中广核嵊泗1#海上风电项目

环境影响报告书

（报批稿）

建设单位：中广核（嵊泗）新能源有限公司

编制单位：上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司

二〇二五年五月

打印编号：1745199839000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	v31vq9
建设项目名称	中广核嵊泗1#海上风电项目
建设项目类别	54--151海洋能源开发利用类工程
环境影响评价文件类型	报告书
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	中广核（嵊泗）新能源有限公司
统一社会信用代码	91330900MA28KM1Q08
法定代表人（签章）	王晶
主要负责人（签字）	陈鹏程
直接负责的主管人员（签字）	楼晓捷
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司
统一社会信用代码	91310115425090769Q
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张铃培	20220503541000000007	BH013746	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
徐迪航	总则、环境现状调查与评价、环境保护对策措施	BH071510	
蒋杰	环境经济损益分析、环境管理与监测计划	BH075472	
张铃培	建设项目工程分析、环境影响预测与评价、环境影响评价结论	BH013746	
寇代新	概述、审核审定	BH075471	

目 录

1 概述 1

1.1 项目由来 1
1.2 项目建设内容及特点 2
1.3 评价工作过程 3
1.4 分析判定相关情况 4
1.5 关注的主要环境问题及环境影响 4
1.6 环境影响评价的主要结论 5

2 总则 6

2.1 评价目的 6
2.2 编制依据 6
2.3 评价标准 10
2.4 评价工作等级 21
2.5 评价范围 25
2.6 评价重点和评价时段 30
2.7 主要环境保护目标 30
2.8 相关规划及功能区划符合性分析 40
2.9 建设方案环境比选 79

3 建设项目工程分析 87

3.1 项目概况 87
3.2 工艺流程及产污环节 127
3.3 污染源强分析 131
3.4 工程各阶段非污染影响分析 143
3.5 环境影响要素识别和评价因子筛选 146

4 环境现状调查与评价 149

4.1 自然环境概况 149
4.2 环境质量现状调查与评价 158
4.3 工程区所在海域开发利用现状 368

5 环境影响预测与评价 373

5.1 水文动力环境影响预测与评价 373
5.2 冲淤环境影响预测与评价 406
5.3 海域水环境影响预测与评价 418
5.4 海洋沉积物环境影响预测与评价 428
5.5 海洋生态影响预测与评价 428
5.6 水上噪声影响预测与评价 439
5.7 水下噪声影响预测与评价 446
5.8 工程建设对鸟类的影响 479
5.9 电磁环境影响预测与评价 498
5.10 其它环境影响预测与评价 511
5.11 环境事故风险预测与评价 514
5.12 工程实施对环境保护目标的影响分析 579
5.13 工程建设对其他敏感目标的影响 582

6 环境保护对策措施 586

6.1 施工期环境保护对策措施 586
6.2 营运期环境保护对策措施 593
6.3 环境风险防范与应急措施 597

6.4 环境保护措施汇总 613

7 环境经济损益分析 619

7.1 环保投资估算 619
7.2 经济效益分析 620
7.3 环境损益估算 621
7.4 环境经济损益综合分析与评价 622

8 环境管理与监测计划 623

8.1 环境管理计划 623
8.2 环境监理 626
8.3 环境监测计划 627
8.4 总量控制 633

9 环境影响评价结论 634

9.1 项目概况 634
9.2 污染源强清单 634
9.3 环境质量现状分析 635
9.4 环境影响评价结论 639
9.5 环境风险事故 643
9.6 环境保护对策措施 643
9.7 建设项目环境可行性 646
9.8 公众意见采纳情况 651
9.9 环评要求与建议 652
9.10 环境影响评价总结论 652

附图：

附图 1：项目地理位置图：

附图 2：嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案图（海域部分）

附图 3：项目宗海位置图

附图 4：项目宗海界址图

附图 5：项目所在区域现状图

附件：

附件 1：项目核准批复

附件 2：项目基本信息表

附件 3：关于同意嵊泗 1#海上风电项目建设内容调整的说明

附件 4： 噪声级电磁环境专题评审意见

附件 5：鸟类专题评审意见

附件 6：公益林占用情况说明

附件 7： 固化土检测报告

附件 8：专家评审意见

附件 9：意见修改说明

附件 10：项目委托函

附表：

附表 1 鸟类调查名录

△ 建设项目环境保护审批登记表

1 概述

1.1 项目由来

风力发电作为清洁能源，具有显著的社会和环保效益，对于推动我国可再生能源发展有着重要意义，国家支持和鼓励对风电的开发。近些年来，我国陆上风电得到迅速发展，但东部沿海地区由于资源条件、建设用地、电网条件、环境保护等因素对陆上风电的制约也越来越明显，近海风电将是我国东部沿海地区今后风电发展的方向。

根据习近平总书记提出的“3060”目标和要求，建立以新能源为主体的新型电力系统是电力系统发展的方向。浙江电网隶属于华东电网，目前网内电源以燃煤电厂为主，燃煤电厂在消耗煤炭资源的同时，还产生了大量的 SO_2、CO_2、CO、NO_X、烟尘等污染环境和造成温室效应的有害气体，对环境和生态造成不利的影响。积极开发风电等清洁可再生能源是应对气候变暖、响应国家政策的需要，也是保持浙江经济可持续发展的能源战略。

为实现国家经济社会发展战略目标，加快能源结构调整，国家相继出台了《可再生能源法》、《“十四五”现代能源体系规划》、《关于印发“十四五”可再生能源发展规划》指导可再生能源的发展。浙江省位于我国东部沿海，其沿海地区风能资源较为丰富，交通和接入系统条件便利，具有较好的海上风电场建设条件。截至 2023 年底，浙江省已建成风电装机规模约 584 万 kW，其中海上风电 438 万 kW。2021 年 6 月，浙江省发改委、省能源局正式发布《浙江省可再生能源发展“十四五”规划》，规划指出“十四五”期间，浙江省将大力发展风电、光伏，实施“风光倍增计划”。到 2025 年底，可再生能源装机超过 5000 万 kW，装机占比达到 36%以上。到“十四五”末，力争我省风电装机达到 640 万 kW 以上，新增装机在 450 万 kW 以上，主要为海上风电。

中广核嵊泗 1#海上风电项目（以下简称“本项目”）场区位于浙江省舟山市嵊泗县滩浒岛南侧海域，场区中心点离岸距离约 28km，总装机容量 396MW。场区水深在 11～16m 之间，场址呈多边形，东西长约 5.8km~11.1km，南北宽约 3.9km。项目用海单元包括海上风电场风机、220kV 海上升压站、66kV 海底输电电缆及 220kV 送出电缆，**本项目海上定向钻段登陆后至陆上集控中心拟另行立项另行开展环评工作，**不在本报告评价范围内。本项目为《浙江省海上风电

发展规划》（2021-2035 年）中已核准的项目。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》及《浙江省建设项目环境保护管理办法》的有关规定，本项目建设需执行环境影响评价制度。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本风电场总装机规模为 396MW，属于“五十四、海洋工程-151 海洋能源开发利用类工程”中的“总装机容量 5 万千瓦及以上的海上风电工程及其输送设施及网络工程”，编制类别为报告书；本项目海底电缆总长度为 53.26km，属于 152 海底隧道、管道、电（光）缆工程中的挖沟埋设单条管道长度 20 公里及以上的海上和海底电（光）缆工程，编制类别为报告书；海上 220kV 升压站及 220kV 送出电缆属于“五十五、核与辐射-161 输变电工程”中的“其他（100 千伏以下除外）”，编制类别为环境影响报告表，风电场内 66kV 电缆属于豁免类别。

综合各单项编制类别，按照单项等级最高的确定，本项目应编制报告书。为此，建设单位中广核（嵊泗）新能源有限公司委托上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司承担了该项目的环境影响评价工作。我公司在现场踏勘、监测和资料收集等基础上，按环境影响评价技术导则的规范和环境影响报告书的编写要求，编制了该项目的环境影响报告书（送审稿）提交主管部门审查。

本《报告书》于 2025 年 4 月进行了技术评审，根据评审会专家组提出的意见（评审会专家组意见见附件 8），项目组进行了认真的修改和完善（修改说明见附件 9），形成了报批稿，由建设单位具函报请主管部门审批。

1.2 项目建设内容及特点

浙江省位于我国东部沿海经济发达地区，常规能源资源较为贫乏，对外依存度高，而风能资源则比较丰富，海上风能资源开发潜力比陆地更大。为加快开发浙江沿海风能资源，中广核（嵊泗）新能源有限公司拟在浙江省舟山市嵊泗海域建设中广核嵊泗 1#海上风电项目。本报告编制依据为中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司编制的《中广核嵊泗 1#海上风电项目可行性研究报告》（审定版，2025 年 3 月版）以及本项目立项文件（附件 1），根据该可研报告和立项文件，本报告评价的主体工程内容包括 29 台风力发电机组（24 台 14MW 及 5 台 12MW）、66kV 海缆 41.55km（6 回）、220KV 送出电缆 11.71km（2 回）

和 1 座 220kV 海上升压站；本项目海缆登陆后自登陆点至陆上集控中心单独立项和环评，不在本报告评价范围内。本报告评价的施工工程包括风电场海上施工区（2#施工区）、滩浒山岛上定向钻施工区（3#施工区），岱山海上风电专用基地（1#施工区）已单独进行环评（2013 年 3 月 13 日，原舟山市环境保护局以舟环建审 [2013]10 号文批复了该风电专用基地环评文件），不在本报告评价范围内。根据该可研报告，本报告评价时期为施工期和运营期，本项目服务期满后的具体拆除和处置方案另行编制设计报告，本项目服务期满后建设单位应另行委托编制服务期满后的环境影响评价文件。

本报告编制依托的各项专题报告（鸟类现状及影响、噪声及电磁环境）均已通过专家评审，各专题评审意见详见附件 4～附件 5。

本项目于 2023 年 6 月 6 日获得项目立项，项目代码 2306-330900-04-01-983287（项目基本信息表见附件 2、《关于同意嵊泗 1#海上风电项目建设内容调整的说明》见附件 3）。

1.3 评价工作过程

中广核（嵊泗）新能源有限公司委托上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司承担本项目的环境影响评价工作。评价单位接受委托后，在项目区域进行了多次现场调查，了解工程区域自然环境状况及环境功能区划，收集了与本项目相关的规划等文件，同时开展环境保护目标调查和环境现状调查。

本项目环评阶段，中广核（嵊泗）新能源有限公司采取了网站公示、现场张贴公告两种信息公开方式征求公众意见。

在上述工作的基础上，编制单位依据项目建设方案及相关专题报告，针对工程特点和工程区域环境概况，进行环境现状评价和影响预测，制定防治污染和减缓生态影响的措施，编制完成了《中广核嵊泗 1#海上风电项目环境影响报告书》。

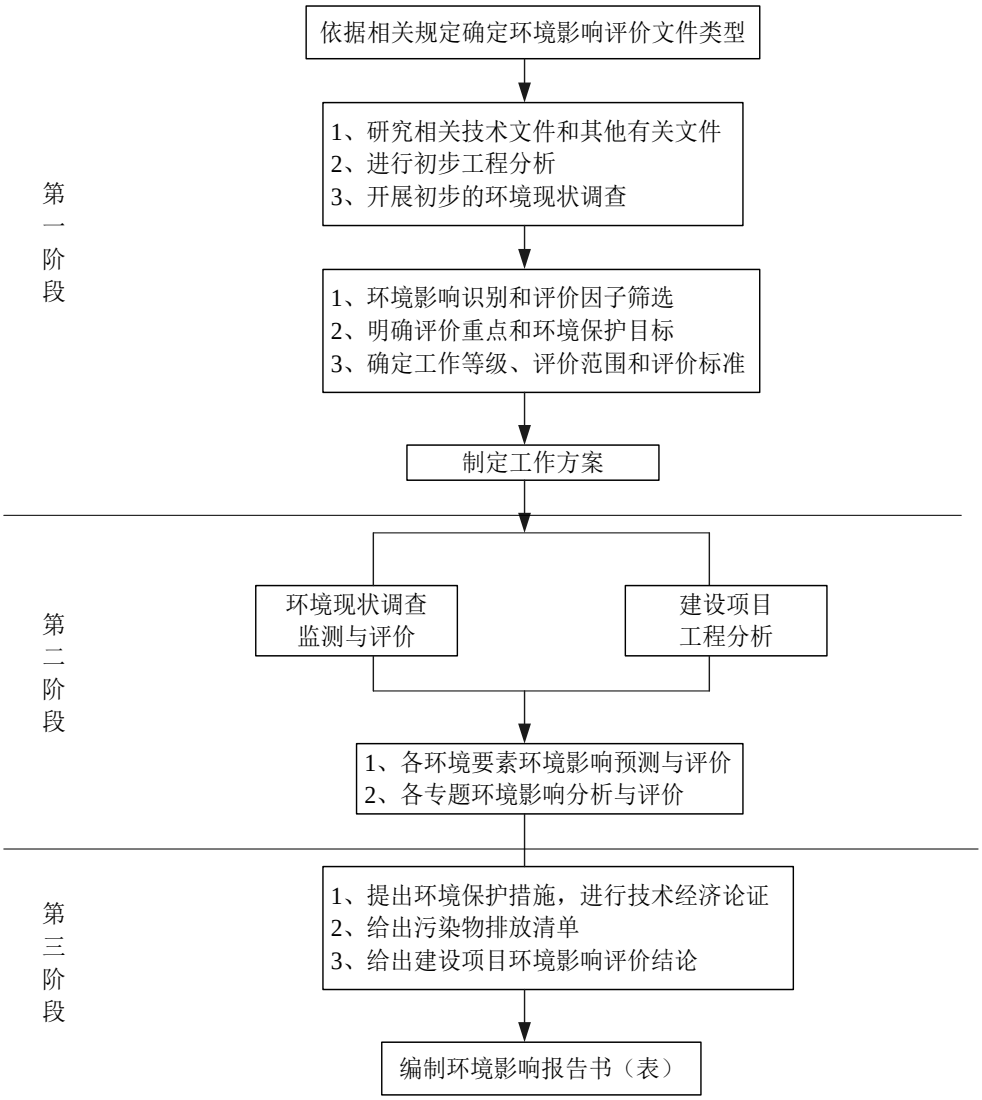


图 1.3-1 建设项目环境影响评价工作程序图

1.4 分析判定相关情况

根据国家发展改革委 2023 年发布的《产业结构调整指导目录(2024 年本)》，新能源项目“海上风电场建设与设备及海底电缆制造”属于第 1 项鼓励类项目。本项目符合《浙江省国土空间规划（2021-2035）》、《浙江省海岸带及海洋空间规划（2021-2035）》、《浙江省“三区三线”划定成果》、《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》、《舟山市国土空间总体规划（2021-2035）》、《嵊泗县国土空间总体规划（2021-2035）》、《嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案》等相关规划。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

根据拟建项目特点，本次评价关注的主要环境问题及环境影响为：

1、风机基础、升压站基础、电缆铺设施工对海洋水质、生态及渔业资源环境的影响；

2、水上噪声、水下噪声及电磁辐射对海洋动物的影响；

3、风机运行对区域鸟类迁徙、栖息及其生境的影响；

4、突发溢油风险事故对海洋环境和环境敏感目标的影响。

1.6 环境影响评价的主要结论

中广核嵊泗 1#海上风电项目选址符合《浙江省国土空间规划（2021-2035）》、《浙江省海岸带及海洋空间规划（2021-2035）》、《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》、《浙江省“三区三线”划定成果》、《浙江省海上风电发展规划（2021-2035）》、《舟山市国土空间总体规划（2021-2035）》、《嵊泗县国土空间总体规划（2021-2035）》、《嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案》，符合国家的产业政策。

本项目建设和运行带来的海洋生物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缓或避免。只要在工程的建设和运行过程中加强管理，确保实施报告书中提出的各项环保措施，从环境保护角度看，本项目建设是可行的。

2 总则

2.1 评价目的

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

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

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

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

2.2 编制依据

2.2.1 法律、法规与政策

1、《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起实施；

2、《中华人民共和国海洋环境保护法》，2024 年 1 月 1 日起施行；

3、《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；

4、《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日施行；

5、《中华人民共和国大气污染防治法》，2018 年 10 月 26 修订；

6、《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022 年 6 月 5 日施行；

7、《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；

8、《中华人民共和国可再生能源法》，2006 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 日起实施；

10、《中华人民共和国渔业法（修订）》，2013 年 12 月 28 日修订；

11、《中华人民共和国野生动物保护法》，2023 年 5 月 1 日起施行；

12、《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；

13、《中华人民共和国海岛保护法》，2010 年 3 月 1 日；

14、《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日起施行；

15、《中华人民共和国海上交通安全法》，2021 年 9 月 1 日；

16、《中华人民共和国海洋倾废管理条例》，2017 年 3 月 21 日修订；

17、《中华人民共和国电力法》（修订），2018 年 12 月 29 日起施行；

18、《电力设施保护条例》（修订版），2011 年 1 月 8 日起施行；

19、《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2017 年 3 月 1 日修订；

20、《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日修订；

21、《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》（交通运输部令[2017]年 15 号，2017 年 5 月 23 日）；

22、《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展和改革委员会令第 7 号，2023 年 12 月 1 日；

23、《海洋工程环境影响评价管理规定》，2017 年 4 月 27 日；

24、《海底电缆管道保护规定》，国家海洋局，2004 年 3 月 1 日；

25、《73/78 防污公约》附则I和附则V，2016 年修正案，2018 年 3 月 1 日实施；

26、《国家危险废物名录（2025 年版）》，中华人民共和国生态环境部 部令第 36 号，2025 年 1 月 1 日起施行；

27、关于发布《船舶水污染防治技术政策》的公告（环境保护部公告，2018 年第 8 号，2018 年 1 月 11 日）；

28、《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，原国家环保部，环发[2012]77 号，2012 年 7 月 3 日；

29、《突发环境事件应急管理办法》，环境保护部令第 34 号，2015 年 6 月 5 日；

30、《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》，交海发[2018]168 号；

31、《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》，2024 年 12 月 30 日；

32、《海上风电开发建设管理办法》，2016 年 12 月；

33、《浙江省海洋环境保护条例》，2017 年 9 月 30 日修订；

34、《浙江省建设项目环境保护管理办法》，2021 年 2 月 10 日起施行；

35、《浙江省渔业管理条例》，2020 年 9 月 24 日；

36、《浙江省水污染防治条例》，2020 年 11 月 27 日；

37、《浙江省大气污染防治条例》，2020 年 11 月 27 日；

38、《浙江省固体废物污染环境防治条例》，2022 年 9 月 29 日修订；

39、《浙江省海域使用管理条例》，2017 年 9 月 30 日修正；

40、《生态环境分区管控管理暂行规定》（环环评[2024]41 号），2024 年 7 月；

41、《省生态环境主管部门负责审批环境影响评价文件的建设项目清单（2024 年本）》，浙江省生态环境厅，浙环发[2024]67 号。

2.2.2 中国加入的有关国际公约

1、《防止废物和其它物质倾倒污染海洋公约》，1972 年；

2、《经 1978 年议定书修正的 1973 年国际防止船舶污染海洋公约(MARPOL 73/78)》，国际海事组织；

3、《生物多样性公约》，1992 年 6 月 5 日，签订于里约热内卢；

4、《关于特别是作为水禽栖息地的国际重要湿地公约》，1982 年 3 月 12 日议定书修订；

5、《国际重要湿地特别是水禽栖息地公约》，1971 年 2 月；

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

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

2.2.3 技术导则和技术规范

1、《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

2、《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）；

3、《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

4、《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

5、《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；

6、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

7、《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

8、《海上风电工程环境影响评价技术规范》，原国家海洋局，2014 年；

9、《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2020）；

10、《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；

11、《固体废物鉴别标准 通则》（GB34330-2017）；

12、《危险废物鉴别标准 通则》（GB5085.7-2019）；

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

14、《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，原国家海洋局，2002 年；

15、《海洋监测规范》(GB 17378.1~7-2007)；

16、《海洋调查规范》(GB/T 12763.1~11-2007)；

17、《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ710.4-2014）。

2.2.4 相关区域规划

1、《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》，浙江省人民政府，2023 年 12 月；

2、《浙江省海岸带及海洋空间规划（2021-2035）》（报批稿），浙江省自然资源厅，2023 年 12 月；

3、《浙江省“三区三线”划定成果》，2022 年 9 月 30 日；

4、《浙江省海上风电发展规划》（2021-2035 年），浙江省发展和改革委员会浙江省能源局，2023 年 10 月；

5、《浙江省近岸海域环境功能区划(修编)》，浙江省生态环境厅，2024 年 3 月；

6、《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标》，浙江省发改委，2021 年 1 月 30 日；

7、《浙江省海洋生态环境保护“十四五”规划（2020-2035）》，浙江省发展和改革委员会、浙江省生态环境厅，2021 年 5 月；

8、《浙江省能源发展“十四五”规划》（浙政办发[2022]29 号）；

9、《浙江省可再生能源发展“十四五”规划》，浙江省发展和改革委员会浙江省能源局，2021 年 5 月；

10、《宁波舟山港总体规划（2035 年）》，交通运输部、浙江省人民政府，2024 年 10 月 10 日；

11、《舟山市国土空间总体规划（2021-2035）》，舟山市人民政府，2024 年 3 月；

12、《嵊泗县国土空间总体规划（2021-2035）》，嵊泗县人民政府，2024 年 6 月；

13、《舟山市养殖水域滩涂规划（2023-2030）修编》，舟山市人民政府，2023 年 12 月；

14、《舟山市生态环境分区管控动态更新方案（发布稿）》，舟山市生态环境局，2024 年 7 月；

15、《嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案》，嵊泗县人民政府，2024 年 7 月。

2.2.5 项目文件及技术资料

1、《中广核嵊泗 1#海上风电项目可行性研究报告》（审定版），中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司，2025 年 3 月；

2、《中广核嵊泗 1＃海上风电项目海底电缆路由变更补充说明材料》，浙江静远海洋科技有限公司，2025 年 3 月；

3、《嵊泗 1#海上风电工程海域使用论证报告书》，舟山市自然资源测绘设计中心，2024 年 11 月；

4、《中广核嵊泗 1#海上风电项目水上水下噪声、电磁环境调查及影响专题报告》，杭州海蛞蝓生态科技有限公司，2025 年 4 月；

5、《嵊泗 1#海上风电项目观鸟专题报告》，腾驰信息科技（杭州）有限公司，2025 年 4 月；

6、建设单位提供的其他专题报告和环评技术资料。

2.3 评价标准

2.3.1 环境质量标准

2.3.1.1 海水水质

根据《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》，本项目 66kV 海缆、风电场区等均位于舟山近岸一类区（省级代码 ZJ02A I），详见图 2.3-1。根据本项目海域调查站位与浙江省近岸海域环境功能区划叠图，本项目海域环境现状调查站位位于舟山近岸一类区（省级代码 ZJ02A I）和嘉兴近岸一类区（省级代码 ZJ01A I），均执行第一类海水水质标准。评价标准见表 2.3-1。

表 2.3-1 海水水质标准(摘录)　　单位：mg/L

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	溶解氧＞	6	5	4	3
3	悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
4	化学需氧量≤	2	3	4	5
5	生化需氧量	1	3	4	5
6	活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
7	无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
8	石油类≤	0.05		0.30	0.50
9	铜≤	0.005	0.010	0.050	
10	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
11	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
12	镉≤	0.001	0.005	0.010	
13	铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
14	汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
15	砷≤	0.020	0.030	0.050	
16	硒≤	0.010	0.020		0.050
17	镍≤	0.005	0.010	0.020	0.050
18	挥发性酚	0.005		0.010	0.050

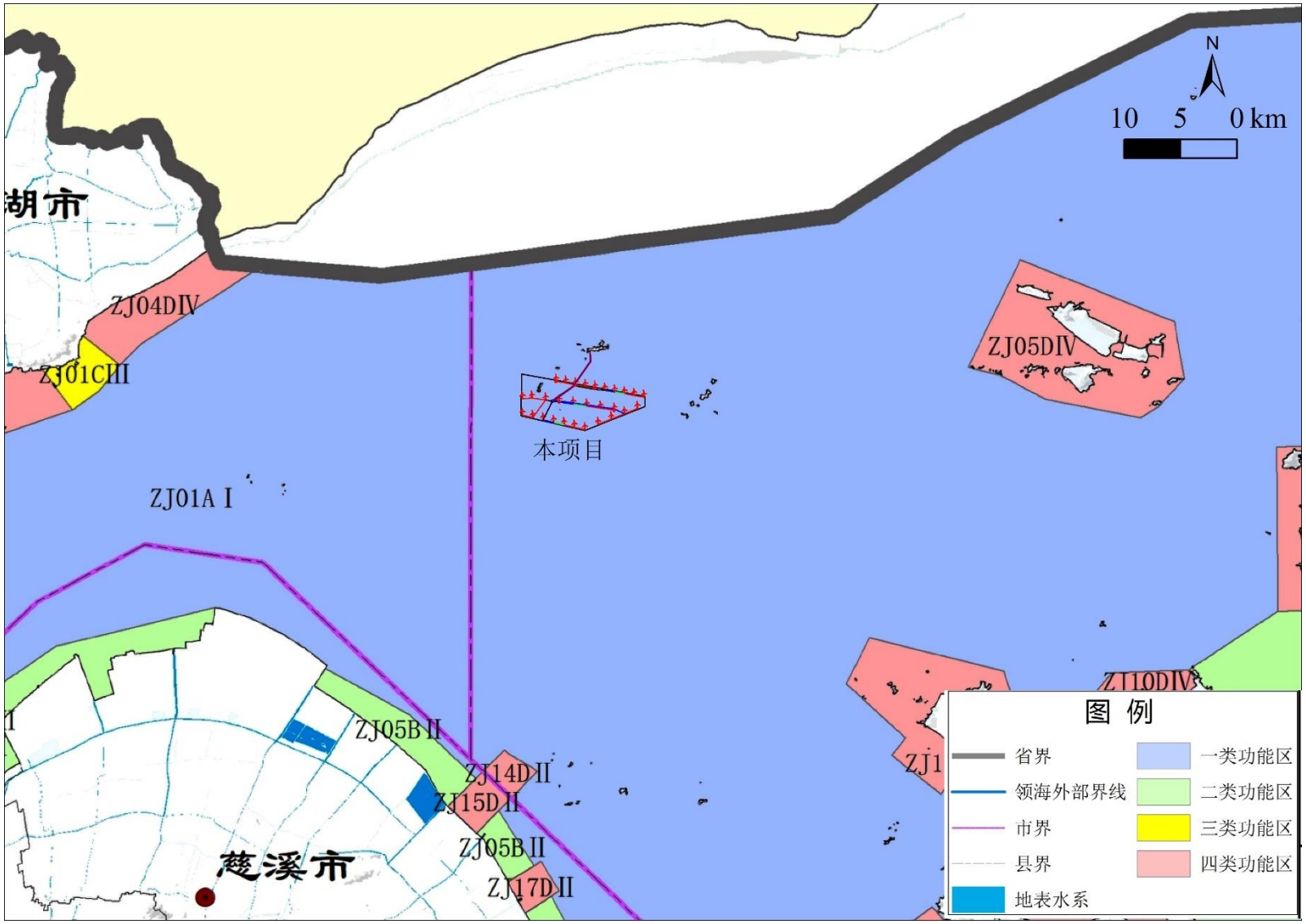


图 2.3-1 本项目与近岸海域环境功能区划叠置图

2.3.1.2 海洋沉积物评价标准

本项目沉积物调查站位位于近岸海域环境一类功能区。一类功能区海域功能适用于海洋渔业水域、海洋自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区，按照海域沉积物质量分类，属于《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中划分的第一类标准。

因此，本项目沉积物质量执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 第一类标准，参见表 2.3-2。

表 2.3-2 海洋沉积物质量标准

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

2.3.1.3 海洋生物体质量评价标准

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C，海洋鱼类、甲壳类生物体质量评价标准见表 2.3-3。海洋贝类生物体质量现状按《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的标准进行评价，本项目采集到海洋贝类的站位位于一类海域，海洋贝类生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准，具体评价标准见表 2.3-4。

表 2.3-3 海洋鱼类、甲壳类生物体内污染物评价标准 mg/kg

生物类别	总汞	铜	铅	镉	锌	砷	铬	石油烃
甲壳类	0.2	100	2	2	150	1.0	/	20
鱼类	0.3	20	2	0.6	40	1.0	/	20
软体动物（不含双壳类）	0.3	100	10	5.5	250	1.0	/	20

表 2.3-4 海洋贝类生物质量标准（鲜重） 单位：mg/kg

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

2.3.1.4 环境空气

根据舟山市环境空气功能区划图，本项目大气环境为二类功能区，因此，本项目环境空气质量评价标准执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（2018 年 9 月）中的二级标准，参见表 2.3-5。

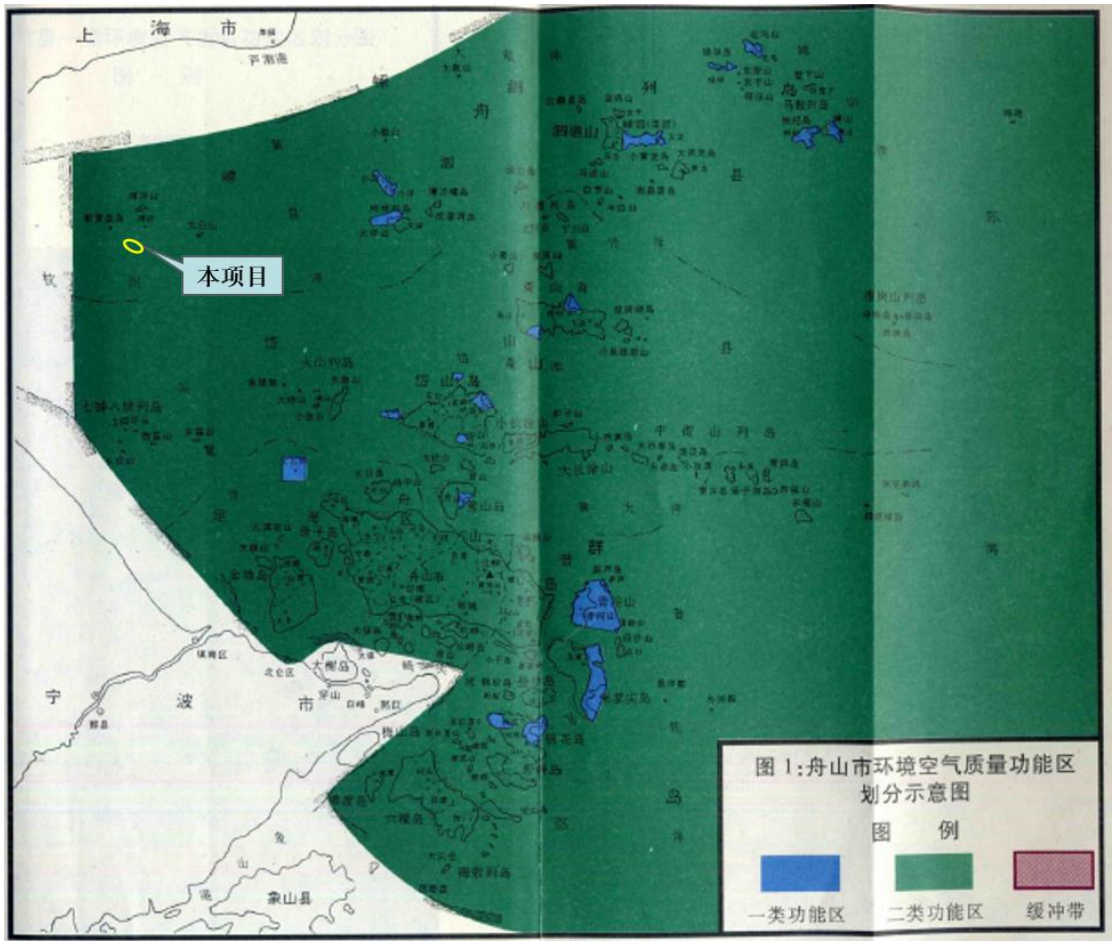


图 2.3-2 本项目与舟山市环境空气功能区划图位置关系

表 2.3-5 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其修改单（2018 年 9 月）

污染物名称	取值时间	二级标准浓度限值	浓度单位
SO_2	年平均	60	ug/m^3
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
NO_2	年平均	40	
	24 小时平均	80	
	1 小时平均	200	
$PM_{2.5}$	年平均	35	
	24 小时平均	75	
PM_{10}	年平均	70	
	24 小时平均	150	
TSP	年平均	200	
	24 小时平均	300	
O_3	日最大 8 小时平均	160	
	1 小时平均	200	
CO	24 小时平均	4	mg/m^3
	1 小时平均	10	

2.3.1.5 声环境

经查《嵊泗县声环境功能区划分方案（2025-2029 年）》，本项目所在海域未划定声环境功能区，工程附近的滩浒岛划定为 1 类声功能区，见图 2.3-3。结合《声环境功能区划分技术规范》，本项目风机场所在区域声环境质量标准参照 1 类标准执行，海上升压站站址处参照执行 3 类标准执行。

表 2.3-6 声环境质量标准一览表

标准号	类别	数值
GB3096-2008	1 类	Leq：昼间 55dB（A），夜间 45dB（A）
GB3096-2008	3 类	Leq：昼间 65dB（A），夜间 55dB（A）

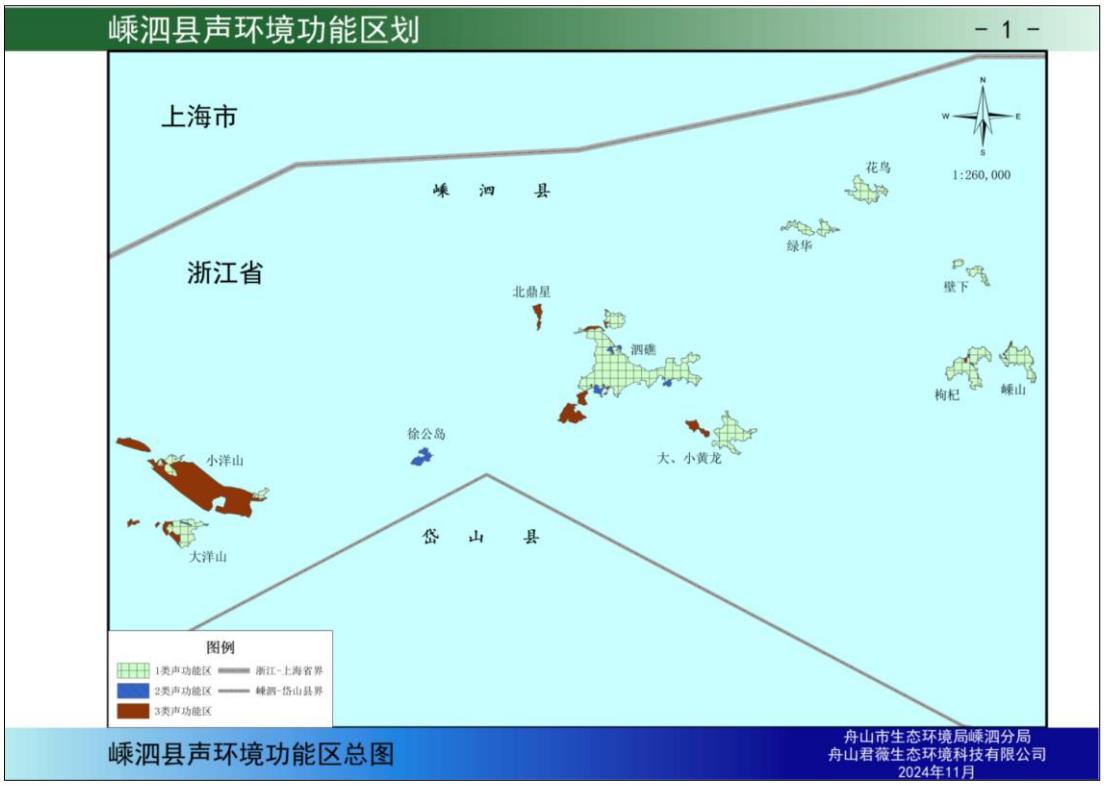




图 2.3-3 嵊泗县声环境功能区划图

2.3.1.6 电磁环境执行标准

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中关于工作曝露控制限值的有关要求，环境中电场、磁场、电磁场场量参数的方均根值应满足表 2.3-7 要求。

表 2.3-7 公众曝露控制限值

频率范围	电场强度 E (V/m)	磁场强度 H (A/m)	磁感应强度 (μT)	等效平面波功率密度 S_{eq}(W/m²)
1Hz～8Hz	8000	$32000/f^2$	$40000/f^2$	-
8Hz～25Hz	8000	$4000/f$	$5000/f$	-
0.025kHz～1.2kHz	**$200/f$**	**$4/f$**	**$5/f$**	-
1.2kHz～2.9kHz	$200/f$	3.3	4.1	-
2.9kHz～57kHz	70	$10/f$	$12/f$	-
57kHz～100kHz	$4000/f$	$10/f$	$12/f$	-
0.1MHz～3MHz	40	0.1	0.12	4
3MHz～30MHz	$67/f^{1/2}$	$0.17/f^{1/2}$	$0.21/f^{1/2}$	$12/f$
30MHz～3000MHz	12	0.032	0.04	0.4
3000MHz～15000MHz	$0.22f^{1/2}$	$0.00059f^{1/2}$	$0.0074f^{1/2}$	$f/7500$
15GHz～300GHz	27	0.073	0.092	2

注1：频率f的单位为所在行中第一栏的单位。
注2：0.1MHz～300GHz频率，场量参数是任意连续6分钟内的方均根值。
注3：100kHz以下频率，需同时限制电场强度和磁感应强度；100kHz以上频率，在远场区，可以只限制电场强度或磁场强度，或等效平面波功率密度，在近场区，需同时限制电场强度和磁场强度。注4：架空输电线路线下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路等场所，其频率50Hz的电场强度控制限值为10kV/m，且应给出警示和防护指示标志。

本项目频率为 50Hz，属于 100kHz 以下频率，需同时限制电场强度和磁感应强度，经计算后，以 4000V/m 作为工频电场强度公众曝露控制限值，以 100μT 作为工频磁感应强度公众曝露控制限值。

2.3.2 污染物排放标准

2.3.2.1 水污染物排放标准

（1）海上施工船舶含油污水根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求由具有资质的单位进行接收和处置，不排放；2#海上施工区施工船舶生活污水由有资质的公司进行统一收集和处置，不排放。3#施工区施工人员生活污水利用移动式化粪池接收后定期清运至陆上污水井进入市政污水管网。1#施工区岱山海上风电专用基地作为依托过程，已单独进行环评（2013 年 3 月 13 日，原舟山市环境保护局以舟环建审 [2013]10 号文批复了该风电专用基地环评文件），不在本报告评价范围内。定向钻施工场地机械、车辆清洗废水经沉淀处理后回用于场地洒水降尘，参照执行《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020)中的城市绿化和道路清扫标准。

（2）运行期海上巡检人员生活污水及巡检船舶油污水委托具有资质的单位进行接收和处置。

表 2.3-8 船舶污染物排放控制标准

污染物	排放海域	船舶类型		排放控制要求
船舶含油废水	沿海	400 总吨及以上船舶		石油类≤15mg/L(油污水处理装置出水口)或收集并排放接收设施
		400 总吨及以下船舶	非渔业船舶	石油类≤15mg/L(油污水处理装置出水口)或收集并排放接收设施
			渔业船舶	自 2018 年 7 月 1 日起至 2020 年 12 月 31 日止，石油类≤15mg/L(油污水处理装置出水口) 2021 年 1 月 1 日起，石油类≤15mg/L(油污水处理装置出水口)或收集并排放接收设施
船舶生活污水	距最近陆地 3 海里以内（含）的海域	（1）利用船载收集装置收集，排放接收设施；或（2）利用船载生活污水处理装置处理在航行中排放，分别执行相应的污染物排放限值：①在 2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，染污物排放标准 BOD_5≤50 mg/L、SS≤150mg/L、耐热大肠菌群数≤2500（个/L）。②在 2012 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，染污物排放标准 BOD_5≤25 mg/L、SS≤35mg/L、耐热大肠菌群数≤1000（个/L）、COD_{cr}≤125 mg/L、pH 值 6~8.5、总氯（总余氯）≤0.5 mg/L。	
	3<与最近陆地间距离≤12 海里的海域	（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放； （2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。		
	与最近陆地大于 12 海里的海域	船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。		
船舶垃圾	海域	应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔用和电子垃圾收集并排放接收设施。 食品废弃物：在距最近陆地 3 海里以内（含）海域，应收集并排入接收设施。 货物残留物：在距最近陆地 12 海里以内（含）海域，应收集并排入接收设施。 动物尸体：在距最近陆地 12 海里以内（含）海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。对于货舱、甲板和外表面清洗水，其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放，其他操作废弃物应收集并排入接收设施。 在任何海域，对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾的排放控制，应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求。		

表 2.3-9 城市污水再生利用城市杂用水水质　单位：pH 无量纲，其他均为 mg/L

项目	标准值
	城市绿化、道路清扫、建筑施工
pH	6.0-9.0
色/度≤	30
嗅	无不快感
浊度/NTU ≤	10
BOD_5（mg/L）≤	10
氨氮（mg/L）≤	8
LAS（mg/L）≤	0.5
溶解氧（mg/L）≥	2.0
总氯（mg/L）	1.0（出厂），0.2[b]（管网末端） （用于城市绿化时不应超过 2.5mg/L）
大肠埃希氏菌（MPN/100 或 CFU/100mL）	无

2.3.2.2 大气污染物排放标准

(1) 施工船舶

船舶大气污染物排放执行《船舶大气污染物排放控制区实施方案》中规定的硫氧化物、颗粒物、氮氧化物排放控制要求：2019 年 1 月 1 日起，海船进入排放控制区，燃油中含硫量不大于 0.5%。

2000 年 1 月 1 日及以后建造（以铺设龙骨日期为准，下同）或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求。2011 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。2015 年 3 月 1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。2022 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的、进入沿海控制区海南水域和内河控制区的中国籍国内航行船舶，所使用的单缸排量大于或等于 30 升的船用柴油发动机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求，详见下表。

表 2.3-10 氮氧化物排放限值

阶段	对应的 NOx 极限值（g/kWh）（按 NO_2 总加权排放量计算）		
	n＜130 rpm	130 rpm≤n＜2000 rpm	n≥2000 rpm
第一阶段	17.0	$45\cdot n^{(-0.2)}$	9.8
第二阶段	14.4	$44\cdot n^{(-0.23)}$	7.7
第三阶段	3.4	9	2.0

(2) 施工机械

施工机械废气执行《＜非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法(中国第三、四阶段）＞（GB 20891-2014）修改单》中第三阶段排放限值要求和《非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法 GB 36886-2018》中 II 类限制要求。

表 2.3-11 施工机械柴油机排气污染物排放限值

阶段	额定净功(P_{max})(kW)	CO (g/kW·h)	HC (g/kW·h)	NOx (g/kW·h)	HC+NO_X (g/kW·h)	PM (g/kW·h)	NH_3 (ppni)	PN (#/kW·h)	来源
第三阶段	P_{max}>560	3 5	-	-	6 4	0.20	-	-	道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）（中国第 三、四阶段）（GB20891-2014）修改单
	130≤P_{max}≤560	3 5	-	-	4 0	0 20	-	-	
	75≤P_{max}≤130	5.0	-	-	4.0	0.30	-	-	
	37≤P_{max}≤75	5.0	-	-	4.7	0.40	-	-	
	P_{max}＜37	5.5	-	-	7.5	0.60	-	-	

表 2.3-12 施工机械柴油机排气烟度限值

类别	额定净功率(Pg) /kW	光吸收系数/m^{-1}	林格曼黑度级数	来源
II 类	P_{max}＜19	2.00	1	非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法（GB36886-2018）
	19≤P_{max}≤37	1.00		
	37≤P_{max}≤560	0 80		

2.3.2.3 噪声排放标准

施工噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），详见表 2.3-13；营运期海上升压站周边无声环境敏感点，为空旷海域，参考工业企业噪声判定，海上升压站参考执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准，详见表 2.3-14。

表 2.3-13 建筑施工场界环境噪声排放标准

位置	噪 声 限 值 (dB(A))	
	昼间	夜间*
施工场界	70	55

表 2.3-14 工业企业厂界噪声标准

类别	噪 声 限 值 (dB(A))	
	昼间	夜间
3 类	65	55

注：*夜间偶发噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB(A)。

2.3.2.4 固体废物控制标准

本项目施工期和营运期产生的固体废物的处理、处置均应满足《中华人民共和国固体废弃物防治法》及修改单中的有关规定要求。

一般工业固体废弃物应执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)中的要求。

日常维护涉及的残废油（5.06t/a）、含油棉纱（29kg/a）、废手套（40kg/a）、废蓄电池（15t/10a）等危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）。危险废物转运执行《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）中相关要求。

2.4 评价工作等级

1、海洋生态环境评价等级

（1）根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 1 和附录 B，本项目风电场影响类型为用海面积-其他用海，海底电缆影响类型为挖沟埋设管缆总长度。本项目风电场用海面积约 1.17km^2，海底电缆总长度 53.26km，项目不涉及国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产和生态保护红线等重要敏感区，因此，海洋生态环境评价等级为 2 级。

表 2.4-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

评价等级 / 影响类型		1	2	3
挖沟埋设管缆总长度 L（km）[c]		L≥100	60≤L＜100	**L＜60**
用海面积 S（hm^2）	围海	S≥100	S＜100	/
	填海	S≥50	S＜50	/
	其他用海 [e]	S≥200	**100≤S＜200**	S＜100
c：挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计 e:其他用海项目主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目；不偷家饵料的海水养殖项目，评价等级为 3 级。				

（2）根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》中评价等级判定标准，本风电场装机规模 396MW，海底电缆总长约为 53.26km，用海面积超过 50hm^2，本项目位于海岛及其周围海域属于海洋生态环境敏感区，因此确定水文动力环境、水质环境、生态环境、沉积物环境、地形地貌与冲淤环境的评价等级均为1级。

表 2.4-2 评价等级一览表

工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	海洋环境影响评价内容				
			水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态环境	海洋地形地貌与冲淤环境
海上风电机组工程	装基容量≥300MW	海洋生态环境敏感区	1	1	1	1	1
海底电缆工程	20km≤长度＜100km	海洋生态环境敏感区	2	1	2	1	
综合评价等级			1	1	1	1	1

（3）根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018），本项目综合考虑水污染影响型、水文要素影响型进行等级判定。从水污染影响型角度分析，本项目生产废水、生活污水均收集处置不直接排放，属于间接排放；对照该导则表 1 等级判定，地表水污染影响评价等级为三级 B。从水文要素影响型角度分析，对照该导则表 2 等级判定，本项目垂直投影面积及外扩范围（约0.0029km^2）A_1<0.15km^2，工程扰动水底面积（海缆和定位加施工扰动面积约0.159km^2）A_2＜0.5km^2，但本项目位于近海海域一类区，地表水水文影响评价等级为一级。

综上，按照就高不就低的原则，本项目海洋生态环境评价等级均为 1 级。

2、电磁环境评价等级

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014 年），本项目海上升压站为 220kV 户内式，电磁环境评价等级为三级；送出海缆为 220kV 海底电缆，电磁环境评价等级为三级；根据《电磁环境控制限制》（GB8702-2014），100kV 以下的交流输变电设施产生的电场、磁场、电磁场的设施属于免于管理范围，场区内 66kV 海缆属于豁免管理。

综合分析，电磁环境评价等级为三级。

3、环境风险评价等级

本项目主要由风电场工程及海底电缆工程等组成，项目无直接生产、加工、

运输、使用或贮存有毒物质、易燃物质、爆炸性物质，主要面临的环境风险为施工期船舶溢油风险及营运期海上升压站主变和风机泄漏油事故。

本项目风电场工程施工期最大船型为 10000 吨级驳船。参照《水上溢油环境风险评估技术导则》中附录 C 表计算驳船燃油舱单舱燃油量，10000 吨级驳船燃油舱单舱燃油量约 99m^3。燃油比重为0.82~0.845kg/L（本次取0.835kg/L），据此计算，10000 吨级驳船单舱燃油量为 82.6t，共 4 个燃油舱。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），船舶燃油最大在线量为 330.4t。

营运期海上升压站每台主变本体油量约 60t，共两台主变，总油量约 120t；柴油发电机一台，其本体不带油，仅设置储油罐，容量约为 15m^3。单台风机塔筒内 66kV 变压器为干变没有油；同时风机机舱和轮毂中还存在较多润滑油，油品主要为油脂、液压油等，约 0.004m^3，29 台风机总油量 0.116m^3；油类密度在 0.8~0.95g/m^3 之间，因此，海上主变总油量和风机总油量约 120t。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），油类物质临界量为 100t。经计算，本项目施工期含油量与临界量比值 Q=3.304 > 1，营运期含油量 与临界量比值 Q=1.20 > 1。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的规定，分析项目所属行业及生产工艺特点，对每套生产工艺分别评分并求和。将M划分为（1）M＞20；（2）10＜Q≤20；（3）5＜M≤10；（4）M=5，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。根据导则附录 C 中表 C.1，本项目属于“其他”行业，项目涉及危险物质使用贮存，可计算得出 M 的分值为 5，即确定为 M4 范畴。因此施工期及营运期危险物质及工艺系统危险性等级判断均为 P4。本项目所在海域为一类海域，属于环境高度敏感区，环境潜势风险为III，故确定本项目施工期及营运期环境风险评价等级均为二级。

综上，最终确定本项目环境风险评价等级为二级。

表 2.4-3 危险物质及工艺系统危险性等级判断

危险物质数量与临界量比值(Q)	行业及生产工艺(M)			
	M1 (M＞20)	M2 (10＜M≤20)	M3 (5＜M≤10)	M4 (M=5)
Q≥100	P1	P1	P2	P3
10≤Q＜100	P1	P2	P3	P4
1≤Q＜10	P2	P3	P4	**P4**

表 2.4-4 环境风险潜势划分

环境敏感程度(E)	危险物质及工艺系统危险性(P)			
	极高危害(P1)	高度危害(P2)	中度危害(P3)	轻度危害(P4)
环境高度敏感(E1)	IV^+	IV	III	III
环境中度敏感(E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感(E3)	III	III	II	I

表 2.4-5 评价工作等级划分

环境风险潜势	$IV、IV^+$	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析[a]
[a]是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明，见附录 A				

4、声环境影响评价等级

参考《环境影响评价技术导则声环境》中的 5.1.3“建设项目所处的声环境功能区为 GB3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量在 3dB（A）～5dB（A）（含 5dB（A）），或受影响人口数量增加较多时，按二级评价”，本项目风电场所在区域为 1 类声环境功能区，工程实施后受影响人口数量变化不大，因此本次噪声评价等级应达到二级。根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014 年），海上风电项目水下声环境影响评价工作不划定具体评价等级，但本报告针对对水下声环境影响进行重点预测评价。

5、环境空气评价等级

本项目施工期的施工扬尘影响很小、施工船舶机械废气以及运行维护船舶废气均能达标排放。本次环评对环境空气影响评价以分析说明为主，不进行工作等级判定。

6、陆域生态评价等级

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目滩浒山岛定向钻施工新增临时占地 1600m^2，定向钻施工占地范围不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境，不涉及自然公园、生态保护红线，但定向钻施工占地范围直接占用公益林。本项目涉及公益林为三级公益林，施工平台占用的公益林在施工结束后采用原地绿化复种的保护措施。项目电缆运营期对地下水及土壤无影响，综上，项目陆域生态评价等级为三级。

7、其他环境影响评价等级

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014 年），海上风电项目鸟类生态和水下声环境影响评价工作不划定具体评价等级。

2.5 评价范围

1、海洋生态环境

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15～30km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。根据数模预测，本项目悬浮泥沙增量、水动力冲淤影响最大扩散距离不超过 8km。

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014 年），1 级评价以海上风电项目所有工程外缘线为起点向外扩展一般应不小于 15km。

结合项目所处海域潮流特征及周边环境特征，最终，本项目海洋环境影响评价范围为工程外缘线向外扩展 20km 的范围。

评价范围见图 2.5-1。

表 2.5-1 工程海域评价范围角点坐标

评价对象	角点	坐标	
		东经 E	北纬 N
海域	A	121.553979	30.817420
	B	121.938543	30.711216
	C	121.779326	30.287530
	D	121.267090	30.458736
	E	121.378326	30.738295

2、电磁环境

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014 年），220kV 海上升压站评价范围为站界外 40m，220kV 电缆评价范围为电缆两侧边缘各外延 40m（水平）。

3、声环境

施工期海上声环境评价范围为海上施工场界外 1000m 范围内，陆域声环境评价范围为陆域施工场界外 450m 范围内。根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014 年），水下声环境影响评价范围与海洋生态评价范围一致。营运

期海上升压站声环境影响评价范围为升压站周外延 200m。

4、大气环境

不划定具体的评价范围。

5、陆域生态

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），陆域生态评价范围为滩浒山岛定向钻施工平台外扩 300m 的范围，包括定向钻施工所有临时占地范围，详见图 2.5-3。

6、环境风险

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），海域生态环境风险的评价范围一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围，一、二级评价项目的评价范围分别根据危险物质 72h、48h 扩散范围确定。本项目生态环境影响评价范围为 20km，本项目海洋生态环境风险评价等级为二级，48h 油膜扩散范围为沿潮流主流方向外扩 55km、垂直于潮流方向外扩 55km、向西外扩至杭州湾，因此，本项目海洋生态环境风险评价范围为沿潮流主流方向外扩 55km、垂直于潮流方向外扩 55km、向西外扩至杭州湾的区域，详见图 2.5-2。



图 2.5-1 海洋生态环境评价范围示意图



图 2.5-2 环境风险影响评价范围示意图



图 2.5-3 陆域生态影响评价范围示意图

2.6 评价重点和评价时段

根据工程特点和周围环境状况，确定本次评价的重点为：

工程建设与国土空间规划和其他相关规划的符合性；风机基础、电缆铺设施工对海水水质、生态及渔业资源的影响；风机运行对区域鸟类迁徙、栖息及其生境的影响；风机基础、电缆铺设施工和风机运行水下噪声和电磁对海洋生物的影响；工程运行电磁辐射、噪声对周边环境的影响；对周围海域开发利用活动的影响；溢油环境事故风险分析评价；环境保护对策措施。

本报告评价时段为施工期和营运期。

2.7 主要环境保护目标

1、环境保护目标

工程海域的水质、沉积物及生态环境不因本项目建设而影响其环境功能，工程周边的环境敏感区不因本项目建设而低于其环境质量要求。

表 2.7-1 工程环境保护目标一览表

项目	敏感/保护对象	影响要素	与工程位置关系	敏感对象/敏感区概况	环境保护管理要求
环境保护目标	海水水质	水质	工程区周边海域	主要超标水质因子是无机氮、活性磷酸盐和 COD	项目实施后保持原水质第一类水质标准要求，不因本项目建设发生恶化。
	海洋沉积物	沉积物	工程区周边海域	各项指标均符合一类沉积物质量标准	项目实施后工程海域沉积物保持现有第一类标准要求，不因本项目建设发生恶化。
	海洋生物及渔业资源	生态	工程区周边海域	包括浮游动物、浮游植物、底栖生物、潮间带生物、游泳动物等质量	工程区域海洋生态（包括渔业资源）、水生生物群落结构不因本项目建设而发生明显改变。
	公益林	陆域生态	滩浒岛陆域施工场地所在地	植被、动物、土壤环境	工程区域土壤环境、动植物数量及生物群路不因本项目的建设而发生明显改变。

2、环境敏感目标

陆域：滩浒山岛定向钻施工平台陆域生态评价范围内的敏感目标为公益林（占用 1600m^2），声环境评价范围内无居民区等声环境敏感目标。

海域：根据《浙江省三区三线划定成果》，项目海洋生态环境评价范围内的敏感目标主要包括浙江嘉兴平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线（平湖市王

盘山省级海洋自然公园）、金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线、灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线等。

经现场踏勘和收集相关资料，工程风电场区附近有零星传统张网作业，主要为鳗鱼捕捞；因工程风电场区周边已有众多航道，风电场区内没有渔船习惯性航路。工程周边无养殖区。另工程评价范围内主要有经济鱼类凤鲚、海蜇、宽体舌鳎及石首科鱼类鮸的 “三场一通道”。另本报告也叠置了其他石首科鱼类（大黄鱼、小黄鱼、白姑鱼）的“三场一通道”，距离本项目均在 24km 以上，不在评价范围内，不属于本项目保护目标。工程评价范围内的海岛主要有嵊泗滩浒山岛群。

项目海域环境敏感点和保护目标见表 2.7-2 以及图 2.7-1~**错误!未找到引用源。**。

环境风险敏感目标主要包括东海带鱼种质资源保护区、钱塘江河口生态保护红线、杭州湾河口慈溪片生态保护红线、杭州湾河口余姚片生态保护红线、杭州湾南岸滨海湿地生态保护红线、浙江杭州湾国家湿地公园生态保护红线、灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线、浙江舟山五峙岛鸟类省级自然保护区生态保护红线、岱山县岱山风景名胜区生态保护红线、大戢洋产卵场保护区生态保护红线、海盐秦山滨海湿地生态保护红线、九龙山国家森林公园生态保护红线、平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线、九龙山重要滨海旅游区、王盘山重要渔业海域、双合山旅游休闲娱乐区、衢山旅游休闲娱乐区、徐公岛旅游休闲娱乐区、金山三岛海洋生态自然保护区、金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线、杭州湾湿地海洋保护区、五峙山列岛海洋保护区、杭州湾河口海岸镇海段湿地。本项目环境风险敏感保护目标见表 2.7-3 及图 2.7-5。

表 2.7-2 本项目海域环境敏感目标一览表

类型		名称	与工程位置关系	敏感对象/敏感区概况	保护要求/类别
重要敏感区	生态保护红线	浙江嘉兴平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线	风电场西南侧约 18.6km 送出海缆西南侧约 21.5km	珍稀濒危物种分布区	水质、生态、渔业资源
		灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线	风电场区东南侧 19.7km 送出海缆东南侧约 23.1km	重要渔业资源产卵场	
		金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线	风场区西北侧约 15.9km 送出海缆西北侧约 19.5km	海岛生态系统	
	自然保护区	金山三岛海洋生态自然保护区	风场区西北侧约 15.9km 送出海缆西北侧约 19.5km	海岛生态系统及常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林	水质、生态、渔业资源
	海洋公园	平湖市王盘山省级海洋自然公园	风电场西南侧约 18.6km 送出海缆西北侧约 21.5km	海岛原生态，重要渔业资源	水质、生态、渔业资源
一般敏感区	三场一通道	产卵场	风场区和送出海缆位于鮸产卵场边缘，海蜇、宽体舌鳎和凤鲚产卵场内。距离白姑鱼、大黄鱼、小黄鱼等产卵场约24km以上。	重要水生经济物种资源	水质、生态、渔业资源
		索饵场	风场区和送出海缆位于凤鲚、鮸索饵场内。	重要水生经济物种资源	
		越冬场	/	重要水生经济物种资源	
		洄游通道	上述经济物种回游通道	重要水生经济物种资源	
	无居民岛	嵊泗滩浒山岛群	野黄盘岛、南野黄盘岛位于风电场区西北角，南野黄盘岛距离风机最近距离位于0.79km（12号风机），野黄盘岛距离风机最近距离位于1.02km（12号风机）； 滩浒鸡娘东北岛、滩浒鸡娘礁位于风场区内，滩浒鸡娘东北岛、滩浒鸡娘礁分别距离风机最近距离为0.64、0.61km（14号风机） 贴饼山北岛、贴饼小礁、贴饼山屿、贴饼山东南岛等位于风电场北	位于杭州湾口外北部，毗邻王盘洋，海岛主要沿滩浒山岛、大白山岛周边展布。大白山岛、大白山南岛、小白山岛、滩浒鸡娘东北岛等34个岛屿组成。	水质生态、水动力冲淤

类型		名称	与工程位置关系	敏感对象/敏感区概况	保护要求/类别
			侧，与风机最近距离约0.99km； 黑山屿等位于风场区北侧2.2km以上，对口山屿、大白岛等位于风场区东侧3.2km以上。 黑山屿距离220KV海缆约0.4km		
	渔业	传统张网作业（鳗鱼捕捞）	风电场区附近海域	渔业资源	水质、生态



图 2.7-1 本项目主要生态敏感目标分布图

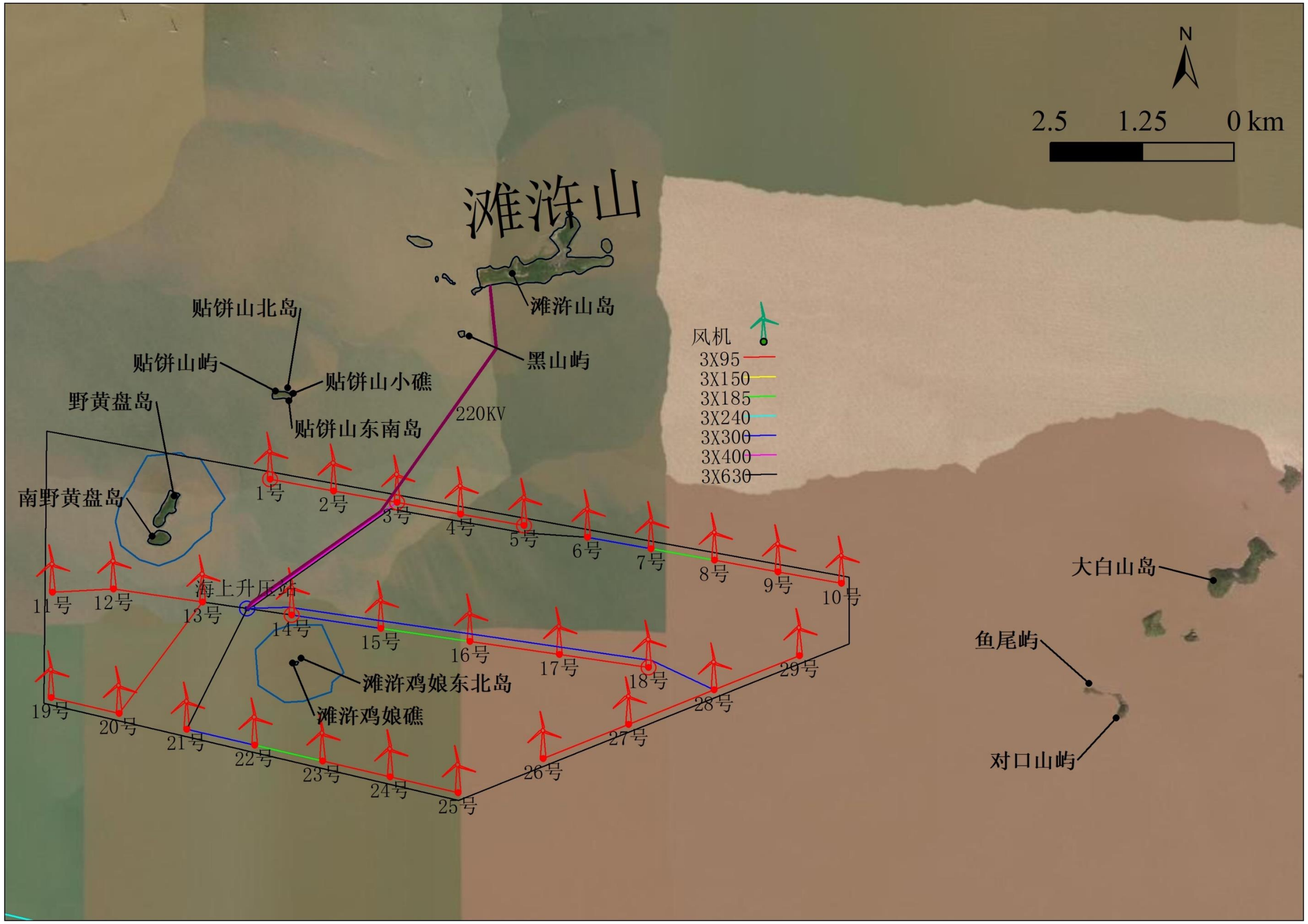
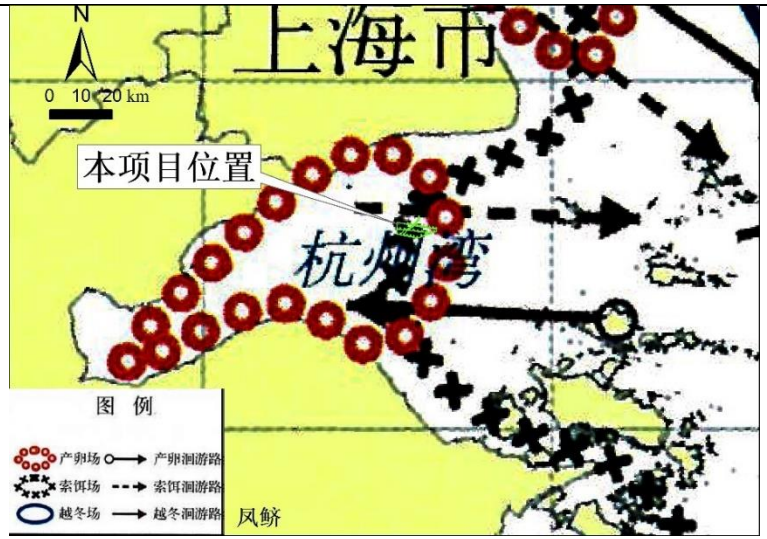
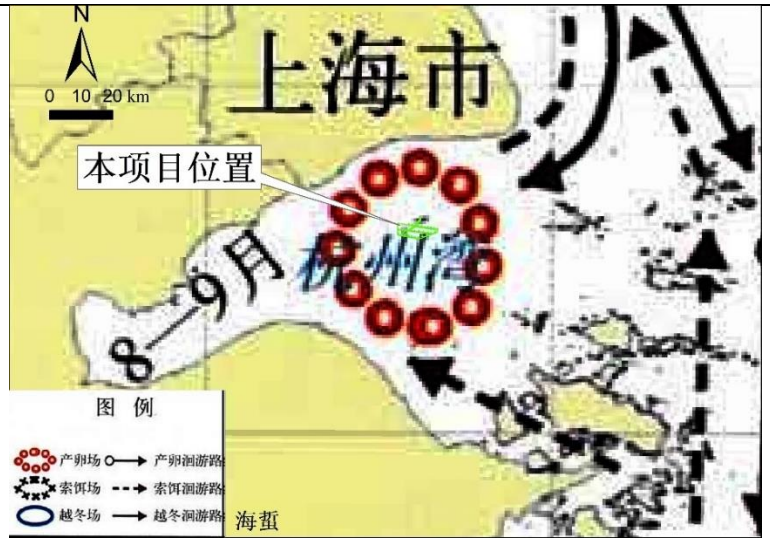


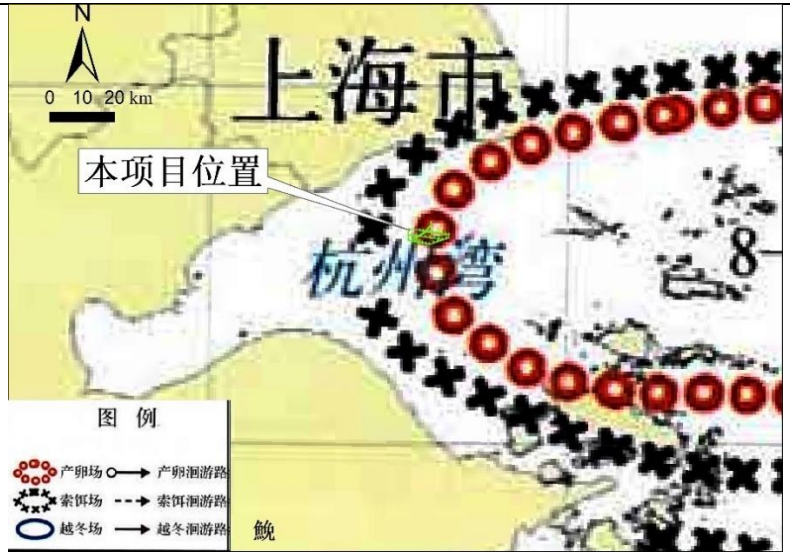
图 2.7-2 风电场区附近无居民海岛分布图



凤鲚“三场一通道”



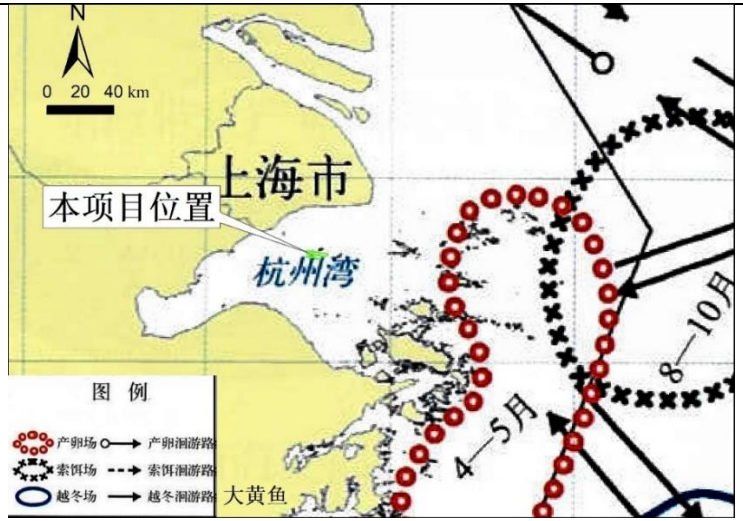
海蜇“三场一通道”



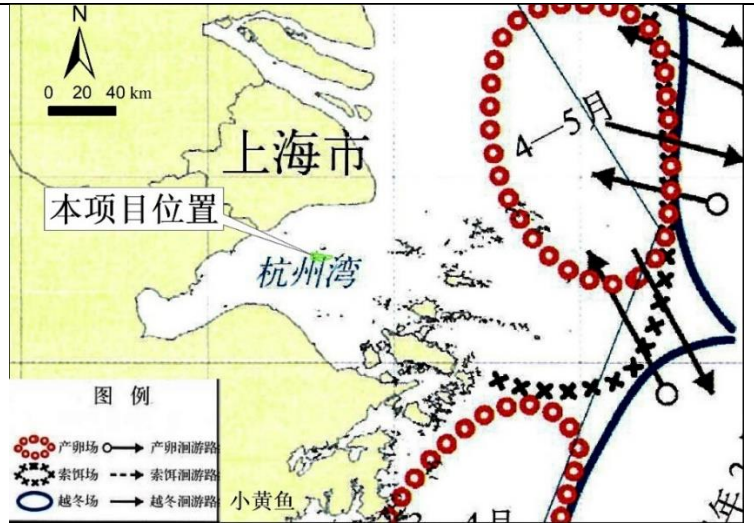
鮸“三场一通道”



宽体舌鳎“三场一通道”



大黄鱼“三场一通道”



小黄鱼“三场一通道”



白姑鱼“三场一通道”

图 2.7-3 项目周边重要水生经济作物“三场一通道”分布图

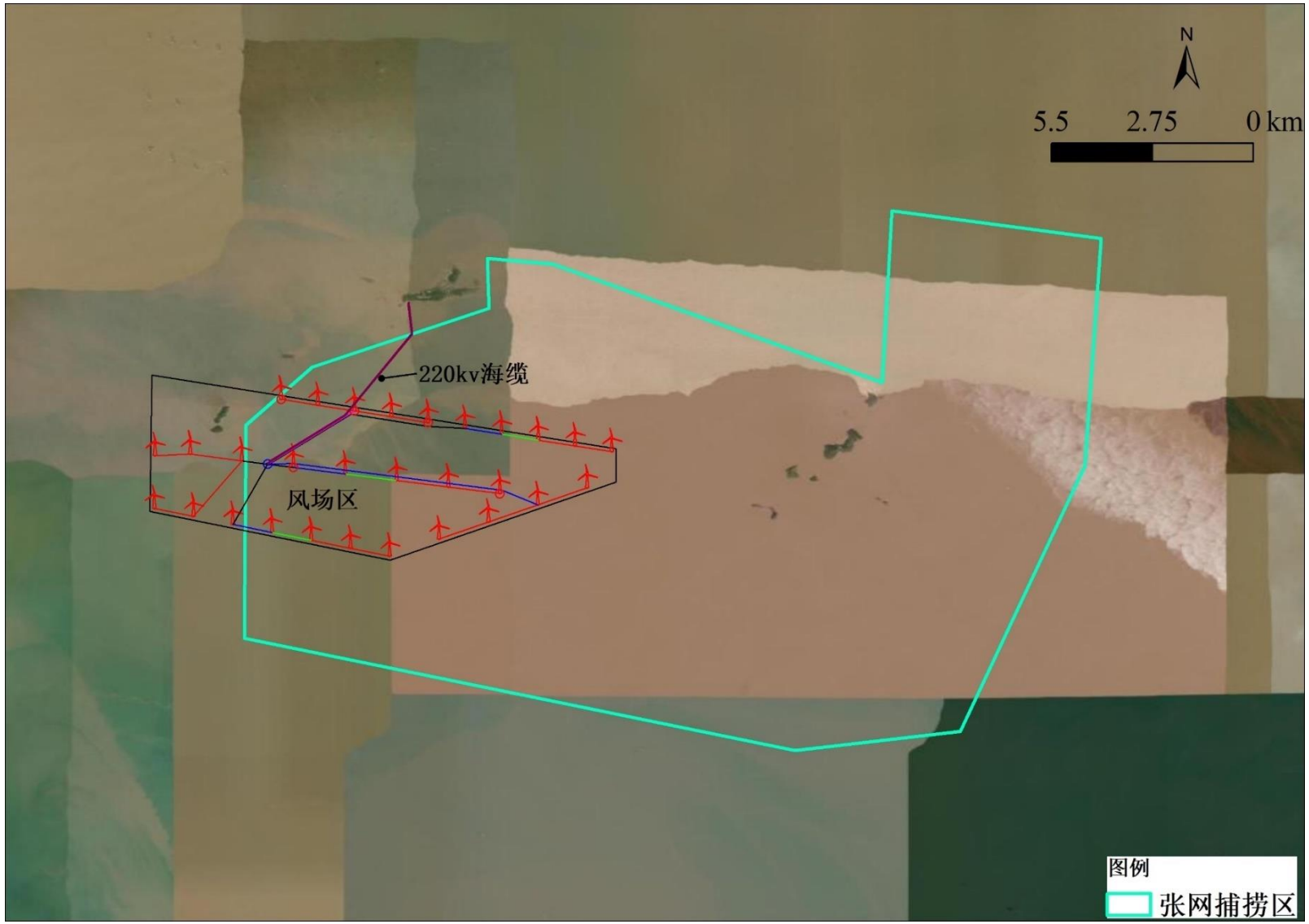


图 2.7-4 本项目与张网捕捞区位置关系图

表 2.7-3 环境风险敏感目标一览表

敏感目标类型	序号	生态敏感目标名称	与本工程位置关系	
			相对位置	最近距离（km）
生态保护红线	1	钱塘江河口生态保护红线	西侧	38.4
	2	杭州湾河口慈溪片生态保护红线、杭州湾河口余姚片生态保护红线	西南侧	52.6
	3	杭州湾南岸滨海湿地生态保护红线	西南侧	25.5
	4	浙江杭州湾国家湿地公园生态保护红线	西南侧	52.4
	5	灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线	南侧	19.7
	6	浙江舟山五峙岛鸟类省级自然保护区生态保护红线	东南侧	42.7
	7	岱山县岱山风景名胜区生态保护红线	东南侧	59.2
	8	大戢洋产卵场保护区生态保护红线	东北侧	38.5
	9	海盐秦山滨海湿地生态保护红线	西侧	60.8
	10	九龙山国家森林公园生态保护红线	西北侧	39.5
	11	平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线	西侧	18.6
海洋功能区划	1	九龙山重要滨海旅游区	西北侧	38.4
	2	王盘山重要渔业海域	西侧	22.2
	3	双合山旅游休闲娱乐区	东南侧	45.3
	4	衢山旅游休闲娱乐区	东侧	68.5
	5	徐公岛旅游休闲娱乐区	东侧	57.5
	6	金山三岛海洋生态自然保护区、金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线	西北侧	15.9
	7	杭州湾湿地海洋保护区	西偏南	52.4
	8	五峙山列岛海洋保护区	东南侧	42.7
其他	1	杭州湾河口海岸镇海段湿地	西南侧	53.1
	2	东海带鱼国家级种质资源保护区实验区	东南	52.7

注：图 2.7-5 中红色数字图标代表生态保护红线，蓝色数字图标代表海洋功能区划线。

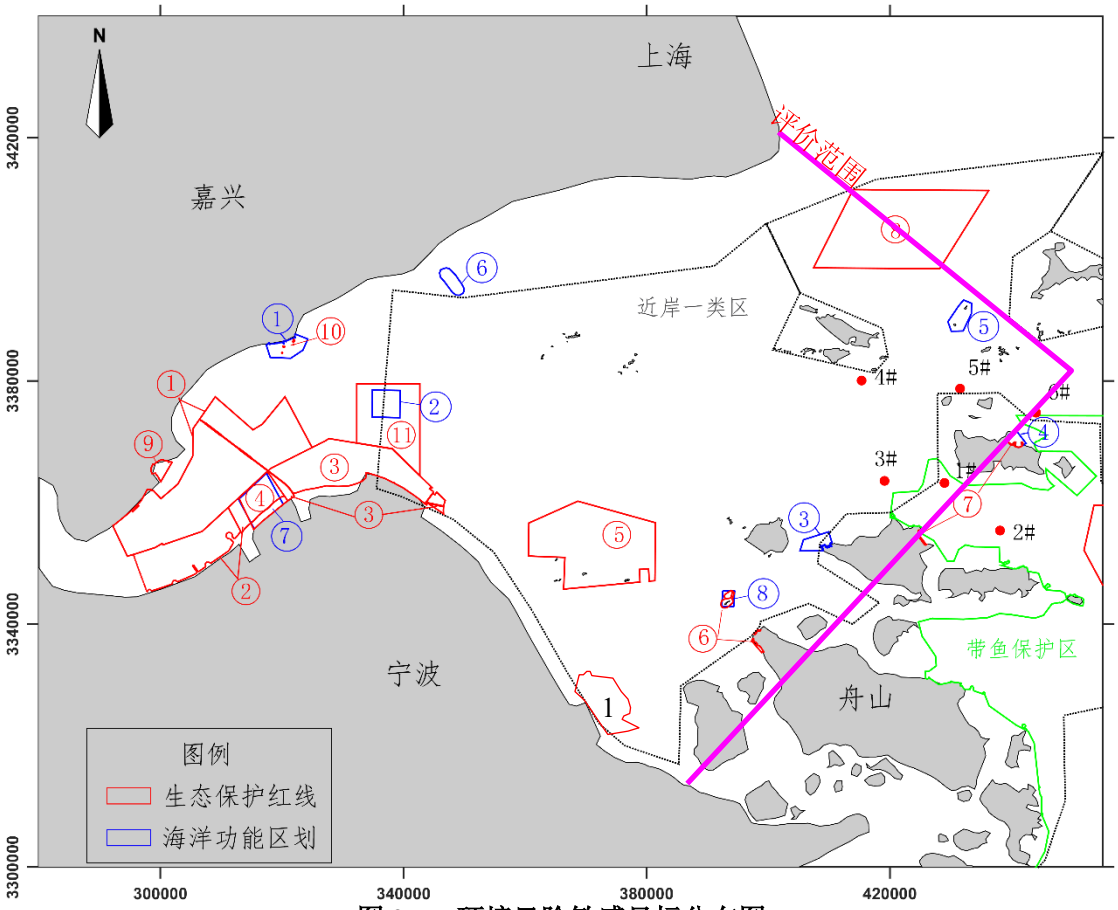


图 2.7-5 环境风险敏感目标分布图

2.8 相关规划及功能区划符合性分析

2.8.1 行业发展规划符合性分析

2.8.1.1 海上风电场相关规划

浙江省近年来风电事业发展势头良好，高度重视包括风电、太阳能在内的可再生能源发展，出台了一系列加强可再生能源发展的政策措施，主要包括《浙江省可再生资源开发利用促进条例》和《浙江省可再生能源发展专项资金管理暂行办法》等，在政策和资金等方面给予可再生能源支持。

2024 年 12 月 30 日，国家海洋局发布《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》；意见指出：（一）严格用海选址要求。海上风电项目用海必须符合国土空间总体规划和海岸带专项规划，海上风电场应在可再生能源用海区或兼容风电用海的功能区选址，不得在其他功能区选址；在兼容海上风电的功能区选址时，应当严格科学论证与相关国土空间规划的符合性，不得影响国防安全和海上交通安全，不得损害所在功能区的主要功能；严格限制在渤海中部等开发强度高、船舶交通流密集的海域规划建设，不得在生态保护

红线、自然保护地、重要航路、锚地、重要渔业水域以及海湾、重要河口、重要滨海湿地、重要鸟类迁徙通道和栖息地等重要、敏感和脆弱生态区域布局；避免对海底通信光缆相关设施造成干扰。鼓励海上风电集中集约布局、集群式开发，避免大面积零散分布，保障海上风电基地建设。

（二）推进深水远岸布局。属于新增海上风电项目的，应在离岸 30 千米以外或水深大于 30 米的海域布局；近岸区域水深超过 30 米的，风电场离岸距离还需不少于 10 千米；滩涂宽度超过 30 千米的，风电场内水深还需不少于 10 米。离岸距离按照海上风电场外包络线与大陆（含海南岛本岛和县级及以上人民政府驻地的海岛）海岸线最近距离计算，水深以最新海图所示风电场内的最浅水深为准。

……

（五）优化用海界定标准

海上风电项目风机部分用海方式界定为透水构筑物用海，用海范围包括塔架部分和塔架外扩一定距离的保护范围，具体以塔架中心点 （风机系泊点）为圆心，以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径的圆为界。漂浮式海上风电项目锚链部分用海方式界定为开放式，用海范围以锚链锚定点连线形成的水平范围的多边形为界（扣除确权风机范围）。海底电缆管道和海上升压站等配套设施的用海方式和 用海范围依据《海籍调查规范》等进行界定。在海上风电项目用海申请书和宗海图中，还应说明海上风电场实际影响海域范围和面积 （即风电场外包络线范围，为风电场最外侧风机扇叶投影切线连接形成的区域）。

此外，2024 年 12 月 23 日，自然资源部、国家发展和改革委员会、国家林业和草原局公布《关于印发〈自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）〉的通知》，正式明确新增海上风电“单三十”标准，即项目应在离岸 30 千米以外或水深大于 30 米的海域布局。

根据 2.8.3 章节分析，本项目风电场位于工矿通信用海区中的可再生能源用海区，符合国土空间规划。本项目不涉及生态保护红线，不涉及产卵场保护区、水产种质资源保护区等重要渔业水域，不涉及滨海湿地、重要河口，根据鸟类调查和影响分析，不涉及重要鸟类迁徙通道和栖息地等重要敏感脆弱生态区域。根据影响分析，本项目对周边海底通信管廊相关设施不会产生影响。本项目风电场周边已有多个拟建、已建海上风电场，符合海上风电集中集约布局、集群

式开发的要求。

本项目于 2021 年 12 月 17 日取得舟山市自然资源和规划局关于嵊泗 1#海上风电项目用海意见的函，2023 年 6 月 16 日取得舟山市发展和改革委员会关于嵊泗 1#海上风电项目核准的批复，不属于新增海上风电项目，因此无需满足“（二）推进深水远岸布局中的属于新增海上风电项目的，应在离岸 30 千米以外或水深大于 30 米的海域布局；近岸区域水深超过 30 米的，风电场离岸距离还需不少于 10 千米；滩涂宽度超过 30 千米的，风电场内水深还需不少于 10 米。离岸距离按照海上风电场外包络线与大陆（含海南岛本岛和县级及以上人民政府驻地的海岛）海岸线最近距离计算，水深以最新海图所示风电场内的最浅水深为准。”的要求。

《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》自印发之日起实施，通知印发前已受理海域使用（含用海预审）申请或已批准海域市场化出让方案的海上风电项目可按原有相关规定继续办理用海手续。该通知于 2024 年 12 月 30 日发布，《嵊泗 1#海上风电场工程海域使用论证报告书》于 2024 年 11 月 22 日在舟山通过专家评审。嵊泗 1#海上风电场工程于 11 月 26 日进行用海公示，于同年 12 月 27 日取得嵊泗县人民政府关于嵊泗 1#海上风电场工程海域使用权挂牌出让方案的批复。因此，本项目可按原有相关规定继续办理用海手续。不必按照“（五）优化用海界定标准”中的要求界定用海面积。

2.8.1.2 《浙江省电力发展“十四五”规划》

《浙江省电力发展“十四五”规划》指出，“十四五”期间浙江电力发展站在转型变革的新起点、新征程上，面临一系列新的发展机遇。“十四五”浙江电力发展必须以碳达峰碳中和目标为遵循，全面推动电力产供储销用各环节从高碳向低碳，从以化石能源为主向以非化石能源为主转变，为全国电力绿色低碳转型提供浙江样本，在浙江“重要窗口”建设中打造精彩的电力板块。随着电力需求不断增长，人民群众对供电要求已从“用上电”向“用好电”转变。“十四五”期间，浙江电力发展必须从保障和改善民生根本任务出发，持续深化“最多跑一次”改革，不断提升“获得电力”服务水平，积极打造电力营商环境最优省，为共同富裕示范区建设、新型城镇化和乡村振兴战略实施提供支撑，切实增强人民群众获得感、幸福感。

《规划》中提出大力发展风电、光伏，实施“光伏倍增计划”，到 2025 年

底，可再生能源装机占比达到 36%以上，并结合各市资源禀赋和发展实际状况，将海上风电和光伏目标下发至各地市。《规划》中也提出，加紧研究和制定可再生能源消纳、能源“双控”等对地方政府、相关部门的考核评价体系，出台可再生能源与能源“双控”考核、用能空间数据联动政策，明确对各地能源“双控”考核和用能空间核算中年度新增可再生能源可扣减能耗。并将出台相关配套政策，重点在开发规模相对集中的区域，集约化打造海上风电+海洋能+储能+制氢+海洋牧场+陆上产业基地的示范项目。

对于新能源发电，舟山市规划到“十四五”末，海上风电装机约占全省发电装机的 50%。预计到“十四五”末，舟山将新增风电、光伏发电等新能源装机 400 多万千瓦；预计到 2035 年，新能源装机共计将达 671 万千瓦。舟山将改变长期以来需要内陆支援送电的情况，大量的新能源余电将反供给宁波、嘉兴等周边城市，助力浙江早日实现碳达峰、碳中和目标。

因此，中广核嵊泗 1#海上风电项目建设符合《浙江省电力发展“十四五”规划》要求。

2.8.1.3 《浙江省循环经济发展“十四五”规划》

2021 年 5 月 25 日，浙江省发展和改革委员会印发了《浙江省循环经济发展“十四五”规划》（浙发改规划〔2021〕189 号），规划主要目标为到 2025 年，现代化循环型产业体系和废旧物资循环利用体系基本建立，资源节约集约循环利用和能源清洁低碳安全利用水平显著提升，基础设施全面绿色升级，绿色生活方式普遍推广，绿色低碳循环发展支撑体系进一步完善，基本建成绿色美丽和谐幸福的现代化大花园，努力夯实碳排放率先达峰的基础，打造全国绿色低碳循环发展新标杆，生态文明建设继续走在前列。

加强清洁能源开发利用。大力发展风能、太阳能、海洋能等可再生能源，不断提高发电效率，降低发电成本，实现与常规电力同等竞争。继续推进分布式光伏发电应用，鼓励集中式复合光伏发展。科学推进海上风电布局建设，打造若干个百万千瓦级海上风电基地，探索海上风电制氢、深远海碳封存、海上能源岛等新技术、新模式。安全高效发展核电，打造浙北、浙东南、浙南三大沿海核电基地。有序建成单机兆瓦级海洋潮流能泊位，开展百兆瓦级海洋潮流能并网示范工程建设，带动相关产业集聚。因地制宜发展农林生物质和沼气发电，改造提升生物质分布式能源项目。强化煤炭总量控制，促进煤炭清洁高效

利用。到 2025 年，非化石能源占一次能源消费比重达到 24%，光伏装机容量达到 2750 万千瓦左右，风电装机容量达到 641 万千瓦左右，生物质发电装机达到 300 万千瓦左右。

本项目拟安装 29 台风力发电机组（24 台 14MW 及 5 台 12MW），总装机规模 396MW，能够满足能源体系低碳转型和清洁能源开发利用的要求，项目建设与《浙江省循环经济发展“十四五”规划》相符。

2.8.1.4 《浙江省可再生能源发展“十四五”规划》

2021 年 5 月 7 日，浙江省发改委、能源局发布关于印发《浙江省可再生能源发展“十四五”规划的通知》，《规划》目标：大力发展风电、光伏，实施“风光倍增计划”；更好发挥以抽水蓄能为主的水电调节作用；因地制宜高质量发展生物质能、地热能、海洋能等。到 2025 年底，可再生能源装机超过 5000 万千瓦，装机占比达到 36%以上。

大力推进海上风电建设。积极推进已核准项目的开发建设，适时开展一批规划项目前期核准工作，加快海上风电规划修编，积极争取新增海上风电项目入规，逐步探索利用我省临近的专属经济区建设海上风电，实现我省海上风电规模化发展。到“十四五”末，力争我省风电装机达到 640 万千瓦以上，新增装机在 450 万千瓦以上，主要为海上风电。“十四五”期间，全省海上风电力争新增装机容量 450 万千瓦以上，累计装机容量达到 500 万千瓦以上。

本项目总装机容量为 396MW，能够满足一部分浙江省可再生能源发展“十四五”规划的海上风电装机要求，能够满足积极推进近海海上风电的规划要求。因此，本项目的建设与《浙江省可再生能源发展“十四五”规划》是相符合的。

2.8.1.5 《能源发展战略行动计划（2021-2025 年）》

根据国家《能源发展战略行动计划（2021-2025 年）》，实施绿色低碳战略。着力优化能源结构，把发展清洁低碳能源作为调整能源结构的主攻方向。坚持发展非化石能源与化石能源高效清洁利用并举，逐步降低煤炭消费比重，提高天然气消费比重，大幅增加风电、太阳能、地热能等可再生能源和核电消费比重，形成与我国国情相适应、科学合理的能源消费结构，大幅减少能源消费排放，促进生态文明建设。到 2025 年，非化石能源占一次能源消费比重达到 15%，天然气比重达到 10%以上，煤炭消费比重控制在 62%以内。

同时，优化能源结构。积极发展天然气、核电、可再生能源等清洁能源，

降低煤炭消费比重，推动能源结构持续优化。大力发展可再生能源。大力发展风电。以南方和中东部地区为重点，大力发展分散式风电，稳步发展海上风电。到 2025 年，风电装机达到 2 亿千瓦，风电与煤电上网电价相当。

本项目为海上风电场工程，项目建设符合国家能源发展战略，有助于优化能源结构、增大可再生能源消费比例，促进形成与我国国情相适应、科学合理的能源消费结构体系。

2.8.1.6 《浙江省海上风电发展规划》（2021-2035 年）

1、与海上风电规划的符合性

根据《浙江省海上风电发展规划》（2021-2035 年），截止 2023 年 9 月底，浙江省累计并网项目 12 个，总装机容量 328 万千瓦；已核准项目 11 个，总装机容量 314 万千瓦，具体见表 2.8-1。规划确定的海上风电发展目标为：到 2025 年底，省管海域新规划项目拟全部开展前期工作，力争并网 200 万千瓦以上；择优推动国管海域新规划项目 1000 万千瓦开展前期工作，力争并网 200 万千瓦以上。到 2030 年底，全省海上风电累计并网装机达到 1500 万千瓦以上。到 2035 年底，全省海上风电累计并网装机达到 2500 万千瓦以上。

表 2.8-1 浙江省海上风电已建、已核准项目表

序号	风电场名称	核准容量（万千瓦）	状态
1	普陀 6#海上风电场 2 区项目	25.2	并网
2	岱山 4#海上风电项目（一期）	23.4	并网
3	嵊泗 5#海上风电项目（一期）	13.2	并网
4	嵊泗 6#海上风电项目	15	并网
5	嘉兴 1#海上风电项目	30	并网
6	嵊泗 2#海上风电项目	40.2	并网
7	嘉兴 2#海上风电项目	30	并网
8	玉环 1#海上风电项目	15.4	并网
9	象山 1#海上风电项目（一期）	25.2	并网
10	苍南 4#海上风电项目	40	并网
11	苍南 1#海上风电项目	40	并网
12	象山涂茨海上风电项目	30.2	并网
并网小计		327.8	
13	岱山 1#海上风电项目	30	已核准
14	象山 1#海上风电项目（二期）	50.4	已核准
15	台州 1#海上风电项目	30	已核准
16	玉环 1#南区海上风电项目	7.5	已核准

17	瑞安 1#海上风电项目	30	已核准
18	苍南 2#海上风电项目	30	已核准
19	嵊泗 1#海上风电项目	39.6	已核准
20	嵊泗 3#海上风电项目	20.4	已核准
21	嵊泗 4#海上风电项目	20.4	已核准
22	嵊泗 7#海上风电项目	25.2	已核准
23	岱山 2#海上风电项目	30.6	已核准
已核准小计		314.1	
合计		642	

① 项目名称符合性分析

根据上表，《浙江省海上风电发展规划》（2021-2035年）中风电场名称为嵊泗1#海上风电项目，本项目名称符合规划名称要求。

② 规模符合性分析

根据上表，《浙江省海上风电发展规划》（2021-2035年）中嵊泗1#海上风电项目核准容量为39.6万KW，本项目装机总容量为396MW，与规划中的容量一致，本项目符合规划中规模要求。

③ 位置符合项目分析

《浙江省海上风电发展规划》（2021-2035年）中风电布局图，本项目风机及支路由位置均位于嵊泗1#规划厂址内内，见图 2.8-1。本项目建设位置符合规划要求。

综上所述，本项目建设符合《浙江省海上风电发展规划》（2021-2035 年）。

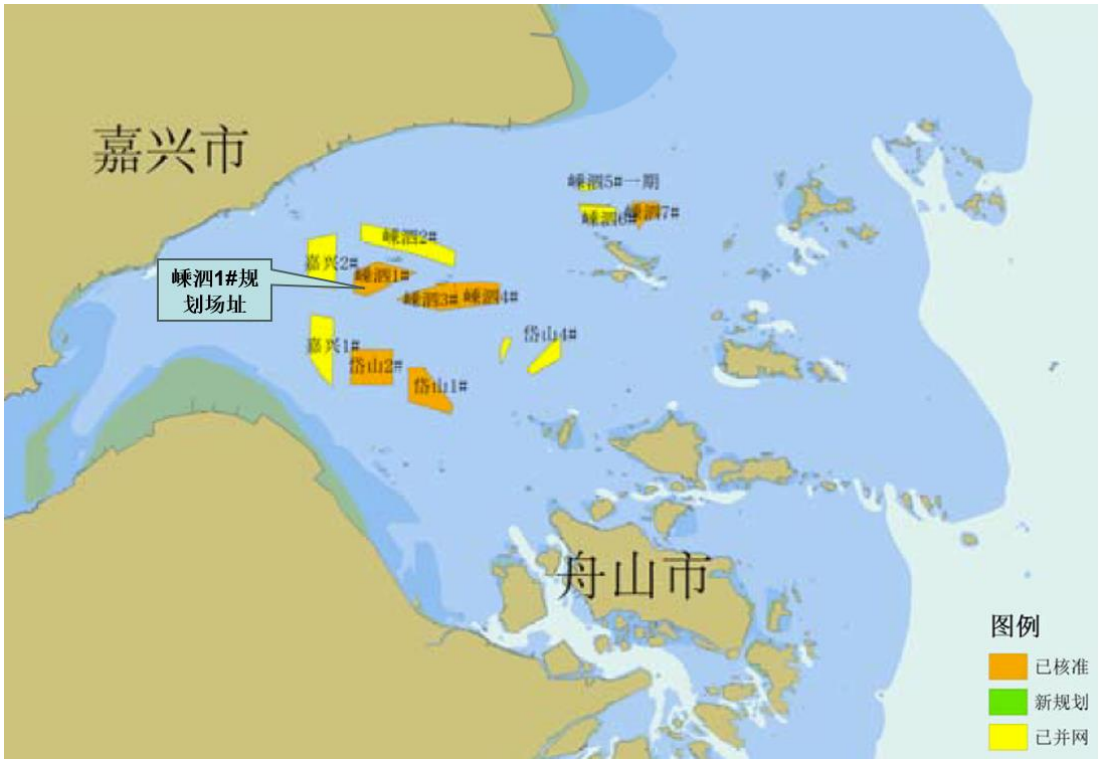


图 2.8-1 浙江省海上风电规划布局图（部分）

2、与规划环保要求的符合性

《浙江省海上风电发展规划》（2021-2035 年）提出了水污染防治措施、海洋生态保护措施、固体废弃物处理、鸟类保护措施、大气环境保护措施和噪声防治措施要求，本项目与规划报告提出的环保措施的符合性详见表 2.8-2，由表可知，本环评报告书提出的环境保护对策措施满足规划报告的要求。

表 2.8-2 《浙江省海上风电发展规划》环保措施符合性一览表

项目	规划报告环境保护对策措施	本报告书提出的环境保护对策措施	符合性
水污染防治措施	规划风电场施工产生的生活生产废水、垃圾、含油污水等经收集处理后运至陆上处置，不外排；加强施工设备管理养护，杜绝石油类物质泄漏，降低海水污染可能性。	本报告提出施工期施工船舶产生的生活垃圾不弃于海中，集中收集上岸后定期委托有资质单位统一处置，施工船舶生活污水根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中的要求由有资质的单位进行统一收集和处置；船舶含油废水交由有资质的单位统一处理，不外排。定向钻泥浆废水、机械车辆冲洗废水沉淀后回用。本报告提出加强施工设备的维护保养，施工机械若产生机油滴漏应及时采取措施，用专用装置收集并处理。	符合
	规划风电场运维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，维	风电场运维过程中产生的废润滑油及含油棉纱、废手套等经收集后运回陆域集控中心暂存，而后委托有资质的单位进	符合

项目	规划报告环境保护对策措施	本报告书提出的环境保护对策措施	符合性
	护结束后，应将废油、含油废物等送交具备资质的专业处理单位清运回用。	行统一回收处置（陆域集控中心另行立项，另行委托环评，不在本项目评价范围内）。	
海洋生态保护措施	规范施工操作，严格限制施工区域，避免涨潮时施工悬浮物剧烈扩散，开挖打桩作业等原则上选择在潮流流速较小时施工。	本报告提出施工期严格限制工程施工区域用海范围，保证施工质量前提下，尽可能减少开挖面积，缩短水下作业时间；报告提出开挖打桩在潮流流速较小时施工，并预测好打桩持续时间，时间上控制一次一桩。	符合
	加强管理，确保风电场正常运行，杜绝海洋环境事故。定期开展海洋生态环境跟踪监测，积极推进海洋渔业资源增殖放流。	本报告提出了加强风电场运营管理，保证各项工程设施完好和确保安全生产是海洋生态保护最基本的措施，杜绝海洋环境污染事故。根据海域环境特征，要求在风电场附近设立长期监测点位，对海洋生态进行跟踪监测，并要求落实好生态补偿费用，做好增殖放流。	符合
固体废弃物处理	规划风电场施工产生的固体废物以及施工人员的生活垃圾禁止随意丢弃，集中收集后运至陆上处置。	本报告提出施工期施工船舶产生的生活垃圾不弃于海中，集中收集上岸后定期委托有资质单位统一处置。	符合
	规划风电场运行产生的废旧蓄电池、废油、含油棉纱等均属危险废物，需交由具备资质的专业处置单位进行妥善处置。	本报告提出运营期风电场维护过程中产生的废旧蓄电池、废油及含油棉纱、废手套等经收集后运回陆域集控中心暂存，而后委托有资质的单位进行统一回收处置（陆域集控中心另行立项，另行委托环评，不在本项目评价范围内）。	符合
鸟类保护措施	合理规划施工作业时间，尽量避开鸟类繁殖期，缩短施工期。选用消声减振设备，避免惊吓鸟类，保护鸟类生境。	本报告提出了合理规划施工作业时间，海缆登陆施工应尽量避开鸟类春季、秋季迁徙高峰期。尽可能选用低噪声设备，加强设备的维护和保养，减少施工机械噪声和运输噪声对鸟类的影响，合理安排施工期，做好鸟类保护的宣传教育等措施。	符合
	风机的叶片选用警示色，风电场内安装驱鸟器，慎选光源设备。加强风电场巡护管理，开展鸟类跟踪监测保护。	本报告提出了风机的叶片建议选用明显的颜色，起到警示色的作用，让鸟类在飞行中能尽早分辨出安全路线；照明设备建议选用白色灯，并尽可能少安装灯，灯的亮度和闪烁次数尽可能小和低。营运期应加强风电场的巡护管理，定期开展鸟类跟踪监测等措施。	符合
大气环境保护措施	定期对施工机械进行维修保养；陆域运输车辆加盖防尘布，沿线定期洒水；临时堆放场采用土工布围护，并定期洒水。陆上集控中心运营期要求食堂安装去除效率 60%以上的油烟净化设施，食堂油烟经处理后附壁引至楼顶高空排放。	本报告提出加强对施工机械、运输车辆的维修保养；建材材料应定点定位，并采取适当的防尘措施；施工场地定期洒水，运输车辆加盖篷布，车辆行驶路面应经常洒水降尘。本报告不涉及陆域集控中心的影响评价。	符合

项目	规划报告环境保护对策措施	本报告书提出的环境保护对策措施	符合性
噪声防治措施	加强施工范围内哺乳动物活动轨迹观测，适时调整施工作业时间；打桩时采用软启动方式。	本报告提出陆上施工期间加强施工范围内哺乳动物活动轨迹观测，适时调整施工作业时间；打桩采用环保型液压式打桩，减缓噪音能量散播，打桩采用软启动方式，首桩采用小幅度冲击，后强度逐渐增强。	符合
	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以减小风电机组机械部件的振动噪声；升压站选用低噪声变压器。	本报告书提出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来减小风机的噪声源；220kV 升压站选用低噪声变压器；主变压器与底座之间衬隔振垫，室内墙体敷设外壳为铝合金的吸音板，并将铝合金接地。	符合

2.8.1.7 浙江省海底路由“十四五”规划

2021 年 4 月 21 日浙江省自然资源厅发布了关于印发《浙江省海底路由“十四五”规划》的通知（浙自然资函〔2021〕26 号），根据浙江海域特征及社会经济发展实际，该规划主要针对以下五类管线需求划定廊道区。①海上风电场送出电缆：根据已建、拟建风电项目的送出电缆路由，结合浙江省海上风电“十四五”规划，在海上风电场连片开发区设置统一廊道；②海岛大工业开发管线：舟山绿色石化基地等海岛大工业开发对水、电、油气等有较大需求，适合集中布置；③甬舟一体化相关管线：随着甬舟一体化战略推进，需要加强基础设施互联互通，择优选择管线廊道，并进一步谋划建立甬舟管线保护机制；④海岛“三通”管线：作为海岛工业开发、旅游业发展及其他生产生活必要的基础设施，适合集中布置；⑤国际光缆登陆段：数条在上海南汇登陆的国际光缆穿越舟山嵊泗海域，规划廊道对新建光缆路由进行约束，同时也有利用光缆的保护。该规划是以问题为导向，需求作引领，统筹规划海底电缆管道路由空间布局，建立以“点、线、面”为核心的空间分区体系，将全省海域划分为海底电缆管道建设禁止区（点）、廊道区（线）和限制区（面）三类，进行分区管控，引导约束管线路由合理布置。

根据规划，本项目位于滩浒山岛南侧海域，东南距离岱山海上风电送出廊道约 20km，南距慈溪海上风电送出电缆廊道 19.6km，西距嘉兴海上风电送出电缆廊道 17km，考虑到廊道内路由长度，预计送出电缆长度约 40km。相比而言，本项目距离滩浒岛仅约 3km，考虑滩浒岛登陆后就地消纳，更能符合集约节约用海的原则，对周边海域开发活动的影响也将降至最低。

本项目至滩浒岛海域无规划廊道，路由方案位于限制区（面）。根据《浙江省海底路由“十四五”规划》，限制区管控要求：对于需在尚未划定廊道区的海域铺设海电缆管道，或因各种原因限制新建管线确实无法入廊的，经科学论证，允许在限制区铺设管线，但因遵循集约节约、协调协商、保护海洋生态环境等原则，尽可能布置在自然条件适宜、开发活动较少的海域。生态保护红线一般控制区、渔业区、港区及航道锚地等以下限制区需从严限制。

本项目路由方案未穿越海洋生态红线区，不涉及航道锚地区域，周边基本无开发活动，仅涉及对渔业捕捞的影响。本路由海区的渔业捕捞主要为鳗苗捕捞，季节性较强，海缆施工期避开捕捞季节，对其影响较小，海缆深埋于海底泥面以下，基本不会鳗苗捕捞产生影响。

综上，本项目路由方案符合限制区管控要求，符合《浙江省海底路由“十四五”规划》。

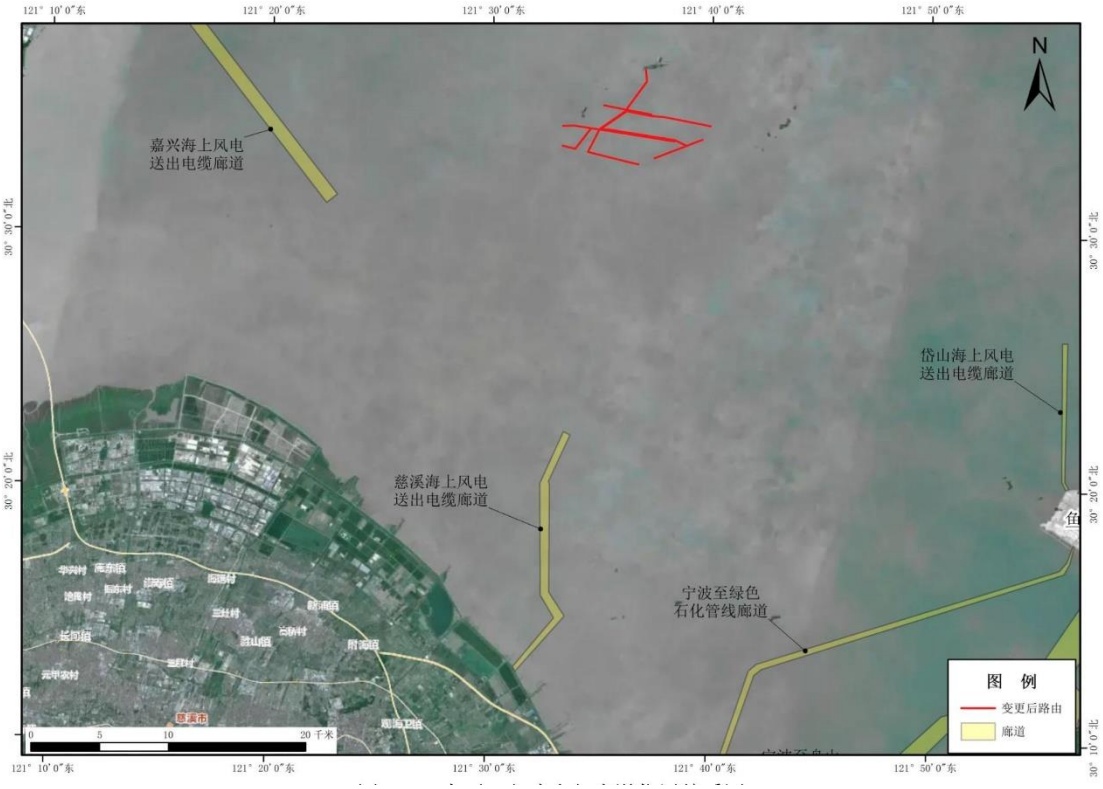


图 2.8-2 本项目主路由与廊道位置关系图

2.8.2 与区域发展规划符合性分析

2.8.2.1 《浙江海洋经济发展示范区规划》

根据《浙江海洋经济发展示范区规划》，定位我省海洋生态文明和清洁能源示范区。加快发展清洁能源，优化能源结构，努力创建清洁能源示范区。落

实国家重点产业调整和振兴规划，培育海洋新兴产业，加强海洋科研与产业优化基地建设，扶持壮大港口物流、海洋装备制造、清洁能源、海水利用、海洋生物医药等新兴产业，加快发展临港先进制造业、滨海旅游、现代渔业等优势产业，培育一批国际知名的企业和品牌，建设具有较强国际竞争力的产业集群，为引领我省海洋经济转型升级提供强大动力。

清洁能源产业，围绕清洁能源基地建设，积极开发海岛和近海风能、潮汐能、潮流能、生物质能等新能源，鼓励海洋新能源开发试验项目落户，打造重要的海洋能源研究与开发基地。完善能源保障网，依托海岸线和海岛资源优势，稳妥建设核电，积极开发风能、潮汐能等可再生能源，优化能源供应结构，提升保障水平。增强能源供给保障，适时启动建设舟山、象山、台州、温州等百万千瓦级海上风电基地。

本项目建设海上风电清洁能源项目，有利于加快浙江省发展清洁能源、优化能源结构，完善能源保障网，促进可再生能源开发建设，有助于加快我省创建清洁能源示范区，因此，本项目的家属符合《浙江海洋经济发展示范区规划》。

2.8.2.2 《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》

《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》要求，构建绿色低碳的现代能源体系，全面提升能源安全保障能力。大力发展可再生能源，安全高效发展核电，鼓励发展天然气分布式能源、分布式光伏发电，有序推进抽水蓄能电站和海上风电布局建设，加快储能、氢能发展，到 2025 年清洁能源电力装机占比超过 57%，高水平建成国家清洁能源示范省。建成白鹤滩输浙特高压直流，持续优化外来电输入比重和结构。推进多元融合高弹性电网建设，建成天然气主环网，构建布局合理、功能完善、民生优先的综合供能服务网。加快电能替代，提高电气化水平。

因此，本项目风电场工程建设符合浙江省“构建绿色低碳的现代能源体系，全面提升能源安全保障能力”的发展计划，有利于促进浙江省发展可再生能源，建成国家清洁能源示范省，符合《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》相关要求。

2.8.2.3 《浙江省自然资源发展“十四五”规划》

浙江省自然资源发展“十四五”规划提出，节约集约利用要达到新水平。自然资源利用效率和质量进一步提升，持续推进城镇低效用地再开发，加大批而未供和闲置土地处置利用，加大农村存量建设用地盘活力度，盘活存量建设用地面积 50 万亩以上，2025 年人均城乡建设用地控制目标为 170 平方米。大中型矿山比例达 70%以上，矿产资源开采规模化、集约化和综合利用水平不断提高，海洋资源开发利用效率进一步提升。历史围填海区域产业和生态建设 10 万亩以上，砂质岸线保有率达到 100%。

本项目建设海上风电场，拟安装 29 台风力发电机组（24 台 14MW 及 5 台 12MW），总装机规模 396MW。本项目能够做到集约节约用海，能够做到进一步提升海洋资源开发利用效率。本项目的建设符合《浙江省自然资源发展“十四五”规划》。

2.8.2.4 《宁波舟山港总体规划（2035 年）》

2024 年 10 月 10 日，交通运输部、浙江省政府联合批复《宁波舟山港总体规划（2035 年）》，根据最新的《宁波舟山港总体规划（2035 年）》，其规划范围为宁波、舟山市域所辖沿海、沿江及岛屿岸线范围内额所有港口岸线及相关水域、陆域空间。其港口空间发展格局为“一港、两核、二十区”的空间格局。根据宁波舟山港总体布局图，本项目风电场海域均无港区规划。具体见图 2.8-3。

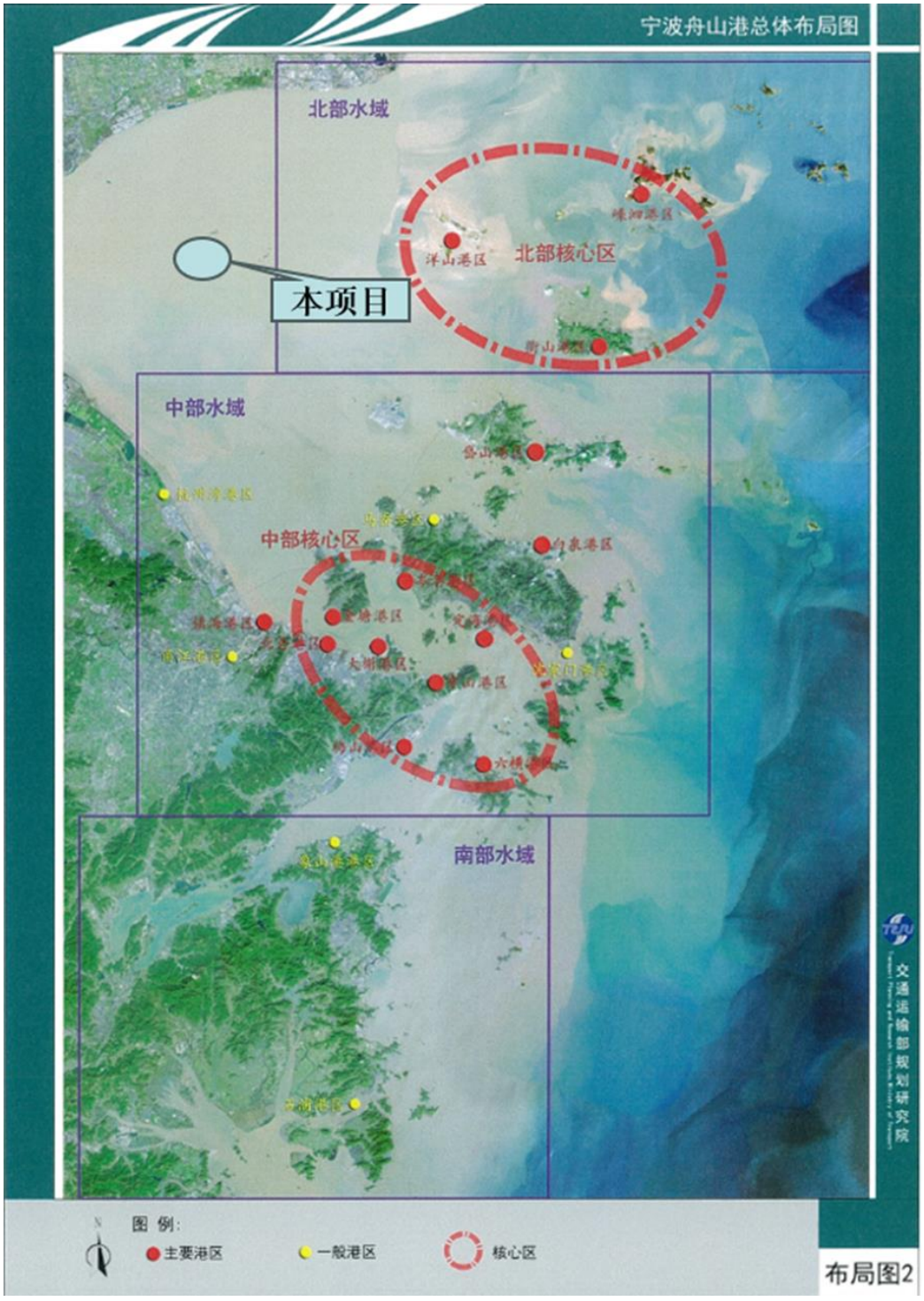


图 2.8-3 宁波舟山港总体布局规划图

本项目距离港区均较远，附近无港区码头等构筑物及岸线利用规划。因此，本项目建设符合《宁波舟山港总体规划（2035 年）》。

2.8.2.5 舟山港域航道与锚地专项规划

根据《<宁波舟山港总体规划修订>专题 2—航道锚地与通航安全规划研究》（2023年12月），本项目风电场距离现状及规划航道和锚地均较远（图 2.8-4），

本项目场区与南侧的金山航道边线距离约 2.9km。风电场建设对航道和锚地基本没有影响。

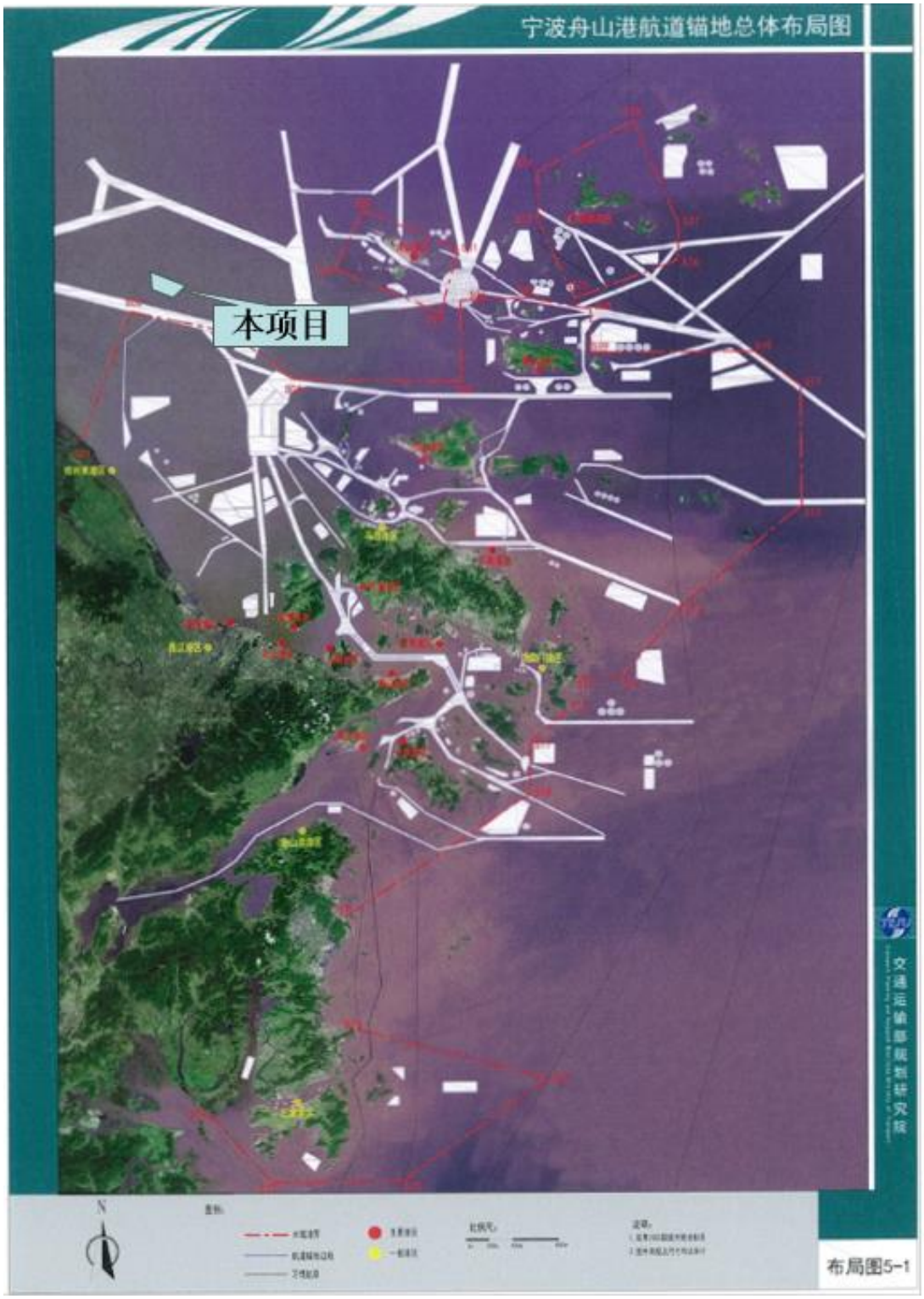


图 2.8-4 本项目与航道和锚地规划图

综上，本项目建设符合《<宁波舟山港总体规划修订>专题 2—航道锚地与通航安全规划研究》。

2.8.3 与功能区划的符合性分析

2.8.3.1 《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》

根据《浙江省国土空间规划（2021-2035年）》，细化主体功能分区。在国家农产品主产区、重点生态功能区、城市化地区三类主体功能分区的基础上，按照陆海统筹的要求，将重点生态功能区细分为重点生态地区（即国家级重点生态功能区）、生态经济地区（即省级重点生态功能区），将城市化地区细分为城市化优势地区（即国家级城市化地区）、城市化潜力地区（即省级城市化地区），并增加海洋经济地区、历史文化资源富集地区等叠加类型区，构建承载多种功能、优势互补、区域协同的主体功能布局。本项目所在的嵊泗县主体功能为生态经济地区（即省级重点生态功能区），要求强化生态价值转化和生态价值实现，发挥生态优势，推动生态经济特色化、差异化发展，加强准入管理，制定产业正负面清单；推动绿水青山就是金山银山转化；因海制宜推动海域海岛分类保护、特色发展。本项目因海制宜利用海域空间依托风能资源建设风电场，实现生态价值转化，推动嵊泗县生态经济特色化、差异化发展。

根据《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》，本项目风电场和海缆路由所在海域为海洋发展空间（见图 2.8-6），本项目在海洋发展空间建设海上风电场项目，可进一步提升海洋资源开发利用效率。本项目对海水水质的影响仅限于施工期悬浮泥沙，随着施工结束影响消失，施工期和运营期产生的其他污废水均收集处置，不外排入海，不会对近岸海域水质产生影响。陆上施工对各项污染物进行收集处理，不外排，不会对周边环境产生影响。且本项目为规划的风电场建设项目，通过科学布局海上风电，推进海洋新能源示范应用，能够做到减少化石能源二氧化碳排放、发展海上绿色能源。

因此，本项目的建设符合《浙江省国土空间规划（2021-2035年）》。

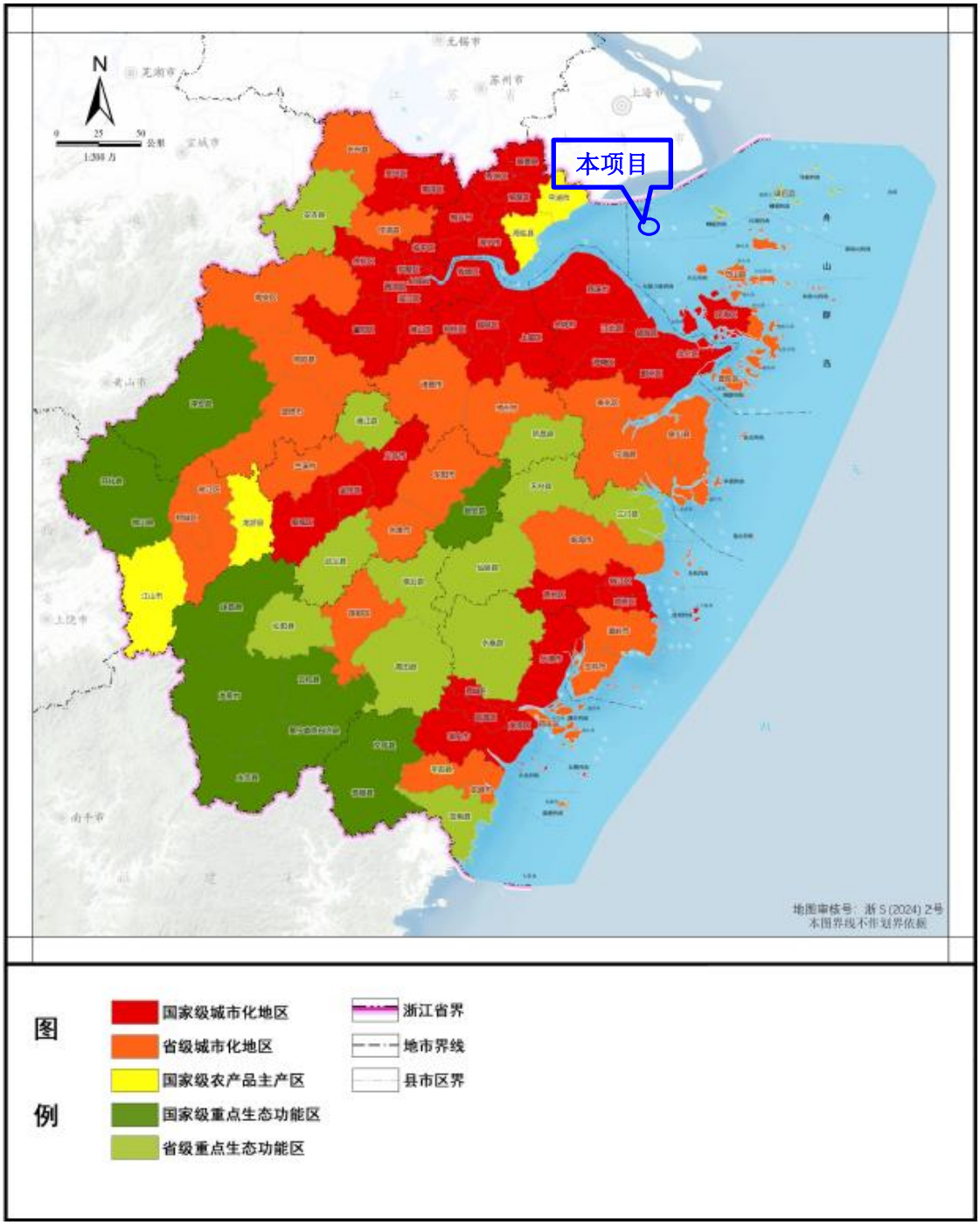


图 2.8-5 浙江省国土空间规划—主体功能区分布图

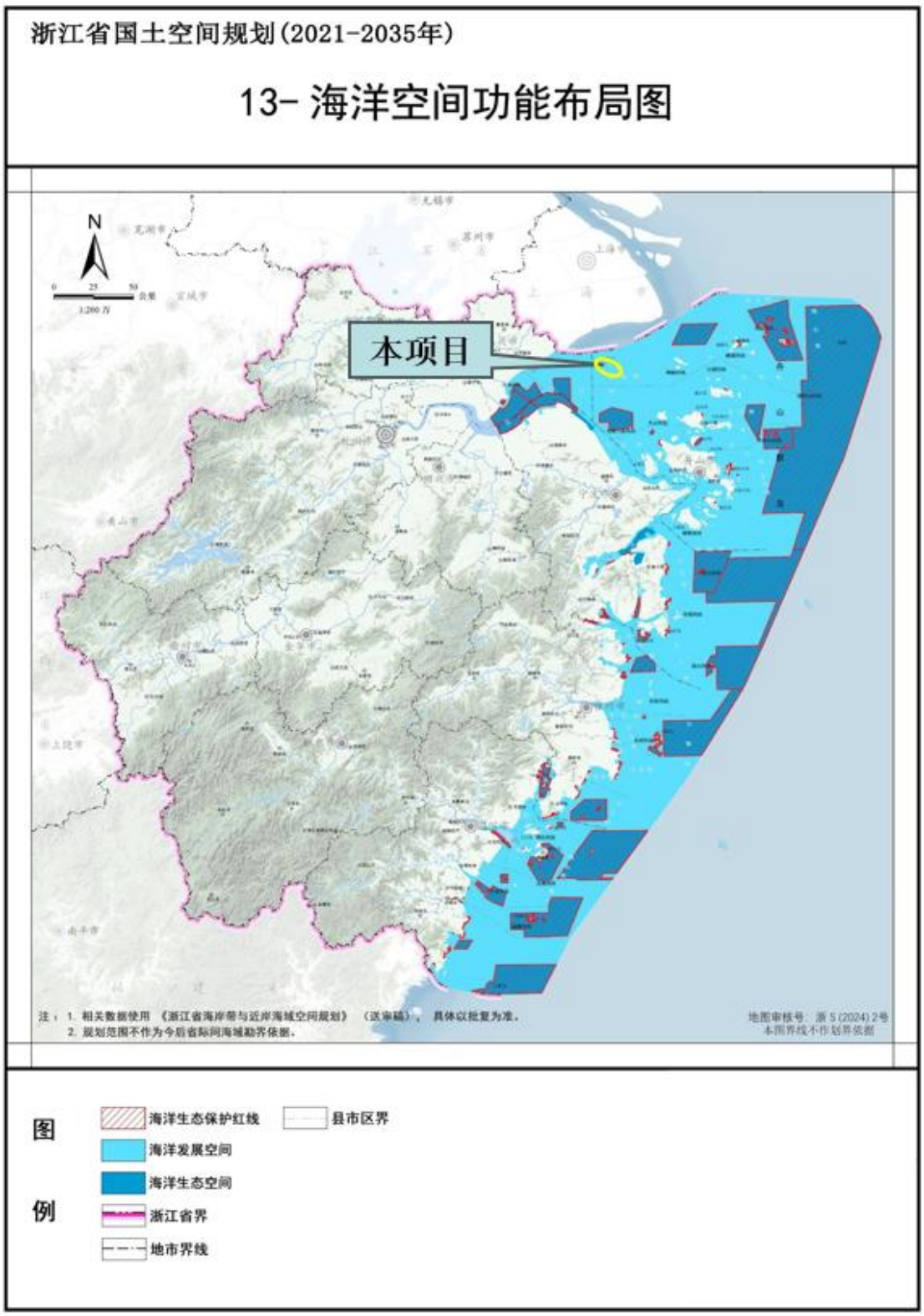


图 2.8-6 浙江省国土空间规划—海洋空间功能布局

2.8.3.2 《舟山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

根据《舟山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，嵊泗县主体功能为生态经济地区、海洋经济地区和文化景观地区，本项目所在的洋山镇为城市化优势

地区（图 2.8-7），要求积极引导人口和产业集中布局，加大空间要素保障，提升土地和岸线利用效率，推动重大战略平台建设。规划功能布局中明确按“一岛一功能、多岛强功能”策略优化自由贸易、现代海洋产业、大宗商品资源配置、海洋渔业、海洋旅游等功能布局。在现代海洋产业中提出了清洁能源相关要求。本项目为重要能源保障项目，风电场所发电能输送至嵊泗县附近海岛，助力嵊泗县产业集中布局，项目已列入重点能源项目保障名录。

根据规划国土空间用途分区，本项目全部风机、海上升压站以及 66kV 海缆和 2.55km220 kV 海缆位于位于工矿通信用海区，3.31km220kv 送出海缆位于渔业用海区（图 2.8-8），不涉及生态保护红线，工矿通信用海区按优化开发级要求实施管控。重点保障工业、盐田、固体矿产、油气、可再生能源、海底电缆管道等用海主导功能。本项目充分利用海洋空间建设风电场及其配套设施，属于可再生能源用海类型，是发展工矿通信用海区的用海主导功能，符合规划海洋功能分区要求。渔业用海区按适度利用级要求实施管控。重点保障渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海主导功能。在不影响主导功能前提下，兼容航运、游憩、可再生能源、海底电缆管道等功能。本项目海缆路由是风电场的重要组成部分，属于海底电缆管道，海缆深埋于海底，用海方式不改变海域的自然属性，属于农渔业区可以兼容的功能，不影响农渔业区主导功能的发挥，符合农渔业区的管控规则。

综上，本项目建设符合《舟山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

2.8.3.3 嵊泗县国土空间规划符合性分析

根据《嵊泗县国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目全部风机、海上升压站以及 66kV 海缆和 2.55km220 kV 海缆位于位于工矿通信用海区，3.31km220kv 送出海缆位于渔业用海区（图 2.8-9），不涉及生态保护红线。

工矿通信用海区按优化开发级要求实施管控。重点保障工业、盐田、固体矿产、油气、可再生能源、海底电缆管道等用海主导功能。本项目充分利用海洋空间建设风电场及其配套设施，属于可再生能源用海类型，是发展工矿通信用海区的用海主导功能，符合该海洋功能分区要求。

渔业用海区主要用于渔业基础设施、增养殖、捕捞、海岸防护等功能，兼容工矿通信、交通运输、游憩等功能。严格限制改变海域自然属性，依据资源环境承载力合理控制养殖规模和密度，支持集约化海水养殖和现代化海洋牧场

发展。除渔业基础设施和海岸防护工程外，严格限制改变海域自然属性和自然岸线形态的活动。本项目海缆路由是风电场的重要组成部分，属于海底电缆管道，海缆深埋于海底，用海方式不改变海域的自然属性，属于农渔业区可以兼容的功能，不影响农渔业区主导功能的发挥，符合该海洋功能分区要求。

因此，本项目的建设符合《嵊泗县国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

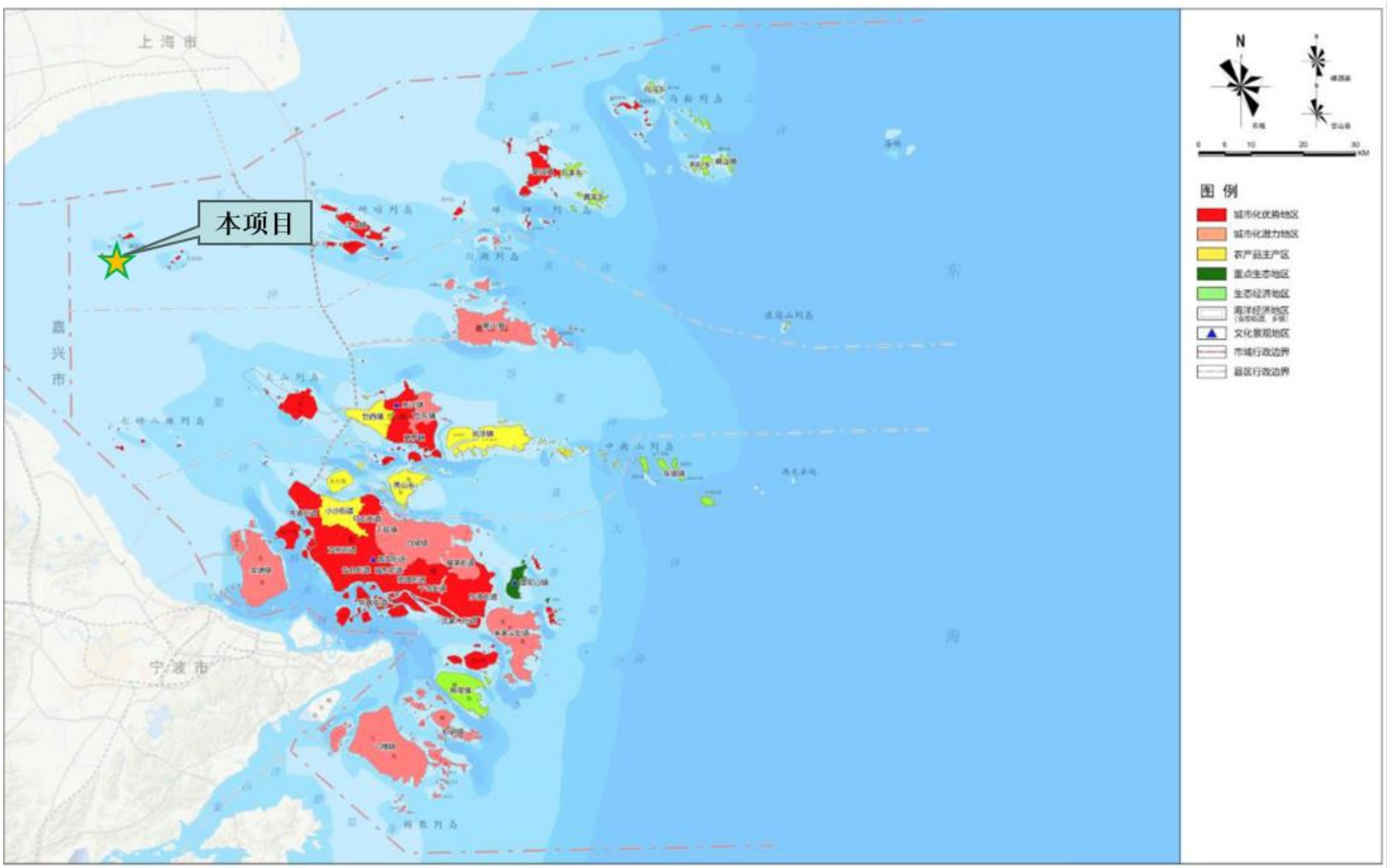


图 2.8-7 《舟山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》县级和乡级主体功能分区图

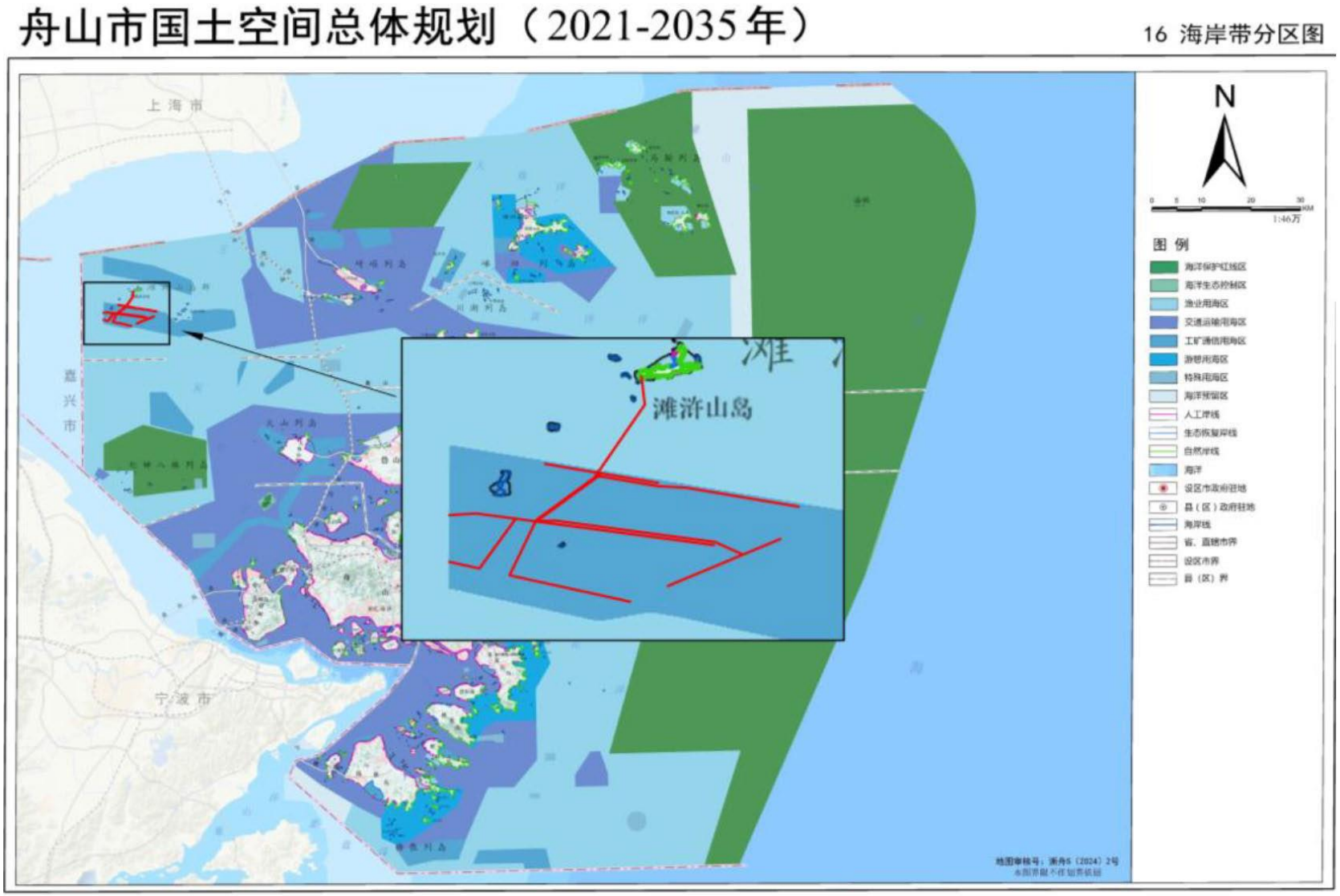


图 2.8-8 《舟山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》海洋功能分区图

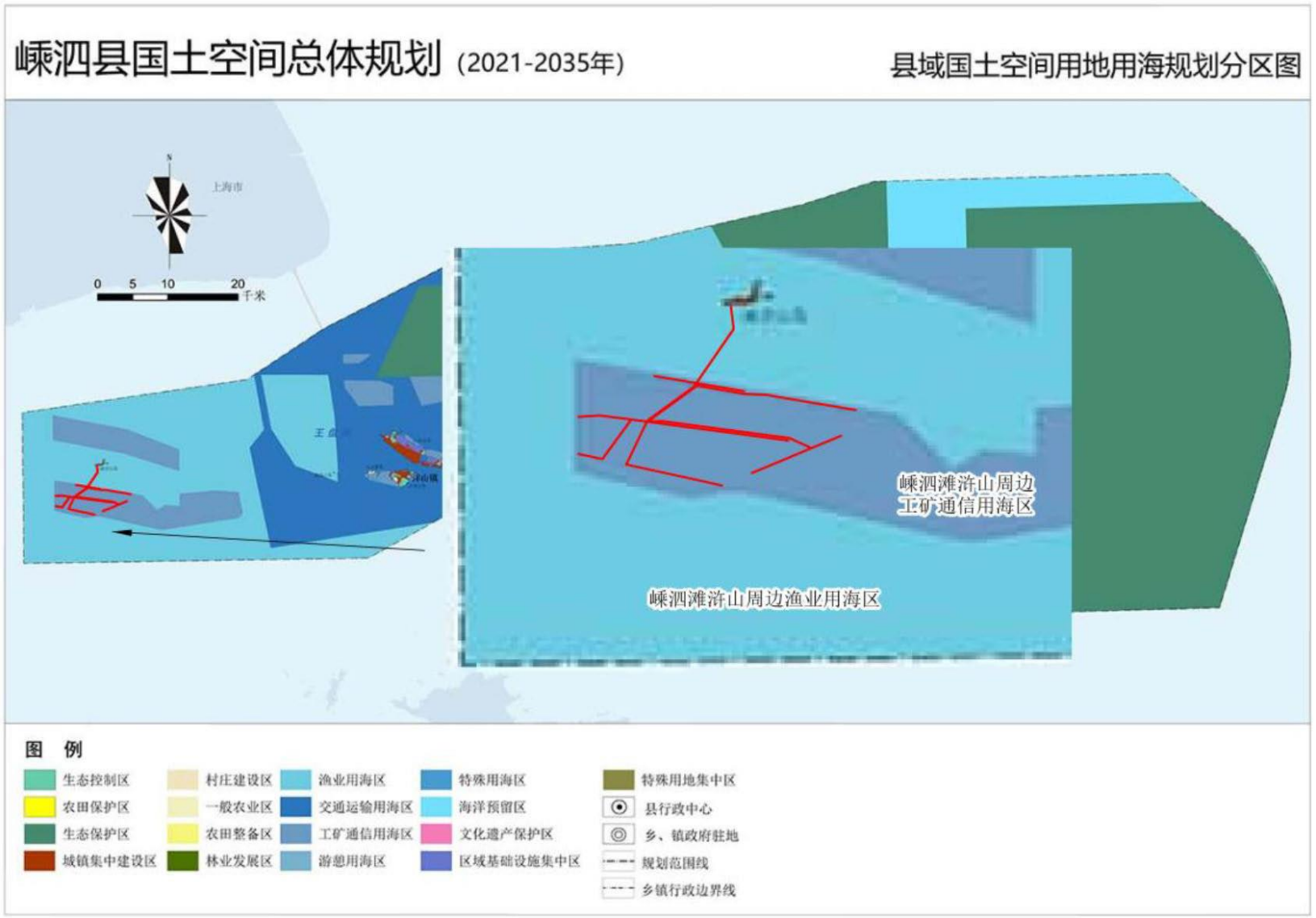


图 2.8-9 《嵊泗县国土空间总体规划（2021-2035 年）》海洋功能分区图

2.8.3.4 《浙江省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》

1、海洋基本功能分区

根据《浙江省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（报批稿），本项目全部风机、海上升压站以及 66kV 海缆和 2.55km220 kV 海缆位于“嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区”（代码“330922630-01”）内，3.31km220 kV 海缆和位于“嵊泗滩浒山周边渔业用海区 ”（代码 “330922610-01”）。

嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区管控要求如下所述：（1）空间准入：主要用于海底电缆管道、可再生能源用海，兼容增养殖、航运、游憩等用海功能。可再生能源工程布局不得影响区域内已公布的公共航道和锚地功能。（2）利用方式：允许适度改变海域自然属性。（3）保护要求：应集约节约，进行充分论证，可能导致地形及海洋生态环境破坏的要提出生态修复对策和措施。强化海底电缆管道用海空间管控，引导约束海底电缆管道空间布局。（4）其他要求：累计兼容准入用海占比不超过海域面积的 40%。合法用海区域中新增的分层立体设权用海不计入兼容用海面积。无居民海岛管控要求见无居民岛群登记表。浙江省海岸带及海洋空间规划是国土空间总体规划的专项规划，是陆海统筹的专门安排，是海岸带高质量发展的空间蓝图。海洋空间以基本功能分区为框架，统筹海域、海岸线、海岛、历史用海等海岸带空间资源，实施生态保护分级与利用管制分类相结合的管控方式。

嵊泗滩浒山周边渔业用海区管控要求。（1）空间准入：主要用于渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海功能，在不影响渔业主导功能前提下，兼容航运、游憩、可再生能源、海底电缆管道等功能。新增养殖区应避开已公布的公共航道、锚地。区域内航道锚地调整也应充分考虑合法养殖权益。合法增养殖用海500米以外海域，在符合省级以上海洋倾倒区专项规划或经省级以上海洋主管部门论证通过的前提下，准予兼容准入倾倒用海。（2）利用方式：除渔业基础设施和海岸防护工程外，严格限制改变海域自然属性以及自然岸线形态和属性。（3）保护要求：合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展；积极防治海水污染，禁止在规定的增养殖区内进行污染水域环境的活动。（4）其他要求：累计兼容性准入用海占比不超过海域面积的 30%。无居民海岛管控要求见无居民岛群登记表。

与嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区管控要求的符合性分析：本项目全部风

机和 66kV 海缆及海上升压站和 2.55km220 kV 海缆均位于嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区内，风电场建设属于可再生能源用海，因此本项目海域用于海底电缆管道、可再生能源用海，满足嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区空间准入要求，本项目风电场场区范围内无已公布的公共航道和锚地，满足嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区空间准入要求中“可再生能源工程布局不得影响区域内已公布的公共航道和锚地功能”的要求。

本项目用海类型为电力工业用海，用海方式为透水构筑物和海底电缆管道，用海方式合理，均不改变海域的自然属性，满足嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区利用方式“允许适度改变海域自然属性”的要求。

本项目通过不断优化平面布置，场址范围从规划的 90km^2，优化到现在的 34.8km^2；经过风机机型比选，采用单机容量较大的 14MW 和 12MW 风电机组，占用的海域面积大大减少；风机基础经综合比选后，采用单桩方案，不仅经济上较优，用海面积也大大减小。本项目按照集约、节约用海的要求，考虑与周边用海活动的适宜性，对风电场的平面布置不断进行优化，并进行了充分论证，满足嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区“应集约节约，进行充分论证”的保护要求。

本项目针对拟建风电场产生的水动力和冲淤环境影响，提出了加强工程区附近海域的水深地形监测的应对措施。针对施工期污染物排放，提出了施工人员生活污水、施工船舶含油污水处理措施，施工期悬浮物影响减缓措施等措施，并要求落实生态跟踪监测要求。针对生态、渔业资源损失，提出了经济补偿及海洋生物资源恢复措施。本项目施工及运行期间，将严格控制施工污染和废水排放问题，严格落实环境保护要求，施工结束后海域水质得到恢复，可达到环境保护要求。建议建设单位施工期间尽量避开鱼类产卵期、繁殖期、洄游期，并在施工完成后在本海域实行增殖放流，弥补项目建设减少的渔业资源数量，将项目建设对生物资源的影响降至最低。因此，本项目满足嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区“可能导致地形及海洋生态环境破坏的要提出生态修复对策和措施”的保护要求。

本项目嵊泗 1#风电场区内海底电缆路由采用分散的 6 回 66kV 海缆，风机之间的海缆均直线连接，在风电场区中西侧汇集至海上升压站。在嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区内，海缆均位于风机之间并汇集在风电场区西南侧，方便海

缆送出，项目海底电缆管道空间布局合理，满足嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区“强化海底电缆管道用海空间管控，引导约束海底电缆管道空间布局”的保护要求。

嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区内目前基本无兼容性准入用海分布，因此，满足嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区其他要求中“累计兼容性准入用海占比不超过海域面积的 40%”的要求。

与嵊泗滩浒山周边渔业用海区管控要求的符合性分析：本项目 3.31km220kV 海缆用海位于嵊泗滩浒山周边渔业用海区内，海缆敷设不影响嵊泗滩浒山周边渔业用海区主导功能，满足嵊泗滩浒山周边渔业用海区兼容性空间准入要求。

海缆用海方式为海底电缆管道，不改变海域的自然属性；送出海缆以定向钻穿越滩浒山岛南侧自然岸线，不改变自然岸线形态和属性，满足嵊泗滩浒山周边渔业用海区利用方式“除渔业基础设施和海岸防护工程外，严格限制改变海域自然属性以及自然岸线形态和属性”的要求。

本项目不涉及新增围填海，不占用自然岸线，海缆敷设为线性工程施工，对地形及海洋生态环境影响较小，且针对施工期污染物排放，提出了施工人员生活污水、施工船舶含油污水处理措施，施工期悬浮物影响减缓措施等措施，并要求落实生态跟踪监测要求。针对生态、渔业资源损失，提出了经济补偿及海洋生物资源恢复措施。因此，本项目满足嵊泗滩浒山周边渔业用海区的保护要求。

嵊泗滩浒山周边渔业用海区总面积 79996 公顷，区域内兼容的航运用海面积约 11302 公顷，可再生能源、海底电缆管道等用海约 198 公顷，合计兼容性准入用海分布占比约 14%，远未达到 30%，因此，满足嵊泗滩浒山周边渔业用海区其他要求中“累计兼容性准入用海占比不超过海域面积的 30%”的要求。

综上所述，本项目的实施满足嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区和嵊泗滩浒山周边渔业用海区管控要求，符合《浙江省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（报批稿）。

2、海岸线保护与利用

省级海岸带及海洋空间规划根据海岸线生态功能、资源价值与区位禀赋等条件，将大陆海岸线分为严格保护、限制开发和优化利用三类岸段，并在此基

础上明确自然岸线占补平衡、海岸建筑避让区、深水岸线和潮间带的管控要求。规划未明确有居民海岛岸线相关管控要求，建议参照大陆岸线进行管控。根据《舟山市海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（送审稿），海底电缆登陆点所在岸段为限制开发岸段。

限制开发岸段是指自然形态保持基本完整、生态功能较好、资源利用价值较高，当前开发利用程度较低的岸段，或省级以上重大项目开发需求和潜力较为明确的自然岸段。限制开发岸段严格实施自然岸线占补平衡。实施适度利用级生态管控。严格限制改变自然岸线形态、影响海岸生态功能的开发利用活动。按照向海一侧功能分区允许开展海岸防护工程以及开放式、透水构筑物等用海活动。以其他用海方式占用岸线的，需严格论证其必要性并积极开展生态修复。落实海岸建筑退缩线避让要求。

符合性分析：本项目海底电缆直径较小，海底电缆登陆为线性底部穿越，满足限制开发岸段管理要求。根据数模结论，本项目实施不会对岸线附近海域水动力条件和基本功能条件产生不利影响。

因此，本项目 220kV 海缆建设满足严格保护岸段管控要求，且对岸滩的影响较小。

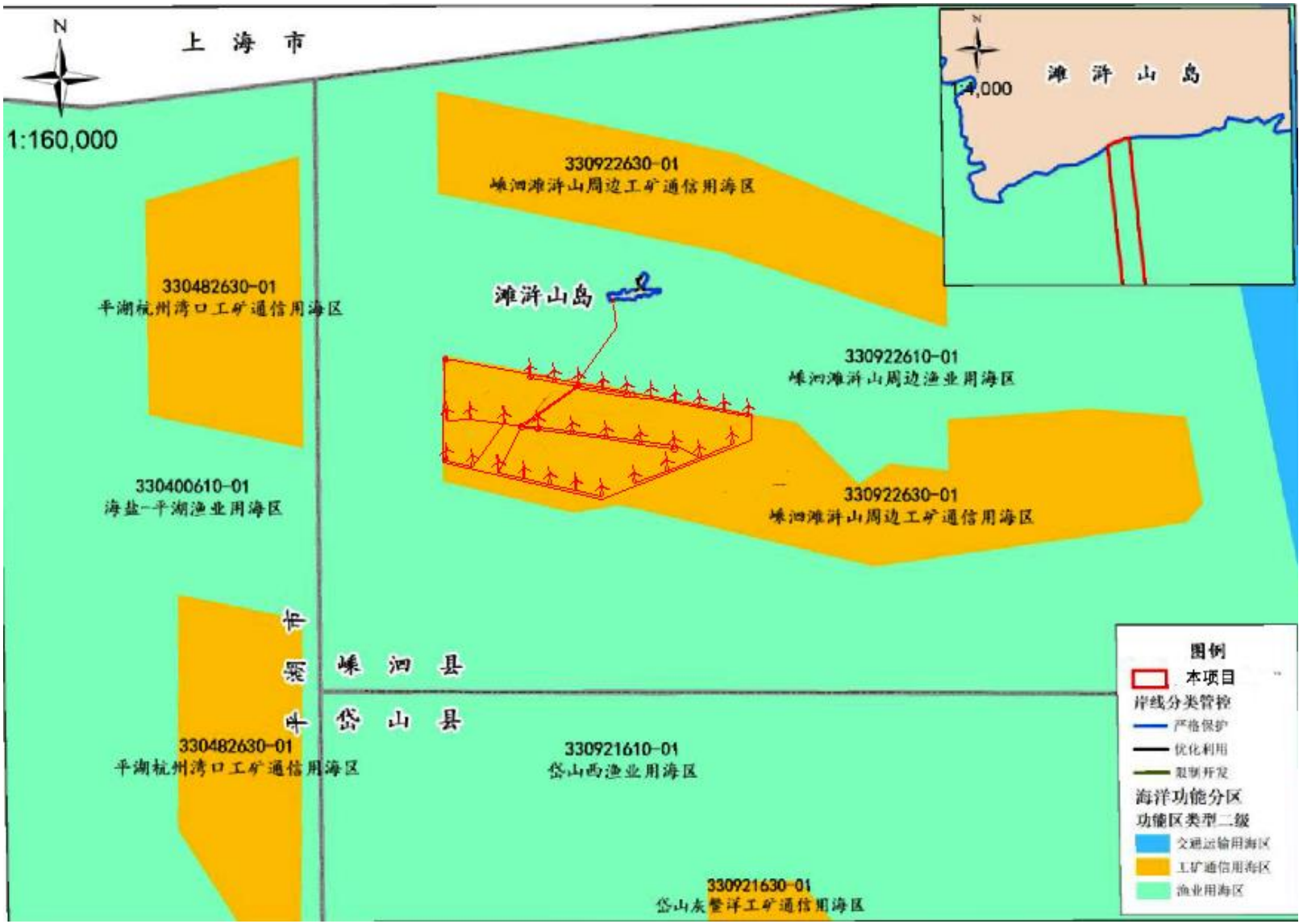


图 2.8-10　本项目在《浙江省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中的位置示意图

2.8.3.5 浙江省“三区三线”划定成果

2022 年 9 月 30 日，《自然资源部办公厅关于浙江等省（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〕2080 号）下发，浙江省“三区三线”划定成果符合质检要求，正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

2022 年 10 月 26 日，浙江省自然资源厅发布了关于启用“三区三线”划定成果的通知（浙自然资发[2022]18 号）。“三区三线”是根据城镇空间、农业空间、生态空间三种类型的空间，分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线三条控制线。其中生态保护红线指是在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、必须强制性严格保护的陆域、水域、海域等区域，是保障和维护国家生态安全的底线和生命线。

本项目和“三区三线”划定成果的位置关系见图 2.8-11。从图中可以看出，本项目不占用生态保护红线，拟建风电场选址及布置距离周边生态保护红线均较远，距离项目最近的生态保护红线为平湖王盘山生态保护红线，位于风电场区西南侧约 18.6km，本项目风电场区建设冲淤影响及悬沙扩散影响均不波及周边生态保护红线，对周边生态保护红线均无影响。

综上，本项目符合浙江省“三区三线”划定成果管理要求。

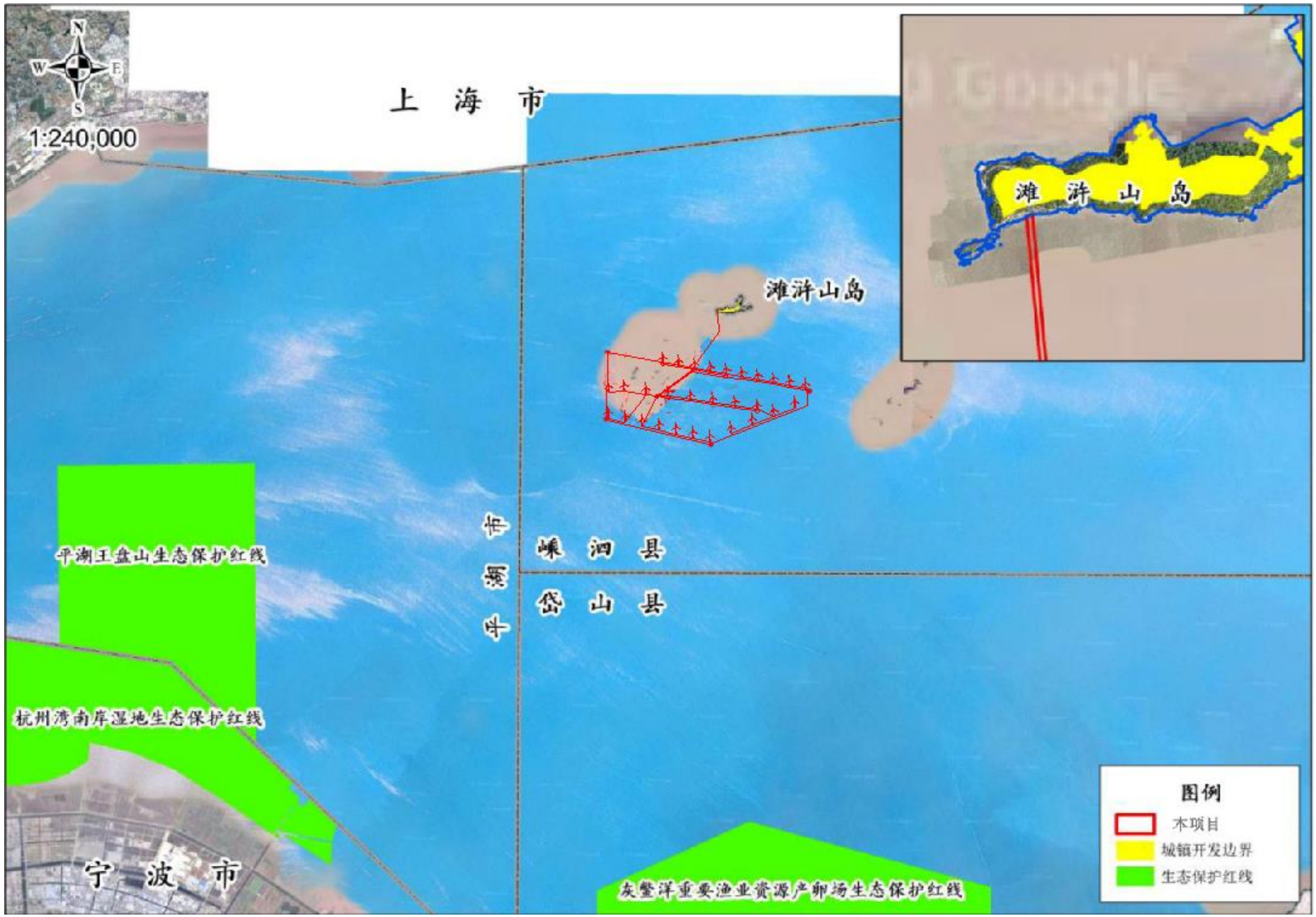


图 2.8-11 本项目与“三区三线”分布图

2.8.3.6 《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》

根据《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》，本项目 220kV/66kV 海缆、风电场区等均位于舟山近岸一类区（省级代码 ZJ02 AI，市级代码 ZS01 AI）（见图 2.3-1）。

舟山近岸一类区（省级代码 ZJ02 AI）：该功能区面积 15143.45 平方千米，市级代码 ZS01 AI，主要使用功能为海洋渔业、海洋生态保护红线，海水水质保护目标为一类。舟山近岸海域除划分为二、三、四类区的其余海域均为舟山近岸一类区，中心坐标为 122°32′35.498″E，30°20′19.150″N。

本项目施工期风机基础打桩、海底电缆的铺设将引起悬浮物浓度增加，影响局部海水水质，但施工期间引起的悬浮物局部扩散等的影响是暂时的，施工结束后，悬浮物可在较短时间内沉降，水质环境将逐步恢复。施工期及运行期船舶污废水、固废等运至岸上处理，不外排，不会对海洋水环境、沉积物、海洋生态环境造成不利影响。总体上，工程建设对海洋渔业、海洋生态保护红线的影响较小，不会造成该功能区海域水质、沉积物质量及生态环境的恶化。

根据前文《浙江省“三区三线”划定成果》分析，本项目不涉及生态保护红线。根据《舟山市养殖水域滩涂规划（2023-2030）修编》，本项目位于限养区，不涉及规划养殖区。本项目与该功能区主要使用功能不冲突，适宜建设。

因此，本项目的建设与《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》是符合的。

2.8.3.7 《浙江省海洋生态环境保护“十四五”规划》

《浙江省海洋生态环境保护“十四五”规划》（2020-2035）的总体目标为：展望 2035 年，浙江近岸海域海洋生态环境根本好转，沿海地区绿色生产生活方式全面形成，美丽海洋建设目标基本实现。陆海一体化污染防治体系有效形成，海洋生态实现系统保护和修复，生态良好、生境完整、生物多样的健康状态基本呈现，海洋优质生态产品供给基本满足人民美好生活需要；海洋生态环境治理体系和治理能力现代化全面实现；海洋绿色低碳发展达到国内领先、国际先进水平；“水清滩净、鱼鸥翔集、人海和谐”的全域“美丽海湾”基本建成。

本项目施工期对海域的影响主要为风场区桩基施工以及海底电缆沟槽开挖环节引起的悬浮泥沙，影响主要集中在桩基、电缆沟槽施工区附近水域，对水质及渔业资源有一定影响，施工结束后，水质会逐步恢复，影响随之消失。本项目营运期不排放污染物，对工程周边海域的海洋生态环境质量基本无影响。

本项目通过科学布局海上风电，推进海洋新能源示范应用，能够做到减少化石能源二氧化碳排放、发展海上绿色能源并加快构建清洁低碳的现代能源体系。与“十四五”规划中减排温室气体，应对适应气候变化的重点任务相符。

因此，本项目的建设符合《浙江省海洋生态环境保护“十四五”规划》。

2.8.4 “三线一单”分析判定

2016 年 10 月 26 日，国家环保部以环环评[2016]150 号文发布了“关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知”，“通知”明确落实“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单” (以下简称“三线一单”)约束，建立项目环评审批与规划环评、现有项目环境管理、区域环境质量联动机制（以下简称“三挂钩”机制），更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量，结合上述文件具体“三线一单管”控要求如下：

1、生态保护红线

根据《嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案（发布稿）》，本项目风场区和电缆均位于嵊泗县渔业用海区（ZH33090030104）一般管控单元，滩浒山岛上定向钻施工平台位于浙江省舟山市嵊泗县一般管控单元（ZH33092230110），不涉及优先保护单元。另根据 2.8.3.5 节分析，本项目均不涉及生态保护红线，本项目符合浙江省“三区三线”划定成果管理要求。

综上，项目建设符合生态保护红线管控要求。

2、环境质量底线

本项目所在区域的环境质量底线为：项目所在海域海水水质达到《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第一类标准；空气环境质量达到《环境空气质量标准》二级标准；声环境质量应达到《声环境质量标准》1 类和 3 类标准。

项目拟建区域大气环境质量良好，能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，施工期对大气的环境影响因素主要为施工扬尘，采取降尘措施后对周边环境空气影响很小。项目周边海域主要的水质超标因子为无机氮、活性磷酸盐和 COD，2024 年春季，无机氮和活性磷酸盐超标率均为 100%，2023 年秋季，无机氮超标率均为 100%，活性磷酸盐超标率为 93.8%，COD 超标率为 43.8%，本项目不对项目所在海域排放废水，不会造成所在海域海水水质的恶化。风电场位于海域，运行期对周围声环境影响较小。

本项目对海水水质的影响仅限于施工期悬浮泥沙，随着施工结束影响消失，施工期和运营期产生的其他污废水均收集处置，不外排；本项目施工废气主要为施工机械和船舶尾气，主要位于海上施工场区，对周边大气环境影响很小，且随着施工结束不再排放。营运期无废气排放；本项目噪声经治理之后能做到达标排放；固废可做到无害化处置；采取本环评提出的相关防治措施后，本项目排放的污染物不会对区域环境质量底线造成冲击。

3、资源利用上线

本项目为基础电力供应类行业，不涉及工业生产，无能源消耗，不会突破地区能源、消耗上线。项目建成运营后通过内部管理、设备选择、废物回收利用、污染治理等多方面采取合理可行的防治措施，以“节能、降耗、减污”为目标，有效地控制污染。因此，本项目符合资源利用上线的要求。

4、环境准入负面清单

根据《嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案（发布稿）》，本项目风场区和电缆均位于嵊泗县渔业用海区（ZH33090030104）一般管控单元，滩浒山岛上定向钻施工平台位于浙江省舟山市嵊泗县一般管控单元（ZH33092230110），本项目建设符合嵊泗县生态环境分区管控动态方案。具体见表 2.8-3。

综上所述，本项目建设符合“三线一单”控制要求。

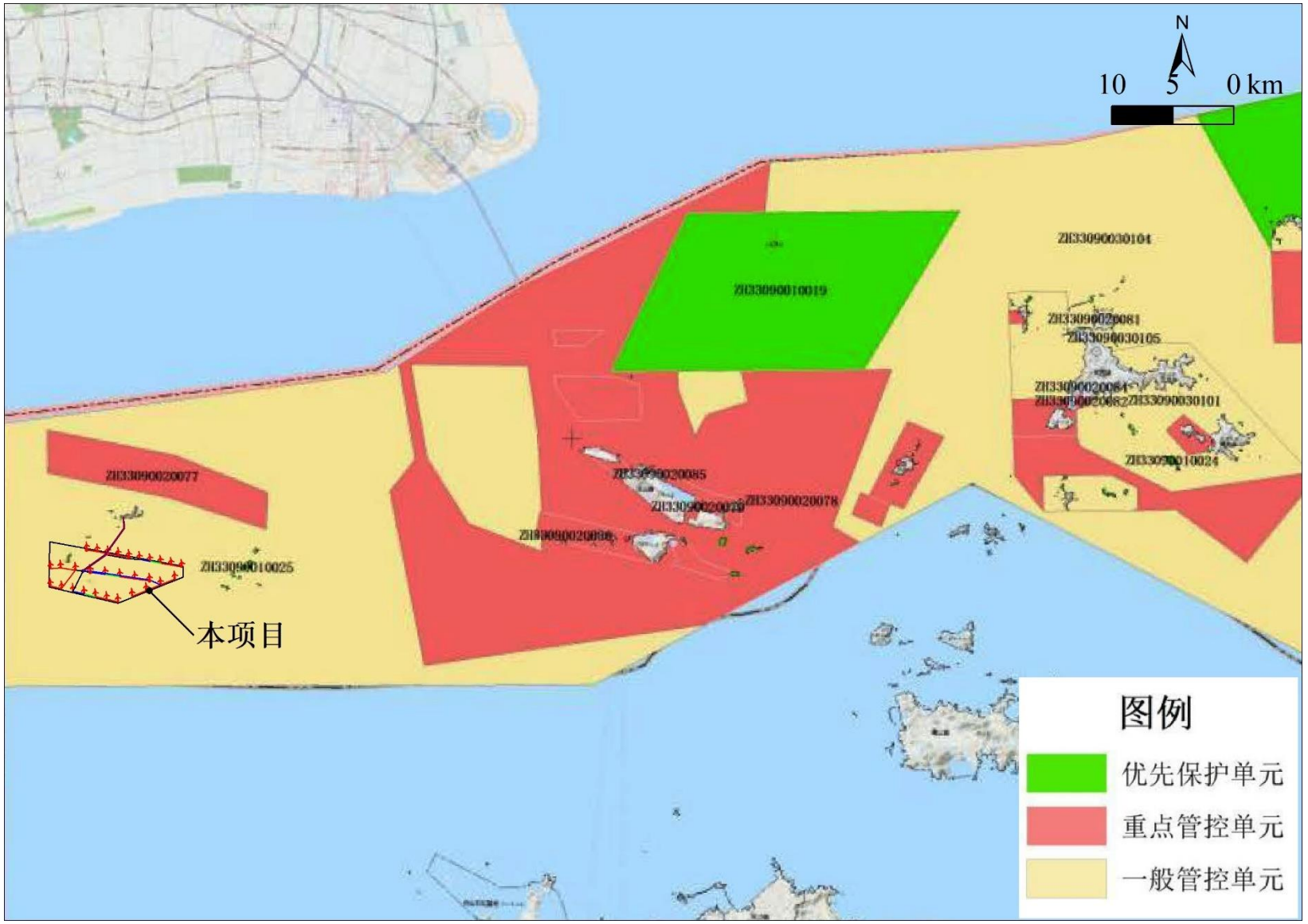


图 2.8-12 本项目与嵊泗县近岸海域生态环境管控单元分类图

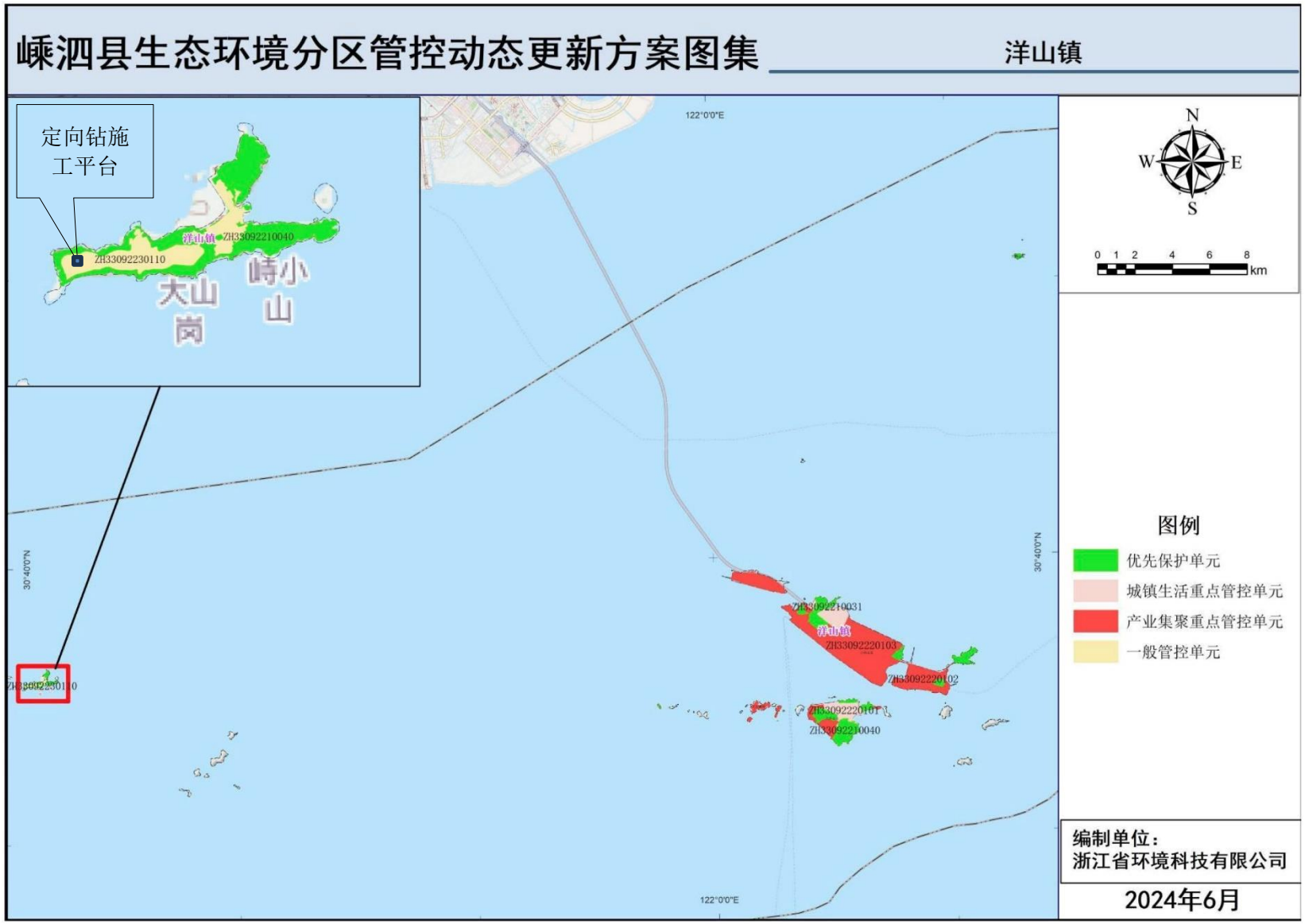


图 2.8-13 本项目与嵊泗县生态环境管控单元分类图（陆域）

表 2.8-3 嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案符合性分析

环境管控单元名称	管控要求		符合性分析
嵊泗县渔业用海区一般管控单元（ZH33090030104）	空间布局约束	除渔业基础设施建设外，严格限制改变海域自然属性；严格保护鱼、虾、蟹等多种水产资源及其栖息场所；不应造成外来物种侵害，防止养殖自身污染和水体富营养化；维护自然岸线，维持水动力条件稳定；在不影响农渔业基本功能前提下，兼容旅游娱乐用海和交通运输用海。	本项目在嵊泗县渔业用海区内进行海上风电场区和海底电缆铺设工程，风电场区采用透空式桩基结构，电缆埋设于海底，不会改变海域自然属性。本项目建设过程中会造成一定的渔业资源损失，会通过增殖放流的形式恢复当地渔业资源，增殖放流采用本地物种，不会造成外来物种侵害。项目施工期海底电缆的铺设将引起悬浮物浓度增加，影响局部海水水质，但施工结束后，悬浮物可在较短时间内沉降，水质环境将逐步恢复，施工期及运行期船舶污废水、固废等运至岸上处理，不外排，不会对周边水质、生态环境产生影响。项目登陆点采用定向钻施工工艺穿越岸线，不占用岸线，项目电缆埋于海底，风电场区采用透水结构，不会改变海域水动力条件。因此，本项目满足空间布局管控要求。
	污染物排放管控	/	/
	环境风险防控	/	/
	资源开发效率要求	/	/
浙江省舟山市嵊泗县一般管控单元（ZH33092230110）	空间布局约束	原则上禁止新建三类工业项目，现有三类工业项目扩建、改建不得增加污染物排放总量并严格控制环境风险。禁止新建涉及一类重金属、重点行业重点重金属污染物、持久性有机污染物排放的二类工业项目，改建、扩建涉及一类重金属、重点行业重点重金属污染物、持久性有机污染物排放的二类工业项目不得增加管控单元污染物排放总量；禁止在工业功能区（包括小微园区、工业集聚点等）外新建其他二类工业项目，一二产业融合的加工类项目、利用当地资源的加工项目、工程项目配套的临时性项目等确实难以集聚的二类	本项目电缆定向钻施工平台位于该功能区，本项目不属于《嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案》中的二类和三类工业项目，不涉及重点重金属污染物、持久性有机污染物排放，不涉及畜禽养殖，不涉及占用基本农田和耕地。因此，本项目符合空间布局约束管控要求。

		工业项目除外；工业功能区（包括小微园区、工业集聚点等）外现有其他二类工业项目改建、扩建，不得增加管控单元污染物排放总量。建立集镇居住商业区、耕地保护区与工业功能区等集聚区块之间的防护带。严格执行畜禽养殖禁养区规定，根据区域用地和消纳水平，合理确定养殖规模。加强基本农田保护，严格限制非农项目占用耕地。	
	污染物排放管控	落实污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。加强农业面源污染治理，严格控制化肥农药施加量，合理水产养殖布局，控制水产养殖污染，逐步削减农业面源污染物排放量，推动农业领域减污降碳协同。依法严禁秸秆露天焚烧。因地制宜选择适宜的技术模式对农田退水进行科学治理，有序推进农田退水“零直排”工程建设。	本项目定向钻施工不涉及污染物总量控制，不涉及使用化肥农药施，不涉及水产养殖、秸秆焚烧、农田退水，本项目定向钻施工作业产生的废水等均收集处置不外排。因此，本项目符合污染物排放管控要求。
	环境风险防控	加强生态公益林保护与建设，防止水土流失。禁止向农用地排放重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥，以及可能造成土壤污染的清淤底泥、尾矿、矿渣等。加强农田土壤、灌溉水的监测及评价，对周边或区域环境风险源进行评估。	本项目定向钻施工平台占用约 1600m^2 公益林，本报告提出了生态公益林保护措施。本项目不涉及重金属、有毒有害污水排放，不涉及清淤底泥、尾矿、矿渣等，本项目定向钻施工作业产生的污水、钻渣等均收集处置不外排。因此，本项目符合环境风险防控要求。
	资源开发效率要求	实行水资源消耗总量和强度双控，推进农业节水，提高农业用水效率。优化能源结构，加强能源清洁利用。	本项目仅进行定向钻施工，施工时间短，生活用水和施工用电量均较小。因此，本项目符合资源开发利用效率要求。

2.8.5 与其他规划符合性分析

根据《舟山市养殖水域滩涂规划（2023-2030）修编》，其规划目标为：通过对舟山市养殖水域滩涂进行规划，摸清养殖现状，对养殖区域进行精确定位，依法划定禁养区、限养区和养殖区，分类制定不同功能区划的管控措施，设定发展底线，稳定基本养殖区域，保障渔民合法权益，完善科学管理有效机制，达到“三区界定清晰、依法管控、措施有力”的目标。根据规划，舟山市海水养殖禁养区面积为 643128.39 公顷，其中滩涂禁养区 2449.58 公顷，海上禁养区 640678.81 公顷；海上养殖限养区面积为 1252933.39 公顷，其中海上养殖限养区 1250940.71 公顷，海水陆地养殖限养区 539.77 公顷，滩涂养殖限养区 1452.91 公顷；海上养殖区面积 13719.45 公顷，滩涂养殖区面积 1261.42 公顷。具体见图 2.8-14。

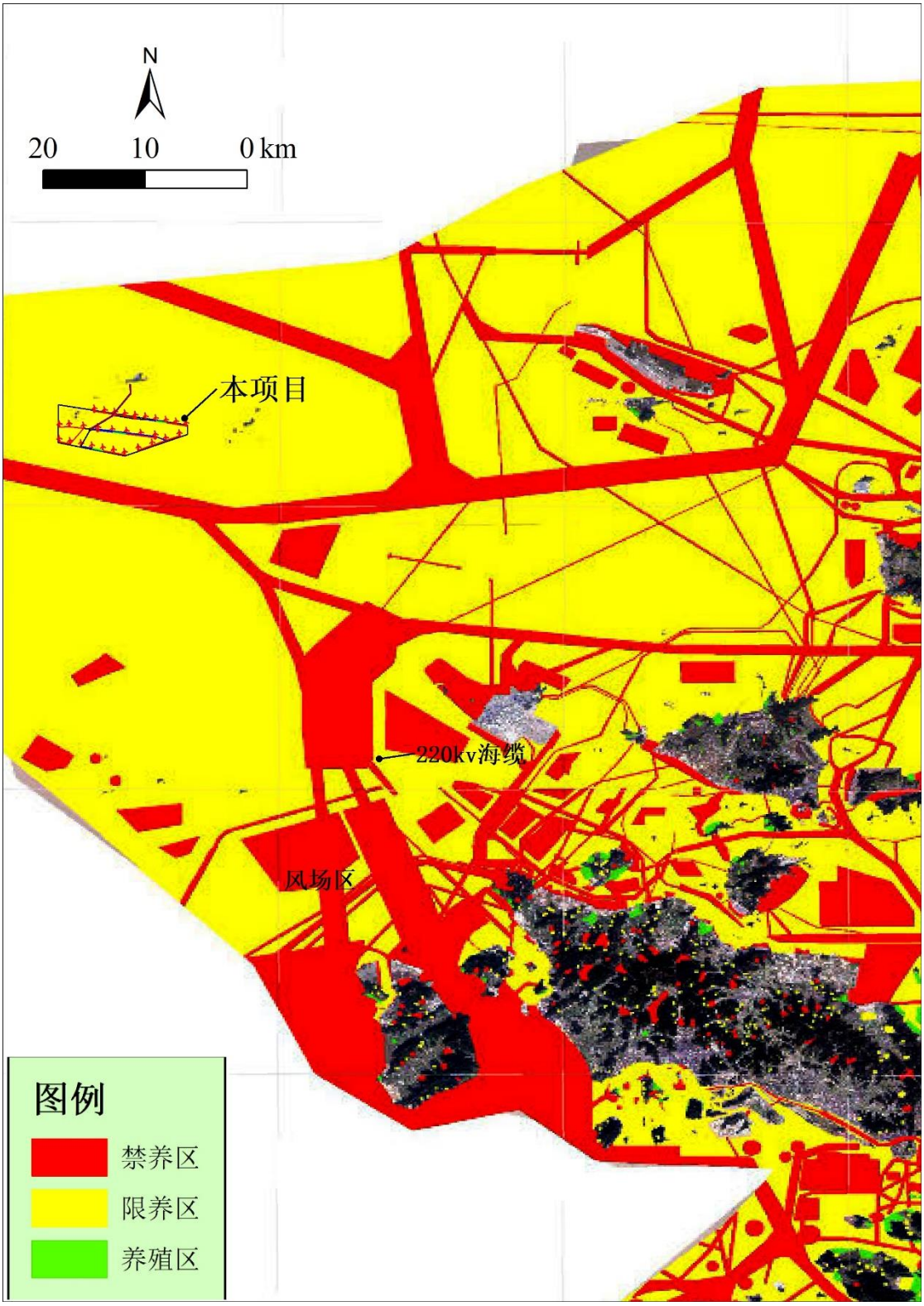


图 2.8-14 舟山市养殖水域滩涂规划（2023-2030）修编总图（三区）

由图 2.8-14 可知，本项目风电场区和海底电缆路由所在区域为限养区，未占用规划养殖区，因此，本项目的建设与《舟山市养殖水域滩涂规划（2023-2030）修编》不冲突。

2.9 建设方案环境比选

2.9.1 风电场场址

本项目海域虽然开发利用较少，但规划、政策等各方面的限制条件较多，东南侧为嵊泗 3#4#海上风电场，南侧为金山航道，北侧为滩浒山岛和嵊泗 2#海上风电场，西北侧约 140m 为《上海市国土空间近期规划（2021-2025 年）》中的行政分界线，根据自然资源部要求，省级海洋功能区划重叠区域内用海活动由自然资源部批准，本项目在用海选址过程中已规避省级海洋功能区划重叠区域，本项目海域不涉及《上海市国土空间近期规划（2021-2025 年）》和《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》重叠区域。

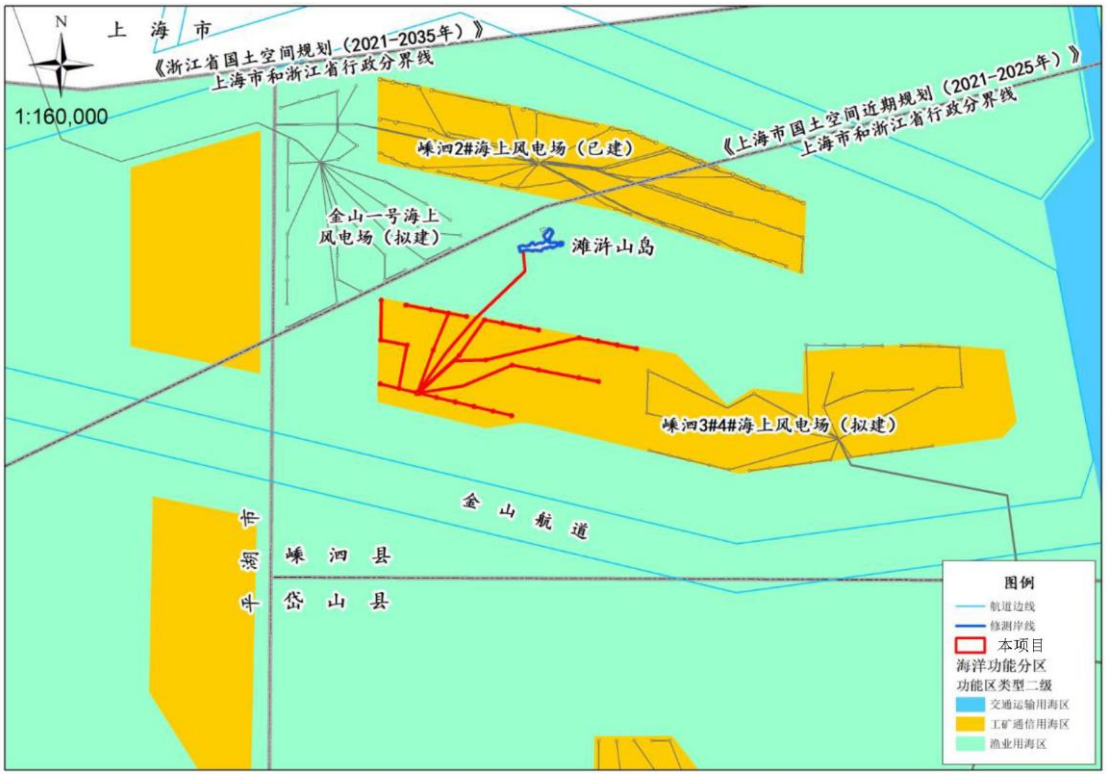


图 2.9-1 中广核嵊泗 1#场址周边限制性因素示意图

通过上述分析，结合《浙江省海上风电发展规划（2021-2035 年）》可知，中广核嵊泗 1#风电工程属于《浙江省海上风电发展规划》（2021-2035 年）近期实施风电项目。作为清洁能源项目，嵊泗 1#风电工程得到省、市、县各级政府及相关部门的大力支持，嵊泗县更是明确要求各有关方面要共同努力，全力以赴加快推进嵊泗 1#风电场实施工作。作为规划项目，嵊泗 1#风电场选址已经确定。

综上所述，中广核嵊泗 1#风电场场址选择具有唯一性，只能选址于嵊泗 2#

和滩浒山岛南侧，本报告不再做选址方案的比选。

2.9.2 风场区平面布置比选

本项目风场区中心点离岸距离 28km，场区水深在 11～16m 之间，场址呈多边形，东西长约 5.8km~11.1km，南北宽约 3.9km，总装机容量 396MW。风场区选址距离生态保护红线、航道、锚地等海域环境敏感区较远，本报告重点对风场区平面布置进行比选。

2.9.2.1 风机机型

综合海上风电机组选型要求，结合目前风电市场的技术进步情况及本项目的供货进度要求等，选择满足要求的 12.0MW、14.0MW 和 16.2MW 三种机型进行比选。各比选机型技术经济比较见表 2.9-1。

表 2.9-1 各比选机型经济技术比较表

指标		单位	WTG1	WTG2	WTG3
概况	单机容量	MW	12	14	16.2
	转轮直径	m	252	270	266
	单位千瓦扫风面积	m^2/kW	4.16	4.09	3.43
	轮毂高度	m	144	150	148.5
	装机台数	台	34	29	25
	总装机容量	MW	408	406	405
发电量	年理论发电量	万 kWh	178509	180643	164860
	平均尾流影响系数	%	16.83	16.15	15.83
	单台最大尾流影响系数	%	22.81	20.50	21.78
	年设计发电量	万 kWh	150269	151478	140411
	综合折减系数		0.78	0.776	0.78
	年上网电量	万 kWh	117210	117547	109520
	等效满负荷小时数	h	2873	2895	2704
	等效满负荷小时数排序		2	1	3

从发电量上看，WTG1~WTG3 三种机型年等效满负荷小时数分别为 2873h、2895h 和 2704h，WTG2 最高。

从尾流影响上看，WTG1~WTG3 三种机型全场平均尾流影响系数分别为 16.83%、16.15%和 15.83%，单机最大尾流影响系数分别为 22.81%、20.50%和 21.78%，WTG3 机型的尾流影响相对较小。

本项目核准容量 396MW，根据电网公司要求，装机容量不得超过 397MW（核准容量上浮 1MW）。综合以上机组选型要求，结合目前风电市场的技术进

步情况、本项目的供货进度要求、并结合电网公司对于本项目装机容量 397MW 限制，本阶段采用机型混排方案比选。因此，综合考虑机组的发电量、尾流影响和装机容量限制，本阶段代表机型暂推荐发电量较高的 WTG1、WTG2 机型。

2.9.2.2 风电场平面布置比选

1、风电机组布置原则

风电场通过每台风电机组把风能转化为电能，风经过风电机组转轮后速度下降并产生紊流，沿着下风向一定距离后才能消除前一台风电机组对风速的影响。海平面由于粗糙度小，风机的尾流衰减缓慢，影响距离长，因此前排风机对后排风机的尾流影响大。在布置风电机组时，应充分考虑风电机组之间相互的尾流影响，确定各风电机组的间距，把尾流影响控制在合理范围内。风电机组间距的变大会使风电机组间的尾流影响降低，但同时也会降低对风能资源的利用率，增加机组间电缆的长度，增大电量损耗。

海上风电场风电机组应主要根据风电场区域内风能资源、海洋水文和海底地形地质条件进行布置，侧重于选择更有利的建设及施工条件，同时要通过对比发电量和投资水平保证项目的经济最大化。布置原则为：

(1) 充分考虑规划使用海域的水深地形条件，合理避让岛礁、暗礁等，确保施工方案可行性与安全性。

(2) 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，合理选择风电机组间距。

(3) 布置时既要尽量避免风电机组之间的尾流影响，又要减小风电机组之间的海缆长度，以降低配套工程投资和场内输变电损耗。

(4) 对不同的布置方案，要按整个风电场发电量最大，兼顾各单机发电量的原则进行优化。

(5) 对于混排方案，为了便于施工、运行维护和降低工程投资，同一机型尽量集中布置。

2、项目海域涉及的敏感性因素

(1) 场区周边航道及海底管线

本工程场区与南侧的金山航道边线距离约 2.9km。

(2) 场区周边风电项目

本场区北侧 5.6km 为嵊泗 2#项目，东侧紧邻嵊泗 3#4#项目。西北侧约 600m

为金山一期项目，根据与金山一期开发单位沟通，本项目机位点需避让金山一期机位点 2.5 公里。

(3) 岛屿

本场区内有零星岛屿，根据地形测量初步成果，岛屿附近地形变化剧烈，出于施工安装考虑，本阶段避让岛屿 500m，不同避开地形变化剧烈区域。

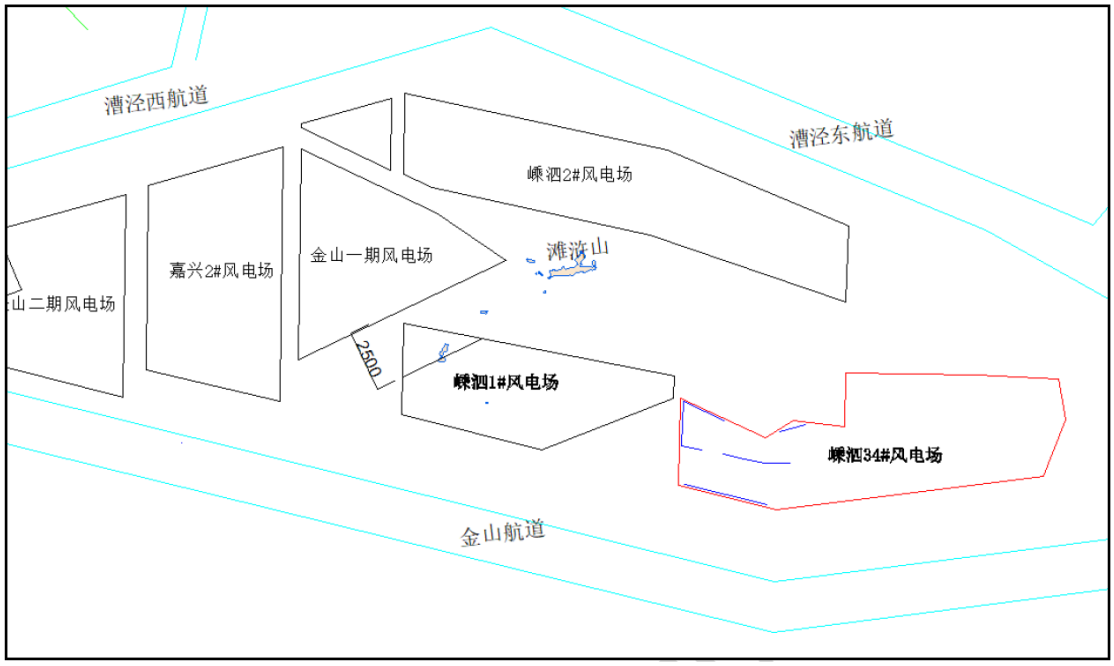


图 2.9-2 项目海域涉及敏感因素示意图

3、风电机组布置优化

本阶段布置方案比选工作选取发电量较优的 WTG1、WTG2 机型为例，根据场区形状同时结合主导风向和主要风能方向，重点选取 4 个布置方案进行比选，并计算各方案风电场发电量及尾流影响。布置优化成果见表 2.9-2，各方案机组布置见图 2.9-3～图 2.9-5。

由表 2.9-2 可以看出，从发电量上看，四个方案的年等效满负荷小时数分别为 3007h、3007h、3032h 和 3028h，方案三的发电量最高；四个方案的全场平均尾流影响系数分别为 15.80%、15.83%、15.12%和 15.17%，单台最大尾流影响系数分别为 19.10%、17.29%、16.50%和 16.64%，方案三的尾流影响最小。

从环境影响角度分析，各方案均由 24 台 14MW 风机和 5 台 12MW 风机组成，占用海域面积一致，对海域生态影响相当。方案一行间距最小，距离无居民岛距离最近，对鸟类影响最大。方案二、方案三和方案四行间距相当，距离无居民岛距离相当，对鸟类影响相当。

因此，综合考虑发电量和尾流影响等因素以及环境影响因素，本阶段选择方案三为推荐布置方案。

表 2.9-2 风电机组布置表

指　标	单位	方案一	方案二	方案三	方案四
描　述	/	平行于场区东南边界成行布置，共 6 行	沿场区南北边界成行布置，共 3 行	沿场区南北边界成行布置，共 3 行，WTG5 布置在下风向	沿场区南北边界成行布置，共 3 行，WTG5 布置在上风向
年理论发电量	万 kWh	176716	176750	176746	176739
平均尾流影响系数	%	15.80	15.83	15.12	15.17
单台最大尾流影响系	%	19.10	17.29	16.50	16.64
年设计发电量	万 kWh	148858	148834	150071	149871
综合折减系数		0.8	0.8	0.8	0.8
年上网电量	万 kWh	119086	119067	120057	119897
年等效满负荷小时数	h	3007	3007	3032	3028
海洋生态影响	/	各方案均由 24 台 14MW 风机和 5 台 12MW 风机组成，占用海域面积一致，对海域生态影响相当。			
鸟类影响	/	行间距最小，距离无居民岛距离最近，对鸟类影响最大。	行间距相当，距离无居民岛距离相当，对鸟类影响相当。		
推　荐	/	/	/	√	/

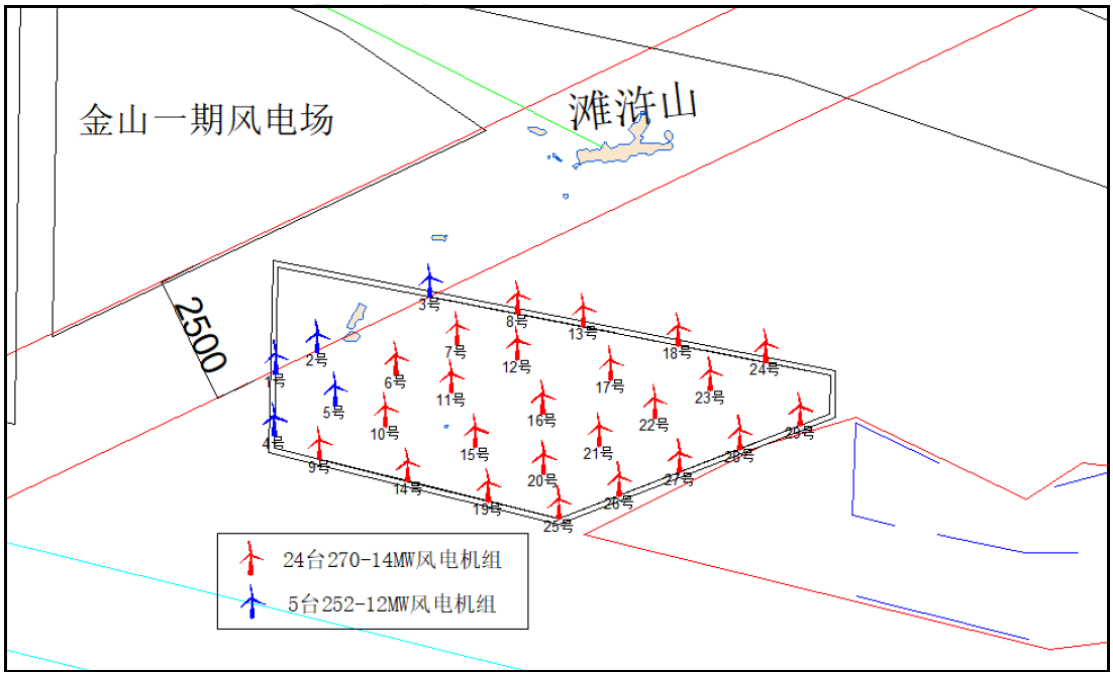


图 2.9-3 方案一布置图

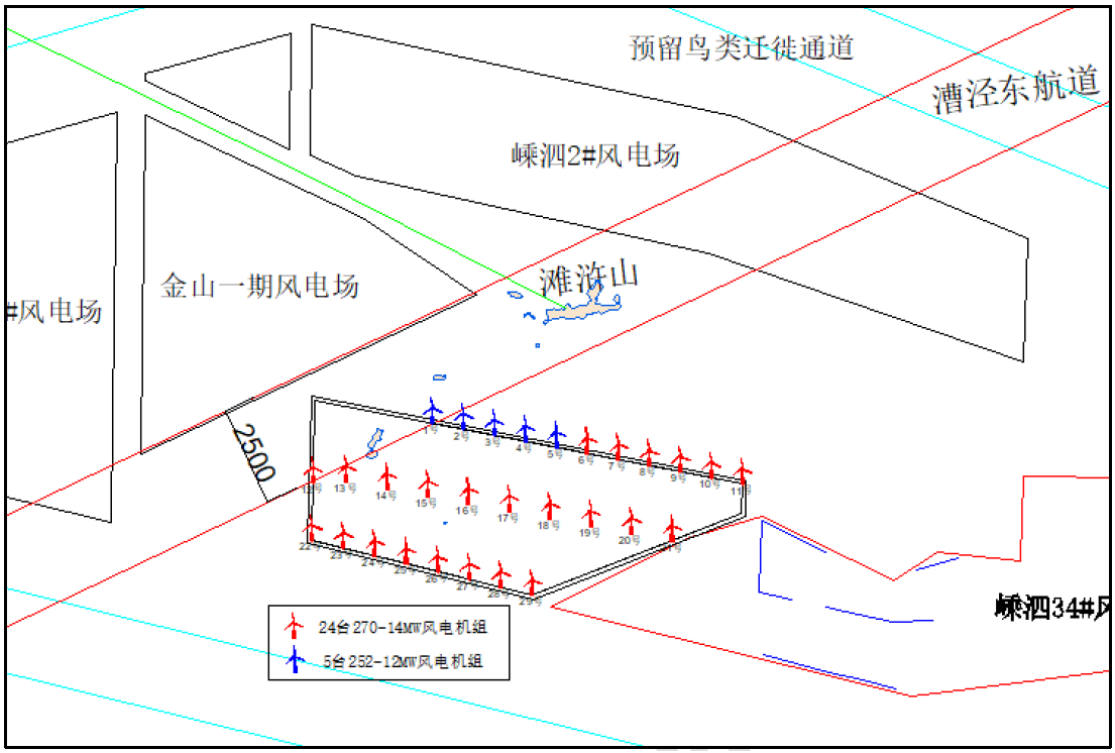


图 2.9-4 方案二布置图

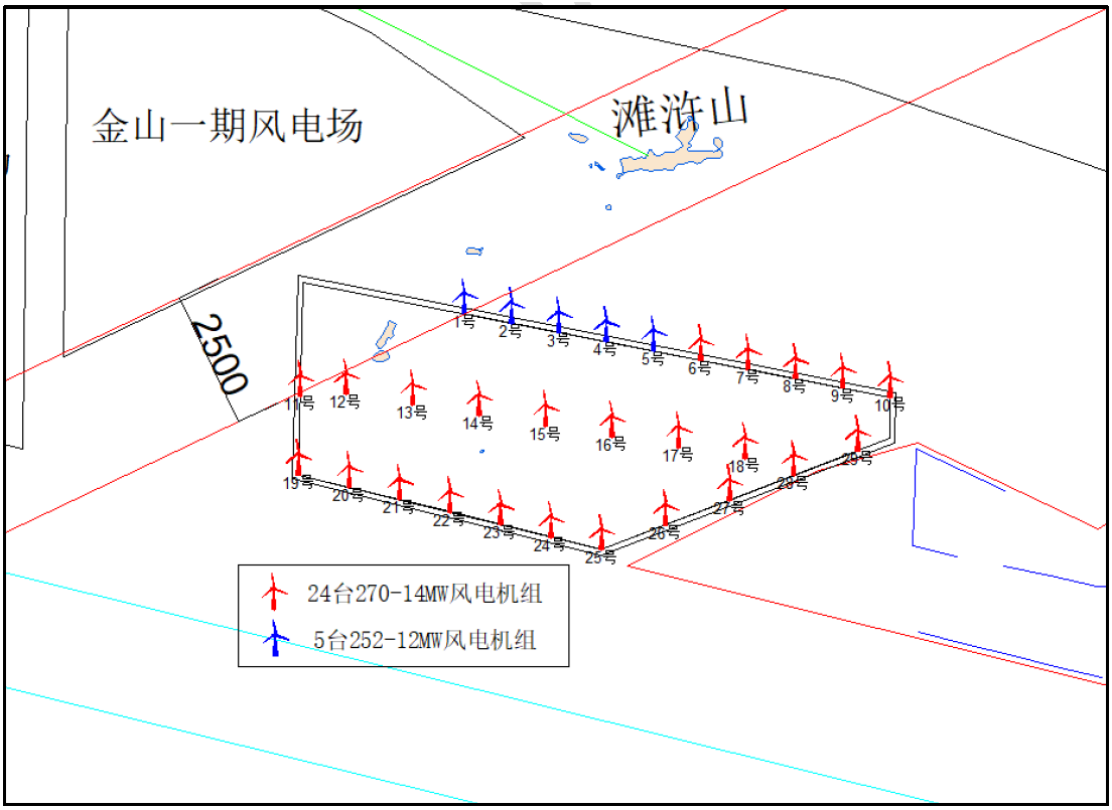


图 2.9-5 方案三布置图

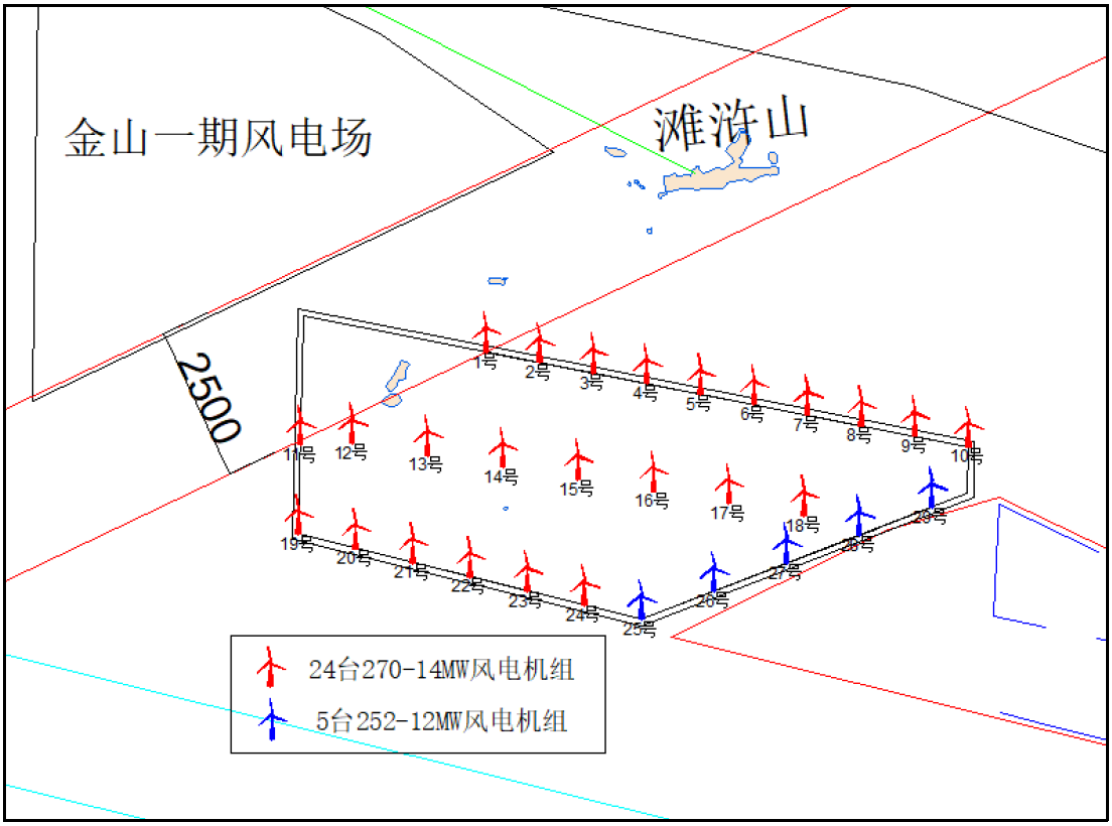


图 2.9-6 方案四布置图

2.9.2.3 海上升压站方案比选

本项目海上升压站拟采用整体吊装方式，施工区域海域深度需满足整体吊装的运输船和起重船需求，且应避开周边限制性因素。同时综合考虑220kV和66kV海缆费用，结合地形情况，升压站的位置初拟了以下3 个方案。

根据以下布置方案进行经济性比较。

方案1：海上升压站布置于场区中部偏西，场区内部66kV海缆路径适中，220kV路由长度较短，海缆总长度最小，整体投资最小。海缆总长度最小，施工占用海域面积最小，产生的悬浮泥沙扩散范围最小，对海洋生态影响最小。

方案2：海上升压站布置于场区西南部，场区内部66kV海缆路径最长，220kV路由长度较短，海缆总长度居中，整体投资较小。海缆总长度居中，施工占用海域面积较小，产生的悬浮泥沙扩散范围较小，对海洋生态影响较小。

方案3：海上升压站布置于场区中部，场区内部66kV海缆路径最短，220kV路由长度最长，海缆总长度最大，整体投资较大。海缆总长度最大，施工占用海域面积最大，产生的悬浮泥沙扩散范围最大，对海洋生态影响最大。

综合比较三个方案经济性和环境影响因素分析，因此本阶段海上升压站位置暂推荐选择方案1，设置于场区中部偏西，设置于13号与14号风机之间的海域上。

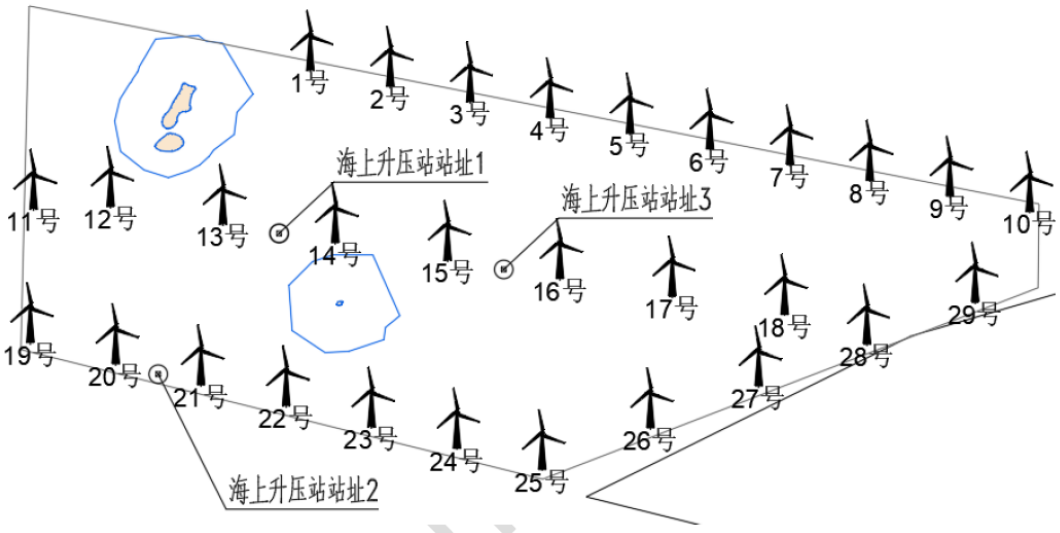


图 2.9-7 海上升压站方案比选布置图

3 建设项目工程分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目总体概况

本报告编制依据为中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司编制的《中广核嵊泗 1#海上风电项目可行性研究报告》（审定版，2024 年 12 月版）以及本项目立项文件（附件 1），根据该可研报告，本项目工程总体概况如下：

项目名称：中广核嵊泗 1#海上风电项目。

项目性质：新建。

工程规模：工程拟安装 29 台风力发电机组（24 台 14MW 及 5 台 12MW），总装机规模 396MW。

中广核嵊泗 1#海上风电项目（以下简称“本项目”）场区位于浙江省舟山市嵊泗县滩浒岛南侧海域，场区中心点离岸距离约 28km，总装机容量 396MW。场区水深在 11～16m 之间，场址呈多边形，东西长约 5.8km~11.1km，南北宽约 3.9km，面积约 34.8km^2。

工程组成：包括 29 台风力发电机组（24 台 14MW 及 5 台 12MW），66kV 海缆 41.55km（6 回）、220KV 送出电缆 11.71km（2 回）和 1 座 220kV 海上升压站。本项目海上定向钻段登陆后至陆上集控中心拟另行立项另行开展环评工作，不在本报告评价范围内。项目总投资 395283.48 万元。

工程地理位置图见图 3.1-1，工程特性见表 3.1-1。



图 3.1-1 工程地理位置图

表 3.1-1 中广核嵊泗 1#海上风电项目特性表

名 称				单位（或型号）	数 量	备 注
基本概况	工程场区海底高程			m	-11～-16	1985 国家高程基准
	平均海平面高度			m	0.38	
	设计高潮位			m	2.89	
	设计低潮位			m	-1.98	
	极端高水位（50 年一遇）			m	4.39	
	极端低水位（50 年一遇）			m	-2.83	
	年平均风速			m/s	7.63/7.60	151m/142m 高度
	风功率密度			W/m^2	439/434	
	主导风向				SE、E	
	主要风能方向				SSE、SE	
主要设备	风电场主要机电设备	风电机组	台 数	台	29（24/5）	
			额定功率	MW	14/12	
			轮毂高度	m	151/142	
			额定电压	kV	1.38	
		主要机电设备	塔筒内升压设备	套	29	
			66kV 海缆型号	HYJQ41-F-3×95~ 630+2×36B 38/66kV		
			出线回路数	回	6	
	升压站	主变压器	型 号	SZ-225000 /230		
			台 数	台	2	

			容　量	MVA	225	
			额定电压	kV	230	
海工及土建	风电机组基础	台　数		台	29	
		型　式		无过渡段单桩基础		
		地基特性		滨海相沉积地貌单元		
海工及土建	海上升压站	选址		风电场南部偏西侧海域		
		升压站结构型式		四桩导管架基础，钢结构上部三层		
		升压站最大平面尺寸		m×m	45.5×42	
	工期	总工期		月	12	
		首批风机并网发电		月	10	
主要工程量	风电机组钢管桩			t	68585	
	海上升压变电站钢材			t	4520	
	66kV 海缆			km	41.55	
	220KV 送出电缆			km	5.85/5.86	
投资概算指标	工程静态投资			万元	385547.58	不含陆上送出工程
	工程总投资			万元	390284.53	
	单位千瓦静态投资			元/kW	9736.05	
	单位千瓦动态投资			元/kW	9855.67	

3.1.2 建设方案概述

3.1.2.1 工程组成

本项目建设内容包括 29 台风机及配套升压设备、220kV 海上升压站、场内 66kV 海底电缆，工程总体平面布置见图 3.1-2。

3.1.2.2 风电机组

1、风机选型

本阶段选择单机 WTG1、WTG2 风电机组进行布置。具体技术特性参数见表 3.1-2。

表 3.1-2 机型技术参数表

指标		单位	WTG1	WTG2
概况	单机容量	MW	12	14
	转轮直径	m	252	270
	单位千瓦扫风面积	m^2/kW	4.16	4.09
	轮毂高度	m	142	151
	装机台数	台	5	24
	总装机容量	MW	60	336
发电量	年理论发电量	万 kWh	171444	
	平均尾流影响系数	%	15.12	
	单台最大尾流影响系数	%	22.81	20.50
	年设计发电量	万 kWh	150071	
	综合折减系数		0.800	
	年上网电量	万 kWh	120057	
	等效满负荷小时数	h	3032	

2、轮毂高度

本报告推荐的风电机组为 WTG1、WTG2 机型，根据风机基础初步设计成果，本风电场工程宜采用单桩基础结构，基础顶高程为 12m。结合现阶段风电机组厂家提供的塔筒资料，本阶段推荐机型的轮毂高度按 12MW /142m 、14 MW /151m 考虑。

3、风机平面布置

沿场区南北边界成行布置，共 3 行，风电机组行间距 1700~1995m，行内间距 832~1252m，风电机组间最小间距为 832m（约 3.08D）。风电机组布置见图 3.1-2。

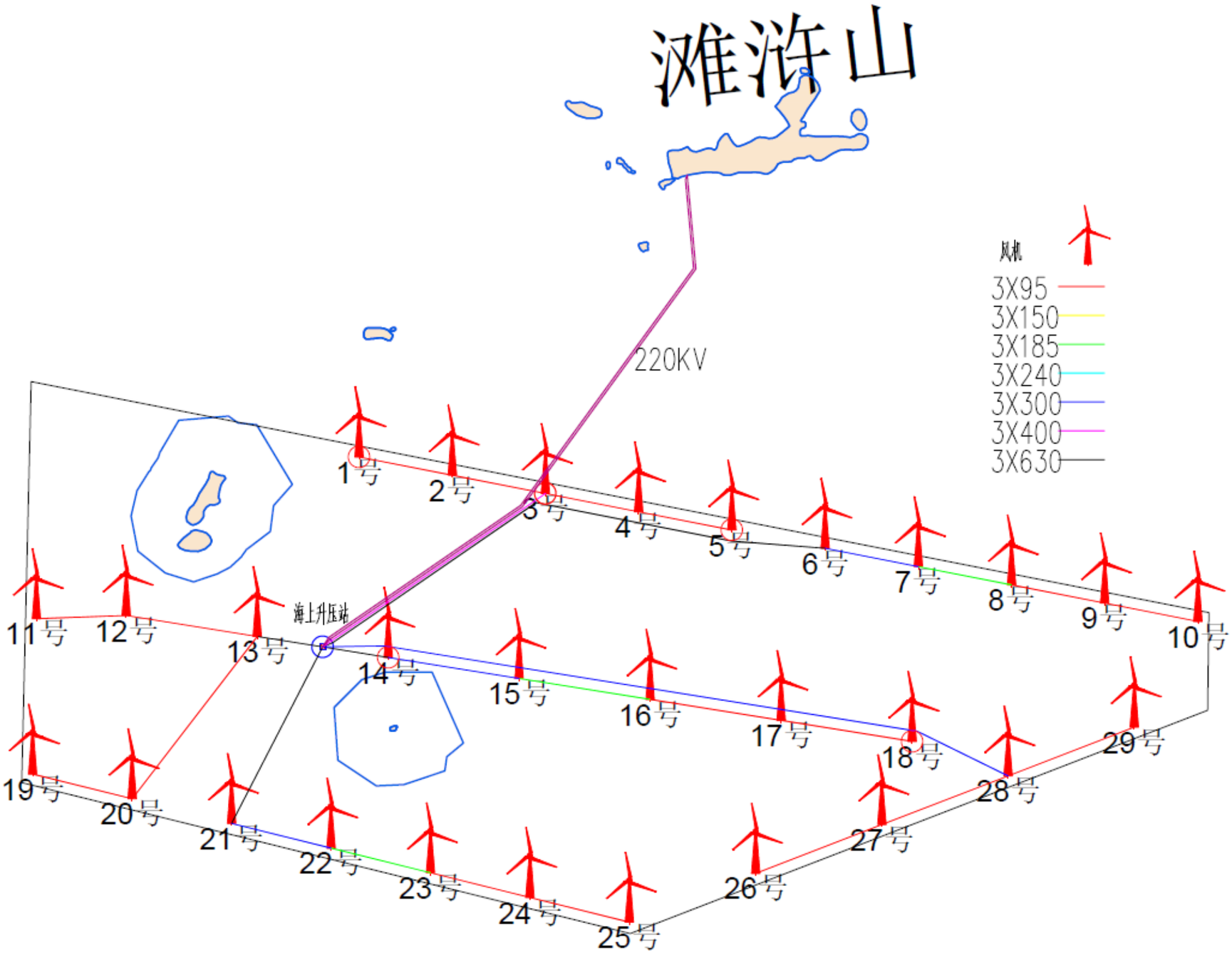


图 3.1-2 工程总平面布置图

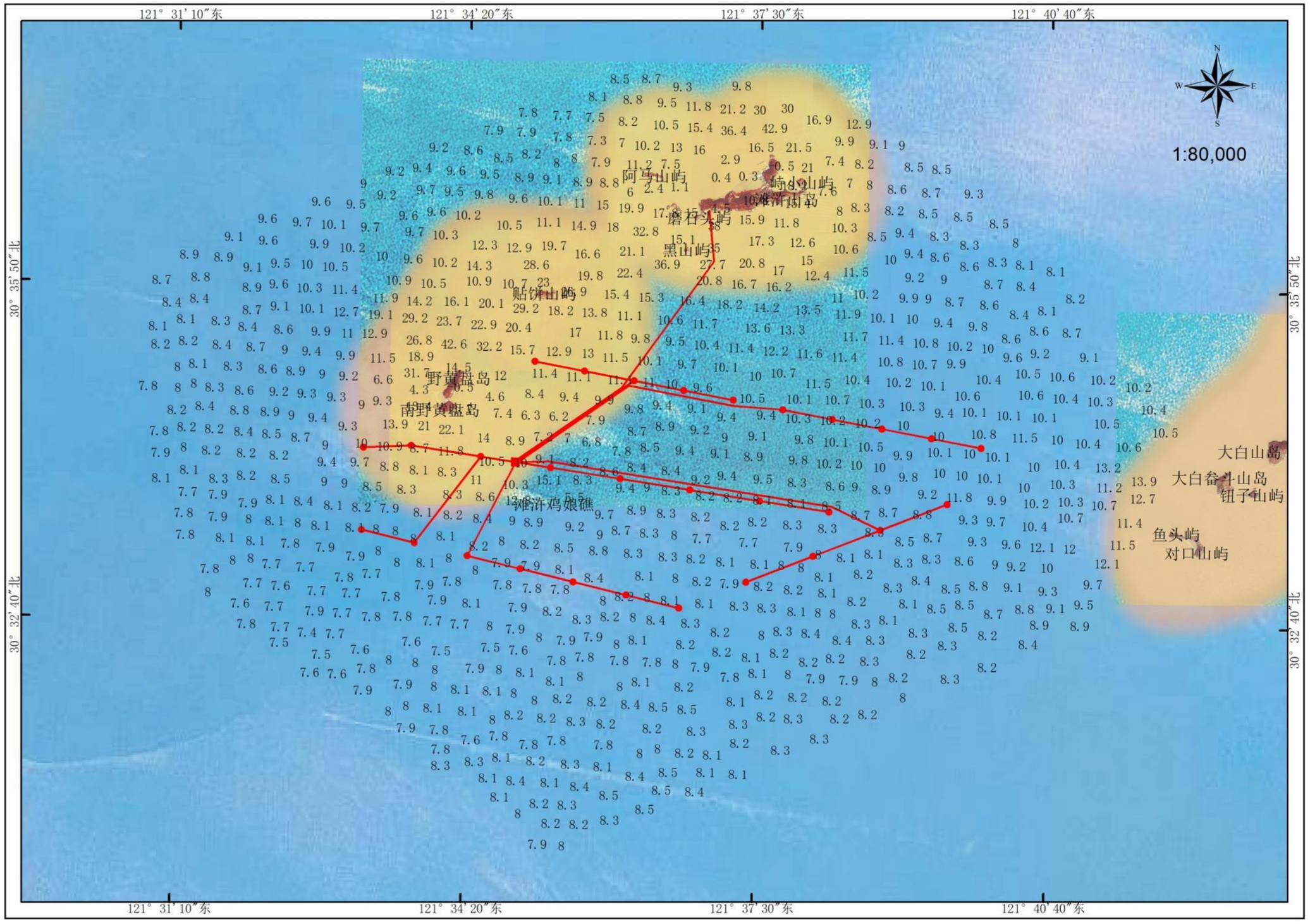


图 3.1-3 项目所在区域水深地形图

4、风机基础

本项目 29 台风力发电机组（24 台 14MW 及 5 台 12MW）均采用大直径单桩基础。风机基础结构图见图 3.1-6。

单桩基础结构型式为：14MW 风电机组采用单根平均桩径 11.5m 钢管桩定位于海底，承受波浪、海流荷载及风机塔架传递的风荷载，钢管桩平均桩长约 107.0m，壁厚 120mm，入土深度约 80.0m，桩底平均高程-96.0m，桩顶高程为 12.0m。12MW 风电机组采用单根平均桩径 10.2m 钢管桩定位于海底，承受波浪、海流荷载及风机塔架传递的风荷载，钢管桩平均桩长约 102.0m，壁厚 120mm，入土深度约 75.5m，桩底平均高程-91.0m，桩顶高程为 12.0m，桩顶通过法兰系统连接上部塔筒。



图 3.1-4 大直径单桩基础有限元模型

5、防腐设计

由于本项目风机基础、海上升压站的钢管桩直接处于海水环境中，其浪溅区、水位变动区、全浸区腐蚀问题严重，考虑到本项目基础结构的重要性，根据邻近海域港口及近海工程的防腐蚀设计经验，参考《海上风电场工程防腐蚀设计规范》（NB/T 10626）、《海港工程钢结构防腐蚀技术规范》（JTS153-3）等相关规范留有腐蚀余量的同时，外露部分采用物理防护与电化学保护的联合保护方式，在浪溅区、水位变动区、大气区辅以长寿命重防腐涂料环氧玻璃鳞片

漆（≥1000μm）进行防腐；全浸区辅以长寿命重防腐涂料环氧玻璃鳞片漆（≥600μm）进行防腐，泥下区采用外加电流阴极保护方式进行防腐。

表 3.1-3 风机基础防腐蚀方案

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

6、防冲刷设计

对于大直径单桩基础，本阶段考虑主要通过预留冲刷深度保护基础的安全性，结构设计考虑 4m 的冲刷。根据 5.2 节预测，本项目风机局部最大冲刷深度约 5.98m，为防止桩周冲刷，沿单桩基础一定范围内采用固化土冲刷防护方案。本项目在沉桩完成后视冲刷坑大小制定填充方案，实施固化土施工，保护桩周土体免受冲刷。固化土防冲刷保护措施已在国内海上风电场工程中成功应用，固化土通常采用滩涂或海底淤泥掺入一定比例的固化剂制成，料源广泛；现场直接向海底泵送，海上施工方便快捷。对于单桩基础，桩的防护范围为桩径的 2D~3D，固化土浇灌施工点位 2 个。根据初步预测，固化土用量约 4.8 万 m^3。

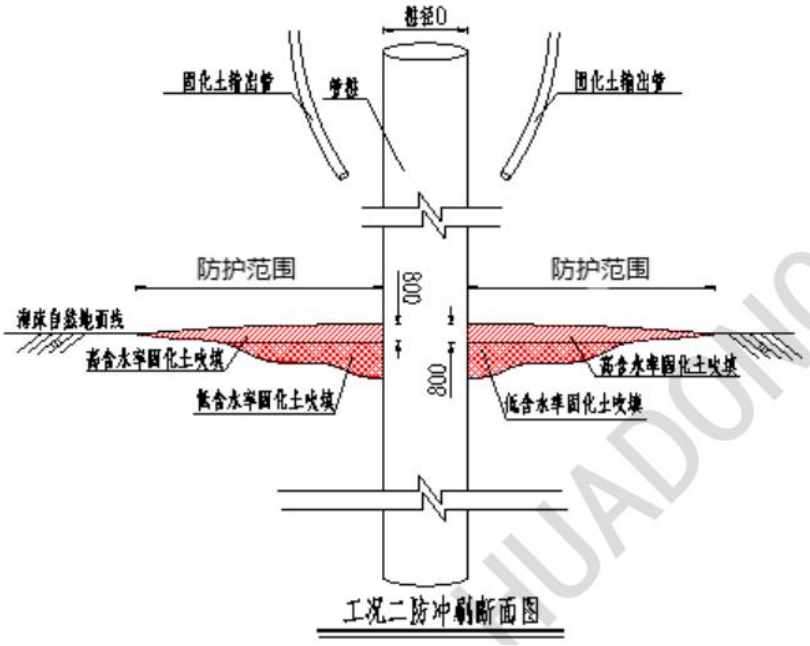
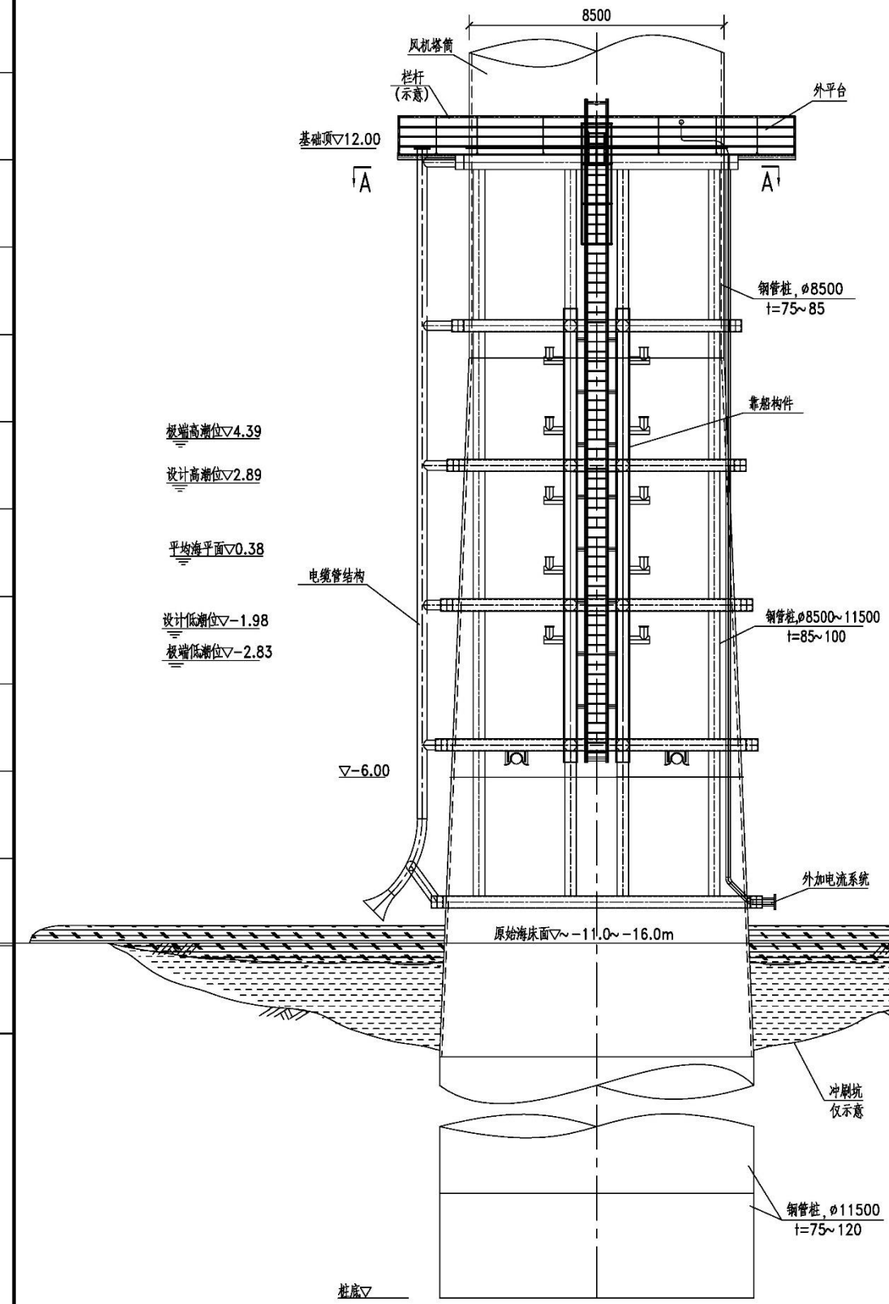
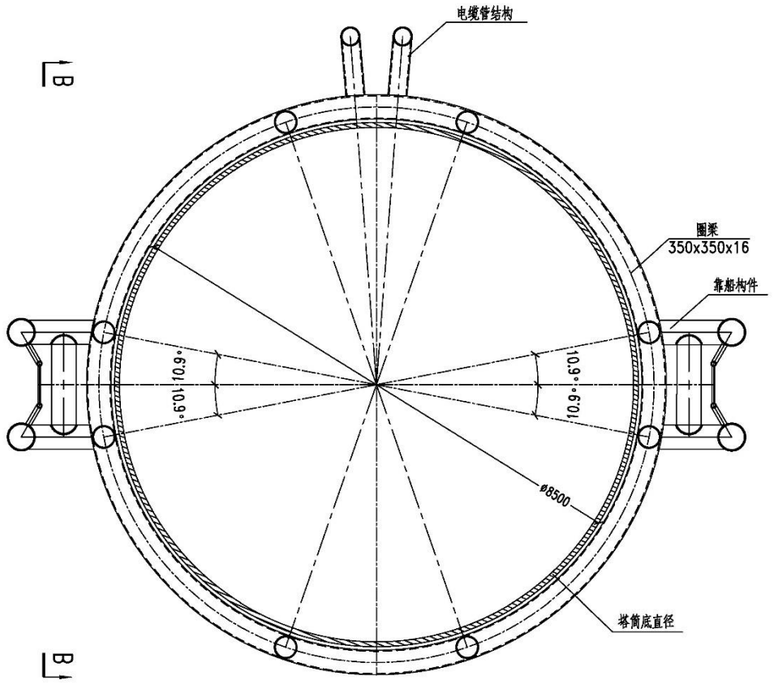


图 3.1-5 固化土防冲刷防护方案示意图



单桩基础立面图(B-B)

1:100



单桩基础平面图(A-A)

1:50

说明:

1. 图中单位:高程以m计,其余尺寸除注明外均以mm计.
2. 本图高程以1985国家高程基准计.
3. 钢管桩钢材和牛腿采用DH36型船用钢板，靠船钢管、电缆J型管级外平台梁系等采用Q355C型.
   栏杆、爬梯等其它附属结构钢材为Q235B型.
4. 钢管桩桩径约8.5m~11.5m，平均桩长约107m，入土深度约80m.

0 20 40 60 80 100mm

中国电建 POWERCHINA	华东勘测设计研究院有限公司 HUADONG ENGINEERING CORPORATION LIMITED				
	工程设计资质证书编号:综合甲级 A133000751 发证单位:住房和城乡建设部 未盖出图章本图无效				
核 准			中广核嵊泗1号海上风电场 工程	可 研	设计
核 定				海 工	部分
审 查			14.0MW风机单桩基础结构布置图		
校 核					
设计制图			日期 2025年3月 日	图号	

版本号

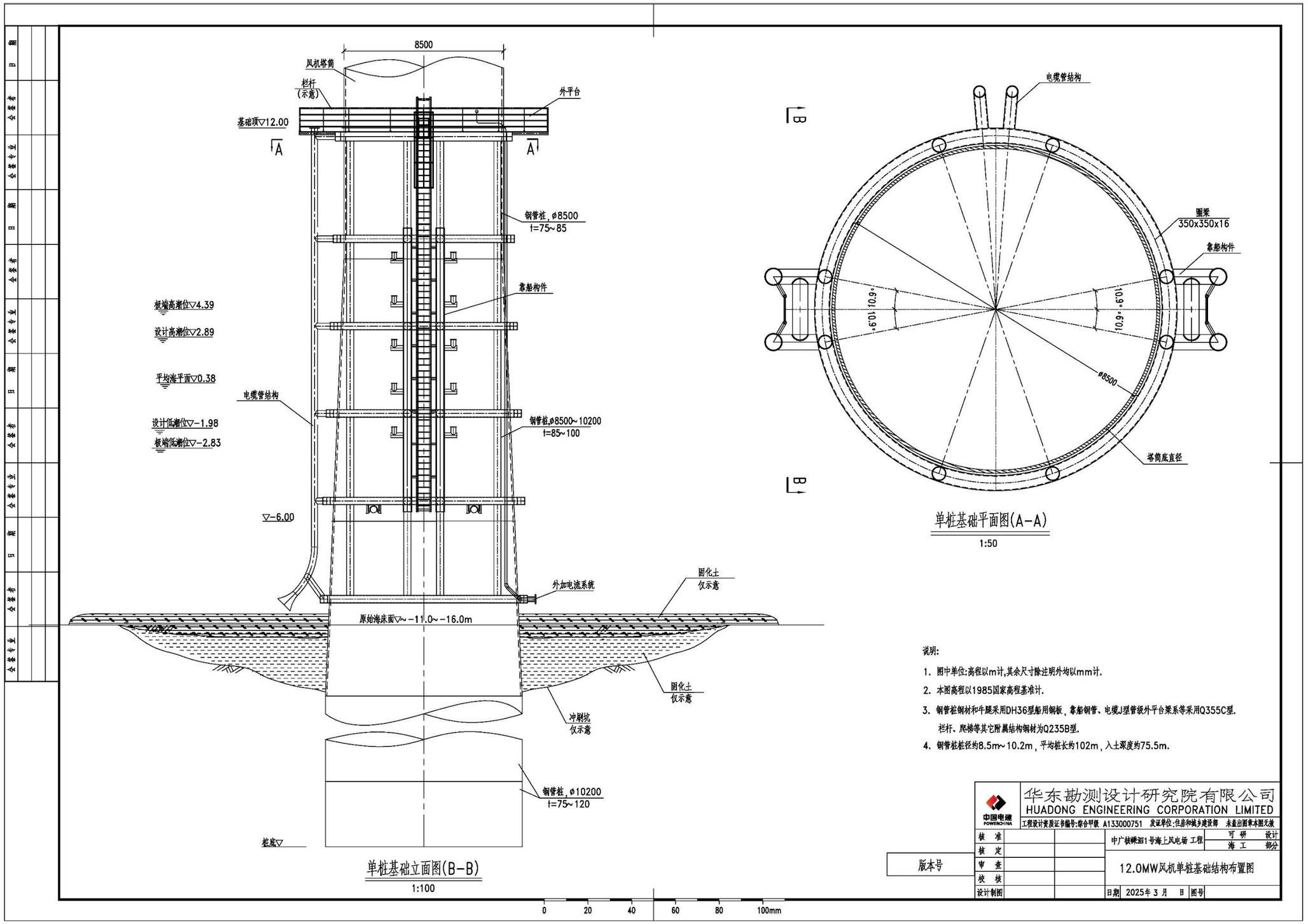


图 3.1-6 风机单桩基础结构布置图

3.1.2.3 海上升压站

1、海上升压站选址

工程所在海域场区内建设一座 220kV 海上升压站，位于本项目风电场所在场区中西部，设置于13号与14号风机之间的海域上，该海域海底高程约为-10m。

2、海上升压站布置

海上升压站采用整体式布置，包括上部结构和下部结构。下部结构采用导管架型式，并设置了 4 根钢管桩。上部结构拟整体安装，即整个升压站包括其内部的电气设备在陆上建造、组装后整体运输和安装。

海上升压站上部结构由立柱、甲板、梁格和斜撑组成。上部组块主梁采用焊接 H 型钢 H1000、H800、热轧 H 型钢 H700、H600、H500，次梁采用焊接 H 型钢 H800，其余次梁采用热轧 H 型钢 HN400、HN300 等。立柱采用 φ1500、φ1000、φ610、φ406 钢管，两层主甲板间斜撑采用 φ508、φ406、φ356 钢管，底层甲板之上满铺 6mm 厚钢板，在立柱、撑杆与主梁交点处管节点用钢材 DH36-Z35 加强。海上升压站上部组块布置见表 3.1-4。海上升压站平面图见图 3.1-7~图 3.1-10。

表 3.1-4 海上升压站上部组块布置汇总表

楼层	设备布置	结构布置
屋顶层	布置一台 5t 的悬臂吊、室外机、天线、设备检修孔和直升机悬停区。	平面尺寸为 49.0m×41.8m。
三层	中间为主变上空区域，两侧布置 GIS 室上空区域、柴油机房、暖通机房、通信继保室和蓄电池室，层高为 5.0m。	平面尺寸为 45.2m×41.8m。
二层	中间布置主变，两台主变分两个房间布置，主变一侧布置 220kV GIS 室、油罐室、1#电阻柜室、应急配电室、工具间，另一侧布置站用电室、66kV GIS 室、2#电阻柜室，层高为 6.0m。	平面尺寸为 45.2m×41.8m。
一层（甲板层）	布置有水泵房、事故油罐、临时休息室、储藏间、集合区、小吊机及相应的救生设备等，一层也作为电缆层，层高 6.0m 。	平面尺寸为 40.3m×41.8m。

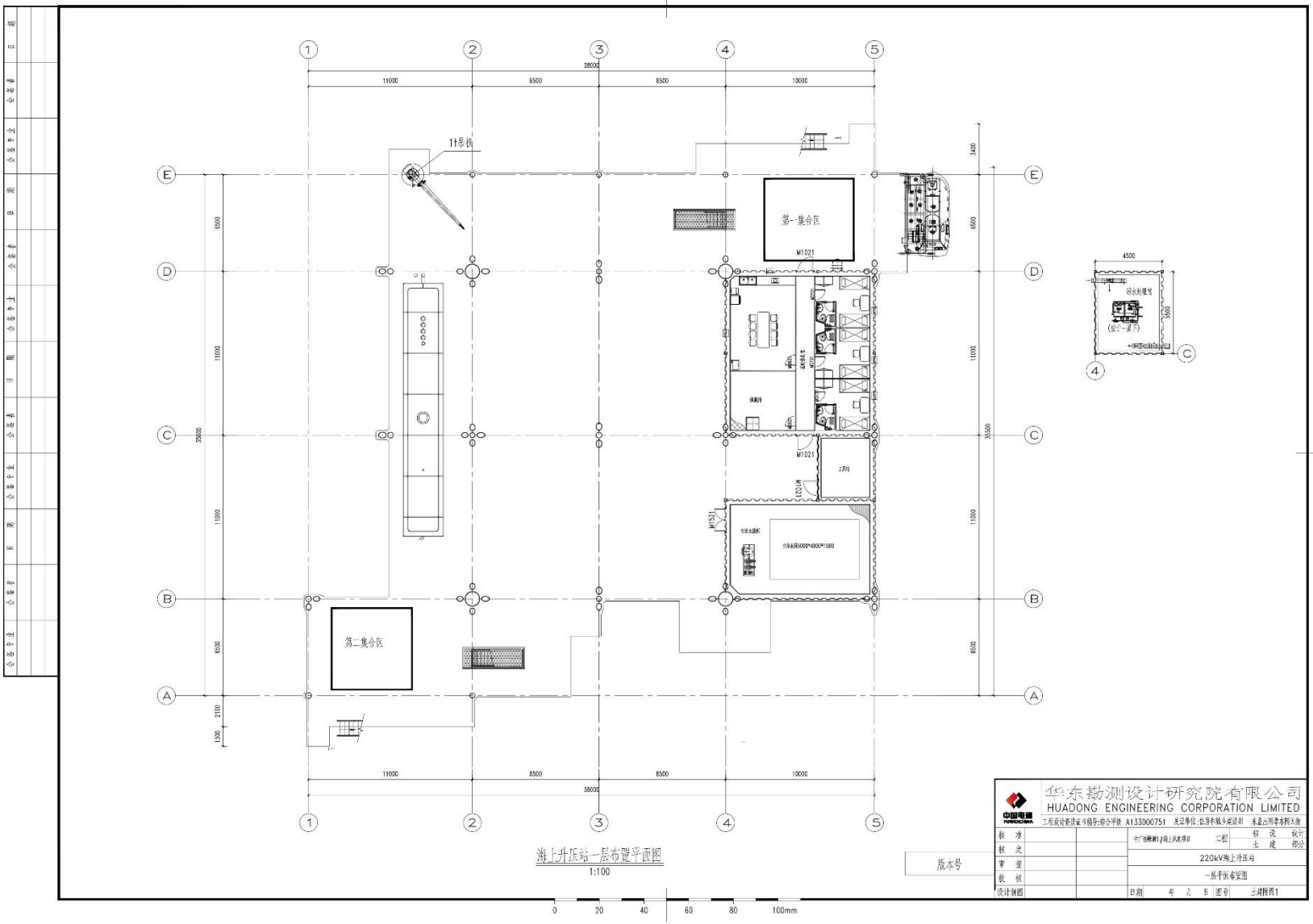


图 3.1-7 海上升压站一层平面布置图

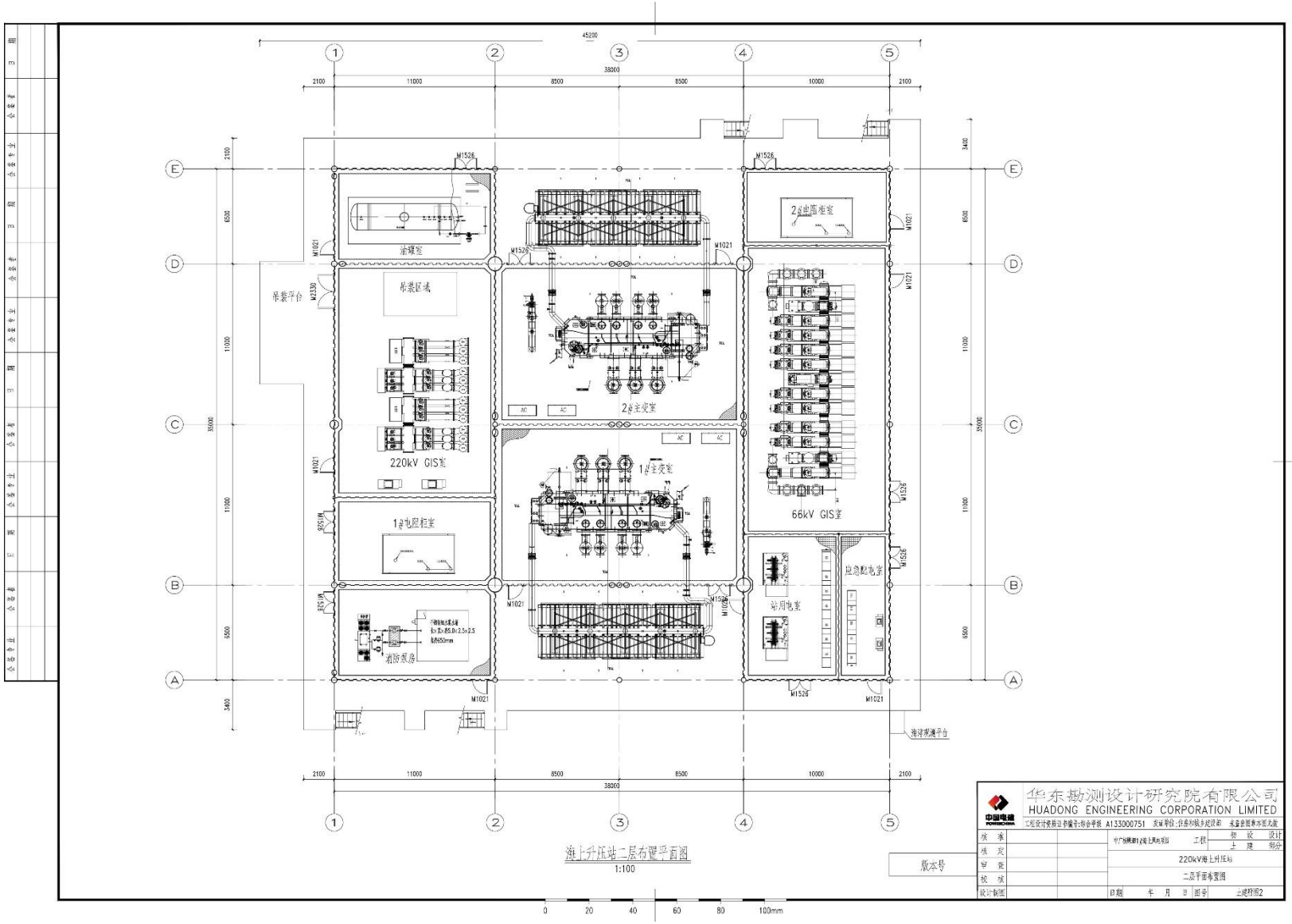


图 3.1-8 海上升压站二层平面布置图

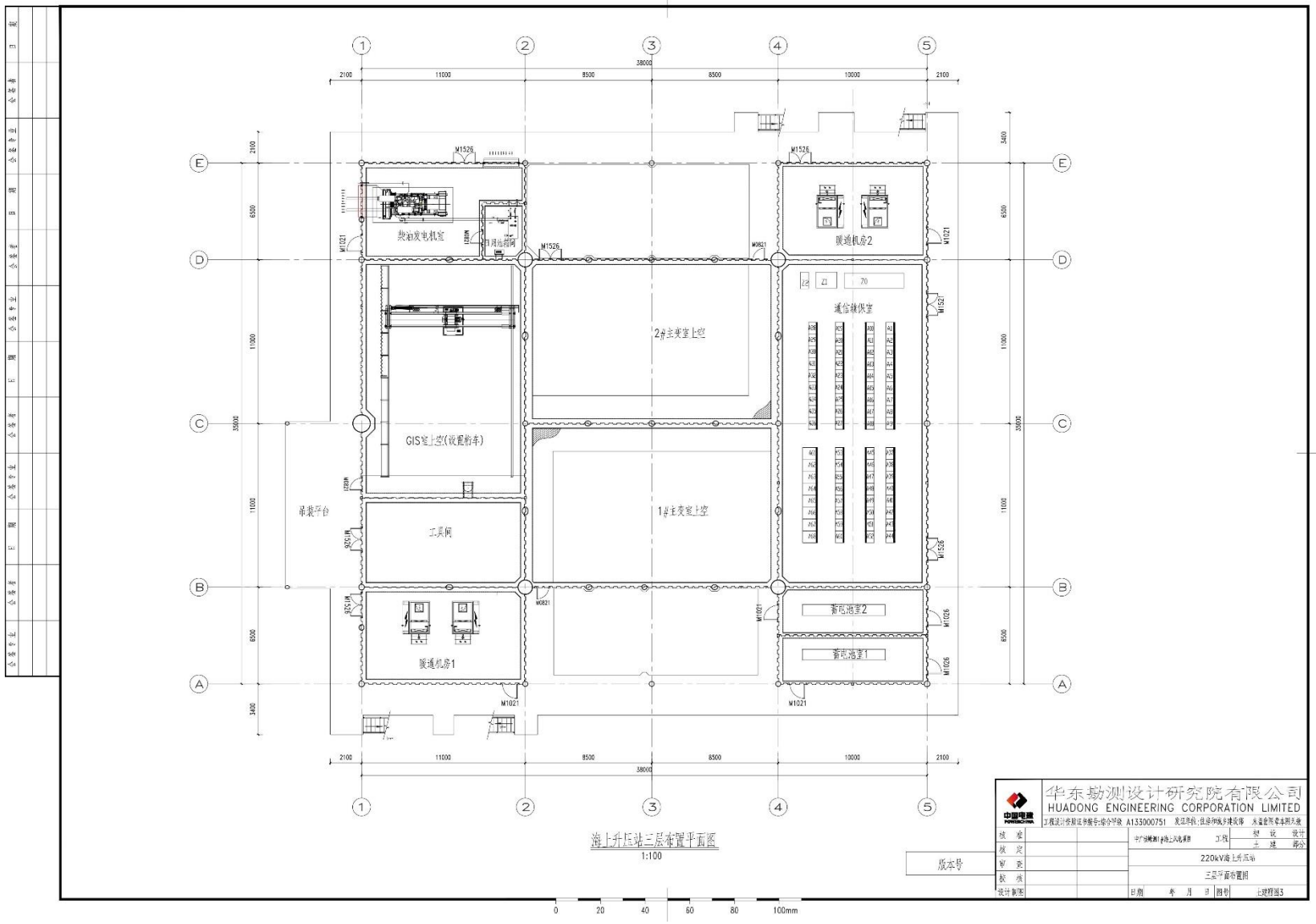


图 3.1-9 海上升压站三层平面布置图

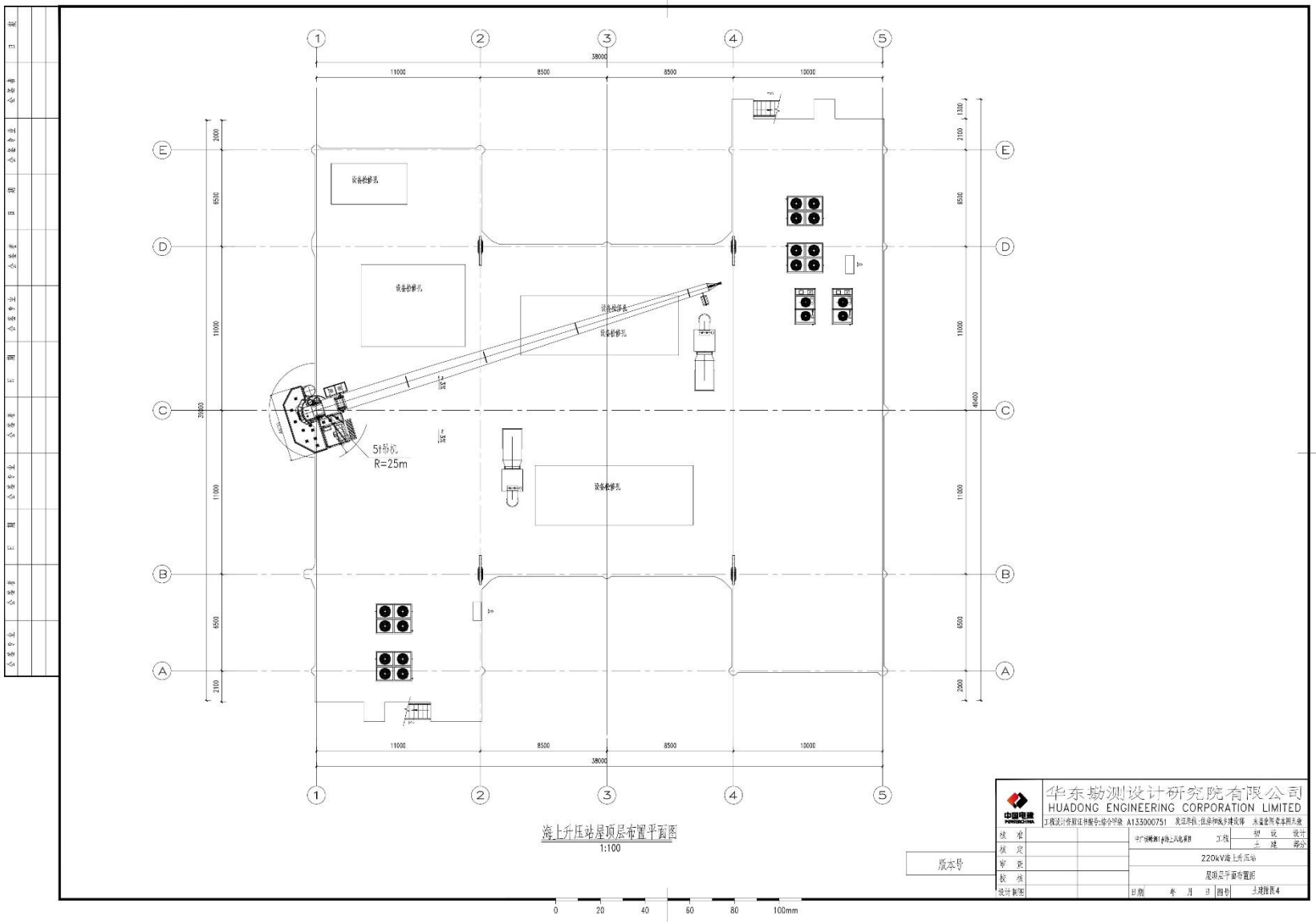


图 3.1-10 海上升压站屋顶层平面布置图

3、海上升压站基础

导管架拟采用 4 桩导管架型式，导管架 4 个面的斜度约为 10:1。导管架顶标高 11.70m，底标高-8.50m。主导管采用 φ2410~2438 钢管，成矩形布置，水平拉筋为 φ800/900/1000 钢管及斜拉筋 φ1100 钢管，导管架局部节点用钢材 DH36-Z35 加强。导管架上设靠船构件、登船平台等附属构件。导管架上设置靠船构件、登船平台、电缆管等。导管架重约 1440t。

钢管桩拟采用 φ2300 开口变壁厚钢管桩，共 4 根，壁厚为 36~50mm，桩长约为 85m，桩顶高程为 12.5m。钢管桩在陆上加工制作，用打桩船沉桩施工。4 根桩重约 1400t。

海上升压站防腐设计见下表 3.1-5。

表 3.1-5 海上升压站防腐方案

防腐蚀部位	防腐蚀措施
大气区 (上部组块)	长寿命重防腐涂料双层改性环氧玻璃鳞片漆进行防腐，漆膜干膜厚度 260μm~600μm。
飞溅区（导管架）	预留一定腐蚀裕量，外露部分采用物理防护与电化学保护的联合保护方式，辅以长寿命重防腐涂料双层改性环氧玻璃鳞片漆进行防腐，漆膜干膜厚度1000μm。
全浸区、泥下区 （钢管桩）	采用海工防腐涂层和外加电流的阴极保护方式进行防腐。

4、电气设备

海上升压站电气设备见表 3.1-6（含风机及线路部分电气设备）。

表 3.1-6 主要电气设备一览表

序号	名　称	规　格	单位	数量	备　　注
风机部分					
1	风力发电机组	14000kW 1140V 50Hz	台	29	
2	机组升压设备	金属封闭式开关设备 72.5kV 630A 25kA 升压变 15400/66 15400kVA D,yn11 66±2×2.5%/1.14kV 低压柜 1.14kV 8000A 60kA	套	29	风电机组厂家配套提供
线路部分					
1	66kV 海底电缆	HYJQF41-3×95 38/66kV+ 2 ×36B	km	16.5	配28套户内终端
2	66kV 海底电缆	HYJQF41-3×185 38/66kV + 2 ×36B	km	6.5	配10套户内终端
3	66kV 海底电缆	HYJQF41-3×300 38/66kV + 2 ×36B	km	14.2	配10套户内终端
4	66kV 海底电缆	HYJQF41-3×630 38/66kV + 2 ×36B	km	11.6	配10套户内终端

5	66kV 海缆保护装置	J 型管中心夹具及弯曲限制器	套	58	
6	66kV 海缆锚固装置		套	58	
8	220kV 光电复合海缆	HYJQ41-127/220kV-3×630+3×36C	km	5.85/5.86	送出海缆(2 回)配 2 套三相 GIS 电缆终端
海上升压站主要一次设备					
1	252kV GIS	252kV 3150A 50kA	套	2	单套为1进1的线路变压器组接线；不设高压电抗器；配备2套220V蓄电池，每套400Ah，约7.5t。
2	主变压器	SZ-225000/230 225MVA 230±8×1.25%/66/10kV ONAN YN,yn0,d11	台	2	双绕组变压器带平衡绕组
3	主变中性点设备	126kV 630A Y1.5W-144/320 100/1A	套	2	
4	66kV 配电装置	72.5kV 3150A 40kA	套	1	单母线分段接线，共6回风机进，2回主变出线，2个母设间隔，1个分段间隔
5	电阻柜	63.5 Ω 600A 10s	套	2	
6	站用变	SCB-630kVA D,yn11 10±2×2.5%/0.4kV	台	2	
7	10kV 配电装置	12kV 1250A 31.5kA	面	4	2进2出
8	柴油发电机	0.4kV 500kW	台	1	
9	220kV 电力电缆	ZA-YJLW03-1×500 127/220kV	km	0.4	主变高压侧至GIS，配电缆终端12只
10	电力电缆	ZA-YJLW03-1×500 48/66kV	km	1.2	主变低压侧至开关柜，每相3根并联，配电缆终端 36只
11	电力电缆	ZA- YJLW03-1×300 48/66kV	km	0.1	主变低压中性点至小电阻，配电缆终端4只
12	电力电缆	ZA-YJSY-3×240 8.7/10kV	km	0.1	配电缆终端12只
13	低压配电屏	0.4kV	面	12	
14	低压配电箱	0.4kV IP54 400A	只	30	
15	低压船用电缆	CJPJR85/SC(NC)- 0.6/1kV 柔性	km	20	
16	接地	含-50×4 铜排、TJ-35~120mm^2	项	1	
17	防火封堵	填料函、封堵材料、隔板、阻火包、有机及无机堵料、面漆，模块式封堵，海工平台型	项	1	
18	照明系统	含船用灯具、电线、开关、插座等	项	1	

19	导航系统		套	1	根据海事要求设置
20	电缆桥架	Q235B 钢制桥架刷防腐漆	项	1	
21	装配式吊支架	成品异形槽钢、角钢及安装附件	项	1	

3.1.2.4 海底电缆

1、电缆布置

(1) 220kV 电缆

工程以 220kV 电压等级接入系统。根据风电场区域布置，采用 2 回 220kV 海缆（三芯）送出方案，2 回海缆长度 5.85km/5.86km（海上升压站至登陆点）。

(2) 66kV 电缆

风电场场区集电线路采用 66kV 海底电缆，风电场输变电系统初拟采取两级升压方式，风电机组-升压变初拟采用“1 机 1 变”单元接线方式，根据风电机组布置情况，机组高压侧采用 4~5 台风电机组为一个联合单元接线方式。共设置 6 回 66kV 集电线路，各联合单元由 1 回 66kV 集电线路接至 220kV 升压站的 66kV 配电装置，共计 41.55km。详见图 3.1-2。

2、电缆结构

220kV 海缆本阶段初拟选用铜导体、三芯 XLPE 绝缘、铅护套钢丝铠装光电复合海底电缆，采用 3×500mm^2，127/220kV 海底电缆。

66kV 海底电缆本阶段推荐选用 3×95～630 38/66kV XLPE 绝缘电缆。其中对于 12MW 风电机组，连接 1~2 台风机的电缆采用 3×95 38/66kV，连接 3 台风机的电缆采用 3×150 38/66kV，连接 4 台风机的电缆采用 3×240 38/66kV，连接 5 台风机的电缆采用 3×400 38/66kV，连接 6 台风机的电缆采用 3×630 38/66kV；对于 14MW 机型，连接 1~2 台风机的电缆采用 3×95 38/66kV，连接 3 台风机的电缆采用 3×185 38/66kV，连接 4 台风机的电缆采用 3×300 38/66kV，连接 5 台风机的电缆采用 3×630 38/66kV。

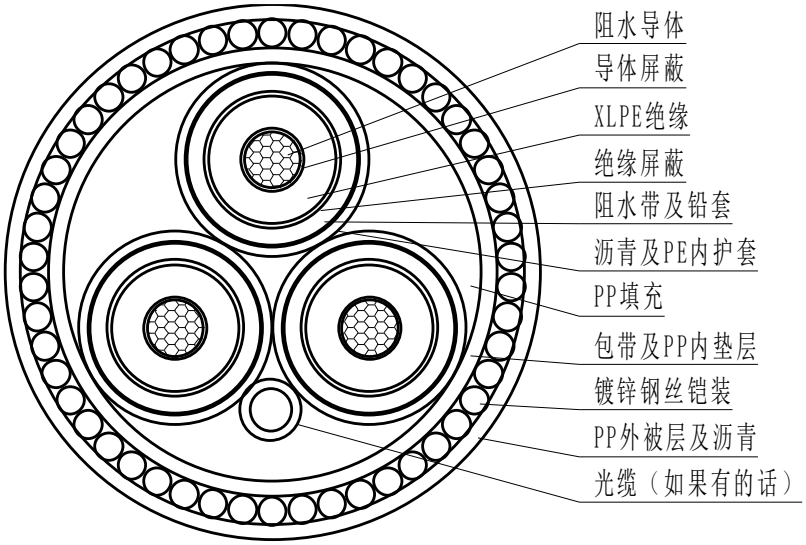


图 3.1-11 三芯海底电缆结构简图

3、登陆点

送出海缆路由自海上升压站入海，向东北方向延伸，从 2、3 号风机之间穿出场区后，继续往东北方向，至黑山屿东南侧海域后转向北方向，至滩浒山岛西南角登陆，路由长度约 5.85km。

登陆点位于滩浒山岛西南侧基岩海岸，岸线一级类为自然岸线，岸线二级类为基岩岸线。岸线向海一侧为未利用岸线，向陆一侧为林地。

登陆点前沿为碎石滩，该碎石滩长约 50m，宽约 15m，前沿海域以泥质沉积为主；登陆点西侧为块石滩，东侧为浪蚀基岩，坡度较陡；登陆点后方山体裂隙发育，植被茂盛，坡度较两侧较缓；再往后可见一座临时房屋和一条山路，山路直通至滩浒山岛东侧居民聚集地，临时房屋所在处有大片平坦空地，便于本项目配套设施的建设。

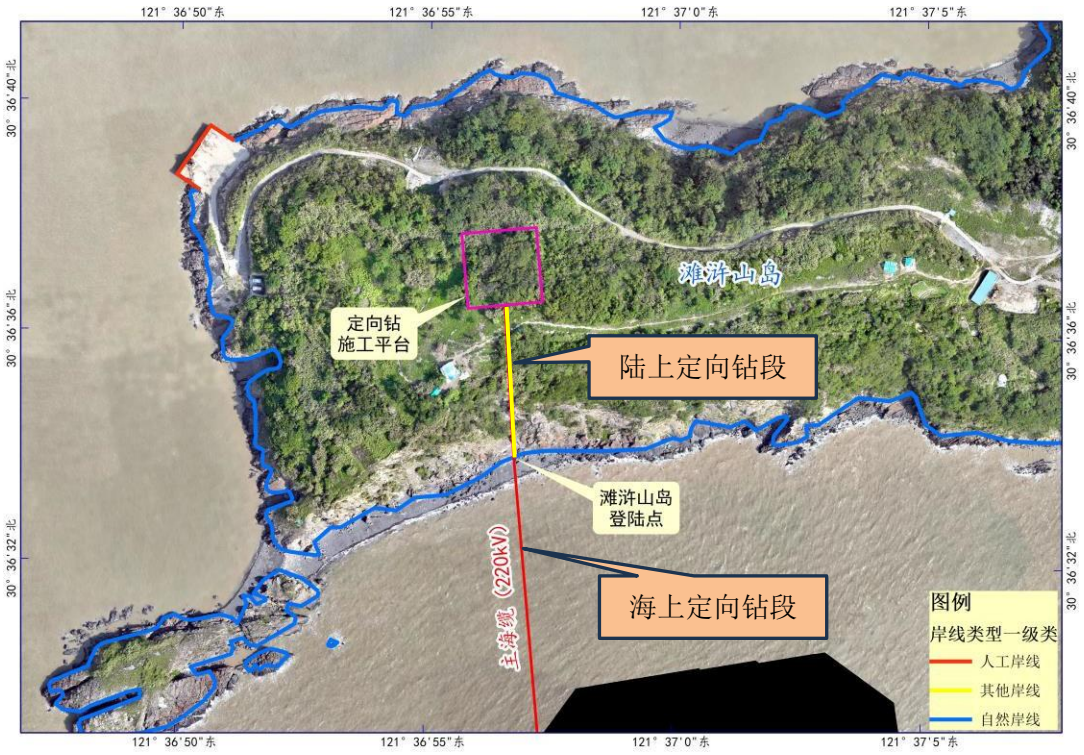


图 3.1-12 滩浒山岛登陆点正射影像图

（本项目评价范围仅到海上定向钻段，即 DLD1 登陆点为止）



图 3.1-13 登陆点现场照片

3.1.3 施工规划

3.1.3.1 施工交通运输方案

1、场外交通运输方案

本次根据潜在的风机设备厂家所在区域、主要的运输来向进行风机设备部件的对外交通运输规划，设备物资运输终点选择与基础物资运输终点为海上风电场施工场地。

（1）常规物资的场外运输

海上施工所涉及到的施工期常规外来建筑物资主要为钢材、油料、电缆与小型电气设备等。钢材、油料等常规物资的来向本阶段考虑从宁波、舟山区域的建材市场进行购买，选择直接海运至风电场区。

（2）基础钢构件生产运输

根据对风机基础施工物资中具有运输代表性的钢管桩、导管架结构运输特点和要求，本阶段对于单桩基础结构构件均选择对运输部件的尺寸及重量限制较低的水运运输方式，考虑到沿海、沿江的大型钢结构生产企业多自备物资出运码头，可利用企业内码头将钢管桩装船，进入外海后转至风场工程施工现场。

本项目基础构件主要为超长钢管桩，属于大型钢构件，考虑在工程周边的钢结构制造企业进行加工制作，本阶段考虑初步选择江苏地区钢结构加工企业进行本项目风机基础钢构件的制造和运输工作。

（3）海上升压站运输条件

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

海上升压站运输采用直接从大型钢结构加工厂的自有码头海运至工程施工现场的方案。

（4）叶片、轮毂、机舱等风电机组部件场外运输

风机厂家根据海上风力发电机组的特点，专门配备制作了河海联运的特种装用船，主要承担风电机组的发运工作。所以本阶段考虑利用风机厂家的机舱专用运输船进行运输，采用河海联运方式进行运输，即由生产基地装船经航道

入海，从海上达到风电场施工现场。

（5）塔筒部件场外运输

根据潜在塔筒生产厂家的位置，塔筒运输可选择采取海上运输的方式，塔筒厂家的临岸码头作为起岸码头。

（6）外来物资对外运输方案总结

本项目对外运输方案见下表。

表 3.1-7 外来物资对外运输方案列表

种　类		物资来向	运输方案
常规物资运输		宁波、舟山、嵊泗区域建筑市场	公路交通运输
风机基础钢结构及海上升压站基础		工程场区周边区域钢结构加工企业	海路运输
海上升压站上部组块		工程场区周边区域钢结构加工企业	海路运输
风机设备	叶片、轮毂、机舱	供应商基地	海河联运
	塔筒	江苏启动地区	海路运输

2、场内交通运输

风机和海上升压站导管架、钢管桩等大型钢构件在周边钢管桩生产加工基地完成制作加工以后，通过码头基地内的起重设备下甲板运输驳船，采用拖轮进行拖航，所有驳船均配备锚缆系统，到达现场后由抛锚艇进行抛锚定位。

风机部件由厂家通过海运至海上施工区，本阶段拟采用分体式的风机组装和安装模式，风机安装前，根据风机厂家要求可对部分风机部件进行预拼装，风机预拼装结束以后，将已拼装完成的组合体以及其他剩余部件通过船舶运输至工程现场，通过大型起重船舶或自升式起重平台自下而上完成各组合体和零散部件的海上组装工作。风机尽量采用风机点位交货方案。

施工用水等采用专用船舶从岱山海上风电专用基地码头（1#施工场地，作为本项目的依托工程，不在本报告评价范围内）运输，到达现场后停在施工作业区。施工人员的交通运输采用交通船接送。



图 3.1-14　风电场场内交通示意图

3.1.3.2　施工供应条件

本项目建设所需物资主要为水泥、钢材与油料等，工程区域为沿海经济发达地区，建筑材料及施工市场均具有规模，为本项目的施工提供了便利条件。

1、建筑材料供应条件

钢材、油料：钢材在浙江省及周边省份内有较可靠的供应来源，本项目基础用特种钢材在国内大型钢铁企业均有生产并可供给本项目使用，油料在工程周边地区来源丰富，可直接从当地的油料供应公司购买通过陆运方式运输至本项目施工现场。

2、施工机械设备来源

本项目施工机械设备主要为大型的运输驳、起重船及常规的机械设备等。附近的宁波-舟山港、洋山港为世界知名的深水大港，港口设有大型起吊设备，宁波、江苏及周边地区大型的船舶、钢结构加工类企业和海港施工企业较多，

各类船舶使用频繁，适宜本项目的运输驳来源较为广泛，对于施工机械来说，本项目单桩基础钢管桩具有桩径大、桩重重的特点，目前国内此种船舶档期资源较为紧张，通过租借或者合作共建的方式可以满足本工程的施工需求。

3、水电供应条件

工程周边市政管网系统完备，施工期间的水电供应有条件从附近的城市市政管网系统进行接引。对于风机海上布置区域，受自然条件的影响，风电场布置区域内施工期间的水电供应需自备发电设备与淡水补给设施。

3.1.3.3 施工总布置

1、施工临时设施规划与布置（1#施工生产区）

岱山海上风电专用基地（以下简称 1#施工生产区，作为本项目的依托工程。2013 年 3 月 13 日，原舟山市环境保护局以舟环建审 [2013]10 号文批复了该风电专用基地环评文件，不在本报告评价范围内）位于浙江岱山本岛西南临港经济开发工业园区，距离高亭镇约 6km，海运条件十分便捷，基地同时位于洋山港区与宁波舟山港港区的中心，地理位置优越。

该场址从东到西规划建设 6 个码头泊位，东侧水域设置了 2 个风力发电机组装场地及 1 个辅助泊位，码头采用顺岸连片式平面布置。同时在码头后方陆域布置了风机叶轮拼装场地及风机部件堆存场地，通过三座引桥连接，其中 1#、3#引桥宽度为 15m（考虑通 30t 汽车），2#引桥宽度为 10.5m。1#引桥和 2#引桥上布置轨距 6.5m 的移动小车运输轨道。为节省项目基地整体造价，3#引桥兼作西侧的龙门档码头（钢构件、预制构件出运码头）栈桥使用，因此在引桥上布置龙门档门机轨道。

西侧的钢构件、预制构件出运码头采用龙门档平面布置（双栈桥）型式，共有 2 个泊位。1#龙门档码头泊位东侧栈桥兼为风机拼装出运码头 3#引桥，西侧栈桥长 212.1m，宽 6m，龙门档净宽 27m，栈桥上铺设钢轨与码头陆域钢轨连接，供龙门吊行驶，龙门吊轨距 30m；龙门档泊位西侧栈桥长 204.1m，宽 6m，东侧栈桥长 206.5m，宽 6m，龙门档净宽 42m，龙门吊轨距 45m。

后方陆域海堤长度约 1083m，后方场地主要包括海上风电机组组装场地、风机工装设备与材料仓库、风机设备堆存场、办公区及生活区、风电机配套导管架、风电基础单桩、导管架加工堆放场地，总面积约 30 万 m^2，其中用于风机组拼装用区域为 10 万 m^2。

2、 2#施工生产区

本项目 2#施工生产区即为海上施工区域，设置于风场区内施工船舶上。

3、3#施工生产区

本项目 3#施工生产区位于滩浒山岛定向钻施工平台。

本项目高峰期施工人数为 270 人（其中 1#施工区陆上 50 人，2#施工区海上 200 人，3#施工区陆上 20 人。1#施工场地作为本项目的依托工程，不在本项目评价范围内）。

3.1.3.4 施工方法

1、风电场风机

（1）风机基础施工

本项目风机单桩基础主要施工工序：钢管桩的制作→钢管桩的运输→钢管桩沉桩→防冲刷保护施工→集成式附属构件安装→基础施工完成。

1）钢管桩的制作

钢管桩与导管架拟在工程场区附近大型钢结构加工企业进行整体加工制作，通过海运至现场。

2）钢管桩运输

根据对钢管桩运输要素的分析，管桩运输长度是船舶选型的控制要素，按照管桩长度 115m 的运输要求，本阶段配套选择 5000t 级可自航式甲板驳船。



图 3.1-15 钢管桩运输示意图

3）沉桩定位施工

本项目单桩基础对打桩精度要求较高，通常浮式起重船仅靠船舶自身无法将打桩精度控制在设计要求的范围内，因此推荐浮式起重船吊装基础施工，选择辅助工艺定位导向架设施配合施工。

定位架为多层钢桁架结构形式以适应不同潮位水深条件，采用 4 根钢管桩定位于海上，钢管桩桩长40~50m，桩径2.2m。沉桩定位架钢管桩采用振动锤沉桩和拔桩，可重复使用。



图 3.1-16 单桩定位架示意图

4）钢管桩沉桩

目前大型的海上打桩机械主要有筒式柴油打桩锤、液压打桩锤、液压振动锤三种型式，其中以柴油打桩锤应用最为广泛，但考虑到本工程钢管桩属于超长大直径钢管桩，对锤击能力要求较高，同时采用吊打的沉桩施工方式，使用柴油锤需增加一定的临时设施才可以进行沉桩施工，降低了其使用优越性。

本工程单桩桩顶直径达 11.5m，考虑到选用桩锤的桩帽尺寸与桩径匹配性，尽可能减少送桩器的变径范围及送桩器长度，同时考虑到送桩器上锤击能量的消散，本阶段初选 3000kj 及以上液压打桩锤进行钢管桩沉桩。

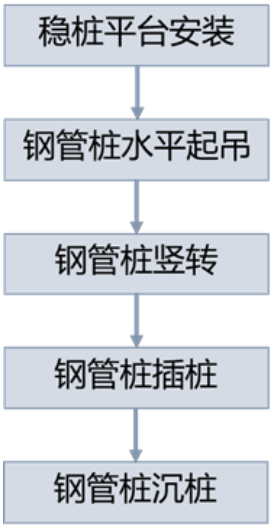


图 3.1-17 单桩基础施工工艺流



稳桩平台（定位架）安装



单桩起吊



单桩竖转



锤击沉桩

图 3.1-18 单桩施工工艺

5）防冲刷保护

桩基础周围防冲刷保护较为常用的方式包括沙袋和固化土。其中固化土防冲刷保护的施工顺序为：沉桩完成-取土运输-调制标准泥浆-制备固化土-海底充填。

①取土、运土

本项目固化土原料土经采购后由岱山海上风电施工基地码头装船由施工船运送至海上风电施工区。注意运输过程中土方车要进行张布覆盖，避免造成扬尘。码头面要进行清扫。

②固化土制备

调制标准泥浆、固化土制备在施工船舶上进行。

③固化土充填

通过便捷式管道泵送系统，将抗冲刷淤泥固化土直接管道输送至指定区域，整个输送过程中固化土均位于泵送管道内，精准输送至每个固化土拟填充区域，

充填结束后，固化土自然成型，在完工后应进行扫测固化土存留及成型情况，以检测防护材料完整性。



图 3.1-19 固化土现场制备和充填施工图

6）附属构件运输及安装

本项目单桩基础采用集成式附属构件，即将外平台、栏杆、爬梯、电缆护管、靠船构件等附属构件在陆上加工厂整体组装为一个集成式套笼结构，通过驳船运输至风电场拟安装机位，采用起重船整体吊装至钢管桩上，施工时需注意套笼的方向满足设计要求。

（2）风机安装

推荐采用分体安装的风机设备组装与吊装方案。选用半潜式坐底船和自升式平台船进行风机分体安装施工，互为备用。

自升式平台船目前主要作为海上施工作业基地进行自然条件恶劣的外海工程。其船体通过升降系统将桩腿伸入海底，当桩腿到达海底时，能将船身升离水面一定距离以承载船体重量，为海上风机安装作业提供一个类似陆域环境的平稳工作平台，基本不受风、浪、潮流的影响，通过调节支腿的下放长度可在高低不平的海床上保持平衡稳定，通过对国内外类似船舶的调研，大部分平台船可在浪高 2m、风速 15m/s（相当于 7 级），潮差 4m 的海况条件下正常施工作业，此种平台船是目前应用最为广泛的自升类船舶。



图 3.1-20 “龙源振华 2 号”自升式船舶在江苏如东海域进行风机安装

坐底船主要为半潜驳船，它通过本身压载水的调整，把装货甲板潜入水中，船底座滩，以稳定船身。由于横截面积较大的船身基本不受风、浪、潮流的影响，因此，同样能为海上风机安装作业提供平稳工作平台。



图 3.1-21 半潜驳船座底进行风机海上安装

2、海上升压站

220kV 海上升压站的施工内容包括钢结构制作、基础施工、上部组块安装三大部分。

主要施工工艺流程为：钢结构加工与制作→电气设备安装、调试→导管架沉放→ 钢管桩沉桩施工→上部平台整体安装→电气设备联动调试。

（1）管桩与钢结构平台的制作及运输

钢管桩在周边区域内的大型钢结构加工企业或船厂类企业中进行整体加工制作。

根据对钢管桩、导管架运输要素的分析，管桩运输长度是船舶选型的控制要素，选择 10000t 级自航驳船进行场内外运输。

（2）导管架结构沉放

导管架结构安装选择单桩基础施工所用的浮式起重船进行吊装，其主钩起吊能力为 2000t，满足导管架结构吊重 1 440t 的安装要求。



图 3.1-22 海上升压站导管架沉放示意图

（3）钢管桩沉桩施工及连接段灌浆

考虑到本工程施工顺序“先放导管架后沉桩”，且桩长较长，以及国内现有船机起重设备的性能，参考类似实际施工经验，本工程海上暂不考虑采用专业打桩船进行整桩施工，本阶段推荐采用起重船吊打的方式进行超长大直径管桩的沉桩施工。

根据管桩的设计参数，可选择导管架吊装施工所用的浮式起重船进行海上升压站工程基础钢管桩的沉桩施工，以导管架平台作为接桩平台。桩锤系统根据海上升压站工程基础管桩的设计参数，选用 S-1200 液压打桩锤作为首选锤型，S-1200 液压打桩锤作为备选。

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

（4）升压站上部组块制作

海上升压站上部平台采用陆上总装的方式，将各层结构分层预制拼装，在相应安装层完成后进行其层面上电气设备的安装工作，最终形成可整体出运的上部组块（包括电气设备）组合体。

（5）升压站上部组块运输与安装

海上升压站上部组块考虑选用 10000t 级自航驳船进行上部组块的运输，5000t 级浮式起重船进行组合体的整体安装工作，采取滑移装船的模式进行升压站上部组块的装船工序。



图 3.1-23 上部平台整体吊装示意

3、海上输电电缆

（1）电缆敷设基本情况

本项目电缆主要连接风机与风机之间（66kV）、风机与海上升压站（66kV），以及海上升压站至滩浒岛登陆点（220kV）。

本项目 66kv 和 220kv 海缆所在区域水深相差不大且均未穿越航道，因此 66kv 和 220kv 海底电缆敷设深度选择为泥面 3.0m 以下，均采用敷缆船射水挖沟犁高压射水挖沟，作业条件下的敷设速度为 3m/min。

根据设计单位提供的开挖沟剖面为倒梯形，顶面一般为 1.5m，底面为 0.5m，电缆直径约 0.3m，埋深 3.0m，铺设速度为 3m/min。

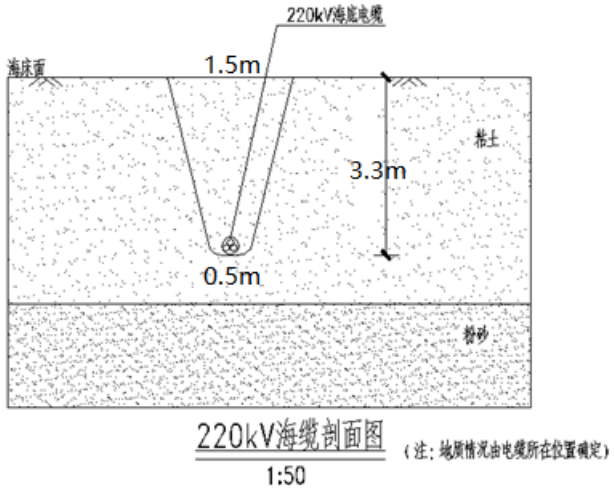


图 3.1-24 海底电缆断面示意图

（2）登陆段电缆敷设

①施工方案介绍

电缆登陆段穿堤敷设电缆穿堤施工采用定向钻孔的方式，成孔施工设备布置与操作均在滩浒山岛陆域的施工场地内进行，通过定向钻导首先从陆域向海域侧沿设计路径进行先导孔的钻设施工，在穿越滩浒山岛岸线临海侧海域内先导孔出海底泥面后通过反向扩孔并附带电缆保护管形成设计断面，完成海缆穿越滩浒山岛岸线施工。

本项目海域定向钻钻进长度约 1000m，其中入土段 300m，水平段 600m，出土段 100m，钻入点位于滩浒山岛上，钻出点位于海域，钻出点距离滩浒山岛自然岸线约 350m，穿越自然岸线处深度为 12m（基于海图基准面，为满足电缆载流量需求，最大深度不宜超过 12m）。

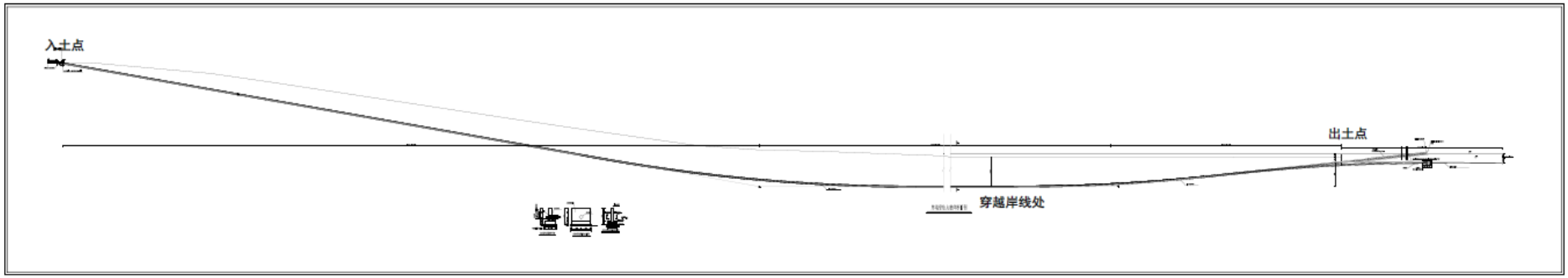


图 3.1-25 登陆段工程剖面图

②施工机具和方案

陆上施工场地位于船厂内部，占地按 40m×40m 考虑，具体布置可根据现场实际情况进行详细设计，钻机能力应不小于 200t。海上施工机具考虑设置在驳船上，驳船规格为 4000t，驳船为甲板加强型，并增设不少于 8 个方向的锚机用于固定驳船，驳船总长 80~85m，型宽约 20m。

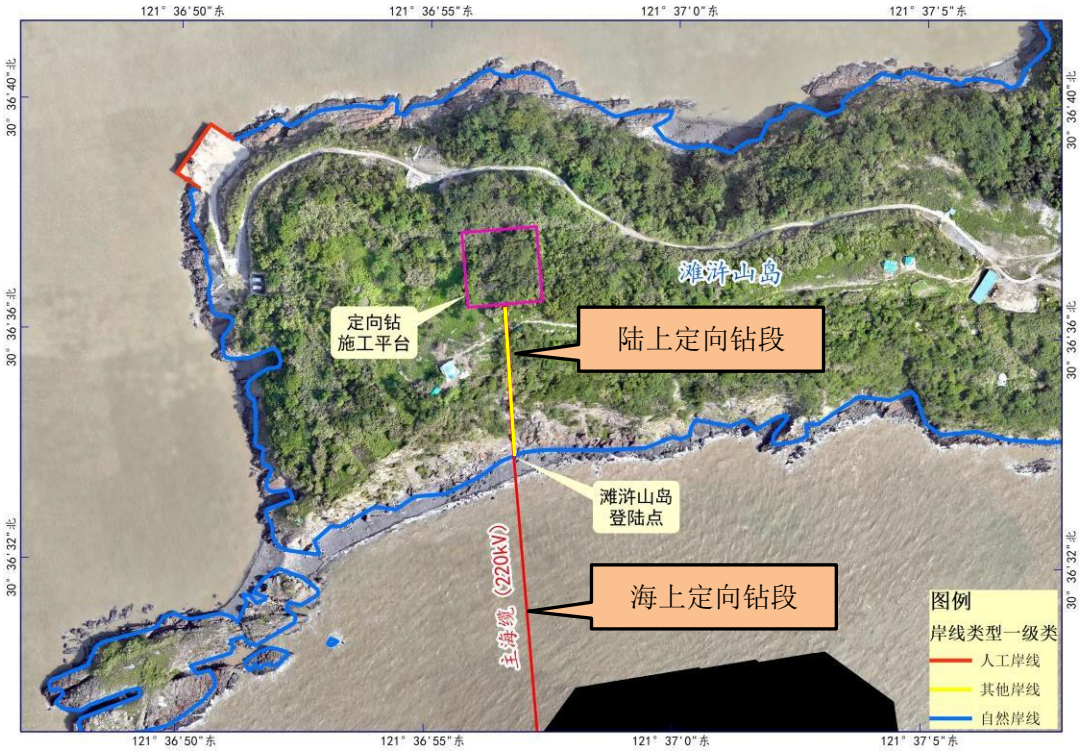


图 3.1-26 定向钻施工布置图

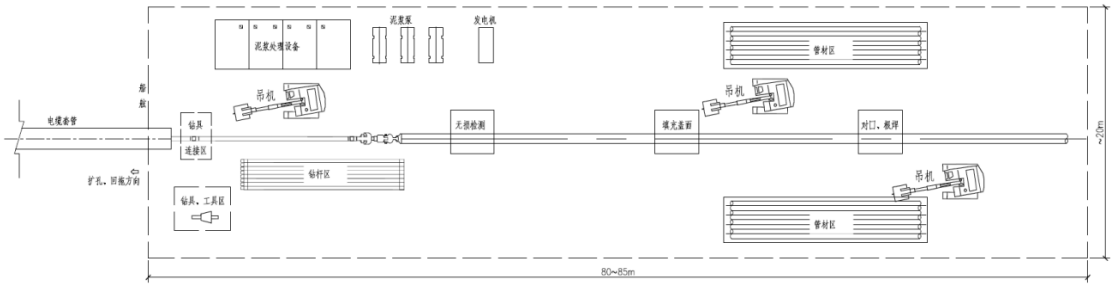


图 3.1-27 海上驳船施工机具场地平面布置示意图

为减少施工时泥浆泄露，同时保证扩孔、回拖过程中泥浆的循环，在出土端驳船与出土点之间设置泥浆隔离套管，制造一个相对封闭的海底出土点至驳船的泥浆通道。

安装泥浆隔离套管前，应先在预定的出土点后方安装 2 个套管支架，支架采用 H 型，并可调节支架高度。在导向孔钻进完成、钻头在海底出土后，通过

海上磁靶定位系统对钻头进行精确定位，之后采用打桩船进行泥浆隔离套管安装，保证钻头穿入泥浆隔离套管之中，泥浆隔离套管安装角度与出土角相同，泥浆隔离套管伸入海底深度不小于 5m。泥浆隔离套管安装完毕后，钻头从泥浆隔离套管中出土，发送至驳船。

根据《油气输送管道穿越工程施工规范》GB 50424-2015 的相关要求，508mm 管径需要的最小扩孔直径为 1.5D。

本项目定向钻穿越电缆套管在海上驳船上组装，向陆地端回拖。电缆套管通过运输驳船运输至海上驳船。布管前宜测量管口周长、直径，以便匹配对口。

（3）海域电缆敷设施工

1） 施工工艺流程

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

2）电缆装船

A、铺缆船开始动员，在码头将出海所需的一切设备、机具、材料都一起装船。设备和机具在装船前都已经进行了调试，上船后做好加固，装船结束后，进行清点，按计划拖航至电缆厂码头或指定电缆交接地点。

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

3）海域敷设

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

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

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

C、电缆正常铺设过程中，埋设机姿态仪随时反映出埋设机的姿态。

D、海缆埋深按不小于 3.0m 控制，对具有通航功能的海域敷设深度应适当加深，同时应满足相关主管部门对过航道海缆埋深的要求，在路由经过深槽或冲刷严重的区域，采用 S 型敷设的方式，预留足够的海缆长度。敷设时施工船依靠水力埋设机的开沟犁挖沟后敷设，敷设过程应通过船上监测仪器全程监控，控制铺埋速度，监测电缆张力和埋设深度。

E、铺缆船铺缆时，高压水冲击联合作用形成初步断面，在淤泥坍塌前及时铺缆，一边开沟一边铺缆，开沟与铺缆同时进行，电缆敷设时采用 GPS 定位系统进行定位，牵引钢缆的敷设精度控制在拟定路由±5m 范围内。

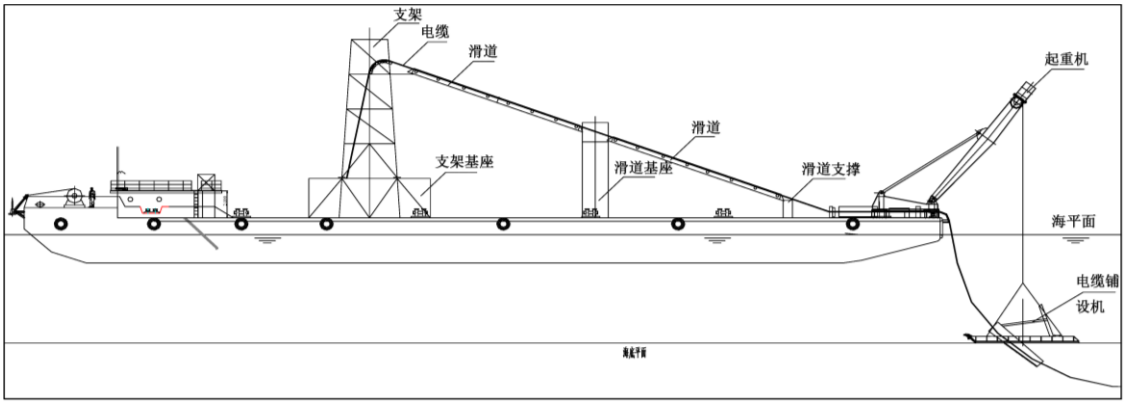


图 3.1-28 正常敷设施工示意图



图 3.1-29 常规射水挖沟犁设备

4）海底电缆结束端上风机铺设

①当海底复合缆被铺设到风机附近后，将电缆挖沟犁吊放到甲板上，铺缆船调整前行方向，用船上吊机抽放海底电缆，当到达设定的电缆截止点后，用电砂轮将海底电缆截断，并将海底电缆头做好绝缘和水密，绑扎好海底电缆拖网（Cable Stoper），再用吊机将电缆头吊放到电缆护管底部（同时在海底电缆吊放过程中，在海底电缆上绑扎适当的浮袋）。

②在风机电缆护管上端出口正上方安装一个导向滑轮，潜水员在电缆护管下端喇叭口检查方向，另外需要检查是否有海洋生物阻塞喇叭口。

③在电缆护管上部喇叭口处，将备好的电缆拖拉钢缆与铁球/其它重物相联接，然后将铁球/其它重物放入电缆护管内，靠铁球/其它重物的重力将电缆拖拉钢缆带到电缆护管底部，同时潜水员下水，到电缆护管底部将已到电缆护管底部的铁球/其它重物与电缆拖缆解掉，然后把由电缆拖拉钢缆与弃到海底的电缆拖拉网头联接。

④通过电缆护管上部的导向滑轮将拖拉缆绳引回铺缆船上，通过船上锚机，并在潜水员水下指挥下，慢慢拖拉海底电缆穿过电缆护管登上终点平台（或风机）。

3.1.3.5 施工机械设备

本项目各类施工设备和船只见表 3.1-8。

表 3.1-8 海域施工主要施工设备配置表

工序	序号	机械设备名称	型号规格	单位	数量	备注
风机基础施工	1	起重船	3000t级以上	艘	2	配置3000kj型压打桩锤作为首选锤型，3500kj型液压打桩锤作为备选锤型
	2	浮式起重船	1000t级	艘	2	辅助平台施工、钢管桩翻身，配振动锤
	3	可自航式甲板驳船	5000t级	艘	2	钢管桩运输
	4	可自航式甲板驳船	2000t级	艘	2	基础保护施工、附属构件运输
	5	拖轮	3000HP	艘	3	拖运、移位船舶
	6	交通艇		艘	2	接送人员
	7	抛锚艇		艘	2	起重船抛锚
	8	补给船		艘	2	淡水与生活物资补给
风机分体吊装	1	坐底船	起重能力1000t	艘	1	坐底驳船，用于风机安装
	2	自升式海上平	1000t级起重能	艘	1	海上分体吊装

施工		台船	力，吊高为140m以上			
	3	履带式起重机	500t	台	4	风机组件现场转运装船、海上安装
	4	可自航式甲板驳船	10000t级	艘	2	风电设备组件运输
	5	拖轮	3000HP	艘	2	拖运船舶
	6	交通艇		艘	2	接送施工人员及工作面转换
	7	抛锚艇		艘	2	甲板驳、起重船等抛锚
	8	补给船		艘	2	淡水与生活物资补给
海上升压站施工	1	浮式起重船	1500t级	艘	1	导管架基础施工，配置S-2000型液压打桩锤作为首选桩锤，S-1800型液压打桩锤作为备选桩锤
	2	起重船	5000t级	艘	1	组合体安装
	3	可自航式甲板驳船	10000t级	艘	1	钢管桩、导管架运输
	4	可自航式甲板驳船	3000t级	艘	1	钢管桩、上部组块与导管架灌浆施工
	5	可自航式甲板驳船	10000t级	艘	1	上部组块运输
	6	拖轮	3000HP	艘	2	拖运、移位船舶
	7	交通艇		艘	2	接送人员
	8	抛锚艇		艘	2	甲板驳、起重船等起抛锚
海底电缆敷设	1	带埋设机的铺缆船	载缆能力 5000t	艘	1	220kV电缆铺设
	2	带埋设机的铺缆船	载缆能力 2000t	艘	1	66kV电缆铺设
	3	卷扬机		台	2	电缆牵引
	4	拖轮	3000HP	艘	2	铺缆船拖航及稳定性控制
	5	抛锚艇		艘	4	铺缆船抛锚
	6	交通艇		艘	2	
定向钻施工	1	定向钻机		台	1	
	2	泥浆泵		台	1	
	3	挖掘机		台	1	
	4	载重汽车		台	1	
	5	发电机		台	1	
	6	卷扬机		台	1	
	7	驳船	4000t	艘	1	

3.1.3.6 施工进度

单台单桩基础运输与沉桩施工考虑 5 个有效工作日，船舶在风机之间进出移位 1 个有效工作日，单台单桩风机基础的施工时间为 6 个有效工作日，13 个

自然日。本阶段考虑设置 1 套沉桩施工船舶及机械设备进行施工（高峰期增加 1 套工作面），估算 29 台风机单桩基础施工工期约为 8 个自然月。

安装船舶准备工作（支腿下放、预压、风机之间移位等）为 2 个有效工作日，单台风机安装海上安装时间为 3 个有效工作日，则每台风机安装时间为 5 个有效工作日，14 个自然日。本阶段考虑设置 1 套风机安装施工船舶及机械设备进行施工（高峰期增加 1 套工作面），则 29 台风机安装时间共需要约 8.5 个自然月。

集电线路根据风机安装进度同时穿插跟进敷设，整个集电线路敷设工程滞后最后一台风机安装工程 1 个月完成。

本阶段拟第 1 年 1 月初工程项目开工进场，即进行供水（电）设施的接入和临时生产生活设施修建等前期准备工作，第 1 年 3 月底期准备工作完成。第 1 年 2 月底开始风机基础的钢管桩及钢结构加工制作，第 1 年 3 月底开始进行风机基础沉桩工作，海上升压站于第 1 年 2 月底在陆上进行钢结构制作及电气设备安装工作，第 1 年 5 月底进行海上升压站基础施工，第 1 年 3 月底开始底完成陆上计量站土建施工，第 1 年 10 月底陆上计量站完成，具备发电条件，第 1 年 9 月初海上升压站完成电气设备调试，具备倒送条件，第 1 年 6 月底开始首批海底电缆敷设，第 1 年 11 月底敷设完成。首批风机基础施工 8 月底前完成，首批海缆和主缆 9 月底前完成，本工程首批机发电工期 10 个月，总工期 12 个月。具体施工进度表详见表 3.1-9。

表 3.1-9 控制性施工进度表

序号	项 目 名 称	施工起止时间
1	项目开工	第1年1月
2	施工准备工作（施工用水、电、场地等临时设施）	第1年1月初至第1年3月底
3	主体工程施工（风机机组基础、升压站施工、电缆施工、风机安装）	第1年3月底至第1年12月中旬
4	首批机组到岸	第1年3月底
5	首批风机设备安装、调试	第1年10月底
6	首批机组发电	第1年12月中旬
7	全部机组安装完毕，投产发电	第1年12月底

3.1.4 工程管理及运行维护

工程按无人值班、少人值守的原则进行设计，当风电场的电气设备和机械设备进入稳定运行状态后，风电场运行人员定员 13 人。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。风电机组大修可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依托陆域集控中心。

运行期海上巡检船舶约为 500 吨级，巡检人员 4 人，每季度巡检一次，每次海上巡检时间约 5 天。

工程运行期主要物资消耗为风电机组等设备定期更换润滑油、蓄电池等以及巡检人员的处理废油的棉纱、手套等。每台风机每年需要棉纱约 1kg，全年需要棉纱 29kg；每季度开展一次巡检，每次巡检人员 4 人，每次每人按 5 副手套，全年需要手套约 80 副；海上升压站配备 2 套 220V 蓄电池，每套 500Ah，每套 7.5t，每 10 年更换一次。根据风机机组设备厂家资料，每台风机、升压站等物资消耗量和更换周期见表 3.1-10，全年需要更换的润滑油 3306L。

表 3.1-10 营运期风电场日常运行物资消耗一览表

序号	物料名称	更换量	总消耗量（29 台）	更换周期
一、	润滑油	/	/	/
1	变桨轴承滚道润滑油	12L（单台）	348L（29 台）	6 个月
2	三面变桨轴承齿面润滑油	20L（单台）	580L（29 台）	6 个月
3	偏航轴承滚道润滑油	12L（单台）	348L（29 台）	6 个月
4	偏航轴承齿面润滑油	20L（单台）	580L（29 台）	6 个月
5	前轴承（驱动端）润滑油	25L（单台）	725L（29 台）	6 个月
6	后轴承（非驱端）润滑油	25L（单台）	725L（29 台）	6 个月
润滑油合计		114L（单台）	3306L（29 台）	6 个月
二、	棉纱	1kg（单台）	29kg（29 台）	12 个月
三、	手套	5 副（每人）	80 副（所有巡检人员）	12 个月
四、	海上升压站蓄电池	每套 7.5t	15t/10 年	10 年

备注：1L 润滑油约 0.85kg。

3.1.5 工程用海状况

本项目出让海域用海面积为 119.5683 hm^2。其中风机用海面积为 27.3093 hm^2，海上升压站用海面积为 2.0589 hm^2，66kV 海底电缆用海 74.9437hm^2，220kV 海底电缆用海 15.2564hm^2。宗海图见附图 3 和附图 4。

3.2 工艺流程及产污环节

本项目施工工艺较简单，施工期主要为风机基础施工、风机安装，以及海底电缆敷设、升压站建设等。营运期风机利用风能转化为机械能，然后通过风

机机舱内的发电机转化为电能，通过风机内变压器和升压站两级升压后送出。

3.2.1 施工期工艺流程及产污环节分析

根据前文“3.1.3.4 施工方法”，项目施工期间海上施工主要涉及的作业内容有风机的基础施工、风机吊装、海上升压站基础施工以及电缆敷设等，在施工过程中可能对周围海域产生一定的环境影响。产污环节分析如下：

1、风机基础施工与吊装

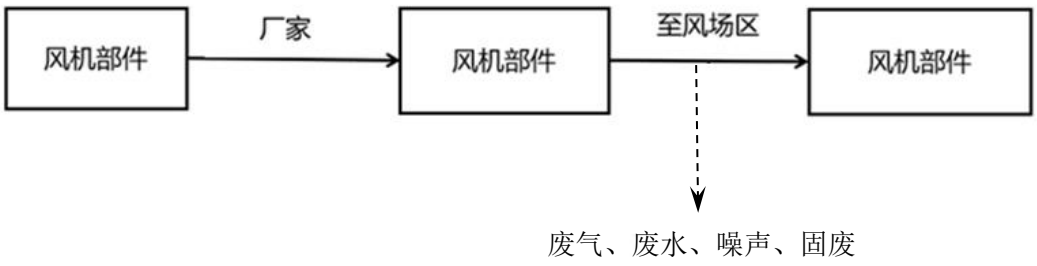


图 3.2-1 风机基础施工与吊装施工工序和产污环节图

由图 3.2-1 可知，风机基础施工与吊装过程中海域主要污染环节为桩基打桩时产生的悬浮物、施工船舶产生的废水、废气、噪声以及固体废物等，其中废气主要为施工船舶和机械燃油废气，固体废物主要为施工人员生活垃圾以及施工废料等。

风机安装与吊装过程中基本无污染物排放。

2、海底电缆敷设

海底电缆施工工序和产污环节见图 3.2-2。由图可知，海底电缆施工过程中海域主要污染环节为埋设电缆过程中高压水和挖沟犁联合作用产生的悬浮物。此外，由于施工多在海上进行，因此还包括施工船只、运输船只的燃油废气、噪声、含油废水等；同时施工人员有生活污水、生活垃圾排放。

登陆段前沿约 350m 滩涂区域敷设电缆时，采用定向钻穿越碎石滩的施工方式，定向钻海上出土点处水深约-12.0m，不产生悬浮物扩散影响，定向钻施工产生泥浆废水、机械车辆冲洗废水、钻渣等。

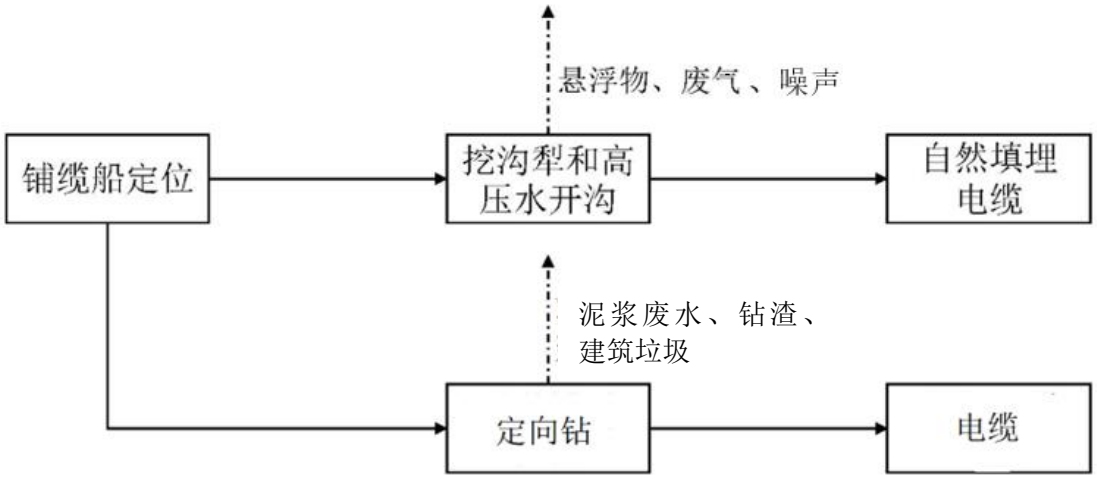


图 3.2-2 海底电缆施工工序和产污环节图

3、海上升压站施工

海上升压站施工工序和产污环节见图 3.2-3。由图 3.2-3 可知，海上升压站施工过程中海域主要污染环节为打桩时产生的悬浮物、施工船舶产生的废水、废气以及固体废物等，其中废气主要为施工机械燃油废气，固体废物主要为施工人员生活垃圾以及施工废料等。设备运输及安装过程中基本无污染物排放。

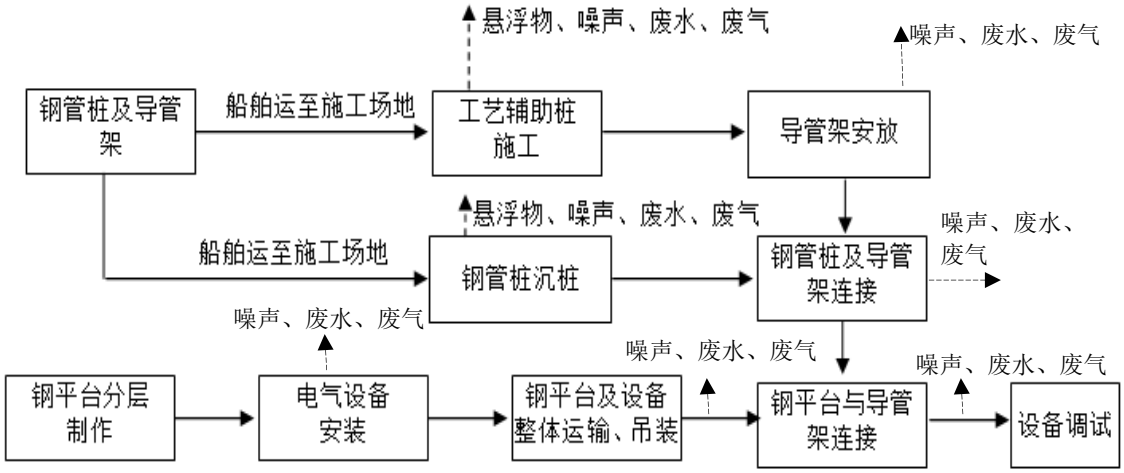


图 3.2-3 海上升压站施工工序和产污环节图

3.2.2 营运期工艺流程及产污环节

营运期仅是风能向电能的转化过程，该转化过程本身不产生污染物。营运期风电场主要环境污染因素包括风机运行噪声。升压站则有主变噪声、工频电磁场。海底电缆有工频电磁场。另外，风机运行维护船舶将产生少量的船舶废气和噪声影响，以及风机维护维修的少量废油和海上升压站主变压器检修或发生事故时产生少量的油污水。

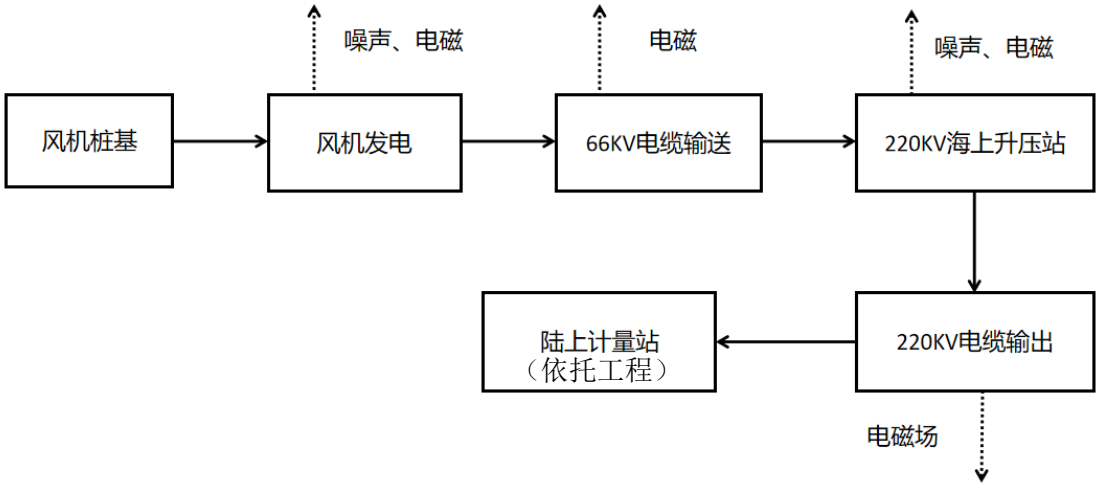


图 3.2-4 工程营运期间的运行工序及产污环节图

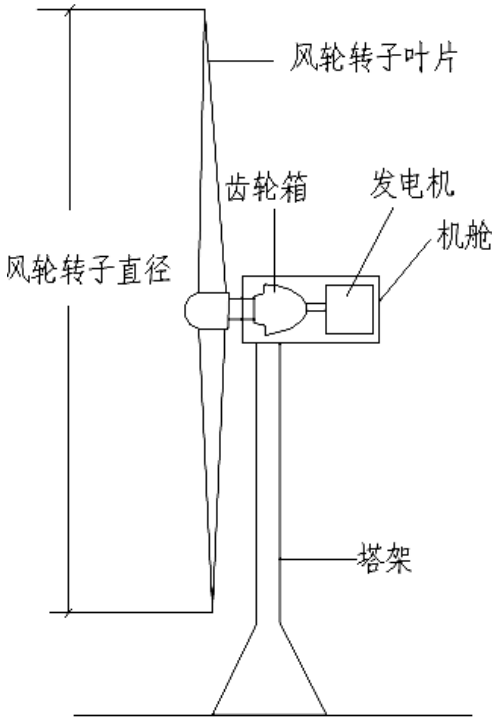


图 3.2-5 风力发电机组结构图

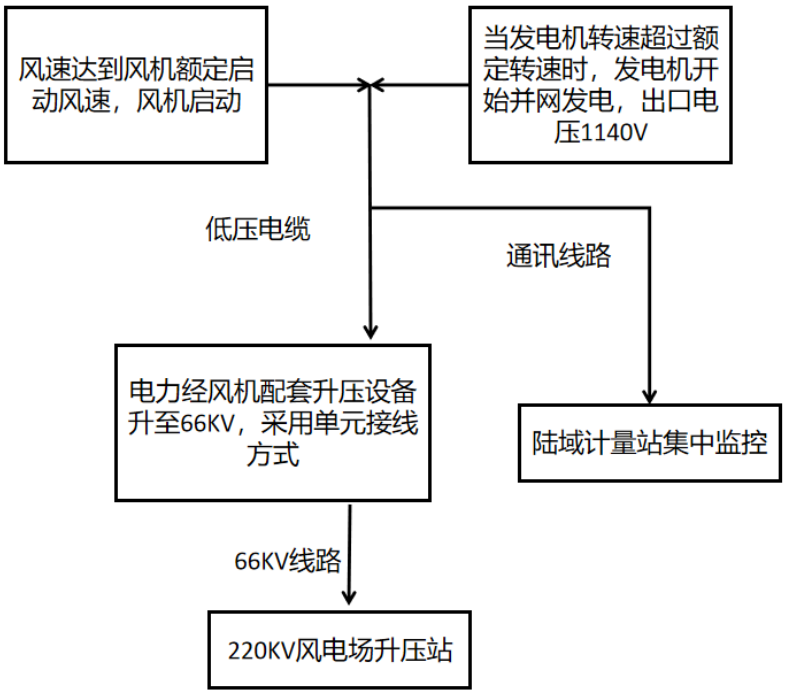


图 3.2-6 风力发电厂工艺流程图

3.3 污染源强分析

3.3.1 施工期污染源强

3.3.1.1 施工期废水

本项目施工过程中产生的废水主要有施工人员生活污水、船舶含油污水、定向钻泥浆废水、机械车辆冲洗废水以及桩基和海底电缆施工引起的悬浮物扩散影响。

1、施工人员生活污水

本项目高峰期施工人数为 220 人（其中 2#施工区海上 200 人，3#施工区陆上 20 人，1#施工场地作为依托工程，不在本项目评价范围内，本报告中不予计算 1#施工场地工人产生的生活污水）。海上施工人员生活用水量取 50L/人•d，陆上施工人员生活用水量取 100L/人•d，废水产生量按用水量的 80%计，2#施工区海上生活污水产生量为 8m^3/d，3#施工区陆上生活污水产生量为 1.6m^3/d。生活污水主要污染物浓度见表 3.3-2。

表 3.3-1 生活污水产生量

施工区	施工人数(人)	生活污水产生量(t/d)
2#海上施工区	200	8
3#陆上施工区	20	1.6

表 3.3-2 生活污水主要污染物浓度

污染物	SS	COD	动植物油	氨氮
浓度(mg/L)	150	300	30	25

2、施工船舶含油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018)，各吨位船舶舱底含油污水产生量见表 3.3-3。

工程施工期主要为海上作业，施工船舶合计约 55 艘，主要为打桩船、起重船、驳船、拖轮和电缆敷设船等（详见表 3.1-8）。施工机械油污水主要是施工船舶、设备产生的残油、废油及机舱油污水，其主要污染因子为石油类，浓度差异较大。施工期船舶含油污水总产生量约 28.43t/d，产生浓度一般在 2000mg/L。则本项目施工期共计产生船舶含油废水 7676.1t（海上施工 9 个月），产生石油类约 15.35t。

施工船舶产生的含油污水委托有资质的单位接收上岸处置，不得排放入海。

表 3.3-3 各吨位船舶舱底含油污水产生量

船舶载重（t）	舱底油污水产生量（t/d·艘）	船舶载重吨（t）	舱底油污水产生量（t/d·艘）
500	0.14	3000-7000	0.81~1.96
500-1000	0.14~0.27	7000-15000	1.96~4.20
1000-3000	0.27~0.81	15000-25000	4.20~7.00

表 3.3-4 本项目船舶舱底油污水量

船舶载重吨(t)	施工船舶数量(艘)	舱底油污水(t/d•艘)	小计(t/d)
500	35	0.14	4.90
1000	4	0.27	1.08
2000	4	0.54	2.16
3000	3	0.81	2.43
4000	1	1.10	1.10
5000	4	1.39	5.56
10000	4	2.80	11.20
合计	55	/	28.43

3、定向钻泥浆废水

本项目登陆段定向钻施工段将产生泥浆废水，本项目评价范围内涉及的定向钻施工长度为 350m，半径 0.38m，泥浆废水产生量约为钻渣产生量的 2 倍，则定向钻泥浆废水产生量约 320m^3。该部分废水经收集后汇入陆域定向钻施工场地设置的泥浆池，钻渣和泥浆混合物在沉淀池中分离，上清液仍回用于定向钻施工，泥浆、钻渣分离后堆存在干化池中，自然干化运至由政府部门指定合

法消纳场进行处置。

4、机械、车辆冲洗废水

施工中需对施工机械和车辆进行定期冲洗，主要是将机械设备、施工车辆车身及轮胎上的浮尘冲洗干净，冲洗过程将产生冲洗废水。工程施工期每天需清洗的运输车辆和机械按 4 台计，冲洗水用量取 0.8t/（台•d），则机械、车辆冲洗废水产生量约 3.2m³ /d。冲洗废水主要水污染物为 SS，产生浓度为 5000mg/L。则施工期运输车辆冲洗废水产生量约为 SS 16.0kg/d。机械、车辆清洗废水经施工场地内沉淀池沉淀处理后用于场地洒水降尘。

5、悬浮泥沙

（1）扫海清障作业悬浮物

扫海作业范围在路由两侧 50m 范围内，采用声呐仪器扫海，发现障碍物才进行打捞回收，因此悬浮泥沙污染仅在打捞点发生。打捞的障碍物主要是缆线、绳索、插网、渔网等小型障碍物，悬浮泥沙源强很小，影响时间为打捞的瞬间。总体来看，扫海清障作业悬浮物影响很小，相比海缆铺设作业产生的悬沙源强，扫海源强基本可以忽略。

（2）风机桩基施工悬浮物

①打桩施工

在风机和海上升压站桩基施工时，悬浮泥沙发生量可用下式计算：

式中，Q——悬浮泥沙发生量，kg/s；

r——桩半径，m；

h——桩入泥深度，根据设计单位提供，见下表；

——泥沙湿容重，kg/m^3，根据本项目岩土工程勘察报告，取 1790kg/m^3；

——悬浮泥沙发生比例，根据类似工程经验取 15%；

t——单桩施工时间，根据设计单位提供,见下表。

②拔桩施工

根据工程方案，定位架钢管桩拔取过程中产生的入海悬浮泥沙可采用下式进行计算：

$$Q=\frac{\pi\cdot d\cdot h_0\cdot\varphi\cdot\rho}{t}$$

其中，Q——悬浮泥沙发生量，kg/s；

d ——钢管桩直径，m；

h——钢管桩泥下深度，根据设计单位提供，见下表；

φ——钢管桩外壁附着泥层厚度，取 0.03m；

ρ——附着泥层密度，取 1790kg/m^3；

t——拔桩时间，根据设计单位提供，见下表。

根据设计单位提供依据，桩基依次施工，悬浮泥沙源强计算见下表。

表 3.3-5 风机和海上升压站桩基施工悬沙源强

分项	设计桩基情况	外径(m)	内径(m)	入泥深度（m）	单根施工时间(h)	单根桩基源强(kg/s)
定位架（打桩）	Φ2200mm 钢管桩	2.2	2.16	10	1	0.10
定位架（拔桩）	Φ 2200mm 钢管桩	2.2	2.16	10	0.4	2.58
风机（打桩）	Φ11500mm 钢管桩	11.5	11.26	80	10	2.56
风机（打桩）	Φ10200mm 钢管桩	10.2	9.96	75.5	8	2.67
海上升压站（打桩）	Φ2300mm 钢管桩	2.3	2.20	62.5	4	0.41

综上，本项目桩基施工悬浮泥沙源强为 0.10kg/s～2.67kg/s。根据表 3.3-6 风场区海缆冲埋施工悬沙源强为 27.92kg/s，风场区桩基施工源强远小于海缆冲埋施工源强，同时风场区 66kV 海缆冲埋施工涵盖了桩基施工范围，因此，本项目风场区主要考虑 66kV 海缆冲埋敷设引起的悬浮物影响，能够反映风场区施工期最大悬沙扩散的环境影响。

（3）海缆施工悬浮物

根据工程设计方案，本项目海缆施工采用冲埋（水喷式埋设犁施工），冲埋施工悬浮泥沙源强计算公式：S=A×v×ρ×f

式中 A 为截面积；v 为铺缆速度；ρ 为泥沙干容量，按 γd=1750（D_{50}）$^{0.183}$ 计算，其中 D_{50} 为中值粒径；f 为悬浮泥沙起浮率。

根据设计单位提供的开挖沟剖面为倒梯形，顶面一般为 1.5m，底面为 0.5m，电缆直径约 0.3m，埋深 3.0m，铺设速度为 3m/min。

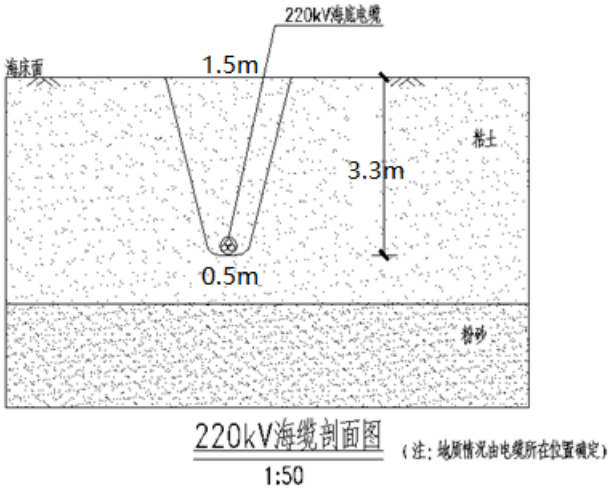


图 3.3-1 海底电缆断面示意图

施工悬浮泥沙主要由粘土质粉砂扰动产生，海洋中悬浮泥沙主要为粒径小于 4μm 黏土。根据水文调查数据，粉砂含量 73.5%，粘土含量 21.5%，砂含量 5%（以夏季最不利情况），海底粘土粒径在 4μm 及以下。入海淤泥起悬比，按 100%计。

泥沙干容量按 γd=1750（D50）$^{0.183}$ 计算，底质中值粒径均值约为 0.0127mm，工海域泥沙干容重为 787.11 kg/m^3。综上，悬沙源强如下：

表 3.3-6 海缆冲埋施工悬沙源强

海缆直径 m	埋深 m	顶宽 m	底宽 m	深度 m	截面积 m^2	施工速度 m/min	源强 kg/s
0.3	3.0	1.5	0.5	3.3	3.3	3	27.92

（4）固化土施工

本项目固化土原料土取土外购，在施工船舶上制备流态固化土，通过管道输送至指定区域充填，不释放悬浮泥沙和基本不会扰动海底底泥。

3.3.1.2 施工期废气

本项目在施工过程中所使用的施工机械、船舶和运输车辆均以柴油或汽油为燃料，施工机械、船舶和车辆运行会产生一定量废气，主要污染物质包括 NOx、CO、SO_2 等。海域施工区，施工船舶和机械在运行中也会排放一定量的废气，影响海上环境空气质量。

本项目施工船舶发电机功率按 3000HP（2200kW，本项目主要施工船舶）计，1HP 的功耗油按 150g 计，则单艘船舶每小时耗油量为 450kg。燃油以轻柴油计算，船舶 SO_2、NOx、CO 的源强如下：

1、船舶 SO_2 源强

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

式中：Gs—SO_2 排放量，kg；

B_0—燃油量，kg；

S_0—油中硫的含量，%；

η—SO_2 的脱除效率，%；

根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》，海船进入排放控制区应使用含 S 量不大于 0.5%；本项目按照含 S 量 0.5%进行计算，则单艘船舶每小时 SO_2 的排放量为：2×450×0.5%×(1-0)=4.5kg/h。

2、船舶 NOx 源强

根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》第二阶段氮氧化物排放限值要求，2200kW 功率船舶每小时 NO_2 排放量最高为 16.9kg/h。

3、施工机械废气

工程在施工过程中所使用的施工机械主要为船上起重设备，以柴油为燃料，机械燃油废气属于连续、无组织排放源，污染物呈面源分布。800t 履带式起重机额定功率均在 450 kW 左右，根据《＜非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法(中国第三、四阶段）＞（GB 20891-2014）修改单》中第三阶段排放限值要求和《非道路移动柴油机械排气烟度限值及测量方法 GB 36886-2018》中 II 类限制要求，履带式起重机 CO、NO_x、颗粒物排放速率分别为 3.5g/ kW·h、4g/ kW·h 和 0.2g/ kW·h。

4、施工扬尘

施工期扬尘主要来自施工材料及渣土料运输过程中容易产生扬尘。

由于扬尘源多且分散，属于无组织排放，受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性较大。

3.3.1.3 施工噪声

本项目施工期将对海上声环境及陆域声环境产生影响。海上施工噪声源主要为风机和升压站基础打桩、施工船舶行驶和电缆线铺设等。陆上施工噪声源主要是各种施工机械设备和施工运输车辆产生的机械噪声。

1、海上施工机械噪声

施工现场的各类机械设备包括装载机、打桩机，还有电气接线埋设噪声等，

这类机械工程噪声是主要的海上施工噪声源。

水下冲击打桩是海洋工程的典型主要强噪声来源，其特点为高声源级，单次冲击表现为脉冲式宽频波形，而对于一根桩柱需要多次冲击才能完成作业，因此表现为连续多个脉冲的脉冲串。本项目采用液压打桩锤进行施工，属于水下冲击打桩方式。

本项目风机采用单桩基础（桩径最大为 11.5m），海上升压站采用四桩导管架基础（桩径为 2.3m），拟通过液压打桩锤进行施工，属于水下冲击打桩方式。

根据国外风机工程中的打桩监测结果，直径 4m 以上的钢管桩（一般是单桩）峰值声压级可达 226~251dB，峰值均方根(RMS，Root Mean Square)声压级 215~245dB。英国 JR Nedwell [JR Nedwell, et al, 2007]等对英国 5 个海上风电场 5 种不同直径单管桩在打桩施工时的水下噪声进行现场测量，表明其峰值声源级的变化范围为 237~251dB/μP；且在直径 4m 以上时，声源级随管桩径直径的变化关系不明显，其与传播的水深等参数密切相关。表 3.3-7 为英国 5 个海上风电场桩基施工水下噪声声源级。

表 3.3-7 英国 5 个海上风电场单桩桩基施工水下噪声声源级

海上风电场数据源	管桩直径(m)	峰值声源级（dB/μP @1m）	风机数	峰值声源级（dB/μP@500m）	海域水深(m)
North Hoyle	4.0	243	17	197	10~15
Scroby Sands	4.2	251	20	196	3~30
Kentish Flats	4.3	237	20	182	5~8
Barrow	4.7	245	18	197	10~20
Burbo Bank	4.7	243	21	186	7~24

国内科研机构近些年也对海上打桩噪声进行了较多的测量，如厦门大学在五缘湾浅海域对 0.7m 直径钢管桩打桩冲击波噪声监测结果，其有效声压级为 197.6dB；国内科研机构在深圳海域对 2.5m 直径钢管桩打桩冲击波噪声监测结果可知，其有效声压级为 220dB@1m。厦门大学对福建莆田平海湾一期海上风点场高桩承台基础（钢管桩直径 2.0m）的海上打桩噪声进行了现场监测，结果表明该海域在钢管桩桩径为 2.0m 时，均方根声源级为 228dB re 1μPa-m，声传播扩展损失系数为 21。中船重工七 O 二研究所于 2018 年 2 月 7 日对江苏海域蒋家沙 300MW 海上风电场工程的三桩导管架基础（单根桩桩径 2.3m）打桩冲击波噪声监测结果推算得出，其有效声压级为 216dB。国内大连庄河 III 海上风电场（300MW）工程采用大直径钢管桩（桩径为 6.5m），位于辽宁省大连市庄河海

域，风电场所处海域水深 15~18m，所处区域地貌主要为黄海北部近海域水下沉积平原，国内科研机构对大连庄河单桩打桩噪声进行监测，所产生水下噪声均方根声源级为 242dB re 1μPa-m，声传播扩展损失系数约为 23。表 3.3-8 为收集历年不同典型桩芯材料与不同直径对应的水下噪声单次冲击噪声声级。

表 3.3-8 典型桩芯材料与不同直径的单次打桩对应声源级表(10m)，双值代表范围

桩型(直径)	峰值声压(dB_{SPL})	均方根值声压(dB_{RMS})
冲击式混凝土桩(61cm)	183/193	171/175
冲击式钢壳桩(30.5cm)	190/200	180/184
冲击式钢芯桩(70cm)	206	188
冲击式钢壳桩(76cm)	208	190
冲击式钢壳(244cm)(距离 25m)	212	197

结合国内对海上打桩施工的类比监测结果以及国外打桩的监测结果，本项目风机采用单桩基础的结构型式，直径最大为11.5m，属于大型桩，对单根桩直径 11.5m 的钢管桩进行施工，所产生的均方根声源级取 245dB re 1μPa-m。工程海上升压站桩基直径为 2.3m，参考同类风电项目，均方根声源级取 235dB re 1μPa-m。

2、运输船只

施工设备、材料等运输将动用大量运输船只，这些运输船的频繁行驶经过和施工将对施工海域产生较大干扰噪声。

船舶噪声包括机械噪声、螺旋桨噪声和水动力噪声，其中机械噪声和螺旋桨噪声为主要噪声源。大部分噪声分布在 10Hz 至 5kHz 频率范围内，螺旋桨空化噪声的频率范围较广，从 50 Hz 开始扩展至 100 kHz。本项目所用船舶以平均航速 10 海里估算，运输路线为码头至风电场工程区（以中心点计）之间，污染源方式为移动点源，根据类比同类船型，其源强情况见表 3.3-9。

表 3.3-9 船舶运输噪声排放情况

污染源	产生量	污染物	水下排放量	排放方式
500t 级交通艇等	35 艘	*SL*	152 dB	移动点源
1000t 起重船等	4 艘	*SL*	157 dB	移动点源
2000t 级驳船等	4 艘	*SL*	162 dB	移动点源
3000t 级起重船等	3 艘	*SL*	164 dB	移动点源
4000t 级驳船等	1 艘	*SL*	166 dB	移动点源
5000t 级驳船等	4 艘	*SL*	167dB	移动点源
10000t 驳船	4 艘	*SL*	172dB	移动点源

3、海底电缆敷设噪声

本项目海底电缆近海段敷设主要采用专业铺缆船进行铺设，海缆埋深约为3.0m。根据厦门海沧钱屿附近现场调查，由海域进行电缆敷设及船运通过等所造成的水下噪声谱级相比原来的水下环境背景噪声提高不多，约 4~5dB。本项目水下环境背景噪声峰值声压级(Lpeak)为 156.8dB~178.4dB 之间，电缆敷设施工时水下噪声在 140.3dB～165.1dB（贡献值），故电缆敷设施工时水下噪声峰值在 160.8dB～183.4dB。

4、陆上施工噪声

本项目海底电缆登陆段采用定向钻施工工艺，定向钻施工钻机、泥浆泵等这些机械运行是产生的突发性非稳态噪声将对周围声环境产生影响。施工机械噪声测试值见表 3.3-10。

表 3.3-10 施工机械噪声源强表

施工阶段	名称	测点与声源距离(m)	A 声级值 dB(A)
定向钻施工	定向钻机	10	95~105
	泥浆泵	10	84~90
	挖掘机	10	76~84
	载重汽车	10	75~95
	发电机	10	75~88
	卷扬机	10	84~86

3.3.1.4 施工期固体废物

本项目施工期间固废主要为施工人员生活垃圾和定向钻泥浆及钻渣。施工人员生活垃圾按每人每天产生量为 1.0kg 计，高峰期施工 220 人（其中 2#施工区海上 200 人，3#施工区陆上 20 人），则 2#施工区海上人员生活垃圾产生量为 200kg/d、3#施工区为 20 kg/d。海上生活垃圾需委托有资质的单位进行统一收集和处置，陆上生活垃圾收集后委托环卫定期清运。定向钻泥浆及钻渣约 160m^3，由施工单位清运至政府部门制定的消纳场进行妥善处置。

3.3.1.5 施工期污染源强汇总

本项目施工期间主要污染物的产生和排放情况见表 3.3-11。

表 3.3-11 施工期污染物排放量统计一览表

种类	污染源	污染物	产生量	排放方式	消减量	排放量
悬浮泥沙	电缆铺设	SS	27.92kg/s	随涨落潮扩散	0	27.92kg/s
	桩基施工	SS	0.10kg/s～2.67kg/s	随涨落潮扩散	0	0.10kg/s～2.67kg/s
污水	2#海上人员生活污水	SS、COD、NH_3-N、总磷等	$8m^3/d$	委托有资质单位统一收集和处置	$8m^3/d$	0
	3#施工区生活污水		$1.6m^3/d$	利用移动式化粪池接收后定期清运	$1.6m^3/d$	0
	船舶含油污水	石油类	28.43t/d	委托有资质单位统一收集和处置	28.43t/d	0
	泥浆废水	SS	$320m^3$	汇入沉淀池沉淀处理，上清液回用，泥浆清运	$320m^3$	0
	清洗废水	SS	$3.2m^3$	沉淀后用于场地洒水降尘	$3.2m^3$	0
固体废物	船舶	生活垃圾	200kg/d	委托船舶污染处理公司收集和处置	200kg/d	0
	施工区	生活垃圾	20kg/d	定期清运	20kg/d	0
	施工区	泥浆、钻渣	$160m^3$	清运处置	$160m^3$	0
施工噪声	风机打桩	噪声	245dB	/	0	245dB
	升压站打桩	噪声	235dB	/	0	235dB
	船舶	噪声	152~172dB	/	0	152~172dB
	陆域施工机械	噪声	75~105dB	/	0	75~105dB
施工废气	施工船舶	SO_2	4.5kg/h	/	0	4.5kg/h
		NO_2	16.9kg/h	/	0	16.9kg/h
	施工机械	CO	3.5g/ kW·h	/	0	3.5g/kW·h
		NOx	4g/ kW·h	/	0	4g/kW·h
		颗粒物	0.2g/ kW·h	/	0	0.2g/kW·h

3.3.2 营运期污染源强

3.3.2.1 噪声

1、海上风电场

Herik Moller 等（2011）对•大容量风机噪声进行了预测，并结合丹麦风电巨大维斯塔斯（Vestas）风电公司网站上给出的风机技术参数说明（https://www.vestas.com/en/products/offshore/V236-15MW），9.5MW 和 10.0MW

机型的噪声源为 112.9 dB(A)，15.0MW 风机的噪声源为 115.3dB(A)。本项目风机切入风速在 3.0m/s，单机容量为 14MW，风机轮毂高度为 151m，当风速达到额定风速时，风机噪声源强亦达到最高。**从更不利影响的角度，本项目 14.0MW 风机噪声源均以 115 dB(A)作为空气噪声源评估分析**。

2、海上升压站

本项目 220kV 海上升压站选用低噪声变压器，室内布置，主变声功率级为 91.2dB(A)。

3.3.2.2 废水

本项目防腐采用外加电流的阴极保护方式进行防腐，运行期管理维护人员依托陆域集控中心工作人员。因此，项目运行期间污废水主要为维护人员生活污水和船舶含油污水。

运行期风机维护船舶为 500t 级，运行期每季度开展一次巡检维护，每次巡检时间约 5 天，每次维护产生的船舶油污水量约为 0.7t，每年船舶油污水为 2.8t，委托有资质的单位处置。

运行期巡检人员 4 人，生活用水量取 100L/人•d，废水产生量按用水量的 80%计，则每天巡检人员生活污水产生量为 0.32m^3/d，每次海上巡检时间约 5 天，则每次巡检人员生活污水产生量为 1.6m^3。运行期巡检人员生活污水由巡检船收集后委托有资质的单位进行处置。

3.3.2.3 电磁环境

1、海上升压站

本项目需新建 220kV 海上升压站一座，选用 2 台 225MVA 的主变压器。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。

2、海底电缆

风电场输电电缆埋设于海底 3.0m 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。

3.3.2.4 固体废弃物

根据业主提供的设计资料，本项目风机运行过程中一般不会更换叶片，营运期需对叶片进行定期维修保养，进而延长叶片的使用寿命。因此，营运期无废弃风机叶片产生。项目所产生的固废主要为工作人员生活垃圾、废弃橡胶护

舷以及危险废物。

1、工作人员生活垃圾

营运期定期进行风机维护，巡检人员为 4 名，巡检时间按 5 天计，生活垃圾每天按 1kg 计，维护船舶每次维护产生的生活垃圾约为 20kg，船舶生活垃圾收集后运至陆域集控中心，委托当地环卫部门统一收集处置。

2、废弃橡胶护舷

本项目风机基础和海上升压站基础防撞采用钢管和橡胶护舷，橡胶护舷设计使用寿命为 6 年，风机场共计设有 60 个橡胶护舷，单个重量约 5kg，更换周约为 6 年，则废弃橡胶护舷产生量 约为 300kg/次。

3、危险废物

根据可研，单台风机每年更换的润滑油为 114*0.85*0.9*2=174.4kg，29 台风机每年产生的废油量约 5.06t。含油棉纱每台风机每年产生 1kg 考虑，本项目每年风机检修产生的含油棉纱为 29kg；手套按 0.5kg/副计算，全年产生废手套 40kg。海上升压站配 2 套 220V 蓄电池，每套 7.5t，每 10 年更换一次合计约 15t。日常维护涉及的残废油、含油棉纱和废手套、废蓄电池运回陆域统一堆放在陆域集控中心的危废暂存间中，由具有资质的专业处理单位接收处理。本项目陆域集控中心另行立项另行委托环评，其危废产生的影响由陆域集控中心环评一并进行评价。

表 3.3-12 危险废物一览表

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量	产生工序及装置	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性
1	废润滑油	HW08 废矿物油与含矿物油废物	900-214-08	5.06t/a	海上风机	液态	矿物油	矿物油	一年	T，I
2	含油棉纱	HW49 其他废物	900-041-49	29kg/a	海上风机维修	固态	废棉纱、油类	油类	一年	T/In
3	废手套	HW49 其他废物	900-041-49	40kg/a	海上风机维修	固态	废手套、油类	油类	一年	T/In
4	废蓄电池	HW31 含铅废物	900-052-31	15t/10a	海上升压站维修	固态	蓄电池	酸液、铅	十年	T,C

3.3.2.5 废气

风机运行维护船舶吨位较小为 500 吨级且仅有 1 艘，将产生少量的船舶废气，燃油废气中所含的污染物主要包括 NOx、SO_2、CO 等，为无组织排放。

3.3.2.6 营运期污染源强汇总

本项目营运期间主要污染物的产生和排放情况见表 3.3-13。

表 3.3-13 营运期主要污染物排放情况

种类	污染源	污染物	产生量	拟采取措施	消减量	排放量
废水	运行维护生活污水	SS、COD、NH_3-N、石油类等	6.4m^3/a	交由资质单位收集处置	6.4m^3/a	0
	船舶含油污水	石油类	2.8 t/a	交由资质单位收集处置	2.8 t/a	0
固废	运行维护生活垃圾		80kg/a	运至陆上集控中心，由环卫部门清运	80kg/a	0
	风机维护	废弃橡胶护舷	300kg/次	运至陆上集控中心，由环卫部门清运	300kg/次	0
	残废油	石油类	5.06t/a	运至陆上集控中心统一堆放在危废暂存间，由具备危险废物经营许可资质的专业单位接收处理	5.06t/a	0
	含油棉纱	石油类	29kg/a		29kg/a	0
	废手套	石油类	40kg/a		40kg/a	0
	更换电池	废蓄电池	15t/10a		15t/10a	0
废气	运维船舶	NOx、SO_2	少量	保护良好运作、达标排放	/	少量
噪声	风机运转	噪声	115dB(A)	/	/	115dB(A)
	主变		91.2dB(A)	/	/	91.2dB(A)

3.4 工程各阶段非污染影响分析

3.4.1 施工期非污染环境影响因素分析

1、对海域生态和渔业的影响

（1）对海洋生态的影响

本项目实施对海洋生态的影响主要包括风场区风机组桩基、海上升压站和定位架桩基占用海域，以及海缆敷设海缆沟开挖扰动占用海域对海洋底栖生物生境的占用和底栖生物的影响。第二，海底泥沙再悬浮主要来自电缆沟开挖，增加所在海域的含沙量，降低海洋中浮游植物生产力，局部高浓度的悬浮物对浮游生物和鱼类等也可能造成伤害，使鱼类呼吸系统受到影响。第三，风机基

础钢管桩打桩噪声对海洋生物也可能产生影响，不同鱼类在不同声压级条件下会产生逃离、昏迷、死亡等的反应。

（2）对渔业资源的影响

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

2、对鸟类的影响

本项目施工期间，由于人类活动、交通运输工具、施工机械的机械运动等人为因素增加，近岸施工过程中产生的噪声、灯光等将对工程附近地区栖息和觅食的鸟类产生一定影响，使施工区域及周边区域中分布的鸟类迁移。

3、对其他海洋开发活动的影响

本项目风电场不占用任何港口码头以及航道，风电场北侧、南侧分别有漕泾西、东航道和金山航路，金山航道位于本项目风电场南侧 2.9km，漕泾东航道和漕泾西航道与本项目风电场北侧最近距离约为 10.9km，工程施工可能会对周边航道产生一定影响。此外，风机打桩噪声和海缆施工期悬浮泥沙可能会对周边洋山镇海蜇和鳗苗的捕捞产生一定的影响。

4、陆域生态

项目定向钻施工场地位于陆域，其余施工场所均位于浅海区域，对陆生生态影响主要来自定向钻施工期间对现有土地的破坏，以及对动植物的影响。

3.4.2 营运期非污染环境影响因素分析

风力发电的工艺流程是利用自然风能转变为机械能，再将机械能中转变为电能的过程。在生产过程中不消耗燃料，不产生污染物。营运期间对环境的影响主要表现为以下几个方面：

1、海洋水文动力环境

本项目建成后，风机基础受涨落潮影响，风机基础在一定程度上改变局部

海底地形，对项目海域的潮流场将产生一定影响，尤其是风机墩柱周围的流速可能发生变化。

2、区域地形地貌和冲淤环境

本项目在区域内呈斑点状分布，风机之间间距较大。由于底流在风机基础周围产生涡流和局部冲刷，风机基础和升压站在一定程度上改变局部海床自然性状，其地形地貌也将有所改变，分别有局部冲刷和淤积产生。

3、海洋生态和渔业生产

(1) 海洋生态

风电场营运期对海洋生态的影响主要为营运期工程风机基础、升压站等永久占用海域，将减少底栖生物的栖息面积，对其造成一定的不利影响；工程风机基础、海上升压站基础同时增加了栖息空间，对鱼类和海洋生物的增加带来一定积极影响。

(2) 渔业生产

目前，风电场所在海域部分具有海蜇和鳗苗捕捞等渔业捕捞功能，风电场建成运行后，由于风电场用海造成渔业捕捞面积略有缩小；海底电缆段两侧海域一定范围内将禁止进行养殖和捕捞作业，这将在一定程度上降低了渔业养殖和渔业捕捞范围。

4、鸟类

本风电场位于亚太地区候鸟大迁徙通道附近。工程施工期间，主要由于人类活动、交通运输工具、施工机械的机械运动，相应施工过程中产生的噪声、灯光等，可能会对鸟类迁徙、栖息和觅食等活动产生一定的扰动。

风电场运行时，一方面会引起鸟撞的发生从而直接给鸟类带来影响，同时也可能影响到鸟类的觅食。

5、通航环境

本项目风电场位于多条航路、航道之间，220kV 送出海缆未与周边航道形成交越。风电场的建设客观上改变了场区附近水域的通航环境，对附近过往船舶的航线设计、视觉了望、避碰方式、航海仪器性能等，以及渔船活动范围、活动方式等都不可避免地产生一定的影响。但这些影响可以通过采取相应措施、落实相关规定有效的加以控制。

6、景观影响

本项目风场区整体位于海上，项目建成后会造成海域景观发生变化，从而对海域景观产生一定影响。

3.5环境影响要素识别和评价因子筛选

根据上述生产工艺过程及产污环节，进行环境影响要素识别分析，根据影响情况筛选主要评价因子。施工期和运行期环境影响评价因子分别见表 3.5-1~表 3.5-2。

表 3.5-1 施工期环境影响因素和评价因子一览表

影响因素	影响原因	影响范围	评价因子	影响程度	评价深度
海洋水质	施工悬浮物、施工污废水排放	风机及海底电缆沿线周边海域	悬浮物、COD_{Cr}、石油类	可逆，较小	详细评价
沉积物环境	施工污水排放及废弃物丢弃		沉积物质量，石油类等	可逆，较小	一般评价
海洋生态	悬浮物浓度增加、破坏海洋生态及底栖生境	风机及海底电缆沿线周边海域	浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、游泳动物	部分不可逆，较大	详细评价
鸟类	施工活动干扰鸟类栖息、迁徙等	施工区及邻近鸟类栖息地	鸟类栖息地	较小	详细评价
声环境	打桩、船舶航行、施工机械和运输车辆运行噪声	海上工程施工区域	水下噪声频带声压级、水下噪声声压谱[密度]级、Leq(A)	可逆，较小	详细评价
空气环境	施工扬尘、施工机械和车辆尾气排放	海上工程施工区域	TSP、NO_x、CO、SO_2	可逆，较小	一般评价
渔业生产	占用渔业水域	风机、升压站及海底电缆沿线周边海域	捕捞等	部分不可逆，较大	详细评价
海域利用	施工影响航运交通	海上施工海域及设备运输航线	通行船只数量、航行安全	可逆，较小	一般评价
固体废物	施工人员生活垃圾	陆上、海上工程施工区域	垃圾排放量	可逆，较小	一般评价
环境风险	溢油事故	海上工程施工区域及周边海域	柴油	较大	详细评价

表 3.5-2 运行期环境影响因素和评价因子一览表

影响因素	影响原因	影响范围	评价因子	影响程度	评价深度
海洋水文动力	对区域海洋水文动力环境造成一定影响	风电场附近海域	潮汐、潮流	不可逆，较小	详细评价
海洋地形地貌与冲淤环境	改变区域海域的地形地貌和冲淤环境	风电场附近海域及近岸	冲淤程度	不可逆，较小	详细评价
水质	运行维护人员生活污水	风机、升压站桩基及沿线海域	COD_{Cr}、氨氮等	可逆，较小	一般评价
沉积物环境	维护污水排放及废弃物丢弃	风机、升压站桩基及沿线海域	沉积物质量	可逆，较小	一般评价
声环境	风机运行产生噪声	海上升压站和风电场区域	水下噪声频带声压级、水下噪声声压谱[密度]级、Leq(A)	较小	一般评价
电磁环境	升压站和海缆产生的电磁场	海上升压站和海上风电场区域	电、磁场强度	较小	一般评价
空气环境	维护船舶废气	风场区	SO_2、NOx	较小	一般评价
海洋生态	风机桩基破坏底栖生物生境	风机桩基周围	底栖生物量	部分不可逆，较小	详细评价
鸟类	旋转叶片对鸟类飞行有一定影响	鸟类迁徙、飞行路线	鸟类数量、多样性	中等	详细评价
固体废物	生活垃圾和危险废物	风电场区	固体废物排放量	可逆，较小	一般评价
航运	风电场对航运交通影响	风电场及电缆附近	通航安全	较小	一般评价
渔业生产	占用海域影响海水捕捞	征用海域	捕捞	较小	一般评价
环境风险	升压站油料泄漏	风电场及周边海域	绝缘油	较大	详细评价

表 3.5-3 评价因子筛选表（海洋生态影响）

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质及影响时段
初级生产力	叶绿素 a	桩基施工及电缆敷设（直接、间接）	短期、可逆
浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）	种类组成、生物量、密度（丰度）、种群结构、群落特征、分布范围、物种多样性指数等	桩基施工及电缆敷设（直接、间接）	短期、可逆（永久占用对底栖生物影响为长期、不可逆）
重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区	分布范围、生产力	桩基施工及电缆敷设（间接）	短期、可逆
重要湿地、特殊生境	分布面积、物种种类、物种盖度、生物多样性、生境稳定性、生态健康情况	桩基施工及电缆敷设（间接）	短期、可逆
自然保护地和生态保护红线	主要保护对象数量和种群规模、主要生态功能、物种栖息地连通性	桩基施工及电缆敷设（间接）	短期、可逆
自然岸线	长度、宽度、类型和功能	定向钻施工（直接）	不影响

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

浙江省地处我国东南沿海，长江三角洲南翼，东临东海。舟山市位于浙江省东北部，长江口南侧。舟山群岛四面环海，属亚热带季风气候，冬暖夏凉，温和湿润，光照充足。

中广核嵊泗 1#海上风电项目位于浙江省舟山市嵊泗县滩浒岛南侧海域，风电场场址中心西距上海金山约27km，东距大洋山岛40km，北距滩许山岛1.2km，中心地理位置坐标北纬 30°35′8″，东经 122°36′25″。工程场区地理位置见图4.1-1。



图 4.1-1 项目风电场区地理位置图

4.1.2 气候和气象

项目所在海域气象条件主要以小洋山长期气象站、岱山海洋站长期统计资料进行分析研究。

项目所在海域属北亚热带季风气候区，冬冷夏热，四季分明。冬季受北方冷高压控制，盛行西北风，冷而干燥；夏季在西北太平洋副热带高压笼罩下，

多东南风，暖热湿润；春秋是季风的转变期，多阴雨天气。

4.1.2.1 气温

年平均气温17.2℃，月平均气温8月最高，为27.8℃，1月最低，为5.9℃。极端最高气温36.0℃（2005年7月），极端最低气温-5.4℃（2009年1月）。全年气温对海上工程施工皆适宜。

4.1.2.2 降水

年平均降水量 976.0mm。降水量的季节变化明显，表现为夏季多、春季次之、秋冬季少的特征。其中，6月最多，月平均为152.2mm，属本地区的梅雨季，11 月最少，月平均为 54.4mm。日最大降水量 207.2mm。日降水量≥0.1mm 的日数年平均为 124 天，日降水量≥50mm 的暴雨年均 2.1 天。

4.1.2.3 雾

水平能见度小于 1km 的雾日年平均 31.8 天，主要出现在春季和冬季，一年内各月平均雾日数的分布差异较大，其中，3 月~5 月的雾日占全年雾日的 49%，12月~翌年2月占全年的33%，7月~10月为少雾季节，仅占全年雾日的3%。

4.1.2.4 风况

项目所在海域风向的季节变化十分明显，冬季受北方冷高压控制，盛行偏北风，夏季受太平洋副热带高压控制，盛行偏南风，春、秋两季风向交替变换。一年中，4 月~8 月的常风向为偏东南向，9 月~翌年 3 月的常风向为偏北向。海域年强风向为偏北向（NNW、N、NNE 向）。

年平均风速为4.9m/s，各月在4.2m/s~5.5m/s，11月~翌年3月较大，5月~10月较小。年 10 分钟平均风速最大为 29.1m/s，一年中台风影响期最大，其次为冬季。≥6 级风年均 80.3 天，11 月~翌年 4 较多，月平均在 6.6 天~10.2 天，其中 1 月最多；≥7 级风年平均 24.7 天，11 月~翌年 1 月及 3 月最多，月平均 3 天左右，5月和6月最少，月平均不足1天。

4.1.2.5 雷暴

年平均雷暴日数为 19.9 天，主要出现在春季和夏季，其中 6 月~8 月大气对流剧烈，雷暴日数最多，占全年的 67%。海域的雷暴持续时间≤半小时出现最多，占总数的 40.1%，＞2 小时占 12%。

4.1.2.6 灾害性天气

海域的灾害性天气主要是热带气旋和寒潮。

1、热带气旋

热带气旋是夏、秋季影响最严重的灾害性天气。本海区每年的 5~11 月份均可能受到热带气旋的影响，其中 7~9 月为热带气旋活动最频繁的季节，占全年总数的 78%。风、浪、潮的极端值几乎都为台风的影响、侵袭而引发。

依据小洋山实测资料统计，1997 年~2016 年的 19 年间，受热带气旋影响，海域实测风速≥8 级共有 51 次，年均 2.5 次，最多年 5 次。

2、 寒潮

寒潮天气是一种强度大、范围广，来自极地和寒带向中纬度和低纬度侵袭的强烈冷空气活动，是由冬季风的影响所致。其主要特点是剧烈降温和大风，有时还伴有雨、雪、雨凇和霜冻。

根据对小洋山实测资料统计，年均寒潮过程发生 2.3 次，24 小时最大的过程降温幅度达 10.8℃，48 小时最大的过程降温幅度达 14.3℃，出现过程极端最低气温达-5.4℃，出现过程最大风速 20.7m/s（海面 10m 高度），6 级以上大风过程最长持续时间 42 小时，7 级以上大风过程最长持续时间 19 小时。

寒潮发生的时间集中在冬半年，即 11 月至翌年 3 月间，其中 12 月和 1 月发生最多，占总次数 60%。

4.1.3 区域地质与地震

4.1.3.1 区域地质

拟建风电场位于杭州湾王盘洋海域，为滨海相沉积地貌单元，基底为前古生代变质岩系、燕山早期花岗岩和上侏罗系陆相火山岩。第四纪以来，本区构造活动以差异升降运动为主，沉积了巨厚的第四系松散堆积物。

拟建海上风电场项目在构造单元划分上位于扬子准地台（I），新构造分区位于江南-华南断块龙骑区（II）中的华南断块隆起区(II2)。工程区位于江山—绍兴深断裂区域北侧，区内主要断裂简述如下（见图 4.1-2）：

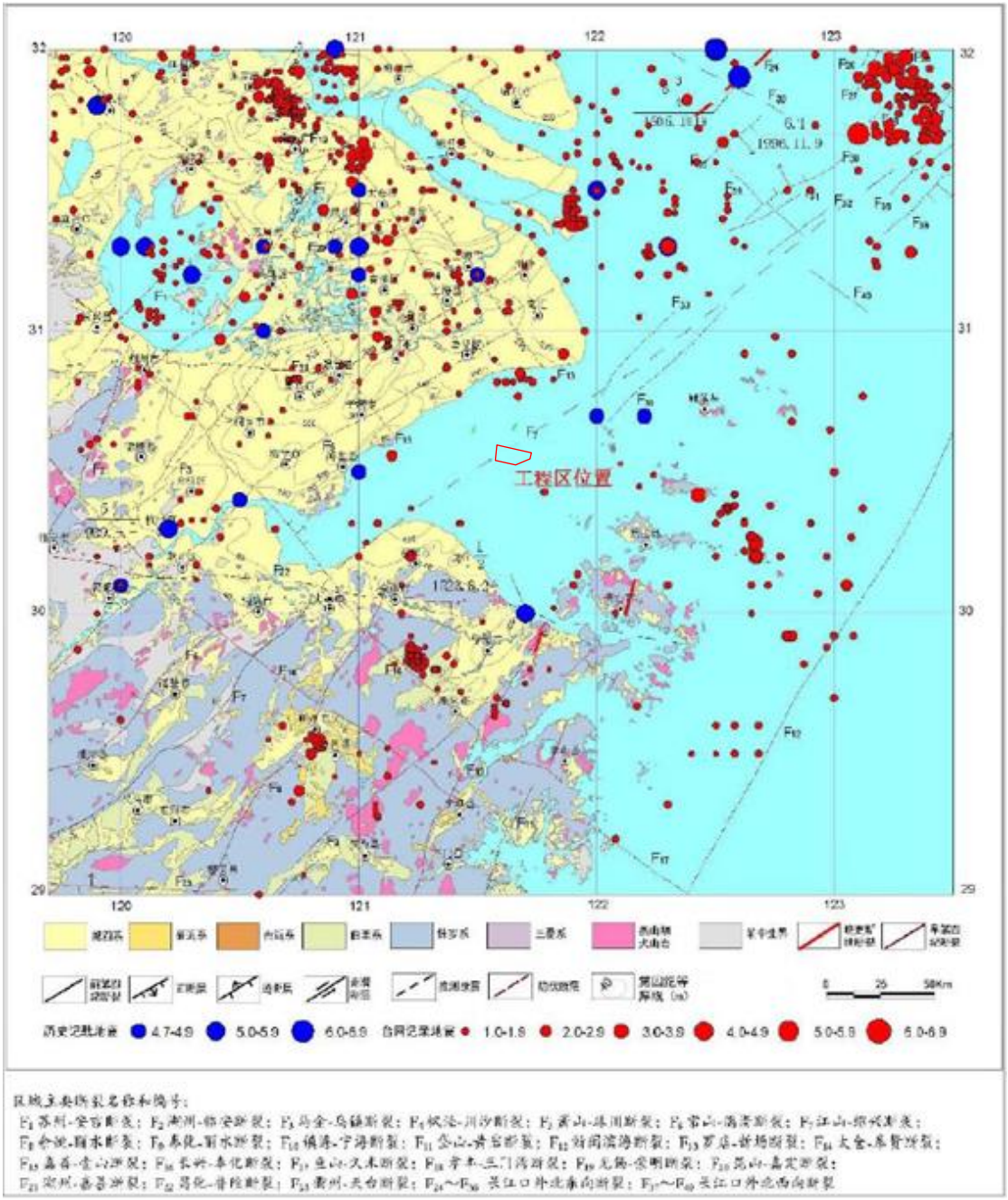


图 4.1-2 区域构造图

1、远场区

萧山—球川断裂（F5）：走向60°，断裂自球川经建德至萧山，西南延至江西省内。在萧山以北被第四系覆盖，萧山-平湖一线为北东向的正磁场交接线，故推测该断裂仍继续北延经平湖进入上海，浙江省内长约350km。地表系由一系列平行的断层组成宽约1km的断裂带，多为逆冲断裂，总体走向60°，断面倾向北西为主，倾角65°左右，杭州野外地质调查、浅层地震勘探及三维物探显示，该断裂在杭州段最新活动时代在晚更新世前，推测为中更新世断裂。

嘉善—壹山断裂（F15）：走向330°，北起徐州邳县，穿越郯庐断裂带，经宿迁、洪泽、高邮、镇江、常州、延伸至苏州以南，进入浙江，断裂在新构造特征上尤为突出，断裂带以东为平原区，以西为低山丘陵区，断裂的活动发育一系列湖泊，根据热释光测年和地震勘探测线分析，其最新活动年代为中更新世。该断裂延长段距离场区约30km。

太仓—奉贤断裂（F14）：走向330°，自江苏常熟福山长江岸边经太仓支塘、徐市、上海外冈、诸翟至奉贤，入杭州湾，断裂长250km，纵切一系列北东向断裂，重、磁异常图中均有断层反映，最新浅层人工地震勘探结合钻孔资料，断裂最新活动时代为早第四纪。

罗店—新场断裂（F13）：走向325~330°，由多条断裂呈右行雁列式排列，断续分布，为正断性质，重磁图上均有断裂的反映，燕山晚期中性侵入体沿断裂在周浦附近分布，浅层人工地震勘探表明断裂在第四纪早中更新世有过活动。

湖州—嘉善断裂（F21）：东西走向，断裂西段为山区与盆地界线，东段对第四系沉积物有控制，第四纪北厚而南薄。历史上沿断裂曾发生过 43/4 级地震。浅层人工地震证明断裂最新活动时代为早第四纪断裂。

昌化—普陀断裂（F22）：东西走向，由一系列近东西向的次级断层组成，早期为右旋挤压，燕山期活动强烈，后期转为拉张性质，地貌上为浙北沉降区与浙南山区的分界，热释光测年结果表明断裂为早第四纪断裂。

余姚—丽水断裂（F8）：走向 30°，断裂形成于燕山晚期，早白垩世末活动剧烈，直接控制了沿断裂分布的早白垩世盆地的形成和发展。断裂卫星影像清晰，为平行的线状影像，航磁反映为正负异常分界线，北段波动较大，地表显示为一系列逆冲断层，沿断裂有燕山晚期的酸性岩体侵入和第三纪玄武岩喷出，喜山期超基性岩具挤压破碎现象，根据物探及测年证据，断裂最新活动时代为早第四纪。

枫泾—川沙断裂（F4）：北东走向，该断裂是上海地区一条规模较大的北东向断裂，为四级构造单元的分界线。沿断裂有晚第三纪玄武岩喷溢，如马桥、白龙港等。浅层人工地震勘测查明，该断裂进入第四系，由两条倾向相反的断裂组成，成地垒状，宽0.5～2.0km。但各段尚略有不同。西南：中更新世，中段：早更新世-前第四纪，东北：早更新世。

长兴—奉化断裂（F16）：走向 315°，杭州湾西北断裂作为低山与残丘平原

的分界控制同 走向的第四纪小型盆地。航磁异常显示明显，断裂西南侧有早古生代地层出露，北东侧早古生代地层被埋在第四纪之下，显正断性质，野外地质调查显示该断裂早中更新世有过活动。

2、近场区

江山—绍兴深断裂（F7）：走向 40~60°，断裂为扬子准地台与华夏古陆的地质分界线，形成于神功期，不同构造期均有过活动，燕山晚期沿断裂带发育了白垩纪盆地，断裂北侧强烈沉陷，燕山期末，断裂自南东向北西形成推覆，使前中生界逆掩到侏罗统之上。新近纪断裂两侧高差悬殊，沿断裂有喜山期超基性岩侵入和新近纪玄武岩喷发，陆域内野外地质调查及浅层人工地震勘探显示该断裂的最新活动时代在前第四纪；杭州湾以北海域推测为前第四纪断裂。该断裂紧邻场址区东南侧。

4.1.3.2 地震

工程区位于浙江省东北部，处于长江中下游地震区下扬子－南黄海地震带南缘，弱震、小震比较频繁，无强震记录，地震影响主要来自南黄海地震、溧阳地震及台湾地震。据记载，距工程区最近的为 1523 年镇海及 1855 年 3 月 17 日嵊泗西北海中均发生 4¾级地震。

参照国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本项目场区临近陆域基本地震动峰值加速度为 0.10g，相当于地震基本烈度VII度；II类场地基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s。

根据国家标准《海上风力发电场勘测标准》（GB51395-2019）附录 F，本场地地震动峰值加速度 α 为 0.09g≦α<0.19g，地震烈度为VII度，5km 内无活动断层，25km 内无地震，故该工程区域构造稳定性分级为稳定性较好。

4.1.4 工程地质

4.1.4.1 地形地貌

拟建风电场位于浙江省嵊泗县滩浒山南侧海域，距离滩浒岛最近距离约 3km，场区水深约 11~16m，场地内有两个小岛礁分布，勘探期间所测各孔口高程在-10.30～-16.60m 之间，地貌类型属浙北平原区地貌类型，海底表层以淤泥质土为主。

4.1.4.2 场地工程地质条件

经勘察查明，本次勘察 90.0m 深度范围内所揭露的土层为全新世 Q_4 的滨

海～浅海、滨海、沼泽、溺谷相及晚更新世 Q_3 的河口～湖泽、河口～滨海、滨海～浅海、滨海～河口相沉积物。主要由淤泥、淤泥质土、粘性土、粉性土及砂土组成。根据地基土的成因、成分、结构，共分为 10 个主要工程地质层：其中⑤层分 3 个亚层，$⑤_1$ 层又分为 3 个次亚层，$⑤_2$ 层又分为 2 个次亚层；第⑦层、⑧层、⑪层分为 2 个亚层，第$⑦_1$、$⑦_2$、$⑧_1$ 层又分为 2 个次亚层。各土层特性分述如下：

①灰色淤泥

饱和，流塑，含黑色有机质、混粉性土，局部夹薄层粘质粉土，土质上下不均。该层为新近淤积形成，土质极软，钻具自沉。该层在拟建场地分布广泛，层厚 1.3~3.6m，平均厚度为 2.96m。

②灰色粘质粉土

饱和，松散，含云母，夹薄层粘性土，土质不均。无光泽、韧性低等、干强度低等、摇振反应一般。该层仅在 ZK1 揭露，厚度为 5.60m。

③灰色淤泥质粉质粘土

饱和，流塑，含云母，夹薄层粉土粉砂及团块，土质不均；稍有光泽、韧性中等、干强度中等、无摇振反应。该层在拟建场地分布广泛，层厚 1.7~13.8m，平均厚度为 10.11m。

$⑤_{1\text{-}1}$ 灰色粉质粘土

饱和，软塑，含云母，夹薄层粉性土及其团块，土质尚均匀；稍有光泽、韧性中等、干强度中等、无摇振反应。该层在拟建场地分布广泛，层厚 4.5~14.5m，平均厚度为 9.73m。

$⑤_{1\text{-}2}$ 灰色粘土

饱和，软塑，含有机质，夹少量贝壳碎屑，土质均匀；有光泽、韧性高等、干强度高等、无摇振反应。该层在拟建场地分布广泛，层厚 2.5~19.4m，平均厚度为 11.11m。

$⑤_{1\text{-}3}$ 灰色粉质粘土夹粉土

饱和，软塑~可塑，含云母、夹较多层粘质粉土，局部成互层状；稍有光泽、韧性中等、干强度中等、摇振反应慢。该层仅在 ZK6、ZK6-1 孔揭露，层厚 4.7m。

$⑤_{2\text{-}1}$ 灰~灰绿色砂质粉土

饱和，中密，含云母，夹薄层粘性土；无光泽、韧性低等、干强度低等、摇振反应迅速。该层仅在 ZK1、ZK3、ZK4 三个孔揭露，层厚 4.5~9.4m，平均厚度为 7.5m。

⑤$_{2-2}$ 灰色粉砂

饱和，密实，含云母、长石、石英等，颗粒较均匀，砂质较纯；无光泽、韧性低等、干强度低等、摇振反应迅速。该层仅在 ZK1 揭露，厚度为 2.7m。

⑤$_{3}$ 灰色粉质粘土夹粉土

饱和，可塑~硬塑，含有机质，夹泥钙质结核；稍有光泽、韧性中等、干强度中等、无摇振反应。稍有光泽、韧性中等、干强度中等、摇振反应慢。该层仅在 ZK3 孔揭露，层厚 2.6m。

⑥草黄~暗绿色粉质粘土

湿，可塑~硬塑，含铁锰质结核及氧化铁斑纹；稍有光泽、韧性中等、干强度中等、无摇振反应。该层在 ZK1、ZK2、ZK4、ZK6-1 四个孔揭露，层厚 2.4~4.0m，平均厚度为 3.35m。

⑦$_{1-1}$ 灰色粉质粘土夹粉土

饱和，可塑。以粉质粘土为主，含云母，夹较多层粘质粉土，土质不均。稍有光泽、韧性中等、干强度中等，稍有摇振反应。该层仅在 ZK1、ZK6-1 两个孔揭露，层厚 0.8~3.2m，平均厚度为 2.0m。

⑦$_{1-2}$ 灰色砂质粉土夹粉质粘土

饱和，中密，含云母，不均匀夹粉质粘土，土质不均。无光泽、韧性低等、干强度低等、摇振反应迅速。该层仅在 ZK3 孔揭露，层厚 3.3m。

⑦$_{2-1}$ 灰黄色粉砂

饱和，密实，含云母、长石、石英等，颗粒较均匀，砂质较纯；无光泽、韧性低等、干强度低等、摇振反应迅速。该层在 ZK2、ZK3 缺失。揭露层厚 5.5~16.5m，平均厚度为 10.4m。

⑦$_{2-2}$ 灰色粉砂

饱和，密实，含云母、长石、石英等，颗粒较均匀，砂质较纯；无光泽、韧性低等、干强度低等、摇振反应迅速。该层在 ZK3、ZK6-1 缺失，揭露层厚 7.5~18.7m，平均厚度为 13.23m。

⑧$_{1-1}$ 灰色粘土

湿，可塑~硬塑，含有机质，夹条带状粉土或小粉土团块，偶夹泥钙质结核，土质较均匀。有光泽、韧性高等、干强度高等、无摇振反应。该层仅在 ZK2、ZK3、ZK5 三个孔揭露，层厚 5.9~12.8m，平均厚度为 8.23m。

⑧$_{1\text{-}2}$ 灰~兰灰色粉质粘土

湿，可塑~硬塑，含有机质，夹条带状粉土，不均匀夹薄层粉质粘土。稍有光泽、韧性中等、干强度中等。该层仅在 ZK2、ZK3 两个孔揭露，层厚 4.2~5.0m，平均厚度为 4.6m。

⑧$_2$ 灰~兰灰色粉质粘土、粉砂互层

湿，可塑~硬塑，密实，含有机质，土质不均，局部以粉质粘土为主、局部以粉砂为主。稍有光泽、韧性中等、干强度中等。该层在拟建场地分布较广泛（仅 ZK6-1 缺失），层厚 4.8~12.3m，平均厚度为 8.8m。

⑩灰~兰灰~灰黄色粘土

湿，可塑~硬塑，含有机质，铁锰质结核，夹薄层粉性土及其团块，颜色杂。有光泽、韧性高等、干强度高等。该层在拟建场地分布广泛，层厚 5.5~14.8m，平均厚度为 8.23m。ZK4 孔下部夹砂质粉土层。

⑪$_1$ 灰~兰灰色粉质粘土夹粉土

湿，可塑，含有机质、云母、泥钙质结核，夹较多层粉土，局部成互层状。稍有光泽、韧性中等、干强度中等。该层仅 ZK2 缺失，层厚 5.3~8.7m，平均厚度为 6.95m。ZK1 层顶为砂质粉土。

⑪$_2$ 灰黄~灰色砂质粉土

饱和，密实，含云母，夹薄层粘性土，土质不均。无光泽、韧性低等、干强度低等、摇振反应一般。该层仅在 ZK2 孔揭露，层厚 7.0m。

⑫灰黄~灰色粘土

湿，硬塑，含有机质、夹少量贝壳碎屑，含铁锰质结核、氧化铁斑点及条纹。有光泽、韧性高等、干强度高等。该层在 ZK1、ZK2、Z/5、ZK6 孔都有揭露，本次勘察 90m 深度范围未揭穿。

4.1.4.3 场地水文地质条件

拟建海上风电场位于浙江省嵊泗县滩浒岛南侧海域，海水为微混浊的微咸水、咸水。海水水位受潮汐涨落控制明显，动态变化大。

根据地下水的赋存条件与水理、水力特征，场区地下水类型有第四纪松散

土层内孔隙潜水和孔隙承压水。场区浅层地下水属孔隙性潜水，主要分布于①层淤泥、②层粘质粉土、③层淤泥质粉质粘土，主要接受海水补给。⑤$_{2\text{-}1}$ 层砂质粉土、⑤$_{2\text{-}2}$ 层粉砂、⑦$_{1\text{-}2}$ 层砂质粉土夹粉质粘土、⑦$_{2\text{-}1}$ 层粉砂、⑦$_{2\text{-}2}$ 层粉砂、⑪$_2$ 层砂质粉土中地下水属孔隙承压水，含水量一般～较丰富，属孔隙微承压水，地下水位变化幅度较小，对本工程桩基施工一般无影响。勘察期间承压水头未超过海平面。

工程区海水对混凝土结构具微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水环境下具微腐蚀性，在干湿交替环境下具强腐蚀性；对钢结构具中等腐蚀性。地基土对钢结构具强腐蚀性。

4.1.4.4 不良地质作用及特殊性岩土

拟建海上风电场地位于杭州湾外侧附近东海内陆架海域，为滨海相沉积，海底地形较平缓，不存在发生海底滑坡的边界条件，亦未发现海底地面沉陷等不良地质作用。但风机位于近海海域，海水涨潮时，风机位置易受海浪冲刷，基础设计时需考虑防潮水冲刷。本场地特殊性岩土为软土，主要为①层淤泥、③层淤泥质粉质粘土，其天然含水量高，呈流变性，其承载力低、压塑性高、抗剪强度低、渗透性低。根据国家标准《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版），本场区抗震设防烈度为 7 度，可不考虑软土震陷影响。

4.2 环境质量现状调查与评价

4.2.1 水文动力环境现状调查与评价

4.2.1.1 资料来源

本项目水文调查引用浙江省水利河口研究院于 2023 年 7 月以及 2023 年 12 月在项目所在海域进行的海洋水文调查资料，观测日期和时间见表 4.2-1。

浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）于 2023 年 7 月 19 日~7 月 25 日和 2023 年 12 月 13 日~12 月 23 日在工程周边海域布设了 9 个定点水文测站进行了大、中、小潮同步综合水文测验。项目夏季测次布设了大白山、鱼腥脑岛、王盘山 3 处临时潮位站，同时抄录同期金山嘴处长期站的潮位资料；冬季测次布设了大白山、鱼腥脑岛、王盘山 3 处临时潮位站，同时抄录同期金山嘴、滩浒 2 处长期站的潮位资料；各潮位站和潮流测站位置见表 4.2-2、表 4.2-3、图 4.2-1、图 4.2-2。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ

1409-2025），海洋水文 1 级评价项目海洋水文动力环境现状调查断面一般不少于 3 条，每条断面应布设 2~3 个站位，本项目评价范围内共布设 6 个及以上水文测站，符合导则要求。

表 4.2-1 水文测验作业时间

表 4.2-2 夏季测次水文测站和潮位站位置坐标一览表

注：*表示长期站

表 4.2-3 冬季测次水文测站和潮位站位置坐标一览表

注：*表示长期站

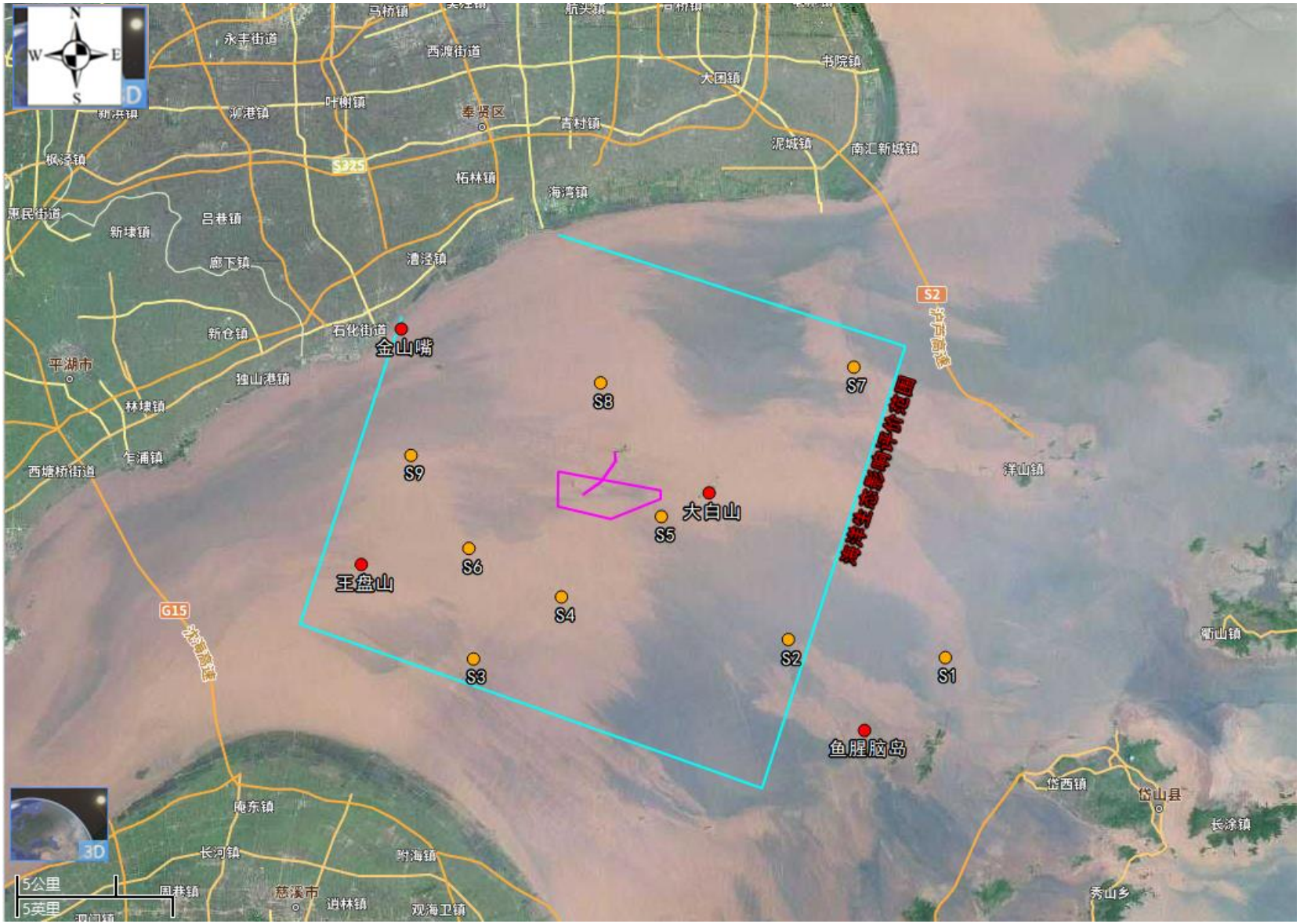


图 4.2-1 夏季测次各潮位站和定点水文测站位置示意图



图 4.2-2 冬季测次各潮位站和定点水文测站位置示意图

4.2.1.2 简易气象

本测区位于亚热带季风气候区，风况的季节性变化明显。冬季受欧亚大陆冷气团控制，盛行西北风，夏季受太平洋暖气团控制，盛行东南风，春秋两季冷暖气团交替。

1、夏季测次

夏季测站风况特征值见表 4.2-4、表 4.2-5。

表 4.2-4 夏季测站风速特征统计表 单位：风速（m/s）

表 4.2-5 夏季测站常风向统计表

由上表可知：

S4 测站，大、中、小潮汛的最大风速分别为7.1m/s(ESE)、6.8m/s(ESE) 、6.4m/s(ESE)，平均风速分别为4.2m/s、5.6m/s、6.3m/s，小潮汛风力强于大、中潮汛；大潮汛盛行东南偏东风(ESE，50.00%)，中潮汛盛行东风(E，78.57%)，小潮汛盛行东风(E，85.71%)。

S5 测站，大、中、小潮汛的最大风速分别为12.4m/s(E)、10.5m/s(E)、8.3m/s(SSE)，平均风速分别为4.2m/s、5.4m/s、5.8m/s，小潮汛风力强于大、中潮汛；大潮汛盛行东南偏东风(ESE，78.57%)，中潮汛盛行东南偏东风(ESE，64.29%)，小潮汛盛行东南偏东风(ESE，57.14%)。

S6 测站，大、中、小潮汛的最大风速分别为9.3m/s(E)、8.5m/s(E)、7.5/s(SSE)，平均风速分别为4.5m/s、4.9m/s、5.1m/s，小潮汛风力强于大、中潮汛；大潮汛盛行东南风(SE，71.43%)，中潮汛盛行东南偏南风(SSE，78.57%)，小潮汛盛行东南偏南风(SSE，85.71%)。

综上所述，夏季测区最大风速介于6.4～12.4m/s，风力4～6 级；平均风速介于4.2～6.3m/s，平均风力3～4级；小潮汛风力明显强于大、中潮汛；大、中、小潮汛，测区以偏东南风为主。

2、冬季测次

冬季测站风况特征值见表 4.2-6、表 4.2-7。

表 4.2-6 冬季测站风速特征统计表　单位：风速（m/s）

表 4.2-7 冬季测站常风向统计表

由上表可知：

W4 测站，大、中、小潮汛的最大风速分别为5.7m/s(154°)、6.7m/s(270°)、3.5m/s(244°)，平均风速分别为3.7m/s、4.2m/s、2.4m/s，中潮汛风力强于大、小潮汛；大潮汛盛行南偏西南风(SSW，28.57%)，中潮汛盛行西偏西南风(WSW，21.43%)，小潮汛盛行西偏西南风(WSW，21.43%)。

W5 测站， 大、中、小潮汛的最大风速分别为5.1m/s(156°)、8.7m/s(269°)、3.1m/s(280°)，平均风速分别为3.4m/s、4.7m/s、2.1m/s，中潮汛风力强于大、小潮汛；大潮汛盛行南偏东南风(SSE，28.57%)，中潮汛盛行西风(W，50.00%)，小潮汛盛行西风(W，35.71%)。

W8 测站，大、中、小潮汛的最大风速分别为5.9m/s(161°)、6.9m/s(90°)、4.8/s(41°)，平均风速分别为3.7m/s、4.5m/s、2.5m/s，中潮汛风力强于大、小潮汛；大潮汛盛行南偏东南风(SSE，42.86%)，中潮汛南偏东南风、东北偏东风和东偏东南风出现频率相当 (SSE/ENE/ESE，21.43%)，小潮汛北偏东北风和东北风出现频率相当(NNE/NE，21.43%)。

综上所述，冬季测区最大风速介于6.7～8.7m/s，风力4～5级；平均风速介于2.1～4.7m/s，平均风力2～3级；中潮汛风力明显强于大、小潮汛；大、中、小潮汛。

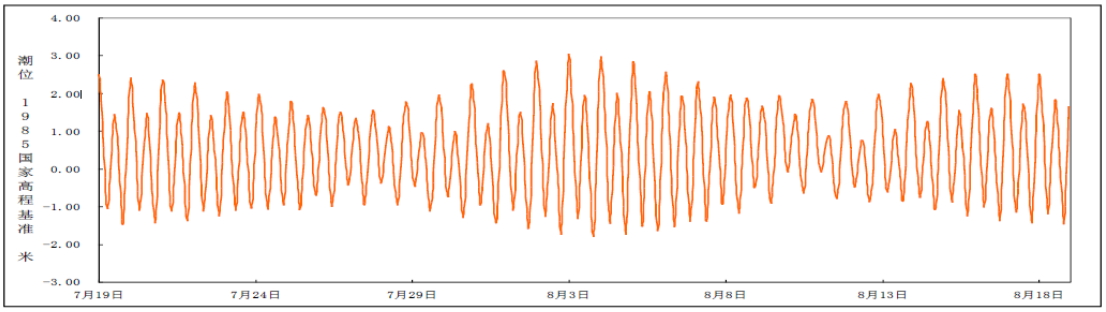
4.2.1.3 潮汐

潮汐是海水在月球、太阳引潮力作用下所形成的周期性水平和垂直方向的运动，潮流是水平方向的流动，潮位是垂直方向升降量值的表征。潮位和潮流的变化有着密切联系，一般来说，涨潮流时潮位升高，落潮流时潮位降低。

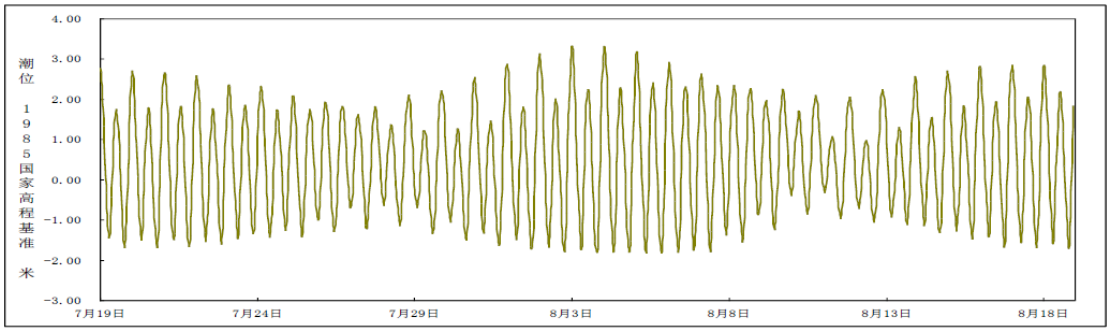
1、潮汐性质

（1）夏季测次

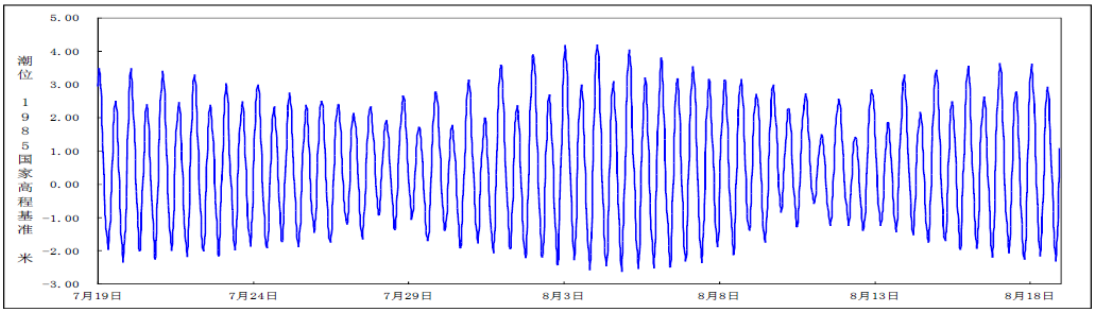
基于夏季实测潮汐资料，整编了潮位观测报表，绘制了潮位过程线（见图4.2-3），并对各潮位站一个月的实测潮汐资料进行调和计算，潮汐性质计算结果见表 4.2-8。各潮位站当地平均海平面、理论深度基准面及1985国家高程基准关系见表 4.2-9。



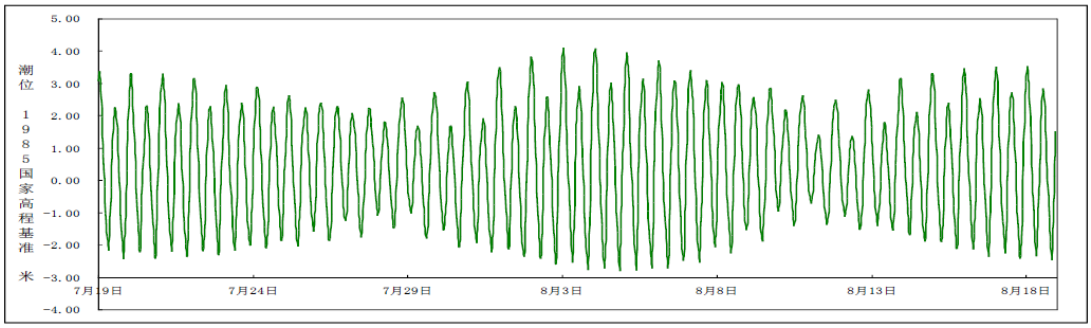
a 鱼腥脑岛潮位站一个月潮位过程线



b 大白山潮位站一个月潮位过程线



c 王盘山潮位站一个月潮位过程线



d 金山嘴潮位站一个月潮位过程线

图 4.2-3 夏季各潮位站一个月潮位过程线

表 4.2-8 夏季各潮位站潮汐性质一览表

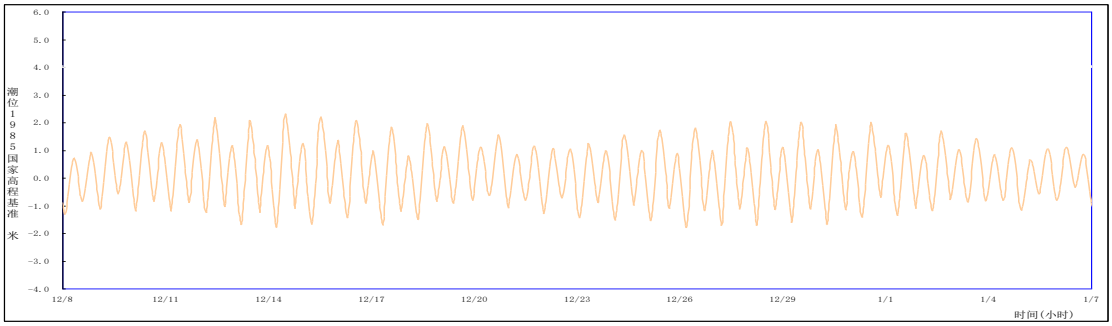
表 4.2-9 各站当地平均海平面、理论深度基准面及 85 国家高程基准关系一览表

从潮位过程线可以看出，各站实测潮汐变化均具有相当一致的规律，即在一个月的潮汐过程中，出现二次大潮和二次小潮，而在一个太阴日的变化过程中，有规律地出现两次高潮、两次低潮，潮汐变化过程呈现明显的半日潮征。同时，潮汐的“日不等现象”亦较为明显，一天中既有相邻的潮差不等，又有涨、落潮历时的不等，高、低潮位中既有高高潮与低高潮之分，又有高低潮与低低潮之分，存在着明显的“高潮不等”和“低潮不等”。

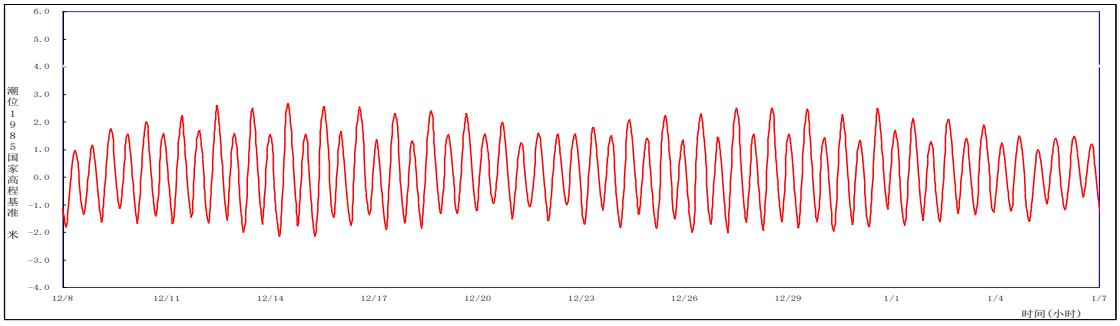
从潮汐调和计算结果来看，各站潮汐类型指标的量值(H_{K1}+ H_{O1})/H_{M2}(主要全日分潮振幅之和与主要半日分潮振幅比)介于0.27～0.40，均小于0.50，说明潮汐类型为规则半日潮；而浅海系数H_{M4}/H_{M2}(主要浅海分潮与主要半日分潮振幅比)的比值，均不小于0.04，主要浅海分潮振幅之和亦较大(15.64cm~33.50cm)，浅海效应较强。

（2）冬季测次

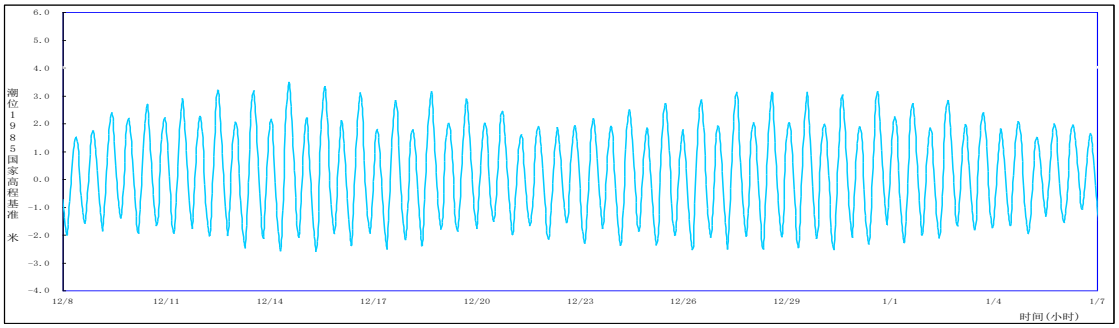
基于冬季实测潮汐资料，整编了潮位观测报表，绘制了潮位过程线（见图4.2-4），并对各潮位站一个月的实测潮汐资料进行调和计算，潮汐性质计算结果见表 4.2-10。各潮位站当地平均海平面、理论深度基准面及1985国家高程基准关系见表 4.2-11。



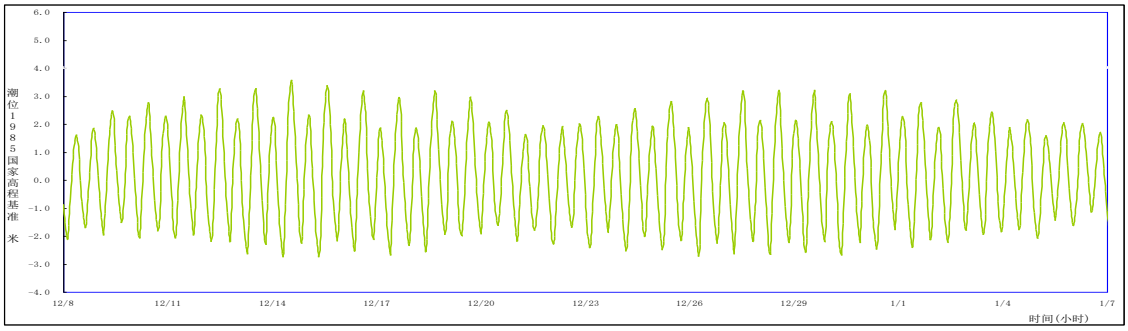
a 鱼腥脑岛潮位站一个月潮位过程线



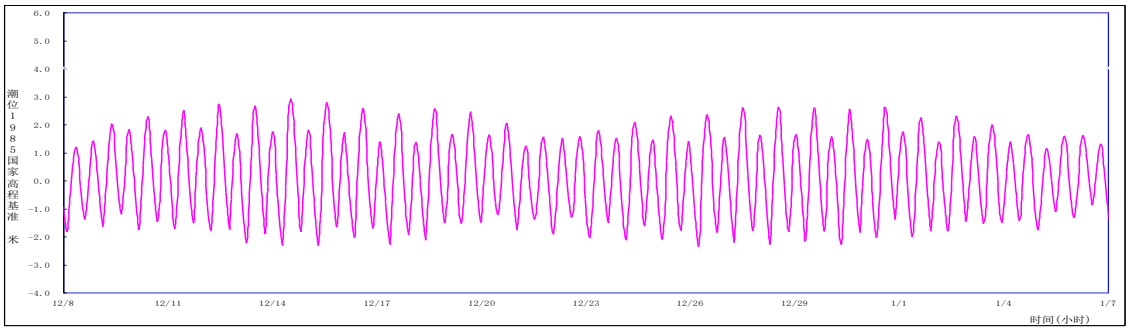
b 大白山潮位站一个月潮位过程线



c 王盘山潮位站一个月潮位过程线



d 金山嘴潮位站一个月潮位过程线



e 滩浒潮位站一个月潮位过程线

图 4.2-4 冬季各潮位站一个月潮位过程线

表 4.2-10 冬季各潮位站潮汐性质一览表

表 4.2-11 各站当地平均海平面、理论深度基准面及 85 国家高程基准关系一览表

从潮位过程线可以看出，各站实测潮汐变化均具有相当一致的规律，即在一个月的潮汐过程中，出现二次大潮和二次小潮，而在一个太阴日的变化过程中，有规律地出现两次高潮、两次低潮，潮汐变化过程呈现明显的半日潮征。同时，潮汐的“日不等现象”亦较为明显，一天中既有相邻的潮差不等，又有

涨、落潮历时的不等，高、低潮位中既有高高潮与低高潮之分，又有高低潮与低低潮之分，存在着明显的“高潮不等”和“低潮不等”。

从潮汐调和计算结果来看，各站潮汐类型指标的量值(H_{K1}+ H_{O1})/H_{M2}(主要全日分潮振幅之和与主要半日分潮振幅比)介于0.21～0.45，均小于0.50，说明潮汐类型为规则半日潮；而浅海系数H_{M4}/H_{M2}(主要浅海分潮与主要半日分潮振幅比)的比值，均不小于0.04，主要浅海分潮振幅之和亦较大(15.14cm~28.69cm)，浅海效应较强。

综上所述各站可归为非正规半日浅海潮。

2、潮汐特征

（1）夏季测次

由《逐时潮位观测报表》，统计出夏季各站的实测潮汐特征值，见表 4.2-12。从表中可以了解各站最高(最低)潮位、平均高(低)潮位、最大(最小)潮差、平均潮差及涨、落潮历时的分布与变化。

表 4.2-12 夏季各站实测潮汐特征值统计表

观测日期：2023 年 7 月 19 日 00:00~8 月 18 日 23:00　单位：（潮位/潮差 m）（历时 h:min）

由上表可知：

A、实测潮差特征

潮差是潮汐强弱的重要标志之一。从表 4.2-12中潮差一栏可以看出：测区潮位站实测潮差特征基本满足以下规律，首先，潮差由杭州湾口向杭州湾上游逐渐增大，如下游的鱼腥脑岛至大白山再到上游的王盘山，平均潮差分别为2.94m、3.54m和4.71m。其次，潮差由测区南侧至北岸逐渐增大，如从南侧的鱼腥脑岛至大白山再到北岸的金山嘴，平均潮差分别为2.94m、3.54m和4.75m，又如自南侧的王盘山至北岸的金山嘴，平均潮差分别为4.71m和4.75m。

B、实测潮位特征

从表 4.2-12中潮位一栏可以看出，测区高潮位(最高潮位、平均高潮位、平

均潮位)由测区自南向北，由下游至上游逐渐抬升。如平均高潮位，由低到高分别为鱼腥脑岛(1.86m)、大白山（2.16m）、金山嘴（2.79m）和王盘山（2.84m），而最低潮位和平均低潮位则有相反的趋势。

C、涨、落潮历时

各测站均表现为平均落潮历时长于平均涨潮历时。其中，下游的鱼腥脑岛平均涨落潮历时差最小，为30分，向西（上游）大白山平均涨落潮历时差为48分，往上游至王盘山，平均涨落潮历时差达为50分，再往上游到达金山嘴平均涨落潮历时差增至到1小时14分。

（2）冬季测次

由《逐时潮位观测报表》，统计出冬季各站的实测潮汐特征值，见表 4.2-13。从表中可以了解各站最高(最低)潮位、平均高(低)潮位、最大(最小)潮差、平均潮差及涨、落潮历时的分布与变化。

表 4.2-13 冬季各站实测潮汐特征值统计表

观测日期：2023 年 12 月 8 日 00:00~2024 年 1 月 7 日 23:00　单位：（潮位/潮差 m）（历时 h:min）

由上表可知：

A、实测潮差特征

潮差是潮汐强弱的重要标志之一。从表 4.2-13中潮差一栏可以看出：测区潮位站实测潮差特征基本满足以下规律，首先，潮差由杭州湾口向杭州湾上游逐渐增大，如从下游的鱼腥脑岛至大白山再到上游的王盘山，平均潮差分别为2.51m、3.33m和4.33m。其次，潮差由测区南侧至北岸逐渐增大，如从南侧的鱼腥脑岛至大白山、滩浒再到北岸的金山嘴，平均潮差分别为2.51m、3.33m、3.70m和4.55m，又如自南侧的王盘山至北岸的金山嘴，平均潮差分别为4.33m和4.55m。

B、实测潮位特征

从表 4.2-13中潮位一栏可以看出，测区高潮位(最高潮位、平均高潮位、平

均潮位)由测区自南向北，由下游至上游逐渐抬升。如平均高潮位，由低到高分别为鱼腥脑岛(1.37m)、大白山（1.77m）、滩浒（1.95m）、王盘山（2.32m）和金山嘴（2.40m），而最低潮位和平均低潮位则有相反的趋势。

C、涨、落潮历时

各测站均表现为平均落潮历时长于平均涨潮历时。其中南侧的鱼腥脑岛平均涨落潮历时差最小，为28min；滩浒平均涨落潮历时差最大，达2h。

4.2.1.4 潮流

1、测区潮流概况

涨潮流：由于杭州湾口外岛屿迭障，潮波主要由岛屿之间的四条水道进入湾内：镇海～舟山、舟山～岱山、岱山～大衢山、大衢山～北岸。潮波进入杭州湾后，由于杭州湾口外南部舟山群岛星罗棋布，潮波受群岛阻挡影响，传播速度变缓，而湾口外北部岛屿稀少，潮波传播速度相对较快。潮波经湾口向湾内推进，受喇叭形地形影响，主槽涨潮流流向渐渐由湾口的西北方向转为金山水域的近西方向；潮波继续推进，至乍浦、澉浦水域，涨潮流流向转为西南向，流速也沿程逐渐增大。落潮流方向基本与涨潮流相反，呈典型的往复流特征。

2、实测流况分析

为分析测区实测流况的基本特征，根据测验成果中的《潮流观测记录报表》，进行了各测站分层最大涨、落潮流速(流向)、垂线平均最大流速(流向)以及垂线平均流速出现频率和涨、落潮流历时等各项统计。

（1）夏季测次

1）垂线平均流速（流向）的统计与分析

各测站的垂线平均最大流速（流向）统计见表 4.2-14。垂线平均流速（流向）的频率统计见表 4.2-15、表 4.2-16。各潮汛测站垂线平均流矢图见图 4.2-5~图 4.2-7。

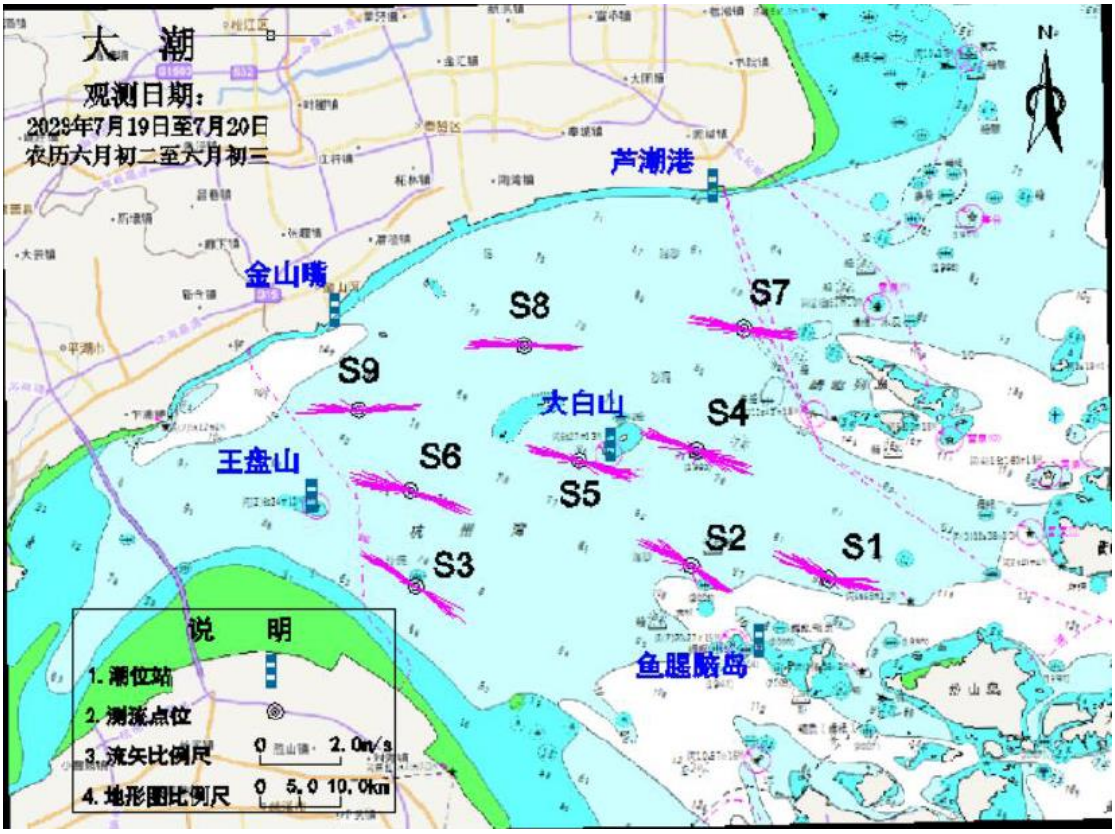


图 4.2-5 夏季大潮汛各测站的垂线平均流矢图

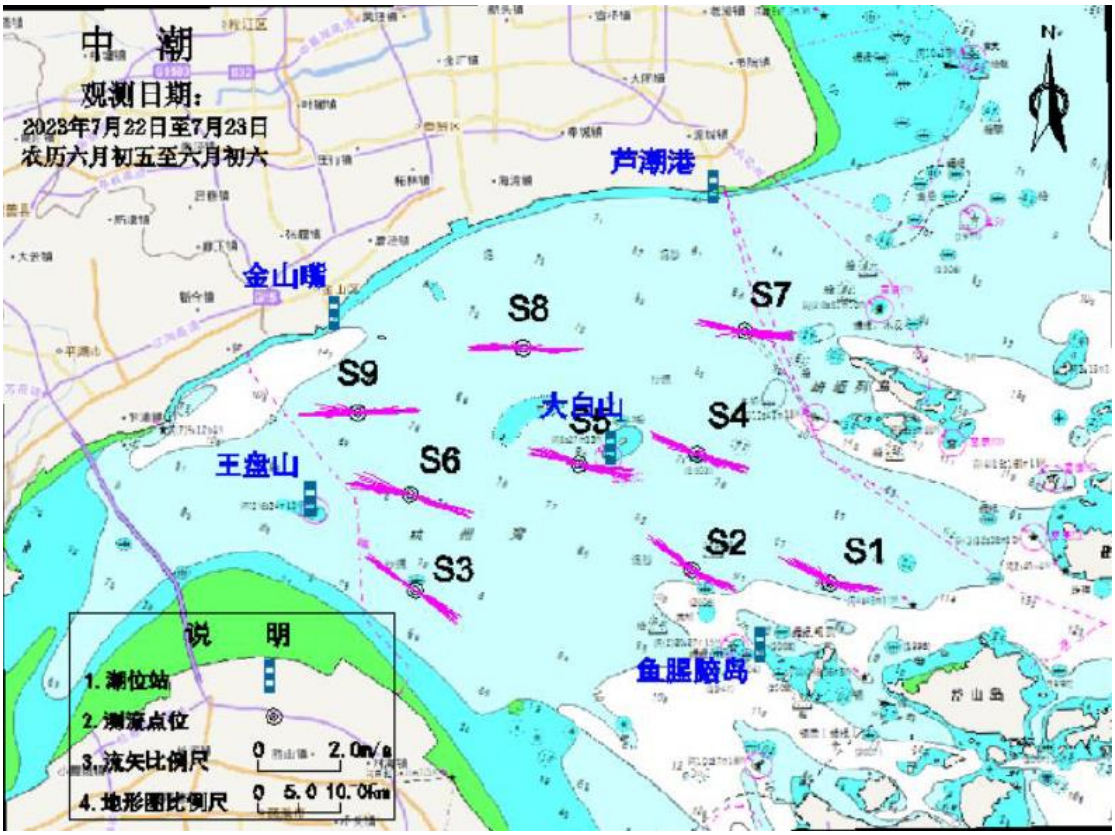


图 4.2-6 夏季中潮汛各测站的垂线平均流矢图

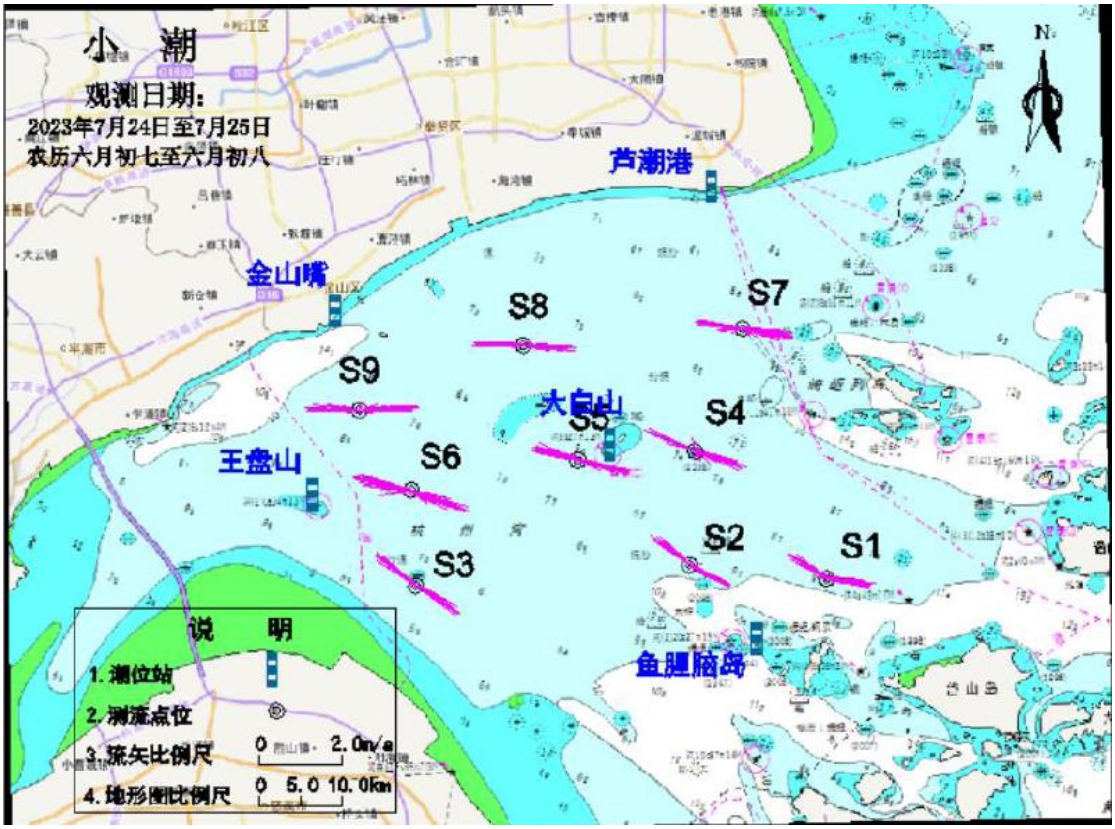


图 4.2-7 夏季小潮汛各测站的垂线平均流矢图

表 4.2-14 夏季实测垂线平均最大涨、落潮流速(流向)的统计

注：流速单位：m/s，流向单位°。

表 4.2-15 夏季各测站全潮垂线平均流速频率、频次统计表

表 4.2-16 夏季各测站平均流向在 16 个方位上出现的频率、频次统计表

潮介于1.15～1.62m/s之间；小潮期间涨潮流介于1.13～1.51m/s之间，落潮介于1.11～1.53m/s之间。垂线平均最大流速的量值依月相变化规律良好，总体上，大潮汛较大，中潮汛次之，小潮汛较小。

B、测区垂线平均流速总体分布规律如下，测区各测站垂线平均流速中，小于2节以内的占47.50%～75.01%，2～3节的占25.00%～43.75%，大于3节的仅在S3和S6测站出现，且所占比例分别为8.13%和3.13%。

C、垂线平均流速对应的流向分布上，总体上看，测区各测站潮流呈往复流运动(见图 4.2-5~图 4.2-7)。受局地地形影响，各测站垂线流向分布为：涨潮流时，S1、S2、S3测站流向出现频率最高在WNW～NW向上，频率分别为45.02%、45.64%、45.63%；S4、S5测站流向出现频率最高在WNW向上，对应的频率为40.63%和34.38%；S6、S7测站流向出现频率最高在W～WNW向上，对应的频率为44.38%和43.13%；S8、S9测站流向出现频率最高在W向上，对应的频率为38.13%和36.88%。落潮流时，S1、S5、S7测站流向出现频率最高在E～ESE向上，频率分别为42.50%、49.38%、48.13%；S2、S3测站流向出现频率最高在ESE～SE向上，对应的频率为43.76%和50.63%；S4、S6测站流向出现频率最高在ESE向上，对应的频率为37.50%和43.75%；S8、S9测站流向出现频率最高在E向上，对应的频率为45.00%和40.63%。

从各测站涨、落潮流垂线平均流向出现在十六个方向的频率上可以看出，首先，测区各测站涨、落潮流向较为集中，呈往复流运动特征。其次，受地形影响，各测站涨、落潮方向有差异。涨潮时，测区潮流基本呈W～NW向；落潮时，潮流则大多呈E～SE向。

2）实测分层最大流速（流向）的统计与分析

为了突出地反映实测流况的基本特征，根据《潮流观测记录报表》，给出了各测站同步观测期间具有特征意义的分层最大涨、落潮流速、流向的统计。具体见表 4.2-17~表 4.2-19。

表 4.2-17 夏季大潮汛各测站分层最大涨、落潮流速(流向)统计

表 4.2-18 夏季中潮汛各测站分层最大涨、落潮流速(流向)统计

由上表可知：

①实测最大流速的极值

最大涨潮流速极值为2.62m/s，对应流向304°，出现在S3测站大潮汛面层上；最大落潮流速极值为2.50m/s，对应流向104°，出现在S6测站中潮汛面层上。

②实测最大流速中涨、落潮流的比较

就最大涨、落潮流比较而言，大潮汛，S1、S2、S3、S4和S8测站分层实测最大涨潮流速大于最大落潮流速，最大分层涨、落潮流速差值在0.01～0.60m/s；其余的S5、S6、S7 和S9测站分层实测最大落潮流速大于最大涨潮流速，最大分层落、涨潮流速差值在0.01～0.43m/s。中潮汛，除S2和S3测站分层实测最大涨潮流速大于最大落潮流速以外，其余测站分层实测最大落潮流速均大于最大涨潮流速。其中S2和S3测站最大分层涨、落潮流速差值在0.05～0.22m/s；其余测站最大分层落、涨潮流速差值在0.06～0.53m/s。小潮汛，除SW5和SW6测站分层实测最大涨潮流速大于最大落潮流速，其余测站分层实测最大落潮流速多大于最大涨潮流速。小潮汛，除S4测站分层实测最大涨潮流速大于最大落潮流速以及S3测站分层实测最大涨、落潮流速大小相当以外，其余测站也均表现为分层实测最大落潮流速大于最大涨潮流速。其中S4测站最大分层涨、落潮流速差值为0.01m/s；其余测站最大分层落、涨潮流速差值在0.02～0.37m/s。

③实测最大流速随潮汛的变化

各测站的最大涨落潮流速，随着潮汛的演变，总体上具有良好的变化规律，即大潮汛较大，小潮汛较小。

④实测最大流速的垂向分布

在本次测验中，实测最大流速的垂向分布基本呈现为上层最大，中层次之，底层最小的分布特征。

⑤实测最大流速对应的流向

受喇叭形地形以及边滩地形影响，涨落潮主流向在各测站有所不同，总体来看，测区潮流呈往复流形态，涨潮时，流向大多指向W～NW；落潮时方向，流向大多指向E～SE方向。

3）实测涨、落潮流历时统计与分析

表 4.2-20给出了各测站平均涨、落潮流历时的统计。整体上看，除S1、S2测站（涨潮流历时长于落潮流历时，全潮平均涨、落潮流历时时差在0:02～0:05

之间），其余测站垂线平均落潮流历时均长于涨潮流历时，全潮垂线平均落、涨潮流历时差介于0:28～1:07。

表 4.2-20 夏季各测站平均涨、落潮流历时统计表

（2）冬季测次

1）垂线平均流速（流向）的统计与分析

各测站的垂线平均最大流速（流向）统计见附表 4.2-21。垂线平均流速（流向）的频率统计见表 4.2-22、表 4.2-23。各潮汛测站垂线平均流矢图见图 4.2-8~图 4.2-10。

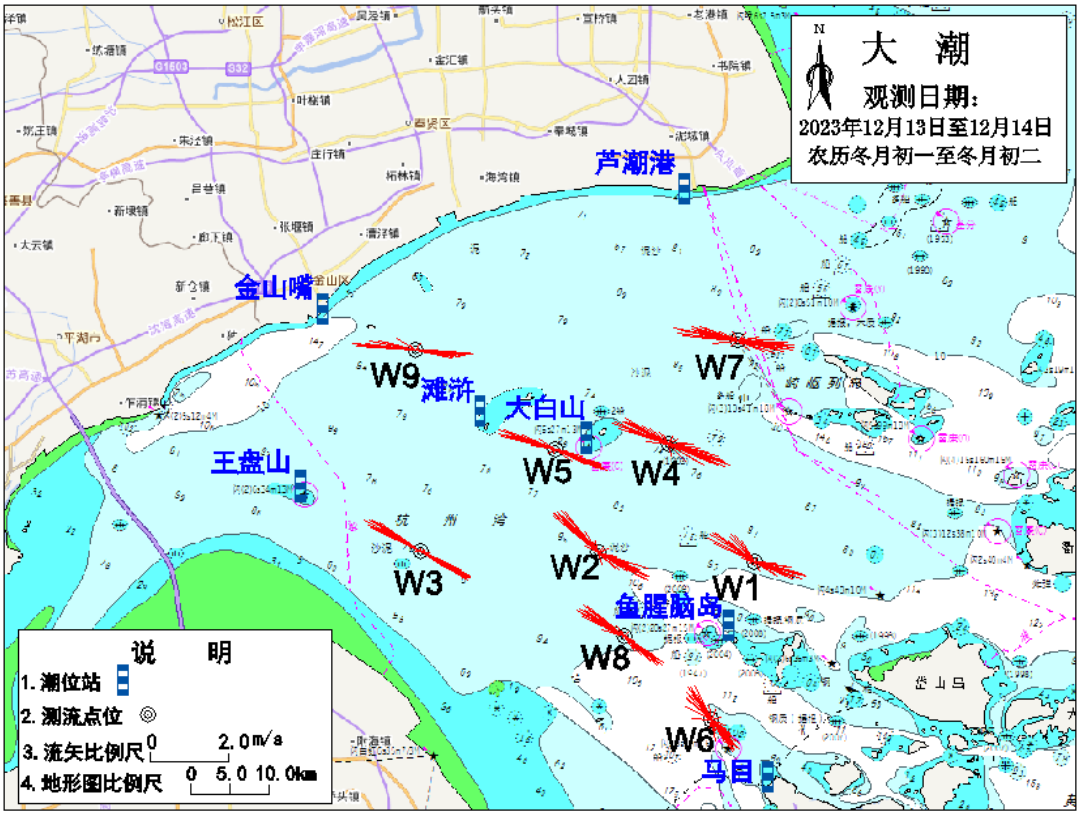


图 4.2-8 冬季大潮汛各测站的垂线平均流矢图

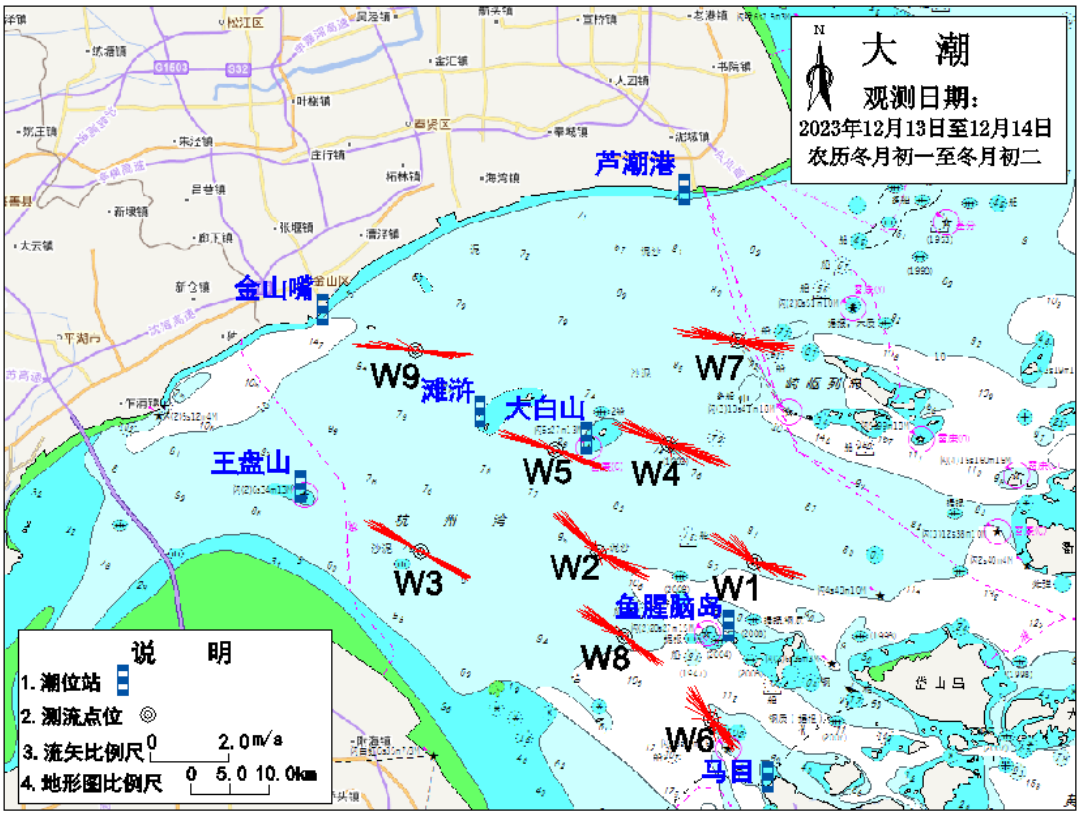


图 4.2-9 冬季中潮汛各测站的垂线平均流矢图

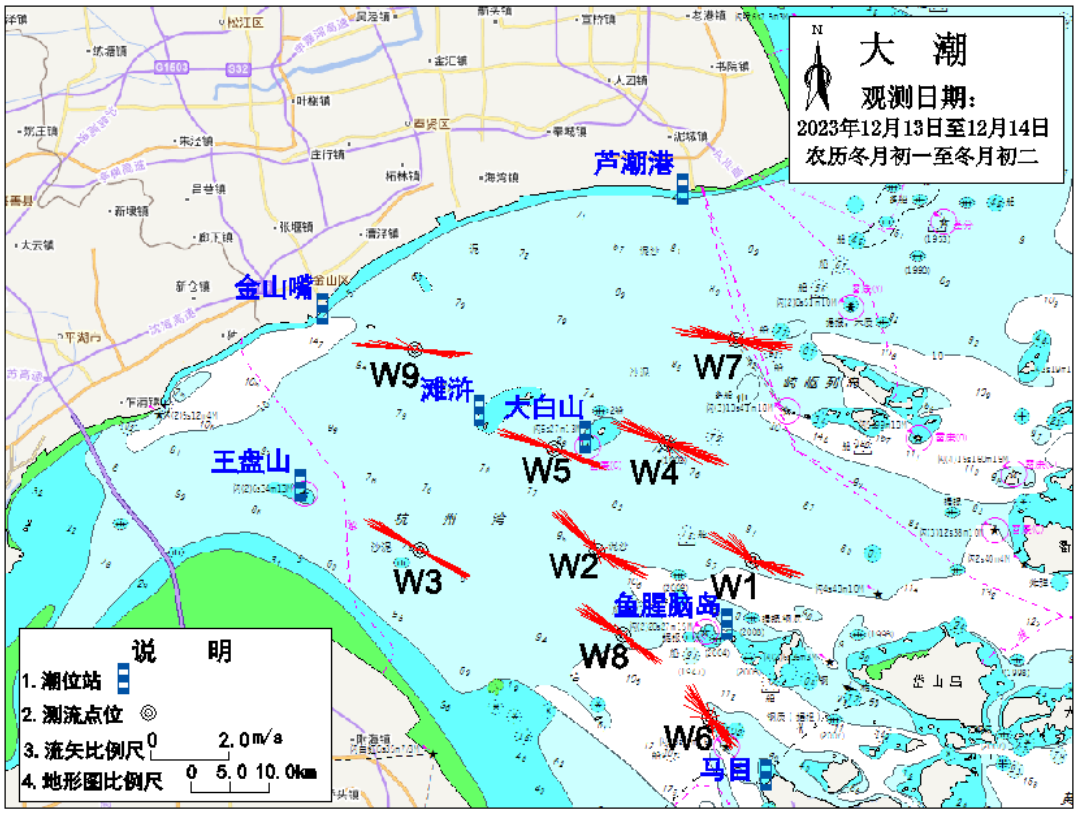


图 4.2-10 冬季小潮汛各测站的垂线平均流矢图

表 4.2-21 冬季实测垂线平均最大涨、落潮流速(流向)的统计

注：流速单位：m/s，流向单位°。

表 4.2-22 冬季各测站全潮垂线平均流速频率、频次统计表

表 4.2-23 冬季各测站平均流向在 16 个方位上出现的频率、频次统计表

0.80～1.25m/s之间。垂线平均最大流速的量值依月相变化规律良好，总体上，大潮汛较大，中潮汛次之，小潮汛较小。

B、测区垂线平均流速总体分布规律如下，测区各测站垂线平均流速中，小于2节以内的占54.72%～99.38%；垂线平均流速中鲜有流速大于3节的测次，仅在W2、W3、W7和W9测站出现出现垂线平均流速大于3节的测次，且所占比例较小分别为0.63%、0.63%、3.80%和0.63%。

C、垂线平均流速对应的流向分布上，总体上看，测区各测站潮流呈往复流运动(见图 4.2-8~图 4.2-10)。受局地地形影响，各测站垂线流向分布为：涨潮流时，W1、W2测站流向出现频率最高在WNW～NW向上，频率分别为41.77%和40.25%；W3、W4、W5测站流向出现频率最高在WNW向上，对应的频率为40.88%、35.22%和37.74%；W6测站流向出现频率最高在NW～NNW向上，对应的频率为31.68%；W7测站流向出现频率最高在W～WNW向上，对应的频率为31.68%；W8测站流向出现频率最高在WNW向上，对应的频率为35.00%；W9测站流向出现频率最高在W向上，对应的频率为34.38%。落潮流时，W1、W3、W4、W5测站流向出现频率最高在ESE向上，频率分别为37.34%、40.25%、33.33%和44.65%；S2、S6、S8测站流向出现频率最高在ESE～SE向上，对应的频率为47.17%、36.64%和41.88%；S9测站流向出现频率最高在E向上，对应的频率为47.50%。

从各测站涨、落潮流垂线平均流向出现在十六个方向的频率上可以看出，首先，测区各测站涨、落潮流向较为集中，呈往复流运动特征。其次，受地形影响，各测站涨、落潮方向有差异。涨潮时，测区潮流基本呈W～NW向；落潮时，潮流则大多呈E～SE向。

2）实测分层最大流速（流向）的统计与分析

为了突出地反映实测流况的基本特征，根据《潮流观测记录报表》，给出了各测站同步观测期间具有特征意义的分层最大涨、落潮流速、流向的统计。具体见表 4.2-24~表 4.2-26。

表 4.2-24 冬季大潮汛各测站分层最大涨、落潮流速(流向)统计

表 4.2-25 冬季中潮汛各测站分层最大涨、落潮流速(流向)统计

由上述列表可知：

①实测最大流速的极值

最大涨潮流速极值为2.38m/s，对应流向285°，出现在W7测站中潮汛面层上；最大落潮流速极值为2.05m/s，对应流向103°，出现在W4测站大潮汛面层上。

②实测最大流速中涨、落潮流的比较

就最大涨、落潮流比较而言，大潮汛，W2、W5、W7和W8测站分层实测最大涨潮流速大于最大落潮流速，最大分层涨、落潮流速差值在0.02～0.20m/s；其余的W1、W3、W4、W6和W9测站分层实测最大落潮流速大于最大涨潮流速，最大分层落、涨潮流速差值在0.02～0.27m/s。中潮汛，除W1和W7测站分层实测最大涨潮流速大于最大落潮流速以外，其余测站分层实测最大落潮流速均大于最大涨潮流速。其中W1和W7测站最大分层涨、落潮流速差值在0.07～0.41m/s；其余测站最大分层落、涨潮流速差值在0.02～0.49m/s。小潮汛，W3、W4、W7、W8和W9测站分层实测最大涨潮流速大于最大落潮流速，最大分层涨、落潮流速差值在0.06～0.18m/s；其余的W1、W2、W5和W6测站分层实测最大落潮流速大于最大涨潮流速，最大分层落、涨潮流速差值在0.22～0.25m/s。

③实测最大流速随潮汛的变化

各测站的最大涨落潮流速，随着潮汛的演变，总体上具有良好的变化规律，即大潮汛较大，小潮汛较小。

④实测最大流速的垂向分布

在本次测验中，实测最大流速的垂向分布基本呈现为上层最大，中层次之，底层最小的分布特征。

⑤实测最大流速对应的流向

受喇叭形地形以及边滩地形影响，涨落潮主流向在各测站有所不同，总体来看，测区潮流呈往复流形态，涨潮时，流向大多指向W～NW；落潮时方向，流向大多指向E～SE 方向。

3）实测涨、落潮流历时统计与分析

表 4.2-27给出了各测站平均涨、落潮流历时的统计。整体上看，除W1、W8测站（涨潮流历时长于落潮流历时，全潮平均涨、落潮流历时时差在0:16～0:36之间），其余测站垂线平均落潮流历时均长于涨潮流历时，全潮垂线平均落、涨潮流历时差介于0:05～1:13。

表 4.2-27 冬季各测站平均涨、落潮流历时统计表

3、潮流调和

（1）潮流类型

潮流类型由主太阴日分潮流(O_1)与太阴太阳赤纬日分潮流(K_1)的椭圆长半轴之和与主太阴半日分潮流(M_2)的椭圆长半轴之比值，即$(W_{K1}+W_{O1})/W_{M2}$ 来确定。

夏季测次各测站垂线平均海流类型判据$(W_{K1}+W_{O1})/W_{M2}$和W_{M4}/W_{M2} 的计算结果见表 4.2-28。

表 4.2-28 夏季各测站垂线平均的潮流类型判据统计

由表 4.2-28可知：各测站垂线平均潮流类型判据$(W_{K1}+W_{O1})/W_{M2}$之比，均在0.10～0.30之间，小于0.50，故半日潮流的特征明显；但是，各测站W_{M4}/W_{M2}之比又都大于0.04，为0.12～0.21之间。

冬季测次各测站垂线平均海流类型判据$(W_{K1}+W_{O1})/W_{M2}$和W_{M4}/W_{M2}的计算结果见表 4.2-29。

表 4.2-29 冬季各测站垂线平均的潮流类型判据统计

由表 4.2-29可知：各测站垂线平均潮流类型判据$(W_{K1}+W_{O1})/W_{M2}$之比，均在0.07～0.20之间，小于0.50，故半日潮流的特征明显；但是，各测站W_{M4}/W_{M2}之比又都大于0.04，为0.05～0.09之间。

因此，严格地说潮流性质为非正规半日潮海潮流的类型，浅水效应较为显著，具体表现为涨、落潮的流速不等和涨、落潮流的历时不等。

（2）潮流运动形式

潮流运动形式一般可分为旋转流和往复流两种。在半日潮流占主导地位的测区，潮流运动可用M_2分潮流的椭圆率K值来表述，一般认为当K值大于0.25 时，潮流表现出较强的旋转性，潮流运动可定义为旋转流，当K值小于0.25时，潮流方向主要集中在涨、落潮流的两个方向上，潮流运动可定义为往复流。其中，潮流的旋转方向则以K值的正负来表征，正值为逆时针的左旋，负值为顺时针的。经计算，各测站垂线平均的M_2分潮流椭圆率(K值)均小于0.25，表明测区海域潮流运动形式具有显著的往复流特征。

（3）余流特征

余流指消除周期性潮流后的一种相对稳定的流动。

A、夏季测次

根据潮流的调和分析计算，夏季各测站主要层次余流计算结果见表 4.2-30。

水文测验期间，各测站主要层次最大余流为0.29m/s，发生在大潮汛的S5测站，垂线平均最大余流为0.17m/s，发生在大潮汛S1测站。

表 4.2-30 夏季各测站主要层次余流计算统计表

表 4.2-31 冬季各测站主要层次余流计算统计表

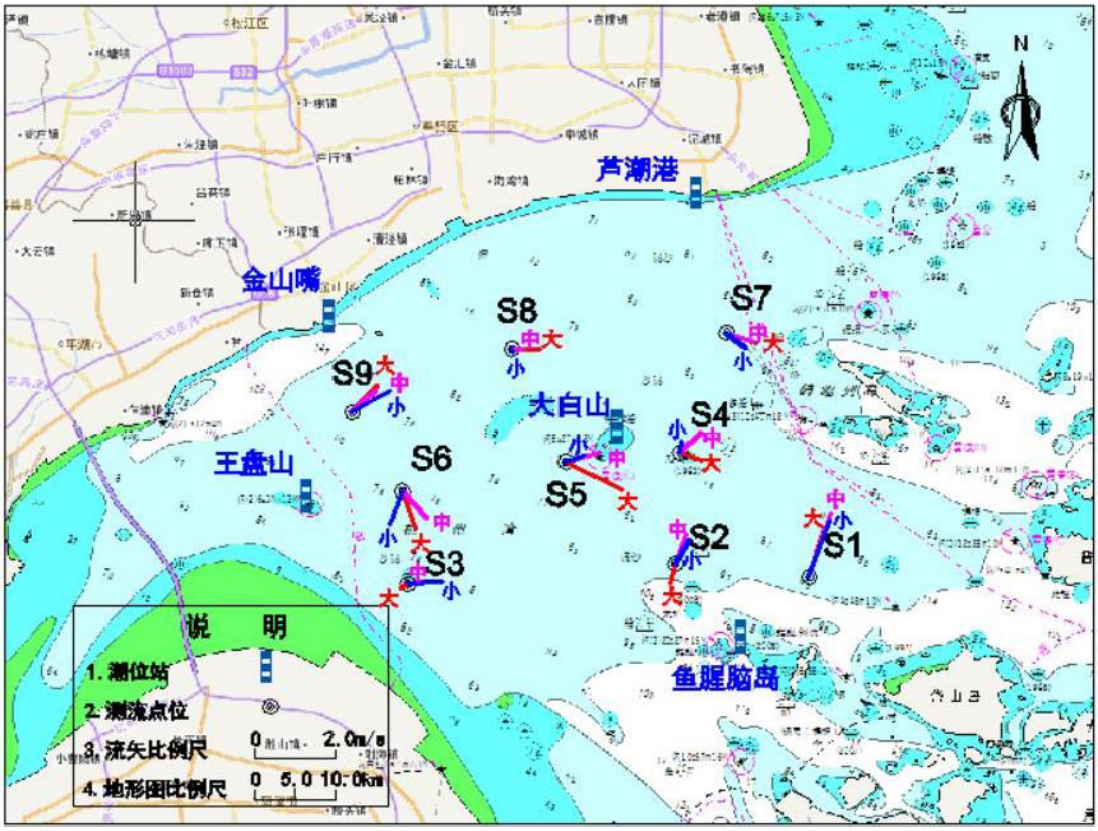


图 4.2-11 夏季各测站大、中、小潮垂线平均余流分布图

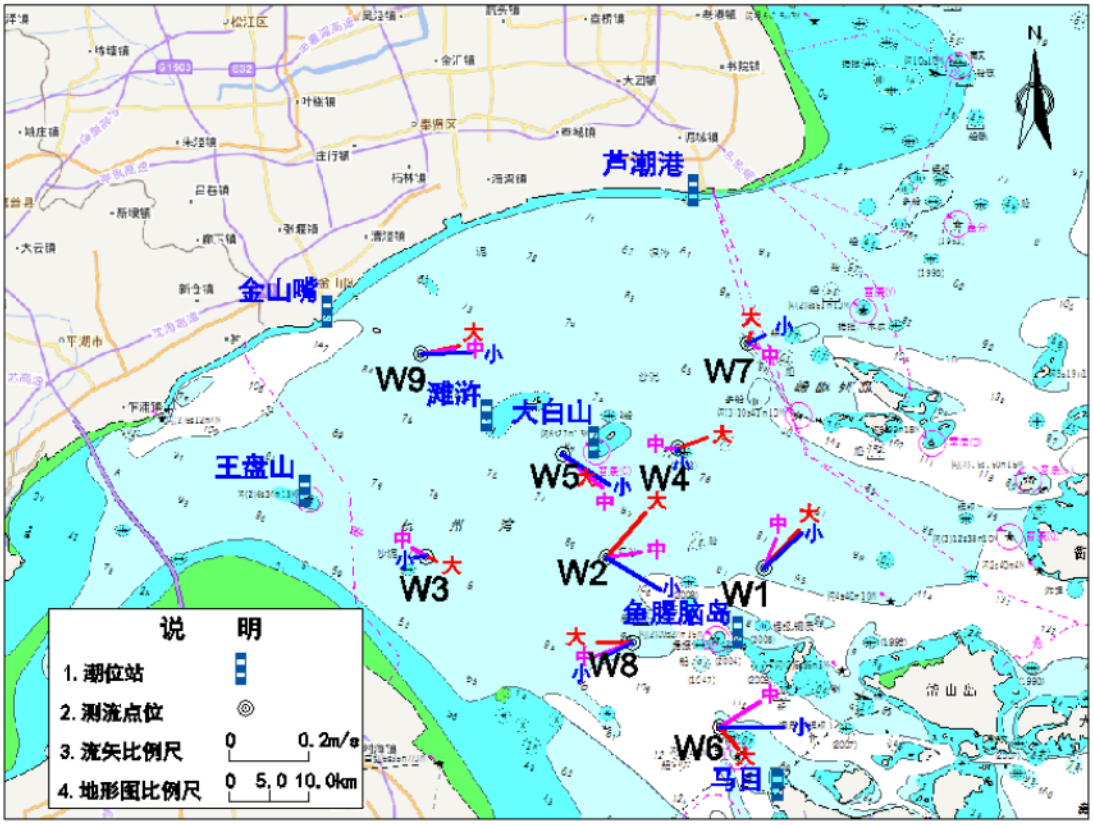


图 4.2-12 冬季各测站大、中、小潮垂线平均余流分布图

4.2.1.5 泥沙

1、夏季测次

（1）含沙量特征值

含沙量特征值以各测站涨、落潮流中测点最大、最小含沙量以及测站平均最大、最小含沙量和测站的平均含沙量来表征。

夏季测区测点最大含沙量为5.54kg/m^3，出现在大潮汛S3测站涨潮流；垂线平均最大含沙量为2.97kg/m^3，出现在小潮汛S6测站涨潮流；测点最小含沙量0.008kg/m^3，出现在中潮汛S1测站涨潮流，垂线平均最小含沙量为0.043kg/m^3，出现在小潮汛S1测站落潮流；大、中、小潮汛，该水域平均含沙量分别介于0.217kg/m^3～1.71kg/m^3、0.200kg/m^3～1.70kg/m^3、0.194kg/m^3～1.53kg/m^3。

（2）悬沙粒度统计分析

悬沙中值粒径是指在对数概率累积频率曲线图中50%所对应的悬沙粒径值，它是悬沙粒度统计中的一个重要参数。

夏季各测站的悬沙中值粒径，大潮汛介于0.0074mm～0.0123mm，中潮汛介于0.0069mm～0.0113mm，小潮汛介于0.0067mm～0.0093mm。

总体上，大潮汛的潮动力作用强于中、小潮汛，相应表现出大潮汛的悬沙中值粒径略略粗于中、小潮汛。

（3）底质粒度统计分析

①底质类型和粒度组成

夏季各测站的底质粒度组成及其百分含量见表 4.2-32。底质主要含量均为粉砂(69.1%～76.4%，平均73.5%)，其次为粘土(18.6%～28.5%，平均21.5%)，最少含量为砂(2.4%～10.3%，平均5.0%)。

表 4.2-32 夏季各垂线底质粒度组成统计表

②底质中值粒径

夏季各垂线底质中值粒径统计见表 4.2-33。

表 4.2-33 夏季各垂线底质中值粒径统计表

由上表可知：

各测站底质中值粒径介于0.0080～0.0165mm，最粗出现在测区南水域S1测站，最细出现在测区北水域S8测站。

从平面分布看，测区北水域(S7～S9测站)，平均底质中值粒径为0.0146mm，测区中水域(S4～S6测站)，平均底质中值粒径为0.0136mm；测区南水域(S7～S9测站)，平均底质中值粒径为0.0101mm。

③底质粒度参数

各测站的平均粒径(M_Z)，介于6.17～7.04，平均6.52；各测站的分选系数，

介于1.72～1.94，平均1.78，分选系数(σ_i)均介于1～2，根据分选等级表，属于分选较差；各测站的偏态，介于0.08～0.25，平均0.19，各垂线的偏态绝大多数大于0，为正偏态，粒度分布曲线峰值位于平均值之左，即粒度分布曲线向细颗粒偏斜；各测站的峰态(K_g)，介于0.92～1.02，平均0.98，属中等程度的窄峰态(尖峰态)，说明悬沙混杂程度较高，分选程度差。

2、冬季测次

（1）含沙量特征值

冬季测次测区测点最大含沙量为6.38kg/m^3，出现在小潮汛W8测站涨潮流；垂线平均最大含沙量为2.85kg/m^3，出现在小潮汛W3测站涨潮流；测点最小含沙量0.013kg/m^3，出现在小潮汛W6测站落潮流，垂线平均最小含沙量为0.216 kg/m^3，出现在小潮汛W7测站落潮流；大、中、小潮汛，该水域平均含沙量分别介于0.566kg/m^3～2.37kg/m^3、0.712kg/m^3～2.66kg/m^3、0.254kg/m^3～2.85kg/m^3。

（2）悬沙粒度统计分析

冬季测次各测站的悬沙中值粒径，大潮汛介于 0.0074mm～0.0129mm，中潮汛介于 0.0069mm～0.0115mm，小潮汛介于 0.0070mm～0.0097mm。

总体上，大潮汛的潮动力作用强于中、小潮汛，相应表现出大潮汛的悬沙中值粒径略略粗于中、小潮汛。

（3）底质粒度统计分析

①底质类型和粒度组成

各测站的底质粒度组成及其百分含量见表 4.2-34。底质主要含量均为粉砂(68.9%～75.8%，平均72.6%)，其次为粘土(15.9%～25.9%，平均19.8%)，最少含量为砂(3.4%～15.2%，平均7.5%)。

表 4.2-34 冬季各垂线底质粒度组成统计表

②底质中值粒径

各垂线底质中值粒径统计见表 4.2-35。

表 4.2-35 各垂线底质中值粒径统计表

由上表可知：

各测站底质中值粒径介于 0.0095～0.0209mm，最粗出现在 W1 测站，最细出现在 W4 测站。

从平面分布看，测区北水域(W7、W9测站)，平均底质中值粒径为0.0134mm，测区中水域(W1～W5测站)，平均底质中值粒径为0.0162mm；测区南水域(W6、W8测站)，平均底质中值粒径为0.0138mm。

③底质粒度参数

冬季测次各测站的平均粒径(M_Z)，介于 5.87～6.84，平均 6.33；各测站的分

选系数，介于 1.75～2.00，平均 1.84，分选系数(σ_i)均介于 1～2，根据分选等级表，属于分选较差；各测站的偏态，介于 0.12～0.29，平均 0.20，各垂线的偏态绝大多数大于 0，为正偏态，粒度分布曲线峰值位于平均值之左，即粒度分布曲线向细颗粒偏斜；各测站的峰态(K_g)，介于 0.95～1.06，平均 0.99，属中等程度的窄峰态(尖峰态)，说明悬沙混杂程度较高，分选程度差。

4.2.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

4.2.2.1 地形地貌

本项目所在海域的水深约在-10~-40m；水深最大位置位于 2 号和 3 号风机南侧的岛屿周边，最大水深可达-40m 以上；15 号和 16 号风机之间的岛屿附近最大水深也在-30m 右；17 号和 18 号风机南侧海域部分岛屿周边水深在-3m 左右；场区内部岛屿周边水深变化梯度较大，除此之外的海域水下高程基本在-10~-13m 附近。详见图 4.2-13。

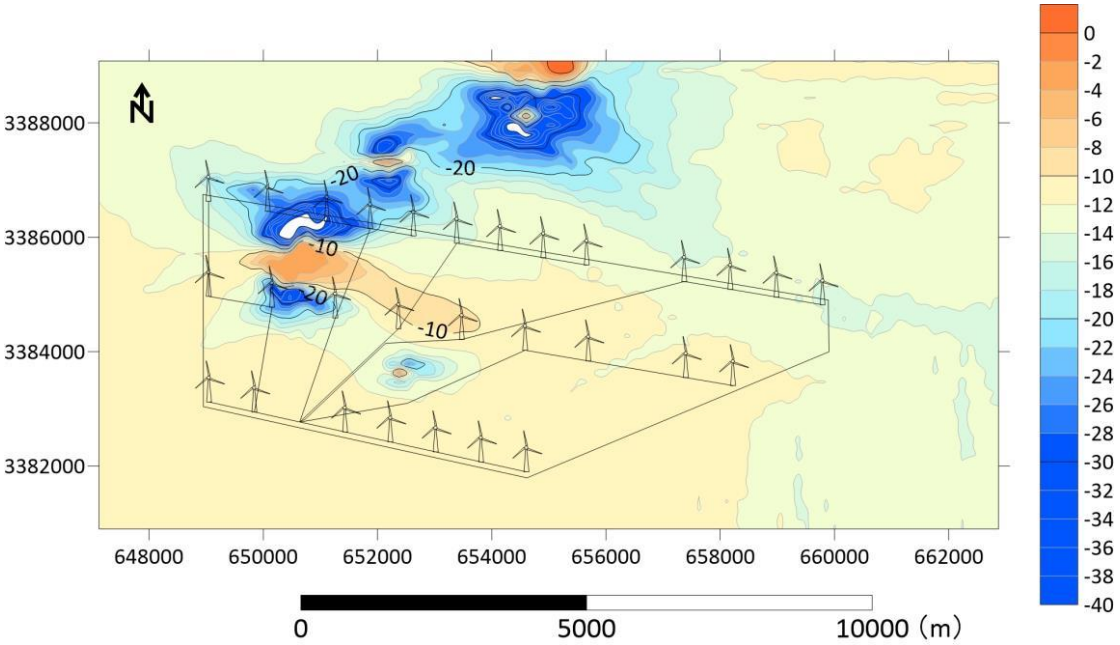


图 4.2-13 工程海域地形地貌示意图

4.2.2.2 海床演变

为分析本项目所在区域的岸滩稳定性，收集了覆盖工程海域的 2003 年、2010 年、2019 年和 2022 年的水下地形图，在此基础上绘制了风电场区附近海域 2003～2010 年、2010 年～2019 年、2019～2022 年、2022~2024 年以及 2003～2024 年冲淤分布见图 4.2-14～图 4.2-18。

由图 4.2-14 可见，2003～2010 年工程海域大致呈西淤东冲分布。其中西半

部分主要呈大部分淤积、小部分冲刷态势，冲淤幅度基本在 1.0m 以内，靠近岛礁部分区域变化较大，与测量精度有关；东区呈冲刷态势，幅度基本在 0.6m 以内。西区平均淤高约 0.3m，年均淤积速率 3.8cm；东区平均冲刷 0.4m，年均冲刷速率 5.8cm；全区平均冲刷 0.2m，年均冲刷速率 2.4cm。项目 220kV 送出电缆所在海域整体呈冲刷状态，冲刷幅度在 0~ -4m 之间。

由图 4.2-15 可见，2010～2019 年工程海域大部分区域呈淤积态势，淤积幅度基本在 1.0m 以内，场区西北及西南部分水域呈冲刷态势；靠近岛礁部分区域变化较大，应与测量精度有关。场区平均淤积 0.68m，年均淤积速率 6.8cm；西区平均冲深 1.06m，年均冲刷速率 10.6cm。项目 220kV 送出电缆所在海域冲刷幅度有所减小，送出电缆南侧冲刷幅度在 0~ -3m 左右，往北逐渐呈现淤积状态，靠近滩浒山岛侧呈轻微冲刷。

由图 4.2-16 可见，2019～2022 年工程海域呈现东侧微冲、中间淤积、西侧冲淤相间的态势。东侧海域冲刷约-0.2m，年均冲刷速率约 5cm；中部海域平均淤积 0.4m，年均淤积速率 10cm；全区平均淤积 0.30m，年均冲刷速率 6cm。项目 220kV 送出电缆所在海域南侧仍然保持冲刷状态，冲刷程度在 0~ -1m 左右，往北逐渐出现淤积。

由图 4.2-17 可见，2022～2024 年工程海域主要呈微冲和微淤间隔的态势，冲淤幅度基本在 0.5m 以内，靠近岛礁部分区域变化较大，应与测量精度有关。全区平均淤积 0.10m，年均冲刷速率 3.3cm。项目 220kV 送出电缆所在海域南侧仍然保持冲刷状态，冲刷程度在 0~ -1m 左右，往北逐渐出现淤积。

由图 4.2-18 可见，2003～2024 年，风电场区总体大致呈东冲西淤分布。其中西侧主要呈大部分淤积、岛屿附近冲刷态势，冲淤幅度基本在 1.0m 以内，仅局部区域超过 1.0m，靠近岛礁部分区域变化较大，应与测量精度有关；东侧呈冲刷态势，幅度基本在 1.0m 以内，仅局部区域超过 1.0m，靠近岛礁部分区域变化较大，应与测量精度有关。西侧平均淤积幅度为 0.7m，年均淤积速率 3.2cm；东侧平均冲刷 0.6m，年均冲刷速率 2.7cm。项目 220kV 送出电缆所在海域冲刷程度逐渐减弱。

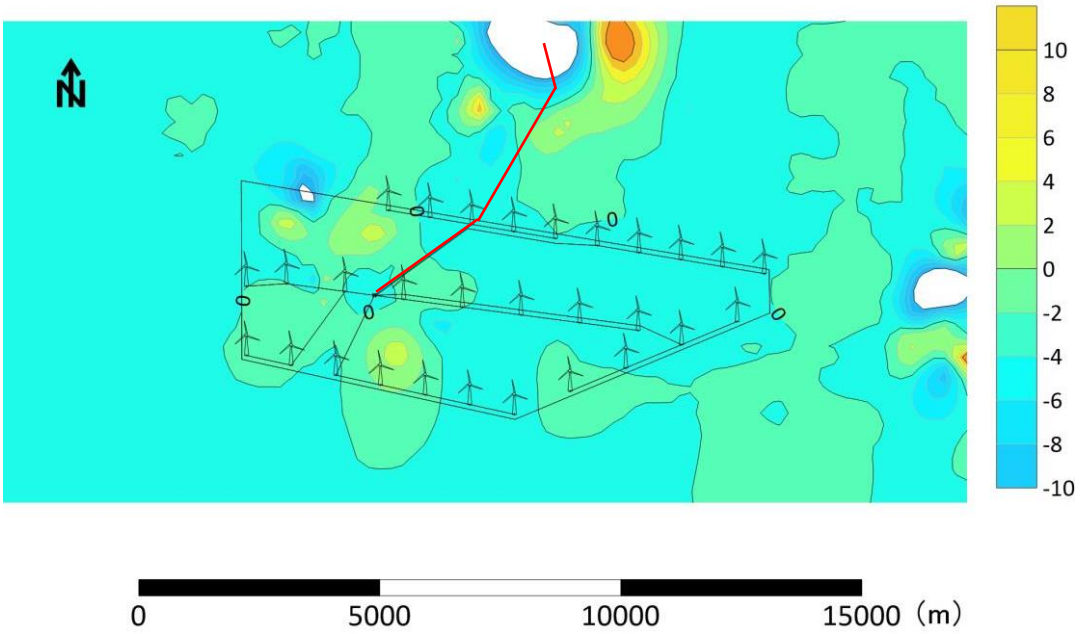


图 4.2-14 工程区 2003~2010 年冲淤变化分布

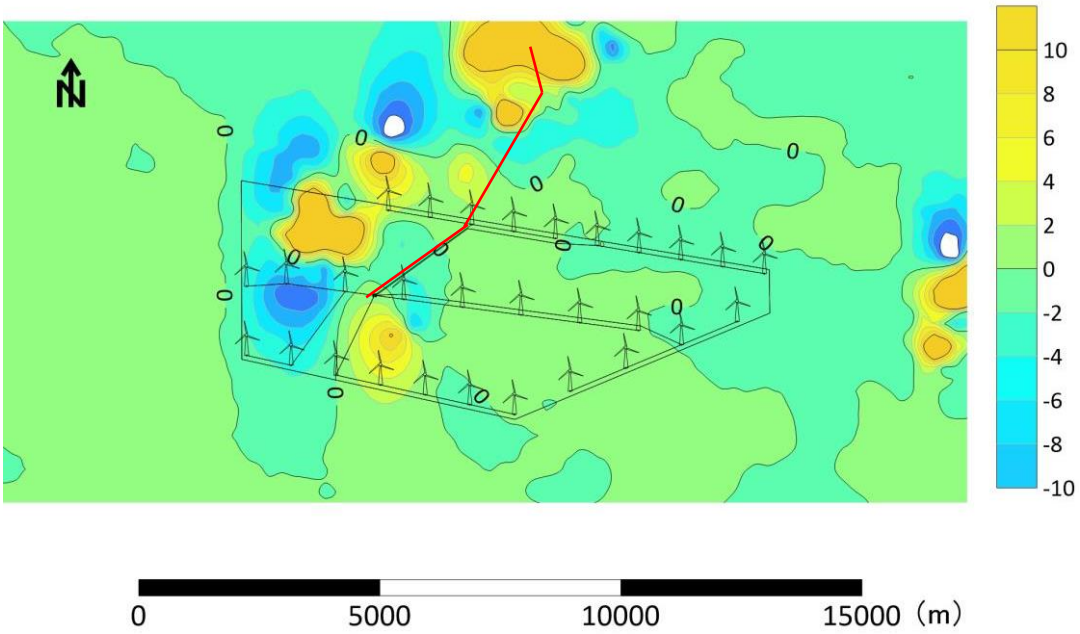


图 4.2-15 工程区 2010~2019 年冲淤变化分布

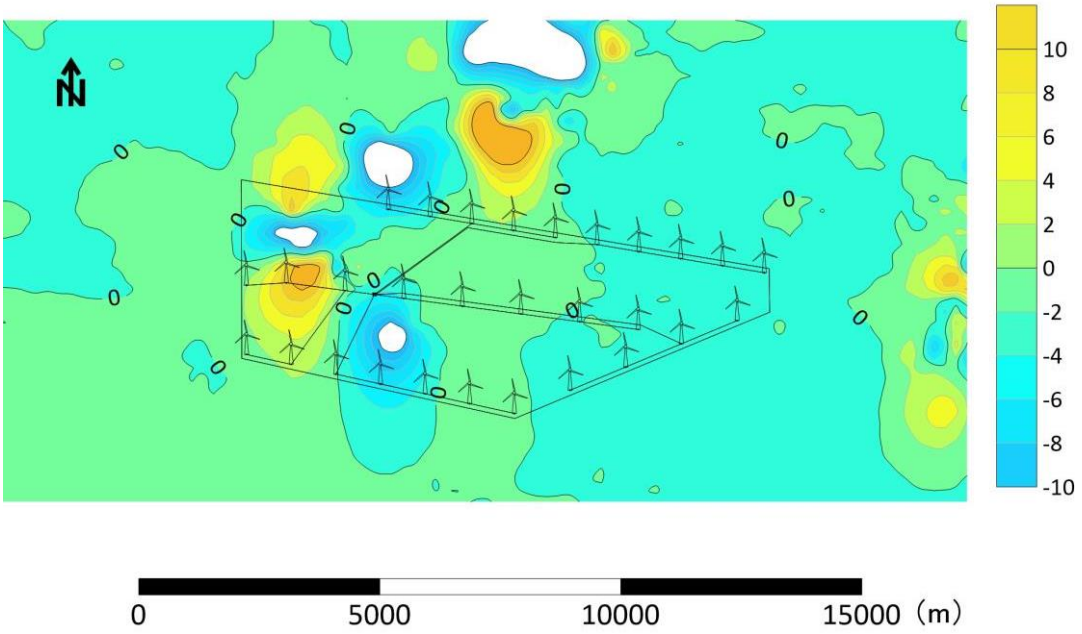


图 4.2-16 工程区 2019～2022 年冲淤变化分布

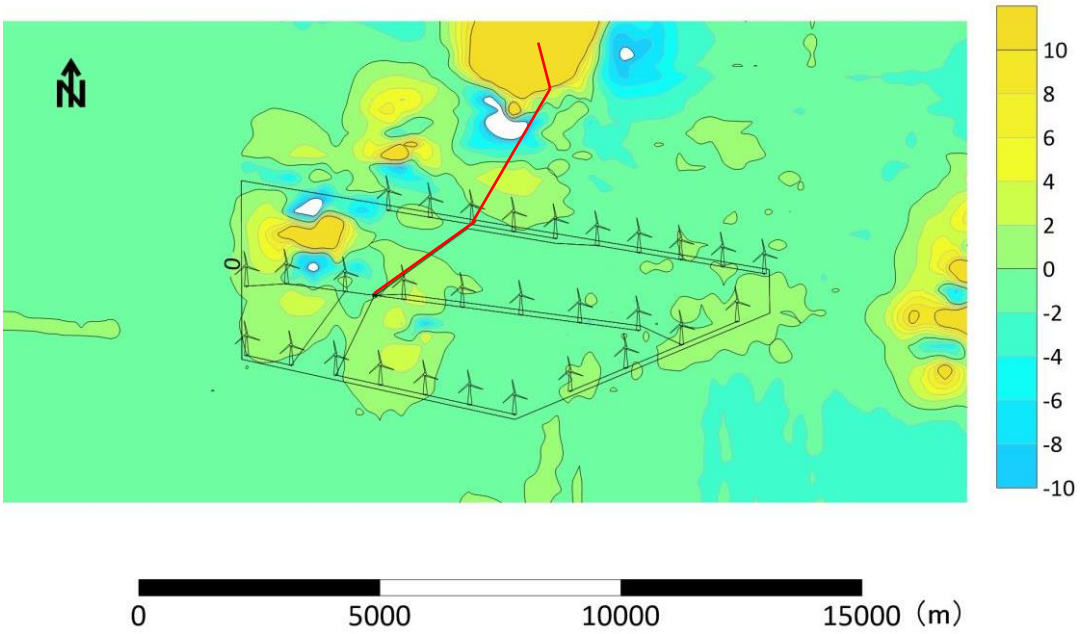


图 4.2-17 工程区 2022～2024 年冲淤变化分布

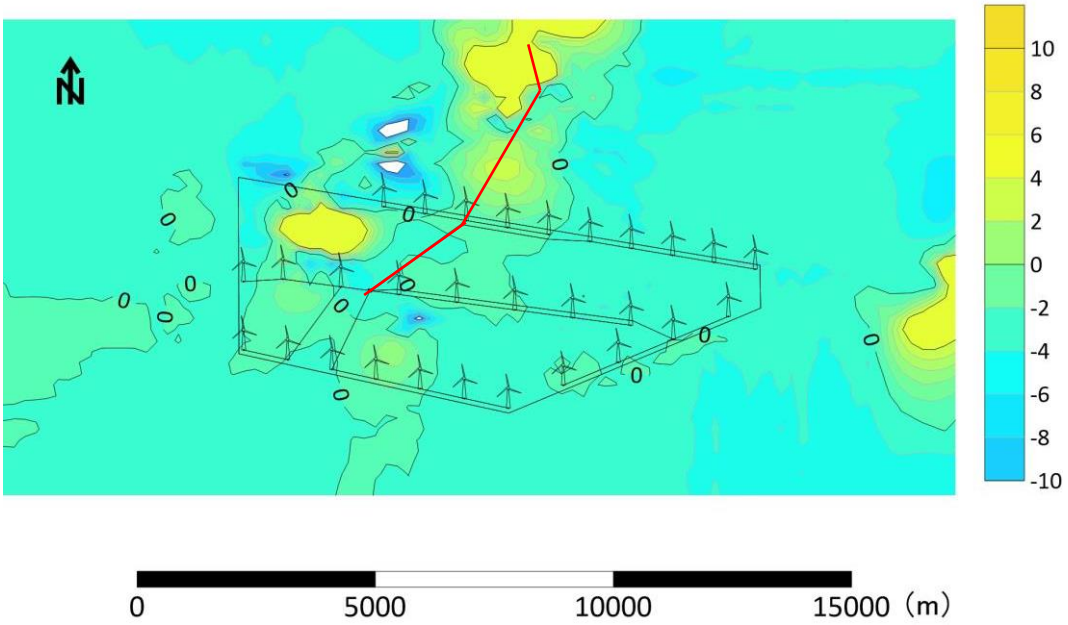


图 4.2-18 工程区 2003～2024 年冲淤变化分布

4.2.3 海域水质环境质量现状调查与评价

为了解项目所在海域的水质环境质量现状，本报告海洋环境质量和海洋生态资料引用杭州海蛞蝓生态科技有限公司 2024 年 3~4 月，以及 2023 年 9 月在项目附近海域完成的调查成果。

本项目海洋水质、海洋生态和生物资源、海洋沉积物环境评价等级均为 1 级。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），1 级评价现状调查资料近岸海域需春季和秋季二季，海洋水质现状调查站位数应≥12 个，其中沉积物站位不少于水质站位的 50%，海洋生态站位数量不少于水质站位的 60%。本次调查引用 2024 年春季和 2023 年秋季调查数据，其中，春季调查共设置 22 个水质调查站位、14 个生态调查站位和 11 个沉积物调查站位；秋季调查共设置 16 个水质调查站位和 10 个生态调查站位，能满足导则要求。本项目评价范围内近岸海域功能区划主要涵盖舟山近岸一类区（省级代码 ZJ02A I）和嘉兴近岸一类区（省级代码 ZJ01A I），本次引用资料调查站位覆盖舟山近岸一类区和嘉兴近岸一类区，基本覆盖评价范围，且主要集中分布在项目所在海域附近，满足导则“全面覆盖，基本均匀，重点代表”的原则。

4.2.3.1 调查概况

1、调查时间和站位

（1）调查时间

2024 年 3~4 月（春季）和 2023 年 9 月（秋季）。

（2）调查范围和站位布设

2024 年 3~4 月（春季）布设 22 个水质调查站位，2023 年 9 月布设 16 个水质调查站位，调查范围和调查站位详见表 4.2-36、表 4.2-37 和图 4.2-19、图 4.2-20。

表 4.2-36 2024 年春季海洋生态环境调查站位表

表 4.2-37 2023 年秋季海洋生态环境调查站位表

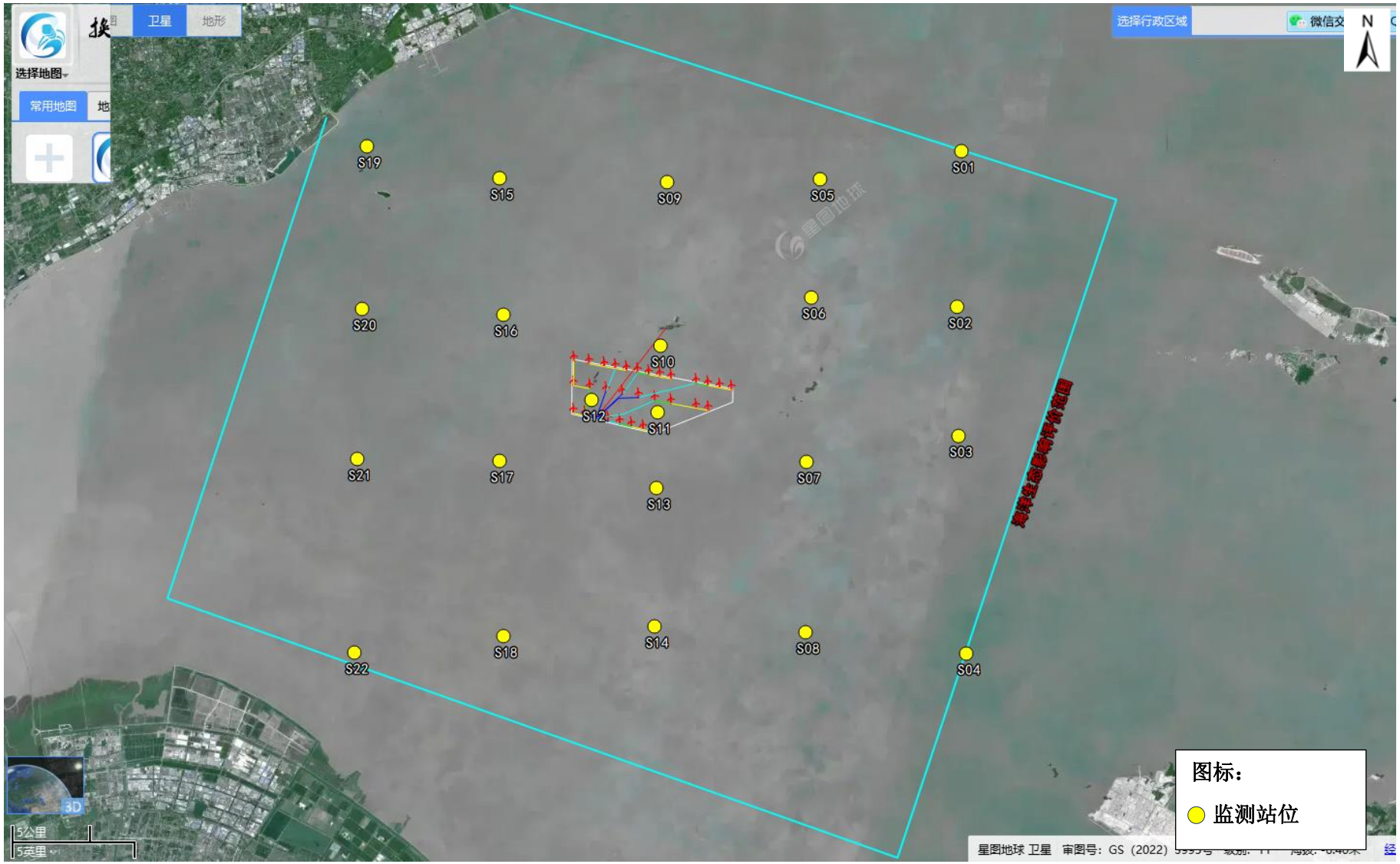


图 4.2-19　2024 年春季调查站位示意图

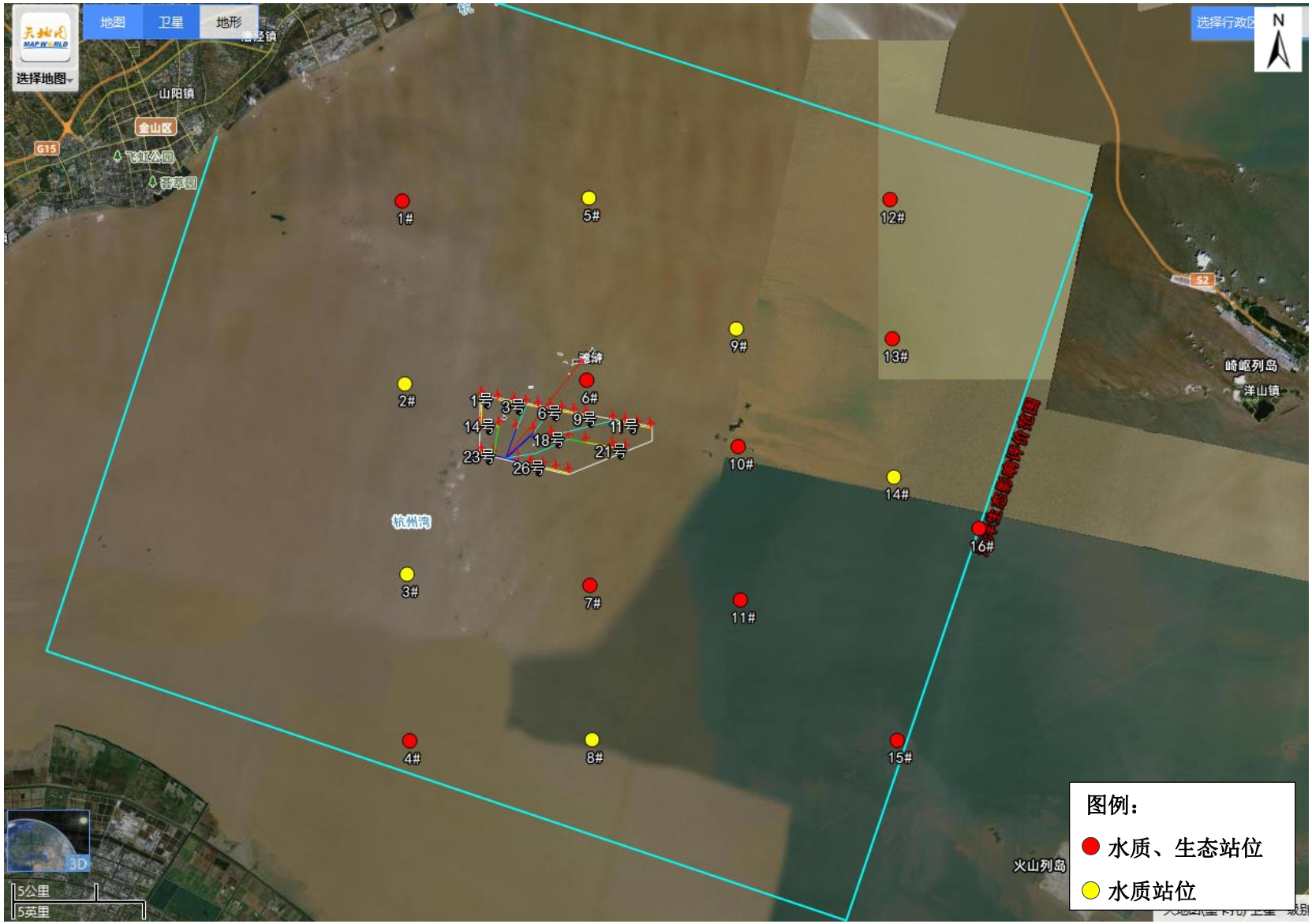


图 4.2-20 2024 年秋季调查站位示意图

2、调查项目

海洋水质调查内容包括：温度、盐度、悬浮物、pH、DO、COD、无机氮（包括 NO_3-N、NO_2-N 和 NH_3-N）、活性磷酸盐、石油类和 Cu、Zn、Pb、Cd、Cr、Hg、As、挥发性酚。

4.2.3.2 海域水质环境现状评价

1、评价方法

采用环境质量单因子评价标准指数法进行海域水质的现状评价，如果评价因子的标准指数值＞1，则表明该因子超过了相应的水质评价标准，已经不能满足相应功能区的使用要求。反之，则表明该因子能符合功能区的使用要求。

单项水质评价因子 i 在第 j 取样点的标准指数：

$$S_{i、j}=C_{i、j}/C_{si}$$

式中： $C_{i、j}$－水质评价因子 i 在第 j 取样点的实测浓度值，mg/L；

C_{si} － 水质评价因子 i 的评价标准，mg/L。

DO 的标准指数为：

$$S_{DO.j}=\left|DO_f-DO_j\right|/\left(DO_f-DO_s\right)$$ 当 $DO_j>DO_f$ 时；

$$S_{DO.j}=DO_s/DO_j$$ 当 $DO_j\leqslant DO_f$ 时；

式中：DO_f=（491-2.65S）/（33.5+T）

$S_{DO.j}$：饱和溶解氧在第 j 取样点的标准指数；

DO_f：饱和溶解氧浓度，mg/L；

DO_j：j 取样点水样溶解氧的实测浓度值，mg/L；

DOs：溶解氧的评价标准，mg/L；

S：海水盐度，无量纲；

T：水温，℃。

pH 的标准指数为：

$$S_{pHj}=（7-pH_j）/（7-pH_{sd}）\quad pH_j\leqslant 7$$

$$S_{pHj}=（pH_j-7）/（pH_{su}-7）\quad pH_j>7$$

式中：S_{pHj}：监测断面 J 的 pH 的标准指数；

pH_j：监测断面 J 的 pH 的实测平均值；

pH_{sd}：评价标准规定的下限值；

pH_{su}：评价标准规定的上限值。

2、监测结果及评价

项目建设地近岸海域水质监测结果见表 4.2-38、**错误!未找到引用源。**，根据《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》，本项目海域环境现状调查站位位于舟山近岸一类区（省级代码 ZJ02A I）和嘉兴近岸一类区（省级代码 ZJ01A I），海水水质均执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第一类，以标准指数法对近岸海域水质监测结果进行计算。

4.2.3.3 海域水质环境监测结果及评价

1、水质环境质量现状调查结果

（1）2024 年 3~4 月（春季）调查结果

2024 年 3~4 月（春季），调查海域水质现状调查结果见表 4.2-38，由表中统计数据可以看出：

●调查海域水体温度的测值范围为 11.2℃～15.8℃，平均值为 12.8℃。

●调查海域盐度的测值范围为 13.5～23.2，平均值为 17.9。

●调查海域悬浮物浓度范围为 62 mg/L～978 mg/L，平均值为 502 mg/L。

●调查海域 pH 测值范围为 7.98~8.11，平均值为 8.02。

●调查海域水体 DO 含量范围为 8.25 mg/L～8.68 mg/L，平均值为 8.48 mg/L。

●调查海域水体 COD 浓度范围为 0.69 mg/L～1.85 mg/L，平均值为 1.25 mg/L。

●调查海域挥发性酚浓度为<0.0011 mg/L～0.0017 mg/L，已检出平均值为 0.0014 mg/L。

●调查海域活性磷酸盐浓度范围为 0.029 mg/L～0.043 mg/L，平均值为 0.035 mg/L。

●调查海域无机氮浓度范围为 0.701 mg/L～1.09 mg/L，平均值为 0.914 mg/L。

●调查海域油类浓度范围为 0.021 mg/L～0.037 mg/L，平均值为 0.027 mg/L。

●调查海域 Cu 浓度范围为 1.5 μg/L～2.8 μg/L，平均值为 2.0 μg/L。

●调查海域 Pb 浓度范围为 0.23 μg/L～0.80 μg/L，平均值为 0.44 μg/L。

●调查海域 Zn 浓度范围为 9.9 μg/L～17.1 μg/L，平均值为 13.6 μg/L。

●调查海域 Cd 浓度范围为 0.09 μg/L～0.14 μg/L，平均值为 0.12 μg/L。

●调查海域 Cr 浓度范围为 0.8 μg/L～2.7 μg/L，平均值为 1.4 μg/L。

●调查海域 Hg 浓度范围为 0.015 μg/L～0.049 μg/L，平均值为 0.037 μg/L。

●调查海域 As 浓度范围为 1.0 μg/L～1.3 μg/L，平均值为 1.1 μg/L。

（2）2023 年 9 月（秋季）调查结果

2023 年 9 月（秋季），调查海域水质现状调查结果见**错误!未找到引用源。**，由表中统计数据可以看出：

●调查海域水体温度的测值范围为 25.1℃～29.8℃，平均值为 26.6℃。

●调查海域盐度的测值范围为 12.6～22.3，平均值为 17.7。

●调查海域悬浮物浓度范围为 21 mg/L～656 mg/L，平均值为 196 mg/L。

●调查海域 pH 测值范围为 7.98~8.24，平均值为 8.08。

●调查海域水体 DO 含量范围为 6.10 mg/L～7.07 mg/L，平均值为 6.52 mg/L。

●调查海域水体 COD 浓度范围为 0.93 mg/L～2.84 mg/L，平均值为 1.81 mg/L。

●调查海域无机氮浓度范围为 0.724 mg/L～1.434 mg/L，平均值为 1.028 mg/L。

●调查海域活性磷酸盐浓度范围为 0.014 mg/L～0.073 mg/L，平均值为 0.042 mg/L。

●调查海域石油类浓度范围为 0.019 mg/L～0.045 mg/L，平均值为 0.032 mg/L。

●调查海域挥发性酚浓度均＜0.0011 mg/L。

●调查海域 Cu 浓度范围为 1.1μg/L～2.3μg/L，平均值为 1.6μg/L。

●调查海域 Pb 浓度范围为 0.12μg/L～0.50μg/L，平均值为 0.23μg/L。

●调查海域 Zn 浓度范围为 9.0μg/L～13.8μg/L，平均值为 10.8μg/L。

●调查海域 Cd 浓度范围为 0.05μg/L～0.18μg/L，平均值为 0.09μg/L。

●调查海域 Cr 浓度范围为 0.4μg/L～1.4μg/L，平均值为 0.7μg/L。

●调查海域 Hg 浓度范围为 0.021μg/L～0.048μg/L，平均值为 0.035μg/L。

●调查海域 As 浓度范围为 1.0μg/L～2.0μg/L，平均值为 1.5μg/L。

2、水环境质量现状评价结果

（1）水质达标情况

本报告分层采样的点位采用多层数据的平均值进行评价。

①2024 年 3~4 月（春季）评价结果

2024 年春季，项目附近海域水质评价因子标准指数见表 4.2-40。

2024 年春季调查站位均位于一类海洋环境功能区，根据表 4.2-40，2024 年

春季调查海域水质除无机氮和活性磷酸盐含量超标外，其它指标均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一级标准限值要求。无机氮含量超标率为100%，活性磷酸盐含量超标率也为100%。

2024 年春季调查站位中，S19 站位位于生态敏感区浙江嘉兴平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线内，根据调查结果该敏感区春节水质调查除无机氮和活性磷酸盐含量超标外，其它指标均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一级标准限值要求。

②2023 年 9 月（秋季）评价结果

2023 年秋季，项目附近海域水质评价因子标准指数见表 4.2-41。

2023 年秋季调查站位均位于一类海洋环境功能区，根据表 4.2-41，2023 年秋季调查海域水质除无机氮、活性磷酸盐和 COD 含量超标外，其它指标均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一类标准限值要求。其中，无机氮含量超标率为 100%，活性磷酸盐含量超标率为 93.8%，COD 含量超标率为 43.8%。

（2）超标因子分布特征

2024 年春季和 2023 年秋季，海洋水质调查因子中出现超标的因子主要为无机氮、活性磷酸盐和 COD，其中无机氮超标率为 100%，活性磷酸盐超标率接近 100%，COD 仅在秋季出现 43.8%的超标，可认为整个调查范围内无机氮和活性磷酸盐超标站位分布较普遍，COD 含量有部分站位出现超标。

（3）超标原因分析

项目区域附近海域水质主要问题为富营养化。结合区域环境来看，本项目所在海域海水水质中无机氮和活性磷酸盐含量超标的主要原因为调查海域水质受长江、钱塘江冲淡水影响较大，入海之前汇集了沿途地表河网所接纳的各类工业废水、生活污水以及富含营养物质的面源污染废水，使得富含氮、磷等营养物质的水体进入沿岸海域。COD 含量超标主要与生活污水的汇入有关。

（4）水质年际变化趋势及特征

根据项目所在海域 2022 年春季（5 月）及 2022 年秋季（10 月）及 2023 年秋季（9 月、调查范围不同于本报告中的调查数据）历史调查数据显示：2022 年春季，水质超标因子主要有无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 100%和 90%；2022 年秋季，水质超标因子主要有无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 93%和 79%；2023 年秋季，水质超标因子主要有化学需氧量、五日生化需氧量、无机

氮和活性磷酸盐，化学需氧量超标率为 24.29%，五日生化需氧量超标率为 4.29%，无机氮超标率为 100%，活性磷酸盐超标率为 92.86%。结合历史资料可知，本项目所在海域主要超标因子为无机氮、活性磷酸盐和 COD，整体而言水质变化趋势不大。

表 4.2-38 2024 年春季水质环境现状调查结果

注：结果有“<”表示未检出或其数值低于仪器检出限，“/”表示无样品。

表 4.2-39 2023 年秋季水质环境现状调查结果

注: “/”表示该站位未采集对应样品。

表 4.2-40 2024 年春季水质现状调查结果标准指数值

表 4.2-41 2023 年秋季水质现状调查结果标准指数值

注：未采集的样品不参与评价。

4.2.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

海洋沉积物调查时间为 2024 年 3-4 月，调查站位见表 4.2-36 和图 4.2-19。本次调查共设置 11 个沉积物站位（水质调查站位为 22 个），满足导则“调查站位宜与海水水质站位相同，数量不少于水质站位的 50%”的要求。此外，本报告对 2024 年春季潮间带沉积物也进行了调查。

4.2.4.1 海洋沉积物环境质量现状调查结果

2024 年春季，沉积物调查共布设 14 个站位（含 3 个潮间带沉积物调查站位），检测结果见表 4.2-42。根据检测结果显示，沉积物有机碳的浓度范围为（0.22~0.89）×10^{-2}；硫化物的浓度范围为（1.8~26.9）×10^{-6}；油类的浓度范围为（8.6~30.8）×10^{-6}；铜的浓度范围为（18.7~32.6）×10^{-6}；铅的浓度范围为（15.1~29.1）×10^{-6}；锌的浓度范围为（41.2~132）×10^{-6}；镉的浓度范围为（0.07~0.29）×10^{-6}；铬的浓度范围为（20.9~74.4）×10^{-6}；总汞的浓度范围为（0.043~0.128）×10^{-6}；砷的浓度范围为（7.18~16.50）×10^{-6}。

表 4.2-42 沉积物质量现状调查结果

4.2.4.2 海洋沉积物环境质量现状评价结果

2024 年春季，调查海域海洋沉积物评价因子标准指数统计详见表 4.2-43。由表可得，2024 年春季调查海域沉积物中石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、

锌、镉、铬、汞、砷的含量均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类海洋沉积物质量标准。项目所在区域海洋沉积物质量较好。

表 4.2-43 沉积物质量各评价因子标准指数

注：均执行一类标准。

4.2.5 海洋生物体质量现状评价

本报告海洋生态监测数据资料（含本章节及 4.2.6 海洋生态环境现状资料、4.2.7 渔业资源现状调查资料）引用自杭州海蛞蝓生态科技有限公司于 2024 年 3~4 月，以及 2023 年 9 月在项目附近海域完成的调查成果。本项目海洋生态评价等级为 1 级，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），调查站位数量应不少于水质站位的 60%，本次调查春季共设置 14 个海洋生态调查站位（水质调查站位为 22 个），秋季共设置 10 个海洋生态调查站位（水质调查站位为 16 个），能满足导则要求。

4.2.5.1 海洋生物体质量现状调查结果

本项目海洋生物体质量调查于 2024 年 3~4 月（春季）和 2023 年 9 月（秋季）进行，调查站位见表 4.2-36、表 4.2-37 和图 4.2-19、图 4.2-20。2024 年春季海洋生物体质量现状调查结果见表 4.2-44，2023 年秋季海洋生物体质量现状调查结果表 4.2-45。

表 4.2-44 2024 年春季调查海域的生物质量现状调查结果 单位：mg/kg

表 4.2-45 2023 年秋季调查海域的生物质量现状调查结果 单位：mg/kg

由表 4.2-44 可知，2024 年春季被检测生物体中石油烃含量平均值为 5.74 mg/kg，Cu 含量平均值为 18.21 mg/kg，Pb 含量平均值为 0.17 mg/kg，Zn 含量平均值为 21.3 mg/kg，Cd 含量的平均值为 0.374 mg/kg，Cr 含量平均值为 0.11 mg/kg，总 Hg 含量平均值为 0.035 mg/kg，已检出样品 As 含量平均值为 0.6 mg/kg。

由表 4.2-45 可知，2023 年秋季被检测生物体中石油烃含量平均值为 4.21mg/kg，Cu 含量平均值为 2.79mg/kg，Pb 含量平均值为 0.169mg/kg，Zn 含量平均值为 14.62mg/kg，Cd 含量均 0.104mg/kg，Cr 含量平均值为 0.08mg/kg，Hg

含量平均值为 0.010 mg/kg，As 含量平均值为 0.28mg/kg。

4.2.5.2 海洋生物体质量现状调查结果

2024 年春季生物体质量评价标准指数详见表 4.2-46、表 4.2-47。2023 年秋季生物体质量评价标准指数详见表 4.2-48。

表 4.2-46 2024 年春季鱼类、甲壳类生物体质量评价标准指数

表 4.2-47 2024 年春季双壳贝类生物体质量评价标准指数

表 4.2-48 2023 年秋季生物体质量评价指数表

由表可知，本次春季及秋季调查所获取的鱼类、甲壳类样品中各检测因子均满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中附录 C 中相关限值要求。春季受测双壳贝类（熊本牡蛎）Cu、Pb、Zn、Cd 和石油烃超一类生物体质量标准。这可能与个别生物种类及其生活方式有关。牡蛎较多生活在浅海中，富集海水中的重金属和石油烃等污染物的能力极强，从而导致双壳贝类生物体质量极易出现重金属和石油烃含量超标的现象。整体而言，项目所在海域生物体质量较好。

4.2.6 海洋生态环境现状调查与评价

4.2.6.1 调查范围及站位设置

同海域水质调查范围，详见表 4.2-36、表 4.2-37、图 4.2-19、图 4.2-20。

4.2.6.2 调查项目

海域生态环境现状调查项目包括：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物等的生物量、种类组成、数量分布、群落结构和生物多样性特征等。

4.2.6.3 时间及频次

2024 年 3 月~4 月以及 2023 年 9 月进行。

4.2.6.4 分析方法

各生态学参数分别依如下公式计算：

物种多样性指数 *H'*采用 Shannon-Weiner（香农-威纳） 公式：

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

丰度（丰富度）指数 *d* 采用 Margalef 公式：

$$d=(\mathrm{S}\text{-}1)/\mathrm{Ln}N$$

均匀度指数 *J'*采用 Pielou 公式：

$$J'=\frac{H'}{\mathrm{Ln}S}$$

优势度 Y 公式：

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

式中：S 为样品中的种类总数；

N 为样品中的总个体数；

p_i 为样品中第 i 种的个体数占总个体数的比例；

n_i 为第 i 种的个体总数；

fi 为该物种在采样点出现的频率。

《海洋监测规范 第七部分 近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）给出了多样性指数 H' 数值大小作为判断生物群落干扰程度的依据，即 H' ＜1 表示生物群落受重度干扰，1~2 表示生物群落受中度干扰，2~3 表示生物群落受轻度干扰；3~4 表示生物群落未受干扰。根据 Andersen 和 Broady 等研究结果，当 0＜J'＜0.3 时，群落受重度干扰；当 0.3＜J'＜0.5 时，群落受中度干扰；当 0.5＜J'＜0.8 时，群落受轻度干扰；当 0.8＜J'＜1 时，未受到干扰。当某物种的 Y＞0.02 时，判定该物种为群落中的优势种。

4.2.6.5 调查及评价结果

1、叶绿素 a

2024 年春季，调查海域叶绿素 a 浓度范围为 0.85~1.77 mg/m^3，平均值为 1.26 mg/m^3；初级生产力范围为 9.29~61.31mgC/m^2·d，平均值为 18.89mgC/m^2·d。

2023 年秋季，调查海域叶绿素 a 浓度范围为 0.68~2.68mg/m^3，平均值为 1.25mg/m^3；初级生产力范围为 12.19~183.69mgC/m^2·d，平均值为 57.35mgC/m^2·d。

2、浮游植物现状调查结果和评价

（1）种类组成

2024 年春季，调查海域采集鉴定出浮游植物 2 门 54 种。其中，硅藻门 51 种，占总种类数的 94.44%；甲藻门 3 种，占总种类数的 5.56%（表 4.2-49）。

2023 年秋季，调查海域采集鉴定出浮游植物 3 门 57 种。其中，硅藻门 43 种，占总种类数的 75.44%；甲藻门 13 种，占总种类数的 22.81%；绿藻门 1 种，占总种类数的 1.75%（表 4.2-50）。

表 4.2-49 2024 年春季浮游植物种类名录

表 4.2-50　2023 年秋季浮游植物种类名录

（2）密度分布

2024 年春季，调查海域各站位浮游植物细胞丰度范围为 909cells/L~60000 cells/L，平均细胞丰度为 13921cells/L。

2023 年秋季，调查海域各站位浮游植物细胞丰度范围为 10.00×10^3 cells/L~51.58×10^3 cells/L，平均细胞丰度为 32.21×10^3 cells/L。

（3）优势种类组成

2024 年春季，调查海域浮游植物主要优势种共有 3 种，分别为中肋骨条藻、海链藻和具槽帕拉藻，其优势度指数 Y 分别为：0.215、0.044、0.033。

2023 年秋季，调查海域浮游植物主要优势种共有 3 种，分别为中肋骨条藻、海链藻和旋链角毛藻，其优势度指数 Y 分别为：0.571、0.086、0.052。

（4）多样性评价结果

2024 年春季，调查海域浮游植物香农-威纳多样性指数 H'范围为 0.24~2.52，平均值为 1.36，多样性水平较低；种类丰富度指数 d 范围为 0.07~0.40，平均值为 0.22；均匀度指数 J'范围为 0.23~1.00，平均值为 0.74，个体分布较均匀，详见表 4.2-51。

表 4.2-51　2024 年春季调查海域浮游植物生态学参数及密度一览表

2023 年秋季，浮游植物物种的多样性指数 *H'*范围为 0.33~2.40，平均值为 0.97；种类丰富度指数 *d* 范围为 0.14~0.55，平均值为 0.31；均匀度指数 *J'*范围为

0.14~0.76，平均值为 0.38。多样性数据显示：调查海域浮游植物群落多样性水平低，个体分布不均匀，详见表 4.2-52。

表 4.2-52 2023 年秋季调查海域浮游植物生态学参数及密度一览表

根据项目所在海域 2022 年春季（5 月）及 2022 年秋季（10 月）历史调查数据显示：2022 年春季，调查海域浮游植物多样性指数为 H'值为 0.339~1.448，平均值为 0.779；2022 年秋季，调查海域浮游植物多样性指数 H'值为 0.458~1.447，平均值为 0.931。整体而言，项目所在海域浮游植物多样性指数变化幅度不大。

3、浮游动物现状调查结果和评价

（1）种类组成

2024 年春季，调查海域采集鉴定出浮游动物 5 大类 25 种。其中，桡足类 14 种，占总种类数的 56.00%；浮游幼体 8 种，占总种类数的 32.00%；糠虾类、端足类和介形类各 1 种，各占总种类数的 4.00%。

2023 年秋季，调查海域采集鉴定出浮游动物 9 大类 37 种。其中，桡足类 12 种，占总种类数的 32.43%；浮游幼体 11 种，占总种类数的 29.73%；水母类 5 种，占总种类数的 13.51%；毛颚类 3 种，占总种类数的 8.11%；十足类 2 种，占总种类数的 5.41%；糠虾类、涟虫类、端足类和介形类各 1 种，共占总种类数的 13.51%。

表 4.2-53 2024 年春季浮游动物种类名录

表 4.2-54 2023 年秋季浮游动物种类名录

2024 年秋季，调查海域各站位浮游动物生物量变化范围为 2.50 mg/m^3~129.05 mg/m^3，平均值为 35.12mg/m^3。各站位浮游动物密度变化范围为 12.70 ind./m^3~289.81 ind./m^3，平均值为 88.22 ind./m^3。

（3）优势种

2024 年春季，调查海域浮游动物主要优势种共有 4 种，分别为捷氏歪水蚤、真刺唇角水蚤、华哲水蚤和双刺纺锤水蚤，其优势度指数 Y 分别为：0.437、0.394、0.091、0.021。

2023 年秋季，调查海域浮游动物主要优势种共有 7 种，分别为太平洋纺锤水蚤、背针胸刺水蚤、捷氏歪水蚤、真刺唇角水蚤、球型侧腕水母、箭虫幼体和针刺拟哲水蚤，其优势度指数 Y 分别为：0.491、0.088、0.053、0.028、0.027、0.024、0.020。

（4）多样性评价结果

2024 年春季，调查海域浮游动物香农-威纳多样性指数 H'范围为 1.14~1.96，平均值为 1.55，该海域浮游动物多样性指数较低；种类丰富度指数 d 范围为 0.50~1.68，平均值为 0.88；均匀度指数 J'范围为 0.44~0.82，平均值为 0.66，均匀度较高。

2023 年秋季，调查海域浮游动物的物种多样性指数 *H'*范围为 1.72~2.82，平均值为 2.45；种类丰富度指数 *d* 范围为 1.56~2.82，平均值为 2.20；均匀度指数 *J'*范围为 0.42~0.86，平均值为 0.67。该海域浮游动物多样性、丰富度和均匀度水平均较高，群落稳定性较好。

表 4.2-55 2024 年春季调查海域浮游动物生态学参数及密度一览表

表 4.2-56 2023 年秋季调查海域浮游动物生态学参数及密度一览表

根据项目所在海域 2022 年春季（5 月）及 2022 年秋季（10 月）历史调查数据显示：2022 年春季，调查海域浮游动物多样性指数为 H'值为 0.642~1.833，平均值为 1.298；2022 年秋季，调查海域浮游动物多样性指数 H'值为 0.864~1.906，平均值为 1.486。整体而言，项目所在海域浮游动物多样性指数变化幅度相差不大，可认为项目所在海域浮游动物生物多样性水平变化不大。

4、底栖生物现状调查结果与评价

（1）种类组成

2024 年春季，调查海域采集鉴定出大型底栖动物 5 大类 13 种，其中，环节动物 7 种，占全部种类数的 53.85%；甲壳动物 3 种，占全部种类数的 23.08%；棘皮动物、脊索动物和纽形动物各 1 种，各占全部种类数的 7.69%。

2023 年秋季，调查海域采集鉴定出大型底栖动物 3 大类 10 种，其中，环节动物 8 种，占全部种类数的 80.00%；软体动物和纽形动物各 1 种，各占全部种类数的 10.00%。

表 4.2-57 2024 年春季大型底栖动物种类名录

表 4.2-58 2023 年春季大型底栖动物种类名录

（2）密度和生物量

2024 年春季，调查海域各站位大型底栖动物生物量变化范围为 0.00 g/m^2~46.82 g/m^2，平均值为 3.56g/m^2；各站位大型底栖动物栖息密度变化范围为 0 ind./m^2~180 ind./m^2，平均值为 60 ind./m^2。

2023 年秋季，调查海域各站位大型底栖动物生物量变化范围为 0.00 g/m^2~0.36 g/m^2，平均值为 0.099g/m^2。各站位大型底栖动物栖息密度变化范围为 0 ind./m^2~50 ind./m^2，平均值为 15 ind./m^2。

（3）优势种

2024 年春季，调查海域大型底栖动物主要优势种共有 4 种，分别为丝异须虫、寡鳃齿吻沙蚕、日本索沙蚕和尖叶长手沙蚕，其优势度分别为：0.122、0.034、0.031、0.024。

2023 年秋季，底栖生物共出现 2 个优势种，分别为寡鳃齿吻沙蚕和丝异须虫，其优势度分别为：0.182、0.126。

（4）多样性评价结果

2024 年春季，调查海域大型底栖动物香农-威纳多样性指数 H'范围为 0.92~2.52，平均值为 1.48，多样性较低；种类丰富度指数 d 范围为 0.17~0.70，平均值为 0.35；均匀度指数 J'范围为 0.72~1.00，平均值为 0.91，均匀度较高。详见表 4.2-59。

表 4.2-59 2024 年春季调查海域底栖生物生态学参数及密度一览表

注：S04、S13、S14、S22 站位未检出，S06、S09、S11 站位只检出一种物种，无法计算其生态学参数。

2023 年秋季，底栖生物物种的多样性指数 H'均值为 1.34（0.92~ 1.92）， 均匀度指数 J'均值为 0.94（0.84~ 1.00），丰富度指数 d 均值为 0.42（0.26~0.65）。该调查海域底栖生物群落多样性较低，均匀度指数较高，丰富度指数一般。详见表 4.2-60。

表 4.2-60 2023 年秋季调查海域底栖生物生态学参数及密度一览表

注：7#、15#站位未检出，6#、13#站位只检出一种物种，无法计算其生态学参数。

根据项目所在海域 2022 年春季（5 月）及 2022 年秋季（10 月）历史调查数据显示：2022 年春季，调查海域底栖生物多样性指数为 H'值为 0.000~1.055，平均值为 0.612；2022 年秋季，调查海域底栖生物多样性指数 H'值为 0.000~1.055，平均值为 0.569。整体而言，项目所在海域底栖生物多样性指数有所上升。

5、潮间带生物现状调查结果和评价

本项目春季、秋季各设 3 条潮间带调查断面（本项目秋季潮间带资料引用浙江普正检测技术有限公司于 2024 年 12 月 01 日~02 日在项目所在海域调查的数据），具体位置见表 4.2-61、表 4.2-62 和图 4.2-21、图 4.2-22。

表 4.2-61 2024 年春季潮间带调查站位

表 4.2-62 2024 年秋季潮间带调查站位



图 4.2-21 2024 年春季潮间带调查站位示意图

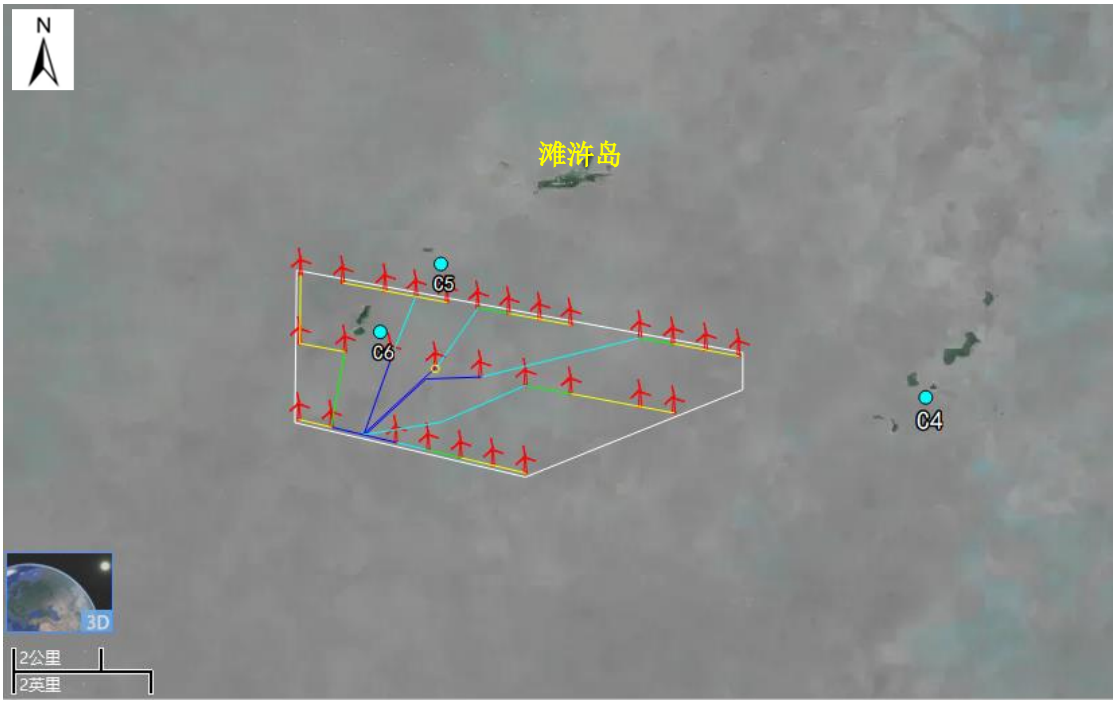


图 4.2-22 2024 年秋季潮间带调查站位示意图

（1）种类组成

2024 年春季，调查海域采集鉴定出潮间带生物 3 大类 9 种。其中，软体动

物 6 种，占总种类数的 66.67%；甲壳动物 2 种，占总种类数的 22.22%；环节动物 1 种，占总种类数的 11.11%。

2024 年秋季，定量和定性样品共鉴定潮间带生物 3 类 14 种。其中，软体动物 最多，计 9 种，占 64.29%；甲壳动物 3 种，占 21.43%；环节动物 2 种，占 14.29%。

表 4.2-63 2024 年春季潮间带生物种类名录

表 4.2-64 2024 年秋季潮间带生物种类名录

（2）数量组成与分布

2024 年春季，T01 断面潮间带生物的生物量为 82.0g/m^2；T02 断面潮间带生物的生物量为 14.07g/m^2；T03 断面潮间带生物的生物量为 13.09g/m^2。3 个断面潮间带生物的平均生物量为 36.39g/m^2。

2024 年春季，T01 断面潮间带生物密度为 107ind./m^2；T02 断面潮间带生物密度为 30ind./m^2；T03 断面潮间带生物密度为 29ind./m^2。3 个断面潮间带生物平均密度为 55 ind./m^2。

2024 年秋季，各断面潮间带生物生物量分布在 0.07 g/m^2~326.48 g/m^2 之间，平均生物量 64.96g/m^2。各断面栖息密度范围为 1.33ind./m^2~108.00 ind./m^2，平均栖息密度为 27.96ind./m^2。

（3）主要种类

2024 年春季，调查海域潮间带生物主要优势种共有 7 种，分别为粗糙滨螺、齿纹蜒螺、纹藤壶、葡萄牙牡蛎、短滨螺、密鳞牡蛎和日本索沙蚕，其优势度指数 Y 分别为：0.275、0.240、0.126、0.126、0.085、0.032、0.030。

2024 年秋季，潮间带生物共出现 2 个优势种，分别为齿纹蜒螺、近江牡蛎，其优势度指数 Y 分别为：0.13、0.12。

（4）生物多样性

2024 年春季，调查海域潮间带生物香农-威纳多样性指数 H'范围为 1.90~2.69，平均值为 2.36；种类丰富度指数 d 范围为 0.60~1.07，平均值为 0.82；均匀度指数 J'范围为 0.73~0.97，平均值为 0.87。

表 4.2-65 2024 年春季潮间带生物生态学参数、生物量及密度一览表

2024 年秋季，潮间带生物物种多样性指数 H'均值为 0.58（0.00~2.01）， 均匀度指数 J'均值为 0.75（0.32~1.00），丰富度指数 d 均值为 0.21（0.00~0.71），单纯度指数 C 均值为 0.75（0.39~ 1.00）。该调查海域整体潮间带生物群落多样性、丰富度和均匀度指数一般，单纯度指数一般，群落稳定性一般。

表 4.2-66 2024 年秋季潮间带生物生态学参数一览表

项目所调查潮间带站位未搜集到历史调查数据，无法比较潮间带生物多样性指数变化趋势。

4.2.7 渔业资源

4.2.7.1 调查时间及站位

渔业资源调查时间、站位与生态调查同步。

4.2.7.2 调查项目

鱼卵仔鱼的种类与数量，渔获物的种类组成、优势种、物种多样性、丰富度、渔业资源（重量、尾数）密度、渔获物体长、体重、幼体比例等。

4.2.7.3 渔业资源现状调查结果

1、鱼卵、仔稚鱼调查结果

（1）种类组成

2024 年春季，调查海域共采集到鱼卵 153 粒，其中水平拖网 151 粒，垂直拖网 2 粒；共采集到仔稚鱼 2 尾，其中水平拖网 1 尾，垂直拖网 1 尾。本航次共采集鉴定出鱼卵、仔稚鱼 2 目 2 科 2 种，另有一未定种仔稚鱼。调查海域采集鉴定到 1 种鱼卵样品，隶属于 1 目 1 科。采集鉴定到 1 种仔稚鱼样品，隶属于 1 目 1 科。

2023 年秋季，调查海域共采集到鱼卵 572 粒，其中水平拖网 571 粒，垂直拖网 1 粒；共采集到仔稚鱼 463 尾，其中水平拖网 460 尾，垂直拖网 3 尾。本航次共采集鉴定出鱼卵、仔稚鱼 5 目 8 科 11 种。调查海域采集鉴定到 2 种鱼卵样品，隶属于 2 目 2 科。采集鉴定到 11 种仔稚鱼样品，隶属于 5 目 8 科。

（2）数量分布

2024 年春季，水平拖网鱼卵密度均值为 0.051ind./m^3，垂直拖网鱼卵密度均值为 0.073ind./m^3。水平拖网仔稚鱼密度均值为 0.0003ind./m^3，垂直拖网仔稚鱼密度均值为 0.023ind./m^3。

2023 年秋季，水平拖网鱼卵密度均值为 0.226 ind./m^3，垂直拖网鱼卵密度均值为 0.031 ind./m^3。水平拖网仔稚鱼密度均值为 0.187 ind./m^3，垂直拖网仔稚

鱼密度均值为 0.068 ind./m^3。

2、底拖网渔业资源调查

（1）种类组成

2024 年春季，调查海域采集鉴定出游泳动物种类 26 种。其中，鱼类 14 种，占总种类数的 53.85%；虾类 7 种，占总种类数的 26.92%；蟹类 4 种，占总种类数的 15.38%；头足类 1 种，占总种类数的 3.85%。

表 4.2-67 2024 年春季游泳动物种类名录

类数的 17.07%；头足类 3 种，占总种类数的 7.32%。

表 4.2-68 2023 年秋季游泳动物种类名录

（2）优势种

2024 年春季，调查海域中共出现了 4 种优势种，按优势度 *IRI* 由高到低依次为日本蟳、葛氏长臂虾、凤鲚和安氏白虾，其优势度相对重要性指数 IRI 分别为：5658、3693、3290、1458；共出现了 5 种常见种，按优势度 *IRI* 由高到低依次为刀鲚、赤魟、口虾蛄、鮸和焦氏舌鳎。

2023 年秋季，调查海域渔获物中优势种为龙头鱼、日本蟳和口虾蛄，其优势度相对重要性指数 IRI 分别为：6449、3186、2267。

（3）物种多样性

2024 年春季，调查海域游泳动物各生态学指数详见表 4.2-69。

调查海域各站位基于个体数组成的生物香农-威纳多样性指数 *H'*分布在 1.47~2.63，平均为 2.09；丰富度指数 *d* 分布在 1.22~2.92，平均为 1.81；均匀度指数 *J'*分布在 0.49~0.72，平均为 0.65；单纯度指数 *C* 分布在 0.22~0.52，平均为 0.32。

调查海域各站位基于重量组成的生物香农-威纳多样性指数 *H'*分布在 1.70~2.84，平均为 2.30；丰富度指数 *d* 分布在 0.77~1.74，平均为 1.16；均匀度指数 *J'*分布在 0.51~0.85，平均为 0.72；单纯度指数 *C* 分布在 0.20~0.44，平均为 0.27。

表 4.2-69 2024 年春季调查海域各站位游泳动物生态学参数

2023 年秋季，整个调查海域游泳动物重量的多样性指数 *H'*均值为 2.55，范围为 2.21~2.84；均匀度 *J'*均值为 0.64，范围为 0.54~0.73；丰富度 *d* 均值为 1.75，范围为 1.21~ 2.12；单纯度 *C* 均值为 0.23，范围为 0.16~0.31。该海域游泳动物群落多样性、均匀度指数、丰富度指数较高，物种丰富度好，群落稳定性较好。

2023 年秋季，整个调查海域游泳动物尾数的多样性指数 *H'*均值为 2.74，范围为 2.31~3.03；均 匀度 *J'*均值为 0.69，范围为 0.58~0.78；丰富度 *d* 均值为 3.00，范围为 2.21~3.66；单纯度 *C* 均值为 0.22，范围为 0.16~0.34。该海域游泳动物群落多样性指数、丰富度高， 均匀度指数较高，单纯度指数较低，群落稳定性较好。

表 4.2-70 2023 年秋季调查海域各站位游泳动物生态学参数

根据项目所在海域 2022 年春季（5 月）及 2022 年秋季（10 月）历史调查数据显示：2022 年春季，调查海域游泳动物重量的多样性指数 H'值为 0.78~1.99，平均值为 1.68；2022 年秋季，调查海域游泳动物重量的多样性指数 H'值为 1.69~2.56，平均值为 2.41。整体而言，项目所在海域游泳动物重量的多样性指数稍有增加。

根据项目所在海域 2022 年春季（5 月）及 2022 年秋季（10 月）历史调查数据显示：2022 年春季，调查海域游泳动物尾数的多样性指数 H'值为 1.06~2.52，

平均值为 1.87；2022 年秋季，调查海域游泳动物尾数的多样性指数 H'值为 1.13~2.46，平均值为 1.76。整体而言，项目所在海域游泳动物尾数的多样性指数有所增加。

（4）渔获物（重量、尾数）分类群组成

2024 年春季渔获物重量中，鱼类尾数占总渔获尾数的 28.17%，虾类占 54.81%，蟹类占 16.88%，头足类占 0.14%；鱼类重量占总渔获重量的 39.86%，虾类占 16.69%，蟹类占 41.48%，头足类占 1.97%。尾数百分比以虾类占优势，重量百分比以蟹类和鱼类占优势。

2023 年秋季渔获物重量中，鱼类尾数占总渔获尾数的 48.65%，虾类占 36.76%，蟹类占 14.42%，头足类占 0.17%；鱼类重量占总渔获重量的 59.54%，虾类占 12.39%，蟹类占 27.76%，头足类占 0.31%。尾数百分比以鱼类和虾类占优势，重量百分比以鱼类和蟹类占优势。

（5）资源密度（重量、尾数）

2024 年春季，调查海域各站位渔业资源尾数密度变化范围为 11.51×10^3ind/km^2~53.52×10^3ind/km^2，平均值为 29.09×10^3ind./km^2；各站位渔业资源重量密度变化范围为 88.06kg/km^2~279.05kg/km^2，平均值为 162.13kg/km^2。

2023 年秋季，调查海域游泳动物重量和尾数资源密度均值分别为 373.18kg/km^2（225.11 kg/km^2~532.80 kg/km^2）和 39.25×10^3ind./km^2（20.75×10^3ind/km^2~114.71×10^3ind/km^2）。

（6）渔获物体长、体重和幼体比例

2024 年春季，不同种类渔获物体重、体长、幼体比例见表 4.2-71 所示。

表 4.2-71 2024 年春季不同种类渔获物体长、体重与幼体比例

2023 年秋季，不同种类渔获物体重、体长、幼体比例见表 4.2-72 所示。

表 4.2-72 2023 年秋季不同种类渔获物体长、体重与幼体比例

4.2.7.4 渔业生产现状

1、水产品产量

舟山市近年水产品总产量统计见表 4.2-73。

表 4.2-73 舟山市近年水产品总产量

舟山市 2023 年全市全年渔业总产量 195.62 万吨，比上年同期增长 3.88%，其中：其中海水养殖产量 31.30 万吨，海洋捕捞产量 164.27 万吨，淡水养殖产量 0.06 万吨。从捕捞看，国内捕捞产量 84.53 万吨，比上年同期下降 0.61%，远洋渔业产量 79.74 万吨，比上年同期增长 8.55%。

2、渔业总产值

2023 年舟山市渔业总产值 325.5 亿元，其中海水养殖产值 29.09 亿元、海洋捕捞产值 222.97 亿元，淡水养殖产值 0.08 亿元，水产苗种 0.31 亿元。舟山市近年渔业总产值见表 4.2-74。

表 4.2-74 舟山市近年渔业总产值统计

4.2.8 鸟类现状调查与评价

4.2.8.1 观察区域概况

本次鸟类调查的地点为海上风电布置区域附近，具体调查区域为杭州湾海上的滩浒山岛及附近划定海域、无人岛。其中滩浒山岛为唯一有居民的岛，有码头可上岸，其它均为无人岛。此区域同样是候鸟迁徙的重要通道。

此外本项目四周有四个区域建设有风电场，目前已建成的风机共计 186 个。

1、滩浒山岛概况

滩浒山岛位于风电场区的北面，属于舟山市洋山镇滩浒村，目前大部分村民已搬离，仅留少量居民；其余海岛以无人岛为主，据访问得知，部分小岛是一些水鸟的春夏繁殖地。低海拔有芦苇荡、大片滩涂，随着海拔上升有乔木和灌木分布，山顶有大片草地。浒山岛中心上分布有集中居住建筑群，也有零星菜地。





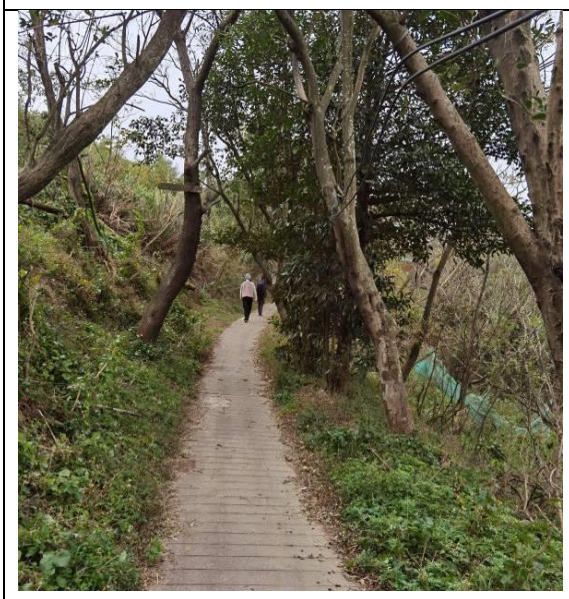





图 4.2-23 滩浒山岛生境照片

2、对口山屿、鱼尾屿概况

位于风电场区的东面，属于岩石岛礁生境，无植被覆盖，岩石表面及潮间带可能有石莼、浒苔等藻类附着生长。



图 4.2-24 对口山屿、鱼尾屿生境照片

3、大白畚斗山、钮子山屿等岛屿概况

位于风电场区的东面，岛上主要以灌木为主，分布少量的乔木，海岛边缘岩石大面积裸露，长期受海水侵蚀，表面粗糙且布满沟壑，有明显的海蚀穴、海蚀崖等海蚀地貌。



图 4.2-25 大白畚斗山、钮子山屿等生境照片

4、脚板屿、脚板北岛等岛屿概况

位于风电场区的东面，是距离风电评价范围最远的海岛，岩石海岸和灌丛草地生境，可能是由杜鹃、柃木、胡枝子等灌木组成的灌丛；也可能是包含针茅、羊草等草本植物的草地，是鸥类适宜繁殖地。



图 4.2-26 脚板屿、脚板北岛等生境照片

5、大白山岛概况

位于风电场区的东面，是评价范围内最大的无人岛，位于风电场区的东侧，植被丰富有乔木和灌木分布，灌木可能是杜鹃、柃木、胡枝子等；草丛有针茅、

羊草等草本植物，灯塔可为海鸟提供停歇观测点；其灯光可能吸引夜间趋光性昆虫，进而吸引以昆虫为食的鸟类。



图 4.2-27 大白山岛生境照片

6、小白山岛、里节屿等岛屿概况

位于风电场区的东北面，海岛有少量乔木——常绿林阔叶林，总体以灌木、草本植物为主，属于基岩海岸。



图 4.2-28 小白山岛、里节屿等生境照片

7、野黄盘岛、南野黄盘岛等概况

位于风电区域西北部，是风电区域内最大的海岛，有较密集的植被覆盖，

主要以灌木为主，观察发现不是鸥类适宜的繁殖场地。



图 4.2-29 野黄盘岛、南野黄盘岛生境照片

8、贴饼山岛等概况

位于风电场北侧，是距离风电范围最近的海岛，距离仅 0.5km。海岛底部岩石裸露，长期经受海水侵蚀，表面粗糙不平，发育出海蚀穴、海蚀崖等海蚀地貌，主要分布大量的草本植物及少量的灌木生境。



图 4.2-30 贴饼山岛生境照片

9、滩浒鸡娘礁、滩浒鸡娘东北岛

位于风电场区内，属于岩石岛礁生境，面积小，无植被覆盖，岩石表面及潮间带可能有石菡、浒苔等藻类附着生长。



图 4.2-31 滩浒鸡娘礁、滩浒鸡娘东北岛生境照片

10、风电场东侧海岛分布位置图

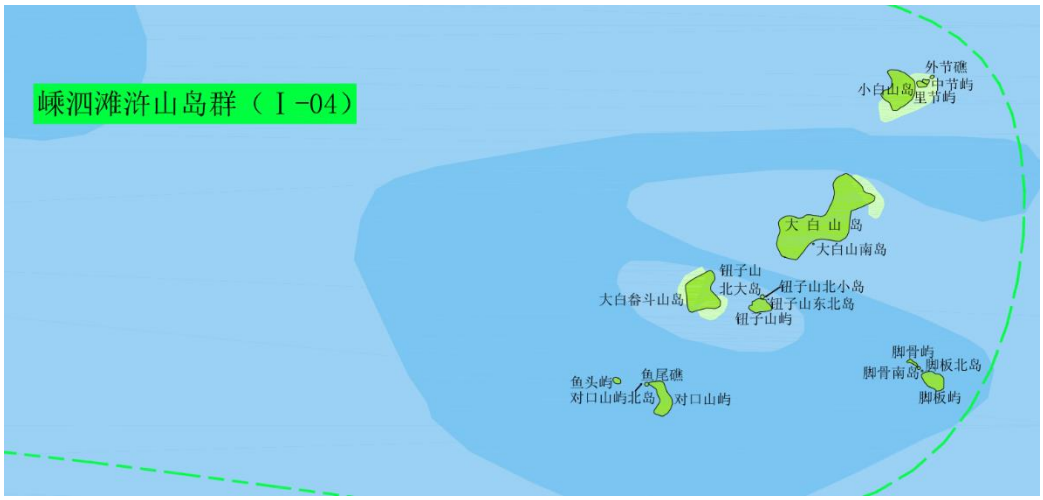


图 4.2-32 风电东侧无人岛分布位置图

11、区域风机概况

根据卫星图可以知道：2021 年 10 月 13 日的卫星图显示该项目附近无任何风电场；2022 年 7 月 21 日的卫星图显示正北风电场和西北方向风电场均已建成、西南方向风电场部分建成、东南方向风电场还没开始建设；2024 年 6 月 6 日的卫星图显示正北风电场和西北方向风电场均已建成、西南方向风电场部分建成、东南方向风电场全部建成；2025 年 4 月 24 日的卫星图显示上述四处风电场全部建成。

正北风电场与本项目风场边界最近距离 4.8km，该风电场布置有 25 台风电，其中位于本项目评价范围内的风电 18 台。

西北方向风电场与本项目风场边界最近距离 6.1km，该风电场布置有 37 台风电，其中位于本项目评价范围内的风电 9 台。

西南方向风电场与本项目风场边界最近距离 7.4km，该风电场布置有 70 台风电，其中位于本项目评价范围内的风电 7 台。

东南方向风电场与本项目风场边界最近距离 19.7km，该风电场布置有 54 台风电，均位于本项目评价范围外。

本项目四周有四个区域建设有风电场，现已全部建成，风电共计 186 台，其中有 34 台风电位于本项目评价范围内。

图 4.2-33 风电东侧无人岛分布位置图

图 4.2-34 本项目鸟类调查范围内风机分布情况

4.2.8.2 调查概况

1、观鸟相关依据

1）《海上风电工程环境影响评价技术规范》(国海环字(2014)。

2）《生物多样性观测技术导则 鸟类》(HJ710.4-2014)。

3）《环境影响评价技术导则 生态影响（HJ 19-2022）。

2、观鸟频次及具体调查时间确定

根据上述规范，确定观鸟频次和具体实施时间如下表。

表 4.2-75 本项目观鸟时间表

说明：由于时间限制，评价期间委托腾驰信息科技（杭州）有限公司组织鸟类专家（宁波市观鸟协会付会长张海华、会员陈波文）进行了 4 次调查，其余 5 次由建设单位购买杭州希澳环境科技有限公司原始观测资料。

3、观鸟设备和车船人员配备

1）2024 年 11 月 28 日一次

配备交通车两辆，船一艘，鸟类专家一人，辅助人员二人。

观鸟设备：森林人 10×50 双筒望远镜、森林人 20～60 倍单筒望远镜、佳能 R5 相机及佳能 200-800 毫米镜头。



图 4.2-35 2024 年 11 月观鸟人员及租船照片



图 4.2-36 张海华观鸟设备照片

2）2025 年 1 月 16 日、2025 年 3 月 23 日和 2025 年 4 月 5 日三次

每次配备交通车两辆，船一艘，鸟类专家一人，辅助人员二人。

观鸟设备：蔡司双筒望远镜 SFL（8X30）、蔡司单筒望远镜(20x60)观察；佳能 R7、佳能 RF100-500MM 长焦镜头拍摄。



图 4.2-37 2025 年 3 月 23 日观鸟人员及租船照片



图 4.2-38 2025 年 4 月 5 日观鸟人员及租船照片

4、调查内容

本次基于杭州湾海域样线、海岛、陆域三个区域鸟类数据（种类、数量、密度）的监测，对鸟类资源进行系统的调查与分析，进而分析海上风电建设对于鸟类活动的影响。

重点观测、记录观测区域内的各种鸟类，包括留鸟、迁徙路过的候鸟及越冬候鸟。

5、调查方法

本项目主要采用样线法和直接计数法进行调查。海上样线采用样线法，洋山镇滩浒社区海岛固定路线采用样线法中“分区直数法”，对岛上的样线进行鸟类观测数据统计。

6、调查区域

调查区域为风电场边线 8km 范围内的区域。具体调查滩浒山岛及附近划定海域、海岛。

（1）岛上调查样线

本次评价范围内观鸟的岛屿滩浒山岛为有人岛，根据岛上生境类型，设置了 2 条观鸟路线，线路一全长 0.8km，路线二全长 1km，步行速度 1.8km/h（符合 1.5~3 km/h），用时 1 小时。

九次岛上观鸟路线均相同，如下图。

图 4.2-39 本项目岛上观鸟线路图，路线一：蓝色、路线二：红色

（2）海上及无人岛调查样线

1）2024年11月28日

其它岛均无靠岸码头无法上岸观察，只能在船上尽量近岛观察，利用海上观鸟样线。

从平湖出独山码头区域出发至评价区，线路全长130km，其中评价区域内长65km，两侧各400m计，观鸟面积为52km^2（本项目观鸟区总面积498km^2，要求观鸟面积大于49.8km^2，本项目符合要求），海上船开行的平均速度为8节（符合7~16节），航行历时9小时，具体观鸟线路如下图。

a 2024年11月28日观鸟线路图

2）2025年1月19日、3月23日和4月5日三次

其它岛均无靠岸码头无法上岸观察，只能在船上尽量近岛观察，利用海上观鸟样线。

均从慈溪龙山码头区域出发至评价区，线路全长152km，其中评价区域内

长64km，两侧各400m计，观鸟面积为51.2km^2（本项目观鸟区总面积498km^2，要求观鸟面积大于49.8km^2，本项目符合要求），海上船开行的平均速度为8节（符合7~16节），航行历时10.3小时。

b 2025年1月19日、3月23日和4月5日三次观鸟线路图

3）其他五次引用资料

A、2023年8月8日-10日

线路全长138km，其中评价区域内长46km，两侧各400m计，观鸟面积为36.8km^2（本项目观鸟区总面积498km^2，要求观鸟面积大于49.8km^2，本次略小于要求），海上船开行的平均速度为8节（符合7~16节），航行历时9.3小时。

c 2023 年 8 月 8 日观鸟线路图

B、2023 年 9 月 13-16 日

线路全长 116km，其中评价区域内长 49.9km，两侧各 400m 计，观鸟面积为 39.9km2（本项目观鸟区总面积 498km^2，要求观鸟面积大于 49.8km^2，本次略小于要求），海上船开行的平均速度为 8 节（符合 7~16 节），航行历时 7.8 小时。

d 2023 年 9 月 15 日观鸟线路图

C、2023 年 10 月 11-13 日

线路全长 110km，其中评价区域内长 54.7km，两侧各 400m 计，观鸟面积为 43.8km^2（本项目观鸟区总面积 498km^2，要求观鸟面积大于 49.8km^2，本次略小于要求），海上船开行的平均速度为 8 节（符合 7~16 节），航行历时 7.4 小时。

e 2023 年 10 月 12 日观鸟线路图

D、2023 年 12 月 25-28 日

线路全长 97.3km，其中评价区域内长 50.6km，两侧各 400m 计，观鸟面积为 40.5km^2（本项目观鸟区总面积 498km^2，要求观鸟面积大于 49.8km^2，本次略小于要求），海上船开行的平均速度为 8 节（符合 7~16 节），航行历时 6.6 小时。

f 2023 年 12 月 27 日观鸟线路图

图 4.2-40 海上观鸟线路图

E、2024 年 6 月 23 日

资料单位没有提供路线图。

4.2.8.3 鸟类调查结果

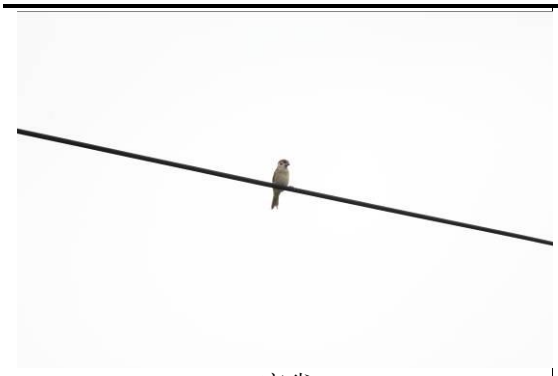
1、2023 年 8 月 8 日观察结果（第一次）

（1）滩浒山岛观察结果

滩浒山岛观察结果观察结果如下表。

表 4.2-76 滩浒山岛观察结果统计表

鸟类分布图和拍摄到的鸟类照片如下所示。



a 麻雀



b 棕背伯劳

图 4.2-41 第一次观测滩浒山岛鸟类照片

1）数量组成：统计外业调查数据，滩浒山岛调查区块记录到鸟类涉及雀形目伯劳科、雀形目扇尾莺科、雀形目鹎科、雀形目树莺科、雀形目椋鸟科、雀形目麻雀科 1 个目 6 个科 6 种，共 46 只次。累计数量超过调查区块鸟类总数 10%的种类是麻雀、白头鹎、八哥，分别记录到个体数为 19 只、12 只、9 只，各占调查区块的 41.3%、26.09%、19.57%，为调查区块优势物种。剩余强脚树莺、棕背伯劳、纯色山鹪莺 3 种数量在调查区块鸟种总数 1%~10%。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-77 滩浒山岛鸟类居留型和生态类型

调查期间，全为留鸟，同时生态类群全为非水鸟。

3）保护鸟类与受胁鸟类：6种鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。所有物种均为无危（LC）。

（2）海上及无人岛样线上样线观察结果

表 4.2-78 海上及无人岛样线观察结果统计表

补充鸟类分布图拍摄到的鸟类照片如下所示。



a 大凤头燕鸥



2b 黑尾鸥

图 4.2-42 第一次观测海上及无人岛鸟类照片

1）数量组成：统计外业调查数据，海上及无人岛样鸻形目鸥科1个目1个科

2种，共17只次。黑尾鸥、大凤头燕鸥，分别记录到个体数为9只、8只，各占调查区块的52.94%、47.06%

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-79 海上及无人岛样线鸟类居留型和生态类型

调查期间，样线记录到夏候鸟2种占比100%，同时生态类群全为水鸟。

3）保护鸟类与受胁鸟类：大凤头燕鸥1种为国家二级重点保护野生动物，黑尾鸥1种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，同时黑尾鸥为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类；物种均为无危（LC）。

2、2023 年 9 月 15 日观察结果（第二次）

（1）滩浒山岛观察结果

滩浒山岛观察结果观察结果如下表。

表 4.2-80 滩浒山岛观察结果统计表



红尾伯劳



f北灰鹟

图 4.2-43 第二次观测滩浒岛鸟类照片

1）数量组成：统计外业调查数据，滩浒山岛调查区块记录到鸟类涉及鸽形目鸠鸽科、夜鹰目雨燕科、鹈形目鹭科、佛法僧目佛法僧科、佛法僧目翠鸟科、啄木鸟目啄木鸟科、雀形目山椒鸟科、雀形目王鹟科、雀形目伯劳科、雀形目扇尾莺科、雀形目燕科等6个目18个科21种，共141只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是麻雀、八哥、白腰雨燕，分别记录到个体数为54只、17只、15只，各占调查区块的38.3%、12.06%、10.64%，为调查区块优势物种。同时数量在调查区块鸟种总数1%~10%的有白头鹎、家燕、棕背伯劳、暗绿绣眼鸟、双斑绿柳莺、珠颈斑鸠、紫寿带、纯色山鹪莺、黄鹡鸰共计9种。其余9种鸟类记录总数占改调查区总记的1%以下。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-81 海上及无人岛样线鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有9种、旅鸟8种和夏候鸟4种，分别占总数的42.86%、38.10%和19.05%，正值秋迁徙候鸟过境，区域内旅鸟仅次于留鸟占比较高，生态类群非水鸟35种占比95.24%，水鸟1种占比4.76%。

3）保护鸟类与受胁鸟类：紫寿带、三宝鸟2种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。紫寿带为《中国脊椎动物红色名录》和IUCN物种红色名录的近危（NT）物种，三宝鸟等其余物种均为无危（LC）。

（2）海上及无人岛样线上样线观察结果

表 4.2-82 海上及无人岛样线观察结果统计表

1）数量组成：统计外业调查数据，海上及无人岛样线记录到鸟类鹈形目鹭科、鸻形目鸥科、隼形目隼科、雀形目燕科、雀形目鹬鸻科3个目5个科7种，共26只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是白鹭、黑尾鸥、家燕、牛背鹭、大凤头燕鸥，分别记录到个体数为10只、4只、4只、3只、3只各占调查区块的38.46%、15.38%、15.38%、11.54%、11.54%，为调查区块优势物种。红隼、白鹡鸰2种数量均在调查区块鸟种总数1%~10%

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-83 海上及无人岛样线鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到夏候鸟4种、留鸟有3种，分别占总数的57.14%、42.86%，区域内夏候鸟占优势，生态类群水鸟4种占比57.14%，非水鸟3种占比42.86%，水鸟居多。

3）保护鸟类与受胁鸟类：大凤头燕鸥、红隼2种被列为国家二级重点保护野生动物”。黑尾鸥1种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，其余鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类，所有物种均为无危（LC）。

3、2023 年 10 月 12 日观察结果（第三次）

（1）滩浒山岛观察结果

滩浒山岛观察结果观察结果如下表。

表 4.2-84 滩浒山岛观察结果统计表

图 4.2-45 第三次观测滩浒山岛鸟类观察照片

分析

1）数量组成：统计外业调查数据，滩浒山岛调查区块记录到鸟类涉及鸽形目鸠鸽科、隼形目隼科、雀形目伯劳科、雀形目燕科、雀形目柳莺科、雀形目山雀科、雀形目燕雀科等3个目14个科36种，共141只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是白头鹎、麻雀、八哥，分别记录到个体数为41只、35只、20只，各占调查区块的29.08%、24.82%、14.18%，为调查区块优势物种。同时数量在调查区块鸟种总数1%~10%的有白鹡鸰、珠颈斑鸠、黄雀、北灰鹟、黄腰柳莺、纯色山鹪莺、黄腹山雀、棕背伯劳、黄鹡鸰、大山雀共计10种。其余7种鸟类记录总数占改调查区总记的1%以下。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-85 滩浒山岛鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有10种、旅鸟5种、冬候鸟3种和夏候鸟2种，分别占总数的50%、25%、15%和10%，区域内留鸟占比较高，生态类群非水鸟20种占比100%

3）保护鸟类与受胁鸟类：红脚隼1种被列为国家二级重点保护野生动物，其余鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。鸟种均为无危（LC）。

（2）海上及无人岛样线上样线观察结果

表 4.2-86 海上及无人岛样线观察结果统计表

1）数量组成：统计外业调查数据，海上及无人岛样线记录到鸟类涉及鸻形目鸥科、隼形目隼科2个目2个科2种，共3只次。黑尾鸥、红隼，分别记录到个体数为2只、1只各占调查区块的66.66%、33.33%，为调查区块优势物种。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-87 海上及无人岛样线鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟、夏候鸟各1种，分别占总数的50%，生态类群非水鸟1种占比50%，水鸟1种占比50%，水鸟与非水鸟占比持平。

3）保护鸟类与受胁鸟类：红隼1种被列为国家二级重点保护野生动物。黑尾鸥1种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，物种均为无危（LC）。

4、2023 年 12 月 27 日观察结果（第四次）

（1）滩浒山岛观察结果

滩浒山岛观察结果观察结果如下表。

表 4.2-88 浒山岛观察结果统计表

目鸠鸽科、鸻形目鸥科、雀形目伯劳科、雀形目山雀科、雀形目麻雀科、雀形目鹎科等3个目13个科18种，共87只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的一共3钟，种类是白头鹎、八哥、麻雀，分别记录到个体数为13只、11只、11只，各占调查区块的14.94%、12.64%、12.64%，为调查区块优势物种。同时数量在调查区块鸟种总数1%~10%的有山斑鸠、珠颈斑鸠、西伯利亚银鸥、棕背伯劳、远东山雀纯色山鹪莺、棕扇尾莺、栗耳短脚鹎等共计15种。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-89 滩浒山岛鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有10种、冬候鸟8种。分别占总数的55.56%、44.44%，调查区域内留鸟占比较高，生态类群非水鸟17种占比94.44%，水鸟1种占比5.56%，。

3）保护鸟类与受胁鸟类：以上鸟种均为是我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类，鸟种为无危（LC）。

（2）海上及无人岛样线上样线观察结果

表 4.2-90　海上及无人岛样线观察结果统计表

鸟类分布图和拍摄到的鸟类照片如下所示。



a 西伯利亚银鸥

图 4.2-47 第四次观测海上及无人岛鸟类观察照片

1）数量组成：调查期间，仅记录到鸻形目鸥科鸟种黑尾鸥、西伯利亚银鸥2种，数量5只

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-91 海上及无人岛样线鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到冬候鸟、夏候鸟各1种，分别占总数的50%，全为水鸟。

3）保护鸟类与受胁鸟类：黑尾鸥1种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，同时均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。鸟种均为无危（LC）。

观测发现黑尾鸥有部分越冬的个体。

5、2024 年 6 月 23 日观察结果（第五次）

（1）滩浒山岛观察结果

滩浒山岛观察结果观察结果如下表。

表 4.2-92 滩浒山岛观察结果统计表

鸟类分布图和拍摄到的鸟类照片如下所示。



a 家燕



b 暗绿绣眼鸟



c 八哥



d 黑尾鸥

图 4.2-48 第五次观测滩浒山岛鸟类观察照片

分析

1）数量组成：统计外业调查数据，滩浒山岛调查区块记录到鸟类涉及鸽形

目鸻鸻科、鹬形目鹭科、鸻形目鸥科、雀形目山雀科、雀形目燕科、雀形目麻雀科、雀形目鹎科等4个目10个科11种，共77只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的一共4钟，种类是黑尾鸥、家燕、白头鹎、八哥，分别记录到个体数为16只、16只、15只、9只，各占调查区块的20.78%、20.78%、19.48%、11.69%，为调查区块优势物种。同时数量在调查区块鸟种总数1%~10%的有珠颈斑鸠、大山雀、麻雀、暗绿绣眼鸟、远东树莺、强脚树莺、白鹭共计7种。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-93 滩浒山岛鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有8种、夏候鸟3种。分别占总数的72.72%、27.27%，调查区域内留鸟占比较高，生态类群非水鸟10种占比90.91%，水鸟1种占比9.09%。

3）保护鸟类与受胁鸟类：黑尾鸥为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，也是我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类，鸟种为无危（LC）。

（2）海上及无人岛样线上样线观察结果

表 4.2-94 海上及无人岛样线观察结果统计表

鸟类分布图和拍摄到的鸟类照片如下所示。



a 黑尾鸥-1



b 黑尾鸥-2

图 4.2-49 第五次观测海上及无人岛鸟类照片

1）数量组成：调查期间，仅记录到鸻形目鸥科鸟种黑尾鸥1种，数量243只次。

2）鸟类居留型和生态类型分析：黑尾鸥为夏候鸟、水鸟。

3）保护鸟类与受胁鸟类：黑尾鸥1种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，同时也为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。鸟种为无危（LC）。

6、2024 年 11 月 28 日观察结果（第六次）

1）滩浒山岛观察结果

滩浒山岛观察结果观察结果如下表。

表 4.2-95 滩浒山岛观察结果统计表

鸟类分布图和拍摄到的鸟类照片如下所示。



a 蓝矶鸫（雌）



b 游隼



c 八哥



d 棕背伯劳

图 4.2-50 第六次观测滩浒山岛鸟类照片

1）数量组成：统计外业调查数据，滩浒山岛调查区块记录到鸟类涉及及雁形目鸭科、隼形目隼科、雀形目山雀科、雀形目鹎科、雀形目椋鸟科、雀形目鸫科、雀形目鹟科、雀形目鹊鸲科、雀形目鸦科等3个目9个科的10种鸟类，共54只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是八哥，分别记录到个体数为30只，各占调查区块的55.56%，为调查区块优势物种。其余：罗纹鸭、游隼、白头鹎、红尾斑鸫、大山雀、鹊鸲、蓝矶鸫、灰头鸦、白鹡鸰数量在调查区块鸟种总数1%~10%。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-96 滩浒山岛鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有7种、冬候鸟3种。分别占总数的70%、30%，区域内留鸟占优势，生态类群非水鸟9种占比90%，水鸟1种占比10%，非水鸟占比高。

3）保护鸟类与受胁鸟类：游隼为国家二级重点保护野生动物，罗纹鸭1种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，其余鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。罗纹鸭1种为近危（NT），其余鸟种均为无危（LC）。

此次鸟类调查时，由于天气已经比较寒凉，因此未见海上及岛上迁徙路过的旅鸟，所见以岛上留鸟与少量冬候鸟为主。

访问当地村民得知，在春秋迁徙高峰季节，在滩浒山岛上短暂停留的候鸟数量较多。早年曾有人专门于迁徙季在岛上张网，进行捕捉候鸟的非法活动，近年来有所收敛。此外，在调查海域的一些无人岛上，在春夏鸟类繁殖季，村民也反映有不少鸥、鹭之类的水鸟在岛上繁殖。具体有待于今后的当季鸟类调查。

（2）海上及无人岛样线上样线观察结果

表 4.2-97 海上及无人岛样线观察结果统计表

1）数量组成、鸟类居留型和生态类型分析、保护鸟类与受胁鸟类：统计外业调查数据，海上及无人岛样线区块记录到仅记录到雀形目鹟科鸟类——蓝矶鸫 1 种，属于非水鸟，留鸟型，为我国“三有”保护动物即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。为无危（LC）。

7、2025 年 01 月 19 日观察结果（第七次）

（1）滩浒山岛观察结果

滩浒山岛观察结果观察结果如下表。

表 4.2-98 滩浒山岛观察结果统计表



a 北红尾鸲

b 红尾鸲



c 树鹨



d 大山雀



e 黄喉鹀



f 强脚树莺

图 4.2-52 第七次观测滩浒山岛鸟类照片

1）数量组成：统计外业调查数据，滩浒山岛调查区块记录到鸟类涉及鸽形目鸠鸽科、鹈形目鹭科、隼形目隼科、雀形目山雀科、雀形目攀雀科、雀形目扇尾莺科、雀形目鹎科等4个目12个科20种，共175只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是白头鹎、麻雀、中华攀雀、黄喉鹀，分别记录到个体数为50只、26只、20只、18只，各占调查区块的28.57%、14.86%、11.43%、10.29%，为调查区块优势物种。同时数量在调查区块鸟种总数1%~10%的有珠颈斑鸠、大山雀、纯色山鹪莺、强脚树莺、棕头鸦雀、八哥、白腹鹞、北红尾鸲、树鹨、小鹀、灰头鹀共计11种。其余5种鸟类记录总数占改调查区总记的1%

以下。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-99 滩浒山岛鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有12种、冬候鸟8种。分别占总数的60%、40%，区域内留鸟的占比最高，生态类群非水鸟26种占比96.3%，水鸟1种占比3.7%。

3）保护鸟类与受胁鸟类：游隼种被列为国家二级重点保护野生动物，其余鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。罗纹鸭1种为近危（NT），其他鸟种均为无危（LC）。

（2）海上及无人岛样线上样线观察结果

表 4.2-100 海上及无人岛样线观察结果统计表

补充鸟类分布图拍摄到的鸟类照片如下所示。

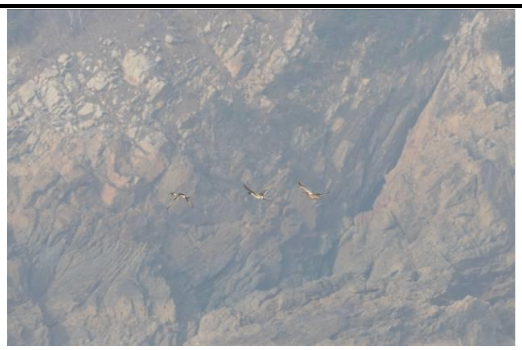
图 4.2-53 重点鸟类分布图



a 黑尾鸥（幼）



b 西伯利亚银鸥



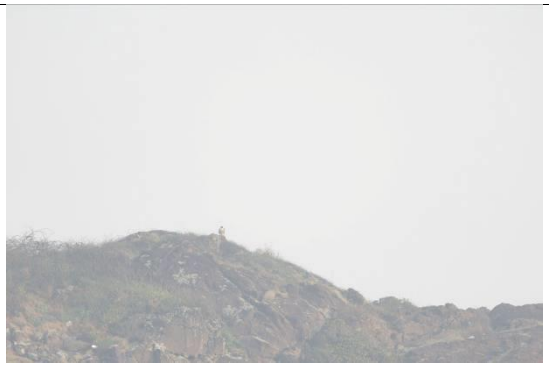
c 针尾鸭与绿头鸭雌



4d 罗纹鸭



e 普通鵟



f 游隼

图 4.2-54 第七次观测海上及无人岛鸟类照片

1）数量组成：统计外业调查数据，海上及无人岛样线调查区块记录到鸟类涉及雁形目鸭科、鸻形目鸥科、鹰形目鹰科、隼形目隼科、雀形目伯劳科等5个

目5个科10种，共64只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是黑尾鸥、斑嘴鸭、绿翅鸭、西伯利亚因鸥，分别记录到个体数为21只、14只、13只、7只，各占调查区块的32.81%、21.88%、20.31%、10.94%，为调查区块优势物种。同时数量在调查区块鸟种总数1%~10%的有罗纹鸭、绿头鸭、针尾鸭、游隼、普通鵟、棕背伯劳共计16。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-101 海上及无人岛样线鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到冬候鸟7种、留鸟有2种、夏候鸟1种。分别占总数的70%、20%、10%，区域内冬候鸟占比最高，生态类群水鸟7种占比70%，非水鸟3种占比30%，水鸟占优势。

3）保护鸟类与受胁鸟类：普通鵟、游隼2种被列为国家二级重点保护野生动物，罗纹鸭、斑嘴鸭、绿头鸭、针尾鸭、绿翅鸭、黑尾鸥等6种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，其余鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。罗纹鸭1种为近危（NT），其他鸟种均为无危（LC）。

观察发现主要鸭类分布在无人海岛附近的水域，鸥类主要是在风电区域外围飞行或漂浮于海面上观测得到。

8、2025 年 3 月 23 日观察结果（第八次）

（1）滩浒山岛观察结果

滩浒山岛观察结果观察结果如下表。

表 4.2-102 滩浒山岛观察结果统计表

图 4.2-55 重点鸟类分布图



a 乌鸫



b 黄腹山雀



c 苇鸦



d 小鸦



e 田鸦



f 棕脸鹟莺

图 4.2-56 第八次观测滩浒山岛鸟类照片

分析

1）数量组成：统计外业调查数据，滩浒山岛调查区块记录到鸟类涉及鸻形目鸥科、犀鸟目戴胜科、雀形目山雀科、雀形目攀雀科、雀形目鸦科等3个目17个科27种，共163只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是麻雀、白头鹎、八哥，分别记录到个体数为32只、30只、25只，各占调查区块的19.63%、18.4%、15.34%，为调查区块优势物种。同时数量在调查区块鸟种总数1%~10%的有大山雀、黄腹山雀、中华攀雀、家燕、棕脸鹟莺、强脚树莺、红头长尾山雀、暗绿绣眼鸟、白腹鸫、白鹡鸰、黄喉鸦、苇鸦、小鸦、灰头鸦共计14种。

其余10种鸟类记录总数占改调查区总记的1%以下。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-103 海上及无人岛样线鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有13种、冬候鸟12种、夏候鸟2种。分别占总数的48.15%、44.44%、7.41%，区域内冬候鸟仅次于留鸟占比较高，生态类群非水鸟26种占比96.3%，水鸟1种占比3.7%。

3）保护鸟类与受胁鸟类：黑尾鸥1种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，其余鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。田鸡1种为易危物种（VU），其余鸟种均为无危（LC）。

上述鸟类名单中， 唯一的水鸟——黑尾鸥出现在滩浒山岛滩涂上，其余非水鸟以雀形目为主，主要出现在滩浒山岛灌丛生境、鹀科出现在样线中间位置的乔林带，鹀集中出现在滩浒山岛样线末端几处裸露的草皮上觅食，易危物种田鹀与其混群觅食。

（2）海上及无人岛样线上样线观察结果

表 4.2-104 海上及无人岛样线观察结果统计表

鸟类分布图拍摄到的鸟类照片如下所示。

图 4.2-57 重点鸟类分布图



a 黑尾鸥



b 普通鵟

图 4.2-58 第八次观测海上及无人岛鸟类照片

分析

1）数量组成：统计外业调查数据，海上及无人岛样线记录到鸟类涉及鸻形目鸥科、鹰形目鹰科、雀形目伯劳科、雀形目燕科、雀形目鹎科3个目5个科5种，共52只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是黑尾鸥、家燕，分别记录到个体数为36只、12只，各占调查区块的69.23%、23.08%，为调查区块优势物种。其余普通鵟、棕背伯劳、白头鹎共计3种数量均在调查区块鸟种总数1%~10% 。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-105 海上及无人岛样线鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有2种、夏候鸟2种和冬候鸟1种，分别占总数的40%、40%、20%，区域内留鸟、夏候鸟相近，生态类群非水鸟4种占比80%，水鸟1种占比20%，非水鸟占优。

3）保护鸟类与受胁鸟类：普通鵟1种被列为国家二级重点保护野生动物，记录于无人岛调查区块的大白山岛上空。黑尾鸥1种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，黑尾鸥、棕背伯劳、家燕、白头鹎也均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类；鸟种均为无危（LC）。

上述鸟类名单中，黑尾鸥数量较多，主要集中在滩浒山岛外 3km 左右的风电海域，多见于附近养殖漂浮物，少部分飞行记录，非水鸟记录于无人岛，普通鵟自 1 月份观测以来均有记录，说明其一直稳定在大白山岛越冬。

9、2025 年 4 月 06 日观察结果（第九次）

（1）滩浒山岛观察结果

滩浒山岛观察结果观察结果如下表。

表 4.2-106 滩浒山岛观察结果统计表

鸟类分布图和拍摄到的鸟类照片如下所示。

图 4.2-59 重点鸟类分布图



a 日本灰头鹀（舟山市鸟类新纪录）



b 中华攀雀



c 黄眉鹀



d 小鹀



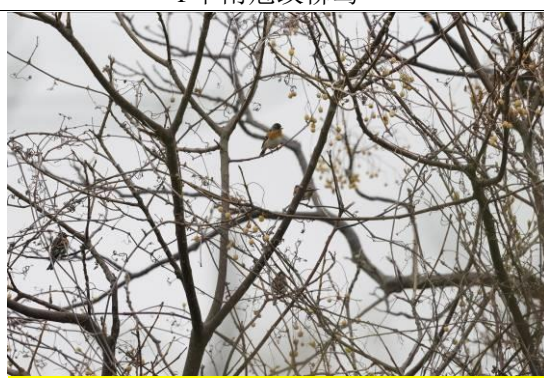
e 黑眉柳莺



f 华南冠纹柳莺



h 蓝矶鸫



i 燕雀

图 4.2-60 第九次观测滩浒山岛鸟类照片

分析

1）数量组成：统计外业调查数据，滩浒山岛调查区块记录到鸟类涉及鸽形目鸠鸽科、鸻形目丘鹬科、犀鸟目戴胜科、雀形目伯劳科、雀形目山雀科、雀形目攀雀科、雀形目柳莺科、雀形目鸦科等4个目20个科36种，共301只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是白头鹎、小鸦、麻雀，分别记录到个体数为47只、40只、31只，各占调查区块的15.61%、13.29%、10.30%，为调查区块优势物种。同时数量在调查区块鸟种总数1%~10%的有珠颈斑鸠、大山雀、黄腹山雀、中华攀雀、家燕、黄腰柳莺、强脚树莺、远东树莺、红头长尾山雀、暗绿绣眼鸟、八哥、白腹鸫、斑鸫、燕雀、灰头鸦、黄眉鸦共计16种。其余17种鸟类记录总数占改调查区总记的1%以下。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-107 滩浒山岛鸟类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有16种、冬候鸟13种、旅鸟4种和夏候鸟3种，分别占总数的44.44%、36.11%、11.11%和8.33%，区域内冬候鸟仅次于留鸟占比较高，生态类群非水鸟35种占比97.2%，水鸟1种占比2.8%。

3）保护鸟类与受胁鸟类：黑尾鸥1种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，其余鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类。鸟种均为无危（LC）。

上述鸟类名单中，主要为雀形目鸟类，鸦类主要在山顶的草皮啄食、柳莺在灌丛、树干觅食，八哥、白头鹎、斑鸠等喜欢停栖于树顶。

值得一提的是日本灰头鸦，一共观测到2只，一雄一雌，作为灰头鸦的日本亚种（E. s. personata），此次发现属于舟山市鸟类新纪录，该种主要繁殖于库页岛南部和千岛群岛，南至日本北海道和本州中部，越冬于日本南部；迁徙时在中国东部沿海地区及台湾偶有记录。该种在浙江实属罕见。说明浙江海岛具有一定的越冬种群。同时，华南冠纹柳莺、黑眉柳莺在海岛的记录也是相对罕见的鸟种。

（2）海上及无人岛样线上样线观察结果

表 4.2-108 海上及无人岛样线观察结果统计表

鸟类分布图及拍摄到的鸟类照片如下所示。

图 4.2-61 重点鸟类分布图



a 西伯利亚银鸥



b 雀鹰



c 黑尾塍鹬、斑尾塍鹬、白眉鸭

图 4.2-62 第九次观测海上及无人岛鸟类照片

1）数量组成：统计外业调查数据，海上及无人岛样线记录到鸟类涉及雁形目鸭科、鸽形目鸠鸽科、鸻形目丘鹬科、鸻形目鸥科、鹰形目鹰科、雀形目伯劳科、雀形目山雀科、雀形目燕科、雀形目鹎科、雀形目鹟科等5个目9个科11种，共54只次。累计数量超过调查区块鸟类总数10%的种类是黑尾塍鹬、家燕、黑尾鸥，分别记录到个体数为15只、15只、9只，各占调查区块的27.78%、27.78%、16.67%，为调查区块优势物种。其余数量均在调查区块鸟种总数

1%~10%的有白眉鸭、珠颈斑鸠、斑尾塍鹬、西伯利亚银鸥、雀鹰、大山雀、白头鹎、蓝矶鸫共计8种。

2）鸟类居留型和生态类型分析：

表 4.2-109 海上及无人岛样线类居留型和生态类型

调查期间，记录到留鸟有4种、旅鸟3种、冬候鸟2种和夏候鸟2种，分别占总数的36.36%、27.27%、18.18%和18.18%，区域内留鸟占优势，生态类群非水鸟6种占比54.55%，水鸟5种占比45.45%，水鸟与非水鸟占比接近。

3）保护鸟类与受胁鸟类：雀鹰1种被列为国家二级重点保护野生动物，记录于无人岛调查区块的大白山岛。白眉鸭、黑尾塍鹬、斑尾塍鹬、黑尾鸥4种为《浙江省重点保护陆生野生动物名录》的鸟类，其余鸟种均为我国“三有”保护动物，即被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》的鸟类；滩浒岛西北侧记录到的黑尾塍鹬、斑尾塍鹬2种鸟类为《中国脊椎动物红色名录》和IUCN物种红色名录的近危（NT）物种，其他物种均为无危（LC）。

上述鸟类名单中，主要为雀形目、鸻形目鸟类，鸭科、丘鹬科水鸟多集中于海上样线飞行，小部分黑尾鸥喜在海面漂浮物停留，此次黑尾鸥数量远不如3月，可能是退潮黑尾鸥近岸觅食的原因。非水鸟的雀形目鸟类多居于无人岛停栖鸣唱，家燕、雀鹰喜于无人岛上空飞行盘旋 。

10、九次观察结果统计分析

1）调查结果统计

2023年8月至2025年4月调查期间，春季2次（2025年3月、2025年4月）、夏季2次（2023年8月、2024年6月）、秋季3次（2023年9月、2023年10月、2024年

11月）、冬季2次（2023年12月、2025年1月）共计9次，在调查区域共记录到11目32科75种1651只次，其中滩浒岛记录到10目30科1185种只，海上样线及无人岛记录到7目13科24种466只次。

春季，滩浒岛调查区块记录到鸟类4目20科40种464只次，海上样线及无人岛调查区块记录到鸟类5目10科13种106只次。

夏季，滩浒岛调查区块记录到鸟类4目12科13种123只次，海上样线及无人岛调查区块记录到鸟类1目1科2种260只次。

秋季，滩浒岛调查区块记录到鸟类8目24科34种336只次，海上样线及无人岛调查区块记录到鸟类4目6科8种31只次。

冬季，滩浒岛调查区块记录到鸟类5目18科28种262只次，海上样线及无人岛调查区块记录到鸟类5目5科10种69只次。

各区域鸟类种类及数量统计详见**附录 I：鸟类调查名录。**

2）居留型

根据鸟类迁徙行为的有无以及在特定区域出现的季节性特征划分鸟类的居留型，包括冬候鸟（在区域越冬的鸟类）、旅鸟（迁徙经过该区域的鸟类）、夏候鸟（夏季迁入该区域，繁殖结束以后再迁走的鸟类）和留鸟（四季均在区域出现的鸟类）等。风电场区域和周边海岛及海域和陆域鸟类按居留型特征分为冬候鸟、旅鸟、夏候鸟和留鸟。各区域及整个区域鸟类群落居留型种类和数量密度组成分别见图 4.2-63、图 4.2-64。

调查期间滩浒山岛记录到冬候鸟、留鸟、旅鸟、夏候鸟分别为22种、23种、13种、6种，分别占区域记录到鸟种数的34.38%、35.94%、20.31%和9.38%，海上样线及无人岛记录到冬候鸟、留鸟、旅鸟、夏候鸟分别为8种、9种、3种、4种。分别占区域记录到鸟种数的33.33%、37.5%、12.5%和16.67%。

图 4.2-63 区域鸟类群落居留型种类组成

调查期间滩浒山岛记录到冬候鸟、留鸟、旅鸟和夏候鸟个体数量密度分别占22.28%、67.34%、3.21%和7.17%，海上样线及无人岛分别占10.30%、6.22%、4.08%和79.4%

图 4.2-64 区域鸟类群落居留型数量密度组成

从居留型种类组成来看，滩浒山岛和海上及无人岛样线以留鸟种类占比最高、冬候鸟其次；数量密度组成上，滩浒山岛留鸟数量密度占比最高，而海上及无人岛样线夏候鸟占绝对优势。

3）不同观察区域随季节变化统计分析

图 4.2-65 滩浒岛四季鸟种种类及鸟类密度分析

图 4.2-66 滩浒岛四季鸟种种类及鸟类密度分析

滩浒岛调查区域鸟类群落中，春、夏、秋、冬季分别记录到40种、13种、34种和 28种鸟类，春季记录到种类最多，其次为秋季，夏季最少。个体数量密度上春季 最高，其次为秋季和冬季，最少为夏季，种类和个体数量密度季节变化上表现出 较为明显的中途停歇地特征，同时冬季鸟类个体种类也比较多，数量密度也比较高，表明区域作为越冬鸟类栖息地特征也比较明显。

海上及无人岛样线区域鸟类群落中，春夏秋冬季分别记录13种、2种、8种、10种，同时夏季鸟类个体数量较高表明区域夏季繁殖鸟类个体数较多，冬季鸟类个体种类也比较多，数量密度也比较高，表明区域作为越冬鸟类栖息地特征也比较明显。

这些季节动态特征表明，不同类群的鸟类对区域栖息地的利用在季节上存在差异，不同类群或者同一类群内不同种类利用区域作为中途停歇地、越冬地或者繁殖地。

4）种类和密度组成

调查期间，滩浒岛、海上样线及无人岛分别记录到鸟类64种、24种，共计1651只次，滩浒岛以雀形目鸟类密度以绝对优势占比、其次是鸻形目、鸽形目；海上样线及无人岛以鸽形目鸟类密度最多、其次是雀形目、雁形目；区域合计总体鸟类数量密度组成依次为雀形目、鸽形目为主，区域鸟类群落目水平种类数组成见区域鸟类群落目水平种类数组成见表 4.2-110。

表 4.2-110 区域鸟类群落目水平种类数组成

科水平数量密度组成上，滩泐岛以鸭科鸟类密度数量最多，其余依次为雀科、椋鸟科和鸦科；海上样线及无人岛以鸥科鸟类数量密度最多，其余依次为鸭科、燕科，区域合计上，鸥科记录到的鸟类数量密度最多，其次为鸭科、雀科。科水平数量密度组成如下表。

表 4.2-111 科水平数量密度组成

物种水平上，滩浒岛记录鸟类个体数量密度占（3%以上）的种类有白头鹎（19.16%）、麻雀（17.89%）、八哥（13.76%）、家燕（4.64%）、小鸦（4.47%）、大山雀（3.29%）；海上样线及无人岛鸟类个体密度优势种为黑尾鸥（69.74%）、黑尾塍鹬（3.22%）、家燕（6.65%）、斑嘴鸭（3.00%），滩浒岛优势种主要是雀形目留鸟为主，夏季繁殖的家燕数量密度也较多，同时越冬的鸦类数量密度相对较多，海上及无人岛样线优势物种全部为鸥科、丘鹬科、鸭科的水鸟，主要为夏天无人岛繁殖的黑尾鸥为主，以及区域过境的丘鹬科水鸟。

5）保护鸟类和受胁鸟类

①重点鸟类保护概况

根据2021年2月5日最新发布的《国家重点保护野生动物名录》，调查区域总记录76种鸟类，其中国家二级重点保护鸟类整个区域共记录到2目2科6种，占总鸟类种类的7.9%，分别为：大凤头燕鸥、雀鹰、普通鵟、红隼、游隼、红脚隼。

根据《浙江省人民政府办公厅关于公布浙江省重点保护陆生野生动物名录的通知》（浙政发〔2016〕17号）调查区域记录到的鸟类有11种被列入该名录，包含白眉鸭、罗纹鸭、斑嘴鸭、绿头鸭、针尾鸭、绿翅鸭、黑尾塍鹬、斑尾塍鹬、黑尾鸥、紫寿带、三宝鸟。

表 4.2-112 保护鸟类详情表

②重点保护鸟类空间分布

国家级保护鸟类主要分布在滩浒山岛、无人岛等岛屿。调查区域国家二级保护鸟类6种，即大凤头燕鸥、雀鹰、普通鵟、红隼、游隼、红脚隼，省级保护鸟类10种。

按调查区域分，滩浒山岛调查到国家二级保护鸟类2种、4只次，省级保护鸟类4种、25只次；海上及无人岛样线调查到国家二级保护鸟类5种、17只次，省级保护鸟类9种、377只次。

图 4.2-67 重点保护鸟类分布图

根据《中国脊椎动物红色名录》第二卷(鸟类卷)，整个区域调查记录到的易危物种(VU)1 种，为田鸡，近危物种（NT）4 种：罗纹鸭、黑尾塍鹬、斑尾塍鹬、紫寿带。

4.2.9 环境空气质量现状调查与评价

根据浙江省舟山市生态环境局发布的《舟山市生态环境状况公报（2023年）》，2023 年，舟山市城市空气质量优良，市区日空气质量优良率为 96.7%，

$PM_{2.5}$年平均浓度 17 微克/立方米。全市 SO_2、NO_2、CO、PM_{10}浓度达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）一级标准，$PM_{2.5}$、O_3浓度达到二级标准。市区空气质量优 204 天、良 149 天、轻度污染 12 天，其中 9 天首要污染物为臭氧（O_3），2 天首要污染物为可吸入颗粒物（PM_{10}），1 天首要污染物为细颗粒物（$PM_{2.5}$）。

可见，舟山市市区 2023 年环境空气质量达到国家二级标准，属于环境空气质量达标区。

4.2.10 声环境质量现状调查与评价

为了解工程所在海域的海洋声环境质量现状，建设单位委托杭州海蛞蝓生态科技有限公司（CMA 资质证书号：191121342620）对嵊泗 1#海上风电场项目的海洋噪声环境进行了检测，检测内容包括工程海域的水下声环境和水上声环境，其中，水下噪声监测执行《声学 水下噪声测量》（GB/T 5265-2009）。

4.2.10.1 水下声环境现状调查

1、调查时间

杭州海蛞蝓生态科技有限公司于 2024 年 3 月 29 日至 4 月 5 日以及 2024 年 8 月 23 日至 24 日在工程附近海域进行了 2 次工程施工前水下声环境监测工作。

2、调查站位

本项目共布设了 9 个水上/水下噪声监测点位、10 个工频电磁场监测点位以及 1 个登陆点的陆域噪声监测点位。调查点位详情见表 4.2-113，点位分布见图 4.2-68。

根据《海域使用论证技术导则》（GBT42361-2023），海上风电场用海水下噪声监测站位不少于 9 个，监测频次不少于 2 季。故本项目于 2024 年 3 月（春季）和 2024 年 8 月（夏季）在海洋生态评价范围边界、风场区、海缆、海上升压站等处各设置了 9 个水下声环境监测点位。参考《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》（HY/T 0341-2022）等规范标准，在实际监测过程中，根据监测点位水深情况将水听器分别放置于 1m、0.5H（0.5 倍水深）、0.8H（0.8 倍水深）三个深度进行监测，这些深度包含了水体表层、中层和底层（峰值）三个层次。

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（原国家海洋局，2014 年），海面上声环境现状调查监测范围、断面和站位同水下声环境现状调查。故本项目于 2024 年 3 月（春季）和 2024 年 8 月（夏季）在评价范围边界、风场区、海

缆、海上升压站等处各设置了 9 个水上声环境监测点位，另增加 1 个登陆点环境噪声监测点位，水上声环境监测点位共计 10 个。

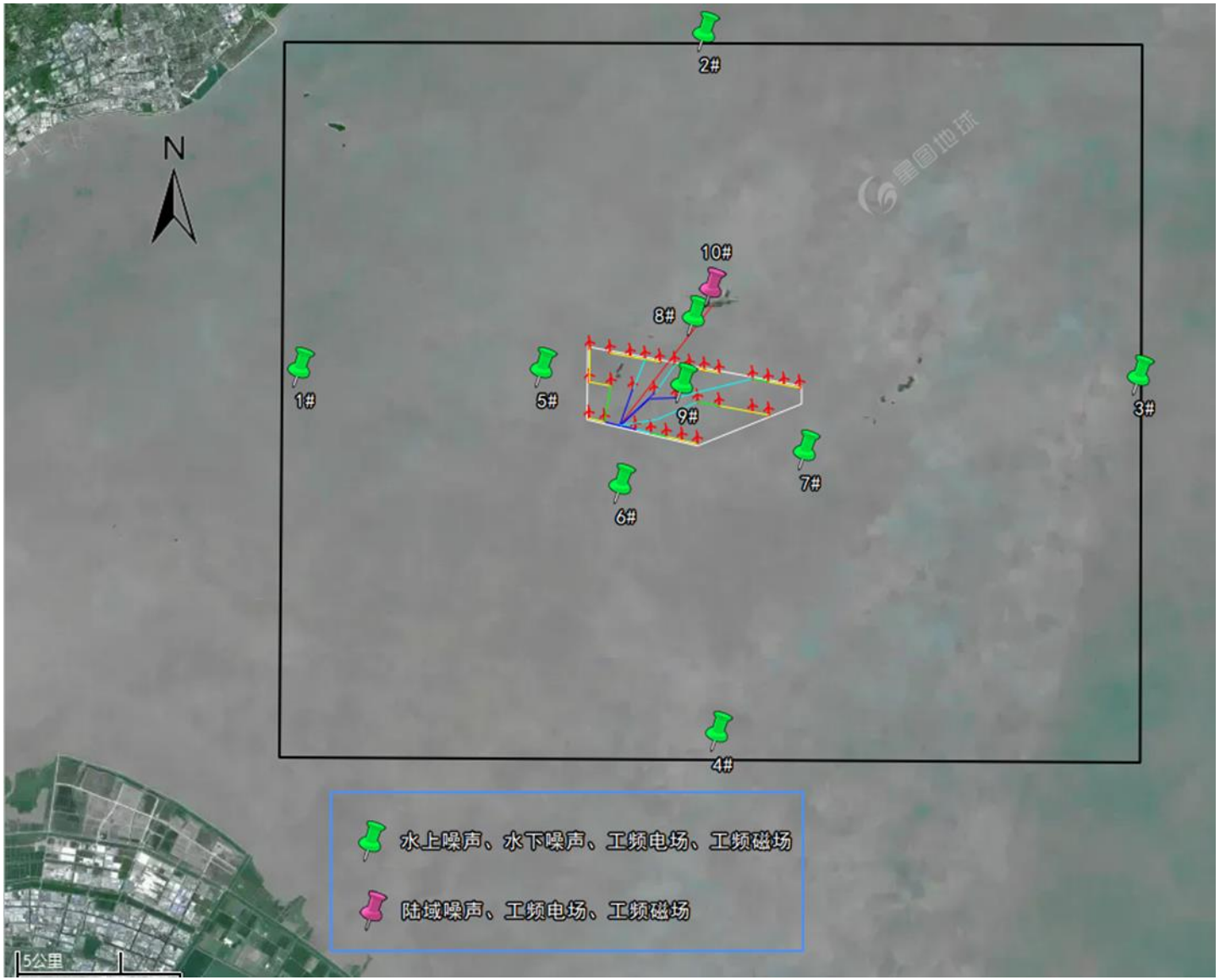


图 4.2-68 嵊泗 1 号风电项目电磁辐射及噪声调查点位坐标示意图

表 4.2-113 嵊泗 1 号风电项目调查点位坐标一览表

站位	东经	北纬	调查内容	备注
1#	121°23.771′	30°34.374′	水上噪声、水下噪声、工频电磁场	评价范围边界
2#	121°36.707′	30°43.589′	水上噪声、水下噪声、工频电磁场	评价范围边界
3#	121°50.632′	30°34.161′	水上噪声、水下噪声、工频电磁场	评价范围边界
4#	121°37.145′	30°24.358′	水上噪声、水下噪声、工频电磁场	评价范围边界
5#	121°31.516′	30°34.374′	水上噪声、水下噪声、工频电磁场	风场区周边
6#	121°34.029′	30°31.145′	水上噪声、水下噪声、工频电磁场	风场区周边
7#	121°39.921′	30°32.104′	水上噪声、水下噪声、工频电磁场	风场区周边
8#	121°36.412′	30°35.791′	水上噪声、水下噪声、工频电磁场	海缆
9#	121°36.027′	30°33.948′	水上噪声、水下噪声、工频电磁场	风场区内
10#	121°36.95′	30°36.565′	陆域噪声、工频电磁场	登陆点

3、监测条件

2024 年 3 月 29 日~4 月 5 日，水下声环境监测期间海洋环境基本信息同水上声环境监测期间海洋环境基本信息。监测海域水深约 8.6m~12.2m，监测期间天气晴，海况 2 级，风速 1.7m/s~4.1m/s。

2024 年 8 月 23 日~24 日，水下声环境监测期间海洋环境基本信息同水上声环境监测期间海洋环境基本信息。监测海域水深约 8.2m~15.2m，监测期间天气晴，海况 2 级，风速 0.3m/s~4.6m/s。

表 4.2-114 2024 年 3 月海洋环境基本信息

点位	风速/m/s	水深/m	海况/级	天气	水温（1m 深）/℃
1#	3.0	12.2	2	晴	13.4
2#	2.0	9.8	2	晴	12.5
3#	2.7	10.0	2	晴	12.4
4#	4.0	11.5	2	晴	13.1
5#	2.5	11.5	2	晴	12.7
6#	1.7	9.0	2	晴	13.7
7#	4.1	8.6	2	晴	13.6
8#	3.0	12.0	2	晴	12.8
9#	1.7	9.5	2	晴	13.5

表 4.2-115 2024 年 8 月海洋环境基本信息

点位	风速/m/s	水深/m	海况/级	天气	水温（1m 深）/℃
1#	2.7-3.4	13.2	2	晴	32.0
2#	2.7-3.0	11.3	2	晴	32.0
3#	0.3-2.6	8.2	2	晴	32.4
4#	1.0-1.7	12.5	2	晴	30.8
5#	3.7-4.6	10.4	2	晴	31.6
6#	0.6-1.0	11.1	2	晴	31.2
7#	0.3-1.0	10.3	2	晴	32.3
8#	0.7-1.3	15.2	2	晴	32.4
9#	0.6-1.7	10.5	2	晴	32.8

4、调查结果

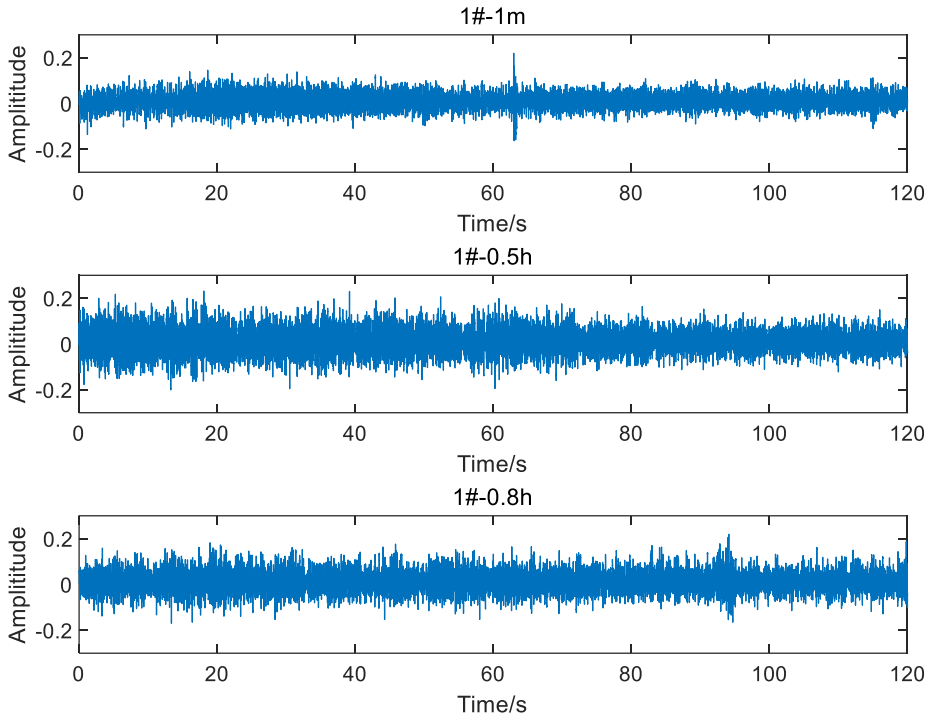
（1）时域分析

水下噪声经历海面、海底多次反射所造成多径传播效应，不同水深和不同距离监测到的水下噪声信号存在一定的差异。

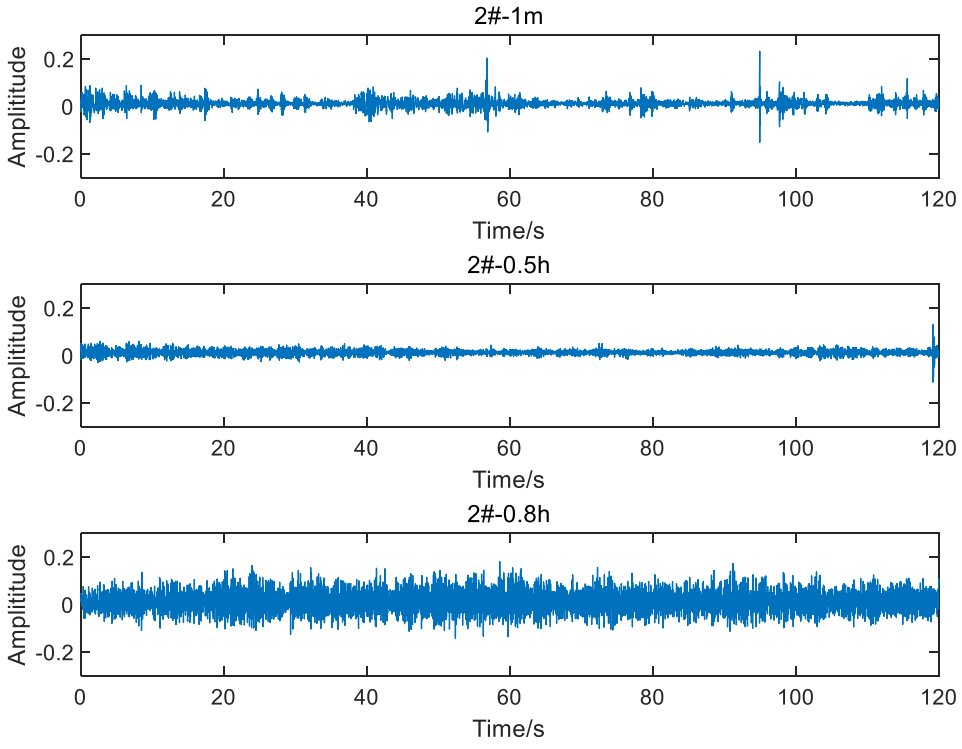
根据仪器所记录的实际电压数据，针对不同监测站位生成相应的时域波形图。对于同一个监测点位根据不同深度的时域波形特点分析水下噪声的垂直方向分布；根据不同监测点位在同一深度范围内分析水下噪声的水平方向分布；并提取了该测量时间时间段内的峰值声压。

2024年3月~4月，水下声环境时域分析如图 4.2-69所示。

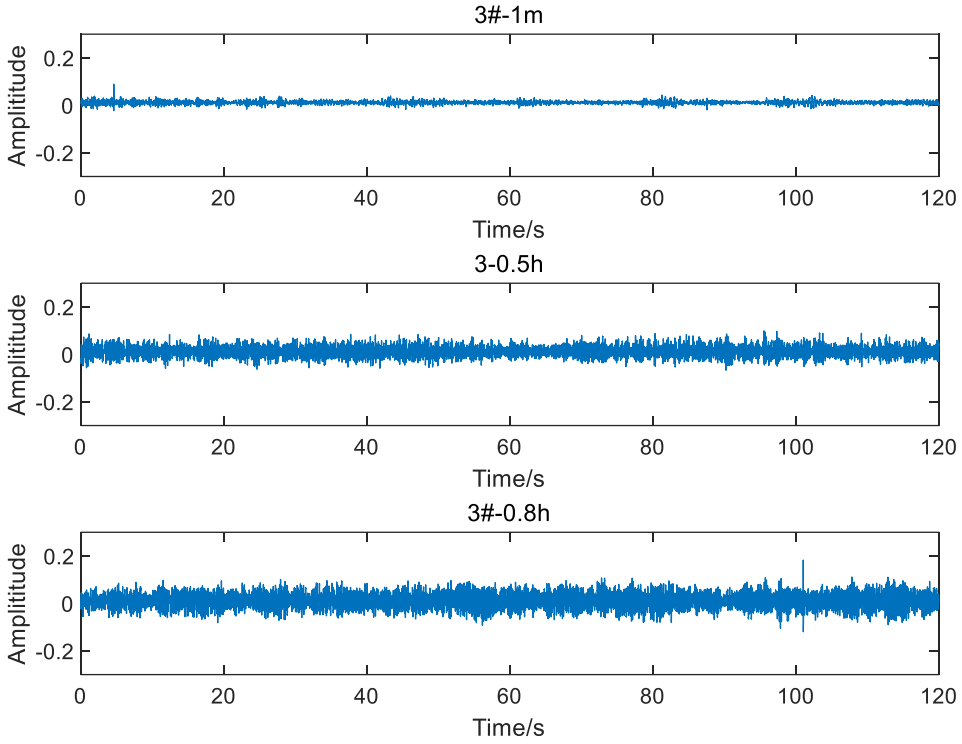
2024 年 8 月，水下声环境时域分析如图 4.2-70 所示。



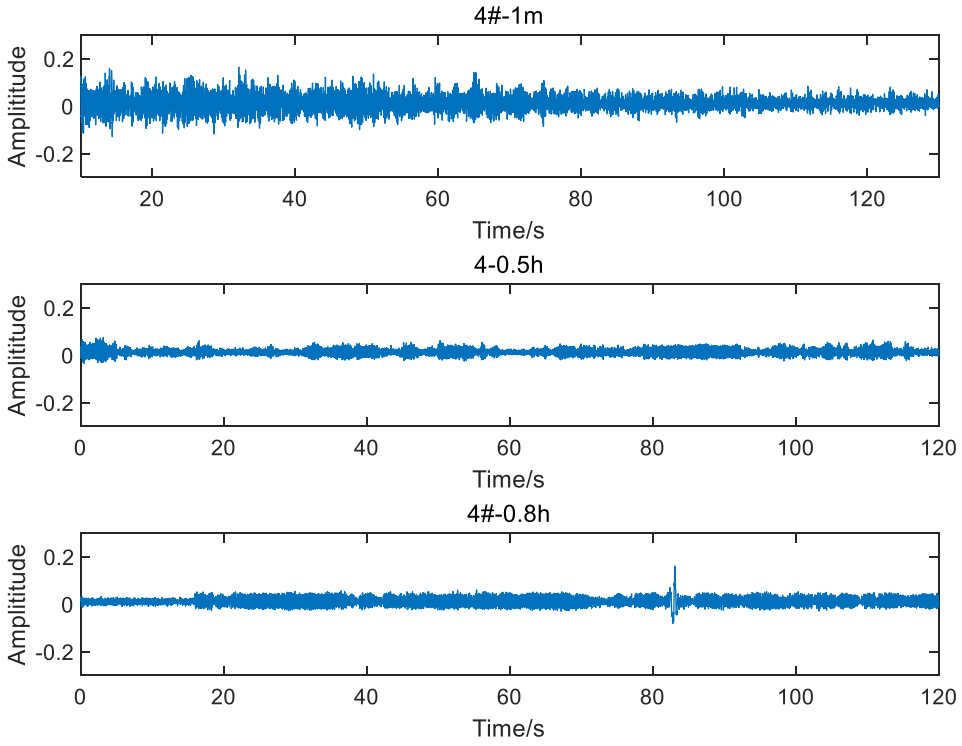
a、2024 年春季 1#-垂直方向电压信号时域波形图



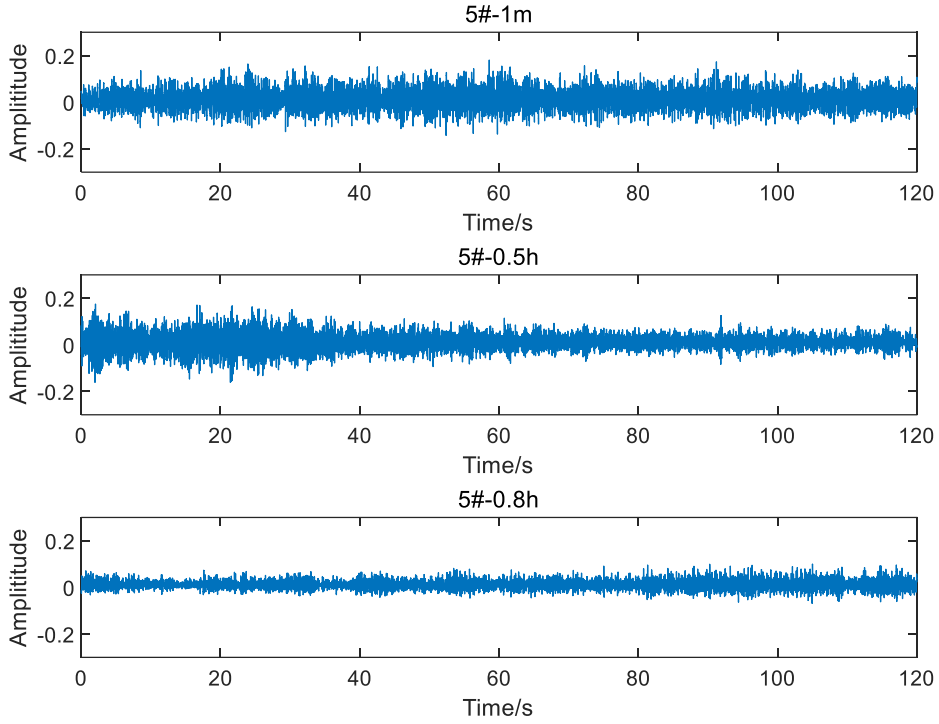
b、2024 年春季 2#-垂直方向电压信号时域波形图



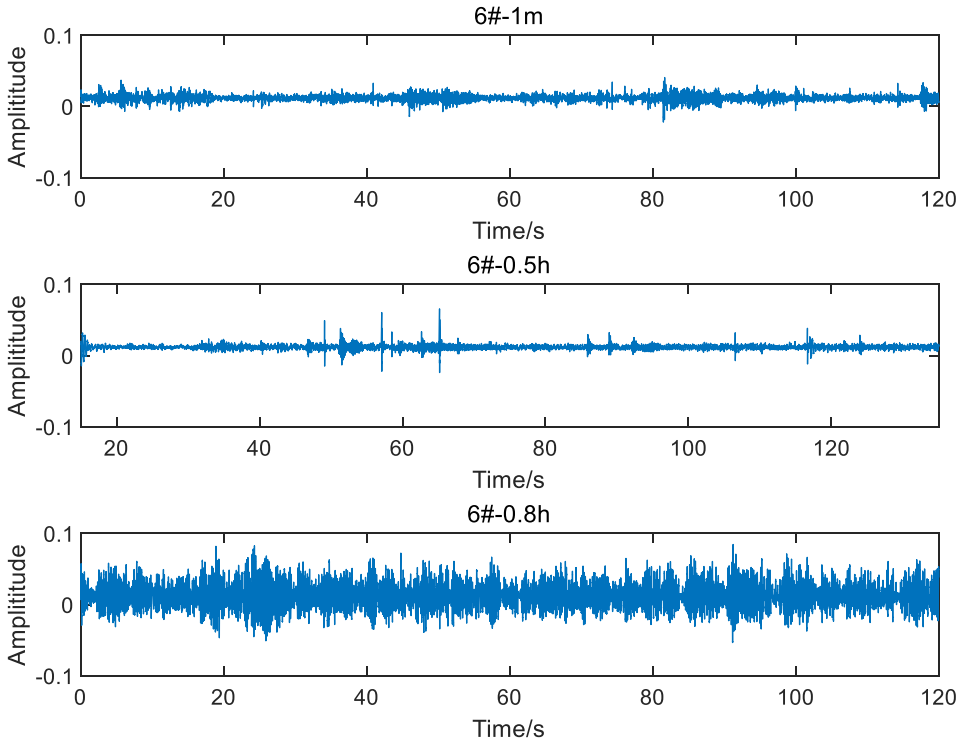
c、2024 年春季 3#-垂直方向电压信号时域波形图



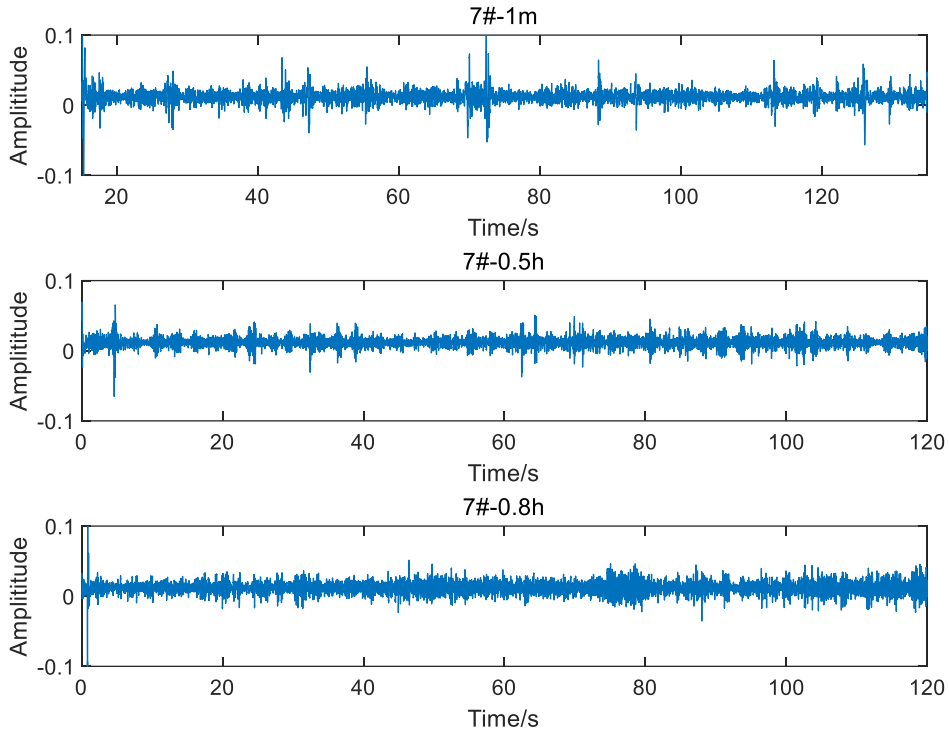
d、2024 年春季 4#-垂直方向电压信号时域波形图



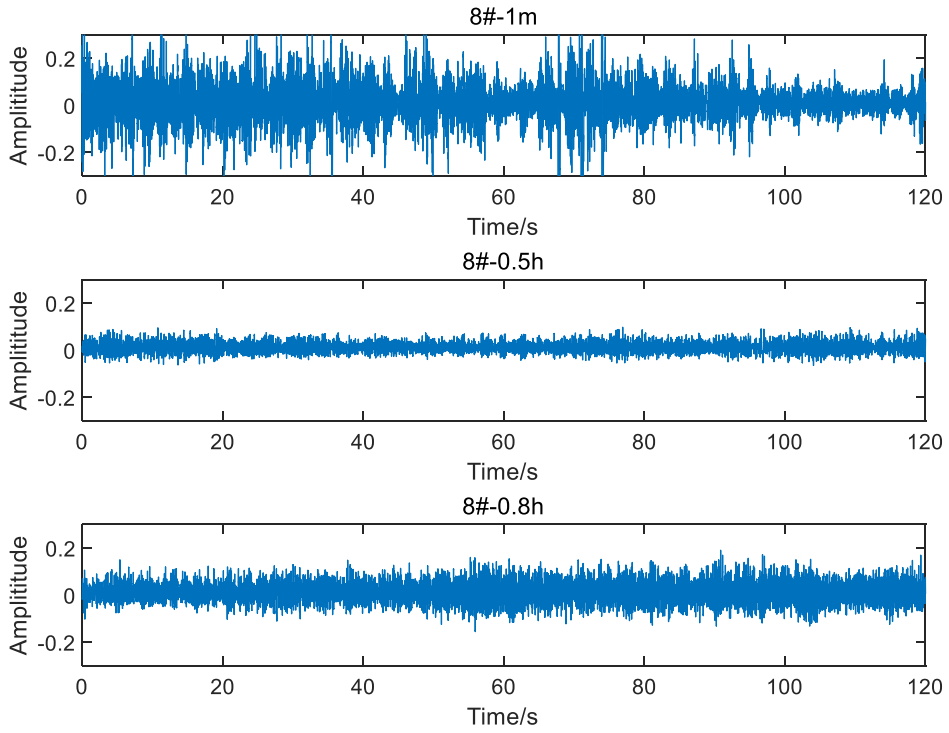
e、2024 年春季 5#-垂直方向电压信号时域波形图



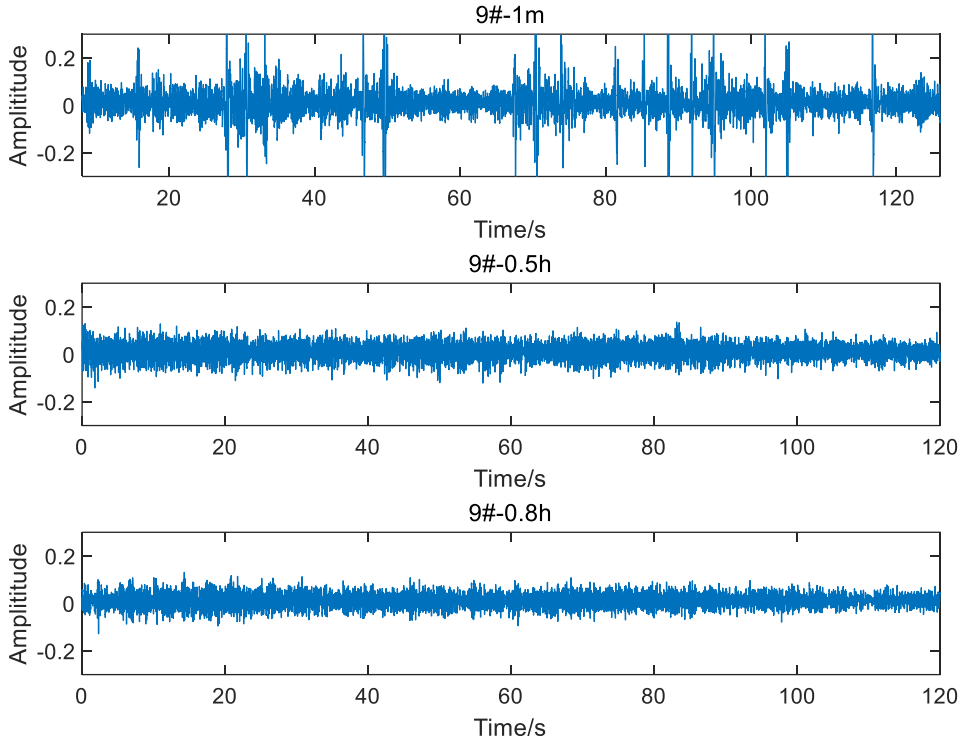
f、2024 年春季 6#-垂直方向电压信号时域波形图



g、2024 年春季 7#-垂直方向电压信号时域波形图

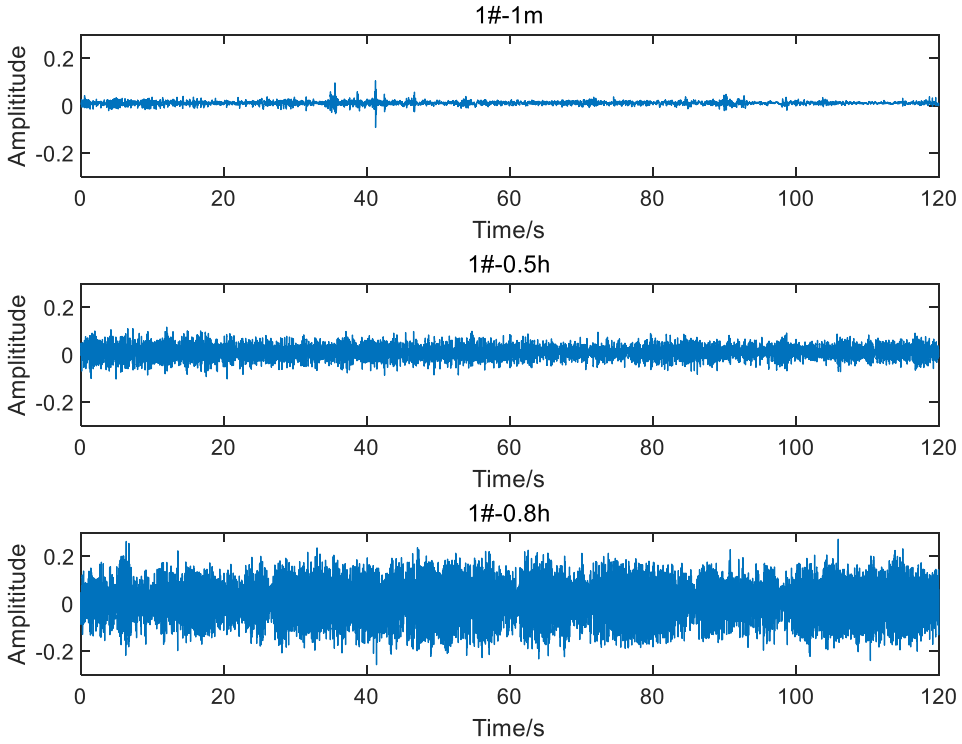


h、2024 年春季 8#-垂直方向电压信号时域波形图

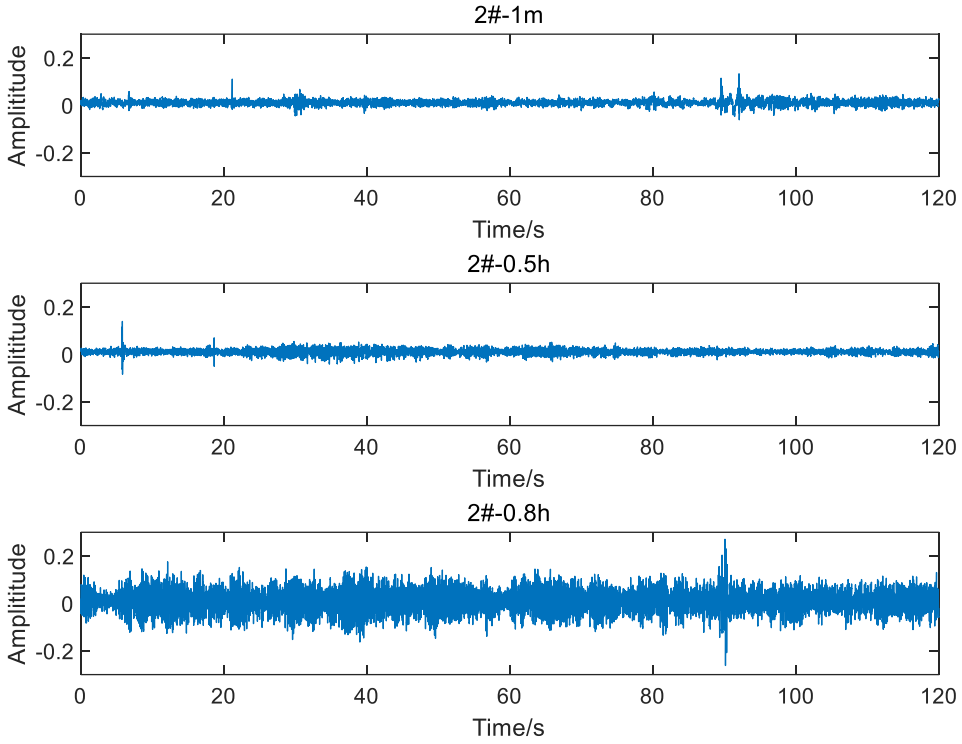


i、2024 年春季 9#-垂直方向电压信号时域波形图

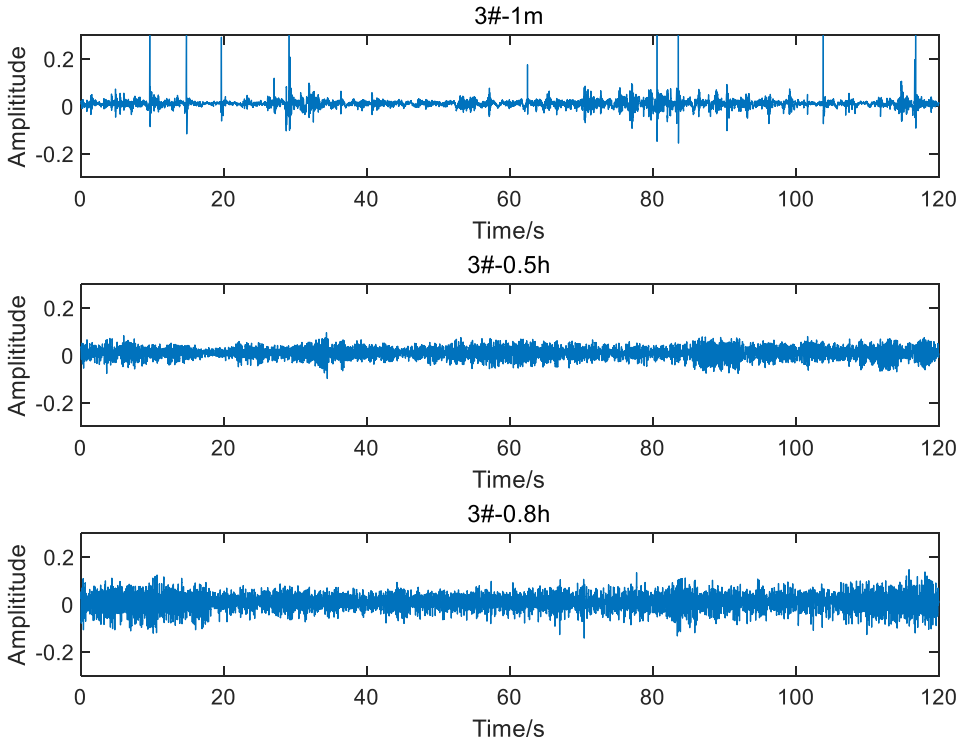
图 4.2-69 2024 年春季垂直方向电压信号时域波形图



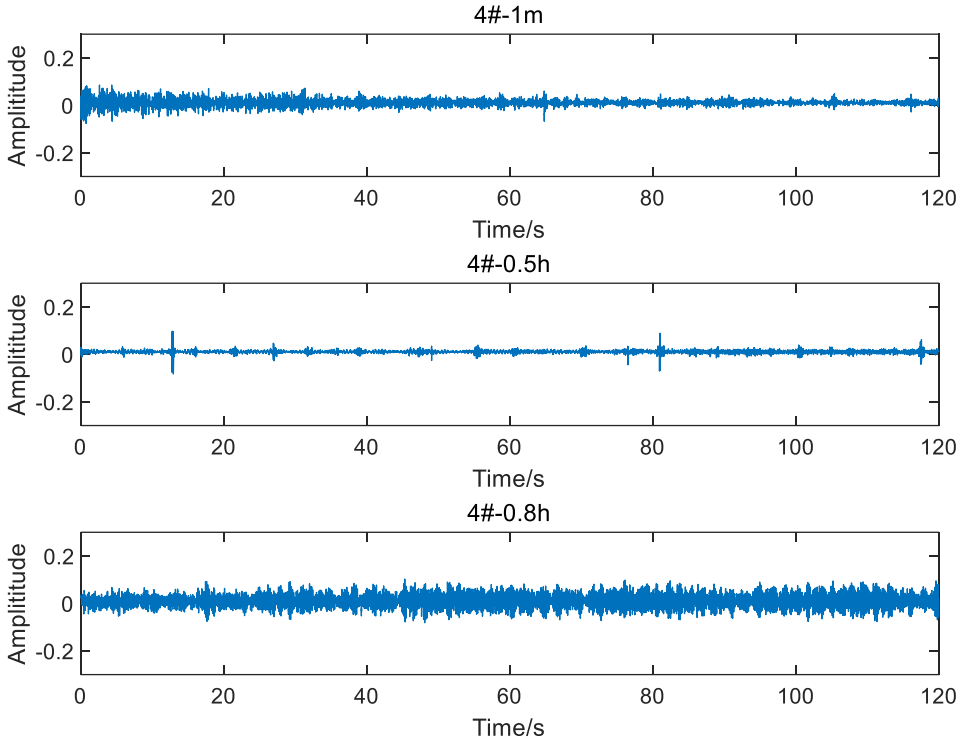
a、2024 年夏季 1#-垂直方向电压信号时域波形图



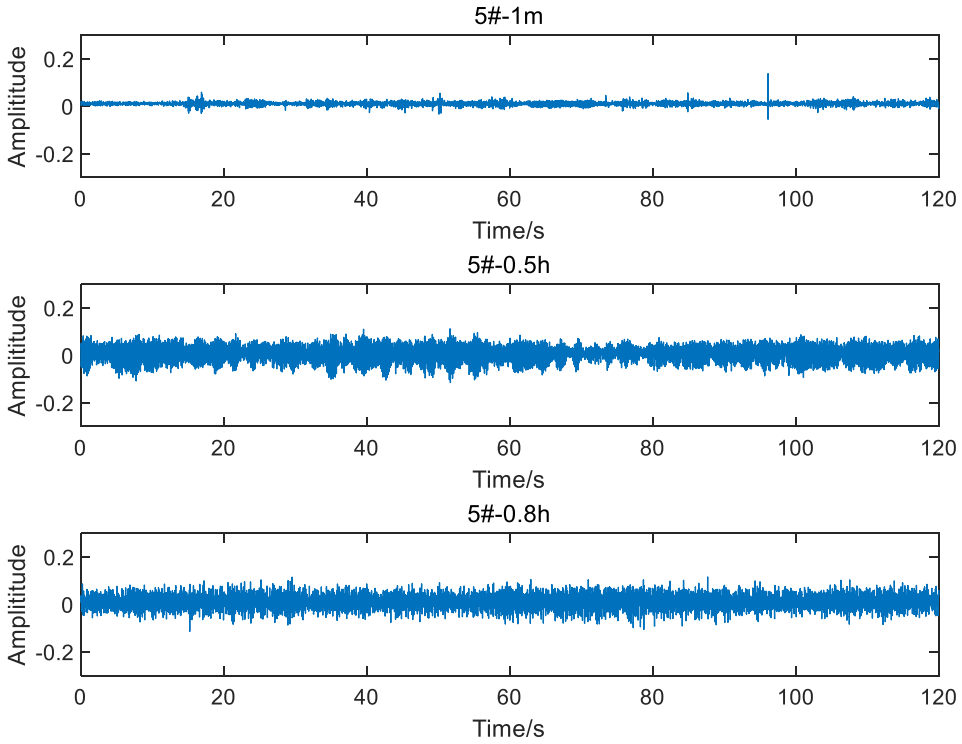
b、2024 年夏季 2#-垂直方向电压信号时域波形图



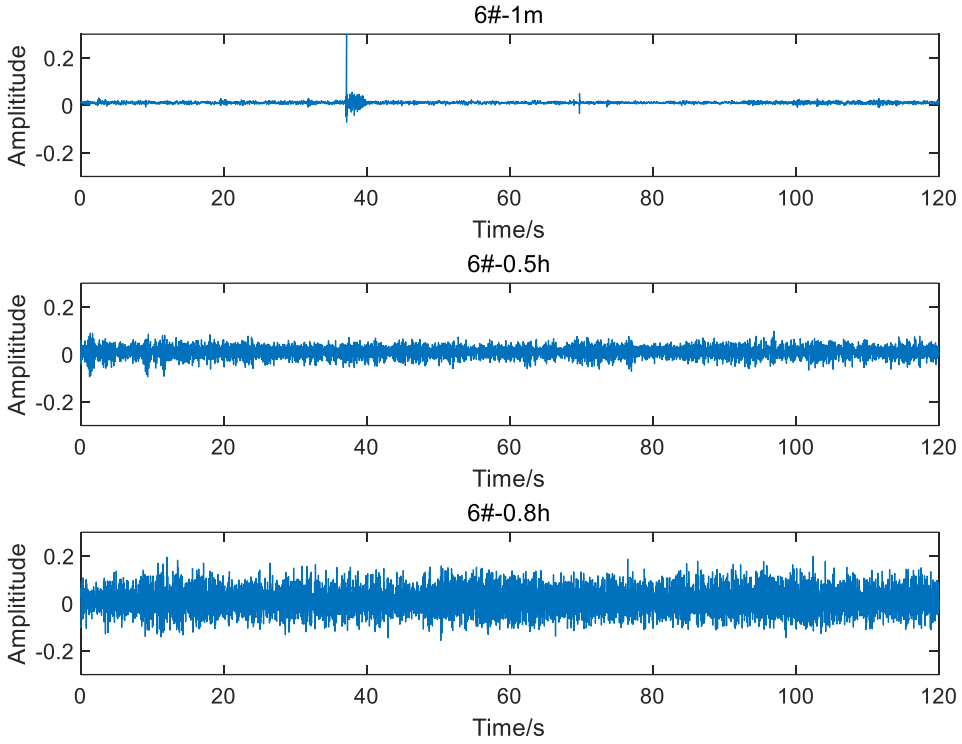
c、2024 年夏季 3#-垂直方向电压信号时域波形图



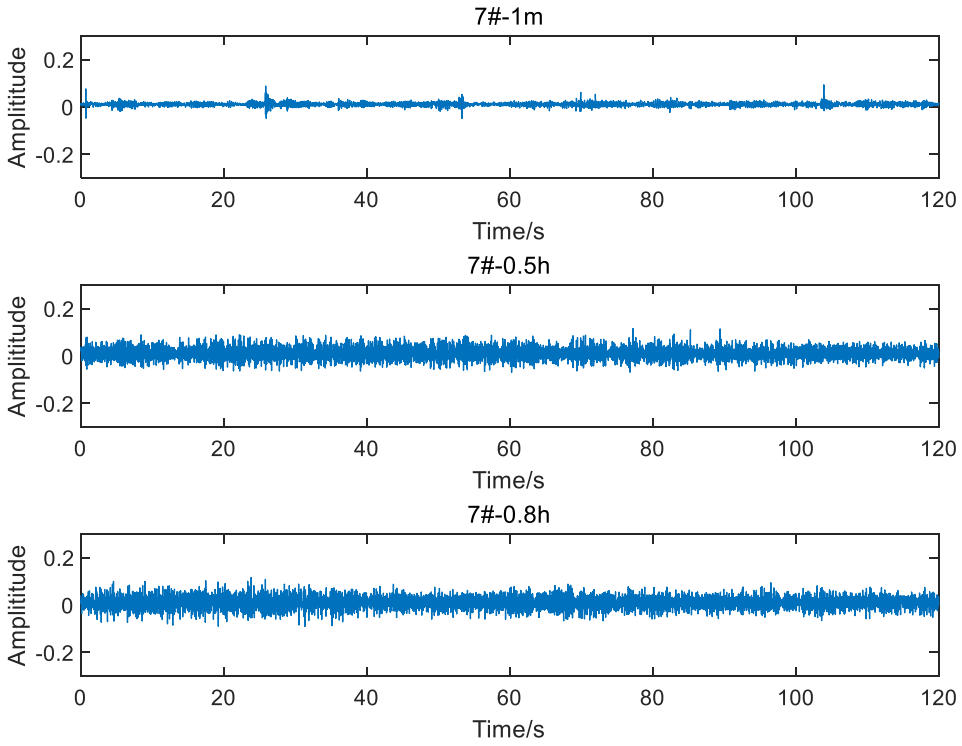
d、2024 年夏季 4#-垂直方向电压信号时域波形图



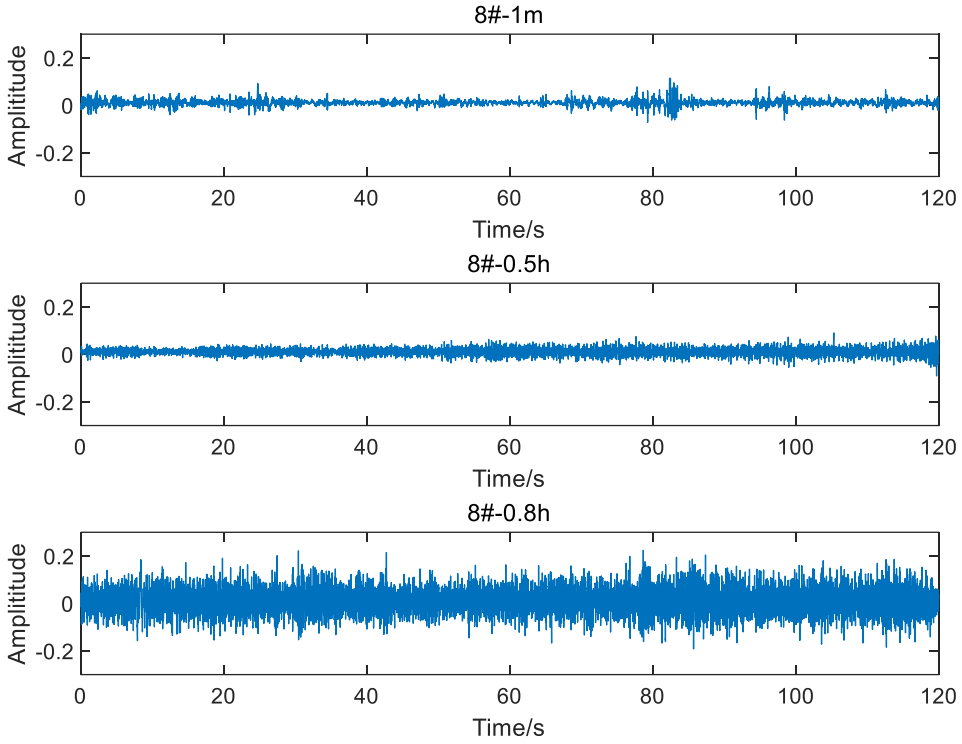
e、2024 年夏季 5#-垂直方向电压信号时域波形图



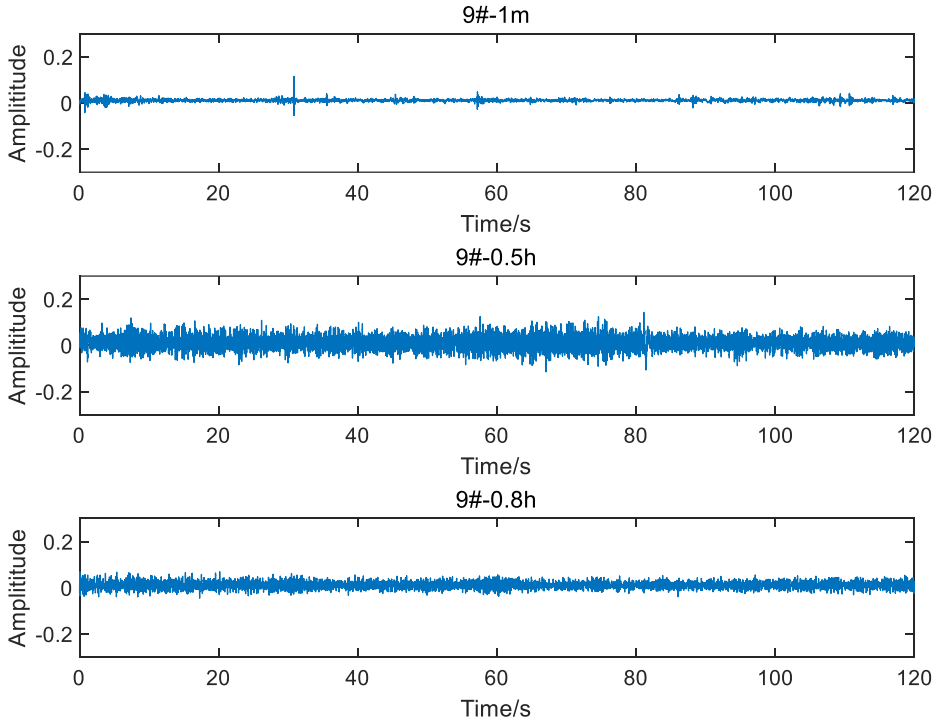
f、2024 年夏季 6#-垂直方向电压信号时域波形图



g、2024 年夏季 7#-垂直方向电压信号时域波形图



h、2024 年夏季 8#-垂直方向电压信号时域波形图



i、2024 年夏季 9#-垂直方向电压信号时域波形图

图 4.2-70 2024 年夏季垂直方向电压信号时域波形图

（2）频域分析

频域分析内容包括测点不同深度处的 1/3oct.频带声压级和 1/3oct.声压谱级。

A、频带声压级

2024年3月~4月，调查海域水下环境背景噪声频带声压级随着频率的增高而下降。在20Hz~20kHz频率范围内，调查海域噪声频带声压级的动态变化范围在73.4dB~133.3dB之间，最大值与最小值的差值为59.9dB，而在特定频率（如100Hz）的噪声频带声压级的动态变化差值为32dB左右。总体上，在100 Hz以上的频率的噪声频带声压级在117dB以下；500 Hz以上频率的噪声频带声压级均在111dB以下；1kHz以上频率的噪声频带声压级在100dB以下；而在5kHz以上噪声频带声压级在95dB以下。具体见表 4.2-116、表 4.2-117和图 4.2-71所示。

2024年8月，调查海域水下环境背景噪声频带声压级随着频率的增高而下降。在20Hz~20kHz频率范围内，调查海域噪声频带声压级的动态变化范围在73.3dB~136.8dB之间，最大值与最小值的差值为63.5dB，而在特定频率（如100Hz）的噪声频带声压级的动态变化差值为36dB左右。总体上，在100 Hz以上的频率的噪声频带声压级在113dB以下；500 Hz以上频率的噪声频带声压级均在107dB以下；1kHz以上频率的噪声频带声压级在100dB以下；而在5kHz以上噪声频带声压级在85dB以下。具体见表 4.2-118、表 4.2-119和图 4.2-72。

表 4.2-116 2024 年春季调查海域水下噪声频带声压级（1）

站位	水深/m	层次	水下噪声频带声压级(dB re 1uPa rms)														
			20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz
1#	12.2	1m	117.0	117.5	113.6	111.9	112.9	98.7	94.0	105.4	111.2	97.7	93.5	91.2	97.5	91.8	91.9
		0.3H	125.0	126.7	121.9	111.9	110.7	103.7	94.5	92.1	95.9	92.5	93.4	92.9	98.0	97.7	97.7
		0.5H	125.0	123.7	114.9	110.9	112.0	105.1	96.1	95.1	100.9	97.5	97.8	95.9	102.1	101.3	99.6
2#	9.8	1m	114.1	106.9	108.9	103.8	103.1	103.3	97.6	99.6	104.6	97.1	100.5	98.2	102.7	98.1	97.9
		0.3H	106.3	101.9	99.8	96.2	99.9	95.7	93.2	101.2	101.0	97.2	100.3	95.3	90.1	86.6	90.2
		0.5H	123.5	114.7	107.1	103.4	103.8	98.6	91.7	91.0	94.5	89.5	89.2	89.2	96.6	95.4	93.5
3#	10.0	1m	103.8	97.4	96.9	93.4	93.4	91.8	86.2	86.1	88.5	85.5	85.1	84.1	87.7	85.8	87.7
		0.3H	114.7	104.5	98.8	97.7	101.5	94.6	88.6	92.2	95.2	88.1	90.1	89.9	93.7	93.0	90.4
		0.5H	119.0	113.6	105.4	103.2	102.8	94.7	88.8	94.9	99.8	87.3	84.8	87.3	99.2	87.3	84.2
4#	11.5	1m	121.6	120.2	117.1	115.0	113.8	110.8	109.7	109.1	111.7	109.7	107.6	104.3	114.8	113.5	112.8
		0.3H	111.0	102.7	98.7	96.8	99.0	92.8	88.6	95.3	100.4	89.8	86.5	86.5	90.9	85.4	84.9
		0.5H	106.3	101.6	100.6	94.2	96.3	89.6	87.2	89.0	92.0	84.2	83.1	80.9	82.9	82.1	83.8
5#	11.5	1m	130.8	132.6	132.7	123.4	119.3	117.6	109.7	104.4	109.5	105.7	107.4	106.8	114.6	111.0	107.1
		0.3H	129.4	125.1	117.0	112.8	107.1	102.6	87.7	84.5	83.7	79.1	78.6	77.7	83.8	80.6	83.4
		0.5H	109.7	103.6	99.6	90.8	87.1	83.9	79.7	78.5	80.3	76.2	76.0	76.1	78.1	76.2	77.5
6#	9.0	1m	104.2	93.8	97.2	92.9	96.4	96.1	86.0	87.9	90.1	87.6	86.7	86.0	91.8	92.3	88.2
		0.3H	104.6	104.3	105.4	109.4	113.5	104.9	93.9	103.1	111.1	95.5	87.9	88.2	95.6	89.9	87.3
		0.5H	107.7	99.2	92.1	91.8	96.3	91.8	94.8	90.4	92.2	87.2	86.0	84.5	85.5	86.2	87.5
7#	8.6	1m	118.0	117.2	114.9	112.9	111.4	110.4	108.9	107.4	106.5	104.9	103.1	100.7	98.8	94.4	93.9
		0.3H	101.9	96.0	93.0	90.0	91.3	93.6	92.4	88.4	88.0	87.0	90.1	85.5	87.9	86.9	85.0
		0.5H	107.8	102.1	94.7	93.9	94.8	97.0	96.3	94.6	91.0	83.5	81.1	79.8	85.5	81.9	81.2
8#	12.0	1m	133.3	127.6	124.3	120.8	113.1	119.7	114.9	110.0	110.2	111.9	108.6	108.8	116.9	114.5	115.5
		0.3H	111.2	103.3	97.6	92.6	89.5	86.7	86.0	85.3	87.0	86.0	89.7	88.7	88.0	87.0	86.3
		0.5H	128.0	123.0	114.2	111.0	103.9	102.7	98.6	97.1	96.2	94.6	93.7	92.8	91.3	89.6	89.5

站位	水深/m	层次	水下噪声频带声压级(dB re 1uPa rms)														
			20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz
9#	9.5	1m	122.4	123.4	116.7	113.9	112.0	110.9	109.5	108.0	108.3	105.2	104.7	103.1	108.9	107.3	106.8
		0.3H	121.0	119.9	114.3	107.8	106.1	103.4	97.7	98.2	101.3	95.1	93.1	92.7	101.5	100.2	100.2
		0.5H	120.3	117.8	109.5	109.3	108.5	104.6	95.6	97.8	102.2	94.5	92.0	91.4	100.8	99.4	99.7

表 4.2-117 2024 年春季调查海域水下噪声频带声压级（2）

站位	水深/m	层次	水下噪声频带声压级(dB re 1uPa rms)														
			800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz
1#	12.2	1m	87.4	86.6	85.7	84.3	80.6	76.2	75.3	75.5	75.9	77.7	76.0	76.3	77.3	78.7	80.5
		0.3H	98.7	98.5	97.8	97.8	93.2	87.7	77.6	77.1	75.2	75.4	75.6	76.4	77.4	78.8	80.6
		0.5H	96.7	99.9	99.6	97.9	94.0	88.9	80.7	79.6	76.5	76.5	76.1	76.8	77.6	78.9	80.7
2#	9.8	1m	89.1	84.6	82.6	82.4	83.4	83.5	82.8	83.6	83.5	85.1	77.8	77.5	78.3	79.4	81.0
		0.3H	85.7	84.6	81.4	79.4	78.8	78.9	78.2	77.7	77.4	77.9	77.6	77.8	78.3	79.3	80.9
		0.5H	85.7	85.4	84.4	83.0	80.9	81.4	80.2	79.3	79.0	78.9	78.9	78.6	78.9	79.6	81.1
3#	10.0	1m	81.4	80.4	79.8	80.1	79.1	80.5	82.9	87.0	86.4	86.0	83.0	82.0	80.8	80.4	81.5
		0.3H	82.2	83.0	80.8	79.6	79.7	80.4	81.8	88.5	87.2	82.7	80.6	79.2	79.0	79.6	81.0
		0.5H	83.0	82.5	81.0	81.0	80.0	80.7	80.6	82.9	81.3	80.1	79.2	79.0	79.2	79.7	81.1
4#	11.5	1m	100.0	94.5	93.9	94.3	94.4	94.1	91.2	87.9	87.9	88.5	86.0	86.5	85.2	84.7	86.3
		0.3H	81.8	81.8	81.3	86.4	86.6	84.4	82.2	83.1	85.8	82.9	80.1	78.7	78.5	79.3	80.9
		0.5H	83.6	84.2	84.0	84.4	84.2	83.3	81.4	81.2	81.9	80.4	79.5	78.8	78.9	79.6	81.0
5#	11.5	1m	93.8	89.6	87.6	87.0	86.9	87.7	87.5	87.8	87.0	86.9	86.0	83.9	81.6	80.8	81.9
		0.3H	78.0	80.2	75.9	74.1	73.7	74.1	73.9	73.9	73.8	74.5	75.1	76.1	77.2	78.7	80.5
		0.5H	77.6	79.1	78.0	75.8	74.5	74.6	73.4	73.4	73.5	74.4	75.2	76.0	77.2	78.6	80.5
6#	9.0	1m	83.8	79.1	76.1	75.1	74.4	74.0	74.1	74.2	74.4	75.5	76.4	76.9	77.8	78.9	80.5
		0.3H	82.9	80.8	77.6	77.3	76.7	75.9	74.9	74.9	74.7	75.2	75.6	76.3	77.3	78.7	80.5
		0.5H	86.2	83.6	79.7	78.3	78.1	78.1	77.9	77.4	77.3	77.4	77.2	77.5	78.0	79.1	80.7

站位	水深/m	层次	水下噪声频带声压级(dB re 1uPa rms)														
			800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz
7#	8.6	1m	91.3	90.4	89.1	89.5	91.8	95.2	96.5	95.8	94.6	92.2	83.0	85.3	89.8	86.7	88.3
		0.3H	82.4	81.5	77.6	77.6	77.0	77.4	76.6	76.8	76.0	76.3	76.5	77.0	77.7	78.9	80.7
		0.5H	79.4	79.6	79.1	77.1	77.2	76.6	76.1	75.9	75.7	76.2	76.3	76.8	77.6	78.9	80.6
8#	12.0	1m	103.7	92.9	90.3	87.0	91.0	93.3	93.4	91.3	90.7	87.7	87.1	86.3	87.4	82.9	83.8
		0.3H	85.8	85.2	81.7	80.5	79.5	79.8	78.9	78.4	77.6	78.1	77.7	78.0	78.6	79.5	81.0
		0.5H	87.2	86.7	85.0	82.9	81.9	80.6	79.0	78.1	77.4	77.5	77.2	77.7	78.4	79.5	81.1
9#	9.5	1m	94.4	93.4	93.4	93.8	93.3	92.9	91.6	89.8	86.2	86.0	86.4	87.8	83.2	83.1	83.9
		0.3H	90.8	86.6	85.2	87.7	84.9	83.0	79.2	77.1	76.2	76.5	76.6	76.9	77.6	78.8	80.6
		0.5H	89.7	87.5	84.6	82.1	80.9	79.8	76.8	76.5	76.6	76.2	76.4	76.7	77.6	78.9	80.6

表 4.2-118 2024 年夏季调查海域水下噪声频带声压级（1）

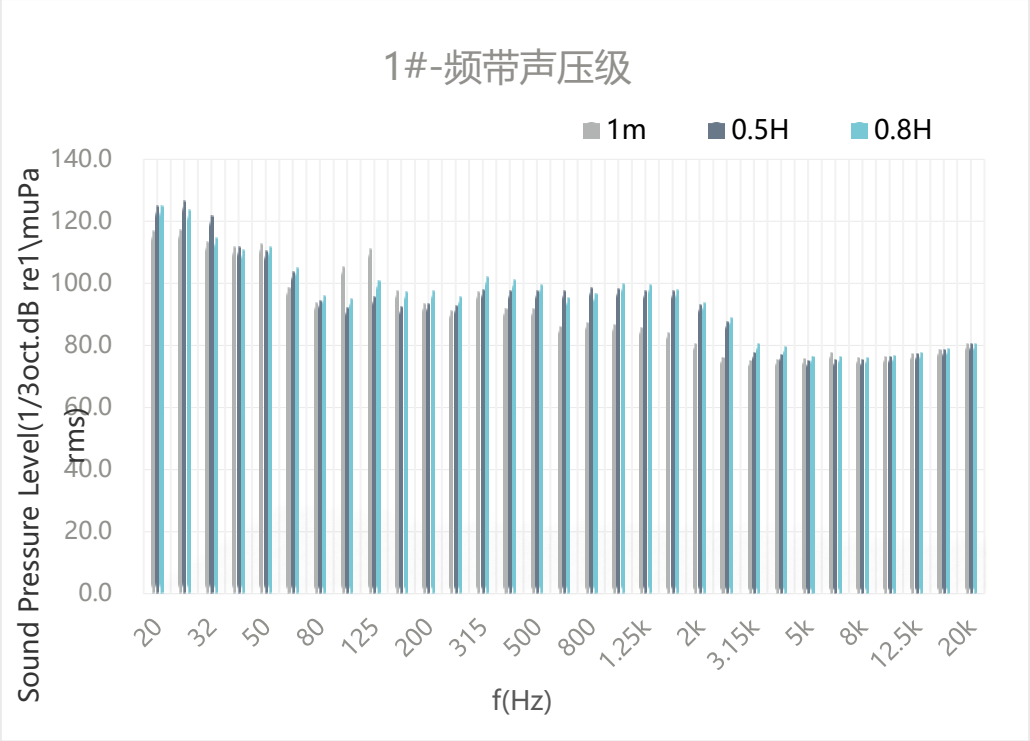
站位	水深/m	层次	水下噪声频带声压级(dB re 1uPa rms)														
			20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz
1#	13.2	1m	102.0	98.6	102.1	97.1	94.3	96.3	94.4	90.7	94.6	98.4	98.2	92.8	98.1	99.5	92.4
		0.3H	120.3	110.3	107.8	104.2	91.1	87.5	86.0	83.8	85.2	81.1	80.6	79.3	82.0	81.2	82.8
		0.5H	132.9	136.8	124.8	123.6	131.8	116.4	112.6	94.5	94.6	88.4	85.7	83.4	87.3	88.2	88.3
2#	11.3	1m	105.5	101.0	100.7	98.1	96.7	96.3	93.3	94.9	96.1	95.6	94.6	96.8	96.2	101.4	102.2
		0.3H	108.0	100.0	96.5	94.6	93.7	97.2	97.7	96.6	96.0	87.8	84.7	86.7	89.0	90.2	89.9
		0.5H	126.2	124.6	119.7	110.9	109.4	101.3	95.1	93.6	90.2	84.7	83.5	82.7	87.3	84.1	85.9
3#	8.2	1m	109.8	112.4	117.2	111.9	111.3	111.7	112.0	110.6	112.3	112.3	107.6	106.6	105.6	101.4	96.2
		0.3H	115.2	108.5	103.6	99.8	91.9	89.1	88.3	88.8	92.7	84.3	83.8	93.4	86.6	83.3	82.5
		0.5H	120.6	112.3	108.8	104.3	93.4	89.5	89.9	90.0	92.0	85.5	84.2	86.1	93.1	90.9	85.0
4#	12.5	1m	109.8	105.7	107.8	102.5	95.5	94.7	91.2	94.5	98.2	92.6	96.2	98.8	101.2	101.5	92.6
		0.3H	98.6	85.7	84.4	78.9	77.5	76.8	74.3	74.6	74.4	76.3	77.7	78.9	82.5	88.1	96.8
		0.5H	112.9	109.0	105.6	97.4	86.2	84.8	83.0	82.1	81.6	79.5	80.0	80.7	84.9	88.9	95.9

站位	水深/m	层次	水下噪声频带声压级(dB re 1uPa rms)														
			20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz
5#	10.4	1m	106.1	101.7	104.1	99.2	97.1	96.3	94.0	89.9	88.4	91.8	92.3	89.5	90.8	90.2	84.9
		0.3H	115.6	110.0	107.5	99.3	91.0	90.2	90.4	93.9	96.3	86.9	88.6	89.5	88.0	82.2	82.7
		0.5H	120.8	115.6	111.4	110.7	95.1	89.3	86.4	84.5	85.4	82.6	84.0	83.1	83.5	82.9	82.4
6#	11.1	1m	97.2	96.1	99.7	95.5	93.1	93.3	92.4	94.3	95.3	94.4	95.6	97.2	97.0	95.1	96.2
		0.3H	111.7	106.0	104.0	96.1	90.1	86.8	85.2	87.4	88.6	86.8	87.2	87.3	90.1	90.7	81.6
		0.5H	128.4	125.9	118.2	111.5	102.8	97.0	91.8	90.0	91.9	87.9	85.6	85.3	90.8	90.1	84.8
7#	10.3	1m	99.3	99.4	106.3	98.1	99.5	97.6	94.9	94.1	97.7	92.9	93.3	93.7	96.2	96.5	89.1
		0.3H	114.5	106.0	108.8	98.3	95.3	96.6	89.4	88.9	99.1	98.9	94.7	93.9	103.3	103.5	86.3
		0.5H	112.5	108.9	103.4	97.0	86.9	83.8	81.1	80.4	83.3	78.7	77.4	79.7	85.4	83.9	78.4
8#	15.2	1m	105.9	101.7	105.0	104.0	96.7	95.6	96.3	96.9	98.4	90.9	90.9	95.8	104.5	105.2	94.0
		0.3H	106.8	100.8	93.7	91.4	88.2	81.4	80.8	82.8	83.5	81.2	81.8	83.3	84.9	84.3	82.3
		0.5H	127.0	128.3	120.1	115.6	110.1	103.0	94.9	97.3	100.3	92.3	92.0	93.2	102.2	100.7	91.4
9#	10.5	1m	95.7	101.1	103.1	98.7	97.4	99.0	95.5	94.1	95.2	92.3	92.2	90.4	90.8	93.1	93.1
		0.3H	121.2	110.5	110.9	103.8	93.7	91.7	91.2	86.6	94.2	97.1	95.7	97.0	97.5	99.7	88.2
		0.5H	109.5	102.7	97.8	94.4	83.4	81.4	79.0	81.9	84.0	79.7	80.4	80.0	79.7	79.9	81.9

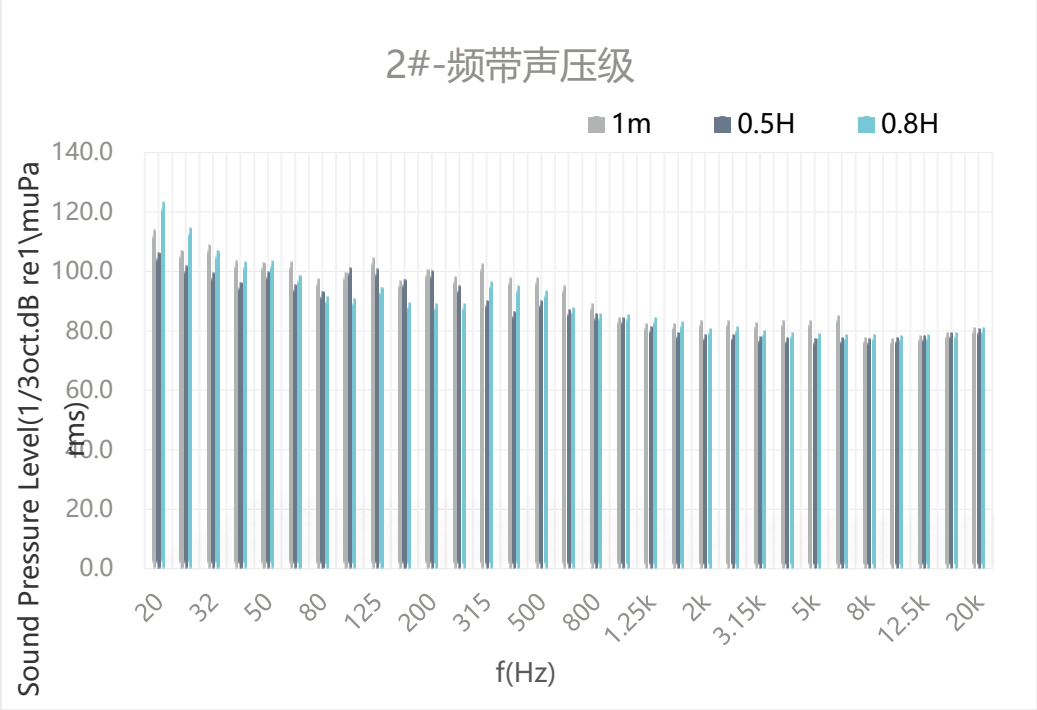
表 4.2-119 2024 年夏季调查海域水下噪声频带声压级（2）

站位	水深/m	层次	水下噪声频带声压级(dB re 1uPa rms)														
			800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz
1#	13.2	1m	82.7	78.6	81.5	77.3	78.2	79.1	80.9	77.9	76.7	77.4	76.9	76.9	77.7	79.0	80.7
		0.3H	82.0	77.8	77.0	76.5	76.9	76.8	76.2	75.8	75.6	76.5	76.6	77.5	77.9	79.0	80.8
		0.5H	83.4	82.3	78.8	78.4	78.0	77.9	76.9	76.4	76.2	76.2	76.6	77.3	77.9	79.2	81.0
2#	11.3	1m	95.2	106.3	99.6	90.8	91.7	89.6	89.9	87.2	86.4	84.3	81.6	80.6	80.4	80.7	82.1
		0.3H	89.4	99.3	93.0	87.4	86.5	82.8	83.2	81.5	79.6	79.4	78.8	78.4	79.0	80.2	81.5
		0.5H	85.4	95.9	86.2	84.5	83.3	79.4	81.0	79.0	76.5	76.4	76.2	77.1	78.1	79.4	81.2

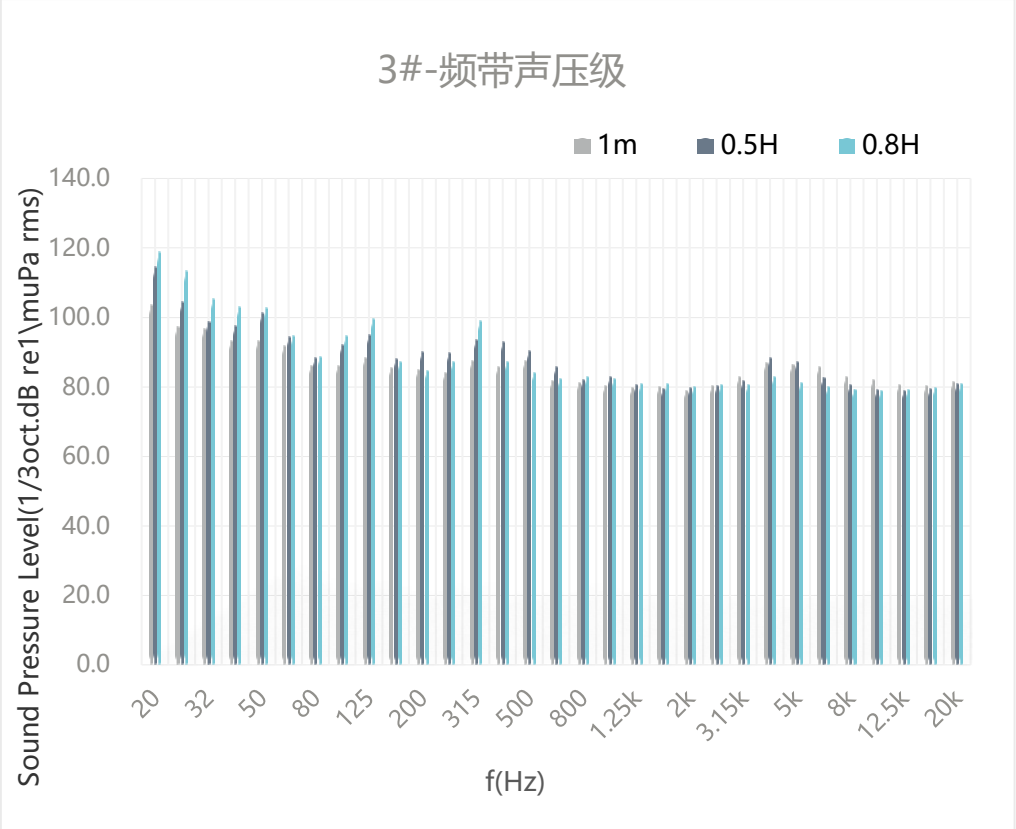
站位	水深/m	层次	水下噪声频带声压级(dB re 1uPa rms)														
			800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz
3#	8.2	1m	85.2	85.5	85.0	82.9	80.1	80.0	78.6	78.4	77.5	80.3	81.4	79.4	80.2	79.4	80.9
		0.3H	77.8	73.9	75.1	75.0	74.0	74.3	74.8	76.2	74.8	75.4	75.6	76.5	77.6	78.9	80.8
		0.5H	80.3	77.2	76.8	76.2	76.7	77.2	77.2	76.5	76.5	76.0	76.3	76.9	77.8	79.0	80.8
4#	12.5	1m	90.7	84.2	82.3	80.0	76.7	77.0	75.9	76.4	76.1	77.3	76.4	77.0	77.8	79.1	80.8
		0.3H	100.6	94.4	87.4	84.2	79.8	78.1	78.0	76.7	76.1	77.1	77.5	77.7	78.2	79.3	80.9
		0.5H	97.3	93.4	88.7	83.3	80.7	78.7	76.5	76.3	76.5	76.7	76.9	77.4	78.1	79.3	81.0
5#	10.4	1m	80.1	81.6	85.7	82.9	81.6	80.6	80.6	80.1	80.2	78.9	78.5	80.3	79.2	79.2	80.9
		0.3H	81.4	79.1	83.8	79.0	78.1	80.0	77.4	78.9	77.1	80.0	77.1	79.4	80.8	80.7	81.3
		0.5H	84.1	83.6	84.8	81.3	80.4	81.3	78.8	78.1	77.0	77.2	77.3	77.6	78.2	79.3	81.0
6#	11.1	1m	91.8	89.8	83.3	80.4	81.2	79.4	79.4	76.6	76.8	77.1	76.6	76.9	77.8	79.2	80.9
		0.3H	79.7	78.2	76.5	82.0	78.0	78.3	75.7	74.4	74.2	75.1	75.7	76.5	77.5	79.0	80.8
		0.5H	83.3	84.6	80.7	83.0	81.9	79.8	77.7	75.9	76.0	76.5	76.6	77.2	78.0	79.2	80.9
7#	10.3	1m	84.5	78.2	76.7	76.1	74.5	74.6	75.9	75.2	75.6	76.7	75.5	76.4	77.6	79.0	80.8
		0.3H	80.9	77.1	75.0	75.8	76.0	76.2	76.1	76.0	75.5	76.0	76.4	77.0	78.0	79.1	80.9
		0.5H	80.3	78.8	73.8	73.3	74.2	74.4	74.0	74.3	74.8	75.7	76.2	77.1	78.0	79.1	80.9
8#	15.2	1m	85.2	83.2	82.4	81.5	83.4	83.9	83.2	82.5	82.7	82.8	81.5	80.4	80.5	80.6	81.8
		0.3H	83.1	82.3	77.7	78.0	78.6	80.3	81.0	81.6	81.4	81.9	82.0	82.3	82.1	81.9	83.1
		0.5H	84.5	84.7	81.7	80.1	80.7	81.8	82.3	83.3	84.0	84.4	84.5	83.9	84.4	84.1	84.5
9#	10.5	1m	84.7	84.0	83.3	83.6	83.4	84.2	83.1	81.8	82.0	82.3	81.3	80.4	80.3	80.7	82.2
		0.3H	84.9	80.5	78.8	78.4	78.5	80.2	79.2	80.3	80.4	81.1	80.6	79.6	79.8	80.0	81.4
		0.5H	85.8	84.6	79.0	78.2	77.3	80.0	81.0	81.6	81.4	80.6	79.3	78.6	78.2	79.2	81.0



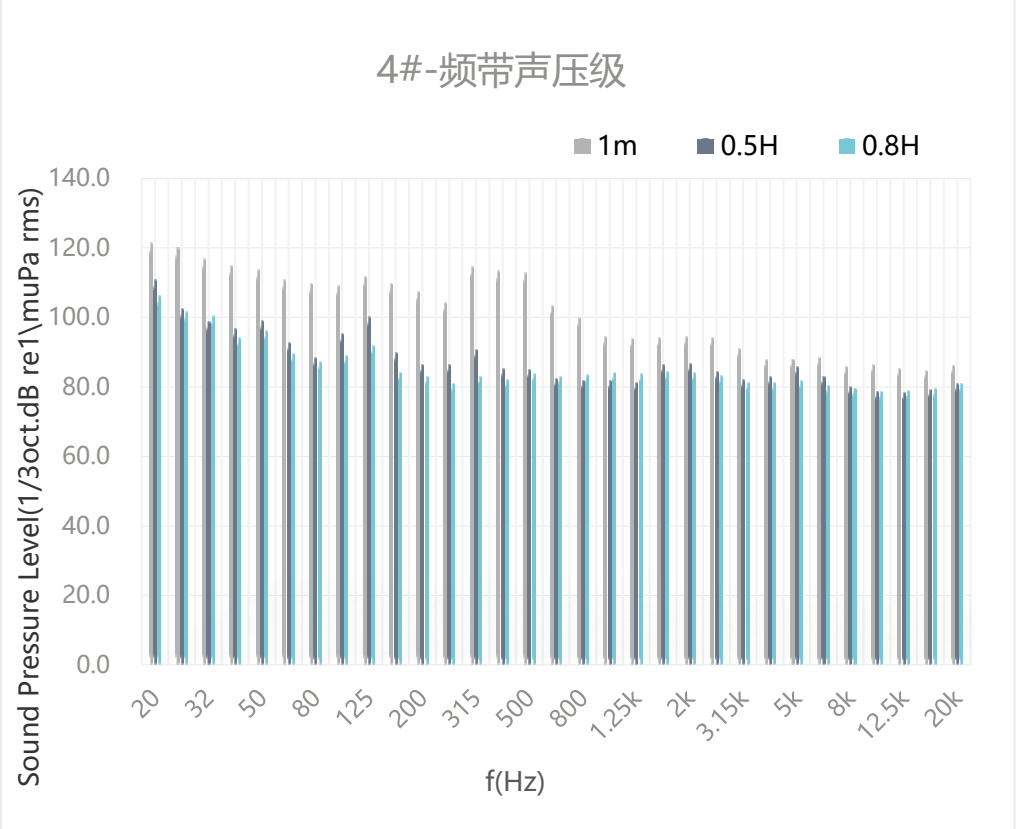
a、2024 年春季站位 1# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



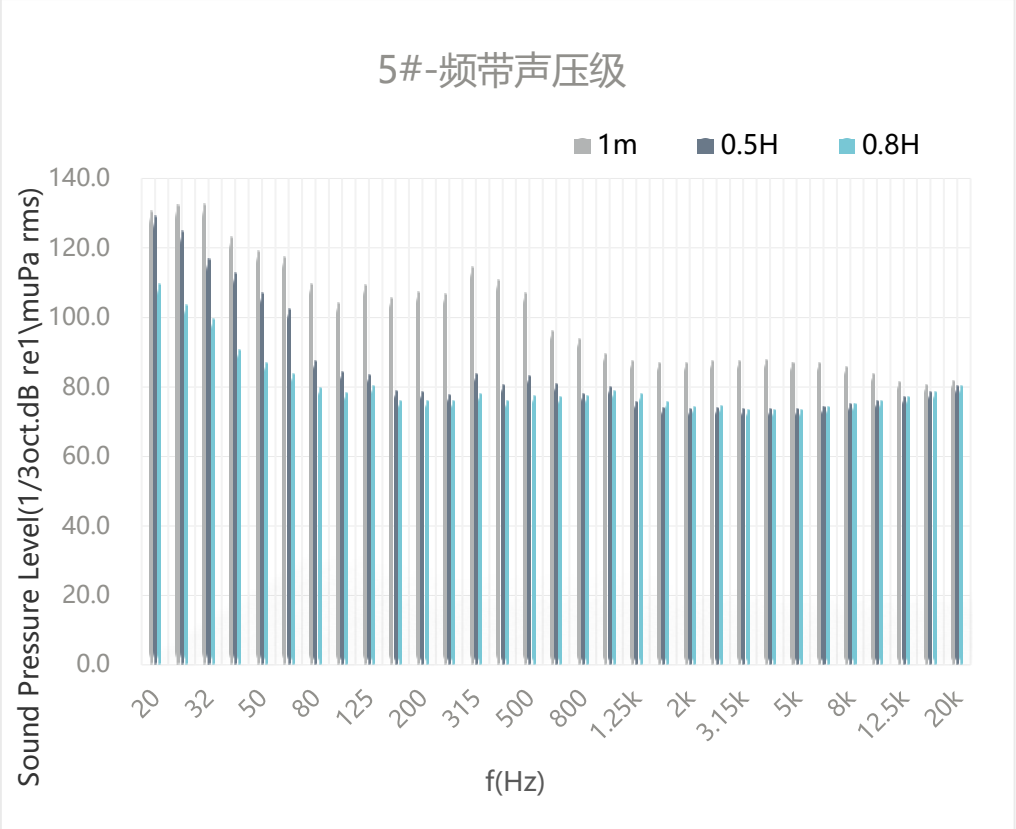
b、2024 年春季站位 2# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



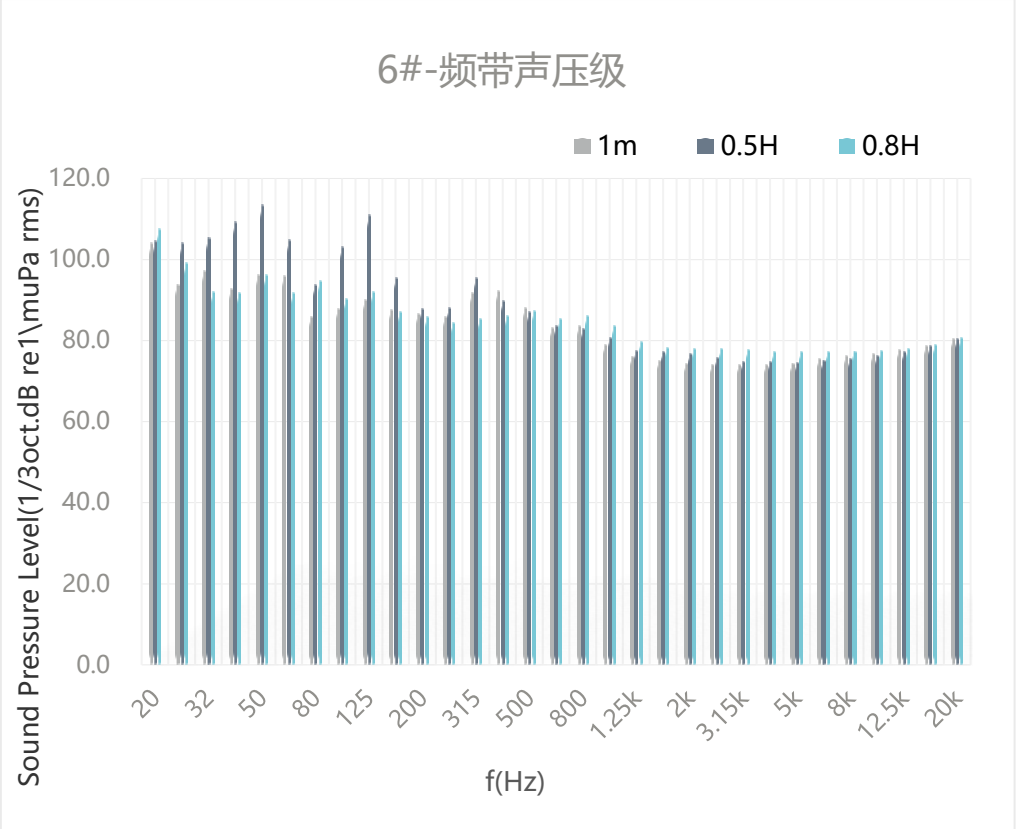
c、2024 年春季站位 3# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



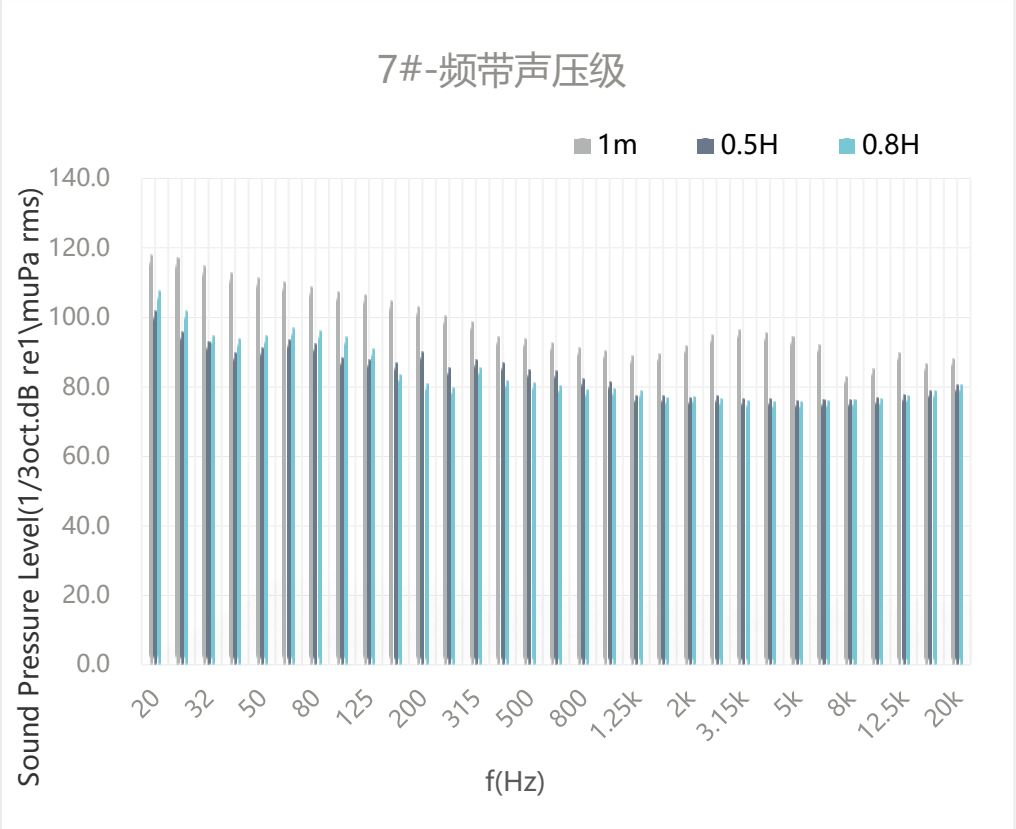
d、2024 年春季站位 4# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



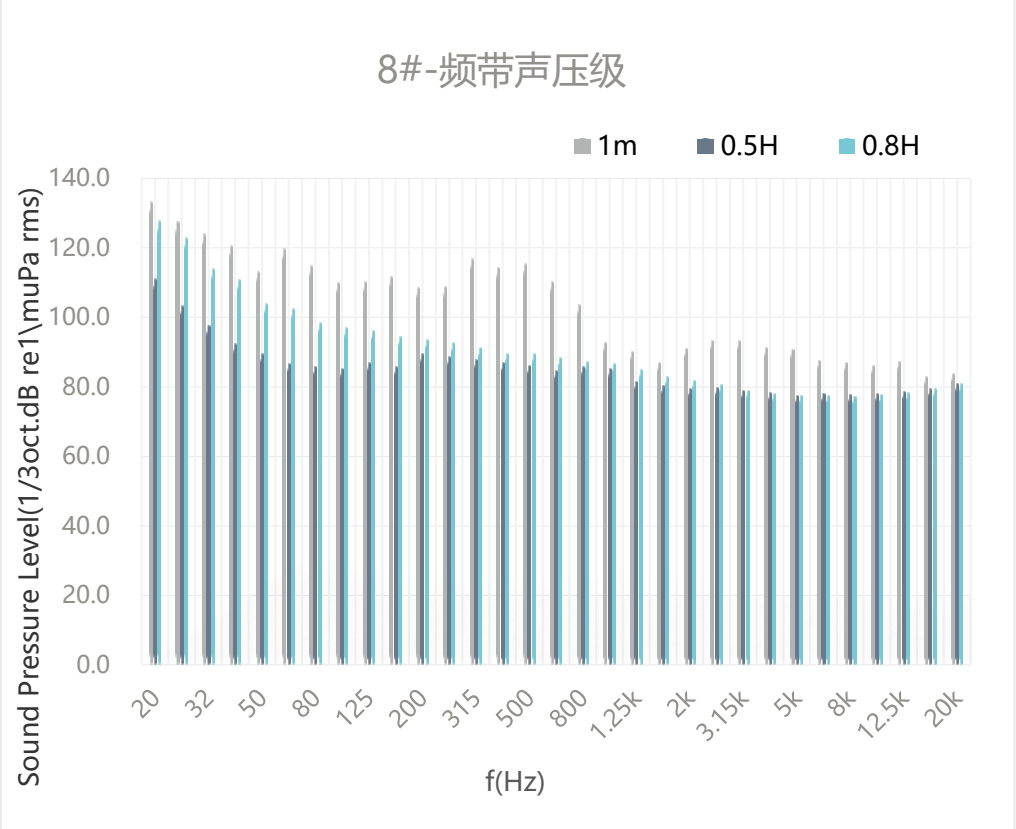
e、2024 年春季站位 5# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



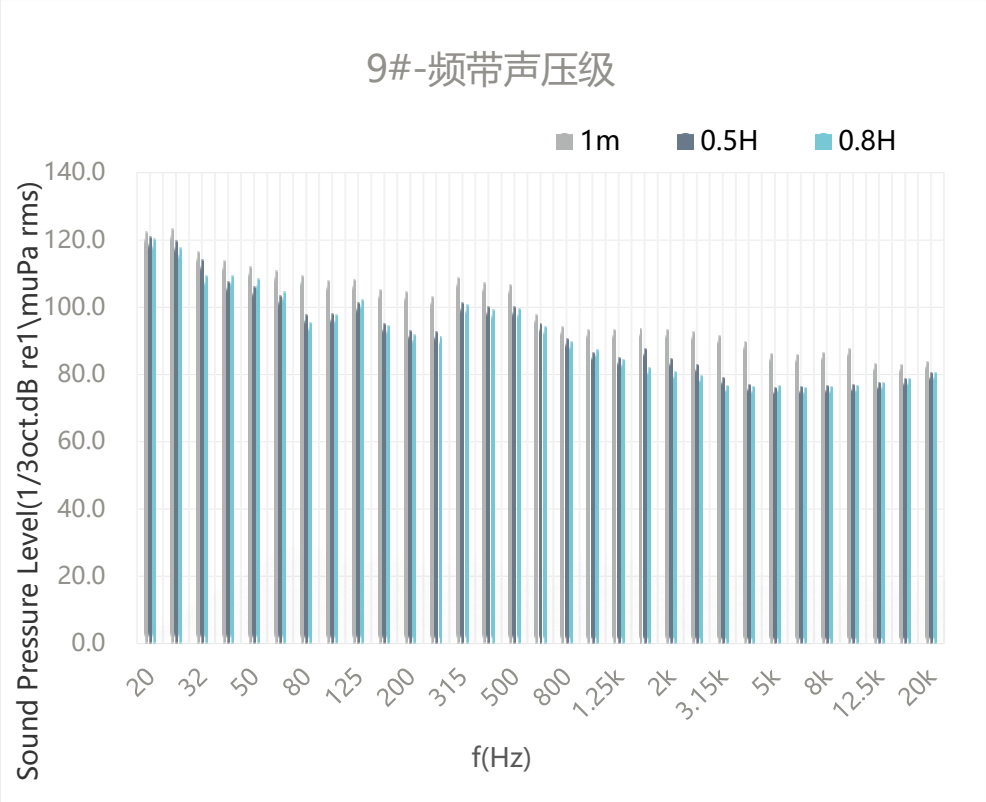
f、2024 年春季站位 6# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



g、2024 年春季站位 7# 1/3OCT 不同深度下频带声压级

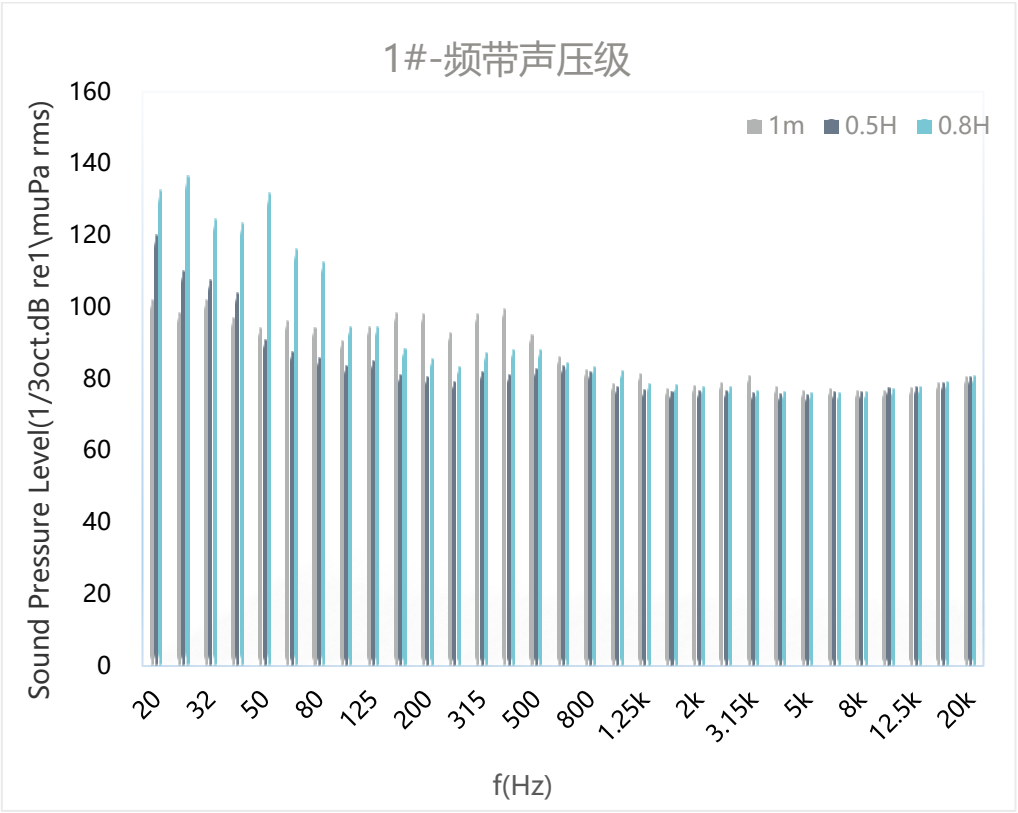


h、2024 年春季站位 8# 1/3OCT 不同深度下频带声压级

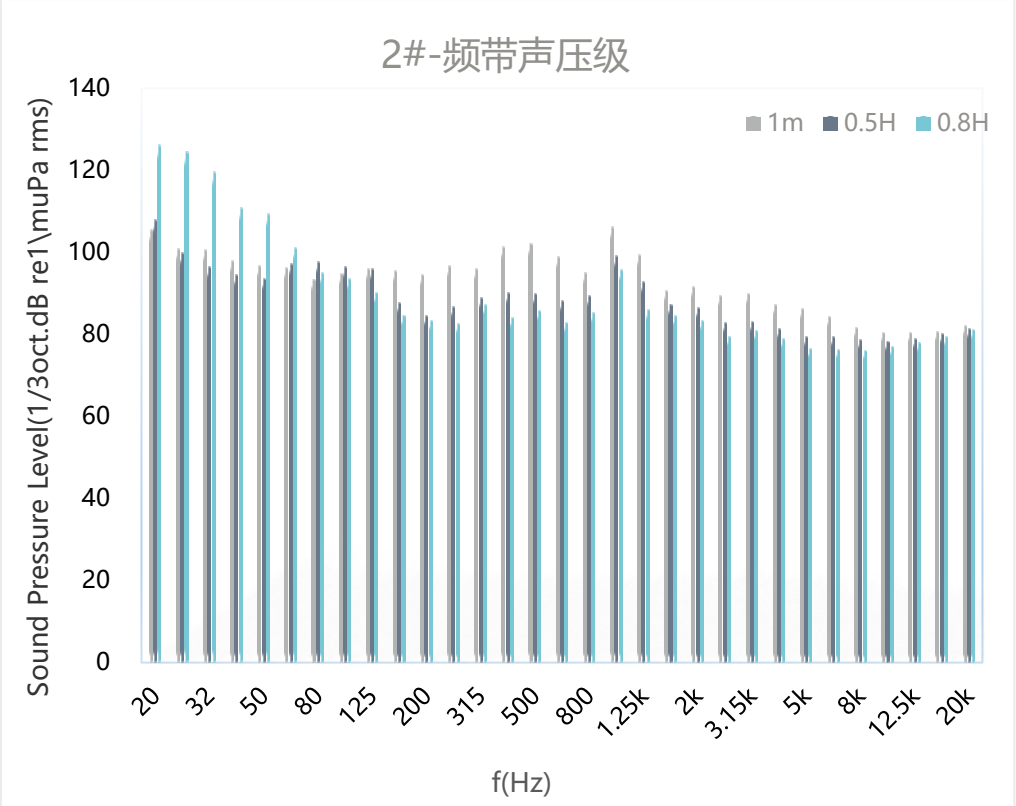


i、2024 年春季站位 9# 1/3OCT 不同深度下频带声压级

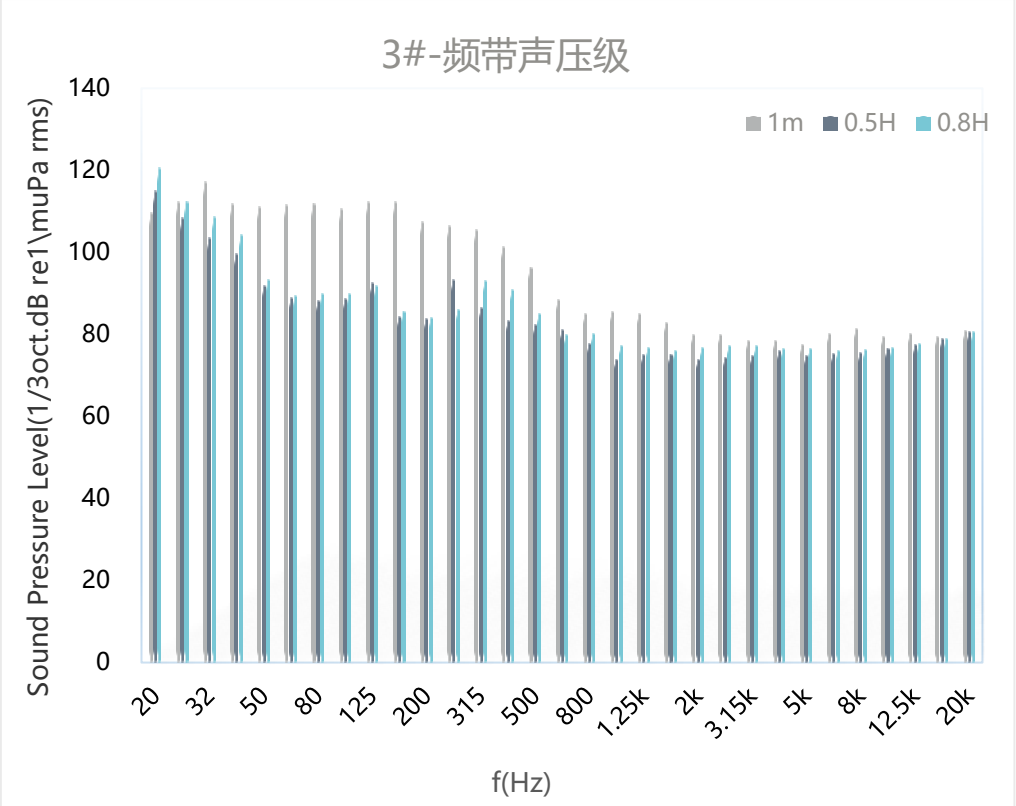
图 4.2-71 2024 年春季不同站位不同深度下频带声压级



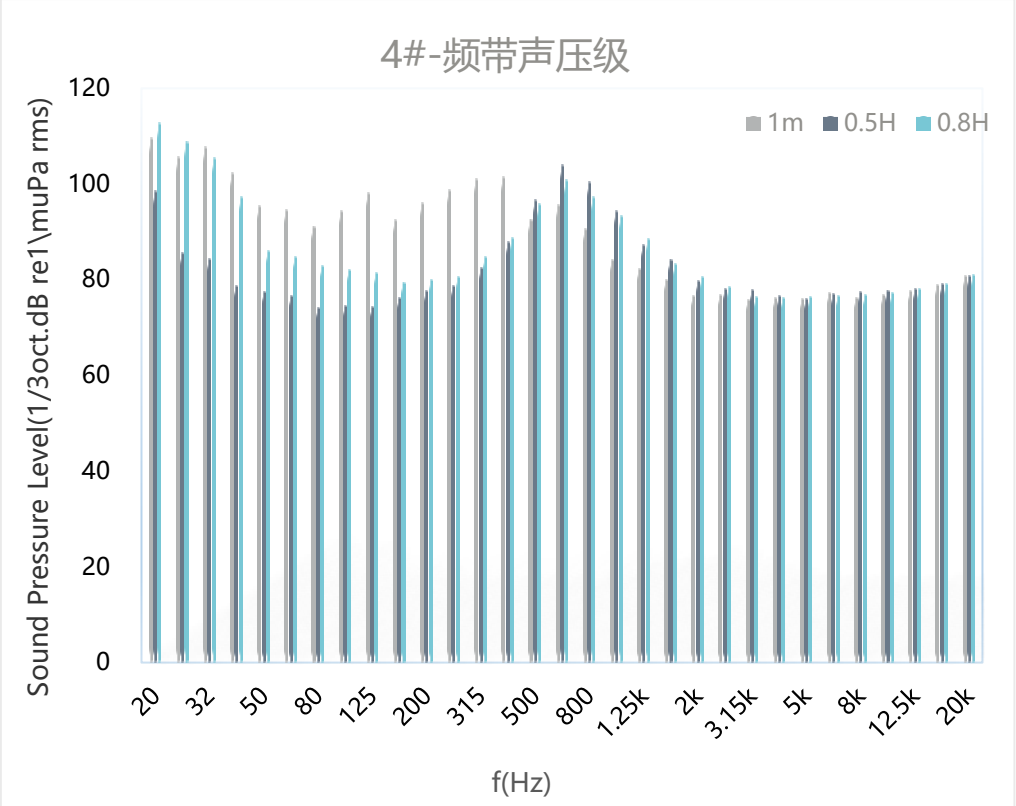
a、2024 年夏季站位 1# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



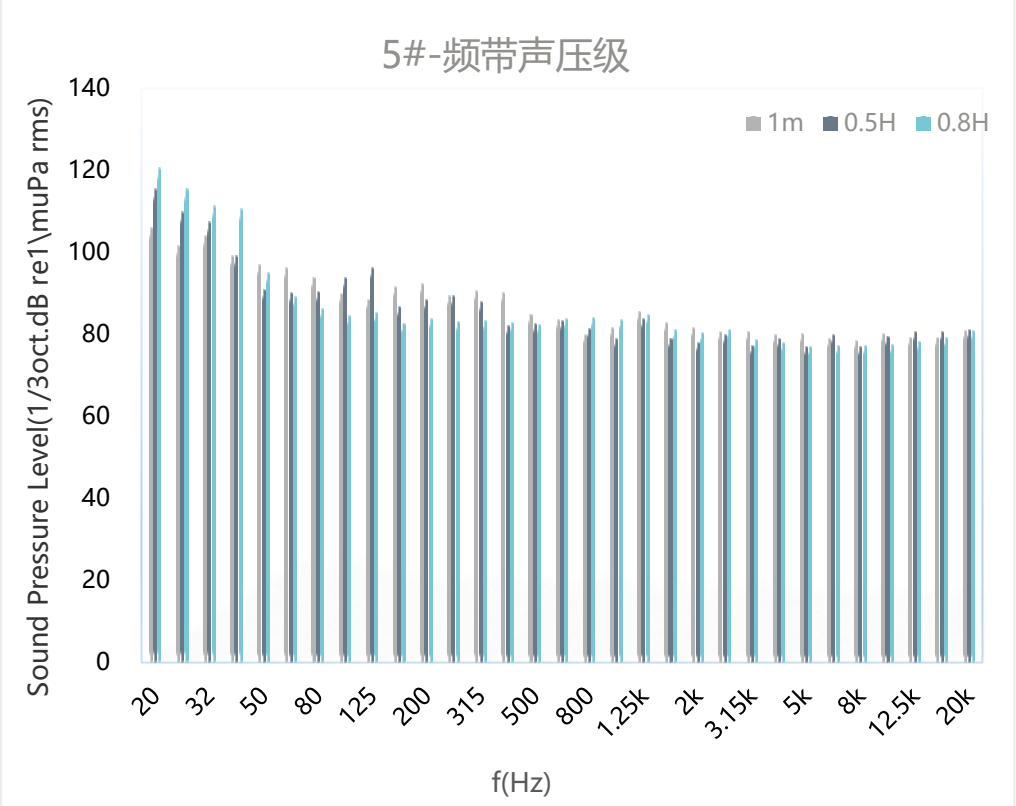
b、2024 年夏季站位 2# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



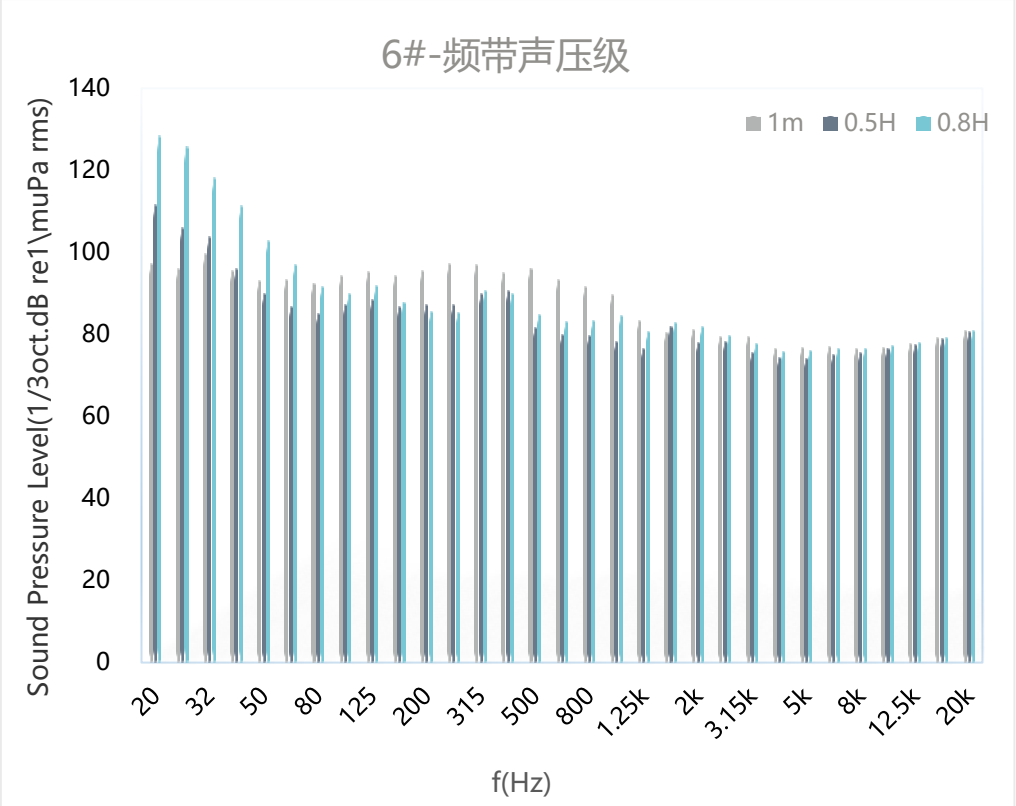
c、2024 年夏季站位 3# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



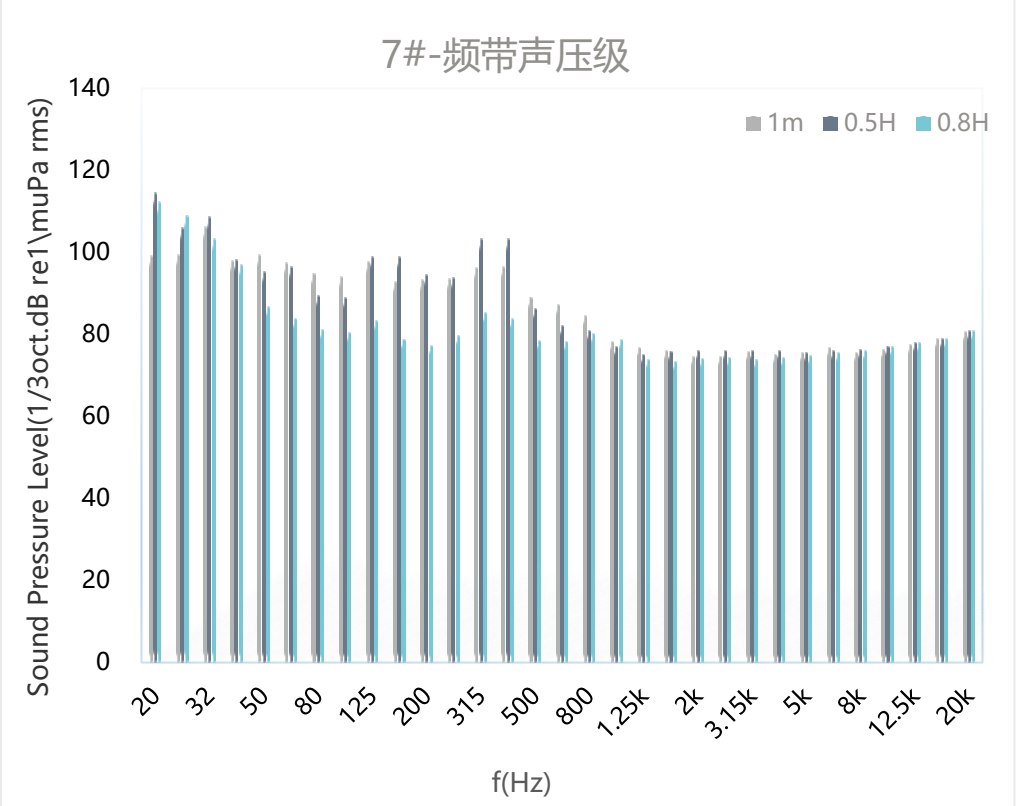
d、2024 年夏季站位 4# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



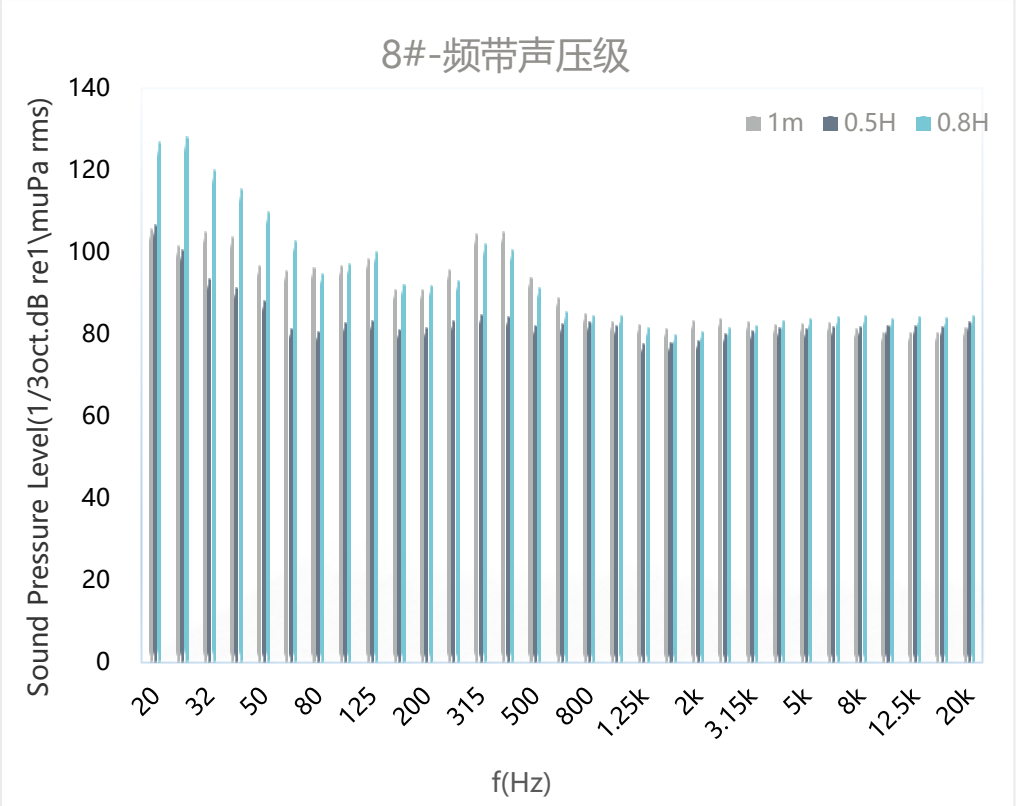
e、2024 年夏季站位 5# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



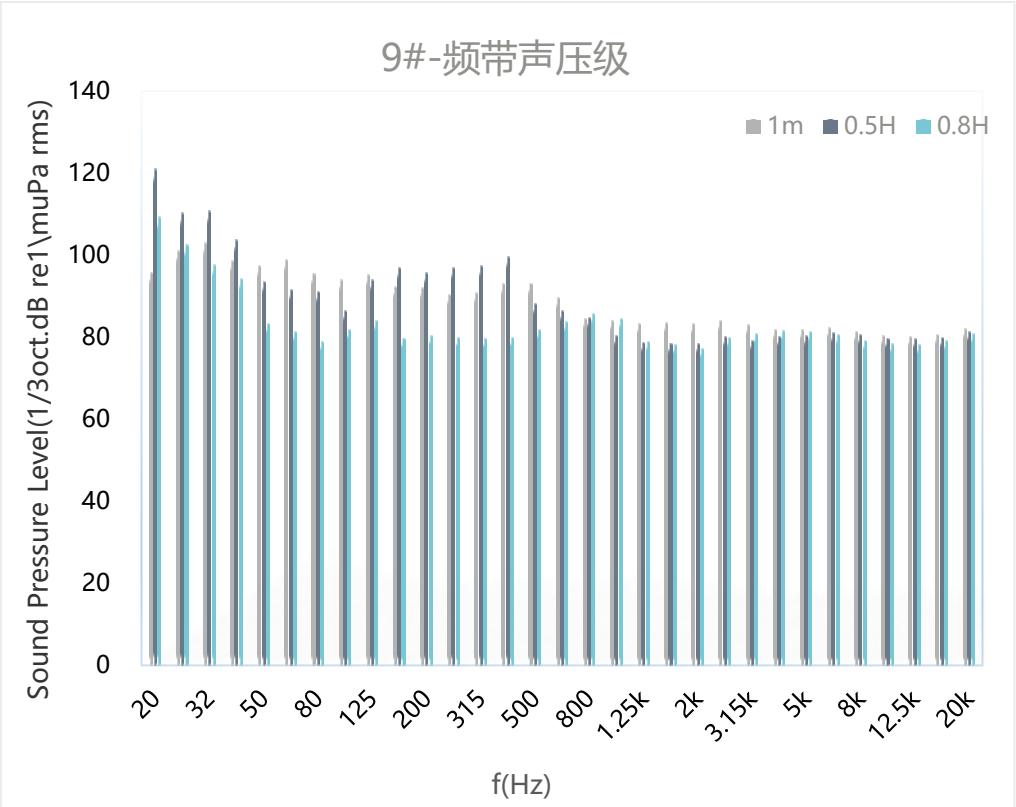
f、2024 年夏季站位 6# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



g、2024 年夏季站位 7# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



h、2024 年夏季站位 8# 1/3OCT 不同深度下频带声压级



i、2024 年夏季站位 9# 1/3OCT 不同深度下频带声压级

图 4.2-72 2024 年夏季不同站位不同深度下频带声级

B、声压谱[密度]级

2024 年 3 月~4 月，调查海域水下环境背景噪声声谱（密度）级随着频率的增高而下降。在 20Hz~20kHz 频率范围内，该海域噪声谱（密度）级的动态变化范围在 42.4dB~126.7dB 之间，最大值与最小值的差值为 84.3dB，而在特定频率（如 100Hz）的噪声功率谱级的最大与最小差值 31.4dB。总体上，在 100Hz 以上的频率谱（密度）级在 99.0dB 以下；500 Hz 以上频率的噪声谱（密度）级均在 89.0dB 以下；1kHz 以上频率的噪声谱（密度）级在 75dB 以下；而在 5kHz 以上频率噪声谱（密度）级在 64dB 以下。水下噪声不同位置的典型噪声声压谱（密度）级见表 4.2-120、表 4.2-121，水下噪声不同位置的典型噪声声压谱级图及各监测点位不同水深声压功率密度谱的比较（对数坐标）如图 4.2-73、图 4.2-74 所示。

2024 年 8 月，调查海域水下环境背景噪声声谱（密度）级随着频率的增高而下降。在 20Hz~20kHz 频率范围内，该海域噪声谱（密度）级的动态变化范围在 42.8dB~129.2dB 之间，最大值与最小值的差值为 86.4dB，而在特定频率（如 100Hz）的噪声功率谱级的最大与最小差值 36.1dB。总体上，在 100Hz 以上的频率谱（密度）级在 98.0dB 以下；500 Hz 以上频率的噪声谱（密度）级均在 83.0dB 以下；1kHz 以上频率的噪声谱（密度）级在 75dB 以下；而在 5kHz 以上频率噪声谱（密度）级在 53dB 以下。水下噪声不同位置的典型噪声声压谱（密度）级见表 4.2-122、表 4.2-123，水下噪声不同位置的典型噪声声压谱级图及各监测点位不同水深声压功率密度谱的比较（对数坐标）如图 4.2-75、图 4.2-76 所示。

表 4.2-120 2024 年春季调查海域不同层次典型声压谱[密度]级（1）

站位	水深/m	层次	声压谱[密度]级(dB re 1uPa rms/rtHz)														
			20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz
1#	12.2	1m	110.4	109.8	105.0	102.2	102.3	87.0	81.4	91.8	96.6	82.0	76.8	73.6	78.9	72.1	71.2
		0.3H	118.3	119.1	113.3	102.2	100.1	92.0	81.9	78.5	81.3	76.8	76.7	75.3	79.3	78.1	77.0
		0.5H	118.3	116.1	106.3	101.2	101.4	93.5	83.5	81.4	86.3	81.9	81.2	78.3	83.5	81.7	79.0
2#	9.8	1m	107.5	99.3	100.3	94.1	92.4	91.7	84.9	86.0	90.0	81.4	83.8	80.6	84.1	78.5	77.2
		0.3H	99.7	94.2	91.2	86.5	89.3	84.1	80.5	87.5	86.4	81.5	83.6	77.7	71.5	66.9	69.6
		0.5H	116.8	107.0	98.4	93.7	93.2	86.9	79.1	77.4	79.9	73.8	72.5	71.6	77.9	75.7	72.9
3#	10.0	1m	97.2	89.8	88.3	83.7	82.8	80.1	73.5	72.5	73.9	69.8	68.4	66.5	69.1	66.1	67.1
		0.3H	108.0	96.9	90.1	88.0	90.8	83.0	75.9	78.6	80.6	72.4	73.4	72.3	75.1	73.3	69.7
		0.5H	112.4	106.0	96.8	93.6	92.1	83.1	76.1	81.2	85.2	71.6	68.2	69.6	80.6	67.7	63.6
4#	11.5	1m	114.9	112.6	108.4	105.4	103.1	99.2	97.0	95.5	97.1	94.0	90.9	86.7	96.2	93.8	92.1
		0.3H	104.4	95.1	90.0	87.1	88.4	81.1	75.9	81.6	85.8	74.1	69.8	68.9	72.3	65.7	64.3
		0.5H	99.6	94.0	92.0	84.5	85.7	78.0	74.5	75.3	77.4	68.5	66.4	63.3	64.3	62.4	63.1
5#	11.5	1m	124.2	125.0	124.1	113.7	108.6	106.0	97.0	90.8	94.9	90.0	90.7	89.1	95.9	91.3	86.5
		0.3H	122.7	117.5	108.4	103.1	96.5	91.0	75.0	70.8	69.1	63.4	62.0	60.1	65.1	60.9	62.7
		0.5H	103.1	96.0	90.9	81.1	76.5	72.2	67.0	64.9	65.7	60.5	59.3	58.5	59.5	56.5	56.9
6#	9.0	1m	97.6	86.2	88.6	83.2	85.7	84.4	73.3	74.2	75.5	72.0	70.1	68.4	73.2	72.7	67.5
		0.3H	97.9	96.7	96.8	99.8	102.8	93.3	81.2	89.5	96.5	79.8	71.2	70.5	77.0	70.2	66.7
		0.5H	101.0	91.6	83.5	82.1	85.7	80.1	82.1	76.7	77.6	71.5	69.4	66.8	66.9	66.5	66.9
7#	8.6	1m	111.4	109.6	106.2	103.2	100.8	98.7	96.2	93.7	91.9	89.2	86.4	83.0	80.2	74.7	73.2
		0.3H	95.2	88.4	84.4	80.4	80.7	81.9	79.7	74.8	73.4	71.3	73.5	67.9	69.3	67.2	64.3
		0.5H	101.1	94.5	86.0	84.3	84.2	85.4	83.6	81.0	76.4	67.8	64.5	62.2	66.9	62.2	60.5
8#	12.0	1m	126.7	119.9	115.6	111.1	102.5	108.0	102.2	96.3	95.6	96.2	91.9	91.2	98.2	94.8	94.8
		0.3H	104.5	95.7	89.0	82.9	78.8	75.0	73.3	71.7	72.3	70.3	73.1	71.1	69.4	67.4	65.6
		0.5H	121.4	115.3	105.6	101.3	93.3	91.1	85.9	83.5	81.6	78.9	77.0	75.2	72.7	69.9	68.8
9#	9.5	1m	115.7	115.8	108.0	104.2	101.4	99.2	96.8	94.3	93.7	89.5	88.0	85.5	90.2	87.6	86.2
		0.3H	114.4	112.2	105.7	98.1	95.4	91.7	85.0	84.6	86.7	79.4	76.4	75.1	82.9	80.5	79.6
		0.5H	113.6	110.2	100.9	99.6	97.9	92.9	82.9	84.2	87.6	78.8	75.4	73.8	82.2	79.7	79.1

表 4.2-121 2024 年春季调查海域不同层次典型声压谱[密度]级（2）

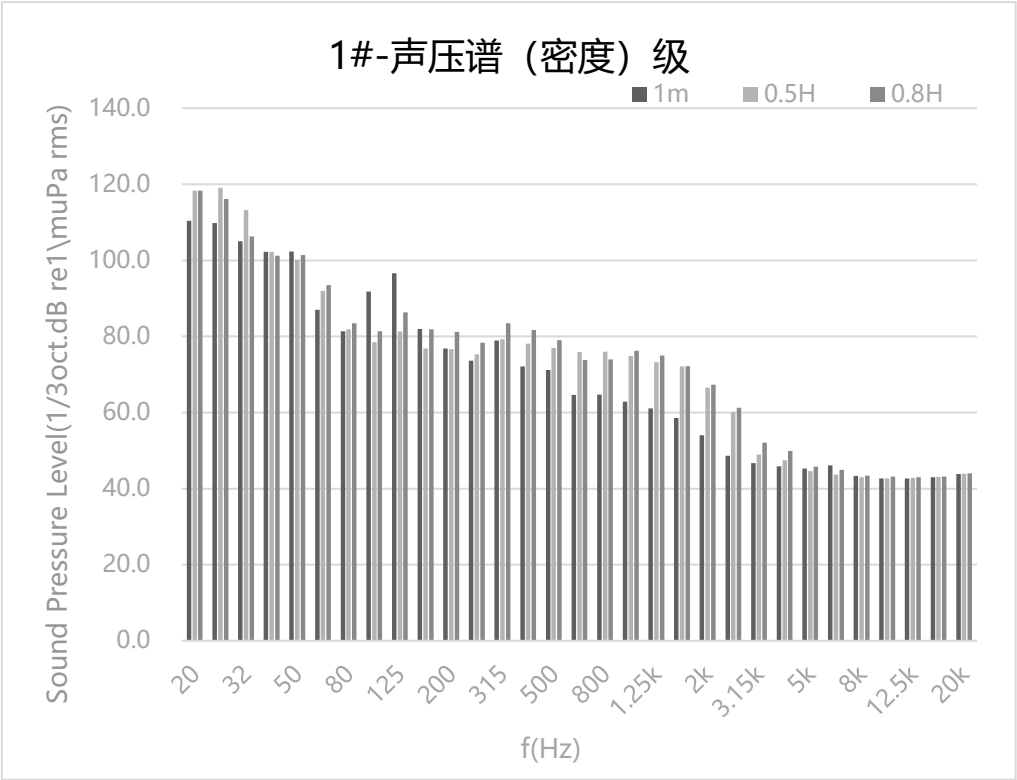
站位	水深/m	层次	声压谱[密度]级(dB re 1uPa rms/rtHz)														
			800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz
1#	12.2	1m	64.7	62.9	61.1	58.6	54.0	48.6	46.7	45.9	45.3	46.1	43.3	42.7	42.7	43.0	43.8
		0.3H	76.0	74.9	73.2	72.1	66.6	60.1	49.0	47.5	44.6	43.7	43.0	42.7	42.8	43.1	43.9
		0.5H	74.0	76.2	75.0	72.2	67.3	61.3	52.1	49.9	45.8	44.9	43.4	43.2	43.0	43.2	44.0
2#	9.8	1m	66.4	61.0	58.0	56.7	56.8	55.9	54.2	53.9	52.9	53.4	45.1	43.9	43.7	43.7	44.3
		0.3H	63.0	60.9	56.8	53.7	52.1	51.3	49.5	48.0	46.7	46.2	44.9	44.1	43.7	43.6	44.2
		0.5H	63.1	61.8	59.8	57.3	54.3	53.8	51.5	49.6	48.3	47.3	46.2	44.9	44.2	43.9	44.4
3#	10.0	1m	58.8	56.7	55.1	54.4	52.4	52.9	54.2	57.3	55.8	54.4	50.3	48.3	46.2	44.7	44.8
		0.3H	59.5	59.3	56.1	53.9	53.0	52.7	53.2	58.8	56.5	51.1	47.9	45.6	44.4	43.9	44.3
		0.5H	60.3	58.9	56.4	55.3	53.3	53.1	51.9	53.2	50.7	48.4	46.5	45.3	44.6	44.0	44.5
4#	11.5	1m	77.3	70.8	69.3	68.6	67.8	66.4	62.6	58.2	57.3	56.9	53.3	52.9	50.6	49.0	49.7
		0.3H	59.1	58.2	56.7	60.7	60.0	56.8	53.6	53.4	55.2	51.2	47.4	45.1	43.9	43.7	44.2
		0.5H	60.9	60.5	59.4	58.7	57.6	55.7	52.8	51.5	51.2	48.7	46.9	45.2	44.2	43.9	44.3
5#	11.5	1m	71.2	65.9	63.0	61.3	60.2	60.0	58.9	58.1	56.3	55.3	53.3	50.2	47.0	45.1	45.3
		0.3H	55.4	56.5	51.3	48.4	47.0	46.5	45.3	44.2	43.2	42.9	42.4	42.4	42.6	43.0	43.8
		0.5H	55.0	55.5	53.4	50.1	47.9	47.0	44.8	43.7	42.9	42.8	42.5	42.4	42.5	42.9	43.8
6#	9.0	1m	61.1	55.4	51.5	49.4	47.7	46.4	45.5	44.5	43.7	43.9	43.7	43.3	43.2	43.2	43.9
		0.3H	60.2	57.1	53.0	51.6	50.0	48.2	46.3	45.3	44.1	43.6	43.0	42.7	42.7	43.0	43.8
		0.5H	63.5	59.9	55.1	52.6	51.5	50.4	49.3	47.7	46.7	45.7	44.5	43.8	43.4	43.4	44.1
7#	8.6	1m	68.6	66.7	64.4	63.8	65.1	67.6	67.9	66.2	64.0	60.5	50.4	51.6	55.2	51.0	51.7
		0.3H	59.7	57.8	53.0	51.9	50.3	49.8	48.0	47.1	45.4	44.6	43.8	43.4	43.1	43.3	44.0
		0.5H	56.8	56.0	54.4	51.4	50.6	49.0	47.5	46.3	45.0	44.6	43.6	43.1	43.0	43.2	43.9
8#	12.0	1m	81.0	69.2	65.6	61.3	64.3	65.6	64.8	61.7	60.0	56.1	54.4	52.6	52.8	47.2	47.2
		0.3H	63.1	61.5	57.1	54.8	52.9	52.2	50.3	48.8	47.0	46.4	45.0	44.4	44.0	43.8	44.3
		0.5H	64.5	63.0	60.4	57.2	55.2	53.0	50.4	48.4	46.7	45.9	44.6	44.1	43.8	43.8	44.4
9#	9.5	1m	71.7	69.8	68.7	68.1	66.6	65.3	62.9	60.1	55.6	54.3	53.7	54.1	48.5	47.4	47.3
		0.3H	68.2	62.9	60.6	62.0	58.3	55.3	50.6	47.4	45.5	44.9	43.9	43.3	43.0	43.2	43.9
		0.5H	67.0	63.9	60.0	56.4	54.3	52.2	48.2	46.8	45.9	44.5	43.7	43.1	43.0	43.2	43.9

表 4.2-122 2024 年夏季调查海域不同层次典型声压谱[密度]级（1）

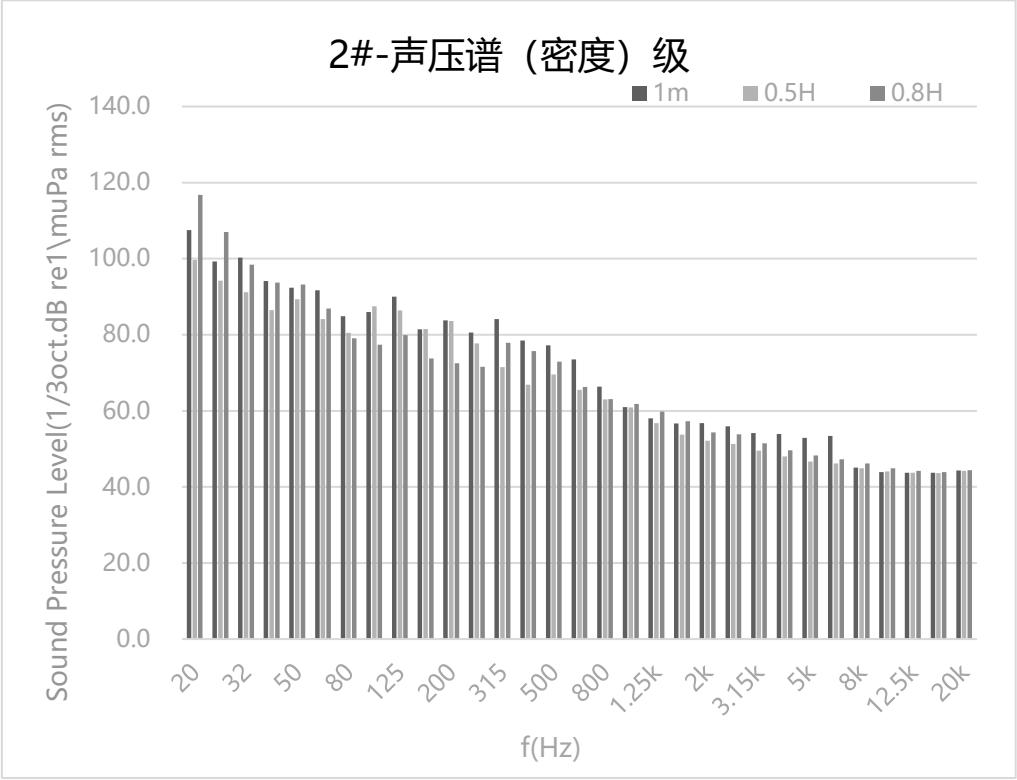
站位	水深/m	层次	声压谱[密度]级(dB re 1uPa rms/rtHz)														
			20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz
1#	13.2	1m	95.4	91.0	93.4	87.4	83.7	84.7	81.7	77.0	80.0	82.7	81.5	75.2	79.4	79.9	71.7
		0.3H	113.6	102.7	99.2	94.5	80.4	75.9	73.3	70.1	70.6	65.4	63.9	61.6	63.4	61.6	62.1
		0.5H	126.3	129.2	116.2	114.0	121.2	104.8	99.9	80.9	80.0	72.8	69.0	65.8	68.7	68.5	67.7
2#	11.3	1m	98.9	93.4	92.1	88.5	86.0	84.6	80.6	81.3	81.5	79.9	77.9	79.1	77.6	81.7	81.5
		0.3H	101.4	92.4	87.9	85.0	83.0	85.5	85.0	83.0	81.3	72.1	68.1	69.0	70.4	70.5	69.2
		0.5H	119.6	117.0	111.1	101.2	98.8	89.7	82.4	80.0	75.6	69.0	66.9	65.1	68.7	64.4	65.3
3#	8.2	1m	103.2	104.8	108.6	102.2	100.7	100.0	99.3	97.0	97.6	96.6	91.0	89.0	86.9	81.8	75.6
		0.3H	108.6	100.9	95.0	90.1	81.3	77.5	75.6	75.1	78.1	68.6	67.1	75.8	67.9	63.7	61.9
		0.5H	114.0	104.6	100.2	94.6	82.8	77.9	77.2	76.3	77.4	69.8	67.5	68.5	74.4	71.2	64.4
4#	12.5	1m	103.2	98.1	99.2	92.8	84.8	83.0	78.6	80.9	83.6	76.9	79.6	81.2	82.6	81.8	71.9
		0.3H	91.9	78.1	75.8	69.2	66.9	65.2	61.6	60.9	59.8	60.7	61.0	61.2	63.8	68.4	76.1
		0.5H	106.3	101.3	97.0	87.8	75.6	73.2	70.3	68.4	67.0	63.9	63.4	63.1	66.3	69.2	75.3
5#	10.4	1m	99.4	94.1	95.5	89.6	86.5	84.7	81.3	76.2	73.8	76.1	75.6	71.9	72.1	70.6	64.3
		0.3H	108.9	102.4	98.9	89.7	80.4	78.6	77.7	80.2	81.7	71.2	71.9	71.9	69.4	62.5	62.1
		0.5H	114.1	108.0	102.8	101.0	84.4	77.6	73.8	70.8	70.8	66.9	67.3	65.5	64.9	63.2	61.7
6#	11.1	1m	90.6	88.4	91.1	85.9	82.5	81.7	79.7	80.6	80.7	78.7	79.0	79.5	78.4	75.4	75.6
		0.3H	105.0	98.3	95.3	86.4	79.5	75.2	72.5	73.8	74.0	71.1	70.5	69.6	71.5	71.1	61.0
		0.5H	121.7	118.3	109.6	101.9	92.1	85.3	79.1	76.4	77.3	72.2	69.0	67.7	72.2	70.5	64.1
7#	10.3	1m	92.6	91.8	97.7	88.4	88.9	86.0	82.3	80.4	83.1	77.2	76.7	76.0	77.6	76.8	68.4
		0.3H	107.9	98.4	100.2	88.7	84.6	85.0	76.7	75.3	84.5	83.3	78.0	76.2	84.7	83.9	65.7
		0.5H	105.8	101.3	94.8	87.3	76.3	72.2	68.4	66.7	68.7	63.1	60.8	62.0	66.7	64.2	57.8
8#	15.2	1m	99.2	94.1	96.3	94.3	86.1	84.0	83.6	83.3	83.8	75.2	74.3	78.1	85.9	85.6	73.4
		0.3H	100.1	93.2	85.0	81.7	77.5	69.8	68.1	69.1	68.9	65.5	65.1	65.7	66.2	64.7	61.6
		0.5H	120.3	120.7	111.5	106.0	99.5	91.4	82.2	83.6	85.7	76.6	75.4	75.6	83.5	81.1	70.7
9#	10.5	1m	89.0	93.5	94.5	89.0	86.8	87.3	82.8	80.5	80.5	76.6	75.6	72.7	72.2	73.5	72.5
		0.3H	114.6	102.9	102.3	94.1	83.1	80.0	78.6	73.0	79.6	81.4	79.0	79.4	78.8	80.0	67.5
		0.5H	102.8	95.0	89.2	84.7	72.8	69.8	66.3	68.2	69.4	64.0	63.7	62.4	61.1	60.2	61.3

表 4.2-123 2024 年夏季调查海域不同层次典型声压谱[密度]级（2）

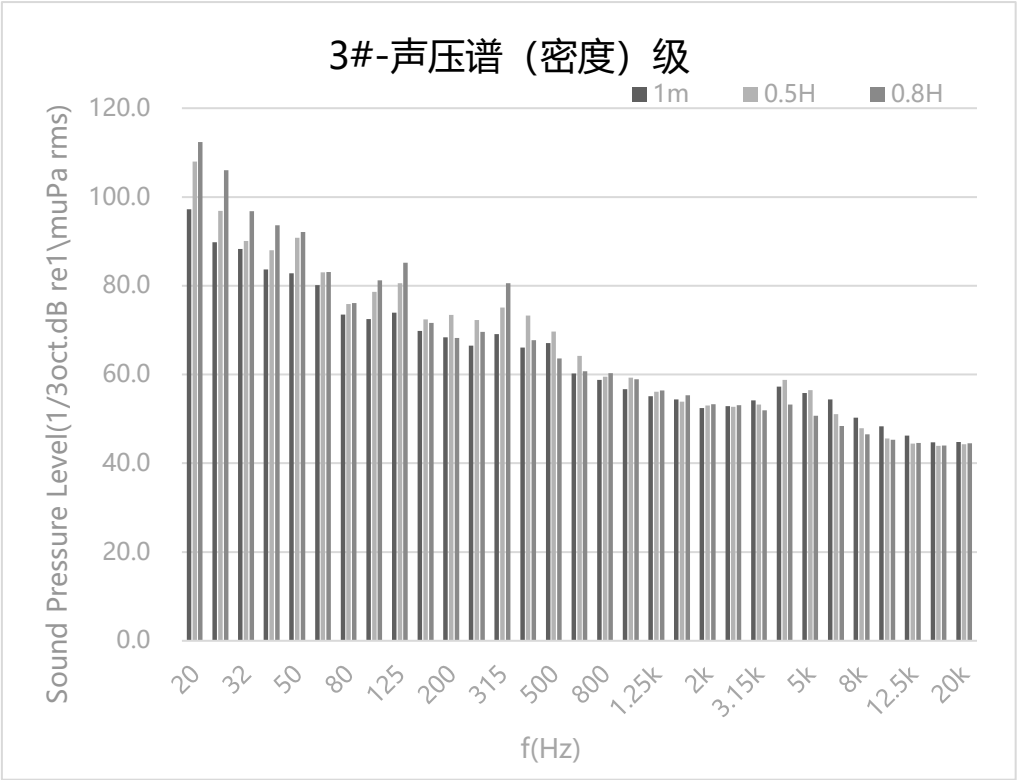
站位	水深/m	层次	声压谱[密度]级(dB re 1uPa rms/rtHz)														
			800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz
1#	13.2	1m	60.0	55.0	56.9	51.6	51.5	51.5	52.3	48.2	46.0	45.8	44.2	43.2	43.1	43.3	44.1
		0.3H	59.3	54.2	52.4	50.8	50.2	49.2	47.5	46.1	44.9	44.9	44.0	43.8	43.3	43.3	44.2
		0.5H	60.7	58.7	54.2	52.8	51.4	50.2	48.3	46.8	45.6	44.5	44.0	43.6	43.3	43.5	44.3
2#	11.3	1m	72.6	82.7	75.0	65.1	65.0	62.0	61.3	57.6	55.8	52.7	48.9	47.0	45.7	45.0	45.4
		0.3H	66.7	75.6	68.4	61.7	59.9	55.2	54.6	51.8	48.9	47.7	46.1	44.7	44.4	44.5	44.9
		0.5H	62.7	72.2	61.6	58.9	56.6	51.8	52.4	49.4	45.9	44.7	43.5	43.4	43.5	43.7	44.5
3#	8.2	1m	62.5	61.8	60.3	57.2	53.5	52.4	50.0	48.7	46.9	48.7	48.7	45.7	45.6	43.7	44.3
		0.3H	55.1	50.2	50.5	49.3	47.4	46.7	46.2	46.5	44.2	43.8	43.0	42.8	43.0	43.2	44.1
		0.5H	57.6	53.5	52.1	50.6	50.1	49.6	48.6	46.8	45.9	44.3	43.7	43.3	43.2	43.3	44.1
4#	12.5	1m	68.0	60.5	57.7	54.3	50.1	49.4	47.3	46.7	45.5	45.6	43.8	43.3	43.2	43.4	44.2
		0.3H	77.9	70.8	62.8	58.6	53.2	50.5	49.3	47.0	45.4	45.4	44.9	44.0	43.5	43.6	44.3
		0.5H	74.6	69.7	64.0	57.6	54.1	51.1	47.9	46.6	45.9	45.0	44.2	43.8	43.5	43.6	44.3
5#	10.4	1m	57.5	58.0	61.0	57.2	55.0	53.0	51.9	50.4	49.6	47.2	45.9	46.7	44.6	43.6	44.3
		0.3H	58.7	55.5	59.2	53.3	51.4	52.3	48.8	49.2	46.5	48.4	44.4	45.7	46.2	45.0	44.6
		0.5H	61.5	59.9	60.2	55.7	53.7	53.7	50.1	48.4	46.3	45.6	44.6	44.0	43.6	43.6	44.4
6#	11.1	1m	69.1	66.2	58.6	54.7	54.5	51.8	50.8	46.9	46.2	45.4	43.9	43.3	43.2	43.5	44.2
		0.3H	57.0	54.5	51.9	56.3	51.4	50.7	47.0	44.7	43.6	43.5	43.0	42.9	42.9	43.3	44.1
		0.5H	60.6	60.9	56.1	57.3	55.2	52.1	49.0	46.3	45.4	44.9	43.9	43.5	43.4	43.5	44.3
7#	10.3	1m	61.9	54.5	52.1	50.4	47.9	47.0	47.2	45.5	44.9	45.0	42.8	42.8	43.0	43.3	44.1
		0.3H	58.2	53.5	50.4	50.1	49.3	48.6	47.5	46.3	44.9	44.4	43.7	43.4	43.3	43.4	44.2
		0.5H	57.6	55.2	49.2	47.6	47.5	46.8	45.3	44.7	44.1	44.1	43.6	43.5	43.4	43.4	44.2
8#	15.2	1m	62.5	59.5	57.8	55.8	56.7	56.3	54.6	52.9	52.0	51.1	48.8	46.8	45.9	44.9	45.1
		0.3H	60.4	58.7	53.1	52.3	52.0	52.7	52.3	51.9	50.8	50.2	49.3	48.7	47.5	46.3	46.4
		0.5H	61.8	61.1	57.1	54.4	54.0	54.2	53.6	53.7	53.4	52.8	51.8	50.2	49.7	48.4	47.8
9#	10.5	1m	62.0	60.4	58.7	57.9	56.7	56.6	54.5	52.1	51.3	50.6	48.6	46.8	45.7	45.1	45.5
		0.3H	62.2	56.9	54.2	52.7	51.9	52.6	50.5	50.6	49.8	49.4	47.9	46.0	45.2	44.3	44.7
		0.5H	63.1	60.9	54.4	52.5	50.7	52.4	52.4	52.0	50.7	49.0	46.6	44.9	43.6	43.6	44.3



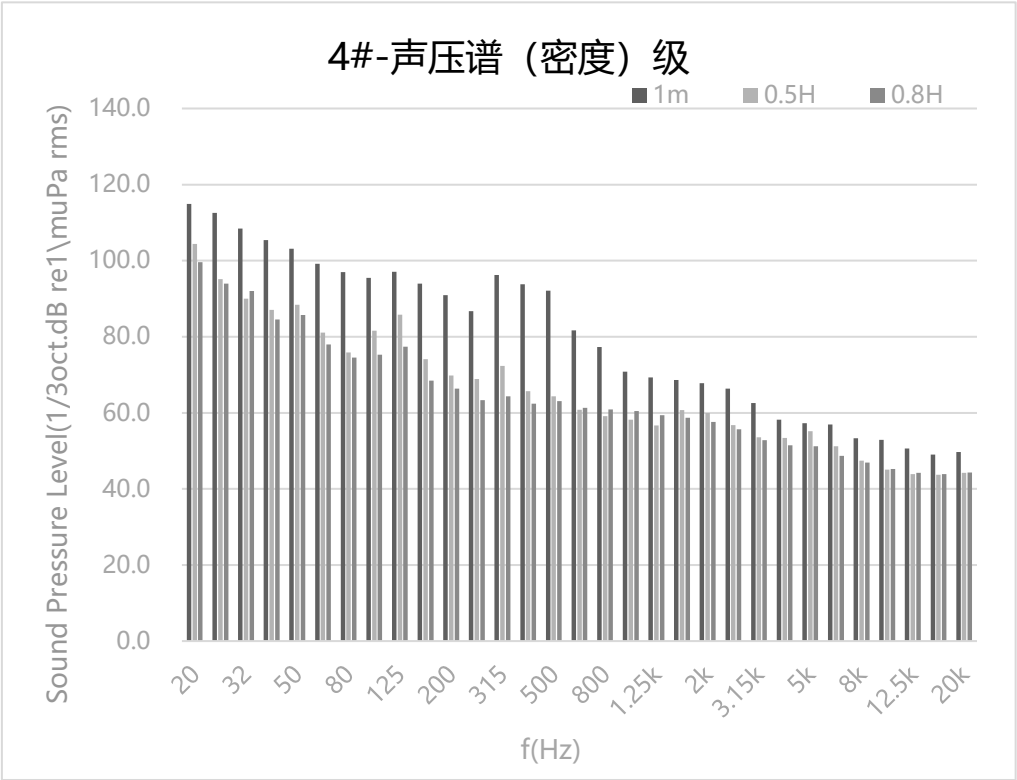
a、2024 年春季站位 1# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



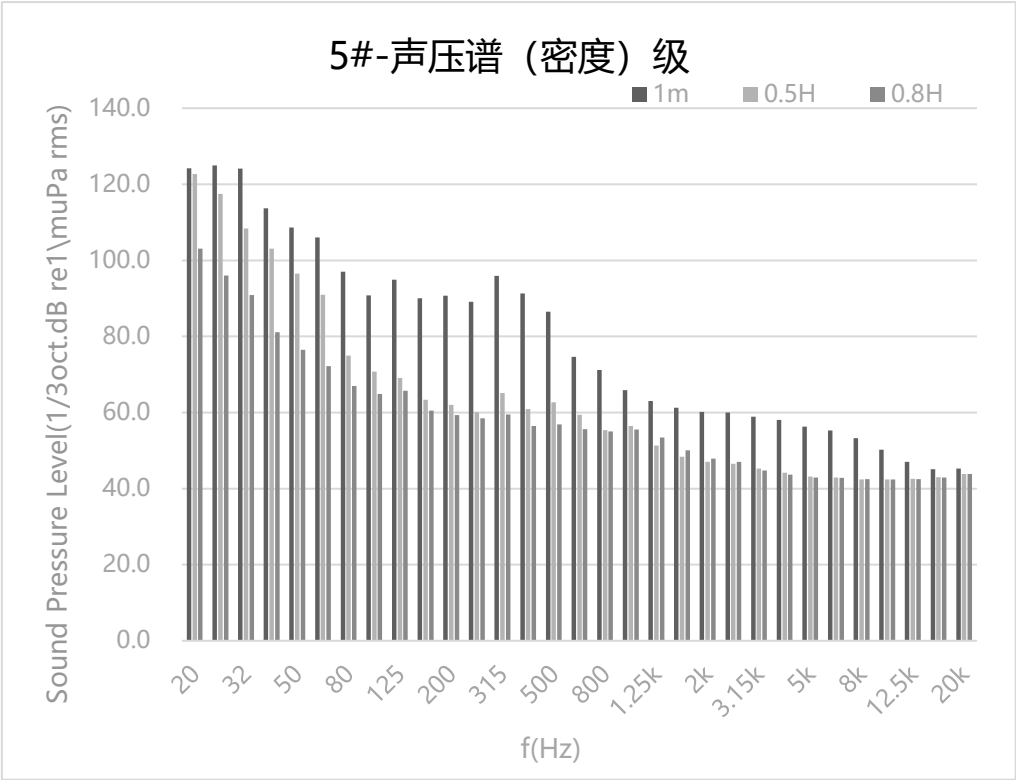
b、2024 年春季站位 2# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



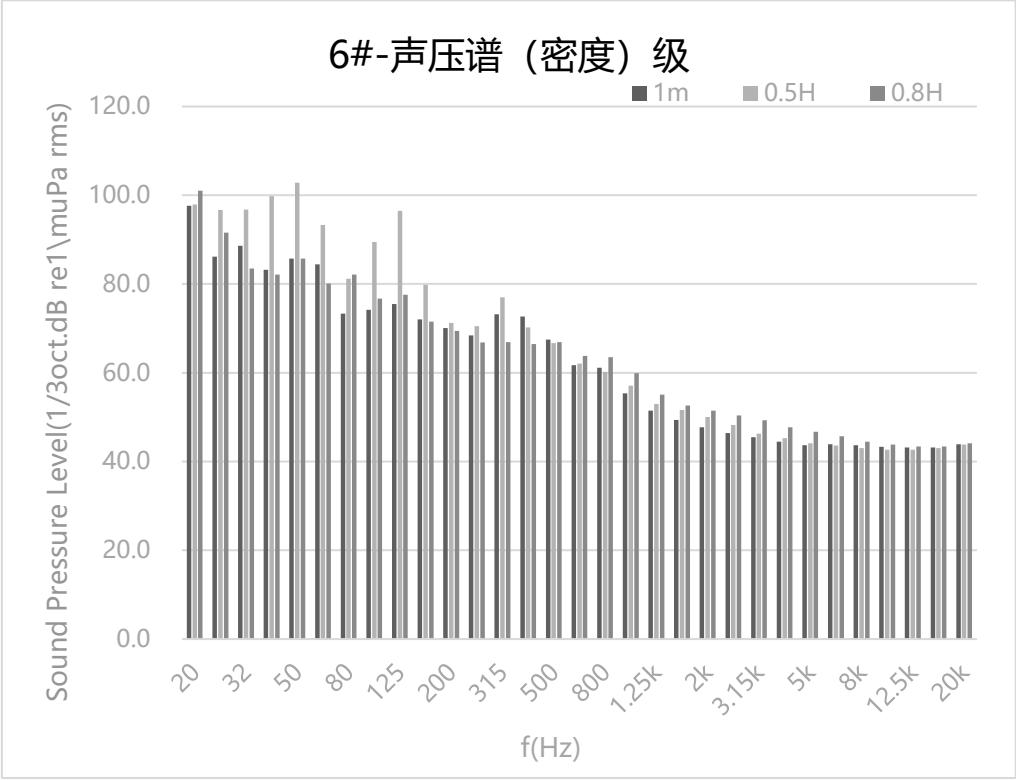
c、2024 年春季站位 3# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



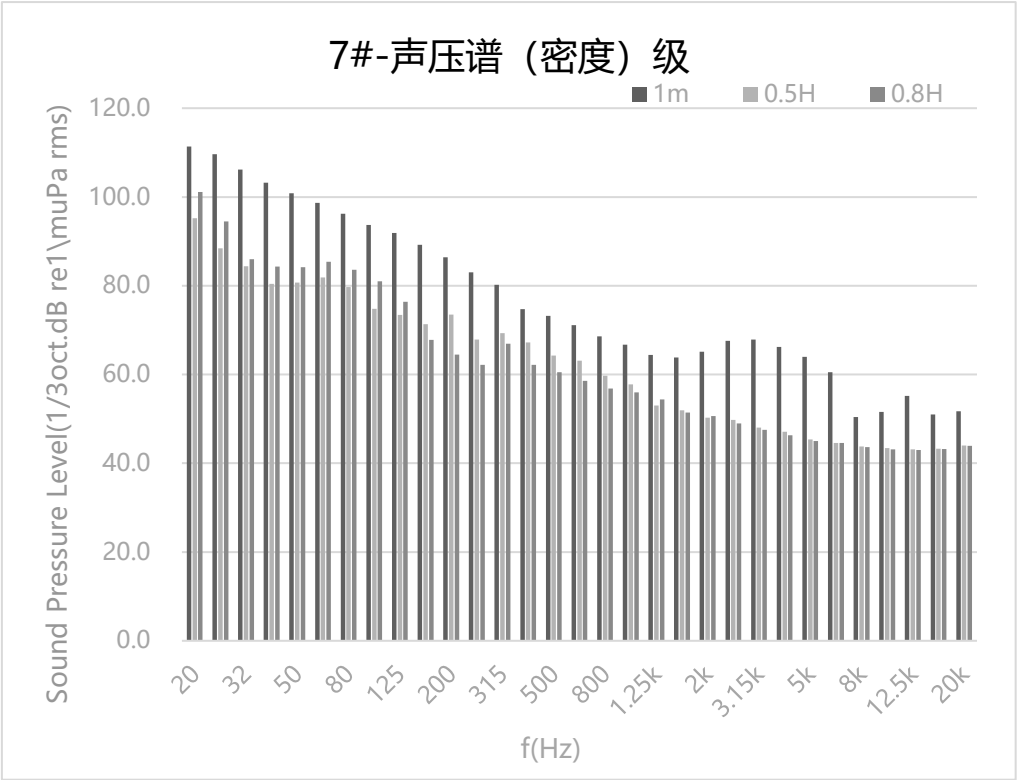
d、2024 年春季站位 4# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



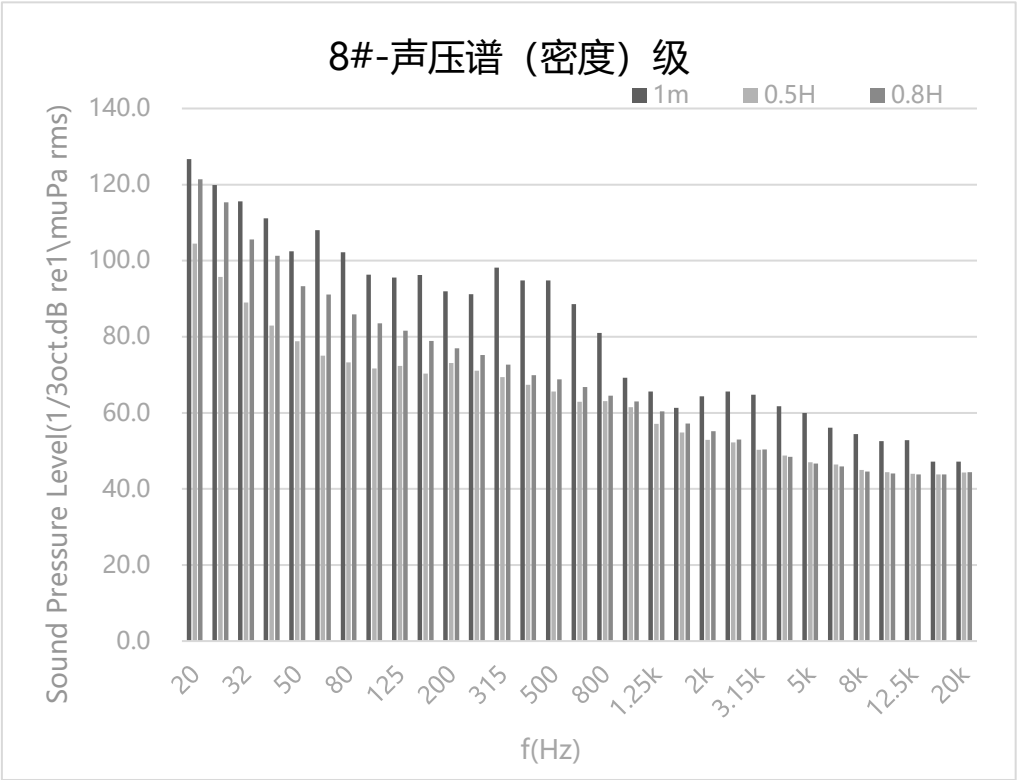
e、2024 年春季站位 5# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



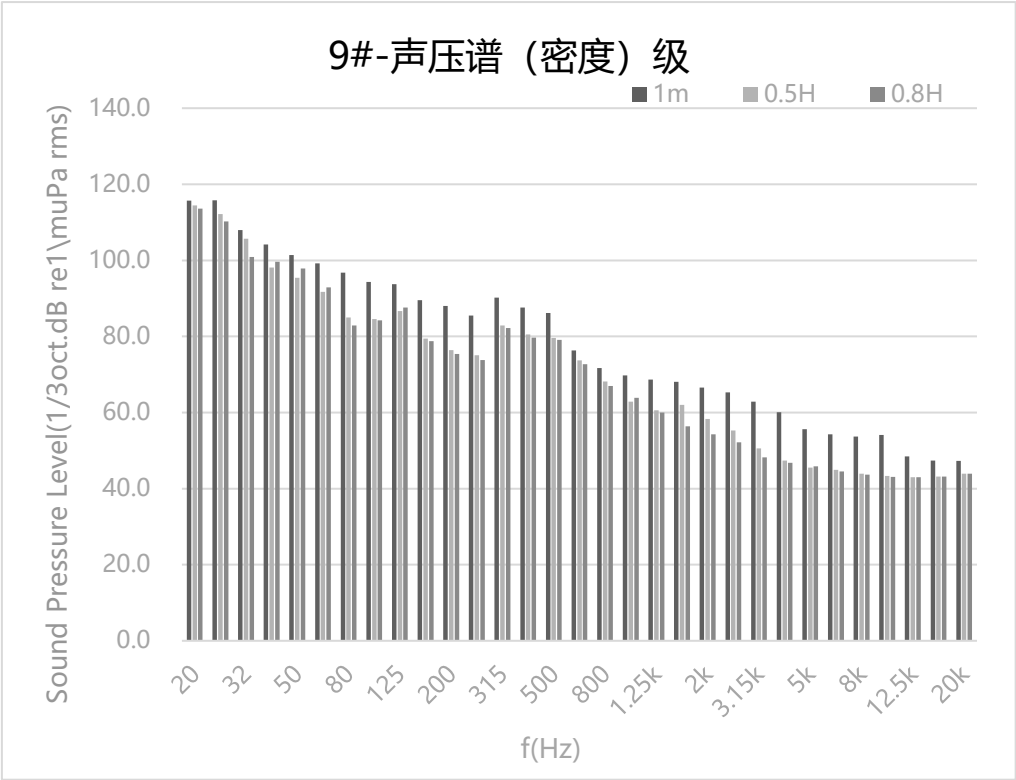
f、2024 年春季站位 6# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



g、2024 年春季站位 7# 不同深度下噪声声压谱（密度）级

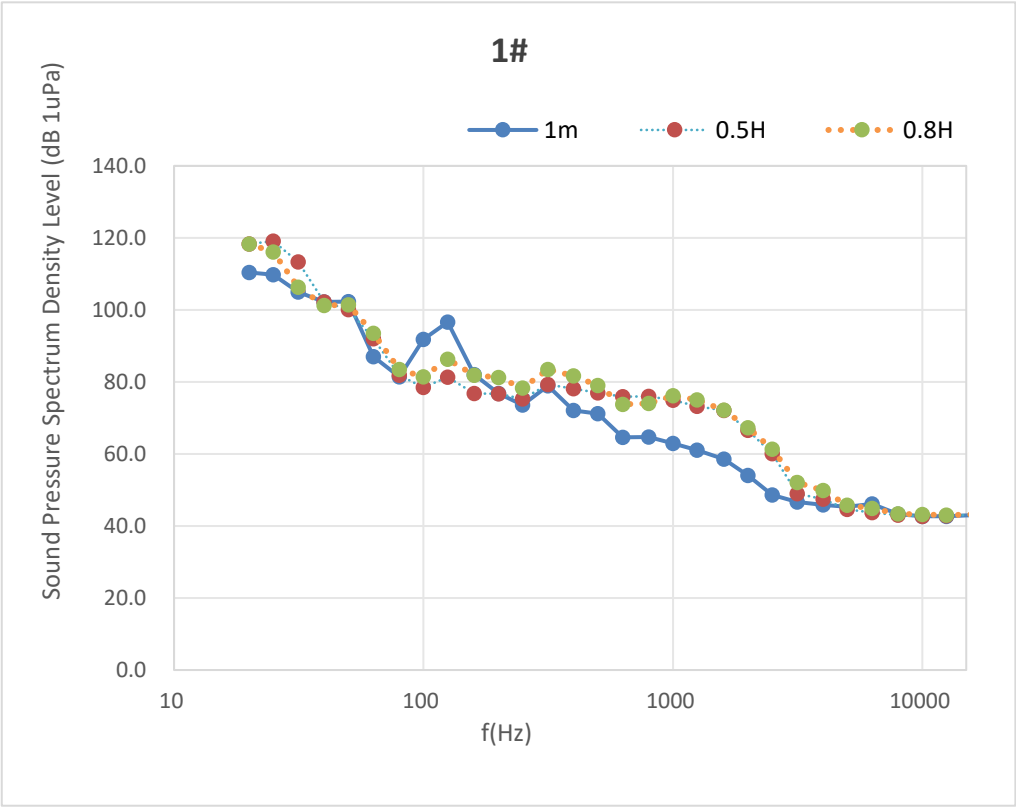


h、2024 年春季站位 8# 不同深度下噪声声压谱（密度）级

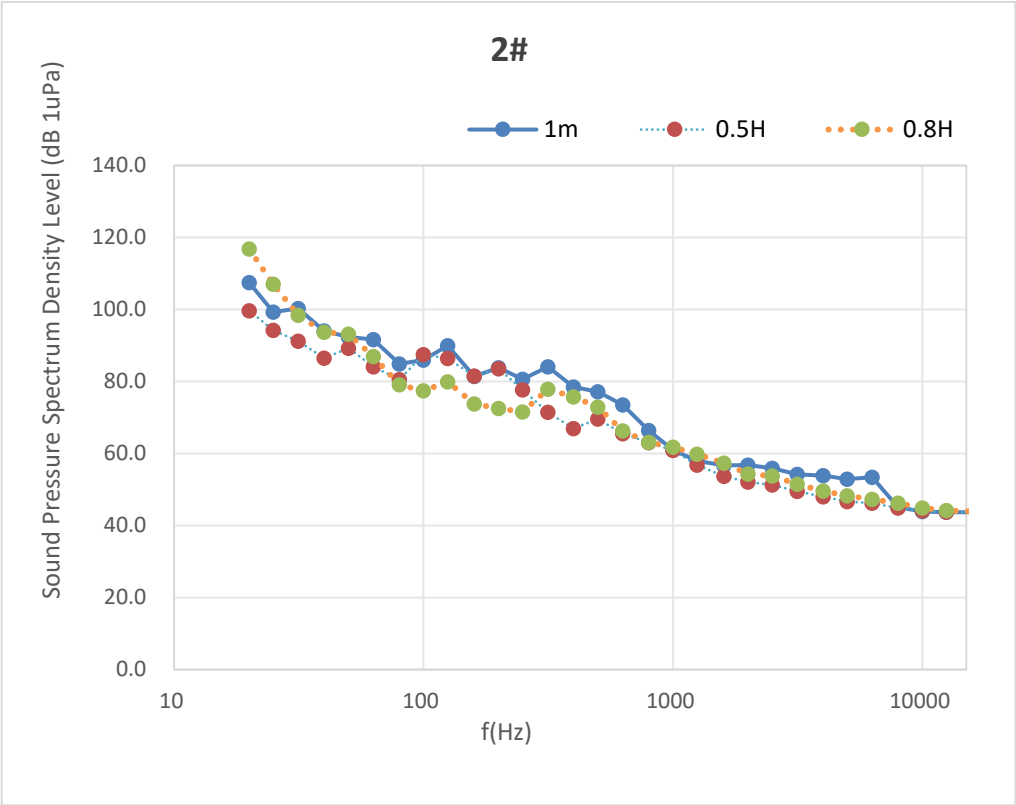


i、2024 年春季站位 9# 不同深度下噪声声压谱（密度）级

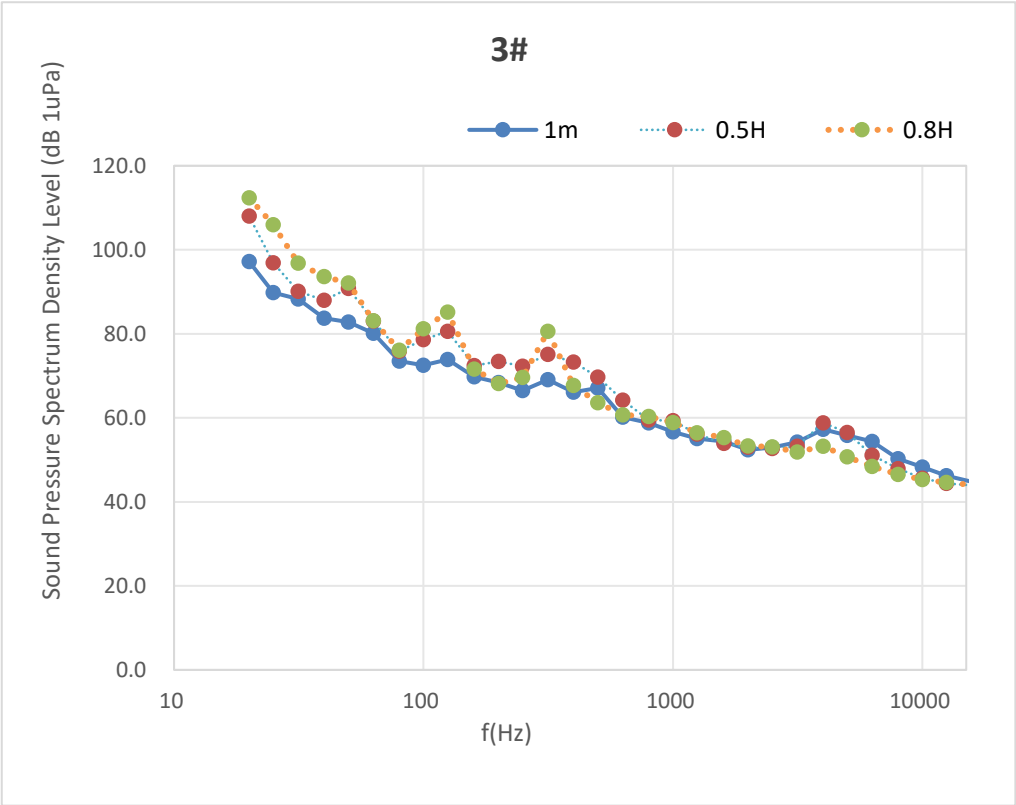
图 4.2-73 2024 年春季 不同深度下噪声声压谱（密度）级



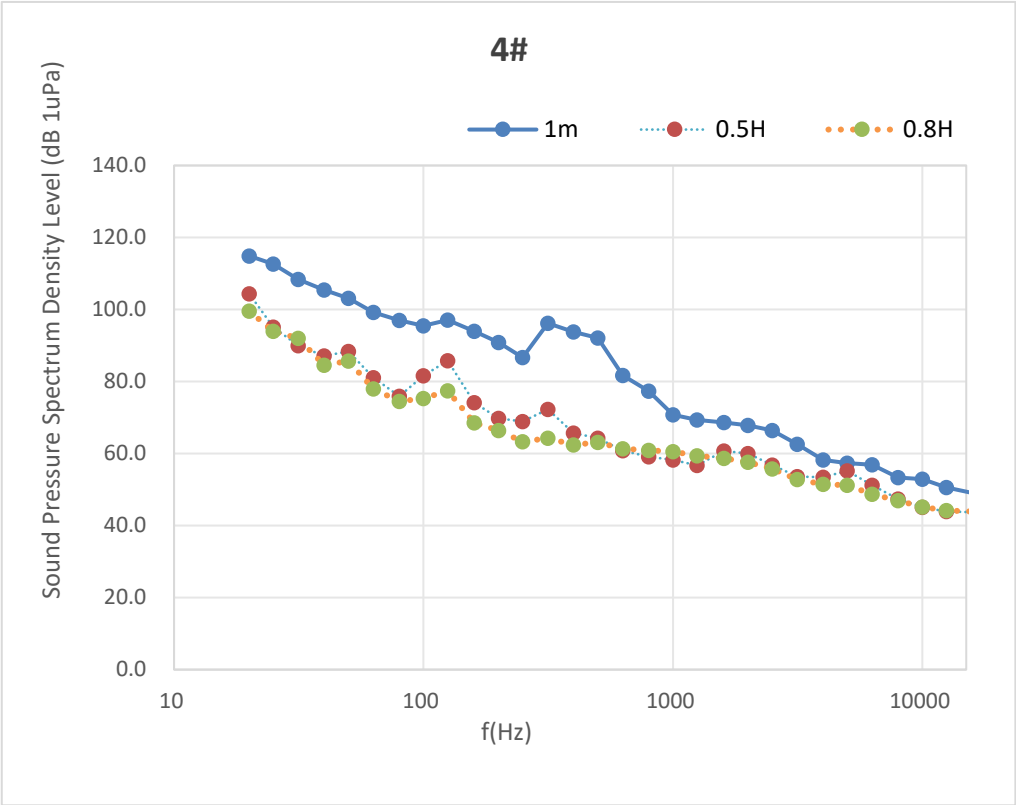
a、2024 年春季站位 1#-不同水深声压功率密度谱的比较



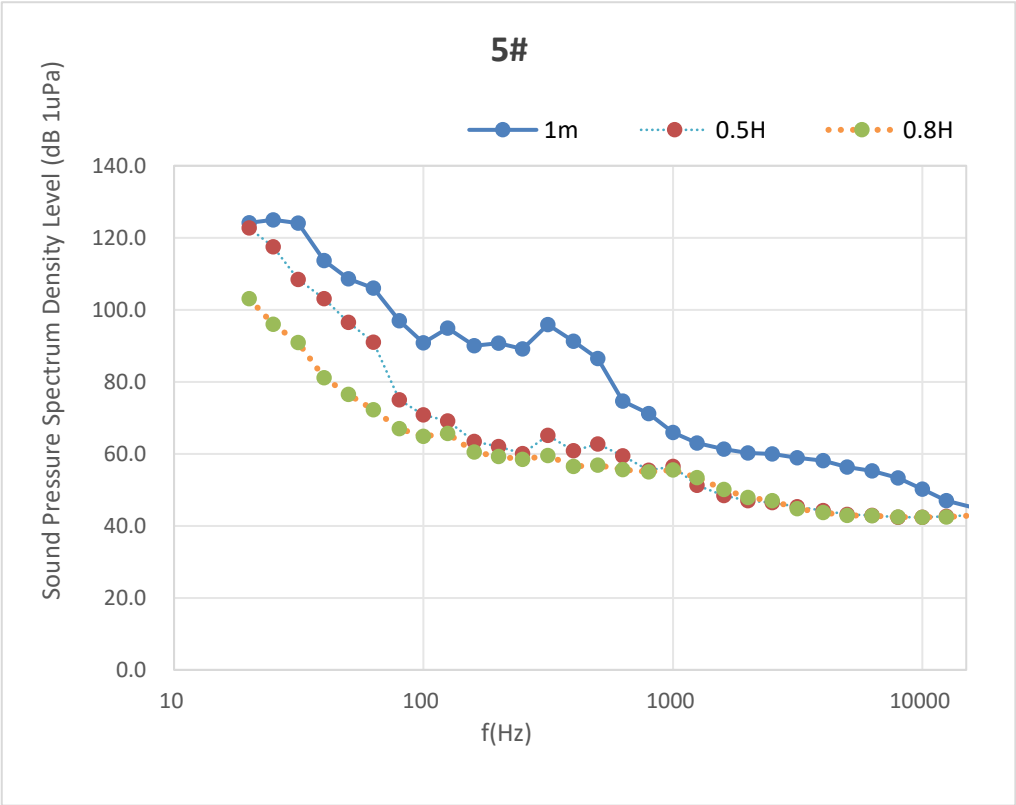
b、2024 年春季站位 2#-不同水深声压功率密度谱的比较



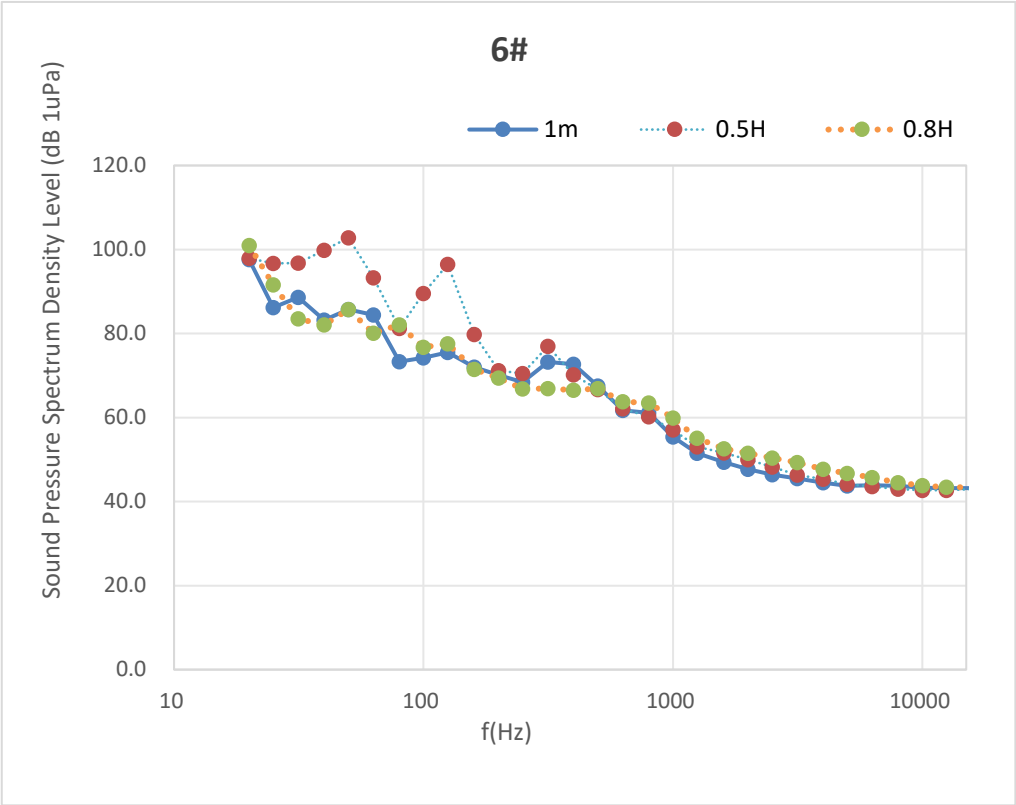
c、2024 年春季站位 3#-不同水深声压功率密度谱的比较



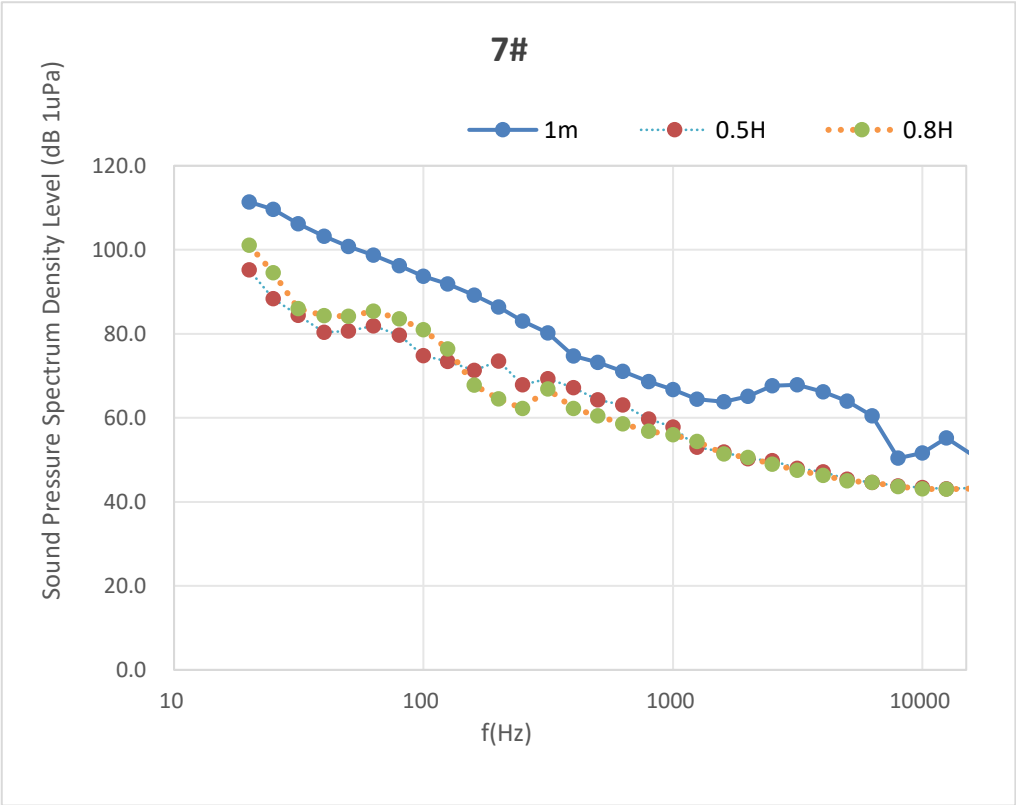
d、2024 年春季站位 4#-不同水深声压功率密度谱的比较



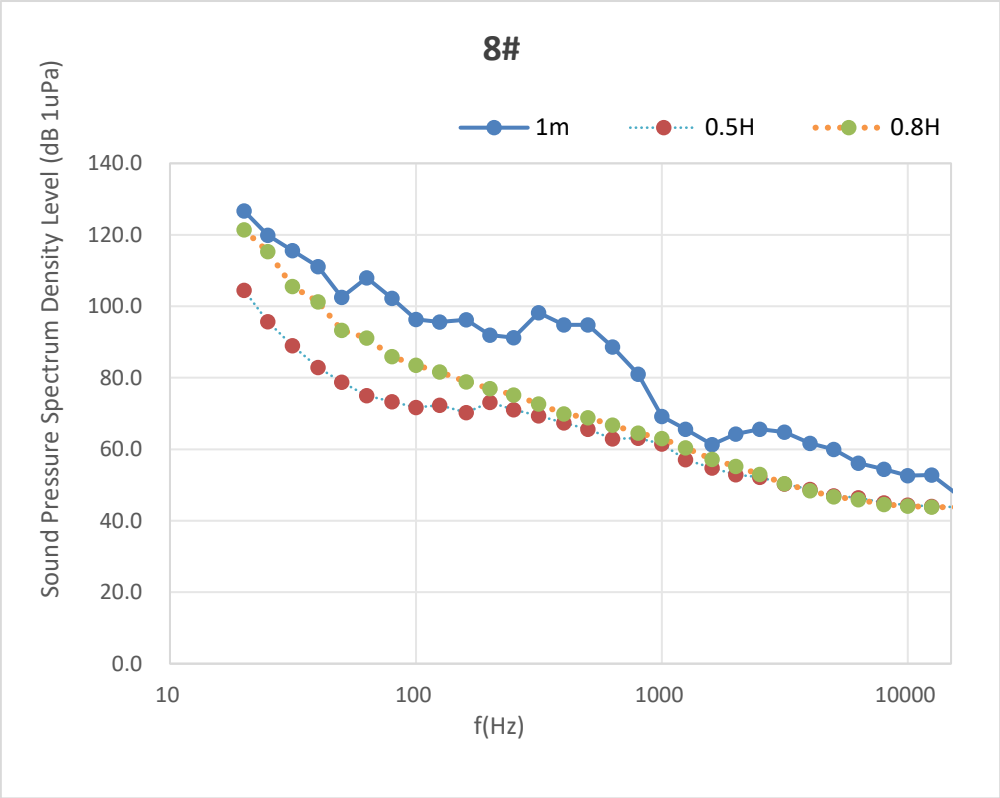
e、2024 年春季站位 5#-不同水深声压功率密度谱的比较



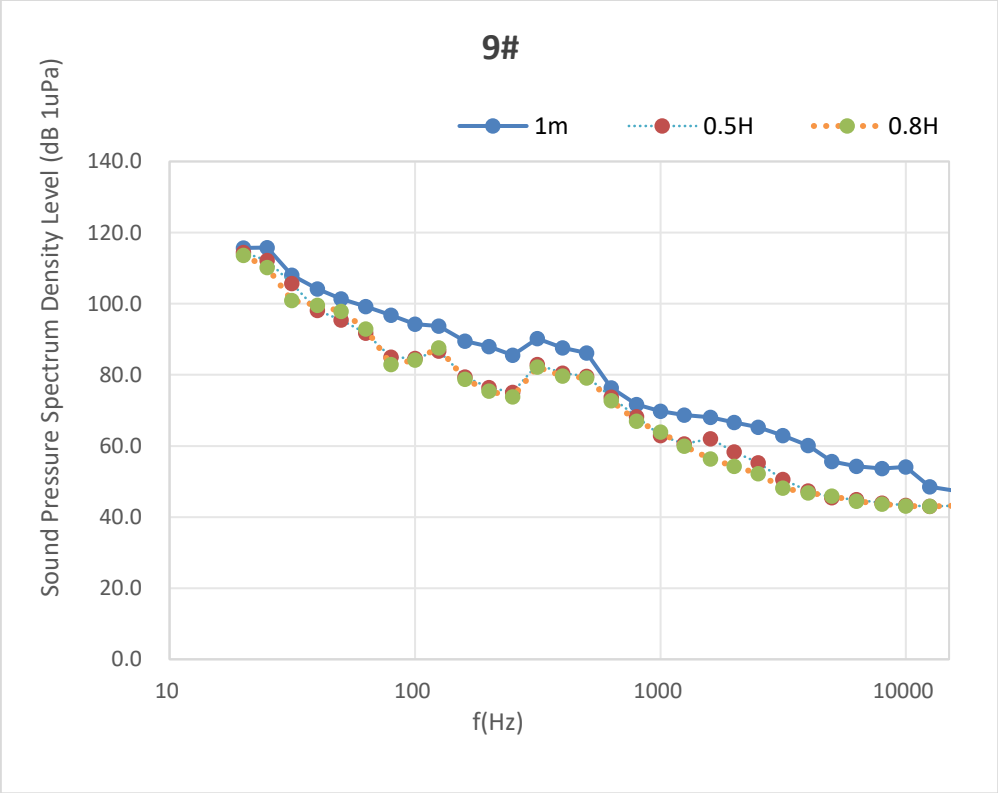
f、2024 年春季站位 6#-不同水深声压功率密度谱的比较



g、2024 年春季站位 7#-不同水深声压功率密度谱的比较

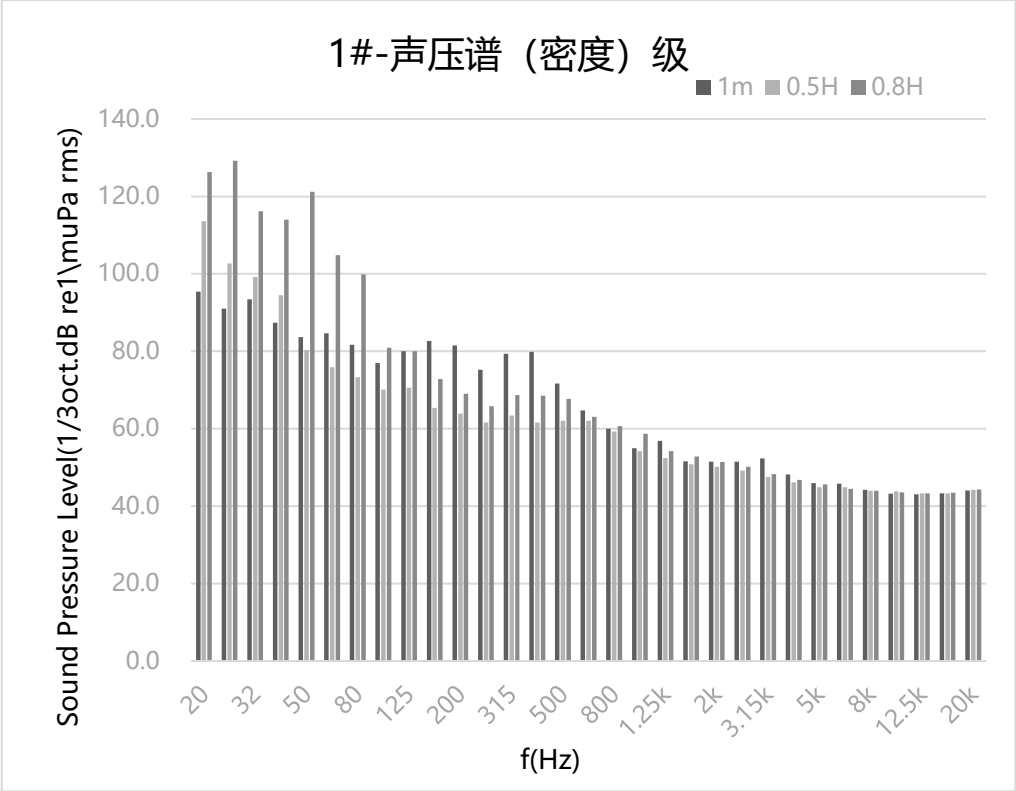


h、2024 年春季站位 8#-不同水深声压功率密度谱的比较

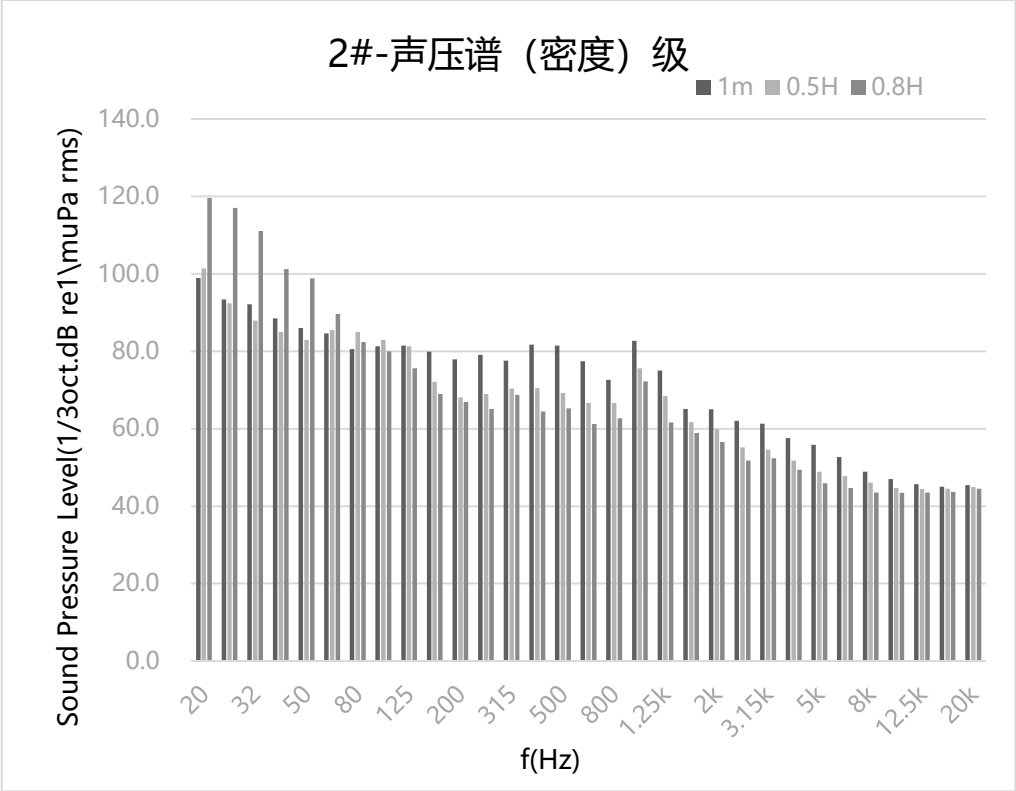


i、2024 年春季站位 9#-不同水深声压功率密度谱的比较

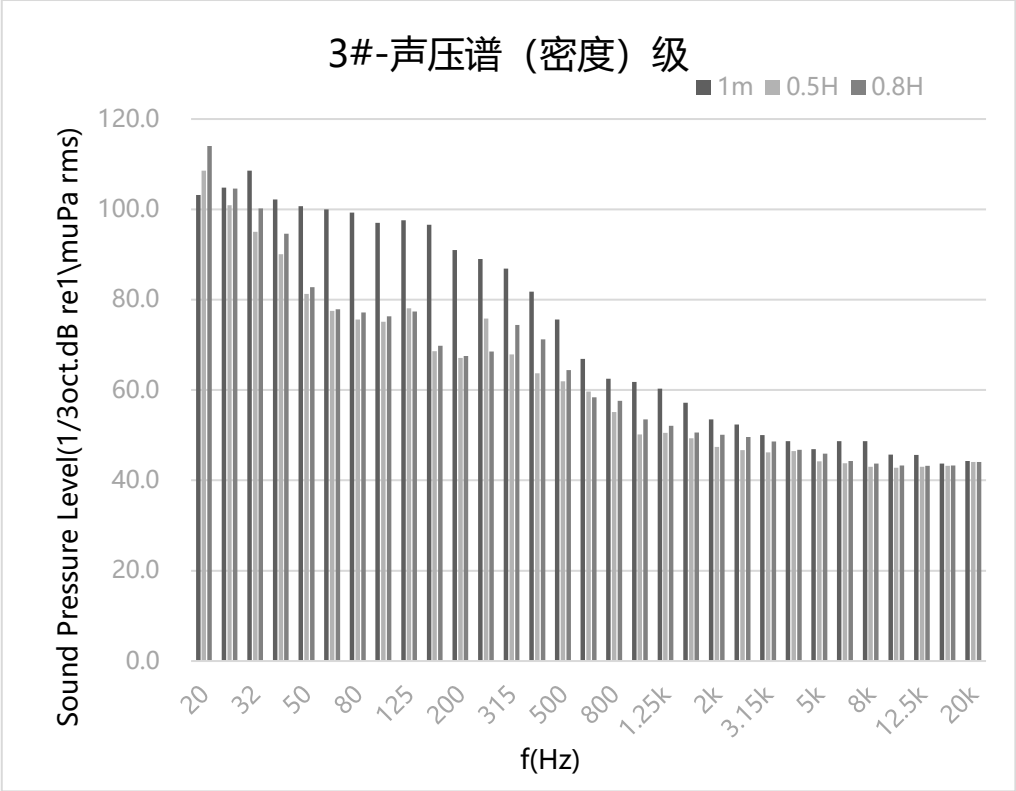
图 4.2-74 2024 年春季不同水深声压功率密度谱的比较



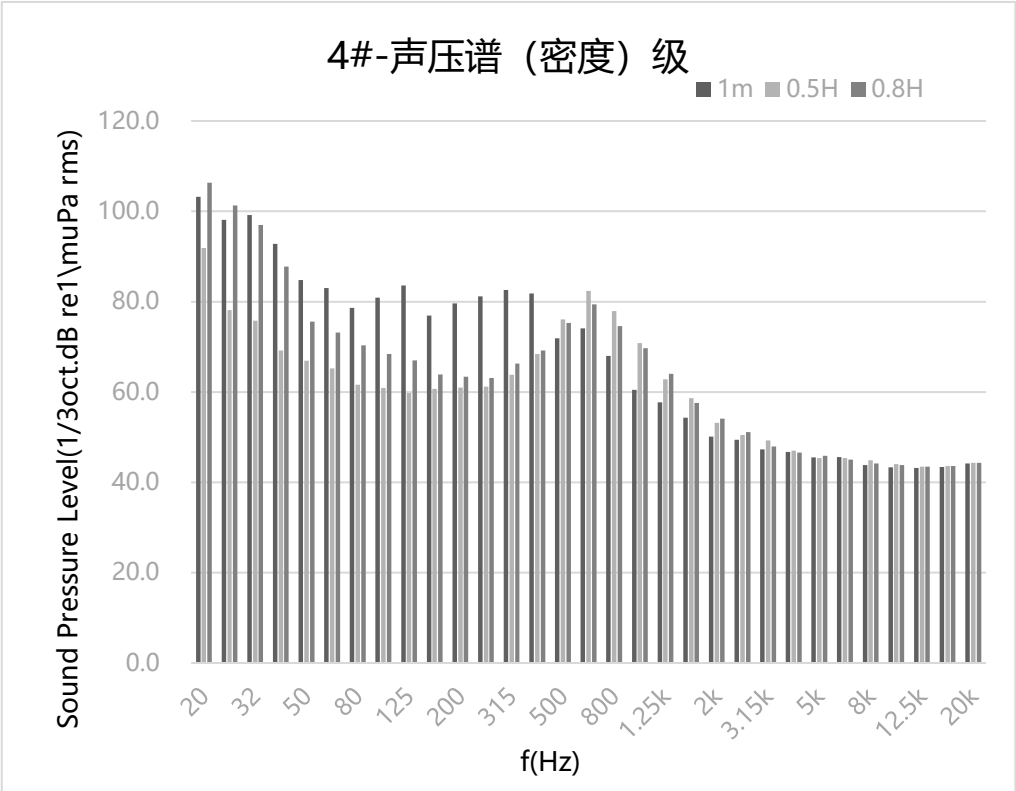
a、2024 年夏季站位 1# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



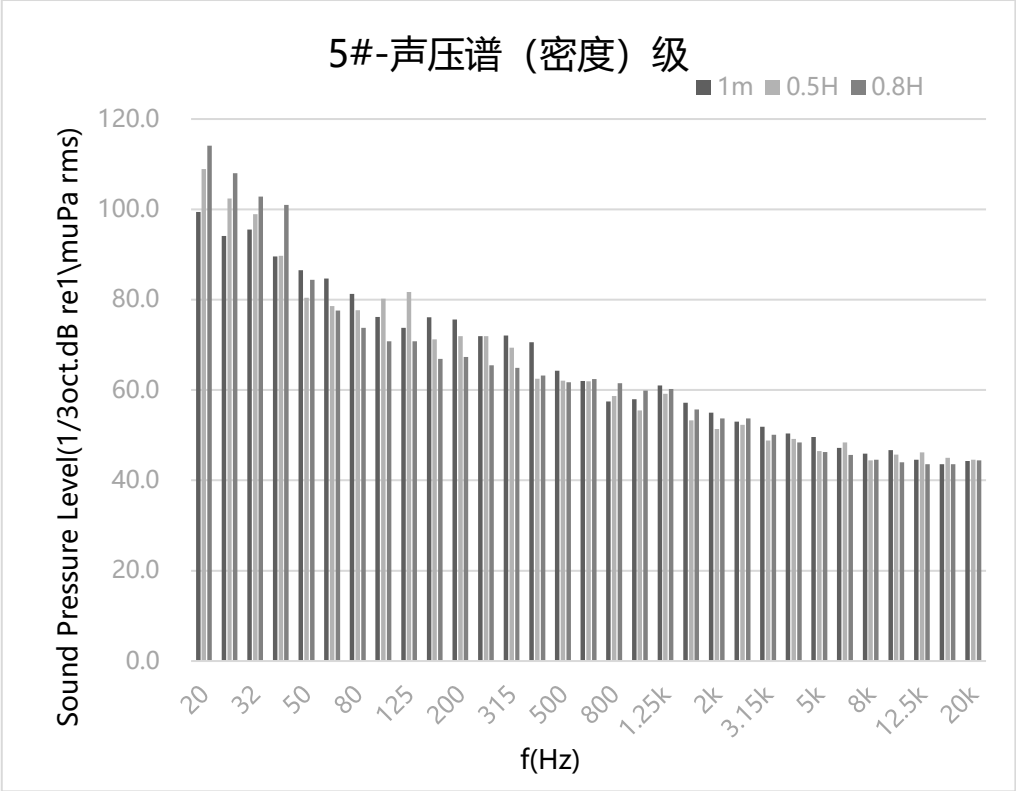
b、2024 年夏季站位 2# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



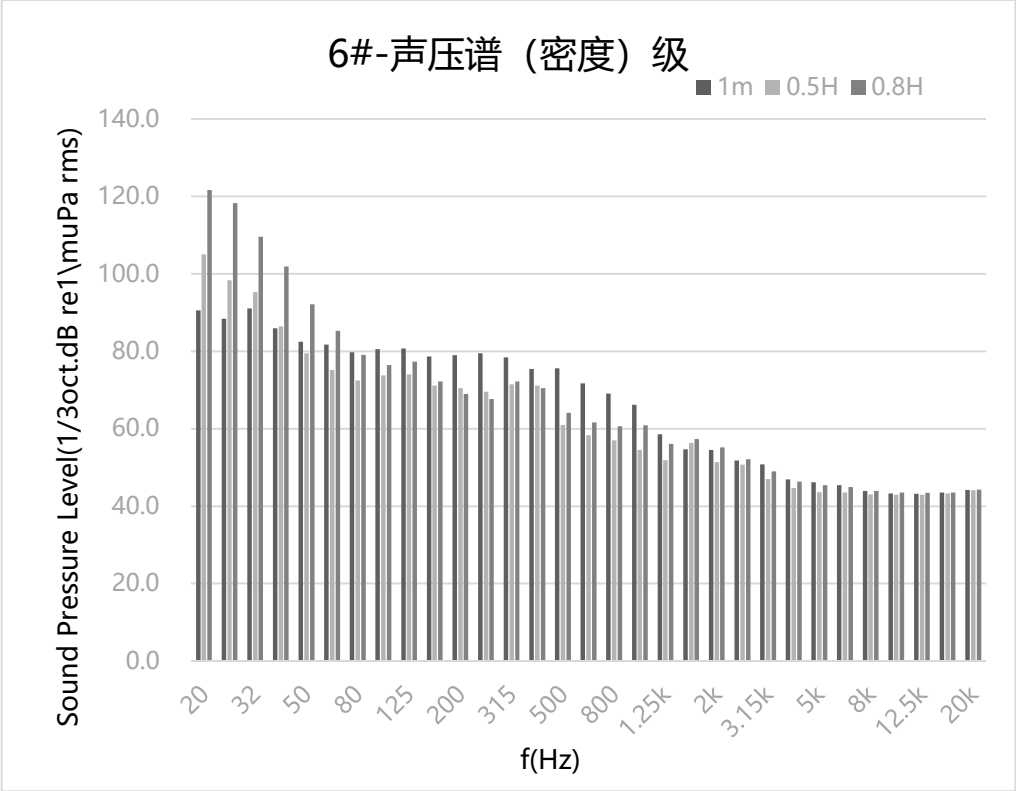
c、2024 年夏季站位 3# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



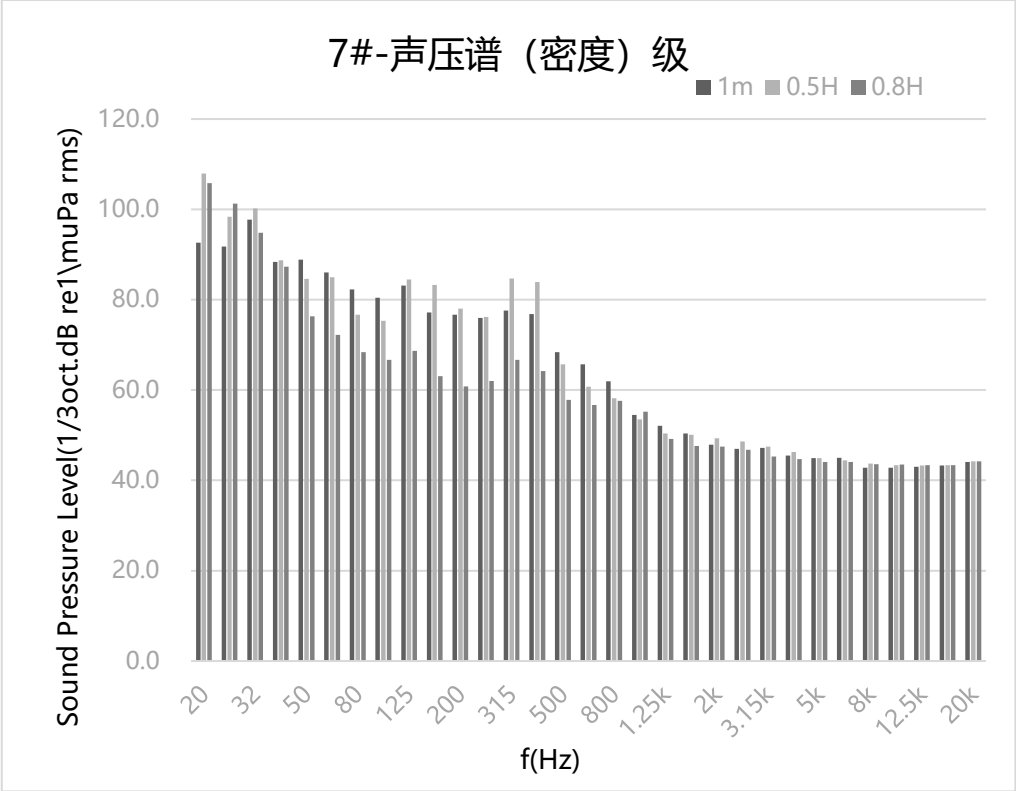
d、2024 年夏季站位 4# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



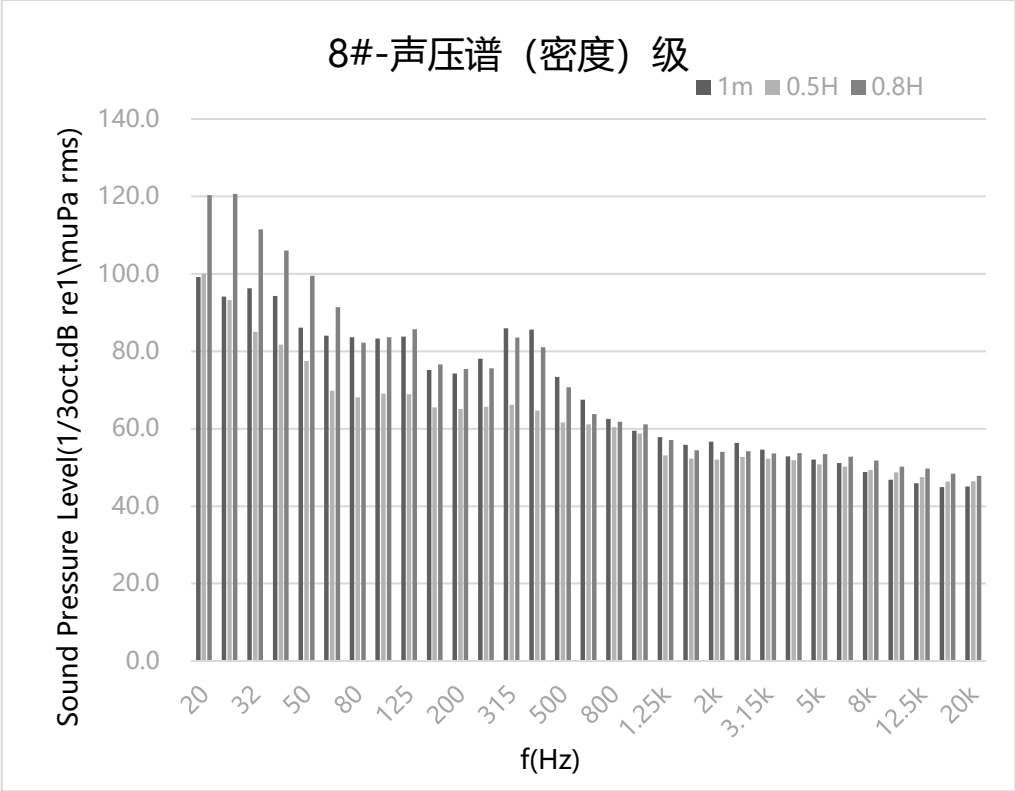
e、2024 年夏季站位 5# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



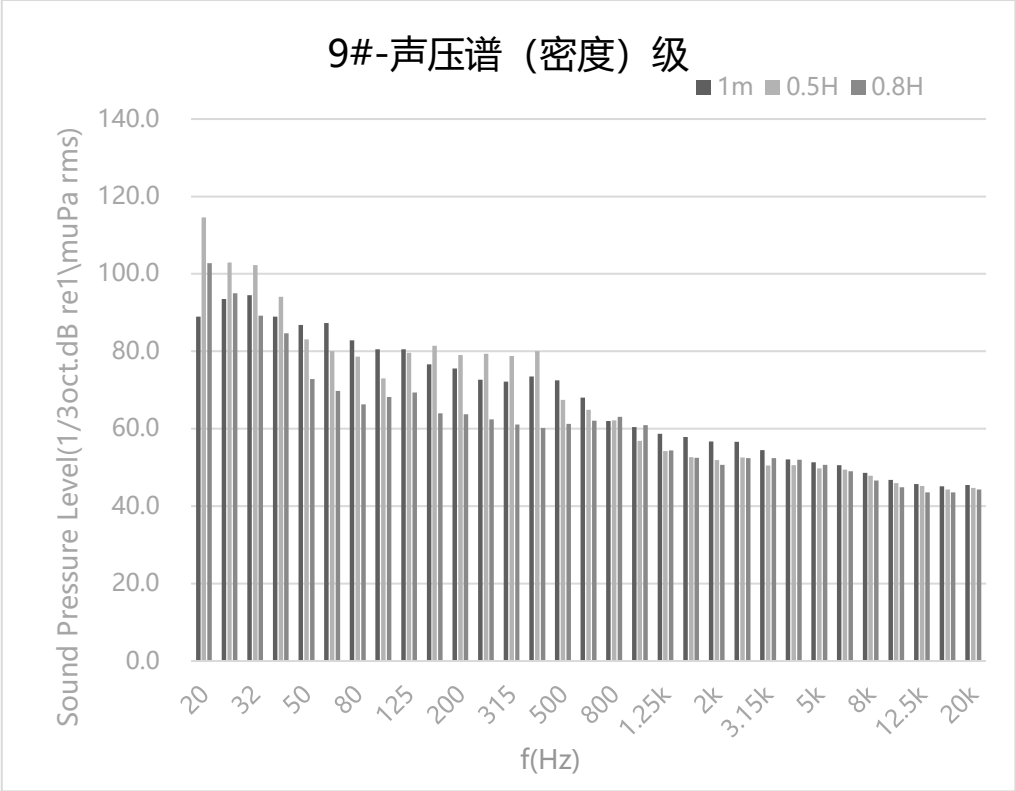
f、2024 年夏季站位 6# 不同深度下噪声声压谱（密度）级



g、2024 年夏季站位 7# 不同深度下噪声声压谱（密度）级

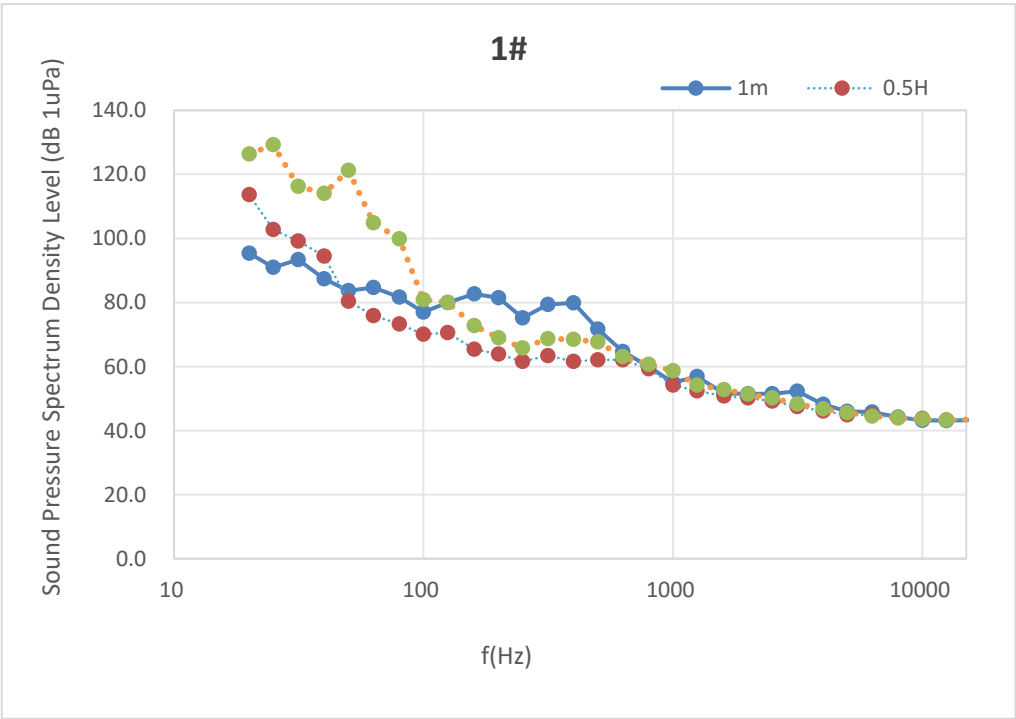


h、2024 年夏季站位 8# 不同深度下噪声声压谱（密度）级

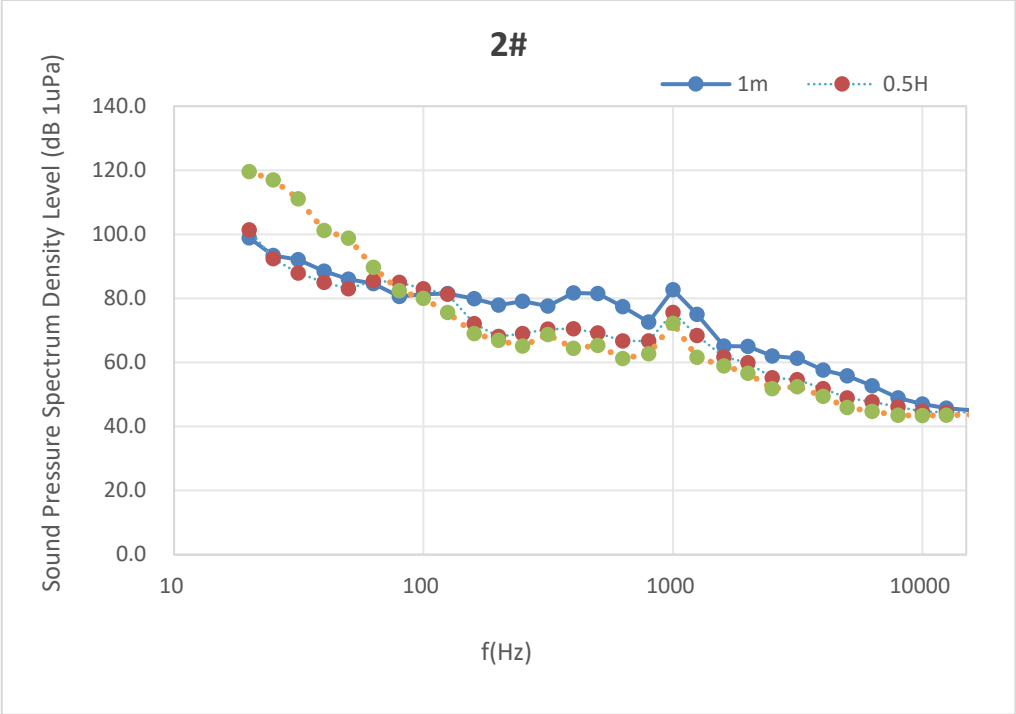


i、2024 年夏季站位 6# 不同深度下噪声声压谱（密度）级

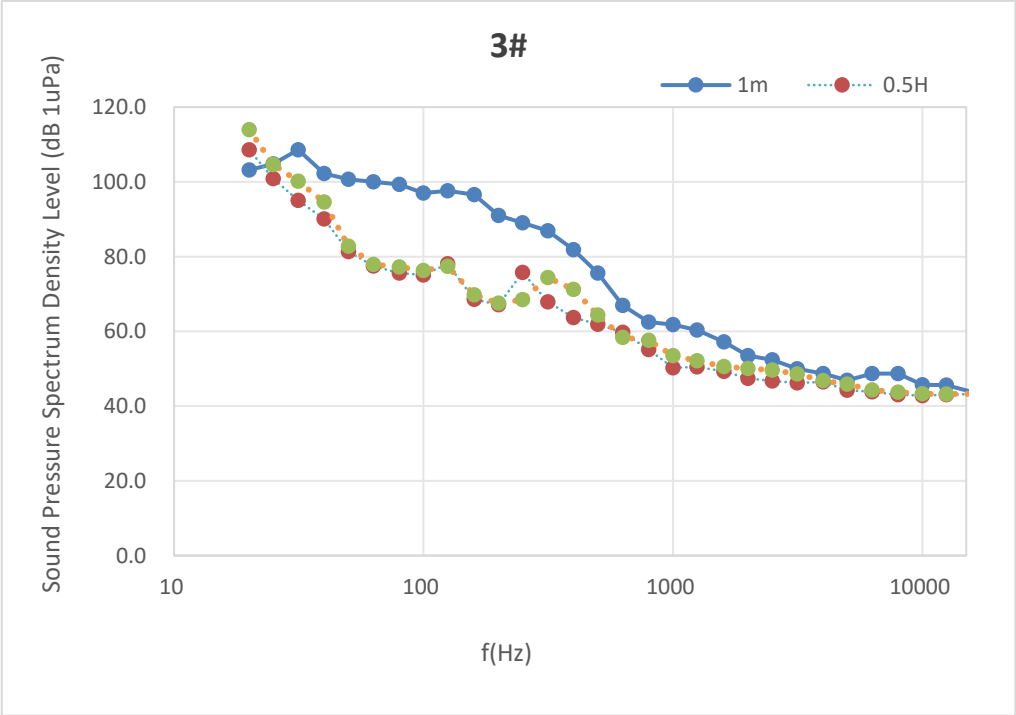
图 4.2-75 2024 年夏季不同深度下噪声声压谱（密度）级



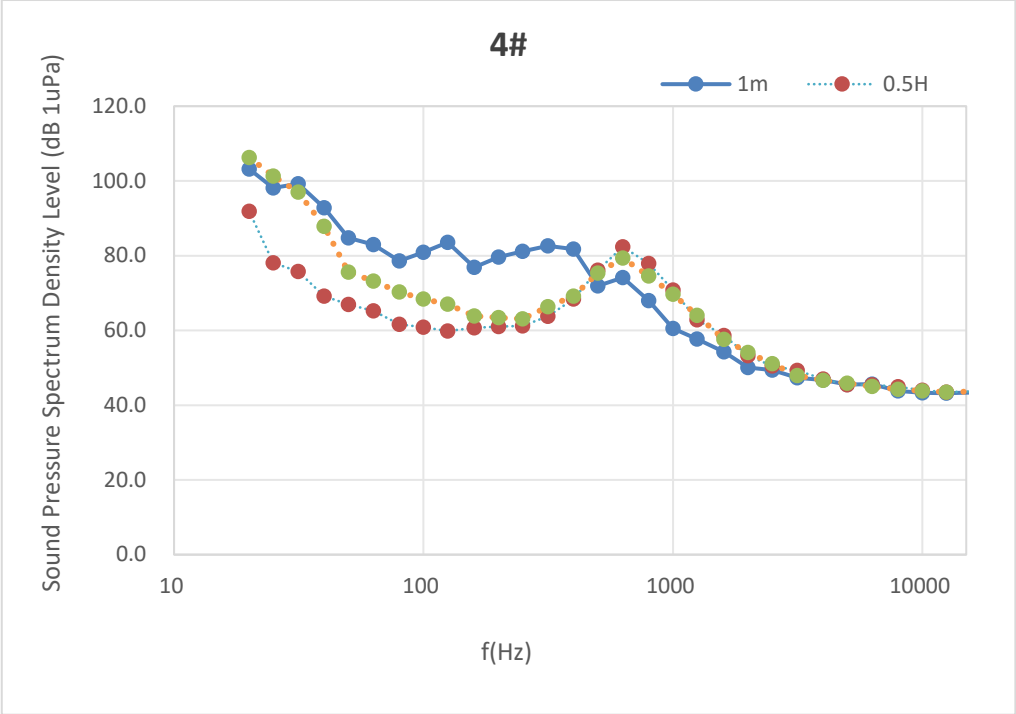
a、2024 年夏季站位 1#-不同水深声压功率密度谱的比较



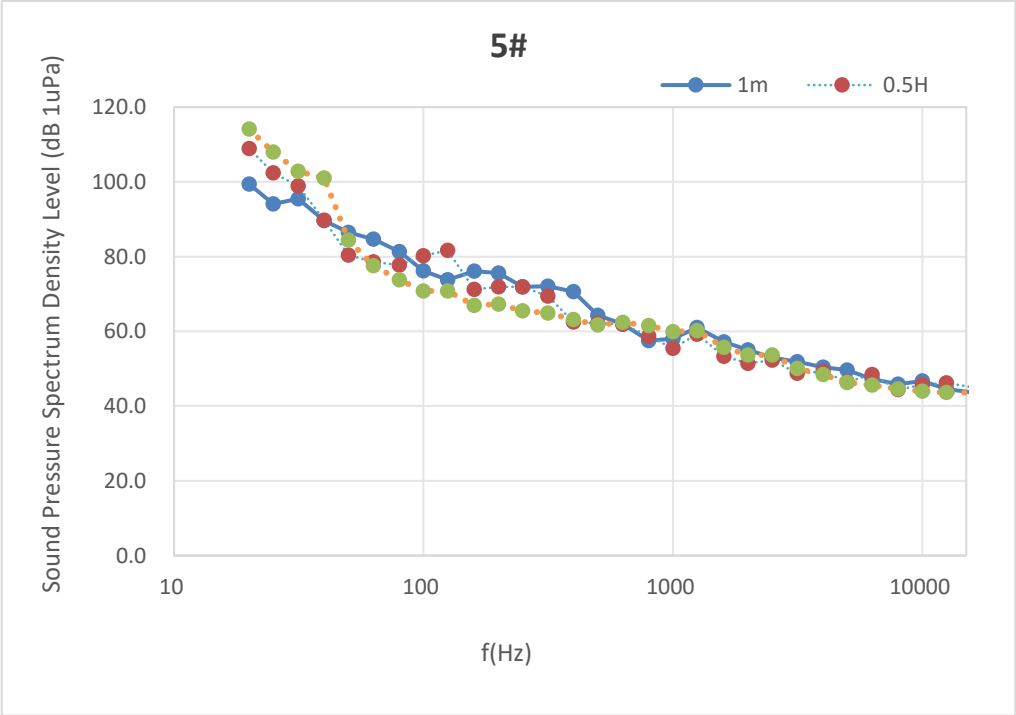
b、2024 年夏季站位 2#-不同水深声压功率密度谱的比较



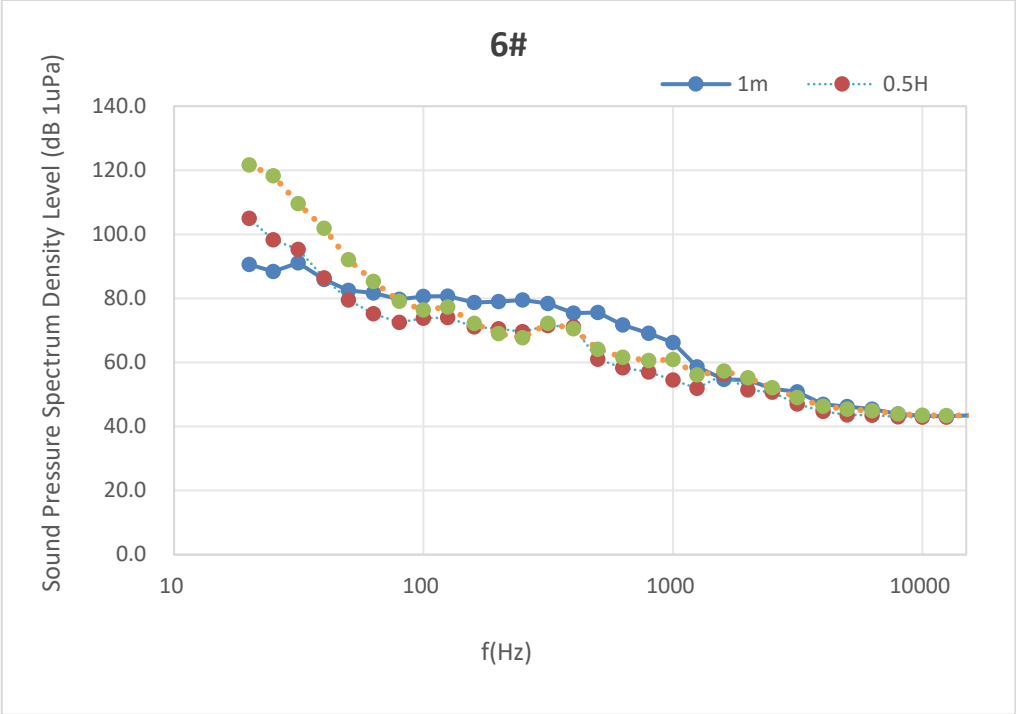
c、2024 年夏季站位 3#-不同水深声压功率密度谱的比较



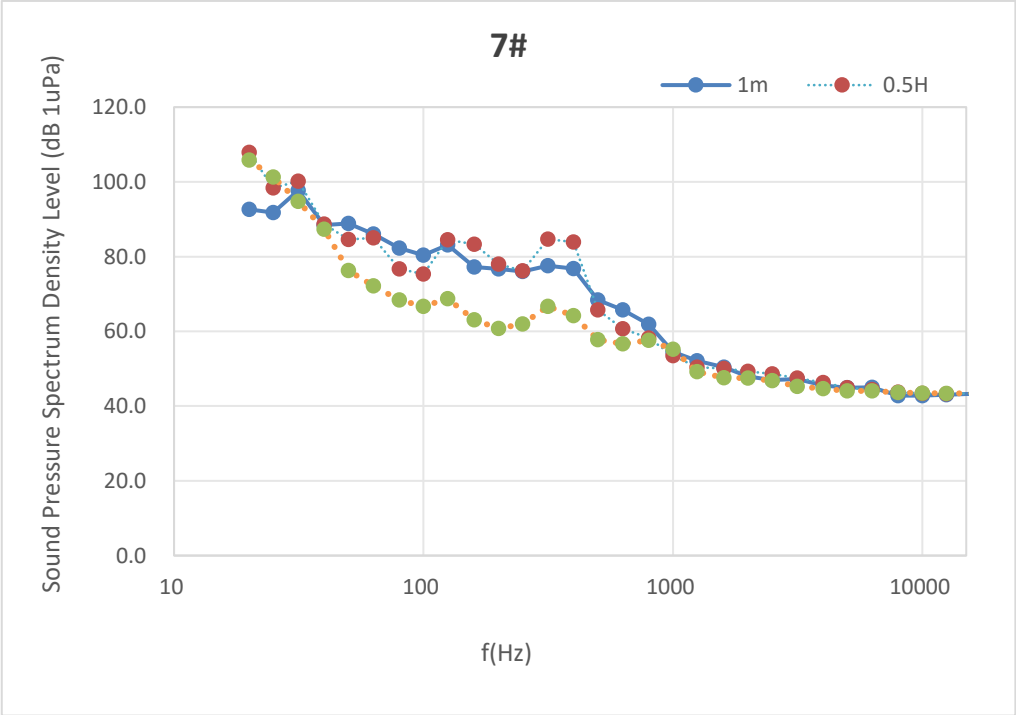
d、2024 年夏季站位 4#-不同水深声压功率密度谱的比较



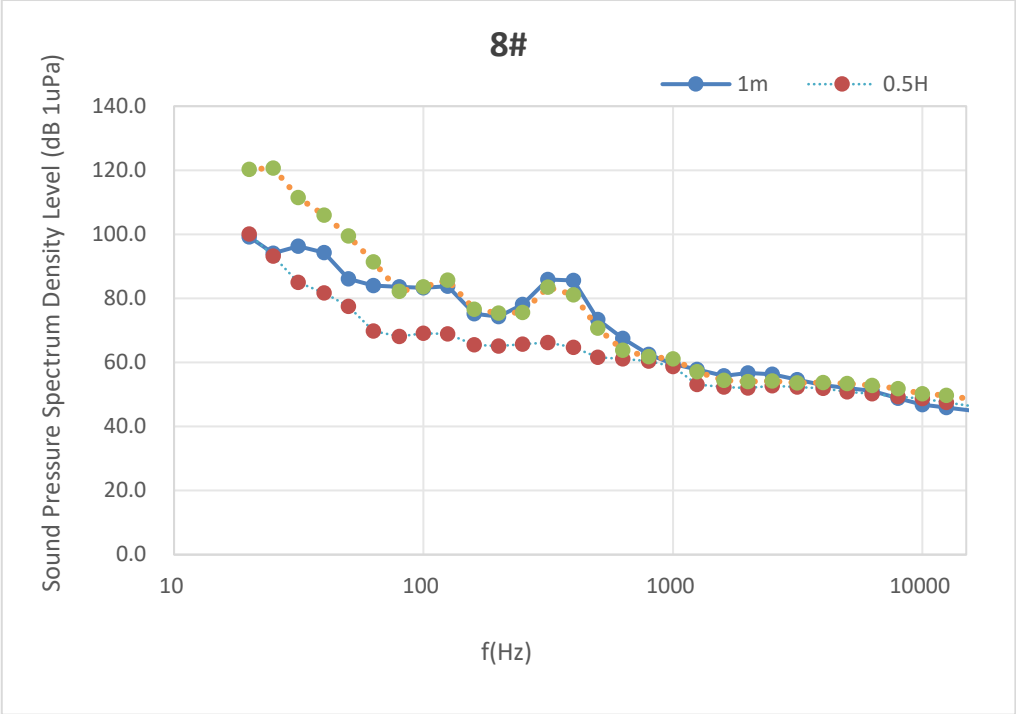
e、2024 年夏季站位 5#-不同水深声压功率密度谱的比较



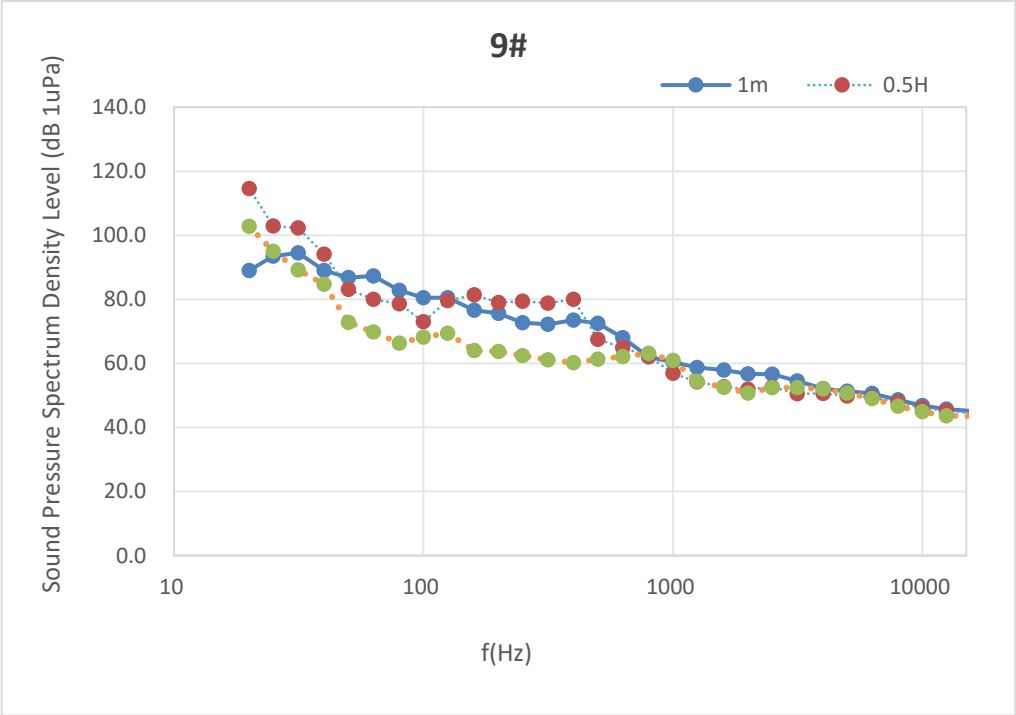
f、2024 年夏季站位 6#-不同水深声压功率密度谱的比较



g、2024 年夏季站位 7#-不同水深声压功率密度谱的比较



h、2024 年夏季站位 8#-不同水深声压功率密度谱的比较



i、2024 年夏季站位 9#-不同水深声压功率密度谱的比较

图 4.2-76 2024 年夏季不同水深声压功率密度谱的比较

C、总声级 Lp 和峰值声压级 Lpeak

2024 年 3 月~4 月，调查海域 9 个点位不同层次水下噪声峰值声压范围为 152.2dB~180.7dB；总声压级范围为 105.3dB~135.3dB；各站总声压级平均值范围为 111.4dB~126.8dB；调查海域总声压级平均值为 119.8dB。详见表 4.2-124。

表 4.2-124 2024 年春季总声级及声压峰值(20Hz~20kHz)

站位	水深/m	层次	峰值声压/dB	总声压级/dB	各点位总声压级平均值/dB	总声压级平均值/dB
1#	12.2	1m	166.8	122.6	126.8	119.5
		0.5H	167.3	129.9		
		0.8H	166.8	128.0		
2#	9.8	1m	164.3	117.4	117.7	
		0.5H	162.3	111.4		
		0.8H	165.1	124.2		
3#	10.0	1m	159.0	106.8	114.3	
		0.5H	159.9	115.7		
		0.8H	165.2	120.5		
4#	11.5	1m	172.6	126.9	116.3	
		0.5H	157.5	112.8		
		0.8H	164.1	109.2		
5#	11.5	1m	171.1	134.3	125.5	
		0.5H	164.8	131.0		
		0.8H	160.0	111.1		
6#	9.0	1m	152.2	107.2	111.4	
		0.5H	171.6	117.7		
		0.8H	158.5	109.4		
7#	8.6	1m	178.7	123.4	112.9	
		0.5H	156.8	105.3		
		0.8H	164.9	110.0		
8#	12.0	1m	180.4	135.3	125.7	
		0.5H	159.8	112.3		
		0.8H	165.6	129.4		
9#	9.5	1m	180.7	127.3	124.9	
		0.5H	163.0	124.3		
		0.8H	162.4	123.0		

2024 年 8 月，调查海域 9 个点位不同层次水下噪声峰值声压范围为 156.8dB~178.4dB；总声压级范围为 107.4dB~139.5dB；各站总声压级平均值范围为 112.4dB~123.4dB；调查海域总声压级平均值为 117.1dB。详见表 4.2-125。

表 4.2-125 2024 年夏季总声级及声压峰值(20Hz~20kHz)

站位	水深/m	层次	峰值声压/dB	总声压级/dB	各点位总声压级平均值/dB	总声压级平均值/dB
1#	13.2	1m	160.4	109.7	123.4	117.1
		0.5H	161.3	121.0		
		0.8H	168.7	139.5		
2#	11.3	1m	162.5	113.0	117.7	
		0.5H	162.9	110.8		
		0.8H	168.6	129.2		
3#	8.2	1m	178.4	123.0	120.4	
		0.5H	159.8	116.5		
		0.8H	163.3	121.6		
4#	12.5	1m	158.7	114.4	112.4	
		0.5H	159.8	107.4		
		0.8H	160.2	115.4		
5#	10.4	1m	162.8	110.5	116.8	
		0.5H	161.2	117.3		
		0.8H	161.2	122.6		
6#	11.1	1m	170.3	108.1	117.4	
		0.5H	159.8	113.5		
		0.8H	165.9	130.7		
7#	10.3	1m	159.4	110.4	113.9	
		0.5H	161.3	116.8		
		0.8H	161.3	114.6		
8#	15.2	1m	161.2	113.2	117.6	
		0.5H	159.2	108.4		
		0.8H	167.0	131.3		
9#	10.5	1m	161.2	109.1	114.0	
		0.5H	163.1	122.1		
		0.8H	156.8	110.8		

4.2.10.2 水上及登陆点声环境现状调查

1、调查站位

本项目共布设了 9 个水上噪声监测点位以及 1 个登陆点的陆域噪声监测点位。水上噪声调查点位详情见表 4.2-113，点位分布见图 4.2-68。

登陆点调查点位见图 4.2-77。

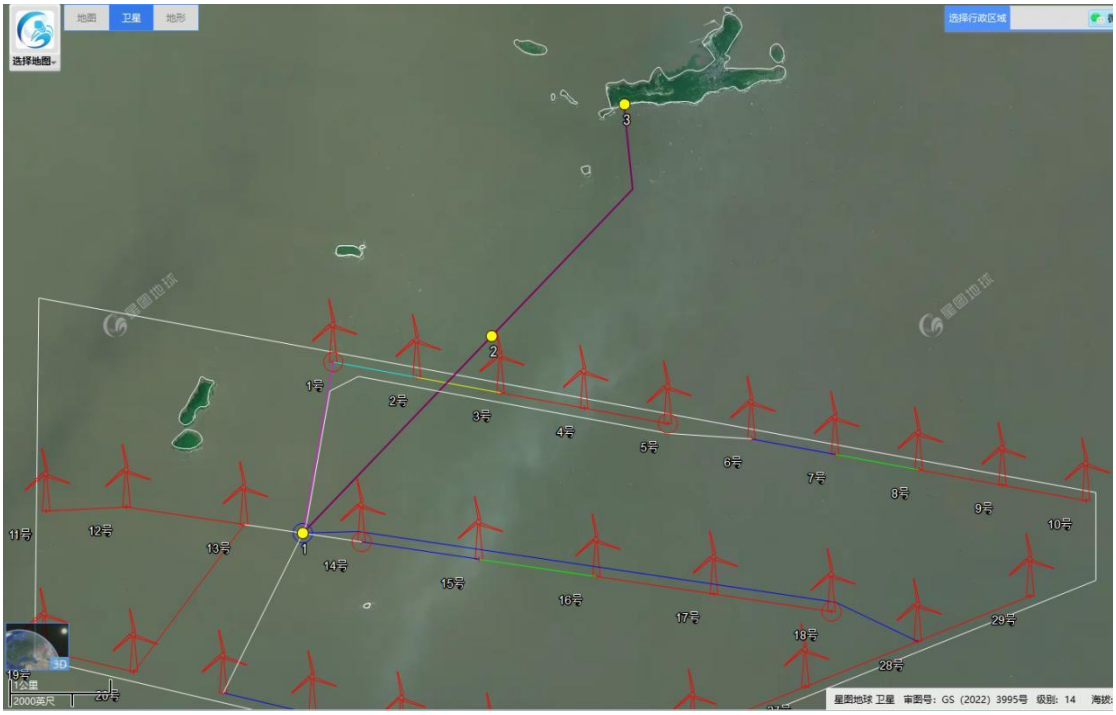


图 4.2-77 登陆点噪声监测点示意图

表 4.2-126 嵊泗 1 号风电登陆点噪声调查点位坐标一览表

站位	东经	北纬	调查日期	调查时间
3#	121°37′12.22″	30°36′24.21″	2025.03.30	22:34-224:5
			2025.03.31	09:49-10:09

2、调查内容

检测指标为等效连续 A 声级 L_{eq}、L_{10}、L_{50}、L_{90}。每个检测点连续检测时间为 10min 以上。

3、调查结果

（1）海上噪声

2024 年 3 月~4 月，监测结果表明，调查海域海面环境噪声等效连续 A 声级主要分布在 43.1dB~52.6dB，最大等效连续声级约为 52.6dB。水上噪声测量结果主要受海况影响，主要因素包括风力、海浪拍击船舷声响。监测结果详见表 4.2-127。

表 4.2-127 2024 年春季声环境现状监测结果

点位	主要声源	测量时间	L_{Aeq}	L_{10}	L_{50}	L_{90}
1#	海面噪声	2024/3/30 16:06	45.6	47.8	43.4	41.6
2#	海面噪声	2024/3/31 11:20	52.6	51.8	41.0	37.2
3#	海面噪声	2024/4/4 16:46	50.9	46.4	41.0	37.6
4#	海面噪声	2024/4/5 9:41	51.0	53.6	47.0	43.8

5#	海面噪声	2024/3/29 13:44	45.3	47.2	42.2	40.8
6#	海面噪声	2024/3/30 10:56	46.0	48.2	44.4	40.6
7#	海面噪声	2024/3/30 8:42	48.2	47.6	43.0	40.6
8#	海面噪声	2024/3/29 12:41	48.0	47.0	41.6	39.4
9#	海面噪声	2024/3/30 10:01	43.1	44.8	41.4	39.2

2024 年 8 月，监测结果表明，调查海域海面环境噪声等效连续 A 声级主要分布在 36.8dB~53.1dB，最大等效连续声级约为 53.1dB。水上噪声测量结果主要受海况影响，主要因素包括风力、海浪拍击船舷声响。陆域登陆点处噪声为 48dB，能满足 1 类声环境功能区声环境质量标准要求。监测结果详见表 4.2-128。

表 4.2-128 2024 年夏季声环境现状监测结果

点位	主要声源	LAeq	L10	L50	L90
1#	海面噪声	42.3	46.2	37.4	33.4
2#	海面噪声	43.1	45.0	37.4	32.6
3#	海面噪声	53.1	40.8	34.2	30.6
4#	海面噪声	43.4	46.2	38.0	34.4
5#	海面噪声	48.5	50.6	46.4	44.6
6#	海面噪声	38.8	41.4	35.2	31.6
7#	海面噪声	36.8	38.2	31.2	25.6
8#	海面噪声	44.9	47.0	42.6	37.6
9#	海面噪声	38.5	40.2	32.6	28.2
10#	陆上噪声	48.0	51.2	46.6	35.6

（2）登陆点噪声

2025 年 3 月，监测结果表明，登陆点昼间噪声能满足 1 类声环境功能区声环境质量要求，夜间超标 6dB，超标原因主要是因为滩浒岛上海风较大引起的。

表 4.2-129 嵊泗 1 号风电登陆点噪声监测结果

站位	测量日期	测量时段	检测项目	监测结果 dB（A）
3#	2025.03.30	22:34-224:5	夜间 Leq	51
	2025.03.31	09:49-10:09	昼间 Leq	52

4.2.11 电磁环境现状

为了解工程区电磁环境质量现状，杭州海蛞蝓生态科技有限公司于 2024 年 3 月 29 日至 4 月 5 日以及 2024 年 8 月 23 日至 24 日在工程附近海域进行了工频电磁场现状检测。

根据《海域使用论证技术导则》（GBT42361-2023 ），海上风电场用海水下

噪声监测站位不少于 9 个，监测频次不少于 2 季。根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》（原国家海洋局，2014 年），220kV 海上升压站评价范围为站界外 40m，220kV 电缆评价范围为电缆两侧边缘各外延 40m（水平）。故考虑到整个工程海域的影响，本项目在评价范围边界、风场区边界、海缆、海上升压站等处均设置了监测点位，其中 2024 年 3 月（春季）和 2024 年 8 月（夏季）各设置 9 个监测点位。此外，本项目在登陆点处设置 1 个工频电磁场监测点位，共计 10 个工频电磁场监测点位，调查点位详情见表 4.2-113，点位分布见图 4.2-68。

此外，为了了解项目海上升压站及海底电缆处的电磁环境现状，浙江若海检测有限公司于 2025 年 3 月 31 日在海上升压站站址及海底路由沿线上进行了工频电磁场现状监测。本次共布设 3 个工频电磁场监测点位，调查点位详情见表 4.2-130，点位分布图见图 4.2-77。

表 4.2-130 2025 年春季工频电磁场监测站位表

点位	经纬度	检测日期	测量时间	温度（℃）	相对湿度（%）
1	121°35′07.47E 30°34′00.90″N	2025.03.31	07:38-07:40	17.2	55
2	121°36′20.69″E 30°35′06.72″N		07:17-07:91	17.2	55
3	121°37′12.22″E 30°36′24.21″N		09:46-09:48	17.2	55

1、检测环境条件

2024 年 3 月 29 日~4 月 5 日，电磁环境监测期间海洋环境基本信息同声环境监测期间海洋环境基本信息。监测海域水深约 8.6m~12.2m，监测期间天气晴，海况 2 级，风速 1.7m/s~4.1m/s。

2024 年 8 月 23 日~24 日，电磁环境监测期间海洋环境基本信息同声环境监测期间海洋环境基本信息。监测海域水深约 8.2m~15.2m，监测期间天气晴，海况 2 级，风速 0.3m/s~4.6m/s。

2、检测结果

2024 年春季，监测结果表明，各监测点位工频电场强度监测结果范围为 2.577V/m~ 2.597V/m，监测结果均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 220kV 对应的 4000V/m 的标准限值；各测点工频磁感应强度监测结果范围为 0.028μT~0.353μT，均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 220kV 对应

的 100μT 的标准限值。监测结果详见表 4.2-131。

表 4.2-131 2024 年春季工频电场强度、工频磁感应强度监测结果

点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1#	2.595	0.136
2#	2.577	0.146
3#	2.592	0.140
4#	2.584	0.148
5#	2.587	0.028
6#	2.597	0.156
7#	2.584	0.099
8#	2.580	0.353
9#	2.597	0.190

2024 年夏季，监测结果表明，各监测点位工频电场强度监测结果范围为 2.581V/m~ 2.593V/m，监测结果均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 220kV 对应的 4000V/m 的标准限值；各测点工频磁感应强度监测结果范围为 0.143μT~0.972μT，均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 220kV 对应的 100μT 的标准限值。监测结果详见表 4.2-132。

表 4.2-132 2024 年夏季工频电场强度、工频磁感应强度监测结果

点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1#	2.589	0.217
2#	2.587	0.143
3#	2.581	0.205
4#	2.588	0.780
5#	2.592	0.223
6#	2.585	0.972
7#	2.589	0.271
8#	2.582	0.688
9#	2.586	0.865
10#	2.593	0.188

2025 年春季，监测结果表明，各监测点位工频电场强度监测结果范围为 0.029V/m~0.033V/m，监测结果均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 220kV 对应的 4000V/m 的标准限值；各测点工频磁感应强度监测结果范围为 0.024μT~0.034μT，均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 220kV 对应的 100μT 的标准限值。监测结果详见表 4.2-133。

表 4.2-133 2025 年春季工频电场强度、工频磁感应强度监测结果

点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1	0.033	0.024
2	0.031	0.034
3	0.029	0.024

4.2.12 陆域生态环境现状调查与评价

本项目登陆点滩浒山岛为海岛类型的山地丘陵，生境包括滩涂湿地和山地灌草丛。根据登陆点处土地利用现状图及植被分布图，本项目海缆登陆点处陆域施工场地占地范围内土地利用现状主要为林地，属于公益林，植被分布以常绿落叶混交林为主，局部地区有典型的亚热带常绿阔叶林。动物主要为蜥蜴等爬行动物、麻雀等鸟类、小型哺乳动物等。项目登陆点附近不涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境；不涉及自然公园、生态保护红线；不涉及其他具有重要生态功能、对保护生物多样性具有重要意义的区域。根据嵊泗县自然资源和规划局出具的“关于嵊泗 1#海上风电项目滩浒岛陆上林地情况的复函”（附件 6），本项目陆域用地范围内涉及一般公益林，林地保护等级为 III 级。

本项目登陆点处施工场地涉及公益林，建设单位在进行施工时应按照相关要求做好公益林的使用手续及补偿工作。

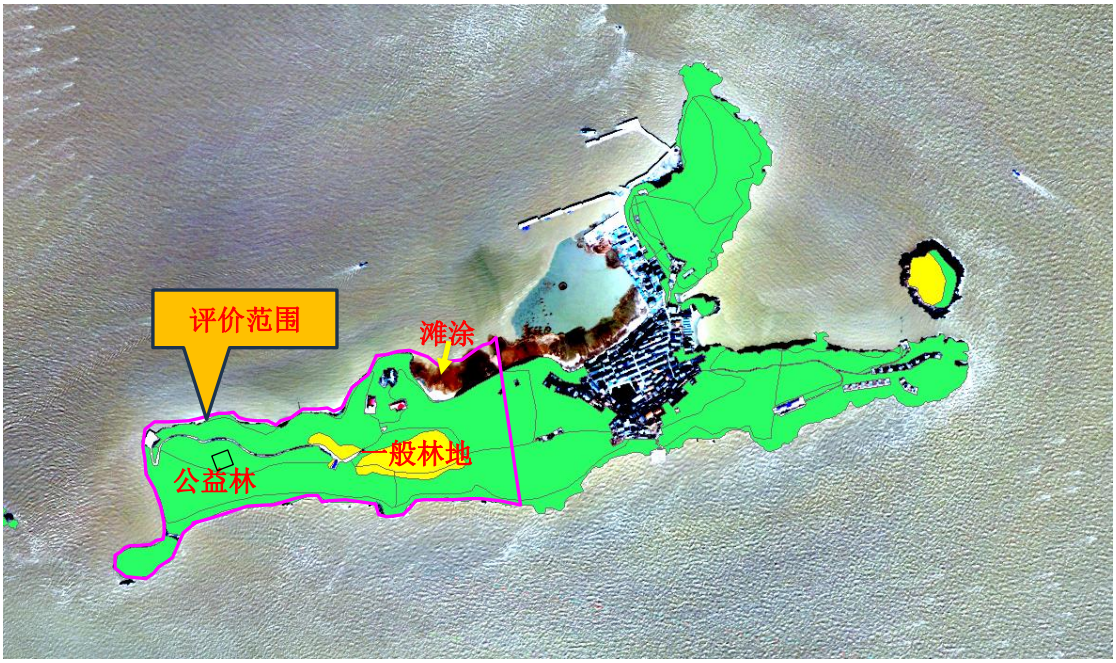


图 4.2-78 土地利用现状图



图 4.2-79 植被分布图



a 滩浒山岛调查区块生境现状-滩涂湿地



b 滩浒山岛调查区块生境现状-山地灌草丛



c 滩浒山岛中部丘陵

图 4.2-80 滩浒岛现状照片

4.2.13 重要经济鱼类“三场一通道”分布

本项目所处周边海域地理位置优越，渔业资源丰富，种类繁多。

1、凤鲚

凤鲚为暖水性中下层鱼类，在较大的江河河口均有出现，尤其以常见口最多。凤鲚为河口区洄游鱼类，通常栖息于近海，每年春季 4 月下旬已有少量性成熟亲鱼游向长江、钱塘江和瓯江等河口区产卵，最迟可延续到 8 月底和 9 月初，其中 5 月上旬至 7 月上旬为产卵盛期。凤鲚“三场一通”分布示意图见图 4.2-81。

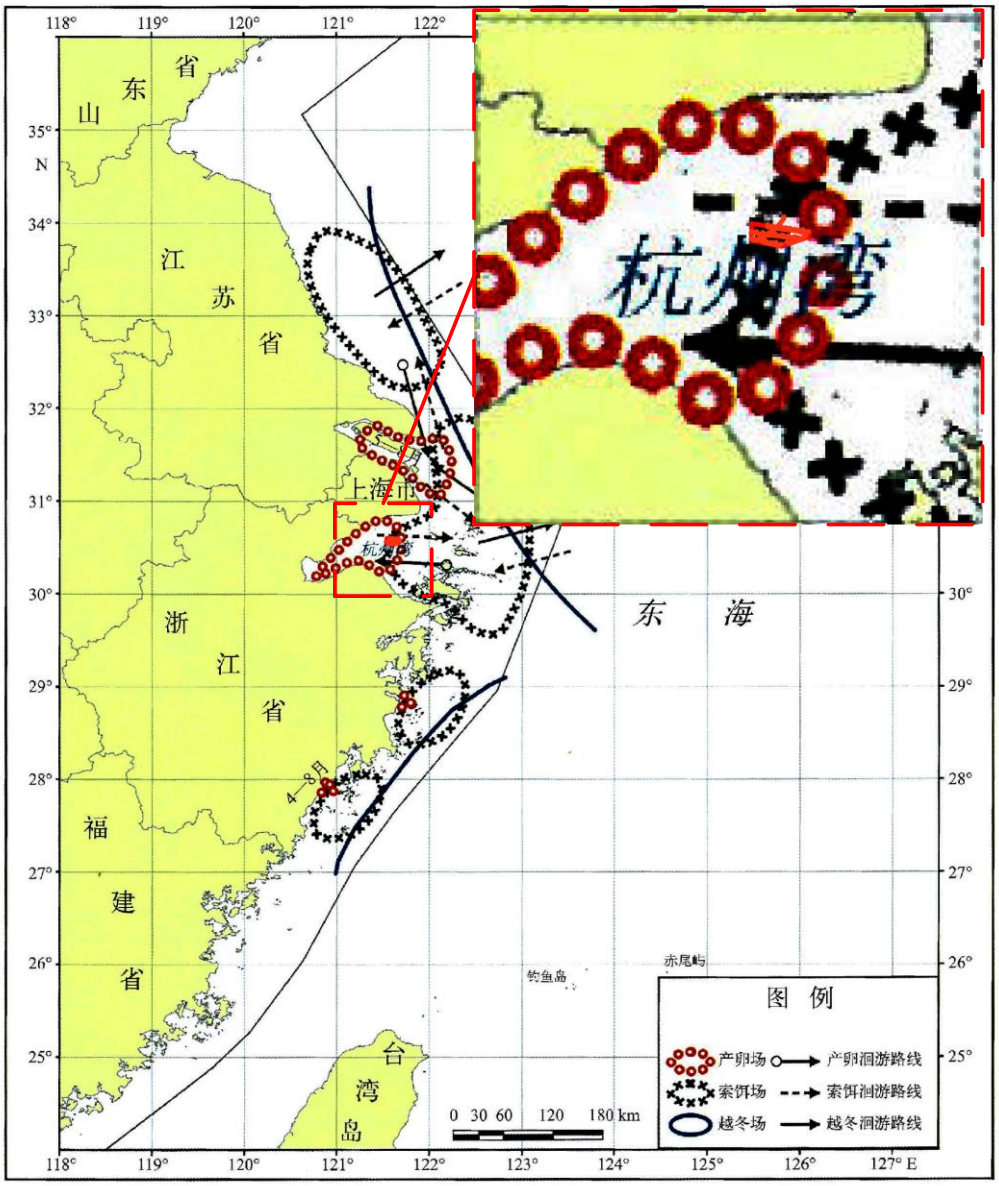


图 4.2-81 凤鲚“三场一通道”示意图

本项目位置位于凤鲚杭州湾海域的产卵场和索饵场范围内，结合本报告

4.2.7 章节内容，即凤鲚为2024 年春季的优势种、2023 年秋季的常见种，且2023 年秋季鱼卵仔稚鱼调查也采集鉴定到凤鲚仔稚鱼，**本项目所在海域属于杭州湾凤鲚产卵场和索饵场的边缘。**

2、海蜇

海蜇为一年生暖温带近岸大型浮游动物，我国从渤海沿岸到南海沿岸海域均有分布。春季在偏南季风的影响下，分布于福建和浙江近海的海蜇(稚蜇)向北洄游。在六横岛附近，海蜇群体分为两支，一支向西北移动，进入金塘海面，随着潮流进入杭州湾内移动，随着时间的推移，经灰鳖洋到七姊八妹列岛、再经平湖海域至滩浒岛、洋山岛、大戢洋等海域。另一支从舟山群岛外侧北上，抵达嵊泗列岛。在较强偏南季风推动下，部分越过长江口进入吕泗渔场、江苏射阳沿岸海域。

8 月下旬以后，在偏北季风影响下，海蜇向南洄游。分布在江苏射阳沿岸海域、长江口一带的进入嵊泗渔场，分布在泗礁岛西侧的进入杭州湾，并逐渐南移到金塘岛海面，分布在泗礁东侧的海蜇沿着索饵浮游路线南移。在浮游移动过程中，随着水温下降和性腺成熟，8 月底至 9 月开始产卵。东海区沿岸产卵场较多，主要的产卵场有 6 个，分别是射阳河口、吕泗渔场、杭州湾、浙南沿岸、闽东及闽南。海蜇“三场一通道”示意图详见图 4.2-82。

本项目位置位于海蜇杭州湾海域的产卵场内。

海蜇“三场一通道”示意图

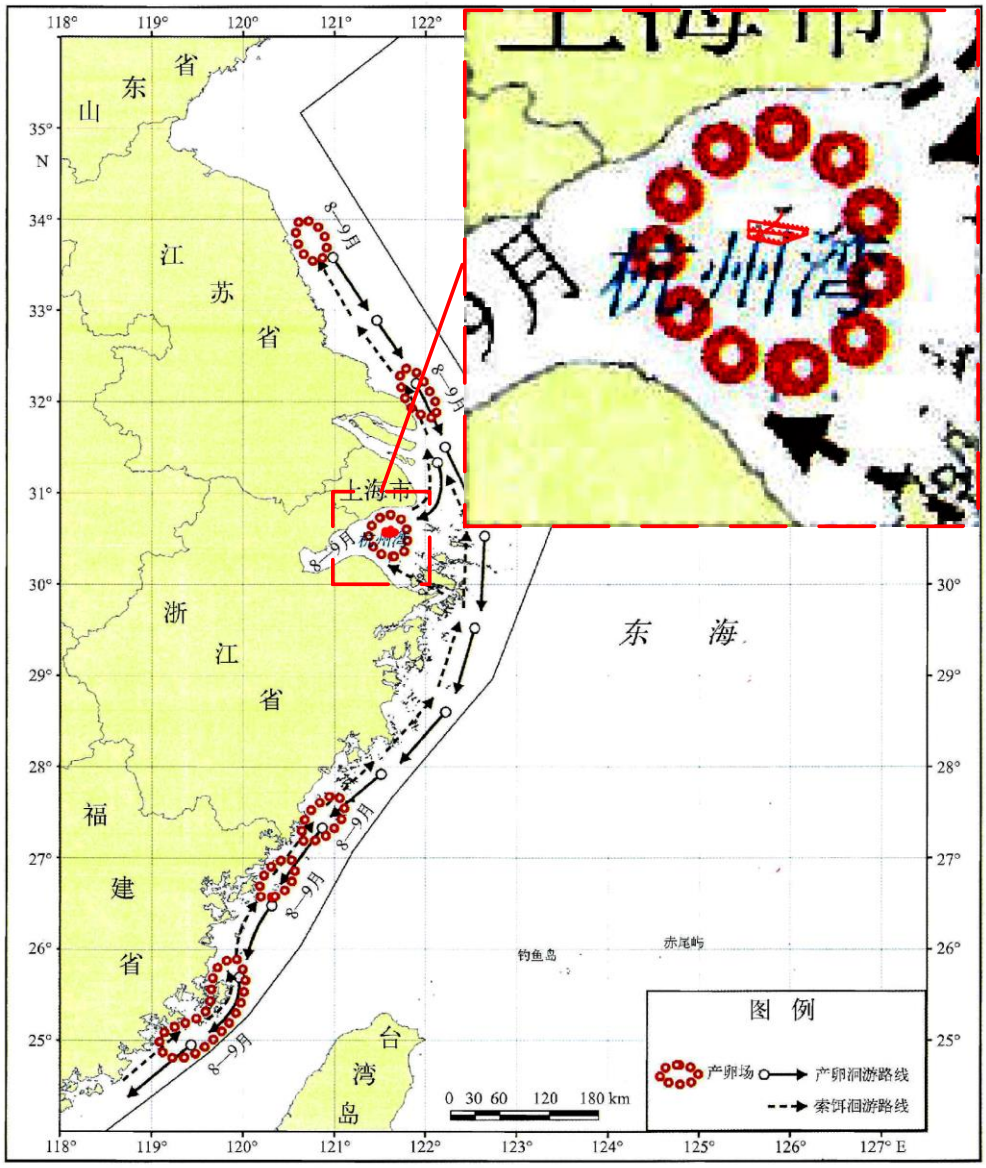


图 4.2-82 海蜇“三场一通道”示意图

3、鮸

鮸为近海暖温性中下层鱼类。东海区产卵场位于杭州湾、舟山嵊泗和岱衢洋海域、温州南麂列岛周边以及江苏沿岸海域，浙江沿岸海域产卵期为 8~10 月，江苏沿岸产卵期为 9~10 月。索饵场基本位于产卵场及周边水域，范围稍大于产卵场，索饵期为 3~11 月。越冬场位于沙外渔场、江外渔场、舟外渔场、温外渔场 70m 以深的外海，越冬期为 12 月至翌年 2 月。

8~10 月，在江浙近海的索饵群体进入产卵场产卵，产卵高峰期为 8 月底至 9月。孵化后的幼体在产卵场周边河口、岛礁海域索饵育肥。产卵后的亲体索饵

后于 11~12 月向外海进行越冬洄游，12 月至翌年 2 月在外海越冬场越冬，春夏季外海越冬鱼群进入近海海域索饵。鮸“三场一通道”分布如图 4.2-83 所示。

本项目位置位于鮸 8~10 月的产卵场和索饵场边缘。根据本报告 4.2.7 章节内容，鮸是 2024 年春季和 2023 年秋季的常见种。

鮸“三场一通道”示意图

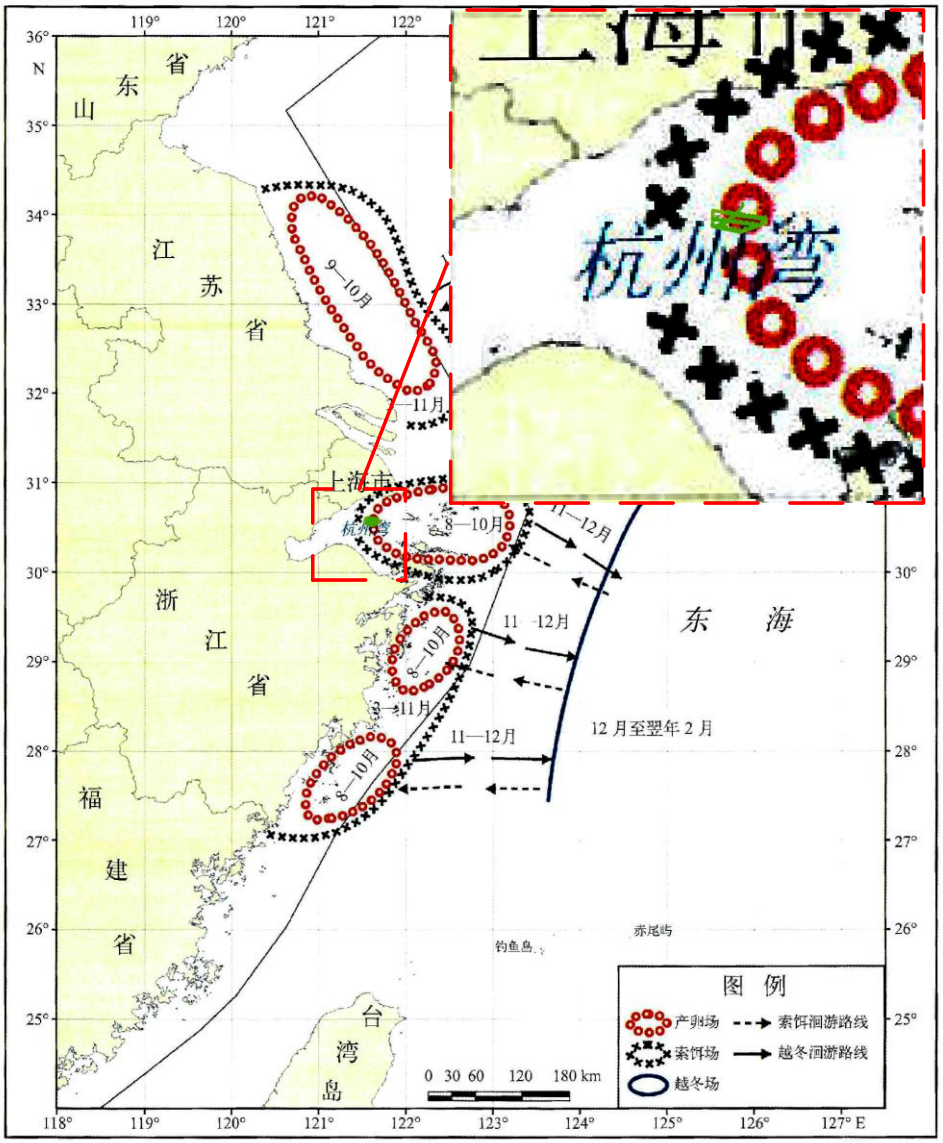


图 4.2-83 鮸“三场一通道”示意图

4、大黄鱼

大黄鱼为暖温性近海集群洄游鱼类。大黄鱼有 3 个地理种群（族）：分布在黄海南部和东海北部近海的鱼群（包括吕泗、岱衢、猫头洋等产卵场的生殖鱼群）属岱衢族；分布在东海南部和南海东北部近海的鱼群（包括官井洋、南澳、汕尾等产卵场的生殖鱼群）属闽粤东族；分布在南海珠江口以西到琼州海峡以

东近海的鱼群（包括硇洲岛附近产卵场的生殖鱼群）属硇洲族。大黄鱼一年内有两个生殖期，大部分在春夏季产卵的称“春宗”（产卵期 4~6 月），少数在秋季产卵的称“秋宗”（产卵期 9~10 月）。大黄鱼的产卵场一般位于河口湾岙附近及岛屿间的低盐区（盐度 27~31），水深一般在 20m 以浅，透明度不超过 1 m，流速不低于 1.02 m/s，水温一般为 16~22℃。产卵后的亲鱼一般移向产卵场外侧海区分散索饵，当年生幼鱼则随着逐渐发育成长由浅水区向稍深水区移动。秋末冬初随渔场水温降低，成鱼和幼鱼先后向较深水区的越冬场洄游。大黄鱼“三场一通道”示意图详见图 4.2-84。

大黄鱼“三场一通道”示意图

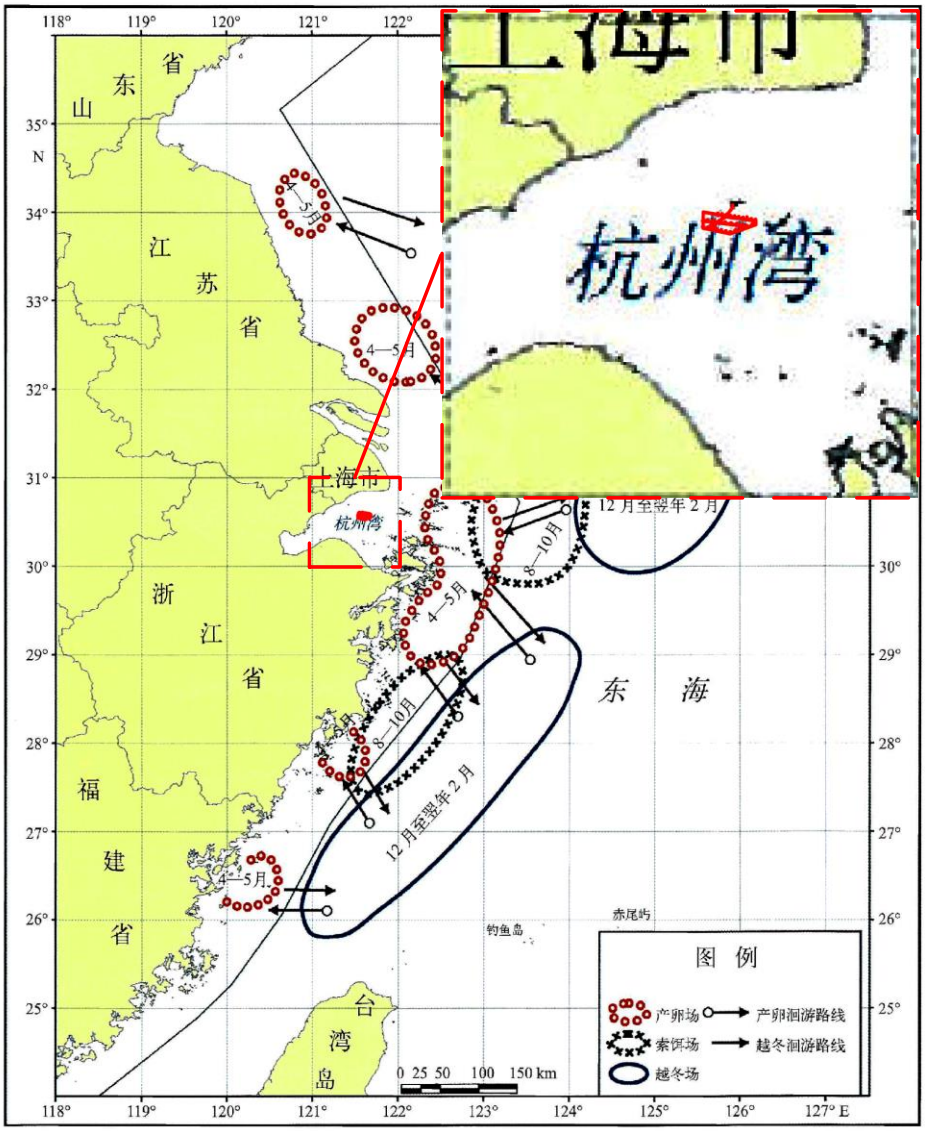


图 4.2-84 大黄鱼“三场一通道”示意图

根据 20 世纪 70~80 年代东海区大陆架的调查结果显示，分布于东海区的大

黄鱼主要有两大越冬场：①江外、舟外渔场及大沙、沙外渔场越冬场，50~80m 水深海域；②浙南、闽东、闽中外侧海区越冬场，30~60m 水深海域。浙南、闽东、闽中越冬场的鱼群主要进入浙闽沿海产卵场，其中闽东渔场大黄鱼鱼群主要进入官井洋和东引海域，并有部分鱼群混同浙南越冬场的鱼群北上，进入洞头洋、大目洋、猫头洋和岱衢洋产卵场。

综上，本工程位置不在大黄鱼“三场一通道”的分布范围内。

5、小黄鱼

小黄鱼为近海底层结群性洄游鱼类，为暖温种。小黄鱼分为黄渤海种群（北部）、南黄海种群（中部）和东海种群（南部）3 个不同的地理种群。主要分布区集中在 27°00′N 以北、125°30′E 以西水深不超过 100m 的海区，以长江径流影响较大的黄海南部和东海北部（28°00′~35°00′N、123°00′~125°30′E）水深 40~80m 的海区分布密度最大。这 3 个种群移动的基本特征是在越冬场和产卵场之间作周年的往复运动。

东海种群越冬场位于浙江外海海域，产卵场在浙江近海洞头洋至舟山群岛附近海域。其洄游的基本趋势是由越冬场东西向沿 50~60m 等深线往返于产卵场和越冬场之间。受暖流影响，每年 12 月至翌年 2 月在济州岛西南、东海中南部海域越冬场越冬。3 月，外海小黄鱼经由长江口外侧以南水域向近海作产卵洄游，3 月下旬进入舟山渔场，在舟山渔场，这部分鱼群与从东海中南部近海北上的产卵群体汇合，部分就地产卵，部分于 4 月北上与从黄海中部越冬场而来的种群汇合在吕泗渔场禁渔线外侧索饵；7~9 月进入大沙渔场索饵；10 月以后，索饵场的小黄鱼大部分游向外海的越冬场，小部分南下回到东海中南部近海的越冬场。小黄鱼“三场一通”分布示意图见图 4.2-85。

《东海大陆架生物资源与环境》依据 1997 年~2000 年的调查资料研究可得，小黄鱼在东海区的分布范围很广，其密集区主要在长江口和杭州湾以东的近海，秋季其分布中心由近海向外海以东，开始作越冬洄游，冬季则集中在东海北部外海越冬。

综上，本工程位置不在小黄鱼“三场一通道”的分布范围内。

小黄鱼“三场一通道”示意图

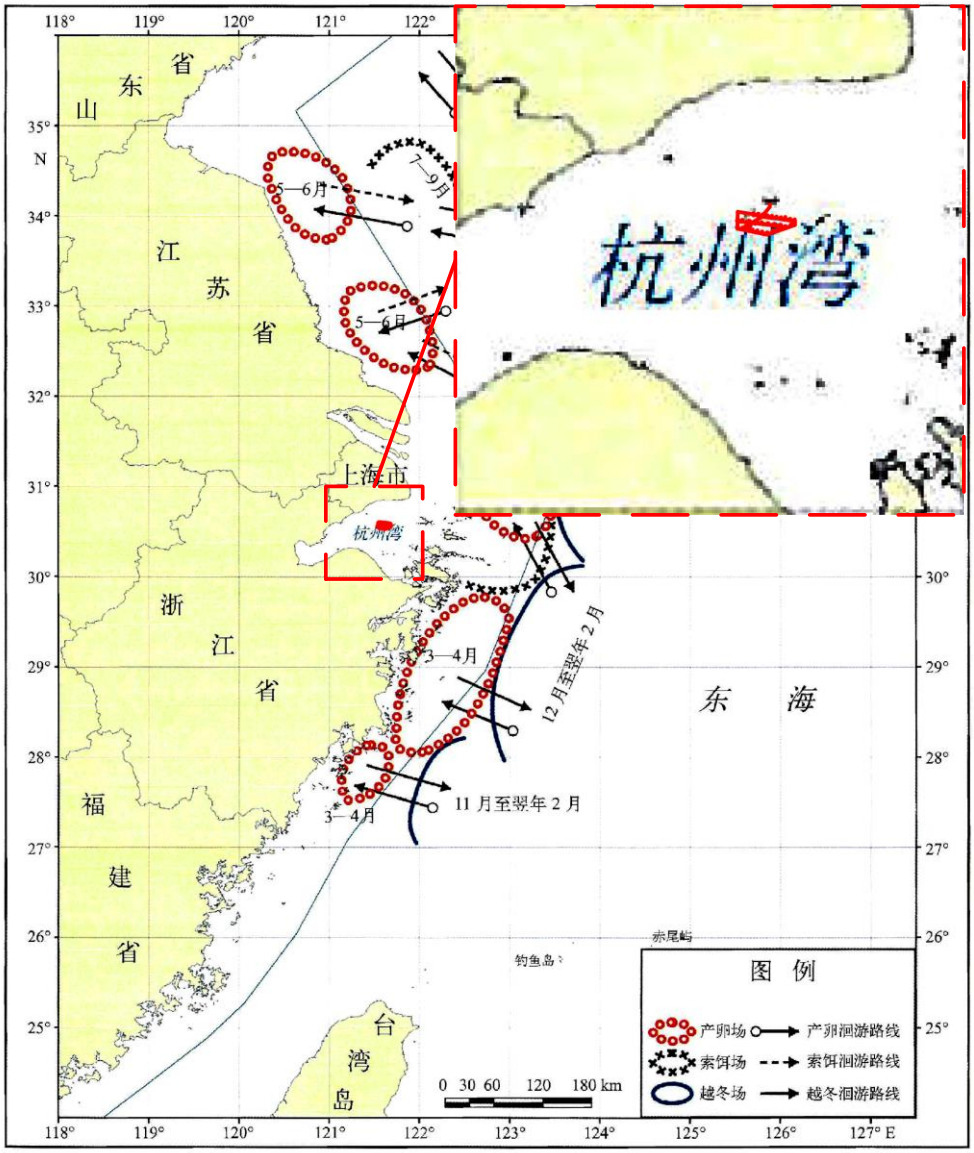


图 4.2-85 小黄鱼“三场一通道”示意图

6、宽体舌鳎

宽体舌鳎为温暖性底层鱼类，喜栖息在泥沙底质的近海，广泛分布于我国渤海、黄海、东海到南海北部。宽体舌鳎的游泳能力不强，活动范围较小，洄游路线短。东海的宽体舌鳎以浙江沿岸河口水域分布较多，一般作东西向短距离洄游，越冬期在 12 月至翌年 2 月，越冬期位于 40~60m 水深的海区；3-4 月从深水区游往浙江南部至长江口沿岸水域；5-8 月在江苏和浙江沿岸浅水区产卵，仔稚鱼在产卵场附近索饵；卵为浮性，卵化后在发育过程中变态并沉底，营底栖生活，在河口和近岸觅食；成鱼在 10 月以后逐渐返回越冬场。根据图 4.2-86，

本项目位于 宽体舌鳎产卵场内。

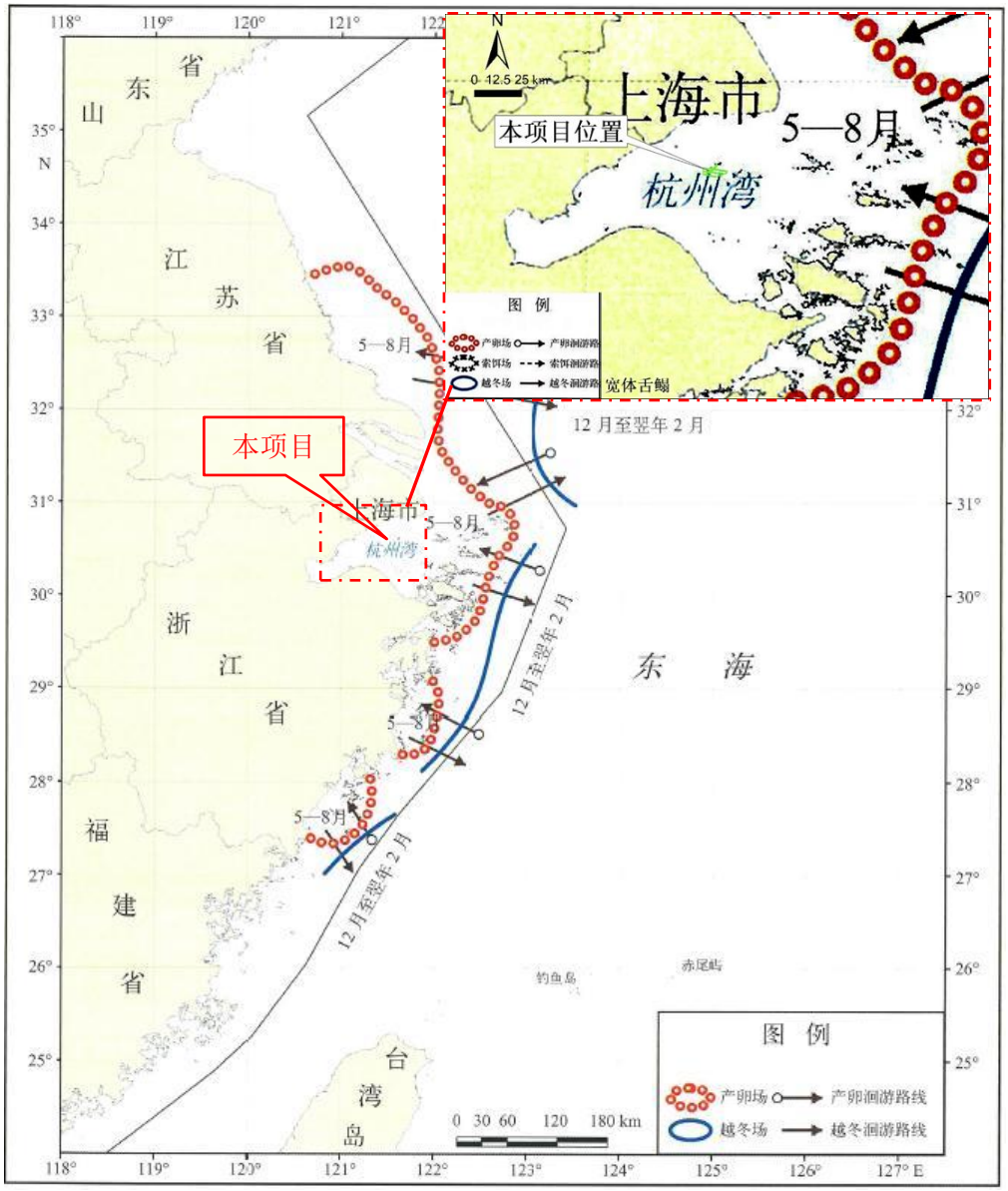


图 4.2-86 宽体舌鳎“三场一通道”示意图

7、白姑鱼

白姑鱼属暖温性近底层鱼类，广泛分布于印度洋和太平洋西部海域，我国沿岸均有分布，一般栖息在水深 40-100m 泥沙底海区。主要以底栖十足类、小型鱼类和头足类为食。产卵期为 5-9 月，6-7 月为盛期。初次性成熟年龄为 1 龄，大量性成熟年龄为 2 龄左右。白姑鱼具有年龄结构较为简单、生殖期长、产卵场较广而分散等特点。分布在东海区的白姑鱼大致分为黄海种群和东海种群两个种群。

（1）黄海种群

黄海种群产卵场主要在海州湾，越冬场在黄海东南部外海，越冬期1-3月，鱼群于每年 3-4 月分批离开越冬场游向西北方向，于当年 5-6 月进入海州湾、黄海北部各海湾的产卵场。仔幼鱼主要在产卵场附近水域索饵肥育，9月开始集群，边索饵边开始游向外海，12 月返回越冬场。

（2）东海种群

东海种群主要有南、北两个越冬场，越冬期 12 月至翌年 2 月。北部越冬场位于舟外和江外两处渔场，该越冬场的群体常与黄海越冬群体相混合。东海北部鱼群春季从越冬场向近海移动，于 5-9 月密集于长江口、舟山渔场产卵，6-7 月为产卵盛期，而后逐渐向北进行素饵洄游，随着水温下降，鱼群转向越冬场。东海南部鱼群的越冬场大致在浙江南部至福建北部近海较深海区，鱼群沿东海南部的大陆沿岸作南北洄游，3-4 月由外侧海区向沿岸移动，5-8 月密集于闽中及舟山渔场一带产卵，仔幼鱼在产卵场附近水域索饵育肥，产卵鱼群尔后继续北上，约 10 月开始掉头向南移动，逐步返回南部越冬场。此外，在上述两个主要越冬场之间尚存在一个较小的越冬场，位于舟山渔场和渔山渔场，124°E 以西至禁渔区线之间。

由图 4.2-87 可知，本项目未在白姑鱼“三场一通道”范围内。

白姑鱼“三场一通道”示意图

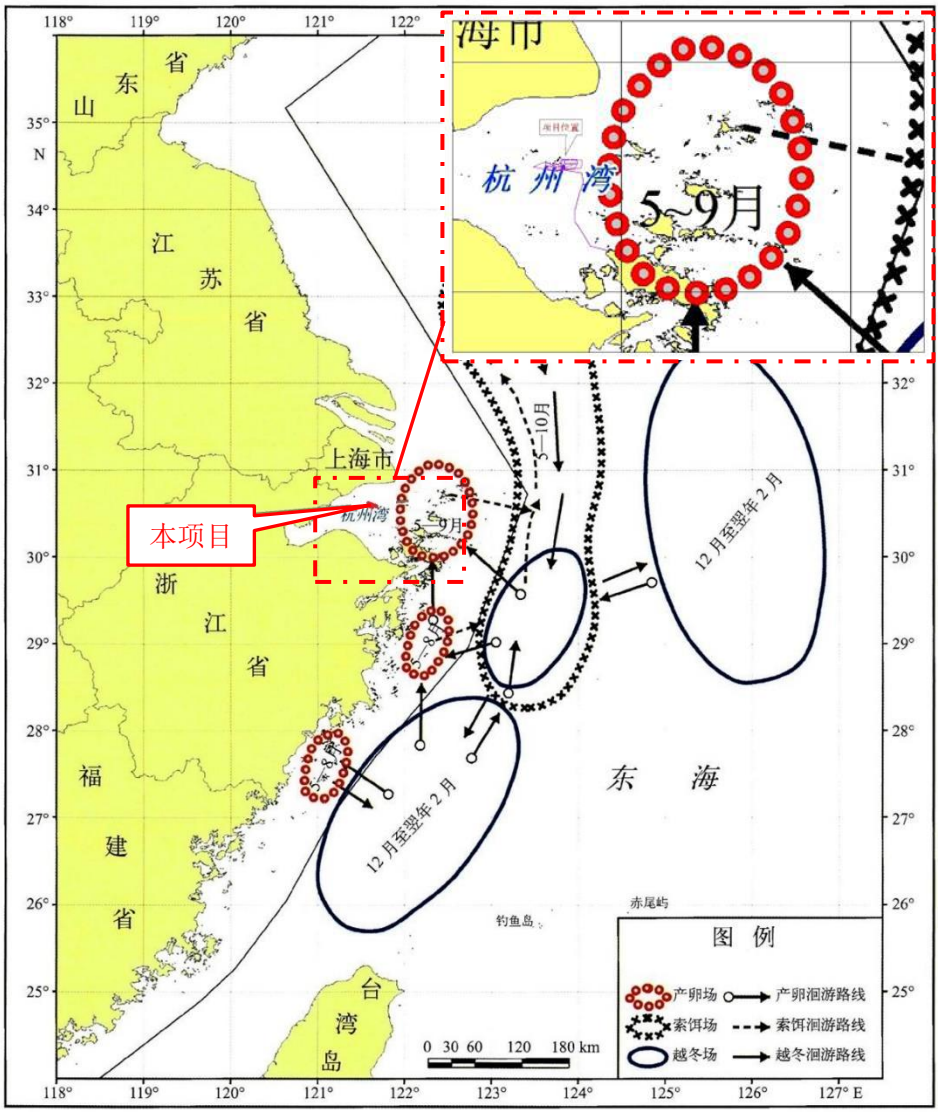


图 4.2-87 白姑鱼“三场一通道”示意图

4.3 工程区所在海域开发利用现状

本项目所在海域周围主要有航道、渔业活动、码头、海上风电场和围垦区等开发项目。

1、航道

① 漕泾东航道

该航道为从大洋山至杭州湾北岸漕泾化学工业区的航道，航道于大洋山西南约2.9nmile的漕泾大型灯浮处与金山航道相连，航道扫海宽度1nmile，航道水深在唐脑山灯塔以西，121°29′E 至 121°41′E之间存在水深小于8m的浅段，航道最小水深7.3m，上海化学工业区码头附近水深在8m左右。漕泾东西航道南边界

距风电场区约11.4km。

② 漕泾东西航道通道

该航道为连接漕泾东、西航道的通道，扫海宽度约1.1nmile，航道水深7m以上。虽然目前通航密度不大，但从周围航运发展趋势分析，有增加趋势。漕泾东西航道南边界距风电场区约2.0km。

③ 洋山-滩浒山岛-金汇港渡船航线

洋山-滩浒山岛-金汇港之间的渡船航线，是由“洋盛7号”轮承担航行任务，为往返航线，“大洋至滩浒至金汇港”航班单趟时间为2小时40分钟，其中大洋山到滩浒山岛100分钟，滩浒山岛开往金汇港为60分钟。然后，金汇港返回滩浒，从滩浒再回始发港大洋山客运码头。“洋盛 7 号”轮总长36米、宽 7.2 米、抗风力等级为7级，可载客48人。

④漕泾西航道

该航道经大金山与浮山岛的东侧和南侧，将漕泾东航道与金山航道连接，扫海宽度1.1nmile，是金山港区与上海化学工业区之间的通道，航道设有灯浮标指示。航道水深在8m以上。漕泾西航道南边界距风电场区约10.9km。

⑤金山航道

该航道自大戢山以东约6.7nmile（Y24 号灯浮）处向西南经崎岖列岛东南的西马鞍山岛折向西，过对口山、王盘山至陈山，全长75.1nmile，扫海航道宽度为2km。航道最小水深7.6m，3~5万吨级船舶可乘潮进港，该航道水深较为稳定，目前靠泊陈山5万吨级原油码头和嘉兴发电厂3.5万吨级煤码头的船舶可常年从该航道乘潮进出，近年来，通过该航道的船舶交通流每年超过1万艘次，且一半以上为危险品运输船舶。金山航道北边界距风电场区约2.9km。

2、渔业活动

洋山镇共有渔业作业船舶约 200 只，其中拖虾船 44 只，张网船 145 只，其他辅助作业船若干。张网船主要作业方式包括蟹笼、流刺网等。

项目拟建地渔业活动主要有鳗苗、海蜇捕捞等。

鳗苗捕捞作业方式有两种：（1）潮间带区为樯张网；（2）7m~8m 水深处为定置张网，定置张网打桩质材分竹质和铁质两种，竹桩入土深度为 1.5m~3m，铁质入土深度为 2m~2.5m。鳗苗作业主要分布在杭州湾北岸至嵊泗附近海域（122°20′E 以西渔区）。每年 12 月至翌年 4~5 月是鳗苗捕捞期，其中 2~4 月为旺

季。2023 年鳗苗产值约 9000 万元，2024 年产值约 1.2 亿元。

海蜇特许捕捞作业时间一般在 7 月 10 日-8 月 15 日的特定时间（15 天），捕捞作业方式为张网，最小网目尺寸不小于 90mm。

3、码头

滩浒山岛车客渡码头位于滩浒山岛东北侧，规模为 1000GT 车渡码头泊位 1 个（兼顾小型客船靠泊）及相关配套设施。设计年通过能力为客 10 万人次、车 0.75 万辆次。码头平台与栈桥总体呈“钝角型”布置。码头平台尺寸为 59 米×10 米+69 米×22 米，通过长 90 米、宽 8 米的栈桥与陆域连接。码头平台与栈桥均采用高桩梁板结构，护岸采用重力式结构。目前该码头及后方护岸已确权。本项目位于滩浒山岛车客渡码头北侧约 2km。

4、海上风电场

①嵊泗 2#海上风电场工程

嵊泗 2 号海上风电场工程项目位于嵊泗县崎岖列岛西南侧王盘洋海域。工程海上风机总装机容量为 400MW，同步配建 1 座 220kV 升压站和 1 座计量站，敷设 16 组 35kV 海缆和 2 回 220kV 海缆，将风电机组与升压站、计量站相连。本工程于 2018 年 12 月 21 日取得项目核准批复（舟发改审批〔2018〕133 号）；于 2019 年 12 月 3 日取得出让海域使用权（出让合同编号：（2019）004 号）；于 2020 年 1 月 14 日取得海域使用权证（证书编号：浙（2020）嵊泗县不动产权第 0000183 号）；2020 年 7 月 17 日，海上主体工程正式开工；项目机组容量调整于 2021 年 11 月 12 日获得舟山市发改委补充批复（舟发改审批〔2021〕74 号）；2021 年 11 月 28 日全部风电机组并网发电。

②嘉兴 2#海上风电场

嘉兴 2#海上风电场距离上海金山岸线最近约 10.7km。场址东西向宽约 5km，南北向最长约 12km，涉海面积约 58km^2，风电场场址水深 10m 左右。海上风电场安装 67 台 6.0MW 的风电机组，总装机容量 402MW。

③金山 1 号海上工程

金山 1 号海上工程位于杭州湾北部海域，本项目西侧。项目规划装机总容量 306 兆瓦，拟建设 36 台单机容量 8.5 兆瓦的海上风力发电机组，配套建设 1 座海上升压站和 1 座陆上集控中心，铺设 1 条 84.758 千米的海底电缆。项目申请用海面积 197.3858 公顷(2960.7870 亩)，其中透水构筑物用海 35.9181 公顷

(538.7715 亩)，海底电缆管道用海 161.4677 公顷(2422.0155 亩)，申请用海年限 26.5 年。目前正处于用海申请阶段。

④嵊泗 3#4#海上风电工程

嵊泗 3#、4#海上风电项目场址位于杭州湾王盘洋海域，工程场区呈不规则多边形，场区中心离岸距离约为 34km，场区外边线离岸距离约为 30.4km，场区泥面高程约为-10.51~-16.31m，东西向最长约 13.2km，南北向最宽约 5.0km，风电场最外侧风机外缘线包络面积约 48.62km^2，装机规模为 40 万 kW。场区拟安装 20 台单机容量 8.5MW 和 23 台单机容量 10MW 风力发电机组，风电机组东西向排列成 3 行。同时配套建设一座 220kV 海上升压站和一座陆上计量站。风电场设置 8 回 66kV 集电线路，接至 220kV 升压站。海上升压站由 1 回 220kV 海缆连接至舟山本岛马目附近登陆点上岸后接入陆上计量站。目前正处于用海出让阶段。

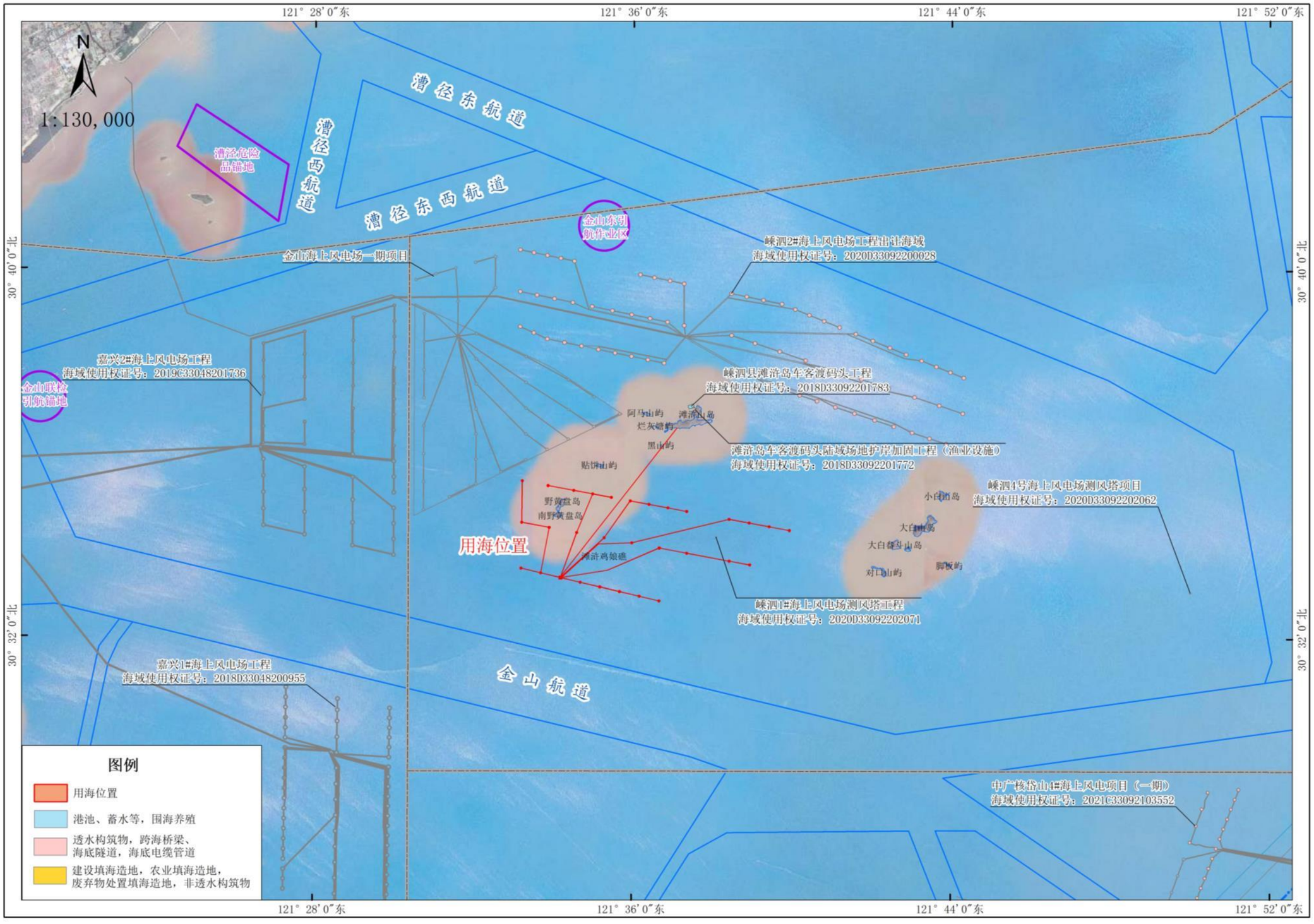


图 4.3-1 周边海域开发利用现状图

5 环境影响预测与评价

5.1 水文动力环境影响预测与评价

5.1.1 潮流数学模型

5.1.1.1 模型基本方程

1、二维模型

本报告计算风电场水动力及冲淤变化采用的是平面二维浅水运动方程，基本方程如下：

质量守恒方程：

$$\frac{\partial \mathrm{h}}{\partial \mathrm{t}}+\frac{\partial \mathrm{hu}}{\partial \mathrm{x}}+\frac{\partial \mathrm{hv}}{\partial \mathrm{y}}=0$$

动量方程：

$$\frac{\partial hu}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(hu^2+\frac{1}{2}gh^2\right)+\frac{\partial}{\partial y}(huv)=-gh\left(\frac{\partial \eta}{\partial x}+\frac{u\sqrt{u^2+v^2}}{C_z^2 h}\right)+fhv+\frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx})+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{xy}\right)$$

$$\frac{\partial hv}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial y}\left(hv^2+\frac{1}{2}gh^2\right)+\frac{\partial}{\partial x}(huv)=-gh\left(\frac{\partial \eta}{\partial y}+\frac{v\sqrt{u^2+v^2}}{C_z^2 h}\right)-fhu+\frac{\partial}{\partial x}\left(hT_{xy}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(hT_{yy}\right)$$

式中：η为水位，h 为总水深，h=d+ζ；t 为时间；u，v 为 x，y 方向的垂向平均流速；g 为重力加速度，值为 9.8m/s^2；f 为科氏参数，与纬度有关；C_z为谢才系数；T_{xx},T_{xy},T_{yy}分别为水流在方向的水平粘滞系数。

2、三维模型

本报告计算悬沙扩散影响采用的三维模型，其建立在 Boussinesq 和流体静压假定下三维不可压雷诺平均 N-S 方程的基础上，其控制方程中的连续方程为：

$$\frac{\partial \mathrm{h}}{\partial \mathrm{t}}+\frac{\partial}{\partial \mathrm{x}}(\mathrm{hu})+\frac{\partial}{\partial \mathrm{y}}(\mathrm{hv})+\frac{\partial}{\partial \mathrm{z}}(\mathrm{hw})=0$$

$$\frac{\partial \mathrm{u}}{\partial \mathrm{t}}+\frac{\partial \mathrm{u}^2}{\partial \mathrm{x}}+\frac{\partial(\mathrm{uv})}{\partial \mathrm{y}}+\frac{\partial(\mathrm{uw})}{\partial \mathrm{z}}=\mathrm{fv}-\mathrm{g}\frac{\partial \eta}{\partial \mathrm{x}}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial x}dz-\frac{1}{\rho_0 h}\left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial S_{xy}}{\partial y}\right)+F_u+\frac{\partial}{\partial z}\left(v_t+\frac{\partial u}{\partial z}\right)$$

$$\frac{\partial \mathrm{v}}{\partial \mathrm{t}}+\frac{\partial \mathrm{v}^2}{\partial \mathrm{y}}+\frac{\partial(\mathrm{uv})}{\partial \mathrm{x}}+\frac{\partial(\mathrm{wv})}{\partial \mathrm{z}}$$

$$=-\mathrm{fu}-\mathrm{g}\frac{\partial \eta}{\partial \mathrm{y}}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial y}dz-\frac{1}{\rho_0 h}\left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial S_{yy}}{\partial y}\right)+F_v$$

$$+\frac{\partial}{\partial z}\left(v_t+\frac{\partial u}{\partial z}\right)$$

式中：η为水位，h 为总水深，h=d+ζ；t 为时间；u，v 为 x，y 方向的垂向平均流速；g 为重力加速度，值为 9.8m/s^2；f 为科氏参数，与纬度有关；C_z为谢才系数；$S_{xx},S_{xy},S_{yx},S_{yy}$分别为水流在方向的水平粘滞系数；$p_a$为大气压强；$v_t$为垂向湍流粘度；$u_s$，$v_s$为排放入水在 x、y 方向上的流速；$F_u$、$F_v$为水平应力项。

5.1.1.2 定解条件

1、二维模型

初始条件：$\begin{cases}\zeta(x,y,t)|_{t=t0}=\zeta(x,y,t_0)=0\\ u(x,y,t)|_{t=t0}=v(x,y,t)|_{t=t0}=0\end{cases}$

边界条件：

固体边界的法相速度为零，$\overrightarrow{\mathrm{V_n}}=0$

动力计算时，外海水边界采用全球潮汐预报系统的预报潮位，该模型通过多个重要分潮推算天文潮位，包含六个主要分潮 M2、S2、O1、K1、M4、MS4 基本能够构造处外海深水处的天文潮过程。

潮滩区域采用干湿边界控制。

2、三维模型

初始条件：

$$\zeta(\mathrm{x,y,z,t})|_{\mathrm{t=0}}=\zeta(\mathrm{x,y,z,t_0})=0$$

$$\mathrm{u(x,y,z,t)}|_{\mathrm{t=0}}=\mathrm{v(x,y,z,t)}|_{\mathrm{t=0}}=\mathrm{w(x,y,z,t)}|_{\mathrm{t=0}}0$$

边界条件：

固体边界的法相速度为零，$\overrightarrow{\mathrm{V_n}}=0$

动力计算时，外海水边界采用全球潮汐预报系统的预报潮位，该模型通过多个重要分潮推算天文潮位，包含六个主要分潮 M2、S2、O1、K1、M4、MS4 基本能够构造处外海深水处的天文潮过程

潮滩区域采用干湿边界控制。

5.1.1.3 模型设置

1、模型计算区域

本模型计算区域范围较大，基本包含了项目所能影响的海域范围，计算区域见图 5.1-1。

2、计算阈网格剖分

工程区采用非结构三角形网格剖分计算域，对风电桩基、升压站平台桩基、海底电缆路由海域进行网格加密，网格尺度最小为 3m，保证足够的计算精度。在远离工程海域，网格相对稀疏，不同尺度网格之间通过设置实现平滑过渡，计算域网格剖分见图 5.1-2。

3、模型岸线及水下地形

水下地形资料的精确性对模型计算有着极其重要的影响。计算域内大范围水下地形由海军航保部海图通过 GIS 数字化得到，风场区水深为业主提供实测水深，所有数据基面均统一至平均海平面（图 5.1-3）。

4、计算时间步长

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，平均时间步长 4s，最短时间步长为 0.01s。

5、床面糙率系数

本模型计算采用曼宁公式计算糙率，并通过对床面糙率系数测试确定适合的系数，深水区糙率一般取 0.011~0.012，滩地糙率取 0.01~0.02。

6、水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算水平涡粘系数，表达式如下，$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$，式中 c_s 为常数，l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2}(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}) \quad (i, j = 1,2)$ 计算得到。

7、科氏力

科氏力随纬度变化，具体计算公式为 f=2ωsinφ，φ 为计算海域所处地理纬度。

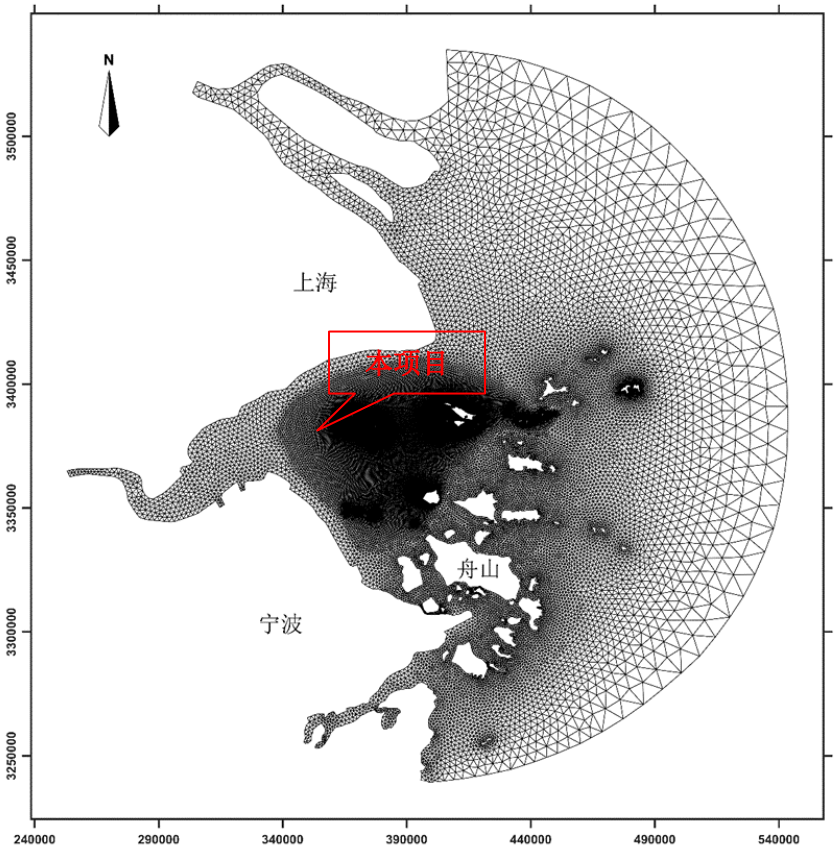


图 5.1-1 模型计算区域示意图（全域）

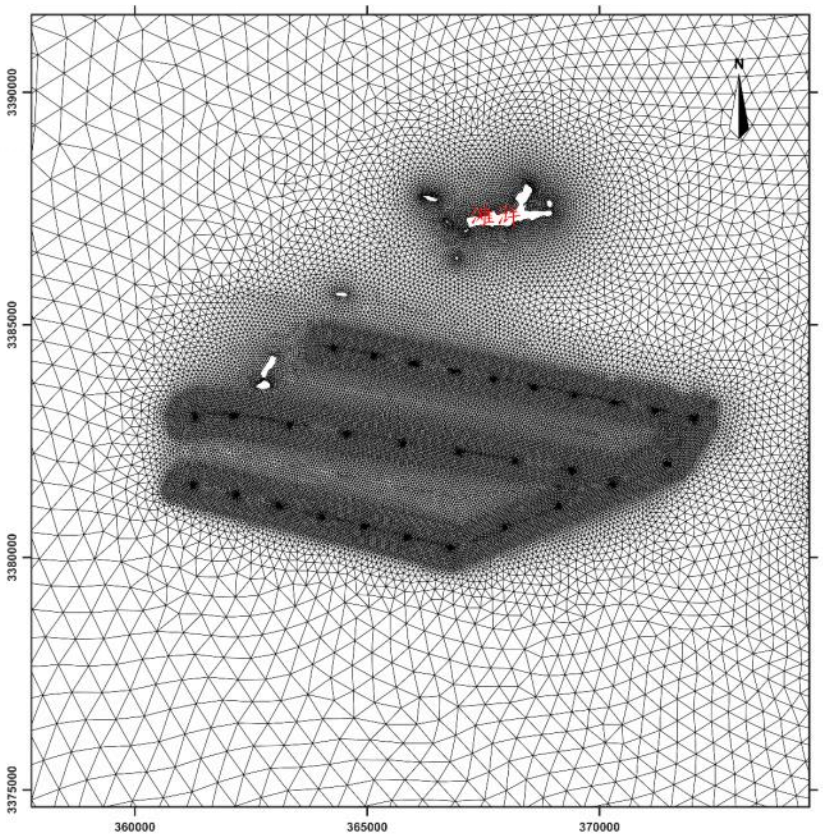


图 5.1-2 工程区附近网格布置图（1 号风电附近）

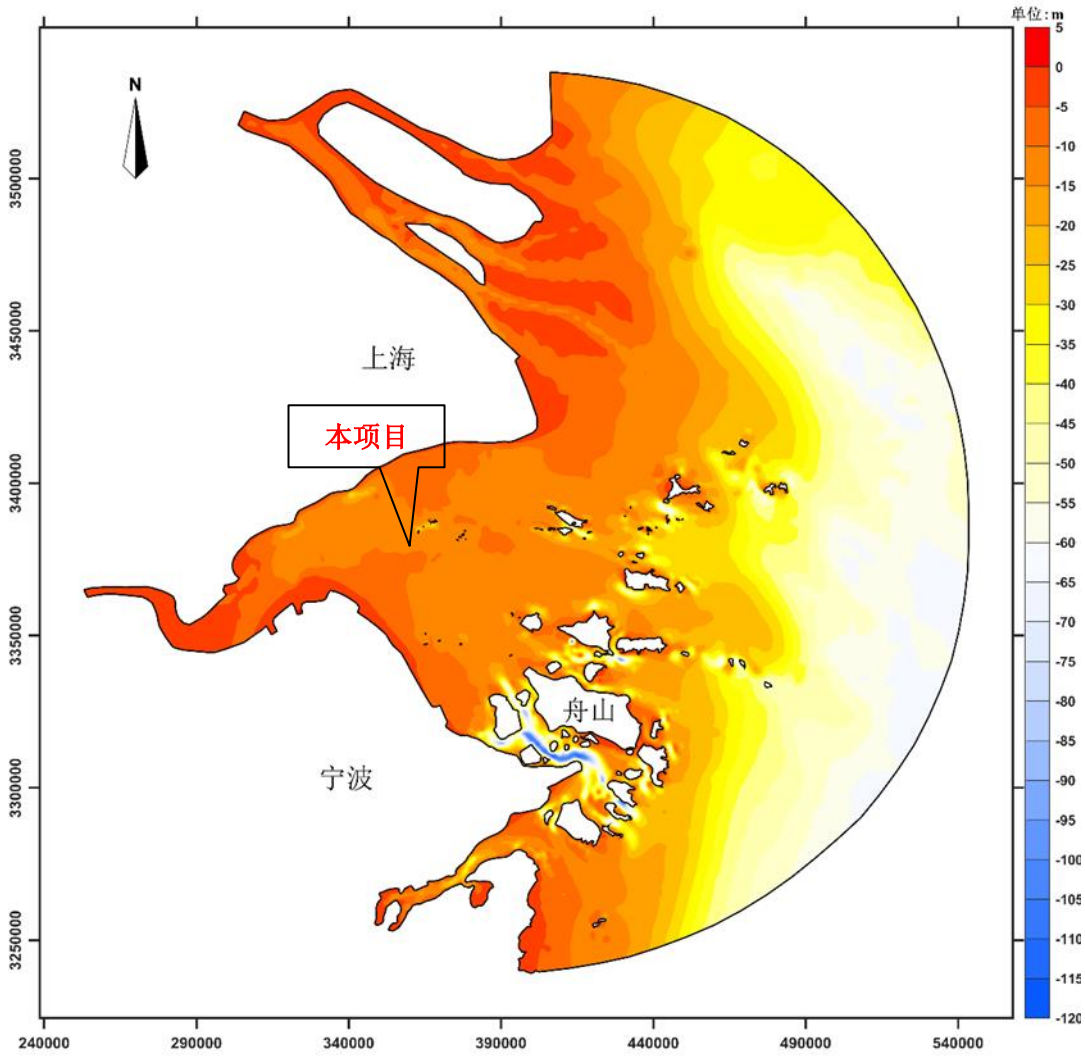


图 5.1-3 大范围水深地形示意图

5.1.2 模型验证

本模型水文数据为 2023 年 12 月（冬季）在工程海域同步观测的大、中、小潮水文数据，本报告选取了其中 9 个潮流站（W1~W9）和 2 个潮位站（大白山、滩浒）的实测资料，通过实测水文资料对模型相关参数进行率定，确保模型精度。测站具体分布见图 4.2-2 所示。

5.1.2.1 潮位验证

2023 年 12 月 13 日至 12 月 23 日各潮位测站的大、中、小潮潮位验证结果见图 5.1-4，潮位误差统计见表 5.1-1，结合图表可知，模型结果与实测潮位资料十分接近，实测潮位与计算潮位两者高低潮整体偏差低于 10cm，模拟结果符合精度要求。

表 5.1-1 潮位站实测潮位与模型计算结果误差统计表

潮别	站位 项目		大白山	滩浒
大潮	实测	最高潮位	2.62	2.66
		最低潮位	-2.09	-1.87
		潮差	4.71	4.53
	计算	最高潮位	2.65	2.63
		最低潮位	-2.1	-1.86
		潮差	4.75	4.49
	偏差	最高潮位	-0.03	0.03
		最低潮位	0.01	-0.01
中潮	实测	最高潮位	2.38	2.57
		最低潮位	-1.86	-2.07
		潮差	4.24	4.64
	计算	最高潮位	2.51	2.59
		最低潮位	-1.9	-2.04
		潮差	4.41	4.63
	偏差	最高潮位	-0.07	-0.02
		最低潮位	0.04	-0.03
小潮	实测	最高潮位	1.56	1.56
		最低潮位	-1.02	-1.3
		潮差	2.58	2.86
	计算	最高潮位	1.57	1.56
		最低潮位	-1.11	-1.22
		潮差	2.68	2.78
	偏差	最高潮位	-0.01	0
		最低潮位	0.09	-0.08

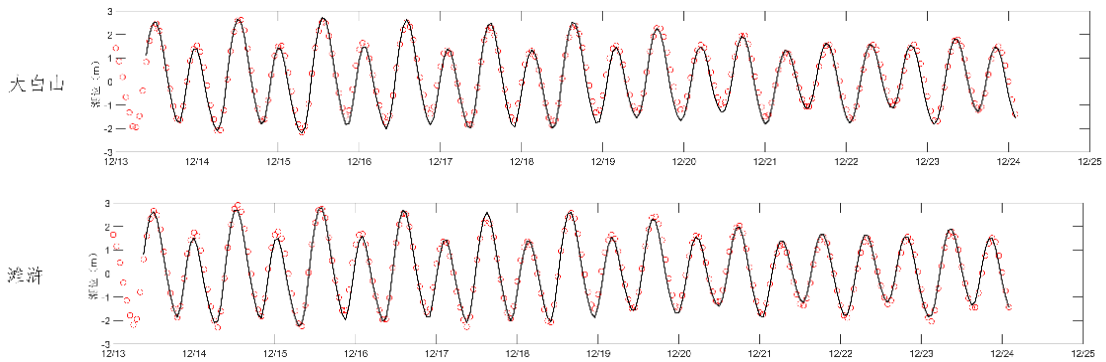
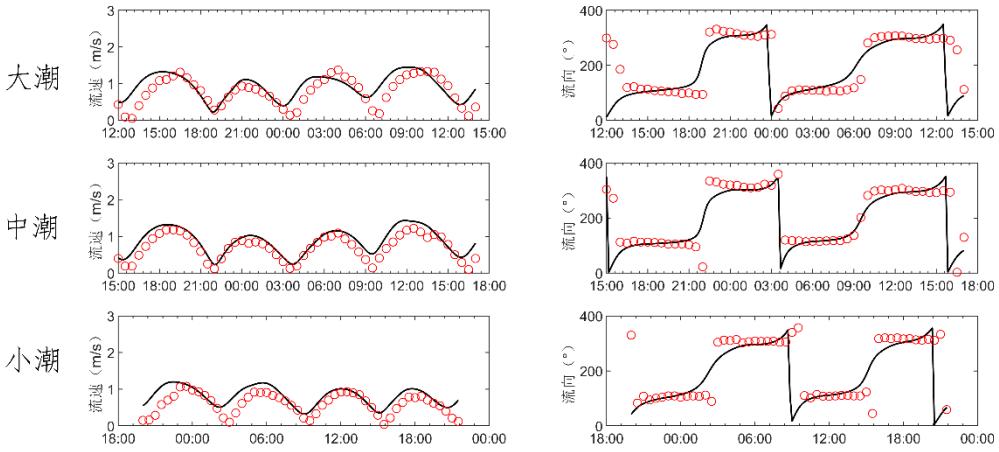


图 5.1-4 各潮位站模型大潮潮位与实测潮位验证图

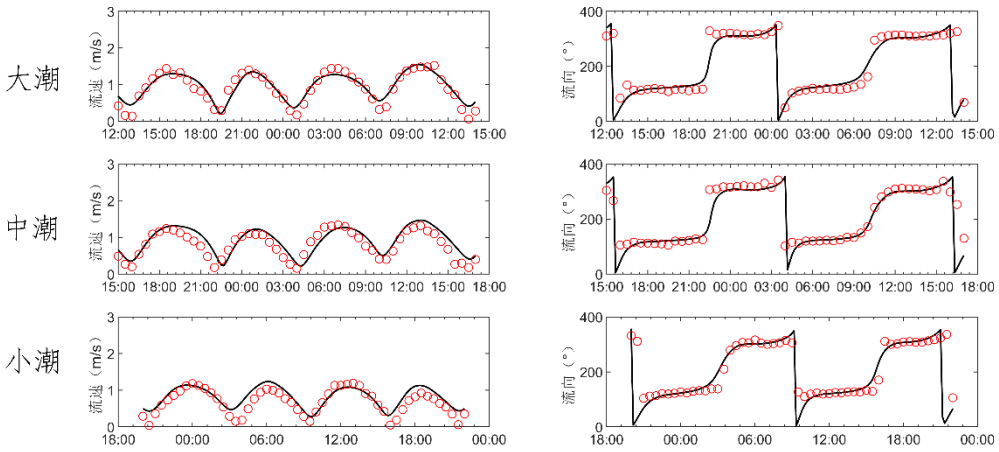
5.1.2.2 潮流验证

1、二维潮流验证

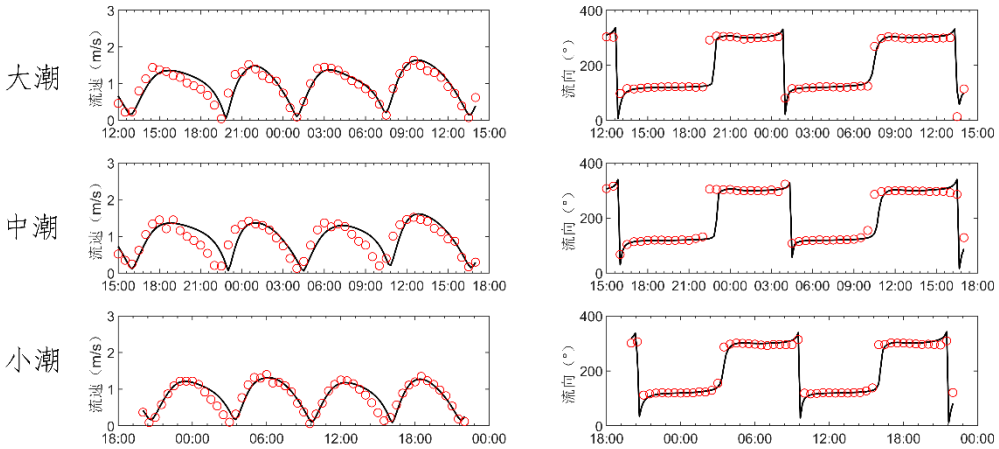
9 个水文测站的实测潮流与模型模拟结果验证情况见图 5.1-5，模拟结果误差分析见表 5.1-2。结合图表可知，除个别时段及站位外，模型计算所得涨、落急时刻的特征流速值以及转流时刻变化与实测结果大体一致，本报告引用数据为冬季测验数据，据本单位了解，水文测验期间，部分时段特别是中潮时段海风较大，站位如 W6 站局地风浪较大，导致实测潮流与模拟结果存在一定差异。整体而言，各测站计算流速与流向相对误差基本控制在 10%以内，所建立潮流模型模拟误差基本满足相关规范要求，模型可用于预测分析风电场工程建设对其所在海域潮动力条件等的影响。



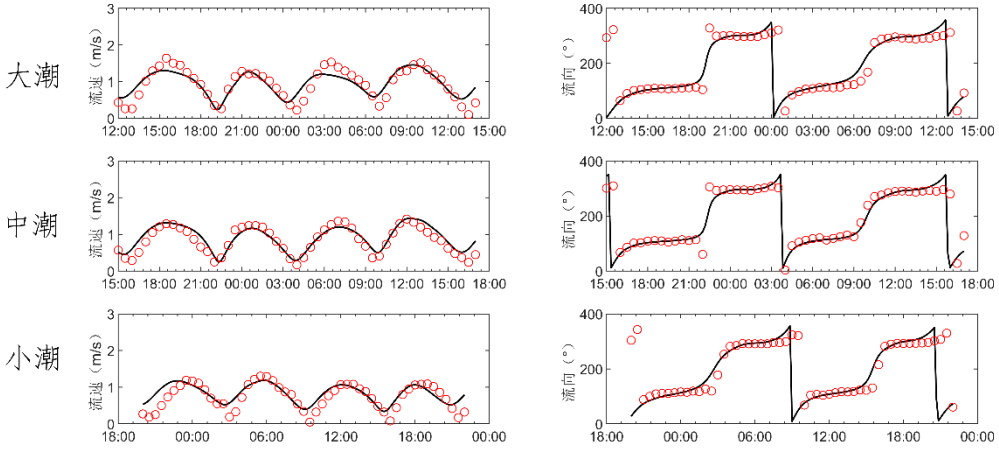
a、W1 模拟潮流与实测潮流验证图



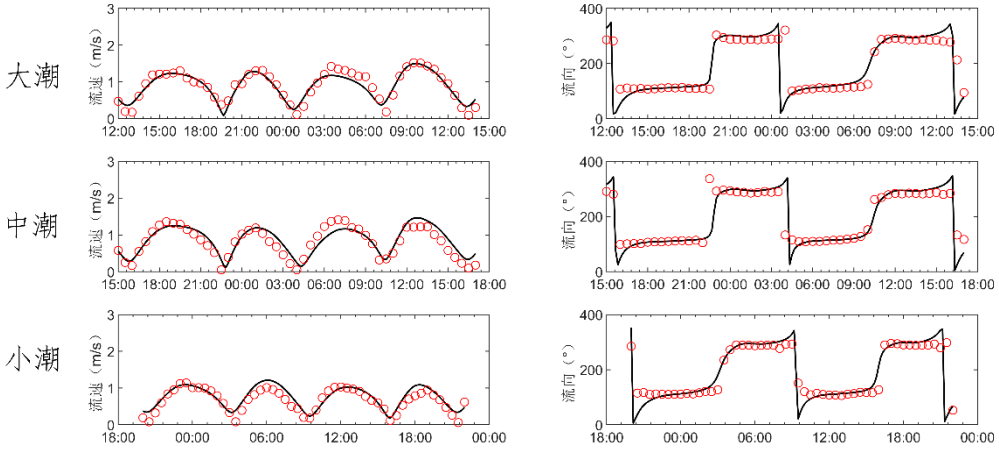
b、W2 模拟潮流与实测潮流验证图



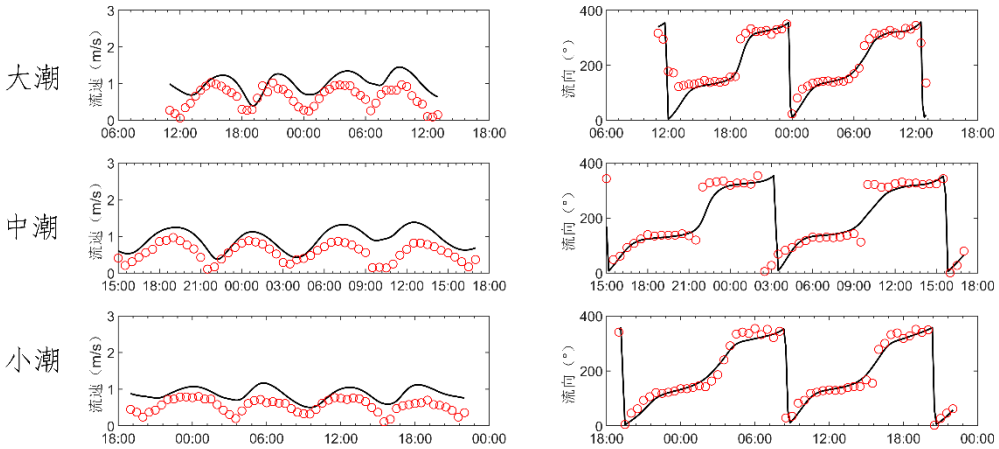
c、W3 模拟潮流与实测潮流验证图



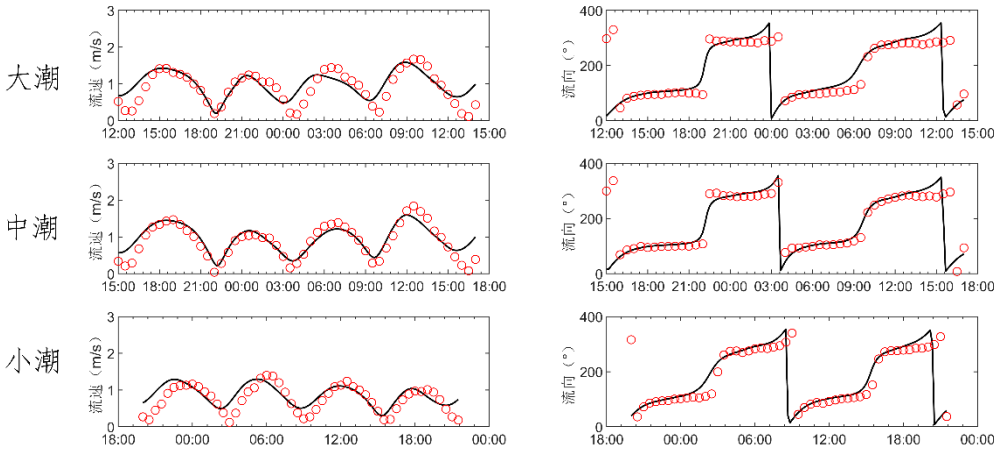
d、W 4 模拟潮流与实测潮流验证图



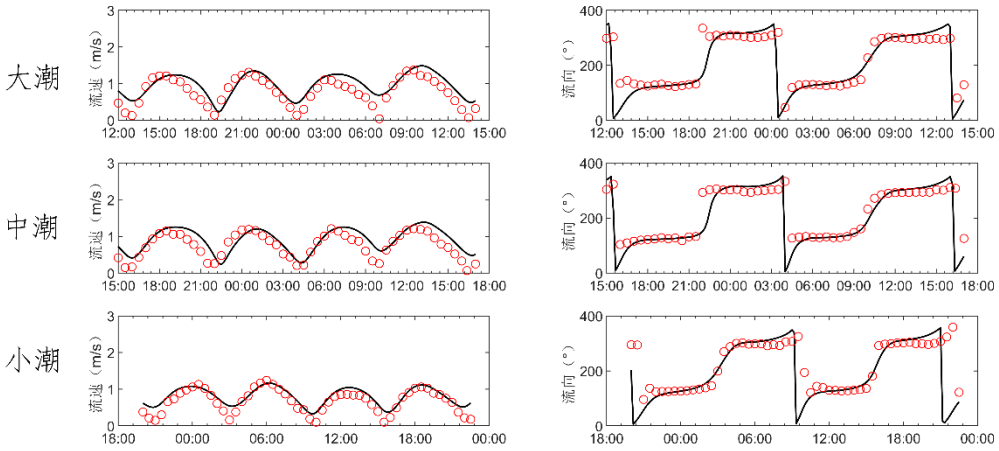
e、W 5 模拟潮流与实测潮流验证图



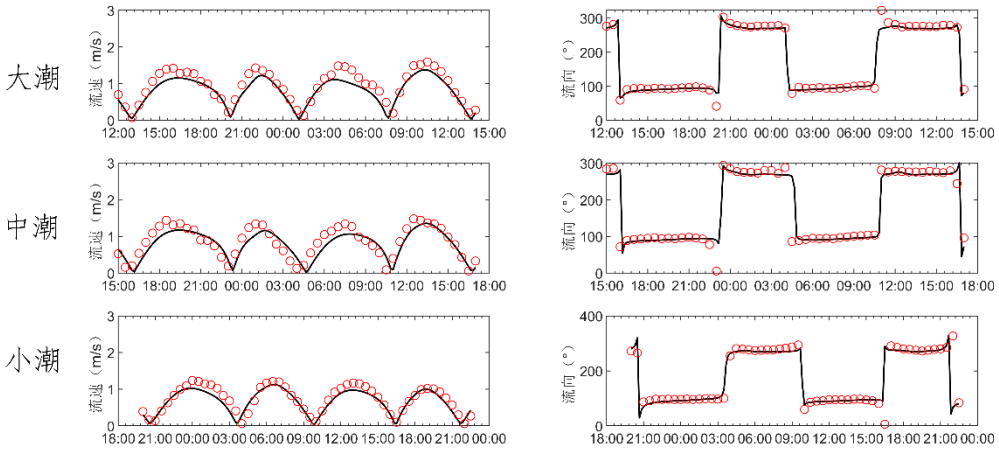
f、W 6 模拟潮流与实测潮流验证图



g、 W 7 模拟潮流与实测潮流验证图



h、W 8 模拟潮流与实测潮流验证图



i、 W 9 模拟潮流与实测潮流验证图

图 5.1-5 模拟潮流与实测潮流验证图

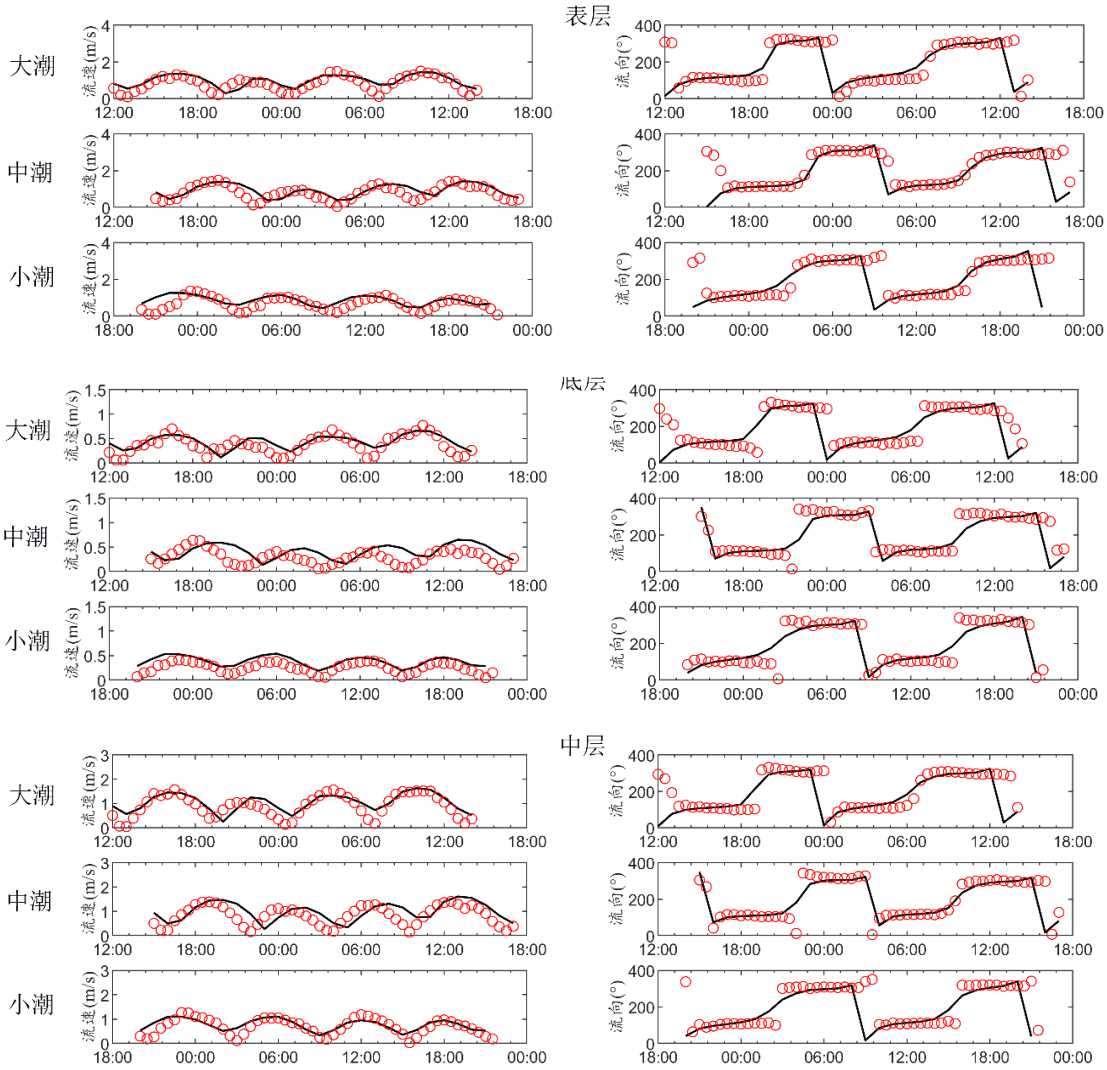
表 5.1-2 各测站流速和流向误差统计表

潮别	流速		W1		W2		W 3		W4		W5		W 6		W7		W8		W 9	
			流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）
大潮	实测	涨潮平均	0.86	307	0.96	316	1.02	299	0.97	299	0.90	289	0.63	313	0.95	282	0.90	303	0.94	280
		落潮平均	0.96	108	0.93	115	0.97	117	1.00	106	0.96	110	0.67	136	0.93	95	0.79	126	0.98	91
	计算	涨潮平均	0.92	295	0.95	300	0.95	305	0.97	293	0.92	299	0.95	297	0.97	296	0.96	306	0.89	271
		落潮平均	0.92	104	0.92	112	0.96	114	0.93	108	0.83	107	0.94	111	0.95	100	0.85	114	0.89	91
	偏差幅度	涨潮（%）	-6.98	12	1.04	16	6.86	-6	0.00	6	-2.22	-10	-50.79	16	-2.11	-14	-6.67	-3	11.70	9
		落潮（%）	4.17	4	1.08	3	1.03	3	7.00	-2	13.54	3	-40.30	25	-2.15	-5	-10.13	12	16.33	0
中潮	实测	涨潮平均	0.77	307	0.81	307	0.97	299	0.90	290	0.79	285	0.58	326	0.92	281	0.80	296	0.90	277
		落潮平均	0.82	113	0.87	121	0.91	119	0.85	106	0.93	113	0.57	110	0.94	100	0.80	126	0.88	91
	计算	涨潮平均	0.83	290	0.89	305	1.01	299	0.95	283	0.85	294	0.92	303	0.91	284	0.86	302	0.82	267
		落潮平均	0.83	109	0.90	118	0.96	121	0.89	99	0.86	106	0.86	123	0.95	97	0.88	118	0.81	92
	偏差幅度	涨潮（%）	-12.99	17	-9.88	2	-4.12	0	-5.56	7	-7.59	-9	-58.62	23	1.09	-3	-7.50	-6	8.89	10
		落潮（%）	-1.22	4	-3.45	3	-5.49	-2	-4.71	7	7.53	7	-50.88	-13	-1.06	3	-11.25	8	7.95	-1
小潮	实测	涨潮平均	0.68	311	0.73	308	0.88	298	0.77	292	0.66	286	0.54	318	0.77	281	0.70	294	0.72	281
		落潮	0.74	108	0.79	126	0.79	122	0.76	114	0.73	116	0.57	114	0.79	95	0.69	132	0.77	90

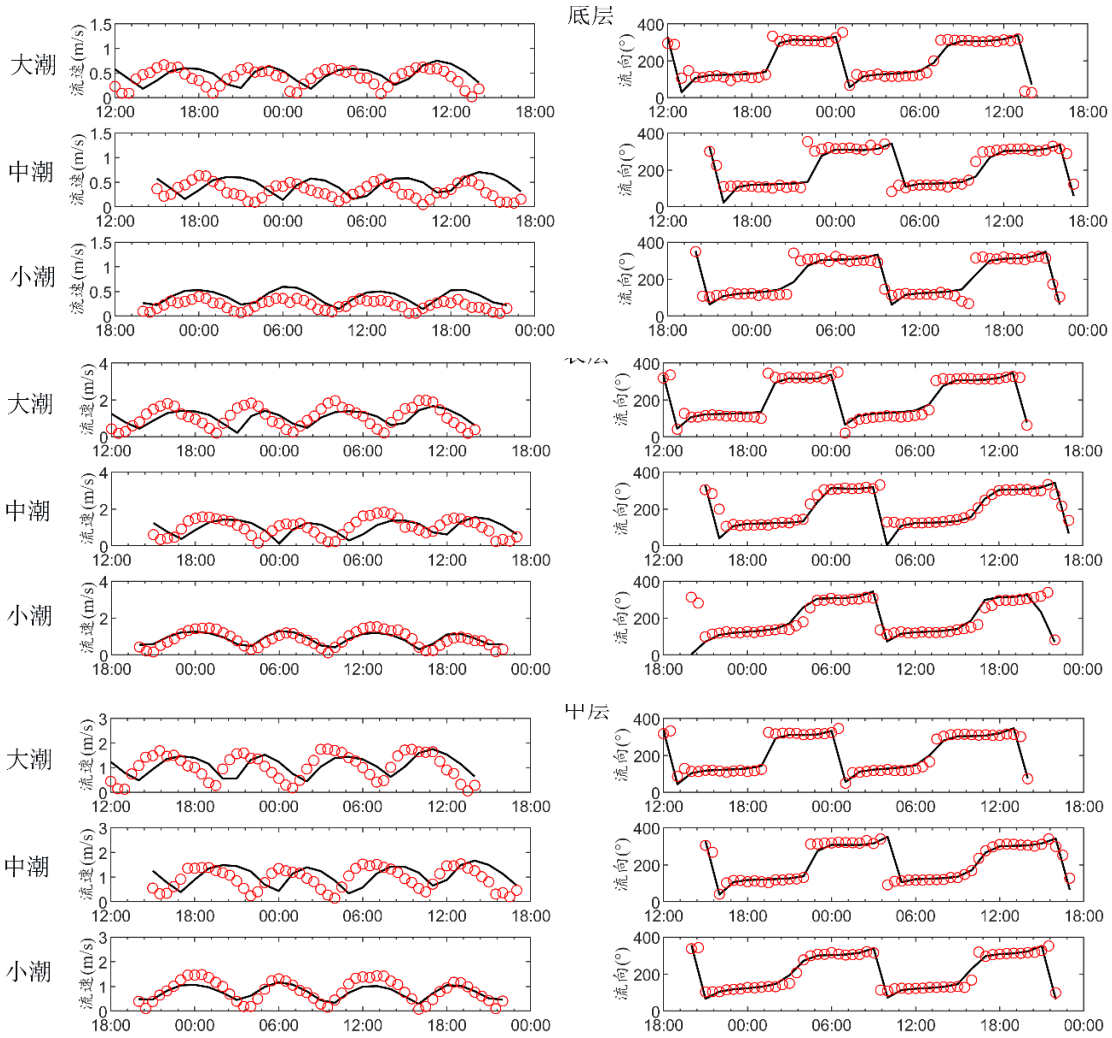
潮别	流速		W1		W2		W 3		W4		W5		W 6		W7		W8		W 9	
			流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）	流速（m/s）	流向（°）
		平均																		
	计算	涨潮平均	0.74	295	0.76	294	0.91	302	0.78	290	0.74	290	0.82	299	0.84	285	0.75	299	0.71	271
		落潮平均	0.77	110	0.81	116	0.77	118	0.81	102	0.74	110	0.77	110	0.82	95	0.75	119	0.70	89
	偏差幅度	涨潮（%）	-13.24	16	-4.11	14	-3.41	-4	-1.30	2	-12.12	-4	-51.85	19	-9.09	-4	-8.57	-5	1.39	10
		落潮（%）	-4.05	-2	-2.53	10	2.53	4	-6.58	12	-1.37	6	-35.09	4	-3.80	0	-11.59	13	9.09	1

2、三维潮流验证

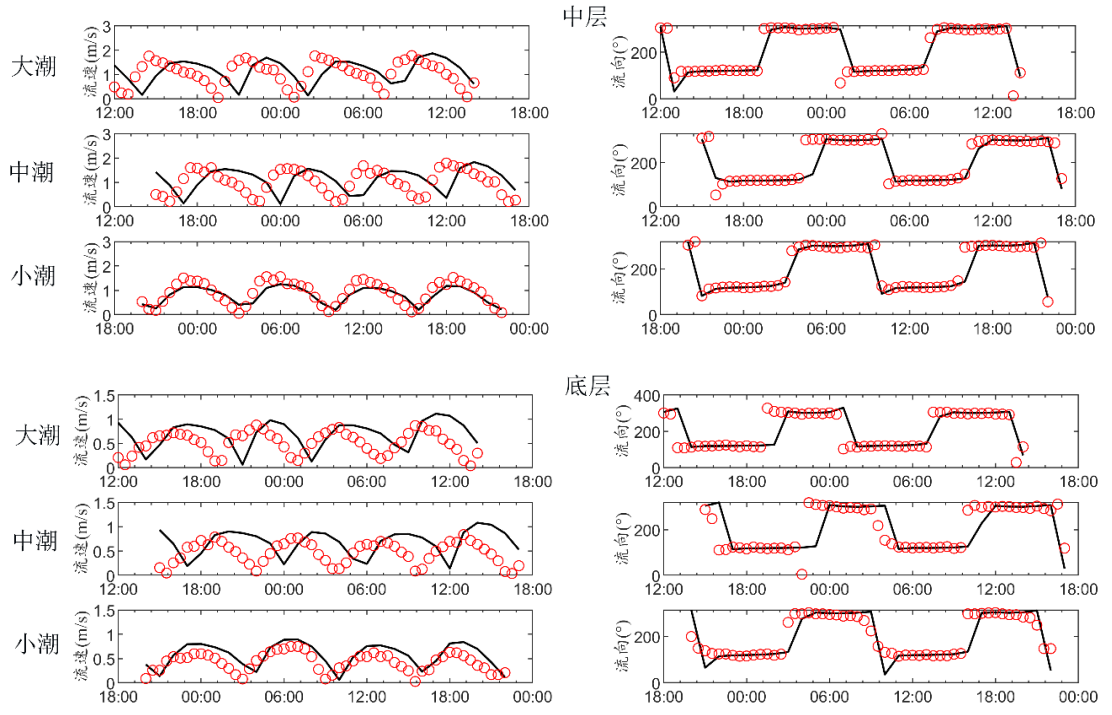
9 个水文测站的实测潮流与模型模拟结果验证情况见图 5.1-6，模拟结果误差分析见表 5.1-2。结合图表可知，除个别时段及站位外，模型计算所得涨、落急时刻的特征流速值以及转流时刻变化与实测结果大体一致，本报告引用数据为冬季测验数据，据本单位了解，水文测验期间，部分时段特别是中潮时段海风较大，站位如 W6 站局地风浪较大，导致实测潮流与模拟结果存在一定差异。整体而言，计算流速与流向相对误差在 10%以内的测站占 78%，所建立潮流模型模拟误差基本满足相关规范要求，模型可用于预测分析风电场工程建设对其所在海域潮动力条件等的影响。

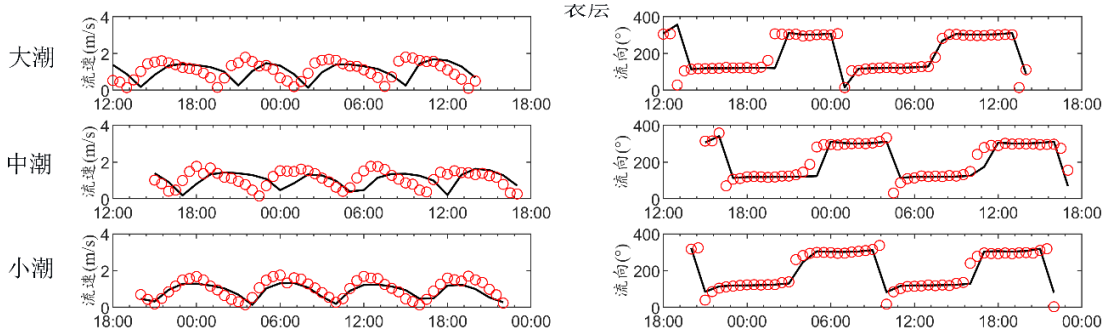


a、 W1 模拟潮流与实测潮流验证图

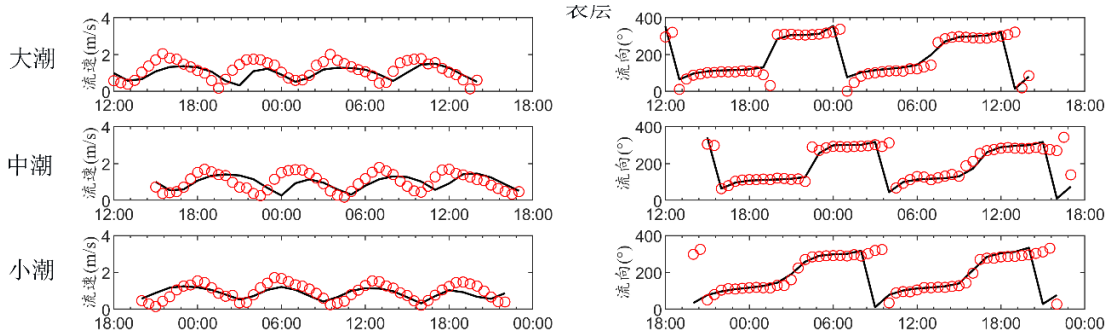


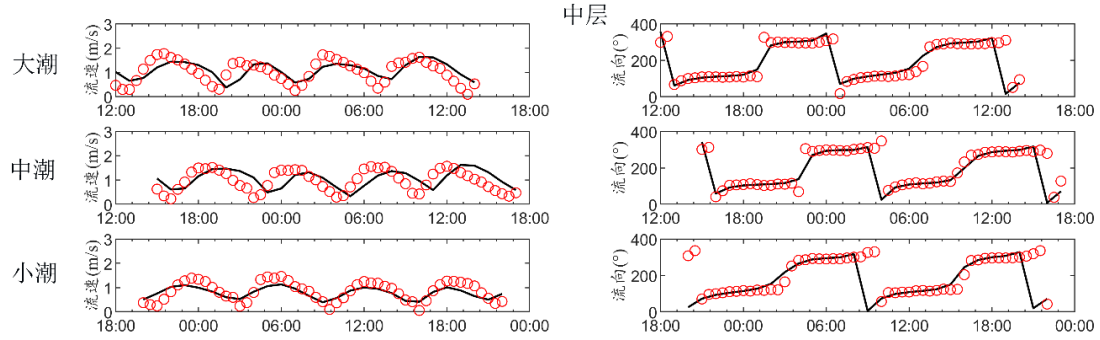
b、 W 2 模拟潮流与实测潮流验证图

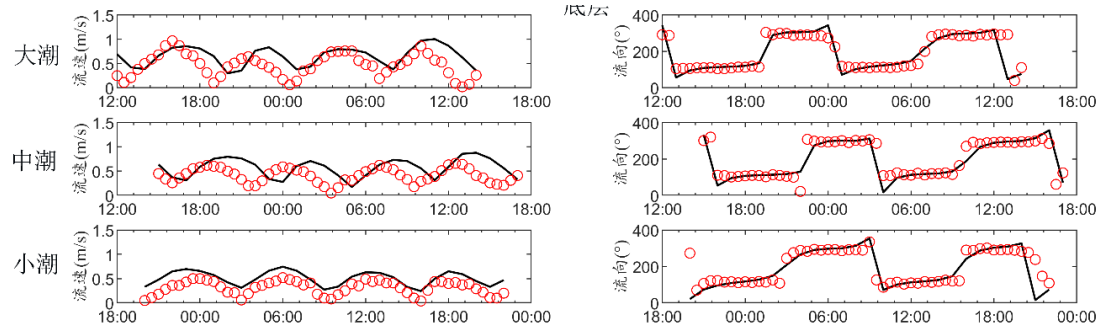




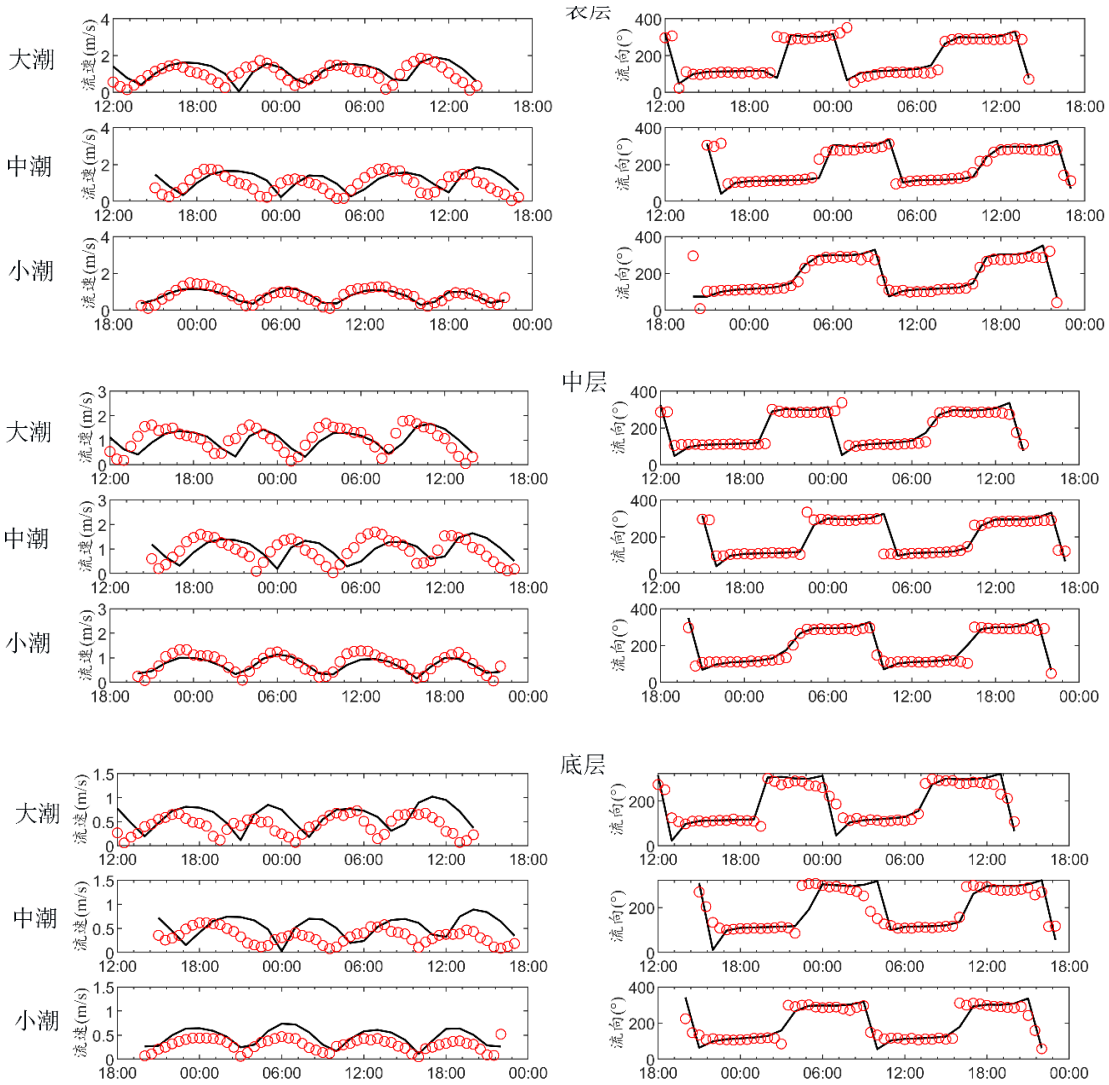
c、 W 3 模拟潮流与实测潮流验证图



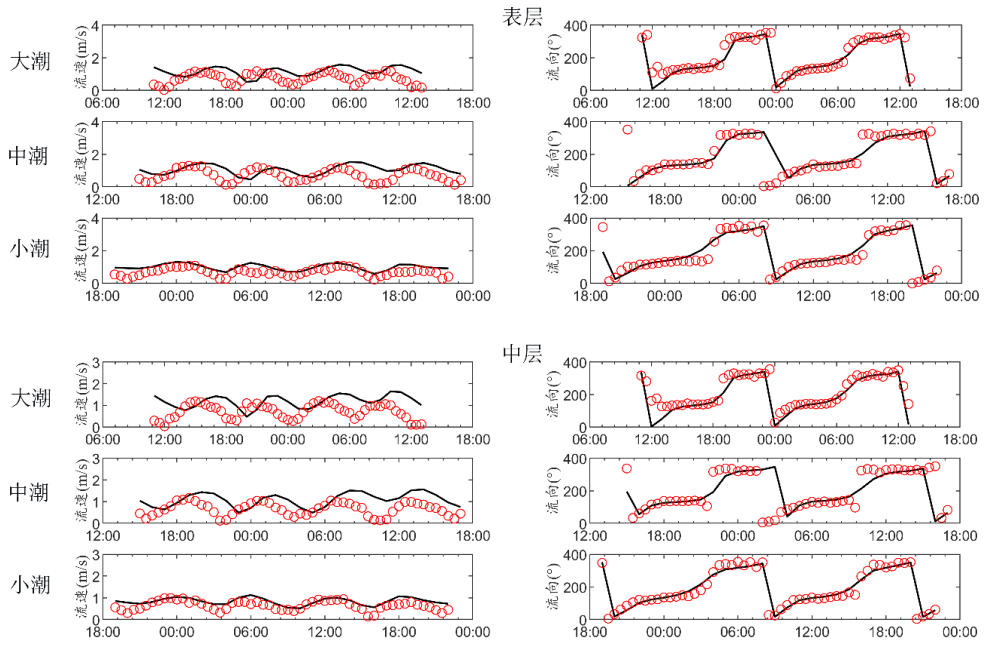


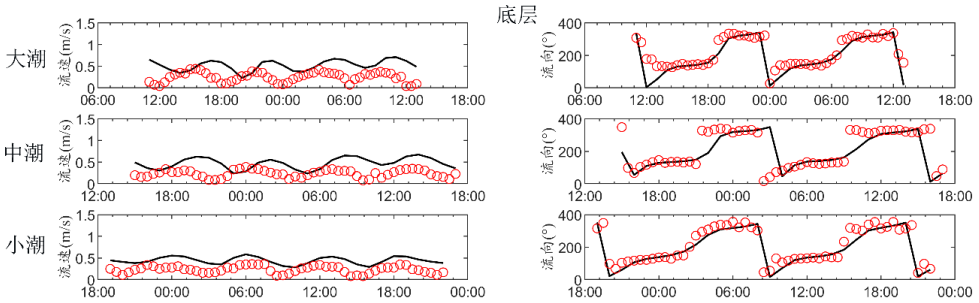


d、 W 4 模拟潮流与实测潮流验证图

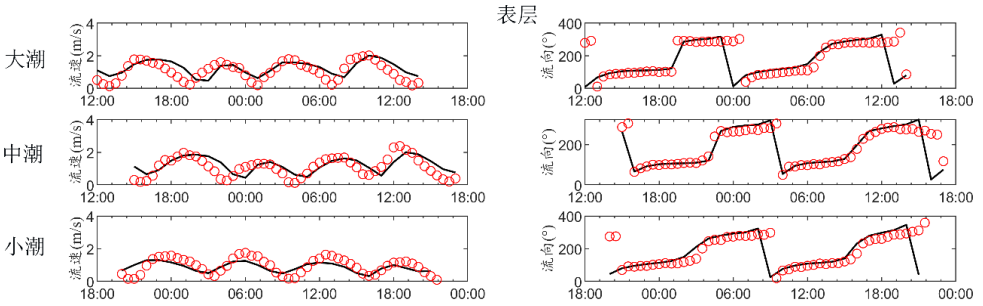


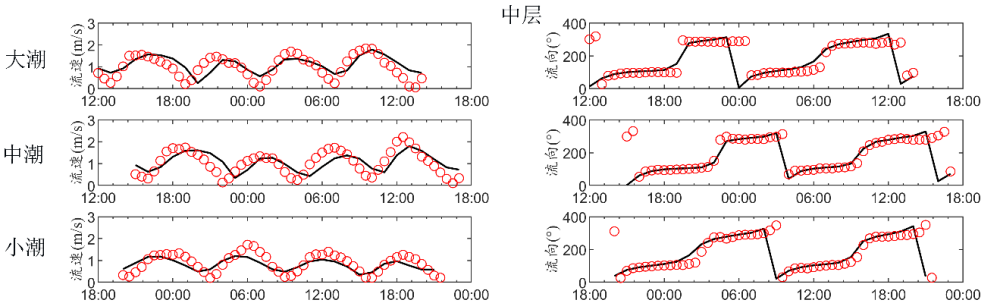
e、 W 5 模拟潮流与实测潮流验证图

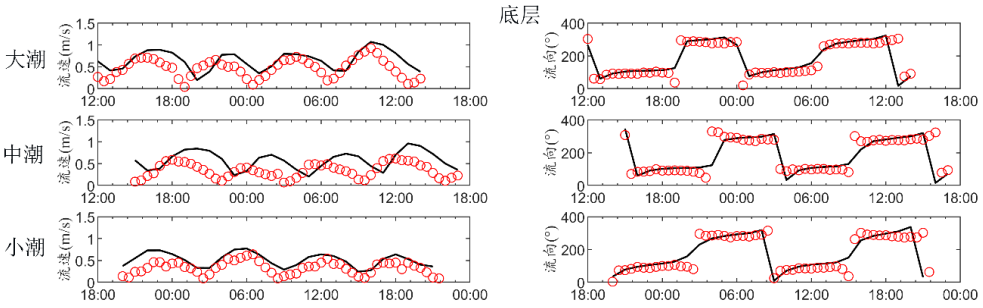




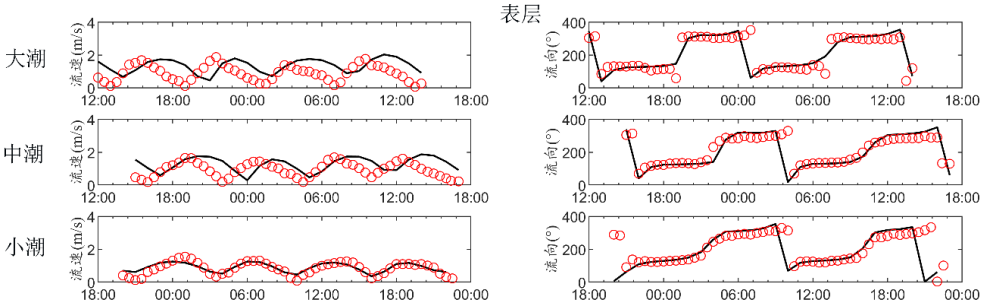
f 、W 6 模拟潮流与实测潮流验证图

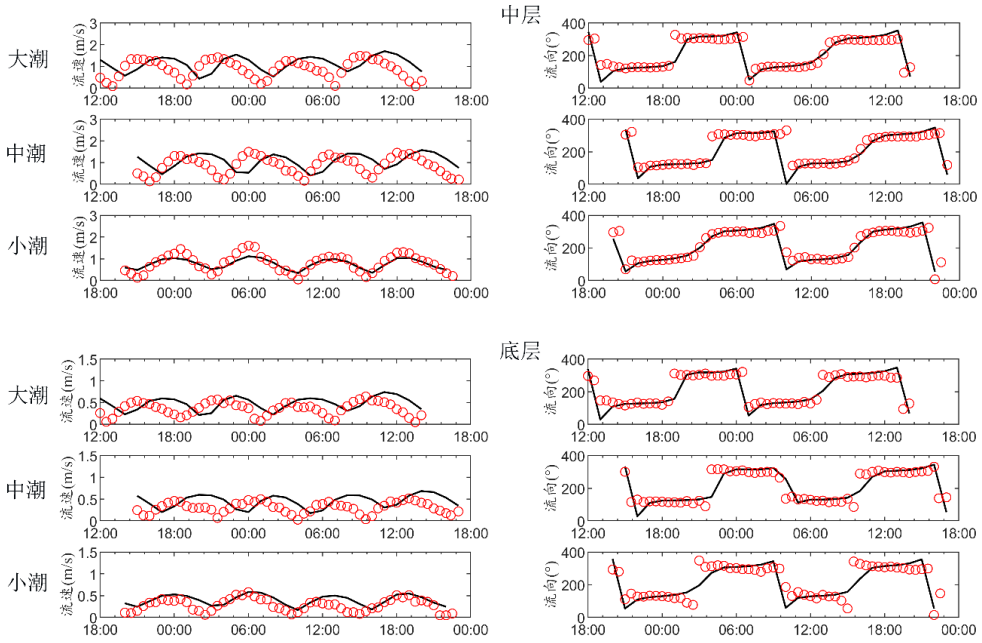




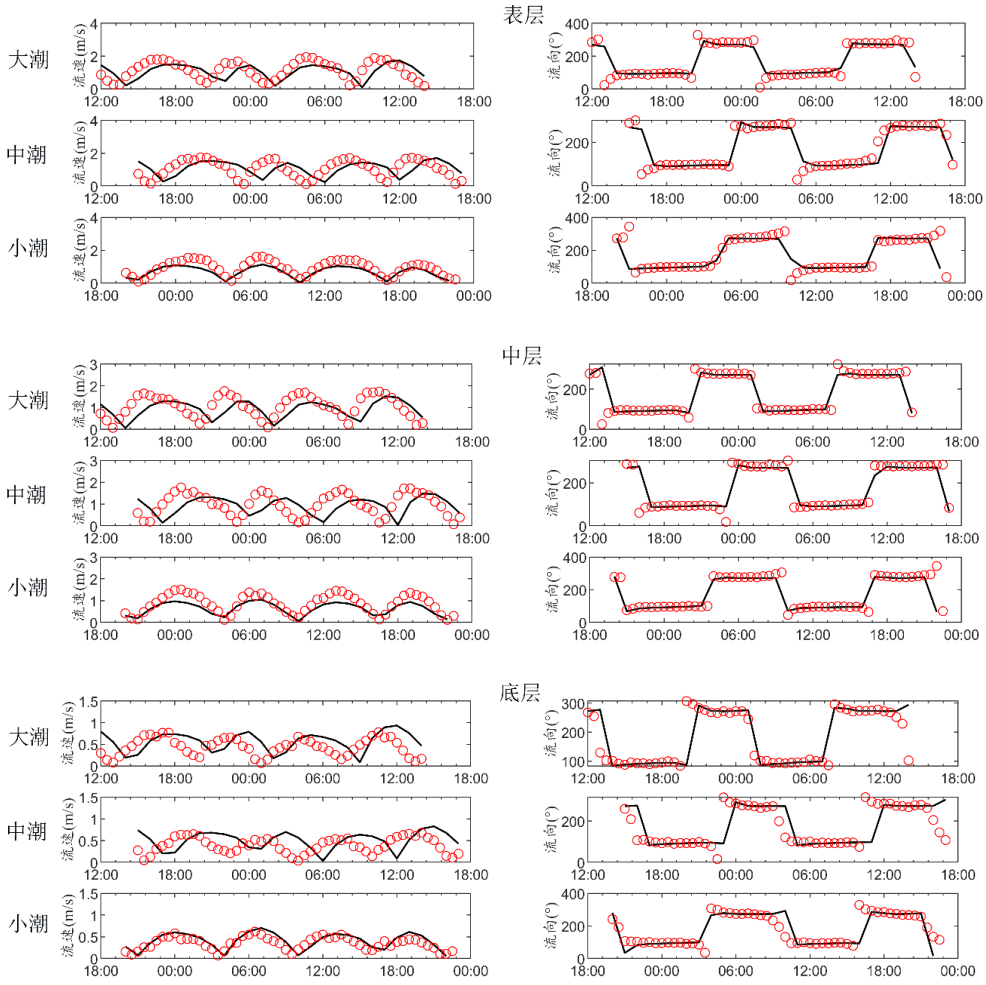


g、 W 7 模拟潮流与实测潮流验证图





h、 W 8 模拟潮流与实测潮流验证图

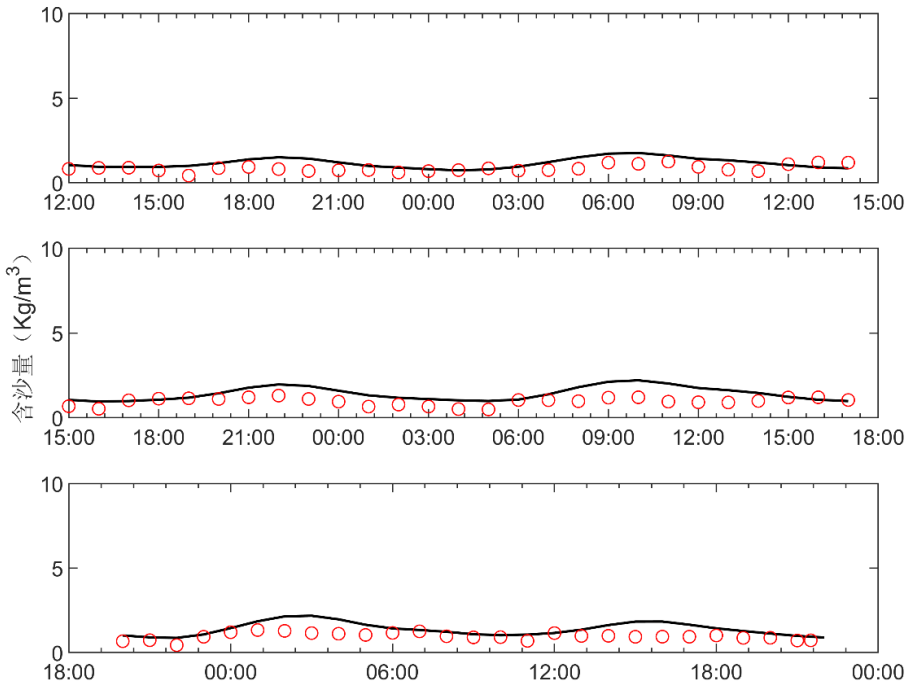


i、 W 9 模拟潮流与实测潮流验证图

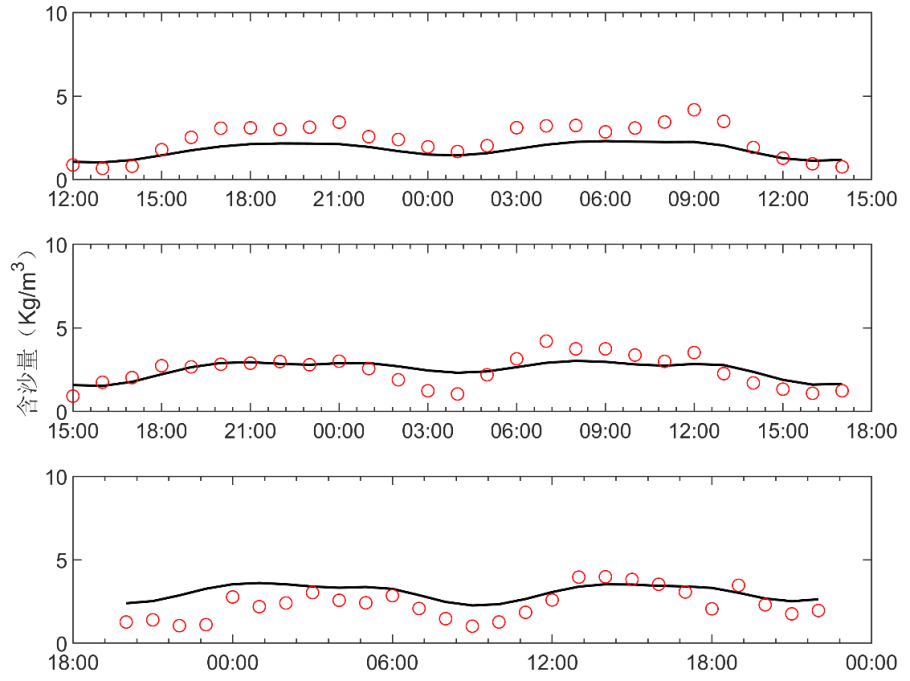
图 5.1-6 三维潮流验证图

5.1.2.3 含沙量验证

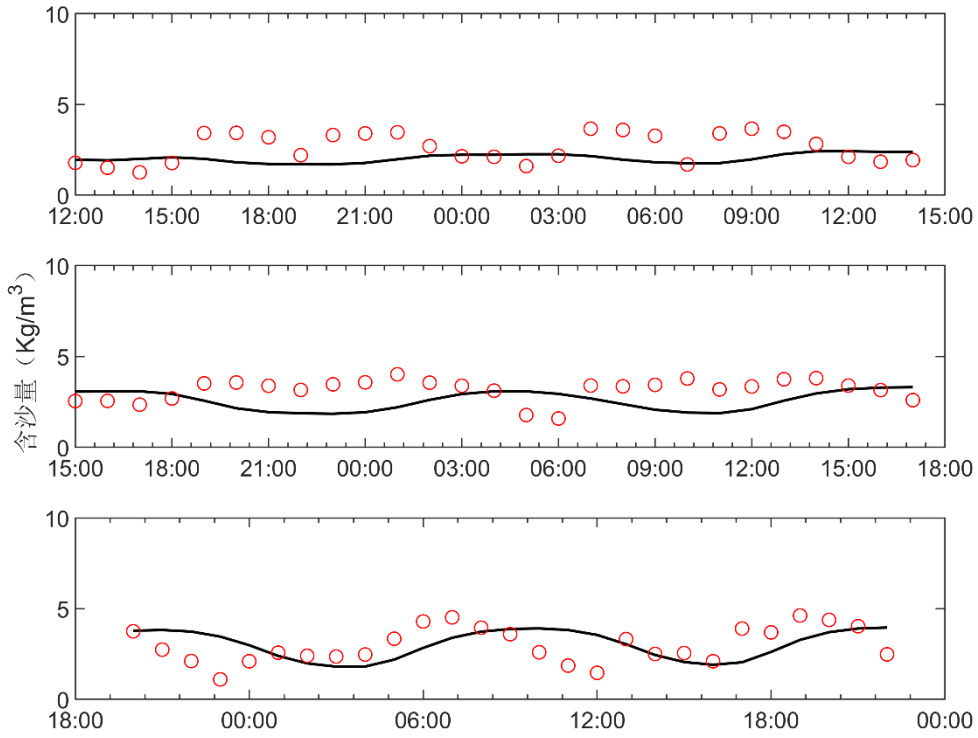
2023 年冬季（12 月）含沙量验证如下图所示。由于水沙运动较为复杂，影响因素较多，含沙量过程验证精度不如潮流经验精度，但从图中可以看出，计算模拟的含沙量变化趋势与实际较为一致，过程中的极值较为接近，验证精度基本能够满足《水运工程模拟实验技术规范》的要求。



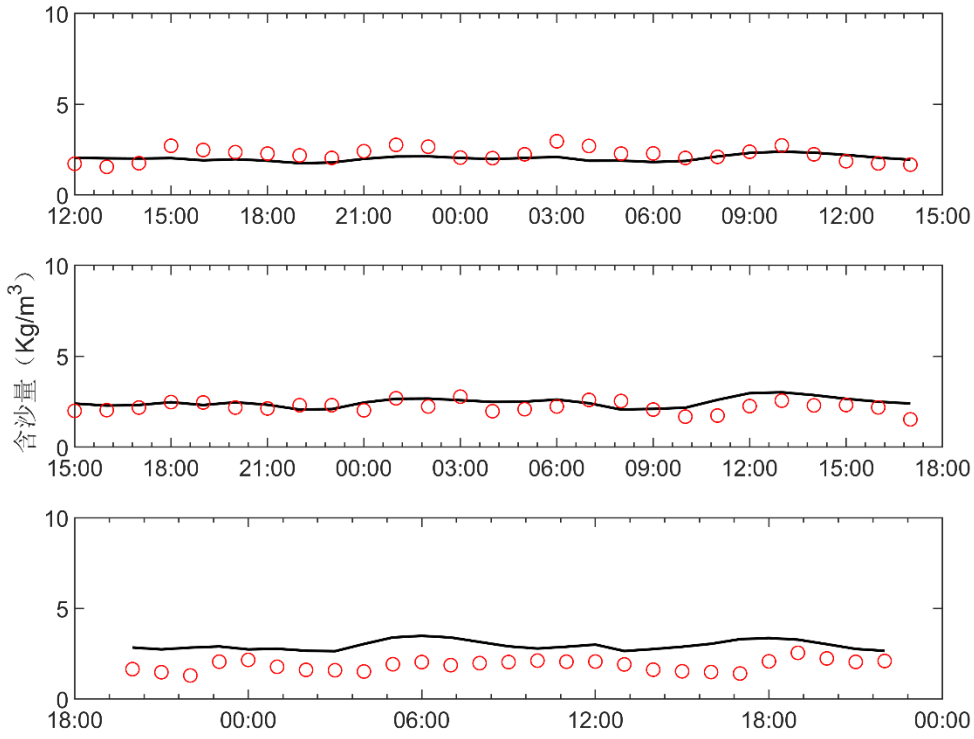
a W1 模拟潮流与实测潮流验证图



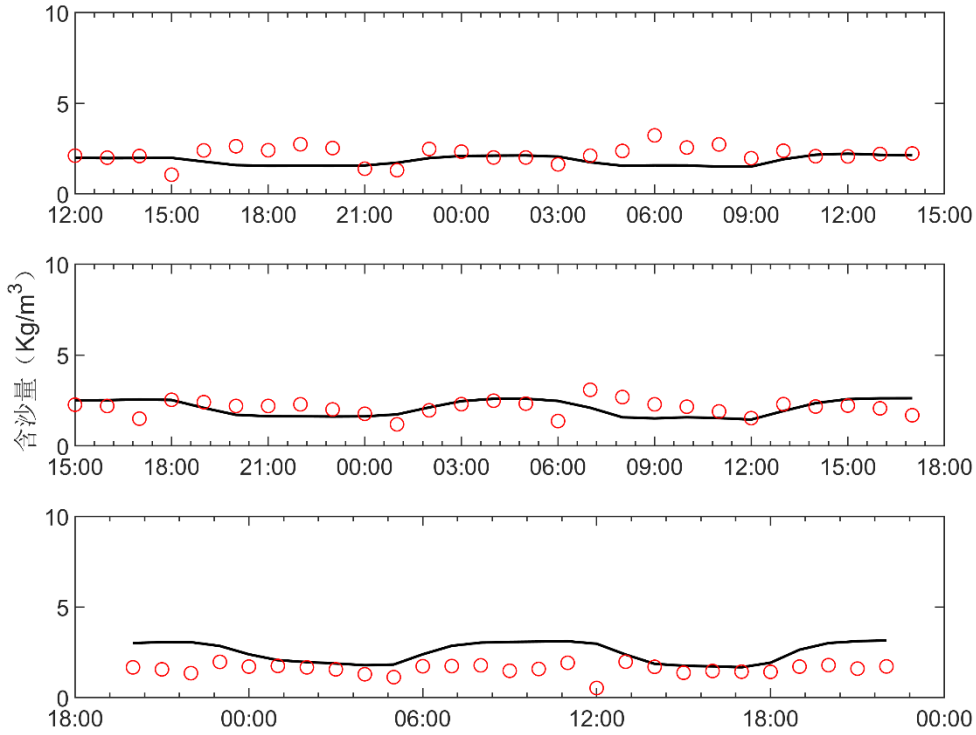
b W 2 模拟潮流与实测潮流验证图



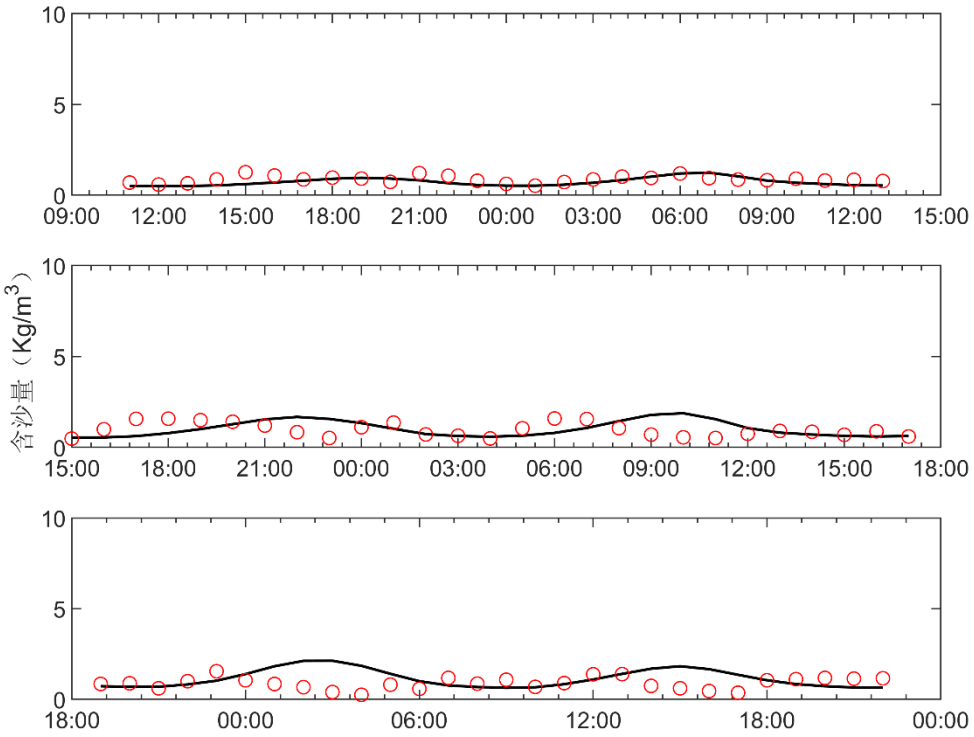
c W 3 模拟潮流与实测潮流验证图



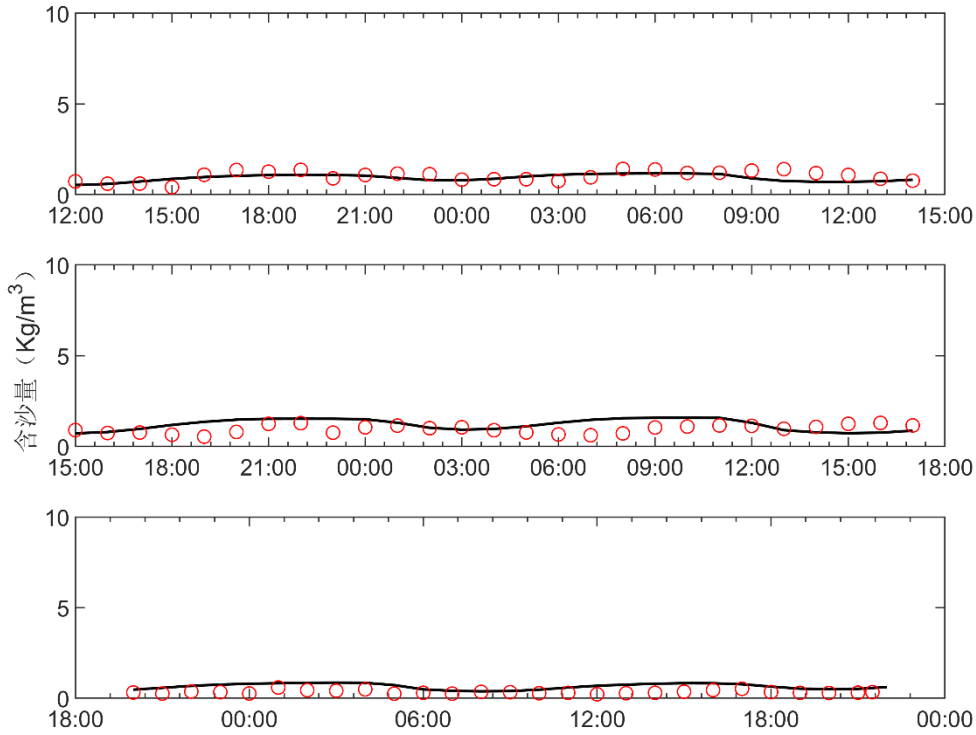
d W 4 模拟潮流与实测潮流验证图



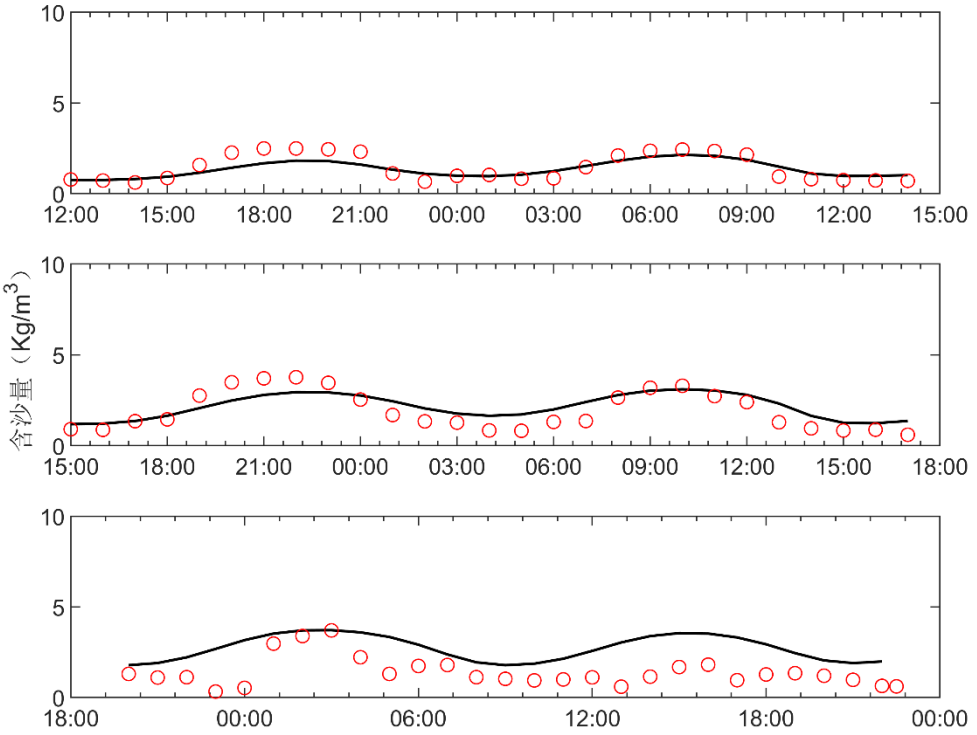
e W 5 模拟潮流与实测潮流验证图



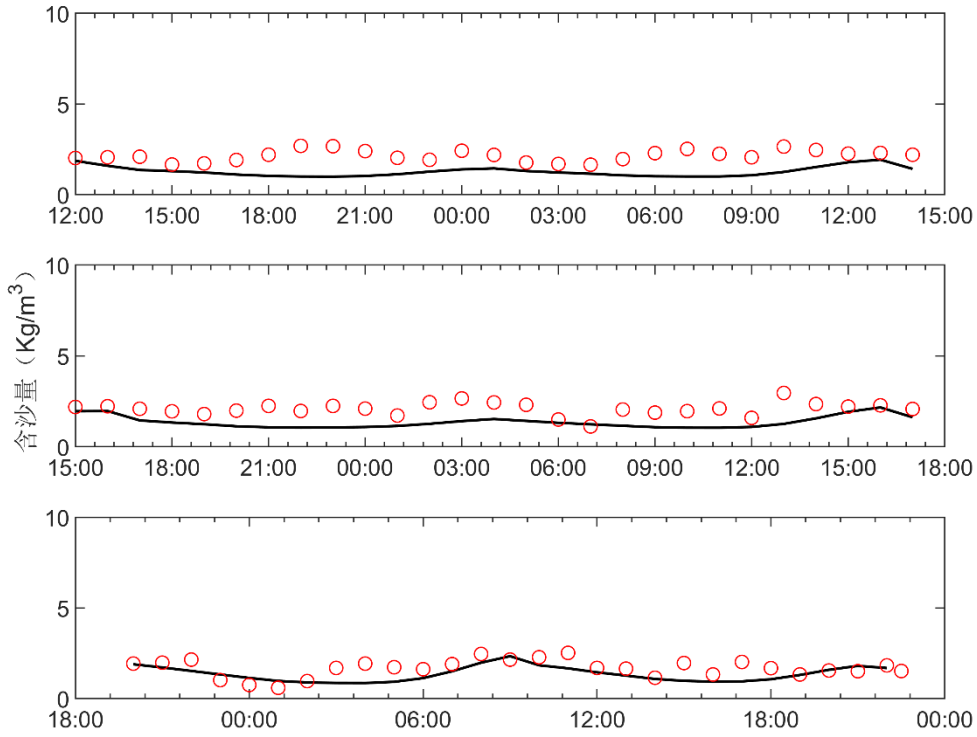
f W 6 模拟潮流与实测潮流验证图



g W 7 模拟潮流与实测潮流验证图



h W 8 模拟潮流与实测潮流验证图



i W 9 模拟潮流与实测潮流验证图

图 5.1-7 含沙量验证

5.1.3 流场模拟结果

模型模拟了 2023 年 12 月 13 至 12 月 23 日的计算海域潮流运动，计算全域大潮期间涨、落潮急流流矢分布情况见图 5.1-8~图 5.1-11。

本海域的潮波主要受东太平洋前进波的影响，从模拟流场结果看，计算海域涨、落潮过程流态相反，涨潮时，潮流由外海流经舟山群岛间水道、芦潮港、洋山等处进入杭州湾内，于王盘山至滩浒之间水域汇合，之后一直向西流入钱塘江上游。落潮时，主流由杭州湾上游分两支向口门流去，流经王盘山海域后，向东南流入舟山群岛诸水道。工程海域涨落潮流流向相反，呈往复流特征，且潮流流向受边界和水下地形影响较为明显。

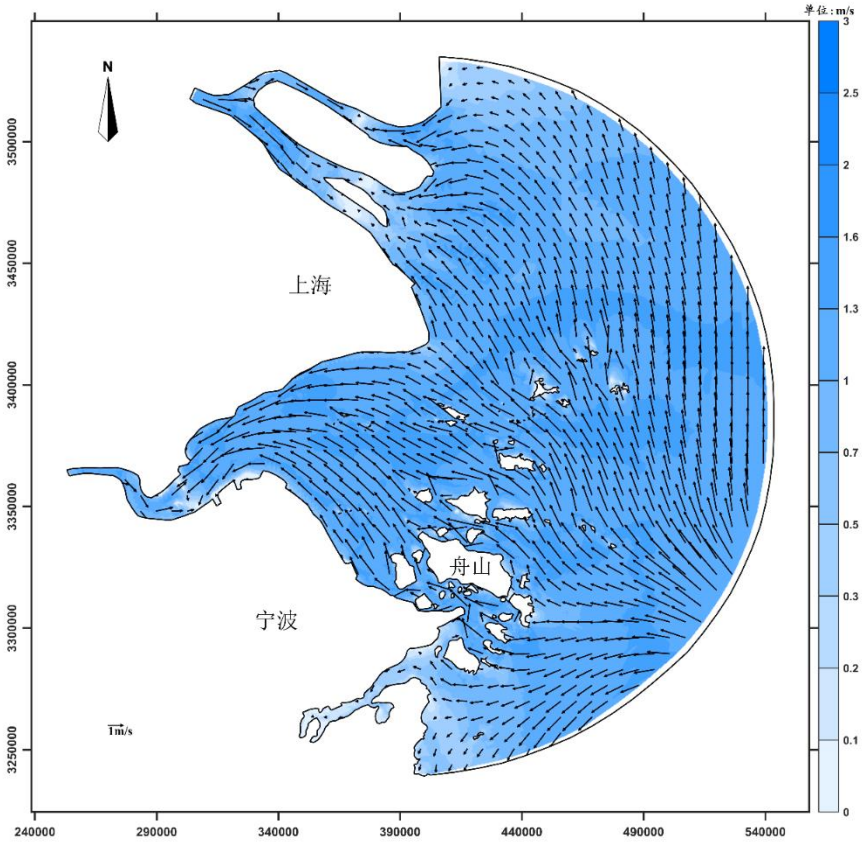


图 5.1-8 大潮涨急流矢图（全域）

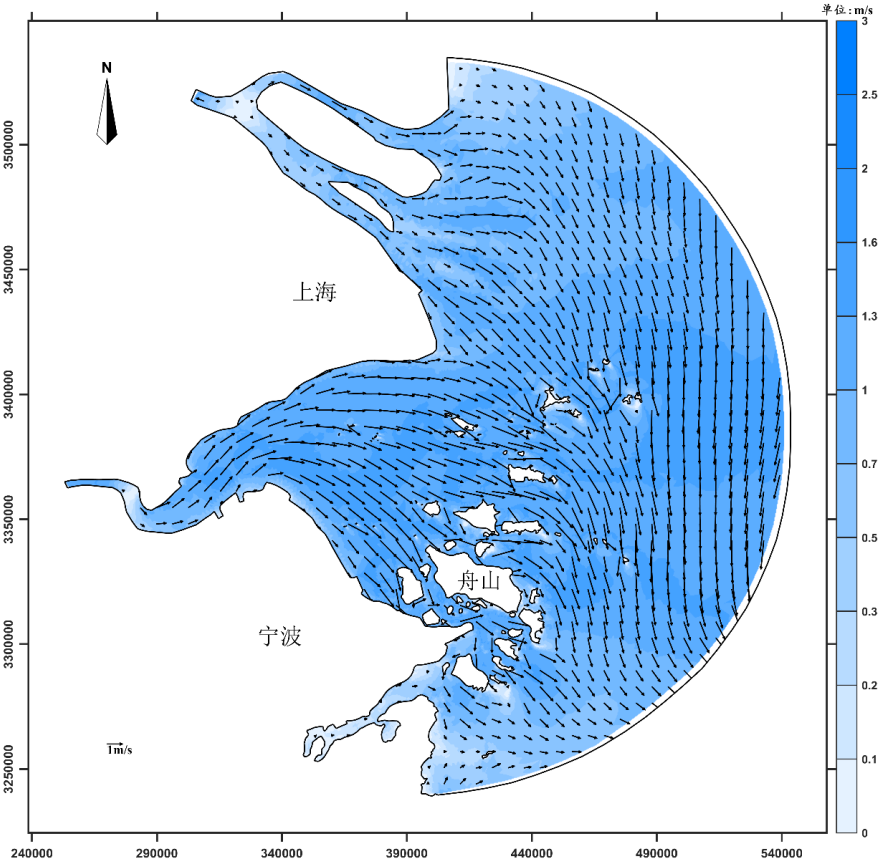


图 5.1-9 大潮落急流矢图（全域）

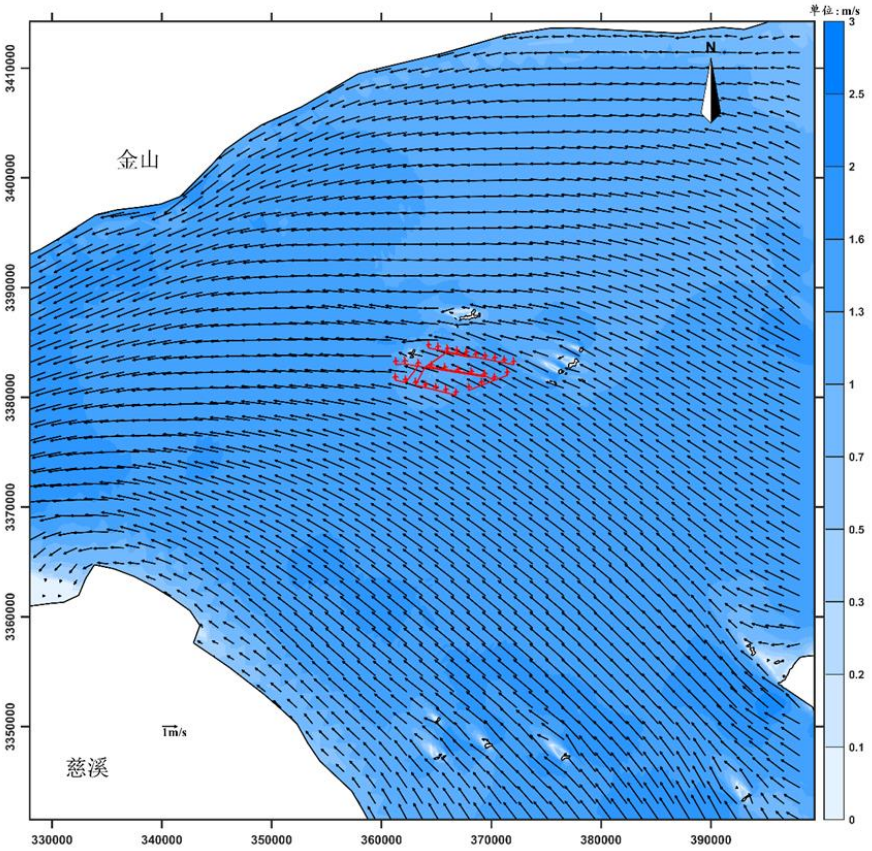


图 5.1-10 大潮涨急流矢图（工程附近）

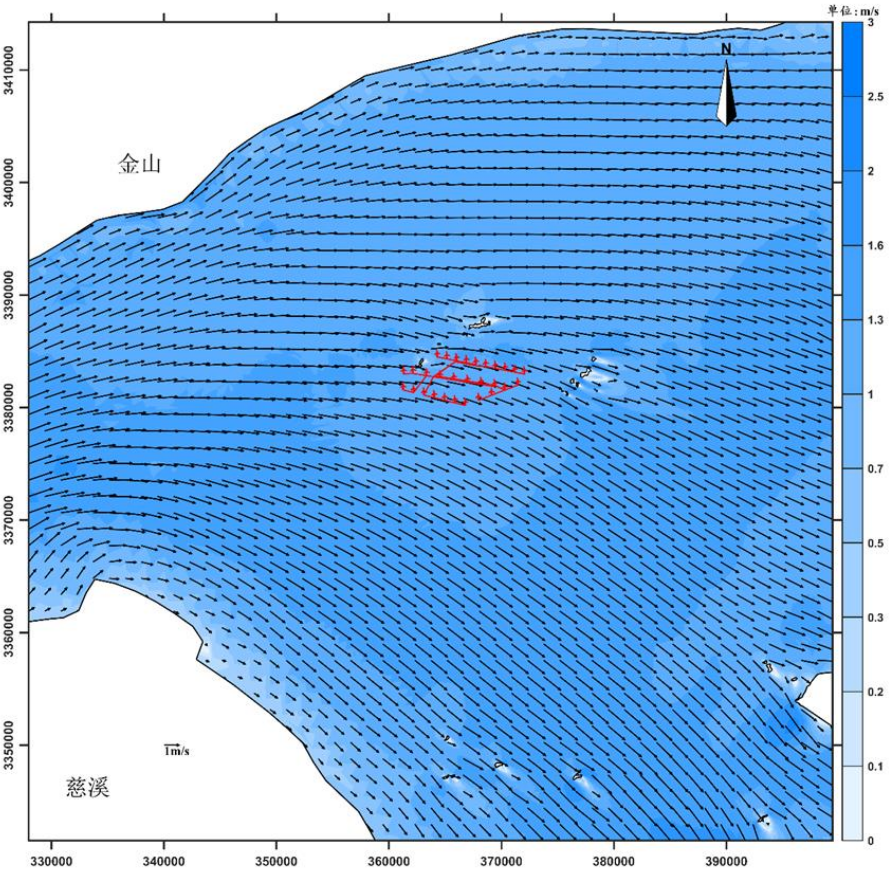


图 5.1-11 大潮落急流矢图（工程附近）

5.1.4 工程前后水动力变化

1、模型概化

本工程主要由桩基（包括风电桩基和升压站桩基）和海底电缆组成。其中海底电缆敷设于海床下，对水动力影响非常小。本工程 14MW 和 12MW 风机均采用单桩基础，单桩基础桩径分别为 11.5m 和 10.2m，根据相应钢管桩尺寸将钢管桩概化为边长为 11.5m 的多边形不透水结构。

在研究风电桩基和升压平台桩基的数值计算中，需要考虑桩基的概化。桩基等局部水工建筑物建设后会对水流造成一定的影响，模型中需要加以特别的考虑，现有的处理方法主要有加密网格法，附加糙率法、阻水面积置换法和附加阻力法，本次计算采用附加阻力法，桩基所受的水流作用力计算公式如下：

$$F=1/2*\rho w\gamma C_D A_e V^2$$

ρw为海水密度，γ为流线因子，C_D为拖拽系数，A_e为有效面积，V为流速，阻力方向与水流方向相反。以上参数由模型根据水动力计算结果自动计算得到。

2、工程对海域流场的影响

风电工程实施前后的大、小潮涨、落急潮流流矢变化如图 5.1-12~图 5.1-19 所示。本工程对海域水深改变不大，根据数模结果可知，风电场工程实施后，风机基础局部流场略有改变，潮流受桩基阻碍出现绕流效应，两侧潮流增强，桩基背水面流速减弱较为显著，但风机尺度小，工程对大范围流场流向影响非常小，基本不会改变工程海域潮流流态。

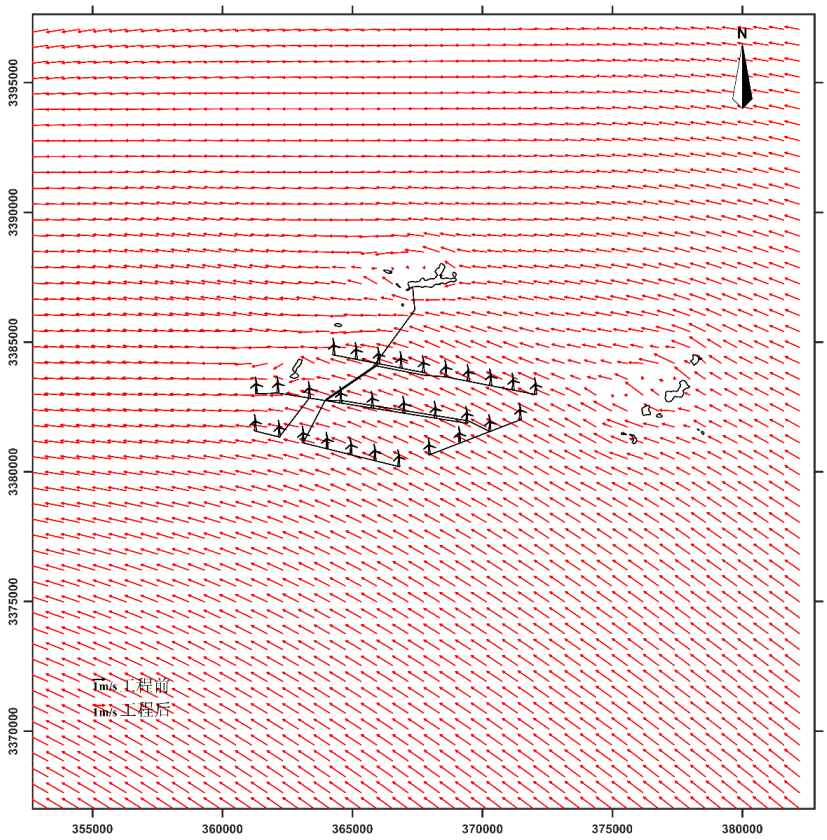


图 5.1-12 工程实施前后工程区海域大潮涨急流矢图（大范围）

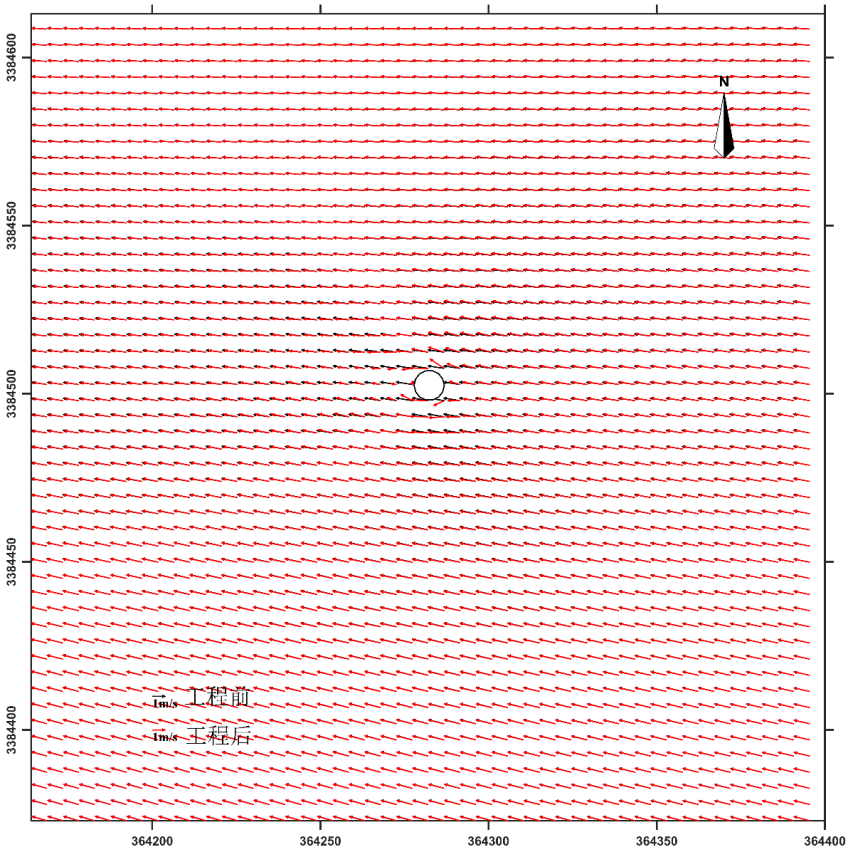


图 5.1-13 工程实施前后工程区海域大潮涨急流矢图（局部）

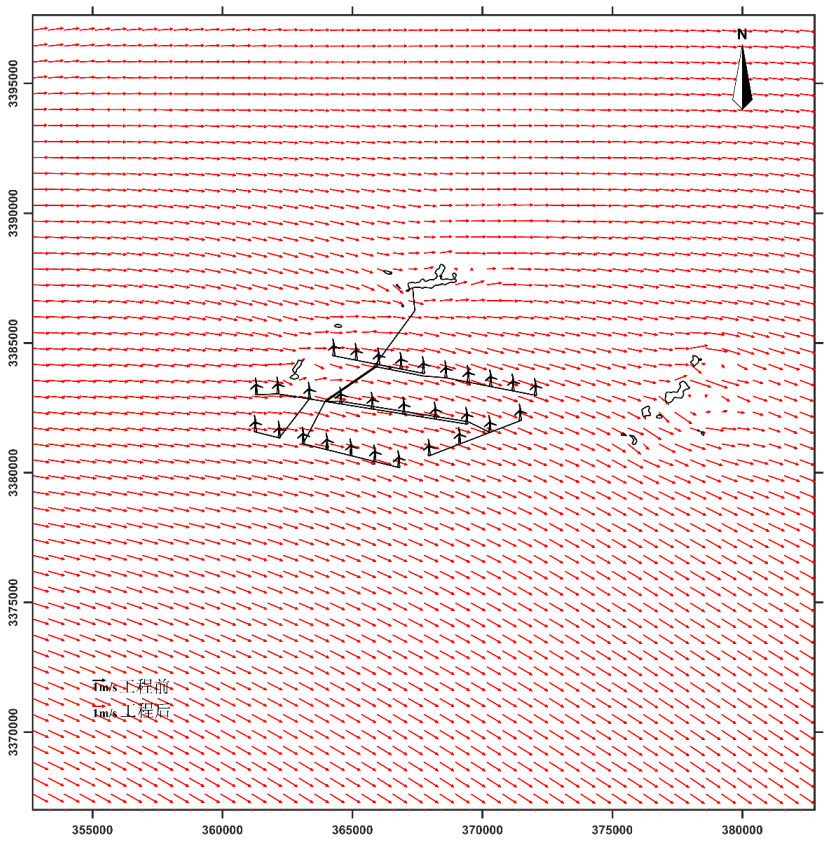


图 5.1-14 工程实施前后工程区海域大潮落急流矢图（大范围）

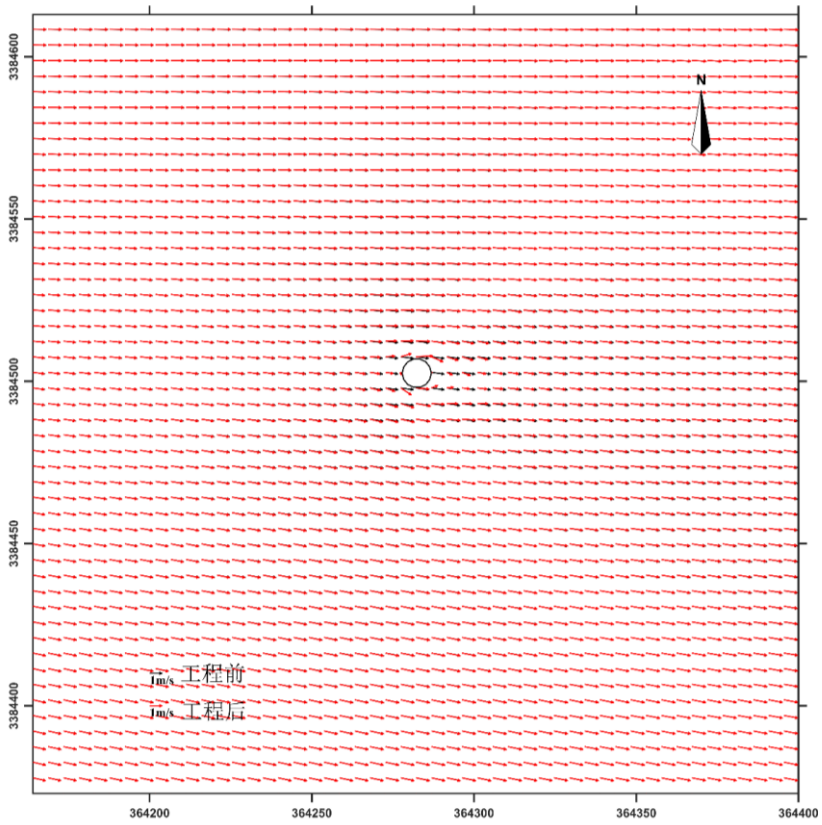


图 5.1-15 工程实施前后工程区海域大潮落急流矢图（局部）

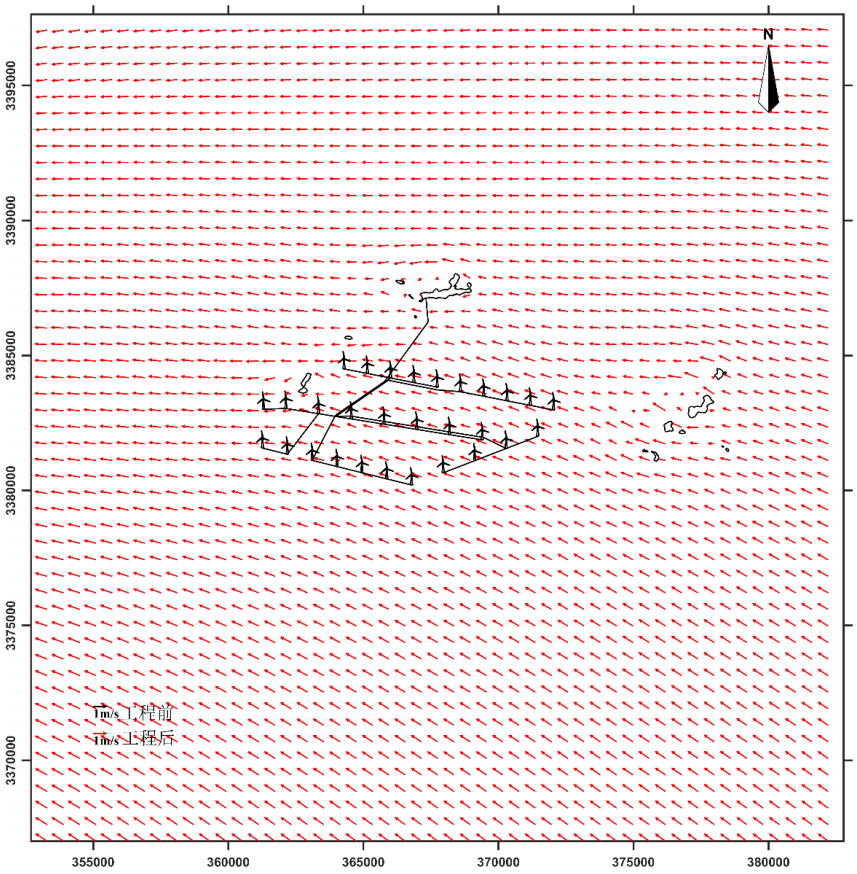


图 5.1-16 工程实施前后工程区海域小潮涨急流矢图（大范围）

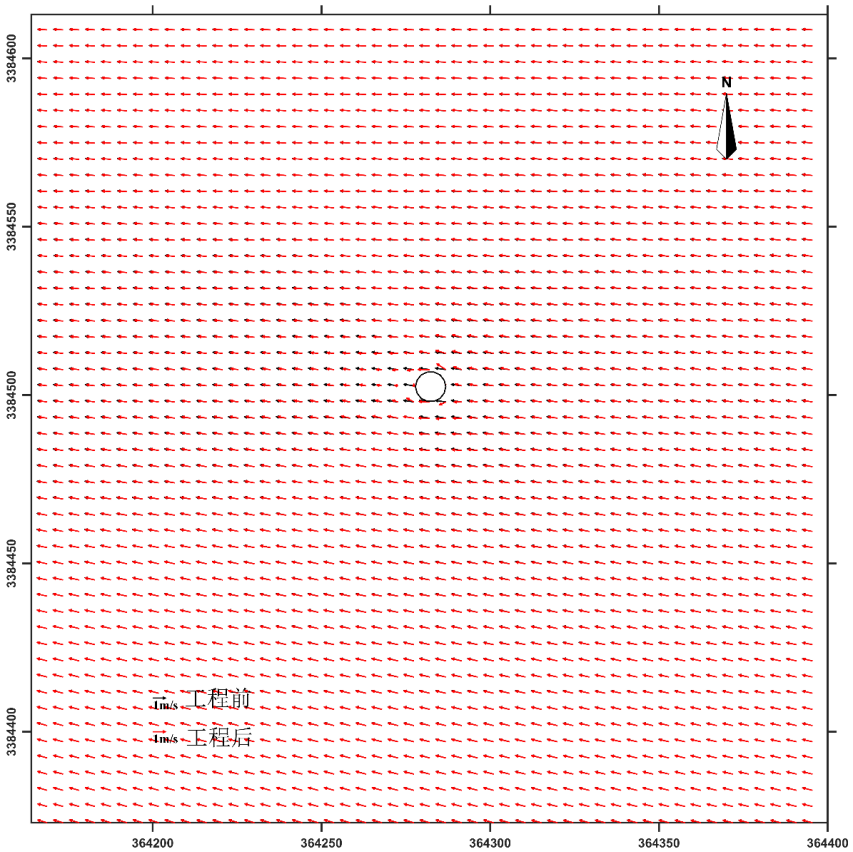


图 5.1-17 工程实施前后工程区海域小潮涨急流矢图（局部）

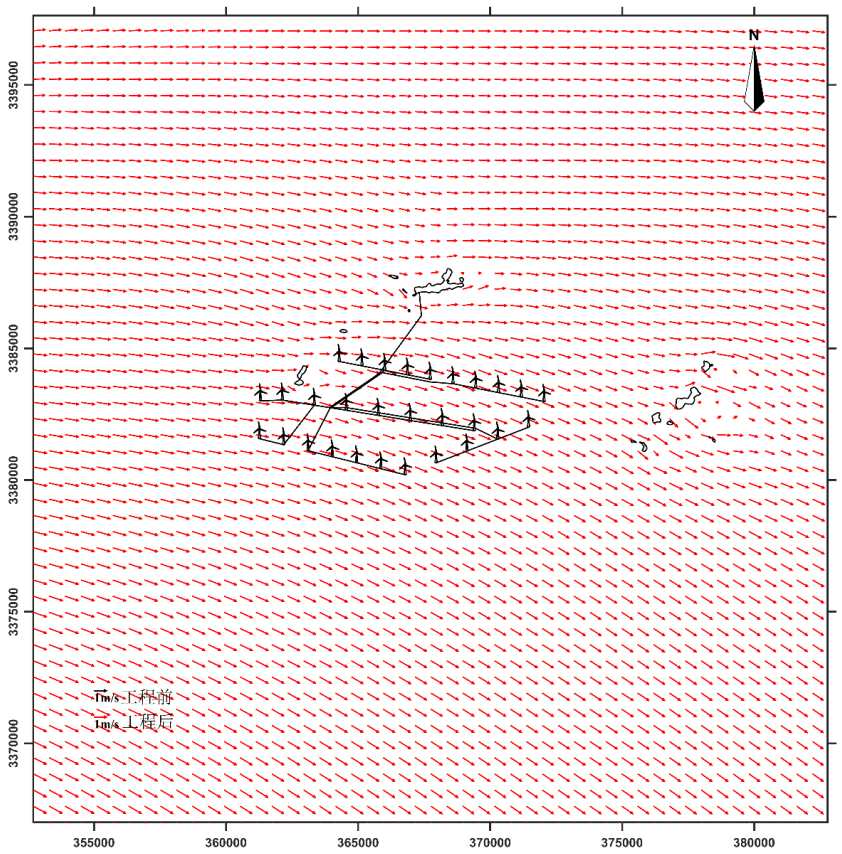


图 5.1-18 工程实施前后工程区海域小潮落急流矢图（大范围）

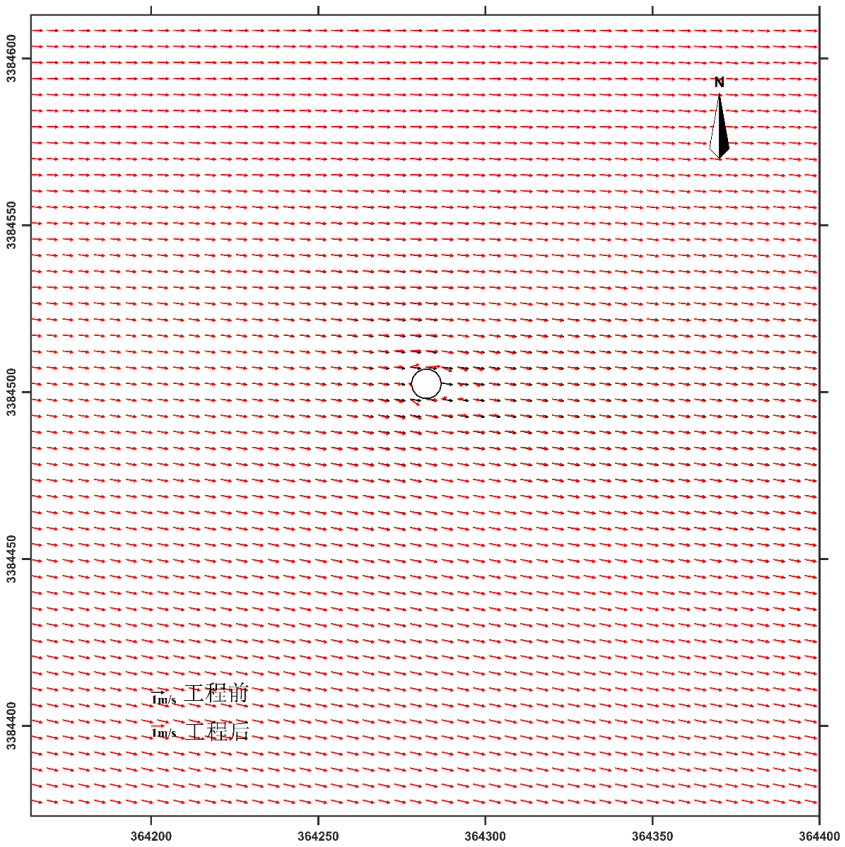


图 5.1-19 工程实施前后工程区海域小潮落急流矢图（局部）

3、工程对海域流速的影响

（1）涨潮平均流速变化

崾泗 1#风电场工程实施后涨潮流速变化如图 5.1-20~图 5.1-21 所示，由于桩基的阻水作用，潮流受阻向两侧绕流，桩基两侧潮流略有增强，桩基背水面形成狭长的流速减小带，且由于风机排列呈东南-西北走向，与主流方向夹角较小，风机的群桩效应导致横向排列较密的风机所在海域形成了带状流速减小区域，中间排风机相对稀疏，流速较小范围较小。大潮期间，涨潮流速减小 0.02m/s 以上的区域大体集中在桩基桩基周边 400m~1.2km 不等的范围内；小潮期间，涨潮流速减小 0.02m/s 以上的区域大体集中在桩基桩基周边 100m~800m 不等的范围内。

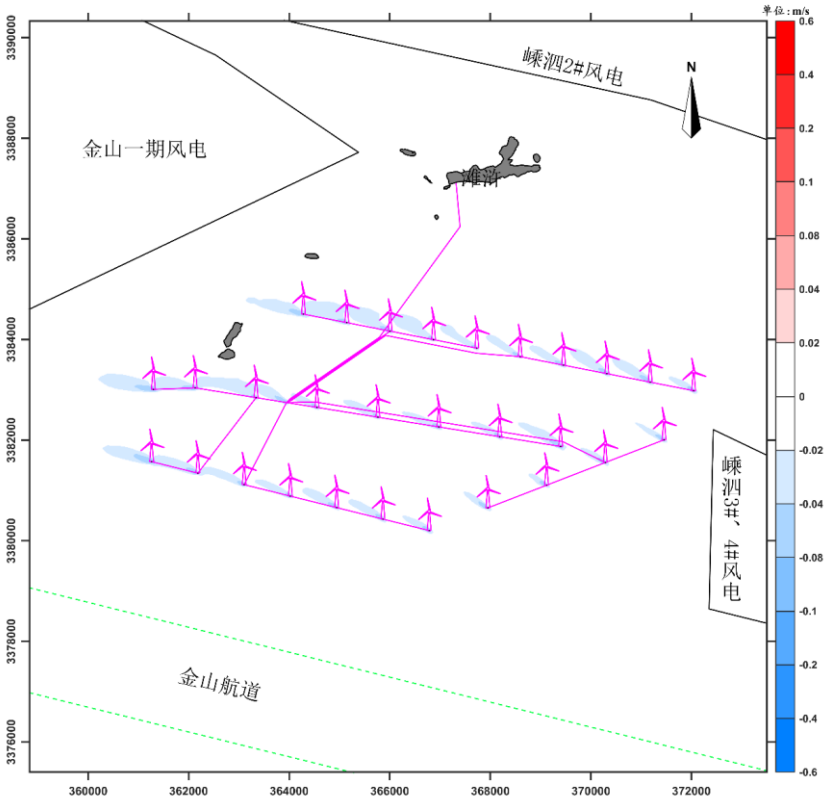


图 5.1-20 工程实施后大潮涨潮平均流速变化分布图

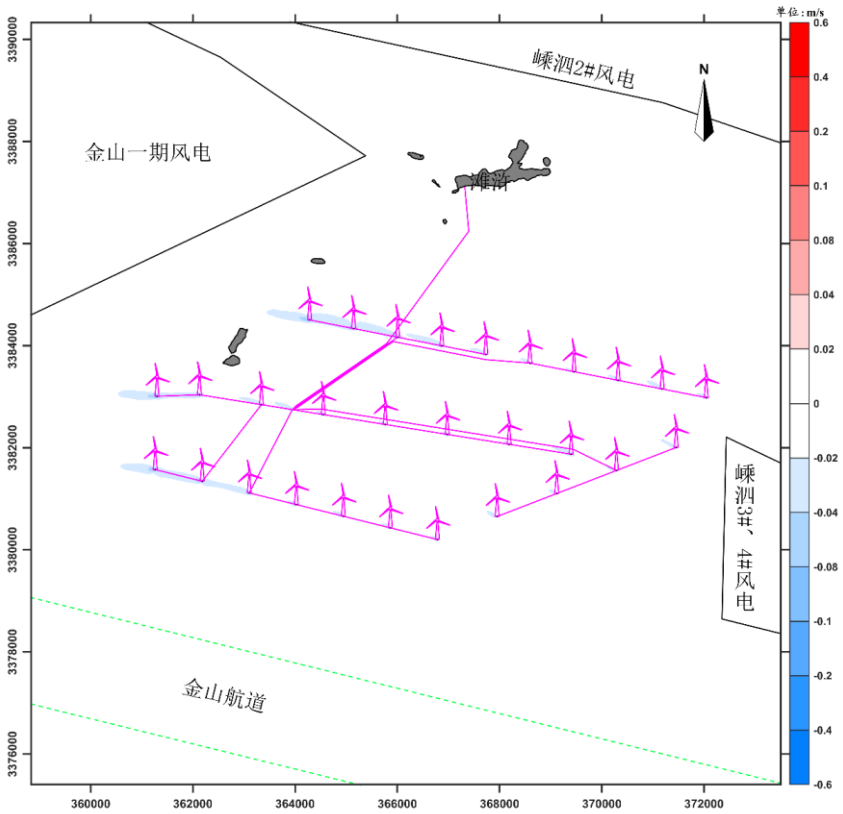


图 5.1-21 工程实施后小潮涨潮平均流速变化分布图

（2）落潮平均流速变化

崾泗 1#风电场工程实施后落潮流速变化如图 5.1-22~图 5.1-23 所示，由于落潮流与桩基排列方向夹角较涨潮更小，落潮时风机群桩效应更显著，横向排列的风机所在区域带状减速区域更大。大潮期间，涨潮流速减小 0.02m/s 以上的区域大体集中在桩基桩基周边 500m~1.5km 不等的范围内；小潮期间，涨潮流速减小 0.02m/s 以上的区域大体集中在桩基桩基周边 300m~1.5km 不等的范围内。

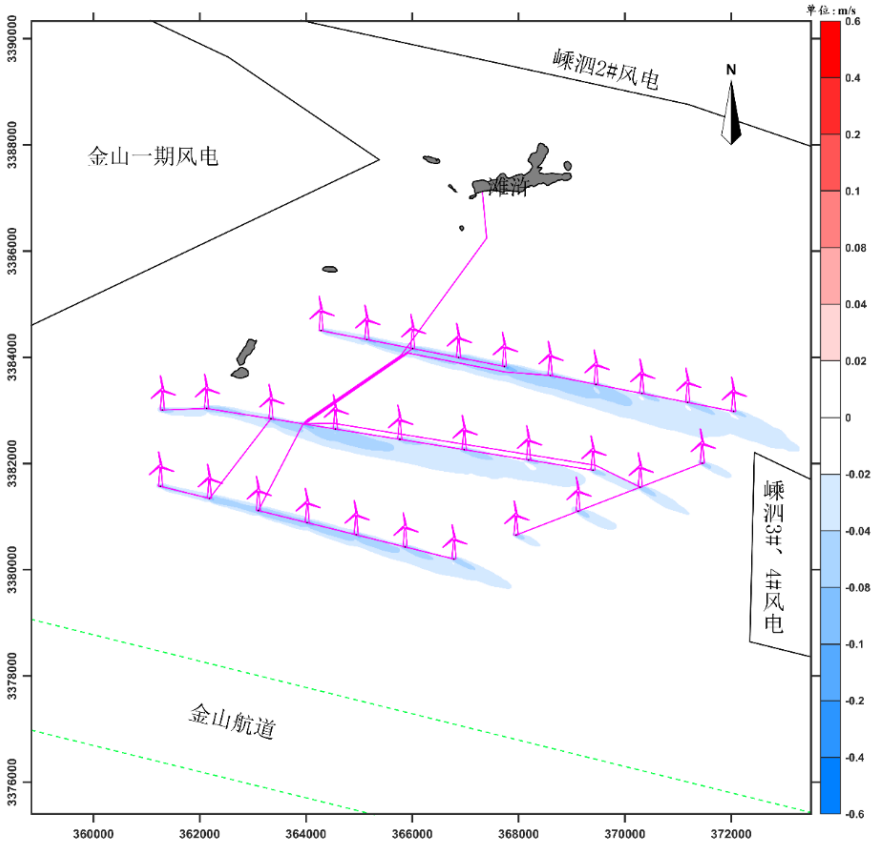


图 5.1-22 工程实施后大潮落潮平均流速变化分布图

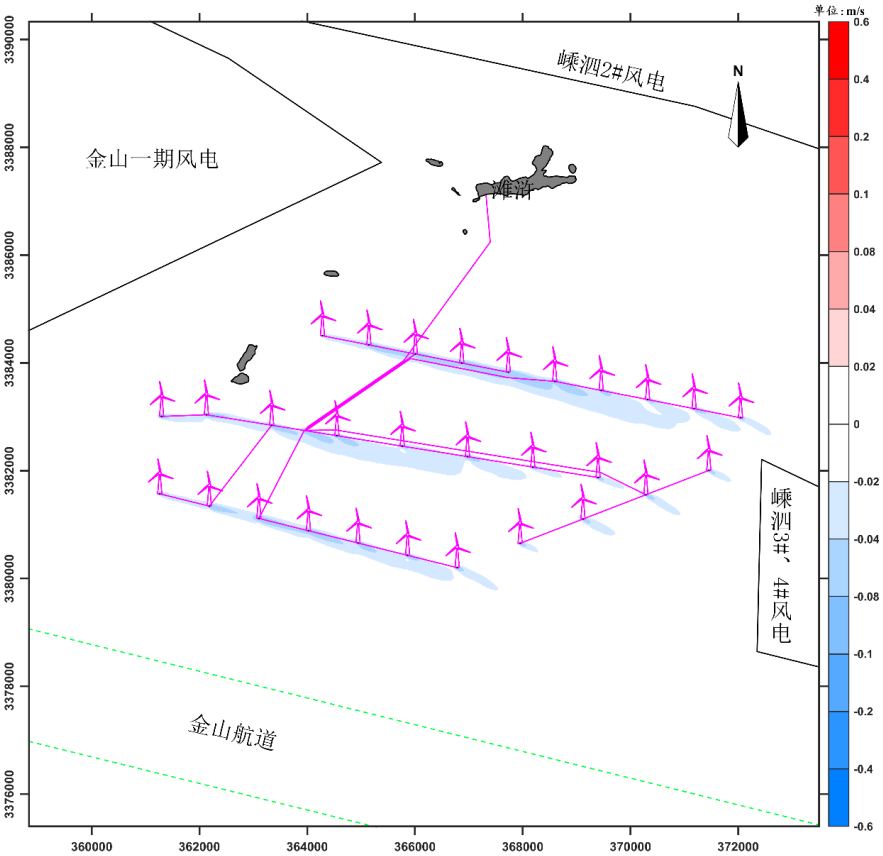


图 5.1-23 工程实施后小潮落潮平均流速变化分布图

4、小结

（1）根据模型模拟的潮流涨、落潮流场情况，工程附近海域涨、落潮过程流态相反，涨潮时，潮流由外海流经舟山群岛间水道、芦潮港、洋山等处进入杭州湾内，于王盘山至滩浒之间水域汇合，之后一直向西流入钱塘江上游。落潮时，主流由杭州湾上游分两支向口门流去，流经王盘山海域后，向东南流入舟山群岛诸水道。工程海域涨落潮流流向相反，呈往复流特征，且潮流流向受边界和水下地形影响较为明显。

（2）工程由于风电机组单桩基础存在，阻碍水流，迫使水流往两侧流动，桩基背水面和迎水面流速减幅相对明显。

5.2 冲淤环境影响预测与评价

5.2.1 海缆工程

根据同类工程类比可知，本工程海缆敷设为线性工程，海底电缆深埋于海底，路由埋深 3m，海缆冲射区经自然回淤后，该区域海床基本与周边海床持平，不会出现海床突出或者深陷的情况，因此工程施工后，基本不会改变海缆路由区域的海底地形地貌，海缆工程对海域的水文动力环境和泥沙冲淤环境不会造成明显影响。

5.2.2 床面冲淤计算模型

水流夹带泥沙输移引起床面冲淤变化，是一个复杂的物理过程，鉴于泥沙输移的复杂性和目前泥沙输移基本理论的不成熟，决定了研究床面冲淤计算方法的多样性，本工作采用半经验半理论的床面冲淤计算模型。

根据泥沙运动理论中的输沙平衡原理，若考虑潮流的挟沙能力 S*则：

$$S^* = k\frac{V^2}{gH} \qquad (5.2\text{-}1)$$

其中 H 为实际水深，g 为重力加速度，k 为挟沙系数。在实际悬浮浓度大于 S*时，则发生泥沙沉降过程。若工程前泥沙处于冲淤平衡状态，那么由于工程后使部分水域流速衰减，导致挟沙能力的减弱而发生沉降。根据这一原理我们可以估算工程后泥沙冲淤厚度。

工程后的海床地形预测选用半经验半理论的回淤强度计算公式如下：

年淤积量计算公式如下：

$$\Delta H = h1 - h2 = \frac{\alpha\omega S^{*}\Delta t}{\gamma_s'}\left(1 - (\frac{v_2}{v_1})^2(\frac{h_1}{h_2})\right) \qquad (5.2\text{-}2)$$

式中 S^*为挟沙能力；v_1、v_2 为工程前、后的垂线平均流速(由模拟得到)；h_1、h_2 为工程前、后的水深。

从式（5.2-2）可知，海床淤积后潮流速将发生一定的变化，因此式（5.2-2）反映了流速的变化和水深变化的联系。在计算中有关参数的量值如下：

α 为悬沙沉降机率取 0.4；

泥沙沉降速率；

γ_s' 为泥沙干容重，计算公式为 $1750D_{50}^{0.183}$，经过计算取为 731.34kg/m^3；

平均含沙量 S 为1.49kg/m^3。

工程区冲淤达到平衡状态，水深与动力(流速)、泥沙处于相对平衡状态，最终淤积厚度计算公式为：

5.2.3 冲淤验证

本报告收集了嘉兴市乍浦港区海域 1971 年、2009 年、2011 年以及 2019 年的海图及实测地形资料，计算了乍浦港区 D1~D9 泊位周边海域近些年的实际冲淤变化。此外通过构建潮流模型预测了乍浦港 D1~D9 泊位建成后海域冲淤变化，图 5.2-1~图 5.2-2 分别为 1997 年~2011 年以及 2009 年~20119 年不同年份间乍浦港区周边海域的冲淤变化情况，图 5.2-3 为模型预测的 D1~D9 泊位建成后海域达冲淤平衡后的水深变化情况。乍浦港区 D1~D9 泊位建成年份跨度较大，D1 泊位于 1990 年完工，D6 泊位于 2011 年完工。由实测冲淤图可知，1971 年~2011 年间码头泊位所在海域淤积厚度介于 1~3m，码头建成后至 2019 年间，码头泊位附近海域淤积厚度介于 1~3m。由图 5.2-3 的模型预测冲淤结果可知，码头泊位处的平衡淤积介于 1~3m。

模型结果与实测数据在趋势与量值上均较为接近，可见数模预测参数选取及冲淤经验公式具有一定的可靠性。

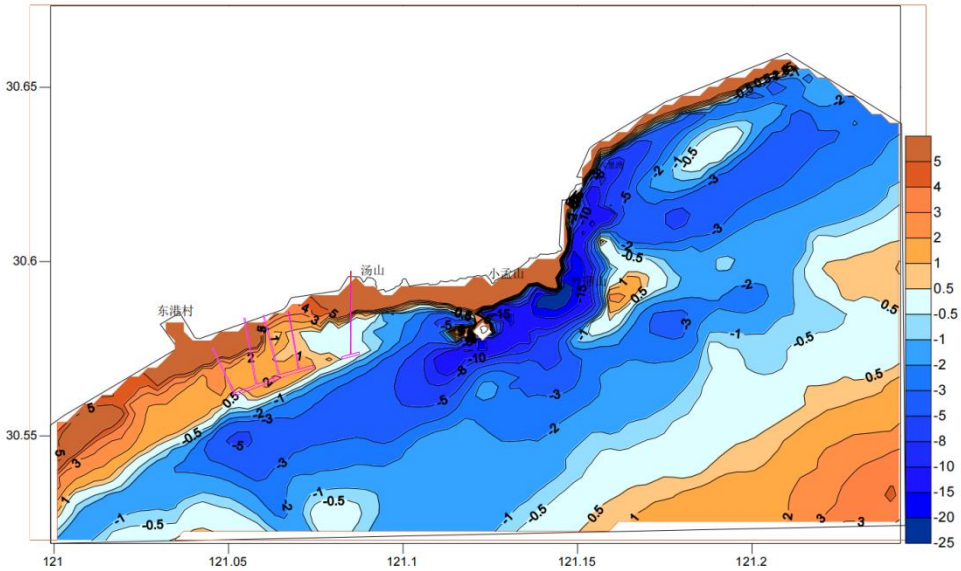


图 5.2-1 1971 年~2011 年乍浦港区冲淤变化情况

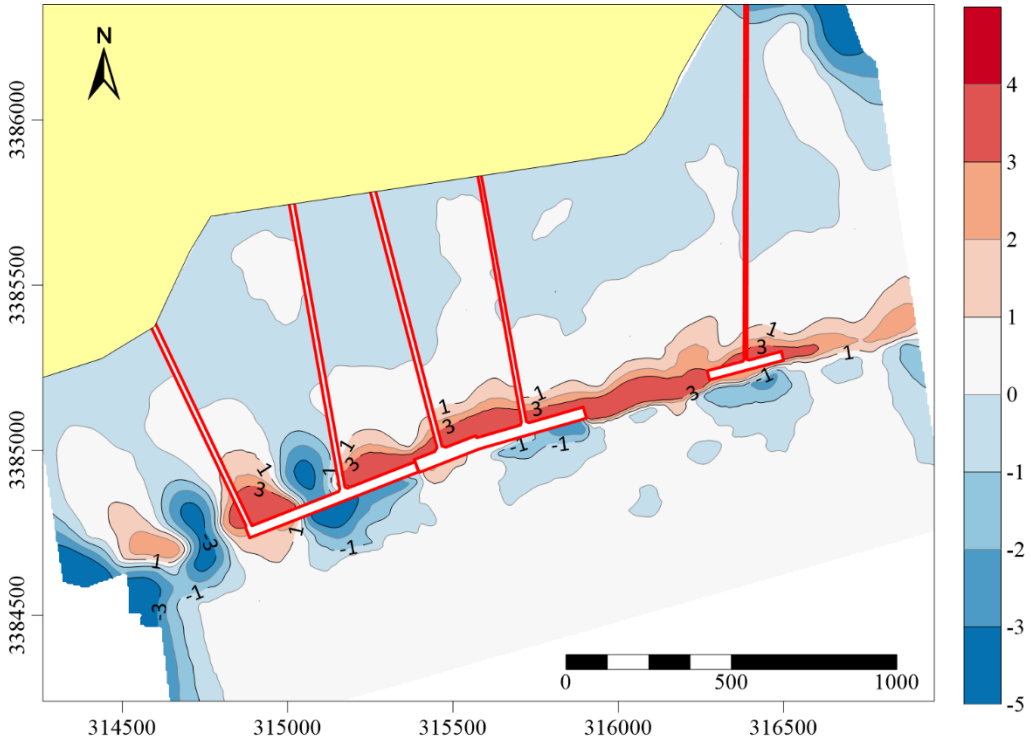


图 5.2-2 2009 年~2019 年乍浦港区冲淤变化情况

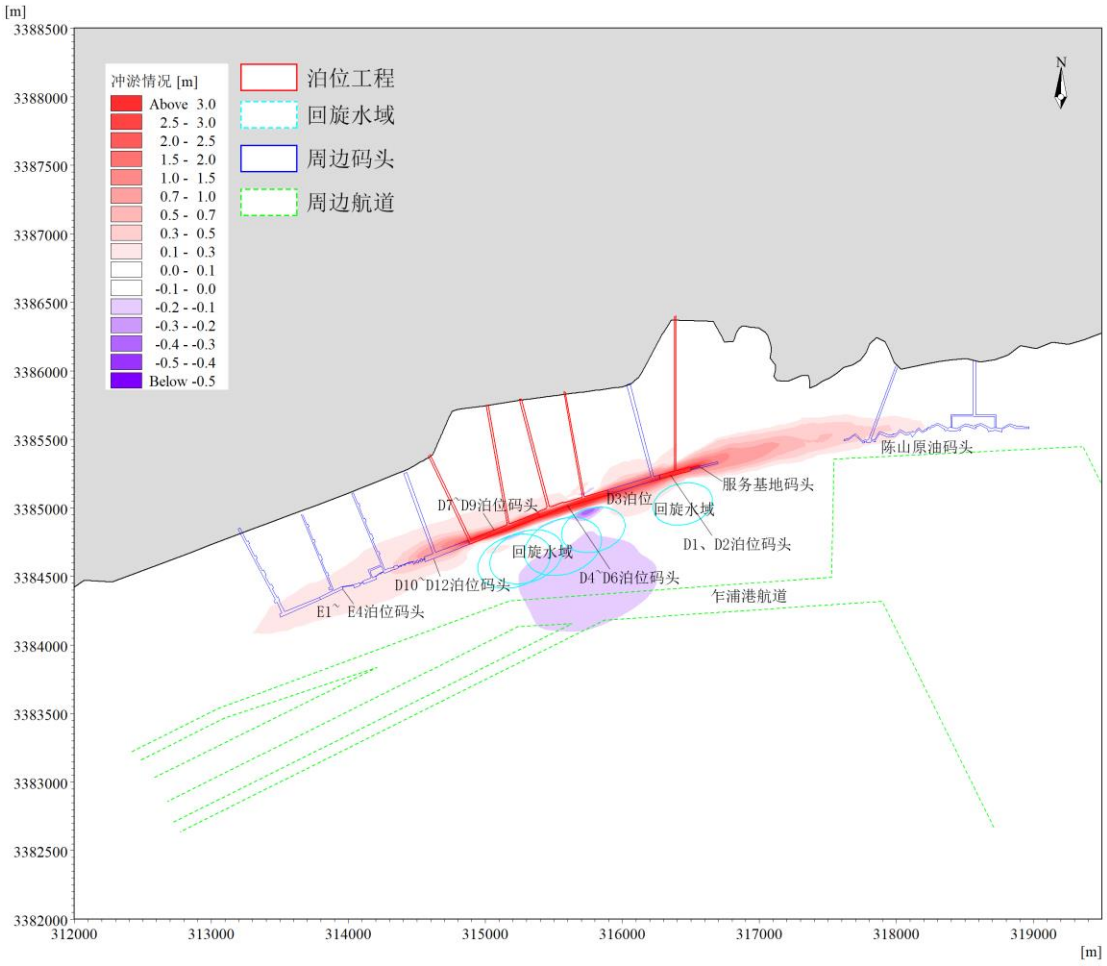


图 5.2-3 模型预测平衡淤积分布情况

5.2.4 冲淤预测结果

工程建设后，风机桩基阻碍潮流，桩基背水面流速减小，海域主流方向呈东南-西北向，与风机排列方向夹角小，由于群桩效应，风场区所在海域形成了三条狭长的流速减小带，导致了海床淤积， 嵊泗 1#风电工程实施后第一年，淤积厚度大于 0.2m 海床集中在桩基周边 400m~1.2km 不等的范围内。

工程建成海床达到淤积平衡后，风机基础局部水动力改变较大，加之群桩效应，风机桩基周边海床冲刷，风机桩基约 10~20m 外海床沉积冲刷出来的泥沙，且距风机越近淤积较强，周边海床最大淤积超过 2.0m；风场区整体呈冲淤相间态，淤积区呈带状分布在三排风机周边，淤积幅度为 0.2m 的范围分布在桩基周边 400~2.2km 范围内，纵向风机组间存在冲刷，冲刷幅度介于 0.05m~1.0m 左右。工程海域平均冲刷厚度为 0.17m，平均淤积厚度为 0.38m。

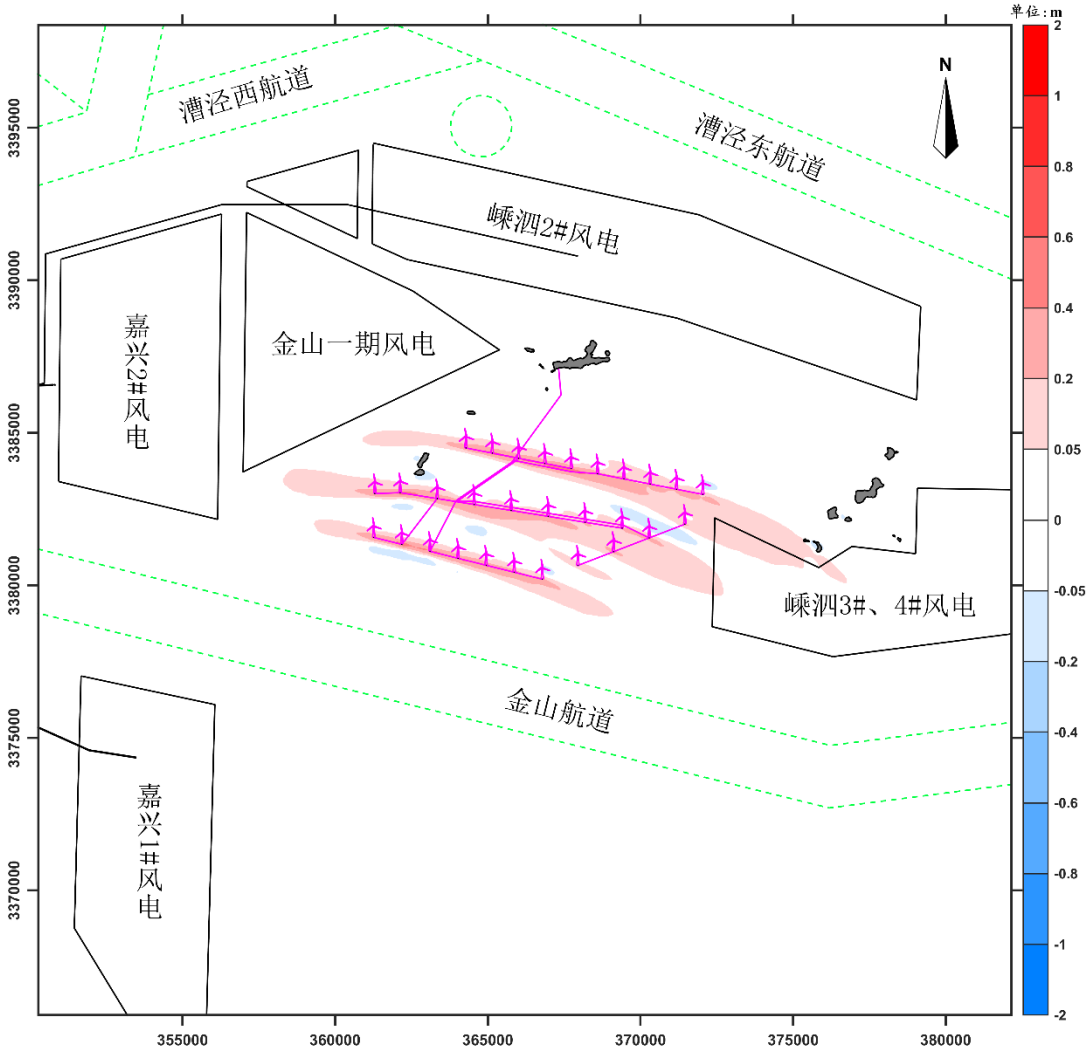


图 5.2-4 工程实施后第一年冲淤分布图

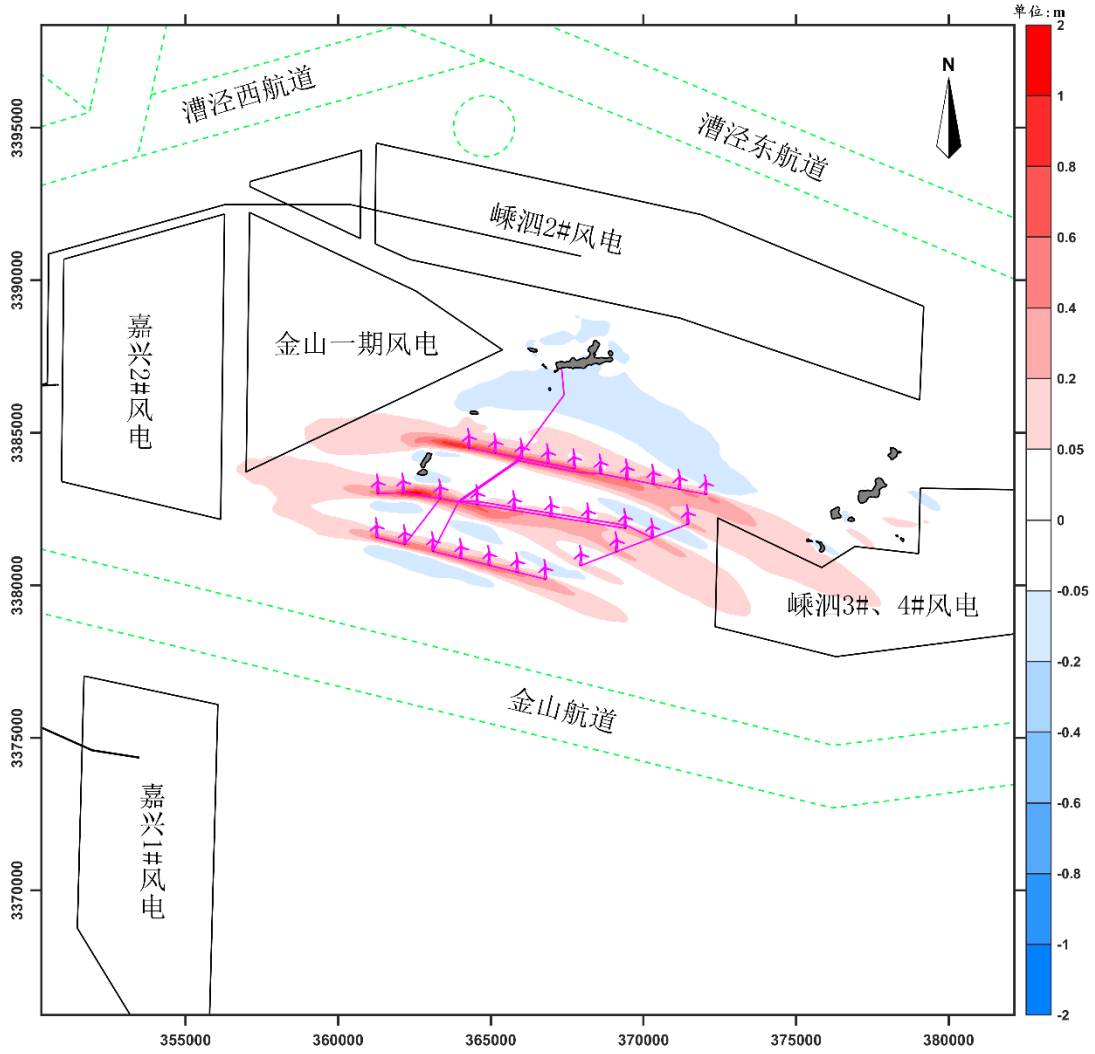


图 5.2-5 工程实施后达到淤积平衡时的冲淤分布图

5.2.5 工程实施对海域敏感目标冲淤影响

本报告对风电场附近的敏感目标选取了一些代表点进行冲淤情况统计，从而对工程实施造成的海域水动力影响进行定量分析。嵊泗 1#风电周边敏感目标主要包括嵊泗 2#风电，嵊泗 3#、4#风电，嘉兴 1#、2#风电，金山一期风电，槽泾东、西航道，槽泾冬支航道，金山航道，无居民海岛等。本报告共选取了 96 个代表点，如图 5.2-6 所示。

由统计结果可见，嵊泗 1#风电建成后，嘉兴 2#风电场首年淤积 0~0.02m，平衡淤积 0~0.03m；嵊泗 3#、4#风电场首年冲淤-0.02~-0.09m，平衡冲淤-0.03~0.16m；嵊泗 2#风电场首年冲刷-0.02~0m，平衡冲刷-0.03~0m，嘉兴 1#风电场首年淤积 0~0.03m，平衡淤积介于 0~0.05m；金山航道，槽泾东航道及槽泾东支航道所受工程影响较小，冲淤幅度小于 0.01m；槽泾东航道首年冲刷及平

衡冲刷介于-0.03~0m；无居民海岛周边首年最大冲刷 0.08m，最大平衡冲刷 0.11m，首年最大淤积 0.05m，最大平衡淤积 0.10m；金山一期风电场首年冲淤介于-0.01~0.04m，平衡冲淤介于-0.02~0.05m。

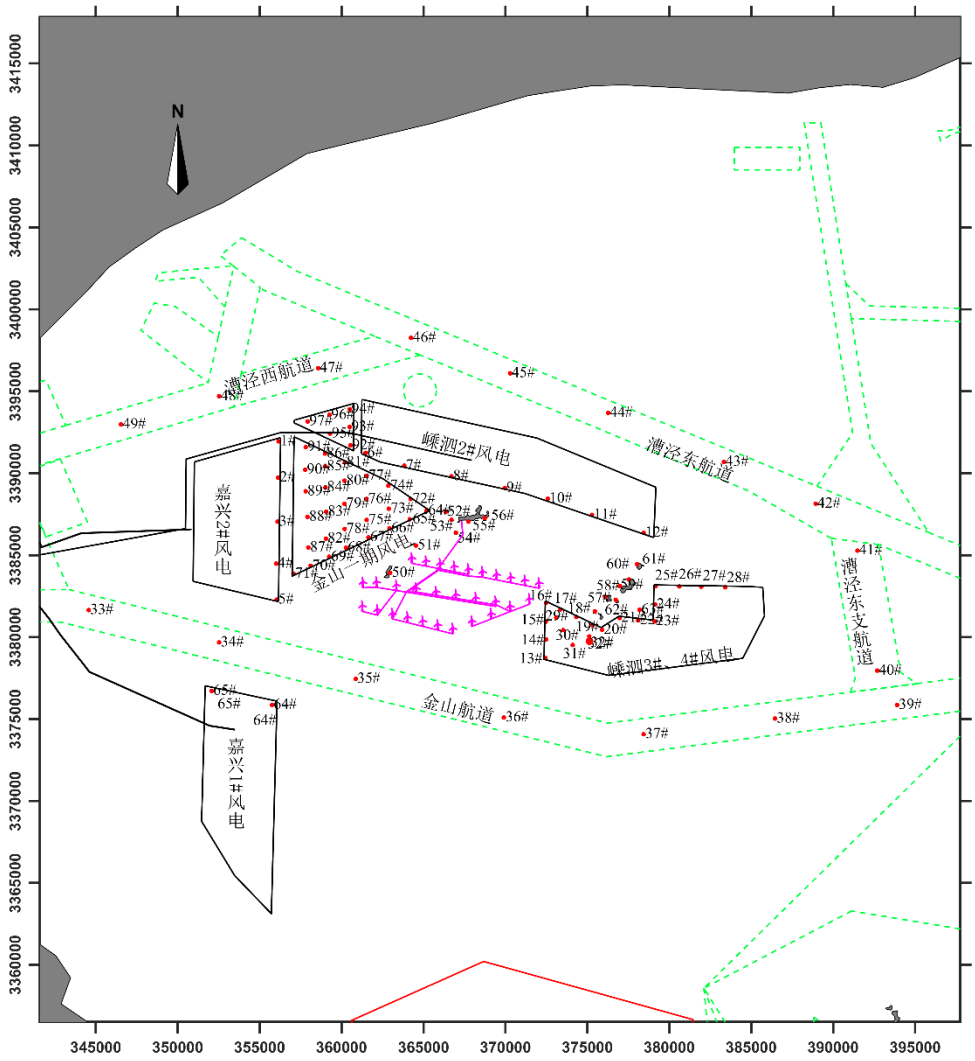


图 5.2-6 各敏感目标代表点示意图

表 5.2-1 各敏感目标代表点冲淤影响统计汇总

敏感点	序号	现状地形	首年冲淤	平衡冲淤
嘉兴 2#风电	1#	-10.65	0.00	0.00
	2#	-10.75	0.01	0.01
	3#	-10.97	0.01	0.02
	4#	-10.55	0.02	0.03
	5#	-10.30	0.02	0.02
嵊泗 2#风电	6#	-9.85	0.00	0.00
	7#	-9.98	-0.01	-0.01
	8#	-11.50	-0.02	-0.02
	9#	-12.20	-0.02	-0.03
	10#	-10.51	-0.01	-0.02

敏感点	序号	现状地形	首年冲淤	平衡冲淤
	11#	-9.80	-0.01	-0.01
	12#	-10.31	0.00	0.00
嵊泗 3#、4#风电	13#	-10.85	0.02	0.03
	14#	-11.27	0.05	0.08
	15#	-11.72	-0.01	-0.01
	16#	-12.74	0.09	0.16
	17#	-12.38	0.09	0.15
	18#	-12.50	0.08	0.13
	19#	-12.71	0.05	0.09
	20#	-12.79	0.05	0.08
	21#	-13.93	0.01	0.02
	22#	-13.27	0.02	0.03
	23#	-11.87	0.01	0.02
	24#	-12.05	0.03	0.05
	25#	-12.39	-0.02	-0.03
	26#	-10.93	0.01	0.01
	27#	-10.52	0.00	-0.01
	28#	-10.05	0.00	0.00
	29#	-11.65	0.06	0.09
	30#	-11.22	0.02	0.03
	31#	-10.77	0.02	0.03
	32#	-10.78	0.00	0.00
金山航道	33#	-10.33	0.00	0.00
	34#	-9.99	-0.01	-0.01
	35#	-10.18	0.00	0.00
	36#	-10.43	0.01	0.01
	37#	-10.37	0.00	0.00
	38#	-10.20	0.00	0.00
	39#	-9.92	0.00	0.00
漕泾东支航道	40#	-10.43	0.00	0.00
	41#	-10.84	0.00	0.00
漕泾东航道	42#	-10.69	0.00	0.00
	43#	-10.31	0.00	-0.01
	44#	-9.90	-0.01	-0.01
	45#	-9.09	0.00	-0.01
	46#	-9.80	0.00	0.00
漕泾西航道	47#	-11.27	0.00	0.00
	48#	-10.90	0.00	0.00
	49#	-3.66	-0.07	-0.03
无居民海岛	50#	-4.93	-0.01	-0.01
	51#	-10.97	-0.08	-0.11
	52#	-5.02	-0.05	-0.03

敏感点	序号	现状地形	首年冲淤	平衡冲淤
	53#	-11.34	-0.04	-0.06
	54#	-7.69	-0.04	-0.04
	55#	-18.27	-0.02	-0.04
	56#	-13.58	0.05	0.10
	57#	-13.41	-0.03	-0.05
	58#	-12.58	-0.01	-0.01
	59#	-12.29	0.01	0.02
	60#	-11.62	0.01	0.02
	61#	-13.26	-0.03	-0.05
	62#	-13.36	0.01	0.01
	63#	-9.79	0.00	-0.01
嘉兴 1#风电	64#	-9.94	0.00	0.00
	65#	-11.92	0.03	0.05
金山一期风电	66#	-12.13	-0.01	-0.01
	67#	-12.88	-0.01	-0.02
	68#	-13.21	-0.01	-0.01
	69#	-13.97	0.01	0.02
	70#	-12.89	0.03	0.05
	71#	-11.76	0.04	0.05
	72#	-11.23	0.03	0.04
	73#	-10.79	0.03	0.05
	74#	-11.19	-0.01	-0.01
	75#	-11.25	0.00	0.00
	76#	-9.90	0.00	-0.01
	77#	-12.00	0.00	0.01
	78#	-10.69	0.00	0.00
	79#	-10.20	0.00	0.00
	80#	-11.96	0.01	0.02
	81#	-11.17	0.01	0.01
	82#	-10.71	0.00	0.00
	83#	-10.33	0.00	0.00
	84#	-11.82	0.02	0.03
	85#	-11.23	0.01	0.01
	86#	-10.84	0.00	0.01
	87#	-10.47	0.00	0.00
	88#	-10.23	0.00	0.00
	89#	-11.29	0.03	0.04
	90#	-11.26	0.01	0.02
	91#	-10.87	0.01	0.01
	92#	-10.54	0.00	0.00
	93#	-10.38	0.00	0.00
	94#	-9.97	0.00	0.00

敏感点	序号	现状地形	首年冲淤	平衡冲淤
	95#	-9.79	0.00	0.00
	96#	-9.67	0.00	0.00
	97#	-10.03	0.00	0.00
	98#	-9.94	0.00	0.00
	99#	-10.25	0.00	0.00

5.2.6 局部冲刷计算

1、计算公式

根据相关研究表明，当水流遇到桥墩时，在桥墩迎水面底部，水流因墩体阻碍向下偏转，与海床相互作用形成马蹄形涡旋（见图 5.2-7）。这种涡旋持续冲刷桥墩前缘及两侧的泥沙，形成冲刷坑。水流绕过桥墩后，周期性脱落的涡旋会在墩后产生交替的低压区，进一步加剧海床侵蚀。本报告水动力模型为二维潮流数学模型，垂向流速分布均匀，而桥墩周围的马蹄形漩涡、水流下冲作用以及尾涡分离等现象均为垂向流动主导的复杂三维结构，二维模型难以捕捉三维物理过程。为进一步风机桩基基础局部冲刷影响，本次采用局部冲刷经验公式进行预测分析。

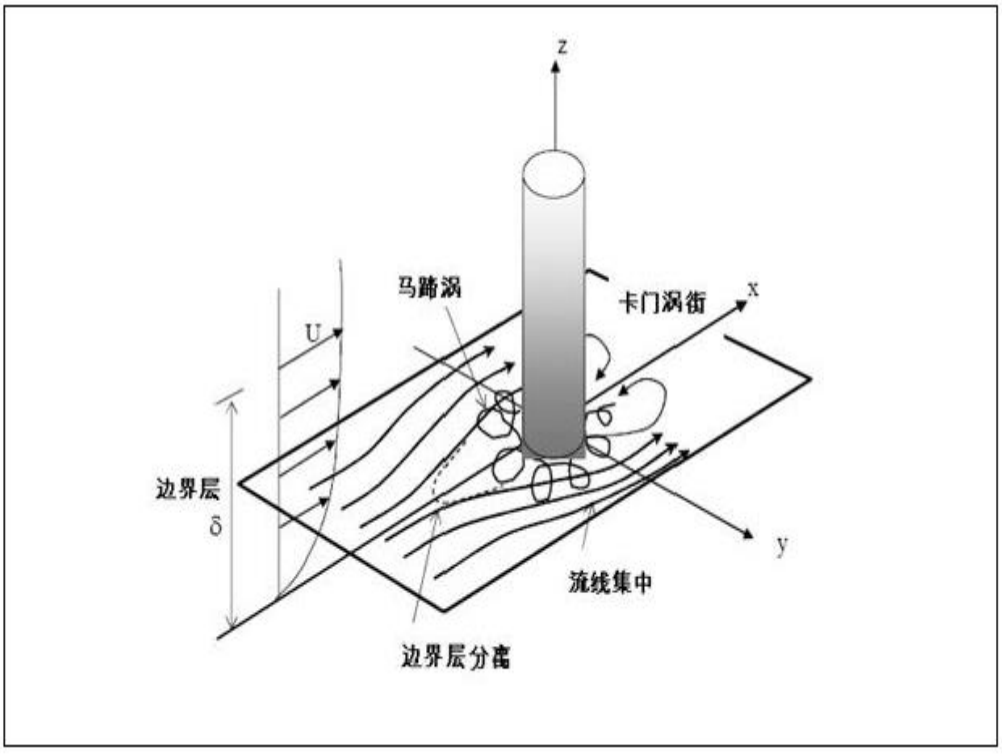


图 5.2-7 桩基周围流态示意图

本报告采用的是韩海骞公式计算海上桩基局部冲刷深度。韩海骞研究了潮流作用下杭州湾大桥、金塘大桥和沽渚大桥的实测冲刷数据，结合水槽试验

（60 多组数据），采用因此分析法，得出了潮流作用下的局部冲刷深度计算公式：

$$\frac{h_b}{h} = 17.4k_1k_2\left(\frac{B}{h}\right)^{0.326}\left(\frac{d_{50}}{h}\right)^{0.167}Fr^{0.628} \qquad (5.2\text{-}3)$$

其中，h_b为潮流作用下桥墩的局部冲刷深度（m），h 为全潮最大水深（m）取值范围为 4.5~31.0m；B 为全潮最大水深条件下的平均阻水宽度（墩宽或桩径：m），取值为 11.5m；d_{50}为河床泥沙的平均中值粒径，取值为 0.0085mm；Fr 为水流 Froude 数，$Fr = u/\sqrt{gh}$；u 为全潮最大流速：m/s，取值范围为 1.18~1.51m/s；g 为重力加速度，m_2/s；k_1为基础桩平面布置系数，取 1.0；k_2为基础桩垂直布置系数，斜桩取 1.0。

2、计算参数

本阶段采用韩海骞公式，结合本工程海域底质沙样测验结果，估算各组风机基础桩基局部冲刷情况。结合风机布置情况，选取每个风机的桩基设计代表值，代表点（自西向东、自北向南依次编号）具体坐标高程如表 5.2-2 所示，风机点见图 5.2-8。

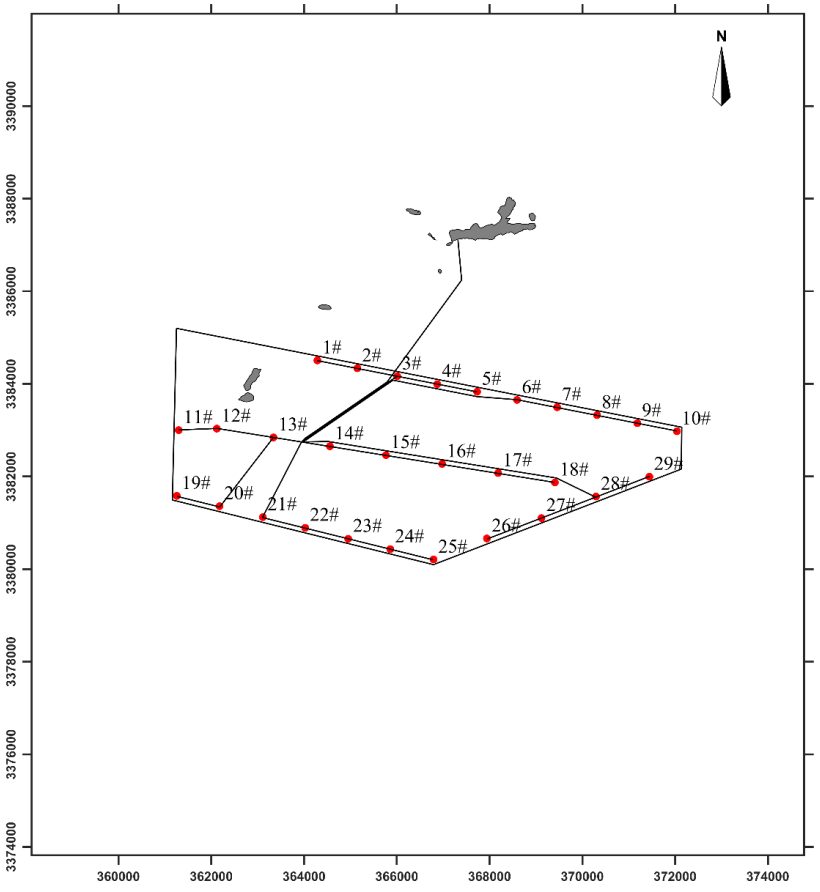


图 5.2-8 风机代表点布置图

表 5.2-2 工程区代表点位置

代表点	高程（m，85 基准）	代表点	高程（m，85 基准）
1	19.72	16	10.56
2	13.95	17	11.23
3	13.70	18	10.69
4	12.17	19	10.76
5	12.38	20	10.61
6	12.23	21	10.56
7	13.20	22	10.33
8	13.50	23	10.47
9	13.20	24	10.56
10	14.50	25	10.15
11	11.92	26	10.26
12	16.29	27	10.35
13	14.26	28	10.94
14	11.97	29	12.34
15	10.95	升压站	13.11

3、预测结果分析

计算成果见表 5.2-3。由表可知，风机基础局部冲刷最大深度介于 5.21~5.98m，升压站处局部冲刷深度为 3.30m，工程导致的最大局部冲刷深度为 5.98m，风机基础最大冲刷半径介于 14.8~16.1m，升压站处最大冲刷半径为 6.9m，工程导致的最大冲刷半径为 16.1m。

表 5.2-3 局部冲刷计算成果 （单位：m）

代表点	最大冲刷深度	代表点	最大冲刷深度
1	5.98	16	5.48
2	5.56	17	5.46
3	5.52	18	5.62
4	5.52	19	5.31
5	5.47	20	5.26
6	5.52	21	5.24
7	5.69	22	5.30
8	5.85	23	5.41
9	5.94	24	5.52
10	5.89	25	5.64
11	5.63	26	5.63
12	5.26	27	5.63
13	5.26	28	5.64
14	5.58	29	5.73
15	5.21	升压站	3.30

表 5.2-4 最大冲刷半径计算成果 （单位：m）

代表点	最大冲刷半径	代表点	最大冲刷半径
1	16.1	16	15.2
2	15.4	17	15.2
3	15.3	18	15.5
4	15.3	19	14.9
5	15.2	20	14.9
6	15.3	21	14.8
7	15.6	22	14.9
8	15.9	23	15.1
9	16.0	24	15.3
10	16.0	25	15.5
11	15.5	26	15.5
12	14.9	27	15.5
13	14.9	28	15.5
14	15.4	29	15.7
15	14.8	升压站	6.9

5.2.7 小结

1、工程实施后冲淤影响范围较小，主要集中在工程场区周围，非常接近桩基的小范围会有略大的淤积，不会对环境造成大的影响。

2、工程建成海床达到淤积平衡后，风机基础附近最大淤积超过 2.0m；风场区整体呈冲淤相间态，淤积区呈带状分布在三排风机周边，淤积幅度为 0.2m 的范围分布在桩基周边 400~2.2km 范围内，纵向风机组间存在冲刷，冲刷幅度介于0.05m~1.0m左右。工程海域平均冲刷厚度为0.17m，平均淤积厚度为0.38m。

3、嵊泗 1#风电建成后，嘉兴 2#风电场首年淤积 0~0.02m，平衡淤积 0~0.03m；嵊泗 3#、4#风电场首年冲淤-0.02~-0.09m，平衡冲淤-0.03~0.16m；嵊泗 2#风电场首年冲刷-0.02~0m，平衡冲刷-0.03~0m，嘉兴 1#风电场首年淤积 0~0.03m，平衡淤积介于 0~0.05m；金山航道，漕泾东航道及漕泾东支航道所受工程影响较小，冲淤幅度小于 0.01m；漕泾东航道首年冲刷及平衡冲刷介于-0.03~0m；无居民海岛周边首年最大冲刷 0.08m，最大平衡冲刷 0.11m，首年最大淤积 0.05m，最大平衡淤积 0.10m；金山一期风电场首年冲淤介于-0.01~0.04m，平衡冲淤介于-0.02~0.05m。

5.3 海域水环境影响预测与评价

5.3.1 施工期海域水环境影响预测与评价

施工过程中对海洋水质的影响主要体现在：施工人员生活污水、施工船舶

含油污水、定向钻泥浆废水、机械车辆冲洗废水以及悬浮泥沙排放对附近海域水质的影响。

5.3.1.1 施工期悬浮物影响分析

1、悬沙扩散模型介绍

根据计算，打桩及拔桩施工产生的悬浮泥沙远远小于电缆敷设产生的悬浮泥沙强度，本报告仅针对电缆敷设产生的悬浮泥沙进行预测。

电缆敷设采用悬浮物扩散模式：

$$\frac{\partial s}{\partial t}+\frac{\partial(us)}{\partial x}+\frac{\partial(vs)}{\partial y}+\frac{F_v}{H}=\frac{\partial}{\partial x}\left(D_h\frac{\partial s}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(D_h\frac{\partial s}{\partial y}\right)+\frac{F_s}{H}$$

式中：

S—悬浮物含沙量；

D_h—水平方向的扩散系数，可以取为某一常数，也可以取为摩阻流速分量的函数；

F_v—单位时间悬浮物扩散的沉降项，$F_v=\alpha\omega s$，α为沉降系数，ω为沉降速度；

F_s—输入源强。

2、计算参数的设置

（1）沉降速率的确定

根据实测的沉积物粒径级配分析结果，靠近工程区域的测站沉积物中值粒径为 0.006mm 左右，由于泥沙中值粒径较小，必须考虑絮凝作用。细颗粒泥沙在天然水中悬浮时，绝大多数情况下均呈絮凝状态的团粒状，其沉速远超分散颗粒的沉速，且水体中悬沙中值粒径大致接近，故可将絮凝沉降速度近似地按常量处理。本报告取絮凝沉降速度为 0.3mm/s。

（2）源强

根据 3.3.1.1 章节计算，本项目电缆敷设水力冲射施工悬浮物产生源强为 27.92kg/s。本项目在沉桩完成后视冲刷坑大小制定填充方案，实施固化土施工，采用固化土进行防冲刷保护，通过便捷式管道泵送系统，将抗冲刷淤泥固化土直接管道输送至指定区域，整个输送过程中固化土均位于泵送管道内，精准输送至每个固化土拟填充区域，不存在大范围抛填，基本不会对水环境产生扰动影响。

3、预测结果分析

本次计算根据风场区路由敷设路线，设置多个代表点进行计算（见图 5.3-1），考虑了大潮、小潮和全潮期，预测不同潮时电缆敷设施工产生的悬浮物扩散范围和浓度。不同潮工况下各代表点悬沙扩散情况见图 5.3-2，大潮、小潮及全潮工况下悬沙浓度包络面分布图分别见图 5.3-3~图 5.3-5，其不同浓度悬沙扩散面积见表 5.3-1。

由图表可知：风场区海底电缆敷设作业造成的悬沙扩散浓度和扩散范围有一定规律性，悬沙增量影响分布范围主要受地形和潮流水动力控制，主要在涨、落潮流流向上扩散，高浓度悬沙主要集中在电缆敷设路由周围，最大悬沙浓度超过 150mg/L，然后由路由向外侧逐渐降低。经统计，悬沙浓度表层增量范围在 10~20 mg/L、20~50 mg/L、50~100 mg/L、100~150 mg/L、>150mg/L 的最大包络面积分别在 0.64km^2、0.05km^2、0.04km^2、0.02km^2、0.01km^2；悬沙浓度中层增量范围在 10~20 mg/L、20~50 mg/L、50~100 mg/L、100~150 mg/L、>150mg/L 的最大包络面积分别在 16.20km^2、9.25km^2、3.78km^2、1.17km^2、1.51km^2；悬沙浓度底层增量范围在 10~20 mg/L、20~50 mg/L、50~100 mg/L、100~150 mg/L、>150mg/L 的最大包络面积分别在 22.97km^2、13.13km^2、4.78km^2、2.01km^2、4.07km^2；悬沙浓度垂线平均增量范围在 10~20 mg/L、20~50 mg/L、50~100 mg/L、100~150 mg/L、>150mg/L 的最大包络面积分别在 15.46km^2、8.93km^2、2.64km^2、0.84km^2、1.18km^2。

风场区海底电缆敷设作业产生的悬沙扩散对周边敏感点无影响。

表 5.3-1 悬沙扩散面积预测（单位：km^2）

浓度 mg/L	10-20	20-50	50-100	100-150	>150
表层	0.64	0.05	0.04	0.02	0.01
中层	16.20	9.25	3.78	1.17	1.51
底层	22.97	13.13	4.78	2.01	4.07
垂线平均	15.46	8.93	2.61	0.84	1.18

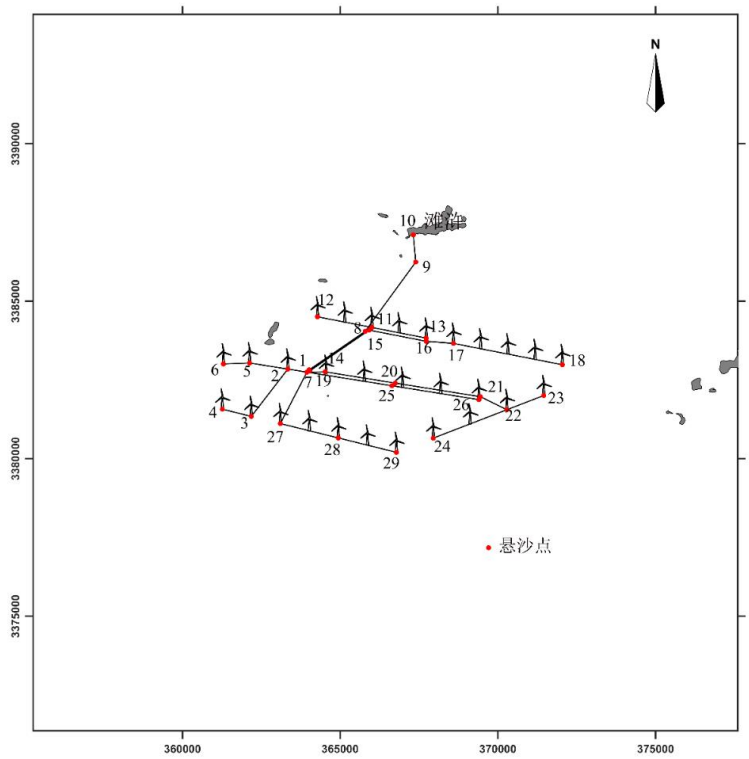


图 5.3-1 风场区路由悬沙点分布情况

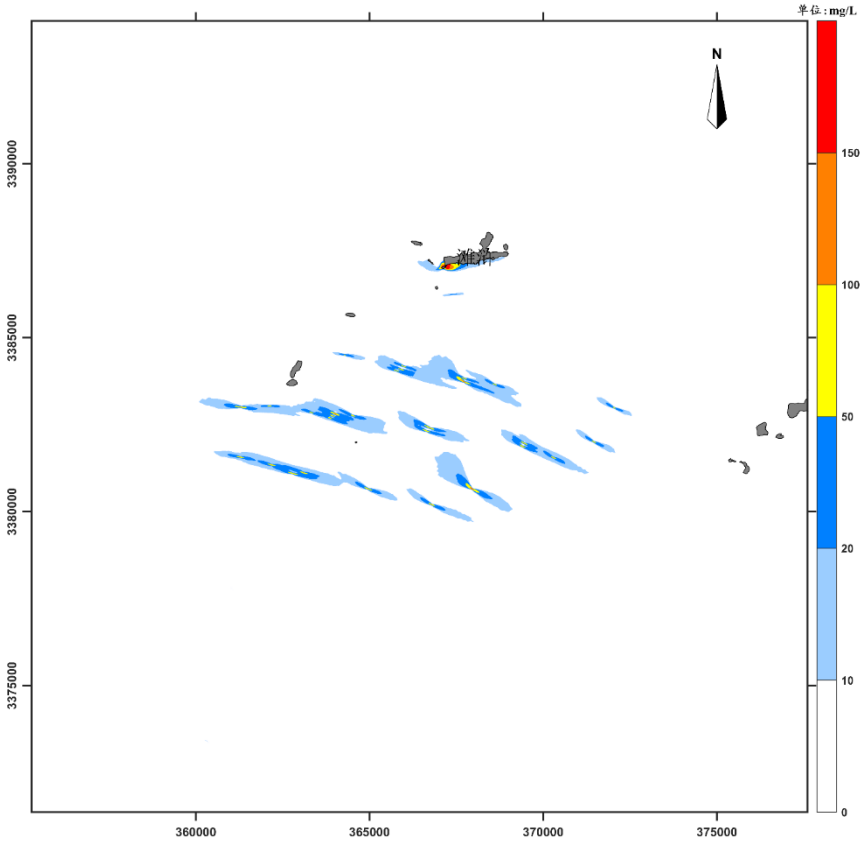


图 5.3-2 全潮工况下风场区海缆敷设导致各代表点垂向平均悬浮物扩散结果

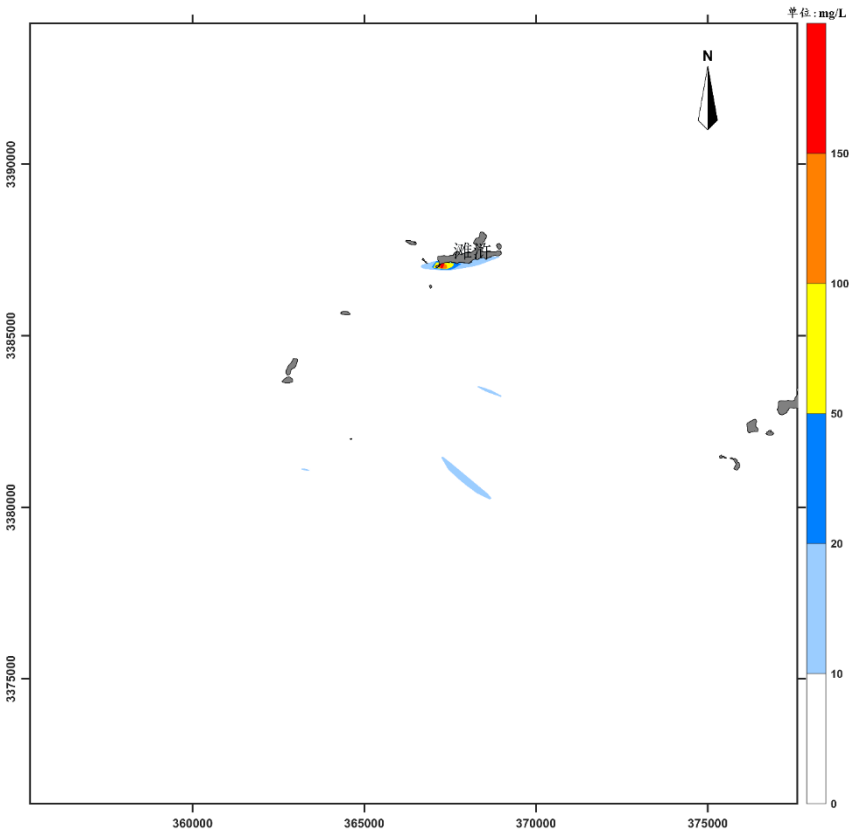


图 5.3-3 风场区海缆敷设导致表层悬浮物扩散最大影响范围

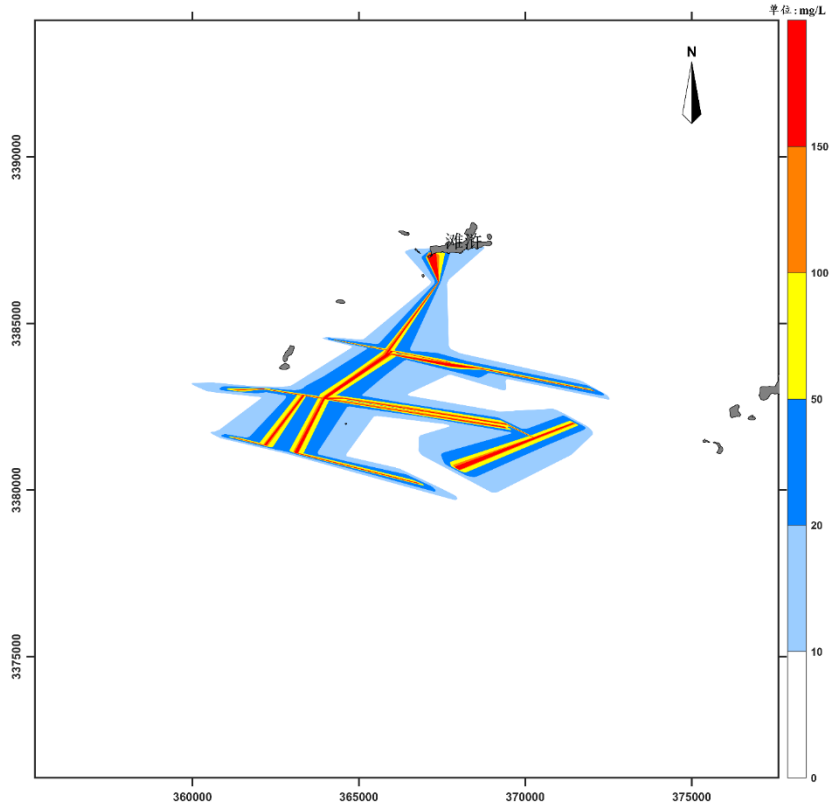


图 5.3-4 风场区海缆敷设导致中层悬浮物扩散最大影响范围

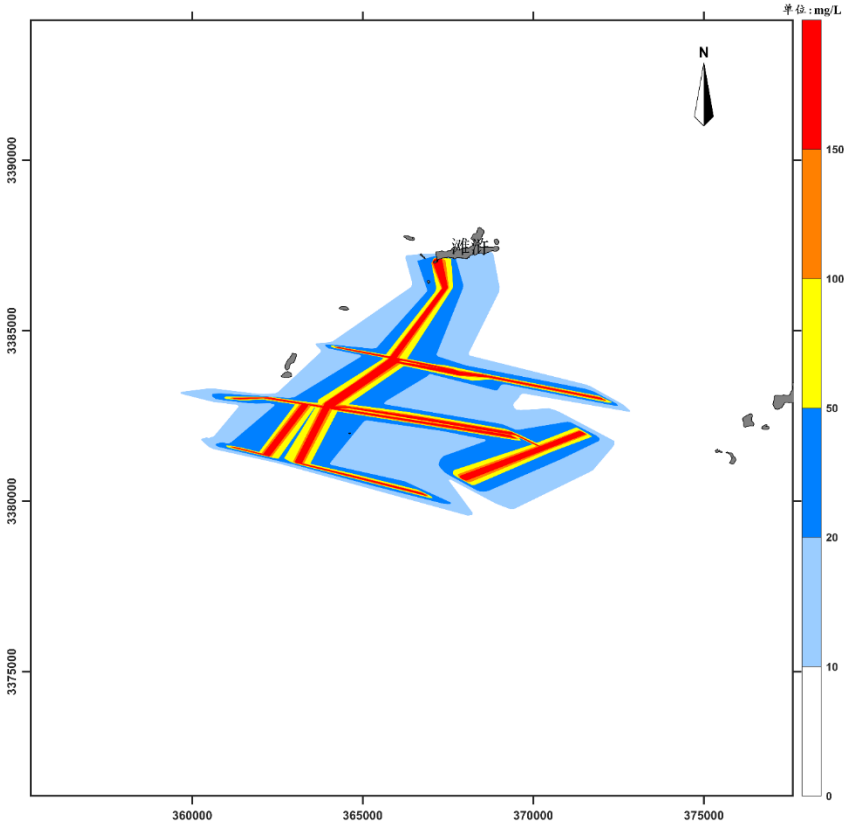


图 5.3-5 风场区海缆敷设导致底层悬浮物扩散最大影响范围

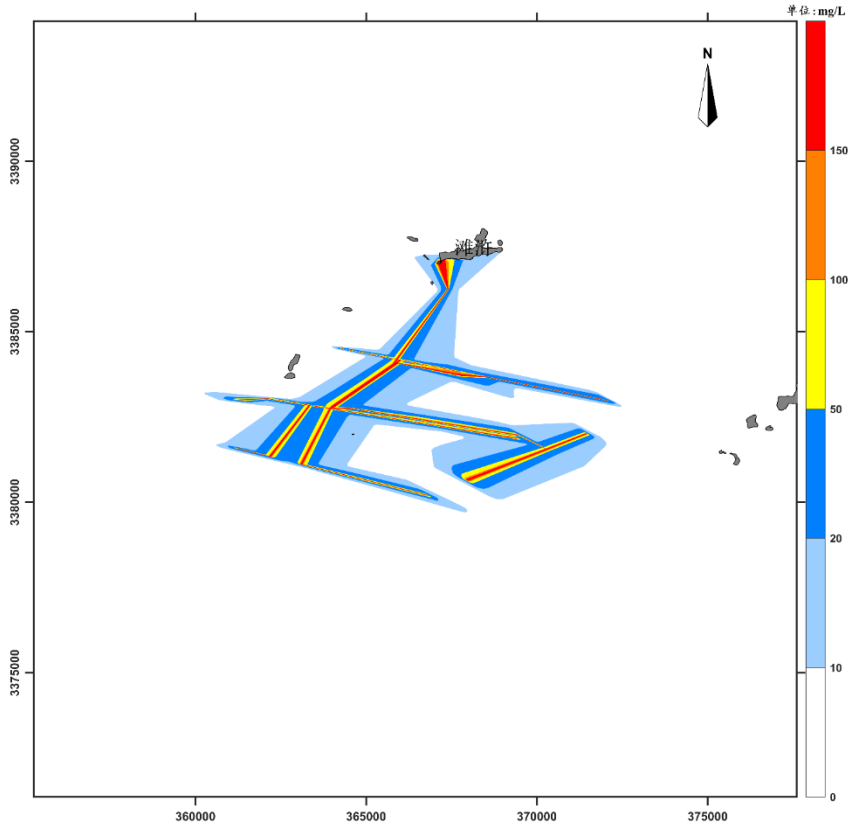


图 5.3-6 风场区海缆敷设导致垂线平均悬浮物扩散最大影响范围

4、打桩影响分析

本项目桩基施工产生的悬浮泥沙源强小，一般在桩基约 100m 的范围内产生约 2mg/L 的扩散范围。且本项目桩基较分散，整体而言，桩基施工产生的影响较小。

5.3.1.2 施工污废水影响分析

1、海域污废水

施工期 2#施工区海上施工人员需 200 人，生活污水产生量为 8m^3/d。船舶生活污水经施工船舶收集后由有资质的单位接收进行统一处理，对周围海域基本无影响。船舶含油废水主要是施工船舶、设备产生的残油、废油及机舱油污水，其主要污染因子为石油类。根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018），船舶含油污水禁止排入海域，含油污水收集后，定期交由有资质的单位接收上岸处理，因此对周边海域环境没有影响。

2、陆域污废水

施工期，3#施工区利用移动式化粪池接收施工人员生活污水，而后定期清运至陆上污水井进入市政污水管网。因此，3#施工区生活污水可妥善处理。1#施工区岱山海上风电专用基地作为依托过程，已办理相关环保手续，其施工人员产生的生活污水纳入市政污水管网，不在本次评价范围内。

3、定向钻泥浆废水

本项目登陆段定向钻施工将产生泥浆废水 320m^3，定向钻施工过程中的钻渣和泥浆废水混合物在沉淀池中分离，上清液仍回用于定向钻施工，泥浆、钻渣分离后堆存在干化池中，自然干化后交由政府指定合法消纳场处置。

4、机械、车辆冲洗废水

定向钻施工场地将产生机械、车辆冲洗废水 3.2m^3/d，该部分废水经沉淀处理后回用于场地洒水降尘。

综上所述，工程施工期间，应加强环保管理，对各类废水进行分类处理后，不会对周围水环境造成不良影响。

5.3.2 营运期海域水环境影响预测与评价

本项目营运期产生的污水主要有风机维护船舶人员生活污水和船舶含油污水。营运期每一个季度进行一次巡检，巡检人员每次维护产生的生活污水量约 1.6m^3，经巡检船收集后委托有资质的单位接收上岸处置。

营运期巡检维护船舶产生的含油污水经收集后交由有资质的单位接收上岸处置。本项目营运期废水经收集后合理处置，不排放入海，不会对项目所在海洋环境造成影响。

本项目风机基础采用钢结构，外露部分采用物理防护辅以长寿命重防腐涂料环氧玻璃鳞片漆进行防腐，漆膜干膜厚度 600~1000μm，环氧玻璃鳞片涂层是由环氧树脂、玻璃鳞片、颜料、固化剂、助剂和稀释剂等组成，具有很强的耐水性、耐盐水性、耐油性，在海水环境中基本不会物质溶出，对海水水质基本不产生影响；对泥下区采用外加电流阴极保护方式进行防腐，无阳离子析出，不会对海水水质产生影响。

本项目在沉桩完成后视冲刷坑大小制定填充方案，实施固化土施工，采用固化土进行防冲刷保护，通过便捷式管道泵送系统，将抗冲刷淤泥固化土直接通过管道输送至指定区域，整个输送过程中固化土均位于泵送管道内，精准输送至每个固化土拟填充区域，不存在大范围抛填，基本不会对水环境产生扰动影响。根据类比国电象山海上风电固化土理化性质检测报告，该项目采用的固化土各监测因子均满足《围填海工程填充物质成分限制》（GB30736-2014）表 1 中第一类标准限值，本项目拟采用该类型固化土，项目采用固化土防冲刷对海水水质影响较小。

表 5.3-2 固化土成分监测和评价一览表

检测项目		检测结果	标准限制	达标情况
铜 mg/kg		23.4	35.0	达标
锌 mg/kg		140	150.0	达标
铬mg/kg		56.0	80.0	达标
铅mg/kg		31.4	60.0	达标
镉mg/kg		<0.05	0.50	达标
总汞mg/kg		0.072	0.20	达标
砷mg/kg		19.2	20.0	达标
有机碳%		0.65	2.0	达标
硫化物 mg/kg		4.72	300.0	达标
油类 mg/kg		52.2	500.0	达标
大肠菌群 MPN/g		2	200	达标
滴滴涕mg/kg	p,p’-DDD	<0.041	滴滴涕总量≤0.2	达标
	p,p’-DDE	<0.028		
	p,p’-DDT	<0.041		
六六六mg/kg	α-666	<0.027	六六六总量≤0.5	达标

	β-666	<0.026		
	γ-666	<0.052		
	δ-666	<0.024		
多氯联苯mg/kg	PCB 总量	$<6.8\times10^{-5}$	≤0.02	达标

5.3.3 地表水环境影响自查表

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目地表水环境影响自查表如表 5.3-3 所示。

表 5.3-3 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目			
影响识别	影响类型	水污染影响型□，水文要素影响型☑			
	水环境保护目标	饮用水水源保护区□；饮用水取水口□；涉水的自然保护区□；重要湿地口；重点保护与珍稀水生生物的栖息地□；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体☑；涉水的风景名胜区□；其他☑			
	影响途径	水污染影响型		水文要素影响型	
		直接排放□；间接排放☑；其他□		水温□；径流□；水域面积☑	
	影响因子	持久性污染物物□；有毒有害污染物□；非持久性污染物□；pH 值□；热污染□；富营养化□；其他☑		水温□；水位（水深）□；流速☑；流量□；其他☑	
评价等级		水污染影响型		水文要素影响型	
		一级□；二级□；三级 A□；三级 B☑		一级☑；二级□；三级□	
现状调查	区域污染源	调查项目		数据来源	
		已建口；在建口；拟建口；其他口	拟替代的污染源口	排污许可证口；环评口；环保验收口；既有实测口；现场检测口；入河口排放数据口；其他口	
	受影响水体水环境质量	调查时期		数据来源	
		丰水期口；平水期口；枯水期口；冰封期口 春季☑；夏季口；秋季☑；冬季口		生态环境保护主管部门口； 补充监测口；其他☑	
	区域水资源开发利用状况	未开发☑；开发量 40%以下口；开发量 40%以上口			
	水文情势调查	调查时期		数据来源	
		丰水期口；平水期口；枯水期口；冰封期口 春季口；夏季☑；秋季口；冬季☑		生水行政主管部门口； 补充监测口；其他☑	
	补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位	
		丰水期口；平水期口；枯水期口；冰封期口 春季口；夏季口；秋季口；冬季口	（ ）	监测断面或点位个数（ ）个	
现状评价	评价范围	河流：长度（ ）km；湖库、及近岸海域：面积（2500）km^2			
	评价因子	（悬浮物、SS、pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、挥发酚、石油类和 Cu、Zn、Pb、Cd、Cr、Hg、As 等）			
	评价标准	河流、湖库、河口：I 类口；II 类口；III 类口；IV 类；V 类口 近岸海域：第一类☑；第二类口；第三类口；第四类口 规划年评价标准（2023、2024）			
	评价时期	丰水期口；平水期口；枯水期口；冰封期口 春季☑；夏季口；秋季☑；冬季口			
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况□：达标□；不达标☑		达标区□； 不达标区☑	

<table>
<tr><td></td><td></td><td colspan="5">水环境控制单元或断面水质达标状况□：达标□；不达标□
水环境保护目标质量状况□：达标□；不达标□
对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况□：达标□；不达标□
底泥污染评价□
水资源与开发利用程度及其水文情势评价□
水环境质量回顾评价□
流域(区域)水资源(包括水能资源)与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况□</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">影响预测</td><td>预测范围</td><td colspan="6">河流：长度( )km；湖库、及近岸海域：面积(2500)km^2</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="6">（流速、冲淤程度、SS）</td></tr>
<tr><td>预测时期</td><td colspan="6">丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□
春季☑；夏季□；秋季☑；冬季□
设计水文条件☑</td></tr>
<tr><td>预测情景</td><td colspan="6">建设期☑：生产运行期□；服务器满后□
正常工况☑；非正常工况□
污染控制和减缓措施方案□
区(流)域环境质量改善目标要求情景□</td></tr>
<tr><td>预测方法</td><td colspan="6">数值解☑：解析解□；其他□
导则推荐模式☑；其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="7">影响评价</td><td>水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价</td><td colspan="6">区(流)域水环境质量改善目标□；替代削减源□</td></tr>
<tr><td>水环境影响评价</td><td colspan="6">排放口混合区外满足水环境管理要求□
水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标☑
满足水环境保护目标水域水环境质量要求□
水环境控制单元或断面水质达标□
满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求□
满足区(流)域水环境质量改善目标要求□
水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价☑
对于新设或调整入河(湖库、近岸海域)排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价□
满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上下和环境准入清单管理要求☑</td></tr>
<tr><td rowspan="2">污染源排放量核算</td><td colspan="2">污染物名称</td><td colspan="2">排放量（t/a）</td><td colspan="2">排放浓度（mg/L）</td></tr>
<tr><td colspan="2">（ ）</td><td colspan="2">（ ）</td><td colspan="2">（ ）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">替代源排放情况</td><td>污染源名称</td><td>排污许可证编号</td><td>污染物名称</td><td>排放量（t/a）</td><td colspan="2">排放浓度（mg/L）</td></tr>
<tr><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td>（ ）</td><td colspan="2">（ ）</td></tr>
<tr><td>生态流量确定</td><td colspan="6">生态流量：一般水期( )m^3/s；鱼类繁殖期( )m^3/s；其他( )m^3/s
生态水位：一般水期( )m^3/s；鱼类繁殖期( )m^3/s；其他( )m^3/s</td></tr>
<tr><td rowspan="6">防治措施</td><td>环保措施</td><td colspan="6">污水处理设施☑；水文减缓设施□；生态流量保障设施□；区域削减□；依托其他工程措施☑；其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="5">监测计划</td><td></td><td colspan="2">环境质量</td><td colspan="3">污染源</td></tr>
<tr><td>监测方式</td><td colspan="2">手动☑；自动□；无监测□</td><td colspan="3">手动□；自动□；无监测☑</td></tr>
<tr><td>监测点位</td><td colspan="2">（项目所在海域）</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>监测因子</td><td colspan="2">(温度、盐度、SS、pH、DO、COD、无机氮（包括NO_3-N、NO_2-N 和 NH_3-N）、活性磷酸盐、石油</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

			类、挥发酚和 Cu、Zn、Pb、Cd、Cr、Hg、As 等)		
	污染物排放清单	□			
评价结论		可以接受☑；不可以接受□			

5.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

5.4.1 施工期海洋沉积物影响预测与评价

本项目施工期生活污水以及施工船舶油污水均收集运至岸上处理，不会对附近海域沉积物造成影响。

施工悬浮物影响范围内的悬浮泥沙将会沉积到海底，由于悬浮泥沙主要是来源于原有的海底沉积物、数量较少且持续时间较短，施工产生的悬浮泥沙与影响范围内的沉积物理化指标基本相同，因此施工产生的悬浮物不会对周边海域沉积物环境质量明显影响。

因此，总体来说项目施工期对海洋沉积物环境影响较小。

5.4.2 营运期海洋沉积物影响预测与评价

本项目风机基础采用环氧玻璃鳞片漆防腐涂层和外加电流阴极保护方式进行防腐，环氧玻璃鳞片涂层是由环氧树脂、玻璃鳞片、颜料、固化剂、助剂和稀释剂等组成，具有很强的耐水性、耐盐性、耐油性，在海水环境中基本不会物质溶出，不会对海洋沉积物产生影响。风机基础泥下区采用外加电流阴极保护方式进行防腐，无阳离子析出，不会对海水水质产生影响，不会对海洋沉积物产生影响。

本项目运营期采用固化土进行防冲刷保护，根据类比监测报告，本项目拟采用的固化土各监测因子均满足《围填海工程填充物质成分限制》（GB30736-2014）表 1 中第一类标准限值，采用该固化土对海洋沉积物质量影响较小。

本项目营运期间污废水主要来自维护人员生活污水和船舶含油污水，生活污水及船舶含油污水经收集后交由有资质的单位接收上岸处置。本项目营运期无外排废水排入项目所在海域，因此，对项目所在海域海洋沉积物影响较小。

5.5 海洋生态影响预测与评价

5.5.1 施工期对海洋生态环境的影响预测与评价

5.5.1.1 对生物多样性的影响

工程场址范围主要为近海海域，场区内生物种类组成与场区周边海域种类

基本相同，工程施工主要涉及风电场区域，对海洋生物的影响主要为施工带来的悬浮物浓度增加、振动、施工噪声等干扰等，均为临时性影响，对区域生物多样性影响小。

5.5.1.2 对浮游生物的影响

工程风机桩基基础、海上升压站基础施工，海底电缆铺设施工都会引起海底泥沙再悬浮，在施工作业点周围水体中产生大量的悬浮物，形成一定范围的悬浮物高密度分布区域，从而引起水体悬浮物浓度增加，降低水体透光率，造成水体浮游植物生产力下降。从水生生态系食物链角度看，初级生产力下降，必将影响正常食物链的传递，最终导致水域可利用生物资源量下降。

施工过程引起的入海悬浮泥沙是暂时和有限的。随着工程施工结束，泥沙通过沉降作用，水质将逐渐恢复，浮游生物会逐渐恢复正常。有关资料表明，浮游生物群落的重新建立需要几天到几周时间，基础打桩完成后进行海底电缆铺设，电缆冲埋为线性施工，不产生持续性影响，因此电缆冲埋施工参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，不考虑生物资源的累计损害量。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)(农业部，2008 年 3 月 1 日起施行)，10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L、>100 mg/L 的影响水域中浮游动物、浮游植物损失率分别取 5%、30%、50%和 50%，项目海域浮游植物细胞个数春秋两季平均值为 2.3066×10^4cells/m^3，浮游动物生物量春秋两季平均值为 23.88mg/m^3。

则工程施工将引起浮游植物损失量约 1.77×10^{12} 个，浮游动物损失量 2.07t。见表 5.5-1。

施工过程引起的入海悬浮泥沙是暂时和有限的。随着工程施工结束，泥沙通过沉降作用，水质将逐渐恢复，浮游生物会逐渐恢复正常。有关资料表明，浮游生物群落的重新建立需要几天到几周时间，本项目施工期短，电缆为线性施工，不产生持续性影响，施工产生的悬浮泥沙对浮游生物不会产生长期不利影响。

表 5.5-1 电缆冲埋施工浮游生物损失估算表

悬浮物扩散范围 km^2	类别	资源密度	水深 m	损失率	损失量
15.46（10~20mg/L）	浮游植物 cells/m^3	20366	15.0	5%	236143770000
	浮游动物 mg/m^3	23.88	15.0	5%	276888600
8.93（20~50mg/L）	浮游植物 cells/m^3	20366	15.0	30%	818407710000
	浮游动物 mg/m^3	23.88	15.0	30%	959617800
2.64（50~100mg/L）	浮游植物 cells/m^3	20366	15.0	50%	403246800000
	浮游动物 mg/m^3	23.88	15.0	50%	472824000
2.02（>100mg/L）	浮游植物 cells/m^3	20366	15.0	50%	308544900000
	浮游动物 mg/m^3	23.88	15.0	50%	361782000
合计	浮游植物 cells	/	/	/	1766343180000
	浮游动物 mg	/	/	/	2071112400

5.5.1.3 对潮间带生物的影响

根据水文现状调查资料，2023 年冬季项目登陆点附近滩浒岛潮位测站潮汐特征值，最低潮位为-2.35m，以上述低潮位潮水线作为潮间带和潮下带分界线。

根据水深地形资料和路由材料，本项目定向钻出土点位水深约-8.0m，位于潮下带，项目定向钻施工不会对潮间带生物造成影响。

5.5.1.4 对底栖生物的影响

海缆埋设过程中的开挖、填埋作业，以及风机基础沉桩施工都将对海洋底栖环境造成破坏，使底栖生物部分丧失。

根据水文现状调查资料，2023 年夏季及冬季项目区潮位站滩浒岛最低潮位-2.35m，以上述低潮位潮水线作为潮间带和潮下带分界线。

本项目 66kV 海缆总长 41.55km，均位于最低潮位以下，220kV 送出电缆总长 11.01km（扣除定向段长度）。海底电缆开沟犁作业宽度 0.5m，考虑干扰按 3m 计算，则本项目海底电缆施工影响面积总计约 157680m^2。定位架打桩施工主要为 4 根钢管桩直接占海，拔桩施工影响范围以每根钢管桩外扩 1 倍直径距离计算，则 29 台风机定位架施工影响海域面积为 1764m^2；则本项目施工影响面积总计约 159444m^2。

本项目施工影响范围内的底栖生态环境全部被破坏，栖息于这一范围内的底栖动物将全部丧失，考虑最不利情况，工程周边海域底栖生物春秋季平均生物量最高值为 3.56g/m^2。则施工期造成的底栖生物一次性损失量为：3.56g/m^2×159444m^2 =0.57t。

本项目海底电缆铺设及辅助桩施工时，其施工范围内的底栖生态环境全部

被破坏，该范围内的底栖生物将全部损失；海缆铺设完成后及辅助桩拔除后其所在海域可形成新的底栖生态环境，底栖生物量可逐步恢复。因此施工建设对底栖生物的影响为一次性，按 3 倍计算，生物资源价格取 2023 年舟山市海洋捕捞产值与产量均值的比值平均值：1.36 万元/吨。海底电缆施工造成的底栖生物损害的经济价值为：0.57t×1.36 万元/t×3（倍）=2.33 万元。

5.5.1.5 对渔业资源的影响

1、施工悬浮物对渔业资源的影响

施工过程中，产生的悬浮物将在一定范围内形成高浓度扩散场，悬浮物在许多方面对鱼类产生不同的影响。首先是悬浮微粒中含有大小不同、从几十微米到十余微米的矿质颗粒，悬浮微粒过多时将导致水体混浊度增大，透明度降低，不利于天然饵料的繁殖生长。其次水体中大量存在的悬浮物会造成鱼类呼吸困难和窒息现象，因为悬浮物微粒随鱼的呼吸动作进入鳃部，会沉积在鳃瓣鳃丝及鳃小片上，不仅损伤鳃组织，而且会阻断气体交换，严重时导致窒息。

悬浮颗粒将直接对海洋生物仔幼体造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。

根据王云龙等(1999)长江口疏竣泥悬沙对中华绒螯蟹早期发育的试验结果，当悬沙浓度为 8g/L 时，不会对中华绒螯蟹的交配、产卵和胚胎发育造成影响。在原肠期以前，胚胎成活率几乎为 100%，但当胚胎发育至色素形成期产生一定程度的影响，试验结果三组数据最大死亡率为 60~70%，最小为 5~10%，平均为 30%。但本项目悬浮物浓度持续时间远低于试验条件。可以认为，工程悬浮物增量引起的幼体死亡率应低于 5%。此外，在自然环境中，由于悬沙量增加，降低水中透光率，从而引起浮游植物生产量的下降，进而影响以浮游植物为食的浮游动物的丰度，间接影响溞状幼体和大眼幼体的摄食率，最终影响其发育和变态。海水中悬浮物增加，会对游泳鱼类的正常生理行为产生影响，由于海洋生物的“避害”反应，工程附近海域自然生长的游泳动物将变少。

2、悬浮物对渔业资源的影响

① 工程区生物资源密度和生物量

根据现状调查资料，本报告 2024 年春季调查和 2023 年秋季调查所捕获的鱼卵、仔鱼密度和生物量均不高，出于保守估算，本报告中鱼卵、仔鱼密度取春、秋两季项目风场区及邻近海域调查数据最大值作为计算依据，分别为 0.252ind./m^3、0.680ind./m^3；鱼类、虾类、蟹类和头足类生物量取春秋重量密度最高值，依次为 222.21kg/km^2、44.94kg/km^2、131.27kg/km^2、3.81kg/km^2。

② 生物损失率取值

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，关于污染物对各类生物损失率的描述详见表 5.5-2，本报告中施工悬浮泥沙扩散浓度为 10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L、>100mg/L 的影响水域中鱼卵仔鱼损失率按平均值依次取 5%、30%、50%和 50%，成体损失率按平均值依次取 1%、1%、10%、20%和 20%。

表 5.5-2 工程对海洋生物资源影响损失计算表

污染物 i 的超标倍数（Bi）	各类生物损失率 K_{ij}（%）			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
B_i≤1 倍	5	＜1	5	5
1＜Bi≤4 倍	5～30	1～10	10～30	10～30
4＜Bi≤9 倍	30～50	10～20	30～50	30～50
Bi≥9 倍	≥50	≥20	≥50	≥50
注：1、本表列出污染物 i 的超标倍数（Bi），指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据； 2、损失率是指无虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合素质； 3、本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类、毒性试验数据做相应调整； 4、本表对 pH、溶解氧参数不适用。				

③ 施工期悬浮物增量影响面积

本项目产生悬浮物扩散影响主要来自风机桩基打桩和海底电缆施工产生的悬浮物扩散影响。

风机桩基施工源强小，仅在桩基约 100m 的范围内产生约 2mg/L 的扩散范围，基本不会对海域水质渔业环境造成影响。

根据渔业水质标准，第一、二类海水水质人为增加悬浮物浓度应≤10mg/L，悬浮物浓度增量大于 10mg/L，可能对鱼类生长造成影响。根据《中广核嵊泗 1#海上风电项目数学模型专题报告》中数模预测结果，本项目电缆铺设施工悬浮

泥沙扩散浓度为 10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L、100~150 mg/L、>150 mg/L 的包络线面积分别为 15.46km^2、8.93km^2、2.61km^2、0.84km^2、1.18km^2；在工程施工悬浮物影响范围内，鱼卵、仔鱼因高浓度的含沙量而发生部分死亡。

表 5.5-3 拟建工程 SS 影响程度统计表

SS 增量	（10～20）mg/L	（20～50）mg/L	（50～100）mg/L	100~150mg/L	>150mg/L
施工 SS 影响面积（km^2）	15.46	8.93	2.61	0.84	1.18

④ 影响周期

由于桩基施工产生的悬浮物源强远低于电缆敷设施工的悬浮物源强，引起周围海域悬浮物浓度范围较小。本报告仅计算电缆敷设引起的悬浮泥沙对周边海洋生物的影响。正常情况下，每个部位的电缆敷设造成悬浮泥沙扩散不会超过 15 天，即一个损害周期内可完成。

⑤悬浮物增量扩散造成海洋生物损害量估算

本项目工程施工引起的悬浮物扩散造成的海洋生物损害量结果，鱼卵、仔稚鱼一次性损害量分别约为 21799260 个、58823400 尾；鱼类、虾类、蟹类、头足类幼体的一次性损害分别为 438.6kg、88.7kg、259.0kg、7.5kg。

⑥渔业资源经济补偿价值

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品 鱼苗按 5%成活率计算。

鱼苗价格：根据 2023 年浙江省公共资源交易服务平台系统、浙江省政府采购网等政府渔业资源增殖放流项目的中标(成交)结果公告，大黄鱼（体长≥5.0 ㎝）单价 0.1 元/尾（宁波市象山港水产引种育种有限公司报价），黑鲷（体长≥5.0 ㎝）单价 0.20 元/尾（舟山市普陀兴海养殖优质种苗选育研究所报价），黄姑鱼（体长≥5.0 ㎝）单价 0.30 元/尾（舟山市普陀兴海养殖优质种苗选育研究所报价）；本报告以体长≥5cm 且上述均价 0.20 元/尾作为苗种价格。

生物资源经济价值参照 2023 年舟山市渔业生产统计资料中海洋捕捞产值与海洋捕捞产量数值，取 13.6 元/kg 估算。

综上，本项目施工悬浮物造成的渔业资源经济一次性损失额为损失约为 64.34 万元，补偿年限按 3 年计，则本项目施工造成的渔业资源损失量为 193.02 万元。

表 5.5-4 施工期悬沙渔业资源损失估算表

悬浮物扩散范（km^2）	渔业资源	资源密度	水深(m)	损失率	直接损失量	成活率	折算成体损失量	单价	经济损失(万元)
15.46 (10~20mg/L)	鱼卵 ind./m^3	0.252ind./m^3	15	5%	2921940	1%	29219	0.20 元/尾	0.58
	仔鱼 ind./m^3	0.680ind./m^3	15	5%	7884600	5%	394230	0.20 元/尾	7.88
	鱼类 kg/km^2	222.21kg/km^2	/	1%	34.4	/	34.4	1.36 万元/t	0.05
	虾类 kg/km^2	44.94kg/km^2	/	1%	6.9	/	6.9	1.36 万元/t	0.01
	蟹类 kg/km^2	131.27kg/km^2	/	1%	20.3	/	20.3	1.36 万元/t	0.03
	头足类 kg/km^2	3.81kg/km^2	/	1%	0.6	/	0.6	1.36 万元/t	0.00
8.93 (20~50mg/L)	鱼卵 ind./m^3	0.252ind./m^3	15	30%	10126620	1%	101266	0.20 元/尾	2.03
	仔鱼 ind./m^3	0.680ind./m^3	15	30%	27325800	5%	1366290	0.20 元/尾	27.33
	鱼类 kg/km^2	222.21kg/km^2	/	10%	198.4	/	198.4	1.36 万元/t	0.27
	虾类 kg/km^2	44.94kg/km^2	/	10%	40.1	/	40.1	1.36 万元/t	0.05
	蟹类 kg/km^2	131.27kg/km^2	/	10%	117.2	/	117.2	1.36 万元/t	0.16
	头足类 kg/km^2	3.81kg/km^2	/	10%	3.4	/	3.4	1.36 万元/t	0.01
2.61 (50~100mg/L)	鱼卵 ind./m^3	0.252ind./m^3	15	50%	4932900	1%	49329	0.20 元/尾	0.99
	仔鱼 ind./m^3	0.680ind./m^3	15	50%	13311000	5%	665550	0.20 元/尾	13.31
	鱼类 kg/km^2	222.21kg/km^2	/	20%	116.0	/	116.0	1.36 万元/t	0.16
	虾类 kg/km^2	44.94kg/km^2	/	20%	23.5	/	23.5	1.36 万元/t	0.04
	蟹类 kg/km^2	131.27kg/km^2	/	20%	68.5	/	68.5	1.36 万元/t	0.09
	头足类 kg/km^2	3.81kg/km^2	/	20%	2.0	/	2.0	1.36 万元/t	0.01
2.02 (>100mg/L)	鱼卵 ind./m^3	0.252ind./m^3	15	50%	3817800	1%	38178	0.20 元/尾	0.76
	仔鱼 ind./m^3	0.680ind./m^3	15	50%	10302000	5%	515100	0.20 元/尾	10.30
	鱼类 kg/km^2	222.21kg/km^2	/	20%	89.8	/	89.8	1.36 万元/t	0.12
	虾类 kg/km^2	44.94kg/km^2	/	20%	18.2	/	18.2	1.36 万元/t	0.02
	蟹类 kg/km^2	131.27kg/km^2	/	20%	53.0	/	53.0	1.36 万元/t	0.07

	头足类 kg/km^2	3.81kg/km^2	/	20%	1.5	/	1.5	1.36 万元/t	0.00
小计	鱼卵				21799260	1%	217992	0.20 元/尾	4.36
	仔鱼				58823400	5%	2941170	0.20 元/尾	58.82
	鱼类				438.6	/	438.6	1.36 万元/t	0.60
	虾类				88.7	/	88.7	1.36 万元/t	0.12
	蟹类				259.0	/	259.0	1.36 万元/t	0.35
	头足类				7.5	/	7.5	1.36 万元/t	0.09
	合计				/	/	/	/	64.34
3 年补偿额					/	/	/	/	193.02

5.5.2 营运期对海洋生态环境的影响预测与评价

1、对海洋生态的影响

① 影响分析

根据 5.1、5.2 节水文动力和泥沙冲淤影响评价结论，项目建成后除风机桩基周围局部区域外，海域的水文动力和泥沙冲淤环境基本不会改变，且项目建成运行后基本不会造成海域水质和沉积物环境的变化，因此海域海洋生态生境条件较项目实施前无明显变化，项目建成后项目所在海域的生物类型、数量、组成等均不会发生明显变化，项目营运期对海洋生态环境影响影响较小。但风机基础和升压站的修筑会造成少量海洋底栖生境的永久丧失，项目营运期无法恢复。

风电场建成后，该海域原有的平稳流态受到扰动，形成有快、有慢以及产生滞留带，该海域水流的变动必然与鱼群移动和栖息有着相互的关联性。风电场建成后在迎流面产生一定程度的壅水，在背流面产生涡流。壅水的形成促使工程附近水体垂直交换，海底的营养盐被翻起和扩散，壅水不断将底层、近底层低温、高盐富营养的海水涌升至表层，从而加快营养物质循环速度，并可能引起浮游生物的增加和水质的改善，使该区域成为鱼类的聚集地。基础后部的涡流，影响作用是多方面的，在背面会产生压强相对较小区域，海底的泥沙，大量的悬浮物等都会在此停滞，从而引来鱼群。桩基附近海域由于水的充分交换，不但形成理想的营养盐运转环境，而且形成可供鱼类选择的不同水流条件，为鱼类提供了优良的饵料场、繁殖场和栖息场所，从而对渔业资源增殖产生有利影响。

② 损失评估

工程建设引起工程海域的水动力条件及泥沙运动发生变化，由此造成工程海域的水下地形发生冲淤变化，主要表现为，沿涨落潮流方向的桩基两侧发生淤积现象，而垂直于潮流主轴方向的桩基两侧则发生冲刷现象，即工程建设后大体呈现出流速减小的地方发生淤积，流速增加的地方发生冲刷。总体上看，泥沙冲淤的影响范围主要集中在桩基附近。本项目在桩基基础结构设计时，考虑了冲刷深度影响，基本上可以保证在风机基础结构在预计冲刷条件下的结构安全。但是持续冲刷会造成范围内的底栖生物丧失。

工程桩基占海造成的底栖生物永久性损失面积为：

表 5.5-5 本项目桩基占用海域面积计算表

类型	桩基直径 m	数量	每个桩数	面积
14MW 风机桩基	11.5	25	1	2596.7
12MW 风机桩基	10.2	4	1	326.9
升压站桩基	2.3	1	4	16.6
合计	/	/	/	2940.2

本项目固化土防护范围为冲刷造桩径的 2D~3D，因此冲刷和固化土防护造成的底栖生物损失面积按照较大的 3D 范围计算（扣除风机桩基永久占海面积），合计约 23388.6m^2。

根据海洋生态环境调查结果，工程周边海域底栖生物春秋季最高生物量最高值 3.56g/m^2。则风机塔架和海上升压站桩基永久占用海域造成的一次性损失为：3.56g/m^2× 2940.2m^2 =0.010t；防护造成的一次性损失为：3.56g/m^2×23388.6m^2 =0.083t。

本项目永久占海和防护造成的底栖生物损失均按照 20 年补偿计算，永久损害的经济价值为：0.093t×1.36 万元/t×20（年）=2.53 万元。

根据 5.5.1 节本项目施工期共造成生物损失经济价值约 195.35 万元，本项目施工期和运营期共造成海洋生物损失经济价值约 197.88 万元。

2、对海洋生态系统服务功能的影响分析

海上风电场项目建设对海洋生态和渔业的影响最终体现在造成部分生态系统服务功能的破坏或丧失。海洋生态系统服务功能是指生态系统与生态过程所形成及维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用。项目建设所在海域的生态系统服务功能可划分为物种栖息地、养殖生产、污染净化、生物多样性维持等4个方面的主导功能。

① 物种栖息地

项目建设所在海域是部分水生动物栖息、繁殖场所，也临近候鸟的迁徙区。风电场项目建设施工期会对该区域的水生动物栖息、觅食产生一定的干扰，主要对幼体造成一定程度的伤害，对成体造成回避。但在营运期基本不受影响。海缆施工过程中会占用少量滩涂，但是施工结束后就不会对鸟类的觅食再产生影响。

② 养殖生产

海洋生态系统通过初级生产与次级生产，合成与生产人类生存必需的有机

质及其产品。项目海域主要提供养殖和捕捞海产品。风机基础实际占用海域面积较小，且风电场不占用养殖区水域；220kV 送出海缆不占用养殖区水域。因此，工程对养殖生产功能影响较小。

③ 污染物净化

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

④ 生物多样性维持

生物多样性主要考虑物种多样性维持、生态系统多样性维持。

根据 2024 年春季、2023 年秋季海洋环境现状调查结果，工程海域春秋季调查出的浮游动植物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物为常见种类，未调查到珍稀海洋动植物。工程施工期间的悬浮物会造成浮游动植物、潮间带生物、底栖生物和鱼卵仔鱼一定的损失，营运期风机噪声影响较为有限。因此，工程建设对当地海洋生物多样性、海洋生态系统多样性维持不会产生明显的影响。

本项目生态环境自查见下表。

表 5.5-6 生态影响评价自查表

工作内容		自查项目
生态影响识别	生态保护目标	重要物种□；国家公园□；自然保护区□；自然公园□；世界自然遗产□；生态保护红线☑；重要生境□；其他具有重要生态功能/对保护生物多样性具有重要意义的区域☑；其他☑
	影响方式	工程占用□；施工干扰活动☑；改变环境条件□；其他☑
	评价因子	物种☑（分布范围、植物、动物、鱼类、保护动植物、特有种、行为） 生境☑（土地利用现状、生境面积、连贯性） 生物群落☑（群落组成、群落结构、群落特征） 生态系统□（植被覆盖度、生态功能区划、生物量、生态系统功能、主要生态问题） 生物多样性☑（物种区系、物种组成、入侵物种、优势度） 生态敏感区□（主要保护对象、生态功能、位置关系 ） 自然景观□（景观比例、频度、密度、优势度） 自然遗迹□（ ） 其他☑（生态损失量）
评价等级		一级☑ 二级□ 三级□ 生态影响简单分析□

评价范围		陆域面积：（ ）km²；水域面积：（2500）km²
生态现状调查与评价	调查方法	资料收集□；遥感调查□；调查样方、样线☑；调查点位、断面☑；专家和公众咨询法□；其他□
	调查时间	春季☑；夏季□，秋季☑；冬季□ 丰水期□；枯水期□；平水期□
	所在区域的生态问题	水土流失□；沙漠化□；石漠化□；盐渍化□；生物入侵□；污染危害☑；其他☑
	评价内容	植被/植物群落□；土地利用□；生态系统□；生物多样性☑；重要物种☑；生态敏感区□；其他□
生态影响预测与评价	评价方法	定性□；定性和定量☑
	评价内容	植被/植物群落□；土地利用□；生态系统☑；生物多样性☑；重要物种☑；生态敏感区□；生物入侵风险□；其他□
生态保护对策措施	对策措施	避让□；减缓☑；生态修复□；生态补偿☑；科研□；其他□
	生态监测计划	全生命周期□；长期跟踪□；常规☑；无□
	环境管理	环境监理☑；环境影响后评价□；其他□
评价结论	生态影响	可行☑；不可行□
注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项		

5.6 水上噪声影响预测与评价

5.6.1 施工期水上噪声影响分析

工程施工期水上噪声对海洋动物的影响源主要是施工期船舶运输噪声。船舶航行引起的水下声环境变化预测，根据厦门大学在厦门五缘湾海域对海洋环境噪声与船舶噪声进行的监测。厦门西海域为厦门港的主要航道，监测的船舶渔船经过时的海洋环境噪声变化情况。一艘渔船由远到近，之后又远离时（最近距离 20m）所监测到的船舶噪声，其监测结果表明：一般货运船舶噪声的均方根声压级平均值约为 125.5dB，比海洋环境噪声提高了约 10~15dB。部分航速较快、吨位较大、航行中仍在施工或其他增大水下噪声的原因的船舶其峰值声压级可以达到 150dB 以上。由于风电场周边 500m 范围内无声环境敏感目标，因此，施工船舶运输噪声对水上声环境影响不大。船舶航行声压谱级的变化，见表 5.6-1。本工程船舶噪声最大值在经过海域与五缘湾海域船舶噪声相近，类比预测可知，工程船舶经过后，海洋环境噪声约增加 12-18dB。

表 5.6-1 船舶经过前与后的海洋环境噪声变化

频率（kHz）	0.1	0.5	1	2	5
船舶经过前噪声谱级（dB）	95	93	94	88	80
船舶经过时噪声谱级（dB）	108	110	112	100	98
增加谱级数（dB）	13	17	18	12	18
工程海域水下背景噪声谱级最大值（dB）	110.6	115.5	106.3	94.4	86.4
本工程船舶噪声最大值(水下背景噪声在0.1kHz~5 kHz)	123.6	132.5	124.3	106.4	104.4

5.6.2 营运期水上噪声影响分析

5.6.2.1 风机运行噪声影响分析

1、预测源强

本项目营运期主要噪声源为风力发电机组运行产生的噪声，风力发电机组声功率级为 115dB。

2、预测方法

根据实测结果与点声源衰减模式预测结果的拟合，在距风力发电机组较近情况下，声源为一面源，同时受机械噪声等高频噪声的影响，其噪声不符合点声源的衰减规律；在风力发电机组较远情况下，计算点大于风力发电机组几何体 1 倍距离后，其噪声衰减规律与点声源模式的衰减规律基本一致。甚至在距离风力发电机组水平 50m 以外，噪声计算值与实测值衰减趋势就基本一致。

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》附录 C 推荐的预测模式，风力发电机组影响预测公式如下：

即假定声音从一个点无衰减传播开来，则距离单台风机声源 r 处预测点 A 声级 LP(r)计算为式（5.6-1）：

$$L_p(r) = L_W(r_0) - 10\lg(2\pi r^2) \qquad （5.6-1）$$

式中：$L_P(r)$—单台风机声源r处预测点A声级，dB(A)

$L_W(r_0)$—单台风机声源r0处A声级，dB(A)

N 台风轮机距离声音源 r 处的噪音水平总效应 LP,total(r)计算为式（5.6-2）：

$$L_{p,total} = 10\lg\sum_{i=1}^{N}\left(10^{L_{p,i}/10}\right) \qquad （5.6-2）$$

3、预测结果

（1）单台风机噪声影响

本项目风机轮毂高度为 151m 和 142m，本着最不利影响考虑，风机轮毂高

度以 142m 作为评估分析，风机噪声源以 115 dB(A)作为评估分析，则营运期期风机组噪声影响预测表见表 5.6-2 所示。

表 5.6-2 本项目风机组噪声影响预测表 单位：dB(A)/20μP

与轮毂直线距离(m)	250	400	500	600	700	800	1000	1200	1400
与桩基水平距离(m)	206	374	479	583	685	787	990	1192	1393
风机噪声(dB)	59	55	53	51	50	49	47	45	44

由此可得，在距离风机轮毂直线距离 250m 处（海面上距桩基水平距离为 206m），运营期风机噪声降为 59dB (A)；在离风机直线距离 700m 处（海面上距桩基水平距离为 685m），运营期风机运行噪声降为 50dB (A)；在离风机直线距离 1400m 处（海面上距桩基水平距离为 1393m），营运期风机运行噪声降为 44dB (A)。

在大多数情况下，由于风电机组间相距较远，每个风电机组可视为一个点声源，多个噪声在同一点的噪声叠加值比单个噪声值只略有增加，海上风电场的整体运行噪声很接近单个风机的运行噪声，多台风机之间噪声的叠加仅是影响范围的扩大，基本不增加强度。

（2）风机叠加噪声影响

2024 年 3 月，嵊泗 1#风电工程海域施工前水上噪声最大值为 52.6dB；2024 年 8 月噪声最大值为 53.1dB，且测量时海况较好（2 级海况），若在海况更差甚至下雨时，声环境背景值会升高。由表 5.6-2 可知，当距离单台风机 400m 时（距桩基水平距离为 374m），风机运行噪声降到 55dB 以下，随着与风机距离的增加，风机运行产生的噪声逐渐低于环境背景噪声，由于噪声掩蔽现象，风机噪声被背景值掩盖，故推测本海上风电场运行噪声对海上声环境影响仅限于风机附近。

根据 N 台风机距离声源 r 处的噪声水平总效应 $L_{p,total(r)}$ 公式，分析本项目海上风电场营运期多台风机水上噪声叠加影响情况。根据本海上风电场风电机组选型和布置方案，在风电场区共布置 24 台单机容量 14.0MW 风电机组和 5 台单机容量 12.0M 风电机组。风机沿场区南北边界成行布置，共 3 行。风电机组行间距 1700~1995m，行内间距 832~1252m，风电机组间最小间距为 832m（约 3.08D）。

本项目单台风力发电机组噪声以最大声功率 115dB(A)计算，且从更不利影响的角度，风机之间距离以 0.8km 分布计算，则营运期临近某台风机的 4 台风机在本台风机处产生的噪声源强为 49dB(A)。故可得邻近风机距离声源 r 处的噪声水平总效应 $L_{p,total}(r)$为：

)=10lg(+4×)≈115dB (A)

由上式可得，临近的 4 台风机在某一风机处叠加所产生的噪声数值很小，与单台风机产生的噪声水平相当。即本项目单台风力发电机组噪声以最大声功率 115dB(A)，叠加邻近 4 台风机后的噪声强度仍约为 115dB(A)。

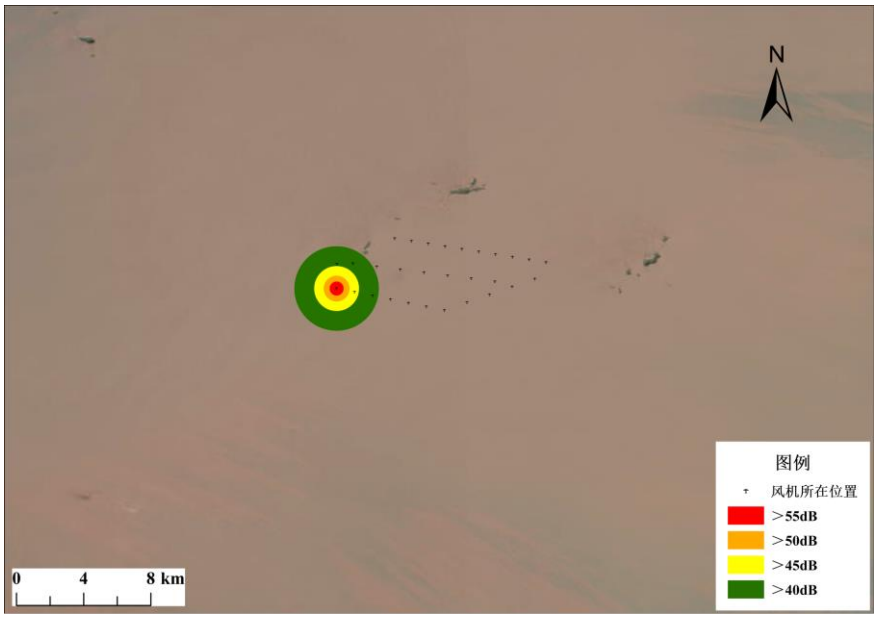


图 5.6-1 单个风机噪声（空气）影响预测图

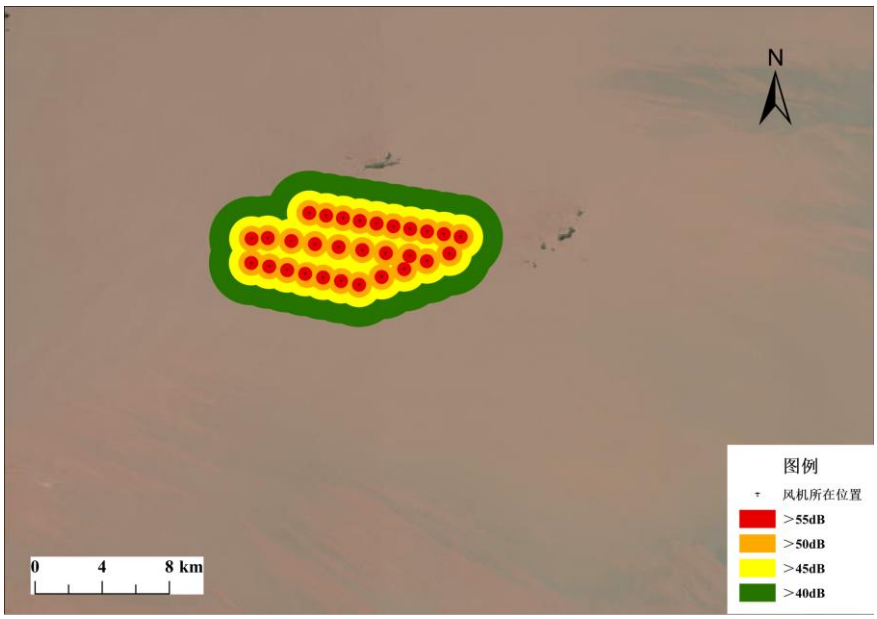


图 5.6-2 29 台风机噪声（空气）整体影响预测图

为进一步验证海上风电场营运期水上噪声的强度，2024 年 3 月 29 日，杭州海蛞蝓生态科技有限公司对嵊泗 2#海上风电场工程营运期（正常运营情况下）海上升压站四周的声环境开展了监测，监测点位分布详见图 5.6-3。监测期间，海域水深约 11.3m ~11.5m，天气晴，海况 2 级，风速 4.0m/s~4.5m/s。水上噪声监测结果表明，海面上环境噪声等效连续 A 声级主要分布在 49.8dB~56.5dB，最大等效连续声级约为 56.5dB，平均值为 52.0dB。详见表 5.6-3。

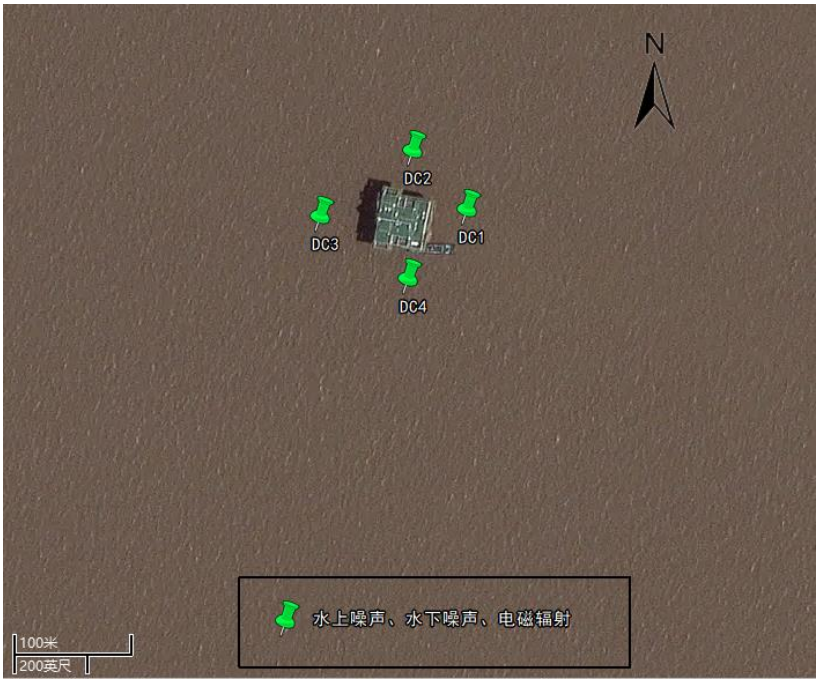


图 5.6-3 浙能嵊泗 2#海上风电场项目营运期升压站监测点位

表 5.6-3 嵊泗 2#海上风电场工程营运期升压站四周水上声环境现状监测结果

点位	主要声源	测量时间	L_{Aeq}	L_{10}	L_{50}	L_{90}
DC01	海面噪声	2024-3.29 16:26	50.2	51.4	49.6	47.2
DC02	海面噪声	2024-3.29 16:51	56.5	59.0	49.8	48.0
DC03	海面噪声	2024-3.29 15:56	51.3	51.8	54.0	52.0
DC04	海面噪声	2024-3.29 16:11	49.8	51.4	49.8	48.6

由专题报告水上噪声现状监测可知，2024 年 3 月，嵊泗 1#海上风电项目周边海域各监测点位水上噪声等效连续声级范围为 43.1dB~52.6dB，最大等效连续声级约为 52.6dB；2024 年 8 月，各监测点位水上噪声等效连续 A 声级主要分布在 36.8dB~53.1dB，最大等效连续声级约为 53.1dB。故本项目临近风电场区（图 5.6-4）风机运营产生的水上噪声与海洋环境背景噪声相当（图 5.6-5），即水上噪声测量结果主要受海况影响，受风机运营影响较小。

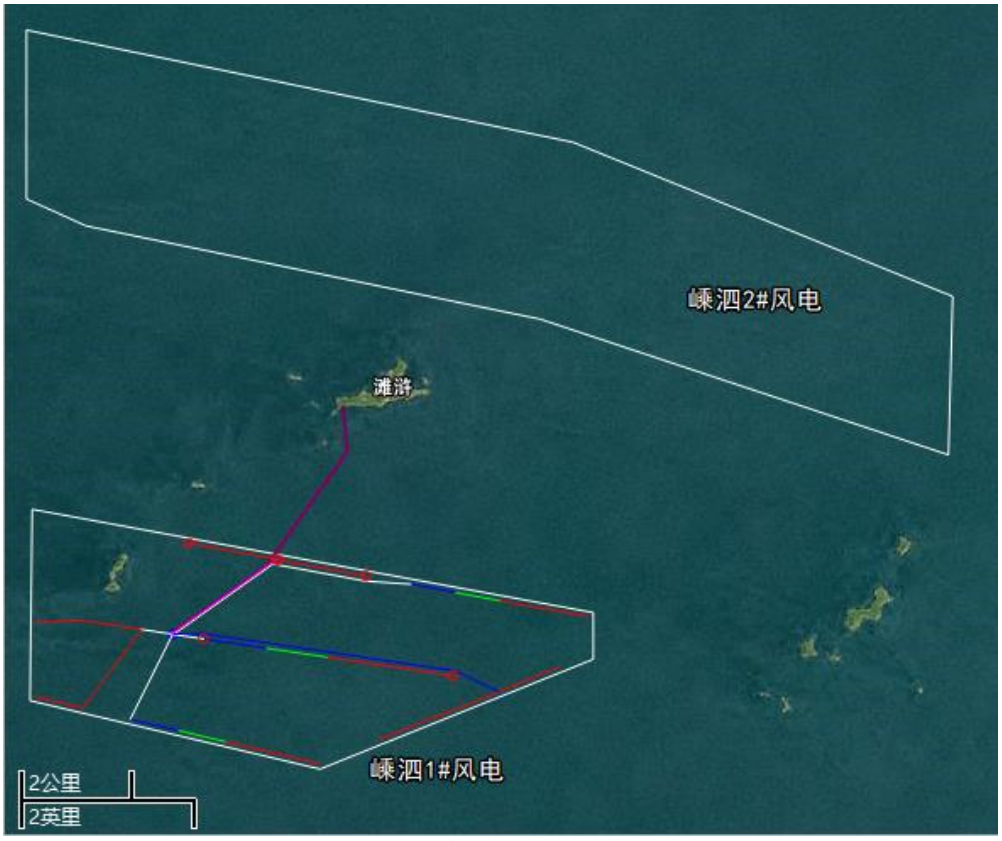


图 5.6-4 两个风电场位置关系图

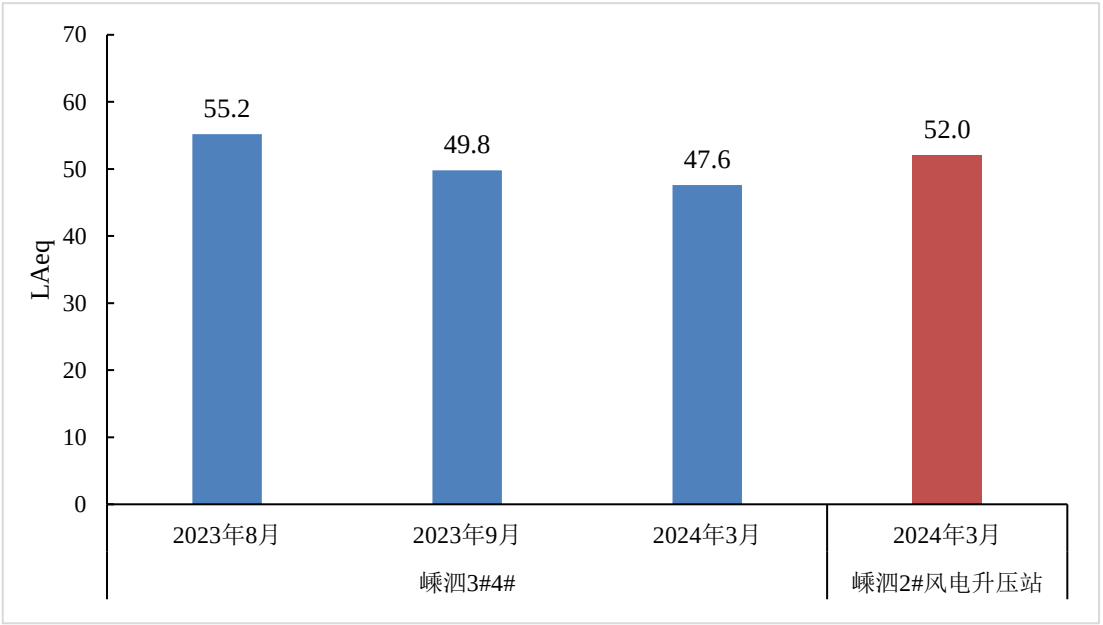


图 5.6-5 水上噪声均值对比

由此推测，本项目营运期水上噪声与海洋环境背景噪声相当，其水上噪声测量结果主要受海况（包括风力、海浪拍击船舷声响等）影响，且多台风机之间噪声的叠加仅随着场界大小，其影响范围变化，噪声强度基本不增加，风机机组产生的叠加噪声基本上仍等于单台风机原噪声源强。另外，由于海上风声

和海浪声等海洋背景值较大，多台风机运行对海上声环境影响仅限于风机附近。综上，由于风电机组间相距较远，每个风电机组可视为一个点声源，多个噪声在同一点的噪声叠加值比单个噪声值只略有增加，增加值基本可以忽略。

5.6.2.2 海上升压站噪声影响分析

升压站运行后，工频电磁噪声主要来自室内的主变压器、风机、电抗器和屋外配电装置等电器设备所产生的电磁设备噪声，主变噪声在 91.2dB(A)（1m 处）左右、风机噪声在 75dB(A)（1m 处）。

本项目海上升压站采用 2 台 225MVA 主变压器，

表 5.6-4 工业企业噪声源强调查清单（室内声源）

序号	声源名称	型号	声源源强（声压级/距声源距离）	声源控制措施	运行时段
1	225MVA 变压器 A	225MVA	91.2dB(A)/1m	低噪声设备、减振装置	00:00-24:00
2	225MVA 变压器 A	225MVA	91.2dB(A)/1m		00:00-24:00
3	风机 1	/	75dB(A)/1m		00:00-24:00
4	风机 2	/	75dB(A)/1m		00:00-24:00

表 5.6-5 嵊泗 1#海上风电工程海上升压站厂界噪声预测结果

测点	位置	预测值 dB(A)		标准值 dB(A)		达标情况	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
1	海上升压站厂界东 1m	46.6	46.6	65	55	达标	达标
2	海上升压站厂界南 1m	46.3	46.3			达标	达标
3	海上升压站厂界西 1m	46.6	46.6			达标	达标
4	海上升压站厂界北 1m	46.3	46.3			达标	达标

注：本项目海上升压站采用户内变的形式，建筑隔声取 20dB。

预测结果表明，海上升压站站界四周的昼、夜间噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348.2008）3 类标准限值的要求，水上声环境自查见表 5.6-6。

表 5.6-6 声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级与范围	评价等级	一级□	二级☑	三级□			
	评价范围	200 m□	大于 200 m☑	小于 200 m□			
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级☑	最大 A 声级□	计权等效连续感觉噪声级□			
评价标准	评价标准	国家标准☑	地方标准□	国外标准□			
现状评价	环境功能区	0 类区□	1 类区☑	2 类区□	3 类区□	4a 类区□	4b 类区□
	评价年度	初期☑	近期□	中期□	远期□		
	现状调查方法	现场实测法☑	现场实测加模型计算法□	收集资料□			
	现状评价	达标百分比	100%				
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测□	已有资料☑	研究成果□			
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型☑	其他□				
	预测范围	200 m□	大于 200 m☑	小于 200 m□			
	预测因子	等效连续 A 声级☑	最大 A 声级□	计权等效连续感觉噪声级□			
	厂界噪声贡献值	达标☑	不达标□				
	声环境保护目标处噪声值	达标☑	不达标□				
环境监测计划	排放监测	厂界监测☑	固定位置监测□	自动监测□	手动监测□	无监测□	
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（ ）	监测点位数（ ）	无监测□			
评价结论	环境影响	可行☑	不可行□				
注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。							

5.7 水下噪声影响预测与评价

5.7.1 打桩噪声影响预测

5.7.1.1 噪声传播途径

冲击式水下打桩为海上风电场施工期间可能产生的最大水下噪声源强。桩基施工的所产生的水下噪声源强是由桩柱管径、重锤敲击能量、海域水深、海底地质等多个参量综合决定的。根据本项目海上风电场桩基施工工艺，每个桩

基的打桩施工过程依次进行，即一次只打一个桩，故本项目不存在打桩施工噪声叠加的情况。

在海上风电场建设中，当打桩行为发生时，桩锤和桩基接触过程中产生的噪声有三种途径可以传播至水下，产生水下噪声。第一种途径是通过空气传入水中，由于声阻抗的差异，空气和水中同样声强的声波，水中的声压比空气大60倍，位移幅度小60倍。如果声压相同，水中的位移幅度比空气中小3600倍。声阻抗差异使得气/水界面成为非常好的反射体（也称 Lloyd 镜）。因此能量很少能穿过该反射体，比如水中的声波传不到空气，反过来也是这样。另一个特性就是水中声波经气/水界面反射后，极性与原始波形相反，这表示疏密转换。第二种途径就是通过桩基在水中的部分传播，这部分噪声源是打桩噪声产生水下噪声的主要来源。第三种就是通过桩基传入海底反射回水中。打桩作业噪声传播路径详见图 5.7-1。

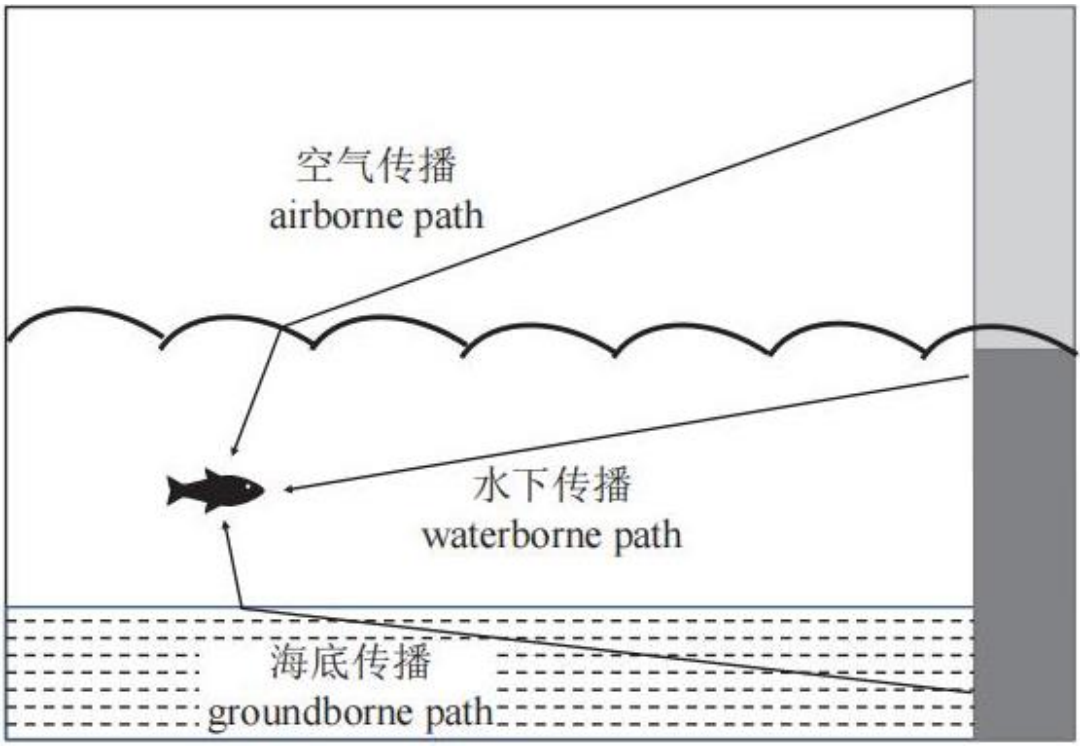


图 5.7-1 水下冲击打桩的噪声传播路径

2011 年，美国华盛顿大学的 Reinhall 等（Reinhall 等, 2011）通过有限元分析（Finite Element Model）仿真了打桩过程水中的声场分布（图 5.7-2），得出模拟结果同现场实际测量结果相互吻合。

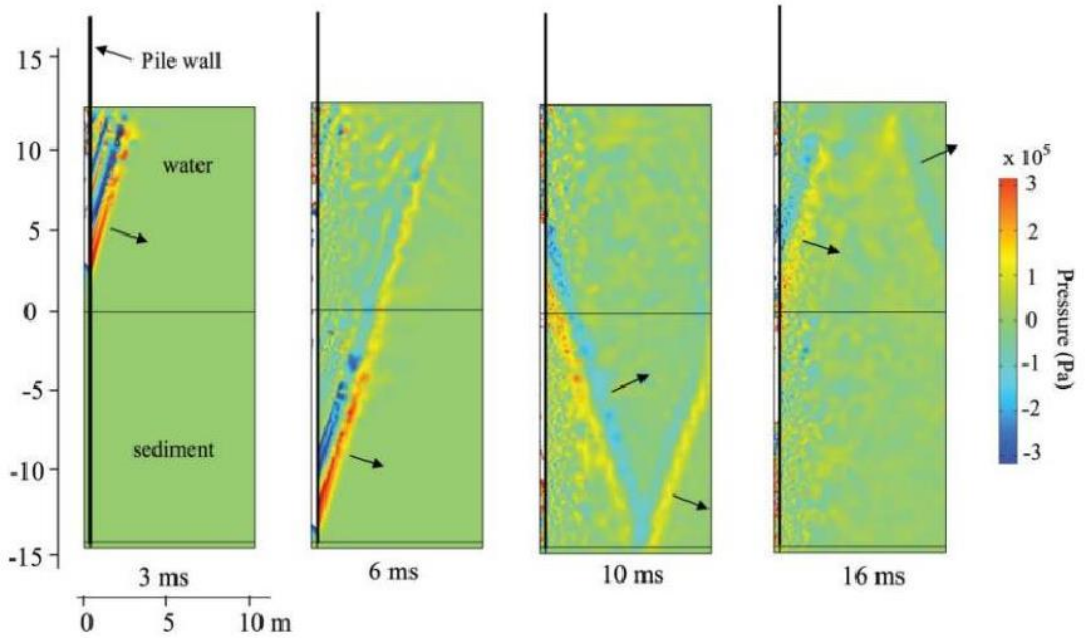


图 5.7-2 水下打桩时声传播声场分布

海上风电打桩噪声跟踪监测及预测工作随海上风电工程大规模的建设而开展，特别是噪声的峰值声压级监测工作，在不同深度、不同距离的跟踪监测结果输出的基础上拟合出噪声的传播衰减公式汇总如下：

表 5.7-1 多个海上风电场水下打桩噪声的传播衰减公式汇总

风电场	桩径(m)	测量深度(m)	变量(dB re 1μPa)	传播衰减公式
Sweden	未记录	4～6	SEL	SEL=210-15logR
North Hoyle	4.0	5/10	峰峰 SPL	SPL_{p-p}=260.31-22logR(5m) SPL_{p-p}=262.34-22logR(10m)
North Hoyle	4.0	10～15	峰峰 SPL	SPL_{p-p}=249-17logR-0.0011R
Scroby Sands	4.2	3～30	峰峰 SPL	SPL_{p-p}=257-20logR-0.003R
Kentish Flats	4.3	5～8	峰峰 SPL	SPL_{p-p}=243-20logR-0.002R
Barrow	4.7	10～20	峰峰 SPL	SPL_{p-p}=252-18logR-0.0003R
Burbo Bank	4.7	7～24	峰峰 SPL	SPL_{p-p}=249-21logR-0.0047R
Belwind	4.5	10～24	峰峰 SPL	SPL_{p-p}=270.7-27.4logR
Scotland	1.8	5	SPL	SPL=250-20log(R)-0.0004R

5.7.1.2 打桩施工水下噪声类比分析

1、类比可行性分析

根据《瑞安 1 号海上风电项目水下噪声及电磁环境对海洋生物影响专题研究报告》（厦门大学，2023 年），该课题组收集了历年典型桩芯材料与不同直径对应的水下打桩单次冲击噪声声级，详见表 5.7-2。

表 5.7-2 典型桩芯材料与不同直径的单次打桩对应声源级表(10m)

桩型(直径)	峰值声压(dB_{SPL})	均方根值声压(dB_{RMS})
冲击式混凝土桩(61cm)	183~193	171~175
冲击式钢壳桩(30.5cm)	190~200	180~184
冲击式钢芯桩(70cm)	206	188
冲击式钢壳桩(76cm)	208	190
冲击式钢壳(244cm) (距离 25m)	212	197

Nedwell 等（JR Nedwell 等,2007）等对英国 5 个海上风电场 5 种不同直径单管桩在打桩施工时的水下噪声进行现场测量，表明其峰值声源级的变化范围为 237~251dB/μP；且在直径 4m 以上时，声源级随管桩径直径的变化关系不明显，其与传播的水深等参数密切相关。详见表 5.7-3。

表 5.7-3 英国 5 个海上风电场单桩桩基施工水下噪声声源级

海上风电场	管桩直径 (m)	峰值声源级 (dB−1m)	风机数	峰值声源级 (dB−500m)	海域水深（m）
North Hoyle	4.0	243	17	197	10~15
Scroby Sands	4.2	251	20	196	3~30
Kentish Flats	4.3	237	20	182	5~8
Barrow	4.7	245	18	197	10~20
Burbo Bank	4.7	243	21	186	7~24

Wyatt（2008）在总结海上油气平台工程的打桩噪声对海洋生物的影响时，收集了一些欧洲海上施工工程中的打桩噪声测量声源级和桩径数据，将这些数据通过画出散点图（图 5.7-3）的方式，拟合了一个声源级估计公式（针对桩径小于 4.0m 的钢管桩）：

$$SL = 230.25 \times D^{0.0774}$$

式中，声源级单位为 dB，参考距离为 1m，形式也为峰-峰值声压级；D 表示打桩工程的桩直径，单位 m。

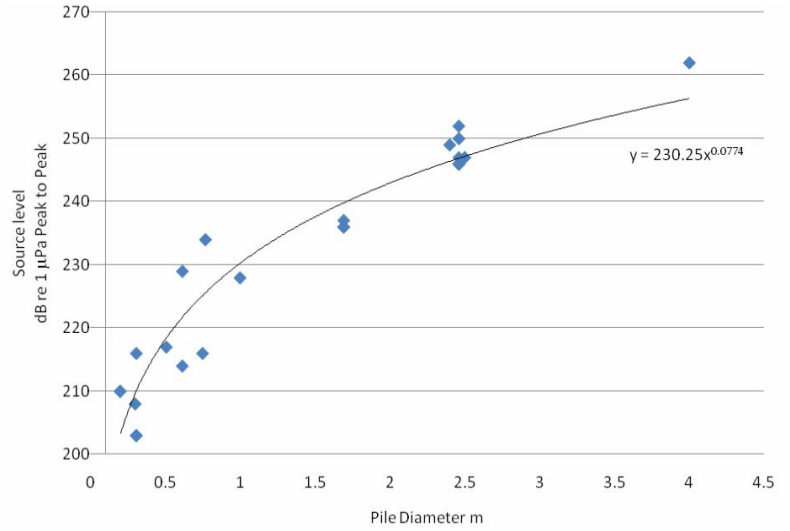


图 5.7-3 打桩噪声声源级与桩径关系散点图及拟合曲线

综合上述资料可得，打桩施工时的水下噪声声源级随管桩径直径的变化关系不明显，可能与声传播的水深等参数密切相关。故本报告搜集参考了工程附近两个风电场，即浙江嵊泗海域的嵊泗 2#海上风电场与嵊泗 5#、6#海上风电场项目施工期的现场采集数据及分析成果，同时搜集了苍南 1#海上风电场施工期的现场采集数据及分析成果，以类比预测嵊泗 1#海上风电场施工期打桩产生的水下噪声源强。

嵊泗 1#风电与嵊泗 2#风电、嵊泗 5#6#风电位置所处海域水深、底质类型均相近，水下声波传播衰减特性（如声速梯度、反射/折射路径）具有可比性。采用的苍南 1#实测数据，考虑到桩基类型及桩径匹配度高，故辅助类比。可比性分析详见表 5.7-4。

表 5.7-4 海上风电场打桩施工水下噪声可比性分析

项目	嵊泗 2#风电	嵊泗 5#6#风电	苍南 1#风电	本项目
风机数	31 台/6.45MW 32 台/6.25MW	45 台/6.25MW	24 台/6.25MW 25 台/10MW	24 台/14MW 5 台/12MW
总装机容量	399.95MW	282MW	400MW	396MW
风机基础	高桩承台基础（6 根直径为 2.3m 的钢管桩作为基桩）	高桩砼承台方案（8 根直径为 2.0m 的钢管桩作为基桩）	大直径单桩基础（单根直径 8.60m~9.40m）	无过渡段单桩基础（单根直径 8.5m~11.5m）
海上升压站基础	桩基导管架平台（4 根钢管桩）	导管架嵌套桩基础结构（4 根导管架）	4 桩先桩式导管架	4 腿导管架型式
轮毂高度	104m	/	110m/127m	151/142m
绝缘海缆结构	三芯 3×500 mm² 220kV XLPE	三芯 220kV	XLPE-3×500+3×36 芯光缆 127/220kV	三芯 220kV XLPE

电缆额定电流	220kV	220kV	220kV	220kV
海域水深	9.2m~12.2m	12.5m~14.5m	19m~26m	11m~16m
海底地形地貌	地形整体较平缓，表层以淤泥质土为主	地形总体较平缓，表层以粉砂质淤泥为主	地形总体较平缓	地势较为平缓，表层以淤泥质土为主

2、苍南 1#海上风电场工程打桩施工水下噪声类比预测

根据《华润电力苍南 1#海上风电场项目施工期噪音报告》（中国船舶科学研究中心，2022 年 6 月）研究成果：苍南 1#海上风电场项目监测海域海洋环境水下噪声总声级在 133.8dB~184.4dB（20Hz~20kHz） 之间，最大谱级在 105.6dB ~146.4dB 之间，峰值声压在 156.7dB~199.1dB 之间。海面上环境噪声等效连续 A 声级主要分布在 54.5dB ~89dB 之间，最大等效连续声级约为 89dB。

监测海域噪声级随着频率的增高而下降，在频率 20Hz~20kHz 范围内噪声谱级总声级变化范围在 50.6dB 以下，峰值声压变化在 42.4dB 以下。100Hz 声压谱级在 112.3dB ~ 164.2dB 之间，变化范围为 51.9dB，500Hz 声压谱级在 84.2dB ~ 136.3dB 之间，变化范围为 52.1dB，1kHz 声压谱级在 78.1dB ~ 137.5dB 之间，变化范围为 59.4dB，2kHz 声压谱级在 79.7dB~ 128.8dB 之间，变化范围为 49.1dB，5kHz 声压谱级在 70.0dB ~ 115.5dB 之间，变化范围为 45.5dB。

对实测的部分数据进行最小二乘法线性拟合，调用 Matlab 中的 cftool 函数实现最小二乘法线性拟合，估计出该海上风电场工程水下打桩噪声的声源级。得到苍南 1#海上风电工程水下打桩噪声峰值声压级拟合衰减曲线表达式如下：

$$SPL_{peak}=243.1-28.01\times lgR$$

根据上述峰值声压级拟合衰减曲线可得苍南 1#海上风电工程水下打桩噪声峰值声源级为 243.1dB，扩散系数为 28.01。

2、嵊泗 2#海上风电场工程打桩施工水下噪声类比预测

根据 2021 年 3 月 25 日，杭州海蛞蝓生态科技有限公司对浙能嵊泗 2#海上风电场项目施工期打桩噪声进行的监测资料：嵊泗 2#海上风电场施工期打桩噪声声级随着频率的增高而下降，在频率 20Hz~8kHz 范围内噪声总声级的变化范围在 107.7~158.7dB 之间，变化范围为 51dB，峰值声压在 158.5~187.9dB 之间，变化范围为 29.4dB。20Hz 声压谱级在 84.4dB~133.9dB 之间，变化范围为 49.5dB；50Hz 声压谱级在 80.2~128.2dB 之间，变化范围为 48dB；100Hz 声压谱级在 71.8~127.8dB 之间，变化范围为 56dB； 250Hz 声压谱级在 59.5~129.4dB 之间，

变化范围为 69.9dB； 500Hz 声压谱级在 66.3~128.6dB 之间，变化范围为 62.3dB；1kHz 声压谱级在 56.4~123dB 之间，变化范围为 66.6dB；2kHz 声压谱级在 67.2~116dB 之间，变化范围为 48.8dB；5kHz 声压谱级在 59.5~106.1dB 之间，变化范围为 46.6dB。

对实测的部分数据进行最小二乘法线性拟合，调用 Matlab 中的 cftool 函数实现最小二乘法线性拟合，估计出该海上风电场工程水下打桩噪声的声源级。得到嵊泗 2#海上风电工程水下打桩噪声峰值声压级拟合衰减曲线表达式如下：

$$SPL_{peak}=231.1-21.7\times lgR$$

根据上述峰值声压级拟合衰减曲线可得嵊泗 2#海上风电工程水下打桩噪声峰值声源级为 231.1dB，扩散系数为 21.7。

3、嵊泗 5#6#海上风电场工程打桩施工水下噪声类比预测

根据嵊泗 5#6#海上风电场施工期打桩噪声监测资料显示：打桩噪声声级随着频率的增高而下降，在频率 20Hz~8kHz 范围内噪声总声级的变化范围在 109.2~158.5dB 之间，变化范围为 49.3dB，峰值声压在 165.7~191.7dB 之间，变化范围为 26.0dB。20Hz 声压谱级在 88.9dB~132dB 之间，变化范围为 43.1dB；50Hz 声压谱级在 82.2~128dB 之间，变化范围为 45.8dB；100Hz 声压谱级在 74.9~127.7dB 之间，变化范围为 52.8dB；250Hz 声压谱级在 67.5~129.2dB 之间，变化范围为 61.7dB；500Hz 声压谱级在 60.3~128.3dB 之间，变化范围为 60.3dB；1kHz 声压谱级在 64.8~122.8dB 之间，变化范围为 58dB；2kHz 声压谱级在 68.3~115.7dB 之间，变化范围为 47.4dB；5kHz 声压谱级在 65.8~106.5dB 之间，变化范围为 40.7dB；8kHz 声压谱级在 66.4~103.4dB 之间，变化范围为 37dB。

对实测的部分数据进行最小二乘法线性拟合，调用 Matlab 中的 cftool 函数实现最小二乘法线性拟合，估计出该海上风电场工程水下打桩噪声的声源级。得到嵊泗 5#6#海上风电工程水下打桩噪声峰值声压级拟合衰减曲线表达式如下：

$$SPL_{peak}=227.6-18.7\times lgR$$

根据上述峰值声压级拟合衰减曲线可得嵊泗 5#6#海上风电工程水下打桩噪声峰值声源级为 227.6dB，扩散系数为 18.7。

4、本项目水下打桩施工噪声类比结果分析

（1）本项目水下打桩施工噪声特性分析及预测

水下打桩噪声特性包括其时域与频域特性。时域特性分析包括分析统计反

映其时域特性的个重要参数：峰值声压级、均方根级和声暴露级；频域特性分析包括对实测水下打桩噪声进行功率密度谱估计；最后根据时域特性分析中参数统计结果拟合水下打桩噪声传播衰减曲线并估计水下打桩噪声声源级。

A、水下打桩噪声的时域特性分析

描述水下噪声特性的参数有很多，比如声压级、声强级、声功率级、声能密度等，但并不是所有声学参数都适合描述水下打桩噪声。与水下爆破脉冲、地震枪发射脉冲相似，水下打桩噪声具有瞬变、短暂、高强度、宽频带等特性，故本工程有 3 个参数适合描述水下打桩噪声特性，即**峰值声压级、声暴露级及均方根级**，它们作为评价指标被运用于多个评价水下噪声对海洋哺乳动物影响标准中。

a.峰值声压级

声压（Sound Pressure）衡量介质压强的变化，是描述声波的常用物理量，单位为 Pa。峰值声压是指一段声信号声压绝对值的最大值，峰值声压所对应的声压级称为峰值声压级，它是描述脉冲信号特性的一个重要物理量，其数学表达式为：

$$SPL_{peak} = 20\lg\frac{P_{\max}}{P_{ref}}$$

式中：$P_{\max}$为峰值声压；

P_{ref}为参考声压，水中取值 1 μPa。

b.声暴露级

声暴露级（Sound Exposure Level）是指声信号在一段时间内声压平方的积分对应的分贝级，它用于描述声信号在一段时间内能量的累积，其数学表达式为：

$$SEL = 10\lg\left[\frac{1}{t_0}\int_{t_1}^{t_2}\frac{p^2(t)}{p_{ref}^2}\right]$$

式中：$P(t)$为声压；

P_{ref}为参考声压，且水中取值 1 μPa。

t_1与 t_2表示该噪声事件对声能有显著贡献的足够长的时间间隔，t_0为参考时间，对于声暴露级，t_0取值 1 s。声暴露级的单位为 dB re 1μPa^{2}s。

c.均方根级

均方声压(Mean-square Sound Pressure)是指声信号在一段时间内声压平方的平均值，均方声压平方根值为均方根声压(Root-mean-square Sound Pressure)，其数学表达式为：

$$P_{rms}=\sqrt{\frac{1}{t_f-t_i}\int_{t_i}^{t_f}p^2(t)dt}$$

式中：T_i与 T_f为所取波形时间的起始点与终止点，单位为秒，得到 P_{rms}。

根据峰值声压级计算公式计算声压级，即可得均方根级 SPL_{RMS}，单位为 dB。在计算水下打桩噪声 SPL_{RMS}时，关键是选取合适打桩脉冲的时间段，即 T_i与 T_f的选取，普遍的做法是去掉所选水下打桩脉冲信号能量的前 5%和后 5%部分，对剩余的水下打桩脉冲信号能量部分进行均方根级的计算。

根据前述章节，比较距离桩基不同距离处监测点水下打桩噪声的峰值声压级数据可知，随着测量距离的增加噪声峰值声压级结果都呈递减的趋势。

B、水下打桩噪声的频域特性分析

风机桩基施工打桩在水下所产生的噪声是一个个强的脉冲冲击波，从理论上分析可知，时域上窄的脉冲冲击波在频域上会产生非常宽的频段分布，因此风机打桩噪声功率谱具有宽频率分布特点，由于噪声的不同频率成份其传播中衰减量有所不同，低频衰减慢，传播距离远，而高频衰减快。在一定距离后，主要以 10kHz 以下的频段为主要能量分布。

根据 Wenz 的典型海洋环境噪声分布曲线，同时结合水声学原理，海洋环境背景噪声确定可以从噪声源分析，主要有以下三类：①潮汐和波浪的海水静压力效应。波浪和潮汐是海洋内部海水静压力变化的原因，为低频噪声源。②地震扰动。地震是海洋噪声极低频率的噪声源。③海洋湍流。海洋湍流是海洋低频噪声的来源，湍流主要产生以下三种噪声，一是使水听器颤动或作响一一自噪声(非自然噪声)；二是湍流压力产生辐射噪一一四极子源, 随距离迅速衰减，不是主源；三是潮流区内部压力的声效应。100Hz 以下的频段内有水听器自噪声和四极子源的影响，且大都为海洋自身因素所产生的低频声源，这一频段对海洋生物产生影响不大。因此本报告选择 100Hz 频段进行海洋背景噪声的确定，从而进一步分析打桩噪声的影响。

根据 4.2.10 章节水下声环境现状监测结果，本项目海域海洋环境背景噪声级随着频率的增高而下降。2024 年 3 月水下噪声监测结果表明，在 100Hz 以上

的频率谱（密度）级在 99dB 以下，2024 年 8 月水下噪声监测结果表明，在 100Hz 以上的频率谱（密度）级在 98dB 以下，因此，本着最不利影响的角度考虑，本报告对施工打桩噪声预测的计算将 105dB 作为临界值，**即打桩衰减为 105dB 即可视作衰减完成，与海洋环境背景值相当。**

（2）本项目打桩施工水下噪声传播衰减及声源级分析及预测

水下打桩噪声从声源发出后，在水下传播过程会经历衰减，研究水下打桩噪声传播衰减特性，拟合出水下打桩噪声传播衰减公式，有助于推算离打桩点不同距离处水下打桩噪声强度，并估计水下打桩噪声声源级。

噪声从声源发出到达声接收点，在介质内传播过程中能量会不断损耗，这个能量衰减量即为传播损失，可用 TL(Transmission Loss)表示。假设噪声声源级为 SL(Source Level)，声接收点声强度为 RL，那么 SL、TL、RL 有如下关系

$$SL=RL+TL$$

式中：SL、TL 和 RL 的单位均为 dB，造成传播损失的原因为扩展损失、吸收损失和散射。在海洋介质中，存在泥沙、气泡以及介质的不均匀性，会引起声波的散射和声强衰减，同时海水界面对声波的散射也是声衰减的一个原因，但考虑到散射因素的复杂性，在估计水下打桩噪声传播损失公式时，将不考虑声散射因素。其次，在水下打桩噪声主要能量频段的海水吸收损失是很微弱的，因此不考虑吸收损失对传播损失的影响。扩展损失是水下打桩噪声传播损失的重要原因，因此将扩展损失作为海上风电场项目水下打桩噪声传播衰减公式估计的唯一影响因素。

扩展损失也称为几何损失，它指声波波阵面在传播过程中不断扩展而引起的声强衰减，一般可以把扩展损失写成以下形式

$$TL=n\times 10\lg r$$

n 的取值和传播条件有关，例如：n=0：平面波传播，无扩展损失；n=1：柱面波传播，波阵面按圆柱面规律扩大；n=3/2：计入海底声吸收情况的浅海声传播；n=2：球面波传播，波阵面按球面扩展。

根据海上风电场工程打桩时不同监测距离所对应的数据，假设

$$RL=SL+a\times\lg(R)$$

式中：a 为扩展损失系数，

R 为声接收点与打桩点的距离。

对所选取的数据进行最小二乘法线性拟合，调用 Matlab 中的 cftool 函数可以实现最小二乘法线性拟合，从而估计出水下打桩噪声的声源级。

通过上述方法，以嵊泗 2#风电和嵊泗 5#6#风电场项目打桩时监测距离 100m、500m 和 1000m 所对应的峰值声压级平均值和声暴露级平均值，假设

$$RL=SL+a\times\lg(R)$$

对所选取的数据进行最小二乘法线性拟合，调用 Matlab 中的 cftool 函数实现最小二乘法线性拟合，估计出该海上风电场项目水下打桩噪声的声源级。通过上述方法得到嵊泗 2#海上风电工程（高桩承台基础，6 根直径为 2.3m 的钢管桩作为基桩）水下打桩噪声峰值声源级为231.1dB，扩散系数为21.7；嵊泗 5#6#海上风电工程（高桩砼承台方案，8 根直径为 2.0m 的钢管桩作为基桩）水下打桩噪声峰值声源级为 227.6dB，扩散系数为 18.7；苍南 1#海上风电工程（大直径单桩基础，单根直径 8.60m~9.40m）水下打桩噪声峰值声源级为 243.1dB，扩散系数为 28.01。

（3）本项目打桩施工水下噪声传播衰减、峰值声源级预测

根据本报告 5.7.1.2 章节其他海上风电项目施工期打桩噪声的监测数据，同时结合打桩噪声声源级与桩径关系等，以类比预测本项目海上风电场项目（风机单机容量为 14MW，风机基础采用无过渡段单桩基础，单根直径 8.5m~11.5m）水下打桩噪声的声源级。

故综合本报告海上施工打桩的类比监测结果，同时考虑本工程海域所处的水深较浅（11~16m），**本着最不利影响的角度考虑，对于本项目桩径 8.5m~11.5m 的钢管桩施工，本报告取打桩水下噪声的峰值声压级作为预测数据，取声源级 245 dB re 1μPa-m；水下噪声传播中具有声传播衰减的特点，故采用 24lgr 作为打桩噪声的衰减模型，**以此来估算打桩施工时的水下噪声影响范围。

表 5.7-5 不同海上风电场施工期打桩噪声监测数据

项目	桩基类型	声源级 **dB**	扩散系数	备注
福建莆田平海湾一期海上风电	八桩基础承台型式（桩径 1.9m）	233（峰值声压级）228（均方根声压级）	21	
港珠澳大桥	钢管桩直径 2.0m	230（均方根声压级）	/	
大连庄河 III 海上风电	八桩承台风机基础（桩径 2.1m）	225（均方根声压级）	20	
瑞安 1#海上风电	四桩导管架风机基础（桩径 3.5m）	235（均方根声压级）	22	预测数据
嵊泗 2#海上风电	高桩承台基础（6 根桩径 2.3m）	231.1（峰值声压级）	21.7	
嵊泗 5#6#海上风电	高桩砼承台基础（8 根桩径 2.0m）	227.6（峰值声压级）	18.7	
苍南 1#海上风电	大直径单桩基础（桩径 8.6m~9.4mm）	243.1（峰值声压级）	28.01	
嵊泗 1#海上风电	无过渡段单桩基础（桩径 8.5m~11.5m）	245（峰值声压级）	24	本项目预测

5.7.1.3 施工期水下噪声对海洋动物的影响

1、海洋生物受水下噪声影响的声压阈值

施工期水下噪声的主要噪声源为打桩机水下打桩所产生的噪声，施工中打桩所产生的冲击波噪声在多方面将对海洋生物产生影响，这些影响包括改变动物行为，对动物造成物理性损伤或死亡率提高。影响的严重程度受到多种因素影响，如水下噪声的声强和声频特性、动物所遭受到噪声时与噪声源的相对距离和位置、噪声的作用时间。因此，施工期应注意海洋生物的保护措施。

对海洋动物来说，打桩所产生的噪音可能是致命的，会造成亚致命的损害，干扰它们的功能行为，或迫使它们避开进食和繁殖地等有利地点。但是关于水下噪声对海洋生物影响的研究结果目前数量非常有限，人们在很大程度上不了解人为噪声对鱼和其他非哺乳物种包括鱼卵、幼鱼等的影响。

打桩所产生的冲击波噪声能对鱼类产生影响包括改变鱼类行为，对鱼类造成物理性损伤或死亡率提高。影响的严重程度受到多种因素影响，如水下噪声的声强和声频特性、鱼类遭到噪声时与噪声源的相对距离和位置、噪声的作用

时间、鱼群的密度和鱼类的体积大小，以及鱼本身的解剖构造。

2、施工期海洋生物安全距离要求

参考美国国家海洋渔业局现行采用的（过渡性）保护门限值（NOAA Fisheries Northwest Regional Office，2016），详见表 5.7-6。

表 5.7-6 美国对海洋哺乳动物和鱼类的水下噪声（过渡性）门限值

海洋哺乳动物类		
门限等级	门限定义	门限值
A 级 (>180dB,危险级)	基于暂时性听力阈值提升(TTS)、保守估计的永久性听力阈值提升(PTS)伤害门限	鳍足类：190dB RMS 鲸豚类：180dB RMS
B 级 (120~180dB,警告级)	脉冲式噪声(如冲击打桩)可对动物产生行为妨害的门限	160dB RMS
B 级 (<120dB,安全级)	非脉冲式噪声(如钻孔)可对动物产生行为妨害的门限	120dB RMS
鱼类		
伤害门限值	声压峰值(适用于所有鱼)：206dB	累积暴露级(Cumulative SEL)：对质量大于等于 2g 的鱼体：187dB；对质量小于 2 克的鱼体：183dB

目前在水下噪声对海洋哺乳动物和鱼类影响相关阈值判断中，根据水下工程噪声对海洋生物影响的危害性程度进行分级。其中声源级高于 180 dB 的水下噪声为危险级，可能会对海豚等海洋生物的听觉系统造成伤害，主要有打桩噪声和水下爆破噪声；声源级在 120~180 dB 范围的水下噪声为警告级，可能会对海豚行为产生影响，主要有施工船舶噪声以及钻孔噪声和疏浚噪声；厦门大学在如东沿海现场实验研究得到，在发射不同强度噪声（147~178dB）、不同频率（100~ 900Hz）的脉冲式噪声下，总体上花鲈、鲻、矛尾复虾虎、鲳等实验鱼种没有出现明显的“逃逸”行为，但在脉冲式频率（频率小于 500Hz）水下噪声有效声压级为 166dB 时，观测到实验海域鲻、鲳出现明显游动的现象；声源级低于 120 dB 的水下噪声强度基本接近海洋环境噪声，因此评定为安全级。同时，也表明由于各地海洋背景噪声有所不同，阈值可根据背景噪声进行 10dB 范围内适当的浮动调整。

本项目风机基础施工中，取有效声源强 SL 为 245dB 进行影响范围评估，传播衰减因子 F=24lgr，声源级计算点与声源本身的距离设为 1.0m。通过下述公式预测出在均方根声压保护阈值取 RL 为 190dB（对鳍足目，如斑海豹，听力保护

范围上限）、180dB（对鲸豚目，如江豚，听力保护范围上限）、160dB（对海洋哺乳动物、石首鱼科鱼类行为干扰上限）以及 166dB（对非石首鱼科鱼类行为干扰上限）时，对基础打桩施工时的影响距离 r。本实验中的打桩噪声监测点都属浅水区, 噪声在浅水环境中(<50 m)的传播可近似为柱状传播, 所以传播损耗可以 TL=nlgr 计算，其中 r 代表监测点与声源的距离，公式具体如下：

$$SL=RL+24lgr$$

本项目单台风机施工打桩所产生的水下噪声影响距离范围预测结果详见表 5.7-7。单桩打桩施工水下噪声影响范围预测分布图见图 5.7-4 黄色对应于 160 dB 的影响距离）；29 台风机打桩施工水下噪声影响范围预测分布图见图 5.7-5。

表 5.7-7 单台风机打桩施工影响范围

声源级（RMS） SL=245dB； 传播损失 F=24 lgr				
声压级（dB）阈值	190 dB（鳍足目）	180 dB（鲸豚目）	166dB（非石首鱼科）	160 dB（海洋哺乳动物、石首鱼科鱼类）
距离（m）	195.7	510.9	1957.3	3480.7

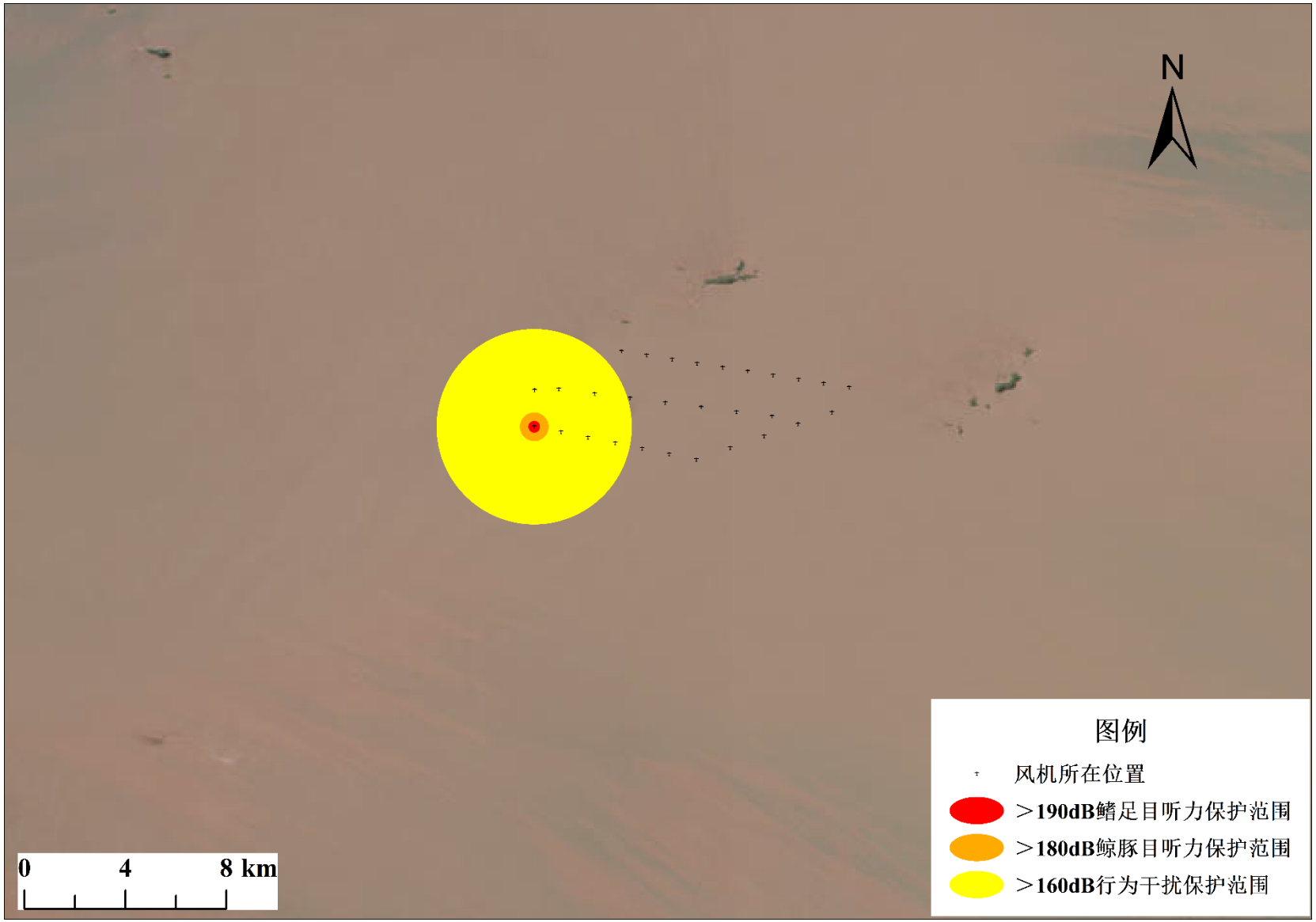


图 5.7-4 单台风机桩基打桩施工影响范围预测图

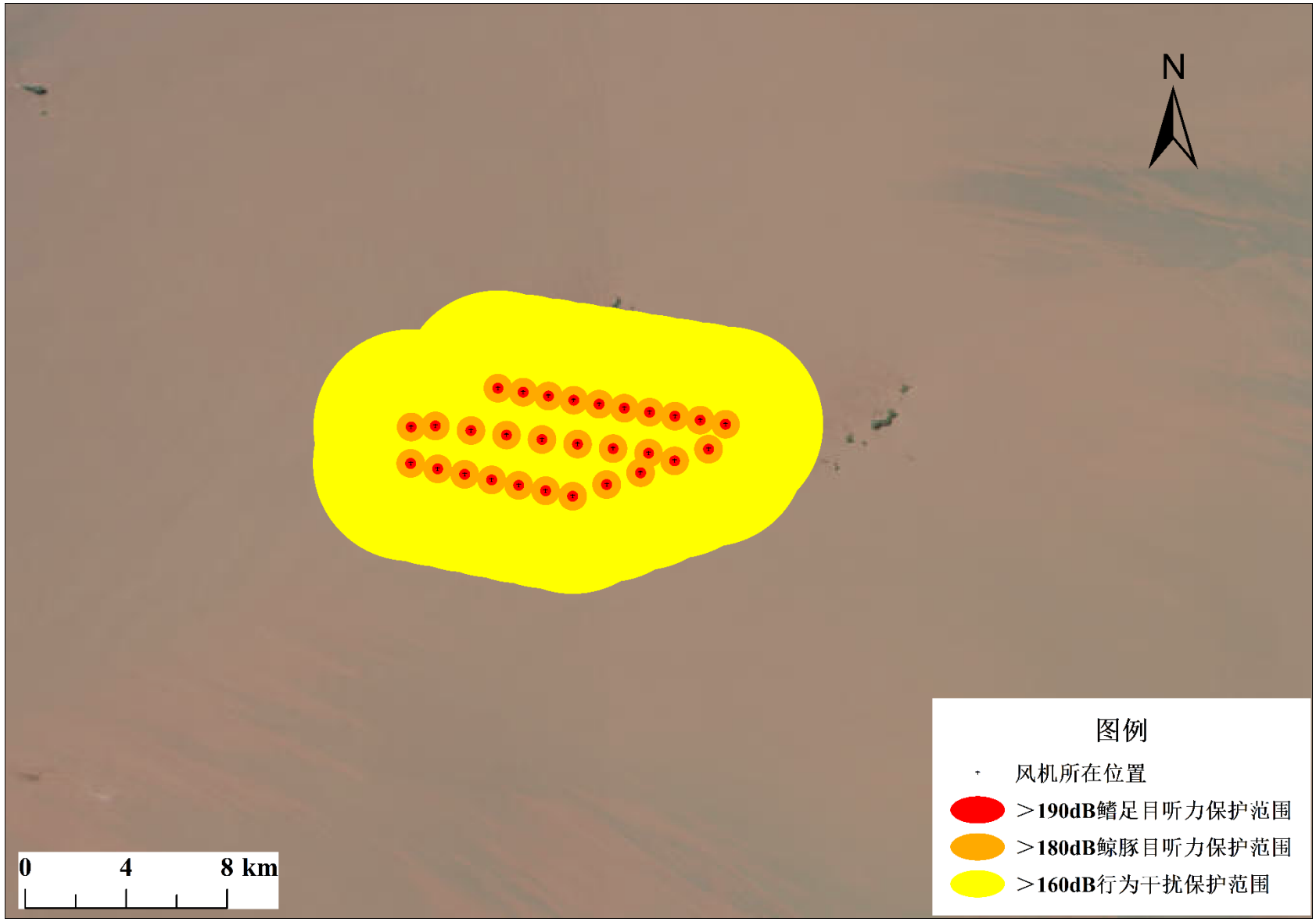


图 5.7-5 29 台风机打桩施工影响范围预测图

根据表 5.7-7 预测可得施工噪声对海洋生物的影响距离，具体如下：

（1）施工噪声对一般海洋鱼类的影响距离

对于一般海洋鱼类（如凤鲚、黄鲫、海鳗等），以警告级限值 166dB 作为对其产生行为影响的阈值，则可算出本工程在风机基础海上打桩施工时，应确立在距离打桩桩基 0.51km 范围内为危险区域（＞180dB，鱼类将受到物理损害），在距离打桩桩基 1.96km 范围内为警告区域（＞166dB，将影响鱼类行为状态）。

（2）施工噪声对石首鱼科鱼类的影响距离

对于石首鱼科鱼类（如棘头梅童鱼、鮸、皮氏叫姑鱼等），以警告级限值 160dB 作为对其产生行为影响的阈值，则可算出本工程在风机基础海上打桩施工时，应确立在打桩施工时桩基 3.48km 的距离范围外为石首鱼科鱼类安全距离。

根据本报告第 5.7.1.2 章节苍南 1#风电施工期水下噪声数据，水下打桩噪声峰值声压随距离增加而降低，且在 4.5km 后峰值声压衰减趋势逐渐减缓，故本工程施工期水下打桩噪声对石首鱼科鱼类的影响应着重关注桩基 4.5km 范围内的影响。

（3）施工噪声对江豚等海洋哺乳动物的影响距离

对于江豚等海洋哺乳动物，本项目在打桩施工时，应确立：在 0.51km 范围为海洋哺乳动物听阈影响的危险区域（＞180dB）；在 3.48 km 范围内为对海洋哺乳动物有行为影响的警告区域（＞160dB）。

（4）其他施工活动的影响

本项目的其他水下施工噪声，如施工船舶噪声、水下钻孔等噪声声源级可达到 150dB，可能对该海域中的石首鱼科幼鱼等的行为产生某些短暂的干扰影响；而一般的水下噪声，如抛沙抛石等所产生的水下噪声，噪声声压级已低于 120dB，即低于对石首鱼科鱼类产生行为影响的阈值（160dB），对海洋生物的影响较小。

3、施工期打桩噪声对重要经济种类“三场一通道”的影响分析

由第 2.7 章节可得，本项目工程实施可能会对凤鲚、棘头梅童鱼、鮸、皮氏叫姑鱼、海蜇等种类的产卵场及其洄游通道产生影响；对龙头鱼、凤鲚、三疣梭子蟹、棘头梅童鱼、鮸、皮氏叫姑鱼等种类的索饵场及其洄游通道产生影响；对棘头梅童鱼等种类的越冬场产生影响；而对大黄鱼、小黄鱼等种类的“三场一通道”影响较小。

本报告仅考虑施工期打桩噪声对重要经济种类“三场一通道”的影响，结合前述章节可得，本项目施工期打桩噪声对龙头鱼、凤鲚等非石首鱼科鱼类的影响范围为 1.96km，详见图 5.7-6；对棘头梅童鱼、鮸、皮氏叫姑鱼等石首鱼科鱼类的影响范围为 3.48km，详见图 5.7-7。



图 5.7-6 本项目施工期打桩噪声对龙头鱼、凤鲚等非石首鱼科鱼类的影响范围图

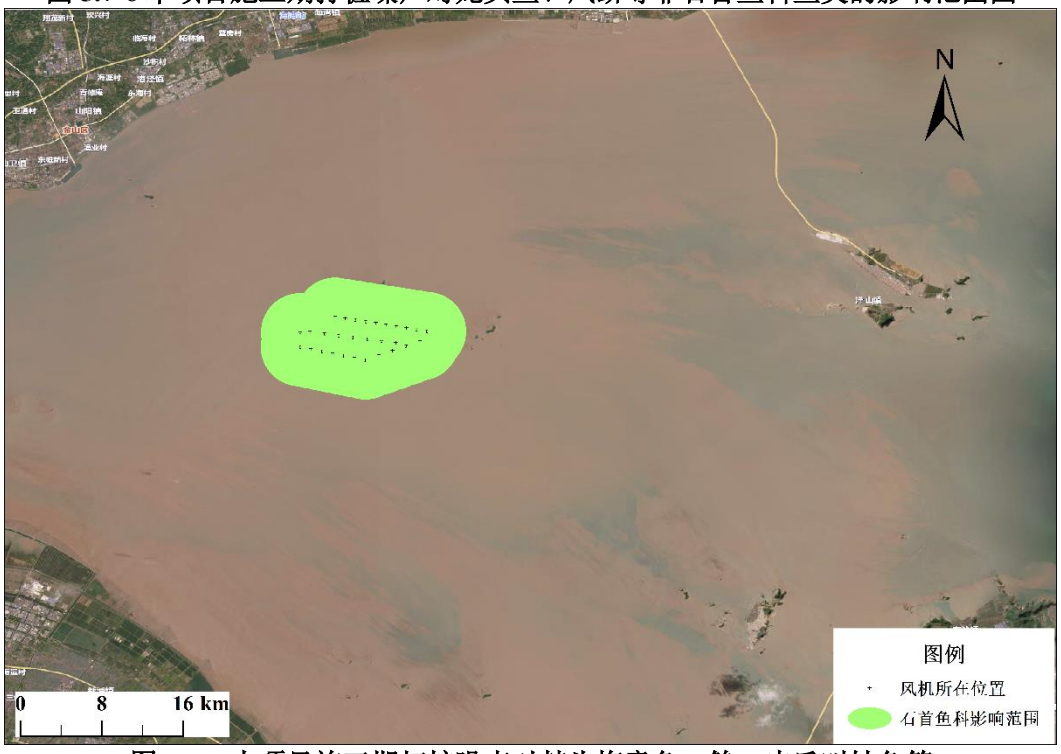


图 5.7-7 本项目施工期打桩噪声对棘头梅童鱼、鮸、皮氏叫姑鱼等石首鱼科鱼类的影响范围图

因此，本项目水下打桩作业时，建议采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，起到驱使生物离开施工海域的效果，以减小水下噪声导致的生物损失，避免造成大范围生物，特别是石首鱼科鱼类的死亡。由于施工期时间较短，部分鱼类会因施工噪声影响远离施工海域，在施工结束后返回，因此建议尽量缩短施工期时间，同时每分钟打桩次数也应尽量减少。

4、施工期打桩噪声对海洋哺乳动物的影响分析

风机基础施工过程，不仅需要考虑连续性的强噪声（声源级 150dB 以上）有效声源强影响范围及形成累加效应干扰，同时还需要考虑到水下打桩噪声特定频率下对海洋海洋生物的影响。不同海洋动物种类对水下噪声的敏感度各不相同，在各种频率的噪声中，低频噪声尤其是 10~800Hz 的噪声对鱼类影响最为明显，而海洋哺乳类动物则受较高频率（如斑海豹为 2kHz 以上频率，海豚为 5kHz 以上频率）的影响较为明显。海洋哺乳动物具有高频、宽波段、高时间分辨率的听觉系统，涵盖 100Hz ~150 kHz 频段，最佳听力频率约为 20 kHz~80 kHz。

海洋哺乳动物的发声与听觉之间存在一定的内源关系，表现为两者较好的同步性和变化一致性。Li 等（2012 年）首次应用电生理方法，通过 5.6k~152 kHz 之间的声信号刺激对中华白海豚的听觉阈值进行了研究，结果表明，中华白海豚的听觉阈值在 90dB 以内，最低听觉阈值为 47 dB，对应频率为 45 kHz。Southall 等（2007 年）在关于噪声对海洋哺乳动物的度量时提出，对海洋哺乳动物所受的实际噪声影响可采用 M 计权的声级将不同的鲸豚类归入低、中、高频三类，鳍足类另外分为水中和空气中两方面。对于各类鲸豚或鳍足动物，提出了基于测试上的理论 PTS 门限值，如表 5.7-8。

表 5.7-8 海洋哺乳动物分类及对应的门限值

海洋哺乳动物类别(听阈)	单脉冲(single pulse) SPL_{peak}/SEL	多脉冲(multi pulses) SPL_{peak}/SEL	非脉冲(nonpulses) SPL_{peak}/SEL
低频鲸豚 7Hz~22kHz	230dB re 1 μPa 198dB re 1 μPa²-s	230dB re 1 μPa 198dB re 1 μPa²-s	230dB re 1 μPa 215dB re 1 μPa²-s
中频鲸豚 150Hz~160kHz	230dB re 1 μPa 198dB re 1 μPa²-s	230dB re 1 μPa 198dB re 1 μPa²-s	230dB re 1 μPa 215dB re 1 μPa²-s
高频鲸豚 200Hz~180kHz	230dB re 1 μPa 198dB re 1 μPa²-s	230dB re 1 μPa 198dB re 1 μPa²-s	230dB re 1 μPa 215dB re 1 μPa²-s
鳍足类(水中) 75Hz~75kHz	218dB re 1 μPa 186dB re 1 μPa²-s	218dB re 1 μPa 186dB re 1 μPa²-s	218dB re 1 μPa 203dB re 1 μPa²-s
鳍足类(空气中) 75Hz~30kHz	149dB re 1 μPa 144dB re 1 μPa²-s	149dB re 1 μPa 144dB re 1 μPa²-s	149dB re 1 μPa 144.5dB re 1 μPa²-s

苏冠龙（2013 年）以“五缘湾游艇码头工程打桩噪声监测”为例，初步探索了打桩噪声监测方法和参数指标，讨论了打桩噪声声源级的推算及衡量，并初步分析了打桩噪声对斑海豹和中华白海豚听觉影响及声信号掩蔽性。通过该码头工程噪声谱级与斑海豹和中华白海豚听阈级声信号进行拟合，得到若要保证中华白海豚与斑海豹不会产生 TTS，则至少要保证其与桩柱之间的距离分别不低于 64m 与 34m；若要保证斑海豹与中华白海豚的水下声信号不会被噪声掩蔽，则要保证其距离分别在 331m 和 270m 以外，即打桩时桩柱方圆 331m 以内的区域为声信号掩蔽严重的区域。

因此结合本报告 5.7.1.3 章节“1”预测结果，本工程施工前特别需要关注海洋哺乳动物的分布情况。施工期打桩施工时，距离桩基 510m（声源级＞180dB）可设立声学缓冲区，利用声学驱离装置引导其避开施工区。打桩施工时要采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，起到驱使生物离开施工海域的效果，避免对海洋哺乳动物造成伤害。

本项目所在海域附近未发现哺乳动物，如江豚等，整体而言，本项目施工队海洋哺乳类动物影响较小。

5、施工期打桩噪声对海洋底栖动物的影响分析

（1）对海洋甲壳类的影响分析

海洋甲壳动物会通过身体的振动、摩擦或者移动发出声音，使用不同声音实现种间交流，并且随着种类的不同，海洋甲壳动物至少可以感知到20-3000Hz

频段之间的声音（周韦峥嵘，2016年）。因此，环境噪声是影响海洋甲壳动物生命活动的一个重要环境胁迫因子。

在已知的对水生甲壳动物运动行为的研究中，Andrews（2009 年）提到，龙虾暴露于非常高和非常低的声压中，对延迟死亡没有影响，对与动物保持平衡和姿势相关的机械感觉系统也没有伤害。Celi 等（2013 年）在直径为 3m、深 1m 的圆形水缸内研究了水下噪声对克氏原螯虾的影响，研究发现，当克氏原螯虾暴露于带宽为 01-25kHz 的声刺激中 30min，明显表现出了紧张状态，其侵略性行为模式发生了改变，争斗、弹尾行为均减少，但声刺激前后实验组和对照组虾的移动速度和距离没有差别。Filiciotto 等（2014 年）在实验室环境下研究轮船噪声（能量集中于 10kHz 以下，3kHz 处的峰值声压级约为 1lOdB 对棘刺龙虾影响的实验中得出，暴露于轮船噪声中的棘刺龙虾的游速和活动性会大大增加，实验组和对照组差异显著。Slabbekoom 等（2010 年）指出，目前的研究虽然不能证明噪声会长时间影响鱼类及无脊椎动物的分布，但是可以推测，鱼类及无脊椎动物很可能会因为噪声的影响远离栖息地。类似地，周韦峥嵘（2016 年）通过研究得出，194.7dB 的 100~1000Hz 噪声导致了拟穴青蟹远离声源的行为，并且在整个声信号发射过程中螃蟹始终聚集于距离声源最远的地方。可以推测，如果实验环境足够大，拟穴青蟹会尽可能的避免噪声伤害、远离声源；如果声刺激时间足够长，除了生理伤害外，由于生物趋利避害的本能，拟穴青蟹也很可能会远离栖息地。Lin等（2017年）通过不同频率的水下振动实验，研究了桩基振动对仿刺参*(Apostichopus japonicus*)运动行为的影响，结果发现高频率的振动可能会诱发刺参出现的规避行为。

综上，高强度的噪声可能会使甲壳动物远离噪声源，但这种负面影响多来自施工期，主要是风机打桩产生的高强度噪声。

（2）对海洋贝类的影响分析

噪声对海洋贝类的研究不多，其影响研究大多集中在生物大分子酶的活性方面。缢蛏在强噪音下会出现代谢酶活性下降，新陈代谢降低的现象；高频噪声对地中海蓝贻贝（*Mytilus galloprovincialis*）消化腺生理有负面影响（Vazzana 等,2020）。此外，噪声会加剧重金属对贝类的毒性效应，例如泥蚶（*Tegillarca granosa*）在 70~100dB 的噪音下会通过协同作用增强对 Cd 的富集（Shi 等,2019）。Peng 等（2016 年）还研究了噪声对缢蛏（*Sinonovacula constricta*）埋栖行为的

影响，高强度的噪声会导致其埋栖更深，原因是缢蛏为了缓冲声波产生的粒子振动干扰而深埋泥沙中。

噪声对海洋底栖生物的负面影响多来自施工期，主要是风机打桩产生的高强度噪声影响。而在营运期间，风电工程桩基分布客观上构建成了规模巨大的“丛林渔礁”，为一些对噪声影响不敏感的甲壳类以及贝类等底栖生物提供了良好的栖息地，会对增殖资源起着一定作用。如 De Mesel 等调查了在比利时北海建造的 C-power 海上风电场，并分析了风机基础上的附着生物群落演替，演替第一年，有大量新物种殖民迁入，附着贝类迅速繁殖，随后能够吸引 20 多种迁移性生物来此提升该区域的生物多样性。Wang 等分析发现了江苏如东风电场建设后风电场内浮游动植物、部分底栖生物及鱼类等物种的丰度和生物量均呈增加的趋势。

6、施工期水下噪声对海洋生物的累加影响

打桩是用起重机上的大锤将桩打入土壤或海床的机械过程。打桩作为一种噪声源，其强度、频带宽度和声能都存在一定的差异。据报道，打桩噪声有可能会掩盖海豚导航、群体凝聚力、捕捉猎物和躲避捕食者所依赖的声音。打桩噪声也可能导致海洋生物群体的行为改变，当噪声能力高于一定值时，还可能造成海洋生物听力或生理损伤（Erbe，2013）。相关测量数据和研究表明，中小型撞击式桩基的施工不会直接导致一定距离（约 200m）的鲸类和海鱼死亡或受伤，但长期高声压级桩基施工对海洋生物的累积影响可能会造成慢性影响（包括遮蔽效应和听力损失，行为模式改变和紧张等）。水下打桩施工的噪声还可能会对鱼类的交流、行为、觅食和躲避产生短期影响。同时，施工船舶也可能会对该海域的鱼类造成一定的影响，尤其是对石首鱼科鱼类的影响。受影响的鱼类会因避让离开施工海域，而当施工作业完成或噪声降低时，部分生物会恢复原来的生活状态，返回其原本的活动范围。

施工期其他施工活动如抛沙、抛石及航运等水下施工和海上运输活动会使水下噪声有所提高。如抛石、抛沙在离施工较近的海域（10m 范围内），水下噪声谱级可达 105～115dB；不同船型及行驶速度产生的船舶噪声强度不同，但船运噪声主要在较低频率上，且噪声随着传播距离的增大而逐渐衰落。根据目前国际上对连续存在的水下噪声可能对海洋生物的行为干扰的安全级阈值设定 120dB 的导则要求，本项目所采用的一般水下施工等活动基本上不会对海洋生

物带来影响。

综上，本项目打桩施工作业会对该海域中的海洋生物产生一定的影响，建议在打桩作业中采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，起到驱使生物离开施工海域的效果，以减小水下噪声导致的生物损失，避免造成大范围生物，特别是石首鱼科鱼类的死亡。

5.7.2 营运期水下噪声对海洋动物的影响分析

5.7.2.1 类比分析

1、嵊泗 2#海上风电场项目类比监测

①监测概况

2022年3月14日，杭州海蛞蝓生态科技有限公司对浙能嵊泗2#海上风电场项目营运期水下噪声进行了监测，嵊泗2#海上风电场所在位置与本项目较接近，风况较相似。营运期水下噪声共布设3个监测点，分别为风电场区1#、海上升压站厂界2#、风电场区外背景点3#。



图 5.7-8 浙能嵊泗 2#海上风电场项目营运期监测点位

表 5.7-9 浙能嵊泗 2#海上风电场项目营运期监测点位经纬度

点位	东经 E	北纬 N	备注
SX1	121.610757°	30.638864°	海上风电场区 1#（水下噪声）
SX2	121.623661°	30.642143°	海上升压站厂界 2#（水下噪声）
SX3	121.603092°	30.622571°	风电场外背景点 3#（水下噪声）

②监测结果与分析

营运期总声级和峰值声压详见表 5.7-10。监测结果表明，风电机噪音具有低频及低能级水平的特点，主要频率在 400 Hz 以内。风机运行中水下噪声的频谱级分布基本相似，总体强度随频率增加而减小，随水深增加增大。在离开风机不同的距离处水下噪声的频谱级基本上都较相似，总体强度上随频率增加而明显较小。

表 5.7-10 营运期总声级和峰值声压

测点编号	层次	总声级（20Hz~20kHz）	峰值声压 Lpeak
1 #	中	117.3	161.6
	底	116.9	172.4
2#	中	137.6	172.4
	底	146.0	172.4
3#	中	110.9	162.7
	底	124.7	170.8

③施工前后噪声对比分析

根据《浙能嵊泗 2#海上风电场工程环境影响报告书》（华东勘测设计研究院，2020 年 4 月），厦门大学课题组于 2018 年 7 月 17 日~18 日对浙能嵊泗 2#海上风电项目工程海域的声环境质量进行本地调查，监测结果显示，调查海域平均总声级为 135.8dB。

施工前、后各监测点位总声级对比详见图 5.7-9。由图可得，施工前与营运期各点位不同层次水下噪声强度变化不大。**故总体上看，由风机营运噪声引起的水下噪声强度变化不大，基本上与海洋环境背景噪声场相近。**

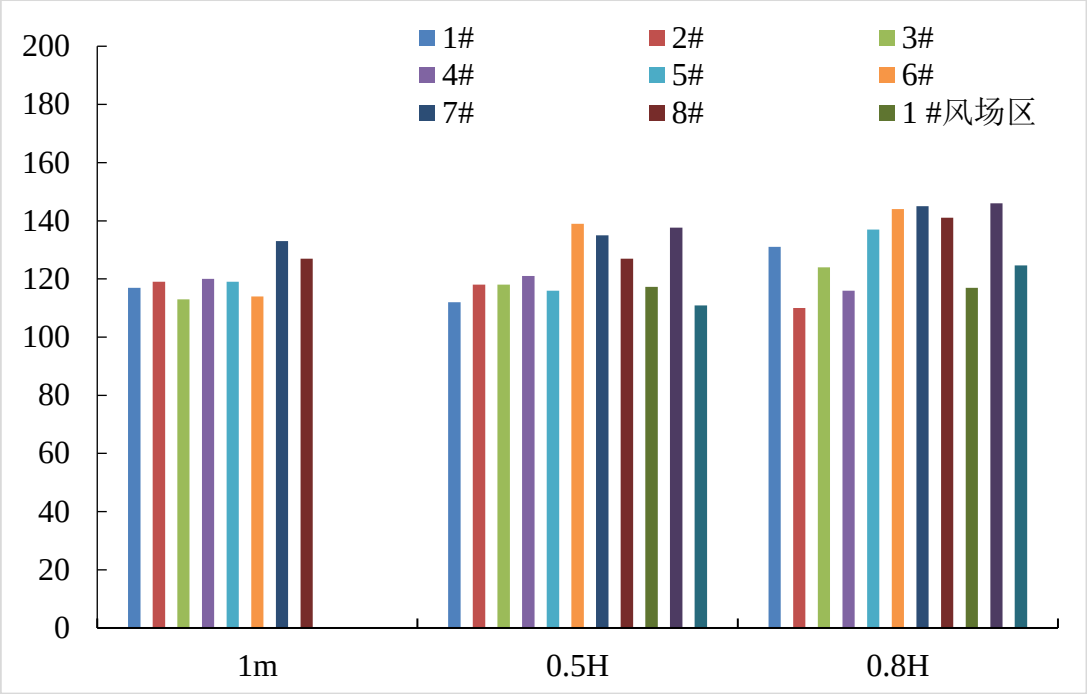


图 5.7-9 嵊泗 2#风电施工前、营运期各点位不同层次总声级强度对比

2、本项目营运期水下噪声源分析

风机运营期水下噪声可能来源于风机机舱的空气噪声耦合到水中，假设机舱到水面的高度为 80 m，由于空气的特征阻抗远小于水的特征阻抗，根据折射定理，当机舱噪声到达水面的入射角大于 13°将会发生全反射，此时入射点到风机的水平距离 r=80*13°，即 18.5 m，因此在距风机大于 18.5 m 的测点，该空气噪声在水界面发生全反射，能量无法进入水中，在距风机小于 18.5 m 的测点不会发生全反射，但因为海水介质的特征阻抗要远大于空气介质的特征阻抗，因此该空气噪声到达水面近似于穿过一个绝对硬边界，透射声强约为零（许肖梅, 2003），加上机舱噪声从 80 m 高度到达水面，本身存在噪声强度衰减，由此可知海上风机空气噪声折射入水中的能量很微弱，可以忽略不计。**因此，海上风电场营运期水下噪声的主要来源为没入水下的风机塔柱部分的结构振动。**

海上风电场风机辐射噪声在声传播过程中，其波阵面会随着距离的增加而增大，声能随距离的增加而按球面波扩展规律衰减。当声波由空气中传到海水中，由于水介质的界面的存在，会使声传播产生折射和散射现象。通常认为在距风力发电机组水平距离 50m 以远，噪声计算值与实测值衰减趋势就基本一致。

3、本项目营运期水下噪声特性分析及预测

有研究表明，水下噪声强度和峰值频率随桩基结构、功率变化而改变，不同桩基结构具有不同的噪声特性，但功率差异性不显著。不同功率和桩基结构

的风机产生水下噪声谱特性如下表所示。

表 5.7-11 不同功率和桩基结构风机产生水下噪声特征

风机功率及桩基结构	距风机距离/m	深度/m	风速/（m·s⁻¹）	1/3 倍频程带宽/Hz	总声级/dB re 1μPa	峰值频率/Hz	声源级/dB re 1μPa @ 1 m
5.0 MW,导管架	50	14.1	3	31.5～1 000	111	50	126
5.0 MW,导管架	50	14.1	12	31.5～1 000	118	125	143
3.0MW,单桩式	54	13.4	3	31.5～500	108	50	127
3.0 MW,单桩式	54	13.4	8	31.5～500	110	100	136
3.0 MW,单桩式	54	13.4	11	31.5～500	119	125	140
1.5 MW,单桩式[17]	110	10	17	12.5～500	112	180	152
0.5 MW,单桩式[6]	20	10	8	12.5～500	113	160	136
2.0 MW,重力式[6]	20	5	6	12.5～500	109	25	130
2.0 MW,重力式[6]	40	5	13	40～400	122	125	146
0.45 MW,重力式[6]	14	4	13	12.5～500	127	25	147

根据嵊泗 2#海上风电场营运期水下噪声的类比监测结果，同时结合表 5.7-11 中不同功率和桩基结构风机产生水下噪声特征可得，各海上风电场风机运行水下噪声的频谱级均较为相似，总体强度随频率增加而明显较小，且风机在营运期中所产生的水下噪声级总体比较低，即使是在靠近风机的测点上也只有少数数值的水下噪声在特定频段（120Hz~1.5kHz）上高于背景噪声约 10~20dB/re 1μPa。

综上，海上风电场营运期水下噪声谱级基本上与海洋环境背景噪声相近。而在特定频段上(120Hz~1.5kHz)噪声级的提高并没有比因自然状况变化（下雨、生物移动、船舶噪声等）所带来的噪声级提高很多。故推测，中广核嵊泗 1#风电营运期由于风机噪声引起的强度变化不大，其产生的水下噪声基本与海洋环境背景噪声相当。

5.7.2.2 对海洋动物影响分析

1、国外相关资料

德国[Klaus Betke 等，2004] 研究的不同风机、对应不同风速下的噪声谱级，同时画出了海豹和鼠海豚的听阈曲线，见图 5.7-10。丹麦[Jakob Tougaard 等，2009] 研究的海上风电场在两种不同风速下的噪声谱级分布图，见图 5.7-11，风电场为丹麦 Middelgrunden 海上风电场，风机类型为 2MW。（图中灰色为海洋背景噪声，篮色为风机产生噪声；红色（正方形）为港海豹在该频段上的听阈曲线；红色（圆点）为老鼠海豚在该频段上的听阈曲线）。

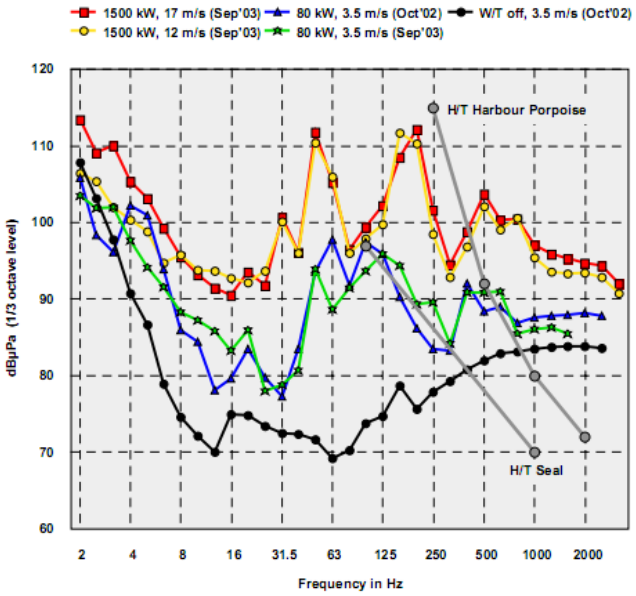


图 5.7-10 不同风机在不同风速下的水下噪声

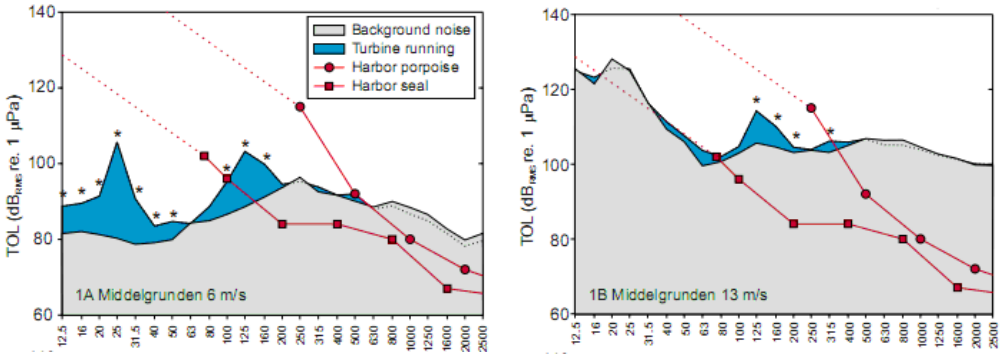


图 5.7-11 丹麦一风电场在两风速下种不同的谱级

根据分析，风机在水中不同风速下产生的声压级变化不明显。与海洋环境背景噪声相比，不同风速（风速分别为 6m/s 和 13m/s）运转下的风机在水下辐射噪声时，高风速 13m/s 时在低频段风机所辐射的水下噪声与海洋环境背景噪声相当（即淹没在背景噪声中），在 125Hz 频点上风机在高风速（13m/s）比低风速(6m/s)下在水中辐射的水下噪声谱级高 10dB 左右，但总体都不高，与海洋背景噪声相当。

2、水下噪声对海洋哺乳生物影响距离预测

根据厦门大学课题组对我国已建海上风电场营运期水下噪声监测结果，影响预测中营运期水下噪声源强值取 140~150dB/1uPa。本项目以 145dB/1uPa 作为营运期风机水下噪声的源强并进行水下噪声场分布预测。图 5.7-12 为本项目海上风电场营运期水下噪声水平分布预测图。

根据目前国际上对海洋哺乳动物和海洋鱼类的影响阈值门限要求，当噪声低于 137.9 dB/1μPa 以下已和水下背景噪声相当，基本上不会对海洋生物产生影响。本分析以此为门限阈值，从噪声分布图可见影响距离为 100m 以内。

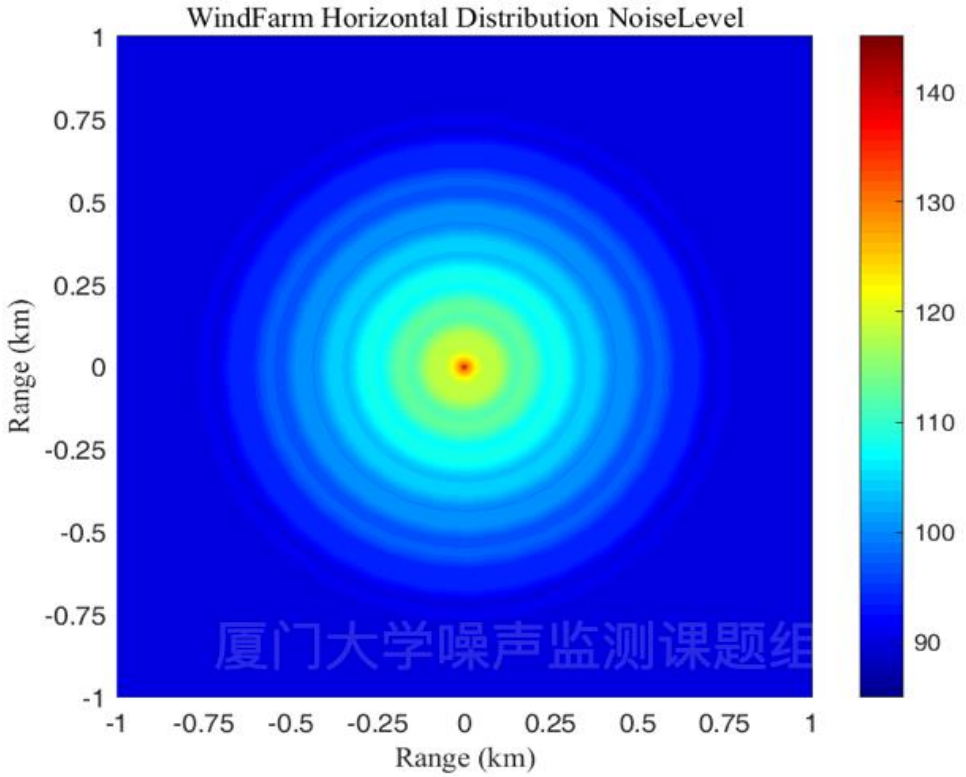


图 5.7-12 海上风电场营运期水下噪声水平分布预测图
（噪声源强 145dB/uPa，PE 模型）

3、对石首鱼科鱼类的影响

基于厦门大学对大黄鱼、黄姑鱼等的发声特性的研究评估营运期水下噪声对石首鱼科行为的影响。

评估噪声对动物发声的掩蔽效应，通常要考虑动物发声信号的声学特征。发声信号首先要在相应频率上大于动物的听力阈值（HT），才能保证动物的发声可以被远处的同伴听到。Holt D. E.（2015）研究结果表明【55】：对于纯音信号，在来自同一声源的噪声下，如果信噪比低于 20-25 dB，鱼类将不能探测到该纯音信号；当噪声来自不同方向时，信噪比临界值变为 10-15 dB。Holt 等人在研究交通噪声对迷人真小鲤（*Cyprinella venusta*）的敲门声和咆哮声（growl）（两者都是脉冲型信号）的掩蔽影响时，将信噪比的临界值定为 10 dB【55】。

本报告采用 10 dB 作为信噪比临界值，将 1/3 倍频程声压级作为对比标准，即当黄姑鱼发声信号与海上风电场营运水下噪声 1/3 倍频程声压级的差值小于 10

dB 时，视为风电场噪声对黄姑鱼接收同伴发声信号产生影响，也称掩蔽效应。

①水下噪声对黄姑鱼发声影响距离

在估算影响距离时，以黄姑鱼自由状态发声信号最大 1/3 倍频程声压级对应的中心频率为研究频率，将风电场噪声在海域内的传播视为按球面波扩展，得到扩展损失 TL=20*lgR，由此可以得到风电场噪声的最大影响距离公式：

$$20 * lgR = N_{1/3OBSL}(f_p) - Sig_{1/3OBSL}(f_p) + 10$$

$$R = 10^{((N_{\frac{1}{3}OBSL} - Sig_{\frac{1}{3}OBSL} + 10)/20)}$$

其中，f_p为黄姑鱼自由状态发声信号最大 1/3 倍频程声压级对应的中心频率，$N_{1/3OBSL}$和$Sig_{1/3OBSL}$分别为风电场噪声和黄姑鱼发声信号的 1/3 倍频程声源级。

根据厦门大学对黄姑鱼发声信号的监测分析，黄姑鱼自由状态发声信号与离风机 100m 处测得的风电场水下噪声的 1/3 倍频程声压级分布如图 5.7-13 所示。其中黄姑鱼自由状态发声信号的 1/3 倍频程声压级为 120 个发声信号分析样本的平均值。由图可知黄姑鱼自由状态发声信号最大 1/3 倍频程声压级对应的中心频率为 630 Hz。在 630 Hz 中心频率处黄姑鱼发声信号的 1/3 倍频程声压级为 133dB；在中心频率 630 Hz 100m 处风电场噪声的 1/3 倍频程声压级为 115 dB，根据声传播损失按球面扩散规律估算公式，可得海上风电场噪声在中心频率 630 Hz 距离 1m 处风电场噪声的 1/3 倍频程声压级为 155 dB：

115+20*lg100=155 dBμPa/1m

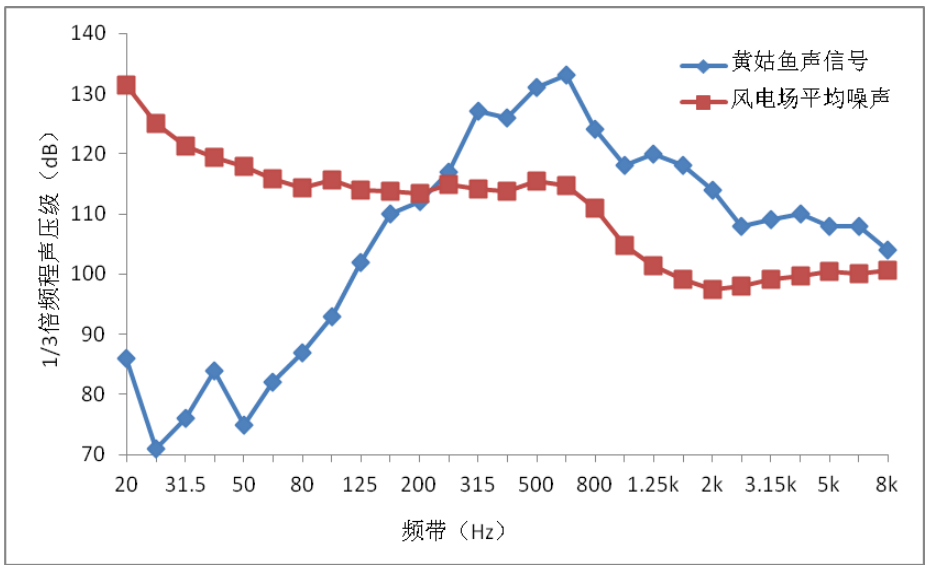


图 5.7-13 风电场噪声和黄姑鱼自由状态发声信号 1/3 倍频程声压级

由图 5.7-13 可得，在离风机 100m 处海上风电场水下噪声中心频率 630 Hz

1/3 倍频程的声压级为 115 dB，而黄姑鱼发声信号的 1/3 倍频程声压级在 630 Hz 中心频率为 133 dB，已大于风电场噪声且差值大于 10 dB，因此在离风机 100m 处的风电场水下噪声不会对黄姑鱼叫声产生影响。由以下公式可以算出风机运行时水下噪声对黄姑鱼叫声的影响距离：

$$R=10^{((155-133+10)/20)}=40\ m$$

计算可知海上风电场营运中的水下噪声对黄姑鱼叫声影响的距离为 40m。

②水下噪声对大黄鱼的影响距离

根据厦门大学课题组对不同年龄大黄鱼发声发声信号的研究结果，在大黄鱼的叫声中，幼鱼、小鱼和成鱼的发声的最高声压谱级（630Hz）分别为 110 dB/re 1μPa、125 dB/re 1μPa、140 dB/re 1μPa。根据频带声压级和声压谱级的关系，1/3 倍频程声压级为声压谱级加上 1/3 倍频程滤波器频带宽度 $10\lg\Delta f_i$，对中心频率 630 Hz 的 1/3 倍频程频带声压级，即为声压谱级加上 21.6dB ，可得三种不同大小大黄鱼在 630 Hz 中心频率处黄姑鱼发声信号的 1/3 倍频程声压级为 131.6 dB/re 1μPa、146.6 dB/re 1μPa 和 161.6 dB/re 1μPa。

经公式计算：海上风电场在营运期中水下噪声对对幼鱼大黄鱼叫声的影响距离为 36.4m，对 6 个月的大黄鱼叫声的影响距离为 8.3m，而对成鱼大黄鱼叫声基本上没有影响。

因此，本工程营运期水下噪声对石首鱼科的影响距离（掩蔽效应）定为 50m。

③风电场水下噪声对石首鱼科生存环境的影响

由上述分析可知，本项目营运期水下噪声对石首鱼科的最大影响距离定为（掩蔽效应）定为 50m，而本项目风电机组行内间距 769~1124m，行间距 1980m，风电场内风机不会对石首鱼科的影响产生叠加影响，运营期水下噪声对石首鱼科的生存空间影响仅限于桩基周边 50m 范围内，对其生存的影响空间较小。

④风电场水下噪声对鱼卵、仔鱼的影响

水下噪声对鱼卵、仔鱼的影响目前数据较少。目前噪声对鱼类产生影响的认识，仅限于成年鱼类，而噪声对于鱼卵和幼体的影响认识甚少。由于成年鱼类会主动远离噪声源，幼体是浮游生活且随海流而动，没有能力远离噪声源。因此，仔稚鱼与成熟阶段相比，可能会受到更多的水下噪声的影响。

根据《上海东海大桥一期海上风电场项目后评估报告》（水电水利规划设计

总院，2011 年 12 月），工程前后，工程海域的鱼卵仔鱼、渔业资源的拖网捕获量均未出现显著的下降，渔业拖网捕获量反而出现增加，表明东海大桥海上风电场工程对渔业资源影响不明显。

根据《中广核嵊泗 5#、6#海上风电场工程海洋环境监测监理报告》，工程前 2018 年 4 月（春季）和 2018 年 10 月（秋季）和施工完成后（第一年）2021 年秋季、2022 年春季的渔业资源监测数据进行比较，主要分析鱼卵、仔稚鱼和游泳动物的种类组成、密度分布变化等。

春、秋季鱼卵、仔稚鱼种类数均在一定范围内波动。工程前后秋季渔业调查资料，安氏白虾、三疣梭子蟹、棘头梅童鱼、凤鲚、龙头鱼等种类为该海域共同优势种。不同监测航次和季节，游泳动物资源密度（重量密度、尾数密度）均在一定范围内波动。监测海域游泳动物群落结构较为稳定。

表 5.7-12 上海东海大桥一期海上风电项目工程前后鱼卵、仔稚鱼指标比较表

内容		施工前		施工完成后（第一年）	
		2018 年春季	2018 年秋季	2021 年秋季	2022 年春季
站数（个）		13	17	5	5
种类数		鱼卵：2 种	鱼卵：3 种	鱼卵：3 种	鱼卵：4 种
		仔稚鱼：8 种	仔稚鱼：5 种	仔稚鱼：1 种	仔稚鱼：15 种
水平拖网密度（ind/m^3）	鱼卵	0.069	/	0.014	0.007
	仔稚鱼	0.825	/	0.002	0.224
垂直拖网密度（ind/m^3）	鱼卵	0.015	2.97	0	0.204
	仔稚鱼	0.234	0.74	0	2.010

表 5.7-13 嵊泗 5#、6#海上风电场工程前后游泳动物指标比较表

内容		施工前		施工完成后（第一年）	
		2018 年春季	2018 年秋季	2021 年秋季	2022 年春季
站数（个）		13	17	5	5
种类数		35	53	30	23
主要优势种		/	安氏白虾、棘头梅童鱼、龙头鱼、三疣梭子蟹、凤鲚	安氏白虾、三疣梭子蟹、鮸、龙头鱼、凤鲚、棘头梅童鱼、日本蟳	三疣梭子蟹、安氏白虾、孔虾虎鱼和凤鲚
重量密度（kg/km^2）	范围	93.48~371.80	57.41~692.76	335.09~1416.06	265.32~392.33
	均值	170.51	337.32	645.34	344.89
尾数密度（10^3 ind./km^2）	范围	18.51~205.06	7.04~180.47	43.20~383.88	29.31~55.63
	均值	70.72	68.39	160.78	42.71

4、对海洋哺乳动物及其生存环境影响分析

根据国外相关研究，对于丹麦 Horns Rev 海上风电场，风电场在开始营运的三年内，风电场的营运并没有对港海豚和港海豹造成数量、分布明显影响，噪声的强度还不足以掩蔽港海豚和港海豹的通信行为，研究认为海上风电场风机营运期水下噪声对海洋哺乳动物的数量变化、发声行为和听力的影响均是很微弱的，基本可以忽略不计。

此外，厦门大学通过福建福清的 5MW 风机研究表明，在距离风机 200m 以内，水深 1.5m 和 3m 风机运营期水下噪声剂量分贝值均在 90dB 以下，即使在距风机 15m，风机水下噪声也不会造成中华白海豚的强烈趋避行为。

根据厦门大学对上海东海大桥、福建平海湾一期海上风电项目、如东海上风电在营运期的监测结果初步表明：风机运行中水下噪声的频谱级基本上都相似，总体由于风机噪声而引起的强度变化不大，基本上与海域其它点在没有风机运行的下测量到的背景噪声相近；风机在水中不同风速下产生的噪声强度变化不明显。与海洋环境背景噪声相比，不同风速（风速分别为 6m/s 和 13m/s）运转下的风机在水下辐射噪声时，高风速 13m/s 时在低频段（63Hz 以下）风机所辐射的水下噪声与海洋环境背景噪声相当（即淹没在背景噪声中），在 125Hz 频点上风机在高风速（13m/s）比低风速(6m/s)下在水中辐射的水下噪声谱级高 10dB/re 1μPa 左右，但总体都不高，与海洋背景噪声相当。

总体来说，通过以上研究分析，而本项目风电机组行内间距 769~1124m，行间距 1980m，营运期间水下噪声对海洋哺乳动物的影响有限，风电场风机的水下噪声不会对海洋哺乳动物产生叠加影响，对其生存空间也仅限于桩基附近范围内，对其影响较小。因此本项目运营期对海洋哺乳动物影响很小。

5.7.3 营运期风机振动对海洋生物的影响

本项目营运期风机振动主要来自机舱的机械振动噪声导致桩体的结构振动通过风机的塔筒和桩基在水中的部分传入水中。

海上风机运行引起的机械振动通过塔架传播到海底，也将引起桩基附近**海底地质的微弱振动**，可能对靠近海床的鱼类和无脊椎底栖动物产生影响，**但目前这方面研究尚未见报道。**Sigray 和 Andersson 对海上风机的桩基振动和距离桩基 1m 处水域的振动进行了测量，结果如图 5.7-14 所示。从图中可以看出，桩基振动和在水域振动的频率分布在 29 Hz，36 Hz，178 Hz 等处，且均具有一致的

线谱。桩基振动在这三个频率处的幅度分别为 0.082 m/s^2，0.056 m/s^2，0.044 m/s^2，而从桩基辐射到距桩基 1 m 处水域中的振动对应的幅度分别为 0.0052 m/s^2，0.0034 m/s^2，0.004 m/s^2（相比桩基振动强度，衰减了近 10 倍）。

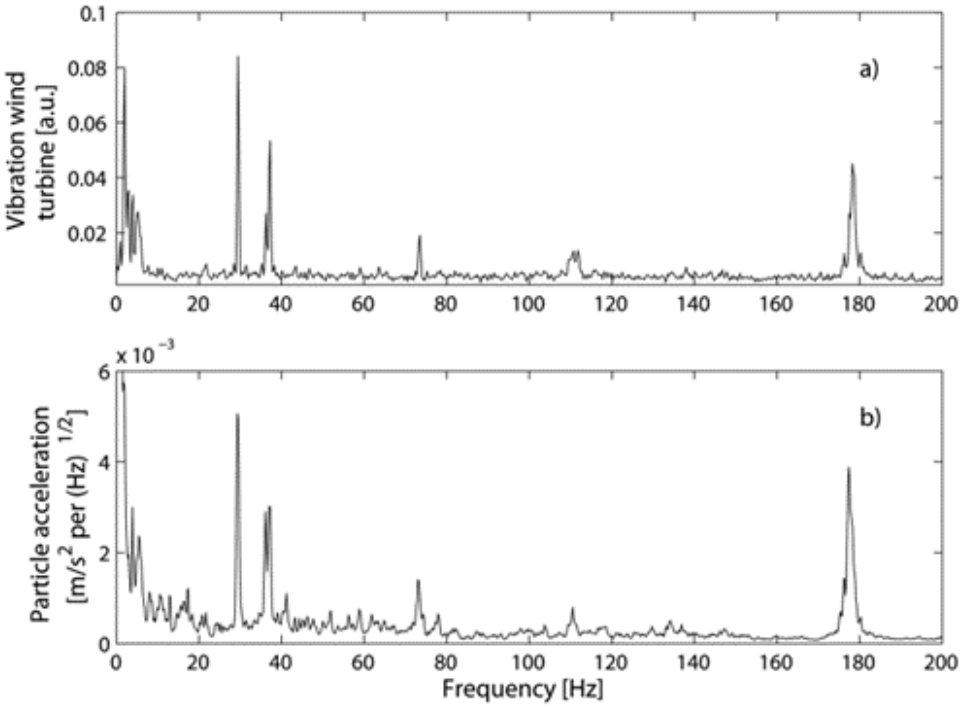
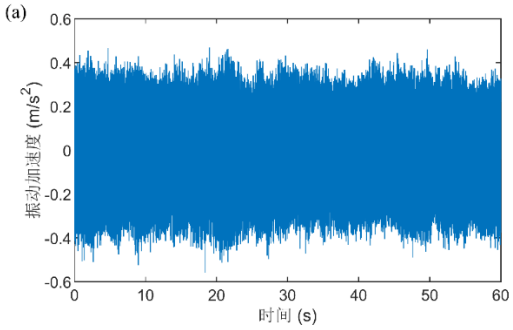


图 5.7-14 海上风机在 12 m/s 风速下的桩基振动和水中振动频谱分布

（a）桩基振动；（b）水域振动（距风机 1 m 处）

厦大课题组对我国江苏海上风电场营运期桩基振动进行了现场监测，结果见图 5.7-15。总体上，海上风机营运期的塔架振动较为平稳，时域上无明显脉冲特征，对应的频谱图具有多个线谱特征，其中频率 108 Hz 处的线谱幅度最大，幅度为 0.03 m/s^2。



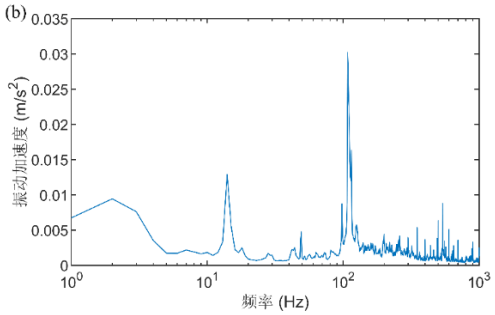


图 5.7-15 海上风机营运期（风速 5.2 m/s）塔架振动加速度

（a）时域图；（b）频谱图

因此，桩基振动而引起海底的振动（从桩基辐射到海底地质）的振动强度将介于桩基振动强度和水域振动强度之间，强度与海底沉积物的类型有关。频率和桩基振动一样，在这些线谱上的强度分布为 0.08~0.03m/s^2，主要分布在低频（400Hz）以下，并具有线谱特性（峰值频率为 200Hz 左右）。

Sigray 和 Andersson 还将测量得到的水中振动与大西洋鳕鱼和鲽鱼（比目鱼）的听阈进行比较，结果如图 5.7-16 所示。研究结果表明：随着与桩基距离的增加，海上风机水域中噪声振动强度快速衰减，在距离大约 10 m 的距离处，振动强度与鱼的听觉阈值相当。因此，水下噪声（振动）对此类鱼种的影响范围大致为 10m 以上。由于距离桩基一定范围内都需要工程外围的地基保护，因此，在离桩基一定距离以外（如 50m），对海洋生物(除对振动特别敏感的底栖生物外，目前尚未明确)的影响有限。

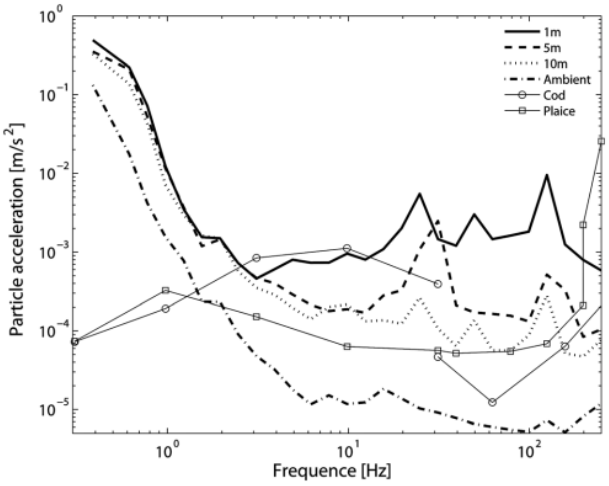


图 5.7-16 海上风机桩基附近水域振动与大西洋鳕鱼、鲽鱼（比目鱼）的听阈比较

5.8 工程建设对鸟类的影响

5.8.1 施工期鸟类影响分析与评价

5.8.1.1 风电场施工对鸟类栖息和觅食的影响分析

本工程海上风电场周边为海域，针对风电场海域现场观测记录到的主要是鸥类、鹭类等水鸟，种类少，数量密度也非常低，邻近海岸线区域鸟类中以非水鸟种类和数量占优势。风电场施工期主要是打桩施工对周边鸟类会产生驱赶作用；海底电缆铺设会破坏工程建设区域的海洋底栖生物和鱼类的生境，减少工程建设区域底栖生物和鱼类的种类和生物量，进而有可能影响鸟类（主要是水鸟）的觅食。

由于施工作业时间较短，随着施工结束，底栖生物和鱼类可在一定时间内得以恢复，同时施工影响范围仅限于风机周边，施工活动对水域的扰动范围有限，只能影响风机周边水域内水生生物的种类和数量，而且工程占用海域面积相对较少，风电场所在海域不是水鸟唯一的栖息和觅食地。在风电场海域觅食和栖息的水鸟种类和数量非常少，仅记录到 1 种黑尾鸥，数量密度约占这 1 种鸟类在区域数量密度的 0.43%，占所有鸟类数量密度的 0.12%，记录到的 5 种水鸟中，牛背鹭、黑尾塍鹬、斑尾塍鹬、白眉鸭、白鹭只是飞行经过海域，距离风电区域较远，黑尾鸥和普通燕鸥有可能在区域觅食，受影响的鸟类种类和数量更加有限，但是总体对鸟种种类和数量存在较小的风险；鸟类整体上分布在滩浒山岛以及风电场以外岛屿上，距离风电场场区较远，风电场风机安装施工对这些区域鸟类的栖息和觅食基本不会产生影响，风电场施工对整个鸟类群落的影响有限，对在风电场海域活动或者习惯在该海域活动的鸟类来说，会因为驱赶作用而受到一定的影响。由于风电场周边海域还存在替代的栖息地，一般情况下，鸥类、鸻鹬类和鹭类也更习惯于在沿海岸线的潮间带湿地栖息和觅食，这些在海域活动鸟类能找到更合适的栖息和觅食场所，而雀形目鸟类只是飞行经过海域，并不进行觅食或者停歇，鸟类栖息和觅食受到风电场施工的影响有限。

5.8.1.2 对鸟类繁殖的影响分析

从现场调查来看，风电区域未观测集群繁殖的海鸟和水鸟，从调查获取的鸟类群落组成及分布结果来看，滩浒山岛区域繁殖的鸟类主要有麻雀、白头鹎、八哥、鹊鸲、暗绿绣眼鸟和珠颈斑鸠等留鸟非水鸟，白鹭为留鸟水鸟，以及家燕、远东树莺、红尾伯劳等夏候鸟非水鸟和黑尾鸥牛背鹭等夏候鸟水鸟。这些繁殖鸟类中，非水鸟主要是在岛屿的林地、灌丛、民房等区域繁殖，水鸟主要

是岛屿林地、海岛裸岩繁殖。距离黑尾鸥繁殖最近的岛屿——脚板屿有 6.1km，距离风电场施工区域比较远，繁殖活动受到风电场施工直接影响的可能性较小。同时，这些繁殖鸟类中，水鸟主要在近岸湿地潮间带滩涂或者陆域的水域觅食，其中只有黑尾鸥等会偶尔出现在风电场海域觅食和飞行。风电区域不是这些鸟类的重要繁殖栖息地，也不是这些到海域活动的繁殖鸟类的主要觅食区，施工对这些鸟类的栖息和觅食基本不会产生负面影响。风电场施工对鸟类繁殖的影响有限。

5.8.1.3 风电施工对鸟类迁徙的影响分析

1、对日间迁徙候鸟的影响

根据已有研究，迁徙候鸟在日间视野清晰时撞击风电机组的概率极低。原因在于：

a.鸟类视觉敏锐，可及时发现风电机组并及时回避；

b.大部分候鸟在迁徙过程中的飞行高度较高，除一些小型物种外，其飞行高度与风电机组扇叶的影响范围几乎没有交集，因此撞击概率较低。

当天气条件较差，如有强风，雨雾时，迁徙候鸟会选择降低飞行高度或者在临时的聚集处休息，等待天气转好。而降低飞行高度则可能使这些候鸟距离风电机组距离过近，导致碰撞率上升。

2、对夜间迁徙候鸟的影响

夜间光照不足，于夜间迁徙的候鸟通常靠自然光源进行飞行。这些光源的亮度虽然相对较低，但在天气晴好时对候鸟迁徙来说已经足够。此外，如果风电场范围内有人工光源，则这些人工光源会使迁徙候鸟产生错误判断，将这些人工光源错认为自然光源，导致碰撞率上升。

3、对候鸟造成的影响因素分析

对候鸟的影响分为直接影响和间接影响两方面。直接影响即为迁徙候鸟撞击风电机组导致死亡。这种影响对候鸟造成了直接威胁。间接影响为风电场的存在使迁徙候鸟在迁徙过程中有不必要的消耗。

风电场中心距宁波慈溪杭州湾南岸线28km以上、距上海金山杭州湾北岸23km以上，只有一些偶尔在上空迁徙路过的鸟类，同时从施工特点分析，风机等施工具有时间短和间断施工的特点，风机安装施工均需要在白天进行。

从施工阶段分析，在风机基础施工、升压站施工期间，由于均为近海面作

业，施工设备的高度一般在20m 以下。在风机安装阶段，根据风机的轮毂高度和叶片半径，总高度约205m 左右，加上基础高度，在220m 左右，在这一阶段，鸟类正常迁飞一般不会受影响，只有在云雾、小雨等不利天气情况下，有些鸟类会飞至工程风机总高度甚至以下。

在施工期间，由于有施工噪声，施工阶段安装好的风机不运转，也比较大，容易被迁飞鸟类注意到。丹麦 Tjaerebor 等通过雷达对迁徙鸟类的研究发现，不管是在白天或黑夜，在 2MW 叶片直径 60m 的风力机前 100 至 200m 鸟就发现它的存在，而且提前改变飞行路径，飞行在高于风力机的安全高度。综上所述，工程施工期对迁徙鸟类影响较小。

5.8.1.4 风电场施工噪声对鸟类的影响分析

在施工、维修和拆除过程中，噪声污染主要来自以下两方面，一是在风机材料运输和组装过程中，运输船和起重机所产生的噪音；二是风机塔架基础结构采用钢管柱直接打入海底，与钢管柱四周铺设块石或碎石碰撞产生的噪声。施工期间产生的噪声会对在施工区及邻近区域觅食的鸟产生影响，使该区域鸟的数量减少、多样性降低。风机运行时，风轮机转动会驱赶和惊扰低飞的鸟类，主要是对留鸟产生影响，对只是短暂路过和停留的候鸟和旅鸟影响不大。嵊泗 1#风电工程海域内没有记录到留鸟，所以施工期产生的噪声对工程范围内迁徙鸟类的影响较小。

5.8.1.5 施工悬浮泥沙扩散对鸟类的影响分析

风电场风机、升压站桩基施工、海缆铺设等会引起海底的泥沙扩散，悬浮泥沙扩散会引起水体浑浊，污染局部海水水矬，影响局部沉积物环境和海水的透光度，进而影响浮游动植物的生长，通过食物链可能会对鸟类觅食产生一定影响。同时，悬浮泥沙在逐级沉降过程中颗粒逐渐细化，会随海流输送至更远的海域，但这些影响都是暂时的，可逆的。随着施工结束，悬浮泥沙的浓度和范围会慢慢减弱至恢复平静。在海域觅食栖息的鸟类主要是鸥类，它们的觅食范围较多，风电场区小范围的悬浮泥沙扩散影响对鸟类影响有限。因此，悬浮泥沙扩散对鸟类的影响有限。

5.8.1.6 风电场施工环境事故风险对鸟类的影响分析

风电场施工过程中要大量用到船舶运输装备和材料、用船舶进行打桩和吊装施工等，存在施工船舶溢油风险。如发生溢油事故，将对海洋生物和海洋生

态系统产生深远的不利影响。尽管不同油品的影响程度和持续时间不同，但是总体上，漂浮在水面上的油类会直接导致海洋生物的死亡，也会波及海岸带，进入沉积物，尤其是滩涂沉积物中，缓慢释放，形成持久的毒性。鸟类进入含油水面或者油污染的滩涂，身体上会沾上油污，影响其活动，进而影响生存。油类物质会通过食物链或者直接被摄入鸟类体内，毒害鸟类。溢油事故也会产生长期影响，影响溢油区域活动或者觅食的鸟类。

溢油事故一旦发生，海域水体首先受到影响，部分滩涂周边也会受到影响，除了直接影响这些区域觅食、活动的鸟类，导致鸟类中毒死亡，也会通过影响这些区域的浮游动植物、底栖生物、潮间带生物进而影响区域作为鸟类栖息地的质量，这种影响也将持续较长的时间。

根据现场鸟类观测来看，可能受溢油影响的鸟类是直接在水面觅食的鸥类、鳽类以及在滩涂区域停歇的鸻鹬类、鸥类和鹭类等。

从鸟类栖息地的角度出发，溢油以后油膜扩散，海域活动鸟类由于存在大量其他替换的海域水体栖息和觅食区域，存在有效避免受到溢油影响的可能性。同时，溢油事故发生的概率相对比较低，而一旦发生则有可能影响到油膜扫过的区域，好在一般油膜扫海的范围和面积相对有限，并不会波及到整个海域，也即规划海域各个区域同时受到事故溢油影响的可能性比较小。溢油事故发生后，影响范围之外都存在未受影响的栖息地（海域）作为替补和缓冲，能在一定程度上减缓溢油事故对整个海域鸟类栖息地功能和鸟类群落的影响，不大可能对整个海域鸟类栖息地功能和鸟类群落造成颠覆性影响。

为防范鸟类进入溢油海域捕食，建议事故发生后设置警戒船，采用声纳驱鸟方式让鸟类远离溢油污染海域。

5.8.2 营运期鸟类影响分析与评价

5.8.2.1 对鸟类栖息地和觅食地利用的影响

海上风电场建设导致直接的栖息地丧失实际上很小。研究人员估计整个风电场只有2~5%的面积被风机建设直接改变。风电场选址避开了鸟类重要的栖息地，直接的栖息地丧失对鸟类的影响非常有限。

海上风电场的建设有可能形成新的栖息环境，从而增加鸟类的栖息地。

风电场的水下构造有可能形成人工鱼礁等，加上风机的存在限制了各种船只的捕捞活动，区域鱼类密度会增加，进而吸引食鱼性鸟类前来觅食。风机基

础建设增加鱼类丰度已经得到部分研究的证实，有经验的海钓爱好者也更加喜欢在风电场区域垂钓。风电场的风机基础即邻近区域也会聚集表层生活的底栖动物。随着时间的增加，底栖动物的生物多样性会增加，群落主要由区域本土物种占优势。如果鸟类不避开风电场，且没有明显的撞击死亡，鱼类和底栖动物的增加将有助于形成适宜的鸟类栖息地（Drewitt and Longton 2006，Fox et al. 2006，Inger et al.2009），进而吸引海鸟前来觅食。比如在丹麦的Horns Rev 风电场，监测表明风电场建成以后鸥类和燕鸥都有偏好于风电场区域的趋势（Petersen et al. 2004）。

从现场调查来看，工程海域鸟类数量密度只占到整个区域鸟类数量密度的0.18%。主要是鸥类的鸻形目鸟类。这些鸟类出现在海面上主要是在海域飞行经过，部分鸥类和燕鸥类鸟类在海面觅食，也即把海域当做觅食栖息地，海域记录到的黑尾鸥鸟类数量占区域记录到的鸥类数量的约 0.81%。风电场占用海域对绝大部分鸟类来说并不是适宜栖息地，鸟类在海域活动的数量比例很低，能够利用海域、在海域觅食的鸟类数量占比也非常低。可见，风电场占用海域并不是鸟类的主要分布区域，也不是鸥类等可以在海域觅食的鸟类的主要觅食和活动场所。风电场对鸟类栖息地的直接影响比较小。

5.8.2.2 运行期阻碍驱赶对鸟类迁徙和飞行影响分析

阻碍、驱赶影响主要是指风电场的存在改变了鸟类的飞行路线和方向，鸟类必须消耗较多的能量来绕过风电场。从鸟类的角度，则是鸟类避开利用或者出现在风电场建设区域。目前为止，研究还没有发现种群水平的影响，但是如果风机处在觅食地和繁殖地之间，对繁殖鸟类的影响会很大。如果多个风电场连续影响鸟类的飞行路线而增加鸟类的能量消耗，也有可能产生累积效应而影响鸟类种群。风电场对鸟类的阻碍和驱赶影响以及由此产生的鸟类躲避反应而对鸟类的干扰程度变化很大，取决于一系列的因素，包括季节、鸟类物种、鸟类的集群规模、鸟类的适应程度、鸟类对风电场建设区域的利用格局、风电场建设区域到重要栖息地的距离、风电场周边可替换栖息地的可提供性、风机的类型以及鸟类所处的生活史周期（越冬、换羽、繁殖等）等，具体的海上风电场工程对鸟类的影响，需根据具体情况来分析和评估。

风电场的阻碍、驱赶影响，加上鸟类的躲避效应，通常情况下，海上风电场的建设对区域鸟类数量会有负面的影响。从已有证据来看，海上风电场直接

导致的鸟类死亡率比较低，可见，海上风电场区域鸟类丰度的降低主要还是因为鸟类避开出现在风电场区域。

鸟类飞行过程中在100 到3000 米左右开始出现对风电场的躲避行为，即在100 到3000 米左右开始改变其飞行路线，绕开风电场。在Horns Rev 风电场和Nysted 风电场（72 个2.3MW 风机），大量证据表明迁徙飞行的绒鸭会避开风电场。根据风机的间距，有些鸟类个体会在风机间飞行，比如在丹麦的Nysted 海上风电场用雷达进行的研究表明白天大部分鸟类在距风电场3km 以外就开始改变飞行路线，而晚上在1km 左右改变方向，在风机群周边飞行时表现出明显的躲避行为（如下图），部分鸟类个体会从风机间穿过，虽然这方面的观察研究很有限，但是已有的观察为风电场设计提供了很好的依据，比如东海大桥一期建设中，为迁徙鸟类提供迁徙通道，就是减缓风电场建设对鸟类迁徙飞行影响很好的措施。

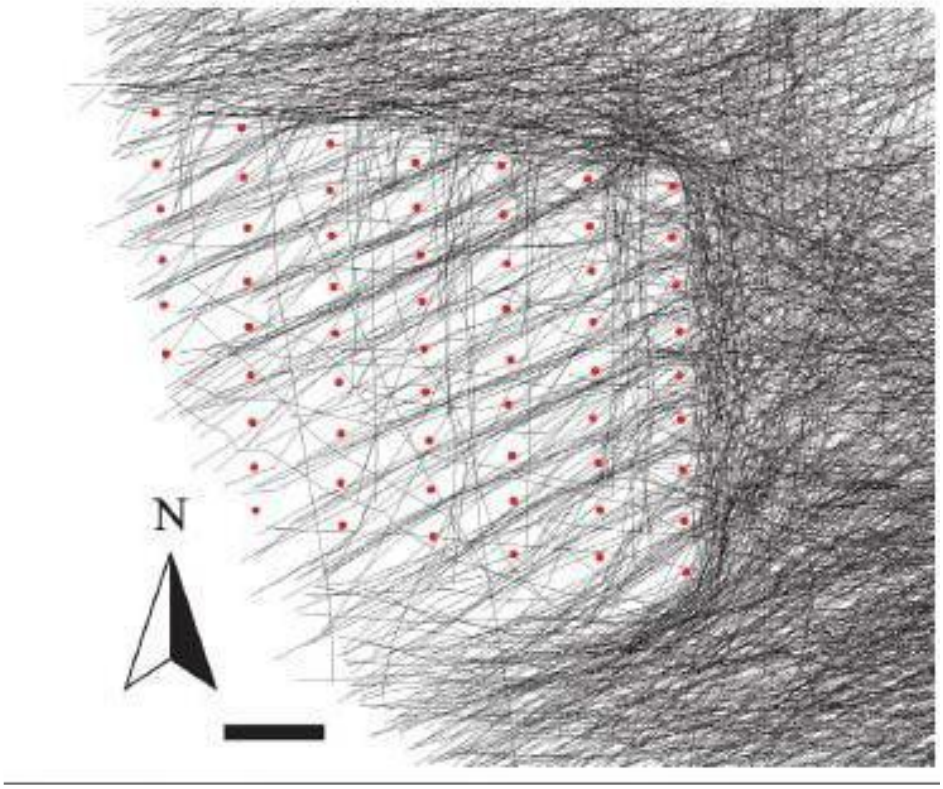


图 5.8-1 雷达监测显示大部分绒鸭都绕道经过 Nyted 海上风电场（图中红点为风机位置，每条黑线代表一只次绒鸭飞行路线）（自 Desholm & Kahlert 2005）

从本次观鸟结果看，鸟类主要分布岛屿上，水域上观察到的鸟类的种类和数量极少；从区域迁徙鸟类的种类和种群规模来看，所处海域不是鸟类重要的迁徙通道，风机的阻碍驱赶影响对鸟类迁徙影响有限，可能受到影响的主要是

针对海域活动的鸥类、燕鸥类、鹭类、少量鸻鹬类和雀形目鸟类，这部分鸟类的种类非常少，数量密度很低，数量密度不到区域鸟类的0.81%。

此外，风电场海域整体上东、西、北三侧有岛屿，鸟类有可能穿越风电场所在海域，比如2025年4月在现场观测中看到的黑尾塍鹬、斑尾塍鹬、白眉鸭群，应该是候鸟北归穿越海域的飞行；此外在岛屿上雀形目鸟类种类和数量比较多，这些鸟类往北进入大陆或者从大陆往南进入岛屿都有可能经过风电场所在海域，虽然观测期间在风电场区未记录到这些鸟类，但是存在这些鸟类穿越风电场的可能性，一旦他们飞行路线上会穿越风电场区，则存在风电场对这些鸟类可能的潜在影响。

根据前述鸟类的这种针对风电场风机的躲避行为或者躲避能力表明鸟类飞行或者迁飞过程中，即使进入到的风电场区域，也能绕开风电场而不受到风电场的影响。鸟类飞行经过海域时如果要绕行风电场区域，所增加的飞行距离也不会太大，基本不会影响鸟类陆岛之间的迁飞，风电场对鸟类迁徙影响有限。

5.8.2.3 鸟类-风机撞击致死分析

海上风电场鸟类撞击致死有三种可能途径：鸟类撞上风机塔或者支架、鸟类撞上旋转的叶片或者被叶片旋转形成的旋涡甩到海中。鸟类可能因与风力涡轮机的旋转螺旋桨相撞而死亡，也可能因与涡轮塔、机舱或风电场中的其他结构（如拉索、电力线和气象桅杆）相撞而受到致命伤害。风轮机转速也会影响鸟类的碰撞概率，一般高转速的风机对鸟类的影响较大，涡轮机转速较低时，鸟类可以更容易地意识到叶片的存在，从而做出反应。由于海上很难探测或观测到鸟类与风机及其附属物的撞击（陆域风电场可以通过地面残留的鸟类尸骸来调查和评估鸟类-风机撞击情况)，海上风电场鸟撞死亡率的信息比较少。

探测海上风电场区域鸟类-风机撞击和鸟类飞行躲避行为等，目前常用的技术有雷达、热成像和声学探测等。在丹麦的 Nysted 海上风电场用雷达进行的研究表明白天大部分鸟类在距风电场 3km 以外就开始改变飞行路线，而晚上在 1km 左右改变方向，在风机群周边飞行时表现出明显的躲避行为。绒鸭的躲避行为加上热成像照相的结果表明绒鸭经过风电场时只有很低的撞击死亡率。同样，瑞典的 Kalmar Sound，目视观察绒鸭的移动对两个近岸风机的反应，在一百五十万只迁徙水鸟中，只记录到 1 次撞击事件(Pettersson，2005)。而在德国北海一个海上研究平台上的研究发现，13,037 只迁徙雀形目鸟类中有 442 个个体

撞死于该平台，天气原因（大雾和小雨）是导致这些雀形目鸟类撞上海上研究平台的主要诱因（Huppop et al.，2006）。上述或有或无的撞击死亡率研究记录是否会对鸟类产生种群水平的影响还未可知，因为这些鸟类具有相对较大的全球种群。如果有多个风电场对鸟类种群形成累积影响的话，鸟类撞击风机致死的影响在某些区域可能会更严重（Drewitt and Langton，2006)。

海上风电场鸟类撞击死亡也取决于很多因素，比如风电场位置、鸟类物种、季节、气候、灯光、风机排列、地形、风机技术、距离迁徙通道的远近、附近出现的鸟类物种以及鸟类丰度等。同一个物种不同个体年龄、行为、所处繁殖期的不同阶段等也可能会影响到撞击死亡发生的风险（Drewitt and Longston，2006；Kuvlesky et al.，2007；Sovacool，2009）。从已有的陆上风电场鸟击记录来看，单个风机年鸟类撞击率平均在 0.01 到 23 只鸟个体之间，撞击率最大的风电场记录达到了每个风机每年 64.3 次撞击。风电场的位置对鸟类撞击死亡率以及对鸟类种群潜在影响有很大影响，这种差异主要由风电场选址造成：那些选址在远离大量鸟类集中分布区域的风电场，鸟类撞击死亡非常低（Drewitt and Langston，2006）。即使是同一个风电场内，不同位置单个风机对鸟类影响的差异也很大（Everaert and Stienen，2007）。

数量比例上，大部分个体的迁飞高度都在 1000 m 以上，表明鸟类在近海岸的海面迁徙时，飞行高度要远高陆域。而这样的飞行高度，大部分鸟类个体迁飞时都要高于风电风机的高度。

鸟类与风机发生撞击而造成死亡与风机的转速也有一定的关系（Orloff andFlannery，1992），一般变速的风机对鸟类的影响较大。但即使如此，在许多情况下仍然有 80%以上的鸟类可以穿过变速的风机而不受丝毫损伤（另外 20%选择绕开风电场或者风机飞行）（Winkelman，1992）。特别是在离岸越远建设风电场，撞击概率就更小。如在 Utgrunden 的海上风电场，观察到有 500,000 只海鸭穿过风电场，没有发生一起撞击事件（Petersson and Stalin，2003）。在丹麦西部的 Tjaereborg 通过雷达研究风力机与鸟的关系也表明不管是在白天或黑夜，在 2MW、叶片直径 60m 的风力机前 100 到 200m，鸟类能发现它的存在而提前改变飞行路径，飞行到高于风电机叶片扫过的安全高度。Erickson（2005）根据大量的统计资料指出，风力发电对鸟类造成的伤害远小于城市建筑物、通信设施等对鸟类造成的伤害。

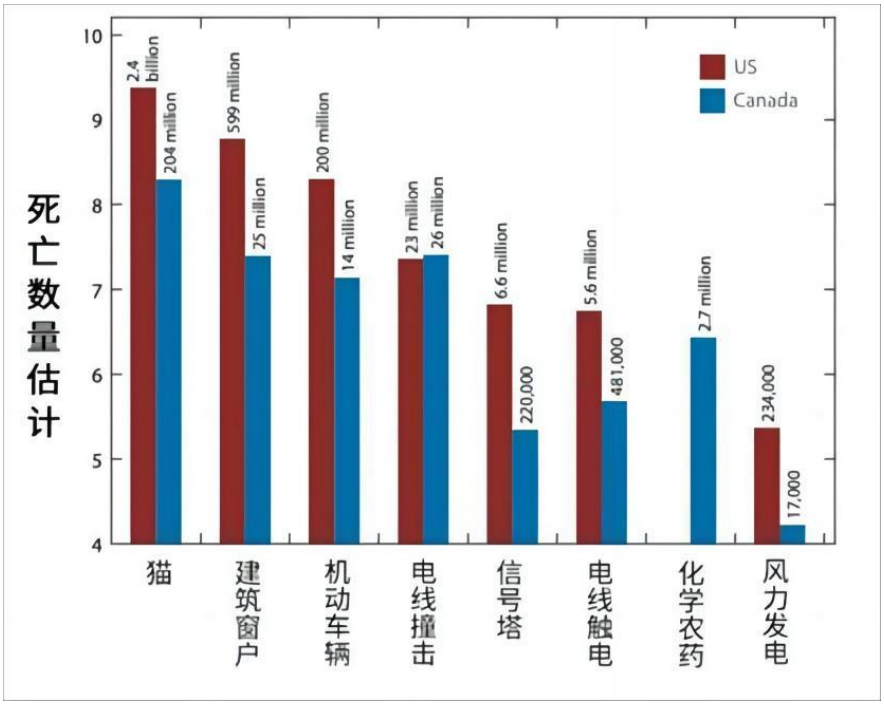


图 5.8-2 美国和加拿大人为造成鸟类死亡的主要原因比较（LOSS ET AL，2015）

5.8.2.4 对鸟类迁徙的影响分析

1、风机高度对迁徙鸟类的影响

本项目风电场所在区域属于东亚一澳大利西亚候鸟迁飞区，鸥类、鹭类、鸻鹬类为规划海域鸟类的优势类群，也是主要的迁徙鸟类。鸥类和鹭类的迁飞高度一般超过 300m，鸻鹬类在海域迁飞高度也在几百米到上千米。

风机轮毂高度 100 m 左右，风机叶片加上风机基础，总高度一般不超过 200 m，风机叶片旋转的范围最高 200 m 左右，鸟类迁飞的高度一般都会超过风机的轮毂和叶片的高度，加上鸟类的躲避行为，天气状况良好的情况下，迁飞的鸟类基本都能都开风机叶片扫过的区域。风电场风机对鸟类迁徙影响较小。

但当鸟类迁徙过程中突然遇到逆风或天气不好且不能着陆时，会降低飞行高度，几乎是在近海面飞行，特别在夜间和透视度低的时候，发生误撞而死亡的几率会提高。

据美国审计署对陆域风电场的统计，雀形目鸟类是与风机撞击比较多的鸟类，占撞击死亡鸟类的 80%左右。小型鸣禽往返于休息地与觅食地、饮水地等飞行活动，都是低空飞行，飞行高度大都低于 100 m，尤其在鸟类迁徙密集区域撞机风险更大，碰撞塔架或风机叶片造成伤亡。但是与飞机、汽车、建筑物、通讯塔、架空电线等相撞的鸟类死亡的数量相比，死于风电场风机的鸟类数量

很少，而海域本身不是雀形目鸟类常规的栖息和活动场所，只有少数雀形目鸟类飞行经过风电场海域，种类很少，数量密度非常低，本次调查记录海上未记录到雀形目鸟类，加上其飞行过程中可绕开风电场区域、躲避海上风电场，因此总体来说海上风电场对鸟类迁徙的影响较小。

2、风机转动速度对迁徙鸟类的影响

根据现有研究和监测资料，鸟撞风机与一系列因素相关，如鸟的种类、数量、行为、地形地貌、天气状况、风力电场的地理位置等。当风电场位于或靠近鸟类候鸟迁飞区、主要迁徙通道或鸟类局部大量集聚的区域时，鸟撞发生的概率会大大增加。鸟类在捕食时要降低飞行高度，更容易与风机相撞。由于鸟类与风机发生撞击而造成死亡通常与风机的转速呈一定的相关关系，一般变速的风机对鸟类的影响较大。但前文也有体到，据统计有 80%以上的鸟类可以穿过变速的风机而不受丝毫损伤（另外 20%鸟类会绕道）。因此，在天气晴好的情况下，鸟类误撞变速风电机的几率也极小。

3、风电场布置对鸟类的影响

风力发电场占有鸟类迁徙通道较大的面积，而且巨大的风机横亘在鸟类迁徙路线上，有可能成为鸟类迁徙的障碍。本风电场工程风机布置上，行间距 1980m，行内间距 769-1124m，风机与风机之间最小有 769m 的廊道供鸟类栖息飞行通过。而且鸟类的视觉比较敏锐、反应机警，加之本项目风机周围鸟类种类和数量分布很少。因此，发生鸟类碰撞风机致死现象的可能性很小。

本项目海上风电场所处调查区域的鸟类主要是分布在周边岛屿上，海域鸟类的种类和数量相对较少。虽然项目所处海域属于候鸟迁徙通道的一部分，会对鸟类迁徙会有一定的影响，但调查结果显示该区域活动鸟类无论是数量还是种类数都较少，调查区域不是候鸟主要迁徙通道和路线，风电场对鸟类长途迁徙的影响较小。

综上所述，鸟类在迁徙过程中与海上风电场风机相撞机率低，风电场建成后对候鸟迁飞影响较小。

4、低频噪声对鸟类的影响分析

噪声对鸟类等主要依靠声音进行通讯的类群的影响比较大（Slabbekoorn & Ripmeester，2008；Francis et al.，2009）。鸟类尤其是鸣禽主要通过鸣声进行通讯，如吸引配偶、防卫领域、预警、乞食和求救、躲避天敌等。噪声干扰动物

寻找觅食适合区和追赶猎物并辨别天敌位置的能力，使动物的捕食效率和生存能力大大下降。

在遗传和环境共同作用下，鸟类鸣声具有种或个体特异性，在噪声环境中，鸟类可选用特定音节或鸣唱句型传递信息（Robisson et al.，1993；Kennedy et al.，2009），但当环境噪声太大时，声信号被淹没，鸟类的特异性鸣声会失去作用，此时要通过调整声信号来完成通讯（Aubin & Jouventin，2002）。

鸟类主要通过 Lombard 效应应对噪声干扰，即当环境噪声水平提高时，声信号发出者改变频率和振幅，增大信噪比，降低噪声对声信号的干扰，这一现象普遍存在于动物的通讯中（Rabin Greene，2002；Brumm Slabbekoorn，2005；Warren et al.，2006）。近年的研究还发现，鸟类还会调节鸣唱时间来避开噪声干扰（Erme & Amrhein，2008；Hardouin et al.，2008）。

鸟类生活环境中的噪声可分为人为噪声和自然噪声。前者如各种交通噪声，可瞬时爆发、频率低、能量高、持续时间短、作用面积小；后者如晨鸣合唱，进行缓慢、频率多样、延续时间长、作用范围广。城市噪声属于低频高能（Kati & Warren，2004；Slabbekoorn & Ripmeester，2008），频率一般低于 2kHz，最高不超过 5kHz（Patricelli & Blickley，2006）。许多动物的发声频率在这一范围内，包括鸟类（Slabbekoorn & Peet，2003；Brumm，2004），受噪声影响很严重。在长期的适应和演化过程中，动物的声音具有一定可塑性，在声通讯过程中，能根据外界声音环境的声级变化，在一定程度上调整发声频率，避开噪声干扰（Sober & Brainard，2009）。与其他动物相比，鸟类鸣声可塑性更高（Botero et al.，2009）。鸟类鸣声频率主要分布在 2~9kHz（Rheindt，2003），环境噪声常会影响鸟类鸣声的低频部分。鸟类能通过提高鸣唱最低频率和主频应对噪声频率的干扰（Slabbekoorn Peet，2003；Catchpole Slater，2008；Nemeth Brumm，2009）。

本工程风电场区本身不是鸟类的主要栖息地，鸟类种类和数都比较少，即使有鸟类经过工程厂区，噪声对这些偶尔穿越的鸟类影响也很小。

5、工频电磁场对鸟类的影响分析

风电场运行期输电线路会产生工频电磁场，一般海上风电场工程集电线路主要为 66kV 电压等级，登陆的海底电缆为 220kV 海缆。电缆外层包裹有金属屏

蔽层和铠装层，可以有效地屏蔽电缆带电芯线在周围所产生的电场。同时，海水对海底电缆产生的 0.5MHz 磁场的屏蔽作用极强，磁场能量会迅速衰减。

国内外关于极低频电磁场对鸟类迁徙活动影响的研究较少，根据已有的研究表明，没有足够的生物学或生理学的证据表明低频电磁场会对鸟类群落产生影响。许多鸟类在迁徙过程中借助地球磁场定位及导航。研究发现，极弱的电磁场或许会干扰信鸽方向辨别神经系统，造成信鸽的方向迷失（Wiltschko & Wiltschko，1988）。研究同时发现，虽然开始时较弱的电磁场会对鸟类个体产生一定的方向迷惑，但整个鸟群可以很快的适应电磁场的异常改变，并再次成功的定位。Beaver et al.（1994）利用树燕研究了极低频电磁场对鸟类迁徙的导航能力的影响，结果表明极低频电磁场不会造成显著的变化。Hanowski et al.（1994）根据美国密歇根州北部输电线路架设前后历时 8 年的实测数据，分析了极低频电磁场对鸟类繁殖和迁徙的潜在影响，同样得出结论，鸟类繁殖和迁徙均不受极低频电磁场影响。

鸟类在迁徙过程中，只有非常短的时间暴露在风电场电磁环境中，电缆一般铺设于海底泥面以下，海缆有加强铠装保护，铺设于海底后有较好的屏蔽作用，根据类比监测情况，工频电场基本受屏蔽，工频磁场逐步衰减，正常情况下在 20 年衰减至接近本底值，而进入海水后衰减更快，因此对海面以上的电磁环境影响基本可以忽略，规划风电场建设运行期电缆电磁环境变化不会对鸟类迁徙活动产生影响。

5.8.2.5 光对鸟类的影响

夜间风电场区域的照明是影响夜间迁飞鸟类安全的一个非常重要的因素，特别在遇上大雾、降雨、强逆风或无月的夜晚，鸟容易被光源吸引，向着光源飞行，这种趋光性极易造成鸟撞上光源附近的障碍物。北美Virginia 西部山区风电场在2003 年5 月底某天大雾的夜晚发生27 只夜间迁飞鸟死亡，变电站的钠蒸气灯是吸引鸟与风电机相撞的主要原因（Kerlinger, 2003），该风电场的鸟死亡情况的研究结果表明，夜间迁飞的鸟经常死于风电场内的灯下。因此，在规划区域可能受光影响的主要是夜间迁飞的鸟，需采取防护措施尽可能减少光对其产生的干扰，基于实验研究，蓝光等短波光（波长≤405nm）能刺激候鸟视网膜的隐花色素蛋白，通过光磁感受体作用感受地磁场，从而使鸟类获得地磁定向能力；但红光等长波光会影响隐花色素蛋白的激活，使鸟类失去磁场感受能

力。

5.8.2.6 项目对保护鸟类的影响分析

1、大凤头燕鸥

A.调查情况

大凤头燕鸥在海上样线有记录，但在无人岛未见其繁殖记录。属于海洋鸟类，属鸻形目鸥科鸟类，是浙江的夏候鸟。大凤头燕鸥在国内繁殖于华南和东南沿海、台湾岛。国外分布遍及印度洋沿岸及岛屿、波斯湾、太平洋热带海域、澳大利亚、非洲南部沿海。繁殖期为5-6月。它常见结小群在海面捕食鱼类，有时与其他燕鸥混群，常飞至远海洋面活动。常停歇于海滩、近海礁岩或各种漂浮物上。其在游荡觅食可能会出现在规划海上风电场区域。



图 5.8-3 大凤头燕鸥在浙江的记录情况

（引自中国观鸟记录中心 https://www.birdreport.cn/）

B. 影响分析

大凤头燕鸥在观测区域发现主要是游荡觅食为主，累计调查记录总数为11只，数量较少。在附近的舟山五峙山列岛鸟类省级自然保护区有大量繁殖分布，近年来，随着大凤头燕鸥繁殖种群在舟山五峙山列岛鸟类省级自然保护区呈现递增趋势，但是风电场边线距离周边记录的有43km，距离较远，影响是在可控范围内。

2、猛禽

A.调查情况

评价范围内调查到的国家二级保护鸟类，属于猛禽的有5种，为鹰形目的普通鵟、雀鹰；隼形目的红隼、红脚隼、游隼。

普通鵟在大白山岛有记录。鹰科鵟属中大型猛禽，属于浙江的冬候鸟。其越冬地主要集中在长江中下游地区，主要栖息于山地森林、林缘地带、开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地和村庄上空。它们大多单独活动，善于飞翔，每日大部分时间在空中盘旋滑翔。调查发现分别在1月和3月均有记录，说明其在大白山岛有稳定的越冬，于3-4月开始从越冬地向北方繁殖地迁徙。

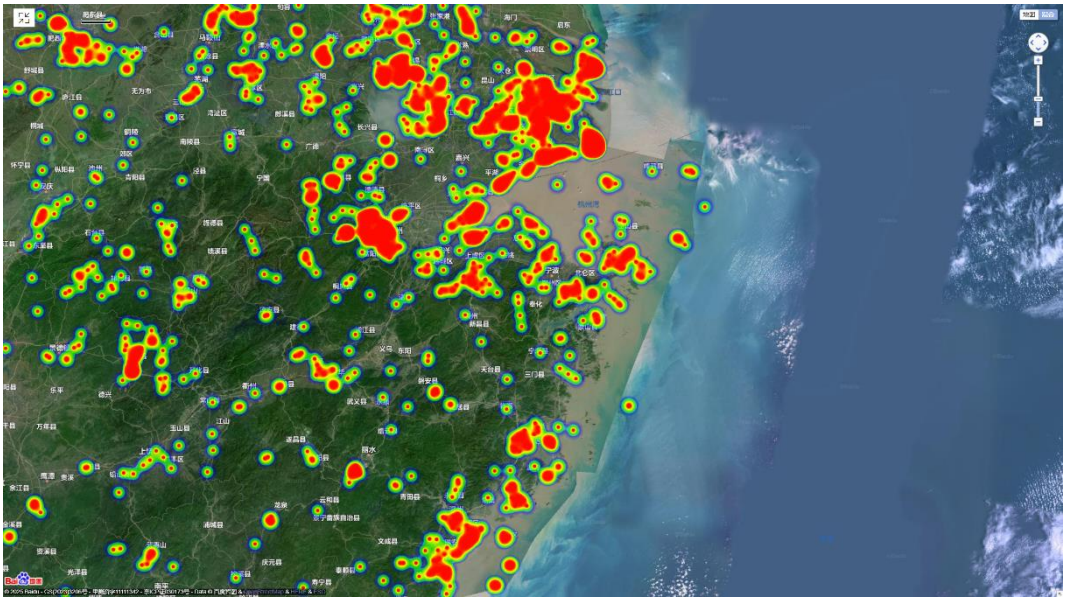


图 5.8-4 普通鵟在浙江的记录情况（引自中国观鸟记录中心 https://www.birdreport.cn/）

雀鹰在大白山岛有记录。在浙江属于冬候鸟，雀鹰栖息于各种森林类型，包括针叶林、阔叶林和混合林，也出现在较开阔的林地，城市公园和郊区。从海平面到4500米的山区都有分布，通常在树线附近筑巢并在树线上方觅食。偏好林地和开阔地带交错的环境。

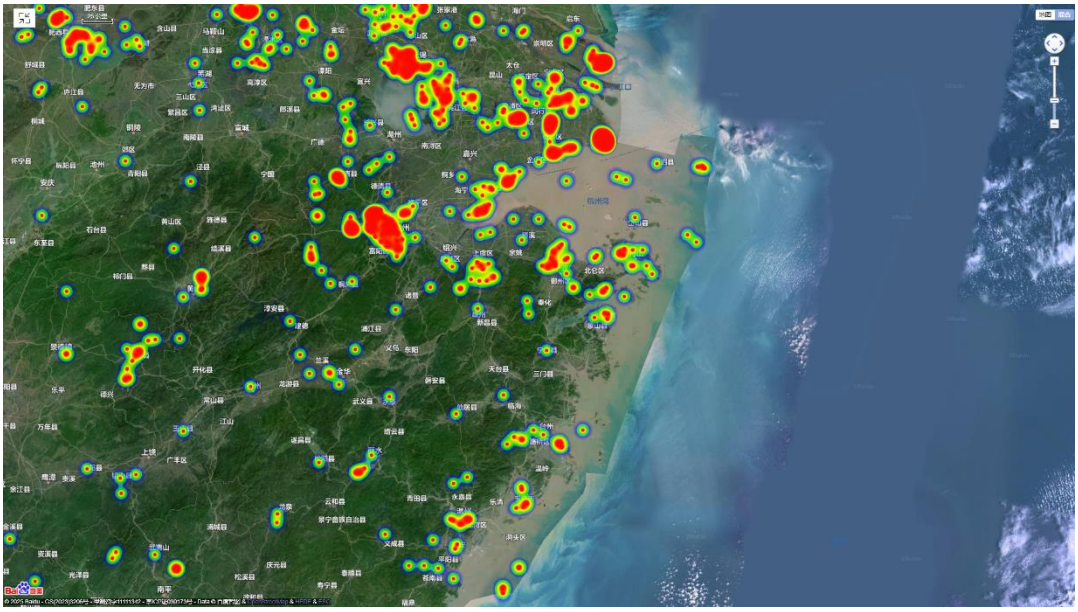


图 5.8-5 雀鹰在浙江的记录情况（引自中国观鸟记录中心 https://www.birdreport.cn/）

红隼在大白山岛有记录。红隼在浙江分布较为广泛，属于常见的留鸟，栖息于开阔或轻度林木覆盖的地区，如草地、牧场、耕地、湿地、灌木丛生的荒野，甚至城市边缘。从海岸到高山牧场，繁殖高度可达3300米，非繁殖季节可达5500米。红隼擅长在低空飞行或停栖处仔细观察地面，典型的行为是在空中悬停以检测小型哺乳动物和其他陆地猎物。它们主要以小型哺乳动物为食，如田鼠，也吃小鸟、蜥蜴和昆虫，海岛为其提供了适宜的栖息和觅食环境。

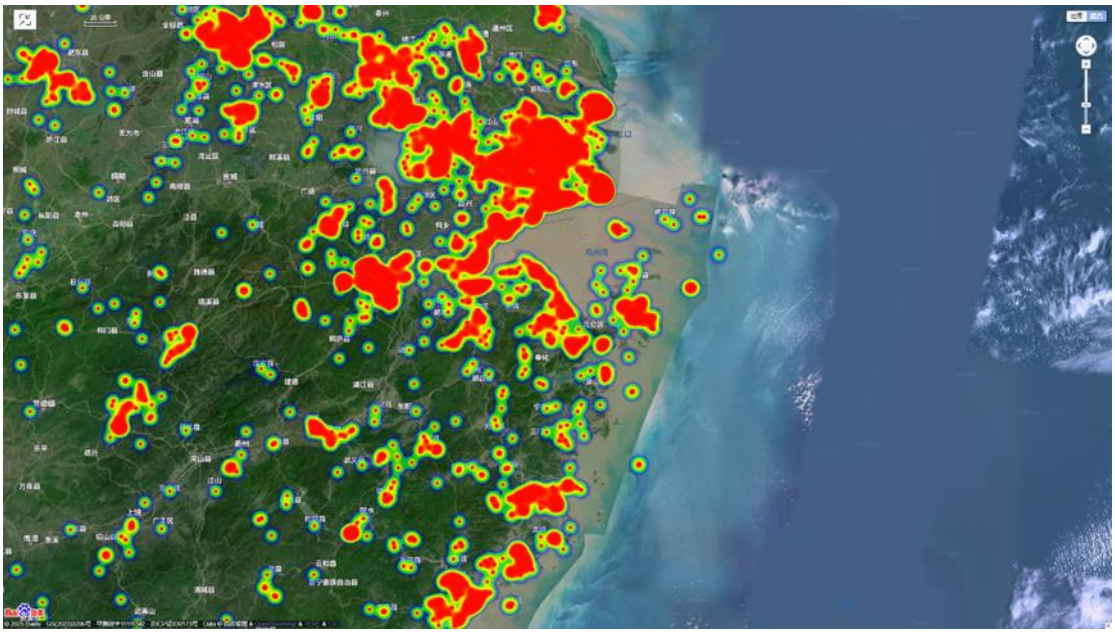


图 5.8-6 红隼在浙江的记录情况（引自中国观鸟记录中心 https://www.birdreport.cn/）

红脚隼在滩浒山岛有记录。红脚隼属于浙江的旅鸟，迁徙季节途径海岛，偏好栖息于林缘、山脚平原、低山疏林及丘陵地区的沼泽、草地、河流、荒野、

山谷等地带，这些地方既能提供一定的隐蔽场所，又有丰富的食物资源。在浙江，一些靠近水域的林地、湿地周边的稀疏树林，以及有少量树木覆盖的开阔农田区域，都符合其栖息偏好。

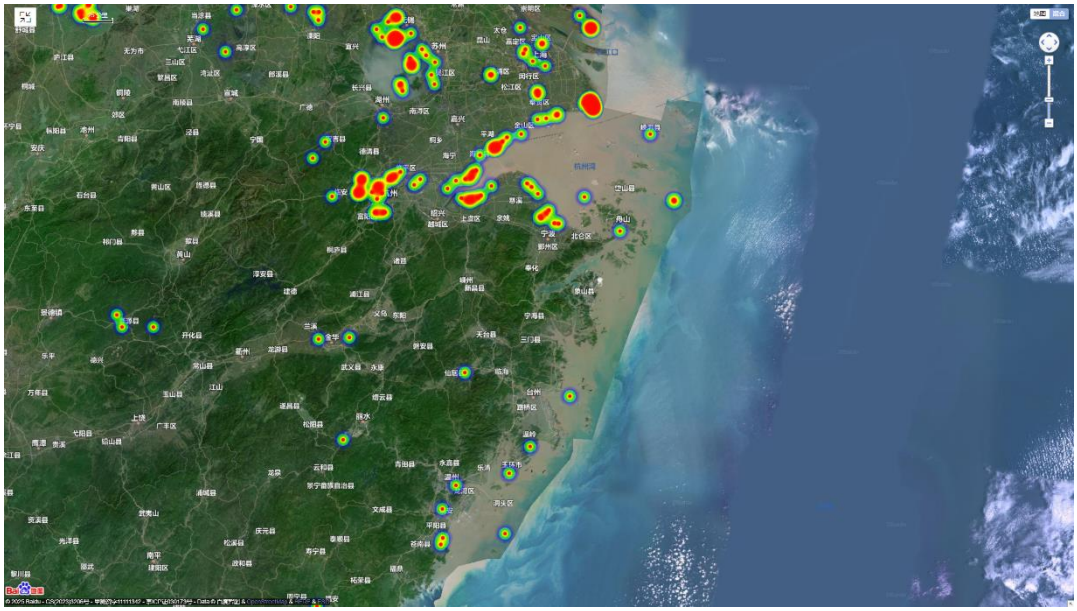


图 5.8-7 红脚隼在浙江的记录情况（引自中国观鸟记录中心 https://www.birdreport.cn/）

游隼在滩浒山岛和对口山屿有记录。游隼属于浙江的留/冬候鸟，喜欢栖息于视野开阔的地方，如山地、丘陵的山顶或山脊位置，便于它们俯瞰周围环境，寻找猎物。也常出现在海岸、旷野、草原、河流、沼泽与湖泊沿岸地带，这些地方通常有丰富的鸟类资源，为游隼提供了充足的食物来源。

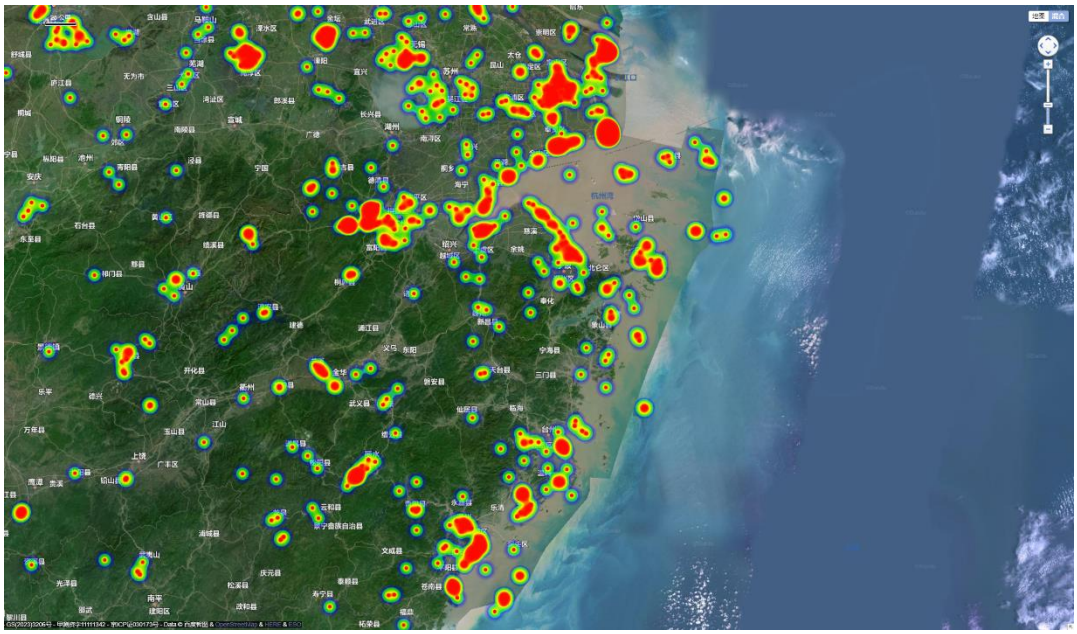


图 5.8-8 游隼在浙江的记录情况（引自中国观鸟记录中心 https://www.birdreport.cn/）

B. 影响分析

据调查，项目区域涉及猛禽包括雀鹰、普通鵟、红隼、红脚隼、游隼6种国家二级重点保护鸟类。它们通常栖息于有开阔视野的地区，如山地森林、平原、河谷、湖泊和沿海区域，主要以鱼类、小型哺乳动物、鸟类、爬行类和大型昆虫为食。海上风电项目对猛禽的影响体现在多个方面。

观测发现猛禽多集中于滩浒山岛以及无人岛调查区块的大白山岛，风电场距离岛屿较远，对这些鸟类基本产生的影响较小。

据调查研究发现，猛禽一般不在海上风电场所涉及的海域内筑巢和繁殖，因此直接栖息地的永久性损失相对较小。

风机叶片的旋转对猛禽的飞行路径和捕食行为构成潜在威胁。猛禽在捕食过程中通常会进行低空盘旋和俯冲捕猎，而风机叶片的高度范围可能与猛禽的飞行高度有重叠，增加了猛禽在风电场区域内碰撞风机叶片的风险。特别是在天气不良的情况下，能见度降低，猛禽的飞行高度可能降低，从而增加碰撞的概率。

风电场建设和运营期间产生的噪音和人类活动可能会干扰猛禽的正常活动。持续的噪音和人类干扰可能会影响猛禽的觅食和栖息行为，迫使它们离开原有的狩猎区域，寻找更安静的区域，从而影响它们的生存和繁殖。

同时，在风电内海域只记录到黑尾鸥 1 种保护鸟类，数量密度很低，他们在海域飞行经过或者觅食，数量密度占其在整个区域数量密度 0.81%。从重点保护鸟类的这种分布格局来看，风电场工程除了对进入海域活动的时穿越工程场区鸟类产生驱赶或者阻碍影响，对这些鸟类在陆域或者岛屿的种群基本没有影响，由于海域活动个体占比很低，且观测期间在工程场区没有记录到鸟类，加上可以躲避或者绕行等回避风电场工程的影响，风电场工程对区域保护鸟类种群影响都非常有限。

5.8.2.7 累积影响分析

当一个项目的环境影响与另一个或多个项目的环境影响以协同的方式进行结合时，累积影响便会长生。

本报告评价的累积影响主要是因为鸟类在时间或者空间上经过多个风电场而造成某些影响的累积。如鸟类觅食的时候反复的在风机阵列之间穿梭飞行，对于鸟类个体来说，和风机发生撞击的可能性会增加，这是风电场影响在时间上的累积。在空间上，鸟类迁徙路线要穿越多个风电场时，则对鸟类个体与风

机发生撞击的可能性也会增加。此外，鸟类能躲避风机或者避开风电场区域时会增加飞行的距离，如果迁飞路线上要经过多个风电场区域，则鸟类增加的飞行距离会累积，降低鸟类迁徙成功的概率。

从上面的分析可以看出，避免或者减缓累积影响，最好的方法就是鸟类不出现在风电场区域，或者说把风电场规划在没有鸟类活动的区域，则累积影响不会出现。本项目风电规划海域位于东亚-澳大利西亚候鸟迁飞区，从前面鸟类分布的分析可以看出，规划海域鸟类种类和数量比较少，主要集中在陆域，海域不是迁徙路线的主要迁徙区域，现场调查中也没有观测大数量集群的鸟类从风电场规划海域飞过，可见因迁徙经过而受规划风电场影响的鸟类种类和数量有限。同样的，由于风电规划海域鸟类种类和数量比较少，有少量鸥类、燕鸥类会在海域觅食，但是整体上分布在近岸区域，风电规划海域不是鸥类、燕鸥类等觅食鸟类的主要觅食场所，鸟类因为觅食而反复进出或者经过规划风电场区域的可能性比较小。

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

随着风电场愈发密集，其他方面的累加影响可能会增强。越来越密集的风电场，会对鸟类的飞行形成网状的阻隔作用，鸟类为了避免与风机相撞而采取更高或更低的飞行模式，穿越风电场区或者绕道时会有额外绕行飞行过程，势必会增加鸟来本不必要的能量损耗，降低其生存几率。这种影响在潮间带区域布设的风机会更加明显，潮间带区域本来就是迁徙水鸟最为重要的觅食场所，潮水涨落过程中，鸟类为了寻找觅食地和停歇地会反复穿越布设在临岸和岸边的风机阵列，群体越大则越有可能有个体与风机发生碰撞。此外，布设在这些区域的风机，也极大地占用了鸟类可以利用的栖息地，破坏了鸟类的自然觅食生境，影响鸟类的正常觅食。

从实际调查情况和历史资料来看，迁徙鸟类大量出现在项目海域及邻近区域时，其觅食和停歇的区域比较集中，密集的停歇点位于规划用海域邻近的陆

域岸线区域。相对来说，风电规划位于海上，对这些密集停歇的大量过境鸻鹬类的影响不大。

本项目风电场位于东亚-澳大利西亚候鸟迁飞区上，虽然观测来看，鸟类种类和数量主要集中在海岸线区域，规划海区未观测到大数量集群鸟类经过，但有也可能有些迁徙鸟群会在夜间迁徙通过海上风电场区域。在规划风电场布置上应该予以考虑，比如在布置上留出南北向迁徙的通道。

整体来说，本风电场规划实施可能会对鸟类造成一些累积影响，但是从观测到的鸟类种类、数量分布和行为来看，形成累积性撞击致死影响的可能性比较小，迁徙鸟类的飞行距离可能会因为绕道而增加，迁徙行为会受到一定程度影响，在规划实施过程中需要予以关注和重视。

5.8.2.8 影响评价小结

综上所述，本项目建设区处于东亚—澳大利西亚候鸟迁徙区，本工程对鸟类迁徙路线存在一定的阻隔，但是对鸟类迁徙影响整体较小。鸟类的角度，本工程对各类群鸟类的影响有限。鸟类栖息地的角度，本工程施工过程可能会对区域栖息的鸟类产生一定的影响，某些工况下存在溢油对海岸和岛屿以及海域作为鸟类的栖息地的影响风险。整体上，本项目的海上风电场施工建设和运营对鸟类的影响处在可以接受的范围内，从工程对鸟类及其栖息地影响的角度，在采取必要的预防和保护措施的基础上，本工程的实施整体上可行。

5.9 电磁环境影响预测与评价

本项目送电线路均采用海底电缆形式进行电力输送，由于电缆线经过电缆外层遮蔽后产生的工频电磁场强度水平较小，项目通过类比监测已运行的浙能嵊泗 2#海上风电场工程的 220kV 海底电缆线路及升压站，对项目产生的环境电磁辐射影响进行分析。

5.9.1 海底电缆电磁影响分析

1、可比性分析

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）要求，变电站电磁环境影响预测采用类别的方式。因此，本项目工频电磁场影响预测也采用类比分析法。

本项目主海缆电压为 220kV，绝缘海缆结构均采用 220kV 三芯（光电复合）

海底 XLPE 材料，本章节选取与本项目工频电磁场条件相似的项目进行类比分析，即海缆电压相同、风电总装机容量相近、结缘海缆结构相近、所处海域环境相似。可比性分析见表 5.9-1。

表 5.9-1 220kV 海底电缆可比性分析

海底电缆	浙能嵊泗 2#海上风电场项目	本工程 220kV 海底电缆
电压等级	220kV	220kV
电缆结构	三芯 220kV XLPE	3 芯 220kV XLPE 绝缘海缆
敷设深度	泥面以下约 2m	泥面以下 3.0m
外围环境	海底，地形较为平坦	海底，地形较为平坦

浙能嵊泗 2#海上风电场项目 220kV 海底电缆线路在电压等级、电缆截面、电缆额定电流、敷设深度、外围环境方面与本项目海底电缆较为相似。本项目 220kV 海底电缆采用 3 芯电缆，浙能嵊泗 2#海上风电场项目 220kV 海底电缆也采用 3 芯电缆。

因此，选用浙能嵊泗 2#海上风电场项目 220kV 海底电缆进行类比是合适的。

2、监测时间及环境

监测单位：浙江鼎清环境检测技术有限公司

监测时间：2022 年 3 月 14 日

监测状态：整个风电场位于正常运作

监测点位及位置：电缆正上方、设有 5#、6#、7#等三个点位，见图 5.9-1。

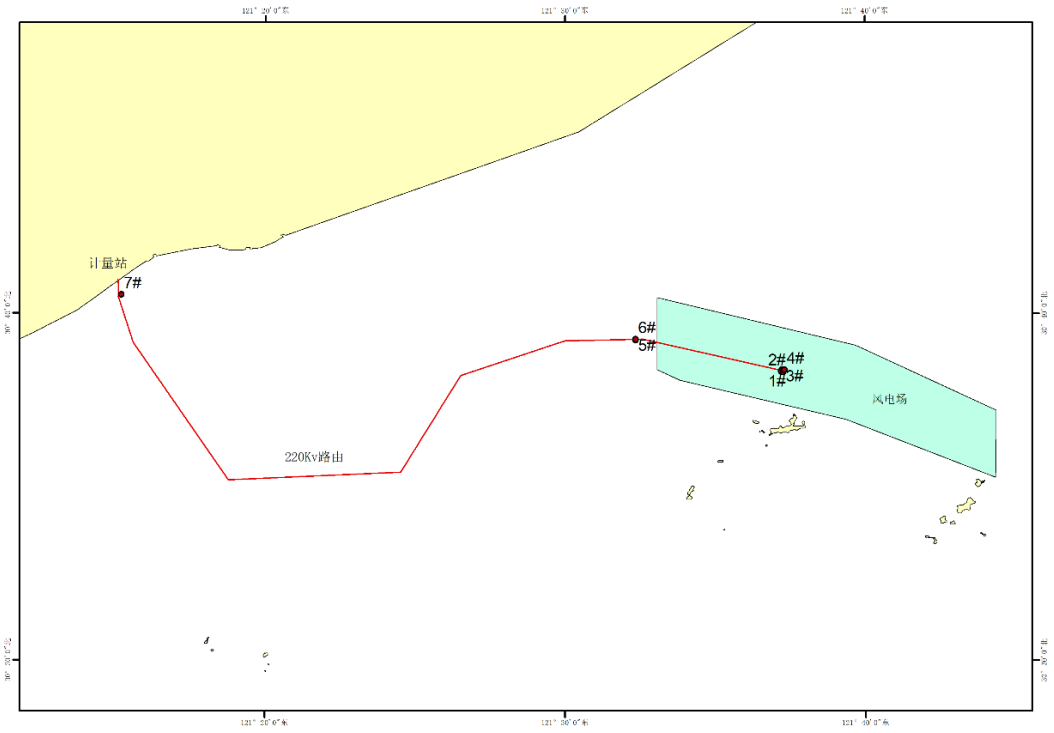


图 5.9-1 浙能嵊泗 2#海上风电场监测点位图

3、监测结果分析

浙能嵊泗 2#海上风电场项目 220kV 海底电缆工频电磁场类比监测结果见表 5.9-2。

表 5.9-2 浙能嵊泗 2#海上风电场项目 220kV 海底电缆工频电磁场类比监测结果

测点编号	测点位置		工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
5#	海上电缆监测点 1	121°32.343′E; 30°39.244′N	0.07	0.0053
6#	海上电缆监测点 2	121°32.345′E; 30°39.257′N	0.07	0.0034
7#	海缆登陆点	121°15.206′E; 30°40.535′N	0.07	0.1373

由表 5.9-2 可以看出，浙能嵊泗 2#海上风电场项目 220kV 海底电缆正常运行的情况下，监测断面各点工频电场强度均为 0.07V/m，远小于 4kV/m 的限值要求；工频磁感应强度在 0.0053μT～0.1373 μT 之间，远小于 100μT 的限值要求。

总体而言，海上风电场 220kV 电缆由于电缆外保护层的遮蔽，产生的电磁场强度非常小，远低于标准限值(居民区工频电场强度 4kV/m，工频磁感应强度 0.1mT)。

4、本项目 220kV 海缆电磁影响分析

由类比分析可知，220kV 电缆线路由于电缆外层遮蔽产生的电磁场强度非

常小，基本与背景值一致。工频电场影响与电压等级大小、电缆结构、埋设深度等有关。本项目 220kV 海底电缆与浙能嵊泗 2#海上风电场项目海底电缆电压等级一致，浙能嵊泗 2#海上风电场项目 220kV 海底电缆采用 3 芯电缆，本项目 220kV 海底电缆也采用 3 芯电缆，3 芯交流电缆由于三相电流对称，三芯空间排列也对称，三相电流产生的磁场相互叠加使得电缆周围的磁场几乎为零。根据类比监测结果，最大工频电场强度为 0.07kV/m，最大工频磁场为 0.1373μT ，均远低于《电磁环境控制限制》(GB8702-2014)中控制限值(工频电场强度≤4kV/m，工频磁感应强度≤100μT)要求。

根据类比监测结果，工频电场、磁场强度随着距离的增加基本呈衰减趋势，由于本项目 2 根海缆之间间距大于 10m，距离相对较远，工频电场、磁场强度之间的叠加影响基本可以不考虑。因此，可以预测本项目 220kV 海缆工频电场强度和工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限制》(GB8702-2014)中 4kV/m 和 100μT 的限值要求。

5.9.2 升压站电磁影响分析

本项目建设 1 座 220kV 海上升压站（主变 2×225MVA）。本报告选用了浙江 500kV 永康变电站进行类比分析。海上升压站运行后，电磁场影响预测采用已建成投运的浙江 500kV 永康变电站的电磁环境监测进行类比分析。

1、可比性分析

可比性分析见表 5.9-3，浙江 500kV 永康变电站位于平地，四周开阔，与本项目海上升压站较为相似，电压等级比本项目海上升压站高。主变压器容量方面，500kV 永康变电站主变压器容量为 1×1000MVA，本项目海上升压站主变压器为 2×225MVA，类比对象 500kV 永康变电站主变容量及总体容量大于本项目；电气布置方面，浙江 500kV 永康变电站为户外布置，本项目海上升压站为户内 GIS 布置，类比对象 500kV 永康变电站电磁环境影响更大。

根据升压站工频电场强度产生的原理，其强度仅与电压等级有关，主变容量对工频电场强度基本无影响；工频磁感应强度与主变容量有关，其强度与主变电流大小成正比。理论上讲本项目海上升压站厂界及周围环境工频磁感将小于 500kV 永康变电站周围工频磁感应。根据监测，500kV 永康变电站围墙外的磁感应强度最大为 0.277μT，根据两变电站的主变容量比推算，本工程海上升压站的最大磁感应强度仍将远小于评价标准（100μT ）要求。类比监测时，500kV

永康变电站正常运行。因此，选用 500kV 永康变电站作为类比对象是合适的。

表 5.9-3 升压站可比性分析

变电站		500kV 永康变电站	本工程海上升压站
电压等级		500kV	220kV
主变压器	容量	1×1000MVA	2×225MVA
	形式	三相有载调压变压器	三相有载调压变压器
电气布置形式	500kV 电气布置	户外布置	户内 GIS 布置
站区地形		平地，四周开阔	海面，开阔
地理位置		浙江省金华市	浙江省舟山市

2、类比监测结果

浙江 500kV 永康变电站工频电磁场类比监测结果见表 5.9-4。由表可以看出，浙江 500kV 永康变电站四周厂界 5m 处的工频电场强度在 0.147~1.092kV/m 之间，其中浙江 500kV 永康变电站西围墙外 5m 处(500kV 线路入站侧)电场强度值最高，达到 1.092kV/m；磁感应强度在 0.202~2.905μT 之间，均低于《电磁环境控制限制》（GB8702-2014）中频率为 50Hz 时公众暴露限值(工频电场强度≤4kV/m，工频磁感应强度≤100μT)。

表 5.9-4 浙江 500kV 永康变电站工频电磁场监测结果一览表

测点号	监测点位		工频电场强度(kV/m)	工频磁感应强度(μT)
1#	东墙外 5m	南侧	0.652	1.436
2#		中间	0.169	1.056
3#		北侧	1.006	2.905
4#	北墙外 5m	东侧	0.780	2.301
5#		西侧	0.209	0.855
6#	西墙外 5m	北侧	0.155	0.202
7#		中间	1.092	0.775
8#		南侧	0.316	0.551
9#	南墙外 5m	西侧	0.147	1.005
10#		东侧	0.654	1.354

3、电磁场影响预测分析

根据类比分析，浙江 500kV 永康变电站厂界外电场强度最大值 1.092kV/m。升压站产生的电场强度仅与电压等级有关，与主变容量关系不大。因此，可以预测，本工程 220kV 海上升压站主变 2×225MVA 所产生的电场强度与浙江 500kV 永康变电站类比监测结果相类似，能满足《电磁环境控制限制》

(GB8702-2014)中标准（4kV/m）的要求。

工频磁感应强度大小与变电站的电流有关，220kV 海上升压站主变容量(2×420MVA)小于 500kV 永康变电站规模(1×1000MVA)，理论上讲本工程海上升压站建成后升压站平台外厂界及周围环境工频磁感应强度小于 500kV 永康变电站周围工频磁感应强度。根据监测，500kV 永康变电站厂界外的磁感应强度最大为 2.905μT，根据两升压站的主变容量比值推算，本工程海上升压站最大磁感应强度仍将远小于评价标准（100μT）要求。

5.9.3 风电场电磁影响分析

本报告参考的嵊泗 2#风电、岱山 4#风电和苍南 1#风电与本项目的总装机容量相近，海底电缆电压均采用 220kV 送出，绝缘海缆结构为 220kv XLPE，海域环境特征相似。所以本报告通过上述 3 个风电场的实测数据及分析结果，类比预测嵊泗 1#海上风电营运期产生的工频电磁场。可比性分析详见表 5.9-5。

表 5.9-5 海上风电场工频电磁场影响可比性分析

项目	嵊泗 2#风电	岱山 4#风电	苍南 1#风电	本项目
风机数	31 台/6.45MW 32 台/6.25MW	54 台/4.0MW	24 台/6.25MW 25 台/10MW	24 台/14MW 5 台/12MW
总装机容量	399.95MW	216MW	400MW	396MW
海底电缆电压	220kV	220kV	220kV	220kV
轮毂高度	104m	90m	/	151/142m
绝缘海缆结构	三芯 3×500 mm^2 220kV XLPE	三芯 220kV XLPE	XLPE-3×500+3×36 芯光缆 127/220kV	三芯 220kV XLPE
海域水深	9.2m~12.2m	10m~15m	19m~24m	11m~16m
海底地形地貌	地形整体较平缓，表层以淤泥质土为主	水下滩面地形较平缓，水深变化不大	地形整体平缓	地势较为平缓，表层以淤泥质土为主
备注	正常运行	正常运行	正常运行	拟建

2024 年 3 月 29 日，杭州海蛞蝓生态科技有限公司对嵊泗 2#海上风电场工程营运期升压站四周的工频电磁场开展了监测，监测点位分布详见图 5.7-8。

2024 年 3 月 29 日~4 月 4 日，杭州海蛞蝓生态科技有限公司对岱山 4#海上风电场工程营运期工频电磁场开展了监测，监测点位分布详见图 5.9-2。

2024 年 5 月 13 日，杭州海蛞蝓生态科技有限公司对苍南 1#海上风电场项目营运期工频电磁场开展了监测，监测点位分布详见图 5.9-3。

本章节拟通过嵊泗 2#海上风电场、岱山 4#海上风电场及苍南 1#海上风电场

营运期实测的工频电磁场数据及分析结果，类比预测嵊泗 1#海上风电场营运期产生的工频电磁场影响。

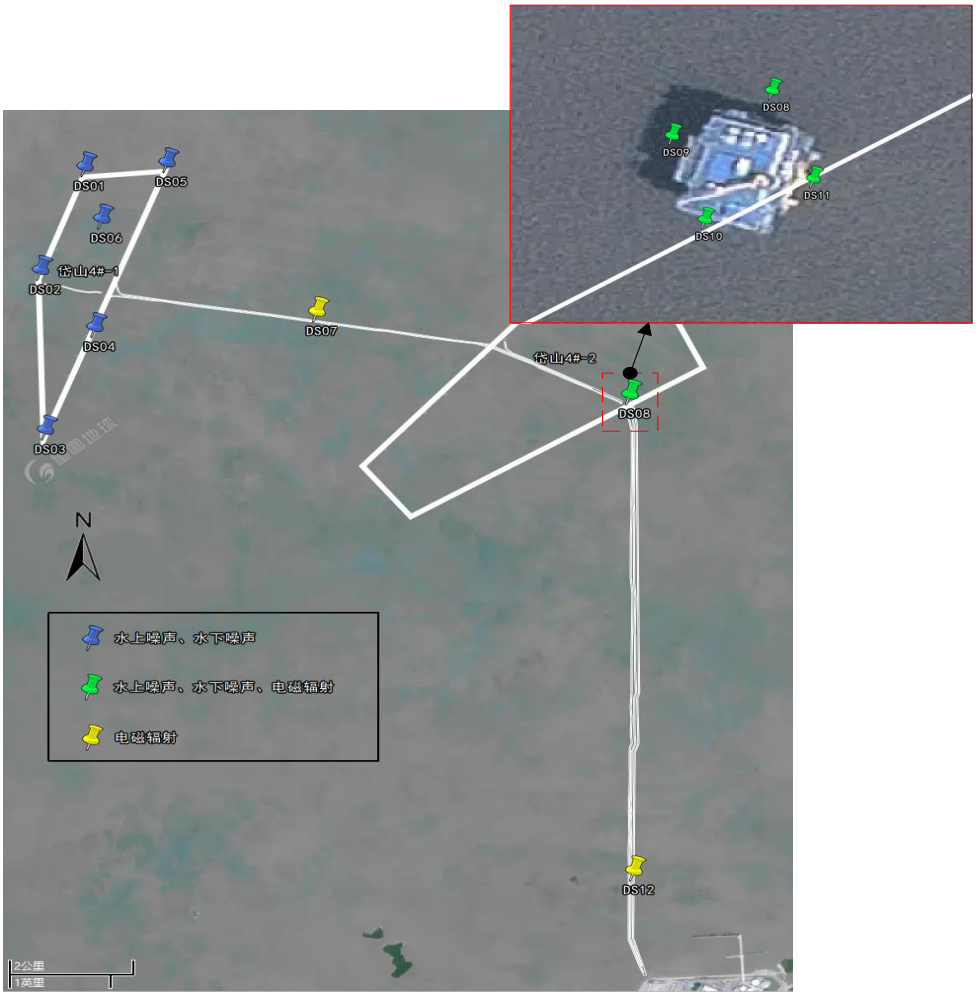


图 5.9-2 岱山 4#海上风电场工程营运期监测点位分布



图 5.9-3 苍南 1#海上风电场工程营运期监测点位分布

嵊泗 2#海上风电场升压站工频电磁场监测结果表明，各测点工频电场强度监测结果范围为 2.575V/m~ 2.594V/m；各测点工频磁感应强度监测结果范围为 1.970μT~ 2.016μT。详见表 5.9-6。

表 5.9-6 嵊泗 2#海上风电场工程营运期工频电场、工频磁感应强度监测结果

点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	备注
DC01	2.575	2.016	升压站
DC02	2.588	1.665	升压站
DC03	2.594	1.136	升压站
DC04	2.586	1.970	升压站

岱山 4#海上风电场升压站工频电磁场监测结果表明，各测点工频电场强度监测结果范围为 2.577V/m~ 2.595V/m；各测点工频磁感应强度监测结果范围为 0.097μT~ 0.121μT。详见表 5.9-7。

表 5.9-7 岱山 4#海上风电场工程营运期工频电场、工频磁感应强度监测结果

点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	备注
DS07	2.580	0.109	海缆
DS08	2.579	0.098	升压站
DS09	2.595	0.095	升压站
DS10	2.584	0.094	升压站
DS11	2.577	0.100	升压站
DS12	2.582	0.093	海缆

苍南 1#海上风电场升压站工频电磁场监测结果表明，各测点工频电场强度监测结果范围为 2.577V/m~ 10.173V/m；各测点工频磁感应强度监测结果范围为 0.212μT~2.035μT。详见表 5.9-8。苍南 1#海上风电场工频电磁场监测数据均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的公众曝露控制限值。

表 5.9-8 苍南 1#海上风电场工程营运期工频电场、工频磁感应强度监测结果

点位	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）	备注
DC01	2.585	1.321	升压站
DC02	3.117	0.609	升压站
DC03	3.590	0.767	升压站
DC04	2.581	1.659	升压站
DC05	10.067	1.909	风场区
DC06	10.173	1.534	风场区
DC07	10.092	1.555	海缆
DC08	2.577	0.622	海缆
DC09	2.586	0.237	海缆
DC10	2.590	0.195	风场区

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），以 4kV/m 作为工频电场强度的评价标准；以 0.1mT 作为磁感应强度的评价标准。故嵊泗 2#海上风电场升压站工频电磁场监测数据和苍南 1#海上风电场、岱山 4#海上风电场工频电磁场监测数据均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中的公众曝露控制限值。

因此，经类比分析可以预测，本项目升压站、海底电缆的最大电场强度及最大磁感应强度均能满足《电磁环境控制限制》(GB8702-2014)中 4kV/m 和 0.1mT 的限值要求。

结合厦门大学电磁环境类比实验结果（《瑞安 1 号海上风电项目水下噪声及电磁环境对海洋生物影响专题研究报告》，厦门大学，2023 年 3 月），即（1）海洋生物能够感知强度为 1.0mT 以上交流电磁场的存在，并做出不同生理反应，这种生理反应的持久性未进行进一步评估；（2）强度在 0.3mT 以下的交流电磁场对海洋生物作用 48h 后，其体内的碱性磷酸酶，酸性磷酸酶以及超氧化物歧化酶的比活力变化不显著；（3）磷酸水解酶活力的激活或抑制仅能表明有机体能够感知环境的变化，并不能断定环境条件的变化对生物体是有利还有害。若要进行利或害的判断，必须进行长期（几个月甚至是几个世代）、多因素（成活率，生长速度，抗逆性，繁殖力等）的综合考虑；（4）风电场电磁环境对该海

域中典型的海洋鱼类和底栖生物（大黄鱼、矛尾虾虎鱼、半滑舌鳎、对虾，口虾蛄、菲律宾蛤仔等）受风电磁场影响在可接受范围内。

考虑到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磁场具有一定的屏蔽作为，且生物活动空间较大，可认为本项目海上风电场工频电磁场对海洋生物的影响在可接受范围内。

5.9.4 电磁场对海洋生物的影响

5.9.4.1 电磁场对海洋动物的影响

本项目产生工频电场和工频磁场的设备主要为海底电缆和海上升压站，其中海上升压站位于水上且为室内布置，影响范围相对较小，而海底电缆累计长度达到 53.26km，主要在海底敷设，对海洋生物存在电磁环境影响的主要为海底电缆运行过程中产生的工频电磁场。

1、研究成果介绍

有研究认为，磁场能够影响鱼类，因为有些鱼的体内具有磁性物质，可用于识别地理磁场，从而协助它们进行空间定位。但是，这些研究都是以淡水鱼类为研究对象，因此与海水鱼类相比磁场反应有可能不同。目前很少有现场研究对鱼类如何受到电缆及其所产生磁场的影响进行观测。

McCleave，Rommel，Catchart 等(1971,1973)在对美洲鳗鲡进行的磁场变化条件测试时所得出的结果却不很明确。幼体鲽鱼（*Plathichthys flesus*）在受到强度为 3.7mT 的静电磁场影响几个星期时并未受到影响（Bochert, R ea at.,2004）。Westerberg(1994)还从研究的角度直接考虑近岸风力发电场电磁强度情况，测试了南波罗的海一座风力发电机附近的欧洲鳗鲡的洄游形式。遥测跟踪监测并未显示洄游形式发生任何改变。

袁健美、张虎等选取江苏近海常见 12 种海洋生物（袁健美、张虎、刘培廷等，海上风电磁场对 12 种海洋生物存活率与行为的影响。生态学杂志，2016，35(11)：3051-3056），通过实验方法研究不同磁场强度（试验I：1.0mT；试验II：01.0mT、（0.045±0.01）mT、（0.2±0.01）mT、（0.9±0.01）mT、（4.05±0.01）mT 对照（自然地磁场）下，风电磁场对鱼、虾、蟹和贝类的存活、行为等方面的影响。结果表明：

①风电场对鱼类影响

1.0mT 强度磁场暴露对黑鲷的存活率和行为有一定影响，撤销磁场后，影

响消失。1.0mT 电磁场作用下，黑鲷幼鱼集中分布在水体中上层，有集体浮出水面的意向，动作频率幅度大；少数鱼冲撞鱼缸底玻璃，区别于正常的觅食行为；撤销磁场 10min 后，受试生物行为恢复正常。

随着电磁场强度增强（0～4.05mT），黑鲷、半滑舌鳎的存活率受磁场影响加剧（呈现降低的趋势）；0.2mT（距离海底电缆 1.2m 外）是黑鲷、半滑舌鳎能耐受的磁场。该范围主要是营底栖游泳生物的生活区域，从实验结果可初步判断黑鲷、半滑舌鳎存活率的磁场耐受范围。并推测栖息在该范围（即距离海底电缆 1.2m 外）的海洋鱼类受风电磁场影响不明显。

②风电场对海洋底栖贝类影响

纵肋织纹螺回避行为受磁场影响明显。24h 之内，4.05 和 0.9 mT 暴露条件下的纵肋织纹螺分别有 8.3%和 3.3%逃离了试验缸，剩余部分均分布于试验缸边缘。其余梯度试验缸的生物分布较为均匀，未发生逃离现象。

文蛤对磁场的耐受性较好。试验结果显示其磁场耐受范围为 0.9mT（电缆自身磁场），文蛤存活率仅在梯度V（4.05mT）受一定影响，呈现降低的趋势，说明事故状态模拟磁场会造成文蛤存活率下降，而风电场在正常运行中海底电缆产生的磁场对文蛤的存活率不存在影响。长期暴露于静电磁场的海洋底栖动物可以在 3.7mT 的静电磁场中生存 28d 以上，而且其生殖腺和繁殖期指数和对照并无显著差异。

③风电场对海洋底栖虾蟹类影响

磁场暴露下黑褐新糠虾的存活率有所降低，梯度V（4.05mT）表现尤为明显，与对照相比，其存活率显著降低（降低了 10.53%）。脊尾白虾、口虾蛄、三疣梭子蟹、寄居蟹等其他 4 种虾蟹类存活率未受磁场影响。

由上述研究结果可知，鱼类、底栖贝类、底栖虾蟹类的磁场影响范围主要为 0.2 mT～4.05mT，在 0～0.2mT 之内电磁场对鱼类、底栖贝类、底栖虾蟹类行为无明显差异，影响较小，因此电磁场控制在《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）公众暴露控制限值 0.1mT 之内，电磁场对鱼类、底栖贝类、底栖虾蟹类影响较小。

2、工程电磁场对海洋生物的影响分析

工程海底电缆均敷设于海底土层以下 2.0m，且鱼类活动空间较大，在海底区域活动的鱼类种类及数量相对较少。且类比分析可知，本工程海缆上方

1m(中心处)工频磁感应强度远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）公众暴露控制限值 0.1mT。因此工程产生的电磁场对底栖贝类和鱼类、虾蟹类影响较小。另外根据国内外现有电磁场对海洋鱼类的影响研究资料分析，风电场运行期期间，海底电缆产生的工频电磁场不会改变鱼类的洄游路线及洄游形式。

除了鱼类、底栖贝类和虾蟹类，海洋哺乳动物也会对海底电缆产生的电磁场具有一定的敏感性。根据文献《A review of potential impacts of submarine power cables on the marineenvironment: Knowledge gaps, recommendations and future directions》（Taormina et al.,2018）研究结果，海洋哺乳动物具有较强的游动性，电磁对其影响较小，但缺乏实验研究数据，这方面的研究还有待进一步加强。部分海洋哺乳动物依靠电磁场进行导航，海底电缆电磁场可能会干扰其导航路线，但由于本工程海底电缆辐射电磁场强度较小，对其导航影响不大。

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磁场具有强烈的屏蔽作为，海洋哺乳类动物活动空间较大，且大多在海表层活动。从现有资料分析，35kV 海底电缆在埋设海底下 2~3m 深时，其在海底面上所辐射的磁感应强度为 10-10~10-5T 量级。袁健美等根据我国江苏如东龙源海上风电示范区的情况，在风机运行过程中对海底电缆开展实际测量，其中电缆系统额定电压为 35kV，短路电流为 1200A，系统频率为 50Hz，海上测量水深为 5-10m，海底电缆埋深为 3m，据此计算距离电缆 0.1 ~6.0m 处的磁场强度约为 0.04 ~2.40 mT。在假设的理想条件即电缆金属护套完全接地情况下，电场将严格限制在每个核内部。对于 35kV 的集群海底电缆，由于磁场在海域介质中的衰减特性，在离机群中心距离 1m 外，磁感应强度已降在 10-6T 以下；对于 220kV 海底电缆，磁感应强度已降在 10-5T 以下。目前学术界研究的磁场需在 10-5T～10-3T 数量级才发现海洋生物产生反应。

根据类比陆上电缆线路可知，电缆管廊外 5m 处的磁感应强度已接近环境本底值。因此本项目海底电缆建成运行后，初步判断将不会对海洋哺乳动物产生不利的电磁场影响。

5.9.4.2 电磁场对环境敏感区的影响

本项目周边分布的环境敏感区主要有浙江嘉兴平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线（平湖市王盘山省级海洋自然公园）、金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线等。项目风电场区域距最近的保护目标浙江嘉兴平湖王盘山省级

海洋公园生态保护红线最近距离 15.9km。

根据《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ24-2020），本项目 220kV 升压站电磁环境评价范围为站界外 40m 范围，电缆电磁环境评价范围为电缆管廊两侧各外延 5m 带状区域。本项目 220kV 升压站及 66kV 海缆距离保护区的最近距离约 15.9km，根据 5.9.1 章节类比的电磁监测可知，电缆管廊一侧边缘外延 0m 处，工频电场强度为 0.07kV/m，工频磁场为 0.1373μT，均低于《电磁环境控制限制》(GB8702-2014)中 220kV 输电线路控制限值(工频电场强度≤4kV/m，工频磁感应强度≤100μT)要求，工频电场强度和和磁感应强度随距离增大而急剧降低，因此本项目 220kV 升压站和电缆的电磁环境对浙江嘉兴平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线（平湖市王盘山省级海洋自然公园）、金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线影响较小。

5.9.5 电磁环境风险分析

输电线路和变电站设备因被破坏出现工频短路现象，本项目在营运期，由于地震，洪水，风灾，雷电，盐雾、潮湿，低温，腐蚀，潮汐、海啸等不良自然条件可能导致建构筑物倒塌、设备损坏，从而引起工频短路现象，为此就本项目可能产生的工频短路电磁场环境进行预测分析。

依据巩学海等（变电站工频短路时对电磁环境分析。高电压技术，2009 年，第 35 卷第 4 期）研究变电站工频短路时的电磁环境，结果表明工频短路时，变电站电压等级越高产生的短时工频电场强度越大，而产生的短时工频磁场强度越小。500kV 变电站工频短路时产生的工频电场和工频磁场强度见下表 5.9-9。

表 5.9-9 变电站短路时工频电场和磁场计算结果

电压等级（kV）	短路电流（kA）	最大电场强度幅值（kV/m）	最大磁场强度幅值（A/m）
500	5	22.6	166
	10		331
	15		497
	20		662

根据以上研究结果表明，500kV 变电站工频短路时产生的工频电场强度达到 22.6kV/m，工频磁场强度根据短路电流大小可达 662A/m（约 0.83mT），均超过《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的工频电场强度 4kV/m、工频磁感应强度 0.1mT 的限值。

根据巩学海等的研究结果，可以类比预测本工程 220kV 海底电缆在工频短

路时产生的工频电场强度将小于 22.6kV/m，工频磁场强度根据短路电流大小将大于 662A/m（约 0.83mT），电场强度可能超过《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的工频电场强度 4kV/m，工频磁感应强度超标 0.1mT 的标准限值要求。但由于非正常工况下高强度电场持续时间较短，根据设计电缆发生短路后 0.3～0.5s 即会自动断电，因此工程在非正常工况下对电缆周边海域海洋生物影响仅为瞬间的，时间非常短。非正常工况下高强度电场主要集中与电缆附近，因此可能对电缆附近的海洋生物主要是底栖生物产生一定影响。

5.10 其它环境影响预测与评价

5.10.1 环境空气影响评价

本项目对环境空气影响主要在施工期，为施工期船舶、机械施工等产生的燃油废气以及施工产生的扬尘，项目主要位于海上施工场区，只要施工期间施工船舶、机械进行定期保养，保持良性运作，可达标排放，则本项目施工对大气环境的影响很小，且随着施工结束不再排放。

本项目营运期不产生废气，不会产生大气环境影响。

5.10.2 固体废物影响评价

本项目施工期固体废物主要来自于海上施工产生的船舶生活垃圾、陆上施工产生的生活垃圾以及定向施工产生的钻渣。海上施工区产生的船舶生活垃圾委托有资质的单位接受处理；陆上施工产生的生活垃圾依托移动式垃圾桶进行分类收集，后交由环卫部门清运；定向施工产生的钻渣为 160m^3，由施工单位运至当地政府指定的消纳场。

营运期定期进行风机维护，维护船舶每次维护产生的生活垃圾约为 20kg，船舶生活垃圾收集后运至陆上集控站，委托当地环卫部门统一收集处置。本项目风机基础防撞采用钢管和橡胶护舷，橡胶护舷更换周约为 6 年，则废弃橡胶护舷产生量约为 300kg/次，废弃橡胶护舷收集后运至陆上集控中心，委托当地环卫部门统一收集处置。营运期产生的废润滑油、含油棉纱、废手套、废蓄电池等均属危险废物，拟运回陆域统一堆放在陆域集控中心的危废暂存间内，而后而后委托具备资质的专业处理单位接收处理。

陆域集控中心危险废物暂存间位于陆域集控中心北侧地块，总面积约为 50m^2，贮存方式采用桶装，危险废物暂存间采用防腐防渗处理，符合“防风、

防雨、防晒、防渗漏”要求，周期为 1 年；营运期 29 台风机每年产生的废油量约 5.06t、含油棉纱为 29kg、废手套 40kg，废蓄电池 15t/10a，集控站储存量可满足海上风场区产生的危废量。

对于危险废物暂存间应做好日常管理工作：1、建立污染环境防治责任制度，明确责任人与管理组织。2、执行危险废物污染防治责任信息公开制度，在显著位置张贴危险废物污染防治责任信息，且张贴信息能够表明危险废物产生环节、危害特性、去向及责任人等。3、落实废物标识制度，对危险废物的容器和包装物以及收集、贮存危险废物的设施、场所，应当按照规定设置危险废物识别标志。4、制定实施危险废物管理计划，企业应当按照国家有关规定制定危险废物管理计划；建立危险废物管理台账，如实记录有关信息，报生态环境部门备案。5、落实申报登记制度，结合环统逐年向生态环境部门申报废物种类、数量、贮存、流向、处置等信息。6、制定针对废物泄漏等情况的意外事故应急预案，向生态环境部门备案，并定期组织开展演练，开展危险废物相关知识培训。7、危险废物贮存设施应配备通讯设备、照明设施、安全防护服装及工具，并设有应急防护设施。

根据按照《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012），本报告对于危险废物的收集和转运过程中提出以下要求：1、危险废物的收集应执行操作规程，内容包括使用范围、操作程序和方法、专用设备和工具、转移和交接、安全保障和应急防护等；2、危险废物收集作业人员应根据工作需要配置必须的个人防护装备；3、在危险废物的收集和转运过程中，应采取相应的安全防护和污染防治措施，包括防爆、防火、防中毒、防泄漏等其他防治污染环境的措施；4、危险废物的收集应根据危险废物的种类、数量、危险特性、物理形态、运输要求等因素确认包装形式；5、危险废物运输应由持有危险废物经营许可证的单位按照其许可证的经营范围组织实施，承担危险废物的单位应获得交通运输部门颁发的危险货物运输资质。

本项目陆域集控中心另行设计，另行委托环评，本项目依托陆域集控中心的危废暂存间暂时存放项目营运过程中产生的废润滑油、含有面纱、废手套、废蓄电池等危险废物，其处置合理性由陆域集控中心后期环评进行一并评价。

5.10.3 陆域声环境影响分析

本工程施工期在登陆点设置临时施工场地，用于定向钻施工，噪声主要来

自于施工机械，通常施工场地上有多台不同种类的施工机械同时作业时，它们的辐射声级将叠加，其强度增量视噪声源种类、数量、相对分布的距离等因素而不同。施工噪声随距离衰减后的预测值见表 5.10-1。

表 5.10-1 施工噪声随距离的衰减情况 单位：dB

距离（m）	10	20	40	80	100	200	400	800	1000
定向钻机	78	72	66	60	58	52	46	40	38
泥浆泵	70	64	58	52	50	44	38	32	30
自卸汽车	78	72	66	60	58	52	46	40	38
柴油发电机	88	82	76	70	68	62	56	50	48

根据表 5.10-1，本工程施工期间产生的施工噪声除柴油发电机外，其余设备在 400m 处均可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。

本工程定向钻陆域施工场地位于滩浒岛，滩浒岛上有一处滩浒岛社区，项目距离该居民区 500m 以上，距离较远。施工噪声是短暂的且有分散性，且随着施工期结束施工噪声随之消失。一般在白天施工，不会对夜间声环境产生影响。因此，本项目施工过程中对周围声环境影响不明显。

施工过程中建设单位应采取做好降噪减振措施，避免噪声扰民。工程施工需在昼间进行，尽可能避免夜间作业，确需夜间施工的要报请当地环保部门批准，并告示附近民众。

本项目营运期陆域不产生噪声，不会对周围产生噪声影响。

5.10.4 陆域生态环境影响分析

施工期，项目建设对区域的影响主要是土方开挖、临时占地对土地利用、植被、动物等方面带来的干扰。

本工程登陆点定向钻施工时临时占用地仅 1600m^2，施工结束后及时进行生态恢复，不会改变原有土地利用结构。项目土地性质不发生转变，因此项目的建设对土地利用类型变化无影响。本项目定向钻施工场地位于滩浒岛，滩浒岛地势平坦，登陆点后缘及周围为山体。根据土地利用现状图，本项目定向钻施工场地位于公益林处（未占用天然林）。根据嵊泗县自然资源和规划局出具的“关于嵊泗 1#海上风电项目滩浒岛陆上林地情况的复函”（附件 6），本项目陆域用地范围内涉及一般公益林，林地保护等级为 III 级。项目定向钻临时施工场地所在区域内植被主要为竹林、松树、杉树、青冈、樟树、枫香、低矮灌丛等，无珍惜保护植物和名木名树。动物仅有少数鸟类、蛙类、蛇类、小型哺乳动物

等野生动物活动。本项目临时占地面积小，施工活动简单，且施工完毕后会进行植被恢复，同时施工期间在加强施工管理的前提下，工程建设对植被和动物造成的影响在可控范围内。建议建设单位施工前应办理好施工场地用地相关手续，同时，应做好公益林占用的合法手续及补偿方案。

5.10.5 景观影响分析

本风电场风机、风机叶片颜色以白色为主，整个升压站的外观颜色为黄色，与海域蓝色背景形成鲜明的对比，在工程海区形成新的景观颜色，这种景观只限于工程区海域，对整个海域的景观影响是有限的。

5.11环境事故风险预测与评价

5.11.1 环境事故风险分析与评价

根据工程规模、建设特点及周边环境特征，工程施工期和营运期存在潜在的事故风险和环境风险。工程主要环境及事故风险包括：

(1) 溢油事故风险；

(2) 海底线缆及风机基础泥沙冲刷掏空风险。

5.11.2溢油风险事故及影响分析

5.11.2.1 溢油事故风险识别

本项目为海上风力发电项目，主体工程本身不涉及易燃易爆、有毒有害物品。工程主要溢油风险为施工期施工船舶碰撞溢油事故。油料是由各种烷烃、环烷烃和芳香烃组成的混合物，大部分为液态烃，伴有气态烃和固态烃，所含基本元素是碳和氢，两种元素的总含量平均为 97%～98%，同时含有少量硫、氧、氮等，化学组分因产地不同有所差异。

1、船舶溢油风险事故概率分析

船舶溢油事故按事故原因可分为操作性事故和海损性事故。操作性事故一般指在装 /卸货油、加燃油、其他作业期间发生的事故，包括违章故意排放。海损性事故一般指由于碰撞、触礁/搁浅、船体损坏、火灾爆炸等引起的船舶事故。根据《我国沿海港口船舶溢油事故分析及对策研究［J］》，对于溢油量在 1t 以下的船舶溢油事故，其原因主要是操作性事故。对于溢油量在 7t 以上的船舶溢油事故，原因则主要是海损性事故。从图 5.11-1 对船舶溢油的事故原因分析可以看出，7 种事故原因所引起的船舶溢油事故次数和溢油总量的变化规律基本一致。

即碰撞是船舶溢油事故的最主要原因，由碰撞引发的溢油事件共 42 起，其发生次数占总溢油次数的 59.15%，其导致的溢油总量也最高，占所有溢油事故溢油总量的 44.35%；其次是触礁/搁浅而引起的船舶溢油事故，共发生溢油事件 14 起，占总船舶溢油事件次数的 19.72%，其溢油总量为 6564t，占所有溢油事故溢油总量的 29.79%。由操作性原因和船体倾覆所导致的船舶事故次数最低，都为 2 起，占总船舶溢油事故的 2.82%。因此，碰撞、触礁/搁浅是我国溢油量在 50 t 以上船舶溢油事故发生的主要原因。

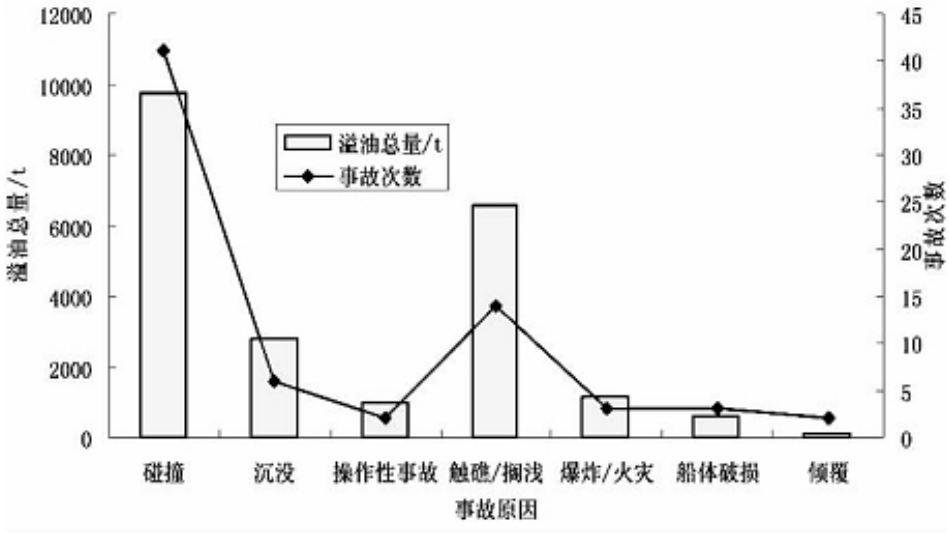


图 5.11-1 我国船舶溢油事故原因分析

1）浙江沿岸海域近年来溢油事故案例

根据浙江海事局发布的 2016~2021 年事故统计分析，得到浙江辖区水上交通事故统计数据见图 5.11-2 所示，可知，2016～2021 年浙江辖区累计发生一般等级及以上水上交通事故 159 起，年均 26.5 起。

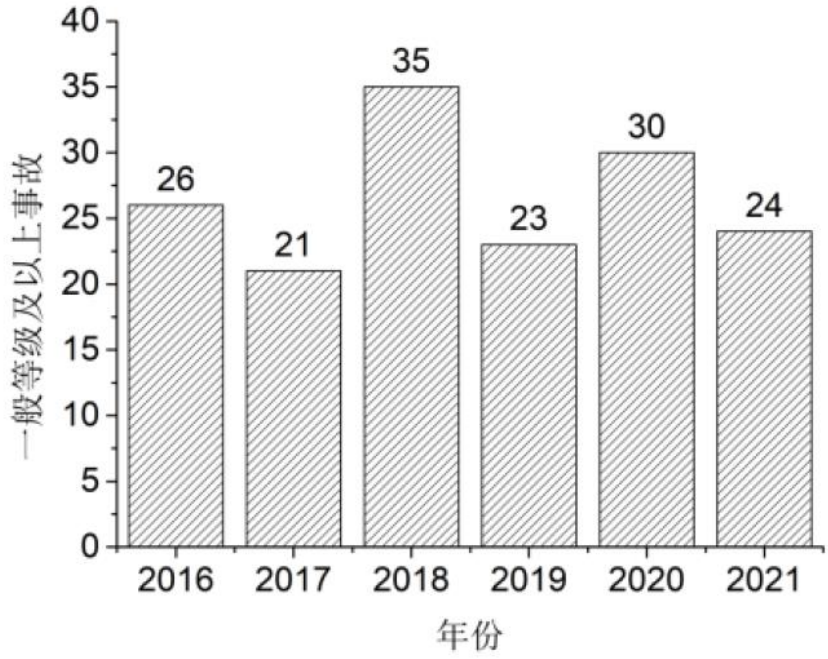


图 5.11-2 2016～2021 年浙江辖区水上交通事故统计数据

参照《水上交通事故统计方法》，从船舶碰撞、自沉、触碰、触礁、火灾等事故类型对 159 起船舶交通事故进行统计分析，其结果见下图所示。分析可知，主要事故类型为碰撞和自沉，其中碰撞事故占比最大，这主要是浙江海域繁忙、复杂的通航环境有关。

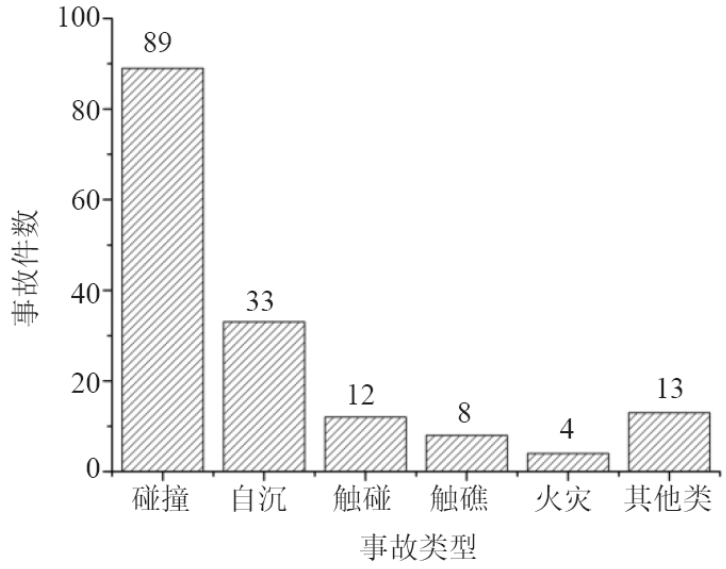


图 5.11-3 2016～2021 年浙江辖区水上交通事故类型

2）本项目船舶碰撞溢油事故概率

参考国际油气生产商协会(OGP)编制的《风险评估数据指南》 (2010 年 3 月版)，船舶发生重大事故的概率为 1. 1×10^{-6} 次/年。根据本工程施工组织设计，本

工程高峰时施工船舶按 30 艘计，则本工程发生船舶碰撞事故的概率为 3.3×10^{-5} 次 / 年。发生碰撞事故后，再发生溢油事故的概率按 50%计算， 则本工程发生船舶碰撞溢油风险的概率为 1.65×10^{-6} 次/年，营运期有一艘维运船舶，发生船舶碰撞溢油风险的概率为 1.1×10^{-6} 次/年。

2、风机损坏风险事故分析

风机荷载计算时不仅考虑了导致风力发电机组最不利工况的风轮启动位置(风轮启动位置的间距应不超过 30°)，且考虑了极端暴风的初期电网失效，无独立电网系统来保证控制系统至少运行 7 天和偏航系统工作 6 小时(假设偏航角误差为正负 180°)。海上风机及支撑结构设计时，考虑 50 年一遇最大风速情况下，风机发生上述故障无法偏航，叶片正面迎风情况下风机极端荷载，并将其与 50 年一遇极端高潮位下累计平率 H1%波浪联合作用，以确保风机、基础结构安全可靠。

兆瓦级新型风电机组产品投入规模化生产运行后，质量和运行可靠性还未在海上得到充分检验。同时，台风、风暴潮等恶劣天气会对风机产生较大危害，台风施加在设备上的静力效应和动力效应共同作用下不断施加疲劳载荷，最后达到或者超过叶片和塔架的设计载荷极限，轻则引起部件机械磨损，缩短风力发电机组的寿命，严重的使叶片损坏及塔架倾覆。

工程单台风机内部设置 66kV 干变压器，没有油，呈密封状态；同时风机机舱和轮毂中还存在润滑油，油品主要为油脂、液压油等，约 $0.144m^3$。根据其组成特性，该类油具有较好的分水性，由于其油量较小，当风机桩基失稳倒塌导致内部油料泄漏后，对周边海洋环境影响相对较小。

3、海上升压站溢油分析

本项目 220kV 海上升压站采用整体式布置，包括上部结构和下部结构。下部结构采用导管架型式，并设置了 4 根钢管桩。上部结构拟整体安装，即整个升压站包括其内部的电气设备在陆上建造、组装后整体运输和安装。海上升压站主变与柴油机房溢油将进入事故油罐中，因此海上升压站溢油事故发生概率较小。此外海上升压站倒塌也可能导致溢油事故，但海上升压站倒塌事故概率较小。

5.11.2.2 溢油源项分析

施工期风机打桩和风电场区 66kV 海缆、220kV 海缆敷设时，场区施工船舶

较多，施工船舶之间以及施工船舶与渔船可能发生碰撞溢油事故，溢油将对场区施工和周围生态环境造成影响。

本项目营运期，主要溢油风险为风电场附近来往船舶、检修作业船与风机碰撞溢油事故，以及风机失稳造成油品泄漏事故。营运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。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。含油的连通软管和其他含油废物(揩布、废滤网)应统一存放在维修船上妥善保管。维护结束后，将废油、含油废物等一并送交有资质单位回收处理。

1、船舶碰撞事故溢油量分析

根据施工工艺和方法，本项目风电场工程施工期最大船型为 10000 吨级驳船，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）：新建水运工程建设项目的可能最大水上溢油事故溢油量，按照代表船型的 1 个货油边舱或燃料油边舱的容积确定。舱容确定参考其附录 C。根据附录 C.9，10000 吨级驳船燃油舱单舱所带燃油量为 99m^3。驳船所带油品为柴油，柴油是石油提炼后的一种油质的产物。它由不同的碳氢化合物混合组成。它的主要成分是含 10 到 22 个碳原子的链烷、环烷或芳烃。它的化学和物理特性位于汽油和重油之间，沸点在 170℃至 390℃间，比重为 0.82~0.845kg/L（本次取 0.835kg/L）。据此计算，10000 吨级驳船最可能发生的船舶溢油事故溢油量为 82.6t。溢油点选择风电场施工区中部（1#）。送出电缆铺缆船最大吨位为 5000 吨级，5000 吨级铺缆船燃油舱单舱所带燃油量可达 61m^3（参考散货船），比重为 0.82~0.845kg/L（本次取 0.835kg/L）。据此计算，5000 吨铺缆船最可能发生的船舶溢油事故溢油量为 50.9t，溢油点选择电缆敷设线路中点（2#）。

2、风机损坏事故溢油量分析

本项目单台风机内部设置 66kV 干变压器，没有油，呈密封状态；同时风机机舱和轮毂中还存在润滑油，油品主要为油脂、液压油等，约 0.116m^3。根据其组成特性，该类油具有较好的分水性，由于其油量较小，当风机桩基失稳倒塌导致内部油料泄漏后，对周边海洋环境影响相对较小。

3、海上升压站事故溢油量分析

海上升压站溢油事故发生的概率很小，目前没有海上升压站溢油事故的历史资料可供参考，因此根据海上升压站实际载油量进行溢油源强估算。根据

“工程分析”章节，本项目海上升压站主要带油设备有主变和柴油机，高压电抗器采用自然空气冷却不含油。考虑不利情况下升压站最大可信溢油量取单台主变压器（60t）与柴油机房总油量。柴油机房储油罐总容积为 15m^3，柴油密度取 0.835kg/L，则柴油机房储油罐油量约为 12.525t，因此，单台主变压器油量和柴油机房总油量合计约 72.525t。溢油点选择在海上升压站处。

由于本项目营运期溢油量及溢油发生位置与施工期 1#点发生的溢油量和溢油位置较接近，因此，本报告营运期溢油风险事故预测结果参照施工期 1#溢油点溢油事故预测结果。

5.11.2.3 溢油事故影响预测

1、溢油模式介绍

本次计算采用油粒子模型，进行溢油的数值模拟模型中油被离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，每个粒子都在模型被单独计算。溢油发生后，油残留物的化学组分变化是物理和生物过程的结果、这通常称为油的风化过程，在模型中油的风化过程主要包括蒸发、扩散、乳化、溶解、沉降、感光氧化和生物降解等。

（1）模型的控制方程

油粒子的运动模拟是基于拉格朗日粒子追踪法，采用粒子随机走动模式来模拟油粒子的运动，每个粒子的位移变量都可以用非线性 Langevin（朗之万）方程来确定，粒子群的运动特性是一个随机过程，它的条件概率密度函数由相应的 Fokker-Planck（福克-普朗克）方程确定。

Langevin 方程的表达式如下：

$$\frac{d\vec{x}}{dt} = A(\vec{x},t) + B(\vec{x},t)\xi(t)$$

上式中：$A(\vec{x},t)$为漂流项；$B(\vec{x},t)$为扩散项；ξ为独立的随机数；$\vec{x}$为粒子的位移。

当模型的空间及时间尺度足够，随机运动充分时，上式可以变为：

$$d\vec{x} = A(\vec{x}(t),t)dt + B(\vec{x}(t),t)dW(t)$$

上式中：$dW(t)$为随机 Wiener（维纳）过程；将上式通过欧拉显示方法离散后可得：

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_n - \vec{x}_{n-1} = A(\vec{x}_{n-1},t_{n-1})\Delta t + B(\vec{x}_{n-1},t_{n-1})\sqrt{\Delta t}Z_n$$

上式中，Z_n表示各个例子的随机数。

当粒子数量足够多、时间步长足够小时，上式 4-3 可以等价于 Fokker-Planck 方程：

$$\frac{\partial f}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x_i}(A_i f)=\frac{\partial^2}{\partial x_i x_j}\left(\frac{1}{2}B_{ik}B_{jk}f\right)$$

其中，$f(\vec{x},t|\vec{x}_0,t_0)$为条件概率密度函数。

（2）溢油的风化过程

蒸发：

在溢油刚发生的前几个小时或者几天中，油膜表面的蒸发量是最主要的风化过程。如果溢出的油品为像汽油一样的高度精炼轻质油，蒸发可能会在 24 小时内将所有的溢油都去除。如果溢出的是中质原油的话在起初的 24 小时后蒸发会带走 10~30%的溢油量。其它影响蒸发的因素包括油滴与海水接触的面积、风和海水表面状态。模型蒸发类型包括以下两种：

①详细蒸发过程

蒸发过程发生在油粒子与海面的距离在 5cm 以内时，可以通过 Reed 模型计算：

$$EVAP=\frac{K_2\cdot P_{vp}\cdot A}{R\cdot T}\cdot f\cdot MW$$

上式中：K_2为质量传输系数（m/h）；P_{vp}为蒸汽压力（atm）；A 为油粒子与海面的接触面积；$R=8.206\cdot 10^{-5}atm\cdot m^3/mol\cdot K$为气体常数；T 为温度（K）；f 为轻质挥发油分所占比例；MW 为分子量（g/mol）。

质量传输系数可以由 Mackay（1980）提出的公式计算：

$$K_2=0.0292\cdot wspd^{0.78}\cdot D^{-0.11}\cdot Sc^{-0.67}\cdot\sqrt{\frac{MW+29}{MW}}$$

上式中：wspd 为风速（m/h）；MW 为油组分的平均分子量（g/mol）；Sc 为 Schmidt 系数（无量纲）；D 为每个油粒子与海面的接触面积；

假定直径最小为 0.5m，最小的风速为 1m/h。Schmidt 系数 Sc 描述了动量的相对比例和物质对流扩散过程。这可以看做是表面粗糙度信息、根据 Mackay 等（1980）的研究，通常对于异丙基苯的溢油模拟中的 Schmidt 系数 Sc 取 2.7。

②简单时间型公式

时间相关的蒸发损失由 Fingas 在 1996 年和 1997 年提出，并被采用在 DHI 溢油模式中。基于对石油及其产品的经验研究，Fingas 测定了多种油类型对于单位时间损失分数和绝对损失量最合适的方程。大多数油遵循对数损失曲线，但是少量油在 5 天后符合根损失曲线。衍生关系如下：

蒸发曲线类型：对数形式

$$\mathrm{loss(\%weight)} = (\mathrm{A} + \mathrm{B} * \mathrm{T}) * \ln \mathrm{t}$$

蒸发曲线类型：方根形式

$$\mathrm{loss(\%weight)} = (\mathrm{A} + \mathrm{B} * \mathrm{T}) * \sqrt{\mathrm{t}}$$

上两式中，A 为油特征常数（在模型中称为 evapA），B 为油的温度特征常数（在模型中称为 evapB）,T 为油温（℃），t 为油龄（minutes）。

通用蒸发公式：

蒸发损失方程常数与 180℃蒸馏百分数的相关性好（r^2 在 0.71~0.98 之间，Fingas（1996））。如果特征值 A 和 B 不知道，那么可以用 180℃的蒸馏损失代替。模型允许指定蒸馏的损失直接发生在 180℃，在这种情况下，蒸发损失方程可以使用一些普通形式如：

蒸发曲线：对数，普通形式

$$\mathrm{loss(\%weight)} = \left(0.165 \cdot \mathrm{D} + 0.045 * (\mathrm{T} - 15)\right) * \ln \mathrm{t}$$

蒸发曲线：方根，普通形式

$$\mathrm{loss(\%weight)} = \left(0.0254 \cdot \mathrm{D} + 0.01 * (\mathrm{T} - 15)\right) * \sqrt{\mathrm{t}}$$

溶解：

溢油中可溶于水的碳氢化合物以被水溶解的方式消散，虽然溶解会降低溢油量，但是这会造成更严重的环境问题，因为溶于水的芳香烃碳氢化合物都是有毒物质。影响油粒子溶解的因素除了油组分外还有油膜与海面的接触面积，风，海表情况，空气温度和日照强度，油粒子的乳化率。

轻质油分和重质油分的溶解过程可分别由下式表示：

$$\mathrm{DISS_{volatile}} = \mathrm{k_{disl}} \cdot \mathrm{A} \cdot \frac{\mathrm{M_{volatile}}}{\mathrm{M_{total}}} \cdot \rho_{\mathrm{volatile}} \cdot \mathrm{f_{Disp}} \cdot \mathrm{C^{sat}_{volatile}}$$

$$\mathrm{DISS_{heavy}} = \mathrm{k_{dish}} \cdot \mathrm{A} \cdot \frac{\mathrm{M_{heavy}}}{\mathrm{M_{total}}} \cdot \rho_{\mathrm{heavy}} \cdot \mathrm{f_{Disp}} \cdot \mathrm{C^{sat}_{heavy}}$$

上两式中：$\mathrm{k_{disl}}$为轻质油分的溶解率（m/s）；$\mathrm{k_{dish}}$为重质油分的溶解率（m/s）；$\mathrm{M_{volatile}}$为油粒子中轻质油分的质量（kg）；$\mathrm{M_{heavy}}$为油粒子中重质油

分的质量（kg）；M_{total}为油粒子总的质量（kg）；$\rho_{volatile}$为轻质油分的密度（kg/m^3）；ρ_{heavy}为重质油分的密度（kg/m^3）；A 为油粒子与海面的接触面积；f_{Disp}为化学分散剂的作用加强溶解率；$C^{sat}_{volatile}$为轻质油分在水中的可溶性（kg/kg）；C^{sat}_{heavy}为重质油分在水中的可溶性（kg/kg）。

乳化：

乳化是指两种明显不同的液体的混合，在溢油模型中就是海水和油的混合，表现为细小的油粒子悬浮在水中（并不溶解），乳化状态的液体体积最高可达油体积的 4 倍。乳化作用形成的粘性乳化物比原始的油粒子在环境中存在的时间更久，而且乳化状态会减弱像蒸发等其他风化过程的作用。乳化一般在强风或大浪的情况下容易发生且一般在溢油发生几小时后才会产生。

在本模型中乳化描述为水包油和油包水这两个阶段的平衡过程，乳化物的稳定性是决定乳化能力和反乳化的重要因素，不稳定及表现稳定的乳化物会重新释放到水里。Xie 等（2007）采用一阶释放公式来形容这一过程：

$$\text{wateruptake} = K_{em} * (U+1)^2 * \frac{(Y_{max} - Y_w)}{Y_{max}}$$

$$\text{waterrelease} = -\alpha \cdot Y_w$$

上式中，Y_w表示乳化物中水的含量（kg/kg）

Y_{max}表示乳化物中最大的含水量（kg/kg）

U 表示风速（m/s）

K_{em}表示乳化率常数，Sebastiao&Soares（1995）建议取 2*10^{-6}s/m^2

α表示乳化物释放水的比率，$\alpha = 0$表示稳定乳化物，乳化物释放水的比率α与乳化物的稳定性 S 有关。

$$\alpha = \begin{cases} \alpha_0 - \dfrac{(\alpha_0 - \alpha_{0.67})S}{0.67} & \text{for } S < 0.67 \\ \alpha_{0.67}\left[\dfrac{(1.22 - S)}{(1.22 - 0.67)}\right] & \text{for } 0.67 \le S \le 1.22 \\ 0 & \text{for } S \ge 1.22 \end{cases}$$

这里，α_0表示不稳定乳化物释放水的比率 S=0，这个值等于$\ln(Y_{max}/0.1)/3600s^{-1}$相应于乳化物在微风条件下几个小时内破碎。$\alpha_{0.67}$表示稳定乳化物释放水的比率 S=0.67，这个值等于$\ln(Y_{max}/0.1)/(24 \cdot 3600s^{-1})$相应于表观稳定乳化物在微风条件下几天内破碎的时候。

在溢油模型中，乳化物的稳定性指标 S 可由 Mackay&Zagorski（1982）提出

的公式进行计算

$$S = X_a \cdot \exp[K_{ao} \cdot (1 - X_a - X_w)^2 + K_{aw} \cdot X_w^2] \cdot \exp[-0.04 \cdot (T - 293)]$$

这里，下标 a 表示沥青，w 表示石蜡，o 表示另外的化学组分，K_{ao}在 293K 时为 3.3，K_{aw}在 293K 时为 200，X_a表示沥青部分，X_w表示石蜡部分，T 表示温度以 K 计。

S>1.22 时表示乳化物稳定，S 在 0.67 至 1.22 之间表示乳化物中等稳定，S 小于 0.67 时表示乳化物不稳定。

沉降：

在海水中很少有原油本身密度大而沉入水体，只有少数产生的残留的一些组分密度很大可以在海水中下沉。溢油模型中可以处理由油水密度不同造成的垂向运动，描述该种运动的表达式基于 Stokes 定律：

$$setv = \frac{(\rho_{oil} - \rho_{water}) \cdot d^2 \cdot g}{18 \cdot \eta_{water}}$$

上式中：stev 表示沉降速率（m/s）；ρ_{oil}、ρ_{water}分别表示油和水的密度；d 为油滴的平均直径；g 为重力加速度；η_{water}表示水的粘性系数（kg/m/s）。

生物降解：

微生物引起的降解是溢油发生后最重要的后期自然风化过程，也是把油污从天然环境中去除的最终一步。原油化合物的生物降解最快是通过发生降解组织中的好氧代谢的，因此预测生物降解最快发生在由丰富而活性的石油降解生物群存在的富氧环境中。相反缺氧的海洋沉积物（通常是原油污染点）处在好氧菌严格受限的环境，生物破坏必须通过缓慢的厌氧方式进行。即使这些点的降解很慢，它仍然具有重要的累积效应。

生物降解过程通过以下一阶方程进行计算。

$$BIOD_{volatile} = k_{bio,volatile} \cdot M_{volatile}$$

$$BIOD_{heavy} = k_{bio,heavy} \cdot M_{heavy}$$

上式中：$k_{bio,volatile}$为轻质油分的生物降解率；$k_{bio,heavy}$为重质油的生物降解率；$M_{volatile}$为油粒子中轻质油分的质量；M_{heavy}为油粒子中重质油分的质量。

溢出的油会发生化学氧化，而油膜暴露在阳光下则加剧了这一过程。氧化使得可溶于水的油组分增加，不完全氧化也会增加焦油（沥青）这一稳定的油组分的含量。总的来说，感光氧化去除的油污只占溢油量的很小一部分，甚至

暴露在强烈的阳光下氧化作用一天中也仅仅能去除总油量的 0.1%左右。

氧化作用通过一个简单的一阶方程进行计算：

$$PHOT_{volatile} = i \cdot k_{phot,volatile} \cdot M_{volatile}$$

$$PHOT_{heavy} = i \cdot k_{phot,heavy} \cdot M_{heavy}$$

上式中，$k_{phot,volatile}$和$k_{phot,heavy}$分别表示轻质油分和重质油分在强度为 100w/m^2 的光照下的氧化速率；$M_{volatile}$和M_{heavy}分别表示油粒子中轻质油分和重质油分的质量；i 表示距离海面一定距离的日照强度，可由 Lambert Beer 公式进行计算：

$$i = \frac{i_0}{100} \cdot e^{-\beta \cdot dsurf}$$

这里的i_0表示海面的光照强度（W/m^2），100 表示标准化到 100W/m^2，β表示光的穿透率，dsurf 表示从质点到海面的距离。

（3）油的物理性质

油是一种由多种碳氢化合物组成的物质。碳氢化合物顾名思义在化学组分上主要是碳和氢。虽然包括原油、精炼的各种油的主要成分都为碳氢化合物，但是每一种油都有不同的物理化学性质。这些不同的物理化学性质会影响溢油的扩散和消亡。

运动粘度：

由于乳化引起的粘滞系数的变化可以通过 Mooney 公式进行计算：

$$\mu = \mu_0 \cdot \exp\left[\left(\frac{2.5 \cdot Y_w}{1 - C \cdot Y_w}\right)\right]$$

上式中：μ_0为起始的黏度，C 为 Mooney 常数，原油和重质燃油取 0.7，轻质油取 0.25；Y_w为油中水分含量（kg/kg）。

起始黏度μ_0以刚溢出油品的温度矫正黏度来计算的。在模型中通过以下经验公式进行计算：

$$\mu_0 = \frac{\mu_{ref}}{\exp(b * T_{ref})} \cdot \exp(b * T)$$

上式中：b 为温度依赖系数（1/℃）；T 为温度（℃）；μ_{ref}为参考温度下的黏度；T_{ref}为参考温度。

运动密度：

油的物理化学性质同样也随温度的变化而变化，因此流体动力也和温度有

非常大的联系。当溢出的油温溢出点的水温高，它的密度就很低，因此溢出的油就会往海面运动且漂浮于海面。但是当油温逐渐下降，密度逐渐增加并与周边水体密度差距最小时，油膜会往紊动的水体中运动，分散在海水表面下。

流体的密度可以通过以下公式计算：

$$\rho_T = \frac{\rho_0}{1 + \beta(T - T_0)}$$

上式中：ρ_T为最终的密度（kg/m^3），T 为温度（℃），ρ_0为参考密度（kg/m^3），T_0为参考温度（℃），β为体积温度扩散系数（1/℃）。

乳化和温度影响的结果使油膜的密度改变。乳化物的密度计算公式为：

$$\rho_e = Y_w\rho_w + (1 - Y_w)\rho_c$$

上式中，ρ_e为乳化物密度（kg/m^3），ρ_w为水的密度（kg/m^3），ρ_c为油的密度（kg/m^3），Y_w为水的含量。

油密度的计算式为：

$$\rho_c = \frac{M_{volatile}\rho_{volatile} + (M_{heavy} + M_{Asph} + M_{Wax})\rho_{heavy}}{M_{total}}$$

上式中，ρ_c为油的密度（kg/m^3），$\rho_{volatile}$为温度修正后的轻质挥发油分的密度（kg/m^3），ρ_{heavy}为温度修正后重质油分的密度（kg/m^3），$M_{volatile}$为轻质挥发油分的质量（kg），M_{heavy}为重质油组分的质量（kg），M_{Asph}为沥青组分的质量（kg），M_{Wax}为石蜡组分的质量（kg），M_{total}为油的总质量（kg）。

（4）风对表面油粒子的作用

在水体表面的油粒子受到风的作用的移动速度可以用以下方程来表示：

$$U_{particle} = U_{current} + windweight \cdot W \cdot \sin(Winddirection - \pi + \theta_w)$$

$$V_{particle} = V_{current} + windweight \cdot W \cdot \cos(Winddirection - \pi + \theta_w)$$

上式中θ_w为风漂移角；windweight为风拖曳力作用于粒子的系数。

2、环境敏感点分布

本项目周边环境敏感区分布见 2.7 章节。

3、预测工况

（1）流场参数

在流场验证良好的基础上，以典型大潮潮型作为水动力计算的基础。

（2）气象参数

溢油计算工况通常需考虑冬季主导风、夏季主导风以及不利风向。结合工程周边保护区的分布位置，气象工况取静风（0m/s）、冬季主导风NNE（平均风速 6.6m/s），考虑到溢油对敏感点的最不利影响，不利风速取风向 SE、ENE、W 以及 NNW（风速 13.8m/s）。

（3）溢油位置及源强

根据 5.11.2.2 章节分析，施工期 1#溢油点溢油源强取 82.6t，2#溢油点溢油源强取 50.9t，营运期溢油影响参考施工期 1#溢油点事故溢油预测影响分析结果，具体见图 5.11-4。

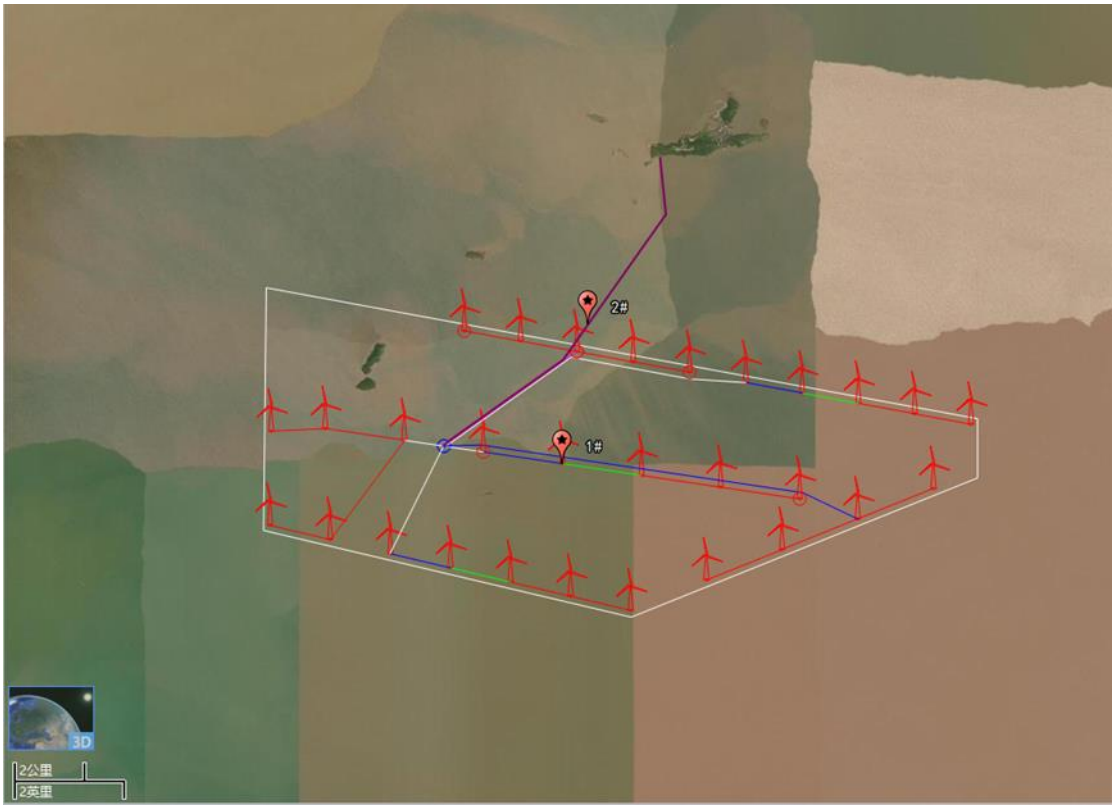


图 5.11-4 溢油点示意图

（4）预测条件组合

综合考虑潮流、风向等因素，对泄漏点位按照天气类型和潮流类型进行组合，各方案组合条件情况见表 5.11-1。

表 5.11-1 事故溢油预测条件组合类型

溢油点	潮时	风场	
		风向	风速
1#	涨憩	静风	0
		冬季主导风向 NNE	6.6m/s
		不利风向 SE	13.8m/s

		不利风向 ENE	13.8m/s
		不利风向 W	13.8m/s
		不利风向 NNW	13.8m/s
	落憩	静风	0
		冬季主导风向 NNE	6.6m/s
		不利风向 SE	13.8m/s
		不利风向 ENE	13.8m/s
		不利风向 W	13.8m/s
		不利风向 NNW	13.8m/s
2#	涨憩	静风	0
		冬季主导风向 NNE	6.6m/s
		不利风向 SE	13.8m/s
		不利风向 ENE	13.8m/s
		不利风向 W	13.8m/s
		不利风向 NNW	13.8m/s
	落憩	静风	0
		冬季主导风向 NNE	6.6m/s
		不利风向 SE	13.8m/s
		不利风向 ENE	13.8m/s
		不利风向 W	13.8m/s
		不利风向 NNW	13.8m/s

5.11.2.4 溢油扩散预测结果

1、1#点溢油计算结果

溢油点 1#不同时刻不同气象工况下发生溢油后，12、24、48 小时后油膜扫海面积、扩散面积及残油量分别见表 5.11-2~表 5.11-4。

表 5.11-2 溢油点1#施工期各工况下不同时刻油膜扫海面积统计表（溢油量82.6t）

	溢油点	工况	时间 项目	12h	24h	48h
施工期	1#	落憩、静风	扫海面积（km^2）	11.07	29.01	78.63
		涨憩、静风	扫海面积（km^2）	35.08	76.99	129.66
		落憩、NNE 风	扫海面积（km^2）	20.39	75.43	295.68
		涨憩、NNE 风	扫海面积（km^2）	24.05	81.75	285.97
		落憩、SE 风	扫海面积（km^2）	31.8	143.82	191.47
		涨憩、SE 风	扫海面积（km^2）	15.12	160.41	389.74
		落憩、ENE 风	扫海面积（km^2）	28.14	121.18	472.56
		涨憩、ENE 风	扫海面积（km^2）	25.98	111.43	380.43
		落憩、W 风	扫海面积（km^2）	8.92	43.42	198.07
		涨憩、W 风	扫海面积（km^2）	24.5	102.14	316.82
		落憩、NNW 风	扫海面积（km^2）	21.25	88.64	292.92
		涨憩、NNW 风	扫海面积（km^2）	31.12	103.34	299.73

表 5.11-3 溢油点1#施工期各工况下不同时刻油膜扩散面积统计表（溢油量82.6t）

	溢油点	工况	时间 项目	12h	24h	48h
施工期	1#	落憩、静风	扫海面积（km^2）	0.43	0.66	1.48
		涨憩、静风	扫海面积（km^2）	1.69	1.96	3.82
		落憩、NNE 风	扫海面积（km^2）	1.03	2.94	18.72
		涨憩、NNE 风	扫海面积（km^2）	1.03	3.16	11.41
		落憩、SE 风	扫海面积（km^2）	5.32	12.64	16.05
		涨憩、SE 风	扫海面积（km^2）	0.46	11.88	20.82
		落憩、ENE 风	扫海面积（km^2）	4.32	10.5	33.39
		涨憩、ENE 风	扫海面积（km^2）	1.06	7.08	42.29
		落憩、W 风	扫海面积（km^2）	0.36	6.3	7.45
		涨憩、W 风	扫海面积（km^2）	1.77	5.36	9.19
		落憩、NNW 风	扫海面积（km^2）	1.12	3.52	16.46
		涨憩、NNW 风	扫海面积（km^2）	1.44	5.01	17.06

表 5.11-4 溢油点1#施工期各工况下不同时刻残油量统计表（单位：t）

	溢油点	工况	时间 项目	12h	24h	48h
施工期	1#	落憩、静风	残油量（t）	71.17	68.62	65.41
		涨憩、静风	残油量（t）	71.17	68.62	65.41
		落憩、NNE 风	残油量（t）	71.07	68.18	63.95
		涨憩、NNE 风	残油量（t）	71.07	68.18	63.95
		落憩、SE 风	残油量（t）	70.95	67.94	63.58
		涨憩、SE 风	残油量（t）	70.96	67.86	63.95
		落憩、ENE 风	残油量（t）	70.95	67.94	63.58
		涨憩、ENE 风	残油量（t）	70.95	67.94	63.58
		落憩、W 风	残油量（t）	70.95	67.94	63.58
		涨憩、W 风	残油量（t）	70.95	67.94	63.58
		落憩、NNW 风	残油量（t）	70.95	67.94	63.58
		涨憩、NNW 风	残油量（t）	70.95	67.94	63.58

1#溢油点发生溢油后 48 小时内扫海面积统计结果及对各个环境保护目标的影响情况见表 5.11-5。图 5.11-5~图 5.11-15 给出了不同工况下施工期油仓泄露引起的溢油扩散不同时刻扫海包络图。

结合图表可以得到以下结论：

1）存在风的工况下油膜 48h 扩散范围明显大于静风工况；

2）除 NNE 及 ENE 风工况外，涨憩情况下发生溢油 48h 后扫海面积大于落憩情况；

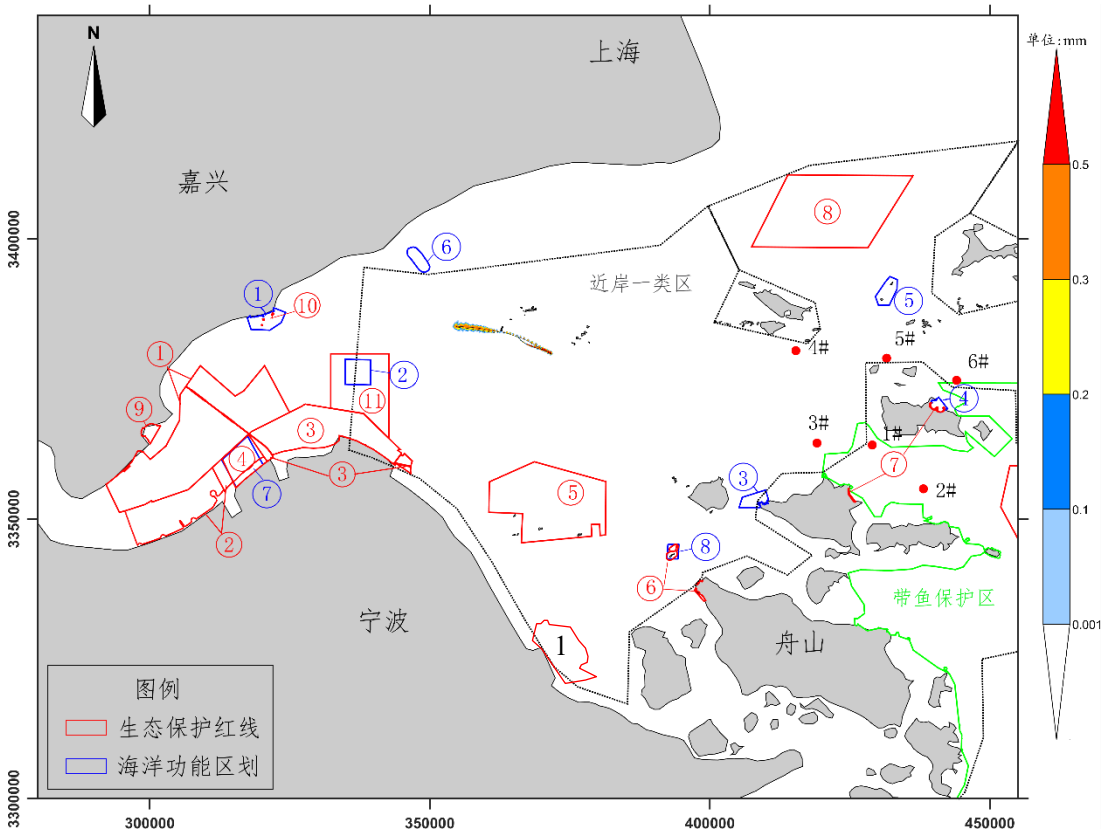
3）施工期船舶溢油扩散 48 小时内最大扫海面积可达 472.56km^2（1#溢油点，落憩，不利风向 ENE，13.8m/s）；

4）钱塘江河口生态保护红线、杭州湾河口生态保护红线、杭州湾南岸滨海

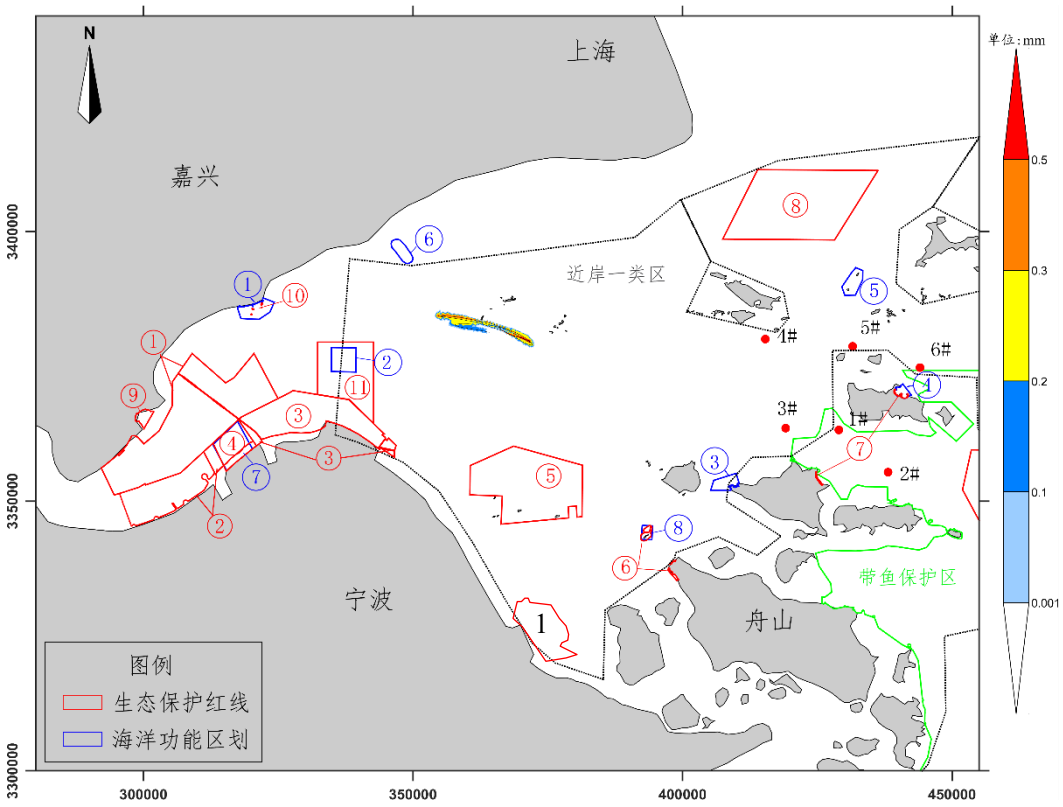
湿地生态保护红线、杭州湾国家湿地公园生态保护红线、平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线、灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线、杭州湾湿地海洋保护区、金山三岛海洋生态自然保护区以及王盘山重要渔业海域等在某一种风况下均可能受到溢油污染的影响。

表 5.11-5 溢油点1#不同工况下施工期船舶油仓泄露溢油扩散48h内扫海面积及对环境保护目标影响情况

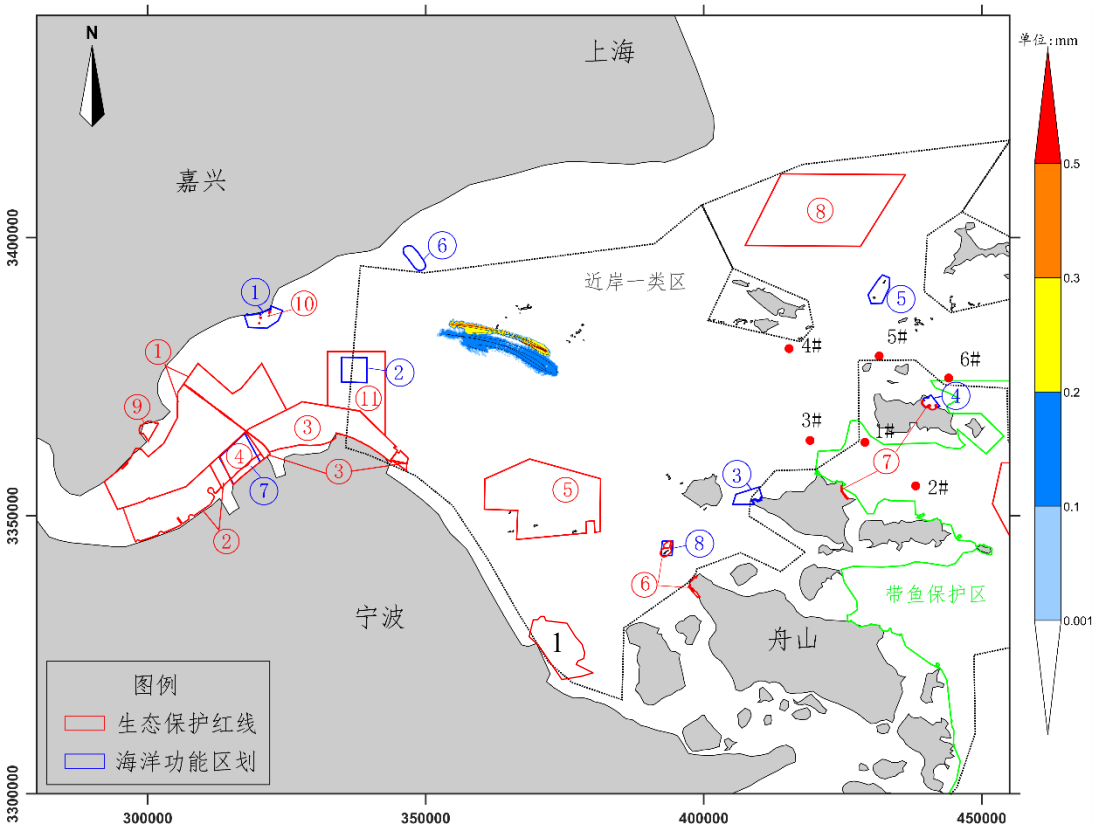
溢油点	风场		时刻	工况	扫海范围（km^2）	漂移最远距离（km）	油膜附着岸时间（h）	对环境保护目标影响情况
	风向	风速（m/s）						
1#	静风	0	落憩	工况 1	78.63	12	1	-
			涨憩	工况 2	129.66	17.63	1	-
	NNE（冬季主导风）	6.6	落憩	工况 3	295.68	26.56	54	平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线敏感区可能会受到一定影响
			涨憩	工况 4	285.97	30.25	-	灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线敏感区可能会受到一定影响；
	SE（不利风）	13.8	落憩	工况 5	191.47	31.5	20	金山三岛海洋生态自然保护区敏感区可能会受到一定影响
			涨憩	工况 6	389.74	30.25	8	金山三岛海洋生态自然保护区敏感区可能会受到一定影响
	ENE（不利风）	13.8	落憩	工况 7	472.56	57.49	52	钱塘江河口生态保护红线、杭州湾河口生态保护红线、杭州湾南岸滨海湿地生态保护红线、杭州湾国家湿地公园生态保护红线、平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线、王盘山重要渔业海域以及杭州湾湿地海洋保护区等敏感区可能会受到一定影响；
			涨憩	工况 8	380.43	47.17	55	钱塘江河口生态保护红线、灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线、杭州湾国家湿地公园生态保护红线、平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线以及王盘山重要渔业海域等敏感区可能会受到一定影响；
	W（不利风）	13.8	落憩	工况 9	198.07	47.27	12	-
			涨憩	工况 10	316.82	58.19	6	-
	NNW（不利风）	13.8	落憩	工况 11	292.92	52.83	51	灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线敏感区可能会受到一定影响；
			涨憩	工况 12	299.73	66.83	48	灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线敏感区可能会受到一定影响；



a 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、82.6t）

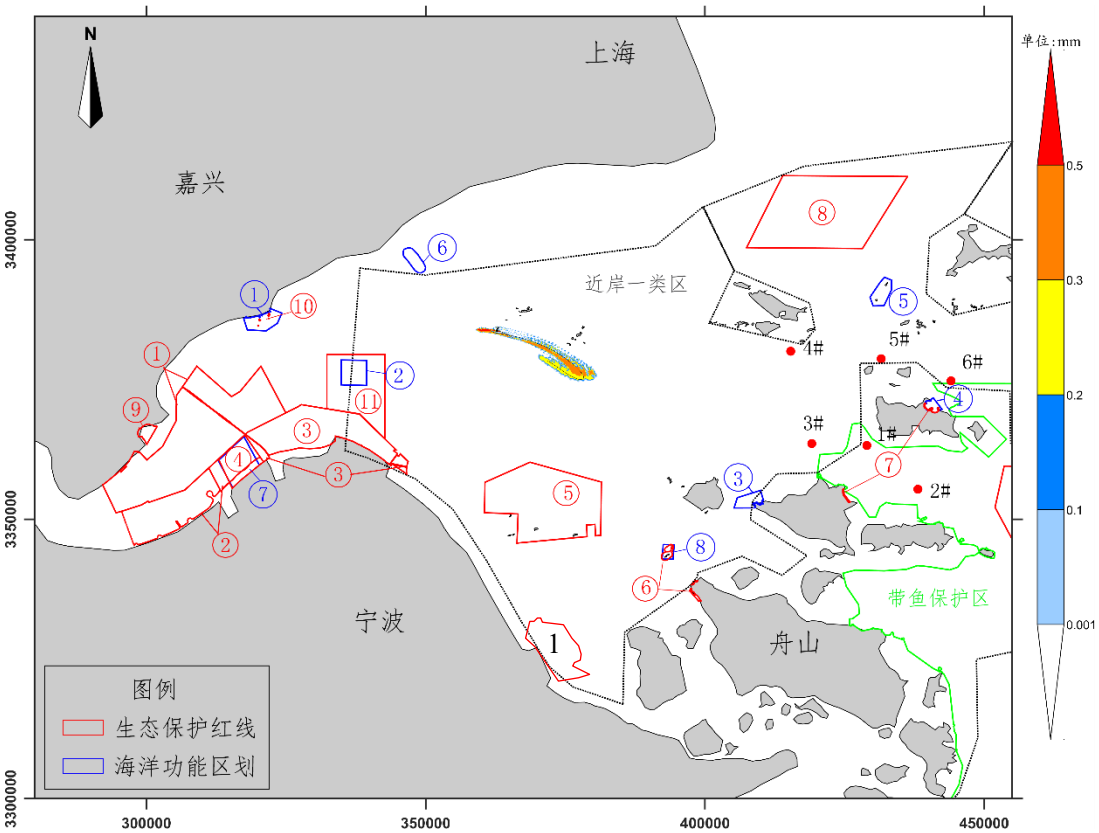


b 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、82.6t）

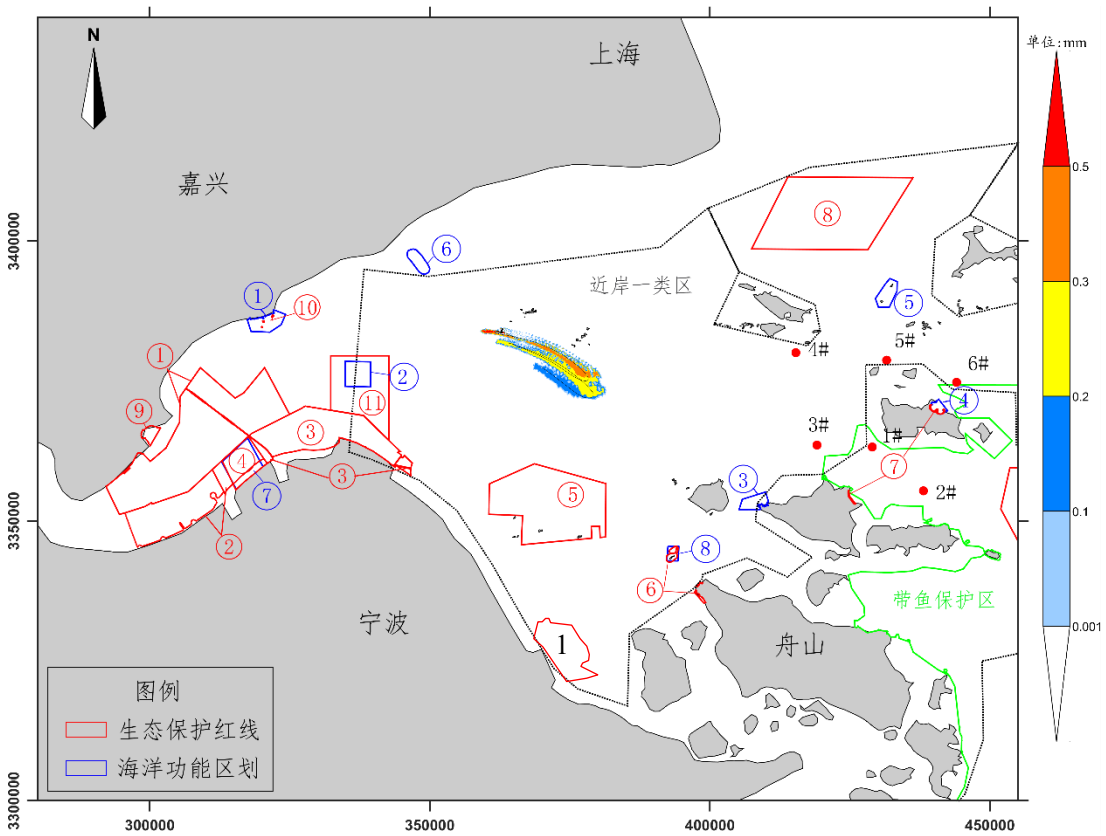


c 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、82.6t）

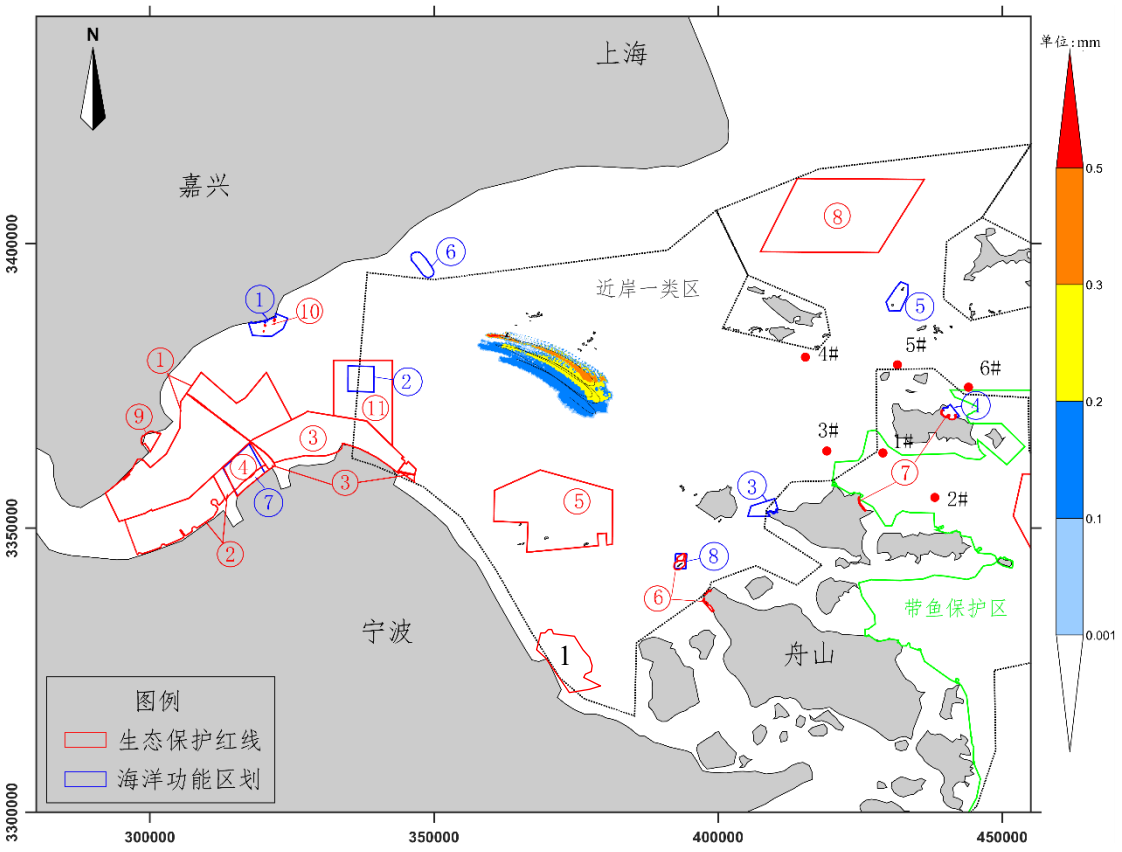
图 5.11-5 施工期 1#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（静风、82.6t）



a 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、82.6t）

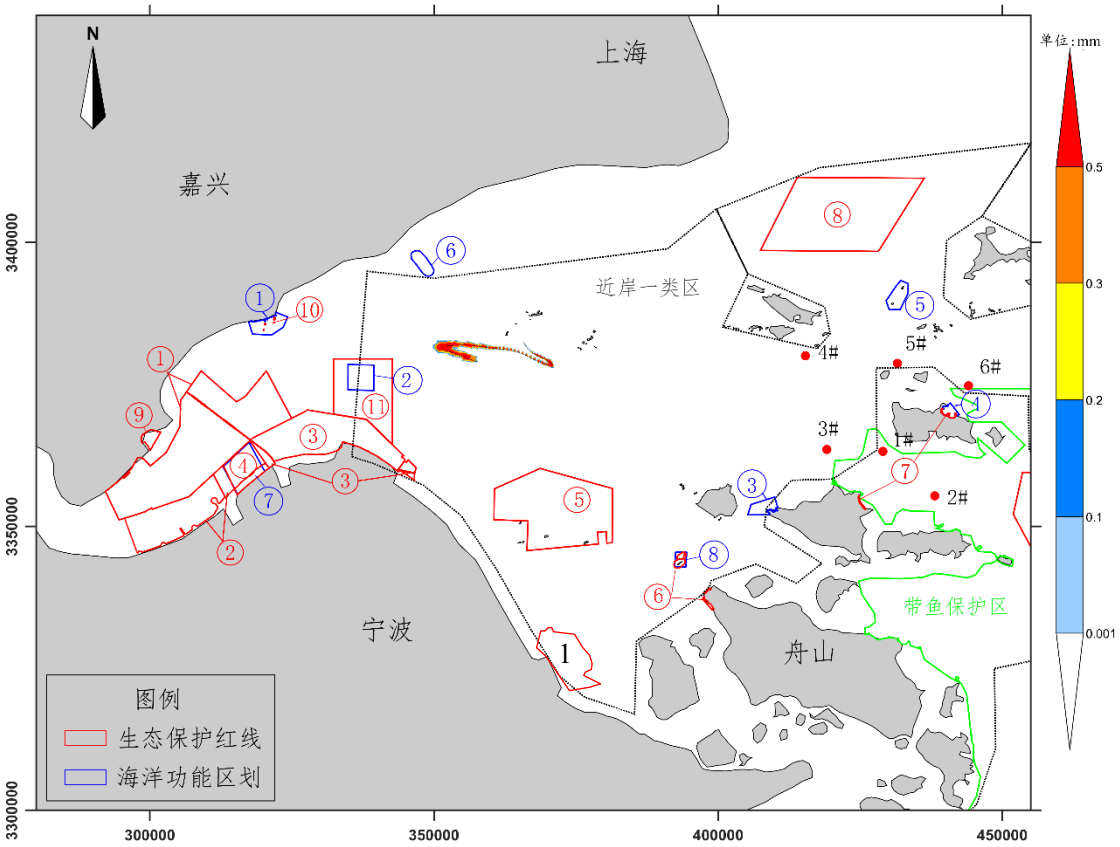


b 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、82.6t）

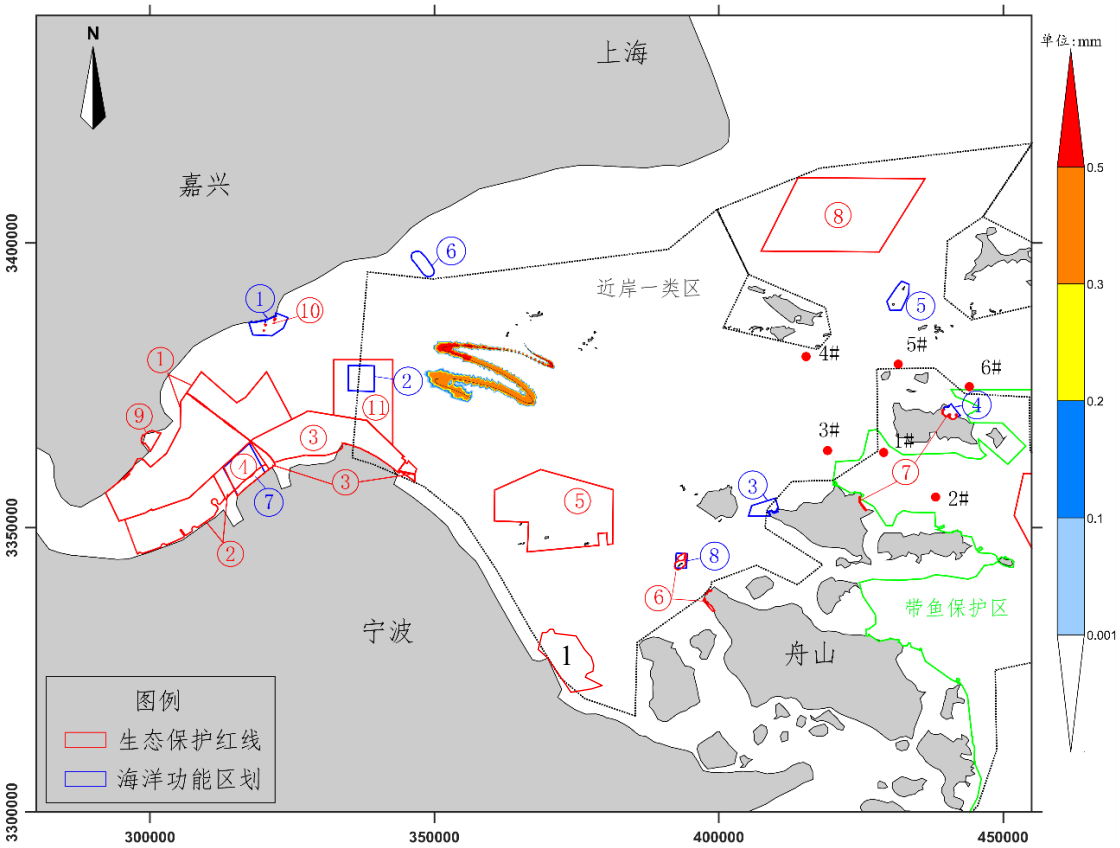


c 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、82.6t）

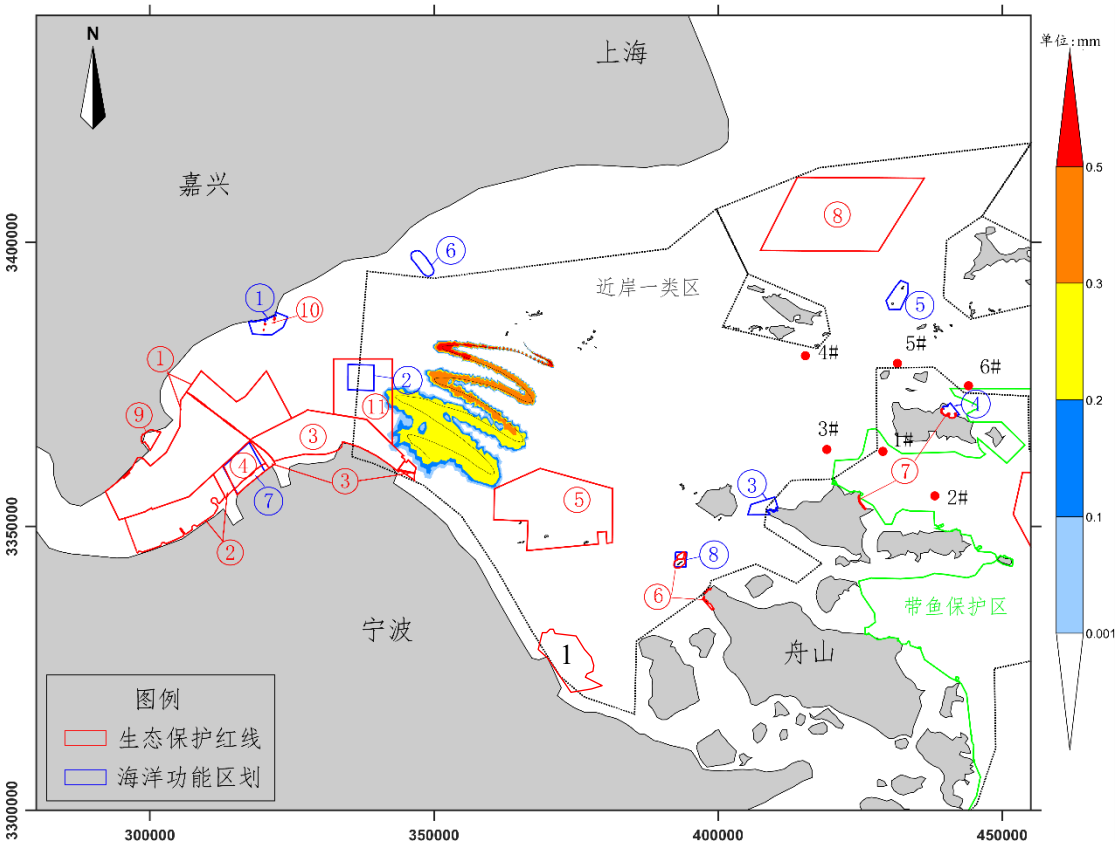
图 5.11-6 施工期 1#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（静风、82.6t）



a 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、82.6t）

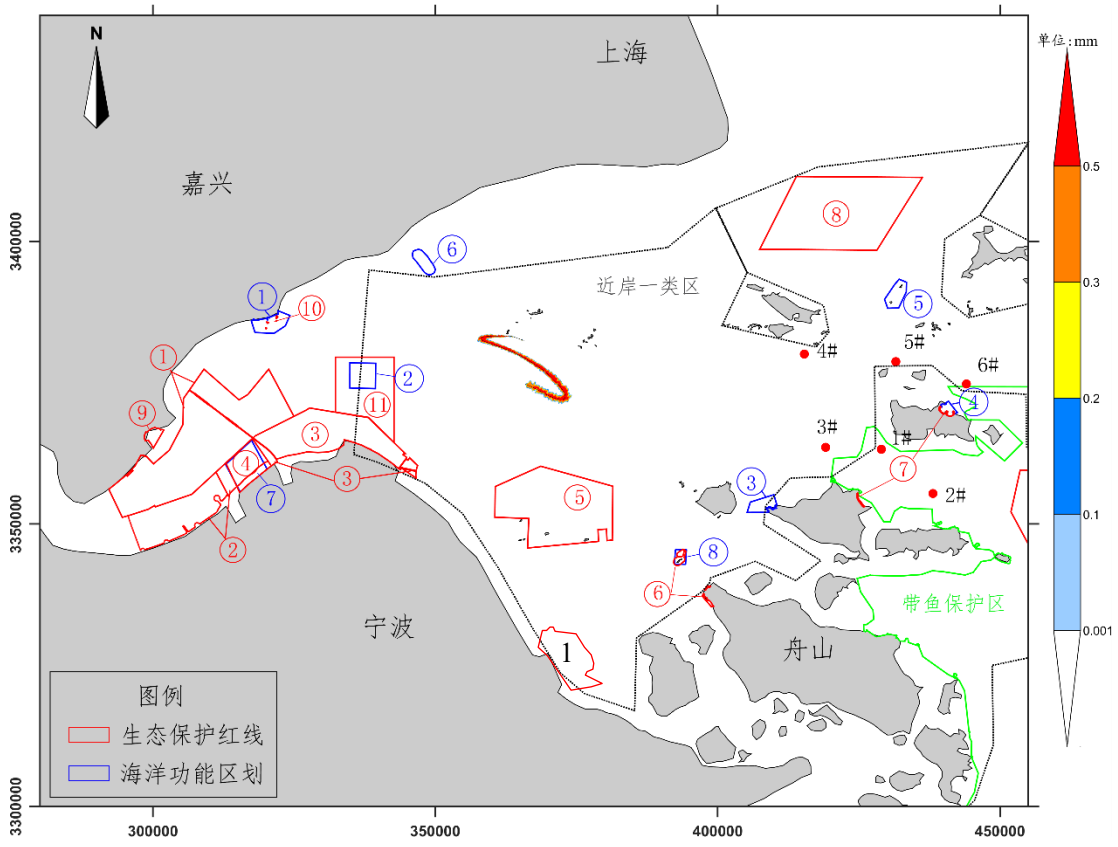


b 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、82.6t）

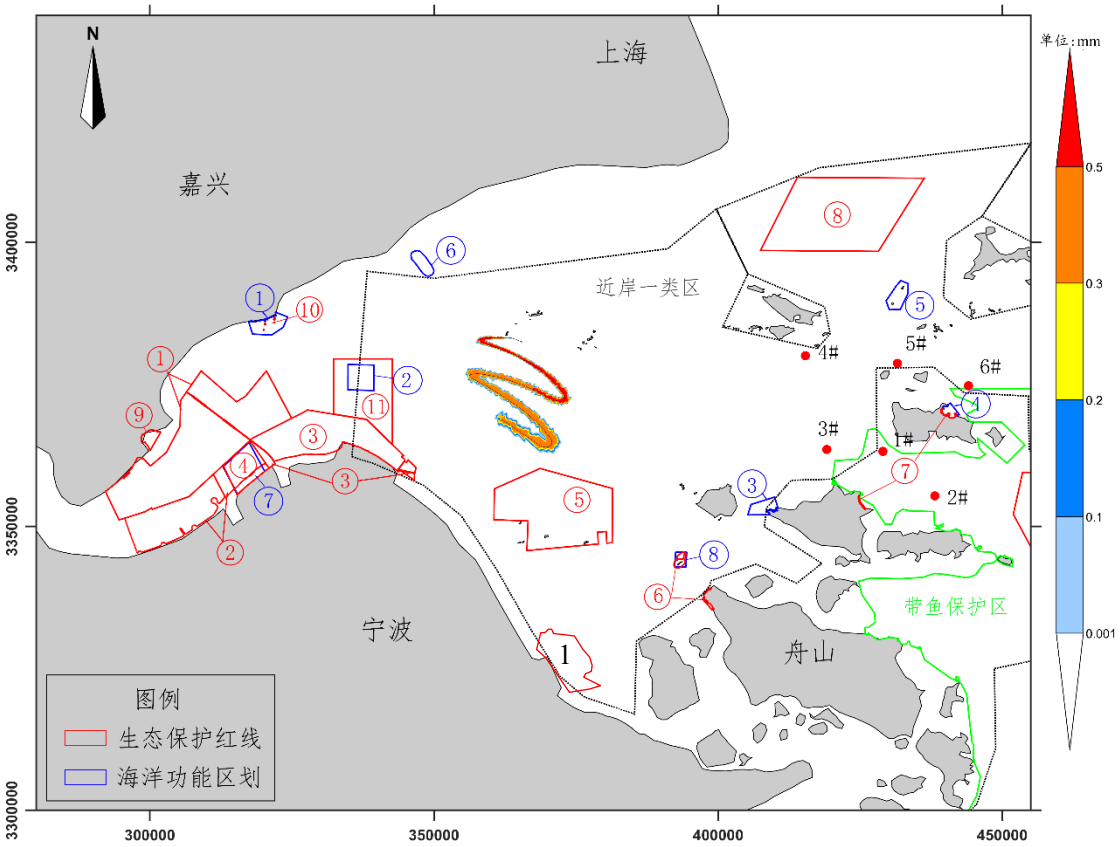


c 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、82.6t）

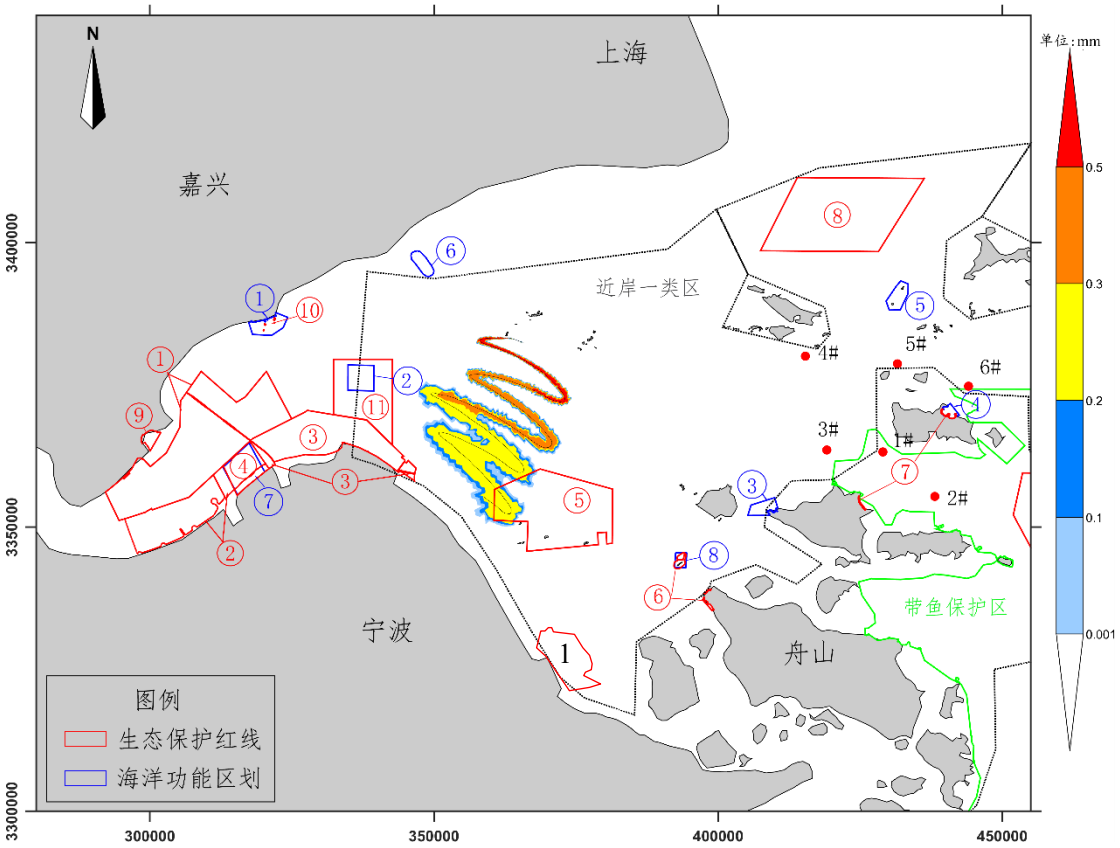
图 5.11-7 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（NNE 风、82.6t）



a 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、82.6t）

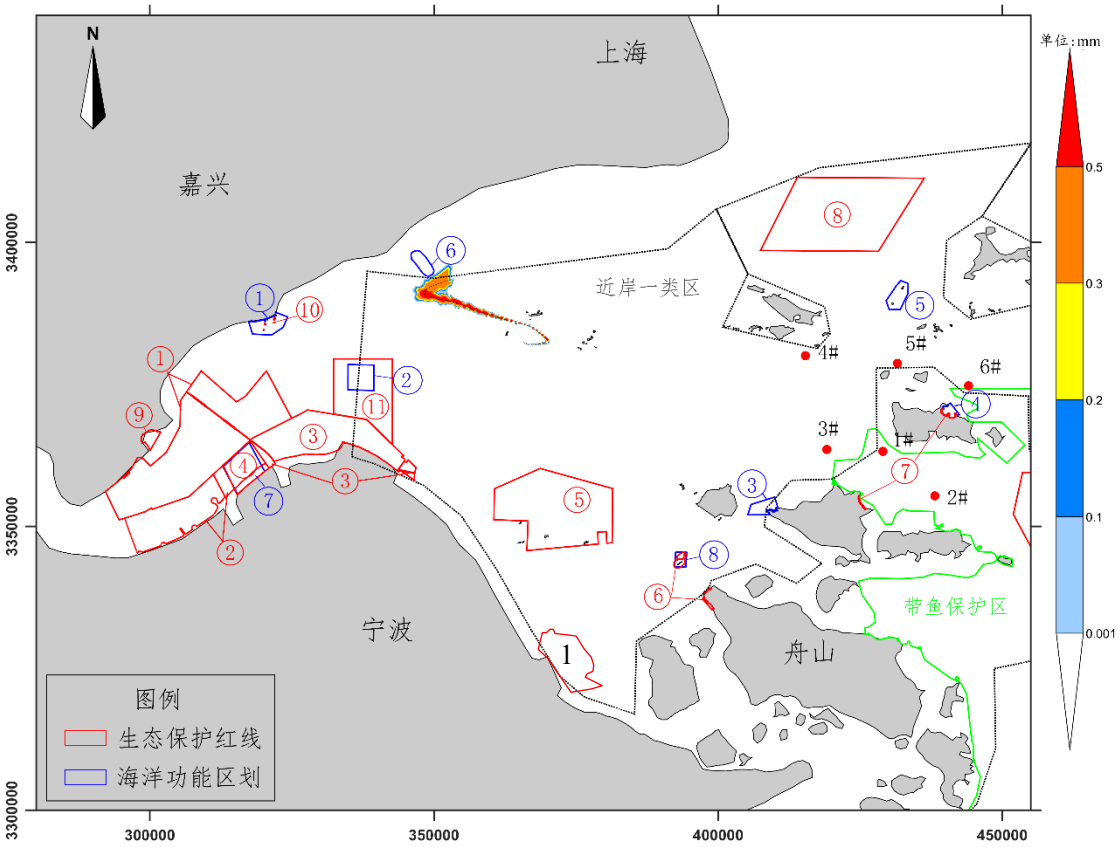


b 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、82.6t）

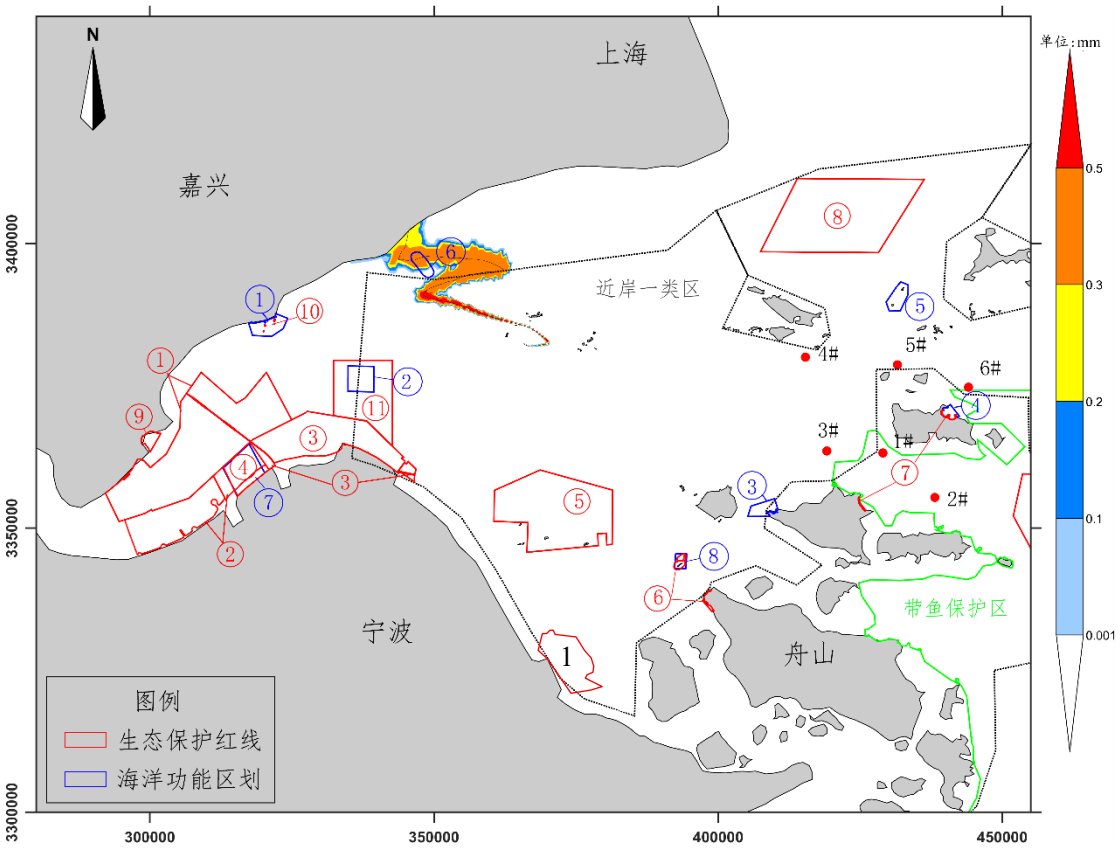


c 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、82.6t）

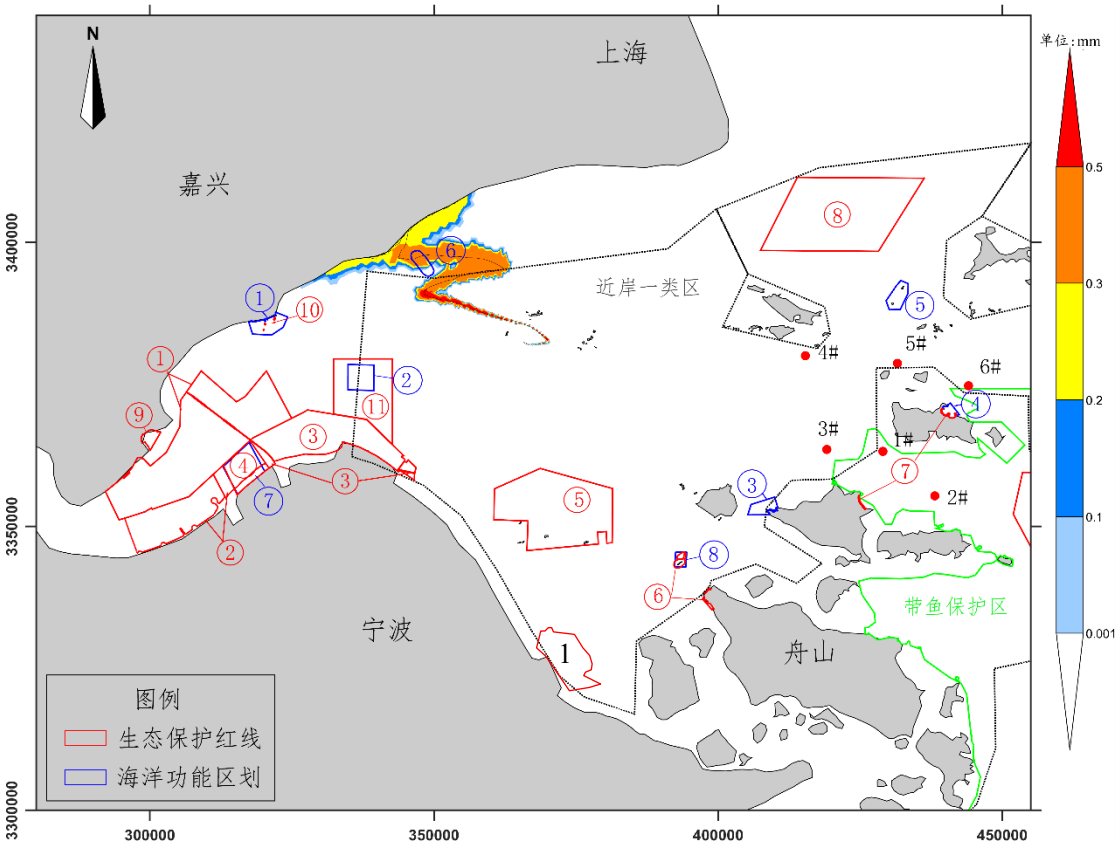
图 5.11-8 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（NNE 风、82.6t）



a 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、82.6t）

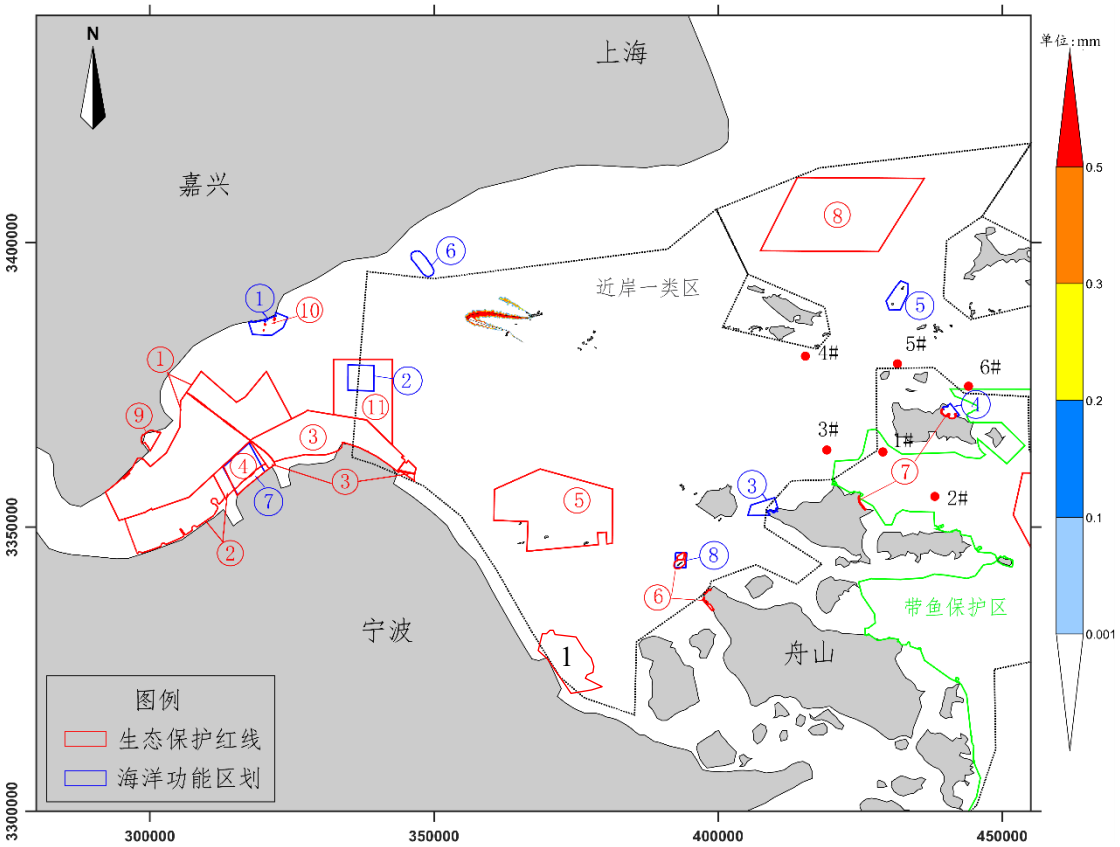


b 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、82.6t）

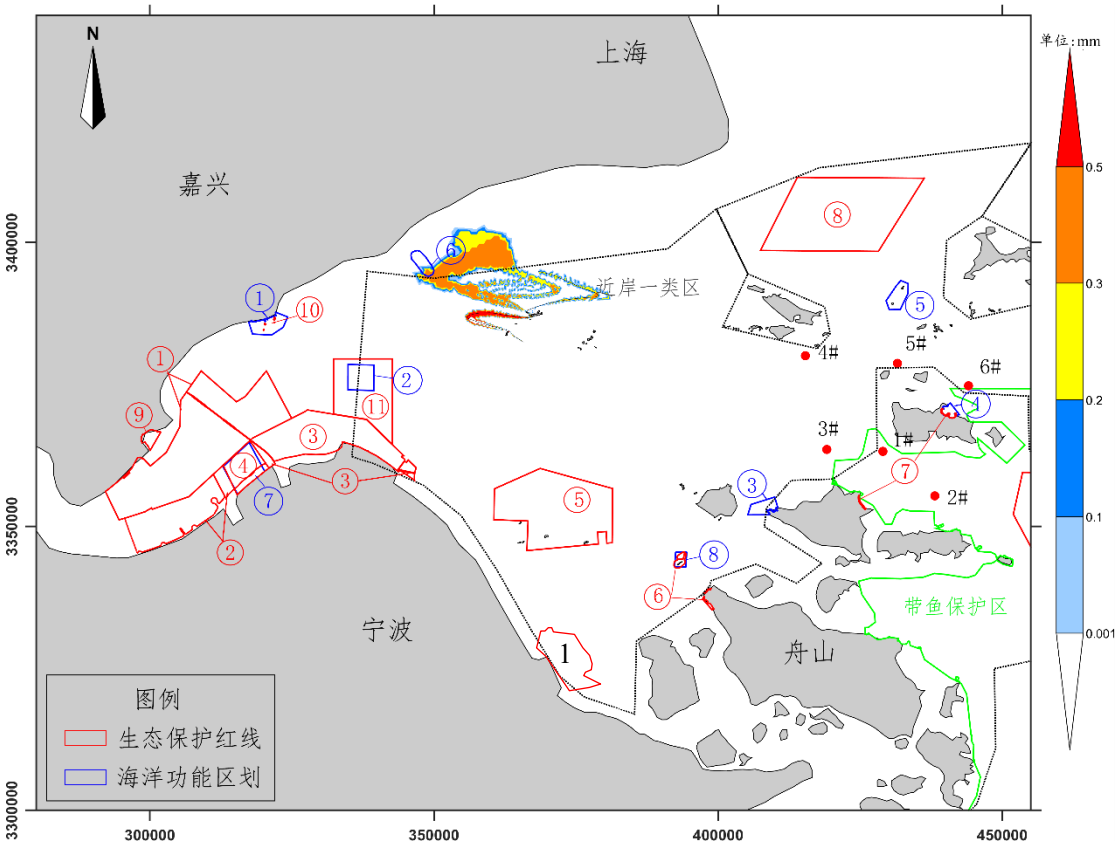


c 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、82.6t）

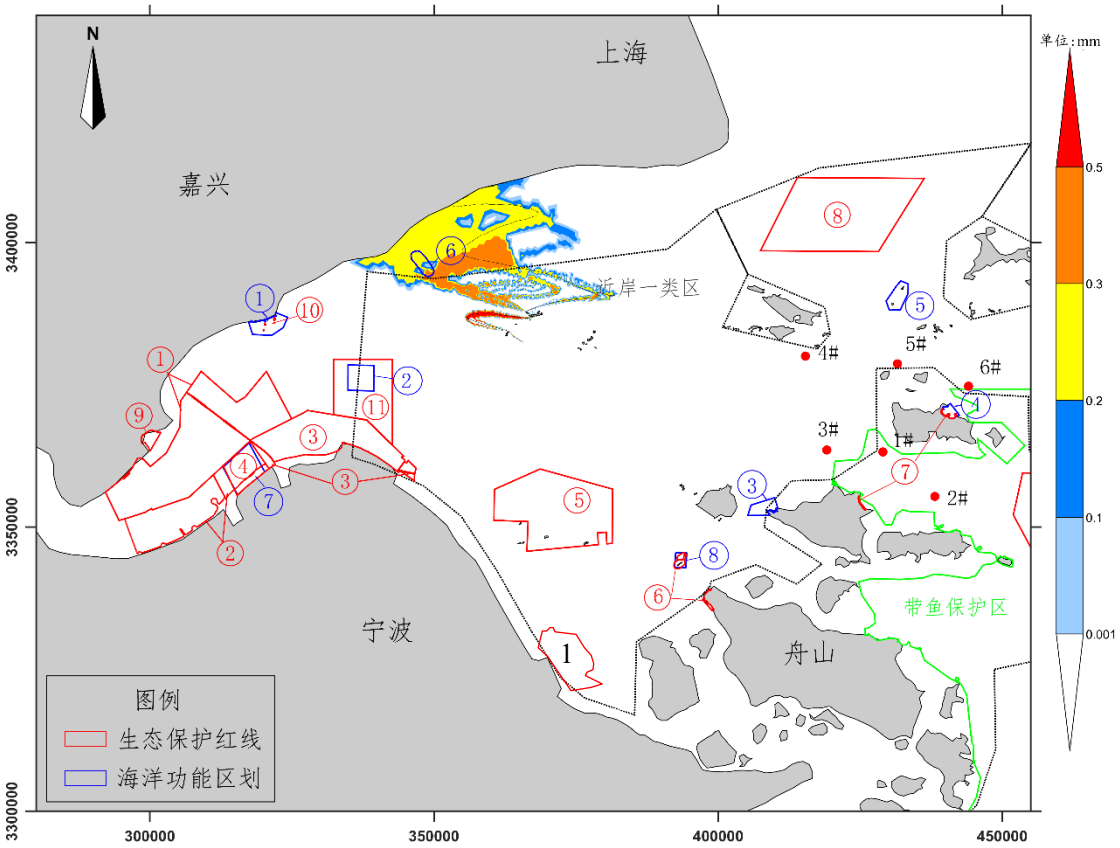
图 5.11-9 施工期 1#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（SE 风、82.6t）



a 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、82.6t）

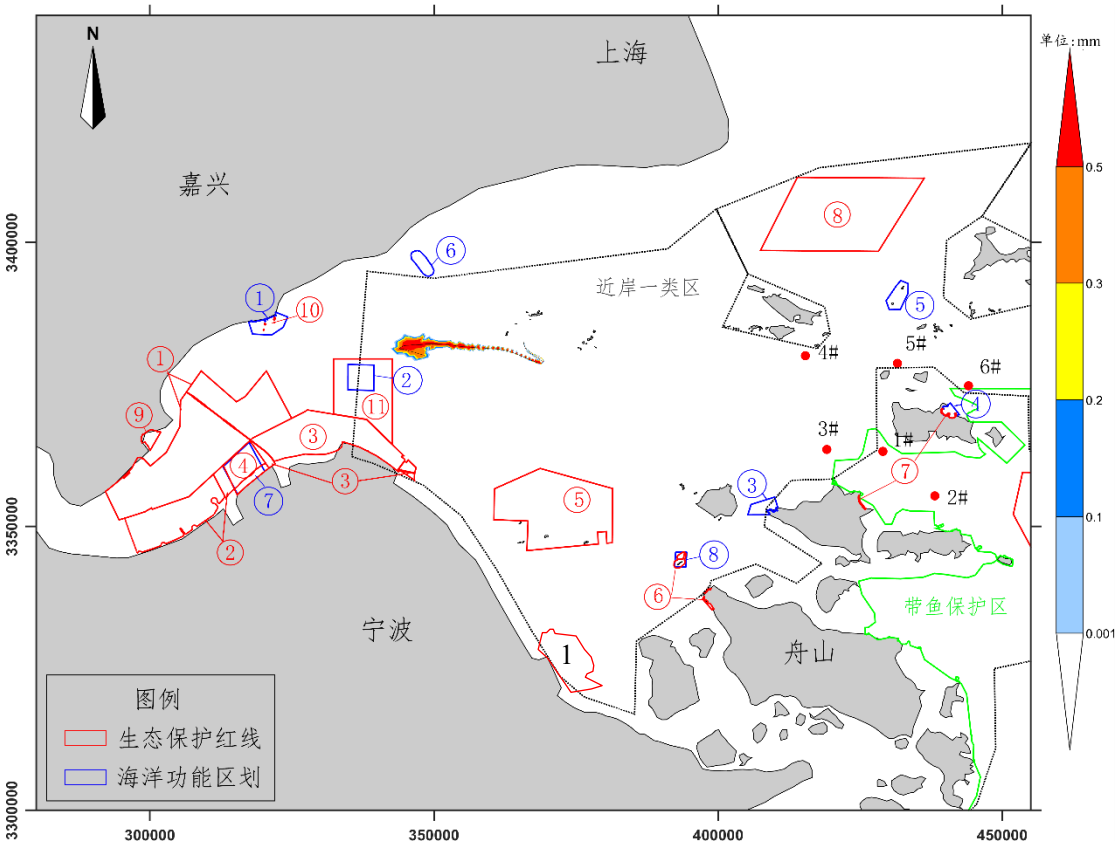


b 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、82.6t）

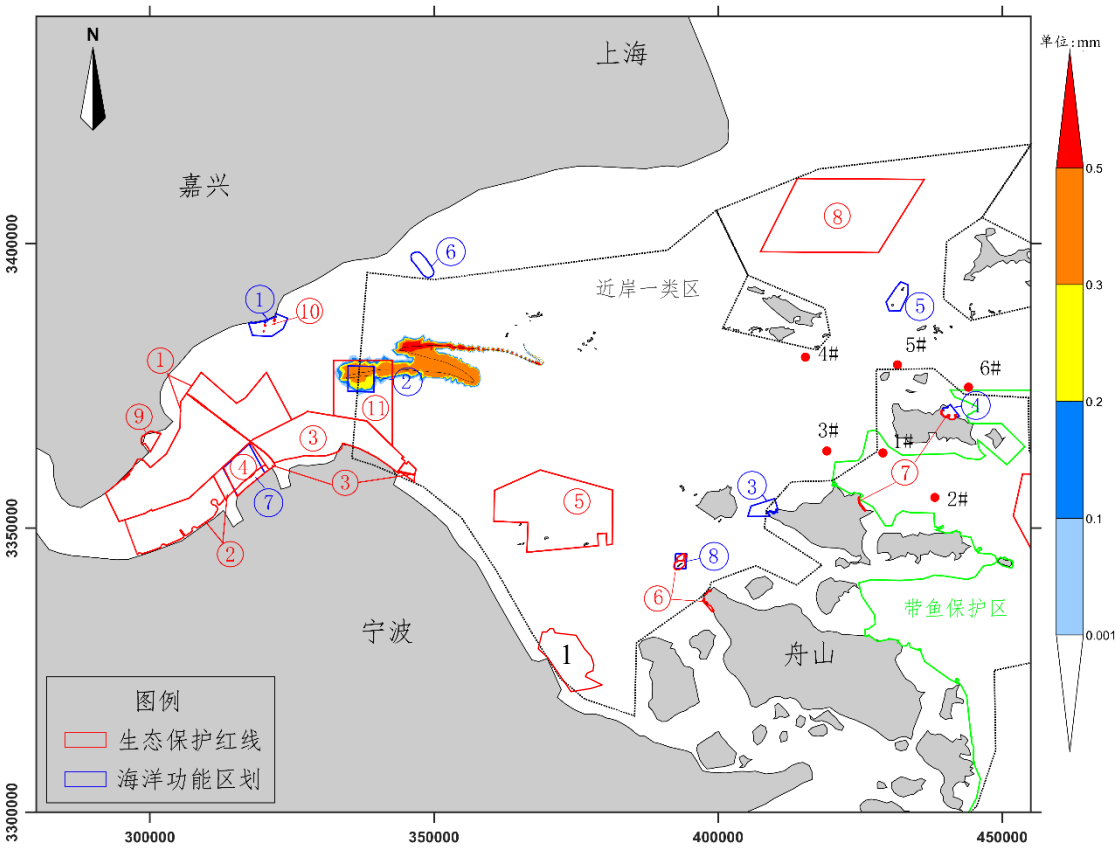


c 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、82.6t）

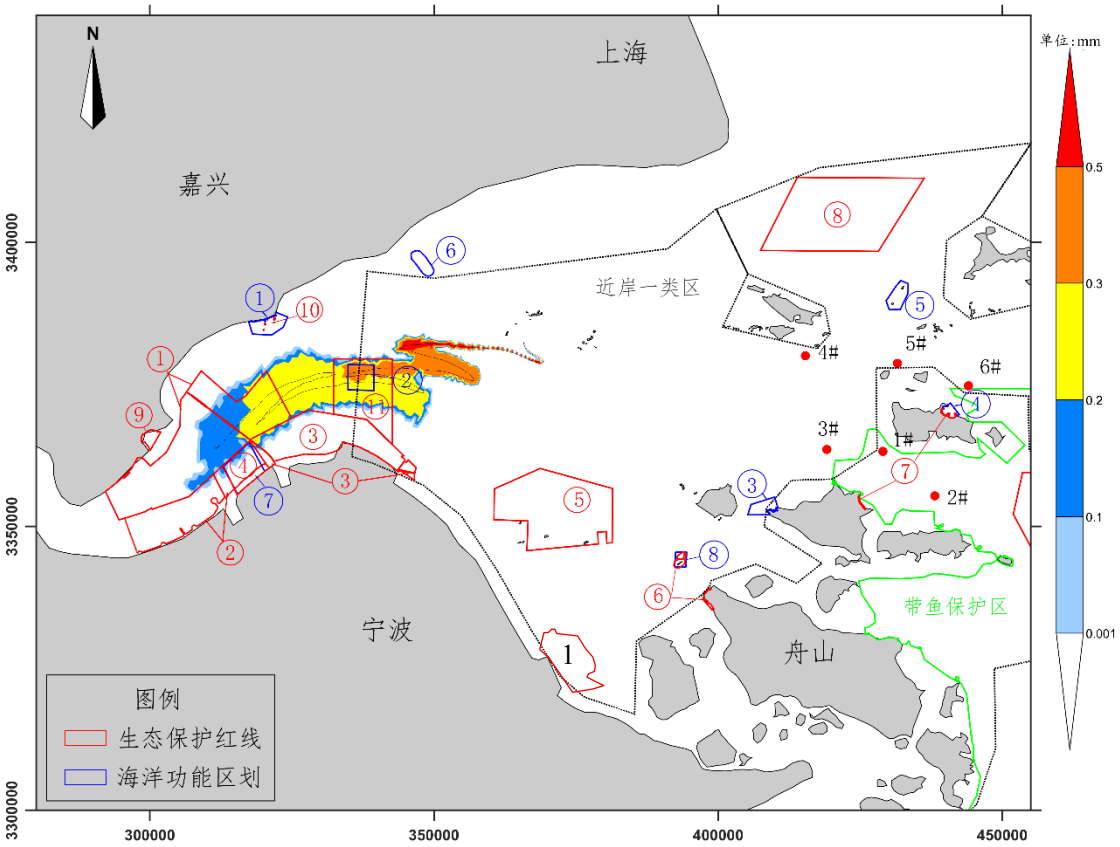
图 5.11-10 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（SE 风、82.6t）



a 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、82.6t）

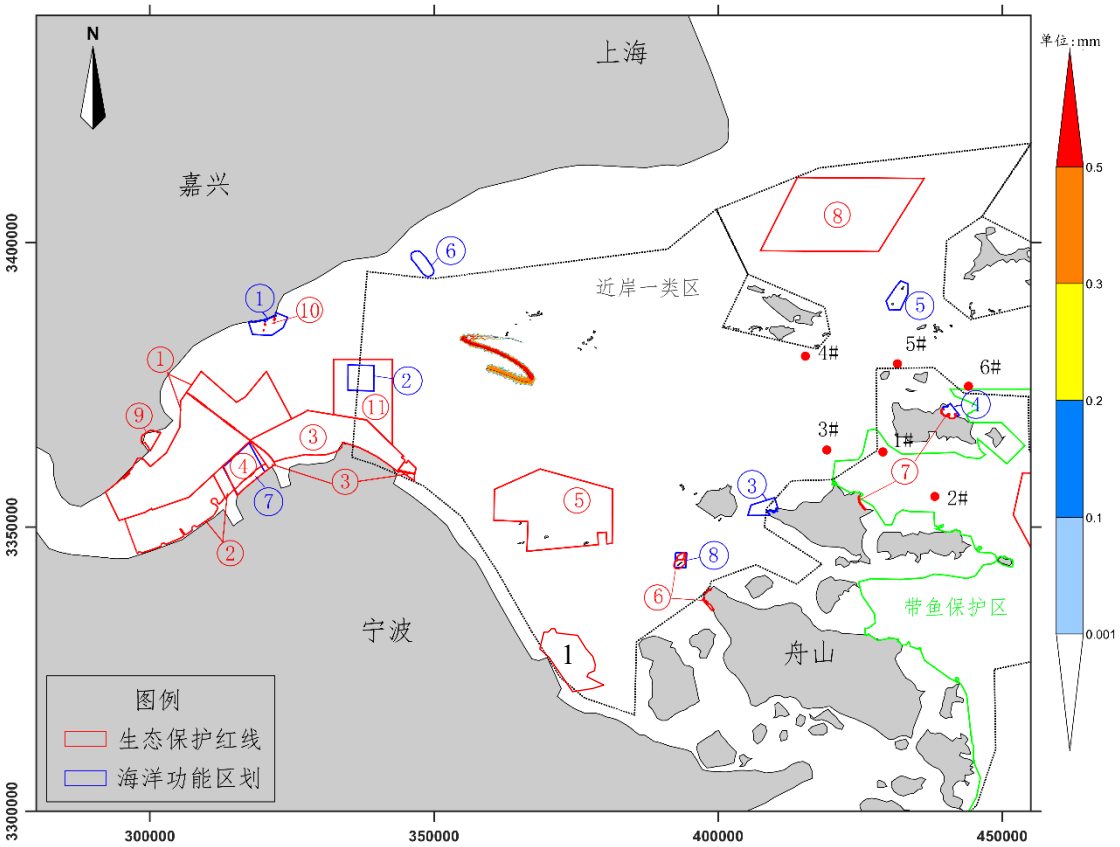


b 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、82.6t）

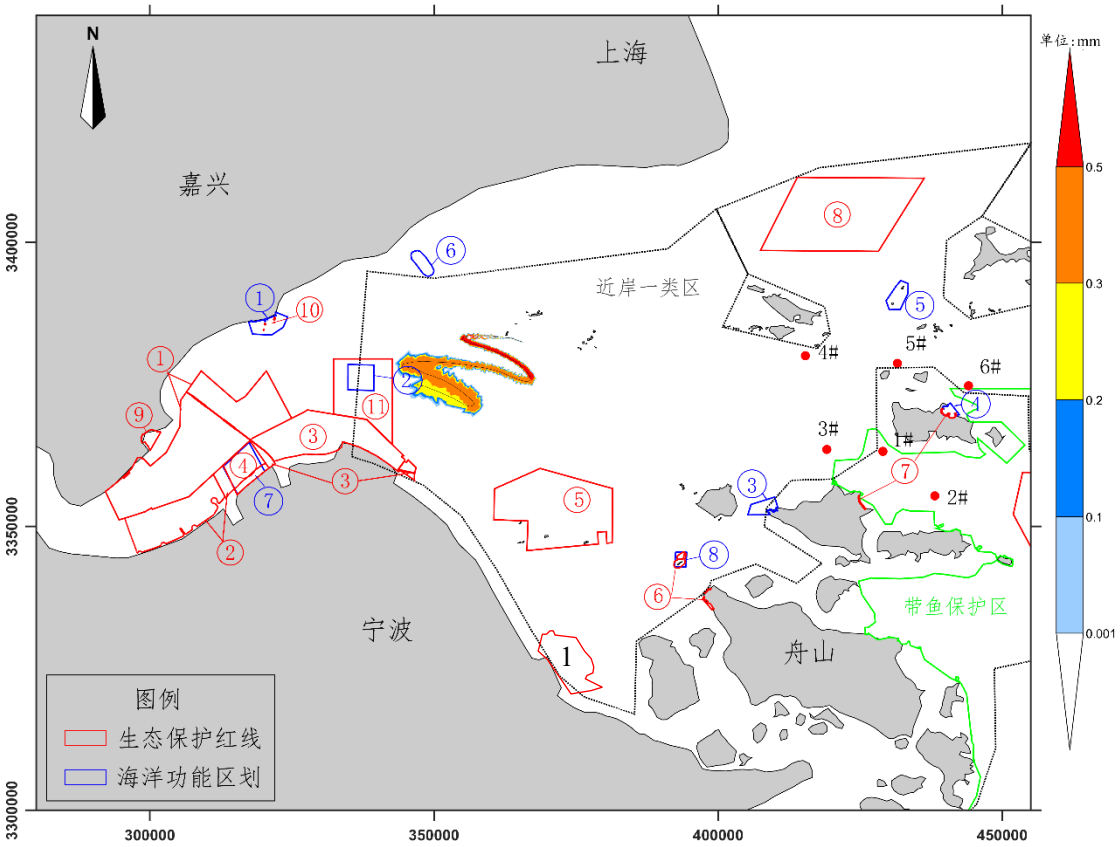


c 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、82.6t）

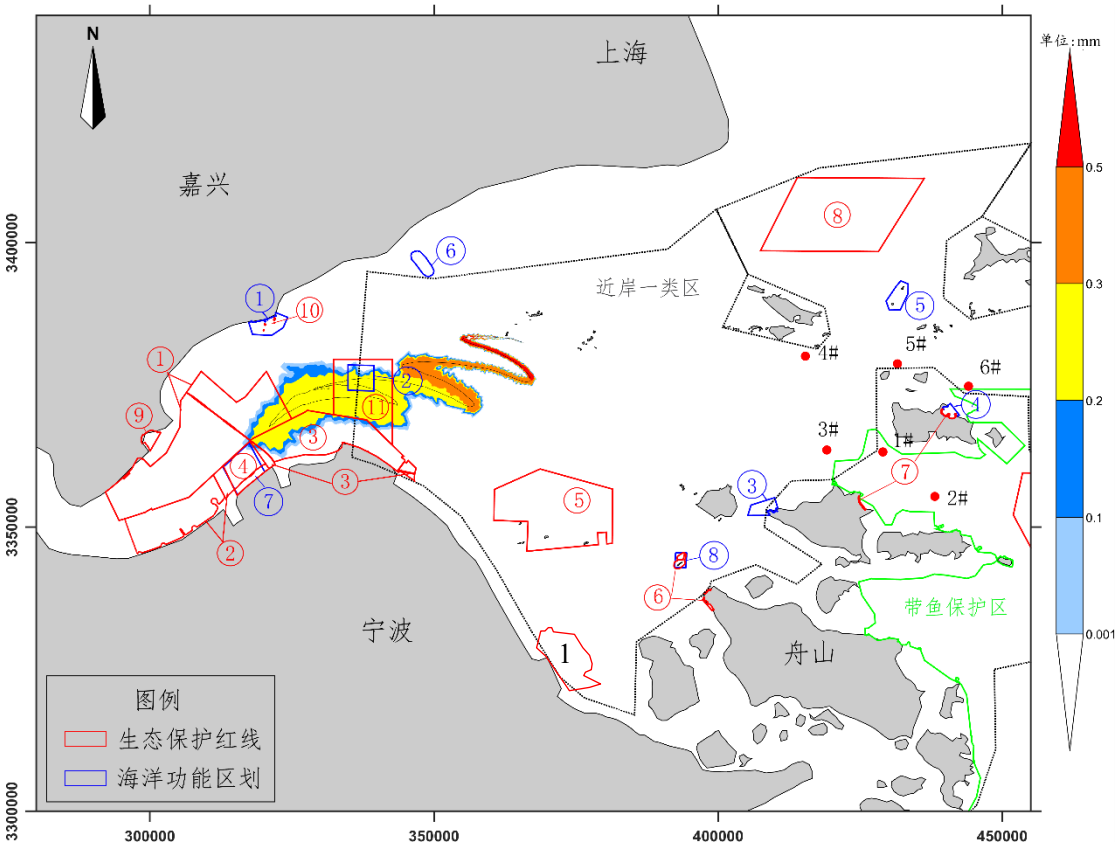
图 5.11-11 施工期 1#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（NNE 风、82.6t）



a 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、82.6t）

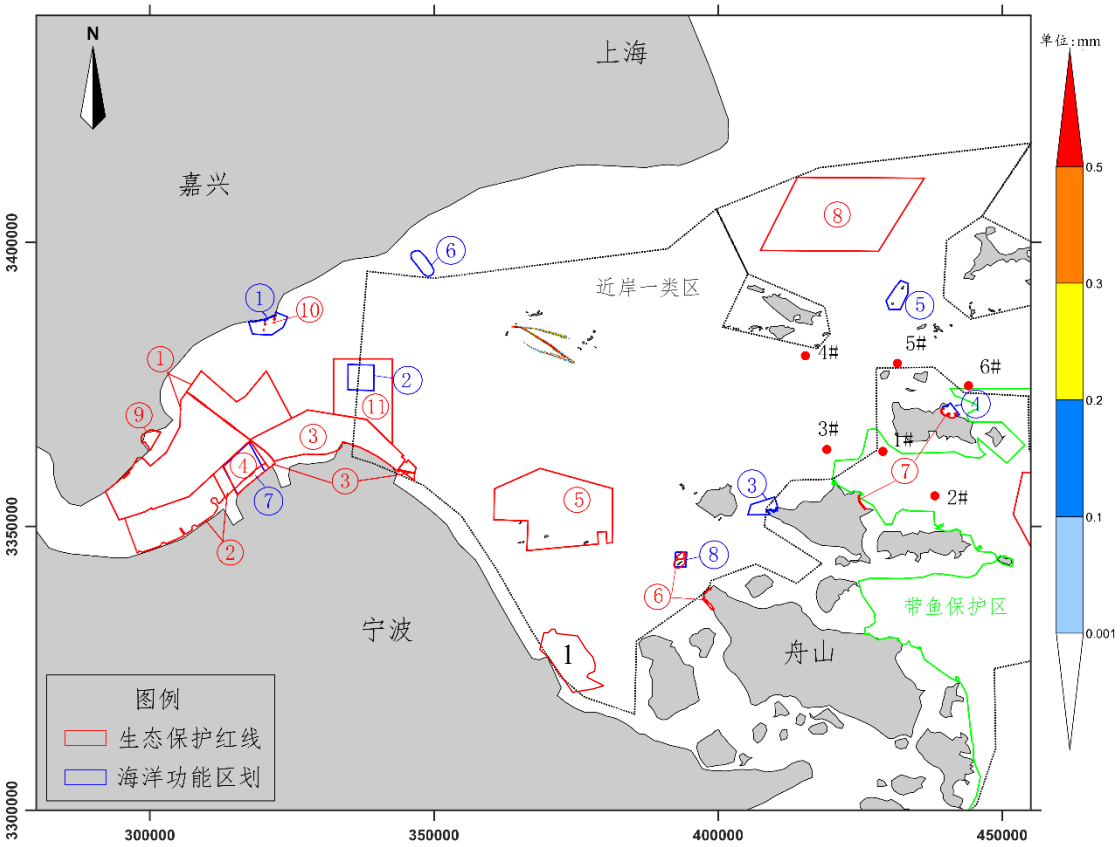


b 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、82.6t）

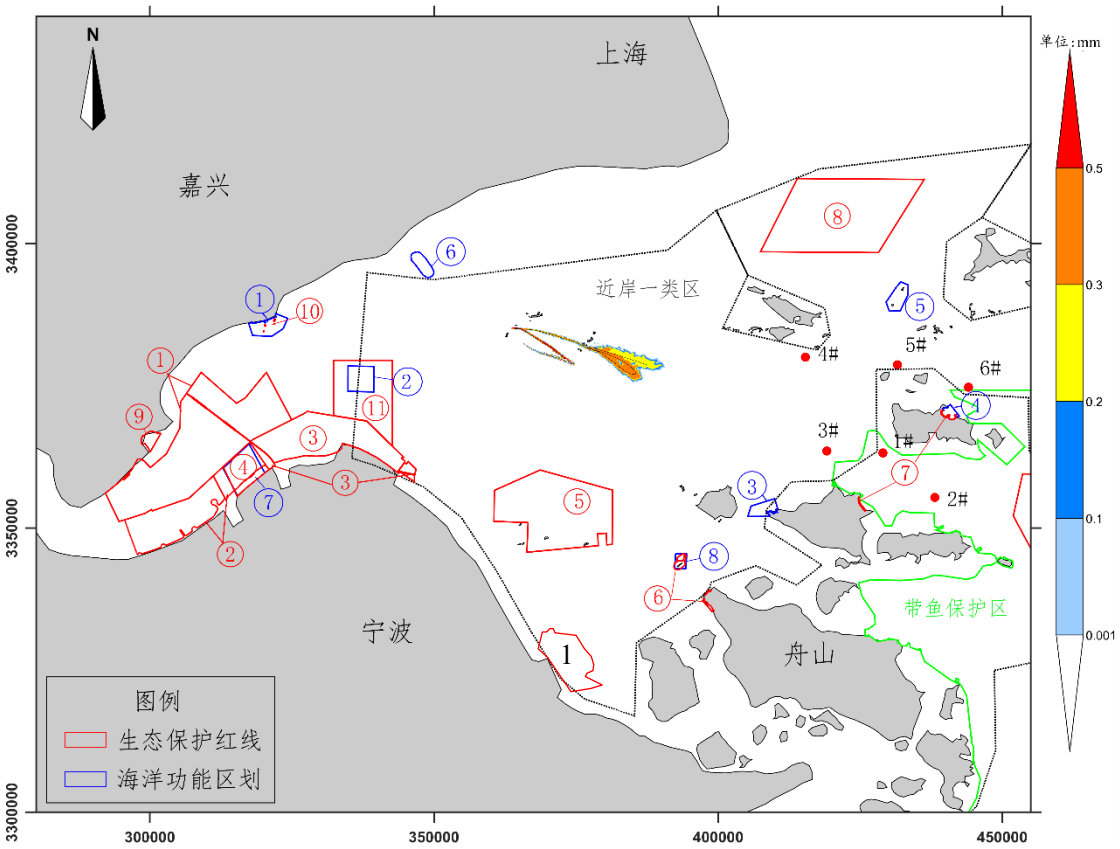


c 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、82.6t）

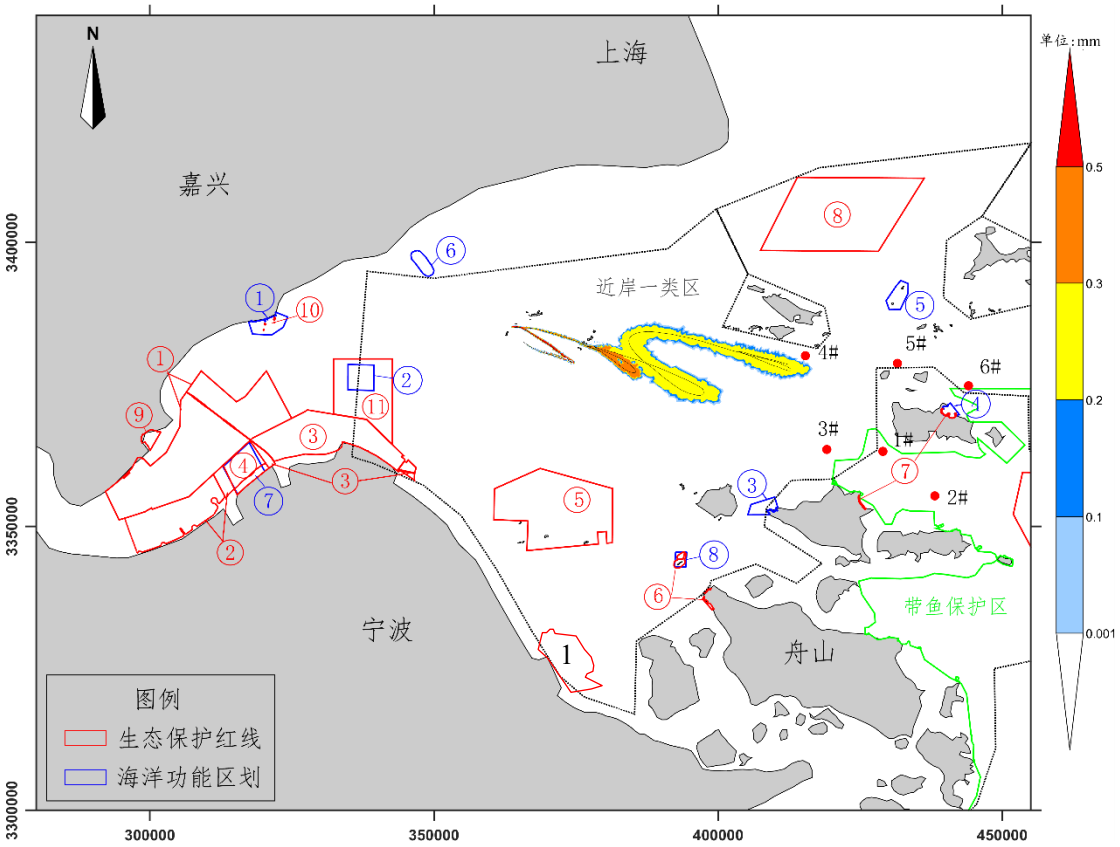
图 5.11-12 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（NNE 风、82.6t）



a 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、82.6t）

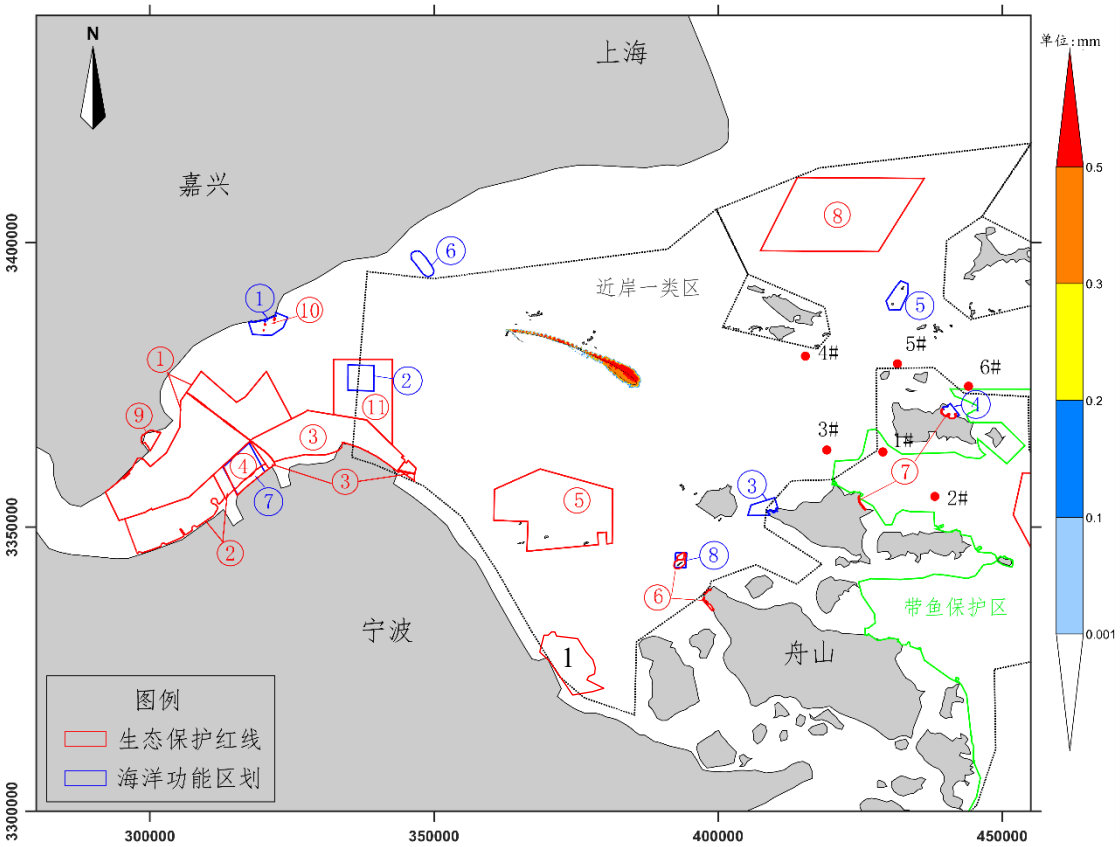


b 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、82.6t）

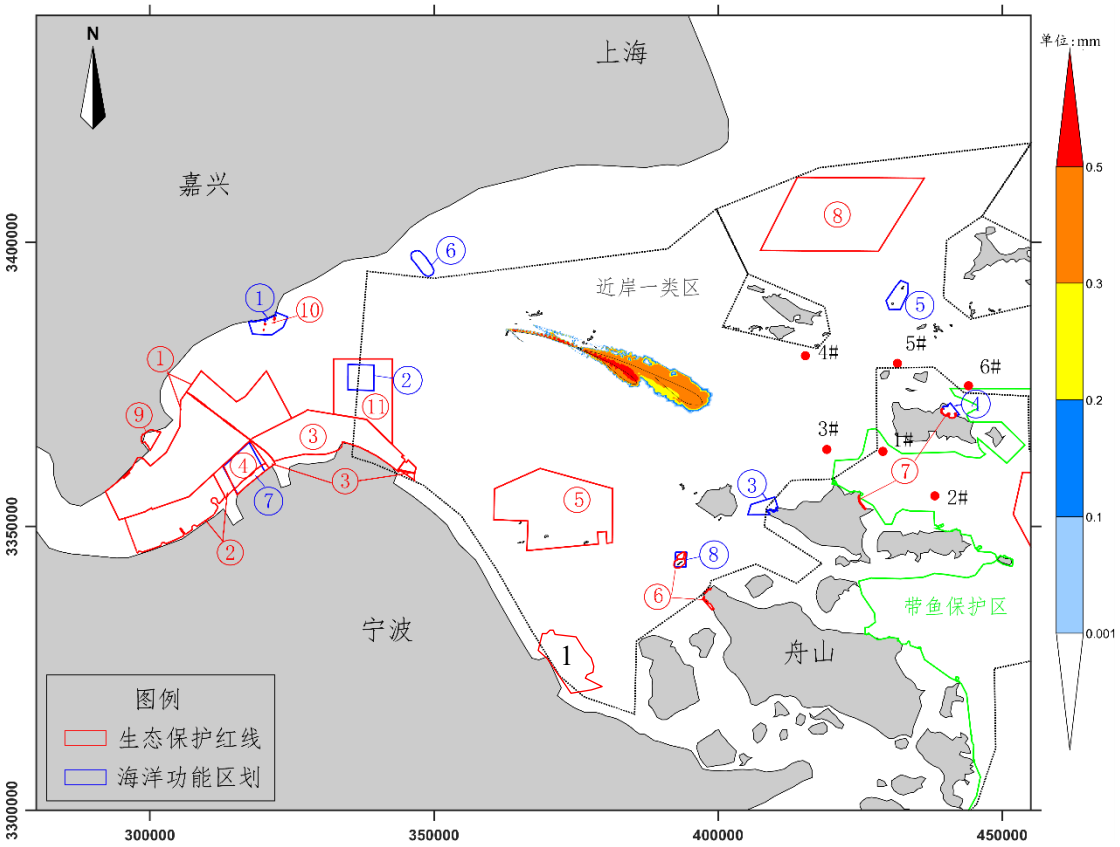


c 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、82.6t）

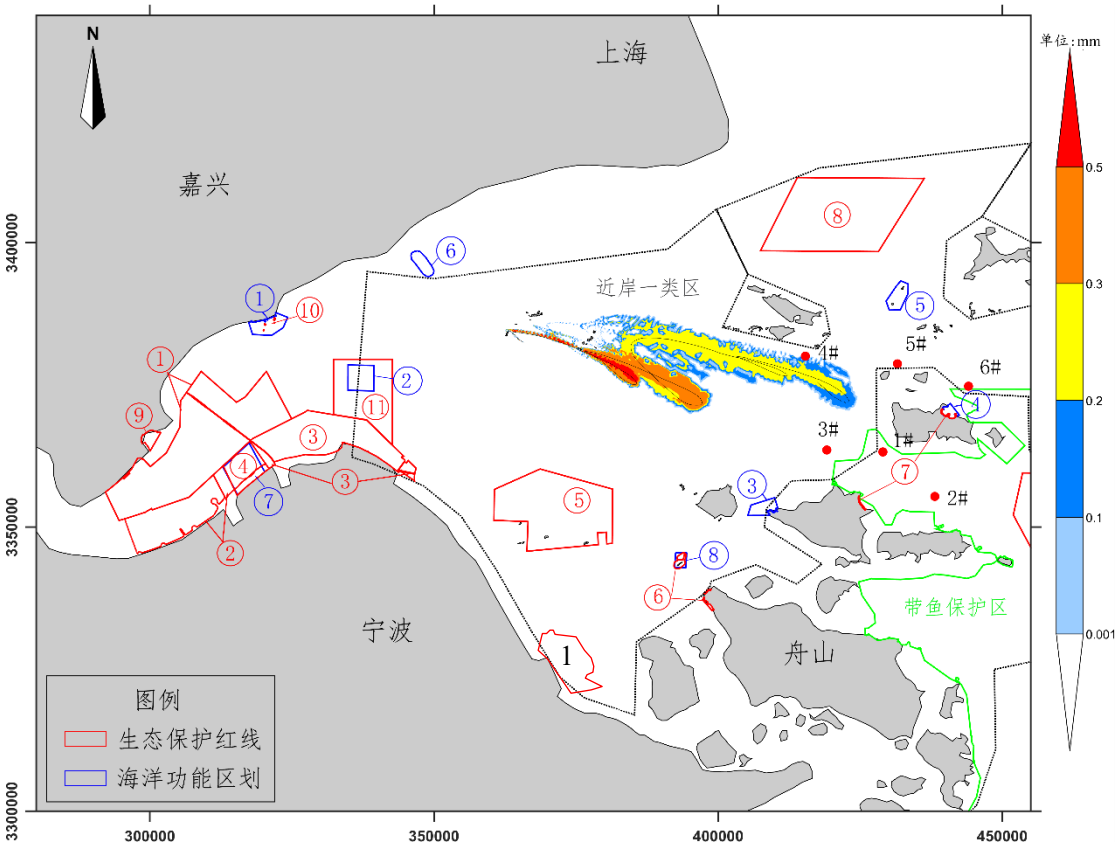
图 5.11-13 施工期 1#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（W 风、82.6t）



a 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、82.6t）

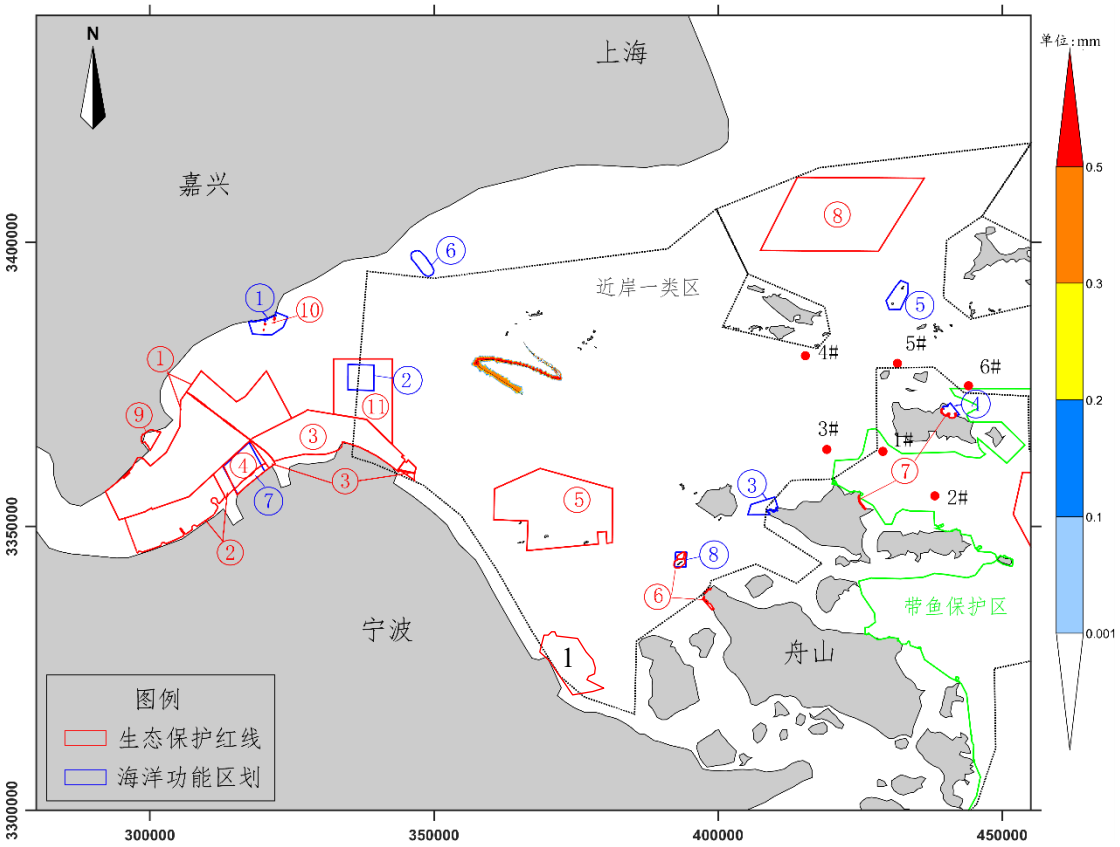


b 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、82.6t）

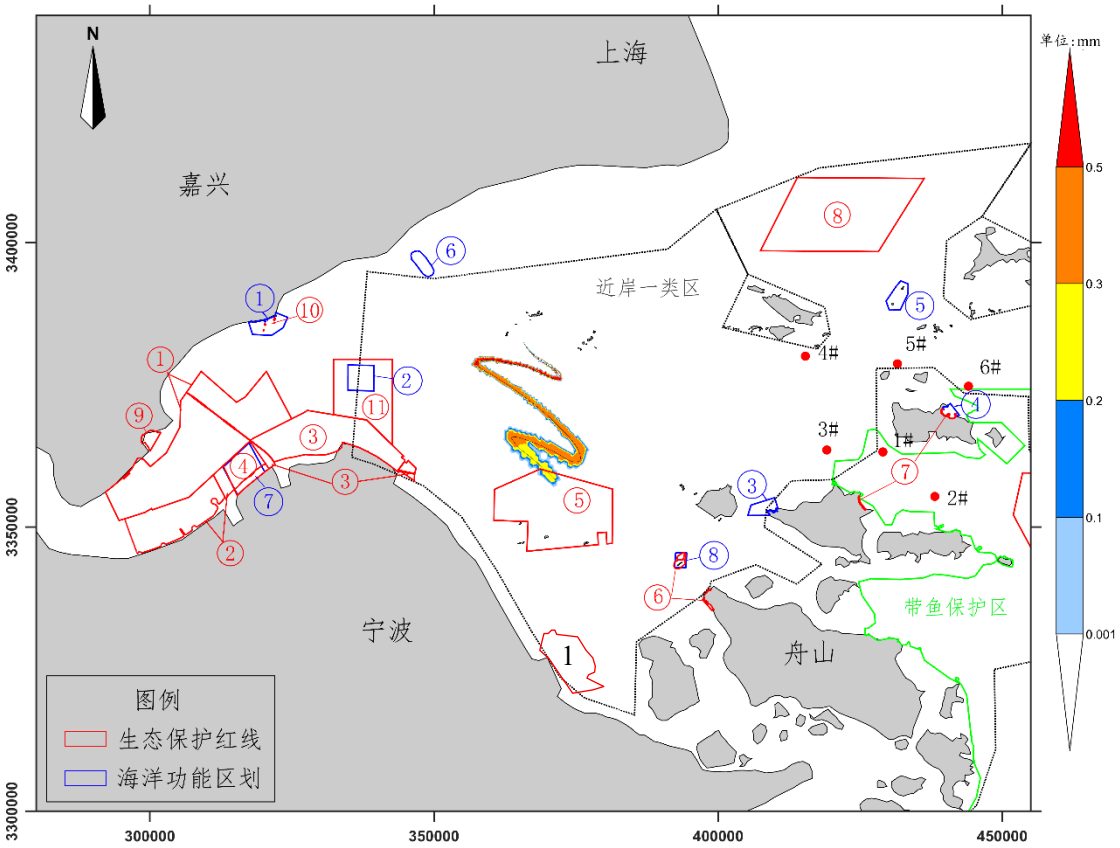


c 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、82.6t）

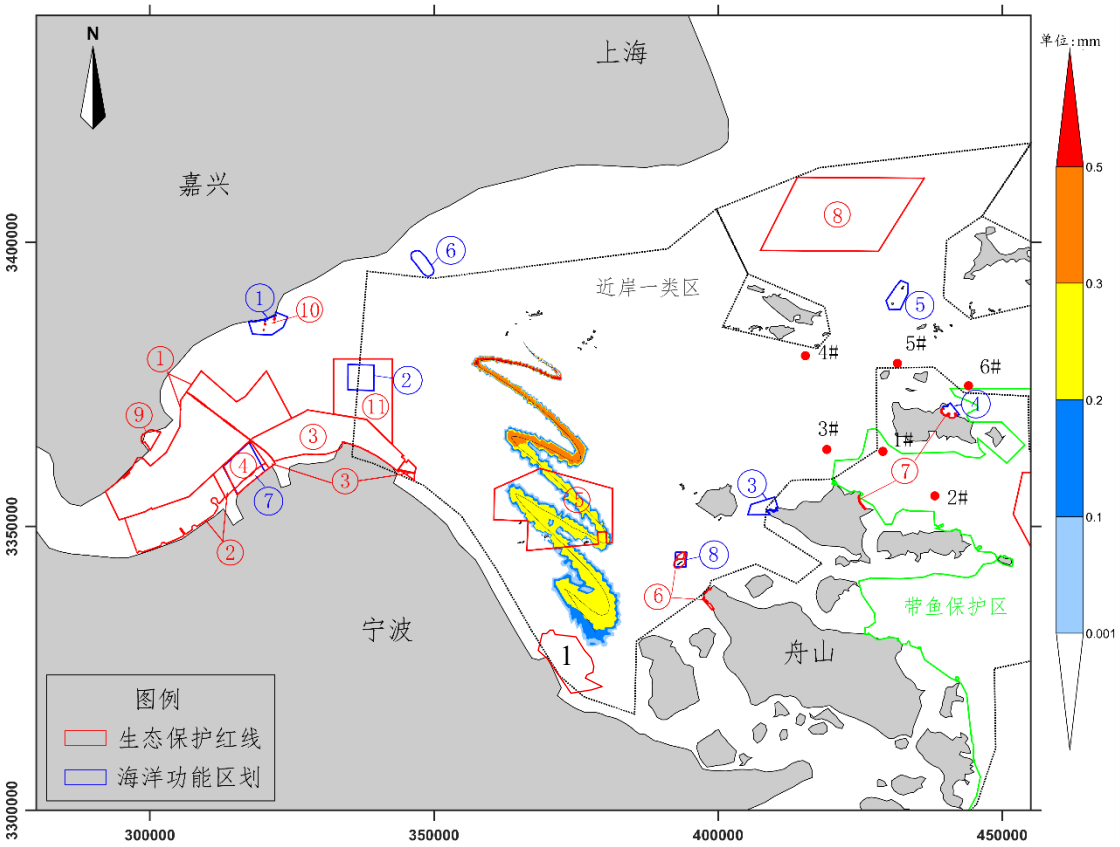
图 5.11-14 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（W 风、82.6t）



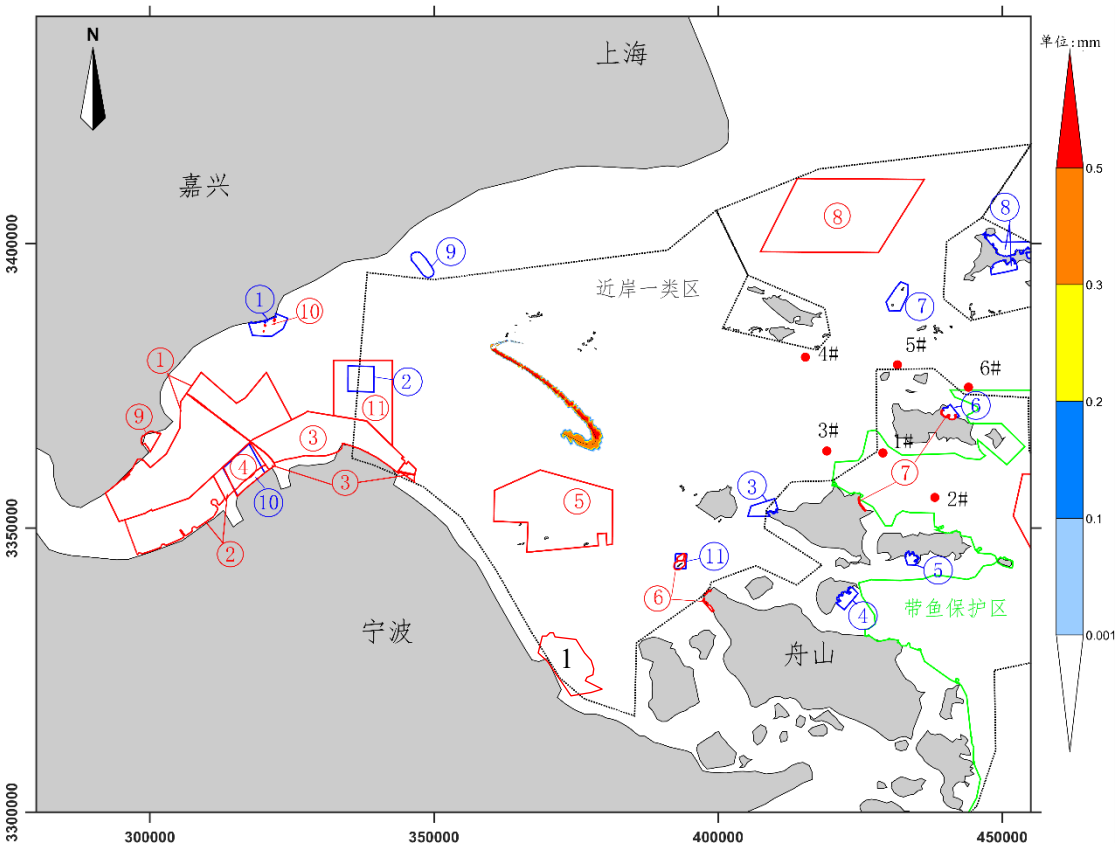
a 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、82.6t）



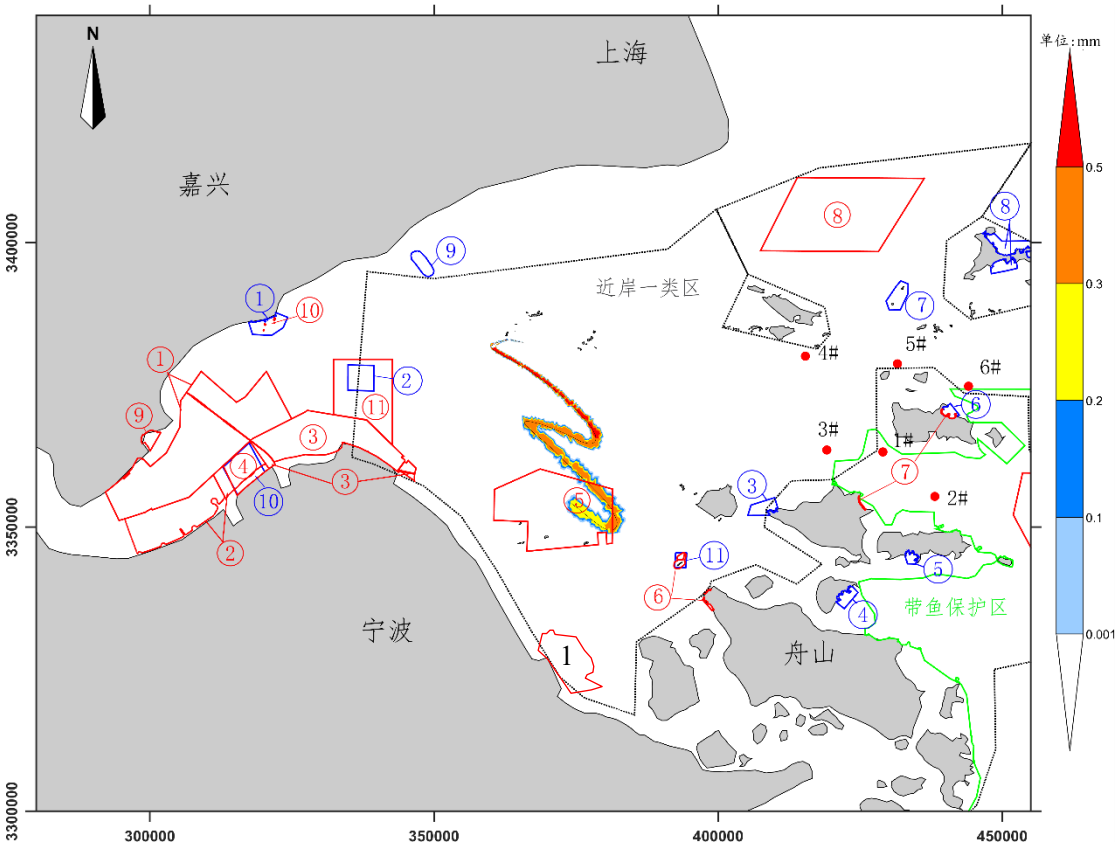
b 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、82.6t）



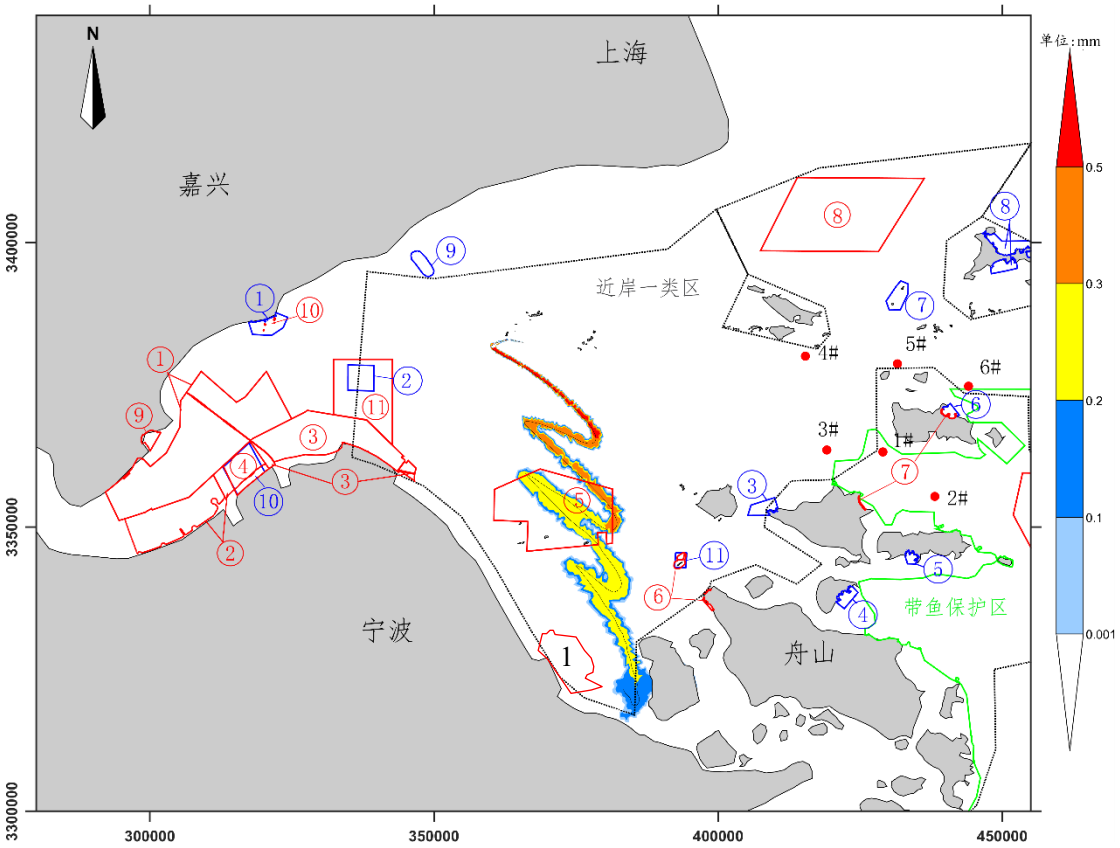
c 施工期 1#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、图



a 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、82.6t）



b 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、82.6t）



c 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、82.6t）

图 5.11-15 施工期 1#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（NNW 风、82.6t）

2、2#点溢油计算结果

溢油点 2#不同时刻不同气象工况下发生溢油后，12、24、48 小时后油膜扫海面积、扩散面积及残油量分别见表 5.11-6~表 5.11-8。

表 5.11-6 溢油点 2#施工期各工况下不同时刻油膜扫海面积统计表（溢油量 50.9t）

	溢油点	工况	时间/项目	12h	24h	48h
施工期	2#	落憩、静风	扫海面积（km^2）	10.57	24.62	65.49
		涨憩、静风	扫海面积（km^2）	16.13	38.95	83.03
		落憩、NNE 风	扫海面积（km^2）	15.99	61.57	267.99
		涨憩、NNE 风	扫海面积（km^2）	20.57	68.01	264.55
		落憩、SE 风	扫海面积（km^2）	20.06	108.75	356.21
		涨憩、SE 风	扫海面积（km^2）	22.99	142.56	208.32
		落憩、ENE 风	扫海面积（km^2）	31.14	112.01	383.69
		涨憩、ENE 风	扫海面积（km^2）	19.02	84.9	327.95
		落憩、W 风	扫海面积（km^2）	9.94	64.28	202.44
		涨憩、W 风	扫海面积（km^2）	19.19	88.2	280.97
		落憩、NNW 风	扫海面积（km^2）	13.59	69.73	286.13
		涨憩、NNW 风	扫海面积（km^2）	14.86	69.7	228.34

表 5.11-7 溢油点 2#施工期各工况下不同时刻油膜扩散面积统计表（溢油量 50.9t）

	溢油点	工况	时间/项目	12h	24h	48h
施工期	2#	落憩、静风	扫海面积（km^2）	0.5	0.13	1.09
		涨憩、静风	扫海面积（km^2）	0.47	0.6	1.98
		落憩、NNE 风	扫海面积（km^2）	0.85	1.97	13.25
		涨憩、NNE 风	扫海面积（km^2）	0.65	1.67	10.48
		落憩、SE 风	扫海面积（km^2）	1.23	11.73	16.77
		涨憩、SE 风	扫海面积（km^2）	0.87	15.09	11.62
		落憩、ENE 风	扫海面积（km^2）	5.48	9.24	30.94
		涨憩、ENE 风	扫海面积（km^2）	0.70	4.05	30.31
		落憩、W 风	扫海面积（km^2）	0.78	7.74	3.33
		涨憩、W 风	扫海面积（km^2）	0.91	4.77	6.54
		落憩、NNW 风	扫海面积（km^2）	0.51	3.13	11.32
		涨憩、NNW 风	扫海面积（km^2）	0.73	2.76	7.59

表 5.11-8 溢油点 2#施工期各工况下不同时刻残油量统计表（单位：t）

	溢油点	工况	时间 项目	12h	24h	48h
施工期	2#	落憩、静风	残油量（t）	41.45	39.97	38.1
		涨憩、静风	残油量（t）	35.86	34.34	32.14
		落憩、NNE 风	残油量（t）	41.39	39.71	37.24
		涨憩、NNE 风	残油量（t）	35.86	34.34	32.14
		落憩、SE 风	残油量（t）	41.32	39.56	37.03
		涨憩、SE 风	残油量（t）	35.86	34.34	32.14
		落憩、ENE 风	残油量（t）	41.32	39.56	37.03
		涨憩、ENE 风	残油量（t）	35.86	34.34	32.14
		落憩、W 风	残油量（t）	41.32	39.56	37.03
		涨憩、W 风	残油量（t）	35.86	34.34	32.14
		落憩、NNW 风	残油量（t）	41.32	39.56	37.03
		涨憩、NNW 风	残油量（t）	35.86	34.34	32.14

溢油点 2#发生溢油后 48 小时内扫海面积统计结果及对各个环境保护目标的影响情况见表 5.11-9。图 5.11-16~图 5.11-27 给出了不同工况下施工期油仓泄露引起的溢油扩散不同时刻扫海包络图。

结合图表可以得到以下结论：

1）存在风的工况下油膜 48h 扩散范围明显大于静风工况；

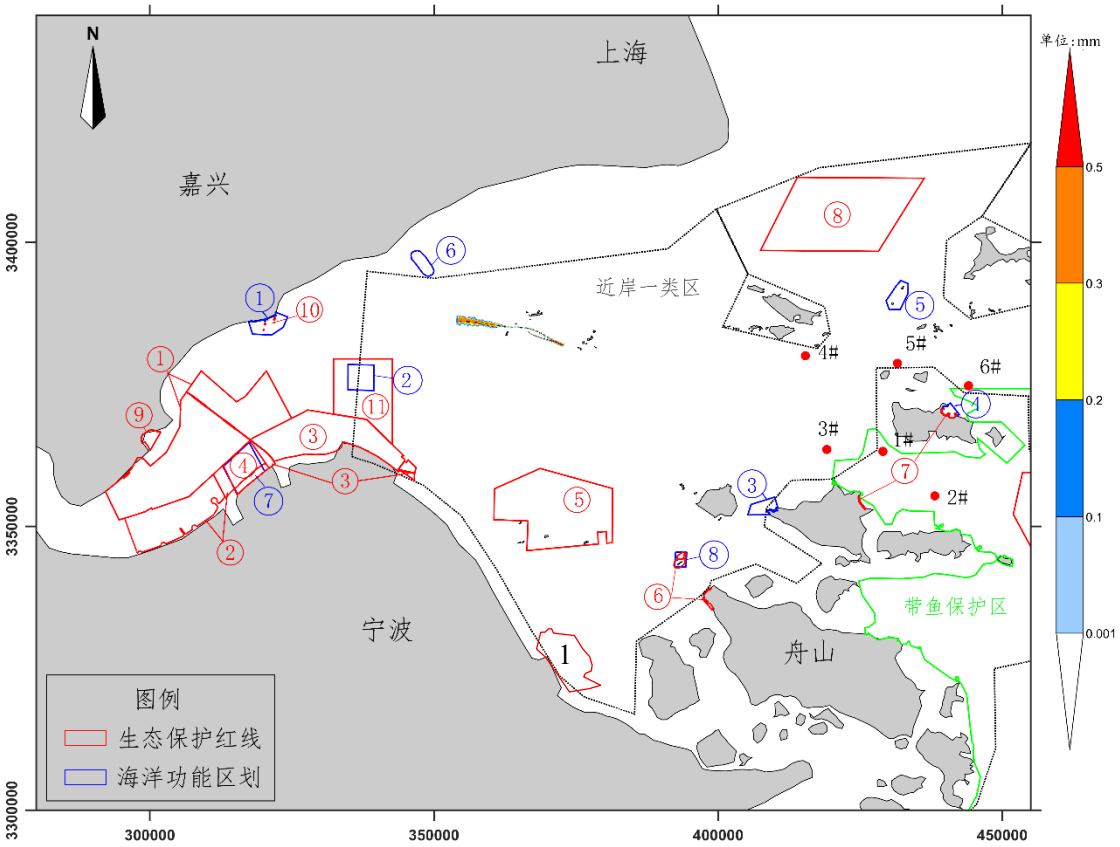
2）除静风及 W 风工况外，涨憩情况下发生溢油 48h 后扫海面积小于落憩情况；

3）施工期船舶溢油扩散 48 小时内最大扫海面积可达 383.69km^2（2#点溢油，落憩，不利风向 ENE，13.8m/s）；

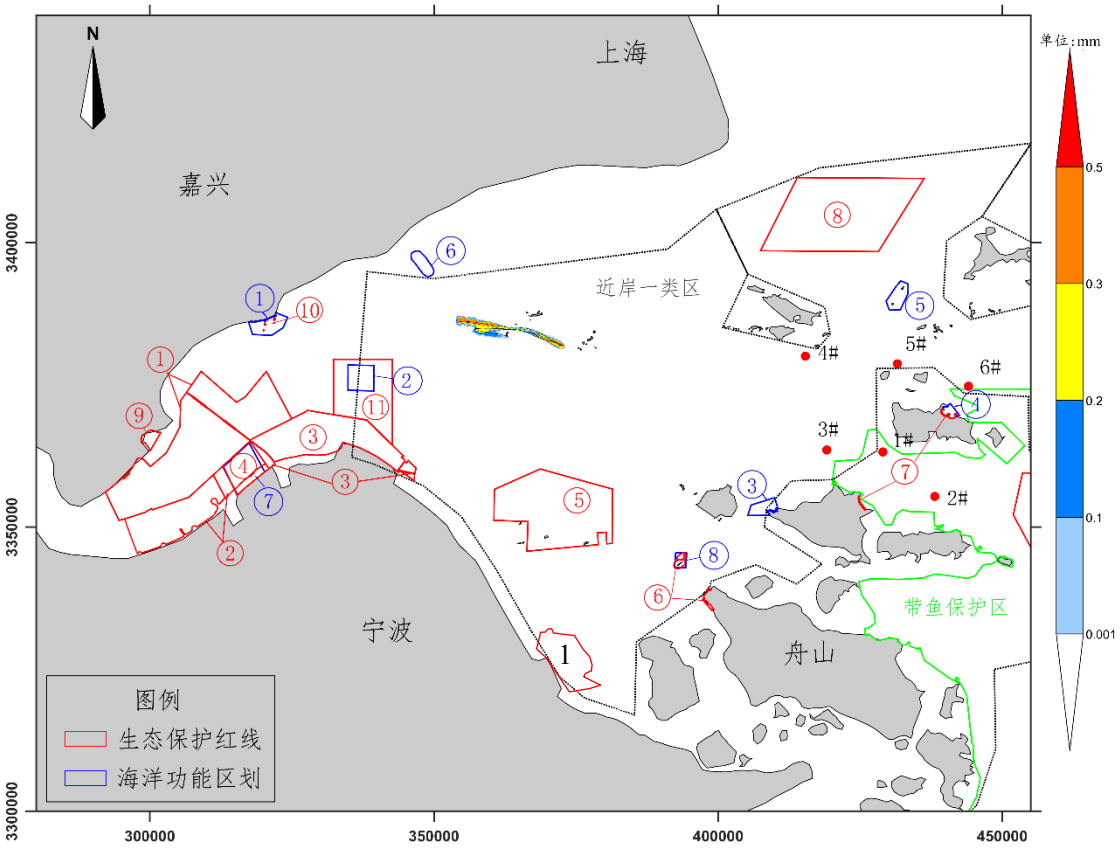
4）钱塘江河口生态保护红线、杭州湾国家湿地公园生态保护红线、平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线、灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线、金山三岛海洋生态自然保护区以及王盘山重要渔业海域等敏感区可能会受到一定影响。

表 5.11-9 溢油点 2#不同工况下施工期船舶油仓泄露溢油扩散 48h 内扫海面积及对环境保护目标影响情况

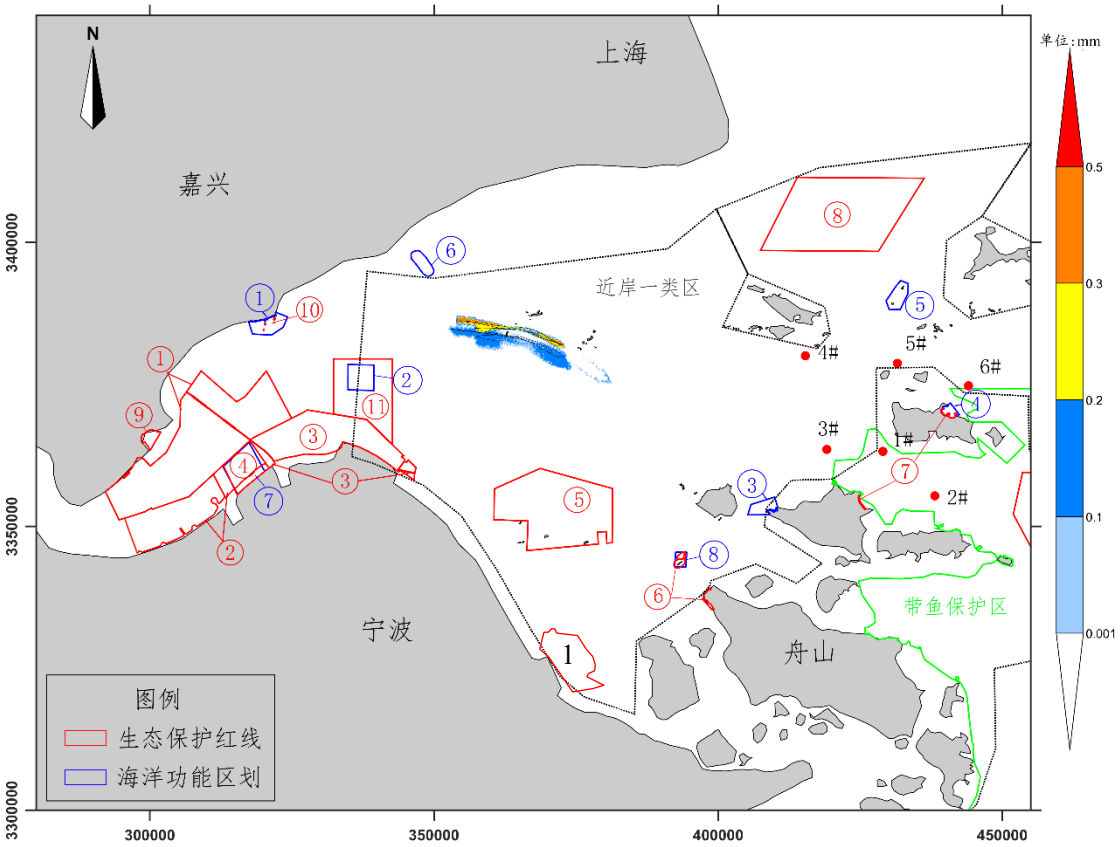
溢油点	风场		时刻	工况	扫海范围（km^2）	漂移最远距离（km）	油膜附着岸时间（h）	对环境保护目标影响情况
	风向	风速（m/s）						
2#	静风	0	落憩	工况 1	65.49	13.14	20	-
			涨憩	工况 2	83.03	15.07	24	-
	NNE（冬季主导风）	6.6	落憩	工况 3	267.99	26.6	56	平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线敏感区可能会受到一定影响
			涨憩	工况 4	264.55	29.78	58	灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线敏感区可能会受到一定影响；
	SE（不利风）	13.8	落憩	工况 5	356.21	15.68	8	金山三岛海洋生态自然保护区敏感区可能会受到一定影响
			涨憩	工况 6	208.32	29.78	23	金山三岛海洋生态自然保护区敏感区可能会受到一定影响
	ENE（不利风）	13.8	落憩	工况 7	383.69	53.24	9	钱塘江河口生态保护红线、平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线以及王盘山重要渔业海域敏感区可能会受到一定影响；
			涨憩	工况 8	327.95	49.2	-	钱塘江河口生态保护红线、杭州湾国家湿地公园生态保护红线、灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线、王盘山重要渔业海域以及平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线可能会受到一定影响；
	W（不利风）	13.8	落憩	工况 9	202.44	46.07	4	-
			涨憩	工况 10	280.97	56.52	6	-
	NNW（不利风）	13.8	落憩	工况 11	286.13	51.34	52	灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线敏感区可能会受到一定影响；
			涨憩	工况 12	228.34	63.27	43	灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线敏感区可能会受到一定影响；



a 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、50.9t）

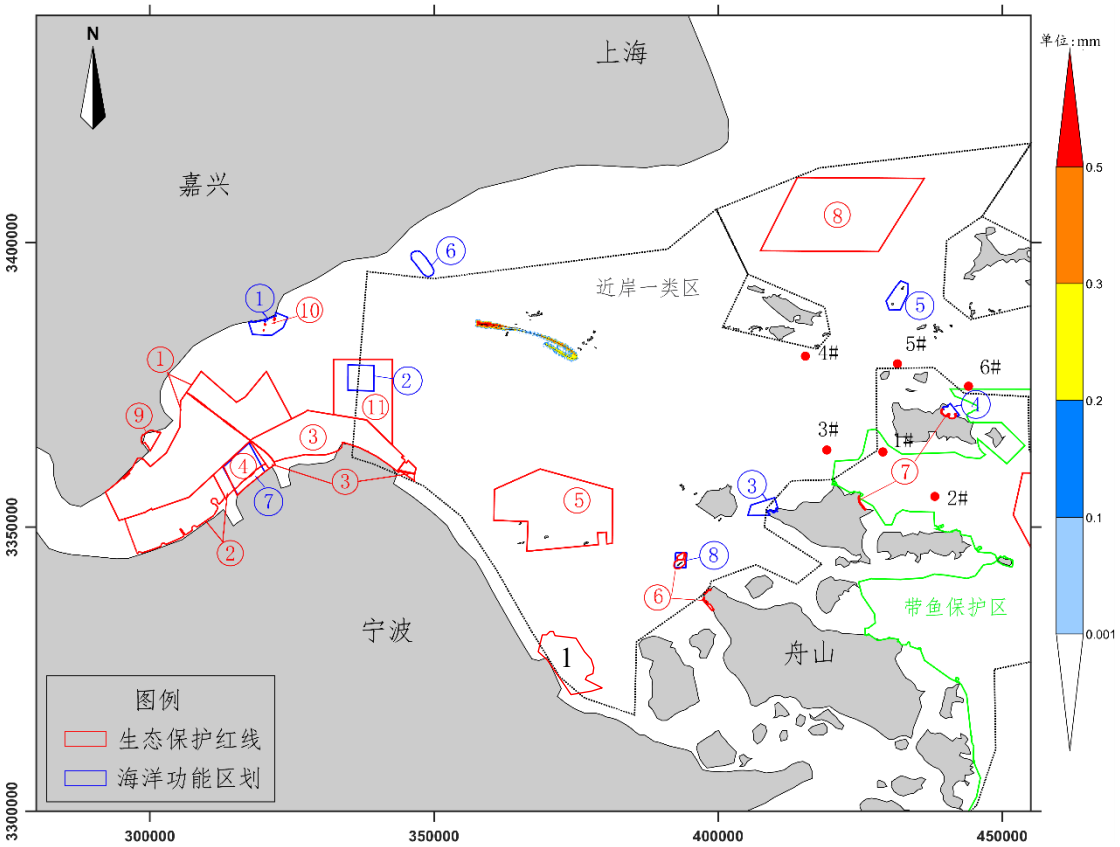


b 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、50.9t）

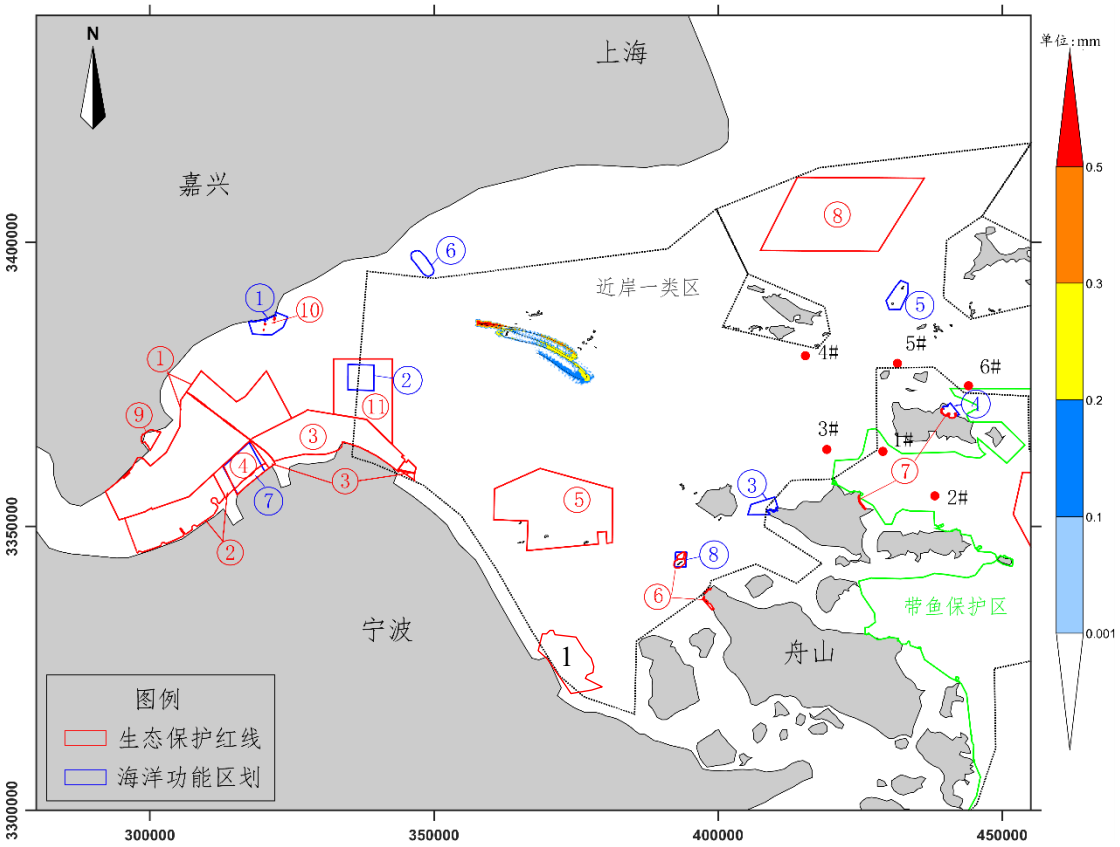


c 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、50.9t）

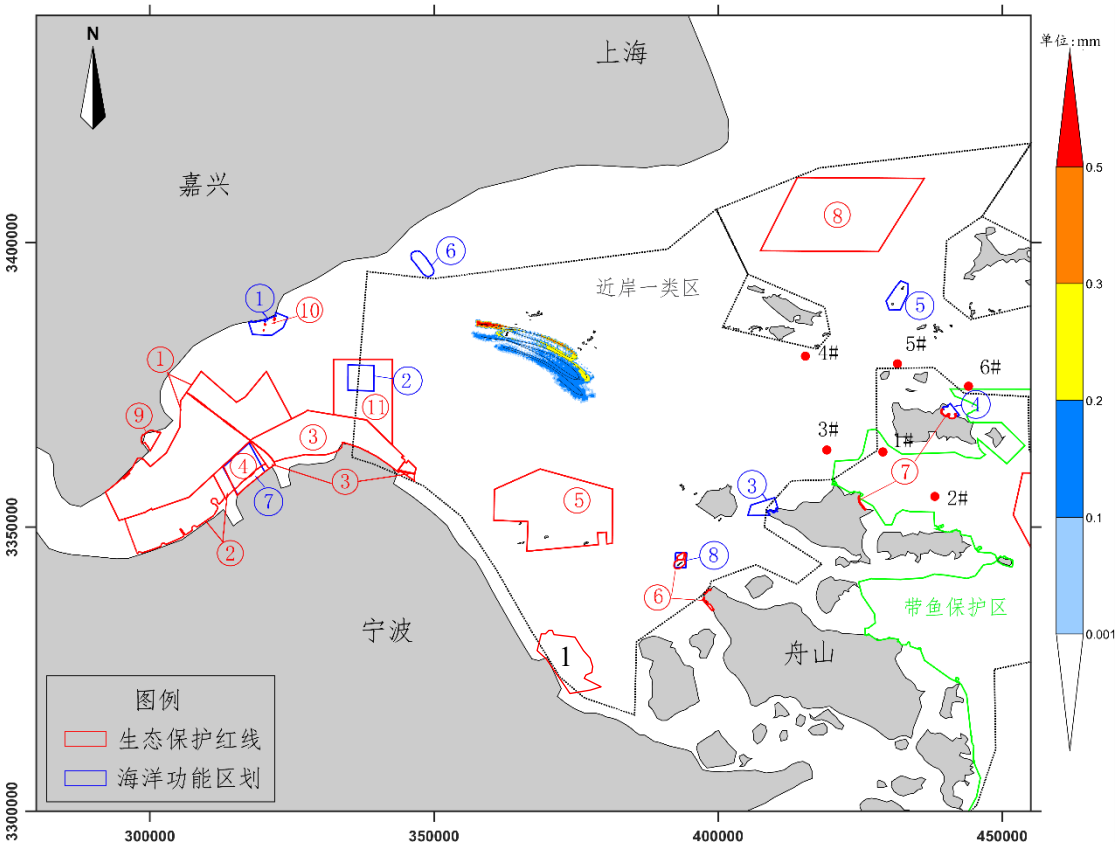
图 5.11-16 施工期 2#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（静风、50.9t）



a 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、50.9t）

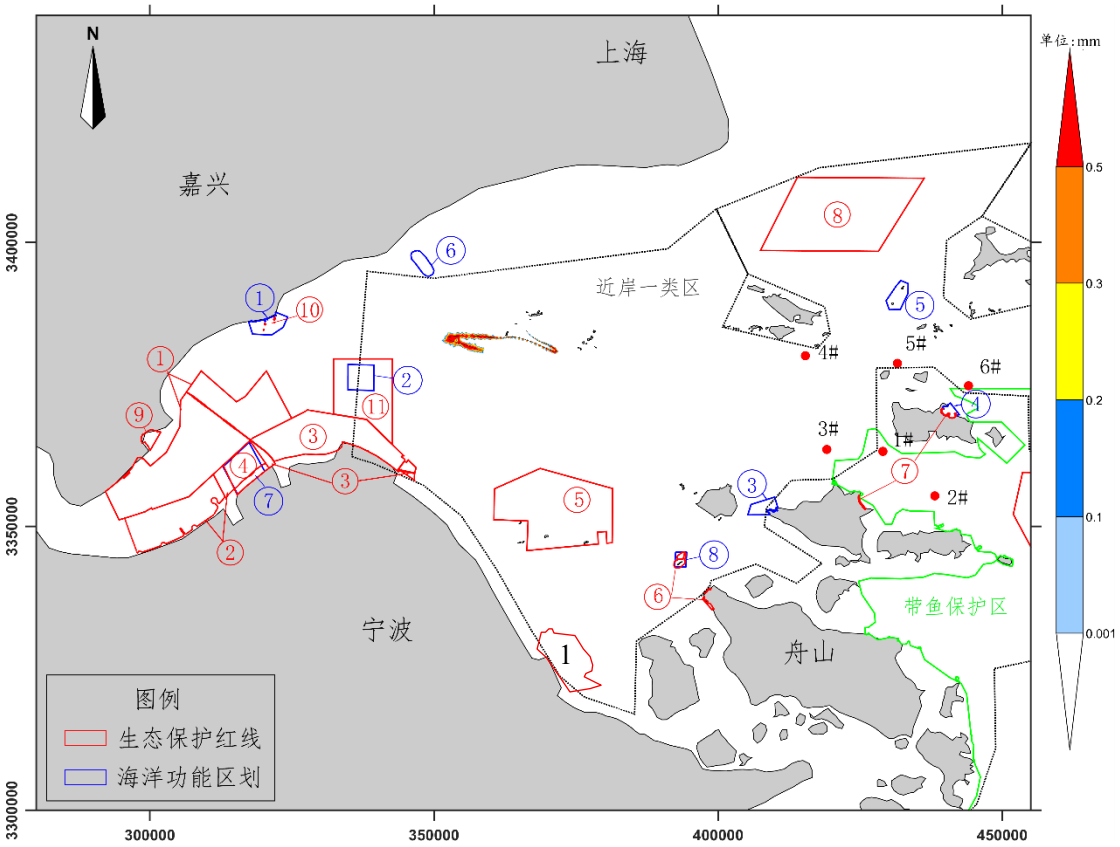


b 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、50.9t）

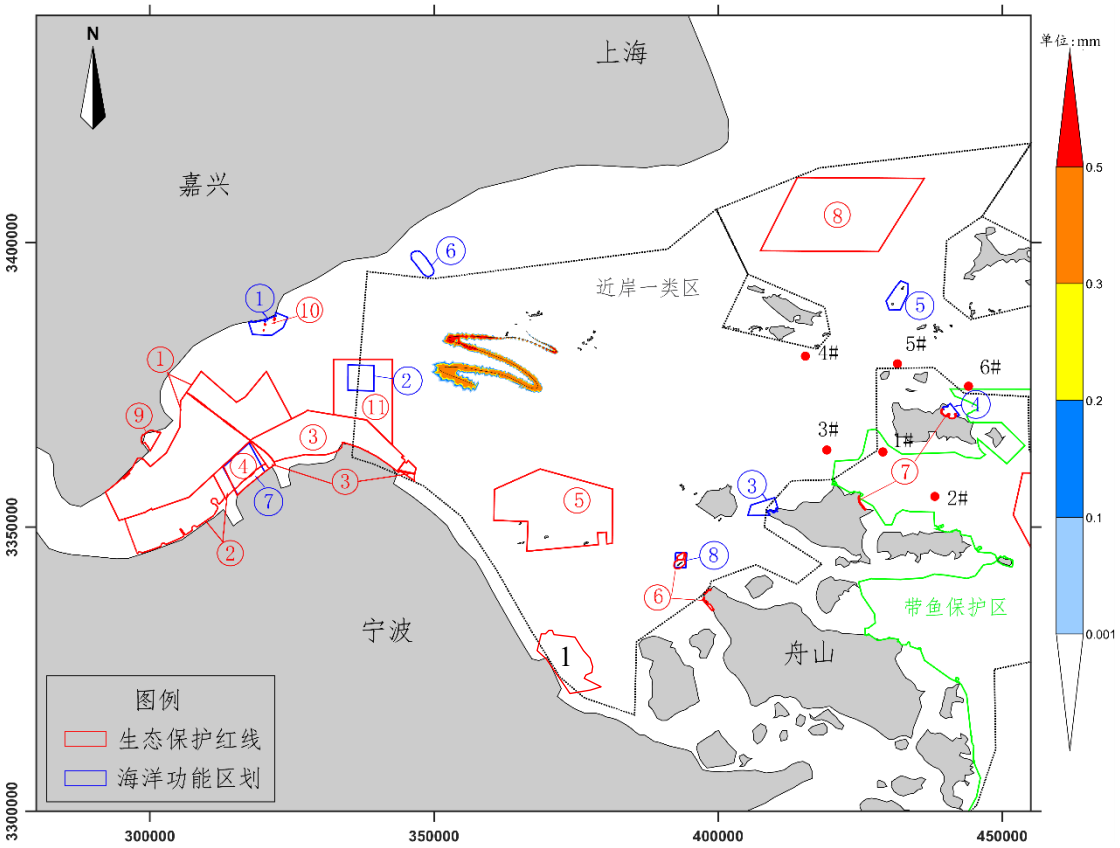


c 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（静风、50.9t）

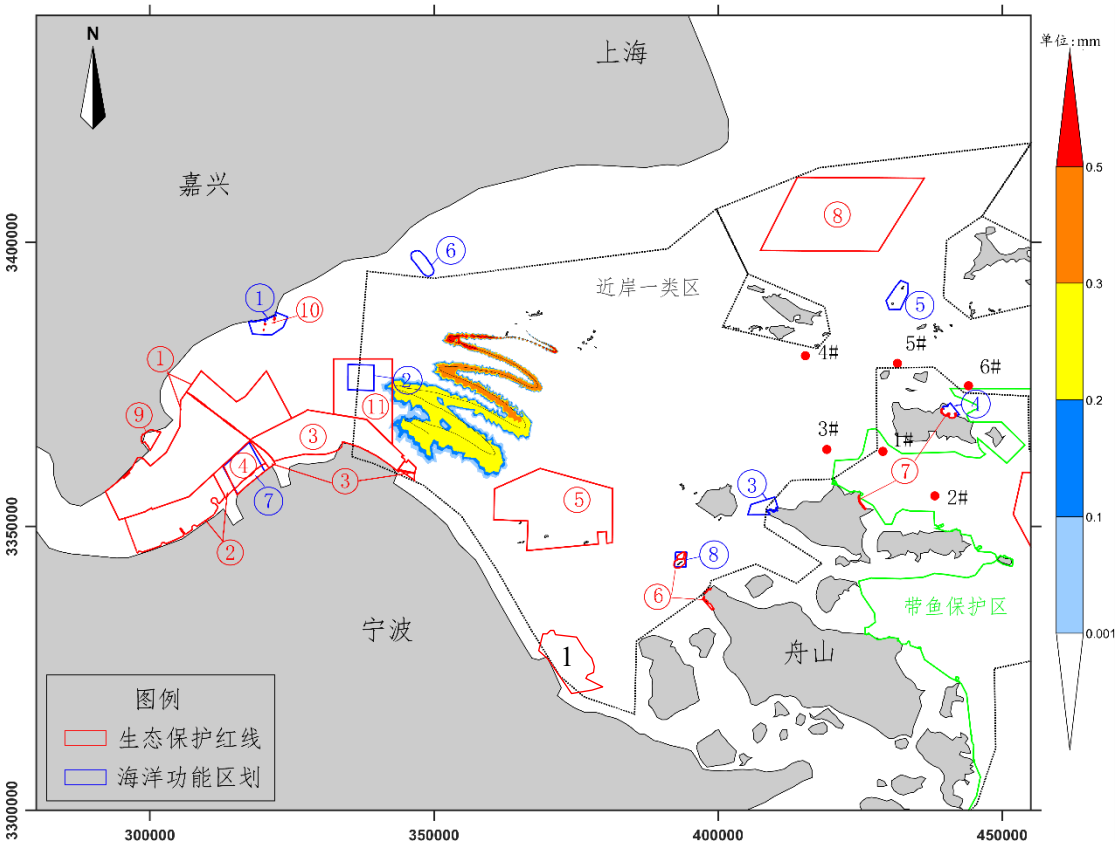
图 5.11-17 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（静风、50.9t）



a 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、50.9t）

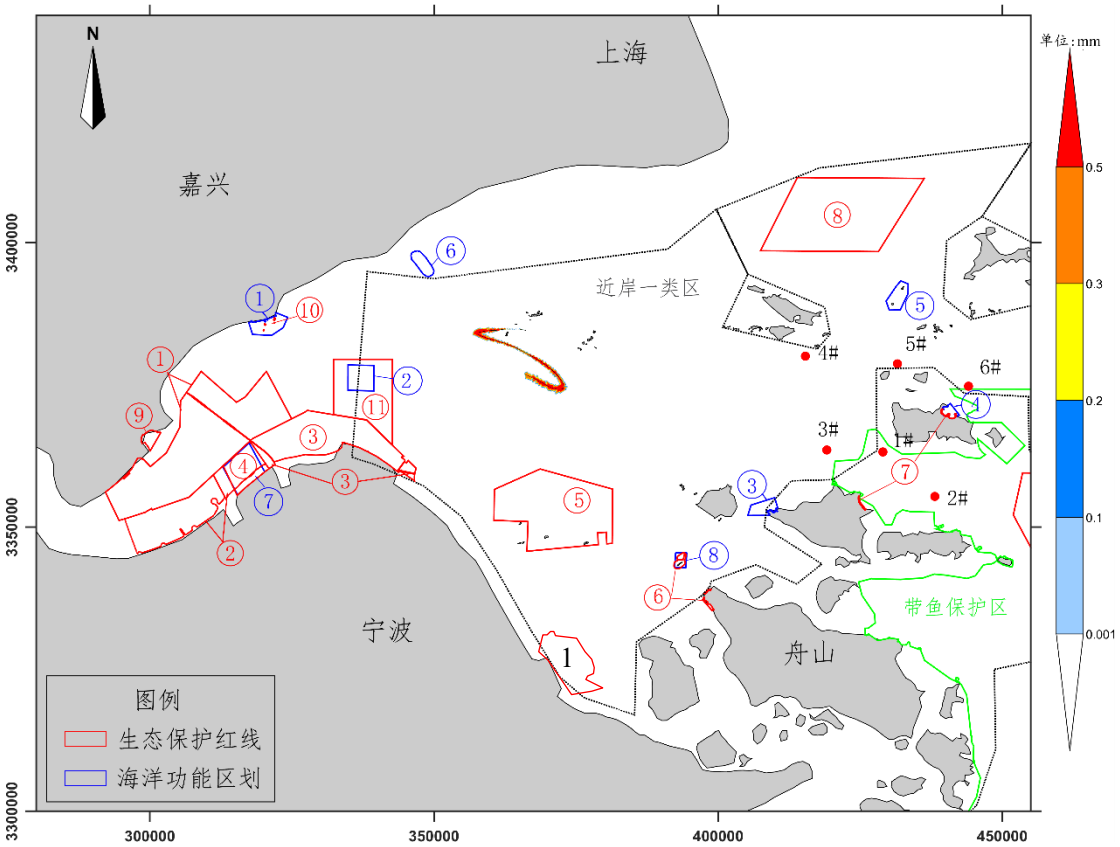


b 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、50.9t）

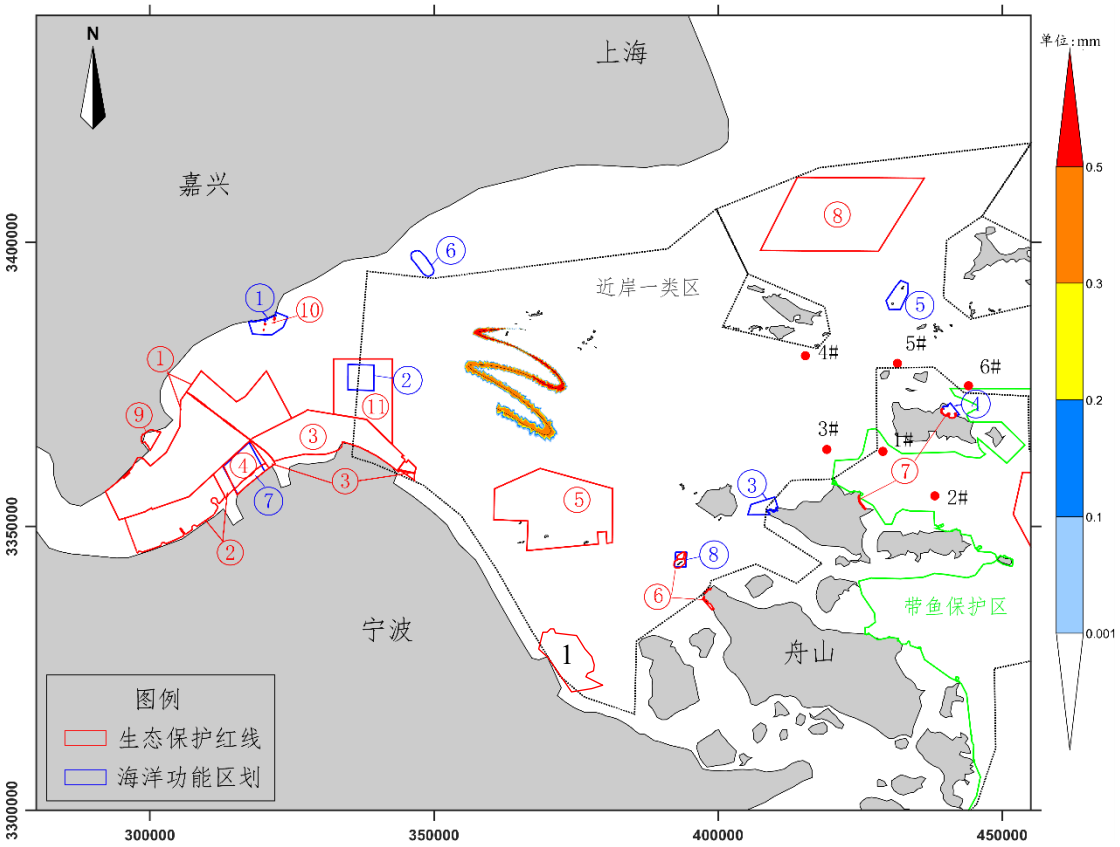


c 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、50.9t）

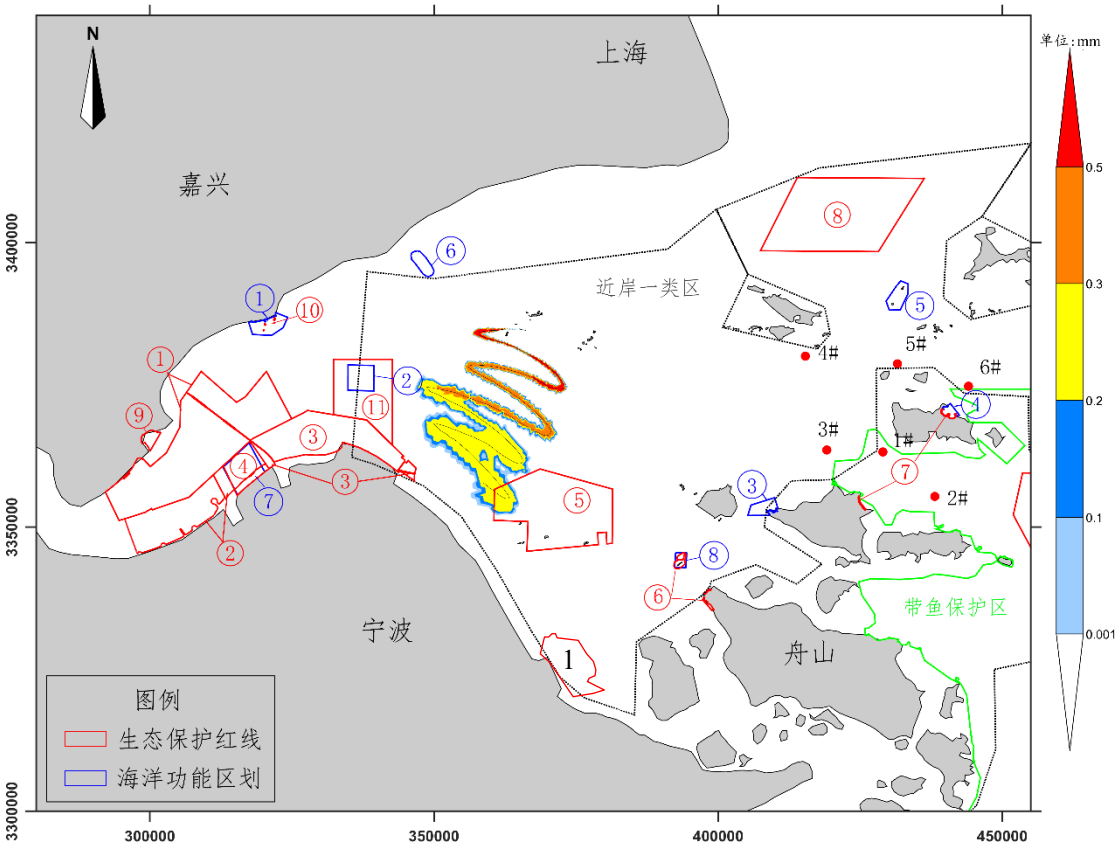
图 5.11-18 施工期 2#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（NNE 风、50.9t）



a 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、50.9t）

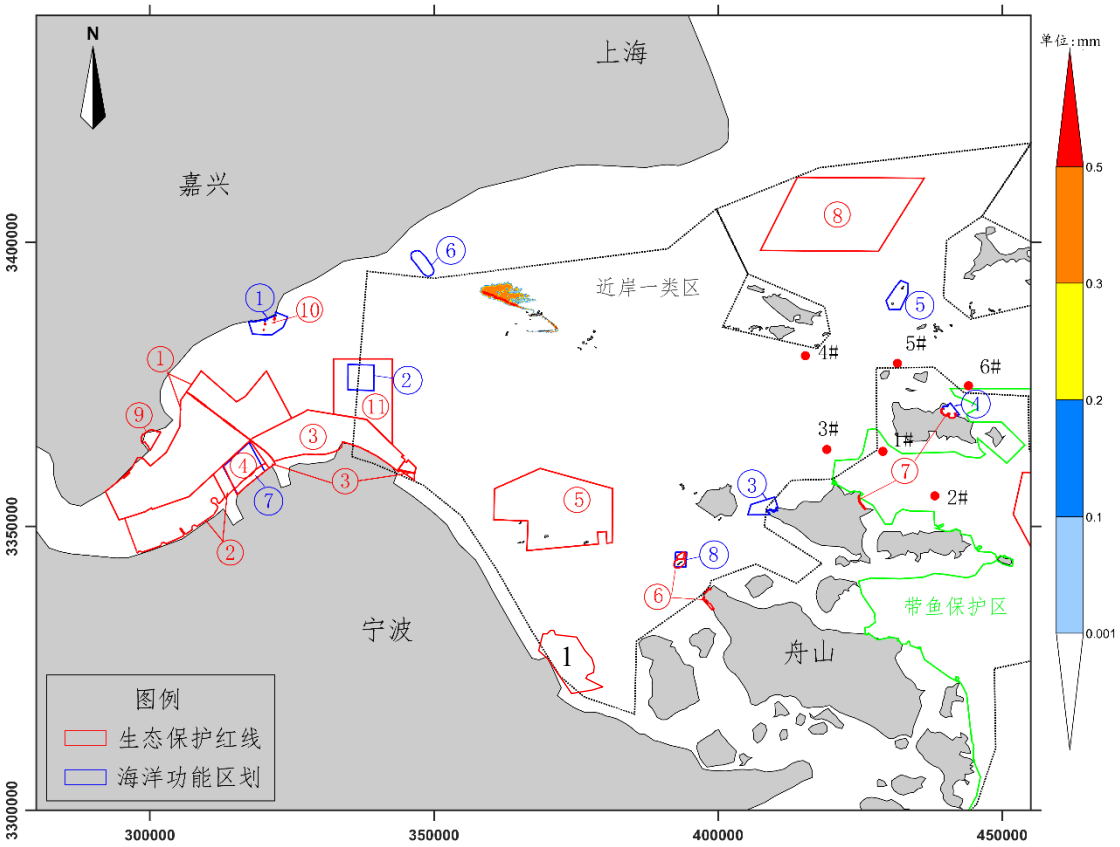


b 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、50.9t）

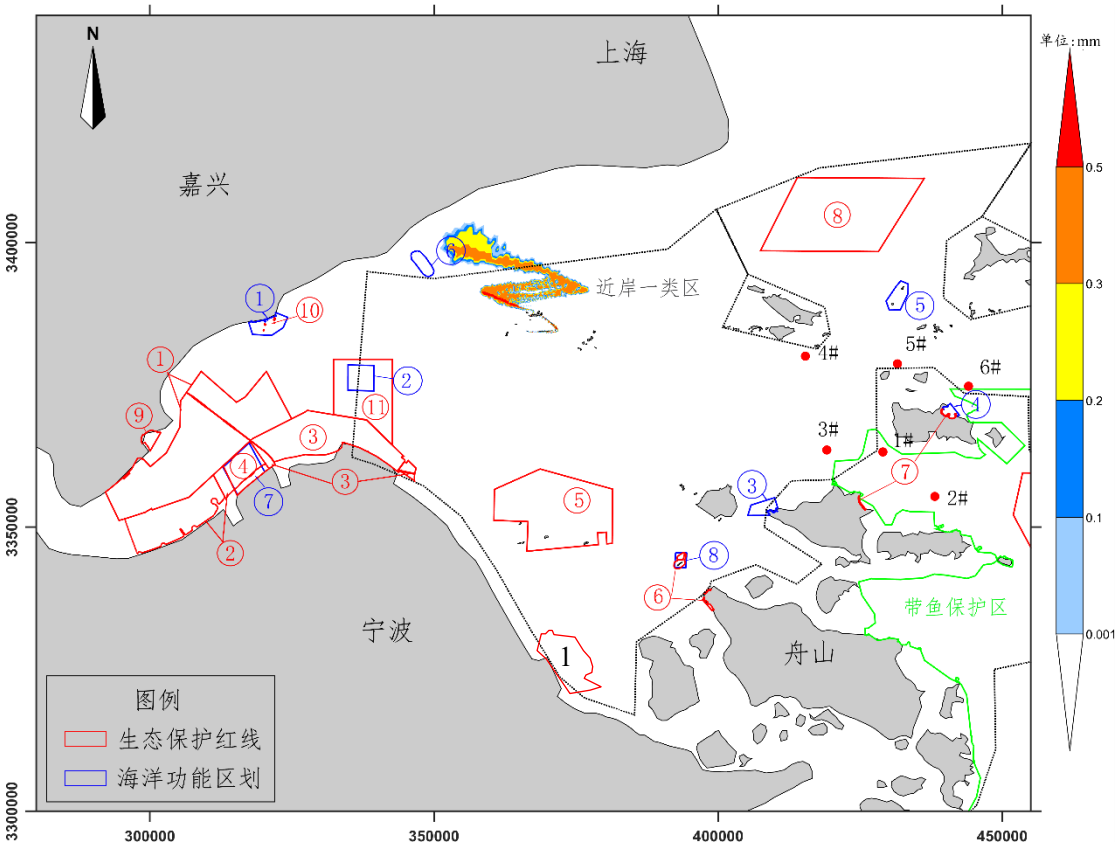


c 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNE 风、50.9t）

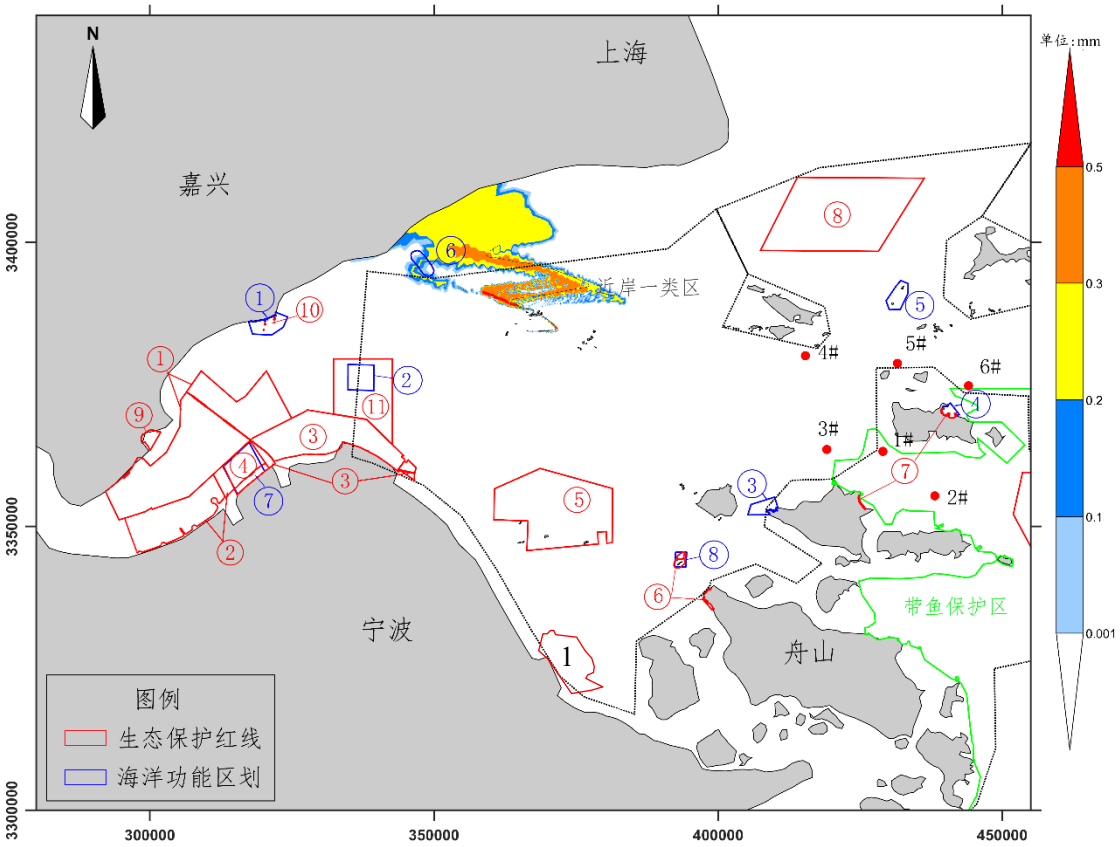
图 5.11-19 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（NNE 风、50.9t）



a 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、50.9t）

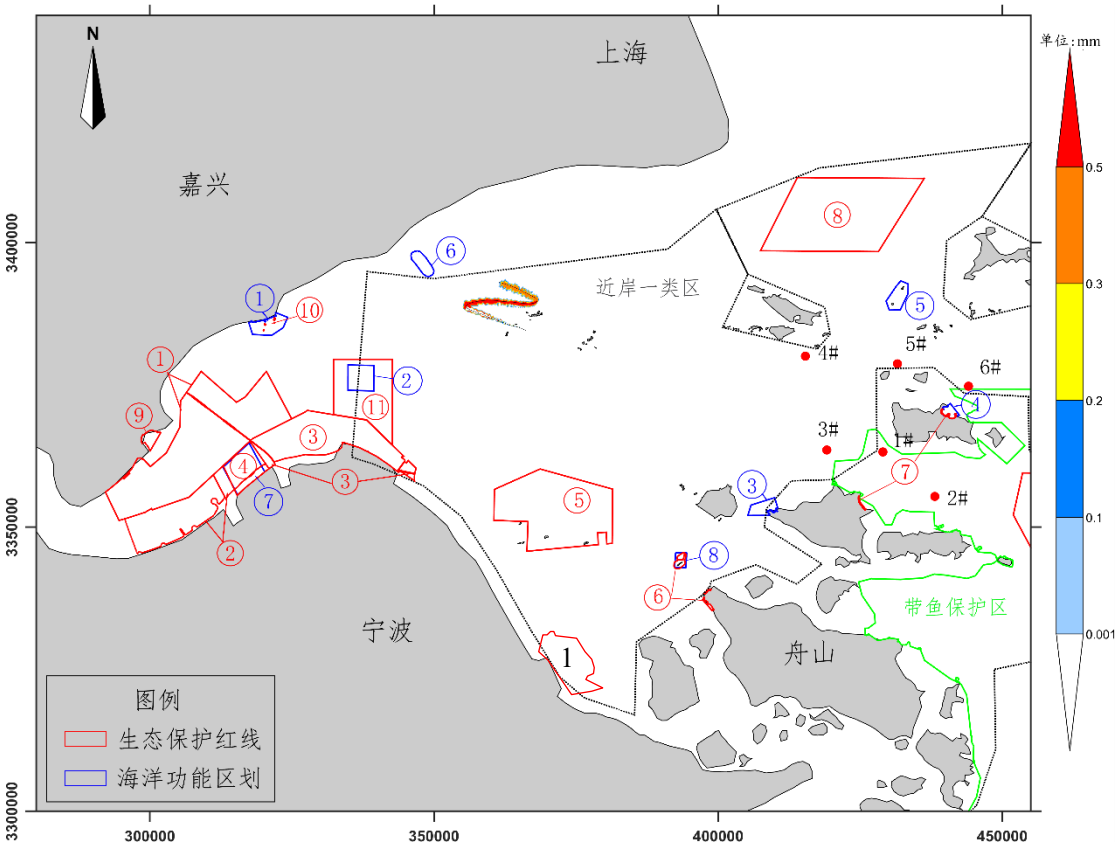


b 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、50.9t）

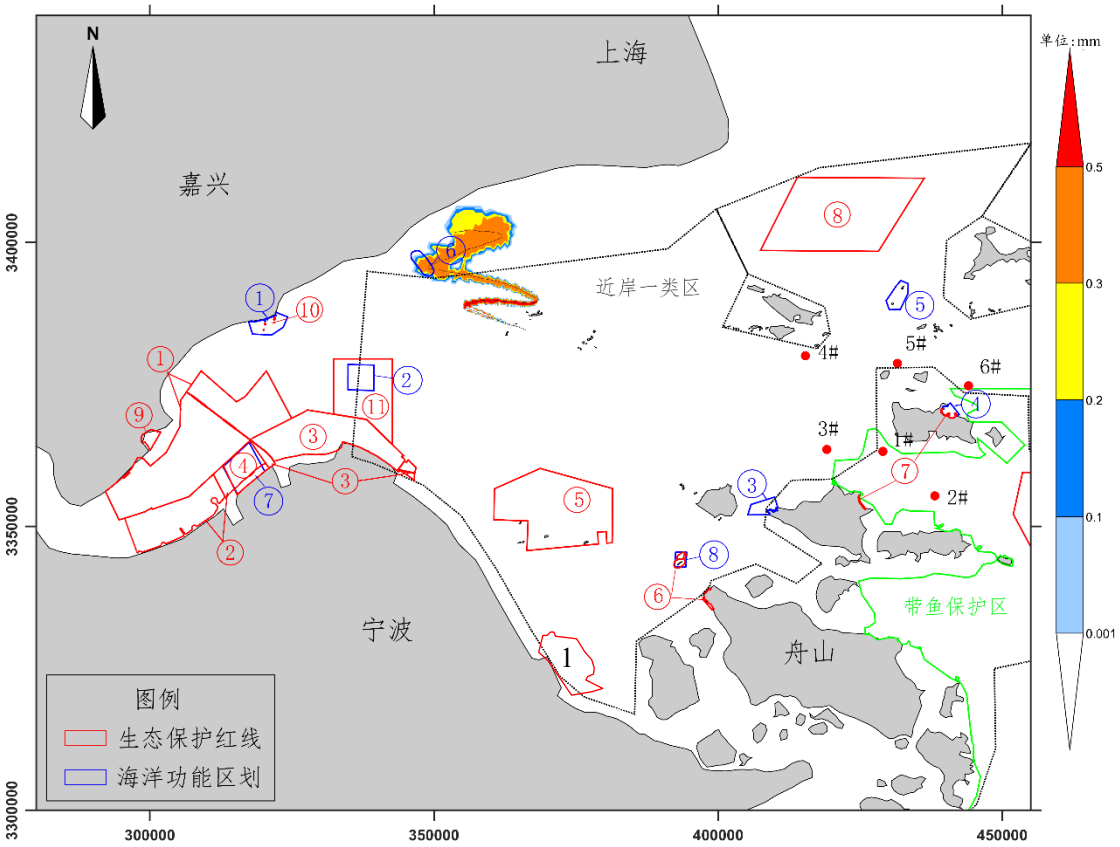


c 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、50.9t）

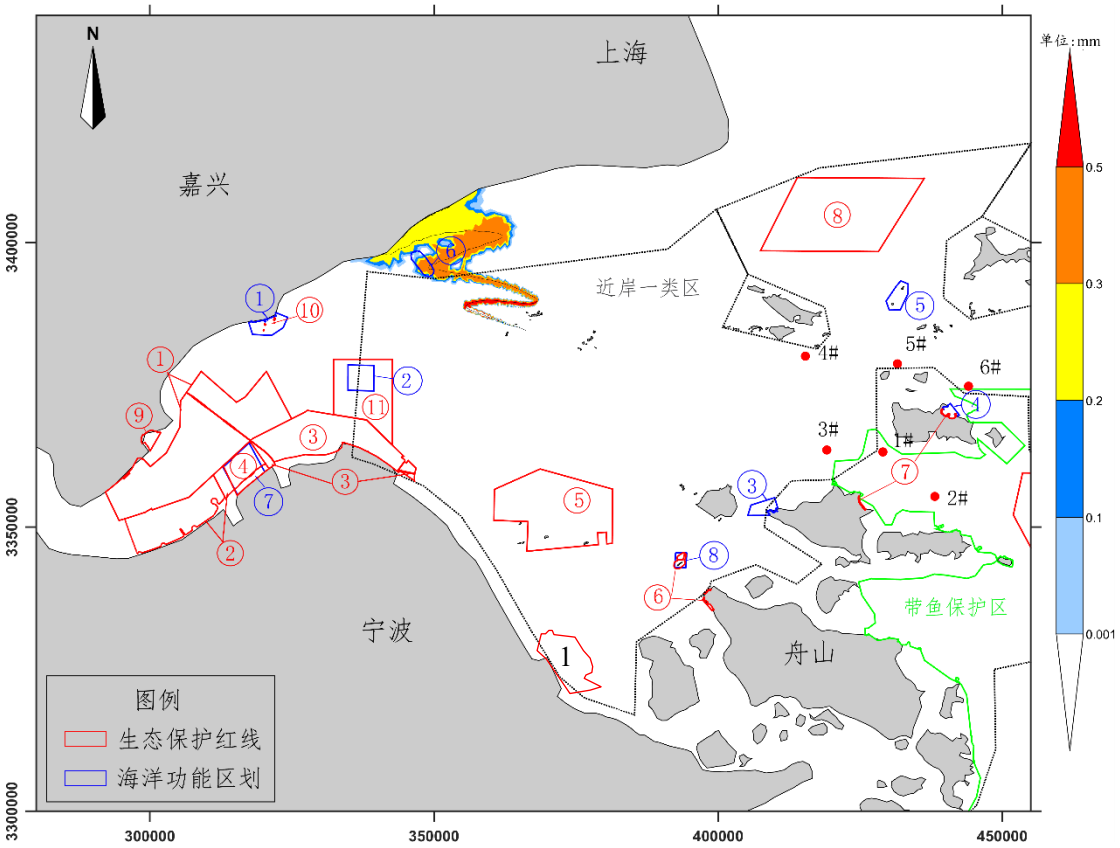
图 5.11-20 施工期 2#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（SE 风、50.9t）



a 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、50.9t）

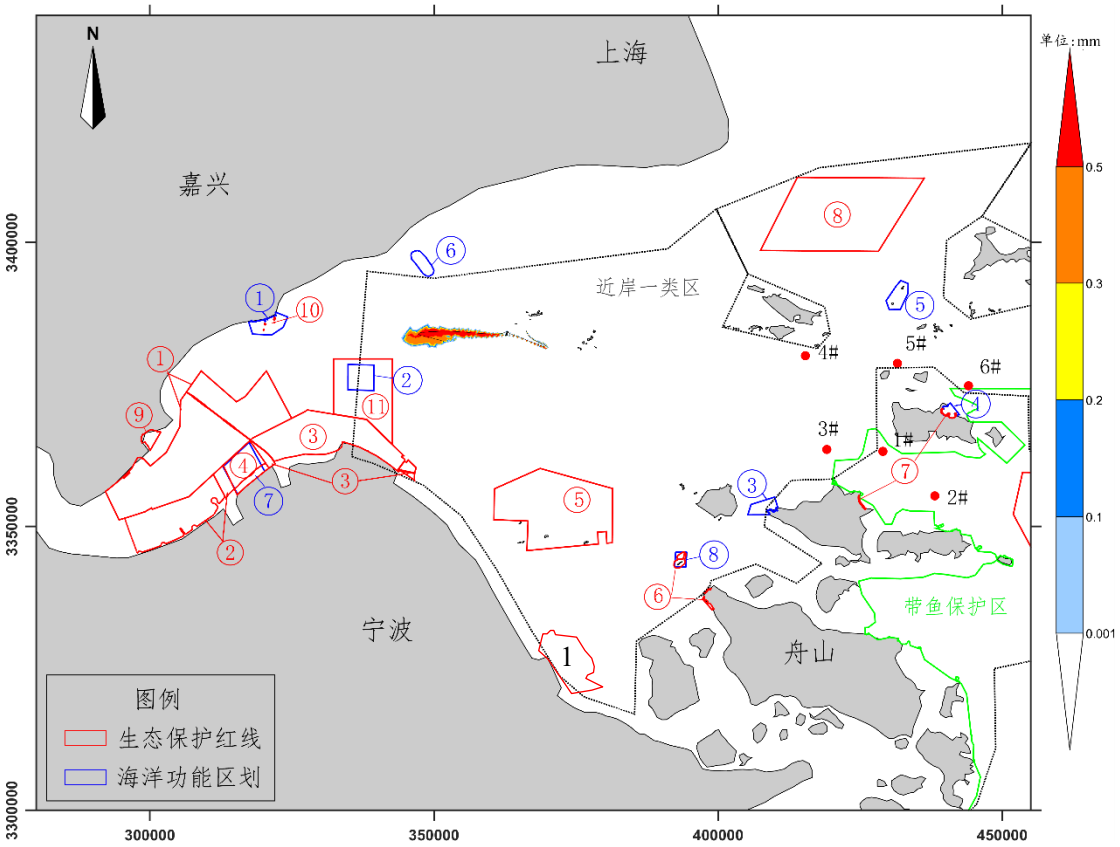


b 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、50.9t）

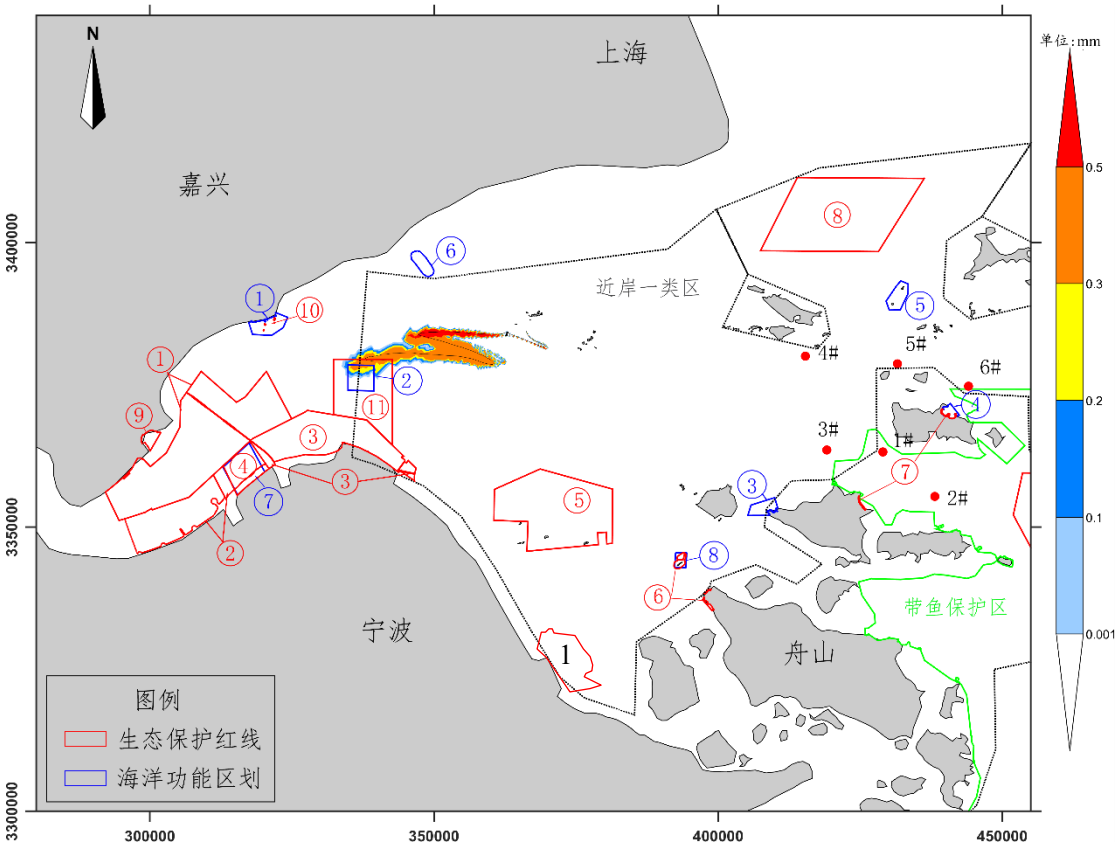


c 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（SE 风、50.9t）

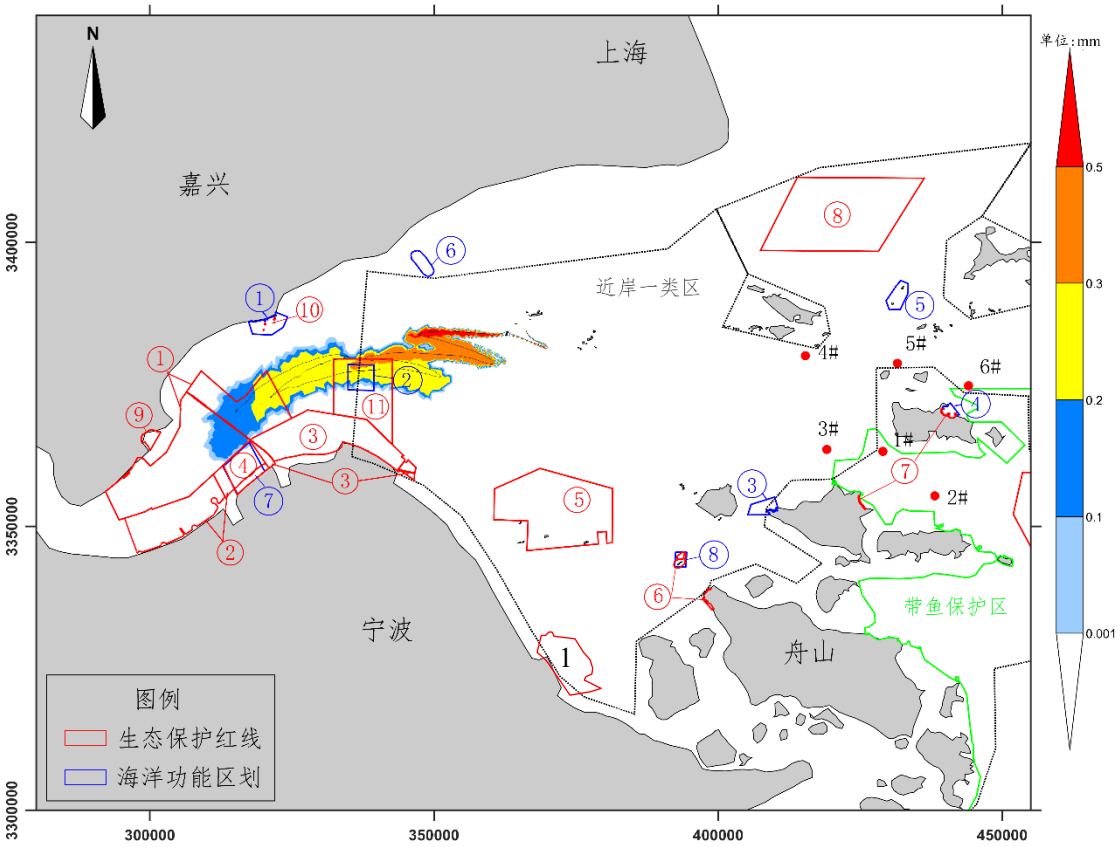
图 5.11-21 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（SE 风、50.9t）



a 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、50.9t）

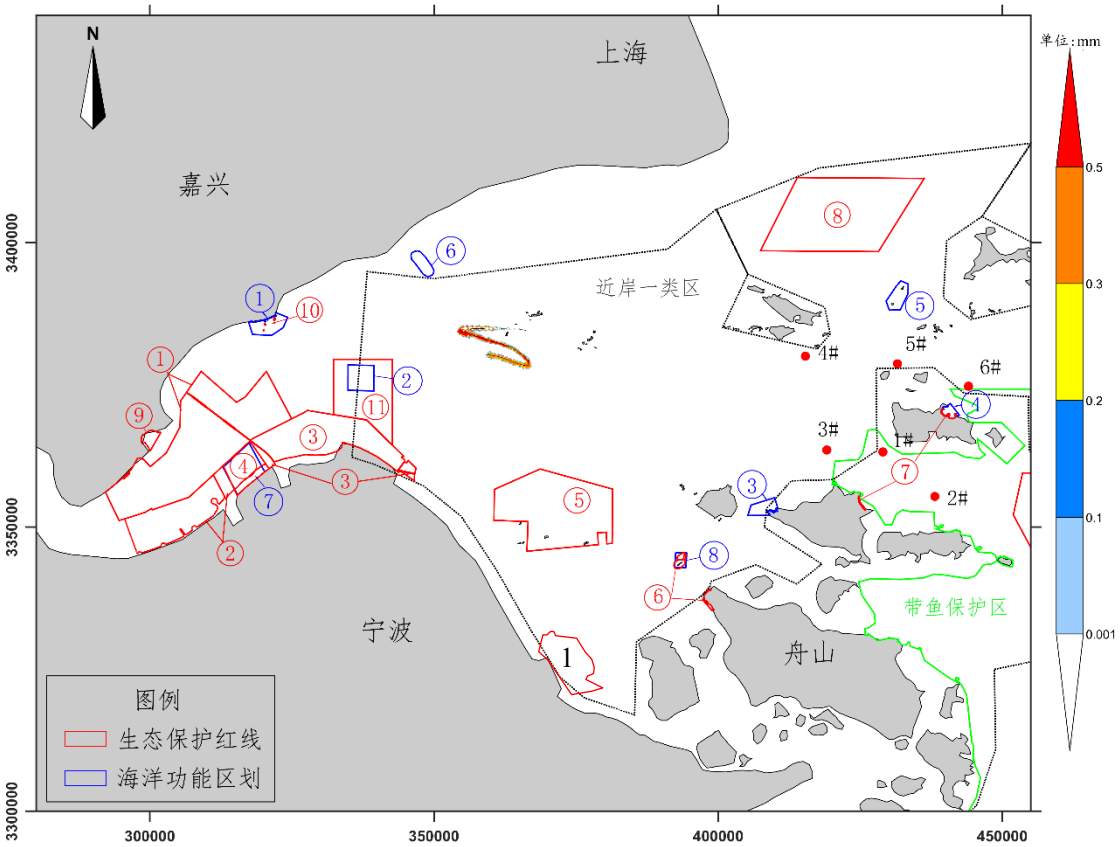


b 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、50.9t）

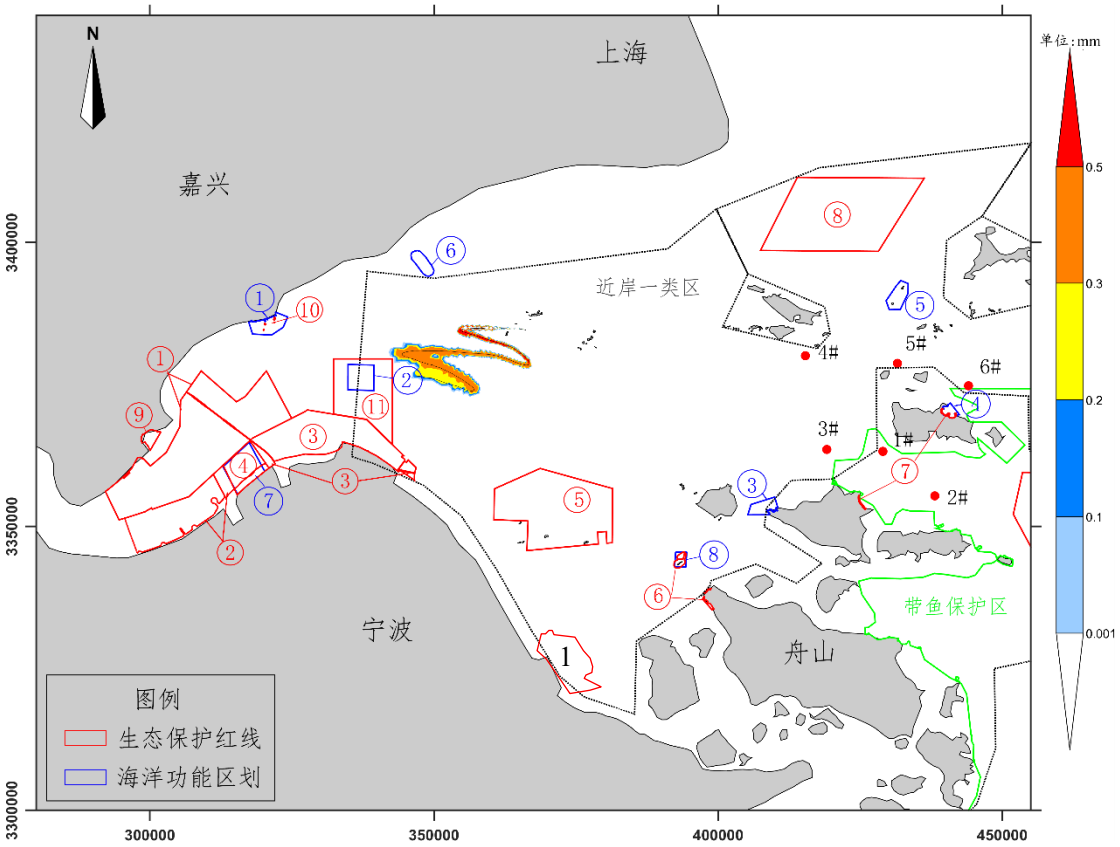


c 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、50.9t）

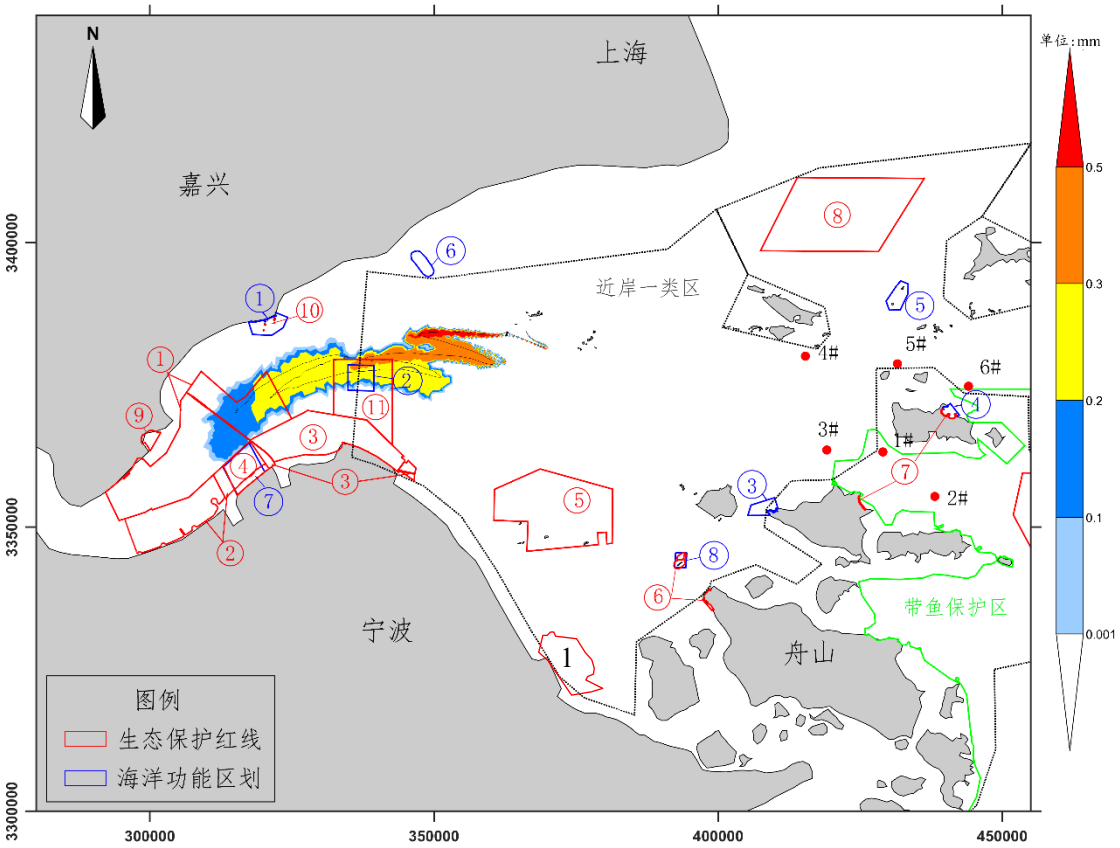
图 5.11-22 施工期 2#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（ENE 风、50.9t）



a 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、50.9t）

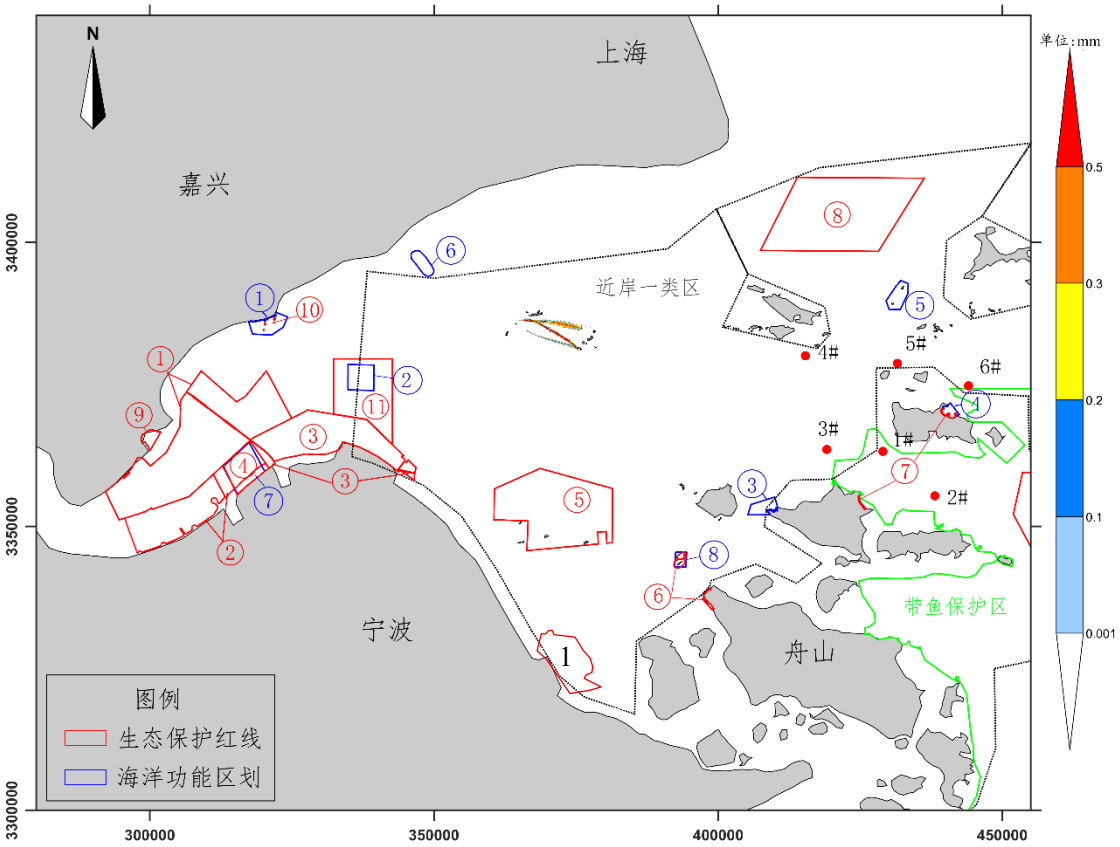


b 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、50.9t）

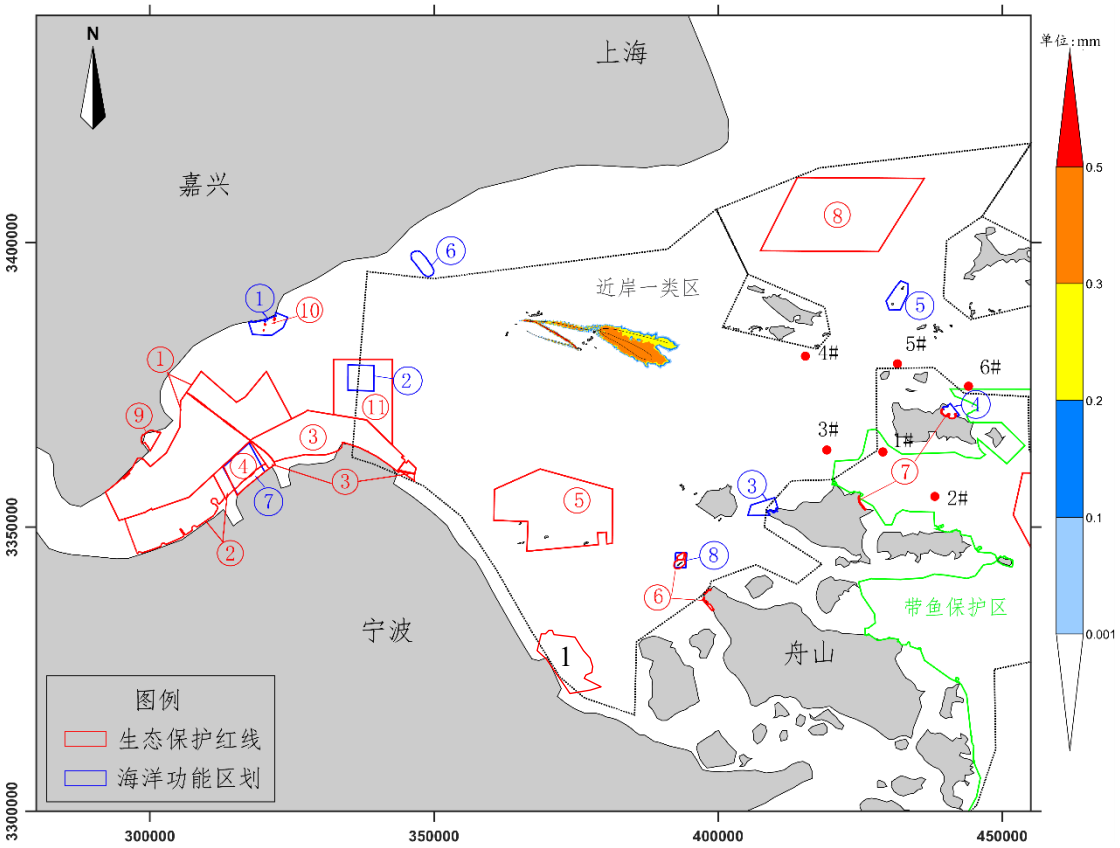


c 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（ENE 风、50.9t）

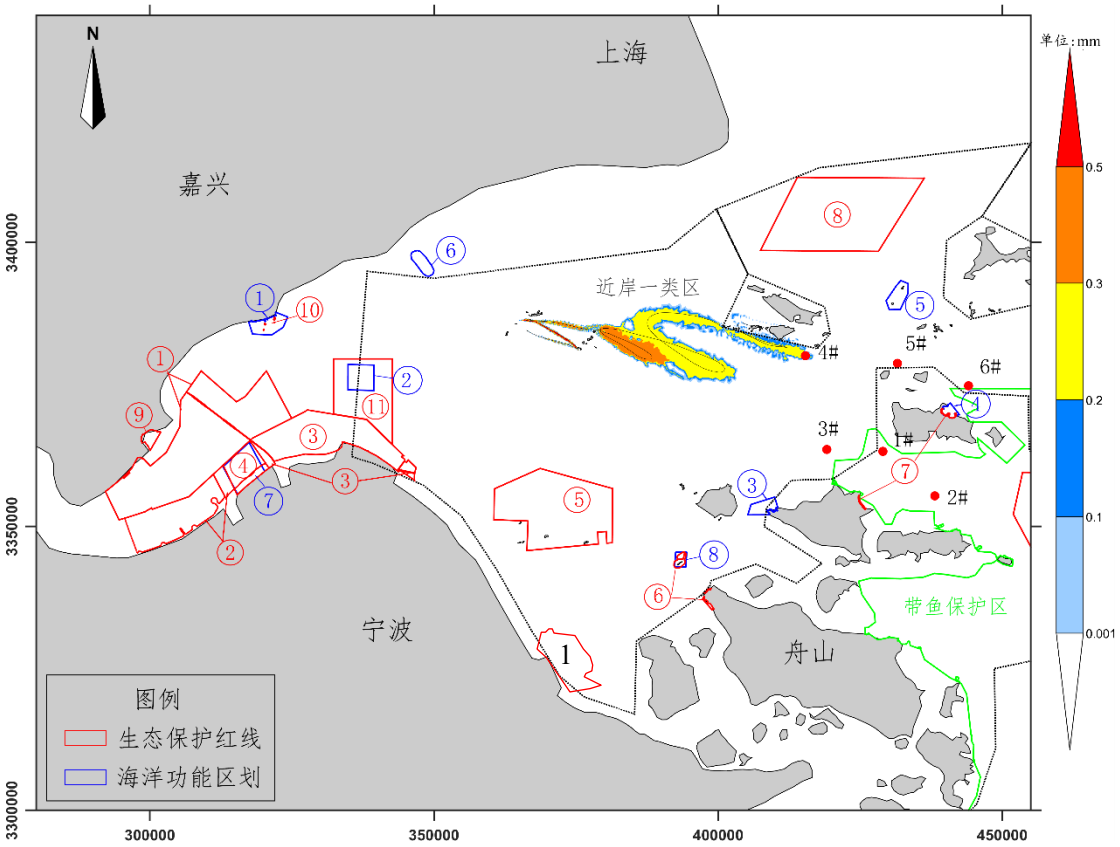
图 5.11-23 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（ENE 风、50.9t）



a 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、50.9t）

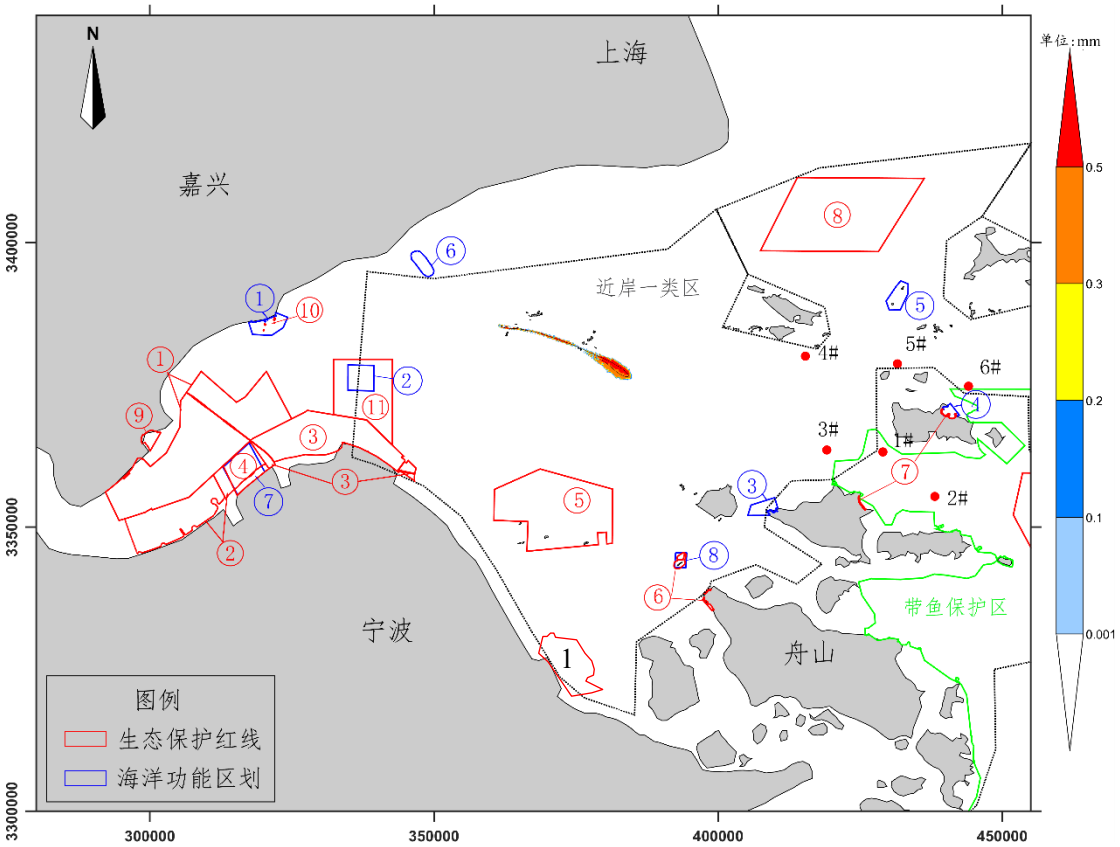


b 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、50.9t）

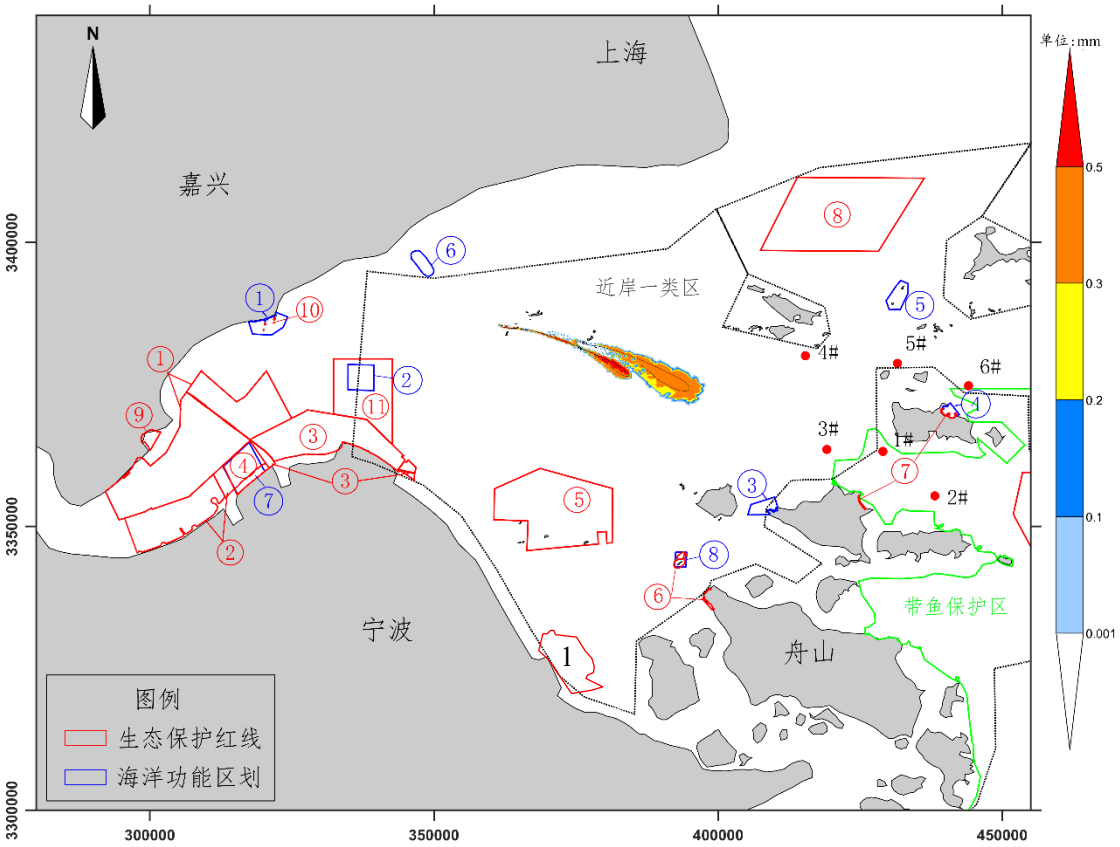


c 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、50.9t）

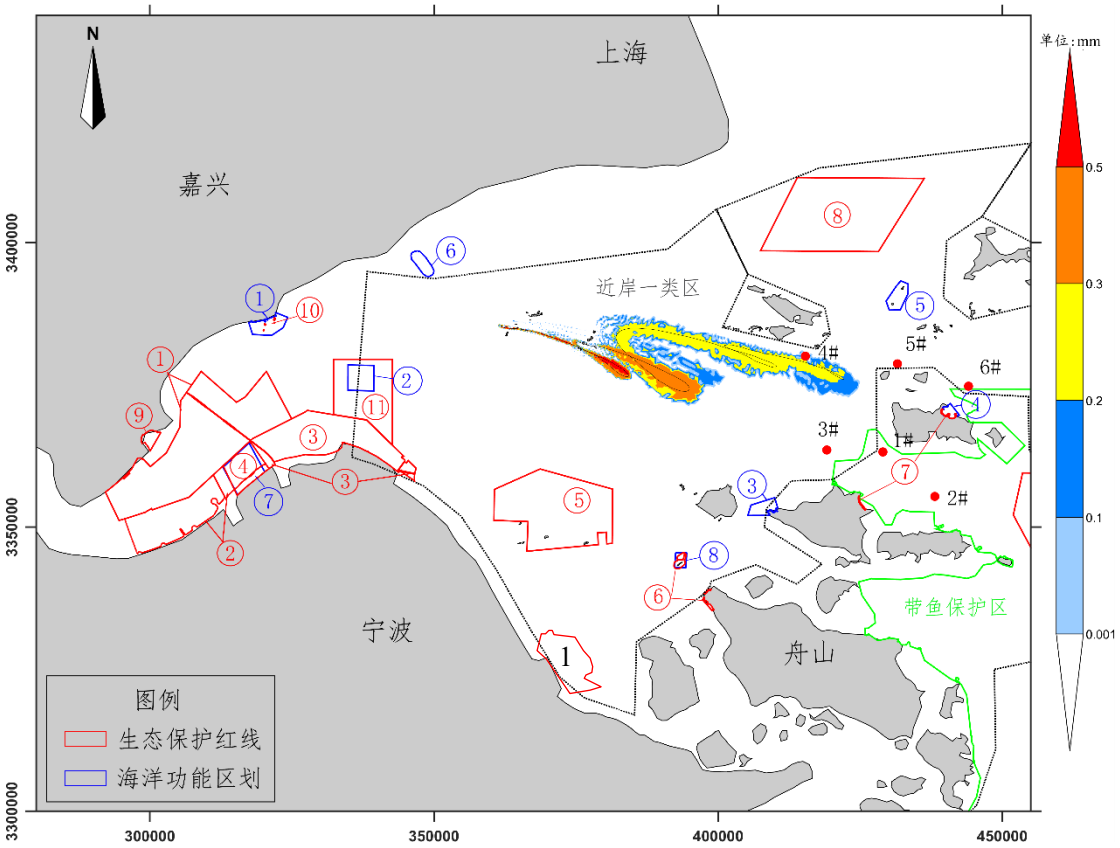
图 5.11-24 施工期 2#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（W 风、50.9t）



a 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、50.9t）

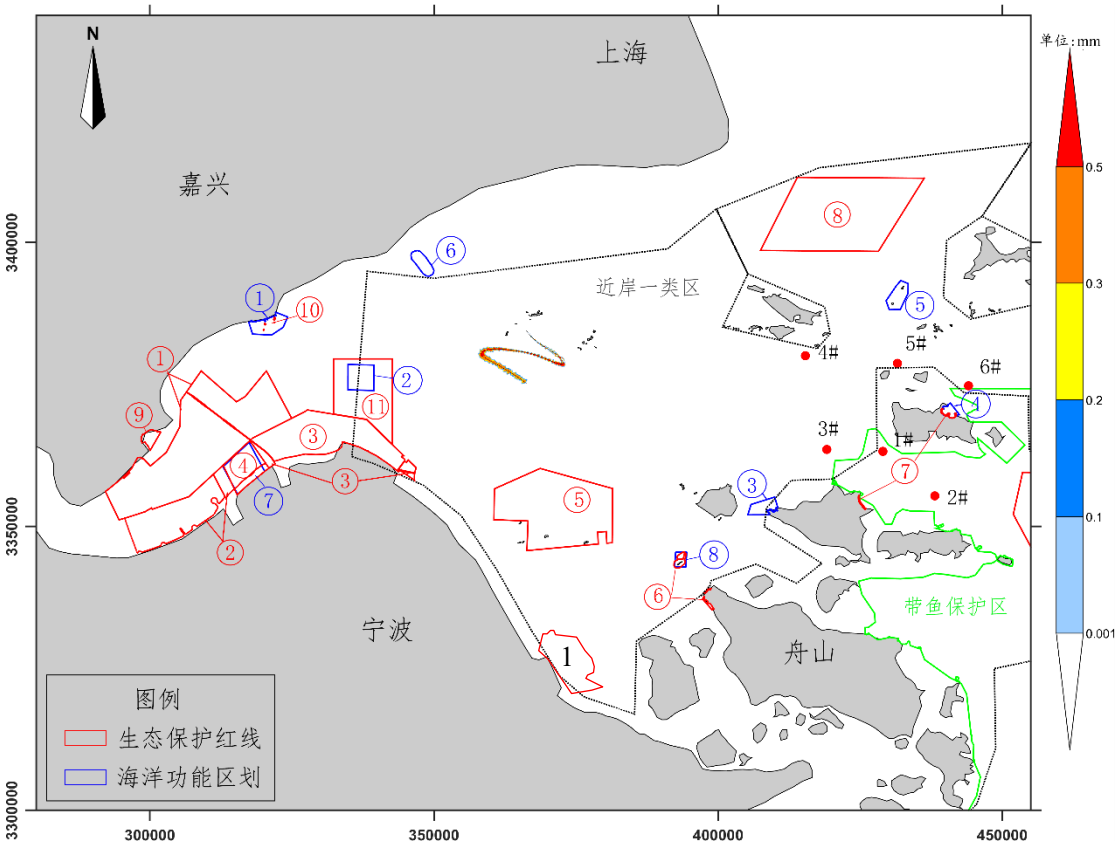


b 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、50.9t）

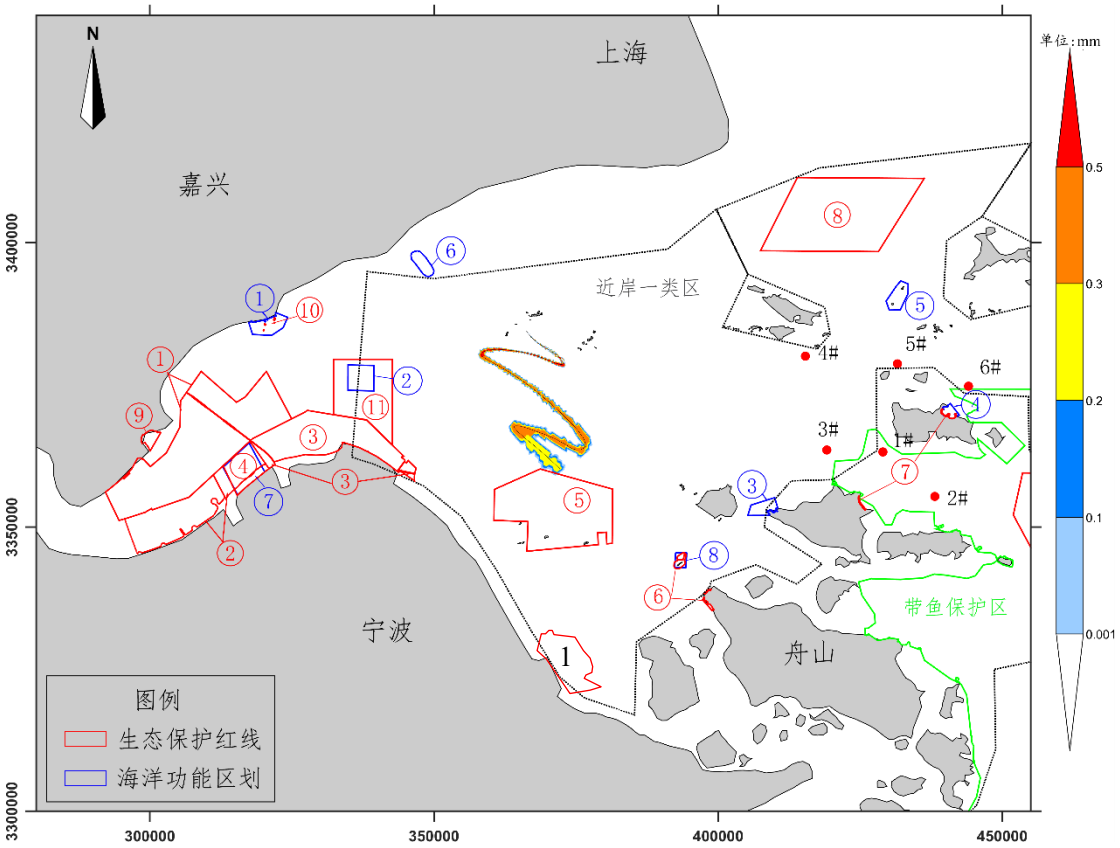


c 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（W 风、50.9t）

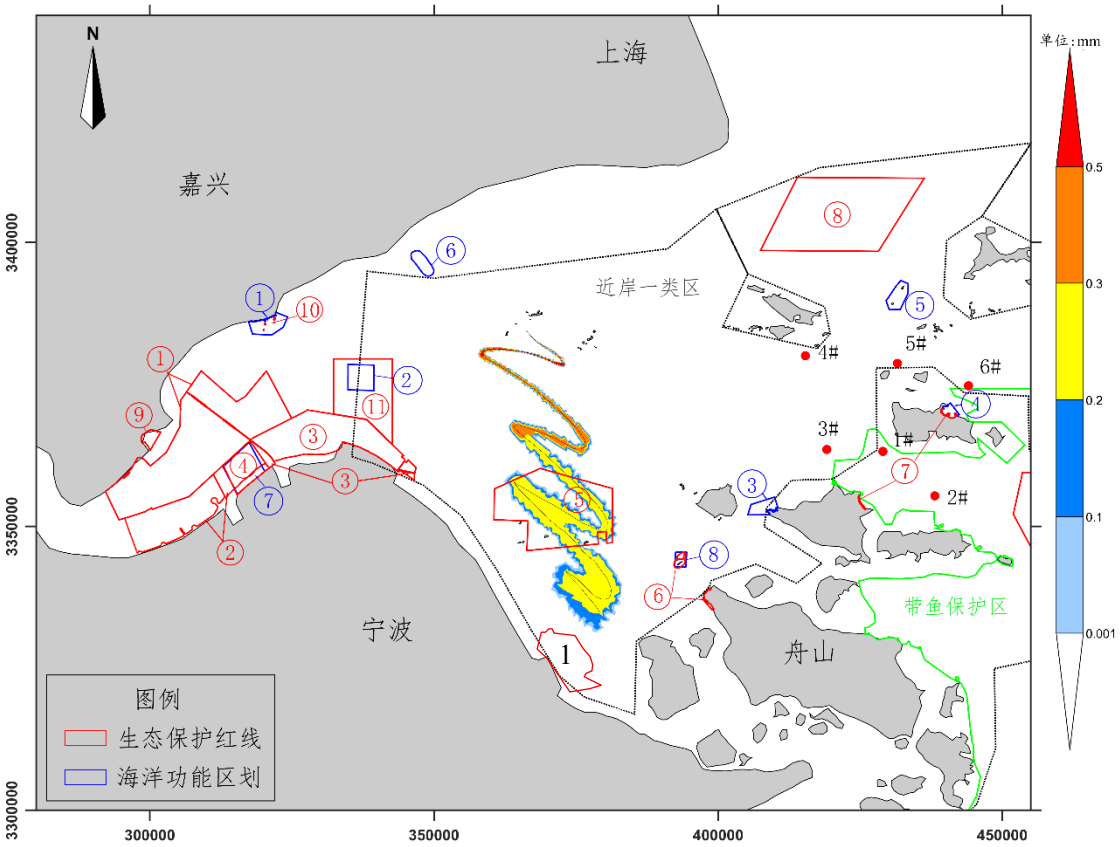
图 5.11-25 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（W 风、50.9t）



a 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、50.9t）

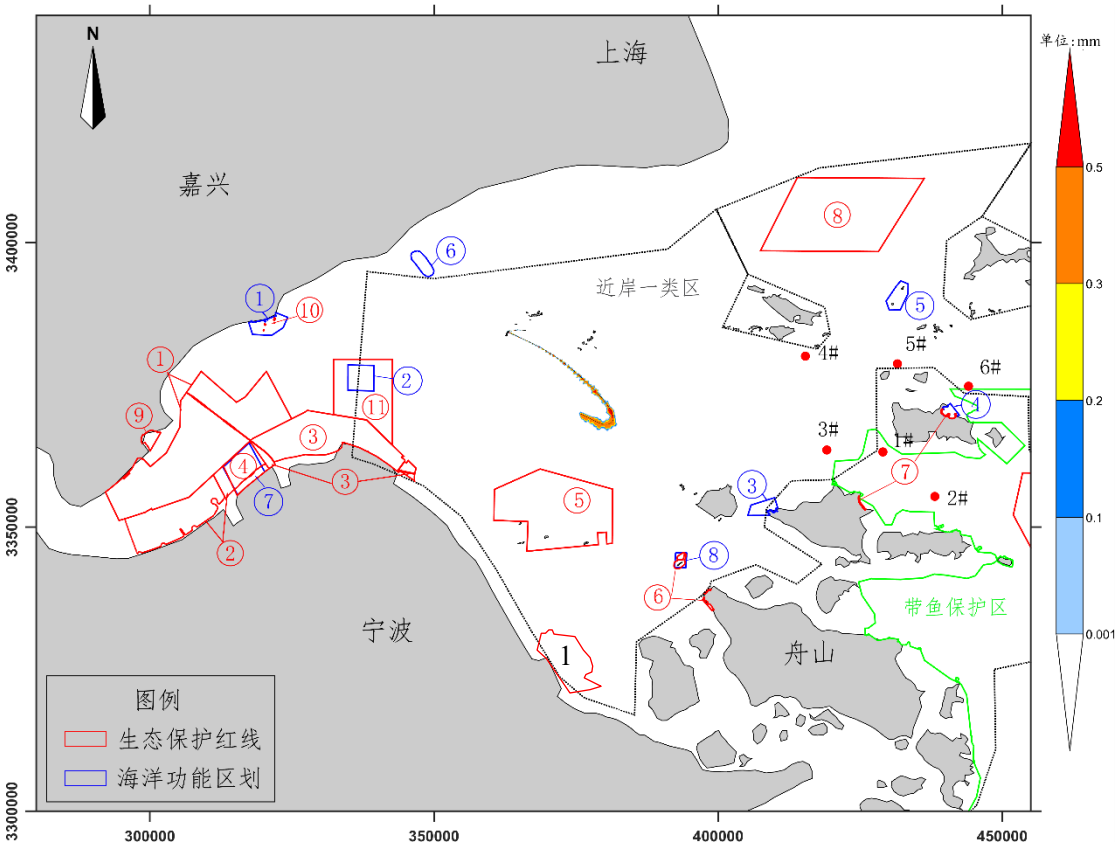


b 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、50.9t）

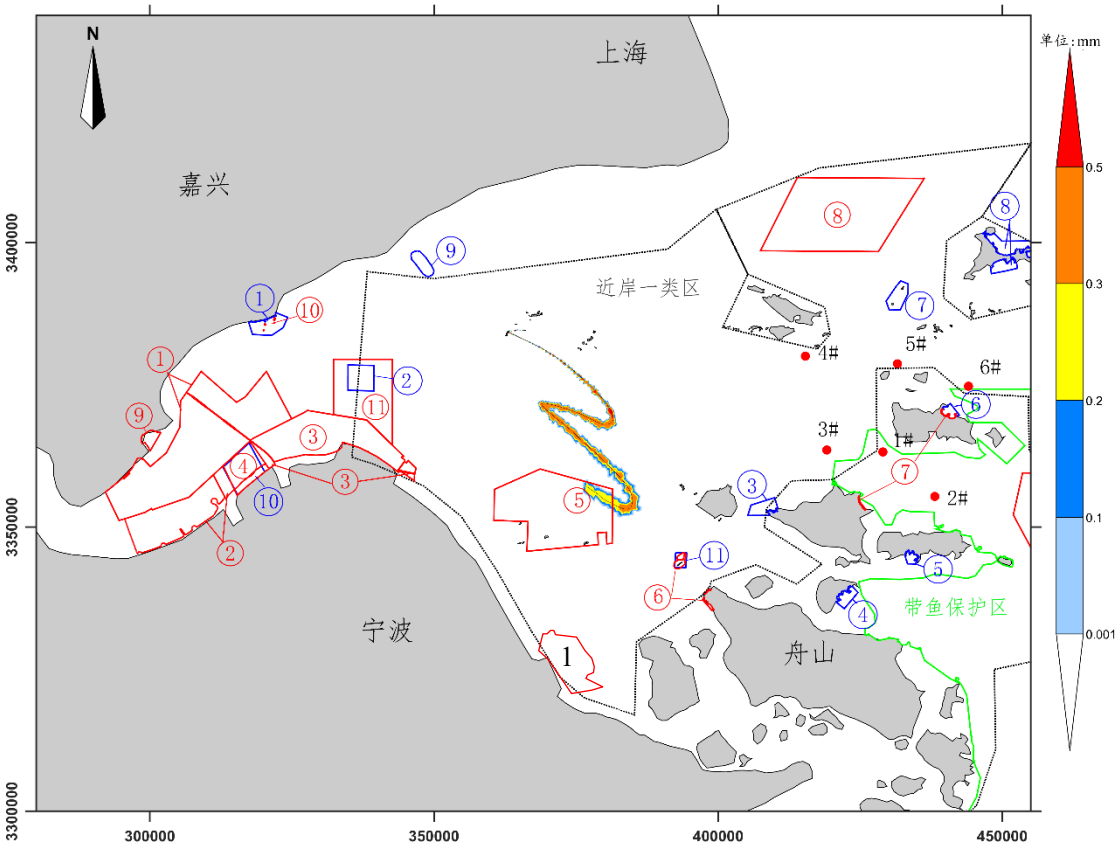


c 施工期 2#点落憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、50.9t）

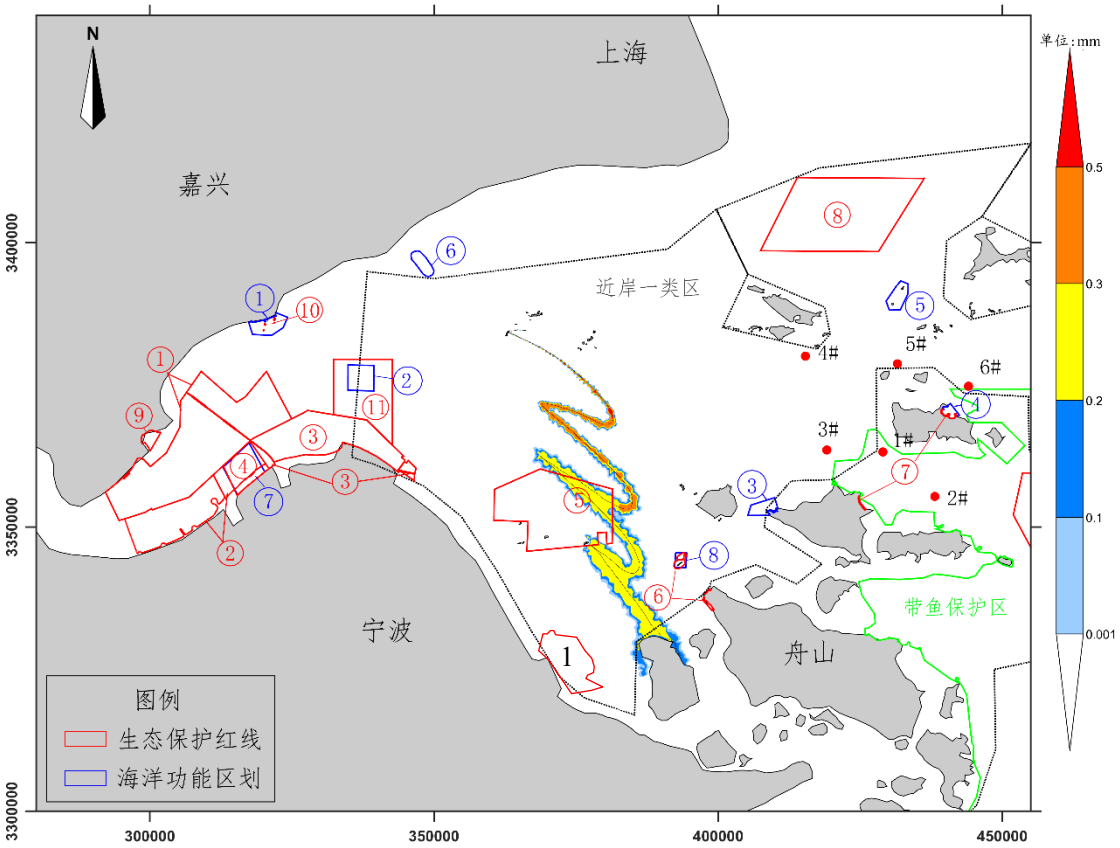
图 5.11-26 施工期 2#点落憩时刻发生溢油油膜扫海情况（NNW 风、50.9t）



a 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 12h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、50.9t）



b 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 24h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、50.9t）



c 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油 48h 后的油膜扫海情况（单位：mm）（NNW 风、50.9t）

图 5.11-27 施工期 2#点涨憩时刻发生溢油油膜扫海情况（NNW 风、50.9t）

3、油膜到达敏感点时间

各工况下溢油点到达环境敏感区的时间具体见表 5.11-10、表 5.11-11。

表 5.11-10 施工期 1#溢油点发生溢油各工况下达到敏感区的时间表 单位：h

敏感区 \ 工况			静风		NNE 风		SE 风		ENE 风		W		NNW	
			落憩	涨憩	落憩	涨憩	落憩	涨憩	落憩	涨憩	落憩	涨憩	落憩	涨憩
生态保护红线	1	钱塘江河口生态保护红线	-	-	-	-	-	-	32	38	-	-	-	-
	2	杭州湾河口慈溪片生态保护红线、杭州湾河口余姚片生态保护红线	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-
	3	杭州湾南岸滨海湿地生态保护红线	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-
	4	浙江杭州湾国家湿地公园生态保护红线	-	-	-	-	-	-	33	37	-	-	-	-
	5	灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线	-	-	-	34	-	-	-	37	-	-	23	19
	6	浙江舟山五峙岛鸟类省级自然保护区生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	岱山县岱山风景名胜区生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	大戢洋产卵场保护区生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	海盐秦山滨海湿地生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	九龙山国家森林公园生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线			33	-	-	-	19	25	-	-	-	-
海洋功能	1	九龙山重要滨海旅游区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	王盘山重要渔业海域	-	-	-	-	-	-	20	25	-	-	-	-
	3	双合山旅游休闲娱乐区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	衢山旅游休闲娱乐区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

区划	5	徐公岛旅游休闲娱乐区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	金山三岛海洋生态自然保护区、金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线	-	-	-	-	20	16	-	-	-	-	-	-
	7	杭州湾湿地海洋保护区	-	-	-		-	-	46	-	-	-	-	-
	8	五峙山列岛海洋保护区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
其他	1	杭州湾河口海岸镇海段湿地	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	东海带鱼国家级种质资源保护区实验区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

表 5.11-11 施工期 2#溢油点发生溢油各工况下达到敏感区的时间表 单位：h

工况 敏感区			静风		NNE 风		SE 风		ENE 风		W		NNW	
			落憩	涨憩	落憩	涨憩	落憩	涨憩	落憩	涨憩	落憩	涨憩	落憩	涨憩
生态保护红线	1	钱塘江河口生态保护红线	-	-	-	-	-	-	33	39	-	-	-	-
	2	杭州湾河口生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	钱塘江河口生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	杭州湾河口慈溪片生态保护红线、杭州湾河口余姚片生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	39	-	-	-	-
	5	杭州湾南岸滨海湿地生态保护红线	-	-	-	45	-	-	-	39	-	-	24	23
	6	浙江杭州湾国家湿地公园生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	浙江舟山五峙岛鸟类省级自然保护区生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	岱山县岱山风景名胜区生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	大戢洋产卵场保护区生态保护红线	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	11	海盐秦山滨海湿地生态保护红线	-	-	34	-	-	-	20	25	-	-	-	-
海洋功能区划	1	九龙山重要滨海旅游区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	王盘山重要渔业海域	-	-	-	-	-	-	22	25	-	-	-	-
	3	双合山旅游休闲娱乐区	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
	4	衢山旅游休闲娱乐区	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
	5	徐公岛旅游休闲娱乐区	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
	6	金山三岛海洋生态自然保护区、金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线	-	-	-	-	36	15	-	-	-	-	-	-
	7	杭州湾湿地海洋保护区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	五峙山列岛海洋保护区												
其他	1	杭州湾河口海岸镇海段湿地	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	东海带鱼国家级种质资源保护区实验区	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

根据预测，本项目施工期在发生施工船舶溢油事故情况下，油膜到达最近的敏感点金山三岛海洋生态自然保护区、金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线需 16h；营运期，海上升压站事故油池发生泄漏后，油膜到达金山三岛海洋生态自然保护区需 15h，到达海盐秦山滨海湿地生态保护红线需 20h。根据 6.3 章节，本项目距离最近的溢油应急设备库 47.6km，其相应时间可控制在 1.9h。

5.11.2.5 溢油风险对海洋生物的影响分析

1、对浮游生物的影响

浮游植物是海洋生物的初级生产者，最容易受到油污染的影响。0.1mg/L 的油浓度就会影响其正常生长，对于以其为食的浮游动物也随之而受到影响。完全性浮游动物、动物幼体、卵、一些动物的某一个生长期等对油污染更为敏感。一些海洋生物的影响情况如下表所示。

表 5.11-12 石油产品对海洋生物的致死浓度(1)

生物种类	2 号燃料油或煤油	废油(ppm)
海洋植物	<100μL/L	10
鳍鱼	50μL/L	1700
幼体和卵	0.1μL/L	1.25
浮游甲壳动物	5～50PPm	15～20
底栖甲壳动物	0.56mg/L	

表 5.11-13 石油产品对海洋生物的致死浓度(2)

种类	石油产品种类	浓度(ppm)	亚致死反应
普通小球藻	精制萘	1	抑制生长
硅藻、双鞭毛藻	油	0.1～0.0001	抑制或减缓细胞分裂
日本星杆藻	煤油	3～38	降低生长速度
海胆幼体	船用燃油的萃取物	0.1～1	影响受精卵发育
大西洋鳕鱼幼体	BP1002	0～10	破坏捕食行为
大虾	原油、煤油	10	影响化学感受捕食行为
贻贝	原油	1	加快呼吸、减少捕食
滨螺	BP1002	30	明显抑制生长

2、对游泳生物的影响

鱼类是海洋中主要的游泳生物，它们对油污染的抵抗能力比其他生物较强，但是，1mg/L 的油浓度也会引起鱼类的中毒反应，而对于幼小的鱼苗，它们的敏感程度比成熟的鱼高 100 倍，而且它们不能象成体那样避开被油污染的水域。

3、对其它海洋生物的影响

对于哺乳动物类、鸟类等这样大型的海洋脊椎动物，它们虽能逃离污染区，但是如果是在生殖季节，油类污染了正在栖息生殖的海滩，他们将极易受到伤害，它们的幼体有被窒息的危险，溢油还会污染它们的皮毛，甚至眼睛、鼻孔和嘴，造成不同程度的伤害，威胁其生命。此外，油类中的石油烃在某些不敏感的有机物的同化作用下，能以各种不同方式富集于它们的食物链中，尤其在

鱼类、软体类动物体内的富集，使这些动物受到污染。渔业生产也会受到油污染的影响。一方面可能降低渔业产量，另一方面因造成肉质带有油味而降低其商业价值，因而造成较大的经济损失。

综上所述，一旦发生大规模溢油事故，受污染区域内的海洋生物将会受到较严重的破坏。因此，杜绝溢油事故发生，或者是当发生溢油事故后，及时采取应急抢险措施，最大限度降低溢油事故对生态环境的影响。

5.11.3溢油风险对鸟类的影响分析

溢油事故的最直接受害者且受危害最大就是鸟类，尤其是潜水摄食的鸟类。这些鸟类以海洋浮游生物及鱼类为食，当接触到油膜后，羽毛能浸吸油类，导致羽毛失去防水、保温飞行和游泳能力，同时它们因用嘴整理自己的羽毛，油类摄入体内还会对肝、肺、肾等器官发造成损害，最终它们会因饥饿、寒冷、中毒而死亡。如果在溢油海域喷洒溢油分散剂，并且该水域的交换能力差，那么，被分散的油对鸟类的危害将更为严重。因此，在溢油事故发生时，从保护自然生态的角度急救鸟类的工作是非常重要的。

溢油事故一旦发生，海域水体首先受到影响，部分岛屿周边也会受到影响，除了直接影响这些区域觅食、活动的鸟类，导致鸟类中毒死亡，也会通过影响这些区域的浮游动植物、底栖生物、潮间带生物进而影响区域作为鸟类栖息地的质量，这种影响将持续较长时间，后续的生态恢复也是极为缓慢的。

根据调查现场记录到的鸟类活动现状观测，同时结合报告中的溢油事故油膜扩散情况，本项目中受溢油影响比较严重的鸟类将是直接在水面觅食的鸥类、对岛礁周边停歇的鸥类、雁鸭类、鸻鹬类和鹭类等影响较小。

5.11.4营运期泄漏油事故风险分析

项目营运期风机桩基失稳内部油料泄漏风险及海上升压站油料泄漏风险。

风、风暴潮等恶劣天气会对风机产生较大危害，台风施加在设备上的静力效应和动力效应共同作用下不断施加疲劳载荷，最后达到或者超过叶片和塔架的设计载荷极限，轻则引起部件机械磨损，缩短风力发电机组的寿命，严重的使叶片损坏及塔架倾覆。本项目单台风机内部设置 66kV 干式变压器，不存在润滑油，呈密封状态；风机机舱和轮毂中还存在润滑油，油品主要为油脂、液压油等，0.116m^3/台。根据其组成特性，该类油具有较好的分水性，当风机桩基

失稳倒塌导致内部油料泄漏后，对海域水质、生态、渔业资源影响较小。

海上升压站主要主要溢油事故风险源包括主变压器、柴油机房：单台主变压器油量为 60t，柴油机房总油量约 15 m^3，柴油密度取 0.835kg/L，则柴油机房储油罐油量约为 12.525t，因此，单台主变压器油量和柴油机房总油量合计约 72.525t。在升压站一层主变下方，事故油罐设置总容积为 90m^3。海上升压站溢油事故发生的概率很小，目前没有海上升压站溢油事故的历史资料可供参考。海上升压站漏油主要考虑事故油罐破裂导致泄漏，应第一时间进行抢险堵漏，减少机油入海的量，需在海上升压站内配备一定数量的溢油应急物质，一旦发生事故，立刻启动风险应急程序，减少机油入海对海域环境的影响。

5.11.5海底电缆冲刷淘空风险

受长期泥沙冲刷的影响，海底线缆和海床之间有形成淘空的可能，管线掏空后深沟潮流的往复流将对管线的安全产生较大，流急的情况将会冲断该管线。此外，考虑工程海域可能遭受风暴潮的影响，风暴潮带来的强劲潮流和风能共同作用也可能造成海缆局部冲刷，威胁海缆安全。在施工过程中应避免在电缆和海床之间形成空间，减小局部冲刷，采用预留长度余量，减缓潮流冲刷影响，确保海缆安全。

环境风险自查表见表 5.11-14。

表 5.11-14 建设项目环境风险评价自查表

<table>
<tr><td colspan="2">工作内容</td><td colspan="8">完成情况</td></tr>
<tr><td rowspan="12">风险调查</td><td rowspan="2">危险物质</td><td>名称</td><td>柴油</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>存在总量/t</td><td>330.4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="10">环境敏感性</td><td rowspan="2">大气</td><td colspan="4">500m范围内人口数 小于200人</td><td colspan="4">5km 范围内人口数_人</td></tr>
<tr><td colspan="5">每公里管段周边 200m 范围内人口数(最大)</td><td colspan="3">/ 人</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地表水</td><td colspan="2">地表水功能敏感性</td><td>F1 ☑</td><td colspan="2">F2□</td><td colspan="2">F3 □</td></tr>
<tr><td colspan="2">环境敏感目标分级</td><td>S1☑</td><td colspan="2">S2 □</td><td colspan="2">S3 □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地下水</td><td colspan="2">地下水功能敏感性</td><td>G1 □</td><td colspan="2">G2 □</td><td colspan="2">G3 □</td></tr>
<tr><td colspan="2">包气带防污性能</td><td>D1 □</td><td colspan="2">D2 □</td><td colspan="2">D3 □</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">物质及工艺系统危险性</td><td>Q 值</td><td colspan="2">Q < 1□</td><td>1≤Q < 10☑</td><td colspan="2">10≤Q < 100□</td><td colspan="2">Q > 100□</td></tr>
<tr><td>M 值</td><td colspan="2">M1 □</td><td>M2□</td><td colspan="2">M3□</td><td colspan="2">M4☑</td></tr>
<tr><td>P 值</td><td colspan="2">P1 □</td><td>P2□</td><td colspan="2">P3□</td><td colspan="2">P4☑</td></tr>
</table>

环境敏感程度	大气	E1□	E2□	E3 ☑		
	地表水	E1☑	E2□	E3□		
	地下水	E1□	E2□	E3 ☑		
环境风险潜势	IV+ □	IV□	III☑	II□	I□	
评价等级	一级□	二级√	三级□	简单分析□		
风险识别	物质危险性	有毒有害 √	易燃易爆□			
	环境风险类型	泄露 √	火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放□			
	影响途径	大气□	地表水☑	地下水□		
事故情形分析	源强设定方法	计算法 ☑	经验估算法□	其他估算法□		
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB□	AFTOX□	其他□	
		预测结果	大气毒性终点浓度- 1 最大影响范围__/__m			
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围_/__m			
	地表水	最近环境敏感目标 15.9km，到达时间 19 h				
	地下水	下游厂区边界到达时间 ___d				
		最近环境敏感目标___，到达时间___d				
重点风险防措施	设有溢油风险防范措施，采用联防机制。					
评价结论与建议	项目主要环境风险为船舶溢油事故，针对可能发生的环境事故，本报告提出了相应事故防范措施，采取上述措施后，可将事故发生概率降到最低。					
注:“□”为勾选项， “ ”为填写项						

表 5.11-15 建设项目海洋生态环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	直接向海洋排放废水□；短期内产生大量悬浮物☑；改变入海河口（湾口）宽度束窄比例□；直接占用海域面积☑；线性水工构筑物□；投放固体物□		
	生态敏感区	生态敏感区（影响范围内涉及生态保护红线、河口、“三场一通道”、海洋公园、自然保护区、无居民岛），相对位置 (位于鮸产卵场边缘，海蜇、宽体舌鳎和凤鲚产卵场内，距离无居民海岛最近 0.4km，其余生态敏感区最近距离 15.9km)		
	影响因子	海水水质☑；海洋沉积物☑；海洋生态☑；环境风险☑		
评价等级		一级☑；二级□；三级□		
评价范围		主流向（ 20）km，垂直主流向（ 20）km；管缆类（ ）km		
评价时期		春季☑；夏季□；秋季☑；冬季□		
现状调查及评价				
海水水质	区域污染源	调查项目	数据来源	
		已建□；在建□；拟建□；其他□	环评□；环保验收□；既有实测□；现场监测□；入海排污口数据□； 其他□	
	调查时期		调查因子	调查断面或点位

	春季☑；夏季□；秋季☑；冬季□		(溶解氧、水温、盐度、pH、化学需氧量、无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮）、活性磷酸盐、石油类、悬浮物、盐度和重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、As）、挥发酚)	(20) 个
	评价因子	(pH、SS、石油类、COD_{Cr}、NH_3-N)		
	评价标准	第一类☑；第二类□；第三类□；第四类□		
	评价结论	海洋环境功能区水质达标状况：达标□；不达标☑，超标因子(无机氮、活性磷酸盐) 功能区外海域环境质量现状：符合第（ ）类		
海洋沉积物	调查站位	(11) 个		
	调查因子	（有机碳、活性磷酸盐、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、As）		
	评价标准	第一类☑；第二类□；第三类□		
	评价结论	符合第（一）类，超标因子( )		
海洋生态	调查断面或点位	(春季 14、秋季 19) 个		
	调查因子	(石油烃、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、As)		
	评价标准	第一类☑；第二类□；第三类□；附录C☑		
	评价结论	符合第（一）类，超标因子(Cu、Pb、Zn、Cr、石油烃)		
影响预测及评价				
预测时期		春季☑；夏季□；秋季☑；冬季□		
预测情景		建设期☑；生产运行期☑；服务期满后□		
海水水质影响预测与评价	预测方法	数值模拟☑；类比分析□；近似估算□；物理模型□；其他□		
	影响评价	污染控制措施及入海排污口排放浓度限值应满足国家和地方排放标准☑； 达标区的建设项目，选择废水处理措施或方案应满足行业污染防治可行技术指南的要 求，环境影响可接受□； 不达标区的建设项目，选择废水处理措施或方案时，应满足海域环境质量达标规划和污染物削减替代要求、海域环境改善目标要求及行业污染防治可行技术指南中污染防治先进技术要求，确保废水污染物达到最低排放强度和浓度，且环境影响可接受□； 新设或调整入海排污口的建设项目，入海排污口位置、排放方式、排放规模具有环境 合理性□； 对海水水质产生重大不利影响□。		
海洋沉积物影响评价	评价方法	定量预测□；半定量分析□；定性分析☑；其他□		
	影响评价	海洋沉积物质量的影响范围、影响程度可接受□； 海洋沉积物对海洋生态环境敏感区和海洋生态环境保护目标的影响可接受☑。		
海洋生态影响	预测方法	类比分析法□；图形叠置法□；生态机理分析法□；海洋生物资源影响评价法☑；其他□		

预测与评价	影响评价	造成的生物资源损失量可接受☑； 对评价海域生物多样性的影响可接受☑； 对重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受☑； 对珍稀濒危海洋生物种群和数量的影响，以及对其生境的占用、损害、阻隔和干扰等 影响可接受□； 对重要湿地、特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场）等的占用、损害、阻隔 和干扰等影响可接受□； 对自然保护地、生态保护红线的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受□； 造成的冲淤变化对岸滩长度、宽度、生态功能和景观等影响可接受☑； 产生重大的海洋生态和生物资源损害，造成或加剧区域的重大生态环境问题，存在不 可承受的损害或潜在损害□。			
环境风险					
危险物质	名称	燃料油			
	存在总量	330.4t			
物质及工艺系统危险性[1]	Q 值	Q＜1□；1≤Q＜10☑；10≤Q＜100□；Q≥100□			
	M 值	M1□；M2□；M3□；M4☑			
	P 值	P1□；P2□；P3□；P4☑			
环境敏感程度		E1☑；E2□；E3□			
环境风险潜势		IV^+ □；IV□；III☑；II□； I□			
评价等级		一级□；二级☑；三级□；简单分析□			
风险识别	物质危险性	有毒有害☑；易燃易爆□			
	环境风险类型	泄漏☑；火灾爆炸引起的伴生/次生污染物排放□			
事故情形 分析	源强设定方法	计算法☑；类比估算法□；其他□			
	预测模型	溢油粒子模型☑；污染物扩散的数值模拟□			
风险预测与评价		最近敏感目标（15.9）km，抵达时间（19）h			
重点风险防范措施		配备必要的溢油应急物资、依托联防体进行溢油风险防范、做好应急预案			
评价结论					
主要污染物排放总量核算		污染物名称	排放量	排放浓度	
污染物削减替代		污染物名称	削减量	来源	
污染防治和生态修复措施		污水处理设施☑；生态修复措施☑；区域削减□；依托其他工程措施☑；其他□			
监测计划	内容	环境质量		污染源	
	监测方式	手动☑；自动□；无监测□		手动☑；自动□；无监测□	
	监测点位	海洋水质 12 个，沉积物 6 个，海洋生态 8 个			
	监测因子	水质：水温、pH、SS、DO、CODCr、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、石油类		pH、SS、CODCr、氨氮、磷酸盐	

		沉积物：Cu、Pb、Zn、Cd、石油类、有机碳、硫化物 海洋生态：叶绿素 a、浮游动物、浮游植物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵和仔稚鱼、游泳动物	
	监测频次	施工高峰期 2 次，竣工验收期 1 次，营运前 3 年每年 2 次	竣工验收期 1 次，营运前 3 年每年 2 次
总体评价结论		可接受☑；不可接受□	
注 1：M、P 的确定参照HJ169。			

5.12工程实施对环境保护目标的影响分析

5.12.1 对周边生态保护红线、自然保护区、海洋公园的影响分析

本项目周边有 3 个生态保护红线，分别为浙江嘉兴平湖王盘山省级海洋公园生态保护红线（平湖市王盘山省级海洋自然公园）、金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线（金山三岛海洋生态自然保护区）、灰鳖洋重要渔业资源产卵场生态保护红线，其中最近的金山三岛海洋生态自然保护区生态保护红线距离本项目约为 15.9km。

根据水文动力数模预测结果，结果表明工程建设流速变化范围主要集中在风电桩基设置工程区内，对周边影响较小。

根据冲淤预测结果，工程实施后冲淤影响范围较小，主要集中在工程场区周围，非常接近桩基的小范围会有略大的淤积，不会对环境造成大的影响，对周边生态红线的冲淤环境不产生影响。

5.12.2对主要经济物种“三场一通道”的影响分析

本工程所在海域的主要保护经济物种主要种类为大黄鱼、小黄鱼、白姑鱼、凤鲚、海蜇、宽体舌鳎、鮸、皮氏叫姑鱼和棘头梅童鱼。

工程建设对产卵场、索饵场和洄游通道的影响主要表现在风机对渔业水域的占用，打桩和电缆铺设产生的悬沙扩散，风机打桩和风机运转的噪声。

1、对产卵场影响

在工程的施工阶段，海底电缆施工会造成水体悬浮物的增加，水中悬浮物随水流将附着在水生植物上和水底砂粒上，从而将鱼卵覆盖，可能会使鱼卵窒息死亡。鱼类主要通过鳃进行呼吸，过多的悬浮物会吸附鱼类鳃器官，造成堵塞，对鱼类的呼吸功能造成阻碍，尤其在鱼苗阶段体内生理代谢旺盛，需要充足的氧量供应，以保障身体需要，当悬浮物过多而堵塞鱼鳃时，必然显著减低

对水体中氧量的吸收，造成体内缺氧，部分生理机能受到损害，严重时会造成鱼体死亡。

施工产生的振动、噪声可能会使一些鱼类的个体出现行为紊乱，妨碍其正常生活习性；鱼类对外界声音的反应比较敏感，会使鱼类产生背离性行为，逃避开噪声源，会避开声音干扰而游向其他方，逃离产卵场造成繁殖失败。上述两种影响在一定程度上对主要经济物种的产卵场功能产生影响，但此种影响随着工程施工的结束而消失，不利影响仅发生在较短的时间段内。

本风电工程风场区不在大黄鱼、小黄鱼、鳓鱼产卵场内，位于海蜇、宽体舌鳎和凤鲚产卵场内，位于鮸产卵场边缘。海缆位于泥面下 3m，对产卵场影响较小；风电桩基等水工建筑物将永久占用这些鱼类的产卵场。随着鱼类对新环境的适应，构筑物对产卵场的影响也会逐渐下降。本项目 14MW 风机桩基直径为 11.5m，共 24 根桩，12MW 风机桩基直径 10.2m，共 5 根桩，升压站设有 4 根桩，直径为 2.3m。风机、升压站桩基共占用海底面积为 2940.2m^2，占用产卵场面积较小，相对于海蜇、宽体舌鳎和凤鲚的产卵场区来说比例很小，因此对产卵场的影响较小。

2、对索饵场影响

施工造成水体悬浮物含量的升高，其沉积和覆盖将导致施工海域浮游、底栖动物生物量的变化，造成一定区域鱼类饵料生物的变化。同时，水中悬浮物浓度增大影响鱼类的视力，使捕获食物将变得困难，进而影响到鱼类的索饵。但上述不利影响仅会出现在施工期，是局部、暂时的，尤其是在施工阶段。只要加强施工管理，严格按施工程序操作，工程施工造成的悬浮泥沙对海水的水质影响较小，对水体中的水生生物产生的影响也较小。

当施工噪音超过水生生物耐受界限时，作为饵料的小型水生动物和鱼类就会产生背离性行为，离开原有生态环境；依赖小型鱼类和浮游生物为饵料的鱼类被迫迁移到其他饵料生物并不丰富的场所，这样会造成鱼类饵料食物的供应不足。

本项目风电场位于凤鲚、鮸索饵场。风场区 66kV 和 220kV 海缆施工结束后位于泥面 3m 以下，对索饵场影响较小；同时风电桩基占据索饵场一定空间，造成索饵面积缩小。与整个凤鲚、鮸索饵场(江浙沿海区域)总面积相比，永久占用面积非常小，对索饵场的影响较小。

3、对越冬场影响

本项目风场区和送出海缆不涉及主要经济物种的越冬场，项目位置距离主要经济鱼类主要越冬场与越冬洄游路线较远，对鱼类越冬影响较小。

4、洄游通道

本建设项目风机及其基础以桩基形式建设，不会阻断水流，不会阻断主要经济鱼类的产卵、索饵、越冬洄游通道，对主要种群的洄游活动影响较小。

综上，工程场区占用部分产卵场和索饵场，但总的来说影响主要集中于施工期，风电场施工期打桩作业对大黄鱼幼鱼和小黄鱼产卵等可能存在一定负面影响，运营期风机噪声等对其影响总体较小。为尽量减轻施工噪声对大黄鱼、小黄鱼、白姑鱼等石首鱼科种类的不利影响，应合理安排打桩作业时间，打桩启动时采用软启动的方式，尽量避开其敏感时节。根据《东海区主要经济种类三场一通道及保护区图集》本项目所在区域的鮸产卵繁殖期为 8-10 月，产卵高峰期为 8 月底至 9 月，为尽量减轻施工噪声对鮸等石首鱼科种类的不利影响，应合理安排打桩作业时间，本项目打桩作业尽量避开 8 月底至 9 月鮸等石首科鱼类的产卵繁殖高峰期。

本项目风机、升压站桩基永久占用面积为 2940.2m^2，相对于整个产卵场、索饵场、越冬场来说比例较小，本建设项目风机及其基础以桩基形式建设，不会阻断主要经济鱼类的洄游通道，对主要种群“三场一通道”影响较小。

5.12.3对无居民海岛的影响分析

本项目送出海缆及风机场距离最近的无居民岛为嵊泗滩浒山岛群（最近距离黑山屿约 0.4km，距离滩浒鸡娘东北岛约 0.64km、距离滩浒鸡娘礁约 0.61km），距离王盘山岛群超过 15km。

根据数模预测结果，本项目海缆施工会对上述无居民岛周边海域水质产生一定影响，不会影响到其他无居民岛，但该影响仅限于施工期，且开挖海缆施工时间较短，随着施工结束影响消失，海缆施工完成基本不会对无居民岛地形地貌等产生影响；海缆冲埋施工对地形影响范围仅限于开沟作业最大约 3m 范围，且施工结束后在几个月内回淤，不会对上述无居民岛水下地形产生影响；运营期，本项目风场区水动力冲淤环境影响局限在风场区及随涨、落潮流 7km 以内延伸区域，对嵊泗滩浒山岛群最大冲刷深度 0.11m，整体影响较小，同时不会对其他无居民岛产生影响。综上，本项目自身不占用任何无居民岛，施工期对嵊

泗滩浒山岛群周边海域水质影响较小，不会对其他无居民岛水质生态和地形地貌产生影响。

5.12.4对公益林的影响分析

本项目登陆点临时施工场地占用公益林 1600m^2。公益林在占地周边呈连续片状分布，占用的植被在周边广泛分布，且占用面积较小，不会造成区域内公益林、护岸、护路、水土保持、水源涵养和其他防护等功能下降。通过优化布局和补偿可进一步降低对占用公益林的生态影响。因此，项目占地对公益林的影响较小。

施工中产生的扬尘、废水、固废可能会对占地周边的公益林产生影响；施工扬尘附着在叶片上影响植物的光合作用从而影响植物的生长，施工中废水和固体废物处理不当也会对周边林地产生影响。本项目仅施工期占用公益林，施工时间较短，施工扬尘会随着施工的结束而消失；施工废水收集于驳船上的沉淀池，施工废水和污水不外排；生活垃圾和施工固废应堆放在指定位置，定期清运至环卫部门指定地点；加强对施工人员的宣传教育。通过采取以上措施后，项目建设对公益林的影响较小。

5.13工程建设对其他敏感目标的影响

5.13.1对周边养殖区的影响分析

风电工程对周边养殖的影响主要是施工期海缆铺设引起的悬浮物浓度增加和扩散，这也会对周边海域水质产生一定影响，但悬浮物扩散在施工结束后短期内消失，总体影响是暂时且可逆的。

根据现场调查和走访调研，本项目所在海域附近不存在现状养殖，附近海域的养殖区主要集中在周边海岛区域，与本项目距离较远。根据数模计算结果，海缆铺设产生的悬浮物主要集中在工程附近较小范围内，对周边海域养殖活动影响很小。

因此，本项目建设对周边养殖影响较小。

5.13.2对航道、锚地、海底管线影响分析

1、对航道和锚地的影响分析

本项目风场区不涉及航道锚地和港口，本项目周边分布有漕泾东、西航道、金山航道等，风电场边界与北侧漕泾东航道和漕泾西航道边界之间的最近距离

约为 2km，与金山航道相距2.9km，距离较远，不会对上述航道基本功能产生影响。送出海缆施工期间船舶施工抛锚占用大片海域范围，需采取临时交通管制，施工期间将会对过往船舶造成比较大的影响。建议施工单位应做好施工组织设计，合理划定施工水域范围，同时应做好施工期间的通航安全保障措施，尽量减少风电场和海底电缆施工对船舶通航造成的影响。

根据数模预测，本项目实施后，金山航道，漕泾东航道及漕泾东支航道所受工程影响较小，冲淤幅度小于0.01m；项目实施以整体对各航道地形条件影响较小。

综上，本项目实施对项目周边的航道水文情势和地形地貌条件影响较小，基本不会影响航道基本功能，不会对距离更远的锚地和港口等产生影响。

2、对海底管线的影响分析

本项目风电场周边的海底管线主要有嵊泗 2#送出海缆、嘉兴 1#送出海缆和嘉兴 2#送出海缆、嵊泗 3#4#送出海缆，距离都在 10km 以上，风电场建设不会对上述管线产生影响。

5.13.3对自然岸线的影响分析

风电场主海缆登陆滩浒山岛西南侧自然岸线，海缆确权范围内使用岸线长度约 21.08m（以定向钻的方式从下方进行穿越，不破坏岸线自然形态），所使用岸线规划类型为限制开发岸段。本项目 220kv 主海缆以定向钻穿越滩浒山岛自然岸线，不改变自然岸线现状，不会破坏自然岸线形态，不会降低其生态功能，满足海岸线特殊空间管控要求，岸线利用合理。



图 5.13-1 本项目占用岸线情况示意图

5.13.4对周边捕捞产生的影响分析

（1）施工期对海洋捕捞渔业生产影响分析

本项目风场区和 220kV 送出海缆周边无固定养殖区，渔业活动主要有鳗苗捕捞等，鳗苗作业主要分布在杭州湾北岸至嵊泗附近海域（122°20′E 以西渔区）。每年 12 月至翌年 4~5 月是鳗苗捕捞期，其中 2~4 月为旺季。本项目施工作业可能会对鳗苗捕捞等渔业活动产生一定影响，因此，本报告建议本项目海缆路由等长距离大范围施工活动避开 2~4 月鳗苗捕捞旺季，最大限度减轻对渔业生产活动的影响。

（2）运营期对海洋捕捞渔业生产影响分析

由于本项目海域存在捕捞活动，本项目运营后，由于场区内各排风机间及各排内风机间均有 66kV 集线电缆相连，特别是风场区中部有大量的集线电缆集中连接于海上升压站。场区内 66kV 电缆及 220kV 送出电缆两侧保护范围内原则上禁止相关渔业捕捞活动。同时，捕捞季节大量渔船活动于本项目风电场水域，容易诱发水上交通事故，也影响渔船采取围网、拖网等方法捕鱼，降低渔船的经济效益。作业渔船可能与风电场桩基发生碰撞事故，也可能发生抛锚或打桩等作业损坏海底电缆等事故。从安全角度考虑，不建议在此范围内进行捕捞工作。由此可见，本项目实施将在某种程度上缩小附近渔船的活动范围，改变当地渔民的某些特定的捕鱼生产区域。**为切实减轻工程建设及营运对渔民的影响，**

建设单位应与当地政府部门、渔业主管部门和捕捞渔民协商，落实对造成直接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，以取得渔民的理解、支持和配合。

6 环境保护对策措施

6.1 施工期环境保护对策措施

6.1.1 水污染防治措施

6.1.1.1 海上施工区

1、海域施工期间，2#海上施工区现场施工人员每天产生一定量的生活污水，生活污水产生量为 8.0m^3/d，经收集后交由有资质的单位处置。

2、严格执行国家《船舶水污染物排放控制标准》和 73/78 国际防止船舶污染海洋公约的相关规定，严禁所有施工船只的含油废水等在施工海域排放，施工单位应按照有关规定将船舶含油废水、生活污水委托有资质的单位对船舶污水进行接收处理。

含油废水的接收、转运、贮存应严格按照船舶污染物五环联单制度执行。接收单位在接收船舶污染物后，应向船舶出具污染物接收联单，按照联单格式填写作业名称、作业开始和结束时间、地点以及污染物种类、数量等内容。接收作业完成后，作业双方在联单上签字确认，第一联接收单位留存，第二联交船舶方，施工单位保存油类记录簿等文件至少 2 年。接收单位将第三、四、五联分别报作业地海事部门、生态环境部门和港航部门。

3、注意施工船舶等的清洁，及时维护和修理施工机械，施工机械若产生机油滴漏，应及时采取措施，用专用装置收集并处理。船舶非正常排放油类、油性混合物等有害物质时，应立即采取措施，控制和消除污染，并向就近的当地管理部门报告。

4、加强施工设备的管理与定期养护，杜绝石油类物质泄漏，减少海水受污染的可能性。

6.1.1.2 陆域施工区

1、施工废水

3#施工区施工人员生活污水利用移动式化粪池接收后，定期清运至陆上污水井进入市政污水管网。1#施工区（作为依托工程）施工人员生活污水经园区污水管网收集后由岱山经济开发区新材料产业园污水厂达标后排海，1#施工场地作为依托工程，不在本项目评价范围内，本报告中不予考虑 1#施工场地工人生活污水产生的影响。

2、定向钻泥浆废水

本项目登陆段定向钻施工段将产生泥浆废水，产生量约 320m^3。该部分废水经收集后汇入陆域定向钻施工场地设置的泥浆池，钻渣和泥浆混合物在沉淀池中分离，上清液仍回用于定向钻施工，泥浆、钻渣分离后堆存在干化池中，自然干化运至由政府部门指定合法消纳场进行处置。

3、机械、车辆冲洗废水

定向钻施工场地机械、车辆冲洗废水经沉淀处理后回用于场地洒水降尘。

6.1.2 固体废物处置措施

6.1.2.1 海上施工区

1、对于施工期产生的生活垃圾，主要在各施工船舶上，每只船舶配置分类垃圾收集桶，定期委托有资质的单位进行统一收集和处置。

2、施工中禁止任意向海洋抛弃各类固体废物，同时应尽量避免各类物料散落海中。施工中产生的固体废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物的处理处置工作，不得在地面有明显的固体废物残留。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。

6.1.2.2 陆上施工区

1、定向钻施工产生的施工人员生活垃圾设置临时垃圾桶进行分类收集，而后交由环卫部门清运；

2、定向钻施工产生的钻渣由施工单位运至当地政府部门指定的建筑垃圾消纳场处置。

6.1.3 大气污染防治措施

1、《MARPOL 73/78 附则 VI--防止船舶造成空气污染规则》于 2005 年 7 月 1 日生效，工程施工船舶大气污染物应按该附则规定实施。

2、加强施工船只管理，避免施工区域船舶拥堵，加剧噪声和废气等污染物产生。加强对施工船舶的维修保养，禁止不符合国家废气排放标准的船舶、施工机械进入工区，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、根据《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》，施工期船舶应使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油。根据船舶建造年

限船舶排放氮氧化物满足《国际防止船舶造成污染公约》不同阶段排放限值要求。

4、加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工，减少施工的大气污染。

6.1.4 噪声污染防治措施

1、施工船舶应有效控制主辅机噪声。船舶可在发动机排气管安装弹簧吊架加以固定；机舱路口上布置主辅机消声器；合理设置消声器和机舱室结构；限制突发性高噪声，避免不必要的船舶汽笛鸣放。

2、尽可能选用低噪声施工设备，加强施工设备的维护保养，发生故障应及时维修，保持润滑，紧固各部件，减少运行震动噪声；改进施工机械，整体设备应安放稳固，并与船体或地面保持良好接触，有条件的应使用减振机座。加强施工管理、文明施工，杜绝施工机械在运行过程中因维护不当而产生的其它噪声。

3、风机、升压站基础打桩施工时，采用环保型液压式打桩，可有效减缓噪音能量散播。打桩时采用软启动方式，减少对周边海洋生物影响。

4、陆上登陆点施工场地周围应尽早建立围墙等遮挡措施，尽量减少施工期噪声对周围声环境的影响。

5、依法限制夜间施工。如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应按《中华人民共和国环境噪声污染防治法》的规定，取得县区级以上人民政府或者其有关主管部门的证明，并公告附近居民；同时禁止高噪声设备作业。

6.1.5 海洋生态保护措施

1、为减轻工程建设对海洋环境的影响，应采取以下措施：

①优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下，尽可能减少海底开挖面积、开挖量，缩短水下作业时间，避免施工悬浮物剧烈扩散对海洋环境的影响。

②严格限制工程施工区域在其用海范围内，控制电缆施工设备及人员作业范围，施工机械按照电缆划定施工作业海域范围，禁止非施工船舶驶入，避免任意扩大施工范围，以减小施工作业对底栖生物的影响范围。

③根据前文分析，本项目位于石首科鱼类鮸的产卵场边缘，鉴于石首科鱼类鮸对噪声的敏感性和本项目水下噪声影响较大的为打桩作业，因此本项目打桩作业应尽量避开 8 月底至 9 月鮸等石首科鱼类的产卵繁殖高峰期。

④根据前文分析，本项目位于海蜇、宽体舌鳎和凤鲚产卵场内，位于凤鲚、鮸索饵场内，因此，本项目送出海缆施工应避开 5~7 月舟山海域鱼类产卵繁殖高峰期。

⑤根据前文分析，本项目风场区和 220kV 送出海缆周边渔业活动主要有鳗苗捕捞等，鳗苗作业旺季为 2~4 月，因此，本项目海缆路由等长距离大范围施工活动应避开 2~4 月鳗苗捕捞旺季，最大限度减轻对渔业生产活动的影响。

综上所述，本项目风机和海上升压站基础施工应避开 5-9 月鱼类产卵繁殖高峰期，220kV 送出海缆应避开 2~4 月鳗苗捕捞旺季。项目桩基共计 33 根，以一天施工一桩计算，可以避开 5~9 月鱼类产卵繁殖高峰期施工。

⑤本项目风机打桩采用软启动的打桩方式，同时采用驱鱼器等设施驱赶鱼类，以减少对保护鱼类的影响。

2、为减轻工程施工建设对渔业资源和渔业生产的影响，应采取以下措施：

①对施工海域设置明显警示标志，告知施工周期，明示禁止进行张网捕捞活动的范围、时间。

②做好施工期的海水环境跟踪监测与环境监理工作。对施工期附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测，及时了解工程施工对生态环境及渔业资源的实际影响。

3、水下噪声对海洋动物影响减缓措施

①施工中的水下打桩将对周围海域的海洋生物、特别是石首鱼科的行为活动将带来一定影响。鉴于施工期的打桩噪声具有强度高、时间相对短的特点，海上施工期应对每日预计打桩数量(即最高数量)、打桩的持续时间做出预测，在时间上控制一次一桩。

②施工期水下打桩中应严格确立在距离桩基 3.48km 范围为哺乳动物和石首鱼科受水下噪声影响的危险区域，在该范围内若出现相应哺乳动物或石首鱼科鱼群活动，应停止打桩施工，驱逐离开保护范围后再进行打桩。

③施工期的一般施工活动中，应注意施工机械和运输机械的维护和更新，尽量采用低噪声环保机械，避免噪声过大的运输船只在海上运输作业。

④打桩时避免采用撞击式的打桩方式，并会采用环保型液压式打桩，减缓噪音能量散播。打桩时采用软启动方式。即首桩采用小幅度的冲击，而后强度逐渐增强，用于声驱赶海中一些游动的鱼群。

⑤建设单位在施工现场张贴通告和投诉电话，建设单位在接到投诉后应及时处理各种环境纠纷。

4、建设单位将本建设项目造成的生态损失价值金额投入海洋生态措施的建设与保护资金，建议建设单位采取增殖放流、美丽海湾建设、近岸海域污染防治（海洋污染治理）等生态补偿措施。

6.1.6 鸟类保护措施

6.1.6.1 设计阶段鸟类保护措施

1、选址设计

要遵循《海上风电开发建设管理暂行办法实施细则》、《风电场场址选择技术规定》等办法规定，尽量回避鸟类栖居地和鸟类迁徙路线，减少对鸟类生活的影响。而在合规建设时，也需要留出安全距离，比如，海上风电站对鸟类的最大影响范围是 800 米，根据鸟类栖居地和鸟类迁徙路线预留 800 米的距离，就能够地有效保护鸟类。

本项目风电场边界与北面风电场边界最近距离为 5000m，与西面风电场边界最近距离为 6380m，与西南风电场边界最近距离为 7700m，与东西南风电场边界最近距离为 19200m，可见本风电场设计时根据规划预留了足够的迁徙通道。

2、风机的布局和机型的选择

风机的布局和机型的选择也应该经过科学论证，减少对鸟类的伤害。如尽可能使用大型风机。大型风机体型醒目，不容易被鸟类忽略，将叶片设计为被半圆包裹，更不容易撞伤鸟类。同时，大风机的叶片旋转直径增大了，转速减小了，但提高了发电效率，风机的数量减少，风机密度降低，对鸟类的威胁也就自然降低。

本项目即采用大型风机，能有效降低对鸟类的威胁。

6.1.6.2 施工期鸟类保护措施

1、尽可能选用低噪声设备，并加强设备的维护和保养，减少施工船舶上机械噪声对鸟类的干扰。根据工程用海区沿岸和海域鸟类的生活习性，合理安排施工期，在迁徙季节竖立和组装风机应该格外留意区域鸟类的出现和行为活动。

同时，对施工人员进行鸟类保护的宣传教育，杜绝猎杀鸟类的行为。

2、在鸟类迁徙期（春、秋季节）要加强灯光使用管理，严格控制光源使用量，对光源进行遮蔽，减少对外界的漏光量，尤其是在大雾、小雨、强逆风或无月的夜晚，施工应格外谨慎。针对夜间飞行的鸟类容易被人工光照明干扰，造成误撞的情况，应改进光照强度，减少迁徙季节鸟类误撞概率。红色光对于候鸟的影响相对较强，为了减少红色光对鸟类的影响，应尽量降低红光灯的使用率或使用其他照明光源作为替代品，尽量使用对鸟类影响较小的 LED 灯。

3、合理规划施工作业时间。不同季节的鸟类群落组成都有所不同，但以迁徙期的鸟类种类和数量最大。施工单位在制定施工计划、安排进度时，应减少鸟类迁徙期的影响。海鸟繁殖觅食高峰期一般是 3~6 月，这期间应谨慎施工，降低对繁殖期在海域觅食海鸟的影响。

4、加强船舶管理，避免船舶溢油事故发生，进而避免溢油风险事故对邻近海域和岛屿周边鸟类栖息地的影响；对于船舶溢油等风险事故做好突发事件预案，把减缓对邻近海域以及海岛周边鸟类栖息地的影响措施纳入到预案中加以考虑，在预案中形成明确的鸟类及其栖息地保护的措施。

5、为防范鸟类进入溢油海域捕食，建议事故发生后设置警戒船，采用声纳驱鸟方式让鸟类远离溢油污染海域。

6、加强施工建设期鸟类的监测。在施工建设期即开始对风电场海域及周边区域鸟类状况开展跟踪监测，进一步评价和验证施工期鸟类的影响，密切观测候鸟动向，并根据观测结果及时修正或者调整施工方案和施工安排。

6.1.7 通航安全保障措施

1、VTS 监管

VTS 海事监管范围应覆盖本项目水域。鉴于本项目位于舟山海域，航道较多，考虑到日后港口的发展造成船舶通航量的增加与本风电场的开发建设，有必要配备必要的监管设施，并加强海事监管。监管设施的配备应当结合附近水域的发展规划作出统一的规划和部署。

2、安全监管措施

①加强对附近水域渔船的宣传、教育、培训和监管。根据渔船的特点，与渔政部门配合对渔船进行监督和管理，使其充分认识到过分靠近风电场航行或作业的危险性，对违反规定的渔船和商船进行依法处理。

②通过发布航海通告等手段及时公布本项目所在的位置和相应的标志，提醒过往船舶、锚泊船舶注意避让本风电场。

③对施工船舶严格管理。加强施工和运输船舶人员的安全培训，确保施工船和航行于风电场工程附近的船只都要严格遵守《中华人民共和国水上水下施工作业通航安全管理规定》，保障施工正常进行和过往船只的航行安全。同时检查施工船舶的登记、检验和配员要求，及进行施工船舶的签证和安全检查等。在进行锚地等相关规划时，应当保持与本项目有足够的安全距离。

3、施工组织与安全保障措施

本项目应严格根据《中华人民共和国水上水下施工作业通航安全管理规定》要求进行施工，主要措施要求如下：

①施工前应根据施工情况，申请安全作业区。划定与施工作业相关的安全作业区必须报经海事部门核准、公告，与施工无关的船舶、设施不得进入施工作业安全作业区，施工作业者不得擅自扩大施工作业安全区的范围。

②建设、施工单位应制定并落实相应的安全生产和防污染规章，采取相应的安全措施，避免事故的发生。

③本风电场施工属于影响通航水域交通安全或对通航环境产生影响的水上水下施工，必须附图报经海事主管机关审核同意，由海事机关核准并发布航行警告、航行通告，详细通告施工作业区域和安全警戒水域范围、施工的内容、施工船舶情况及注意事项等。

④施工方在施工期间应组建通航安全管理与监督小组，保持与海事部门的沟通，与施工水域附近的过往船舶协调行动，按期完成工程，使本风电场建设给附近水域通航安全带来的影响降低到最低程度。

⑤施工方应根据国家有关安全生产的各种规定和要求，制定应急预案和应急计划，包括船舶碰撞事故应急预案、雾季船舶航行应急预案、船舶溢油污染应急预案、人员落水应急处置预案、火灾爆炸事故应急处置预案、船舶搁浅应急处置预案、对失控船舶的应急处置预案等。施工方应将上述预案报海事主管部门批准，并在遇到紧急情况时及时启动预案，并通知海事主管部门。

⑥船舶进入施工水域，应谨慎驾驶，加强瞭望，避让时注意运用良好船艺，注意与操纵能力较差的施工船舶的避让，尽量避免在施工水域附近会船和追越。在与大型施工船时注意保持足够的会遇距离，防止因大船的兴波造成船舶的横

摇而产生危险。施工单位应避免在大风、急流和大浪等影响安全的条件下强行作业。

⑦业主应选择具有优良设备的施工单位，并督促施工单位落实安全生产措施，协调施工单位与其他相关部门间的工作；施工单位应提供适航的施工船舶并保持其适航状态，遵守有关安全航行的规则和安全作业程序，加强对施工作业船舶的安全管理，同时应将参与施工作业的船舶及时报当地海事主管机关，自觉接受海事部门的监督检查，避免施工船舶引起水上交通安全事故的发生。

⑧工程区域风浪天气较多，而且由于整体组合后组合体属重大件货物，对其进行运输与安装操作时需充分考虑施工船舶的施工安全。

⑨施工方应将施工进展情况上报海事部门，征得海事部门对施工水域进行有效监管，以利航经该水域的船舶安全避让。如施工期间发生突发事故，立即启动和执行紧急预案外，应及时向海事主管机关报告。

⑩船舶在运输和安装的施工过程中尽量减小风浪对施工的影响：需要运用良好的船艺，避免船舶横风横浪；同时针对驳船的载重量，留出足够的储备浮力，以减少甲板上浪对船舶和所装载设备的安全的影响。施工方应制定详细的风浪中施工操作的应急预案并严格执行，以确保风浪中施工的安全。由于装载重大件货降低船舶的稳性，在装载、运输和安装操作时需进行详细的稳性计算，确定合理的装载与绑扎方案，装载方案应充分考虑风浪天气对船舶动稳性的影响。

⑪严禁施工作业者随意倾倒废弃物，且施工作业者有责任清除其遗留在施工作业水域的碍航物体。施工后应注意检查不要遗留碍航物。

6.1.8 陆域生态保护措施

对于定向钻施工临时占用场地，待施工结束后拆除施工平台，及时进行场地恢复及植被恢复。此外，建设单位施工前应办理好施工场地用地相关手续。

6.2 营运期环境保护对策措施

风机在风力带动下将风能转变为机械能，在齿轮箱和发电机作用下机械能转变为电能，生产过程中无“三废”排放，针对工程营运期间可能的一些影响提出如下减缓和修复措施。

6.2.1 海洋生态保护措施

1、加强管理，确保风电场正常运行

加强风电场运营管理，保证各项工程设施完好和确保安全生产是海洋生态保护最基本的措施，杜绝海洋环境污染事故。

2、设立海洋生态环境跟踪监测系统

根据海域环境特征，在风电场附近内设立长期的监测站点，对海域的各种水生生物资源(包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、渔业资源)等进行定期监测。

3、海洋生态补偿措施

为更好保护海洋生态环境，多举措推进海洋生态环境保护，建议建设单位采取增殖放流、美丽海湾建设、近岸海域污染防治（海洋污染治理）、投放人工鱼礁、种植红树林等生态补偿措施。

6.2.2 渔业生产、养殖保护措施

1、建设单位应与当地渔业行政主管部门进行充分的协商沟通，由渔业部门做好统一协调，做好渔业生产与风电场安全运行协调工作，在促进风电资源开发的同时保护渔业资源，减缓工程建设对渔业生产的影响。

2、本项目风电场建设会对渔船的正常行驶产生一定的影响，建设单位需加强对过往船舶的引导。

3、本项目营运期加强溢油风险管理，尽量避免因溢油事故对周边渔业生产、养殖业造成损害影响。

4、风电工程建设直接占用海域面积，这势必会影响周边海域部分捕捞作业渔船的通航，导致捕捞作业面积的建设，建设单位可与当地渔业行政部门协调相关事项，减少对渔业捕捞造成的损失。

6.2.3 鸟类保护措施

1、风电场区域应尽量不要安装白光灯，或尽可能少安装灯，灯的亮度和闪烁次数也要尽可能小和低。不要使用钠蒸气灯，禁止长时间开启明亮的照明设备，给需要照明的设备加装必要的遮光设施，以减少光源对夜间迁徙鸟类的干扰。

2、挪威一个研究团队在Smla风电场将风机的一个叶片涂成黑色，以减少在

附近栖息的鸟类撞击叶片。2013年8月，研究人员选取了4台风机，将每台风机中的一个叶片涂成了黑色，并继续收集数据直至2016年底，数据显示，在叶片涂成黑色后，这几台风机附近的鸟类尸体减少了71.9%。

在叶片上涂色，可以有效提高鸟类对风机叶片的辨识度和可见性，而只在一个叶片上涂色，在快速运动时可以产生“斑点”的效果，避免上述“模糊的影响”，从而减少撞击的发生。2003年，美国马里兰大学的一个团队曾做过研究，测试了鸟类对7种不同风机叶片图案的敏感度，包括条纹、交错、全黑、彩色等，测试结果表明，鸟类对全黑图案最敏感，可降低鸟只撞机风险。

3、通过安装一个最轻的重量、非常灵活的材料，如织物或密封的塑料袋，充满安全最轻的气体，如氦。在三个叶片的顶端，从鸟类在风机上空的顶部视觉，展现更多的表面积，最大限度地提高鸟的视线，防止他们接近叶片旋转的区域。

4、在风场区内安装驱鸟装置，对可能进入风场区的鸟类进行驱赶，以减少风机运行对鸟类的伤害。

5、雷达技术可以检测飞行动物何时接近，通过响应系统确定鸟类在哪个风机点位区域，远程操作风机减速。更精密的雷达系统反馈的飞行分布图不仅能判断密度，更能识别动物的体型，可以降低对大型物种和珍稀鸟类碰撞的风险，如鹤、鹰之类。

这种预警雷达技术已部署在美国德州墨西哥湾沿岸的陆上风电场。在鸟类春季迁徙期间，配合气象条件（能见度）的监测，可以判断鸟类的飞行高度、与风机叶片的距离。在到达风场时可以探测到大量候鸟，通过停止风机防止碰撞。

6、风电场建成后，开展定期鸟类监测，及时掌握风电场区鸟类信息。在遇到大群候鸟停歇风电场内及附近区域，应该谨慎对待，必要时可以考虑停机驱赶。万一发现鸟类伤亡，应及时救治受伤鸟只，鸟类观察救助站人员应当接受专业鸟类知识培训，并将伤亡记录及时向有关单位汇报。在鸟类繁殖季，候鸟大规模迁徙季节（春季3月20 日至5月30日、秋季8月1日至10月30日、冬季11月10日至次年3月5日）密切观测候鸟动向，做好观测记录。

6.2.4 废水处理措施

营运期每一个季度进行一次风机巡查维护，维护船舶每次维护产生的生活

污水量约为 1.6m^3，船舶生活污水及巡检维护船舶产生的含油污水经收集后交由有资质的单位处置。

6.2.5 噪声防治措施

工程风力发电机组、220kV 升压站位于海上，周边均无噪声敏感目标。

1、海上风机噪声

风机噪声主要包括机械和结构噪声、空气动力噪声。机械噪声和结构噪声是风力发电机组的主要噪声源，这部分噪声是能够控制的，其主要途径是避免或减少撞击和摩擦，使齿轮和轴承保持良好的润滑状态。为减小机械部件的振动噪声，可在接近力源的地方切断振动传递的途径，如以弹性连接代替刚性连接或采取高阻尼材料吸收机械部件的振动能。

风电机组的主要部件安装于机舱内部，这些部件产生的振动直接传递给机舱，引起机舱振动并产生噪声。为降低机械噪声可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；为降低风机结构噪声，建议可在机舱内表面贴附阻尼材料。

2、220kV 升压站噪声

①220kV 升压站选用低噪声变压器，保证主变噪声小于 91.2dB；

②建议主变压器与底座之间衬隔振垫，室内墙体敷设外壳为铝合金的吸音板，并将铝合金接地。

6.2.6 固体废物处置措施

1、营运期定期进行风机维护，维护船舶每次维护产生的生活垃圾约为20kg，船舶生活垃圾收集后运至陆域集控中心，委托当地环卫部门统一收集处置。本项目风机基础防撞采用钢管和橡胶护舷，废弃橡胶护舷产生量约为 300kg/次，废弃橡胶护舷收集后运至陆上集控站，委托当地环卫部门统一收集处置。

2、日常维护涉及的残废油、含油棉纱和废手套、废蓄电池收集后运回陆域统一堆放至陆域集控中心的危险废物暂存间，定期委托具备危险废物经营许可资质的专业单位接收处理。危险废物的收集和转运过程应执行《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）中的相关要求。

6.2.7 电磁影响防治措施

由于升压站的电磁影响与升压设备选型、建筑结构、平面布置、施工质量

等均有很大关系，同时随着升压设备运行时间的加长，高压设备、配件等也会逐渐老化、损坏和受到环境污染，都会使升压站的电磁场增大。为尽量减小升压设备产生的电磁场对环境的影响，提出以下防护措施：

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。

2、主变压器室应采用框架结构，钢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磁场屏蔽的效果。

3、安装高压设备时，应减少设备及其连接电路相互间接触不良而产生的火花放电；对电力线路的绝缘子和金属，要求绝缘子表面保持清洁和不积污，金属间保持良好的连接，防止和避免间隙性放电。对升压站设备的金属附件，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，控制绝缘子的表面放电。

4、220kV 升压站内所有高压设备、建筑物保证钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均应连接紧密，以减小因接触不良而产生的火花放电。主变设备、主变压器外壳以及主变室内墙体敷设的铝合金吸音板采取良好的接地措施。

5、加强营运期的海底电缆冲刷检测监控，保证海底电缆一定的埋深，避免海底电缆外露造成的电磁影响增加。

6.2.8 废气影响防治措施

鼓励企业积极履行社会责任，在后续陆域配套工程区域采取有效措施协同保障舟山环境空气质量。因本项目目前陆域区域未定，建议建设单位在后续陆域工程区域或者办公区域落实空气防护及净化措施。

6.3 环境风险防范与应急措施

6.3.1 溢油事故风险防范措施

6.3.1.1 施工期溢油风险防范措施

1、施工作业开工前按规定向当地海事局申请办妥水上、水下施工作业手续，

并获得施工许可。施工单位应根据工程施工的需要确定施工水域，申请发布与工程施工有关的航海通（警）告，以便过往船舶识别施工水域，避开航行，并报海事管理机构核准。

2、应根据工程施工水域和现场安全维护的需要，向海事管理机构申请设置施工水域警戒标志，并实施“三同时”；除了遵照避碰规则和信号规则的有关要求显示相应信号灯外，打桩船应在八字锚锚位处设置锚标；当锚缆外伸较远时，应在锚缆入水处设置相应标志，夜间应有警示灯标，在锚缆伸出方向用灯光照明，以警示过往船舶避开水下锚缆。

3、施工前，需制定切实有效的安全管理措施和风险事故应急预案，并由建设单位负责组织对海域施工人员的安全环保培训教育，特别针对施工船舶航线安全进行专业培训，同时加强设备的维护和管理，提高施工人员的安全防范意识，切实贯彻“安全第一，预防为主”的方针，预防溢油事故的发生。

4、在电缆铺设的过程中，应设置阶段性施工警戒区，随时根据电缆铺设进度及时设置施工警戒区，警戒区范围建议为海底电缆南北方向各 300m 以内水域，防止周围船舶误闯施工区域。施工船要正确显示号灯号型，加强与周围船舶的联系与沟通，避免周围船舶靠近电缆铺设区域。必要的时候联系海事主管部门，对电缆铺设给予相应的协助。

5、施工船舶应在海事机构的指导下合理设计航线，使用改正到最新的海图等航海资料，认真分析航路沿线的通航环境情况，选择气象、海况良好的航行时机，谨慎驾驶，加强瞭望，保障航行安全。

6、选择具有沿海资质的施工船舶和交通船，足额配员，船舶进入施工水域后和施工过程中，应严格按有关规定显示信号，加强值守，注意瞭望，及时主动提醒过往船舶注意避让，注意检查本船的船位，防止走锚。

7、在施工现场进行打桩作业时，打桩船舶及服务船舶均需抛锚，为避免施工船抛锚对过往船舶造成危害影响，应白天在艉悬挂经旗，夜间用探照灯向开锚锚位处水面照射。

8、本项目施发生溢油事故后，油膜最快可于 20h 进入周边生态保护红线，15h进入周边环境保护目标。若发生溢油，应第一时间启动响应，及时采取溢油控制措施，防止其油膜扩散。

9、施工船舶和相关辅助船舶，应配备雷达、AIS 等助导航设备，并在核定

的工程施工水域范围内进行施工作业和停泊，尽量减小对附近航行船舶安全航行的影响。

10、海域海况差会增加发生船舶碰撞的几率，因此海域风力增加，海浪较大时，当达到施工船舶的抗风浪等级前，施工船应停止施工作业，在气象预报风浪超过施工船抗风浪等级前，应提前撤离施工现场，就近避风。

11、施工单位应选择具备沿海航区资质、载重能力、尺度和适航性能适合工程设备和物资运输的运输船舶从事相关设备和物资的运输，杜绝内河船舶和不适航的船舶参与工程运输，以便随时出动进行应急抢救等救助工作，同时随船携带溢油防控应急物资和设备，在发生少量溢油事故时，可现场及时进行围栏清理。

6.3.1.2 营运期溢油风险防范措施

风电场场区周边分布有航道，为防范营运期船舶碰撞及溢油事故风险，必须采取相应的安全措施以保证船舶航行和风机的安全运行。

1、设定专门机构，定期对风电场场区进行巡视，安装海上风机监视系统随时掌握风电场设施水域周围的船舶航行动态。并配置有效的通讯设备，与海事主管机关随时保持通讯联系，以在发生突发事件时能及时获得海事主管机的应急援助。

2、向海事主管机关申请发布航行通告和航行警告，提出协助进行水上安全维护申请。并在以后出版的有关海图上进行标记。

3、海上风机应涂有醒目的警示色、夜间需采用警示灯的办法。在风电场场界外侧考虑设置航行警示标，以警示船舶有效避让。

4、营运期间建设单位应建立风电场安全维护和作业制度，相关制度应包括安全作业条件（如天气、海况、设备、人员等条件）、作业程序和安全技术要求等内容。作业人员应满足海上高空作业环境和海上航行环境要求，熟悉安全作业的操作规程，具备基本的海上求生技能和急救技能，避免因操作失误引发的风险事故。

5、加强风机基础冲刷监控，定期进行跟踪监控，防止风机基础淘空倒塌，如果发生风机倒塌事故，将及时上报县、市、省相关主管部门及海事、海监部门，对外发布航行预警通告，确保不对周边海上作业构成安全影响。风电场业主将及时组织吊装、施工单位，对倒塌风机及基础结构进行吊装、转运至陆上

处理，防止风机内部润滑油料泄漏，一旦发生泄漏，立即采取围油栏围挡，采取吸油毡等对泄漏油料吸附回收。围油栏和吸油毡应放置于海上升压站，同时，海上升压站应做好防撞准备（安装防撞橡胶护舷）。

6、营运期项目可能发生的事故为风机和海上升压站变压器机油泄漏事故，海上升压站设置事故油罐，将变压器油排入事故油池后全部收集后至陆域集控中心的危废暂存间暂存，而后委托有资质的单位处置。事故油罐仅用于事故过程，不能用作他用。项目风机内设有专门的废油桶。

7、定期进行检修、试验，及时消除缺陷，使变压器处于良好的状态；使用合格变压器油，定期检查油质、油量以及是否有漏油现象，如果发现上述现象应及时进行消堵。

8、控制污染源，采取堵漏等措施。围控污染物，有效布放围油栏，进行污染物围控和导流。消除和回收海面污染物。

6.3.2 海底电缆保护措施

针对营运期海底电缆外露的风险，应加强营运期海底电缆的防护措施，切实保护海缆和工程的安全运行。

1、对海底电缆管道保护区和海底电缆管道的线路等设置标识。国家鼓励海底电缆管道所有者对海底电缆管道保护区和海底电缆管道的线路等设置标识。设置标识时，应向县级相关行政主管部门备案。同时，可以对海底电缆管道采取定期复查、监视等其他保护措施。

2、对于可能出现海床演变、局部冲刷较严重的区域，采取海缆 S 型敷设的措施，预留足够的海缆长度，以便在海床冲刷电缆出露后可通过电缆自重下沉至海床面而不致形成悬空。

3、加强跟踪监测，在工程运行过程中，若因海床整体演变等原因造成海底电缆外露，需根据外露区域的工程地质条件选择合适的后续保护工程，如抛填级配块石，设置预制水泥盖板，布设钢丝铅笼网兜等设施。

6.3.3 环境风险应急措施

按照我国政府加入的《73/78 国际防止船舶造成污染公约》附则I（防止油污染规则）第 37 条（船上油污染应急计划）的规定，150 总 t 以上的非油轮船舶自 1995 年起船上已制定了《船上油污应急计划》。一旦该船发生溢油污染事故，

首先要启动该《船上油污应急计划》，同时请求海事主管部门给予支援控制和清除油污染（支援者可要求合理的清除费）。

1、应急计划区

本项目应急计划区主要为风电场区、海缆敷设线路附近，一旦发生溢油事故，将依托于舟山市应急处理力量对溢油事故进行处置，并启动应急程序。应急事件包括船舶碰撞、倾翻油品泄漏等突发性海上溢油事故。

2、应急组织机构、人员

①应急领导机构

现场应急领导机构由建设单位分管环保的领导、环境保护管理办公室负责人、承包商单位分管环保的领导组成。应急领导机构负责船舶污染应急防备和应急清除工作的组织和指挥。

②应急指挥部

由建设单位成立应急指挥部，负责船舶污染应急防备和应急清除工作的组织和指挥，并设日常办公机构，挂靠在行政人事部，负责应急指挥部的日常工作。应急指挥部成员由公司领导层、高级指挥人员和公司各部门负责人组成。

总指挥可由应急指挥部指定，必须是高级指挥人员。总指挥应当具备对船舶污染事故应急反应的宏观掌控能力，能够根据事故情形综合评估风险，及时做出应急反应决策，有效组织实施，并应当通过中华人民共和国海事局组织的培训、考试和评估，取得培训合格证书。

③现场指部

现场指挥部，由应急指挥部指派到溢油事故现场的临时指挥机构，在应急指挥机构的统一领导下，负责船舶污染事故现场的应急组织、协调和指挥。根据船舶污染事故现场情况，制定具体的污染清除作业方案，并组织应急作业组开展污染物清除和污染物处置作业。现场指挥官由应急指挥部指派，必须由中级以上指挥人员担任。

现场指挥官应能根据指挥机构的对策，结合现场情况，制定具体的清污方案并能组织应急操作人员实施，并应当通过中华人民共和国海事局组织的培训、考试和评估，取得培训合格证书。

④应急作业组

根据应急救援的需要，在应急指挥部领导下组建应急作业组，包括污染物

清除作业组、污染物处置作业组、后勤保障组、通讯保障组、医疗救治组、取证与费用记录组等，具体负责协议单位船舶各类突发事件的污染处置工作。

污染物清除作业组和污染物处置作业组人员应由应急操作人员组成。应急操作人员应具备应急反应的基本知识和技能，正确使用应急设备和器材，实施清污作业，并应当通过相关海事局组织的培训、考试和评估，取得培训合格证书。

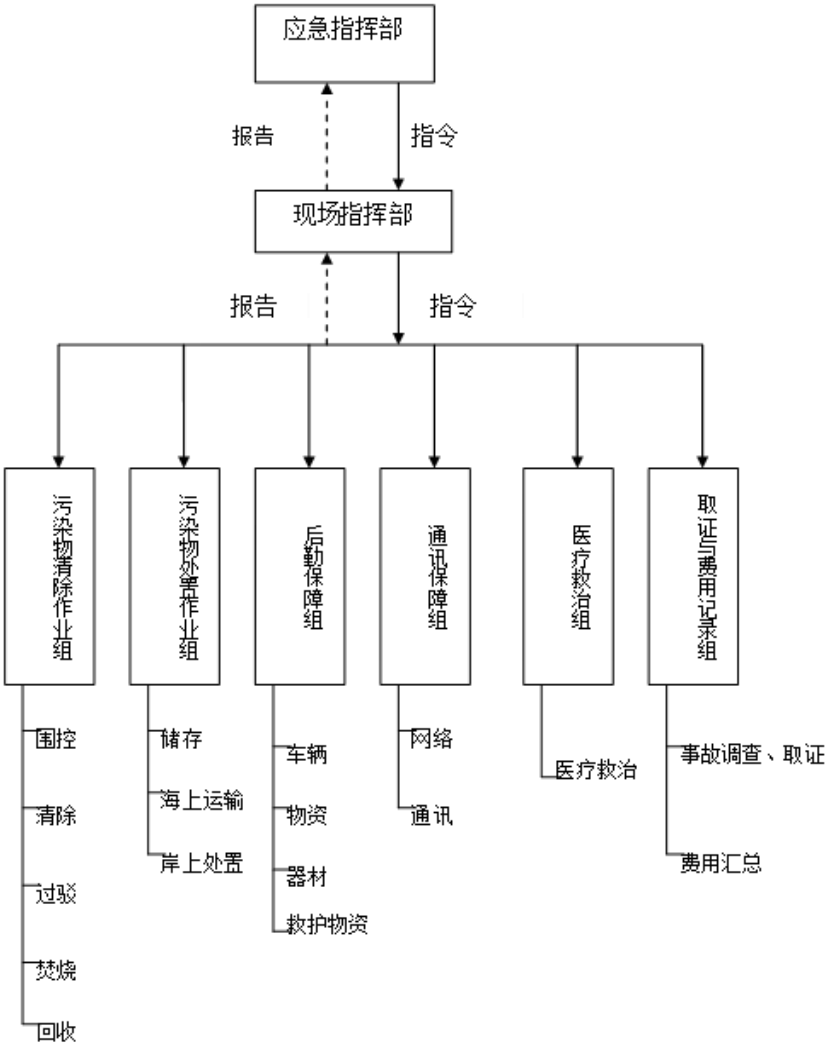


图 6.3-1 溢油事故应急程序图

3、预案响应

海上溢油事件按照先企业自救，本项目位于浙江省舟山市，属于舟山海事局管理范围内，本项目所编制的应急预案应纳入舟山市以及浙江省的船舶污染应急预案中。发生任何海上溢油事件，首先是企业利用自身具备的应急救援资源积极自救，第一时间防止污染扩散，同时将事故上报舟山市海事局海上搜救

中心；舟山市海上搜救中心在接到求救信息后必须积极响应；如果发生大型事故，则启动省级预案，省级预案启动前事发地海上搜救中心必须启动市级预案进行先期处置。

在发生油污溢漏事故时，建设单位与施工单位应迅速采取应急处置措施，以控制和减少溢漏。建设单位与施工单位应编制溢油应变部署表，张贴于施工船上适当位置。所有施工人员都应熟知其在事故应急中的职责分工。一旦发生泄漏事故，一经发现，船长或其他工程负责人应立即发出报警，组织全体海上施工人员开展应急反应。主要包括以下应急反应措施：

① 停止施工，发出应急警报，启动应急反应程序；

② 探明施工船舶或其他船舶的受损情况（在未查明破口对船体稳性和强度影响前，应采取措施使尚未脱离的两船碰撞部位，保持不分离）；

③ 测定碰撞位置附近的液舱（含淡水舱、压载水舱），双层底及污水井中的液位和水深变化情况，确定船体破损情况；

④ 如发现船体破损进水，应立即查清破口部位和破损程度，评估对船舶的整体结构（应力和稳性损失）的影响，可能的话，应采取排水、堵漏、补焊等抢救措施；

⑤ 如发现破口部位有油类液体外溢，应迅速查明溢漏源，采取转驳措施，设法将破损油舱中的油类液体驳入其他完好舱室；

⑥ 如果船舶遭受到较大的结构损害，可能需要将全部或部分货物/燃油驳运到其他船舶，施工单位应安排专门的接收船舶进行“船对船”驳运操作，船对船的驳运操作应报当地海事管理机构审批；

⑦ 当甲板上发生溢漏，应进行隔离，防止溢漏物进入水体中造成污染(如堵塞甲板排水孔)，使用专用材料（如吸附材料）进行清除；用于隔离、转移或清除溢出物的材料应收集和隔离，防止发生其它危害，如火灾、爆炸、有毒或易燃蒸汽的释放等。这些材料应妥善保存，直至转至岸上接收设施；

⑧ 如果溢油进入水体中，当船舶和人员的安全明确后，应在工程应急指挥部的领导下，采取围控和清除（如：分散，吸收，中和）措施。

⑨ 一旦发生溢油事故除自身立即采取围控和清除措施外，应该立即联系工程海域周边的应急力量协助清理。建设单位需与周边有能力的船舶污染应急单位签订应急处置协议，以便于施工情况下能够调用资源进行应急响应。

⑩ 事故处理完毕后，应将事故原因、溢液量、污染清除处理过程、污染范围和影响程度，书面报告海事与生态环境管理部门，并接受调查，按实际情况确定由事故溢液造成受损失的赔偿费用，经法院最终裁决后，给予经济赔偿。

4、溢油应急救援保障

1）本项目应急资源

施工期间配备必要的消防、救生和防污安全设备放置于专门的施工拖轮上，并保持良好的技术状态。存放消防、救生和防污安全设备的船舶必须全天候值守，以备事故情况下急用。溢油防污应急设备包括：围油栏、吸油材料等，同时，海上升压站应配备一定的橡胶防撞护舷。

一旦发生溢油事故应第一时间启动应急预案，并调用工程自身的防污设备将油污控制在事发点。应急预案应按照相关部门要求进行编制。

2）外部应急资源

①设备库

A、宁波舟山

舟山宁波区域现有应急力量主要包括舟山国家溢油应急设备库 200t（岱山）、宁波国家溢油应急设备库 1000t（北仑）、舟山外钓岛溢油应急设备库 1000t、黄泽山应急设备库 670t 等。

舟山-宁波海域主要的溢油应急设备库、储备点分布情况见下图，溢油应急能力汇总见表 6.3-1。

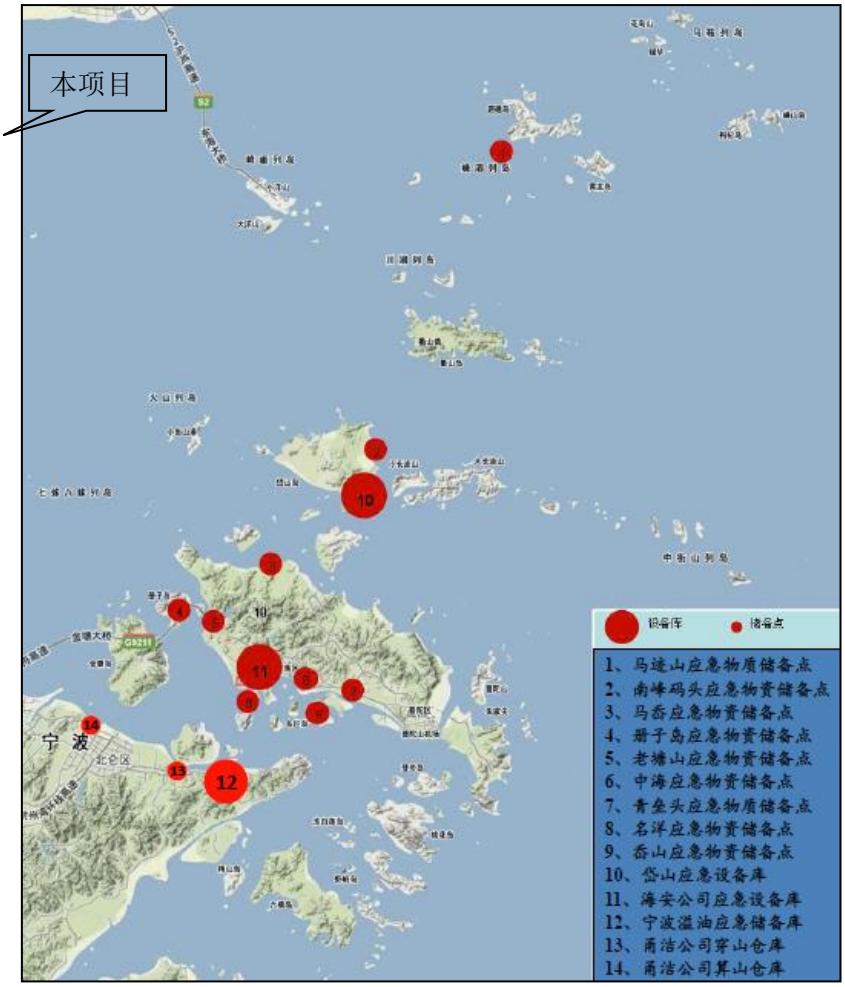


图 6.3-2 舟山-宁波海域主要溢油应急设备库分布示意图

表 6.3-1 舟山-宁波海域主要溢油应急设备库汇总表

应急物资储备点（库）		位置	距离(km)	溢油控制能力(t)
舟山国家溢油应急设备库		舟山岱山	68.7	200
宁波国家溢油应急设备库		宁波北仑	79.8	1000
舟山海事局溢油设备(部分)	南峰码头应急物资储备点	舟山岱山	69.5	30
	马岙应急物资储备点	舟山定海	65.6	
	册子应急物资储备点	舟山定海	63.2	
舟山海安溢油应急处理公司		舟山临城	78.1	500
宁波甬洁溢油应急服务公司		宁波北仑、大榭	75.0	
舟山实华原油码头有限公司		舟山册子岛	62.1	150
舟山外钓岛溢油应急设备库		舟山外钓岛	62.9	1000
黄泽山应急设备库		舟山黄泽山岛	67.3	670
嵊泗马迹山应急设备库		舟山马迹山	74.2	500
合计				5780

B、洋山港区

洋山深水港区已配备一座溢油应急设备库，位于洋山三期冠东码头内，该设备库由上海港兴晟海上应急服务有限公司运营。该设备库配备有 2 艘应急处置船舶（晟敏 3、东雷 6），距离本项目风场区海域约 47.2 公里。设备配备情况见表 6.3-2。洋山深水港区兴晟海上应急服务有限公司溢油应急设备库综合清除控制能力约为 100 吨。



图 6.3-3 洋山深水港区已建溢油应急设备库位置示意图

表 6.3-2 洋山港区应急库设备一览表

序号	类别	设备名称	规格	数量	单位	备注
1	充气式围油栏	充气围油栏 200m/卷	WQJ-1500	19	卷	3800m
		充气围油栏动力站	WQD1500	8	台	
		充吸气机	CQJ3.5	9	台	
2	防火式围油栏	防火围油栏 900mm	WGJ900H/750H	400/200	米	900 型 400m，750 型 200m。
		防火围油栏储存架 10 套		10	个	
3	岸滩围油栏	岸滩围油栏	WQV750T	4000	米	
		充水机（冲水泵）	KDP-20	6	台	
4	浮子式围油栏	橡胶浮子围油栏（黑色）	WGJ900 / WGJ1100	4000/1390	米	900 型 4000m，1100 型 1390m（790 米采购中）
		PVC 浮子围油栏	PVC900/600	300/1040	米	总高≥900mmPVC 围油栏 300m，总高≥600mmPVC 围油栏 PVC 围油栏 1040m。

5	收油设备	动态斜面收油机 高	DXS150 /DXS30 / 撇油船	5	套	2 套回收能力为 150 m³/h，3 套回收能力合计 86 m³/h， 五套收油机回收能力共计为 386m³/h
		收油网（油拖网） 高 6m³/h	FW-6	9	套	合计回收能力为 54m³/h
		转盘刷式收油机 中、 低 100m³/h	ZSJ50	2	套	适合中、低粘度的收油机 22 台，共计回收能力为 453m³/h。总收能力共计 893m³/h。
		Vikoma15/20/50/100		4	套	
		自航式收油机、绳式收油机、桶式收油机		3	套	
		堰式收油机、扇形收 油机		13	套	
8	分散剂	分散剂	常规型（t）	54	桶	51.92t
9	便携式喷洒装置	便携式喷洒装置	PS40	10	台	
10	船用喷洒装置	船用喷洒装置	PS140B	6	台	
11	清洁装置	冷水高压清洗装置	JYCC2016D	2	台	流 量 16L/min， 压 力 20Mpa
		鲸鱼/进口高压清洗装置	JYCH0815B/STR P11	7	台	流 量 15L/min， 压 力 8Mpa。
12	吸附材料	吸油毡	pp	7.7	吨	
		吸油拖栏	xty200	5040	米	
		索科洛化学品吸附剂	索科洛 10kg/包	5.07	吨	
13	应急卸载泵	应急卸载泵 300m³/h	XZB300/DHP120	3	套	900m³/h
14	齿轮泵	齿轮泵 3m³/h	5.5kw	2	台	6m³/h
15	叉车	叉车	3T	1	辆	
		叉车	6T	1	辆	
16	应急箱	应急处置箱	40 英尺	1	只	
17	储油装置	储油囊/临时储油装置		6	个	容积共计 305m³

②浮油回收船

截至目前，舟山辖区已拥有可调用的溢油回收船 7 艘、辅助船舶 135 艘、收油机 68 台、围油栏 97244 米、消油剂 206.71 吨、吸油材料 232.1 吨、化学吸附剂 8 吨、喷洒装置 105 台、卸载泵 79 台、清洗装置 24 台、储存装置 14735.2m^3。

③应急人员队伍

应急人员队伍包括专业应急队伍、兼职应急队伍和志愿者队伍。随着社会清污力量的增强，舟山市的应急人员队伍也随之发展壮大。目前，舟山市现有

溢油应急队伍 55 支，溢油应急人员 459 人。其中，一级污染清除单位舟山海安溢油应急处理有限公司配有一支 50 余人的专业溢油应急队伍，包含多名清污高级指挥、现场指挥和现场操作人员。

3）项目溢油应急资源

a、队伍保障

建立与处置各类突发事件有关的政府部门、机构、专家、设备供应商等的联系渠道，建立社会化应急联络保障机制。

b、物资与资金保障

应采取相应措施、保障突发事件应对工作所需经费、物资。行财科根据实际应急筹要确定、落实资金与物资保障、应急办公室负责监督应急物资与资金储备情况。科学合理确定物资储备的种类、方式和数量、同时加强对应急物资的采购、储备、管理等环节的监督检查。

c、应急设备、设施保障

应配备相应必要的应急设备、设施等，并定期检测、维护，使其处于良好状态，确保突发事件发生时的正常使用。

d、应急通信保障

在任何情况下，保障和建设单位之间至少有一种通信方式(有线通信、无线通信、卫星通信等)畅通。

e、本项目溢油应急资源

由于周边环境敏感目标较多，为确保发生溢油风险事故期间可及时开展清污作业，防止溢油事故发生后，油污大范围扩散，建议建设单位配备一定数量的防油污应急物资，以备发生事故期间应急响应。

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）的规定，本项目参考从事装卸作业的新建码头，需要满足一级防备的要求，应急防备能力目标要求见表 6.3-3。

表 6.3-3 水上溢油应急防备等级要求

应急防备等级	应急资源拥有方式	防备能力配备要求		自接到应急响应通知后应急反应的时间最低要求（h）
		占区域溢油应急防备目标比例	满足潜水和岸线清污作业的占比	
一级防备	自有、联防或者购买应急防备服务	5%~10%（含基本防备）	20%	4
二级防备	与上一级应急预案衔接或联防安排	50%-60%		24
三级防备	在应急预案中识别周边可协调的应急资源	40%-50%		48

本项目各事故情形可能最大水上施工溢油事故溢油量为 82.6t，结合周边环境敏感性，选取可能最大事故 10%作为一级防备应急能力配备要求，即 8.3t，因此本项目配备的应急资源至少应满足处理 8.3t 溢油事故的应急能力。按照 JT/T 877 分别计算需要配备的应急设施设备和物资的种类和数量。

①围油栏

依据《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877）围油栏配备总数量 $L_{总}$ 见式 6.3-1：

$$L_{总}=L_{围控所需}+L_{收油用}+L_{导流配套}+L_{防护配套} \quad （式 6.3-1）$$

式中：

$L_{围控所需}$——溢油源围控所需围油栏数量，$L_{围控所需}=3\times(B+W)\times N_1$，B 为最大尺寸船舶船长，约 80m；W 为最大尺寸船舶船宽，约 40m；N_1 为围油栏布放的层数，本次取 2；

$L_{收油用}$——收油用围油栏数量，$L_{收油用}=D\times100$；D 为“收油系统”数，本次取 3；

$L_{导流配套}$——导流配套的围油栏数量，$L_{导流配套}=U\times N_2$，U 为一组围油栏的长度，N_2 为所需导流的围油栏组数；

$L_{防护配套}$——防护配套围油栏数量，$L_{防护配套}=（L_{围控所需}+L_{收油用}+L_{导流配套}）\times k$，k 的取值区间为 0.2~0.5，环境敏感度越高，取值越大；本次取 0.5；

该项目最大船型为 10000t 级驳船，则围油栏总长度：$L_{总}=3\times（B+W）\times N_1+D\times100+U\times N_2+（3\times（B+W）\times N_1+D\times100+U\times N_2）\times k=1830m$

因此，该项目最低要求配备应急型围油栏 1830m。

②收油机

收油机回收能力计算公式见式 6.3-2：

$$E=T\times P/(\rho\times\alpha\times Y\times h\times(1-\varphi_1)) \quad （式 6.3-2）$$

式中：

E——收油机回收能力，m^3/h；

T——溢油量，溢油应急能力目标 8.3t；

P——收油机回收占溢油的比例，本评价取 60%；

α——收油机回收效率，本评价取 7%；

Y——收油作业天数，本评价取 3 天；

h——每天收油作业时间，本评价取 8h；

ρ——回收油品的密度，燃料油为 $0.835t/m^3$；

φ_1——富裕量，根据经验，本评价取 20%；

根据计算收油机回收能力为：$4.4m^3/h$。

③吸收吸附材料

常规的吸附材料为吸油毡，也是目前处理日常作业小型船舶污染事故的常用材料之一，它主要将水面溢油直接渗透到材料内部或吸附于表面，以便于回收溢油，通常有聚氨酯、聚乙烯、聚丙烯、尼龙纤维和尿素甲醛泡沫等材料。我国行业标准规定，其吸油性应达到本身重量 10 倍以上，吸水性为本身重量 10%以下，持油性保持率 90%以上。所需数量 I 见式 6.3-3：

$$I=\frac{T\times P}{J\times K\times P_1} \quad （式 6.3-3）$$

式中：

I——吸油毡数量，t；

T——溢油总量，8.3t；

P——吸附回收量占总溢油量的比例，取 20%；

J——实际吸附倍数，≥10 倍；

K——持油性保持率，≥90%；

P_1——吸收吸附加权系数，取 0.3。

经计算，该项目需要配备 0.61t 吸油毡。

④溢油分散剂

溢油分散剂配备数量见式 6.3-4：

$$G=T\times10^3\times P\times R \qquad （式 6.3-4）$$

式中：

G——需喷洒的溢油分散剂数量，kg；

T——溢油总量，8.3t；

P——溢油分散剂处理溢油数量占总溢油量的比例（%），取 30%；

R——溢油分散剂与油的用量配比，常规型分散剂取值为 0.3~1，浓缩型分散剂取值为 0.1~0.2，本次取 0.3；

根据计算本项目需要配备的溢油分散剂配备数量为 747kg。

⑤溢油分散剂喷洒装置

溢油分散剂喷洒装置喷洒速率计算公式见 6.3-5：

$$V=\frac{G}{\rho_1\times Y\times6\times60} \qquad （式 6.3-5）$$

V——喷洒速率，L/min；

G——需喷洒的消油剂数量，747kg；

ρ_1——溢油分散剂密度（kg/L）。

计算的消油剂喷洒装置喷洒速度应不低于 0.518L/min。

⑥储存装置

海上溢油的临时储存和转运设备可使用船舶货仓、油舱，油驳等，也可使用浮动油囊和轻便式储油罐。

该项目临时储存能力建议不应小于 10m^3。建议本项目配备轻便储油罐 1 套，总容量 10m^3。本项目施工期应急设备应放置在大型施工船上。

表 6.3-4 本项目施工期溢油应急设备配置明细表

序号	应急设备名称	单位	数量	备 注	是否为基本应急设备
1	围油栏	m	1830m	满足抗风速大于 10m/s，抗波高大于 1.2m，且栏高≥1100mm。	是
2	吸收吸附材料	t	0.61	吸油性应达到本身重量 10 倍以上，吸水性为本身重量 10%以下，持油性保持率 90%以上；	是
3	溢油分散剂	kg	747		是
4	溢油分散剂喷洒装置	套	1	消油剂喷洒装置喷洒速度应不低于 0.518L/min	是
5	收油机	台	1	收油能力不小于 4.4m^3/h	是
6	储存装置	套	1	临时储存能力建议不应小于 10m^3	是

事故发生后在利用自身污染防控设施控制溢油污染的同时，立即通知周边溢油应急力量，本项目在加强应急设备配备、建立应急预案和联动机制下，可在溢油事故发生后立即启动溢油应急响应（施工船舶随带溢油物质），确保油膜进入周边保护区海域（15h）前，对油膜进行围栏拦截。

项目营运期主要发生机油泄漏的位置是海上升压站及风机，在升压站主变下方设有一座事故油罐（90 m^3）、风机内设有风机废油桶。为应对机油泄漏入海的影响，需在升压站区域配置一定的溢油风险物质，详见下表。此外。本项目距离最近的溢油应急设备库洋山深水港区溢油应急设备库 47.2km，其综合清除控制能力约为 100 吨，应急设备船舶预计可在 1.9h 后到达项目风场区。

表 6.3-5 本项目营运期溢油应急设备配置明细表

序号	应急设备名称	单位	数量	备 注	是否为基本应急设备
1	围油栏	m	100m	满足抗风速大于 10m/s，抗波高大于 1.2m，且栏高≥1100mm。	是
2	吸油毡	m^2	200	吸油性应达到本身重量 10 倍以上，吸水性为本身重量 10%以下，持油性保持率 90%以上；	是

⑦监督管理

A、预案演练

建设单位应建立应急演练制度，制定突发环境事故应急预案，制定每年的演练计划，根据实际情况采取实战演练、桌面推演等方式，组织开展人员广泛参与、处置联动性强、形式多样、节约高效的应急演练，以检验、改善和强化应急响应和应急处置的能力。演练结束后，应对演练效果进行评估和总结。

B、宣传和培训

建设单位应向施工单位广泛宣传应急法规制度和预防、避险、自救、互救、减灾等常识，增强干部的忧患意识、社会责任意识和自救、互救能力。

C、责任与奖惩

建设单位应急处置工作实行行政领导负责制和责任追究制。

违反本预案规定，不履行职责的，由上级单位责令改正、通报批评、给予警告；有下列情形之一的，根据情节对直接负责的主管人员和其他直接责任人员给予处分构成犯罪的，依法追究刑事责任。

1) 未依照本预案的规定履行报告职责，对突发事件隐瞒、缓报、谎报或者

授意他人隐瞒、缓报、谎报的；

2) 未认真调查突发事件情况，造成错误评估判断或提出不当防治、处理建议，并造成不良后果的；

3) 不服从突发事件应急指挥部统一调度指挥的；

4) 未按要求保证和落实应急处置所需的人员、资金和物资的；

5) 未能及时采取有效措施延误时机的；

6) 在突发事件发生期间，散布谣言、扰乱工作秩序的；

7) 担负应急任务的工作人员拒不接受工作任务，借故推诿拖延、擅离职守或者临阵脱逃的；

8) 在突发事件处置、调查工作中有其他玩忽职守、失职、渎职行为的。

6.4 环境保护措施汇总

工程建设中必须严格执行环境保护“三同时”制度，确保各类环保设施的正常运转。本项目环境保护对策措施一览表详见表 6.4-1。

表 6.4-1 环境保护措施一览表

项目		具体内容	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
水环境保护		污水收集措施	1#施工区岱山海上风电专用基地作为依托过程，已办理相关环保手续，其施工人员产生的生活污水纳入市政污水管网，不在本次评价范围内；2#海上施工区产生的船舶含油废水及船舶生活污水委托有资质的单位统一收集和处置；3#施工区施工人员生活污水利用移动式化粪池接收后定期至陆上污水井进入市政污水管网。 登陆段定向钻施工产生的泥浆废水经沉淀池处理后，上清液仍回用于定向钻施工，泥浆、钻渣分离后堆存在干化池中，自然干化运至由政府部门指定合法消纳场进行处置。 定向钻施工场地机械、车辆冲洗废水经沉淀处理后回用于场地洒水降尘。 此外，加强施工设备的管理与定期养护，杜绝石油类物质泄漏，减少海水受污染的可能性。	统一收集和处置，对周边环境无污染影响。	工程海域、施工区，施工期	建设单位主体管理，施工单位使用和管理、维护
			营运期船舶含油污水及巡检人员生活污水经收集后委托有资质的单位收集上岸处置。		风场区	建设单位
固体废物处置	施工期生活垃圾处置	垃圾桶	根据需要在施工船舶上设置分类垃圾桶，而后委托当地环卫部门统一收集处置。陆域施工营地设置垃圾桶委托环卫定期清运。施工中禁止任意向海洋抛弃各类固体废物，同时应尽量避免各类物料散落海中。	统一收集后委托当地环卫部门统一收集处置，对周边环境无污染影响	施工场地内，与其建设同步	施工单位、建设单位建设、使用和管理
	施工期钻渣	钻渣处置	定向钻施工产生的钻渣由施工单位运至当地政府部门指定的建筑垃圾消纳场处置。	合理处置，对周边环境无污染影响	施工场地内，与其建设同步	施工单位、建设单位建设、

						使用和管理
	营运期废弃橡胶护舷	废弃橡胶护舷收集桶	废弃橡胶护舷产生量约为 300kg/次，废弃橡胶护舷收集后运至陆上集控站，委托当地环卫部门统一收集处置。	统一收集后委托当地环卫部门统一收集处置，对周边环境无污染影响	营运期，风场区	建设单位建设、使用和管理
	营运期检修废油	收集装置	风机检修润滑油约 5.06t/a，收集后运至陆上集控站，由有资质单位处理	交由资质单位单位处理，不外排	营运期，风场区	建设单位建设、使用和管理
	含油棉纱、废手套	收集装置	产生含油棉纱 29kg/a、废手套 40kg/a，运回陆域统一堆放在集控中心的危废暂存间内，而后委托有资质单位进行处置	由具备资质的专业处理单位接收处理	营运期，风场区	建设单位建设、使用和管理
	运行期海上升压站检修废蓄电池	收集装置	海上升压站废蓄电池 15t/10a，运回陆域集控中心统一暂存在集控中心的危废暂存间内，而后委托有资质单位进行处置	由具备资质的专业处理单位接收处理	营运期，海上升压站	建设单位建设、使用和管理
海洋生态保护	渔业资源补偿	生态补偿	采取增殖放流、美丽海湾建设、近岸海域污染防治（海洋污染治理）等生态补偿措施	按照相关主管部门的要求，按时完成增殖放流的品种、数量，不会对工程海域生物资源造成明显影响	风电场影响海域，施工完成后的 3 年内完成	建设单位落实，可委托专业单位
		渔业捕捞补偿	与当地渔业行政部门协调相关事项，减少对渔业捕捞造成的损失。	减少项目的建设而带来的渔业捕捞损失	风电场影响海域，施工完成后的 5 年内完成	建设单位落实
	风机页片涂色	29 台风机的叶片进行涂色	增加风机叶片可见度，减少鸟撞概率；形成鸟类适宜栖息地	风机叶片，与风机安装同步	风机叶片，与风机安装同步	建设单位落实，可委托叶片厂家及护套厂家
	施工过程		优化施工方案，加强科学管理；严格限制工程施工区域在其用海范围内；打桩时采用软启动方式；风机打桩采用软启动的打桩方式；施工海域设置明显警示标志，告知施工周期，明示禁止进行张网捕捞活动的范围、时间；做好施工期的海水环境跟踪监测与环境监理工作；采取水下噪声对海洋动物影响减缓措施，施工期水下打桩	减小施工过程中对海洋生态的影响	施工过程控制	施工单位、建设单位实施和管理

			中应严格确立在距离桩基 3.48km 范围为哺乳动物和石首鱼科受水下噪声影响的危险区域；进行生态补偿。 风机和海上升压站基础施工应避开 5-9 月鱼类产卵繁殖高峰期，220kV 送出海缆应避开 2~4 月鳗苗捕捞旺季。			
陆域生态保护	施工前		建议建设单位施工前应办理好施工场地用地相关手续，同时，应做好公益林占用的合法手续及补偿方案。	减小项目建设对陆域生态的影响	施工前控制	施工单位、建设单位实施和管理
	施工结束后		陆域临时占地施工结束后将通过植被恢复、表土回填、落实土地复垦方案等方法恢复其原有土地功能，对生态和公益林影响是短暂的、可恢复的。	减小项目建设对陆域生态的影响	施工后控制	施工单位、建设单位实施和管理
声环境保护	噪声防治	管理措施	加强施工设备的维护保养；依法限制夜间施工。	施工期场界噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的限值要求；	施工临时场地，施工期间实施	施工单位、建设单位实施和管理
		工程措施、管理措施	施工船舶应有效控制主辅机噪声；可能选用低噪声施工设备，风机、升压站基础打桩施工时，采用环保型液压式打桩；陆上登陆点施工场地周围应尽早建立围墙等遮挡措施。 为降低机械噪声可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；为降低风机结构噪声，建议可在机舱内表面贴附阻尼材料。 建议主变压器与底座之间衬隔振垫，室内墙体敷设外壳为铝合金的吸音板，并将铝合金接地。	营运期海上升压站厂界噪声达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)3 类标准	营运期，海上升压站	建设单位
电磁环境保护	电磁辐射污染防治	保护措施	选用带有金属罩壳的电气设备；主变压器室应采用框架结构，钢避免出现高电位梯度点；安装设备时应遵循相关安装要求；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	《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中关于工作曝露控制限值的有关要求	营运期，海底电缆及升压站	建设单位

			施；加强营运期海底电缆冲刷检测监控，避免海底电缆外露造成的电磁影响增加。			
环境空气保护	大气污染物控制	管理措施	施工船只管理、机械设备维护保养等管理措施；施工期船舶应使用硫含量不大于0.5%m/m 的船用燃油。	大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)无组织排放限值	施工临时场地，施工期间实施	施工单位、建设单位实施和管理
鸟类保护	鸟类保护	保护措施	风电场区域应尽量不要安装白光灯，或尽可能少安装灯；在风场区内安装驱鸟装置；在鸟类迁徙期（春、秋季节）要加强灯光使用管理，严格控制光源使用量；合理规划施工作业时间；加强施工建设期鸟类的监测；在风机叶片上进行涂色；安装一个最轻重量、非常灵活的材料，充满安全最轻气体，增加鸟类在风机上空顶部视觉的表面积；风电场建成后，开展定期鸟类监测，加强对鸟类的观察监测。加强对施工人员的环保教育，严格执行施工操作规程，保护鸟类生境。	减少鸟类撞机事件，加强鸟类保护	营运期，风场区	建设单位
环境风险预防措施	监控设施	监控管理	风电场设现场监控系统，制定运行维护安全措施	/	风电场内，与其建设同步	施工单位、建设单位建设、使用和管理
	应急设备	变压器	事故油罐 90m^3	/	升压站，与升压站建设同步	建设单位建设、使用和管理
		围油栏及溢油船舶等	施工期应急船舶和营运期在大型船舶上配备放置围油栏、吸油毡等环境风险应急设备物资，在加强应急设备配备和建立应急预案和联动机制下，能够在油膜抵达环境敏感区之前对油污进行拦截；海上升压站设置橡胶防撞护舷，营运期应制定应急预案。	配置溢油应急设备，并依托区域应急力量	与其建设同步	施工单位、建设单位建设、使用和管理

环境管理	环境管理情况	风电场环保管理	设专职人员对风电场环境保护工作统一管理	/	风电场内，施工期及营运期	建设单位实施和管理
	环境监理	环境监理	采用巡视方式进行环境监理	/	工程影响范围，施工期	建设单位落实，可委托专业单位
	环境监测	环境监测	海洋生态、渔业环境、海水水质监测以及鸟情观测、冲淤观测等	/	监测计划范围内，施工期及营运期	建设单位落实，可委托专业单位

7 环境经济损益分析

7.1 环保投资估算

工程环保投资主要包括水环境保护、固废处理、海洋生态资源修复和鸟类保护、环境监测及独立费用等，总投资 917.88 万元，具体详表 7.1-1。

表 7.1-1 环保投资概算表

序号	项 目		费用（万元）	备 注
一	环境保护措施		207.88	
1	海洋生态资源补偿		197.88	渔业资源、生态补偿
2	鸟类保护		10	风机涂色、驱鸟装置、鸟类救助
二	环境监测措施		345	
1	施工期及验收期	海洋生态、海水水质等监测	60	
2		渔业资源监测	40	
3		鸟类观测	70	
4		水下噪声监测	30	
5		小计	200	
6	营运期	海洋生态、海水水质、沉积物等监测	40	
7		渔业资源监测	30	
8		水下噪声等监测	20	
9		鸟类观测	50	
10		冲淤观测	/	
11		升压站噪声、辐射监测	5	
12		小计	145	
三	环境保护设备		120	
1	营运期生活污水处理		10	委托资质单位处置
2	环境风险应急设备		110	事故油罐、吸油毡、围油栏等材料、制定应急预案
四	环境保护临时措施		45	
1	水环境保护工程		30	
1）	施工期船舶含油废水委托处理		20	委托处理费用
2）	施工期污水处理		10	海上生活污水委托处理，登陆施工人员生活污水利用临时污水处理设施，定向钻泥浆废水、机械车辆冲洗废水汇入沉淀池
2	固体废弃物处理		5	固废收集装置及清运处置费用、定向钻钻渣处置费用

3	环境空气保护	0	宣传和管理
4	噪声防治	5	减震措施、隔震垫、采用环保型液压式打桩机
5	施工溢油应急设施	5	
五	独立费用	200	
1	竣工环保验收调查	100	
2	环境保护措施设计	50	
3	施工期环境监理	50	
六	合 计	917.88	

7.2 经济效益分析

7.2.1 直接经济效益

风力发电是新能源中技术最成熟、最具规模开发条件和商业化发展前景的发电方式之一。本项目经济效益主要为风力发电收入。本项目装机容量 396MW，设计年平均上网发电量 120057 万 kWh。项目的风力发电收入计算方法如下：

发电收入＝上网电量×上网电价

上网电量是指在设计电量中扣除各项损耗之后的电量。

根据新出台的《中华人民共和国可再生能源法》，风能发电上网电价由国务院价格主管部门根据不同类型可再生能源发电的特点和不同地区的情况，按照有利于促进可再生能源开发利用和经济合理的原则确定，并根据可再生能源开发利用技术的发展适时调整。项目可研阶段初拟上网电价为 0.4063 元/kWh，因此预计项目生产期内年均产生经济效益约 48779 万元/a。

7.2.2 社会效益

本项目的建设可作为主网的补充电源，直接向当地电网供电，减轻主网的潮流输送并相应减少线损，从而有助于满足区域负荷发展的需要。实现电力一次能源多样化，对促进区域经济和社会可持续发展将产生积极的作用。

建设风电场，会带动地区相关产业如建材、交通、设备制造业的发展，对扩大就业和发展第三产业将起到促进作用，从而带动和促进地区国民经济的全面发展和社会进步。随着风电场的相继开发，风电将为地方开辟新的经济增长点，对拉动地方经济的发展，加快实现小康社会起到积极作用。

综上所述，本项目对于促进当地相关产业，带动地方经济快速发展将起到积极作用。另外，对于发展和推动我国风电机组的国产化水平具有现实意义，

项目社会效益显著。

7.3 环境损益估算

7.3.1 环境效益

风电场的生产过程是将当地的风能转变为机械能，再将机械能转变为电能的过程。在整个流程中，不需要消耗其他常规能源，不产生大气、液体、固体废弃物等方面的污染物，也不会产生大的噪声污染。风电的节能效益主要体现在风电场运行时不需要消耗其他常规能源，环境效益主要体现在不排放任何有害气体和不消耗水资源。根据《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》(环发[2015]164 号)，“全国新建燃煤发电项目原则上平均供电煤耗低于 300 克标准煤/千瓦时”“到 2020 年，全国所有具备改造条件的燃煤电厂力争实现超低排放（即在基准氧含量 6%条件下，烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 10、35、50 毫克/立方米）”。本项目建成后，每年可为电网提供清洁能源电能 120057 万 kWh，与燃煤电厂相比，按替代标准煤耗 267.33g/kWh 计算，每年可节省标煤约 32.10 万 t。与相同发电量的火力发电厂相比，按清洁生产指标计算，烟气排放量按照 0.136g/kWh，SO_2 排放量按 1.16g/kWh 计，NO_2 排放量按 0.856g/kWh 计，则本风电工程可相应地减少的污染物排放量：烟尘 163.28t/a，SO_2 1392.66t/a，NO_X1059.26t/a。根据国家发改委能源所能源环境中心公布的中国电力部门 CDM 项目基准线排放因子，近 3 年平均 OM 基准线为 0.8825tCO_2/MWh，因此相应地每年可以减少排放温室效应气体二氧化碳 105.95 万 t/a。

对于减排 SO_2 等带来的经济价值，暂按其在中国的排污费用折算(相比实际环境效益显著偏小)。根据《中华人民共和国环境保护税法》(2018 年 1 月 1 日实施)，大气污染物每污染当量取值为 1.2 元，SO_2 的污染当量值为 0.95kg，NOx 的污染当量值为 0.95kg，烟尘污染当量值为 2.18kg。

针对减排 CO_2 所能带来的经济价值，采用碳税法计算固定 CO_2 的经济价值更为合理，根据国际通用的瑞典碳税率，每减少排放 1t CO_2 所带来的经济效益折合人民币为 273 元。

据此计算，本项目大气污染物减排效益约 29239.15 万元/a，详见表 7.3-1。

表 7.3-1 大气污染物减排效益

序号	项目	减排量（t/a）	环境效益（万元/a）
1	CO_2	105.95 万	28924.43
2	SO_2	1392.66	175.92
3	NO_X	1059.26	129.81
4	烟尘	163.28	8.99
5	合计	/	29239.15

此外，本风电场项目实施不会产生温排水，也不会排放含油废水、锅炉酸洗水、化学处理水等废水；也没有锅炉煤渣和粉煤灰需要处理，营运期不需要进行发电资源的勘探和采集，从而也避免了相应的地质和生态风险，具有明显的环境效益。可见，本风电场的建设可以减少化石资源消耗，有利于缓解环境保护压力，实现经济与环境的协调发展，项目的节能和环保效益显著。

7.3.2 环境损失

根据“5.5 海洋生态影响预测与评价”章节的海洋生态损失估算，工程施工期共造成底栖生物资源损失金额为 2.33 万元，悬浮物影响造成的渔业资源损失金额为 193.02 万元，营运期造成底栖生物资源损失金额为 2.53 万元，施工期和营运期共计造成海洋生物资源损失总计 197.88 万元。

7.4 环境经济损益综合分析与评价

综上所述，本项目具有明显的环境效益，节约能源原材料消耗等，减少温室气体等污染物的排放；社会效益显著，缓解电力供需矛盾和改善电源结构，并促进国内制造业等的发展。本项目在建设和运行过程中会造成渔业资源和海洋生态等方面的环境损失，但其主要发生在施工期，且可通过补偿措施进行恢复。

从环境经济损益综合分析，本项目环境效益远大于损失，环境、社会、经济效益明显。

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理计划

8.1.1 环境管理体系

工程环境管理分为外部管理和内部管理两部分。

外部管理是指生态环境主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的环境标准与要求，依法对各工程建设阶段进行不定期监督、检查及环境保护竣工验收等活动。

内部管理是指建设单位执行国家和地方有关环境保护的法律、法规、政策，贯彻环境保护标准，落实环境保护措施，并对工程的过程和活动按环保要求进行管理。内部管理分施工期和营运期两个阶段。

施工期内部管理由建设单位负责，对工程施工期环境保护措施进行优化、组织和实施，保证达到建设项目环境保护要求。施工期内部环境管理体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成，通过各自成立的相应机构对工程建设的环保负责。

营运期由工程运行管理单位负责，对环境保护措施进行优化、组织和实施。

工程环境管理体系见图 8.1-1。

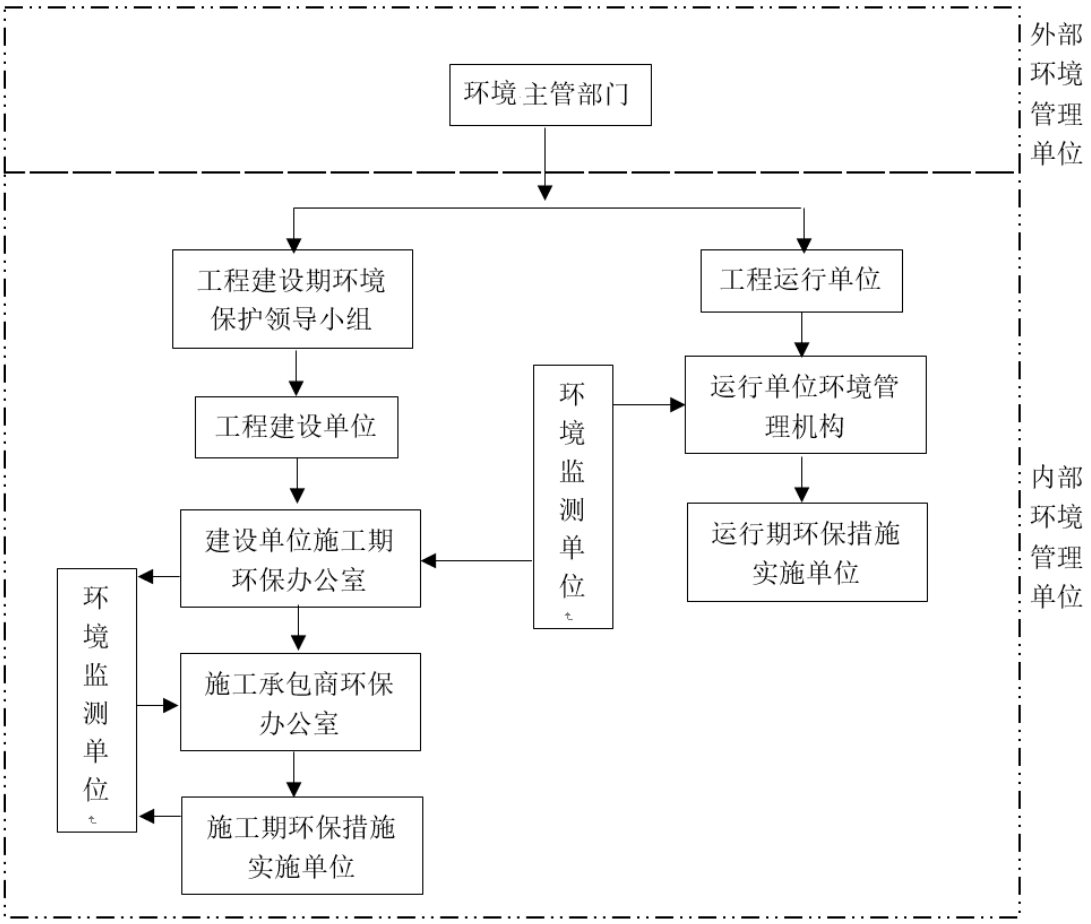


图 8.1-1 工程环境管理体系框架图

8.1.2 环境管理职责

8.1.2.1 施工期

1、建设单位

工程开工前建设单位应设置“环境保护领导小组”和“环境保护办公室”。

“环境保护领导小组”成员由建设单位、监理单位、设计单位及施工单位等各有关单位的主要领导组成，其中建设单位主要领导任主要负责人，负责确定工程环保方针、审查项目环境目标和指标、审批环保项目立项和投资投入报告、审批环保项目实施方案和管理方案、检查环境管理业绩、培养职工环境保护意识等工作。

“环境保护办公室”为工程施工期“环境保护领导小组”的常设办事机构，设专职人员 1 人。具体负责和落实工程建设过程中环境保护管理工作，其主要职责包括：

① 通过开展调查研究，确定适合本项目的环境保护方针和经济技术政策，

确立环境保护目标，并结合工程施工方案予以分解；

② 制定、贯彻工程环境保护的有关规定、办法、细则，并处理执行过程中的有关事宜；

③ 组织编制工程环境保护总体规划和年度计划，组织规划和计划的全面实施，做好环境保护年度预决算，配合财务部门对环境保护资金进行计划管理；

④ 委托进行环保专项设计，检查设计进度，组织设计成果的验收和审查，并保证各项环境保护措施的有效实施；

⑤ 依照法律、规定和方法，对整个工程各项环境保护措施的实施情况进行监督和管理，实施环境质量一票否决制；

⑥ 协调各有关部门之间的关系，听取和处理各环境管理机构提交的有关事宜和汇报，不定期向上级环境保护行政主管部门汇报工作，配合地方环保部门共同作好工区的环境保护监督和检查工作；

⑦ 督促承包商环境管理机构的工作，内部处理环境违法、违规行为，表彰先进事迹；

⑧ 检查督促接受委托的环境监测部门监测工作的正常实施，加强环境信息统计，建立环境资料数据库；

⑨ 完善内部规章制度，搞好环境管理的日常工作，作好档案、资料收集、整理等工作。

2、施工单位

施工期的污废水处理、声环境保护、环境空气保护、固体废物处置、生态环境保护等环境保护费用应由施工单位承担，并在招标文件中明确。施工单位应切实确保措施到位，落实相关费用。

各施工承包单位在进场后均应设置“环境保护办公室”，设专职人员 1～2 人，实施工程招标文件中或设计文件中规定的环境保护对策措施，及时处理施工过程中出现的环境问题，接受有关部门对环保工作的监督和管理。主要包括以下内容工作：

① 制定环境保护年度工作计划和编写环境保护工作季报、年报；

② 检查所承担的环保设施的建设进度、质量及运行、检测情况，处理实施过程中的有关问题；

③ 核算年度环境保护经费的使用情况；

④ 接受环保管理办公室和环境监理单位的监督，报告承包合同中环保条款的执行情况。

3、监理单位

为了更加有效地实施工程环境保护管理，成立风电场环境监理部，并接受舟山市生态环境局全程参与工程环境管理和施工期环境监理。环境监理部的机构组织、监理内容和监理制度见“8.2 环境监理”。

4、设计单位

根据国家法律法规、生态环境主管部门要求、环境影响报告书和批复等有关文件，从环境保护角度优化工程设计，选用对环境影响小的设计方案，反馈于建设单位和施工单位。

8.1.2.2 营运期

营运期间，环境管理职能由项目运营方承担，安排专职人员对风电场营运期环境保护工作统一管理、并配合地方环保、渔政和海事部门共同做好项目营运期环境管理，包括海洋渔业资源、鸟类活动及撞机情况观测和通航安全管理等的监督和检查工作。

工程建成运行后，在工程管理部门中设置“环境保护办公室”，设兼职人员1人，具体负责和落实工程建成运行后的环境保护管理工作，其主要职责包括：

(1) 根据相关的环境保护法律、法规及技术标准，确定工程营运期环境保护方针和环境保护目标，制定营运期环境保护管理办法；

(2) 负责落实环保经费及环境监测工作的正常实施，做好环境信息统计；

(3) 协调处理营运期工程影响区出现的各项环境问题，配合地方海洋、环保、渔政和海事部门共同做好工程营运期环境管理工作，主要包括生态补偿、鸟类活动及撞机情况观测和通航安全管理等的监督和检查工作。

8.2 环境监理

工程施工期应实施环境监理制度，以便对各项环保措施的实施进度、质量及实施效果等进行监督控制，及时处理和解决可能出现的环境污染和生态破坏事件。

8.2.1 机构设置与工作方式

根据工程规模和施工规划，施工期环境保护监理部门拟设专职监理人员 1

人。环境监理人员采用定期巡视方式，对施工区环境保护工作进行动态管理。监理随时检查各项环境监测数据，现场巡视发现问题后，立即要求承包商限期治理，并以公文函件确认。对于限期处理的环境问题，按期进行检查验收，将检查结果形成纪要下发承包商。

8.2.2 工作范围及职责

施工环境监理的工作范围包括施工区及所有因工程建设可能造成环境污染和生态破坏的区域。根据《建设项目环境管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收管理办法》等的要求，依据环境影响报告书、环评批复、工程设计等文件的有关要求，制定项目施工期和试生产阶段环境监理计划，规范化开展项目环境监理工作，并编制环境监理报告。

监理工作内容包括但不限于：

(1) 指导、检查、督促各施工承包单位环境保护办公室的设立和正常运行。

(2) 根据实际情况，就承包商提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出清洁生产等环保方面的改进意见，以保证方案满足环保要求，核实监理施工设计是否全面落实环评文件及批复的要求；

(3) 审查承包商提出的环境保护措施的工艺流程、施工方法、设备清单及各项环保指标。加强现场的监控，监督环保措施“三同时”执行情况；重点监督检查船舶含油废水、其它生产生活污废水收集和处理系统的施工质量、运行情况。对在监理过程中发现的环境问题，以书面形式通知责任单位进行限期处理改进。

(4) 对承包商施工过程及施工结束后的现场，依据环境保护要求进行检查和质量评定

8.2.3 监理工作制度

环境监理工程师根据工作情况作出监理记录；每季编制环境监理季报，每年编制一份环境保护工作总结报告，进行阶段性总结。

8.3 环境监测计划

为了分析、验证和复核本项目对环境影响的评价结果，及时反映工程实际影响，需对进行跟踪监测，以便及时提出合理化建议和对策、措施，达到保护工程周围环境质量、生物多样性和渔业资源的目的。

环境监测应委托具备 CMA 计量认证资质的单位进行，技术要求按照有关环境监测规范的规定执行，提交符合要求的跟踪监测计量认证分析测试报告，以备查。

8.3.1 环境监测计划一览表

根据风电场环境特点及工程特征，制定环境监测计划一览表，施工期、营运期监测计划见表 8.3-1。海域跟踪监测计划以 2024 年春秋海域现状调查为基础，选取了 6 个海域监测站位，后续跟踪监测计划可根据实际情况进行优化调整。

表 8.3-1 环境监测计划一览表

时段	监测内容	监测站位	监测时间、频率	监测项目
施工及验收期	海洋生态	4 个，潮间带 1 条	施工高峰期的春或秋季测 1 次，验收时监测 1 次	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	4 个		鱼卵仔鱼和游泳动物
	海洋沉积物	3 个	施工高峰期、验收时各 1 次	硫化物、石油类、有机碳、铜、铅、锌、镉
	海水水质	6 个	施工期的春或秋季测 1 次，验收时监测 1 次	悬浮物、pH 值、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮（硝态氮、亚硝氮、氨氮）、重金属（铜、铅、锌、镉）、石油类
	水下噪声	打桩时，在距离桩基 100m、500m、1000m 处以及 3km 处布设噪声监测点位	施工高峰期监测 1 次	水下噪声频带声压级 Lpf； 水下噪声声压谱密度级 Lps； 总声级 Lp； 峰值声压级 Lpeak
	鸟类	风电场内的滩浒鸡娘礁、滩浒鸡娘东北岛开展监测；风电场外以收集周边风电跟踪监测数据为主。	验收时监测一期，按规范开展监测	开展鸟类种类和数量监测
	噪声	风场区四侧厂界 升压站四侧厂界	竣工验收时监测，每次连续两天，昼夜间噪声	Leq(A)
	辐射	升压站四侧厂界、220kV 海缆上方、登陆点	竣工时监测一次	工频电场强度、 工频磁感应强度
运行期	海洋生物	4 个，潮间带 1 条	工程运行前 3 年在春秋两季各测 1 次，共 6 次	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	4 个		鱼卵仔鱼和游泳动物

	海水水质	6 个		pH 值、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮（硝态氮、亚硝氮、氨氮）、重金属（铜、铅、锌、镉）、石油类
	沉积物	3 个	工程运行 3 年后监测 1 次	硫化物、石油类、有机碳、铜、铅、锌、镉
	水下噪声	不同风速风机（低、中和额定风速）输出时，以单个风机为中心，在 100m、500m、1000m 处以及风电场外部约 3km 处布设噪声监测阵列	营运期监测 1 次	水下噪声频带声压级 Lpf； 水下噪声声压谱密度级 Lps； 总声级 Lp； 峰值声压级 Lpeak
	电磁环境	沿海底电缆敷设路径布设，重点关注海上升压站四周、电缆接头、弯曲段等易泄漏区域	营运期监测 1 次	频电场强度 E； 工频磁感应强度 B
	鸟类	风电场内的滩浒鸡娘礁、滩浒鸡娘东北岛开展监测；风电场外以收集周边风电跟踪监测数据为主。	运行初期 5 年，前 2 年每年每季 1 次，后 3 年根据跟踪监测情况适时调整跟踪监测计划	按规范开展鸟类种类和数量监测，记录候鸟迁徙及在区内活动、撞击数量、种类及致死率情况。
	水深地形	风电场区	营运期监测 1 次	水深地形测量

表 8.3-2 监测站位表

站位号	东经（°E）	北纬(°N)	调查项目
S07	121.718900	30.528550	水质、沉积物、生态、渔业资源
S10	121.615383	30.599500	水质
S12	121.566467	30.566400	水质、沉积物、生态、渔业资源
S13	121.612467	30.512583	水质、沉积物、生态、渔业资源
S16	121.503983	30.618417	水质
S17	121.501233	30.529150	水质、生态、渔业资源
C6	121.574159	30.577743	潮间带

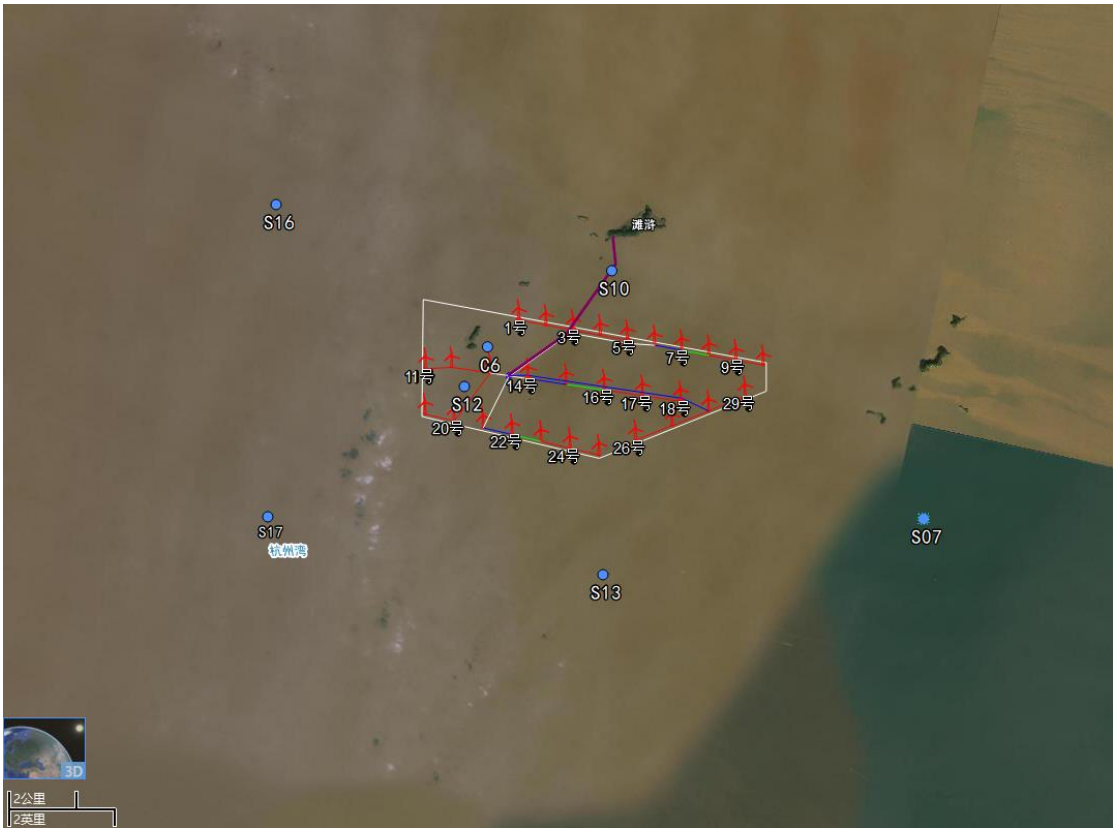


图 8.3-1 跟踪监测站位图

8.3.2 环境保护“三同时”验收要求

环境保护“三同时”验收要求详见表 8.3-3。

表 8.3-3 环境保护三同时验收一览表

项目内容	环境要素	验收主要内容
风电场及送出电缆	海洋水环境	1.施工期 1#施工区岱山海上风电专用基地作为依托过程，已办理相关环保手续，其施工人员产生的生活污水纳入市政污水管网，不在本次评价范围内；2#海上施工区产生的船舶含油废水及船舶生活污水委托有资质的单位统一收集和处置；3#施工区施工人员生活污水利用移动式化粪池接收后定期至陆上污水井进入市政污水管网。营运期巡检人员生活污水及船舶含油污水交由有资质的单位收集处置。 2.登陆段定向钻施工产生的泥浆废水经沉淀池处理后，上清液仍回用于定向钻施工，泥浆、钻渣分离后堆存在干化池中，自然干化运至由政府部门指定合法消纳场进行处置。施工机械、车辆冲洗废水经沉淀处理后回用于场地洒水降尘。 3. 日常维护涉及的残废油、含油棉纱和废手套、废蓄电池收集后运回陆域统一堆放在陆域集控站的危废间中，定期委托具备危险废物经营许可资质的专业单位接收处理。 4. 对于主变压器在突发事故或机组检修时所产生的废润滑油、含油污染物质，属于危险废物，定期委托处置。设置有事故油罐（90m^3）。
	海洋生态保护	1.优化施工方案，加强科学管理；严格限制工程施工区域在其用海范围内；打桩时采用软启动方式；风机打桩采用软启动的打桩方式。 2.施工海域设置明显警示标志，告知施工周期，明示禁止进行张网捕捞活动的范围、时间。 3.做好施工期的海水环境跟踪监测与环境监理工作。 4.采取水下噪声对海洋动物影响减缓措施，施工期水下打桩中应严格确立在距离桩基 3.48km 范围为哺乳动物和石首鱼科受水下噪声影响的危险区域。 5.风机和海上升压站基础施工应避开 5-9 月鱼类产卵繁殖高峰期，220kV 送出海缆应避开 2~4 月鳗苗捕捞旺季。 6.建设单位将本建设项目造成的生态损失价值等额通过增殖放流、美丽海湾建设、近岸海域污染防治（海洋污染治理）等生态补偿措施进行补偿。
	鸟类及其生境修复	1.风电场区域应尽量不要安装白光灯，或尽可能少安装灯。在鸟类迁徙期（春、秋季节）要加强灯光使用管理，严格控制光源使用量。 2.在风场区内安装驱鸟装置。 3.合理规划施工作业时间。 4.加强施工建设期鸟类的监测。 5.在风机叶片上进行涂色；安装一个最轻重量、非常灵活的材料，充满安全最轻气体，增加鸟类在风机上空顶部视觉的表面积。 6.风电场建成后，开展定期鸟类监测，加强对鸟类的观察监测。 7.加强对施工人员的环保教育，严格执行施工操作规程，保护鸟类生境。

项目内容	环境要素	验收主要内容
	声环境保护	1.加强施工设备的维护保养；依法限制夜间施工。 2.施工船舶应有效控制主辅机噪声；可能选用低噪声施工设备，风机、升压站基础打桩施工时，采用环保型液压式打桩。 3.陆上登陆点施工场地周围应尽早建立围墙等遮挡措施。 4.为降低机械噪声可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；为降低风机结构噪声，建议可在机舱内表面贴附阻尼材料。 5.建议主变压器与底座之间衬隔振垫，室内墙体敷设外壳为铝合金的吸音板，并将铝合金接地。
	固体废物	1．施工期船舶生活垃圾及营运期巡检维护产生的船舶生活垃圾交由有资质单位处置；营运期巡检维护产生的废弃防撞护舷收集上岸至陆域集控站，由环卫部门清运。 2．定向钻施工产生的钻渣由施工单位运至当地建筑垃圾消纳场处置。 3．风机维护产生的残废油、含油棉纱和废手套、废蓄电池收集后运回陆域统一堆放至陆域集控中心的危险废物暂存间，定期委托具备危险废物经营许可资质的专业单位接收处理。危险废物的收集和转运过程应执行《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）中的相关要求。
	通航安全措施	1．加强工程所在海域的海事监管。 2．通过发布航海通告等手段及时公布本项目所在的位置和相应的标志，提醒过往船舶、锚泊船舶注意避让本风电场。 3．对施工船舶严格管理，加强施工和运输船舶人员的安全培训，确保施工船和航行于风电场工程附近的船只都要严格遵守《中华人民共和国水上水下施工作业通航安全管理规定》。
环境风险事故预防	监控设施	1.风电场设现场监控系统，一旦发生倒塌事故可通过现场监控系统进行及时预警。 2.风电场运行维护期制定运行维护安全措施。
	应急设备、设施	1．按照本报告要求配备相应的应急设备。 2．海上升压站设置事故油罐（90m^3），柴油机储油罐四周设置围油坎。
	应急预案	设立溢油应急救援小组以及溢油应急救援保障措施等，委托专业应急单位进行事故溢油处理。
环境管理	环境管理	设专职人员对风电场环境保护工作统一管理。
	环境监理	采用巡视方式进行环境监理
	环境监测	实施报告制定的海洋生态、渔业环境、海水水质和鸟情观测计划

8.4 总量控制

国家重点对化学需氧量（COD）、氨氮（NH3-N）、二氧化硫（SO2）和氮氧化物（NOx）四项污染物进行控制。根据《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》(环发[2014]197 号)，对化学需氧量、氨氮、二氧化硫和氮氧化物四种主要污染物实行排放总量控制，烟粉尘、挥发性有机物、重点金属污染物、沿海地级及以上城市总氮和地方实施量控制的特征污染物参照本办法执行；用于建设项目的“可替代总量指标”不得低于建设项目所需替代的主要污染物排放总量指标。

本项目营运期主要涉及巡检人员产生的生活污水，因此，本项目不涉及总量控制。

9 环境影响评价结论

9.1 项目概况

中广核嵊泗 1#海上风电项目位于浙江省舟山市嵊泗县滩浒岛南侧海域，场区中心点离岸距离约 28km，总装机容量 396MW。场区水深在 11～16m 之间，场址呈多边形，东西长约 5.8km~11.1km，南北宽约 3.9km，面积约 34.8km^2。工程组成包括 29 台风力发电机组（24 台 14MW 及 5 台 12MW），66kV 海缆 41.55km（6 回）、220KV 送出电缆 11.71km（2 回）和 1 座 220kV 海上升压站。本项目海缆登陆后自登陆点至陆上集控中心拟另行立项另行开展环评工作，不在本报告评价范围内。总投资 395283.48 万元。

9.2 污染源强清单

施工期间污染物排放量统计见表 9.2-1。

表 9.2-1 施工期污染物排放量统计一览表

种类	污染源	污染物	产生量	排放方式	消减量	排放量
悬浮泥沙	电缆铺设	SS	27.92kg/s	随涨落潮扩散	0	27.92kg/s
	桩基施工	SS	0.10kg/s～2.67kg/s	随涨落潮扩散	0	0.10kg/s～2.67kg/s
污水	2#海上人员生活污水	SS、COD、NH_3-N、总磷等	8m^3/d	委托有资质单位统一收集和处置	8m^3/d	0
	3#施工区生活污水		1.6m^3/d	利用移动式化粪池接收后定期清运	1.6m^3/d	0
	船舶含油污水	石油类	28.43t/d	委托有资质单位统一收集和处置	28.43t/d	0
	泥浆废水	SS	320m^3	汇入沉淀池沉淀处理，上清液回用，泥浆清运	320m^3	0
	清洗废水	SS	3.2m^3	沉淀后用于场地洒水降尘	3.2m^3	0
固体废物	船舶	生活垃圾	200kg/d	委托船舶污染处理公司收集和处置	200kg/d	0
	施工区	生活垃圾	20kg/d	定期清运	20kg/d	0
	施工区	泥浆、钻渣	160m^3	清运处置	160m^3	0
施工噪声	风机打桩	噪声	245dB	/	0	245dB
	升压站	噪声	235dB	/	0	235dB

	打桩					
	船舶	噪声	152~172dB	/	0	152~172dB
	陆域施工机械	噪声	75~105dB	/	0	75~105dB
施工废气	施工船舶	SO_2	4.5kg/h	/	0	4.5kg/h
		NO_2	16.9kg/h	/	0	16.9kg/h
	施工机械	CO	3.5g/ kW·h	/	0	3.5g/kW·h
		NOx	4g/ kW·h	/	0	4g/kW·h
		颗粒物	0.2g/ kW·h	/	0	0.2g/kW·h

营运期间污染物排放量统计见表 9.2-2。

表 9.2-2 营运期主要污染物排放情况

种类	污染源	污染物	产生量	拟采取措施	消减量	排放量
废水	运行维护生活污水	SS、COD、NH_3-N、石油类等	6.4m^3/a	交由资质单位收集处置	6.4m^3/a	0
	船舶含油污水	石油类	2.8 t/a	交由资质单位收集处置	2.8 t/a	0
固废	运行维护生活垃圾		80kg/a	运至陆上集控中心，由环卫部门清运		80kg/a
	风机维护	废弃橡胶护舷	300kg/次	运至陆上集控中心，由环卫部门清运	300kg/次	0
	残废油	石油类	5.06t/a	运至陆上集控中心统一堆放在危废库房，由具备危险废物经营许可资质的专业单位接收处理	5.06t/a	0
	含油棉纱	石油类	29kg/a		29kg/a	0
	废手套	石油类	40kg/a		40kg/a	0
	更换电池	废蓄电池	15t/10a		15t/10a	0
废气	运维船舶	NOx、SO_2	10t/10a	保护良好运作、达标排放	40kg/a	0
噪声	风机运转	噪声	少量	保护良好运作、达标排放	/	少量
	主变		115dB(A)	/	/	115dB(A)
	升压站内风机		91.2dB(A)	/	/	91.2dB(A)

9.3 环境质量现状分析

9.3.1 大气环境

根据浙江省舟山市生态环境局发布的《舟山市生态环境状况公报（2023年）》，项目所在区域环境空气基本污染物均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准及其修改单，属于环境空气质量达标区。

9.3.2 海域水质环境

2024 年春季，调查海域水质除无机氮和活性磷酸盐含量超标外，其它指标均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一级标准限值要求。无机氮含量超标率为 100%，活性磷酸盐含量超标率也为 100%。

2023 年秋季，调查海域水质除无机氮、活性磷酸盐和 COD 含量超标外，其它指标均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一类标准限值要求。无机氮超标率为 100%，活性磷酸盐超标率接近 100%，COD 仅在秋季出现 43.8%的超标。

项目区域附近海域水质主要问题为富营养化。结合区域环境来看，本项目所在海域海水水质中无机氮和活性磷酸盐含量超标的主要原因为调查海域水质受长江、钱塘江冲淡水影响较大，入海之前汇集了沿途地表河网所接纳的各类工业废水、生活污水以及富含营养物质的面源污染废水，使得富含氮、磷等营养物质的水体进入沿岸海域。COD 含量超标主要与生活污水的汇入有关。

9.3.3 海洋沉积物环境

2024 年春季，调查海域沉积物中石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷的含量均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类海洋沉积物质量标准。项目所在区域海洋沉积物质量较好。

9.3.4 海洋生物体质量

2024 年春季及 2023 年秋季调查所获取的鱼类、甲壳类样品中各检测因子均满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中附录 C 中相关限值要求。春季受测双壳贝类 Cu、Pb、Zn、Cd 和石油烃超一类生物体质量标准。这可能与个别生物种类及其生活方式有关。牡蛎较多生活在浅海中，富集海水中的重金属和石油烃等污染物的能力极强，从而导致双壳贝类生物体质量极易出现重金属和石油烃含量超标的现象。整体而言，项目所在海域生物体质量较好。整体而言，项目所在海域生物体质量较好。

9.3.5 海域生态

1、叶绿素 a

2024 年春季，调查海域叶绿素 a 浓度范围为 0.85~1.77 mg/m^3，平均值为 1.26 mg/m^3；初级生产力范围为 9.29~61.31mgC/m^2·d，平均值为 18.89mgC/m^2·d。

2023 年秋季，调查海域叶绿素 a 浓度范围为 0.68~2.68mg/m^3，平均值为 1.25mg/m^3；初级生产力范围为 12.19~183.69mgC/m^2·d，平均值为 57.35mgC/m^2·d。

2、浮游植物现状调查结果

2024 年春季，调查海域采集鉴定出浮游植物 2 门 54 种。各调查海域各站位浮游植物细胞丰度范围为 909cells/L~60000 cells/L，平均细胞丰度为 13921cells/L。调查海域浮游植物香农-威纳多样性指数 H'范围为 0.24~2.52，平均值为 1.36，多样性水平较低；种类丰富度指数 d 范围为 0.07~0.40，平均值为 0.22；均匀度指数 J'范围为 0.23~1.00，平均值为 0.74，个体分布较均匀。

2023 年秋季，调查海域共鉴定浮游植物 3 门 57 种。各调查海域浮游植物细胞丰度在 10×10^3cells/L~51.58×10^3 cells/L 之间，平均细胞丰度为 32.21×10^3cells/L。调查海域浮游植物物种的多样性指数 *H'*范围为 0.33~2.40，平均值为 0.97；种类丰富度指数 *d* 范围为 0.14~0.55，平均值为 0.31；均匀度指数 *J'*范围为 0.14~0.76，平均值为 0.38。多样性数据显示：调查海域浮游植物群落多样性水平低，个体分布不均匀。

3、浮游动物现状调查结果

2024 年春季，调查海域采集鉴定出浮游动物 5 大类 25 种。调查海域调查海域浮游动物生物量变化范围为 3.78 mg/m^3~33.81 mg/m^3，平均值为 12.64mg/m^3；各站位浮游动物密度变化范围为 7.00ind./m^3~ 102.27ind./m^3，平均值为 44.01ind./m^3。调查海域浮游动物香农-威纳多样性指数 H'范围为 1.14~1.96，平均值为 1.55，该海域浮游动物多样性指数较低；种类丰富度指数 d 范围为 0.50~1.68，平均值为 0.88；均匀度指数 J'范围为 0.44~0.82，平均值为 0.66，均匀度较高。

2023 年秋季，调查海域共鉴定浮游动物 9 类 37 种。调查海域调查海域浮游动物生物量波动在 2.5 mg/m^3~129.05 mg/m^3 之间，平均生物量为 20.45 mg/m^3。各站位浮游动物的丰度范围为 5.47ind./m^3~211.36 ind./m^3，平均为 35.12 ind./m^3。调查海域浮游动物的物种多样性指数 *H'*范围为 1.72~2.82，平均值为 2.45；种类丰富度指数 *d* 范围为 1.56~2.82，平均值为 2.20；均匀度指数 *J'*范围为 0.42~0.86，平均值为 0.67。该海域浮游动物多样性、丰富度和均匀度水平均较高，群落稳定性较好。

4、底栖生物现状调查结果

2024 年春季，调查海域采集鉴定出大型底栖动物 5 大类 13 种。调查海域大型底栖生物生物量变化范围为 0.00 g/m^2~46.82 g/m^2，平均值为 3.56g/m^2；各站位大型底栖动物栖息密度变化范围为 0 ind./m^2~180 ind./m^2，平均值为 60 ind./m^2。调查海域底栖动物香农-威纳多样性指数 H'范围为 0.92~2.52，平均值为 1.48，多样性较低；种类丰富度指数 d 范围为 0.17~0.70，平均值为 0.35；均匀度指数 J'范围为 0.72~1.00，平均值为 0.91，均匀度较高。

2023 年秋季，调查海域采集鉴定底栖生物 3 门 10 种。调查海域大型底栖生物生物量分布在 0.00g/m^2~0.36g/m^2 之间，平均生物量 0.099g/m^2。各站位的栖息密度范围为 0.00ind./m^2~50ind./m^2，均值 15ind./m^2。调查海域底栖生物物种的多样性指数 H'均值为 1.34（0.92~ 1.92），均匀度指数 J'均值为 0.94（0.84~ 1.00），丰富度指数 d 均值为 0.42（0.26~0.65）。该调查海域底栖生物群落多样性较低，均匀度指数较高，丰富度指数一般。

5、潮间带生物调查结果

2024 年春季，调查海域采集鉴定出潮间带生物 3 大类 9 种。调查区域潮间带平均生物量为 36.39g/m^2，生物平均密度为 55 ind./m^2。调查海域潮间带生物香农-威纳多样性指数 H'范围为 1.90~2.69，平均值为 2.36；种类丰富度指数 d 范围为 0.60~1.07，平均值为 0.82；均匀度指数 J'范围为 0.73~0.97，平均值为 0.87。

2024 年秋季，定量和定性样品共鉴定潮间带生物 3 类 14 种。调查海域潮间带生物量分布在 0.07 g/m^2~326.48 g/m^2 之间， 平均生物量 64.96g/m^2。各断面栖息密度范围为 1.33ind./m^2~108.00 ind./m^2，平均栖息密度为 27.96ind./m^2。调查海域潮间带生物物种多样性指数 H'均值为 0.58（0.00~2.01）， 均匀度指数 J'均值为 0.75（0.32~1.00），丰富度指数 d 均值为 0.21（0.00~0.71）， 单纯度指数 C 均值为 0.75（0.39~ 1.00）。该调查海域整体潮间带生物群落多样性、丰富度和均匀度指数一般，单纯度指数一般，群落稳定性一般。

9.3.6 海洋渔业资源

1、 鱼卵仔鱼

2024 年春季，调查海域共采集到鱼卵 153 粒，其中水平拖网 151 粒，垂直拖网 2 粒；共采集到仔稚鱼 2 尾，其中水平拖网 1 尾，垂直拖网 1 尾。本航次共采集鉴定出鱼卵、仔稚鱼 2 目 2 科 2 种，另有一未定种仔稚鱼。调查海域采集鉴定到 1 种鱼卵样品，隶属于 1 目 1 科。采集鉴定到 1 种仔稚鱼样品，隶属于 1 目

1 科。

2023 年秋季，调查海域共采集到鱼卵 572 粒，其中水平拖网 571 粒，垂直拖网 1 粒；共采集到仔稚鱼 463 尾，其中水平拖网 460 尾，垂直拖网 3 尾。本航次共采集鉴定出鱼卵、仔稚鱼 5 目 8 科 11 种。调查海域采集鉴定到 2 种鱼卵样品，隶属于 2 目 2 科。采集鉴定到 11 种仔稚鱼样品，隶属于 5 目 8 科。

2、游泳动物

2024 年春季，调查海域采集鉴定出游泳动物种类 26 种。其中，鱼类 14 种，占总种类数的 53.85%；虾类 7 种，占总种类数的 26.92%；蟹类 4 种，占总种类数的 15.38%；头足类 1 种，占总种类数的 3.85%。渔业资源尾数密度平均值为 29.09×10^3ind/km^2，重量密度平均值,162.13kg/km^2。

2023 年秋季，调查海域共出现游泳动物 41 种。其中，鱼类 19 种，占总种类数的 46.34%；虾类 12 种，占总种类数的 29.27%；蟹类 7 种，占总种类数的 17.07%；头足类 3 种，占总种类数的 7.32%渔业资源尾数密度平均值为 39.25×10^3ind./km^2，重量密度平均值 373.18kg/km^2。

9.3.7 电磁环境

由监测结果可知，各监测点位工频电场强度监测结果范围为 0.029V/m~2.597V/m，监测结果均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 220kV 对应的 4000V/m 的标准限值；各测点工频磁感应强度监测结果范围为 0.024μT~0.972μT，均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 220kV 对应的 100μT 的标准限值。

9.4 环境影响评价结论

9.4.1 水文动力

1、根据模型模拟的潮流涨、落潮流场情况，工程附近海域涨、落潮过程流态相反，涨潮时，潮流由外海流经舟山群岛间水道、芦潮港、洋山等处进入杭州湾内，于王盘山至滩浒之间水域汇合，之后一直向西流入钱塘江上游。落潮时，主流由杭州湾上游分两支向口门流去，流经王盘山海域后，向东南流入舟山群岛诸水道。工程海域涨落潮流流向相反，呈往复流特征，且潮流流向受边界和水下地形影响较为明显。

2、工程由于风电机组承台的桩基存在，缩窄了过水断面，迫使水流往两侧

流动，桩基背水面和迎水面流速减幅相对明显。

9.4.2 地形地貌与冲淤环境

1、工程实施后冲淤影响范围较小，主要集中在工程场区周围，非常接近桩基的小范围会有略大的淤积，不会对环境造成大的影响。

2、工程建成海床达到淤积平衡后，风机基础附近最大淤积超过 2.0m；风场区整体呈冲淤相间态，淤积区呈带状分布在三排风机周边，淤积幅度为 0.2m 的范围分布在桩基周边 400~2.2km 范围内，纵向风机组间存在冲刷，冲刷幅度介于0.05m~1.0m左右。工程海域平均冲刷厚度为0.17m，平均淤积厚度为0.38m。

3、嵊泗 1#风电建成后，嘉兴 2#风电场首年淤积 0~0.02m，平衡淤积 0~0.03m；嵊泗 3#、4#风电场首年冲淤-0.02~-0.09m，平衡冲淤-0.03~0.16m；嵊泗 2#风电场首年冲刷-0.02~0m，平衡冲刷-0.03~0m，嘉兴 1#风电场首年淤积 0~0.03m，平衡淤积介于 0~0.05m；金山航道，漕泾东航道及漕泾东支航道所受工程影响较小，冲淤幅度小于 0.01m；漕泾东航道首年冲刷及平衡冲刷介于-0.03~0m；无居民海岛周边首年最大冲刷 0.08m，最大平衡冲刷 0.11m，首年最大淤积 0.05m，最大平衡淤积 0.10m；金山一期风电场首年冲淤介于-0.01~0.04m，平衡冲淤介于-0.02~0.05m。

9.4.3 海洋水质环境

1、全潮工况下悬浮物浓度增量范围在 10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L、100~150mg/L、>150mg/L 的最大包络面积分别在 15.46km^2、8.93km^2、2.61km^2、0.84km^2、1.18km^2。

2、1#施工区岱山海上风电专用基地作为依托过程，已办理相关环保手续，其施工人员产生的生活污水纳入市政污水管网，不在本次评价范围内；2#海上施工区产生的船舶含油废水及船舶生活污水委托有资质的单位统一收集和处置；3#施工区施工人员生活污水利用移动式化粪池接收后定期至陆上污水井进入市政污水管网。登陆段定向钻施工产生的泥浆废水经沉淀池处理后，上清液仍回用于定向钻施工，泥浆、钻渣分离后堆存在干化池中，自然干化运至由政府部门指定合法消纳场进行处置。定向钻施工场地机械、车辆冲洗废水经沉淀处理后回用于场地洒水降尘。施工期废水均能做到妥善处置，不外排入海。

3、营运期每一个季度进行一次巡检，巡检人员每次维护产生的生活污水量

约 1.6m^3，经收集后与巡检船舶含油废水一起委托有资质的单位收集上岸处置。

9.4.4 海洋沉积物

在严格施工管理条件下，施工船舶将产生含油废水、生活污水和垃圾经收集处理后不排放入海，海上工程施工不会对海洋沉积物质量产生明显影响。

9.4.5 生态（含渔业资源）

1、施工期影响

工程场址范围主要为近海海域，场区内种类组成与场区周边海域种类基本相同，工程施工不会对区域生物多样性带来较大影响。

工程施工期共造成底栖生物资源损失金额为 2.33 万元，悬浮物影响造成的渔业资源损失金额为 193.02 万元。海洋生物损失随着施工的结束，慢慢可以得到恢复，因此施工对海洋生物的影响是暂时的、可逆的。

2、营运期影响

项目建成后项目所在海域的生物类型、数量、组成等均不会发生明显变化，项目营运期对海洋生态环境影响较小。但风机基础和升压站的修筑会造成少量底栖生物生境的永久丧失，经济损失价值为 2.53 万元。

3、对海洋生态系统服务功能的影响

风电场项目建设施工期会对该区域的水生动物栖息、觅食产生一定的干扰，营运期基本影响不大；海缆施工过程中对鸟类的觅食范围产生一定影响。风电场、220kV 送出海缆不占用养殖区水域。工程建设不会对海域污染物净化功能造成明显改变，对当地海洋生物多样性、海洋生态系统多样性维持不会产生明显的影响。

4、陆域生态

本项目建设不会改变现有生态系统的格局，对区域生态完整性影响很小。施工单位合理堆放土、石料，并在施工后认真清理和恢复迹地后，不会发生土地恶化、土壤结构破坏现象。在采取相应植被保护措施、动物保护措施后，工程对植被和动物的影响可控制在可接受范围内。在采取相关水土保持措施后，工程施工期间水土流失也在可控范围内。因此在采取并落实相应的保护措施后，工程施工对陆域生态环境的影响能够控制在可以接受的范围。

9.4.6 其他环境影响

1、鸟类环境影响

本项目建设区虽然处于东亚-澳大利西亚候鸟迁飞区中，但是不属于东亚-澳大利西亚候鸟的主要迁徙路线，鸟类迁飞的重点区域为海岸线附近，工程对鸟类迁徙路线的阻隔影响虽然存在，但影响尚可接受。从鸟类物种的角度来说，工程对鸻鹬类以及其他水鸟和林鸟的影响较为有限。而从鸟类栖息地环境的角度来说，工程施工过程可能会对区域栖息的鸟类一定的影响。整体而言，项目对鸟类的影响处在可以接受的范围内。

2、水下噪声影响

施工打桩作业中产生的水下噪声具有不连续，持续时间较短，无多声源叠加等特点。风机单桩基础打桩施工确立在距离桩基最大 3.48km 范围内为警告区域（对海洋哺乳动物和石首鱼科动物行为产生干扰）。本工程桩基基础直径小，且施工期短，水下噪声对海洋动物的影响范围小于风机打桩施工。由于实际海域环境海洋哺乳动物和鱼类可以游开远离水下噪声干扰区，施工时，对海洋动物的真实影响程度一般小于预测距离。本项目的其他水下施工噪声，噪声声压级低于 130dB，基本上已和海洋环境噪声相当，不会对该海域中的鱼类等的行为产生明显影响。

类比嵊泗 2#海上风电场水下噪声影响可知，本项目风机运行后对水下噪声环境影响较小。

本项目营运期水下噪声对石首鱼科的最大影响距离定为（掩蔽效应）定为 50m，本项目风电机组间距超过 769m，风电场不同风机的水下噪声不会对海洋哺乳动物产生叠加影响，对其生存空间也仅限于桩基 50m 保护范围内，对其影响较小。因此本项目运营期对海洋哺乳动物影响很小。

3、水上噪声影响

当距离单台风机 400m 时（距桩基水平距离为 374m），风机运行噪声降到 55dB 以下，随着与风机距离的增加，风机运行产生的噪声逐渐低于环境背景噪声。由于背景值海上风声和海浪声较大，风电场运行噪声对海上声环境影响仅限于风机附近，风电场营运期对周围声环境影响较小。根据类比分析，工程 220kV 海上升压站营运期产生的噪声对周围环境影响很小。

4、电磁环境影响

根据类比分析，工程海上升压站和海底电缆产生的工频电场强度和工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)的限值要求，对底栖贝类、鱼类、虾蟹类和海洋哺乳动物影响较小。另外根据国内外现有电磁场对海洋鱼类的影响研究资料分析，风电场运营期期间，海底电缆产生的工频电磁场不会改变鱼类的洄游路线及洄游形式。

9.5 环境风险事故

工程主要环境风险包括施工期施工船舶碰撞溢油事故；运营期环境风险有风机桩基失稳内部油料泄漏风险及海上升压站油料泄漏风以及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。

9.6 环境保护对策措施

9.6.1 施工期环境保护措施

1、废水处理

1#施工区岱山海上风电专用基地作为依托过程，已办理相关环保手续，其施工人员产生的生活污水纳入市政污水管网，不在本次评价范围内；2#海上施工区产生的船舶含油废水及船舶生活污水委托有资质的单位统一收集和处置；3#施工区施工人员生活污水利用移动式化粪池接收后定期至陆上污水井进入市政污水管网。

登陆段定向钻施工产生的泥浆废水经沉淀池处理后，上清液仍回用于定向钻施工，泥浆、钻渣分离后堆存在干化池中，自然干化运至由政府部门指定合法消纳场进行处置。

定向钻施工场地机械、车辆冲洗废水经沉淀处理后回用于场地洒水降尘。

2、固体废物

对于施工期产生的生活垃圾，主要在各施工船舶上，每只船舶配置分类垃圾收集桶，定期委托有资质的单位进行统一收集和处置。施工中禁止任意向海洋抛弃各类固体废物，同时应尽量避免各类物料散落海中。施工中产生的固体废物应由施工单位负责及时清理处置。定向钻施工产生的钻渣由施工单位清运至政府部门指定的建筑垃圾消纳场妥善处置。

3、海洋生态保护措施

严格限制工程施工区域在其用海范围内。尽量选用先进低噪的施工设备和船舶，并注意日常设备维护。优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下，尽可能减少海底开挖面积、开挖量，缩短水下作业时间，避免施工悬浮物剧烈扩散。降低施工噪音，减轻对鱼类的影响。电缆铺设后及时填埋，恢复原地貌，加快生态修复。

打桩时采用软启动方式；做好施工期的海水环境跟踪监测与环境监理工作。施工期水下打桩中应严格确立在距离桩基一定范围为鱼类受水下噪声影响的危险区域。为有效减缓本项目实施对渔业生产的影响，建议建设单位对受影响养殖渔民采取适当的补偿。建设单位应通过增殖放流补偿本建设项目造成的生态损失，减缓对海域的渔业资源造成的影响。

4、鸟类保护措施

应尽量避免在施工工区全面铺开作业，建议分区域分时段施工，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。合理规划施工作业时间。强调合理有序施工，优化施工组织。做好施工组织和现场管理，文明施工。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。严格执行施工操作规程，严格施工管理，施工机械设备应有消声减振措施，避免对鸟类造成惊吓，保护鸟类生境。

5、噪声防治

施工船舶应有效控制主辅机噪声。加强施工设备的维护保养，发生故障应及时维修；改进施工机械，整体设备应安放稳固，并与船体或地面保持良好接触，有条件的应使用减振机座。加强施工管理、文明施工，杜绝施工机械在运行过程中因维护不当而产生的其它噪声。需加强车辆的维护和保养，保持其良好的运转，以便从根本上降低噪声源强。在施工现场张贴通告和投诉电话，及时处理各种环境纠纷。

6、大气环境保护措施

加强施工船只管理，避免施工区域船舶拥堵，加剧废气等污染物产生。加强对施工机械、船舶的维修保养，禁止不符合国家废气排放标准的机械、船舶进入施工区，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。

7、通航安全保障措施

VTS 海事监管范围应覆盖本项目水域。通过发布航海通告等手段及时公布本项目所在的位置和相应的标志，提醒过往船舶、锚泊船舶注意避让本风电场。配备必要的监管设施，并加强海事监管。监管设施的配备应当结合附近水域的发展规划作出统一的规划和部署。加强对附近水域渔船的宣传、教育、培训和监管。对施工船舶严格管理。施工方应将施工进展情况上报海事部门，征得海事部门对施工水域进行有效监管，以利航经该水域的船舶安全避让。如施工期间发生突发事故，立即启动和执行紧急预案外，应及时向海事主管机关报告。

9.6.2 营运期环境保护措施

1、海洋生态保护措施

加强风电场运营管理，保证各项工程设施完好和确保安全生产是海洋生态保护最基本的措施，杜绝海洋环境污染事故。根据海域环境特征，在风电场附近内设立跟踪的监测站点，对海域的各种水生生物资源(包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、渔业资源)等进行定期监测。

2、渔业生产保护措施

本项目所在海域有渔船出入，建设单位需加强对过往船舶的引导。由渔业部门做好统一协调，做好渔业生产与风电场安全运行协调工作，在促进风电资源开发的同时保护渔业资源，减缓工程建设对渔业生产的影响。

3、鸟类保护措施

风电场区域应尽量不要安装白光灯，或尽可能少安装灯；在风场区内安装驱鸟装置；在鸟类迁徙期（春、秋季节）要加强灯光使用管理，严格控制光源使用量；合理规划施工作业时间；加强施工建设期鸟类的监测；在风机叶片上进行涂色；安装一个最轻重量、非常灵活的材料，充满安全最轻气体，增加鸟类在风机上空顶部视觉的表面积；风电场建成后，开展定期鸟类监测，加强对鸟类的观察监测。加强对施工人员的环保教育，严格执行施工操作规程，保护鸟类生境。

4、废水处理措施

营运期每一个季度进行一次巡检，巡检人员每次维护产生的生活污水量约1.6m^3，经巡检船舶收集后委托有资质的单位收集上岸处置，巡检维护船舶产生

的含油污水经收集后交由有资质的单位接收上岸处置。

5、噪声防治措施

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。建议主变压器与底座之间衬隔振垫，室内墙体敷设外壳为铝合金的吸音板，并将铝合金接地。

6、固废防治措施

船舶生活垃圾委托有资质单位接收处置。废弃防撞船舷收集后运至陆上集控中心，委托当地环卫部门统一收集处置。日常维护涉及的残废油、含油棉纱和废手套、废蓄电池收集后运回陆域统一堆放至陆域集控中心的危险废物暂存间，定期委托具备危险废物经营许可资质的专业单位接收处理。危险废物的收集和转运过程应执行《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）中的相关要求。

7、电磁防治措施

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。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，控制绝缘子的表面放电。

8、废气防治措施

鼓励企业积极履行社会责任，在后续陆域配套工程区域采取有效措施协同保障舟山环境空气质量。因本项目目前陆域区域未定，建议建设单位在后续陆域工程区域或者办公区域落实空气防护及净化措施。

9.7 建设项目环境可行性

9.7.1 建设项目环评审批原则符合性分析

1、建设项目符合环境功能区划的要求

根据《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》，本项目 66kV 海缆、风电场区等均位于舟山近岸一类区（省级代码 ZJ02A I），海水水质指标执行一类。根据当地大气空气功能区划，项目所在区域大气划分为二类功能区。

根据 2023 年嵊泗县环境空气自动监测站获得的有效监测数据，项目所在区

域环境空气基本污染物均符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准及其修改单，属于环境空气质量达标区。2024 年春季及 2023 秋季，调查海域水质除无机氮、活性磷酸盐和 COD 含量超标外，其它指标均能满足《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一级标准限值要求。2024 年春季，无机氮和活性磷酸盐超标率均为 100%，2023 年秋季，无机氮超标率均为 100%，活性磷酸盐超标率为 93.8%，COD 超标率为 43.8%。项目区域附近海域水质主要问题为富营养化。结合区域环境来看，本项目所在海域海水水质中无机氮和活性磷酸盐含量超标的主要原因为调查海域水质受长江、钱塘江冲淡水影响较大，入海之前汇集了沿途地表河网所接纳的各类工业废水、生活污水以及富含营养物质的面源污染废水，使得富含氮、磷等营养物质的水体进入沿岸海域。2024 年春季海域沉积物质量各因子的含量均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类海洋沉积物质量标准。

本项目海上施工期产生的废水、固废均收集处置，不排放入海，待施工结束后环境影响也随之消失，营运期不排放废气，产生的废水、固废均收集处置，项目实施不会对现有功能区环境造成环境，因此，本项目符合各项环境功能区划要求。

2、排放污染物符合污染物排放标准

本项目产生废气、废水、噪声及固体废弃物等，经落实本环评的措施后，均可做到达标排放。因此，本项目排放的污染物采取报告提出的各项污染控制措施处理后，可以做到达标排放。

3、污染物排放符合国家、省规定的总量控制指标

根据《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》（环发[2014]197 号），本工程营运期不排放废气，主要产生巡检维护人员生活污水，不涉及总量控制指标。

4、造成的环境影响符合建设项目所在地环境功能区划确定的环境质量要求

本项目为风电工程，经施工期、营运期环境影响预测分析结果表明，建设单位在落实本环评提出的污染防治措施建议后，本项目建设各项污染物均能做到达标排放，环境能维持现状，达到所在地环境功能区划确定的环境质量要求。

5、建设项目符合主体功能区规划、海洋功能区划、生态红线规划、岸线规划及国家和省产业政策等要求的分析

（1）建设项目符合主体功能区规划、海洋功能区划、生态红线规划、岸线规划要求的分析

根据《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》，本项目风电场和海缆路由所在海域为海洋发展空间，本项目在海洋发展空间建设海上风电场项目，可进一步提升海洋资源开发利用效率。

根据《舟山市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，本项目全部风机、海上升压站以及 66kV 海缆和 2.55km220 kV 海缆位于位于工矿通信用海区，3.31km220kv送出海缆位于渔业用海区。本项目充分利用海洋空间建设风电场及其配套设施，属于可再生能源用海类型，是发展工矿通信用海区的用海主导功能，符合规划海洋功能分区要求。渔业用海区按适度利用级要求实施管控。重点保障渔业基础设施、增养殖、捕捞等用海主导功能。在不影响主导功能前提下，兼容航运、游憩、可再生能源、海底电缆管道等功能。本项目海缆路由是风电场的重要组成部分，属于海底电缆管道，海缆深埋于海底，用海方式不改变海域的自然属性，属于农渔业区可以兼容的功能，不影响农渔业区主导功能的发挥，符合农渔业区的管控规则。

根据《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》，本项目全部风机、海上升压站以及 66kV 海缆和 2.55km220 kV 海缆位于“嵊泗滩浒山周边工矿通信用海区”（代码“330922630-01”）内，3.31km220 kV 海缆和位于“嵊泗滩浒山周边渔业用海区 ”（代码 “330922610-01”）。本项目施工期风机基础打桩、海底电缆的铺设将引起悬浮物浓度增加，影响局部海水水质，但施工期间引起的悬浮物局部扩散等的影响是暂时的，施工结束后，悬浮物可在较短时间内沉降，水质环境将逐步恢复。施工期及运行期船舶污废水、固废等运至岸上处理，不外排，不会对海洋水环境、沉积物、海洋生态环境造成不利影响。总体上，工程建设对海洋渔业、海洋生态保护红线的影响较小，不会造成海域水质、沉积物质量及生态环境的恶化。因此，本项目的建设与《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》是符合的。

根据《浙江省“三区三线”划定成果》，本项目不占用生态保护红线，拟建风电场选址及布置距离周边生态保护红线均较远。

因此，项目建设符合主体功能区规划及相关规划要求。

（2）建设项目是否符合国家和省产业政策等要求的分析

根据国家发展改革委2023年发布的《产业结构调整指导目录(2024年本)》，新能源项目“海上风电场建设与设备及海底电缆制造”属于第 1 项鼓励类项目。项目的建设符合国家和浙江省产业政策等的要求。

9.7.2 建设项目“三线一单”相符性分析

1、生态保护红线

根据《嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案（发布稿）》，本项目风场区和电缆均位于嵊泗县渔业用海区（ZH33090030104）一般管控单元，不涉及优先保护单元。另根据 2.8.3.5 节分析，本项目均不涉及生态保护红线，本项目符合浙江省“三区三线”划定成果管理要求。

2、环境质量底线

本项目所在区域的环境质量底线为：项目所在海域海水水质达到《海水水质标准》（GB3097-1997）中的第一类标准；空气环境质量达到《环境空气质量标准》二级标准；声环境质量应达到《声环境质量标准》1 类和 3 类标准。

项目拟建区域大气环境质量良好，能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，施工期对大气的环境影响因素主要为施工扬尘，采取降尘措施后对周边环境空气影响很小。项目周边海域主要的水质超标因子为无机氮、活性磷酸盐和 COD，2024 年春季，无机氮和活性磷酸盐超标率均为 100%，2023 年秋季，无机氮超标率均为 100%，活性磷酸盐超标率为 93.8%，COD 超标率为 43.8%，本项目不对项目所在海域排放废水，不会造成所在海域海水水质的恶化。风电场位于海域，运行期对周围声环境影响较小。

本项目对海水水质的影响仅限于施工期悬浮泥沙，随着施工结束影响消失，施工期和运营期产生的其他污废水均收集处置，不外排；本项目施工废气主要为施工机械和船舶尾气，主要位于海上施工场区，对周边大气环境影响很小，且随着施工结束不再排放。营运期无废气排放；本项目噪声经治理之后能做到达标排放；固废可做到无害化处置；采取本环评提出的相关防治措施后，本项目排放的污染物不会对区域环境质量底线造成冲击。

3、资源利用上线

本项目为基础电力供应类行业，不涉及工业生产，无能源消耗，不会突破地区能源、消耗上线。项目建成运营后通过内部管理、设备选择、废物回收利用、污染治理等多方面采取合理可行的防治措施，以“节能、降耗、减污”为

目标，有效地控制污染。因此，本项目符合资源利用上线的要求。

4、环境准入负面清单

根据《嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案（发布稿）》，本项目风场区和电缆均位于嵊泗县渔业用海区（ZH33090030104）一般管控单元，滩浒山岛上定向钻施工平台位于浙江省舟山市嵊泗县一般管控单元（ZH33092230110），本项目建设符合嵊泗县生态环境分区管控动态方案。

综上所述，本项目建设符合“三线一单”控制要求。

9.7.3 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）”四性五不批”相符性分析

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（中华人民共和国第 682 号令）第九条“四性”和第十一条“五不批”的相关规定，本环评对上述“四性五不批”内容进行分析，具体如表 9.7-1。

表 9.7-1 “四性五不批”符合性分析

内容		本项目情况	符合性
四性	建设项目的环境可行性	本项目符合环境空气、近岸海域、声环境功能区划要求；产生的各类污染物经过治理后可以满足达标排放；排放的污染物符合国家、省规定的主要污染物排放总量控制要求；造成的环境影响符合项目所在地环境功能区划确定的环境质量要求；符合《舟山市生态环境分区管控动态更新方案（发布稿）》中的“三线一单”要求；选址符合《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》、《浙江省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（报批稿）、《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》等规划的要求；符合国家和省市产业政策的要求；采取完善的风险防范措施，使环境风险在可承受范围内；符合《环境影响评价公众参与暂行办法》要求；因此项目建设满足环境可行性要求。	符合
	环境影响分析预测评估的可靠性	根据相关环境影响评价技术导则进行了施工期、营运期预测分析和环境影响分析。选用的方法均按照相应导则要求，因此其环境影响分析预测评估是可靠的。	符合
	环境保护措施的有效性	本项目排放的污染物均属于常见污染物，各类污染物达标从技术上是可行的。	符合
	环境影响评价结论的科学性	本环评结论客观、过程公开、评价公正，评价过程均依照环评相关技术导则、技术方法等进行，综合考虑建设项目实施后对各种环境因素可能造成的影响，环评结论是科学的。	符合
五不批	（一）建设项目类型及其选址、布局、规模等不符合环境保护法律法规和相关法定	本项目类型及其选址、布局、规模符合环境保护法律法规，并符合《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》、《浙江省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（报批稿）、《浙江省近岸海域环境功能区划（修编）》等规划的要求。	不属于不批的情形

	规划		
	（二）所在区域环境质量未达到国家或者地方环境质量标准，且建设项目拟采取的措施不能满足区域环境质量改善目标管理要求	本项目所在区域环境空气、噪声均满足环境质量标准，近岸海域海水水质无机氮、活性磷酸盐、COD 等指标未能达到水质保护目标要求，随着 “污水零直排区”建设、入海排污口规范化整治等措施的实施，海域水质必将会进一步得到改善。本项目营运期不向海域排放污染物，不会加重纳污海域的污染。	不属于不批的情形
	（三）建设项目采取的污染防治措施无法确保污染物排放达到国家和地方排放标准，或者未采取必要措施预防和控制生态破坏	本项目施工期、营运期采取相应的污染防治措施，可达标排放，不会造成生态破坏。	不属于不批的情形
	（四）改建、扩建和技术改造项目，未针对项目原有环境污染和生态破坏提出有效防治措施	本项目为新建项目，不涉及原有项目。	不属于不批的情形
	（五）建设项目的环境影响报告书、环境影响报告表的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺陷、遗漏，或者环境影响评价结论不明确、不合理	本环评报告采用的基础资料数据均采用项目建设申报内容，环境监测数据由正规资质单位监测取得。根据多次内部审核和外部专家评审指导，不存在重大缺陷和遗漏。	不属于不批的情形

9.8 公众意见采纳情况

建设单位严格按照《环境影响评价公众参与办法》以及《浙江省环境保护厅关于印发建设项目环境影响评价信息公开相关法律法规解读的函》（浙环发[2018]10 号）等有关规定的要求，开展了项目公众参与，并单独编制完成了公众参与报告。公众参与秉承了公开、平等、广泛和便利的原则，采取了网站发

布、现场张贴公示等方式进行。2025 年 4 月 3 日至 4 月 18 日在滩浒岛宣传栏公示点进行了现场张贴，网站公示点为中国广核新能源控股有限公司（本项目的上属公司）网站，网址：http://www.cgnne.com/cgnneh/gsxx/2025-04/03/content_9abc9e92726b4b5faebcbb7443055960.shtml。

公众参与公示期间，建设单位、环评单位和当地生态环境部门均未收到有关团体和个人提出工程建设环境保护方面提出相关意见和建议。

9.9 环评要求与建议

1、企业应重视环境保护工作，要配备环保管理员，认真负责本项目的环境管理、环境统计、污染源的治理工作及长效管理，并做好安全防范应急措施。

2、确保本报告所提出的各项污染防治措施落到实处。

3、加强员工的环保意识教育，严禁向附近海域倾倒污废水和垃圾。

4、加强污染治理设施的运行管理，建立技术档案，定期检查、维修，使其长期处于最佳运行状态。

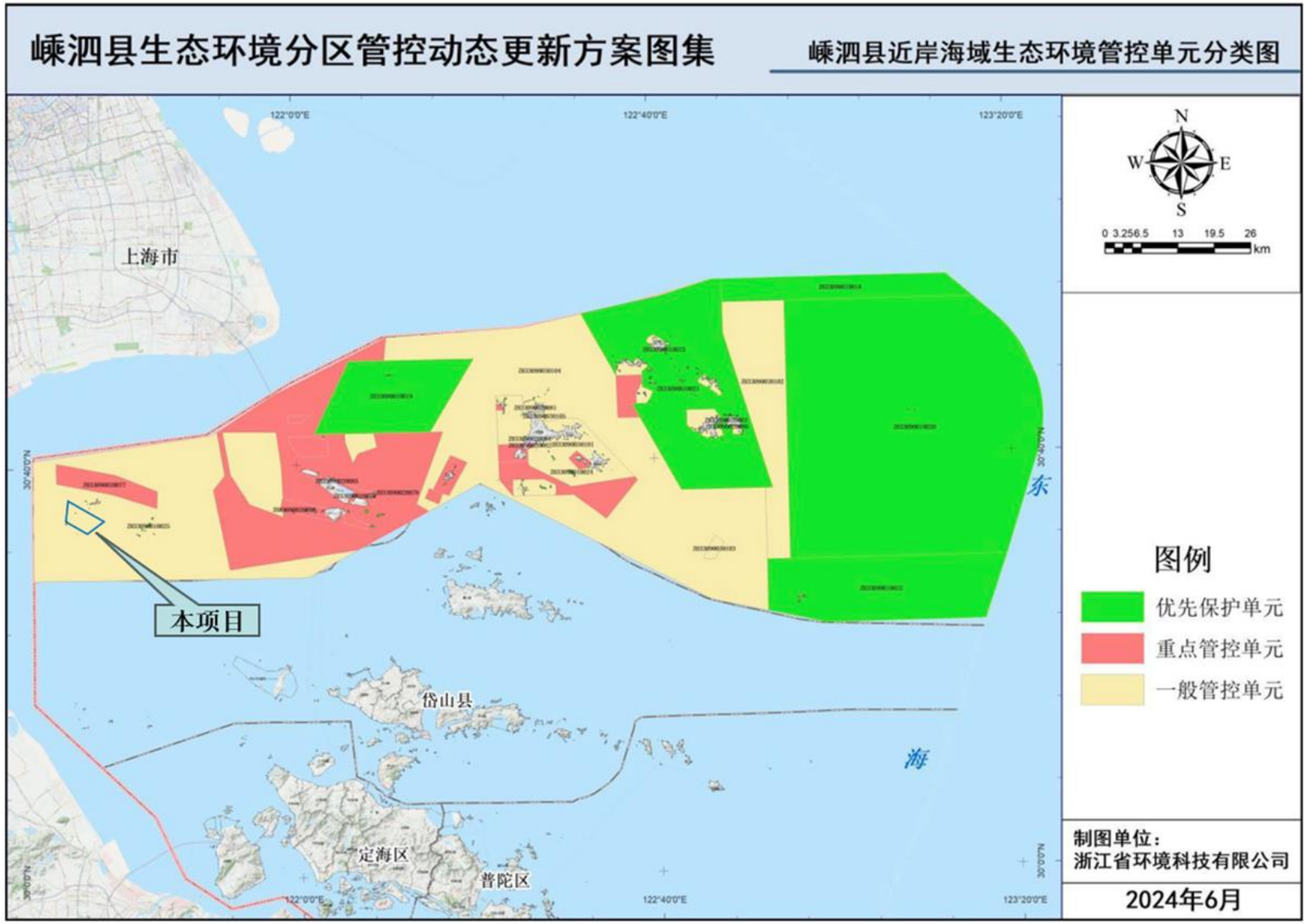
5、在工程建设过程中及工程建成后加强对工程海域环境的动态监测和跟踪管理，并尽快开展增殖放流等渔业资源恢复及保护措施研究和建设。

9.10环境影响评价总结论

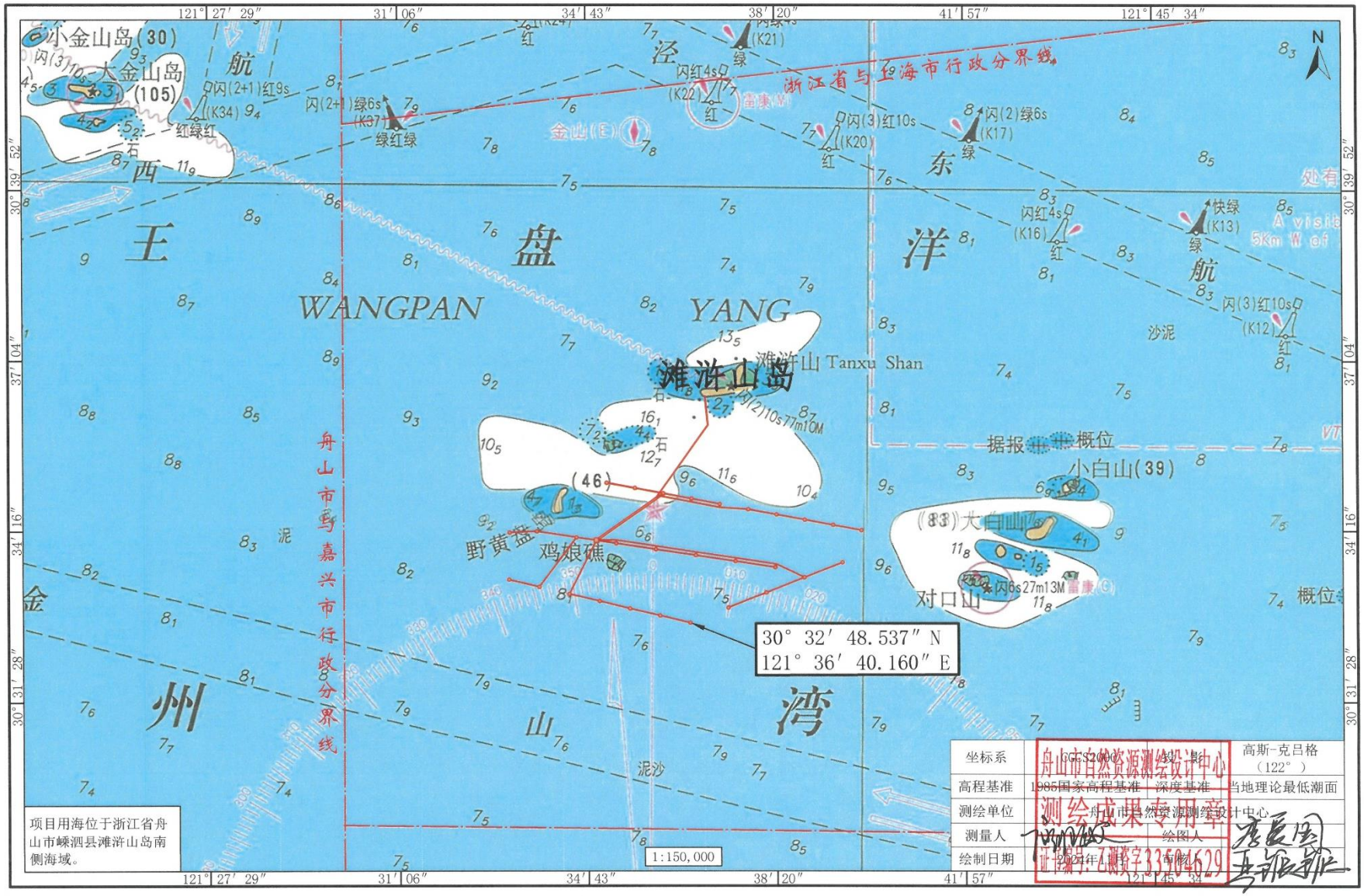
中广核嵊泗 1#海上风电项目建设符合我国可持续发展能源战略、增加电力供应并改善地区电源结构，推动舟山沿海风能资源的开发，社会效益、经济效益和环境效益明显。工程建设和运行带来的海洋生物损失可通过适当的生态补偿等进行修复，其它不利环境影响大多可以通过采取相应的环保措施减小或避免。只要在工程的建设和运行过程中加强管理，确保实施报告书中提出的环保措施，从环境保护角度看，不存在制约本项目建设的环境因素，本项目建设是可行的。



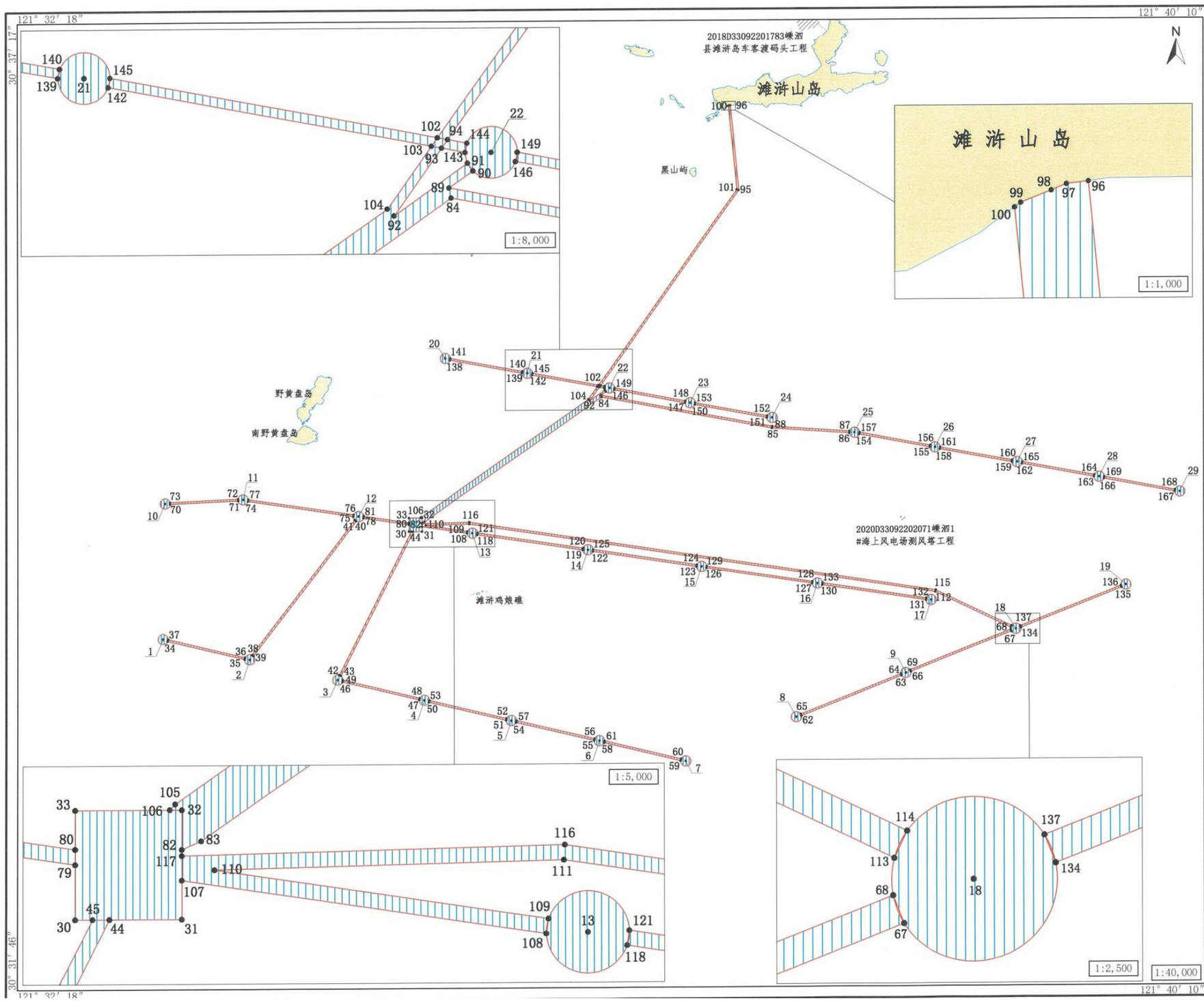
附图 1 项目地理位置图



附图 2 嵊泗县生态环境分区管控动态更新方案（海域部分）



附图 3 项目项目宗海位置图



界址点编号及坐标（北纬|东经）			
具体编号及坐标见附页			
内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
风机	透水构筑物	圆心点1~29（半径=54.75m）	27.3093（单风机=0.9417）
海上升压站	透水构筑物	30-45-44-31-107-117-82-32-106-33-80-79-30	2.0589
海底电缆	海底电缆管道	34-35-36-37-34 38-39-40-41-38 42-43-44-45-42 46-47-48-49-46 50-51-52-53-50 54-55-56-57-54 58-59-60-61-58 62-63-64-65-62 66-67-68-69-66 70-71-72-73-70 74-75-76-77-74 78-79-80-81-78 82-83-…-105-106-32-82； 107-108-…-116-117-107； 118-119-120-121-118 122-123-124-125-122 126-127-128-129-126 130-131-132-133-130 134-135-136-137-134 138-139-140-141-138 142-103-93-143-144-94-102-145-142 146-147-148-149-146 150-151-152-153-150 154-155-156-157-154 158-159-160-161-158 162-163-164-165-162 166-167-168-169-166	88.1262
宗海	风机+海上升压站+海底电缆管道		117.4944

单元	用海空间层	高程范围
海底电缆	底土	电缆实际设计高程至电缆下缘高程

坐标系	2000国家大地坐标系	投影	高斯-克吕格（122°）
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面
测绘单位	宁波市自然资源测绘设计中心		
测量人		绘图人	
绘制日期	2024年11月	审核人	

宁波市自然资源测绘设计中心 测绘成果用章

附图 4 项目宗海界址图



滩浒岛登陆点



滩浒岛



项目周边海岛



项目东侧嵊泗 3#、4#项目



项目所在海域



项目周边海岛

附图 5 项目所在区域现状图

附件一 项目核准批复

舟山市发展和改革委员会文件

舟发改审批〔2023〕66 号

关于中广核嵊泗 1＃海上风电项目核准的批复

中广核（嵊泗）新能源有限公司：

你公司《关于申请核准中广核嵊泗 1#海上风电项目的请示》（中广核新能浙嵊泗函〔2023〕6 号）及附件已收悉。舟山市发展规划研究院受委托开展咨询评估，并提交评估报告。经研究，现将该工程主要内容批复如下：

一、根据国家能源局《关于浙江省海上风电规划的复函》（国能新能〔2016〕14 号），该项目符合《浙江省海上风电场工程规划》。项目立足浙江省电力发展和海上风能资源实际情况，促进能源结构优化，依据《行政许可法》《企业投资项目核准和备案管理条例》，同意建设中广核嵊泗 1#海上风电项目（项目代码：2306-330900-04-01-983287）。

项目建设单位：中广核（嵊泗）新能源有限公司。

二、该项目位于嵊泗县滩浒山岛西南部海域，根据嵊泗县自然资源和规划局《关于嵊泗 1 号海上风电项目用海预审意见的复函》，项目用海面积不超过 140 公顷，用海类型为工业用海中的电力工业用海及海底电缆管道用海。项目用地面积约 17872 ㎡。

三、建设内容与规模：该项目拟安装 33 台单机容量为 12MW 风电机组，装机规模 396MW，配套建设一座 220kV 陆上升压站及安装海缆约 50km（其中陆上段约 84m，敷设方式为定向钻敷设）等。

四、经评估，项目静态投资估算为 471685 万元，动态投资估算为 478804 万元。资本金占动态总投资的 30%，由项目建设单位以自有资金出资，其余向金融机构贷款解决。

五、原则同意项目《核准报告》提出的生态环境保护措施，请按照相关部门的要求，做好生态环境保护工作。

六、按照相关法律、行政法规规定，核准项目前置条件的相关文件分别为：嵊泗县自然资源和规划局《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 2023（016）号）及附图附件、《关于嵊泗 1 号海上风电项目用海预审意见的复函》（嵊自然资规海预〔2023〕005 号），中共嵊泗县委政法委《浙江省重大决策社会风险评估报告备案文书》（嵊泗政法风评〔2023〕10 号），嵊泗县政府《关于工程审核社会风险评估报告审核意见的函》。

七、项目工期和招标

项目计划建设工期为 24 个月。根据《中华人民共和国招标投标法》、《浙江省招标投标条例》等有关规定，该工程设计、施工、监理、重要设备采购等实行公开招标，招标组织形式采用委托招标。

八、如需对该项目核准文件所规定的建设地点、建设规模、主要建设内容等进行调整，请按照《企业投资项目核准和备案管理办法》的有关规定，及时提出变更申请，我委将根据项目具体情况，做出是否同意变更的书面决定。

九、请项目建设单位在项目开工建设前，依据相关法律、行政法规规定办理规划许可、资源利用、安全生产等相关报建手续。

十、项目予以核准决定或者同意变更决定之日起 2 年未开工建设，需要延期开工建设的，请项目建设单位在 2 年期限届满的 30 个工作日前，向我委申请延期开工建设。开工建设只能延期一次，期限最长不得超过 1 年。国家对项目延期开工建设另有规定的，依照其规定。

舟山市发展和改革委员会

2023 年 6 月 16 日

附件二 项目基本信息表

基本信息表

赋码日期：2023-06-06

项目基本信息			
项目代码	2306-330900-04-01-983287		
项目名称	中广核嵊泗1#海上风电项目		
项目类型	核准类		
主项目名称	无		
项目属地	舟山市	审批机关	舟山市发展和改革委员会
项目建设地点	浙江省,舟山市,嵊泗县	项目详细建设地点	浙江省舟山市嵊泗县滩浒岛西南侧海域
项目类别	基本建设项目	项目所属行业	电力
国标行业	电力、热力、燃气及水生产和供应业 - 电力、热力生产和供应业 - 电力生产 - 风力发电	产业结构调整指导目录	海上风电场建设与设备及海底电缆制造
建设性质	新建	项目属性	国有控股
建设规模及内容（生产能力）	本工程用海面积约140公顷，用地总面积约1.8公顷，项目规划装机容量为400MW，拟安装33台单机容量为12MW风电机组，新建一座220kV陆上升压站及安装海缆等，风电场年上网电量约123260万kWh，每年可节约标煤约37.3万t。		
拟开工时间	2024-06	拟建成时间	2026-06

总投资（万元）							
合计	固定资产投资					建设期利息	铺底流动资金
	土建工程	设备购置费	安装工程费	工程建设其他费用	预备费		
471589.3	127354.95	240559.35	37734.8	48819.3975	7782.8025	7119	2219

资金来源（万元）				
合计	财政性资金	自有资金（非财政性资金）	银行贷款	其他
471589.3	0	141476.79	330112.51	0

总用地面积（亩）	2127	其中:新增建设用地（亩）	0.0
总建筑面积（平方米）	1700	其中：地上建筑面积（平方米）	1700
土地获取方式			
土地是否带设计方案	否	是否完成区域评估	否
意向用电时间		意向用电容量	0.0
意向用水时间		用水类别	
意向用气时间		用气流量	
用气气压		最高日用水量需求	
意向用网运营商			
是否同意将项目信息共享给水电气等市政公用部门	是		
是否为浙商回归项目	否	是否为央企合作项目	是
项目共享码	6yeH		

项目单位基本信息			
单位名称	中广核（嵊泗）新能源有限公司		
项目单位登记注册类型		证照类型	统一社会信用代码
统一社会信用代码	91330900MA28KMT018	成立日期	2017-07
项目单位控股情况		是否为该项目的控股单位	否

单位地址	浙江省舟山市嵊泗县马迹山港区港航大楼303-w（自贸试验区内）		
注册资金（万元）	156000.000000	币种	人民币元
主要经营范围	风力发电、光伏发电、海洋能项目开发、建设、运营、维护；风力发电、光伏发电、海洋能项目技术咨询和服务。（涉及国家规定实施准入特别管理措施的除外）（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）		
文书送达地址:	浙江省杭州市拱墅区大关路96号绿地中央广场5号楼15楼		
法人代表姓名	喻旭明		
项目负责人姓名	楼晓捷	项目负责人职务	项目开发经理
项目负责人手机号	15888855871	项目负责人邮箱	303205849@qq.com
联系人姓名	楼晓捷	联系人手机号	15888855871
联系人邮箱	303205849@qq.com		

固 定 资 产 投 资 项 目

2306-330900-04-01-983287

附件三 关于同意嵊泗 1#海上风电项目建设内容调整的说明

舟山市发展和改革委员会

关于同意嵊泗 1#海上风电项目建设内容调整的说明

中广核嵊泗 1#海上风电项目于 2023 年 6 月取得核准批复（舟发改审批〔2023〕66 号），建设内容为“拟安装 33 台单机容量为 12MW 风电机组，装机规模为 396MW，配套建设 1 座陆上升压站，用海面积不超过 140 公顷。”

为节约利用海域，项目业主优化了海上风机选型和布点，拟安装 24 台 14MW 及 5 台 12MW 风电机组，装机规模为 396MW,配套建设一座 220kV 海上升压站，用海面积缩减为 119.5683 公顷。我委原则同意优化后的建设方案，并将在该项目风机最终定标后，视情对项目核准文件予以调整。

特此说明。

舟山市发展和改革委员会

2025 年 4 月 15 日

附件四 噪声及电磁环境专题评审意见

《中广核嵊泗 1#海上风电项目水上水下噪声、电磁环境调查及影响专题报告》专家评审意见

2025 年 4 月 17 日，中广核（嵊泗）新能源有限公司在杭州组织召开了《中广核嵊泗 1#海上风电项目水上水下噪声、电磁环境调查及影响专题报告》（以下简称“报告”）专家评审会。参加会议的有上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司（环评单位）、杭州海蛞蝓生态科技有限公司(编制单位)。会议邀请了 3 位专家组成专家组（名单附后）。与会专家听取了编制单位关于报告主要内容的汇报，经质询与讨论，形成评审意见如下：

1、项目开展了 2024 年 3 月、2024 年 8 月以及 2025 年 3 月水上水下噪声和工频电场、工频磁场现状调查监测。根据 3 次调查监测结果，通过类比法和模型等方法预测了工程建设期水下噪声、营运期水上水下噪声和工频电场、工频磁场的贡献值，分析了工程对海洋生物的影响，提出了减缓海洋生物影响的对策措施。

2、报告编制依据充分，技术路线正确，现状调查站位布设合理，预测方法和结果可信。

专家组同意通过评审。报告根据与会代表和专家的意见修改完善后，可作为项目环评和海域使用论证等工作的技术支撑。

专家组组长：

2025 年 4 月 17 日

附件五 鸟类专题评审意见

中广核嵊泗 1#海上风电项目鸟类现状调查及影响评价报告

专家评审意见

2025 年 04 月 17 日，上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司在杭州组织召开了《中广核嵊泗 1#海上风电项目鸟类现状调查及影响评价报告》（以下简称“《专题报告》”)的专家评审会，会议邀请了 3 名专家（名单附后）组成专家组。与会专家和代表听取了报告编制单位的汇报，经质询与讨论，形成评审意见如下:

一、《专题报告》内容全面，编制依据充分，技术路线正确，评价方法合理，提出的保护措施得当，结论总体可信，经修改完善后可作为工程环境影响评价的基础资料。

二、专家组建议如下:

1、明确项目调查样线、调查时间与相关环评导则的相符性；

2、补充细化工程评价范围内岛屿生境、以及周边其它风电项目的情况介绍；

3、补充重点保护鸟类的受影响程度分析。

专家组:

2025 年 04 月 17 日

附件六 公益林占用情况说明

关于嵊泗 1#海上风电项目滩浒岛陆上林地情况的复函

中广核（嵊泗）新能源有限公司：

你公司关于核实嵊泗 1#海上风电项目滩浒岛土地林地情况的函已收悉，根据项目用地预审意见书，经核对“嵊泗县森林资源一张图成果（2023 年度）”，项目用地预审范围涉及一般公益林，林地保护等级为III级。

嵊泗县自然资源和规划局

2025 年 5 月 7 日

附件七 固化土检测报告

CMA
211121341561

检 测 报 告

Test Report

（中通检测）检字第 ZTE202406556 号

项目名称：固化土检测

委托单位：国电象山海上风电有限公司

受检单位：/

浙江中通检测科技有限公司

浙江中通检测科技有限公司
地址：浙江省宁波市镇海区庄市街道毓秀路 25 号 邮编：315200
电话：0574-86698516 传真：0574-86698516 网址：http://www.ztjckj.com

检测报告说明

1、本报告无本公司红色“CMA”资质认定标志和红色“浙江中通检测科技有限公司检验检测专用章”及骑缝章均无效。

2、本报告不得部分复印，完整复印后未加盖红色“浙江中通检测科技有限公司检验检测专用章”无效。

3、本报告内容需填写齐全，无本公司授权签字人签名无效。

4、本报告内容需填写清楚，经涂改、增删均无效。

5、本报告未经本公司书面同意，不得用于广告、商品宣传等商业行为。

6、除客户特别申明并支付样品管理费外，所有超过标准规定时效期的样品均不再做留样保存。

7、委托方若对本报告有异议，请于收到报告之日起十五日内向浙江中通检测科技有限公司提出，逾期视同认可本报告。

8、本报告仅对接收后送检样品的检测结果负责，送检样品来源、时效、保存环节的合规性及相关信息的真实性由委托单位负责。

9、本报告正文共 4 页，一式 3 份，发出报告与留存报告的正文一致。

本机构通讯资料

浙江中通检测科技有限公司

地址：浙江省宁波市镇海区庄市街道毓秀路 25 号

邮编：315200

电话：0574-86698516

传真：0574-86698516

样 品 类 别：沉积物 样 品 来 源：送样
委托方及地址：国电象山海上风电有限公司（浙江省宁波市象山县鹤浦镇兴南路 61 号）
委 托 日 期：2024 年 6 月 24 日
送样方及地址：国电象山海上风电有限公司（浙江省宁波市象山县鹤浦镇兴南路 61 号）
收 样 日 期：2024 年 6 月 24 日
检 测 单 位：浙江中通检测科技有限公司
检 测 地 点：浙江省宁波市镇海区庄市街道毓秀路 25 号实验室
检 测 日 期：2024 年 6 月 24 日至 7 月 8 日
检测方法依据：

铜：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (6.2 火焰原子吸收分光光度法)GB 17378.5-2007
总铬：海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 (10.1 总铬 无火焰原子吸收分光光度法)GB 17378.4-2007
铅：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (7.2 火焰原子吸收分光光度法)GB 17378.5-2007
镉：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (8.2 火焰原子吸收分光光度法)GB 17378.5-2007
锌：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (9 锌-火焰原子吸收分光光度法)GB 17378.5-2007
总砷：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (11.1 砷 原子荧光法)GB 17378.5-2007
总汞：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (5.1 总汞 原子荧光法)GB 17378.5-2007
油类：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (13.2 油类 紫外分光光度法)GB 17378.5-2007
硫化物：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (17.1 硫化物 亚甲基蓝分光光度法)GB 17378.5-2007
有机碳：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (18.1 有机碳 重铬酸钾氧化-还原容量法)GB 17378.5-2007
含水率：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (19 含水率-重量法)GB 17378.5-2007
粪大肠菌群：海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测(9 粪大肠菌群检测 发酵法)GB 17378.7-2007
p,p'-DDE：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (14 666、DDT-气相色谱法)GB 17378.5-2007
o,p'-DDT：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (14 666、DDT-气相色谱法)GB 17378.5-2007
p,p'-DDD：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (14 666、DDT-气相色谱法)GB 17378.5-2007
p,p'-DDT：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (14 666、DDT-气相色谱法)GB 17378.5-2007
α-666：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (14 666、DDT-气相色谱法)GB

浙江中通检测科技有限公司
地址：浙江省宁波市镇海区庄市街道毓秀路 25 号 邮编：315200
电话：0574-86698516 传真：0574-86698516 网址：http://www.ztjckj.com

17378.5-2007
β-666：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (14 666、DDT-气相色谱法)GB 17378.5-2007
γ-666：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (14 666、DDT-气相色谱法)GB 17378.5-2007
δ-666：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (14 666、DDT-气相色谱法)GB 17378.5-2007
多氯联苯：海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 (15 多氯联苯-气相色谱法) GB 17378.5-2007

检 测 结 果

表 1 沉积物检测结果

样品名称	固化土
样品性状	褐色、固体
粪大肠菌群(MPN/g)	2
铜(mg/kg)	23.4
铅(mg/kg)	31.4
镉(mg/kg)	<0.05
锌(mg/kg)	140
总铬(mg/kg)	56.0
总汞(mg/kg)	0.072
总砷(mg/kg)	19.2
油类($\times10^{-6}$)	52.2
硫化物($\times10^{-6}$)	4.72
有机碳(%)	0.65
p,p'-DDE(mg/kg)	<0.028
o,p'-DDT(mg/kg)	<0.041
p,p'-DDT(mg/kg)	<0.041
p,p'-DDD(mg/kg)	<0.041
α-666(mg/kg)	<0.027
β-666(mg/kg)	<0.026
γ-666(mg/kg)	<0.052
δ-666(mg/kg)	<0.024

浙江中通检测科技有限公司
地址：浙江省宁波市镇海区庄市街道毓秀路 25 号 邮编：315200
电话：0574-86698516 传真：0574-86698516 网址：http://www.ztjckj.com

表 2 沉积物检测结果

样品名称	固化土
样品性状	褐色、固体
PCB28(μg/kg)	<0.05
PCB52(μg/kg)	<0.068
PCB101(μg/kg)	<0.05
PCB118(μg/kg)	<0.052
PCB112(μg/kg)	<0.038
PCB153(μg/kg)	<0.049
PCB138(μg/kg)	<0.038
PCB155(μg/kg)	<0.054
PCB180(μg/kg)	<0.029
PCB198(μg/kg)	<0.033
含水率(%)	8.1

END

编　制：　　审　核：　　签　发：

签发日期：

（检验检测专用章）

浙江中通检测科技有限公司
地址：浙江省宁波市镇海区庄市街道毓秀路 25 号
电话：0574-86698516　　传真：0574-86698516
邮编：315200
网址：http://www.ztjckj.com

附表：

附表 1 检测项目检出限及仪器信息

检测项目	检出限	仪器名称/型号	仪器编号
粪大肠菌群	/	霉菌培养箱 MJX-160B-Z	ZT-Lab-447
铜	2.0mg/kg	原子吸收分光光度计 TAS-900F	ZT-Lab-169
铅	3.0mg/kg		
镉	0.05mg/kg		
锌	6.0mg/kg		
总铬	0.4mg/kg	原子吸收石墨炉 AA-900T	ZT-Lab-295
总汞	0.002mg/kg	原子荧光光度计 BAF-2000	ZT-Lab-392
总砷	0.06mg/kg		
油类	/	紫外可见分光光度计 L5S	ZT-Lab-433
硫化物	/	可见分光光度计 DR2800	ZT-Lab-246
有机碳	/	滴定管	ZT-lab-Ddb50-01
p,p'-DDE	0.028mg/kg	GC-2010 气相色谱仪	ZT-Lab-463
o,p'-DDT	0.041mg/kg		
p,p'-DDT	0.041mg/kg		
p,p'-DDD	0.041mg/kg		
α-666	0.027mg/kg		
β-666	0.026mg/kg		
γ-666	0.052mg/kg		
δ-666	0.024mg/kg		
PCB28	0.05μg/kg		
PCB52	0.068μg/kg		
PCB101	0.05μg/kg		
PCB118	0.052μg/kg		
PCB112	0.038μg/kg		
PCB153	0.049μg/kg		
PCB138	0.038μg/kg		
PCB155	0.054μg/kg		
PCB180	0.029μg/kg		
PCB198	0.033μg/kg		
含水率	/	电子天平 YH-M30002	ZT-Lab-364

以下空白。

浙江中通检测科技有限公司
地址：浙江省宁波市镇海区庄市街道毓秀路 25 号
电话：0574-86698516 传真：0574-86698516
邮编：315200
网址：http://www.ztjckj.com

附页：

附表 1 沉积物检测结果

样品名称	固化土	标准值
样品性状	褐色、固体	
粪大肠菌群(MPN/g)	2	≤200
铜(mg/kg)	23.4	≤35.0
铅(mg/kg)	31.4	≤60.0
镉(mg/kg)	<0.05	≤0.50
锌(mg/kg)	140	≤150.0
总铬(mg/kg)	56.0	≤80.0
总汞(mg/kg)	0.072	≤0.20
总砷(mg/kg)	19.2	≤20.0
油类($\times10^{-6}$)	52.2	≤500.0
硫化物($\times10^{-6}$)	4.72	≤300.0
有机碳(%)	0.65	≤2.0
p,p'-DDE(mg/kg)	<0.028	≤0.02
o,p'-DDT(mg/kg)	<0.041	
p,p'-DDT(mg/kg)	<0.041	
p,p'-DDD(mg/kg)	<0.041	
α-666(mg/kg)	<0.027	≤0.50
β-666(mg/kg)	<0.026	
γ-666(mg/kg)	<0.052	
δ-666(mg/kg)	<0.024	
PCB28(μg/kg)	<0.05	≤0.02
PCB52(μg/kg)	<0.068	
PCB101(μg/kg)	<0.05	
PCB118(μg/kg)	<0.052	
PCB112(μg/kg)	<0.038	
PCB153(μg/kg)	<0.049	
PCB138(μg/kg)	<0.038	
PCB155(μg/kg)	<0.054	
PCB180(μg/kg)	<0.029	
PCB198(μg/kg)	<0.033	
含水率(%)	8.1	/

限 值 标 准：《围填海工程填充物质成分限值》GB30736-2014 表 1 中第一类标准限值。

备　　注：本栏空白

以下空白。

浙江中通检测科技有限公司
地址：浙江省宁波市镇海区庄市街道毓秀路 25 号　　邮编：315200
电话：0574-86698516　　传真：0574-86698516　　网址：http://www.ztjckj.com

附件八 专家评审意见

中广核嵊泗 1#海上风电场项目环境影响报告书
评估会专家组意见

受舟山市生态环境局委托，浙江环能环境技术有限公司于 2025 年 4 月 29 日在定海组织召开了《中广核嵊泗 1#海上风电场项目环境影响报告书》（以下简称"报告书"）评估会。参加会议的有舟山市发改委、市生态环境局、市海洋经济发展局、市港航和口岸管理局、舟山海事局，市生态环境局嵊泗分局、市资源规划局嵊泗分局，中广核（嵊泗）新能源有限公司（建设单位）、上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司（环评单位）、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（可研编制单位）等单位的代表，会议邀请了 4 位专家（名单附后）组成专家组，与会代表和专家听取了建设单位关于工程概况的介绍和报告编制单位对报告书主要内容的汇报，经认真讨论和评议，形成专家组意见如下：

一、项目基本情况

中广核嵊泗 1#海上风电项目位于浙江省舟山市嵊泗县滩浒岛南侧海域，场区中心点离岸距离约 28km，总装机容量 396MW。场区水深在 11～16m 之间，场址呈多边形，东西长约 5.8km~11.1km，南北宽约 3.9km，面积约 34.8km²。工程组成包括 29 台风力发电机组（24 台 14MW 及 5 台 12MW），66kV 海缆 41.55km（6 回）、220KV 送出电缆 11.71km（2 回）和 1 座 220kV 海上升压站。本项目海缆登陆后自登陆点至陆上集控中心拟另行开展环评工作，不在本报告评价范围内。总投资 395283.48 万元。总工期 18 个月。

（具体工程内容和施工工艺等见报告）

二、建议报告书重点对以下意见进行修改完善

1.更新编制依据，梳理各个部门的批文、相关单位的协调成果。充实风电场选址、电缆登陆点及登陆方式与《浙江省海岸带及海洋空间规划》《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》要求的符合性分析；结合《浙江省海上风电发展规划（2021-2035）》与本项目相关的内容及批文，深化规划符合性分析内容；更新宁波舟山港总体规划，并完善本项目与规划的符合性分析。完善评价范围内敏感目标调查；梳理工程附近海域渔业资源现状资料，核实项目所在海域渔业生产的现状调查（养殖、捕捞、渔船习惯性航道分布）及敏感性分析。

扫描全能王 创建

补充运营期各产水点的废水处置去向及应执行的标准。规范陆域生态评价等级的确定依据。补充退役期环境管理要求。

结合海域评价范围与海域现状调查站位的叠图，梳理调查资料，分析代表性和覆盖性。补充 2024 年春季双壳贝类生物体质量重金属、石油烃超标的成因分析。

明确鸟类评价技术规范和方法，细化鸟类调查样线、样点设置与规范相符性分析内容。补充水下噪声现状监测执行规范标准，明确水下噪声现状站位、深度和频次设置规范符合性，补充水上噪声监测气象条件记录情况。校核电磁环境现状调查站位设置合理性。

结合立项文件、工程设计文本，核实本报告的评价对象、规模、范围。结合本项目海域、海岛的生态环境特点，充实风电场选址、总平布置、海缆走向的环境比选及合理性分析内容。

2.针对不同海域特点，明确电缆敷设工艺、敷设速度和深度，并给出不同条件施工（深海、浅滩等）各段分布图、典型断面图；校核不同施工方式条件下的悬浮泥沙源强。

补充风电场日常运行中物资消耗总量一栏表；明确海上升压站高压电抗器冷却方式，蓄电池配备情况；核实危险废物、一般废物的产生量，核实危废代码，细化危险废物暂存、处置措施方案。校核升压站主变噪声源强。

细化石首科鱼类“三场一通道”与本项目位置关系资料，完善水下噪声、电磁类比对象适用性分析，校核单台风机对石首科鱼类及鱼卵、仔稚鱼的影响范围；分析运营期水下噪声对石首科鱼类、哺乳动物等海洋生物生存环境的影响；充实海缆电磁场对哺乳动物的影响分析。

细化本工程登陆施工方式及具体施工方案和具体功能区布置，结合登陆点的具体工程范围，明确本项目占用岸线的具体情况，补充陆域占地范围土地利用现状及陆域生态调查评价，确认占用公益林的性质，充实登陆点定向钻钻渣的处置去向；深化登陆施工对公益林的影响分析及必要的措施。

3、完善 220kV 海底电缆路由地形图及其冲淤演变分析；校核单台风机桩基周边冲淤预测内容；校核桩基施工、固化施工悬浮泥沙核算结果并校核概化源强，核实数模预测结果；核实海域泥沙增量扩散范围，校核渔业损失量及生态补偿额。

综合周边已建、在建风电场建成后鸟类现状调查及历史资料研判，分析本项

扫描全能王 创建

目实施后对鸟类迁徙通道的影响、鸟类生境的影响，解读可能进入风电场的鸟类，完善鸟类影响评价内容，针对性完成本项目对鸟类保护目标的影响；充实溢油风险、风机运行对鸟类的影响分析并针对性提出避让、保护措施。核实项目占用天然林区、生态公益林的面积，补充树木砍伐等对生态环境的影响分析。

4、明确施工期含油废水收集处置方案，按照具体管理规范，完善施工期废水上岸处理的具体措施，完善水环境保护措施。

结合渔业资源、渔业生产调查情况，完善减缓影响的对策措施；细化施工期避让产卵期的具体措施；细化生态恢复措施。

补充桩基固化土的理化性质调查和施工工艺及对海洋生态影响分析内容。

5. 结合本项目的特点，校核施工期、运营期溢油风险源强，计算风险事故突发情况下，溢油到达敏感目标的响应时间，完善环境风险措施、应急措施及应急物资、设施配备要求以及投资估算，提出突发环境事件应急预案编制要求；补充升压站防撞、日常围油栏设置等措施要求。补充海上升压站废旧电池处置要求。

6、完善项目污染防治措施一览表；校核生态补偿额，核实环保费用；结合《海上风电工程海洋生态环境影响跟踪监测技术规范》及区域内项目的跟踪监测方案，完善跟踪监测计划及环境运行管理要求；补充清晰的水下地形图，完善附图、附件。

三、对报告书总体质量的评价

报告书内容较全面，重点突出，提出的污染防治及生态保护措施思路可行，综合评价结论可信。报告经修改补充完善后可上报。

专家组签名：

二〇二五年四月二十九日

扫描全能王 创建

附件九 意见修改说明

序号	意见	修改说明
1	更新编制依据，梳理各个部门的批文、相关单位的协调成果。充实风电场选址、电缆登陆点及登陆方式与《浙江省海岸带及海洋空间规划》《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》要求的符合性分析；结合《浙江省海上风电发展规划（2021-2035）》与本项目相关的内容及批文，深化规划符合性分析内容；更新宁波舟山港总体规划，并完善本项目与规划的符合性分析。完善评价范围内敏感目标调查；梳理工程附近海域渔业资源现状资料，核实项目所在海域渔业生产的现状调查（养殖、捕捞、渔船习惯性航道分布）及敏感性分析。 补充运营期各产水点的废水处置去向及应执行的标准。规范陆域生态评价等级的确定依据。补充退役期环境管理要求。 结合海域评价范围与海域现状调查站位的叠图，梳理调查资料，分析代表性和覆盖性。补充2024 年春季双壳贝类生物体质量重金属、石油烃超标的成因分析。 明确鸟类评价技术规范和方法，细化鸟类调查样线、样点设置与规范相符性分析内容。补充水下噪声现状监测执行规范标准，明确水下噪声现状站位、深度和频次设置规范符合性，补充水上噪声监测气象条件记录情况。校核电磁环境现状调查站位设置合理性。 结合立项文件、工程设计文本，核实本报告的	1) 编制依据已补充《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》，见 2.2.1 章节。已梳理各个部门的批文、相关单位的协调成果，见 1.2 章节。 2）已充实风电场选址、电缆登陆点及登陆方式与《浙江省海岸带及海洋空间规划》《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》要求的符合性分析，见 2.8.1.1 章节、2.8.3.4 章节。 3）已结合《浙江省海上风电发展规划（2021-2035）》与本项目相关的内容及批文，深化规划符合性分析内容，见 2.8.1.6 章节。 4）已更新宁波舟山港总体规划，已完善本项目与规划的符合性分析，见 2.8.2.4 章节。 5）已梳理工程附近海域渔业资源现状资料，目前仍未有公布的 2024 年渔业生产资料，因此仍保留 2021~2023 年的渔业生产资料。 6）已完善评价范围内敏感目标调查，已核实项目所在海域渔业生产的现状调查（养殖、捕捞、渔船习惯性航道分布）及及敏感性分析，见 2.7 章节。 7）已补充运营期各产水点的废水处置去向及应执行的标准，见 2.3.2.1 章节。 8）已规范陆域生态评价等级的确定依据，见 2.4 章节“6、陆域生态评价等级”。 9）已补充退役期环境管理要求，见 1.2 章节，本项目服务期满后的具体拆除和处置方案另行编制设计报告，本项目服务期满后建设单位应另行委托编制服务期满后环境影响评价文件。 10）已结合海域评价范围与海域现状调查站位的叠图，梳理了调查资料（去掉评价范围外的海洋生态调查站位），补充分析了代表性和覆盖性，见 4.2.3 章节。 11）已补充 2024 年春季双壳贝类生物体质量重金属、石油烃超标原因

	评价对象、规模、范围。结合本项目海域、海岛的生态环境特点，充实风电场选址、总平布置、海缆走向的环境比选及合理性分析内容。	分析，见 4.2.5.2 章节。 12）已明确鸟类评价技术规范和方法，细化鸟类调查样线、样点设置与规范相符性分析内容，见 4.2.8 章节。 13）已补充水下噪声现状监测执行规范标准，明确水下噪声现状站位、深度和频次设置规范符合性，见 4.2.10、4.2.10.1 章节。已补充水上噪声监测气象条件记录情况，见 4.2.10.1 章节。 14）已校核电磁环境现状调查站位设置合理性，见 4.2.11 章节。 15）已结合立项文件、工程设计文本，核实本报告的评价对象、规模、范围，见 1.2 章节。 16）已结合本项目海域、海岛的生态环境特点，充实风电场选址、总平布置、海缆走向的环境比选及合理性分析内容。见 2.9 章节。
2	针对不同海域特点，明确电缆敷设工艺、敷设速度和深度，并给出不同条件施工（深海、浅滩等）各段分布图、典型断面图；校核不同施工方式条件下的悬浮泥沙源强。 补充风电场日常运行中物资消耗总量一栏表；明确海上升压站高压电抗器冷却方式，蓄电池配备情况；核实危险废物、一般废物的产生量，核实危废代码，细化危险废物暂存、处置措施方案。校核升压站主变噪声源强。 细化石首科鱼类“三场一通道”与本项目位置关系资料，完善水下噪声、电磁类比对象适用性分析，校核单台风机对石首科鱼类及鱼卵、仔稚鱼的影响范围；分析运营期水下噪声对石首科鱼类、哺乳动物等海洋生物生存环境的影响；充实海缆电磁场对哺乳动物的影响分析。 细化本工程登陆施工方式及具体施工方案和具体功能区布置，结合登陆点的具体工程范围，明确本项目占用岸线的具体情况，补充陆域占地范围土	1）已针对不同海域特点，明确电缆敷设工艺、敷设速度和深度，本项目 66kv 和 220kv 海缆所在区域水深相差不大且均未穿越航道，因此 66kv 和 220kv 海底电缆敷设深度选择为泥面 3.0m 以下，均采用敷缆船射水挖沟犁高压射水挖沟，作业条件下的敷设速度为 3m/min，见 3.1.3.4 章节。 2）已校核不同施工方式条件下的悬浮泥沙源强，见 3.3.1.1 章节。 3）已补充风电场日常运行中物资消耗总量一栏表，见 3.1.2 章节表 3.1-10。 4）已明确海上升压站高压电抗器冷却方式，蓄电池配备情况；，见 3.1.2 章节表 3.1-6。 5）已核实危险废物、一般废物的产生量，核实危废代码，见 3.3.2.4 章节表 3.3-12。已细化危险废物暂存、处置措施方案，见 5.10.2 章节。 6）已校核升压站主变噪声源强声功率级为 91.2dB(A)，见 3.3.2.1 章节。 7）已细化石首科鱼类“三场一通道”与本项目位置关系资料，见 4.2.13 章节。 8）已完善水下噪声类比对象可行性分析，见 5.7.1.2 章节。已校核单台风机对石首科鱼类及鱼卵、仔稚鱼的影响范围，见 5.7.1.3 章节。已分

	地利用现状及陆域生态调查评价，确认占用公益林的性质，充实登陆点定向钻钻渣的处置去向；深化登陆施工对公益林的影响分析及必要的措施。	析运营期水下噪声对石首科鱼类、哺乳动物等海洋生物生存环境的影响，见 5.7.2.2 章节。 9）已完善电磁类比对象适用性分析，见 5.9.1~5.9.3 章节。已充实海缆电磁场对哺乳动物的影响分析，见 5.9.4.1 章节。 10）已细化本工程登陆施工方式及具体施工方案和具体功能区布置，见 3.1.3.4 章节。 11）已结合登陆点的具体工程范围，明确本项目占用岸线的具体情况，见 5.13.3 章节。 12）已补充陆域占地范围土地利用现状及陆域生态调查评价，确认占用公益林的性质，见 4.2.12 章节。 13）已充实登陆点定向钻钻渣的处置去向，见 5.10.2 章节。 14）已深化登陆施工对公益林的影响分析及必要的措施，见 5.10.4 章节及 5.12.4 章节。
3	完善 220kV 海底电缆路由地形图及其冲淤演变分析；校核单台风机桩基周边冲淤预测内容；校核桩基施工、固化施工悬浮泥沙核算结果并校核概化源强，核实数模预测结果；核实海域泥沙增量扩散范围，校核渔业损失量及生态补偿额。 综合周边已建、在建风电场建成后鸟类现状调查及历史资料研判，分析本项目实施后对鸟类迁徙通道的影响、鸟类生境的影响，解读可能进入风电场的鸟类，完善鸟类影响评价内容，针对性完成本项目对鸟类保护目标的影响；充实溢油风险、风机运行对鸟类的影响分析并针对性提出避让、保护措施。核实项目占用天然林区、生态公益林的面积，补充树木砍伐等对生态环境的影响分析。	1）已完善 220kV 海底电缆路由地形图及其冲淤演变分析，冲淤演变分析见 4.2.2.2 章节，地形图见附图 5。 2）已校核单台风机桩基周边冲淤预测内容，见 5.1.2、5.2.3、5.2.4、5.2.6 章节。 3）已校核桩基施工、固化施工悬浮泥沙核算结果并校核概化源强，本项目固化土施工不会对海洋水质产生扰动，桩基作业产生悬浮泥沙影响较小。已核实数模预测结果；已核实海域泥沙增量扩散范围，见 5.3.1.1 章节。 4）已校核渔业损失量及生态补偿额，见 5.5 章节。 5）已综合周边已建、在建风电场建成后鸟类现状调查及历史资料研判，分析本项目实施后对鸟类迁徙通道的影响、鸟类生境的影响，分析可能进入风电场的鸟类，完善鸟类影响评价内容，见 5.8.1.6 章节。 6）已针对性完成本项目对鸟类保护目标的影响，见 6.1.6 章节、6.2.3 章节。 7）已充实溢油风险、风机运行对鸟类的影响分析并针对性提出避让、保护措施，见 5.11.3 章节。

		8）已核实项目占用天然林区、生态公益林的面积，并补充树木砍伐等对生态环境的影响分析，见 5.10.4 章节。
4	明确施工期含油废水收集处置方案，按照具体管理规范，完善施工期废水上岸处理的具体措施，完善水环境保护措施。 结合渔业资源、渔业生产调查情况，完善减缓影响的对策措施；细化施工期避让产卵期的具体措施；细化生态恢复措施。 补充桩基固化土的理化性质调查和施工工艺及对海洋生态影响分析内容。	1）已明确施工期含油废水收集处置方案，已完善施工期废水上岸处理的具体措施，见 5.3.1.2 章节。 2）已完善水环境保护措施，见 6.1.1 章节。 3）已结合渔业资源、渔业生产调查情况，完善减缓影响的对策措施；见 6.1.5 章节。 4）已细化施工期避让产卵期的具体措施；已细化生态恢复措施，见 6.1.5 章节。 5）已补充固化土施工工艺，见 3.1.3.4 章节。已补充桩基固化土的理化性质调查及对海洋生态影响分析内容，见 5.3.2 章节。
5	结合本项目的特点，校核施工期、运营期溢油风险源强，计算风险事故突发情况下，溢油到达敏感目标的响应时间，完善环境风险措施、应急措施及应急物资、设施配备要求以及投资估算，提出突发环境事件应急预案编制要求；补充升压站防撞、日常围油栏设置等措施要求。补充海上升压站废旧电池处置要求。	1）已结合本项目的特点，校核施工期、运营期溢油风险源强，见 5.11.2.2 章节。 2）已计算风险事故突发情况下，溢油到达敏感目标的响应时间，见 5.11.2.4 章节表 5.11-11 下文字。 3）已完善环境风险措施、应急措施及应急物资、设施配备要求，见 6.3 章节。 4）已提出突发环境事件应急预案编制要求；已补充升压站防撞、日常围油栏设置等措施要求，见 6.3.1、6.3.3 章节。已校核应急设施投资估算，见 7.1 章节。 5）已补充海上升压站废旧电池处置要求，委托资质单位进行处置，见 5.10.2 章节。
6	完善项目污染防治措施一览表；校核生态补偿额，核实环保费用；结合《海上风电工程海洋生态环境影响跟踪监测技术规范》及区域内项目的跟踪监测方案，完善跟踪监测计划及环境运行管理要求；补充清晰的水下地形图，完善附图、附件。	1）已完善项目污染防治措施一览表，见 6.4 章节表 6.4-1。 2）已校核生态补偿额，见 5.5 章节。 3）已核实环保费用，见 7.1 章节。 4）已结合《海上风电工程海洋生态环境影响跟踪监测技术规范》及区域内项目的跟踪监测方案，完善跟踪监测计划及环境运行管理要求，见 8.3.1 章节。

		5）已补充清晰水下地形图，见图 3.1-3。 6）已完善完善附图、附件。

附件十 项目委托函

委托函

上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司：

中广核嵊泗 1#海上风电项目位于浙江省舟山市嵊泗县滩浒岛南侧海域，根据项目推进需要委托贵单位开展项目海洋部分环境影响评价工作。

中广核（嵊泗）新能源有限公司

2025 年 4 月

附表 1 鸟类调查名录

种类								数量（只次）	
目	科	中文名	拉丁学名	居留型	生态类型	IUCN 红色名录等级	国家保护动物等级	滩浒岛	海上及无人岛样线
雁形目 ANSERIFORMES									
	鸭科 Anatidae								
1		白眉鸭	*Spatula querquedula*	旅	水鸟	LC	-		2
2		罗纹鸭	*Mareca falcata*	冬	水鸟	NT	-	4	3
3		斑嘴鸭	*Anas zonorhyncha*	冬	水鸟	LC	-		14
4		绿头鸭	*Anas platyrhynchos*	冬	水鸟	LC	-		1
5		针尾鸭	*Anas acuta*	冬	水鸟	LC	-		2
6		绿翅鸭	*Anas crecca*	冬	水鸟	LC	-		13
鸻形目 COLUMBIFORMES									
	鸠鸽科 Columbidae								
7		山斑鸠	*Streptopelia orientalis*	留	非水鸟	LC	-	2	
8		珠颈斑鸠	*Spilopelia chinensis*	留	非水鸟	LC	-	21	2
夜鹰目 CAPRIMULGIFORMES									
	雨燕科 Apodidae								
9		白腰雨燕	*Apus pacificus*	旅	非水鸟	LC	-	15	
鹈形目 PELECANIFORMES									
	鹭科 Ardeidae								
10		牛背鹭	*Bubulcus coromandus*	夏	水鸟	NR	-	1	3
11		白鹭	*Egretta garzetta*	留	水鸟	LC	-	2	10
鸻形目 CHARADRIIFORMES									
	丘鹬科 Scolopacidae								
12		黑尾塍鹬	*Limosa limosa*	旅	水鸟	NT	-		15

13		斑尾塍鹬	*Limosa lapponica*	旅	水鸟	NT	-		2
	鸥科 Laridae								
14		黑尾鸥	*Larus crassirostris*	夏	水鸟	LC	-	18	325
15		西伯利亚银鸥	*Larus vegae*	冬	水鸟	LC	-	3	12
16		大凤头燕鸥	*Thalasseus bergii*	夏	水鸟	LC	二级		11
鹰形目 ACCIPITRIFORMES									
	鹰科 Accipitridae								
17		雀鹰	*Accipiter nisus*	冬	非水鸟	LC	二级		1
18		普通鵟	*Buteo japonicus*	冬	非水鸟	LC	二级		2
佛法僧目 CORACIIFORMES									
	佛法僧科								
19		三宝鸟	*Eurystomus orientalis*	旅	非水鸟	LC	-	1	
	翠鸟科 Alcedinidae								
20		普通翠鸟	*Alcedo atthis*	留	水鸟	LC	-	1	
犀鸟目 BUCEROTIFORMES									
	戴胜科 Upupidae								
23		戴胜	*Upupa epops*	留	非水鸟	LC	-	3	
啄木鸟目 PICIFORMES									
	啄木鸟科 Picidae								
21		蚁䴕	*Jynx torquilla*	冬	非水鸟	LC	-	1	
隼形目 FALCONIFORMES									
	隼科 Falconidae								
22		红隼	*Falco tinnunculus*	留	非水鸟	LC	二级		2
23		游隼	*Falco peregrinus*	留	非水鸟	LC	二级	3	1
24		红脚隼	*Falco amurensis*	旅	非水鸟	LC	二级	1	
雀形目 PASSERIFORMES									
	山椒鸟科 Campephagidae								

25		暗灰鹃鴴	*Lalage melaschistos*	夏	非水鸟	LC	-	1	
	王鹟科 Monarchidae								
26		紫寿带	*Terpsiphone atrocaudata*	旅	非水鸟	NT	-	2	
	伯劳科 Laniidae								
27		红尾伯劳	*Lanius cristatus*	夏	非水鸟	LC	-	2	
28		棕背伯劳	*Lanius schach*	留	非水鸟	LC	-	14	3
29	山雀科 Paridae								
30		大山雀	*Parus minor*	留	非水鸟	NR	-	39	1
31		黄腹山雀	*Pardaliparus venustulus*	冬	非水鸟	LC	-	32	
	攀雀科 Remizidae								
32		中华攀雀	*Remiz consobrinus*	冬	非水鸟	LC	-	31	
	扇尾莺科 Cisticolidae								
33		棕扇尾莺	*Cisticola juncidis*	留	非水鸟	LC	-	4	
34		纯色山鹪莺	*Prinia inornata*	留	非水鸟	LC	-	14	
	燕科 Hirundinidae								
35		家燕	*Hirundo rustica*	夏	非水鸟	LC	-	55	31
	鸭科 Pycnonotidae								
36		栗耳短脚鸭	*Hypsipetes amaurotis*	冬	非水鸟	LC	-	1	
37		白头鸭	*Pycnonotus sinensis*	留	非水鸟	LC	-	227	6
	柳莺科 Phylloscopidae								
38		黄腰柳莺	*Phylloscopus proregulus*	冬	非水鸟	LC	-	9	
39		褐柳莺	*Phylloscopus fuscatus*	旅	非水鸟	LC	-	1	
40		双斑绿柳莺	*Phylloscopus plumbeitarsus*	旅	非水鸟	LC	-	3	
41		极北柳莺	*Phylloscopus borealis*	旅	非水鸟	LC	-	1	
42		黑眉柳莺	*Phylloscopus ricketti*	旅	非水鸟	LC	-	1	
43		华南冠纹柳莺	*Phylloscopus goodsoni*	旅	非水鸟	LC	-	1	
	树莺科 Cettiidae								

44		棕脸鹟莺	*Abroscopus albogularis*	留	非水鸟	LC	-	5	
45		强脚树莺	*Horornis fortipes*	留	非水鸟	LC	-	10	
46		远东树莺	*Horornis canturians*	夏	非水鸟	LC	-	8	
	长尾山雀科 Aegithalidae								
47		红头长尾山雀	*Aegithalos concinnus*	留	非水鸟	LC	-	12	
	绣眼鸟科 Zosteropidae								
48		暗绿绣眼鸟	*Zosterops simplex*	留	非水鸟	LC	-	34	
	鸦雀科 Paradoxornithidae								
49		棕头鸦雀	*Sinosuthora webbiana*	留	非水鸟	LC	-	6	
	椋鸟科 Sturnidae								
50		八哥	*Acridotheres cristatellus*	留	非水鸟	LC	-	163	
	鸫科 Turdidae								
51		白腹鸫	*Turdus pallidus*	冬	非水鸟	LC	-	14	
52		红尾斑鸫	*Turdus naumanni*	冬	非水鸟	LC	-	7	
53		斑鸫	*Turdus eunomus*	冬	非水鸟	LC	-	19	
54		乌鸫	*Turdus mandarinus*	留	非水鸟	LC	-	1	
	鹟科 Muscicapidae								
55		鹊鸲	*Copsychus saularis*	留	非水鸟	LC	-	4	
56		灰纹鹟	*Muscicapa griseisticta*	旅	非水鸟	LC	-	1	
57		北灰鹟	*Muscicapa dauurica*	旅	非水鸟	LC	-	5	
58		红胁蓝尾鸲	*Tarsiger cyanurus*	冬	非水鸟	LC	-	6	
59		北红尾鸲	*Phoenicurus auroreus*	冬	非水鸟	LC	-	10	
60		蓝矶鸫	*Monticola solitarius*	留	非水鸟	LC	-	5	3
61		东亚石鹏	*Saxicola stejnegeri*	旅	非水鸟	NR	-	1	
	雀科 Passeridae								
62		麻雀	*Passer montanus*	留	非水鸟	LC	-	212	
	鹡鸰科 Motacillidae								

63		树鹨	*Anthus hodgsoni*	冬	非水鸟	LC	-	9	
64		黄鹡鸰	*Motacilla tschutschensis*	旅	非水鸟	LC	-	5	
65		白鹡鸰	*Motacilla alba*	留	非水鸟	LC	-	14	1
	燕雀科 Fringillidae								
66		燕雀	*Fringilla montifringilla*	冬	非水鸟	LC	-	5	
67		黄雀	*Spinus spinus*	冬	非水鸟	LC	-	3	
68		金翅雀	*Chloris sinica*	留	非水鸟	LC	-	2	
	鹀科 Emberizidae								
69		黄喉鹀	*Emberiza elegans*	冬	非水鸟	LC	-	21	
70		苇鹀	*Emberiza pallasi*	冬	非水鸟	LC	-	2	
71		田鹀	*Emberiza rustica*	冬	非水鸟	VU	-	1	
72		小鹀	*Emberiza pusilla*	冬	非水鸟	LC	-	53	
73		灰头鹀	*Emberiza spodocephala*	冬	非水鸟	LC	-	21	
74		日本灰头鹀	*Emberiza personata*	冬	非水鸟	LC	-	2	
75		黄眉鹀	*Emberiza chrysophrys*	冬	非水鸟	LC	-	10	
合计								**1185**	**466**

编号：HKY240317-1

191121342620

海蛞蝓
hai kuo yu

检 测 报 告

Test Report

正本

项目名称 嵾泗 1#风电场项目海洋生态环境调查

委托单位 中广核（嵾泗）新能源有限公司

检测类别 委托检测

报告日期 2024 年 08 月 29 日

杭州海蛞蝓生态科技有限公司

检验检测专用章

3301100399850

编号：HKY240317-1

声 明

一、本公司保证检测的公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和委托方所提供的技术资料保密。

二、委托检测仅对来样负责。

三、报告无编制人、审核人、批准人签名，无效。

四、未加盖本公司检测专用章或公章无效。

五、报告涂改、部分复制无效。

六、对本报告若有异议，请于本报告发出之日起 15 日内提出书面质询，欢迎提出宝贵意见。

检测单位：杭州海蛞蝓生态科技有限公司

单位地址：浙江省杭州市高顺路 8 号 2 座 6010 室

联系电话：0571-28121220

邮　　编：311100

检 测 结 果

项目名称	嵊泗 1#风电场项目海洋生态环境调查		
委托单位	中广核（嵊泗）新能源有限公司	**联系人**	余政楠 15561654111
		地址	杭州市拱墅区绿地中央广场 5 号楼 15 楼
来样方式	采样	**采样日期**	2024 年 03 月 26 日至 04 月 05 日
采样地点	嵊泗周边海域	**检测日期**	2024 年 03 月 28 日至 07 月 24 日
检测地点	杭州市余杭区高顺路 8 号 2 幢 6010 室、上海市闵行区中春路 1288 号 34 幢		
样品数量	海水：油类 22 份；水温、盐度、pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量（BOD_5）、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、镍、硒、亚硝酸盐、硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐各 37 份。 海洋沉积物：有机碳、硫化物、油类、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷各 11 份。 海洋生物：浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、鱼类浮游生物、游泳动物各 14 份；叶绿素 a 23 份；潮间带生物 3 个断面 18 份定量样品、3 份定性样品。 海洋生物体质量：石油烃、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷各 15 份。		
主要检测方法和仪器设备	详见附表 1		
检测结果	详见表 1~表 19		

编制人： 陶淑萍 2024.8.29　**审核人：** 高晓辉 2024.8.29　**批准人：** [illegible]　**职　务：** 授权签字人 2024.8.29

表 1　水质常规检测结果报表

序号	样品编号	站位	层次	水温	盐度	pH	溶解氧	悬浮物	化学需氧量	亚硝酸盐	硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	五日生化需氧量（BOD_5）
				℃			mg/L							
1	HS240317-001	S03	S	11.8	20.9	8.05	8.54	669	0.85	0.002	0.685	0.014	0.036	0.8
2	HS240317-002	S07	S	11.4	17.2	8.06	8.42	717	1.03	0.002	0.700	0.020	0.038	0.4
3	HS240317-003	S10	S	12.0	16.2	8.00	8.64	865	1.42	0.001	0.853	0.033	0.037	0.7
4	HS240317-004	S10	B	12.0	16.4	7.99	8.30	933	1.23	0.001	0.841	0.013	0.037	0.8
5	HS240317-005	S12	S	12.4	15.6	7.98	8.40	832	1.85	0.001	0.908	0.016	0.039	0.4
6	HS240317-006	S12	B	12.1	15.5	7.98	8.25	931	1.28	0.001	0.932	0.011	0.039	0.5
7	HS240317-007	S16	S	13.5	15.7	8.01	8.44	601	1.33	0.003	0.895	0.013	0.038	0.7
8	HS240317-008	S16	B	12.8	15.9	8.03	8.29	662	1.16	0.001	0.919	0.028	0.037	0.5
9	HS240317-009	S11	S	13.1	14.8	8.00	8.60	785	1.43	0.001	1.01	0.024	0.038	0.7
10	HS240317-010	S17	S	14.1	13.5	8.05	8.46	229	1.52	0.002	1.07	0.015	0.038	0.5
11	HS240317-011	S18	S	13.7	15.8	8.04	8.68	430	1.44	0.002	0.872	0.022	0.042	0.8
12	HS240317-012	S18	B	13.7	15.9	8.03	8.40	768	1.44	0.001	1.06	0.031	0.042	0.6
13	HS240317-013	S22	S	14.0	18.1	7.99	8.62	774	1.41	0.001	0.788	0.020	0.043	0.6
14	HS240317-014	S21	S	15.8	14.2	8.01	8.50	510	1.43	0.003	0.901	0.016	0.042	0.6
15	HS240317-015	S21	B	15.2	14.3	7.99	8.31	664	1.51	0.001	0.931	0.012	0.040	0.4
16	HS240317-016	S20	S	14.4	14.5	7.98	8.52	320	1.36	0.002	0.882	0.020	0.037	0.5
17	HS240317-017	S20	B	13.5	14.6	7.98	8.34	477	1.49	0.002	0.904	0.013	0.036	0.4
18	HS240317-018	S19	S	14.1	14.2	7.98	8.44	103	1.51	0.003	0.819	0.010	0.030	0.5
19	HS240317-019	S19	B	13.4	14.9	7.98	8.26	163	1.54	0.002	0.827	0.008	0.031	0.6
20	HS240317-020	S15	S	12.5	15.0	8.05	8.54	415	1.75	0.002	0.824	0.011	0.032	0.5

序号	样品编号	站位	层次	水温	盐度	pH	溶解氧	悬浮物	化学需氧量	亚硝酸盐	硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	五日生化需氧量（BOD_5）
				℃			mg/L							
21	HS240317-021	S09	S	12.4	15.8	8.09	8.60	978	1.28	0.001	0.821	0.010	0.034	0.8
22	HS240317-022	S05	S	12.4	17.4	8.05	8.64	395	1.11	0.002	0.719	0.011	0.032	0.6
23	HS240317-023	S05	B	12.4	17.7	8.05	8.44	624	1.29	0.001	0.726	0.009	0.032	0.5
24	HS240317-024	S01	S	12.3	19.5	8.04	8.62	471	1.35	0.001	0.688	0.035	0.032	0.9
25	HS240317-025	S01	B	12.2	19.6	8.05	8.38	512	1.36	0.003	0.697	0.014	0.032	0.9
26	HS240317-026	S04	S	13.0	22.2	8.08	8.66	75	0.93	0.004	0.945	0.015	0.031	0.7
27	HS240317-027	S04	B	12.7	22.8	8.11	8.50	160	0.72	0.002	0.892	0.010	0.033	0.6
28	HS240317-028	S02	S	11.8	23.0	8.00	8.54	62	1.03	0.008	0.964	0.014	0.029	0.5
29	HS240317-029	S02	B	11.2	23.2	8.02	8.29	336	1.11	0.005	1.00	0.009	0.032	0.8
30	HS240317-030	S06	S	11.9	20.9	8.02	8.66	465	1.10	0.003	1.04	0.013	0.031	0.5
31	HS240317-031	S06	B	11.5	20.9	8.02	8.37	494	1.00	0.003	0.963	0.020	0.030	0.8
32	HS240317-032	S13	S	12.4	20.5	8.00	8.65	379	0.99	0.002	1.05	0.012	0.035	0.4
33	HS240317-033	S13	B	12.2	20.6	7.99	8.34	469	1.10	0.003	1.06	0.010	0.036	0.8
34	HS240317-034	S14	S	12.8	20.2	7.98	8.57	415	1.11	0.002	1.08	0.012	0.036	0.8
35	HS240317-035	S14	B	12.7	20.3	7.98	8.40	457	1.15	0.001	1.03	0.015	0.036	0.4
36	HS240317-036	S08	S	12.5	22.1	7.99	8.57	205	0.69	0.003	0.931	0.016	0.036	0.7
37	HS240317-037	S08	B	12.4	22.3	7.99	8.42	236	0.80	0.002	0.909	0.018	0.033	0.8

表 2　水质重金属检测结果报表

序号	样品编号	站位	层次	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	镍	硒*
				μg/L								
1	HS240317-001	S03	S	2.0	0.23	14.7	0.11	1.2	0.029	1.0	1.6	1.0
2	HS240317-002	S07	S	2.1	0.27	12.3	0.13	1.9	0.033	1.1	1.7	0.5
3	HS240317-003	S10	S	2.1	0.33	14.5	0.13	1.9	0.039	1.1	1.8	0.5
4	HS240317-004	S10	B	1.7	0.38	15.5	0.12	2.7	0.038	1.1	1.6	0.7
5	HS240317-005	S12	S	1.7	0.46	16.2	0.13	2.7	0.036	1.2	1.8	1.0
6	HS240317-006	S12	B	2.4	0.42	16.2	0.11	1.9	0.034	1.2	1.7	0.9
7	HS240317-007	S16	S	2.2	0.38	16.2	0.12	1.2	0.038	1.1	1.8	0.8
8	HS240317-008	S16	B	2.2	0.30	13.5	0.12	1.1	0.035	1.1	1.6	1.0
9	HS240317-009	S11	S	2.8	0.25	13.2	0.12	1.2	0.033	1.2	1.6	0.8
10	HS240317-010	S17	S	2.7	0.27	13.9	0.12	1.2	0.034	1.2	1.8	0.8
11	HS240317-011	S18	S	2.2	0.71	15.2	0.11	1.5	0.035	1.1	1.6	0.9
12	HS240317-012	S18	B	1.9	0.28	15.0	0.10	1.4	0.048	1.2	1.7	0.8
13	HS240317-013	S22	S	2.0	0.33	11.5	0.10	1.4	0.038	1.2	1.7	0.8
14	HS240317-014	S21	S	2.6	0.29	11.7	0.11	1.4	0.047	1.2	1.8	0.7
15	HS240317-015	S21	B	1.9	0.30	17.1	0.10	1.2	0.041	1.3	1.8	0.8
16	HS240317-016	S20	S	1.9	0.31	13.4	0.11	1.4	0.047	1.2	1.7	0.8
17	HS240317-017	S20	B	1.9	0.38	16.1	0.11	1.3	0.047	1.2	1.7	0.7
18	HS240317-018	S19	S	2.0	0.42	13.6	0.11	1.2	0.049	1.1	1.9	0.7
19	HS240317-019	S19	B	1.9	0.61	12.6	0.10	1.2	0.032	1.1	1.7	0.8
20	HS240317-020	S15	S	2.0	0.59	15.6	0.11	1.1	0.043	1.0	1.8	0.7
21	HS240317-021	S09	S	1.8	0.80	13.9	0.12	1.4	0.036	1.1	1.6	0.8

序号	样品编号	站位	层次	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	镍	硒*
				μg/L								
22	HS240317-022	S05	S	2.1	0.31	14.6	0.09	2.0	0.043	1.0	1.6	0.6
23	HS240317-023	S05	B	2.2	0.43	13.7	0.11	1.5	0.047	1.0	1.7	0.7
24	HS240317-024	S01	S	1.9	0.40	14.5	0.11	1.7	0.040	1.1	1.6	0.8
25	HS240317-025	S01	B	1.9	0.42	12.5	0.11	1.6	0.037	1.1	1.5	0.8
26	HS240317-026	S04	S	1.7	0.62	13.6	0.12	1.1	0.036	1.1	1.8	0.8
27	HS240317-027	S04	B	1.6	0.66	11.6	0.12	1.2	0.034	1.0	1.6	0.8
28	HS240317-028	S02	S	2.1	0.47	12.5	0.11	0.9	0.031	1.0	1.8	0.8
29	HS240317-029	S02	B	1.7	0.33	9.9	0.10	0.8	0.031	1.1	1.4	0.9
30	HS240317-030	S06	S	1.7	0.37	12.1	0.11	1.1	0.015	1.0	1.6	0.6
31	HS240317-031	S06	B	2.2	0.66	12.4	0.12	1.3	0.034	1.1	1.5	0.9
32	HS240317-032	S13	S	1.7	0.65	11.2	0.14	1.0	0.037	1.1	1.5	0.8
33	HS240317-033	S13	B	1.6	0.69	11.3	0.14	0.8	0.037	1.1	1.6	0.8
34	HS240317-034	S14	S	1.9	0.63	11.8	0.13	0.9	0.040	1.1	1.5	0.9
35	HS240317-035	S14	B	1.5	0.73	12.8	0.13	1.0	0.036	1.1	1.9	0.9
36	HS240317-036	S08	S	1.6	0.33	12.2	0.12	1.0	0.035	1.1	1.6	0.9
37	HS240317-037	S08	B	1.6	0.36	13.0	0.11	1.1	0.027	1.2	1.6	0.9

注："*"为本单位无检测资质参数，委托单位为实朴检测技术（上海）股份有限公司（CMA 编号为：220912341135），报告编号为 SEP/SH/G/E244305。

表 3 水质油类检测结果报表

序号	样品编号	站位	油类（mg/L）
1	YL240317-001	S03	0.023
2	YL240317-002	S07	0.024
3	YL240317-003	S10	0.022
4	YL240317-004	S12	0.023
5	YL240317-005	S16	0.026
6	YL240317-006	S11	0.022
7	YL240317-007	S17	0.024
8	YL240317-008	S18	0.026
9	YL240317-009	S22	0.035
10	YL240317-010	S21	0.028
11	YL240317-011	S20	0.029
12	YL240317-012	S19	0.037
13	YL240317-013	S15	0.029
14	YL240317-014	S09	0.026
15	YL240317-015	S05	0.033
16	YL240317-016	S01	0.034
17	YL240317-017	S04	0.029
18	YL240317-018	S02	0.024
19	YL240317-019	S06	0.022
20	YL240317-020	S13	0.021
21	YL240317-021	S14	0.022
22	YL240317-022	S08	0.024

表 4 叶绿素 a 检测结果报表

序号	样品编号	站位	层次	叶绿素 a 浓度 mg/m^3
1	YLS240317-001	S07	S	1.24
2	YLS240317-002	S10	S	1.33
3	YLS240317-003	S10	B	1.29
4	YLS240317-004	S12	S	1.46
5	YLS240317-005	S12	B	1.46
6	YLS240317-006	S16	S	1.23
7	YLS240317-007	S16	B	0.851
8	YLS240317-008	S11	S	1.02
9	YLS240317-009	S17	S	1.09
10	YLS240317-010	S22	S	1.09
11	YLS240317-011	S19	S	1.11
12	YLS240317-012	S19	B	0.916

序号	样品编号	站位	层次	叶绿素 a 浓度 mg/m^3
13	YLS240317-013	S09	S	0.991
14	YLS240317-014	S01	S	1.73
15	YLS240317-015	S01	B	1.46
16	YLS240317-016	S04	S	1.09
17	YLS240317-017	S04	B	0.852
18	YLS240317-018	S06	S	1.60
19	YLS240317-019	S06	B	1.56
20	YLS240317-020	S13	S	1.53
21	YLS240317-021	S13	B	1.06
22	YLS240317-022	S14	S	1.33
23	YLS240317-023	S14	B	1.77

表 5 沉积物检测结果报表

序号	样品编号	站位	有机碳	硫化物	油类	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷
			%	mg/kg								
1	CJW240317-001	S07	0.63	3.4	9.4	31.8	15.1	106	0.08	38.8	0.051	9.02
2	CJW240317-002	S10	0.61	4.3	11.6	32.6	15.1	119	0.09	37.3	0.052	9.99
3	CJW240317-003	S16	0.66	26.9	10.9	31.9	18.4	118	0.09	39.4	0.089	12.9
4	CJW240317-004	S11	0.62	2.1	11.5	22.1	18.7	118	0.09	37.8	0.044	11.1
5	CJW240317-005	S17	0.61	2.7	14.8	28.2	20.1	117	0.09	35.8	0.050	12.5
6	CJW240317-006	S22	0.89	2.3	15.3	26.4	20.2	115	0.09	57.8	0.064	12.9
7	CJW240317-007	S19	0.60	7.7	15.0	25.0	22.9	132	0.10	40.4	0.056	8.59
8	CJW240317-008	S09	0.67	1.8	14.0	31.8	22.2	117	0.09	37.5	0.058	13.4
9	CJW240317-009	S01	0.80	6.5	8.6	25.2	17.4	115	0.07	20.9	0.053	16.5
10	CJW240317-010	S04	0.61	2.2	8.7	25.8	17.8	116	0.08	22.2	0.043	8.39
11	CJW240317-011	S14	0.66	1.8	14.3	27.1	18.6	122	0.07	25.4	0.070	11.6

表 6 生物体质量检测结果报表

序号	样品编号	站位	类群	种名	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷	石油烃
					mg/kg							
1	SWT240317-001	S07	甲壳类	日本蟳	11.0	0.25	25.9	0.358	0.15	0.056	0.8	4.1
2	SWT240317-002	S10	鱼类	鲅	0.4	0.15	4.4	0.006	0.04	0.020	<0.2	2.8
3	SWT240317-003	S12	甲壳类	葛氏长臂虾	19.4	0.08	10.1	0.165	0.06	0.023	0.8	5.9
4	SWT240317-004	S16	甲壳类	日本蟳	14.5	0.24	23.3	0.304	0.15	0.057	0.9	4.6
5	SWT240317-005	S11	鱼类	刀鲚	0.4	0.17	5.2	0.031	0.04	0.024	0.3	3.4
6	SWT240317-006	S17	甲壳类	日本蟳	12.6	0.24	25.4	0.310	0.16	0.058	0.5	4.7
7	SWT240317-007	S22	甲壳类	安氏白虾	10.8	0.08	11.7	0.446	0.07	0.032	0.6	6.2
8	SWT240317-008	S19	甲壳类	日本蟳	13.8	0.24	28.7	0.307	0.15	0.027	0.5	4.5
9	SWT240317-009	S09	甲壳类	口虾蛄	24.2	0.10	20.5	0.947	0.07	0.041	0.6	5.3
10	SWT240317-010	S01	甲壳类	口虾蛄	19.1	0.10	19.2	0.967	0.08	0.024	0.8	5.0
11	SWT240317-011	S04	甲壳类	日本蟳	11.4	0.23	28.2	0.334	0.16	0.055	0.7	4.8
12	SWT240317-012	S06	鱼类	棘头梅童鱼	0.5	0.14	4.2	0.018	0.04	0.009	0.3	2.2
13	SWT240317-013	S13	甲壳类	葛氏长臂虾	11.9	0.09	11.6	0.176	0.06	0.022	0.8	5.6
14	SWT240317-014	S14	甲壳类	日本蟳	14.1	0.23	35.3	0.311	0.13	0.058	0.7	5.0
15	SWT240317-015	T01	双壳贝类	熊本牡蛎	109	0.16	65.3	0.928	0.22	0.019	0.3	22.0

表 7　浮游植物物种名录

序号	中文名	拉丁文名
一	**硅藻**	**Bacillariophyta**
1	蛇目圆筛藻	*Coscinodiscus argus*
2	星脐圆筛藻	*Coscinodiscus asteromphalus*
3	中心圆筛藻	*Coscinodiscus centralis*
4	琼氏圆筛藻	*Coscinodiscus jonesianus*
5	虹彩圆筛藻	*Coscinodiscus oculus-iridis*
6	辐射圆筛藻	*Coscinodiscus radiatus*
7	细弱圆筛藻	*Coscinodiscus subtilis* var. *subtilis*
8	威利圆筛藻	*Coscinodiscus wailesii*
9	卡氏角毛藻	*Chaetoceros castracanei*
10	丹麦角毛藻	*Chaetoceros danicus*
11	柔弱角毛藻	*Chaetoceros debilis*
12	密连角毛藻	*Chaetoceros densus*
13	克尼角毛藻	*Chaetoceros knipowitschi*
14	劳氏角毛藻	*Chaetoceros lorenzianus*
15	具槽帕拉藻	*Paralia sulcata*
16	中肋骨条藻	*Skeletonema costatum*
17	透明根管藻	*Rhizosolenia hyalina*
18	覆瓦根管藻	*Rhizosolenia imbricata* var. *imbricata*
19	刚毛根管藻	*Rhizosolenia setigera*
20	笔尖形根管藻	*Rhizosolenia styliformis* var. *styliformis*
21	布氏双尾藻	*Ditylum brightwellii*
22	太阳双尾藻	*Ditylum sol*
23	活动齿状藻	*Odontella mobiliensis*
24	高齿状藻	*Odontella regia*
25	中华齿状藻	*Odontella sinensis*
26	正盒形藻	*Biddulphia biddulphiana*
27	菱面盒形藻	*Biddulphia rhombus* f. *rhombus*
28	派格棍形藻	*Bacillaria paxillifera*
29	六幅辐裥藻	*Actinoptychus senarius*
30	蛛网藻	*Arachnoidiscus ehrenbergii* var. *ehrenbergii*
31	豪猪棘冠藻	*Corethron criophilum*
32	桥弯藻属未定种	*Cymbella* sp.
33	小环藻属未定种	*Cyclotella* sp.
34	梯形藻属未定种	*Climacodium* sp.
35	柔弱几内亚藻	*Guinardia delicatula*
36	尖布纹藻	*Gyrosigma acuminatum*
37	波罗的海布纹藻	*Gyrosigma balticum*

序号	中文名	拉丁文名
38	尖刺伪菱形藻	*Pseudo-nitzschia pungens*
39	胸隔藻属未定种	*Mastogloia* sp.
40	舟形藻属未定种	*Navicula* sp.
41	菱形藻属未定种	*Nitzschia* sp.
42	羽纹藻属未定种	*Pinnularia* sp.
43	具翼漂流藻	*Planktoniella blanda*
44	海洋斜纹藻	*Pleurosigma pelagicum*
45	蜂窝三角藻	*Triceratium favus*
46	针杆藻属未定种	*Synedra* sp.
47	离心列海链藻	*Thalassiosira excentrica*
48	细长列海链藻	*Thalassiosira leptopus*
49	太平洋海链藻	*Thalassiosira pacifica*
50	海链藻属未定种	*Thalassiosira* sp.
51	菱形海线藻	*Thalassionema nitzschioides*
二	**甲藻**	**Dinophyta**
52	双曲原多甲藻	*Protoperidinium conicoides*
53	锥形原多甲藻	*Protoperidinium conicum*
54	锥状斯克里普藻	*Scrippsiella trochoidea*

表 8-1　浮游植物细胞丰度（网样）

序号	样品编号	站位	密度×10^5cells/m^3
1	FYZW240317-001	S07	7.40
2	FYZW240317-002	S10	3.22
3	FYZW240317-003	S12	5.60
4	FYZW240317-004	S16	7.61
5	FYZW240317-005	S11	4.70
6	FYZW240317-006	S17	6.89
7	FYZW240317-007	S22	4.13
8	FYZW240317-008	S19	246.78
9	FYZW240317-009	S09	35.32
10	FYZW240317-010	S01	10.06
11	FYZW240317-011	S04	3.25
12	FYZW240317-012	S06	50.81
13	FYZW240317-013	S13	18.33
14	FYZW240317-014	S14	39.75

表 8-2　浮游植物细胞丰度（水样）

序号	样品编号	站位	密度 cells/L
1	FYZ240317-001	S07	3636
2	FYZ240317-002	S10	6364
3	FYZ240317-003	S12	2727
4	FYZ240317-004	S16	3636
5	FYZ240317-005	S11	23636
6	FYZ240317-006	S17	17273
7	FYZ240317-007	S22	8182
8	FYZ240317-008	S19	60000
9	FYZ240317-009	S09	22727
10	FYZ240317-010	S01	30000
11	FYZ240317-011	S04	10000
12	FYZ240317-012	S06	3670
13	FYZ240317-013	S13	909
14	FYZ240317-014	S14	2137

表 9　浮游动物物种名录

序号	中文名	拉丁文（英文）名
一	**桡足类**	**Copepoda**
1	刺尾纺锤水蚤	*Acartia spinicauda*
2	双刺纺锤水蚤	*Acartia bifilosa*
3	太平洋纺锤水蚤	*Acartia pacifica*
4	中华哲水蚤	*Calanus sinicus*
5	华哲水蚤	*Sinocalanus sinensis*
6	小拟哲水蚤	*Paracalanus parvus*
7	针刺拟哲水蚤	*Paracalanus aculeatus*
8	背针胸刺水蚤	*Centropages dorsispinatus*
9	精致真刺水蚤	*Euchaeta concinna*
10	真刺唇角水蚤	*Labidocera euchaeta*
11	锥形宽水蚤	*Temora turbinata*
12	异尾宽水蚤	*Temora discaudata*
13	捷氏歪水蚤	*Tortanus derjugini*
14	指状伪镖水蚤	*Pseudodiaptomus inopinus*
二	**糠虾类**	**Mysidacea**
15	粗糙东刺糠虾	*Orientomysis aspera*
三	**端足类**	**Amphipoda**
16	双眼钩虾科未定种	Ampeliscidae sp.

序号	中文名	拉丁文（英文）名
四	**介形类**	**Ostracoda**
17	针刺真浮萤	*Euconchoecia aculeata*
五	**浮游幼体**	**Pelagic larvae**
18	短尾类溞状幼体	Brachyura zoea larvae
19	磷虾带叉幼体	Furcilia larvae
20	磷虾节胸幼体	Calyptopis larvae
21	鱼卵	Fish eggs
22	仔鱼	Fish larvae
23	幼螺	Gustrpod post larvae
24	幼蛤	Lamellibranchia larvae
25	箭虫幼体	Sagitta larvae

表 10　浮游动物密度与生物量

序号	样品编号	站位	生物量 mg/m^3	密度 ind./m^3
1	FYD240317-001	S07	13.16	38.03
2	FYD240317-002	S10	13.33	31.71
3	FYD240317-003	S12	11.35	66.15
4	FYD240317-004	S16	11.55	48.84
5	FYD240317-005	S11	5.63	22.92
6	FYD240317-006	S17	5.63	30.21
7	FYD240317-007	S22	12.80	29.57
8	FYD240317-008	S19	26.27	102.27
9	FYD240317-009	S09	33.81	83.33
10	FYD240317-010	S01	11.94	52.78
11	FYD240317-011	S04	4.40	7.00
12	FYD240317-012	S06	15.10	76.96
13	FYD240317-013	S13	3.78	11.86
14	FYD240317-014	S14	8.26	14.58

表 11　大型底栖生物物种名录

序号	中文名	拉丁文名
一	**环节动物**	**Annelida**
1	不倒翁虫	*Sternaspis scutata*
2	短吻铲荚蛏	*Listriolobus brevirostris*
3	寡鳃齿吻沙蚕	*Nephthys oligobranchia*
4	尖叶长手沙蚕	*Magelona cincta*
5	日本索沙蚕	*Lumbrineris japonica*

序号	中文名	拉丁文名
6	丝异须虫	*Heteromastus filiformis*
7	足刺拟单指虫	*Cossurella aciculata*
二	**甲壳动物**	**Arthropoda**
8	东方长眼虾	*Ogyrides orientalis*
9	蜾蠃蜚属未定种	*Corophium* sp.
10	江湖独眼钩虾	*Monoculode limnophilus*
三	**棘皮动物**	**Echinodermata**
11	阳遂足科未定种	Amphiuridae sp.
四	**脊索动物**	**Chordata**
12	孔虾虎鱼	*Trypauchen vagina*
五	**纽形动物**	**Nemertea**
13	纽虫科未定种	Nemertinea sp.

表 12 大型底栖生物密度与生物量

序号	样品编号	站位	生物量 g/m²	密度 ind./m²
1	DQD240317-001	S07	0.56	140
2	DQD240317-002	S10	0.18	40
3	DQD240317-003	S12	0.40	100
4	DQD240317-004	S16	0.58	60
5	DQD240317-005	S11	0.12	40
6	DQD240317-006	S17	0.24	60
7	DQD240317-007	S22	0.00	0
8	DQD240317-008	S19	46.82	160
9	DQD240317-009	S09	0.06	20
10	DQD240317-010	S01	0.70	180
11	DQD240317-011	S04	0.00	0
12	DQD240317-012	S06	0.12	40
13	DQD240317-013	S13	0.00	0
14	DQD240317-014	S14	0.00	0

表 13 潮间带大型底栖生物物种名录

序号	中文名	拉丁文名
一	**软体动物**	**Mollusca**
1	粗糙滨螺	*Littoraria scabra*
2	短滨螺	*Littorina brevicula*
3	齿纹蜒螺	*Nerita yoldii*
4	密鳞牡蛎	*Ostrea denselamellosa*
5	熊本牡蛎	*Crassostrea sikamea*

序号	中文名	拉丁文名
6	葡萄牙牡蛎	*Crassostrea angulata*
二	**甲壳动物**	**Arthropoda**
7	涟虫科未定种	Bodotria sp.
8	纹藤壶	*Balanus amphitrite*
三	**环节动物**	**Annelida**
9	日本索沙蚕	*Lumbrineris japonica*

表 14 潮间带大型底栖生物密度与生物量

序号	样品编号	站位	潮带	密度 ind./m²	生物量 g/m²
1	CJD240317-001	T01（岩礁-碎石-岩礁碎石）	高 1	96	16.90
2	CJD240317-002		高 2	76	27.02
3	CJD240317-003		中 1	36	35.35
4	CJD240317-004		中 2	25	50.08
5	CJD240317-005		中 3	15	15.54
6	CJD240317-006		低	72	101.16
7	CJD240317-008	T02（岩礁-碎石-泥滩）	高 1	16	4.05
8	CJD240317-009		高 2	18	3.15
9	CJD240317-010		中 1	20	12.75
10	CJD240317-011		中 2	24	22.23
11	CJD240317-012		中 3	1	0.01
12	CJD240317-013		低	12	0.04
13	CJD240317-015	T03（岩礁-碎石-泥滩）	高 1	18	1.72
14	CJD240317-016		高 2	26	2.48
15	CJD240317-017		中 1	16	21.17
16	CJD240317-018		中 2	15	13.86
17	CJD240317-019		中 3	1	0.01
18	CJD240317-020		低	12	0.04

表 15 鱼卵、仔稚鱼生物物种名录

序号	目	科	物种	鱼卵	仔稚鱼
1	鲻形目 Mugiliformes	鲻科 Mugilidae	鮻 *Liza haematocheilus*	+	
2	鲈形目 Perciformes	虾虎鱼科 Gobiidae	虾虎鱼科未定种 Gobiidae sp.		+
3	其他 The others		未定种 Unidentified fish larvae		+

表 16　垂直拖网鱼卵、仔稚鱼生物密度

序号	样品编号	站位	鱼卵密度 ind./m³	仔稚鱼密度 ind./m³
1	FYC240317-001	S07	0	0
2	FYC240317-002	S10	0	0
3	FYC240317-003	S12	0	0
4	FYC240317-004	S16	0	0
5	FYC240317-005	S11	0	0
6	FYC240317-006	S17	0	0
7	FYC240317-007	S22	0.538	0
8	FYC240317-008	S19	0	0
9	FYC240317-009	S09	0	0
10	FYC240317-010	S01	0	0
11	FYC240317-011	S04	0	0
12	FYC240317-012	S06	0.490	0
13	FYC240317-013	S13	0	0.321
14	FYC240317-014	S14	0	0

表 17 水平拖网鱼卵、仔稚鱼生物密度

序号	样品编号	站位	鱼卵密度 ind./m³	仔稚鱼密度 ind./m³
1	FYY240317-001	S07	0	0
2	FYY240317-002	S10	0	0
3	FYY240317-003	S12	0	0
4	FYY240317-004	S16	0	0
5	FYY240317-005	S11	0	0
6	FYY240317-006	S17	0.005	0
7	FYY240317-007	S22	0.094	0.005
8	FYY240317-008	S19	0.151	0
9	FYY240317-009	S09	0.016	0
10	FYY240317-010	S01	0.004	0
11	FYY240317-011	S04	0.106	0
12	FYY240317-012	S06	0.252	0
13	FYY240317-013	S13	0.038	0
14	FYY240317-014	S14	0.051	0

表 18 游泳动物生物物种名录

序号	类别	中文名	拉丁文名
1	鱼类	赤魟	*Dasyatis akajei*
2		鰳	*Ilisha elongata*
3		凤鲚	*Coilia mystus*
4		刀鲚	*Coilia ectenes*
5		星康吉鳗	*Conger myriaster*

序号	类别	中文名	拉丁文名
6	鱼类	棘头梅童鱼	*Collichthys lucidus*
7		鮸	*Miichthys miiuy*
8		皮氏叫姑鱼	*Johnius belangerii*
9		矛尾虾虎鱼	*Chaeturichthys stigmatias*
10		髭缟虾虎鱼	*Triaenopogon barbatus*
11		拉氏狼牙虾虎鱼	*Odontamblyopus lacepedii*
12		孔虾虎鱼	*Trypauchen vagina*
13		焦氏舌鳎	*Cynoglossus joyneri*
14		黄鲛鳚	*Lophius litulon*
15	虾类	周氏新对虾	*Metapenaeus joyneri*
16		细螯虾	*Leptochela gracilis*
17		日本鼓虾	*Alpheus japonicus*
18		鲜明鼓虾	*Alpheus distinguendus*
19		安氏白虾	*Exopalacmon annandalei*
20		葛氏长臂虾	*Palaemon gravieri*
21		口虾蛄	*Squilla orarotia*
22	蟹类	绒毛细足蟹	*Raphidopus ciliatus*
23		三疣梭子蟹	*Portunus trituberculatus*
24		日本蟳	*Charybdis japonica*
25		隆线强蟹	*Eucrate crenata*
26	头足类	长蛸	*Octopus variabilis*

表 19 游泳动物尾数、重量密度

序号	样品编号	站位	尾数密度（10^3ind./km^2）	重量密度（kg/km^2）
1	YYD240317-001	S01	53.52	170.85
2	YYD240317-002	S06	11.51	91.38
3	YYD240317-003	S09	12.45	88.06
4	YYD240317-004	S19	26.85	99.79
5	YYD240317-005	S16	25.24	169.42
6	YYD240317-006	S22	20.21	187.84
7	YYD240317-007	S17	22.65	157.91
8	YYD240317-008	S12	35.13	222.71
9	YYD240317-009	S11	22.00	177.85
10	YYD240317-010	S10	34.59	279.05
11	YYD240317-011	S13	16.11	101.64
12	YYD240317-012	S14	43.73	212.23
13	YYD240317-013	S07	30.72	174.71
14	YYD240317-014	S04	52.50	136.38

附表

附表 1 检测依据

检测类别	检测项目	检测标准	检出限	仪器设备名称及型号
海水	pH	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 pH 计法	-	AZ8686 pH 计
	水温	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 表层水温表法	-	水温表
	盐度	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 盐度计法	-	AZ8371 盐度计
	化学需氧量	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 碱性高锰酸钾法	0.15mg/L	碱式滴定管
	溶解氧	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 碘量法	-	碱式滴定管
	硝酸盐	海洋调查规范 第 4 部分：海水化学要素调查 GB/T 12763-2007 锌-镉还原法	0.7μg/L	SP-756P 紫外可见分光光度计
	亚硝酸盐	海洋调查规范 第 4 部分：海水化学要素调查 GB/T 12763-2007 重氮-偶氮法	0.3μg/L	SP-756P 紫外可见分光光度计
	铵盐	海洋调查规范 第 4 部分：海水化学要素调查 GB/T 12763-2007 次溴酸钠氧化法	0.4μg/L	SP-756P 紫外可见分光光度计
	活性磷酸盐	海洋调查规范 第 4 部分：海水化学要素调查 GB/T 12763-2007 抗坏血酸还原磷钼蓝法	0.60μg/L	SP-756P 紫外可见分光光度计
	悬浮物	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 重量法	2mg/L	BSA124S-CW 电子天平
	五日生化需氧量（BOD_5）	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 五日培养法	-	碱式滴定管
	油类	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 石油醚萃取荧光分光光度法	1.0 μg/L	97Pro 荧光分光光度计
	铜	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 无火焰原子吸收法	0.20 μg/L	ICE3500 原子吸收分光光度计
	铅	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 无火焰原子吸收法	0.03 μg/L	ICE3500 原子吸收分光光度计
	锌	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 火焰原子吸收法	3.1μg/L	ICE3500 原子吸收分光光度计
	镉	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 无火焰原子吸收法	0.01 μg/L	ICE3500 原子吸收分光光度计
	铬	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 无火焰原子吸收法	0.40 μg/L	ICE3500 原子吸收分光光度计
	汞	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 原子荧光法	0.007μg/L	AFS-8220 原子荧光光度计
	砷	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 原子荧光法	0.5 μg/L	AFS-8220 原子荧光光度计

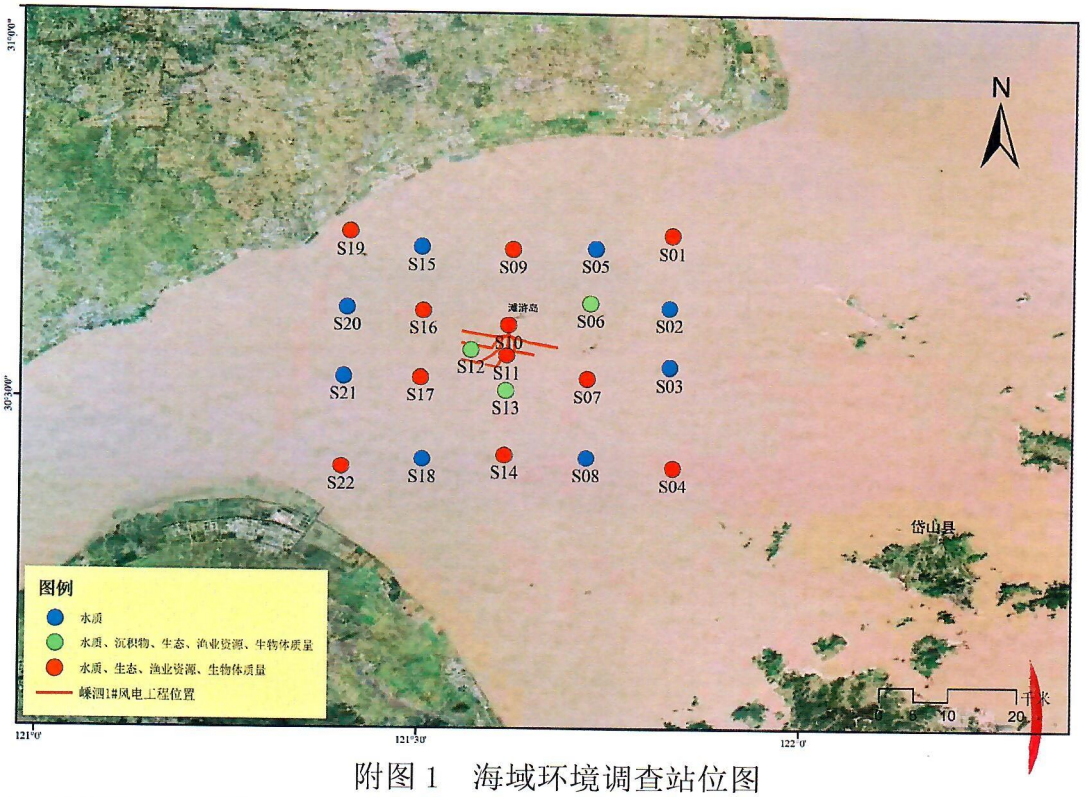
检测类别	检测项目	检测标准	检出限	仪器设备名称及型号
海水	镍	海洋监测规范 第4部分：海水分析 GB 17378.4-2007 无火焰原子吸收法	0.5 μg/L	ICE3500 原子吸收分光光度计
	硒	HJ 442.3-2020 附录G 原子荧光法测定近岸海域海水中硒 近岸海域环境监测技术规范 第三部分 近岸海域水质监测	0.2 μg/L	BAF-2000 原子荧光光度计
海洋沉积物	油类	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 荧光分光光度法	1.0mg/kg	97Pro 荧光分光光度计
	硫化物	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 离子选择电极法	0.2×10^{-6}	PXSJ-216F 离子计
	有机碳	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 重铬酸钾氧化-还原容量法	-	酸式滴定管
	铜	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 无火焰原子吸收法	0.5mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	铅	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 无火焰原子吸收法	1.0mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	锌	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 火焰原子吸收法	6.0mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	镉	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 无火焰原子吸收法	0.04mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	铬	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 无火焰原子吸收法	2.0mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	总汞	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 原子荧光法	0.002mg/kg	AFS-8220 原子荧光光度计
	砷	海洋监测规范 第5部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 原子荧光法	0.06mg/kg	AFS-8220 原子荧光光度计
海洋生物体质量	铜	海洋监测规范 第6部分：生物体分析 GB 17378.6-2007 无火焰原子吸收法	0.4mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	铅	海洋监测规范 第6部分：生物体分析 GB 17378.6-2007 无火焰原子吸收法	0.04mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	锌	海洋监测规范 第6部分：生物体分析 GB 17378.6-2007 火焰原子吸收法	0.4mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	镉	海洋监测规范 第6部分：生物体分析 GB 17378.6-2007 无火焰原子吸收法	0.005mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	铬	海洋监测规范 第6部分：生物体分析 GB 17378.6-2007 无火焰原子吸收法	0.04mg/kg	ICE3500 原子吸收分光光度计
	总汞	海洋监测规范 第6部分：生物体分析 GB 17378.6-2007 原子荧光法	0.002mg/kg	AFS-8220 原子荧光光度计
海洋生物	砷	海洋监测规范 第6部分：生物体分析 GB 17378.6-2007 原子荧光法	0.2mg/kg	AFS-8220 原子荧光光度计

检测类别	检测项目	检测标准	检出限	仪器设备名称及型号
体质量	石油烃	海洋监测规范 第6部分：生物体分析 GB 17378.6-2007 荧光分光光度法	0.2mg/kg	97Pro 荧光分光光度计
海洋生物	叶绿素a	海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测 GB 17378.7-2007	-	SP-756P 紫外可见分光光度计
	浮游植物	海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测 GB 17378.7-2007	-	ECLIPSE E200 生物显微镜
	浮游动物	海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测 GB 17378.7-2007	-	BXT-1303E 体视显微镜
	大型底栖生物	海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测 GB 17378.7-2007	-	ZSA0850T 体视显微镜
	鱼类浮游生物	海洋调查规范 第6部分 海洋生物调查 GB/T 12763.6-2007	-	BXT-1304E 体视显微镜
	游泳动物	海洋调查规范 第6部分 海洋生物调查 GB/T 12763.6-2007	-	MP51001 电子天平
	潮间带生物	海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测 GB 17378.7-2007	-	ZSA0850T 体视显微镜

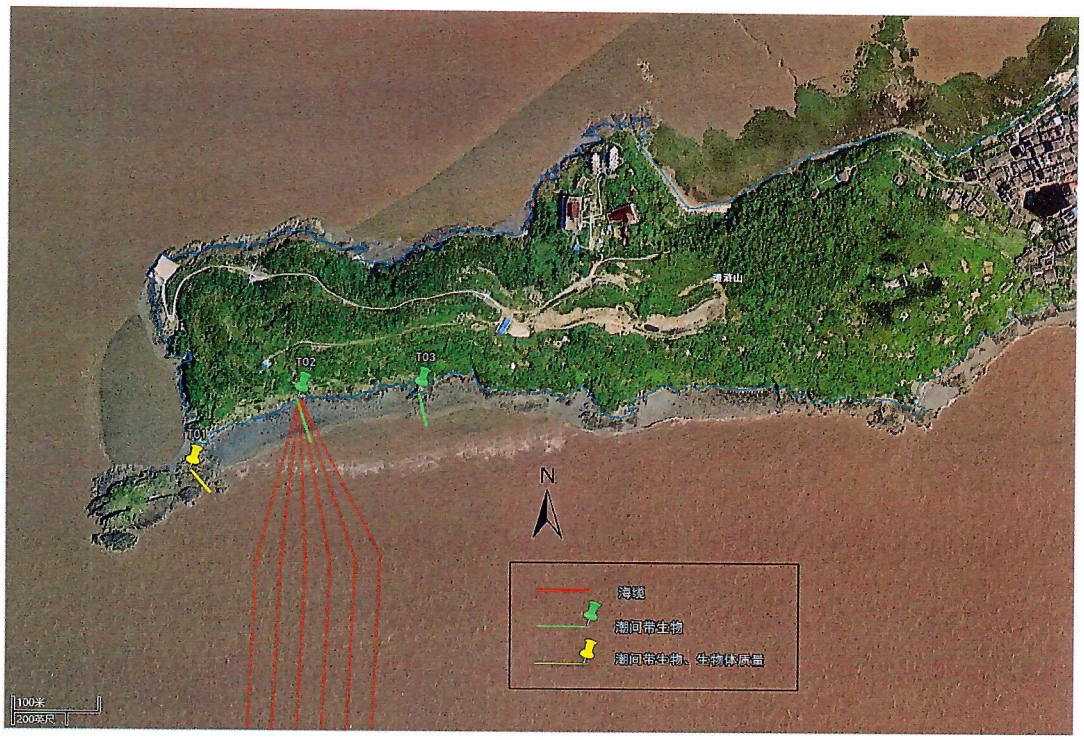
附表 2 海洋生态环境现状调查站位表

序号	调查站位	东经 E	北纬 N	调查项目
1	S01	121°49.726′	30°43.094′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
2	S02	121°49.541′	30°37.397′	水质
3	S03	121°49.602′	30°32.662′	水质
4	S04	121°49.932′	30°24.682′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
5	S05	121°43.711′	30°42.066′	水质
6	S06	121°43.340′	30°37.734′	水质、生态、渔业资源、生物体质量
7	S07	121°43.134′	30°31.713′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
8	S08	121°43.093′	30°25.464′	水质
9	S09	121°37.202′	30°41.960′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
10	S10	121°36.923′	30°35.970′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
11	S11	121°36.800′	30°33.532′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
12	S12	121°33.988′	30°33.984′	水质、生态、渔业资源、生物体质量
13	S13	121°36.748′	30°30.755′	水质、生态、渔业资源、生物体质量
14	S14	121°36.666′	30°25.677′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
15	S15	121°30.074′	30°42.102′	水质
16	S16	121°30.239′	30°37.105′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
17	S17	121°30.074′	30°31.749′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
18	S18	121°30.239′	30°25.322′	水质
19	S19	121°24.430′	30°43.271′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
20	S20	121°24.224′	30°37.318′	水质
21	S21	121°24.018′	30°31.820′	水质
22	S22	121°23.894′	30°24.718′	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物体质量
23	T01	121°36.869′	30°36.518′	潮间带生物、生物体质量
24	T02	121°36.951′	30°36.566′	潮间带生物
25	T03	121°37.042′	30°36.569′	潮间带生物

附图



附图 1　海域环境调查站位图



附图 2　潮间带调查站位图

以下空白

191121342620

编号：HKY240317-2

海蛞蝓
hai kuo yu

检 测 报 告

Test Report

正本

项目名称 嵊泗 1#风电场项目声环境、电磁环境监测

委托单位 中广核（嵊泗）新能源有限公司

检测类别 委托检测

报告日期 2024 年 08 月 20 日

杭州海蛞蝓生态科技有限公司

声 明

一、本公司保证检测的公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和委托方所提供的技术资料保密。

二、委托检测仅对来样负责。

三、报告无编制人、审核人、批准人签名，无效。

四、未加盖本公司检测专用章或公章无效。

五、报告涂改、部分复制无效。

六、对本报告若有异议，请于本报告发出之日起 15 日内提出书面质询，欢迎提出宝贵意见。

检测单位：杭州海蛞蝓生态科技有限公司

单位地址：浙江省杭州市高顺路 8 号 2 座 6010 室

联系电话：0571-28121220

邮　　编：311100

编号：HKY240317-2

检 测 结 果

项目名称	嵊泗 1#风电场项目声环境、电磁环境监测		
委托单位	中广核（嵊泗）新能源有限公司	**联系人**	余政楠 15561654111
		地址	杭州市拱墅区绿地中央广场 5 号楼 15 楼
来样方式	采样	**采样日期**	2024 年 03 月 29 日至 03 月 31 日、2024 年 04 月 04 日至 04 月 05 日
采样地点	嵊泗周边海域	**检测日期**	2024 年 03 月 29 日至 03 月 31 日、2024 年 04 月 04 日至 04 月 05 日
检测地点	嵊泗周边海域		
样品数量	区域环境噪声：共 14 个站位； 工频电场强度：14 个站位，各 1 次； 工频磁感应强度：14 个站位，各 1 次。		
主要检测方法和仪器设备	详见附表 1		
检测结果	详见表 1-表 2		

编制人： 2024.8.20　**审核人：** 2024.8.20　**批准人：** **职　务：** 授权签字人　2024.8.20

表 1 声环境现状监测结果

点位	主要声源	测点坐标	检测结果 L_{Aeq}（dB）				备注
			昼间		夜间		
			检测时间	检测结果 L_{Aeq}（dB）	检测时间	检测结果 L_{Aeq}（dB）	
1#	综合噪声	121°23.771′E 30°34.374′N	2024-3-30 16:06	45.6	/	/	评价范围边界
2#	综合噪声	121°36.707′E 30°43.589′N	2024-3-31 11:20	52.6	/	/	评价范围边界
3#	综合噪声	121°50.632′E 30°34.161′N	2024-4-4 16:46	50.9	/	/	评价范围边界
4#	综合噪声	121°37.145′E 30°24.358′N	2024-4-5 09:41	51.0	/	/	评价范围边界
5#	综合噪声	121°31.516′E 30°34.374′N	2024-3-29 13:44	45.3	/	/	风场区边界
6#	综合噪声	121°34.029′E 30°31.145′N	2024-3-30 10:56	46.0	/	/	风场区边界
7#	综合噪声	121°39.921′E 30°32.104′N	2024-3-30 8:42	48.2	/	/	风场区边界
8#	综合噪声	121°36.872′E 30°35.58′N	2024-3-29 12:41	48.0	/	/	海缆、风场区边界
9#	综合噪声	121°36.027′E 30°33.948′N	2024-3-30 10:01	43.1	/	/	风场区内部
10#	综合噪声	121°36.95′E 30°36.565′N	2024-3-29 9:34	56.4	2024-3-29 23:17	44.6	登陆点
11#	综合噪声	121°37.19′E 30°36.655′N	2024-3-29 8:45	43.5	2024-3-29 22:49	42.1	陆上升压站

点位	主要声源	测点坐标	检测结果 L_{Aeq}（dB）				备注
			昼间		夜间		
			检测时间	检测结果 L_{Aeq}（dB）	检测时间	检测结果 L_{Aeq}（dB）	
12#	综合噪声	121°37.159′E 30°36.635′N	2024-3-29 8:31	41.9	2024-3-29 22:35	42.3	陆上升压站
13#	综合噪声	121°37.193′E 30°36.611′N	2024-3-29 8:05	46.3	2024-3-29 22:02	47.6	陆上升压站
14#	综合噪声	121°37.223′E 30°36.635′N	2024-3-29 8:18	43.7	2024-3-29 22:15	46.7	陆上升压站

表 2 工频电场强度、工频磁感应强度监测结果

点位	测点经纬度	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1#	121°23.771′E 30°34.374′N	2.595	0.136
2#	121°36.707′E 30°43.589′N	2.577	0.146
3#	121°50.632′E 30°34.161′N	2.592	0.140
4#	121°37.145′E 30°24.358′N	2.584	0.148
5#	121°31.516′E 30°34.374′N	2.587	0.028
6#	121°34.029′E 30°31.145′N	2.597	0.156
7#	121°39.921′E 30°32.104′N	2.584	0.099
8#	121°36.872′E 30°35.58′N	2.580	0.353
9#	121°36.027′E 30°33.948′N	2.578	0.190
10#	121°36.95′E 30°36.565′N	2.583	0.084
11#	121°37.19′E 30°36.655′N	2.582	0.270
12#	121°37.159′E 30°36.635′N	2.579	0.368

点位	测点经纬度	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
13#	121°37.193′E 30°36.611′N	2.579	0.117
14#	121°37.223′E 30°36.635′N	2.587	0.355

附表

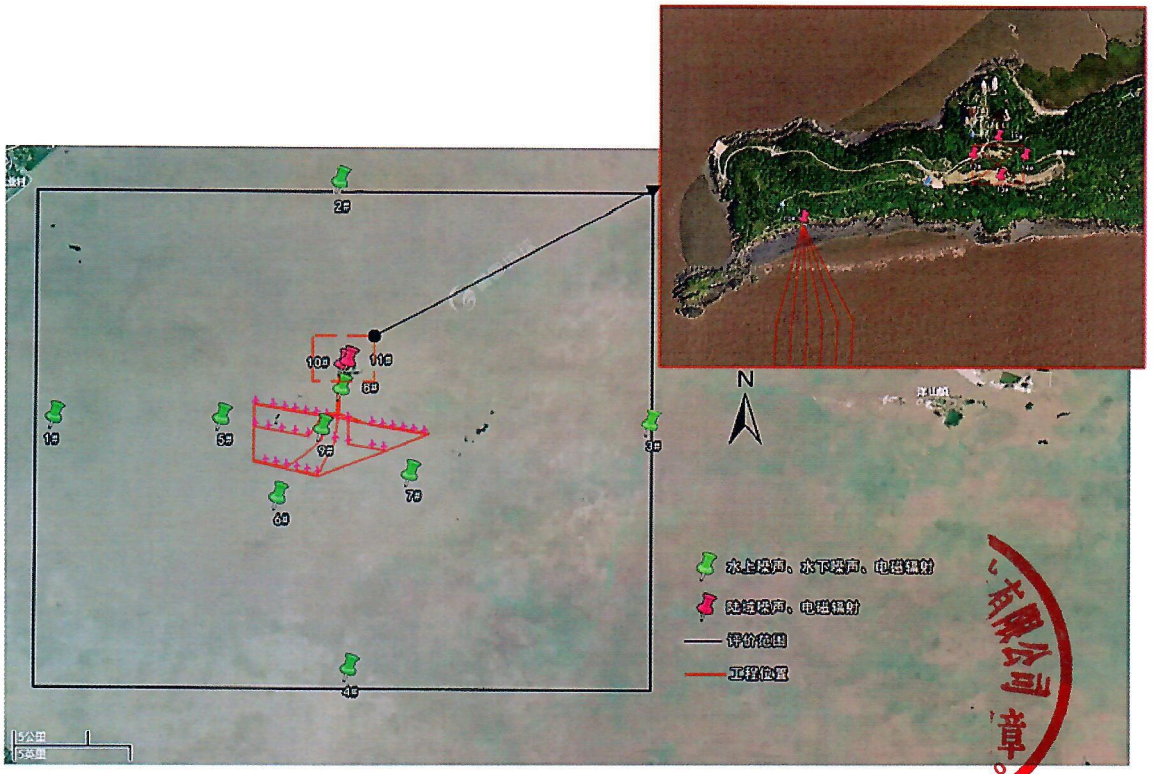
附表 1 检测依据

检测类别	检测项目	检测标准	仪器设备名称及型号
噪声	区域环境噪声	声环境质量标准 GB 3096-2008	多功能声级计II级 AWA5688
电磁辐射	工频电场	交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）HJ 681-2013	XC150 工频电磁辐射测量仪
	工频磁场	交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）HJ 681-2013	XC150 工频电磁辐射测量仪

附表 2 调查站位表

站位	东经 E	北纬 N	调查内容	备注
1#	121°23.771′	30°34.374′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	评价范围边界
2#	121°36.707′	30°43.589′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	评价范围边界
3#	121°50.632′	30°34.161′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	评价范围边界
4#	121°37.145′	30°24.358′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	评价范围边界
5#	121°31.516′	30°34.374′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	风场区边界
6#	121°34.029′	30°31.145′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	风场区边界
7#	121°39.921′	30°32.104′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	风场区边界
8#	121°36.872′	30°35.580′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	海缆、风场区边界
9#	121°36.027′	30°33.948′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	风场区内部
10#	121°36.95′	30°36.565′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	登陆点
11#	121°37.19′	30°36.655′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	陆上升压站
12#	121°37.159′	30°36.635′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	陆上升压站
13#	121°37.193′	30°36.611′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	陆上升压站
14#	121°37.223′	30°36.635′	区域环境噪声、工频电场、工频磁场	陆上升压站

附图



附图 1 嵊泗 1#风电场声环境、电磁环境站位分布图

以下空白

191121342620

编号：HKY240807

海蛞蝓
hai kuo yu

检 测 报 告

Test Report

正本

项目名称 中广核嵊泗1#海上风电项目声环境质量、电磁辐射监测

委托单位 中广核（嵊泗）新能源有限公司

检测类别 委托检测

报告日期 2025年2月21日

杭州海蛞蝓生态科技有限公司

检验检测专用章

33011003998550

编号：HKY240807

声 明

一、本公司保证检测的公正性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和委托方所提供的技术资料保密。

二、委托检测仅对来样负责。

三、报告无编制人、审核人、批准人签名，无效。

四、未加盖本公司检测专用章或公章无效。

五、报告涂改、部分复制无效。

六、对本报告若有异议，请于本报告发出之日起 15 日内提出书面质询，欢迎提出宝贵意见。

检测单位：杭州海蛞蝓生态科技有限公司

单位地址：浙江省杭州市高顺路 8 号 2 座 6010 室

联系电话：0571-28121220

邮　　编：311100

编号：HKY240807

检 测 结 果

项目名称	中广核嵊泗 1#海上风电项目声环境质量、电磁辐射监测		
委托单位	中广核（嵊泗）新能源有限公司	**联系人**	余政楠 15561654111
		地址	杭州市拱墅区绿地中央广场 5 号楼 15 楼
来样方式	采样	**采样日期**	2024 年 8 月 23 日至 8 月 24 日
采样地点	滩浒岛周边海域	**检测日期**	2024 年 8 月 23 日至 8 月 24 日
检测地点	滩浒岛周边海域		
样品数量	区域环境噪声：10 个站位，昼间（6:00-22:00）各 1 次；1 个站位，夜间（22:00-次日 06:00）1 次； 工频电场强度：10 个站位，各 1 次； 工频磁感应强度：10 个站位，各 1 次。		
主要检测方法和仪器设备	详见附表 1-附表 2		
检测结果	详见表 1-表 2		

编制人： 陶淑洋 2025.2.21　　**审核人：** 高晓辉 2025.2.21　　**批准人：** [illegible] 2025.2.21

职　务： 授权签字人

浙江省辐射环境监测站 浙江省生态科技有限公司 检验检测专用章 3301100399850

表 1-2 水上噪声监测结果

点位	主要声源	测点坐标	检测时间	检测结果 L_{Aeq}（dB）	备注
1#	环境噪声	121°23.768′E 30°34.375′N	2024-8-23 14:20-14:30	42	评价范围边界
2#	环境噪声	121°36.709′E 30°43.591′N	2024-8-23 12:32-12:42	43	评价范围边界
3#	环境噪声	121°50.633′E 30°34.161′N	2024-8-23 10:45-10:55	53	评价范围边界
4#	环境噪声	121°37.145′E 30°24.357′N	2024-8-24 15:25-15:35	43	评价范围边界
5#	环境噪声	121°31.518′E 30°34.374′N	2024-8-23 15:48-15:58	48	风场区边界
6#	环境噪声	121°34.031′E 30°31.147′N	2024-8-24 13:48-13:58	39	风场区边界
7#	环境噪声	121°39.924′E 30°32.106′N	2024-8-24 10:55-11:05	37	风场区边界
8#	环境噪声	121°36.414′E 30°35.793′N	2024-8-24 12:03-12:13	45	海缆、风场区边界
9#	环境噪声	121°36.031′E 30°33.947′N	2024-8-24 11:31-11:41	38	风场区内部

表 2-2 陆域噪声监测结果

点位	主要声源	测点坐标	昼间		夜间		备注
			检测时间	检测结果 L_{Aeq}（dB）	检测时间	检测结果 LAeq（dB）	
10#	环境噪声	121°36.093′E 30°36.567′N	2024-8-24 12:41-12:51	48	2024-8-24 22:30-22:40	52	登陆点

表 2 工频电场强度、工频磁感应强度监测结果

点位	测点经纬度	工频电场强度（V/m）	工频磁感应强度（μT）
1#	121°23.768′E 30°34.375′N	2.589	0.217
2#	121°36.709′E 30°43.591′N	2.587	0.143
3#	121°50.633′E 30°34.161′N	2.581	0.205
4#	121°37.145′E 30°24.357′N	2.588	0.780
5#	121°31.518′E 30°34.374′N	2.592	0.223
6#	121°34.031′E 30°31.147′N	2.585	0.972
7#	121°39.924′E 30°32.106′N	2.589	0.271
8#	121°36.414′E 30°35.793′N	2.582	0.688
9#	121°36.031′E 30°33.947′N	2.586	0.865
10#	121°36.093′E 30°36.567′N	2.593	0.188

附表

附表 1 检测依据

检测类别	检测项目	检测标准
噪声	区域环境噪声	声环境质量标准 GB 3096-2008
电磁辐射	工频电场	交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）HJ 681-2013
	工频磁场	交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）HJ 681-2013

附表 2 仪器设备基本情况

主要检测仪器基本情况	工频电磁辐射测量仪	
	仪器名称	工频电磁辐射测量仪/探头
	生产厂家	浙江信测通信股份有限公司
	型号/规格	XC150/EH100A
	设备编号	HKY-1101-DCFS01
	出厂编号	6000100005275
	测量频率范围	1Hz-100kHz
	量程	工频电场：4mV/m-100kV/m；工频磁场：0.3nT-20mT
	校准单位	上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
	校准有效期	2024 年 06 月 12 日-2025 年 06 月 11 日
	证书编号	2024F33-10-5301504001
	噪声仪器	
	仪器名称	多功能声级计
	生产厂家	杭州爱华仪器有限公司
	型号/规格	AWA6228+
	设备编号	HKY-1202-SJJ01
	出厂编号	10331652
	测量频率范围	10Hz-20kHz
	量程	20-142dB(A)
	检定单位	浙江省计量科学研究院
	检定有效期	2024 年 02 月 28 日-2025 年 02 月 27 日
	证书编号	JT-20240250546

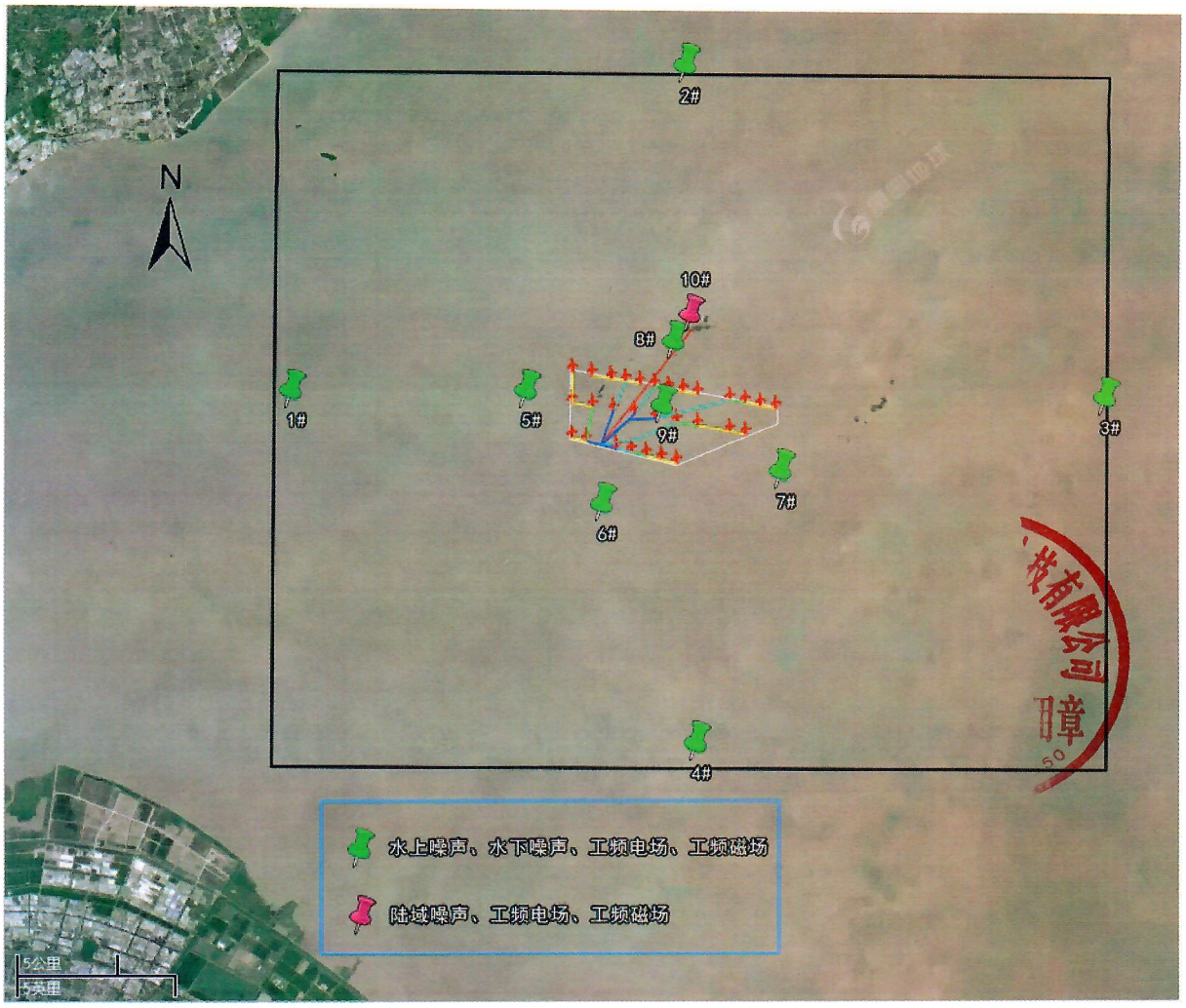
附表 3 噪声、辐射监测站位表

站位	东经 E	北纬 N	调查内容	备注
1#	121°23.768′	30°34.375′	水上噪声、电磁辐射	评价范围边界
2#	121°36.709′	30°43.591′	水上噪声、电磁辐射	评价范围边界
3#	121°50.633′	30°34.161′	水上噪声、电磁辐射	评价范围边界
4#	121°37.145′	30°24.357′	水上噪声、电磁辐射	评价范围边界
5#	121°31.518′	30°34.374′	水上噪声、电磁辐射	风场区边界
6#	121°34.031′	30°31.147′	水上噪声、电磁辐射	风场区边界
7#	121°39.924′	30°32.106′	水上噪声、电磁辐射	风场区边界
8#	121°36.414′	30°35.793′	水上噪声、电磁辐射	海缆、风场区边界
9#	121°36.031′	30°33.947′	水上噪声、电磁辐射	风场区内部
10#	121°36.093′	30°36.567′	陆域噪声、电磁辐射	登陆点

附表 4 检测环境

检测环境	天气（晴）；温度（27~29℃）；相对湿度（83~89%）；风速（0.3~4.6m/s）

附图



附图 1 噪声、辐射监测布点图

以下空白

211119053079

检 测 报 告

报告编号：BG-2025-0009

正本

委 托 方：上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司

报告名称：嵊泗 1#风电项目春季电磁和噪声监测报告

浙江若海检测有限公司

2025 年 4 月

声　　明

1. 公司保证检测的公正性、科学性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和委托方所提供的样品的技术资料保密。
2. 如无特殊要求，报告一式二份，一份送交委托方，一份由综合部归档保存。
3. 在委托送样检测时，仅对来样检测结果负责，不对样品来源负责。
4. 报告未加盖 CMA 章时，仅供做科研、教育、内部质控用，不具有社会证明作用。
5. 未经公司书面批准，不得部分复制本报告。
6. 有下列之一的情况均为无效报告：

   报告无审核、批准人员签名；未加盖公司报告专用章；报告有涂改或增删现象；未加盖骑缝章。
7. 对本检测报告若有异议，请于检测报告发出之日起 30 天内提出书面质询。
8. 欢迎对我公司的工作提出宝贵意见，公司承诺以顾客满意为目标，持续改进我们的服务和质量。

联系地址：浙江省嘉兴市桐乡市高桥街道（开发区）高桥大道 1156 号 3 幢 7 层 701 室、703 室

联系电话：15167061551

邮　　编：314500

委 托 方	上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司	联 系 人	张佳伟
地 址	上海市浦东新区东塘路 630 号	联系电话	18916612103
样品状态	——		
采 样 方	浙江若海检测有限公司 上海鉴海环境检测技术有限公司	送 样 方	——
采样地点	杭州湾附近海域 详见附表 1~2 详见附图 1~2	采 样 人	钟家伟、谢炜健等
采样日期	2025.03.30~2025.03.31	天气状况	详见附表 1~2
接样日期	——	分析日期	2025.03.30~2025.03.31
分析地点	现场分析		

检测项目	检测仪器及编号	检测依据	环境条件
声环境			
环境噪声	AWA5688 多功能声级计 JH082 AWA6221B 声校准器 JH082 附件 FYF-1 轻便三杯风向风速表 JH176	声环境质量标准 GB 3096-2008	见附表 1
电磁辐射			
工频电场、工频磁场	EH400X 场强仪 RH150	交流输变电工程电磁环境监测方法(试行) HJ 681–2013	见附表 2
分析测试结果	检测数据/结果： 结果见附件		

编制：钟家伟　　审核：金康祎　　签发：张　成　（授权签字人）

签名：　　签名：　　签名：

日期：2025.4.30

附件 1：环境噪声检测结果

序号	测量位置	测量日期	测量时段	检测项目	检测结果 dB(A)
1	3	2025.03.30	22:34-22:54	夜间 *Leq*	51
2		2025.03.31	09:49-10:09	昼间 *Leq*	52
3	4	2025.03.31	15:21-15:41	昼间 *Leq*	56
4		2025.03.31	22:07-22:27	夜间 *Leq*	46
5	5	2025.03.31	15:49-16:09	昼间 *Leq*	56
6		2025.03.31	22:59-23:09	夜间 *Leq*	46

注：1、“昼间”是指 6：00 至 22：00 之间的时间段；“夜间”是指 22：00 至次日 6：00 之间的时间段。

2、环境噪声检测点位信息及现场气象条件见附图 1-2 和附表 1。

附件 2：工频电场强度、工频磁场感应强度检测结果

测点位置	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
1	0.033	0.024
2	0.031	0.034
3	0.029	0.024
4	0.450	0.022

检验检测专用章

附表 1：环境噪声现场条件

点位	经纬度	检测日期	测量时间	风速 (m/s)	风向	大气压 (kPa)	气温 （℃）	天气状况
3	121°37′12.22″E 30°36′24.21″N	2025.03.30	22:34-22:54	4.2	E	103.2	12.6	阴
		2025.03.31	09:49-10:09	3.1	E	104.5	16.1	晴
4	121°22′39.73″E 30°21′17.10″N	2025.03.31	15:21-15:41	2.4	E	103.2	16.4	
			22:07-22:27	2.3	E	104.1	11.2	
5	121°22′35.04″E 30°21′22.23″N		15:49-16:09	2.4	E	103.2	16.4	
			22:59-23:09	2.3	E	104.1	11.2	

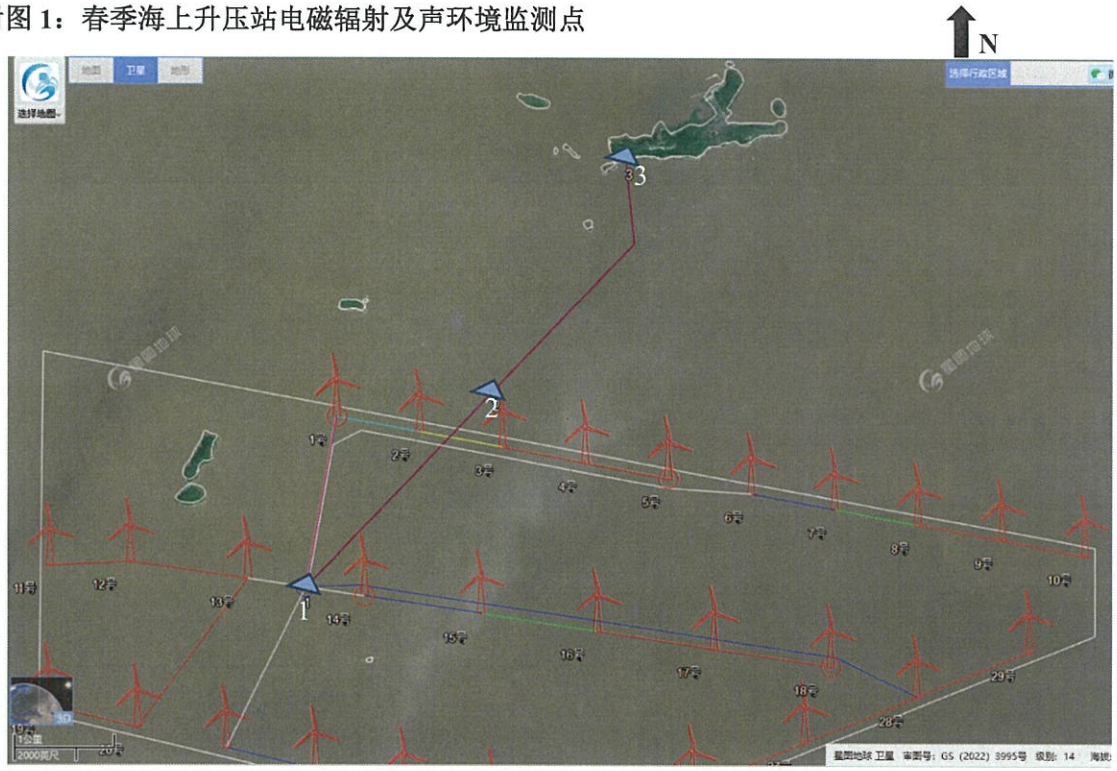
附表 2：工频电场、工频磁场监测站位现场条件

站位号	经纬度	检测日期	测量时间	温度 （℃）	相对湿度 （%）	天气状况
1	121°35′07.47E 30°34′00.90″N	2025.03.31	07:38-07:40	17.2	55	晴
2	121°36′20.69″E 30°35′06.72″N		07:17-07:19	17.2	55	
3	121°37′12.22″E 30°36′24.21″N		09:46-09:48	17.2	55	
4	121°22′39.73″E 30°21′17.10″N		15:55-15:57	17.2	55	

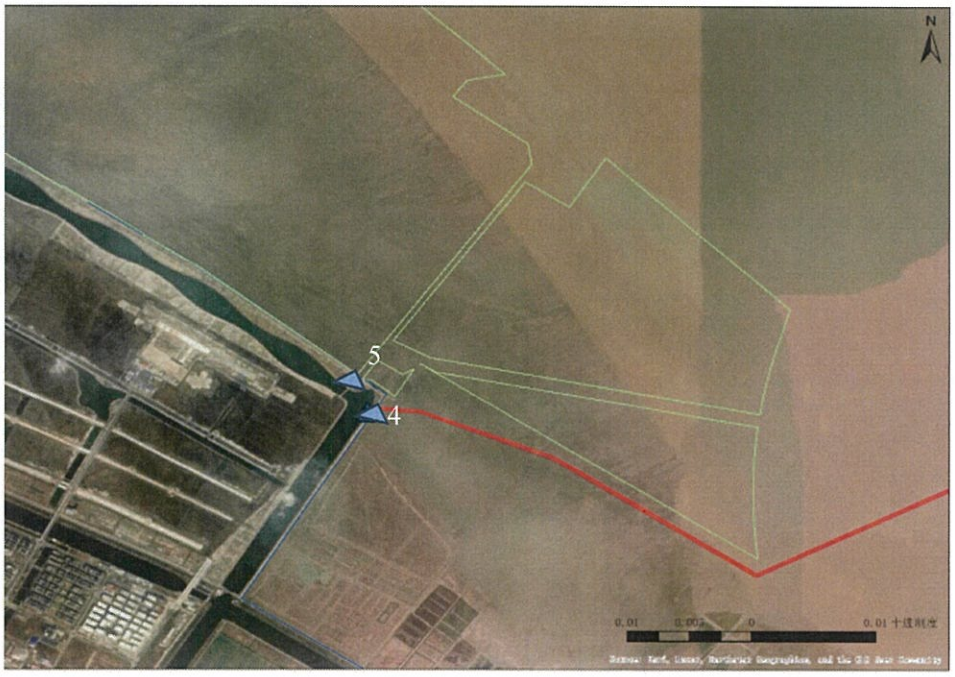
注：3、所有监测点位由委托方指定；

4、环境噪声分包给上海鉴海环境检测技术有限公司检测，其证书编号为 240912342433，报告编号为 BG-2025-0036。

附图 1：春季海上升压站电磁辐射及声环境监测点



附图 2：春季陆上电磁辐射及声环境监测点



报告内容结束



浙江若海检测有限公司

地址：浙江省嘉兴市桐乡市高桥街道（开发区）

高桥大道 1156 号 3 幢 7 层 701 室、703 室

联系电话：15167061551

231112191782

检 测 报 告

报告编号：BG-2025-0007

正本

委 托 方：上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司

报告名称：沉积物重金属等的测定

浙江普正检测技术有限公司

二〇二五年五月

声　　明

1. 公司保证检测的公正性、科学性和准确性，对检测数据负责，并对检测数据和委托方所提供的样品的技术资料保密。
2. 分析检测过程中使用的标准物质如无特殊要求，均采用具有国家法定资质机构生产的标准物质。
3. 委托送样检测时，仅对来样检测结果负责，不对样品来源负责。
4. 如无特殊要求，报告一式二份，一份送交委托方，一份由综合部归档保存。
5. 对检测报告若有异议，请于检测报告发出之日起 30 天内提出书面质询。
6. 有下列之一的情况均为无效报告：

   报告无审核、批准人员签名；未加盖公司报告专用章；报告有涂改或增删现象；未加盖骑缝章。
7. 未经公司书面批准，不得部分复制本报告。
8. 欢迎对我公司的工作提出宝贵意见，公司承诺以顾客满意为目标，持续改进我们的服务和质量。

联系地址：浙江省桐乡市高桥大道 1156 号 3 幢 21 楼

联系电话：0573-88628278

传　　真：0573-88628278

邮　　编：314500

<table>
<tr><td>委托方名称</td><td colspan="2">上海东海海洋工程勘察设计研究院有限公司</td><td>委托人</td><td>张佳伟</td></tr>
<tr><td>地　　址</td><td colspan="2">上海市浦东新区东塘路 630 号</td><td>联系电话</td><td>18916612103</td></tr>
<tr><td>样品性状</td><td colspan="4">本次监测所采集的样品包装完好，标识清楚。
<table>
<tr><td colspan="2">测项</td><td>数量</td><td>固定保存方式</td><td>采样容器及样品量</td></tr>
<tr><td rowspan="3">沉积物</td><td>硫化物</td><td>7</td><td>充氮气</td><td>500mL 棕色广口玻璃瓶，密封冷藏</td></tr>
<tr><td>总汞、油类、有机碳</td><td>7</td><td>/</td><td>500mL 棕色广口玻璃瓶，密封冷藏</td></tr>
<tr><td>铜、铅、锌、镉、铬、砷</td><td>7</td><td>/</td><td>聚乙烯袋</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>☑采样方
□送样方</td><td colspan="2">浙江普正检测技术有限公司</td><td>分析地点</td><td>桐乡市高桥镇高桥大道 1156 号 3 幢 21 层 2101、2102、2103、2104 室</td></tr>
<tr><td>采样位置</td><td colspan="2">杭州湾附近海域</td><td>天气状况</td><td>2025.03.30：阴，15℃
2025.03.31：晴，16℃</td></tr>
<tr><td>采样日期</td><td>2025.03.30~
2025.03.31</td><td>接样日期</td><td>2025.03.30~
2025.03.31</td><td>分析日期</td><td>2025.04.02~
2025.04.08</td></tr>
<tr><td>检测项目</td><td colspan="2">检测仪器及编号</td><td colspan="2">检测依据</td><td>环境条件</td></tr>
<tr><td colspan="6">沉积物</td></tr>
<tr><td>有机碳</td><td colspan="2">50mL 酸式滴定管
PZ-071</td><td colspan="2">海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析
GB 17378.5-2007（18. 1）</td><td>温度：23.2℃
湿度：57%RH</td></tr>
<tr><td>硫化物</td><td colspan="2">722S 可见分光光度计
PZ-01009</td><td colspan="2">海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析
GB 17378.5-2007 (17.1）</td><td>温度：23.1℃
湿度：56%RH</td></tr>
<tr><td>油类</td><td colspan="2">UV-1200B 紫外可见分光光度计
PZ-01157</td><td colspan="2">海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析
GB 17378.5-2007（13.2）</td><td>温度：23.1℃
湿度：56%RH</td></tr>
<tr><td>铜</td><td colspan="2">G8433/GTA 120 原子吸收光谱仪 PZ-01005</td><td colspan="2">海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析　GB 17378.5-2007（6.1）</td><td>温度：21.1℃
湿度：55%RH</td></tr>
<tr><td>铅</td><td colspan="2">G8433/GTA 120 原子吸收光谱仪 PZ-01005</td><td colspan="2">海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析
GB 17378.5-2007（7. 1）</td><td>温度：21.1℃
湿度：55%RH</td></tr>
</table>

锌	G8433/GTA 120 原子吸收光谱仪 PZ-01005	海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析 GB 17378.5-2007（9）	温度：21.1℃ 湿度：55%RH
镉	G8433/GTA 120 原子吸收光谱仪 PZ-01005	海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析 GB 17378.5-2007（8. 1）	温度：21.1℃ 湿度：55%RH
铬	G8433/GTA 120 原子吸收光谱仪 PZ-01005	海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析 GB 17378.5-2007（10. 1）	温度：21.1℃ 湿度：55%RH
总汞	AFS-8520 原子荧光光度计 PZ-01156	海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析 GB 17378.5-2007（5. 1）	温度：22.8℃ 湿度：53%RH
砷	AFS-8520 原子荧光光度计 PZ-01156	海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析 GB 17378.5-2007（11. 1）	温度：23.7℃ 湿度：54%RH
分析测试结果	**检测数据/结果：** **见附件** **报告编制：叶蒋玲　签名：**叶蒋玲 **日期：**2025.5.19 **报告审核：陈　琳　签名：** **日期：**2025.5.19 **报告签发：卜迪文　签名：**卜迪文 **日期：**2025.5.19 **签发人职务：授权签字人**		

附件：沉积物分析

序号	原标识	普正编号	检测结果				
			有机碳（%）	硫化物（10^{-6}）	油类（10^{-6}）	总汞（10^{-6}）	砷（10^{-6}）
1	11	C250331-007	0.46	12.7	15.8	0.148	11.8
2	12	C250331-008	0.42	8.2	13.8	0.160	12.2
3	13	C250331-009	0.31	4.7	11.0	0.130	7.99
4	14	C250331-010	0.35	11.8	10.5	0.148	8.28
5	15	C250331-011	0.33	3.3	14.6	0.128	7.18
6	16	C250331-012	0.22	7.6	30.8	0.113	8.85
7	17	C250331-013	0.27	6.5	13.6	0.127	7.64
检出限			0.02	0.2	1.1	0.001	0.01

附件：沉积物分析

序号	原标识	普正编号	检测结果				
			铜（10^{-6}）	铬（10^{-6}）	铅（10^{-6}）	锌（10^{-6}）	镉（10^{-6}）
1	11	C250331-007	20.7	56.0	23.0	63.5	0.16
2	12	C250331-008	17.7	63.7	26.8	62.6	0.18
3	13	C250331-009	23.6	65.2	30.3	75.2	0.21
4	14	C250331-010	25.0	67.8	25.6	60.7	0.23
5	15	C250331-011	18.7	74.4	22.1	41.2	0.29
6	16	C250331-012	23.2	68.3	20.3	63.0	0.15
7	17	C250331-013	22.8	58.6	29.1	59.3	0.14
检出限			0.2	0.8	0.1	5.0	0.01

注：根据委托方提供的经纬度进行采样

序号	站位	采样经纬度	
		经度（E）	纬度（N）
1	11	121°21'47.92"	30°21'56.15"
2	12	121°22'11.04"	30°21'08.93"
3	13	121°34'10.25"	30°34'49.01"
4	14	121°34'26.74"	30°34'30.86"
5	15	121°36'52.14"	30°36'31.08"
6	16	121°36'57.06"	30°36'33.96"
7	17	121°37'02.52"	30°36'34.14"

报告内容结束



浙江普正检测技术有限公司

地址：浙江省桐乡市高桥大道 1156 号 3 幢 21 楼