

建设项目竣工环境保护验收调查报告

(公示稿)

项目名称：粤电阳江沙扒海上风电项目

委托单位：广东粤电阳江海上风电有限公司

编制单位：深圳中检联检测有限公司

二〇二六年四月

项目名称：粤电阳江沙扒海上风电项目竣工环境保护验收调查

建设单位：广东粤电阳江海上风电有限公司

验收调查单位：

项目负责人：

报告主要参与人员：

主要人员	负责内容	职务/职称	签 名
	报告审定		
	报告审核		
	报告编制		

目录

1 前 言	1
2 综 述	5
2.1 编制依据	5
2.2 调查目的及原则	7
2.3 调查程序及方法	9
2.4 主体功能区划	9
2.5 项目用海与“三区三线”符合性分析	10
2.6 “三线一单”的符合性分析	16
2.7 环境保护目标	19
2.8 验收标准	21
3 工程调查	28
3.1 工程名称、性质	28
3.2 工程建设情况	28
3.3 工程地理位置及项目组成	29
3.4 风机机组	32
3.5 海底电缆	33
3.6 海上升压站	33
3.7 工程用海情况	34
3.8 工程参建单位	34
3.9 工程总投资及环保投资	35
4 环境影响报告书及其审批文件回顾	37
4.1 环境影响报告书的主要结论	37
4.2 原广东省海洋与渔业厅对项目环境影响报告书的批复意见	41
5 工程变动情况分析	43
5.1 工程总平面布置主要调整变更情况	44
5.2 工程建设内容变更情况	45
5.3 工程变更情况分析	46
6 环保措施落实情况	50
6.1 施工期环境保护措施实施情况	50
6.2 运营期环境保护措施实施情况	55
6.3 环境风险控制措施	57
6.4 海缆环境保护措施	57
6.5 通航安全环境保护措施	58
6.6 环境影响报告书及批复落实情况	58
6.7 施工期环境监测计划落实情况	70
7 项目调试阶段情况回顾	72
7.1 调试阶段主体工程工况	72
7.2 调试阶段环保措施执行情况	72

8 海洋生态环境调查与分析	74
8.1 施工期海洋生态环境调查	74
8.2 调试阶段海洋生态环境调查	134
9 其他环境影响调查与分析	177
9.1 鸟类影响调查与分析	177
9.2 水环境影响调查与分析	187
9.3 大气环境影响调查与分析	187
9.4 声环境影响调查与分析	187
9.5 固体废物影响调查与分析	194
9.6 电磁环境影响调查与分析	196
10 运行期环境监测落实情况	203
10.1 海水水质、沉积物	203
10.2 水生生物、渔业环境调查	203
10.3 水下噪声监测	204
11 风险事故防范及应急措施落实情况调查	206
11.1 环境风险因素调查	206
11.2 环境风险事故调查	206
11.3 施工期应急预案	206
11.4 运营期应急预案	215
11.5 小结	223
12 公众意见调查	224
12.1 调查方法、对象、内容	224
12.2 公众意见调查结果及分析	225
12.3 公众投诉调查	226
12.4 小结	227
13 环境环保管理情况调查	228
13.1 环境影响评价制度及“三同时”制度执行情况	228
13.2 环境管理组织结构及职责	230
13.3 环境管理落实情况	231
13.4 环境监理	232
13.5 小结	234
14 验收调查结论及建议	235
14.1 工程概况	235
14.2 环境保护措施落实情况	235
14.3 环境影响调查与分析	238
14.4 公众意见调查	239
14.5 总结论	240
14.6 建议	240
附表：建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表	241

1 前 言

广东省大陆海岸线总长约 4114.4km，海域面积 41.93km²，沿海风能资源丰富，具备海上风电规模开发的场地和效益，潜力巨大。2009 年 4 月，根据国家能源局下发的《关于印发海上风电工程规划工作大纲的通知》（国新能〔2009〕130 号）的要求，广东省启动海上风电场址规划及海上风电输电规划工作。2011 年 6 月《广东省海上风电场工程规划》报告正式报送国家能源局，2012 年 8 月国家能源局对《广东省海上风电场工程规划》进行了修编。《广东省海上风电场工程规划》报告提出了广东沿海 26 处候选海上风电场址，根据各候选场址的海区面积，估算了各海上风电场的装机容量，规划总装机容量共计 1071 万 kW。根据规划报告，阳江市海域海上风电规划总容量为 286 万千瓦，其中沙扒海上风电 180 万千瓦，海陵岛海上风电 40 万千瓦，南鹏岛海上风电 66 万千瓦。

2014 年 7 月，粤电阳江沙扒海上风电项目取得了《广东省发展改革委关于同意粤电阳江沙扒海上风电试点项目开展前期工作的函》（粤发改新函〔2014〕2556 号），同年 8 月，国家能源局发布《全国海上风电开发建设方案（2014~2016）》，同意广东省总容量 169.9 万千瓦海上风电开展前期研究工作，其中粤电阳江沙扒海上风电项目被纳为本次开发建设方案选址之一。

粤电阳江沙扒海上风电项目，位于规划中的阳江沙扒镇风电场内，开发容量为 300MW，通过 2 回 220kV 海底电缆（三芯）与大陆相连，登陆点选址于粤电阳江风电公司拟建运维基地西侧。

初步设计阶段，本项目建设规模为：一座海上升压站、55 台 5.5MW 风机（其中一台限发 3MW）、三芯 2 回 220kV 连陆海底电缆、三芯 12 回 35kV 风机间集电线路海底电缆、一座陆上集控中心。此阶段本项目申请总用海面积 325.5783 公顷，其中透水构筑物 79.5173 公顷，海底电缆管道 246.061 公顷，220kV 海底电缆登陆点涉及岸线 27.08 米。批准用海 27 年。

根据相关规定，本项目 2017 年 7 月完成了《粤电阳江沙扒海上风电项目海底电缆路由桌面研究报告》专家评审会；2017 年 8 月 10 日在阳江市完成了《粤电阳江沙扒海上风电项目海域使用论证报告书》专家评审。2017 年 11 月编制完

成《粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境影响报告书（报批稿）》（以下简称原环评报告书），原广东省海洋与渔业厅于 2017 年 12 月 25 日对报告书以粤海渔函（2017）1427 号予以批复（其中工程的陆上集控中心等陆地工程，由运维基地项目另行立项统筹考虑，运维基地项目由原阳江市环境保护局于 2017 年 9 月以阳环建审（2017）38 号文对《粤电阳江沙扒海上风电项目运维基地工程建设项目环境影响报告表》进行了批复）。2018 年 3 月 28 日，广东省人民政府出具《关于粤电阳江沙扒海上风电项目用海的批复》（见附件 3），同意广东粤电阳江海上风电有限公司粤电阳江沙扒海上风电项目用海申请，本项目于 2018 年 5 月 11 日取得了海域使用权证书（见附件 4）。

随着工程地质勘察工作的进行及单机容量提升，顺应当前海上风力发展的总体趋势，相应减少风机基础、海缆的数目，对提升海上风电项目的投资收益水平也有帮助。在保持装机容量不变的基础上减少嵌岩桩的工程量、重新设计了桩基础，并采用大功率风机来减少风机和桩基础的数量；勘察后避开不良地质及人工鱼礁区、倾倒区等开发活动。因此平面布置发生第一次变化，建设规模优化为：1 座海上升压站、46 台 6.5MW 风机加一台 5.5MW 风机、三芯 2 回 220kV 连陆海底电缆、三芯 12 回 35kV 风机间集电线路海底电缆、1 座陆上集控中心。

由于用海面积和微观选址发生变化，广东粤电阳江海上风电有限公司委托国家海洋局南海调查技术中心对本项目调整后的用海情况进行海域使用补充论证，该海域使用补充论证报告于 2020 年 10 月 22 日通过了专家评审，即《粤电阳江沙扒海上风电项目海域使用补充论证报告书（报批稿）》（国家海洋局南海调查技术中心，2020 年 11 月），后文统称“补充论证报告（2020 年）”，但由于项目正在建设中，施工可能存在变化，因此建设单位未及时申请用海方案变更，并未取得新的权证。项目建设内容及用海面积产生了变化，此次风场调整用海均在原批复用海范围内，未超出其批复范围。

工程优化后，项目根据“补充论证报告（2020 年）”的申请总用海面积为 336.7574 公顷，其中风机基座申请用海面积 72.2536 公顷，35kV 集电线路申请用海面积为 125.8473 公顷，220kV 海底电缆申请用海面积 136.5995 公顷，升压站申请用海面积 2.0570 公顷。220kV 海底电缆登陆点向西南移 62m，涉及岸线为 20.4m。项目申请用海期限不变，仍为 27 年。

本项目于 2019 年 1 月开工建设，在建设过程中，升压站所在位置不变，尺寸和长边方向有所改变；为了实现沙扒海域近海深水区青洲各风电场址的电力输出，计划对浅水区风电场的路由进行重新规划，特别是对路由有限制的人工鱼礁区和倾倒区之间的路由进行调整，将粤电、明阳、三峡各公司在该区域的路由从 NE-SW 向延伸，调整为 SN 向延伸，因此 220kV 海底电缆也作了一定的调整；因此，平面布置发生第二次变化，建设规模基本不变，仍为：1 座海上升压站、46 台 6.45MW 风机加一台 5.5MW 风机、三芯 2 回 220kV 连陆海底电缆、三芯 12 回 35kV 风机间集电线路海底电缆、1 座陆上集控中心。

依据“补充论证报告（2020 年）”调整了方案，但项目实际用海面积超出补充论证报告（2020 年）方案。实际建设中项目申请总用海面积为 365.8620 公顷，其中风机基座申请用海面积 72.2905 公顷，35kV 集电线路申请用海面积为 128.1612 公顷，220kV 海底电缆申请用海面积 163.3535 公顷，升压站申请用海面积为 2.0568 公顷。220kV 海底电缆登陆点涉及岸线 14.4m，向西南移动约 62m。

本项目于 2018 年 5 月 11 日取得海域使用权证，2020 年 10 月 22 日海域使用补充论证报告通过了专家评审，由于项目当时正在建设中，施工可能存在变化，因此建设单位未及时申请用海方案变更，并未取得新的权证。

2021 年自然资源部开展了全国海上风电用海管理专项检查，并下发通知《自然资源部办公厅关于做好海上风电用海有关问题处置工作的通知》（自然资办函〔2021〕1713 号），“通知”提到“已批准用海的海上风电项目中风机塔架实际建设位置超出确权用海范围的项目共 12 个，其中河北省 3 个、天津市 2 个、山东省 1 个、江苏省 2 个、广东省 4 个。对此类违法用海项目，要依法依规予以严肃查处。查处到位后，严格进行评估，对于符合风电用海政策，符合海洋功能区划和生态保护红线等管控要求的项目，要根据评估结论进行整改，整改到位后方可依法办理项目用海手续”。本项目工程属于“通知”中提到的项目之一，由广东省海洋综合执法总队对项目违法用海事宜进行调查，经过立案、调查、通知、处罚、缴纳罚款、结案等一系列程序后，目前已结案。

2022 年 7 月，建设单位委托国家海洋局南海调查技术中心编制了《粤电阳江沙扒海上风电场项目批建评估报告书》，2025 年 8 月，国家海洋局南海调查技术中心根据实际用海方案重新编制形成了《粤电阳江沙扒海上风电场项目海域

使用补充论证报告书》。2025年12月31日，广东省人民政府出具了《广东省人民政府关于粤电阳江沙扒海上风电项目用海变更的批复》粤府海审〔2025〕(1)37号)批准了本项目的用海变更，变更后，批准用海面积为369.3290公顷，其中透水构筑物用海74.3473公顷，海底电缆管道用海294.9817公顷(用海空间层为底土，高程范围为电缆下缘高程至上缘实际使用高程)，原批准的用海期限即27年不变。

粤电阳江沙扒海上风电项目工程于2019年1月开始开工建设，于2021年12月5日本项目全容量并网投入试运行。调试阶段期间风机发电正常，主体工程及环保设施运行正常。深圳中检联检测有限公司受建设单位委托，根据《中华人民共和国海洋环境保护法》(2024年1月1日施行)、《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(国务院698号令，2018年3月19日)的要求进行工程竣工环境保护验收调查工作。本次验收对工程环评文件及其核准文件、工程设计文件中所提出的各项环保设施和措施的落实情况进行了调查，核实了各类环保设施、措施运行效果，分析了项目建成后产生的环境影响以及可能存在的其他环境问题，特编制本项目竣工环境保护验收调查报告作为本项目的竣工环境保护验收基础材料之一，以便工程采取更有效的环境保护补救和减缓措施，全面做好环境保护工作。由于工程的陆上集控中心等陆地工程已纳入粤电阳江沙扒海上风电项目运维基地工程建设项目于2022年4月9日另行完成了环境保护验收工作，因此本次环保验收范围仅对海洋环境影响范围内的环境保护设施进行验收，不包括陆上集控中心等陆地工程建设内容。

2 综 述

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日施行）；
- (2) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日施行）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日施行）；
- (4) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022年6月5日施行）；
- (5) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2024年1月1日施行）；
- (6) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日施行）；
- (7) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日施行）；
- (8) 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日施行）；
- (9) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018年3月19日修订）；
- (10) 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》（2017年3月1日修订）；
- (11) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日施行）；
- (12) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（2017年11月20日施行）；
- (13) 《广东省环境保护条例》（2019年11月29日修正）；
- (14) 《广东省海域使用管理条例》（2021年09月29日修正）；
- (15) 《广东省渔业管理条例》（2015年12月30日修正）；
- (16) 《广东省固体废物污染环境防治条例》（2019年3月1日）；
- (17) 《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》（2018年11月29日施行）；
- (18) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号，2021年01月05日施行）；
- (19) 《阳江市人民政府关于印发阳江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（阳府〔2021〕28号，2021年07月01日施行）；

(21) 《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207号，2022年10月14日施行）。

2.1.2 技术规范及标准

- (1) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409—2025）；
- (2) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (3) 《海上风电工程环境影响评价技术规范》（2014年4月）；
- (4) 《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ 2.2-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则声环境》（HJ 2.4-2009）；
- (6) 《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022）；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 69-2018）；
- (8) 《环境影响评价技术导则输变电工程》（HJ 24-2014）；
- (9) 《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》；
- (10) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；
- (11) 《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T 28058-2011）；
- (12) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- (13) 《辐射环境保护管理导则电磁辐射环境影响评价方法与标准》，（HJ/T 10.3-1996）；
- (14) 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
- (15) 《渔业水质标准》（GB 11607-89）；
- (16) 《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）；
- (17) 《近岸海域环境监测技术规范》（HJ 442-2020）；
- (18) 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）；
- (19) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- (20) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- (21) 《声环境质量标准》（GB 3096-2008）；
- (22) 《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；
- (23) 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；

- (24) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）；
- (25) 《声学水下噪声测量》（GB/T 5265-2009）；
- (26) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（海洋出版社，1986）；
- (27) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；
- (28)《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》(HJ/T 394-2007)；
- (29) 《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）。

2.1.3 项目相关文件及基础资料

- 1、《粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境影响报告书》，上海勘测设计研究院有限公司，2017年11月；
- 2、广东省海洋与渔业厅《关于批准粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书的函》（粤海渔函〔2017〕1427号），2017年12月25日；
- 3、《粤电阳江沙扒海上风电项目海域使用补充论证报告书（报批稿）》，国家海洋局南海调查技术中心，2020年11月；
- 4、《粤电阳江沙扒海上风电项目海域使用补充论证报告书（报批稿）》专家意见，2020年10月22日；
- 5、《粤电阳江沙扒海上风电场项目批建评估报告书（报批稿）》，国家海洋局南海调查技术中心，2022年7月；
- 6、《粤电阳江沙扒海上风电场项目批建评估报告书（报批稿）》专家意见，2022年6月9日；
- 7、《粤电阳江沙扒海上风电场项目海域使用补充论证报告书》，国家海洋局南海调查技术中心，2025年8月；
- 8、广东省人民政府《广东省人民政府关于粤电阳江沙扒海上风电项目用海变更的批复》粤府海审〔2025〕(1)37号）。

2.2 调查目的及原则

2.2.1 调查目的和范围

针对本工程环境影响的特点，本工程竣工海洋环境保护验收调查的目的是：

(1) 调查粤电阳江沙扒海上风电项目工程在施工、运行和管理等方面对环境影响报告书及其批复意见所提出环保措施的落实情况；

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

(3) 通过公众意见调查，了解公众对该工程建设期及调试阶段环境保护工作的意见，并对公众提出的合理要求提出解决意见；

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

本工程竣工海洋环境保护验收调查范围是：

(1) 本次环保验收范围仅对海洋环境影响范围内的环境保护设施进行验收，不包括陆上集控中心等陆地工程建设内容；

(2) 海洋环境验收范围为以项目平面布置外缘线垂直岸线和平行岸线向外各扩展 15km，向陆延伸至海岸线，同时覆盖了项目电缆穿越的生态敏感区影响范围；

(3) 声环境验收范围为线源中心两侧200m 的范围；

(4) 环境风险验收范围为风机及海缆路由占用海域周围 30km 范围内海域。

2.2.2 调查原则

根据环保验收调查目的，确定本次海洋环境保护验收调查应坚持如下基本原则：

(1) 认真贯彻国家与地方的环境保护法律法规及有关规定；

(2) 坚持污染防治与生态保护并重的原则；

(3) 坚持客观、公正、科学、实用的原则；

(4) 坚持现场监测、实地调查与理论分析相结合的原则；

(5) 坚持对工程建设前期、施工期、运营期环境影响进行全过程调查、突出重点，兼顾一般的原则。

2.3 调查程序及方法

2.3.1 调查工作程序

本工程调查工作的程序如图 2.3-1 所示。

图 2.3-1 调查工作程序

2.3.2 调查方法

本次调查采用资料调研、现场调查与现场监测相结合的方法。

2.3.3 调查重点

本次竣工海洋环境保护验收调查工作的重点确定为：

(1) 工程建设及运营期的生态影响，环境影响报告书及其核准意见、设计中提出的各项环境保护措施落实情况，尤其是生态恢复、环境风险防范与应急措施的落实情况及其有效性；

(2) 工程施工对工程附近所在海域水域环境和生态环境的影响；

(3) 试运营环境保护设施运行及质量效果的调查分析和环境保护措施落实情况；

(4) 环境管理、环境风险应急预案、风险事故防范及应急措施落实情况。

2.4 主体功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），本项目所在海域的海洋功能区划属于电白—江城农渔业区、湛江—珠海近海农渔业区。项目周边海域海洋功能区划有：面前海工业与城镇用海区、青洲海洋保护区、沙扒旅游休闲娱乐区、月亮湾旅游休闲娱乐区、大树岛海洋保护区、海陵湾工业与城镇用海区、海陵岛旅游休闲娱乐区等，工程布设符合海洋功能区划海域使用管理要求。

表 2.4-1 项目所在及周围海域海洋功能区划分布状况

编号	海洋功能区划名称	批复情况前最近距离	实际建设最近距离	功能区
1	湛江—珠海近海农渔业区	风电场、海底电缆项目所在	不变	农渔业区
2	电白—江城农渔业区	海底电缆项目所在	不变	农渔业区
3	面前海工业与城镇用海区	海底电缆东北侧约0.25km	海底电缆东北侧约0.5km	工业与城镇用海区
4	青洲海洋保护区	风电场西北侧约21km	风电场西北侧约18km	海洋保护区
5	沙扒旅游休闲娱乐	风电场西北侧约20km	不变	旅游休闲娱乐区
6	月亮湾旅游休闲娱乐区	海底电缆西北侧约14.5km	海底电缆西北侧约13.0km	旅游休闲娱乐区
7	大树岛海洋保护区	海底电缆西北侧约2.8km	海底电缆西北侧约1.8km	海洋保护区
8	海陵湾工业与城镇用海区	海底电缆东北侧约15km	海底电缆东北侧约18km	工业与城镇用海区
9	海陵岛旅游休闲娱乐区	海底电缆东北侧约13.4km	海底电缆东北侧约14km	旅游休闲娱乐区

图 2.4-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图

2.5 项目用海与“三区三线”符合性分析

自然资源部办公厅于 2022 年 10 月 14 日发布的《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》中明确，“广东省完成了‘三区三线’划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。”

工程与生态红线位置关系见图 2.5-1，工程与海岸线位置关系见图 2.5-2。

图 2.5-1 广东省海洋生态红线区控制图（阳江部分）

图 2.5-2 项目所在海域自然岸线保有示意图

由图 2.5-1、图 2.5-2 可知，项目调整后，项目所在生态红线区为大树岛至南山岭重要渔业海域限制类红线区（84）、湖仔至清湾仔重要滨海旅游区限制类

红线区（85）。项目建设涉及 1 处大陆海岸线自然岸线保有岸线：河北港砂质岸线红线区（47），其他大陆海岸线自然岸线保有岸线距离项目较远；项目建设未涉及海岛自然岸线保有岸线。

周边的生态红线区有：青州岛重要渔业海域限制类红线区（79）、福湖岭至汕头重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（82）、大树岛龙虾县级自然保护区禁止类红线区（83）。

表 2.5-1 项目建设和批复与海洋生态红线区及主体岸线相对位置关系对比

序号	生态红线区	与本项目批复情况最近距离	与本项目实际建设最近距离	类型
1	大树岛至南山岭重要渔业海域限制类红线区（84）	海底电缆所在	不变	重要渔业海域
2	湖仔至清湾仔重要滨海旅游区限制类红线区（85）	海底电缆所在	不变	重要滨海旅游区
3	河北港砂质主体岸线（47）	海底电缆登陆点	登陆点西南移 62m	砂质岸线
4	青州岛重要渔业海域限制类红线区（79）	北侧紧邻	不变	重要渔业海域
5	福湖岭至汕头重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区（82）	项目西侧约 3.5km	项目西侧约 3.3km	重要砂质岸线及邻近海域
6	大树岛龙虾县级自然保护区禁止类红线区（83）	项目西侧约 2.9km	项目西侧约 1.8km	海洋自然保护区
7	福湖港砂质主体岸线（46）	登陆点西侧约 5.2km	不变	砂质岸线
8	马村南砂质主体岸线（48）	登陆点东侧约 3.0km	不变	砂质岸线

根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号），生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，在生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。

“1.管护巡护、保护执法、科学研究、调查监测、测绘导航、防灾减灾救灾、军事国防、疫情防控等活动及相关的必要设施修筑。……6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。……”

10.法律法规规定允许的其他人为活动。”开展上述活动时禁止新增填海造地和新增围海。上述活动涉及利用无居民海岛的，原则上仅允许按照相关规定对海岛自然岸线、表面积、岛体、植被改变轻微的低影响利用方式。

1.项目及周边所在生态红线区要求

(1) 大树岛至南山岭重要渔业海域限制类红线区

管控措施：禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破和施工等开发活动，维持海域自然属性，保护重要渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道；允许符合海洋功能区划等相关规划的港口和航道用海；开展增殖放流活动，加强渔业资源养护，提倡生态化养殖，控制捕捞强度，保护海洋生物多样性

符合性分析：

①本项目不涉及围填海、水下爆破行为，可以维持海域自然属性，风场运营期间不阻碍截断洄游通道，不影响重要渔业资源产卵场、育幼场、索饵场。施工期间可能对以上渔业繁殖区域造成短暂影响。②风场建设及海底管线敷设涉及水下施工，施工期间短暂影响本区域渔业生态及渔业活动；施工产生的悬浮泥沙扩散造成本区域内部分水体浑浊、水质下降，造成鱼卵仔稚鱼、底栖生物、游泳生物的损失。施工应尽可能选择在海流平静的潮期，采取相应手段减少海底电缆敷设、桩基础施工过程中对水体的扰动并降低沉积物扬起量，控制悬浮物的发生量，减轻对水生生物的影响。建议施工后通过增殖放流等生态补偿措施，恢复其原有生态水平。③运营期间产生少量污染物，对海水水质及沉积物质量影响小，从长远而言，对本红线区影响甚微。④本项目施工前后及运营期间都按照环境保护要求对区域内海水水质、沉积物质量及生物质量严格进行动态监测，确保由于项目在该区产生影响及问题得以及时发现，并提出解决方案，符合环境保护要求。

(2) 湖仔至清湾仔重要滨海旅游区限制类红线区

管控措施：禁止围填海，禁止从事可能改变或影响沙滩、岸线自然属性及邻近海域海洋动力环境的开发建设活动；设立砂质岸线退缩线，区内禁止采挖海砂，在不影响砂质岸线保护前提下，可适度符合海洋功能区划等相关规划的航运、交通、旅游及其他重要民生项目基础设施建设。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。

符合性分析：①本项目不涉及围填海行为，不改变近岸水动力环境。②海底

管线登陆于本区域沙滩，登陆点海底管线开挖可能会造成对岸边水质污染及对岸滩的损坏，但这种影响是暂时的，在适当的措施下可以修复或减轻。施工完成后应妥善修复砂质岸滩。风场运营期间电缆不改变也不影响沙滩的环境功能。③本项目海底管线施工不涉及采挖海砂行为，不影响砂质岸线的保护。④本项目海底管线施工期间可能短暂影响该区域水陆交通，但海水养殖、海岛旅游及海岛居民生产生活用海活动，但通过沟通及协调，不会产生严重的问题，而且这种影响会随施工结束而消失。⑤本项目施工及运营期间不存在温排水行为。⑥本项目只有小段海底管线与陆地管线穿越该红线区，海底及陆地施工时导致的悬浮物的扩散和泥浆溢流，对该区域造成短暂环境影响，但这种影响随施工结束自然消失。建议施工期间妥善处理产生的污水及生活垃圾，应采取有效的水污染防治措施，控制悬浮泥沙扩散范围。⑦运营期间对海水水质，沉积物质量和生物质量影响甚少，符合环境保护要求。⑧登陆点施工造成施工点沙滩损坏，会轻微影响区域观光旅游活动，妨碍公众亲水活动，施工结束后影响消失，并不改变其旅游观光的功能。运营期对旅游活动不造成影响。

（3）青州岛重要渔业海域限制类红线区

管控措施：禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破和施工等开发活动，维持海域自然属性，保护重要渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道；允许符合海洋功能区划等相关规划的港口和航道用海；开展增殖放流活动，加强渔业资源养护，提倡生态化养殖，控制捕捞强度，保护海洋生物多样性；核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。

符合性分析：

①本项目不涉及围填海、水下爆破行为，可以维持海域自然属性，风场运营期间不阻碍截断洄游通道，不影响重要渔业资源产卵场、育幼场、索饵场。施工期间不会对以上渔业繁殖区域造成影响。②风场建设及海底管线敷设涉及水下施工，施工期间短暂影响本区域渔业生态及渔业活动；施工产生的悬浮泥沙扩散造成本区域内部分水体浑浊、水质下降，造成鱼卵仔稚鱼、底栖生物、游泳生物的损失。施工应尽可能选择在海流平静的潮期，采取相应手段减少海底电缆敷设、桩基础施工过程中对水体的扰动并降低沉积物扬起量，控制悬浮物的发生量，减

轻对水生生物的影响。施工后建议通过增殖放流等生态补偿措施，恢复其原有生态水平。③本项目运营期间对红线区内海洋环境和渔业资源无影响。

(4) 福湖岭至汕头重要砂质岸线及邻近海域限制类红线区

管控措施：禁止围填海，禁止从事可能改变或影响沙滩、岸线自然属性及邻近海域海洋动力环境的开发建设活动；设立砂质岸线退缩线，区内禁止采挖海砂，在不影响砂质岸线保护前提下，可适度符合海洋功能区划等相关规划的航运、交通、旅游及其他重要民生项目基础设施建设。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。

符合性分析：

①本项目不涉及围填海、倾倒废渣等诱发沙滩蚀退的行为，不影响自然岸线形态及原有生态功能。②管线登陆点施工造成小范围沙滩开挖，施工完毕后沙土回填可重新修复受损岸滩，对沙滩岸线不造成长久性影响。且本项目登陆点距离该红线区最近 3.3km，登陆点施工不会对该红线区的砂质岸线和自然景观造成影响。③本项目送出海缆路由施工期间产生的浓度 10 mg/L 悬浮泥沙未扩散至该限制类红线区，对该区域水质环境无明显不利影响。建议建设单位在施工期间做好悬浮物污染的管控措施，控制悬浮泥沙扩散范围。

(5) 大树岛龙虾县级自然保护区禁止类红线区

管控措施：按照《中华人民共和国自然保护区条例》和《海洋自然保护区管理办法》进行管理；禁止围填海，在符合保护区管理要求的前提下，可适度进行陆岛交通海岛、海水养殖、海岛旅游等改善海岛居民生产生活必需的用海活动。

符合性分析：

①项目建设后主海缆距离大树岛海洋保护区距离缩减，约从 2.7km 减至 1.8km。大树岛海洋保护区保护级别为县级保护区，自然保护区总面积约 496 hm²，保护对象主要为龙虾和其他渔业资源及海洋生物多样性。另外，大树岛海兼备旅游观光功能。②海缆铺设时产生的悬沙对阳西大树岛龙虾县级自然保护区的影响很小，仅在边缘处有不大于 9.87mg/L 的增量，10mg/L 浓度悬沙沿施工位置东西两侧扩散距离为 2km~3km，本项目 100mg/L 等值线不会影响到大树岛海洋保护区。海缆的施工对其有一定的影响，但根据施工后大树岛附近的监测结果看，施工期产生悬沙对水质的影响短暂，并随施工的结束而终止，其影响时间和范围

均有限。③本项目不涉及围填海，海底电缆施工期间可能短暂影响该区域水陆交通，海水养殖、海岛旅游及海岛居民生产生活用海活动，但通过沟通及协调，不会产生严重的问题，而且这种影响会随施工结束而消失。④本项目运营期间，海底电缆和风场不影响大树岛红线区生态及环境。

（6）河北港砂质主体岸线

本项目建设后登陆点仍在大陆自然岸线河北港砂质岸线（编号 47）内，管控要求为：维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。

根据《广东省海洋生态红线》第三十七条“重要砂质岸线及邻近海域生态红线区管控指标”要求：在重要砂质岸线及邻近海域生态红线区内，除实施总体管控措施外，禁止围填海，禁止从事可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500m 或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。

河北港砂质岸线为优质砂质海滩及基岩海滩，根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》相关要求，严格保护岸线需要按照生态保护红线有关要求管理，确保生态功能不降低、长度不减少、性质不改变。禁止在严格保护岸线范围内开展任何损害海岸地形地貌和生态环境的活动。

河北港岸线为优质砂质海滩及基岩海滩，项目登陆段采用开挖方式，施工完成后将回填至原样，没有水上、水下作业，不影响水域通航，不破坏岸滩地形地貌和周边环境。本项目不涉及围填海、倾倒废渣等诱发沙滩蚀退的行为，沙滩不设置永久性构筑物，因此，不影响自然岸线形态及原有生态功能。但登陆点施工应以保护沙滩为首要考虑要素，应对沙滩的自然存在合理布置登录后管线走向，尽量减少沙滩的开挖量，文明施工并尽快回填，并妥善处理开挖土方，管线填埋后应采取适当措施修复受损沙滩及对破坏的植被进行复种等，其他构筑物也应该严格按照管理规定设置，保护海滩原有自然风貌。

依据广东省自然资源厅关于做好海岸占补历史信息核对工作的通知，粤自然资源海域〔2021〕1879 号文：底土穿越的海底电缆管道可不纳入占用海岸线。本项目登陆岸线与青洲一、二风电项目有重叠，重叠部分已做扣除，本项目涉及岸

线长度约 14.4m。因此，本项目海底电缆及风场用海、岸线的利用与广东省海洋生态红线中各相关红线区的要求是相符的。

本项目施工产生的悬浮物扩散会对周边海域水质产生一定影响，但这一影响是暂时的，可逆的，随着施工结束，悬浮物浓度会在数小时内迅速衰减，在施工结束后不会影响优先保护单元的海洋环境质量。

项目建设符合国家产业政策，项目选址、建设规模符合《广东省海上风电发展规划（2017-2030）（修编）》。工程位于全国海洋主体功能区规划中的优化开发海域（珠江口及其两翼海域），位于广东省海洋主体功能区规划中的限制开发区域（海洋渔业保障区）。工程建设符合《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》中的所在海域海洋环境保护要求和海域使用管理要求。工程海缆及风场用海、岸线利用符合广东省海洋生态红线中各相关红线区的管理要求。故项目的建设符合“三区三线”的要求。

2.6 “三线一单”的符合性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号）（以下简称省“三线一单”）、《阳江市人民政府关于印发阳江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（阳府规〔2021〕8号）（以下简称“市‘三线一单’”）基本原则：生态优先，绿色发展、分区施策，分类准入、统筹实施，动态管理；能源资源利用要求提出：保障自然岸线保有率。

因市“三线一单”与省“三线一单”基本原则、能源资源利用要求对自然岸线保有率的要求基本一致，在此以省“三线一单”进行评价：

生态优先，绿色发展。践行“绿水青山就是金山银山”理念，把保护生态环境摆在更加突出的位置，以资源环境承载力为先决条件，将生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线落实到区域空间，持续优化发展格局，促进经济社会绿色高质量发展。

分区施策，分类准入。强化空间引导和分区施策，推动珠三角优化发展、沿海经济带协调发展、北部生态发展区保护发展，构建与“一核一带一区”相适应的生态环境空间格局。针对不同环境管控单元特征，实行差异化环境准入。

统筹实施，动态管理。依据国家顶层设计，实行省为主体、地市落地、上下联动机制，构建共建共享、分级实施体系。结合经济社会发展和生态环境改善的新形势、新任务、新要求，定期评估、动态更新调整。

“能源资源利用要求”提出：保障自然岸线保有率，提高海岸线利用的生态门槛和产业准入门槛，优化岸线利用方式，提高岸线和海域的投资强度、利用效率。

(1) 与生态保护红线及一般生态空间符合性分析

根据“三线一单”的要求，环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。全省共划定海域环境管控单元 471 个，其中优先保护单元 279 个，为海洋生态保护红线；重点管控单元 125 个，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域和现状劣四类海水海域；一般管控单元 67 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的海域。

本项目场址位于一般管控单元，海底电缆将穿越一般管控单元和优先保护单元，位置见图 2.6-1。按照“省‘三线一单’”要求，全省生态保护红线暂采用 2020 年 9 月广东省人民政府报送自然资源部、生态环境部的版本。

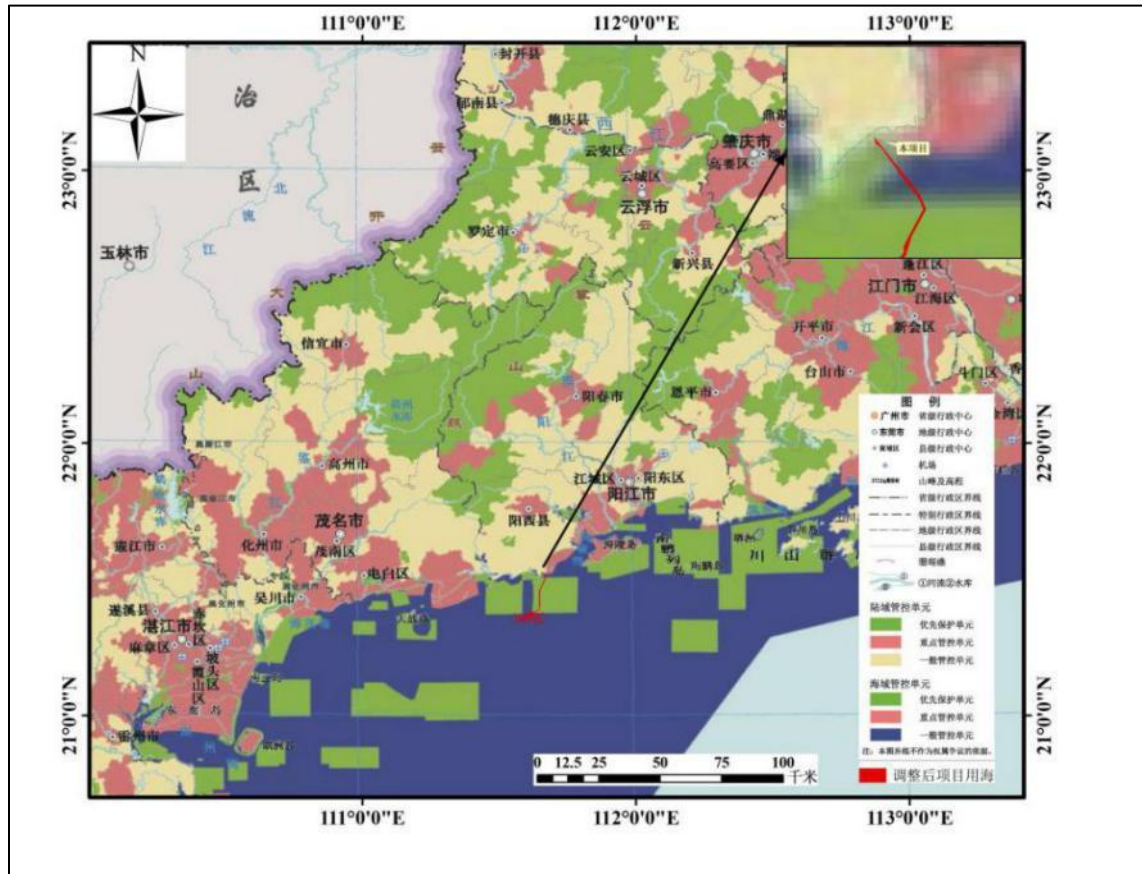


图 2.6-1 项目与广东省环境管控单元图叠加示意图

一般生态空间后续与发布的生态保护红线进行衔接参照 2017 年广东省人民政府批复的《广东省海洋生态红线》。本项目用海、岸线的利用与广东省海洋生态红线中各相关红线区的要求相符。

本项目为海上风电场项目，项目建成后能够充分地开发利用广东省近海风能资源，不仅有利于广东能源安全稳定供应和环境保护，而且有利于促进风电装备及相关产业链的形成和发展，有利于调整省内能源结构，实现经济社会的可持续发展，为广东打造风电产业基地创造良好条件。

本项目施工产生的悬浮物扩散会对周边海域水质产生一定影响，但这一影响是暂时的，可逆的，随着施工的结束，悬浮物浓度会在数小时内迅速衰减，在施工结束后不会影响优先保护单元的海洋环境质量。

综上所述，本项目建设对区域生态系统有一定影响，但项目没有大规模、高强度的工业和城镇建设，建设完成后有利于调整省内能源结构，实现经济社会的可持续发展。经分析，项目用海对周边海域的水动力环境、地形地貌与冲淤环境和生态环境影响较小，不会对所在海域产生严重影响，不存在潜在的、重大的安全和环境风险，能确保生态功能不降低。因此，本项目符合生态保护红线及一般生态空间的要求。生态环境影响较小，不会对所在海域产生严重影响，不存在潜在的、重大的安全和环境风险，能确保生态功能不降低。

因此，本项目符合生态保护红线及一般生态空间的要求。

(2) 与环境质量底线符合性分析

本项目废水、废气、噪声通过各项治理设施治理后均能达标排放，固废有合理可行的处置措施。因此，只要建设方切实做好各项环保措施，项目产生的“三废”经处理后均能达标排放，本项目污染物排放不会改变区域环境功能区要求，不会对区域环境质量底线造成冲击。

(3) 资源利用上线

项目为海上风电项目，施工期电力能源主要依托当地电网供电，项目用水主要依托来源市政管网。施工机械通过逐步淘汰即将报废的机械，提高燃料的使用效率，因此本项目耗费资源较少。

本项目建成后通过内部管理、设备选择、原辅材料的选用和管理、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。

综上所述，项目建设不会突破当地的资源利用上线。

(4) 环境准入负面清单

本项目属于风电项目，根据《市场准入负面清单》（2020 版），项目不属于禁止准入类，故本项目与《市场准入负面清单》要求相符。

2.7 环境保护目标

2.7.1 功能区保护目标

根据环境影响报告书（含补充调查报告）及工程现场情况，本工程环境功能区保护目标如下：

(1) 生态环境：工程区海域海洋生态环境（包括渔业资源）不因本工程建设而发生明显恶化。工程区域周围鸟类种类和水生生物群落结构等不因本工程建设而发生明显变化。

风电场区及工程送出线路涉及的保护区、农渔业区等生态环境及生态功能不因本工程建设受到影响。

(2) 水环境：项目实施后风电场区、送出电缆海域及保护区内水质均保持现有类别，不因本工程建设而变劣。

(3) 海洋沉积物：项目实施后工程海域沉积物质量保持现有类别，不因工程建设而变劣。

(4) 其他：控制海缆铺设对区域航道通航安全的影响；控制海缆登陆工程对近岸养殖区及砂质海岸线、基岩海岸线和近岸海域生态环境的影响。

2.7.2 敏感点保护目标

根据环境影响报告书、海域使用论证报告、工程布置及周边环境特征，本项目周边敏感区有大树岛海洋保护区、青洲海洋保护区。

本项目 220kv 海底电缆距离大树岛保护区最近距离约为 1.8km，距离保护区

核心区最近距离约为 3.12km。施工悬沙暂时降低工程海域海洋环境和生态环境质量，造成鱼卵仔稚鱼、幼鱼幼虾、底栖生物、游泳生物的损失。运营期间对海洋环境和渔业资源无影响。本项目风电场址距离青洲保护区最近为 18km，距离较远，本项目建设不会影响该保护区。

2.8 验收标准

根据《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》(HJ/T 394-2007),环境影响评价文件和环境影响评价审批文件中有明确规定的按其规定作为验收标准。

2.8.1 环境质量标准

2.8.1.1 海洋功能区划与海域环境质量标准

验收阶段海洋环境质量标准包括《海水水质标准》(GB3097-1997)、《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)、《海洋生物质量》(GB18421-2001)和《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)。

依据《广东省国土空间规划(2021-2035年)》《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》和《广东省海洋生态红线》核定各监测站位所在规划分区的质量管理目标和环境保护要求:电白—江城农渔业区执行第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量标准和第一类海洋生物质量标准。湛江—珠海近海农渔业区执行第一类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量标准和第一类海洋生物质量标准。大树岛至南山岭南重要渔业海域限制类红线区执行海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于第一类标准。青洲岛重要渔业海域限制类红线区按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理,加强海域污染防治和监测,保护海洋环境;执行第一类海洋沉积物质量标准和第一类海洋生物质量标准。

软体动物、甲壳类、鱼类体内污染物质(汞、铜、铅、镉、锌、砷、石油烃)含量评价标准采用《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)附录C中规定的生物质量标准;鱼类、软体类、甲壳类的铬无评价标准,不予评价。海洋水质、沉积物、生物质量标准限值见所示。

相应标准限值见表 2.8-1~表 2.8-3。

表2.8-1 海水水质标准（GB3907-1997）

单位：mg/L，除 pH 值外

项目	pH	DO	COD	BOD ₅	无机氮	活性磷酸盐	石油类	硫化物	挥发性酚
一类	7.8~8.5	>6	≤2	≤1	≤0.20	≤0.015	≤0.05	≤0.02	≤0.005
二类	7.8~8.5	>5	≤3	≤3	≤0.30	≤0.030	≤0.05	≤0.05	≤0.005
三类	6.8~8.8	>4	≤4	≤4	≤0.40	≤0.030	≤0.30	≤0.10	≤0.010
四类	6.8~8.8	>3	≤5	≤5	≤0.50	≤0.045	≤0.50	≤0.25	≤0.050
项目	铜	铅	锌	镉	铬	硒	镍	汞	砷
一类	≤0.005	≤0.001	≤0.020	≤0.001	≤0.05	≤0.010	≤0.005	≤0.00005	≤0.020
二类	≤0.010	≤0.005	≤0.050	≤0.005	≤0.10	≤0.020	≤0.010	≤0.0002	≤0.030
三类	≤0.050	≤0.010	≤0.10	≤0.010	≤0.20	≤0.020	≤0.020	≤0.0002	≤0.050
四类	≤0.050	≤0.050	≤0.50	≤0.010	≤0.50	≤0.050	≤0.050	≤0.0005	≤0.050

表 2.8-2 沉积物质量标准

单位：mg/L

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

表 2.8-2 海洋生物体质量标准（鲜重）

单位：mg/kg

项目	贝类** 一类标准	贝类** 二类标准	贝类** 三类标准	软体动物*	甲壳类*	鱼类*
铬≤	0.5	2.0	6.0	/	/	/
铜≤	10	25	50 (牡蛎 100)	100	100	20
锌≤	20	50	100 (牡蛎 500)	250	150	40
砷≤	1.0	5.0	8.0	1	1	1
镉≤	0.2	2.0	5.0	5.5	2.0	0.6
汞≤	0.05	0.10	0.30	0.3	0.2	0.3
铅≤	0.1	2.0	6.0	10	2	2
石油烃	15	50	80	20	20	20

注：“/”表示无评价指标；

* 引用《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025）中的标准；

**引用《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的标准。

2.8.1.2 环境空气

根据本工程环境影响报告书，本工程海缆登陆点区域环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。验收阶段执行的环境空气质量标准与环评阶段一致。环境空气质量标准值见下表。

表 2.8-7 环境空气质量

标准单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$ （标准状态）

序号	项目	平均时间	浓度限值
			二级
1	SO ₂	年平均	60
		24 小时平均	150
		1 小时平均	500
2	NO ₂	年平均	40
		24 小时平均	80
		1 小时平均	200
3	TSP	年平均	200
		24 小时平均	300
4	PM ₁₀	年平均	70
		24 小时平均	150
5	PM _{2.5}	年平均	35
		24 小时平均	75

2.8.1.3 声环境

根据本工程环境影响报告书，本工程大陆登陆区域为集镇区域，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准。验收阶段执行的声环境质量标准与环评阶段一致。

表 2.8-8 声环境质量标准

单位：等效声级 Leq[dB(A)]

类别	昼间	夜间
2	60	50

2.8.2 污染物排放标准

2.8.2.1 污水

根据本工程环境影响报告书，工程风电场所处海域属于特殊控制区，污水禁止排放。路由还穿越电白—江城农渔业区，其海水水质执行《海水水质标准》二类标准，污水排放应执行广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）一级标准。

大陆作业区、施工基地等施工废水具备纳管条件的执行广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）的三级标准（第二时段）；不具备纳管条件的施工废水经处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）后尽可能回用于场地洒水、绿化浇灌等，多余废水经处理达到《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）的一级标准后可排放至近岸的电白—江城农渔业区海域。

船舶生活污水和船舶垃圾排放执行《船舶污染物排放标准》（GB3552-1983）。验收阶段无污水排放，主要为施工期回顾，执行的污水排放相关要求和标准与环评阶段一致。各标准和要求见下表 2.8-9 至表 2.8-12。

表 2.8-9 广东省水污染物排放标准

单位：mg/L

序号	污染物	一级标准	二级标准	三级标准
1	pH	6—9	6—9	6—9
2	色度	50	80	—
3	悬浮物	70	100	400
4	五日生化需氧量	20	30	300
5	化学需氧量	100	130	500
6	石油类	5	10	30

表 2.8-10 船舶生活污水最高容许排放浓度

单位：mg/L

排放区域	距最近陆地 4nmile 以内	距最近陆地 4~12nmile
生化需氧量	≤50	
悬浮物	≤150	无明显悬浮物固体
大肠菌群	≤250 个/100ml	≤1000 个/100ml

表 2.8-11 船舶垃圾排放规定

排放物	沿海
塑料制品	禁止投入水域
漂浮物	距最近陆地25nmile 以内，禁止投入水域
食品废弃物及其他垃圾	未经粉碎的禁止在距最近陆地 12nmile 以内投弃入海。经过粉碎颗粒直径小于25mm 时，可允许在距最近陆地 3nmile 以外投弃入海。

表 2.8-12 污水回用标准

项目及执行标准	污染指标	单位	限值
《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）	pH	无量纲	6~9
	浊度	NTU	20
	五日生化需氧量	mg/L	15
	氨氮		20
	溶解氧		1.0

2.8.2.2 废气

根据本工程环境影响报告书，工程施工期大气排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-96）。验收阶段对施工期大气排放主要为回顾性调查，执行标准与环评阶段一致。

表 2.8-13 新污染源大气污染物排放限值
（无组织排放监控浓度限值）

单位：mg/m³

项目	SO ₂	NO _x	TSP
监控点	周界外浓度最高点	周界外浓度最高点	周界外浓度最高点
浓度	0.4	0.12	1.0

2.8.2.3 噪声

根据本工程环境影响报告书，施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），验收期间海上升压站参照执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）1类标准，风电场区域参照执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2类标准，运行期风机低频噪声参照《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中结构传播固定设备室内噪声排放限值（倍频带声压级）执行，20~200Hz 的 A 计权声压级参照台湾《噪声管制标准》。见表 2.8-14

至表 2.8-17。

表 2.8-14 建筑施工场界噪声限值 (Leq)

单位: dB (A)

噪声排放限值	昼间	70
	夜间	55

表 2.8-15 工业企业厂界噪声排放标准限值

单位: dB (A)

类别	昼间	夜间
1 类	55	45
2 类	50	55

表 2.8-16 结构传播固定设备室内噪声排放限值 (倍频带声压级)

单位: dB (A)

功能区类别	房间类型	31.5		63		125		250		500	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
0	A、B 类房间	76	69	59	51	48	39	39	30	34	24
1	B 类房间	79	72	63	55	52	43	44	35	38	29
2、3、4	B 类房间	82	76	67	59	56	48	49	39	43	34

表 2.8-17 工厂 (场) 噪音管制标准

单位: dB (A)

管制区	频率: 20Hz 至 200Hz		
	日间	晚间	夜间
第一类	42	42	39
第二类	42	42	39
第三类	47	47	44
第四类	47	47	44

2.8.2.4 固废

根据本工程环境影响报告书, 船舶固废执行《船舶污染物排放标准》(GB3552-83)。验收阶段主要为施工期回顾, 执行标准与环评阶段一致。

表 2.8-17 船舶污染物排放要求

污染物种类	排放区域	排放浓度 (mg/L) 或规定	备注
污压载水、洗舱水、 泵舱舱底水	距最近陆地 50 海里以上 海域	航行途中，瞬间油量排放率不超过 30 升/海里	73/78 防污公 约
	距最近陆地 50 海里以内 海域	禁排	
机舱所处的舱底 含油污水	定期交海事部门指定的处理单位处理		
船舶生活污水	距最近陆地 4 海里以内	生化需氧量不大于 50 悬浮物不大于 150 大肠菌群不大于 250 个/100 毫升	船舶污 染 物 排 放 标 准
	距最近陆地 4~12 海里	无明显悬浮物固体 大肠菌群不大于 1000 个/100 毫升	
船舶垃圾	沿海	塑料制品：禁止投入水域 漂浮物：距最近陆地 25 海里以内，禁止 投入水域 食品废弃物及其它垃圾：未经粉碎的禁止 在距最近陆地 12 海里以内投弃入海。经过 粉碎颗粒直径小于 25 毫米时，可允许在 距最近陆地 3 毫米之外投弃入海	

2.8.2.5 电磁辐射

根据《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）及本工程环境影响报告书，以 4kv/m 作为工频电场强度的验收标准，以 80A/m 作为磁场强度标准，以 0.1mT 作为磁感应强度的验收标准。

3 工程调查

3.1 工程名称、性质

- (1) 工程名称：粤电阳江沙扒海上风电项目
- (2) 建设单位：广东粤电阳江海上风电有限公司
- (3) 项目性质：海洋工程，新建
- (4) 投资规模：工程静态投资约 574301 万元，总投资约 595907 万元。

3.2 工程建设情况

表 3.2-1 项目基本情况

序号	项目	内容
1	立项情况	<p>2014 年 7 月，粤电阳江沙扒海上风电项目取得了广东省发展和改革委员会《广东省发展改革委关于同意粤电阳江沙扒海上风电试点项目开展前期工作的函》（粤发改能新函〔2014〕2556 号）。同年 8 月，国家能源局发布《全国海上风电开发建设方案（2014~2016）》，同意广东省总容量 169.9 万千瓦海上风电开展前期研究工作，其中粤电阳江沙扒海上风电试点项目被纳为该次开发建设方案场址之一，由广东粤电阳江海上风电有限公司投资建设，项目规划装机总容量为 300MW。</p> <p>2017 年 10 月，取得《广东省发展和改革委员会关于粤电阳江沙扒海上风电项目核准的批复》（粤发改能新函〔2017〕5270 号），同意项目在阳江市阳西县沙扒镇海域建设风电场，装机容量 300 兆瓦。</p> <p>2018 年 9 月 4 日，阳江市住房和城乡建设局印发《关于粤电阳江沙扒海上风电项目初步设计审查的意见》（阳住建函〔2018〕766 号），同意工程初步设计文件。</p>
2	环评及批复情况	<p>广东粤电阳江海上风电有限公司委托上海勘测设计研究院有限公司于 2017 年 11 月编制完成《粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境影响报告书》（以下简称“报告书”），原广东省海洋与渔业厅于 2017 年 12 月 25 日对报告书以粤海渔函〔2017〕1427 号予以批复。</p>
3	项目建设规模	<p>开发容量为 300MW，通过 2 回 220kV 海底电缆（三芯）与大陆相连，建设一座海上升压站、46 台 6.5MW 风机加一台 5.5MW 风机、三芯 2 回 220kV 连陆海底电缆、三芯 12 回 35kV 风机间集电线路海底电缆、一座陆上集控中心。</p>
4	项目开工及建成时间	<p>本项目于 2019 年 1 月 11 日开始基础施工，于 2021 年 12 月 5 日全部 47 台风机并网完成，风电场具备并网发电的条件，2021 年 12 月 5 日进入调试阶段。</p>

3.3 工程地理位置及项目组成

建设地点：粤电阳江沙扒海上风电项目场址位于广东省阳江市阳西县沙扒镇附近海域。涉海面积约 45km²。场址水深范围约为 23m~27m，场址距阳江市陆域最近距离约 15km。项目及周边风电场地理位置见图 3.3-1。

建设规模：风电场装机总容量 300MW，配套建设一座海上升压站、46 台 6.5MW 风机加一台 5.5MW 风机、三芯 2 回 220kV 连陆海底电缆、三芯 12 回 35kV 风机间集电线路海底电缆、一座陆上集控中心。项目在风电场北侧（近陆地侧）靠中间位置设 1 座 220 kV 海上升压站。220kV 海缆路径总长度约为 24.77km，35kV 海缆总长度约为 70.55km。工程特性见表 3.3-1。工程总平面布置见图 3.3-1。

表 3.3-1 工程特性表

名称		单位 (型号)	环评报告书	验收调查阶段实际 建设情况		
主要 设备	■	■	■	■		
		■	■	■		
		■	■	■		
		■	■	■		
	■	■	■	■	■	
			■	■	■	
			■	■	■	
		■	■	■	■	■
			■	■	■	■
			■	■	■	■
			■	■	■	■
			■	■	■	■
		■	■	■	■	■
			■	■	■	■
		■	■	■	■	■
■	■			■		
■	■			■		

土 建					
施 工					
	施工 期限	总工期	月	19	36
		第一批机组发电	月	14	32
概 算 指 标	静态投资		万元	575374	574301
	工程总投资		万元	599971	595907

图 3.3-1 风电场项目地理位置示意图（红线标识为本项目建设内容）

3.4 风机机组

(1) 机组选型

工程环评阶段计划采用单机容量为 5.5MW 机型，风机数量共计 55 台，总装机容量为 300MW，实际建设 46 台 6.5MW 风机加一台 5.5MW 风机，总装机容量为 300MW。风电机组主要参数见表 3.4-1。

表 3.4-1 风电机组主要参数表

项目	单位	环评报告书	验收调查阶段实际建设情况	
■		■	■	■
■	■	■		■
■	■	■	■	■
■	■			
■		■	■	■
■	■	■	■	■
■	■	■	■	■
■				
■	■			
■	■	■	■	■
■	■	■	■	■
■		■	■	■
■	■	■	■	■
■		■	■	■

(2) 风机平面布置

本项目风机数量为 47 台，46 台单机容量为 6.45MW 和一台单机容量为 5.5MW 的风机组。风机采用阵列式布置，行列间距为 9.4RD×3.0RD。风电场平面布置见图 3.4-1。

图 3.4-1 风电场平面布置图

(3) 桩基础

风机基础结构分别为四桩导管架基础、植入三桩导管架基础和三筒导管架基础的组合形式。建设采用的风机基础结构方案有五种，分别为四桩导管架基础(根开 26m，桩径 3.5m，13 台，机位编号：WT02/03/04/08/11/12/16/20/27/31/40/41/

43)、四桩导管架基础(根开 26m, 桩径 4m, 7 台, 机位编号: WT01/17/39/42/49/51/52)、四桩导管架基础(根开 22m, 桩径 2.4m, 1 台, 机位编号 WT21)、三桩嵌岩桩导管架基础(根开 30m、桩径 2.4m, 20 台, 机位编号: WT06/07/09/10/14/15/18/19/22/23/29/30/32/33/35/44/47/48/54/55)、三桩吸力桶基础(根开 30m, 筒径 14m, 6 台, 机位编号: WT05/13/28/45/46/50)。

3.5 海底电缆

1.35kV 电缆

集成电缆长度 70.55km, 电缆截面为 $3 \times 70 \sim 400 \text{mm}^2$ 。35kV 海底电缆铺设间距为 50m。

2、220kV 电缆

新建 2 回 220kV 电压等级架空线路接入规划的 220kV 儒洞站, 海底电缆为 2 回路总长约 49.54km, 截面为 $3 \times 500 \text{mm}^2$ 的三芯海缆。

3.6 海上升压站

(1) 升压站选址及布置

海上升压站采用整体式布置, 包括上部结构和下部结构(包括桩基础、导管架), 三层布置, 平面尺寸约为 $43.9\text{m} \times 42.55\text{m}$ 。其中, 其中, 下部基础由四桩导管架及钢管桩组成, 导管架采用 4 腿导管架型式, 导管架 4 个面的斜度约为 1:10。导管架顶标高 19.00m, 底标高-25.4m。主导管采用 $\phi 1600$ 钢管, 呈矩形布置, 在标高 15.50m, -9.96m, -23.915m 处设水平圆管 $\phi 800$ 钢管及斜拉圆管 $\phi 950$ 钢管, 导管架局部节点用钢材 DH36--Z25 加强。导管架上设靠船构件、登船平台等附属构件。在海上升压站两侧沿导管架分别布置 $\phi 273\text{mm}$ 的 35kV 海缆保护 J 型套管和 $\phi 508\text{mm}$ 的 220kV 海缆保护 J 型套管。35kV 海缆和 220kV 海缆沿 J 型套管登入、登出海上升压站平台。电缆保护 J 型套管固定在导管架上, 上部延伸到一层甲板, 下面伸到泥面以上 3m~4m 处, 采用电缆柔性保护限制器固定。海上升压站布置在风电场的中心偏北位置, 平台的最大投影尺寸为 $44.10\text{m} \times 42.75\text{m}$, 升压站区域水深 25.4m。

(2) 电气设备

本工程 220kV 海上升压站采用“无人值班、无人值守”的运行方式，设置升压站设备状态监测设备、视频安防监控系统、火灾报警系统等电气二次主要设备，可由陆上集控中心实行海上风电场的实时远程监控。

3.7 工程用海情况

根据《关于粤电阳江沙扒海上风电项目用海的批复》（粤府海审〔2018〕（1）3 号）及本项目《海域使用权证书》《广东省人民政府关于粤电阳江沙扒海上风电项目用海变更的批复》（粤府海审〔2025〕（1）37 号），项目用海类型属于工业用海中的电力工业用海，用海总面积为 369.3290 公顷，其中透水构筑物用海 74.3473 公顷，海底电缆管道用海 294.9817 公顷（用海空间层为底土，高程范围为电缆下缘高程至上缘实际使用高程），用海期限 27 年。

本工程宗海位置图、宗海界址图见附件 6.1。

工程用海情况见表 3.7-1 所示。

表 3.7-1 项目用海情况表

项目	单位	环评阶段	验收调查阶段	变化	变化原因
██████████	█	██████████	██████████	█	风机台数以及风机基础变化
██████████	█	██████████	██████████	█	平台尺寸变化
██████████	█	██████████	██████████	██████████	线路调整
██████████	█	██████████	██████████	██████████	线路调整
██████████	█	██████████	██████████	██████████	平面布置变化
██████████	█	██████████	█	█	扣除与其他项目岸线重叠部分

注：表格中“+”为用海面积增加，“-”为用海面积减少。

3.8 工程参建单位

表 3.9-1 工程参建单位一览表

单位类型	单位名称	备注
建设单位	广东粤电阳江海上风电有限公司	/
设计单位	中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司	/
勘察单位	中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司	/

环境影响评价单位	上海勘测设计研究院有限公司	/
环境监理单位	广州华申建设工程管理有限公司 广东创成建设监理咨询有限公司	/
环保验收调查单位	深圳中检联检测有限公司	/
施工单位	████████████████████ ████████████████████ ████████	风机基础施工、风机安装、 施工期航标工程、配合调试
	████████████████████ ████████████████████ ████	风机基础施工、风机安装、 海上升压站上部组块建造和 安装、配合调试
	████████████████████ ████████	海上升压站上部组块建筑工 程（不含电气安装）
	████████████████████	风机基础施工和风机安装、 海上升压站基础钢管桩和导 管架施工、配合调试
	████████████████████ ████████████████████	220KV、35KV 海缆敷设
风机设备供应商	████████████████████	/

3.9 工程总投资及环保投资

工程环保投资主要包括环境保护设施、海洋生物资源修复补偿、鸟类保护、环境监测及独立费用等，实际环保投资为 3133 万元，占总投资 599971 万元（以最终决算为准）的比例为 0.52%。环保投资明细见下表。

表 3.10-1 环保投资明细表

序号	项目和费用名称	环评计划投资金额 (万元)	实际投资金额 (万元)
一	环境保护措施	████	████
1	海洋生物资源修复补偿	████	████
2	鸟类栖息地修复（含宣传费）	████	████
二	环境监测措施	████	████
1	施工期监测费	████	████
2	运行期监测费	████	████
三	环境保护设备	████	████
1	运营期生活污水收集和处理	████	████
2	溢油风险防范和设施配备	████	████

四	环境保护临时措施	■	■
1	施工生产、生活污水收集和处理	■	■
2	空气影响减免措施	■	■
3	噪声影响减免措施	■	■
4	固体废弃物处理	■	■
5	水土保持工程措施	■	■
6	其他临时工程	■	■
五	独立费用	■	■
1	工程环境管理费用	■	■
2	工程环境监理费用	■	■
3	科研勘察设计咨询费用	■	■
4	环境影响评价、监测及相关费用	■	■
合计		■	■

4 环境影响报告书及其审批文件回顾

2017年11月，由上海勘测设计研究院有限公司编制完成《粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境影响报告书》。2017年12月25日，原广东省海洋与渔业厅对报告书以《关于批准粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书的函》（粤海渔函〔2017〕1427号）予以批复。

4.1 环境影响报告书的主要结论

根据《粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境影响报告书》，主要环境影响预测结论如下：

（1）水文水动力环境

为了解工程前后流速和流向的变化情况，分析工程建设对潮流的影响，在工程周边选取了15个点做对比，对比结果显示，涨急时刻，工程后大多数点流速比工程前流速稍有增大，但变化的值很小，都不超过3cm/s；大部分流向的角度变化不大，变化范围为4.84-9.3°。落急时刻，工程后流速比工程前流速变化的值很小，都不超过3.5cm/s；大部分流向的角度变化不大，变化范围都不超过8°。

通过对比分析，工程建设会对该海域的潮流场产生一定的影响，但无论是从流速还是流向的变化来分析，变化的值都很小。总的来说，工程建设对该海域的水文动力环境影响较小。

（2）地形地貌与冲淤环境

在风电场址所在海域在工程前整体处于轻度的冲刷状态，年冲刷量约为0-0.05m；工程建成后，由于风机对海流等因素的影响，风电场的西侧以及西偏北方向会处于轻度的淤积状态，年淤积量约为0.02—0.08m，在风电场内，由于风机对海流的阻挡作用，风机周围的区域会进行冲刷和淤积，其中，风机桩基的西南侧和东北侧属于淤积状态，年淤积量约为0.08—0.14m，西北侧和东南侧属于冲刷状态，年冲刷量约为0.04—0.12m。

整体上来说，风电场建设将对工程建设区域内的冲淤造成一定的影响，这种影响主要体现在会造成风机周围少量的淤积，对工程周边区域的冲淤状况影响较

小。

(3) 水质环境

风电场海缆敷设、桩基施工等范围比较大，悬沙影响的海域面积也会比较大。预测结果显示，浓度为 10mg/L 的最大扩散距离为风电场西侧约 6.5km，另外电缆敷设施工也会导致 10mg/L 浓度悬沙沿施工位置东西两侧扩散 1—2km。工程建设导致悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的面积最大约为 265.2km²。

(4) 沉积物环境

风机桩基础吸出的淤泥总体属于清洁疏浚物，此类淤泥直接倾倒不会对倾倒区海域沉积物质量造成明显不利影响。

在严格施工管理条件下，施工船舶将产生生产废水、生活污水和垃圾，经收集处理后运至陆上处置，海上工程施工不会对海洋沉积物质量产生明显影响。

本工程采用铝基牺牲阳极保护引起的锌溶解对沉积物环境的累积影响有限，工程运营对区域海洋沉积物环境无明显不利影响。

(5) 对海洋生态和渔业资源环境的影响

施工期：

1) 对浮游生物的影响

桩基施工和电缆沟开挖会引起海底泥沙再悬浮，海底泥沙中有害物质也会再溶出，从而可能对周围水域的浮游生物产生不利影响。保守估计在桩基施工和电缆沟开挖影响范围内受影响的浮游植物数量 6.1×10^{15} 个；受影响的浮游动物生物量为 305.67t。

2) 对底栖生物的影响

桩基施工、电缆沟开挖完全改变施工区附近底栖生物的生境。施工期电缆沟开挖、基础占压造成底栖生物损失经济价值为 135.49 万元。

3) 对潮间带生物的影响

各电缆登陆段施工需要经过一段潮间带，电缆沟开挖对潮间带底栖生物造成伤害。估计底栖动物经济损失为 2.4 万元。

4) 对渔业资源的影响

高浓度悬浮物水域中海洋生物的仔幼体可能造成伤害。本工程悬浮物浓度增量大于 10mg/L 的最大包络线面积为 265.2km²。本工程期间渔业资源直

接经济损失总计为 1267.49 万元。

5) 对渔业产生的影响

海缆施工会破坏路由沿线的网箱等养殖器具，进而造成养殖产量、产值的下降，海缆施工造成的悬浮泥沙扩散会对上述养殖的渔业资源造成损失。施工期间，禁止渔船进入施工海域捕捞生产，由此导致作业渔船范围减少；施工的扰动影响，使渔获率降低，最终影响捕捞产量。

运行期：

1) 对海洋生态的影响

本风电场工程运营期对海洋生态的影响主要是每台风机桩基周围底栖生物的生境遭到永久的破坏，按风机布置方案，55 台风机桩基群的影响范围为 1.375hm²，在该范围内的原有泥质型的底栖生物类群不可恢复，相应的生物资源经济损失为 3.29 万元。

2) 对渔业生产影响

在风电场运营期时段，这一海域渔业捕捞将受到负面影响，难以进行大规模捕捞作业。风电场运营期的人工渔礁对渔业资源的保护是有利的。

(6) 水下噪声及电磁场对海洋生态影响

1) 水下噪声海洋生态影响

本工程风机基础钢管桩撞击施工所产生的水下冲击波噪声将对周围海域的海洋渔业资源带来一定的影响。根据预测结果，对于本工程在单桩风机基础水下打桩施工时，应确立在 420 范围内为危险区域，在 3.75km 范围内为警告区域；当施工海域有石首鱼科的仔鱼和产卵场时，针对本工程的三桩导管架风机基础施工，应确立在离桩基 6.5km 的距离范围外为安全距离。在这些施工海域中对鱼类活动需要进行可能的驱赶、搬移等工作。

此外，施工期其他一般施工活动如抛沙、抛石及航运等水下施工和海上运输活动将使水下噪声级在某些低频段上有所提高，但总体上不会对海洋生物带来影响。

风电场在运营期总体的水下噪声强度比较低，对中华白海豚等海洋生物不会带来明显的影响。

2) 电磁场对海洋生态影响

风机基群所产生的电磁环境影响效应不明显。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，磁感应强度已降为 10^{-6} T 以下，对于 220kV 海底电缆，磁感应强度已降在 10^{-5} T 以下，对海洋生物影响较小。

据本工程实验室模拟实验，风电场电磁场对该海域中典型的海洋鱼类和底栖生物（大黄鱼、锚尾鰕虎鱼、半滑舌鳎；虾类和贝类有对虾，口虾蛄；菲律宾蛤仔等）基本上没有影响。

(7) 鸟类影响预测

1) 施工期

海上风电场施工期间，大型船只和机械活动一方面会对鸟类造成干扰，使鸟类远离施工区域，减少鸟类活动范围，另一方面会影响海洋和底栖生物分布，从而影响鸟类的食物分布；施工产生的噪声会对在施工区及邻近区域觅食的鸟产生影响，使该区域鸟类的数量减少、多样性降低；晚上施工的照片系统会干扰夜间迁徙的鸟类，吸引鸟类与工程设施相撞。

2) 运行期

鸟类对噪声具有较高的敏感性，受影响种类主要为留鸟和中途停歇觅食的候鸟，对飞行迁徙经过的候鸟因从高空经过时，与风电机的垂直距离已超过 250m（按飞行高度 400m 算），受到噪声影响较小。

日间风机叶片反射阳光可能会刺伤雀鸟的眼睛，使候鸟迷途，改变迁徙方向。而晚上风电场区域的照明是影响夜间迁徙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。在工程区域可能受光影响的主要是夜间迁徙的鸟，需采取防护措施尽可能减少光对其产生的干扰。

候鸟在迁徙中途停歇和觅食时，以及遇到不良气象条件时飞行高度一般都低于 100m。由于此时飞行高度较低，旋转着的巨大风电机叶轮将会阻止鸟类在风电场范围内飞行和停留；同时，风机叶片旋转的范围在离地面 30~130m 之间，是鸟类飞行通过的高风险区域，有被风机叶片撞击的危险。根据本工程的鸟类现状调查，本风电场发生碰撞效应的受影响对象主要是夜行性的隼形目鸟类。

风电场因占用一定场地，对鸟类栖息地造成多方面的影响，会间接影响在

此区域栖息的鸟类种群数量，包括栖息地损失和破碎化和生境质量下降。各方面的作用是相互的，既有协同性的（如建设用地既造成栖息地损失，也引起食物资源的减少），也会互相抵消（如干扰会导致鸟类远离栖息地，但也减轻了碰撞风机的机会）。

（8）综合评价结论

本工程建设符合我国 21 世纪可持续发展能源战略规划，工程建设在一定程度上改善了能源结构。工程建设和运行存在的主要环境问题是渔业生态、渔业生产和对鸟类的不利影响。工程建设和运行带来的海洋生物和渔业资源损失可通过适当的生态补偿等进行修复，其他不利环境影响大多可以通过采取相应的环保措施予以减免。在控制项目总体规模，并落实本报告提出的各项环保措施前提下，从环境保护角度来看，工程建设可行。

4.2 原广东省海洋与渔业厅对项目环境影响报告书的批复意见

2017 年 12 月 25 日，原广东省海洋与渔业厅于《关于批准粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书的函》（粤海渔函〔2017〕1427 号）对报告书进行了批复，要求项目工程在建设和运营过程中应当特别注意以下内容：

（1）项目开工前应制定工程环境监理和环保措施实施方法，并报省、市海洋主管部门；认真落实施工期及运行期海洋环境、水下噪声、鸟类及其栖息地等专项监测工作，定期向市级海洋主管部门报送环境监测及其他环保措施落实情况。

（2）严格按照《报告书》中确定的地点、性质、规模进行建设，从有利于资源环境保护出发，合理制定施工计划、安排施工进度，划定施工范围，确保工程各项监管措施得到落实。

（3）切实采取悬浮泥沙污染防范措施，控制桩基建设和海底电缆埋设施工强度，减少悬浮泥沙的扩散及影响；采取有效措施防止桩基施工过程中泥浆溢漏；桩基作业过程中产生的淤泥、钻屑必须按要求收集，妥善处置，禁止随意抛弃入海。

（4）施工期间产生的生产废水、生活污水及固体废弃物（含扫海清障过程中产生的海底垃圾、风机安装工程产生的工业垃圾）等污染物不得随意排放、丢弃入海，应统一收集上岸，分类处理；作业船舶含油污水应严格按照规定收集，由

专业机构处理。

(5) 加强海洋动物保护工作。施工安排应充分考虑中华白海豚、鱼类和鸟类的繁殖集群期，风机桩基施工时需采用环保型液压打桩机、气泡帷幕等屏蔽措施降低施工海区噪声。

(6) 加强风险防范。控制施工船舶数量及航行速度，制定切实可行的应急预案，落实施工监管和安全生产措施，避免环境事故发生。同时做好过往船舶和周边海底管缆的安全保障工作。

(7) 项目完工后需按规定开展项目竣工环保验收工作，验收合格后方可投入运行。

5 工程变动情况分析

2017年8月，广东粤电阳江海上风电有限公司委托中国科学院南海海洋研究所编制了《粤电阳江沙扒海上风电项目海域使用论证报告书》，于2018年5月11日取得了海域使用权证书。

广东粤电阳江海上风电有限公司委托上海勘测设计研究院有限公司于2017年11月编制完成《粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境影响报告书》，原广东省海洋与渔业厅于2017年12月25日以《关于批准粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书的函》（粤海渔函〔2017〕1427号）予以批复。

随着工程地质勘察工作的进行及单机容量提升，顺应当前海上风力发展的总体趋势，相应减少风机基础、海缆的数目，对提升海上风电项目的投资收益水平也有帮助。在保持装机容量不变的基础上减少嵌岩桩的工程量、重新设计了桩基础，并采用大功率风机来减少风机和桩基础的数量；勘察后避开不良地质及人工鱼礁区、倾倒区等开发活动。因此平面布置发生第一次变化，建设规模优化为：1座海上升压站、46台6.5MW风机加一台5.5MW风机、三芯2回220kV连陆海底电缆、三芯12回35kV风机间集电线路海底电缆、1座陆上集控中心。

由于用海面积和微观选址发生变化，广东粤电阳江海上风电有限公司委托国家海洋局南海调查技术中心对本项目调整后的用海情况进行海域使用补充论证，该海域使用补充论证报告于2020年10月22日通过了专家评审，即《粤电阳江沙扒海上风电项目海域使用补充论证报告书（报批稿）》（国家海洋局南海调查技术中心，2020年11月），后文统称“补充论证报告（2020年）”，但由于项目正在建设中，施工可能存在变化，因此建设单位未及时申请用海方案变更，并未取得新的使用权证。项目建设内容及用海面积产生了变化，此次风场调整用海均在原批复用海范围内，未超出其批复范围。

工程优化后，项目根据“补充论证报告（2020年）”的申请总用海面积为336.7574公顷，其中风机基座申请用海面积72.2536公顷，35kV集电线路申请用海面积为125.8473公顷，220kV海底电缆申请用海面积136.5995公顷，升压站申请用海面积2.0570公顷。220kV海底电缆登陆点向西南移62m，涉及岸线

为 20.4m。项目申请用海期限不变，仍为 27 年。

2019 年 1 月开工建设，在建设过程中，升压站所在位置不变，尺寸和长边方向有所改变；为了实现沙扒海域近海深水区青洲各风电场址的电力输出，现计划对浅水区风电场的路由进行重新规划，特别是对路由有限制的人工鱼礁区和倾倒区之间的路由进行调整，将粤电、明阳、三峡各公司在该区域的路由从 NE-SW 向延伸，调整为 SN 向延伸，因此 220kV 海底电缆也做了一定的调整；因此，平面布置发生第二次变化，建设规模基本不变，仍为：一座海上升压站、46 台 6.5MW 风机加一台 5.5MW 风机、三芯 2 回 220kV 连陆海底电缆、三芯 12 回 35kV 风机间集电线路海底电缆、一座陆上集控中心。

依据“补充论证报告（2020 年）”调整了方案，但项目实际用海面积超出补充论证报告（2020 年）方案。实际建设中项目申请总用海面积为 365.8620 公顷，其中风机基座申请用海面积 72.2905 公顷，35kV 集电线路申请用海面积为 128.1612 公顷，220kV 海底电缆申请用海面积 163.3535 公顷，升压站申请用海面积为 2.0568 公顷。220kV 海底电缆登陆点涉及岸线 14.4m，向西南移动约 62m。

2025 年 7 月，阳西县自然资源局编制了《粤电阳江沙扒海上风电项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的说明报告》，2025 年 9 月，阳江市人民政府出具了《关于粤电阳江沙扒海上风电项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见（第二次）》。

广东粤电阳江海上风电有限公司（建设单位）委托中国海洋大学开展本风电项目建设方案调整变更环境影响专题评估工作，编制形成了《粤电阳江沙扒海上风电项目调整变更环境影响专题评估报告》，并于 2025 年 10 月 22 日通过专家评审意见，专家组一致认为建设方案调整变更后，从环境影响的分析角度，工程建设总体可行。

5.1 工程总平面布置主要调整变更情况

原方案装机容量为 300MW，安装 55 台单机容量为 5.5MW 的风电机组（其中一台限发 3MW）。配套建设一座 220kV 海上升压站、1 条 2 回 220kV 海底电缆及配套设施和 12 条 35kV 的海底电缆及配套设施。登陆点位于本项目粤电阳江风电公司拟建运维基地西侧的天然排水沟旁。

相较原方案，平面布置发生的主要变化为：

1. 机组数量调整为 46 台单机容量为 6.45MW 和一台单机容量为 5.5MW 的风机组，风机位置和结构发生变化，实际建设风机采用阵列式布置，行列间距为 9.4RD×3.0RD。

2. 为了集约节约利用海域和海岸线资源，沙扒海域所有风电场群使用同一登陆段登陆，所以实际建设的登陆点向西南侧移动 62m 左右。

图 5.1-1 批复及实际建设用海情况对比图（风机、集电线路）

图 5.1-2 批复及实际建设用海情况对比图（升压站、220kV 海底电缆及登陆点）

表 5.1 调整前后总平面布置变化表

序号	项目	调整前情况	调整后情况
1	■	■ ■ ■	■ ■
2	■	■	■
3	■	■	■
4	■	■	■

5.2 工程建设内容变更情况

调整内容主要为：

(1) 风机桩基结构由三桩基础结构改为四桩导管架基础、植入三桩导管架基础和三筒导管架基础的组合形式。

(2) 升压站方向根据主浪向及受力情况进行调整，尺寸做了一定的调整，平台尺寸从原来的 32.5m×30.0m 调整为 43.9m×42.55m。

(3) 220kV 海缆总长由 39.86km 变更为 49.54km，增加 9.68km。35kV 海缆总长由 83.14km 变更为 70.55km，减少 12.59km。

(4) 风电机组由 5.5MW×55 台=302.5MW 变更为 6.45MW×46 台+5.5MW×1 台=302.2MW，机组型号发生变化，在保持装机容量不变的基础上减少嵌岩桩的工程量。

(5) 申请用海总面积由原来的 325.5783 公顷增加至 369.3290 公顷，增加

43.7507 公顷。

表 5.2 工程变更内容情况一览表

工程内容及特性		原环评批准设计方案	验收调查实际建设情况	变化
用海	外围风机包络面	■	■	■
	申请用海面积	■	■	■
登陆点	位置	■	■	■
	占用自然岸线	■	■	■
风机机组	台数	■	■	■
	单机容量	■	■	■
	基础型式	■	■	■
海上升压站	站址	■	■	■
	基础型式	■	■	
	上部组块	■	■	
	主变压器	■	■	
海底电缆	35kV 海缆	单根三芯	■	■
		海缆路由	■	■
		海缆长度	■	■
	220kV 海缆	结构型式	■	■
		海缆路由	■	■
		海缆长度	■	■

注：表格中“+”为增加，“-”为减少。

5.3 工程变更情况分析

工程变动情况见下表。

表 5.3 工程变更情况分析说明表

序号	因素	环评阶段情况	项目变动情况	判定结果
1	性质	海上风电场建设项目	未变动	不属重大变动
2	规模	本项目设计装机容量为300MW	未变动	
		拟布置55台5.5MW的风电机组	47台，46台6.45MW和1台5.5MW机组。型号变化但总装机容量不变	
		同时配套建设1座220kV海上升压站	同时配套建设1座220kV海上升压站	
		风电机组发出的电能通过35kV集电海底电缆接入海上升压站，升压后通过2回220kV海底电缆接入位于陆上运维基地内的集控中心，并通过架空线路送到220kV儒洞站。	风电机组发出电能通过35kV集电海底电缆接入海上升压站，升压后通过2回220kV海底电缆接入位于陆上集控中心。220kV电压等级架空线路接入规划的220kV儒洞站。	
		300MW海上升压站上部 and 下部结构采用三层布置。平面尺寸约为32.5m×30.0m（不包含局部外挑吊装平台）平面尺寸约为32.5m×30.0m（不包含局部外挑吊装平台）。布置两台220/35kV容量为140MVA主变压器。	平面尺寸约为43.9m×42.55m（不包含局部外挑吊装平台）	
		本项目用海总面积为325.5783hm ²	用海总面积369.3290hm ²	
		55台采用三桩基础结构。	21台四桩导管架基础、20台植入三桩导管架基础和6台三筒导管架基础组合	
		海上工程，由海上升压站至海上换流站的送出海缆采用电压等级为220kV的交流交联聚乙烯三芯海缆，海缆敷设深度为3~5m。送出海缆为2个回路，需敷设两条单根长度为3km的海缆。	海上升压站处线海缆直接连接到陆上集控中心	
		海上工程，采用电压等级为35kV的交流交联聚乙烯三芯海缆，水平段海缆埋设在海底沙层2—3米深处。共需敷设35kV场内海缆83.14km。	共需敷设35kV场内海缆70.55km。	
叶轮直径157.74m，轮毂高度100m，功率调节方式为变速变桨	5.5MW机组的叶轮直径157.74m，轮毂高度110m；6.45MW机组的叶轮直径178m，轮毂高度115m，功率调节方式为变速变桨			
本工程采用计算机监控，海上风电机组及其升压设备、海上升压站、陆上集控中心的监控系统作为整体统一规划设计。海上升压站按“无人值守”原则设计，在陆上集控中心设置集控室，实现对风电机组及升压设备、海上升压站和陆上集控中心主要电气设备的集中监视和控制。	未变动			
本工程由广东省中调调度，风电场实时远动信息送广东省中调/备调EMS系统和地调/备调SCADA/EMS系统。海上升	风电场关口计量点设置在菩陆升压站主变高压侧处，有关电度量送广东省电能计量中			

序号	因素	环评阶段情况	项目变动情况	判定结果
		压站关口计量点设置在海上升压站220kV海缆出线处，有关电量送广东省电能计量中心。	心	
3	地点	本期风电场场址四至坐标： 111.665°E、111.552°E、21.339°N、 21.377°N	未变动	
4	工艺	利用海上风能进行发电	未变动	
6	环境保护措施	运营期升压站生活污水处理：升压站生活污水运回大陆处理		
		升压站油污水处理：设置收集桶1个，集中收集统一外运，交由有资质单位处理。	未变动	
		船舶污水处理：施工船舶均设置船舶生活污水和船舶含油污水的收集装置，船舶生活污水和含油废水交由有资质单位外运处理。	未变动	
		生活垃圾处理：根据需要在升压站和施工船舶设置生活垃圾收集装置，收集后定期运至陆上后由当地环卫部门定期清运。	未变动	
		风机维护垃圾处理：风机维护含油废物箱2个，收集后运至岸上，委托具有相应资质的单位统一回收处置、处理	未变动	
		渔业资源补偿：采用增殖放流方法补偿，选取当地适宜增殖放流的备选品种。	未变动	
		鸟类及其生境：叶片涂装采用非反光材料；风机叶片用橙红与白色相间警示色；采用雷达监控设备，持续监测风场对鸟类的影响；鸟类观察救助站人员及时记录汇报情况。	未变动	
		噪声防治：施工船舶控制主辅机噪声，合理设置消声器结构和舱室结构，避免施工区域船舶拥堵；打桩施工采用软启动方式。即首桩采用小幅度的冲击，而后强度逐渐增强。	未变动	
		环境管理情况：建设单位设专职人员对风电场环境保护工作统一管理	未变动	
		环境监理：采用巡视方式进行环境监理	未变动	
环境监测：水生生物、渔业环境、海洋水质、沉积物监测以及鸟情观测、流场局部冲刷、电磁环境	未变动			

根据《海洋工程环境影响评价管理规定》（国海规范（2017）7号）第十九条：“海洋工程的环境影响报告书（表）经批准后，发生以下改变，且可能导致不利环境影响加重的，建设单位应当在变更内容实施前，重新编制、报批环境影响报告书

（表）：（一）工程的选址（选线）、性质、规模、布局发生改变的；（二）工程的生产工艺、建设方案发生改变的；（三）防治污染、防止生态破坏的措施发生改变的。海洋工程发生上述改变后，对环境的影响明显小于改变前或不发生改变的，建设单位应当向原批准部门提交专题评估报告，经原批准部门同意后，可不重新编制报告书（表）”。

因目前尚未发布关于海上风电项目重大变动清单，本项目调整内容主要有透水构筑物用海面积减少，海底电缆用海面积增加，因此参照《海洋油气开发建设项目重大变动清单（试行）》进行分析。“原油或油水混合集输干管长度增加10%及以上，或其他管缆总长度增加30%及以上”属于重大变动。本项目调整前的220kV海底电缆路由总长度39.86km，调整后的220kV海底电缆路由总长度约为41.78km，比原论证报告中的路由总长度增加约1.92km，增加长度为原长度的4.82%，不属于项目重大变动。

本项目风场方案调整后，项目的性质、规模和地点未发生重大变动，路由和登陆点因后期统计规划进行了调整，环境保护措施也未发生重大变动。根据施工期实际监测结果，风场方案调整水下噪声影响范围与程度与原批复方案相比接近，其他不利环境影响未有显著改变。根据《海洋工程环境影响评价管理规定》（国海规范〔2017〕7号），本项目虽然生产工艺发生了变动，但可能导致环境影响未有显著变化（特别是不利环境影响加重）。

广东粤电阳江海上风电有限公司（建设单位）委托中国海洋大学开展本风电项目建设方案调整变更环境影响专题评估工作，编制形成了《粤电阳江沙扒海上风电项目调整变更环境影响专题评估报告》，并于2025年10月22日通过专家评审意见。

6 环保措施落实情况

6.1 施工期环境保护措施实施情况

6.1.1 海域污染防治措施实施情况

6.1.1.1 海上污水处理与防治措施

(1) 船舶含油污水及时铅封，各施工船舶与阳江市兴顺船舶服务有限公司签订了船舶油污水委托清运处置协议，由阳江市兴顺船舶服务有限公司负责统一清运至陆上处理。根据调查台账，2020年1月至2021年10月的施工期间合计处理含油污水总量为380.09立方米。

(2) 本项目各大型施工船舶设有相应的防污设备和器材，设废油舱，回收施工残油，委托阳江市兴顺船舶服务有限公司清运处置。

(3) 各施工船舶均配备了油污记录簿，对废油存贮量进行记录。

(4) 各大型施工船舶上设置了一体化污水处理设施，船舶作业人员产生的生活污水经处理设施初步处理后由阳江市兴顺船舶服务有限公司统一收集运至陆上处理。

(5) 施工期间各施工单位注意施工船舶的清洁，委托阳江市兴顺船舶服务有限公司定期进行施工船舶的清舱作业。各施工单位要及时维护和修理施工机械，防止施工机械漏油。目前未发生过船舶非正常排放油类等污染事故。

(6) 施工单位加强施工设备的管理与养护，以防止石油类物质泄漏，减少海水受污染的可能性。目前未发生石油类物质泄漏事件。

(7) 根据海况控制海底电缆埋设施工强度，减少悬浮泥沙的扩散及影响。

船舶含油污水处理委托单	船舶含油污水处理证明
含油污水处理台账（部分）	含油污水处理台账（部分）

6.1.1.2 海上固体废物污染防治措施

(1) 施工船舶配置垃圾桶，施工人员的生活垃圾、施工产生的固体废物、施工前扫海清障打捞产生的固体废弃物等分类处理、存放。

(2) 施工单位与阳江市兴顺船舶服务有限公司、阳江市江城区兴港船舶服务有限公司签订垃圾处理协议，垃圾收集后清运处置，未在海面随意弃置，处理协议见附件 8.1。

(3) 施工单位与平潭综合实验区盛隆船舶租赁有限公司租赁了泥浆船，总吨位为 497 吨，用于运送淤泥至指定区域进行处理。

(4) 施工单位加强了施工人员的宣传教育，施工中禁止向海洋抛弃各类固体废弃物。

垃圾分类收集设施 (1)	垃圾分类收集设施 (2)
油污水收集存放	施工船垃圾集中存放点
船舶污染物接收证明 1	船舶污染物接收证明 2
船舶污染物接收证明 3	船舶污染物接收证明 4
固体废物清运过程实拍相片	泥浆船租赁证明

图 6.1 施工期船舶垃圾收集、清运记录照片

6.1.2 海洋生态保护措施

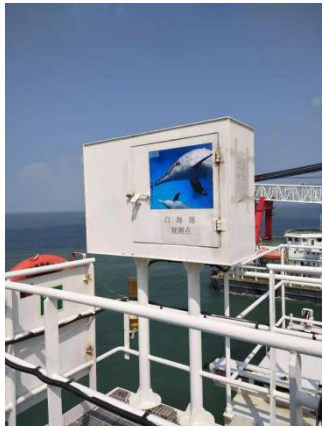



6.1.2.1 海域生物保护措施

(1) 桩基作业开工前对桩基周边利用巡逻船只巡查，发现海洋哺乳动物时进行驱赶。

(2) 水上施工作业船舶配备白海豚兼职观察员，每天施工作业时进行巡查、瞭望，观察附近白海豚的活动情况。

(3) 水上桩基础施工采用低噪声的环保型液压式打桩机，采用软启动的作业方式，即开始轻打几下，让潜在的水生动物有时间逃离回避，再逐步增强施工强度。并控制每日打桩数量、打桩的持续时间。

(4) 桩基周围采用气泡帷幕（Bubble curtain）等屏蔽措施，减缓噪声能量的散播。

	
<p>白海豚观测点</p>	<p>白海豚观察员正在进行巡查</p>
	
<p>采用低噪音液压打桩机</p>	<p>打桩时气泡帷幕降噪</p>

6.1.2.2 海域底栖生物保护措施

- (1) 优化施工方案，在保证施工质量的前提下尽可能缩短水下作业时间。
- (2) 开展海域使用论证，办理用海手续，严格控制施工区域和用海范围，以减小施工作业对底栖生物的影响范围。
- (3) 合理安排施工作业时间，恶劣天气期间不施工，保障施工安全并避免悬浮物剧烈扩散。

6.1.2.3 渔业资源和渔业生产保护措施

- (1) 合理安排施工作业时间，海缆铺设施工避开了鱼类、贝类的产卵高峰期。
- (2) 风机基础施工时采用噪声较低的液压打桩锤，打桩时预先轻轻敲打几下，以驱赶桩基周围的鱼类，以减缓后续正式打桩时产生的水下噪声和悬浮物对鱼类的影响。
- (3) 施工前在海事部门办理相应手续，通过海事部门发布预警信息。在施工海域周边设置巡逻船只，禁止施工无关的船只进入施工区域，加强对施工人员的宣传教育，禁止进行捕捞活动。
- (4) 施工期对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。
- (5) 建设单位与原广东省海洋与渔业厅签订了《粤电阳江沙扒海上风电项目工程建设项目海洋生物资源损失补偿协议书》，并已向广东省财政厅落实缴纳生态补偿资金 xx 万元。

6.1.2.4 鸟类保护措施

- (1) 根据调查，本项目无夜间施工情况，施工期间通过避开春、秋鸟类大规模迁徙期进行施工、缩短施工期等方式，减少施工活动对珍稀鸟类造成的干扰。
- (3) 根据调查，未发现施工人员及在区域活动人员诱杀、捕杀在区域停栖的鸟类的情况。
- (4) 工程施工过程中严格按照批复的用海范围内进行施工，无越界施工情况，减少工程扰动对鸟类的影响。

6.1.2.5 海洋水质保护措施

在近岸滩涂区域采用在落潮期间边开挖边填埋的方式敷设海缆。避免涨潮期间敷缆，以减少悬浮物对海水水质的影响。

6.1.3 海域污染其他防治措施

(1) 加强施工的日常保养，确保良好性能，对发动机房采取隔声措施，限制突发性高噪声，避免不必要的船舶汽笛声，尽可能减少船舶噪声。

(2) 加强施工船只管理，避免施工区域船舶拥堵，避免加剧噪声和废气等污染物产生。

(3) 打桩时在桩周采用气泡帷幕等屏蔽措施降低施工噪音。

6.1.4 施工期陆域污染防治措施

施工期陆域污染防治措施已纳入粤电阳江沙扒海上风电项目运维基地工程建设项目进行验收。验收组由广东粤电阳江海上风电有限公司（建设单位）、广东省电力设计研究院（环境保护设施设计单位）、广州思源环保科技有限公司（环境保护设施施工单位）、广东创成建设监理咨询有限公司（监理单位）、广东维中检测技术有限公司（项目验收检测单位）大湾区检测（深圳）有限公司（项目验收调查单位）及特邀的 3 名专家组成。验收组已于 2022 年 4 月 9 日举行粤电阳江沙扒海上风电项目运维基地工程建设项目（以下简称“本项目”）竣工环境保护验收会。验收组认为粤电阳江沙扒海上风电项目运维基地工程建设项目建设和环保设施与环评基本一致，基本落实了环境影响报告表及其批复文件提出的各项要求，相关污染物达标排放，基本符合建设项目竣工环境保护验收条件。验收组同意本项目通过竣工环境保护验收。

挡土墙围挡	施工场地绿化
施工场地绿化	裸露地表进行苫盖

施工场地洒水降尘

车辆出入口车辆冲洗装置

6.2 运营期环境保护措施实施情况

6.2.1 海域污染防治措施实施情况

(1) 风机减震减噪方面：采用结构性能良好、噪声低的风机，从而降低风机运行过程中产生的机械噪声。

(2) 海上升压站噪声防治方面：将主变、GIS 等设备布置于升压站中央。升压站各设备连接牢固，减少振动噪声。本工程 220kV 升压站位于海上，周边无声环境敏感目标，根据主体设计，主变压器室内的内外墙采用岩棉、复合岩棉板材料，可以起到防火绝缘和隔声的综合作用。

(3) 电磁辐射防护方面：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连接紧密，减少因接触不良而产生的火花放电。电力线路的绝缘子和金属表面保持清洁和不积污，金属间保持良好的连接，防止和间歇性放电。

(4) 升压站事故油污水处置：海上升压站日常无人值守，正常运行时不产生废水。当主变压器发生突发事故或机组检修时，可能会有少量的漏油和油污水，主要污染物为石油类。升压站设有事故油罐，油污水经事故油管排至事故油罐，容积为 85m³，交由风机生产单位回收处置。



主变压器事故油罐	海上升压站金属外壳
----------	-----------

图 6.2 主变油坑和事故油罐

(5) 废油处置：风机运行维护产生的废油由风机厂家负责处置。

建设单位在主变、高抗事故或维修时产生的废油由风机厂家处置，风机厂家委托有相应处理资质的第三方公司进行处理，其中明阳智慧能源集团股份有限公司委托了华阳长青投资有限公司负责对废油的处置，现场未进行贮存。

6.2.2 海洋生态保护措施

6.2.2.1 渔业资源和渔业生产保护措施

(1) 建设单位与原广东省海洋与渔业厅于 2018 年 2 月 11 日签订了《粤电阳江沙扒海上风电项目工程建设项目海洋生物资源损失补偿协议书》，商定由建设单位向原广东省海洋与渔业厅一次性支付工程造成的海洋生物资源损失补偿 xx 万元，并约定补偿款必须按国家和省有关规定用于海洋生态修复、污染防治等方面。建设单位于 2018 年 5 月 29 日已向广东省财政厅落实缴纳生态补偿资金 xx 万元。全权委托原广东省海洋与渔业厅，现广东省自然资源厅进行增殖放流，生态环境整治与修复等工作。

(2) 风机基础有实施抛石和砂被，能为鱼类提供栖息场所，起到人工渔礁作用，减缓对鱼类资源影响。

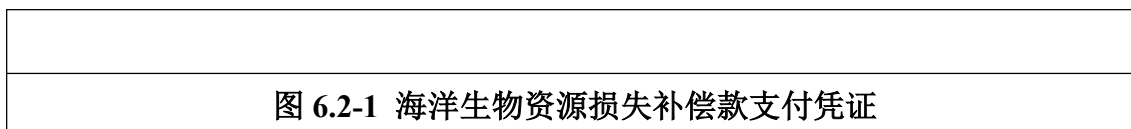


图 6.2-1 海洋生物资源损失补偿款支付凭证

6.2.2.2 鸟类保护措施

(1) 在风机叶片上涂抹橙红色与白色相间警示色，降低鸟类撞击风险。风机采用非反光涂料，降低鸟类撞击风险。

(2) 在工程运行初期开展鸟类观测工作，以确定工程运行对鸟类及其栖息地的影响。

(3) 根据鸟类调查结果，目前未发现鸟类死亡现象，运行期将根据鸟类观测结果，在需要时开展鸟类及其栖息地保育工作。

环境影响报告书及其批复意见要求的环保措施具体落实情况见表 5.3-1、表 5.3-2，环境保护措施现场照片见图 5.2-2。

图 6.2-2 风机叶片涂警示色照片

6.3 环境风险控制措施

(1) 配备必要的创办监管设施，加强海事监管。

(2) 加强施工船舶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。项目施工期间未发生安全事故。

(3) 由阳江海事局发布航行通告，详细通告施工作业区域和安全警戒水域范围、施工内容、施工船舶情况及注意事项等，提醒过往船舶注意避让该风电场，水上水下活动许可证及航行通告见附件 10。

(4) 施工船舶定制了应急预案和应急计划，施工期间未发生环境风险事故。建设单位委托阳江市兴顺船舶服务有限公司做好溢油事故的应急处置工作。施工期间未发生溢油等环境风险事故。

(5) 在风机塔筒下部涂刷黄色警示色，降低船只撞击的风险。

(6) 建设单位同施工单位中铁大桥局集团有限公司、中国能源建设集团西北电力建设工程有限公司以及粤电阳江沙扒海上风电项目经理部编制了《海洋环境污染事件专项应急预案》并于 2020 年 8 月发布实施。

6.4 海缆环境保护措施

(1) 海缆登入、登出海上升压站平台时，电缆保护 J 型套管固定在导管架上，上部延伸到一层甲板，下面伸到泥面以上 3m~5m 处，采用电缆柔性保护限制器固定。

(2) 集电线路海底电缆水平段电缆埋设在海床底 3m—5m 深处，垂直段沿 J 形管敷设至机组配套升压设备高压侧，通过海底淤泥作为天然保护。

(3) 划定海底电缆防护区，禁止在海底电缆管道保护区内从事挖砂、钻探、打桩、抛锚、拖锚、底拖捕捞、张网、养殖或者其他可能破坏海底电缆管道安全

的海上作业。

(4) 为避免交越海缆之间因直接接触而产生电磁相互干扰，海底电缆外部包裹橡胶护垫，与原有光缆之间填充水泥沙袋垫层。

海底电缆外部包裹橡胶护垫	海底电缆施工作业

6.5 通航安全环境保护措施

(1) 风电场在适当位置设置了助航（航标灯）、警示标志等。

(2) 风机基础设置了警示色防碰撞，风机塔筒外壁上有大型“广东能源集团”字体也作为标识。

(3) 建设单位正在将海底电缆具体位置、走向、埋深以及风电场位置海域范围等报请海事局等部门积极协调更新航海图书资料。

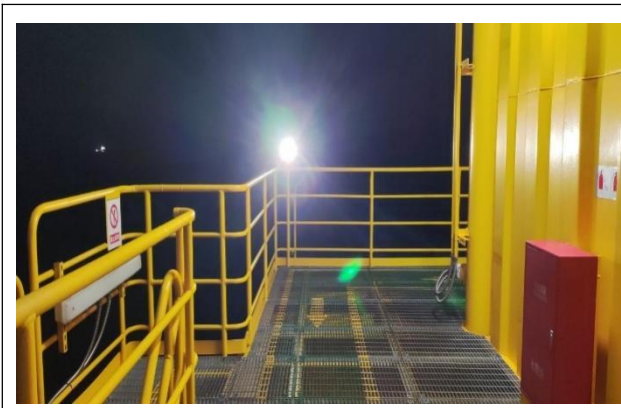


图 6.5 风电场助航灯

6.6 环境影响报告书及批复落实情况

本项目环境影响评价报告书和批复的落实情况见表 6.6-1、表 6.6-2。

表 6.6-1 环境影响报告书要求措施落实情况一览表

序号	内容	环境影响报告书要求的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
1	施工期海域污染防治措施			
1.1	海上污水处理措施	工程所采用的各类施工船舶，在水上作业时禁止直接向海域水体排放机舱所处的舱底含油污水、丢弃生活垃圾，禁止施工船只的含油废水等在施工海域排放。	船舶含油污水及时铅封，各施工船舶与阳江市兴顺船舶服务有限公司签订了船舶油污水委托清运处置协议，由阳江市兴顺船舶服务有限公司负责统一清运至陆上处理。无直接向海域水体排放机舱所处的舱底含油污水、丢弃生活垃圾情况。	符合
		本工程船只无压舱水排放，大型施工船舶设相应的防污设备和器材，并备油类记录簿，含油污水如实记录；设专用容器，回收施工残油、废油；对船舶油污水进行统一收集运至岸上，委托有资质的公司接收处置。	各施工船舶均配备了油污记录簿，对废油存贮量进行记录；施工期间各施工单位注意施工船舶的清洁，委托阳江市兴顺船舶服务有限公司定期进行施工船舶的清舱作业；各施工单位要及时维护和修理施工机械，防止施工机械漏油；目前未发生过船舶非正常排放油类等污染事故	符合
		对海域施工期间，各类供给船、铺缆船和起重作业船等施工船舶上作业人员产生的生活污水，需统一收集运至岸上处理，并委托有资质的单位接收处置。	施工船舶上作业人员产生的生活污水在船上经过污水处理装置处理后，统一收集运至岸上，委托阳江市兴顺船舶服务有限公司处置。	符合
		甲板上偶尔出现的少量油污（通常是润滑油）应用锯末或棉纱吸净后冲洗，含油的棉纱等应收集后运回陆地。 建立溢油应急体系，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，并向海事局报告。	施工期间产生的少量含油棉纱运至陆地，委托阳江市兴顺船舶服务有限公司处置。 施工期间加强船舶管理，未发生机油溢漏事故，施工单位制定了《海洋环境污染事件专项应急预案》，并与阳江市兴顺船舶服务有限公司签订了《船舶污染清除协议》，约定在发生污染事故时，由阳江市兴顺船舶服务有限公司组织开展污染控制和清除行动。	符合
		加强施工设备的管理与养护，杜绝石油类物质泄漏，减少海水受污染的可能性。	施工期间加强施工船舶管理与养护，未发生船舶污染物污染水域事故。	符合
		潮间带电缆沟槽开挖产生的沙土应在电缆入沟槽后及时回填夯实，防止沙土随潮流入海。	施工期间潮间带电缆沟槽开挖产生的沙土在电缆入沟槽后及时回填。	符合

序号	内容	环境影响报告书要求的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
1.2	海上固体废物污染防治措施	对于施工期船舶施工人员产生的生活垃圾，应设立定点生活垃圾收集装置，定期运至陆上，由当地环卫部门规定的垃圾场统一处置	施工船舶定点设立生活垃圾收集装置统一收集生活垃圾，由阳江市兴顺船舶服务有限公司定期运至码头，交由码头的市政环卫进行处理。	符合
		对于海缆施工前扫海清障打捞产生的固体废弃物，应在施工船舶上设置专门的收集装置，打捞出海后统一收集并运回陆上统一处理，禁止在海上随意弃置而造成海洋环境二次污染。	海缆施工前扫海清障废弃物统一收集，由阳江市兴顺船舶服务有限公司统一收集后交由码头的市政环卫进行处理。	符合
		风机塔基与塔架焊接过程产生的废弃焊头和拆卸下来的废弃材料设备包装物不可直接丢弃，应在每个焊接作业点配备收集铁桶，废弃焊头直接放入容器中。在每个施工现场设置废料回收桶，施工结束后统一回收运输至陆上，送往大陆统一处置。	塔基与塔架采取的是螺栓紧固的方式，未采用焊接方式，未产生废弃焊头及拆卸废弃物。	符合
		由于本工程所倾倒淤泥均来自工程海域底泥，根据沉积物环境监测结果，工程海域沉积物环境除砷、总汞指标外均满足沉积物环境质量一类标准，总汞及砷指标满足二类标准要求，参考《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法（2016年修订）》第十四条，“含油量低于10%（重量）的水基泥浆，回收确有困难、经海区主管部门批准，可以向海中排放，但应缴纳排污费。”本工程打桩所产生的泥浆可考虑就近选取合适的位置进行排放，对环境质量影响不大。	淤泥采取回收的方式处理，与平潭综合实验区盛龙船舶租赁有限公司签订泥浆船合同，由该公司的泥浆船运送淤泥。	符合
1.3	其他措施	施工船舶应采取有效措施控制主辅机噪声排放。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。	施工船舶机舱路口布置主、辅消声器，船舶发动机排气管安装弹簧吊架加以固定等降噪措施。并且，加强施工船舶日常保养，合理调度施工船舶，减少船舶噪声和废气的排放。	符合

序号	内容	环境影响报告书要求的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
2	运营期海域污染防治措施			
2.1	风机减震降噪	在机舱内表面贴附阻尼材料对机舱进行表面自由阻尼处理，衰减振动，降低结构辐射噪声，同时隔离机舱内部的噪声向外传播。	采用结构性能良好、噪声低的风机，从而降低风机运行过程中产生的机械噪声。	符合
	海上升压站降噪	采用低噪声变压器，并将变压器及电抗器全封闭于吸音房间内。升压站内的变压器及电抗器房间采用吸收低频强的吸音材料，尤其是针对 250Hz 的吸音材料。	选用低噪音的变压器，合理规划升压站各功能单元，主变压器与电抗器置于全封闭的吸音房间内。升压站室内墙体敷设铝合金吸音板外壳。	符合
2.2	含油废弃物收集	在维护过程中应防止油类的跑、冒、滴、漏；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。维修结束后，应将含油废物等一并送交具有工业固体废物（含废液）、危险化学品及危险废物处理资质的环保产业开发有限公司处理。	风机及相关设备维护过程中采取措施，防止油类的跑、冒、滴、漏；废油储存在专设的废油桶中，含油的连通软管和其他含油废物（揩布、废滤网）统一存放在维修船上妥善保管。风机运行维护产生的废油在质保期内由风机厂家负责处置，在主变、高抗事故或维修时产生的废油暂定交由风机厂家处置。目前尚未进行贮存。	符合
	电磁辐射防护	在产生电磁场较大的设备（如主变压器等）外设置金属防护罩等以减少电磁场对周围环境的影响。保证带电设备具有良好的接地，减少电力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，防止和间歇性放电。	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分均连接紧密，以减少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。GIS 设备采用封闭式母线，电气设备带有金属罩壳，对裸露电气设备采取设置安全遮拦。	符合
2.3	升压站事故油污	升压站配备 1 个 0.1m ³ 收集桶，统一收集的油污水委托具有相应资质的单位进行外运处置。	升压站配有事故油罐，容积为 85m ³ ，统一收集的事故油由风机厂家进行处理。	符合
2.4	环境	加强电气设备及线路维修、维护，降低备用柴油发电机运行	运行期间加强电气设备及线路维修、维护，降低备用柴油发电机	符合

序号	内容	环境影响报告书要求的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
	空气保护措施	次数，减少燃油废气排放量。备用柴油发电机燃油废气经发电机配套的水喷淋处理器处理后达到广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）（第二时段）二级标准后通过预留排烟管引至升压站顶层高空排放，排气筒高度要求不低于 8m。	运行次数，减少燃油废气排放量，应急柴油发电机废气排气筒高度距离柴油发电机地面 3.6 米，柴油发电机使用的是船舶的标准，已经通过船舶柴发的认证，尾气已经符合船舶排放的标准。	
2.5	海底线缆保护措施	为避免交越海缆之间因直接接触而产生电磁相互干扰，海底电缆外部包裹橡胶护垫，与原有光缆之间填充水泥沙袋垫层，厚度 0.3m。	为避免交越海缆之间因直接接触而产生电磁相互干扰，在进行海缆铺设工作前，阳江市政府办公室、海事局组织了一次海缆路由的协调会，在会上布置了海缆的走向及布置，避开海缆交越的情况。	符合
3	施工期海洋生态保护措施			
3.1	海洋生物保护措施	①开工前对桩基 1km 保护范围内的海洋哺乳动物尽可能地驱赶。在进行风机桩基打桩前派遣巡逻船只巡查，确认施工保护范围有无海洋哺乳动物活动。②水上桩基础施工应避免采用撞击式的打桩作业方式，建议采用环保型液压式打桩机，采用液压式打桩也应采用软启动的作业方式，同时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控制，在时间上控制一次一桩。③桩基周围建议采用气泡帷幕等屏蔽措施，减缓噪声能量的散播。	水上桩基础施工时采用环保型液压式打桩机采用软启动的作业方式。合理组织施工，尽量缩短施工时间，对打桩的持续时间做出控制，在时间上控制一次一桩；桩基作业开工前对桩基周边利用巡逻船只巡查，发现海洋哺乳动物时进行驱赶；水上施工作业船舶配备白海豚兼职观察员，每天施工作业时进行巡查、瞭望，观察附近白海豚的活动情况；水上桩基础施工采用低噪声的环保型液压式打桩机；桩基周围采用气泡帷幕（Bubble curtain）等屏蔽措施，减缓噪声能量的散播	符合
3.2	海域底栖生物保护措施	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缩短水下作业时间。②严格限制工程方的施工区域和用海范围，在划定的施工作业海域范围内，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施工应避免恶劣天气，保障施工安全并避免悬浮物剧烈扩散。	施工单位合理组织施工，进行科学管理，尽量缩短施工时间。开展海域使用论证，办理用海手续，严格控制施工区域和用海范围。遇到恶劣天气时停止施工，避免施工悬浮物剧烈扩散影响。	符合
3.3	渔业	春、夏季（5~7 月）是鱼类产卵高峰期，电缆敷设应降低施	海缆施工安排在秋、冬季节施工，尽量避开鱼类、贝类的产卵高	符合

序号	内容	环境影响报告书要求的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
	资源和渔业生产保护措施	<p>工强度。打桩前可采取预先轻轻打几下桩，以驱赶桩基周围的鱼类，为减缓后续正式打桩时产生的水下噪声和悬浮物对鱼类的影响。</p> <p>对施工海域设置明显警示标志，告知施工周期，明示禁止进行捕捞活动的范围、时间。</p> <p>施工期对附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测。</p> <p>与当地渔业主管部门协商，落实对捕捞渔民的补偿。</p>	<p>峰期、索饵和洄游期。打桩前先轻轻敲打几下，以驱赶桩基周围的鱼类，减缓后续正式打桩时产生的水下噪声和悬浮物对鱼类的影响。</p> <p>施工前在海事部门办理相应手续，通过海事部门发布预警信息。</p> <p>根据环评监测计划按要求时间、站位、内容等开展跟踪监测。</p> <p>本项目与广东省海洋与渔业厅签订海洋生物资源损失补偿协议书，一次性赔偿海洋生物资源经济损失 xx 万元。</p>	符合
3.4	鸟类及陆生植物资源保护措施	<p>施工时尽量减少占地，减少开挖面积，减少植被破坏；对风电场施工机械及人员进行严格管理。</p> <p>合理安排施工时间，在候鸟迁徙季节如遇到候鸟大量迁徙经过场址应适当停止等待；同时合理布置施工运输路线，减少施工期对鸟类的影响。</p>	<p>严格控制施工范围，减少扰动，制定科学的管理制度，加强人员及作业机械的管理。</p> <p>根据实际情况，合理安排工期，尽量避开春、秋鸟类大规模迁徙期；并尽量缩短工期，减少由于施工活动对珍稀鸟类造成的干扰。</p>	符合
4	运营期海洋生态保护措施			
4.1	增殖放流	开展增殖放流工作。	广东粤电阳江海上风电有限公司向原广东省海洋与渔业厅缴纳海洋与渔业资源环境损害赔偿 xx 万元，全权交由原广东省海洋与渔业厅，现广东省自然资源厅进行处理。	符合
4.2	宣传教育	加强渔业资源和生态保护宣传，在进行海洋生物增殖放流和人工渔礁建设时，举行仪式，以保护海域生态环境为主题，一方面加强社会环境保护教育，另一方面树立项目建设单位的环保形象。	加强渔业资源和生态保护宣传，在进行海洋生物增殖放流时公告附近公民、举行仪式，加强环境保护教育。	符合
4.3	鸟类	风机的叶片应当用橙红与白色相间的警示色，使鸟类在飞行	在风机叶片上涂抹橙红与白色相间警示色，并在风机上加设灯	符合

序号	内容	环境影响报告书要求的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
	及陆生植物资源保护措施	中能及时分辨出安全路线，及时规避，以减少鸟只碰撞风机的几率。同时建议在风机上加设灯光，以减少在夜间迁徙的鸟类碰撞风机的概率。此外，为减少反射阳光对雀鸟的影响，风力发电机的机件使用非反光涂料。	光。风机采用非反光涂料。	
		针对风电场建设导致海域栖息地丧失，通过在其他海域制定鱼类、甲壳类、贝类增殖放流计划，以增加鸟类在其他海域觅食和栖息的概率作为补偿。	广东粤电阳江海上风电有限公司向原广东省海洋与渔业厅缴纳海洋与渔业资源环境损害赔偿 xx 万元，全权交由原广东省海洋与渔业厅（现广东省自然资源厅）进行处理。	符合
		采用雷达监控设备持续监测风场对鸟类的影响；特别在候鸟迁徙高峰的时候，及时观测鸟类动向。在候鸟大规模迁徙期间，如遇到大群候鸟停歇风电场内及附近，可以采取驱赶措施，必要时应当停机驱赶。如发现鸟类伤亡，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。	项目计划在运行初期对鸟类进行一次观测。特别是在候鸟迁徙高峰的时候，及时观测鸟类动向。目前未在候鸟大规模迁徙期间，遇到大群候鸟停歇风电场内及附近，已与深圳中检联检测有限公司签订运营期的监测协议（详见附件 17）。	符合
		将风机鸟撞防范工作纳入区域生态环境保护规划，协调区域滩涂及邻近地区的开发建设。	/	/
5	环境风险防范措施			
5.1	热带	装置性能可靠的测风仪器	每台风机均装有测风仪器	符合
	气旋和风暴潮防范措施	使用强度高、质量轻的碳纤维增强型塑料作为风机叶片的填充材料以提高风机叶片的强韧性，提高风机设计荷载。	风机叶片使用强度高、质量轻的玻璃纤维增强树脂。	符合
		在台风季节来临前，应对风电场设备进行全面巡查，对场内输变电设备、风电机组、建筑物、道路防汛能力等巡视检查，及时消除隐患和缺陷，确保台风来临时设备处于正常状态	强化工作管理，在台风季节来临前，对风电场设备进行全面巡查，对场内输变电设备、风电机组、建筑物、道路防汛能力等巡视检查，及时消除隐患和缺陷，确保台风来临时设备处于正常状态。	符合

序号	内容	环境影响报告书要求的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
		制定应对台风的应急预案或防台风措施	项目制定了针对台风的专项应急预案或防台风措施。目前尚未发生突发台风事件。	符合
		台风季来临前①加强风机运行的强度监测②对叶片运行情况进行检查和消缺③对风电机组进行全面检查，重点确保各紧固螺栓、各门窗、盖板、导流罩等牢固无异常④发生台风造成风电场外系统或场内设备故障停电时，在恢复送电前，制定严格的投入程序，宜进行分级分段投入，投入前必须对设备的绝缘进行全面检查，进行防潮处理，确认绝缘满足要求后方可投入运行。	台风季来临前加强风机运行的强度监测。对风电机组、叶片运行情况进行全面检查和消缺，尤其重点确保各紧固螺栓、各门窗、盖板、导流罩等牢固无异常。	符合
5.2	雷电防范措施	在叶片顶端和叶片内部安装导电材料，在叶片上设置多个接闪器，各接闪器均与内置引线导体作电气连接	在叶片、机舱顶部等处都设有接闪器、避雷器等，在相对转动的部件处设有接地刷。	符合
		机组一般应采用耐磨性能较好的铜制电刷。电气柜用薄钢板制作有效防止电磁脉冲干扰侵袭。在控制系统的电源输入端采用压敏电阻或暂态抑制二极管等保护元件与系统的屏蔽体系相连接。控制系统一般采用固态屏蔽工程对设备实现电磁屏蔽	机组上所有的接地点都连接到机舱内的等电势导体上，再通过塔架接地电缆连接到塔基的接地等势体上，然后接至接地极的端子，每节塔筒法兰的连接处都设有导线连接。	符合
		在风电机组中设置电涌保护器。在风电场附近较高位置安装多支避雷塔、针等进行区域雷电防护。在风电场附近的通信塔、山丘和高大的树木等顶部安装预放电式避雷针	风力发电机组按照 GL 标准设计防雷系统。机组上设有 1380VAC、400VAC 浪涌抑制器，保护动力进线电源；设有 220VAC、24VDC 的浪涌抑制器，保护控制电源和控制信号。	符合
5.3	溢油事故风险防范措施	施工期施工作业的船舶、排筏、设施须按有关规定在明显处昼夜显示规定的号灯、号型；在现场作业船舶上应配备有效的通信设备。施工期间加强值班和瞭望。严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，提前、定时发布航行公告	施工期间施工作业的船舶、排筏、设施按规定在明显处昼夜显示规定的号灯、号型，作业船舶上配备有效的通信设备。施工期间加强值班和瞭望。	符合
		施工期间设立对溢油事故的监测、防止扩散、回收和处置的	施工单位制定了溢油事故应急预案，并委托了阳江市兴顺船舶服	符合

序号	内容	环境影响报告书要求的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
		设备和措施。避开在雾季、台风季节和东北季风期间以及不利天气施工作业。	务有限公司对溢油事故进行应急清污。同时避开在雾季、台风季节和东北季风期间以及不利天气施工作业。	
		运营期海上风机应涂有醒目的警示色、夜间需采用灯光照射的办法。在风电场厂界连线外侧考虑设置航行警示标。设立专门机构负责警戒,安装海上风机监视系统,并配置有效的通讯设备。	海上风机涂有醒目的警示色、夜间采用灯光照射的办法。在风电场外侧考虑建设航标警示。安装海上风机监视系统,并配置有效的通讯设备。	符合
		向海事主管机关申请发布航行通告和航行警示,提出协助进行水上维护申请,并在以后出版的有关海图上进行标记。	向阳江海事局申请发布航行通告和航行警示,提出协助进行水上维护申请,并在以后出版的有关海图上进行标记。	
		制定应急预案。	施工单位制定了溢油事故专项应急预案。	
5.4	通航	风电场运营期,在水域附近相关助航标志为风机塔柱上固定标志	风电场设有探照灯,有航空警示灯,风场外侧计划建设永久航标警示,正在立项。	符合
	环境风险	在海底电缆铺设的过程中,在电缆两侧按规范设置施工警戒区	海底电缆铺设的过程中,未在电缆两侧按规范设置施工警戒区,由阳江海事局批准水上水下活动,施工期间未发生撞击事故。	符合
	防范措施	工程施工期间及运营期间设置相应警示标志	工程运营期间设置相应警示标志。有大号红色油漆喷涂的机位号和广东能源集团(6个大字)作为警示,提醒航行船只值班人员瞭望时警示。	符合
5.5	机组倒塌事故防范措施	保障风机塔筒质量。风机基础浇筑时,确保风机基础施工工艺符合规范要求。按照规范执行做好风机基础养护。风机质保期内定期检查。风机调试必须完整有效地检测风机上的全部保护功能,必须做到逐一验证有效可靠性。任何情况下,禁止风机在重要保护功能退出时运行。在恶劣自然灾害发生后,应立即开展风电场边坡、基础、道路等安全检查,发现隐患须立即进行处理,确保风机安全。	在风机基础设计阶段(设计院),采取过量盈余的安全系数,高于行业平均值。 在风机机组设计阶段(生产厂家),采取冗余安全控制系统(双链路),并增加抗台风模式,应对极端天气环境。 在施工阶段,采取一次吊装就位,避免多次碰撞,影响机械强度。 在调试及运行阶段,着重增加防飞车(导致倒塌)的安全链测试,并在实际运行过程中实时开启防飞车安全链检测。 在运行监控过程中(人员值守),特别是大风、雷雨强对流、台风等特殊天气,加强监控,有超出正常情况,且安全链停机自动	符合

序号	内容	环境影响报告书要求的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
			控制失效的极特殊情况下,人为紧急强制停机,防止飞车(倒塌)。	
5.6	电气设备应急对策措施	加强风电场值班、运行等相关人员的安全教育,各种操作需按照规章执行。风机维修时产生的润滑油的跑冒滴漏应及时采用棉纱吸净,并对废油和废弃物进行妥善收集和保管,避免因人为因素引起海洋环境污染。	加强工作人员管理和安全教育培训,各种操作严格按照规章执行。风机维修养护由生产厂家广东明阳风电产业集团有限公司进行,维修时产生的润滑油的跑冒滴漏及时采用棉纱吸净,并对废油和废弃物进行统一收集,由风机厂家处理。	符合
5.7	升压站变压器泄漏应急对策措施	变压器检修及处理泄漏时,选择耐高温、耐油性能良好的密封件;选择质量高的蝶阀;对于变压器因铸造留下来的气孔、砂眼,焊接、焊点出现的虚焊、脱焊、裂纹者用电焊进行堵漏;规范密封件更换工艺;提高安装工艺水平。	项目制定了溢油事故应急预案,并且变压器检修及处理泄漏时,选择耐高温、耐油性能良好的密封件;选择质量高的蝶阀;对于变压器因铸造留下来的气孔、砂眼,焊接、焊点出现的虚焊、脱焊、裂纹者用电焊及时进行堵漏。	符合

表 6.6-2 环境影响报告书批复意见落实情况一览表

序号	环境影响报告书批复意见提出的环保措施	实际落实情况	是否符合要求
1	<p>①项目开工前应制定工程环境监理和环保措施实施方案，并报省、市海洋主管部门；</p> <p>②认真落实施工期及运行期海洋环境、水下噪声、鸟类及其栖息地等专项监测工作，定期向市级海洋主管部门报送环境监测及其他环保措施落实情况。</p>	<p>①本项目环境监理由广州华申建设工程管理有限公司联合广东创成建设监理咨询有限公司成立监理部承担，范围主要为工程建设区及其环境影响区，环境监理时段为自环境监理合同签订之日起至工程完成竣工止。监理部于 2018 年 8 月编制形成了《粤电阳江沙扒海上风电项目监理大纲》，2020 年 4 月编制形成了《粤电阳江沙扒海上风电项目环境保护监理实施方案》，并根据监理方案开展环境监理工作。</p> <p>②项目按环评书中环境监测计划严格落实了施工期海洋环境、水下噪声、鸟类及其栖息地等专项监测工作，定期向市级海洋主管部门报送环境监测及其他环保措施落实情况。</p>	基本符合
2	<p>严格按照《报告书》中确定的地点、性质、规模进行建设，从有利于资源环境保护出发，合理制定施工计划、安排施工进度、划定施工范围，确保工程各项监管措施得到落实。</p>	<p>项目施工前制定了施工组织设计和初步设计报告，在建设过程中，对项目的风机数量、申请用海面积、海缆路由、登陆位置等进行了调整，重新编制了海域使用论证报告，并于 2025 年 10 月编制形成了《粤电阳江沙扒海上风电项目调整变更环境影响专题评估报告》并通过专家评审。从有利于资源环境保护出发，合理安排施工计划和施工进度，确保工程各项监管措施得到落实。</p>	符合
3	<p>①切实采取悬浮泥沙污染防范措施，控制桩基建设和海底电缆埋设施工强度，减少悬浮泥沙的扩散及影响；</p> <p>②采取有效措施防止桩基施工过程中泥浆溢漏；桩基作业过程中产生的淤泥、钻屑必须按要求收集，妥善处置，禁止随意抛弃入海。</p>	<p>①项目施工期间切实采取悬浮泥沙污染防范措施，合理安排桩基建设和海底电缆埋设施工强度，水上桩基础施工采用环保型液压式打桩机，采用软启动的作业方式，控制一次一桩；</p> <p>②采取有效措施防止桩基施工过程中泥浆溢漏；桩基作业过程中产生的淤泥由专用的淤泥船舶运输至陆上、钻屑按要求统一收集后由阳江市兴顺船舶服务有限公司运至陆上处置。</p>	符合
4	<p>①施工期间产生的生产废水、生活污水及固体废弃物（含扫海清障过</p>	<p>①施工期间，各类供给船、铺缆船和起重作业船等施工船舶上作</p>	符合

	<p>程中产生的海堤垃圾、风机安装工程产生的工业垃圾)等污染物不得随意排放、丢弃入海,应统一收集上岸,分类处理;</p> <p>②作业船舶含油污水应严格按照规定收集,由专业机构处理。</p>	<p>业人员产生的生活污水,委托阳江市兴顺船舶服务有限公司进行收集,然后交由增城市新塘镇东方福利清油队。工程未向海域丢弃生活垃圾,委托阳江市兴顺船舶服务有限公司对生活垃圾进行清运处理。海缆施工前扫海清障废弃物统一收集后运回岸上交由码头市政环卫处理。</p> <p>②工程未向海域水体排放含油污水、丢弃生活垃圾。施工单位委托阳江市兴顺船舶服务有限公司对施工船舶产生的含油污水进行收集,然后交由增城市新塘镇东方福利清油队。</p>	
5	<p>加强海洋动物保护工作。施工安排应充分考虑中华白海豚、鱼类和鸟类的繁殖集群期,风机桩基施工时需采用环保型液压型打桩机、气泡帷幕等屏蔽措施降低施工海区噪声。</p>	<p>水上桩基础施工时采用环保型液压式打桩机采用软启动的作业方式。合理组织施工,尽量缩短施工时间,对打桩的持续时间做出控制,在时间上控制一次一桩。</p>	符合
6	<p>加强风险防范。控制施工船舶数量及航行速度,制定切实可行的应急预案,落实施工监管和安全生产措施,避免环境事故发生。同时做好过往船舶和周边海底管缆的安全保障工作。</p>	<p>加强风险防范,在施工期间控制施工船舶数量及航行速度,向阳江海事局报备了水上水下施工活动,并获得活动许可证。</p>	符合
7	<p>项目完工后需按规定开展项目竣工环保验收工作,验收合格后方可投入运行。</p>	/	/

6.7 施工期环境监测计划落实情况

工程施工期监测由建设单位于2018年12月委托深圳中检联检测有限公司实施（见附件17），监测内容包括渔业资源调查、海水水质、沉积物、生态环境、水下噪声、鸟情及其栖息地观测、流场及局部冲刷监测以及电磁环境等监测内容，符合本工程环境影响报告书的要求。根据监测计划，工程施工期监测内容包括海水水质、沉积物环境监测；水生生物（浮游植物、浮游动物、底栖生物）和渔业资源调查；鸟情及其栖息地观测；水下噪声监测。项目工程实际调查监测内容及频次与环评要求一致，详见表6.7。

表 6.7 环境监测计划落实情况

内容	环境影响报告书监测计划	实际监测情况	是否一致
海水水质、沉积物环境监测	范围及站点布设：监测范围及站点布设参考环境影响评价报告水水质、沉积物调查范围及站点布置确定，同时考虑在人工渔礁、大树岛龙虾县级保护区和风电场区域内各布置 1 个站位，共设水质、沉积物站位 6 个（1，2，3，4，5，6）。	与环境影响报告书要求水质、沉积物调查范围及站位布置一致。共设水质、沉积物站位 6 个（Z1，Z2，Z3，Z4，Z5，Z6）。	一致
	监测内容： 水质：pH、悬浮物、油类、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、叶绿素 a。 沉积物：pH、锌、铜、油类、含水率。	水质：水温、pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、无机氮（氨、亚硝酸盐、硝酸盐）、无机磷和油类。 沉积物：pH、锌、铜、油类、含水率。	一致
	监测频率和时间：施工期水环境、沉积物环境监测进行 4 期，在施工期每年的春、秋季实施。	施工期水环境监测进行 6 期，每期在大、小潮期各监测一次；沉积物在施工期水环境监测进行 6 期，每期与水环境监测同步进行，在大潮期监测一次。监测时间为 2019 年 3 月、2019 年 9 月、2020 年 4 月、2020 年 11 月、2021 年 4 月、2021 年 11 月。	一致
水生生物、渔业资源调查	范围及站点布设：监测范围及站点布设参考环境影响评价报告海洋生态及渔业资源现状调查范围及站点布置确定，设水生生物站位 6 个（1，2，3，4，5，6），潮间带断面 2 条（C1，C2），渔业资源站位 6 个（1，2，3，4，5，6）。	水生生物、渔业资源监测范围及站点布设参照环评报告海洋生态及渔业资源现状监测，设水生生物和渔业资源站位 6 个（Z1，Z2，Z3，Z4，Z5，Z6），潮间带断面 2 条（C1、C2）。	一致
	监测内容： 水生生物：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物和底栖生物 渔业资源：调查鱼卵、仔鱼种类组成、数量分布；渔获物种类组成；渔获物生物学特征；优势种分布；渔获量分布和现存相对资源密度	水生生物：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物和底栖生物 渔业资源：调查鱼卵、仔鱼种类组成、数量分布；渔获物种类组成；渔获物生物学特征；优势种分布；渔获量分布和现存相对资源密度。	一致
	监测频率和时间：施工期水生生物、渔业跟踪监测 4 次，在施工期每年的春、秋季实施。	施工期共进行 6 期水生生物、渔业跟踪监测，与水环境监测同步进行，每期在大潮期监测一次。监测时间为 2019 年 3 月、2019 年 9 月、2020 年 4 月、2020 年 11 月、2021 年 4 月、2021 年 11 月。	一致

7 项目调试阶段情况回顾

7.1 调试阶段主体工程工况

本项目于 2019 年 1 月 11 日开始基础施工,于 2021 年 12 月 5 日全部并网完成,风电场具备并网发电的条件,2021 年 12 月 5 日进入调试阶段,调试阶段工况稳定,达到设计工况的 75%以上。

7.2 调试阶段环保措施执行情况

项目调试阶段较好地落实了环境影响报告书及其批复中要求的各项措施,各项设施运行正常,生态补偿资金落实到位。调试阶段环保设施运行情况调查详见表 6.2-1。

项目调试阶段未收到周边居民或企事业单位投诉及处理情况,生产过程中没有发生突发环境事件。

表 6.2-1 调试阶段环保设施运行情况调查一览表

序号	项目	调查内容	调查结论
1	生产废水	调查海水升压站生产废水处置措施	海上升压站日常无人值守,正常运行时不产生废水。
2	噪声处理	调查风机减震降噪措施	将主变、GIS 等设备布置于升压站中央。升压站各设备连接牢固,减少振动噪声。根据主体工程设计,主变压器室的内外墙采用岩棉、复合岩棉板材料,可以起到防火绝缘和隔声的综合作用。
4	固废处置	①调查运行期风机维护产生的少量废油处置措施。 ②调查海上升压站主变压器在突发事故或机组检修时产生的废油处置措施。核实建设单位废油处置协议签订情况。 ③运维人员日常维护产生的生活垃圾处置情况。核实建设单位生活垃圾处置协议签订情况。 ④升压站内运行过程中产生的废旧蓄电池将统一收集至陆上后交由危	①风机的维护以及维护产生的废油在质保期内由风机厂家明阳智慧能源集团股份有限公司负责处置。目前尚未产生。 ②海上升压站底层平台设置 1 座有效容积约为 85m ³ 的事故油罐,通过事故排油管连接,事故油罐用以收集主变压器、主变散热器、应急柴油机房、柴油罐间的事故排油及消防水。事故油由风机厂家明阳智慧能源集团股份有限公司负责处置。 ③运维人员产生的生活垃圾随船携带,统

		险废物处理资质单位处理，不随意丢弃。	一收集后在码头交由市政。 ④升压站内运行过程中产生的废旧蓄电池目前尚未产生，未签订废旧蓄电池的处理协议。
5	电磁辐射	调查电磁辐射防护措施。	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。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连接紧密，减少因接触不良而产生的火花放电。电力线路的绝缘子和金属表面保持清洁和不积污，金属间保持良好的连接，防止和避免间歇性放电。
6	风险应急	①调查是否发生过环境风险事故。 ②调查是否制定了环境风险应急预案。 ③调查是否制定了危险废物突发环境事件应急预案。 ④调查应急措施和体系是否健全。	①调试阶段未发生突发环境风险事故。 ②建设单位编制了海洋环境污染事件专项应急预案。 ③建设单位编制了突发事件综合应急预案。 ④应急措施和体系健全。
7	生态补偿	调查是否按照生态补偿方案实施了生态补偿	建设单位与原广东省海洋与渔业厅签订了《粤电阳江沙扒海上风电场项目工程建设项目海洋生物资源损失补偿协议书》，并于 2018 年 5 月 29 日向广东省财政厅落实缴纳生态补偿资金 xx 万元。广东省财政厅不定时分批划拨款项用于海洋生态修复、污染防治等方面。
8	鸟类	调查鸟类资源保护措施	风机叶片采用红色与白色相间的警示色，降低鸟类撞击风险，风机采用非反光涂料，降低鸟类撞击风险。
9	环境管理及监测	①调查建设单位是否设置了专门的环保部门，是否安排了专员管理 ②调查是否委托了有资质单位进行运营期海洋环境跟踪监测	①建设单位未设置专门的环保部门，安排了专人进行环保管理。 ②建设单位委托深圳中检联检测有限公司进行运营期海洋环境、水下噪声、鸟类及其栖息地专项跟踪监测工作。

8 海洋生态环境调查与分析

根据环境影响报告书及其批复意见，本项目工程于 2019 年、2020 年及 2021 年分别进行了施工期海洋环境跟踪调查监测，于 2022 年 4 月进行验收阶段的海洋环境跟踪调查监测，及时了解和掌握施工过程中对海洋环境和海洋生物的影响，防止造成附近海域的污染，保护附近海域的生态环境。调查监测结果数据详见附件 14。

8.1 施工期海洋生态环境调查

本项目工程于 2019 年 1 月开始基础施工，2019 年 3 月开始针对施工期海洋生态环境开展了调查。

8.1.1 监测计划

8.1.1.1 调查监测时间及站位

按照《粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书》中的环境监测计划要求，结合工程施工进展情况，开展施工期春、秋季海洋环境监测工作，调查监测时间为 2019 年 3 月、2019 年 9 月、2020 年 4 月、2020 年 11 月、2021 年 4 月、2021 年 11 月。

共布设 8 个调查监测站位，其中 6 个海水水质站位，6 个沉积物站位，6 个水生生物站位、6 个渔业资源站位，2 个潮间带断面。具体站位位置详见表 7.1-1，监测点位如图 7.1-1 所示。

表 7.1-1 粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境监测站位分布及监测内容

站位号	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
Z1	111°26'58.86"	21°23'20.40"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
Z2	111°38'00.96"	21°23'54.00"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
Z3	111°35'19.20"	21°20'58.68"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
Z4	111°40'00.06"	21°23'48.48"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源

Z5	111°38'39.06"	21°29'56.94"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
Z6	111°41'02.76"	21°31'30.24"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
C1	111°31'39.60"	21°31'28.20"	潮间带生物
C2	111°37'55.20"	21°31'10.20"	潮间带生物

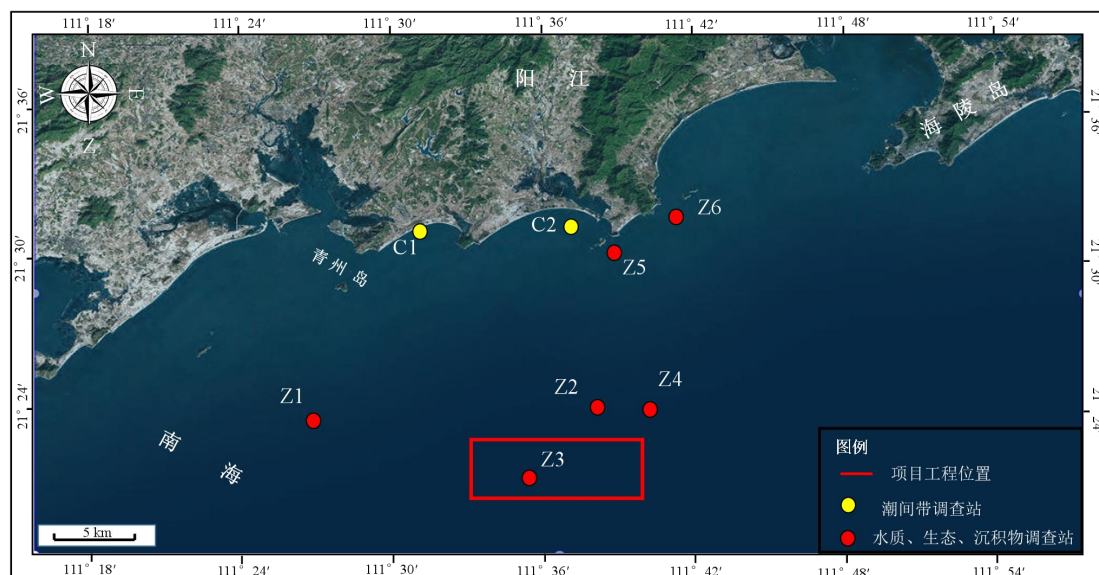


图 7.1-1 粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境监测站位分布图

8.1.2 施工期监测结果与评价

本工程开展了施工期春、秋季海洋环境监测工作，监测时间为 2019 年 3 月、2019 年 9 月、2020 年 4 月、2020 年 11 月、2021 年 4 月、2021 年 11 月。本报告选取施工高峰期 2020 年 4 月及 2020 年 11 月进行评价。

8.1.2.1 海水水质

(1) 评价方法

海水水质（除溶解氧、pH、悬浮物外），采用《近岸海域环境监测规范》（HJ 442-2020）和《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）中推荐的“单因子污染指数评价法”，其计算方法如下：

$$PI_i = C_i / S_i$$

式中：

PI_i —某监测站位污染物的污染指数；

C_i —某监测站位污染物 i 的实测浓度（mg/L）；

S_i —污染物 i 评价标准 (mg/L)。

溶解氧污染指数的计算公式为:

$$S_{DO_j} = \begin{cases} DO_s / DO_f & DO_j \leq DO_f \\ \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} & DO_j > DO_f \end{cases}$$

式中:

S_{DO_j} —溶解氧的标准指数;

DO_j —溶解氧在 j 点实测统计代表值 (mg/L);

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值 (mg/L);

DO_f —饱和溶解氧浓度 (mg/L), 对于河流, $DO_f = 468 / (31.6 + T)$, 对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域, $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ 。

S —实用盐度符号, 量纲一;

T —水温, °C

pH 的污染指数的计算公式为:

$$S_{pH_j} = \begin{cases} \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} & pH_j \leq 7 \\ \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} & pH_j > 7.0 \end{cases}$$

式中:

S_{pH_j} —pH 值的指数, 大于 1 表明该水质因子超标;

pH_j —pH 的实测统计代表值;

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) 评价标准

按照《广东省海洋功能区划(2011—2020年)》《粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书》, 6个水质站位中, Z1~Z4号站海水水质执行《海水水质标准》(3097-1997)海水水质第一类标准, Z5~Z6号站海水水质执行《海水水质标准》(3097-1997)海水水质第二类标准。

(3) 监测结果及评价

1) 2020 年 4 月

2020 年 4 月监测海域水深在 15.6~27.1m 之间, 平均值 21.4m, 大、小潮期调查海水水质监测结果见表 7.1-2、表 7.1-3 所示, 水质评价结果见表 7.1-6、表 7.1-7, 调查结果显示:

①大潮期

监测海域水体中, pH、溶解氧和化学需氧量含量均满足相应的海洋功能区划要求。

在执行一类水质标准的 4 个站位中, Z1~Z4 号站位无机氮含量均不满足一类海水水质; Z1~Z4 号站位活性磷酸盐含量均满足一类海水水质; Z1~Z4 号站位油类含量均满足一类海水水质。

在执行二类水质标准的 2 个站位中, Z6 号站位表层无机氮含量满足二类海水水质, Z5 站位和 Z6 号站位底层无机氮含量均不满足二类海水水质; Z5~Z6 号站位活性磷酸盐含量均满足二类海水水质; Z5 站位油类含量满足二类海水水质, Z6 站位油类含量不满足二类海水水质。

②小潮期

监测海域水体中, pH、溶解氧、化学需氧量和油类含量均满足相应的海洋功能区划要求。

在执行一类水质标准的 4 个站位中, Z1~Z4 号站位无机氮含量均不满足一类海水水质; Z1~Z3 号站位和 Z4 号站位表层活性磷酸盐含量均满足一类海水水质, Z4 号站位 10m 层和底层活性磷酸盐含量均不满足一类海水水质。

在执行二类水质标准的 2 个站位中, Z5~Z6 号站位无机氮含量均不满足二类海水水质, Z5 站位和 Z6 号站位底层海水无机氮含量均不满足二类海水水质; Z5~Z6 号站位活性磷酸盐含量均满足二类海水水质。

2) 2020 年 11 月

2020 年 11 月监测海域水深在 14.3~26.7m 之间, 平均值 20.5m, 大、小潮期调查海水水质监测结果见表 7.1-4、表 7.1-5 所示, 水质评价结果见表 7.1-8、表 7.1-9, 调查结果显示:

①大潮期

监测海域水体中, 溶解氧、化学需氧量和无机磷含量均满足相应的海洋功能

区划要求。

在执行一类水质标准的4个站位中,Z1号站位表层pH不满足一类海水水质,Z1号站位底层和Z2~Z3号站位pH均满足一类海水水质;Z1~Z4号站位无机氮含量均不满足一类海水水质;Z1~Z4号站位油类含量均不满足一类海水水质。

在执行二类水质标准的2个站位中,Z5站位和Z6号站位表层pH满足二类海水水质,Z6号站位底层pH不满足二类海水水质;Z5站位表层和Z6号站位表层无机氮含量均不满足二类海水水质,Z5站位底层和Z6号站位底层无机氮含量均满足二类海水水质;Z5~Z6号站位油类含量均满足二类海水水质。

②小潮期

监测海域水体中,溶解氧、化学需氧量和无机磷含量均满足相应的海洋功能区划要求。

在执行一类水质标准的4个站位中,除Z2号站位底层pH不满足一类海水水质外,Z1、Z3、Z4和Z2号站位表层pH均满足一类海水水质外;Z1~Z4号站位无机氮含量均不满足一类海水水质;Z1和Z3号站位油类含量满足一类海水水质,Z2和Z4号站位油类含量满足一类海水水质。

在执行二类水质标准的2个站位中,Z5~Z6号站位pH均满足二类海水水质;Z5站位无机氮含量不满足二类海水水质,Z6站位无机氮含量满足二类海水水质;Z5~Z6号站位油类含量均满足二类海水水质。

表 7.1-2 海水水质监测结果（2020 年 4 月大潮期）

站位	层次	水温	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	氨	硝酸盐	亚硝酸盐	无机氮	无机磷	油类
		℃	无量纲	mg/L								
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“ND”表示监测结果低于检出限，未检出。

表 7.1-3 海水水质监测结果（2020 年 4 月小潮期）

站位	层次	水温	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	氨	硝酸盐	亚硝酸盐	无机氮	无机磷	油类
		℃	无量纲	mg/L								
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“ND”表示监测结果低于检出限，未检出。

表 7.1-4 海水水质监测结果（2020 年 11 月大潮期）

站位	层次	水温	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	氨	硝酸盐	亚硝酸盐	无机氮	无机磷	油类
		℃	无量纲	mg/L								
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“ND”表示监测结果低于检出限，未检出。

表 7.1-5 海水水质监测结果（2020 年 11 月小潮期）

站位	层次	水温	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	氨	硝酸盐	亚硝酸盐	无机氮	无机磷	油类
		℃	无量纲	mg/L								
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“ND”表示监测结果低于检出限，未检出。

表 7.1-6 海水水质评价指数 (Pi) 结果 (2020 年 4 月大潮期)

站位	层次	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	无机氮			无机磷		油类	
		一、二类	一、二类	一类	一类	一类	二类	三类	一类	二、三类	一、二类	三类
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	丨	丨	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	丨	丨	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	丨	丨	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	丨	丨		
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	丨	丨	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	底层	■	■	■	■	■	■	■	丨	丨		
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

注：“—”表示未检出。

表 7.1-7 海水水质评价指数 (Pi) 结果 (2020 年 4 月小潮期)

站位	层次	pH	悬浮物		溶解氧	化学需氧量	无机氮			无机磷		油类
		一、二类	一、二类	三类	一类	一类	一类	二类	三类	一类	二、三类	一、二类
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

注：“—”表示未检出。

表 7.1-8 海水水质评价指数 (Pi) 结果 (2020 年 11 月大潮期)

站位	层次	pH		悬浮物		溶解氧	化学需氧量	无机氮			无机磷	油类	
		一、二类	三类	一、二类	三类	一类	一类	一类	二类	三类	一类	一、二类	三类
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	┆	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	┆	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

注：“—”表示未检出。

表 7.1-9 海水水质评价指数 (Pi) 结果 (2020 年 11 月小潮期)

站位	层次	pH		悬浮物		溶解氧	化学需氧量	无机氮			无机磷	油类	
		一、二类	三类	一、二类	三类	一类	一类	一类	二类	三类	一类	一、二类	三类
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

注：“—”表示未检出。

8.1.2.2 海洋沉积物

(1) 评价方法

沉积物单站单参数评价均采用单因子污染指数评价法，即：

$$\text{第 } i \text{ 项污染指数 } S_i = C_i / C$$

式中：

C_i 为第 i 项调查值；

C 为沉积物标准值。

(2) 评价标准

按照《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》《粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书》，Z1~Z4号站属于湛江—珠海近海农渔业区，执行《海洋沉积物质量标准》（GB 18668-2002）第一类标准，Z5~Z6号站属于电白—江城农渔业区，执行《海洋沉积物质量标准》（GB 18668-2002）第一类标准。

(3) 监测结果及评价

1) 2020年4月

2020年4月调查监测海域沉积物监测结果见表7.1-10所示。

沉积物质量采用《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中的一类质量标准进行评价，根据评价结果（表7.1-11）显示，2020年4月调查监测海域沉积物中铜、锌和油类含量均符合第一类海洋沉积物质量标准。

表 7.1-10 沉积物监测结果（2020年4月）

站位	pH	铜	锌	含水率	油类
	无量纲	μg/g		%	×10 ⁻⁶
Z1	■	■	■	■	■
Z2	■	■	■	■	■
Z3	■	■	■	■	■
Z4	■	■	■	■	■
Z5	■	■	■	■	■
Z6	■	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■	■
平均值	■	■	■	■	■

表 7.1-11 沉积物评价 (Pi) 结果 (2020 年 4 月)

站位	铜	锌	油类
	一类	一类	一类
Z1	■	■	■
Z2	■	■	■
Z3	■	■	■
Z4	■	■	■
Z5	■	■	■
Z6	■	■	■

2) 2020 年 11 月

2020 年 11 月调查监测海域沉积物监测结果见表 7.1-12 所示。

沉积物质量采用《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)中的一类质量标准进行评价,根据评价结果(表 7.1-13)显示,2020 年 11 月调查监测海域沉积物中铜、锌和油类含量均符合第一类海洋沉积物质量标准。

表 7.1-12 沉积物监测结果 (2020 年 11 月)

站位	pH	铜	锌	含水率	油类
	无量纲	μg/g		%	×10 ⁻⁶
Z1	■	■	■	■	■
Z2	■	■	■	■	■
Z3	■	■	■	■	■
Z4	■	■	■	■	■
Z5	■	■	■	■	■
Z6	■	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■	■
平均值	■	■	■	■	■

表 7.1-13 沉积物评价 (Pi) 结果 (2020 年 11 月)

站位	铜	锌	油类
	一类	一类	一类
Z1	■	■	■
Z2	■	■	■
Z3	■	■	■
Z4	■	■	■
Z5	■	■	■
Z6	■	■	■

8.1.2.3 海洋生态

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

1) 2020 年 4 月

调查监测海域大潮期表层海水叶绿素 a 含量介于 0.24~0.68 mg/m³ 之间，含量均值为 0.38 mg/m³；底层水体海水叶绿素 a 的含量介于 0.24~0.44 mg/m³ 之间，平均含量为 0.41 mg/m³。各调查站位海洋初级生产力水平介于 138.53~409.65 mg·C/m²·d 之间，平均值为 281.08 mg·C/m²·d。

调查监测海域小潮期表层水体海水叶绿素 a 的含量介于 0.24~0.44 mg/m³ 之间，平均含量为 0.37 mg/m³；底层水体海水叶绿素 a 的含量介于 0.24~0.44 mg/m³ 之间，平均含量为 0.41 mg/m³。小潮期各调查站海洋初级生产力水平介于 126.62~409.65 mg·C/m²·d 之间，平均值为 289.23 mg·C/m²·d。各站位叶绿素 a 和初级生产力数据结果见表 7.1-14。

表 7.1-14 叶绿素 a 和初级生产力调查结果（2020 年 4 月）

调查 站位	叶绿素 a 含量 (mg/m ³)				初级生产力 (mg·C/m ² ·d)	
	表层		底层			
	大潮期	小潮期	大潮期	小潮期	大潮期	小潮期
Z1	■	■	■	■	■	■
Z2	■	■	■	■	■	■
Z3	■	■	■	■	■	■
Z4	■	■	■	■	■	■
Z5	■	■	■	■	■	■
Z6	■	■	■	■	■	■
平均值	■	■	■	■	■	■

2) 2020 年 11 月

调查监测海域大潮期表层水体海水叶绿素 a 的含量介于 0.44~0.68 mg/m³ 之间，平均含量为 0.52 mg/m³；底层水体海水叶绿素 a 的含量介于 0.24~0.44 mg/m³ 之间，平均含量为 0.41 mg/m³。各调查站位海洋初级生产力水平介于 65.54~101.29 mg·C/m²·d 之间，平均值为 80.57 mg·C/m²·d。

调查监测海域小潮期表层水体海水叶绿素 a 的含量介于 0.92~4.07 mg/m³ 之间，平均含量为 2.68 mg/m³；底层水体海水叶绿素 a 的含量介于 0.47~3.19 mg/m³

之间,平均含量为 2.19 mg/m^3 。各调查站海洋初级生产力水平介于 $148.47\sim 656.80 \text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间,平均值为 $421.92 \text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。各站位叶绿素 a 和初级生产力数据结果见表 7.1-15。

表 7.1-15 叶绿素 a 和初级生产力调查结果 (2020 年 11 月)

调查 站位	叶绿素 a 含量 (mg/m^3)				初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	
	表层		底层			
	大潮期	小潮期	大潮期	小潮期	大潮期	小潮期
Z1	■	■	■	■	■	■
Z2	■	■	■	■	■	■
Z3	■	■	■	■	■	■
Z4	■	■	■	■	■	■
Z5	■	■	■	■	■	■
Z6	■	■	■	■	■	■
平均值	■	■	■	■	■	■

(2) 浮游植物 (浅水III型网)

1) 2020 年 4 月

A. 种类组成

2020 年 4 月调查海域共鉴定浮游植物 (浅水III型网) 4 门 5 纲 11 目 15 科 22 属 46 种,其中硅藻门 31 种,占总种数的 67.39%;甲藻门 12 种,占总种数的 26.09%;蓝藻门 2 种,占总种数的 4.35%,绿藻门 1 种,占总种数的 2.17%。各站位浮游植物种类数分布较为均匀,在 19 种~22 种之间。

B. 数量分布

调查海域各测站浮游植物细胞总数量平均值为 $4.08\times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3$,各测站之间相差不大,变化范围为 $(2.41\sim 7.27)\times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3$ 。其中 Z1 号站细胞总数量最高,为 $7.27\times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3$,Z5 号站浮游植物细胞总数量最低,为 $2.41\times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3$ 。

C. 优势种及其优势度

根据区域优势种的定义,调查海域浮游植物优势种有 7 种,分别为菱软几内亚藻 (*Guinardia flaccida*)、夜光藻 (*Noctiluca scintillans*)、并基角毛藻 (*Chaetoceros decipiens*)、洛氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus*)、印度角毛藻 (*Chaetoceros indicum*)、密聚角毛藻 (*Chaetoceros coarctatus*) 和菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides*)。调查海域浮游植物优势种属及所占比例见表

7.1-16。

表 7.1-16 调查海域浮游植物优势种及所占比例（2020 年 4 月）

序号	种类	优势度	占总丰度百分比 (%)	出现频次
1	菱软几内亚藻	■	■	■
2	夜光藻	■	■	■
3	并基角毛藻	■	■	■
4	洛氏角毛藻	■	■	■
5	印度角毛藻	■	■	■
6	密聚角毛藻	■	■	■
7	菱形海线藻	■	■	■

D.种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域各站位浮游植物多样性指数 (H') 变化范围为 2.039~2.881, 平均值为 2.697; 均匀度 (J) 变化范围为 0.464~0.667, 平均值为 0.619; 丰富度指数 (D) 变化范围为 1.920~2.369, 平均值为 2.132。调查结果显示, 该海域在调查期间, 浮游植物种类较少, 浮游植物多样性指数处于中等水平。

表 7.1-17 浮游植物多样性指数 (H')、均匀度 (J) 和丰富度指数 (D) (2020 年 4 月)

站 位	多样性指数 (H')	均匀度 (J)	丰富度 (D)
Z1	■	■	■
Z2	■	■	■
Z3	■	■	■
Z4	■	■	■
Z5	■	■	■
Z6	■	■	■
范 围	■■■■■	■■■■■	■■■■■
平均值	■	■	■

2) 2020 年 11 月

A.种类组成

2020 年 4 月调查海域共鉴定记录浮游植物 2 门 3 纲 9 目 15 科 36 属 81 种, 其中硅藻门 54 种, 占总种数的 66.67%; 甲藻门 27 种, 占总种数的 33.33%。各站位浮游植物种类数分布较为均匀, 在 37 种~53 种之间。

B.数量分布

调查海域各测站浮游植物细胞总数量平均值为 $452.64 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，各测站之间相差悬殊，变化范围为 $(8.56 \sim 931.05) \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，其中 Z2 号站细胞总数量最高，为 $931.05 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，Z6 号站浮游植物细胞总数量最低，为 $8.56 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。

C. 优势种及其优势度

根据区域优势种的定义，调查海域浮游植物优势种有 7 种，分别为旋链角毛藻 (*Chaetoceros curvisetus*)、塔形冠盖藻 (*Stephanopyxis turris*)、尖刺菱形藻 (*Nitzschia pungens*)、掌状冠盖藻 (*Stephanopyxis palmeriana*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、洛氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus*) 和细弱海链藻 (*Thalassiosira subtilis*)。

D. 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域各站位浮游植物多样性指数 (H') 变化范围为 2.925~4.242，平均值为 3.297；均匀度 (J) 变化范围为 0.514~0.797，平均值为 0.601；丰富度指数 (D) 变化范围为 2.809~3.722，平均值为 3.304。调查期间浮游植物多样性指数处于较好水平，浮游植物受环境影响较小，群落结构较稳定。

(3) 浮游动物（浅水 II 型浮游生物网）

1) 2020 年 4 月

A. 种类组成

2020 年 4 月调查海域共鉴定浮游动物 91 种和浮游幼体 14 种。桡足类种类最多，有 50 种，占总种类数的 47.62%；刺胞动物有 18 种，占总种类数的 17.14%；浮游幼体类有 14 种，占总种类数的 13.33%；毛颚类有 11 种，占总种类数的 10.48%；被囊类有 5 种，占总种类数的 4.76%；枝角类有 4 种，占总种类数的 3.81%；介形类有 2 种，占总种类数的 1.90%；端足类有 1 种，占总种类数的 0.95%。各测站浮游动物种类数（包括阶段性浮游幼虫及鱼卵仔稚鱼）在 45~57 种之间，各测站种类数分布较均匀。

B. 总流体密度、总生物量（湿重）的分布

各测站浮游动物的丰度介于 $(1964.8 \sim 3502.5) \text{ ind/m}^3$ 之间，平均丰度为 2846.4 ind/m^3 。浮游动物的丰度呈不均匀的斑块状分布，调查海域 Z3 号站浮游动物密度最高，为 3502.5 ind/m^3 ，Z2 号站浮游动物密度最低，为 1964.8 ind/m^3 。

各测站浮游动物生物量（湿重）变化范围为（139.52~471.92） mg/m^3 ，平均值为 266.91 mg/m^3 。各测站浮游动物生物量分布较不均匀，变化幅度略大，最大值出现在 Z6 号站，为 471.92 mg/m^3 ，最小值出现在 Z1 号站，为 139.52 mg/m^3

C.优势种及其优势度

根据区域优势种的定义，调查海域浮游动物的优势种共 7 种，为繆勒海樽克氏亚种（*Doliolidae mulleri krohni*）、半索类的柱头幼虫（*Tornaria larva*）、小拟哲水蚤（*Paracalanus parvus*）、桡足幼体（*Copepodid*）、尖尾海萤（*Cypridina acuminata*）、锥形宽水蚤（*Temora turbinata*）和强额拟哲水蚤（*Paracalanus crassirostris*）。

D.种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域浮游动物多样性指数（ H' ）范围为 2.757~3.758，平均值为 3.290；均匀度指数（ J ）范围为 0.494~0.684 之间，平均值为 0.579；丰富度指数（ D ）范围为 3.679~4.578 之间，平均值为 4.160。总体来看，调查海域浮游动物的种类多样性指数处于较高水平，群落结构处于较稳定的状态。

2) 2020 年 11 月

A.种类组成

2020 年 11 月调查海域共鉴定出浮游动物 83 种和浮游幼体类 12 种。桡足类种类最多，有 51 种，占总种类数的 53.68%；刺胞动物有 20 种，占总种类数的 21.05%；浮游幼体类有 12 种，占总种类数的 12.63%；被囊类和毛颚类各有 4 种，各占总种类数的 4.21%；十足类有 2 种，占总种类数的 2.11%；介形类和枝角类各有 1 种，各占总种类数的 1.05%。各测站浮游动物种类数（包括阶段性浮游幼虫及鱼卵仔稚鱼）在 36~64 种之间。

B.总流体密度、总生物量（湿重）的分布

调查期间，各测站浮游动物的丰度介于（1991.6~6988.2） ind/m^3 之间，平均丰度为 5138.8 ind/m^3 。浮游动物的丰度呈不均匀的斑块状分布，调查海域 Z5 号站浮游动物密度最高为 6988.2 ind/m^3 ，Z4 号站浮游动物密度最低为 1991.6 ind/m^3 。

调查期间，各测站浮游动物生物量（湿重）变化范围为（767.56~1753.24） mg/m^3 ，平均值 1138.88 mg/m^3 。各测站浮游动物生物量分布较不均匀，变化幅度

较大，最大值出现在 Z6 号站为 1753.24 mg/m^3 ，最小值出现在 Z4 号站为 767.56 mg/m^3 。

C. 优势种及其优势度

调查海域浮游动物的优势种为小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、强额拟哲水蚤 (*Paracalanus crassirostris*)、桡足幼体 (Copepodid)、亚强次真哲水蚤 (*Subeucalanus subcrassus*)、桡足类无节幼体 (Copepoda nauplius)、锥形宽水蚤 (*Temora turbinata*)、短角长腹剑水蚤 (*Oithona brevicornis*)、近缘大眼剑水蚤 (*Corycaeus affinis*) 和小毛猛水蚤 (*Microsetella norvegica*)。

D. 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域浮游动物多样性指数 (H') 范围为 3.069~4.029，平均值为 3.634；均匀度指数 (J) 范围为 0.581~0.752 之间，平均值为 0.656；丰富度指数 (D) 范围为 2.715~4.604 之间，平均值为 3.564。调查海域浮游动物多样性指数处于较高水平，群落结构处于较稳定的状态。

(4) 底栖生物

1) 2020 年 4 月

A. 种类组成和种群结构

2020 年 4 月，调查共鉴定出底栖生物 4 大门类 15 种。其中，环节动物种类数最多，有 12 种，占总种类数的 80.00%；纽形动物、星虫动物和棘皮动物均有 1 种，各占总种类数的 6.67%。调查海域 6 个测站中，Z4 站采集到的底栖生物种类数最多，有 8 种；Z1 站最少，只有 2 种底栖生物。

B. 栖息密度和生物量

底栖生物的栖息密度在调查海域的 6 个测站中分布较均匀。调查海域的底栖生物栖息密度变化范围为 (10.0~30.0) ind/m²，平均栖息密度为 17.2 ind/m²。栖息密度最高的站位为 Z4 站为 30.0 ind/m²，栖息密度最低的站位为 Z1 和 Z3 站，均为 10.0 ind/m²。

底栖生物的生物量在调查海域的 6 个测站中分布较均匀，生物量变化范围为 (0.13~0.30) g/m²，平均生物量为 0.20 g/m²。生物量最高的站位为 Z6 站为 0.30 g/m²，最低值出现在 Z2 和 Z5 站，均为 0.13 g/m²。

C. 优势种及其优势度

调查海区底栖生物的优势种(以栖息密度计)有 6 种,为背蚓虫(*Notomastus latericeus*)、脑纽虫属(*Cerebratulina* sp.)、不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)、奇异稚齿虫(*Paraprionospio pinnata*)、寡鳃齿吻沙蚕(*Nephtys oligobranchia*)和洼颚倍棘蛇尾(*Amphioplus depressus*)。

D.种类多样性指数、均匀度和丰富度

底栖生物群落的种类多样性指数的变化范围为 0.918~2.948, 平均为 1.982; 均匀度指数的变化范围为 0.918~1.000, 平均为 0.973; 丰富度指数的变化范围为 0.631~2.208, 平均为 1.446。调查海区底栖生物的种类多样性处于偏低水平。

2) 2020 年 11 月

A.种类组成和种群结构

2020 年 11 月, 调查共鉴定出底栖生物 6 大门类 49 种。其中, 环节动物种类数最多, 有 32 种, 占总种类数的 65.31%; 节肢动物有 7 种, 占总种类数的 14.29%; 其他动物 4 种, 占总种类数的 8.16%; 棘皮动物 3 种, 占总种类数的 6.12%; 软体动物 2 种, 占总种类数的 4.08%; 纽形动物 1 种, 占总种类数的 2.04%。调查海域 6 个测站中, Z1 站采集到的底栖生物种类数最多, 有 30 种; Z6 站最少, 有 11 种底栖生物。

B.栖息密度和生物量

底栖生物的栖息密度在调查海域的 6 个测站中分布较不均匀。调查海域的底栖生物栖息密度变化范围为 (63.3~220.0) ind/m², 平均栖息密度为 100.0 ind/m², 栖息密度最高的站位为 Z1 站, 为 220.0 ind/m²; 栖息密度最低的站位为 Z6 站, 为 63.3 ind/m²。

底栖生物的生物量在调查海域的 6 个测站中分布较不均匀, 生物量变化范围为 (1.43~18.43) g/m², 平均生物量为 9.24 g/m²。生物量最高的站位为 Z4 站, 为 18.43 g/m²; 最低值出现在 Z5 站, 为 1.43 g/m²。

C.优势种及优势度

调查海区底栖生物的优势种(以栖息密度计)有 6 种, 为短吻铲荚蛭(*Listriolobus brevirostris*)、脑纽虫属(*Cerebratulina* sp.)、洼颚倍棘蛇尾(*Amphioplus depressus*)、寡鳃齿吻沙蚕(*Nephtys oligobranchia*)、背蚓虫(*Notomastus latericeus*)和日本稚齿虫(*Prionospio japonica*)。

D. 种类多样性指数、均匀度和丰富度

底栖生物群落的种类多样性指数的变化范围为 3.176~4.353，平均为 3.778；均匀度指数的变化范围为 0.875~0.988，平均为 0.925；丰富度指数的变化范围为 3.191~4.798，平均为 3.777。调查海区底栖生物的种类多样性处于偏高水平，调查海区底栖生物群落种类多样性较好，受环境变化的影响较小，群落结构稳定性较好。

(5) 潮间带生物

1) 2020 年 4 月

A. 种类组成

2020 年 4 月，2 条潮间带生物调查断面共鉴定出生物 6 大门类 48 种（包含定性样品）。其中，软体动物的种类数最多，有 17 种，占总种类数的 35.42%；环节动物次之，有 16 种，占总种类数的 33.33%；节肢动物有 12 种，占总种类数的 25.00%；纽形动物、扁形动物和脊索动物各有 1 种，分别占总种数的 2.08%。在定量样品中，C2 中潮区的种类数最多，有 12 种；C2 低潮区次之，有 9 种；C1 高潮区和 C2 高潮区的种类数最少，仅有 4 种。

B. 栖息密度和生物量

2 条潮间带生物调查断面底质均为沙质，潮间带生物定量样品的栖息密度在调查海域分布较均匀。调查海域潮间带生物的栖息密度变化范围为（16.0~56.0）ind/m²，平均栖息密度为 29.6 ind/m²，栖息密度最高的站位是 C2 低潮区，为 56.0 ind/m²；最低的站位是 C1 高潮区，为 16.0 ind/m²。

潮间带生物定量样品的生物量在调查海域分布较均匀，调查海域潮间带生物的生物量变化范围为（0.15~0.72）g/m²，平均生物量为 0.33 g/m²，生物量最高的站位是 C1 高潮区，为 0.72 g/m²；最低的站位是 C1 中潮区，为 0.15 g/m²。

C. 优势种

调查海区 2 条断面潮间带的生物优势种（以密度计）有 8 种，分布为日本稚齿虫（*Paraprionospio japonica*）、背蚓虫（*Notomastus latericeus*）、独指虫（*Aricidea fragilis*）、膜质伪才女虫（*Pseudopolydora kempfi*）、双唇索沙蚕（*Lumbrineris cruzensis*）、细丝鳃虫（*Cirratulus filiformis*）、腺带刺沙蚕（*Neanthes glandicineta*）和脑纽虫属（*Cerebratulina* sp.）。

表 7.1-18 调查海域各测站潮间带生物优势种（2020 年 4 月）

序号	优势种	优势度	密度 (ind/m ²)	出现频次
1	日本稚齿虫	■	■	■
2	背蚓虫	■	■	■
3	独指虫	■	■	■
4	膜质伪才女虫	■	■	■
5	双唇索沙蚕	■	■	■
6	细丝鳃虫	■	■	■
7	腺带刺沙蚕	■	■	■
8	脑纽虫属	■	■	■

D. 种类多样性指数、均匀度和丰富度

潮间带生物群落的种类多样性指数的变化范围为 1.922~3.340, 平均为 2.601; 均匀度指数的变化范围为 0.910~1.000, 平均为 0.957; 丰富度指数的变化范围为 1.292~2.200, 平均为 1.742。调查海区潮间带生物群落的种类多样性处于中等水平, 说明调查海区潮间带生物群落种类多样性较好, 受环境变化的影响较小, 群落结构稳定性较好。

2) 2020 年 11 月

A. 种类组成

调查的 2 条潮间带生物调查断面共鉴定出生物 5 大门类 23 种 (包含定性样品)。其中, 节肢动物的种类数最多, 有 10 种, 占总种类数的 43.48%; 软体动物次之, 有 9 种, 占总种类数的 39.13%; 环节动物有 2 种, 占总种类数的 8.70%; 毛颚动物和刺胞动物各有 1 种, 分别占总种数的 4.35%。在定量样品中, C2 中潮区的种类数最多, 有 5 种; C2 高潮区和 C2 低潮区的种类数最少, 仅有 1 种。

B. 栖息密度和生物量

2 条潮间带生物调查断面底质均为沙质, 潮间带生物定量样品的栖息密度在调查海域分布较均匀。调查海域潮间带生物的栖息密度变化范围为 (12.0~56.0) ind/m², 平均栖息密度为 22.4 ind/m²。栖息密度最高的站位是 C1 低潮区, 为 56.0 ind/m²; 最低的站位是 C2 高潮区和 C2 低潮区, 为 12.0 ind/m²。

潮间带生物定量样品的生物量在调查海域分布较不均匀。调查海域潮间带生物的生物量变化范围为 (0.32~24.92) g/m², 平均生物量为 7.20 g/m²。生物量最

高的站位是 C1 低潮区为 24.92 g/m^2 ；最低的站位是 C2 高潮区为 0.32 g/m^2 。

C.优势种

调查海区 2 条断面潮间带的生物优势种（以密度计）有 1 种，为膜囊尖锥虫（*Scoloplos marsupialis*），优势度（海区）分布为 0.752。

D.种类多样性指数、均匀度和丰富度

潮间带生物群落的种类多样性指数的变化范围为 0.811~1.763，平均为 0.847；均匀度指数的变化范围为 0.545~0.811，平均为 0.471；丰富度指数的变化范围为 0.500~0.888，平均为 0.488。从平均值看，调查海区潮间带生物群落的种类多样性处于低水平。

8.1.2.4 施工期渔业资源调查

(1) 2020 年 4 月

1) 鱼卵仔稚鱼

A.种类组成

调查海域共鉴定出鱼卵和仔稚鱼 10 种。鱼卵主要有鳎科、鲷科、鳀科、鲱科、鲹科、石首鱼科、鲻科、狗母鱼科和鲷科。仔稚鱼主要有鲷科、鳀科、鲱科、石首鱼科、鲻科、金线鱼科、鲹科和狗母鱼科。各调查站出现的仔稚鱼的总种类数介于 3~6 种之间。

B.数量分布

①鱼卵

共采获鱼卵数量为 9927 粒。水平拖网各调查站鱼卵网获量在（194.0~4058.0）粒/网之间，平均值为 1582.0 粒/网。垂直拖网各调查站鱼卵的丰度在（10.38~24.80）粒/ m^3 之间，平均值为 16.97 粒/ m^3 。

②仔稚鱼

共采获仔鱼数量为 995 尾。水平拖网各调查站仔鱼网获量在（10.0~383.0）尾/网之间，平均值为 149.8 尾/网。垂直拖网各调查站中，仔鱼的丰度在（1.54~5.60）尾/ m^3 之间，平均值为 3.67 尾/ m^3 。

C.主要种类

主要种类有鲱科和鲷科等。

2) 游泳动物

A. 渔获种类组成

调查海区共采获游泳动物 54 种，隶属 16 目 36 科 37 属。其中，鱼类 28 种，隶属 8 目 22 科；甲壳类 16 种，隶属 2 目 6 科；头足类 2 种，隶属 1 目 1 科；贝类 8 种，隶属 5 目 7 科。各调查站游泳生物种类数的变化范围为 22~33 种。其中，Z4 号站出现的种类数最多为 33 种，Z1 号站出现的游泳生物种类数相对较少为 22 种。

B. 渔获量

游泳动物的总渔获率为 15.677 kg/h，总尾数渔获率为 1764.0 ind/h。调查海区游泳生物渔获率的变化范围为 (2.030~3.626) kg/h，平均值为 2.613kg/h。

海区各调查站间游泳生物尾数渔获率的变化范围为 (230.0~378.0) ind/h，平均值为 294.0 ind/h。

C. 资源密度

调查海区游泳动物的资源密度平均为 153.239 kg/km²，范围为 (114.165~210.517) kg/km²；资源尾数密度平均值为 17247.9 ind/km²，范围为 (12936.5~21946.6) ind/km²。

D. 优势种群

游泳动物 *IRI* 值大于 1000 的优势种有 2 种，为二长棘鲷和须赤虾。*IRI* 值在 100~1000 的主要种类有 27 种，包括 15 种鱼类、9 种甲壳类和 3 种贝类。其中二长棘鲷为整个调查海域的优势度最高的种类。

E. 多样性指数

游泳动物多样性指数 (*H'*) 范围为 4.050~5.114，平均值为 4.448；均匀度指数 (*J*) 范围为 0.908~1.115 之间，平均值为 0.953；丰富度指数 (*D*) 范围为 2.946~4.232 之间，平均值为 3.430。总体来看，调查海域渔业资源种类多样性指数处于较好水平，群落结构处于比较稳定的状态。

(2) 2020 年 11 月

1) 鱼卵仔稚鱼

A. 种类组成

共鉴定出鱼卵和仔稚鱼 6 种。鱼卵主要有鲷科。各调查站出现的鱼卵的总种

类数范围为 0~1 种，其中 Z5、Z6 号站鱼卵种类数最多为 1 种，其余站位未捕获。仔稚鱼主要有鲷科、鳀科、鲱科、石首鱼科、鲻科和鲉科。各调查站出现的仔稚鱼的总种类数介于 0~4 种之间，其中 Z1 和 Z4 号站仔稚鱼的总种类数最多，为 4 种；Z3 号站最少，未捕获。

B.数量分布

①鱼卵

共捕获鱼卵数量为 2 粒。水平拖网各调查站鱼卵网获量在 (0.0~1.0) 粒/网之间，平均值为 0.2 粒/网，其中 Z5 号站最高为 1.0 粒/网，其余站位未捕获。垂直拖网各调查站鱼卵的丰度在 (0.00~0.36) 粒/m³ 之间，平均值为 0.06 粒/m³，其中 Z6 号站丰度最高为 0.36 粒/m³，其余站位未捕获。

②仔稚鱼

共捕获仔鱼数量为 36 尾。水平拖网各调查站仔鱼网获量在 (0.0~11.0) 尾/网之间，平均值为 5.8 尾/网。其中 Z4 号站最高为 11.0 尾/网，Z3 号站未捕获。垂直拖网各调查站中，仔鱼的丰度在 (0.00~0.28) 尾/m³ 之间，平均值为 0.05 尾/m³。其中 Z5 号站丰度最高为 0.28 尾/m³，其余站位未捕获。

C.主要种类

主要种类有石首鱼科和鲷科等。

2) 游泳动物

A.种类组成

共捕获游泳动物 55 种，隶属 14 目 37 科 35 属。其中，鱼类 24 种，隶属 6 目 20 科；甲壳类 20 种，隶属 2 目 7 科；头足类 1 种，隶属 1 目 1 科；贝类 10 种，隶属 5 目 9 科。各调查站游泳生物种类数的变化范围为 22~28 种。

B.渔获量

游泳动物的总渔获率为 16.203 kg/h，总尾数渔获率为 1814.0 ind/h。调查海区游泳生物渔获率的变化范围为 (1.777~3.778) kg/h，平均值为 2.701 kg/h。海区各调查站间游泳生物尾数渔获率的变化范围为 (246.0~380.0) ind/h，平均值为 302.3 ind/h。

C.资源密度

调查海区游泳动物的资源密度平均为 123.034 kg/km²，范围为

(77.398~182.161) kg/km²。资源尾数密度平均值为 11371.8 ind/km²，范围为 (9196.1~16291.8) ind/km²。

D.优势种群

调查游泳动物 *IRI* 值大于 1000 的优势种有 2 种，为口虾蛄和中国明对虾。*IRI* 值在 100~1000 的主要种类有 19 种，包括 8 种鱼类、8 种甲壳类和 3 种贝类。其中口虾蛄为整个调查海域的优势度最高的种类，其 *IRI* 值为 4362。

E.多样性指数

游泳动物多样性指数 (*H'*) 范围为 3.373~4.358，平均值为 3.875；均匀度指数 (*J*) 范围为 0.746~0.906 之间，平均值为 0.842；丰富度指数 (*D*) 范围为 2.882~3.567 之间，平均值为 3.225。总体来看，调查海域渔业资源种类多样性指数处于较好水平，群落结构处于比较稳定的状态。

8.1.3 施工期环境影响分析

根据《粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书（报批稿）》，中国海洋大学于 2016 年 5 月和 11 月对工程区域进行了海洋环境质量和渔业资源现状调查工作。调查内容包括海水水质、海洋沉积物、海洋生物体质量、海洋生态等。2016 年 5 月共布设 26 个水质站位、15 个沉积物站位、12 个生物体质量站位、16 个海洋生态调查站位和潮间带断面 3 条（含生物质量）。2016 年 11 月共布设 29 个水质站位、3 个生物体质量站位、18 个海洋生态调查站位和潮间带断面 3 条（含生物质量）。调查站位及具体调查项目如下。

（1）调查项目

海水水质：酸碱度、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮（氨氮、硝酸盐氮和亚硝酸盐氮）、活性磷酸盐、石油类、重金属（总汞、铜、铅、锌、镉、铬和砷）、硫化物、挥发酚等。

海洋沉积物：有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷。

生物体质量：重金属铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷、生物体石油类。

海洋生态：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物

（2）调查站位

图 7.1-2 2016 年 5 月调查站位布设图

图 7.1-3 2016 年 11 月调查站位布设图

现将本工程施工期跟踪监测结果（节选）与历史监测资料进行对比分析，用以说明工程海上施工对周边海域海洋环境的影响情况。

8.1.3.1 施工期水环境影响分析

(1) 春季

选取两次调查监测中相近站位，将工程周边海域 2020 年 4 月（春季）的海水水质监测结果（pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机氮、无机磷和油类）与环境影响报告书中施工前春季调查结果进行比较，详见表 7.1-19。

表 7.1-19 工程施工前与施工期春季海水水质对比

检测因子	时间	施工前		施工期		
		2016 年 5 月（春季）		2020 年 4 月（春季）		
		点位	检测结果	点位	检测结果	
pH（无量纲）	2016 年 5 月（春季）	■	■	■	■	■
					■	■
		■	■	■	■	■
					■	■
		■	■	■	■	■
					■	■
	2020 年 4 月（春季）	■	■	■	■	■
					■	■
		■	■	■	■	■
					■	■
		■	■	■	■	■
					■	■
溶解氧（mg/L）	2016 年 5 月（春季）	■	■	■	■	■
					■	■
	2020 年 4 月（春季）	■	■	■	■	■
					■	■

检测因子	时间	施工前		施工期				
		2016年5月(春季)		2020年4月(春季)				
		点位	检测结果	点位	检测结果			
		■	████████	■	██████	██████		
					██████	██████		
		■	████████	■	██████	██████		
					██████	██████		
		■	████████	■	██████	██████		
					██████	██████		
		■	████████	■	██████	██████		
					██████	██████		
		悬浮物 (mg/L)		■	████████	■	██████	██████
							██████	██████
				■	████████	■	██████	██████
							██████	■
■	████████			■	██████	██████		
					██████	██████		
■	████████			■	██████	██████		
					██████	██████		
■	████████			■	██████	██████		
					██████	██████		
化学需氧量 (mg/L)				■	████████	■	██████	██████
							██████	██████
		■	████████	■	██████	██████		
					██████	██████		
		■	████████	■	██████	██████		
					██████	██████		
		■	████████	■	██████	██████		
					██████	██████		
		■	████████	■	██████	██████		
					██████	██████		

检测因子	时间	施工前		施工期	
		2016年5月(春季)		2020年4月(春季)	
		点位	检测结果	点位	检测结果
		■	■	■	■
无机氮 (mg/L)		■	■	■	■
		■	■	■	■
无机氮 (mg/L)		■	■	■	■
		■	■	■	■
无机磷 (mg/L)		■	■	■	■
		■	■	■	■
		■	■	■	■
油类 (mg/L)		■	■	■	■
		■	■	■	■

检测因子	时间	施工前		施工期	
		2016年5月（春季）		2020年4月（春季）	
		点位	检测结果	点位	检测结果
				■	■
	■	■	■	■	■
				■	■
	■	■	■	■	■
				■	■
	■	■	■	■	■

从两次调查监测结果的变化可以看出，2020年4月施工期春季监测海域海水中的点位（Z1~Z6），溶解氧、化学需氧量、悬浮物、无机磷、油类含量有所下降；pH值、无机氮含量相差不明显。

海水水质评价结果进行对比，详见表 7.1-20。

表 7.1-20 施工前后海水水质项目评价对比

检测项目	时间	施工前		施工期	
		2016年5月（春季）		2020年4月（春季）	
		超标站位/个	超标率/%	超标站位/个	超标率/%
pH		■	■	■	■
溶解氧		■	■	■	■
悬浮物（人为增量）		■	■	■	■
化学需氧量		■	■	■	■
无机氮		■	■	■	■
活性磷酸盐		■	■	■	■
油类		■	■	■	■

根据环境影响报告书，施工前2016年5月春季调查海域水体中pH值、活性磷酸盐含量、油类含量符合相应的海水水质标准；溶解氧含量一类海水超标率100%；化学需氧量含量一类海水超标率50%；无机氮含量一类海水超标率为83.3%。

施工期2020年4月春季监测海域水体中，溶解氧含量、悬浮物人为增量、化

学需氧量含量、活性磷酸盐含量、油类含量以及 pH 值均符合相应海水水质标准；无机氮含量一类海水超标率 83.3%、二类海水超标率 50%，与施工期秋季相近测站海水水质无机氮含量结果相比变化不显著，未发现工程施工对周边海域海水水质产生明显影响。

(2) 秋季

选取两次调查监测中相近站位，将工程周边海域 2020 年 11 月（秋季）的海水水质监测结果（pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机氮、无机磷和油类）与环境影响报告书中施工前秋季调查结果进行比较，详见表 7.1-21。

表 7.1-21 工程施工前与施工期秋季海水水质对比

检测项目	时间	施工前		施工期	
		2016 年 11 月（秋季）		2020 年 11 月（秋季）	
		点位	检测结果	点位	检测结果
pH（无量纲）	■	■	■	■	■
				■	■
	■	■	■	■	■
				■	■
	■	■	■	■	■
				■	■
	■	■	■	■	■
				■	■
	■	■	■	■	■
				■	■
溶解氧（mg/L）	■	■	■	■	■
				■	■
	■	■	■	■	■
				■	■
	■	■	■	■	■
				■	■

检测项目	时间	施工前		施工期	
		2016年11月(秋季)		2020年11月(秋季)	
		点位	检测结果	点位	检测结果
		■	■	■	■
				■	■
		■	■	■	■
				■	■
		■	■	■	■
				■	■
悬浮物 (mg/L)		■	■	■	■
				■	■
		■	■	■	■
				■	■
		■	■	■	■
				■	■
悬浮物 (mg/L)		■	■	■	■
				■	■
		■	■	■	■
				■	■
		■	■	■	■
				■	■
化学需氧量 (mg/L)		■	■	■	■
				■	■
		■	■	■	■
				■	■
		■	■	■	■
				■	■
	■	■	■	■	
			■	■	
无机氮 (mg/L)		■	■	■	■
				■	■

检测项目	时间	施工前		施工期	
		2016年11月(秋季)		2020年11月(秋季)	
		点位	检测结果	点位	检测结果
无机磷 (mg/L)					
无机磷 (mg/L)					
油类 (mg/L)					

从两次调查监测的均值变化可以看出，2020年11月施工期秋季海水监测，所有点位（Z1~Z6）的悬浮物含量、化学需氧量、无机磷含量有所下降；pH值、溶解氧含量、无机氮含量有所升高，油类含量Z1~Z4站位有所升高，Z5~Z6站位有所下降。

海水水质评价结果进行对比，详见表 7.1-22。

表 7.1-22 施工前后海水水质项目评价对比

检测项目	时间	施工前		施工期	
		2016年11月（秋季）		2020年11月（秋季）	
		超标站位/个	超标率/%	超标站位/个	超标率/%
pH		■	■	■	■
溶解氧		■	■	■	■
悬浮物（人为增量）		■	■	■	■
化学需氧量		■	■	■	■
无机氮		■	■	■	■
活性磷酸盐		■	■	■	■
油类		■	■	■	■

根据环境影响报告书，施工前2016年11月秋季调查海域水体中pH值、无机氮含量、活性磷酸盐含量、油类含量符合相应的海水水质标准；溶解氧含量一类海水超标率100%；化学需氧量含量一类海水超标率16.7%。

施工期2020年11月秋季监测海域水体中，溶解氧含量、悬浮物人为增量、化学需氧量含量、活性磷酸盐含量以及pH值均符合相应海水水质标准；无机氮含量由一类海水水质不超标变化为超标率100%，油类含量由一类海水水质不超标变化为超标率66.7%。

8.1.3.2 施工期沉积物影响分析

将工程周边海域施工期2020年4月春季的沉积物监测结果（石油类、铜、锌）与环境影响报告书中施工前春季调查结果进行比较，详见表 7.1-23。

表 7.1-23 施工前后沉积物监测结果比较

检测因子	时间	施工前	施工期
		2016年5月（春季）	2020年4月（春季）

	点位	检测结果	点位	检测结果
石油类 (10 ⁻⁶)	2	■	■	■
	11	┆	■	■
	14	■	■	■
	21	■	■	■
	23	■	■	■
	24	■	■	■
铜 (10 ⁻⁶)	2	■	■	■
	11	┆	■	■
	14	■	■	■
	21	■	■	■
	23	■	■	■
	24	■	■	■
锌 (10 ⁻⁶)	2	■	■	■
	11	┆	■	■
	14	■	■	■
	21	■	■	■
	23	■	■	■
	24	■	■	■

与施工前相比，施工期 2020 年 4 月春季沉积物锌含量变化较小，其中 Z1、Z4 含量略微升高，Z3 略微下降，Z5、Z6 基本持平；所有站位铜的含量均有所下降，所有站位石油类含量均有所升高，但各监测项目均满足相应的功能区划沉积物标准要求（第一类沉积物质量标准），未发现工程施工对周边海域沉积物环境产生不利影响。

8.1.3.3 施工期海洋生态影响分析

(1) 春季

1) 叶绿素 a 及初级生产力

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查海域叶绿素 a 表层含量均值为 49.6mg/m³，含量范围（7.7~113.6）mg/m³；底层叶绿素 a 含量均值为 6.2mg/m³，含量范围（2.3~13.6）mg/m³。调查海域初级生产力均值

10693mgC/m²·d, 范围 (3719-24964) mgC/m²·d。

工程施工期春季 2020 年 4 月调查海域叶绿素 a 表层含量均值为 0.38 mg/m³, 含量范围 (0.24~0.68) mg/m³; 底层叶绿素 a 含量均值为 0.41mg/m³, 含量范围 (0.24~0.44)mg/m³。初级生产力水平均值 281.08 mg·C/m²·d, 范围(138.53~409.65) mg·C/m²·d。施工前后相比, 均值变化有所下降。

7.1-24 施工前后叶绿素 a 和初级生产力监测结果比较

检测因子	时间	施工前		施工期				
		2016 年 5 月 (春季)		2020 年 4 月 (春季)				
		点位	检测结果	点位	检测结果			
叶绿素 a (mg/m ³)	2	表层	■	■	表层	大潮期	■	
						小潮期	■	
		底层	■		底层	大潮期	■	
						小潮期	■	
	11	/		■	表层	大潮期	■	
						小潮期	■	
					底层	大潮期	■	
						小潮期	■	
	14	表层	■	■	表层	大潮期	■	
						小潮期	■	
		底层	■		底层	大潮期	■	
						小潮期	■	
	21	表层	■	■	表层	大潮期	■	
						小潮期	■	
		底层	■		底层	大潮期	■	
						小潮期	■	
	23	表层	■	■	表层	大潮期	■	
						小潮期	■	
		/	/		/	底层	大潮期	■
							小潮期	■

检测因子	时间	施工前		施工期			
		2016年5月(春季)		2020年4月(春季)			
		点位	检测结果	点位	检测结果		
	24	■	■	Z6	表层	大潮期	■
						小潮期	■
		■			底层	大潮期	■
						小潮期	■
初级生产力 (mg·C/m ² ·d)	2	■	■	Z1	大潮期		■
					小潮期		■
	11		■	Z2	大潮期		■
					小潮期		■
	14	■	■	Z3	大潮期		■
					小潮期		■
初级生产力 (mg·C/m ² ·d)	21	■	■	Z4	大潮期		■
					小潮期		■
	23	■	■	Z5	大潮期		■
					小潮期		■
	24	■	■	Z6	大潮期		■
					小潮期		■

2) 浮游植物

A. 种类组成

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间获得浮游植物样品共鉴定浮游植物 2 门 56 种。其中硅藻 47 种，占 83.93%；甲藻 9 种，占 16.07%。

相较工程施工前春季浮游植物种类组成，施工期春季 2020 年 4 月调查期间获得浮游植物样品共鉴定浮游植物 4 门 5 纲 11 目 15 科 22 属 46 种。其中硅藻门 31 种，占总种数的 67.39%；甲藻门 12 种，占总种数的 26.09%；蓝藻门 2 种，占总种数的 4.35%，绿藻门 1 种，占总种数的 2.17%。种类主要组成相比有所增多，种类数量相差不大。

B. 主要优势种类

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间，浮游植物优势种为劳氏角毛藻、尖刺伪菱形藻、菱形海线藻、丹麦细柱藻。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间浮游植物优势种为菱软几内亚藻、夜光藻、并基角毛藻、洛氏角毛藻、印度角毛藻、密聚角毛藻和菱形海线藻。与工程施工前春季调查相比，优势种种类和数量均有所增加。

C.细胞数量

根据环境影响报告书，施工前 2016 年 5 月调查期间，浮游植物细胞丰度在 $(0.1\sim 112.4) \times 10^6$ 个/m³ 之间，均值为 23.0×10^6 个/m³。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间浮游植物细胞 $(2.41\sim 7.27) \times 10^4$ cells/m³，均值为 4.08×10^4 cells/m³。

施工期与施工前调查相比，所有站位丰度下降，种类数差别不大。具体结果见下表。

表 7.1-25 施工前与施工期浮游植物丰度对比

施工前			施工期		
2016 年 5 月（春季）			2020 年 4 月（春季）		
点位	丰度（10 ⁶ 个/m ³ ）	种类数	点位	密度（10 ⁶ cells/m ³ ）	种类数
2	■	■	Z1	■	■
11	┆	┆	Z2	■	■
14	■	■	Z3	■	■
21	■	■	Z4	■	■
23	■	■	Z5	■	■
24	■	■	Z6	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书，施工前 2016 年 5 月调查期间，浮游植物多样性指数 (H') 均值为 2.17；均匀度 (J) 均值为 0.50；丰富度指数 (D) 均值为 1.49。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间浮游植物多样性指数 (H') 均值为 2.697；均匀度 (J) 均值为 0.619；丰富度指数 (D) 均值为 2.132。

与施工前相比，Z1~Z5 站位浮游植物多样性指数、均匀度、丰富度指数均有所升高，Z6 站位浮游植物多样性指数、均匀度有所下降，丰富度升高，具体情况见下表。

表 7.1-26 施工前与施工期浮游植物多样性指数、均匀度、丰富度对比

施工前	施工期
-----	-----

2016年5月(春季)			2020年4月(春季)				
点位	多样性指数 (H')	均匀度(J)	丰富度 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度(J)	丰富度 (D)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	■	■	■	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	■	■	■	Z5	■	■	■
24	■	■	■	Z6	■	■	■

3) 浮游动物

A. 种类组成

施工前春季 2016 年 5 月调查期间共鉴定浮游动物 38 种（含浮游幼虫（体和仔鱼）。其中节肢动物 18 种、毛颚动物 1 种，原生动物 1 种、被囊类 2 种。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间共鉴定出浮游动物 91 种和浮游幼体 14 种。桡足类 50 种，占总种类数的 47.62%；刺胞动物 18 种，占总种类数的 17.14%；浮游幼体类 14 种，占总种类数的 13.33%；毛颚类 11 种，占总种类数的 10.48%；被囊类 5 种，占总种类数的 4.76%；枝角类 4 种，占总种类数的 3.81%；介形类 2 种，占总种类数的 1.90%；端足类 1 种，占总种类数的 0.95%。

相较工程施工前春季浮游动物种类组成显著增多，种类数量也明显增多。

B. 主要优势种类

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间，该海域浮游动物优势种为夜光虫、正型莹虾、小齿海樽、截拟平头水蚤、刺尾纺锤水蚤等。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间浮游动物优势种为繆勒海樽克氏亚种、半索类的柱头幼虫、小拟哲水蚤、桡足幼体、尖尾海萤、锥形宽水蚤和强额拟哲水蚤。与工程施工前春季调查相比，浮游动物优势种类有变化，优势种数量有所增加。

C. 浮游动物生物量及丰度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间，海区浮游动物生物量波动在 (29.0~608.8) mg/m^3 ，均值 205.2 mg/m^3 ；丰度变化范围为 (39~1927) 个/ m^3 ，均值 370 个/ m^3 。

施工期 2020 年 4 月调查期间，调查海区浮游动物生物量（湿重）变化范围为（139.52~471.92） mg/m^3 ，平均值为 266.91 mg/m^3 ；丰度介于（1964.8~3502.5） ind/m^3 之间，平均丰度为 2846.4 ind/m^3 。

施工期与施工前相比，所有站位（Z1~Z6）浮游动物的种类数和丰度都呈上升趋势，Z3、Z5 的生物量有所上升，Z1、Z4、Z6 的生物量有所降低。具体情况见下表。

表 7.1-27 施工前与施工期浮游动物丰度对比

施工前				施工期			
2016年5月(春季)				2020年4月(春季)			
点位	种类数	丰度 (个/m ³)	生物量 (mg/m ³)	点位	种类数	密度 (ind/m ³)	生物量 (mg/m ³)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	丨	丨	丨	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	■	■	■	Z5	■	■	■
24	■	■	■	Z6	■	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书,施工前春季2016年5月调查海域浮游动物生物多样性指数(H')均值为2.99;均匀度(J)均值为0.72;丰富度指数(D)均值为1.78。

施工期春季2020年4月调查期间浮游动物多样性指数(H')均值为3.290;均匀度(J)均值为0.579;丰富度指数(D)均值为4.160。

由下表可知,施工期与施工前相比,Z1浮游动物多样性指数、均匀度指数和丰富度指数均增加,Z3~Z6的多样性指数和均匀度指数相差不大,丰富度指数有所增加。项目施工过程中施工海域浮游动物受到影响较小。

表 7.1-28 施工前与施工期浮游动物多样性指数、均匀度、丰富度指数对比

施工前				施工期			
2016年5月(春季)				2020年4月(春季)			
点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	丨	丨	丨	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	■	■	■	Z5	■	■	■
24	■	■	■	Z6	■	■	■

4) 底栖生物

A. 种类组成

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间共鉴定出底栖生物 167 种。其中以环节动物门多毛类共 79 种、软体动物门 43 种、节肢动物 31 种、棘皮动物 8 种、脊索动物 2 种，星虫动物门、纽形动物、螭虫动物门各 1 种。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间共鉴定底栖生物 4 大门类 15 种。其中，环节动物种类数最多，有 12 种，占总种类数的 80.00%；纽形动物、星虫动物和棘皮动物均有 1 种，各占总种类数的 6.67%。相较工程施工前春季底栖生物种类组成和种类数量有所减少。

B. 主要优势种类

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间，该海域底栖生物优势种主要有丝异须虫、加州齿吻沙蚕、深沟毛虫等。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间底栖生物优势种为背蚓虫、脑纽虫属、不倒翁虫、奇异稚齿虫、寡鳃齿吻沙蚕和洼颚倍棘蛇尾。与工程施工前春季调查相比，底栖生物优势种类有变化，优势种数量有所增加。

C. 生物量及密度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间底栖生物的生物量在 (1.8~61.0) g/m²，均值为 18.3g/m²。栖息密度在 (85~625) 个/m²，均值为 344 个/m²。

施工期 2020 年 4 月调查期间，底栖生物生物量变化范围为 (0.13~0.30)g/m²，平均生物量为 0.20g/m²。栖息密度变化范围为 (10.0~30.0) ind/m²，平均栖息密度为 17.2 ind/m²。

相比施工期，调查海域平均底栖生物生物量和平均栖息密度均减少，具体情况如下表所示。

表 7.1-29 施工前与施工期底栖生物生物量与丰度对比

施工前				施工期			
2016 年 5 月 (春季)				2020 年 4 月 (春季)			
点位	种类数	丰度 (个/m ²)	生物量 (mg/m ²)	点位	种类数	栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)
2	/	■	■	Z1	2	■	■
11	/	I	I	Z2	4	■	■
14	/	■	■	Z3	3	■	■
21	/	■	■	Z4	8	■	■

23	/	■	■	Z5	4	■	■
24	/	■	■	Z6	6	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查底栖生物多样性指数 (H') 均值为 3.78；均匀度 (J) 均值为 0.86；丰富度指数 (D) 均值为 3.68。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间底栖生物多样性指数 (H') 均值为 1.982；均匀度 (J) 均值为 0.973；丰富度指数 (D) 均值为 1.446。

与施工前相比所有站位 (Z1~Z6) 底栖生物均匀度指数相差不大，多样性指数和丰富度指数均下降，工程施工对调查海域底栖生物有一定影响。

表 7.1-30 施工前与施工期底栖生物多样性指数、均匀度、丰富度指数对比

施工前				施工期			
2016 年 5 月 (春季)				2020 年 4 月 (春季)			
点 位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点 位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	■	■	■	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	■	■	■	Z5	■	■	■
24	■	■	■	Z6	■	■	■

5) 潮间带生物

A.种类组成

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间共鉴定出潮间带生物 63 种。其中以环节动物门多毛类占优势共 23 种、软体动物门 19 种、节肢动物 17 种，棘皮动物、头索动物、纽形动物、腕足动物各 1 种。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间共鉴定出潮间带生物 6 大门类 48 种。其中，软体动物的种类数最多，有 17 种，占总种类数的 35.42%；环节动物 16 种，占总种类数的 33.33%；节肢动物有 12 种，占总种类数的 25.00%；纽形动物、扁形动物和脊索动物各有 1 种，分别占总种数的 2.08%。相较工程施工前春季潮间带生物种类组成，种类数量略有降低。

B.主要优势种类

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间，该海域潮间带生物优势种主要有活额寄居蟹、紫藤斧蛤、镰形叶钩虾、塞切尔泥钩虾等。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间潮间带生物优势种为日本稚齿虫、背蚓虫、独指虫、膜质伪才女虫、双唇索沙蚕、细丝鳃虫、腺带刺沙蚕和脑纽虫属。与工程施工前春季调查相比，潮间带生物优势种类有变化，优势种数量有所增加。

C.生物量及栖息密度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间底栖生物的生物量均值为 21.7g/m²。栖息密度均值为 2102 个/m²。

施工期 2020 年 4 月调查期间，底栖生物生物量变化范围为(0.15~0.72)g/m²，平均生物量为 0.33g/m²。栖息密度变化范围为（16.0~56.0）ind/m²，平均栖息密度为 29.6 ind/m²。

施工期相比施工前，调查海域潮间带生物量和平均栖息密度均减少，具体情况如下表所示。

表 7.1-31 施工前与施工期潮间带生物生物量、平均栖息密度对比

施工前				施工期					
2016 年 5 月（春季）				2020 年 4 月（春季）					
点位		丰度 (个/m ²)	生物量 (g/m ²)	点位		种类数		栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)
						定性	定量		
C2	高潮区	■	■	C1	高潮区	■	■	■	■
	中潮区	■	■		中潮区	■	■	■	■
	低潮区	■	■		低潮区	■	■	■	■
C3	高潮区	■	■	C2	高潮区	■	■	■	■
	中潮区	■	■		中潮区	■	■	■	■
	低潮区	■	■		低潮区	■	■	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查潮间带生物多样性指数 (H') 均值为 2.00；均匀度 (J) 均值为 0.66；丰富度指数 (D) 均值为 1.39。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间潮间带多样性指数 (H') 均值为 2.601；均匀度 (J) 均值为 0.957；丰富度指数 (D) 均值为 1.742。

施工期与施工前相比，C1 潮间带高潮区、中潮区、低潮区的生物多样性指

数均有增加，C2 潮间带高潮区的生物多样性指数差别不大，中潮区的生物多样性指数有所增加，低潮期的生物多样性指数有所下降。具体情况见下表。

表 7.1-32 施工前与施工期多样性指数、均匀度、丰富度对比

施工前				施工期			
2016 年 5 月（春季）				2020 年 4 月（春季）			
点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
C2	高潮区	■	■	C1	高潮区	■	■
	中潮区	■	■		中潮区	■	■
	低潮区	■	■		低潮区	■	■
C3	高潮区	■	■	C2	高潮区	■	■
	中潮区	■	■		中潮区	■	■
	低潮区	■	■		低潮区	■	■

(2) 秋季

1) 叶绿素 a 及初级生产力

根据环境影响报告书，工程施工前秋季 2016 年 11 月调查海域叶绿素 a 表层含量均值为 8.1mg/m³，含量范围 (3.2~17.2) mg/m³；底层叶绿素 a 含量均值为 7.6mg/m³，含量范围 (3.7~17.2) mg/m³。调查海域初级生产力均值 2103mgC/m²·d，范围 (98-4727) mgC/m²·d。

工程施工期秋季 2020 年 11 月调查海域叶绿素 a 表层含量均值为 0.52 mg/m³，含量范围 (0.44~0.68) mg/m³；底层叶绿素 a 含量均值为 0.41mg/m³，含量范围 (0.24~0.44) mg/m³。初级生产力水平均值 80.57 mg·C/m²·d，范围 (65.54~101.29) mg·C/m²·d。

施工期监测位置 Z1、Z3、Z4 有临近点位可进行数据对比，根据这 3 个站位的数据对比，叶绿素和初级生产力均有所下降。

表 7.1-33 施工前后叶绿素 a 和初级生产力监测结果比较

检测因子	时间	施工前		施工期		
		2016 年 11 月（秋季）		2020 年 11 月（秋季）		
		点位	检测结果	点位	检测结果	
叶绿素 a (mg/m ³)	2	■	■	Z1	■	■
		■	■		■	■

检测因子	时间	施工前		施工期						
		2016年11月(秋季)		2020年11月(秋季)						
		点位	检测结果	点位	检测结果					
叶绿素 a (mg/m ³)	11			Z2	■	■	■			
						■	■			
		14	■	■	Z3	■	■	■		
							■	■		
			21	■		■	Z4	■	■	■
									■	■
	23	■		Z5	■	■	■			
						■	■			
	24	■		Z6	■	■	■			
						■	■			
		2	■		■	Z1	■	■	■	
								■	■	
	11			Z2	■	■	■			
						■	■			
	14			Z3	■	■	■			
						■	■			
	21	■	■	Z4	■	■	■			
						■	■			
	23			Z5	■	■	■			
						■	■			
	24	/	/	Z6	■	■	■			
						■	■			

检测因子 \ 时间	施工前		施工期	
	2016年11月(秋季)		2020年11月(秋季)	
	点位	检测结果	点位	检测结果
				■

2) 浮游植物

A. 种类组成

根据环境影响报告书,工程施工前秋季2016年11月调查期间获得浮游植物样品共鉴定浮游植物3门29种。其中硅藻23种,占79.3%;甲藻5种,占17.2%;蓝藻1种,占3.4%。

施工期秋季,2020年11月调查期间获得浮游植物样品共鉴定浮游植物2门3纲9目15科36属81种。其中硅藻门54种,占总种数的66.67%;甲藻门27种,占总种数的33.33%。相较工程施工前秋季浮游植物种类组成,种类主要组成相差不大,种类数量有所增加。

B. 主要优势种类

根据环境影响报告书,工程施工前秋季2016年11月调查期间,浮游植物优势种为星脐圆筛藻、虹彩圆筛藻、束毛藻、琼氏圆筛藻、尖刺伪菱形藻、劳氏角毛藻。

施工期秋季2020年11月调查期间浮游植物优势种为旋链角毛藻、塔形冠盖藻、尖刺菱形藻、掌状冠盖藻、中肋骨条藻、洛氏角毛藻和细弱海链藻。与工程施工前秋季调查相比,优势种有所增加。

C. 细胞数量

根据环境影响报告书,施工前2016年11月调查期间,浮游植物细胞丰度在 $(0.2\sim 1.5)\times 10^4$ 个/ m^3 之间,均值为 0.7×10^4 个/ m^3 。

施工期秋季2020年11月调查期间浮游植物细胞 $(8.56\sim 931.05)\times 10^4$ cells/ m^3 ,均值为 452.64×10^4 cells/ m^3 。

施工期监测位置Z1、Z3、Z4有邻近点位可进行数据对比,根据这3个站位的数据对比,施工期与施工前相比,密度和种类数均显著增长,具体情况见下表。

表 7.1-34 施工前与施工期浮游植物丰度对比

施工前			施工期		
2016年11月(秋季)			2020年11月(秋季)		
点位	丰度 (10 ⁴ 个/m ³)	种类数	点位	密度 (10 ⁴ cells/m ³)	种类数
2	■	■	Z1	■	■
11	■	■	Z2	■	■
14	■	■	Z3	■	■
21	■	■	Z4	■	■
23	■	■	Z5	■	■
24	■	■	Z6	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书，施工前 2016 年 11 月调查期间，浮游植物多样性指数 (H') 均值为 2.51；均匀度 (J) 均值为 0.93；丰富度指数 (D) 均值为 1.64。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间浮游植物多样性指数 (H') 均值为 3.297；均匀度 (J) 均值为 0.601；丰富度指数 (D) 均值为 3.304。

施工期监测位置 Z1、Z3、Z4 有临近点位可进行数据对比，根据这 3 个站位的数据对比，Z1、Z4 浮游植物多样性指数、丰富度指数均有所升高，均匀度略微下降，Z3 多样性指数、均匀度略微下降，丰富度指数有所增长。

表 7.1-35 施工前与施工期浮游植物多样性指数、均匀度、丰富度对比

施工前				施工期			
2016年11月(秋季)				2020年11月(秋季)			
点位	多样性指数 (H')	均匀度(J)	丰富度 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度(J)	丰富度 (D)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	■	■	■	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	■	■	■	Z5	■	■	■
24	/	/	/	Z6	■	■	■

3) 浮游动物

A.种类组成

施工前秋季 2016 年 11 月调查期间共鉴定浮游动物 67 种 (含浮游幼虫 (体))

和仔鱼)。其中节肢动物 42 种、腔肠动物 7 种、毛颚动物 4 种、被囊类 3 种。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间共鉴定出浮游动物 83 种和浮游幼体类 12 种。桡足类种类 51 种, 占 53.68%; 刺胞动物 20 种, 占 21.05%; 浮游幼体类 12 种, 占 12.63%; 被囊类和毛颚类各 4 种, 各占总种类数的 4.21%; 十足类 2 种, 占 2.11%; 介形类和枝角类各有 1 种, 各 1.05%。相较工程施工前秋季浮游动物种类组成略有增多, 种类数量也明显增多。

B.主要优势种类

根据环境影响报告书, 工程施工前秋季 2016 年 11 月调查期间, 该海域浮游动物优势种为亚强真哲水蚤、肥胖箭虫、百陶箭虫、近缘大眼剑水蚤、强壮箭虫、拟长腹剑水蚤等。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间浮游动物优势种为小拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、桡足幼体、亚强次真哲水蚤、桡足类无节幼体、锥形宽水蚤、短角长腹剑水蚤、近缘大眼剑水蚤和小毛猛水蚤。与工程施工前秋季调查相比, 浮游动物优势种类有变化, 优势种数量有所增加。

C.浮游动物生物量及丰度

根据环境影响报告书, 施工前秋季 2016 年 5 月调查期间, 海区浮游动物生物量波动在 (14~3352) mg/m^3 , 均值 395 mg/m^3 ; 丰度变化范围为 (23~543) 个/ m^3 , 均值 179 个/ m^3 。

施工期 2020 年 11 月调查期间, 调查海区浮游动物生物量(湿重)变化范围为 (767.56~1753.24) mg/m^3 , 平均值为 1138.88 mg/m^3 ; 丰度介于 (1991.6~6988.2) ind/m^3 之间, 平均丰度为 5138.8 ind/m^3 。

表 7.1-36 施工前与施工期浮游动物丰度对比

施工前				施工期			
2016 年 11 月 (秋季)				2020 年 11 月 (秋季)			
点位	种类数	丰度 (个/ m^3)	生物量 (mg/m^3)	点位	种类数	密度 (ind/m^3)	生物量 (mg/m^3)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	丨	丨	丨	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	丨	丨	丨	Z5	■	■	■
24	丨	丨	丨	Z6	■	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书,施工前秋季 2016 年 11 月调查海域浮游动物生物多样性指数 (H') 均值为 3.12; 均匀度 (J) 均值为 0.73; 丰富度指数 (D) 均值为 2.14。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间浮游动物多样性指数 (H') 均值为 3.634; 均匀度 (J) 均值为 0.656; 丰富度指数 (D) 均值为 3.564。

施工期监测位置 Z1、Z3、Z4 有临近点位可进行数据对比,根据这 3 个站位的数据对比,施工期与施工前相比浮游动物多样性略有增加,Z3 均匀性指数略微下降,项目施工过程中施工海域浮游动物受到影响较小。

表 7.1-37 施工前与施工期浮游动物多样性指数、均匀度、丰富度指数对比

施工前				施工期			
2016 年 11 月 (秋季)				2020 年 11 月 (秋季)			
点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	┆	┆	┆	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	┆	┆	┆	Z5	■	■	■
24	┆	┆	┆	Z6	■	■	■

4) 底栖生物

A.种类组成

根据环境影响报告书,施工前秋季 2016 年 11 月调查期间共鉴定出底栖生物 86 种。其中以环节动物门多毛类共 42 种、软体动物门 28 种、节肢动物 9 种、棘皮动物 4 种、扁形动物门、纽形动物、蠕虫动物门各 1 种。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间共鉴定底栖生物 6 大门类 49 种。其中,环节动物种类数最多有 32 种,占 65.31%; 节肢动物 7 种,占 14.29%; 其他动物 4 种,占 8.16%; 棘皮动物 3 种,占 6.12%; 软体动物 2 种,占 4.08%; 纽形动物 1 种,占 2.04%。相较工程施工前秋季底栖生物种类组成和种类数量有所减少。

B.主要优势种类

根据环境影响报告书，工程施工前秋季 2016 年 11 月调查期间，该海域底栖生物优势种主要有短吻铲荚蛭、刚鳃虫、深沟毛虫、丝异须虫、背蚓虫、加州齿吻沙蚕、双形拟单指虫等。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间浮游动物优势种为短吻铲荚蛭、脑纽虫属、洼颚倍棘蛇尾、寡鳃齿吻沙蚕、背蚓虫和日本稚齿虫。与工程施工前秋季调查相比，浮游动物优势种类有变化，优势种类和数量变化不大。

C.生物量及密度

根据环境影响报告书，施工前秋季 2016 年 11 月调查期间底栖生物的生物量在 (0.4~50.0) g/m²，均值为 5.6 g/m²。栖息密度在 (40~910) 个/m²，均值为 249 个/m²。

施工期 2020 年 11 月调查期间，底栖生物生物量变化范围为 (1.43~18.43) g/m²，平均生物量为 9.24g/m²。栖息密度变化范围为 (63.3~220.0) ind/m²，平均栖息密度为 100.0ind/m²。

施工期监测位置 Z1、Z3、Z4 有临近点位可进行数据对比，根据这 3 个站位的数据对比，相比施工前，Z1 底栖生物生物量和平均栖息密度均增加，Z3、Z4 底栖生物生物量减少，平均栖息密度增加。

表 7.1-38 施工前与施工期底栖生物生物量与丰度对比

施工前			施工期			
2016 年 11 月 (秋季)			2020 年 11 月 (秋季)			
点位	丰度 (个/m ²)	生物量 (mg/m ²)	点位	种类数	栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)
2	■	■	Z1	■	■	■
11	┆	┆	Z2	■	■	■
14	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	Z4	■	■	■
23	┆	┆	Z5	■	■	■
24	┆	┆	Z6	■	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书，施工前秋季 2016 年 11 月调查底栖生物生物多样性指数 (H') 均值为 3.07；均匀度 (J) 均值为 0.82；丰富度指数 (D) 均值为 2.46。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间底栖生物多样性指数 (H') 均值为 3.778；

均匀度 (J) 均值为 0.925; 丰富度指数 (D) 均值为 3.777。

施工期监测位置 Z1、Z3、Z4 有临近点位可进行数据对比, 根据这 3 个站位的数据对比, 与施工前相比, Z1、Z3、Z4 底栖生物多样性指数有所增加, 均匀度指数降低, 丰富度指数相差不大。

表 7.1-39 施工前与施工期底栖生物多样性指数、均匀度、丰富度指数对比

施工前				施工期			
2016 年 11 月 (秋季)				2020 年 11 月 (秋季)			
点 位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点 位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	█	█	█	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	█	█	█	Z5	■	■	■
24	█	█	█	Z6	■	■	■

5) 潮间带生物

A. 种类组成

根据环境影响报告书, 施工前秋季 2016 年 11 月调查期间共鉴定出潮间带生物 24 种。其中软体动物门占优势、环节动物门 2 种, 软体动物门 13 种, 节肢动物 9 种。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间共鉴定出潮间带生物 5 大门类 23 种。其中, 节肢动物的种类数最多, 有 10 种, 占 43.48%; 软体动物 9 种, 占 39.13%; 环节动物 2 种, 占 8.70%; 毛颚动物和刺胞动物各有 1 种, 分别占 4.35%。相较工程施工前秋季潮间带生物种类组成略有增加, 种类数量变化不大。

B. 主要优势种类

根据环境影响报告书, 工程施工前秋季 2016 年 11 月调查期间, 该海域潮间带生物优势种主要有艾氏活额寄居蟹、菲律宾蛤仔、纵带滩栖螺等。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间潮间带生物优势种为膜囊尖锥虫。与工程施工前春季调查相比, 潮间带生物优势种类有变化, 优势种数量有所增加。

C. 生物量及栖息密度

根据环境影响报告书, 施工前秋季 2016 年 11 月调查期间底栖生物的生物量

均值为 200.4g/m²。栖息密度均值为 64 个/m²。

施工期 2020 年 11 月调查期间，底栖生物生物量变化范围为（0.32~24.92）g/m²，平均生物量为 7.20g/m²。栖息密度变化范围为（12.0~56.0）ind/m²，平均栖息密度为 22.4 ind/m²。

相比施工前，调查海域平均潮间带生物生物量和平均栖息密度有所减少。

表 7.1-40 施工前与施工期潮间带生物生物量、平均栖息密度对比

施工前				施工期					
2016 年 11 月（秋季）				2020 年 11 月（秋季）					
点位		丰度 (个/m ²)	生物量 (g/m ²)	点位		种类数		栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)
						定性	定量		
C2	/	█	█	C1	高潮区	█	█	█	█
	中潮区	█	█		中潮区	█	█	█	█
	低潮区	█	█		低潮区	█	█	█	█
C3	高潮区	█	█	C2	高潮区	█	█	█	█
	中潮区	█	█		中潮区	█	█	█	█
	低潮区	█	█		低潮区	█	█	█	█

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书，施工前秋季 2016 年 11 月调查潮间带生物多样性指数（H'）均值为 2.00；均匀度（J）均值为 0.66；丰富度指数（D）均值为 1.39。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间潮间带多样性指数（H'）均值为 2.601；均匀度（J）均值为 0.957；丰富度指数（D）均值为 1.742。与施工前相比，C1 低潮区潮间带生物多样性指数略有增加，中潮区略有减少，C2 中潮区潮间带生物多样性指数减少。

表 7.1-41 施工前与施工期多样性指数、均匀度、丰富度对比

施工前				施工期					
2016 年 11 月（秋季）				2020 年 11 月（秋季）					
点位		多样性指 数 (H')	均匀度指 数 (J)	丰富度指 数 (D)	点位		多样性指 数 (H')	均匀度指 数 (J)	丰富度指 数 (D)
C2	高潮区	█	█	█	C1	高潮区	█	█	█
	中潮区	█	█	█		中潮区	█	█	█
	低潮区	█	█	█		低潮区	█	█	█
C3	高潮区	█	█	█	C2	高潮区	█	█	█
	中潮区	█	█	█		中潮区	█	█	█

低潮区	■	■	■	低潮区	■	■	■
注：“ ”表示该指数无法计算。							

8.1.3.4 施工期渔业资源影响分析

(1) 春季

1) 鱼卵仔鱼

A.种类组成

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间捕获鱼卵 1861 枚，捕获仔稚鱼 68 尾，共鉴定出 21 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼主要是鳊科、鲢科、带鱼科、鲈科、鲟科、石首鱼科、长鲳科、马鲛科、鲱科、狗母鱼科、鲳科、鲱科、大眼鲷科和金线鱼科。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间共捕获鱼卵数量为 9927 粒，共鉴定 9 种鱼卵，分别为鳊科、鲟科、鲢科、鲱科、鲈科、石首鱼科、鲱科、狗母鱼科和鲟科。捕获仔鱼数量为 995 尾，共鉴定仔稚鱼 8 种，鲟科、鲢科、鲱科、石首鱼科、鲱科、金线鱼科、鲈科和狗母鱼科。相比施工前种类组成相差不大。

B.密度分布

①鱼卵密度分布

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间鱼卵捕获数量范围为 77 枚/网~223 枚/网，平均为 143.15 枚/网。密度变化范围为 591.31×10^{-3} 枚/ m^3 ~ 1712.49×10^{-3} 枚/ m^3 ，平均为 1099.32×10^{-3} 枚/ m^3 。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间鱼卵网获量在 (194.0~4058.0) 粒/网之间，平均值为 1582.0 粒/网。丰度范围在 (10.38~24.80) 粒/ m^3 之间，平均值为 16.97 粒/ m^3 。与施工前相比鱼卵丰度有所增加。

表 7.1-42 施工前与施工期鱼卵的密度分布对比

施工前			施工期		
2016 年 5 月 (春季)			2020 年 4 月 (春季)		
点位	数量 (枚)	密度 (枚/ m^3)	点位	数量 (粒/网)	密度 (粒/ m^3)
2	■	■	Z1	■	■
11	■	■	Z2	■	■
14	■	■	Z3	■	■
21	■	■	Z4	■	■

23	█	█	Z5	█	█
24	/	/	Z6	█	█

②仔稚鱼密度分布

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月采获仔稚鱼数量范围（0~30）尾/网，平均为 5.85 尾/网；密度变化范围为 0.00×10^{-3} 尾/ m^3 ~ 230.38×10^{-3} 尾/ m^3 平均为 44.89×10^{-3} 尾/ m^3 。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间仔稚鱼网获量在（10.0~383.0）尾/网之间，平均值为 149.8 尾/网。仔鱼的丰度在（1.54~5.60）尾/ m^3 之间，平均值为 3.67 尾/ m^3 。

表 7.1-43 施工前与施工期仔稚鱼的密度分布

施工前			施工期		
2016 年 5 月（春季）			2020 年 4 月（春季）		
点位	数量（尾）	密度（尾/ m^3 ）	点位	数量（尾/网）	密度（尾/ m^3 ）
2	█	█	Z1	█	█
11	█	█	Z2	█	█
14	█	█	Z3	█	█
21	█	█	Z4	█	█
23	█	█	Z5	█	█
24	█	█	Z6	█	█

2) 游泳动物

A. 渔获物种类组成

根据环境影响报告书，2016 年 5 月调查共鉴定游泳动物 81 种，其中鱼类 40 种，占 49.38%；甲壳类 35 种，占 43.21%；其他类 6 种，占 7.41%。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间，共采获游泳动物 54 种隶属 16 目 36 科 37 属。其中，鱼类 28 种隶属 8 目 22 科，占 51.85%；甲壳类 16 种隶属 2 目 6 科，占 29.63%；头足类 2 种隶属 1 目 1 科，占 3.70%；贝类 8 种隶属 5 目 7 科，占 14.81%。与施工前调查相比采获的游泳动物种类数量略有下降。

B. 资源密度

根据环境影响报告书，2016 年 5 月春季调查期间调查平均游泳动物密度（重量、尾数）为 $467.93 \text{kg}/\text{km}^2$ 、 $62.06 (10^3 \text{ind}/\text{km}^2)$ 。

施工期春季 2020 年 4 月调查期间调查海区游泳动物的资源密度平均为 153.239 kg/km²，范围为（114.165~210.517）kg/km²。资源尾数密度平均值为 17247.9 ind/km²，范围为（12936.5~21946.6）ind/km²。

根据临近点位的对照情况，仅 Z1、Z3 站位有施工前数据可作对比。Z1、Z3 与施工前调查相比游泳动物重量和尾数密度均大幅降低。

表 7.1-44 施工前与施工期重量密度（kg/km²）对比

施工前					施工期				
2016 年 5 月（春季）					2020 年 4 月（春季）				
点位	鱼类	甲壳类	其他	总重量密度	点位	鱼类	甲壳类	其他	总重量密度
2	■	■	■	■	Z1	■	■	■	■
11	丨	丨	丨	丨	Z2	■	■	■	■
14	■	■	■	■	Z3	■	■	■	■
21	丨	丨	丨	丨	Z4	■	■	■	■
23	丨	丨	丨	丨	Z5	■	■	■	■
24	丨	丨	丨	丨	Z6	■	■	■	■

表 7.1-45 施工前与施工期尾数密度（ind/km²）对比

施工前					施工期				
2016 年 5 月（春季）					2020 年 4 月（春季）				
点位	鱼类	甲壳类	其他	总尾数密度	点位	鱼类	甲壳类	其他	总尾数密度
2	■	■	■	■	Z1	■	■	■	■
11	丨	丨	丨	丨	Z2	■	■	■	■
14	■	■	■	■	Z3	■	■	■	■
21	丨	丨	丨	丨	Z4	■	■	■	■
23	丨	丨	丨	丨	Z5	■	■	■	■
24	丨	丨	丨	丨	Z6	■	■	■	■

(2) 秋季

1) 鱼卵仔鱼

A. 种类组成

根据环境影响报告书,施工前秋季 2016 年 11 月调查期间捕获鱼卵 155 枚,捕获仔稚鱼 34 尾,共鉴定出 13 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼主要是鳀科、狗母鱼科、鲷科、鰺科、石首鱼科、篮子鱼科、鲈科、龙头鱼科、鲱科、鲐科、鲷科和鲂鲷科。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间共捕获鱼卵数量为 2 粒,共鉴定 1 种鱼卵,为鲷科。捕获仔鱼数量为 36 尾,共鉴定仔稚鱼 6 种,鲷科、鳀科、鲱科、石首鱼科、鲷科和鲈科。相比施工前种类组成有所减少。

B. 密度分布

① 鱼卵密度分布

根据环境影响报告书,施工前秋季 2016 年 11 月调查期间鱼卵捕获数量范围为 4 枚/网~32 枚/网,平均为 12.92 枚/网。密度变化范围为 30.72×10^{-3} 枚/ m^3 ~ 245.74×10^{-3} 枚/ m^3 ,平均为 99.19×10^{-3} 枚/ m^3 。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间鱼卵网获量在 (0~1.0) 粒/网之间,平均值为 0.2 粒/网。丰度范围在 (0~0.36) 粒/ m^3 之间,平均值为 0.06 粒/ m^3 。与施工前相比鱼卵丰度有所增加。

表 7.1-46 施工前与施工期鱼卵的密度分布

施工前			施工期		
2016 年 11 月 (秋季)			2020 年 11 月 (秋季)		
点位	数量 (枚)	密度 (枚/ m^3)	点位	数量 (粒/网)	密度 (粒/ m^3)
2	■	■	Z1	■	■
11	■	■	Z2	■	■
14	■	■	Z3	■	■
21	■	■	Z4	■	■
23	■	■	Z5	■	■
24	■	■	Z6	■	■
注: “”表示该处无数据。			注: “-”表示未捕获。		

② 仔稚鱼密度分布

根据环境影响报告书,施工前秋季 2016 年 11 月捕获仔稚鱼数量范围(0~30)尾/网,平均为 5.85 尾/网;密度变化范围为 0.00×10^{-3} 尾/ m^3 ~ 230.38×10^{-3} 尾/ m^3 平均为 44.89×10^{-3} 尾/ m^3 。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间仔稚鱼网获量在 (0.0~11.0) 尾/网之间, 平均值为 5.8 尾/网。仔鱼的丰度在 (0.00~0.28) 尾/m³ 之间, 平均值为 0.05 尾/m³。

表 7.1-47 施工前与施工期仔稚鱼的密度分布

施工前			施工期		
2016 年 11 月 (秋季)			2020 年 11 月 (秋季)		
点位	数量 (尾)	密度 (尾/m ³)	点位	数量 (尾/网)	密度 (尾/m ³)
2	■	■	Z1	■	■
11	■	■	Z2	■	■
14	■	■	Z3	■	■
21	■	■	Z4	■	■
23	■	■	Z5	■	■
24	■	■	Z6	■	■
注: “”表示该处无数据。			注: “—”表示未捕获。		

2) 游泳动物

A. 渔获物种类组成

根据环境影响报告书, 2016 年 11 月调查共鉴定游泳动物 95 种, 其中鱼类 44 种, 占总资源生物种类 46.32%; 甲壳类 26 种, 占 27.37%; 贝类 20 种, 占 21.05%; 其他类 6 种, 占 5.26%。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间, 共捕获游泳动物 55 种隶属 14 目 37 科 35 属。其中, 鱼类 24 种隶属 6 目 20 科, 占 43.64%; 甲壳类 20 种隶属 2 目 7 科, 占 36.36%; 头足类 1 种隶属 1 目 1 科, 占 1.82%; 贝类 10 种隶属 5 目 9 科, 占 18.18%。与施工前调查相比捕获的游泳动物种类数量略有下降。

B. 资源密度

根据环境影响报告书, 2016 年 11 月秋季调查期间调查平均游泳动物密度(重量、尾数)为 1656.75kg/km²、142.17 (10³ind/km²)。

施工期秋季 2020 年 11 月调查期间调查海区游泳动物的资源密度平均为 123.034 kg/km², 范围为(77.398~182.161)kg/km²。资源尾数密度平均值为 11371.8 ind/km², 范围为(9196.1~16291.8) ind/km²。

施工期仅有 Z1 站位有临近点位施工前的数据可以作对比, 与施工前调查相比游泳动物重量、尾数密度均下降。具体情况见下表。

表 7.1-48 施工前与施工期重量密度 (kg/km²) 对比

施工前						施工期					
2016年11月(秋季)						2020年11月(秋季)					
点位	鱼类	甲壳类	贝类	其他	总重量密度	点位	鱼类	甲壳类	贝类	头足类	总重量密度
2	■	■	■	■	■	Z1	■	■	■	■	■
11	■	■	■	■	■	Z2	■	■	■	■	■
14	■	■	■	■	■	Z3	■	■	■	■	■
21	■	■	■	■	■	Z4	■	■	■	■	■
23	■	■	■	■	■	Z5	■	■	■	■	■
24	■	■	■	■	■	Z6	■	■	■	■	■
注：“”表示该处无数据。						注：“—”表示未捕获。					

表 7.1-49 施工前与施工期尾数密度 (ind/km²) 对比

施工前						施工期					
2016年11月(秋季)						2020年11月(秋季)					
点位	鱼类	甲壳类	贝类	其他	总尾数密度	点位	鱼类	甲壳类	贝类	头足类	总尾数密度
2	■	■	■	■	■	Z1	■	■	■	■	■
11	■	■	■	■	■	Z2	■	■	■	■	■
14	■	■	■	■	■	Z3	■	■	■	■	■
21	■	■	■	■	■	Z4	■	■	■	■	■
23	■	■	■	■	■	Z5	■	■	■	■	■
24	■	■	■	■	■	Z6	■	■	■	■	■
注：“”表示该处无数据。						注：“—”表示未捕获。					

8.2 调试阶段海洋生态环境调查

本工程于 2021 年 12 月投入调试阶段，2022 年 4 月，针对调试阶段工程海洋生态环境开展了调查。

8.2.1 监测方案

8.2.1.1 监测时间

- (1) 海水水质项目：于 2022 年 4 月春季大、小潮期进行监测。
- (2) 沉积物项目：于 2022 年 4 月春季大潮期进行监测。
- (3) 海洋生态项目：于 2022 年 4 月春季大潮期同步开展调查。
- (4) 渔业资源调查：于 2022 年 4 月春季大潮期同步开展调查。

8.2.1.2 调查监测项目

(1) 海水水质

pH、水温、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮）、活性磷酸盐和油类共 10 项。

(2) 沉积物监测

pH、铜、锌、含水率和油类共 5 项。

(3) 海洋生态调查

叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物定量调查及潮间带生物定量和定性调查共 5 项。

(4) 渔业资源调查

鱼卵、子稚鱼种类组成、数量分布；渔获物种类组成；渔获物生物学特征；优势种分布；渔获量分布和现存相对资源密度。

8.2.1.3 调查站位

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》以及《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》（HJ/T 394-2007），并结合项目环境影响报告书现状调查站位布置情况和监测计划调查站位要求，综合考虑验收调查需要，本项目验收调查监测站位布设与施工期相同，于 2022 年 4 月春季共布设 6 个站位，其中 6 个海水水质监测站位、6 个沉积物监测站位、6 个海洋生态调查站位、6 个渔业资源调查站位和 2 条潮间带监测断面。调查监测站位信息见表 7.2-1，

调查监测站位布设见图 7.2-1。

表 7.2-1 调查监测站位信息表

序号	站位号	经度 (E)	纬度 (N)	调查监测内容
1	Z1	111°26'58.86"	21°23'20.40"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
2	Z2	111°38'00.96"	21°23'54.00"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
3	Z3	111°35'19.20"	21°20'58.68"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
4	Z4	111°40'00.06"	21°23'48.48"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
5	Z5	111°38'39.06"	21°29'56.94"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
6	Z6	111°41'02.76"	21°31'30.24"	水质、沉积物、海洋生态、渔业资源
7	C1	111°31'39.60"	21°31'28.20"	潮间带生物
8	C2	111°37'55.20"	21°31'10.20"	潮间带生物

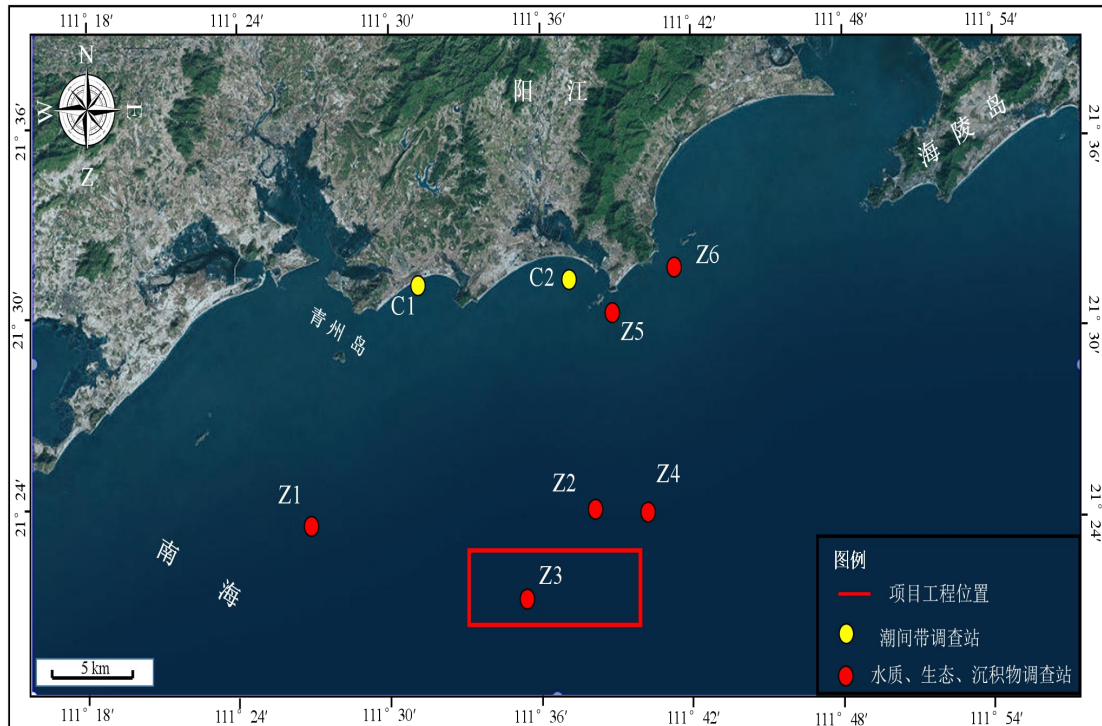


图 7.2-1 施工期和验收期间海洋环境调查监测站位图

8.2.2 调试阶段调查结果与评价

8.2.2.1 海水水质

(1) 评价标准

按照《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》《粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书》，6个水质站位中，Z1~Z4号站海水水质执行《海水水质标准》（3097-1997）海水水质第一类标准，Z5~Z6号站海水水质执行《海水水质标准》（3097-1997）海水水质第二类标准。

（2）监测结果与评价

监测海域各层水体中各检测项目结果见表 7.2-2、表 7.2-3，指数评价结果见表 7.2-4、表 7.2-5。

表 7.2-2 大潮期水质监测结果

站位	层次	水温	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	氨	硝酸盐	亚硝酸盐	无机氮	无机磷	油类
		℃	无量纲	mg/L								
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 7.2-3 小潮期水质监测结果

站位	层次	水温	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	氨	硝酸盐	亚硝酸盐	无机氮	无机磷	油类
		℃	无量纲	mg/L								
Z1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Z6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
平均值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 7.2-4 大潮期水质评价指数 (P_i) 结果

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	无机磷	油类
		一、二类	一类	一类	一类	一类	一、二类
Z1	表层	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	
Z2	表层	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	
Z3	表层	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	
Z4	表层	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	
	底层	■	■	■	■	■	
Z5	表层	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	
Z6	表层	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	

表 7.2-5 小潮期水质评价指数 (P_i) 结果

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	无机磷	油类
		一、二类	一类	一类	一类	一类	一、二类
Z1	表层	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	┆
Z2	表层	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	┆
	底层	■	■	■	■	■	┆
Z3	表层	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	┆
	底层	■	■	■	■	■	┆
Z4	表层	■	■	■	■	■	■
	10m	■	■	■	■	■	┆
	底层	■	■	■	■	■	┆
Z5	表层	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	┆
Z6	表层	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	┆

根据监测结果，监测海域执行一类海水水质标准的 4 个站位中，大潮期和小潮期各层水体 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、无机磷和油类共 6 项评价因子均符合海水第一类水质标准。

监测海域执行一类海水水质标准的 2 个站位中，大潮期和小潮期各层水体 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、无机磷和油类共 6 项评价因子均符合海水第二类水质标准，同时符合第一类水质标准。

8.2.2.2 海洋沉积物

(1) 评价标准

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》、《粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书》的要求，6 个水质站位中 Z1~Z4 号站属于湛江—珠海近海农渔业区、Z5~Z6 号站属于电白—江城农渔业区，均执行沉积物质量一类标准。

(2) 监测结果与评价

海洋沉积物监测结果见表 7.2-6，指数评价结果见表 7.2-7。

根据监测结果，监测海域沉积物中铜、锌、石油类结果均符合第一类海洋沉积物质量标准。

表 7.2-6 沉积物监测结果

站位	pH	铜	锌	含水率	石油类
	无量纲	μg/g		%	×10 ⁻⁶
Z1	■	■	■	■	■
Z2	■	■	■	■	■
Z3	■	■	■	■	■
Z4	■	■	■	■	■
Z5	■	■	■	■	■
Z6	■	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■	■
平均值	■	■	■	■	■

表 7.2-7 沉积物评价 (Pi) 结果

站位	铜	锌	石油类
	一类	一类	一类
Z1	■	■	■
Z2	■	■	■

Z3	■	■	■
Z4	■	■	■
Z5	■	■	■
Z6	■	■	■

8.2.2.3 海洋生态

(1) 叶绿素 a 及初级生产力

调查海域以各站各层水样的平均值作为该站叶绿素 a 的浓度。监测海域海水叶绿素 a 的含量介于 (0.25~0.75) mg/m³ 之间, 平均含量为 0.50 mg/m³。各测站海洋初级生产力水平介于 (25.24~111.43) mg·C/m²·d 之间, 平均值为 69.63 mg·C/m²·d。

表 7.2-8 叶绿素 a 和初级生产力监测结果

监测站位	叶绿素 a 含量 (mg/m ³)		初级生产力 (mg·C/m ² ·d)
	表层	底层	
Z1	■	■	■
Z2	■	■	■
Z3	■	■	■
Z4	■	■	■
Z5	■	■	■
Z6	■	■	■
平均值	■	■	■

(2) 浮游植物

① 种类组成

共鉴定记录浮游植物 3 门 4 纲 11 目 15 科 26 属 80 种。其中硅藻门 57 种, 占总种数的 71.25%; 甲藻门 22 种, 占总种数的 27.50%; 蓝藻门 1 种, 占总种数的 1.25%。

② 数量分布

监测海域各测站浮游植物细胞总数量平均值为 325.34×10⁴ cells/m³, 变化范围为 (24.27~1127.94)×10⁴ cells/m³。其中 Z4 号站细胞总数量最高, 为 1127.94×10⁴ cells/m³, Z5 号站浮游植物细胞总数量最低, 为 24.27×10⁴ cells/m³。

③ 优势种及其优势度

监测海域浮游植物优势种有旋链角毛藻 (*Chaetoceros curvisetus*)、尖刺菱

形藻 (*Nitzschia pungens*) 和夜光藻 (*Noctiluca scintillans*) 共 3 种。

表 7.2-9 监测海域浮游植物优势种及所占比例

序号	种类	优势度	占总丰度百分比 (%)	出现频次
1	旋链角毛藻	■	■	■
2	尖刺菱形藻	■	■	■
3	夜光藻	■	■	■

④物种多样性指数、均匀度和丰富度

监测海域各站位浮游植物多样性指数 (H') 平均值为 2.036; 均匀度指数 (J) 平均值为 0.379; 丰富度指数 (D) 平均值为 3.300。浮游植物多样性指数平均值处于中等水平, 说明该海域在监测期间, 浮游植物受环境影响较小, 群落结构较稳定。

(3) 浮游动物

A. 种类组成

共鉴定出浮游动物 69 种和浮游幼体类 12 种。桡足类种类最多, 有 40 种, 占总种类数的 49.38%; 浮游幼体类有 12 种, 占总种类数的 14.81%; 刺胞动物有 9 种, 占总种类数的 11.11%; 被囊类有 7 种, 占总种类数的 8.64%; 毛颚类、十足类和枝角类各有 3 种, 各占总种类数的 3.70%; 介形类有 2 种, 占总种类数的 2.47%; 端足类和栉板动物各有 1 种, 各占总种类数的 1.23%。

B. 总生物量 (湿重)、总个体密度分布

各测站浮游动物的丰度介于 (711.3~884.8) ind/m³ 之间, 平均丰度为 775.5 ind/m³。浮游动物的丰度呈不均匀的斑块状分布, 监测海域 Z6 号站浮游动物密度最高, 为 884.8 ind/m³, Z4 号站浮游动物密度最低, 为 711.3 ind/m³。

各测站浮游动物生物量 (湿重) 变化范围为 (214.82~299.70) mg/m³, 平均值 256.07 mg/m³。各测站浮游动物生物量分布较不均匀, 变化幅度较大, 最大值出现在 Z6 号站, 为 299.70 mg/m³, 最小值出现在 Z2 号站, 为 214.82 mg/m³。

③优势种及其优势度

监测海域浮游动物的优势种为软拟海樽 (*Dolioletta gegenbauri*) 和鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris*) 等 4 种。

表 7.2-10 监测海域浮游动物优势种及所占比例

序号	优势种	优势度	占总丰度百分比 (%)	出现频次
----	-----	-----	-------------	------

1	软拟海樽	■	■	■
2	鸟喙尖头蚤	■	■	■
3	锥形宽水蚤	■	■	■
4	小拟哲水蚤	■	■	■

④物种多样性指数、均匀度和丰富度

浮游动物多样性指数 (H') 平均值为 3.907; 均匀度指数 (J) 平均值为 0.702; 丰富度指数 (D) 平均值为 3.948。监测海域浮游动物多样性指数平均值处于较高水平, 群落结构处于比较稳定的状态。

(4) 底栖生物

A. 种类组成

共鉴定出底栖生物 8 大门类 34 种。其中, 环节动物种类数最多, 有 22 种, 占总种类数的 64.71%; 节肢动物次之, 有 4 种, 占总种类数 11.76%; 软体动物和棘皮动物各有 2 种, 分别占总种类数的 5.88%; 纽形动物、脊索动物、星虫动物和毛颚动物各有 1 种, 分别占总种类数的 2.94%。

B. 栖息密度和生物量

监测海域的底栖生物栖息密度变化范围为 (25.9~118.5) ind/m², 平均栖息密度为 53.7 ind/m²。栖息密度最高的站位为 Z1 站, 为 118.5 ind/m²; 栖息密度最低的站位为 Z2 站, 为 25.9 ind/m²。

生物量变化范围为 (0.15~27.52) g/m², 平均生物量为 5.87 g/m²。生物量最高的站位为 Z1 站, 为 27.52 g/m²; 最低值出现在 Z6 站, 为 0.15 g/m²。

C. 优势种及其优势度

监测海区底栖生物的优势种 (以栖息密度计) 有 2 种, 为洼颚倍棘蛇尾 (*Amphioplus depressus*) 和背蚓虫 (*Notomastus latericeus*)。

表 7.2- 11 监测海域底栖生物优势种

序号	优势种	优势度	密度 (ind/m ²)	出现频次
1	洼颚倍棘蛇尾	■	■	■
2	背蚓虫	■	■	■

D. 物种多样性指数、均匀度和丰富度

底栖生物群落的种类多样性指数平均为 2.530；均匀度指数平均为 0.897；丰富度指数平均为 1.784。底栖生物种类多样性指数平均值处于中等水平，群落种类多样性较一般，受环境变化的影响较小，群落结构稳定性较一般。

(5) 潮间带生物

A. 种类组成

2 条潮间带生物监测断面共鉴定出生物 3 大门类 16 种。其中，节肢动物的种类数最多，有 9 种，占总种类数的 56.25%；软体动物有 6 种，占总种类数的 37.50%；环节动物 1 种，占总种类数的 6.25%。

B. 栖息密度和生物量

监测海域潮间带生物的栖息密度变化范围（144.0~2233.3）ind/m²，平均栖息密度为 973.6 ind/m²。栖息密度最高的站位是 C2 中潮区，为 2233.3 ind/m²；最低的站位是 C1 高潮区，为 144.0 ind/m²。

监测海域潮间带生物的生物量变化范围为（37.84~3424.48）g/m²，平均生物量为 779.11g/m²。生物量最高的站位是 C2 中潮区，为 3424.48 g/m²；最低的站位是 C1 高潮区，为 37.84 g/m²。

C. 优势种

监测海区 2 条断面潮间带的生物优势种（以密度计）有 2 种，为紫藤斧蛤（*Donax semigranosus*）和直螯活额寄居蟹（*Diogenes rectimanus*）。

D. 物种多样性指数、均匀度和丰富度

潮间带生物群落的种类多样性指数平均为 1.367；均匀度指数平均为 0.560；丰富度指数平均为 0.621。监测海区潮间带生物群落的种类多样性指数平均值处于较低水平。

8.2.2.4 渔业资源调查

(1) 鱼卵仔鱼

A. 种类组成

共鉴定出鱼卵和仔稚鱼 6 种。其中鱼类 6 种，主要有鲷科、鲷科、石首鱼科、鲷科、鲱科和鳀科。各监测站出现的鱼卵的总种类数范围为 2~5 种。仔稚鱼 5 种，主要有鲷科、鳀科、鲱科、鲷科和石首鱼科。各监测站出现的仔稚鱼的总种

类数介于 1~4 种之间。

B.数量分布

①鱼卵

共捕获鱼卵数量为 251 粒。垂直拖网各监测站鱼卵的丰度在 (0.00~4.65) 粒/m³ 之间, 平均值为 1.23 粒/m³。其中 Z1 号站最高, 为 4.65 粒/m³; Z6 号站最低, 未捕获。

②仔稚鱼

共捕获仔鱼数量为 281 尾。垂直拖网各监测站仔鱼的丰度在 (0.00~15.00) 尾/m³ 之间, 平均值为 6.22 尾/m³。其中 Z2 号站丰度最高, 为 15.00 尾/m³; Z6 号站最低, 未捕获。

C.主要种类

主要种类有鲷科和鲷科等。

(2) 游泳动物

A.种类组成

共捕获游泳生物 39 种, 隶属 11 目 31 科 31 属。其中, 鱼类 21 种, 隶属 5 目 19 科; 甲壳类 11 种, 隶属 2 目 5 科; 头足类 2 种, 隶属 1 目 2 科; 贝类 5 种, 隶属 3 目 5 科。

B.渔获率

游泳生物的总渔获率为 22.192 kg/h, 变化范围为 (2.887~4.376) kg/h, 平均值为 3.699 kg/h。游泳生物的总尾数渔获率为 1238.0 ind/h, 变化范围为 (192.0~218.0) ind/h, 平均值为 206.3 ind/h。

C.资源密度

监测海区游泳生物的资源密度平均为 203.511 kg/km², 范围为 (169.437~236.275) kg/km²。资源尾数密度平均值为 11378.4 ind/km², 范围为 (10799.1~12261.5) ind/km²。

D.优势种群

监测游泳动物 *IRI* 值大于 1000 的优势种有 3 种, 为口虾蛄、红星梭子蟹和二长棘鲷。*IRI* 值在 100~1000 的主要种类有 11 种, 包括 4 种鱼类、5 种甲壳类和 2 种贝类。其中口虾蛄为整个监测海域的优势度最高的种类, 其 *IRI* 值为 6569

E.物种多样性指数、均匀度和丰富度

游泳动物多样性指数 (H') 平均值为 3.390; 均匀度指数 (J) 平均值为 0.787; 丰富度指数 (D) 平均值为 2.816。总体来看监测海域游泳动物种类多样性指数平均值处于较好水平, 群落结构处于较稳定的状态。

8.2.3 验收调查环境影响分析

根据《粤电阳江沙扒海上风电项目环境影响报告书(报批稿)》, 中国海洋大学于 2016 年 5 月和 11 月对工程区域进行了海洋环境质量和渔业资源现状调查工作。调查内容包括海水水质、海洋沉积物、海洋生物体质量、海洋生态等。2016 年 5 月共布设 26 个水质站位、15 个沉积物站位、12 个生物体质量站位、16 个海洋生态调查站位和潮间带断面 3 条(含生物质量)。调查站位及具体调查项目如下。

(1) 调查项目

海水水质: 酸碱度、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮(氨氮、硝酸盐氮和亚硝酸盐氮)、活性磷酸盐、石油类、重金属(总汞、铜、铅、锌、镉、铬和砷)、硫化物、挥发酚等。

海洋沉积物:

有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷。

生物体质量:

重金属铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷、生物体石油类。

海洋生态:

叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物

(2) 调查站位



图 7.2-2 2016 年 5 月调查站位布设图

现将本工程调试阶段监测结果与历史监测资料（节选）进行对比分析，用以说明工程海上试运营对周边海域海洋环境的影响情况。

8.2.3.1 调试阶段水环境影响分析

将工程周边海域 2022 年 4 月（春季）的海水水质大潮期监测结果（pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机氮、无机磷和油类）与环境影响报告书中施工前春季相近站位调查结果进行比较，详见下表。

表 7.2-12 工程施工前与调试阶段春季海水水质对比

检测因子	时间	施工前		施工期	
		2016 年 5 月（春季）		2022 年 4 月（春季）	
		点位	检测结果	点位	检测结果
pH（无量纲）	2	[REDACTED]	Z1	大潮期	[REDACTED]
				小潮期	[REDACTED]
	11	[REDACTED]	Z2	大潮期	[REDACTED]
				小潮期	[REDACTED]
pH（无量纲）	14	[REDACTED]	Z3	大潮期	[REDACTED]

检测因子	时间	施工前		施工期			
		2016年5月(春季)		2022年4月(春季)			
		点位	检测结果	点位	检测结果		
				Z4	小潮期	████████	
					大潮期	████████	
					小潮期	████████	
					Z5	大潮期	████████
						小潮期	████████
					Z6	大潮期	████████
小潮期	████████						
溶解氧 (mg/L)	2	████████	Z1	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	11	████████	Z2	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	14	████████	Z3	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	21	████████	Z4	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	23	████████	Z5	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	24	████████	Z6	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
悬浮物 (mg/L)	2	████████	Z1	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	11	████████	Z2	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	14	████████	Z3	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	21	████████	Z4	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	23	████████	Z5	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
	24	████████	Z6	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
化学需氧量 (mg/L)	2	████████	Z1	大潮期	████████		
				小潮期	████████		
化学需氧量	11	████████	Z2	大潮期	████████		

检测因子	时间	施工前		施工期				
		2016年5月(春季)		2022年4月(春季)				
		点位	检测结果	点位	检测结果			
(mg/L)		14	[REDACTED]	Z3	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
		21	[REDACTED]	Z4	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
		23	[REDACTED]	Z5	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
		24	[REDACTED]	Z6	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
		无机氮 (mg/L)		2	[REDACTED]	Z1	小潮期	[REDACTED]
							大潮期	[REDACTED]
				11	[REDACTED]	Z2	小潮期	[REDACTED]
							大潮期	[REDACTED]
14	[REDACTED]			Z3	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
21	[REDACTED]			Z4	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
23	[REDACTED]			Z5	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
24	[REDACTED]			Z6	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
无机磷 (mg/L)		2	[REDACTED]	Z1	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
		11	[REDACTED]	Z2	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
		14	[REDACTED]	Z3	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
		21	[REDACTED]	Z4	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
		23	[REDACTED]	Z5	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
		24	[REDACTED]	Z6	小潮期	[REDACTED]		
					大潮期	[REDACTED]		
油类 (mg/L)		2	[REDACTED]	Z1	大潮期	[REDACTED]		

检测因子	时间	施工前		施工期		
		2016年5月（春季）		2022年4月（春季）		
		点位	检测结果	点位	检测结果	
		11	■	Z2	小潮期	■
					大潮期	■
		14	■	Z3	小潮期	■
					大潮期	■
		21	■	Z4	小潮期	■
					大潮期	■
		23	■	Z5	小潮期	■
					大潮期	■
		24	■	Z6	小潮期	■
					大潮期	■

表 7.2-13 调试阶段与施工期春季海水水质对比

检测因子	时间	施工前		施工期	
		2020年4月（春季）		2022年4月（春季）	
		点位	检测结果	点位	检测结果
pH（无量纲）	Z1	■	■	Z1	■
		■	■		■
	Z2	■	■	Z2	■
		■	■		■
	Z3	■	■	Z3	■
		■	■		■
	Z4	■	■	Z4	■
		■	■		■
	Z5	■	■	Z5	■
		■	■		■
	Z6	■	■	Z6	■
		■	■		■
溶解氧（mg/L）	Z1	■	■	Z1	■
		■	■		■
	Z2	■	■	Z2	■
		■	■		■
溶解氧（mg/L）	Z3	■	■	Z3	■

检测因子	时间	施工前		施工期		
		2020年4月(春季)		2022年4月(春季)		
		点位	检测结果	点位	检测结果	
悬浮物 (mg/L)	Z4	██████	██████	Z4	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z5	██████	██████	Z5	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z6	██████	██████	Z6	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z1	██████	██████	Z1	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z2	██████	██████	Z2	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z3	██████	██████	Z3	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
Z4	██████	██████	Z4	██████	██████	
	██████	██████		██████	██████	
Z5	██████	██████	Z5	██████	██████	
	██████	██████		██████	██████	
Z6	██████	██████	Z6	██████	██████	
	██████	██████		██████	██████	
化学需氧量 (mg/L)	Z1	██████	██████	Z1	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z2	██████	██████	Z2	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z3	██████	██████	Z3	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z4	██████	██████	Z4	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z5	██████	██████	Z5	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
	Z6	██████	██████	Z6	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
无机氮 (mg/L)	Z1	██████	██████	Z1	██████	██████
		██████	██████		██████	██████
无机氮 (mg/L)	Z2	██████	██████	Z2	██████	██████

检测因子	时间	施工前		施工期		
		2020年4月(春季)		2022年4月(春季)		
		点位	检测结果	点位	检测结果	
无机磷 (mg/L)	Z3			Z3		
	Z4			Z4		
	Z5			Z5		
	Z6			Z6		
	油类 (mg/L)	Z1			Z1	
		Z2			Z2	
Z3				Z3		
Z4				Z4		
Z5				Z5		
Z6				Z6		

从两次调查监测的数据变化可以看出，2022年4月调试阶段春季监测海域

海水中溶解氧、化学需氧量、无机氮、无机磷、悬浮物、油类含量均有所下降；pH 值变化不大。

对比调试阶段的数据和 2020 年 4 月施工期春季的监测数据，调试阶段的 pH、溶解氧变化不大，悬浮物大潮期只有 Z5 略微下降，其余点位均有所上升，小潮期 Z1、Z3、Z6 略微上升，Z2、Z4 有所下降，Z5 变化不大；化学需氧量大潮期与小潮期基本一致：Z1~Z3 变化不大，Z4、Z5 有所下降，Z6 略微上升；无机氮大潮期与小潮期一致，所有站位均下降；无机磷所有站位大潮期略微上升，小潮期所有站位均下降；油类大潮期与小潮期一致，Z1~Z4 都有所上升，Z5~Z6 有所下降。

选取两次调查监测中相近站位的海水水质评价结果进行对比，详见下表。

表 7.2-14 施工前与调试阶段海水水质项目评价对比

检测项目	时间	施工前		调试阶段	
		2016 年 5 月（春季）		2022 年 4 月（春季）	
		超标站位/个	超标率/%	超标站位/个	超标率/%
pH		■	■	■	■
溶解氧		■	■	■	■
悬浮物（人为增量）		■	■	■	■
化学需氧量		■	■	■	■
无机氮		■	■	■	■
活性磷酸盐		■	■	■	■
油类		■	■	■	■

根据环境影响报告书，施工前 2016 年 5 月春季调查海域水体中 pH 值、活性磷酸盐含量、油类含量符合相应的海水水质标准；溶解氧含量一类海水超标率 100%；化学需氧量含量一类海水超标率 50%；无机氮含量一类海水超标率为 83.3%。

调试阶段 2022 年 4 月春季监测海域水体中，溶解氧、悬浮物人为增量、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、油类含量以及 pH 值均符合相应站位海水水质标准，未发现工程运营对周边海域海水水质产出明显影响。

8.2.3.2 调试阶段沉积物影响分析

将工程周边海域调试阶段 2022 年 4 月春季的沉积物监测结果（石油类、铜、锌、含水率）与环境影响报告书中施工前春季调查结果、施工期 2020 年春季调查结果进行比较，详见下表。

表 7.2-15 调试阶段与施工前沉积物监测结果对比

检测因子	时间	施工前		调试阶段	
		2016 年 5 月（春季）		2022 年 4 月（春季）	
		点位	检测结果	点位	检测结果
石油类（ 10^{-6} ）		2	■	Z1	■
		11	┆	Z2	■
		14	■	Z3	■
		21	■	Z4	■
		23	■	Z5	■
		24	■	Z6	■
铜（ 10^{-6} ）		2	■	Z1	■
		11	┆	Z2	■
		14	■	Z3	■
		21	■	Z4	■
		23	■	Z5	■
		24	■	Z6	■
锌（ 10^{-6} ）		2	■	Z1	■
		11	┆	Z2	■
		14	■	Z3	■
		21	■	Z4	■
		23	■	Z5	■
		24	■	Z6	■

表 7.2-16 调试阶段与施工期沉积物监测结果对比

检测因子	时间	施工期		调试阶段	
		2020年4月(春季)		2022年4月(春季)	
		点位	检测结果	点位	检测结果
石油类 (10^{-6})		Z1	■	Z1	■
		Z2	■	Z2	■
		Z3	■	Z3	■
		Z4	■	Z4	■
		Z5	■	Z5	■
		Z6	■	Z6	■
铜 (10^{-6})		Z1	■	Z1	■
		Z2	■	Z2	■
		Z3	■	Z3	■
		Z4	■	Z4	■
		Z5	■	Z5	■
		Z6	■	Z6	■
锌 (10^{-6})		Z1	■	Z1	■
		Z2	■	Z2	■
		Z3	■	Z3	■
		Z4	■	Z4	■
		Z5	■	Z5	■
		Z6	■	Z6	■

与施工前相比，调试阶段 2022 年 4 月春季沉积物锌和铜含量有所下降，石油类含量有所升高；与施工期相比，Z2、Z4 的石油类略微上升，其余站位的石油类均下降，Z2、Z6 铜含量有所下降，其余站位变化不大，所有站位（Z1~Z6）锌含量均下降。调试阶段各监测项目结果均符合相应的功能区划沉积物标准要求（第一类沉积物质量标准），未发现工程运营对周边海域沉积物环境产生不利影响。

8.2.3.3 调试阶段海洋生态影响分析

(1) 春季

1) 叶绿素 a 及初级生产力

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查海域叶绿素 a 表层含量均值为 49.6mg/m³，含量范围（7.7~113.6） mg/m³；底层叶绿素 a 含量均值为 6.2mg/m³，含量范围（2.3~13.6） mg/m³。调查海域初级生产力均值 10693mgC/m²·d，范围（3719-24964） mgC/m²·d。

工程调试阶段春季 2022 年 4 月调查海域叶绿素 a 表层含量均值为 0.40 mg/m³，含量范围（0.29~0.63） mg/m³；底层叶绿素 a 含量均值为 0.60mg/m³，含量范围（0.46~0.75） mg/m³。初级生产力水平均值 69.63 mg·C/m²·d，范围（25.24~111.43） mg·C/m²·d。

调试阶段与施工前相比，叶绿素 a 和初级生产力均有所下降，与施工期相比，叶绿素 a 相差不大，初级生产力上升。由此可见，随着施工的结束，本项目对叶绿素 a 和初级生产力的影响逐渐降低。具体情况见下表。

7.2-17 施工前与调试阶段叶绿素 a、初级生产力监测结果对比

检测因子	时间	施工前		调试阶段			
		2016 年 5 月（春季）		2022 年 4 月（春季）			
		点位	检测结果	点位	检测结果		
叶绿素 a (mg/m ³)	2	表层	■	Z1	表层	■	
		底层	■		底层	■	
	11	/		Z2	表层	■	
					底层	■	
	14	表层	■	Z3	表层	■	
		底层	■		底层	■	
	21	表层	■	Z4	表层	■	
		底层	■		底层	■	
	23	表层	■	Z5	表层	■	
		/			底层	■	
	24	表层	■	Z6	表层	■	
		底层			底层	■	
	初级生产力 (mg·C/m ² ·d)	2		■	Z1		■
		11			Z2		■
14			■	Z3		■	
21			■	Z4		■	
23			■	Z5		■	
24			■	Z6		■	

表 7.2-18 施工期与调试阶段叶绿素 a 和初级生产力监测结果比较

检测因子	时间	调试阶段		施工期			
		2022 年 4 月 (春季)		2020 年 4 月 (春季)			
		点位	检测结果	点位	检测结果		
叶绿素 a (mg/m ³)	Z1	表层	■	Z1	表层	■	
		底层	■		底层	■	
	Z2	表层	■	Z2	表层	■	
		底层	■		底层	■	
	Z3	表层	■	Z3	表层	■	
		底层	■		底层	■	
	Z4	表层	■	Z4	表层	■	
		底层	■		底层	■	
	Z5	表层	■	Z5	表层	■	
		底层	■		底层	■	
	Z6	表层	■	Z6	表层	■	
		底层	■		底层	■	
	初级生产力 (mg · C/m ² · d)	Z1	■		Z1	大潮期	■
			■			小潮期	■
		Z2	■		Z2	大潮期	■
			■			小潮期	■
		Z3	■		Z3	大潮期	■
			■			小潮期	■
		Z4	■		Z4	大潮期	■
			■			小潮期	■
		Z5	■		Z5	大潮期	■
			■			小潮期	■
		Z6	■		Z6	大潮期	■
			■			小潮期	■

2) 浮游植物

A. 种类组成

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间获得浮游植物样品共鉴定浮游植物 2 门 56 种。其中硅藻 47 种，占 83.93%；甲藻 9 种，占 16.07%。

相较工程施工前春季浮游植物种类组成，调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间获得浮游植物样品共鉴定记录浮游植物 3 门 4 纲 11 目 15 科 26 属 80 种，其中硅藻门 57 种，占总种数的 71.25%；甲藻门 22 种，占总种数的 27.50%；蓝藻门 1 种，占总种数的 1.25%。种类主要组成相比有所增多，种类数量略有增加。与施工期相比，种类主要组成有所减少，种类数量大幅增加。

B. 主要优势种类

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间，浮游植物优势种为劳氏角毛藻、尖刺伪菱形藻、菱形海线藻、丹麦细柱藻。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间浮游植物优势种为旋链角毛藻、尖刺菱形藻和夜光藻。与工程施工前春季调查相比，优势种种类发生变化，数量持平。与施工期相比，优势种种类发生变化，数量减少。

C. 细胞数量

根据环境影响报告书，施工前 2016 年 5 月调查期间，浮游植物细胞丰度在 $(0.1\sim 112.4) \times 10^6$ 个/ m^3 之间，均值为 23.0×10^6 个/ m^3 。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间浮游植物细胞 $(24.27\sim 1127.94) \times 10^4$ cells/ m^3 ，均值为 325.34×10^4 cells/ m^3 。

调试阶段与施工前调查相比，浮游植物的种类数有所增加，密度仍然在降低，但与施工期相比，种类数与密度都在上升。由此可见，随着施工的结束，本项目对浮游植物的影响逐渐降低。

表 7.2-19 施工前与调试阶段浮游植物丰度对比

施工前			调试阶段		
2016年5月（春季）			2022年4月（春季）		
点位	丰度（10 ⁶ 个/m ³ ）	种类数	点位	密度（10 ⁶ cells/m ³ ）	种类数
2	■	■	Z1	■	■
11	■	■	Z2	■	■
14	■	■	Z3	■	■
21	■	■	Z4	■	■
23	■	■	Z5	■	■
24	■	■	Z6	■	■

表 7.2- 20 施工期与调试阶段浮游植物丰度对比

施工期			调试阶段		
2020年4月（春季）			2022年4月（春季）		
点位	密度（10 ⁶ cells/m ³ ）	种类数	点位	密度（10 ⁶ cells/m ³ ）	种类数
Z1	■	■	Z1	■	■
Z2	■	■	Z2	■	■
Z3	■	■	Z3	■	■
Z4	■	■	Z4	■	■
Z5	■	■	Z5	■	■
Z6	■	■	Z6	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书，施工前 2016 年 5 月调查期间，浮游植物多样性指数 (H') 均值为 2.17；均匀度 (J) 均值为 0.50；丰富度指数 (D) 均值为 1.49。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间浮游植物多样性指数 (H') 均值为 2.036；均匀度 (J) 均值为 0.379；丰富度指数 (D) 均值为 3.300。

调试阶段与施工前相比，Z4、Z5 浮游植物多样性指数、均匀度指数略有降低，丰富度指数有所升高，其余站位的多样性指数、均匀度指数、丰富度指数均上升。

调试阶段与施工期相比，所有站位多样性指数、均匀度指数整体呈下降趋势，丰富度指数呈上升趋势，呈现这种数据的原因可能有：①施工结束时间为 2021 年 12 月，2022 年 4 月进行调试阶段的监测，时间相隔较近，海洋生物需要时间逐步恢复至施工前的状态；②根据图 3.3-1 可知，本项目南侧紧邻三峡沙扒五期

项目，西侧为三峡沙扒三期和二期项目，周边施工也会对本项目的监测结果造成影响。

表 7.2-21 施工前与调试阶段浮游植物多样性指数、均匀度、丰富度对比

施工前			调试阶段				
2016年5月(春季)			2022年4月(春季)				
点位	多样性指数 (H')	均匀度(J)	丰富度 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度(J)	丰富度 (D)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	■	■	■	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	■	■	■	Z5	■	■	■
24	■	■	■	Z6	■	■	■

表 7.2-22 施工期与调试阶段浮游植物多样性指数、均匀度、丰富度对比

施工期			调试阶段				
2020年4月(春季)			2022年4月(春季)				
点位	多样性指数 (H')	均匀度(J)	丰富度 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度(J)	丰富度 (D)
Z1	■	■	■	Z1	■	■	■
Z2	■	■	■	Z2	■	■	■
Z3	■	■	■	Z3	■	■	■
Z4	■	■	■	Z4	■	■	■
Z5	■	■	■	Z5	■	■	■
Z6	■	■	■	Z6	■	■	■

3) 浮游动物

A. 种类组成

施工前春季 2016 年 5 月调查期间共鉴定浮游动物 38 种（含浮游幼虫（体）和仔鱼）。其中节肢动物 18 种、毛颚动物 1 种，原生动物 1 种、被囊类 2 种。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间共鉴定出浮游动物 69 种和浮游幼体类 12 种。桡足类种类最多，有 40 种，占总种类数的 49.38%；浮游幼体类有 12 种，占总种类数的 14.81%；刺胞动物有 9 种，占总种类数的 11.11%；被囊类有 7 种，占总种类数的 8.64%；毛颚类、十足类和枝角类各有 3 种，各占总种类数的 3.70%；

介形类有 2 种，占总种类数的 2.47%；端足类和栉板动物各有 1 种，各占总种类数的 1.23%。相较工程施工前春季浮游动物种类组成显著增多，种类数量也明显增多。与施工期相比，浮游动物种类组成增多，种类数量有所减少。

B.主要优势种类

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间，该海域浮游动物优势种为夜光虫、正型莹虾、小齿海樽、截拟平头水蚤、刺尾纺锤水蚤等。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间浮游动物优势种为软拟海樽和鸟喙尖头蚤。与工程施工前春季调查相比，浮游动物优势种类有变化，优势种数量有所减少。与施工期相比，浮游动物优势种类有变化，优势种数量有所减少。

C.浮游动物生物量及丰度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间，海区浮游动物生物量波动在 29.0~608.8mg/m³，均值 205.2 mg/m³；丰度变化范围为 39~1927 个/m³，均值 370 个/m³。

调试阶段 2022 年 4 月调查期间，调查海区浮游动物生物量（湿重）变化范围为（214.82~299.70）mg/m³，平均值为 256.07 mg/m³；丰度介于（711.3~884.8）ind/m³ 之间，平均丰度为 775.5ind/m³。具体情况见下表。

调试阶段相对施工前春季，浮游动物生物量（湿重）和丰度略有增多。与施工期相比，浮游动物生物量（湿重）增多，丰度略有减少。呈现这种数据的原因可能有：①生物采集的结果具有偶然性；②根据图 3.3-1 可知，本项目南侧紧邻三峡沙扒五期项目，西侧为三峡沙扒三期和二期项目，周边施工也会对本项目的监测结果造成影响。

表 7.2-23 施工前与调试阶段浮游动物丰度对比

施工前				调试阶段			
2016 年 5 月（春季）				2022 年 4 月（春季）			
点位	种类数	丰度 (个/m ³)	生物量 (mg/m ³)	点位	种类数	密度 (ind/m ³)	生物量 (mg/m ³)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	丨	丨	丨	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	■	■	■	Z5	■	■	■
24	■	■	■	Z6	■	■	■

表 7.2-24 施工期与调试阶段浮游动物丰度对比

施工期				调试阶段			
2020年4月(春季)				2022年4月(春季)			
点位	种类数	密度 (ind/m ³)	生物量 (mg/m ³)	点位	种类数	密度 (ind/m ³)	生物量 (mg/m ³)
Z1	■	■	■	Z1	■	■	■
Z2	■	■	■	Z2	■	■	■
Z3	■	■	■	Z3	■	■	■
Z4	■	■	■	Z4	■	■	■
Z5	■	■	■	Z5	■	■	■
Z6	■	■	■	Z6	■	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查海域浮游动物生物多样性指数 (H') 均值为 2.99；均匀度 (J) 均值为 0.72；丰富度指数 (D) 均值为 1.78。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间浮游动物多样性指数 (H') 均值为 3.907；均匀度 (J) 均值为 0.702；丰富度指数 (D) 均值为 3.948。具体情况见下表。

调试阶段与施工前相比，浮游动物的多样性指数、均匀度指数、丰富度指数基本在上升；与施工期相比，浮游动物的多样性指数、均匀度指数、丰富度指数整体也呈上升趋势。由此可见，随着施工的结束，本项目对浮游动物的影响逐渐降低。

表 7.2-25 施工前与调试阶段浮游动物多样性指数、均匀度、丰富度指数对比

施工前				调试阶段			
2016年5月(春季)				2022年4月(春季)			
点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	■	■	■	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	■	■	■	Z5	■	■	■
24	■	■	■	Z6	■	■	■

表 7.2-26 施工期与调试阶段浮游动物多样性指数、均匀度、丰富度指数对比

施工期				调试阶段			
2020年4月(春季)				2022年4月(春季)			
点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
Z1	■	■	■	Z1	■	■	■
Z2	■	■	■	Z2	■	■	■
Z3	■	■	■	Z3	■	■	■
Z4	■	■	■	Z4	■	■	■
Z5	■	■	■	Z5	■	■	■
Z6	■	■	■	Z6	■	■	■

4) 底栖生物

A. 种类组成

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间共鉴定出底栖生物 167 种。其中以环节动物门多毛类共 79 种、软体动物门 43 种、节肢动物 31 种、棘皮动物 8 种、脊索动物 2 种，星虫动物门、纽形动物、蠕虫动物门各 1 种。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间共鉴定底栖生物 8 大门类 34 种。其中，环节动物种类数最多，有 22 种，占总种类数的 64.71%；节肢动物次之，有 4 种，占总种类数 11.76%；软体动物和棘皮动物各有 2 种，分别占总种类数的 5.88%；纽形动物、脊索动物、星虫动物和毛颚动物各有 1 种，分别占总种类数的 2.94%。相较工程施工前春季底栖生物种类组成和种类数量有所减少。与施工期相比，底栖生物种类组成和种类数量有所增加。

B. 主要优势种类

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间，该海域底栖生物优势种主要有丝异须虫、加州齿吻沙蚕、深沟毛虫等。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间底栖生物优势种为洼颚倍棘蛇尾和背蚓虫。与工程施工前春季调查相比，底栖生物优势种类有变化，优势种数量略有减少。与施工期相比，底栖生物优势种类有变化，优势种数量略有减少。

C. 生物量及密度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间底栖生物的生物量

在 (1.8~61.0) g/m², 均值为 18.3g/m²。栖息密度在 (85~625) 个/m², 均值为 344 个/m²。

调试阶段 2022 年 4 月调查期间, 底栖生物生物量变化范围为 (0.15~27.52) g/m², 平均生物量为 5.87g/m²。栖息密度变化范围为 (25.9~118.5) ind/m², 平均栖息密度为 53.7 ind/m²。

调试阶段相比施工前, 调查站位底栖生物的生物量和栖息密度有所减少; 调试阶段与施工期相比, 调查站位底栖生物的生物量和栖息密度有所增加。由此可见, 随着施工的开始, 本项目对底栖生物的影响逐渐降低。

表 7.2-27 施工前与调试阶段底栖生物生物量与丰度对比

施工前				调试阶段			
2016 年 5 月 (春季)				2022 年 4 月 (春季)			
点位	种类数	丰度 (个/m ²)	生物量 (mg/m ²)	点位	种类数	栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)
2	█	█	█	Z1	█	█	█
11	█	█	█	Z2	█	█	█
14	█	█	█	Z3	█	█	█
21	█	█	█	Z4	█	█	█
23	█	█	█	Z5	█	█	█
24	█	█	█	Z6	█	█	█

表 7.2-28 施工期与调试阶段底栖生物生物量与丰度对比

施工期				调试阶段			
2020 年 4 月 (春季)				2022 年 4 月 (春季)			
点位	种类数	栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)	点位	种类数	栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)
Z1	█	█	█	Z1	█	█	█
Z2	█	█	█	Z2	█	█	█
Z3	█	█	█	Z3	█	█	█
Z4	█	█	█	Z4	█	█	█
Z5	█	█	█	Z5	█	█	█
Z6	█	█	█	Z6	█	█	█

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书, 施工前春季 2016 年 5 月调查底栖生物生物多样性指

数 (H') 均值为 3.78; 均匀度 (J) 均值为 0.86; 丰富度指数 (D) 均值为 3.68。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间底栖生物多样性指数 (H') 均值为 2.530; 均匀度 (J) 均值为 0.897; 丰富度指数 (D) 均值为 1.784。

调试阶段与施工前相比底栖生物多样性指数有所下降, 与施工期相比, 底栖生物多样性指数整体呈上升趋势, 均匀度指数和丰富度指数有所降低。由此可见, 随着施工的进行, 本项目对底栖生物的影响逐渐降低。

表 7.2-29 施工前与调试阶段底栖生物多样性指数、均匀度、丰富度指数对比

施工前				调试阶段			
2016 年 5 月 (春季)				2022 年 4 月 (春季)			
点 位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点 位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
2	■	■	■	Z1	■	■	■
11	■	■	■	Z2	■	■	■
14	■	■	■	Z3	■	■	■
21	■	■	■	Z4	■	■	■
23	■	■	■	Z5	■	■	■
24	■	■	■	Z6	■	■	■

表 7.2-30 施工期与调试阶段底栖生物多样性指数、均匀度、丰富度指数对比

施工期				调试阶段			
2020 年 4 月 (春季)				2022 年 4 月 (春季)			
点 位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点 位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
Z1	■	■	■	Z1	■	■	■
Z2	■	■	■	Z2	■	■	■
Z3	■	■	■	Z3	■	■	■
Z4	■	■	■	Z4	■	■	■
Z5	■	■	■	Z5	■	■	■
Z6	■	■	■	Z6	■	■	■

5) 潮间带生物

A. 种类组成

根据环境影响报告书, 施工前春季 2016 年 5 月调查期间共鉴定出潮间带生

物 63 种。其中以环节动物门多毛类占优势共 23 种、软体动物门 19 种、节肢动物 17 种，棘皮动物、头索动物、纽形动物、腕足动物各 1 种。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间共鉴定出潮间带生物 3 大门类 16 种。其中，节肢动物的种类数最多，有 9 种，占总种类数的 56.25%；软体动物有 6 种，占总种类数的 37.50%；环节动物 1 种，占总种类数的 6.25%。相较工程施工前春季潮间带生物种类组成，种类数量略有降低。与施工期相比，潮间带生物种类组成，种类数量略有降低。

B.主要优势种类

根据环境影响报告书，工程施工前春季 2016 年 5 月调查期间，该海域潮间带生物优势种主要有活额寄居蟹、紫藤斧蛤、镰形叶钩虾、塞切尔泥钩虾等。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间潮间带生物优势种为紫藤斧蛤和直螯活额寄居蟹。与工程施工前春季调查相比，潮间带生物优势种数量有所减少。与施工期相比，潮间带生物优势种类有变化，优势种数量有所减少。

C.生物量及栖息密度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间底栖生物的生物量均值为 21.7g/m²。栖息密度均值为 2102 个/m²。

调试阶段 2022 年 4 月调查期间，底栖生物生物量变化范围为(37.84~3424.48) g/m²，平均生物量为 779.11g/m²。栖息密度变化范围为 (144.0~2233.3) ind/m²，平均栖息密度为 973.6ind/m²。

调试阶段相比施工前，调查站位的潮间带生物量有所增加，栖息密度有所减少；相比施工期，调查站位的潮间带生物量有所增加，栖息密度均大幅增加。由此可见，随着施工的结束，本项目对潮间带生物的影响逐渐降低。

表 7.2-31 施工前与调试阶段潮间带生物量、平均栖息密度对比

施工前				调试阶段					
2016 年 5 月（春季）				2022 年 4 月（春季）					
点位	丰度 (个/m ²)	生物量 (g/m ²)	点位	种类数		栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)		
				定性	定量				
C2	高潮区	■	C1	高潮区	6	4	■	■	
	中潮区	■		中潮区	4	5	■	■	
	低潮区	■		低潮区	4	4	■	■	
C3	高潮区	■	C2	高潮区	3	7	■	■	

	中潮区	■	■		中潮区	6	8	■	■
	低潮区	■	■		低潮区	4	8	■	■

表 7.2-32 施工期与调试阶段潮间带生物量、平均栖息密度对比

施工期					调试阶段				
2020年4月(春季)					2022年4月(春季)				
点位	种类数		栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)	点位	种类数		栖息密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)
	定性	定量				定性	定量		
C1	高潮区	■	■	■	C1	高潮区	■	■	■
	中潮区	■	■	■		中潮区	■	■	■
	低潮区	■	■	■		低潮区	■	■	■
C2	高潮区	■	■	■	C2	高潮区	■	■	■
	中潮区	■	■	■		中潮区	■	■	■
	低潮区	■	■	■		低潮区	■	■	■

D.多样性指数、均匀度和丰富度

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查潮间带生物多样性指数 (H') 均值为 2.00；均匀度 (J) 均值为 0.66；丰富度指数 (D) 均值为 1.39。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间潮间带多样性指数 (H') 均值为 1.367；均匀度 (J) 均值为 0.560；丰富度指数 (D) 均值为 0.621。

调试阶段与施工前相比潮间带生物多样性指数、均匀度、丰富度均有降低；与施工期相比，潮间带生物多样性指数、均匀度、丰富度均降低。呈现这种数据的原因可能有：①生物采集的结果具有偶然性；②根据图 3.3-1 可知，本项目南侧紧邻三峡沙扒五期项目，西侧为三峡沙扒三期和二期项目，周边施工也会对本项目的监测结果造成影响。

表 7.2-33 施工前与调试阶段多样性指数、均匀度、丰富度对比

施工前				调试阶段			
2016年5月(春季)				2022年4月(春季)			
点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
中潮区	■	■	中潮区	■	■		
低潮区	■	■	低潮区	■	■		
C3	高潮区	■	■	C2	高潮区	■	■

	中潮区	■	■	■		中潮区	■	■	■
	低潮区	3.49	0.69	3.99		低潮区	■	■	■

表 7.2-34 施工期与调试阶段多样性指数、均匀度、丰富度对比

施工期				调试阶段					
2020 年 4 月（春季）				2022 年 4 月（春季）					
点位		多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)	点位		多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度指数 (D)
C1	高潮区	■	■	■	C1	高潮区	■	■	■
	中潮区	■	■	■		中潮区	■	■	■
	低潮区	■	■	■		低潮区	■	■	■
C2	高潮区	■	■	■	C2	高潮区	■	■	■
	中潮区	■	■	■		中潮区	■	■	■
	低潮区	■	■	■		低潮区	■	■	■

8.2.3.4 调试阶段渔业资源影响分析

(1) 鱼卵仔鱼

A. 种类组成

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间捕获鱼卵 1861 枚，捕获仔稚鱼 68 尾，共鉴定出 21 种。捕获的鱼卵和仔稚鱼主要是鲻科、鳀科、带鱼科、鲹科、鲷科、石首鱼科、长鲳科、马鲛科、鲱科、狗母鱼科、鲱科、鲱科、大眼鲷科和金线鱼科。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间共捕获鱼卵数量为 251 粒，共鉴定 6 种鱼卵，分别为鲷科、鳀科、石首鱼科、鲱科 (Mugilidae)、鲱科和鳀科。捕获仔稚鱼数量为 281 尾，共鉴定仔稚鱼 5 种，鲷科、鳀科、鲱科、鳀科和石首鱼科。相比施工前，鱼卵数量有所降低，仔鱼种类数量有所降低。与施工期相比，鱼卵数量和种类均有所减少，仔鱼数量和种类也有所减少。

B. 密度分布

① 鱼卵密度分布

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月调查期间鱼卵捕获数量范围为 77 枚/网~223 枚/网，平均为 143.15 枚/网。密度变化范围为 591.31×10^{-3} 枚

$/m^3 \sim 1712.49 \times 10^{-3}$ 枚/ m^3 ，平均为 1099.32×10^{-3} 枚/ m^3 。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间鱼卵网获量在 (1.0~104.0) 粒/网之间，平均值为 36.2 粒/网。丰度范围在 (0.00~4.65) 粒/ m^3 之间，平均值为 1.23 粒/ m^3 。

调试阶段与施工前相比鱼卵丰度有所增加，与施工期相比，鱼卵的丰度减少。呈现这种数据的原因可能有：①生物采集的结果具有偶然性；②根据图 3.3-1 可知，本项目南侧紧邻三峡沙扒五期项目，西侧为三峡沙扒三期和二期项目，周边施工也会对本项目的监测结果造成影响。

表 7.2-35 施工前与调试阶段鱼卵的密度分布对比

施工前			调试阶段		
2016 年 5 月 (春季)			2022 年 4 月 (春季)		
点位	数量 (枚)	密度 (枚/ m^3)	点位	数量 (粒/网)	密度 (粒/ m^3)
2	■	■	Z1	■	■
11			Z2	■	■
14	■	■	Z3	■	■
21			Z4	■	■
23			Z5	■	■
24			Z6	■	
注：“”表示该处无数据。			注：“—”表示未捕获。		

表 7.2-36 施工期与调试阶段鱼卵的密度分布对比

施工期			调试阶段		
2020 年 4 月 (春季)			2022 年 4 月 (春季)		
点位	数量 (粒/网)	密度 (粒/ m^3)	点位	数量 (粒/网)	密度 (粒/ m^3)
Z1	■	■	Z1	■	■
Z2	■	■	Z2	■	■
Z3	■	■	Z3	■	■
Z4	■	■	Z4	■	■
Z5	■	■	Z5	■	■
Z6	■	■	Z6	■	

②仔稚鱼密度分布

根据环境影响报告书，施工前春季 2016 年 5 月采获仔稚鱼数量范围 (0~30) 尾/网，平均为 5.85 尾/网；密度变化范围为 0.00×10^{-3} 尾/ $m^3 \sim 230.38 \times 10^{-3}$ 尾/ m^3 平均为 44.89×10^{-3} 尾/ m^3 。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间仔稚鱼网获量在 (0.0~57.0) 尾/网之间，平均值为 13.5 尾/网。仔鱼的丰度在 (0.00~15.00) 尾/ m^3 之间，平均值为 6.22 尾

/m³。

调试阶段相比施工前仔稚鱼丰度有所增加。与施工期相比，仔稚鱼丰度有所减少。呈现这种数据的原因可能有：①生物采集的结果具有偶然性；②根据图 3.3-1 可知，本项目南侧紧邻三峡沙扒五期项目，西侧为三峡沙扒三期和二期项目，周边施工也会对本项目的监测结果造成影响。

表 7.2-37 施工前与调试阶段仔稚鱼的密度分布

施工前			调试阶段		
2016 年 5 月（春季）			2022 年 4 月（春季）		
点位	数量（尾）	密度（尾/m ³ ）	点位	数量（尾/网）	密度（尾/m ³ ）
2	■	■	Z1	丨	■
11	丨	丨	Z2	丨	■
14	丨	■	Z3	■	■
21	丨	丨	Z4	■	■
23	丨	丨	Z5	■	■
24	丨	丨	Z6	■	丨
注：“”表示该处无数据。			注：“—”表示未捕获。		

表 7.2-38 施工期与调试阶段仔稚鱼的密度分布

施工期			调试阶段		
2020 年 4 月（春季）			2022 年 4 月（春季）		
点位	数量（尾/网）	密度（尾/m ³ ）	点位	数量（尾/网）	密度（尾/m ³ ）
Z1	■	■	Z1	丨	■
Z2	■	■	Z2	丨	■
Z3	■	■	Z3	■	■
Z4	■	■	Z4	■	■
Z5	■	■	Z5	■	■
Z6	■	■	Z6	■	丨
注：“—”表示未捕获。					

2) 游泳动物

A. 渔获物种类组成

根据环境影响报告书，2016 年 5 月调查共鉴定游泳动物 81 种，其中鱼类 40 种，占 49.38%；甲壳类 35 种，占 43.21%；其他类 6 种，占 7.41%。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间，共捕获游泳动物 39 种，隶属 11 目 31 科 31 属。其中，鱼类 21 种，隶属 5 目 19 科；甲壳类 11 种，隶属 2 目 5 科；头足类 2 种，隶属 1 目 2 科；贝类 5 种，隶属 3 目 5 科。与施工前调查相比捕获的游泳动物种类数量有所下降。与施工期相比，游泳动物种类数量有所下降。

B.资源密度

根据环境影响报告书，2016 年 5 月春季调查期间调查平均游泳动物密度（重量、尾数）为 467.93kg/km²、62.06（10³ind/km²）。

调试阶段春季 2022 年 4 月调查期间调查海区游泳动物的资源密度平均为 203.511 kg/km²，范围为(169.437~236.275)kg/km²。资源尾数密度平均值为 11378.4 ind/km²，范围为（10799.1~12261.5）ind/km²。

调试阶段与施工前调查相比，游泳动物重量和尾数密度均值有所降低，与施工期相比，重量密度增加，尾数密度有所降低。呈现这种数据的原因可能有：①生物采集的结果具有偶然性；②根据图 3.3-1 可知，本项目南侧紧邻三峡沙扒五期项目，西侧为三峡沙扒三期和二期项目，周边施工也会对本项目的监测结果造成影响。

表 7.2-39 施工前与调试阶段重量密度（kg/km²）对比

施工前					调试阶段				
2016 年 5 月（春季）					2022 年 4 月（春季）				
点位	鱼类	甲壳类	其他	总重量密度	点位	鱼类	甲壳类	其他	总重量密度
2	█	█	█	█	Z1	█	█	█	█
11					Z2	█	█	█	█
14	█	█	█	█	Z3	█	█	█	█
21					Z4	█	█	█	█
23					Z5	█	█	█	█
24					Z6	█	█	█	█

表 7.2-40 施工期与调试阶段重量密度（kg/km²）对比

施工期					调试阶段				
2020 年 4 月（春季）					2022 年 4 月（春季）				
点位	鱼类	甲壳类	其他	总重量密度	点位	鱼类	甲壳类	其他	总重量密度

施工期					调试阶段				
2020年4月（春季）					2022年4月（春季）				
点位	鱼类	甲壳类	其他	总重量密度	点位	鱼类	甲壳类	其他	总重量密度
Z1	■	■	■	■	Z1	■	■	■	■
Z2	■	■	■	■	Z2	■	■	■	■
Z3	■	■	■	■	Z3	■	■	■	■
Z4	■	■	■	■	Z4	■	■	■	■
Z5	■	■	■	■	Z5	■	■	■	■
Z6	■	■	■	■	Z6	■	■	■	■

表 7.2-41 施工前与调试阶段尾数密度 (ind/km²) 对比

施工前					调试阶段				
2016年5月（春季）					2022年4月（春季）				
点位	鱼类	甲壳类	其他	总尾数密度	点位	鱼类	甲壳类	其他	总尾数密度
2	■	■	■	■	Z1	■	■	■	■
11	■	■	■	■	Z2	■	■	■	■
14	■	■	■	■	Z3	■	■	■	■
21	■	■	■	■	Z4	■	■	■	■
23	■	■	■	■	Z5	■	■	■	■
24	■	■	■	■	Z6	■	■	■	■

表 7.2-42 施工期与调试阶段尾数密度 (ind/km²) 对比

施工期					调试阶段				
2020年4月（春季）					2022年4月（春季）				
点位	鱼类	甲壳类	其他	总尾数密度	点位	鱼类	甲壳类	其他	总尾数密度
Z1	■	■	■	■	Z1	■	■	■	■
Z2	■	■	■	■	Z2	■	■	■	■
Z3	■	■	■	■	Z3	■	■	■	■
Z4	■	■	■	■	Z4	■	■	■	■
Z5	■	■	■	■	Z5	■	■	■	■

Z6	■	■	■	■	Z6	■	■	■	■
----	---	---	---	---	----	---	---	---	---

8.2.3.5 调试阶段环境影响分析结论

(1) 水质

2022年4月调试阶段春季监测海域海水中溶解氧、化学需氧量、无机氮、无机磷、悬浮物、油类含量和pH值均符合相应的海洋功能区划海水水质标准要求。相较工程施工前调查结果，暂时未发现工程运营对周边海域海水水质造成明显影响。

(2) 沉积物

调试阶段2022年4月春季沉积物各项目监测结果均符合相应的功能区划沉积物标准要求（第一类海洋沉积物质量标准）。与施工前相比，暂未发现工程运营对周边海域沉积物环境造成明显影响。

(3) 海洋生态

① 叶绿素 a 和初级生产力

调试阶段春季2022年4月调查海域叶绿素 a 表层含量均值为 0.40 mg/m^3 ，含量范围 $(0.29\sim 0.63) \text{ mg/m}^3$ ；底层叶绿素 a 含量均值为 0.60 mg/m^3 ，含量范围 $(0.46\sim 0.75) \text{ mg/m}^3$ 。初级生产力水平均值 $69.63 \text{ mg}\cdot\text{C/m}^2\cdot\text{d}$ ，范围 $(25.24\sim 111.43) \text{ mg}\cdot\text{C/m}^2\cdot\text{d}$ 。与施工前相比，叶绿素 a、初级生产力均有所下降。相较于施工期，叶绿素 a 相差不大，初级生产力上升。根据现有的数据对比可知，施工期结束后，叶绿素 a 和初级生产力在逐渐恢复。

① 浮游植物

调试阶段春季工程海域调查结果表明，相较施工前海洋环境影响报告书，浮游植物种类组成和种类数量有所增加，细胞丰度有所降低；优势种类有变化，优势种数量相差不大；种类多样性指数、均匀度指数、丰富度指数整体呈上升趋势。但相较于施工期，细胞丰度大幅上升，根据现有的数据对比可知，施工期结束后，浮游植物种类数量和细胞丰度在逐渐恢复。

② 浮游动物

调试阶段春季工程海域调查结果表明，相较施工前海洋环境影响报告书，浮

游动物种类组成和种类数量显著增多；生物量（湿重）和丰度略有增加；优势种类有变化，优势种数量有所减少，但物种多样性、均匀度和丰富度指数有所增加。与施工期相比，浮游动物种类组成增多，种类数量有所减少，优势种类有变化，优势种数量有所减少，浮游动物生物量（湿重）增多，丰度略有减少。呈现这种数据的原因可能有：①生物采集的结果具有偶然性；②根据图 3.3 1 可知，本项目南侧紧邻三峡沙扒五期项目，西侧为三峡沙扒三期和二期项目，周边施工也会对本项目的监测结果造成影响。

③ 底栖生物

调试阶段春季工程海域调查结果表明，相较施工前海洋环境影响报告书，底栖生物种类组成和种类数量有所减少；优势种类有变化、优势种数量略有减少；底栖生物生物量和栖息密度有所减少；物种多样性、均匀度和丰富度指数有所下降。但与施工期相比，调查站位底栖生物的生物量和栖息密度有所增加，底栖生物多样性指数整体呈上升趋势，均匀度指数和丰富度指数有所降低。根据现有数据对比可知，随着施工期结束，底栖生物在逐渐恢复。

④ 潮间带生物

调试阶段春季工程海域调查结果表明，相较施工前海洋环境影响报告书，潮间带生物种类组成，种类数量略有降低；生物量有所增加，栖息密度有所减少；优势种数量有所减少；物种多样性指数、均匀度、丰富度均有降低。相较于施工期，潮间带生物种类组成，种类数量略有降低；生物量有所增加；潮间带生物的栖息密度和生物量均大幅上升，物种多样性指数、均匀度、丰富度均有降低。根据现有数据对比可知，随着施工期结束，潮间带生物在逐渐恢复。

⑤ 渔业资源

调试阶段春季工程海域调查结果表明，相较施工前海洋环境影响报告书，鱼卵和仔稚鱼捕获的种类数量有所下降；鱼卵和仔稚鱼的丰度有所增加；游泳动物的种类组成和资源密度有所下降。相较于施工期，鱼卵和仔鱼数量和种类有所减少，丰度有所减少。游泳动物重量密度增加，尾数密度有所降低。呈现这种数据的原因可能有：①生物采集的结果具有偶然性；②根据图 3.3-1 可知，本项目南侧紧邻三峡沙扒五期项目，西侧为三峡沙扒三期和二期项目，周边施工也会对本项目的监测结果造成影响。

9 其他环境影响调查与分析

9.1 鸟类影响调查与分析

自然资源部第三海洋研究所于 2021 年完成了粤电阳江沙扒海上风电项目施工期鸟类跟踪监测报告，详见附件 10。

9.1.1 调查时间

鸟类跟踪监测施工期调查于 2021 年 9 月秋季开展。

9.1.2 调查样线设置

鸟类调查区域涉及阳江、阳东、阳西陆域以及阳西县沙扒镇项目工程所在附近海域。

陆域鸟类调查方法参考《生物多样性观测技术导则—鸟类》(HJ 710.4-2014) 采用样线法开展调查，根据监测区域可观测视野以及调查监测工具实际情况，样线有效观测宽度范围可设置在 100—300 m 之间，样线长度 1.5—3 km 之间，各样线间互不重叠、均匀分布或随机分布在监测区域内。共设置 18 条陆域调查样线，具体样线设置如图 8.2-1 和图 8.2-2 所示。

图 8.2-1 阳西陆域鸟类调查样线示意图

图 8.2-2 阳江及阳东陆域鸟类调查样线示意图

海域调查采用样线法，调查区域涉及阳西县沙扒镇附近海域，调查船只按一定速度保持匀速航行，记录整个走航期间观测到的鸟类物种、数量、发现坐标及行为等信息。海域调查样线设置如图 8.2-3 所示。

图 8.2-3 海域鸟类调查轨迹示意图

9.1.3 鸟类现状调查结果

9.1.3.1 鸟类物种组成

在调查区域共记录到鸟类物种 9 目 19 科 59 种，其中，雀形目鸟类有 8 科 12 种，占全部物种总数的 20.34%；非雀形目鸟类有 11 科 47 种，占物种总数的 79.66%。除雀形目外，其他非水鸟类物种还有鸽形目鸠鸽科的珠颈斑鸠 *Spilopelia chinensis* 和鹃形目杜鹃科的褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*。湿地水鸟共计 45 种，占全部鸟类物种总数的 76.27%。有关记录到的鸟类物种、居留类型、地理区系、保护级别以及数量级别等详细报告附录 I。

从记录到的鸟类物种来看，雁形目 1 科 2 种，鸬鹚目 1 科 1 种，鸽形目 1 科 1 种，鹃形目 1 科 1 种，鹤形目 1 科 1 种，鸻形目 4 科 31 种，鹬形目 1 科 9 种，佛法僧目 1 科 1 种，雀形目 8 科 12 种。鸻形目鸟类物种占记录物种总数的比例最高为 52.54%，其次为雀形目占比为 20.34%，再次为鹬形目占 15.25%（图 7.3.1—1A）。从记录到的鸟类数量来看，累计观测到鸟类数量为 6155 只次。雀形目鸟类共计 402 只，占全部鸟类数量的 6.53%；湿地水鸟数量共计 5721 只，占全部鸟类数量的 92.95%。鹬形目鸟类数量占鸟类总数的比例最高为 49.86%，其次为鸻形目占比 41.40%，再次为雀形目占比 6.53%（图 8.3-1B）

图 8.3-4 记录鸟类各目的物种占比（A）和数量占比（B）

在记录到的 19 科鸟类中，鹭科鸟类数量占总数量的百分比最高为 49.86%，其次为鸻科（24.44%），然后是鹬科（9.47%）、鸥科（6.08%）、鹛科（2.39%）、燕科（1.82%）、反嘴鹬科（1.41%）等等（图 7.3.1-2）。从记录到的单个鸟类物种来看，鸟类个体数量排名前十的分别为白鹭 *Egretta garzetta*、蒙古沙鸻 *Charadrius mongolus*、环颈鸻 *Charadrius alexandrinus*、灰翅浮鸥 *Chlidonias hybrida*、池鹭 *Ardeola bacchus*、铁嘴沙鸻 *Charadrius leschenaultii*、夜鹭 *Nycticorax nycticorax*、牛背鹭 *Bubulcus ibis*、大白鹭 *Ardea alba* 和青脚鹬 *Tringa nebularia*（图 7.3.1-3.）。这十种鸟类个体数量共计 5003 只，占全部鸟类总数的 81.28%；其中，记录到的白鹭的个体数量为 1928 只，占记录鸟类总数的 31.32%，明显高于其他物种。

图 8.3-5 记录鸟类各科数量占比

图 8.3-6 个体数量排名前十的鸟类物种

9.1.3.2 鸟类群落多样性

陆域沿岸观测记录到的鸟类在物种和数量上均远高于海上风电场区域。在陆域样线共记录种类 59 种，数量 6155 只次；在海上风电场区域并没有记录到任何鸟类物种。经统计分析，陆域样线的鸟类群落多样性指数分别为：Shannon-Weaver 多样性指数 2.68，Pielou 均匀度指数 0.66，Simpson 优势度指数 0.87。鸟类多样性指标数值除了与调查记录到的鸟类物种数目和个体数量有关，还与各种鸟类数量占有物种总数的比值密切相关，在调查记录到的 59 种鸟类中，白鹭、蒙古沙鸨和环颈鸨三个物种的数量已经超过记录全部物种总数的 50%，直接影响了多样性指标的数值。

9.1.3.3 鸟类居留类型及地理区系

调查记录到的 59 种鸟类按居留类型可分为留鸟、夏候鸟、冬候鸟和旅鸟，其中，留鸟 20 种，占记录鸟类物种总数的 33.90%；夏候鸟 2 种，占总数的 3.39%；冬候鸟有 28 种，占总数的 47.46%；旅鸟 9 种，占总数的 15.25%（表 7.3.3-1）。从地理区系上看，古北界鸟类有 36 种，占记录鸟类物种总数的 61.02%；广布种鸟类有 19 种，占总数的 32.20%；东洋界鸟类有 4 种，占总数的 6.78%（表 7.3.3-1）。古北界物种明显多于东洋界，原因是调查区域处于东亚—澳大利西亚候鸟迁徙通道上，迁徙鸟类尤其是雁形目和鸨形目水鸟物种最为丰富，其中鸭科、反嘴鹬科、鸨科、鹬科和鸥科等大多数水鸟均为古北界物种。

表 8.3-1 鸟类居留类型及地理区系

项目	留鸟	夏候鸟	冬候鸟	旅鸟	总计	占比/%
古北界	0	0	27	9	36	61.02
东洋界	4	0	0	0	4	6.78
广布种	16	2	1	0	19	32.20
总计	20	2	28	9	59	100
占比/%	33.90	3.39	47.46	15.25	100	/

9.1.3.5 鸟类受保护级别

根据 2021 年最新公布的国家重点保护野生动物名录，在调查记录到的 59 种鸟类中，属于国家 II 级重点保护的鸟类有 4 种，分别为褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、白腰杓鹬 *Numenius arquata*、翻石鹬 *Arenaria interpres* 和大滨鹬 *Calidris tenuirostris*。根据世界自然保护联盟（IUCN）濒危物种红色名录划分，调查记录到全球濒危（EN）物种 1 种，为大滨鹬；记录到近危（NT）物种 6 种，分别为黑尾塍鹬 *Limosa limosa*、白腰杓鹬、灰尾漂鹬 *Tringa brevipes*、红腹滨鹬 *Calidris canutus*、红颈滨鹬 *Calidris ruficollis* 和弯嘴滨鹬 *Calidris ferruginea*；其余 52 种鸟类均为无危（LC）等级。有 30 种鸟类被列入《中华人民共和国政府和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境协定》，占记录鸟类物种总数的 50.85%；有 35 种被列入《中华人民共和国政府和日本国政府保护候鸟及其栖息环境协定》，占记录总数的 59.32%。此外，有 12 种鸟类被列入《广东省重点保护陆生野生动物名录》，占记录总数的 20.34%；共计 55 种鸟类被列入《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》（三有保护鸟类），占记录总数的 93.22%。

9.1.3.6 鸟类生态分布

调查结果显示沿岸陆域调查记录的鸟类在物种和数量上均远高于海上风电场区及周边海域。鸟类主要分布在阳西县程村镇红树林自然保护区、儒洞河口滩涂、溪头镇北寮村沿海滩涂、九姜河和洋边河口的半干的人工养殖池塘以及阳东区三丫村沿海滩涂。

红树林区内种植大量红树植物，在红树林这一类型的湿地中，鸟类活动主要受潮汐影响。在低潮位的时候，红树林区露出较大面积的滩涂，鹭类和鸻鹬类等涉禽常常集群在此地觅食（图 8.3-4）。当海水涨潮淹没红树林时，这些鸟类一般飞至附近的养殖塘、林田中觅食和休憩。大多数水鸟在红树林和养殖塘之间来回觅食，当养殖塘中的水鸟受到惊吓时，它们可以在短时间内飞到红树林里躲避。随着海水的涨落，许多鸟类觅食、栖息的场所也会相应发生变化。鹭科鸟类，如

白鹭 *Egretta garzetta*、牛背鹭 *Bubulcus ibis*、池鹭 *Ardeola bacchus*、夜鹭 *Nycticorax nycticorax* 等物种，有的在红树林中栖息，当涨潮时会飞到附近的养殖池塘或水田中觅食和休憩，当落潮时会回到滩涂上沿着潮沟觅食，通过探取与拾取的方式从泥滩、水洼处获取一些小鱼、小虾等食物。

图 8.3-7 潮滩上的鹭类

体型较小的鸻鹬类，如环颈鸻 *Charadrius alexandrinus*、蒙古沙鸻 *Charadrius mongolus*、铁嘴沙鸻 *Charadrius leschenaultii*、红颈滨鹬 *Calidris ruficollis* 等物种，在退潮时喜欢集群在红树林外围滩涂或沿海滩涂上觅食；当涨潮时，这些小型鸻鹬喜欢集群在沿海的沙滩上停歇。本次调查在阳西散头咀沙滩和阳东三丫村近岸沙滩觅食和停歇的鸻鹬类数量最为丰富，主要是蒙古沙鸻、环颈鸻和铁嘴沙鸻，观测数量合计超过上千只（图 8.3-5 和图 8.3-6）。

图 8.3-8 阳西散头咀沙滩的鸻鹬类

图 8.3-9 阳东三丫村沿岸的鸻鹬类

调查区域内分布有一些养鱼养虾的人工养殖塘。体型稍大一些的鸻鹬，如青脚鹬 *Tringa nebularia*、红脚鹬 *Tringa totanus*、泽鹬 *Tringa stagnatilis* 和黑翅长脚鹬 *Himantopus himantopus* 等物种，一般与白鹭混群在水位不高的养殖塘中觅食和休憩（图 8.3-7）。还有一些擅游泳的物种，如红颈瓣蹼鹬 *Phalaropus lobatus*、小鸻鹬 *Tachybaptus ruficollis* 和灰翅浮鸥 *Chlidonias hybrida* 等，主要在水位较高的养殖池塘中觅食活动（图 8.3-8）。

图 8.3-10 养殖塘区的混群鸻鹬类

图 8.3-11 养殖塘区活动的须浮鸥

一些非水鸟物种，如黑卷尾 *Dicrurus macrocercus*、褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、珠颈斑鸠 *Spilopelia chinensis*、白喉红臀鹎 *Pycnonotus aurigaster* 等鸟类，在红树林区和周边的林地、水田、灌丛中来回穿梭。家燕 *Hirundo rustica* 一般在红树林及周边养殖塘、水田等地方上空飞行，追捕空中的昆虫。

9.1.4 工程施工对鸟类影响分析

9.1.4.1 施工对鸟类栖息和觅食影响分析

根据调查，风电场及其周边主要为海域，在海域调查中记录的大部分是鹭，即使邻近陆域的调查中也是水鸟占据鸟类数量的绝大多数。对于风电场，施工期主要是打桩施工，对邻近鸟类会产生驱赶作用；海底电缆敷设会影响项目施工区域的海洋底栖生物和鱼类生境，使项目施工区的底栖生物和鱼类的种类和数量相对较少，进行对鸟类（主要是水鸟）的觅食、活动带来些许负面影响。但相对而言，由于施工作业属短期行为，施工结束后底栖生物和鱼类生境可在一定时间内恢复。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影响有限，仅对周围水域内施工期水生生物的种类和数量产生局部影响，并且工程占用海域面积相对较少，风电场区域不是水鸟唯一的栖息和觅食地。鸟类受影响的物种种类和数量较为有限，项目区域周边可以容纳其继续生存，能有效缓解这些负面影响。综上所述，风电场施工期对鸟类的影响在一定程度上是可以接受的。

9.1.4.2 工程施工对鸟类繁殖影响分析

项目调查区域鸟类集中繁殖的区域主要在沿海区海堤内侧荒地。繁殖的鸟类中，水鸟主要在近海湿地潮间带滩涂觅食栖息，林鸟则主要在海岸区域海堤内的荒地、农田、林带活动。施工对这些鸟类的觅食、活动产生的负面影响较小。项目区域周边可以容纳其继续生存，施工影响在一定程度上是可以接受的。

9.1.4.3 工程施工对鸟类迁徙影响分析

场址距阳江市陆域最近距离约 15km，只有一些偶尔在上空迁徙路过的鸟类。同时从施工特点上来看，风机等的施工具有时间短和间断施工的特点，同时风机安装施工均在白天进行。从施工阶段来看，在风机基础施工、升压站施工期间均为近海面作业，施工设备的高度一般在 20m 以下。在风机安装阶段，风机的轮毂高度（对应导管架基础）和叶片半径总高度约 203m。鸟类正常迁飞一般不会受到影响，只有在云雾或强劲的逆风等不利天气下，可能会有个别鸟类飞至工程

风机总高度以下。在施工期间，安装大的风机体积也比较大，加上施工期间产生的施工噪声，施工行为较容易被迁徙鸟类注意到。综上所述，工程施工期对迁徙鸟类影响较小。

9.1.4.4 溢油风险对鸟类的影响

对于鸟类而言，虽然他们能逃离污染区，但如果在迁徙、繁殖季节，油类污染了用于栖息和繁殖的海滩，它们将极易受到伤害，它们的幼体也有被窒息而死的危险，溢油还会污染他们的皮毛、眼睛、鼻孔和嘴，造成不同程度的伤害，甚至威胁其生命。因此，应杜绝溢油事故发生，或者当发生溢油事故时及时采取应急措施，最大限度降低溢油事故对鸟类的影响。本项目工程施工期未发生溢油事故。

9.1.4.5 风电场累积效应对鸟类的影响

(1) 风电场累积效应对鸟类栖息和觅食的影响

风电场对鸟类的干扰影响与建设区域生境的差异、风电场选址和规模的不同等有关。沿海滩涂湿地鸟类一般选择地势开阔、食物丰富的沿海滩涂湿地作为其栖息、觅食地。鸟类会选择具有遮蔽物、邻近食源的区域作为栖息地。鸟类为了寻找觅食地和停歇地会不断穿越这些布设在海岸和岸边的风机，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的面积和连通性，对鸟类的影响相对更显著。随着区域内越来越多的风电场，势必累积效应会越来越大。

(2) 风电场累积效应对鸟类迁徙的影响

迁徙水鸟通常沿海岸线迁徙，潮间带滩涂和堤内水域的沿海湿地是鸟类的主要停歇地。从许多风电场建设的实际经验来看，许多鸟类都会有趋避行为。在迁徙季节，大部分鸟类迁徙途中会绕过风电场迁飞，只有少部分会穿越部分风电场，且不会发生严重的撞击。但在多个风电场建设项目集中的区域，随着风电场愈发密集，其对鸟类累加影响可能会增强。越来越多密集的风电场会对鸟类的飞行和停歇形成网状的阻隔作用，使其为了避免与风机相撞而采取更高或更低的飞行模式，再加上穿越风电场区的额外绕行飞行过程，势必会增加鸟类额外的能量损耗，

降低其生存概率。

9.1.5 工程运营对鸟类影响分析

9.1.5.1 工程运营对鸟类栖息和觅食的影响

建设项目场址距离阳江陆地最近的距离约 15km，距离岸线邻近的鸟类栖息、觅食区域较远。总体来说，陆域栖息鸟类长距离穿越海上风电场的比例较小，故海上风电场基本不会对邻近区域鸟类的栖息、觅食产生较大影响。

9.1.5.2 工程运营对鸟类存活的影响

本项目采用海底电缆，没有架空线路带来的相撞风险，因此鸟类在活动时主要存在与风机相关的风险。虽然海上风电项目建设会带来一定的鸟类撞击风机的可能，但发生的概率总体来说较低，并且本项目风机叶片叶缘有橙红与白色相间警示色，使鸟类在飞行中能及时分辨出安全路线，及时规避，以减少鸟只碰撞风机概率。相对而言不会对区域鸟类的数量种类造成明显影响。

9.1.5.3 工程运营对鸟类繁殖的影响

建设项目场址距离阳江陆地最近的距离约 15km，不是鸟类的主要繁殖和觅食地，并且离岸距离较远，故工程场区风机运行噪声对大部分鸟类没有影响，对偶尔穿越的鸟类影响较小。

9.1.5.4 工程运营对鸟类迁徙的影响

海上风电场对鸟类迁徙的干扰程度与诸多因素有关，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。

风电场建设给鸟类迁徙带来的不利影响主要表现在鸟类的趋避行为会使鸟类选择远离风机飞行，从而在一定程度上减少了鸟类的活动范围，这也是风电场的屏蔽效应。但从另一个角度看，鸟类对风电场的这种趋避行为也可以较少鸟类

碰撞风机的风险。

此外，风电场对鸟类迁徙的影响还有以下几个方面：

鸟类迁飞高度与风机高度。风电场风机轮毂和叶片的高度一般在 100m 以下，远低于鸟类迁徙飞行的高度，因此一般情况下风机对鸟类迁徙影响不大。但当鸟类迁徙遇到逆风不能着陆时，飞得很低，几乎是近地面或近水面飞行，特别是在夜间或有雾、烟、密云和透视度低的天气，发生误撞而死亡的几率会提高。

鸟类飞行方向与风电场电磁干扰。对于海上风电项目海缆产生的工频电磁场远低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014），因此对海面以上的电磁环境影响基本可以忽略，因此海上风电场运营期内电缆电磁环境变化不会对鸟类迁徙活动产生较大影响。

综上所述，风机运行可能对鸟类的迁徙路线造成干扰，在一定程度上减少了鸟类的活动范围，但这些影响尚在可接受范围内。

9.1.6 调查结论

9.1.6.1 施工期调查结论

建设项目施工期间对鸟类的影响总体可归纳为以下几点：

（1）沿海滩涂湿地鸟类一般选择地势开阔、食物丰富的沿海滩涂湿地作为栖息觅食地。调查中大部分水鸟选择滩涂湿地作为其主要栖息地，建设项目对区域鸟类栖息地有些许影响，但项目施工对鸟类迁徙路线存在阻隔影响，会使鸟类产生趋避行为，在一定程度上减少了鸟类的活动范围，但这些影响在可接受范围内。

（2）建设项目场址距离阳江陆地最近的距离约 15km，对本地区最主要的迁徙鸟类群的影响较为有限；林鸟主要栖息于公路两侧防护林、荒地、耕地和芦苇荡中，受到的影响较小。

（3）海上风电场对鸟类的影响因素较复杂，且会随着时间发生变化。在建设项目今后长期运营后，对鸟类的栖息、迁徙、繁殖、生存等方面的具体影响尚待进一步研究，并且应同时考虑周边多个风电场运营对鸟类的累积效应影响。

9.1.6.2 调试阶段调查结论

(1) 本项目场址距离阳江陆地最近的距离约 15km，对迁徙候鸟类群，如集中分布于海岸线的类群影响较为有限；水鸟栖息和觅食均在沙滩周边，受到的影响亦有限。但可能对前往海域觅食和停歇的鸥科和燕鸥科会有一些的干扰。

(2) 调查区域大部分水鸟选择滩涂湿地作为其主要栖息地，本项目的建设区域不在鸟类迁徙通道、栖息地等生态敏感区域范围内，对鸟类栖息地和鸟类的迁徙路线影响较小。

(3) 鸟类在长距离迁徙时飞行高度较高，风机运行往往会让鸟类表现出明显的绕避行为而不会发生严重的碰撞，仅在恶劣天气以及低空迁飞觅食的情况下才会增加与风机相撞的概率，因此风机运行对鸟类长距离迁徙的碰撞风险不大。施工期鸟类监测过程中，未发现鸟类撞击风机事件。

9.2 水环境影响调查与分析

9.2.1 产污环节

风电场海上施工船舶进行作业施工过程中各类施工船舶将产生一定的船舶污水、船上人员生活污水及船舶油污水。

9.2.2 影响调查与分析

海域施工期间，各类供给船、铺缆船和起重作业船等施工船舶上作业人员产生的生活污水，统一收集运至岸上处理，并委托有相应资质的阳江市顺兴船舶服务有限公司接收处置。

施工期间大型施工船舶上设有专用容器回收含油污水，经收集后委托阳江市顺兴船舶服务有限公司进行接收处置。

9.3 大气环境影响调查与分析

施工期加强施工船只管理，避免施工区域船舶拥堵，避免加剧废气等污染物产生。海域施工现场主要进行不易产生扬尘的拼装与吊装作业，施工期对大气环境影响较小。

本项目运行时基本无废气产生，对大气环境影响较小。

9.4 声环境影响调查与分析

9.4.1 产污环节

海域施工期噪声主要包括施工机械噪声、风机基础施工时打桩噪声。

工程运行期主要噪声源为风力发电机组运行产生的噪声以及变压器运行产生的少量噪声。

9.4.2 影响调查与分析

工程施工期选用噪声低的施工机械，合理安排施工作业时间及施工计划，避免在同一地点安排大量动力机械设备。风机基础施工时采用噪声较低的液压打桩锤，打桩时采用软启动的方式以减缓后续正式打桩时产生的水下噪声对鱼类的影响。工程施工期未收到施工噪声相关投诉，根据施工期水下噪声监测结果，施工期对声环境影响较小。

工程采用了结构性能良好、噪声低的风机，从而降低风机运行过程中产生的机械噪声。叶片扫风时的气动噪声是整机噪声的主要声源，在叶片尾缘上加装锯齿板，通过改善气流与尾缘的相关作用来降低气动噪声。根据主体工程设计，工程升压站位于海上，主变压器室的内外墙采用岩棉、复合岩棉板材料，可以起到防火绝缘和隔声的综合作用。

根据风电场和海上升压站厂界噪声监测、水下噪声监测结果，工程对声环境影响较小。

9.4.2.1 风电场、海上升压站厂界噪声验收监测

(1) 检测点位、内容及时间

深圳中检联检测有限公司于 2022 年 4 月 14 日至 4 月 15 日对项目风电场和海上升压站进行了厂界噪声验收监测，监测期间装机容量为 300WM。监测报告详见附件 18。

(2) 评价标准

根据环境影响报告书，验收期间风电场厂界噪声监测结果参照执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值 2 类；海上升压站厂界噪声监测结果参照执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值 1 类。

(3) 监测结果与评价

监测结果统计与评价见下表。

表 9.3-1 厂界噪声监测结果与评价表

监测编号 及位置	监测日期	监测时段	监测结果 Leq[dB(A)]		《工业企业厂界环境噪声排放标准》 GB 12348-2008 表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值 2 类	达标情况
			昼间	夜间		
项目场界西侧 外 1 米处 1#	4 月 14 日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■	昼间: 60 dB(A) 夜间: 50 dB(A)	符合
			夜间	■		符合
	4 月 15 日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■		符合
			夜间	■		符合
项目场界西侧 外 1 米处 2#	4 月 14 日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■		符合
			夜间	■		符合
	4 月 15 日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■		符合
			夜间	■		符合
项目场界南侧 外 1 米处 3#	4 月 14 日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
	4 月 15 日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
项目场界南侧 外 1 米处 4#	4 月 14 日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
	4 月 15 日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
项目场界东侧 外 1 米处 5#	4 月 14 日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
	4 月 15 日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
项目场界东侧 外 1 米处 6#	4 月 14 日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
	4 月 15 日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	

续上表:

监测编号 及位置	监测日期	监测时段	监测结果 L _{eq} [dB(A)]		《工业企业厂界环境噪声排放标准》 GB 12348-2008 表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值 2类	达标情况
			昼间	夜间		
项目场界北侧 外 1 米处 7#	4月14日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■	昼间: 60 dB(A) 夜间: 50 dB(A)	符合
			夜间	■		符合
	4月15日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■		符合
			夜间	■		符合
项目场界北侧 外 1 米处 8#	4月14日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■		符合
			夜间	■		符合
	4月15日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■		符合
			夜间	■		符合
监测编号 及位置	监测日期	监测时段	监测结果 L _{eq} [dB(A)]		《工业企业厂界环境噪声排放标准》 GB 12348-2008 表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值 1类	达标情况
昼间	夜间					
升压站北侧外 1 米处 9#	4月14日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■	昼间: 55 dB(A) 夜间: 45 dB(A)	符合
			夜间	■		符合
	4月15日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■		符合
			夜间	■		符合
升压站西侧外 1 米处 10#	4月14日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■		符合
			夜间	■		符合
	4月15日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■		符合
			夜间	■		符合
升压站南侧外 1 米处 11#	4月14日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
	4月15日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
升压站东侧外 1 米处 12#	4月14日	昼间: 10:05-17:46 夜间: 22:02—次日 05:26	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	
	4月15日	昼间: 10:10-16:55 夜间: 22:02—次日 04:15	昼间	■	符合	
			夜间	■	符合	

根据监测，验收期间风电场各测点厂界噪声监测结果均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值 2 类；海上升压站各测点厂界噪声监测结果均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值 1 类。

9.4.2.2 施工期水下噪声监测

（1）监测点位、内容及时间

根据环境影响报告书中的环境监测计划，自然资源部第三海洋研究所于 2021 年 7 月在本工程 49 机位-3 号桩附近海域共选取了 7 个测试站位进行测量。其中 4 个水下打桩噪声站位，2 个海洋背景噪声，1 个同步声速剖面站位。主要监测内容包括：

- ① 水下噪声声压谱（功率谱密度）级 L_{ps} ；
- ② 峰值声压 L_{peak} ；
- ③ 声暴露级 L_{sel} 。

监测频率测量范围：20Hz~10kHz。

（2）监测结果分析

① 声速剖面测量结果

声速结构对水下噪声传播有重要影响，决定着水下声传播特征，本项目测量的桩基打桩海域的声速分布图如图 9.3-1 所示。图中看出，该海域声速值分布在 1533-1542 m/s，表层出现等声速层，深度约 12m，随着深度增加，呈现正梯度，并且梯度值较大。

图 9.3-1 施工海域的声物剖面图

② 水下背景噪声测量结果

针对海上风电工程施工期测量，主要是测量风机打桩过程中产生的水下噪声，同时也开展了海洋背景噪声测量。海洋背景噪声是海洋本身的自然特性，是海洋的一个重要声学特征，噪声中包含了关于海面状况、海面上的大气、冰层、海洋中水体的结构和动态、海底地幔的构造过程、海洋动物的行为等等方面的大量信息。海洋环境噪声特征，通常以噪声的频带声压级、声压谱级、带宽内的总声级等参数来表征。图 9.3-2 和图 9.3-3 分别给出了两个站位背景噪声的频带声压级

和声压谱级，其中 ZS-2 站位共三个接收深度。

图中看出，由于距离相近，两个站位的测量值一致，20Hz-10kHz 频带内的总声压级分别为 126.9dB、124.7dB、129.2dB 和 122.5dB。整体看，低频段噪声声压谱级较高，随着频率的增加，声压级逐渐降低，动态变化范围约为 60dB。在 100Hz 以下频段存在线谱，主要是由周边施工船只引起，声压谱级值分布在 100dB-120dB；100Hz 到 1kHz 频段，分布在 85dB-100dB；1kHz 到 5kHz 频段，声压谱级值减少至约 60dB；5kHz 到 10kHz 频段，声压谱级值较为稳定，约为 60dB。

(a) ZS-1 站位

(b) ZS-2 站位

图 9.3-2 水下背景噪声频带声压级图

(a) ZS-1 站位

(b) ZS-2 站位

图 9.3-3 水下背景噪声声压谱级图

③水下打桩噪声测量结果

四个测量站位（图 9.3-4）获取的水下打桩冲击波波形如图 9.3-4 所示。图

中可以看出，水下打桩噪声表现为高强度的冲击波，距打桩点越远，打桩产生的水下冲击波声压峰值越小。根据国际水下打桩噪声测量位置标准，一般需选择一个连续测量站位分析打桩作业的完整过程。因此，项目组选择 O2 站位（约距打桩点 470m）进行分析。

选择水下冲击波的峰值声压级连续稳定（约 100s）的 77 个脉冲进行分析，如图 9.3-5 所示。水下冲击波的长度，一般用包含 90%冲击波信号能量的时间来定义。图 9.3-6 给出单个冲击波脉冲的波形和持续时间。

图 9.3-4 不同测量站位的水下冲击波波形

图 9.3-5 O2 测量站位的水下冲击波脉冲串

图 9.3-6 O2 测量站位的单个脉冲波形和持续时间

对 77 个水下打桩脉冲做统计分析，时域特征（峰值声压级、声暴露级）和频域特征（声压谱级、20Hz~10kHz 频带总声级）分布如图 9.3-7 所示。

图 9.3-7 O2 测量站位的时域和频域特征结果分布

不同测量站位水下冲击波的间隔、长度、峰值声压级、声暴露级、频带总声级的均值、标准差如表 9.3-2。表中可以看出，每次打桩的时间间隔稳定，均值在 1.22s，但打桩产生的冲击波脉冲长度存在一定差异，声压峰值、声暴露级和频带总声级也是随着传输距离的增加而减小。

表 9.3-2 水下打桩噪声特征参数值

站位	O1	O2	O3	O4
距打桩点距离 (m)	■	■	■	■
间隔 (s)	■			
长度 (ms)	■	■	■	■
声压峰值 (dB)	■	■	■	■
声暴露级 (dB)	■	■	■	■
频带总声级 (dB)	■	■	■	■

海洋生物的听觉阈值是与频率相关的，即使同样强度和同样持续时间的声压信号，频率不同对海洋生物的影响是不同的。因此，应考虑水下打桩噪声的频域

特性，也即声压谱级。水下打桩噪声的功率密度谱能很好地反映其频域特性。同样选择 O2 站位测量获得水下打桩数据进行分析，其 1/3 倍频程声压谱级，如图 9.3-8 所示，图中同时给出了测量海域海洋环境背景噪声的功率谱级。图中看出，水下打桩噪声明显高于海洋背景噪声，主要能量分布在 50 Hz-1 kHz 范围，相比海洋环境背景噪声，提高了约 50dB。

图 9.3-8 水下打桩噪声和海洋背景噪声声压谱级对比

估算水下打桩噪声的声源级并分析其衰减特性，对于研究水下打桩影响海洋生物的范围是非常重要的。利用现场测量获取的同一直线上三个站位（O1、O2、O4）实际测量得到的水下打桩噪声峰值声压级平均值和声暴露级平均值，使用 matlab 自带的 cftool 工具进行曲线拟合，得到的声传播衰减曲线表达式为：

$$RL_{pk} = 242 - 22 \log r \quad (1)$$

$$SEL = 218 - 20 \log r \quad (2)$$

公式（1）可知，本次测量水下打桩噪声峰值声源级为 242 dB，衰减系数为 22，与球面扩展损失相近。实际测量结果与项目环境影响报告书给出的预测值（峰值声源级 235dB，衰减系数 21）较为一致，略大于预测值。同样利用公式（2）可知，本次测量水下打桩噪声的声暴露源级为 218 dB，衰减系数为 20。

9.5 固体废物影响调查与分析

9.5.1 产污环节

固体废物来源主要为生活垃圾、油污水及废油。

（1）生活垃圾

施工期生活垃圾主要来源为施工船舶施工人员产生的生活垃圾。

运营期生活垃圾主要来源为海上升压站临时值班人员产生的生活垃圾。

（2）扫海清障物

施工期对于海缆施工前扫海清障打捞产生的固体废弃物。

（3）废弃焊头和废弃包装

施工期风机塔基与塔架焊接过程产生的废弃焊头和拆卸下来的废弃材料设备包装物。

(4) 油污水及废油

施工期油污水主要来源为施工船舶产生的含油废水以及机修油污水，属于危险废物（代码 HW08-900-210-08）。

废油的来源主要为运行期风机海上升压站日常维护产生少量废油，属于危险废物（代码 HW08-900-214-08）；主变压器及高抗在突发事故或机组检修时所产生的废油，属于危险废物（代码 HW08-900-220-08），目前未产生。

9.5.2 影响调查与分析

(1) 生活垃圾

施工船舶定点设立生活垃圾收集装置统一收集生活垃圾，施工人员产生的生活垃圾经分类统一收集后由阳江市兴顺船舶服务有限公司进行处理。委托协议见附件 8。

运行期海上升压站配置垃圾桶收集临时值班人员产生的生活垃圾，经收集后运至陆上收纳后由当地环卫部门集中统一处置，对环境影响较小。

(2) 扫海清障物

施工期在施工船舶上设置专门的收集装置，对于海缆施工前扫海清障打捞产生的固体废弃物打捞出海后统一收集并运回陆上进行分类处理。

(3) 废弃焊头和废弃包装

施工时采用成卷的焊条材料，减少焊条废料量。同时，在每个焊接作业点配备收集桶，风机塔基与塔架焊接过程中产生的少量废弃焊头和拆卸下来的废弃材料设备包装物直接放入容器中。在每个施工现场设置废料回收桶，施工时产生的少量施工废料直接放入容器中，施工结束后统一回收运输至陆上进行处置。

(4) 油污水及废油处置

施工期大型施工船舶设有专用容器回收施工残油、废油及船舶油污水，进行统一收集后运至岸上，委托有相应资质的阳江市兴顺船舶服务有限公司接收处置。

运行期海上升压站配备 1 个 0.1m³ 的油污水收集桶统一收集设备检修时产生的少量漏油和油污水，收集后交由风机厂家进行处理。

运行期风机维护产生的废油由风机厂家广东明阳风电产业集团有限公司负责处置。

升压站主变下设有事故油坑，在突发事故或机组检修时产生的废油经事故油管排至事故油罐，总容积为 85m³，所收集的事故油由风机厂家广东明阳风电产业集团有限公司负责处置。

9.6 电磁环境影响调查与分析

9.6.1 产污环节

海缆输电及主变、高抗等电气设备运行产生电磁辐射。

9.6.2 影响调查与分析

海上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分均连接紧密，以减少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。GIS 设备采用封闭式母线，电气设备带有金属罩壳，对裸露电气设备采取设置安全遮拦。

深圳中检联检测有限公司于 2022 年 4 月 14 日至 4 月 15 日进行了项目风电场、海水升压站及海缆的电磁辐射检测，具体检测结果见表 9.5-1，检测报告详见附件 14。

根据环境影响报告书并结合《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014），验收期间风电场、220kV 海水升压站及 220kV 送出海底电缆工频电场，工频磁场强度执行 8kV/m、工频磁感应强度 1600 μ T 的控制限值。

检测结果表明，风电场、海水升压站及海缆上方的工频磁场强度、工频磁感应强度均满足控制限值要求，对环境影响较小。

表 9.5-1 电磁辐射检测结果与评价统计表

检测点位置	监测日期	检测项目	N1	N2	N3	N4	N5	RMS 平均值	《电磁环境控制限值》 GB 8702-2014 表 1 (1Hz~8Hz)	达标情况
项目场界西侧 1#	4月14日	电场强度（工频电场强度）（V/m）	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度（工频磁场强度）（μT）	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度（工频电场强度）（V/m）	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度（工频磁场强度）（μT）	■	■	■	■	■	■	■	符合
项目场界西侧 2#	4月14日	电场强度（工频电场强度）（V/m）	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度（工频磁场强度）（μT）	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度（工频电场强度）（V/m）	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度（工频磁场强度）（μT）	■	■	■	■	■	■	■	符合
项目场界南侧 3#	4月14日	电场强度（工频电场强度）（V/m）	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度（工频磁场强度）（μT）	■	■	■	■	■	■	■	符合

续上表:

检测点位置	监测日期	检测项目	N1	N2	N3	N4	N5	RMS 平均值	《电磁环境控制限值》 GB 8702-2014 表 1 (1Hz~8Hz)	达标情况
项目场界南侧 3#	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
项目场界南侧 4#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
项目场界东侧 5#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合

续上表:

检测点位置	监测日期	检测项目	N1	N2	N3	N4	N5	RMS 平均值	《电磁环境控制限值》 GB 8702-2014 表 1 (1Hz~8Hz)	达标情况
项目场界东侧 6#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
项目场界北侧 7#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
项目场界北侧 8#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合

续上表:

监测点位置	监测日期	检测项目	N1	N2	N3	N4	N5	RMS 平均值	《电磁环境控制限值》 GB 8702-2014 表 1 (1Hz~8Hz)	达标情况
项目场界北侧 8#	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
升压站北侧 9#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
升压站西侧 10#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合

续上表:

检测点位置	监测日期	检测项目	N1	N2	N3	N4	N5	RMS 平均值	《电磁环境控制限值》 GB 8702-2014 表 1 (1Hz~8Hz)	达标情况
升压站南侧 11#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
升压站东侧 12#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
	4月15日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合
海底电缆正上方 水面 13#	4月14日	电场强度(工频电场强度)(V/m)	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度(工频磁场强度)(μT)	■	■	■	■	■	■	■	符合

续上表：

监测点位置	监测日期	检测项目	N1	N2	N3	N4	N5	RMS 平均值	《电磁环境控制限值》 GB 8702-2014 表 1 (1Hz~8Hz)	达标情况
海底电缆正上方 水面 13#	4月15日	电场强度（工频电场 强度）（V/m）	■	■	■	■	■	■	■	符合
		磁感应强度（工频磁 场强度）（ μ T）	■	■	■	■	■	■	■	符合

10 运行期环境监测落实情况

工程运行期监测工作已由建设单位于2018年12月委托深圳中检联检测有限公司实施（见附件17），监测内容包括渔业资源调查、海水水质、沉积物、生态环境、水下噪声、鸟情及其栖息地观测、流场及局部冲刷监测以及电磁环境等监测内容，按照工程环境影响报告书的要求开展运行期环境监测工作。

10.1 海水水质、沉积物

为了解项目施工期悬浮物的污染状况，桩基施工及电缆沟开挖对海洋水质环境的影响，监测施工过程中悬浮物影响程度和范围，评价施工期水质是否满足海水水质标准，为施工期环境管理提供依据，对项目施工期水环境质量进行跟踪监测。

（1）范围及站点布设：海水水质环境监测范围及站点布设参考本次评价水质调查范围及站点布置确定。共设水质、沉积物站位6个。

（2）监测内容

水质：pH、悬浮物、油类、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、叶绿素-a。沉积物：pH、锌、铜、油类、含水率。

（3）监测频率和时间

运行后一年内春、秋期各一期。

10.2 水生生物、渔业环境调查

了解和掌握工程施工海域水生生态、渔业资源的现状；分析、验证和复核本工程对海域生态、渔业资源影响的评价结果；及时反映工程对周围海域生态、渔业资源状况的影响；预测可能的不良趋势，及时提出合理化建议和对策、措施；最终达到保护工程周围海域生物多样性和渔业资源的目的。对项目施工期生态、渔业进行跟踪监测。

（1）范围及站点布设

水生生物、渔业现状监测范围及站点布设参照环评海洋生态及渔业资源现状

监测，设水生生物站位 6 个，潮间带断面 2 条，渔业资源站位 6 个。

(2) 监测内容

水生生物：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物和底栖生物。

渔业资源：调查鱼卵、仔鱼种类组成、数量分布；渔获物种类组成；渔获物生物学特征；优势种分布；渔获量分布和现存相对资源密度。

(3) 监测频率和时间

风电场运行开始后的一年内的春、秋季各监测一期。

10.3 水下噪声监测

为具体了解本工程风机水下噪声影响，在海上风电场营运期开展水下噪声监测。

(1) 监测时间及布点

在不同风速风机的三个输出级别：低、中和额定风速输出时进行水下噪声测量。在距离风电场单个风机约 100m 处监测水下辐射噪声。同时应在距离风电场外部界限 3—4km 处进行水下背景噪声和风电噪声的综合测量。

(2) 监测内容

噪声频带有效声压级（dB re 1 μ Pa）；噪声声压谱（密度）级；分析水下噪声时一频特性；同时测量风机营运在空气中的辐射噪声。

(3) 监测频率和时间

风电场运行后进行一期监测。

10.4 鸟情及其栖息地观测

在运行初期（5 年），加强对区域鸟情、滩涂淤涨变化、鸟类与风机撞击情况的观测研究。

(1) 观测内容

鸟类群落特征：包括工程建设区及邻近地区鸟类的种类组成、数量、分布以及迁徙、迁飞特征、穿越风电场、与风机发生撞击的情况等；

栖息地生境特征：包括植被、饵料动物的种类、数量以及分布情况的变化；滩涂淤涨情况；鸟类适宜生境面积的变化等。

(2) 观测方法与频率

鸟类调查采用路线调查和定点观测相结合的方法进行观测。植被和饵料生物调查，主要采用样方法结合随机采样方法进行。滩涂淤涨情况可以采用定标志杆与遥感分析相结合的方法进行。

调查监测频次根据季节划分，在鸟类数量较集中的春秋季节迁徙期，可进行强化监测。

10.5 流场、局部冲刷

为了解和掌握工程建设对局部流场的影响，和风机墩柱局部冲刷情况，并保证风机运行安全，同时为检验本次评价预测的准确程度，在工程投运后 5 年内对风电场海域潮流场状况进行调查监测，监测内容包括：

（1）风机墩柱局部冲刷监测：

工程运行后 5 年内对风机墩柱局部冲刷情况进行调查，调查包括冲刷深度、冲刷坑直径和冲刷坑形状等参数。在以上调查研究结果的基础上，若有必要，应对风机墩柱局部冲刷进行加测。在风暴潮等恶劣气象条件过后对风机墩柱局部冲刷情况进行必要的监测。

（2）航道水深监测

工程运行后 5 年内对风电场临近的航道、锚地水深进行监测调查。在以上监测调查结果的基础上，若有必要，应对航道水深进行加测。在风暴潮等恶劣气象条件过后进行必要的加测。

10.6 电磁环境监测

（1）海底电缆以海底电缆的边缘线为测试原点，沿垂直于线路方向为测量路径，按测点间距 10m 顺序布点，确认某测点工频电磁场测值已为环境背景值时，可不再向远处测点继续测量。监测频率为每年 1 次。

（2）海上升压站以海上升压站外缘线的垂直方向作为测试路径，距离外缘线 5m 位置为起点，以 10m 间隔布置测点，直至工频电磁场为环境背景值处止。监测频率为每年 1 次。

11 风险事故防范及应急措施落实情况调查

11.1 环境风险因素调查

本项目为海上风力发电项目，工程本身不涉及易燃易爆、有毒有害物品。但本工程所在海域通航船舶较多，施工期大量施工船舶往来于码头与作业海域势必穿越周边航道，从而带来施工船舶与固有通航船舶碰撞的风险，一旦发生船舶碰撞事故，可能造成船舶燃料油及油船煤油泄漏的可能。运营期环境风险包括船舶与风机碰撞溢油风险和风机桩基失稳内部油料泄漏事故的可能。

11.2 环境风险事故调查

经相关走访及调查，在本工程施工及验收期间没有发生船舶溢油污染、船舶生活污水及生活垃圾泄漏、船舶与风机碰撞溢油风险和风机桩基失稳内部油料泄漏事故。

11.3 施工期应急预案

为了贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全工作方针，提高应急管理水平和应急处置能力，根据《中华人民共和国安全生产法》《中华人民共和国突发事件应对法》《中华人民共和国电力法》《中华人民共和国防治船舶污染海域管理条例》等法律法规。建设单位同施工单位中铁大桥局集团有限公司、中国能源建设集团西北电力建设工程有限公司以及粤电阳江沙扒海上风电项目经理部编制了《海洋环境污染事件专项应急预案》并于2020年8月发布实施。

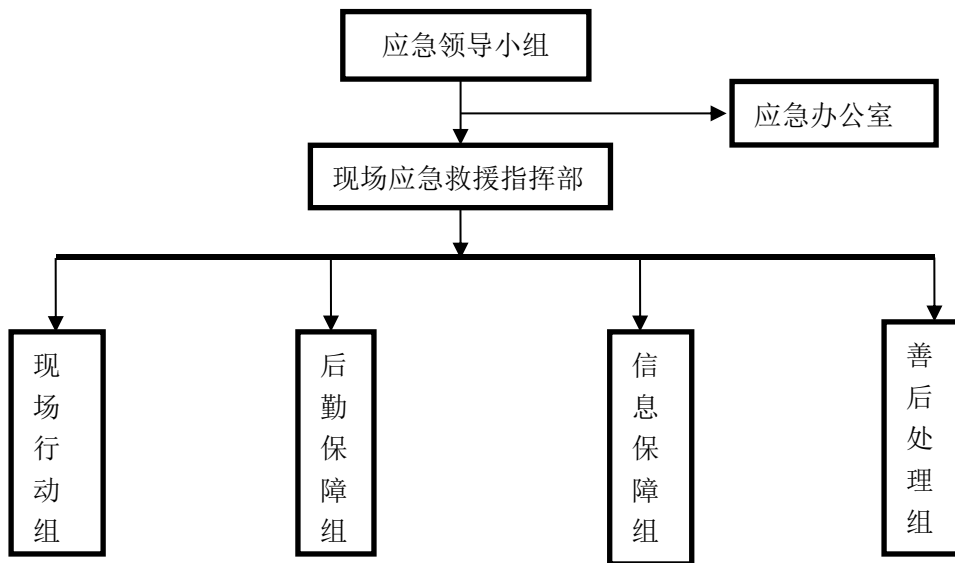
应急预案中在事故防范的组织和措施、应急反应机构和人员、应急设施、交通、通讯、信息、后勤、污染报告程序、应急反应程序等各方面均规定了详细的实施途径和方法。应急预案中明确了各部门的具体职责和责任以及事故发生后事故上报程序等。

《海洋环境污染事件专项应急预案》报审表	《海洋环境污染事件专项应急预案》封面

11.3.1 应急组织机构及职责

11.3.1.1 应急组织体系

应急组织体系如下图：



11.3.1.2 主要职责

(1) 应急领导小组主要职责

- ①审定应急预案；
- ②全面指导突发事件应急救援工作；
- ③落实政府及上级单位有关应急工作的重要指令；
- ④负责指定人员到现场指挥应急抢险工作，对应急抢险重大问题进行决策；
- ⑤审定对外发布和上报的事件信息；
- ⑥负责审定下达和解除预警信息，负责下达应急预案的启动和终止指令；
- ⑦应急响应结束后，安排相关部门和人员进行事故调查和总结。

(2) 应急办公室主要职责

- ①负责应急预案的编制、修订、备案、实施和演练等日常工作；

②接收应急报告，立即电话报告应急办公室主任，同时通过应急平台或其他方式向领导小组报告。负责发送突发事件预警的启动与解除通知以及发送应急预案的启动和终止指令；

③根据领导小组的意见，向能源局、安监局等政府监管部门报告事件动态信息；

④收集、分析、跟踪事件发展动态，处理并汇总现场的信息，及时向领导小组提供决策参考意见；

⑤协助事故单位开展现场应急救援工作；

⑥负责新闻发布工作；

⑦完成应急救援总结的审核和归档工作；

⑧做好过程记录和交接班记录；

⑨完成领导小组交办的其他工作。

（3）现场应急救援指挥部主要职责

负责落实项目领导批示、指示及有关决定，及时向应急领导小组及应急办报送紧急重要情况，负责各应急救援组、上级公司以及与政府管理部门之间的信息传递；指导和协调事发现场做好相关突发事件的预防、应急处置等工作。

（4）现场行动组主要职责

①参加定期组织的各专项应急预案、现场处置方案的应急演练。应急预案启动时，在现场应急救援指挥部的指挥下开展现场应急救援工作，负责事故现场的警戒及现场保护工作。

②提出并落实抢险救灾所需的设备设施和物资；

③负责抢救遇险人员；

④负责事故现场转移物资；

⑤负责排险、控险、灭火等现场救援工作。

（5）后勤保障组主要职责

①负责保障运送抢险救援人员、物资器材所需的车辆，保障抢险道路的畅通；

②负责提供抢险救援的设备器材和物资；

③负责生活保障，提供休息场所、食物及其它生活必需品等；

④负责抢险物资、设备设施、防护用品的日常检查、补充和维护保养工作。

(6) 信息保障组主要职责

负责起草信息发布的内容，统一对外联系；负责整理事故信息，接待媒体人员，协调有关事宜；负责上报材料的起草和审定工作，做好事故情况汇总工作。

(7) 善后处理组主要职责

与所在地方政府有关部门联络，对死伤者家属进行安抚、救助，稳定人员情绪，确保恢复生产及善后工作顺利进行；开展事故调查、保险理赔、事后修复等工作。

11.3.2 预防与预警

11.3.2.1 预防措施

- ①按照风电场设备运行维护规程对风机、海上升压站设备定期进行巡检；
- ②定期对风机、海上升压站、船舶有关油品设备进行检查维护；
- ③定期开展安全检查工作，对设备及时消缺，不能及时消缺的故障，加强监控；
- ④定期对海上升压站污水处理系统进行检查维护，定期将污水进行处理；
- ⑤加强对运维人员进行防治海洋环境污染教育；
- ⑥设备故障出现渗漏油、污水，及时采取措施对污染源进行控制。

11.3.2.2 预警

(1) 预警条件

- ①政府相关部门、新闻媒体发布的地震、超强台风等自然灾害预警信息；
- ②根据安全性评价、安全风险评估、危险点分析、重大危险源评估、技术监控、缺陷管理等工作过程中发现的问题，经风险评估得出的预警信息；
- ③风电场、安全监察技术部、外包单位对公司危险源和重要危险目标监控过程中发现的重大事故隐患，经相关部门核查无误后应及时预警。

(2) 预警级别

根据预测分析结果，对可能发生和可以预警的危急事件进行预警。依据危急事件可能造成的危害程度和发展势态，将预警级别分为四级：I级、II级、III级、

IV级。

① I 级预警

指风力发电机组、交通船舶、海上升压站设备故障发生油品严重泄漏造成海洋环境污染，或者六氟化硫气体泄漏导致人员中毒，可能发生特别重大海洋环境污染事件，预期造成 100 万元以上直接经济损失，启动 I 级预警。

② II 级预警

指风力发电机组、交通船舶、海上升压站设备故障发生油品中度泄漏造成海洋环境污染，六氟化硫气体泄漏未造成人员中毒，可能发生重大海洋环境污染事件，预期造成 50 万元以上 100 万元以下直接经济损失，启动 II 级预警。

③ III 级预警

指出现风力发电机组、交通船舶、海上升压站等设备故障导致油品泄漏导致海洋环境受到污染，预期造成 10 万元以上 50 万元以下直接经济损失，启动 III 级预警。

④ IV 级预警

指出现运维人员将生产垃圾抛掷于海洋，或者海上升压站生活污水不慎排入海洋，或者油品泄漏等情况导致海洋环境受到污染，预期造成 10 万元以下直接经济损失，启动 IV 级预警。

(3) 预警方式

公司预警信息的发布由应急办公室通过邮件、微信、短信、电话等方式及公司内部的信息平台发送预警启动命令，预警信息包括发布机构、发布时间、可能发生的突发事件类别、起始时间、可能影响范围、预警级别、警示事项、事态发展、相关措施、咨询电话等。

(4) 预警信息发布程序

根据对突发事件的预报和预测结果和预警级别，对突发事件的预警执行以下程序：

① 应急办下达预警指令。

② 及时向各部门及相关方发布和传递预警信息。

③ 各应急小组跟踪事态发展，采取防范控制措施，做好相应的应急准备，发现情况及时向应急领导小组汇报。

④应急办根据已预警突发事件的情况变化，适时宣布预警解除。

11.3.3 应急响应

根据海上突发环境污染事件的危害程度、影响范围，结合项目控制事态的能力，将应急响应分为四级，I级响应、II级响应、III级响应、IV级响应。

① I级响应

根据I级预警信息，判断可能发生I级事件，启动I级响应。响应程序：项目组织救援力量进入现场开展救援处置，同时向上级单位报告，并按照集团公司应急指挥指令和按照集团公司相应应急预案进行处置。当事件（事故）继续扩大达到《生产安全事故报告和调查处理条例》（中华人民共和国国务院令 493号）、《电力安全事故应急处置和调查处理条例》（中华人民共和国国务院令 599号）中的一般事故等级及以上时，按照条例中事故报告的流程上报，并服从当地人民政府应急办指挥和调度，积极配合事故救援和调查工作。

② II级响应

根据II级预警信息，判断可能发生II级事件，启动II级响应。响应程序：项目立即组织救援力量进入现场开展救援处置，同时向集团公司报告，并根据集团公司应急指挥部指令进行处置或按照集团公司相应应急预案进行处置。

③ III级响应

根据III级预警信息，判断可能发生III级事件，启动III级响应。响应程序：根据现场处置方案立即组织救援力量进入现场开展救援处置，同时向项目应急救援指挥部报告，并根据项目应急救援指挥部指令进行处置或按照项目相应应急预案进行处置。

④ IV级响应

根据IV级预警信息，判断可能发生IV级事件，启动IV级响应。响应程序：根据现场处置方案立即组织救援力量进入现场开展救援处置，同时向项目应急救援指挥部报告，项目应急救援指挥部根据事件情况决定启动项目相应应急预案进行处置。

响应程序如下图所示：



11.3.4 应急处置方案

项目突发海洋环境污染事件应急处置遵循“以人为本、快速反应、统一指挥、各司其职、协同作战、保障安全”的原则。

11.3.4.1 先期处置

(1) 发生环境污染事故时，事发现场人员应立即判明情况，在做好信息报告的同时，按照现场处置方案开展现场处置，若有人员伤亡，拨打 120 医疗急救电话，并立即上报现场负责人，现场负责人报应急办公室。

(2) 应急办公室密切关注事件发展态势，掌握先期处置效果。

11.3.4.2 应急处置

(1) 接到启动专项应急响应的命令后，现场应急救援指挥部迅速制定应急救援方案，指挥协调开展现场应急救援工作。各现场应急救援工作组应立刻开展事故现场组织抢救，保护好现场，并采取积极措施防止污染扩大，同时根据情况需要，上报公司及时请求当地政府、消防、海事、医疗等部门支援。

(2) 应急办公室随时跟踪事件发展信息，根据事态发展趋势，进行分析研判，及时向应急领导小组报告。

(3) 现场应急救援指挥部在接到环境污染事故应急救援命令后，应做好以下工作：

① 指挥现场应急人员积极抢救受伤人员。立即将中毒者抬到通风比较好的地方，若伤员呼吸停止，采用人工呼吸进行初步救护，并根据情况迅速送往医院救治。

② 现场行动组迅速控制现场，做好作业人员的疏散撤离，减少污染区域人员

伤害扩大，对疏散的紧急情况、疏散区域、疏散距离、疏散运输工具等做出细致的准备。

③制定处置措施切断污染源，防止污染物扩散；根据现场调查和查阅有关资料并参考有关专家意见，向应急领导小组汇报污染处置方案。

④若发现溢油泄漏，要马上制定措施切断溢油源，并告诫全体人员危险情况的存在，并组织人员回收溢油和喷洒消油剂。

⑤做好污染监测工作，及时对污染水源、大气进行跟踪监测，在第一时间确定污染物种类，出具监测资料；必要时协调有关监测部门对环境突发事件的发展势态及影响及时进行动态的监测，并对监测信息做出初步评估，将各阶段的事态监测和初步评估的结果快速反馈给应急领导小组，为整体的应急决策提供依据。

⑥根据事故的具体情况，调配事故应急体系中的各级救援力量和资源开展事故现场救援工作，必要时求助上级公司和当地政府部门。

⑦安排信息保障组接待受事故影响的相关方和安排公众的咨询，统一发布事故信息。

⑧在应急处理过程中必须对应急人员自身的安全问题进行周密的考虑，包括安全预防措施、个体防护设备、现场安全监测等，防止有毒有害物质对应急救援人员造成二次伤害。

(4) 油品泄漏事故的处置措施

①一旦发生溢油事故，现场负责人立即启动现场处置预案，组织现场人员开展溢油防治措施，对溢油部位用抹布等进行封堵，向应急办公室报告事故情况（包括时间、地点、溢油量、运动方向、采取相应的防治措施）。

②应急办公室接到发生油品泄漏事故报告后，立即向应急领导小组报告。应急领导小组组长立即下达继续急救的命令，并密切监视事故发展，有新险情及时上报。同时召集应急领导小组主要成员根据报告的事故信息，初步分析事故原因，评估污染事故的环境污染风险，确定事故等级，拟定应急行动方案，迅速组织及指派应急反应队伍携应急反应设备赶赴事故现场应急指挥部立即采取行动。如果发现事故比较严重，应急小组也无法控制，应急领导小组组长应立即向当地海事部门请求援助。

③现场应急总指挥具体组织应急小组开展救援行动。总指挥命令所有应急人

员进入紧急状态，佩戴好安全防护器具，明确事故性质、范围、个人防护措施、事故紧急处理方法后准备进入事故现场进行紧急救援。

④后勤保障组安排相应船舶，提前在出发地点等候应急小组成员，安排应急车辆在岸边待命。现场行动组进入事发现场禁止使用火源以防止发生火灾和爆炸，紧急转移受伤或中毒等人员和危险物品及贵重物品。医疗救护小组立即对受伤或中毒人员进行紧急救护，病情严重的人员及时用交通船转移至陆地，再由等候在岸上的应急车辆送到就近医院进行进一步的救护。

⑤现场行动组进入事发现场，首先在现场布置围油栏以避免油污扩散，对已经泄漏的油污利用消油剂（降烃菌）、撇油器、吸油毡等专业设备进行清除、回收。

⑥信息保障组在现场行动组进行救援时密切关注天气情况，发现风向海况发生变化时及时通知总指挥，由总指挥负责指令现场行动组进行下一步行动。

⑦污染事故现场得到控制，对周边海域构成的环境污染和安全威胁已得到排除时，总指挥宣布应急反应结束，并向公司上级部门报告相关信息。

（5）固体废弃物不慎排海事故的处置措施

①一旦发生固体废弃物不慎被排入海中事故，风电场场长立即启动现场处置预案，组织现场人员开展垃圾处理措施，对可能继续坠入海中的固体废弃物进行固定，向应急办公室报告事故情况（包括废弃物名称、时间、地点、规模、采取的相应防治措施）。

②应急办公室接到事故报告后，立即向应急领导小组组长报告。应急领导小组组长立即召集应急领导小组主要成员根据报告的事故信息，初步分析事故原因，评估污染事故的环境污染风险，确定事故等级，拟定应急行动方案，迅速组织及指派应急反应队伍携应急反应设备赶赴事故现场采取行动。如果发现事故比较严重，应急小组也无法控制，应急领导小组组长应立即向当地海事部门请求援助。

③现场应急总指挥具体组织应急小组开展救援行动。总指挥命令所有应急人员进入紧急状态，佩戴好安全防护器具，明确事故性质、范围、个人防护措施、事故紧急处理方法后准备进入事故现场进行紧急救援。

④后勤保障组安排相应船舶，提前在出发地点等候应急小组成员，安排应急车辆在岸边待命。现场行动组进入事故现场，根据入水废弃物的形态，由穿戴防

毒工作服、防毒面罩潜水衣的潜水员，带好工具，下海进行打捞。

⑤污染事故现场得到控制，对周边地区构成的环境污染和安全威胁得到排除时，总指挥宣布应急反应结束，并向公司上级部门报告相关信息。

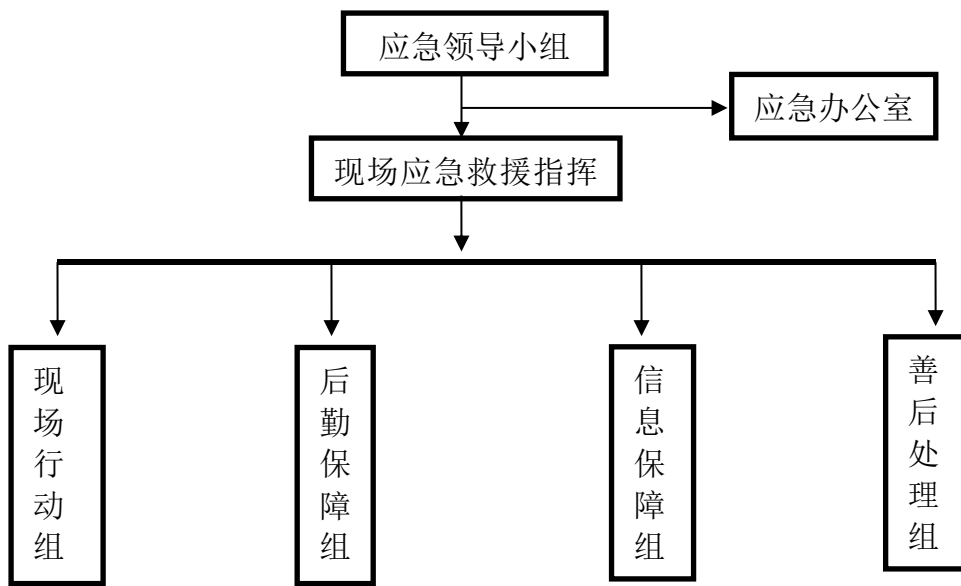
11.4 运营期应急预案

建设单位于 2021 年先后发布了《环境污染事故应急预案》（Q/GEG-0303.31.YJ09.B-2021）和《海上溢油现场处置方案》（Q/GEG-0303.31.CZ14.B-2021），提出了运营期间风力发电机组齿轮箱润滑油、液压站液压油泄漏、润滑油脂跌落地面、碳粉排放、污水未经处理直接排放、变电站危化品泄漏、设备六氟硫气体泄漏等突发环境事件情形下的应对方案，以及柴油、齿轮油、柴机油、抗燃油、液压油、润滑油等在运输或使用过程中，因海上溢油危及人身安全或环境污染事件的应对预案。

11.4.1 应急指挥机构及职责

11.4.1.1 应急组织体系

应急组织体系如下图：



11.4.1.2 主要职责

1. 应急领导小组组成及主要职责

组长：总经理

副组长：分管安全副总经理

成员：各职能部门负责人、各项目负责人

注：因特殊原因，总经理不在公司时，由总指挥授权人担任应急总指挥；在节假日或行政人员非上班期间，未能与相关领导联系上，发生和生产相关紧急情况，由值班最高领导自动担任应急总指挥，直至公司领导到达现场。

主要职责：1) 审定应急预案；

2) 全面指导突发事件应急救援工作；

3) 落实政府及上级单位有关应急工作的重要指令；

4) 负责指定人员到现场指挥应急抢险工作，对应急抢险重大问题进行决策；

5) 审定对外发布和上报的事件信息；

6) 负责审定下达和解除预警信息，负责下达应急预案的启动和终止指令；

7) 应急响应结束后，安排相关部门和人员进行事故调查和总结。

2. 应急办公室主要职责

主任：安监技术部部长，考虑因公务外出或休假不在属地，依次由安全监察及生产技术部部门岗位职级最高者担任。

成员：阳江海上风电公司各专、兼职安全管理人员

主要职责：

- 1) 负责应急预案的编制、修订、备案、实施和演练等日常工作。
- 2) 接收应急报告，立即电话报告应急办公室主任，同时通过应急平台或其他方式向领导小组报告。负责发送突发事件预警的启动与解除通知以及发送应急预案的启动和终止指令。
- 3) 根据领导小组的意见，向能源局、应急管理局等政府监管部门报告事件动态信息。
- 4) 收集、分析、跟踪事件发展动态，处理并汇总现场的信息，及时向领导小组提供决策参考意见。
- 5) 协助事故单位开展现场应急救援工作。
- 6) 负责新闻发布工作。
- 7) 完成应急救援总结的审核和归档工作。
- 8) 做好过程记录和交接班记录。
- 9) 完成领导小组交办的其他工作。

3.现场应急救援指挥部主要职责

现场应急救援指挥部是现场应急救援的指挥机构，有权调动公司人力和物力等资源开展救援活动。现场应急救援指挥部下设现场行动组、后勤保障组、信息保障组、善后处理组。

组长：总经理

副组长：分管安全副总经理

成员：各职能部门负责人、各项目负责人

主要职责：负责落实公司领导批示、指示及有关决定，及时向应急领导小组及应急办报送紧急重要情况，负责各应急救援组、上级公司以及与政府管理部门之间的信息传递；指导和协调事发现场做好相关突发事件的预防、应急处置等工作。

4.现场行动组组成及职责

组长：工程部部长/运维部部长

成员：珠海金湾海上风电场场长、电白热水风电场场长、阳江沙扒海上风电场场长

主要职责：

(1) 参加定期组织的各专项应急预案、现场处置方案的应急演练。应急预案启动时，在现场应急救援指挥部的指挥下开展现场应急救援工作，负责事故现场的警戒及现场保护工作。

(2) 提出并落实抢险救灾所需的设备设施和物资；

(3) 负责抢救遇险人员；

(4) 负责事故现场转移物资；

(5) 负责排险、控险、灭火等现场救援工作；

5.后勤保障组组成及职责

组长：综合部部长

成员：综合部综合专责、珠海金湾、阳江沙扒项目综合管理人员、各场站综合管理人员主要职责：

(1) 负责保障运送抢险救援人员、物资器材所需的车辆，保障抢险道路的畅通；

(2) 负责提供抢险救援的设备器材和物资；

(3) 负责生活保障，提供休息场所、食物及其它生活必需品等。

(4) 负责抢险物资、设备设施、防护用品的日常检查、补充和维护保养工作。

6.信息保障组及主要职责

组长：综合部部长

成员：综合部专责

主要职责：负责起草信息发布的内容，统一对外联系；负责整理事故信息，接待媒体人员，协调有关事宜；负责上报材料的起草和审定工作，做好事故情况汇总工作。

7.善后处理组及主要职责

组长：安监技术部部长

成员：珠海金湾海上风电场场长、电白热水风电场场长、阳江沙扒海上风电场场长。

主要职责：与所在地方政府有关部门联络，对死伤者家属进行安抚、救助，

稳定人员情绪，确保恢复生产及善后工作顺利进行；开展事故调查、保险理赔、事后修复等工作。

11.4.2 处置程序

11.4.2.1 应急报告程序和内容

因环境污染事故引发人身伤害或财产损失时，风电场场长或其指定人员应当按照突发事件综合应急预案中《突发事件及时报告单》的要求及时上报。

11.4.2.2 应急值守电话

公司实行每天 24 小时不间断值班。由当班值长值守，应急值班电话：0662-2338915；传真号码：0662-2338988。现场应急救援指挥部应急值班电话和值长应急值班电话具有同等效用。

应急值守电话实行同步录音，事故信息接收、通报程序如下：

- (1) 值班人员通过应急值守电话接收突发事件信息；
- (2) 在值班记录上简要记录；
- (3) 值班人员报告应急办公室主任；
- (4) 应急办公室主任上报应急领导小组，获得应急领导小组具体指示；
- (5) 通报有关部门。

11.4.2.3 信息报告内容

- a) 事故发生的时间、地点、单位；
- b) 事故发生的简要经过、伤亡人数、直接经济损失的初步估计；设备损坏初步统计；对社会是否造成影响等情况；
- c) 事故原因的初步判断；
- d) 事故发生后应急响应情况、采取的措施以及事故控制情况。

11.4.2.4 报告方式和责任人

应急信息的报告一般通过办公电话、移动电话、传真、计算机网络、办公自

动化系统等方式进行。现场险情及救援信息报告的责任人为值长及各应急工作组组长。

当发生的突发事件达到《生产安全事故报告和调查处理条例》（中华人民共和国国务院令 493 号）、《电力安全事故应急处置和调查处理条例》（中华人民共和国国务院令 599 号）中的一般事故等级及以上时，按照条例中事故报告的流程上报，并服从当地人民政府应急办指挥和调度，积极配合事故救援和调查工作。

11.4.3 应急响应

11.4.3.1 响应分级

按事故的严重程度和影响范围，将环境污染事故响应分级分为 I、II、III、IV 四级。响应等级划分标准如下表：

响应等级	类别
I 级	因环境污染直接导致 1 人重伤或 2 人以上 5 人以下轻度中毒或轻伤； 因环境污染疏散、转移人员 100 人以上 200 人以下的； 因环境污染造成直接经济损失造成 100 万元以上 500 万元以下的。
II 级	因环境污染直接导致 1 人轻度中毒或轻伤； 因环境污染疏散、转移人员 30 人以上，100 人以下的； 因环境污染造成直接经济损失造成 100 万元以下 10 万元以上的。
III 级	因环境污染疏散、转移人员 5 人以上 30 人以下的； 因环境污染造成直接经济损失造成 10 万元以下 1 万元以上的。
IV 级	因环境污染疏散、转移人员 5 人以下的； 因环境污染造成直接经济损失造成 1 万元以下的。

11.4.3.2 响应程序

I 级响应程序

(1) 启动响应。发生突发环境事件达到 I 级响应的启动条件时，由阳江公司应急领导小组组长决定启动 I 级应急响应，并向省风电公司进行事故通报。

(2) 成立应急指挥部。突发环境事件 I 级响应启动后，阳江公司应急指挥机构自动成立，由阳江公司应急领导小组组长任应急指挥部总指挥。

(3) 会商会议。应急总指挥根据实际需要组织指挥部成员召开会商会议，

进行分析研判，对事件影响及其发展趋势进行综合评估，向各应急工作组布置应急处置工作。

(4) 应急值班。应急总指挥安排安监技术部、综合部、运维部及相关部门人员 24 小时应急值班，值班安排由安全生产监管部主要负责人负责组织。

(6) 应急处置。由应急总指挥指派分管负责人或应急指挥部副总指挥带队赶赴事发单位指导应急处置工作。各应急工作小组在应急总指挥的领导下，按照职责分工，组织开展各项应急处置工作。集团公司同步启用应急指挥中心，应急指挥部成员及各应急工作组组长听从应急指挥部指令，应急指挥中心集中开展应急处置。

II 级响应程序

(1) 启动响应。发生突发环境事件达到 II 级响应的启动条件时，由阳江公司应急领导小组组长决定启动 II 级应急响应。

(2) 应急处置。事故发生单位应成立现场应急指挥机构，统一调配风电场应急资源，立即按照本单位应急预案组织开展应急处置工作。

(3) 扩大响应。当突发环境事件达到本预案 I 级响应条件或超出风电场、项目部处置能力，风电场、项目部应报请阳江公司安监技术部主要负责人，由安监技术部主要负责人报告应急领导小组组长，建议扩大应急响应。

III、IV 级响应程序

(1) 公司安监技术部负责接收事件信息，密切关注事态发展。

(2) 公司安监技术部主要负责人向主管领导和应急领导小组常务副组长报告事件信息、突发事件应急处置情况和事态发展趋势。

11.4.3.3 应急结束

当突发环境事件条件已经排除、污染物质已降低至规定限值以内、所造成的危害基本消除，按照谁启动谁结束的原则，由发布应急响应启动指令的机构发布应急响应结束指令，停止有关应急处置措施，临时应急指挥机构予以撤销。

11.4.4 应急处置

11.4.4.1 应急处置原则

遵守公司突发事件综合应急预案的处置原则，重点强调“接警及时，响应快速”，快速、有效地控制环境污染扩散，将突发环境污染事件控制、消除在最小范围内。

11.4.4.2 应急处置措施

1、先期处置

1) 发生环境污染事故时，事发现场人员应立即判明情况，在做好信息报告的同时，按照现场处置方案开展现场处置，若有人员伤亡，拨打 120 医疗急救电话，并立即上报风电场场长，风电场场长上报应急办公室。

2) 应急办公室密切关注事件发展态势，掌握先期处置效果。

2、应急处置

1) 风电场接到启动专项应急响应的命令后，现场应急救援指挥部迅速制定应急救援方案，指挥协调开展现场应急救援工作。各现场应急救援工作组应立刻开展事故现场组织抢救，保护好现场，并采取积极措施防止污染扩大，同时根据情况需要，及时请求当地政府、消防、医疗等部门支援。

2) 应急办公室随时跟踪事件发展信息，根据事态发展趋势，进行分析研判，及时向应急领导小组报告。

3) 现场应急救援指挥部在接到环境污染事故应急救援命令后，应做好以下工作：

(1) 指挥现场应急人员积极抢救受伤人员。立即将中毒者抬到通风比较好的地方，若伤员呼吸停止，根据情况采用人工呼吸或用苏生器输氧，迅速送往医院救治。

(2) 现场行动迅速控制现场、在事件现场周围划定并建立紧急隔离区域、设置警告标志，防止与救援无关人员进入事故现场受到伤害，保障救援队伍、物资运输和人群疏散交通畅通，并避免发生不必要的伤害。

(3) 做好人群疏散，减少污染区域人员伤害扩大，对疏散的紧急情况、疏

散区域、疏散距离、疏散路线、疏散运输工具、安全庇护场所以及回迁等做出细致的准备。对已实施临时疏散的人群，要做好临时安置。

(4) 制定处置措施切断污染源，防止污染物扩散；根据现场调查和查阅有关资料并参考有关专家意见，向应急领导小组汇报污染处置方案。

(5) 做好污染监测工作，及时对污染水源、大气、土壤进行跟踪监测，在第一时间确定污染物种类，出具监测资料；必要时协调有关监测部门对环境突发事件的发展势态及影响及时进行动态的监测，并对监测信息做出初步评估，将各阶段的事态监测和初步评估的结果快速反馈给应急领导小组，为整体的应急决策提供依据。

(6) 根据事故的具体情况，调配事故应急体系中的各级救援力量和资源开展事故现场救援工作，必要时求助上级公司和当地政府部门。

(7) 安排信息保障组接待受事故影响的相关方和安排公众的咨询，统一发布事故信息。

(8) 在应急处理过程中必须对应急人员自身的安全问题进行周密的考虑，包括安全预防措施、个体防护设备、现场安全监测等，防止有毒有害物质对应急救援人员造成二次伤害。

11.5 小结

(1) 本工程结合自身特点制定了《突发事件综合应急预案》《海上溢油事故处置方案》。

(2) 本工程施工期及验收期间未发生溢油、泄漏等海洋环境污染事故。

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

12 公众意见调查

12.1 调查方法、对象、内容

公众意见调查主要在工程的影响区域内进行，调查对象主要为工程周围的居民、周边企业等。

调查采用填写调查表的方式（见表 11.1-1）。

调查内容主要包括以下几个方面：

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

表 11.1-1 粤电阳江沙扒海上风电项目公众意见调查表

一、参与者基本情况							
姓名		性别		年龄		文化程度	
单位或住址						电话：	
项目概况							
二、项目调查							
1.您对目前环境现状的满意程度	1.满意 2、基本满意 3、不满意						
2.本工程施工期间是否有扰民现象	1.没有 2、存在扰民现象，但影响很小 3.存在扰民现象，影响较重						
3.本工程施工期间是否因环境污染问题与周边居民发生过纠纷	1、没有 2、有 3、不清楚						
4.本工程施工期排放的噪声对您日常生活、工作是否有影响	1.没有影响 2、影响较轻 3、影响较重						
5.本工程施工期间排放的污水对您日常生活、工作是否有影响	1.没有影响 2、影响较轻 3、影响较重						
6.本工程施工期排放的固体废物对您日常生活、工作是否有影响	1.没有影响 2、影响较轻 3、影响较重						
7.项目建成后对您的生活与工作是否会产生影响	1.有利影响 2、不利影响 3、没有影响						
8.工程试运营以来，是否给环境带来影响	1.没有影响 2、影响较轻 3、影响较重						
9.您对本工程环保工作的满意程度	1.满意 2、基本满意 3、不满意						
10.扰民与纠纷情况的具体说明：							
11.您对该项目在环保方面有何建议或要求							

12.2 公众意见调查结果及分析

本次公众意见调查，共向公众发放问卷调查表 33 份。包括项目周边企业、居民，收回 33 份，回收率 100%。

问卷调查人员情况统计见表 11.2-1，调查统计结果见表 11.2-2。

表 11.2-1 问卷调查人员情况统计

调查人员基本情况		人数	比例
性别	男	17	51.5
	女	16	48.5
文化程度	初中以下	18	54.5
	初中以上	15	45.5
职业	工人	5	15.2
	村民	28	84.8
	其他		

表 11.2-2 公众意见统计结果

调查内容	观点	人数	比例
1.您对目前环境现状的满意程度	满意	32	97.0
	基本满意	1	3.0
	不满意		
2.本工程施工期间是否有扰民现象	没有	33	100
	存在扰民现象，但影响很小		
	存在扰民现象，影响较重		
3.本工程施工期间是否因环境污染问题与周边居民发生过纠纷	没有	32	97.0
	有		
	不清楚	1	3.0
4.本工程施工期排放的噪声对您日常生活、工作是否有影响	没有影响	33	100
	影响较轻		
	影响较重		
5.本工程施工期间排放的污水对您日常生活、工作是否有影响	没有影响	33	100
	影响较轻		
	影响较重		
6.本工程施工期排放的固体废物对您日常生活、工作是否有影响	没有影响	33	100
	影响较轻		
	影响较重		
7.项目建成后对您的生活与工作是否会产生	有利影响	27	81.8

影响	不利影响		
	没有影响	6	18.2
8.工程调试以来，是否给环境带来影响	没有影响	33	100
	影响较轻		
	影响较重		
9.您对本工程环保工作的满意程度	满意	32	97.0
	基本满意	1	3.0
	不满意		
10.扰民与纠纷情况的具体说明：	无		
11.您对该项目在环保方面有何建议或要求	无		

通过统计结果进行分析，可知：

(1) 通过对本工程的介绍，97.0%被调查公众对环境质量现状表示满意，3.0%被调查公众对环境质量现状表示基本满意。

(2) 100%被调查公众认为本工程施工期间未造成扰民现象。

(3) 97.0%被调查公众认为本工程调试阶段间没有因环境污染问题与周边居民发生过纠纷，3.0%被调查公众不清楚本工程调试阶段是否因环境污染问题与周边居民发生过纠纷。

(4) 100%被调查公众认为本工程排放的废水没有对日常生活、工作造成影响

(5) 100%被调查公众认为本工程排放的噪声对日常生活、工作造成的影响较轻。

(6) 100%被调查公众认为本工程排放的固体废弃物没有对日常生活、工作造成影响。

(7) 81.8%被调查公众认为项目建成后对其生活与工作会产生有利影响，18.2%被调查公众认为项目建成后对其生活与工作没有影响。

(8) 100%被调查公众认为本工程调试以来，没有给环境造成影响。

(9) 97.0%被调查公众对本工程环保工作满意，3.0%被调查公众对本工程环保工作基本满意。

12.3 公众投诉调查

通过走访了解，本工程施工期间未发生溢油事件，没有公众投诉。

12.4 小结

本次公众参与调查包括周边企业、周边居民，参与调查的公众 100%对本工程环境保护工作表示满意或基本满意。

通过走访了解，本工程施工期间均未发生溢油事件，没有公众投诉。

13 环境环保管理情况调查

13.1 环境影响评价制度及“三同时”制度执行情况

13.1.1 设计期

(1) 行政许可

粤电阳江沙扒海上风电项目工程于 2017 年 8 月委托中国科学院南海海洋研究所完成《粤电阳江沙扒海上风电项目海域使用论证报告》，2018 年 3 月广东省人民政府以粤府海审〔2018〕（1）3 号《关于粤电阳江沙扒海上风电项目用海的批复》批复项目用海。在工程工可阶段，建设单位委托上海勘测设计研究院有限公司于 2017 年 11 月编制完成《粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境影响报告书》，原广东省海洋与渔业厅于 2017 年 12 月 25 日以粤海渔函〔2017〕1427 号对环境影响报告书予以批复。2018 年 5 月 11 日广东粤电阳江海上风电有限公司领取了粤电阳江沙扒海上风电项目海域使用权证书。

(2) 初步设计及施工组织设计

工程初步设计及施工图设计中均编制有环保篇章，环保篇章中充分体现了环境影响评价报告书及其批复的各项要求，并在初步设计概算中落实了工程环境保护投资。

13.1.2 施工期

(1) 全过程环境监理

建设单位委托广州华申建设工程管理有限公司广东创成建设监理咨询有限公司进行施工期环境监理，包括生态保护、污染防治等环境保护工作。施工期间，环境监理单位实施了环境监理检查并进行了记录，施工结束后编制了《环境监理总结报告》。

(2) 严格执行环保措施

根据工程环境影响报告书和广东省海洋与渔业厅的批复意见要求，建设单位

对噪声、环境空气、污水处理设施、固体废弃物及生态环境保护工程均做了一系列的工作，施工期生态环境保护与污染控制措施基本落实。

①合理安排施工进度，注意保护环境敏感目标。为减少施工活动的影响程度和范围，施工单位在制定施工计划、安排进度时，尽量避开4-9月鱼虾和贝类等渔业资源的产卵、索饵和洄游期。220kV海底电缆穿越大树岛至南山岭重要渔业海域限制类红线区，涉及保护区施工应尽量避免春、秋鸟类大规模迁徙期（春季3月-5月、秋季8月-10月），并尽量缩短施工期，减少由施工活动对珍稀鸟类造成的干扰，并在保护区主管部门指导下做好施工后的生态环境修复补偿工作。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优化施工方案，严格施工管理，施工单位选择低潮位露滩时段干地施工，特别是电缆敷设施工在落潮时进行电缆铺设。电缆沟槽开挖产生的沙土在电缆入沟槽后及时回填夯实，防止沙土随潮流入海。在施工船舶上设置专门的收集装置，海缆施工前扫海清障打捞产生的固体废弃物打捞出海后统一收集并运回陆上统一处理。施工现场设置废料回收桶收集风机塔基与塔架焊接过程中产生的废弃焊头和废弃材料设备包装物，施工结束后统一回收运输至陆上统一处置。

③加强施工船舶管理。施工船舶在水域定点作业、船舶停泊根据施工作业场地采取合理的环保措施，确保不发生船舶污染物污染水域的事故。

④加强工程海域鸟类保护。施工中尽量缩短施工时间，尽量减少夜间施工，以减少对鸟类栖息、觅食等的影响。在鸟类非迁徙季节竖立和组装风机。加强施工期鸟类观测，避免鸟类伤亡事故的发生。

⑤施工期间在施工现场张贴通告和投诉电话，建设单位接到投诉后及时处理各种环境纠纷。

13.1.3 调试阶段

(1) 建设单位委托深圳中检联检测有限公司开展本项目工程竣工海洋环境保护验收工作。

(2) 建设单位委托深圳中检联检测有限公司进行粤电阳江沙扒海上风电项目运营期海洋环境跟踪监测。

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

13.2 环境管理组织结构及职责

建设单位落实建立了比较完善的环境管理体系、环境保护管理规章制度，符合环境影响评价书提出的要求。

（1）组织结构

施工期环境管理由广东粤电阳江海上风电有限公司、环境监理单位及施工单位构成，主要负责项目施工期环境保护规划及行动计划，监督环境影响评价报告书及其批复中提出的各项环境保护措施的落实情况，解决施工过程中环境保护方面出现的具体情况。各施工单位成立由项目经理为总负责人、各部门组成的环境保护保证体系，保护施工期各施工标段各项环境保护措施的落实。

调试阶段环境管理由广东粤电阳江海上风电有限公司负责。公司制定运营期环境保护管理制度，明确了管理结构、监督机构、实施单位的职责，从组织上保证该项目环保工作的顺利进行。

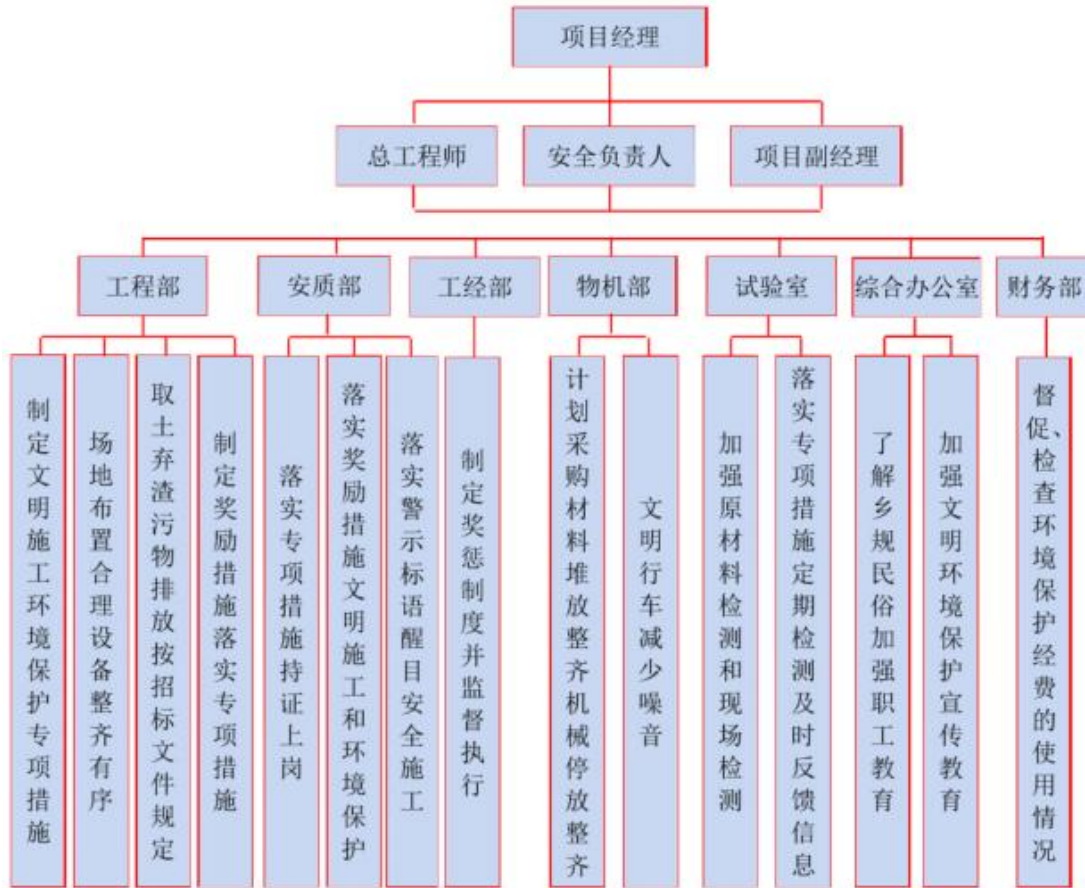


图 13.2-1 施工 B 标段环境保护、水土保持保证体系框图

(2) 相关职责

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

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

施工期、调试阶段环境保护档案管理严格按照建设单位制定的档案管理办法进行相关资料、文件和图纸等的收集工作。

综上所述，本项目工程配备有职责明确、体系完善的环境保护管理结构，符合环境影响评价报告书提出的要求。

13.3 环境管理落实情况

13.3.1 施工期

通过环境监理单位及招标文件和合同，对施工单位在施工中执行环境保护的

情况进行监督管理。

①监督环境影响评价报告书及其批复文件中提出的各项环境保护措施的落实情况，通过现场监理，发现问题及时整改。

②制定了环境保护工作检查处理罚款条例，使环保工作规范化。

③ 确保环境保护概算资金的落实。

13.3.2 调试阶段

将环境保护工作纳入日常管理当中，制定了如下措施：

①对环境保护设施的使用情况进行定期检查、维护。

②组织制定污染事故的应急计划和处理方案，并适时进行演练。

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

13.4 环境监理

13.4.1 环境监理实施概况

本项目环境监理由广州华申建设工程管理有限公司联合广东创成建设监理咨询有限公司成立的工程监理部承担，范围主要为工程建设区及其环境影响区，环境监理时段为自环境监理合同签订之日起至工程完成竣工止。监理部于 2018 年 8 月编制形成了《粤电阳江沙扒海上风电项目监理大纲》，2020 年 3 月形成《粤电阳江沙扒海上风电项目监理规划》，规划中提出了环保监理的目标、控制方法、管理体系等相关内容。2020 年 4 月编制形成了《粤电阳江沙扒海上风电项目环境保护监理实施方案》，并根据监理方案开展环境监理工作。

13.4.2 施工期环境监理主要内容

(1) 审查施工方案中环境保护内容。项目开工前审查施工单位编制的施工组织设计中的环境保护专章及环境保护实施方案，审查施工单位环境管理体系，并评估体系运行的有效性。

(2) 审查施工单位编制的绿色施工方案。

(3) 过程检查跟踪环境措施落实执行。对照环境影响报告书及其批复要求对现场的环保措施落实情况进行检查，针对现场存在的问题，要求施工单位进行整改，并在后续进行跟踪检查，采取监理措施督促问题整改落实，确保工程施工期间各项环境保护措施能按要求落实到位，满足环境保护要求。

(4) 环保达标监理。是对建设项目施工过程中环境污染防治和生态环境保护进行监督管理，监督落实环境保护措施，确保污水、环境空气、噪声、固废等排放应达到有关的标准。业主委托广州邦鑫海洋技术有限公司对本项目工程进行施工期海洋环境过程监测，环境监测单位根据海洋环评报告书及相关规范要求开展环境监理工作。本阶段特别关注临建工程、施工生产区、风机安装、海缆敷设等施工过程造成的生态环境影响，环境监理将监理各类污水、固废的最终去向和达标排放情况。

13.4.3 环境监理成效

(1) 环境监理进场开展环境监理工作后，对照环境影响报告书及其批复要求对现场的环保措施落实情况进行检查，针对现场存在的问题，要求施工单位进行整改，并在后续进行跟踪检查，确保工程施工期间各项环境保护措施能按要求落实到位，满足环境保护要求。通过环境监理的现场检查和督促，进一步减小工程建设对周边环境的影响。督促施工单位加强施工船舶生活污水处理工作；督促施工单位加强生活垃圾和废旧杂物收集工作，并按要求运至陆域进行处置；督促海缆施工单位合理安排施工作业时间，加强鸟类保护工作。

(2) 针对工程建设过程中存在的相关环保问题，及时提出相应的意见或建议，确保工程建设满足环境保护要求。

(3) 加强与建设单位的沟通汇报，协助建设做好环保工作，并对存在的环保问题提出咨询意见。积极协助建设开展增殖放流活动。

(4) 及时分析监测数据，及时掌握工程对周边的环境影响情况，检查环保措施实施效果。

(5) 不定期对照环评要求，梳理工程环保措施实施情况，针对措施落实不到位或按计划将要相应环保措施的情况，及时报告建设单位，并提出相关建议或

意见。

通过环境监理的日常监督管理,工程施工期各项环境保护措施得到了有效落实,减轻了工程建设对周边环境不利影响。同时督促施工单位按照要求建设工程运营期配套环境保护设施,确保工程建成后满足环境保护要求。

13.5 小结

通过现场调查及相关资料收集查询,广东粤电阳江海上风电有限公司对环境保护工作较为重视,各项管理制度和措施比较完善。

14 验收调查结论及建议

14.1 工程概况

粤电阳江沙扒海上风电项目场址位于广东省阳江市阳西县沙扒镇附近海域，场址距阳江市陆域最近距离约 15km。场区海域宽阔，周边未见岛屿分布，场区水深介于 23—27m。场区整体上地势较为平坦，坡度较缓。本期风电场外缘边线包络海域面积约 45 平方公里。

风电场装机总容量 300MW，配套建设一座海上升压站、46 台 6.5MW 风机加一台 5.5MW 风机。项目在风电场北侧（近陆地侧）靠中间位置设 1 座 220 kV 海上升压站。220kV 海缆路径总长度约为 24.77km，35kV 海缆总长度约为 70.55km。

工程环评审批手续齐全。上海勘测设计研究院有限公司于 2017 年 11 月编制完成《粤电阳江沙扒海上风电项目海洋环境影响报告书》，原广东省海洋与渔业厅于 2017 年 12 月 25 日以粤海渔函（2017）1427 号对环境影响报告书予以批复。

本项目于 2018 年 5 月 11 日取得海域使用权。由于工程实施用海面积发生变化，2025 年 12 月 31 日，广东省人民政府出具了《广东省人民政府关于粤电阳江沙扒海上风电项目用海变更的批复》（粤府海审（2025）（1）37 号）批准了本项目的用海变更，变更后，批准用海面积为 369.3290 公顷，批准的用海期限 27 年。

本项目于 2019 年 1 月 11 日开始基础施工，于 2021 年 12 月 5 日全部风机并网完成，风电场具备并网发电的条件，2021 年 12 月 5 日进入调试阶段。

14.2 环境保护措施落实情况

14.2.1 施工期环境保护措施落实情况

工程已按照环境影响评价报告书及其批复要求基本落实了施工期各项污染防治措施、生态保护措施。

（1）海域污染防治措施实施情况

各施工船舶油污水、生活污水、生活垃圾及其他固体废弃物均经统一收集后运至码头交由市政环卫处理，未在施工海域排放。设专用容器，回收施工残油、废油；施工单位委托阳江市兴顺船舶服务有限公司对施工船舶产生的油污水进行清运处置；施工船只设有一体化生活污水处理装置，船舶作业人员产生的生活污水经污水处理装置处理后交由阳江市兴顺船舶服务有限公司处理；施工单位与阳江市兴顺船舶服务有限公司签订了《船舶污染清除协议》，在发生污染事故时，由阳江市兴顺船舶服务有限公司组织开展污染控制和清除活动。施工期及调试阶段未发生过污染事故。

(2) 海洋生态保护措施

优化施工方案，在保证施工质量的前提下尽可能缩短水下作业时间；开展了海域使用论证，严格控制施工区域和用海范围；在恶劣天气期间不施工，保证施工安全并避免悬浮物剧烈扩散以减小施工区作业对底栖生物的影响范围。

合理安排施工作业时间，海缆铺设施工避开了鱼类、贝类的产卵高峰期；风机基础施工采用软启动的方式驱赶鱼类，以减缓对鱼类影响；施工期对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。

合理安排施工时间，避开了春、秋鸟类大规模迁徙期，并尽量缩短施工期，减少由于施工活动对珍稀鸟类造成的干扰；加强管理，禁止施工人员及在区域活动人员诱杀、捕杀在区域停栖的鸟类；严格控制施工范围，减少扰动，减轻对鸟类的影响；施工准备场地等未设置在保护区内，尽量减少对保护区的影响。

14.2.2 运营期环境保护措施落实情况

工程已按照环境影响评价报告书及其批复要求基本落实了运营期各项污染防治措施、生态保护措施。

(1) 海域污染防治措施实施情况

采用结构性能良好、噪声低的风机；将主变、GIS 等设备布置于升压站中央。升压站各设备连接牢固，减少振动噪声。

220kV 升压站内所有高压设备、建筑物保证钢铁件均接地良好，金属间保持良好的连接，防止间歇性放电。

海上升压站日常无人值守，正常运行时不产生废水；升压站在主变下设有事故油坑，事故或检修时油污水经事故油管排至事故油罐，总容积为 85m³，后运至陆地委托有资质单位处理。

风机运行维护产生的废油由风机厂家负责处置，在主变、高抗事故或维修时产生的废油暂交由生产厂家广东明阳风电产业集团有限公司处置。各类危险废物产生后即由相应负责单位接收，未进行贮存。

加强电气设备及线路维修、维护，降低备用柴油发电机运行次数，排气筒高度距离柴发地面 3.6 米，该柴油发电机执行船舶标准，已经通过船舶柴发的认证，尾气符合船舶排放的标准。

（2）海域污染防治措施实施情况

建设单位与原广东省海洋与渔业厅签订了《粤电阳江沙扒海上风电项目生态补偿项目协议书》，落实生态补偿资金 xx 万元，做好海洋生态环境修复工作；在进行海洋生物增殖放流时公告附近居民、举行仪式，加强环境保护宣传教育；在风机基础上实施抛石和砂被，能为鱼类提供栖息场所，起到人工渔礁作用，减缓对鱼类资源影响；工程运行初期，建设单位按照环境影响评价报告书要求频次、站位、调查内容等签订了运营期各项海洋生态调查及渔业资源调查合同。

风机叶片涂有橙红与白色相间的警示色，降低鸟类撞击风险；风机采用非反光涂料，以阻止鸟类靠近风机，降低鸟类撞击风险；按本工程生态补偿方案计划开展增殖放流，以增加鸟类觅食和栖息的概率；在工程运行初期开展鸟类观测工作，以确定工程运行对鸟类及其栖息地的影响；根据施工期鸟类调查结果，目前未发现鸟类死亡现象，运行期根据鸟类观测结果，在需要时开展鸟类及其栖息地保育工作。

（3）环境风险控制措施

加强对施工船舶和运输船舶人员的安全培训，确保施工船舶和航行于风电场工程附近的船只严格遵守《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，项目施工期间未发生安全事故；施工船舶制定了应急预案和应急计划，开展了应急演练，施工期间未发生环境风险事故；建设单位委托阳江市兴顺船舶服务有限公司做好溢油事故的应急处置工作，施工期间未发生溢油等环境风险事故。

在风机塔筒下部涂刷黄色警示色；建设单位编制了突发环境事件应急预案。

(4) 环境监测计划落实情况

根据本工程环境影响评价报告书监测计划，工程施工期及运行期监测内容包括水生生物、渔业资源调查；海水水质、沉积物环境监测；鸟情及其栖息地观测，工程实际监测内容和监测频次与环评要求基本一致。运行期监测已与深圳中检联检测有限公司签订合同，见附件 13。

14.3 环境影响调查与分析

14.3.1 海洋生态环境调查与分析

根据环境影响评价报告书及批复意见，本工程于 2019 年、2020 年及 2021 年分别进行了施工期海洋环境跟踪监测，2022 年进行了调试阶段的海洋环境跟踪监测，将施工期和调试阶段的调查结果与环评阶段调查结果进行比较，分析施工期对环境的影响及调试阶段对环境的影响。对比分析过程详见 7.1.3 及 7.2.3 章节，根据分析，结论如下：

未发现工程施工对周边海域海水水质、海洋沉积物产生明显影响；工程施工对周边海域沉积物环境、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、游泳动物的影响较小。

相比环评阶段调查结果，2020 年秋季叶绿素 a 含量有所降低；浮游植物种类组成相差不大，种类数量有所增加，优势种有所增加，细胞丰度显著增大、多样性指数有所升高；浮游动物种类数、丰度、生物量、优势种、多样性指数有所增加；底栖生物种类数、生物量及密度有所减少，多样性指数有所增加，优势种类和数量变化不大；潮间带生物种类数量变化不大、生物量及密度有所减少，优势种变化不大，种类数量有所增加，多样性指数略有增加；鱼卵仔稚鱼种类数量有所减少、密度分布有所增加。

14.3.2 鸟类跟踪调查

建设项目施工期进行了鸟类调查，工程施工对鸟类的影响总体可归纳为以下几点：沿海滩涂湿地鸟类一般选择地势开阔、食物丰富的沿海滩涂湿地作为其栖息、觅

食地。调查中大部分水鸟选择滩涂湿地作为其主要栖息地，建设项目对区域鸟类栖息地有些许影响，且项目施工对鸟类迁徙路线存在阻隔影响，会使鸟类产生趋避行为，在一定程度上减少了鸟类的活动范围，但这些影响尚在可接受范围内。

建设项目场区中心离岸直线距离 20km，对本地区最主要的迁徙候鸟类群，即集中分布于海岸线部分鸟类的影响较为有限；林鸟主要栖息于公路两侧防护林、荒地、耕地和芦苇荡中，受到的影响亦有限。

海上风电场对鸟类的影响因素较为复杂，且会随着时间而发生改变。在建设项目今后长期运营后，其对鸟类的栖息、迁徙、繁殖、生存等方面的影响还尚待进一步研究，且应考虑周边多个风电场运营对鸟类的累积效应影响。

14.3.3 其他环境影响调查与分析

本项目运行时基本无废气产生，对大气环境影响较小。

根据验收监测结果，风电场各测点厂界噪声监测结果均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值 2 类；海上升压站各测点厂界噪声监测结果均符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）表 1 工业企业厂界环境噪声排放限值 1 类。工程运行对声环境影响较小。

生活垃圾分类收集后，由当地环卫部门集中清运处置，运行过程中产生的各类危险废物均按要求处置，对环境影响较小。

根据验收监测结果，本工程风电场、海水升压站及海缆上方的工频磁场强度、工频磁感应强度均满足控制限值要求，对环境影响较小。

14.4 公众意见调查

本次公众参与调查包括周边企业、周边居民，参与调查的公众 100%对本工程环境保护工作表示满意或基本满意。

通过走访了解，本工程施工和调试阶段均未发生溢油事件，没有公众投诉。

14.5 总结论

综上所述，粤电阳江沙扒海上风电项目工程在施工期、调试阶段采取了必要的生态保护和污染防治措施，基本落实了环境影响评价报告书及其批复意见的各项环保要求，较好地执行了环境保护“三同时”制度，符合建设项目竣工环境保护验收的要求，建议通过竣工环境保护验收。

14.6 建议

工程运营期间，建议做好以下几项措施：

(1) 运营期间加强对各项环保设施的运行、管理和维护，开展突发环境事件的应急演练，做好运营期间的环境监测工作，确保各类环保设施长期稳定运行、各类污染物达标处置、各项生态敏感目标保护措施有力有效。

(2) 本项目运营后一方面有可能引起鸟撞事故的发生，另一方面风机运行，包括叶片运动、噪声、灯光等对鸟类的干扰影响。建议加强鸟类在线观测，根据鸟类种类、飞行路线在线监测结果制定相应保护和缓解措施。

附表：建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）：深圳中检联检测有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设 项目	项目名称		粤电阳江沙扒海上风电项目				建设地点		广东省阳江市阳西县沙扒镇附近海域						
	行业类别		D4415 风力发电				建设性质		☑新建☐迁扩建☐技术改造						
	设计生产能力		装机总容量 300MW		建设项目开工日期		2019-01		实际生产能力		装机总容量 300MW		投入试运行日期		2021-12
	投资总概算（万元）		595907				环保投资总概算（万元）		2913		所占比例（%）		2.59		
	环评审批部门		原广东省海洋与渔业厅				批准文号		粤海渔函（2017）1427号		批准时间		2017-12-25		
	初步设计审批部门		阳江市住房和城乡建设局				批准文号		阳住建函（2018）766号		批准时间		2018年9月4日		
	环保验收审批部门		/				批准文号		/		批准时间		/		
	环保设施设计单位		中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司		环保设施施工单位		/		环保设施监测单位		深圳中检联检测有限公司				
	实际总投资（万元）		599971				实际环保投资（万元）		3133		所占比例（%）		0.52		
	废水治理（万元）		97	废气治理（万元）	15	噪声治理（万元）	15	固废治理（万元）	168	绿化及生态（万元）	xx	其他（万元）	1334.33		
	新增废水处理设施能力（t/d）		/				新增废气处理设施能力（m ³ /h）		/		年平均工作时（h/a）		/		
建设单位		广东粤电阳江海上风电有限公司		邮政编码		529800		联系电话		18666243048		环评单位		上海勘测设计研究院有限公司	
污 染 物 排 放 达 标 与 总 量 控 制 （ 工 业 建 设 项 目 详 填）	污 染 物		原有排放量 (1)	本期工程实际排放浓度 (2)	本期工程允许排放浓度 (3)	本期工程产生量 (4)	本期工程自身削减量 (5)	本期工程实际排放量 (6)	本期工程核定排放总量 (7)	本期工程“以新带老”削减量 (8)	全厂实际排放总量 (9)	全厂核定排放总量 (10)	区域平衡替代削减量 (11)	排放增减量 (12)	
	废水		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	化学需氧量		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	氨氮		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	石油类		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	废气		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	二氧化硫		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	烟尘		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	工业粉尘		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	氮氧化物		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	工业固体废物		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
项目相关的其他污染物		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

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