

广西钦州海上风电示范项目
海域使用论证报告书
(公示稿)

海南近海工程咨询有限公司

(统一社会信用代码: 91460100MA5RCG5H0D)

2023年11月

项目基本情况表

项目名称	广西钦州海上风电示范项目		
项目地址	广西壮族自治区钦州市犀牛脚镇		
项目性质	公益性 ()	经营性 (√)	
用海面积	ha	投资金额	xx 万元
用海期限	27 年	预计就业人数	xx 人
占用岸线	总长度	0m	邻近土地平均价格
	自然岸线	0m	
	人工岸线	0m	预计拉动区域经济产值
	其他岸线	0m	
海域使用类型	工业用海中的电力工业用海	新增岸线	0m
用海方式	面积		具体用途
透水构筑物	109.0564ha		风机
透水构筑物	2.1369ha		海上升压站
海底电缆管道	250.1237ha		66kV 海底电缆
海底电缆管道	158.5784ha		220kV 海底电缆
注：邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值。			

目 录

摘要.....	1
1 概述.....	1
1.1 论证工作来由.....	1
1.2 论证依据.....	4
1.3 论证等级和范围.....	10
1.4 论证重点.....	12
2 项目用海基本情况.....	13
2.1 用海项目建设内容.....	13
2.2 平面布置和主要结构、尺度.....	14
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	22
2.4 项目用海需求.....	54
2.5 项目用海必要性.....	55
3 项目所在海域概况.....	60
3.1 海洋资源概况.....	60
3.2 海洋生态概况.....	71
4 资源生态影响分析.....	138
4.1 资源影响分析.....	138
4.2 生态影响分析.....	140
5 海域开发利用协调分析.....	163
5.1 海域开发利用现状.....	163
5.2 项目用海对海域开发活动的影响.....	178
5.3 利益相关者界定.....	180
5.4 相关利益协调分析.....	181
5.5 项目用海与国防安全与国家海洋权益的协调性分析.....	183
6 国土空间规划符合性分析.....	184
6.1 与国土空间规划符合性分析.....	184
6.2 与海洋功能区划的符合性分析.....	188
6.3 与生态保护红线的符合性分析.....	199
6.4 与三线一单的符合性分析.....	202
6.5 项目用海与相关规划符合性分析.....	212
7 项目用海合理性分析.....	222
7.1 用海选址合理性分析.....	222
7.2 平面布置合理性分析.....	229
7.3 用海方式合理性分析.....	240
7.4 占用岸线合理性分析.....	245

7.5	用海面积合理性分析.....	247
7.6	用海期限合理性分析.....	268
8	生态用海对策措施.....	269
8.1	生态用海对策.....	269
8.2	生态保护修复措施.....	275
9	结论.....	279
9.1	结论.....	279
9.2	项目用海可行性结论.....	282

摘要

广西钦州海上风电示范项目位于广西钦州三娘湾南部海域，场址面积约101km²，场址中心坐标为东经 108°47'57.57"，北纬 21°23'54.30"，场址东西跨度约14.5km，南北跨度约9.5km，场址中心离岸距离约28km，水深10~20m之间。

本项目拟申请总用海面积为519.8954公顷，其中透水构筑物用海面积为111.1933公顷（风力发电机组用海面积为109.0564公顷，海上升压站用海面积为2.1369公顷），海底电缆管道用海面积为408.7021公顷（66kV集电海底电缆用海面积为250.1237公顷，220kV海底电缆用海面积为158.5784公顷）。

本项目风电桩基群的实施，对周边大范围海域流态影响不大，仅对桩基附近海域流态有一定的影响。由于风电桩基的阻水作用，潮流从桩基两侧运动，并在桩基的上下游区域形成缓流区，流速减弱明显。工程方案实施后，落急时，风电桩基南侧流速整体呈减小趋势，越靠近桩基，流速减小幅度越大，涨急时，桩基的西南及南侧流速整体呈减小趋势，与落急相反，影响范围小于落急时刻，这与潮流的运动状态有关，风电群北侧的桩基影响范围明显较大，部分桩基的流速影响范围超过500m。风电群实施后，工程海域海床变化局限在桩基附近，对其他海域影响相对较小。

本项目风机基础施工时打桩和电缆敷设沿线将形成小范围的悬浮物高浓度区，对周边海域的水质会产生短期的影响及对海洋生物的仔幼体可能造成伤害。但施工产生的悬浮泥沙影响是暂时的、可逆的，随着施工结束，慢慢可以得到恢复。

经分析，本项目不会对岸线资源造成损耗和影响；项目风机基础和海缆施工会对底栖生物及渔业资源造成一定的损失，但随着工程结束，生物的栖息环境会慢慢恢复。施工期将造成底栖生物的损失量为XXXkg，鱼卵损失XXX粒，仔鱼损失XXX尾，游泳生物损失XXXkg。

项目风电场周边海域开发利用活动较少，距离项目距离均较远。现状主要有海底光缆、航路。本工程用海利益相关者为养殖业主林登清、XX海底电缆业主，协调责任部门为海事港口主管部门。

项目所在的海洋功能区为《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》的A5-9鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区、B1-6钦州湾东南部农渔业区、B1-7大

风江航道南侧农渔业区和 B1-13 广西近海南部农渔业区，本项目的建设基本不会对所在海域及附近海域海洋功能区主导功能的发挥产生影响，项目建成后将促进绿色能源产业的发展，有利于环境保护，并带动周边地区的经济发展。项目风电场不占用生态保护红线，送出海缆从登陆点至海上升压站依次穿越了钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区、钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线，项目属于必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施，因此本项目与生态保护红线相符。项目建设符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》（公开征求意见稿）、《广西壮族自治区国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》、《钦州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案公示）等国土空间规划文件要求；项目符合国家产业政策，符合《全国海洋主体功能区规划》《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》、生态保护红线和省、市“三线一单”的管控要求；项目符合《产业结构调整指导目录（2019 年本）》、《“十四五”现代能源体系规划》、《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》、《北部湾城市群发展规划》、《广西海上风电场工程规划（报批稿）》、《广西生态环境保护“十四五”规划》、《钦州港总体规划（2035 年）》、《钦州市养殖水域滩涂规划（2019-2030）》等各级相关规划的相关要求。

本项目依据风电场址规划，根据风能资源分布概况，综合考虑系统接入以及其他海洋水文条件优劣，选址与海洋功能区划、生态环境保护、军事等不相冲突，与对外交通运输条件、地质条件等较适宜，风电场场址水深在 10~20m 之间，水深大于 10m，距离陆地最近距离约 14.3km，已超过 10km，满足《国家能源局国家海洋局关于印发〈海上风电开发建设管理办法〉的通知》（国能新能〔2016〕394 号）的双十要求；风电场场址不涉及各种保护区及重要、敏感和脆弱生态区域，因此项目选址是合理的。项目平面布置方案经过了多次优化，充分考虑周边开发现状的需求，平面布置体现了集约、节约用海的原则，最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于生态和环境保护，平面布置合理。用海面积可以满足项目用海需求；风电场总容量 90 万千瓦，风电场外缘边线包络海域面积 101 平方公里，每 10 万千瓦包络海域面积约 11.22 平方公里，小于 16 平方公里，符合相关行业的设计标准和规范，符合原国家海洋局关于海上风电用海控制指标

要求，不存在减少用海面积的可能性，用海面积合理。本项目用海方式基本维护了所在海域的基本功能，对水动力、冲淤环境影响较小，用海方式合理。项目申请用海期限为 27 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》，申请期限合理。

本项目 220kV 送出海缆登陆时穿越砂质岸线，由于海缆敷设采用定向钻技术，因此送出海缆登陆段仅占用岸线底层空间，不改变岸线的自然属性。运营期间电缆埋设有一定深度，不会影响其自然岸线形态及原有生态功能。

1 概述

1.1 论证工作来由

广西壮族自治区区内电源装机以火电机组为主，节能减排压力巨大，大力发展核电、风电等新能源产业，是实现电力能源结构优化的必由之路。广西壮族自治区沿海风能资源丰富，具备海上风电规模开发的场地和效益，潜力巨大。开发利用广西壮族自治区近海风能资源，不仅有利于广西能源安全稳定供应和环境保护，且有利于促进风电装备及相关产业链的形成和发展，实现经济社会的可持续发展，为广西打造风电产业基地创造良好条件。

风力发电作为新能源领域中技术最成熟、最具规模开发条件和商业化发展前景的发电方式之一，是未来清洁能源的主要支撑力量，对国家构建新型电力系统，进而实现“3060”双碳目标具有重大战略意义。海上风电是可再生能源发展的重要领域，是推动风电技术进步和产业升级的重要力量。

为摸清广西海上风能资源和海上风电开发潜力，协调有序开发海上风电，广西壮族自治区发展和改革委员会（以下简称“广西区发改委”）于2012年5月委托启动了广西海上风电场规划工作，于2015年6月编制完成《广西海上风电场工程规划》（阶段性成果），并通过广西区发改委组织的阶段性成果验收，后因受多重因素影响，广西海上风电前期工作暂缓推进。根据自治区的统筹部署，2020年1月，广西区发改委牵头编制完成《广西海上风电发展规划（2021~2030年）》（征求意见稿），随征求意见函印发向各市、相关厅局和相关单位征求意见，根据各相关单位反馈意见，广西院编制完成《广西海上风电场工程规划》（预审稿）。2020年9月，水电总院在南宁主持召开了《广西海上风电场工程规划》（送审稿）技术评审会议，并形成规划评审意见。

2020年9月21日，自治区政府办公厅印发的《广西海上风电配套产业发展实施方案的通知》（桂政办发〔2020〕61号）指出，由广西海上风电平台公司选择装机200~300万千瓦范围提前开展前期工作，为落实自治区主要领导的批示精神，贯彻自治区能源发展战略，加快推进广西海上风电产业发展，结合自治区当前海上风电工作进展及规划成果，广西海上风电平台公司拟开展海上风电建设。2020年9月29日，广西壮族自治区人民政府办公厅印发关于《广西加快发展向

海经济推动海洋强区建设三年行动计划（2020—2022 年）》，提出培育特色鲜明、布局合理、立足广西、面向东盟的海上风电产业，以风电开发和配套产业链建设为重点，以海上风电产业集群和海上风电产业园为核心，带动风电装备制造业及海上风电服务业集群发展，逐步形成“双园三中心”发展布局，规模化、集约化、可持续开发海上风电资源，促进广西向海经济高质量发展。2022 年 8 月 25 日完成首轮共 1800MW 海上风电项目的竞争性配置工作。

广西钦州海上风电示范项目即为广西海上风电总体规划中的 C 场址，为自治区管辖海域内的场址之一。C 场址原划分为 C1 和 C2 两个区域，场址位置和规划情况见图 1.1-1，后因受所在海域的航路、锚地等外部因素的影响，对 C 场址进行了调整，调整情况见图 1.1-2，调整后 C 场址为一个区域。2022 年 9 月，自治区发改委发文就调整场址征求了各地方政府和管理部门的意见，在征求意见过程中，根据港航发展中心和海事局的要求，为满足风电场与航路、锚地的安全距离要求，在征求意见的场址范围基础上再进行了调整避让，避让后的风电场址范围见图 1.1-2。2022 年 11 月，自治区发改委同意按照调整避让后的场址开展钦州海上风电示范项目前期工作。

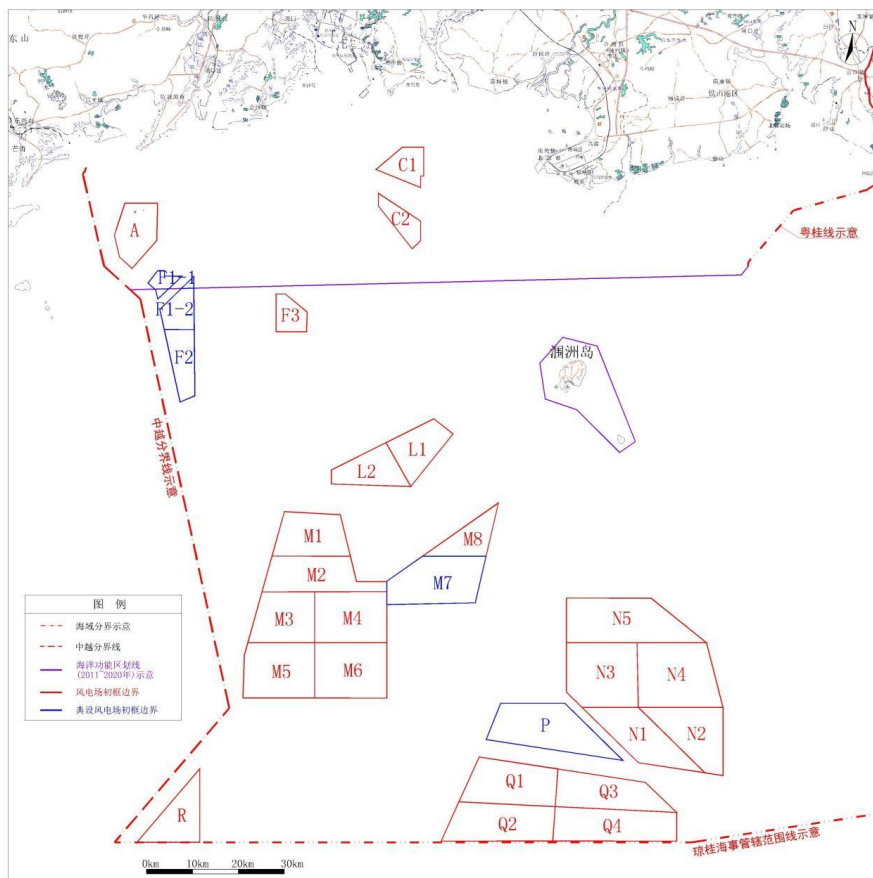


图 1.1-1 广西海上风电总体规划示意图

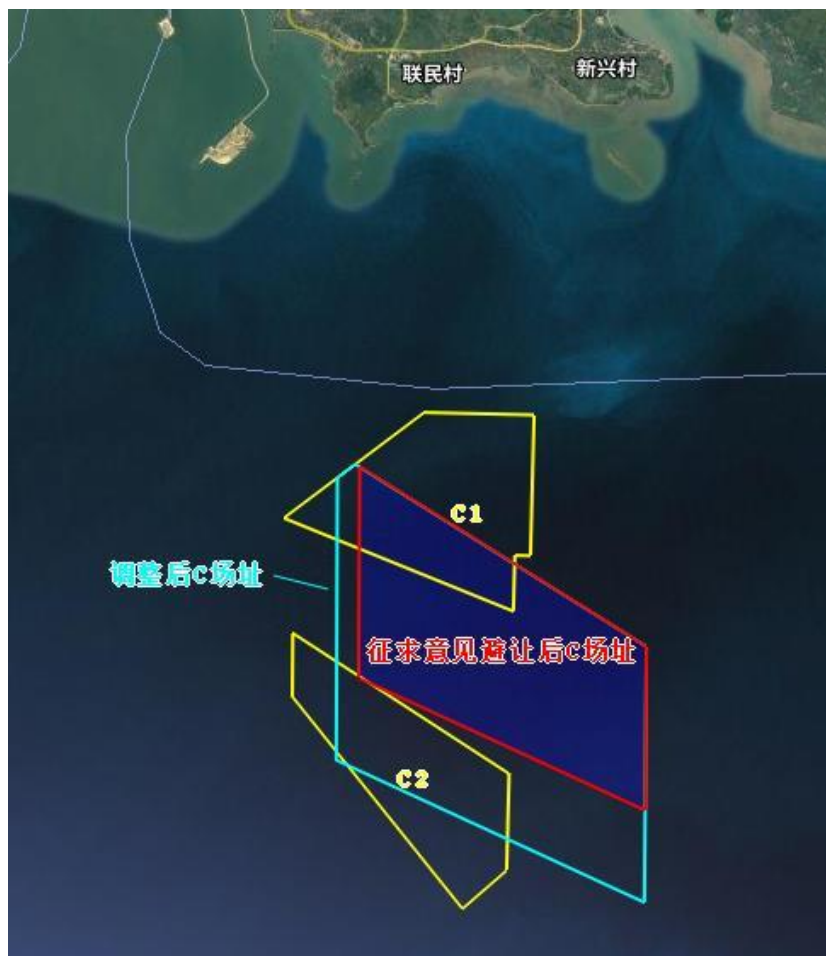


图 1.1-2 C 场址调整及避让前后范围示意图

调整避让后的 C 场址位于广西钦州三娘湾南部海域，规划场址面积约 101km²，场址东西跨度约 14.5km，南北跨度约 9.5km，风场整体呈平行四边形，最近端距离陆约 15 公里，最远端距离陆岸 32 公里，水深 10~20m。根据《广西海上风电工程规划》（报批稿）成果，本项目规划容量为 900MW。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》和《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）等相关管理规定和要求，为了能合理、科学的使用海域，保障用海项目得以顺利实施，并为海域使用审批提供重要依据，需要对广西钦州海上风电示范项目用海进行海域使用论证，海南近海工程咨询有限公司承担了本项目海域使用论证工作。项目组人员开展现场踏勘，收集相关资料，并在此基础上编制了《广西钦州海上风电示范项目海域使用论证报告书》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人大常委会，主席令第 61 号，2002 年 1 月施行；
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》，全国人大常委会，主席令第 9 号，2015 年 1 月施行；
- (3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，全国人大常委会，2017 年 11 月施行；
- (4) 《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2021 年 9 月施行；
- (5) 《中华人民共和国港口法》，全国人大常委会，主席令第 5 号，2018 年 12 月施行；
- (6) 《中华人民共和国渔业法》，全国人大常委会，主席令第 25 号，2013 年 12 月施行；
- (7) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2022 年 12 月 30 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十八次会议第二次修订；
- (8) 《中华人民共和国可再生能源法》，全国人大常委会，2010 年 4 月 1 日施行；
- (9) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，全国人大常委会，2020 年 9 月 1 日施行；
- (10) 《中华人民共和国湿地保护法》，全国人大常委会，2022 年 6 月 1 日施行；
- (11) 《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，国务院令第 475 号，2018 年 3 月修订；
- (12) 《防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院，国务院令第 507 号，2017 年 3 月修订；
- (13) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，国务院，国务院令第 561 号，2018 年 3 月修订；

- (14) 《中华人民共和国自然保护区条例》，国务院，国务院令 第 167 号，2017 年 10 月修订；
- (15) 《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》，国务院办公厅，国办发〔2002〕36 号，2002 年 7 月 6 日施行；
- (16) 《财政部、国家海洋局关于加强海域使用金征收管理的通知》，财政部、国家海洋局，财综〔2007〕10 号，2007 年 3 月 1 日实施；
- (17) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资源部，2021 年 1 月；
- (18) 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，国海发〔2006〕27 号，2007 年 1 月 1 日施行；
- (19) 《海域使用权登记办法》，国家海洋局，国海发〔2006〕28 号，2007 年 1 月 1 日施行；
- (20) 《关于调整海域、无居民海岛使用金征收标准的通知》，财政部、国家海洋局，财综〔2018〕15 号，2018 年；
- (21) 《国家重大海上溢油应急处置预案》，交通运输部，交溢油函〔2018〕121 号，2018 年 3 月；
- (22) 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，交通运输部，2021 年 9 月；
- (23) 《国家重点保护野生动物名录》，国家林业和草原局、农业农村部，2021 年 2 月 1 日；
- (24) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017 年 3 月；
- (25) 《水生生物增殖放流管理规定》，农业部，农业部令 第 20 号，2009 年 5 月；
- (26) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，国家发展改革委，2021 年 12 月修订；
- (27) 《铺设海底电缆管道管理规定实施办法》，国家海洋局，1992 年 8 月 26 日施行；
- (28) 《关于铺设海底电缆管道管理有关事项的通知》，国家海洋局，国海规范〔2017〕8 号，2017 年 5 月 2 日；

- (29) 《海上风电开发建设管理办法》，国家能源局、国家海洋局，国能新能〔2016〕394号，2016年12月29日；
- (30) 《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》，国家海洋局，国海规范〔2016〕6号，2016年10月31日；
- (31) 《国家海洋局关于进一步规范海域使用论证管理工作的意见》，国家海洋局，国海规范〔2016〕10号，2017年12月29日；
- (32) 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》，自然资源部，自然资办函〔2022〕640号，2022年4月；
- (33) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，自然资源部，自然资办发〔2020〕51号，2020年；
- (34) 《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）》，自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局，自然资发〔2022〕142号，2022年8月16日；
- (35) 《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项目用地用海依据的函》，自然资办函〔2022〕2207号；
- (36) 《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》，自然资办函〔2022〕2072号；
- (37) 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，中共中央办公厅、国务院办公厅，2019年10月；
- (38) 《广西壮族自治区海域使用管理条例》，广西壮族自治区人大常委会，2015年12月；
- (39) 《广西壮族自治区海洋环境保护条例》，广西壮族自治区人大常委会，2018年9月修正；
- (40) 《全国海洋功能区划（2011-2020年）》，国务院，2012年4月；
- (41) 《全国海洋主体功能区规划》，国务院，国发〔2015〕42号，2015年8月；
- (42) 《“十四五”现代能源体系规划》，国家发展改革委、国家能源局，2022年1月；

- (43) 《“十四五”可再生能源发展规划》，国家发展改革委，发改能源〔2021〕1445号，2021年10月；
- (44) 《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》，广西壮族自治区人民政府，2012年10月；
- (45) 《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，广西壮族自治区人民政府，桂政发〔2021〕11号，2021年4月；
- (46) 《广西能源发展“十四五”规划》，广西壮族自治区人民政府，桂政办发〔2022〕59号，2022年8月；
- (47) 《广西北部湾经济区高质量发展“十四五”规划》，广西壮族自治区人民政府，桂政办发〔2021〕143号，2021年12月；
- (48) 《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035）》（公众征求意见稿），广西壮族自治区自然资源厅，2021年11月；
- (49) 《广西壮族自治区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，广西壮族自治区自然资源厅，桂自然资发〔2022〕91号，2022年12月；
- (50) 《广西壮族自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》，桂政发〔2020〕39号，2020年12月；
- (51) 《广西海上风电场工程规划（报批稿）》，广西壮族自治区发展和改革委员会，2021年9月；
- (52) 《广西生态环境保护“十四五”规划》（桂政办发〔2021〕145号），广西壮族自治区人民政府，2021年12月；
- (53) 《钦州市人民政府关于印发钦州市“三线一单”生态环境分区管控实施意见的通知》，钦政发〔2021〕13号，2021年8月；
- (54) 《钦州市国土空间总体规划（2021-2035年）》（草案公示），钦州市自然资源局，2022年11月；
- (55) 《钦州港总体规划（2035年）》，钦州市人民政府，2020年9月；
- (56) 《钦州市养殖水域滩涂规划（2019-2030）》，钦州市人民政府，2019年6月。

1.2.2 标准规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023);
- (2) 《海籍调查规范》(HY/T 124-2009);
- (3) 《海域使用面积测量规范》(HY/T 070-2022);
- (4) 《海域使用分类》(HY/T 123-2009);
- (5) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018);
- (6) 《中国海图图式》(GB 12319-2022);
- (7) 《海洋监测规范》(GB 17378-2007);
- (8) 《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007);
- (9) 《海水水质标准》(GB 3097-1997);
- (10) 《海洋生物质量》(GB 18421-2001);
- (11) 《海洋沉积物质量标准》(GB 18668-2002);
- (12) 《渔业水质标准》(GB 11607-1989);
- (13) 《近岸海域环境监测技术规范》(HJ 442-2020);
- (14) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018);
- (15) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002年4月；
- (16) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007);
- (17) 《海上风电工程环境影响评价技术规范》，国家海洋局，2014年4月；
- (18) 《红树林建设技术规程》，LY/T 1938-2011；
- (19) 《红树林生态修复手册》，自然资源部办公厅，2021年8月；
- (20) 《广西红树林造林修复技术指南（试行）》，2021年12月；
- (21) 《岛礁水域生物资源调查评估技术规范》(SC/T 9405-2012);
- (22) 《海洋生物生态调查技术规程》，国家海洋局 908 专项办公室，海洋生物生态调查技术规程 [M]. 北京: 海洋出版社，2006:62-64；
- (23) 《水生生物增殖放流技术规程》(SC/T 9401-2010);
- (24) 《生物多样性观测技术导则 鸟类》(HJ 710.4-2014);
- (25) 《声学水下噪声测量》(GB/T 5265-2009);
- (26) 《声环境质量标准》(GB 3096-2008);

- (27) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021);
- (28) 《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020);
- (29) 《风力发电机组 噪声测量方法》(GB/T 22516-2015);
- (30) 《海底电力电缆输电工程设计规范》(GB/T 51190-2016);
- (31) 《海洋工程地形测量规范》(GB 17501-2017)。

1.2.3 项目技术资料

- (1) 《广西钦州海上风电示范项目可行性研究报告(审定本)》,中国能源建设集团广西电力设计研究院有限公司,2023年8月;
- (2) 《广西钦州海上风电示范项目海底电缆路由选择依据说明材料(送审稿)》,广州南科海洋工程有限公司,2023年9月;
- (3) 《广西钦州海上风电示范项目 C 场址工程通航安全影响论证报告(备案稿)》,武汉理工大学,2023年7月;
- (4) 《广西海上风电项目水文观测专题成果报告》,中国科学院海洋研究所,2022年8月;
- (5) 《广西海上风电场示范项目春季海洋环境与渔业资源调查报告—C区》,中国电建浙江华东建设工程有限公司,2021年11月;
- (6) 《广西海上风电示范项目 C 区海洋环境与渔业资源调查报告》,中国水产科学研究院南海水产研究所,2022年2月;
- (7) 《广西钦州海上风电示范项目鸟类现状调查及影响评价报告》,广西大学,2022年5月;
- (8) 《广西钦州海上风电示范项目中华白海豚现状调查及影响评价报告》,广西科学院,2023年5月;
- (9) 《广西钦州海上风电示范项目对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》,中国水产科学研究院南海水产研究所,2023年8月;
- (10) 《广西钦州海上风电示范项目环境影响报告书(送审稿)》,华东勘测设计研究院有限公司,2023年4月。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为工矿通信用海（一级类）中的可再生能源用海（二级类）；根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式包括构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）和其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。

本项目拟申请总用海面积为 519.8954 公顷，其中透水构筑物用海面积为 111.1933 公顷（风力发电机组用海面积为 109.0564 公顷，海上升压站用海面积为 2.1369 公顷），海底电缆管道用海面积为 408.7021 公顷（66kV 集电海底电缆用海面积为 250.1237 公顷，220kV 海底电缆用海面积为 158.5784 公顷）。

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）中关于论证等级判定的依据（表 1.3.1-1），本项目透水构筑物用海总面积 ≥ 30 公顷，所有海域论证等级为一级，海底电缆管道所有规模敏感海域论证等级为二级（本项目 220kV 海缆穿越了钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区、钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线）。根据“同一项目用海按不同用海方式、用海规模所判定的等级不一致时，采用就高不就低的原则确定论证等级”，判定本项目的论证等级为一级。

表 1.3.1-1 本项目用海论证等级判定

用海单元	一级用海方式	二级用海方式		判定依据	本项目用海规模	所在海域特征	论证等级
风机、海上升压站	构筑物	透水构筑物		构筑物总长度大于（含）2000m 或用海总面积（含）30 公顷	用海面积为 111.1933 公顷	所有海域	一
海底电缆	其它方式	海底电缆管道	海底电（光）缆	所有规模	用海面积为 408.7021 公顷	敏感海域	二
						其他海域	三

注：引自《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的表 1

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023), 论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定, 应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下, 论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定, 一级论证向外扩展 15km, 海底管道等线性工程项目用海的论证范围划定依据为一级论证每侧向外扩展 5km。结合本项目用海特点、周边海域开发利用现状以及项目工程实施可能影响的范围, 确定项目论证范围以项目场址包络线为基准, 结合项目所在海域情况, 风电场区向垂直岸线方向和平行岸线方向各外扩 15km, 送出海缆向两侧(平行岸线方向)外扩, 并结合风电场区外扩情况, 形成面积约为 1785km² 的论证范围。论证范围见图 1.3.2-1, 论证范围边界点坐标见表 1.3.2-1。

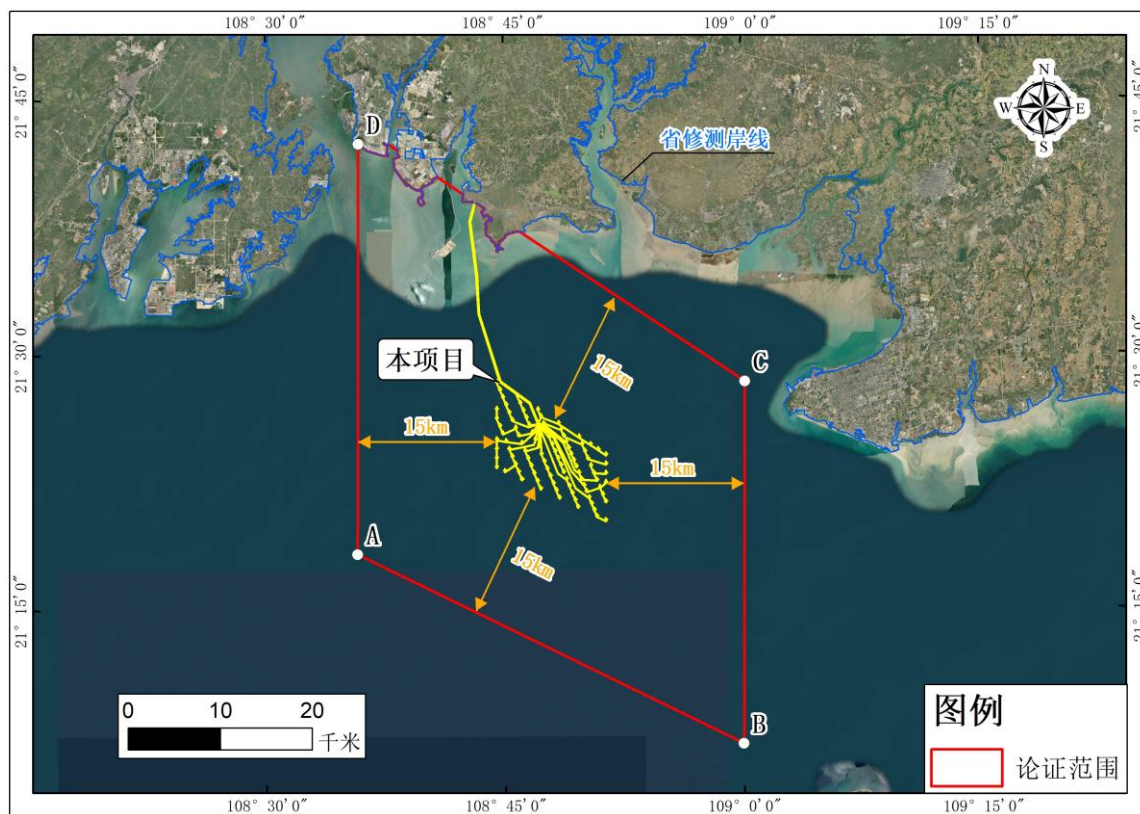


图 1.3.2-1 论证范围图

表 1.3.2-1 论证范围四至拐点坐标

编号	东经	北纬
A	108°35'44.596"E	21°18'17.191"N
B	108°59'57.143"E	21°7'5.104"N
C	109°0'8.520"E	21°28'24.029"N
D	108°35'51.374"E	21°42'26.923"N

1.4 论证重点

本项目用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式包括构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）和其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）；论证等级为一级。根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）中的海域使用论证重点（表 1.4-1），结合项目具体情况确定论证重点如下：

- （1）项目用海必要性分析；
- （2）项目用海选址合理性；
- （3）项目平面布置、用海方式、用海面积合理性分析；
- （4）海域开发利用协调分析；
- （5）项目资源生态影响分析；
- （6）项目生态用海对策措施。

表 1.4-1 本项目海域使用论证重点

海域使用类型			论证重点							
			用海必要性	选址（线）合理性	平面布置合理性	用海方式合理性	用海面积合理性	海域开发利用协调分析	资源生态影响	生态用海对策措施
工矿通信用海	可再生能源用海	海上风电用海，包括风电场、风机座墩和塔架、平台、升压站、输电电缆等的用海	▲	▲	▲	▲			▲	▲
	海底电缆管道用海	海底缆线用海，包括埋（架）设海底输电电缆、通讯光缆的用海		▲			▲	▲		

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

- (1) 项目名称：广西钦州海上风电示范项目
- (2) 项目性质：新建
- (3) 投资主体：广西海风清洁能源有限公司
- (4) 投资额度：项目工程总投资 xxxx 万元，涉海工程投资 xxxx 万元。

(5) 地理位置：广西钦州海上风电示范项目位于广西钦州三娘湾南部海域，场址面积约 101km²，场址中心坐标为东经 108°47'57.57"，北纬 21°23'54.30"，场址东西跨度约 14.5km，南北跨度约 9.5km，场址中心离岸距离约 28km，水深 10~20m 之间。

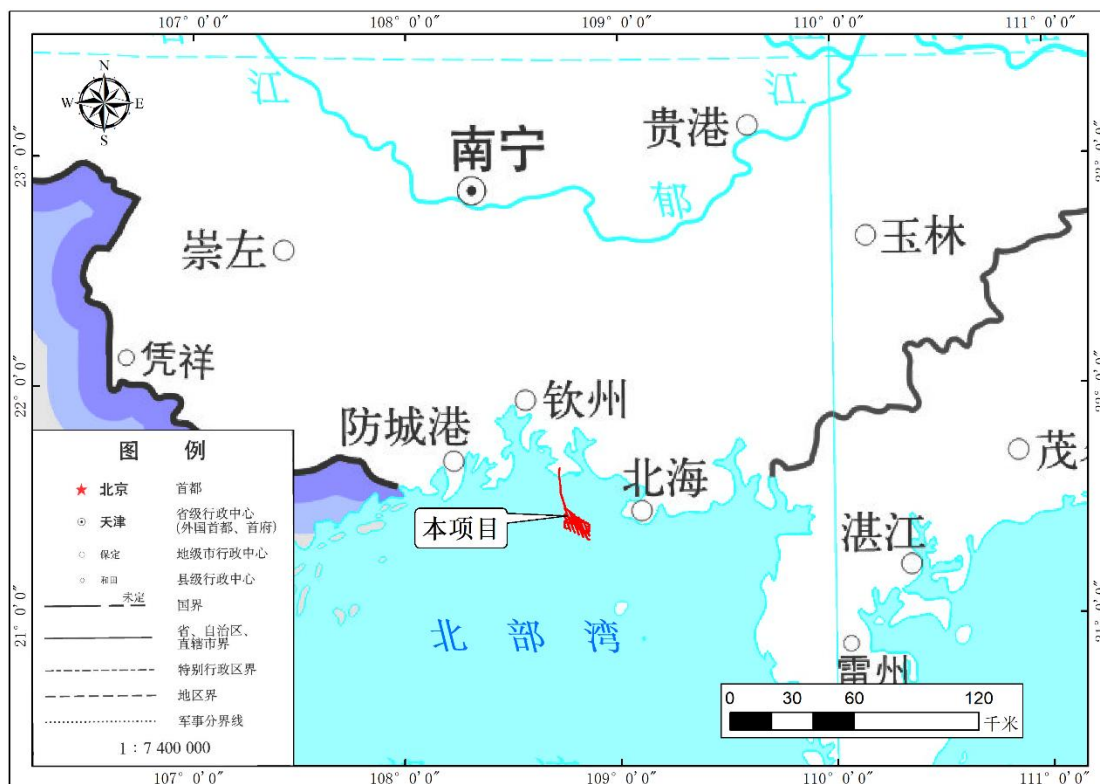


图 2.1 项目地理位置图

(6) 项目建设内容

本风电场规划开发容量为 900MW，拟安装 38 台单机容量 10.5MW、18 台单机容量 10.0MW 以及 37 台单机容量 8.7MW 的海上风电机组，配套建设 1 座 220kV 海上升压站，通过 3 回 220kV 海缆登陆后转陆缆接至新建的陆上开关站（集控中心）。

表 2-1 主要涉海建设内容一览表

工程组成	规模	备注
海上风电发电机组	93 台	均为单桩结构。采用 H236-8.7、MySE10-242 和 EN-252/10.5 三种风机机型混排的型式，其中 H236-8.7 风机 37 台，容量 321.9MW；MySE10-242 风机 18 台，容量 180MW；EN-252/10.5 风机 38 台，容量 399MW，合计 93 台风机，总装机容量 900.9MW
海上升压站	1 座	220kV，四桩导管架结构
66kV 集电海缆	15 回	总长度约 136.8km
220kV 登陆海缆	3 回	单回长度约为 26.3km，3 回总长为 78.9km

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总平面布置

广西钦州海上风电示范项目位于广西钦州三娘湾南部海域，场址面积约 101km²，场址中心坐标为东经 108°47'57.57"，北纬 21°23'54.30"，场址东西跨度约 14.5km，南北跨度约 9.5km，离岸距离约 28km，水深 10~20m 之间。

本项目规划总装机容量为 900MW，拟安装 38 台单机容量 10.5MW、18 台单机容量 10.0MW 以及 37 台单机容量 8.7MW 的海上风电机组，配套建设 1 座 220kV 海上升压站，通过 3 回 220kV 海缆接至陆上开关站（集控中心）。

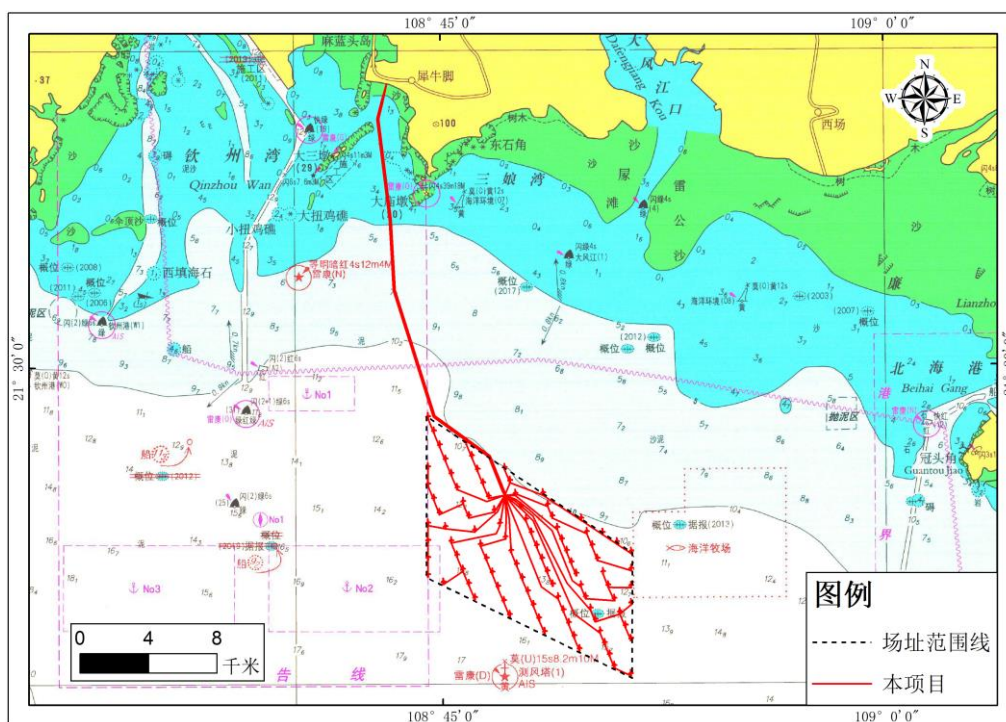


图 2.2.1-1 项目总平面布置图

表 2.2.1-1 主要工程特性表

名称		单位	数量	备注		
风电场场址	经度（东经）		108°47'57.57"	场址中心		
	纬度（北纬）		21°23'54.30"			
	平均海平面高程		m	0.58	1985 国家基准高程	
	水深范围		m	10~20		
	平均高潮位		m			
	平均低潮位		m			
	设计高水位		m			
	设计低水位		m			
	50 年一遇高水位		m			
	50 年一遇低水位		m			
	风电场离岸距离		km	28		
	多年平均气温		°C	23.5		
	历史最高气温		°C	35.2		
	历史最低气温		°C	3.3		
	各风机轮毂高度处平均风速		m/s		轮毂高度处	
	场址空气密度		kg/m ³		轮毂高度处	
	各风机轮毂高度处平均风功率密度		W/m ²		轮毂高度处	
	轮毂高度 50 年一遇最大风速		m/s			
盛行风向			NNE			
主要设备	风电机组		推荐机型			
			台数	台	37/18/38	
			额定功率	kW	8700/10000/10500	
			叶片数	片	3	
			风轮直径	m	236/242/252	
			切入风速	m/s		
			额定风速	m/s		
			切出风速	m/s		
			设计极大风速	m/s		
			轮毂高度	m	135/137.4/145	
			发电机额定功率	kW		
			额定电压	V		
	海上 升压站	主变压器		型号		
				台数	台	3
				容量	MVA	
				额定电压	kV	
		出线回路数及电压等级		出线回路数	回	3
				电压等级	kV	
陆上 开关站	出线回路数及电压等级		出线回路数	回	3	
			电压等级	kV		
土建	风机基础		台数	台	93	
			型式		单桩	
			地基特性		海相沉积的软土地基	
	升压站基础			型式		导管架
		地基特性		海相沉积的软土地基		

施工	主要 工程 量	风电机组钢管桩	t	114400	93 根单桩	
		海上升压站钢材（含基础、上部组块）	t	5154	1 座海上升压站	
		场内集电线路海底电缆	km	121.2	66kV	
		高压送出海底电缆	km	118.2	220kV	
	施工 期 限	总工期		月	15	
		第一批机组发电		月	10	
概算 指标	工程静态投资（编制年）		万元			
	工程总投资		万元			
	单位千瓦静态投资		元/kW			
	单位千瓦投资		元/kW			
	施工辅助工程		万元			
	设备及安装工程		万元			

2.2.2 风电机组

2.2.2.1 风电机组型号

本项目拟采用三种风机机型混排的型式，其中 8.7MW 风机 37 台，机型轮毂高度为 135m，37 台总容量 321.9MW；10MW 风机 18 台，机型轮毂高度为 137.4m，18 台总容量 180MW；10.5MW 风机 38 台，机型轮毂高度为 145m，38 台在总容量 399MW。合计 93 台风机，总装机容量 900.9MW。各机型特征参数见表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1 各机型特征参数表

名称	单位	各机型风机参数		
		8.7MW 风机	10.0MW 风机	10.5MW 风机
机型	/			
台数	台	37	18	38
额定功率	kW			
叶轮直径	m			
轮毂高度	m	135	137.4	145
扫风面积	m ²			
切入风速	m/s			
额定风速	m/s			
切出风速	m/s			

2.2.2.2 风电机组平面布置

本项目风电机组平面布置 38 台单机容量 10.5MW 的海上风电机组、18 台单机容量 10.0MW 的海上风电机组以及 37 台单机容量 8.7MW 的海上风电机组，总装机容量 900.9MW。

充分考虑场区形状及场区风能方向主要分布在 N~E 扇区，风机布置整体沿北西北-南东南走向成行布置，风机排列与主风向呈 45°，行内间距及行间距基本呈等间距布置，共 8 行。电机组行间距 804~2026m，行内间距 727~897m，风电

机组间最小间距为 727m (3.1D)。年理论发电量 3742.54GW·h，平均尾流影响系数 12.53%，最大尾流影响系数 16.29%，风电场综合折减系数 0.767%，年上网电量 2510.79GW·h。

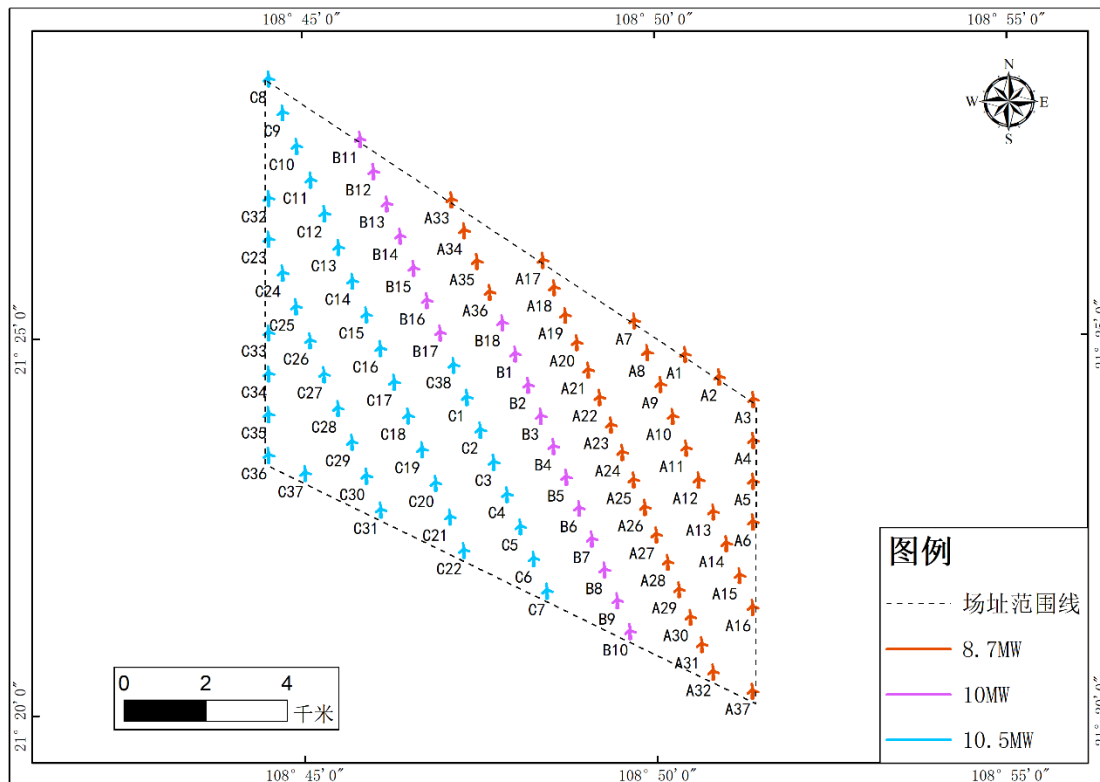


图 2.2.2-1 风电机组布置方案图

2.2.2.3 风电场基础结构

本项目海上风机均采用单桩基础作为风电机组基础方案。风机基础采用打入式钢管桩方案。根据地勘揭示的地质情况，风场的覆盖层大于 70 米，基础无需嵌岩。现阶段根据 8.7MW、10.0MW、10.5MW 三种机型进行分区设计，8.7MW 机型选取 F28 机位钻孔进行设计，10.0MW 机型选取 F40 机位钻孔进行设计，10.5MW 机型选取 F72 机位钻孔进行设计。8.7MW 风机桩径为 7.5m，10.0MW 风机桩径为 8.0m，10.5MW 风机桩径为 8.5m。风场分区、风机机位布置及钻孔位置见图 2.2.2-2，各机型风机结构型式见表 2.2.2-2，各风机结构示意图见图 2.2.2-3~图 2.2.2-5。

略

图 2.2.2-2 风场分区及钻孔位置图

表 2.2.2-2 各风机机型钢管桩主要结构尺寸

略

略

图 2.2.2-3 8.7MW 风机单桩基础结构图

略

图 2.2.2-4 10.0MW 风机单桩基础结构图

略

图 2.2.2-5 10.5MW 风机单桩基础结构图

2.2.3 海底电缆

2.2.3.1 66kV 海底电缆

风电场共设置 15 回 66kV 集电线路,采用链形布局,各联合单元由 1 回 66kV 集电线路送入 220kV 海上升压站。66kV 海底电缆采用交联聚乙烯绝缘,分相铅护套,钢丝铠装,光电复合,三芯海底电缆。各机型风机连接海缆截面如下:

(1) 8.7MW 风机

回路 1: 7 台 8.7MW; 回路 2~6: 6 台 8.7MW。

(2) 10MW 风机

回路 7: 6 台 10MW; 回路 8、15: 5 台 10MW。

(3) 10.5MW 风机: 回路 9、10: 7 台 10.5MW; 回路 12、14: 6 台 10.5MW。

10.5MW 风机、10MW 风机混合: 回路 11、13: 6 台 10.5MW+1 台 10MW。

前面 6 台 10.5MW 风机连接,电缆选择同上;连接 6 台 10.5MW+1 台 10MW 风机,最大输送容量为 73MW(672.2A)。

表 2.2.3-1 66kV 海缆型号规格及长度

略

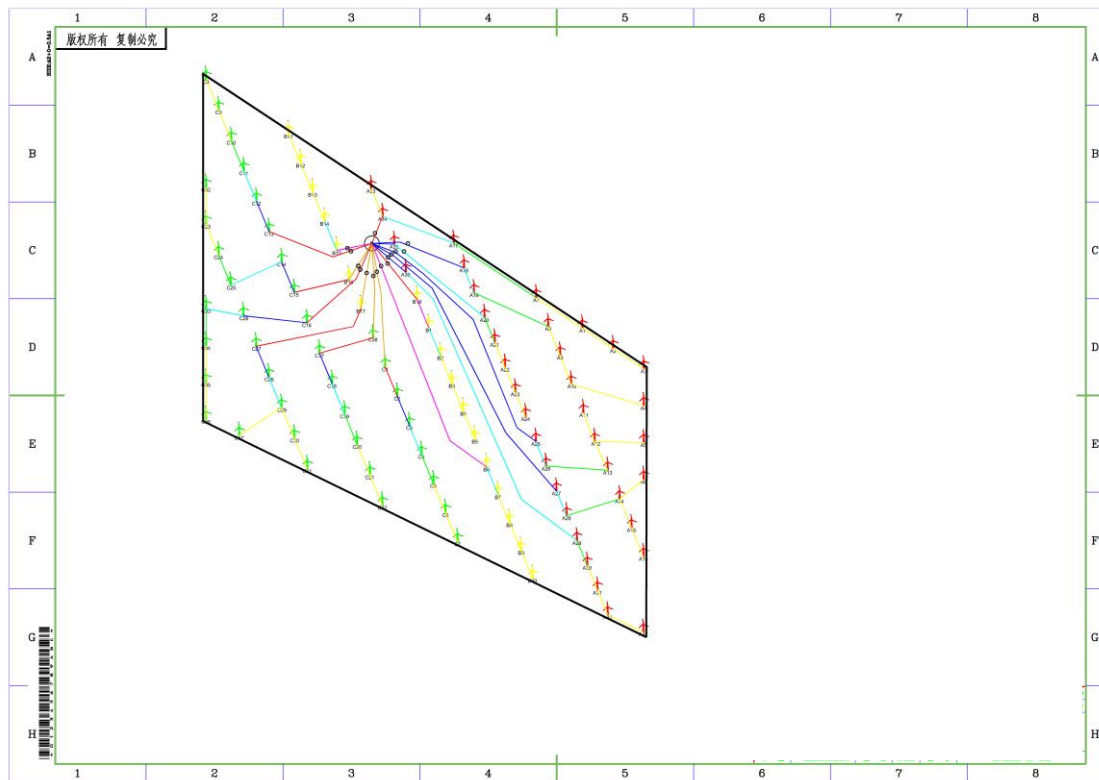


图 2.2.3-1 66kV 海缆平面布置图

2.2.3.2 220kV 海底电缆

220kV 海底电缆使用 3 回海底电缆，交联聚乙烯绝缘，分相铅护套，钢丝铠装，光电复合，三芯海底电缆。

略

图 2.2.3-2 三芯海缆典型结构示意图

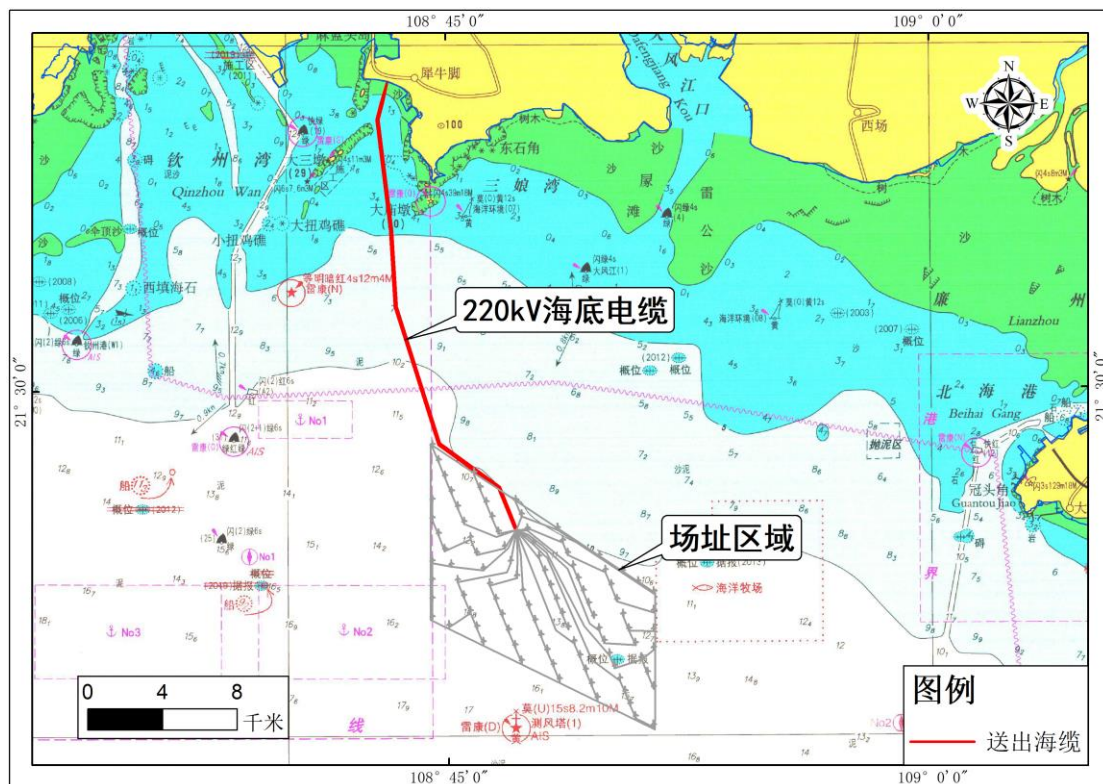


图 2.2.3-3 220kV 海底电缆平面布置示意图

2.2.4 海上升压站

本项目新建 1 座 220kV 海上升压站，设计容量 900MW，采用海底电缆出线至陆上集控中心。海上升压站由下部基础（包括桩基础、导管架）、上部结构（包括甲板平台和电气设备层）组成。

海上升压站上部组块拟采用三层布置，平面尺寸为 56.0m×37.0m，高约 17m，底甲板顶面高程约 15m。

本工程海上升压站下部导管架采用腿内桩的 4 腿导管架型式，导管架 4 个面的斜度为 1: 10。导管架顶高程为 11.00m，导管架底高程为-15.00m，导管架主腿直径为 $\phi 2646\sim 2696\text{mm}$ ，导管架主腿之间通过斜撑和水平撑相连接，斜撑和水平撑杆件直径为 $\phi 762\sim 1219\text{mm}$ 。导管架采用 DH36 钢材，导管架局部管节点采用 DH36-Z35 钢材。导管架上布置 15 根 66kV 和 3 根 220kV 的 J 型管，及靠船件、爬梯、防沉板等附属构件。下部导管架总重量约 1325 吨。

本工程海上升压站桩基础采用 4 根直径为 2.50m 开口钢管桩，壁厚为 35~80mm，桩顶高程为 12.00m，泥面高程为-13.48m，桩底高程为-72.48m，桩入

泥深度为 59.0m，桩长为 88.5m（包括打桩切割段）。单根桩重量约 382.5t，4 根桩总重量约 1529t。

海上升压站站址拟定在 B15#、B16#、A34#、A35# 风机之间（升压站中心坐标：东经 108°47'7.2"，北纬 21°25'55.5"）。

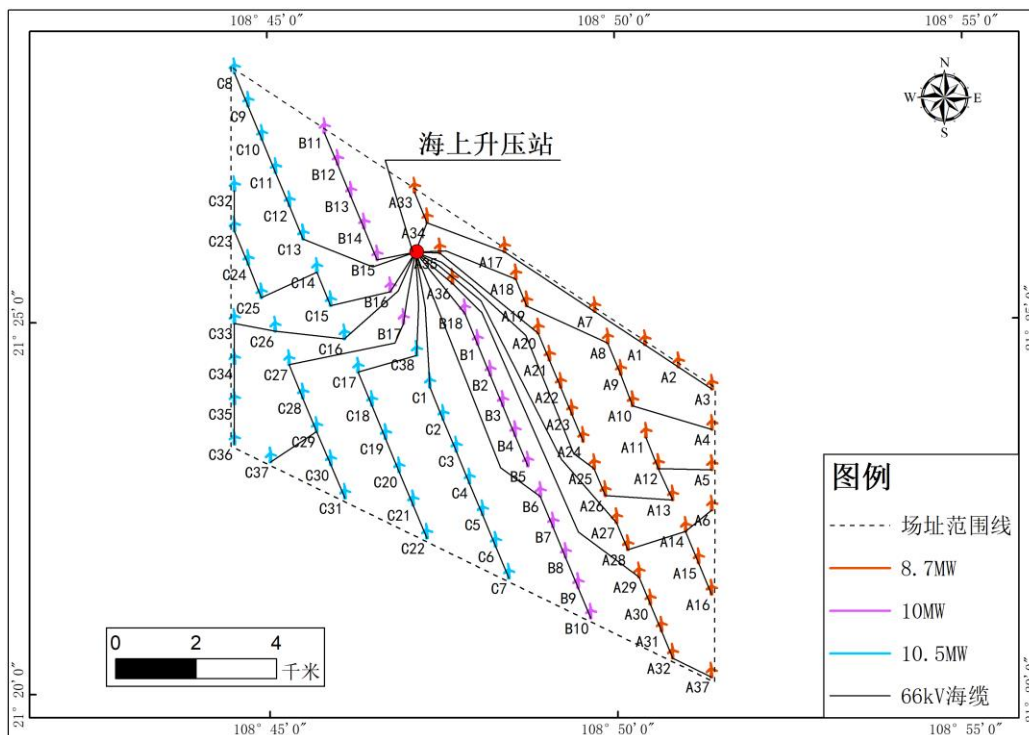


图 2.2.4-1 海上升压站位置示意图

2.2.5 陆上集控中心

本工程陆上集控中心位于犀牛脚镇大灶村，初步布置在 G228 的北侧。登陆点位于陆上集控中心的西南侧海边，距离集控中心约 2 公里。场址区域主要为缓平地地貌、养殖虾池及沟渠等人工地貌。场址现状标高约 1-2m 左右，西南侧有一条水泥路，集控中心建设一条混凝土进站道路与其连接，进站道路长度约 100m。

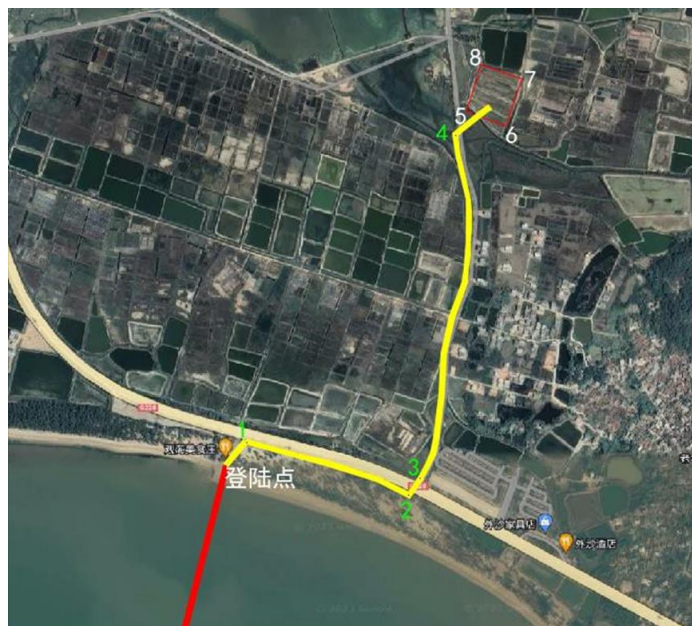


图 2.2.5-1 陆上集控中心卫星影像图

2.3 项目主要施工工艺和方法

本项目工程施工主要项目有大型钢结构制作、风机基础施工、风机机组安装、66kV 场内海缆敷设、220kV 送出海缆敷设和海上升压站施工等。

2.3.1 风电机组基础施工

本阶段风机基础采用单桩基础结构型式，8.7MW 机型单桩基础主体结构平均重量约 1100t，钢管桩桩径 7.5m，壁厚 65mm~85mm，桩长约 57m~77m，桩顶高程为 12.0m，桩底高程约-45m~-65m，平均入土深度约 40m；10MW 机型单桩基础主体结构平均重量约 1350t，钢管桩桩径 8.0m，壁厚 70mm~95mm，桩长约 59m~79m，桩顶高程为 12.0m，桩底高程约-47m~-67m，平均入土深度约 42m；10.5MW 机型单桩基础主体结构平均重量约 1300t，钢管桩桩径 8.5m，壁厚 75mm~95mm，桩长约 62m~82m，桩顶高程为 12.0m，桩底高程约-50m~-70m，平均入土深度约 45m。施工总工艺流程见图 2.3.1-1。

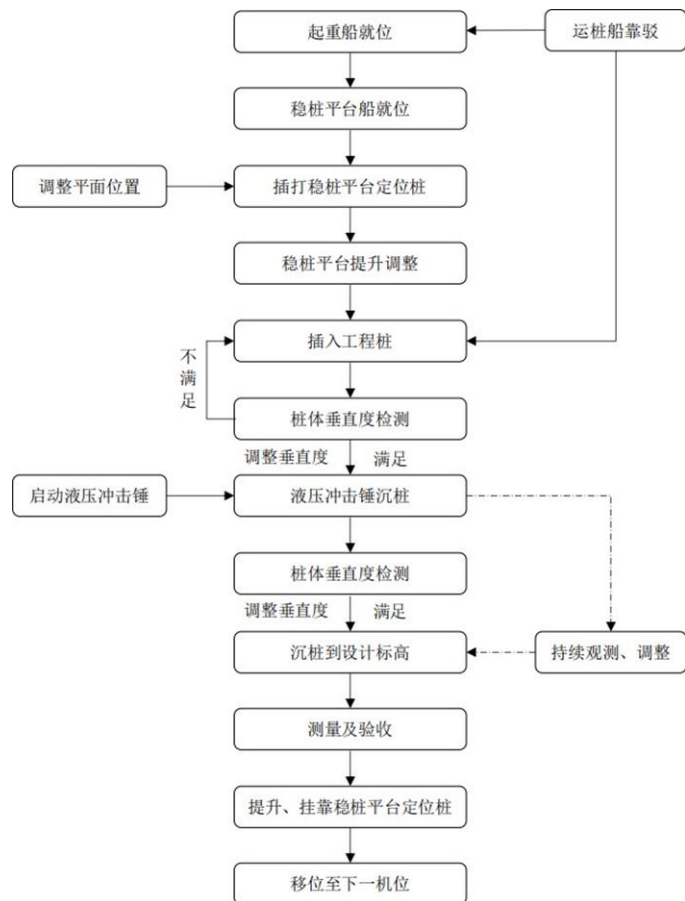


图 2.3.1-1 单桩基础施工工艺流程

2.3.1.1 钢管桩加工制造

单桩基础钢管桩、过渡段的加工制作工艺主要流程图如下。



图 2.3.1-2 钢桩加工制作工艺流程图



图 2.3.1-3 钢管桩加工现场图

2.3.1.2 测量工程

风机基础施工项目为外海施工作业项目，施工区域远离海岸线，常规测量无法直接进行作业，采用 GPS 定位技术进行测量控制，拟在风电场内设置测量 GPS 基站，覆盖到整个施工区域。测量仪器主要采用高精度的 GPS 测量仪器，全站仪、经纬仪、水准仪及激光扫平仪器为辅助测量仪器，本工程实施初期，可在风电场内中间位置首先施打一根风机机位工程桩，利用此工程桩改造成 GPS 测量基站平台，并在平台上设置供电系统。

2.3.1.3 钢管桩运输

本阶段选择灵活轻便型的近海船舶作为运输工具进行钢构件的运输。根据对钢管桩运输要素的初步分析，管桩运输长度是船只选型的关键要素，管桩平均长约 57~82m，按照管桩运输要求，钢管桩及过渡段在工厂生产完并经验收合格后运至码头前沿进行出运，利用设置在出运码头的回转吊及起重船进行装船，运输采用 5000t 运输货船，视运输条件及进度需求，每次运输 2 根单桩基础。



图 2.3.1-4 钢管桩运输示意图

2.3.1.4 沉桩施工

本项目的水深范围在 10m~20m 内，满足大型施工船只正常作业、航行的吃水要求。考虑导向架采取可启闭式龙口结构，允许植桩过程中桩尾入水。本工程单根钢管桩沉桩直径为 7.5~8.5m，长度为 57m~82m，桩重为 1100~1350t，目前国内船机设备能满足本项目单桩的吊高要求。

钢管桩海上沉桩系统包括打桩船、运桩船、抛锚艇、拖轮与交通艇等船舶组合，其中以打桩船为主要施工设备。

(1) 船体系统的选择

船体系统为整个海上沉桩系统的载体，为其提供操作空间与动力，主要包括船体（含密封舱、储水仓、储油仓、生活仓与救生设备等）、锚泊系统、动力系统。其中以船体锚泊系统与船型设计参数为主要参数。本阶段推荐采用常规浮式起重船舶进行单桩基础的沉桩施工。

(2) 吊桩系统

吊桩系统是整个吊打沉桩方式的重要组成部分，起重机械应满足管桩植桩吊重、吊高的要求，现阶段设计钢管桩的桩长约为 57~82m，重量 1100~1350t，属于中等长度的大质量管桩的范围，根据单桩基础管桩的设计参数，起重机械应具有吊高 98m 工况下起重 2000t 及以上吨位的起重能力。本阶段单桩基础最大桩

重 1350t，最大桩长 82m，安排 3 个沉桩工作面同时进行施工，推荐选用起重船起重能力 2000t 级及以上，吊高 95m 级以上的全回转浮式起重船。

(3) 辅助桩施工

本工程单桩基础对打桩精度要求较高，通常浮式起重船仅靠船舶自身无法将打桩精度控制在设计要求的范围内，因此推荐采用四套定位架（三套施工，一套备用）进行辅助沉桩施工。

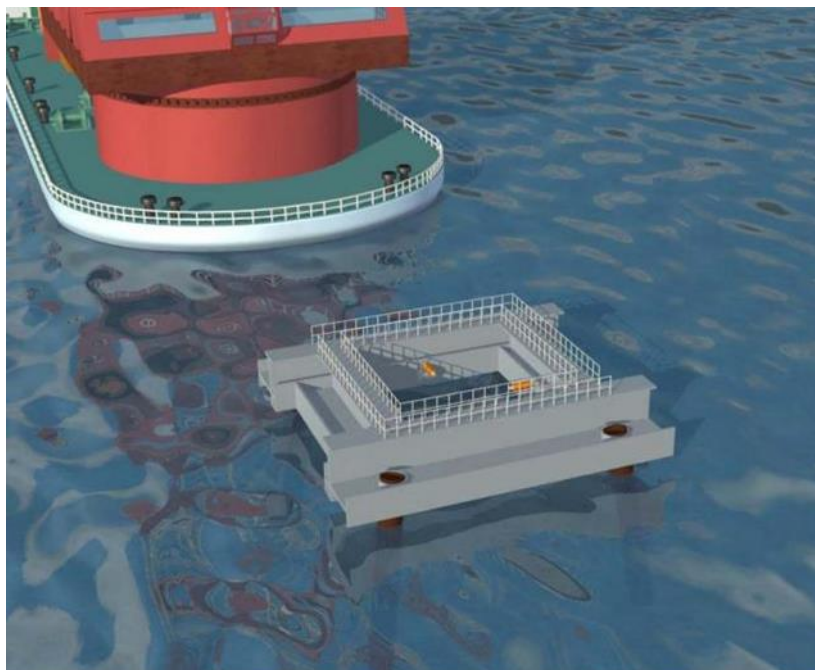


图 2.3.1-5 单桩定位架示意图

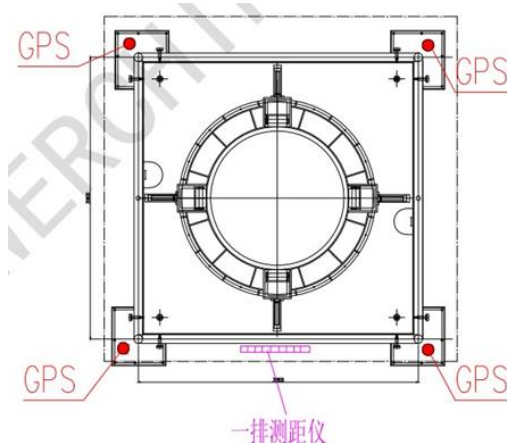


图 2.3.1-6 单桩定位架构造图

本工程施打钢管桩的主要施工工序见下图。

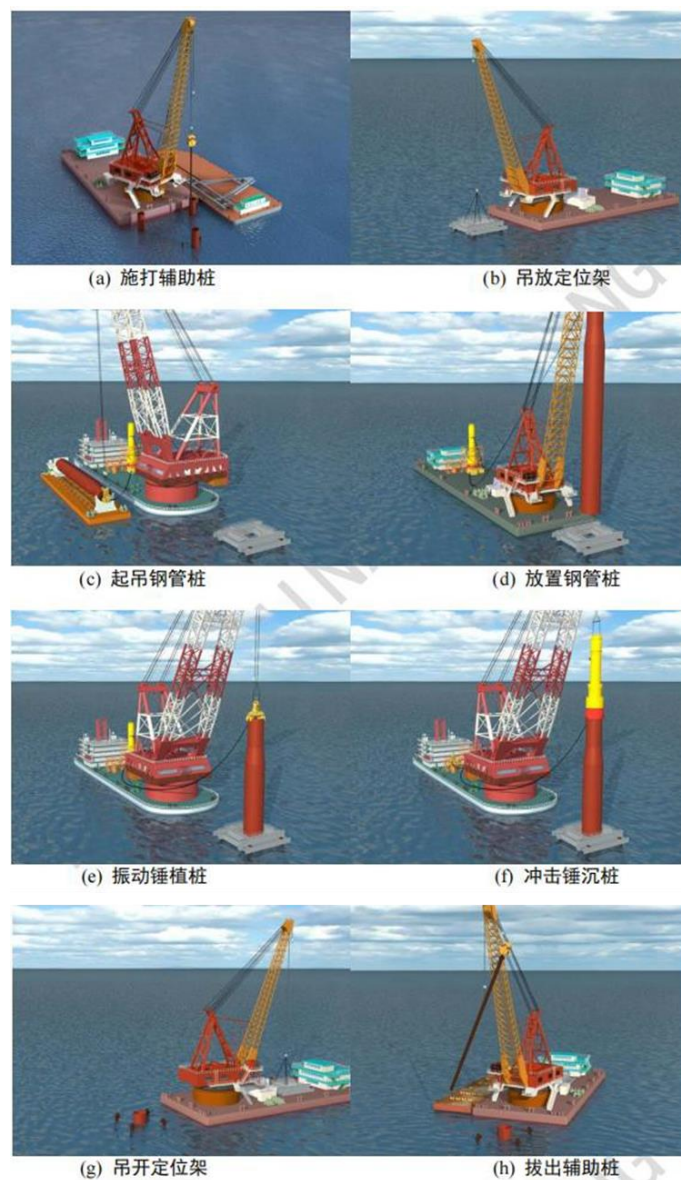


图 2.3.1-7 辅助桩沉桩施工工序图

通过起重船的主、辅钩实现单桩的自翻身，然后立桩，植桩，锤击沉桩。刚开始沉桩时，用低档位启动，小冲程锤击沉桩，然后切换到高档位进行大冲程锤击沉桩。当发现贯入度自小变大时应切换至低档沉桩。沉桩过程中全程监测垂直度、平面位置，出现偏差及时调整，防止偏差超标。

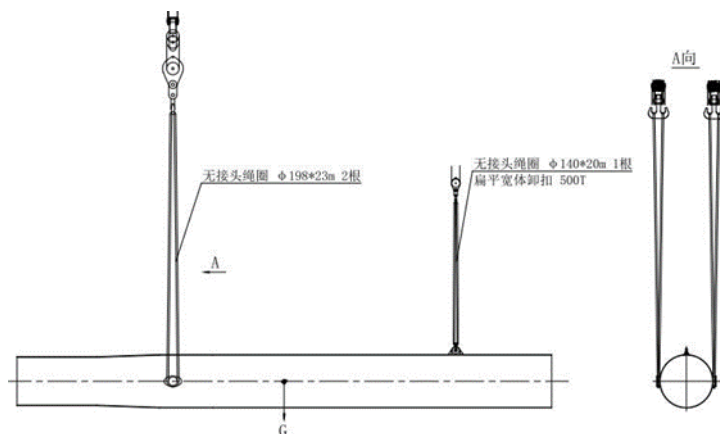


图 2.3.1-8 单桩起吊示意图

2.3.1.5 防冲刷施工

单桩基础由于桩径较大，且对冲刷敏感性较高，冲刷深度较大，采用铺设防护材料的防冲刷处理措施。为保证防冲质量，该项目推荐在冲刷坑底部设置砂被进行防护，砂被与桩周缝隙采用沙袋填。砂袋保护半径为 2 倍桩径；砂袋沉放完成后，在桩体周围抛填两块砂被，单块砂被面积约 650m^2 ；并绕桩体周围抛填 2m 宽的砂被圆环，保护桩周土体免受冲刷。海缆覆盖使用砂被面积约 50m^2 。

采用先打桩后抛砂被的施工方式，要求如下：

①打桩完成后，为防止桩周冲刷坑持续加深，要求打桩完成后，即进行砂被抛填保护，按设计方案在桩体周围抛投砂被；

②砂被与桩周缝隙采用砂袋填平；海缆敷设施工前采用砂袋将桩周整平。

③考虑砂被的整体吊装，则砂被在供应厂家充砂完成后，由 2000t 自航甲板驳整块运到现场，再利用专用模具进行安装。

④砂被施工属于基础施工范畴，单桩基础施工完成后需要在尽可能短的时间内进行砂被铺设工作，砂被铺设好后再安装附属结构，否则会给砂被的安装带来不便。

2.3.1.6 防腐蚀设计

根据国内外海洋工程、港口工程防腐蚀设计经验，海港工程自然条件恶劣，受风、流、浪、淤、冲刷及浅层气影响较大。由于钢管桩处在不同的海洋环境区带（大气区、浪溅区、全浸区、泥下区），钢的腐蚀速率及腐蚀特征有较大差异，对钢管桩的防腐要求较为苛刻。其浪溅区对钢结构腐蚀最严重；大气区受盐雾影响，腐蚀较严重；水下区和泥下区直接处于腐蚀性环境中，但由于水下缺氧环境

减缓了电化学反应，所以水下区和泥下区比浪溅区受腐蚀程度轻。结合本工程风电场场址区域水环境特点，本工程风机基础采用物理防护与电化学保护的联合保护方式。

本工程中钢结构外露部分辅以长寿命重防腐涂料双层改性环氧玻璃鳞片漆进行防腐；电化学防腐措施采用牺牲阳极阴极保护方法，牺牲阳极布置在水下区，材料选用目前最常用的铝-锌-铟合金材料，规格为：Al-Zn-In-Mg-Ti 合金牺牲阳极、尺寸为：2300×(220+240)×230mm、单重：310.0kg。

本工程风机基础结构设计年限按 25 年标准设计，但因风电场设计使用寿命为 25 年，工程建设期 2 年，本次防腐设计使用年限按 27 年考虑。若 27 年后风机基础还需运行，需对其更换牺牲阳极块，并对重防腐涂层加强维护或补涂新的防腐涂层。

2.3.1.7 附属构件安装

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

2.3.1.8 施工船机设备

风机基础施工主要施工设备配置表如下表。

表 2.3.1-1 风机基础施工主要施工设备配置表

序号	机械设备名称	型号规格	单位	数量	备注
1	起重船		艘	1	
2	起重船		艘	1	
3	浮式起重船		艘	1	
4	驳船		艘	2	
5	拖轮		艘	4	
6	抛锚艇		艘	4	
7	辅助定位架		套	2	
8	交通船		艘	4	

2.3.2 风电机组安装

按照海上风机安装工艺不同，结合本工程的工程建设条件及国内施工设备的信息情况等，本项目风电机组安装选择分体安装方案。

海上分体吊装方案是将风电机组各组件各自完成自身的预组装后，运至风场机位，在现场依次进行塔筒、机舱、轮毂与叶片组合件的安装。采用支腿顶升的自升式平台船是为了避免船只受涌浪的影响，达到稳定的作业工况，实现静对静吊装作业的目的。

2.3.2.1 施工工艺流程

海上风电机组安装工艺流程如下：

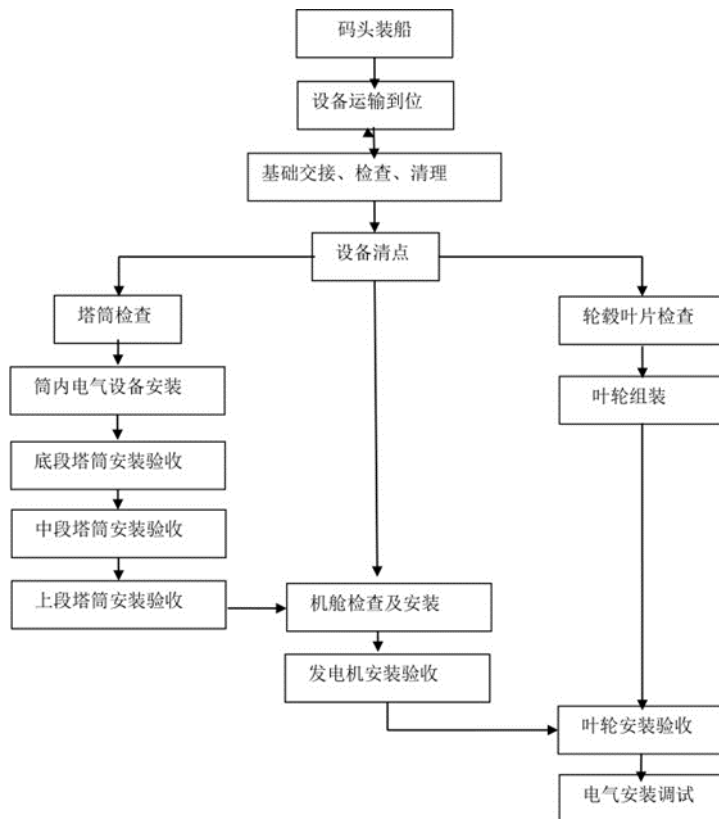


图 2.3.2-1 风机分体吊装安装施工工艺流程图

2.3.2.2 主要施工方案

(1) 风机部件组装

由生产厂家在陆上完成塔筒、机舱、轮毂、风叶等主要部件的预组装，然后通过轨道移动台车运输至码头，采用履带吊等设备吊放到运输驳船上。

(2) 风机海上运输

风机各部件安放在运输驳船的制定位置，并采取可靠固定措施，防止在海上运输过程中发送滑动导致风机部件的损坏。风机部件安放完成后使用拖轮将运输驳拖航至风场指定位置。

(3) 基础交接

检查基础环法兰与塔筒底法兰对接标记，基础法兰内侧面做一个明显标记，表示与塔筒底法兰的对接位置，一般这个位置对应筒门的方向。

(4) 塔筒内风机电器设备甲板面组装

考虑到在施工船甲板面组装操作相对比在单桩平台上操作方便、安全，在下段塔筒吊装之前，预先将塔筒内风机电器设备在船甲板面组装。

(5) 自升平台船就位

自升平台船航行至风机基础附近，选择合适的地点就位、顶升。船舶利用起锚艇拖航至风机机位点附近，分别抛 4 个锚，然后绞锚控制船体与升压站中心位置，根据自升式平台船操作手册进行压载、压腿和抬升船体操作，同时缓慢松开 4 个定位锚绳，直到将船舶抬升至船底离开水面 6 米左右，再将 4 个定位锚起锚后通过绞车回收至甲板。待船舶稳定 8h 后方可进行起重作业。

(6) 吊装塔筒

按照如下顺序，依次吊装 4 节塔筒：检查→安装吊具→起吊→就位→螺栓紧固。

a、塔筒吊装之前，根据风机厂家提供的作业手册检查塔筒内电缆铺设、电气设备安装是否已全部完成。

b、施工人员与业主、监理人员对桩基法兰进行复测，检验合格后签字确认。

c、检查基础顶部法兰上表面，清理塔筒下段下法兰端面及基础顶部法兰上表面，满足安装要求，在法兰上表面涂密封胶。

d、塔筒与基础之间采用螺栓连接，安装前按照装配规范要求注入润滑油（或润滑脂），润滑所有螺栓的螺纹。

e、由起重船主钩将下塔筒安装到风机基础连接法兰上，确保塔架门的朝向正确，然后缓慢下落正确就位。安装预先放置好的螺栓、垫片和螺母，按要求紧固高强度螺栓。

f、由起重船主钩作为主吊、副钩作为辅吊将中塔筒竖立，并由主钩将中塔筒安装至下塔筒上，按要求紧固高强度螺栓。

g、以同样的方法完成上塔筒的起吊和安装，按要求紧固高强度螺栓。



图 2.3.2-2 塔筒吊装示意图

(7) 吊装机舱

机舱吊装首先从机舱罩部取下保护盖，起吊横梁吊链从吊孔中穿过，在机舱上固定长度至少为 150m 的两根牵引绳作为导向和稳定措施。

清除法兰对接面所有脏物以及防锈剂，清洗偏航轴承接触面和上部塔筒法兰接触面，检查偏航轴承螺纹孔，确保螺纹能顺利拧入螺栓。

吊起机舱至适当高度，拆除机舱运输工装螺栓，安装定位销等附件；继续起吊至上段塔筒上方，在吊装过程中应采取必要措施防止发生机舱与塔筒发生磕碰，将其定位于距上段塔筒上部法兰至少 1m 的位置，缓缓放下机舱，至两个接触面间距为 50cm 的位置，手动将螺栓旋入偏航轴承螺纹孔中，以此作为定位机舱的向导，通过起吊设备放下机舱，并插入塔筒上部法兰的导向螺柱。

将所有螺柱插入螺孔后，十字对角预紧螺栓，预紧力应满足风机厂家技术文件的要求。

轮毂导流帽的安装，将所有导流帽与轮毂外罩连接螺栓全部带上后再将所有螺栓顺序拧紧，安装完后拆除导流罩吊环，螺孔填充专用填充物，导流帽与轮毂外罩接合面填充专用填充物。



图 2.3.2-3 机舱安装示意图

(8) 安装叶片

a、检查要组装的叶片的台号，确保台号相同；检查叶片根部螺栓密封和根部盖板密封，清理叶片根部螺栓螺纹。

b、起重船主钩配合叶片专业吊具起吊叶片。

c、由于叶片长度较长，起吊时每片叶片分别拉缆风绳控制，防止移动中发生碰撞。

d、按已确定的叶片安装角对准标记，调整风轮盘车齿轮位置转动轮毂角度，完成单

叶片的对中安装，确认安装角不超差后，按十字对角法分两次将连接螺栓上紧至规定力矩。安装角误差与螺栓预紧力矩值应符合风机厂家规定。

e、第一片叶片安装完成后，顺时针或逆时针旋转叶轮，使叶轮在下一个安装位置，并锁定转子。

f、按已确定的叶片安装角对准标记，调整风轮盘车齿轮位置转动轮毂和角度，完成第二单叶片的对中安装，确认安装角不超差后，按十字对角法分两次将连接螺栓上紧至规定力矩。

g、第二片叶片安装完成后，顺时针或逆时针旋转风轮，使叶轮在下一个安装位置，并锁定转子。按已确定的叶片安装角对准标记，调整叶轮盘车齿轮位置

转动轮毂和角度，完成第三单叶片的对中安装，确认安装角不超差后，按十字对角法分两次将连接螺栓上紧至规定力矩。

h、进行以上操作时，均应在相关零件表面涂密封胶。叶轮与机舱对接完毕后按照供货商技术文件的规定进行螺栓的紧固工序。叶片安装完成后，将风机设置为“空转模式”。



图 2.3.2-4 叶片安装

(9) 安装试验与调试

按要求完成供货商技术文件规定的各项安装试验，包括电缆试验、盘柜试验、变压器试验、导电轨试验等，并在供货商代表的指导下进行检查、调整、校正、启动运转和负载检测等内容的预调试，所有检测工作完成后，书面确认设备可进行正式调试，报经监理人组织对设备进行初步检查、验收试验，达到下列要求被认为初步试验验收是合格的：

- a、所有现场试验全部完成。
- b、所有技术性能及保证值均满足功能要求。
- c、机械部分按照技术规范要求连续试运转后停机检查、未发现异常。
- d、如果初步验收试验由故障而中断，需共同分析原因，采取措施重新进行调试。

2.3.2.3 分体吊装施工主要设备

分体吊装施工主要设备如下。

表 2.3.2-1 主要施工船机设备表

序号	机械设备名称	型号规格	单位	数量	备注
1	自升平台船		艘	1	
2	履带吊		台	1	
3	平板驳船		艘	2	
4	拖轮		艘	3	
5	抛锚艇		艘	2	
6	交通艇		艘	2	

2.3.3 海上升压站施工

本工程 220kV 海上升压站由下部基础（包括桩基础、导管架）、上部结构（包括甲板平台和电气设备层）组成。

海上升压站的施工内容包括钢结构制作、基础施工、上部组块安装三大部分。一般来说，主要施工工艺流程为：钢结构加工与制作—→电气设备安装、调试—→导管架沉放—→钢管桩沉桩施工—→上部平台整体安装—→电气设备联动调试。

2.3.3.1 钢管桩、导管架制造运输

钢管桩通过导管架结构与上部的钢平台进行连接，上部钢结构平台采用型钢组合拼装。钢结构平台与下部的组合钢桁架结构虽然属于大尺寸钢结构体，但结构形式简单，制作难度一般，因此为保证结构体的加工质量，钢管桩、导管架以及上部组块均选择在钦州风电制造基地大型制作企业进行生产加工。

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

2.3.3.2 下部基础施工

(1) 下部基础施工工艺流程

海上升压站下部基础施工流程见图 2.3.3-1。

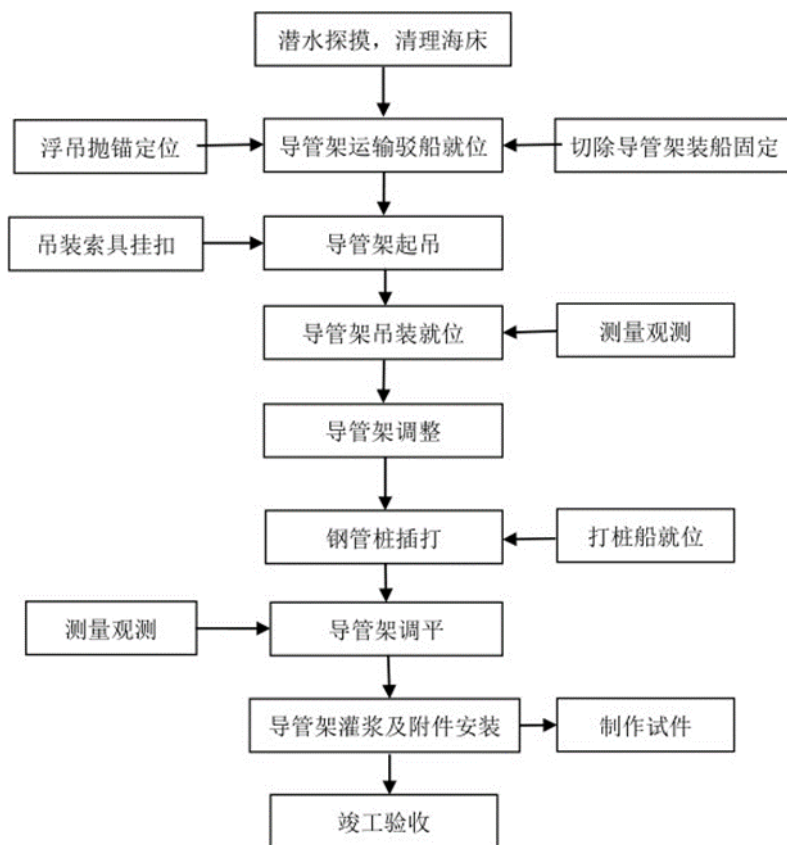


图 2.3.3-1 升压站桩基础导管架施工流程

(2) 导管架沉放

①机位扫海

测量人员在正式施工前进行机位的扫海工作，扫海面积以机位中心为圆心，半径 40m 范围内进行详细测量，并复测机位实际高程，绘制机位等深线。

②导管架安装

在建造厂重装码头利用吊机将导管架吊装至 5000t 自航式平板驳固定好上，并与平板驳船固定后，运至施工海域。

为保证导管架安放水平，施工前，在辅助驳船上配冲喷设备、沙石料等，对海床实施扫海，垫砂整平，确保海床无障碍物及基本平整。

所有准备工作完成后，将导管架运输船抛锚定位，利用 3000t 以上起重船整体吊装到位，导管架安装到位后，应及早跟进沉桩施工，以免导管架在风浪作用下滑移，超出偏差要求。

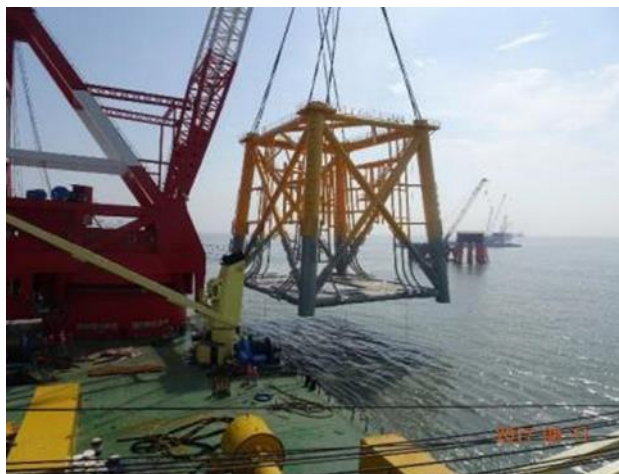


图 2.3.3-2 导管架吊放示意图

(3) 钢管桩沉桩施工

本工程海上升压站基础区域平均水深约为 12-17m，满足大部分工程类船舶的正常航行与施工对水深条件的要求。为保证管桩的加工与施工质量，采用整根长管桩的沉桩施工方式。

本工程导管架设计时已考虑钢管桩沉桩施工需求，沉桩过程中桩基为垂向入泥，桩穿过导管架上的桩靴，内部设置限位板，确保钢桩沉桩垂直度以及钢桩与导管架桩靴间的环缝的最小间距的精度，保证沉桩施工的角度与精度控制满足要求。为充分利用大型船舶，钢管桩沉桩施工同样考虑采用本工程导管架沉放所采用的浮式起重船进行施工。桩锤系统根据海上升压站工程基础管桩的设计参数，选用 S-1200 型液压打桩锤作为首选桩锤。

本工程采用后插桩方案，由于钢管桩桩长约 99.2m，在插桩后钢管悬臂较长，加上 60~65t 液压打桩锤的重量后，可能导致弯矩过大，对钢管桩本身造成弯折及对导管架产生拖拽影响。因此需要对施工过程采用如下措施加以控制：

1、导管架设计时已采取在导管架与地基表层接触区域设置防沉板等措施来保证导管架的初步沉放稳定，必要时还需要对地基采用抛石填平等措施；

2、在施工过程中，为保证导管架的定位精度，导管架就位时必须在平流时方可就位，就位时采用 GPS 定位系统进行定位；

3、在进行打桩作业时，稳桩后采用不脱钩的方式，用振动锤对钢管桩进行初步沉桩工作，待钢管桩进入土层较大深度后换液压打桩锤脱钩吊打。



图 2.3.3-3 起重船吊打施工示意图

(4) 导管架调平措施

打桩过程中要不断测量导管架的位置和水平度。经测量如导管架水平度达到设计要求则调平工作完成,继续打桩与监控。如导管架水平度仍未达到设计要求,则再重复上述步骤做简单的微调,直到水平度达到设计要求为止。

(5) 钢管桩、导管架间隙灌浆施工

钢管桩、导管架桩靴之间的间隙灌浆在打桩完毕、调整好导管架与桩管间的间隙后进行,其作用是使钢管桩与连接段钢管连接均匀、可靠,同时修补钢管桩在施打后产生的误差和损伤。

施工时,用软管伸入导管架桩靴内部,利用灌浆的自重挤出空气达到密实,待浆液从顶部溢出后即可停止灌浆并迅速拔出软管。灌浆施工主要包括灌浆管线的连接、润管料浆制备、润管、灌浆料浆体制备、灌浆、溢浆、压力屏浆和设备的清洗等。主要施工工艺如下:

- 1) 安装导管架并打入钢管桩后,导管架与钢管桩之间形成环形空隙并在导管架顶部进行固定。
- 2) 对导管架每个桩腿底部自封闭封隔器进行封底灌浆。
- 3) 封底灌浆 24h 后,连接好灌浆管线,主灌浆口底部位于封隔器上方。
- 4) 灌浆施工由 3000t 级驳船上所载的灌浆泵高压泵送灌注专用的灌浆材料。制备润管料并进行润管,然后将搅拌好的灌浆料浆体经灌浆管线通过泵送的方式自下而上顶升,置换环形空间中海水进行灌浆。

- 5) 待环形空腔充满料浆，并且位于环空顶部的溢浆口溢浆后进行压力屏浆。
- 6) 单个钢管桩灌浆结束后，进行拆管换管，按照步骤4)和5)，对另外3根钢管桩依次进行灌浆。
- 7) 灌浆结束后，拆除灌浆管线，清洗灌浆设备。

2.3.3.3 上部组块安装

(1) 上部组块施工工艺流程



图 2.3.3-4 升压站平台整体安装流程图

(2) 海上升压站平台制作及电气设备安装

升压站上部组块甲板共分四层，一层甲板、二层甲板、三层甲板及顶层甲板。各电气设备按照功能需求设置在不同隔层范围内，本升压站上部组块结构类同于海上石油类钻井平台上部组块结构，因此本阶段上部组块结构参考成熟的钻井平台上部组块结构的施工方案进行考虑。

海上升压站上部平台钢结构考虑在中船广西海上风电制造基地和钦州锦峰海洋重工科技有限公司进行钢结构加工厂制造、安装。根据类似工程实际的操作模式，为尽量减小现场的安装次数，避免现场焊接所可能造成的质量缺陷，同时减少海上设备安装调试时间，海上升压站上部平台结构在陆上施工场地内，利用龙门吊或履带吊机作为起吊设备进行组装，将各层结构分层预制拼装，在相应安

装层完成后进行其层面上电气设备以及其他相关专业设备的安装工作，最终形成可整体出运的上部组块（包括电气设备）组合体。在平台结构及电气设备安装完成后，进行检测调试，调试合格后待运出海。



图 2.3.3-5 海上升压站整体加工制作示意图

(3) 海上升压站平台出运

本工程海上升压站钢结构平台与内部电气设备组合形成整体的上部组块总重量约为 4150t，运输尺寸为 56.0m×37.0m。国内的起重船施工能力满足其起吊安装要求，因此采取起重船陆—水浮式起重吊装的模式进行升压站上部组块的装船工序。

目前底部四根主柱位置间距在 28m 以内，因此船舶有效型宽应不小于 28m，根据上述对运输船舶尺寸数据的要求并参考同类海工结构组块实际选用运输船舶的情况，推荐选用 10000t 级甲板驳船进行运输。

海上运输条件复杂，升压站组块为大尺寸、超重量的构件，运输过程中受天气、海况等影响较大，船身可能出现横倾晃动的危险，因此需要根据升压站尺寸与重量等条件，统筹规划生产基地，选择有利的天气时机，并对运输船舶增加临时辅助固定装置，降低运输过程中的风险，增加运输过程中的可靠性。



图 2.3.3-6 海上升压站整体运输示意图

(4) 海上升压站整体安装

根据钢桁架组合体上部结构整体吊装尺寸要求，选择 7000t 级及以上起重能力的浮式起重船进行组合体的安装工作。上部组块转运时，可以采取起重船陆一水浮式起重吊装的模式进行升压站上部组块的装船工序。



图 2.3.3-7 起重船示意图

2.3.3.4 海上升压站施工主要船机设备

表 2.3.3-1 220kV 海上升压站施工主要船机配置表

序号	机械设备名称	型号规格	单位	数量	备注
1	驳船		艘	1	
2	驳船		艘	1	
3	浮式起重船		艘	1	
4	浮式起重船		艘	1	
5	浮式起重船		艘	1	
6	液压锤		台	1	
7	拖轮		艘	4	
8	拖轮		艘	3	
9	抛锚艇		艘	6	
10	交通艇		艘	4	
11	多功能驳船		艘	2	

2.3.4 海缆敷设施工

2.3.4.1 海缆敷设分区

本工程海缆项目主要分场内 66kV 集电海缆、220kV 送出海缆共 2 种电缆型式。66kV 场内集电海缆：风电场场内采用电压等级为 66kV 的铜导体 3 芯交联聚乙烯绝缘分相铅护套钢丝铠装光电复合海底电缆，海缆敷设深度暂定为 3m。220kV 送出海缆：由海上升压站至陆上开关站（集控中心）的送出海缆采用电压等级为 220kV 的三芯海缆，海缆敷设深度为 3m。

本工程电缆主要连接风机与风机之间、风机与海上升压站之间、海上升压站与陆上电网之间。工程场址海域海床表层为淤泥或淤泥质粘土，陆上部分为浅滩和滩涂。根据电缆敷设区域海洋环境的不同，可将电缆敷设区分为以下 2 个主要区域进行方案设计：

(1) 深水区域：各风机之间、风机与升压站之间 66kV 海缆所经过的区域和升压站至开关站 220kV 海缆所经过的近海区域；采用两栖挖掘机挖沟和带埋设机的铺缆船施工。

(2) 浅水区域：水深条件小于 3m，主要为 220kV 海缆浅滩登陆段；采用定向钻施工。

2.3.4.2 深水区域海缆施工

(1) 深水区域海缆施工工艺流程

本工程拟选用两种不同吨位等级的海缆敷设船舶，即场内 66kV 集电海缆与 220kV 送出海缆采用两类不同的施工船舶。场内 66kV 集电海缆优先选用带动态 DP 定位的施工船舶；220kV 送出海缆采用无动力的绞锚施工船。常规海缆敷设主要施工工艺如下。

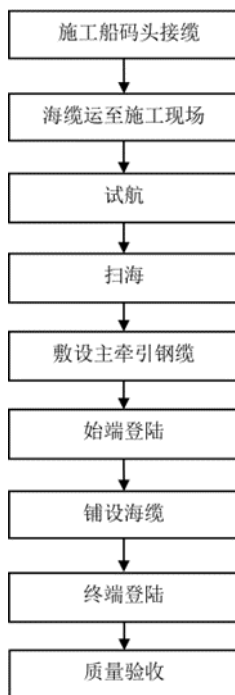


图 2.3.4-1 海缆敷设施工工艺流程

(2) 主要施工方案

① 接缆

接缆地点为海缆生产厂家码头。电缆敷设船靠泊就位，过缆时，电缆头绑扎上钢绳网套，安装活转头，再与牵引钢绳连接。然后将电缆头牵引至施工船上电缆退扭架塔顶入口内。电缆在盘内采用人工沿俯视顺时针方向盘绕。电缆盘内径 8m，外径 14m；退扭架至缆盘顶部的高度为 12m。为满足电缆弯曲半径要求，施工船上电缆通道在转弯处的弧槽弯曲半径为 4.5m。盘绕前电缆头部预留 3m 长度在电缆盘圈内，以方便电缆测试，过缆速度控制在 800m/h 左右。

②电缆装船运输

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

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



图 2.3.4-2 海缆装船示意图

③试航

施工船舶到达施工现场后，首先进行试航作业，熟悉海况及施工航线，以确保施工安全及施工质量。

④扫海

在路由状况检查完毕后，施工船实施扫海作业。扫海线路以实际路由实施扫海。扫海作业由施工船通过拖拽专用扫海锚在海底沿设定线路实施作业。扫海锚在拖拽过程中将存在海底的杂物如渔网、绳索等物品钩住，当施工船上拖拽扫海锚的张力控制设备发现其张力过大时即停止扫海，通过船上门吊及绞车回收扫海锚，将扫海锚上的杂物放置于施工船甲板上，如扫海锚钩住废弃缆绳时采取切割或其他方式将其带离施工作业带。反复以上动作，直至海缆路由扫海结束。

⑤敷设主牵引钢缆

本工程采用设置主牵引钢缆引导敷设船的施工方法。由于本工程路由较长，需分段敷设主牵引钢缆，主牵引钢索由铺缆船释放并通过船上主锚机进行控制。

首先施工船根据 DGPS 定位，就位于海缆铺设起点附近的路由轴线上，由锚艇在海缆设计路由上距施工船 5km 处（或转弯处）抛设主牵引锚，主牵引锚和主牵引钢缆连接后，再由锚艇沿路由布放牵引钢缆，直至将主牵引钢缆和施工船上卷扬机连接，开始工程海缆的敷埋施工。

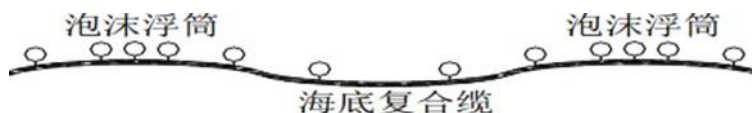
当施工至主牵引锚附近、完成该段海缆敷埋时，采用同样的施工方法进行主牵引钢缆的敷设及工程海缆的敷埋施工。当海缆敷设船距海缆登陆点的距离小于 5km 时，则将主牵引钢缆与预先设置在终端登陆点侧的地锚相连接。

⑥始端登陆施工

1) 电缆始端登陆前，在高潮位时将施工船锚泊就位在靠近登陆点附近，以减小登陆距离，并利用 DGPS 测量系统定位于路由轴线上，抛“八”字开锚锚泊固定。

2) 在始端登陆点处设置 1 台 3 吨绞磨机。登陆时，电缆头从缆盘内通过退扭架拉出，从船头通过入水槽入海，水面段在电缆下方每隔 2 米垫以充气内胎进行助浮，充气内胎与电缆利用白棕绳绑扎固定；利用预先设置在始端登陆点处的绞磨机牵引电缆浮运登陆。在电缆牵引至滩涂处，人工解除助浮充气内胎，将电缆搁置在预先设置在电缆登陆路由的滚轮上方滚动或滑动，减少电缆牵引的阻力。

3) 完成电缆始端登陆施工后，小艇沿登陆段电缆逐个拆除浮运电缆的轮胎，将电缆沉放至海床上。



(a) 海缆泡沫浮筒绑扎位置示意图

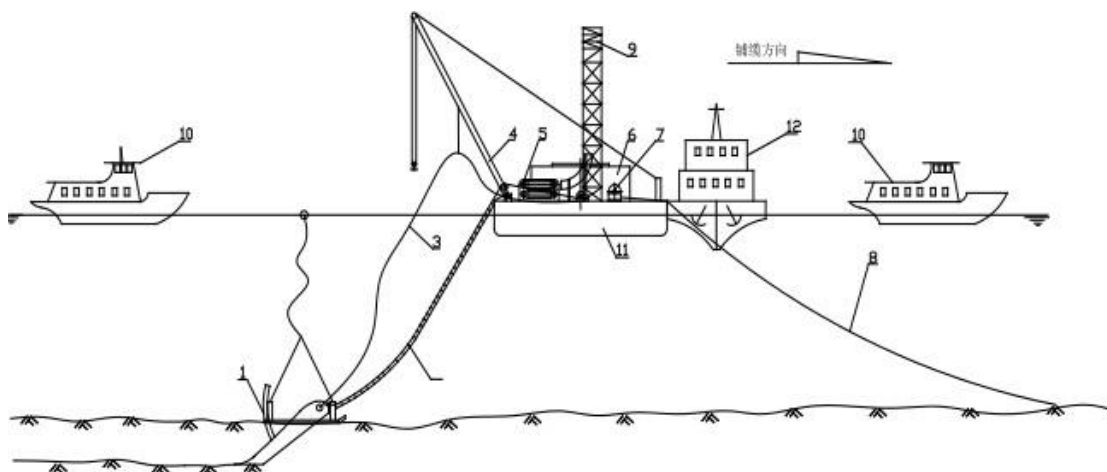


(b)海缆绑扎泡沫浮筒敷设示意图

图 2.3.4-3 海缆泡沫浮筒绑扎位置示意图

⑦海缆敷埋施工

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



1.水力喷射埋设机, 2.导缆笼、电缆及拖曳钢丝绳, 3.高压输水胶管, 4.起重把杆, 5.履带布缆机、计米器、入水槽等, 6.储缆圈, 7.牵引绞车, 8.牵引钢丝绳, 9.退扭架, 10.警戒船, 11.电缆敷埋施工船, 12.拖轮。

图 2.3.4-4 海缆敷设示意图

⑧终端登陆施工

在海缆终端登陆前，已完成终端登陆的施工准备工作，具备登陆条件。准确测量登陆长度后，在施工船上截下余缆。终端登陆采用双头登陆法，主要程序如下：

- 1) 施工船抛设八字锚稳定船位

2) 布缆机将海缆通过入水槽送水水中。在海缆入水段每隔 2m 垫以充气内胎助浮

3) 海缆不断送出后在水面上逐渐形成一个不断扩大的“Ω”形状。工作艇监视和控制海面上海缆弯曲情况，防止海缆打小弯。

2.3.4.3 浅水区域 220kV 海缆施工

本项目 220kV 主海缆登陆点附近海岸存在自然砂质岸线，采用定向钻穿越进行海缆登陆方案，定向钻施工长度为 1164m。电缆始端登陆前，在高潮位时将施工船锚泊就位在登陆点附近，以减小登陆距离，并利用 DGPS 测量系统定位于路由轴线上，抛“八”字开锚锚泊固定。施工时，需根据现场情况设定锚位，确保原有海底缆线的安全。在终端登陆点处设置绞磨机。在电缆终端登陆前，已完成定向钻穿越、管道埋设等终端登陆准备工作，具备登陆条件。

略

图 2.3.4-5 定向钻出入钻点位置图

表 2.3.4-1 定向钻出入钻点坐标表

序号	定向钻	东经	北纬
1	出钻点		
2			
3			
4	入钻点		

定向钻埋管与海缆登陆描述如下：

①使用定向钻拖拉法穿越岸滩形成孔道，牵引并预埋管道，回填工作坑。定向钻穿孔埋管主要工艺：施工准备→导向孔施工→反拉扩孔、成孔→牵引管道→回填→清场。

根据施工要求，在靠近登陆点需开挖一个工作坑。在工作坑前方还需要停放施工机械以及导管拆装施工操作面，需占用 10m×4m 的地方做工作坑的施工操作空间。浅滩段出钻点需设置船舶锚泊作为接收平台。

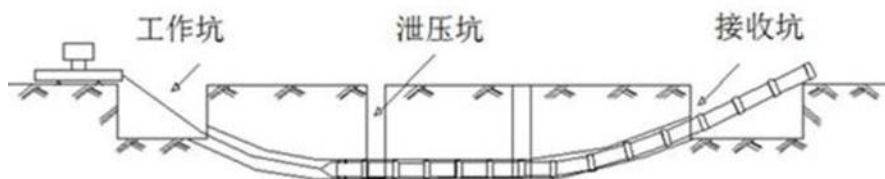


图 2.3.4-6 定向穿越埋管示意图

②施工船乘大潮驶入离登陆点 200m~400m 处就位，并利用 DGPS 测量系统定位于路由轴线上，抛设八字锚稳定船位。

③在终端登陆点处设置绞磨机。在电缆终端登陆前，已完成终端登陆的施工准备工作，具备登陆条件。

④将海缆头从电缆盘拉出，在电缆头上设置活络转头。并与设置在终端登陆点处绞磨机的牵引钢丝联结，牵引钢丝穿过预埋管道。

⑤启动绞磨机缓慢回绞钢丝，牵引海缆穿越管道，完成海缆穿越登陆。两栖施工设备与铺缆船施工的过渡区域（落潮后水深 3m~5m）牵引过程中牵引绳保持张力，张力将被连续监测，且尽可能保持牵引速度均匀。当缆端到达牵引机械处后，牵引速度减慢但不停止直到陆上电缆足够满足接续使用。剩余电缆被盘八字圈后固定在岸滩上，同时设置地锚。

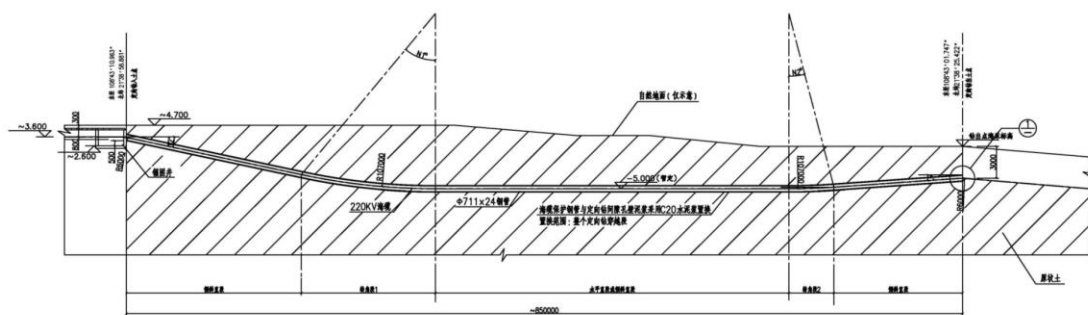


图 2.3.4-7 定向钻剖面示意图

2.3.4.4 海底电缆测试、光纤熔接

施工方配合电缆供应商和业主代表依据电力电缆设计指标值，由测试组负责对电力电缆和电力电缆内光纤衰耗等指标连续跟踪测试。测试组从装缆开始至施工作业完成各个阶段，可以对各项光缆技术指标进行监控和测试。

(1) 对相邻电缆之间的接头制作，按电缆技术文件制定的连接工艺进行，所有连接材料应符合电缆技术文件和施工安装图纸的要求。

(2) 所有光纤熔接，按电缆技术文件的规定进行外观检查和检测。质量经评定合格，并按规定的格式做好外观检查记录和检测报告提交监理，经监理、施工方共同签字确认后作为设备安装验收资料。

(3) 光缆施工应满足相关规范要求，光缆动态弯曲半径小于 20D，静态弯曲半径不应小于 10D（D 为光缆外径），保护管的两端应做好密封，防止进水。

(4) 引接光缆敷设施工

66kV 海底光缆复合缆引海上升压站预埋 J 型管出口后，通过一段锚固装置固定，并将光缆与电缆分离，在每个锚固装置后设置一光缆连续盒，从复合缆内剥离的光缆引入光缆接续盒，在光缆接续盒内转接成无金属光缆，穿管敷设，统一接入继保室内的 ODF 架，并完成光缆至 ODF 架的所有熔接工作。

2.3.4.5 电缆保护

(1) 海缆登陆点防护方案

本项目海底电缆拟选登陆点为砂质海滩。

对于海底电缆近海岸登陆段浅水区，划定海底电缆防护区为海底电缆两侧各 50m。电缆防护区周围还应设置禁锚标志，以提醒他人不得在防护区内作业。海底电缆可采取全称埋设并采用套管保护或水泥沙袋保护，套管埋入海底 2m，陆上段：海底电缆敷设可以放置在石砌电缆沟或混凝土槽内，再回填细沙，盖上盖板，埋设深度大于 1.5m。

(2) 海底电缆交越段防护方案

① 禁渔禁锚区交越段防护方案

本项目路由与禁渔禁锚区产生交越，应给予足够的重视，制定详细的防护方案，最好在正式开工前征求原管线所属单位的意见和同意，必要时需请专家论证。

对于光缆管道，不可能按照切断后穿越的方法进行，只能采用跨越的方法。得到跨越位置点的管道实际埋深数据后，制定具体的跨越方法。

在施工前，要求交越海底电缆进行实际位置测量，获得海底电缆的精确坐标，为海底电缆能安全交越提供可靠的依据。同时获得管线的埋设深度与走向。

在施工时，在管线交越前后各 50m 处设置浮漂，以明确交越位置，交越作业采取跨越式交越法，在正常敷设至被交越缆线或管线前方 100m 处，停止埋深作业，起出埋设机，采用抛放作业的方式跨越交越点，待过交越点 100m 之后，再由潜水员确认水下情况安全，之后重新投放埋设机进行后续的敷埋作业。

根据现行行业标准《海底管道系统》，交越的两管线必须是分离的，且要永久保持不少于 0.3m 的垂直距离，因此要在交越点位置原有管道和新敷缆线之间采用预制混凝土垫块对原有管道进行覆盖保护，以此隔离原有管道及新敷缆线，避免运行时产生相互影响，立面图如图 2.3.4-8 所示。此外，要进行沉降分析，

确保永久变形满足要求，同时也是设计垫块大小厚度等的依据之一。实际工程采用的垫块如图 2.3.4-9 所示。该方案的优点在于海上安装时间比较少，安全性比较高，长期稳定性较好。

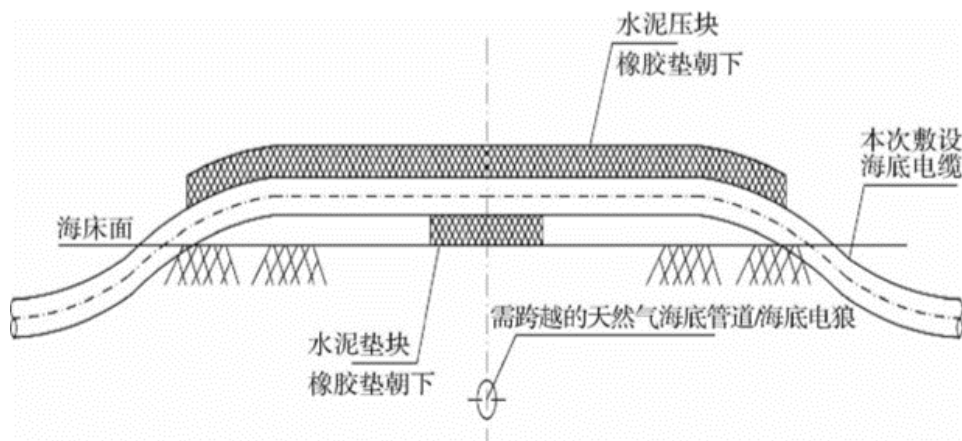


图 2.3.4-8 交越点保护方案立面图



图 2.3.4-9 交越点保护用垫块

(3) 风电基础附近的海缆防护

风电机组基础附近的海缆防护对于该条集电线路上的风机正常输电具有重要影响，电缆保护管处若无有效防护，受冲刷很快容易导致海缆在管口出裸露与悬空，在后期的运行过程中，海缆不断与保护管发生摩擦，最终导致铠装破坏，海底电缆发生破损，电能无法传输至升压站。J型管是目前海缆防护的通常做法。

对于表层土为淤泥及淤泥质土的海域，冲刷的影响较小，可将J型管插入到淤泥一定距离，在电缆基本完成穿J型管施工时，由潜水员水下安装橡胶块封堵，避免电缆与J型管在喇叭口处摩擦。

对表层土为粉砂或其他砂土时，J型管可以配合弯曲限制器或柔性管使用，弯曲限制器由多个互锁元件组成，互锁元件包括聚合物元件、金属元件及混合元件。当弯曲限制器受到外部载荷时，互锁元件就会锁在一起，使弯曲限制器具有一定的锁定弯曲半径（大于等于软管的最小弯曲半径），从而限制复合软管的进一步弯曲。

地基处理主要是在安装基础结构前通过挖掉或清除上表层软弱土以及加固表层土等方法对表层土进行处理，使得其承载力达到设计强度要求，该方法在单桩基础与表层土为砂土时用得较多，因为砂土容易被冲刷，且大直径单桩的冲刷效果更显著，必须在桩周围铺设一定厚度的砂石垫层，防止冲刷导致的海缆悬空以及所造成的损伤。典型的地基处理海缆保护图如图 2.3.4-10 所示。

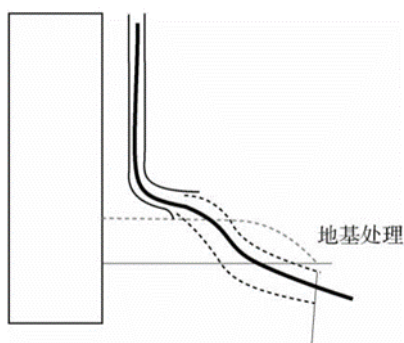


图 2.3.4-10 典型的地基处理海缆保护图

2.3.4.6 海缆敷设施工设备

海缆敷设主要施工设备配置表如下表所示。

表 2.3.4-2 电缆敷设主要施工设备配置表

序号	机械设备名称	单位	数量	备注
1	两栖式挖掘机	艘	1	
2	带埋设机的铺缆船	艘	1	
3	带埋设机的铺缆船	艘	2	
4	卷扬机	艘	1	
5	拖轮	艘	1	
6	抛锚艇	艘	2	
7	交通艇	艘	2	
8	水平定向钻设备	套	1	

2.3.5 施工总布置

本项目包括海上施工部分及陆上施工部分，施工现场覆盖范围较广，周边条件复杂。结合工程条件及施工条件，本工程施工期间规划 2 个施工基地及 3 大施

工作业区。2 个施工基地分别是施工主基地和施工辅助基地；3 大施工作业区分别是海上风电场施工区、220kV 送出海缆施工区、陆上开关站（集控中心）施工区。

（1）施工主基地

施工主基地布置在钦州港三墩作业区，利用三墩西作业区 17#泊位中石油 30 万吨级油码头作为中转码头，该原油码头工程总长 564.3 米，配套建设 1 个工作平台、2 个靠船墩、6 个系缆墩、1 个辅助工作平台，可同时靠泊 1 艘 30 万吨级和 1 艘 10 万吨级原油船舶。该位置规划有中船广西海上风电装备产业基地南翼项目，计划 2022 年 6 月建成投产，主要发展导管架、海上油气生产设施、海洋平台组块、海底装备等海上风电与海洋工程装备制造设计制造业务。该项目 2 号码头和 5 号码头工程正在建设中，为两个 10 万吨级码头泊位，建设长度分别为 307 米和 346 米。



图 2.3.5-1 钦州港三墩作业区码头卫星示意图



图 2.3.5-2 中船广西海上风电装备产业基地南翼基地俯瞰图

(2) 施工辅助基地

此基地布置在风电场陆上升压站附近。该基地主要负责承担陆上升压站的建设，同时兼顾海上风电场施工的补给及海上施工人员的交通运输，基地总占地面积为 5500m²。基地内主要布置生产及生活临建设施、混凝土拌合系统、储水池、机械停放场、综合加工厂、仓库及货物堆场等。

2.3.6 施工进度

本工程总工期计划为 15 个月，其中工程主体施工总工期为 13 个月。本工程于 T+0 月开工后，T+2 月陆上集控中心开始施工，第 T+6 月风机基础开始施工，第 T+10 个月后首批机组发电，第 T+15 个月之后剩余风机投产发电。

表 2.3.6-1 施工总进度表

序号	项目	工期 (月)	计划开 工	计划结 束	备注
1	施工准备	3	T+0	T+3	施工组织，备料图， 备料
2	单桩制作	7	T+4	T+10	
3	单桩沉桩施工	6	T+6	T+11	3 个工作面
4	风机机组安装	7	T+7	T+13	3 个工作面
5	66kV 海缆敷设	7	T+8	T+14	
6	220kV 送出海缆敷设	3	T+10	T+12	2 个工作面
7	海上升压站上部组块加工制作	7	T+3	T+9	
8	海上升压站安装、调试	1	T+10	T+10	
11	陆上集控中心	8	T+2	T+9	
12	首批风机并网发电	1	T+10	T+10	里程碑
13	剩余风机并网发电	4	T+11	T+15	里程碑

2.4 项目用海需求

2.4.1 项目用海需求

本项目规划总装机容量为 900MW，拟安装 38 台单机容量 10.5MW、18 台单机容量 10.0MW 以及 37 台单机容量 8.7MW 的海上风电机组，配套建设 1 座 220kV 海上升压站，通过 3 回 220kV 海缆接至陆上开关站（集控中心）。

1、风机用海需求

本项目规划场址范围内拟安装 38 台单机容量 10.5MW、18 台单机容量 10.0MW 以及 37 台单机容量 8.7MW 的海上风电机组，均为单桩结构，桩径分别为 7.5m、8.0m、8.5m；考虑项目风机运维需要和人员通行，需要在单桩基础上设置塔架，塔架基础距离风机中心点最大距离为 6.0m；根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009) 5.4.2.5 节 f)“海上风力发电项目用海，单个风机塔架以塔架中心点为圆心，中心点至塔架基础最外缘点外扩 50m 为半径的圆为界；多个风机塔架，范围为所有单个风机所占海域范围之和”，则风机申请用海面积由桩基中心点向外扩 76.5m 为半径的圆为风机的申请用海范围。本项目 93 台风机用海需求为 109.0564 公顷。

2、海底电缆海缆用海需求

风电场共设置 15 回 66kV 集电线路，采用链形布局，各联合单元由 1 回 66kV 集电线路送入 220kV 海上升压站。66kV 海底电缆采用交联聚乙烯绝缘，分相铅护套，钢丝铠装，光电复合，三芯海底电缆。

根据《海籍调查规范》中海底工程用海对电缆管道的规定：“以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界”，再结合海底电缆的路由布置，确定海底电缆用海需求为 408.7021 公顷。考虑到本项目 66kV 海缆与风机基础、升压站用海重叠，220kV 海缆与升压站用海重叠，按照海域使用金征收标准的不同，采取就高不就低的原则：即风机基础和升压站用海优先，海底电缆次之，扣除风机、升压站用海与 66kV 集电海缆重叠面积，扣除升压站用海与 220kV 送出海缆重叠面积，计算得出 66kV 集电海缆项目用海需求为 250.1237 公顷，220kV 送出海缆项目用海需求为 158.5784 公顷。

3、升压站用海需求

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）中 5.3.2.2 节“透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于 10m 保护距离为界”。计算得出本项目海上升压站用海需求为 2.1369 公顷。

2.4.2 申请用海情况

根据《海域使用分类体系》及《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，本项目海域使用类型为“工业用海”（一级类）中的“电力工业用海”（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）和其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。

本项目拟申请总用海面积为 519.8954 公顷，其中透水构筑物用海面积为 111.1933 公顷（风力发电机组用海面积为 109.0564 公顷，海上升压站用海面积为 2.1369 公顷），海底电缆管道用海面积为 408.7021 公顷（66kV 集电海底电缆用海面积为 250.1237 公顷，220kV 海底电缆用海面积为 158.5784 公顷）。

本项目 220kV 海底电缆登陆将穿越砂质岸线，穿越岸线总长度约为 21.9m。

本项目申请用海期限为 27 年，其中，申请施工期用海 2 年，申请主体工程用海期限 25 年。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 建设必要性

2.5.1.1 项目建设是优化能源结构的需要

我国已成为世界上最大的能源生产国和消费国，传统能源生产和消费模式已难以适应当前形势。在经济增速换挡、资源环境约束趋紧的新常态下，推动能源革命势在必行、刻不容缓。2014 年 6 月，习近平总书记在中央财经领导小组第六次会议上提出了能源革命的总体要求。能源生产革命要求改变我国以煤为主的能源结构，形成煤、油、气、核、新能源、可再生能源多轮驱动的能源供应体系。

2022 年 6 月，国家发展改革委印发的《“十四五”可再生能源发展规划》明确提出，有序推进海上风电基地建设，优化近海海上风电布局，鼓励地方政府出

台支持政策，积极推动近海海上风电规模化发展。明确 2030 年风电和太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上，对可再生能源发展提出了新任务、新要求。

因此，本项目建设是适应新常态下能源革命形势、符合国家能源发展战略和规划、优化调整我国能源结构的需要。

2.5.1.2 项目建设是推进全区海上风电工作的示范性项目

2021 年 7 月 21 日，广西壮族自治区发展和改革委员会《关于加快推进我区海上风电前期工作的函》中提出，为有序推进广西壮族自治区海上风电资源开发，尽早启动示范项目建设及后续项目规模化开发创造条件，请广西广投海上风电开发责任公司加快推进开展广西壮族自治区海上风电前期相关工作。同时在广西壮族自治区风电及其他能源项目开发建设专题会上提到，全区各级各部门必须牢牢抓住新能源发展机遇，深入贯彻落实习近平生态文明思想和习近平总书记关于能源安全新战略的重要论述，加快解决自治区电力供应缺口，落实碳达峰、碳中和目标要求，切实提高站位，层层压实责任，全力以赴推进自治区风电及其他新能源项目开发建设，确保完成年度建设目标和保障自治区能源安全供应。要全力加快海上风电建设，推进海上风电按市场化模式建设，鼓励广西广投海上风电平台公司与各大能源央企合作，积极参与，确保 2021 年内核准建设自治区管辖海域范围内且不涉及敏感因素、不妨碍海上运输安全的近海海上风电示范项目，装机容量达 160 万千瓦以上（钦州近海 C 场址海上风电项目、防城港近海 A 场址海上风电项目）。

本项目为专题会上提到的钦州近海 C 场址海上风电项目即本项目，是落实全区海上风电前期工作的重要举措，对于加快广西壮族自治区海上风电建设，推进海上风电按市场化模式建设，保障广西壮族自治区能源安全供应，完成建设目标具有重要意义，符合广西壮族自治区海上风电前期工作的有关要求。

因此，本项目开展海上风电场建设，是“十四五”期间全省能源发展建设，提升全省能源生产供应能力，能源消费结构进一步优化的重要措施。

2.5.1.3 项目建设是适应地区电力负荷增长的需要

钦州市 220kV 地方电源较少，区内存在较大的电力缺额，根据《钦州市城市总体规划修改（2012-2030）》发展需求，钦州城市定位为面向中国-东盟合作的区域性国际航运中心、物流中心，大西南开发开放的前沿阵地；北部湾临海核心工

业区，经济充满活力、城乡协调发展的现代化港口工业城市；具有岭南风格、滨海风光、东南亚风情的宜商宜居城市。远期发展目标城市、港口服务的第三产业和以滨海休闲度假为主的旅游业等现代港口工业城市，北部湾沿海生产性服务中心，城市性质为港口性国际航运中心、物流中心，北部湾沿海生产性服务中心、港口工业城市。城市智能为以港口和保税港区为依托，建成服务大西南、辐射东盟的区域性国际航运中心、物流中心，我国能源战略的重要保障基地，北部湾沿海生产性服务中心，现代化港口工业城市。

建设本项目，属于海洋能开发利用的工业项目，本工程建设，可带动钦州相关产业如建材、交通、设备制造业的发展，对扩大就业和发展第三产业将起到促进作用，从而带动和促进地区国民经济的全面发展和社会进步。随着风电场的相继开发，风电将为地方开辟新的经济增长点，对拉动地方经济的发展、助力北部湾城市群建设起到积极作用。

2.5.1.4 项目建设是促进节能环保和可持续发展的需要

风能被誉为二十一世纪最有开发价值的绿色环保新能源之一，广西区近海海上风电资源丰富。本项目建设有利于开发钦州地区的海上风电资源，符合国家能源产业发展方向，有效提高风能资源的利用。

广西区风力资源丰富，风电不仅是能源供应的有效补充，而且作为绿色电能，风电的迅速发展将会大幅度减少有害气体的排放量，降低污染。本项目规划容量为900MW，项目建成后，每年可减少多种大气污染物的排放，如二氧化硫(SO₂)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)等污染物的排放。

可见，本工程不仅是北部湾地区能源供应的有效补充，而且作为绿色能源，有利于缓解电力工业的环境保护压力，促进广西区生态环境的可持续发展。综上所述，海上风电是可再生能源发展的重要领域，是推动风电技术进步和产业升级的重要力量。稳步推进本项目的建设，既是满足区内电力需求增长的需要，也是促进广西经济低碳、可持续发展的需要，更是适应我国新常态下能源革命新形势、符合国家能源发展战略和规划、优化调整我国能源结构的需要，是能源发展建设，提升全省能源生产供应能力，能源消费结构进一步优化的重要措施。

2.5.2 用海必要性

随着能源紧缺的形势日益严峻，风力发电由于绿色、环保、充分利用自然资源的特点，越来越受到重视。相较陆上风电场，海上风电场具备一些明显的优势，发展十分迅速。本项目建设海上风电场是非常必要的。

2.5.2.1 海上风电场相比陆上风电场优势明显

海上风能资源较陆上大，同高度风速海上一般比陆上大 20%，发电量高 70%，而且海上少有静风期，风电机组利用效率较高。海上风电机组转速一般比陆上高 10%，风机利用效率相应提高 5%~6%。目前，海上风电机组的平均单机容量在 3MW 左右，最大已达 6MW，风电机组年利用小时数一般在 3000 小时以上，有的高达 4000 小时左右。

由于发电机越大，叶片越长，装机容量越大，陆上运输比较困难，而海上运输则不存在运输困难的问题，因此海上风电单机桩基容量大。

海水表面粗糙度低，海平面摩擦力小，因而风切变即风速随高度变化小，不需要很高的塔架，可降低风电机组成本。

海上风的湍流强度低，海面与海上的空气温差比陆上的小，特别是白天。且没有复杂地形对气流的影响，因此作用在风电机组上的疲劳负荷减少，可延长其使用寿命。陆上风电机组一般设计寿命为 20 年，海上风电机组设计寿命可达 25 年或以上。

海上风电项目仅占用少量的土地资源，远离城镇及居民生活区，对环境及景观的负面影响小，风电场建设受噪音、景观、鸟类、电磁等问题的限制也少。

2.5.2.2 本项目建设内容和性质决定其用海必要性

本项目作为风电项目，根据国外开发风电的经验，风电场场址宜选择在风能资源条件优良、风力稳定，海流流速低，海床地质条件适宜的海域。离岸越远，受陆地障碍物影响越小、摩擦损失越小、海面越广阔越有利于风速的恢复。

钦州是北部湾城市群的核心城市之一，海上及沿岸具有丰富的风能资源，本项目建设有利于清洁能源的利用。

本项目的建设包括海上风机、海上升压站、海底输电电缆等涉海工程，其中海上风机和海上升压站均位于海中。本项目海上风电场风机基础采用单桩基础，

海上升压站桩基基础采用四桩导管架基础形式，属于“透水构筑物”，桩基插入海床，风机和升压站架设在海面上方，必将占用一定的海域；项目建设多条海底电缆，包括风机间的集电线路、以及风机至海上升压站的电缆，海底电缆埋入海床，属于“海底电（光）缆用海”，必将占用一定的海床及底土，用海是必要的。

从项目的建设特点来看，其建设内容和性质决定了其用海的必要性，因此，本项目海上风电场建设及海上升压站、海底电缆铺设将占用一定的海域，项目用海是必要的。

综上，本项目建设对提高可再生能源在能源消费结构比例能起到积极的推动作用，有利于减少土地和岸线资源的占用。同时，本地区具有开发海上风力发电有利条件和资源优势，且社会效益、环保效益显著，具有一定的示范作用。所以无论从海上风电优于陆上风电的特点，还是本项目所处的海域条件及建设特点，本项目用海，且占用该海域都是必要的。因此，本工程项目用海是必需的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 海岸线资源

钦州市海岸线东起大风江口，西至茅岭江口及龙门岛，海岸线全长 562.64km，海域面积为 1649km²，有大小岛屿 294 个，其中有居民海岛 6 个。宜建港岸线长 86.1km，其中深水岸线 54.5km。钦州市海岸线类型分布见图 3.1.1-1 所示。

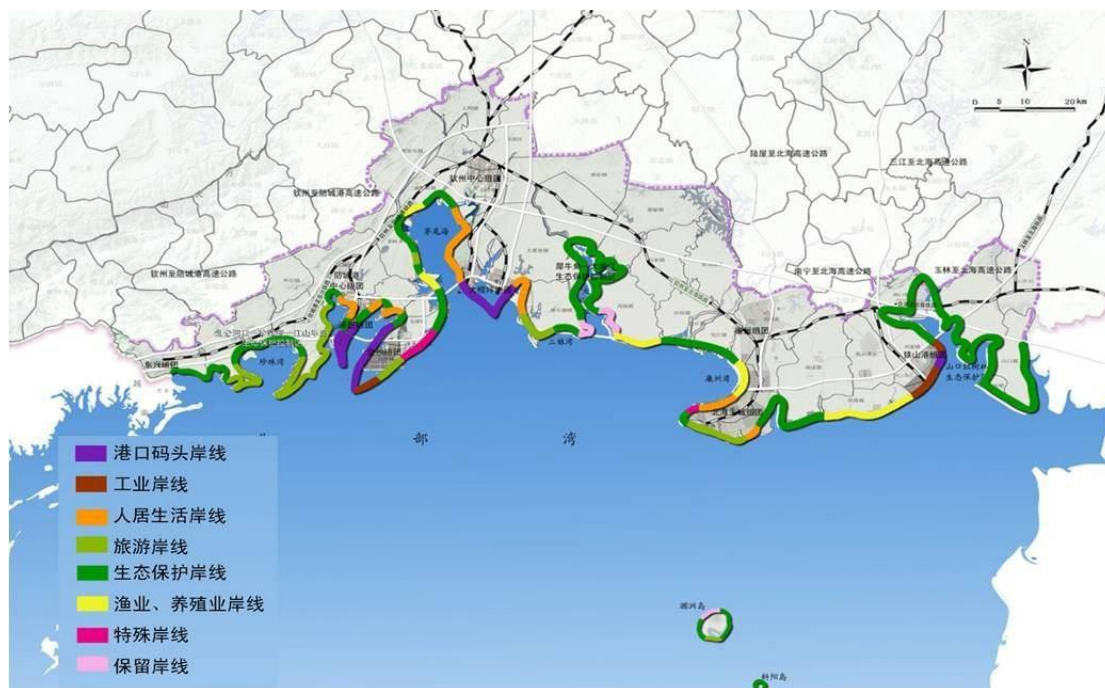


图 3.1.1-1 钦州市海岸线分布图

3.1.2 滩涂资源

钦州市有大小连片滩涂 50 多处(其中面积 1 平方公里以上的滩涂 10 多处)，总面积为 171.82km²。其中以泥滩最多，面积为 107.52km²，占全市滩涂面积的 62.6%，其次为沙滩（含沙泥滩），面积为 58.51km²，占滩涂面积的 34%。

3.1.3 岛礁资源

钦州市共有大小岛屿 294 个，其中有居民海岛 6 个，无居民海岛 288 个。其中，面积较大的岛屿有麻蓝头岛、急水门岛，大三墩岛、青菜头岛、逍遥岛等。

(1) 麻蓝头岛

麻蓝头岛,又称麻兰头岛、麻兰岛,长 879m,宽 600m。其面积大小为 0.254km²,海岸线长度为 2.8km。岛上植被保存较好,植被几乎覆盖全岛,覆盖面积约 0.250km²。其中,植被类型主要以人工植被为主,整个海岛几乎全为木麻黄防护林,天然植被基本为红树林,面积约为 0.050km²,约占植被总面积的 19.8%;海岛中部和南端为养殖池塘,海岛总体具有一定旅游价值。

(2) 急水门岛

急水门岛是一座位于犀丽湾以西的天然小岛,岛上根据潮汐变化,比较适合摸螺抓蟹;但旅游资源开发程度较低,且旅游价值一般。

3.1.4 港口资源

钦州宜建港岸线为86.1km,深水岸线54.5km。其中,钦州湾自亚公山至青菜头潮汐通道两侧沿岸和果子山至犀牛脚和三墩沿岸一带,潮流流速大,泥沙回淤少,天然屏障良好,水深条件优良,具有建设深水良港的自然条件。勒沟岭-鹰岭岸段10m等深线离岸在100m以内,潮汐通道长约8km,水域宽1~2km,水深5~20m,可建设1~10万吨的深水泊位;金鼓江口东岸一犀牛脚—三墩岸段经人工开挖、围填后可形成30多公里长的建港岸段,可建设2~30万吨级泊位;樟木环岸段10m等深线离岸距离不足100m,水深和掩护条件极为优越,可建设3.5~10Wt级泊位;观音堂岸段10m等深线离岸仅100m左右,可建2~10Wt级泊位。大风江西岸15km岸线距离5m等深线500左右,亦适宜港口的建设;其它在茅岭、沙井等也发展了一些地方小型港口。

目前,钦州湾沿岸现有大、小商港、渔港6个,自东至西分别是犀牛脚港、钦州港、沙井港、茅岭港、龙站港、企沙港等,其中钦州港是广西沿海地区对外贸易的三大港口(防城港、钦州港、北海港)之一。

钦州港位于广西南部、北部湾湾顶的钦州湾内,三面环陆,南面向海,长期作为军港而未能大规模开发建设,早年建有龙门、茅岭、沙井等港点,码头泊位均在 500 吨级以下,年通过能力约 40~50 万吨,直至 20 世纪 90 年代初,钦州港才启动大规模开发建设,1994 年建成 2 个 1 万吨级泊位,1997 年正式对外开放。进入 21 世纪尤其是设立钦州保税港区以来,钦州港的建设步伐明显加快,

港口基础设施初具规模，集约化程度不断提高，港口吞吐量保持平稳增长，形成公用码头和企业专用码头共同发展的格局，成为钦州市和广西经济发展的重要依托和西南地区联系国内外市场的重要出海口。

根据《钦州港总体规划（2035年）》，钦州港划分为金谷港区、大榄坪港区、三墩港区等重点发展枢纽港区，以及龙门港点、茅岭港点、平山港点、沙井港点和三娘湾港点等，本项目位于三墩东作业区东侧，如图 3.1.4-1 所示。

图 3.1.4-1 钦州港总体布局规划（略）

3.1.5 渔业资源

3.1.5.1 渔业资源概况

据资料记载，钦州湾经济价值较高的鱼类有 60 多种，虾蟹类 30 多种，贝类 110 种，历来是沿岸群众耕海牧渔的重要场所，许多海产珍品，尤其是四大名产（近江牡蛎、青蟹、对虾和石斑鱼）早已驰名中外，作为近江牡蛎、青蟹、鲈鱼等重要海水养殖品种的天然产地，每年均向区内外养殖场提供了大量的天然种苗，是中国南方最大的天然大蚝采苗和养殖加工基地，享有“中国大蚝之乡”的美誉。同时，钦州湾还出产鲈鱼、真鲷、黄鳍鲷、黑鲷、二长棘鲷、鱿鱼等。

3.1.5.2 主要经济鱼类“三场一通道”分布

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

1、南海中上层鱼类产卵场

“南海中上层鱼类产卵场”主要包括蓝圆鲹、鲈鱼和竹荚鱼产卵场。其中，蓝圆鲹的北部湾产卵场为东经 107°15'~109°40'、北纬 20°~21°30'之间，为水深 40m 以内海域，产卵期 3~7 月。鲈鱼和竹荚鱼在北部湾无产卵场。本项目场址和部分送出海缆位于南海中上层鱼类中的蓝圆鲹产卵场内（见图 3.1.5-1），但不涉及上层鱼类中的鲈鱼和竹荚鱼产卵场。

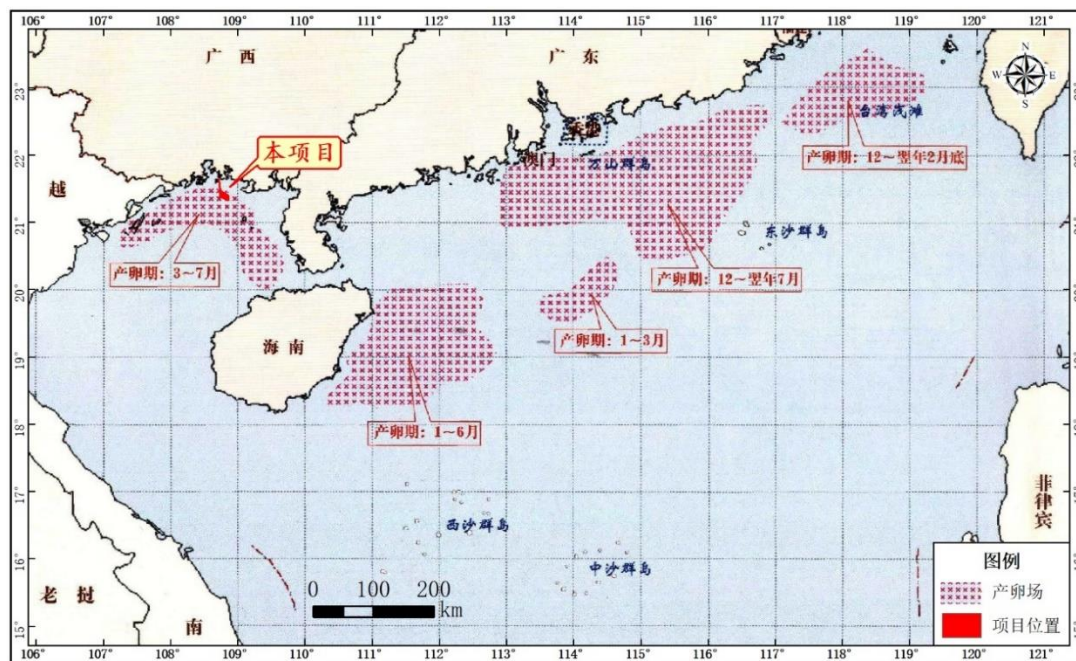


图 3.1.5-1 南海中上层鱼类产卵场分布示意图

2、南海底层、近底层鱼类产卵场

“南海底层、近底层鱼类产卵场”主要包括金钱鱼、深水金钱鱼、二长棘鲷、红笛鲷、绯鲤类、短尾鳍大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。其中，金钱鱼北部湾产卵场有两处：一处为东经 $107^{\circ}15' \sim 108^{\circ}50'$ 、北纬 $19^{\circ}10' \sim 20^{\circ}55'$ 之间，水深 $40 \sim 70\text{m}$ ，产卵期为 $2 \sim 6$ 月；另一处为东经 $106^{\circ}05' \sim 107^{\circ}20'$ 、北纬 $18^{\circ}15' \sim 19^{\circ}55'$ 之间，水深 $20 \sim 80\text{m}$ ，产卵期为 $4 \sim 8$ 月。二长棘鲷北部湾产卵场位于东经 $107^{\circ}20' \sim 109^{\circ}15'$ 、北纬 20° 至近岸，水深 60m 以浅海区，产卵期 $1 \sim 3$ 月。红笛鲷北部湾产卵场位于东经 $107^{\circ}25' \sim 108^{\circ}43'$ 、北纬 $19^{\circ}12' \sim 20^{\circ}20'$ ，水深 $20 \sim 70\text{m}$ 海区；以及东经 $106^{\circ}55' \sim 107^{\circ}56'$ 、北纬 $17^{\circ}45' \sim 19^{\circ}$ ，水深 $65 \sim 85\text{m}$ 海区，产卵期 $4 \sim 7$ 月。绯鲤类北部湾产卵场位于东经 $107^{\circ}20' \sim 108^{\circ}15'$ 、北纬 $18^{\circ}15' \sim 21^{\circ}15'$ ，水深 $20 \sim 100\text{m}$ 海区，产卵期 $2 \sim 8$ 月。短尾鳍大眼鲷北部湾产卵场位于东经 $107^{\circ}32' \sim 106^{\circ}20'$ 、北纬 $17^{\circ}40' \sim 18^{\circ}50'$ 海区；以及东经 $106^{\circ}10' \sim 108^{\circ}15'$ 、北纬 $18^{\circ}40' \sim 19^{\circ}45'$ 海区，产卵期 $4 \sim 7$ 月。长尾大眼鲷北部湾产卵场位于东经 $107^{\circ}30' \sim 108^{\circ}50'$ 、北纬 $20^{\circ}15' \sim 21^{\circ}20'$ 海区；东经 $107^{\circ}35' \sim 109^{\circ}05'$ 、北纬 $19^{\circ}35' \sim 20^{\circ}25'$ 海区；以及东经 $107^{\circ}35' \sim 108^{\circ}25'$ 、北纬 $18^{\circ}25' \sim 19^{\circ}25'$ 海区，产卵期 $5 \sim 7$ 月。深水金钱鱼、脂眼鲱和黄鲷在北部湾无产卵场。

本项目场址部分位于南海底层、近底层鱼类中的二长棘鲷产卵场内（见图 3.1.5-2），但不涉及底层、近底层鱼类中的长尾大眼鲷、金钱鱼、深水金钱鱼、红笛鲷、绯鲤类、短尾鳍大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。

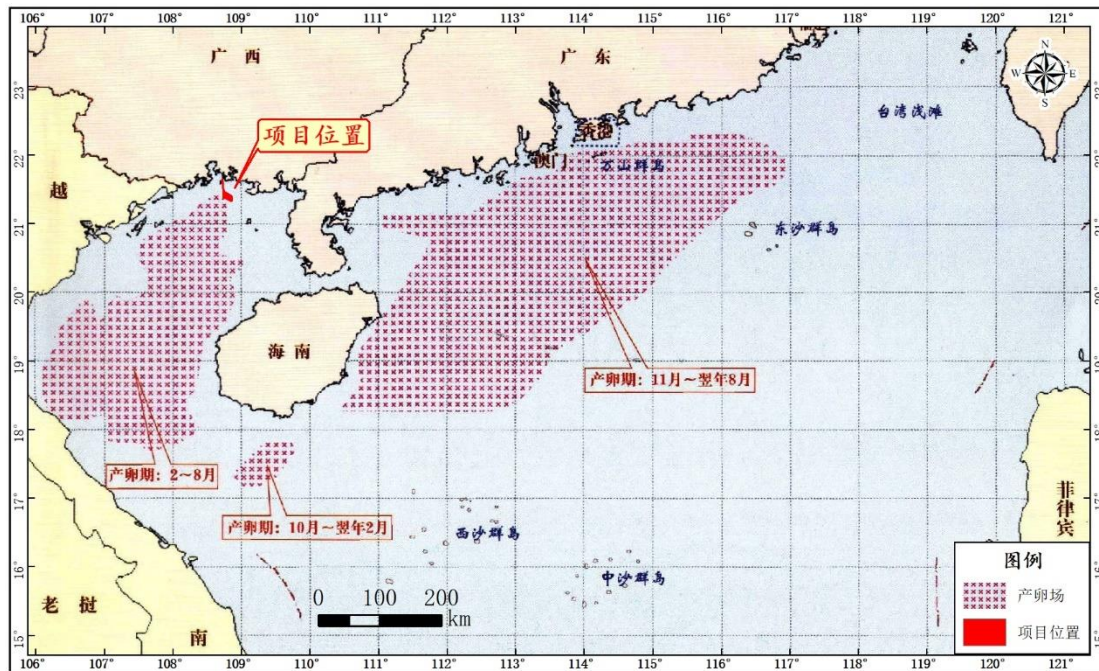


图 3.1.5-2 南海底层、近底层鱼类产卵场分布示意图

3、南海北部幼鱼繁育场保护区

“南海北部幼鱼繁育场保护区”位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个基点连线以内水域，保护期为 1 月~12 月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目场址和送出海缆均位于南海北部幼鱼繁育场保护区内，见图 3.1.5-3。

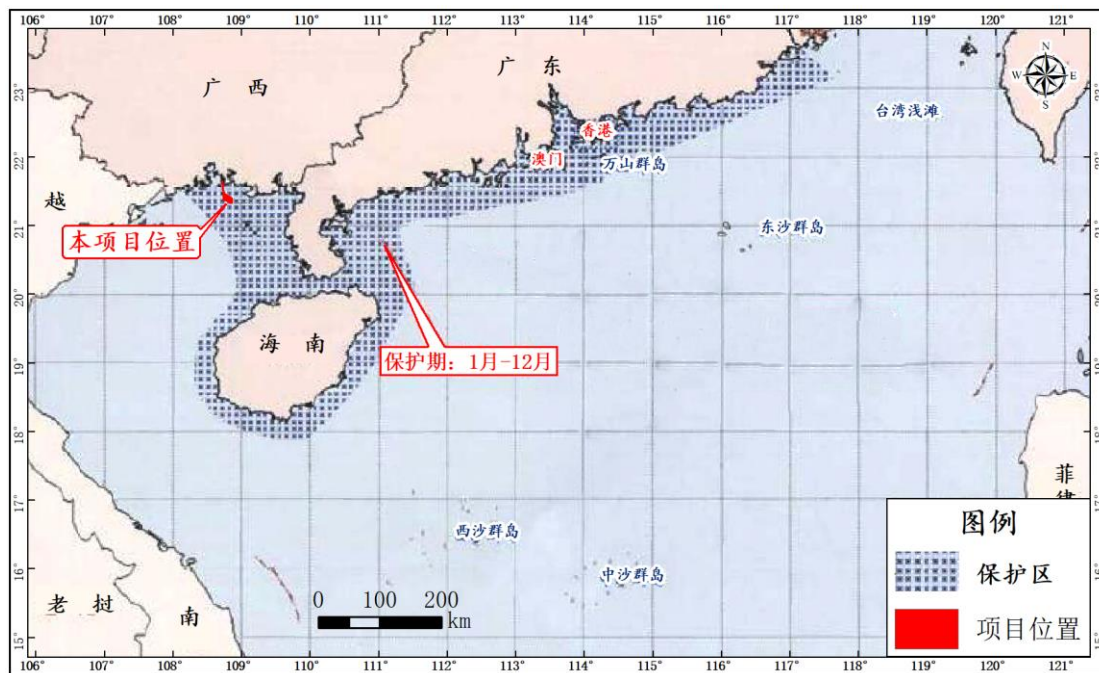


图 3.1.5-3 南海北部幼鱼繁育场保护区分布示意图

4、二长棘鲷幼鱼保护区

“二长棘鲷幼鱼保护区”为北部湾涠洲岛北端的北纬 21° 05′ 线以北海域，连接涠洲岛南至海康县流沙港以西 20 米水深以内海域，保护期为每年的 1 月 15 日至 6 月 30 日。

本项目位于二长棘鲷幼鱼保护区内（见图 3.1.5-4）。

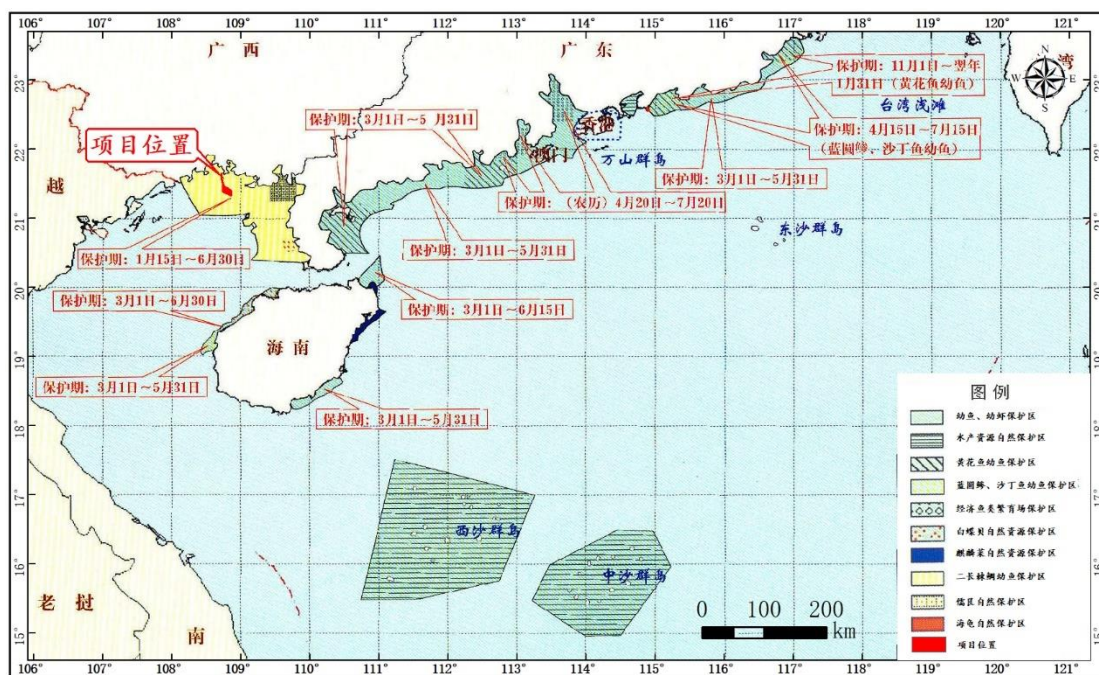


图 3.1.5-4 南海国家级及省级渔业品种保护区分布示意图

3.1.5.3 渔业资源现状调查与评价

1、调查站位

本节春季资料引自《广西海上风电场示范项目春季海洋环境与渔业资源调查报告—C区》中于2021年4月27至-29日在工程海域进行的渔业资源调查数据，秋季资料引自《广西海上风电示范项目C区海洋环境与渔业资源调查报告》中于2021年10月18日~25日在本工程海域进行的渔业资源调查数据。具体站位见3.2.5.1节。

2、调查方法

游泳动物：游泳动物调查采用底层单拖作业大面定点调查方法，调查按照《海洋调查规范海洋生物调查》（GB/T12763.6-2007）方法进行。拖网速度3节，曳网宽度2.8m，拖网时间30~60min。通过拖网速度、有效作业时间和网口宽度等计算单位面积资源密度。

鱼卵和仔稚鱼：以浅水I型浮游生物网自海底至表层垂直拖网，样品经5%福尔马林溶液固定保存。室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行，最后浮游植物出现的个体数换算成个/m³作为调查水域的现存量指标。

3、评价方法

本次调查采用宽2.8m的底层单拖作业大面定点调查方法，拖网时间60min，船速3节。按照GB/T 12763.6-2007《海洋调查规范 海洋生物调查》方法进行，通过拖网速度、有效作业时间和网口宽度等计算单位面积资源密度。

计算游泳动物资源密度，其中潮流平均船速为5.556km/h，捕捞效率取值0.5，作业时间为1h，拖网为2.8m。

$$V = C / (v \times t \times a \times q)$$

式中V为资源密度[质量密度(kg/km²)，尾数密度(尾/km²)]; C为渔获量[质量(kg)，尾数(尾)]; v为拖网平均速度(km/h); t为有效作业时间(h); a为拖网宽度(km); q为捕捞效率，取值为0.3~0.7，在此取值0.5。

根据相对重要性指数(IRI)公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标(IRI)，并以IRI大于100作为优势渔获物的判断指标。

$$IRI = (N + W) \times F$$

式中 IRI 为相对重要性指数；N 为某物种数量占总数量的百分比（%）；W 为某物种质量占总质量的百分比（%）；F 为某物种出现率（%）。

4、渔业资源现状与评价结果

(1) 鱼卵、仔鱼

①种类组成

春季:

2021 年春季调查获得鱼卵 6 种共 82 粒，仔鱼 5 种 40 尾，未发现稚鱼。

调查海域鱼卵和仔稚鱼数量变动于个体密度变化范围为： $0.90\text{ind}/\text{m}^3 \sim 3.64\text{ind}/\text{m}^3$ ，总平均密度为 $1.91\text{ind}/\text{m}^3$ 。

秋季:

2021 年秋季垂直拖网调查，共捕获鱼卵 18ind、仔稚鱼 4ind。鱼卵捕获数量范围为 $0 \sim 4\text{ind}/\text{net}$ ，平均为 $1.06\text{ind}/\text{net}$ ；密度平均为 $373 \times 10^{-3}\text{ind}/\text{m}^3$ ；仔稚鱼捕获数量范围为 $0 \sim 1\text{ind}/\text{net}$ ，平均为 $0.24\text{ind}/\text{net}$ ；密度平均为 $109 \times 10^{-3}\text{ind}/\text{m}^3$ 。

2021 年秋季水平拖网调查，共捕获鱼卵 1117ind、仔稚鱼 16ind。整个调查海区鱼卵捕获数量平均为 $65.71\text{ind}/\text{net}$ 。整个调查海区仔稚鱼捕获数量平均为 $0.94\text{ind}/\text{net}$ 。整个调查海区鱼卵、仔稚鱼总捕获数量平均为 $66.65\text{ind}/\text{net}$ 。

(2) 游泳动物

①种类组成与分布

2021 年春季调查共出现游泳动物种类 72 种，鱼类 36 种，占总种类数的 50.0%；甲壳动物 20 种，占总种类数的 27.8%；软体动物 12 种，占总种类数的 16.7%；刺胞动物 2 种，占总种类数的 2.7%；棘皮动物、环节动物各 1 种，占总种类数的 1.4%。

2021 年秋季调查共出现游泳动物种类 14 目 44 科 69 属 116 种（种类名录见附录），其中鱼类的种类最多，达 73 种、占总种数的 62.93%，虾类 13 种、占总种数的 11.21%，蟹类 17 种、占总种数的 14.66%，虾蛄类 4 种、占总种数的 3.45%，头足类 9 种，占总种数的 7.76%。

②现存量

春季:

2021年春季调查海域的游泳动物重量密度平均重量密度为 $370.67\text{kg}/\text{km}^2$ ；尾数密度平均尾数密度为 $27974.43\text{ind}/\text{km}^2$ 。

秋季：

2021年秋季调查游泳生物调查总平均资源密度为 $581.121\text{kg}/\text{km}^2$ ，总平均资源尾数密度为 $76752.4\text{ind}/\text{km}^2$ 。各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、虾蛄类、蟹类、虾类、头足类；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次为鱼类、蟹类、虾类、虾蛄类、头足类。

鱼类出现率 100%，最低资源密度出现在 48 号站位、最高资源密度出现在 42 号站位。最低资源尾数密度出现在 48 号站位、最高资源尾数密度出现在 42 号站位。

虾类出现 17 个站位，出现率为 100%。最低资源密度出现在 27 号站位、最高资源密度出现在 48 号站位。最低资源尾数密度出现在 38 号站位、最高资源尾数密度出现在 48 号站位。

蟹类出现 17 个站位，出现率 100%，最低资源密度出现在 45 号站位、最高资源密度出现在 55 号站位。最低资源尾数密度出现在 57 号站位、最高资源尾数密度出现在 55 号站位。

虾蛄类出现 17 个站位，出现率 100%，最低资源密度出现在 54 号站位、最高资源密度出现在 27 号站位。最低资源尾数密度出现在 54 号站位、最高资源尾数密度出现在 48 号站位。

头足类出现 17 个站位，出现率 100%，最低资源密度出现在 34 号站位、最高资源密度出现在 55 号站位。最低资源尾数密度出现在 34 号站位、最高资源尾数密度出现在 55 号站位。

单种平均资源密度最高为月腹刺鲀的 $89.151\text{kg}/\text{km}^2$ ，占总平均资源密度的 15.341%，最低为隆线强蟹的 $0.006\text{kg}/\text{km}^2$ ，占总平均渔获资源密度的 0.001%；单种平均资源尾数密度最高为鹿斑蝠的 $15167.3\text{ind}/\text{km}^2$ ，占总平均资源尾数密度的 19.761%，最低为黄鳍马面鲀、金乌贼、红鲷、勒氏笛鲷、五带豆娘鱼、大头狗母鱼、短蛸、黄斑蓝子鱼、高体若鲹、食蟹豆齿鳗、黄鳍鲷、海南鳍鲷、晶莹螳、黄吻棱鲷、双斑螳、善泳螳、东亚单孔舌鳎、尖吻鲷、短沟对虾、红点黎明

蟹、沟鲈、细鳞鲷、日本鳀、毒鲉、半滑舌鳎、吕宋绯鲤、中华小沙丁鱼、隆线强蟹等的 2.6 ind/km^2 ，占总平均资源尾数密度的 0.003%。

③群落特征

春季：

2021 年春季调查海域游泳动物的生物多样性指数平均值为 2.52；均匀度平均值为 0.63。优势度平均值为 0.64。丰度平均值为 1.16。根据《近岸海域环境检测技术规范》（HJ 442-2020）中提供的生物多样性指数评价标准，该海域的游泳动物种类分布均匀，生物多样性一般。

本次调查的优势渔获物鱼类共有 5 种。其中，二长棘鲷的 IRI 最高，为 1079；其它优势种依次为短吻鲷（852）、皮氏叫姑鱼（594）、中华小公鱼（512）、少鳞鳊（257）。

有 7 种节肢动物的 IRI 值大于 100，其中直额螯的 IRI 值最高为 3826；其余分别为：矛形梭子蟹（458）、口虾蛄（437）、远海梭子蟹（164）、隆线强蟹（156）、日本螯（130）、鹰爪虾（106）。

秋季：

2021 年秋季调查游泳生物的多样性指数平均为 2.952，多样性指数最低值出现在 57 号站位，最高出现在是 35 号站位；均匀度平均为 0.622，均匀度最低出现在 57 号站位，最高值出现在 27 号站位。

按渔获率大小顺序，鱼类的优势种为月腹刺鲀、二长棘鲷、短吻鲷、印度鲷、斑鲷、鹿斑鲷、白姑鱼、黄斑鲷、丽叶鲷、卵形鲳鲷等，虾类的优势种为长毛对虾、宽突赤虾、鲜明鼓虾、细巧仿对虾、刀额新对虾等，蟹类优势种为直额螯、锈斑螯、银光梭子蟹、锐齿螯、香港螯等，虾蛄类优势种为猛虾蛄、口虾蛄、长叉口虾蛄、断脊口虾蛄等，头足类优势种为火枪乌贼、杜氏枪乌贼、中国枪乌贼、金乌贼等。

综合考虑各品种出现站位数、优势度、12 个站位平均渔获率大小、12 个站位平均尾数渔获率大小、经济价值高低和生物类型代表性，工程所在海域游泳生物秋季调查的主要经济种类为猛虾蛄、印度鲷、斑鲷、白姑鱼、长毛对虾、丽叶鲷、卵形鲳鲷、火枪乌贼、锈斑螯、银光梭子蟹、长吻丝鲷、蓝圆鲷、截尾白姑鱼等。

④ 鲞类情况

根据中国水产科学研究院南海水产研究所颉晓勇等研究结果,大风江口两侧的红树林潮间带区域分布有部分中国鲞及圆尾鲞幼体,成体在北部湾海域也可能有稀疏分布,但本次春秋季拖网调查中均未在海域调查到成体鲞。大风江口分布的中国鲞及圆尾鲞与风电场最近距离约 18.1km,与送出海缆最近距离约 9.4km。

3.1.6 矿产资源

钦州市沿岸及其海域的矿产资源主要包括:犀牛脚三娘湾大型钛铁矿,面积 107.5km²,钛铁储量约 6 万亿吨,以及伴生的锆英石、金红石、独居石等近 100 万吨;犀牛脚乌雷和龙港(炮台)的黑云母花岗岩大型矿床,面积 20.75km²,总储量约 2400 万立方米;其余还有犀牛脚吉子根、乌雷的褐铁矿、龙门西村的赤铁矿、大番坡鸡窝的金沙矿、大番坡石口江和犀牛脚西坑的黄铁矿等。

3.1.7 旅游资源

钦州湾为溺谷湾海湾,岛屿众多,岸线曲折迂回,长达 336km,自然风光迥异,海湾与岬角相间分布,其间常见细软洁净的沙滩,海中错落有致地点缀着大大小小的岛屿、岩礁,景观富有层次感,滨海旅游资源丰富,其中,七十二泾、麻蓝岛、三娘湾沙滩及白海豚旅游区、红树林旅游资源较为突出。

(1) 龙门七十二泾风景旅游区

在钦州湾 36km²的海面上,分布着大小各异的小岛 100 多个,而岛与岛之间被 72 条弯弯曲曲的水道环绕,这些水道被称为“泾”。七十二泾,泾泾相通,岛岛相望,泾如玉带,岛如明珠,故又称“龙泾环珠”。从高空俯览,星罗棋布的小岛宛如一颗颗碧绿璀璨的玛瑙散布在一个蔚蓝的大玉盘中。这里还有数千亩连片的被誉为“海底活化石”的红树林,景色蔚为壮观。“七十二泾通四海,南国蓬莱秀中华”,1998 年,经钦州市八大景评委员会评定为钦州市八大景观之一。

(2) 麻蓝岛

麻蓝岛是钦州市新八景之一,位于犀牛脚镇西北部沿岸,与大环半岛隔海相望,退潮时相连。该岛形似弯月,长 900m,宽 200~400m,面积约 28.7hm²,现

已被列为旅游度假区进行开发,已铺设了环岛游览道,建有小别墅、饭店等设施,已具备旅游接待能力。岛上西北部有长 1500m、宽 1000m 的沙滩,是优良的海水浴场;西南为千姿百态的礁石滩;东南为一片红树林,海岛、沙滩、海石滩、红树林海滩互相映衬,风光旖旎。麻蓝岛盛产“三沙”(沙虫、沙钻鱼、沙蟹),是著名特产。

(3) 三娘湾沙滩

三娘湾沙滩长达 3km,平坦宽阔,沙质金黄,防风林带完好,沙滩上的花岗岩经球形风化成了一个大小不等,类似海南三亚海滨的球状、椭球状石蛋,造型优美,典型的有三娘石、石狗、猪婆石等。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

本节引用涠洲气象站 1956 年至今观测资料进行统计分析,涠洲气象站位于涠洲岛上(见图 3.2.1-1),地理坐标为:XXXX,风速仪距地面高度为 10.5m。

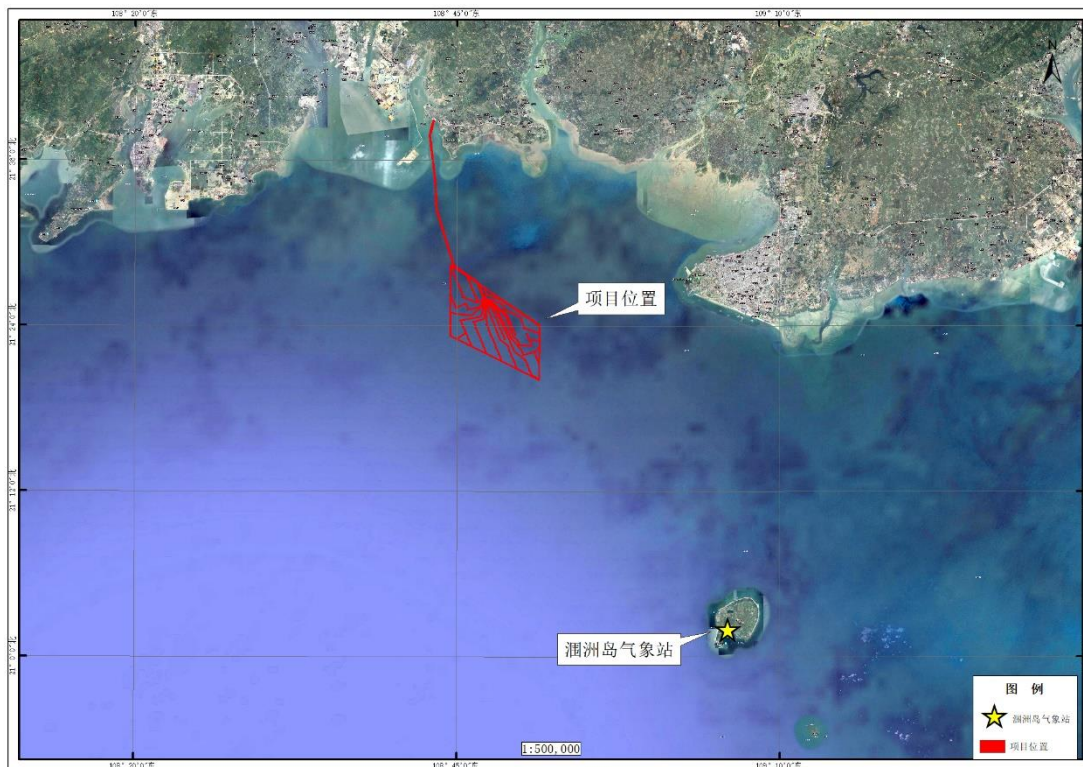


图 3.2.1-1 涠洲岛气象站位置图

3.2.1.1 气温

多年平均气温 22.9℃，年平均最高气温 23.5℃，年平均最低气温 22.2℃。历年月平均气温最高为 30.1℃（2010 年 7 月），月平均气温最低为 9.5℃（2011 年 1 月）。

3.2.1.2 降水

降水主要集中在 6~9 月，4 个月降水量占全年降水量的 66.7%，而 11 月至次年 3 月期间，降水量仅占降水量的 11.3%，以 8 月降水量为最多，达 449.5mm，占年降水量的 20.1%；

多年平均降水量：2227.3mm；

一小时最大降水量：85.1mm；

年最大降水量：2961.5mm；

年最小降水量：1426.0mm；

日最大降水量：359.9mm；

日降水量≥25mm：年平均 26 日。

3.2.1.3 风速

“涠洲岛站”各月多年平均风速变化见图 3.2.1-2，多年平均风速 1 月最大，为 4.77m/s，5 月最小，为 3.26m/s。

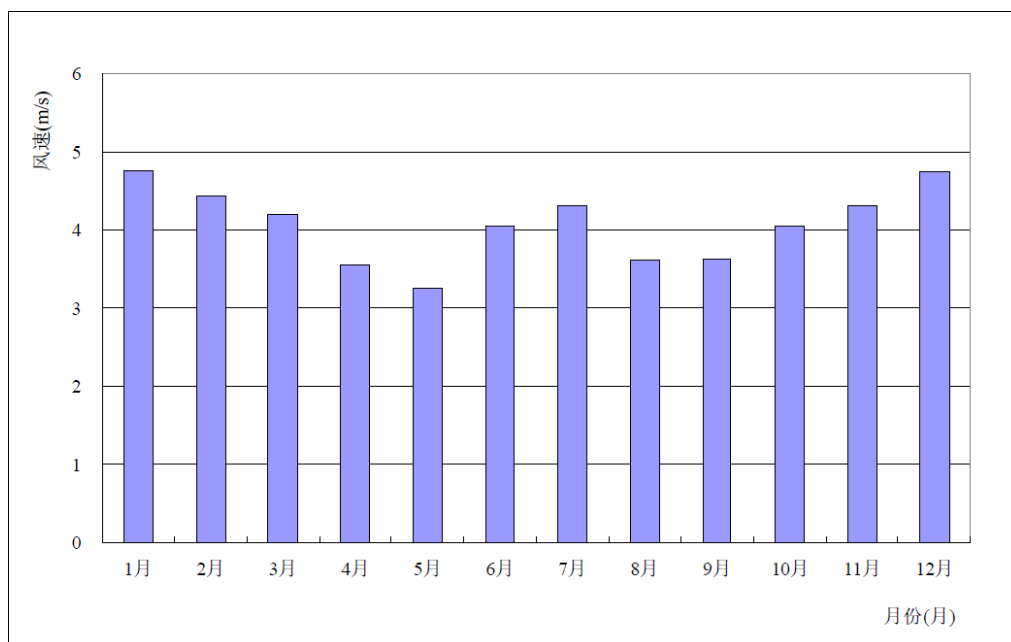


图 3.2.1-2 涠洲岛站多年各月平均风速

3.2.1.4 风向

“涠洲岛站”多年风向玫瑰图见图 3.2.1-3。由图可知，“涠洲岛站”多年主导风向主要集中在 N、NNE 方向上。

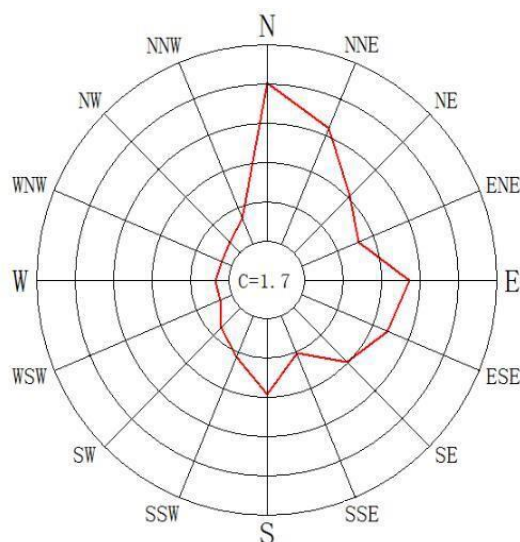


图 3.2.1-3 “涠洲岛站”风向频率玫瑰图

3.2.1.5 湿度

多年平均相对湿度为 81%，最小相对湿度为 7%，2 月至 9 月相对湿度较高，均在 81% 以上，10 月至次年 1 月相对湿度较低，在 74%-76% 之间。

3.2.1.6 热带气旋

广西地处西南沿海，属热带气旋影响范围。根据近 50 年间（1970-2019 年），对广西北部湾海域极端风况影响较大的热带气旋将近 100 年，均始于 5 月终于 12 月，影响集中期为 7~9 月。其中 38 次热带气旋对广西北部湾海域影响相对较严重。

广西历年造成较大影响的热带气旋中，以 2014 年 7 月第 9 号台风“威马逊”影响和范围最广、强度最大，广西区内防城港市、北海、钦州、崇左等城市都受到了不同程度风灾及暴雨灾害的影响。“威马逊”台风过程中，在防城港、钦州沿海地区实测 10min 最大风速在 20.6m/s~44.1m/s 之间。

3.2.1.7 雷暴

雷暴是积雨云在强烈发展间断产生的雷电现象，雷暴过境时，气象要素和天气变化都很剧烈，常伴有大风、暴雨、冰雹和龙卷，是一种局地性的但却很猛烈的灾害天气。

钦州海域平均年雷暴日数约为 81.9 天，季节性很强，冬季少、夏季多，雷暴日主要集中在 4 月~9 月，约占全年的 92%，尤以 6 月~8 月最为频繁，约占全年的 62%。

3.2.1.8 风暴潮

影响工程海域的热带气旋主要有台风（65.4%）、热带风暴（24.8%）、热带低压（9.8%），平均每年约 4 场，其中在北部湾沿海直接登陆的年平均约 0.51 场，主要发生在 6~10 月份，尤以 8 月份影响最为严重，占总数的 28.76%，1 月份至次年 5 月份影响较小。

在热带气旋的侵袭下，往往出现狂风和暴雨，形成潮、洪灾害，对工程附近的潮位和波浪产生直接影响，各潮位站增水值一般在 50cm 以上，个别热带气旋引起增水达 200cm。工程附近各潮位站建站至 1986 年增水统计见表 3.2.1-1。

表 3.2.1-1 工程附近各潮位站增水统计表（单位：cm）

站名	各级增水次数				最大增水		最大减水	
	50~99	100~149	150~199	200 以上	增水值	时间	增水值	时间
石头埠	26	9	1	1	233	1971.6.2	193	1984.9.6
北海	25	4	1		152	1954.8.30	161	1985.10.21
龙门	35	11	1		153	1980.7.18	167	1973.10.14
白龙	18	7	3		186	1983.7.18	107	1970.10.18
涠洲	14	2			103	1969.9.2	112	1964.10.8

根据涠洲岛南面海域海洋气象浮标站 2015-2018 年的观测资料，期间北部湾海域出现的灾害性海浪过程共计 10 次，平均每年 2.5 次。灾害性海浪过程以 6~11 月的最多，占了总数的 70%，灾害性海浪的最大有效波高为 3.0~5.0m，持续时间最长为 1190min，最短为 20min，波向以 N 和 NW 方位最多，各占 30%。6~10 月的灾害性海浪主要由台风引发，11 月至翌年 4 月的灾害性海浪主要由冷空气引发。台风引发的灾害性海浪过程最多、海浪最高、持续时间最长。

3.2.2 水文动力

3.2.2.1 调查站位

本节引自《广西海上风电项目水文观测专题成果报告》（中国科学院海洋研究所，2022年8月）中于2021年8月8日~2021年8月22日（夏季）、2021年9月19日~2021年10月3日（秋季）在工程海域开展了夏季、秋季水文测验资料。两次水文测验站位一致，均布设了12个潮流调查站位、1个潮位调查站位（潮位、波浪）及37个海底底质调查站位。海洋水文观测站位见表3.2.2-1及图3.2.2-1，海底底质观测站位见表3.2.2-2及图3.2.2-2。

表 3.2.2-1 海洋水文观测站位坐标一览表

站号	经度	纬度	调查项目
C01			潮流、含沙量
C02			潮流、含沙量
C03			潮流、含沙量
C04			潮流、含沙量
C05			潮流、含沙量
C06			潮流、含沙量
C07			潮流、含沙量
C08			潮流、含沙量
C09			潮流、含沙量
C10			潮流、含沙量
C11			潮流、含沙量
C12			潮流、含沙量
W04			潮位、波浪

图 3.2.2-1 夏季和秋季海洋水文观测站位图（略）

表 3.2.2-2 海底底质观测站位一览表

站号	经度	纬度	调查项目
85			海底底质
86			海底底质
87			海底底质
88			海底底质
89			海底底质
90			海底底质
91			海底底质
92			海底底质
93			海底底质
94			海底底质

95			海底底质
96			海底底质
97			海底底质
98			海底底质
99			海底底质
100			海底底质
101			海底底质
102			海底底质
103			海底底质
104			海底底质
105			海底底质
106			海底底质
107			海底底质
108			海底底质
109			海底底质
110			海底底质
111			海底底质
112			海底底质
113			海底底质
114			海底底质
115			海底底质
116			海底底质
117			海底底质
118			海底底质
119			海底底质
120			海底底质
121			海底底质

图 3.2.2-2 夏季和秋季海底底质观测站位图（略）

3.2.2.2 潮汐

根据分潮振幅计算得到本海区潮汐类型判别因子 F 介于 1.72~6 之间，且大部分站位 F 值大于 4.0，故场址海区的潮汐属于正规全日潮类型，日分潮处于主导地位。

潮位要素如表 3.2.2-3 所示。对于 W04 站点海域，涨落潮主要以往复流为主，夏季（6 月~8 月）涨潮平均历时 11h，落潮平均 10.3h；秋季（9 月~11 月）涨潮平均历时 11h，落潮平均 10.7h；冬季（12 月~2 月）涨潮平均历时 10.3h，落潮平均 10.3h；春季（3 月~5 月）涨潮平均历时 11h，落潮平均 10.7h。

表 3.2.2-3 W04 站周年潮位逐月涨落潮潮位统计表（涉密，不公开）

3.2.2.3 潮流

1、实测流速特征

（1）夏季

① 工程海域各站涨、落潮平均流速，大潮分别为 0.16m/s、0.18m/s，中潮分别为 0.15m/s、0.16m/s，小潮分别为 0.12m/s、0.15m/s，总体呈现大潮大、中潮次之、小潮最小的变化特征。见表 3.2.2-4。

② 工程海域各站涨、落潮垂线平均最大流速，大潮分别为 0.41m/s、0.55m/s，中潮分别为 0.39m/s、0.45m/s，小潮分别为 0.53m/s、0.42m/s。见表 3.2.2-5。

表 3.2.2-4 2021 年 8 月夏季潮段平均流速、流向统计表（涉密，不公开）

表 3.2.2-5 2021 年 8 月夏季垂线平均最大流速、流向统计表（涉密，不公开）

（2）秋季

① 工程海域各站涨、落潮平均流速，大潮分别为 0.11m/s、0.14m/s，中潮分别为 0.12m/s、0.10m/s，小潮分别为 0.09m/s、0.13m/s，大中小潮差异不大。见表 3.2.2-6。

② 工程海域各站涨、落潮垂线平均最大流速，大潮分别为 0.32m/s、0.33m/s，中潮分别为 0.34m/s、0.30m/s，小潮分别为 0.29m/s、0.35m/s。见表 3.2.2-7。

总的来看，工程海域潮流为带有旋转特性的往复流，涨潮主流向为偏北向，落潮主流向为偏南向，秋季观测的涨、落潮平均流速在 0.2m/s 以下。

表 3.2.2-6 2021 年 9 月秋季潮段平均流速流向统计表（涉密，不公开）

表 3.2.2-7 2021 年 9 月秋季垂线平均最大流速流向统计表（涉密，不公开）

2、潮流分布特征

（1）夏季

从流速平面分布来看（见图 3.2.2-3），大潮 C01~C12 站点涨潮时底层最大流速出现在 C10 站，最大流速为 53cm/s，对应流向为 342°。

从流速平面分布来看（见图 3.2.2-4），中潮 C01~C12 站点涨潮时底层最大流速出现在 C10 站，最大流速为 39cm/s，对应流向为 354°。

从流速平面分布来看（见图 3.2.2-5），小潮 C01~C12 站点涨潮时底层最大流速出现在 C08 站，最大流速为 34cm/s，对应流向为 341°。

图 3.2.2-3 2021 年 8 月夏季大潮流速矢量图（涉密，不公开）

图 3.2.2-4 2021 年 8 月夏季中潮流速矢量图（涉密，不公开）

图 3.2.2-5 2021 年 8 月夏季小潮流速矢量图（涉密，不公开）

（2）秋季

从流速平面分布来看（见图 3.2.2-6），C01~C12#站点涨潮时底层最大流速出现在 C03 站，最大流速为 36m/s，对应流向为 307°。

从流速平面分布来看（见图 3.2.2-7），C01~C12 站点涨潮时底层最大流速出现在 C04 站，最大流速为 35cm/s，对应流向为 296°。

从流速平面分布来看（见图 3.2.2-8），C01~C12 站点涨潮时底层最大流速出现在 C05 站，最大流速为 36cm/s，对应流向为 291°。

图 3.2.2-6 2021 年 9 月秋季大潮流速矢量图（涉密，不公开）

图 3.2.2-7 2021 年 9 月秋季中潮流速矢量图（涉密，不公开）

图 3.2.2-8 2021 年 9 月秋季小潮流速矢量图（涉密，不公开）

3、涨、落潮历时

工程海域夏季涨潮历时 8~15h，平均涨潮历时 11.89h；落潮历时 7~11h，平均落潮历时 8.47h；该海域平均涨潮历时大于平均落潮历时。

工程海域秋季涨潮历时 9~13h，平均涨潮历时 11.11h；落潮历时 7~10h，平均落潮历时 8.95h；该海域平均涨潮历时大于平均落潮历时。

4、余流

（1）夏季

余流一般指实测海流扣除周期性潮流后所剩留部分。夏季计算结果表明，季节因素和潮型对余流影响较大。根据各观测点夏季全潮观测数据，观测海域各测站余流详见表 3.2.2-8。

表 3.2.2-8 夏季各测站余流统计表（涉密，不公开）

图 3.2.2-9 夏季大潮余流矢量图（涉密，不公开）

图 3.2.2-10 夏季中潮余流矢量图（涉密，不公开）

图 3.2.2-11 夏季小潮余流矢量图（涉密，不公开）

（2）秋季

流一般指实测海流扣除周期性潮流后所剩留部分，秋季计算结果表明，季节因素和潮型对余流影响较大。根据各观测点秋季全潮观测数据，观测海域各测站余流详见表 3.2.2-9。

表 3.2.2-9 秋季各测站余流统计表（涉密，不公开）

图 3.2.2-12 秋季大潮余流矢量图（涉密，不公开）

图 3.2.2-13 中潮余流矢量图（涉密，不公开）

图 3.2.2-14 秋季小潮余流矢量图（涉密，不公开）

5、可能最大流速

（1）夏季

按规则半日潮流海区的公式计算，计算结果列入下表中。水质点可能最大运移距离的远近与潮流最大可能流速的大小是相对应的，潮流最大可能流速越大，水质点最大可能运移距离就越远。

表 3.2.2-10 夏季最大可能流速、流向统计表

表 3.2.2-11 夏季最大可能运移距离统计表

（2）秋季

按规则半日潮流海区的公式计算，计算结果列入下表中。水质点可能最大运移距离的远近与潮流最大可能流速的大小是相对应的，潮流最大可能流速越大，水质点最大可能运移距离就越远。

表 3.2.2-12 秋季最大可能流速、流向统计表（涉密，不公开）

表 3.2.2-13 秋季最大可能运移距离统计表（涉密，不公开）

3.2.2.4 波浪

1、长期站波浪分析

本海区波浪主要由风浪、混合浪和涌浪组成，以风浪为主，出现频率 45.9%，其次为混合浪，出现频率 26.5%。波浪随季节变化、地形影响明显，平均波高为 0.52m，最大波高可达 4.1m，平时波浪在 0~3 级，约占波浪频率的 80% 以上，出现 1m 以上浪高的频率小于 18%，出现 2m 以上浪高的大浪频率更少；台风季节偶尔出现 5~6 级波浪，仅占波浪频率的 0.07%，发生时间一般是 3~9 月份。

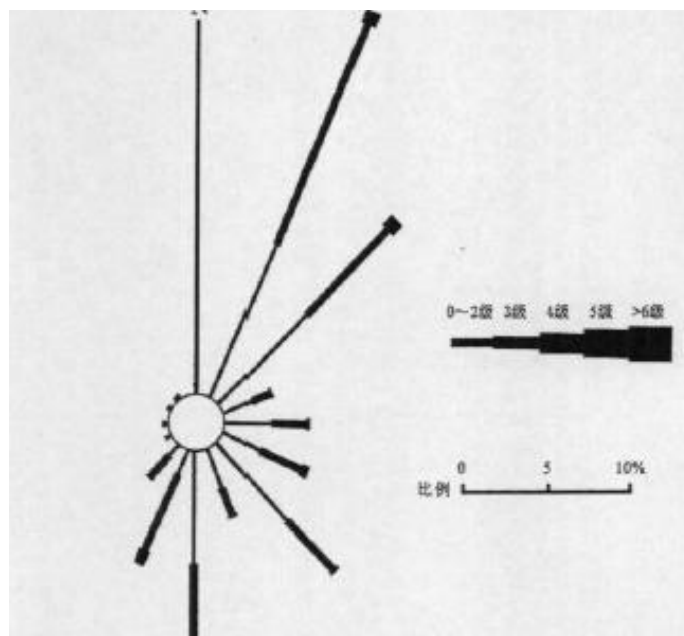


图 3.2.2-15 白龙海洋站波玫瑰图

2、场址站波浪分析

本项目波浪观测时间为 2019 年 7 月至 2020 年 7 月。W04 测站位置见图 3.2.2-1 所示。

(1) 波向

在整个观测期间，W04 点常浪向为 NE，频率分别为 14.53%，次常浪向为 S，频率为 9.52%，强浪向为 ENE，最大值为 4.61m，次强浪向为 SSW，最大值为 4.23m。波向主要分布在 NE 和 S；在其它方向出现频率较少，一般不超过 9%。强浪向为 SSW 和 ENE。

图 3.2.2-16 W04 站逐月各级有效波高的概率统计直方图（涉密，不公开）

(2) 波高

观测期间，有效波高的极值为 400cm；平均有效波高为 59.5cm。3-5 月，波浪较平稳，变化不大，期间有效波高的最大值为 290cm。平均波高与平均周期的均值分别为 35.4cm 和 3.54s。6-8 月份，波浪变化较大，其间有效波高的最大值为 260cm。平均波高与平均周期的均值分别为 27.6cm 和 3.48s。9-11 月份，受寒潮影响，波浪变化较大，以 11 月份波浪最大，有效波高的最大值为 440cm。平均波高与平均周期的均值分别为 49.3cm 和 3.8s。12-2 月，波浪较平稳，变化不大，最大值为 330cm。平均波高与平均周期的均值分别为 49.7cm 和 3.89s。

(3) 波高一周期联合分布

春季波浪主要分布在波高 10~150cm、周期为 2~9s 的范围内，出现频率分别为 98.6%和 95.2%。夏季波浪主要分布在波高 10~200cm、周期为 2~6.5s 的范围内，出现频率分别为 97.3%和 99.5%。秋季波浪主要分布在波高 10~150cm、周期为 2~6.5s 的范围内，出现频率分别为 99.7%和 99.2%。冬季波高和周期主要分布在波高 10~100cm、周期为 2.5~6.5s 的范围内，出现频率分别为 98.1%和 97%。

表 3.2.2-14 W04 站 2021 年 7 月~2022 年 6 月各个方向波高、波周期统计表（涉密，不公开）

图 3.2.2-17 W04 站点逐月有效波高玫瑰图（涉密，不公开）

3.2.2.5 泥沙条件

1、含沙量特征

(1) 夏季

对本项目场址所在海域的夏季全潮水文观测中悬沙量资料进行统计，实测垂线平均最大含沙量，大潮为 0.040kg/m³，出现在 C06 测站；中潮为 0.039kg/m³，出现在 C06 测站；小潮为 0.036kg/m³，出现在 C01 测站。

(2) 秋季

对本项目场址所在海域的秋季全潮水文观测中悬沙量资料进行统计，实测垂线平均最大含沙量，大潮为 0.028kg/m³，出现在 C07 测站；中潮为 0.030kg/m³，出现在 C07 测站；小潮为 0.026kg/m³，出现在 C06 测站。

2、输沙量与悬沙运移趋向

(1) 夏季

①大潮期间，各站全潮单宽输沙量最大值出现在 C07 站，为 2.289t/m·d，全潮净输沙方向为 NWW 向；单宽输沙量最小值为 0.1t/m·d，全潮净输沙方向为 SEE 向，出现在 2#站。

②中潮期间，各站单宽输沙量总体上较大潮期间有所减小，仅 C02、C03、C09、C12 站输沙量值有所增大。

③小潮期间，单宽输沙量最大值出现在 C06 站，为 1.388t/m·d，全潮净输沙方向为 SEE 向；单宽输沙量最小值出现在 C10 站，为 0.109t/m·d，全潮净输沙方向为 NWW 向。

(2) 秋季

①大潮期间，各站单宽输沙量最大值出现在 5#站，为 0.859t/m·d，全潮净输沙方向为 NEE 向；单宽输沙量最小值为 0.109t/m·d，全潮净输沙方向为 NNW 向，出现在 C06 站。

②中潮期间，各站单宽输沙量总体上较大潮期间有所减小，仅 C06、C08、C10 站输沙量值有所增大。

③小潮期间，日单宽输沙量最大值出现在 C04 站，为 0.556t/m·d，全潮净输沙方向为 NWW 向；单宽输沙量最小值出现在 C11 站，为 0.131t/m·d，全潮净输沙方向为 ENN 向。

3.2.2.6 水温

1、夏季

本期测验对 C02、C04，C08 和 C12 共 4 个测站进行了大、中、小潮的日温度连续观测。

对于 C02 站位，夏季全潮观测期间，大潮平均为 30.90℃，中潮平均为 30.84℃，小潮平均为 30.63℃，大潮温度最高，小潮温度最低。

对于 C04 站位，夏季全潮观测期间，大潮平均为 30.92℃，中潮平均为 30.84℃，小潮平均为 30.74℃，大潮温度最高，小潮温度最低。

对于 C08 站位，夏季全潮观测期间，施测海域实测海水温度，大潮平均为 31.03℃，中潮平均为 30.94℃，小潮平均为 30.98℃，大潮温度最高，中潮温度最低。

对于 C12 站位, 夏季全潮观测期间, 施测海域实测海水温度, 大潮平均为 30.97°C, 中潮平均为 30.95°C, 小潮平均为 30.81°C, 大潮温度最高, 小潮温度最低。

2、秋季

本期测验对 C02、C04, C08 和 C12 共 4 个测站进行了大、中、小潮的日温度连续观测。

对于 C02 站位, 秋季全潮观测期间, 大潮平均为 30.68°C, 中潮平均为 30.25°C, 小潮平均为 30.69°C, 大潮温度最高, 小潮温度最低。

对于 C04 站位, 秋季全潮观测期间, 施测海域实测海水温度, 大潮平均为 30.70°C, 中潮平均为 30.42°C, 小潮平均为 30.55°C, 大潮温度最高, 小潮温度最低。

对于 C08 站位, 秋季全潮观测期间, 大潮平均为 30.43°C, 中潮平均为 30.31°C, 小潮平均为 30.51°C, 大潮温度最高, 小潮温度最低。

对于 C12 站位, 秋季全潮观测期间, 施测海域实测海水温度, 大潮平均为 30.69°C, 中潮平均为 30.40°C, 小潮平均为 30.61°C, 大潮温度最高, 小潮温度最低。盐度

1、夏季

本期测验对 C02、C04、C08 和 C12, 4 个测站进行了大、中、小潮期的表层、0.2H 层、0.6H 层和底层的盐度观测。

对于 C02 站海水盐度, 大潮平均为 30.97‰, 中潮平均为 30.36‰, 小潮平均为 30.95‰, 差异较小。

对于 C04 站海水盐度, 大潮平均为 30.95‰, 中潮平均为 30.69‰, 小潮平均为 31.17‰, 差异较小。最

对于 C08 站, 夏季全潮水文观测期间, 大潮平均为 30.94‰, 中潮平均为 30.53‰, 小潮平均为 30.84‰, 差异较小。

对于 C12 站, 夏季全潮水文观测期间, 大潮平均为 31.61‰, 中潮平均为 31.71‰, 小潮平均为 31.83‰, 差异较小。

2、秋季

本期测验对 C02、C04、C08 和 C12, 4 个测站进行了大、中、小潮期的表层、0.2H 层、0.6H 层和底层的盐度观测。

对于 C02 站海水盐度, 大潮平均为 32.42‰, 中潮平均为 30.44‰, 小潮平均为 30.75‰, 差异较小。

对于 C04 站海水盐度, 秋季全潮水文观测期间, 大潮平均为 32.43‰, 中潮平均为 32.50‰, 小潮平均为 32.53‰, 差异较小。

对于 C08 站海水盐度, 大潮平均为 30.43‰, 中潮平均为 30.45‰, 小潮平均为 30.43‰, 差异较小。

对于 C12 站海水盐度, 秋季全潮水文观测期间, 大潮平均为 32.43‰, 中潮平均为 32.61‰, 小潮平均为 32.59‰, 差异较小。

3.2.2.7 海底底质

(1) 夏季

在开展夏季水文测验期间, 进行了沉积物表层取样工作, 共取表层样 37 个, 样品分析结果表明, 本区沉积物粗细相间, 以砂、砂-粉砂-粘土为主。

表 3.2.2-15 夏季全潮底质沉积物采样信息表 (涉密, 不公开)

(2) 秋季

在开展秋季水文测验期间, 进行了沉积物表层取样工作, 共取表层样 37 个, 采样点位置与坐标与夏季观测站点一致, 本区沉积物粗细相间, 以砂、砂-粉砂-粘土为主。

表 3.2.2-16 秋季全潮底质沉积物采样信息表 (涉密, 不公开)

3.2.3 海域地形地貌与冲淤状况

3.2.3.1 项目及周边地形地貌

项目周边海域地貌类型主要有水下岸坡、陆架堆积-侵蚀平原、陆架堆积平原和潮流沙脊区。路由所涉地貌类型主要是水下岸坡、陆架堆积-侵蚀平原, 潮流沙脊区离路由较远, 见图 3.2.3-1。

海底地势变化较大的区域主要在水下岸坡区。水深在 0~20m 的近岸区域, 坡度在 1‰~5‰之间, 局部有潮流冲刷和礁石出现的凹凸地, 有些区域坡度可达

10%以上；水深大于 15m 的远岸区域，地势非常平缓，坡度在 0.1%~1.0%之间，见图 3.2.3-2。

图 3.2.3-1 本项目周边区域地貌图（涉密，不公开）

图 3.2.3-2 项目所在海域水深地形图（涉密，不公开）

3.2.3.2 风电场址冲淤趋势分析

拟建广西沿海风电场址位于北部湾北岸防城港至北海离岸 10m~30m 等深线之间的水下岸坡区域。工程附近近岸自西向东分布东兴港、珍珠港、防城港、钦州湾、廉州湾等海湾，沿岸多基岩岬角，除海湾内部存在淤泥质海岸外，沿岸多沙质海岸。沿岸分布北仑河、防城河、钦江、茅岭江、大风江及南流江等源短流小的山溪性小河，陆源泥沙来源少。沿岸水下地形基本上自北向南倾斜，10m、20m 和 30m 等深线基本相互平行，10m 等深线以深区域的坡度小于 1%。10m 等深线以浅水域地形坡度相对较大。

工程海域 1965 年~2018 年期间的 5m、10m、20m 和 30m 等深线变化情况如下：

（1）1965~1996 年间，工程海域 5m、10m、20m 和 30m 各等深线总体形状、位置基本一致，海床地形保持稳定状态。

（2）1996~2018 年间，工程海域 5m 等深线除防城港、钦州湾及北海港附近局部区域有所淤积外移外，其他区域变化不大；工程海域 10m 和 20m 等深线，除防城港、钦州湾及北海港附近由于航道开挖形成航槽外，其它区域变化也不大；工程海域 30m 等深线变化不大。这期间，工程海域除防城港、钦州湾及北海港附近局部区域由于航道开发导致海床出现局部变化外，海床地形整体保持稳定状态。

（3）对比 2018 年海图水深（1996 年测量）与 2023 年最新实测水深对比可知（见图 3.2.3-5），本场址区域海床除南部区域略有冲刷、年冲刷速率小于 1cm 外，总体冲淤变化不大，因此工程海域海床地形基本保持稳定状态。

总的来说，拟建风电场区位于离岸深水区，受陆源来沙影响小，海床地形长期保持基本稳定状态。

图 3.2.3-3 工程区域水深地形图（5m 和 20m）（涉密，不公开）

图 3.2.3-4 工程区域水深地形图（10m 和 30m）（涉密，不公开）

图 3.2.3-5 工程海域海图及最新实测水深对比（涉密，不公开）

3.2.3.3 登陆点附近冲淤现状

海床冲刷也伴随着明显的岸滩侵蚀与变化。根据备选登陆点 1（大环）附近 2013 年和 2019 年卫星图片所反映的岸线形态（图 3.2.3-6），在登陆点附近的海岸线变化特征表现为：2013 年至 2019 年变化较明显，为淤积状态，岸线最大前移量达约 24m，可能为拦沙坝的影响。



图 3.2.3-6 预选路由登陆点 1（大环）附近海岸线的变化示意图

3.2.4 工程地质

广西海上风电场示范项目 C 场址场区主要为水下侵蚀—堆积平原地貌单元，海床底质为淤泥质和砂质。场区形状为梯形，地势相对平坦，整体呈现东北侧高，西北侧低的地形走势。东北侧海底高程较高，最高为-9.3m，西南侧海底高程较低，最低为-20.4m。等高线整体呈现北东-西南走向，由东北向往西南向海底高程逐渐降低。场区内无明显陡坎、海沟等地形。

1、地层岩性特征

根据本次勘察揭露，并结合区域地质资料，场区地层由四大部分构成：第四系全新统海相沉积地层（ Q_4^m ）、第四系河流冲积层（ Q_{4-3}^{al} ）、第四系海陆交互

相沉积层 (Q_{3-2}^{mc})、新近系沉积岩 (N)。第四系全新统海相沉积地层以松散~稍密的粉细砂、中砂、粗砂为主,局部淤泥~淤泥质土软土层连续分布;第四系河流冲积层 (Q_{4-3}^{al})以稍密的~中密的砂土、可塑~硬塑的黏性土为主;第四系海陆交互相沉积层以密实的砂土为主,局部夹粉质黏土及黏土层;新近系沉积岩主要为砂岩和泥质粉砂岩。在勘探深度范围内自上而下共分7 大层,各大层根据地层的工程性质差异又分为若干亚层,具体岩土体分层情况见表 3.2.4-1;考虑到基岩岩性的复杂,为方便勘察报告阅读,使下阶段地层编号能与本阶段保持一致,残积土及风化岩层有预留层号。各地层特征描述如下:

表 3.2.4-1 海上风电场场区岩土体分层情况表 (涉密,不公开)

a) 第四系全新统海相沉积层 (①层 Q_4^m)

本层以松散~中密的粉细砂为主,表层淤泥~淤泥质土软土层和中粗砂层连续分布,厚度较薄。各亚层特征如下:

①₁ 淤泥:灰色,饱和,流塑,稍具臭味,含少量贝壳碎片,局部呈淤泥混粉细砂混状。该层在部分钻孔揭示,局部连续分布,土层平均厚度 2.25 米。

①₂ 淤泥质土-黏土:灰色,饱和,软塑,稍具臭味,粘性一般,切面较光滑,含少量贝壳碎片,局部呈淤泥质土混细砂状,以表层出露为主。该层在全区部分钻孔揭示,分布不连续,土层平均厚度 4.05 米。

①₃ 粉细砂:灰色,局部夹灰黄色,饱和,松散~稍密,石英质,级配不良,局部呈粉细砂混粘性土状。本层在部分钻孔揭示,小范围连续分布,土层平均厚度 1.75 米。

b) 第四系河流冲积层 (② Q_{4-3}^{al})

本层为第四系古河流冲积地层,分布于第四系全新统地层下;本层层顶埋藏深度在 0m~12.1m 之间(局部地段缺失)。本层以砂层为主,局部多夹粉土、粉质黏土、黏土透镜体,各亚层特征如下:

②₁ 中粗砂:灰色,灰黄色,饱和,松散-稍密,石英质,级配良好,颗粒亚圆形~次棱角形,级配良好,局部混少量贝壳碎屑和少量黏性土,局部呈中砂混淤泥。该层在大部分钻孔揭示,分布较连续,土层平均厚度 4.72 米。

②₂ 粉质黏土-黏土:灰黄色,饱和,可塑,粘性好,韧性强,切面较光滑,局部混少量粉砂。该层在少部分钻孔揭示,土层平均厚度 3.30 米。

②₃₋₁粗砂.砾砂：灰黄色，饱和，稍密为主，颗粒级配良好，呈次棱角状，局部为粗砂夹薄层黏土。该层在仅在 CZK02 钻孔揭示，平均厚度 5.10 米。

②₃₋₂中砂：灰色，灰白色，饱和，松散-稍密，颗粒级配不良，以中砂为主，夹薄层黏性土，局部为中砂混黏性土。该层仅在 CZK06、CZK07 揭示，土层平均厚度 4.70 米。

②₃₋₃粉细砂：灰黄色，浅灰色，饱和，松散，石英质，颗粒级配不良，局部为细砂混黏性土。该层在仅在 CZK06 钻孔有揭示，土层厚 4.70 米。

②₄黏土-粉质黏土：灰黄色，局部灰白色，湿，可塑，黏性较好，韧性中等，切面较光滑，部分为黏土夹薄层粉细砂和粗砂，局部为黏性土混砂。该层在大多数钻孔连续揭示，土层平均厚度 3.01 米。

c) 第四系海陆交互相沉积层 (③层 Q₃₋₂^{mc})

③₁粗砂.砾砂：灰黄色，灰白色，饱和，密实，石英质，级配良好，颗粒亚圆形~次棱角形，部分为粗砂夹薄层黏性土状和粗砂与粘性土互层，局部为粗砂混黏性土状 (③₁₋₂)。该层在场区内连续分布所有钻孔均有揭示，土层平均厚度 25.99 米。

③₁₋₁粗砂.砾砂：灰黄色，黄色，局部灰白色，饱和，中密，石英质，级配良好，颗粒亚圆形~次棱角形，局部夹薄层黏土。该层在大部分钻孔揭示，局部连续分布，土层平均厚度 5.45 米。

③₂中砂：灰黄色，灰白色，饱和，密实，石英质，颗粒级配不良，磨圆度一般，部分为中砂夹薄层黏土，局部为中砂混黏性土 (③₂₋₁)。该层在大部分钻孔揭示，局部连续分布，土层平均厚度 3.60 米。

③₂₋₂中砂：灰白色，饱和，中密，局部稍密，石英质，颗粒级配不良，磨圆度一般，呈次棱角形，部分为中砂夹薄层黏土，局部为中砂混黏性土。该层在仅在部分钻孔揭示，局部连续分布，土层平均厚度 4.43 米。

③₃粉细砂：灰白色，灰黄色，饱和，密实，石英质，颗粒级配不良，局部为粉细砂混黏性土和粉细砂夹薄层黏土。该层在仅在少数钻孔有揭示，土层平均厚度 4.50 米。

③₄粉土：灰白色，局部灰黄色，湿，稍密-中密，摇震反应中等，局部混较多粉细砂。该层在少数钻孔揭示，土层平均厚度 3.63 米。

③₅ 黏土-粉质黏土：灰色，局部灰白色，稍湿，硬塑，局部坚硬，黏性较好，韧性中等，局部为黏土夹薄层粉细砂，偶见砂质胶结块。该层在所有钻孔均连续揭示，土层平均厚度 5.15 米。

③₆ 粉土：灰色，湿，中密，摇震反应中等，局部夹粉砂。该层仅在少数钻孔有揭示，土层平均厚度 3.28 米。

③₇ 粉细砂：灰色，饱和，密实，石英质，颗粒级配不良，磨圆度一般，呈次棱角形，多夹薄层黏性土，局部为粉细砂混黏性土。该层在大多数钻孔连续揭示，土层平均厚度 8.41 米。

③₈ 中砂：灰色，饱和，密实，石英质，颗粒级配不良，呈亚圆形，混少量粘粒，局部夹薄层黏性土。该层仅在部分钻孔有揭示，土层平均厚度 6.55 米。

③_{8.1} 中砂混粘性土：灰色，青灰色，饱和，密实，以石英质中砂为主，级配不良，混较多黏性土。该层仅在少数钻孔局部揭示，土层平均厚度 3.15 米。

③₉ 粗砂：灰色，饱和，密实，石英质，颗粒级配良好，颗粒亚圆形~次棱角形，局部为粗砂与黏性土互层，偶见腐木屑。该层在所有钻孔连续揭示，土层平均厚度 16.75 米。

③_{9.1} 粗砂混粘性土：灰色，饱和，密实，以石英质粗砂为主，颗粒级配不良，呈亚圆形~次棱角形，混较多黏性土。该层在仅在少数钻孔有揭示，土层平均厚度 16.75 米。

d) 新近系沉积岩（⑥及⑦层 N）

本层为新近系地层，分布于第四系海陆交互相沉积层下；本层层顶埋藏深度在 72.80m~78.60m 之间。本层主要为强风化泥质砂岩及中风化泥质砂岩。

⑥₂ 强风化泥质砂岩：褐红色，浅灰色，稍湿，极软岩，砂状结构，层状构造，主要矿物成分为石英，长石等，岩芯呈粉质黏土状，遇水易软化崩解。该层在仅在少数钻孔有揭示，土层平均厚度 5.10 米。

⑥₃ 强风化砂岩：褐红色，稍湿，极软岩，细砂状结构，层状构造，风化裂隙较发育，主要成分为石英，长石等，岩芯呈短柱状，近中等风化。由于钻孔深度所限，该层仅在 CZK01、CZK03 钻孔揭示。

⑦₂ 中风化泥质砂岩：褐红色，软岩，细砂状结构，层状构造，风化裂隙较发育，主要矿物成分为石英，长石等，岩芯呈长柱状，短柱状，TCR=98%，RQD=81%。由于钻孔深度所限，该层仅在 CZK01、CZK03 钻孔揭示。

⑦₃ 中风化砂岩：褐红色，稍湿，软岩，细砂状结构，层状构造，主要成分为石英，长石等，风化裂隙较发育，岩芯呈柱状，短柱状，柱长 10~60cm，TCR=99%，RQD=81% 由于钻孔深度所限，该层仅在 CZK01 钻孔揭示。

2、场地稳定性及适宜性评价

本工程风电场地周边区域性断裂较发育，场区内无活动性区域断裂通过，区域构造稳定性好。场区上部分布厚度较大的淤泥质土，属对建筑抗震不利地段，工程场区位于近海海域，风机基础易受到海浪冲刷，故本工程场地稳定性差，适宜性差，但采用桩基础及防潮水冲刷措施后可进行工程建设。

3、地基岩土分析评价

场区上部分布①层以灰色为主的第四系全新统海相沉积地层，以砂层和淤泥质土~黏土为主。①₁ 淤泥层，流塑，该层厚度较薄，局部有分布，含水率高，孔隙比大，压缩性高，强度低，工程性质差。①₂ 淤泥质土~黏土层，流塑~可塑，在场区北部分布较广泛，厚度较小，该层含水率高，孔隙比大，压缩性高，强度低，工程性质差。①₃ 粉细砂为松散砂层，该层强度低，厚度小，呈透镜体分布。

场区中上部分布②层以灰黄色为主的第四系古河道冲积地层，层顶埋藏深度在 0m~12.1m 之间，以砂层为主，局部夹粉质黏土薄层。②₁ 中粗砂为松散~稍密砂层，分布广泛，强度较低，厚度中等。②₂ 粉质黏土~黏土，软塑~可塑状，土层厚度较薄。②₃ 粗砂.砾砂为中密砂层，局部夹薄层黏土，该层强度中等，厚度小。②₃₋₁ 粗砂.砾砂为稍密砂层，该层强度中等，厚度小，呈透镜体分布。②₃₋₂ 中砂为中密（局部稍密）砂层，该层强度中等，厚度较小，埋藏较浅。②₃₋₃ 中砂为松散-稍密砂层，强度较低。②₄ 黏土-粉质黏土，可塑，局部夹薄层砂，压缩性中等，强度中等，厚度较小。②₅ 粉细砂为松散砂层，强度低，厚度小，呈透镜体分布。

场区中下部分布③层为第四系海陆交互相沉积层，以砂层为主，层顶埋藏深度在 25.90m~70.80m 之间，大部分部分钻孔在该层终孔。③₁ 粗砂.砾砂为密实砂层，局部含黏性土夹层，该层强度较高，工程性质良好，平均厚度 25.99 米，具一定埋藏深度，该层的中下部可作为桩端持力层。③₂ 中砂为密实砂层，该层强度较高，工程性质良好，但厚度较小。③₃ 粉细砂为密实砂层，强度较高，工程性质良好，厚度较小，呈透镜体分布。③₄ 粉土，稍密-中密，该层强度较低，

厚度较小，呈透镜体分布。③₅黏土~粉质黏土层，可塑~硬塑状为主，局部坚硬状，厚度较大，强度较高，埋藏深度大，厚度中等，部分机位可考虑将该层作为桩端持力层。③₆粉土（中密），强度中等，厚度较小，呈透镜体分布。③₇粉细砂、③₈中砂、③_{8.1}中砂混粘性土、③₉粗砂、③_{9.1}粗砂混粘性土均为密实砂层，强度高，工程性质良好，埋深较深，各层交错沉积，适宜作为桩端持力层，因此整体③层而言，除埋深较浅位置不宜作为持力层，其余均可以作为桩端持力层。

场区下部第⑥及⑦层为新近系沉积岩地层，分布于第四系海陆交互相沉积层下；本层层顶埋藏深度在72.80m~78.60m之间。本层主要为强风化泥质砂岩及中风化泥质砂岩，该层强度较高，可以作为桩端持力层。

4、场地地震效应

场址区域附近自公元 1078 年有地震记载以来至 1969 年，共记述了 $M \geq 3$ 级地震 925 次，其中 $M \geq 4.7$ 级地震 98 次，其中 5—5.9 级地震 66 次，6—6.9 级地震 9 次（含余震），7—7.0 级地震 1 次。据记载，自公元 220 年至今，场址区未发生过 5 级以上的破坏性地震。毗邻地区发生的地震波及本区的有：1936 年 4 月 1 日发生在灵山的地震，波及本区的烈度为 V 度，合浦—博白隐伏断裂在合浦廉州等地历史上发生过近 30 次 3~4 级的地震。又据《广西地震志》记载，从 1970 年至 2019 年，本区内有仪器观测记录的地震共 8 次，面波震级最大为 3 级；但本地区周围的地震次数则多达 77 次，其中小震（3~4 级）有 3 次，其余均为超微震或微震。1994 年 12 月 31 日和 1995 年 1 月 10 日连续两次在北部湾约 100km 以外的海面上发生 6.1 和 6.2 级地震。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）图 A.1 和图 B.1，拟建风电场区域 II 类场地条件下，基本地震动峰值加速度值为 0.05g（图 4.2-2），对应地震烈度为 VI 度，基本地震动加速度反映谱特征周期为 0.35s（图 4.2-3）。调整后：III 类场地条件下，50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.065g，地震动反应谱特征周期为 0.45s。

5、成桩可行性分析

本工程风电场场地上部为流塑状-软塑淤泥质土及松散的砂，中上部为稍密的砂土层及可塑状黏性土层，中下部为密实砂土层或硬塑黏性土层。根据场地

地质条件，并结合现有的工程经验，成（沉）桩是可能的。钢管桩打桩时需根据风机处钻孔综合柱状图和最终贯入度进行双控，确保桩端进入持力层一定深度。

3.2.5 海洋水质、沉积物和生物质量现状调查

3.2.5.1 调查站位

1、春季调查站位

本节春季资料引自《广西海上风电场示范项目春季海洋环境与渔业资源调查报告—C区》中于2021年4月27至-29日在工程海域进行的海洋环境现状调查数据。调查共布设了25个水质监测站位、13个沉积物站位、15个生物质量、生态渔业资源调查站位、潮间带断面4条。见表3.2.5-1及图3.2.5-1。

表 3.2.5-1 春季海洋环境现状调查站位坐标一览表（涉密，不公开）

图 3.2.5-1 春季海洋环境现状调查站位分布图（涉密，不公开）

2、秋季调查站位

秋季资料引自《广西海上风电示范项目C区海洋环境与渔业资源调查报告》中于2021年10月18日~25日在本工程海域进行的海洋环境现状调查数据。调查共布设了28个水质监测站位、17个生态、渔业资源调查站位、19个生物质量调查站位、5条潮间带断面。见

表3.2.5-2及图3.2.5-2。

表 3.2.5-2 秋季海洋环境现状调查站位坐标一览表（涉密，不公开）

图 3.2.5-2 秋季海洋环境现状调查站位分布图（涉密，不公开）

3.2.5.2 海洋水质现状调查与评价

1、调查结果

海洋水质监测结果见附录8，海水水质监测结果如下：

（1）春季

①盐度

盐度的变化范围 22.6~34.1，最小值位于 C1 站位表层，最大值位于 F17 站位底层和 F19 站位底层，水平方向上总体北部沿岸较低，南部外海较高；垂直方向上总体表层低于中层低于底层。

②悬浮物

悬浮物浓度 2.2 mg/L~19.5 mg/L，最小值位于 F20 站位底，最大值位于 C13 站位表层，水平方向上总体东北部沿岸较高，西南部外海较低；垂直方向上总体表层高于中层高于底层。

③pH 值

各站位 pH 值浓度变化范围为 7.85~8.22，最小值位于 C1 站位表层，最大值位于 C18 站位底层，水平方向上总体西北部沿岸较底，南部东侧外海较高；垂直方向上总体表层低于中层低于底层。所有站位均符合第一类海水水质标准。

④化学需氧量

评价海域在各个站位的化学需氧量(COD_{Mn})浓度变化范围为 0.24 mg/L~1.2 mg/L。最小值位于 F20 站位表层，最大值位于 C17 站位表层，水平方向上总体东北部沿岸较高，西南部外海较低；垂直方向上总体表层高于中层高于底层。所有站位均符合第一类海水水质标准。

⑤溶解氧

调查数据表明，评价海域在各个站位的 DO 含量 7.28 mg/L ~8.28 mg/L，最小值位于 C4 站位底层，最大值位于 C13 站位表层，水平方向上总体北部沿岸和东侧海域较高，西南部外海较低；垂直方向上总体表层高于中层高于底层。所有站位均符合第一类海水水质标准。

⑥无机氮

无机氮浓度变化范围为 0.0403 mg/L ~0.2121 mg/L，最小值位于 C20 站位中层，最大值位于 C1 站位表层，水平方向上总体北部沿岸和西侧海域较高，东南部外海较低；垂直方向上总体表层低于中层低于底层。除 C1 站位表层满足二类标准外其余样品均满足一类标准，一类超标率为 4%。

⑦活性磷酸盐

评价海域活性磷酸盐浓度变化范围为 0.0036 mg/L ~0.0145 mg/L，最小值位于 C20 站位中层，最大值位于 C2 站位表层，水平方向上总体北部沿岸和西侧海

域较高，东南部外海较低；垂直方向上总体表层低于中层低于底层。所有站位均符合第一类海水水质标准。

⑧石油类

评价海域表层石油类浓度变化范围为未检出 (<0.0092) mg/L ~ 0.0286 mg/L 。最大值位于 C1 站位表层，水平方向上总体北部沿岸较高，南部外海较低。所有站位均符合第一类海水水质标准。

⑨重金属（铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷）

重金属水平方向上总体北部沿岸较高，南部外海较低；垂直方向上总体表层低于中层低于底层。除 C9 表层锌满足第二类海水水质标准外，均满足第一类海水水质标准。锌一类超标率为 4%。

A. 重金属铜的浓度范围为未检出 (<0.7 $\mu\text{g/L}$)~ 1.57 $\mu\text{g/L}$ ，均值为 0.372 $\mu\text{g/L}$ 。

B. 重金属铅的浓度范围为未检出 (<0.1 $\mu\text{g/L}$)~ 0.96 $\mu\text{g/L}$ ，均值为 0.32 $\mu\text{g/L}$ 。

C. 重金属镉的浓度范围为未检出 (<0.014 $\mu\text{g/L}$)~ 0.104 $\mu\text{g/L}$ ，均值为 0.034 $\mu\text{g/L}$ 。

D. 重金属锌的浓度范围为未检出 (<4 $\mu\text{g/L}$)~ 20.53 $\mu\text{g/L}$ ，均值为 6.81 $\mu\text{g/L}$ 。

E. 重金属铬的浓度范围为未检出 (<0.45 $\mu\text{g/L}$)~ 1.38 $\mu\text{g/L}$ ，均值为 0.35 $\mu\text{g/L}$ 。

F. 重金属砷的浓度范围为未检出 (<0.33 $\mu\text{g/L}$)~ 1.646 $\mu\text{g/L}$ ，均值为 0.544 $\mu\text{g/L}$ 。

G. 重金属汞的浓度范围为未检出 (<0.0043 $\mu\text{g/L}$)~ 0.0239 $\mu\text{g/L}$ ，均值为 0.0075 $\mu\text{g/L}$ 。

⑩挥发性酚

评价海域挥发性酚含量较低，均满足第一类海水水质标准。各样品均低于方法检出限 (4.8 $\mu\text{g/L}$)。

(2) 秋季

秋季调查海域站位水深变化范围为 3.4 ~ 28.1 m ，平均水深为 17.26 m ，其中最大水深为 28 号站，最小水深为 54 号站。

调查海域站位透明度变化范围为 0.7 ~ 2.8 m ，平均透明度为 2.17 m ，其中最大透明度站为 27 号站，最小透明度为 54 号站。

调查海域海水温度变化范围为 22.44~27.11 °C，平均水温为 25.59 °C，其中表层最高值为 46 号站，最低值为 49 号站，中层仅存 28 号站，底层最高值为 58 号站，最低值为 28 号站。

调查海域海水盐度变化范围为 29.45~34.77，平均盐度为 32.75，其中表层最高盐度为 38 号站，最低盐度为 24 号站，底层最高盐度为 38 号站，最低盐度为 50 号站。

调查海域海水 pH 值变化范围为 7.1~7.74，平均值为 7.51，其中表层最大值为 38 号站，最小值为 54 号站，底层最大值为 52 号站，最小值为 28 号站。

调查海域海水 DO 变化范围为 6.67~7.45 mg/L，平均值为 6.99 mg/L，表层最大值为 47 号站，最小值为 53 号站，底层最大值为 41 号站，最小值为 38 号站。

调查海域海水 COD 变化范围为 0.51~2.03 mg/L，平均值为 1.29 mg/L，其中表层最大值为 46 号站，最小值为 27 号站，底层最大值为 35 号站，最小值为 51 号站。

调查海域海水无机氮含量的变化范围为 3.56~33.51 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ，平均值为 14.26 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ，表层最大值为 54 号站，最小值为 36 号站，底层最大值为 35 号站，最小值为 53 号站。

调查海域海水磷酸盐含量的变化范围为 0.1~0.25 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ，平均值为 0.17 $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$ ，其中表层最大值为 37 号站，最小值为 43 号站，底层最大值为 35 号站，最小值为 27 号站。

调查海域海水石油类含量变化范围为 0.0218~0.0488 mg/L，平均值为 0.0352 mg/L，最大值为 55 号站，最小值为 45 号站。

调查海域海水表层悬浮物含量变化范围为 10~13.5 mg/L，平均值为 11.89 mg/L，表层最大值为 46 号站，最小值为 44 号站，底层最大值为 41 号站，最小值为 46 号站。

调查海域海水重金属铜含量的变化范围为 0.001~0.0067 mg/L，平均值为 0.0029 mg/L，表层最大值为 44 号站，最小值为 55 号站，底层最大值为 45 号站，最小值为 37 号站。

调查海域海水重金属铅含量的变化范围为 0.00032~0.00496 mg/L，平均值为 0.00319 mg/L，表层最大值为 45 号站，最小值为 24 号站，底层最大值为 50 号站，最小值为 48 号站。

调查海域海水重金属锌含量的变化范围为 0.0077~0.0558 mg/L，平均值为 0.0355 mg/L，表层最大值为 38 号站，最小值为 50 号站，底层最大值为 48 号站，最小值为 43 号站。

调查海域海水重金属镉含量的变化范围为 0.00001~0.00035 mg/L，平均值为 0.00010 mg/L，表层最大值为 42 号站，最小值为 27 号站，底层最大值为 37 号站，最小值为 48 号站。表层 35 号站，底层 45、46、47、51、53、56 号站重金属镉含量未检出。

调查海域海水重金属汞含量未检出。

调查海域海水重金属砷含量的变化范围为 0.0007~0.0022 mg/L，平均值为 0.0011 mg/L，表层最大值为 26 号站，最小值为 25 号站，底层最大值为 43 号站，最小值为 26 号站。

调查海域海水重金属铬含量的变化范围为 0.0012~0.0087 mg/L，平均值为 0.0043 mg/L，表层最大值为 45 号站，最小值为 48 号站，底层最大值为 56 号站，最小值为 43 号站。

调查海域海水挥发酚含量未检出。

2、评价方法

本报告采用单因子标准指数评价法对水质、沉积物和生物质量各项指标进行评价。

①单项水质评价因子 i 在第 j 取样点的标准指数：

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{si}$$

式中 $S_{i,j}$ 为评价因子 i 在第 j 取样点的标准指数； $C_{i,j}$ 为评价因子 i 在 j 取样点水样评价因子所有实测浓度的均值； C_{si} 为评价因子 i 的评价标准值。

②DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j} = |DO_f - DO_j| / |DO_f - DO_s|, \text{ 当 } DO_j \geq DO_s \text{ 时};$$

$$S_{DO,j} = |10 - 9DO_j| / DO_s, \text{ 当 } DO_j < DO_s \text{ 时};$$

$S_{DO,j}$ 为溶解氧在第 j 取样点的标准指数； DO_f 为饱和溶解氧浓度； DO_j 为 j

取样点水样溶解氧所有实测浓度的均值； DO_s 为溶解氧的评价标准。

③pH 的标准指数为：

$$S_{pH,j} = | (pH_j - (pH_{sd} + pH_{su}) / 2) / ((pH_{su} - pH_{sd}) / 2) | ;$$

式中 $S_{pH,j}$ 为 pH 在第 j 取样点的标准指数； pH_j 为 j 取样点水样 pH 实测值的均值； pH_{sd} 为评价标准规定的下限值； pH_{su} 为评价标准规定的上限值。

3、评价结果

(1) 春季

依据《广西近岸海域环境功能区划调整方案》和《广西壮族自治区海洋功能区划（2011—2020年）》确定，C11、C12、C15、C16、C19、F16、F19 站位按照第一类海水水质标准进行评价；C2、C3、C4、C5、C6、C7、C8、C9、C10、C13、C17、C18 站位按照第二类海水水质标准进行评价；C1 站位按照第四类海水水质标准进行评价；C20、F14、F17、F20 站位按照现状进行评价。

水质现状评价指数表见附录 9。由评价结果可知，C11、C12、C15、C16、C19、C20、F14、F16、F17、F19、F20 站位 pH 值、石油类、 COD_{Mn} 、活性磷酸盐、挥发性酚、重金属（铜、铅、镉、铬、汞、砷、锌）均满足一类海水水质标准，在溶解氧评价中，除 F16 底层、F19 底层和 F20 底层符合一类海水水质标准外，其余站位溶解氧含量均超过一类海水水质标准。C2、C3、C4、C5、C6、C7、C8、C9、C10、C13、C14、C17、C18 站位各项监测指标均满足二类海水水质标准；C1 站位各项监测指标均满足四类海水水质标准。

(2) 秋季

依据《广西近岸海域环境功能区划调整方案》和《广西壮族自治区海洋功能区划（2011—2020年）》确定，26、27、36、37、38、45、46、48、51、52、56、57 站位按照第一类海水水质标准进行评价；25、34、35、41、42、43、47、49、50、54、55 站位按照第二类海水水质标准进行评价；24 站位按照第三类海水水质标准进行评价；28、38、46、53、58 站位按照现状进行评价。

水质现状评价指数表见附录 9。由评价结果可知，调查海域各站 pH、溶解氧（DO）、磷酸盐、石油类、重金属镉、汞、砷、铬、挥发酚含量均符合相应评价的海水水质标准。化学需氧量（COD）评价中，中层 28 号站 COD 含量超标（一类）。无机氮评价中，表层 28、37、38、48、51、52、53、58 号站，中层 28 号

站及底层 26、27 号站无机氮含量超标（一类），表层 34、49、54 号站及底层 35 号站无机氮含量超标（二类），表层 24 号站无机氮含量超标（三类）。重金属铜评价中，表层 28、37、48 号站超标（一类）。重金属铅评价中，表层 26、27、28、36、37、38、45、46、48、51、52、53、56、57、58 号站，中层 28 号站及底层 26、27、28、36、37、38、45、46、48、51、52、53、56、57、58 号站超标（一类）。重金属锌评价中，表层 26、27、28、36、37、38、45、46、48、52、53、56、57、58 号站，中层 28 号站及底层 26、27、28、36、37、38、45、48、51、52、53、56、57、58 号站超标（一类）。

3.2.5.3 海洋沉积物现状调查与评价

1、调查结果

2021 年春季海洋环境沉积物现状调查结果统计表见表 3.2.5-3。

表 3.2.5-3 春季海洋沉积物监测结果表（涉密，不公开）

2、评价方法

沉积物环境质量评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数；

C_i — i 项评价因子的实测浓度；

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

3、评价结果

依据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》，C2、C5、C7、C10、C11、C13、C15、C18 站位按照第一类海洋沉积物标准进行评价；C1 站位按照第三类海洋沉积物标准进行评价；C20、F14、F17、F19 站位按照现状进行评价。评价结果见表 3.2.5-4。

2021 年春季海域各站位沉积物中重金属（铜、铅、镉、锌、铬、汞、砷）、有机碳、石油类、硫化物均符合相关标准的要求。

表 3.2.5-4 春季海洋沉积物评价结果表（涉密，不公开）

3.2.5.4 海洋生物质量现状调查与评价

1、调查结果

2021 年海洋生物质量现状监测结果见附录 10。

2、评价方法

海洋生物质量（双壳贝类）评价标准按《海洋生物质量》（GB18421-2001）执行。海洋鱼类和甲壳类生物质量评价，目前国家尚未颁布统一的评价标准，本报告中铜、锌、铅、镉、汞评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》中的“海洋生物质量评价标准”进行评价。

评价方法采用单项污染指数加超标率法，即第 i 项污染指数 $S_i=C_i/C$ 。式中 C_i 为第 i 项调查值， C 为生物体标准值。其他没有国家标准的要素不做评价。

3、评价结果

（1）春季

2021 年春季生物体调查结果表明：鱼类均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；甲壳类除 C1、C5、C10、C18 站位总铬超标外，其余各项站位检测因子均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。C1 站位双壳类生物质量符合《海洋生物质量》第三类标准，C2、C5、F14、F17、F19 站位铅含量超标（一类），C2、C5 站位镉超标（一类）。

（2）秋季

2021 年秋季生物体调查结果表明：在 24、27、28、34、35、36、38、42、43、44、45、47、48、54、55、57、号站及 T5、T8 号站共计 19 个站位所采集的 36 份海洋生物体中，依据评价标准，鱼类样品中 Pb 及 TPHs 部分超标，其中 Pb 超标率为 5.88%，TPHs 超标率为 47.06%。甲壳类样品 TPHs 部分超标，其超标率为 76.47%。T5 站位尖顶毛蚶 Pb、Cd、As 及 TPHs 超标（一类），T8 站位文蛤生物质量符合《海洋生物质量》第三类标准。

3.2.6 海洋生态现状

1、调查站位

本节春季资料引自《广西海上风电场示范项目春季海洋环境与渔业资源调查报告—C 区》中于 2021 年 4 月 27 至-29 日在工程海域进行的海洋生态环境现状调查数据。秋季资料引自《广西海上风电示范项目 C 区海洋环境与渔业资源调查

报告》中于 2021 年 10 月 18 日~25 日在本工程海域进行的海洋生态环境现状调查数据。具体站位见 3.2.5.1 节。

2、调查方法

叶绿素 a: 用普通塑料桶在各测站采表层水 1 L, 经 0.45 μm 微孔滤膜抽滤, 用 90% 丙酮萃取其叶绿素, 离心后, 根据叶绿素 a、b、c 的丙酮萃取液在红光波段各有一吸收峰, 用分光光度计测定其吸光值, 根据 Jefferoy-Humphreg 方程式, 计算海水中叶绿素 a 的浓度。

浮游植物: 以浅水 III 型浮游生物网 (网口直径为 37 cm, 网全长 1.5 m, 筛绢孔径 0.076 mm) 自海底至表层垂直拖网, 样品经 5% 福尔马林溶液固定保存。室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行, 最后浮游植物出现的个体数换算成 cells/m^3 作为调查水域的现存量指标。

浮游动物: 以浅水 II 型浮游生物网自海底至表层垂直拖网, 样品用 5% 福尔马林溶液固定保存, 采样结束后在实验室内进行镜检分析, 室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行, 最后浮游动物出现的个体数换算成 $\text{个}/\text{m}^3$, 浮游动物生物量换算成 mg/m^3 作为调查水域的现存量指标。

底栖生物 (定量样品): 以抓斗式表面采泥器采集海底泥样, 将生物样品经 1 mm 套筛淘洗后, 挑拣全部生物个体作为 1 个定量样品, 以 75% 酒精液固定保存, 采样结束后在实验室内进行镜检分析。

潮间带生物: 滩涂底质为泥滩, 取样用定量框, 每站 4~8 个, 观察表面生物及数量, 视底质分层情况确定分层取样。可采用 25cm \times 25cm 的定量框。先计数易碎生物, 优势种的覆盖面积, 将框内所有生物刮净。生物栖息密度很低时, 可采用大面积计数。每站定量取样时, 采定性样品、分装。

3、评价方法

根据各站浮游生物和底栖生物所获样品的生物密度, 分别对样品的多样性指数、均匀度、丰度、优势度等进行统计学评价分析, 计算公式为:

(1) 香农—韦弗 (Shannon—Weaver) 多样性指数:

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

式中： H' ——种类多样性指数； n ——样品中的种类总数； P_i ——第 i 种的个体数 (n_i) 与总个体数 (N) 的比值 ($\frac{n_i}{N}$ 或 $\frac{w_i}{W}$)。

(2) 均匀度 (Pielou 指数)

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

式中： J ——表示均匀度； H' ——种类多样性指数值； H_{\max} ——为 $\log_2 S$ ，表示多样性指数的最大值， S 为样品中总种类数。

(3) 优势度：

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

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

(4) 丰度 (Margalef 计算公式)：

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

式中： d ——表示丰度； S ——样品中的种类总数； N ——样品中的生物个体数。

4、海洋生态环境现状与评价结果

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

2021 年春季调查中，叶绿素 a 含量在 $0.51 \text{ mg/m}^3 \sim 10.75 \text{ mg/m}^3$ 之间，叶绿素 a 平均值为 3.21 mg/m^3 。每日初级生产力范围在 $11.53 \text{ mgC/m}^3 \cdot \text{d} \sim 242.95 \text{ mgC/m}^3 \cdot \text{d}$ 之间，初级生产力平均值为 $72.45 \text{ mgC/m}^3 \cdot \text{d}$ 。

(2) 浮游植物

① 种类组成与分布

2021年春季调查中,调查获得浮游植物31种,其中硅藻门26种,占浮游植物种类组成的83.9%;甲藻门5种,占浮游植物种类组成的16.1%。种类名录见附录1。

2021年秋季调查中,调查获得浮游植物24科109种。其中硅藻门的种类最多,有9科75种,占总种类数的68.81%;其次是甲藻门,有7科22种,占总种类数的20.18%;蓝藻类有3科7种,占6.42%;其他类有5科5种,占总种类数的4.59%。最多主要是硅藻类的角毛藻属*Chaetoceros*出现15种,其次是甲藻类的角藻属*Ceratium*,出现12种,而硅藻类的根管藻属*Rhizosolenia*出现了9种。种类名录见附录1。

②现存量

2021年春季调查海域浮游植物数量变动于 $(6.28\sim 100.70)\times 10^4$ 个/ m^3 ,最高值为C5站位,最低值为F19站位。平均为 24.40×10^4 个/ m^3 。

2021年秋季调查浮游植物平均密度为 137.82×10^4 cells/ m^3 ,其数量以硅藻类占优势,其密度为 122.23×10^4 cells/ m^3 ,占总密度的88.69%;其次为甲藻类,其密度为 12.86×10^4 cells/ m^3 ,占总密度的9.33%;其它为蓝藻和黄藻,其密度为 2.73×10^4 cells/ m^3 ,占总密度的1.98%。水平分布方面,各站位密度差异不大,最高密度出现在54号站,其密度为 194.00×10^4 cells/ m^3 ;其次为34号站,其密度为 164.00×10^4 cells/ m^3 ;最低则出现在28号站,其密度为 103.84×10^4 cells/ m^3 ,最高密度是最低密度的1.9倍,其余调查监测站位的密度分布范围在 112.40×10^4 cells/ $m^3\sim 156.80\times 10^4$ cells/ m^3 之间。

③群落特征

2021年春季浮游植物的香农-韦弗(Shannon)生物多样性指数的变化范围为2.06~4.66,平均3.03;丰度指数为0.80~1.62,平均为1.18;均匀度为0.45~1.06,平均为0.69;优势度为0.40~0.75,平均为0.55。根据《近岸海域环境监测技术规范》(HJ 442-2020)中提供的生物多样性指数评价标准,浮游植物分布均匀,总体生物多样性优良。

2021年秋季调查浮游植物种类多样性指数分布范围在3.56~4.09之间,平均为3.79;多样性指数的分布方面,最高出现在28号站,其次为45号站,最低则出现在24号站;种类均匀度方面,其分布范围在0.77~0.84之间,平均为0.80。

以优势度 (Y) 大于 0.02 为判断标准, 本调查水域在调查期间浮游动物的优势种是洛氏角毛藻、尖刺菱形藻、中肋骨条藻、窄隙角毛藻和旋链角毛藻所组成, 其优势度指数在 0.03~0.12 之间。

(3) 浮游动物

① 种类组成与分布

2021 年春季调查共计获得浮游动物 78 种, 其中桡足类 32 种, 占 41.0%; 枝角类、尾索动物各 4 种, 占 5.1%; 十足类、轮虫各 2 种, 占 2.6%; 糠虾类、磷虾类、腹足类各 1 种, 占 1.3%; 刺胞动物 11 种, 占 14.1%; 毛颚动物 3 种, 占 3.8%; 浮游幼虫 17 种, 占 21.8%。本次调查所获浮游动物种类中, 桡足类为调查海域浮游动物的优势种类, 广泛分布于调查海域。

② 现存量

2021 年春季调查海域的浮游动物密度平均值为 11304.4 个/ m^3 , 变动范围在 (3009.3~29776.6) 个/ m^3 ; 生物量平均值为 1.49 g/m^3 , 变动范围在 (0.46~2.84) g/m^3 。

2021 年秋季调查浮游动物生物量变化幅度为 85.60~322.50 mg/m^3 , 平均生物量为 242.88 mg/m^3 。在密度分布方面, 变化幅度为 193.00~697.50 ind/m^3 , 平均密度为 344.89 ind/m^3 。在整个调查区中, 生物量最高为 322.50 mg/m^3 , 出现在 27 号采样站, 其次为 315.20 mg/m^3 , 出现在 58 号采样站, 最低为 85.60 mg/m^3 , 出现在 54 号采样站, 最高生物量是最低生物量的 3.77 倍; 而最高密度为 697.50 ind/m^3 , 出现在 54 号采样站, 其次为 497.00 ind/m^3 , 出现在 47 号采样站, 最低密度为 193.00 ind/m^3 , 出现在 24 号采样站, 最高密度是最低密度的 3.61 倍。

③ 群落特征

2021 年春季调查海域的浮游动物香农-韦弗 (Shannon) 生物多样性指数的变化范围为 1.85~3.16, 平均为 2.53; 丰度指数为 1.88~2.73, 平均为 2.42; 均匀度为 0.38~0.64, 平均为 0.50; 优势度为 0.60~0.79, 平均为 0.70。根据《近岸海域环境监测技术规范》(HJ 442-2020) 中提供的生物多样性指数评价标准, 该调查海域浮游动物分布较均匀, 生物多样性一般。

(4) 底栖生物

① 种类组成和密度

2021年春季调查共采集到18种底栖动物，其中多毛类10种，占55.6%；甲壳类3种，占16.7%；软体动物腹足类2种，占11.1%；纽形动物、棘皮类和脊索动物各1种，占5.6%。

2021年秋季调查共采集到底栖动物6门24科29种。其中环节动物9科11种，占总种类数的37.98%；软体动物7科8种，占总种类数的27.59%；节肢动物5科7种，占总种类数的24.14%；纽形动物、昆虫动物、和棘皮动物各1科1种，各占总种类数的3.45%。

②生物量

2021年春季调查海区底栖生物密度变化范围在 $100 \text{ ind/m}^2 \sim 240 \text{ ind/m}^2$ ，总平均密度为 172.0 ind/m^2 。生物量变化范围在 $11.2 \text{ g/m}^2 \sim 158.4 \text{ g/m}^2$ ，总平均生物量为 87.5 g/m^2 。

2021年秋季调查海区底栖生物的平均生物量为 8.59 g/m^2 ，平均栖息密度为 54.71 个/m^2 。生物量的组成以环节动物最高，生物量为 3.45 g/m^2 ，占总生物量的40.21%；其次为节肢动物和软体动物，生物量分别为 2.91 g/m^2 和 1.42 g/m^2 ，分别占总生物量的33.90%和16.58%；其他3类生物的生物量较低，均未超过总生物量的6.00%。栖息密度方面，以环节动物较高，栖息密度为 36.47 个/m^2 ，占总栖息密度的66.67%；其次为节肢动物和软体动物，分别占总栖息密度的12.90%和10.75%；其他3类生物的栖息密度相对较低，均未超过总栖息密度的7.00%。

③群落特征

2021年春季调查海域底栖生物的生物多样性指数的变化范围为1.36~3.12，均值为2.61，均匀度变化范围为0.86~1.00，均值为0.95，优势度变化范围为0.25~0.80，均值为0.44，丰度变化范围为0.30~1.05，均值为0.79。根据《近岸海域环境监测技术规范》（HJ 442-2020）中提供的生物多样性指数评价标准，该调查海域底栖生物分布较均匀，生物多样整体一般。

2021年秋季调查海域底栖生物多样性指数变化范围在0.4690~2.5000，平均为1.4884；均匀度分布范围在0.4690~1.0000，平均为0.8879。

（5）潮间带生物

①种类组成与分布

2021年春季调查4个潮间带站位，分为高、中、低三个潮带。采集到21种潮间带底栖生物，其中多毛类7种，占33.3%；甲壳类4种，占19.0%；腹足类8种，占38.1%；双壳类、脊索动物各1种，在4.8%。种类名录见附录4。

2021年秋季调查4个潮间带站位，分为高、中、低三个潮带。采集到6门27科39种潮间带底栖生物，其中软体动物11科19种，占总种类数的48.72%；节肢动物12科13种，占总种类数的33.33%；环节动物1科4种，占总种类数的10.26%；刺胞动物、棘皮动物和脊索动物各1科1种，各占总种类数的2.56%。种类名录见附录4。

②生物量

2021年春季潮间带生物量变化范围在 $3.44\text{ g/m}^2\sim 482.8\text{ g/m}^2$ ，总平均生物量为 g/m^2 (见表7-11)。调查海区潮间带生物密度变化范围在 $24\text{ ind/m}^2\sim 192\text{ ind/m}^2$ ，总平均密度为 78.67 ind/m^2 。

2021年秋季潮间带生物的平均生物量为 134.16 g/m^2 ，平均栖息密度为 116.00 个/m^2 。生物量的组成以软体动物最高，生物量为 87.81 g/m^2 ，占总生物量的65.45%；其次是节肢动物，占总生物量的28.43%；其他4类生物的生物量相对较低，均未超过总生物量的4.00%。栖息密度方面，以节肢动物较高，栖息密度为 63.20 个/m^2 ，占总栖息密度的54.48%；其次为软体动物和环节动物，分别占总栖息密度的28.74%和16.09%；其他3类生物的栖息密度相对较低，均未超过总栖息密度的1.00%。

③群落特征

2021年春季调查海域潮间带生物的生物多样性指数的变化范围为0.81~3.43，均值为2.10；均匀度变化范围为0.81~0.96，均值为0.91；丰度指数变化范围为0.20~1.17，均值为0.74；优势度化范围为0.33~1.00，均值为0.64。根据《近岸海域环境监测技术规范》(HJ 442-2020)中提供的生物多样性指数评价标准，该调查海域潮间带生物分布较均匀，生物多样整体较一般。

2021年秋季调查海域潮间带生物多样性指数变化范围在0.7193~2.5561，平均为1.4163；均匀度分布范围在0.6170~1.0000，平均为0.7963。

3.2.7 海洋保护区分布情况

3.2.7.1 北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区

北部湾二长棘鲷长毛对虾种质资源保护区被农业部列为 63 个国家级水产种质资源保护区之一。保护区总面积 1142158.03hm²，其中核心区面积 808771.36hm²，实验区面积 333386.67hm²。保护区位置示意图见图 3.2.7-1。本项目与该保护区位置关系图见图 3.2.7-2。

该保护区主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾，其他保护物种包括金钱鱼、蓝圆鲀、黄带鲱鲤、长尾大眼鲷、蛇鲻类、日本金钱鱼、墨吉对虾、长足鹰爪虾、中华管鞭虾、锈斑蟊、逍遥馒头蟹、日本蟊、马氏珠母贝、方格星虫等。



图 3.2.7-1 北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区位置示意图

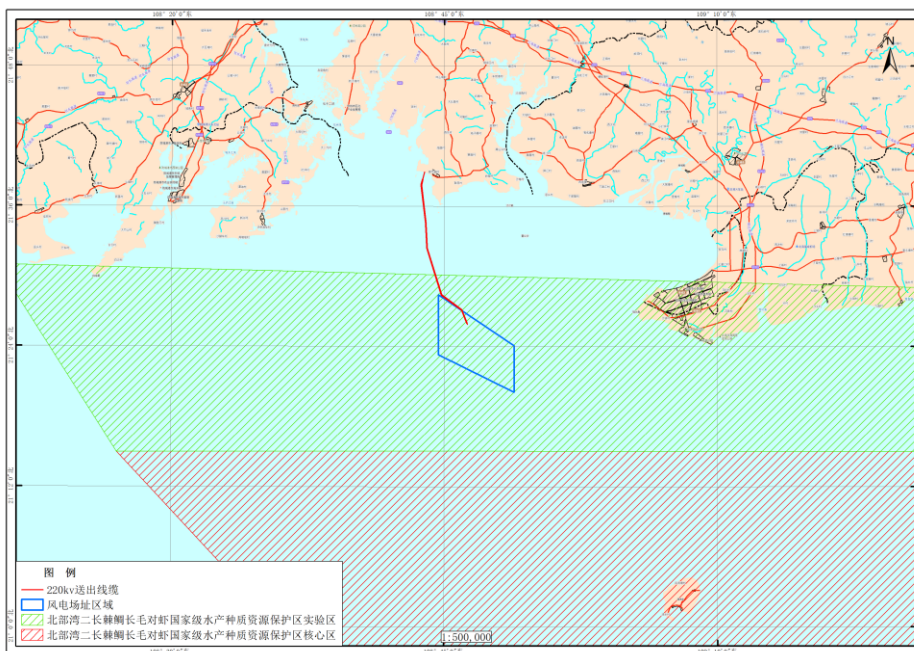


图 3.2.7-2 本项目与国家级水产种质资源保护区位置关系图

3.2.7.2 白海豚分布与洄游区（涉密，不公开）

3.2.8 海洋哺乳动物与龟鳖类现状调查与评价

本节引自《广西钦州海上风电示范项目中华白海豚现状调查及影响评价报告》（广西科学院，2023年5月）中的主要调查成果。

3.2.8.1 调查时间和方法

（1）调查时间

为了解工程区域海洋哺乳动物与龟鳖类的现状情况，广西科学院开展了海洋哺乳动物与龟鳖类的现状调查工作，于2021年10月19~20日和25~27日、2022年1月21~24日、2022年4月20~24日对工程海域进行了调查，并收集该区域的历史调查资料。

（2）调查区域

海洋哺乳动物与龟鳖类调查区域包括所有工程可能直接影响到的海域范围。

（3）调查方法

①截线调查法

A. 瞭望观察

截线调查从防城港市或钦州市出发，调查路线规划在各风电场场址周边及穿过风电场选址区域。调查期间白天通过轮流瞭望观察的方式，采用人眼观察与望

望远镜相结合办法开展调查。调查过程中记录海洋哺乳动物的发现时间和发现地点，记录动物种群与调查船间的直线距离以及与考察线路的夹角，记录种群的数量、群的结构、外形特征、行为活动及与周围环境的关系等，在条件允许的情况下进行照相和摄影。另外，使用手持式 GPS 记录航迹信息，并记录船速、观察高度（眼睛到海面的距离）、位置、气候条件（如风向、风力和浪高）等数据信息。本次调查范围及路线如图 3.2.8-1。

图 3.2.8-1 调查范围及路线（涉密，不公开）

B. 声学设备记录

在进行瞭望观察的同时，放置水下声学设备进行声学考察。声学考察的目的是采用业内已经成熟的被动声学考察技术，接收距离 SoundTrap 仪器 500-1000m 范围内的海洋哺乳动物发射的声呐信息，通过分析声呐信息，分析调查线路周边是否有海洋哺乳动物的活动，同时初步判断海洋哺乳动物的种类，得到的结果可以和瞭望观察的结果相互补充。

图 3.2.8-2 现场调查声学记录仪

图 3.2.8-3 声学记录仪牵引示意图

图 3.2.8-4 声学设备采集到的海豚声信号（红色方框区域）（涉密，不公开）

②问卷调查法

调查问卷向防城港市、钦州市、北海市当地的渔民开展调查，以了解在海域内目击海洋哺乳动物和龟鳖类水生生物的时间和区域。问卷调查的内容主要包括渔民见到海洋哺乳动物和龟鳖类海洋动物的种类、数量和海域范围等信息。由于各地渔民捕鱼的地点并非局限在一个地点，所以在调查中将北部湾海域划分为 36 个大小相等的地图网格，由渔民根据实际情况在网格中勾选相应的区域。调查网格分布见图 3.2.8-5。

图 3.2.8-5 问卷调查海域网格分布（方格内数字表示网格序号）（涉密，不公开）

3.2.8.2 调查结果

(1) 截线调查结果

1) 秋季调查结果

秋季海洋哺乳动物与龟鳖类截线调查于 2021 年 10 月开展，受天气因素影响，秋季现场调查分两个阶段开展，调查时间分别为 10 月 19~20 日，25~27 日，共计 5 天。调查船只航行速度为 6.0~7.0 节。

通过对声学信号的提取和分析，在调查中声学记录设备记录到 21 次声学信息，其中 1 次与目击记录位点邻近，记为同一记录；声学信息中 4 次在场址的建设范围内；另有 16 次在影响评价范围内，最近距离紧邻场址边缘 0.50km，最远距离场址约 14.49km。截线调查海洋哺乳动物位点信息见表 3.2.8-1 和图 3.2.8-6。

表 3.2.8-1 评价范围内海洋哺乳动物位点信息（涉密，不公开）

图 3.2.8-6 2021 年 10 月调查海洋哺乳动物分布位点（涉密，不公开）

2) 冬季调查结果

冬季海洋哺乳动物与龟鳖类截线调查于 2022 年 1 月开展，调查时间为 2022 年 1 月 21~24 日，共计 4 天。调查船只航行速度为 6.0~7.0 节。

在 2022 年 1 月的截线调查中目击到海洋哺乳动物 4 次，数量分别是 2 头、5 头、2 头和 2 头，目击的位置均在场址的东北面，最近距离场址 8.72km，最远距离场址约 10.59km。

通过对声学信号的提取和分析，在评价范围内的调查中，声学记录设备记录到 14 次声学信息，其中 4 条与目击位点重合或相近。另 10 次声学记录信息中，有 1 次位于场址范围内，有 9 次在场址外评价范围内，距离场址的声学记录位点最近 3.51km 左右，最远 13.24km。截线调查海洋哺乳动物位点信息见表 3.2.8-2 和图 3.2.8-7。

表 3.2.8-2 评价范围内海洋哺乳动物位点信息（涉密，不公开）

图 3.2.8-7 2022 年 1 月调查海洋哺乳动物分布位点（涉密，不公开）

3) 春季调查结果

春季海洋哺乳动物与龟鳖类截线调查于 2022 年 4 月开展，调查时间分别为 2022 年 4 月 20~24 日，共计 5 天。调查船只航行速度为 5.0~7.0 节。

在 2022 年 4 月的截线调查中目击到海洋哺乳动物 5 次，海洋哺乳动物种类是江豚，数量分别是 1 头、1 头、1 头、7 头和 3 头，目击的位置在场址范围内 4 次，在场址外西北方向 1 次，距离场址 2.63km。

通过对声学信号的提取和分析，在评价范围内的调查中，声学记录设备记录到 4 次声学信息，2 次位于场址范围内，2 次位于场址东面 0.05km 和东南面 1.83km 处。截线调查海洋哺乳动物位点信息见表 3.2.8-3 和图 3.2.8-8。

表 3.2.8-3 评价范围内海洋哺乳动物位点信息（涉密，不公开）

图 3.2.8-8 2022 年 4 月调查海洋哺乳动物分布位点（涉密，不公开）

通过三个季度的调查，在项目评价范围内目击海洋哺乳动物记录 10 次，江豚 9 次，在场址建设范围内的 4 次，其他均在场址范围外；通过声学设备在评价范围内收集到海洋哺乳动物的声学信息 35 条，除去与目击记录重合的声学信息外，在项目评价范围内，距离场址最近的声学信息收录点仅 0.05km，最远距离项目建设场址 14.38km。

（2）问卷调查结果

2021 年 10 月至 2022 年 2 月，在防城港市企沙镇和北海市共发放海洋哺乳动物和龟鳖类调查问卷 40 份，回收问卷 40 份，有效问卷 39 份。根据渔民船只所属地级市划分，共有 8 位渔民是北海市渔民，1 人来自钦州市，30 人来自防城港市，从事捕鱼工作时间在 10 年以上的渔民占 28.21%，渔船尺寸在 12 米以上的渔民占 53.85%，使用的捕鱼工具主要是灯光诱捕船（38.46%）、刺网（17.95%）等。

3.2.8.3 历史资料（涉密不公开）

3.2.8.4 海洋哺乳动物和龟鳖类分布

(部分涉密, 不公开)

(2) 龟鳖类分布

龟鳖类动物的调查方法较少, 卫星定位追踪是目前公认的研究龟鳖类海洋生物的最有效的方法之一。通过查阅资料和对渔民的问卷调查收集龟鳖类动物的分布情况, 结果显示, 北部湾海域是龟鳖类海洋生物的重要季节性洄游通道, 也是重要的觅食环境之一, 龟鳖类海洋生物在广西北部湾海域均有分布。但是从 20 世纪 90 年代后, 随着人类海上活动的不断增加, 龟鳖类在北部湾海域就已经很少看见, 只有少数渔民在海上作业时可能会捕捞到小个体海龟。近年来, 海龟和玳瑁在广西北部湾海域尚有发现, 但已无固定的栖息地和产卵场。

(3) 栖息地利用情况

根据对历史资料的收集和 2021 年~2022 年三个季度的调查结果, 绘制出北部湾相关海域的海洋哺乳动物和龟鳖类的分布热力分布图, 如图 3.2.8-9 所示。图中颜色越深的地方表明分布可能越密集, 可为北部湾西北部的海洋哺乳动物和龟鳖类的栖息地利用情况提供参考。

图 3.2.8-9 海洋哺乳动物和龟鳖类热力图 (涉密, 不公开)

3.2.8.5 海洋哺乳动物的聚群和行为

(1) 海洋哺乳动物的聚群

2021 年至 2022 年三个季度的调查期间, 共有海洋哺乳动物的目击记录 16 次, 聚群大小的变化范围在 1~7 头, 目击到海洋哺乳动物种类和不同聚群大小分布见表 3.2.8-4。

表 3.2.8-4 调查期间海洋哺乳动物目击记录 (涉密, 不公开)

(2) 海洋哺乳动物的行为

图 3.2.8-10 海洋哺乳动物目击照片 (涉密, 不公开)

3.2.8.6 海洋哺乳动物和龟鳖类的迁徙

(部分涉密, 不公开)

(3) 龟鳖类海洋生物的迁徙

中国南海的西沙群岛海域, 拥有丰富的海龟资源, 也是中国海龟重要的繁殖产卵场。近年, 海南三沙、广东惠东、香港南丫岛及台湾诸岛等绿海龟主要产卵地, 最高年产仅共约 200 窝。海龟作为典型的长距离迁徙物种, 海龟的徊游迁徙有季节性、目的性和固定的路线, 往返于索饵地和繁殖地之间, 对繁殖地和觅食地的选择有着高度的准确性, 迁徙距离可达数千公里。离岸距离、深度和海洋表层温度对海龟分布起重要作用。

中国南海绿海龟种群的徊游迁徙路线朝向赤道方向向南前进, 经过马来西亚海域, 一部分向东朝向太平洋海域, 一部分向西朝向印度洋海域。另一条徊游迁徙路线是向北, 经过台湾海峡, 到达日本海域。中国南海海域有大量的岛礁和沙洲, 并不能准确的判断绿海龟的徊游迁徙路线。但是, 中国南海海域是绿海龟在太平洋和印度洋海域之间往返的重点途径海域。在中国南海海域、台湾海域和香港海域到日本海域之间有一条重要的绿海龟徊游迁徙路线。

3.2.9 声环境和电磁环境现状调查

3.2.9.1 监测点位

本节夏季声环境调查资料引自杭州应用声学研究所于 2022 年 6 月在本工程海域进行的噪声调查数据, 共布设了 9 个噪声调查站点(包括 9 个水上监测点和 9 个水下监测点), 水上噪声和水下噪声监测点位点位相同, 各测点监测 1 次, 见表 3.2.9-1 及图 3.2.9-1。

本节秋季声环境调查资料引自广东宇南检测技术有限公司于 2023 年 10 月在本工程海域进行的噪声调查数据, 共布设了 10 个噪声调查站点(包括 10 个水上监测点和 10 个水下监测点), 水上噪声和水下噪声监测点位点位相同, 各测点监测 1 次, 见表 3.2.9-2 及图 3.2.9-2。

本节秋季电磁环境调查资料引自广东宇南检测技术有限公司于 2023 年 10 月在本工程海域进行的电磁辐射调查数据, 共布设了 10 个电磁辐射调查站点, 见表 3.2.9-2 及图 3.2.9-2。

表 3.2.9-1 夏季声环境监测点位坐标一览表（涉密，不公开）

表 3.2.9-2 秋季声环境和电磁环境监测点位坐标一览表（涉密，不公开）

图 3.2.9-1 夏季声环境监测点位图（涉密，不公开）

图 3.2.9-2 秋季声环境、电磁环境监测点位图（涉密，不公开）

3.2.9.2 夏季声环境调查现状

（一）监测条件

2022 年 6 月，杭州应用声学研究所对工程所处海域的声环境质量进行了现场监测，监测期间天气晴，水深 5.1m~20.5m，风速 2.8~1.0m/s。各点位监测时环境条件见表 3.2.9-3。

表 3.2.9-3 夏季工程海域声环境监测时环境条件

测点	风向	风速 (m/s)	水深 (m)	天气
#1	正南	3.3	5.1	晴
#2	正南	3.1	15.7	晴
#3	东北	4	7.6	晴
#4	正东	3.4	8.7	晴
#5	正东	3.4	16.4	晴
#6	西南	3.5	12.7	晴
#7	正东	3.3	17.3	晴
#8	正南	4	19.8	晴
#9	东南	2.8	20.5	晴

（二）水上声环境调查

1、监测内容

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》、《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ/T 2.4-2009），水上声环境监测内容包括：

- ①等效连续 A 声级 Leq ；
- ②累计百分声级：L10、L50、L90。

共监测 9 个点，每个监测点连续监测时间为 10min 以上。

2、监测结果

工程海域水上声环境监测结果见表 3.2.9-4，海面上环境噪声等效连续 A 声级主要分布在 49.8dB (A) ~54.5dB (A) 之间，最大等效连续声级约为 54.5dB (A)。

表 3.2.9-4 夏季工程海域水上声环境监测结果（涉密，不公开）

单位: dB (A)

测点编号	噪声源	等效连续声级 LAeq	累积百分声级 L10	累积百分声级 L50	累积百分声级 L90
#1	海上声环境				
#2	海上声环境				
#3	海上声环境				
#4	海上声环境				
#5	海上声环境				
#6	海上声环境				
#7	海上声环境				
#8	海上声环境				
#9	海上声环境				

（三）水下声环境调查

1、监测内容

调查内容为频带声压级、声压谱级以及各测点的峰值声压级。

①水下噪声

指损害海洋动物有用信号接收或者干扰海洋动物正常行为的各种噪声源所辐射的在水中传播的噪声。

②水下噪声频带声压级

一定频带内的水下噪声的声压级，单位为分贝（dB）。频带宽度和基准声压应指明，频带声压级是带宽的函数。

水下噪声频带声压级 L_{pf}

$$L_{pf} = 20 \lg \frac{P_f}{P_0} \quad (5.7-1)$$

式中： L_{pf} — 噪声频带声压级，单位为分贝（dB）；

P_f — 测得的一定带宽噪声声压，单位为帕（Pa）；

P_0 — 基准声压，单位为单位为帕（Pa），通常取 $P_0 = 1 \mu \text{ Pa}$ 。

③水下噪声声压谱[密度]级：

由于所采用滤波器带宽的不同，其测量结果不能直接比较，为了对不同滤波器的结果进行比较，引入声压谱（密度）级的概念。

水下噪声声压谱（密度）级是水下噪声信号在某一频率的声压谱密度与基准声压谱密度之比的以 10 为底的对数乘以 20。单位为分贝（dB）。

在海洋中基准声压的谱密度级为 $1\mu\text{Pa}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，当声能在 Δf 中均匀分布时；

$$L_{ps} = L_{pf} - 10\lg \Delta f \quad (5.7-2)$$

式中： L_{ps} — 噪声声压谱级，又称为等效谱级，单位为分贝（dB），基准值为 $1\mu\text{Pa}/\sqrt{\text{Hz}}$ ；

L_{pf} — 测得的中心频率为 f 的频带声压级，单位为分贝（dB），基准值为 $1\mu\text{Pa}$ ；

Δf — 带通滤波器的有效带宽。

注： L_{ps} 与水声中的噪声（功率）谱级等价。

④背景噪声测量修正值 K

在水下噪声测量中，为减小背景干扰噪声对测量目标的影响，应对测得的结果进行修正，即将实测频带声压级 L_{pf0} 减去修正值 K ，得到修正后的频带声压级 L_{pf} ，如下式所示：

$$L_{pf} = L_{pf0} - K \quad (5.7-3)$$

本工程所进行的海洋背景噪声测量用船载方式进行，测量中船位抛锚并关闭发动机和辅机，水下没有其他的干扰声源存在，因此干扰噪声修正值 $K=0$ 。

水下声环境背景监测点与水上监测点位相同。根据各测点具体的海域深度，每个站点在 3 个水层深度进行测量，每点测量记录时间均为 2min 以上。

⑤时域图：直观显示各站点噪声声压幅度随时间的变化情况，并提取了该测量时间段内的峰值声压；

⑥1/3oct.声压谱级和 1/3oct. 频带声压级：根据《声学测量中的常用频率》（GB3240-82），在声学测量中，以恒定百分比增量为频率间隔的频率系列，其频率间隔常取倍频程或 1/3 倍频程；本报告中以 1/3 倍频程作为水下噪声频带声

压级和声压谱级的频率间隔，给出了 1/3oct.声压谱级和 1/3oct. 频带声压级监测结果。

⑦总声级：即总频带声压级。由于频率不同的声波是不相干的，不会形成相干干涉，所以，声信号总的声能量是各个频率分量上的能量叠加之和。在获取 1/3 倍频程频带声压级的基础上，可以运用不同频带上的声压级叠加原理，对 1/3 倍频程带宽频带声压级进行累加，求取总频带声压级，用于描述各水下测量点上的环境噪声强度。

$$L_p = 10\lg(10^{0.1L_{pf1}} + 10^{0.1L_{pf2}} + \dots + 10^{0.1L_{pfN}}) \quad (5.7-4)$$

L_{pf} —中心频率为 f 的 1/3 倍频程频带声压级，单位为 dB。

2、监测结果

①峰值声压

工程海域海洋环境峰值声压在 161.9dB~183.5dB 之间，噪声总声级在 141.8dB~156.7dB（20Hz~20kHz）之间，调查海域内平均值为 148.1dB。夏季工程海域水下声环境峰值声压监测结果见表 3.2.9-5。

表 3.2.9-5 夏季各站点设计的测量深度与对应的峰值声压级（涉密，不公开）

②工程海域频带声压级和声压谱级

工程海域海洋环境背景噪声级随着频率的增高而下降，在频率 20Hz~20kHz 范围内噪声谱级总声级变化范围在 38.1dB 以下。100Hz 声压谱级在 102.1dB~131.4dB 之间，变化范围为 29.3dB，500Hz 声压谱级在 84.6dB~119.7dB 之间，变化范围为 35.1dB，1kHz 声压谱级在 76.2dB~103.3dB 之间，变化范围为 27.1dB，2kHz 声压谱级在 68.4dB~90.0dB 之间，变化范围为 21.6dB，5kHz 声压谱级在 57dB~78.1dB 之间，变化范围为 21.1dB。

工程海域声压谱级和频带声压级调查结果见表 3.2.9-6、续表 3.2.9-7 和表 3.2.9-8、续表 3.2.9-9 所示。

表 3.2.9-6 夏季工程海域水下噪声环境质量调查结果-声压谱级（涉密，不公开）

单位：dB/1 μ Pa

续表 3.2.9-7 夏季工程海域水下噪声环境质量调查结果-声压谱级（涉密，不公开）

单位：dB/1 μ Pa

表 3.2.9-8 夏季工程海域水下噪声环境质量调查结果-频带声压级（涉密，不公开）

单位：dB/1 μ Pa

续表 3.2.9-9 夏季工程海域水下噪声环境质量调查结果-频带声压级（涉密，不公开）

单位：dB/1 μ Pa

3.2.9.3 秋季声环境调查现状

(一) 监测条件

2023年10月,广东宇南检测技术有限公司对工程所处海域的声环境质量进行了现场监测,监测期间天气晴,水深6.2~26.5m,风速0.3~2.5m/s。各点位监测时环境条件见表3.2.9-10。

表 3.2.9-10 秋季工程海域声环境监测时环境条件

站位	风向	风速 (m/s)	水深 (m)	天气
#1	东	0.5	16.3	晴
#2	东	0.3	26.5	晴
#3	东	2.5	10.5	晴
#4	东南	1.5	14.9	晴
#5	东南	0.7	23.7	晴
#6	东南	0.6	14.5	晴
#7	东南	1.3	25.2	晴
#8	东北	2.3	13.3	晴
#9	东北	1.9	11.7	晴
#10	东	1.6	6.2	晴

(二) 水上声环境调查

1、监测内容

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》、《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ/T 2.4-2009),水上声环境监测内容包括:

- ①等效连续 A 声级 Leq ;
- ②累计百分声级: L10、L50、L90。

共监测 9 个点,每个监测点连续监测时间为 10min 以上。

2、监测结果

工程海域水上声环境监测结果见表 3.2.9-11,海面上环境噪声等效连续 A 声级主要分布在 41dB (A)~55dB (A) 之间,最大等效连续声级约为 55dB (A)。

表 3.2.9-11 秋季工程海域水上声环境监测结果 (涉密,不公开)

站位	噪声源	监测时间	等效连续声级 Leq (dB)	累积百分声级 L10(dB)	累积百分声级 L50(dB)	累积百分声级 L90(dB)
1	海上声环境	2023.10.25				
2	海上声环境	2023.10.25				

3	海上声环境	2023.10.25				
4	海上声环境	2023.10.25				
5	海上声环境	2023.10.25				
6	海上声环境	2023.10.25				
7	海上声环境	2023.10.25				
8	海上声环境	2023.10.25				
9	海上声环境	2023.10.25				
10	海上声环境	2023.10.25				

(三) 水下声环境调查

1、监测内容

同夏季声环境调查监测内容一致。

2、监测结果

①峰值声压

工程海域海洋环境峰值声压在 151dB~172dB 之间，噪声总声级在 113dB~134dB（20Hz~20kHz）之间，调查海域内平均值为 126.3dB。工程海域水下声环境峰值声压监测结果见表 3.2.9-12。

表 3.2.9-12 秋季各站点设计的测量深度与对应的峰值声压级（涉密，不公开）

②工程海域频带声压级和声压谱级

工程海域海洋环境背景噪声级随着频率的增高而下降，在频率 20Hz~20kHz 范围内噪声谱级总声级变化范围在 75dB 以下。100Hz 声压谱级在 80dB~108B 之间，变化范围为 28dB，500Hz 声压谱级在 63dB~95dB 之间，变化范围为 32dB，1kHz 声压谱级在 63dB~86dB 之间，变化范围为 23dB，2kHz 声压谱级在 61dB~77dB 之间，变化范围为 16dB，5kHz 声压谱级在 58dB~74dB 之间，变化范围为 16dB。

工程海域声压谱级和频带声压级调查结果见表 3.2.9-13、续表 3.2.9-7 和表 3.2.9-15、续表 3.2.9-16 所示。

表 3.2.9-13 秋季工程海域水下噪声环境质量调查结果-声压谱级（涉密，不公开）

单位：dB/1 μ Pa

续表 3.2.9-14 秋季工程海域水下噪声环境质量调查结果-声压谱级（涉密，不公开）

单位：dB/1 μ Pa

表 3.2.9-15 秋季工程海域水下噪声环境质量调查结果-频带声压级（涉密，不公开）

单位：dB/1 μ Pa

续表 3.2.9-16 秋季工程海域水下噪声环境质量调查结果-频带声压级（涉密，不公开）

单位：dB/1 μ Pa

3.2.9.4 秋季电磁环境调查现状

1、监测因子

交流输变电工程电磁环境的监测因子为工频电场和工频磁场，监测指标分别为工频电场强度和工频磁感应强度（或磁场强度）。工频电场和磁场的监测应使用专用的探头或工频电场、磁场监测仪器。监测仪器的监测结果应选用仪器的方均根值读数。

2、调查内容

工频电场和工频磁场测量方法按照《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）（HJ 681-2013）标准进行。测量仪器为 SEM-600 电磁辐射分析仪，见表 3.2.9-17。

表 3.2.9-17 电磁调查测量内容

监测项目		监测方法	监测仪器	方法检出限
电磁辐射现状监测	工频电场	《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）HJ 681-2013	SEM-600 电磁辐射分析仪	/
	工频磁场	《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）HJ 681-2013	SEM-600 电磁辐射分析仪	/

3、调查结果

秋季工程海域海洋环境工频电场强度在 0.07V/m~0.23V/m 之间，工频磁场均为 0.0072~0.0115 μ T。各站位调查结果见表 3.2.9-18。

表 3.2.9-18 秋季工程海域电磁辐射调查结果（涉密，不公开）

3.2.10 红树林资源现状

红树林是宝贵的生态资源和经济资源，既是鸟类、鱼类、甲壳类、贝类、爬行动物和哺乳动物重要的繁殖地，又是沉积物、污染物、碳源和营养物质的聚集地。广西沿海目前共有红树植物 12 种，隶属于 8 科 12 属。广西原生红树林群落有白骨壤群系、桐花树群系、秋茄群系、红海榄群系、木榄群系、银叶树群系和海漆群系，半红树林群落有海芒果群系和黄槿群系等，由于各种群在潮滩上常混杂生长，构成了多样化的群落类型与结构。其中白骨壤群系是广西红树林群落类型中占比最高的群落类型，桐花树群系次之，此两种群系的面积占广西红树林面积的一半以上（范航清，2020）。按照演替阶段划分，广西红树林演替的前期阶

段（低潮滩红树林）主要有白骨壤，白骨壤+桐花树，桐花树，桐花树+白骨壤。金鼓江、七十二泾和鹿耳环江周边红树林主要种类是桐花和白骨壤。

1、红树林资源分布概况

依据《钦州市红树林资源保护规划（2022-2030年）》，钦州市红树林主要分布于茅尾海、七十二泾、大风江一带近海河口，面积 3212.82 公顷。其中，自然保护地（包含广西茅尾海红树林自治区级自然保护区和广西钦州茅尾海国家级海洋公园）内红树林面积 2035.24 公顷，占全市红树林总面积 63.35%；自然保护地外红树林面积 1177.58 公顷，占全市红树林总面积 36.65%。钦州市的红树林全部位于钦南区行政范围内，涉及沙埠镇、康熙岭镇、尖山街道、大番坡镇、龙门港镇、东场镇、那丽镇、犀牛脚镇（含三娘湾旅游管理区）、自贸区钦州港片区等 9 个乡镇（街道/开发区）。

2、红树林资源特点

（1）物种种类丰富

钦州市分布有红树植物 17 种，占全国种数的 44%，占广西种数 85%。其中，真红树植物 10 种，有卤蕨、木榄、秋茄、红海榄、老鼠簕、桐花树、海漆、白骨壤、榄李、无瓣海桑；半红树植物 7 种，苦郎树、钝叶臭黄荆、海芒果、黄槿、草海桐、水黄皮、阔苞菊。分布面积较大的树种是桐花树（2411.06 公顷，占 75.05%），其次是无瓣海桑（494.58 公顷，占 15.39%）。

（2）群落类型多样

钦州市红树林群落类型丰富多样，主要有桐花树群落、无瓣海桑群落、白骨壤群落、无瓣海桑+桐花树群落、无瓣海桑+桐花树+秋茄群落、桐花树+秋茄群落、桐花树+卤蕨群落、白骨壤+桐花树+秋茄群落、白骨壤+桐花树群落、秋茄群落和白骨壤+秋茄群落。其中桐花树+秋茄群落面积最大，面积 988.53 公顷，占钦州市红树林总面积的 30.76%，最小的是白骨壤+秋茄群落类型，面积 0.08 公顷，占钦州市红树林总面积 0.01%。此外还有桐花树+苦郎树、黄槿+桐花树和黄槿+桐花树+卤蕨等红树林群落类型。

（3）生长环境地理类型多样

钦州市红树林的生长环境地理类型多样，有典型的河口红树林、特有的岩生红树林以及全国最大的岛群红树林——七十二泾的“龙泾环珠”独特的岛群红树

林。主要的生长环境地理类型有河口红树林、岛群（海岛）红树林和海湾红树林，其中河口红树林分布面积最大，面积 2805.75 公顷，占总面积 87.34%，岛群（海岛）红树林分布面积：193.22 公顷，占总面积 6.01%；海湾红树林面积：213.85 公顷，占总面积 6.65%。

（4）天然林占优势

在钦州市 3212.82 公顷红树林中，天然红树林面积 2294.36 公顷，占 71.41%；人工红树林面积 918.46 公顷，占 28.59%。人工红树林主要树种为无瓣海桑和少量秋茄，主要分布在广西茅尾海红树林自治区级自然保护区的康熙岭片区。

（5）种类空间分布较规律

钦州市红树林主要树种分布比较规律，具体分布如下：

桐花树：在规划范围内均有分布，分布面积最广面积占比最大；

秋茄：一般零星分布在桐花树群落内，只有少量人工种植的秋茄成片分布在康熙岭镇和犀牛脚镇沿海一带；

白骨壤：主要分布在七十二泾、金鼓江下游、大风江下游、鹿耳环江和三娘湾旅游管理区一带。主要分布在近海的河口及海湾（盐度高），具体以辣椒槌为分界线，北面未见有白骨壤分布，南面至钦州港七十二泾一带开始分布有白骨壤，金鼓江、鹿耳环江和大风江片区下游分布有白骨壤；

无瓣海桑：主要成片分布在康熙岭镇一带，起源为人工种植，尖山街道和大番坡镇的原生红树林内零星分布有少量无瓣海桑植株（康熙岭片区无瓣海桑种子扩散所致）。

本项目距离红树林分布区域较远（见图 3.2.10-1），因此项目施工和运营对保护区的红树林生态系统影响较小。

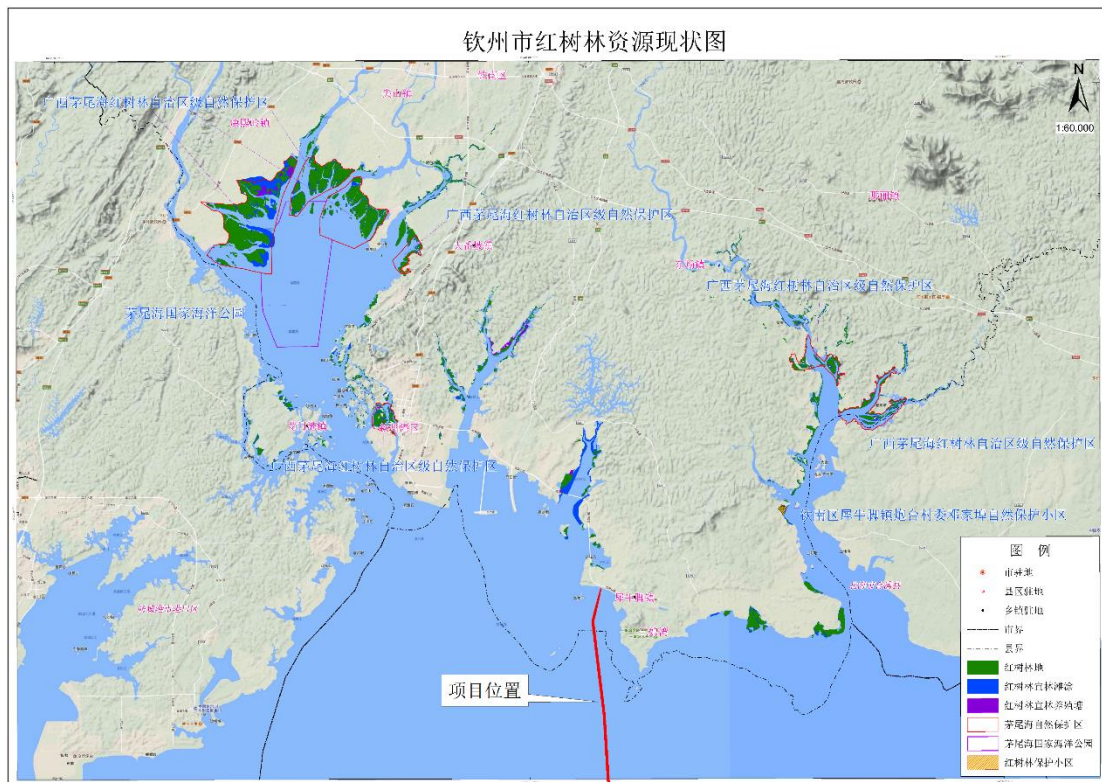


图 3.2.10-1 钦州市红树林资源与项目位置关系图

3.2.11 鸟类资源调查现状

本节引自《广西钦州海上风电示范项目鸟类现状调查及影响评价报告》（广西大学，2022 年 5 月）的主要成果，分析本项目海上风电场区域的鸟类资源情况。

3.2.11.1 调查时间和方法

(1) 调查时间

在 2021 年 8 月-2022 年 4 月，广西大学对工程区域连续进行了连续四季共计 6 次的鸟类调查，分别为 2021 年 8 月 24 日~30 日（夏季调查），2021 年 10 月 28 日~11 月 3 日（秋季调查）；2021 年 12 月 3 日~7 日（冬季第一次调查），2022 年 1 月 21 日~月 25 日（冬季第二次调查）；2022 年 3 月 18 日~21 日（春季第一次调查）和 2022 年 4 月 20 日~25 日（春季第二次调查）。

此外，广西大学鸟类学课题组至上个世纪 90 年代以来就对广西北部湾沿海地区于对鸟类的种类、数量、活动情况等作了长期的定点观察和监测，本次采用 2021 年 8 月~2022 年 4 月所进行的 6 次调查结果并结合以往监测调查数据（主

要为 2017 至 2020 年的 4 月-6 月繁殖季监测调查和 2017 年至 2020 年的 9 月-12 月越冬季监测调查数据) 及历史资料进行分析。

六次海上调查具体信息如表 3.2.11-1。

表 3.2.11-1 海上调查信息表

时间	船号	马力	潮汐	能见度	天气	温度	风力	风向
2021.8.25	海峰 22	5-20 节	十八	良好	晴	26-32℃	2-3 级	东南风
2021.10.29	海峰 22	5-20 节	二十四	良好	晴	25-28℃	3-4 级	西南风
22021.12.4	渔运 3-1	5-10 节	初一	良好	阴转多云	18-25℃	3-4 级	西北风
2022.1.22	海峰 22	5-20 节	二十	良好	多云	8-18℃	2-3 级	东北风
2022.3.19	渔运 3-1	5-10 节	十七	良好	晴	15-26℃	3-4 级	北风
2022.4.21	渔运 3-1	5-10 节	二十一	良好	晴	18-30℃	3-4 级	东南风

(2) 调查方法

调查方法主要依据《中华人民共和国国家环境保护标准生物多样性观测技术导则 鸟类(发布稿)》和《全国第二次陆生野生动物资源调查技术规程》。

鸟类调查采取样线法和样点法相结合的方法进行。陆地调查中,对于鸟类较为集中的区域,则根据需要选择相应的节点作为样点进行重点观测和记录。鸟类调查选择晴朗、风力较小的天气,采用徒步观察法,步行速度控制在 1-2km/h,沿主要样线行进并观察沿线所见到的鸟类。使用蔡司双筒望远镜(8 倍×42mm)和蔡司单筒望远镜(20-60 倍×80mm)进行观察。样线调查时主要记录沿线滩涂、水塘中及飞翔的水鸟,同时关注较远距离处的大型涉禽。为避免重复计数,调查时对从前向后飞行的水鸟计数,反向飞行的鸟类则不予记录;样点观测时在尽量短的时间内将单筒望远镜可辨范围内的水鸟记录完;对不能确定到种的水鸟,确定其类群,计入类群总数。在鸟群较小时使用计数器直接计数,在鸟群规模很大时采取集团计数的方式(马嘉慧等,2006)。海上调查分白天和夜晚两种时间段,其中白天利用望远镜观察记录;夜晚(主要迁徙季节)利用探射灯照射调查。

(3) 评价方法

本次评价的调查方法参照“国际鸟类保护协会(IBPA)”推荐的鸟类调查标准技术(BirdCensusTechniques, RSPB, 1992),现场记录鸟类的种类、数量及生境情况。

鸟类的种类鉴定主要依据《中国鸟类野外手册》(约翰·马敬能等,2000)。鸟

种分类参考《中国鸟类分类与分布名录（第三版）》（郑光美，2017）。

鸟类群落结构特征分析中，物种多样性指数采用 Shannon-Wiener 指数， $H' = -\sum P_i \log_2 P_i$ ，式中 H' 为多样性指数， P_i 为第 i 种个体数占总数的比例。均匀性指数采用 Pielou 指数表示，即用实际多样性指数与群落最大多样性的比来表示，即 $J' = H'/H_{\max}$ ，式中 J' 为均匀度指数， H_{\max} 为最大多样性指数。采用优势度指数统计优势度，群落的优势度指数越高，说明群落结构越不稳定。 $C = \sum (P_i)^2$ ，式中 C 为优势度指数， P_i 同上。

3.2.11.2 调查样线

(1) 鸟类监测样线

鸟类调查区域包括所有工程可能直接影响到的海域、陆域及周围主要鸟类栖息地进行调查。其中陆域调查的范围是风电场区临近海岸线的陆域，陆上的橙色线段表示陆上调查样线，共 5 条样线；海上粉红色线段表示海上调查样线，共 6 条。样点布设 3 个。具体如表 3.2.11-2 及图 3.2.11-1 所示。

表 3.2.11-2 鸟类调查样线样点坐标一览表（涉密，不公开）

图 3.2.11-1 项目区鸟类监测样线样点图（涉密，不公开）

(2) 陆上样线调查概况

1) 三娘湾样线

三娘湾样线位于钦州三娘湾景区外围，长度为 2km。样线西侧中段为滩涂，两端为灌草丛、乔木林；东侧为农田、废弃农田形成的沼泽湿地、少数居民建筑及乔木林等（图 3.2.11-2）。



图 3.2.11-2 三娘湾样线生境图

2) 邓屋村样线

邓屋村样线位于钦州三娘湾景区东部的邓屋村，长度为 2km。样线东侧为滩涂，灌草丛及部分红树林；北侧为农田、人工林形成的沼泽湿地、少数居民建筑及乔木林等（图 3.2.11-3）。



图 3.2.11-3 邓屋村样线生境图

3) 西场镇样线

西场镇样线位于合浦西场镇沿海海堤，东西走向，长度为 2km。该区域生境较复杂，包括人工养殖塘、水田、废弃农田沼泽、红树林、泥质滩涂、海草床等多种生境类型（图 3.2.11-4）。



图 3.2.11-4 西场镇样线生境图

4) 党江样线

党江样线位于合浦党江镇沿海红树林区，南北走向，长度为 2km。生境类型包括养殖塘、红树林、泥质滩涂、水田、次生杂木林等多种类型（图 3.2.11-5）。



图 3.2.11-5 党江样线生境图

5) 冠头岭样线

冠头岭样线位于北海冠头岭，南北走向，样线长度 2km。生境类型包括红树林、泥质滩涂、次生林、公园建筑等（图 3.2.11-6）。

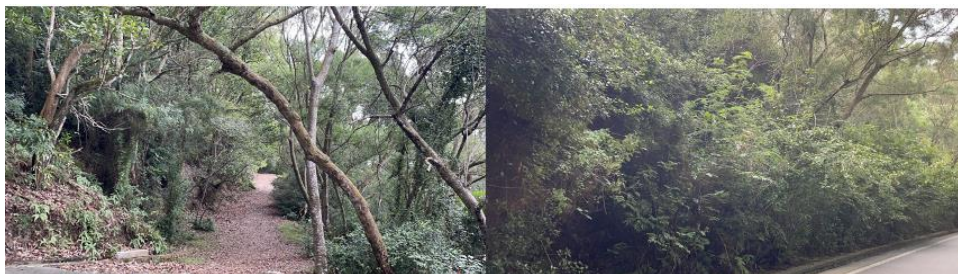


图 3.2.11-6 冠头岭样线生境图

(3) 海上样线概况

本次鸟类调查海上样线共布设 6 条，分别为海上样线 10、海上样线 11、海上样线 12、海上样线 13、样线海上 14 和海上样线 15。

海上调查区域离岸最近 3 公里，最远离岸 20 公里，视野宽阔，天气晴朗时能见度高，海上船只稀少，人为干扰程度低（图 3.2.11-7）。



图 3.2.11-7 海上样线生境图

3.2.11.3 鸟类现状调查结果与评价

1、调查区域鸟类种类和数量

调查区域记录到的鸟类共 423 种，占广西 744 种鸟类的 56.9%，隶属 22 目 73 科。

从这些鸟类的种类组成上看，在目的分类阶元水平上雀形目种类占有明显优势，共有 35 科 167 种，占鸟类总种数的 39.5%，在项目区 C 区鸟类群落的物种组成中占的比重最大；属于非雀形目的鸟类共有 21 目 38 科 256 种，占鸟类总种数的 60.5%。鸟种数仅次于雀形目的是鸽形目，共有 9 科 82 种，占鸟类总种数的 19.4%；居第三位的是鹰形目，共有 2 科 31 种，占鸟类总种数的 7.3%；雁形

目居第四，共 1 科 26 种，占鸟类总种数的 6.1%。鹈形目居第五位，共 2 科 19 种，占鸟类总种数的 4.5%；居第六位的是鹤形目，有 1 科 17 种，占鸟类总种数的 4.0%（见表 3.2.11-3）。

表 3.2.11-3 鸟类目、科、种数占调查区域鸟类种数的百分比（涉密，不公开）

从生态类群上看，水鸟有 164 种，分别隶属于 10 目，以一些较大型的涉禽和游禽组成，占该区鸟类总种数的 38.8%；林鸟有 259 种，分别隶属于 12 目，比例相对较大，是该鸟类群落的重要组成部分，占该区鸟类总种数的 61.2%。

调查区域共记录鸟类 140322 只次。其中林鸟 259 种 20876 只次，水鸟 164 种 119446 只次。其中，2018 年~2021 年 6 月调查中，总计共记录鸟类 423 种 92012 只次，包括林鸟 259 种 18560 只次，水鸟 164 种 73452 只次；在 2021~2022 年 4 月所进行的 6 次调查中，总计共记录鸟类 202 种 50092 只次，包括林鸟 126 种 3452 只次，水鸟 76 种 46640 只次。

2021~2022 年 4 月陆上进行的 6 次调查中，总计共记录鸟类 287 种 48310 只次，其中林鸟 197 种 2277 只次，水鸟 138 种 46033 只次；海上进行的调查中，总计共记录鸟类 10 种共 2292 只次，其中林鸟 3 种 6 只次，水鸟 7 种 2292 只次。

(1) 海上区域鸟类种类和数量

在本次海上调查中，总计共记录鸟类 10 种，2292 只次。其中 7 种为水鸟，3 种为林鸟。总体上远离陆地的海上鸟类无论是在种数还是数量都远比陆上少。在这 6 条海上样线中，海上样线 13 和海上样线 14 鸟类种类和数量较较多分别为 672 和 677 只。其次为海上样线 15，为 389 只。记录到的所有鸟类大多在高于 300m 空中飞行或停游弋于海面低空或漂浮于水面。在不同鸟类种，红嘴鸥记录的数量最多，为 1687 只，其次为普通燕鸥为 342 只，其它 8 种鸟类共 263 只。具体如表 3.2.11-4 所示。

表 3.2.11-4 2021-2022 年海上调查中风电场区内所记录到的鸟类（涉密，不公开）

(2) 鸟类居留型组成

依据鸟类的季节居留及迁徙活动情况，可分为留鸟、候鸟（夏候鸟和冬候鸟）、旅鸟及迷鸟等季节性生态类型。调查区域 423 种鸟类中，候鸟所占比例最大，共 225 种，占调查区域鸟类总种数的 53.2%。

调查区域候鸟以冬候鸟为主，共有 179 种，占鸟类总种数的 42.3%。主要由鸽形目（69 种）、雀形目（58 种）、雁形目（23 种）、鹰形目（9 种）、鹈形目（7 种）、鹤形目（3 种）、鸛形目（2 种）、鰲鸟目（2 种）、啄木鸟目（2 种）、鸡形目（1 种）、潜鸟目（1 种）、鸱形目（1 种）和隼形目（1 种）组成。常见种类有绿翅鸭、白眉鸭、凤头潜鸭、环颈鸪、针尾沙锥、黑翅长脚鹬、金眶鸪、白腰杓鹬、泽鹬、青脚鹬、林鹬、矶鹬、红颈滨鹬、红嘴鸥、大凤头燕鸥、白额燕鸥、苍鹭、草鹭、大白鹭、红尾伯劳、黄腰柳莺、黄眉柳莺、灰椋鸟、红胁蓝尾鸲、北灰鸫、黄鹡鸰、灰鹡鸰、树鹨等。

调查区域夏候鸟 46 种，占该调查区域鸟类总种数的 10.9%，其中雀形目（13 种）、鸱形目（11 种）、鹈形目（4 种）、鹰形目（4 种）、佛法僧目（4 种）、夜鹰目（3 种）、鸽形目（2 种）、鸕形目（1 种）、雁形目（1 种）、啄木鸟目（1 种）、鹤形目（1 种）和隼形目（1 种）组成。常见种类有白腰雨燕、噪鹛、八声杜鹃、四声杜鹃、大鹰鹞、白额燕鸥、中白鹭、栗苇鹞、黑冠鸫、三宝鸟、发冠卷尾、家燕和金腰燕等。

调查区域留鸟共 150 种，占该调查区域鸟类总种数的 35.5%。以雀形目为主（78 种），占调查区域鸟类总种数的 18.4%。常见留鸟种类有小鸛鹑、珠颈斑鹑、小白腰雨燕、褐翅鸦鹟、白胸苦恶鸟、黑水鸡、白鹭、池鹭、牛背鹭、夜鹭、黑翅鸛、普通翠鸟、白胸翡翠、斑鱼狗、红隼、黑卷尾、棕背伯劳、红嘴蓝鹬、大嘴乌鸦、大山雀、暗冕鸫、黄腹山鸫、纯色山鸫、长尾缝叶莺、红耳鹎、白头鹎、白喉红臀鹎、暗绿绣眼鸟、黑脸噪鹛、八哥、黑领椋鸟、鸫、灰林鸫、乌鸫、白腰文鸟、斑文鸟、树麻雀、白鹡鸰等。

调查区域旅鸟种数为 52 种，占鸟类总种数的 12.3%。其中雀形目（16 种）、鸽形目（13 种）、鹰形目（8 种）、夜鹰目（4 种）、鹤形目（3 种）、鹈形目（2 种）、鰲鸟目（2 种）、鸱形目（1 种）、鹈形目（1 种）、雁形目（1 种）、鹈形目（1 种）。常见种类有凤头蜂鹰、凤头鹰、紫寿带、牛头伯劳、方尾鸫、黄眉姬鸫等。调查区域迷鸟种数为 4 种，占鸟类总种数的 0.9%。（见图 3.2.11-8）

图 3.2.11-8 调查中鸟类的不同居留型种类比例（涉密，不公开）

3、鸟类优势种

鸟类调查中，累计数量超过 1000 只的常见鸟种有红嘴鸥、反嘴鹬、铁嘴沙鸻、环颈鸻、灰鸻、三趾滨鹬、黑腹滨鹬、白腰杓鹬、泽鹬、鹤鹬、红脚鹬、灰翅浮鸥、大凤头燕鸥、红嘴巨燕鸥、蒙古沙鸻、普通燕鸥、白额燕鸥共 17 种。

其中，红嘴鸥、环颈鸻、蒙古沙鸻、铁嘴沙鸻、白额燕鸥、普通燕鸥、黑腹滨鹬 7 种鸟的累计数量超过 10000 只，7 者之和超过调查区域鸟类总数的 54%，为调查区域的优势鸟种。

4、重点保护鸟类

（1）国家重点保护鸟类

调查区域有国家重点保护鸟类 94 种，其中一级保护动物 9 种：青头潜鸭、小青脚鹬、勺嘴鹬、黑嘴鸥、黑脸琵鹭、黄嘴白鹭、白腹海雕、白肩鹫、黄胸鹀；二级保护动物 85 种：原鸡、栗树鸭、大天鹅、小天鹅、小白额雁、棉凫、花脸鸭、黑颈鸕鹚、绿翅金鸠、灰喉针尾雨燕、褐翅鸦鹟、小鸦鹟、花田鸡、斑胁田鸡、棕背田鸡、紫水鸡、灰鹤、水雉、铜翅水雉、半蹼鹬、小杓鹬、白腰杓鹬、大杓鹬、翻石鹬、大滨鹬、阔嘴鹬、小鸥、鸥嘴噪鸥、黑鹳、白斑军舰鸟、海鸬鹚、黑头白鹳、大凤头燕鸥、白斑军舰鸟、海鸬鹚、白琵鹭、岩鹭、鸮、黑冠鹃隼、褐冠鹃隼、凤头蜂鹰、凤头鹰、黑翅鸢、黑鸢、栗鸢、白腹海雕、短趾雕、白肩雕、乌雕、蛇雕、白尾鹳、白腹鹳、草原鹳、鹊鹳、褐耳鹰、赤腹鹰、日本松雀鹰、松雀鹰、雀鹰、苍鹰、灰脸鵟鹰、普通鵟、大鵟、白尾海鹫、鹰雕、白肩鹫、白腹隼雕、靴隼雕、高山兀鹫、领角鸮、红角鸮、鹰鸮、仓鸮、栗鸮、短耳鸮、黄嘴角鸮、领鸺鹠、斑头鸺鹠、草鸮、栗喉蜂虎、白胸翡翠、花头鹦鹉、红隼、燕隼、游隼、红脚隼、仙八色鸫、蓝翅八色鸫、画眉、红喉歌鸲、蓝喉歌鸲。

（2）全球受胁鸟类

调查区域有全球受威胁鸟类有 17 种，其中全球极危（CR）3 种：青头潜鸭、勺嘴鹬、黄胸鹀；全球濒危（EN）4 种：大杓鹬、小青脚鹬、大滨鹬、黑脸琵鹭；易危（VU）6 种：小白额雁、红头潜鸭、黑嘴鸥、黄嘴白鹭、白肩鹫、乌雕、仙

八色鸫；全球近危（NT）4种：白腰草鹛、白腰杓鹛、黑头白鹇、紫寿带。本次实地调查记录如表 3.2.11-5 所示。

表 3.2.11-5 本次调查中的重点保护鸟类（涉密，不公开）

5、达到区域水鸟 1%标准的鸟类

在本次实地调查中，累计记录 75 种水鸟在单季节陆上和海上总体调查中达到区域水鸟 1%标准，其中达到或超过区域水鸟 1%标准以上鸟种有 25 种，具体鸟种如表 3.2.11-6 所示。

表 3.2.11-6 调查中达到或超过区域水鸟 1%标准鸟类（涉密，不公开）

6、不同样线鸟类比较

就不同样线而言，在不同陆上样线中，陆上样线 5、陆上样线 6 和陆上样线 8 的水鸟种类明显高于其它样线。这 3 条样线都有宽阔滩涂和树林灌丛及农田虾塘生境，为众多鸟类栖息觅食的适宜生境，林鸟在树林灌丛中觅食，水鸟在滩涂活动觅食。陆上样线 4 主要生境为农田和旅游风景区，人为干扰较大，鸟类基本在农田灌丛中栖息觅食；而海上 6 条样线生境较为单一，主要是一些水鸟如鸥类与鹈鹕类在海面上觅食。陆上与海上样线林鸟与水鸟如表 3.2.11-7 和图 3.2.11-9 所示。

表 3.2.11-7 2021-2022 年调查中不同样线鸟类数量（涉密，不公开）

图 3.2.11-9 不同样线鸟类数量比较（涉密，不公开）

7、鸟类分布

（1）调查区鸟类分布

在调查区域中，从生态类群上看，水鸟有 164 种，分别隶属于 9 目，以涉禽和游禽组成，占该区鸟类总种数的 38.8%；林鸟有 259 种，分别隶属于 13 目，比例相对较大，是该鸟类群落的重要组成部分，占该区鸟类总种数的 61.2%。从鸟类数量上来看，水鸟数量远高于林鸟数量，尤其是秋冬春三季。大量迁徙鸟类来此越冬或途径该地，使得鸟类数量与种类远高于夏季。迁徙鸟类主要以鹈鹕类与鸥类为主，此外还有雁鸭类与一些猛禽。

在繁殖季节，林地和农田生境内的鸟类最为丰富的。如一些水鸟集群在农田觅食、休息等。同样，这些鹭科鸟类又在山林里建群巢，使得山林内这部分鸟类

的数量相对要高很多。红树林生境中，雀形目等树栖种类比其他生境的要少，涨潮退潮对红树林中的鸟类影响较大，居民区景观中，适宜鸟类栖息的空间较少，受到人为的干扰较大，使得两种景观中的鸟类丰富度处在一个较低的水平。

(2) 鸬鹚类的分布

鸬鹚类是本调查区域鸟类种群数量最大的鸟类类群。累计记录的超过 1000 只的鸬鹚类物种有环颈鸬、蒙古沙鸬、铁嘴沙鸬、反嘴鸬、三趾滨鸬、黑腹滨鸬和灰鸬等 7 种鸟类。其主要分布在海岸线的潮间带区域和农田虾塘等生境，主要行为为低潮期在海滩上活动及觅食，高潮期在农田虾塘活动及觅食。

在本调查区域的海岸线滩涂都有鸬鹚类分布，最主要集中分布的区域为陆上样线 5、陆上样线 6 和陆上样线 8（西场镇样线、党江样线和邓屋村样线）沿海滩涂一带滩涂及农田，在春秋季节迁徙期有较大的种群。具体如图 3.2.11-10 所示。

图 3.2.11-10 鸬鹚类的主要分布区域（涉密，不公开）

(2) 雁鸭类的分布

在本调查区域，雁鸭类主要集中在分布的区域为陆上样线 5、陆上样线 6 和陆上样线 8（邓屋、西场和党江样线）虾塘、农田、沟渠以及近海的水域，在春秋季节迁徙期较常见，但数量不多。本次调查发现雁鸭类鸟类 35 只次。具体如图 3.2.11-11 所示。

图 3.2.11-11 调查中雁鸭类的主要分布区域（涉密，不公开）

(3) 鸥类的分布

在本调查区域，鸥类在各条样线上均有一定数量的分布，秋冬季节数量远大于其它两季。具体如图 3.2.11-12 所示。

图 3.2.11-12 调查中鸥类的主要分布区域（涉密，不公开）

8、迁徙鸟类

通常认为迁徙水鸟沿海岸线迁徙，包括潮间带滩涂和沿海湿地是其主要停歇地，用于中途停歇补充能量。实际上目前对于北部湾海域鸟类迁徙的具体实际情况研究得较少，从一些研究结果来看往往出乎意料，以往认为的小型鸟类迁飞

高度较低，但根据研究报道，通过安装的卫星定位仪，一些小型鸟类在迁徙季节往往飞行高度在 3000m 以上。

(1) 鸟类迁飞路线

据本次调查，多数观测到的鸟类基本沿着海岸线迁飞；沿海岸线也同时是迁徙鸟类的主要栖息觅食区；海上风电场区，缺乏水鸟觅食地和停歇地，极少有适合涉禽类的栖息地，相对较少有大数量的迁徙种群集群低空出现，风电场区并非鸟类主要迁徙通道。本区域的鸟类秋季和春季的迁飞路线如图 3.2.11-13 所示。

图 3.2.11-13 调查区域的鸟类迁飞路线（涉密，不公开）

(2) 冬候鸟分布

调查区域冬候鸟共有 179 种，冬候鸟的主要分布具体如图 3.2.11-14 所示。

图 3.2.11-14 冬候鸟的主要分布区域（涉密，不公开）

(3) 夏候鸟分布

调查记录夏候鸟 46 种，其中杜鹃科和燕科鸟类最为常见，如红翅凤头鹃、噪鹃、八声杜鹃、四声杜鹃、中杜鹃、小杜鹃、大鹰鹃、家燕、金腰燕等；此外，如黑冠鹃隼、灰卷尾、发冠卷尾也较为常见；这些鸟类主要在陆上分布。调查中夏候鸟的主要分布具体如图 3.2.11-15 所示。

图 3.2.11-15 夏候鸟的主要分布区域（涉密，不公开）

(4) 旅鸟和迷鸟分布

调查记录旅鸟和迷鸟共 56 种，主要有半蹼鹬、孤沙锥、灰尾漂鹬、翻石鹬、尖尾滨鹬、斑胸滨鹬、阔嘴鹬、岩鹭、凤头蜂鹰、凤头鹰、白肩雕、暗灰鹃鵙、黑枕黄鹬等。除凤头蜂鹰等猛禽和暗灰鹃鵙、黑枕黄鹬等雀形目鸟类外，这些鸟类主要在在海岸线的潮间带区域和农田虾塘等生境，主要行为为低潮期在海滩上活动及觅食，高潮期在农田虾塘活动及觅食。猛禽和部分林鸟在迁徙季节主要见于冠头岭。调查中旅鸟和迷鸟的主要分布具体如图 3.2.11-16 所示。

图 3.2.11-16 旅鸟和迷鸟的主要分布区域（涉密，不公开）

3.2.12 自然灾害

钦州市自然灾害影响种类主要有热带气旋、雷暴、风暴潮等。

(1) 热带气旋

根据 1951-2020 年上海台风研究所的《热带气旋年鉴》资料统计可知, 1951-2020 年间, 影响广西的热带气旋共有 329 个, 平均每年有 4.7 个, 最多的年份有 9 个(1952 年、1974 年), 最少的年份 0 个(2004 年)。1951-2020 年进入广西或近海的热带气旋有 135 个, 有 43% 进入广西内陆或近海, 平均每年 2.18 个, 最多的年份有 6 个(1994 年、1995 年)。

按广西热带气旋基本路径预报业务将登陆华南影响广西的热带气旋基本路径划分为 3 类(图 3.1.6-1):第 I 类(西路型):在湛江市以西(或以南)沿海登陆;第 II 类(中路型):在湛江市到珠江口以西之间沿海登陆;第 III 类(东路型):在珠江口以东至福州之间沿海登陆。从 I 类路径登陆的热带气旋频数最多, 占总频数的 57.68%, 其次是 II 类 86 个占 29.35%, III 类 38 个仅占 12.97%, 另有 36 个影响广西的热带气旋在 190N 以南登陆,

占总频数的 10.94%。I 类和 II 类路径的热带气旋在 4 月就开始影响, 4-11 月均有出现, 而 III 类路径的热带气旋出现在 6 月份以后, 仅出现在 6-9 月。前汛期的 4-6 月份和冬季的 10、11 月份影响广西的热带气旋中, 多半是属于 I 类, 其次是 II 类, 即热带气旋以偏西路径为主; 在热带气旋活跃期 7-9 月, I 类最多, 占 54.75%, 其次是 II 类占 28.96%, III 类最少, 占 16.29%, 但 III 类路径的影响热带气旋几乎全都出现在该时段。

截止 2020 年, 在进入广西北部海域内的热带气旋样本中, 极端最低气压为 935hPa(1409 号超强台风“威马逊”), 最大 2min 平均风速为 52m/s。

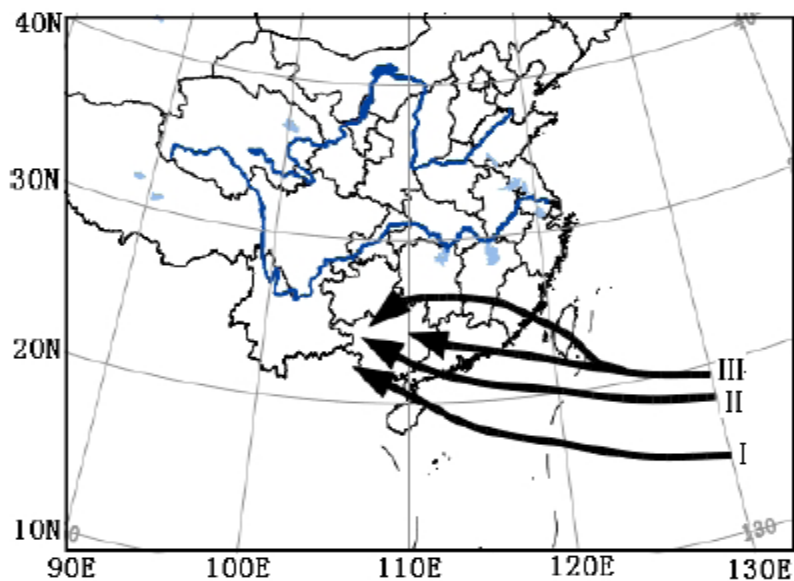


图 3.2.12-1 影响广西的热带气旋基本路径

(2) 雷暴

雷暴是积雨云在强烈发展间断产生的雷电现象。雷暴过境时，气象要素和天气变化都很剧烈，常伴有大风、暴雨、冰雹和龙卷，是一种局地性的但却很猛烈的灾害性天气。由于风机和输电线路多建在空旷地带，处于雷雨云形成的大气电场中，相对于周围环境，往往成为十分突出的目标，很容易发生尖端放电而被雷击中，造成风力发电机组叶片损坏，发电机绝缘击穿，控制元件烧毁等，致使设备或线路遭受严重破坏。虽然通过在叶片尖端安装雷电保护系统、在电气电路上安装避雷器等科学合理的防雷措施可以减少雷击灾害，但仍不能保证风力发电机组的安全，雷击成为对风力发电机组危害最大的自然灾害。因此，雷暴活动是风电场设计中必须考虑的重要气象参数。

广西是我国雷暴活动最频繁的地区之一。资料统计表明，广西的年雷暴日数与毗邻的广东省相近，比湖南、贵州等省多 20~30 天，比内陆的陕西、河南等省多 40~50 天。本风电场位于广西的西南部，所在钦州海域平均年雷暴日数约为 81.9 天，其雷暴活动的季节性很强，冬季少，夏季多，雷暴日主要集中在 4 月~9 月，约占全年的 92%；尤以 6 月~8 月最为频繁，约占全年的 62%。由于本风电场所处区域的雷暴活动较为频繁，因此应加强风电场风电机组的防雷设计，根据不同的雷击损坏机理，对叶片、机舱、轴承等机械部件以及信号、控制线路等采取不同的防雷措施。

(3) 风暴潮

工程所在区域每年 6~10 月份常有热带气旋登陆或影响。当热带气旋侵袭时, 由于低气压和强烈的向岸风使海水向海岸迅速堆积, 潮位骤变并大大超过正常水位, 这种现象称为风暴潮。在热带气旋的侵袭下, 往往出现狂风和暴雨, 形成潮、洪灾害, 对工程附近的潮位和波浪产生直接影响, 各潮位站增水值一般在 50cm 以上, 个别热带气旋引起增水达 200cm 以上。工程附近各潮位站建站至 1986 年增水统计见表 3.2.10-1。

表 3.2.12-1 工程附近各潮位站增水统计表

站名	各级增水次数				最大增水		最大减水	
	50~99	100~149	150~199	200以上	增水值	时间	增水值	时间
石头埠	26	9	1	1	233	1971.6.2	193	1984.9.6
北海	25	4	1		152	1954.8.30	161	1985.10.21
龙门	35	11	1		153	1980.7.18	167	1973.10.14
白龙	18	7	3		186	1983.7.18	107	1970.10.18
涠洲	14	2			103	1969.9.2	112	1964.10.8

根据涠洲岛南面海域海洋气象浮标站 2015~2018 年的观测资料, 期间北部湾海域出现的灾害性海浪过程共计 10 次, 平均每年 2.5 次。灾害性海浪过程以 6~11 月的最多, 占了总数的 70%, 灾害性海浪的最大有效波高为 3.0~5.0m, 持续时间最长为 1190min, 最短为 20min, 波向以 N 和 NW 方位最多, 各占 30%。6~10 月的灾害性海浪主要由台风引发, 11 月至翌年 4 月的灾害性海浪主要由冷空气引发。台风引发的灾害性海浪过程最多、海浪最高、持续时间最长。

4 资源生态影响分析

4.1 资源影响分析

4.1.1 对海洋资源影响分析

4.1.1.1 对通航资源的影响分析

工程海域分布有有内 1#锚地、外 1#~外 7#锚地、1~2 万吨级锚地、企沙港经涠洲岛东面至琼州海峡西口航路、企沙港经涠洲岛西面至琼州海峡西口航路、钦州港东航道等，根据数模预测结果分析，项目实施后海域周边航道、锚地水域的涨落急流速、冲淤环境基本不变。因此项目实施后，对周边航道、锚地水域的水动力环境和海床冲淤基本没有影响。

4.1.1.2 对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区的影响

本项目风电场场区及约 269.3km 的海缆位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区内，主要影响情况如下：

1、施工期污染物排放影响

(1) 海水水质影响

项目施工对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区将产生悬浮物影响，悬浮物将对周围海水产生一定的影响。由于施工是暂时的，施工结束后，悬浮物可在较短时间内沉降，总体上，项目施工对保护区海水水质影响有限。

施工期的污废水主要为船舶生活污水和船舶油污水，船舶生活污水收集后运至岸上处理，不排海，对海水水质和海洋生态环境影响较小。船舶含油污水交由有资质单位接收，不排海，船舶含油污水不会对工程海域造成影响。

(2) 海洋沉积物影响

工程施工会对附近海域沉积物造成一定的扰动，对该海域整体沉积物质量和沉积物环境不会产生恶化影响。施工期间产生悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物，一般情况下对工程周围沉积物的改变大多是物理性质的改变，对沉积物的化学性质改变不大，对工程区既有的沉积物环境产生的影响甚微，不会引起海域总

体沉积物环境质量的变化。工程施工船舶污废水及固废均经收集至岸上后统一处理，不排放至海域，对工程海域海洋沉积物影响很小。

（3）噪声影响

北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾，施工期间主要为打桩施工噪声影响，详细影响情况见 4.2.3.1 节。

（4）固体废物影响

工程施工活动无弃渣。海上施工人员生活垃圾产生量较少，海上生活垃圾由施工船舶收集后运至陆域，与陆域生活垃圾一并纳入当地垃圾处理系统处理，不排海，对周围海域环境影响很小。

2、营运期污染物影响

运行期牺牲阳极对周围海水水质、海洋沉积物环境不会造成显著影响，因此，对保护区海水水质、海洋沉积物环境也不会造成显著影响。

运行期风机噪声进入水体后接近海域的海洋水体噪声背景值，风机的机械结构噪声源强较小，传入水体后不会对周边声环境造成显著影响，因此，运行期风机噪声对保护区水下声环境不会造成显著影响，对保护区保护对象也不会产生明显影响。

本工程 2 根 220kV 三芯电缆运行期产生的工频电场强度不高于 1.949 V/m，工频磁感应强度在不高于 0.2851 μ T，产生的电磁场强度非常小。因此，运行期保护区内海缆产生的电磁场不会对二长棘鲷、长毛对虾的生长造成明显不利影响。

3、对生态的影响

本项目风电场场区及约 269.3km 的海缆位于保护区实验区内，施工期对保护区的临时影响范围约 89.43 hm^2 。施工期扰动及悬浮物将造成一定的浮游植物、浮游动物、底栖生物损失。施工期的扰动和悬浮物对保护区的影响是暂时的，施工结束后该影响将消失，工程建成后也将采取增殖放流措施缓解对保护区的影响。

运行期工程永久占用保护区面积约 0.6189 hm^2 ，占保护区总面积的 0.00005%，占用保护区面积很小，永久占用对保护区影响较小。

4.1.2 对生物资源的影响分析

4.2 生态影响分析

4.2.1 水文动力环境影响分析

(1) 总体来说，风电桩基群的实施，对周边大范围海域流态影响不大，仅对桩基附近海域流态有一定的影响。由于风电桩基的阻水作用，潮流从桩基两侧运动，并在桩基的上下游区域形成缓流区，流速减弱明显。

(2) 落急时，工程方案实施后，风电桩基南侧流速整体呈减小趋势，越靠近桩基，流速减小幅度越大，局部水域最大流速减小幅度在 0.20m/s 之间，大部分水域流速减小幅度在 0.02-0.05m/s 之间，从平面分布看，风电群西南侧部分流速减小幅度和范围相对较大，对于单个桩基来说，南侧装机流速影响较大，范围约为 500m 左右，而北侧桩基影响范围在 200-300m 左右；涨急时，工程方案实施后，桩基的西南及南侧流速整体呈减小趋势，与落急相反，影响范围小于落急时刻，这与潮流的运动状态有关，风电群北侧的桩基影响范围明显较大，部分桩基的流速影响范围超过 500m，大部分水域落急流速减小在 0.02-0.05m/s 之间，个别区域流速减小程度超过 0.20m/s。

(3) 桩基顺水流方向流速变化幅度明显较大，而垂直水流方向的区域流速变化相对较小，北侧桩基附近采样点流速变化幅度相对较小，南侧相对较大。

(4) 工程方案实施后，各敏感目标的涨落急流速基本不变。

4.2.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

(1) 风电群东北桩基附近海床冲淤变化范围和幅度相对较小，单个桩基顺水流方向 100m 范围内海床呈淤积趋势，幅度基本在 0.1~0.2m 以内，风电群西南侧的桩基附近水域淤积幅度和范围相对较大，桩基之间的水域以及西南部分水域海床整体呈淤积趋势，淤积幅度大部分水域在 0.1m 以内，部分水域在 0.2m 左右。总体来说，风电群实施后，工程海域海床变化局限在桩基附近，对其他海域影响相对较小。

(2) 工程方案实施后，对周边敏感水域的海床冲淤影响较小。

(3) 对于 $D=8.5\text{m}$ 的单圆桩基础，局部冲刷深度为 $13.00\text{m}\sim 14\text{m}$ 。本工程在桩基基础结构设计时，以采用“预留冲刷深度+冲刷保护（砂被）”的方式进行桩基础的防冲刷保护，基本上可以保证在风机基础结构在预计冲刷条件下的结构安全。建议在工程建设期间及工程建成后，对风机基础局部冲刷情况加强监测。

4.2.3 水质与沉积物环境影响分析

(1) 施工悬浮物在模拟时间内，浓度大于 150mg/L 影响范围为 14.34 km^2 ， $100\text{-}150\text{mg/L}$ 影响范围为 23.48 km^2 ， $50\text{-}100\text{mg/L}$ 影响范围为 31.11km^2 ， $20\text{-}50\text{mg/L}$ 影响范围为 50.05km^2 ， $10\text{-}20\text{mg/L}$ 影响范围为 30.07km^2 。由于电缆敷设完毕后悬浮物浓度可在较短时间内减低至 10mg/L 以内，因此，电缆敷设实际影响是暂时的，随着工程结束，悬浮物对水环境的影响也将消失。

(2) 施工期船舶含油废水收集后委托有资质公司接收处理；海域生活污水将收集后经罐车运至施工主基地地理式污水处理系统处理后回用，对周边海域基本无影响。工程陆域生活污水采用地理式污水处理设备处理后回用，对周边环境影响不大。运行期风机维护生活污水纳入陆上集控中心生活污水处理系统处理，对周围环境影响很小。

(3) 在最不利工况条件下，单台风机牺牲阳极释放的锌浓度增量 10m 处为 $0.003\mu\text{g/L}$ ，相比于海水锌现状监测春季平均值 $6.81\mu\text{g/L}$ 、秋季平均值 $35.5\mu\text{g/L}$ 增量很小。由于风电场所在海域潮流动力较强，实际运行中牺牲阳极释放的锌将随海水输移扩散。因此，牺牲阳极锌释放不会对区域海水水质造成显著影响。

4.2.4 项目用海生态影响分析

4.2.4.1 施工期生态影响分析

在风电场建设过程中，海缆沟开挖、风机桩基基础施工是影响海洋生态的主要施工环节，桩基占海将直接对底栖生物造成损害。由于施工是逐步进行的，因此，当生物的栖息环境遭受外来影响时，一些活动能力较弱的贝类等生物将会在施工过程中而损失掉。

生态影响途径可以包括直接影响和间接影响两个方面。项目风电场桩基施工直接占用并减少海域，完全破坏底栖生物生境，掩埋底栖生物栖息地；海底电缆

沿线内底栖生物和活动能力弱的生物遭受损失，但施工结束后可恢复。间接影响是由于施工使得局部水域悬浮物增加，对附近海域水生生物造成毒害等。

表 4.2.4-1 施工活动直接、间接影响判定表

类型	影响区域	影响原因	恢复可能性	生物表现
直接影响	风电场	桩基占海	不可恢复	减少海域，海洋生物全部消失
	海底电缆区	施工影响	可以恢复	原有底栖生物受破坏，可恢复
间接影响	施工悬浮物浓度影响区	透明度降低	可以恢复	海洋生物部分受损

1、底栖生境破坏

风电机组桩基将对其用海范围内的海域产生永久性的占用，在该范围内的底栖生物将全部被掩埋、覆盖而灭亡，同时还将长期占用该海域底栖生物的生存空间，导致一定区域范围内底栖生物资源的永久损失，这种对底栖生境的破坏是不可逆的。

本项目海底电缆铺设等海上作业施工，改变了底栖生物原有的栖息环境，局部施工海域将彻底改变其底质环境，使得少量活动能力强的底栖动物逃往他处，而大部分底栖种类将被掩埋、覆盖，除少量能够存活外，绝大部分种类诸如贝类、多毛类、线虫类等都难以存活。

2、悬浮泥沙扩散对生态影响

海缆施工前扫海清障及埋设施工会使海底泥沙再悬浮，造成海缆路由沿线较大范围海域的含沙量暂时上升，进而降低海洋中浮游植物生产力，对海洋生态系统带来影响；同时悬浮泥沙的扩散影响会对鱼卵、仔稚鱼的生境产生影响，进而对鱼卵仔鱼资源量造成影响。

(1) 对浮游植物的影响分析

项目施工过程中造成悬浮物浓度增加，水体透光性减弱，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。

一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响，而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会收到较大的影响，特

别是中心区域，悬浮物含量极高，海水透光性极差，浮游植物基本上无法生存。当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响。

在海洋食物链中，除了初级生产者—浮游藻类以外，其他营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，致使这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

(2) 对浮游动物的影响分析

悬浮物对浮游动物的影响与悬浮物的粒径、浓度等有关。由于悬浮颗粒物的浓度增加，造成以滤食性为主的浮游动物摄入粒径合适的泥沙，从而使浮游动物因内部系统紊乱，因饥饿而死亡。某些桡足类动物，具有依据光线强弱变化而进行昼夜垂直迁移的习性，水体的透明度降低，会引起这些动物生活习性的混乱，破坏其生理功能。具体影响反映在浮游动物的生长率、存活率、摄食率、密度、生产量及群落结构等方面。浮游动物受影响程度和范围与浮游植物的相似。

此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

(3) 对游泳生物的影响分析

鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的。施工作业引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体混浊度的变化，其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，鱼类将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。然而，这种效应会对渔业资源产生两方面的影响：一是由于产卵场环境发生骤变，在鱼类产卵季节，从外海洄游到该区域产卵的群体，因受到干扰而改变其正常的洄游路线；二是在该区域栖息、生长的一些种类，也会改变其分布和洄游规律。

悬浮物对鱼类的影响主要表现为直接杀死鱼类个体；降低其生长率及其对疾病的抵抗力；干扰其产卵、降低孵化率和仔鱼成活率；改变其洄游习性；降低其饵料生物的密度；降低其捕食效率等。但悬浮泥沙对渔业的影响不是永久性的，而是可逆的，会随着施工结束而逐渐恢复。

悬浮物含量增高，对游泳生物的分布也有一定影响。室内生态实验表明，悬浮物含量为 300mg/L 水平，而且每天做短时间的搅拌，鱼类仅能存活 3~4 周，悬浮物含量在 200mg/L 以下水平的短期影响，鱼类不会直接致死。工程不会产生的悬浮物含量高浓度区，不会造成成体鱼类死亡，且鱼、虾、蟹等游泳能力较强的海洋生物将主动逃避，游泳生物的回避效应使得该海域的生物量有所下降，从而影响使该区域内的生物群落的种类组成和数量分布。至于经济鱼类等，由于移动性较强，更不至于造成明显影响。随着施工的结束，游泳生物的种类和数量会逐渐得到恢复。

根据预测，超 I、II 类海水水质 ($>10\text{mg/L}$) 的面积为 xxxkm^2 ；其中悬浮泥沙扩散浓度为 10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L、 $>100\text{mg/L}$ 的包络线面积分别为 xxxxx；在工程施工悬浮物影响范围内，鱼卵、仔鱼因高浓度的含沙量而发生部分死亡。另外，大部分成鱼可以回避，但幼体由于运动能力较弱无法及时有效躲避高浓度悬浮物水体，会出现一定比例的死亡。

施工结束运营一段时间后，浮游生物和游泳生物种群数量、群落结构会逐步恢复，生物量也会趋于增加，因此在项目运营期内一定时间对部分水域采取增殖和禁捕等保护性措施，尽快恢复对渔业生产的不利影响。

(4) 对底栖生物的影响

施工悬浮物的增加将降低海水透明度，透明度降低会使底栖生物正常的生理过程受到影响，一些敏感种会受损、甚至消失，由于悬浮物影响程度及范围均较小，且施工停止后，可以恢复到接近正常水平。

4.2.4.2 营运期生态影响分析

本项目运营期产生的污染物主要有风机、海上升压站检修产生的少量变压器油污水和固体废物，本工程运营中的油污水如果直接排海，对该海域的海洋水质造成严重污染，危害海洋生态环境。

石油类污染是目前海洋环境污染中的几大问题之一，它对海洋水生生物的影响是多方面的：①石油类对浮游植物的致死浓度范围为 0.1~10mg/L，对浮游动物的急性中毒致死浓度范围为 0.1~15mg/L，致死的主要原因为浮游植物会因细胞溶化、藻体分解而死亡，浮游动物也会在石油的毒性和缺氧条件下大量死亡；②石油块（粒）覆盖生物体表后会影响动物的呼吸和进水系统；③石油随悬浮物沉降在潮间带和浅水区后，会使底栖生物的幼虫与孢子失去合适的固着基质，甚至发生严重的化学毒性效应。

在一定的海域范围内过量的排放含油污水或直接排放未经处理的高浓度含油污水，将会给海洋生态环境造成极大的危害。尤其是石油组分中的芳香烃类会对海洋生物构成威胁和危害，其特点是不论高、低沸点的组份对一切生物均有毒性。实验证明石油烃会破坏浮游植物细胞，油膜会阻碍海一气交换，影响光合作用。海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10mg/L，一般约为 1.0mg/L。对于更加敏感的种类，石油浓度低于 0.1mg/L 时，同样会影响细胞的分裂与生长速率。即使是达标排海的含油污水，在大量集中排放时仍然会对排放口周边水体中的浮游生物构成影响。

浮游动物的石油急性中毒致死浓度一般在 0.1~15mg/L 之间，当水体中的油含量为 0.05mg/L，小型拟哲水蚤 *Paracalanussp.* 的半致死时间为 4d。一般情况下，浮游动物的幼体对油污染的敏感程度要大于成体。

底栖生物的种类和体积不同对石油浓度的适应程度有差异，多数底栖生物的石油烃急性中毒致死浓度范围约在 2.0~15mg/L 之间（幼体的致死浓度范围更接近其下限）。例如：0.01mg/L 的石油可以使牡蛎产生明显的油味，甚至可以使耐油污性很差的海胆、海盘车等底栖生物死亡。当海水中石油浓度在 0.01~0.1mg/L 时，对藤壶幼体和蟹幼体就有明显的毒效。

长期处于低浓度含油废水中可影响鱼类的摄食和繁殖，使渔获物产生油臭味而影响其食用价值。据相关报导，20 号燃料油对黑鲷的 20 天生长试验结果，其最低影响浓度和无影响浓度分别为 0.096mg/L 和 0.032mg/L。例如 20 号燃料油的浓度为 0.004mg/L 时，5d 就能使对虾产生油味，14d 使文蛤产生异味。

风电场在日常检修中少量的油污水和固废通过收集带回陆上处理，升压站变压器已设计了事故油池，主变事故排油进入事故池，正常工况下基本不会对海洋环境产生影响。

4.2.4.3 噪声及电磁辐射对海洋生态的影响分析

(一) 水下噪声对海洋生物的影响

1、打桩施工水下噪声预测结果

根据工程分析的情况，本项目风机、海上升压站打桩源强分别以 236dB、216dB 来计算，估算其打桩施工时的影响范围。通过公式可算出在保护阈值为 190 dB（对鳍足目，如斑海豹，听力保护范围）、180 dB（对鲸豚目，如江豚，听力保护范围）和 160dB（对海洋哺乳动物行为干扰）时，单个风机、海上升压站桩基在撞击式施工时所对应的影响距离。

由于施工打桩作业中产生的水下噪声具有不连续，持续时间较短，无多声源叠加等特点。风机单桩基础打桩施工确立在距离桩基最大 2849m 范围内为警告区域（对海洋哺乳动物行为产生干扰）。当海域中有石首鱼科大黄鱼幼鱼时，根据实际海域环境鱼类可以游开远离噪声干扰区，以 150dB 将对大黄鱼幼鱼产生伤害影响为阈值，可算出单桩基础打桩下，与施工风机的相应最大距离为 8112m。

表 4.2.4-2 海洋生物安全距离

声源级保护阈值	风机单桩基础施工 (236dB)	海上升压站和生活平台基础 施工 (216 dB)
190dB (对鳍足目, 如斑海豹, 听力保护范围)	124m	16m
180dB (对鲸豚目, 如江豚, 听力保护范围)	352m	44m
160dB (对海洋哺乳动物行为干扰)	2849m	352m
150dB (石首鱼科幼鱼)	8112m	1000m

同时根据施工安排，风电场区打桩施工基本都是每次打一桩，不会几根桩同时进行，因此风机基础打桩产生的水下噪声不会存在叠加问题。

2、施工期水下噪声对海洋动物的影响

(1) 施工期对石首鱼科影响分析

大黄鱼幼苗的敏感频率在 800Hz，声压级约 140dB 时仔稚幼鱼对声波即有明显反应；大黄鱼小鱼的声敏感频率转移至 600Hz，当声强达到 150dB 以上小鱼有主动避开声源的行为，当声压级达到 187dB，在声源正上方的小鱼开始变得十分迟钝进而死亡；大黄鱼成鱼的声敏感频率也在 600Hz 附近，当声压级达到

192dB 时，鱼群受惊吓明显，反应迟钝，虽未产生直接死亡，但在其后行为发生明显变化，出现不进食等现象，并在后续的半个月时间中出现 90% 的死亡（刘贞文等，2014）。

根据大黄鱼的类比影响分析结果，本工程风机基础打桩在离桩基 169m 距离内，打桩所产生的水下脉冲噪声将超过 187dB；在离桩基 257m 处，打桩所产生的水下噪声将达到 183dB，长时间暴露于此噪声下可能会使得石首鱼科听力受到损害，受到致死致伤的影响，或受噪声影响后不摄食而死亡。

因此，本工程基础打桩作业采取“软启动（10-15min）”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，能驱使鱼类离开施工水域，可达到减小水下噪声导致渔业资源的损失，避免造成大范围石首鱼科死亡。

(2) 对非石首鱼科影响分析

当海洋中人为噪声足够大并且鱼类相对靠近声源时，会造成鱼类内脏破裂导致其死亡或者破坏内耳毛细胞导致暂时（暂时性阈移，TTS）或永久（永久性阈移，PTS）的听力丧失。与许多其他动物不同，鱼类在一生中都可以产生毛细胞，Smith 等(2006)对金鱼的观察表明毛细胞在被声音破坏后可以再生。如果听力丧失是暂时的，那么鱼类在几小时或几天内就可恢复听力，恢复的时间取决于噪声的持续时间以及频率。然而，在听力暂时丧失阶段，鱼类会暴露在一个较高的被捕食风险环境中，并且一些具有重要生物学意义的行为可能会受到抑制。虽然对打桩噪音对鱼类行为影响的研究较少，但其他针对高强度噪声的研究也具有一定参考意义。Skalski 等（1992）发现空气枪暴露后岩鱼（*Sebastespp.*）的捕获量减少。声呐暴露后，鳕鱼及黑线鳕（*Melanogrammus aeglefinus*）捕获率也明显下降，并会一直持续几天。Person 等（1992）的研究发现岩鱼在听到空气枪噪声后会改变游动深度及速度，且行为反应阈值为 180dB。厦门大学在如东沿海现场实验，在发射不同强度噪声强度（147~178dB/1 μ Pa）、不同频率（100~900Hz）的脉冲式噪声下，总体上花鲈、鲻、矛尾复鰕虎，鲷鱼等实验鱼种没有出现明显的“逃逸”行为，但在脉冲式频率（频率小于 500Hz）水下噪声有效声压级为 166dB 时，观测到实验海域鲻鱼、鲷鱼出现明显游动的现象。对于本工程基础打桩施工噪声影响预测计算，风机基础水下打桩噪声在离桩基中心 1520m 的距离范围内将对鲻鱼、鲷鱼等海洋响生物行为产生某些影响。

(3) 对哺乳动物影响分析

本次海洋哺乳动物的现状调查说明,风电场周围的存在有一定数量的海洋哺乳动物活动,且存在捕食行为和活动。根据目击结果均为成年江豚个体,没有目击到龟鳖类海滩动物。根据渔民间卷调查结果,共有 13 位渔民在出海捕捞过程中见到过龟鳖类海洋生物,但是数量相对海洋哺乳动物少很多。

根据分析结果表明,当江豚听觉系统所接收到水下噪声的有效声压级超过 180dB 时,其听觉系统有可能会暂时性听力损失(TTS)。钢管桩在用单桩打设时水下噪声的声源级为 236dB,根据预测,在风机 352m 处,打桩声压级为 180dB,对江豚影响较小;本工程的船舶噪声声源级可达到 176dB,可能对江豚的行为产生一定干扰,经调查工程附近海域背景噪声峰值声压级,船舶噪声略高于背景噪声峰值声压级,叠加背景噪声后对海域中的江豚等哺乳动物影响较小。

3、营运期水下噪声对海洋生物的影响

风机运行中向水下辐射噪声的主要途径是风机运行的噪声源从空气中直接通过海面折射到水下、通过风机塔架传导到水中、从风机塔架到海底再辐射到水中三条声传播路径组成。

根据德国 Klaus Betke 等(2004)对不同风机、对应不同风速下的噪声谱级的研究结果,以及丹麦 Jakob Tougaard 等(2009)对海上风电场在两种不同风速下的噪声谱级分布研究结果,风机在水中不同风速下产生的声压级变化不明显。与海洋环境背景噪声相比,不同风速(风速分别为 6m/s 和 13m/s)运转下的风机在水下辐射噪声时,高风速 13m/s 时在低频段风机所辐射的水下噪声与海洋环境背景噪声相当(即淹没在背景噪声中),在 125Hz 频点上风机在高风速(13m/s)比低风速(6m/s)下在水中辐射的水下噪声谱级高 10dB 左右,但总体都不高,与海洋背景噪声相当。

根据中国船舶重工集团公司第七〇二研究所于 2017 年 6 月对已经运行的滨海北区 H1#海上风电场水下噪声进行了类比监测。在相同深度不同水平距离监测点上监测表明:7 个监测点在 3m 水深处的噪声谱级变化不大,基本上与原有的环境背景噪声级相当,频率 100Hz 以上的噪声谱级均在 106dB 以下。总体由于风机噪声而引起的强度变化不大,基本上与海域其它点测量到的背景噪声相近。

Diederichs 等同样在 Horns Rev 海上风电场的东、西、南方向分别部署 3 排声学阵列以监测记录鲸豚的信号,通过这些参数可以间接地反映目标海域鲸豚的数量和发声行为。结果表明,在该风电场场内和场外海脑的数量没有区别,从而表明风机水下营运噪声不会对海豚造成影响。

本项目风机运行过程中产生的噪声主要由机械及结构噪声和空气动力噪声组成,声波传入水体中将进一步衰减。因此,风机运行产生的噪声不会引起桩基周围的海洋哺乳动物、龟鳖类和鱼类晕厥、死亡等现象,且当风机噪声影响鱼类正常栖息和生存时,不适应的鱼类将游离该处,寻找适合生存的栖息地。

综上表明,虽然测试结果反映出风机运转中在水下产生了些噪声,但是监测结果中风机噪声的特征并不明显,也没有对较远处的背景噪声产生影响。因此营运期水下噪声对海洋哺乳动物、龟鳖类的影响较小,是可以接受的。

(二) 水上噪声对海洋生物的影响

1、施工期水上噪声影响

工程施工期水上噪声对海洋动物的影响源主要是施工期船舶运输噪声。船舶航行引起的水下声环境变化预测,根据厦门大学在厦门五缘湾海域对海洋环境噪声与船舶噪声进行的监测。厦门西海域为厦门港的主要航道,监测的船舶渔船经过时的海洋环境噪声变化情况。一艘渔船由远到近,之后又远离时所(最近距离 20m)监测到的船舶噪声,其监测结果表明:一般货运船舶噪声的均方根声压级平均值约为 125.5dB,比海洋环境噪声提高了约 10~15dB。部分航速较快、吨位较大、航行中仍在施工或其他增大水下噪声的原因的船舶其峰值声压级可以达到 150dB 以上。由于风电场周边 500m 范围内无声环境敏感目标,因此,施工船舶运输噪声对水上声环境影响不大。

表 4.2.4-3 船舶经过前与后的海洋环境噪声变化

频率 (kHz)	0.1	0.5	1	2	5
船舶经过前噪声谱级 (dB)					
船舶经过时噪声谱级 (dB)					
增加谱级数 (dB)					
本工程船舶噪声最大值(水下背景噪声在 0.1kHz~5 kHz 最大噪声分别为 117.6 dB、103.3 dB、96.4 dB、90.2 dB、82.2 dB)					

此外,工程施工水下噪声对渔业资源产生的影响也将间接影响海洋哺乳动物的食物供应。施工水下噪声对海洋哺乳动物和龟鳖类食物的影响是暂时性的,在

施工初期的时候可能会使渔业资源减少，生物多样性降低，但随着项目施工的结束，海洋施工噪声会随之减少，转为风机运行的噪声，工程区周边的噪声影响逐渐降低，生物的种类和数量会逐渐得到恢复。

工程的其他水下施工噪声，如船舶噪声，噪声声源级可达到 150dB，可能对该海域中的海洋哺乳动物和龟鳖类动物的行为产生某些干扰；而一般的水下噪声，噪声声源级基本上已低于 120dB，和海洋环境噪声相当，不会对海洋哺乳动物、龟鳖类动物的行为产生明显影响。

本工程在施工期可能造成海洋哺乳动物在工程海域数量及分布区的减少，因此在进行水下打桩施工前和项目建设期间，必须采取一定的防噪措施，以减缓对海洋哺乳动物和龟鳖类动物的影响。如在打桩作业中应采取“软启动”方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，能驱使鱼类离开施工水域，达到减小水下噪声导致渔业资源的损失，避免造成大范围鱼类死亡；缩短总的施工时间，在这些施工海域中对海洋哺乳动物和龟鳖类动物进行观测，必要时进行驱赶。

2、风机运行噪声影响分析

工程运行期主要为风机运行空气动力学噪声。

根据实测结果与点声源衰减模式预测结果的拟合，在距风力发电机组较近情况下，声源为一面源，同时受机械噪声等高频噪声的影响，其噪声不符合点声源的衰减规律；在风力发电机组较远情况下，计算点大于风力发电机组几何体 1 倍距离后，其噪声衰减规律与点声源模式的衰减规律基本一致。甚至在距离风力发电机组水平 50m 以外，噪声计算值与实测值衰减趋势就基本一致。

根据《海上风电工程环境影响评价技术规范》附录 C 推荐的预测模式，风力发电机组影响预测公式如下：

即假定声音从一个点无衰减传播开来，则距离单台风机声源 r 处预测点 A 声级 $L_p(r)$ 计算为式 (4.2.3-1)：

$$L_p(r) = L_w(r_0) - 10 \lg(2\pi r^2) \quad (4.2.3-1)$$

式中： $L_p(r)$ —单台风机声源 r 处预测点 A 声级，dB(A)

$L_w(r_0)$ —单台风机声源 r_0 处 A 声级，dB(A)

N 台风轮机距离声音源 r 处的噪音水平总效应 $L_{p,total}(r)$ 计算为式(4.2.3-2):

$$L_{p,total} = 10 \lg \sum_{i=1}^N (10^{L_{p,i}/10}) \quad (4.2.3-2)$$

经预测单台风力发电机组衰减趋势见图 4.2.3-1, 采用最大声功率 110dB(A) 计算, 可知在距风力发电机组直线距离在 250m 处, 噪声已衰减至低于 55dB(A), 即国家规定的《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 3 类标准夜间限值。

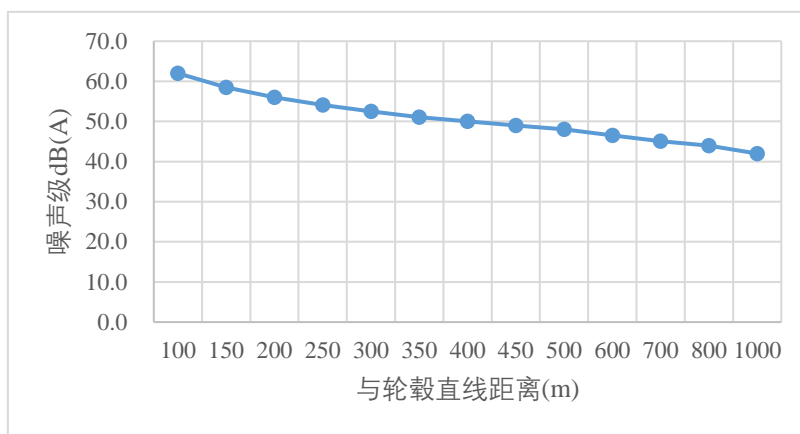


图 4.2.4-1 风力发电机组噪声衰减模拟计算结果

表 4.2.4-4 风电噪声衰减距离表

与轮毂直线距离(m)	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	1000
噪声级 dB(A)	62.0	58.5	56.0	54.1	52.5	51.1	50.0	49.0	48.0	46.5	45.1	44.0	42.0

风机排与排的间距均能在 7.0D 及以上, 排内风机间距均能在 3.0D 及以上。叠加影响后在单排风机外 150m 处, 风机噪声可衰减至 53.5dB(A), 由于背景值海上风声和海浪声较大, 风电场运行噪声对海上声环境影响仅限于风机附近。

根据风力发电机组的特性, 风力发电机组噪声具有指向性, 即在顺风向的风机两侧噪声较大, 垂直风向的风机叶片两侧噪声较小; 而风机布置时为尽可能减小风机之间的尾流影响, 控制湍流发生, 一般在垂直于主风向上布置风机较多且间距较窄, 而在主风向上布置的排数少且排距大, 因此风力发电机组间噪声叠加影响非常小, 多台风机间仅是影响范围的扩大, 基本不增加影响程度。

根据预测, 本工程风机噪声在 600m 处衰减至 40 dB(A), 相对于整个风电场区来说影响范围较小。由于海面上没有海洋动物等水上敏感目标, 不存在水上噪声对海洋动物的影响, 根据水上噪声辐射至水下产生的对海洋动物的影响分析结

果，与海洋环境背景噪声相比，不同风速（风速分别为 6m/s 和 13m/s）运转下的风机在水下辐射噪声时，高风速 13m/s 时在低频段风机所辐射的水下噪声与海洋环境背景噪声相当（即淹没在背景噪声中），在 125Hz 频点上风机在高风速（13m/s）比低风速（6m/s）下在水中辐射的水下噪声谱级高 10dB/re 1 μ Pa 左右，但总体都不高，与海洋背景噪声相当。

根据德国 Klaus Betke 等(2004)对不同风机、对应不同风速下的噪声谱级的研究结果，以及丹麦 Jakob Tougaard 等(2009)对海上风电场在两种不同风速下的噪声谱级分布研究结果，风机在水中不同风速下产生的声压级变化不明显。与海洋环境背景噪声相比，不同风速（风速分别为 6m/s 和 13m/s）运转下的风机在水下辐射噪声时，高风速 13m/s 时在低频段风机所辐射的水下噪声与海洋环境背景噪声相当（即淹没在背景噪声中），在 125Hz 频点上风机在高风速（13m/s）比低风速（6m/s）下在水中辐射的水下噪声谱级高 10dB 左右，但总体都不高，与海洋背景噪声相当。

根据浙江若海检测有限公司于 2022 年 2 月对正在运行的华电玉环 1 号海上风电场项目一期工程水下噪声进行的类比监测结果，监测表明：海上风电场运行噪声主要受海风、海浪声影响较大，受风机转动影响不明显。

对丹麦 Horns Rev 海上风电场，Tougaard 等在一些港海豹身上安装信号发射器，通过卫星定位海豹；结果表明，风电场在开始营运的三年内，在风电场内仍然能观测到海豹，这个结果与同时进行的航海观测结果相吻合；研究人员认为风电场的营运不可能对海豹造成明显的影响，相反，风机桩基所造成的人造鱼礁效应增加了鱼类的数量，将有利于吸引海豹进入风电场。Diederichs 等同样在 Horns Rev 海上风电场的东、西、南方向分别部署 3 排声学阵列以监测记录鲸豚的信号，通过这些参数可以间接地反映目标海域鲸豚的数量和发声行为。结果表明，在该风电场场内和场外海脑的数量没有区别，从而表明风机水下营运噪声不会对海豚造成影响。Tougaard 等探究了 3 种不同功率海上风机运营水下噪声对海豚和海豹的影响。结果表明，海豚的行为几乎不会受到该水下噪声的影响，由于海豹比海豚对低频段噪声更加敏感，因此该水下噪声对海豹的影响会达到几百米范围，但噪声的强度还不足以掩蔽海豚和海豹的通信行为。

本项目风机运行过程中产生的噪声主要由机械及结构噪声和空气动力噪声组成，声波传入水体中将进一步衰减。因此，风机运行产生的噪声不会引起桩基周围的海洋哺乳动物、龟鳖类和鱼类晕厥、死亡等现象，且当风机噪声影响鱼类正常栖息和生存时，不适应的鱼类将游离该处，寻找适合生存的栖息地。

综上所述，虽然测试结果反映出风机运转中在水下产生了一些噪声，但是监测结果中风机噪声的特征并不明显，也没有对较远处的背景噪声产生影响。因此营运期水下噪声对海洋哺乳动物、龟鳖类的影响较小，是可以接受的。

图 4.2.4-2 风电场区风机噪声影响范围示意图（涉密，不公开）

3、海上升压站噪声影响分析

升压站运行后，工频电磁噪声主要来自室内的主变压器，电抗器和屋外配电装置等电器设备所产生的电磁设备噪声。本次评价采用与本工程电压等级、容量、设备和规模等方面相似的南京 220kV 盘城变电站的环境噪声监测进行类比分析。

表 4.2.4-5 升压站可比性分析

变电站		220kV 盘城变电站(类比变电站)	本工程 C1 海上升压站	本工程 C2 海上升压站
电压等级		220kV	220kV	220kV
主变压器	台数	类比监测期 2 台	2 台	2 台
	形式	三相有载调压变压器	三相有载调压变压器	三相有载调压变压器
电气布置形式	220kV 电气布置	户外 GIS 布置	户内 GIS 布置	户内 GIS 布置
站区地形		北侧为养殖厂、西侧为民房、东侧和南侧为农田，地形平坦	海面平坦	海面平坦

类比监测结果表明，盘城变电站四周厂界环境噪声排放监测值昼间为 44.2~47.8dB(A)之间，夜间为 41.8~43.5dB(A)。

本工程 220kV C1 和 C2 海上升压站主变电压等级和数量与盘城变均相同，盘城变的主变采用户外式布置，工程采用户内式布置，更为有利。因此，根据类比分析，工程 220kV C1 和 C2 海上升压站厂界噪声将小于类比对象。因此升压站营运期产生的噪声对周围环境影响很小。

（三）电磁辐射对海洋生物的影响分析

本工程海底电缆敷设位于近岸海域。有研究认为，磁场能够影响鱼类，因为有些鱼的体内具有磁性物质，可用于识别地理磁场，从而协助它们进行空间定位。

但是，这些研究都是以淡水鱼类为研究对象，因此与海水鱼类相比磁场反应有可能不同。目前很少有现场研究对鱼类如何受到电缆及其所产生磁场的影响进行观测。

理论上而言，对于三相电缆输配电线路，在其敷设位置上方的磁场水平，取决于电缆埋设深度、3条相线之间的距离、导线的相对排列方式以及电缆中的工作电流。将三相3根电缆的间距减小，由于不同相位的三相磁场互相抵消的作用，可明显降低地面的磁场；采用3芯电缆或将三相单芯电缆布置成三角形也可有效降低地面磁场。

工程产生工频电场和工频磁场的设备主要为海底电缆、海上升压站和陆上集控中心，其中海上升压站位于水上且为室内布置，影响范围相对较小，集控中心位于陆上，对海洋生物没有影响，而海底电缆累计长度达到293.7km，主要在海底敷设，对海洋生物存在电磁环境影响的主要为海底电缆运行过程中产生的工频电磁场。

McCleave, Rommel, Catchart等(1971,1973)在对美洲鳗鲡进行的磁场变化条件测试时所得出的结果却不很明确。幼体鳕鱼(*Plathichthys flesus*)在受到强度为3.7mT的静电磁场影响几个星期时并未受到影响(Bochert, Rea et al., 2004)。Westerberg(1994)还从研究的角度直接考虑近岸风力发电场电磁强度情况，测试了南波罗的海一座风力发电机附近的欧洲鳗鲡的洄游形式。遥测跟踪监测并未显示洄游形式发生任何改变。

袁健美、张虎等选取江苏近海常见12种海洋生物(袁健美、张虎、刘培廷等，海上风电磁场对12种海洋生物存活率与行为的影响。生态学杂志，2016，35(11): 3051-3056)，通过实验方法研究不同磁场强度(试验I: 1.0mT; 试验II: 0.1mT、(0.045±0.01)mT、(0.2±0.01)mT、(0.9±0.01)mT、(4.05±0.01)mT对照(自然地磁场)下，风电磁场对鱼、虾、蟹和贝类的存活、行为等方面的影响。结果表明：

(1) 风电场对鱼类影响

1.0mT强度磁场暴露对黑鲷的存活率和行为有一定影响，撤销磁场后，影响消失。1.0mT电磁场作用下，黑鲷幼鱼集中分布在水体中上层，有集体浮出水面

的意向，动作频率幅度大；少数鱼冲撞鱼缸底玻璃，区别于正常的觅食行为；撤销磁场 10min 后，受试生物行为恢复正常。

随着电磁场强度增强（0~4.05mT），黑鯛、半滑舌鰻的存活率受磁场影响加剧（呈现降低的趋势）；0.2mT（距离海底电缆 1.2m 外）是黑鯛、半滑舌鰻能耐受的磁场。该范围主要是营底栖游泳生物的生活区域，从实验结果可初步判断黑鯛、半滑舌鰻存活率的磁场耐受范围。并推测栖息在该范围（即距离海底电缆 1.2m 外）的海洋鱼类受风电磁场影响不明显。

(2) 风电场对海洋底栖贝类影响

纵肋织纹螺回避行为受磁场影响明显。24h 之内，4.05 和 0.9 mT 暴露条件下的纵肋织纹螺分别有 8.3%和 3.3%逃离了试验缸，剩余部分均分布于试验缸边缘。其余梯度试验缸的生物分布较为均匀，未发生逃离现象。

文蛤对磁场的耐受性较好。试验结果显示其磁场耐受范围为 0.9mT（电缆自身磁场），文蛤存活率仅在梯度 V（4.05mT）受一定影响，呈现降低的趋势，说明事故状态模拟磁场会造成文蛤存活率下降，而风电场在正常运行中海底电缆产生的磁场对文蛤的存活率不存在影响。长期暴露于静电磁场的海洋底栖动物可以在 3.7mT 的静电磁场中生存 28d 以上，而且其生殖腺和繁殖期指数和对照并无显著差异。

(3) 风电场对海洋底栖虾蟹类影响

磁场暴露下黑褐新糠虾的存活率有所降低，梯度 V（4.05mT）表现尤为明显，与对照相比，其存活率显著降低（降低了 10.53%）。脊尾白虾、口虾蛄、三疣梭子蟹、寄居蟹等其他 4 种虾蟹类存活率未受磁场影响。

由上述研究结果可知，鱼类、底栖贝类、底栖虾蟹类的磁场影响范围主要为 0.2 mT~4.05mT，在 0~0.2mT 之内电磁场对鱼类、底栖贝类、底栖虾蟹类行为无明显差异，影响较小，因此电磁场控制在《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）公众暴露控制限值 0.1mT 之内，电磁场对鱼类、底栖贝类、底栖虾蟹类影响较小。

本工程海底电缆均敷设于海底土层以下 2.0m，且鱼类活动空间较大，在海底区域活动的鱼类种类及数量相对较少。且类比分析可知，本工程海缆上方 1m(中心处)工频磁感应强度远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）公众

暴露控制限值 0.1mT。因此工程产生的电磁场对底栖贝类和鱼类、虾蟹类影响较小。另外根据国内外现有电磁场对海洋鱼类的影响研究资料分析，风电场运行期间，海底电缆经保护层及沉积物屏蔽后，产生的工频电磁场不会改变鱼类的洄游路线及洄游形式。非正常工况下高强度电场主要集中与电缆附近，可能对电缆附近的海洋生物主要是底栖生物产生一定影响，但影响时间较短。

（四）小结

（1）本工程单桩基础打桩在离桩基 257m 处，长时间暴露于此噪声下可能会使得大黄鱼听力受到损害，受到致死致伤的影响，或受噪声影响后不摄食而死亡；在离桩基 8112m 处，对大黄鱼幼鱼听力影响不明显。

（2）本工程风机基础水下打桩噪声在离桩基中心 1520m 的距离范围内将对鲷鱼、鳙鱼等海洋生物行为产生某些影响。

（3）运行期测试结果反映出风机运转中在水下产生了一些噪声，但是监测结果中风机噪声的特征并不明显，也没有对较远处的背景噪声产生影响。因此运营期水下噪声对海洋动物的影响较小，是可以接受的。

（4）风电场运行期期间，海底电缆经保护层及沉积物屏蔽后，产生的工频电磁场不会改变鱼类的洄游路线及洄游形式，对鱼类的影响有限。

（5）非正常工况下高强度电场主要集中与电缆附近，可能对电缆附近的海洋生物主要是底栖生物产生一定影响，但影响时间较短。

4.2.5 对鸟类的影响分析

1、施工期影响

风电场工程建设对鸟类影响主要体现在陆地施工部分和海域施工部分。随着施工道路修建，施工机械、施工人员陆续进场，工程的开工后施工占地和施工噪声等将破坏和改变原有鸟类的栖息环境，使上述区域的鸟类被后退或迁移到其它适宜的生境中去。

工程施工期对工程区内的鸟类影响主要表现在以下几个方面：

（1）场内道路修建占地和工程塔基占地，以及施工人员活动增加等干扰因素将缩小鸟类的栖息空间，工地建设使鸟类活动场所和食物资源的减少，从而影响部分鸟类的活动栖息区域、觅食地等，从而对鸟类的生存产生一定的负面影响。

(2) 施工噪声(包括施工机械、车辆及施工人员的噪声)干扰,会导致鸟类的避退和迁移,使得工程范围内鸟类种类和数量减少、分布发生变化。

受影响的鸟类主要为繁殖鸟类(包括留鸟和夏候鸟),尤以留鸟所受影响更为明显。但这些施工影响不会造成物种在该地区的消失,并随着施工的和生境的恢复,不利影响将逐渐缓解、大部分是可逆的。

(3) 可能导致的偷猎。由于暂住人员增多,流动人口增大,有可能发生对鸟类进行捕猎,如珠颈斑鸠、麻雀等,都有可能是偷猎对象。对这种影响,虽说是可控的,但在施工期间一定要制定严格的教育和管控措施,并予认真落实。

(4) 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;晚上施工的照明系统会干扰夜间迁徙的鸟类,吸引鸟类与工程设施相撞。

2、营运期影响

建设项目在运行期会对鸟类造成多方面的影响,有直接的如碰撞、噪声等,也有间接的如破坏栖息地、减少食物资源等。按性质分,主要有以下几个方面:

(1) 永久占地影响

工程永久占地(包括场内道路修建占地和工程塔基占地)会导致鸟类原有栖息地面积的缩小,风电设施运转、维护人员的活动等也会干扰影响部分鸟类的活动栖息地、觅食地。工程导致的鸟类栖息地质量下降会对鸟类数量造成一定的影响,运营初期有一段时间鸟类数量有可能下降,但随着生境的逐渐恢复,鸟类数量可逐渐上升,恢复到原来水平附近或仅略低于原来水平。目前鸟类大部分是一些分布广泛、适应能力强或者本身就是已经适应人类干扰环境的种类,不存在对环境变化极端敏感的物种,因此,鸟类栖息地质量下降不会导致有物种消失。

夏季鸟类留鸟占绝大多数(80.46%),这些留鸟大多数为非水鸟类,活动栖息都在陆地,基本不会远离海岸线,因此,仅从夏季监测情况看,海上风电场机组对于这部分鸟类没有影响。但是,随着迁徙季节到来,大量迁徙鸟类有可能由于风电场的建成而发生取食地、栖停地的变化,有可能间接地对留鸟产生影响。具体情况尚待后后继调查监测。另外夏候鸟(14.94%)在整个夏季基本在内陆活

动，亦不会远离海岸线，所以海上风电机组对于这夏候鸟没有影响。夏季旅鸟有 4 种（4.60%），其中中白鹭也基本在内陆水域或海岸线区域活动，基本不会远离海岸线，风头蜂鹰也基本在内陆树林、农田、山丘或海岸线区域活动，也基本不会远离海岸线，所以风电机组对于这 2 种鸟没有影响。在夏季调查监测期间，海上监测发现远离海岸线的鸟类为普通燕鸥、白额燕鸥、褐翅燕鸥、黑枕燕鸥和大风头燕鸥。从监测观察看，这些鸟类种群数量较少，监测期间共观察到 22 只。这些鸟类零散发布于海面。低空飞行或栖停于水面漂浮物上，偶有取食水面鱼类或其它动物。鸟类视觉敏锐，在白天可避开障碍物，但在夜间活动有触碰风机的可能，但其飞行高度极少超过 100 米，相对来说风电机组对其影响较少。

（2）风机噪声影响

由于大多数鸟类对噪声具有较高的敏感性，在噪声环境条件下，大多数鸟类会选择回避，减少活动范围。本项目运行期噪声主要为风机运转噪声和 220kV 升压站主变噪声。文献研究显示鸟类在开阔范围对噪声的忍受阈值为 47dB（Hirvonen, 2001），因此每个风机因噪声而对鸟类的产生影响范围噪声衰减至 47dB 以下所需半径的圆形范围，该范围与视觉影响范围有重叠。受影响种类主要为在该区域活动的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超过 200m（按飞行高度 400m 算），受到噪声影响较小。

本项目根据推选机型的主要特性，风机最高转速 10rpm，按每个风机产生噪声衰减至背景值以下所需半径的圆形范围推算，单个风机的影响半径约为 300 m，风机之间影响范围不重叠。且噪声影响范围与视觉影响范围有重叠，鸟类因靠近风机而受到噪声干扰的机会较低。

此外，从风机噪声频率角度评价，噪声对主要依靠鸣声进行通讯的鸣禽影响较为严重（Slabbekoorn and Ripmeester, 2008），如吸引配偶、防卫领域、预警、乞食和求救、躲避天敌等。噪声干扰鸟类寻找觅食适合区和追赶猎物并辨别天敌位置的能力，使鸟类的捕食效率和生存力大大下降。在噪声环境中，鸟类可选用特定音节或鸣唱句型传递信息（Kennedy et al, 2009）。当环境噪声水平提高时，声信号发出者改变频率和振幅，增大信噪比，降低噪声对声信号的干扰。近年的研究还发现，鸟类还会调节鸣唱时间避开噪声干扰（Hardouin et al, 2008）。有研

究表明风机噪声频率以低频噪声为主，一般风电场所采用的风机噪声峰值频率出现在 1300~1600Hz。而鸟类鸣声频率主要分布在 2~9 kHz，环境噪声常会影响鸟类鸣声的低频部分。鸟类应对噪声频率干扰的主要方法是提高鸣唱最低频率和主频。一般地，当风速为 8m/s 时，兆瓦级以下的风电机组声功率级在 98~104dB(A) 之间，其噪声呈现明显的低频特性。随着风电机组输出功率的增大，其产生的噪声增大，并向更低频移动。

以菲尔德斯半岛黑背海鸥为例，幼海鸥“吱”声是由脉冲列与正弦调制波构成的连续波。波形重复频率变化很大，从 0.12~3.3kHz，频率范围为 200 Hz~4.8kHz，分别在 1.7kHz、2.5kHz 和 2.9kHz 处出现谱峰；成体海鸥“咯”声波形具有明显的连续调制特征。波形重复周期约为 0.5ms，谱峰在 1.1kHz、2kHz 和 3kHz 处，频率范围为 1~4kHz；群体黑背海鸥“哦”和“哦啊”声系由多个波叠加而成的连续波，波形的周期变化较为复杂，谱峰分别出现在 1.2kHz、1.5kHz、1.7kHz 和 3kHz 处，频率范围为 1~4kHz。可以看出海鸥鸣声主要频率高于风力发电机组的主要噪声频率。其他如白头鹎等鸣禽，其鸣声各音节的主频范围在 1.6~3.6kHz，也高于发电机组的主要噪声范围。

以上数据表明，风电场低频噪声基本低于鸟类最低频率鸣声，鸟类间的互相沟通及交流基本不会受风电场低频噪声的影响。

(3) 光影响

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。北美 Virginia 西部山区风电场在 2003 年 5 月底某天大雾的夜晚发生 27 只夜间迁徙鸟死亡，变电站的钠蒸气灯是吸引鸟与风电机相撞的主要原因 (Kerlinger, 2003)，该风电场的鸟死亡情况的研究结果表明，夜间迁徙的鸟经常死于风电场内的灯下。目前有研究波长较长的光线，如红光和黄光不易吸引候鸟。因此，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。

(4) 碰撞效应

本项目风机轮毂高度 120m，叶片运行影响高度 22~180m。一般情况下风电场对鸟类迁徙没有影响。但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 22~180m 之间，是鸟类飞行通过风机的高风险区域，有被风机叶片撞击的危险。但国外有关研究成果表明，候鸟迁徙路线中的风电场年撞鸟概率约 0.0015%~0.009%。该概率同迁徙候鸟迁徙的规模、气象条件、风电场选址关系很大(Drewitt and Langston, 2006)。大规模的候鸟迁徙也意味着候鸟与风机和输电线路相撞的概率增加；在不良气象条件下，如大雾、降雨或强逆风时，大气能见度降低，鸟类会降低飞行高度，从而增加相撞的概率；风电场选址是最显著影响鸟类死亡的因素，风电场占据的空间范围越大，迁徙鸟类撞击的概率也越大。

同时有研究发现鸟在飞近风电场区域时，能够成功改变迁徙路线以避免塔柱和旋转的叶片，并且白天比夜晚更能精确地改变飞行方向。雷达对丹麦 Nysted 海上风电场鸟类迁徙监测说明，白天鸟类在 3000m 外，夜间鸟类在 1000m 外绕开风力发电场飞行，改变飞行方向 (Desholm and Kahlert, 2005)。还有研究统计发现，和风电机碰撞的鸟类多为大中体型的鸻形目、隼形目和鸮形目鸟类。根据本项目的鸟类现状调查，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。

本项目采用 EN-200/8.5 型风机转轮直径 200m，轮毂高度 120 m，叶片运行影响高度为 20~220 m。由于迁徙鸟类一般飞行高度大于 400 m，风机组基本没有影响，但候鸟在遇到不良气象条件时飞行高度一般都低于 100 m，此时有与风机产生碰撞的风险。根据观测，多数鸟类遇上风机会提高飞行高度越过，但随着轮毂高度提高，叶片下方空间略有提升，部分种类会选择从风机下方经过。有文献发现风机之间间距 200m 会形成较明显阻隔，500m 以上的间距鸟类容易通过，因此，根据本风机组的布设鸟类可从风机之间穿行，风机叶片扫及范围对鸟类影响较小。

(5) 对鸟类的间接影响

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。

① 栖息地损失和破碎化

风电机直接占风电场的面积很小，大约 2%~5%，但风机可能会让候鸟不敢在附近海域降落生活，影响生活在当地和附近的海鸟繁殖、筑巢和觅食，导致这些海鸟不得不离开栖息地。丹麦的 Horns Rev 风力发电场建于沿海，对迁徙鸟类的行为观察发现，鸟类对风电场有避让行为（Noer et al, 2000），因此，如果场址选择在鸟类适宜栖息地内，将可能使鸟类失去整个风电场大的栖息地，这一点在近海湿地、内地草原修建的风电场十分突出。丹麦 Nysted 风力发电场建在沿海湿地，通过雷达监测鸟类的行为，风电场修建后，白天活动的雁鸭类进入风电场内原来适宜栖息地的次数显著减少（Drewitt and Langston, 2006）。原来的栖息地不能再利用，这些鸟类完全丧失了这块栖息地，这一过程也是鸟类栖息地破碎化的过程。

② 生境质量下降

风电场建立在适宜栖息地处导致栖息地破碎化，更导致栖息地质量下降，风机的桩基和叶片的转动噪音将严重影响海洋生物的活动规律和分布，从而降低了以海洋生物为食的鸟类的栖息地质量。虽然鸟类可能对风电场习惯化，但是由于食物匮乏它们也可能永远放弃这些栖息地。风机叶片的旋转干扰，迫使鸟类避开原有之飞行路径，使得风机的排列很有可能产生栖息地切割之效应（Drewitt and Langston, 2006）。

综上所述，风电场对鸟类的影响是多方面的，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）。

3、对国家重点保护鸟类影响分析

夏季监测记录到的国家重点保护鸟类有 12 种，分别为凤头蜂鹰、黑翅鸢、黑鸢、白腹鸢、普通鵟、领角鸮、草鸮、红隼、游隼、白胸翡翠、褐翅鸦鹃、小鸦鹃。这些鸟类基本在内陆树林、农田、山丘或海岸线区域活动，也基本不会远离海岸线，所以风电机组对于这些重点保护鸟类影响很小。

总体上，海上风电项目对于鸟类的影响很小。

4.2.6 对红树林的影响

本工程风电场及送出海缆均未占用红树林，送出海缆、风电场与红树林最近距离分别约 1.2km、14.0km。

风电场与周边红树林距离较远，风电场建设对红树林无影响。送出海缆附近的红树林位于登陆点北侧，位于登陆点北侧犀牛脚镇湾内，有陆地阻隔，海缆敷设悬浮物不扩散至该红树林，对红树林生长无影响。

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

5.1.1.1 钦州市社会经济概况

钦州位于广西壮族自治区南部，南海之滨，北部湾经济区南（宁）北（海）钦（州）防（城港）的中心位置，是大西南最便捷的出海通道。

钦州北邻广西首府南宁，东与北海市和玉林市相连，西与防城港市毗邻，辖 2 县 2 区（灵山县、浦北县、钦南区、钦北区），另设有钦州港经济开发区和钦城管理区，有海外华侨同胞 38 万人，分布在 46 个国家和地区。。

根据《2022 年钦州市国民经济和社会发展统计公报》，全年全市生产总值 1917.00 亿元，比上年增长 8.2%。其中，第一产业增加值 338.38 亿元，增长 5.0%；第二产业增加值 678.61 亿元，增长 11.0%；第三产业增加值 900.01 亿元，增长 8.0%。第一、二、三产业增加值占地区生产总值的比重分别为 17.7%、35.4% 和 46.9%。按常住人口计算，全年人均地区生产总值 57838 元，比上年增长 8.1%。

年末全市户籍总人口 420.44 万人，比上年末增加 0.97 万人。全市常住人口 331.81 万人，其中城镇人口 144.96 万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）为 43.69%，比上年末提高 0.87 个百分点；乡村人口 186.85 万人，占常住人口比重为 56.31%。全年出生人口 3.29 万人，出生率为 9.93‰；死亡人口 2.11 万人，死亡率为 6.37‰；自然增长率为 3.56‰

新发展动能持续增强。全年规模以上高技术制造业中，计算机及办公设备制造业增加值比上年增长 3.7 倍。全年规模以上服务业中，信息传输、软件和信息技服务业增长 17.2%，科学研究和技术服务业增长 46.8%，专业技术服务业增长 12.7%。高技术产业投资[5]比上年增长 51.1%，其中高技术制造业投资增长 49.7%。全年新能源汽车比上年增长 1.3 倍。全市限上批发和零售企业实现网上商品零售额 4.3 亿元，比上年增长 53.7%。年末全市实有市场主体 33.68 万户，同比增长 15.2%。全年全市新增市场主体 4.43 万户。

5.1.1.2 能源资源和电力发展状况

1、广西电源结构概况

广西煤、油、气等一次能源匮乏，水电资源已深度开发。截至 2020 年底，广西境内（含龙滩）电源装机容量为 5146.9 万千瓦，同比增长 11.5%；其中，水电装机容量为 1756 万千瓦，占 34.1%，同比增长 4.5%；火电装机容量为 2340.8 万千瓦（含生物质能、气电），占 45.5%，同比增长 2.0%；核电装机容量为 217.2 万千瓦，占 4.2%，同比无增长；风电装机 642.7 万千瓦，占 12.5%，同比增长 124%；光伏装机容量 190.2 万千瓦，占 3.7%，同比增长 40.5%。此外，广西接受天生桥一、二级水电站广西份额 84.1 万千瓦以及金中直流 300 万千瓦、乌东德直流 300 万千瓦，并向广东送电 245 万千瓦（龙滩电站份额）。广西电源结构逐步由传统水、火电结构向水、火、核、风、光伏等多种结构转变，电源多元化格局开始呈现。

根据《广西能源发展“十三五”规划》，广西今后将深度开发水电，优化提升发展煤电，安全稳妥发展核电，大力发展可再生能源，积极发展天然气分布式能源，打造“两通道三基地”新格局。

2、电力系统概况

（1）广西电网电力系统概况

1) 电网现状

广西电网处于南方电网中部，是南方电网的重要组成部分，目前广西电网最高电压等级为 500kV，通过 500kV 天广线(四回交流、一回直流)、贵广四回、天生桥二级~金州、罗平~天生桥换流站、罗平~百色双回、云南砚山~崇左线路以及 220kV 鲁布革~天生桥换流站双回、天生桥二级~安龙双回、麻尾~丹阳线路与广东、贵州和云南三省联网，成为南方电网“西电东送”通道的重要组成部分。

广西主电网已经覆盖全区 14 个地级市及所辖的 100 多个县(市、区)，境内 500kV 电网依托南方电网“西电东送”大通道，以南部沿海火电基地和红水河流域水电基地为支撑，广西境内 500kV 电网形成“四横两纵”的网架格局。220kV 电网则依托 500kV 变电站和 220kV 电源形成多环网网络结构并延伸到各地级市。

截至 2020 年底，广西境内有 500kV 变电站 24 座，变压器 49 台，总变电容量 3750 万千伏安；500kV 交流线路 91 条，总长度约 9417km。220kV 公用变电站 176 座，220kV 变压器 299 台，变电容量 4829.3 万千伏安；220 kV 线路 668 条，总长度约 19419km。

2) 电网规划

根据《广西“十四五”电力工业发展规划及输电网规划研究》研究结论，广西各阶段 500kV 电网规划概况如下：

“十四五”期间，广西将新建凤凰、新江、漓江、白鹭、布山、田林 6 座 500kV 变电站和玉林三开关站，并扩建海港、美林、福成、金陵、凤凰、邕州、桂林 7 座 500kV 变电站，共计新增变电容量 1350 万千伏安，到 2025 年，广西共有 500kV 变电站 30 座，500kV 变电容量将达到 5100 万千伏安。

“十五五”期间，广西新建崇左二、章田、百济、柳江、北海二、灵山、藤州等 7 座 500kV 变电站；并扩建新江、桂中、如画、凤凰、玉林三等 5 座 500kV 变电站，共计新增变电容量 1625 万千伏安，到 2030 年，广西 500kV 变电容量将达到 6725 万千伏安。

“十六五”期间，广西新建宾州 1 座 500kV 变电站，考虑已有变电站扩建后，共计新增变电容量 1375 万千伏安，到 2035 年，广西 500kV 变电容量将达到 8100 万千伏安。

(2) 广西电源建设空间分析

在明确的西电东送规划及区内明确电源投产计划的基础上进行电源建设空间计算。推荐负荷水平下对广西 2025 年~2030 年各水平年进行了电力平衡计算，结果表明，2025 年广西电力市场空间为约 470 万千瓦，2030 年为 1639 万千瓦。

广西海上风电消纳规模主要受电源空间和调峰能力两方面约束，其中调峰能力不足是制约风电消纳规模的主要因素。

采用平水年计算条件，在《广西“十四五”电力工业发展规划及输电网规划研究》的推荐电源建设方案的基础上，并根据实际情况调整，结合海上风电规划发展目标新增海上风电装机。

核电、自备机组不参与调峰，各水平年电量平衡结果如表 7.3-4 所示。根据计算结果，随着新增核电、海上风电、外来水电的投产，广西电网弃水电量呈现上升趋势。

考虑 2025 年海风规划投产装机 300 万千瓦，规划共建成 151 万千瓦储能电站，弃电量为 4.8 亿千瓦时。如弃电量按完全弃风测算，弃风率为 0.7%；如弃电量按完全弃海风测算，弃风率为 6.4%。

2030年规划投产海风1500万千瓦（新增投产1200万千瓦），规划共建成2座（每座容量均为120万千瓦）抽水蓄能电站和251万千瓦储能电站，弃电量为30.3亿千瓦时。如弃电量按完全弃风测算，弃风率为4.1%；如弃电量按完全弃海风测算，弃风率为8.1%。

经测算，至2030年，当广西风电总规模达到3543万千瓦时（海上风电规模保持1500万千瓦不变，陆上风电规模再新增200万千瓦），弃电量按完全弃风测算，弃风率将达到5%。

3、钦州网区海上风电接入消纳分析

海上风电应就近消纳为主，并保证各种方式下均可消纳。广西沿海地区，即钦州、防城港和北海，既是海上风电的登陆点，也是广西的能源基地。根据广西远景电源开发方案分析，未来广西新增的大部分主力供电电源均集中在钦北防等沿海地区。目前，钦州、防城港和北海网区已投的220kV及以上电源有：钦州电厂（2×63+2×100万千瓦）、防城港电厂（2×63+2×66万千瓦）、北海电厂（2×32万千瓦）、防城港红沙核电厂（2×108.6万千瓦）；在建的220kV及以上电源有：防城港红沙核电二期（2×118万千瓦）计划于2022年底和2023年各投产1台；此外，还在“十四五”期间规划投产北海神华电厂、北海电厂二期、钦州电厂三期，“十五五”期间规划投产防城港红沙核电#5和#6机组和白龙核电1台机组等。

根据《广西“十四五”电力工业发展规划及输电网规划研究》的研究成果，预计2025年和2030年钦州网区全社会用电量约为167亿千瓦时和221亿千瓦时，全社会最大负荷约325万千瓦和425万千瓦。结合电力平衡分析，2025年、2030年钦州220kV层级电网最大缺电力分别为46万千瓦和207万千瓦。因此，钦州电网近期可部分消纳、远期可完全消纳C区域海上风电电力。本工程可优先考虑通过220kV电压等级接入系统。

5.1.2 海域使用现状

经过现场调研、管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，项目周边海域开发利用活动见表5.1.2-1。

表 5.1.2-1 项目周边海域使用现状统计表

类别	开发利用活动	方位，距离
航道	钦州港30万吨级进港航道	西侧9.8km
	北海港石步岭港区进港航道	东侧15.0km
	规划乌雷航道	西侧9.8km

航路	涠洲岛东航路干线	东侧 3.7km
	涠洲岛东航路至钦州港东航道支线的边线距离	南侧 4.6km
	北部湾港至东南亚各国航路-至石步岭港支线	西侧 12.6km
锚地	2#外锚地	与项目场址重叠
港口码头	钦州港	西北侧, 31.5km 处
	北海港	东侧 28.6km 处
海水养殖区	主要为开放式养殖	与项目场址重叠
油田钻井平台	油田设施 WZ6-1	南侧 47.4km
倾倒区	钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区 A 区	西侧 23.1km
	钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区 B 区	西侧 33.4km
海底光电	侨港海底电缆	东侧 22.8km
	XX 海底电缆	路由交越, 场址东侧 17.9km, 场址西侧 2.2km
测风浮标	华能钦州海上风电测风浮标项目	1.1km

1、渔业养殖活动

路由海域内有北部湾渔场, 渔业资源丰富, 渔业活动频繁, 同时该海域也是幼鱼、幼虾索饵的活动场所, 是鱼虾的天然繁殖场。项目场址及其附近海域分布有大量的开放式底播养殖。

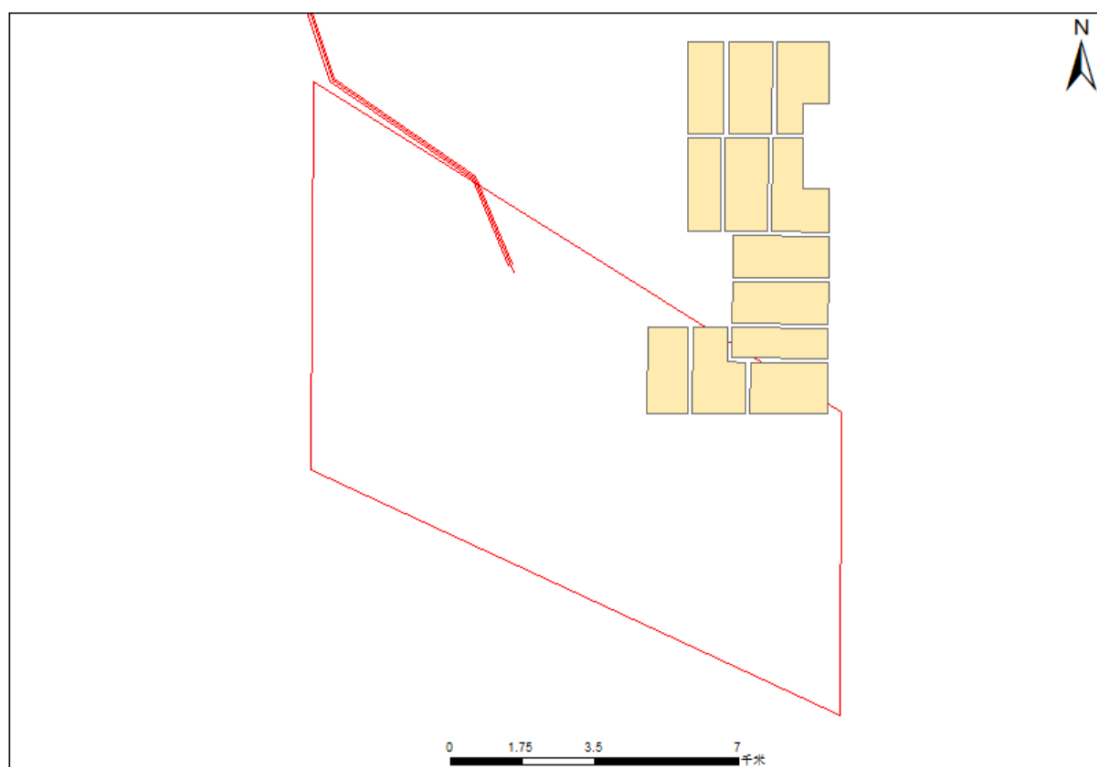


图 5.1.2-1 场址周边海域养殖活动分布示意图

2、人工鱼礁

在犀牛脚渔港防波堤西侧海域，建设有一处人工鱼礁，与本项目的距离约800m，本项目海缆路由铺设施工时，施工船舶应注意与其保持安全距离，施工悬沙可能会影响人工鱼礁附近的海洋环境质量，但施工结束后，影响将随之消失。因此，在海缆铺设施工时，应采取必要的环保措施，以减少对人工鱼礁附近海域的环境影响。

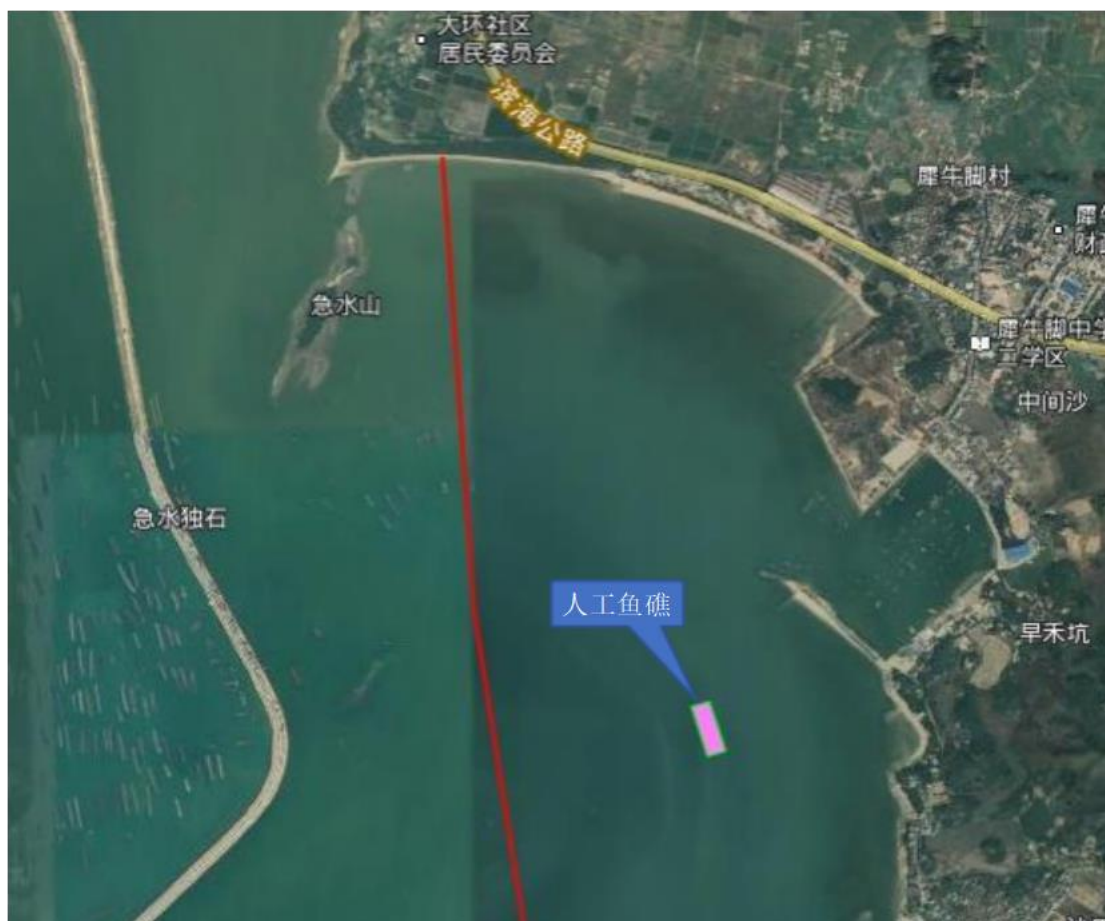


图 5.1.2-2 项目附近人工鱼礁位置示意图

3、渔业捕捞活动

钦州市沿岸水域的海洋捕捞业的主要捕捞方式有拖、围、刺、钓及定置等五大类。常见的捕捞方式介绍如下：

(1) 延绳钓

渔具由干线、支线、钓钩、浮子、沉子和浮标等组成。干线上附加有许多短的支线，支线末尾装有钓钩。渔民一般采用小船或者小舢板在被掩护的水域进行延绳钓作业。作业方式可分为浮延绳钓、底延绳钓和定置延绳钓三种。这种作业方式是：由 80-100 个钓钩组成的多个鱼线连在一条主线上，作业时 20-60 条鱼

线借助于石块或者金属块一起沉入海底。假如是大型渔船作业，则会配备有多条小船用力拖这些鱼线，然后将捕获物送入母船。

(2)刺网

将长带形的网列敷设于水域中，使鱼刺入网目或被网衣缠络后加以捕捞的作业方式。多重网刺在单片刺网的一面或两面，以及同一浮、沉子纲上装配大网目网衣而成。网列由若干矩形网具连接而成，其长度可根据水域条件、渔船大小等因素确定，短则几十米，最长可达数千米。刺网渔具种类繁多，广泛应用于各国的捕捞业。主要捕获分散或集中于各水层的鱼类，其特点是对鱼体大小的选择性强，有利于保护资源。

(3)围网

是用围网捕捞集群鱼类的一种作业方式，往往在晚间进行(即灯光围网作业)。常常由 1 艘大型机动船(网船)和 1 只带网舢舨合成一个作业船组，用大船上的发电机组发电，供水中的灯泡发光诱鱼集群。围网由网衣、纲索和属具组成。小舢舨的作用是收紧渔网尾端以包围鱼群，并将渔网的末端扎紧将之送上大船。

(4)拖网

拖网是一种移动的过滤性渔具。依靠渔船动力拖曳囊袋形渔具，在其经过的水域将鱼、虾、蟹、贝或软体动物强行拖捕入网，达到捕捞生产的目的。拖网这种高效率的捕捞给海洋渔业资源造成了巨大压力，20 世纪 70 年代以来，很大程度上由于现代拖网渔业造成了海洋渔业资源的衰退，以至在世界范围内提出了负责任捕捞概念，一致要求限制和减少工业化拖网捕捞。

由于海底电缆一般埋藏于海床底土之下约 2m 处，上述的海洋渔业捕捞方式对海底电缆的安全没有直接威胁，但是会给海缆的敷设施工带来一些不便。

4、登陆点周边现状

广西钦州海上风电示范项目场址备选登陆点 1 位于钦州市钦南区的月亮湾沙滩西部、大环村南侧海岸。登陆点所在位置为砂质岸线，地形较平坦，涨潮时沙滩全部被淹没，退潮时露出滩涂宽度可达 800m。

备选的登陆点 1(大环)北部为海岸防护林，防护林后陆域有养殖分布，西北侧陆域为大环村居民点。西侧约 220m 岸线上陆域有一座旅游区公厕，西侧约 310m 岸线上陆域有观景台一座，西侧约 450m 绕过岬角的大环西部海岸建有海堤，西南海域约 530m 为急水山岛。



图 5.1.2-3 登陆点 1（大环）周边自然环境示意图



图 5.1.2-4 登陆点 1（大环）周边现状照片



图 5.1.2-5 登陆点 1 (大环) 周边现状照片

5、港口码头

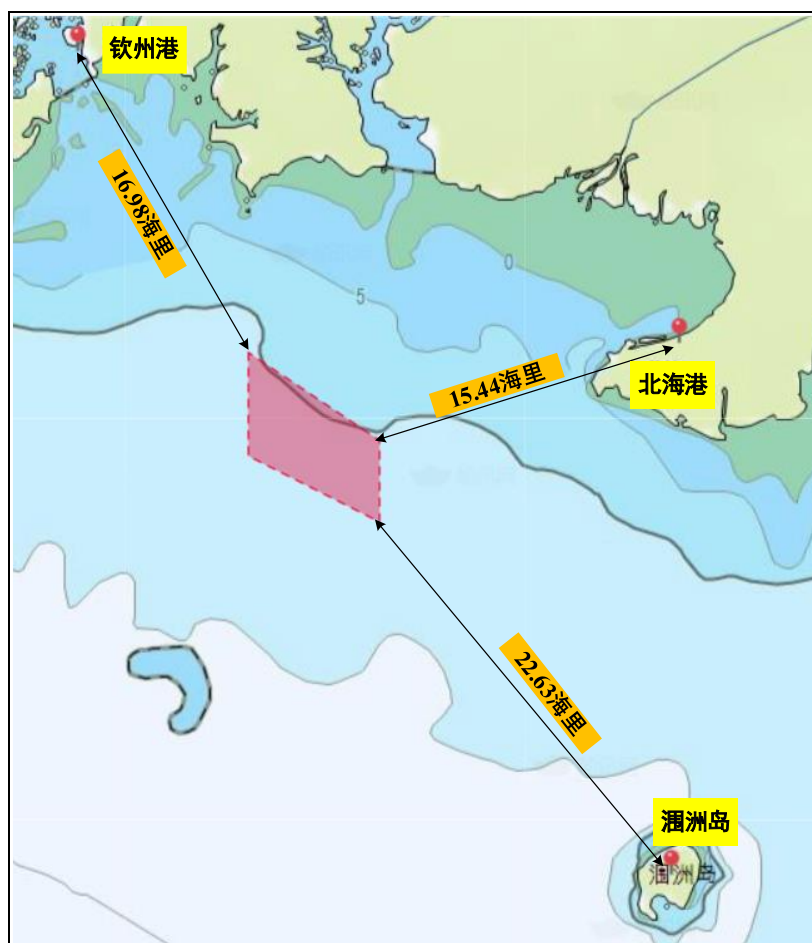


图 5.1.2-6 场址与附近港口相对位置示意图

钦州港位于项目场址西北侧 31.5km 处,北海港位于项目场址东侧 28.6km 处。

(1) 钦州港

根据《钦州港总体规划(2035年)》,钦州港划分为金谷港区、大榄坪港区、三墩港区等重点发展枢纽港区,以及龙门港点、茅岭港点、平山港点、沙井港点和三娘湾港点等。

金谷港区:以油品、液体化工品和煤炭运输为主,兼顾散杂货运输,主要为临港产业园区发展服务。规划布置勒沟作业区、果子山作业区、鹰岭作业区、金鼓江作业区,预留樟木环作业区。金谷港区规划岸线 15347.5m,其中深水岸线 10126.5m;布置 72 个 1000~100000 吨级生产性泊位,其中深水泊位 39 个;陆域面积 553.7hm²;年通过能力约 10150 万吨。

大榄坪港区:以集装箱运输为核心的大型专业化、智能化港区,兼顾滚装和散杂货运输,积极推进钦州保税港区和中国(广西)自由贸易试验区钦州港片区建设,发展成为现代综合物流服务中心,主要为西部和中部地区发展服务。大榄坪港区由大榄坪作业区、大榄坪南作业区和大环作业区组成。港区规划岸线 21840m,其中深水岸线 17777m;布置 58 个 1~20 万吨级生产性泊位;陆域面积 1851hm²;年货物通过能力 18120 万吨、年旅客通过能力 80 万人次、年车辆通过能力 59.2 万辆。

三墩港区:以油品、液体化工品和集装箱运输为主,兼顾散杂货运输的大型综合性港区,主要为临港产业园区发展和腹地集装箱运输服务。三墩港区由三墩东作业区和三墩西作业区组成,两作业区分别由三墩的东、西两侧向南延伸布置两个突堤形成环抱式港池,港池口门宽约 2.4km。港区规划岸线 23894m,其中深水岸线 22194m,布置 64 个 2~30 万吨级生产性泊位,陆域面积 2782.3hm²,年通过能力 30200 万吨。为改善三墩港区内港池的泊稳条件,规划沿港区东、西两侧陆域港界处建设防波堤至港池南端口门处。

其他港点:作为发展当地经济的重要依托和全港功能的有效补充,主要为当地生产生活物资运输和旅游客运服务。其中与本项目较近的三娘湾港点位于麻蓝岛、鹿耳环江东岸与三娘湾之间,由麻蓝岛、乌雷、大庙墩、三娘湾等码头组成,规划为旅游客运服务,建设港口支持系统,主要为钦州市滨海旅游发展服务。港点规划岸线 1716.5m,其中深水岸线 505m,布置 6 个 500~30000 总吨生产性泊位,陆域面积 30.6hm²,年旅客通过能力约 120 万人次。

本项目海缆路由方案一西侧与规划的三墩港区较近，与规划防波堤的最近距离约 320m，三墩港区的防波堤及防波堤后的三墩东作业区目前尚未实施。路由方案一东侧与规划的乌雷航道距离较近，与规划航道边线的最近距离约 320m，路由方案一的近岸段与规划三娘湾港点的乌雷码头较近，与规划的港池边界的最近距离约 500m，乌雷码头及航道规划目前尚未实施。

路由附近海域还分布有建成运营的码头，犀牛脚渔港为附近渔船的停泊点；有大庙墩码头和三娘湾码头，这两个码头主要为游船停泊码头，是三娘湾的旅游服务设施。

（2）北海港

北海港目前有石步岭港区、铁山港西港区、铁山港东港区、涠洲岛港区、海角港点、侨港港点等港区、港点，截至 2022 年底共有生产性泊位 61 个，其中 1 万吨级及以上泊位 15 个，码头岸线总长 7612m，年货物通过能力 5164 万吨（其中集装箱通过能力为 5 万标准箱、汽车 35 万标辆）、年旅客通过能力 436 万人次。2022 年北海港完成货物吞吐量 3736 万吨，其中集装箱 50.0 万标准箱，主要在石步岭港区、铁山港西港区和涠洲岛港区完成，营运货种主要为油品、金属矿石、煤炭、非金属矿石和粮食等大宗散货。2022 年北海港完成客运 418 万人次，主要由涠洲岛港区和侨港港点承担。

6、航道

根据《钦州港总体规划（2035 年）》，钦州港规划航道包括从外海进入钦州湾内的钦州湾西航道和钦州湾东航道、茅尾海内的茅岭航道和沙井航道、鹿耳环江内的乌雷航道。

项目场址与钦州港 30 万吨级进港航道的距离为 9.8km，与北海港石步岭港区进港航道的距离为 15.0 km，与规划乌雷航道的距离为 9.8km。

（一）钦州湾西航道

钦州湾西航道规划扩建至 10 万吨级单向航道，通航宽度 210m，设计底高程 -14.3m。

（二）钦州湾东航道

钦州湾东航道外海至三墩西作业区 30 万吨级油码头段规划为 30 万吨级单向航道，通航宽度 320m，设计底高程 -21.7m；三墩西作业区 30 万吨级油码头南侧向东北至三墩港区北港池段规划为 20 万吨级单向航道，通航宽度 270m，设计

底高程-17.8m；外海至大榄坪南作业区 9 号泊位段规划为 20 万吨级双向航道，通航宽度 460~526m，设计底高程-16.3m，满足 20 万吨级集装箱船双向通航；大榄坪南作业区 8 号泊位至 1 号泊位段规划为 10 万吨级双向航道，通航宽度 360m，设计底高程-15.2m，满足 10 万吨级集装箱船双向通航；鹰岭作业区至樟木环作业区段规划为 10 万吨级单向航道、5 万吨级双向航道，通航宽度 240m，设计底高程-11.6~-14.3m。

（三）茅岭航道

茅岭航道由樟木环至茅岭江口，规划为 3000 吨级单向航道，通航宽度 84m，设计底高程-5.4m。

（四）沙井航道

沙井航道由樟木环至沙井，规划为 2 万总吨客船航道，兼顾 5000 吨级江海轮双向通航，通航宽度 118~135m，设计底高程-7.9m。

（五）乌雷航道

鹿耳环江口的乌雷航道规划为 3 万总吨客船航道，通航宽度 132m，设计底高程-8.5m。

本项目海缆路由与规划的乌雷航道的距离约 320m，但与其没有交越。

7、锚地

本项目路由方案不涉及锚地。项目场址与钦州港现有 2#外锚地部分重合，与其他现有锚地均距离均较远。项目附近锚地如下图表所示。

图 5.1.2-7 项目周边航道、锚地示意图（涉密，不公开）

表 5.1.2-2 锚地情况一览表（涉密，不公开）

8、航路

（1）离岸海域的航路

项目场址与涠洲岛东航路干线的边线距离为 3.7km，与涠洲岛东航路至钦州港东航道支线的边线距离为 4.6km，与北部湾港至东南亚各国航路-至石步岭港支线的边线距离为 12.6km。广西北部湾海域习惯航路的分布情况见下图，由图可见，本项目海缆路由附近海域无干线航路及支线航路分布。

图 5.1.2-8 航路分布情况（涉密，不公开）

(2) 近岸海域的习惯航路

路由近岸段西侧有犀牛脚鱼港，东侧有鹿耳环江出海口，上述两处渔船出海的习惯航路均可能与路由产生交越。

9、涠洲油田群钻井平台

根据调研，涠洲油田群现已建成的生产设施包括 25 座平台、涠洲终端、油田群内部的海底管道、线缆等。涠洲油田群内已建成的平台位置坐标如下表所示。离项目位置最近的油田设施为 WZ6-1，距离为 47.4km。

图 5.1.2-9 场址与涠洲油田群钻井平台相对位置示意图（涉密，不公开）

表 5.1.2-3 涠洲油田群已建成平台坐标（涉密，不公开）

10、海洋倾倒区

根据《关于发布 2021 年全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒区名录的公告》生态环境部公告 2021 年第 8 号 2021-03-05 文件，钦州港目前有 2 个港外倾倒区。

项目场址与钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区 A 区的距离为 23.1km，与钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒区 B 区的距离为 33.4km。

图 5.1.2-10 场址与钦州港 30 万吨级海洋倾倒区相对位置示意图（涉密，不公开）

11、海底电缆

图 5.1.2-11 方案一 C 场址与附近海底管线位置关系示意图（涉密，不公开）

项目周边分布有两条海底电缆。风电场 C 场址与侨港海底电缆距离约 22.8km，与东侧的 XX 海底电缆距离约为 17.9km，与北侧的 XX 海底电缆距离约为 2.2km。

5.1.3 海域使用权属

根据收集到的资料，与本项目用海相邻的已确权养殖用海项目见表 5.1.3-1，分布见图 3.4.3-1。

表 5.1.3-1 海域使用权属一览表（部分涉密，不公开）

项目名	使用权	用海面	起始日	终止日	宗海面	用海二	用海方	用海_12
三娘湾南深水养殖区 A2 海块海域使用权招拍挂项目						开放式养殖用海	开放式	开放式养殖
三娘湾南深水养殖区 A1 海块海域使用权招拍挂项目						开放式养殖用海	开放式	开放式养殖
钦州市三娘湾海域整治保护项目						海岸防护工程用海	围海	港池、蓄水等
三娘湾观潮石（台）维修改造及景观提升工程项目						旅游基础设施用海	构筑物	透水构筑物
钦州市三娘湾观潮石至海滨浴场段护堤外沙滩整治修复工程项目						海岸防护工程用海	构筑物	非透水构筑物
钦州港三墩岛 30 万吨级原油码头管道						油气开采用海	构筑物	透水构筑物
钦州市三娘湾中华白海豚生存环境观测基地						科研教学用海	填海造地	建设填海造地
钦州犀牛角中心渔港扩建项目一期工程回填区配套项目						渔业基础设施用海	填海造地	建设填海造地
三娘湾中华白海豚救护中心项目						科研教学用海	填海造地	建设填海造地
钦州港东航道扩建工程（扩建 10 万吨双向航道）二期工程项目						航道用海	开放式	专用航道、锚地及其它开放式
永安石化物流配送基地项目						其它工业用海	填海造地	建设填海造地
隆鑫石化物流基地综合项目						其它工业用海	填海造地	建设填海造地
泰达石化仓储物流基地项目						其它工业用海	填海造地	建设填海造地
瑞昌石化物流中心项目						其它工业用海	填海造地	建设填海造地
钦州市大环急水门至大灶江桥海岸整治保护项目						旅游基础设施用海	填海造地	建设填海造地

广西钦州海上风电示范项目海域使用论证报告书

钦州港昌泰钢材物流配送中心项目						其它工业用海	填海造地	建设填海造地
顺达仓储物流中心项目						其它工业用海	填海造地	建设填海造地
钦州港昌泰钢材物流配送中心配套装卸区项目						其它工业用海	填海造地	建设填海造地
钦州港大榄坪港区大榄坪南作业区 12#、13#泊位工程						港口用海	围海	港池、蓄水等
中船钦州修船资源整合项目						船舶工业用海	填海造地	建设填海造地
中船钦州修船资源整合项目						船舶工业用海	构筑物	透水构筑物
钦州港三墩华南物流仓储项目						港口用海	填海造地	建设填海造地
钦州港三墩振兴物流仓储项目						其它工业用海	填海造地	建设填海造地
钦州港三墩太平洋物流仓储项目						港口用海	填海造地	建设填海造地
广西北部湾港钦州 30 万吨级油码头工程						港口用海	构筑物	透水构筑物

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

根据 5.1 节开发利用现状的分析，本项目所在附近海域及近岸的主要开发活动有港口码头、航道锚地、航路、海水养殖、人工鱼礁、海洋倾倒区等。结合项目建设和运营情况，项目用海对海域开发活动影响分析如下：

5.2.1 对航路的影响分析

船舶航路方面，《中华人民共和国广西海事局关于调整广西北部湾沿海船舶航路的公告》公布的航路中与风电示范项目场址较近的有 3 条航路，分别是西侧的至琼州海峡东航路-钦州港航道支线，南侧的至琼州海峡东航路，以及东侧的至琼州海峡东航路-石步岭港支线。其中场址距离西侧的至琼州海峡东航路-钦州港航道支线边界线约 2.97nmile；距离南侧的至琼州海峡东航路边界线约 2.04nmile；距离东侧的至琼州海峡东航路-石步岭港支线边界线约 7.31nmile。工程风机与附近航路的距离均大于规范建议值 2nmile，不会影响船舶正常航行。

习惯航路方面，项目场址附近有涠洲岛东航路干线和涠洲岛东航路至钦州港东航道支线两条习惯航路。场址与上述两条习惯航路的最近距离分别为 2.01nmile 和 2.47nmile。项目场址与习惯航路的安全距离为 1.52nmile，因此，场址与涠洲岛东航路干线、涠洲岛东航路至钦州港东航道支线之间的距离均大于安全距离计算值，不会影响船舶正常航行。

5.2.2 对锚地的影响分析

本项目周边海域区内有 6 个锚地：钦州港现有 2#锚地、钦州港现有 1#锚地、钦州港规划 3#锚地、钦州港规划 5#锚地、钦州港规划 7#锚地和钦州港规划 9#锚地。钦州港现有 2#锚地与风电项目场址部分重叠，其余 5 个锚地与场址的实际距离分别为 2.35nmile、2.02nmile、2.19nmile、5.36nmile 和 2.40nmile。根据《海上风电场选址通航安全分析技术指南》要求，本项目场址与锚地的安全距离为 0.794nmile。因此，钦州港现有 1#锚地、钦州港规划 3#锚地、钦州港规划 5#锚地、钦州港规划 7#锚地和钦州港规划 9#锚地与项目场址的实际距离均大于安全距离，本项目建设对其本身不会造成明显影响。而钦州港现有 2#锚地距本项目

距离小于安全距离,若锚地中锚泊船舶发生走锚,可能会对风电场设施造成损坏,风电场的建设也对锚地安全会造成一定的影响。

5.2.3 对港口、航道的影响分析

风电场位置远离周围海域船舶出没密集的主要港口,与港口的距离均较远。因此,风电场选址与邻近港口设施、功能之间影响较小。

本项目场址附近水域主要有钦州港 30 万吨级进港航道,距离场址约 5.38nmile。根据《海上风力发电场设计标准》,与航道距离按照航道有效宽度的 2-3 倍控制,钦州港 30 万吨级进港航道的有效宽度为 320m,场址与航道之间的距离满足所需安全距离要求。因此,风电场不会对航道上的过往船舶造成影响。

5.2.4 对测风浮标影响分析

本项目距华能钦州海上风电测风浮标项目 1.1km,由于项目对风场内部风能影响不大,因此对测风浮标监测的相关风力数据影响较小。同时,由于测风塔占用海域面积较小,距离风电项目较远,本项目施工对其造成破坏的可能性不大。

5.2.5 对渔业生产活动的影响分析

本项目风电机组周边现主要有 12 个现行有效的有证养殖,全部为林登清的开放式养殖。其中 4 个养殖图斑与项目场址重叠,其余 8 个养殖图斑距场址最远距离为 7.3km。

施工方应提前与养殖方沟通,积极协商,适当赔偿养殖方经济损失。施工时应做好悬浮物扩散防护措施,尽量使施工影响降至最低。风电场选址位置位于北部湾海域,该海域是传统的捕鱼区,存在大量的渔船。渔船无固定的航路,航行随意性大,渔船可能会进入风电厂区内穿越或捕鱼。渔船的某些特殊的作业方式,如底拖网、耙网等,可能会拖挂海底管线并导致管线损伤,且在工程附近大规模的捕鱼容易造成渔船碰撞风机事故;渔船还有可能发生在风机桩柱系缆等情况,对工程设施及通航安全产生较大影响。

项目施工期产生的悬浮泥沙、桩基和海缆占用生境等，会对渔业资源造成一定的损失；项目营运期风场场址和海缆保护范围内禁止渔业底拖捕捞、张网、养殖作业等，也会造成在该海域从事渔业捕捞生产的渔民的捕捞空间减少。

5.2.6 与涠洲油田群钻井平台的影响分析

离项目位置最近的油田设施为 WZ6-1，距离为 47.4km。项目建设对其无影响。

5.2.7 与海洋倾倒地影响分析

项目场址与钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒地 A 区的距离为 23.1km，与钦州港 30 万吨级进港航道疏浚工程疏浚物临时性海洋倾倒地 B 区的距离为 33.4km。项目建设对其无影响。

5.2.8 与海底光电缆的影响分析

项目周边分布有两条海底电缆。风电场 C 场址与侨港海底电缆距离约 22.8km，与东侧的 XX 海底电缆距离约为 17.9km，与北侧的 XX 海底电缆距离约为 2.2km。项目场址与海底电缆的距离满足《海底电缆管道保护规定》中所要求的安全距离，因此风电场的选址不会对周围海域的海底电缆造成影响。项目登陆海缆与 XX 海底电缆产生交越，对其安全和后续维护产生不利影响。

5.3 利益相关者界定

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

通过对本项目周围用海现状的调查，分析规划用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，本工程用海利益相关者为养殖业主林登清、XX 海底电缆业主，协调责任部门为海事港口主管部门。

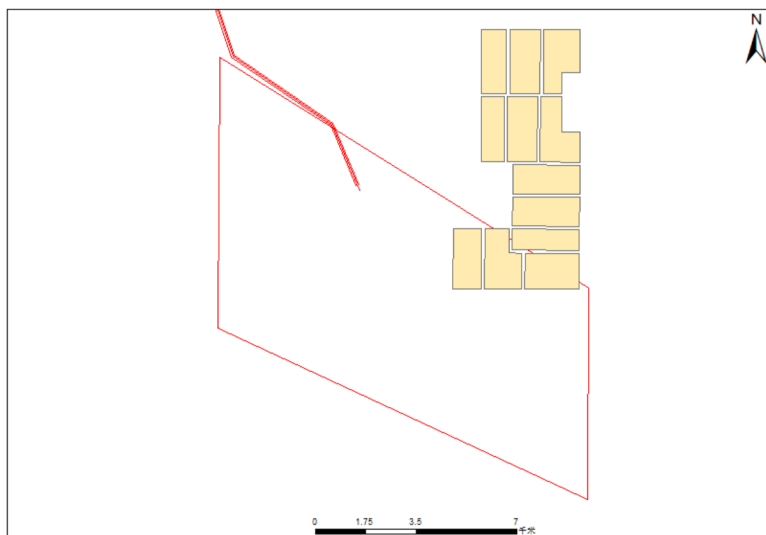


图 5.3-1 利益相关者分布图

表 5.3-1 利益相关者一览表

序号	利益相关者名称	海域使用类型	具体位置	利益相关内容	影响程度
1	xx 海底电缆业主	海底电缆管道	路由交越，场址东侧 17.9km，场址西侧 2.2km	安全和维护影响	对海缆安全和维护造成一定影响
2	林登清	开放性养殖	其中 4 个养殖图斑与项目场址重叠，其余 8 个养殖图斑距场址最远距离为 7.3km。	施工和营运影响	场址占用养殖区域，对养殖区水质有一定影响

5.3-2 协调部门一览表

序号	协调部门	具体位置	利益相关内容	影响程度
1	海事主管部门	重叠	施工期与营运期船只通航；钦州港现有 2#锚地安全影响	对锚地安全会造成一定的影响
2	渔业主管部门	/	风场可能存在渔业生产活动	工程船只与捕捞船只协调避让

5.4 相关利益协调分析

表 5.4-1 利益相关协调一览表

序号	利益相关者/主管部门	协调内容	完成情况
1	xx 海底电缆业主	海缆交越施工方案和保护措施的商定	协调中
2	林登清	保障当地养殖户利益，减轻或避免用海纠纷。另外，海上施工时工程船只与出入养殖区船只可能形成交汇，需要双方提前沟通，谨慎驾驶，协调避让。	协调中
3	海事主管部门	施工期与营运期船只通航；钦州港现有 2#锚地调整	协调中

4	渔业主管部门	工程船只与捕捞船只协调避让	协调中
---	--------	---------------	-----

5.4.1 与周边养殖户的协调

建设单位需与开放养殖业主进行协商，避免产生用海矛盾。施工时需尽量减弱施工强度，尽量缩短施工周期，以减轻悬浮物的扩散，并做好悬浮物污染的管控措施。保障当地养殖户利益，减轻或避免用海纠纷。另外，海上施工时工程船只与出入养殖区船只可能形成交汇，需要双方提前沟通，谨慎驾驶，协调避让。

此外，建设单位应在当地政府的协助下做好施工宣传工作，发布施工通告，在施工期间做好警戒，限制捕捞渔民。同时，建设单位仍然需要在人民政府的组织下与养殖户或者村委会协商解决用海影响问题。

5.4.2 与当地锚地的协调

由于风电场与锚地距离较近，建议对风电场靠近锚地侧的外侧风机采用分离式防撞桩的方式设置防撞设施，防止因大风、浪天气导致锚地内锚泊的船舶发生走锚，从而闯入风电场区域内，对风机设施造成严重损坏。锚地内锚泊船只应经常核实船位、检查锚泊情况，定时观测流速、风力，若发现船舶移位、锚泊异常或影响安全的情况，应尽快采取应对措施，例如动车重新定位、重新锚泊或暂停过驳选择安全水域抛锚。风电场区域建设完成后，应及时发布航海通告，更新航海图书资料，标明风电场区域位置，并合理划定风电场保护区，严禁船舶在误入风电场区域内并抛锚。

5.4.3 与当地渔业主管部门的协调

风电场施工时，应严禁过往船舶在施工区内抛锚，同时应加强对渔民的管理，严禁渔船进入风电场施工区域内，避免发生碰撞事故。风电场建成后，业主单位应与渔政部门取得联系，将风电场位置、所显示的标志等信息告知渔政部门，由渔政部门对各渔船发布相关信息。同时，业主单位应积极与渔政部门配合，加强对附近海域渔船的宣传、教育、培训和监管，使其充分认识到过分靠近风电场航行或作业的危险性，并在风电场上设置警示标志牌，标明该风电场的位置，警示渔船拖网作业时注意风电场。风电场上警示标志与航标灯信号应保持夜间的可见

性，防止渔船进行夜间作业时与风电场发生碰撞。此外，风电场安装施工前，业主单位应将作业时间、地点等信息向渔业主管机关通报，由渔业主管机关通知过往渔船，便于渔船了解本工程的作业动态。

项目附近存在捕捞渔场，渔船交通流较大，为提醒渔船注意，避免渔船进入风电场区域，业主应重视海缆埋深和保护工作，桩柱防撞设施的安装，并在风电场外围设置航标灯，引导过往船舶航行，风电场附近也设计醒目标示，避免渔船误入风电场区域，在近海面塔桶上采用红色灯警示色，避免渔船碰撞引发事故。

休渔期，业主也应联系渔业管理部门到附近渔港加强宣传，提高渔民在风电场附近航行的安全意识。同时，项目涵盖了“白须公礁海洋牧场渔业旅游综合体项目”海域，为保护北部湾渔业生态环境与水产种质资源，建议单位应与渔业主管部门充分沟通，配合调整项目用海范围。另外，建议建设单位设立渔民捕捞赔偿基金，由当地政府和渔业主管部门统一组织，补偿渔民捕捞损失，还可采用海上风电结合深水养殖等方式为渔民转岗转业提供新的岗位。

5.5 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

本项目登陆海缆交越 XX 海底电缆，对其安全和维护产生不利影响，在采取合理的穿越措施的前提下，影响可控。登录海缆施工前，建设单位应与海底电缆业主沟通施工方案和计划，取得同意施工的意见。因此具有协调性。

本工程不存在损害国家权益的问题，项目实施不会涉及领海基点，也不会涉及国家机密，对国家海洋权益没有影响。海域属国家所有，单位和个人经营性使用海域，必须按规定交纳海域使用金。本项目用海属经营性用海，按国家有关规定交纳海域使用金，不损害国家权益。

6 国土空间规划符合性分析

根据《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89号），在各级国土空间规划正式批准之前的过渡期，对省级国土空间规划已呈报国务院的省份，有批准权的人民政府自然资源主管部门已经组织审查通过的国土空间总体规划，可作为项目用地用海用岛组卷报批依据。

6.1 与国土空间规划符合性分析

6.1.1 与《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》（公开征求意见稿）的符合性分析

《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》（公开征求意见稿）中提出：统筹开放安全的海洋空间，形成海洋“两空间内部一红线”总体布局：开发利用空间50%，海洋生态空间50%；强化陆海联动，促进陆海统筹融合发展，严格控制陆源污染物排放，到2035年，逐步实施入海污染物排放总量控制目标责任制，实现近岸海域水质优良比例满足国家考核要求。加强海岸带保护，合理控制海岸带开发强度和时序，提升海岸带开发利用水平，2035年大陆自然岸线保有率不低于35%。

根据本报告分析，本项目送出海缆从登陆点至海上升压站穿越了钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区、钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线，送出海缆位于钦州市三娘湾重要滩涂及浅海水域红线区西侧约670m处，项目不位于广西中华白海豚自治区级海洋自然公园生态红线保护区。220kV海缆登陆段采用定向钻施工，不占用岸线。本项目作为海上风电基础设施，拟纳入钦州市国土空间规划。

根据《广西海上风电场工程规划（报批稿）》，广西海上风电共规划A、C、F、L、M、N、P、Q、R共9个海上风电区域，总体上按照近海单个项目装机容量30-70万千瓦、远海单个项目50-160万千瓦对各区域进行细分（部分项目规模按场址大小确定），共划分A-R共28个海上风电场，规划总装机容量2350万千瓦。

本项目属于海上风电开发项目。项目的建设和营运对于减少化石资源的消耗、推动可再生资源开发利用，缓解环境保护压力，推动提高我国大容量海上风电机组的国产化水平，促进当地旅游业、带动地方经济快速发展，提高风电场近区供电能力都有着重要的意义。本项目建设与《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》（公开征求意见稿）是相符的。

6.1.2 与《广西壮族自治区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》的符合性分析

《广西壮族自治区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》（以下简称《规划》）是国土空间规划的重要专项规划，是一定时期省域国土空间生态修复任务的总纲和空间指引，是实施国土空间生态保护修复的重要依据。《规划》旨在落实《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》。基于广西自然地理格局，围绕建设新时代壮美广西的目标，统筹山水林田湖草海湿地等生态要素，构建“一屏两核一带六区”的国土空间生态修复格局，

《规划》提出，根据广西“一屏六区一廊一片海”生态安全格局，以自然地理为基础，以生态系统服务功能为依据，以生态问题为靶向，以筑牢我国南方重要生态安全屏障、建设新时代壮美广西为目标，突出生态系统完整性，构建“1216”国土空间生态修复格局，即“一屏两核一带六区”。做好海岸带防护，实施海岸带防护林建设，增强海岸防护功能。改善近岸湿地生态质量，恢复退化的典型生境。加强候鸟迁徙路径栖息地保护，促进海洋生物资源恢复和生物多样性保护。提升海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性，提高抵御海洋灾害的能力。

通过将项目用海范围与广西国土空间生态修复重点区域分布图叠置分析，本项目没有位于生态修复重点区域，送出海缆穿越北部湾海岸带生态保护修复带，项目送出海缆登陆点周边有“桂南沿海丘陵平面人居环境提升和水土流失防治区”。《规划》要求，在桂南沿海丘陵平面人居环境提升和水土流失防治区：重点推进九洲江、南流江、钦江、茅岭江和北仑河等区域的山水林田湖草海湿地生态保护修复，加强防护林体系建设和古树名木保护，营造绿色生态入海江河环境。

提升六万大山、十万大山等重要山脉水源涵养功能，提高水土保持能力。加强野生动植物保护和自然保护地建设，保护生物多样性，建设桂南生态屏障。

项目位于开阔海域，风场场址水深在 10~20m 之间，距离陆地最近距离约 14.3km。经分析，项目施工对工程海域水质带来的影响是局部的、短期的和可逆的，影响很小，一旦施工结束，影响即可消除。本项目申请用海范围不占用岸线，但 220kV 海底电缆从底土穿越岸线。本项目 220kV 海底电缆在设计上并行排布 3 回路电缆，采用对砂纸岸线无影响的定向钻穿越施工，靠近登陆点的近岸段礁石较少，海床平坦的水域较宽。本项目不涉及采挖砂围填海、倾倒废渣等诱发沙滩蚀退的行为，电缆管线登陆区施工定向钻工艺，尽量保存自然岸线的原态。对原砂质岸线的类型和生态功能不造成长久性影响，不会影响其自然岸线形态及原有生态功能。更不会诱发沙滩蚀退，不改变沙滩自然属性。综上分析，项目建设和运营对广西落实各项国土空间生态修复措施没有影响，符合《广西壮族自治区国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》的要求。

附图 1 广西国土空间生态修复分区图



图 6.1.2-1 与广西国土空间生态修复分区图叠置分析

附图 3

广西国土空间生态修复重点区域分布图



图 6.1.2-2 与广西国土空间生态修复重点区域分布图叠图分析

6.1.3 与《钦州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案公示）的符合性分析

《钦州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案公示）指出：推进山水林田湖草生态保护和修复，守住自然生态安全边界。强化市域国土空间规划和用途管控，探索建立绿色能源体系，实践绿色生活方式。全面推动国土空间格局优化，提高空间利用效率。坚持“海—线—陆”协同发展和功能匹配，完善建立符合钦州海洋功能发展特点的管控模式。

规划强调，形成绿色活力海洋空间，实施差异化海域发展策略，大风江—三娘湾海域以保护为主，适度开发：以生态保护、游憩及渔业为主要功能，重点保护红树林及河口生态系统、中华白海豚栖息环境，大力发展休闲旅游，推进渔业资源综合利用。优化能源供给结构，统筹推进风能、太阳能、水能等新能源产业发展。转变能源使用方式，提高能源使用效率，探索双碳下的钦州方案。实施海岸线分类管控，优化海域用海布局，严格管控围填海，提升海岸带空间综合功能，构建海岛分类管控体系。

本项目是海上风电项目，项目建设推动可再生资源开发利用，缓解环境保护压力，实现绿色发展，可以利用良好的风能资源，向电网提供清洁的可再生能源，

有利于提高海上风电技术水平，有利于促进海上风电设备国产化、海上风机基础选型与施工技术的创新。工程的建设可以大力推动钦州市沿海经济带高质量发展，随着风电场的相继开发，风电将为地方开辟新的经济增长点，对拉动地方经济的发展起到积极作用，项目的开发将以点带面带动全省海上风电开发，为下一步广西海上风电规模化开发，为后续海上风电建设提供宝贵经验和示范。

经分析，项目施工对工程海域水质带来的影响是局部的、短期的和可逆的，影响很小，一旦施工结束，影响即可消除。本项目申请用海范围不占用岸线，但 220kV 海底电缆从底土穿越岸线。本项目 220kV 海底电缆在设计上并行排布 3 回路电缆，采用对砂纸岸线无影响的定向钻穿越施工，靠近登陆点的近岸段礁石较少，海床平坦的水域较宽。本项目不涉及采挖砂围填海、倾倒废渣等诱发沙滩蚀退的行为，电缆管线登陆区施工定向钻工艺，尽量保存自然岸线的原态。对原砂质岸线的类型和生态功能不造成长久性影响，不会影响其自然岸线形态及原有生态功能。更不会诱发沙滩蚀退，不改变沙滩自然属性。

综上所述，项目建设符合《钦州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案公示）的要求。

6.2 与海洋功能区划的符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于开展省级海岸带综合保护与利用规划编制工作的通知》（自然资办发〔2021〕50 号）要求：“做好过渡期用海审批。‘多规合一’的国土空间规划出台前，用海项目应按照当前严格围填海和严格管控无居民海岛的有关政策要求，依据原海洋功能区划和海岛保护规划进行审批。”由于广西壮族自治区和钦州市的国土空间规划文件目前尚未正式发布，因此，本报告需要对本用海项目与海洋功能区划的符合性进行分析。

6.2.1 项目所在及周边海域海洋功能区划

（1）《全国海洋功能区划》（2011-2020 年）

根据《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》总体布局，项目所在的桂西海域主要功能为海洋保护、渔业、工业与城镇用海。其中工业与城镇用海应做好与土地利用总体规划、城乡规划、河口防洪与综合整治规划等的衔接，突出节约集约

用海原则，合理控制规模，优化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能。优先安排国家区域发展战略确定的建设用海，重点支持国家级综合配套改革试验区、经济技术开发区、高新技术产业开发区、循环经济示范区、保税港区等的用海需求。重点安排国家产业政策鼓励类产业用海，鼓励海水综合利用，严格限制高耗能、高污染和资源消耗型工业项目用海。在适宜的海域，采取离岸、人工岛式围填海，减少对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌的影响，防止海岸侵蚀。工业用海区应落实环境保护措施，严格实行污水达标排放，避免工业生产造成海洋环境污染，新建核电站、石化等危险化学品项目应远离人口密集的城镇。

本项目为促进广西能源转型和绿色高效的海上风电项目，落实深水远岸的布局，不占用自然岸线和滨海湿地，风机选择和平面布局突出节约集约用海，合理控制用海规模，空间布局合理，海域空间资源的整体使用效能高，采用以透水构筑物用海为主的用海方式，对海域自然属性改变影响较小，对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌的影响小，不会造成海岸侵蚀，不占用自然岸线。

经过论证，项目与区划的导向基本契合，符合《全国海洋主体功能区规划》（2011-2020年）。

（2）《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》

《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》于2012年经国务院批复，是本项目使用海域的主要论证依据。根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》，本项目位于A5-9鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区、B1-6钦州湾东南部农渔业区、B1-7大风江航道南侧农渔业区和B1-13广西近海南部农渔业区。

项目周边海域海洋功能区划有B6-4广西近海南部海洋保护区、B2-1三墩外港口航运区、B4-1钦州湾矿产与能源区、A2-10大榄坪至三墩港口航运区、B8-2老人沙保留区、A3-6大榄坪工业与城镇用海区、A5-10三娘湾旅游休闲娱乐区、A6-5三娘湾海洋保护区、B1-8廉州湾西南部浅海农渔业区。各功能区的分布情况详见表6.2.1-1、图6.2.1-1、表6.2.1-2。

表 6.2.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布情况表

序号	代码	功能区名称	与用海区的最近距离
1	A5-9	鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区	项目送出海缆所在
2	B1-6	钦州湾东南部农渔业区	项目送出海缆所在
3	B1-7	大风江航道南侧农渔业区	项目风电场址及送出海缆所在
4	B1-13	广西近海南部农渔业区	项目风电场址所在

5	A2-10	大榄坪至三墩港口航运区	送出海缆西侧 0.4km
6	A3-6	大榄坪工业与城镇用海区	送出海缆西北侧, 2.4km
7	A5-10	三娘湾旅游休闲娱乐区	送出海缆东侧, 3.0km
8	A6-5	三娘湾海洋保护区	送出海缆东侧, 33.8m
9	B1-8	廉州湾西南部浅海农渔业区	场址东北侧, 4.1km
10	B2-1	三墩外港口航运区	送出海缆西侧 4.9km
11	B4-1	钦州湾矿产与能源区	送出海缆西侧 8.4km
12	B6-4	广西近海南部海洋保护区	场址西南侧 6.8km
13	B8-2	老人沙保留区	送出海缆西侧 6.1km

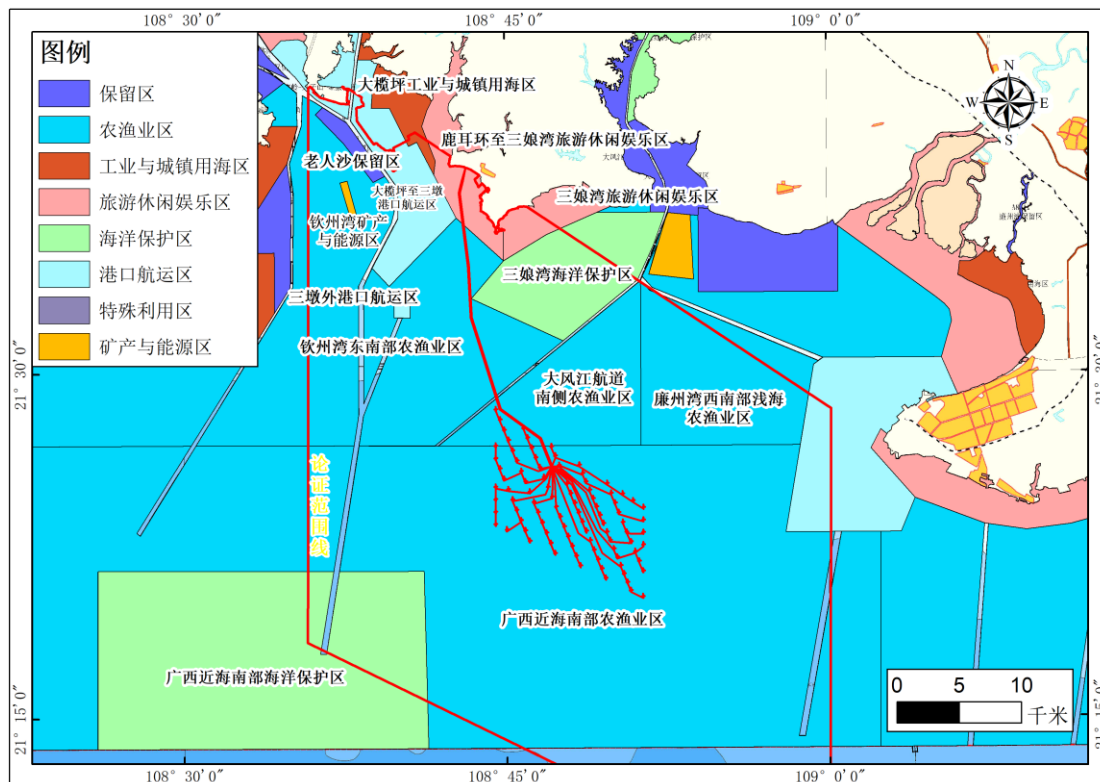


图 6.2.1-1 项目所在海域周围海洋功能区划分布示意图

表 6.2.1-2 项目所在海域海洋功能区划登记表

代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积 (公顷)	岸段长度 (米)	管理要求				
							海域使用管理			海洋环境保护	
							用途管制	用海方式控制	海岸/海域整治	生态保护重点目标	环境保护
A5-9	鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区	钦州市钦南区	钦州湾东岸鹿耳环至三娘湾沿岸, 东经 108°41'-108°45', 北纬 21°34'-21°44'。	旅游休闲娱乐区	3811	59132	海岸基本功能为旅游娱乐用海, 开发利用方向为旅游度假、娱乐休闲、海上游乐运动和观光游览等; 保障犀牛角渔港用海。	禁止围填海; 合理控制旅游开发强度, 完善旅游基础设施建设; 构筑物建设应与旅游景观发展相协调。	严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置; 开展鹿耳环江海域的整治, 修复其水动力环境。	保护海岛和沙滩旅游资源。	犀牛角渔港海域海水水质执行不劣于三类标准, 海洋沉积物和海洋生物执行不劣于二类标准; 其他海域海水水质执行不劣于二类标准, 海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
B1-6	钦州湾东南部农渔业区	钦州市	钦州湾东南部海域, 东经 108°38'-108°47', 北纬 21°26'-21°36'。	农渔业区	16684	/	海域基本功能为渔业用海; 允许在论证基础上, 安排与渔业相容的开发活动。	严格限制改变海域自然属性; 按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度, 发展健康、生态养殖方式; 禁渔期间, 禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产; 禁止影响航道安全的养殖。规划区南侧边界向北 7km, 西侧边界向东 5km 范围内要保持自然现状, 不得进行鱼排、鱼栅、人工鱼礁等活动。	清理影响生态环境和航行安全的养殖活动。	1~7 月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期, 加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护; 加强对白海豚生境的保护。	海水水质执行不劣于二类标准, 海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。

B1-7	大风江航道南侧农渔业区	钦州市	大风江航道南侧海域，东经108°41'-108°51'，北纬21°26'-21°34'。	农渔业区	10859	/	海域基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相容的开发活动。	严格限制改变海域自然属性；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产；禁止影响航道安全的养殖活动。保持自然现状，不得进行鱼排、鱼栅、人工鱼礁、围海等活动。	调整与清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。	1~7月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护；加强对白海豚生境的保护。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
B1-13	广西近海南部农渔业区	广西近海	广西近海南部海域，东经108°4'-109°2'，北纬21°13'-21°27'。	农渔业区	177038	/	海域基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相容的开发活动。锚地、倾倒地和人工渔礁建设应征求相关部门的意见。	除人工渔礁建设、航道改扩建、锚地和倾废区的选划外，不得改变海域自然属性；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产。	调整与清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。	1~7月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护。	捕捞区、水产种质资源保护区执行不劣于一类海水水质标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。其他航道、锚地和倾倒地执行相关法律法规规定的水质标准。
A6-5	三娘湾海洋保护区	钦州市钦南区	三娘湾海岸，东经108°44'-108°47'，北纬21°34'-21°37'。	海洋保护区	8972	/	海洋特别保护区用海，用于三娘湾海洋保护区建设；兼顾旅游娱乐功能。	禁止围填海活动，允许适度开展水上旅游活动及开放式的渔业养殖活动。	/	加强对中华白海豚及其栖息环境的保护。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。

6.2.2 项目用海对所在海洋功能区的影响分析

本项目风机位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》中的广西近海南部农渔业区和大风江航道南侧农渔业区，220kV 送出海缆位于钦州湾东南部农渔业区和鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区。

根据第 4 章资源生态影响分析，海缆施工期悬沙扩散的影响主要集中在底层。施工对功能区的影响是暂时、可逆的，随着施工的开始，水质慢慢可以恢复。海底电缆路由施工会占用一定海域面积，导致底栖生物生境损失，但占用面积较小，影响较小，对广西近海南部农渔业区、大风江航道南侧农渔业区、钦州湾东南部农渔业区和鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区的生态环境影响较小，可通过生态补偿措施进行弥补恢复。

经分析，施工悬浮物使工程附近局部海域混浊度增加，降低了水体的透光率，限制了浮游植物和底栖植物的光合作用率，导致该水域内初级生产力下降。初级生产力的降低将通过食物链影响到整个生态系统的各个环节。透光率的降低还会改变某些靠光线强弱而进行垂直迁移的浮游动物的生活规律。由于水质浑浊，阳光透射率下降，使得该片水域内的游泳生物迁移到别处。在施工期间，洄游到这里或经过这里产卵的群体，由于产卵场的环境受到干扰而改变正常的洄游路线。在这里栖息、生长的一些地方性种类以及幼体、在浅水区索饵成长的幼鱼幼虾，其正常的分布规律被扰乱，导致部分鱼群改变原有的集群和正常的洄游路线。由此可见，在施工期这一范围内，初级生产力下降，渔业资源会受到一定的影响。根据以往疏浚工程产生的悬浮物的影响程度来看，悬浮物对水质的影响在工程结束后约 6 小时可基本消除。因此，施工悬沙对水质的影响属于短期环境效应，随着施工作业结束，水质将逐渐恢复。

项目施工期间和营运期间，进出施工水域的施工船舶和营运船舶将会增多，客观上增加了过往船舶的航行与避让难度。对此，在工程施工期间，建设单位以及相关部门应加强对施工船舶和施工区域的管理，施工船舶以及施工区域的水上部分应明确标示，及时和周围港区、海事部门进行充分的协调，避免事故的发生。

此外，本工程海上施工期间还会产生一定量的生活污水，未经处理直接排放，则会在一定程度上加重海域的富营养化程度，恶化工程附近海域的水环境。本工

程施工应设置有船舶生活污水和船舶含油污水的收集装置，收集贮存后定期交具有能力处理的单位接收后统一处理，对工程海域水质带来的影响是局部的、短期的和可逆的，影响很小，一旦施工结束，影响即可消除。

项目施工时合理安排及协调好施工船舶作业时间、方式及范围，尽量减弱施工强度，缩短施工周期，以减轻悬浮物的扩散，并做好悬浮物污染的管控措施，可将周边海域的影响降至最低。项目按照《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》的海域使用管理要求和海洋环境保护要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行，可避免或减少对周边海洋功能区的影响。

6.2.3 项目用海对周边海洋功能区的影响分析

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》，项目周边分布的海洋功能区有广西近海南部海洋保护区、三墩外港口航运区、钦州湾矿产与能源区、大榄坪至三墩港口航运区、老人沙保留区、大榄坪工业与城镇用海区、三娘湾旅游休闲娱乐区、三娘湾海洋保护区、廉州湾西南部浅海农渔业区。

根据第4章资源生态影响分析，项目周边受影响的海洋功能区主要为三娘湾海洋保护区和大榄坪至三墩港口航运区，其它周边海洋功能区距离较远。项目风机机组采用透水构筑物，本工程实施后海流影响主要在工程风电场桩基内部海域，而对离工程区较远的海域流态影响较小，波浪影响主要在基础导管架周边。冲淤范围仅局限于风电桩基群的附近海区，周边临近海区的冲淤基本不受本工程的影响。因此，项目实施基本不会对周边海洋功能区划的水文动力环境、地形地貌与冲淤环境产生影响。

项目海底电缆敷设施工过程中产生的悬浮泥沙局限于本项目工程区周边，部分施工产生的悬沙会进入三娘湾海洋保护区，但这种影响属于短期环境效应，随着施工作业的结束，水质将逐渐恢复。施工单位应合理安排施工顺序，选择对海洋生态影响最小的施工方式进行施工；应尽可能选择在海流平静的潮期进行，减小悬浮泥沙扩散范围；避免在底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节进行作业，降低对渔业资源和附近保护区的影响。同时，应对整个施工进行合理规划，以减轻施工可能带来的海洋生态环境影响。项目按照《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》的海域使用管理

要求和海洋环境保护要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行，可避免或减少对周边海洋功能区的影响。

6.2.4 与海洋功能区的符合性分析

本项目风机位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》中的广西近海南部农渔业区和大风江航道南侧农渔业区，220kV 送出海缆位于钦州湾东南部农渔业区和鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区。项目建设不涉及围填海、炸礁、炸岛等施工，不改变所在海域的自然属性，符合海洋功能区的海域使用管理和环境保护要求。具体分析见表 6.2.4-1。

表 6.2.4-1 项目与《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》要求的符合性分析

名称	功能区管理要求		影响分析	是否符合	
鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区	海域使用管理	用途管制	海岸基本功能为旅游娱乐用海，开发利用方向为旅游度假、娱乐休闲、海上游乐运动和观光游览等；保障犀牛角渔港用海。	本项目送出海缆位于该功能区，项目送出海缆用海类型为海底电缆管道用海，登陆段采用定向钻穿越，对海岸不会产生破坏影响，运行期海缆敷设于泥面以下，不影响海岸旅游娱乐功能。送出海缆避开了犀牛角渔港，不影响渔港功能的发挥	符合
		用海方式控制	禁止围填海；合理控制旅游开发强度，完善旅游基础设施建设；构筑物建设应与旅游景观发展相协调。	本项目不涉及围填海，项目建设不破坏当地旅游基础设施。送出海缆登陆段采用定向钻穿越，运行期海缆敷设于泥面以下，与旅游景观发展相协调	符合
		海岸整治	严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置；开展鹿耳环江海域的整治，修复其水动力环境	项目污废水及生活垃圾均按要求处置；项目送出海缆海缆敷设于泥面以下，不影响区域水动力环境。	符合
	海洋环境保护	生态保护重点目标	保护海岛和沙滩旅游资源。	项目送出海缆登陆段采用定向钻穿越，不会破坏海岛和沙滩旅游资源。	符合
		环境保护	犀牛角渔港海域海水水质执行不劣于三类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于二类标准；其他海域海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。	项目施工期产生的悬浮物对海水水质会产生临时不利影响，施工结束后悬浮物对水质影响随之消失。项目污废水及生活垃圾均按要求处置。	符合
	钦州湾东南部农渔业区	海域使用管理	用途管制	海域基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相兼容的开发活动	项目送出海缆用海类型为海底电缆管道用海，运行期海缆敷设于泥面以下，不影响区域渔业用海功能。
用海方式控制			严格限制改变海域自然属性；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产；禁止影响航道安全的养殖。规划区南侧边界向北 7km,西侧边界向东 5km 范围内要保持自然现状，不得进行鱼排、鱼栅、人工鱼礁等活动。	项目风机基础和升压站用海方式为“透水构筑物”，海底电缆用海方式为“海底电缆管道”，且埋设于海底泥面以下，不会改变工程区域海域的自然属性。工程无养殖、捕捞活动，也无鱼排、鱼栅、人工鱼礁、围海等活动。	符合

广西钦州海上风电示范项目海域使用论证报告书

大风江 航道南 侧农渔 业区	海洋 环境 保护	海域整治	清理影响生态环境和航行安全的养殖活动。	项目的开工建设有利于对违法违规养殖和影响生态环境和航行安全养殖的清理，在施工结束后将进行生态补偿，促进海域的综合整治。	符合
		生态保护 重点目标	1~7月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护；加强对白海豚生境的保护	项目在蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期将降低施工强度，减轻施工对其产卵繁殖的影响。工程不占用白海豚的主要栖息生境，工程将采取一系列保护措施加强对白海豚的保护。	符合
		环境保护	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准	项目施工期产生的悬浮物对海水水质会产生临时不利影响，施工结束后悬浮物对水质影响随之消失。项目污废水及生活垃圾均按要求处置。	符合
	海域 使用 管理	用途管制	海域基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相兼容的开发活动。	项目用海类型为电力工业用海，用海方式为透水构筑物用海和海底电缆管道用海。运行期建设单位应与当地渔业主管部门及时沟通，避免渔船对风机基础产生不利影响，在确保风机基础安全不受影响的情况下，项目建设与渔业发展可兼容	符合
		用海方式 控制	严格限制改变海域自然属性；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产；禁止影响航道安全的养殖活动。保持自然现状，不得进行鱼排、鱼栅、人工鱼礁、围海等活动。	项目风机基础和升压站用海方式为“透水构筑物”，海底电缆用海方式为“海底电缆管道”，且埋设于海底泥面以下，不会改变工程区域海域的自然属性。工程无养殖、捕捞活动，也无鱼排、鱼栅、人工鱼礁、围海等活动	符合
		海域整治	调整与清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。	项目的开工建设有利于对违法违规养殖和影响生态环境和航行安全养殖的清理，在施工结束后将进行生态补偿，促进海域的综合整治。	符合
海洋 环境 保护	生态保护 重点目标	1~7月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护；加强对白海豚生境的保护。	项目在蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期将降低施工强度，减轻施工对其产卵繁殖的影响	符合	
	环境保护	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。	项目施工期产生的悬浮物对海水水质会产生临时不利影响，施工结束后悬浮物对水质影响随之消失。项目污废水及生活垃圾均按要求处置。	符合	

广西近海南部农渔业区	海域使用管理	用途管制	海域基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相兼容的开发活动。锚地、倾倒区和人工渔礁建设应征求相关部门的意见	项目用海类型为电力工业用海，用海方式为透水构筑物用海和海底电缆管道用海。运行期建设单位应与当地渔业主管部门及时沟通，避免渔船对风机基础产生不利影响，在确保风机基础安全不受影响的情况下，项目建设与渔业发展可兼容	符合
		用海方式控制	除人工渔礁建设、航道改扩建、锚地和倾废区的选划外，不得改变海域自然属性；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产。	项目风机基础和升压站用海方式为“透水构筑物”，海底电缆用海方式为“海底电缆管道”，且埋设于海底泥面以下，不会改变工程区域海域的自然属性	符合
		海域整治	调整与清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。	项目的开工建设有利于对违法违规养殖和影响生态环境和航行安全养殖的清理，促进生态环境整治和航行安全维护	符合
	海洋环境保护	生态保护重点目标	1~7月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护。	项目在蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期将降低施工强度，减轻施工对其产卵繁殖的影响。	符合
		环境保护	捕捞区、水产种质资源保护区执行不劣于一类海水水质标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。其他航道、锚地和倾倒区执行相关法律法规规定的水质标准。	项目施工期产生的悬浮物对海水水质会产生临时不利影响，施工结束后悬浮物对水质影响随之消失。项目污废水及生活垃圾均按要求处置	符合

综上所述，作为海洋可再生能源开发项目，本项目主要建设内容为海上风机组和海底电缆管道，不涉及围填海工程和水下爆破，海缆敷设不会截断洄游通道，项目对功能区的影响主要存在于施工期间，悬沙扩散对功能区的水质产生影响。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背景浓度值，在施工结束后不会影响功能区的功能发挥，运营期通过采取一定的环保措施，不会对所在海洋功能区的基本功能造成不可逆转的改变，项目用海符合《全国海洋功能区划》和《广西壮族自治区海洋功能区划》的管理要求。

6.3 与生态保护红线的符合性分析

自然资源部办公厅在 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，广西完成了‘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。

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，生态保护红线内自然保护地核心区外，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。

通过将项目与“三区三线”成果中的生态保护红线叠加分析，本项目风电场址没有位于生态红线区，项目 220kV 海缆穿越了钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区、钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线，穿越长度分别为 3.6km、0.2km、0.8km，具体位置见图 6.2.4-1。

表 6.2.4-1 本项目与生态保护红线位置关系

序号	生态红线区	本项目与生态保护红线位置关系
1	钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区	送出海缆穿越
2	钦州市月亮湾海岸防护极重要区	送出海缆越
3	北部湾水源涵养生态保护红线	送出海缆穿越
4	钦州市三娘湾重要滩涂及浅海水域红线区	送出海缆东侧，0.6km
5	钦州市乌雷海岸防护物理防护极重要红线区	送出海缆东侧，0.7km
6	钦州市三娘湾海岸防护极重要区	送出海缆东侧，4.7km
7	广西钦州中华白海豚自治区级海洋公园	送出海缆东侧，6.6km

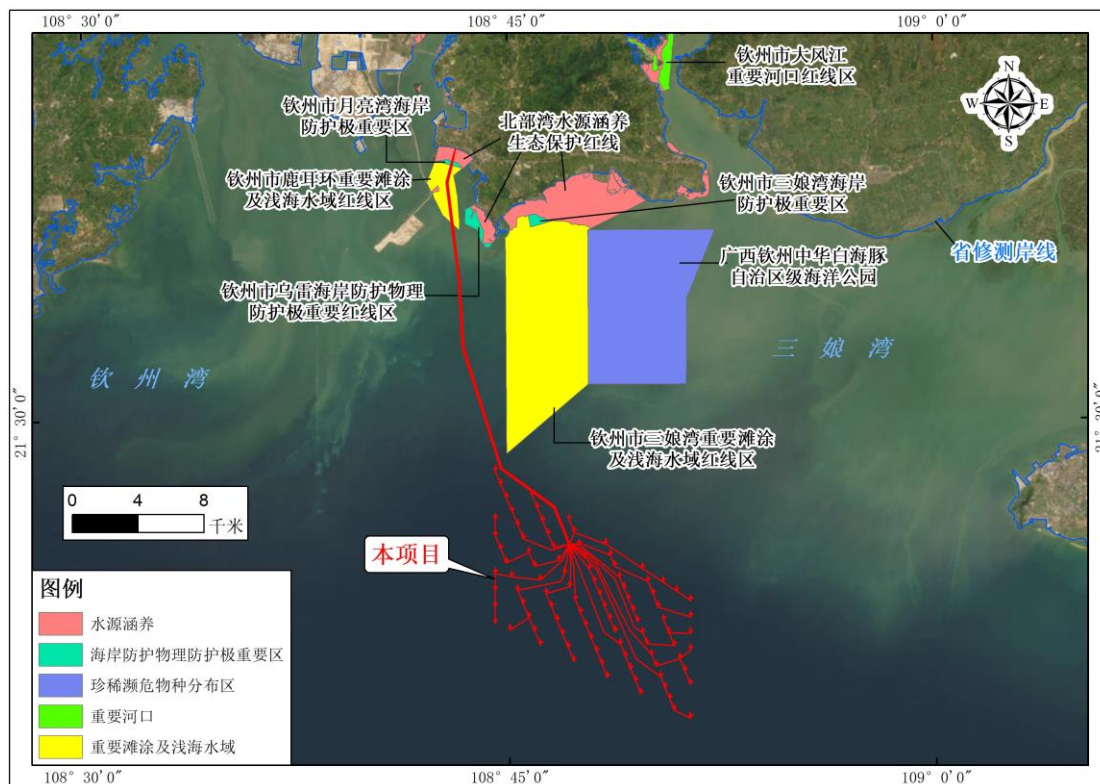


图 6.2.4-1 项目所在海域及周边海域生态保护红线区分布示意图

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

以下通过对项目建设的必须性、对红线的无法避让性、对生态功能不造成破坏以及与国土空间规划的符合性四个方面进行分析。

(1) 海底电缆建设的必要性

本项目是广西钦州海上风电示范项目的海底电缆路由预选,海底电缆为线性工程,属电力工程的基础设施。钦州海上风电是广西壮族自治区落实国家能源发展战略的示范性风电项目,海上风机将风能转为电能后,需将电能输送至陆域后接入电网,使电能得以利用。因此,为输送海上风电场产生的电能,必须敷设海底电缆,即海底电缆的建设是必须的。

(2) 不可避让性

本项目路由近岸段穿越了三个海洋生态保护红线区,分别为钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区、钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线,其中登陆点 1 的位置处于北部湾水源涵养生态保护红线的海岸线内。上述三个海洋生态保护红线区的范围几乎包含了整个月亮湾南侧海域,而月亮湾东南侧未划定为红态保护红线区的海域建有乌雷渔港及其支航道,本项目的海缆路由及登陆点均不宜布置在该区域范围内,因此本项目路由穿越该三个海洋生态保护红线区具无法避让性。

(3) 海缆路由方案对红线区的生态功能不造成破坏

本项目路由方案在近岸段首先穿越钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区,海缆施工期将对该红线区的生态环境造成一定影响,但海缆埋设施工结束后,水环境影响将随之消失,底栖生态环境也将逐步得到恢复,渔业资源的损失可通过生态补偿等方式进行修复,海缆施工不会对红线区的生态功能造成破坏性影响。路由方案登陆段将通过定向钻的方式穿越钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线,定向钻的入土和出土点将设置在这两个红线区外,不会破坏红线区的沙源和冲淤稳定性,不影响海滩的完整性及其自然景观,不会对海域的水质环境造成明显影响,不破坏水源涵养的生态功能,即不会对红线区的基本生态功能造成破坏性的影响。

(4) 海缆路由与国土空间规划的符合性

通过在项目前期与广西区、钦州市自然资源行政主管部门的沟通及咨询成果分析,本项目海缆路由方案不占用基本农田、不影响城镇开发,在沟通中均未收到海缆路由方案与国土空间规划不符的反对意见;又经过前文的分析,海缆路由

对海洋生态红线的生态功能不造成破坏。因此，本项目海缆路由与广西区国土空间规划相符。

综合以上分析，本项目路由是广西钦州海上风电示范项目的必要组成部分，送出海缆穿越海洋生态保护红线区是无法避让的，送出海缆对生态功能不造成破坏，与广西区国土空间规划成果相符，与海洋生态红线的管控要求相符。因此，本项目的符合《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）》中的生态保护红线的相关规定，符合海洋生态红线的管控要求。

6.4 与三线一单的符合性分析

为全面贯彻《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，落实生态保护红线，环境质量底线、资源利用上线，广西壮族自治区人民政府于2020年12月发布了《广西壮族自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（桂政发〔2020〕39号），确定了《广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）》。

2021年8月，钦州市人民政府印发了《钦州市人民政府关于印发钦州市“三线一单”生态环境分区管控实施意见的通知》（钦政发〔2021〕13号）。主要目标是到2025年，全市建立较为完善的生态环境分区管控体系，生态环境治理体系和治理能力现代化水平明显提升，生态环境质量持续改善，产业结构调整深入推进，绿色发展和绿色生活水平显著提升。

（1）生态保护红线符合性

根据2022年批复生态保护红线，工程风电场区不占用生态保护红线，送出海缆穿越钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区、钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线。送出海缆属于自然资发〔2022〕142号规定的对生态功能不造成破坏的有限人为活动，根据6.3节分析结果，工程建设满足广西生态保护红线的管理要求。

（2）环境质量底线

本项目施工期大气污染物主要为施工船舶废气，运营期不产生污染物，船舶废气属于移动源产生的污染物无组织排放，排放强度低，施工时间短暂，对大气

影响程度小，不会降低现状空气质量水平，项目建设可满足空气质量底线。船舶生活污水和含油废水收集上岸交由资质单位接受处理，严禁排海，不会对水环境质量造成恶化，符合水环境质量底线。项目所占陆域，按照相关要求进行了防护，对土壤环境造成影响较小。项目建设对生态环境状况指数影响很小，满足生态的环境质量底线。

(3) 资源利用上线符合性分析

本项目风机和送出电缆及登陆点选址均按照《广西海上风电场工程规划》的要求布局，升压后通过 3 回 220kV 海底电缆输送到陆上集控中心。本风电场综合考虑了风机的机型、安全等级、场址区特殊环境、气候等条件要求、机组性能、经济效应、风机尾流影响、风机对船只航行、渔业生产等方面影响减缓角度出发，对布置方案多次优化，同时能达到风电场最好的发电效益，充分利用场址风力资源，最终确定布置方案。风电机组的布置满足了项目建设、开发的需求，同时调整风机内部间距，降低风机尾流影响，并体现了集约节约用海，充分考虑到了对周边海洋开发活动的影响，提高了项目的用海合理性。

根据风电场所在位置、预接入变电站所在位置及海洋开发利用现状，秉持尽量减少环境影响的原则，本项目登陆段用海范围使用砂质岸线 21.9m，穿越岸线底层空间，不改变岸线的自然属性。海缆登陆时，使用定向钻穿越海岸埋设管道，再通过管道牵引海缆完成登陆，登陆后接入陆上集控中心。因此，登陆段虽然穿过砂质岸线，但埋设有一定深度，定向钻拖拉后不会对岸线造成影响，属于非实质性的占用且长度小，对岸线资源的影响很小。

(4) 生态环境准入清单

本项目为电力工业用海。根据《市场准入负面清单》(2022 版)，在获得许可的前提下，项目不属于禁止准入类，与《市场准入负面清单》要求相符。

根据《广西壮族自治区人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》，全区共划定 1554 个环境管控单元，其中，陆域环境管控单元 1378 个，近岸海域环境管控单元 176 个。陆域优先保护单元 771 个，重点管控单元 503 个，一般管控单元 104 个。近岸海域优先保护单元 81 个，重点管控单元 56 个，一般管控单元 39 个。本项目风电场址区和部分 220kV 海缆位于一般管控单元，部分 220kV 海缆穿越优先保护单元，位置关系见图 6.2.4-1。符合性分析详见表 6.2.4-1，

根据分析，工程建设与《广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）》是相符合的。

根据《钦州市人民政府关于印发钦州市“三线一单”生态环境分区管控实施意见的通知》工程风电场位于钦南区一般管控单元，送出海缆位于钦南区优先保护单元和一般管控单元。工程与钦州市“三线一单”生态环境分区管控位置关系见图 6.2.4-2。符合性分析详见表 6.2.4-2，根据分析，工程建设与《广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）》是相符合的。

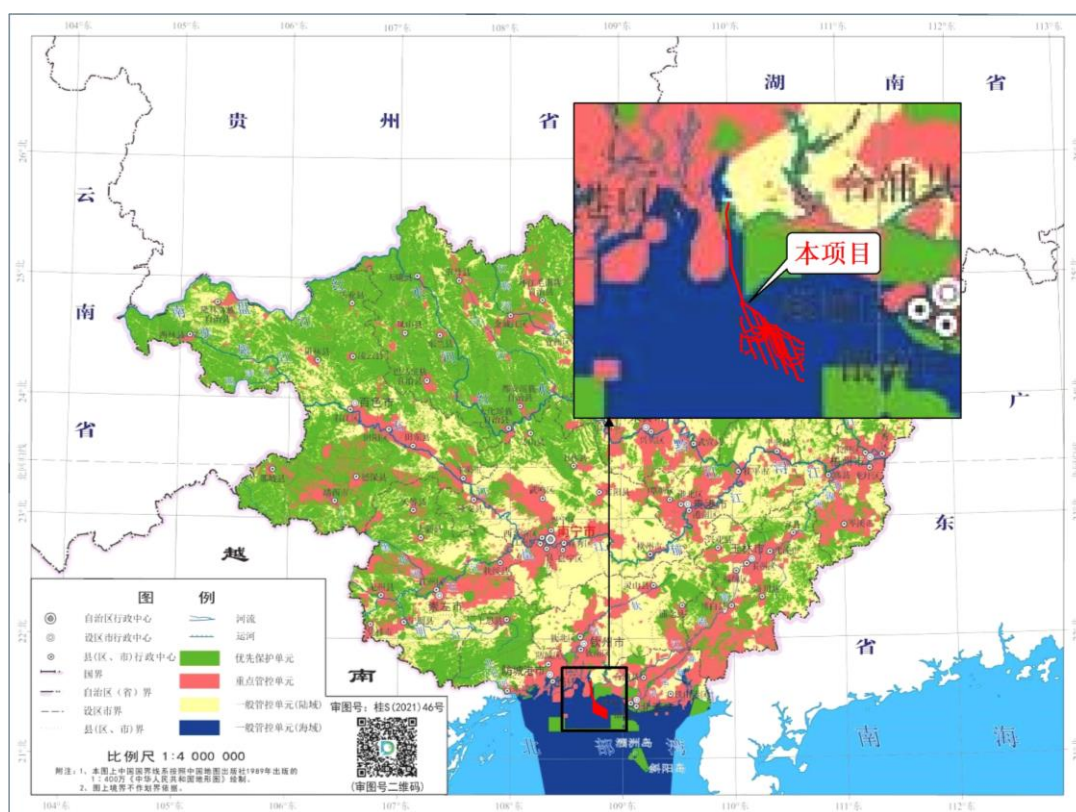


图 6.2.4-1 本项目与广西“三线一单”环境管控单元位置关系图

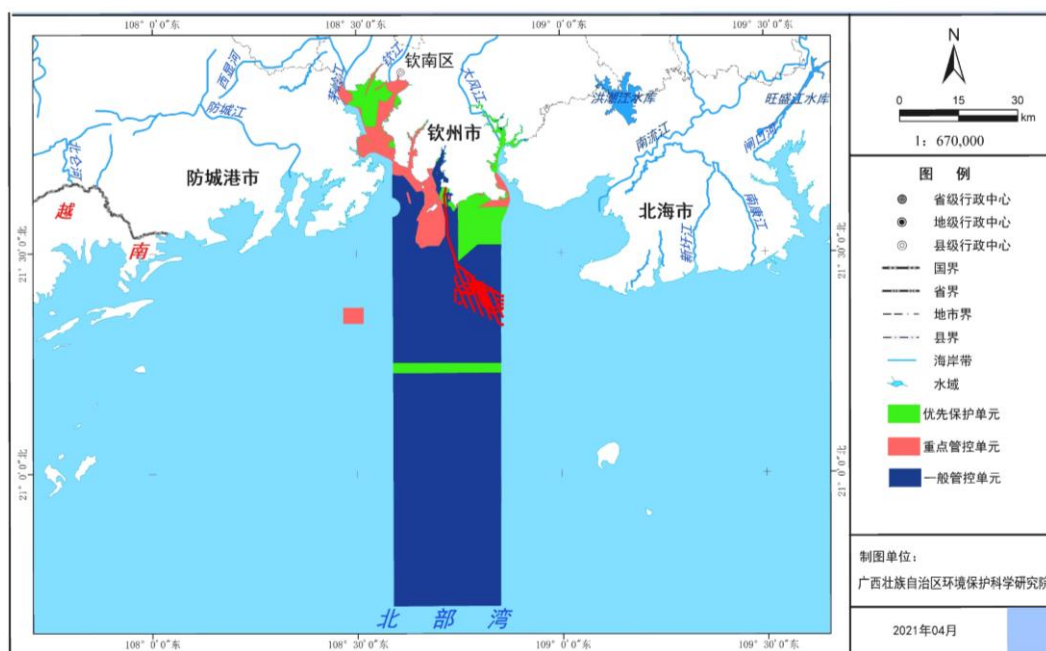


图 6.2.4-2 本项目与钦州市“三线一单”环境管控单元位置关系图

表 6.2.4-1 与广西壮族自治区“三线一单”符合性分析

管控单元	生态环境准入及管控要求	符合性分析
一般管控单元 (海域)	1. 严格限制在生态脆弱敏感、自净能力弱的海域实施围填海行为，严禁国家产业政策淘汰类、限制类项目在滨海湿地布局。 2. 强化近岸排污口入海污染物管控，严格按照相关法律法规及海洋国土空间规划等要求，规范设置和监管入海排污口。 3. 加强水生生物重要生境以及自然岸线、红树林、湿地保护。红树林严格按照《广西壮族自治区红树林资源保护条例》进行管控。重要湿地严格按照《广西壮族自治区湿地保护条例》进行管控。 4. 确需在生态保护红线区内进行渔业及其执法码头、陆岛交通码头、道路交通、航道锚地、海底管线等公益或公共基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后方可准入。	符合。 1.本工程不涉及围填海，项目属于国家产业政策鼓励类项目。 2.本工程不设置排污口，工程施工期及运行期污水均按要求处置。 3.本工程不涉及红树林、重要湿地；海缆采用定向钻形式穿越自然岸线，不破坏自然岸线；工程施工对海洋生物产生临时不利影响，运行期永久占用海域面积较小，并将采取增殖放流等措施恢复海洋生态。 4.本工程送出海缆穿越生态保护红线区，已进行严格论证，后续将履行相关审批手续。
优先保护单元 (近岸海域生态保护红线)	1. 生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动，主要包括： (1) 零星的原住民在不扩大现有建设用地和耕地规模前提下，修缮生产生活设施，保留生活必需的少量种植、放牧、捕捞、养殖； (2) 因国家重大能源资源安全需要开展的战略性能源资源勘查，公益性自然资源调查和地质勘查； (3) 自然资源、生态环境监测和执法包括水文水资源监测及涉水违法事件的查处等，灾害防治和应急抢险活动； (4) 经依法批准进行的非破坏性科学研究观测、标本采集；经依法批准的考古调查发掘和文物保护活动； (5) 不破坏生态功能的适度参观旅游和相关的必要公共设施建设； (6) 必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划、港口规划的线性基础设施建设、防洪防潮和供水设施建设、运行维护与加固整治； (7) 重要生态修复工程。 2. 生态保护红线管理办法和国土空间规划公布实施后，从其规定。	符合。 本工程不涉及自然保护地核心保护区，送出海缆穿越其他生态保护红线区域，项目属于必须且无法避让的线性基础设施建设，属于对生态功能不造成破坏的有限人为活动。

表 6.2.4-2 与钦州市“三线一单”符合性分析

管控单元	生态环境准入及管控要求	符合性分析
空间布局约束	<p>1.自然保护地、森林公园、湿地公园、水源保护区、风景名胜区、公益林、天然林等具有法律地位，有管理条例、规定、办法管控的各类保护地，其管控要求原则上按照各类保护地的现行规定进行管理，重叠区域以最严格的要求进行管理。纳入生态保护红线管理的各类自然保护地，还应执行《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》相关要求以及国家、自治区有关生态保护红线内各类开发活动的准入及管控规定和要求。</p> <p>2.红树林依据《广西壮族自治区红树林资源保护条例》进行管理。开展红树林修复要依法依规进行，并符合红树林资源保护规划等相关要求。</p> <p>3.重要湿地依据《广西壮族自治区湿地保护条例》进行管理。</p> <p>4.禁止城镇和工业发展占用自然保护区、湿地保护区及生态环境极为敏感地区，对已有的工业企业逐步搬迁，减缓城镇空间和生态空间叠加布局对生态空间的破坏和侵占程度。禁止在水源保护区、湿地、永久基本农田、陡坡区、地质灾害高易发区等地区建设和开发，严格限制自然保护区和湿地保护核心区人类活动；严格限制“两高一资”产业在十万大山、五皇山、六万大山、茅尾海等生物多样性保护区及水源涵养区等重点生态功能区布局，鼓励发展生态保护型旅游业、生态农业，统筹推进特色农业和旅游业融合发展。</p> <p>5.以供给侧结构性改革为导向，坚持培育新增产能与淘汰落后产能相结合，严格审批，防止新增落后产能。严格控制“两高”和产能过剩行业新上项目，遏制高耗能产业无序发展和低水平扩张。</p> <p>6.全市产业准入执行《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发北钦防一体化产业协同发展限制布局清单（工业类 2021 年版）的通知》（桂政办函〔2021〕4 号）要求，限制布局炼铁、炼钢、铝冶炼、平板玻璃制造。</p> <p>7.新建、扩建的石化、化工、焦化项目应按照《关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》布设在依法依规设立并经规划环评的产业园区。</p> <p>8.海洋开发和海岸开发各类活动，大陆自然岸线保有率标准不低于 35%、无居民海岛岸线长度保有率标准不低于 85%。</p> <p>9.推进海域资源市场化配置，严控新增围填海造地，完善围填海总量管控，除国家重大战略项目外，全面停止新增围填海项目审批，全面清理非法占用海洋生态保护红线区域的围填海项目。</p>	<p>符合。</p> <p>1.本工程不占用各类保护地。</p> <p>2.本工程不占用和破坏红树林，工程建设对周边红树林影响较小。</p> <p>3.本工程不占用和破坏重要湿地，工程建设对钦州大风江口湿地基本无影响。</p> <p>4.本工程不占用和破坏生态环境极为敏感地区，工程不涉及水源保护区、永久基本农田、陡坡区、地质灾害高易发区，送出海缆穿越滨海湿地，仅施工期存在临时不利影响，运行期无影响。项目不属于“两高一资”产业。</p> <p>5.本工程为新能源项目，不属于落后产能项目，不属于“两高”和产能过剩行业。</p> <p>6.工程建设满足《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发北钦防一体化产业协同发展限制布局清单（工业类 2021 年版）的通知》（桂政办函〔2021〕4 号）要求，不属于炼铁、炼钢、铝冶炼、平板玻璃制造项目。</p> <p>7.本工程不属于石化、化工、焦化项目。</p> <p>8.本工程送出海缆登陆采用定向钻施工，项目建设不破坏大陆自然岸线和无居民海岛岸线。</p> <p>9.本工程无围填海造地活动。</p> <p>10.本工程不占用三娘湾海洋保护区、茅尾海中部海洋保护区，送出海缆从三娘湾海洋保护区西侧 33m 经过，施工期存在临时不利影响，运行期对三娘湾海洋保护区无影响。</p> <p>11.本工程无采挖海砂、设置直排排污口及其他破坏河口生态功能的开发活动。</p> <p>12.本工程不占用和破坏红树林、海草床，送出海缆穿越滨海湿地，仅施工期存在临时不利影响，运行期无影响。工</p>

	<p>10.科学论证在三娘湾海洋保护区、茅尾海中南部海洋保护区及周边区域的开发利用活动，严格落实保护区管理要求。</p> <p>11.严格按照相关法律法规及海洋国土空间规划等要求，规范设置和监管入海排污口。禁止采挖海砂、设置直排排污口及其他破坏河口生态功能的开发活动。</p> <p>12.严禁圈占沙滩和红树林，禁止红树林海岸带内陆采石等破坏性活动。对红树林、海草床、滨海湿地等重要海洋生态系统实行最严格的保护措施，加强珍稀濒危物种及重要海洋生态系统的生境保护，加大滨海湿地的保护和修复力度。禁止红树林海岸带内陆采石等破坏性活动。</p> <p>13.严格用途管制，坚持陆海统筹，严禁国家产业政策淘汰类、限制类项目在滨海湿地布局，实现山水林田湖草整体保护、系统修复、综合治理。</p>	<p>程建设对周边中华白海豚会产生不利影响，在严格落实相应环保措施后，对中华白海豚的影响在可接受范围内。</p> <p>13.本工程建设符合国家产业政策，不属于国家产业政策淘汰类、限制类项目。</p>
<p>污染物排放管控</p>	<p>1.落实《钦州工业污染源全面达标排放计划实施方案》，以钢铁、火电、水泥、煤炭、造纸、印染、污水处理、垃圾焚烧、制糖、酒精、有色金属、化工、铁合金、氮肥、农副食品加工、原料药制造、制革、农药、电镀、印刷、垃圾填埋等行业为重点，全面推进行业达标排放改造。新建、改建、扩建的制浆造纸、印染、纺织、煤化工、石化、煤电等建设项目新增主要污染物排放应控制在区域总量内的要求，确保环境质量达标。</p> <p>2.推进全市自治区级及以上工业园区污水管网全覆盖，提高工业企业水循环利用率，按照“清污分流、雨污分流”原则，实施废水分类收集、分质处理，入园企业在达到国家或地方规定的排放标准后接入园区集中式污水处理设施稳定达标排放；加快推进深海排放基础设施建设。</p> <p>3.开展陆海统筹流域治理，深化钦江、大风江、茅岭江、南流江等流域水环境综合整治，钦江、南流江流域切实开展截污、拔污、清污、治污专项行动，以“控磷除氮”为重点，抓好养殖、生活、工业、农业面源等污染综合治理和河道生态修复。全面开展茅尾海、钦州湾等重点海域综合整治。严厉打击非法用海抽砂行为，优化茅尾海等海域养殖规划布局，整治非法养殖。完善钦州港区污水截流及雨污分流、海上水产养殖尾水整治。</p> <p>4.加强城市生活污水处理设施及配套管网建设和改造，实施雨污分流改造，开展入河排污口整治，强化城镇生活污染源治理，建立健全生活污水收集、处理体系，推进城镇污水处理设施和服务向农村延伸，提高污水收集处理率，污水处理设施应增加脱氮、除磷工序。持续推进市、县级城市黑臭水体整治。</p> <p>5.加强工业企业无组织废气排放控制，加强挥发性有机物（VOCs）排放企业综合防治，加快高效VOCs收集治理设施建设，大力提升VOCs排放收集率、去除率和治理设施运</p>	<p>符合。</p> <p>1.本工程不属于工业项目，工程建设符合《钦州工业污染源全面达标排放计划实施方案》。</p> <p>2.工程施工期污废水按要求处置，运行期污水按《船舶水污染物排放控制标准》要求处理。</p> <p>3.本工程不位于钦江、大风江、茅岭江、南流江流域，工程施工期污废水按要求处置，运行期污水按《船舶水污染物排放控制标准》要求处理，对钦州湾海域环境影响较小；工程不涉及茅尾海海域。</p> <p>4.工程施工期污废水按要求处置，运行期污水按《船舶水污染物排放控制标准》要求处理。</p> <p>5.本工程施工期主要为机械设备尾气和扬尘影响，运行期无废气排放，不涉及VOCs。</p> <p>6.本工程不涉及供热及喷涂活动。</p> <p>7.工程产生的固体废物由环卫部门处置或有资质单位处理，无焚烧行为。</p> <p>8.本工程不属于涉及重点重金属排放建设项目。</p> <p>9.本工程不属于“两高”项目。</p> <p>10.工程施工期污废水、固体废物按要求处置，不直接外排。</p>

<p>行率。推进工业涂装、石化、包装印刷、木材加工、汽修等行业和油品储运销的 VOCs 综合治理。</p> <p>6.完善园区集中供热设施，积极推广集中供热，有条件的工业聚集区建设集中喷涂工程中心，配备高效治污设施，替代企业独立喷涂工序。</p> <p>7.推进城镇生活垃圾处理基础设施扩能建设，强化渗滤液处理设施运营管理，防止渗滤液积存或违规倾倒垃圾渗滤液至市政管网；加强农村生活垃圾收运、处理体系建设，降低农村垃圾焚烧污染。</p> <p>8.新建、改建、扩建涉及重点重金属排放建设项目依照相关规定实行总量控制。</p> <p>9.新建“两高”项目应采用先进适用的工艺技术和装备，单位产品物耗、能耗、水耗等达到清洁生产先进水平，依法制定并严格落实防治土壤与地下水污染的措施。按照《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》要求，依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，腾出足够的环境容量。</p> <p>10.加强海陆联动，严格控制陆源污染物排放。规范入海排污口设置，全面清理非法或设置不合理的入海排污口。</p> <p>11.积极治理船舶污染，全面贯彻落实《广西北部湾港船舶污染物接收、转运、处置能力评估及相应设施建设方案》，建设完善船舶污染物接收处理设施，提高含油污水、化学品洗舱水、船舶垃圾等接收处置能力及污染事故应急能力。</p> <p>12.加强港口码头环保基础设施处理和建设。完善堆场防风抑尘设施，降低扬尘污染。钦州港区实行雨污分流和污水分质处理，防止堆场废水通过雨水沟直排入海，完善配套污水处理设施和管网建设，实现污水集中处理、回用或达标排放。</p> <p>13.污水离岸排放不得超过国家或者地方规定的排放标准。禁止向海域排放油类、酸液、碱液、剧毒废液和高、中水平放射性废水，严格控制向海域排放含有不易降解的有机物和重金属的废水，排放低水平放射性废水应当符合国家放射性污染防治标准，其他污染物的排放应当符合国家或者地方标准。含病原体的医疗污水、生活污水和工业废水必须经过处理，符合国家有关排放标准后，方能排入海域。含有机物和营养物质的工业废水、生活污水，应当严格控制向海湾、半封闭海及其他自净能力较差的海域排放。向海域排放含热废水，必须采取有效措施，保证邻近渔业水域的水温符合国家海洋环境质量标准，避免热污染对水产资源的危害。</p> <p>14.按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式，加强对蓝圆鲀和二长棘鲷产卵场的保护。旅游休闲娱乐区的污水和垃圾应科学处置、达标排放，禁止直接排入海域。</p>	<p>11.本工程施工期和运行期的船舶污染物将严格按《广西北部湾港船舶污染物接收、转运、处置能力评估及相应设施建设方案》落实。</p> <p>12.本工程不涉及港口码头建设。</p> <p>13.本工程无污水离岸排放，不向海域排放各类污废水。</p> <p>14.本工程无海水养殖活动。海域生活污水和固体废物委托单位按要求处置，不直接排海。</p>
--	--

<p>环境 风险 防控</p>	<p>1.强化环境风险源精细化管理，健全企业突发环境事件风险评估制度，动态更新重点环境风险源管理目录清单，建立信息齐全、数据准确的风险源及敏感保护目标的数据库，准确掌握重点环境风险源分布情况，重点加强较大及以上风险等级风险源的环境风险防范和应急预警管理。</p> <p>2.选择涉重涉危企业、化工园区、集中式饮用水水源地等重要区域开展突发环境事件风险、环境健康风险评估，实施分类分级风险管控。</p> <p>3.强化饮用水水源地环境风险排查，加强环境风险源管理，建立健全饮用水水源地应急预案。推进县级及以上饮用水水源地自动监测预警能力建设，实施水源地应急防护工程。加强大气污染防治协作和部门联动，建立健全大气污染联防联控机制。建立健全用地土壤环境联动监督管理机制，实行联动监管。</p> <p>4.严格建设项目环境准入，永久基本农田集中区域禁止规划新建可能造成土壤污染的建设项目；新（改、扩）建涉有毒有害物质可能造成土壤污染的建设项目，提出并落实污染防治要求。</p> <p>5.强化全域矿产资源开发监管，建立矿石生态环境动态监测网络，禁止矿山废水、废气、废渣的无序排放。</p> <p>6.严格管控涉海重大工程环境风险，全面排查陆域环境风险源、海上溢油、危险化学品泄漏等环境风险隐患，完善分类分级的海上应急监测及处置预案，在石化基地、危化品储存区等邻近海域部署快速监测能力和应急处置物资设备。建立健全海洋生态补偿和生态损害赔偿制度。</p> <p>7.强化沿海工业园区和沿海石油、石化、化工、冶炼及危化品储运等企业的环境风险防控，加强企业和园区环境应急物资储备。</p> <p>8.加强倾倒区使用状况监督管理工作，做好废弃物向海洋倾倒活动的风险管控</p>	<p>符合。</p> <p>1.工程建设单位后期将专门编制企业突发环境事件应急预案，落实环境风险防范措施和应急管理措施。</p> <p>2.工程不属于涉重涉危企业，不位于化工园区、集中式饮用水水源地等重要区域。</p> <p>3.工程不饮用水水源地。</p> <p>4.工程不涉及永久基本农田，不涉有毒有害物质。</p> <p>5.本工程不涉及矿产资源开发。</p> <p>6.工程施工期间将采取海上溢油风险防范措施，制定应急预案，配备必要的应急处置设备。</p> <p>7.工程不位于沿海工业园区，不属于沿海石油、石化、化工、冶炼及危化品储运等企业。</p> <p>8.本工程无倾倒废物活动。</p>
<p>资源 开发 利用 效率 要求</p>	<p>1.能源：推进能源消费总量和强度“双控”。推进绿色清洁能源生产，推进重点行业和重要领域绿色化改造，打造绿色园区和绿色企业，促进工业园区、产业集聚区低碳循环化发展。推动能源多元清洁发展，培育发展清洁能源和可再生能源产业，锂电池制造及风电、光伏发电、生物质发电等清洁能源产业发展要符合相应能源规划和国土空间规划的要求；推动能源清洁低碳安全高效利用，合理控制煤炭消费。落实国家碳排放达峰行动方案，降低碳排放强度。海洋石油勘探开发严格执行《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》要求。</p> <p>2.土地资源：严格执行自治区下达的土地资源利用总量及效率管控指标要求。突出节约集约用海原则，合理控制规模，优化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能。</p>	<p>符合。</p> <p>1.工程属于新能源项目，除施工期消耗部分电能，不消耗煤炭等能源。项目属于海上风电，符合地方能源规划和国土空间规划。项目建设有利于减少碳排放，促进碳中和目标实现。项目不涉及海洋石油勘探开发。</p> <p>2.项目位于海域，不占用土地资源。项目采用大容量机组，充分体现了节约集约用海的原则，提高了海域资源的使用效能</p>

<p>3.水资源：实行水资源消耗总量和强度“双控”。严格用水总量指标管理，健全市、县行政区域的用水总量控制指标体系，统筹生活、生产、生态用水，大力推进农业、工业、城镇等领域节水。严格按照地下水开发利用控制目标控制地下水资源开采。</p> <p>4.矿产资源：严格执行市、县区矿产资源开发利用规划中关于矿产资源开发总量和效率的目标要求。着力提高资源开发利用效率和水平，加快发展绿色矿业；严格控制海岸线的开发建设、海砂开采活动，规范海砂资源开发秩序，加强海岸沙滩保护和矿产开发监管。</p> <p>5.岸线资源：涉及岸线开发的工业区和钦州港区，应严格按照相关规划实施，控制占用岸线长度，提高岸线利用效率，加强污染防治。建设海岸生态隔离带；有效保护自然岸线和典型海洋生态系统，提高海洋生态服务功能，增强海洋碳汇功能。合理控制滨海旅游开发强度，科学有序发展海洋生态旅游。规范海岛资源开发，科学规划海岛岸线开发，保护海岛自然岸线。</p> <p>6.高污染燃料禁燃区：禁止新建、扩建燃用高污染燃料的项目和设施，已经建成的应逐步或依法限期改用天然气、电或其他清洁能源</p>	<p>3.项目除施工人员、管理人员用水，基本无其他水资源消耗，水资源消耗较少。项目不涉及地下水资源开采。</p> <p>4.项目不涉及矿产资源开发。海缆采用定向钻穿越岸线，不破坏海岸沙滩，项目无海砂开采活动。</p> <p>5.项目采用定向钻穿越岸线，不影响自然岸线保有率，不破坏自然岸线。项目建设不影响海洋生态服务功能发挥。项目无旅游活动。</p> <p>6.本工程不新建、扩建燃用高污染燃料的项目和设施。</p>
---	--

6.5 项目用海与相关规划符合性分析

6.5.1 与《产业结构调整指导目录（2019年本）》的符合性分析

本项目为海上风电工程，根据国家发改委《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年12月27日第一次修订），属于“第一类鼓励类”-“五、新能源”-“12、海上风电场建设与设备及海底电缆制造”。

因此，本项目建设符合国家产业政策。

6.5.2 与《“十四五”现代能源体系规划》的符合性分析

《“十四五”现代能源体系规划》中提出，加快推动能源绿色低碳转型，需大力发展非石化能源，“加快发展风电、太阳能发电。全面推进风电和太阳能发电大规模开发和高质量发展，优先就地就近开发利用，加快负荷中心及周边地区分散式风电和分布式光伏建设，推广应用低风速风电技术。在风能和太阳能资源禀赋较好、建设条件优越、具备持续整装开发条件、符合区域生态环境保护等要求的地区，有序推进风电和光伏发电集中式开发……开展风电、光伏发电制氢示范。鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局。积极发展太阳能热发电。”提升能源产业链现代化水平，增强能源科技创新能力，“锻造能源创新优势长板。巩固非化石能源领域技术装备优势，持续提升风电、太阳能发电、生物质能、地热能、海洋能等开发利用的技术水平和经济性，开展三代核电技术优化研究，加强高比例可再生能源系统技术创新和应用。立足绿色低碳技术发展基础和优势，加快推动新型电力系统、新一代先进核能等方面技术突破。”

本项目拟在广西壮族自治区钦州市钦南区开展海上风电的建设，符合国家可持续发展政策和国家新能源发展政策方针，带动风电产业链和第三产业的发展，增加就业机会，对地方经济快速发展将起到积极作用。因此，本项目建设符合《“十四五”现代能源体系规划》

6.5.3 与《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》的符合性分析

2016年，原国家海洋局印发《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（以下简称“意见”），提出海上应风电深永远岸布局，在当前和未来开发强度低的海域选址建设，原则上应在离岸距离不少于10公里、滩涂宽度超过10公里时海域水深不得少于10米的海域布局。在各种海洋自然保护区、海洋特别保护区、自然历史遗迹保护区、重要渔业水域、河口、海湾、滨海湿地、鸟类迁徙通道、栖息地等重要、敏感和脆弱生态区域，以及划定的生态红线区内不得规划布局海上风电场。坚持集约节约用海，严格控制用海面积。充分考虑地区差异，科学论证，单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每10万千瓦控制在16平方公里左右，除因避让航道等情形以外，应当集中布置，不得随意分块。规划建设海上风电项目较多的地区，风电场应集中布局，统一规划海上送出工程输电电缆通道和登陆点，集约节约利用海域和海岸线资源。

本项目风电场总容量90万千瓦，风电场外缘边线包络海域面积101平方公里，每10万千瓦包络海域面积约11.22平方公里，小于16平方公里。项目场址范围与各种海洋自然保护区、海洋特别保护区、自然历史遗迹保护区、重要渔业水域、河口、海湾、鸟类迁徙通道、栖息地等重要、敏感和脆弱生态区域，以及新划定的生态红线区没有重叠。风电场集中布置，由《广西海上风电规划》统一规划，风电场内平面布置严格控制用海面积，不占用自然岸线，落实了集约节约和生态环境保护的理念，符合意见的管控要求。

6.5.4 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

2015年8月，国务院批准了《全国海洋主体功能区规划》，是《全国主体功能区规划》的重要组成部分，是推进形成海洋主体功能区布局的基本依据，是海洋空间开发的基础性和约束性规划。

《全国海洋主体功能区规划》中对海域政策明确提出：“根据海洋主体功能区功能定位，完善海域管理政策措施。严格落实海洋功能区划，加强围填海总量控制和计划管理。加强用海项目环境影响评价制度、海域使用论证制度和海域有偿使用制度实施情况监督。制定用海工程和围填海建设标准，明确海拔高度、污染排放、防灾减灾等要求，对用海项目建设实行全过程监管。科学划定海水增养殖区域，控制近海养殖密度。严格控制河口行洪区、重点增养殖区域建设用海。**沿海地区或海岛大规模风能建设要充分考虑对相关海域影响。**”

根据《全国海洋主体功能区规划》，本工程位于北部湾海域，属于优化开发区域。该区域的发展方向和开发原则是“优化近岸海域空间布局，合理调整海域开发规模和时序，控制开发强度，严格实施围填海总量控制制度；推动海洋传统产业技术改造和优化升级，大力发展海洋高技术产业，积极发展现代海洋服务业，推动海洋产业结构向高端、高效、高附加值转变；推进海洋经济绿色发展，提高产业准入门槛，积极开发利用海洋可再生能源，增强海洋碳汇功能；严格控制陆源污染物排放，加强重点河口海湾污染整治和生态修复，规范入海排污口设置；有效保护自然岸线和典型海洋生态系统，提高海洋生态服务功能”。

本工程属海洋可再生能源项目，项目建设有利于推进海洋经济绿色发展，促进国内碳中和目标实现，工程施工期及运行期污染物均按要求处置，工程建设不破坏自然岸线和典型海洋生态系统。因此，工程建设与《全国海洋主体功能区规划》是符合的。

6.5.5 与《北部湾城市群发展规划》的符合性分析

2017年，国务院批复《北部湾城市群发展规划》（以下简称《规划》），规划期为2017—2020年，展望到2030年。规划范围包括广西壮族自治区南宁市、北海市、钦州市、防城港市等地区。《规划》给北部湾城市群的总体定位是发挥地

缘优势，挖掘区域特质，建设面向东盟、服务“三南”（西南中南华南）、宜居宜业的蓝色海湾城市群。

规划中提出优化能源供应结构，打造北海、防城港、钦州、阳江新能源基地。加快打造绿色低碳、保障安全的沿海电源基地。大力发展可再生能源，加快推动陆上和海上风电资源开发，推进海洋能工程化应用与示范，因地制宜推进农光互补、渔光互补等分布式光伏建设，积极发展天然气分布式能源和天然气车船，推进生物质能源发展。严格控制火电规模，新建燃煤发电机组大气污染物排放浓度达到燃气轮机组排放限值。在新能源主导产业方面，稳妥发展核能，有序发展风能、生物质能、海洋能、太阳能等清洁能源，建设智能电网和分布式能源，鼓励发展热电联产。

本项目与《北部湾城市群发展规划》中城市定位一致，是打造绿色低碳、保障安全的广西发展海上风电海上风电市场化模式建设的示范性项目，符合《规划》的总体要求。

《》

6.5.6 与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》的符合性分析

2018年4月，广西壮族自治区人民政府印发了《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》。

根据《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》，本工程位于优化开发区域和重点开发区域。优化开发区域的发展方向和开发原则是“优化近岸海域空间布局，合理调整海域开发规模和时序，控制开发强度，严格实施围填海总量控制制度；提高产业准入门槛，推动海洋传统产业技术改造和优化升级，大力发展海洋高技术产业，积极发展现代海洋服务业，推动海洋产业结构向高端、高效、高附加值转变；推进海洋经济绿色发展，积极开发利用海水资源、海洋可再生能源；严格控制陆源污染物排放，加强重要河口海湾污染整治和生态修复，规范入海排污口设置；有效保护自然岸线和典型海洋生态系统，提高海洋生态服务功能，增强海

洋碳汇功能；原则上限制开发利用区域内无居民海岛，国家战略需要、允许开发利用无居民海岛的开发利用，须按照相关法律规定进行，集约、节约、生态化利用，切实做好海岛资源的保护”。

重点开发区域的发展方向与开发原则是：“全区海洋经济活动主要承载区域，沿海地区工业化与城镇化发展空间拓展区域；实施据点式集约开发，严格控制开发活动规模和范围，形成现代海洋产业集群；实施围填海总量控制，科学选择围填海位置和方式，严格围填海监管；统筹规划港口、桥梁、隧道及其配套设施等海洋工程建设，形成陆海协调、安全高效的基础设施网络；加强对重大海洋工程特别是围填海项目的环境影响评价，对临港工业集中区和重大海洋工程施工过程实施严格的环境监控；加强海洋防灾减灾能力建设；原则上限制开发利用区域内无居民海岛，国家战略需要、允许开发利用无居民海岛的开发利用，须按照相关法律规定进行。”

本工程属海洋可再生能源项目，项目建设有利于推进海洋经济绿色发展，促进国内碳中和目标实现；工程施工期及运行期污染物均按要求处置；工程建设不破坏自然岸线和典型海洋生态系统，不涉及围填海和无居民海岛的开发利用。因此，工程建设符合优化开发区域和重点开发区域的发展方向 and 开发原则，工程建设不影响《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》主体功能的发挥。

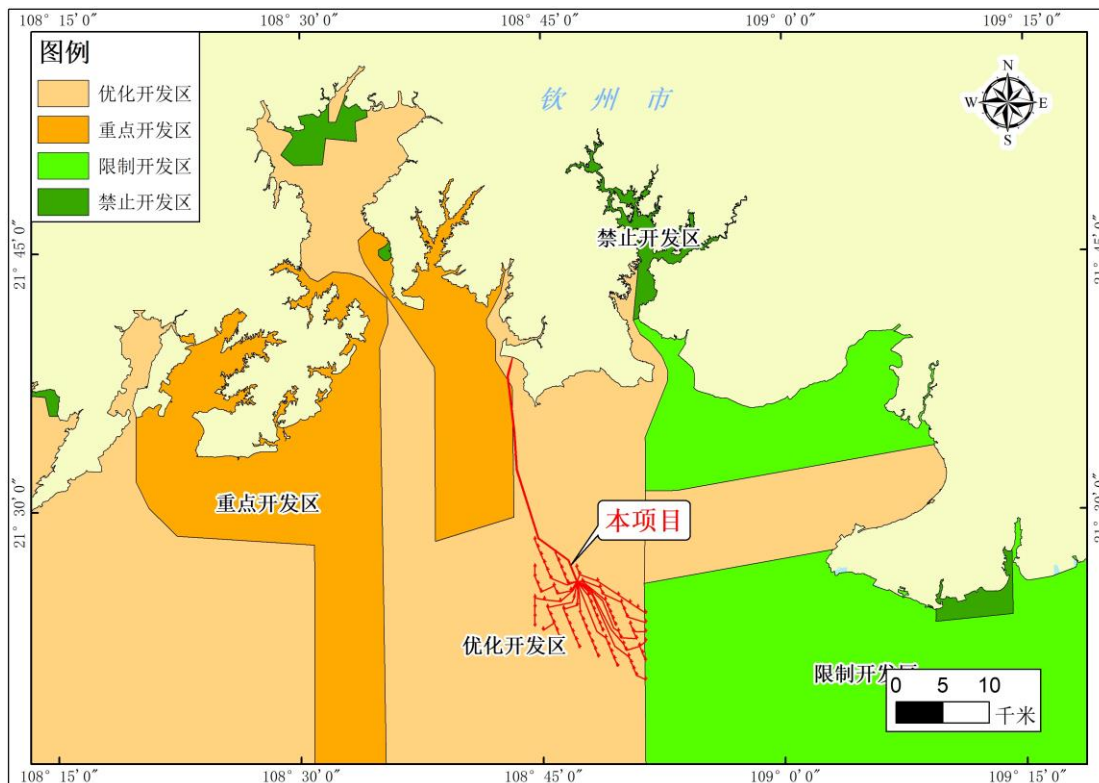


图 6.5.6-1 本项目与广西壮族自治区海洋主体功能区规划相对位置关系

6.5.7 与《广西海上风电场工程规划（报批稿）》的符合性分析

《广西海上风电场工程规划》是对国家能源局下发了《国家能源局综合司关于做好可再生能源发展“十四五”规划编制工作有关事项的通知》（国能综通新能[2020]29号）相关要求的落实，也是贯彻落实习近平总书记在 2020 年 12 月 12 日气候雄心峰会上宣布相关要求，“到 2030 年，中国单位国内生产总值二氧化碳排放将比 2005 年下降 65%以上，非化石能源占一次能源消费比重将达到 25%左右，森林蓄积量将比 2005 年增加 60 亿 m^3 ，风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上”。

根据《广西海上风电场工程规划》，广西共规划 A、C、F、L、M、N、P、Q、R 共 9 个海上风电场区域，其中，A、C、F 区规划装机容量分别为 70 万 kW、90 万 kW 和 140 万 kW，C 区域划分 C1、C2 共 2 个场址，F 区域划分 F1-1、F1-2、F2 共 3 个场址。

本项目为规划场址中的 C 场址，为集约用海及减小对通航的影响，对原规划 C1、C2 两个场址进行了优化，合并成一个场址，

广西钦州海上风电示范项目即为广西海上风电总体规划中的 C 场址，为自治区管辖海域内的场址之一。C 场址原划分为 C1 和 C2 两个区域，场址位置和规划情况见图 6.5.7-1，后因受所在海域的航路、锚地等外部因素的影响，对 C 场址进行了调整，调整情况见图 6.5.7-2，调整后 C 场址为一个区域。2022 年 9 月，自治区发改委发文就调整场址征求了各地方政府和管理部门的意见（见附件 2），在征求意见过程中，根据港航发展中心和海事局的要求，为满足风电场与航路、锚地的安全距离要求，在征求意见的场址范围基础上再进行了调整避让，避让后的风电场址范围见图 6.5.7-2，优化后场址涉海面积从原来规划的 $104km^2$ 减少至 $101km^2$ 。2022 年 11 月，自治区发改委同意按照调整避让后的场址开展钦州海上风电示范项目前期工作（见附件 3）。

综上，本项目建设总体符合《广西海上风电场工程规划》的相关要求。

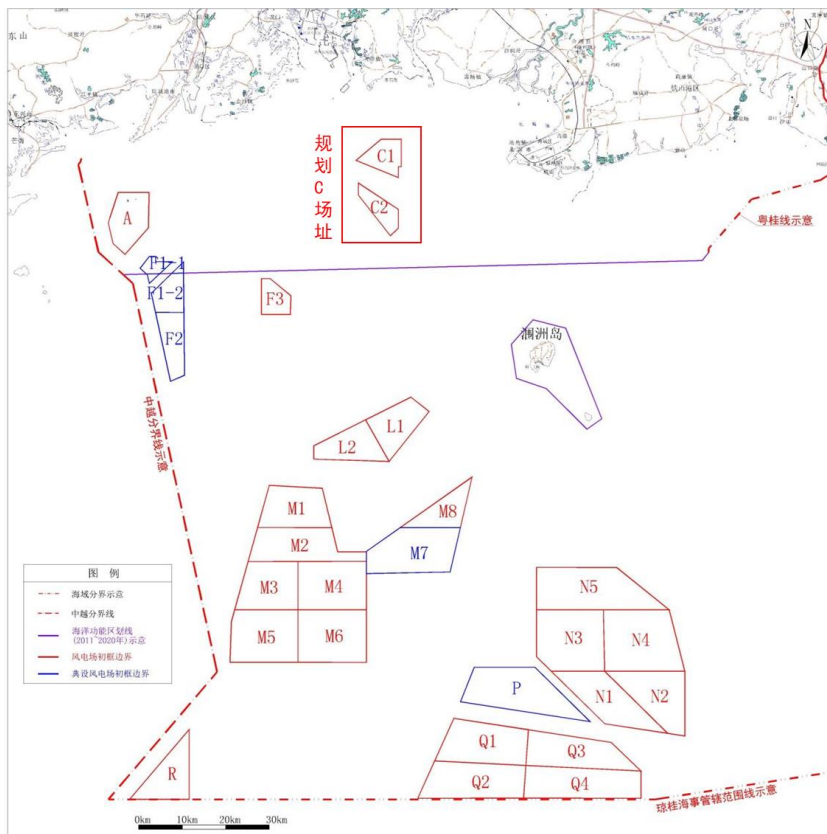


图 6.5.7-1 广西海上风电总体规划示意图

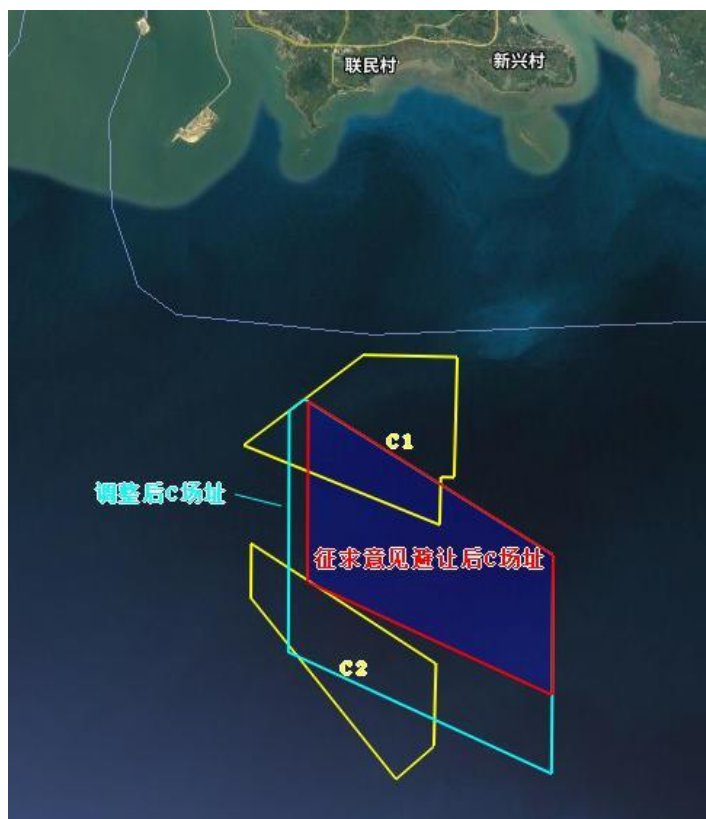


图 6.5.7-2 C 场址调整及避让前后范围示意图

6.5.8 与《广西生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

2021年12月31日，广西壮族自治区人民政府办公厅印发了《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西生态环境保护“十四五”规划的通知》（桂政办发〔2021〕145号）（以下简称《规划》），为广西下一步海洋生态环境保护工作明确新目标和路线图。

《规划》阐明生态环境保护的总体目标、主要任务、重点工程，坚持绿色发展、高质量发展。《规划》还指出，大力发展清洁能源，深度开发水电，安全稳妥发展先进核电，积极开发陆上风电和光伏发电，规模化、集约化发展海上风电，加快推进整县屋顶分布式光伏试点，因地制宜发展生物质能源。大力提升新能源消纳和存储能力，加大抽水蓄能和新型储能建设力度，推进电力源网荷储一体化和多能互补发展，加快构建以新能源为主体、适应高比例可再生能源发展的新型电力系统。加强煤炭清洁高效利用，提高能源利用效率。

本项目为促进广西能源转型和绿色高效的海上风电项目，本项目将认真做好海域使用论证和环境影响评价等工作，确保项目建设对所在海域的环境质量没有严重影响，做好施工中的跟踪监测和评估。因此，本项目建设可以满足《广西生态环境保护“十四五”规划》的相关要求。

6.5.9 与《钦州港总体规划（2035年）》的符合性分析

根据《钦州港总体规划（2035年）》，钦州港划分为金谷港区、大榄坪港区、三墩港区等重点发展枢纽港区，以及龙门港点、茅岭港点、平山港点、沙井港点和三娘湾港点等。本工程风电场处于钦州南部海域，周边主要有三墩港区和三娘湾港点。三墩港区以油品、液体化工品和集装箱运输为主，兼顾散杂货运输的大型综合性港区，主要为临港产业园区发展和腹地集装箱运输服务。三娘湾港点由麻蓝岛、乌雷、大庙墩、三娘湾等码头组成，规划为旅游客运服务，建设港口支持系统，主要为钦州市滨海旅游发展服务。工程周边还有钦州港规划的锚地和航道。工程与钦州港总体规划位置关系见图 6.5.9-1。

工程送出海缆紧邻规划乌雷航道，该航道尚未建设，建设单位应与航道主管部门沟通协调，避免今后航道建设对工程海缆产生不利影响。从第4章分析结果

可知,工程建设对钦州港三墩港区、三娘湾港点和其它航道锚地影响较小。因此,工程建设与钦州港总体规划是相符合的。

图 6.5.9-1 本项目与钦州港总体规划位置关系图(涉密,不公开)

6.5.10 与《钦州市养殖水域滩涂规划(2019-2030)》的符合性分析

2019年6月28日,钦州市人民政府办公室印发了《钦州市养殖水域滩涂规划(2019—2030)》(钦政办〔2019〕43号)。

《钦州市养殖水域滩涂规划(2019—2030)》(以下简称《规划》)以“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念为引领,结合钦州经济发展和生态保护需要,科学划定禁止养殖区、限制养殖区和养殖区等功能区,合理布局水产养殖生产,稳定基本养殖水域,保障渔民合法权益,保护水域生态环境,确保有效供给安全、环境生态安全和产品质量安全,促进钦州市渔业全面、协调、可持续发展。

养殖水域滩涂功能区划分一级、二级和三级功能区。一级功能区包括禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。禁止养殖区是指县级以上人民政府划定的禁止任何单位和个人开展水产养殖活动的区域;限制养殖区是县级以上人民政府划定的限定水产养殖规模和规定废物排放标准的区域;养殖区是县级以上人民政府划定的禁养区和限养区以外可开展水产养殖生产活动的其他水域滩涂区域。本规划中,禁养区划分3个二级功能区,限养区分为3个二级功能区,养殖区按不同水域分为2个二级功能区。根据《规划》,本项目风电场区和部分送出海缆位于养殖区,送出海缆位于限养区和禁养区。

由于风电场海底电缆施工工期短,产生的污染物主要是悬浮物,扩散范围有限,施工结束后,影响也随之消失;工程风机、海上升压站永久占用一定面积的海域,但占用面积很小。风电场在施工期和运营期会对项目所在海域的水质进行定期监测。因此,本项目对养殖区影响较小。

综上所述,项目在施工期对养殖区水质造成一定程度影响,其影响有限,随着施工结束,影响也随之消失;运行期,建设单位应与当地渔业主管部门及时沟通,避免渔船对风机基础产生不利影响,在确保风机基础安全不受影响的情况下,

项目建设与渔业发展可协调。总体而言项目的建设不会影响养殖区的功能。因此，本项目的建设符合《钦州市养殖水域滩涂规划（2019-2030）》。

图 6.5.10-1 本项目与钦州市海域养殖规划位置关系图（涉密，不公开）

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 项目选址与区位和社会条件适宜性分析

7.1.1.1 交通运输条件分析

本工程位于广西钦州市三娘湾南部海域，水深在 10~20m 之间，所在区域已经形成公路、水运各种运输方式兼备的综合交通运输体系。

本工程建设规模较大，施工期外来物资运输量与高峰运输强度较大，并且本工程所运输的物资中，绝大部分属超长、超重的风电机设备部件与钢管桩等大尺寸物件，对场内外交通运输都提出了很高的要求。选址区临近三娘湾港、犀牛角港以及三墩港，施工设备、机械、工程材料等均可通过水运和陆路解决。项目预制件所需的材料如水泥、碎石、砂等，可根据施工进度计划及材料使用计划分批直接通过陆运至预制场。水泥采用商品混凝土，来源于当地水泥厂或水泥经销商；预制场周边拥有多个砂石料场。广西及周边地区有多家技术力量雄厚、施工设备齐全、水上施工经验丰富的航务工程专业施工队伍，完全可以承担本项目的施工。

因此，本项目选址的交通运输条件是适宜的，可满足工程建设的需要。

7.1.1.2 社会经济条件分析

2020 年广西保持了经济社会发展总体稳定、稳中提质、稳中增效的良好势头。2020 年广西生产总值（GDP）达到 22156.69 亿元，按可比价格计算，比上年增长 3.7%。

国家重点实施“一带一路”开放战略、支持中西部地区基础设施建设，宏观经济政策进一步优化，改革开放的红利、活力进一步释放。广西打造“一带一路”有机衔接重要门户、构建西南中南地区开放发展新的战略支点，全面实施“双核驱动”战略，一系列稳增长措施的政策效应将进一步显现，这些都将给广西发展增添更大的动力。

“十四五”期间，广西将继续坚持稳中求进工作总基调，坚持以提高经济发展质量和效益为中心，坚持总量提质、分量提速，紧紧围绕实现“两个建成”目标，深入实施“双核驱动”战略、构建“三区统筹”格局，主动适应经济发展新常态，

把转方式调结构放到更加重要位置，突出创新驱动，全面深化改革，扩大开放合作，切实保障和改善民生，加快建设法治政府，促进经济平稳健康发展与社会和谐稳定。

本项目建设可开发钦州近海海域的海上风电资源，可实现海洋风能资源的综合利用，可提供清洁的可再生能源，解决区域稳定低碳供电问题，促进社会经济可持续发展。因此，本项目的建设和本工程的选址与广西、钦州市的社会经济发展相适应。

7.1.2 项目选址与自然资源适宜性分析

7.1.2.1 风能资源条件

依据《风电场风能资源评估方法》(GB/T18710-2002)、《海上风电场工程风能资源测量及海洋水文观测规范》(NBT 31029-2019)、《风电场工程风能资源测量与评估技术规范》(NB/T 31147-2018)等规范对在本项目场址内布置的测风塔测风数据进行评估，评估得到本项目所在海域风能资源较丰富，适宜建设风电场，结论如下：

(1) 风功率密度

测风塔测风年 150m、145m、137.4m、135m、130m、120m、110m、100m、80m、50m 高度测风年平均风速分别为 7.28m/s、7.25m/s、7.21m/s、7.19m/s、7.16m/s、7.13m/s、7.08m/s、7.03m/s、6.91m/s、6.74m/s，平均风功率密度分别为 454.7W/m²、455.4W/m²、447.4W/m²、444.8W/m²、439.3W/m²、434.1W/m²、427.9W/m²、421.3W/m²、406.6W/m²、381.8W/m²。按照《风电场风能资源评估方法》风速及风功率密度等级标准，初步判断测项目区域风功率密度等级属 2 级标准，风能资源条件较好。

(2) 有效风速出现频率

测风塔测风年序列 150m、130m、120m 高度有效风速（3m/s~25m/s）小时数分别为 7608h、7565h、7558h，出现频率分别为 86.85%、86.36%、86.28%，有效风速出现频率较高。

(3) 风向频率

测风塔测风年 130m 高度主导风向为 NNE，频率约为 19.09%，次主导风向为 SSW，频率约为 9.96%，130m 高度主导风能方向为 NNE，频率约为 43.02%，次主导风能方向为 N，频率约为 13.23%，测风塔主导及次主导风向、风能方向较为集中且一致，利用风机布置。

(4) 风切变指数

根据拟合分析，5#测风塔年平均风速基本随高度逐层递增，风速垂直切变基本符合幂指数规律，各高度层切变指数在 0.036~0.111 之间，120m~130m 高度风切变为 0.076，130m~150m 高度风切变为 0.090，整塔拟合风切变指数为 0.071。

(5) 最大风速

根据推算成果，从偏安全方面考虑，本阶段 50 年一遇最大风速采用五日最大法推算成果，即风电场距地 150m、145m、137.4m、135m、130m、120m 高度标准空气密度下 50 年一遇最大风速分别为 42.3m/s、42.3m/s、42.3m/s、42.3m/s、41.9m/s、41.8m/s，相应 50 年一遇极大风速为 59.3m/s、59.2m/s、59.2m/s、59.2m/s、59.2m/s、59.1m/s。根据 IEC 标准，本风电场属于 IECII 类，接近 IECI 类风电场。

(6) 平均湍流强度

测风塔 150m、130m、120m 高度 15m/s 风速段平均湍流强度 I_{ave} 分别为 0.073、0.073、0.072；15m/s 风速段代表性湍流强度 I_{rep} 分别为 0.098、0.096、0.093，湍流强度相对较小，根据 IEC 标准，本风电场湍流强度等级属于 IECC 级。

综上所述，本工程场址测风塔测风数据作为风资源评估对象能较好地反映风电场场址区域内的风资源状况，评估发现本风电场区域的可利用有效风速小时数较高，风向和风能相对稳定集中，风能资源较为丰富，品质较高，有利于风电场机组的总体布置，具有较好的风电场开发前景。

7.1.2.2 海洋水文动力条件

项目所在海域属正规全日潮。长期海平面在 1985 国家高程基准上 0.58m，理论深度基准面位于其平均海面下 2.39m，在 1985 国家高程基准下 1.81m。工程海域设计高水位、50 年一遇高水位及 100 年一遇高水位分别为 3.02m、3.84m、3.93m，设计低水位、50 年一遇低水位及 100 年一遇低水位分别为 -1.27m、-2.38m、-2.50m。

工程海域潮流为带有旋转特性的往复流，涨潮主流向为偏北向，落潮主流向为偏南向，夏季观测期间的涨、落潮平均流速基本在 0.3m/s 以下，秋季观测的涨、落潮平均流速在 0.2m/s 以下。

重现期 100 年一遇波浪作用下，100 年一遇高水位和 100 年一遇低水位时，场址计算点处最大 H1%波高分别为 7.51m 和 7.18m；最大 H13%波高分别为 5.35 和 5.25m；重现期 50 年一遇波浪作用下，100 年一遇高水位、极端高水位、设计高水位、设计低水位、极端低水位和 100 年一遇低水位时，场址计算点处最大 H1%波高分别为 6.68m、6.65m、6.61m、6.48m、6.42m 和 6.41m；最大 H13%波高分别为 4.72m、4.70m、4.68m、4.66m、4.64m 和 4.63m；重现期 5 年一遇波浪作用下，极端高水位、设计高水位、设计低水位和极端低水位，场址计算点处最大 H1%波高分别为 4.23m、4.21m、4.15m 和 4.14m；最大 H13%波高分别为 2.92m、2.91m、2.90m 和 2.89m；重现期 1 年一遇波浪作用下，设计高水位和设计低水位时，场址计算点处最大 H1%波高分别为 3.04m 和 2.98m；最大 H13%波高分别为 2.08 和 2.05m。

场址 C 附近区域，底质类型主要为砂质沉积物，含有少量的粘土质粉砂、砂-粉砂-粘土和砂质粉砂，其中值粒径为 0.008~1.0mm，平均值为 0.26mm；底质粘土百分含量基本在 0%~31%之间，平均值为 9%。

总体来说，项目周边海域水文动力条件较好，对布置海上风电机组的不利影响较少。

7.1.2.3 地形地貌条件

根据本工程海底地形资料，本项目风电场场区主要为水下侵蚀—堆积平原地貌单元，地势相对平坦，整体呈现东北侧高、西北侧低的地形走势，场区内无明显陡坎、海沟等地形。场区内无活动性区域断裂通过，区域构造稳定性好。场区上部分布厚度较大的淤泥质土，属对建筑抗震不利地段，本工程场地稳定性差，适宜性差，但采用桩基础及防潮水冲刷措施后可进行工程建设。

7.1.2.4 工程地质条件

根据本次勘察结果，结合已有地质资料分析，场区内未发现海底滑坡、海底坍塌、浅层气等其它不良地质现象，场区内无明显的活动断裂迹象。风电场区域发现的主要浅层灾害地质为埋藏古河道。

古河道在场址内的埋深较浅，但范围较宽，原 C1 场址范围古河道顶界面深度在 3.0m 至 6.2m 之间，底界面在 8.0m 至 12.1m 之间，原 C2 场址范围古河道顶界面深度在 1.6m 至 5m 之间，底界面在 6.9m 至 12.9m 之间。古河道大部分区域埋深较浅，古河道宽度在 5.4km~7.4km 之间。根据物探剖面，古河道内剖面同相轴连续性、水平性发育良好，在古河道边缘因地形变化可见有倾斜的同相轴分布。浅层埋藏古河道因其河道填充与周围物质的不均匀性，会导致河道边缘与周边地层承载力的不均匀性，涉及到建筑物沉桩等施工时，可能造成建筑物的滑移或倾斜，具有一定的风险。风机布置应考虑古河道的影响，同时下阶段勘察时，应加强古河道边缘的勘测。

本工程风电场地周边区域性断裂较发育，场区内无活动性区域断裂通过，区域构造稳定性好。场区内未发现海底滑坡、海底坍塌等不良地质现象，未发现埋藏的墓穴、文物等对工程不利的埋藏物，场区上部分布厚度较大的淤泥质土，属对建筑抗震不利地段，工程场区位于近海海域，风机基础易受到海浪冲刷。

综合上述，本工程场地稳定性划分属稳定性差场地，工程建设适宜性属适宜性差。但本工程场址海床面较平缓，无冲沟深槽分布，可通过采取不同的基础型式或工程设计措施可予以解决，经基础处理后可进行本工程建设。

7.1.3 项目选址与生态环境适宜性分析

项目所在的海洋功能区为鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区、钦州湾东南部农渔业区、大风江航道南侧农渔业区和广西近海南部农渔业区

根据新调整的广西海洋生态红线，本项目场址选址范围不涉及生态红线区，项目送出海缆穿越了钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区、钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线。目前研究尚未明确风电场建设会对鱼类的产卵场、索饵场和洄游通道产生明显影响，且本项目不占用红树林资源。从现在已经建成的海上风电场可知，由于风电设施的存在，使得风电场区域的捕捞活动减少。

工程在建设期和运营期不可避免的对工程周边海域的海洋环境质量、沉积物、海洋生态环境带来一定负面影响，造成一定的渔业资源及底栖生物损失。因此在工程设计、施工和运营时，必须将环境保护措施落实到施工和运营期的每个环节，确保工程建设对海域环境和海洋资源造成的影响降低到最低程度。根据环境影响

预测结果，工程施工对周边水生生态环境的影响较小；施工期的生活垃圾、生活污水及船舶含油污水将由协议单位接收处理，禁止直接排放入海；另外，海上风电场风机开工前对桩基 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。水上桩基础施工采用环保型液压式打桩机，并采用软启动的作业方式，让潜在的水生动物有时间逃离回避，再逐步增强施工强度。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。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，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。

因此，项目在做好施工渔业保护措施的情况下，本项目选址与区域海洋生态系统相适宜。

7.1.4 项目选址与周边其他项目用海活动的适宜性分析

本项目周边海域开发利用现状主要有航路、锚地、渔业养殖等。根据第 5.2 节分析，本工程用海利益相关者为**、**、**和**，协调责任部门为当地生态环境主管部门、渔业主管部门和航道海事主管部门。工程建设与上述相关协调责任部门和利益相关者具有可协调性。

场址与涠洲岛东航路干线、涠洲岛东航路至钦州港东航道支线之间的距离均大于安全距离计算值，不会影响船舶正常航行。

钦州港现有 2#锚地距本项目距离小于安全距离，若锚地中锚泊船舶发生走锚，可能会对风电场设施造成损坏，风电场的建设也对锚地安全会造成一定的影响。

根据项目建设对水质环境影响分析可知，10mg/L 悬沙会扩散至**、**、**和**的养殖区。并且，项目与**和**养殖用海区域存在用海重叠。因此，建设单位需与**家公司（或个人）进行协商，避免产生用海矛盾。施工时需尽量减弱施工强度，尽量缩短施工周期，以减轻悬浮物的扩散，并做好悬浮物污染的管控措施。保障当地养殖户利益，减轻或避免用海纠纷。另外，海上施工时工程船只与出入养殖区船只可能形成交汇，需要双方提前沟通，谨慎驾驶，协调避让。

因此，本项目用海选址与周边其他用海活动具有较好的可协调性，与周边其他用海活动不存在功能冲突。

7.1.5 项目选址与海洋产业发展协调性分析

目前，全国已投产海上风电场总装机容量超过 900 万千瓦，江苏、福建、广东、浙江等沿海省份正在大力推进海上风电场开发建设。

自治区党委政府高度重视海上风电产业的发展，明确将海上风电作为自治区“十四五”能源和产业发展的重点方向之一，经过两年多的努力，《广西海上风电场工程规划》于 2021 年 11 月 1 日正式获得国家能源局批复，标志我区海上风电由规划阶段进入建设实施阶段。国家能源局先期批复我区海上风电规划装机容量 750 万千瓦，其中自治区管辖海域内全部 4 个场址共 180 万千瓦，要求力争 2025 年前全部建成并网；自治区管辖海域外择优选择 570 万千瓦开展前期工作，要求力争到 2025 年底建成并网 120 万千瓦以上。

本项目位于广西钦州市三娘湾南部海域，场址东西跨度约 14.5km，南北跨度约 9.5km，风场整体呈平行四边形，规划用海面积约 101km²，离岸最近距离约为 20km，场区水深 10~20m。

本项目规划总装机容量为 900MW，拟安装 38 台单机容量 10.5MW、18 台单机容量 10.0MW 以及 37 台单机容量 8.7MW 的海上风电机组，配套建设 1 座 220kV 海上升压站，通过 3 回 220kV 海缆接至陆上开关站（集控中心），经过 1 回 220kV 架空送出线路接入广西电网。

本项目可开发钦州市近海海域的海上风能资源，可实现海洋风能资源的综合利用，可提供清洁的可再生能源，解决区域稳定低碳供电问题，有助于培育广西发展新动能，对提升全区工业制造水平、促进科技创新进步以及发展广西本土企业、扩大就业规模具有重大促进作用。

因此，本项目用海选址有利于钦州市海域海洋产业协调发展。

7.2 平面布置合理性分析

7.2.1 平面布置比选分析

7.2.1.1 风机平面布置比选分析

1、布置原则

风电场通过每台风电机组把风能转化为电能，风经过风电机组转轮后速度下降并产生紊流，沿着下风向一定距离后，才能消除前一台风电机组对风速的影响。对于大型海上风电场，如果风电机组行间距与行内间距按照定间距进行布置，场区中间位置的风电机组所受的尾流影响将远大于周边位置的风电机组，导致场区中间位置的风电机组尾流过大。因此，在布置风电机组时，应充分考虑风电机组之间相互的尾流影响，通过设置变间距的行间距和行内间距，确定各风电机组之间最合理的间距，从而把全场和单台尾流影响均控制在合理范围内。因此，本风电场布置原则为：

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

（2）根据场区内风资源分布特点，充分利用风电场盛行风向进行布置，合理选择风电机组间距。结合海上风电的特点，风机采取不等间距布置方案，有效、充分利用风能资源。

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

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

（5）为了便于施工、运行维护和降低工程投资，同一风电场内的同期工程，尽量选用型号与单机容量相同的风电机组。

（6）海洋资源十分宝贵，风电机组布置时应按照节约、集约用海原则，控制在国家海洋局规定的每 10 万 kW 涉海面积 16km² 左右。

（7）风电机组布置及建立尾流模型时需要考虑周边风电场对本项目的影响。

2、布置方案比选

根据对测风资料的分析，本工程风向、风能主要集中在 N~E 扇区，为了充分利用场址范围、并且减少机组间尾流相互影响，本阶段布机主要沿垂直主导风向进行优化布置。本阶段考虑 2 种优化布置方案进行比选：

(1) 单机容量为 10.5MW 的风电机组 86 台，合计容量 903MW；

(2) 混合布置单机容量为 8.7MW 的风电机组 37 台，单机容量为 10.0MW 的风电机组 18 台，单机容量为 10.5MW 的风电机组 38 台，共计 93 台风电机组，合计容量 900.9MW。

方案 1: 充分考虑场区形状及场区风能方向主要分布在 N~E 扇区，风机布置整体沿西北-东南走向成行布置，行内间距及行间距基本呈等间距布置，共 9 行。见图 7.2.1-1。

方案 2: 充分考虑场区形状及场区风能方向主要分布在 N~E 扇区，风机布置整体沿北西北-南东南走向成行布置，风机排列与主风向呈 45°，行内间距及行间距基本呈等间距布置，共 8 行。见图 7.2.1-2。

方案选择：

从表 7.2.1-1 可以看出，在各比选方案中，由于方案 2 在发电量、平均尾流损失、满发小时数方面较方案 1 优，因此推荐采用方案 2 的内部排列方式作为风电场最终布置方案。

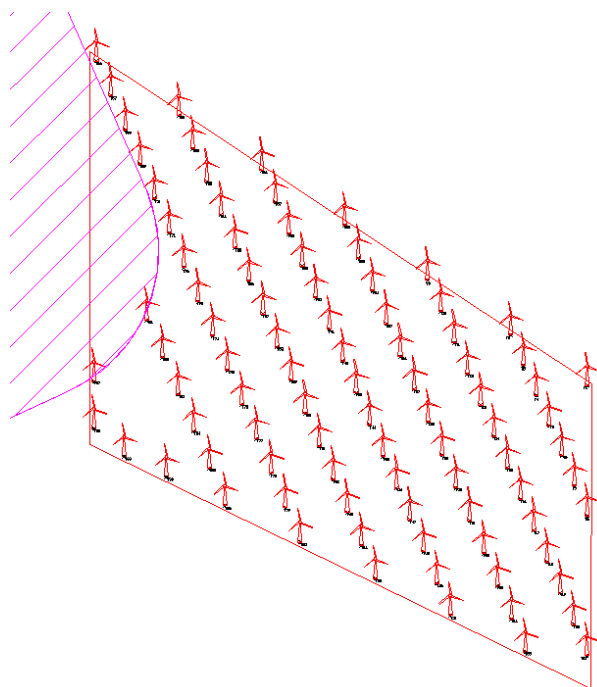


图 7.2.1-1 方案 1 风机机位布置图

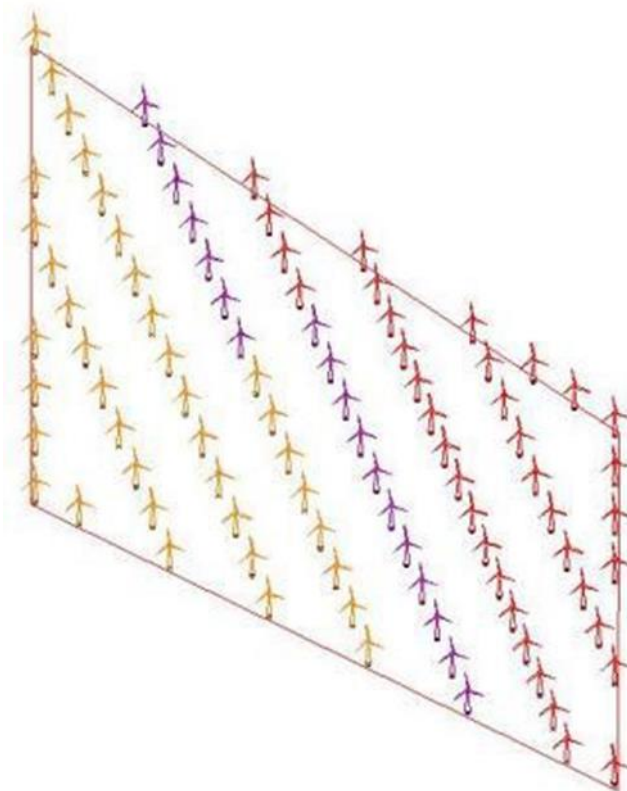


图 7.2.1-2 方案 2 风机机位布置图

表 7.2.1-1 风电场风机布置方案初步比较表

方案	方案 1	方案 2 (推荐)
年发电量 (GWh)	2571.063	3273.52
平均尾流损失率 (%)	15.84	12.39
满发小时数 (h)	2856.7	2787
环境影响	风机排布与区域潮流流向接近平行, 水文动力、冲淤影响相对较大	风机排布与区域潮流流向接近平行, 水文动力、冲淤影响相对更小
	对鸟类产生一定的影响, 影响在可接受范围内	与方案 1 基本相同
	施工期及运行期造成一定的海洋生物损失	与方案 1 基本相同

3、风机平面布置合理性分析

风电场址平面设计遵循节约、集约用海原则, 在技术可行的范围内减小了风电场涉海面积; 按整个风电场发电量最大, 兼顾各单机发电量的原则进行了优化; 布置时, 尽量减小了风电机组之间的尾流影响, 又要缩短了风电机组之间的海缆长度; 充分考虑了规划使用海域的水深、地形条件, 根据“第四章 资源生态影响分析”结论, 本项目建设对周边海域的水文动力环境、冲淤环境总体影响不大, 影响范围基本局限于风电场规划场址范围及周边一定范围的海域; 结合场区内风

资源分布特点，合理选择风电机组布置方式与间距，尽量减少了风力发电机组间尾流影响。

综合来看，项目风机机组的平面布置合理。

7.2.1.2 海缆路由平面比选合理性分析

本次海缆路由平面布置合理性主要结合《广西钦州海上风电示范项目海底电缆路由选择依据说明材料》内容进行分析。

1、布置原则

路由预选应以技术可行、安全可靠、经济合理、注重环保为原则。路由区的海底电缆施工及运营维护应能满足海洋的环境保护、不影响区内的重大海洋开发活动，比如，避免与区内的主要功能规划相矛盾。

海底电缆路由的预选必须进行路由的比选。对有可能作为路由的几条路线，进行自然和人文环境条件的优劣进行对比，以便选择自然和人文环境都最为优越的路线作为调查勘探的路由。路由的预选应遵从如下原则：

- 1、工程地质条件稳定、水下地形相对平坦的沉积或稳定型海底底质；
- 2、避开地震多发带、断裂发育的活动构造带、海底存在滑坡和凹凸地形的不稳定区域；
- 3、避开强底层流区域以尽量减少冲刷对铺设的电缆带来不良的影响；
- 4、避免在海底地形高势能区域布线，比如岛礁、暗礁、基岩裸露区和粗糙硬颗粒沉积区等；
- 5、尽量避开海上经济开发活跃区（包括养殖、捕捞、航道、锚地、海砂开采和油气田等）、军事区域、倾倒区域、保护区、旅游区等；
- 6、避开电缆的保护胶皮易受到腐蚀的严重污染区域和含高腐蚀化学物质的区域；
- 7、尽量不穿越自然障碍物（如裸露的基岩、砾石区、沙坡、沙脊、凹地、浅层气发育区等）和人工障碍（如沉船、废弃的建筑物、电缆、管道等）；
- 8、预选路由应尽量减少与其它海缆或者管线的交越，确需交越时，尽可能垂直交越；
- 9、预选路由应尽可能避开航道区域，确需穿越时，应尽可能与航线垂直穿越；

10、符合海洋功能区划，与其他海洋规划及开发活动兼容，与相关利益者可协调；

11、尽量避开历史海缆故障多发区域；

12、登陆点要首先考虑陆缆接驳的方便和需要，陆上征地较为容易，并且路由长度尽可能短、符合经济原则；

13、遵循集约节约用海、生态用海的原则。

2、布置方案比选

根据广西钦州海上风电示范项目的可行性研究报告、国内其它海上风电海缆铺设的实践经验，同时结合路由海域的现状情况，除遵守前文所述的路由预选原则之外，本项目路由预选的方法还包括：

1、由于风电场和路由海域周边的锚地较多，距离较近，海缆与锚地的距离按不小于 0.5nmile 的原则，同时考虑海缆铺设和锚地船舶的定位偏差，本项目海缆与锚地的距离按 1km 进行路由预选；

2、根据海底电力相关规范，两回海缆的间距按 1.5-2 倍水深（穿越航道海域）布设，浅滩至登陆点处两回海缆的间距可缩小至 5m；

3、考虑不同项目之间的独立性，各项目间海缆的安全距离设置为 180m，至近岸部分逐步收紧，在登陆点岸滩处按设计单位的论证成果，本项目海缆占用海岸线的长度控制在 15m 左右。

方案 1：支路由一从 C 场址的海上升压站（拐点 1）出发，避开风机间集电缆向西北延伸至场界外的拐点 2，延风电场界外侧向东北延伸至拐点 3，向西北偏北延伸至拐点 4，沿钦州港规划港区与规划的乌雷航道之间的间隔海域向北偏西延伸至拐点 5，按照间隔海域的形状略调整方向延伸至拐点 6，调整路由方向，向东北偏北到达登陆点（拐点 7）。路由总长 26.31km。

方案 2：支路由一从 C 场址的海上升压站（拐点 1）出发，避开风机间集电缆向西北延伸至场界外的拐点 2，向东北延伸至禁渔禁锚区南侧的拐点 L3，向正北方直接到达登陆点（拐点 L4）。路由总长 24.00km。本项目海底电缆预选路由方案示意图见图 7.2.1-3。

从表 7.2.1-2 可以看出：

（1）预选路由方案 2 的长度较短，经济性较好；

(2) 预选路由方案 1 和方案 2 在工程地质、水文气象等方面的符合性均基本一致。

(3) 预选路由方案 1 和方案 2 的登陆点位置均为沙滩，附近均分布有养殖区，两个路由方案与海洋功能区划、海洋生态保护红线和相关规划均可相符，但两个方案均无明显优势。

(4) 预选路由方案 1 较方案 2 海域分布的确权养殖区更少，项目实施前的协调工作量也相对较小，方案 1 较优；

(5) 预选路由方案 1 与钦州港的距离较近，路由方案 2 与钦州港的距离较远，对钦州港规划实施的影响较小，方案 2 较优；

(6) 预选路由方案 1 海域出现中华白海豚的概率较小，方案 2 则穿越三娘湾中华白海豚活动海区，方案 2 对中华白海豚及其生境影响较方案 1 更大，方案 1 较优。

方案选择：

综上所述，通过对预选路由方案的比选，两个路由方案各有优、劣势，其中方案 2 对珍稀海洋哺乳动物中华白海豚的影响较大，从保护优先的角度考虑，推荐路由方案 1 作为路由方案。

表 7.2.1-2 预选路由方案比选表

比选内容	方案一（推荐）	方案二	结论
路由长度	26.31km	24.00km	方案二较短，经济性相对较好
登陆点	登陆点选址位置现状为沙滩，地形平坦，附近分布有旅游区、养殖区等。	登陆点选址位置现状为沙滩，沙滩北侧海岸建有海堤，堤后为高位养殖区。	两个方案均无明显优势
工程地质条件	路由区地势总体上较为平坦，水深在20m以内，无发育大型隆起或洼地等起伏地形单元		两个方案基本一致
水文气象条件	气候条件对海缆本身影响不大，但大风、雾日、暴雨、热带气旋等灾害性天气会对海缆的施工过程产生较大影响；路由海域潮汐、潮流、波浪对管线铺设影响较大，在设计管线埋深时应重点考虑这些水文因素的影响		两个方案基本一致
海洋功能区划	穿越了广西近海南部农渔业区、钦州湾东南部农渔业区和鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区，路由方案与《广西壮族自治区海洋功能划（2011-2020年）》相符	穿越了广西近海南部农渔业区、大风江航道南侧农渔业区、三娘湾海洋保护区和三娘湾农渔业区，路由方案与《广西壮族自治区海洋功能划（2011-2020年）》相符	两个方案均无明显优势
海洋生态红线	穿越了钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区、钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线，路由方案有关生态保护红线的管理要求相符，具无法避让性，对海洋生态保护红线区的生态不造成破坏性影响。	穿越了广西中华白海豚自治区级海洋自然公园，路由方案有关生态保护红线的管理要求相符，具无法避让性，对海洋生态保护红线区的生态不造成破坏性影响。	两个方案均无明显优势
相关规划	路由方案一和方案二均符合《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划2035年远景目标纲要》、《广西能源发展“十三五”规划》、《广西北部湾港总体规划》和《钦州港总体规划（2035年）》。		两个方案均无明显优势
渔业活动	风电场址附近路由海区分布有确权养殖区	风电场址附近路由海区及三娘湾近岸浅海路由海区均分布有确权养殖区	方案一较优
海上交通	与钦州港距离较近，需处理好与规划港区和航道的关系	与钦州港距离较远	方案二较优
三娘湾中华白海豚活动区	路由方案所在海域出现中华白海豚的概率较小	路由方案所在海域为三娘湾中华白海豚的栖息地，施工期对中华白海豚均可能产生一定影响。	方案一较优

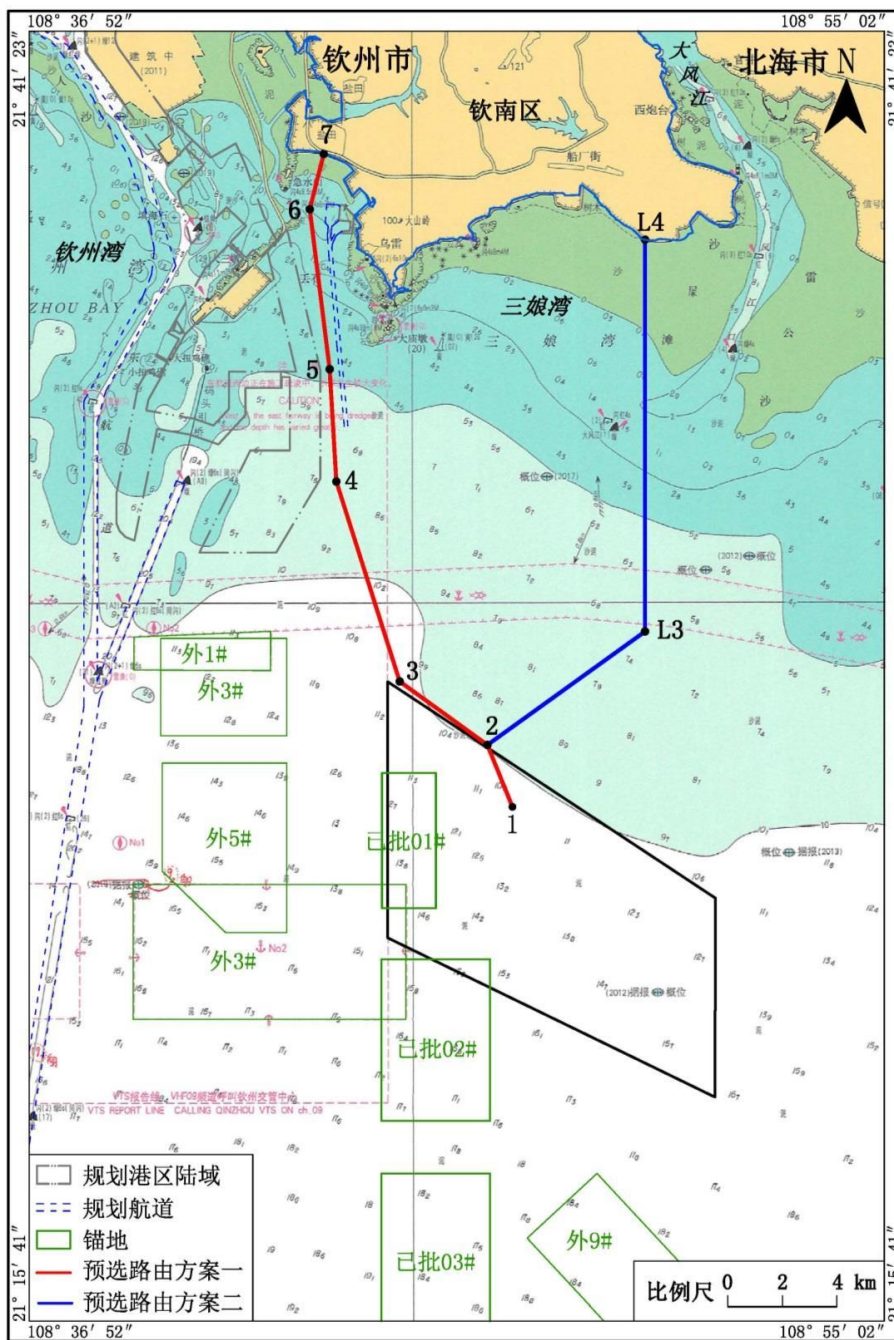


图 7.2.1-3 本项目海底电缆预选路由方案示意图

3、海缆路由平面布置合理性分析

集电线路的选址主要由风机布局决定，电缆选型从减少回路复杂性、减少用海面积出发。各个回路考虑功率分布平衡，风机连接电缆不交叉重叠。因此，本项目电缆电压等级选择合理，综合考虑了节约用海面积、提高经济效益等因素，项目海底电缆平面布置合理。

7.2.1.3 海上升压站布置比选分析

1、布置方案比选

根据风电场风力发电机组的布置情况,220kV 海上升压站数量及主变数量初步考虑以下 2 种方案进行比较(见表 7.2.1-3):

方案 1: 设置一座海上升压站,配置三台 300MVA 主变压器,66kV 侧为一组单母线双分段环形接线,高压侧三个线变组接线。共 3 回 $3\times 1000\text{mm}^2$ XLPE 绝缘海底电缆送至登陆点,再转换成 9 根 $1\times 1200\text{mm}^2$ XLPE 绝缘陆缆送至陆上开关站(集控中心)。

方案 2: 设置两座海上升压站,每座配置一台 450MVA 主变压器,66kV 侧为一组单母线分段接线,高压侧一个线变组接线带双回并联海缆。共 4 回 $3\times 500\text{mm}^2$ XLPE 绝缘海底电缆送至登陆点,再转换成 12 根 $1\times 630\text{mm}^2$ XLPE 绝缘陆缆送至陆上开关站(集控中心)。

方案选择:

从表 7.2.1-3 可以看出,方案 1 运行可靠性较高,主变重量较大,66kV 侧接线简单及短路电流适中,不利于业主分标建设;方案 2 运行可靠性最低,运行灵活性差,主变重量过大,部分桥梁运输受限,66kV 侧接线复杂及短路电流较大,利于业主分标建设;由于 220kV 侧接线已极为简化,主变容量也没有考虑裕度,因此不宜将主变数量配置太少,使风电场运行可靠性较低。因此,本阶段采用方案 1。

表 7.2.1-3 海上升压站方案技术比较表（涉密，不公开）

2、海上升压站站址选择

根据规程规范，海上升压变电站的站址选择应符合下列要求：

- (1) 宜位于风电场的中心，并靠近送出海底电缆的登陆点。
- (2) 应具备适宜的水文、地质条件。
- (3) 当有直升机起降需求时，升压变电站周边还应具备直升机起降必要的净空条件。

- (4) 具备升压变电站运输、安装和维护所需的水深和交通条件。

根据上述要求，提出不同位置升压站，经经济技术比较，最终海上升压站站址拟定在52#、53#、34#、35#风机之间(中心坐标:东经108°47'7.2",北纬21°25'55.5")。

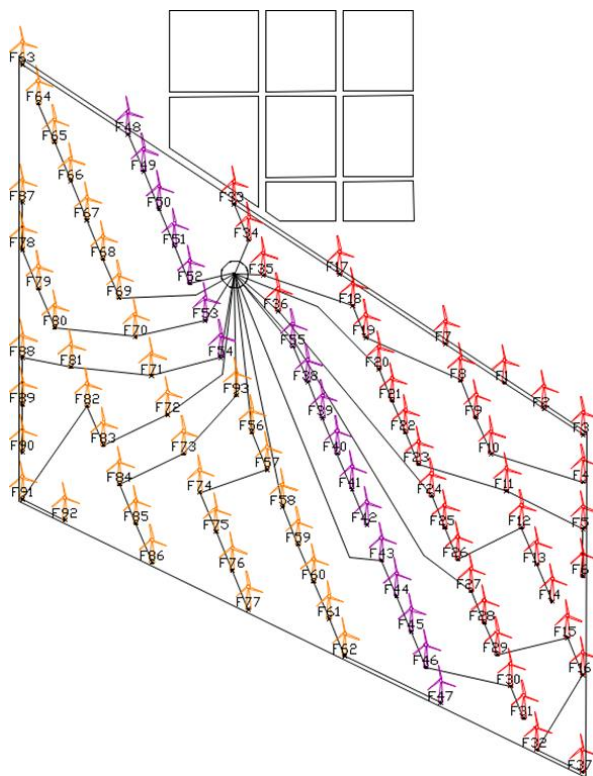


图 7.2.1-4 拟选站址位置图

3、海上升压站平面布置合理性分析

本项目海上升压站平面布置中遵循节约、集约用海原则。设计时优化了平面布置以减少整个场区的集电线路总长度和损耗。升压站采用整体式布置，下部结构采用导管架形式，不改变海域自然属性。由此可见，升压站布置的用海方式考虑了对海洋自然属性的保护，减少对海域的实际占用面积，升压站基础可提供海

洋生物生态空间。升压站的布置方向设置了一定夹角，能够最大限度的减少结构受力。可见，升压站平面布置合理。

7.2.2 平面布置合理性分析

7.2.2.1 项目用海平面布置体现节约集约用海的原则

本项目规划装机容量 900MW，拟建设 93 台风电机组，其中包括单机容量为 8.7MW 的风电机组 37 台，单机容量为 10.0MW 的风电机组 18 台，单机容量为 10.5MW 的风电机组 38 台，根据《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范[2016]6 号），海上风电的规划、开发和建设，应坚持集约节约的原则，提高海域资源利用效率。充分考虑地区差异，科学论证，单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 平方公里左右。本项目每 10 万千瓦包络海域面积为 11.2 平方公里，符合国家海洋局规定的用海控制要求，符合集约节约的原则，提高了该海域资源利用效率，并且通过平面布置的优化使外围风机包络范围均在场址规划范围内，同时实现发电效益最大。

综上，本项目用海平面布置体现了节约集约用海的原则。

7.2.2.2 项目用海平面布置有利于生态保护

本项目建设风电机组和海底电缆，外围风机包络海域面积约为 101km²，场址内风机排布采用 8 排布置的方案，风机之间有一定的间距，行间距 804~2026m，行内间距 727~897m，对海洋水文、地形地貌与冲淤环境的影响很小，基本不会对海域不可逆的生态影响。风机和海上升压站基础采用桩基础型式，通过沉桩施工打入海床底土，桩基可发挥人工鱼礁的功能，本项目正式运营后，场区范围禁止捕捞作业，具备人工鱼礁的属性，对改善海域生态环境，营造海洋生物栖息的良好环境，为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所。因此，项目平面布置基本不会对所在海域的生态环境保护造成不良影响。

7.2.2.3 项目用海平面布置能够最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目海底电缆埋设于海床以下，不会对水动力及冲淤环境造成影响。就第四章数值模拟结果来看，风电场桩基建设造成的影响较为有限。在规划装机总容量 900MW 的前提下，由于现阶段方案采用的风电机组单机容量较大，风电机组

所需布设的台数相对减少，桩基施工数量的减少有利于减小项目建设对水文动力环境、冲淤环境的影响。根据现阶段平面布置方案，本项目建设对周边海域的水文动力环境、冲淤环境总体影响不大，影响范围基本局限于风电场规划场址范围及周边一定范围的海域。

7.2.2.4 项目用海平面布置最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

本项目风电场内布置 93 台风电机组，风电机组场内集电海缆均布置在规划场址范围内，不影响场址周边其他风电项目用海。

根据本报告第 5 章分析，通过加强与各方的沟通和合作，本项目海域开发利用具有较好的可协调性，因此项目用海与周边其他用海活动不存在功能冲突，是相适宜的。

综上，根据现阶段平面布置方案，本项目建设可与周边其他用海活动相适应。

7.3 用海方式合理性分析

本项目用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式）和其他用海方式（一级方式）的海底电缆管道（二级方式），本节通过是否遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则；能否最大程度地减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能；能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响；能否最大程度地减少对水文动力及冲淤环境的影响分析项目用海方式的合理性。

7.3.1 用海方式比选分析

7.3.1.1 风机基础用海方式比选


1、海上风机常用基础结构

世界上对海上风电的研究与开发始于上世纪九十年代。2000 年以后，随着发电机组技术的发展，单机容量逐步加大，机组可靠性进一步提高，大型海上风电场开始逐步出现。

目前，海上风机基础一般有单桩、水上三桩、三脚架式、导管架式、重力式、负压桶式、高桩承台基础和漂浮式等基础型式。

图 7.3.1-1 海上风电常用基础结构型式

基础型式	特点
 <p>单桩基础</p>	<p>单桩基础一般采用大直径的钢管桩，直立于海床，上部连接风机塔筒。单桩基础的制造和施工都相对较为简单，从结构可靠性来讲；从施工方面来讲，无需整理海床，施工过程主要为沉桩施工，施工周期短，制造简单，无需海床整理，需大型打桩锤，桩顶设置过渡连接件，受海底地质条件和水深的约束。适用于水深在 0~35m 的海域</p>
 <p>重力式基础</p>	<p>重力式基础主要适用于水深较浅的一种基础类型，靠其自身重量来平稳风荷载、波流荷载等水平荷载。重力式基础一般在陆上预制，通过驳船运输至现场后，采用大型起吊船将基础起吊就位。重力式基础就位前需将海底整平，就位后再在基础底板方格内抛填块石以增加基础自重和稳定性。重力式基础安装简便，基础投资较省，但对水深有一定要求，一般不适合水深超过 10m 的风电场，并对海床浅表层地基承载力有一定要求，不适合淤泥质海床。</p> <p>地基要求为岩石或坚硬土层，利用基础自重抵抗倾覆力矩，需压仓物和整理海床，对冲刷较敏感。适用于水深在 0~10m 的海域。</p>
 <p>高桩承台基础</p>	<p>该基础型式主要由多根基桩(大于六根)和混凝土承台组成。基桩按照设计打入一定深度的海床底部，基桩与上部风机塔筒通过现浇筑钢筋混凝土承台链接成整体。这种基础形式有效降低了海上桩基施工和桩基与上部结构连接的难度，但是海上施工复杂，是一种过渡性风机基础结构型式。群桩一般为钢管桩，上部承台为现场浇筑钢筋混凝土结构，采用传统工艺，需设置封底混凝土。适用于水深在 0~20m 的海域</p>
 <p>多脚架基础</p>	<p>多脚架结构与油田开发的简易平台相似，根据桩数不同可设计成三脚、四脚等基础，以三脚架为例，三根桩通过一个三角形钢架与中心立柱连接，风电机组塔架连接到立柱上形成一个结构整体，三脚架结构的刚度大于单桩结构，可以通过调整三脚架来保证中心立柱的垂直度。其适用水深范围较大。三脚架结构用三根桩取代了单桩结构的一根桩，因此，桩径远远小于单桩结构，一般为 2~3m 左右。</p>
 <p>导管架基础</p>	<p>导管架基础采用三根或三根以上的钢管桩打入海底，导管架与钢管桩之间通过灌浆连接形成整体，导管架上部为连接段，顶部通过法兰与塔筒连接。导管架基础分为双倾、单倾、直式几种形式，具有很好的刚度和承载能力，对水深和地质条件的适应性较广，适用于 0~50m 水深的近海风电场。</p>

 <p>负压桶基础</p>	<p>负压桶基础主要分为单桶和多桶吸力式沉箱基础，其形似一个底部敞开、倒置于海底的钢制(或混凝土)水桶。负桶就位后通过各种手段将桶中的水不断抽出以形成负压状态，借助上部水和结构的重力将基础压入海床。安装后结构的稳定性主要由桶壁与泥土间的摩擦提供，其适于砂性土及软质粘土地基。负压桶基础结构的材料用量相对较少，海上作业施工时间短，海上运输也相对简单便捷，因此生产和安装成本较低。</p>
 <p>浮式基础</p>	<p>漂浮式风机基础目前还处于研究和应用示范阶段，主要应用于 50 米以上水深的海域，海上风电场向深海发展的时候，漂浮式平台基础必然有其广阔的应用前景。海上风机浮式平台的结构型式多种多样，一般都是借鉴海洋石油平台的经验进行设计，主要包括 Spar 式、TLP 式(张力腿式)和 SEMI 式(半潜式)，也可以采用 Spar 与 TLP 等组合方式。</p>

2、本项目风机基础方案比选

本报告地质资料主要基于《广西海上风电示范项目（C 场址）可行性研究阶段岩土工程勘察报告》。工程所在海域地工程地质和海洋环境条件复杂，所采用风电机组的风机荷载较大，对风机基础要求较高。根据国内外海上风电场建设经验、不同型式风机基础的适用性及优缺点，同时结合本工程地质条件、海洋环境条件、风电机组单机容量、国内施工能力，开展基础选型分析工作。

结合国内外海上风电的建设经验、工程地质条件、海洋水文条件，分析对比各个基础方案的结构特点、适用条件、施工情况、工期及经济性，本工程风机基础形式推荐选用单桩基础，风机基础方案比选表见表 7.3.1-1。

表 7.3.1-1 风机基础方案比选表

风机基础方案	是否采用方案	原因
单桩基础 (推荐方案)	√	单桩基础具有制造及施工工艺简单、建造周期短、整体经济性好等优点
重力式基础	×	本工程海床表面土层承载力较低，不适合重力式基础
高桩承台基础	×	高桩承台基础施工周期长，难以满足本工程建设工期的要求
多脚架基础	×	多脚架基础加工制造复杂、成本高且其位于水面附近的斜撑易受船舶撞击而损坏，不考虑此种基础形式
导管架基础	×	由于本工程风机的允许频率上限较低，导管架基础整体刚度较大，若采用此种基础形式，则设计的整机频率难以满足要求
漂浮基础	×	本工程场区水深小于 20 米，不适合漂浮基础

7.3.1.2 海上升压站用海方式比选

海洋平台结构基础一般有单桩、导管架、重力式、高桩承台、浮式、吸力桶式、自升式等型式。结合国内外海上平台的建设经验、工程地质条件、海洋水文条件,分析对比各个基础方案的结构特点、适用条件、施工情况、工期及经济性,本工程海上升压站基础形式推荐选用导管架基础,海上升压站方案比选对比见表 7.3.1-2。

表 7.3.1-2 海上升压站基础方案比选表

海上升压站基础方案	是否采用方案	原因
单桩基础	×	本项目上部结构平面尺寸较大,上部结构组块重量较大,单桩布置平台悬臂过大不经济,同时保证升压站容许水平变形难度大,故不宜采用单桩基础。
重力式基础	×	这种基础安装简便,基础投资较省,但上部组块一般较轻,本工程升压站上部组块达 4150t 以上,采用重力式基础会造成基础过于庞大,因此本工程不宜采用重力式海上升压站。
高桩承台基础	×	对于海上升压站来说,采用高桩承台结构的桩与桩之间没有相互连接,桩的悬臂长度过长,结构侧向刚度小,并且在水深较深区域,施工费用高,因此本工程不宜采用。
吸力桶式基础	×	该基础方案主要用以解决深海中的基础问题,目前还处于应用初级阶段,故不适合本工程。
导管架基础 (推荐方案)	√	导管架基础适用性强,适合于各种水深与地质条件,广泛应用于石油平台行业,工程经验较多,也是目前海上升压站采用最多的一种基础型式,本工程宜采用导管架式海上升压站。

7.3.1.3 海缆路由用海方式比选

本工程海缆敷设主要包括风机与风机之间、风机与海上升压站之间的集电海底电缆和海上升压站与陆上集控中心之间的 220kV 登陆海底电缆。风场区海域海床表层土为淤泥,局部为淤泥质土—黏土,海缆敷设方式为深埋方式,满足相关工程设计规定和使用要求,且该用海方式不改变海域的自然属性,能够保持水体的流通交换,对海域的使用不属于不可恢复,不涉及炸岛和围填海等,项目实施虽然会对渔业资源造成一定的影响,但通过生态减缓和补偿措施,不影响海域的主导功能的实现,能够维护海域的基本功能。海底电缆能够保证水流的通畅,因此虽占用一定海域面积,但对整个水文动力环境、冲淤环境的影响并不大。从第四章数值计算结果来看,项目建设对水动力、泥沙冲淤环境影响均不大,因此从对水文动力环境、冲淤环境的影响来看,本项目的用海方式合理。

7.3.2 用海方式合理性分析

7.3.2.1 已遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则

本项目的建设内容包括风机基础、海上升压站及海底电缆，风机基础、海底电缆的用海方式为“透水构筑物”，海底电缆的用海方式为“海底电缆管道”，海底电缆埋设于海底泥面以下，不会改变海域的自然属性，能够保持水体的流通交换。

因此，本项目遵循了尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则。

7.3.2.2 能够最大程度地减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能

本项目建设风机和海底电缆，距离最近的陆地约 14.3km，不占用大陆岸线及海岛。项目用海方式分别为“透水构筑物”和“海底电缆管道”。虽然项目建设需占用一定的海域，但透水构筑物和海底电缆管道用海基本不改变海域的自然属性，能够保持水体的流通交换，对海域的使用不属于不可恢复，不涉及炸岛和围填海等，项目实施虽然会对所在海域的渔业资源造成一定的影响，但通过生态减缓和补偿措施，不影响海域主导功能的实现，能够维护海域基本功能。

7.3.2.3 有利于保护和保全区域海洋生态系统

本项目施工期间会对作业面的底栖生物和底栖生境造成完全破坏，栖息于上述范围内的底栖生物将全部损失，部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类也将因为躲避不及而被损伤或掩埋。另外，项目施工产生的悬浮泥沙也造成海洋生物一定的损失，但待悬浮物扩散和沉降后，海洋生物生境将逐渐恢复。为弥补工程建设对海洋生态环境带来的不利影响，建设单位将做好环境保护工作和生态补偿工作，把不利影响降到最低。

项目风机基础施工及海底电缆铺设等将会引起部分底栖生物损失，同时，工程施工悬浮物会引起本海域生物种类和数量的减少，但是项目建成后，影响将逐渐消失，且风机和海上升压站基础采用桩基础型式，桩基可发挥人工鱼礁的功能，项目运营期场区范围内禁止捕捞作业，具备人工鱼礁的属性，再通过增殖放流生

态修复措施，可改善海域生态环境，营造海洋生物栖息的良好环境，为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所。

因此，本项目用海方式有利于保护和区域海洋生态系统。

7.3.2.4 能够最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

由第四章数模分析结果可知，本项目透水构筑物和海底电缆管道用海能够保证水流的通畅，虽占用一定海域面积，但对整个水文动力环境、冲淤环境的影响并不大。因此，本项目用海方式能够最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

因此，本项目用海方式是合理的。

7.4 占用岸线合理性分析

本项目对岸线的使用方式为底土穿越，穿越岸线类型为砂质岸线，用海范围使用岸线总长度为 21.9m，其中，实际结构直接穿越岸线长度 2.13m。

1、实际结构直接穿越岸线情况

本项目 220kV 海底电缆采用定向钻施工方式登陆，在 220kV 海底电缆穿越岸线段位置，其结构外侧为外径 711mm 的钢管（见图 7.3.2-2），即每回 220kV 海底电缆直接穿越岸线长度为外侧钢管结构投影长度，为 0.711m，本项目共 3 回 220kV 海底电缆，实际结构直接穿越岸线长度共 2.13m。

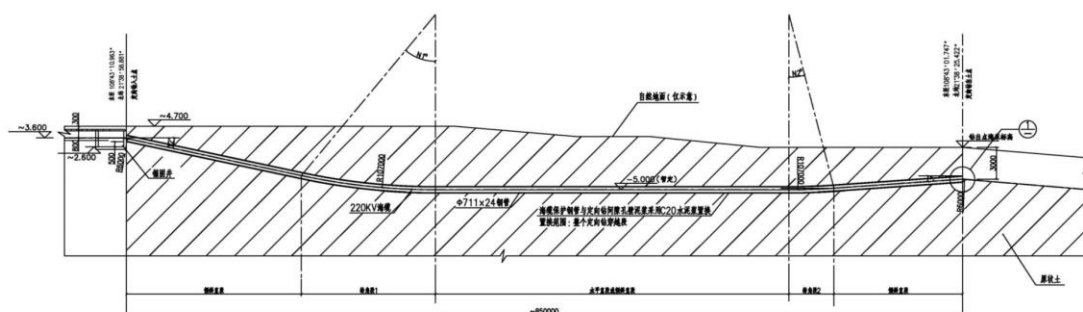


图 7.3.2-1 220kV 海底电缆穿越海岸线剖面示意图

2、用海范围使用岸线情况

本项目 3 回 220kV 海底电缆在登陆段逐渐汇集后穿越岸线，且其用海范围是根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）要求进行外扩界定，经量取确定，申请的用海范围使用岸线长度约 21.9m，见图 7.3.2-2。

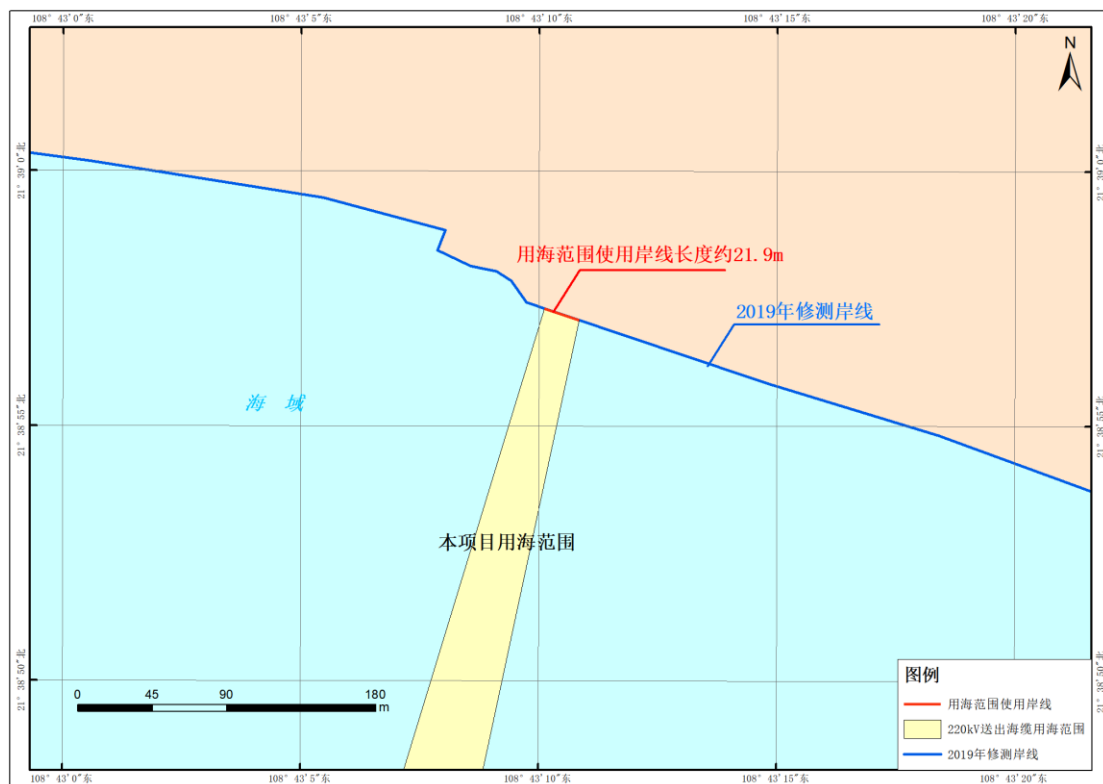


图 7.3.2-2 本项目用海范围使用岸线示意图

3、小结

本项目海底电缆登陆时采用定向钻的施工方式,使得海底电缆在砂质岸线下方穿越,此种施工方式不会破坏岸线原貌,不会对该段岸线自然形态等造成不可逆的影响。

根据 2019 年广西修测岸线,本项目用海范围使用岸线长度约 21.9m (其中实际结构直接穿越岸线长度 2.13m),使用岸线长度量算利用 ArcGIS10.8 自带测量工具量取,准确合理,本项目 220kV 海底电缆登陆位置与周边项目无权属重叠,登陆段不存在面积、使用岸线等重复计算的情况,故本项目使用岸线长度是合理的。

本项目建设过程中未形成新人工岸线,同时定向钻的施工方式决定了 220kV 海底电缆对登陆位置岸线的利用方式为底土穿越,非实际占用自然岸线,因此,项目建设不会对自然岸线保有率造成影响,且项目属于其允许建设的电力基础设施项目,符合其管控要求。

因此,本项目利用岸线是合理的。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 申请用海面积

根据国家海洋局最新颁布的海域使用分类体系，风电场项目的用海类型为“工业用海”（一级类）中的“电力工业用海”（二级类）；用海方式包括构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式）、其他方式（一级方式）的海底电缆管道（二级方式）。项目申请用海总面积 519.8954 公顷：其中透水构筑物用海总面积 111.1933 公顷，海底电缆管道用海总面积 408.7021 公顷，具体面积情况见表 7.5.1-1 所示。

表 7.5.1-1 项目申请用海面积统计表

用海单元	用海方式	用海面积（公顷）	总计（公顷）
风机	透水构筑物	109.0564	111.1933
海上升压站	透水构筑物	2.1369	
220kV 海底电缆	海底电缆管道	158.5784	408.7021
66kV 海底电缆	海底电缆管道	250.1237	
总计			519.8954

7.5.2 用海面积合理性

7.5.2.1 项目用海面积满足用海需求

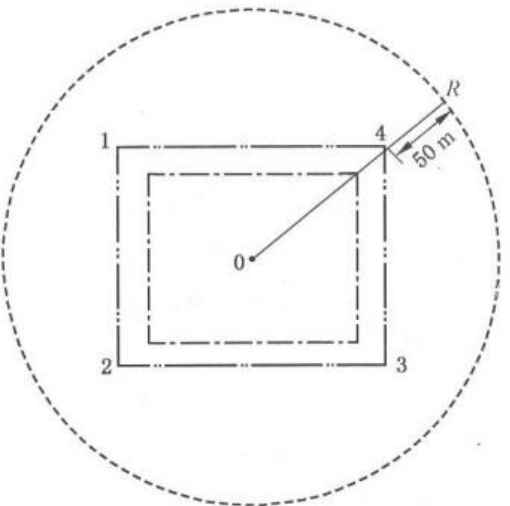
1、风机用海需求

本项目规划场址范围内拟混合布置单机容量为 8.7MW 的风电机组 37 台，单机容量为 10.0MW 的风电机组 18 台，单机容量为 10.5MW 的风电机组 38 台，共计 93 台风电机组，风机基础为单桩结构，8.7MW 风机单桩风机结构塔架中心点至塔架基础最外缘点距离为 10.90m，10.0MW 和 10.5MW 风机单桩风机结构塔架中心点至塔架基础最外缘点距离为 11.25m。根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.4.2.5 节 f）“海上风力发电项目用海，单个风机塔架以塔架中心点为圆心，中心点至塔架基础最外缘点外扩 50m 为半径的圆为界；多个风机塔架，范围为所有单个风机所占海域范围之和”要求（见表 7.5.2-1），因此本项目以风机塔架中心点为圆心，8.7MW 风机外扩 60.90m（10.9m+50m=60.9m），10.0MW 和 10.5MW 风机外扩 61.25m（11.9m+50m=61.25m）的范围为单个风机的用海范围（见图 7.5.2-1）。经计算，单个风机基础用海面积为 1.1646 公顷（8.7MW 风

机) 和 1.1780 公顷 (10.0MW 和 10.5MW 风机), 93 台风机占用海域面积为 109.0564 公顷。

因此, 本项目 93 台风机拟申请用海面积 109.0564 公顷可以满足项目用海需求。

表 7.5.2-1 风机用海范围界定 (来源于《海籍调查规范》(HY/T 124-2009))

C.27 风机塔架	
用海特征: 采用透水方式构筑的单个风机塔架。	
	<p>说明:</p> <p>图中用虚线表示的圆为本宗海范围, 属透水构筑物用海, 用途为海上风力发电项目风机塔架。塔架中心点为圆心, 半径为塔架中心点与塔架基础最外缘点连线外扩 50m。</p>

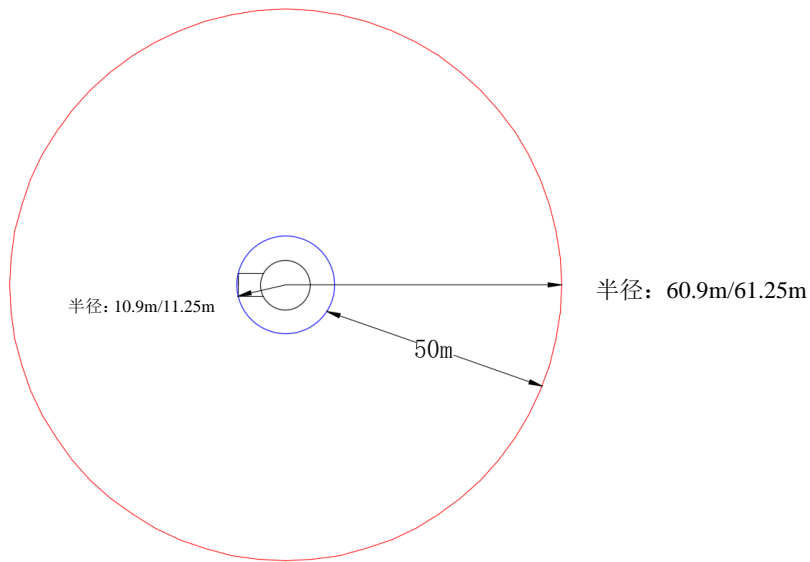


图 7.5.2-1 风机用海范围尺寸示意图

2、海上升压站用海需求

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009) 中 5.3.2.2 节“透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。有安全防护要求的透水构筑物用海在

透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于 10m 保护距离为界”。（见表 7.5.2-2）

本项目海上升压站的用海方式为透水构筑物，由于《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）中对海上升压站没有专门的宗海界址界定方法，本项目海上升压站属于透水构筑物，且有一定的安全防护需求，故参照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）附录 C 中 C.29 石油平台界定方法沿平台外缘线向四周平行外扩 50m 进行宗海界定。

整体上，本项目海上升压站上部结构平台投影面积均大于下层结构，上部结构平台最大投影尺寸均为 56m×37m。因此，本项目海上升压站的用海面积均以上部结构平台最大投影面（56m×37m）外扩 50m 为界（见图 7.5.2-2）。经计算，本项目海上升压站用海面积为 2.1369 公顷。

表 7.5.2-2 一般平台用海范围界定（来源于《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）

C.4 一般平台	
用海特征：采用透水方式构筑的除码头和石油平台以外的平台。	
	<p>说明： 折线①-②-③-④-①围成的区域为本宗海的范围，属透水构筑物用海，用途为平台。 折线 1-2-3-4-1 为平台的外缘线；折线①-②-③-④-①为平台外缘线向四周平行外扩 10m 形成的边线。</p>

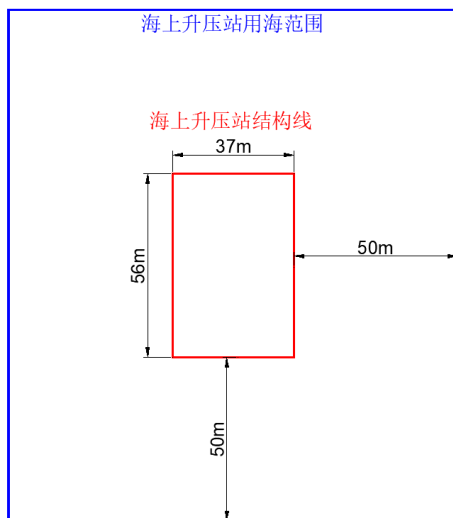


图 7.5.2-2 海上升压站用海范围示意图

3、220kV 送出海缆用海需求

根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)和《海上风电开发建设管理办法》(国能新能〔2016〕394号)相关要求,海上风力发电使用的海底电缆管道用海面积按照电缆管道外缘线向两侧外扩10m计算(见表7.5.2-3)。由于外扩后220kV海底电缆管道用海面积与海上升压站用海面积有部分重叠,因海上升压站为透水构筑物,海域使用收费标准高,所以220kV海底电缆管道用海面积中应去除与海上升压站重叠部分。

本项目从海上升压站通过3回220kV海底电缆送出,汇集同一个陆上集控中心,海缆间距为50m,根据设计,单回220kV海底电缆外径为270mm,根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)和《海上风电开发建设管理办法》(国能新能〔2016〕394号)相关要求,按照电缆管道外缘线向两侧外扩10m计算,即以每回220kV海底电缆中心线向两侧外扩10.14m($10m+270mm/2\approx 10.14m$),见图7.5.2-3,将外扩后的最外缘线处理进行处理,与修测岸线相接处以修测岸线为界,与海上升压站相接的以海上升压站宗海界址线为界。最终,形成220kV海底电缆管道用海面积为158.5784公顷。

因此,本项目220kV海底电缆管道用海面积可以满足220kV海底电缆管道用海需求。

表 7.5.2-3 海底电缆管道用海范围界定(来源于《海籍调查规范》(HY/T 124-2009))

C.33 电缆管道和海底隧道用海	
用海特征: 占用海床和底土空间铺设的电缆管道或海底隧道等。	
	<p>说明:</p> <p>折线①-②-③-④-⑤-⑥-⑦-⑧-⑧-①围成的区域为本宗海的范围。其中电缆管道属海底电缆管道用海,用途为海底电缆管道;海底隧道属跨海桥梁、海底隧道用海,用途为海底隧道。</p> <p>折线1-2-3-4和5-6-7-8为电缆管道或海底隧道及其防护设施的外缘连线;折线①-②-③-④和⑤-⑥-⑦-⑧为电缆管道或海底隧道及其防护设施的外缘连线向两侧平行外扩10m的边线。</p>

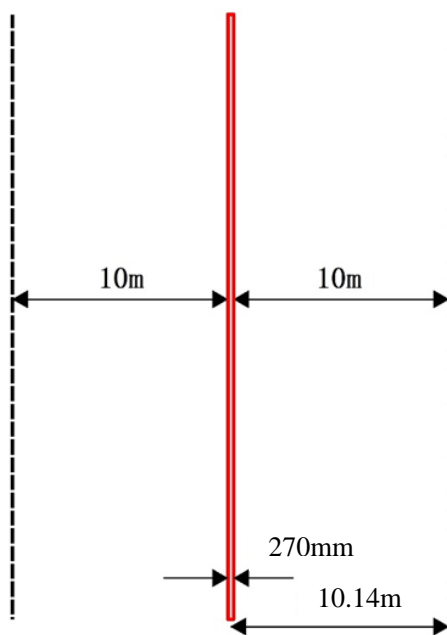


图 7.5.2-3 220kV 海底电缆管道用海范围尺寸示意图

4、66kV 集电海缆用海需求

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)和《海上风电开发建设管理办法》(国能新能〔2016〕394号)相关要求,海上风力发电使用的海底电缆用海面积按照电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 计算(见表 7.5.2-3)。由于外扩后 66kV 海底电缆用海面积与风机、海上升压站用海面积有部分重叠,因风机、海上升压站为透水构筑物,海域使用收费标准高,所以 66kV 海底电缆用海面积中应去除与风机、海上升压站重叠部分。

66kV 海底电缆选用交联聚乙烯绝缘,分相铅护套,钢丝铠装,光电复合,三芯海底电缆,电缆整体结构(包括保护层)外径为 190mm,根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)和《海上风电开发建设管理办法》(国能新能〔2016〕394号)相关要求,按照电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 计算,即以每回 66kV 海底电缆中心线外扩 10.10m($10\text{m}+190\text{mm}/2\approx 10.10\text{m}$),见图 7.5.4-4,外扩后的 66kV 海底电缆经扣除风机、海上升压站用海范围后,形成本项目 66kV 海底电缆管道用海面积共 250.1237 公顷。

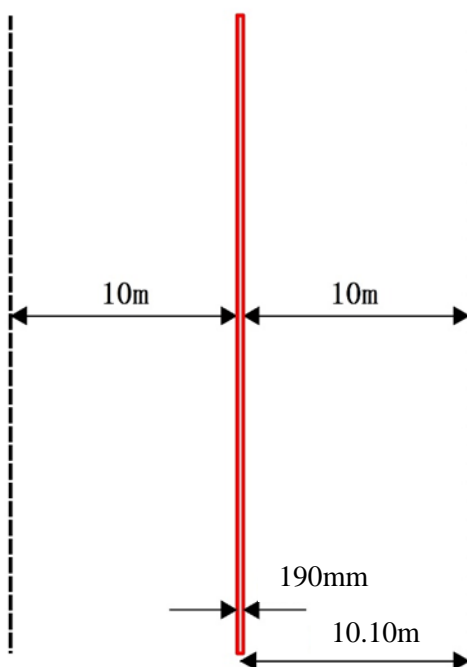


图 7.5.2-4 66kV 海底电缆管道用海范围尺寸示意图

7.5.2.2 项目用海面积符合相关的设计标准和规范

1、项目用海面积符合用海控制指标要求

根据《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范〔2016〕6号），海上风电的规划、开发和建设，应坚持集约节约的原则，提高海域资源利用效率。充分考虑地区差异，科学论证，单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 平方公里左右。

整体上，本项目规划总装机容量 90 万千瓦，设计风电场外缘边线包络海域面积为 101km²，每 10 万千瓦包络海域面积约 11.2 平方公里，符合国家规定的用海控制要求，见表 7.5.2-4。

表 7.5.2-4 项目用海面积符合用海控制指标要求一览表

风电场总容量	规划风电场址面积	设计风电场外缘边线包络海域	每 10 万千瓦所占海域面积	是否符合用海控制要求
90 万千瓦	101 平方公里	101 平方公里	11.2 平方公里	是

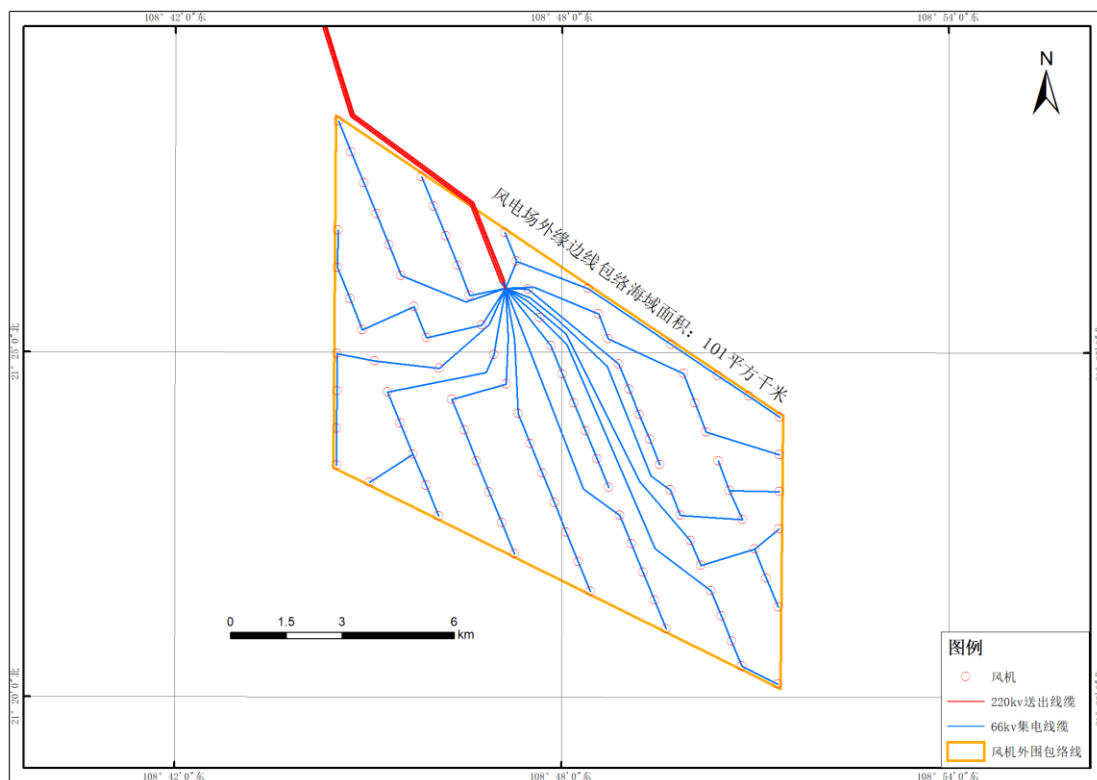


图 7.5.2-5 风电场外缘边线包围海域面积定示意图

2、与《风力发电场设计技术规范》等风电行业规范相符合

从工程经济性、施工难度及可靠性方面考虑,本工程采用海底电缆送电方案,66kV 集电海底电缆路由主要与风电场内风机拓扑连接关系有关,其海底电缆沿风电机之间连线路径布置采用海上专用电缆敷设船敷设;风电机组与 220kV 海上升压站之间的连线路径布置,以及连接海上升压站与陆上集控中心的 220kV 海底电缆,拟按照路由勘查后确定的路径和登陆点进行布置及根据海底地形确定的敷设分区方式,分别采用海上专用电缆敷设船、两栖挖掘机进行电缆敷设。项目海底电缆包括风机间的 66kV 海底电缆和送出 220kV 海底电缆,其设计根据《风电场接入电力系统技术规定》(GB/T 19963-2011)、《大型风电场并网设计技术规范》(NB/T 31003-2011)、《风力发电场设计技术规范》(DL/T 5383-2007)和《电力工程电缆设计规范》(GB 50217-2007)等设计规范来完成。

海底电缆采用 66kV 海底电缆,分相铅护套,钢丝铠装,光电复合,三芯海底电缆;66kV 海底电缆总长度 136.8km,根据水深要求,本场地采用挖沟埋设方式。66kV 海底电缆整体结构(包括保护层)最大外径为 190mm。

从集约用海角度出发,结合国内主流海缆厂家制造水平,本工程不考虑采用单芯海缆方案,本项目以 3 回 220kV 海缆送出,220kV 海底电缆总长度为 78.9km。

220kV 海底电缆整体结构（包括保护层）外径为 270mm，两回 220kV 海底电缆间距为 50m。

风机平面布置是决定海域使用面积大小的一个主要因素。布置风机的关键是根据工程区域的特点，确定各行和行内各风机的合理间距，并把尾流影响控制在合理的范围内。根据风电机组布置优化的分析，计算出最优化的风机数量和排布位置。风机基础根据海底工程地质特征选择并设计导管架的具体形式与尺寸。海上升压站的设计综合考虑了风电场的发电效益、风机布设优化方案、海底地形地质特征等因素，采用四腿导管架基础，设计合理。本项目风电场总装机规模为 900MW，混合布置单机容量为 8.7MW 的风电机组 37 台，单机容量为 10.0MW 的风电机组 18 台，单机容量为 10.5MW 的风电机组 38 台，共计 93 台风电机组，配套建设一座 220kV 海上升压站、一座陆上集控中心，风电机组发出电能通过 66kV 集电海底电缆接入海上升压站，升压后通过 3 回 220kV 海底电缆接入陆上集控中心。海底电缆路由设计综合考虑风电场的功能、布设及周边环境、功能区种种因素，电缆设计合理。

整体上，本项目风电场的设计按照《风力发电机组设计要求》（GB/T 18451.1-2012）、《风力发电场设计技术规范》（DL/T5383-2007）、《风电场工程等级划分及设计安全标准》（FD002-2007）、《风电机组地基基础设计规定》（FD003-2007）、《风力发电场设计规范》（GB51096-2015）、《海上风电场工程施工组织设计技术规定》（NB/T31033-2012）等专业技术规范标准进行，海底电缆的布设满足《海底电力电缆输电工程设计规范》（GB/T51190-2016）、《海底电缆管道路由勘察规范》（GB17502-2009）等的要求，本项目设计符合风电等相关规范的设计要求。

3、与《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》相符合

本项目海岸线确定原则和方法依据以《全国海岸线修测技术规程》（自然资办函〔2019〕1187 号）及《海岸线调查统计技术规范》（DB33/T 2106-2018）规定的方法确定，本项目与陆域相接处采用广西修测海岸线。

本项目用海方式为透水构筑物用海和海底电缆管道用海，根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）“海上风力发电项目用海，单个风机塔架以塔架中心点为圆心，中心点至塔架基础外缘线点外扩 50m 为半径的圆为界；多个风机塔架，

范围为所有单个风机所占海域范围之和”、“海上风力发电使用的海底电缆，以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界”，最终界定：本项目以单桩风机桩基中心点为圆心、中心点至结构外缘点基础上再外扩 50m 为半径，确定风机用海范围；220kV 海底电缆、66kV 海底电缆均以其外缘线向两侧外扩 10m 距离为用海范围。因《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）中对海上升压站没有专门的宗海界址界定方法，本项目海上升压站用海参照石油平台以结构外缘线外扩 50m 距离确定。

同时，《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）中规定：当几种用海方式的用海范围发生重叠时，重叠部分应归入现行海域使用金征收标准最高的用海方式的用海范围。本项目海底电缆管道用海以外缘线向两侧外扩 10m 距离为界后，66kV 海底电缆与风机、海上升压站用海面积部分重叠，220kV 海底电缆与海上升压站用海面积部分重叠，按照海域使用金征收标准的不同，采取就高不就低原则：即风机基础和海上升压站用海优先，海底电缆次之，重叠部分面积扣除。

按照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）面积计算方法“在高斯-克吕格投影下，以宗海中心相近的 0.5°整数倍经线为中央经线进行面积计算，当东西向跨度大于 3°时，按标准地形图 3°分带分别进行计算并求和。面积计算采用平面解析法”和《海域使用面积测量规范》（HY 070-2022）面积计算方法“也可采用计算机辅助软件计算用海面积”，本项目风电场用海范围东西向跨度不大于 3°，面积计算时按照宗海中心相近的 0.5°整数倍经线为中央经线进行面积计算，即中央经线为 109°，在该投影下采用 Arcgis10.8 软件直接计算本项目各用海单元面积。因此，本项目用海面积计算符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《海域使用面积测量规范》（HY 070-2022）要求。

综上，本项目宗海界定符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）要求，用海面积计算符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《海域使用面积测量规范》（HY 070-2022）要求。

4、与《海上风电开发建设管理办法》相符合

根据《海上风电开发建设管理办法》，“海上风电项目建设用海面积和范围按照风电设施实际占用海域面积和安全区占用海域面积界定。海上风电机组用海面积为所有风电机组塔架占用海域面积之和，单个风电机组塔架用海面积一般按塔

架中心点至基础外缘线点再向外扩 50m 为半径的圆形区域计算；海底电缆管道用海面积按电缆外缘向两侧各外扩 10m 宽为界计算；其他永久设施用海面积按《海籍调查规范》的规定计算。各种用海面积不重复计算”。

本项目风机以其基础外缘线再外扩 50m 为半径的圆为界确定用海范围和面积，海上升压站以其外缘线外扩 50m 距离为界确定用海范围及面积，海底电缆以其外缘线向两侧外扩 10m 距离为界确定用海范围及面积。初次外扩后，海底电缆管道用海面积与风机、海上升压站用海面积存在部分重叠，海底电缆管道用海面积去除和风机、海上升压站的用海面积重叠部分后确定。因此，本项目拟申请用海面积的界定符合《海上风电开发建设管理办法》。

7.5.2.3 减少项目用海面积的可能性

本项目场址位置和项目总规模是根据《广西海上风电场工程规划》内容设定，项目设计是在满足周边航道通海需求、风电工程尾流控制和安全等需求的基础上，按照集约节约用海的原则，并以尽可能减少风电场占用海域面积为目标，对本项目平面布置进行了优化。

根据《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范〔2016〕6号），单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 平方公里左右。本项目规划总装机容量 90 万千瓦，规划场址面积 101km²；本次工程设计中每 10 万千瓦包络海域面积约 11.2 平方公里，符合用海控制指标。

本项目现阶段采用的风机叶轮直径为 236m、242m、252m。根据风电行业规范《风电场工程微观选址技术规范》（NB/T 10103-2018）“海上风电机组行间距不宜小于 3 倍风轮直径，列间距不宜小于 7 倍风叶轮直径，对于主风能方向不集中的风电场，可调整行间距、列间距”要求，为确保机组在运行过程中的安全性，风机布设采用垂直于主导风向成 8 行布置，边界加密，列距约 727m~897m，行距约 804m~2026m，风机基本布满整个设计场址。现阶段采用的风机整体排布方案最大限度降低尾流影响的同时，机位间的列距控制在 3 倍风机叶轮直径左右，如若进一步压缩场区风机间距，则风机尾流将进一步上升，将影响机组安全、稳定运行。因此，为确保机组运行的安全性，目前已不具备压缩的空间，即风机平行主风向风机距离、行距和排距等减少的可能性较小。

海缆布设长度直接影响项目总用海面积，其中本项目 220kV 海底电缆走向以较优方案避让了规划航道，同时根据《海底电力电缆输电工程设计规范》（GB/T51190-2016）“平行敷设的海底电缆应避免交叉重叠，电缆间距不宜小于该处最大水深的 1.2 倍，登陆段间距可适当缩小，但应满足电缆载流量和保护的要求”，本项目 220kV 海底电缆所在位置大部分水深为 0~15m，本项目两回海缆间距为 50m 基本满足《海底电力电缆输电工程设计规范》（GB/T51190-2016）要求，因此，220kV 海底电缆间距已不具备压缩的空间。

整体上，本项目在现阶段较优的平面布置下，其用海范围内并无大面积闲置预留空间，且各结构单元用海已明确减除海底电缆与升压站、风机基础的重复用海面积，目前，项目减少用海面积的可能性很小。

综上所述，项目用海面积是合理的。

7.5.3 宗海图绘制

7.5.3.1 宗海图绘制及面积计算执行的计算标准

- (1) 《海域使用面积测量规范》（HY 070-2022）；
- (2) 《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；
- (3) 《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；
- (4) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）

7.5.3.2 宗海图界址点坐标及面积的计算方法

本宗海有透水构筑物、海底电缆管道共两种用海方式，用海单元有风机、海上升压站、220kV 海底电缆和 66kV 海底电缆。

风机用海界址根据其中心点，绘制 $r=60.9\text{m}$ 和 $r=61.25\text{m}$ 的圆确定总共 93 台风机用海界址面；海上升压站用海界址根据其结构（ $56\text{m}\times 37\text{m}$ ）外缘线再外扩 50m 距离为界确定为用海界址面；海底电缆以结构外缘线外扩 10m 距离为界确定用海界址。

7.5.3.3 宗海图绘制

(1) 宗海界址图绘制方法

按照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）要求，宗海界址图采用 ArcGIS10.8 软件绘制，CGCS2000 坐标系，中

央经线 109°，高斯-克吕格投影，利用建设单位提供的工程设计图纸平面布置图，并结合工程区域数字地形图以及相邻项目宗海界址图，将宗海界址图界定的宗海范围绘制在底图上，形成由地形图、用海布置图等为底图，用海单元界线形成用海区域，并按照要求增加界址点编号、数据等，形成宗海界址图。

(2) 宗海位置图绘制方法

宗海位置图底图采用 2020 年 8 月印刷的海图，CGCS2000 坐标系、深度基准为理论最低潮面，高程基准为 1985 国家高程基准，比例尺为 1: 350000。将海图作为宗海图底图，添加项目宗海界址面等，经过相应的地图整饰，形成宗海位置图。

(3) 宗海平面布置图绘制方法

按照《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)和《宗海图编绘技术规范》(HYT 251-2018)要求，宗海平面布置图采用 Arcgis10.8 软件绘制，CGCS2000 坐标系，中央经线 109°，高斯-克吕格投影，将宗海界址图界定的宗海范围绘制在数字化底图上，标注各平面布置单元信息，并增加陆域、岸线、海域等元素，形成宗海平面布置图

综上所述，宗海图绘制方法是科学合理的。

7.5.3.4 宗海图绘制成果

本项目绘制宗海图成果包括宗海位置图、宗海平面布置图及宗海界址图，考虑本项目用海范围较大，为使宗海图更美观、清晰，宗海界址图分两幅绘制。具体成果如下图所示。

广西钦州海上风电示范项目宗海位置图

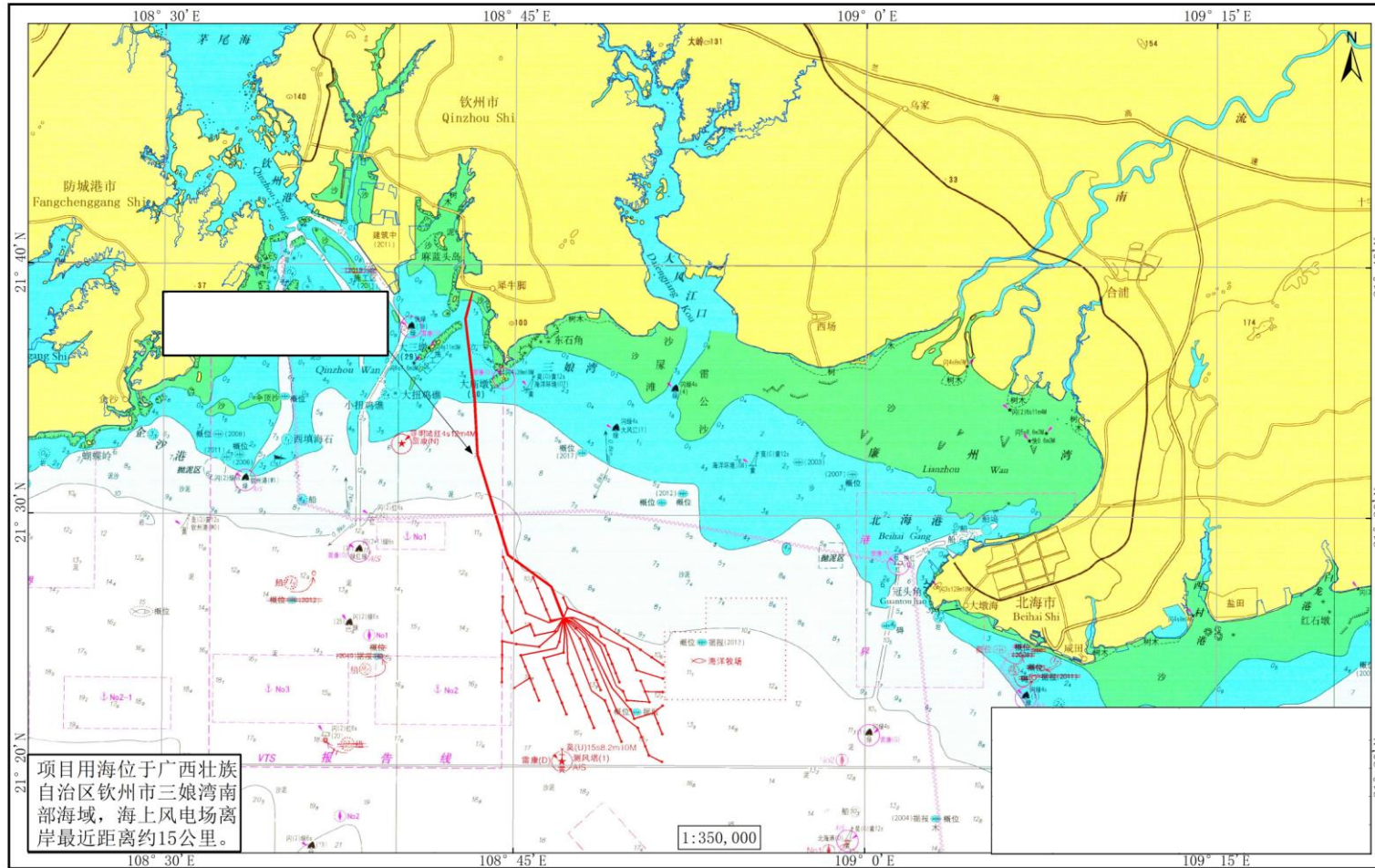


图 7.5.3-1 项目宗海位置图

广西钦州海上风电示范项目宗海平面布置图

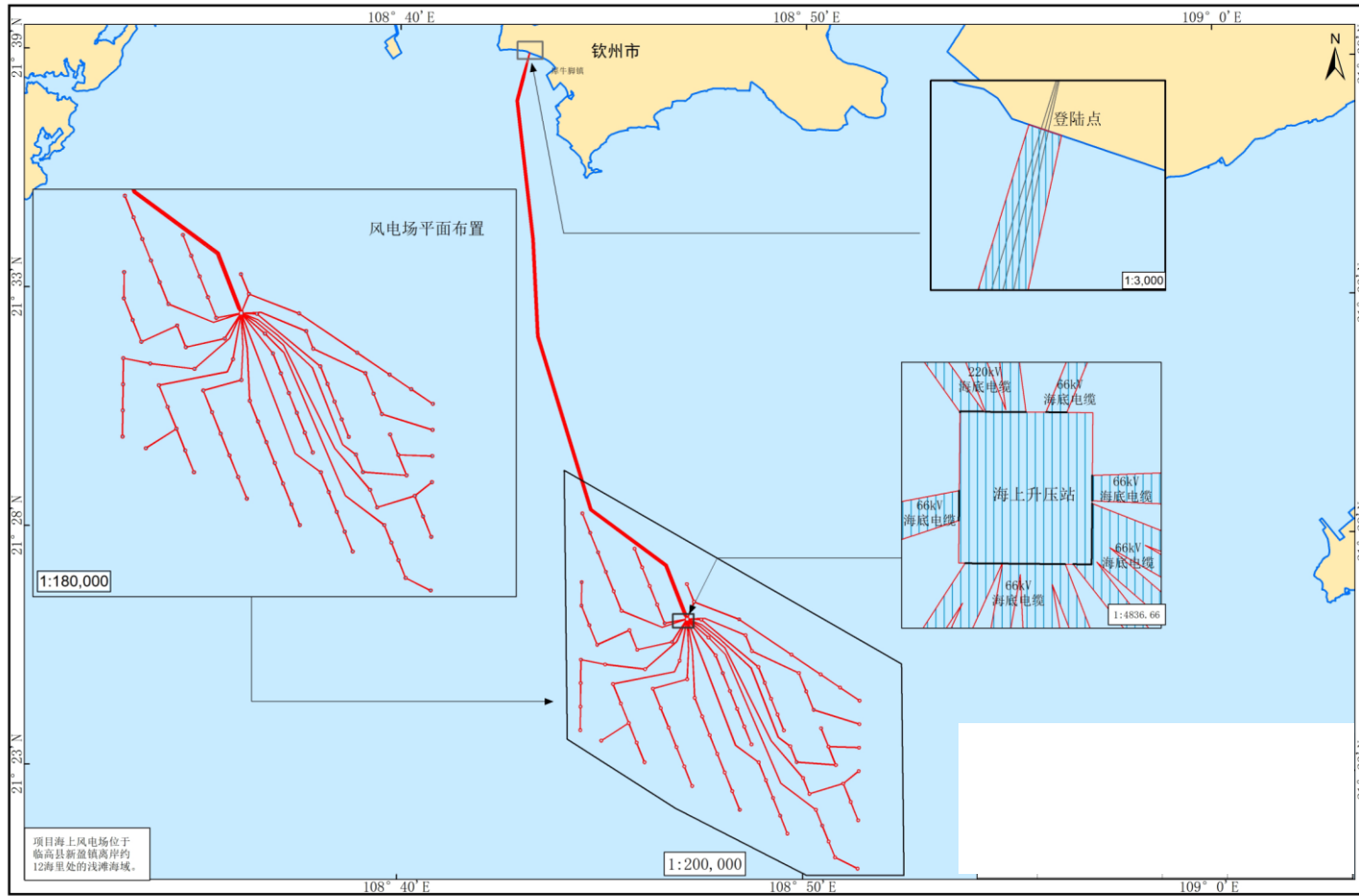
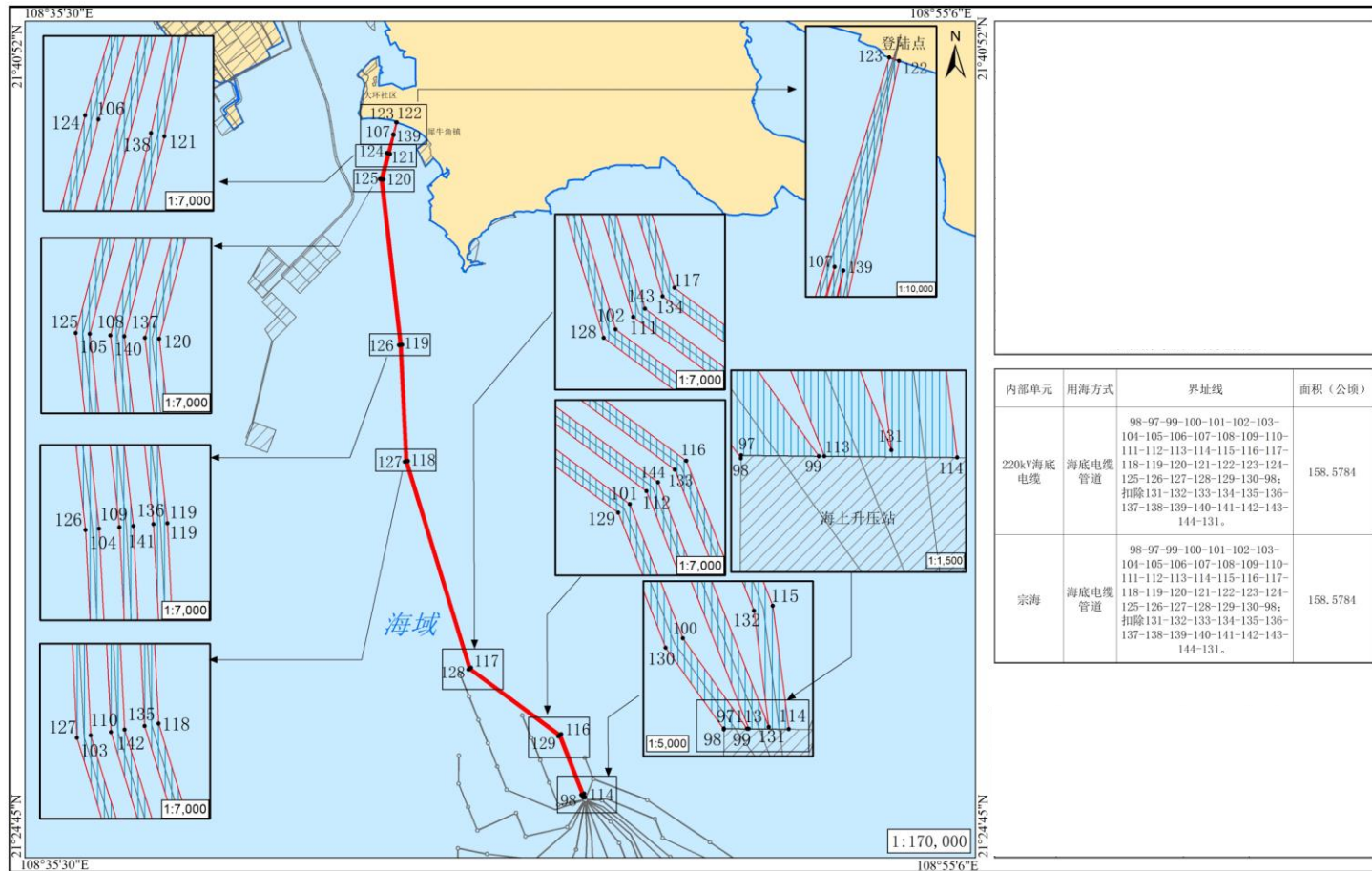


图 7.5.3-2 项目宗海平面布置图

广西钦州海上风电示范项目（220kV海底电缆）宗海界址图



广西钦州海上风电示范项目（风机、海上升压站、66kV海底电缆）宗海界址图

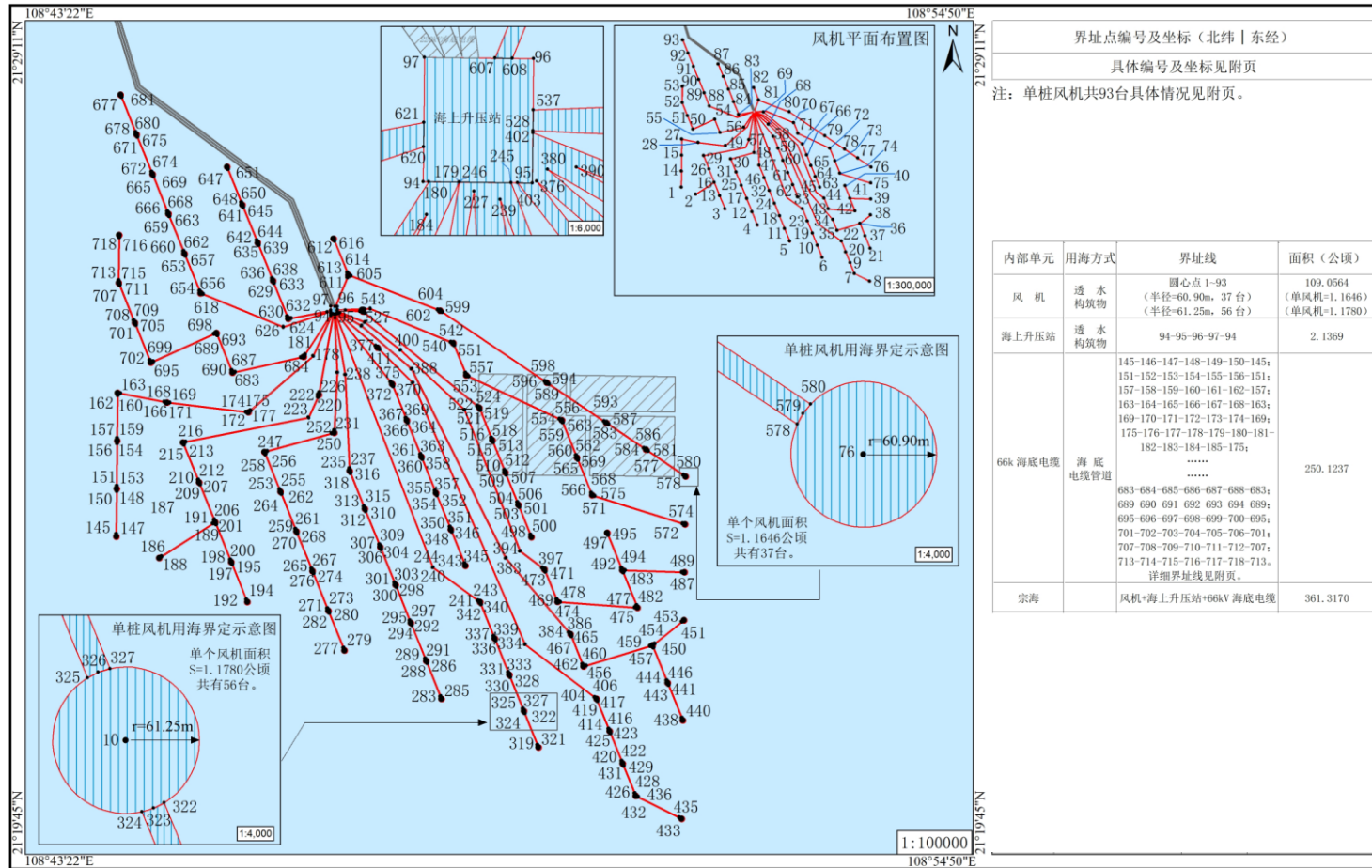


图 7.5.3-3 项目宗海界址图

7.5.4 用海面积量算合理性

7.5.4.1 风机

本项目风机用海方式为透水构筑物。

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009) 5.4.2.5 节 f) “海上风力发电项目用海, 单个风机塔架以塔架中心点为圆心, 中心点至塔架基础最外缘点外扩 50m 为半径的圆为界; 多个风机塔架, 范围为所有单个风机所占海域范围之和”要求, 因此本项目以风机塔架中心点为圆心, 本项目以风机塔架中心点为圆心, 8.7MW 风机外扩 60.90m ($10.90\text{m}+50\text{m}=60.9\text{m}$), 10.0MW 和 10.5MW 风机外扩 61.25m ($11.25\text{m}+50\text{m}=61.25\text{m}$) 的范围为单个风机的用海范围 (见图 7.5.2-1), 则单个风机基础用海面积为 1.1646 公顷 (8.7MW 风机) 和 1.1780 公顷 (10.0MW 和 10.5MW 风机)。

7.5.4.2 海上升压站

本项目海上升压站用海方式为透水构筑物。

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009) 中 5.3.2.2 节 “透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上, 外扩不小于 10m 保护距离为界”。

本项目海上升压站的用海方式为透水构筑物, 由于《海籍调查规范》(HY/T 124-2009) 中对海上升压站没有专门的宗海界址界定方法, 本项目海上升压站属于透水构筑物, 且有一定的安全防护需求, 故参照《海籍调查规范》(HY/T 124-2009) 附录 C 中 C.29 石油平台界定方法沿平台外缘线向四周平行外扩 50m 进行宗海界定。

整体上, 本项目海上升压站上部结构平台投影面积均大于下层结构, 上部结构平台最大投影尺寸均为 $56\text{m}\times 37\text{m}$ 。因此, 本项目海上升压站的用海面积均以上部结构平台最大投影面 ($56\text{m}\times 37\text{m}$) 外扩 50m 为界 (见图 7.5.2-2)。经计算, 本项目海上升压站用海面积为 2.1369 公顷。

7.5.4.3 220kV 送出海缆

本项目 220kV 送出海缆用海方式为海底电缆管道。

根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)和《海上风电开发建设管理办法》(国能新能〔2016〕394号)相关要求,海上风力发电使用的海底电缆管道用海面积按照电缆管道外缘线向两侧外扩10m计算。由于外扩后220kV海底电缆管道用海面积与海上升压站用海面积有部分重叠,因海上升压站为透水构筑物,海域使用收费标准高,所以220kV海底电缆管道用海面积中应去除与海上升压站重叠部分,见图7.5.4-2。

本项目从海上升压站通过3回220kV海底电缆送出,汇集同一个陆上集控中心,海缆间距为50m,根据设计,单回220kV海底电缆外径为270mm,根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)和《海上风电开发建设管理办法》(国能新能〔2016〕394号)相关要求,按照电缆管道外缘线向两侧外扩10m计算,即以每回220kV海底电缆中心线向两侧外扩10.14m($10\text{m}+270\text{mm}/2\approx 10.14\text{m}$)作为用海范围,见图7.5.4-1,将外扩后的最外缘线处理进行处理,与修测岸线相接处以修测岸线为界,与海上升压站相接的以海上升压站宗海界址线为界。

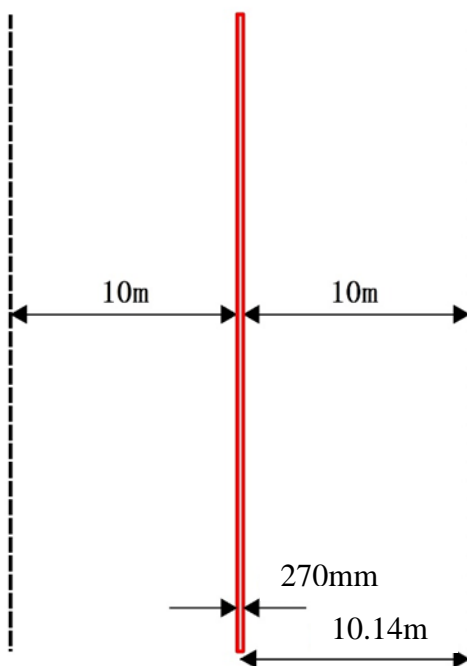


图 7.5.4-1 220kV 海底电缆管道用海范围界定示意图

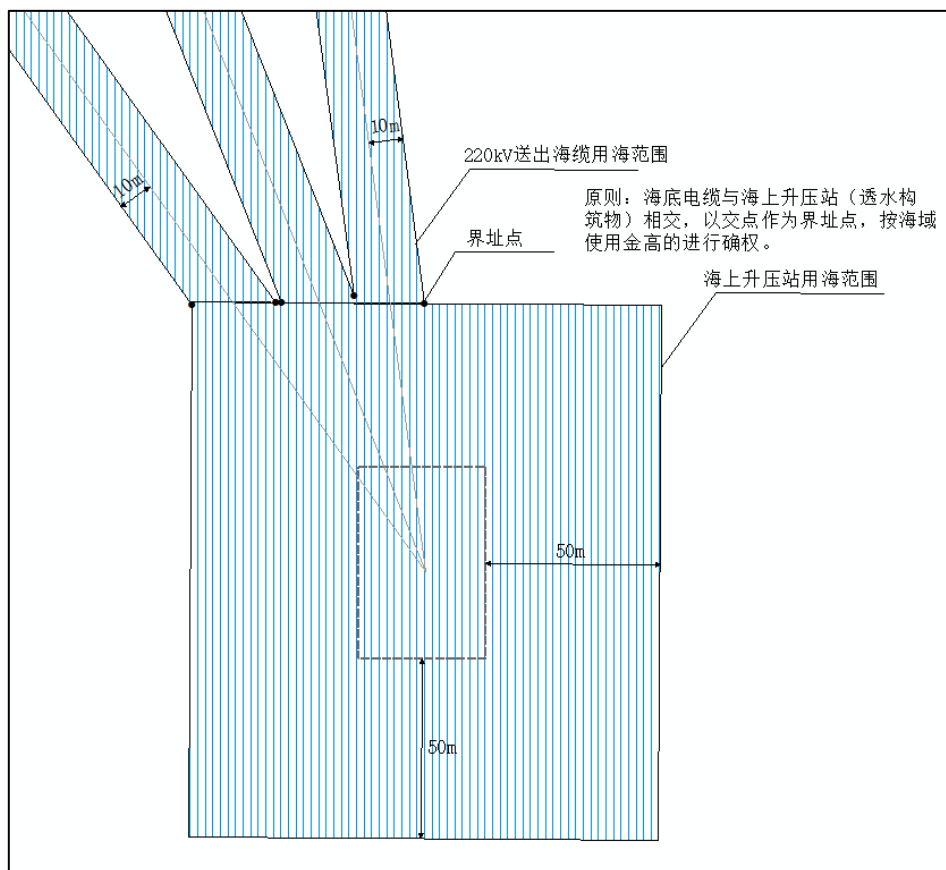


图 7.5.4-2 海上升压站与 220kV 海缆用海范围重叠界址线界定图

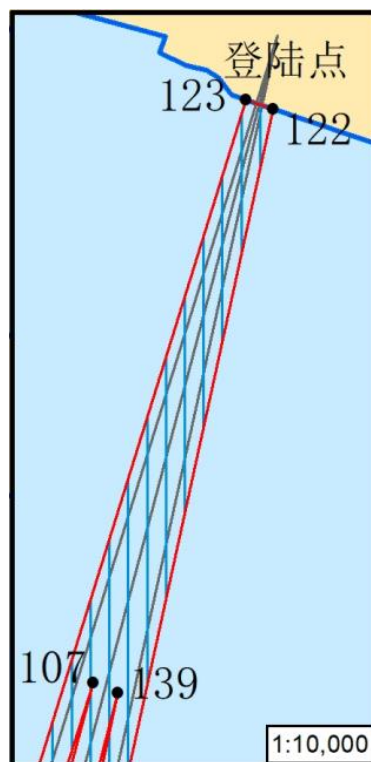


图 7.5.4-3 220kV 海缆与海岸线相交界界定图

7.5.4.4 66kV 集电海缆

本项目 66kV 集电海缆用海方式为透水构筑物。

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)和《海上风电开发建设管理办法》(国能新能〔2016〕394号)相关要求,海上风力发电使用的海底电缆用海面积按照电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 计算。由于外扩后 66kV 海底电缆用海面积与风机、海上升压站用海面积有部分重叠,因风机、海上升压站为透水构筑物,海域使用收费标准高,所以 66kV 海底电缆用海面积中应去除与风机、海上升压站重叠部分(见图 7.5.4-5 及图 7.5.4-6)。

66kV 海底电缆选用交联聚乙烯绝缘,分相铅护套,钢丝铠装,光电复合,三芯海底电缆,电缆整体结构(包括保护层)外径为 190mm,根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)和《海上风电开发建设管理办法》(国能新能〔2016〕394号)相关要求,按照电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 计算,即以每回 66kV 海底电缆中心线向两侧外扩 10.10m ($10\text{m}+190\text{mm}/2\approx 10.10\text{m}$)为用海范围,见图 7.5.4-4。

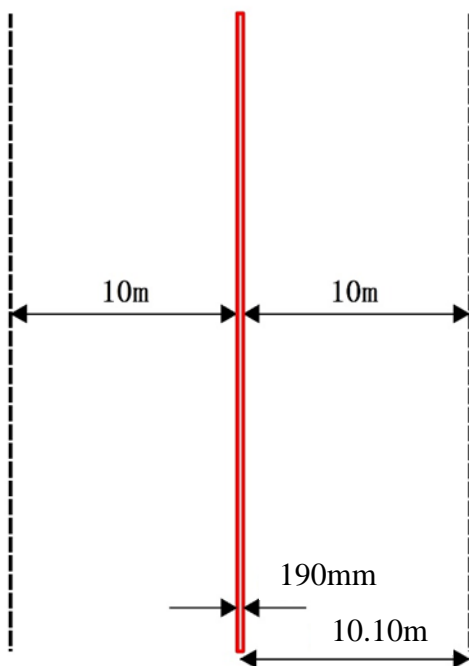


图 7.5.4-4 66kV 海底电缆管道用海范围界定示意图

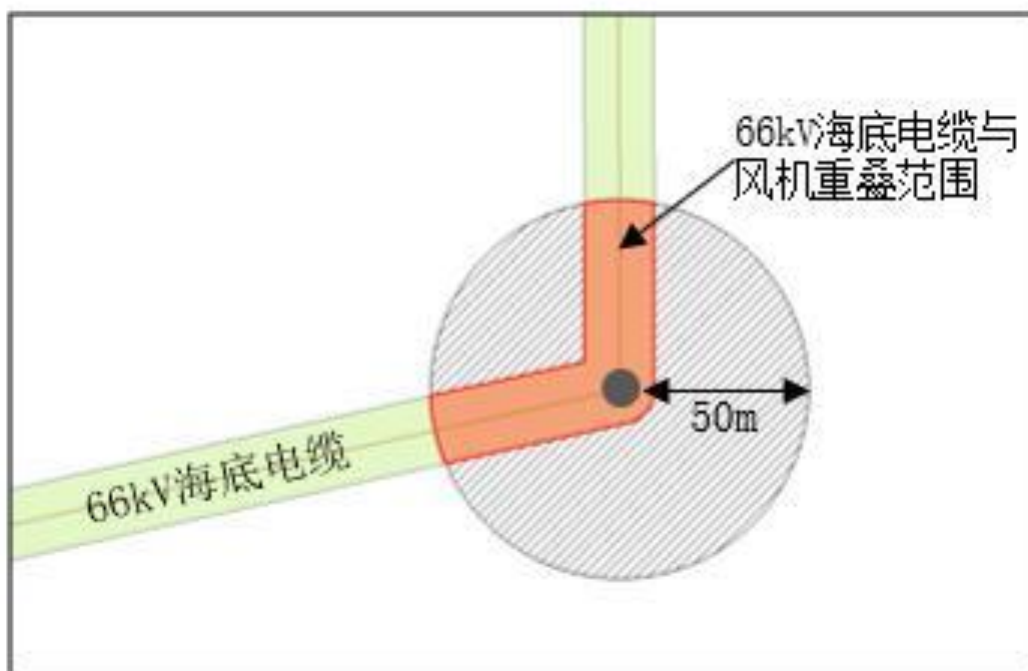


图 7.5.4-5 66kV 海底电缆与风机用海范围范围重叠示意图

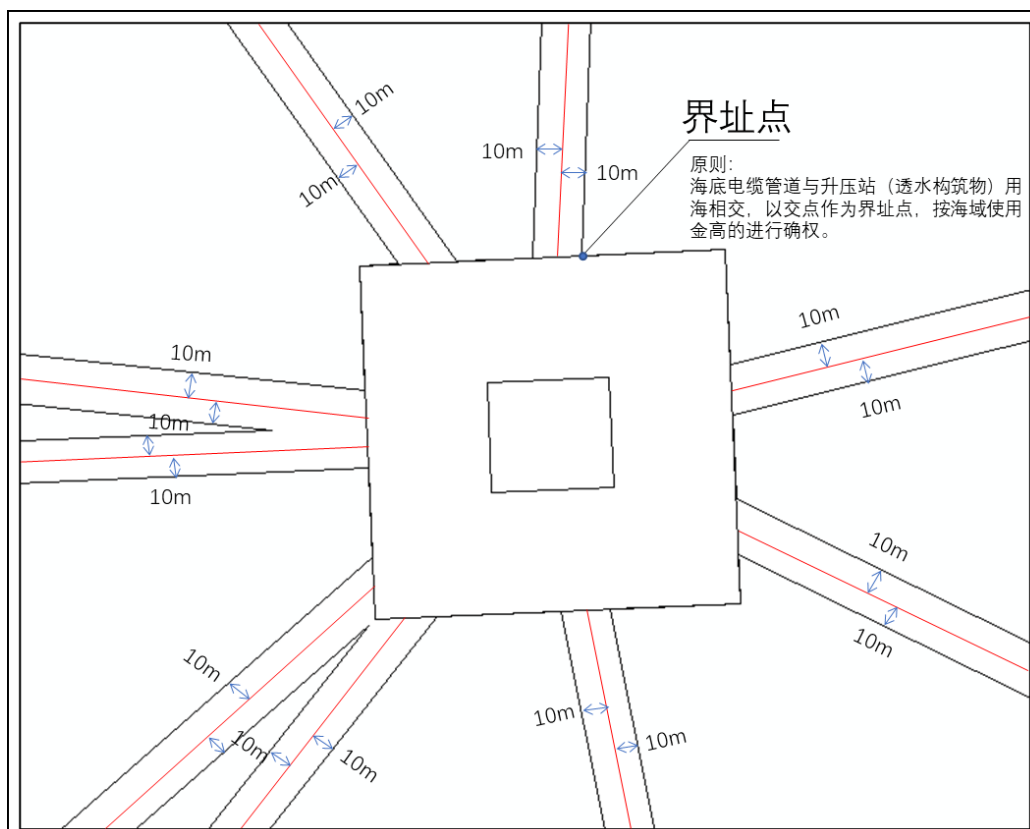


图 7.5.4-6 66kV 海缆与海上升压站用海范围重叠界址线界定图

7.6 用海期限合理性分析

本项目用海期限合理性分析主要是根据项目申请用海是否符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，第二十五条规定：海域使用权最高期限，按下列用途确定：

- (1) 养殖用海十五年；
- (2) 拆船用海二十年；
- (3) 旅游、娱乐用海二十五年；
- (4) 盐业、矿业用海三十年；
- (5) 公益事业用海四十年；
- (6) 港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

项目用海属于《中华人民共和国海域使用管理法》中的建设工程用海，申请用海期限不得超出港口、修造船厂等建设工程用海五十年。结合本项目性质，风机基础的安全工作年限为 25 年，项目施工期限为 2 年。因此，本项目申请用海期限为 27 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定。海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

因此，项目用海期限是合理的。

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)、《海域使用分类》(HY/T123-2009),本项目海域使用类型为工业用海(一级类)中的电力工业用海(二级类),用海方式为透水构筑物、海底电缆管道。根据前文资源生态影响预测分析结果,项目的建设可能产生的主要生态问题是对海洋生物资源造成一定损失。针对项目可能产生的主要生态问题,提出生态用海对策,并参照《围填海工程生态建设技术指南(试行)》和海洋生态保护修复的相关要求提出海洋生物资源恢复的生态修复措施。计划两年内由建设单位组织开展本项目生态修复计划,确保海洋生物资源能够得到恢复。

8.1.1 生态保护对策

1、设计阶段生态保护对策

本项目设计体现了生态化理念,避让了生态敏感目标。项目选址避让了生态红线保护区、航道和锚地等,尽可能减少了项目对海洋自然资源的占用。

2、施工阶段生态保护对策

本项目用海方式为透水构筑物、海底电缆管道。在项目施工过程中,风机桩基基础施工和海底电缆敷设会直接对作业范围内的底栖生物生境造成破坏,且项目施工期产生悬浮泥沙会影响浮游动植物、鱼卵仔鱼、游泳动物和渔业生产。为降低项目施工期对资源生态的影响,项目施工做好如下措施:

(1) 工程建设要坚持“预防为主、保护优先”的原则,指导设计、施工、环境管理,把生态环境保护纳入工程方案设计过程中,把不利影响控制到最低程度。

(2) 桩基基础施工过程中应加强施工管理,科学安排作业时间和程序。施工期安排尽量避开主要经济鱼类产卵季节和保护期,严格按照操作规程,尽量避免事故发生,减少对海洋环境、海洋生态的影响。

(3) 严格限制施工区域，桩基沉桩及海缆敷设施工时，控制作业面（带）宽度，根据桩基尺寸及电缆沟设计沟槽宽度选择合理埋设犁等设备的尺寸，减少超挖量及工作面，从而降低对生态环境的影响范围。

(4) 桩基基础施工控制每日和每次打桩数量，首桩打设采用较低功率的“软启动”方法。

(5) 施工船舶含油污水和生活污水禁止在工程海域排放，含油污水收集后交由有处置能力单位处理，海上生活污水收集上岸处理。施工单位还应对施工船只进行机械管理，定期进行检修，强化保养，严禁带“病”作业，防止机油泄漏事故。

(6) 海上施工应选择海况良好，潮流较缓的情况进行施工作业，同时注意沉桩、海缆铺设的施工速率和强度，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间。

(7) 施工前应与当地渔业主管部门做好沟通，并严格按照国家及地方的有关规定执行，做好相关的经济补偿工作。

(8) 施工期对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

3、运营阶段生态保护对策

(1) 减轻风机噪声对海洋生物资源的影响

风机噪声主要包括机械和结构噪声、空气动力噪声以及通风设备噪声。

机械噪声和结构噪声是风力发电机组的主要噪声源，这部分噪声是能够控制的，其主要途径是避免或减少撞击力、周期力和摩擦力，使齿轮和轴承保持良好的润滑条件。为减小机械部件的振动，可在接近力源的地方切断振动传递的途径，如以弹性连接代替刚性连接；或采取高阻尼材料吸收机械部件的振动能，以降低振动噪声。

风电机组的主要部件安装于机舱内部，这些部件产生的振动直接传递给机舱，引起机舱振动并辐射产生噪声。为降低风机噪声源强建议在机舱内表面贴附阻尼材料对机舱进行表面自由阻尼处理，衰减振动，降低结构辐射噪声，同时隔离机舱内部的噪声向外传播。

(2) 含油废弃物收集措施

对风机及相关设备进行维护时需用到一定数量、不同种类的润滑油。因此，在维护过程中应防止油类的跑、冒、漏、滴；废油储应存在专设的废油箱中，含油的连通软管和其他含油废物(揩布、废滤网)应统一存放在维修船上妥善保管。维护结束后，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单位处理。

8.1.2 生态跟踪监测

8.1.2.1 施工期环境监测

通过环境监测可以及时掌握工程施工期污染物排放情况及对施工现场周围区域环境质量的影响程度，并反映和掌握营运期防治污染措施的有效程度和治理污染设施的运行治理效果，为环境管理工作提供科学依据。因此，必须做好该工程的环境监测计划。

根据《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》（自然资办函〔2022〕640号）中对海上风电项目生态跟踪监测具体要求，“海水水质监测站位应不少于20个，沉积物质量监测站位应不少于10个，海洋生态监测站位应不少于12个，海洋生物质量监测站位应不少于3个，水下噪声及电磁监测站位应不少于9个”。

本项目跟踪监测站位原则上与本报告春季海洋环境现状调查站位保持一致，共设置25个水质监测站位、13个沉积物站位、15个生物质量、生态、渔业资源调查站位、4条潮间带断面及9个水下噪声电磁监测站位，在监测过程中可视情况做适当的调整。

1、海水水质监测

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。

监测项目：水深、水温、盐度、pH、悬浮物、COD、BOD₅、DO、无机氮、活性磷酸盐、石油类、总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷、硒、镍、挥发性酚。

监测站位：共布设25个监测站位，监测点位见表8.1.2-1和图8.1.2-1。

监测频率：2次/年，春、秋季各一次。

2、海洋沉积物监测

监测项目：粒度、有机碳、pH、石油类、硫化物、总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷。

监测站位：共布设13个监测站位，监测点位见表8.1.2-1和图8.1.2-1。

监测频率：1次/年，春季或秋季。

3、海洋生物质量监测

监测项目：总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷、石油烃等。

监测站位：共布设15个监测站位，监测点位见表8.1.2-1和图8.1.2-1。

监测频率：2次/年，春、秋季各一次。

4、海洋生态监测

监测项目：叶绿素a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、渔业资源（鱼卵仔稚鱼、游泳生物）。

监测站位：共布设15个监测站位，监测点位见表8.1.2-1和图8.1.2-1。

监测频率：2次/年，春、秋季各一次。

5、水下噪声监测

监测项目：噪声频带有效声压级、噪声声压谱级。

监测位置：在风电场施工区域布设9个噪声监测点，与现状调查站位保持一致，监测点位见表8.1.2-2和图8.1.2-2。

监测频率：施工前监测1次，施工期高峰期监测一次（对打桩作业进行监测）。昼间噪声监测时段为晨6:00~晚10:00，夜间噪声监测时段为晚10:00~晨6:00，分别监测15min（避开生物产卵期）。

施工期由受委托监测站根据工程施工进度按监测计划进行监测，若有异常情况应及时通知当地自然资源行政主管部门和当地生态环境局，以便采取相应的对策措施。

6、电磁环境监测

监测位置：布设9个监测点，调查站位与水下环境噪声监测站位相同，监测点位见表8.1.2-2和图8.1.2-2。

监测项目：工频电场强度、工频磁感应强度。

监测频率：2次/年。

表 8.1.2-1 施工期跟踪监测站位坐标一览表（涉密，不公开）

图 8.1.2-1 施工期跟踪监测站位分布图（涉密，不公开）

表 8.1.2-2 施工期水下噪声监测站位坐标一览表（涉密，不公开）

图 8.1.2-2 施工期水下噪声监测站位分布图（涉密，不公开）

8.1.2.2 营运期环境监测

营运期的环境监测项目由本工程的业主委托当地有资质的环保监测单位开展，如有可能应与当地环保监测部门的年度监测相结合，以充分利用现有资源并便于整个地区的环境质量变化情况相对照。

1、海水水质监测

监测项目：与施工期一致。

监测站位：共布设 25 个监测站位，监测点位与施工期一致，见表 8.1.2-1 和图 8.1.2-1。

监测频率：1 次/年，春季或秋季。营运期前 2 年每年监测，根据前期监测结果，后续可调整为 2~3 年监测一次。

2、海洋沉积物监测

监测项目：与施工期一致。

监测站位：共布设 13 个监测站位，监测点位与施工期一致，见表 8.1.2-1 和图 8.1.2-1。

监测频率：1 次/年，春季或秋季。营运期前 2 年每年监测，根据前期监测结果，后续可调整为 2~3 年监测一次。

3、海洋生物质量监测

监测项目：与施工期一致。

监测站位：共布设 15 个监测站位，监测点位与施工期一致，见表 8.1.2-1 和图 8.1.2-1。

监测频率：1 次/年，春季或秋季。营运期前 2 年每年监测，根据监测结果，后续可调整为 2~3 年监测一次。

4、海洋生态监测

监测项目：与施工期一致。

监测站位：共布设 15 个监测站位，见表 8.1.2-1 和图 8.1.2-1。

监测频率：1 次/年，春季或秋季。营运期前 2 年每年监测，根据前期监测结果，后续可调整为 2~3 年监测一次。

5、地形地貌及风机墩桩局部冲刷监测

监测项目：水深地形、风机墩桩局部冲刷监测（冲刷深度、冲刷坑直径和冲刷坑形状等参数，若有必要，应对风机墩桩局部冲刷进行加测。在风暴潮等恶劣气象条件过后对风机墩桩局部冲刷情况进行必要的加测）。

监测位置：以工程外扩边界 2km 的海域，测量比例按照 1: 5000；2km-15km 的海域，测量图比例尺按照 1: 10000。

监测时间及频次：工程营运期前 5 年内，每年监测 1 次，遇灾害性天气加密监测，5 年之后根据前期监测分析结果，可 2~3 年监测 1 次。

6、水下噪声监测

监测布点：在风电场施工区域布设 9 个水下噪声监测点，监测点位与施工期一致，见表 8.1.2-3 和图 8.1.2-3。

监测项目：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-频特性；同时测量风机营运在空气中的辐射噪声。

监测频率：1 次/年，低、中和额定风速输出时。营运期前 2 年每年监测，根据前期监测结果，后续可调整为 2~3 年监测一次。

7、电磁环境监测

监测布点：布设 9 个监测点，调查站位与水下环境噪声监测站位相同，监测点位见表 8.1.2-3 和图 8.1.2-3。

监测项目：工频电场强度、工频磁感应强度。

监测频率：1 次/年。营运期前 2 年每年监测，根据前期监测结果，后续可调整为 2~3 年监测一次。

表 8.1.2-3 水下噪声、电磁环境监测站位坐标一览表（涉密，不公开）

图 8.1.2-3 水下噪声、电磁环境监测站位图（涉密，不公开）

8、鸟类及其栖息地监测

监测位置：与鸟类生态环境现状调查范围一致，见图 8.1.2-4。

监测项目：①鸟类群落特征：包括工程场址区周边及近岸鸟类聚集地鸟类的种类组成、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；②栖息地生境特征：包括工程场址区周边及近岸鸟类聚集地鸟类饵料生物种类、数量、分布以及鸟类适宜生境面积的变化情况等。

监测频率：1次/季，开展2年监测，共8次。在鸟类数量较集中的春、秋季迁徙期，可进行强化监测。

图 8.1.2-4 鸟类及其栖息地监测调查站位（涉密，不公开）

8.1.3 生态跟踪监测评价

根据自然资办函（2022）640号，应根据生态跟踪监测结果，进行现状评价，将各类监测数据与本论证报告采用的现状调查数据进行比较，对是否突破相应指标合理变化范围进行评价。在监测完成后，开展趋势评价，结合生态本底调查数据和长期监测数据，就各类指标的变化趋势、特别是逐步恶化趋势做出评价。在完成现状评价和趋势评价后，应进行综合评价，综合生态本底调查数据、各监测要素的现状评价和趋势评价结论，对项目周边海域的海洋生态和环境存在的问题、潜在风险进行评估。

本项目应严格执行生态跟踪检测，根据实际情况可适度调整部分站位，全面监督和检查各施工单位环境保护措施的落实和效果，根据评价结果，及时监督、处理和解决施工过程中出现的环境问题，保证项目环境保护措施得以全面落实并达到预期效果，并通过生态跟踪监测和评价，检验海洋生态修复措施的可行性和有效性。

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 项目主要生态问题

项目桩基础建设造成底栖生物直接损失**kg，海缆施工造成底栖生物直接损失**t。项目施工造成渔业资源直接损失量为：游泳生物**t，鱼卵**粒，仔鱼**尾。通过对海洋生物资源进行赔偿将对海洋生物受损的影响降到最低。为了缓解

和减轻工程对所在海洋生态环境的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的有关规定，对项目附近海域的生物资源恢复做出经济补偿。

8.2.2 生态修复目标

1、总体目标

以“损害什么，修复什么，损害多少，修复多少”为基本原则，本次修复的总体目标是着重进行海洋生物资源恢复。

2、分阶段目标

2024年~2025年按照计划完成增殖放流数量**万尾，其中2024年增殖放流数量约**万尾；2025年增殖放流数量约**万尾。

8.2.3 具体修复措施

1) 修复布局

项目海底电缆及风机基础建设造成海洋生物资源损失，结合前文分析，参照《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》，本方案推荐采取增殖放流措施，提高项目所在海域的海洋生物资源总量和生物多样性。根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，推荐本项目放流地点为三墩港，且增殖放流地点应选择：1) 产卵场、索饵场、洄游通道或人工鱼礁放牧场；2) 非倾废区，非盐场、电厂、养殖场等进、排水区的海洋公共水域，并应选择靠近港口码头利于增殖放流工作开展，且捕捞影响较小的区域。再结合钦州市往年增殖放流区域，拟选择三墩港码头外侧海域进行增殖放流。

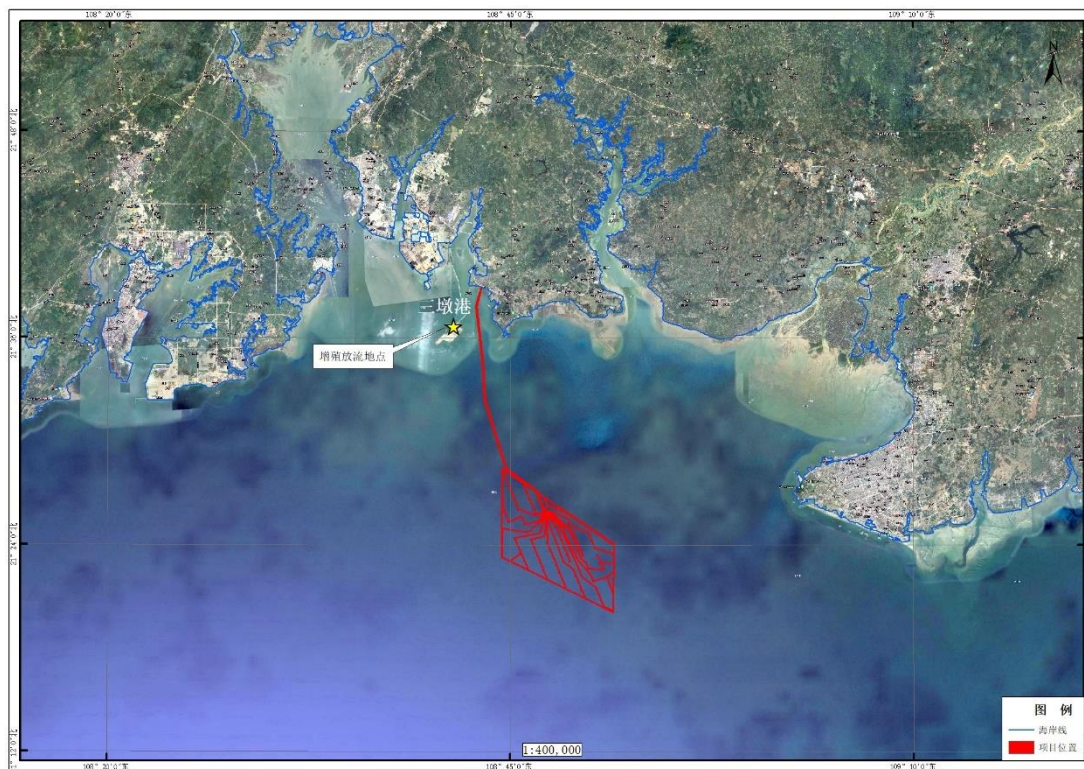


图 8.2.3-1 增殖放流位置图

2) 修复方案

增殖放流的海洋经济物种以适应本地生长的鱼苗、虾苗为主，拟定每年休渔期进行增殖放流，分 2 年实施。

渔业增殖放流要求：增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。鱼苗体长应在 4cm 以上。增殖放流的苗种应当是本地种的原种或子 1 代，人工繁育的增殖放流苗种应由具备资质的生产单位、检验机构认可的单位提供，禁止增殖放流外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合海洋生态要求的海洋生物物种。

增殖放流前，对损害增殖放流生物的作业网具进行清理。增殖放流过程中，要观测并记录投放海域的水域状况，包括水温、盐度、pH 值、溶解氧、流速和流向等水文参数，以及记录天气、风向和风力等气象参数。增殖放流后，对增殖放流水域组织巡查，防止非法捕捞增殖放流生物资源。根据《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《渔业生态环境监测规范》SC/T9102 的方法，定期监测增殖放流对象的生长、洄游分布及其环境因子状况。

8.2.4 生态修复效果监测

参照《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》，结合本项目生态保护修复重点，制定针对性的跟踪监测计划。

- 1、主要监测内容：海洋生物。
- 2、主要监测项目：增殖放流生物品种。
- 3、监测频次：修复完成后首年春、秋季各监测 1 次。

表 8.2.4-1 跟踪监测计划

修复类型	监测内容	主要监测项目	监测频次
海洋生物资源恢复	海洋生物	增殖放流生物品种	修复完成后首年春、秋两季各监测 1 次

9 结论

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

广西钦州海上风电示范项目位于广西钦州三娘湾南部海域，本项目海域使用类型为“工业用海”（一级类）中的“电力工业用海”（二级类），用海方式主要为透水构筑物 and 海底电缆管道。

本项目拟申请总用海面积为 519.8954 公顷，其中透水构筑物用海面积为 111.1933 公顷（风力发电机组用海面积为 109.0564 公顷，海上升压站用海面积为 2.1369 公顷），海底电缆管道用海面积为 408.7021 公顷（66kV 集电海底电缆用海面积为 250.1237 公顷，220kV 海底电缆用海面积为 158.5784 公顷）。

本工程静态投资****万元，单位千瓦静态投资***元/kW，项目动态投资***万元，单位千瓦动态投资***元/kW。

9.1.2 项目用海必要性结论

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修订），本项目属于鼓励类，海上风电场建设与设备及海底电缆制造。根据《广西海上风电场工程规划（报批稿）》，项目区域主要为海域。项目建成后能够充分地开发利用广西近海风能资源，不仅有利于广西能源安全稳定供应和环境保护，且有利于促进风电装备及相关产业链的形成和发展，有利于调整区内能源结构，实现经济社会的可持续发展，为广西打造风电产业基地创造良好条件。所以无论从海上风电本身优于陆上风电的特点，还是本项目本身所处的海域条件及建设特点，本项目用海，且占用该海域都是必要的。

9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

风电机组桩基改变了海底局部水沙环境，造成比自然状态更为复杂的冲刷趋势。建议在工程建设期间及工程建成后，对风机基础局部冲刷情况加强监测，及时采取防护措施。

施工期间，由于人类活动、交通运输工具与施工机械作业产生的噪声、灯光等会对鸟类产生一定的影响，但施工期的影响是暂时、可逆的。工程运行期对过境鸟类可能产生的直接影响主要是光影响、风机(风叶)与鸟类发生撞击风险等，但鸟类有趋利避害的自然本能，因此风险有限。

项目用海风险主要有船舶通航风险，自然灾害如雷击、台风、风暴潮等风险，以及意外事故风险，但这些风险都可以通过执行必要的防护措施、制定应急预案、加强监测等方法来避免或者减弱影响。

因此，项目用海的对资源环境影响有限，可预防、可避免的。

9.1.4 海域开发利用协调分析结论

通过对本项目周围用海现状的调查，分析规划用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，本工程用海利益相关者为养殖业主林登清、XX海底电缆业主，协调责任部门为海事港口主管部门。

建设单位应尽快与上述利益相关者和有关主管单位进行协商，本报告建议与利益相关者达成一致意见后，用海可行。

本项目用海属经营性用海，按国家有关规定交纳海域使用金，不存在损害国家权益的问题；项目所使用海域及附近海域有国防设施，其工程建设、生产经营可能会对国防产生不利影响。

9.1.5 国土空间规划符合性分析结论

根据《广西壮族自治区海洋功能区划(2011-2020)》，本项目所在的海洋功能区为 A5-9 鹿耳环至三娘湾旅游休闲娱乐区、B1-6 钦州湾东南部农渔业区、B1-7 大风江航道南侧农渔业区和 B1-13 广西近海南部农渔业区，本项目的建设基本不会对所在海域及附近海域海洋功能区主导功能的发挥产生影响，项目建成后将促进绿色能源产业的发展，利于环境保护，并带动周边地区的经济发展。

本项目 220kV 海缆会穿越钦州市鹿耳环重要滩涂及浅海水域红线区、钦州市月亮湾海岸防护极重要区和北部湾水源涵养生态保护红线，项目属于必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施。路由在铺缆过程中会直接造成所在海域海底海洋生物的损失，悬浮物扩散对位于生态红线区海洋水质产生

短暂的影响。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，并采取生态补偿措施，促进生态环境的恢复。这种影响是暂时的，施工结束后，会恢复到原来的悬沙浓度，总体来说对生态保护红线区影响较小。项目建设采取积极有效的污染防治措施，禁止任何生活、生产污水偷排漏排入海域，积极保护周边海域生态保护红线区的生态环境，项目用海不会改变或影响所在及周边生态保护红线区的自然属性。

项目建设符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》（公开征求意见稿）、《广西壮族自治区国土空间生态修复规划（2021-2035年）》、《钦州市国土空间总体规划（2021-2035年）》（草案公示）等国土空间规划文件要求；项目符合国家产业政策，符合《全国海洋主体功能区规划》《全国海洋功能区划（2011-2020年）》《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》、生态保护红线和省、市“三线一单”的管控要求；项目符合《产业结构调整指导目录（2019年本）》、《“十四五”现代能源体系规划》、《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》、《北部湾城市群发展规划》、《广西海上风电场工程规划（报批稿）》、《广西生态环境保护“十四五”规划》、《钦州港总体规划（2035年）》、《钦州市养殖水域滩涂规划（2019-2030）》等各级相关规划的相关要求。

9.1.6 项目用海合理性分析结论

本项目设计尺度满足项目用海需求，同时符合行业相关技术规范。宗海单元界址点界定、用海面积的量算符合《海籍调查规范》；设计单位在进行项目用地规划时遵循节约用海原则，严格控制征海范围；各项用海单元界址线确定原则清晰并符合《海籍调查规范》和项目实际。本项目申请宗海界址点经核实与周边其他确权项目没有重叠。论证后的宗海界址点与项目申请用海时宗海界址点相一致。

项目用海属于《中华人民共和国海域使用管理法》中的建设工程用海，申请期限不得港口、修造船厂等建设工程用海 50 年。结合本项目性质，设计防腐蚀安全时间为 27 年，风机基础的安全工作年限为 25 年，项目施工期限为 2 年。因

此，本项目申请用海期限为 27 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定。期满后，如有需要将再行申请续期。

本项目用海在选址、用海方式和平面布置、岸线利用和生态化建设、用海面积和用海期限等各方面的确定合理。

9.2 项目用海可行性结论

本项目建设与项目所在区域的自然环境和社会环境相适宜，与周边海域开发利用活动不冲突；与利益相关者有较好的协调性；与国家宏观政策、地方城市发展战略规划相一致；工程建设用海与海洋功能区划及相关规划相符合；工程选址、用海方式、申请用海面积和用海期限合理；工程建成后有利于经济发展和产业结构调整，具有良好的社会效益，能够较好的发挥该海域的自然环境和社会优势，风电场的建设为广西海上风电产业基地建设发挥重要作用。

因此，本项目建设方案可行、环境影响可控、利益相关者可协调，从海域使用角度分析，本项目建设是必要的，项目用海是可行的。