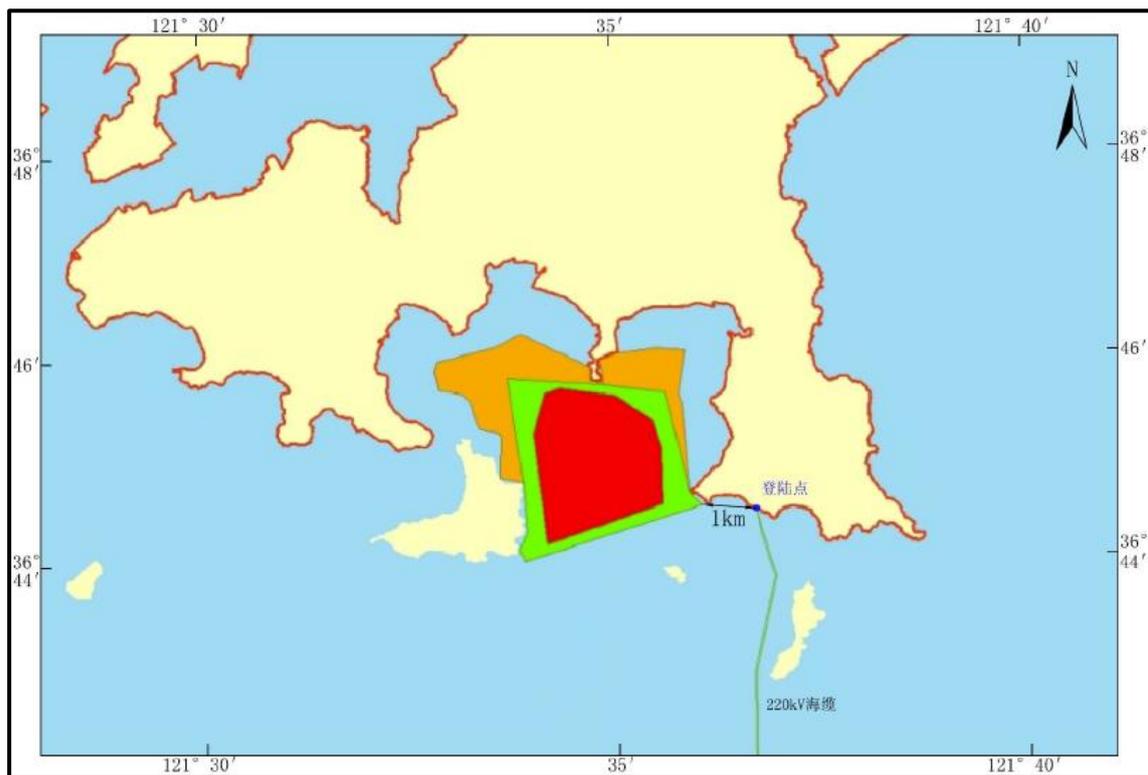


图 5.1-1 本项目海缆与乳山市塔岛湾海洋生态国家级海洋特别保护区位置关系

(2) 乳山湾国家级水产种质资源保护区

乳山湾国家级水产种质资源保护区总面积 203.474 公顷，其中核心区面积 99.699 公顷，实验区面积 103.775 公顷。在乳山湾泥蚶繁殖期及幼虫附着期对其种质资源进行特别保护，特别保护期时间为 7 月 1 日至 9 月 30 日。

保护区位于山东省乳山市辖区内的乳山湾东流区海域，西起寨前南咀，呈带状分布，向东北方向延伸至邹格庄以北海域，由七个拐点连线围成的乳山湾东流区海域。核心区以保护泥蚶自然繁育及其生态环境为主，实验区以泥蚶种质资源恢复为主。主要保护对象为泥蚶，其他保护对象有缢蛏、菲律宾蛤仔、蛄子虾、白姑鱼、短吻红舌鲷、木叶鲷等。

乳山湾国家级水产种质资源保护区位于项目西北侧乳山湾内，本项目路由方案距该保护区最近约 9.3km，项目建设不会对保护区造成影响。

(3) 大乳山国家海洋公园

大乳山国家级海洋公园为国家级海洋特别保护区，规划范围北起乳山口湾，南至浦岛，东西向沿海滨方向长约 10 公里，南北陆地部分平均纵深约 2 公里。总体规划范围 47.90 平方公里，其中：陆地面积约 14.87 平方公里，岛屿面积 0.93

平方公里，海域面积约 32.10 平方公里。整个范围涵盖大乳山滨海休闲旅游度假区的所有景点景区，包括自然类资源大/小乳山、海滨沙滩、滨海湿地、岛礁等；人文社会类资源以及运动休闲项目。该海洋公园是目前我国北方景点分布比较集中、涵盖内容最为丰富具特色的国家海洋公园。

大乳山国家级海洋公园总规划面积 4838.68hm²，其中重点保护区面积约 620.67hm²，生态与资源恢复区面积约 1951.30hm²，适度利用区面积约 2266.71hm²。海洋公园海域面积 3450.20hm²，占海洋公园总面积的 71.3%，陆域部分面积约 1487hm²，占海洋公园总面积的 28.7%。

重点保护区分为两部分，分别为红石崖岛北侧 1.8km 范围内自然岩礁保护区和大乳山滨海旅游度假区南部杜家岛自然岩礁及生态系统保护区。

重点保护区重点保护红石崖良好的生态环境和反映自然地貌的奇石景观；在河口湿地保护区重点保护已修复的湿地植被景观和野生动物栖息地。

本项目主干路由距保护区最近 4.0km，对保护区不会产生影响。

5.1.2 本项目周边海洋生态红线调查

2022 年 10 月 14 日，自然资源部办公厅发布了《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函[2022]2207 号）。文件指出：北京、河北、江苏、福建、江西、山东、广东、广西、海南、云南 10 个省（区、市）人民政府办公厅，按照《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》确定的耕地和永久基本农田保护红线任务和《全国“三区三线”划定规则》，你省（区、市）完成了“三区三线”划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

本项目不占用生态保护红线区，与生态环境保护区最近距离为 3.8km。

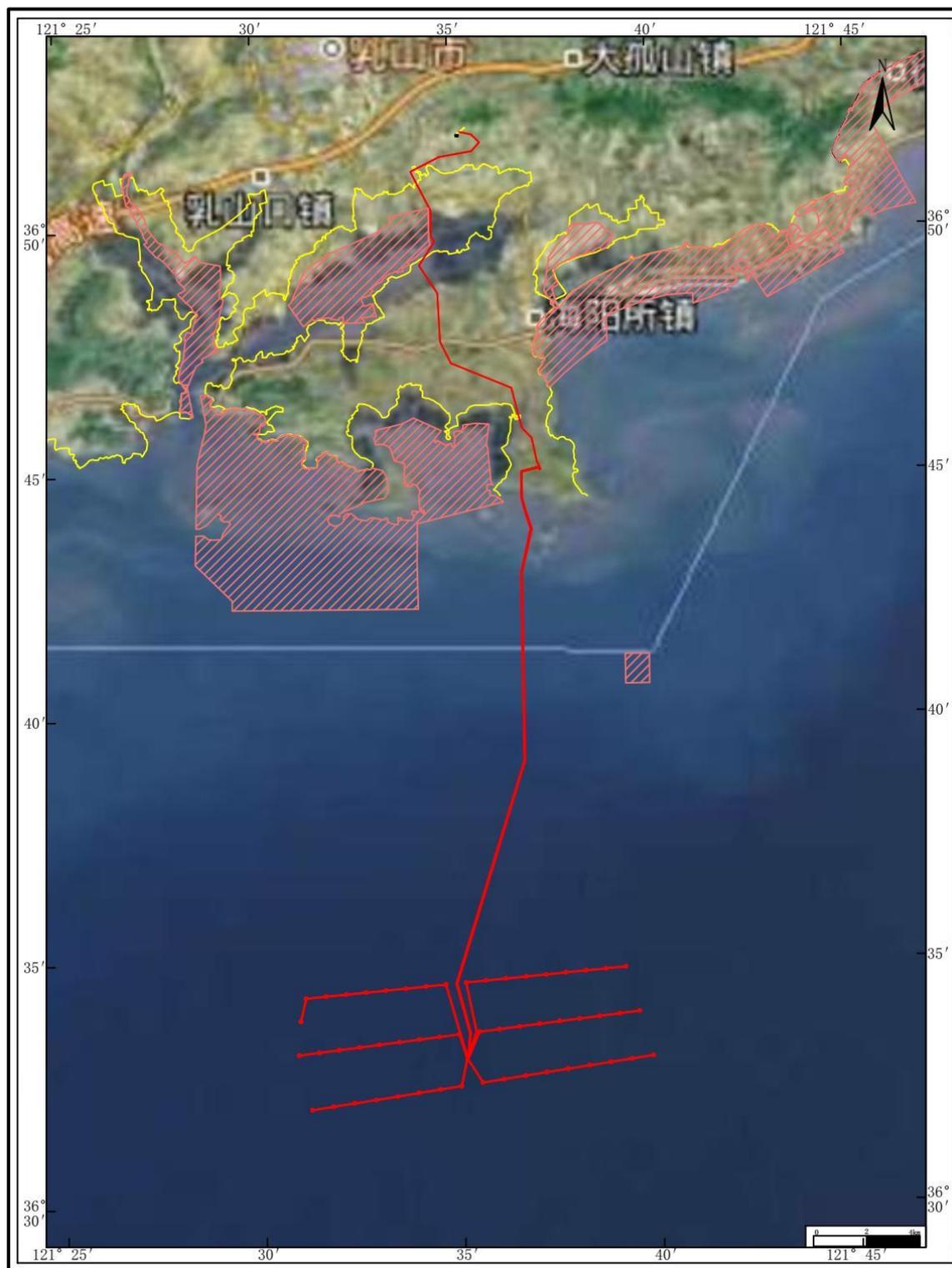


图 5.1-2 项目在山东省三区三线划定成果中的位置

5.2 项目所在海域海洋生态环境影响调查

5.2.1 本项目用海情况调查

本项目用海总面积为 239.9478hm²，已取得不动权证书。其中海上风机申请用海面积为 56.9803hm²，海上升压站申请用海面积为 0.5747hm²，66kV 海缆申请用海面积为 81.6073hm²，220kV 海缆申请用海面积为 100.7855hm²。

5.2.2 施工期海洋生态环境影响及保护措施落实情况调查

(1) 施工期海洋生态环境影响

工程施工期间对海洋生态环境产生的影响主要为打桩、电缆敷设过程产生的悬浮泥沙、噪声以及施工船舶生活污水、含油污水等对工程所在海域海水水质和海洋生物的影响。

(2) 施工期海洋生态环境保护措施

①在项目施工过程中，优化了施工方案，缩短了水下施工时间，严格限制工程施工区域在用海范围内。

②施工前办理了水上水下施工许可，明确了施工范围的坐标，施工期间施工单位在用海范围内施工，落潮时进行电缆铺设，控制了沟槽开挖的范围，电缆铺设后沙土及时回填，以减少施工队底栖生物的影响。

③施工船舶生活污水、含油废水及生活垃圾委托青岛航顺船务有限公司接收处置。

④打桩采用噪声较低的液压打桩锤，使用软启动方式，打桩时预先轻轻敲打几下，以驱赶桩基周围的鱼类，以减缓后续正式打桩时产生的水下噪声和悬浮物对鱼类的影响。

⑤施工期间，建设单位委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站对本项目施工期海洋环境现状进行了跟踪监测，及时了解和掌握施工过程中对海洋环境和海洋生物的影响，防止造成附近海域的污染，保护附近海域的生态环境。

⑥施工活动中，注意了施工机械和运输机械的维护和更新，采取了低噪声环保机械，避免噪声过大的运输船只在海上运输作业。

⑦施工作业海域设置了警示标识，禁止其他船舶进入施工海域范围内，发布施工期航行通告，并告知其他施工船舶禁止进行张网捕捞，未对养殖户造成经济损失。

5.2.3 运行期海洋生态环境影响及保护措施落实情况调查

(1) 运行期海洋生态环境影响

本项目运行期对海洋生态的影响主要是风机桩基、升压站等永久设施占海周围区的底栖生物的生境遭到永久的破坏，在该范围内的底栖生物不可恢复。

(2) 运行期海洋生态环境保护措施

通过调查，针对工程运行期对所在海域海洋生态环境产生的影响，建设单位采取了以下保护措施：

①工程运行期已建成的风机基础可起到人工鱼礁效应，在一定程度上对渔业资源增殖有一定作用。建设单位后期将依据本项目海洋生态修复实施方案开展生态修复。

②风机维护产生的废油设专用废油箱储存，含油的连通软管和其他含油废物等统一收集后委托山东中山再生环境科技有限公司处置，禁止排放入海。

③根据环评报告及批复意见要求，建设单位于施工期和运行期委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站对本项目海洋环境现状进行了跟踪监测，及时了解和掌握施工过程中对海洋环境和海洋生物的影响，防止造成附近海域的污染，保护附近海域的生态环境。

5.3 海洋生态环境影响调查与评价

根据环评报告及批复意见要求，建设单位委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站对本项目海洋环境进行施工期和运行期跟踪监测，跟踪监测方案于2022年10月17日通过专家评审，及时了解和掌握施工过程中对海洋环境和海洋生物的影响，防止造成附近海域的污染，保护附近海域的生态环境，监测报告详见附件。本次验收根据跟踪监测数据开展海洋生态环境影响施工期影响评价。

5.3.1 施工期海洋生态环境影响调查与评价

5.3.1.1 调查方案

(1) 监测站位

依据《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目施工期及竣工环保验收期环境跟踪监测方案》，共布设海水水质站位 20 个，沉积物站位 12 个，海洋生态站位 12 个，生物体质量、渔业资源站位 8 个。调查站位详见表 5.3-1 和图 5.3-1。

表 5.3-1 海洋环境跟踪监测调查站位表

站位号	纬度(N)	经度 (E)	水质	沉积物	生物体质量	渔业资源	海洋生态
1	36°43'37.821"	121°35'33.574"	√	√			√
2	36°42'38.523"	121°37'29.376"	√	√			√
3	36°40'10.442"	121°31'25.907"	√				
4	36°40'56.919"	121°35'47.639"	√	√			√
5	36°40'12.852"	121°41'08.031"	√				
6	36°38'49.696"	121°37'18.524"	√	√			√
7	36°37'07.769"	121°26'56.892"	√				
8	36°37'04.518"	121°31'17.652"	√	√	√	√	√
9	36°37'01.618"	121°35'00.186"	√	√	√	√	√
10	36°36'58.386"	121°38'58.418"	√	√	√	√	√
11	36°36'54.359"	121°43'42.449"	√				
12	36°33'15.844"	121°26'52.557"	√				
13	36°33'41.971"	121°31'33.542"	√	√	√	√	√
14	36°32'58.683"	121°35'57.117"	√	√	√	√	√
15	36°33'24.161"	121°39'34.124"	√	√	√	√	√
16	36°33'09.324"	121°43'37.432"	√				
17	36°29'39.516"	121°26'48.526"	√				
18	36°29'33.311"	121°32'22.432"	√	√	√	√	√
19	36°29'29.155"	121°37'57.576"	√	√	√	√	√
20	36°29'26.166"	121°43'32.473"	√				
潮间带断面	登陆点附近						高潮带：2 个； 中潮带：3 个； 低潮带：1-2 个

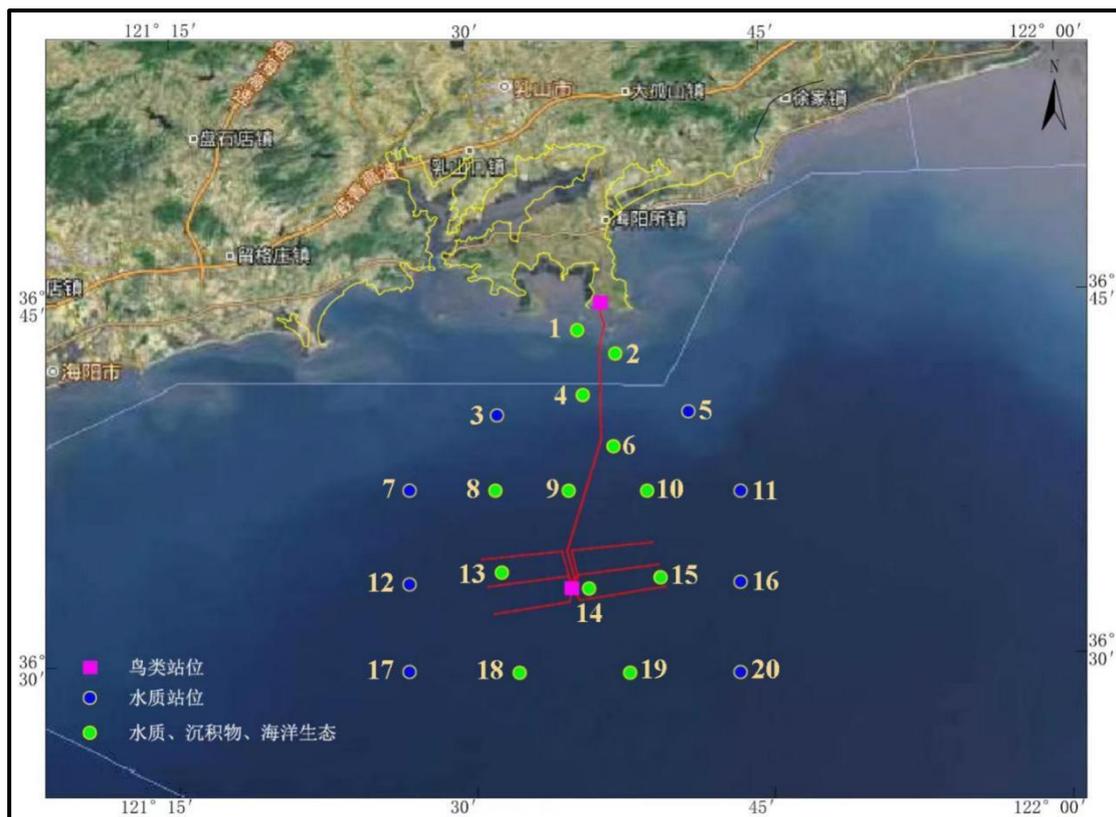


图 5.3-1 海洋环境跟踪监测调查站位图

(2) 监测参数

海水水质：水温、水色、透明度、pH、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、石油类、重金属（铜、铅、镉、锌）。

沉积物：石油类、重金属（铜、铅、镉、锌）。

海洋生态：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

生物体质量：锌、石油烃。

渔业资源：鱼类、头足类、甲壳类及鱼卵仔鱼。包括种群结构、生物量、生物密度、多样性指数、优势种、优势度等。

鸟类：种类和数量、迁徙活动情况、栖息觅食情况及撞击情况等调查。

(3) 评价方法

1) 水质

水质评价采用单因子污染指数法。其计算方法如下：

污染程度随实测浓度的增加而加重的因子，其公式为：

$$S_{ij} = c_{ij} / c_{si}$$

式中： S_{ij} ——评价因子*i*在测点的质量指数；

c_{ij} ——评价因子*i*在测点*j*的浓度；

c_{si} ——调查因子*i*的评价标准值。

DO的质量指数计算公式为：

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

$$DO_f = 468 / (31.6 + t)$$

式中： $S_{DO,j}$ ——溶解氧的质量指数；

DO_f ——饱和溶解氧浓度；

DO_j ——*j*站位的溶解氧的测定值；

DO_s ——溶解氧的评价标准值；

t——海水温度。

pH也有其特殊性，它的标准值为7.8~8.5，取其平均值8.15为 C_0 ：

$$pH_i = |C_i - C_0| / (C_{上} - C_0)$$

式中： pH_i ——pH值的质量指数；

$C_{上}$ ——pH评价标准上限值；

C_i ——pH的实测值。

根据工程及监测站位所在《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》的海洋环境保护要求进行分区评价。

工程海域海水水质评价标准采用国家《海水水质标准》（GB 3097—1997）中各评价因子的评价标准值及各站位执行标准情况详见表 5.3-2。

表 5.3-2 各站位水质评价执行标准

标准		站 位	备 注
《海水水质标准》(GB 3097—1997)	第二类	1-8	根据《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》，站位1-8位于文登-乳山-海阳农渔业区(A1-25)中的其它海域，海水水质执行《海水水质标准》(GB3097-1997)中二类海水水质标准。
	第四类	9	根据《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》，站位9位于乳山口外特殊利用区(A7-23)，海水水质执行《海水水质标准》(GB 3097-1997)中四类海水水质标准。
	第二类	10-20	根据《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》，站位10-20位于威海-青岛东近海农渔业区(B1-2)，海水水质执行《海水水质标准》(GB 3097-1997)中二类海水水质标准。

2) 沉积物

沉积物评价方法：沉积物采用单因子质量指数法进行评价，算式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i —— i 项污染物的质量指数；

C_i —— i 项污染物的实测含量；

S_i —— i 项污染物评价标准。

根据工程及监测站位所在《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》的海洋环境保护要求，根据监测站位所在海洋功能区的要求进行分区评价。

工程海域海洋沉积物评价标准采用《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)中各评价因子的评价标准值及各站位执行标准情况详见表 5.3-3。

表 5.3-3 各站位沉积物评价执行标准

标准		站 位	备 注
《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)	第一类	1-8	根据《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》，站位1-8位于文登-乳山-海阳农渔业区(A1-25)中的其它海域，海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)中一类海水水质标准。
	第三类	9	根据《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》，站位9位于乳山口外特殊利用区(A7-23)，海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)中三类海水水质标准。
	第一类	10-20	根据《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》，站位10-20位于威海-青岛东近海农渔业区(B1-2)，海洋沉积物质量执行《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)中一类海水水质标准。

3) 海洋生物评价方法

浮游生物、底栖生物群落结构分析,根据各站生物的密度,分别对生物样品的多样性指数、均匀度、丰度、优势度等进行统计学评价分析,计算公式为:

①香农-韦弗(Shannon-Weaver)多样性指数:

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

式中: H' —— 种类多样性指数

S —— 样品中的种类总数

P_i —— 第 i 种的个体数 (n_i) 或生物量 (w_i) 与总个体数 (N) 或总生物量 (W) 的比值 ($\frac{n_i}{N}$ 或 $\frac{w_i}{W}$)

②均匀度(Pielou 指数):

$$J = \frac{H'}{H_{max}}$$

式中: J ——表示均匀度;

H' ——种类多样性指数值;

H_{max} ——为 $\log_2 S$, 表示多样性指数的最大值, S 为样品中总种类数。

③优势度:

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

式中: D ——优势度;

N_1 ——样品中第一优势种的个体数;

N_2 ——样品中第二优势种的个体数;

N_T ——样品中的总个体数。

④丰度(Margalef 指数):

$$d = \frac{S-1}{\log_2 N}$$

式中: d ——表示丰度;

S ——样品中的种类总数;

N ——样品中的生物个体数。

4) 生物体质量评价方法

采用单因子标准指数法，计算公式如下：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中：Pi——污染物 i 的污染指数；

Ci——污染物 i 的实测值；

Si——污染物 i 的质量标准值。

甲壳类、软体类和鱼类体内重金属含量评价采用《全国海岸带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，石油烃评价根据《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册，1998，海洋出版社）中规定的标准进行，见表 5.3-4。

表 5.3-4 生物体重金属评价标准 单位：mg/kg

序号	项目	鱼类	甲壳类	软体动物
1	锌≤	40	150	250
2	石油烃≤	20	20	20

5) 渔业资源

生物多样性指数、均匀度、丰度和优势度

生物群落特征的评价使用 Sharrnon-wiener(1963)的多样性指数计算公式、Pielous (1969) 均匀度计算公式，和 Margalef (1958) 丰度计算公式。海洋生物种类多样性(H')、均匀度 (J)、丰度 (d) 和优势度 (D₂) 的计算公式如下：

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

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

$$d = \frac{S-1}{\log_2 N}$$

$$D_2 = \frac{N_1 + N_2}{N_t}$$

式中：H 中为多样性指数，J 为均匀度， $P_i = n_i / N$ (n_i 是第 i 个物种的个体数，N 是全部物种的个体数)，S 为种类数，d 为丰度，D₂ 为优势度，N₁ 为样品中第一优势种的个体数，N₂ 为样品中第二优势种的个体数，N_t 为样品中的总个体数。

渔业资源评价（优势种、资源密度）

主要评价参数如下：

(1) 相对重要性指数 IRI ：

$$IRI=(W+N) \times F \times 10000 \quad (1)$$

上式中： W 为渔获中物种的重量百分比； N 为个体数百分比； F 为出现频率。

(2) 底拖网资源密度 B (ind Km^{-2} 或 $kg Km^{-2}$)：

$$B=C/aq \quad (2)$$

上式 (2) 中： C 为单位时间网次渔获量 CPUE (ind 或 $kg h^{-1} net^{-1}$)， a 单位时间扫海面积 ($Km^2 h^{-1} net^{-1}$)， q 为捕捞系数，取为 0.5。

(3) 垂直网采集的鱼卵仔稚鱼密度 G (ind m^{-3})：

$$G=N/V, V=S \times H \quad (3)$$

上式 (3) 中： N 为单位网次 CPUE 采集的鱼卵或仔稚鱼的个体数量 (ind)， V 为每网的滤水体积 (m^3)， S 为网口面积 (m^2)， H 为拖网水深 (m)。

5.3.1.2 海水水质

根据《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目施工期海洋环境影响跟踪监测报告书》，2023 年 5 月 22-24 日、2023 年 8 月 30 日-9 月 1 日，国家海洋局青岛海河环境监测中心站进行了施工期两次海水水质调查与分析工作。监测结果如下：

施工期 5 月份调查海域水质各项评价因子中，位于威海-青岛东近海农渔业区 (B1-2) 的 14 和 19 站位水质采用海水水质二类标准评价时，14 站位底层锌超标，19 站位底层铅、锌超标；其余站位水质采用相应的海水水质标准进行评价，评价质量指数均小于 1，符合相应的海水水质标准。

施工期 8-9 月份调查海域水质各项评价因子中，位于文登-乳山-海阳农渔业区 (A1-25) 的 4、6 站位和位于威海-青岛东近海农渔业区 (B1-2) 的 2、11、14、20 站位水质采用海水水质二类标准评价时，20 站位底层铅超标，4 站位底层锌超标，6、14 站位表层锌超标，2 站位表层油类超标，11 站位表、底层锌以及表层油类均出现超标现象；其余站位水质采用相应的海水水质标准进行评价，评价质量指数均小于 1，符合相应的海水水质标准。

表 5.3-5 施工期（5月份）水质监测质量指数表(执行二类水质标准)

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
3	0.5	0.14	0.28	0.20	0.26	0.31	0.49	0.82	0.78	0.02	0.35
3	10.0	0.09	0.34	0.19	0.22	0.27	0.44	0.55	0.41	0.02	/
7	0.5	0.06	0.34	0.16	0.23	0.11	0.58	0.73	0.72	0.02	0.20
7	12.0	0.03	0.40	0.19	0.22	0.09	0.57	0.45	0.53	0.02	/
12	0.5	0.03	0.28	0.19	0.18	0.07	0.48	0.56	0.52	0.02	0.23
12	18.0	0.03	0.43	0.17	0.12	0.04	0.31	0.23	0.22	0.01	/
17	0.5	0.03	0.20	0.15	0.18	0.10	0.35	0.37	0.26	0.02	0.54
17	24.0	0.06	0.35	0.14	0.10	0.09	0.39	0.31	0.56	0.02	/
18	0.5	0.09	0.17	0.13	0.07	0.11	0.53	0.42	0.53	0.02	0.49
18	25.0	0.09	0.29	0.13	0.09	0.13	0.49	0.35	0.37	0.02	/
14	0.5	0.11	0.19	0.20	0.08	0.12	0.41	0.39	0.37	0.02	0.28
14	23.0	0.09	0.38	0.19	0.11	0.14	0.35	0.30	1.00	0.02	/
13	0.5	0.14	0.21	0.20	0.12	0.06	0.55	0.59	0.47	0.02	0.36
13	21.0	0.06	0.38	0.18	0.09	0.07	0.39	0.24	0.22	0.01	/
8	0.5	0.03	0.34	0.17	0.13	0.09	0.36	0.28	0.31	0.01	0.29
8	17.0	0.03	0.46	0.18	0.16	0.07	0.55	0.27	0.18	0.01	/
5	0.5	0.06	0.35	0.24	0.23	0.25	0.45	0.55	0.43	0.02	0.21
5	11.0	0.03	0.42	0.22	0.22	0.23	0.34	0.25	0.24	0.02	/
11	0.5	0.03	0.41	0.25	0.10	0.15	0.34	0.25	0.23	0.01	0.17
11	18.0	0.06	0.44	0.23	0.15	0.13	0.34	0.31	0.97	0.02	/
16	0.5	0.11	0.12	0.29	0.12	0.12	0.40	0.24	0.22	0.01	0.59
16	22.5	0.09	0.35	0.24	0.17	0.10	0.36	0.41	0.29	0.01	/
20	0.5	0.09	0.07	0.22	0.16	0.08	0.53	0.43	0.53	0.02	0.26
20	22.5	0.09	0.33	0.27	0.08	0.09	0.54	0.58	0.44	0.02	/
19	0.5	0.14	0.09	0.22	0.21	0.07	0.58	0.28	0.17	0.01	0.35
19	24.0	0.11	0.32	0.25	0.11	0.06	0.51	1.97	1.46	0.19	/
15	0.5	0.14	0.18	0.28	0.08	0.07	0.42	0.52	0.29	0.02	0.18
15	21.0	0.11	0.36	0.25	0.13	0.08	0.34	0.25	0.23	0.01	/
10	0.5	0.09	0.14	0.25	0.14	0.10	0.51	0.37	0.38	0.02	0.30
10	17.0	0.00	0.33	0.24	0.13	0.09	0.49	0.58	0.53	0.02	/
6	0.5	0.06	0.25	0.24	0.18	0.12	0.59	0.76	0.75	0.02	0.18
6	13.0	0.03	0.44	0.23	0.16	0.10	0.69	0.59	0.68	0.02	/
4	0.5	0.09	0.20	0.24	0.28	0.11	0.36	0.31	0.57	0.01	0.20
4	9.0	0.11	0.35	0.28	0.32	0.16	0.38	0.32	0.56	0.02	/
2	0.5	0.17	0.26	0.23	0.43	0.20	0.53	0.58	0.45	0.02	0.13
2	8.0	0.17	0.44	0.22	0.43	0.18	0.59	0.50	0.57	0.02	/

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
1	0.5	0.23	0.35	0.21	0.53	0.28	0.48	0.57	0.52	0.02	0.38
最大值	表	0.23	0.41	0.29	0.53	0.31	0.59	0.82	0.78	0.02	0.59
最小值	表	0.03	0.07	0.13	0.07	0.06	0.34	0.24	0.17	0.01	0.13
最大值	底	0.17	0.46	0.28	0.43	0.27	0.69	1.97	1.46	0.19	/
最小值	底	0.00	0.29	0.13	0.08	0.04	0.31	0.23	0.18	0.01	/
超标率	/	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2.7%	5.4%	0%	0%

注：/ 表示无此项目

表 5.3-6 施工期（5 月份）水质监测质量指数表(执行四类水质标准)

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
9	0.5	0.33	0.13	0.13	0.16	0.04	0.10	0.04	0.05	0.01	0.02
9	17.0	0.34	0.26	0.12	0.12	0.05	0.04	0.02	0.07	0.01	/
超标率	/	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

注：/ 表示无此项目

表 5.3-7 施工期（8-9 月份）水质监测质量指数表(执行二类水质标准)

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
5	0.5	0.89	0.56	0.34	0.45	0.10	0.33	0.26	0.46	0.02	0.54
5	12.0	0.83	0.63	0.33	0.19	0.11	0.82	0.93	0.59	0.03	/
11	0.5	0.71	0.64	0.32	0.15	0.09	0.56	0.73	1.11	0.02	1.18
11	19.0	0.69	0.53	0.34	0.20	0.08	0.71	0.55	1.22	0.02	/
16	0.5	0.71	0.56	0.31	0.14	0.12	0.48	0.80	0.94	0.06	0.41
16	22.0	0.60	0.46	0.32	0.15	0.13	0.52	0.54	0.83	0.03	/
20	0.5	0.51	0.42	0.31	0.13	0.11	0.39	0.49	0.68	0.02	0.90
20	26.0	0.49	0.49	0.31	0.11	0.10	0.83	1.04	0.97	0.04	/
19	0.5	0.46	0.53	0.35	0.09	0.12	0.43	0.31	0.60	0.04	0.87
19	25.0	0.40	0.56	0.35	0.09	0.05	0.42	0.38	0.32	0.02	/
15	0.5	0.43	0.38	0.35	0.12	0.07	0.87	0.96	0.60	0.04	0.56
15	24.0	0.40	0.44	0.34	0.21	0.12	0.43	0.42	0.43	0.02	/
10	0.5	0.43	0.58	0.32	0.07	0.05	0.38	0.32	0.25	0.02	0.34
10	18.0	0.43	0.50	0.37	0.10	0.07	0.74	0.71	0.72	0.02	/
6	0.5	0.46	0.54	0.34	0.15	0.10	0.52	0.53	1.39	0.02	0.58
6	14.0	0.40	0.56	0.31	0.15	0.05	0.56	0.21	0.22	0.02	/
3	0.5	0.49	0.46	0.29	0.39	0.07	0.42	0.42	0.41	0.02	0.21
3	11.0	0.49	0.39	0.34	0.18	0.08	0.37	0.33	0.24	0.02	/
7	0.5	0.49	0.41	0.35	0.17	0.09	0.68	0.70	0.79	0.02	0.44
7	13.0	0.37	0.42	0.32	0.16	0.10	0.48	0.43	0.34	0.02	/
12	0.5	0.40	0.45	0.32	0.19	0.08	0.24	0.17	0.39	0.01	0.27
12	19.0	0.37	0.59	0.34	0.15	0.06	0.29	0.18	0.48	0.02	/
17	0.5	0.43	0.33	0.32	0.11	0.11	0.25	0.21	0.36	0.01	0.57
17	23.0	0.40	0.46	0.34	0.12	0.10	0.35	0.30	0.57	0.02	/

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
18	0.5	0.43	0.32	0.36	0.14	0.07	0.33	0.17	0.18	0.01	0.46
18	25.5	0.40	0.44	0.38	0.12	0.09	0.35	0.41	0.68	0.02	/
14	0.5	0.43	0.28	0.37	0.12	0.10	0.45	0.70	1.07	0.02	0.37
14	23.0	0.57	0.40	0.35	0.14	0.11	0.30	0.31	0.60	0.02	/
13	0.5	0.54	0.24	0.32	0.10	0.08	0.67	0.42	0.54	0.02	0.31
13	21.0	0.37	0.41	0.31	0.20	0.11	0.33	0.22	0.55	0.01	/
8	0.5	0.40	0.30	0.39	0.15	0.10	0.32	0.23	0.58	0.02	0.44
8	17.0	0.40	0.52	0.37	0.16	0.12	0.44	0.40	0.94	0.02	/
4	0.5	0.63	0.29	0.39	0.37	0.08	0.32	0.36	0.77	0.02	0.32
4	13.0	0.54	0.45	0.35	0.22	0.06	0.49	0.93	1.06	0.01	/
2	0.5	0.57	0.47	0.34	0.37	0.06	0.44	0.40	0.96	0.02	1.46
2	10.0	0.54	0.53	0.36	0.21	0.07	0.49	0.56	0.41	0.02	/
1	0.5	0.57	0.56	0.37	0.39	0.09	0.37	0.32	0.24	0.02	0.14
最大值	表	0.89	0.64	0.39	0.45	0.12	0.87	0.96	1.39	0.06	1.46
最小值	表	0.40	0.24	0.29	0.07	0.05	0.24	0.17	0.18	0.01	0.14
最大值	底	0.83	0.63	0.38	0.22	0.13	0.83	1.04	1.22	0.04	/
最小值	底	0.37	0.39	0.31	0.09	0.05	0.29	0.18	0.22	0.01	/
超标率	/	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2.7%	13.5%	0%	10.5%

注：/ 表示无此项目

表 5.3-8 施工期（8-9 月份）水质监测质量指数表(执行四类水质标准)

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
9	0.5	0.15	0.22	0.26	0.08	0.06	0.08	0.06	0.10	0.01	0.01
9	19.0	0.15	0.29	0.21	0.11	0.07	0.06	0.04	0.09	0.01	/
超标率	/	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

注：/ 表示无此项目

5.3.1.3 海洋沉积物

根据《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目施工期海洋环境影响跟踪监测报告书》，2023 年 5 月 22-24 日、2023 年 5 月 30 日(潮间带)，国家海洋局青岛海洋环境监测中心站进行了施工期生物生态现状调查与分析工作,其中浮游植物由青岛正科水生物检测有限公司分析(检测报告编号:ZK20230630-01)。监测结果如下：

施工期 5 月份沉积物监测结果表明，海域沉积物类型主要是粉砂。沉积物采用相应标准进行评价，各项调查因子的质量指数均小于 1，所有调查站位沉积物调查项目均符合相应的海洋沉积物标准，符合所在海洋功能区的环境质量要求。

表 5.3-9 施工期 5 月份沉积物监测结果标准指数表（执行一类沉积物质量标准）

站位	油类	铜	铅	锌	镉
18	0.05	0.25	0.32	0.48	0.16
14	0.04	0.15	0.21	0.28	0.11
13	0.04	0.78	0.33	0.51	0.28
8	0.04	0.73	0.32	0.53	0.26
19	0.04	0.82	0.34	0.53	0.28
15	0.04	0.74	0.32	0.53	0.28
10	0.04	0.37	0.20	0.33	0.08
6	0.04	0.38	0.20	0.35	0.08
4	0.04	0.58	0.27	0.51	0.11
2	0.04	0.42	0.25	0.52	0.14
1	0.04	0.26	0.25	0.45	0.15
最大值	0.05	0.82	0.34	0.53	0.28
最小值	0.04	0.15	0.20	0.28	0.08
超标率	0%	0%	0%	0%	0%

表 5.3-10 施工期 5 月份海洋沉积物监测结果标准指数表（执行三类沉积物质量标准）

站位	油类	铜	铅	锌	镉
9	0.01	0.10	0.07	0.12	0.01
超标率	0%	0%	0%	0%	0%

5.3.1.4 海洋生态

根据《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目施工期海洋环境影响跟踪监测报告书》，2023 年 5 月 22-24 日、2023 年 5 月 30 日（潮间带），国家海洋局青岛海洋环境监测中心站进行了施工期生物生态现状调查与分析工作。监测结果如下：

（1）叶绿素 a

本次调查海域表层海水中叶绿素 a 的变化范围为 0.280~1.95mg/m³，平均值为 0.910mg/m³。底层海水中叶绿素 a 的变化范围为 0.390~1.33mg/m³，平均值为 0.949mg/m³。

（2）浮游植物

①种类组成及数量

调查海域内共出现 39 种浮游植物，隶属于硅藻、甲藻两个植物门，其中硅

藻 31 种，占出现浮游植物总种数的 79%；甲藻 8 种，占出现浮游植物总种数的 21%；调查海域浮游植物细胞数量变化范围在 $2.76 \times 10^4 \sim 1.66 \times 10^5$ 个/ m^3 之间，平均为 8.86×10^4 个/ m^3 。细胞数量最高的站位是 06 站，细胞数量最低的站位是 14 站。

②优势种

本次调查中站位出现率较高且细胞数量多的种类有：三角角藻、派格棍形藻和具槽帕拉藻。

③群落特征

根据调查结果，对浮游植物的多样性指数、均匀度、优势度和丰度进行统计学评价分析，调查区浮游植物种类多样性指数 (H') 值在 1.87-3.25 之间，平均值为 1.17；均匀度值 (J) 在 0.59-0.91 之间，平均值为 0.75；优势度值在 0.36-0.74 之间，平均值为 0.59；丰度值 (d) 在 1.41-1.93 之间，平均值为 1.69。

(3) 浮游动物

①种类组成

调查海区共鉴定出浮游动物 25 种，其中节肢动物 12 种，占出现浮游动物总种数的 48%；腔肠动物 4 种，占出现浮游动物总种数的 16%；尾索和毛颚动物各 1 种，分别占浮游动物总种数的 4%；其它幼体类 7 种，占出现浮游动物总种数的 28%。

②生物量和生物密度

调查海区浮游动物生物量（湿重）平均为 $53.6 \text{mg}/m^3$ ，变化范围在 $3.2 \text{mg}/m^3 \sim 272.5 \text{mg}/m^3$ 之间，最高生物量出现在 2 号站，最低生物量出现在 18 号站。

调查区浮游动物的个体数量平均为 38.3 个/ m^3 ，其个体数量的波动范围在 6.7 个/ $m^3 \sim 127.5$ 个/ m^3 之间，最高个体数量出现在 2 号站，最低出现在 14 号站。

③优势种

调查区主要的优势种为中华哲水蚤、半球美螭水母。

④群落特征

根据调查结果，对浮游动物的多样性指数、均匀度、优势度和丰度进行统计

学评价分析，调查区浮游动物种类多样性指数 (H') 值在 0.30~2.00 之间，平均值为 1.25；均匀度值 (J) 在 0.23~0.69 之间，平均值为 0.46；优势度值在 0.74~1.00 之间，平均值为 0.88；丰度值 (d) 在 0.17~1.96 之间，平均值为 0.95。

(4) 底栖生物

①种类组成

调查海域共出现 46 种底栖生物，其中环节动物出现的种类数最多，共 22 种，占底栖生物种类组成的 47.83%；软体动物出现 6 种，占底栖生物种类组成的 13.04%；节肢动物出现 13 种，占底栖生物种类组成的 28.27%；纽形动物出现 2 种，占底栖生物种类组成的 4.35%；刺胞、棘皮和脊索动物各出现 1 种，分别占底栖生物种类组成的 2.17%。评价海域的常见种有：寡鳃齿吻沙蚕、花冈钩毛虫等。

②生物量组成与分布

评价海域底栖生物生物量变化范围在 $0.06\text{g}/\text{m}^2$ ~ $103.68\text{g}/\text{m}^2$ 之间，平均为 $16.18\text{g}/\text{m}^2$ 。其中 1 号站生物量最高，2 号站最低。

③密度组成与分布

底栖生物栖息密度变化范围在 40 个/ m^2 ~ 270 个/ m^2 之间，平均为 102 个/ m^2 。其中 18 号站栖息密度最高，6、10 号站最低。

④群落特征

根据调查结果，对底栖生物的种类多样性指数、均匀度、优势度和丰富度进行统计学评价分析，调查区底栖生物种类多样性指数 (H') 值在 0.863~3.97 之间，平均值为 2.41；均匀度值 (J) 在 0.863~0.973 之间，平均值为 0.942；优势度值在 0.296~1.00 之间，平均值为 0.534；丰度值 (d) 在 0.356~3.79 之间，平均值为 1.74。

(5) 潮间带生物

①种类组成

施工期潮间带调查共设置 1 条监测断面，检获潮间带大型底栖生物 15 种，隶属于软体动物、环节动物和节肢动物 3 个门类。其中软体动物 4 种，占种类组成的 26.7%；环节动物 9 种，占种类组成的 60.0%；节肢动物 2 种，占种类总数

的13.3%。

监测区域位于乳山市岸线，滩面完整开阔，监测断面为泥砂质岸滩。从生物类群的潮带分布情况来看：高潮带出现的种类有3种，均属环节动物；中潮带出现种类7种，其中环节动物3种，软体动物和节肢动物各2种；低潮带出现种类8种，环节动物6种，软体动物2种。

②生物量组成与分布

该区域调查断面潮间带大型底栖生物平均生物量为 $0.84\text{g}/\text{m}^2$ ，各潮带区域生物量差异较小，中潮带生物量平均为 $1.16\text{g}/\text{m}^2$ ，低潮带生物量在 $0.40\text{g}/\text{m}^2$ 左右，高潮带生物量略高于低潮带，为 $0.64\text{g}/\text{m}^2$ 。生物量贡献较高的生物类群多为节肢动物秉氏泥蟹和日本大眼蟹。

③密度组成与分布

该区域潮间带生物栖息密度平均为30个/ m^2 。高潮带平均生物密度约为20个/ m^2 ，中潮带平均生物密度约为30个/ m^2 ，低潮带平均生物密度约为40个/ m^2 。

④群落特征

根据调查结果，对潮间带生物的多样性指数、均匀度、优势度和丰富度进行统计学评价分析，调查区潮间带生物种类多样性指数（ H' ）值在1.37~2.92之间，平均值为1.91；均匀度值（ J ）在0.80~0.97之间，平均值为0.88；优势度值在0.40~0.80之间，平均值为0.66；丰度值（ d ）在0.86~2.11之间，平均值为1.28。

5.3.1.5 生物体质量

根据《乳山市南侧海域渔业资源等调查项目施工期生物体质量监测分析报告》，2023年5月23日-24日，青岛斯八达分析测试有限公司开展施工期生物体质量监测工作，选取优势种生物样品进行生物质量分析。检测生物体内的重金属锌以及石油烃，样品总数为17个，包括鱼类4种8个；甲壳类3种6个；头足类1种3个。

检测结果显示：所有生物样品中的石油烃含量在15.2~33.4 mg/kg wt之间，不同生物类群的石油烃平均含量头足类（22.15 mg/kg wt）>甲壳类（21.76 mg/kg wt）>鱼类（21.00 mg/kg wt）。

锌含量在 5.6~22.9 mg/kg wt 之间。不同生物类群的锌平均含量为甲壳类 (17.46 mg/kg wt) >头足类 (17.35 mg/kg wt) >鱼类 (8.45 mg/kg wt)。

依据生物质量评价方法,对施工期采集的样品进行污染物含量评价。场址海域施工期所有生物样品中锌含量均未超标;60%的生物样品石油烃含量超标,其中一个花鲈样品的超标倍数为 0.67,一个口虾蛄样品的超标倍数为 0.22,其余超标样品的超标倍数均低于 0.20。

5.3.1.6 渔业资源

根据《乳山市南侧海域渔业资源等调查项目渔业资源调查分析报告》,2023 年 5 月 23 日-24 日,青岛斯八达分析测试有限公司开展施工期渔业资源监测工作。监测结果如下:

(1) 游泳动物

①种类组成

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目场址临近海域施工期资源调查共采集到游泳动物 40 种,其中,头足类 3 种,虾类 10 种,蟹类 4 种,鱼类 23 种,分别占渔获物游泳动物总种类数的 7.5%、25.0%、10.0%和 57.5%。大多数为非洄游性的当地近岸-近海短距离索饵、产卵物种。

②优势种

施工期调查中共出现 5 个优势种 (IRI>500),按相对重要性指数 (IRI) 高低依次为:赤鼻棱鯧、黄鲫、口虾蛄、镰鲷和花鲈。

③单位捕捞努力量渔获量 CPUE

施工期各调查站位的渔获物个体数 CPUE 范围为 25-986ind/net,各站位差别较大,10#站个体数 CPUE 最大,高达 986ind/net;8#站个体数 CPUE 最小,仅为 25ind/net。8 个调查站位的平均个体数 CPUE 为 409.13ind/net。

各调查站位的渔获物重量 CPUE 在 0.44~18.35kg/net 之间,平均 6.85kg/net。10#与 18#站位的渔获物重量 CPUE 均超过 10kg/net,而 8#、9#和 15#站位的渔获物重量 CPUE 较低,在 0.44~1.48kg/net 之间。

基于生物类群统计,施工期调查总渔获量 CPUE 中,鱼类生物量 CPUE 和个

体数 CPUE 分别为 5.95kg/net(86.87%)和 284ind/net(69.35%); 虾类生物量 CPUE 和个体数 CPUE 分别为 0.83kg/net(12.09%)和 92ind/net(22.46%); 头足类生物量 CPUE 和个体数 CPUE 分别为 0.06kg/net(0.85%)和 27ind/net(6.69%); 蟹类生物量 CPUE 和个体数 CPUE 分别为 0.01kg/net(0.19%)和 6ind/net(1.50%), 各类群生物量 CPUE 和个体数 CPUE 均呈鱼类>虾类>头足类>蟹类的趋势。

基于优势种统计, 5 个优势种(重量 4.10kg/net, 个体数 78.6ind/net)分别占总渔获 CPUE 的 59.91%和 61.93%。其中花鲈生物量 CPUE 最大, 为 0.97kg/net, 占总渔获生物量 CPUE 的 14.16%, 但个体数 CPUE 仅为 0.38ind/net, 占总渔获生物量 CPUE 的 0.09%; 赤鼻棱鲉的个体数 CPUE 最大, 为 136.38ind/net, 占总渔获个体数 CPUE 的 33.33%。

④资源密度

施工期各调查站位的总渔获物重量资源密度和个体数资源密度分别为 8.48~351.41kg/Km² 和 479~18885ind/Km², 平均资源密度分别为 131.18kg/Km² 和 7836ind/Km²。地理分布上, 18#站位的重量资源密度最高为 351.41kg/Km², 10#、19#、13#与 14#站位的重量资源密度也均超过 100kg/Km²; 8#、9#与 15#站位的重量资源密度较低, 均低于 30kg/Km²。类似的, 10#、13#、18#和 19#站位的个体数资源密度也较高, 均大于 10000ind/Km², 而 8#与 15#站位的个体数资源密度较低, 分别为 479 和 785ind/Km²。

基于类群统计, 鱼类的生物量资源密度和个体数资源密度分别为 113.96kg/Km² 和 5435ind/Km², 占总渔获资源密度的 86.87%和 69.35%; 虾类的生物量资源密度和个体数资源密度分别为 15.85kg/Km² 和 1760ind/Km², 占总渔获资源密度的 12.09%和 22.46%; 头足类的生物量资源密度和个体数资源密度分别为 1.12kg/Km² 和 524ind/Km², 分别占总渔获资源密度的 0.85%和 6.69%; 蟹类的生物量资源密度和个体数资源密度分别为 0.25kg/Km² 和 117ind/Km², 占总渔获资源密度的 0.19%和 1.50%。各类群平均资源密度呈: 鱼类>虾类>头足类>蟹类的趋势。

基于优势种统计, 5 个优势种的资源密度(重量 78.6kg/Km², 个体 4852.81ind/Km²)分别占总渔获物资源密度的 59.91%和 61.93%; 5 个优势种的生

物量资源密度差别不大，占总资源密度范围在 9.89~14.16%之间；赤鼻棱鯧的个体数资源密度最大，占总资源密度的 33.33%，黄鲫和口虾蛄的个体数资源密度比较接近，在 11.21~14.15%之间，而花鲈和镰鲳的个体数资源密度较低，分别为 0.09%和 3.15%。

⑤生物多样性

各站位基于生物量组成的生物多样性指数 H' 范围为 0.88~1.63，平均 1.17；均匀度指数 J' 范围为 0.25~0.47，平均值 0.35；基于个体数组成的生物多样性指数 H' 范围为 0.77~2.78，平均值 1.46；均匀度指数 J' 范围为 0.30~0.57，平均值 0.42。

(2) 鱼卵仔稚鱼

①种类组成与分布（水平拖网）

施工期场址海域水平拖网与垂直拖网中共出现鱼卵共出现 6 科 7 种，其中水平拖网出现 6 科 7 种，定量出现 3 科 4 种；仔稚鱼共出现 3 科 3 种，其中水平出现 3 科 3 种，定量出现 2 科 2 种。

施工期水平拖网调查共采集到鱼卵 6 科 7 种，包括 6 个已鉴定种(鯧、赤鼻棱鯧、斑鲈、白姑鱼、鲱衔和短吻红舌鲷)和 1 个未定种（鲽科）。

施工期水平拖网 8 个站位共发现 236 粒卵，各拖网站位的总鱼卵数范围为 9~50ind/net，平均 29.5ind/net。8#、9#和 10#站位鱼卵出现数量均超过 40ind/net，13#、14#和 15#站总鱼卵数范围为 21~31 ind/net 之间；18#和 19#站鱼卵数量相对较少，分别为 9ind/net 和 9ind/net。从种类组成上来看，鯧科鱼类为主要类群，鯧和赤鼻棱鯧卵的数量分别占总量的 55.51%和 8.48%。

施工期水平拖网调查共采集到仔稚鱼 3 科 3 种，分别是鲈（鲈科）、尖海龙（海龙鱼科）和斑鲈（鲱科）。水平拖网调查共发现 39 尾仔稚鱼，各拖网站位的总仔稚鱼数范围为 1~11ind/net，平均 4.48 ind/net。总仔稚鱼中，尖海龙的仔稚鱼尾数最多，站位平均为 2.13ind/net，鲈和斑鲈数量一致，平均为 1.38ind/net。地理分布上与鱼卵较为一致，8#、9#和 10#站总仔稚鱼数相对较多，其次为 13#、14#和 15#站，18#和 19#站位仔鱼数量最少，均只发现 1 尾仔稚鱼。

②数量组成与个体密度（垂直拖网）

施工期垂直拖网调查共鉴定出鱼卵 57 粒，隶属于 3 科 4 种，分别为短吻红舌鲷、鳀、赤鼻棱鳀和斑鲹。鳀的个体密度最高，为 2.63ind/10³m³，其次为赤鼻棱鳀（2.25ind/10³m³）和斑鲹（1.50ind/10³m³），短吻红舌鲷卵的个体密度相对最低，为 0.75ind/10³m³。

施工期垂直拖网调查共鉴定出仔稚鱼 13 尾，隶属于 2 科 2 种，分别为鲷和斑鲹。两种仔稚鱼个体密度均相对较低，平均值分别为 0.63ind/10³m³ 和 1.00ind/10³m³。除 19#站位未发现仔稚鱼外，其他站位仔稚鱼数量在 1~3 尾之间。

5.3.2 运行期海洋生态环境影响调查与评价

5.3.2.1 调查方案

运行期间海洋环境跟踪监测时间 2023 年 11 月 24 日至 11 月 28 日，监测项目为海水水质、沉积物、渔业资源、海洋生态及生物体质量。监测站位同施工期调查方案。

5.3.2.2 海水水质

2023 年 11 月 24-26 日，国家海洋局青岛海洋环境监测中心站同中科检测技术服务(广州)股份有限公司进行了验收期海水水质样品采集工作，由青岛捷港环保科技有限公司完成样品分析工作(检测报告编号:JGH23K01)。

运行期 11 月份调查海域水质各项评价因子的质量指数均小于 1，符合所在海洋功能区的环境质量要求，分别符合《海水水质标准》(GB 3097—1997)第二、四海水水质标准。

表 5.3-11 运行期（11 月份）水质监测质量指数表(执行二类水质标准)

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
1	0.5	0.09	0.37	0.50	0.48	0.54	0.22	0.25	0.27	0.02	0.89
2	0.5	0.60	0.37	0.77	0.51	0.41	0.31	0.41	0.65	0.00	0.63
2	14.2	0.63	0.48	0.77	0.48	0.35	0.34	0.63	0.72	ND	/

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
5	0.5	0.37	0.38	0.43	0.43	0.14	0.29	0.32	0.43	0.01	ND
5	13.8	0.34	0.48	0.50	0.29	0.32	0.25	0.39	0.41	0.01	/
4	0.5	0.49	0.36	0.77	0.45	0.16	0.18	0.41	0.45	0.02	0.63
4	12.7	0.54	0.46	0.67	0.55	0.37	0.23	0.57	0.34	0.02	/
14	0.5	0.51	0.37	0.58	0.31	0.04	0.23	0.18	0.25	0.01	0.88
14	18.0	0.29	0.49	0.50	0.27	0.05	0.27	0.47	0.49	ND	/
15	0.5	0.40	0.33	0.62	0.36	0.14	0.42	0.32	0.21	0.00	0.79
15	21.9	0.11	0.43	0.63	0.26	0.17	0.43	0.43	0.50	ND	/
16	0.5	0.11	0.36	0.67	0.30	0.06	0.28	0.69	0.39	0.01	0.89
16	10.0	0.77	/	0.57	0.29	0.07	0.28	0.77	0.30	0.01	/
16	23.8	0.66	0.56	0.65	0.32	0.08	0.33	0.65	0.45	0.01	/
20	0.5	0.23	0.36	0.62	0.37	0.18	0.46	0.54	0.36	ND	ND
20	10.0	0.31	/	0.65	0.36	0.12	0.46	0.41	0.57	ND	/
20	25.8	0.20	0.59	0.67	0.28	0.05	0.49	0.30	0.47	0.01	/
19	0.5	0.17	0.37	0.50	0.23	0.07	0.26	0.65	0.26	ND	0.62
19	10.0	0.11	/	0.41	0.27	0.13	0.24	0.49	0.36	ND	/
19	24.8	0.34	0.70	0.65	0.29	0.09	0.32	0.62	0.51	ND	/
18	0.5	0.23	0.39	0.55	0.20	0.07	0.34	0.33	0.43	0.03	0.32
18	10.0	0.09	/	0.50	0.20	0.07	0.34	0.43	0.37	0.02	/
18	25.8	0.17	0.73	0.62	0.20	0.11	0.38	0.40	0.39	0.03	/
17	0.5	0.31	0.38	0.53	0.20	0.11	0.29	0.55	0.27	0.01	0.52
17	10.0	0.09	/	0.57	0.20	0.25	0.31	0.72	0.23	0.02	/
17	24.8	0.11	0.61	0.62	0.21	0.14	0.32	0.61	0.19	0.02	/
12	0.5	0.43	0.35	0.49	0.23	0.15	0.40	0.53	0.27	ND	0.85
12	20.0	0.34	0.39	0.51	0.25	0.08	0.45	0.67	0.39	ND	/
13	0.5	0.34	0.36	0.55	0.17	0.06	0.27	0.57	0.45	0.02	0.91
13	21.3	0.29	0.45	0.61	0.13	0.24	0.29	0.41	0.56	0.02	/
11	0.5	0.23	0.36	0.70	0.23	0.10	0.28	0.63	0.37	0.01	0.88
11	20.8	0.17	0.48	0.41	0.13	0.08	0.27	0.68	0.48	0.01	/
10	0.5	0.23	0.36	0.67	0.09	0.06	0.19	0.14	0.38	ND	0.71
10	20.1	0.31	0.46	0.61	0.11	0.05	0.23	0.24	0.33	ND	/
6	0.5	0.57	0.34	0.49	0.19	0.17	0.26	0.65	0.25	0.02	0.50
6	16.4	0.51	0.57	0.57	0.14	0.06	0.21	0.73	0.42	0.01	/
8	0.5	0.26	0.37	0.54	0.11	0.20	0.28	0.64	0.50	ND	0.33
8	17.3	0.34	0.61	0.30	0.11	0.18	0.31	0.24	0.42	0.00	/
3	0.5	0.43	0.34	0.51	0.09	0.26	0.41	0.24	0.47	ND	0.80
3	12.5	0.40	0.56	0.56	0.11	0.30	0.37	0.47	0.17	0.01	/
7	0.5	0.46	0.35	0.58	0.14	0.33	0.42	0.54	0.18	0.01	0.63
7	14.1	0.29	0.61	0.68	0.15	0.33	0.36	0.42	0.23	0.02	/

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
最大值	表	0.60	0.39	0.77	0.51	0.54	0.46	0.69	0.65	0.03	0.91
最小值	表	0.09	0.33	0.43	0.09	0.04	0.18	0.14	0.18	0.00	0.32
最大值	底	0.66	0.70	0.77	0.51	0.41	0.46	0.73	0.65	0.02	/
最小值	底	0.11	0.33	0.41	0.11	0.04	0.18	0.18	0.19	0.00	/
最大值	10.0	0.77	/	0.65	0.36	0.25	0.46	0.77	0.57	0.02	/
最小值	10.0	0.09	/	0.41	0.20	0.07	0.24	0.41	0.23	0.01	/
超标率	/	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

注：/ 表示无此项目

表 5.3-12 运行期（11 月份）水质监测质量指数表(执行四类水质标准)

站号	层次	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	油类
9	0.5	0.22	0.26	0.34	0.15	0.11	0.07	0.05	0.04	0.01	0.03
9	17.2	0.24	0.39	0.36	0.13	0.06	0.07	0.04	0.06	0.01	/
超标率	/	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

注：/ 表示无此项目

5.3.2.3 海洋沉积物

2023 年 11 月 24-26 日，国家海洋局青岛海洋环境监测中心站同中科检测技术服务(广州)股份有限公司进行了验收期海洋沉积物样品采集工作，由青岛捷港环保科技有限公司完成样品分析工作(检测报告编号:JGH23K01)。

运行期 11 月份沉积物监测结果表明，沉积物各项调查因子的质量指数均小于 1，所有调查站位沉积物调查项目均符合相应的海洋沉积物标准，符合所在海洋功能区的环境质量要求。

表 5.3-13 11 月份海洋沉积物监测结果标准指数表（执行一类沉积物质量标准）

站位	油类	铜	铅	锌	镉
1	0.01	0.06	0.08	0.51	ND
2	0.03	0.25	0.12	0.52	ND
4	0.03	0.16	0.10	0.44	ND
14	0.02	0.19	0.11	0.62	0.54
15	0.01	0.39	0.17	0.76	0.50
19	0.02	0.37	0.14	0.69	0.50
18	0.01	0.27	0.13	0.66	ND
13	0.03	0.34	0.17	0.69	0.50
10	0.04	0.56	0.22	0.96	0.50
6	0.03	0.52	0.21	0.86	0.50
8	0.03	0.50	0.19	0.85	0.50

最大值	0.04	0.56	0.22	0.96	0.54
最小值	0.01	0.06	0.08	0.44	0.50
超标率	0%	0%	0%	0%	0%

表 5.3-14 11 月份海洋沉积物监测结果标准指数表(执行三类沉积物质量标准)

站位	油类	铜	铅	锌	镉
9	0.00	0.08	0.04	0.22	0.05
超标率	0%	0%	0%	0%	0%

5.3.2.4 海洋生态

2023 年 11 月 24-26 日,国家海洋局青岛海洋环境监测中心站同中科检测技术服务(广州)股份有限公司进行了验收期生物生态现状现场调查工作,由青岛国茂环境检测有限公司完成样品分析(除叶绿素 a)工作(检测报告编号:GMB20231227-02)叶绿素 a 由青岛捷港环保科技有限公司分析测定(检测报告编号:JGH23K01),2023 年 11 月 30 日国家海洋局青岛海洋环境监测中心站进行了验收期潮间带生物的调查与分析工作。

(1) 叶绿素 a

本次调查调查海域海水中表层叶绿素 a 的变化范围为 1.1 mg/m³~4.5 mg/m³,平均为 2.3 mg/m³; 10 m 层叶绿素 a 的变化范围为 1.8 mg/m³~3.6 mg/m³,平均为 2.7 mg/m³; 底层叶绿素 a 的变化范围为 0.8 mg/m³~2.6 mg/m³,平均为 1.5 mg/m³。

(2) 浮游植物

① 种类组成及数量

调查海域内共出现 44 种浮游植物,隶属于硅藻、甲藻两个植物门,其中硅藻 37 种,占出现浮游植物总种数的 84%; 甲藻 7 种,占出现浮游植物总种数的 16%。

调查海域浮游植物细胞数量变化范围在 3.38×10³~5.45×10⁶ 个/m³ 之间,平均为 1.28×10⁵ 个/m³。细胞数量最高的站位是 10 号站,细胞数量最低的站位是 2 号站。

② 优势种

本次调查中站位出现率较高且细胞数量多的种类有:翼鼻状藻、尖刺伪菱形藻、派格棍形藻。

③群落特征

根据调查结果，对浮游植物的多样性指数、均匀度、优势度和丰度进行统计学评价分析，调查区浮游植物种类多样性指数 (H') 值在 0.46~2.15 之间，平均值为 1.60；均匀度值 (J) 在 0.12~1.00 之间，平均值为 0.53；优势度值在 0.50~0.97 之间，平均值为 0.79；丰度值 (d) 在 0.16~1.11 之间，平均值为 0.65。

(3) 浮游动物

①种类组成

调查海区共鉴定出浮游动物 26 种，其中节肢动物 13 种，占出现浮游动物总种数的 50%；腔肠动物 4 种，占出现浮游动物总种数的 15%；尾索动物 2 种，毛颚动物 1 种，原生动物 1 种，分别占浮游动物总种数的 8%、4% 和 4%；浮游幼虫 5 种，占出现浮游动物总种数的 19%。

②生物量和生物密度

调查海区浮游动物生物量（湿重）平均为 $162\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围在 $25\text{mg}/\text{m}^3\sim 543\text{mg}/\text{m}^3$ 之间，最高生物量出现在 13 号站，最低生物量出现在 9 号站。

调查区浮游动物的个体数量平均为 51.9 个/ m^3 ，其个体数量的波动范围在 4.6 个/ $\text{m}^3\sim 201.4$ 个/ m^3 之间，最高个体数量出现在 13 号站，最低出现在 2 号站。

③优势种

调查区主要的优势种为软拟海樽。

④群落特征

根据调查结果，对浮游动物的多样性指数、均匀度、优势度和丰度进行统计学评价分析，调查区浮游动物种类多样性指数 (H') 值在 0.62~2.98 之间，平均值为 2.10；均匀度值 (J) 在 0.19~0.97 之间，平均值为 0.69；优势度值在 0.43~0.96 之间，平均值为 0.68；丰度值 (d) 在 0.82~3.46 之间，平均值为 2.05。

(4) 底栖生物

①种类组成

调查海域共出现 36 种底栖生物，其中环节动物出现的种类数最多，共 19 种，占底栖生物种类组成的 52.78%；软体动物出现 4 种，占底栖生物种类组成的

11.11%；节肢动物出现 10 种，占底栖生物种类组成的 27.78%；纽形动物、棘皮动物和脊索动物各出现 1 种，分别占底栖生物种类组成的 2.78%。

②生物量组成与分布

评价海域底栖生物生物量变化范围在 $0.053\text{g}/\text{m}^2\sim 14.240\text{g}/\text{m}^2$ 之间，平均为 $2.164\text{g}/\text{m}^2$ 。其中 2 号站生物量最高，13 号站最低。

③密度组成与分布

底栖生物栖息密度变化范围在 53.3 个/ $\text{m}^2\sim 173.3$ 个/ m^2 之间，平均为 103.9 个/ m^2 。其中 4 号站栖息密度最高，10 号站最低。

④群落特征

根据调查结果，对底栖生物的多样性指数、均匀度、优势度和丰富度进行统计学评价分析，调查区底栖生物种类多样性指数 (H') 值在 2.15~3.54 之间，平均值为 2.88；均匀度值(J)在 0.79~0.98 之间，平均值为 0.92；优势度值在 0.29~0.62 之间，平均值为 0.45；丰度值 (d) 在 0.60~1.75 之间，平均值为 1.22。

(5) 潮间带生物

①种类组成

运行期潮间带监测共设置 1 条监测断面，检获潮间带大型底栖生物 17 种，隶属于软体动物、环节动物、节肢动物、纽形动物和脊索动物 5 个门类。其中环节动物 9 种，占种类组成的 52.9%；软体动物和环节动物各 3 种，分占种类组成的 17.6%；纽形动物和脊索动物各 1 种，分占种类总数的 5.9%。

监测区域位于海阳市岸线，滩面完整开阔，监测断面为泥砂质岸滩。从生物类群的潮带分布情况来看：高潮带出现的种类有 4 种，除优势种日本大眼蟹外，其余 3 种均属环节动物；中潮带出现种类 9 种，其中环节动物 6 种，节肢动物 2 种，软体动物 1 种；低潮带出现种类 9 种，环节动物 3 种，软体动物和节肢动物各 2 种，纽形动物和脊索动物各 1 种。

②生物量组成与分布

该区域调查断面潮间带大型底栖生物平均生物量为 $6.57\text{g}/\text{m}^2$ ，各潮带区域生物量差异较小，中潮带生物量平均为 $4.98\text{g}/\text{m}^2$ ，低潮带生物量在 $7.28\text{g}/\text{m}^2$ 左右，高潮带生物量略高于低潮带，为 $9.04\text{g}/\text{m}^2$ 。生物量贡献较高的生物类群多为节肢

动物日本大眼蟹。

③密度组成与分布

该区域潮间带生物栖息密度平均为 121 个/m²。高潮带平均生物密度约为 96 个/m²，中潮带平均生物密度约为 84 个/m²，低潮带平均生物密度约为 220 个/m²。优势种类除日本大眼蟹外，光滑狭口螺为第二优势种。

④群落特征

根据调查结果，对潮间带生物的多样性指数、均匀度、优势度和丰富度进行统计学评价分析，调查区潮间带生物种类多样性指数（H'）值在 1.18~2.09 之间，平均值为 1.66；均匀度值（J）在 0.59~0.74 之间，平均值为 0.68；优势度值在 0.68~0.88 之间，平均值为 0.80；丰度值（d）在 0.65~1.41 之间，平均值为 0.98。

5.3.2.5 生物体质量

根据《乳山市南侧海域渔业资源等调查项目竣工期生物体质量监测分析报告》，2023 年 11 月 25 日-28 日，青岛斯八达分析测试有限公司开展施工期生物体质量监测工作，选取优势种生物样品进行生物质量分析。检测生物体内的重金属锌以及石油烃，样品总数为 17 个，包括鱼类 4 种 8 个；甲壳类 3 种 6 个；头足类 1 种 3 个。

检测结果显示：所有生物样品中的石油烃含量在 12.5~19.0 mg/kg wt 之间，不同生物类群的石油烃平均含量鱼类（16.55 mg/kg wt）>甲壳类（15.98 mg/kg wt）>头足类（13.73 mg/kg wt）。

锌含量在 5.7~34.0 mg/kg wt 之间。不同生物类群的锌平均含量为头足类（17.60 mg/kg wt）>甲壳类（16.58 mg/kg wt）>鱼类（12.26 mg/kg wt）。

依据生物质量评价方法，对竣工期采集的样品进行污染物含量评价。场址海域竣工期所有生物样品中的锌和石油烃含量均未超标。

5.3.2.6 渔业资源

根据《乳山市南侧海域渔业资源等调查项目渔业资源调查分析报告》，2023年11月25日至11月28日，青岛斯八达分析测试有限公司开展竣工期渔业资源监测工作。监测结果如下：

(1) 游泳动物

① 种类组成

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目场址临近海域竣工期资源调查共采集到游泳动物 33 种，其中，头足类 3 种，虾类 6 种，蟹类 3 种，鱼类 21 种，分别占渔获物游泳动物总种类数的 9.09%、18.18%、9.09% 和 63.64%。大多数为非洄游性的当地近岸-近海短距离索饵、产卵物种。

② 优势种

竣工期调查中共出现 8 个优势种 (IRI>500)，按相对重要性指数 (IRI) 高低依次为：细螯虾、长蛇鲻、日本枪乌贼、三疣梭子蟹、日本蟳、方氏云鳎、绿鳍鱼和细条天竺鲷。

③ 单位捕捞努力量渔获量 CPUE

竣工期各调查站位的渔获物个体数 CPUE 范围为 974-6772ind/net，各站位差别较大，15#站个体数 CPUE 最大，8#站个体数 CPUE 最小。8 个调查站位的平均个体数 CPUE 为 3230ind/net。

各调查站位的渔获物重量 CPUE 在 8.80~20.52kg/net 之间，平均 13.73kg/net。15#渔获物重量 CPUE 最高，超过 20kg/net，9#渔获物重量 CPUE 最低，不足 10kg/net。

基于生物类群统计，竣工期调查总渔获量 CPUE 中，鱼类生物量 CPUE 和个体数 CPUE 分别为 7.06 kg/net (51.40%) 和 460 ind/net (14.24%)；虾类生物量 CPUE 和个体数 CPUE 分别为 2.03kg/net (14.78%) 和 1986 ind/net (61.48%)，虾类个体数 CPUE 占比较高，原因是各站位渔获中均出现大量的细螯虾；头足类生物量 CPUE 和个体数 CPUE 分别为 2.04 kg/net (14.84%) 和 436 ind/net (13.50%)；蟹类生物量 CPUE 和个体数 CPUE 分别为 2.61 kg/net (18.98%) 和 348ind/net (10.78%)，各类群

生物量 CPUE 均呈鱼类>蟹类>头足类>虾类的趋势，而个体数 CPUE 呈虾类>鱼类>头足类>蟹类的趋势。

基于优势种统计，8 个优势种(重量 11.53kg/net，个体数 2984ind/net)分别占总渔获 CPUE 的 83.95%和 92.39%。其中长蛇鲻生物量 CPUE 最大，为 3.52kg/net，占总渔获生物量 CPUE 的 25.62%，但个体数 CPUE 仅为 64 ind/net，占总渔获生物量 CPUE 的 1.98%；细螯虾的个体数 CPUE 最大，为 1858 ind/net，占总渔获个体数 CPUE 的 57.52%。

④资源密度

竣工期各调查站位的总渔获物重量资源密度和个体数资源密度分别为 168.48 ~ 393.03kg/Km² 和 18655 ~ 129702ind/Km²，平均资源密度分别为 262.97kg/Km² 和 61854ind/Km²。地理分布上，15#站位的重量资源密度最高为 393.03kg/Km²，8#和 9#站位的重量资源密度较低，均低于 200kg/Km²。18#和 15#的个体数资源密度较高，均大于 100000ind/Km²，而 8#站位的个体数资源密度最低，为 18655ind/Km²。

基于类群统计，鱼类的生物量资源密度和个体数资源密度分别为 135.18kg/Km² 和 8810ind/Km²，占总渔获资源密度的 51.40%和 14.24%；虾类的生物量资源密度和个体数资源密度分别为 38.86kg/Km² 和 38028ind/Km²，占总渔获资源密度的 14.78%和 61.48%；头足类的生物量资源密度和个体数资源密度分别为 39.02kg/Km² 和 8351ind/Km²，分别占总渔获资源密度的 14.84%和 13.50%；蟹类的生物量资源密度和个体数资源密度分别为 49.91kg/Km² 和 6665ind/Km²，占总渔获资源密度的 18.98%和 10.78%。各类群平均资源密度呈：鱼类>蟹类>虾类=蟹类的趋势；个体数资源密度呈虾类>鱼类>头足类>蟹类的趋势。

基于优势种统计，8 个优势种的资源密度(重量 220.77kg/Km²，个体 57147ind/Km²)分别占总渔获物资源密度的 83.95%和 92.39%；8 个优势种的生物量资源密度差别较大，占总资源密度范围在（细条天竺鲷）1.64%~（长蛇鲻）25.62%之间；细螯虾的个体数资源密度最大，占总资源密度的 57.52%，绿鳍鱼的个体数资源密度占比最低，为 0.25%。

⑤生物多样性

各站位基于生物量组成的生物多样性指数 H' 范围为 1.68~2.41, 平均 2.18; 均匀度指数 J' 范围为 0.44~0.57, 平均值 0.52; 基于个体数组成的生物多样性指数 H' 范围为 0.67~2.20, 平均值 1.64; 均匀度指数 J' 范围为 0.16~0.51, 平均值 0.39。

(2) 鱼卵仔稚鱼

① 种类组成与分布 (水平拖网)

竣工期, 场址海域水平拖网与垂直拖网中共出现鱼卵共出现 3 科 4 种, 其中水平拖网出现 2 科 2 种, 垂直拖网 (定量) 出现 2 科 2 种; 仔稚鱼共出现 3 科 3 种, 其中水平出现 2 科 2 种, 定量出现 2 科 2 种。

竣工期水平拖网调查共采集到鱼卵 2 科 2 种, 分别为鳀和舌鳎未定种, 分别属于鳀科和舌鳎科

秋季水平拖网鱼卵数较少, 8 个站位仅发现 5 粒卵, 各站位的鱼卵总数范围为 0~2 ind/net, 平均 0.63 ind/net。地理分布上, 10#站采集到 2 粒, 9#、18#和 19#分别采集到 1 粒, 其他站位未采集到鱼卵。从种类组成上来看, 采集鳀鱼鱼卵 2 粒, 未定种的舌鳎鱼卵 3 粒。

竣工期水平拖网调查共采集到仔稚鱼 2 科 2 种, 分别是鲱鳊和项斑项鳎, 分别属于鳊科和鳎科。水平拖网调查共发现 8 尾仔稚鱼, 各拖网站位的总仔稚鱼数范围为 0~4 ind/net, 平均 1.0 ind/net。地理分布上, 10#站出现鱼卵数最多。从种类组成看, 鲱鳊和项斑项鳎分别采集到 4 尾, 站均数量均为 0.5 ind/net。

② 数量组成与个体密度 (垂直拖网)

竣工期垂直拖网调查共鉴定出鱼卵 2 科 2 种, 分别为短吻红舌鳎和一个云鳎未定种, 分别属于舌鳎科和云鳎科。两种鱼卵的个体密度分别为短吻红舌鳎 ($4.1 \text{ ind}/10^3 \text{ m}^3$) 和云鳎 sp. ($2.0 \text{ ind}/10^3 \text{ m}^3$), 合计 $6.1 \text{ ind}/10^3 \text{ m}^3$ 。

竣工期垂直拖网调查同样鉴定出仔稚鱼 2 科 2 种, 分别为带鱼和项斑项鳎, 分别属于带鱼科和鳎科。这两种仔稚鱼的个体密度分别为 $8.1 \text{ ind}/10^3 \text{ m}^3$ 和 $4.1 \text{ ind}/10^3 \text{ m}^3$, 合计 $12.2 \text{ ind}/10^3 \text{ m}^3$ 。

5.3.3 环境影响评价与综合评价分析

为更好的进行工程附近海域海洋环境影响回顾性分析，本报告中将《国家电投山东半岛南海上风电基地U场址一期450MW项目环境影响报告书(报批稿)》中2021年秋季和2022年春季的调查数据作为施工前的本底调查结果，将2023年春季和夏季的调查数据作为施工期的调查结果，将2023年秋季的调查数据作为试运营期的调查结果。分析内容包括海水水质、海洋沉积物、海洋生态和渔业资源和生物体质量等变化情况，具体调查情况见表5.3-15。

表 5.3-15 海洋环境影响回顾分析一览表

监测项目	工程进度	季节	时间	站位数
海水水质	施工前	秋季	2021年11月	48
		春季	2022年4月	48
	施工期	春季	2023年5月	20
		夏季	2023年8月、9月	20
	运行期	秋季	2023年11月	20
海洋沉积物	施工前	秋季	2021年11月	24
	施工期	春季	2023年5月	12
	运行期	秋季	2023年11月	12
海洋生态	施工前	秋季	2021年11月	36
		春季	2022年4月	36
	施工期	春季	2023年5月	12
	运行期	秋季	2023年11月	12
生物体质量	施工前	秋季	2021年11月	15
		春季	2022年4月	15
	施工期	春季	2023年5月	8
	运行期	秋季	2023年11月	8
渔业资源	施工前	秋季	2021年11月	15
		春季	2022年4月	15
	施工期	春季	2023年5月	8
	运行期	秋季	2023年11月	8

现将本工程施工期、试运营期跟踪监测结果与历史监测资料进行对比分析，以说明海上施工对周边海域海洋环境的影响情况。

5.3.3.1 对周边海域水质影响

2021年11月，除37号站位表层石油类超第二类海水水质标准，符合第三类海水水质标准外，其余各站位各评价因子均符合相应的海水水质标准，调查水域的水质状况较好。

2022年4月，除25号站无机氮超第一类海水水质标准，符合第二类海水水质标准外，其余各站位各项监测指标均符合相应的海水水质标准，调查水域的水质状况较好。

施工期2023年5月，14底层锌超二类水质标准，19站位底层铅、锌超二类水质标准，均符合三类水质标准；其余站位水质采用相应的海水水质标准进行评价，评价质量指数均小于1，符合相应的海水水质标准。

施工期2023年8~9月，20站位底层铅超二类水质标准，4站位底层锌超二类水质标准，6、14站位表层锌超二类水质标准，2站位表层油类超二类水质标准，11站位表、底层锌以及表层油类均出现超二类水质标准，均符合三类水质标准；其余站位水质采用相应的海水水质标准进行评价，评价质量指数均小于1，符合相应的海水水质标准。

运行期2023年11月，海水中各项调查因子的质量指数均小于1，符合所在海洋功能区的环境质量要求，分别符合《海水水质标准》(GB 3097—1997)中相应的海水水质标准。

施工期(2023年5月、8-9月)监测的悬浮物含量(20.87 mg/L、22.25 mg/L)高于施工前(2022年4月)的悬浮物监测含量(13.09 mg/L)，运行期(2023年11月)监测的悬浮物含量(7.5 mg/L)比施工前略低。表明工程风机桩基基础施工，海底电缆铺设施工会引起海底泥沙再悬浮，使水体悬浮物浓度增加，但施工期对悬浮物造成的影响是短暂的，随着施工结束而消失。此外，施工期重金属锌的监测结果相比于施工前有所升高，但随着施工结束，运行期监测结果又有所下降，均符合所在海洋功能区的环境质量要求。运行期监测结果又有所下降，均符合所在海洋功能区的环境质量要求；施工期和验收期石油类均较施工前逐渐升高，但运行期浓度波动范围收窄，属于正常波动范围，均符合所在海洋功能区的

环境质量要求。

根据监测情况来看，本工程对海域水质的影响并不显著。

表 5.3-16 水质调查因子特征值对比表

评价指标	类别	施工前		施工期		运行期
		2021.11	2022.4	2023.5	2023.8~2023.9	2023.11
pH	最大值	8.15	8.31	8.17	8.02	8.12
	最小值	7.08	8.22	8.07	7.84	7.88
	平均值	7.92	8.26	8.12	7.97	8.03
DO (mg/L)	最大值	12.50	11.61	9.19	7.33	8.8
	最小值	9.01	7.90	7.61	6.15	6.3
	平均值	10.31	9.99	8.27	6.70	7.9
COD (mg/L)	最大值	2.23	1.55	0.875	1.30	2.3
	最小值	0.43	0.29	0.399	0.863	0.9
	平均值	1.35	0.80	0.636	1.03	1.73
无机氮 (mg/L)	最大值	0.28	0.17	0.160	0.136	0.164
	最小值	0.08	0.01	0.0225	0.0225	0.0263
	平均值	0.13	0.06	0.0552	0.0537	0.0763
磷酸盐 (μg/L)	最大值	4.30	11.80	9.23	3.86	16.3
	最小值	0.30	0.70	1.31	1.59	1.1
	平均值	1.43	2.98	3.67	2.70	4.9
铜 (μg/L)	最大值	2.98	2.56	6.86	8.66	4.9
	最小值	0.27	0.48	1.97	2.40	1.8
	平均值	1.09	1.62	4.53	4.64	3.2
铅 (μg/L)	最大值	2.90	0.4	9.84	5.18	3.85
	最小值	0.10	0.07	0.951	0.837	0.69
	平均值	0.91	0.16	2.32	2.35	2.41
锌 (μg/L)	最大值	18.14	13.20	73.1	69.4	36.1
	最小值	2.99	2.40	8.56	8.87	8.4
	平均值	9.78	5.81	24.6	32.5	19.5
镉 (μg/L)	最大值	0.16	0.22	0.971	0.293	0.14
	最小值	0.01	0.06	0.0590	0.0590	0.02
	平均值	0.05	0.12	0.108	0.106	0.07
石油类 (μg/L)	最大值	9.0	61.0	29.4	72.8	45.6
	最小值	2.0	4.0	6.71	4.29	15.7
	平均值	3.85	17.7	14.6	26.2	33.6
悬浮物 (mg/L)	最大值	/	40	23.94	25.61	22
	最小值	/	2.4	17.76	19.23	0.8
	平均值	/	13.09	20.87	22.25	7.5

5.3.3.2 对周边沉积物影响评价

施工前2021年11月，所有调查站位所有沉积物调查项目均符合国家第一类海洋沉积物质量标准，调查海域的沉积物环境质量状况较好。调查海域各站位所有沉积物污染因子均符合相应的沉积物质量标准。

施工期2023年5月和运行期2023年11月，调查海域沉积物中各项调查因子的质量指数均小于1，所有调查站位沉积物调查项目均符合相应的海洋沉积物标准，符合所在海洋功能区的环境质量要求。

调查海域施工期沉积物石油类的监测结果相比于施工前所升高，但随着施工结束，运行期监测结果又有所下降，均符合所在海洋功能区的环境质量要求；施工期和验收期沉积物重金属锌含量均较施工前有所升高但均符合所在海洋功能区的环境质量要求。监测海域沉积物环境总体良好，施工对调查海域沉积物环境影响较小。

表 5.3-17 沉积物评价因子特征值对比表

监测时间		石油类	铜	铅	锌	镉
		(10^{-6})	(10^{-6})	(10^{-6})	(10^{-6})	(10^{-6})
2021.11	最大值	3.49	33.28	40.2	50.10	0.20
	最小值	0.28	5.42	7.67	7.83	0.02
	平均值	1.00	20.05	24.59	30.92	0.09
2023.5	最大值	23.7	28.6	20.2	80.0	0.142
	最小值	18.4	5.19	11.8	42.2	0.0403
	平均值	20.8	17.6	16.5	68.8	0.0845
2023.11	最大值	17.8	19.6	13.3	143.9	0.27
	最小值	4.7	2.20	4.5	66.5	0.25
	平均值	10.6	11.9	9.0	105.7	0.25

5.3.3.3 对生物环境影响评价

(1) 叶绿素 a

叶绿素 a 平均含量在施工期 2023 年 5 月明显降低；运行期 2023 年 11 月，叶绿素 a 平均含量显著上升，甚至高于施工前的平均含量。

表 5.3-18 叶绿素 a 含量资料一览表（单位 $\mu\text{g/L}$ ）

调查时间	2021.11	2022.4	2023.5	2023.11
最大值	2.068	5.32	1.95	0.8
最小值	0.338	0.0510	0.280	4.5
平均值	1.07	1.63	0.929	2.0

(2) 浮游植物

施工期 2023 年 5 月，浮游植物种类、细胞平均密度、多样性指数较施工前下降明显，但丰富度有所增加；运行期 2023 年 11 月，浮游植物种类、细胞平均密度、多样性指数较施工期有所增加。

表 5.3-19 浮游植物种类、细胞数量资料一览表

调查时间	2021.11	2022.4	2023.5	2023.11
种类数	56	61	39	44
细胞平均密度 (个/ m^3)	3.2×10^5	1.53×10^6	8.86×10^4	1.28×10^5
优势种	笔尖形根管藻、 劳氏角毛藻、中 肋骨条藻、角毛藻	中肋骨条藻	三角角藻、派格棍 形藻和具槽帕拉藻	翼鼻状藻、尖刺伪 菱形藻、派格棍形 藻
多样性指数	2.66	1.62	1.17	1.60
均匀度	0.77	0.62	0.75	0.53
优势度	/	/	0.59	0.79
丰富度	0.56	0.52	1.69	0.65

注：/ 表示无此项目

(3) 浮游动物

种类数量方面，2022 和 2023 年结果整体比 2021 年结果低，2022 年施工前后种类数量略有降低；平均密度和平均生物量方面，施工期最低，明显低于施工前，运行期显著升高；多样性指数、均匀度和丰富度在运行期达到最高。

表 5.3-20 浮游动物种类数、密度生物量资料一览表

调查时间	2021.11	2022.4	2023.5	2023.11
种类数	49	24	25	26
平均密度 (个/m ³)	20137	2936	38.3	51.9
平均生物量 (mg/m ³)	430	1310	53.6	162
优势种	/	中华哲水蚤、夜光虫	中华哲水蚤、半球美螭水母	软拟海樽
多样性指数	2.01	1.29	1.25	2.10
均匀度	0.57	0.43	0.46	0.69
优势度	/	/	0.88	0.68
丰富度	1.38	1.15	0.95	2.05
备注	未知	未知	浅水I网	浅水I网

注：/ 表示无此项目

(4) 底栖生物

种类数量方面,施工前 2021 年 11 月最高,运行期达到最低;平均密度方面,施工期与运行期接近,明显低于施工前;平均生物量方面,施工期明显高于其他时期;多样性指数各时期无明显变化。

表 5.3-21 底栖生物种类数、密度生物量资料一览表

调查时间	2021.11	2022.4	2023.5	2023.11
种类数	64	50	46	36
平均密度 (个/m ³)	358.61	423	102	103.9
平均生物量 (g/m ³)	2.42	3.08	16.18	2.164
多样性指数	2.31	1.45	2.41	2.88
均匀度	0.79	0.80	0.942	0.92
优势度	/	/	0.534	0.45
丰富度	0.81	0.34	1.74	1.22

注：/ 表示无此项目

(5) 潮间带生物

在种类数量方面,施工前 2022 年 4 月最低,施工期基本与其持平,运行期略有上升;平均密度、生物量方面,施工期较施工前明显降低,运行期恢复至施工前水平甚至更高;多样性指数方面,施工前 2022 年 4 月最低,其他时期无明

显变化。

表 5.3-22 潮间带生物种类数、密度生物量资料一览表

调查时间	2021.11	2022.4	2023.5	2023.11
种类数	24	14	15	17
平均密度 (个/m ³)	103.1	111	30	121
平均生物量 (g/m ³)	1.32	2.034	0.84	6.57
多样性指数	1.23	0.64	1.91	1.66
均匀度	0.61	0.47	0.88	0.68
优势度	/	/	0.66	0.80
丰富度	0.71	0.28	1.28	0.98

5.3.3.4 生物体质量

根据《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目环境影响报告书（报批稿）》中生物体质量结果，2021 年 11 月工程附近海域各个站位鱼类、甲壳类生物体内污染物含量符合相应规定的生物质量标准值，贝类中铅、镉含量普遍超一类标准，其余评价因子均符合相应的生物质量标准值。

2022 年 4 月调查海域贝类体内除铅含量，以及 14 号、22 号站位石油烃含量超《海洋生物质量标准》(GB18421-2001)中的类标准，符合二类标准外，贝类体内其他评价指标符合《海洋生物质量标准》(GB18421-2001)中的一类标准；鱼类和甲壳类体内各项评价指标的含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》建议的海洋生物体内污染物评价标准；软体类除了 18 号、24 号站位石油烃含量超标外，其余各站位生物体内污染物含量均低于《全国海岛资源综合调查简明规程》建议的海洋生物体内污染物评价标准。

施工期 2023 年 5 月，场址海域所有生物样品中锌含量均未超标；60%的生物样品石油烃含量超标。

运行期 2023 年 11 月，场址海域运行期所有生物样品中的锌和石油烃含量均未超标。结果表明，工程建设对生物体质量的影响随着施工结束恢复正常水平。

5.3.3.5 渔业资源变化

(1) 游泳动物变化

将施工期2023年5月和运行期2023年11月的监测结果与施工前2022年3月、2021年11月的监测结果进行比较，对比结果见表5.3-23。

施工期和运行期调查海域的游泳动物总种类数低于施工前监测结果，相同季节种类组成有一定的相似性；运行期监测的游泳动物多样性指数最高。种类数量减少，优势种出现了一定的改变，一方面可能是由于受到了工程施工的影响，另一方面也可能是受到监测站位数量减少、布设位置的影响，也可能是年际波动等其他因素引起监测结果差异。

表 5.3-23 游泳动物调查结果一览表

调查时间		2021.11	2022.03	2023.5	2023.11
调查站位数		15	15	8	8
总种类数		67	56	40	33
种类组成	鱼类	35	34	23	21
	甲壳类	21	16	14	9
	头足类	11	6	3	3
优势种		尖海龙、鹰爪虾和枪乌贼	口虾蛄、矛尾虾虎鱼	赤鼻棱鳀、黄鲫、口虾蛄、镰鲳和花鲈	细螯虾、长蛇鲻、日本枪乌贼、三疣梭子蟹、日本蟳、方氏云鳎、绿鳍鱼和细条天竺鲷
多样性指数	多样性指数 H'	1.773	1.938	1.17 (生物量)	2.18 (生物量)
				1.46 (个体数)	1.64 (个体数)
	均匀度 J'	0.538	0.629	0.35 (生物量)	0.52 (生物量)
				0.42 (个体数)	0.39 (个体数)
丰富度 D		2.625	2.665	/	/

注：/ 表示无此项

(2) 鱼卵、仔稚鱼变化

将施工期2023年5月和运行期2023年11月的监测结果与施工前2019年5月、2021年11月的监测结果进行比较，对比结果见表5.3-14。

由表可知，施工期和运行期调查海域的鱼卵、仔稚鱼总种类数低于2019年5月监测结果，但高于2021年11月监测结果；鱼卵、仔稚鱼平均密度均低于施工前监测结果。

表 5.3-24 鱼卵、仔稚鱼调查结果一览表

调查时间		2019.5	2021.11	2023.5	2023.11
调查站位数		12	15	8	8
种类组成	鱼卵	9	0	7	2
	仔稚鱼	8	2	3	2
优势种	鱼卵	鳀	/	鳀和赤鼻棱鳀	鳀、舌鳎 sp.
	仔稚鱼	斑鲚	鳀、黄姑鱼	尖海龙	鲱鳊、项斑项鳊
平均密度	鱼卵 粒/m ³	1.54	/	6.63×10 ⁻³	6.1×10 ⁻³
	仔稚鱼 尾/m ³	0.043	0.33	1.63×10 ⁻³	12.2×10 ⁻³

注：/ 表示无此项

5.4 鸟类影响调查与评价

5.4.1 施工期鸟类影响调查

本项目施工期对鸟类主要影响因素有：风力发电机组基础施工、风力发电机组安装、海上升压站建设、船舶运输等施工活动。各种施工机械如施工和运输船舶、风机基础承台施工、海上整体吊装、海上电缆开挖、高压水枪冲散以及抛石等施工活动所产生噪声、干扰，会对风电场施工区及周边的水鸟产生一定的影响。

本海上风力发电场所所在区域水深较深，且距离海岸和滩涂很远，仅有少量鸥类在此活动，项目建设期间的噪音较大可能会影响施工区内鸟类的正常觅食。另一方面，建设期间将会暂时性对海洋底栖生物和鱼类造成影响，进而影响鸟类的食物链，影响鸟类的正常觅食。但由于本项目的施工属于短期行为，建成后的影响仅限于风机周边，对水域的扰动影响有限。另外，由于鸟类有规避性，可以通过主动规避来选择其他地点觅食。因此，海上建设期间对鸟类的影响总体非常小。

对于生活在其他区域内的绝大多数鸟类，比如鸬鹚类、鹭类、猛禽和雀形目鸟类等，由于其栖息和觅食的地点远离海上风电场的建设区域，因此不受海上风电场建设的影响。

5.4.2 运行期鸟类影响调查

项目建成后，风电场对鸟类的影响仅局限于风电场和海上升压站所在海域，对于远离该海域的鸟类并没有影响。而该海域内没有鸟类繁殖和栖息，因此，不会对鸟类的繁殖和栖息地造成影响。对鸟类的其他影响主要体现在两个方面：觅食和迁徙。

由于该海域并不是鸟类的主要觅食区且鸟类本身能主动规避这些区域，因此对鸟类觅食的影响将会非常小。

在本项目场址及其周边邻近地区中，旅鸟、夏候鸟和冬候鸟存在迁徙习性，可能会途经本风电场所在的区域。但根据目前的研究，途经项目区及乳山市沿海海岸的鸟类大多来自朝鲜半岛、我国北方和俄罗斯等地区。其中，大多数鹤鹳类的停歇地点位于胶州湾区域，然后从胶州湾往南飞行，不会穿越项目所在地区；猛禽大多沿山东半岛的丘陵地区迁徙，穿越项目所在地区的可能性很低，偏向于夜间迁徙的雀形目鸟类可能会在邻近项目区域的千里岩岛停歇，本项目通过合理的增设红色警示灯光将有效地降低撞击风险。

由于本风电场建成后，运营区域位于水深超过 20m 的海上，不属于湿地的范畴，因此对湿地没有影响。另外，由于风电场所在的边界距离海岸的距离在 20km 以上，因此也不属于传统的海洋栖息地中鸟类的觅食区域，因此总体上本风电场建成后对鸟类栖息地没有影响。

国家电投山东半岛南海上风电项目 U 场址所在海域不是鸟类迁徙的主要通道，项目本身对其所在海域的鸟类迁徙、繁殖和觅食等生态行为影响较小。项目对邻近海域及沿海地区（调查评价范围）鸟类的综合影响亦较小，属于完全可接受的范围。建设单位在严格执行相关环保法规的前提下落实各项环保措施，可将施工期及运行期对鸟类的不利影响降低到最小程度，其影响是完全可接受的。

5.4.3 运行期鸟类影响对策措施及其落实情况调查

(1) 本项目风机顶端安装有警示灯，并在风机上采用不同色彩搭配，使风机旋转时形成图案，促使鸟类产生趋避行为，降低撞击风险。

(2) 本项目风电场配有远程监控设备，遇到有撞击受伤的鸟类可及时发现并送至鸟类救护站，由鸟类救护站人员紧急救助。建设单位加强了特殊极端气象情况下的风电场运行管理，必要时停止运行风机，以减少鸟的撞机伤亡。

5.4.4 鸟类跟踪监测结果与评价

本项目施工期鸟类调查工作由国家海洋局青岛海洋环境监测中心站、中科检测技术服务（广州）股份有限公司负责，监测单位于2023年5~2023年11月在工程周边开展了鸟类跟踪监测。调查报告详见附件21。

(1) 调查时间

春季调查时间为2023年5月24日，夏季调查时间为2023年8月24-25日，秋季调查时间为2023年11月29日。

(2) 调查样线及样点设置

本次鸟类调查在海上布设1个样点，位于海上升压站附近，在陆上布设1条样线，位于海缆登陆点附近。

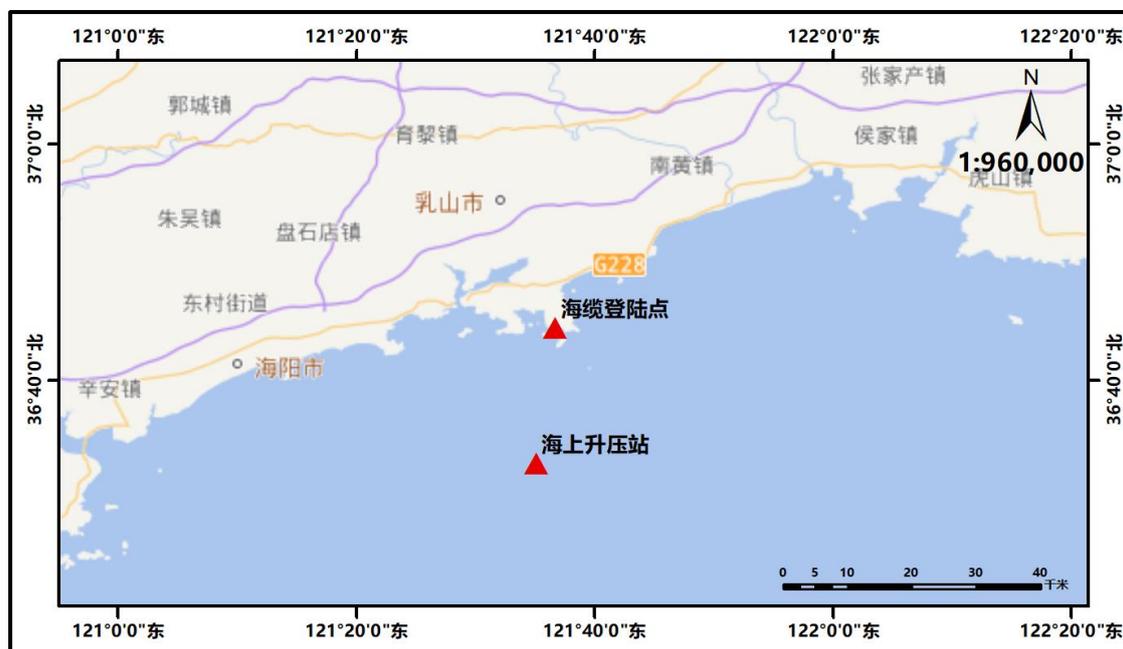


图 5.4-1 鸟类调查样点位置示意图

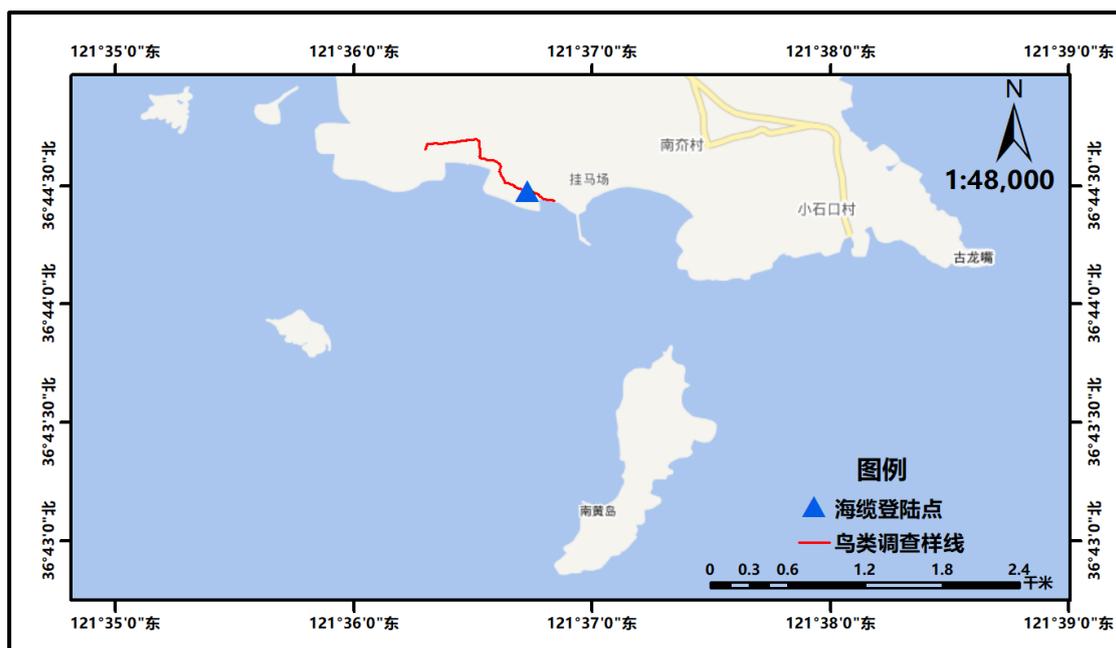


图 5.4-2 鸟类调查样线位置示意图

表 5.4-1 鸟类调查样点和样线信息表

样点编号	RFD1	
样点坐标	121°35.129'E、36°32.988'N	
样点位置	海上升压站附近	
观测时间	半小时	
样线编号	RFX1	
起点坐标	121°36'50.66"E、36°44'26.16"N	
终点坐标	121°36'17.91"E、36°44'39.04"N	
样线位置	陆上海缆登陆点附近	
样线长度	1.2km	
行进速度	春季	1.2km/h
	夏季	1.2km/h
	秋季	1.2km/h
潮汐	春季	涨潮
	夏季	涨潮
	秋季	涨潮

5.4.4.1 鸟类种群组成

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目调查区域 1 个海上样点和 1 条陆上样线春季、夏季和秋季调查共发现鸟类 34 种，分别隶属于 9 目 18 科。按目统计，其中以鸽形目种类最多，雀形目次之，分别为 15 种、8

种，各占整个调查区域鸟类总种数的 44.1%、23.5%，为优势目；按科统计，其中以鸥科种类最多，鹈科、鹭科次之，分别为 7 种、6 种、3 种，各占整个调查区域鸟类总种数的 20.6%、17.6%、8.8%，为优势科，计有 12 科为单种科。

5.4.4.2 鸟类数量及优势种

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目调查区域 1 个海上样点和 1 条陆上样线春季、夏季和秋季调查共发现鸟类 34 种，共计 1221 只，其中红嘴鸥数量最多，为 257 只，家燕、麻雀、黑尾鸥次之，分别为 203 只、202 只、195 只，分别占调查区域鸟类总数量的 21.05%、16.63%、16.54%、15.97%，为优势种。白翅浮鸥、鸥嘴噪鸥、漂鹈、铁嘴沙鸫、蛎鹈、金翅雀、黄嘴白鹭、雉鸡、黑翅鸢等 9 种鸟类数量最少，仅观测到 1 只。

5.4.4.3 鸟类区系组成

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目调查区域 1 个海上样点和 1 条陆上样线春季、夏季和秋季调查共发现鸟类 34 种，分别隶属于 9 目 18 科。34 种鸟类中以广布种占绝大部分，达 33 种，东洋界种仅有 1 种，未发现古北界种，广布种和东洋界种分别占调查区域鸟类总种数的 97.1%、2.9%，可见调查区域鸟类明显以广布种为主。

5.4.4.4 鸟类居留型

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目调查区域 1 个海上样点和 1 条陆上样线春季、夏季和秋季调查共发现鸟类 34 种，以留鸟最多，夏候鸟次之，分别为 11 种、10 种，旅鸟和冬候鸟较少，分别为 8 种、5 种，4 种居留型鸟类各占调查区域鸟类总种数的 32.4%、29.4%、23.5%、14.7%，可见调查区域鸟类以留鸟和夏候鸟为主，占比超过 60%，冬候鸟最少。

5.4.4.5 鸟类生态类型

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目调查区域 1 个海上样点和 1 条陆上样线春季、夏季和秋季调查共发现鸟类 34 种，分别隶属于 9 目 18 科。34 种鸟类中以涉禽最多，为 11 种，游禽、鸣禽次之，分别为 10 种、7 种，陆禽、攀禽和猛禽最少，分别为 3 种、2 种、1 种，分别占调查区域鸟类总种数的 32.4%、29.4%、20.6%、8.8%、5.9%、2.9%（详见图 3.6.1），可见调查区域鸟类明显以涉禽和游禽为主，这 2 种生态类型鸟类占比相当，合计占比超过 60%。

5.4.4.6 鸟类物种多样性

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目调查区域 1 个海上样点和 1 条陆上样线春季、夏季和秋季调查共发现鸟类 34 种，分别隶属于 9 目 18 科。鸟类物种多样性以香农—维纳（Shannon-Wiener）生物多样性指数 H' 评价，3 个季节陆上样线生物多样性指数均明显高于海上样点，陆上样线春季生物多样性指数最高，鸟类物种多样性较丰富，海上样点春季生物多样性指数最低，鸟类物种多样性较不丰富。

5.4.5 评价与结论

为更好的进行工程附近海域海洋环境影响回顾性分析，本报告中将《国家电投山东半岛南海上风电项目 U 场址鸟类生态环境现状调查与影响评价报告》调查数据作为施工前的本底调查结果。

施工前，2019 年 9 月至 2021 年 10 月期间，在项目区及邻近海岸线分布的鸟类有 136 种，其中现场调查到 113 种，来自文献记录 23 种，分别隶属于 16 目 44 科。按目统计，其中以鸻形目种类最多，雀形目次之，占整个调查区域鸟类总种数的 39%、23%，为优势目。按科统计，其中以鹬科种类最多，鸭科、鸨科、鹭科次之，各占整个调查区域鸟类总种数的 20.59%、8.82%、8.09%、7.35%，为

优势科。

2023年，共发现鸟类34种，分别隶属于9目18科。按目统计，其中以鸽形目种类最多，雀形目次之，占整个调查区域鸟类总种数的44.1%、23.5%，为优势目。按科统计，其中以鸥科种类最多，鹈科、鹭科次之，各占整个调查区域鸟类总种数的20.6%、17.6%、8.8%，为优势科。

按居留型划分，施工前留鸟占比22.1%，夏候鸟占比24.3%，冬候鸟占比8.8%，旅鸟占比44.8%。2023年，留鸟占比32.4%，夏候鸟占比29.4%，冬候鸟占比14.7%，旅鸟占比23.5%。2023年，留鸟最多，夏候鸟次之，旅鸟和冬候鸟较少，各占调查区域鸟类总种数的32.4%、29.4%、23.5%、14.7%。

按生态类型划分，施工前涉禽占比41.9%，鸣禽占比22.8%，游禽占比18.4%，猛禽占比10.3%，攀禽占比3.7%，陆禽占比2.9%。2023年，鸟类以涉禽最多，游禽、鸣禽次之，陆禽、攀禽和猛禽最少，分别占调查区域鸟类总种数的32.4%、29.4%、20.6%、8.8%、5.9%、2.9%。

根据调查结果显示，本工程区域鸟类组成、生态类型、居留型变化情况不大，这说明本工程建设对鸟类的影响较小。

5.5对敏感区的影响

根据跟踪监测结果，未发现建设项目施工及运行期间对周边海上环境敏感区造成明显影响。

5.6小结

建设单位委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站对本项目施工期（2023年5月、8月）和运行期（2023年11月）的海洋环境进行跟踪监测，通过监测结果显示，调查海域海水水质各次调查，除施工期5月份14站位底层锌超二类水质标准，19站位底层铅、锌超二类水质标准，8-9月份20站位底层铅超二类水质标准，4站位底层锌超二类水质标准，6、14站位表层锌超二类水质标准，2站位表层油类超二类水质标准，11站位表、底层锌以及表层油类均出现超二类

水质标准外，其余站位海水中各项调查因子的质量指数均小于 1，符合所在海洋功能区的环境质量要求，分别符合相应的海水水质标准，运行期海水中各项调查因子的质量指数均小于 1，符合所在海洋功能区的环境质量要求，分别符合《海水水质标准》(GB 3097-1997)中相应的水质标准；调查海域施工期及运行期沉积物质量符合《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)中相应的海洋沉积物标准，均符合所在海洋功能区的环境质量要求；叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物各指标未见明显异常；生物体质量随施工结束恢复正常水平，均符合相应的规范标准要求，未见超标现象；渔业资源、鸟类调查未见明显异常；未发现项目施工期间对工程所在海域海洋环境质量及环境敏感目标和主要环境保护对象造成明显影响。

6 水环境影响调查

6.1 施工期水环境影响调查

6.1.1 施工期水环境影响来源调查

本项目施工阶段污水主要是施工生产区施工人员生活污水、机修含油废水以及施工悬浮物、施工船舶生活污水和油污水。

6.1.2 施工期水环境保护措施落实情况调查

(1) 施工单位开工前按规定申请办理了水上、水下施工作业手续，并申请发布有关施工作业航行通告和航行警告。严格控制作业范围，施工机械按照电缆铺设路线行驶，禁止任意穿行，禁止超出作业带作业。优化了施工方案，合理安排施工进度，在具备干地施工时段采取了低潮位露滩时段干地施工，电缆敷设完成后对电缆沟槽开挖产生的沙土在电缆入沟槽后及时回填。

(2) 施工船舶严格落实铅封，施工船舶油类记录簿、含油污水处置记录等资料齐全，施工期海上生活污水、油废水委托青岛航顺船务有限公司接收处置，未直接向海域排放。

(3) 施工期各施工单位已建立溢油应急体系，并开展溢油经济演练。

(4) 施工单位建立健全了维护保养制度，定期对施工设备进行维护。制定了维修保养制度和计划，加注符合要求的船舶燃油，并在油类记录簿中如实记录。

6.2 运行期水环境影响调查

6.2.1 运行期废水污染源调查

本项目运行阶段主要废水是陆上集控中心及运维人员出海后由于天气或潮水原因暂留升压站的情况下产生的生活污水，以及风机、升压站检修产生的含油废水、变压器事故废水。

6.2.2 运行期水环境保护措施落实情况调查

(1) 海上升压站设生活污水处理装置一套，布置在升压站一层，处理能力4500L/d。海上风电场运维期间巡检人员产生的生活污水经该套装置收集后运至陆上处理。

(2) 针对海上升压站变压器事故状态下产生的废油及含油废水，于海上升压站设置两座容量分别为62.72m³和89.6m³的事故油罐。

6.3 小结

本项目落实了报告书及批复中废水收集及治理措施，运行期生活污水、含油污水等收集后运输至陆上委托有资质单位接收处理。

7 大气环境影响调查

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。海上施工区周围无环境敏感点，各类施工机械、船舶产生的废气对大气环境影响较小。本工程在施工期采取的措施如下：

（1）施工单位制定了维修保养制度和计划，加注符合要求的船舶燃油，并在油类记录簿中如实记录。加强了施工管理，合理安排了施工船舶路线。

（2）施工单位对施工人员开展了应急培训、环保宣贯等环保教育，提高了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。

综上，本项目施工期对大气环境影响较小，且随着施工期的结束而结束，不会对大气环境产生较大影响。

本项目运行阶段无废气产生，对大气环境无不利影响，故环评报告及批复意见未要求采取大气污染防治设施、措施。

8 声环境影响调查

8.1 施工期声环境影响调查

8.1.1 施工期声环境影响来源调查

本工程施工期将对海上声环境产生影响。施工期间的声环境影响因素主要为风机和升压站基础打桩、水下冲击打桩、施工船舶行驶和电缆线铺设等。

8.1.2 施工期声环境保护措施落实情况调查

(1) 施工设备选用低噪设备，施工人员定期对其进行维护保养，减少设备故障噪声排放。施工船舶机舱上布置主辅机消声器、合理设置消声器和机舱室结构。加强了对施工人员的个人防护，对在高噪声设备附近工作的人员配备必要的防噪声耳塞、头盔等防护用品。

(2) 优化了施工方案，合理安排施工进度，严格按照施工计划安排施工船舶，减少施工区域船舶拥堵，避免不必要的船舶汽笛鸣放。降低打桩、电缆铺设对鱼类的影响。

(3) 建设单位委托中科检测技术服务（广州）股份有限公司对本项目施工期开展了水下噪声监测，详见附件 18。施工期水下噪声监测结果基本符合桩基础施工产生的噪声，具体为：打桩作业使海洋环境噪声急剧升高，声压振幅剧烈变化，同时在短时间内出现多个峰值和持续时间不等的脉冲波形。在不同距离脉冲波形的长度有较大的区别。本项目桩基础施工所产生的噪声未达到海洋鱼类听力损伤阈值，故判断水下施工噪声对附近海洋鱼类造成听力损伤的影响较轻微。

8.1.3 施工期噪声监测

中国科学院声学研究所北海研究站于 2022 年 8 月对本项目所处海域进行了工程海域水上、水下声环境的现场调查。施工前，该工程海域海面上环境噪声等

效噪声级（A 计权）主要分布在 39.8~45.7dB 之间；最大声级（A 计权）的算术平均值为 66.0dB；在 20 Hz~20 kHz 的频率分布范围内，各频带噪声级（A 计权）的最大动态范围为 30dB。

施工前，该海域水下环境背景噪声声谱级随着频率的增高而下降，在 20 Hz~20kHz 频率范围内，全频带累积声压级为 119 dB，噪声谱级的总动态变化范围是 77dB，而在特定频率（如 100 Hz）的噪声功率谱级的动态变化范围为 31 dB。总体上，在 100 Hz 以上的频率的噪声谱级在 94dB 以下；500 Hz 以上频率的噪声谱级均在 73 dB 以下；1 kHz 以上频率的噪声谱级在 70 dB 以下；而在 5 kHz 以上频率，噪声谱级在 47 dB 以下。

2023 年 5 月和 7 月，中科检测技术服务（广州）股份有限公司以正在进行打桩作业的桩基为起点，距离其 100m、300m、500m、700m 和 1000m 处各设 1 个站点，对不同距离的水下噪声开展了调查。

施工期水下噪声测量结果基本符合桩基施工产生的噪声特征，具体为：打桩作业使海洋环境噪声急剧升高，声压振幅剧烈变化，同时在短时间内出现多个峰值和持续时间不等的脉冲波形。噪声源到各监测站点不同声源距离下脉冲波形的长度有较大的区别。风机桩基 100m 处测得各水深峰值声压级范围为 200.5dB~201.2dB，距风机桩基 1000m 处测得各水深峰值声压级范围为 188.2dB~190.2dB；升压站桩基 100m 处测得 12m 水深峰值声压级为 201.4dB，距升压站桩基 1000m 处测得 12m 水深峰值声压级为 190.6dB，本项目桩基施工所产生的噪声未达到海洋鱼类物理损伤值，故不会对附近海洋鱼类造成损害。

距桩基 1000m 处测得各水深峰值声压级最大值为 190.6dB，该实测数据小于“低频鲸目”、“高频鲸目”、“超高频鲸目”、“海豹类食肉目”、“海牛目”和“其他海洋肉食动物”的暂时阈值漂移值。打桩采用软起动方式，正常情况下，基础施工作业时海洋生物不会过分靠近施工位置（即距桩基约 1000m 处），故不会对附近海洋哺乳动物造成损害。

8.2 运行期声环境影响调查

8.2.1 运行期噪声污染源调查

工程运行期噪声影响主要为风机运行噪声、海上升压站变压器等设备噪声。

8.2.2 运行期声环境保护措施落实情况调查

(1) 运行期，风电场及海上升压站选用低噪声变压器，保证主变噪声小于65dB。主变压器与底座之间衬隔振垫，减少220kV升压站噪声，并在升压站主变压器室内墙体使用吸音材料；主变电器的散热器设置在主变电室上方，采用自然通风方式进行冷却，不设风扇。

(2) 升压站产生噪声的电气设备室的房门均采用防火门，窗户做成消声百叶窗，采光窗使用防辐射玻璃；主变压器选用了低噪声设备，在变压器和底座之间设有隔振垫及，能起到进一步的缓冲作用。

(3) 公司制定了运行期日常管理制度，加强了风电场巡检及设备维护频率。

8.2.3 运行期噪声监测

(1) 海上风电场厂界噪声监测结果

根据环评报告及批复要求，运行期风电场厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类标准。中科检测技术服务(广州)股份有限公司于2023年11月对海上风电场厂界噪声进行了现场监测，监测结果表明，本项目海上风电场厂界噪声均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准，即昼间排放限值为65dB(A)，夜间排放限值为55dB(A)。

监测结果统计与评价见表8.2-1，监测报告详见附件18。

表 8.2-1 本项目海上风电场厂界噪声监测结果与评价（单位：dB(A)）

监测点位	2023.11.24	2023.11.25	达标情况
	夜间	昼间	
厂界西 1m	54	53	达标
厂界东 1m	52	55	达标
厂界南 1m	52	54	达标
厂界北 1m	53	54	达标
标准限值	55	65	/

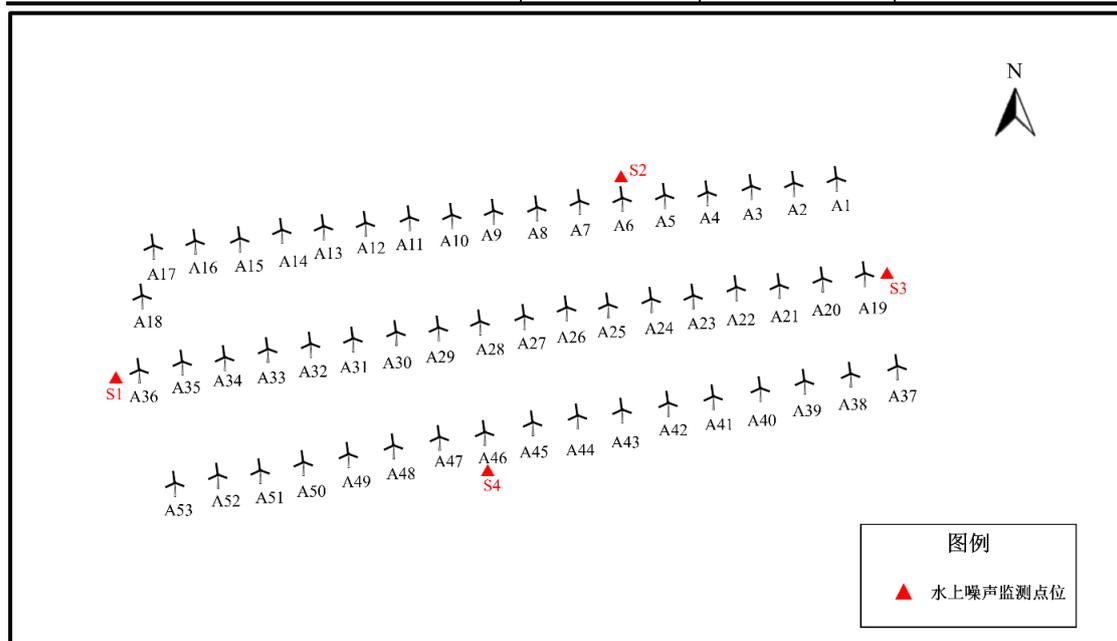


图 8.2-1 竣工环保运行期水上噪声监测点位布设图

(2) 水下噪声监测结果

2023 年 11 月中科检测技术服务（广州）股份有限公司在在工程海域共设置 12 个水下噪声监测站点，分别距离 2 个风机（A16 风机和 A17 风机）100m、300m、500m、700m、1000m、3000m 开展监测。

根据检测结果，距离单个风机（A16 风机和 A17 风机）100m、300m、500m、700m、1000m 和 3000m 水深 2m 处，各监测站点声压随时间变化情况基本相似。距离单个风机 100m 水深 2m 处，1/3 倍频程噪声频带声压级、1/3 倍频程噪声声压谱级与距离 300m、500m、700m、1000m 和 3000m 水深 2m 处相似，而距离 3000 米水深 2m 处所测得的噪声可认为属于海洋环境背景噪声，表明海洋环境背景噪音与单个风机运行噪音的 1/3 倍频程噪声频带声压级及 1/3 倍频程噪声声压谱级基本相似，判断风机运行噪音强度与海洋背景噪音强度基本相似。

8.3 小结

建设单位委托中科检测技术服务（广州）股份有限公司于2023年11月对本项目风电场周边噪声进行了现场监测，监测结果表明，厂界噪声监测点的监测指标满足相应标准限值要求。施工期水下施工噪声不会对附近海洋鱼类和对海洋哺乳类动物造成损害。运行期风机运行所产生的水下噪声与海洋背景噪音强度基本相似，对当地海洋生态影响轻微。

9 固体废物影响调查

9.1 施工期固体废物影响调查

9.1.1 施工期固体废物来源调查

本项目施工期主要固体废物为施工人员船舶生活垃圾、施工过程中产生的废弃材料及施工船舶残油和含油废物。

9.1.2 施工期固体废物处置措施落实情况调查

(1) 施工中禁止任意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。施工结束时，及时清理施工现场固体废弃物，地面没有明显的固体废弃物残留。对有利用价值的施工废弃材料也应由施工单位负责及时清理处置。

(2) 施工船舶设置垃圾收集桶，生活垃圾分类收集后委托青岛航顺船务有限公司处置。

(3) 各施工单位加强了对施工人员的教育和管理，严禁随地大小便，不随处随手乱扔垃圾，确保了粪便和生活垃圾集中处置。

9.2 运行期固体废物影响调查

9.2.1 运行期固体废物来源调查

本项目运行期固体废物主要来自海上升压站电气设备及风机运行产生的废旧蓄电池，风机及电气设备维保检修过程中产生的废油等固废以及管理人员产生的生活垃圾。

9.2.2 运行期固体废物处置措施落实情况调查

(1) 生活垃圾

海上升压站正常情况下无生活垃圾产生，若在台风等极端天气时导致巡检人员无法返回陆域，则可能产生生活垃圾，产生后统一运至陆域交由陆域集控中心，与集控中心生活垃圾一起交由当地环卫统一清运，建设单位已委托深圳市东部物业管理有限公司负责集控中心生活垃圾的收集、处理。

(2) 危险废物

运营过程中，海上升压站主变压器突发事故产生的废油，汇合到海上升压站事故油罐。风机维护过程产生的少量废油使用锯末吸净后冲洗，含油的抹布等统一收集后运回陆地。建设单位委托山东中山再生环境科技有限公司处置，若实际处理过程中废抹布混入了生活垃圾，根据《国家危险废物名录》（2021版），可进行豁免管理，委托环卫清运。

9.3 小结

本项目运营过程，海上升压站中生活垃圾运输至岸上后与陆域集控中心产生的生活垃圾一并交由当地环卫统一清运，建设单位已委托建设单位已委托深圳市东部物业管理有限公司负责集控中心生活垃圾的收集、处理。

海上升压站主变压器突发事故产生的废油，汇合到和海上升压站事故油罐。主变压器及风机机组事故废油、废电池及含油抹布，属于危险废物，建设单位委托有山东中山再生环境科技有限公司处置，若实际处理过程中废抹布混入了生活垃圾，根据《国家危险废物名录》（2021版），可进行豁免管理，委托环卫清运。

10 电磁环境监测

10.1 电磁环境影响调查

10.1.1 电磁影响来源调查

本项目海上风电场电磁环境来源主要有：1座海上220kV升压站、风电场内66kV和风电场外220kV的海底电缆。国外实例证明，已经建成的海上风电场的风机系统、升压站和输电线路对船舶、包括维修船和直升机等，均未造成通信干扰。由于升压站电气设备均布置在室内，经过建筑物的屏蔽，电气设备室外工频场强值基本与周围环境本底值接近，故升压站对电磁环境影响很小。风电场输电电缆埋设于海底2.0m以下，海缆有加强铠装保护，敷设于海底后有较好的屏蔽作用，电磁影响很小。

本项目海底电缆敷设位于近岸海域。目前学术界对于海底电缆产生的电磁场对海洋生物产生的影响还未有科学的定论。本项目海底电缆均敷设于海底土层以下，电缆外层的金属屏蔽层、铠装层以及海底土层对电场具有强烈的屏蔽作用；根据电缆磁场类比监测结果，其工频磁场远远小于0.1mT的标准限值，工频电场远远小于4kV/m的限值要求，而海水对磁场具有更强的衰减作用，且场区无重要洄游通道分布，鱼类活动空间较大，海底电缆建成运行后，海洋生物受风电场影响在可接受范围内。

10.1.2 电磁环境保护措施落实情况调查

(1) 选用了带有金属罩壳的电气设备：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了安全遮拦等屏蔽措施。

(2) 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采取了良好的接地措施。

(3) 高压设备、建筑物钢铁件均接地良好，设备导电元件间接触部位均连接紧密。

(4) 对升压站设备的金属附件，如吊夹、保护环、保护角、垫片和接头等合理设计外形和尺寸，避免出现高电位梯度点。

(5) 变压器室采用了框架结构，钢筋已良好独立接地。

(6) 2023年12月5日，委托中科检测技术服务（广州）股份有限公司开展了运行期海上升压站的电磁环境监测，将电磁环境管理纳入日常环保工作中。

(7) 在220kV变电站高压设备附近比较醒目的位置悬挂辐射警示标语。

(8) 加强对输变电设备的日常管理、维护，定期进行检修。

10.2 电磁环境监测

10.2.1 海上升压站电磁辐射监测结果

中科检测技术服务（广州）股份有限公司于2023年12月和2024年1月开展了运行期海上升压站周边的电磁环境监测，设备运行正常，具体监测结果如下表10.2-1。

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），海上升压站工频电场，工频磁场执行4kV/m、工频磁感应0.1mT的控制限值。

监测结果表明，监测期间，海上升压站各监测点位的工频电场强度、工频磁感应强度均满足控制限值标准的要求（工频磁场执行4kV/m、工频磁感应0.1mT）。

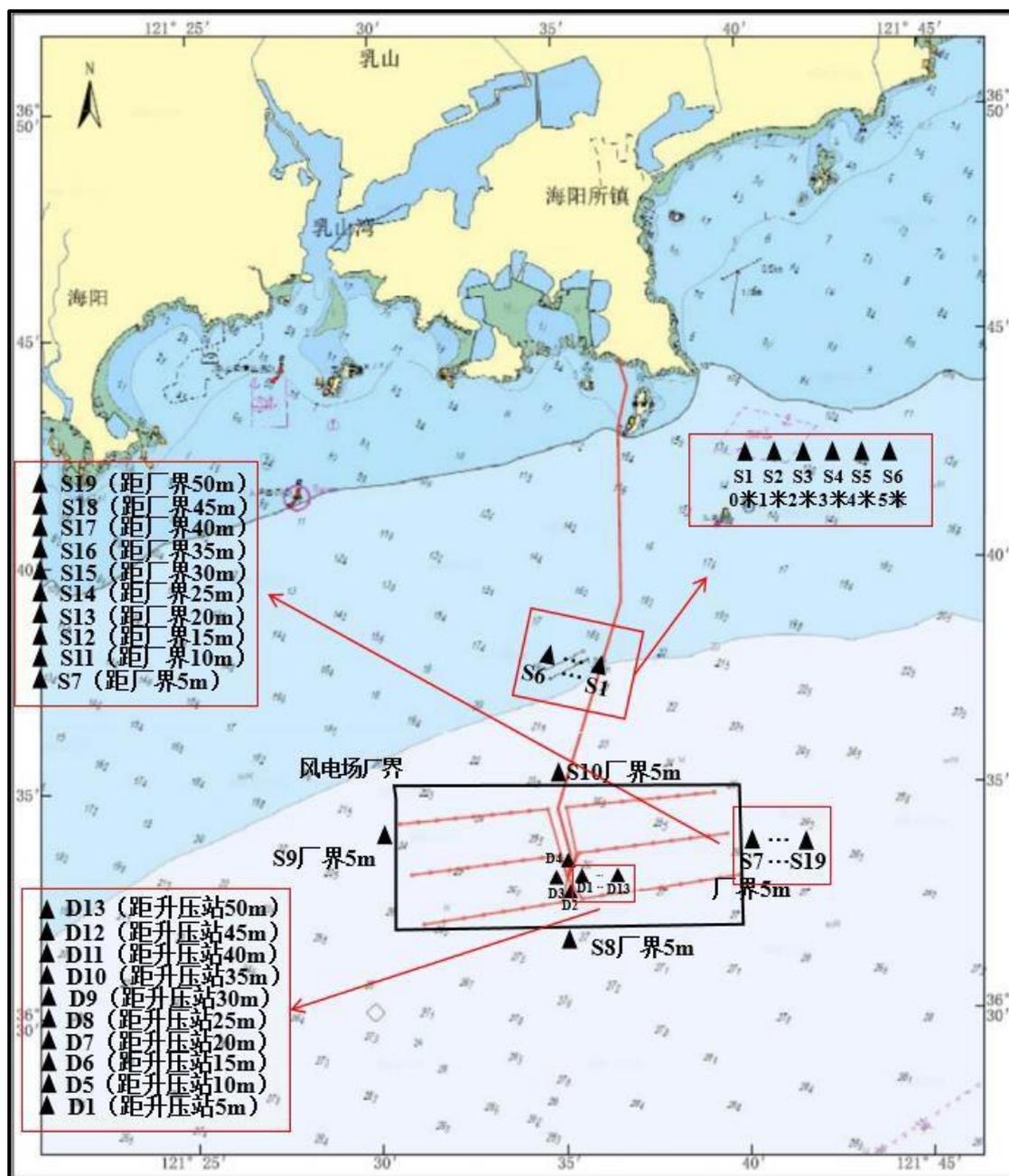


图 10.2-1 电磁辐射监测点位示意图

表 10.2-1 海上升压站工频电场、工频磁场检测结果

点位编号	检测点位置	2023.12.5		2024.1.18	
		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
D1	距升压站东边 界5m	0.04	0.0013	0.038	0.0019
D2	距升压站南边 界5m	0.035	0.002	0.056	0.0017
D3	距升压站西边 界5m	0.029	0.0015	0.017	0.0016
D4	距升压站北边 界5m	0.038	0.0018	0.034	0.0029
D5	距升压站东边 界10m	0.032	0.0012	0.039	0.0013
D6	距升压站东边 界15m	0.031	0.001	0.032	0.0015
D7	距升压站东边 界20m	0.028	0.0017	0.0043	0.0015
D8	距升压站东边 界25m	0.074	0.0017	0.04	0.0017
D9	距升压站东边 界30m	0.027	0.0011	0.029	0.0012
D10	距升压站东边 界35m	0.053	0.0016	0.027	0.0014
D11	距升压站东边 界40m	0.026	0.0017	0.024	0.0014
D12	距升压站东边 界45m	0.098	0.0011	0.032	0.0015
D13	距升压站东边 界50m	0.045	0.0012	0.03	0.0017
标准限值		4000	100	4000	100
达标情况		达标	达标	达标	达标

10.2.2 海上风电场电磁辐射监测结果

中科检测技术服务（广州）股份有限公司于2023年12月和2024年1月开展了运行期海上风电场周边的电磁环境监测，具体监测结果如下表，监测报告详见附件20。

根据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014),海上风电场工频电场,工频磁场执行4kV/m、工频磁感应0.1mT的控制限值。

监测结果表明,监测期间,海上风电场各监测点位的工频电场强度、工频磁感应强度均满足控制限值标准的要求(工频磁场执行4kV/m、工频磁感应0.1mT)。

表 10.2-2 海上风电场工频电场、工频磁场检测结果

点位编号	检测点位置	2023.12.5		2024.1.18	
		工频电场强度(V/m)	工频磁感应强度(μT)	工频电场强度(V/m)	工频磁感应强度(μT)
S7	距厂界东边界5m	0.029	0.001	0.031	0.0019
S8	距厂界南边界5m	0.025	0.0017	0.022	0.0018
S9	距厂界西边界5m	0.021	0.001	0.023	0.0014
S10	距厂界北边界5m	0.026	0.0011	0.032	0.0011
S11	距厂界东边界10m	0.031	0.0013	0.023	0.0016
S12	距厂界东边界15m	0.052	0.0016	0.034	0.0013
S13	距厂界东边界20m	0.05	0.0011	0.042	0.0015
S14	距厂界东边界25m	0.03	0.0017	0.029	0.0011
S15	距厂界东边界30m	0.029	0.0012	0.044	0.0013
S16	距厂界东边界35m	0.038	0.0021	0.031	0.0011
S17	距厂界东边界40m	0.056	0.0013	0.028	0.0013
S18	距厂界东边界45m	0.045	0.0014	0.032	0.0011
S19	距厂界东边界50m	0.035	0.001	0.058	0.0017
标准限值		4000	100	4000	100
达标情况		达标	达标	达标	达标

10.2.3 海底电缆电磁辐射监测结果

中科检测技术服务（广州）股份有限公司于2023年12月和2024年1月开展了运行期海底电缆周边的电磁环境监测，具体监测结果如下表，监测报告详见附件20。

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），海底电缆工频电场，工频磁场执行4kV/m、工频磁感应0.1mT的控制限值。

监测结果表明，监测期间，海底电缆各监测点位的工频电场强度、工频磁感应强度均满足控制限值标准的要求（工频磁场执行4kV/m、工频磁感应0.1mT）。

表 10.2-3 海底电缆工频电场、工频磁场检测结果

点位编号	检测点位置	2023.12.5		2024.1.18	
		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
S1	距海缆正上方 0m	0.024	0.002	0.037	0.0017
S2	距海缆正上方 1m	0.046	0.0016	0.023	0.0013
S3	距海缆正上方 2m	0.05	0.0015	0.033	0.0012
S4	距海缆正上方 3m	0.038	0.0017	0.025	0.0016
S5	距海缆正上方 4m	0.028	0.0016	0.025	0.0019
S6	距海缆正上方 5m	0.051	0.0011	0.036	0.0016
标准限值		4000	100	4000	100
达标情况		达标	达标	达标	达标

10.3 小结

中科检测技术服务（广州）股份有限公司于2023年12月和2024年1月开展了运行期海上升压站、海上风电场、海底电缆电磁环境监测。监测结果表明，监测期间，运行期本项目各监测点位的工频电场强度、工频磁感应强度均满足控制限值标准的要求（工频磁场执行4kV/m、工频磁感应0.1mT）。

11 清洁生产与总量控制

11.1 环评报告及批复中清洁生产落实情况调查

11.1.1 原材料节约

本项目钢材消耗主要为风机本身，其次为风机基础、海上升压站建筑物及基础、接地等。本项目风机叶片采用玻璃纤维树脂材料，减少了风机耗钢量；风机、升压站钢管桩采取防腐涂层及镀锌等措施，减少量钢材腐蚀量；陆上集控中心施工过程中加大了钢制模板的使用，减少了木材消耗，节约原材，保护环境。

11.1.2 平面布置

(1) 线路布置

本项目风电场线路工程主要包括风电场送出线路。

本项目结合工程的实际情况，在线路设计节能降耗的原则指导下，从路径方案、导线选型、绝缘配合及金具设计、交叉跨越、基础设计、杆塔规划、设计等几个方面采取措施，选择最优化的设计路线。

(2) 风机布置

本项目在总平面布置时按照节约、集约用海原则，在场址范围内进行风机布置，风电机组布置时应在技术可行的范围内尽量减小风电场涉海面积。根据场区内风资源分布特点，充分利用风电场盛行风向进行布置，在满足设计要求的前提下，合理选择风电机组间距。布置时既要尽量避免风电机组之间的尾流影响，又要尽量减小风机间总海缆长度，以降低配套工程投资、场内输变电损耗及海缆用海面积。

电缆路由的布置充分考虑了在区域地质环境、断裂和地震、海底地形地貌、气象、水文条件、登陆段环境、开发活动、路由经济性评价和海洋功能区划等各方面的因素，重点考虑了用海面积和集约节约用海因素，综合比选出最为合理的电缆路由布置方案，充分利用海域及地区风力资源，减少电缆和场内道路长度，

降低工程造价，降低场内线损。

11.1.3 生产过程控制分析

风电是一种洁净、可再生的一次能源，本工程利用风能发电，发电过程中部消耗矿物质能源、同时不产生废水、废气、废渣，生产过程清洁。

本工程总装机容量450.5MW，运行期年发电量为174338.9万kWh，年上网电量134241kWh。与相同发电量的常规燃煤火电机组相比，每年可节约标煤约42.3万t，相应可减少废气排放量：烟尘53.2t/a、SO₂：262.0t/a、NO_x：273.0t/a、CO₂：117.4万t，减少灰渣排放量12.7万t。有害物质排放量的减少，减轻了大气污染。

11.1.4 施工期节能降耗措施

(1) 主要施工设备选型及其配套

本工程针对风电场的主要建筑物及风机布置特点，综合考虑现有施工条件、海洋水文气象及地质条件等因素，海上升压站和海上风电场土建及安装工程的施工均采用船舶，包括吊装设备、运输设备、牵引设备、打桩设备、开挖设备及泵送设备。施工期间，施工单位加强了对施工机械、运输船舶的维修保养，禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入工区，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟度和颗粒物排放。

(2) 主要施工技术工艺选择

本项目对施工工艺进行了优化，优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的施工设备和机具，如选用变频技术的节能施工设备等，使各类设备均能充分发挥效率，满足工程进度的要求，保证供质量，降低施工期能耗。

(3) 施工水电系统

海上风电场用电由施工船舶自备发电机供电，以供施工用电、机舱轮毂、塔筒内电气系统临时供电、海上生活用电等。海上施工用水通过淡水补给船供给，淡水补给船在码头接自来水进行补给。

(4) 施工临时建筑及办公、生活区节能降耗措施

施工期临时建筑及办公、生活区，主要采取了以下节能降耗措施：

①办公区租赁码头办公楼，具有离施工码头近，方便施工组织管理。

②施工总平面根据功能分区集中布置，通过合理的平面规划，提高设备存放周转效率，充分利用租赁场地面积，减少土地占用。

③现场施工临时水电设施设置专人管理，做到无长流水、常明灯现象；

④办公区和生活区设置明显的节水、节能、节约材料等具体内容的警示标识，并按规定设置安全警示标志。

11.1.5 运行期节能降耗措施

(1) 运行期间减排设计

海上升压站设生活污水处理装置一套，处理能力4500L/d，布置在升压站一层。运行期海上风机采用无人管理，仅巡视和检修时有人员进站，产生的少量生活污水经升压站生活污水处理装置收集后运至陆上处理。

(2) 运行期减排措施

1) 建设单位制定了节能考核方法，提高生产管理水平，降低生产和生活能耗水平；

2) 使用智能电控设备科学管理，降低生产成本，节约能耗，提高效率；

3) 对生产运行和管理人员生活设备设施合理配备，降低人均生活能源消耗；

4) 控制生产和生活场所空调温度。生产场所空调温度不超过设计值，生活场所一般夏季空调温度不低于26℃，冬季空调温度不高于20℃；

5) 加强了对职工的节能宣传，教育和培训力度；

6) 加强了电站运行过程的监督检查，确保节能减排措施与能效指标的落实。

11.2 总量控制目标落实情况调查

本工程运行期主要污染物包括工作人员产生的生活污水、生活垃圾等。

废水：本项目运行期废水为生活污水。海上升压站设生活污水处理装置一套，

处理能力4500L/d，布置在升压站一层。运行期海上风机采用无人管理，仅巡视和检修时有人员进站，产生的少量生活污水经升压站生活污水处理装置收集后运至陆上处理。本项目不需申请总量。

废气：本项目运行阶段无废气产生，对大气环境无不利影响，不需申请总量。

固废：海上升压站正常情况下无生活垃圾产生，若在台风等极端天气时导致巡检人员无法返回陆域，则可能生生活垃圾，产生后统一运至陆域交由陆域集控中心，与集控中心生活垃圾一起委托深圳市东部物业管理有限公司处置。主变压器及风机机组事故废油、废电池等，属于危险废物，产生后委托有山东中山再生环境科技有限公司处置。本项目固废均得到合理处置，不需申请总量。

11.3 小结

本项目为风力发电项目，生产过程无“三废”产生，具备清洁生产特征。针对施工期和运行期产生的一些环境影响，均采取了清洁生产和环境保护措施。

综上所述，本工程的建设符合清洁生产要求。

12 风险事故防范及应急措施调查

12.1 环境风险因素调查

施工期环境风险因素为施工船舶碰撞溢油事故。

运行期环境风险包括船舶与风机碰撞溢油风险、风机桩基失稳内部油料泄漏、鸟类飞行撞击风机风险。

12.2 施工期及运行期环境风险事故及环境影响调查

施工单位开工前按规定申请办理了水上、水下施工作业手续，并申请发布有关施工作业航行通告和航行警告。施工船进行打桩作业时，于明显处显示白天显示旗号、夜间显示灯号等港口规定信号。

施工总包单位制定了施工期突发环境事件专项应急预案，各施工单位及施工船舶配备了一定的防溢油应急物资，并定期对施工人员进行应急培训、应急演练和环保宣贯，制定了维修保养和计划。工程在施工期依托港区的溢油应急设备和应急队伍进行溢油应急处理。经与各参建单位核实，项目施工期间未发生溢油事故。

经相关走访及调查，在本工程施工期及运行期间没有发生船舶溢油污染、船舶生活污水泄漏、船舶与风机碰撞溢油风险和风机桩基失稳内部油料泄漏事故。

12.3 环境风险事故防范措施落实情况

为了能在紧急事件发生后，及时有效地组织和安排相关部门进行处理，在完全有准备的条件下，尽可能将事件消灭在初始发生阶段，最大限度减少环境破坏，施工单位编制了船舶碰撞事故应急预案，规划每艘船舶航行路线，大幅度降低了船舶碰撞的风险，施工期间未发生风险事故。

海上升压站一层平台设置了事故油罐，用于收集主变压器事故状态下泄露的废油。工程在运行期发生溢油事故时，可依托港区及乳山市海事局的溢油应急设

备和应急队伍进行溢油应急处理。当溢油事故较严重，港区的溢油应急设备和应急队伍无法满足溢油应急清污能力时，可及时请求政府部门启动相应预案的应急行动，调用附近区域溢油应急设备。

12.4 环境风险事故应急预案调查

贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全工作方针，提高应急管理水
平，发挥应急处置能力，根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国
突发事件应对法》、《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》等法律法规。
施工总包单位山东电力工程咨询院有限公司编制了《突发环境事件专项应急预
案》，各施工单位制定了防溢油相关应急处置方案，施工船舶均建立了《船上油
污应急计划》文件。

建设单位国家电投集团乳山海上风电有限公司根据企业的实际情况已编制
了突发环境事件应急预案，已在威海市生态环境局乳山分局完成备案。同时，建
设单位配备了一定的应急设备、物资。

《国电投（乳山）海上风电有限公司突发环境事件应急预案》中在应急组织
机构人员组成、职责、通信、监测预警、响应程序、处置措施和保障措施等各方
面均规定了实施途径和方法。应急预案中明确了各部门的具体职责和责任以及事
故发生后事故上报程序等。

12.5 小结

（1）国电投（乳山）海上风电有限公司根据企业的实际情况已编制了突发
环境事件应急预案，已在威海市生态环境局乳山分局完成备案（备案编号：
371083-2024-016-L）。

（2）本工程施工及运行期未发生重大溢油、火灾、泄漏等污染环境事故。

（3）建议进一步加强与地方相关部门的应急联动和上一级应急预案的衔接；
积极开展或参与溢油等事故应急演练，提高应对环境污染事故的能力。

13 环境管理状况及监测计划落实情况调查

13.1 环境管理状况调查

13.1.1 环境影响评价制度及“三同时”制度执行情况

(1) 设计期

1) 行政许可

2022年12月31日获得威海市行政审批服务局立项核准。2023年3月，建设单位委托青岛浅海海洋工程研究院有限公司编制完成《国家电投山东半岛南海上风电基地U场址一期450MW项目环境影响报告书》，威海市生态环境局于2023年4月14日对报告书进行了批复（威环海审书〔2023〕2号）。

2) 初步设计及施工组织设计

施工单位在施工组织设计和分阶段施工方案中编制了相应的环境保护工作内容。在施工计划中安排环境保护的具体工作任务，包括方案、措施、设施、工艺、设计、培训、监测、检查等。环境保护工作方案中充分体现了环评及其批复的各项要求，并在初步设计概算中落实了工程环境保护投资。

(2) 施工期

1) 环境监理

建设单位委托江苏润环环境科技有限公司进行施工期环境监理，具体包括生态环境保护、污染物达标排放等环境保护工作。施工期间，环境监理单位制定了环境监理方案，实施了环境监理检查并进行了记录，施工结束后编制了《环境监理总报告》。

2) 严格执行环保措施

根据工程环境影响报告书和威海市生态环境局批复意见要求，建设单位对噪声、废气、污水、固体废弃物及生态环境保护工程均作了一系列的工作，施工期生态环境保护与污染控制措施基本落实：

①加强了施工期“三废”排放和施工人员的管理，有效的避免了施工对周边

环境的污染。

②建设单位委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站对本项目施工期海洋环境现状进行了跟踪监测,及时了解和掌握施工过程中对海洋环境和海洋生物的影响,防止造成附近海域的污染,保护附近海域的生态环境。

(3) 运行期

①建设单位按照本项目环评报告及批复意见中相关要求,积极落实了污水处理、噪声防治、固废处置、电磁防护、生态保护及环境风险防范等环保设施、措施,并及时投入使用。

②建设单位委托江苏润环环境科技有限公司开展本项目工程环境保护验收工作。

③运行期间,委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站实施了本项目海洋环境跟踪监测、电磁辐射监测及噪声监测。

综上所述,本项目相应的环保设施与主体工程同时设计、同时竣工、同时投入使用,建设单位基本能较好地履行环境影响评价和环境保护“三同时”执行制度。

13.1.2 环境管理组织机构及职责

建设单位落实建立了比较完善的环境管理体系、环境保护管理规章制度,符合环评提出的要求。具体介绍如下:

(1) 组织机构

施工期环境管理由建设单位、环境监理单位、工程施工总包单位及施工单位构成,主要负责项目施工期环境保护规划及行动计划,监督环境影响报告中提出的各项环境保护措施的落实情况,解决施工过程中环境保护方面出现的具体问题。

运行期间环保工作由国家电投集团乳山海上风电有限公司负责。建设单位制定运行期环境保护管理制度,明确了管理机构、监督机构、实施单位的职责,公司建立了全过程的生态、环保管理制度,从组织上保证该项目环保工作的顺利进行。公司各部门环境保护组织机构及职责如下:

1) 公司执行董事是公司生态环保工作第一责任人,对生态环保及文物保护

管理工作全面负责。

2) HSE 部是公司生态环境保护监督管理工作的归口管理部门。

3) 综合管理部负责建立健全管理范围内的生态环保责任制及相应机制，保证生态环保责任制落实到位，负责公司办公场所的环境污染风险辨识和隐患排查治理，协助突发环境事件应急救援和善后处理工作。

4) 发展规划部负责落实项目前期环境保护工作落实与管理。委托项目前期环保专题的编制、评审，负责项目前期环保相关手续的办理、报批。负责组织、协调项目重组和并购阶段的环保手续核实及环境保护工作。

5) 计划财务部负责组织、协调和指导生态环保治理资金的筹措和合理使用。协调环境保护政策资金申请和落实，建立生态环保措施费用台帐。

6) 工程建设部负责建设项目从初步设计、施工图设计、工程建设、竣工验收、移交生产全过程的环保管理工作。

7) 生产运维部组织开展生态环保设施运维工作，按要求组织开展生态环保设施运维和技术监督管理。

(2) 相关职责

建设单位施工期间将所有环保措施纳入招标合同，对施工单位在施工中执行环境保护的情况进行监督管理。

建设单位在运行期将环境保护工作纳入正常的安全环保管理当中，加强风电场各项环保设施日常维护工作。

施工期、运行期间环境保护档案管理严格按照建设单位制定的档案管理办法，进行相关资料、文件和图纸等的收集、归档和查阅工作。

综上所述，工程配备有职责明确、体系完善的环境保护管理机构，符合环评提出的要求。

13.1.3 环境管理落实情况调查

(1) 施工期

通过环境监理单位及招标文件和合同，对施工单位在施工过程中执行环境保护的情况进行监督管理，主要做了以下工作：

①监督环境影响报告中提出的各项环境保护措施的落实情况,通过现场监理,发现问题及时整改。

②制定环境保护工作检查处罚条例,使环保工作规范化。

③确保环境保护概算资金的落实。

(2) 运行期

将环境保护工作纳入日常的管理当中,制定了如下相关措施:

①对环境保护设施的使用情况进行定期检查、维护。

②组织制订污染事故的应急计划和处理计划,并适时进行演练。

③不定期开展单位内部的环保培训及先进技术推广工作,以提高工作人员环保意识和素质。

(3) 环境保护档案管理制度

施工期、运行期间环境保护档案管理严格按照建设单位制定的档案管理办法,进行相关资料、文件和图纸等收集、归档和查阅工作。

13.2 环境监测计划落实情况调查

根据调查,本工程施工及运行期均进行了相应的环境监测,详见表 13.2-1 施工期监测计划表、表 13.2-2 运行期环境监测计划表。

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》中的技术要求,铜、铅、镉属于重金属的基础监测项目,《国家电投山东半岛南海上风电基地U场址一期450MW项目施工期及竣工环保验收期环境跟踪监测方案》(评审版)在环评报告中环境监测计划的基础上增加了水质和沉积物重金属铜、铅、镉。

由分析可知,本项目施工及运行期环境监测计划基本落实。

表 13.2-1 施工期环境监测表

环评阶段监测计划				实际落实监测计划				对比分析
监测内容	监测站位	监测时间、频率	监测项目	监测内容	监测站位	监测时间、频率	监测项目	
海水水质	设 20 个监测站位	施工期监测 2 次，在施工高峰年的春、秋季实施一次，施工结束后监测 1 次	pH、悬浮物、石油类、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐	海水水质	设 20 个监测站位；	2023 年 5 月 22~24 日、2023 年 8 月 30 日~9 月 1 日	pH、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、石油类、重金属（铜、铅、镉、锌）	监测站位、监测项目增加，符合环评文件要求
海洋生态	风场区附近设 8 个监测站位	施工期监测 1 次，在施工高峰年的春、秋季实施	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物（含鱼卵仔鱼）、底栖生物	海洋生态	风场区附近设 12 个监测站位；1 个潮间带断面	2023 年 5 月 22~24 日、5 月 30 日	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物	
沉积物	风场区附近设 8 个监测站位	项目施工结束后监测 1 次	石油类、重金属	沉积物	风场区附近设 8 个监测站位	2023 年 5 月 22~24 日、	石油类、重金属（铜、铅、镉、锌）	满足环评文件要求
海洋生物	3 个站位	每年一次	锌、石油烃	海洋生物	风场区附近设 8 个	2023 年 5 月 23 日~5 月 24 日	锌、石油烃	满足环评文件要求

环评阶段监测计划				实际落实监测计划				对比分析
监测内容	监测站位	监测时间、频率	监测项目	监测内容	监测站位	监测时间、频率	监测项目	
质量				质量	监测站位			
渔业资源			鱼类、头足类、甲壳类及鱼卵仔鱼	渔业资源			鱼类、头足类、甲壳类及鱼卵仔鱼	
鸟类	在升压站和登陆点沿岸，布设 2 个站位	施工期进行观测一次	鸟类种类和数量，迁徙活动情况，栖息觅食情况等	鸟类	在升压站和登陆点沿岸，布设 2 个站位	2023 年 5 月 24 日、2023 年 8 月 24~25 日	种类和数量、迁徙活动情况、栖息觅食情况及撞击情况等调查	满足环评要求
水下噪声	施工区、风机基础外缘不同距离	施工期至少 1 次	声压级、密度、时频特性	水下噪声	施工区、风机基础外缘不同距离	2023 年 5 月 11 日（单桩风机） 2023 年 7 月 3 日（升压站）	声压级、密度、时频特性	满足环评要求

表 13.2-2 运行期环境监测表

环评阶段监测计划				实际落实监测计划				对比分析
监测内容	监测站位	监测时间、频率	监测项目	监测内容	监测站位	监测时间、频率	监测项目	
海水水质	风场区附近设20个监测站位	运营期每年监测1次，选择春、秋季代表性季节	pH、悬浮物、石油类、COD、DO、无机氮、活性磷酸盐、重金属（锌）。	海水水质	风场区附近设20个监测站位	2023年11月24日~26日	水温、水色、透明度、pH、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、活性磷酸盐、石油类、重金属（铜、铅、镉、锌）	运行期间开展1次，运行期监测尚未委托，已纳入2024年度招标计划
沉积物	风场区附近设12个监测站位	运营期代表性季节每年1次	pH、石油类、重金属（锌）	沉积物	风场区附近设12个监测站位	2023年11月24日~26日	粒度、石油类、重金属（铜、铅、镉、锌）	
海洋生态	风场区附近设12个监测站位	验收时监测1次，运行期每年监测1次	叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物	海洋生态	风场区附近设12个监测站位	2023年11月24日~26日	叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物	
渔业资源	风场区附近设3个监测站位	每年代表性季节监测1次	鱼类、头足类、甲壳类及鱼卵仔鱼	渔业资源	风场区附近设8个监测站位	2023年11月25日~28日	鱼类、头足类、甲壳类及鱼卵仔鱼。包括种群结构、生物量、生物密度、多样性指数、优势种、优势度等	
海洋生物质量	3个监测站位	每年1次	锌、石油烃	海洋生物质量	风场区附近设8个监测站位	2023年11月25日~28日	锌、石油烃	

环评阶段监测计划				实际落实监测计划				对比分析
监测内容	监测站位	监测时间、频率	监测项目	监测内容	监测站位	监测时间、频率	监测项目	
鸟类	海上升压站和海缆登陆沿岸布置测站	运营期进行春、夏、秋、冬四季观测	鸟类种类和数量，迁徙活动情况，栖息觅食情况，鸟类撞机情况等	鸟类	海上升压站和海缆登陆沿岸布置测站	2023年11月29日	种类和数量、迁徙活动情况、栖息觅食情况及撞击情况等调查	
水下噪声	设9个监测站位	运营期1次	噪声频带有效声压级、噪声声压谱级	水下噪声	12个水下噪声监测站点	2023年11月25日	打桩施工所产生的最大声压级 $L_{peak}(dB_{re}1\mu Pa)$ ；噪声频带有效声压级 $(dB_{re}1\mu Pa)$ ；噪声声压谱（密度）级；分析水下噪声时-频特性	
水上噪声	/	/	/	水上噪声	4个水上噪声监测点位	2023年11月24日~25日	噪声频带有效声压级、噪声声压谱级	满足环评要求
电磁辐射	海缆及附近海域，设9个监测站位	运营期选择海缆正常工作时间监测1次	工频电场、工频磁场	电磁辐射	设32个监测站位	2023年12月5日、2024年1月18日	工频电场、工频磁场及断面衰减	运行期间开展2次
水下地形	8个典型风机桩基位置	运行初期前3年，每年1次。	淤深（厚）度、冲淤坑（包）直径	水下地形	/	/	/	运行期监测尚未委托，已纳入2024年度招标计划

13.3 环境监理落实情况调查

本项目施工期环境监理由江苏润环环境科技有限公司实施。

13.3.1 监理范围及工作时段

本项目环境监理的范围包括工程所在区域和工程影响区域，工程所在区域环境监理包括建设项目的主体工程、公用工程、辅助工程的施工现场、施工营地、施工便道等；主要关注环境保护达标情况及环保设施的落实情况，环保措施包括施工期和运行期各项环保措施。工程影响区域是指工程建设中对周边环境敏感地区的影响，将影响区域内需要特别关注的保护对象列为环境敏感目标，及时关注，掌握建设项目影响区域内的环境保护情况。环境监理时段从设计阶段起，至竣工环境保护验收申请并经环境保护行政主管部门批准，提交项目环境监理总结报告而终止。

具体包括：（1）设计阶段环境监理；（2）施工阶段环境监理；（3）试运行阶段环境监理。

13.3.2 施工期环境保护措施监理要点

环保达标监理是对于建设项目施工过程中环境污染和生态破坏进行监督管理，监督落实环境保护措施，确保污水、扬尘、噪声、固废等排放应达到有关的标准。本阶段特别关注临建工程、施工生产区、风机安装、海缆敷设等施工过程造成的生态环境影响，环境监理将监理各类污水、固废的最终去向和达标排放情况。

13.3.3 运行期环境保护措施监理要点

在项目投入试运行后，环境监理单位将针对项目主体工程和环保设施的试运行情况，各类环保管理制度、事故应急预案的执行情况等继续开展监理工作。针对本项目特点，重点关注污水处理设施运行情况、危险废物处置情况、溢油风险

防范措施、生态补偿措施落实等。

13.4 小结

本工程施工期间建立了较为完善的环保管理体系，由江苏润环环境科技有限公司开展施工期环境监理。环境监理单位制定了环境监理方案，采取现场巡查、旁站和资料审查的方式开展了监理工作，确保工程环保设计和相关监理文件中提出的环保工作得到合理的实施，环境影响报告中的环保要求得到落实；结合工程实际情况，协助建设单位进行环境管理，宣传环保知识，增强环保意识；监督施工单位采取有效的措施将施工活动对环境的不利影响控制在可接受的范围内，提高环保工作水平；形成完整的环境监理工作资料，施工结束后出具了环境监理总结报告，真实反映工作过程，为环境保护行政主管部门管理和项目的环保验收提供依据。运行期间建设单位将继续开展海洋环境跟踪监测工作，并加强日常环保管理工作。

14 公众意见调查

14.1 调查目的

为了了解公众对本项目施工期及运行期环境保护工作的意见,以及工程建设对工程影响范围内的居民工作和生活的情况,需开展公众意见调查。

14.2 调查方法、对象和内容

公众意见调查主要在工程的影响区域内进行,调查对象主要为工程周围受影响的居民和周边企业员工等。

调查采用填写调查表的方式(见表14.2-1)。

调查内容主要包括以下几个方面:

- (1) 公众对工程采取的环保措施的满意程度;
- (2) 工程施工期和运行期的环境影响;
- (3) 公众关心的其他问题。

表 14.2-1 建设项目竣工环保验收公众参与调查表

个人概况	姓名		性别	
	年龄		职业	
	文化程度		联系电话	
	家庭住址			
项目名称	国家电投山东半岛南海上风电基地U场址一期450MW项目	建设地点	本项目海上风电场位于山东省乳山市南侧海域，风电场场区水深24m~28m，场址中心离岸距离约20km。	
项目概况	本项目主要布设53台8.5MW的风电机组，项目总装机容量为450.5MW，配套建设一座220kV的海上升压站，风电发电机组发出电能通过6回66kV海底电缆接入220kV海上升压站，升压后以2回220kV海缆接入海缆登陆点。登陆后采用2回架空线路输送至陆上集控中心内，再向北架设长度为21.83km的220kV线缆至银滩站。			
调查内容	1、您对本项目所在区域环境质量现状是否满意？ <input type="checkbox"/> 满意 <input type="checkbox"/> 基本满意 <input type="checkbox"/> 不满意			
	2、本工程施工期间是否有扰民现象？ <input type="checkbox"/> 没有扰民 <input type="checkbox"/> 存在扰民现象，但影响较小 <input type="checkbox"/> 存在扰民现象，影响较重			
	3、本工程调运行期间是否因环境污染问题与周边居民发生过纠纷？ <input type="checkbox"/> 没有发生过 <input type="checkbox"/> 发生过 <input type="checkbox"/> 不清楚			
	4、本工程施工、调运行期间对生态环境是否造成影响？ <input type="checkbox"/> 没有影响 <input type="checkbox"/> 影响较轻 <input type="checkbox"/> 影响较重			
	5、本工程排放的废水对您的日常生活、工作是否造成影响？ <input type="checkbox"/> 没有影响 <input type="checkbox"/> 影响较轻 <input type="checkbox"/> 影响较重			
	6、本工程排放的噪声对您的日常生活、工作是否造成影响？ <input type="checkbox"/> 没有影响 <input type="checkbox"/> 影响较轻 <input type="checkbox"/> 影响较重			
	7、本工程排放的固体废弃物对您的日常生活、工作是否造成影响？ <input type="checkbox"/> 没有影响 <input type="checkbox"/> 影响较轻 <input type="checkbox"/> 影响较重			
	8、您对本工程环保工作的总体评价如何？ <input type="checkbox"/> 满意 <input type="checkbox"/> 基本满意 <input type="checkbox"/> 不满意			
备注	扰民与纠纷情况的具体说明：			
	您对该项目环保方面有何建议和要求？			

14.3 调查结果统计与分析

本次公众意见调查，共向公众发放问卷调查表 50 份，包括项目周边企业员工、养殖户等，收回 50 份，回收率 100%。

14.3.1 附近企业、居民调查结果分析

公众意见调查表发放 50 份，回收有效问卷 50 份，回收率为 100%。问卷调查人员情况统计见表 14.3-1，调查统计结果见表 14.3-2。

表 14.3-1 问卷调查人员情况统计（附近企业、居民）

调查人员基本情况		人数	比例
性别	男	39	78%
	女	11	22%
文化程度	初中以下	20	40%
	初中及以上	30	60%
职业	海产养殖、渔民	5	10%
	工人	45	90%

表 14.3-2 公众意见统计结果

调查内容	观点	人数	比例
一、您对本项目环境质量现状是否满意？	满意	50	100%
	基本满意	0	0
	不满意	0	0
二、本工程施工期间是否有扰民现象？	没有扰民	50	100%
	存在扰民现象，但影响较小	0	0
	存在扰民现象，影响较重	0	0
三、本工程调运行期间是否因环境污染问题与周边居然发生过纠纷？	没有发生过	50	100%
	发生过	0	0
	不清楚	0	0
四、本工程施工、运行期间对生态环境是否造成影响？	没有影响	50	100%
	影响较轻	0	0
	影响较重	0	0
五、本工程排放的废水对您的日常生活、工作是否造成影响？	没有影响	50	100%
	影响较轻	0	0
	影响较重	0	0
六、本工程排放的噪声对您的日常生活、工作是否	没有影响	50	100%
	影响较轻	0	0

调查内容	观点	人数	比例
造成影响?	影响较重	0	0
七、本工程排放的固体废弃物对您的日常生活、工作是否造成影响?	没有影响	50	100%
	影响较轻	0	0
	影响较重	0	0
八、您对本工程环保工作的总体评价如何?	满意	50	100%
	基本满意	0	0
	不满意	0	0

通过对统计结果进行分析，可知：

- (1) 通过对本工程的介绍，100%被调查公众对环境质量现状表示满意；
- (2) 100%被调查公众认为本工程施工期间未造成扰民现象；
- (3) 100%被调查公众认为本工程运行期间没有因环境污染问题与周边居然发生过纠纷；
- (4) 100%被调查公众认为本工程施工、运行期间没有对生态环境造成影响；
- (5) 100%被调查公众认为本工程排放的废水没有对日常生活、工作造成影响；
- (6) 100%被调查公众认为本工程排放的噪声没有对日常生活、工作造成影响；
- (7) 100%被调查公众认为本工程排放的固体废弃物没有对日常生活、工作造成影响；
- (8) 100%被调查公众对本工程环保工作满意。

14.3.2 公众投诉调查

通过向周边公众走访了解可知，本工程施工和运行期均未发生溢油及噪声扰民事件，没有公众投诉。

14.4 小结

本次公众参与调查包括周边企业员工及居民，参与调查的公众100%对本工程环境保护工作表示满意。

本工程施工和运行期均未发生溢油事件，没有公众投诉。

15 调查结论及建议

15.1 结论

15.1.1 工程概况

国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目位于山东省乳山市南侧海域，风电场场区水深 24 m~28 m，场址中心离岸距离约 20 km。地理范围为东经 121° 30′ 28.24″ ~121° 40′ 7.59″，北纬 36° 31′ 10.40″ ~36° 34′ 54.60″。

2022 年 12 月 31 日，威海市行政审批服务局以《威海市行政审批服务局关于国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 海上风电项目核准的批复》（威审服投〔2022〕33 号文）核准了本项目。2023 年 3 月，国电投（乳山）海上风电有限公司委托青岛浅海海洋工程研究院有限公司编制完成了《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目环境影响报告书》，并于 2023 年 4 月 14 日取得了威海市生态环境局出具的批复意见（威环海审书〔2023〕2 号）。截至目前，本项目已进入总体竣工验收阶段。

本项目于 2022 年 12 月开工，2023 年 4 月开始海上主体施工，2023 年 11 月 17 日风机全容量并网发电，总工期 11 个月。2023 年 11 月~2024 年 2 月总发电量约 44502.7 万 kW·h，体工程运行稳定，环保工程运行正常，符合验收工况要求。

15.1.2 环境保护措施落实情况

本项目施工期及运行期环保管理机构及制度比较健全，环保措施基本落实，施工期及运行期的废水、噪声、扬尘、固体废物等污染均得到了有效控制，采取了各项海洋生态环境保护措施和鸟类保护措施，大大降低了对环境的不利影响。

15.1.3 生态环境影响调查

建设单位委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站对本项目施工期及运行期的海洋环境及鸟类进行跟踪监测。监测结果显示，本项目施工及运行对海洋生态产生的影响较小。工程运行期已建成的风机基础可起到人工鱼礁效应，在一定程度上对渔业资源增殖有一定作用。建设单位后期将依据本项目海洋生态修复实施方案开展生态修复。

15.1.4 水环境影响调查

本项目施工期环保措施基本落实；运行阶段，海上升压站检修人员生活污水经升压站设置的污水处理设施收集后运至陆上处置。

15.1.5 大气环境影响调查

本项目运行阶段无废气产生，对大气环境无不利影响，故环评报告及批复意见未要求采取大气污染防治设施、措施。

15.1.6 声环境影响调查

施工期环保措施基本落实；运行阶段建设单位委托中科检测技术服务(广州)股份有限公司于2023年11月对项目海上风电场厂界噪声进行了现场的监测，监测结果表明，厂界噪声均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3类标准要求。

15.1.7 固体废物影响调查

施工期施工船舶残油和含油废水、生活垃圾分类收集后委托青岛航顺船务有限公司接收处置。施工生产区建筑垃圾、施工人员生活垃圾经收集后，由环卫部门定期清运处理。

运行期，海上升压站产生的生活垃圾运输至岸上，与陆域集控中心产生的生

活垃圾一并交由当地环卫统一清运，建设单位已委托深圳市东部物业管理有限公司负责集控中心生活垃圾的收集、处理。

海上升压站主变压器及风机机组产生的事故废油、废电池以及含油抹布属于危险废物，建设单位委托山东中再生环境科技有限公司处置，若实际处理过程中废抹布混入了生活垃圾，根据《国家危险废物名录》（2021版），可进行豁免管理，委托环卫清运。

15.1.8 电磁环境影响调查

2023年12月，委托中科检测技术服务（广州）股份有限公司开展了运行期海上升压站、风电场、海底电缆电磁环境监测。监测结果表明，监测期间，运行期海上升压站、风电场、海底电缆各监测点位的工频电场强度、工频磁感应强度均满足控制限值标准的要求（工频磁场执行4kV/m、工频磁感应0.1mT）。

15.1.9 环境风险影响调查

建设单位根据企业的实际情况已编制了突发环境事件应急预案，已在威海市生态环境局乳山分局完成备案（备案编号：371083-2024-016-L）。施工及运行期未发生重大溢油、火灾、泄漏等污染环境事故。

15.1.10 环境管理及监测计划

本工程施工期间建立了较为完善的环保管理体系，由江苏润环环境科技有限公司承担施工期环境监理，由山东电力工程咨询院有限公司总承包负责环保措施执行。施工期及运行期间建设单位委托国家海洋局青岛海洋环境监测中心站开展了海洋生态环境监测、鸟类跟踪监测、水下噪声监测以及运行期间风电场厂界噪声、水下噪声、电磁辐射、海洋生态环境监测、鸟类跟踪监测。

15.1.11 公众参与调查结果

本次公众参与调查包括周边工人、养殖户、渔民，参与调查的公众100%对

本工程环境保护工作表示满意。

通过走访了解，本工程施工和运行期均未发生溢油事件，没有公众投诉。

15.1.12 验收调查结论

通过对国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目实地勘察、现场监测表明，本项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施与环评报告书中要求一致，环境保护设施均已按环评及批复要求落实。验收监测期间，项目海域生态环境较稳定，电磁、噪声达标排放，固体废物能够得到合理处置。对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号），本项目不存在文件第八条中所述的九种情形。因此，国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目在环境保护方面符合竣工验收条件。

15.2 建议

(1) 严格按照本项目环境影响报告书及批复意见提出的污染防治要求，加强环保设施、设备的养护和维修，确保水、声、固废、电磁辐射等防治设施能够有效运行；

(2) 定期对应急预案进行演练，并对演练效果进行总结；

(3) 严格落实危险废物管理计划，并对产生量、处理量、接收处置方式进行把控；

(4) 加强运行期环境管理工作，严格执行运行期环境监测制度，委托有资质单位开展跟踪监测相关内容，定期向生态环境部门报告；

(5) 建议建设单位严格按照本项目海洋生态修复实施方案开展生态修复工作。

16 建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：国电投（乳山）海上风电有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建 设 项 目	项目名称*	国国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目				建设地点*	山东省乳山市南侧海域						
	行业类别*	D4415 风力发电				建设性质*	■新建□改扩建□迁建						
	设计生产能力	133956.4kW·h 万/年	建设项目开工日期	2022 年 12 月		实际生产能力	133956.4 万 kW·h/年	投入试运行日期	2023 年 11 月				
	投资总概算（万元）*	528286				环保投资总概算（万元）*	2068.24	所占比例（%）	0.39%				
	环评审批部门*	威海市生态环境局				批准文号*	威环海审书（2023）2 号	批准时间*	2023 年 4 月 14 日				
	初步设计审批部门	/				批准文号	/	批准时间	/				
	环保验收审批部门	/				批准文号	/	批准时间	/				
	环保设施设计单位	山东电力工程咨询院有限公司	环保设施施工单位		山东电力工程咨询院有限公司	环保设施监测单位	国家海洋局青岛海洋环境监测中心站						
	实际总投资（万元）*	528070.905				实际环保投资（万元）*	1853.145	所占比例（%）	0.35%				
	生态修复（万元）	1268.31	环境监测（万元）	290	环保设施（万元）	38	环境保护临时措施（万元）	130.495	环保咨询（万元）	114.8	其他（万元）	11.54	
新增废水处理设施能力（t/d）	4.5t/d（海上升压站）				新增废气处理设施能力（Nm ³ /h）	/		年平均工作时（h/a）	/				
建设单位	国电投（乳山）海上风电有限公司		邮政编码	264500		联系电话	0631-6750988		环评单位	青岛浅海海洋工程研究院有限公司			
污 染 物 排 放 达 标 与 总 量 控 制 （ 工 业 建 设 项 目 详 填 ）	污染物	原有排放量（1）	本期工程实际排放浓度（2）	本期工程允许排放浓度（3）	本期工程产生量（4）	本期工程自身消减量（5）	本期工程实际排放量（6）	本期工程核定排放总量（7）	本期工程“以新带老”消减量（8）	全厂实际排放总量（9）	全厂核定排放总量（10）	区域平衡替代消减量（11）	排放增减量（12）
	生活垃圾	/	/	/	少量	/	少量	少量	/	少量	少量	/	/
	废蓄电池	/	/	/	少量	/	尚未产生	少量	/	少量	少量	/	/
	废油	/	/	/	少量	/	少量	少量	/	少量	少量	/	/
	含油抹布	/	/	/	少量	/	少量	少量	/	少量	少量	/	/

注：1、排放增减量：(+)表示增加，(-)表示减少 2、(12)=(6)-(8)-(11)，(9)=(4)-(5)-(8)-(11)+(1) 3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升；大气污染物排放浓度——毫克/立方米；水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年。

17 附件

- 附件1 威海市行政审批服务局《关于国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目核准的批复》（威审服投[2022]33 号）
- 附件2 威海市生态环境局《关于国家电投山东半岛南海上风电基地风电基地 U 场址一期 450MW 环境影响报告书的批复》（威环海审书[2023]2 号）
- 附件3 威海市人民政府《关于同意国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目用海审批的批复》（威政字[2023]28 号）
- 附件4 《国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目一般变动环境影响分析》
- 附件5 施工期水上水下施工许可证
- 附件6 海域使用权证书
- 附件7 国家电投山东半岛南海上风电基地 U1 场址 900MW 项目补偿协议
- 附件8 施工期船舶油污水、生活垃圾接收协议及记录
- 附件9 施工期应急预案及演练记录
- 附件10 运行期物业服务（生活垃圾处置）协议
- 附件11 运行期危险废物委托处置服务合同
- 附件12 突发环境事件应急预案备案表
- 附件13 国家电投集团山东海洋能源发展有限公司生态环境保护管理办法
- 附件14 竣工环保验收公参调查表（部分）
- 附件15 山东半岛南海上风电基地 U 场址项目通航报告评审意见
- 附件16 国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目施工期及验收期海洋环境跟踪监测方案
- 附件17 国家电投山东半岛南海上风电基地 U 场址一期 450MW 项目海洋环境影响跟踪监测报告书
- 附件18 施工期及运行期噪声专题报告及检测数据
- 附件19 施工期及运行期渔业资源调查分析报告

附件20 运行期电磁辐射检测报告

附件21 鸟类调查专题报告

附件22 施工期及运行期生物体质量调查分析报告

附件23 海水水质、沉积物、海洋生态检测报告

附件24 验收意见及签到表