

220 千伏涠洲岛跨海联网工程 环境影响报告书

(公示本)

建设单位：广西电网有限责任公司电网建设分公司

编制单位：湖北君邦环境技术有限责任公司

二〇二四年十一月



目 录

1 总则	1
1.1 工程建设背景与评价过程.....	1
1.2 编制依据.....	3
1.3 环境影响要素识别和评价因子筛选.....	11
1.4 环境功能区划.....	16
1.5 环境影响评价标准.....	16
1.6 环境影响评价等级.....	21
1.7 评价范围.....	25
1.8 评价内容与评价重点.....	26
1.9 环境敏感区及环境保护目标.....	27
2 建设项目工程分析	28
2.1 工程概况.....	28
2.2 工程分析.....	49
3 环境现状调查与评价	63
3.1 海洋自然环境概况.....	63
3.2 海洋自然资源及海洋开发活动.....	72
3.3 海洋环境敏感目标概况.....	76
3.4 海洋环境质量现状调查与评价.....	86
3.5 重要水生生物现状调查与评价.....	113
3.6 陆域环境现状调查与评价.....	126
4 环境影响预测与评价	178
4.1 海洋水文动力环境影响预测与评价.....	178
4.2 海洋地形地貌与冲淤环境影响预测与评价.....	184
4.3 海水水质环境影响预测与评价.....	185
4.4 海洋沉积物环境影响预测与评价.....	190
4.5 海洋生态环境影响预测与评价.....	191
4.6 海缆工程大气环境影响分析.....	196
4.7 海缆工程固体废物环境影响分析.....	197
4.8 海洋环境敏感区和保护目标的影响分析.....	197

4.9 海缆工程对通航环境的影响分析	205
4.10 海缆工程电磁辐射影响分析	205
4.11 陆域工程施工期环境影响评价	205
4.12 陆域工程运行期环境影响评价	213
4.13 陆域生态环境影响预测与评价	229
4.14 对红树林的影响分析	255
5 环境风险分析与评价	258
5.1 海洋环境风险识别	258
5.2 海洋环境风险源项分析	258
5.3 海洋环境风险影响预测与评价	259
5.4 船舶溢油事故防范与措施	267
5.5 海洋环境风险综合分析评价	275
5.6 陆域工程环境风险分析	276
6 环境保护措施及其可行性论证	281
6.1 海缆工程施工期环境保护对策措施	281
6.2 海洋生态保护对策措施及可行性分析	284
6.3 海缆工程环境保护措施一览表	290
6.4 海缆工程竣工验收“三同时”一览表	291
6.5 陆域工程环境保护设施、措施分析与论证	291
6.6 红树林保护对策措施及其可行性论证	298
7 环境影响经济损益分析	301
7.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	301
7.2 环境经济损益分析	301
7.3 环境保护的技术经济合理性	302
8 工程的环境可行性	303
8.1 海缆工程的环境可行性	303
8.2 陆域工程的环境可行性	326
9 环境管理与环境监测计划	340
9.1 环境管理	340
9.2 环境监测计划	345

9.3 环境管理和环境监测的可行性和时效性.....	348
10环境影响评价结论.....	349
10.1 工程分析结论.....	349
10.2 环境现状分析与评价结论.....	349
10.3 环境影响预测分析与评价结论.....	354
10.4 环境风险分析与评价结论.....	360
10.5 达标排放稳定性.....	360
10.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论.....	360
10.7 环境管理与监测计划.....	361
10.8 公众参与分析与评价结论.....	361
10.9 选址选线环境合理性分析.....	362
10.10 区划规划和政策符合性结论.....	362
10.11 建设项目环境可行性结论.....	363

1 总则

1.1 工程建设背景与评价过程

1.1.1 工程建设的必要性

涠洲岛现状电网薄弱，岛内目前最高供电电压等级 10kV，电源装机仅依靠中海油自备电厂及管道燃气等供电，最大供电能力约 20MW，因为机组检修或故障导致全岛频繁停电，或供电受限，电网抵御自然灾害能力弱。

随着涠洲岛旅游业的快速发展，岛内负荷将出现迅速增长，根据预测，至 2024 年涠洲岛负荷约 36.4MW，至远景年 2050 年，涠洲岛负荷预计达到至 97MW，岛内现有装机规模已经无法满足涠洲岛电力需求增长需要，急需新增电源或增加与主网的联络以满足岛内负荷增长需要。涠洲岛以旅游发展为主，受岛上生态环境保护高要求，限制油气及风光等资源开发利用，岛内新增电源受到限制，根据《涠洲岛跨海联网工程专题研究》《适应能源转型的涠洲岛配电网规划专题》等研究成果，建议通过跨海联网与主网联网，以满足涠洲岛电力发展需求，提高涠洲岛供电可靠性。

综上，为满足涠洲岛负荷发展需求，解决涠洲岛目前孤网运行问题，提高岛内供电能力及供电可靠性，把涠洲岛建设成为国内一流、国际知名的休闲度假海岛提供电力保障，同时为海上风电提供送出通道，促进清洁能源消纳，建设 220 千伏涠洲岛跨海联网工程是十分必要的。

1.1.2 建设项目概况

220 千伏涠洲岛跨海联网工程建设内容主要包括：

(1) 220kV 涠洲变电站工程

220kV 涠洲变电站位于北海市海城区涠洲岛西角村，主变压器本期规模为 $2\times 63\text{MVA}$ ；220kV 本期出线2回、35kV 本期无出线、10kV 本期出线12回；10kV 并联电容器本期 $2\times (1\times 5)\text{Mvar}$ ；10kV 并联电抗器本期 $2\times (1\times 5)\text{Mvar}$ ；220kV 高抗本期 $1\times 50\text{Mvar}$ ；全户内布置。

(2) 墩海~涠洲220kV 线路工程

①墩海~涠洲220kV 海缆线路：新建单回220kV 海缆线路长46.2km。

②墩海~涠洲220kV 陆缆线路：新建单回220kV 陆缆线路长3.24km，其中北海侧陆缆线路长1.5km，涠洲侧陆缆线路长1.74km。

(3) 220kV 墩海站扩建220kV 涠洲间隔工程

本期220kV 墩海变电站向西侧征地12m，围墙向西侧外扩10.5m，建设1回至220kV 涠洲站220kV 出线间隔，并在至220kV 涠洲站线路出线侧加装1组50Mvar 高抗，采用户外敞开式

设备。220kV 墩海变电站外扩影响现状110kV 墩银禾电缆线路，本期对110kV 墩银禾电缆线路进行迁改，迁改线路利用站内空余位置新建电缆沟通道，新建110kV 单回电缆线路长约0.3km。

本报告将项目分为陆域工程和海缆工程两个部分，其中陆域工程包括：220kV 涠洲变电站工程、墩海~涠洲220kV 陆缆线路和220kV 墩海站扩建220kV 涠洲间隔工程；海缆工程包括：墩海~涠洲220kV 海缆线路。

1.1.3 工程进展情况及建设计划

2023年8月，中国能源建设集团广东省电力设计院有限公司完成《220千伏涠洲岛跨海联网工程可行性研究报告》。2023年11月14日，广西电网有限责任公司以《关于北海市220千伏涠洲岛跨海联网工程可行性研究报告的批复》（桂电规划〔2023〕222号）予以批复。

2024年3月，中国能源建设集团广东省电力设计院有限公司完成《220千伏涠洲岛跨海联网工程初步设计报告》。2024年4月9日，广西电网有限责任公司以《关于北海市220千伏涠洲岛跨海联网工程初步设计的批复》（桂电基建〔2024〕38号）予以批复。

根据广西电网的建设规划和建设周期，工程计划于2025年建成投运。

1.1.4 环境影响评价工作过程

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，本项目建设内容涉及该名录中“五十五 核与辐射—161输变电工程”及“五十四 海洋工程—152海底隧道、管道、电（光）缆工程”等2个项目类别的建设项目，环境影响评价类别应按照其中单项等级最高的确定，故本报告依照“五十四 海洋工程—152海底隧道、管道、电（光）缆工程”，编制环境影响报告书。

2022年8月，广西电网有限责任公司电网建设分公司委托湖北君邦环境技术有限责任公司开展该工程的环境影响评价工作。本项目环境影响评价工作分工见表1.1-1。

环评单位接受委托后，对现有设计资料进行了收集及分析，在此基础上制定了工作计划，并组织技术人员对本项目进行了现场踏勘调查，分别委托湖北君邦检测技术有限公司于2023年3月对陆域工程建设区域进行了电磁环境和声环境质量现状监测，委托国家海洋局南海调查技术中心于2022年10月和2023年3月开展海洋环境监测。根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）、《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）等相关法律法规、技术导则的要求，2024年7月编制完成了《220千伏涠洲岛跨海联网工程环境影响报告书（送审稿）》。2024年9月20日，广西壮族自治区环境保护技术中心在南宁市召开本项目的技术审查会。在完成了技术审查会上专家及相关单位提出的修改意见后，形成《220千伏涠洲岛跨海联网工程环境影响报告书（报批稿）》。

1.1.5 关注的主要环境问题

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)、《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)及输变电工程施工期、运行期环境影响特性,本项目关注的主要环境问题包括:

(1) 陆域工程:施工期的生态环境影响,扬尘、噪声、废水、固体废物对周围环境及环境敏感目标的影响;运行期产生的工频电场、工频磁感应强度、噪声等对周围环境及环境敏感目标的影响。

(2) 海缆工程:施工期对海水水质和海洋生态以及周边海洋环境敏感目标的影响。

1.1.6 环境影响报告书的主要结论

220千伏涠洲岛跨海联网工程的建设对保障区域经济发展,把涠洲岛建设成为国内一流、国际知名的休闲度假海岛具有重要意义。

本项目符合所在区域“三线一单”的要求,符合当地城乡规划和电网规划,项目变电站站址及输电线路路径均已取得工程所在地人民政府、规划等部门对选址、选线的原则同意意见,与沿线地方城乡规划不相冲突。

本项目严格落实海洋生态保护措施,优化施工组织方案,开展施工期海洋环境监测和环境监理。施工期避开保护物种主要活动、繁殖及产卵盛期(1月至5月);涠洲岛近岸珊瑚礁分布区以定向钻方式穿越,北海市近岸段采用定向钻施工,以减缓悬浮物影响范围;开展定向钻施工对珊瑚礁的影响研究,以及珊瑚等海洋生物栖息地调查和施工期跟踪监测;落实施工期海洋环境监测和环境监理,科学实施生物增殖放流。

本项目在设计、施工、运行过程中按照国家相关环境保护要求,分别采取了一系列的环境保护和污染防治对策措施、风险防范对策措施,使工程产生的陆域环境、海洋环境等影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。

本项目的生态环境保护措施有效可行,在建设单位认真落实工程设计和报告书中提出各项污染防治、生态保护对策措施及风险防范措施,可将工程施工、运行过程中的环境影响控制在国家相关环保规定、标准要求内。

因此,从环境保护的角度,本项目的建设是可行的。

1.2 编制依据

1.2.1 国家法律、法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》,2014年4月24日修正,2015年1月1日起施行;

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》,2002年10月28日发布,2018年12月29日修正;

- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2004年12月29日发布，2005年4月1日生效，2020年4月29日修正，2020年9月1日起施行；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日修正，2018年1月1日起施行；
- (5) 《中华人民共和国噪声污染防治法》，2022年6月5日起施行；
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日修正并施行；
- (7) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023年10月24日第二次修订，2024年1月1日起施行；
- (8) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日通过，2002年1月1日起施行；
- (9) 《中华人民共和国渔业法》，1986年7月1日起施行，2004年8月28日第二次修正；
- (10) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021年4月29日修订，2021年9月1日起施行；
- (11) 《中华人民共和国水土保持法》，1991年6月29日发布，2010年12月25日修正，2011年3月1日起施行；
- (12) 《中华人民共和国森林法》，2019年12月28日修正，2020年7月1日起施行；
- (13) 《建设项目环境保护管理条例》，2017年6月21日公布，2017年10月1日实施；
- (14) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2022年12月30日修订，2023年5月1日起施行；
- (15) 《中华人民共和国湿地保护法》，2021年12月24日通过，2022年6月1日起施行；
- (16) 《中华人民共和国海岛保护法》，2010年3月1日施行；
- (17) 《中华人民共和国土地管理法》，1999年1月起施行，2019年8月26日第三次修订；
- (18) 《电力设施保护条例》，1987年9月15日发布，2011年1月8日第二次修订；
- (19) 《中华人民共和国野生植物保护条例》，2017年10月7日修订并实施；
- (20) 《海洋倾废管理条例》，1985年4月1日起施行，2017年3月1日第二次修订；
- (21) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2010年3月1日起施行，2018年3月19日第六次修订；
- (22) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2006年1月1日起施行，2018年3月19日第二次修订；
- (23) 《铺设海底电缆管道管理规定》，国务院第27号令，1989年3月；
- (24) 《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》，交海发〔2018〕168号，2018年11月30日；
- (25) 《风景名胜区条例》，2006年9月19日发布，2016年2月6日修订；
- (26) 《中华人民共和国自然保护区条例》，1994年12月1日起实施，2017年10月7日修订；

(27)《国务院关于进一步加强海洋管理工作若干问题的通知》，国发〔2004〕24号，2019年03月19日。

1.2.2 部门规章

(1)《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，2020年11月30日生态环境部令第16号公布，2021年1月1日起施行；

(2)《关于印发<输变电建设项目重大变动清单（试行）>的通知》，原环境保护部环办辐射〔2016〕84号，2016年8月8日；

(3)《产业结构调整指导目录（2024年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号，2024年2月1日施行；

(4)《关于进一步加强输变电类建设项目环境保护监管工作的通知》原环境保护部办公厅文件环办〔2012〕131号，2012年10月26日；

(5)《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》，原环境保护部文件环发〔2012〕98号，2012年8月8日；

(6)《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令第4号，2018年7月16日发布，2019年1月1日起施行；

(7)《建设项目危险废物环境影响评价指南》，原环境保护部公告2017年第43号，2017年8月29日；

(8)《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，2022年8月16日；

(9)《关于进一步深化生态环境监管服务推动经济高质量发展的意见》生态环境部环综合〔2019〕74号，2019年9月8日；

(10)《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》中共中央办公厅、国务院办公厅，2017年2月7日印发；

(11)《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11月印发；

(12)《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》，国务院国发〔2011〕35号，2011年10月17日；

(13)《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》，环境保护部文件环环评〔2016〕150号，2016年12月26日；

(14)《关于生态环境领域进一步深化“放管服”改革，推动经济高质量发展的指导意见》，生态环境部文件环规财〔2018〕86号，2018年8月13日；

(15)《国家危险废物名录(2021年版)》，生态环境部令第15号，2020年1月1日起施行；

(16)《国家重点保护野生植物名录》，国家林业和草原局、农业农村部2021年第15号文，2021年9月7日；

(17)《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年第3号文，2021年2月1日；

(18)《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，生态环境部令第9号，2019年11月1日；

(19)《饮用水水源保护区污染防治管理规定》，1989年7月10日国家环保局、卫生部、建设部、水利部、地矿部(89)环管字第201号发布，2010年12月22日修正；

(20)《自然资源办公厅关于报送“三区三线”划定成果的函》(自然资办函〔2022〕1491号)；

(21)《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〕2007号)；

(22)《水产种质资源保护区管理暂行办法》(农业部第12次常务会议审议通过，2011年3月1日起施行)；

(23)自然资源部 国家林业和草原局印发《红树林保护修复专项行动计划(2020-2025年)》(自然资发〔2020〕135号)；

(24)《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》(中华人民共和国交通运输部，2021年9月1日)；

(25)《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》(农办渔〔2018〕50号，2018年06月29日)；

(26)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)。

1.2.3 地方性法规及文件

(1)《广西壮族自治区环境保护条例》(2016年9月1日起施行，2019年7月25日第三次修正)；

(2)《广西壮族自治区野生植物保护办法》(2016年9月26日起施行)；

(3)《广西壮族自治区野生动物保护条例》(2023年5月26日通过，2023年7月1日起施行)；

(4)《广西壮族自治区文物保护条例》(2016年3月31日第一次修正)；

(5)《广西壮族自治区水污染防治条例》(2020年5月1日起施行)；

(6)《广西壮族自治区大气污染防治条例》(2019年1月1日起施行)；

- (7)《广西壮族自治区饮用水水源保护条例》(2017年5月1日起施行);
- (8)《广西壮族自治区森林和野生动物类型自然保护区管理条例》(2018年9月30日第四次修订);
- (9)《广西壮族自治区北海银滩保护条例》(2013年10月1日起施行)
- (10)《北海市涠洲岛生态环境保护条例》(2018年7月1日起施行);
- (11)《广西壮族自治区辐射环境监测质量管理办法》(桂环规范〔2017〕7号,2017年11月1日起施行);
- (12)《广西壮族自治区湿地保护条例》(2015年1月1日起施行);
- (13)《广西壮族自治区红树林资源保护条例》(2018年12月1日起施行);
- (14)《广西壮族自治区海洋环境保护条例》,2014年2月1日起施行;
- (15)《广西壮族自治区电力设施保护办法》(广西壮族自治区人民政府令第71号,2012年1月1日起施行);
- (16)《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西生态保护红线管理办法(试行)的通知》(桂政办发〔2016〕152号,2016年11月23日);
- (17)《广西壮族自治区自然资源厅 广西壮族自治区生态环境厅 广西壮族自治区林业局 广西壮族自治区海洋局关于印发广西生态保护红线监管办法(试行)的通知》(桂自然资规〔2023〕4号,2023年6月29日);
- (18)《广西壮族自治区人民政府关于划分我区水土流失重点预防区和重点治理区的通告》(桂政发〔2017〕5号,2017年1月12日);
- (19)《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7日);
- (20)《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西壮族自治区生态功能区划的通知》(桂政办发〔2008〕8号,2008年2月24日);
- (21)《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西壮族自治区建设项目环境准入管理办法的通知》(桂政办发〔2012〕103号,2012年4月13日);
- (22)《广西壮族自治区环境保护厅关于贯彻执行建设项目环境影响评价技术导总纲的通知》(桂环函〔2016〕2146号,2016年12月23日);
- (23)《广西壮族自治区生态环境厅关于印发<广西壮族自治区建设项目环境影响评价文件分级审批管理办法(2022年修订版)>的通知》(桂环规范〔2022〕9号,2022年8月4日);
- (24)《北海市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》(北政发〔2021〕8号,2021年7月23日);

(25)《北海市生态环境局关于印发<北海市环境管控单元生态环境准入及管控要求清单(试行)>的通知》(北环字〔2022〕34号,2022年1月24日);

(26)《广西重点保护野生动物名录》(广西壮族自治区林业局 广西壮族自治区农业农村厅公告,2022年第4号,2022年9月13日);

(27)《广西壮族自治区人民政府关于公布<广西壮族自治区重点保护野生植物名录>的通知》(桂政发〔2023〕10号,2023年4月13日);

(28)《北海市人民政府办公室关于印发<北海市关于加强红树林保护管理工作规定(试行)>的通知》(北政办〔2017〕162号,2017年9月11日);

(29)《广西壮族自治区林业局关于印发<广西红树林资源保护规划(2020-2030年)>的通知》(桂林发〔2021〕10号,2021年3月4日);

(30)《广西壮族自治区风景名胜区管理条例》(2016年11月30日第三次修正)。

1.2.4 相关政策及规划

(1)《“十四五”海洋生态环境保护规划》;

(2)《广西壮族自治区海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》(桂环发〔2022〕3号);

(3)《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);

(4)《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西生态保护红线管理办法(试行)的通知》(桂政办发〔2016〕152号);

(5)《广西壮族自治区海洋环境保护规划》(2016-2025);

(6)《广西壮族自治区生态环境厅关于印发广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案的通知》(桂环发〔2023〕9号);

(7)《广西涠洲岛自治区级自然保护区总体规划(2013-2020年)》;

(8)《广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划(2013-2025)》;

(9)《广西壮族自治区国土空间规划(2021-2035年)》;

(10)《广西壮族自治区海岸带综合保护与利用规划(2021—2035年)(征求意见稿)》;

(11)《北海市国土空间总体规划(2021-2035年)》;

(12)《北海市人民政府关于印发北海市环境总体规划(2014-2030年)的通知》(北政发〔2017〕34号);

(13)《北海市乡镇集中式饮用水水源保护区划定方案》(桂政函〔2016〕217号);

- (14)《北海市人民政府办公室关于印发北海市生态环境保护“十四五”规划的通知》（北政办〔2022〕30号）；
- (15)《北海市海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》；
- (16)《北海市红树林资源保护规划（2020~2030年）》；
- (17)《北海银海核心保护区总体规划（2018-2030）》；
- (18)《涠洲岛旅游区（镇）总体规划（2011~2025）》。

1.2.5 技术规范与标准

- (1)《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2)《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）；
- (3)《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；
- (4)《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）；
- (5)《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (6)《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；
- (7)《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (8)《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- (9)《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）；
- (10)《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》（HJ1259-2022）；
- (11)《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）；
- (12)《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- (13)《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- (14)《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- (15)《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）；
- (16)《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）；
- (17)《220kV~750kV 变电站设计技术规程》（DL/T5218-2012）；
- (18)《高压配电装置设计规范》（DL/T5352-2018）；
- (19)《固体废物处理处置工程技术导则》（HJ2035-2013）；
- (20)《废矿物油回收利用污染控制技术规范》（HJ607-2011）；
- (21)《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）；
- (22)《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (23)《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (24)《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

- (25) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- (26) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020);
- (27) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023);
- (28) 《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);
- (29) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》(全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程编写组, 1986);
- (30) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007);
- (31) 《海洋监测规范》(GB17378-2007);
- (32) 《海洋调查规范》(GB/T12763-2007);
- (33) 《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》(T/CAOE20-2020);
- (34) 《海水水质标准》(GB3097-1997);
- (35) 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002);
- (36) 《海洋生物质量》(GB18421-2001);
- (37) 《海底光缆数字传输系统工程设计规范》, YD5018-2005;
- (38) 《海底光缆工程设计规范》, GB/T51154-2015;
- (39) 《船舶污染海洋环境风险评价技术规范》, 海船舶〔2011〕588号;
- (40) 《环境影响评价技术导则生物多样性影响》(DB45/T1577-2017);
- (41) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 输变电》(HJ705-2020)。

1.2.6 工程技术文件

- (1) 《220千伏涠洲岛跨海联网工程可行性研究报告》(审定版 V3.0) 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 2023年11月;
- (2) 《关于北海市220千伏涠洲岛跨海联网工程可行性研究报告的批复》, 桂电规划〔2023〕222号, 2023年11月14日;
- (3) 《关于220千伏涠洲岛跨海联网工程项目核准的批复》, 北审批投〔2023〕228号, 2023年11月30日;
- (4) 《220kV 千伏涠洲岛跨海联网工程初步设计报告(收口版)》, 中国能源建设集团广东省电力设计院有限公司, 2024年2月;
- (5) 《关于北海市220千伏涠洲岛跨海联网工程初步设计的批复》, 桂电基建〔2024〕38号, 2024年4月9日;
- (6) 《广西壮族自治区发展和改革委员会关于印发广西“十四五”110千伏及以上电网规划的通知》, 桂发改电力〔2022〕850号, 2022年8月6日;

- (7)《220千伏涠洲岛跨海联网工程海底电缆预选路由选择依据说明材料》(报批版),中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司,2022年10月;
- (8)《广西电网公司2022年220千伏涠洲岛跨海联网工程项目海洋环境现状调查报告(秋季)》,国家海洋局南海调查技术中心,二〇二三年一月;
- (9)《广西电网公司2023年220千伏涠洲岛跨海联网工程项目海洋环境现状调查报告(春季)》,国家海洋局南海调查技术中心,二〇二三年四月;
- (10)《220千伏涠洲岛跨海联网工程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,2024年3月;
- (11)《广西220千伏跨海联网工程涠洲岛登陆段珊瑚礁现状调查及评价专题报告》,广西海洋科学院(广西红树林研究中心)、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司,2024年3月;
- (12)《220千伏涠洲岛跨海联网工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》,中海(云天)海洋技术有限公司、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司,2024年5月;
- (13)《220千伏涠洲岛跨海联网工程航道通航条件影响评价报告》,武汉理工大学,2024年5月;
- (14)《220千伏涠洲岛跨海联网工程项目涉及南漓—涠洲岛海滨风景名胜区选址论证报告》,广西壮族自治区林业勘测设计院,2024年7月;
- (15)建设单位提供的其他工程资料。

1.3 环境影响要素识别和评价因子筛选

1.3.1 海洋环境

1.3.1.1 环境影响要素识别

海缆工程建设过程可以分为施工阶段、运营阶段和废弃阶段三个阶段。本次环境影响评价主要对施工阶段和运营阶段进行分析评价。在施工阶段铺设电缆搅起的海底泥沙导致悬浮沙浓度增高,施工船舶排放船舶污染物,均会对海水水质和海洋生物造成影响。运营阶段对海洋环境基本无影响。

具体海缆工程环境影响要素识别见表 1.3-1。

表 1.3-1 海缆工程环境影响要素识别表

作业过程	污染物	主要污染因子	排放方式	影响对象	影响程度
跨越航道处提前疏浚作业	悬浮沙	悬浮沙	连续排放	海水、生物	小
	疏浚泥	疏浚泥	间歇排放	海水、生物	小
	机舱含油污水	石油类	按标准要求排放	海水	小
	船舶发动机尾气	SO ₂ 、NO _x	连续排放	大气环境	轻微
	船舶发动机噪声	噪声	连续排放	声环境	轻微
	船舶生活污水	COD、BOD ₅ 、SS	按标准要求排放	海洋环境	小
	船舶垃圾	食品废物、包装物	按标准要求排放或运回陆地处理	海洋环境	小
扫海作业	悬浮沙	悬浮沙	连续排放	海水、生物	小
	机舱含油污水	石油类	按标准要求排放	海水	小
	船舶发动机尾气	SO ₂ 、NO _x	连续排放	大气环境	轻微
	船舶发动机噪声	噪声	连续排放	声环境	轻微
	船舶生活污水	COD、BOD ₅ 、SS	按标准要求排放	海洋环境	小
	船舶垃圾	食品废物、包装物	按标准要求排放或运回陆地处理	海洋环境	小
	海底垃圾	扫海垃圾	运回陆地处理	—	无
电缆铺设作业	电缆边角料	电缆边角料	运回陆地处理	—	无
	悬浮沙	悬浮沙	连续排放	海水、生物	中
	机舱含油污水	石油类	按标准要求排放	海水	小
	船舶压舱水	-	运回陆地处理	—	无
	船舶发动机尾气	SO ₂ 、NO _x	连续排放	大气环境	轻微
	船舶发动机噪声	噪声	连续排放	声环境	轻微
	船舶生活污水	COD、BOD ₅ 、SS	按标准要求排放	海洋环境	小
	船舶垃圾	食品废物、包装物	按标准要求排放或运回陆地处理	海洋环境	小
	定向钻废弃泥浆、钻屑	SS	循环利用	海洋、陆地环境	小

1.3.1.2 评价因子筛选

根据环境影响要素识别结果确定本次环境影响评价因子如下：

(1) 海洋环境质量现状评价因子

海水水质：pH、化学需氧量（COD）、溶解氧、石油类、无机氮（以 N 计）、活性磷酸盐（以 P 计）、铜、铅、锌、镉、总铬、砷、总汞。

沉积物：石油类、汞、铜、铅、镉、锌、总铬、砷。

海洋生态：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、游泳生物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物。

生物质量：铜、铅、锌、镉、汞、砷和石油烃。

(2) 海洋环境影响预测因子

施工阶段铺设电缆搅起的悬浮沙。

1.3.2 陆域环境

1.3.2.1 环境影响因素识别

(1) 施工期

表 1.3-2 陆域工程施工期主要环境影响因素识别

环境要素	主要环境影响因素	影响简述	影响性质
声环境	施工噪声	①施工期的噪声主要是由各种施工机械设备和运输车辆产生的噪声，可能会对周围居民生活产生影响； ②变电站、变电站间隔扩建施工噪声主要由基础施工、设备安装期间施工机械设备和运输车辆产生； ③陆缆线路施工噪声主要由基础开挖以及各种机械设备和运输车辆产生； ④主要施工机械设备包括推土机、挖掘机、混凝土振捣器和运输车辆等。	短期可逆不利
	施工运输车辆		
环境空气	扬尘	变电站、变电站间隔扩建基础开挖及陆缆线路基础施工中土石方的开挖、回填将破坏原施工作业面的土壤结构，产生的二次扬尘可能对周围环境产生暂时性的和局部的影响。	短期可逆不利
生态环境	永久占地	①变电站、变电站间隔扩建、陆缆线路对生态环境的影响主要为永久占地及施工临时用地对原有用地性质的改变，以及建设过程中基础开挖致使地表植被的破坏，改变动植物生境、导致水土流失等问题； ②施工占地导致物种分布格局发生变化，导致生境丧失和破坏，植被覆盖度降低、生物多样性、生物量、生产力降低；施工噪声、施工扬尘、施工废水、水土流失对生物生境产生不良影响；施工建设造成景观面积变化；施工活动对生态敏感区内重要生境、重要物种、动物生境的占用和对动物的惊扰等不良影响。	长期不可逆不利
	临时占地		短期可逆不利
	水土流失		
地表水环境	生活污水	①施工期废水包括基础开挖废水、机械设备冲洗废水和施工人员生活污水等，如不经处理随意排放，则可能对地面水环境以及周围其他环境要素产生不良影响； ②施工废水主要含有油类污染物和大量 SS； ③生活污水主要污染物有 SS、COD、BOD ₅ 和氨氮等。	短期可逆不利
	施工废水		
固体废物	弃土弃渣	施工期间所产生的固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾、变电站、变电站间隔扩建及陆缆线路开挖产生的弃土弃渣、建筑施工时产生的建筑垃圾及设备施工时产生的废旧设备包装物及材料，如不妥善处理可能会对环境产生不良影响。	短期可逆不利
	生活垃圾		
	建筑垃圾		

(2) 运行期

表 1.3-3 陆域工程运行期主要环境影响因素识别

环境要素	主要环境影响因素	影响简述	影响性质
电磁环境	工频电场	在交流变电站内各种带电电气设备包括电力变压器、高压电抗器、断路器、电流互感器、电压互感器、避雷器等以及设备连接导线的周围空间形成了一个比较复杂的高电场，继而产生电磁场，对周围环境产生一定的电磁影响。根据以往相似工程的监测结果，220kV 变电站、陆缆线路周边工频电磁场强度均可满足相应标准限值要求。	长期不可逆不利 根据类比及预测分析，满足标准限值要求
	工频磁场		
声环境	变电站、变电站间隔扩建工程噪声	①变电站、变电站间隔扩建主要噪声设备为主变、高抗、轴流风机等，除此外，产生噪声的主要为开关在打开或者闭合时，产生的较大的瞬时电磁噪声，变电站及变电站间隔扩建工程投产运行后，仅在检修情况下，才会打开或者闭合开关，声环境影响时暂时的，对周边声环境影响很小；轴流风机仅在高温、检修、事故等状态下才会开启，声环境影响时暂时的。 ②陆缆线路可不评价噪声影响。	长期不可逆不利 根据类比及预测分析，满足标准限值要求
	线路噪声		
环境空气	/	变电站、变电站间隔扩建、陆缆线路在运行期间无大气污染物产生	/
生态环境	/	变电站、变电站间隔扩建、陆缆线路运行期间对生态环境很小	/
地表水环境	生活污水	溇洲变电站运行期间产生的生活污水经由站内生活污水处理设施处理后，排入市政污水管网；墩海变电站扩建工程本期不新增运维人员，不新增生活污水产生量，站内产生生活污水处理设施处理后，排入市政污水管网；陆缆线路运行期间不产生生活污水。	/
固体废物	生活垃圾	①溇洲变电站运行期间产生的生活垃圾经统一收集后交由环卫部门处理；墩海变电站扩建工程本期不新增运维人员，不新增生活垃圾产生量，站内产生生活垃圾经统一收集后交由环卫部门处理；陆缆线路运行期间不产生生活垃圾； ②溇洲变电站站内本期新建主变 2 台、高抗 1 台，墩海变电站本期新建高抗 1 台，运行阶段，在事故状态下，可能产生费矿物油（变压器油、高抗油），如处理不当可能影响周边环境； ③220kV 变电站内一般需配备 2 组铅酸蓄电池，单个蓄电池重量约为 30kg，总重量约为 6.24t，如处理不当可能造成不利环境影响。本期 220kV 溇洲站需新增铅酸蓄电池，220kV 墩海变电站间隔扩建工程本期不涉及铅酸蓄电池的新增。	短期可逆不利
	生产垃圾		
	废矿物油		
	铅酸蓄电池		

1.3.2.2 评价因子筛选

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）、《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），结合陆域工程的特点，筛选出陆域工程的评价因子。

（1）施工期

大气环境：施工扬尘。

地表水环境：pH、COD、NH₃-N、BOD₅、SS、石油类。

固体废物：建筑垃圾、施工废料、生活垃圾。

声环境：昼、夜间等效连续 A 声级，L_{Aeq, T}。

生态环境：分布范围、种群数量、种群结构、行为、生境面积、质量、连通性、物种组成、群落结构、植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能、物种丰富度、均匀度、优势度、主要保护对象、生态功能、景观多样性、完整性等；。

(2) 运行期

电磁环境：工频电场、工频磁场。

声环境：昼、夜间等效连续 A 声级， $L_{Aeq, T}$ 。

地表水环境：pH、COD、 NH_3-N 、 BOD_5 、SS、石油类。

固体废物：生活垃圾、废旧铅酸蓄电池、废矿物油。

生态环境：分布范围、种群数量、种群结构、连通性、植被覆盖度、生产力、生物量、主要保护对象、生态功能等。

根据对项目的工程分析、项目所在地区各环境要素的特征以及存在的主要环境问题，确定本项目施工期和运行期的评价因子，本项目评价因子详见表1.3-4、表1.3-5。

表 1.3-4 本项目评价因子一览表

评价阶段	评价项目	现状评价因子	单位	预测评价因子	单位
施工期	声环境	昼、夜间等效连续 A 声级， $L_{Aeq, T}$	dB(A)	昼、夜间等效连续 A 声级， $L_{Aeq, T}$	dB(A)
	生态环境	生态系统及其生物因子、非生物因子	/	生态系统及其生物因子、非生物因子	/
	地表水环境	pH、COD、 NH_3-N 、 BOD_5 、石油类	mg/L	pH、COD、 NH_3-N 、 BOD_5 、石油类	mg/L
运行期	电磁环境	工频电场	kV/m	工频电场	kV/m
		工频磁场	μT	工频磁场	μT
	声环境	昼、夜间等效连续 A 声级， $L_{Aeq, T}$	dB(A)	昼、夜间等效连续 A 声级， $L_{Aeq, T}$	dB(A)
	地表水环境	pH、COD、 NH_3-N 、 BOD_5 、石油类	mg/L	pH、COD、 NH_3-N 、 BOD_5 、石油类	mg/L

表 1.3-5 生态影响评价因子筛选表

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
物种	分布范围、种群数量、种群结构、行为等	工程永久占地和施工临时占地影响施工区的物种分布，砍伐和破坏施工区植被，惊扰周边动物。	直接、短期、可逆	弱
生境	生境面积、质量、连通性等	工程永久占地导致生境面积减少，但不影响区域生境质量、连通性。	直接、短期、可逆	弱
生物群落	物种组成、群落结构等	施工占地导致植物物种数量短时减少，但对物种组成和群落结构影响很小。	直接、短期、可逆	弱
生态系统	植被覆盖度、生产力、生物量、生态系统功能等	施工占地导致植物物种数量短时减少，但对区域植被覆盖度、生产力、生物量生态系统功能的影响很小。	直接、短期、可逆	弱
生物多样性	物种丰富度、均匀度、优势度等	施工占地导致植物物种数量短时减少，但对区域物种丰富度、均匀度、优势度的影响很小。	直接、短期、可逆	弱
生态敏感区	主要保护对象、生态功能等	项目永久占地和施工临时占地不占用生态敏感区范围，评价范围内涉及生态敏感区；施工期间噪声、施工人员活动等对生态敏感区内主要	直接、间接、短期、可逆	弱

		保护对象、生态功能影响时间较短，影响较小。		
自然景观	景观多样性、完整性等	项目建设造成景观面积变化。	直接、长期、不可逆	弱
自然遗迹	遗迹多样性、完整性等	项目建设成自然遗迹受损。	直接、间接、短期、可逆	弱
其他	/	/	/	/

1.4 环境功能区划

1.4.1 近岸海域环境功能区划

根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（2023版），海缆路由穿越区划中的①北海银滩沙源滩涂生态区（GX027B II）、②廉州湾南部交通用海区（GX033C II）、③北部湾重要渔业资源产卵场生态区（GX110A I）、④北部湾综合功能区（GX111A I）、⑤涠洲岛滨海风景旅游区（GX035C II）、⑥北海涠洲码头区（GX036DIV）、⑦涠洲岛珊瑚礁生态区（GX037A I）、北海涠洲渔港区（GX038DIII）。本项目与广西壮族自治区近岸海域环境功能区划位置关系见图 1.4-1。

1.4.2 声环境功能区划

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），地下电缆线路可不开展声环境影响评价。根据《北海市声环境功能区划方案》（2021~2030年），220kV 墩海变电站、220kV 涠洲站位于 2 类、4a 类声环境功能区内。本项目与北海市城市声环境功能区划位置关系见图 1.4-2、图 1.4-3。

1.5 环境影响评价标准

1.5.1 海洋环境

1.5.1.1 环境质量标准

根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（2023版），海缆路由穿越区划中的一类水质区域为：北部湾重要渔业资源产卵场生态区（GX110A I）、北部湾综合功能区（GX111A I）、涠洲岛珊瑚礁生态区（GX037A I）；二类水质区域为：北海银滩沙源滩涂生态区（GX027B II）、廉州湾南部交通用海区（GX033C II）、涠洲岛滨海风景旅游区（GX035C II）；三类水质区域为：北海涠洲渔港区（GX038DIII）；四类水质区域为：北海涠洲码头区（GX036DIV）。

一类、二类水质区域，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准；三类水质区域，海洋沉积物和海洋生物执行不低于二类标准；四类水质区域，海洋沉积物和海洋生物执行不低于三类标准。由此确定本报告采用的标准。

(1) 海水水质现状评价标准

本项目海水执行一类、二类、三类、四类海水水质质量标准。本项目海水水质评价采用《海水水质标准》(GB3097-1997)中的相应标准，具体标准值见表 1.5-1。

表 1.5-1 海水水质标准 单位: mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH (无量纲)	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Cd≤	0.001	0.005	0.01	0.01
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	0.050
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
As≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
硫化物≤	0.02	0.05	0.10	0.25

(2) 海洋沉积物标准

本项目沉积物执行一类、二类、三类海洋沉积物质量标准。沉积物评价采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中相应标准，具体标准值见表 1.5-2。

表 1.5-2 沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 ($\times 10^{-6}$) ≤	0.20	0.50	1.00
2	镉 ($\times 10^{-6}$) ≤	0.50	1.50	5.00
3	铅 ($\times 10^{-6}$) ≤	60.0	130.0	250.0
4	锌 ($\times 10^{-6}$) ≤	150.0	350.0	600.0
5	铜 ($\times 10^{-6}$) ≤	35.0	100.0	200.0
6	铬 ($\times 10^{-6}$) ≤	80.0	150.0	270.0

序号	项目	第一类	第二类	第三类
7	砷 ($\times 10^{-6}$) \leq	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 ($\times 10^{-2}$) \leq	2.0	3.0	4.0
9	硫化物 ($\times 10^{-6}$) \leq	300.0	500.0	500.0
10	石油类 ($\times 10^{-6}$) \leq	500.0	1000.0	1500.0

(3) 生物质量标准

本项目海洋生物质量执行一类、二类、三类海洋生物质量标准。非双壳类海洋生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《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，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。相应标准限值见表 1.5-3、1.5-4。

表 1.5-3 非双壳贝类生物质量评价标准（鲜重）单位：mg/kg

生物类别	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
软体动物	≤ 0.30	≤ 100	≤ 10.0	≤ 5.5	≤ 250	≤ 20
甲壳动物	≤ 0.20	≤ 100	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 150	/
鱼类	≤ 0.30	≤ 20	≤ 2.0	≤ 0.6	≤ 40	≤ 20

表 1.5-4 海洋贝类生物（双壳）质量标准值（鲜重）单位：mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞 \leq	0.05	0.10	0.30
2	镉 \leq	0.2	2.0	5.0
3	铅 \leq	0.1	2.0	6.0
4	铬 \leq	0.5	2.0	6.0
5	砷 \leq	1.0	5.0	8.0
6	铜 \leq	10	25	50（牡蛎 100）
7	锌 \leq	20	50	100（牡蛎 500）
8	石油烃 \leq	15	50	80

1.5.1.2 污染物排放标准

海缆工程施工期产生的污染物有：施工作业船舶产生的生活污水、机舱含油污水、船舶垃圾，海缆铺设施工中产生的悬浮物、施工作业垃圾（施工过程中产生的边角料等）。

施工船舶机器产生油污水、船舶垃圾、船舶生活污水排放执行《船舶污染物排放控制标准》（GB 3552-2018），同时船舶机舱含油污水同时还应执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165号），具体执行的标准值见表 1.5-5；船舶废气污染物执行《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交海发〔2018〕168号）排放控制要求，见表 1.5-6。

表 1.5-5 本项目海上工程采用的污染物排放标准

评价阶段	污染物	采用标准	等级/水域	标准值 (排放规定)	适用对象
施工期	船舶生活污水	《船舶水污染物排放控制标准》 (GB 3552—2018)	/	一、距最近陆地 3 海里以内(含)的海域,利用船载生活污水处理装置处理,达到以下规定要求后在航行中排放。 (1) 在 2012 年 1 月 1 日以前安装(含更换)生活污水处理装置的船舶执行: BOD ₅ ≤50mg/L、SS≤150mg/L、耐热大肠菌群数≤2500 个/L; (2) 在 2012 年 1 月 1 日及以后安装(含更换)的生活污水处理装置的船舶执行: BOD ₅ ≤25mg/L、SS≤35mg/L、耐热大肠菌群数≤1000 个/L、CODCr≤125mg/L、pH6~8.5、总氯(总余氯) < 0.5mg/L。 二、3 海里 < 与最近陆地见距离 ≤ 12 海里的海域同时满足下列条件: (1) 使用设备打碎固形物和消毒后排放; (2) 船速不低于 4 节, 且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。 三、与最近陆地间距离 > 12 海里的海域船速不低于 4 节, 且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	施工期作业船舶产生的生活污水处置
	船舶机舱含油污水	《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发〔2007〕165 号)	/	铅封并定期排放至岸上	施工期船舶机舱含油污水
	船舶垃圾	《船舶水污染物排放控制标准》 (GB 3552-2018)	/	应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物收集并排入接收设施。 食品废弃物, 在距最近陆地 3 海里以内(含)的海域, 应收集并排入接收设施	均运回陆上处理

注: 最近陆地为与所在位置最近的领海基线。

表 1.5-6 施工船舶废气污染物排放控制要求

污染物	时限要求	排放控制要求
硫氧化物和颗粒物	2019 年 1 月 1 日起	海船进入排放控制区使用硫含量 ≤ 0.5% m/m 的船用燃油。
	2022 年 1 月 1 日起	海船进入沿海控制区海南区域, 使用硫含量 ≤ 0.1% m/m 的船用燃油。
氮氧化物	2000 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶	单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求。
	2011 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶; 2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶	单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。
	2022 年 1 月 1 日及以后建造或进	单缸排量 ≥ 30L 的船用柴油发电机应满足《国际防止船

	行船用柴油发动机重大改装、进入沿海控制区海南水域的中国籍国内航行船舶	《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。
--	------------------------------------	-------------------------------

1.5.2 陆域环境

1.5.2.1 环境质量标准

(1) 电磁环境

本项目执行国家标准《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中公众曝露限值标准,详见表1.5-7。

表 1.5-7 项目执行的电磁环境标准明细表

评价项目	评价因子	评价标准	标准来源
电磁环境	工频电场	工频电场强度公众曝露限值为 4000V/m	《电磁环境控制限值》 (GB8702-2014)
	工频磁场	工频磁感应强度公众曝露限值为 100 μ T	

注:依据《电磁环境控制限值》(GB8702-2014),电场强度、磁感应强度公众曝露控制限值与电磁场频率(f ,单位为kHz)有关,我国交流输变电工程产生的电磁场频率为50Hz,因此交流输变电工程工频电场、工频磁场公众曝露控制限值分别为 $200/f$ (V/m)、 $5/f$ (μ T),即4000V/m和100 μ T。

(2) 声环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020),地下电缆线路可不开展声环境影响评价。根据《北海市声环境功能区划方案》(2021~2023年),本项目声环境质量标准见表1.5-8。

表 1.5-8 项目执行的声环境质量标准明细表

要素分类	标准名称	适用类别	标准值		适用范围
			参数名称	限值	
声环境	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)	2类	等效连续声级 $L_{Aeq,T}$	昼间60dB(A) 夜间50dB(A)	220kV 墩海变电站四周 200m 范围内,除金海岸大道、新世纪大道、西藏路两侧 35 \pm 5m 范围内的区域; 220kV 涠洲变电站四周 200m 范围内,除环岛风景路两侧 35 \pm 5m 范围内的区域;
		4a类		昼间70dB(A) 夜间55dB(A)	

1.5.2.2 污染物排放标准

项目污染物排放标准详见表1.5-9。

表 1.5-9 项目执行的污染物排放标准明细表

要素分类	标准名称	适用类别	标准值		评价对象
			参数名称	限值	
施工噪声	GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》	施工场界	噪声	昼间70dB(A) 夜间55dB(A)	施工期场界噪声
厂界噪声	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)	2类	噪声	昼间60dB(A) 夜间50dB(A)	220kV 涠洲变电站四侧厂界; 220kV 墩海变电站西北侧围墙外及东南侧、东北侧围墙外除

要素分类	标准名称	适用类别	标准值		评价对象
			参数名称	限值	
					金海岸大道、新世纪大道两侧35±5m 范围外的区域
		4类	噪声	昼间70dB(A) 夜间55dB(A)	220kV 墩海变电站东南侧、东北侧围墙外金海岸大道、新世纪大道两侧35±5m 范围内的区域

1.6 环境影响评价等级

1.6.1 海洋环境

1.6.1.1 海洋评价要素

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)中评价等级划分原则。确定海缆工程必选单项海洋环境影响评价要素包括海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、环境风险四项。此外,考虑施工期为满足与铁山港规划进港航道交越,需提前进行疏浚,因此确定海洋地形地貌与冲淤环境、水文动力环境也作为本次评价要素。

1.6.1.2 水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境影响评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则(GB/T19485-2014)》,本项目海缆长度约为46.2km,路由穿越了北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区和试验区,属于海洋生态敏感区中的重要渔业水域。预选路由穿越规划铁山港30万吨航道,本项目先施工,故按航道深度先进行疏浚,疏浚泥沙量约15.36万立方,由此确定本项目水质环境、生态环境的评价等级为1级,沉积物环境、水文动力环境的评价等级为2级。

表 1.6-1 海洋环境评价工作等级确定

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
海底管道、海底电(光)缆类工程	海上和海底电(光)缆工程	长度(100~20)km	生态环境敏感区	2	1	2	1
			其它海域	3	2	3	2
其他海洋工程	疏浚	疏浚量 50×10 ⁴ m ³ ~ 10×10 ⁴ m ³	生态环境敏感区	2	1	3	1
			其他海域	3	2	3	2
本项目环境影响评价等级				2	1	2	1

1.6.1.3 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则(GB/T19485-2014)》的要求,海底电(光)缆项目的海洋地形地貌和冲淤环境为可选环境影响评价内容,海缆工程施工对海洋地形地貌和冲淤环境影响轻微,项目铺设完成后对地形地貌与冲淤环境影响轻微,不会改变工程周围海

域的潮波系统；本项目与航道交越处疏浚范围较小，不会对地形地貌与冲淤环境产生明显影响。本次评价将对地形地貌与冲淤环境影响进行简要分析。

表 1.6-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程、围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；连片和单项海砂开采工程；其他类海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然形状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 $50 \times 10^4 \sim 30 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程、围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程；其他类型海洋工程中较严重改变海岸线、滩涂、海床自然形状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 $30 \times 10^4 \sim 20 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程、围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程；其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然形状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。

1.6.1.4 环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018）、《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其对应临界量的比值Q。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为Q；

当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中： q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险物质的最大存在总量，t；

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——每种危险物质的临界量，t。

当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为I。

当 $Q \geq 1$ 时，将Q值划分为：（1） $1 \leq Q < 10$ ；（2） $10 \leq Q < 100$ ；（3） $Q \geq 100$ 。

综上所述，根据重大危险源识别结果，本项目涉及的危险源主要为船舶燃料油舱，燃料油为柴油，本项目主要施工船舶中最大为8000t的铺缆船（按驳船计），燃油总量最大约546m³，约合490t（密度按0.9t/m³计），其他施工船舶为500t以下至6000t不等，疏浚、扫海作业及海缆铺设均分阶段进行，考虑油类物质临界量为2500t，因此施工船舶所载燃料油量小于临界量；。因此本项目 $Q < 1$ ，项目环境风险潜势为I。

根据建设项目环境风险潜势初判，按表1.6-3确定评价工作等级。

表 1.6-3 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析

本项目风险潜势为I级别，环境风险评价级别为简单分析；但鉴于项目周边环境较敏感，本次评价仍进行了溢油漂移模拟。

1.6.2 陆域环境

1.6.2.1 电磁环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)的规定执行输变电工程电磁环境影响评价工作等级,见表1.6-4。

表 1.6-4 项目电磁环境影响评价工作等级判定表

分类	电压等级	工程	条件	评价工作等级
交流	220kV	变电站	户内式	三级
		地下电缆(陆缆/海缆)	/	三级
		变电站间隔扩建工程	户外式	二级
	110kV	地下电缆	/	三级

由以上,本项目电磁环境影响评价等级为二级。

1.6.2.2 声环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)中有关声环境影响评价工作等级划分和相关确定原则确定本项目声环境评价工作等级。

本项目所处的声环境功能区主要为《声环境质量标准》(GB3096-2008)规定的2类区、4a类区,项目评价范围内有多处声环境敏感目标分布,根据预测项目建设前后评价范围内声环境敏感目标噪声级增量在3dB(A)左右(5dB(A)以下),受噪声影响的人口数量变化不大,根据声环境影响评价工作级别划分依据,本次的声环境影响评价等级确定为二级。

1.6.2.3 地表水环境影响评价

根据设计资料,本项目220kV涠洲变电站施工期生活污水经化粪池处理后定期清运,施工废水经沉淀后回用,220kV墩海变电站扩建间隔工程量较小,施工人员租住在变电站周边居民房内,产生的生活污水依托当地污水处理设施处理;运行期220kV涠洲变电站生活污水经化粪池处理后排入市政管网,220kV墩海变电站本期不新增运维人员,墩海站间隔扩建不新增生活污水产生量,220kV墩海变电站运营期间产生的生活污水仅站内生活污水处理设施处理后,排入市政污水管网。本项目线路运行期无废水产生,陆域工程电缆线路路径较短,工程量较小,其中北海段线路施工人员租住在沿线居民点内,涠洲段线路施工人员共用涠洲变电站施工生活区。

因此,根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018),本项目陆域工程地表水环境影响评价等级确定为三级B。

1.6.2.4 生态影响评价

根据建设、设计单位提供的资料,本项目陆域工程评价范围内涉及广西涠洲岛自治区级自然保护区、广西北海涠洲岛自治区重要湿地、广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地、北部

湾水源涵养生态保护红线、广西北海涠洲岛自治区级自然保护区生态保护红线、广西北海涠洲岛火山国家地质公园、南漓—涠洲岛海滨风景名胜区等7处生态敏感区。

经现场踏勘，本项目陆域工程永久及临时占地不占用上述自然保护区、重要湿地、重要栖息的、生态保护红线、国家地质公园范围，仅需占用南漓—涠洲岛海滨风景名胜区。

根据设计资料，本项目陆域工程永久占地面积 1.95hm^2 、临时占地面积 0.79hm^2 ，共计占地 2.74hm^2 (0.0274km^2)。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，建设项目生态影响评价等级的判定原则包括：

a) 涉及国家公园、自然保护区、世界自然遗产、重要生境时，评价等级为一级；

b) 涉及自然公园时，评价等级为二级；

c) 涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级；

d) 根据 HJ2.3 判断属于水文要素影响型且地表水评价等级不低于二级的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；

e) 根据 HJ610、HJ964 判断地下水水位或土壤影响范围内分布有天然林、公益林、湿地等生态保护目标的建设项目，生态影响评价等级不低于二级；

f) 当工程占地规模大于 20km^2 时（包括永久和临时占用陆域和水域），评价等级不低于二级；改扩建项目的占地范围以新增占地（包括陆域和水域）确定；

g) 除本条 a)、b)、c)、d)、e)、f) 以外的情况，评价等级为三级；

h) 当评价等级判定同时符合上述多种情况时，应采用其中最高的评价等级。

同时，规定线性工程可分段确定评价等级，线性工程地下穿越或地表跨越生态敏感区，在生态敏感区范围内无永久、临时占地时，评价等级可下调一级。

依据上述判定原则，本项目位于北海市海城区涠洲岛内陆域工程评价范围内涉及自然保护区（广西涠洲岛自治区级自然保护区）、重要生境（广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地），故，本报告将陆域工程位于北海市海城区涠洲岛范围内的 **220kV 涠洲变电站工程及墩海~涠洲 220kV 陆缆线路工程涠洲侧**所在区域生态环境影响评价等级设置为一级。

位于北海市银海区范围内陆域工程，因不涉及前述 7 处生态敏感区的永久及临时占用，与上述 7 处生态敏感区最近距离约为 130m（南漓—涠洲岛海滨风景名胜区），故位于银海区范围内的 **220kV 墩海站扩建 220kV 涠洲间隔工程及墩海~涠洲 220kV 陆缆线路工程北海侧**所在区域生态环境影响评价等级设置为三级。

1.6.2.5 大气环境影响评价

本项目变电站及线路工程施工期间的施工扬尘及施工机械废气影响很小，本次环评仅以简单的分析说明对大气环境影响进行评价。

1.7 评价范围

1.7.1 海缆工程环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)的要求,评价范围需根据工程特点、所在海域环境特征及周边海洋环境敏感目标分布等确定,覆盖项目工程建设可能影响到的全部海域。各单项环境影响要素评价范围如下:

(1) 海洋水文动力、水质、沉积物、海洋生态、地形地貌与冲淤环境

海洋水文动力:海缆工程水文动力环境评价等级为2级,评价范围垂向(垂直于工程所在海区中心点潮流主流向)距离不小于5km,纵向(潮流主流向)距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。根据本项目海流调查资料估算,全日潮一个潮周期约为12h,流速取底层(污染物SS主要影响层)平均值17.4 cm/s,水质点可能达到的最大水平距离约为7.5km,水文动力环境评价范围以项目边界纵向扩展15km,垂向不小于5km。

海洋水质:1级评价,应能覆盖建设项目的环境影响所及区域,并能充分满足环境影响评价与预测的要求。以海缆工程外缘向两侧向外扩展15km。

海洋沉积物:2级评价,应将项目可能影响海洋沉积物的区域包括在内,并能充分满足环境影响评价与预测的要求,与水质评价范围一致。

海洋生态环境:海缆工程海洋生态环境评价工作等级为1级,评价范围以新建海缆为中心向外扩8-30km海域,考虑到项目所在海域比较敏感,海缆工程评价范围为以新建海缆为中心向外扩15km,与水质评价范围一致。

海洋地形地貌与冲淤环境:应包括工程可能的影响范围,一般应不小于水文动力评价范围,同时应满足建设项目地貌与冲淤环境特征的要求,与水质评价范围一致。

根据上述原则,确定本次海洋水文动力、水质、沉积物、海洋生态、地形地貌与冲淤环境评价范围为:以新建海缆为中心向外扩15km,评价范围面积约为1686km²,见图1.7-1。评价范围坐标见表1.7-1。

1.7.2 陆域工程环境评价范围

1.7.2.1 电磁环境

变电站:220kV 溇洲变电站、220kV 墩海变电站围墙外40m 范围内。

陆缆线路:地下电缆管廊两侧边缘各外延5m(水平距离)带状区域范围内。

1.7.2.2 声环境

变电站:220kV 溇洲变电站、220kV 墩海变电站围墙外200m 范围内。

1.7.2.3 生态环境

变电站：220kV 溇洲变电站、220kV 墩海变电站围墙外500m 范围内。

陆缆线路：地下电缆线路位于南溇—溇洲岛海滨风景名胜区内段管廊两端及两侧边缘外延1km 范围内的带状区域，其他段地下电缆线路为管廊两侧边缘各外延300m 范围内的带状区域。

1.7.2.4 地表水环境

本项目220kV 溇洲变电站、220kV 墩海变电站运行期无废水排放，不涉及地表水环境风险，仅进行依托污水处理设施环境可行性分析。

1.8 评价内容与评价重点

1.8.1 环境影响评价内容

1.8.1.1 海洋环境

根据《海洋工程环境影响评价技术导则（GB/T19485-2014）》，本项目海缆属于海底电（光）缆工程，必选的环境影响评价内容为海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境和环境风险，具体内容主要包括：

- （1）海水水质、沉积物、海洋生态环境现状调查与评价；
- （2）工程施工造成的污染和非污染环境的影响分析；
- （3）对工程可能造成的海洋环境及生态影响进行分析、预测与评价；
- （4）施工期环境事故风险分析与评价；
- （5）提出生态补偿及环境影响减缓措施；
- （6）海缆线路电磁环境影响。

1.8.1.2 陆域环境

根据《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）、《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），输变电建设项目环境影响评价应包括施工期和运行期，覆盖施工与运行的全部过程、范围和活动。并全面考虑项目施工及运行期间电磁、声、废水、固体废物，以及生态等方面的内容。对项目涉及生态敏感区应对项目在运行过程中，可能产生的环境影响进行重点分析和评价。针对项目在运行期间可能产生的负面环境影响，提出相应的对策和措施，以尽可能减轻项目不利影响。

1.8.2 评价重点

1.8.2.1 海洋环境

- （1）电缆施工对海水水质和海洋生态的影响评价；

- (2) 电缆施工对周边敏感目标的影响评价；
- (3) 环境污染防治措施和海洋生态环境保护措施；
- (4) 环境事故风险评价及施工期风险防范措施。

1.8.2.2 陆域环境

陆域工程评价重点是 220kV 输变电工程运行时产生的工频电场、工频磁场、噪声对周围环境可能产生的影响，以及工程占地涉及生态扰动等问题。据此特点，陆域工程环境影响评价重点为：

- (1) 项目土地占用和生态扰动问题；
- (2) 项目施工及运行期间对周边水环境敏感区、生态敏感区、电磁和声环境敏感目标的影响；
- (3) 项目运行期工频电场、工频磁场及噪声的环境影响；
- (4) 从环境保护角度出发，提出合理可行的环保防治措施，最大限度减缓本项目建设可能产生的不利影响。

1.9 环境敏感区及环境保护目标

1.9.1 海缆工程环境保护目标

(1) 生态环境

控制工程实施对工程及周边海域海洋生态环境（包括渔业资源）影响，确保海域生态环境质量不因工程建设而变劣。保护工程海域海洋渔业资源及重要水生保护生物及其生境（本项目所在海域涉及白氏文昌鱼、鲨、中华白海豚、布氏鲸等）。工程区域周围鸟类种类和水生生物群落结构等不因工程建设而发生明显变化。

(2) 水环境

项目实施后工程海域水质保持现有类别，不因工程建设而变劣。

(3) 海洋沉积物

项目实施后工程海域沉积物质量保持现有类别，不因工程建设而变劣。

1.9.2 海缆工程敏感目标

项目所在海域附近的主要环境敏感目标为水产种质资源保护区、风景名胜区、生态保护红线、重要渔业水域等。

海缆工程涉及的主要环境敏感目标见表 1.9-1，图 1.9-1。

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）中“4.8环境敏感目标”条款要求，输变电工程的环境敏感目标主要为生态敏感区、水环境敏感区、电磁和声环境敏感目标。

陆域工程评价内容为220千伏涠洲岛跨海联网工程中陆域部分工程内容，据现场踏勘，项目陆域工程位于北海侧陆缆线路300m 评价范围海洋潮间带涉及多处红树林。项目陆域工程均位于陆地范围内，陆缆线路施工期间在采取相应措施后，对海洋环境影响可忽略。

本报告将陆域工程评价范围内的环境敏感目标，分为生态敏感区、水环境敏感区、电磁和声环境敏感目标。

1.9.2.1 生态敏感区

根据建设、设计单位提供的资料，本项目陆域工程评价范围内涉及但不占用自然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园、生态保护红线等生态敏感区，需占用风景名胜区范围。

项目陆域工程评价范围内涉及的生态敏感区，如表1.9-2、图1.9-2~图1.9-11所示。

1.9.2.2 水环境敏感区

通过现场踏勘和资料分析，本项目陆域工程永久及临时占地不占用饮用水源保护区范围，陆域工程评价范围内涉及1处饮用水源保护区二级保护区，详见表1.9-3、图1.9-12。

除此外，陆域工程评价范围内还涉及涉水的自然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园、风景名胜区等5处涉水生态敏感区，由于陆域工程永久及临时占地未占用自然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园范围，拟占用风景名胜区内区域与风景名胜区内水域均在500m 以上，故，本报告仅在生态敏感区部分列出，这里不再计列。

1.9.2.3 电磁和声环境敏感目标

根据设计资料，经现场踏勘，本项目陆域工程评价范围涉及电磁环境敏感目标1处，详见表1.9-4，图1.9-13。

根据现场踏勘，本项目变电站及陆缆线路沿线声环境敏感目标主要为住宅、商铺、商住等。本项目陆域工程评价范围涉及声环境敏感目标 7 处，详见表 1.9-5，图 1.9-13、图 1.9-14。

2 建设项目工程分析

2.1 工程概况

2.1.1 项目基本情况

项目名称：220 千伏涠洲岛跨海联网工程

项目性质：新建

项目规模：本项目在北海市涠洲岛建设 1 座 220kV 涠洲变电站，对侧北海市 220kV 墩海站扩建一个 220kV 出线间隔。自北海大陆侧 220kV 墩海变电站起，至涠洲岛侧新建

220kV 涠洲变电站止，新建单回 220kV 线路长约 49.44km。其中：北海市陆上段新建单回电缆线路长约 1.5km；海中段新建单回 220kV 海缆线路长约 46.2km（北起北海市海岸线与南至涠洲岛海岸线之间的海缆线路，其中两端登陆点间路由平面长度约 44.3km，考虑海中地形起伏所增加的长度，共计约 46.2km）；涠洲岛上段新建单回电缆线路长约 1.74km。

建设单位：广西电网有限责任公司电网建设分公司

设计使用寿命：30 年；

总投资：85853 万元。

表 2.1-1 本项目建设内容及建设规模一览表

项目名称		220 千伏涠洲岛跨海联网工程	
项目性质		新建	
法人单位		广西电网有限责任公司	
建设单位		广西电网有限责任公司电网建设分公司	
运行单位		广西电网有限责任公司北海供电局	
建设地点		广西壮族自治区北海市海城区、银海区	
主要建设内容		①220kV 涠洲变电站工程	本期新建 2×63MVA 北海侧陆缆长 1.5km 陆域工程
		②墩海~涠洲 220kV 线路工程长 49.44km	海缆线路长 46.2km 陆域工程
			涠洲侧陆缆长 1.74km 陆域工程
		③220kV 墩海站扩建 220kV 涠洲间隔工程	扩建 陆域工程
主体工程	220kV 涠洲变电站工程	①主变规模：主变压器为本期规模 2×63MVA；220kV 出线本期 2 回，35kV 本期无出线，10kV 本期 12 回，10kV 并联电容器本期 2×（1×5）Mvar，10kV 并联电抗器本期 2×（1×5）Mvar，220kV 高抗本期 1×50Mvar，采取全户内布置方式。 ②变电站按终期规模一次征地，总占地面积 1.76hm ² ，其中围墙内占地面积 1.46hm ² 。变电站站内道路面积 3000m ² ，站内广场面积 340m ² ，站区绿化面积 2550m ² 。	
	墩海~涠洲 220kV 线路工程	①线路路径总长 49.44km，其中海缆线路长 46.2km，陆缆线路长 3.24km，其中北海侧陆缆长 1.5km，涠洲侧陆缆长 1.74km。 ②陆缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘皱纹铝套电力电缆，具体型号为 FY-JLW03-Z127/220-1×630mm ² 。陆缆线路总占地 0.41hm ² ，其中永久占地约 0.03hm ² ，临时占地约 0.38hm ² 。 ③海缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘分相铅套粗圆钢丝（铜丝）铠装聚丙烯纤维外被层光电复合 3 芯海底电缆，导体截面为 3×630mm ² 。海缆申请用海面积为 89.7775ha，拟申请用海年限为 31 年。	
	220kV 墩海站扩建 220kV 涠洲间隔工程	①本期 220kV 墩海变电站向西侧征地 12m，围墙向西侧外扩 10.5m，建设 1 回至 220kV 涠洲站 220kV 出线间隔，并在至 220kV 涠洲站线路出线侧加装 1 组 50Mvar 高抗，采用户外敞开式设备。此外，变电站外扩需对现状 110kV 墩银禾地下电缆线路进行迁改，迁改线路长约 0.3km。 ②间隔扩建工程征地面积 1560m ² ，其中永久围墙内占地 1320m ² ，其它占地 240m ² 。	
环保工程	水土保持	表土剥离、临时防护、土地整治、绿化覆土；设置排水沟、挡土墙、护坡、植物防护措施等。	
	污水处理	墩海及涠洲变电站生活污水经污水处理装置处理后排入市政管网。	
	事故油池及集油坑	220kV 涠洲变电站内设事故油池一座，有效容积约为 60m ³ ，220kV 涠洲站内主变集油坑面积约为 117m ² ，高压电抗器下方集油坑面积约为 48m ² ；220kV 墩海变电站内设事故油池两座，有效容积分别为 90m ³ （1#事故油池）及 52m ³ （2#事故油池），高压电抗器下方集油坑面积约为 48m ² 。	

	隔声降噪	涠洲变电站采取全户内布置，站内电气设备均位于户内；墩海变电站内高抗北侧设置防火墙，本期新建围墙加高 5m，长度为 60m。
动态总投资		85853 万元
预计投产期		2025 年

2.1.2 工程地理位置

工程位于广西壮族自治区（以下简称“自治区”）北海市，具体坐落于北海市银海区的银滩镇和海城区涠洲镇，以及之间的北部湾海域。

2.1.3 220kV 涠洲变电站工程

2.1.3.1 地理位置

220kV 涠洲变电站站址位于广西壮族自治区北海市海城区涠洲岛西角村。变电站站址周围现状见图2.1-3，工程地理位置见图2.1-2。涠洲变电站站址现用地性质为农林用地（不涉及基本农田），变电站拟建站址已取得由北海市自然资源局核发的建设项目用地预审与选址意见书（用字第450500202300004号）。

2.1.3.2 建设规模

①主变规模：主变户内布置，主变压器本期规模为 $2\times 63\text{MVA}$ ，远期规模为 $3\times 63\text{MVA}$ ，主变压器采用三相一体式自然油循环自冷，低损耗，低噪声有载调压电力变压器。额定容量63MVA，额定电压 $220\pm 8\times 1.25\%/36/10.5\text{kV}$ ，阻抗电压 $U_{12}=14\%$ ， $U_{13}=35\%$ ， $U_{23}=21\%$ 。

②220kV 出线：采用户内 GIS 设备，均为电缆出线，本期出线2回，分别为至墩海1回（配套建设1台50Mvar的220kV高抗），至海上风电1回；远期出线4回，其中至墩海1回，至海上风电1回、备用2回。

③110kV 出线：采用户内 GIS 设备，均为电缆出线，远期预留。

④35kV 出线：35kV 设备采用户内固定式开关柜，本期无出线，远期出线4回。

⑤10kV 出线：10kV 设备采用户内铠装型移开式金属封闭开关柜，本期出线12回，远期30回。

⑥10kV 并联电容器：10kV 并联电容器采用户内框架式，单组容量5Mvar，配串抗率为5%及12%的干式铁芯串联电抗器。

⑦10kV 并联电抗器：10kV 并联电抗器采用户内干式三相一体铁芯并联电抗器，单组容量5Mvar。

⑧220kV 高压并联电抗器：采用50Mvar 三相一体油浸式电抗器。

建筑规模：变电站内共有5座主要建（构）筑物，包括220kV 配电装置楼、警传室、泵房、水池两座。变电站内各建筑物均根据《中国南方电网公司110kV~500kV 变电站标准设计（V3.0）》标准设计模块进行优化设计。

⑨配电装置楼占地面积5124m²，采取地上两层地下一层，共计三层，建筑面积10750m²，其中电缆层面积2750m²。

⑩泵房占地面积180m²，建筑面积180m²；警传室占地面积60m²，建筑面积60m²；消防水池2座，占地面积2×180m²。

站内建筑按终期规模建设，占地面积5724m²，总建筑面积为10990m²。

竖向设计：站区自然高程25.90m~32.70m（1985年国家高程基准，下同）。站区场地平整土方根据站址周边规划道路标高，全站场地平整土方以挖方为主，设计标高定为30.50m，满足高于一百年一遇最高潮位4.64m的要求，且不受内涝影响。站区竖向布置采用平坡式布置方案，坡度不小于0.5%。

⑪消防：站区设消防给水系统，设置2座消防水池，每座有效容积500m³，共1000m³；全站设置移动式化学灭火器材；配电装置楼设置室内外消火栓，设置自动喷水灭火系统；电容器室设置七氟丙烷气体灭火系统；主变压器设置水喷雾灭火系统。

⑫暖通：变电站暖通主要包括空气调节和通风及防火排烟两大部分。**空气调节**：变电站继保室、通信室和控制室设置立柜单元式空调机；休息室、职工之家、资料室、员工业务室、交接班兼会议室等房间采用多联机，并设置一台新风机组。蓄电池室设置防爆型壁挂式分体空调维持室内温度。**通风及防火排烟**：主变室、高抗室、电容器室、接地变室、站用变室设置自然进风、机械排风。通风量按排除室内余热计算，且保证换气次数不小于12次每小时。GIS室设置自然进风、机械排风系统，平时通风系统风量按换气次数按每小时不小于4次计算，事故排风量应按换气次数每小时不少于6次计算。继保器室、通信室设置机械通风用于灾后通风，风机在确认火灾扑灭后开启。通风量按换气次数不小于每小时6次计算。蓄电池室及通讯电源室设置不小于每小时6次的机械排风装置，用于平时通风兼事故排风。

⑬站用电源：本项目本期共设2台10kV 站用工作变压器，其中1台站用变引自#1主变压器10kV 侧母线。另外1回站外电源为中海油发电厂即10kV 开关站2号开闭所。

施工电源：施工电源接中海油发电厂即10kV 开关站2号开闭所。施工电源采用电缆敷设，型号为ZA-YJV22-8.7/15kV-3×120，电缆长度约0.7km。

⑭给排水：站址水源引接自市政自来水管网；站区采用有组织排水方案，处理后的污水排至市政污水排水管道，站内雨水经站内雨水口收集后排入站外排水沟后。进入变电站东

侧环岛风景路市政雨水管网。变压器事故排油接入事故油池，经油水分离后，交由有资质单位处置。

2.1.3.3 进站道路

进站道路引接于站址东侧的环岛风景路，新建进站道路长度约80m，路宽4.5m，道路纵坡小于1%，路面采用沥青混凝土公路型，与环岛风景路做法保持一致。

2.1.3.4 总平面布置

220kV 溇洲站区按全户内 GIS 变电站布置，设置1栋三层配电装置楼（地上两层、地下一层），配电装置楼位于站区中央，配电装置楼周边设置环形道路。

配电装置楼-3.5m 层布置电缆夹层；±0.0m 层布置主变室、220kV GIS 室、220kV 高压电抗室、10kV 配电室、35kV 配电室、接地装置室、低压配电室、站用变室、10kV 并联电抗器室、电容器室、35kV 消弧线圈室、警传室等；+6.0m 层布置继电保护室、通信电源室、蓄电池室等。

变电站进站大门设置于变电站东北部，警传室位于进站大门旁。泵房及消防水池、设置于变电站场地北侧，站区西南部预留扩建110kV GIS 室场地。

主变事故油池位于配电装置楼西侧远期3#高抗室南侧；化粪池位于警传室西南侧。

变电站总平面布置情况见图2.1-4。

2.1.3.5 配套环保工程

①水土保持

变电站站内外设置草皮绿化等植被绿化措施，设置雨水口、检查井、雨水排水管等水土保持设施。

②隔声降噪

变电站采取全户内布置，站内电气设备均位于户内。

③供排水

根据设计资料，溇洲变电站位于环岛风景路西侧，所在区域已覆盖自来水及市政污水、雨水排水管网。

项目给水水源采取市政供水。站用水源采用从变电站南侧环岛路路口市政主管网引接1根 DN100 给水管至站内，满足变电站生活用水及消防用水量要求。

220kV 溇洲变电站站内场地排水系统采用分流制，即雨水排水系统和生活污水排水系统。本站站内雨水排水设计，采用地面自然排水方案，即场地雨水汇集到雨水口，经雨水口进入站内雨水管网，经雨水管网排至变电站站外排水沟后，接入变电站东侧市政雨水管网内。

站内生活污水排水系统采用粪便污水与生活废水合流排放制度。生活污水独立排放，站内生活污水通过立管及排出管排至室外污水检查井，通过埋地污水排水管道及检查井采用重力自流排水方式集中排放至化粪池，经化粪池处理后排入市政管网。

④事故油应急处理系统

220kV 涠洲变电站内设事故油池一座，有效容积约为60m³，该事故油池位于配电装置楼西侧远期3#高抗室南侧。

根据设计单位提供的资料，本期新建事故油池有效容量按最大一台设备全部油量设计（变电站内主要电气设备包含总油量换算为容积均在55m³以下，其中本期单台主变油量在40m³以下，本期50Mvar 高抗油量在20m³以下，故拟建事故油池有效容积能满足要求），事故情况下的油污水经事故油池集中后，委托有资质单位处置。

根据设计单位提供的资料，本期220kV 涠洲站内主变集油坑面积约为117m²，油坑深度0.6m~0.9m，鹅卵石面以下的有效容积约为30m³，满足20%的主变油量要求；220kV 涠洲站及220kV 墩海站站拟建220kV 高压电抗器下方集油坑面积约为48m²，油坑深度0.6m~0.9m，鹅卵石面以下的有效容积约为15m³，满足20%的高抗油量要求。

2.1.3.6 变电站工程声源调查与分析

根据设计资料，本期新建 220kV 涠洲变电站的主要声源有 63MVA 主变压器 2 台，50Mvar 电抗器 1 台，此外，220kV 涠洲站为户内变电站，本期在变电站最外侧围墙设置有各类轴流风机共计 26 组。

根据设计资料，220kV 涠洲变电站主变压器设备声功率级取为 88.5dB(A)，220kV 高压电抗器设备声功率级取为 95.0dB(A)；轴流风机 26 组共计 8 个设备型号，对应数量及声功率级见表 4.12-16、表 4.12-17。本次预测将主变压器及高压电抗器按面声源考虑，风机按点声源考虑。

2.1.4 墩海~涠洲 220 千伏线路工程

2.1.4.1 地理位置

本线路全线位于北海市银海区、海城区境内走线。

2.1.4.2 建设规模

本项目输电线路路径全长49.44km，线路采取陆缆（海缆）走线，输电线路建设规模，详见表2.1-3~表2.1-5。

2.1.4.3 陆域线路路径

墩海~涠洲220kV 陆缆线路路径总长3.24km，分为北海侧、涠洲侧敷设2个部分。

（1）墩海~涠洲220kV 陆缆线路工程

①北海侧陆缆线路路径：线路起自220kV 墩海变电站本期拟扩建区域（利用站内电缆沟）往南，采取非开挖定向钻方式下穿越金海岸大道后，采取大开挖铺设排管的方式沿新世纪大道东侧走线，在海景大道北侧折向东，沿美景路北侧走线至经一路后，折向南，沿经一路西侧走线（采取桥缆的方式经一路），走线至荣和银滩 ONE 销售中心，转向西，沿排海水渠东侧堤岸走线至海缆登陆点为止。

北海侧陆缆线路路径长1.5km，线路路径如图2.1-8所示。

②涠洲岛侧陆缆线路路径：线路起自220kV 涠洲变电站，利用站内电缆管廊走线至变电站东北侧进站道路处出线后，利用进站道路南侧电缆沟继续往东走线至环岛风景路西侧后，折向北采取大开挖铺设排管的方式沿环岛风景路西侧走线至规划的涠洲岛一号道路（现状为至梓桐木村村道，采取非开挖定向钻方式下穿规划的涠洲岛一号道路）后折向西，沿该规划道路往西，穿越现状梓桐木村后，在中海油涠洲基地进站道路东侧折向南，后采取非开挖定向钻方式向西穿越海油涠洲基地进站道路及中海油地下油气管线，继续向西走线至海缆登陆点为止。

涠洲侧陆缆线路路径长1.74km，线路路径如图2.1-9所示。变电站站址周边及陆缆线路沿线现状照片如图2.1-7所示。

2.1.4.4 海缆工程路径

（1）墩海~涠洲220kV 海缆线路工程路径方案

根据《涠洲岛跨海 220kV 联网工程海底电缆预选路由选择依据说明材料（报批稿）》，本工程设计了两条路由方案进行比选，详见 8.1.8.1.2 海缆路由比选章节。依据比选结果，推荐方案如下：

海缆路由从北海市登陆点 1 出发，向西南方向垂直岸线延伸进入南漓港界，穿越北海银滩海岸防护极重要区红线区到达 3 号拐点。拐点 3 和拐点 4 之间的路由段主要根据北海港口航运区的排他性以及已确权的养殖区位置，选择平行于航运区东南边界的角度，距离约航运区 100m 铺设，从 2 号拐点沿航运区东南边界延伸出南港界，穿越禁渔禁锚区到达 4 号拐点，之后避开西侧北海港万吨级锚地，以 100m 的安全距离平行于禁渔禁锚区西边界延伸穿越铁山港规划进港航道，拐点 5~7 交越已建中海油涠北管道，然后以 300 至 380m 间距与之并行到达排污管北侧的 8 号拐点。最后路由垂直于涠洲岛岸线向东南延伸，以定向钻形式到达涠洲岛登陆点 10。工程海缆登陆点

根据《涠洲岛跨海 220kV 联网工程海底电缆预选路由选择依据说明材料（报批稿）》，本工程北海侧设计了 2 个登陆点进行比选，均位于北海市银海区银滩镇；涠洲侧设计了 3 个登陆点进行比选，比选结果详见 8.1.8.1.1 登陆点选址章节。依据比选结果，推荐方案如下：

(1) 北海大陆登陆点

北海大陆登陆点位于北海市银海镇的排水沟渠东岸。根据《北海市水、气、声环境功能区划方案（2021年-2030年）》，本项目陆缆线路北海侧入海处水体（水渠）为北海市城区雨污整治工程开挖的人工水渠，该水渠未规划水功能区划，主要功能为城市雨水、污水排放。详见图 2.1-11a。

(2) 涠洲岛登陆点

涠洲岛西侧从石螺口至中海油码头南侧近岸海域，珊瑚礁分布带较窄，本项目选择幕崖碎石滩踏勘区域作为唯一登陆点，其具体地理位置位于涠洲气源厂西侧碎石浅滩，中海油码头西南侧约 150m 处，如图 2.1-11b。

2.1.4.5 线路导线和地线

电缆型号：FY-YJLW03-Z127/2201×630型铜芯纵向阻水交联聚乙烯绝缘皱纹铝护套聚乙烯外护套电力电缆，外护套添加防蚁护层（退灭虫或退敌虫），采用双层护套结构，导体截面为3×630mm²。

海缆型号：铜芯交联聚乙烯绝缘分相铅套粗圆钢丝（铜丝）铠装聚丙烯纤维外被层光电复合3芯海底电缆，导体截面为3×630mm²，内置光缆为3×72芯，缩写代号为HYJQF41-F127/2203×630+3×72B1（钢铠），HYJQF71-F127/2203×630+3×72B1（铜铠）。

具体参数见表2.1-7、表2.1-8、图2.1-12a、图2.1-12b。

2.1.4.6 线路重要交叉穿越情况

根据设计资料，经现场踏勘，本项目电缆线路交叉穿越情况见表2.1-9。

表 2.1-9 输电线路主要交叉穿越情况一览表

交叉对象	墩海~涠洲 220kV 北海侧陆缆线路	墩海~涠洲 220kV 涠洲侧陆缆线路	墩海~涠洲 220kV 海缆线路
道路	新世纪大道、金海岸大道、海景大道、美景路	现状梓桐木村村道、中海油北海涠洲基地进站道路	/
水道	排水明渠 2 次	/	/
管道	/	/	已建中海油涠洲海底管道
航道	/	/	规划铁山港 30 万吨航道
习惯航路	/	/	涠洲岛东习惯航路、北海—琼州海峡习惯航路

2.1.5 220 千伏墩海站扩建 220 千伏涠洲间隔工程

2.1.5.1 前期工程概况

(1) 变电站地理位置

220kV 墩海变电站位于北海市海城区新世纪大道与金海岸大道交汇处北侧、西藏路西侧，220kV 墩海变电站地理位置图见图2.1-2。

(2) 变电站前期规模

- ①主变压器：三台主变，容量 2×150MVA，1×180MVA；
- ②电压等级：220kV/110kV/10kV；
- ③220kV 出线：3 回（分别为至紫荆 2 回、平阳 1 回）；
- ④110kV 出线：4 回（分别为至沙湾 1 回、海角 1 回、苏屋 1 回、银滩 1 回）；
- ⑤10kV 出线：16 回；
- ⑥无功补偿：6×8Mvar。

(3) 站区总平面布置

220kV 墩海变电站为户外变电站，主控通信楼、三台主变压器等位于变电站站区中部，其中主控制通信楼位于东侧、三台主变压器位于站区西侧，10kV 配电室位于站区中部，三台主变压器北侧；220kV 配电装置、110kV 配电装置分别列于变电站南侧与北侧，110kV 无功补偿装置位于站区西侧；#1 事故油池位于变电站西侧，无功补偿装置之间，2#事故油池位于 220kV 配电装置区东北侧。警传室布置于变电站东南角处，进站道路旁。

变电站电气总平面布置见图 2.1-21。

(4) 前期工程环评、验收情况

220kV 墩海变电站最近一期工程为220kV 墩海变电站扩建工程。2020年9月，中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司编制完成《220kV 墩海变电站扩建工程环境影响报告表》，2020年9月28日，北海市行政审批局以《关于220kV 墩海变电站扩建工程环境影响报告表的批复》（北审批建准（2020）327号）对该项目环境影响评价文件予以批复。

2022年3月该项目开工建设，2023年4月项目竣工并投入调试运行。

2023年6月，江西省地质局实验测试大队编制完成《220kV 墩海变电站扩建工程竣工环境保护验收调查表》，2023年6月16日，项目建设单位广西电网有限责任公司北海供电局组织完成该项目竣工环境保护自主验收。

根据《220kV 墩海变电站扩建工程竣工环境保护验收调查表》，220kV 墩海变电站扩建工程落实了环评报告表及批复文件的要求，变电站四周及环境敏感目标处电磁及噪声监测结果均满足相应标准限制要求，在设计、施工和环境保护设施调试期均采取了有效措施控制对环境的影响，项目不存在现有环境保护问题。

(5) 变电站现有环保设施

①污水处理措施：220kV 墩海变电站位于城区，周边已有市政管网覆盖，变电站站内产生的生活污水经站内化粪池处理后排入市政污水管网。站内雨水采取有组织的排水方式，经雨水口收集后，通过雨水排水管网，排至站外市政雨水管网。

②噪声处理：变电站主变位于站址中央，变电站南侧、东侧为城市主干道，西侧、北侧现状为空地，站址所在区域受交通噪声影响较大。

③生活垃圾处理措施：变电站站内设置垃圾收集装置，工作人员少量的生活垃圾经收集后由站内工作人员定期转运至指定点。

④事故油池系统：

事故油池：站内修筑有事故油池2座，其中1#事故油池通（与1#、2#主变集油坑连）有效容积为90m³，2#事故油池（与3#主变集油坑连通）有效容积为52m³，变压器及高抗四周设有排油槽与事故油池相连，如发生事故时油将排入事故油池。

集油坑：本站主变压器下方建有集油坑，其中：#1、#2主变集油坑与1#事故油池相连，#3主变集油坑与#2事故油池相连。变电站站内主要环保设施见图2.1-22。

2.1.5.2 本期扩建工程概况

(1) 扩建工程

1) 扩建工程内容

本期 220kV 墩海变电站向西侧征地 12m，围墙向西侧外扩 10.5m，建设 1 回至 220kV 润洲站 220kV 出线间隔，并在至 220kV 润洲站线路出线侧加装 1 组 50Mvar 高抗，采用户外敞开式设备。

本期在站区西侧征地范围内，新建 8 座电容器基础，新建 220kV 设备基础和支架，新建一台高抗设备基础，新建一面高抗防火墙及基础，新建电缆支沟和操作小道，对场地原有的 5#~12#电容器组拆除后搬迁至站区西侧（1#~4#电容器组西侧）。

根据设计资料，220kV 墩海变电站本期拟扩建 220kV 高压电抗器设备声功率级取为 95.0dB(A)，应该高压电抗器距离变电站围墙较近，故本期预测将高压电抗器按面声源考虑。

2) 扩建工程占地及规划情况

220kV 墩海变电站围墙向西侧外扩 12m，扩建区域属滨海平原地貌。扩建区域土地属性为建设用地，现状为防护绿地。扩建区域总征地面积约 1560m²，其中围墙内占地面积 1320m²，挡土墙等其他占地面积 240m²。

根据收集到的资料，并经现场踏勘，目前 220kV 墩海变电站站址南侧为市政道路（金海岸大道、新世纪大道），东侧为市政道路（西藏路）和小公园（西藏路休闲体育公园），西侧为变电站保护范围用地及房地产开发用地，北侧为公园和停车场。

3) 扩建工程平面布置

本期扩建工程建设前后 220kV 墩海变电站总平面布置，如图 2.1-26、图 2.1-27 所示。

(2) 依托工程

1) 220kV 墩海变电站内现有化粪池1座，位于主控通信楼南侧。

2) 220kV 墩海变电站内已设有垃圾桶等生活垃圾收集设施，生活垃圾经站内统一收集后，定期交由环卫部门处理。

3) 220kV 墩海变电站内设事故油池两座，有效容积分别为 90m³（1#事故油池）及 52m³（2#事故油池）。根据设计单位提供的资料，墩海变电站内本期新增高压电抗器油量在 20m³ 以下，本期高压电抗器下方集油坑与 220kV 墩海变电站内 1#事故油池，事故情况下的油污水经事故油池集中后，委托有资质单位处置。

根据设计单位提供的资料，墩海变电站本期扩建高压电抗器，高压电抗器下侧修筑有集油坑和排油管道，该排油管道与墩海变电站现状 1#主变事故油池上游检查井连通，本期高抗集油坑和排油管道的建设不会对 1#事故油池正常运行产生影响。

(3) 迁改工程

1) 迁改工程内容

本项目向西外扩后，需拆除现状变电站围墙外 110kV 墩银禾地下电缆线路，故本期变电站间隔扩建工程，在变电站占地范围内开挖 110kV 电缆沟，用于 110kV 墩银禾地下电缆线路的迁改。

根据设计资料，110kV 墩银禾线采用 ZRA-YJLW02-64/110-1×630 型电缆，迁改后利旧采用 ZRA-YJLW02-64/110-1×630 型电缆。

110kV 墩银禾迁改线路路径长约 0.3km，全线采取单回路电缆沟的敷设方式。

2) 前期工程环评、验收情况

根据建设单位提供的资料，110kV 墩银禾电缆线路属于 110kV 禾塘送变电工程子项工程内容（包括 110kV 禾塘变电站工程、220kV 紫荆变电站扩建至禾塘 110kV 间隔扩建工程、禾塘站 T 接墩海~银滩 110kV 线路 T 接段线路工程、紫荆~禾塘 110kV 线路工程）。

2020 年 5 月，中国电力工程顾问集团东北电力设计院有限公司编制完成《110kV 禾塘送变电工程环境影响评价报告表》，2020 年 5 月 28 日，北海市行政审批局以《关于 110kV 禾塘送变电工程环境影响评价报告表的批复》（北审批建准〔2020〕183 号）予以批复。

2021 年 7 月该项目开工建设，2022 年 12 月项目竣工并投入调试运行。

2022 年 12 月，江西省地质局实验测试大队编制完成《110kV 禾塘送变电工程竣工环境保护验收调查表》，2023 年 1 月 4 日，项目建设单位广西电网有限责任公司北海供电局组织完成该项目竣工环境保护自主验收。

2.1.6 海缆工程施工组织、进度安排及工程用海

2.1.6.1 海缆施工方案

项目北海市终端站和涠洲岛终端站之间海缆为单回路 220kV 三芯送出海缆，采用牵引缆绞锚、水下冲埋、边敷边埋的敷设方式。非跨越航道段埋设深度视海底底质而定，埋深在 2.5m~3.0m，跨越航道段埋深在 5.0m~5.5m，跨越航道处需提前疏浚。项目新建 220kV 海缆线路长约 46.2 km（考虑有海中地形起伏所增加的长度），其海缆两端登陆点间路由平面长度约 44.3 km，根据工程用海实际，海缆施工方式按路由平面长度核算，具体见表 2.1-10。

（1）施工区段划分

项目电缆主要连接北海市终端站和涠洲岛终端站，预选路由海域海床表层沉积物主要为淤泥及砂，北海端陆上部分为定向钻方式穿越滩涂，涠洲岛登陆端以定向钻方式穿越基岩。根据电缆敷设区域海洋环境的不同，将电缆敷设区分为以下三个主要区域：

①北海市定向钻登陆区域

拟采用非开挖定向钻技术进行海缆敷设。

②海缆铺设区域

北海市定向钻出土点至涠洲岛定向钻出土点之间海缆所经过的近海区域。

③涠洲岛定向钻登陆区域

涠洲岛近岸活珊瑚分布区域，采用定向钻登陆方案进行电缆敷设施工。

（2）北海市定向钻登陆区域

北海侧定向钻从岸上入土点至海上出土点的水平距离为600m，陆上入土点至登陆点水平距离约118m，北海市侧定向钻从登陆点至海上出钻点距离约482m。定向钻海上出土后转为冲埋铺设。

定向钻设计施工中，通过调整定向钻平面轨迹及埋深，使定向钻尽可能远离现状零星生长的红树林，同时尽量保持在稳定的地层中进行穿越。

定向钻施工过程采用盐水环保泥浆、并调整控制护壁泥浆压力、维持孔洞稳定、保证定向钻施工安全。

由于穿越经过地层主要是粉质粘土、淤泥质粉质粘土，且扩孔尺寸较大，易造成钻屑携带不干净，钻杆被粘卡，使钻杆扭矩增大，推力或拉力增加，因此对泥浆的要求比较高，拟采取以下措施：

（1）聘请泥浆专家进行前期泥浆试验和泥浆方案的制定并进行现场指导。

（2）水源采用附近的海水，配置海水泥浆。

(3) 选用高效环保抗盐膨润土，添加海水调和剂，按照公司泥浆实验室确定好的泥浆配比配置泥浆，现场及时测量泥浆各项参数，检查泥浆效果，发现问题，及时反映并处理，避免对环境的不利影响。

(4) 回拖阶段用洁净的海水代替泥浆，以防止套管拔除后泥浆漏失到海里。

(5) 根据地质资料情况，适时调整泥浆配制方案，在施工过程中根据不同的地层断面及时平稳调整泥浆性能。根据以往类似地层定向钻穿越施工经验，泥浆粘度在55"以上。

(6) 采用振动筛、除砂器、离心机对返回的泥浆进行三级净化处理后循环使用。

(7) 返浆收集

泥浆收集使用钢板焊接成型的泥浆箱回收泥浆。收集池尺寸为2m×2m×1m。泥浆池使用25m³的泥浆罐进行存储孔内返回的带屑泥浆。收集池如下图所示。

(3) 海缆铺设区域施工

海缆冲埋敷设长度为42.4km。施工方式以边敷边埋形式为主，利用水力冲埋埋设犁开展施工作业，拟采用无动力的绞锚施工船。常规海缆敷设主要施工工艺如图2.1-30所示：

①接缆

接缆采用海缆敷设船接缆，接缆地点为一般为生产厂家码头。

②试航

施工船舶到达施工现场之后，可首先进行试航作业，以确保后续施工顺利及施工质量

③扫海

海缆铺设前扫海长度为41.6km。在电缆敷设施工前，应对预定固定电缆路由进行扫海操作，以便于探明施工路由轴线上可能影响施工顺利进行的废弃缆线、绳索、插网、渔网等小型障碍物。扫海应注意避开已知的海底管线区域，防止造成意外损坏。

④敷设主牵引钢缆

海缆敷设船一般为无动力船型，需要拖轮拖带。海缆工程采用设置主牵引钢缆引导敷设船的施工方法。由于海缆工程路由较长，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，就位于海缆敷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。

⑤敷埋海缆

海缆冲埋敷设长度为42.4km。敷埋海缆的主要施工步骤：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，如图2.1-32。

（4）海缆敷设施工方法

①埋设机投放

当主牵引钢缆准备完毕后，埋设犁被A字架投入水中，在海底就位。施工船确保入水海缆保持较为合理的状态，牵引机逐步放出海缆。

②埋深调节与控制

当埋设犁开始移动时，通过船上监控设备控制其犁刀位置，高压水泵埋设臂开始工作切入海床。逐步调整埋设深度，直至设计值，放出海缆。

在海缆敷设过程中，要严格控制绞锚施工作业船舶的前进速度，一般为3~5m/min，应与敷设海缆的速度保持一致。

③海缆登陆

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。准确测量登陆长度后，在施工船上截下余缆。施工船埋设施工至登陆点前，登陆人员应已完成必要的牵引机械和人员的配置。施工船到达指定位置后，埋设犁停止工作，埋设犁臂回收。

（5）跨越已有海底管线敷设保护方案

海缆工程跨越已建中海油涇北管道长度约200m。根据项目新建海底电缆与拟穿越水深及海底地形，工程地质条件。项目海底电缆跨越已有海底管线直接敷设在海底，不进行冲埋作业。海底电缆采用铸铁套管敷设，然后上面覆盖带有土工布的混凝土连锁块保护，确保海底电缆安全。

海缆工程敷设作业时，冲埋敷设至距离已有海底管线100m处，海缆停止冲埋作业。吊装带有土工布的混凝土压块置于已有管道上方。海缆继续敷设，越过交叉点100m后，重新开始冲埋。裸露于海床的新建海缆采用带有橡胶垫的混凝土压块进行保护。铸铁套管+混凝土连锁块覆盖保护方案工艺成熟，是目前最常用的海底电缆交越区段保护方式，具体见图2.1-33、图2.1-34。

（6）海缆穿越航道方案

项目海缆穿越航道疏浚扰动面积为长度823m，宽度58m。

在涠洲岛西北侧至东北侧，规划铁山港30万吨航道未建，预选路由在穿越航道时，先进行疏浚，路由沿线放坡坡度取1:8，路由两侧放坡坡度取1:5，基槽底部宽度10m，基槽底部长度750m。海缆与航道交叉点疏浚断面示意图2.1-35a，海缆与航道交叉点疏浚平面示意图2.1-35b，疏浚区域水深图见图2.1-36。

疏浚泥沙量约 $1.536 \times 10^5 \text{m}^3$ ，计划采用斗容为 13m^3 抓斗式挖泥船。疏浚后进行冲埋，冲埋铺缆之后，为保护海缆，紧接在冲沟内填充2cm~5cm碎石，为外购卵石，填碎石厚度约1.5m，冲沟原状土自然回淤至沟内。

倾倒地介绍：

推荐的抛泥消纳点为2021年10月28日国家生态环境部正式同意设立铁山港外临时性海洋倾倒地，倾倒地面积 14.43km^2 ，倾倒地容量为每年 $1.200 \times 10^7 \text{m}^3$ 。铁山港外临时性海洋倾倒地，是 $109^\circ 18' 47.207'' \text{E}$ ， $21^\circ 17' 09.904'' \text{N}$ ； $109^\circ 21' 23.297'' \text{E}$ ， $21^\circ 18' 15.440'' \text{N}$ ； $109^\circ 22' 03.978'' \text{E}$ ， $21^\circ 16' 48.286'' \text{N}$ ； $109^\circ 19' 27.908'' \text{E}$ ， $21^\circ 15' 42.761'' \text{N}$ 四点连线围成的区域，面积 14.43km^2 ，用于处置符合相关标准和要求的疏浚物。

海缆与航道交叉点疏浚区域距离铁山港外临时性海洋倾倒地约18nmile，约合33km。该倾倒地是现阶段推荐的倾倒地，建设单位应在施工前按照管理要求办理倾倒地许可证，根据主管部门要求合法倾倒地。

(7) 涠洲岛定向钻登陆施工方案

为避免海缆工程涠洲岛一侧施工对珊瑚的影响，采用定向钻底部穿越近岸珊瑚礁区域，海上出土点距离生活区域距离约380m，出土后的500m海缆采用套管敷设方式加盖带有土工布的混凝土联锁排块（施工方式同上节“涠北管线交越施工方式”）。涠洲岛侧定向钻从岸上入土点至海上出钻点的水平距离为830m，接入土点至登陆点水平距离约130m，登陆点至海上出钻点距离约696m。

定向钻穿越近岸登陆施工主要流程如图2.1-36所示，简要按步骤介绍如下：①首先开展导向孔成孔工作，成孔机械自岸端向海上用细钻杆顶进，形成全线贯通的导向孔；②导向孔顶进到位后进行路径复测，当导向孔路径走向、埋设深度、曲率等指标经复核满足海缆敷设要求后，方可开展扩孔工作；③扩孔工作需在海上增设施工平台或驳船，通过钻机自海上平台向陆地上回拖，扩孔时通过原导向孔将扩孔产生的泥浆向大陆侧抽吸；④扩孔完成后开展拖管工作，自海上平台向陆地上回拖，管道回拖到位后非开挖定向钻施工工作完成，可由海上向陆地段拖放海缆登陆。

海缆工程定向钻施工在陆域入土点设有泥浆池存放成孔及扩孔工序产生的废弃泥浆，过程中自海向陆方向开展抽吸工作，避免产生的泥浆进入水体。同时，定向钻施工中除海域出土点外不产生开挖面，海域出土点拟距离珊瑚礁分布边缘约380m。

根据目前登陆点近区相关资料表明，定向钻海域出土点位置水深约10m，珊瑚礁分布区水深约6m~9m，根据浅剖柱状图表明海底3m深度以下海底底质为中风化玄武岩。因此，海缆工程拟建定向钻穿越珊瑚礁区域成孔埋深取5m以下，底质成孔特性较好，顶进、扩孔过程中不会产生塌孔、开列等引起海底地形变化。同时，扩孔采用旋转扩孔工艺，不会对成孔上方海底地表产生剧烈震动。

为防止涠洲岛侧定向钻出土点出露时泥浆外溢，在定向钻出土点设置钢套筒防止泥浆外溢，钢套筒需打桩固定。

2.1.6.2 施工资源配置及进度安排

海缆埋设施工船属于专用船舶，船上除配备了常规的锚泊系统设备等，如表 2.1-11~表 2.1-12。

本项目海洋工程施工计划具体见表 2.1-13。施工期避开了北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区特别保护期为 1 月 15 日至 3 月 1 日，避开了北部湾蓝圆鲹产卵场（产卵盛期 3~5 月）、北部湾二长棘鲷产卵场（产卵期 1~3 月），以及冲埋铺缆施工作业避开了周边养殖区（养殖期为 10 月至次年 7 月）。

2.1.6.3 工程用海

依据《220 千伏涠洲岛跨海联网工程海域使用论证报告书》（送审稿），本项目海缆申请用海面积为 89.7775ha，拟申请用海年限为 31 年。本项目于 2023 年 11 月 30 日取得北海市行政审批局立项批准。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），海底电缆的用海方式为其他用海方式（一级类）中的海底电缆管道用海（二级类），根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资源部 2023 年 11 月），本项目用海类型为工矿通信用海（一级类）中的海底电缆管道（二级类）。

申请用海宗海位置图和宗海界址图详见图 2.1-39。

2.1.7 工程占地、施工工艺和方法及主要经济技术指标

2.1.7.1 项目占地

（1）工程占地

据统计，本项目陆域工程建设区共占地 2.74hm²，其中永久占地 1.95hm²，临时占地 0.79hm²；海缆工程非定向钻开挖临时占地 0.24hm²。永久占地包括变电站站区围墙内、进站

道路、围墙外护坡排水设施和电缆线路出露地面占地等；临时占地包括变电站施工临时占地、施工生活区、变电站间隔扩建工程临时占地、电缆施工临时占地等。具体占地类型见表 2.1-14。

(2) 土石方平衡

陆域工程总挖方量为 3.25 万 m³，总填方量为 3.25 万 m³，无弃方，土石方挖填平衡。项目土石方平衡表详见表 2.1-15。

220kV 涠洲变电站工程可分为站区建设区、进站道路建设区、施工生产生活区等 3 个分区，工程总挖方量 3.03 万 m³，总填方量为 3.07 万 m³，内部调配 0.04 万 m³，变电站土方来源于涠洲侧陆缆线路开挖。

陆缆线路工程可分为北海侧陆缆线路、涠洲侧陆缆线路等 2 个分区，陆缆线路土石方总开挖量为 0.10 万 m³，总填方量为 0.02 万 m³，内部调配 0.08 万 m³，涠洲侧陆缆线路土方去向为站区建设区，北海侧陆缆线路土方去向墩海站扩建区。

墩海站间隔扩建工程可分为墩海站扩建区、迁改线路施工区等 2 个分区，间隔扩建土石方总开挖量为 0.12 万 m³，总填方量为 0.16 万 m³，内部调配 0.04 万 m³，墩海站间隔扩建土石方来源于北海侧陆缆线路及迁改线路施工区，迁改线路施工区土石方去向为墩海站扩建区。

海缆线路工程定向钻产生的钻渣量约 0.1 万 m³，运至合法消纳场处理，航道疏浚产生的疏浚物约 15.36 万 m³，拟运至铁山港外临时性海洋倾倒区处置。

(3) 工程物料和资源消耗

输变电工程在运行期仅进行电能电压等级的转换和传送，无相关物料和资源消耗。

(4) 林木砍伐

本项目位于北海市银海区、海城区境内，项目区内人为活动极为频繁，基本无原生自然植被分布，项目区内林地主要为人工栽培植被（以楝、木麻黄、银合欢、构树及人工种植的景观绿化植被为主）。

陆缆线路全线采取地下电缆敷设的方式，沿已有或规划市政道路走线（规划市政道路现状为村道），项目变电站站址及线路沿线林地呈零星分布，需砍伐林地很少。

2.1.7.2 施工工艺和方法

2.1.7.2.1 变电站工程施工组织和施工工艺

2.1.7.2.1.1 施工组织

各施工区内的规划布置由施工单位自行决定，在“先土建，后安装”的原则下，可交叉使用施工场地。施工生产生活区在站区围墙外临时征用。

220kV 涠洲变电站位于涠洲岛内，除需永久和临时占用南澗—涠洲岛海滨风景名胜区，不涉及自然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园、生态保护红线等生态敏感区的永久及临时占用，与前述生态敏感区的边界最近距离约80m。在涠洲站施工组织过程中需严格落实本报告提出的各项生态保护及污染防治措施，确保对周边环境影响可接受。

2.1.7.2.1.2 施工工艺

(1) 建筑材料供应

变电站站址位于北海市海城区涠洲岛西角村，站址位于涠洲岛上，该岛为远离大陆的孤岛，距离大陆约40km，岛上不但土料、砂石料等天然建筑材料缺乏，其他水泥、钢材及混凝土砖等建筑材料均要从陆上运入。

本项目所需砂石料和水泥、钢材、砼预制砖、管材等均需从北海建材市场购买，运输距离约45km，需多次装卸，从北海码头运至涠洲岛码头、然后从涠洲岛码头运至工地。

涠洲岛与外界以海上交通为主，每天均有往返北海的客轮。岛上有涠洲南湾港、西角沟港口、北港面港口、南油终端厂码头等。岛上交通道路较多，交通条件尚好。

岛内建筑材料的购买及运输需设置固定路线，尽可能避免在夜间、中午、晨昏等时段作业，运输车辆需采取篷布苫盖措施，确保运输材料不散落。

(2) 施工场地布置

新建220kV 涠洲变电站工程量相对较大，施工场地尽量布置在站区征地范围内，施工人员的生活用地考虑在变电站施工场地南侧空地内修建临时施工人员生活区。临时施工场地占用之前，应提前做好协调及占地补偿手续。

严格按照《220千伏涠洲岛跨海联网工程项目涉及南澗—涠洲岛海滨风景名胜区选址论证报告》要求设置施工临时场地，并严格控制施工活动范围，缩短施工时间，尽可能减少对周边环境的影响。

(3) 土石方工程与地基处理方案

该方案包括配电装置楼、主变、高抗等建筑物、构筑物、电气设备及设施基础的开挖、回填、碾压处理等。

(4) 混凝土工程

为保证混凝土质量，工程开工以前，应掌握近期气候情况，场地平整时宜避开雨天施工，严禁大雨期进行回填施工，并应做好防雨及排水措施。基础施工期，以先打桩、再开挖、后做基础为原则。

严格按照《220千伏涠洲岛跨海联网工程项目涉及南澗—涠洲岛海滨风景名胜区选址论证报告》要求优化施工方案，加强科学管理，尽可能减少施工临时占地、缩短施工作业时间，

把项目建设与治理环境和美化环境结合起来，同步进行，以减少项目对环境的影响。合理选择施工便道的线路布置，尽量避让风景名胜区等环境敏感区域，同时缩减用地范围，通过绿化美化技术的应用，减小对周边环境的影响。

(5) 电气工程

电气施工需与土建配合，如接地母线敷设、电缆通道安装等可与土建同步进行。

(6) 设备安装

220kV 电气设备一般采用25t-150t 吊车施工安装。在用吊车吊运装卸时，除一般平稳轻起轻落外，尚需严格按厂家设备安装及施工技术要求进行安装。

在后续植被恢复过程中，应严格遵循“生态优先”的原则，以乡土树种为主、乔灌木相结合，最大限度地保护现有森林，进行绿化美化的同时，尽量提高生态效益，达到生态补偿效果

2.1.7.2.2 陆缆线路工程施工组织和施工工艺

2.1.7.2.2.1 施工组织

各施工区内的规划布置由施工单位自行决定，在“先土建，后安装”的原则下。涠洲岛侧陆缆线路施工生产生活区与变电站施工生产生活区共用，北海侧陆缆线路施工人员租住在线路沿线居民房内，不另外设置施工生产生活区。

本项目陆缆线路涠洲侧均位于涠洲岛内，需永久和临时占用南漓—涠洲岛海滨风景名胜区，施工组织过程中需严格落实本报告提出的各项生态保护及污染防治措施，确保对周边环境影响可接受。

2.1.7.2.2.2 施工工艺

根据设计资料，本项目陆域电缆敷设方式有电缆沟、排管、非开挖水平定向钻、电缆桥架等施工方式。

根据设计资料，项目陆缆线路全线沿已有或规划市政道路走线（规划市政道路现状为梓桐木村乡村道路），陆缆线路施工主要占用已有道路、绿化带等，施工期间需严格按照《220千伏涠洲岛跨海联网工程项目涉及南漓—涠洲岛海滨风景名胜区选址论证报告》要求，严格控制施工活动范围，缩短施工时间，加强施工人员管理，不在晨昏或正午使用高噪声机械等生态保护和污染防治措施。

(1) 电缆沟及施工工艺

电缆沟采用现浇钢筋混凝土电缆沟体，预制钢筋混凝土盖板。双回路电缆沟侧壁厚200mm，底板厚200mm，盖板厚150mm，沟内净空尺寸为1.3m（宽）×1.2m（高）。单回路电缆沟侧壁厚200mm，底板厚200mm，盖板厚150mm，沟内净空尺寸为1.0m（宽）×0.5m

(高)。垫层均采用素混凝土，底部预埋直径100mm排水管或设置渗水井。盖板制造完成后应注明正反面。沟内壁两侧安装螺栓式支架，支架采用不锈钢金属材料，要求选用不饱和聚酯树脂或环氧树脂。电缆敷设完毕后，沟内填满洁净的细砂，沟外回填土应在电缆沟盖板铺放完成后，沿沟两侧均匀回填采用碎石粉，分层洒水夯实。

电缆沟敷设施工工艺流程：勘测设计→材料准备→场地清理→沟槽开挖→基础处理→混凝土浇筑→管道埋设→电缆吊装→电缆接线→绝缘及接地测试→检查验收。

(2) 开挖直埋排管及施工工艺

大开挖直埋非金属电缆保护管用于电缆穿越市政部门允许开挖的行车道路，双回路排管采用数量为：8根2排内径200mm和8根内径100mm的电缆保护管；单回路排管采用数量为：4根2排内径200mm和4根内径100mm的电缆保护管。同时，所有的电缆保护管其净埋深都不能小于1m，电缆保护管外加C15细石混凝土包裹层，两侧及下部包裹层的厚度不能小于100mm，上部包裹层的厚度不能小于200mm，其承力净间距不小于50mm。排管两端设置转换工井。

开挖直埋排管施工工艺流程：勘测设计→材料准备→场地清理→测量放线→沟槽开挖→基础处理→混凝土浇筑→人井砌筑→模板拆除→排管安装→绝缘及接地测试→回填碾压→恢复路面→检查验收。

(3) 非开挖电缆铺管及施工工艺

非开挖电缆铺管用于电缆穿越市政部门不允许开挖的行车道路和水域等。项目采用导向钻进非开挖铺管技术，利用地面放置的钻机、随钻测量仪器以及有关钻具，沿欲铺设管线设计的轨迹钻成先导孔，然后回拉扩孔，将孔径扩大到铺管要求的孔径，并将管线同步或分步拉入实现非开挖铺管的施工技术。电缆铺管采用内径为200mm、内径为100mm的电缆保护管。铺管两端设置转换工井。

导向钻进非开挖铺管施工工艺流程：勘测设计→材料准备→场地清理→入钻沟、下管沟开挖→导向孔设计→钻机安装→导向孔施工→导管焊接→扩孔、清孔施工→回拉敷设电缆→电缆接线→绝缘及接地测试→检查验收。

(4) 电缆专用桥架及施工工艺

电缆专用桥可用于电缆跨越市政部门不允许开挖或不具备非开挖穿越的水域等。根据跨越水域宽度及设计荷载的不同，桥可钢筋混凝土形式，桥墩采用钻孔灌注桩加承台形式，桥两端设置围墙和大门。

电缆桥架施工工艺流程：勘测设计→材料准备→场地清理→测量定位→支架安装→桥架跨接→桥架引出管安装→电缆敷设→电缆接线→绝缘及接地测试→检查验收。

(5) 电缆工作井及施工工艺

安装电缆接头、牵引电缆、锚固电缆、检修维护电缆或不同敷设方式转换需设置电缆工作井，其底板标高比相衔接的敷设构筑物低 0.2m，用于施放电缆机具设备所需。陆域工程电缆工作井用现浇钢筋混凝土井体和预制钢筋混凝土盖板，工作井侧壁厚 200mm，底板厚 200mm，盖板厚 150mm；底板垫层采用素混凝土，底部预埋水泥排水管或设置渗水井。

电缆工作井施工工艺流程：勘测设计→材料准备→场地清理→测量放线→土方开挖→沟槽处理→浇筑混凝土垫层→钢筋绑扎→基础模板支护→浇筑混凝土基础→绑扎井身钢筋→井身模板支护→电缆井内接线→绝缘及接地测试→吊装盖板→检查验收。

(6) 定向钻陆域入土点施工

1) 定向钻入土点

①北海侧定向钻入土点

定向钻入土点前期场地条件良好，无需重新整平、开垦。项目入土点位置及施工阶段陆域施工场地平面布置图见图 2.1-41a。

②涠洲岛定向钻入土点

涠洲岛定向钻入土点位置及施工阶段陆域施工场地平面布置图见图 2.1-41b。

2) 施工工艺：①首先开展导向孔成孔工作，成孔机械自岸端用细钻杆顶进，形成全线贯通的导向孔；②导向孔顶进到位后进行路径复测，当导向孔路径走向、埋设深度、曲率等指标经复核满足海缆敷设要求后，方可开展扩孔工作；③扩孔工作需在海上增设施工平台或驳船，通过钻机自海上平台向陆地上回拖，扩孔时通过原导向孔将扩孔产生的泥浆向大陆侧抽吸；④扩孔完成后开展拖管工作，自海上平台向陆地上回拖，管道回拖到位后非开挖定向钻施工工作完成，可由海上向陆地段拖放海缆登陆。

2.1.7.2.3 墩海站间隔扩建工程和施工工艺

2.1.7.2.3.1 施工组织

间隔扩建本期需新征用地12m，其中围墙向西外扩10.5m，在“先土建，后安装”的原则下，可交叉使用施工场地，并充分利用220kV 墩海变电站内空地。本期间隔扩建工程工程量较小，施工时间较短，且扩建区处于城区，周边居住生活均较为方便，故本期间隔扩建工程不在另外设置施工生产生活区。

2.1.7.2.3.2 施工工艺

(1) 施工准备

施工准备阶段主要是施工备料、废料的运输和堆放施工，该工程材料运输尽量利用城市道路及乡村水泥道路，交通条件良好，便于材料的运输和调配。材料装卸、运输及堆放将产生少量扬尘、噪声。

其中施工扬尘主要来自构架及电气设备基础的土方挖掘及堆放、建筑材料的搬运及堆放、施工垃圾的堆放及清理等。

(2) 基础施工

①基坑开挖和混凝土浇筑：项目间隔扩建支架、高抗及电容器组基础采用 C25 混凝土杯形基础；混凝土浇筑完后，外露部分应适当覆盖，洒水养护；拆模后，及时回填土方并夯实。

②回填、余土弃渣堆放：根据设计资料，出线间隔工程总挖方量 1200m³，填方量约为 1600m³，内部调配 400m³，其中北海侧陆缆线路调入 400m³，扩建区拆除产生建筑垃圾等经统一收集后运送至所在区域政府部门制定的消纳场。

(3) 设备安装

①基础复核：用经纬仪、钢尺复测构架基础中心线、高程是否与设计一致，并填写技术复核记录表。由质检员、技术员对基础质量进行检查。质量合格方可进行下道工序施工。

②构件检查与安装：根据电气图纸设计要求，仔细核对金属加工件的数量级尺寸，检查焊接是否牢固、可靠。核实构件弯曲度，安装孔位置正确、附件齐全等。

(4) 迁改线路施工

间隔扩建工程将占用现状墩海变电站西侧的 110kV 墩银禾线电缆沟，本期拆除该侧电缆沟后，在变电站站内新开挖一条电缆沟，作为 110kV 墩银禾线电缆线路路径。

电缆沟的开挖施工工艺与前述电缆沟及施工工艺类似。

2.1.8 主要经济技术指标

根据工程初步设计资料，本项目动态总投资为 85853 万元，工程环保投资约 3129.13 万元，占总投资 3.64%。本项目计划于 2025 年建成投运。详见表 2.1-16。

2.2 工程分析

2.2.1 海缆工程

2.2.1.1 海缆工程施工期污染影响因素分析

施工期污染影响主要来自铺设前的穿越航道段疏浚施工、扫海清障作业及电缆埋设作业产生的悬浮沙，船舶施工作业人员的生活污水、船舶垃圾，路由扫海清障作业产生的海底垃圾

圾，电缆铺设过程产生的电缆废料，作业船只产生的油污水，以及施工机械产生的噪声、尾气等。

定向钻施工产生的泥浆在陆域入土点施工场地内设泥浆池，经沉淀后循环使用，施工结束后废弃泥浆、钻屑等废弃物均在陆域妥善处置，不向海洋排放，不会对北海市侧登陆点附近的红树林和涠洲岛侧的珊瑚礁产生影响，定向钻施工产生的泥浆、钻屑处置依托陆域设施处置。

施工期产污环节见图 2.2-1。

2.2.1.2 海缆工程施工期非污染生态影响分析

施工期穿越航道段疏浚施工、扫海清障及埋设作业阶段悬浮沙的排放会对底栖生物、浮游动物和浮游植物带来一定的影响。

穿越航道段疏浚施工、扫海清障及埋设作业破坏的海底面积及在冲埋沟两侧所堆积的泥沙对底栖生物造成一定破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏施工现场周围海底部分底栖生物并影响沿电缆一带的海底生态环境，对底栖生物的影响主要是对底栖生物的掩埋作用，将对部分底栖生物带来影响。

悬浮物对浮游植物的影响主要为：由于悬浮物的含量增高，增大了水体的消光系数降低光线射深度，可减低海水的透光率，一方面影响浮游植物的光合作用，在一定程度上影响水体的浮游植物的生长与繁殖，降低了海洋初级生产力；另一方面，由于悬浮物快速下沉，有部分浮游植物被携带而随之下沉，使水体中浮游植物遭受一定的损害。

悬浮物对浮游动物的影响主要表现在：一是对海水悬浮泥沙浓度的增加，可导致海水透明度和光照下降，将对浮游动物的繁殖和生长造成较大的影响，进而造成浮游动物的生物量降低；二是掀起的泥沙使海水中悬浮物含量的增高，悬浮物含量增多对浮游动物的存活和繁殖有明显的抑制作用，过量悬浮固体使其食物过滤系统和消化器官受到阻塞而导致死亡。

悬浮物对游泳动物的影响主要表现在：一是悬浮固体多为细微的固体颗粒，会粘附在动物的表面，干扰动物的感觉功能；有些粘附甚至引起动物表皮组织溃烂；通过动物的呼吸，悬浮物会阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；滤食性鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内消化系统混乱。二是水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对用于游泳动物产生不利影响；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。三是在施工期间，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。四是在这里栖息、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。悬浮扩散将因不利于游泳动物的生理生活需求而占用游泳动物部分生境。

工程建设对水质的影响属于短期环境效应，随着作业的结束，水质将逐渐恢复，随之而来的便是生物的重新植入。

海上船只施工过程会干扰作业区域海洋生物的生存活动，这种影响在施工作业结束后即消失。

2.2.1.3 海缆工程运营期污染及非污染环境的影响分析

本项目运营期间对海洋环境可能的影响主要为电缆原料及其它辅料腐蚀后对海洋水质及沉积物环境的影响、电缆发生风险事故后的后期修复作业影响以及对电缆路由两侧限制部分海洋功能的影响。

本项目的原料均进行了抗 30 年海水腐蚀的防腐设计，铜合金经有关研究铜离子溶解速率为 $10\mu\text{g}/\text{d}\cdot\text{cm}^2$ ，电缆原料可能被破坏后溶出重金属量极其有限，不影响海水水质及沉积物环境。

海底电缆发生风险事故时，后续的海上修复作业会对海域环境带来一定的影响，其影响因素同施工期。

海缆工程运行期基本不涉及污染物排放，工程实施不会影响工程海域的水下地形，也不会对工程海域潮流水文动力条件造成改变。

2.2.1.4 海缆工程废弃阶段的影响分析

目前，世界上对海缆弃置方案有多种。主要的海缆弃置方案有原地弃置和打捞回收。

若将海底电缆弃置原地，海缆长期在浅层海底土中可能导致外保护层破坏，重金属溶出，将会影响海底的土质环境和海水的水质环境，造成附近海区的重金属污染。若将电缆打捞回收将产生悬浮沙，影响海水水质及海洋生物，但影响是短暂的。电缆服务期满后应妥善处理电缆，防止污染海洋环境。

本项目的服务期满后，废弃处置方案首先报请主管部门批准，废弃工程应进行详细的废弃处置工程设计和计划安排，尽可能使能够并行的工作同时开展，缩短整个工期。废弃阶段将根据当时的环保要求进行废弃阶段环境影响评价。

2.2.1.5 海缆工程污染源强核算

项目新建 220kV 海缆线路长约 46.2km，其中两端登陆点间路由平面长度约 44.3km，考虑海中地形起伏所增加的长度，共计约 46.2km。根据工程用海实际，海缆工程污染源强核算按路由平面长度核算。

海缆铺设采用常用的技术成熟的铺缆工艺，水力埋设犁边犁边铺缆，铺缆船速度及埋设犁刀等尺寸参数均由施工单位提供，本次评价参考多个生态环境主管部门批复的海缆环境影响报告书，综合以上信息，确定本次评价的源强核算参数。

2.2.1.5.1 悬浮沙

海缆与航道交越处疏浚，以及进行埋设段路由的扫海清障作业、海缆冲埋埋设作业时，施工设备会扰动海底泥沙和沉积物，产生悬浮沙，会对海洋水质、海洋生态以及海洋生物资源产生影响。

根据海缆铺设实际施工经验，铺设时产生悬浮沙速率与施工扰动海底作业面，扰动的速度，海底沉积物中泥沙的干密度，以及泥砂中可悬浮的物质的比例，其计算公式如下：

产生速率=搅动沉积物的横截面积×设备移动的速度×泥沙干容重×起沙率

产生量=搅动沉积物的横截面积×扰动悬浮物的长度×泥沙干容重×起沙率

各作业阶段悬浮沙的产生量及产生速率如下：

(1) 扫海作业阶段悬浮沙

扰动横截面积：扫海作业时，在海底路由中心线及两侧进行扫海、清障作业，摸清、扫除路由上有碍埋设作业的所有障碍物，扫海作业面宽度共 1.5m，深度按 0.1m 计，尽管扫海锚具存在间隙，但考虑到锚具本身的结构特征，扫海锚尾部在海底拖行，对海底沉积物的扰动宽度可按照最大值 100% 计算，则扰动的横截面积为 0.15m²；

设备清理速度：敷设前扫海作业的路线清理速度为不大于每小时 2km（即 0.556m/s）；

清理路线长度：根据施工方案，扫海路线长度约 41.613km；

泥沙干容重：根据现状调查期间对埋设段路由区沉积物粒度分析结果，海缆路由扫海埋设段所在的底质类型主要以砂质粉砂、砾质砂、含砾泥为主。依据《220 千伏涠洲岛跨海联网工程-工程地质勘察报告》，沉积物的干密度取值为 1400 kg/m³。

起沙率：影响起沙率的主要因素有沉积物的类型、沉积物的中值粒径、以及项目施工对沉积物的扰动程度。扫海锚施工过程不进行任何挖掘工作，仅在海底表面拖过，将障碍物等清走，不会带起海底沉积物。根据同类项目经验，扫海对海底的扰动程度相对较小。考虑以上综合因素，同时参考《涠北管线项目环境影响报告书（报批稿）》（2022 年），本项目和涠北管线项目均位于北海—涠洲海域，底质以砂质粉砂、砾质砂、含砾泥为主，本项目路由区与类比项目水文泥沙情况相似，具有可参照性。确定本项目扫海阶段起沙率为 15%。

计算结果：

产生速率=0.15m²×0.556m/s×1400kg/m³×15%=17.51kg/s

产生量=0.15m²×41613 m×1400kg/m³×15%=1310.81t

(2) 埋设阶段悬浮沙

埋设阶段作业产生悬浮沙包含水力冲埋和埋设犁作业产生的悬浮沙。

①水力冲埋作业

扰动横截面积：根据施工方案，海缆常规埋设深度 3m，则扰动深度为 3.0m；埋设犁刀宽度约为 30cm，考虑到底质为砂质粉砂、砾质砂等，则沟底扰动宽度为 0.3m，沟顶扰动宽度为 0.6m。可得扰动沉积物的横截面积为 1.35m^2 。

航道跨越冲埋深度 4m，则扰动深度为 4m；则沟底扰动宽度为 0.3m，沟顶扰动宽度为 0.6m。可得扰动沉积物的横截面积为 1.8m^2 。

海缆埋设的速度：常规埋设速度约为 0.0667m/s （3-5m/min，取平均值 4m/min）；航道跨越埋设速度约为 0.05m/s （取 3m/min）。

海缆埋设的长度：根据施工方案，海缆两侧登陆段均采用定向钻施工，其中，海缆涠洲岛登岛段距海岸线约 0.696km 处定向钻入海床，海缆北海市登岛段距海岸线约 0.482km 处定向钻入海床，管线交越段 0.2km，直接敷设段 0.503km；项目冲埋长度约 42.436km（其中航道跨越段冲埋长度约 0.823km）；

沉积物密度及起砂率：埋设犁在海底边冲埋边敷设海缆，在海缆施工船牵引和水力冲埋下，将海底泥沙冲开，起砂率选取同扫海阶段，冲埋作业起砂率按 15%计。

计算结果：

产生速率：

埋设深度为 3m：产生速率= $1.35\text{m}^2 \times 0.0667\text{m/s} \times 1400\text{kg/m}^3 \times 15\% = 18.9\text{kg/s}$

埋设深度为 4m：产生速率= $1.8\text{m}^2 \times 0.05\text{m/s} \times 1400\text{kg/m}^3 \times 15\% = 18.9\text{kg/s}$

产生量= $1.35\text{m}^2 \times (42436\text{m} - 823\text{m}) \times 1400\text{kg/m}^3 \times 15\% + 1.8\text{m}^2 \times 823\text{m} \times 1400\text{kg/m}^3 \times 15\%$
 $= 12108.38\text{ t}$

②埋设犁作业

埋设犁在海床表面拖行时，埋设犁与海床接触面宽度（埋设犁左右侧支撑腿宽度各约 0.7m）的 1.5 倍计算，即扰动宽度为 2.1m，扰动深度按 0.1m 计，埋设速度同冲埋作业。埋设犁拖行起砂率选取同扫海阶段，埋设犁拖行起砂率按 15%计，则：

埋设犁与海床接触面宽度按埋设犁与海床接触面宽度的 1.5 倍计算，

产生速率（常规段）= $0.21\text{m}^2 \times 0.0667\text{m/s} \times 1400\text{kg/m}^3 \times 15\% = 2.94\text{kg/s}$

产生速率（航道跨越段）= $0.21\text{m}^2 \times 0.05\text{m/s} \times 1400\text{kg/m}^3 \times 15\% = 2.21\text{kg/s}$

产生量= $0.21\text{m}^2 \times 42436\text{m} \times 1400\text{kg/m}^3 \times 15\% = 1871.43\text{t}$

③小结

综上分析，电缆埋设作业常规冲埋+埋设犁拖行源强为 21.84kg/s ，电缆埋设作业航道跨越冲埋+埋设犁拖行源强为 21.11kg/s 。冲埋+埋设犁拖行产生悬浮沙产生总量为 13979.81t 。

（3）海缆穿越航道段疏浚

根据施工方案，疏浚深度 4.8m；放坡坡度取 1:5，疏浚的宽度基槽底部宽度 10m，基槽顶部宽度 58m，基槽底部长度 750m，基槽顶部长度 823m。

疏浚采用 13m³ 抓斗式挖泥船施工，挖泥效率为 520m³/h，悬浮沙源强核算采用《水运工程建设项目环境影响评价指南》（JTS/T 105-2021）中推荐的公式进行估算，计算得出，悬浮物源强约为 6.1kg/s。

$$Q=R/R_0 \times T \times W_0$$

式中：

Q：疏浚作业悬浮物发生量（t/h）；

R：发生系数 W₀ 时的悬浮物粒径累计百分比（%），按照规范选取：89.2%；

R₀：现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%），按照规范选取：80.2%；

T：挖泥船疏浚效率（m³/h），本次选取 520 m³/h；

W₀：悬浮物发生系数，按照规范选取：0.038（t/m³）。

疏浚施工产生的悬浮沙总量：本项目平台疏浚量 15.36 万方，因此，疏浚施工产生的悬浮沙总量=153600×0.038×1400kg/m³=8171.52（t）

（4）固定桩打桩

为防止濠洲岛侧定向钻出土点出露时泥浆外溢，在定向钻出土点设置钢套筒防止泥浆外溢。依据施工单位在周边海域施工提供的经验数据，钢套筒的固定桩打桩施工悬浮沙源强取 0.4kg/s。

由上可得，施工期悬浮沙产生速率和产生量见表 2.2-1。

2.2.1.5.2 船舶污染物

船舶污染物来源于铺线前开道作业、电缆铺设两个施工阶段。船舶污染物来源于施工阶段的施工船，主要包括船员生活污水、机舱含油污水、船舶垃圾、船舱压载水及沉积物、污水处理污泥(油泥)等。

（1）生活污水

船舶生活污水的主要污染物为 BOD₅、SS 和大肠菌群。参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）及类比一般船舶生活污水水质，生活污水污染物产生浓度约为 BOD₅：200mg/L、SS：400mg/L、大肠菌群：2.4×10⁵pcs/L；生活污水产生量根据卫生设备完善程度和船舶所处区域条件进行核算，具体产生量详见表 2.2-2。

船舶生活污水先流入生活污水储存舱，再从储存舱进入生活污水处理装置，进行消毒和生化处理。通过生活污水处理装置处理后，在满足如下条件下排放入海：

1) 距最近陆地 3 海里以内 (含) 的海域: a) 不得直接排入环境水体; b) 利用船载收集装置收集, 排入接收设施; 或利用船载生活污水处理装置处理, 处理装置出水口满足相应标准, 即 2012 年 1 月 1 日以前安装 (含更换) 生活污水处理装置的船舶, 执行 $BOD_5 \leq 50\text{mg/L}$, $SS \leq 150\text{mg/L}$, 耐热大肠菌群数 ≤ 2500 个/L。

2) 3 海里 < 与最近陆地间距离 ≤ 12 海里的海域: 同时满足: a) 使用设备打碎固形物和消毒后排放; b) 船速不低于 4 节, 且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。

3) 与最近陆地间距离 > 12 海里的海域: 船速不低于 4 节, 且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。

(2) 船舶垃圾

船舶垃圾主要为食品废弃物、人体排泄物、生活用品包装袋等, 本项目船舶垃圾产生量详见表 2.2-3。

船舶垃圾首先进行分类。

在任何海域, 应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物等收集并排入接收设施。

对于食品废弃物, 在距最近陆地 3 海里以内 (含) 的海域, 应收集并排入接收设施; 在距最近陆地 3 海里至 12 海里 (含) 的海域, 粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放; 在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。

塑料、金属等不易降解的垃圾、压载水舱沉积物等将随船携带, 塑料垃圾 (包括混有塑料制品的垃圾)、含油抹布、除食物之外的固体废弃物全部保存在船上, 到达港口时会委托当地船舶代理, 安排有关单位将固体废弃物卸下船舶, 送到岸上处理, 并将情况记录在《船舶垃圾记录簿》上。

在任何海域, 对于货舱、甲板和外表面清洗水, 其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放; 其他操作废弃物应收集并排入接收设施。

船舶污染物的处理方法符合《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) 中的相应规定。

(3) 机舱含油污水

机舱含油污水的主要污染物为石油类。根据建设单位提供资料, 产生浓度约 2500mg/L 。本项目施工期间施工船舶机舱含油污水产生负荷较小, 参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018) 中舱底油污水水量表, 船舶吨级对应油污水产生负荷及产生量详见表 2.2-4。

本项目所使用的船舶设有安装了船舶油污水处理装置，并配置了专门收集船舶油污水的油污水舱。

施工过程中，对施工船舶排放进行严格控制，达到如下条件的时候，才进行排放：a)船舶在航行中；b)通过船舶油污水处理装置，油污水处理装置出水口石油类限值为 15mg/L 之后才排放；c)禁止在特殊区域排放。排放应避开近岸珊瑚（礁）分布区等敏感海域。

（4）船舶压舱水

施工船舶为清洁压载舱，不与油污水共用。在港口装海缆、加油过程不排出压舱水；施工铺设过程不增加装入压载水；仅在国内海域作业，压舱水为含少量泥沙的海水，需要排放压载舱水时，可直接排放。

因此，施工船舶的压舱水不会对施工海域产生影响。

（5）船舱压载水沉积物及污水处理污泥(油泥)

本次施工过程中船舱压载水沉积物及污水处理污泥(油泥)不在施工海域排放，到达港口或施工船舶基地后，收集运至陆地处置，其中，污水处理污泥(油泥)交有资质单位安全处置。

2.2.1.5.3 海底垃圾

（1）路由开道扫海作业阶段的海底垃圾、铺设阶段的电缆废弃边角料等垃圾均随船携带，交港口处理，不在海域排放。海底垃圾及电缆边角废料的产生量不确定。

（2）扫海清障切除废弃电缆会导致电缆横截面暴露于海洋环境中，但电缆使用材料为不锈钢和铜，废弃海缆切割面直径小，对海洋环境影响很小。

2.2.1.5.4 定向钻

海缆登陆作业产生的固体废物主要是定向钻钻孔泥浆和钻屑，两侧登陆点定向钻施工产生各约 25m³ 的废弃泥浆。涠洲岛侧钻屑产生量 600m³，北海侧钻屑产生量 430m³ 泥浆主要成分为膨润土和少量羧甲基纤维素钠，为无毒无害成分。泥浆和钻屑均属于一般工业固废，经分离固化处理后，挤压脱水成泥饼，运至合法消纳场处理。

2.2.1.6 海缆工程污染物源强汇总

海缆工程施工过程中产生的主要污染物分别为悬浮沙、施工期船舶生活污水、机舱含油污水、船舶垃圾、电缆边角废料以及施工船舶废气等。

2.2.2 陆域工程

2.2.2.1 施工期环境影响因素分析

陆域工程施工期的主要环境影响因素有：施工噪声、施工扬尘、施工废污水、施工固体废物、生态影响等。

（1）施工噪声

施工期的噪声主要是由各种施工机械设备和运输车辆产生的噪声，可能会对周围居民生活产生影响。涠洲变电站工程施工噪声主要由场地平整、弃土、基础施工、结构施工、设备安装和室内装修五个阶段产生，工程电缆线路施工噪声主要由电缆线路开挖、电缆敷设时各种机械设备和运输车辆产生。主要施工机械设备包括挖掘机、振捣器和运输车辆等。

（2）施工扬尘

施工开挖造成土地裸露，可能引起的二次扬尘对周围环境产生暂时性、局部性影响。变电站场地平整、基础开挖及电缆线路施工中土石方的开挖、回填将破坏原施工作业面的土壤结构，产生的二次扬尘可能对周围环境产生暂时性的和局部的影响。

（3）施工废污水

施工过程中产生的生活污水以及施工废水若处理不当，则可能对地表水环境以及周围其他环境要素产生不良影响。施工期废水包括基础开挖废水、机械设备冲洗废水和施工人员生活污水等，如不经处理随意排放，则可能对地面水环境以及周围其他环境要素产生不良影响，施工废水主要含有油类污染物和大量 SS，生活污水主要污染物有 SS、COD、BOD₅ 和氨氮等。

（4）施工固体废物

施工期间所产生的固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾、变电站场地平整、墩海站间隔扩建拆除、110kV 墩银禾线路迁改、及电缆线路开挖产生的弃土弃渣、建筑施工时产生的建筑垃圾及设备施工时产生的废旧设备包装物及材料、线路拆除产生的废旧电线等，如不妥善处理可能会对环境产生不良影响。

（5）生态影响

施工占地导致物种分布格局发生变化，导致生境丧失和破坏，植被覆盖度降低、生物多样性、生物量、生产力降低；施工噪声、施工扬尘、施工废水、水土流失对生物生境产生不良影响；施工建设造成景观面积变化；施工活动对生态敏感区内重要生境、重要物种、动物生境的占用和对动物的惊扰等不良影响。

（6）其他影响

施工时的土方开挖，土方平衡中的填土、弃土，以及建设过程中植被的破坏，导致水土流失问题。

2.2.2.2 运行期环境影响因素分析

陆域工程运行期的主要环境影响因素有：工频电场、工频磁场、噪声、生活污水、固体废物、环境风险等。

(1) 工频电场、工频磁场

220kV 变电站内的工频电场、工频磁感应强度主要产生于配电装置的母线下及电气设备附近。在交流变电站内各种带电电气设备包括电力变压器、高压电抗器、断路器、电流互感器、电压互感器、避雷器等以及设备连接导线的周围空间形成了一个比较复杂的高电场，继而产生电磁场，对周围环境产生一定的电磁影响。根据以往相似工程的监测结果，220kV 变电站围墙外的磁感应强度均小于 $100\mu\text{T}$ ，除了线路出线下方区域，围墙外的电场强度均小于 4000V/m 。

通电的电缆线路周围会产生电场，并在人和物体上产生感应电压。根据以往工程的监测结果，220kV 电缆线路上方工频电场、工频磁场强度最大值，均远小于 4000V/m 及 $100\mu\text{T}$ 的标准限值。

(2) 噪声

根据设计资料，本期工程变电站的主要声源有 63MVA 主变压器 2 台，50Mvar 电抗器 1 台，此外，220kV 溇洲站为户内变电站，本期在变电站最外侧围墙设置有各类轴流风机共计 26 组。

根据设计资料，220kV 溇洲变电站主变压器设备声功率级取为 88.5dB(A) ，220kV 高压电抗器设备声功率级取为 95.0dB(A) ；轴流风机 26 组共计 8 个设备型号，对应数量及声功率级见表 4.12-17、表 4.12-18。本次预测将主变压器及高压电抗器按面声源考虑，风机按点声源考虑。

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)，地下电缆线路可不开展声环境影响评价。

(3) 废水

根据设计资料，变电站运行期间工作人员设定为 4 人。变电站工程运行期废水主要为值班人员产生的生活污水，日排生活污水量最大约 $0.8\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为 COD、SS、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 。少量生活污水经污水处理装置处理后排入市政管网，不会对外界水环境产生影响。

输电线路运行期间无废水产生。

(4) 固体废物

变电站运行期固体废物主要为值班人员产生的生活垃圾和变电站废旧蓄电池、废矿物油。输电线路运行期间无固体废物产生。

①生活垃圾：溇洲变电站运行期值班人员生活垃圾产生量最大约 4.5kg/d ，站内将设置固体垃圾收集箱，并定期清运至环卫部门指定地点，统一清理。

②事故油及铅酸蓄电池：溇洲变电站主变压器采用三相一体式自然油循环自冷，低损耗，低噪声有载调压电力变压器，溇洲站及墩海站内高抗为 50Mvar 三相一体油浸式电抗器；主变或高抗发生漏油事故时，会产生废矿物油。站内直流系统运行期会产生废旧铅酸蓄电池，根据同类型已运行工程情况可知，220kV 变电站内一般配备有 2 组铅酸蓄电池（每组 104 个），铅酸蓄电池的使用寿命一般为（8~12）年，每个铅酸蓄电池重量约为 30kg，本项目 220kV 溇洲变电站内铅酸蓄电池总质量约为 6.24t。

● 废矿物油：变电站主变压器、高压电抗器等含油设备为了绝缘和冷却的需要，其外壳内装有一定量的油。当其注入电气设备后，不用更新，使用寿命与设备同步。油的主要成分是烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物，为浅黄色透明液体，相对密度 0.895，凝固点<-45℃，闪点≥135℃。

变电站的用油电气设备（主变、高压电抗器等）发生事故时，变压器油将排入事故油池，会有少量废矿物油产生，如不采取措施处理，将污染地下水及土壤。根据《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 15 号），废矿物油属于 HW08 废矿物油与含矿物油废物，危险特性为毒性（T）和易燃性（I），废物代码 900-220-08。如若处置不当，可能引发废矿物油环境污染风险。

● 废旧蓄电池：变电站内设备使用的蓄电池主要为免维护型阀控式密封铅酸蓄电池，电池中的正负两极，由铅制成格栅，正极表面涂有二氧化铅，负极表面涂有多孔具有可渗透性的金属铅。通常还含有锑、砷、铋、镉、铜、钙和锡等化学物质，以及硫酸钡、炭黑和木质素等膨胀材料。阀控式铅酸蓄电池主要作为事故停电电源，使用寿命较长，可达近 8~12 年，待达到寿命周期后需进行更换。

根据《国家危险废物名录（2021 年版）》（生态环境部部令第 15 号），废旧蓄电池属于 HW31 含铅废物，危险特性为毒性（T）和腐蚀性（C），废物代码 900-052-31。贮存风险主要发生在工作人员装卸过程中导致电池外壳损坏破裂导致电解液泄漏，造成环境危害；运输风险主要来自人工转运或交通事故造成车辆倾覆、废旧电池包装破损，继而使电池及其电解液散落到环境中，进入水体、土壤，从而对环境造成危害。

（5）环境风险

变电站内变压器（高压电抗器）为了绝缘和冷却的需要，其外壳内装有大量变压器油。变压器油的主要成分是烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物，为浅黄色透明液体，相对密度 0.895kg/m³，凝固点<-45℃，闪点≥135℃。

变电站正常运行状态下无油外泄，只有在变压器（高压电抗器）出现故障时才会有少量含油废水产生。

变电站主变压器及高压电抗器下方均设置有事故油坑和事故油收集管网，通向事故油池，故油池的容积应满足事故状态下的容量要求，确保变压器油不外溢。进入事故油池的变压器油可进行回收利用处理，同时产生少量不能回收的含油废物。不能回收的交由有资质的第三方单位处理。

在严格遵循例行维修和事故状态检修的废油处理处置的操作规程前提下，本项目产生的环境风险处于可控状态，产生的风险影响较小。

2.2.2.3 生态影响途径分析

本项目陆域工程为220kV变电站及线路工程，对项目周边生态环境的影响主要在于施工期，项目运行期对生态环境影响较小。因此，项目对生态环境的影响途径主要与工程选址选线、施工组织、施工方式等方面相关。

(1) 施工期

①变电站、电缆线路施工需进行挖方、填方、取（弃）土、浇筑等活动，会对附近的原生地貌、植被及微生态环境造成破坏，降低植被覆盖度，生物量、生产力降低，可能形成裸露疏松表土，如管理不当可能引发扬尘、水土流失等其他环境问题。

②施工期电缆线路的敷设、间隔扩建工程的拆除、迁改等过程中工程车辆进出，土建工程中产生的噪声、扬尘以及固体废弃物等会对施工场地周边动物觅食、迁徙等产生干扰，有可能限制其活动区域、觅食范围、栖息空间等。

③新建变电站站址、电缆线路所征用的土地为永久性占用，占用的土地资源将改变其原有的地貌和生态功能，地表植被和土壤水分的改变，会导致当地野生动物的原生环境破碎化，缩小了其捕食空间。

④电缆线路敷设过程中占用的林地、农田等，破坏了原有的地表植被，增大了地表裸露面积，导致水蚀、风蚀影响。

⑤施工噪声、施工扬尘、施工废水、水土流失对生物生境产生不良影响；施工建设造成景观面积变化。

(2) 运行期

工程建成运行后，施工对周围生态环境造成的影响基本得到消除。地下电缆线路运行期间对周边生态环境无影响。变电站运行期间客观上对鸟类产生一定程度上的阻隔作用。此外，变电站的建设和运行，改变了变电站站址所在区域原有自然景观。

2.2.2.4 初步设计环境保护措施

2.2.2.4.1 规划设计阶段采取的环保措施

(1) 生态环境影响

①在变电站选址、输电线路路径选择阶段充分听取所在区域政府、管委会、环保等相关部门的意见，尽量避开城镇规划区、村庄密集区和生态环境敏感区。

②尽量避让国家公园、自然保护区、风景名胜区、生态保护红线和饮用水源保护区等环境敏感区及居民集中区，线路尽量远离居民点；尽量避让集中林区、少占耕地。

(2) 污染影响

1) 电磁环境

①变电站运行期间可能对周围环境造成的影响，在变电站的设计中，对产生大功率电磁振荡的设备采取必要的屏蔽措施，将机箱的孔、口、门缝的连接缝密封。

②保证电缆线路及配件加工精良，合理选择导线截面及其分裂间距。

2) 声环境

①主变压器、高压电抗器设备订货时选用低噪声设备。

②优化总平面布置，充分利用站内建构筑物的隔、挡作用。

3) 事故油排蓄系统

变电站内主变压器及高压电抗器下方均修建有事故油坑，并与事故油池相连，事故情况下废油暂存在事故油池中，并由具备资质的专业单位回收利用，不外排。

220kV 溇洲变电站本期新建有效容积约为 60m^3 的主变事故油池一座。主变事故油池及高压电抗器事故油池的有效容量均可容纳最大一台主变（高压电抗器）100%的油量（变电站内主要电气设备包含总油量换算为容积均在 55m^3 以下，其中本期单台主变油量在 40m^3 以下，本期 50Mvar 高抗油量在 20m^3 以下，故拟建事故油池有效容积能满足要求）。

本期220kV 溇洲站内主变集油坑面积约为 117m^2 ，油坑深度 $0.6\text{m}\sim 0.9\text{m}$ ，鹅卵石面以下的有效容积约为 30m^3 ，满足20%的主变油量要求；220kV 溇洲站及220kV 墩海站站拟建220kV 高压电抗器下方集油坑面积约为 48m^2 ，油坑深度 $0.6\text{m}\sim 0.9\text{m}$ ，鹅卵石面以下的有效容积约为 15m^3 ，满足20%的高抗油量要求。

220kV 墩海变电站内新增高压电抗器依托变电站前期修筑的 1#事故油池，该事故油池有效容积为 90m^3 ，可满足高抗 100%油量（本期 50Mvar 高抗油量在 20m^3 以下）。

2.2.2.4.2 施工期采取的环保措施

(1) 生态环境影响

①开挖土石方根据所在区域的具体情况指定位置堆放或在施工范围内修筑堡坎进行堆放，严禁施工弃土随意堆放，影响施工安全和环境。

②加强排水措施。施工占地范围应做成斜面，恢复自然排水。对可能出现汇水面、积水面的区域要求开挖排水沟，并接入自然排水系统。

③在施工完毕后应对被破坏的植被进行恢复，防止雨水冲刷造成水土流失，破坏自然环境。

④表层土壤是宝贵资源，对施工过程中剥离的表土，应单独收集和存放，并采取严格临时覆盖、临时拦挡等防护措施，施工结束后利用前期剥离的表土及时采取绿化覆土、植被，不得随意丢弃。

（2）污染影响

1）施工噪声

选用低噪声的施工设备，施工活动主要集中在白天进行，尽量避免夜间施工。运输材料的车辆进入施工现场严禁鸣笛。

（2）施工扬尘

加强材料转运、存放与使用的管理，合理装卸，规范操作，对于易起尘的材料以及临时堆土应采取覆盖措施。进出场地的车辆限制车速，场内道路、堆场及车辆进出道路应定时洒水，避免或减少产生扬尘。

（3）施工废水

加强施工过程中施工废水临时措施管理，防止无组织漫排。施工期设置沉砂池、废水沉淀池，施工车辆、设备的冲洗废水经沉淀处理后上清液回用于场地喷洒，沉淀的砂石清挖后回填综合利用。施工生活区修筑简易化粪池或购买 PE 化粪池，施工场地设置移动厕所、施工人员的生活污水通过施工生产生活区的简易化粪池或 PE 化粪池、施工场地内的移动厕所进行收集处理，由当地环卫部门定期清运。

（4）施工固体废物

在工程施工前应做好施工机构及施工人员的环保培训，施工场地设施垃圾箱（桶）等垃圾暂存设施，明确要求施工过程中的建筑垃圾、生活垃圾应分类、分开收集，并安排专人专车及时清运，或定期运至环卫部门指定的地点处置。

（5）水土流失

合理组织施工，减少临时施工占地；开挖面及时平整，临时堆土采取拦挡、防护等措施安全堆放，弃土回填至站区或综合利用；施工完成后对施工扰动面进行恢复。

2.2.2.4.3 运行期采取的环保措施

（1）当突发事故时，设备废油排入事故油池，经隔油处理后，事故油由具备相应处理资质的单位回收，形成的油泥等危险废物由具有相应资质的单位处置，不外排。

（2）对当地群众进行有关高压交流工程和相关设备方面的环境宣传工作。

（3）依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。

3 环境现状调查与评价

3.1 海洋自然环境概况

3.1.1 气候气象

本项目海缆位于北海市银海区和涠洲岛之间北部湾海域，所在海域具有典型的南亚热带海洋性季风气候，夏无酷暑、冬无严寒、春秋怡人，季风盛行等天气特点。北海海洋站和涠洲岛海洋站分别处于项目所在海域北、南两侧，本节收集了北海海洋站和涠洲岛海洋站2018年~2020年共3年的气温、雾和风等实测资料，并进行统计计算，分析项目区的气象特征。

3.1.1.1 气温

北海海洋站附近海域的气温特征：项目区北侧海域平均气温 25.0℃，月平均最高气温为 31.2℃。月平均最低 17.0℃。实测最高气温为 38.9℃，实测最低气温为 5.1℃。

涠洲岛海洋站附近海域的气温特征：项目区南侧海域平均气温 24.1℃，月平均最高气温为 29.8℃。月平均最低气温为 16.9℃。实测最高气温为 35.9℃，实测最低气温为 5.4℃。

3.1.1.2 雾

项目区北侧多年平均雾日为 3.0d，雾主要发生在 2月~4月，其中 3月雾日最多，为 1.3d；项目区南侧多年平均雾日为 3.7d，雾主要发生在 1月~3月，其中 2月雾日最多，为 1.7d。

3.1.1.3 风况

项目区北侧全年常风向为 NNE 向，强风向亦为 NNE 向，平均风速为 3.9m/s。最少风向是 WSW、NW 和 NNW 向。项目北侧年平均风速为 2.8m/s，年最大风速分别为 11.7m/s，年极大风速分别为 21.8m/s。全年 ≥ 6 级风为 96.3d，全年 ≥ 8 级风为 3.7d。

项目区南侧全年常风向为 NE 向，强风向为 SW 向，平均风速为 3.9m/s。最少风向是 WSW、NW 和 NNW 向。项目南侧年平均风速为 4.1m/s，年最大风速分别为 15.9m/s，年极大风速分别为 29.8m/s。全年 ≥ 6 级风为 176.3d，全年 ≥ 8 级风为 27.7d。

3.1.2 海洋水文

3.1.2.1 海水温度

根据文献研究成果（引自《中国区域海洋学-物理海洋学》（2012年）、《中国近海海洋-物理海洋与海洋气象》（2012年），本项目所在的北部湾海域海水温度变化特征如下：

冬季太阳辐射最弱，并受东北季风影响海面潜热释放量显著增加，海域水温处于全年最低，在 20℃左右，等温线平面分布与等深线基本一致，水温由岸向外递增，水温垂向分布

均匀，夏季受太阳辐射最强，海域水温升至全年最高为 28~32℃，等温线平面分布与等深线基本一致，水温垂向分布有明显的层化现象。

据北海站 1964~1993 年、涠洲站 1964~1994 年的水温观测资料，分别计算了北海站和涠洲站多年各月平均水温，可知北海站和涠洲站的年平均表层水温为 23.8℃和 24.5℃，二者差异不大。北海站和涠洲站表层水温的季节变化明显，月平均水温的最高值都出现在夏季 7 月，分别为 30.2℃和 30.3℃。月平均水温的最低值，北海站出现在冬季 1 月，为 15.6℃；涠洲站出现在冬季 2 月，为 17.6℃，两观测站表层水温的年较差分别为 14.6℃和 12.7℃。

3.1.2.2 海水盐度

根据文献研究成果（引自《中国区域海洋学-物理海洋学》（2012 年）、《中国近海海洋-物理海洋与海洋气象》（2012 年），本项目所在的北部湾海域海水盐度特征如下。

冬季陆地径流量最小，且受东北季风影响海面蒸发大于降水，海域盐度全年最高，表层盐度在 34.0 左右，等盐线走向大体与等深线一致，盐度由岸向外递增。夏季降水量和陆地径流量达到最大，海域盐度全年最低约为 30.5，盐度由岸向外递增。

根据北海站和涠洲站多年的盐度观测资料统计计算北海站和涠洲站多年各月及年平均表层水温结果，可知北海站平均表层盐度相对较低，涠洲站则相对较高。北海站和涠洲站的年平均表层盐度分别为 27.80 和 32.20。北海站平均表层盐度变化幅度大，涠洲站的变化幅度则相对较小。北海站月平均表层盐度最大值出现在 3 月，为 30.00，最小值出现在 8 月，为 24.50，平均盐度的年较差为 5.50；涠洲站月平均表层盐度最大值出现在 5 月，为 32.90，最小值出现在 8 月，为 31.30，平均盐度的年较差为 1.60。

3.1.2.3 波浪

根据北海站 2018 年~2020 年的波浪观测资料，项目区北岸波向有如下特征：

(1) 受季风气候影响，波向具有明显的季节性变化特征。主波向，冬季为 NNE，夏季为 SW。全年波向以 NE 方向频率最高，为 14.6%；NNE 方向次之，为 9.8%。波向的季节变化为：S~WSW 方向波浪主要发生在夏季（6 月~8 月）；NE~N 波向发生在秋冬季；ESE-S 方向波浪主要发生在春季。

(2) 本海区的无浪率较高。各月无浪率在 4%~25%之间，无浪率最高的月份为 9 月，其次为 8 月，无浪率分别为 19.4%、24.2%，无浪率最低出现在 1 月，为 4.6%。全年无浪率平均为 13.5%。

(3) 从全年波浪频率图可以看出，波浪频率呈多峰型。主峰为 NE，频率为 14.6%，次峰为 E 和 SW，频率分别为 9%、8.8%。WSW-NNW 波浪出现频率最少，都在 3%以下。

根据涠洲站 2018 年~2020 年的波浪观测资料，路由去南岸波向有如下特征：

(1) 受季风气候影响，波向具有明显的季节性变化特征。主波向，冬季为 NE，夏季为 SW。全年波向以 NE 方向频率最高，为 16.3%；NNE 方向次之，为 14.2%。波向的季节变化为：S-WSW 方向波浪主要发生在 6 月~8 月；NNE~E 波向发生在 9 月~4 月；5 月为季风转换期，N~E~WSW 方向的波浪均有出现。

(2) 本海区的无浪率较高。各月无浪率在 1.6%~26.9%之间，无浪率最高的月份为 5 月，其次为 9 月，无浪率分别为 26.9%、25.8%，无浪率最低出现在 1 月，为 1.6%。全年无浪率平均为 12.8%。

(3) 从全年波浪频率图可以看出，波浪频率呈双峰型。主峰为 NE，频率为 16.3%，次峰为 SW，频率为 7.8%。W~NNW 波浪出现频率最少，都在 2%以下。

3.1.2.4 海流

根据最新的文献研究成果（引自《中国区域海洋学-物理海洋学》（2012 年）），北部湾四季大致上都是一个大的逆时针环流，湾口海水终年东进西出。受潮致余流、风生流和密度流三者的相互影响，各个局部海域的流在不同的季节又呈现出不同的局部特征。

根据工程海域的短期海流观测资料，该海域的主流向为 NE-SSW 向。

3.1.3 水下地形地貌

3.1.3.1 地形

预选项目区位于南海西北部北部湾内。北部湾为半封闭型浅水湾，三面被陆地环绕，海底地形受到海岸线的制约较明显，等深线顺序排列，平行于岸线，以平均坡度 0.3‰-0.6‰向深部缓缓倾斜。北部湾内总体地形趋势由北向南水深逐渐增大，海底地形向海一侧缓慢倾斜，整体地形较为平坦，部分区域存在坡度突然增大。

根据水深地形图（图 3.1-5）来看，预选项目区域水深在 30m 以内，无发育大型隆起或洼地等起伏地形单元。路由跨越海域总体地形特点为水深缓慢由北海市向南逐渐增大，在靠近涠洲岛时水深迅速减小。北海市登陆点侧 2m 等深线规则近似岸线平行，5-10m 等深线近似西北-东南走向；涠洲岛登陆点侧 2-20m 等深线都近似与岸线平行，无明显地形凸起或下凹，为典型的南海西北部陆架区地形。路由平均坡度约为 0.6‰，在涠洲岛登陆侧平均坡度较大，约为 7‰，近岸局部地形坡度更大。

3.1.3.2 地貌

预选项目区域位于南海西北部近岸海域，是华南大陆架水下自然延伸，属被动大陆边缘被海水淹没的陆地。一级地貌为陆壳地貌，二级地貌为海岸带地貌及陆架地貌。海底地貌对沿海陆地构造单元具有继承性。此外，地貌发育还受到海平面变化、入海河流输沙、潮流、

波浪、海底沉积环境、海岸类型等诸多因素控制，形成复杂的近岸微地貌组合形态。研究区域全新世海进后才被海水淹没，海底地貌发育年轻，离岸地貌类型较为单一，近岸河流带入部分陆源碎屑，并参与现代海洋沉积过程，因此，近岸地貌受河流的动力作用影响较大。

路由登陆点处为海滩地貌，北海市和涠洲岛登陆点处海滩主要是砂质海滩，以细砂为主，砂质光洁细腻，平均宽度约 50m。项目区及附近的地貌类型主要有水下浅滩、水下三角洲、水下岸坡、陆架堆积-侵蚀平原、潮流三角洲，海蚀火山地貌，如图 3.1-6 所示。

3.1.4 工程地质

3.1.4.1 区域地质背景

预选项目区在大地构造分区上属华南地块南部，位于南海西北部大陆架上，北部湾拗陷北侧边缘。根据图 3.1-7，从构造演化历史来看，南海西北陆缘在中生代为挤压增生的大陆边缘，经历了强烈的 NE 向的逆冲断裂和频繁的岩浆活动，晚白垩世以来，受到拉张性区域应力场的影响开始伸展断陷，先后经历了多幕次的伸展活动，形成三隆-两拗的构造格局和先断后拗、先陆后海的演化历史，在南海西北部形成独具特色的一系列地堑-半地堑及隆-拗相间的地质结构。

根据图 3.1-8，区域内断裂构造发育，经多次构造运动先后形成一系列规模不等、方向不一、性质不同的断裂，主要有北东向、北西向和近东西向等三组构造体系，特别是以北东向和北西向两组交叉型断块构造最为醒目。

3.1.4.2 场区工程地质条件

根据广州海洋地质调查局对广西北部湾沉积物调查结果，预选路由依次穿越表层沉积物有砂质粉砂 (sZ)、砾质砂 (gS)、泥 (M)、含砾泥 ((g)M)，周边海域还有粉砂 (Z)、粉砂质砂 (zS)，由岸向中间沉积物颗粒变细，如图 3.1-9。

砂质粉砂 (sZ) 广泛分布于北部湾海域，分布水深 18-338m。灰色、黄灰色，半流动状-软的，无味，弱粘性，大多数可见贝壳碎屑。不含砾石，以粉砂为主，含量 3976-6924%，多数以 4 Φ -6 Φ 粗粉砂为主，砂含量 10.07-4962%，一般以 3 Φ -4 Φ 细砂为主，黏土含量 987-2908%；黏土和粉砂比值 0.15-0.49。粒度频率曲线为双峰，多数 3 Φ 、4 Φ 、6 Φ 和 8 Φ 峰明显突出。概率累积曲线为跳跃-悬浮-悬浮-悬浮-悬浮五段，悬浮组分占优势，约 80-90%，跳跃组分约 10-20%，无滚动组分，其物质组成复杂，水动力较弱。

粉砂(Z)主要分布于北部湾中西部海域，水深为 22-66m。灰色、黄灰色，半流动状-软的，无味，强粘性。以粉砂为主，含量 61.87-71.54%，多数以 6 Φ -8 Φ 细粉砂为主，黏土含量 23.25-3143%，砂含量 1.07-9.839%。概率累积曲线为跳跃-悬浮-悬浮三段，悬浮组分占绝对优势，跳跃组分极少量，无滚动组分，其物质组成相对简单，水动力弱。

砾质砂 (gS) 主要分布于北部湾北部沿岸, 土黄色, 无味, 松散, 无粘性, 以中粗砂为主, 其次为砾石。砾石含量 0.80-1.59%: 砂占绝大多数, 以粗砂和中砂为主, 其含量为 88-88.52%。概率累积曲线亦为滚动-跳跃-跳跃-跳跃四段, 以滚动组分为主体, 约占 80-90%, 其次为跳跃组分, 约占 10-20%, 悬浮组分极少量, 物质组成较为复杂, 水动力强。

泥 (M) 呈块状局部零星分布于北部湾涠洲岛北面海域, 其水深为 15-20m。灰色、黄灰色, 半流动-软的, 无味, 强粘性。以 6Φ - 8Φ 细粉砂为主, 含量 60.47-66.05%; 黏土含量 30.24-35.25%, 砂含量较低, 为 0.48-9.29%。概率累积曲线为跳跃-悬浮-悬浮三段, 悬浮组分占绝对优势, 含量在 90%以上, 跳跃组分较少, 不足 10%, 无滚动组分, 物质组成相对简单, 水动力极弱。

含砾泥 ((g)M) 呈块状局部分布于涠洲岛西面, 其水深为 18-25m。灰色, 无味, 软的, 粘性较强, 见少量贝壳碎片。砾石含量 0.83%~6.20%, 砂含量 6.32%~46.12%, 粉砂较多, 含量为 32.96%~67.37%, 黏土含量 14.50%~28.31%; 砂泥比值 0.07~0.94。概率累积曲线为滚动—滚动—跳跃—悬浮—悬浮—悬浮—悬浮七段, 悬浮组分较多, 占 50%以上, 其次为跳跃组分, 约占 20%~30%, 滚动组分较少, 物质组成极为复杂, 水动力较强。

路由主要区域的表层沉积物厚度较大, 有足够厚度的软弱土层及地基持力层, 海缆铺设条件较理想。

根据浅地层剖面仪反射波的振幅、频率以及几何结构形态等地震相特征, 结合路由区海上钻探、重力柱状以及表层样品, 本项目路由区浅地层主要划分了 3 个主要反射界面, 分别为 R0、R1、R2。

R0 为海底反射界面, 振幅强, 连续性高, 其起伏形态反映了海底地形的变化。R1 为层 A 的底界面, 为较强振幅, 连续性较好的反射界面, 构成了层 A 的底界面, 界面起伏不大, 在海缆登陆段 R1 界面有缺失, 在路由区离岸段界面可连续跟踪。R2 为层 B 的底界面, 有一定的振幅强度, 界面有起伏, 局部位置不能连续跟踪。层 A: R0 与 R1 两个界面之间形成层 A, 该层沉积物类型包括砂混淤泥、粉砂、粉质粘土、粘土混砂、细砂、中砂。

层 A 沉积层主要集中在北海登陆段至 KP41, 其中砂混淤泥、粉砂、粉质粘土、粘土混砂等主要分布于 KP16 至 KP41, 层 A 厚度在 1.5m~4m。层 B: R1 与 R2 界面之间为层 B, 该层沉积物主要包括粉砂、中砂、砂混粘土、粉质粘土、粗砂。除涠洲登陆段, 其余路由区均发育有层 B 沉积层, 层 B 厚度在 2m~5m。层 C: R2 界面以下为层 C, 根据钻探样品, 该层沉积物主要包括中砂、粗砂、砾石, 以及中-强风化玄武岩。结合钻探柱状图, 该层的厚度在 1.5m~3.3m。

北海登陆段该区段层 A 主要为细砂、中砂，厚度在 1m~3m，层 B 沉积物主要为粉质粘土，厚度在 2m~3m。层 B 界面以下沉积物主要为粗砂、砾石等。该区段海底属于较硬的底质类型，海缆施工应结合砂质底质采用最优的方式，但砂质底质具有较强的承载力，适宜电缆敷设。

涠洲登陆段海底表层底质主要为基岩、砾石、粗砂、珊瑚砂、细粗砂，局部表层含有少量粘土质粉砂，粘土质粉砂厚度在 0.1m~0.5m。根据收集底质资料，该段路由区 0~20m 地层主要为沉凝灰岩，中-强风化玄武岩，中厚层结构，凝灰质结构，火山碎屑物达 90%，局部含有较多玄武岩屑角砾岩，火山灰胶结，胶结程度好。由此可推断，该段路由区沉积物硬度较大，地层承载力较强。根据施工工艺，海缆在该段路由区采用定向钻施工，施工时应结合沉凝灰岩的物理性质选择适宜的定向钻探备。

3.1.5 海洋自然灾害

影响项目区附近海域的灾害性天气主要有大风和热带气旋。

项目区 ≥ 6 级风（最大风速 $\geq 10.8\text{m/s}$ ）的日数，全年各月均会出现，其中以 12 月和 7 月最多。项目区 ≥ 8 级风（最大风速 $\geq 17.2\text{m/s}$ ）的日数，北侧以 8 月出现最多，5、6、7 和 10 月没有出现过；南侧以 7 月出现最多，5 月没有出现过。全年 ≥ 6 级风北侧附近海域为 96.3d，南侧附近海域为 176.3d；全年 ≥ 8 级风北侧附近海域为 3.7d，南侧附近海域为 27.7d。

据统计，传入广西沿海地区的热带气旋主要来自西北太平洋的马里亚纳群岛附近，占 68%。热带气旋影响以北路最为严重，中路次之，南路最少。热带气旋期间，往往会出现狂风、暴雨、巨浪和风暴潮，造成风灾和洪涝灾害，对沿岸港口、码头、船只以及各种设施产生破坏作用。2009 年~2019 年，共有 30 个热带气旋影响工程海域，其中热带低压 1 个，热带风暴 15 个，强热带风暴 6 个，台风 7 个，超强台风 1 个。热带气旋多发生在 6 月~10 月，该时间内的发生次数占总数的 96% 以上，7 月份发生次数最多，1 月~5 月和 12 月发生次数均为 0。

3.1.6 项目区海底腐蚀环境

海洋环境对海底设施的腐蚀主要依赖海水离子与活性金属产生的电化学作用。影响海洋腐蚀性环境的因素主要分为：（1）物理因素，有电阻率、温度、海底流、沉积物的类型等；（2）化学因素，有 pH、Eh、 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 、硫化物含量、有机物含量等；（3）生物因素，以污损生物及硫酸盐还原菌腐蚀为主。这些因素相互作用，相互制约，彼此之间存在着密切的关系。海水与底质中的各项腐蚀因素直接决定海域的腐蚀影响。因此，海域腐蚀性评价主要分

三部分：海水腐蚀性、污损生物腐蚀性及海底沉积物腐蚀性，由于本项目电缆埋于海底，所以分析主要以海底沉积物腐蚀性分析为主。

2021年5月至6月，溇北管线项目曾对溇洲岛北部区域进行过海底腐蚀性调查。本部分内容主要参照该项目海底腐蚀性调查结果。

3.1.6.1 海水腐蚀性

海水主要成分是氯化钠和硫酸盐及一定量的可溶性碳酸盐，其中氯离子约占55%，是含盐浓度极高的电解质溶液，也是一种腐蚀性较强的天然腐蚀剂。海水腐蚀主要发生在沉积物颗粒较大的埋设项目区。海水腐蚀性还受到海水温度、溶解氧、海水流速及海洋生物等诸多因素的变化影响，使得海水对金属具有强腐蚀性。此外，海水盐度的波动直接影响海水的电导率，是影响金属腐蚀速度的主要因子之一。海水电阻率太低易造成金属结构的腐蚀，在阴极电位保护中应高度重视。海水的pH值对金属的腐蚀性是非常敏感的，因为海水是碳酸盐体系，是弱酸和弱碱的溶液以及其它效应的结果。溶解在水中的氧是影响钢铁在海水中腐蚀的重要因素。据研究，大多数金属（除Al等少数金属外）的腐蚀速率与氧浓度成正比。Eh值反映了海水的氧化还原程度，是了解金属腐蚀过程在氧化性环境还是在还原性环境中进行的重要参数。海水中的Cl⁻浓度和S²⁻浓度的增大，均对金属材料有较强的腐蚀性。

3.1.6.2 海底沉积物腐蚀性

敷设在海底的电缆，会遇到各种复杂的海洋环境、不同的海底地貌形态、人类开发活动区和海底不稳定区等因素，均会影响海缆的安全和寿命。在诸多因素中，海底沉积物的腐蚀性是其中关键性的因素之一。海底沉积物的腐蚀性包括腐蚀因子与腐蚀作用。

海底沉积物的腐蚀因子主要包括沉积物温度、类型(粒度)、pH、电阻率、含盐量、溶解氧、硫酸盐还原细菌(SRB)含量、氧化还原电位(Eh)，硫电位(Es)，Fe³⁺/Fe²⁺及有机物含量等。根据溇北管线项目对溇洲岛北部项目区海域沉积物的采样调查，路由海域沉积物各项腐蚀性指标如下：

(1) pH值

本区域沉积物中pH值分布范围为4.80-8.82，平均值为7.55±1.24。其中，pH在0.5m层的分布范围为7.00-8.82，平均值为8.17±0.67；在2.0m层的分布范围为5.42-8.65，平均值为7.62±1.27；在3.0m层的分布范围为4.80-8.78，平均值为6.86±1.41。

由此可见，调查区域沉积物pH值变化范围较大，且值随深度增加递减。pH值的差别可由多方面因素引起，其中与沉积物类型有关，最高值所在的表层沉积物类型以砂性土为主，最低值所处的沉积物类型则以粘土为主，前者主要由贝壳砂构成，显酸性的腐殖质、硫化物等不易保留，故呈较强的碱性，pH值最高。而粘土结构的沉积物酸性较高，故pH值低。

(2) 氧化还原电位

本区域沉积物中 Eh 分布范围为 2-454mv，平均值为 316mv±94mv，最低值出现在 0.5m 层，最高值出现在 2.0m 层。其中，Eh 在 0.5m 层的分布范围为 2-419mv，平均值为 266mv±125mv；在 2.0m 层的分布范围为 263-454mv，平均值为 348mv±64mv；在 3.0m 层的分布范围为 259-423mv，平均值为 335mv±59mv。

由上可知，调查区域沉积物 Eh 值变化范围很大，以 0.5m 层最显著，且分布上没有明显规律，而平均值为 2.0m 层>3.0m 层>0.5m 层。

(3) Fe³⁺/Fe²⁺

调查区域沉积物中 Fe³⁺/Fe²⁺分布范围 0~10.53，平均值为 2.41±2.91，最高值出现在 2.0m 层，部分钻孔 2.0m 层和 3.0m 层及个别钻孔的 0.5m 层均未检出 Fe³⁺。其中，Fe³⁺/Fe²⁺在 0.5m 层的分布范围 0-6.09，平均值为 2.82±2.29；在 2.0m 层的分布范围 0-10.53，平均值为 2.11±3.39；在 3.0m 层的分布范围 0-9.27，平均值为 2.30±3.25。

从结果测定看，调查区域沉积物 Fe³⁺/Fe²⁺值变化范围亦很大，以 2.0m 层最显著，但分布并没有明显规律，其平均值为 0.5m 层>3.0m 层>2.0m 层。

(4) 有机质 (%)

调查区域沉积物中有机质的分布范围为 0.03%-0.86%，平均值为 0.12%±0.19%，最高值 0.86%出现在 0.5m 层。其中，有机质在 0.5m 层的分布范围为 0.03%-0.86%，平均值为 0.19%±0.29%；在 2.0m 层的分布范围为 0.03%-0.55%，平均值为 0.10%±0.17%；在 3.0m 层的分布范围为 0.03%-0.11%，平均值为 0.06%±0.03%。

由上可知，调查区域沉积物中有机质的含量变化不显著，而其平均值随深度增加而递减。分析所测结果，绝大部分测值小于 0.5%，故可将本区域划分为较强氧化区。

(5) 含盐量 (%)

含盐量指海底沉积物及其间隙水的总盐量及一些对腐蚀作用比较大的离子，如 Cl⁻、SO₄²⁻等，其含盐量越高，电阻率越小，腐蚀速率越大。

调查区域沉积物中含盐量的分布范围为 0.6%-3.4%，平均值为 1.3%±0.5%，其在 0.5m 层的分布范围为 0.9%-3.4%，平均值为 1.5%±0.8%；在 2.0m 层的分布范围为 0.6%-1.5%，平均值为 1.1%±0.3%；在 3.0m 层的分布范围为 0.9%-1.9%，平均值为 1.3%±0.3%。综上所述，调查区域沉积物的含盐量变化范围不大，0.5m 层、2.0m 层、3.0m 层含量平均值接近，且总体较低。

(6) 硫 (S²⁻) 含量 (10⁻⁶)

调查区域沉积物中 S^{2-} 含量的分布范围为 43.0-55.2，平均值为 50.2 ± 3.9 ，其在 0.5m 层的分布范围为 43.0-55.1，平均值为 49.9 ± 4.3 ；在 2.0m 层的分布范围为 45.3-55.2，平均值为 50.0 ± 4.0 ；在 3.0m 层的分布范围为 46.4-55.2，平均值为 50.7 ± 3.8 。

由上可知，调查区域沉积物中 S^{2-} 含量变化范围不大，0.5m 层、2.0m 层、3.0m 层含量平均值接近，总体含量较低。

(7) 硫酸盐还原菌 (SRB) ($\text{个}\cdot\text{g}^{-1}$)

调查区域沉积物中 SRB 仅在个别站点的个别层次检出很少量。

在海底沉积物环境下，微生物腐蚀主要是 SRB 的腐蚀，海底沉积物中一般都含有 SRB，但不同海区其含量差异较大。且有研究表明，SRB 能够加快金属的腐蚀。同时，Eh、Es、 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 及有机质含量与 SRB 腐蚀密切相关，在适宜 SRB 生长的条件下，即还原状态下，SRB 腐蚀是相当严重的。这可由海底沉积物的氧化还原状态反映出来。结合本次调查结果分析，调查区域大部分属于较强氧化区，SRB 含量低，故可以推测发生 SRB 腐蚀并不严重。

(8) 沉积物电阻率

电阻率测试是在表层至 3 米的完整岩芯中进行，岩芯直径为 92mm，分别在 0-1m、1-2m、2-3m 处进行现场测试，用以估计埋设于土体中的金属结构物的腐蚀的可能性。电阻率值显示了土的相对导电能力。一般来说，当电阻率值明显上升，抗腐蚀能力下降。沉积物的电阻率测试是按照 BS 标准 (BS1377: Part3: 1990, clause10) 进行。

沉积物的电阻率是评价其对钢材腐蚀性的综合性指标，一般来讲，沉积物类型粒径越大，电阻率越小，腐蚀性越强。从本调查的测试结果来看，调查海区沉积物的电阻率在 $0.99\Omega\text{m}$ - $1.60\Omega\text{m}$ 范围变化，平均值为 $1.25\Omega\text{m}$ 。其中，最大值 $1.60\Omega\text{m}$ 出现在 3.0m 层，此处沉积物类型属于粒径较小的粘性土，而最小值 $0.99\Omega\text{m}$ 出现在 1.5m 层，此处沉积物类型属于砂性土。结合我国现行的国标《岩土工程勘察规范标准》(GB 50021—2001) 的腐蚀性分级评价标准分析，本次调查区域沉积物电阻率校对较小，腐蚀相对严重。

3.1.6.3 污损生物腐蚀性

海洋污损生物是指附着和生活于海洋设施水下 (如船底、浮标、码头、石油平台、网箱、海底管线、航标和各军事设施等) 部分表面的动物、植物和微生物的总称；这些生物一般会对其附着的工程设施造成危害，尤其是管线路由的敷设，又给附着生物制造了人工的新环境，因此，不可避免地将会成为海洋生物新的栖息地。海洋生物有时会隔断氧的运输减缓腐蚀的速度，但海洋生物会改变局部介质的成分造成富氧或酸性环境，能加快电化学腐蚀过程。所以海洋生物因素对腐蚀的影响极其复杂。

0-200m 水层这一范围内，由于水、陆、气三界直接接触，受大陆和大气的影响十分明显，水体变化、流动是最活跃的，也是海洋生物种类最繁杂，数量最丰富的区域。同样地，大部分海洋污损生物也主要分布于这一范围内，在 200m 水深以下，海水温度、盐度比较稳定，太阳光透射不到这个深度，绝大部分污损生物不能在此环境下生长。因此，在海平面以下 0m~200m 这一范围内，污损生物会对裸露于海底的管线造成一定的影响，而对 200m 以浅海域主要采用埋设方式的管线基本不会造成危害。

管线路由的污损生物主要以钟巨藤壶、高峰星藤壶、刺巨藤壶、网纹藤壶为主（占总附着量 80%以上），其次是浒苔、牡蛎、龙介虫类、片状苔藓虫等，共 148 种污损生物。钟巨藤壶、高峰星藤壶是广泛分布在电缆路由附近海域的优势种，管线项目区附着生物在各种水下物体上附着的厚度 20mm~50mm，一般随着离海岸越远其数量越来越少。

路由位于亚热带海区，海水温度、pH、盐度及溶解氧适宜，透明度高，自然环境比较复杂，海洋生物种类繁多。可见污损生物的迅速生长会对裸露于海底的管线造成一定的影响，由于本项目海底电缆埋于沉积物中，因此，污损生物基本不对管线产生影响。

3.2 海洋自然资源及海洋开发活动

3.2.1 岸线资源

北海市海岸线长 668.98km，其中大陆岸线 528.17km，海岛岸线 140.81km。岸线类型可分为基岩岸线、砂纸岸线、淤泥质岸线、红树林海岸、珊瑚礁海岸。银海区辖区内海岸线长 94km，沿岸海域滩涂底平流缓，水质清新，天然饵料丰富，水温适宜，是对虾、文蛤等繁殖的好地方。银海区辖区内 20m 深内可养浅海滩涂面积 1.12 万 ha。评价范围主要有自然岸线和其他岸线。

3.2.2 海洋渔业资源

北海市毗邻的北部湾渔场拥有丰富的海洋鱼类资源，包括滨海水库河流在内有鱼类 500 余种（其中淡水鱼类 50 余种），虾类 200 余种，蟹类 190 余种，贝类 300 余种，头足类 50 余种，其他动物门类 20 余种。热带海洋生物群落北海市涠洲岛的珊瑚礁有腔肠动物门珊瑚虫纲 5 目 18 科 66 种。

3.2.2.1 渔场渔区分布

项目所在海域内有北部湾渔场，渔业资源丰富，渔业活动频繁，但这里也是幼鱼、幼虾索饵的活动场所，是鱼虾天然的繁殖场，设置休鱼、禁渔区，同时南海渔政分局规定，每年 5 月 1 日至 8 月 16 日为禁渔期。

项目区北部近岸主要为养殖区和增殖区，海洋养殖和增殖主要以贝类、对虾和方格星虫等为主。南部靠近涠洲岛附近为捕捞区，主要以刺钓为主。

项目区主要的渔业活动状况如表 3.2-1。

3.2.2.2 渔业捕捞

北海市沿岸水域的海洋捕捞业主要的捕捞方式有拖、围、刺、钓及定置等五大类。投入北海港水域捕捞作业的渔船，主要是湾内沿岸的当地渔船。

北海市共拥有海洋捕捞机动渔船 16105 艘，总吨位为 141542 吨，总功率为 368898kW。海洋捕捞机动渔船大多数为小型机动渔船，主机功率在 45kW 以下的海洋捕捞渔船占全部海洋捕捞机动渔船的 86%，主机功率在 45kW 以上的海洋捕捞渔船仅占 14%，大部分的海洋捕捞机动渔船仅能在广东、广西、海南近岸海域作业。北海市内的海湾为禁止底拖网作业区，仅有少量围、刺、钓和定置作业渔船在该海域活动。

3.2.3 禁渔禁锚区

项目预选路由均穿越禁渔禁锚区，见图 3.2-2。

3.2.4 海上交通

3.2.4.1 港口

广西壮族自治区沿海岸线曲折，岬湾相间，形成较多港口岸线资源，受外海波浪的影响较小，潮差大，深水条件好，台风影响相对较轻，陆源泥沙少，港湾淤积轻，港池航道较为稳定，建港条件良好，开发潜力巨大。

北海市附近海域港口较多，主要有南漓港、电建渔港、北海市国际客运码头、西村渔港、营盘渔港、北海港铁山港作业区、公馆港、闸口港、涠洲西角客运码头以及南湾渔港等。目前渔港都已经具有一定建设规模，是海洋捕捞的重要基地之一。其中电建渔港为广西沿海四大渔港之一，为国家一类群众性渔港，可容纳 1000 多艘渔船避风及补给。预选路由与南漓港、电建渔港、涠洲西角客运码头邻近。

本项目附近的港口分布位置见图 3.2-3、3.2-4。

3.2.4.2 航道航路

本项目水域附近的航道及习惯航路包含石步岭进港航道、北海-涠洲岛习惯航路、涠洲岛东习惯航路、北海-琼州海峡习惯航路和规划的铁山港 30 万吨级进港航道，具体位置关系见图 3.2-5。其中穿越了涠洲岛东习惯航路和规划的铁山港 30 万吨级进港航道。

3.2.4.3 锚地

本项目附近水域有侨港客运 1#、2#锚地，石步岭 1#、2#外锚地，10 万吨级散货船锚地、LNG 船应急锚地、涠洲岛单点系泊点等。其中，与拟建海缆最近的锚地为涠洲岛单点系泊点，距离约为 1000m。本项目与各锚地具体位置关系见图 3.2-6。

3.2.5 海底电缆管道

本项目附近水域已建、在建、规划的水下管线有 2 条，分别是已建的北海至临高海底电缆和已建的涠北油气管道。其中，海缆路由与北海至临高海底光缆最近距离约 1nmile，与已建的涠北管线在拐点 6-7 之间相交，水下管线设计参数见表 3.2-2，项目所在海域已建/拟建管线分布情况见图 3.2-7。

3.2.6 旅游资源

北海拥有“滨海、风光、人文、古迹”四大类旅游资源和“海水、海滩、海岛、海鲜、海珍、海底珊瑚、海洋动物、海上森林、海上航线、海洋文化”十大海洋旅游特色，集“海、滩、岛、湖、山、林”于一体，以滨海自然风光和以南珠文化为代表的人文景观兼备。

目前，北海市拥有 4A 级景区 9 家，分别为：银滩国家旅游度假区、涠洲岛鳄鱼山景区、北海老城景区、金海湾红树林生态旅游区、北海园博园、北海汉闾文化园、海底世界、海洋之窗、嘉和·冠山海；此外还有 3A 级景区 8 家，以及星岛湖旅游度假区、“世外桃源”斜阳岛、冠头岭国家森林公园、山口国家级红树林自然保护区、儒艮（美人鱼）国家自然保护区等一批旅游景点景区。北海银滩东西绵延约 24 公里，具有“滩长平、沙细白、水温净、浪柔软、无鲨鱼”的特点，被誉为“天下第一滩”；涠洲岛是中国最年轻的火山岛，2005 年被《中国国家地理》评为中国最美的十大海岛第二名，2016 年入选国家海洋局评选的中国“十大美丽海岛”，受到了各级领导和游客的广泛关注，现正在全面加快整体开发步伐，加快建设国内一流、国际知名的休闲度假海岛。

本项目旅游基础设施用海主要包括北海君海旅游文化基础设施项目、北海天隆旅游、体育、休闲公园项目、北海天隆房地产开发有限公司北海银滩西区城市公园、德利·海平面五星级酒店项目、腾飞北海大酒店和北海北部湾游艇母港综合项目。

北海君海旅游文化基础设施项目的用海面积为 21.5896 公顷，用海方式为建设填海造地，用海类型为旅游基础设施用海。该项目距本项目路由西北侧最近约 50m。

北海天隆旅游、体育、休闲公园项目的用海面积为 49.3930 公顷，北海天隆房地产开发有限公司北海银滩西区城市公园的用海面积为 4.8592 公顷，用海方式为建设填海造地，用海类型为旅游基础设施用海。北海天隆旅游、体育、休闲公园项目距本项目北海登陆点西北

侧最近约 767m，北海天隆房地产开发有限公司北海银滩西区城市公园距本项目路由西北侧最近约 2.1km。

德利·海平面五星级酒店项目的用海面积为 3.0341 公顷，用海方式为建设填海造地，用海类型为旅游基础设施用海，具体用途为建设星级酒店及部分公寓，该项目距本项目路由西北侧最近约 2.1km。

腾飞北海大酒店的用海面积为 3.0341 公顷，用海方式为建设填海造地，用海类型为旅游基础设施用海。该项目距本项目路由西北侧最近约 2.3km。

北海·北部湾游艇母港综合项目的用海面积为 91.9833 公顷，用海方式主要为建设填海造地、透水构筑物 and 港池、蓄水等，用海类型为旅游基础设施用海，具体用途包括建设酒店、文体艺术中心、游艇俱乐部、游艇维修中心、水上乐园等，该项目距本项目路由西北侧最近约 2.3km，见图 3.2-8。

3.2.7 其他开发利用活动

(1) 北海市美景路南线（美景路至规划四路）道路工程

北海市美景路南线（美景路至规划四路）道路工程的用海面积为 3.7761 公顷，用海方式为建设填海造地，用海类型为路桥用海。该工程距本项目北海登陆点西北侧最近约 722m，见图 3.2-8。

(2) 北海海洋气象研究测风塔项目

北海海洋气象研究测风塔项目的用海面积为 0.0625 公顷，权属人为国电电力广西风电开发有限公司，用海方式为透水构筑物，用海类型为科研教学用海，具体用途为建设一座海洋气象研究测风塔，用海终止时间为 2025 年 5 月 12 日。该项目距本项目路由西侧最近约 767m，见图 3.2-9。

(3) 涠洲岛客货码头项目

涠洲岛客货码头项目的用海面积为 10.93 公顷，权属人为北海市交通局，用海方式主要为港池、蓄水等和建设填海造地，用海类型为港口用海，具体用途分别为港池和码头建设，用海终止时间为 2054 年 9 月 23 日。该项目距本项目涠洲岛登陆段东北侧最近约 376 m，见图 3.2-9。

(4) 浴场用海和游乐场用海

北海涠洲岛西海岸景区石螺口海滨浴场项目的用海面积为 14.6459 公顷，该项目距本项目涠洲岛登陆点南侧最近约 2.0 km。北海市涠洲岛鑫昌隆潜水旅游度假村的用海面积为 0.6871 公顷，该项目距本项目涠洲岛登陆点西南侧最近约 1.8 km。北海探索潜水运动基地

的用海面积为 0.6604 公顷，该项目距本项目涠洲岛登陆点西南侧最近约 2.0 km，见图 3.2-9。

3.2.8 开发利用活动汇总

本项目位于北海市南侧海域，北侧登陆点位于北海市银滩区，南侧登陆点位于涠洲岛，通过海域海岛动态监管系统的查询、资料收集和现场踏勘实地了解项目所在周边海域的开发利用现状。经统计，本项目论证范围内海域的海洋开发利用活动共计 31 项，项目周边的开发活动主要有航道航路、锚地、海底电（光）缆、养殖区、海底管道管线、测风塔、港口用海、浴场用海、游乐场用海、旅游基础设施用海和路桥用海等，详见表 3.2-3。

3.3 海洋环境敏感目标概况

本项目海域保护目标包括水产种质资源保护区、海洋生态红线、珊瑚礁生境（含广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园和涠洲岛沿岸珊瑚礁分布区）、红树林生境、渔业资源保护区、重要经济生物“三场一通道”和现状养殖区。

3.3.1 海洋生态红线

通过与北海市“三区三线”数据叠图分析，本项目海缆工程穿越：北海银滩海岸防护极重要区红线区、北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区。北海侧附近主要分布有：北海银滩旅游度假区西区岸段、北部湾水源涵养生态保护红线、北海银滩沙源流失极脆弱区红线区、北海冠头岭海岸防护极重要红线区、广西北海滨海湿地公园。海缆与其东侧北海银滩沙源流失极脆弱区红线区距离最近，约 50m。涠洲岛附近主要分布有：北海市涠洲岛珊瑚礁红线区、广西涠洲岛珊瑚礁国家海洋公园、北海市涠洲岛重要渔业资源产卵场红线区、北部湾水源涵养生态保护红线、涠洲岛自然岸线。海缆与其南侧北海市涠洲岛珊瑚礁红线区距离最近，约 65m。

3.3.2 珊瑚礁生境

3.3.2.1 广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园

（1）保护区概况

广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园位于广西壮族自治区北海市涠洲岛东北面和西南部海域，2012 年 12 月 21 日经国家海洋局批准成立，海洋公园内珊瑚礁主要分布于离岸 500m 以外至 15m 等深线的海域，其范围为东经 109°03′51.67″～109°09′55.29″；北纬 20°59′29.58″～21°05′20.54″，海域面积 2512.92 公顷。到目前，已探明的珊瑚分属 26 个属科、43 个种类。珊瑚礁生态系统是南海区特色生态系统，具有高生物多样性、高生产力的特点，对维护生物多样性、维护渔业资源、保护海岸线以及吸引观光旅游有重要作用。

（2）主要保护对象

保护和回复涠洲岛珊瑚礁生态系统及功能。

(3) 管理要求

根据北海市海洋局《广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园管理办法》，保护和管理措施具体如下：

第六条 海洋公园实行功能分区管理，根据主导功能、生态环境、资源状况等特点及管理需要，划分为重点保护区、适度利用区。

第七条 重点保护区和适度利用区应当符合下列管理要去：

(一) 在重点区域内禁止实施与重点保护区保护无关的工程建设活动；

(二) 在适度利用区内可以适度利用海洋资源，实施与保护区保护目标相一致的生态型资源利用活动；

(三) 在适度利用区内可以采取适当的人工生态整治与修复措施，回复海洋生态环境与资源；

(四) 在适度利用区内可以适度利用海洋资源，但不得改变区内的自然生态条件。

(4) 与本项目位置关系

海缆工程路由不穿越广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园，海洋公园位于项目路由东侧 4.4km，与本项目的关系见图 3.3-3。红树林生境

(1) 北海侧登陆点附近

调查范围内红树林面积共有 82hm²，其中北海登陆点附近红树林面积为 2.4hm²，范围内的红树林群落均为白骨壤群落。

(2) 广西北海滨海国家湿地公园

广西北海滨海国家湿地公园位于项目东侧 6.9km。

红树林是广西北海滨海国家湿地公园内典型的湿地植被，调查红树林面积为 79.6 公顷红树植物共有 11 种，真红树植物 8 种，半红树植物 3 种。无重点保护及珍稀濒危野生植物。

广西北海滨海国家湿地公园每年有数万只候鸟栖息迁徙，是东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线重要的中转站，可谓天然的鸟类乐园。2020 年，广西北海滨海湿地公园管理处不断升级监测设备，提升人员的鸟类监测能力，年内共监测记录到 154 种鸟类栖息园内。

3.3.3 渔业资源保护区

3.3.3.1 北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区

根据《国家级水产种质资源保护区名单（第二批）》（农业部公告第 1130 号，2008 年 12 月 22 日）以及《农业部办公厅关于公布阜平中华鳖等 63 处国家级水产种质资源保护区的面

积范围和功能分区的通知》(农办渔(2009)34号,2009年4月12日),由南海区渔政局申报建立的北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产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。

该保护区位于北部湾东北部沿岸区域,由北纬21°31'线、五个拐点连线及广西壮族自治区防城港市、北海市海岸线组成,拐点坐标分别为(108°04'E,21°31'N;108°30'E,21°00'N;109°00'E,20°30'N;109°30'E,20°30'N;109°30'E,21°29'N),总面积1142158.03公顷,其中核心区面积808771.36公顷,实验区面积333386.67公顷。其中核心区由五个拐点连线组成,拐点坐标分别为(108°15'E,21°15'N;108°30'E,21°00'N;109°00'E,20°30'N;109°30'E,20°30'N;109°30'E,21°15'N);实验区由北纬21°31'线、四个拐点连线及广西壮族自治区防城港市、北海市海岸线组成,拐点坐标分别为(108°04'E,21°31'N;108°15'E,21°15'N;109°30'E,21°15'N;109°30'E,21°29'N)。核心区特别保护期为1月15日至3月1日。

3.3.3.2 海缆工程与保护区的关系

本项目预选海缆路由自北向南分别穿越北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区的实验区和核心区,穿越该保护区的海缆长度约为44.3km。其中,穿越核心区长度约22.9km,实验区长度约21.4km。保护区与海缆工程的位置关系见图3.3-6。

3.3.3.3 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1-12月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

本项目海缆工程与南海北部幼鱼繁育场保护区位置关系见图3.3-7。

3.3.3.4 保护对象

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(二长棘犁齿鲷, *Eynniss cardinalis*)和长毛对虾(长毛明对虾, *Fenneropenaeus penicillatus*),其他保护物种包括金线鱼(*Nemipterus virgatus*)、蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)、黄带绯鲤(*Upeneus sulphureus*)、长尾大眼鲷(*Priacanthus tayenus*)、蛇鲻属(*Saurida spp.*)、日本金线鱼(*Nemipterus japonicus*)、墨吉对虾(墨吉明对虾, *Fenneropenaeus merguensis*)、长足鹰爪虾(*Trachysalambria longipes*)、中华管鞭虾(*Solenocera crassicornis*)、锈斑蟊(*Charybdis feriatus*)、逍遥馒头蟹(*Calappa philargius*)、日本蟊(*Charybdis japonica*)、马氏珠母贝(*Pinctadamartensii*)、方格星虫属(*Sipunculus*)等,以及其生存环境。

3.3.3.4.1 主要保护对象生态特性

3.3.3.4.1.1 二长棘鲷 *Evynnis cardinalis*

二长棘鲷属鲈形目鲷科二长棘鲷属，体侧扁，呈椭圆形，背部鲜红色，腹部较淡，胸鳍及腹鳍色较浅，体侧有若干蓝色纵带，背鳍第1和第2鳍棘很短小但第3和第4棘突出延长如丝状，故而得名二长棘鲷。

(1) 生活习性

二长棘鲷属暖温性、近底层鱼类，喜结群生活，适应性广。分布于太平洋西部的中国、朝鲜、日本、越南和印度尼西亚等海域。我国产于南海和东海，广泛分布于北部湾、南海北部陆架区及福建南部海域，从水深3~4m的浅海至水深188m的大陆架外缘均有出现，但分布水深一般不超过120m，成鱼大多分布在水深60~90m的近海，幼鱼多出现在近岸浅水区。

二长棘鲷属广食性鱼类，以摄食底栖生物为主、兼食浮游生物和游泳动物。成鱼主要饵料有甲壳类（端足类、短尾类和长尾类等）、蛇尾类、多毛类及鱼类等；幼鱼饵料以浮游动物的桡足类为主。一年中，摄食强度以春季最高，夏季最低。昼夜摄食强度变化则不明显。

(2) 洄游情况

二长棘鲷成鱼在平时栖息于较深水的海区，分布较广而且移动性不大，其洄游现象多见于产卵时期。二长棘鲷产卵鱼群集结群体大，于产卵时期较为分散；幼鱼时期的群体最为密集，多栖息于近岸浅水区域育肥成长，稍大即离开浅水区向外扩散。

在北部湾海区，每年10月~11月期间，亲鱼性腺逐渐发育，栖息在湾口及湾中西部海区的群体向北岸偏东作产卵洄游移动，抵达涠洲岛附近，12月至翌年2月鱼群大部分集中于涠洲岛以东和雷州半岛以西；另一支产卵鱼群则洄游移动至越南沿岸吉婆岛一带，但时间较前一支产卵鱼群推迟1~2个月。3~4月一般产卵基本结束，产卵后鱼群分散，低龄亲鱼群体大部向西南移至湾中西部；高龄亲鱼群体（有一部分低龄鱼混栖，体长尚未达150mm）则移动至湾口一带栖息。在湾北部亲鱼产卵的水域内，最早于2月开始可发现当年孵化的幼鱼。其群体于5月开始南下移动，一支沿越南沿岸南移，另一支沿海南岛向西南移动，9月抵达湾口，但沿途海域均分布当年孵化的幼鱼群体。

(3) 繁殖习性

二长棘鲷性成熟早，最小性成熟年龄为1龄，雌鱼性成熟的最小体长为90mm，体重为54g，产卵群体的体长范围为100~229mm，以110~140mm的1龄鱼占绝对优势。分布于北部湾海区的群体，每年11月底亲鱼性腺开始发育，至翌年1月，一般已成熟，并开始产卵。产卵时期与水温关系密切，当水温在19~21℃时，始见亲鱼产卵；当水温下降至16~

17℃时，则有大部分亲鱼产卵。至4月底5月初产卵结束。二长棘鲷卵子的发育不同步，属分批产卵类型。

(4) 北部湾二长棘鲷产卵场

北部湾二长棘鲷的产卵场位于北部湾 107° 20' ~109° 15' E, 20° 00' N 至近岸水深 60m 以浅海域，产卵期 1~3 月。本项目海缆工程位于二长棘鲷产卵场范围内（图 3.3-8）。

(5) 数量分布

根据 2022 年 10 月和 2023 年 3 月在项目附近开展的底拖网调查结果，秋季调查区内二长棘鲷的出现率为 50%，总渔获共 2.64 kg、100 尾，平均体重为 26.4 g，无幼体。各站平均重量和个体密度分别为 33.89 kg/km²、0.64×10³ ind/km²，以距海缆路由较远的涠洲岛西南侧海域数量最高。春季的出现率为 64%，总渔获共 0.99 kg、197 尾，其中幼体尾数 182 尾，平均体重为 5.0 g。各站位平均重量和个体密度分别为 9.90 kg/km²、1.97×10³ ind/km²，最高密度出现在距海缆路由较远的沿岸海域。

3.3.3.4.1.2 长毛对虾 *Fenneropenaeus penicillatus*

长毛对虾属于对虾科对虾属，形态体蓝灰色，有棕色斑点，尾肢末端红褐色，腹肢末端淡红色。是南方沿海地区的重要捕捞和养殖对象。

(1) 生活习性

长毛对虾原产中国东海，南海和台湾海峡、日本、菲律宾等地，主要分布在印度洋、西太平洋的巴基斯坦到印度尼西亚沿海一带，我国福建、台湾及广东东部沿海最为常见。常与墨吉对虾混栖，分布于水深 30m 以内沿岸浅海。

(2) 洄游情况

长毛对虾在每年清明前后，随水温逐渐升高，从越冬海区向内湾、河口作索饵、产卵洄游。

(3) 繁殖习性

长毛对虾的成熟个体体长雌性一般为 140~160mm，体重为 35~56 g，最大个体体长可达 200mm，体重可达 100 g。雄虾较小，一般体长为 120~140mm，体重为 22~35g，最大个体体长可达 160mm，体重可达 56g。性成熟个体的最小体长为 100mm，最大体长为 200mm，多数为 130~170mm。一般个体较大者，性腺较早发育成熟。在 4、5 月，体长 140mm 以上的雌虾，性腺大部分已成熟，性成熟个体的比例随体长增长。长毛对虾的产卵期较长，除 10~11 月外全年均有性成熟个体出现，4~5 月为主要产卵期。

(4) 数量分布

2022 年 10 月和 2023 年 3 月在项目附近开展的底拖网调查未捕获长毛对虾。

3.3.3.4.1.3 其他主要渔业生物

3.3.3.4.1.3.1 蓝圆鲹 *Decapterus maruadsi*

蓝圆鲹是鲹科圆鲹属鱼类。身体稍侧扁，呈纺锤形。头略呈圆锥状，鳃盖后上角与肩带部交界处有1个半月形黑斑。身体背部蓝灰色，腹部银白色。

(1) 生活习性、洄游情况

蓝圆鲹为暖水性中上层鱼类。常聚集成群巡游于近海。喜集群洄游，白天常起群上浮，夜间有趋光性。具有较长距离洄游习性。

蓝圆鲹在南海北部海区分布广泛，平时栖息于底层的群体，其洄游活动不甚明显。但冬春季节，由于淡水范围退缩，而外海水直迫近岸，此时产卵鱼群大量集结，自外海洄游至沿岸海区进行产卵活动。北部湾的蓝圆鲹群体，自12月至翌年1月从湾南部逐渐游至涠洲岛西北海区，进行索饵，此时性腺开始发育。至3~4月，性腺成熟，在水深15~20m泥沙底质场所进行产卵。产卵结束后，鱼群逐渐分散于湾内各海区栖息。至5月间，在涠洲岛附近海区皆可发现幼鱼，这些幼鱼继续在产卵场附近索饵成长，随后转移至湾内各水域。

(2) 北部湾蓝圆鲹产卵场

北部湾是蓝圆鲹主要的产卵场和育幼场之一，产卵场的范围介于107° 15' ~109° 40' E，20° 00' ~21° 30' N之间，水深40m以内，产卵盛期为3~5月。本项目海缆工程位于距该产卵场内（图3.3-9）。

3.3.3.5 保护区管理要求和管理现状

3.3.3.5.1 管理要求

根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》，水产种质资源保护区主要保护对象的繁殖期、幼体生长期等生长繁育关键阶段设定特别保护期。特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态环境造成损害的活动。特别保护期外从事捕捞活动，应当遵守《中华人民共和国渔业法》及有关法律法规的规定。

为加强水产种质资源保护，根据《中华人民共和国渔业法》等有关法律法规，2016年5月30日发布，2016年6月1日起实行，中华人民共和国农业部令（2016年第3号），对《水产种质资源保护区管理暂行办法》（2011年1月5日农业部令2011年第一号公布）部分条款予以修改。《水产种质资源保护区管理暂行办法》实行对于强化和规范水产种质资源保护区管理、保护重要水产种质资源及其生存环境、促进渔业可持续发展和国家生态文明建设将发挥重要作用。水产种质资源保护区的保护和管理措施具体如下：

第十五条 农业部应当针对国家级水产种质资源保护区主要保护对象的繁殖期、幼体生长期等生长繁育关键阶段设定特别保护期。特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态环境造成损害的活动。

特别保护期外从事捕捞活动，应当遵守《中华人民共和国渔业法》及有关法律法规的规定。

第十六条 在水产种质资源保护区内从事修建水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源、港口建设等工程建设的，或者在水产种质资源保护区外从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。

第十七条 省级以上人民政府渔业行政主管部门应当依法参与涉及水产种质资源保护区的建设项目环境影响评价，组织专家审查建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并根据审查结论向建设单位和环境影响评价主管部门出具意见。

建设单位应当将渔业行政主管部门的意见纳入环境影响评价报告书，并根据渔业行政主管部门意见采取有关保护措施。

第十八条 单位和个人在水产种质资源保护区内从事水生生物资源调查、科学研究、教学实习、参观游览、影视拍摄等活动，应当遵守有关法律法规和保护区管理制度，不得损害水产种质资源及其生存环境。

第十九条 禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海工程。

第二十条 禁止在水产种质资源保护区内新建排污口。

在水产种质资源保护区附近新建、改建、扩建排污口，应当保证保护区水体不受污染。

第二十二条 单位和个人违反本办法规定，对水产种质资源保护区内的水产种质资源及其生存环境造成损害的，由县级以上人民政府渔业行政主管部门或者其所属的渔政监督管理机构、水产种质资源保护区管理机构依法处理。

3.3.3.5.2 管理现状

北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区是农业部 2008 年 12 月 22 日按照《农业部第 1130 号公告》公布的第二批共 63 个国家级水产种质资源保护区之一，原主管部门为农业部南海区渔政局。2018 年因国家海上执法体制改革，由农业部渔业渔政管理局委托广西壮族自治区渔业主管部门负责北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区的具体管理工作。广西壮族自治区农业农村厅作为广西壮族自治区渔业主管部门，根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》对该保护区实施管理，制定水产种质资源保护区具体管理制度；设置和维护水产种质资源保护区界碑、标志物及有关保护设施；开展水生生物资源及其

生存环境的调查监测、资源养护和生态修复等工作；救护伤病、搁浅、误捕的保护物种；开展水产种质资源保护的宣传教育；依法开展渔政执法工作；依法调查处理影响保护区功能的事件，及时向上级主管部门报告重大事项。并在这些工作基础上，积极加强水产种质资源保护区的建设，依法严格处理破坏、侵占水产种质资源保护区的行为。该保护区核心区特别保护期为1月15日至3月1日。

3.3.4 人工鱼礁

人工鱼礁建设是一项海洋生态环境的修复工程，是用人为的方法在沿海营造一定范围的人工生态体系，以达到保护幼鱼幼虾，提高海洋生产力的目的。国内外的实践证明，这是保护海洋生态环境最有效的途径之一。

北海市渔业基础设施建设正在稳步推进，针对北海海洋捕捞业出现的问题，为了恢复渔业资源和改善环境，北海建立了广西北海银滩南部海域国家级海洋牧场示范区，建设人工鱼礁区，用海方式为透水构筑物，用海类型为人工鱼礁用海，用海面积为100公顷。该人工鱼礁区距预选路由最近约8.7km，具体见图3.3-10。

根据《国家级海洋牧场示范区管理工作规范》的管控要求，禁止在示范区内从事围填海工程、水下爆破、采砂等对渔业资源和生态环境破坏严重的活动，占用示范区从事港口建设、航道疏浚、海洋矿产资源勘探开发等工程建设的，应事先征求农业农村部渔业渔政管理局意见，并提出相应的替代和补偿措施。

3.3.5 现状养殖区

本项目评价范围内主要有6个养殖区（具体位置分布详见图3.3-11），包括北海金不换水产有限公司C74海水底播养殖场、北海金不换水产有限公司C77海水底播养殖场、广西春祥晖水产养殖有限公司C1海水底播养殖场、广西春晖水产养殖有限公司C4海水底播养殖场、广西春晖水产养殖有限公司C62海水底播养殖场和广西春晖水产养殖有限公司C72海水底播养殖场。

北海金不换水产有限公司C74海水底播养殖场和北海金不换水产有限公司C77海水底播养殖场项目的用海面积均为66.6666hm²，用海方式为开放式养殖，权属人为北海金不换水产有限公司，用海终止时间为2033年1月20日。其中，C74海水底播养殖场位于本项目路由东南侧约1.2km，C77海水底播养殖场位于本项目路由东南侧约100m，养殖产品有赖氏大獭蛤，蛭子螺，织绵巴菲甲等贝类，位置见图3.3-11。

广西春祥晖水产养殖有限公司C1海水底播养殖场项目的用海面积为33.3333hm²，用海方式为开放式养殖，具体用途为底播养殖，养殖品种为象鼻螺等贝类，权属人为广西春祥晖水产养殖有限公司，用海终止时间为2031年2月9日。广西春晖水产养殖有限公司C4海水

底播养殖场、广西春晖水产养殖有限公司 C62 海水底播养殖场和广西春晖水产养殖有限公司 C72 海水底播养殖场项目的用海面积均为 33.3333hm²，用海方式为开放式养殖，具体用途为底播养殖，养殖品种为象鼻螺等贝类，其中广西春晖水产养殖有限公司 C4 海水底播养殖场的权属人为广西春祥晖水产养殖有限公司，用海终止时间为 2031 年 2 月 9 日，广西春晖水产养殖有限公司 C62 海水底播养殖场和广西春晖水产养殖有限公司 C72 海水底播养殖场的权属人为广西春晖水产养殖有限公司，用海终止时间为 2032 年 12 月 28 日。广西春祥晖水产养殖有限公司 C1 海水底播养殖场位于本项目路由东南侧约 2.6km，广西春晖水产养殖有限公司 C4 海水底播养殖场位于本项目路由东南侧约 3.0km，广西春晖水产养殖有限公司 C62 海水底播养殖场位于本项目路由东侧约 374m，广西春晖水产养殖有限公司 C72 海水底播养殖场位于本项目路由东侧约 2.7km，见图 3.3-11。

3.3.6 风景名胜区

1988 年 9 月 14 日，广西壮族自治区人民政府以《自治区人民政府关于公布第一批自治区级风景名胜区的通知》（桂政发〔1988〕97 号）对南漓—涠洲岛海滨风景名胜区予以批复。

该风景名胜区主要分为 4 个部分：廉州景区、南漓景区、涠洲岛景区、斜阳岛景区。

根据《220 千伏涠洲岛跨海联网工程项目涉及南漓—涠洲岛海滨风景名胜区选址论证报告》，南漓—涠洲岛海滨风景名胜区设立至今未确定面积，未编制总体规划。根据桂政发〔1988〕97 号文件对风景名胜区的范围描述，结合 2018 年由自治区住房城乡建设厅呈报自治区人民政府的《广西壮族自治区级风景名胜区核心景区划定规划（第四批）》和 2023 年 5 月由自治区人民政府审定并报国家林草局的《广西壮族自治区自然保护地整合优化方案》，本项目主要涉及南漓—涠洲岛海滨风景名胜区的“南漓”和“涠洲岛”区域，其中“南漓”主要为白虎头（银滩）区域，即东至冯家江，西至大海，北至规划岸线、南至平均低潮位线的围合范围；“涠洲岛”包括涠洲岛全岛，以涠洲岛国土“三调”陆域范围（不含风景名胜区批复设立后因实施用海项目而新增的陆域面积）为准。

（2）风景区景源特色主要景点

1) 景源特色

南漓—涠洲岛海滨风景名胜区属于海滨型风景名胜区，以火山地貌风光、海滩胜景、客家文化等自然景观和人文景观为特色。其景源在空间分布上可以划分为陆地和海岛两个区域，各区域景源具有以下明显特点：

①“南漓”和“廉州”位于北海市南端，以冠头岭森林风光、白虎头海滩、廉州历史文化古迹群为主要景源。当地流传着“先有南漓，后有北海”的说法，南漓村的形成不但先于北海，

而且其先民又是古里寨设立后在这片土地上生活最早的先民，“南漓”和“廉州”集中体现了北海形成、开发和发展的历史文化特色。

②“涠洲岛”和“斜阳岛”位于北部湾北部，均是火山喷发堆凝而成的岛屿，两处岛屿的构造演化大体相同，有大、小蓬莱之称。其中“涠洲岛”具有海蚀、海积及溶岩等景观，是中国地质年龄最年轻的火山岛，也是广西最大的海岛。斜阳岛人文景观不如涠洲岛丰富，但民居特色与涠洲岛大致相似，秉承了客家人的建筑风格，并在村落格局、民居、居住习俗等方面都有自己的特点。“涠洲岛”和“斜阳岛”上自然景观和人文景观相结合，具有极高的观光、科普、研究价值。

2) 主要景点

4个主要景区主要为：

①廉州景区

该景区位于北海市合浦县境内，主要景点包括东坡亭、惠爱桥、海角亭、魁星楼、文笔塔、汉墓博物馆、汉墓园等。

②南漓景区

该景区位于北海市银海区境内，主要景点包括冠岭公园、银滩及银滩核心景区、白虎头核心景区等。

③涠洲岛景区

该景区位于北海市海城区境内，主要景点包括涠洲岛全岛、滴水丹屏核心景区、鳄鱼山核心景区、南湾核心景区、五彩滩核心景区、东岸海滨核心景区、贝壳沙滩核心景区、圣母堂核心景区、天主教堂核心景区等。

④斜阳岛景区

该景区位于北海市海城区境内，景点为斜阳岛全岛。

本项目整体电缆线路工程在南漓—涠洲岛海滨风景名胜区内总长 2.2km，其中海缆路由在北海市侧登陆段采用定向钻施工工艺穿越了南漓—涠洲岛海滨风景名胜区中的南漓景区，北海大陆侧（海底段）穿越距离为 0.46km，涠洲岛侧（陆上段）穿越距离为 1.74km。海缆路由距离西侧冠岭公园约 4.5km，海缆路由距离东侧银滩核心景区约 3.5km。详见图 3.3-12。

3.3.7 北海银滩保护区

北海银滩核心保护区为西至大墩海、东至冯家江、北至规划岸线、南至平均低潮位线的围合范围以及冠岭公园，核心保护范围约 6.3km²，建设控制地带为核心保护区（不含冠岭公园）外围向陆域延伸至 200m 的范围，建设控制范围约 2.4km²。本项目海缆穿越北海银滩保护区，具体位置关系见图 3.3-13。

3.4 海洋环境质量现状调查与评价

3.4.1 调查概况

本项目附近海域现状调查工作由国家海洋局南海调查技术中心承担。海水水质、海洋生物质量、海洋生态、渔业资源分别于 2022 年 10 月 21 日至 10 月 26 日（秋季）、2023 年 3 月 14 日至 3 月 20 日（春季）进行了 2 次调查。海洋沉积物于 2022 年 10 月 21 日至 10 月 26 日（秋季）进行 1 次调查。

本项目秋季调查共设置 23 个海洋水质站位、12 个沉积物站位、14 个海洋生态站位、6 条潮间带断面、14 个渔业资源调查站位。监测站位坐标见表 3.4-1a，点位分布见图 3.4-1a。

本项目春季调查站位共设置 23 个水质调查站位，组成 5 条水质站位断面，方向平行于主潮流方向，SH 站为红树林生境加密站位。调查站位见表 3.4-1b 和图 3.4-1b。

3.4.2 海水水质现状调查与评价

3.4.2.1 调查项目与采样分析方法

调查项目：透明度、水深、pH、盐度、温度、悬浮物、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、无机氮（硝酸盐 NO₃-N、亚硝酸盐 NO₂-N、铵盐 NH₄-N）、磷酸盐、石油类、以及重金属（铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷）共 20 项。其中无机氮和磷酸盐分析由广东创蓝海洋科技有限公司完成。

采样分析方法：根据实测水深，进行透明度等现场观测。根据现场水深决定采样层次，当水深<25m 时，取样 2 层，即表层下 0.5m、底层上距海底 2m 处分别采样；当 25m≤水深≤50m 时，取样 3 层，即表层下 0.5m、10m、底层上距海底 2m 处分别采样，并将样品进行分装、预处理、编号记录、保存。此外，采集 10% 的站位数即 3 个站位的样品做平行样。

按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测技术规程 第 1 部分：海水》（HY/T 147.1-2013）进行，见表 3.4-2。

3.4.2.2 评价标准与评价方法

（1）评价标准

海洋水质参考《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》中水质保护目标进行评价，海洋沉积物与生物体质量根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》中各功能区的环境功能区类别，参照《近岸海域环境功能区划分技术规范》（征求意见稿）中近岸海域环境功能区执行的环境标准进行评价，综合得到各站位的海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量的评价标准类别见表 3.4-3。

(2) 评价方法

采用单因子标准指数法对水质现状进行评价，标准指数（ P_i ）大于 1 表示超过了规定的水质标准。各监测项目的污染指数计算公式如下：

除 pH、DO 外的其它污染物的标准指数：

$$P_i = C_i / C_{si}$$

式中： P_i 为单因子污染指数； C_i 为实际监测值； C_{si} 为评价标准值。

① pH 的标准指数为：

pH 的污染指数计算公式为：

$$S_{pH_j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH_j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中： S_{pH_j} ——pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j ——pH 值实测统计代表值；

pH_{sd} ——评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} ——评价标准中 pH 值的上限值。

② DO 的标准指数为：

$$S_{DO_j} = DO_s / DO_j \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO_j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j > DO_f$$

式中： S_{DO_j} ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f ——饱和溶解氧浓度，mg/L， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ， S ——实用盐度符号，量纲为 1； T ——水温，℃。

3.4.2.3 调查与评价结果

(1) 2022年10月秋季

2022年10月秋季评价海域水质调查结果见表3.4-4，评价海域水质调查评价结果见表3.4-5和表3.4-6。

根据《海水水质标准》，对照表3.4-3中各站位执行海水水质标准，2022年10月秋季水质评价结果显示：

1) 表层

执行一类海水水质标准的8个站位（S6、S7、S9、S10、S11、S14、S19、S20）中，S10站位化学需氧量超标，超标倍数0.01；S9、S19站位锌超标，超标倍数分别为0.05、0.03。

执行二类海水水质标准的8个站位（S1、S3、S5、S8、S22、SH、S2、S23）中，SH站位石油类、无机氮和活性磷酸盐超标，超标倍数分别为0.65、8.69、12.60。

近岸海域环境功能区划之外的7个站位（S12、S13、S15~S18、S21）中，S13站位锌满足二类水质标准，其余均满足海水水质一类标准。

2) 底层

执行一类海水水质标准的8个站位中，S6、S10站位锌超标，超标倍数0.16、0.004。

执行二类海水水质标准的8个站位中，所有调查因子均满足海水水质二类标准。

近岸海域环境功能区划之外的7个站位中，所有调查因子均达到海水水质一类标准。

(2) 春季

春季评价海域水质调查结果见表3.4-7，评价海域水质调查评价结果见表3.4-8和表3.4-9。

根据《海水水质标准》，对照表3.4-3中各站位执行海水水质标准，2023年3月春季水质评价结果显示：

1) 表层

执行一类海水水质标准的8个站位（S6、S7、S9、S10、S11、S14、S19、S20）中，S6、S9、S11、S14站位锌超标，超标倍数分别为3.73、0.27、0.03、3.23。

执行二类海水水质标准的8个站位（S1、S3、S5、S8、S22、SH、S2、S23）中，SH站位溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮、活性磷酸盐超标，超标倍数分别为1.05、0.18、1.06、13.8、1.61。

近岸海域环境功能区划之外的7个站位（S12、S13、S15~S18、S21）中，S16、S17、S21站位锌满足三类水质标准，S18站位锌满足二类水质标准，其他调查因子均达到海水水质一类标准。

2) 底层

执行一类海水水质标准的 8 个站位中, S06、S11、S14、S20 站位锌超标, 超标倍数分别为 4.49、0.03、4.79、5.19。

执行二类海水水质标准的所有站位均符合所在功能区执行的海水水质标准。

近岸海域环境功能区划之外的 7 个站位中, S16 锌满足四类水质标准, S17、S18、S21 站位锌满足三类水质标准, S17 站位铅满足二类水质, 其他调查因子均达到海水水质一类标准。

3.4.2.4 省控站点海水水质监测数据

本次评价收集到北海市范围内 17 个海水水质省控点, 具体监测点位见表 3.4-10, 监测点位图见 3.4-4。

3.4.2.5 超标原因分析

参照 2018 年~2021 年《广西壮族自治区生态环境状况公报》, 秋季站点中, 本次调查个别站位 COD 质量浓度超出所属功能区要求, 可能为过往船舶造成的短暂临时性的升高。个别站位锌的质量浓度轻微超过所在功能区规定的海水水质标准, 这些站位主要集中在 S6 (电建港航道周边)、S9 (涠洲岛东航路附近)、S10 (北海港航道周边) 和 S19 (近岸点), 超标原因主要与过往船只的排污和陆源输入有关。本次调查 SH 站位无机氮、活性磷酸盐、溶解氧和油类等浓度超标, 该站位位于城市生活污水入海口处的红树林生境, 受退潮及污水排放的影响造成超标。

春季站点中, 个别站位锌的质量浓度超过所在功能区规定的海水水质标准, S6、S9、S11 站位远离陆地且位于航道航路周边, 超标原因可能与海上船舶排污有关; S14 站位离岸距离较近, 站位周边有两处小型港湾, 超标原因可能与其停泊的船舶排污有关; S20 站位据向当地渔民了解, 周边有底播贝类养殖, 超标原因可能与养殖有关。无机氮、活性磷酸盐、溶解氧、COD 和油类质量浓度的超标现象主要发生在 SH 站位, 该站位位于城市生活污水入海口处的红树林生境受涨退潮影响明显。调查时间为退潮时段, 受退潮及污水排放的影响造成该站位无机氮。

3.4.3 沉积物现状调查与评价

3.4.3.1 调查项目与采样分析方法

调查项目: 铜 (Cu)、铅 (Pb)、锌 (Zn)、镉 (Cd)、总汞 (Hg)、砷 (As)、铬 (Cr)、石油类、沉积物粒度等 9 项。其中沉积物粒度由南海调查中心测试, 其余项目委托广东创蓝海洋科技有限公司测试。

采样分析方法：到达指定站位后，用剪刀臂式抓泥斗采集沉积物，仅取表层样（0~10cm），现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

按《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测技术规程》（HY/T 147.3-2013）的要求进行，具体见表 3.4-10。

3.4.3.2 评价标准与评价方法

（1）评价标准

沉积物质量评价根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》中各功能区的环境功能区类别，参照《近岸海域环境功能区划分技术规范》（征求意见稿）中近岸海域环境功能区执行的环境标准进行评价。本次调查评价标准执行中华人民共和国国家标准《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）表 3.4-11。

（2）评价方法

采用单因子标准指数法， $P_i=C_i/C_s$ ；式中 C_i 为第 i 项调查值， C_s 为标准值。

3.4.3.3 调查与评价结果

评价海域沉积物调查结果见表 3.4-12，评价结果见表 3.4-13。

本次调查中所有表层沉积物样品中铜、铅、锌、镉、汞、砷均符合第一类沉积物质量标准；执行一类沉积物质量标准的 9 个站位（S3、S7、S9、S11、S14、S19、S20、S22、S23）中，S14、S20 的表层沉积物样品中铬的含量超过第一类沉积物质量标准，超标倍数 0.22、0.05；S23 站位的表层沉积物样品中油类含量超过第一类沉积物质量标准，超标倍数 0.26。未划定功能区的 S12、S15、S21 的表层沉积物样品中铬的含量超过第一类沉积物质量标准，超标倍数 0.12、0.09、0.07。其余均达到第一类沉积物质量标准。

3.4.3.4 超标原因分析

铬超标站位位于涠洲岛附近，S14 位于涠洲岛客运码头东侧约 4.4km，站位西侧 3km 内另有两处小型港湾，停泊有小型船舶，该区域潮流方向为自西向东，站位铬超一类沉积物环境标准原因可能由于船舶扰动或排污所导致。S20 站位铬超标可能与养殖情况有关。油类超标站位 S23 站位位于北海市陆域附近，距离河口较近，可能由于陆源输入所导致。

3.4.4 海洋生物质量调查与评价

3.4.4.1 调查项目与分析方法

调查项目：石油烃、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷等 8 项。

分析方法：参照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB 17378.6-2007）中规定的方法，具体分析方法及各因子检出限见表 3.4-14。

3.4.4.2 评价标准与评价方法

(1) 评价标准

目前国家仅颁布了软体动物（双壳类）评价国家标准，软体动物（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的标准值，其它生物种类的国家级评价标准尚未发布。软体动物（非双壳类）、甲壳类和鱼类生物体内污染物质（铜、铅、锌、镉、汞）含量评价标准参考《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；石油烃含量的评价标准参考《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；生物体内铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

海洋生物质量评价根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》中各功能区的环境功能区类别，参照《近岸海域环境功能区划分技术规范》（征求意见稿）中近岸海域环境功能区执行的环境标准进行评价，各站位的海洋生物质量的评价标准类别见表 3.4-15。

(2) 评价方法

生物体内污染物质评价方法与水质评价方法相同，采用单项分指数法。

3.4.4.3 调查与评价结果

(1) 2022 年 10 月秋季

2022 年 10 月秋季海洋生物质量调查结果见表 3.4-16，评价结果见表 3.4-17。

鱼类、甲壳类和非双壳贝类软体动物生物质量评价因子重金属铜、铅、锌、镉和汞含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准。

鱼类和非双壳贝类软体动物生物质量评价因子石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的质量标准。

棒锥螺样品中，Hg 含量超过了一类生物质量标准，最大超标倍数为 0.54，但均达到了二类生物质量标准；其它调查因子均满足一类生物质量标准。

波纹巴非蛤样品中，各调查因子均满足一类生物质量标准。

(2) 2023 年 3 月春季

2023 年 3 月春季海洋生物质量调查结果见表 3.4-18，评价结果见表 3.4-19。

从生物体质量检测结果及其对应质量指数评价可知，该调查海域鱼类、甲壳类和软体类生物体中汞、铜、铅、锌、镉等指标测值含量均符合《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，未出现超标现象。

鱼类和软体类生物体中的石油烃指标测值含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准，未出现超标现象。贝类砷、铜、铅、锌、

镉、铬和石油烃等指标检测值均满足《海洋生物质量》(GB18421-2001) 第一类标准。海洋生物质量调查总结

本次调查所检测的 45 份海洋生物体中, Hg、As、Cu、Zn、Cd、Cr 及石油烃检出率为 100%, Pb 检出率为 97.78%。其中, 鱼类 Hg、As、Cu、Zn、Cd、Cr 及石油烃检出率为 100%, Cd 检出率为 93.75%。甲壳类、贝类和软体类 Hg、As、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr 及石油烃检出率均为 100%。

从生物体质量检测结果及其对应质量指数评价可知, 该调查海域鱼类、甲壳类和软体类生物体中汞、铜、铅、锌、镉等指标测值含量均符合《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, 未出现超标现象。鱼类和软体类生物体中的石油烃指标测值含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册) 中规定的生物质量标准, 未出现超标现象。贝类砷、铜、铅、锌、镉、铬和石油烃等指标检测值均满足《海洋生物质量》(GB18421-2001) 第一类标准。

3.4.5 海洋生态环境现状调查与评价

3.4.5.1 调查与分析方法

(1) 调查方法

现场采样按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)、海洋调查规范 (GB/T 12763-2007) 的要求进行。

(2) 样品的运输和保存

①叶绿素 a: 使用采水器采集表层水样 1000mL, 加 2mL 碳酸镁悬浮液, 混匀, 用玻璃纤维滤膜过滤, 过滤后的滤膜用 90% (体积比) 丙酮提取叶绿素, 用分光光度法测定。

②浮游植物: 采用浅水 III 型浮游生物网自底至表层作垂直拖网进行采集, 样品加入甲醛海水溶液 (体积比 5%) 固定后带回实验室分析鉴定。

③浮游动物: 采用浅水 I 型浮游生物网自底层至表层作垂直拖网进行采集, 样品加入甲醛海水溶液 (体积比 5%) 固定后带回实验室分析鉴定。

④底栖生物: 用蚌式采泥器进行采集, 底栖生物样品用甲醛海水溶液 (体积比 5%) 固定保存后带回实验室称重、计数、分析和鉴定。

⑤潮间带生物: 潮间带生物在各断面潮间带的高、中、低潮区分别采集定性样品和定量样品。定性样品在各断面周围随机采取; 定量样品则用大小为 25cm×25cm 的取样框随机抛投, 先拾取框内滩面上的底栖生物, 再挖取至 30cm 深处内的底泥 (基岩岸滩采岩石表面生物样), 用 0.5mm 孔径的套筛淘洗, 所获底栖生物样品用 5% 的甲醛溶液固定保存, 带回实验室分析、鉴定。室内分析时吸干样品表面水分, 称重。

(3) 实验室分析鉴定

按照《海洋监测规范第7部分：近海污染生态调查和生物监测》(GB 17378.7-2007)中规定的方法对叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物和潮间带生物进行分析鉴定。

3.4.5.2 评价方法

(1) 初级生产力

叶绿素 a 是主要色素体，通常用叶绿素 a (Chl-a) 表示初级生产力水平。按照 Cadée 和 Hegeman (1974) 提出的简化公式估算：

$$P = \frac{P_s ED}{2}$$

式中：P 为每日现场的初级生产力，单位：mgC/(m²•d)，P_s 为表层水中浮游植物的潜在生产力，单位：mgC/(m³•h)，E 为真光层的深度，真光层的深度约为透明度的 3 倍，单位：m，D 为白昼时间的长短，单位：h。其中，表层水 (1m 以内) 中浮游植物的潜在生产力 P_s 根据表层水中叶绿素 a 的含量计算：

$$P_s = C_a Q$$

式中：C_a 为表层叶绿素 a 的含量，单位：mg/m³，Q 为同化系数，单位：mgC/(mgChl-a•h)。本报告白昼时间按 12h 计，Q 值采用温带近海水域平均同化系数 3.7mgC/(mgChl-a•h) (Ryther, 1969) 来进行初级生产力的估算。

(2) 浮游植物、浮游动物、底栖生物分别采用多样性指数、种类丰度指数、均匀度指数和群落优势度等 4 种指数指标作为评价方法，计算公式如下：

1) 丰富度指数 (Margalef):

$$d = (S-1)/\log_2 N$$

式中：d——表示丰富度；

S——样品中的种类总数；

N——样品中的生物个体数。

2) 香农-威纳 (Shannon-Weaner) 多样性指数:

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

式中：H'——种类多样性指数；

S——样品中的种类总数；

P_i——第 i 种个体数与总个体数比值，或生物量与总生物量比值。

3) 均匀度指数 (Pielouindex):

$$J = H' / H_{max}$$

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。

4) 优势度指数：

$$D = (N_1 + N_2) / N_T$$

式中： D ——优势度

N_1 ——样品中第一优势种的个体数；

N_2 ——样品中第二优势种的个体数；

N_T ——样品中的总个体数。

5) 优势种优势度 Y 计算公式为：

$$Y = (n_i / N) f_i$$

式中： n_i ——群落中第 i 种的个体数；

N ——群落中所有物种的总个体数；

f_i ——第 i 种个体在各样品中的出现频率。

3.4.5.3 叶绿素 a 和初级生产力

(1) 2022 年 10 月秋季

调查站位水体叶绿素 a 的平均值变化范围在 0.45~4.18mg/m³ 之间，平均含量为 2.09mg/m³。根据水体透明度和表层叶绿素 a 含量对初级生产力进行估算统计，估算得到的初级生产力范围在 142.99~976.69mgC/m²·d 之间，平均值为 304.91mgC/m²·d。

(2) 2023 年 3 月秋季

调查站位水体叶绿素 a 的平均值变化范围在 (0.552~3.402) mg/m³ 之间，平均含量为 1.283mg/m³。根据水体透明度和表层叶绿素 a 含量对初级生产力进行估算统计得到的初级生产力范围在 (52.5~303.2) mgC/(m²·d) 之间，平均值为 181.1mgC/(m²·d)。

3.4.5.4 浮游植物

(1) 2022 年 10 月秋季

1) 种类组成

秋季调查共鉴定出浮游植物 25 科 100 种 (含未定种的属)，隶属于蓝藻门、甲藻门、金藻门、黄藻门、硅藻门和裸藻门 6 大门类 (附录 I)。其中硅藻门种类最多，有 14 科 78 种，占总种数的 78.00%；其次是甲藻门有 6 科 16 种，占总种数的 16.00%；蓝藻门有 2 科 3 种，占总种数的 3.00%；金藻门、黄藻门和裸藻门均有 1 科 1 种，各占总种数的 1.00%。

2) 密度

各调查站位浮游植物的密度在 $17.18 \times 10^4 \sim 9844.28 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间，平均密度为 $1778.30 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。S22 站位的浮游植物密度最高，为 $9844.28 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ；S23 站位次之，密度为 $4682.79 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ；S12 站位最低，密度为 $17.18 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ；浮游植物密度的水平分布不均匀。3) 优势种

秋季调查浮游植物的优势种有 8 种，分别是：球形棕囊藻 *Phaeocystis globosa*、菱形海线藻 *Thalassionema nitzschioides*、中华根管藻 *Rhizosolenia sinensis*、拟旋链角毛藻 *Chaetoceros pseudocurvisetus*、薄壁几内亚藻 *Guinardia flaccida*、翼根管藻印度变型 *Rhizosolenia alata* f. *indica*、圆柱角毛藻 *Chaetoceros teres*、和覆瓦根管藻细径变种 *Rhizosolenia imbricata* var. *schrubsolei*。

4) 多样性水平

秋季调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围在 2.10~3.86 之间，平均值为 3.01，整体来说，调查站位多样性指数水平较高。各调查站位浮游植物的 Pielou 均匀度指数 (J) 范围在 0.40~0.72 之间，平均值为 0.58，调查站位均匀度水平较低。各调查站位浮游植物的丰富度指数 (d) 范围在 1.30~2.32 之间，平均值为 1.67。

(2) 2023 年 3 月春季

1) 种类组成

春季调查共鉴定出浮游植物 19 科 86 种 (含未定种的属)，隶属于蓝藻门、甲藻门、金藻门、硅藻门、和绿藻门 5 大门类 (附录 II)。其中硅藻门种类最多，有 12 科 74 种，占总种数的 86.05%；其次是甲藻门有 3 科 7 种，占总种数的 8.14%；蓝藻门有 2 科 3 种，占总种数的 3.49%；金藻门和藻门均有 1 科 1 种，各占总种数的 1.16%。

2) 密度

各调查站位浮游植物的密度在 $6.74 \times 10^5 \sim 2150.63 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 之间，平均密度为 $254.85 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ，S19 站位的浮游植物密度最高，为 $2150.63 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ；S3 站位次之，密度为 $438.95 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ；S22 站位最低，密度为 $6.74 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ；浮游植物密度的水平分布不均匀。

3) 优势种

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查浮游植物的优势种有 3 种分别是：球形棕囊藻 *Phaeocystis globosa*、细弱海链藻 *Thalassiosira subtilis* 和深环沟角毛藻 *Chaetoceros constrictus*。

4) 多样性水平

春季调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围在 0.25~3.80 之间, 平均值为 2.27, 整体来说, 调查站位多样性指数水平一般。各调查站位浮游植物的 Pielou 均匀度指数 (J) 范围在 0.06~0.76 之间, 平均值为 0.48, 调查站位均匀度水平较低。各调查站位浮游植物的丰富度范围在 0.61~2.04 之间, 平均值为 1.13。

3.4.5.5 浮游动物

(1) 2022 年 10 月秋季

1) 种类组成

秋季调查共记录浮游动物 9 个生物类群 45 种。其中桡足类 17 种, 占总种数的 37.78%; 浮游幼体类 12 种, 占总种数的 26.67%; 水母类 9 种, 占总种数的 20.00%; 毛颚类 2 种, 占总种数的 4.44%, 介形类、枝角类、翼足类、十足类和被囊类各 1 种, 各占总种数的 2.22%。各站点浮游动物的种类组成详见附录 III。

2) 密度

各站位的浮游动物密度在 1.83~217.26ind./m³ 之间, 平均密度为 53.85ind./m³。各站位的浮游动物生物量的变化范围在 2.895~172.222mg/m³ 之间, 平均生物量为 65.357mg/m³。

3) 优势种

秋季调查海域浮游动物优势种有 4 种, 为桡足类中亚强次真哲水蚤 *Subeucalanus subcrassus*, 毛颚类中的肥胖箭虫 *Sagitta enflata*, 十足类中的汉森莹虾 *Lucifer hanseni*, 以及水母中的双生水母 *Diphyopsis chamissonis*。其中优势度最大的为肥胖箭虫 ($Y=0.580$), 为最优势种。

4) 多样性水平

各调查站位的 Shannon-Wiener 多样性指数在 1.50~.99 之间, 平均值为 2.28; Pielou 均匀度指数变化范围在 0.46~0.95 之间, 平均值为 0.72; 丰富度 (d) 在 0.46~4.59 之间, 平均值为 2.25。总体来说, 调查站位的多样性指数和均匀度指数均处于一般水平, 丰富度则处于较低水平。

(2) 2023 年 3 月春季

1) 种类组成

春季调查共记录浮游动物 8 个生物类群 70 种。其中桡足类 28 种, 占总数的 40.00%; 水母类 17 种, 占总数的 24.29%; 翼足类 1 种, 占总数的 1.43%; 毛颚类 7 种, 占总数的 10.00%; 介形类 2 种, 占总数的 2.86%; 枝角类 3 种, 占总数的 4.29%; 被囊类和浮游幼体各 6 种, 各占总数的 8.57%。调查海区各站点浮游动物的种类组成详见附录 IV。

2) 密度

各站位的浮游动物密度在 22.22ind./m³~1312.15ind./m³ 之间, 平均密度为 514.53ind./m³, 各站位的浮游动物生物量的变化范围在 81.47mg/m³~2653.46mg/m³ 之间, 平均生物量为 738.75mg/m³。

3.4.5.6 底栖生物

(1) 秋季 (2022 年 10 月)

3.4.5.6.1 种类组成

秋季调查共记录大型底栖动物 33 种 (附录 V), 其中环节动物 18 种、节肢动物 8 种、其他种类动物 7 种。环节动物和节肢动物分别占总种数的 54.55%和 24.24%, 环节动物是构成本次调查海区底栖生物的主要类群。

3.4.5.6.2 栖息密度与生物量

调查海区底栖生物平均栖息密度为 103.81 ind/m², 环节动物的平均栖息密度最高, 为 60.48 ind/m², 占总平均密度的 58.26 %; 纽形动物最少, 为 1.43 ind/m², 占总平均密度的 1.38 %。底栖生物平均生物量为 19.61 g/m², 软体动物居首位, 平均生物量为 8.35 g/m², 占总平均生物量的 42.58 %; 纽形动物最少, 为 0.02g/m², 占总平均生物量的 0.10%。

本次调查结果表明, 各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀, 变化范围从 (13.34~380.00) ind/m², 其中 S8 号站位栖息密度最高, 为 380.00 ind/m²。其次为 S3 站栖息密度较高, 为 200.00 ind/m², 原因是记录到数量较多的脊索动物白氏文昌鱼 (*branchiostoma belcheri*), 它们在站位的栖息密度为 153.33 ind/m²。最低的站位为 S19 站, 栖息密度为 13.34 ind/m²。本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀, 变化范围从 (0.17~112.83) g/m²。环节动物在调查海区的平均密度为 60.48 ind/m², 平均生物量为 2.15 g/m², 生物量分布范围为 (0~8.55) g/m²。节肢动物在调查海区出现频率为 64.29 %, 平均密度为 14.52 ind/m², 密度分布范围为 (0~80.00) ind/m²; 平均生物量为 2.73 g/m², 生物量分布范围为 (0~12.91) g/m²。

3.4.5.6.3 优势种

那么本次调查海区的底栖生物有 5 个优势种, 分别为环节动物的奇异稚齿虫 (*Paraprionospio pinnata*)、寡鳃齿吻沙蚕 (*Nephtys oligobranchia*)、中蚓虫 (*Mediomastus sp.*), 棘皮动物的栖滩阳遂足 (*Amphiura vadicola*) 和脊索动物的白氏文昌鱼 (*branchiostoma belcheri*), 优势度分别为 0.058、0.032、0.022、0.020 和 0.043。

3.4.5.6.4 多样性水平

调查海域的多样性指数 (H') 变化范围在 1.00~3.09 之间, 平均值为 1.84, 多样性指数属于较低水平。丰富度指数范围为 0.23~1.14, 平均值为 0.58, 整体来看, 各站位物种间分布均匀。

3.4.5.6.5 小结

本次调查共记录大型底栖动物 33 种, 其中环节动物 18 种、节肢动物 8 种、其他种类动物 7 种 (包括纽形动物 1 种、星虫动物 2 种、软体动物 2 种、棘皮动物和脊索动物各 1 种)。平均栖息密度为 103.81 ind/m², 平均生物量为 19.61 g/m²。优势种有 5 个, 分别为环节动物的奇异稚齿虫、寡鳃齿吻沙蚕、中蚓虫、棘皮动物滩栖阳遂足和脊索动物的白氏文昌鱼。调查海域的各定量采样站位底栖生物出现种数变化的范围在 2~9 种/站。多样性指数平均值为 1.84, 多样性属于较低水平。丰富度指数平均为 0.59; 均匀度平均值为 0.88, 各站位物种间分布均匀。

(2) 春季(2023 年 3 月)

3.4.5.6.6 种类组成

春季调查共记录大型底栖动物 51 种 (附录 VI), 其中环节动物 27 种、软体动物 6 种、节肢动物 11 种、其他种类动物共 7 种。环节动物和节肢动物分别占总种数的 52.94% 和 21.57%, 环节动物是构成本次调查海区底栖生物的主要类群。

3.4.5.6.7 栖息密度与生物量

调查海区底栖生物平均栖息密度为 170.60 ind/m², 调查海域以脊索动物的平均栖息密度最高, 为 55.69 ind/m², 占总平均密度的 32.64%。平均生物量为 92.13 g/m², 以软体动物的平均生物量居首位, 为 55.49 g/m², 占总平均生物量的 60.24%。

本次调查结果表明, 各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀, 变化范围从 13.34 ind/m² ~ 753.34 ind/m²。本次调查底栖生物的生物量平面分布也不均匀, 变化范围从 0.39 g/m² ~ 717.33 g/m²。环节动物在调查海区的平均密度为 50.40 ind/m², 密度分布范围为 6.67 ind/m² ~ 140.00 ind/m²; 平均生物量为 3.73 g/m², 范围为 0.07 g/m² ~ 29.87 g/m²。节肢动物在调查海区平均密度为 31.77 ind/m², 范围为 0 ~ 466.68 ind/m²; 平均生物量为 25.66 g/m², 范围为 0 ~ 234.91 g/m²。

3.4.5.6.8 优势种

本次调查海区的底栖生物有 3 个优势种, 分别为环节动物的寡鳃齿吻沙蚕、奇异稚齿虫和脊索动物的白氏文昌鱼, 优势度分别为 0.021、0.024 和 0.095。白氏文昌鱼在 17 个站位中

的 5 个站出现，其平均栖息密度为 55.29 ind/m²，占调查海区底栖生物平均密度的 32.41%，为该调查海区的第二优势种。

3.4.5.6.9 多样性水平

底栖生物多样性指数 (H') 变化范围在 0.557~3.181 之间，平均值为 1.769，多样性指数属于较低水平。丰富度指数范围为 0.268~1.398，平均值为 0.697，整体来说丰富度指数处于较低水平；均匀度范围在 0.279~1 之间，平均值为 0.728，各站位物种分布较均匀。

3.4.5.6.10 小结

本次调查共记录大型底栖动物 51 种，其中环节动物 27 种、节肢动物 11 种、软体动物 6 种、其他种类动物（包括刺胞动物 2 种、脊索动物 2 种、纽形动物和蠕虫动物和棘皮动物各 1 种）共 7 种。平均栖息密度为 170.60 ind/m²，平均生物量为 92.13 g/m²。优势种分别为环节动物的寡鳃齿吻沙蚕、奇异稚齿虫和脊索动物的白氏文昌鱼。调查海域的各定量采样站位底栖生物出现种数变化的范围在 2~12 种/站。多样性指数平均值为 1.769，多样性属于较低水平。丰富度指数平均为 0.697；均匀度平均值为 0.728，整体来说，站位物种分布较均匀。

3.4.5.6.11 白氏文昌鱼

白氏文昌鱼 (*Branchiostoma belcheri*) 隶属头索纲文昌鱼目文昌鱼科文昌鱼属，为国家二级保护动物。其形似柳叶、身体半透明。体侧扁，两端尖细，脊索从身体的最前端贯穿至最后端；体形很小，整个身体呈纺锤形，一般体长只有 4~5cm。

(1) 分布区域

白氏文昌鱼主要分布在温带和热带的浅海海域中，其中南纬 40°到北纬 48°区域的沿海地区相对其它地区较多。目前，已有多个国家报道出产文昌鱼，例如中国、美国、日本、马来西亚等。在我国，白氏文昌鱼主要分布在烟台、青岛、厦门、湛江、威海等地。

(2) 生活习性

白氏文昌鱼大多分布于水质清澈的浅海滩区域，具有很强的钻沙能力，凭借着身体侧面肌节的交互收缩在水中游动。白天将身体的全部或大部分埋入沙子里，只将头部露出沙外，又或者侧卧于沙滩表面，晚上则会从沙滩中钻出，以水流中携带的小球藻等浮游生物为食，一旦遇到外部环境刺激则立刻钻入沙子中以寻求保护。白氏文昌鱼的寿命约为 3 年，每年 5 月到 7 月是白氏文昌鱼的生殖旺季。

(3) 数量分布

调查海域出现的白氏文昌鱼，秋季在 14 个站位中的 4 个站位出现，分别为 S3、S7、S22 和 S23 站。平均栖息密度为 15.71 ind/m²，占调查海区底栖生物平均密度的 18.99%，为调查海区的第二优势种。春季在 17 个站位中的 5 个站出现，分别为 S3、S7、S23、S25 和

S26 站。平均栖息密度为 55.29 ind/m^2 ，占调查海区底栖生物平均密度的 32.41%，为调查海区的第一优势种。本次调查出现白氏文昌鱼的站位均位于调查海区北部近岸海域，其中的 S3、S7 和 S26 站距本项目海缆路由较近。

3.4.5.7 潮间带生物

(1) 2022 年 10 月秋季

1) 种类组成

秋季调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有 32 种（附录 VII），隶属 4 门 25 科。其中发现软体动物种类最多，有 14 种，占总种数的 43.75%；其次为节肢动物（12 种），占总种数的 37.50%；环节动物有 5 种，占总种数的 15.63%；纽形动物种类最少（1 种），占总种数的 3.13%。

2) 密度

总平均栖息密度为 92.05 ind./m^2 ，总平均生物量为 37.994 g/m^2 。

潮间带生物的栖息密度表现为 T6 断面最高，为 447.55 ind./m^2 ，其次为 T4 断面（ 41.33 ind./m^2 ），最低出现在 T2 断面，为 9.78 ind./m^2 。潮间带生物生物量方面，T6 断面的生物量最高，达到 126.040 g/m^2 ，其次为 T4 断面（ 59.046 g/m^2 ），T3 断面生物量最低，为 2.495 g/m^2 。

在垂直分布上，中潮带的栖息密度方面最高，为 227.78 ind./m^2 ，其次为低潮带（ 28.60 ind./m^2 ），高潮带最低，为 19.78 ind./m^2 ，即中潮带>低潮带>高潮带。在生物量方面，低潮带生物量最高，为 51.191 g/m^2 ，其次为中潮带（ 50.006 g/m^2 ），高潮带最低，为 12.787 g/m^2 ，即低潮带>中潮带>高潮带。

3) 优势种

秋季调查的优势种有 1 种，该种是：疣滩栖螺 *Batillaria sordida* ($Y=0.305$)，为本调查第一优势种。

4) 多样性水平

多样性指数范围处于 0.54~1.78 之间，平均值为 1.28。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.62~0.90 之间，平均值为 0.75。调查断面潮间带多样性指数 (H') 处于较低水平，均匀度指数处于一般水平。

(2) 2023 年 3 月春季

1) 种类组成

春季调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有 47 种（附录 VIII），隶属 4 门 30 科。其中发现软体动物种类最多，有 23 种，占总种数的 48.94%；其次为节肢动物（18 种），占总

种数的 38.30%；环节动物有 5 种，占总种数的 10.64%；脊椎动物种类最少（1 种），占总种数的 2.13%

2) 密度

总平均栖息密度为 108.37ind./m²，总平均生物量为 78.292g/m²。

潮间带生物的栖息密度表现为 T4 断面最高，为 423.54ind./m²，其次为 T6 断面（125.32ind./m²），最低出现在 T5 断面，为 12.88ind./m²。潮间带生物生物量方面，T4 断面的生物量最高，达到 288.296g/m²，其次为 T6 断面（88.782g/m²），T3 断面生物量最低，为 3.188g/m²。

在垂直分布上，潮间带生物的栖息密度方面表现为中潮带最高，为 187.11ind./m²，其次为低潮带（82.45ind./m²），高潮带最低，为 55.55ind./m²，即中潮带>低潮带>高潮带。在生物量方面，中潮带生物量最高，为 112.412g/m²，其次为低潮带（80.864g/m²），高潮带最低，为 41.602g/m²，即中潮带>低潮带>高潮带。

3) 优势种

春季调查的优势种有 1 种，该种是：疣滩栖螺 *Batillaria sordida* (Y=0.212)，为本调查第一优势种。

4) 多样性水平

多样性指数范围处于 0.98~1.82 之间，平均值为 1.32。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.36~0.86 之间，平均值为 0.64。调查断面潮间带多样性指数 (H') 处于较低水平，均匀度指数处于一般水平。

3.4.6 渔业资源现状调查与评价

3.4.6.1 调查时间

国家海洋局南海调查技术中心于 2022 年 10 月 21 日至 10 月 26 日、2023 年 3 月 14 日至 3 月 20 日展开两季调查。

3.4.6.2 调查及分析方法

(1) 调查项目

鱼卵、仔鱼：分析其种类组成、数量分布（时间和空间的分布）、优势种。

游泳生物：分析其种类组成、数量分布、优势种。

底栖生物：种类组成、数量分布、主要优势种的生物量和栖息密度。

(2) 调查及分析方法

按照《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB 17378.7-2007）进行。

鱼卵、仔鱼：利用浅浮游生物网进行水平拖网和垂直拖网结合的方式采样调查，垂直拖网时网具自海底 2m 向上垂直拖取到水表层。落网速度为 0.5m/s，起网速度为 0.5m/s~0.8m/s 左右。水平拖网时网具于海水表层（0m~3m）水平拖曳取样，拖网采样船速 2kn，拖网时长 10min。样品用 5%的甲醛海水溶液固定保存。样品的室内分析鉴定以个体计数法进行。最后鱼卵、仔鱼个体密度以个/m³表示。

游泳动物：在距标准站位置 2 nmile~4 nmile 时放网，经 1h 拖网后正好到达标准站位置或附近。起网后把囊网里的全部渔获物倒在甲板上，渔获物总质量在 30kg~40kg 以下时，全部取样分析，大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，把样品装箱冷藏保存。

底栖生物：底栖生物样品的采集，系用 0.05m²的剪刀臂式抓泥斗（每站采 2 斗以上）获得泥样经 1mm 套筛冲洗，然后将所有生物个体挑出并用 5%的甲醛海水溶液固定。室内各门类的鉴定与计数在体视显微镜下进行。生物量是在感量为 0.0001g 的电子天平上称取，生物密度及生物量分别用个/m²和 g/m²表示。

（3）调查站位

本项目附近海域现状调查工作由国家海洋局南海调查技术中心承担，共设置 22 个调查站位，渔业资源站位 14 个，底栖生物站位秋季为 14 个、春季 17 个。调查站位及范围见表 3.4-40，图 3.4-4。

3.4.6.3 评价方法

鱼卵、仔稚鱼：评价计算公式：

$$p = N / V$$

式中： p —密度（ind/m³）；

N —鱼卵、仔稚鱼计数数量；

V —滤水量。

游泳动物：游泳动物资源密度的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区内的游泳动物资源密度，求算公式为：

$$S = y / a(1 - E)$$

式中： S —资源密度（kg/km²，ind./km²）；

a —底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮网长度的 2/3）；

y —平均渔获率（kg/h，ind./h）；

E —逃逸率（取 0.5）。

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数（*IRI*）来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定优势种。*IRI* 计算公式为：

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

式中：N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比；

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F—某一种类出现的站位数占调查总站位数的百分比。

底栖生物：评价计算公式：

$$p = N/S$$

式中：*p*—密度或生物量（ind/m² 或 g/m²）；

N—底栖生物计数数量或称重重量；

S—采样面积。

3.4.6.4 鱼卵、仔鱼

（1）2022 年 10 月秋季

1) 种类组成

秋季调查鱼类浮游生物水平和垂直采样调查共获得鱼卵 702ind.，仔稚鱼 40ind.。经鉴定共有 12 种，其中鱼卵 12 种，仔稚鱼 5 种，隶属于鲱形目、仙女鱼目、鲈形目和鲽形目等 4 目 11 科（附录 IX）。

2) 数量分布

水平拖网鱼卵的数量分布范围在（0.02~1.78）ind/m³ 之间，平均值为 0.25 ind/m³，仔稚鱼的数量分布范围在（0~0.06）ind/m³ 之间，平均数量为 0.01 ind/m³；垂直拖网鱼卵的密度分布范围在 0-8.57ind./m³ 之间，平均值为 1.72ind./m³，仔稚鱼的密度分布范围在 0~0.72ind./m³ 之间，平均密度为 0.18ind./m³。

3) 优势种

水平拖网调查鱼卵中数量占优势的种类为鳮属 *Leiognathus* sp.、鲹科 *Carangidae* 和石首鱼科 *Sciaenidae*，优势度分别为 0.338、0.026 和 0.438；仔稚鱼中优势种为石首鱼科 *Sciaenidae*，优势度为 0.390。

垂直拖网调查鱼卵中数量占优势的种类为鳮属 *Leiognathus* sp.和石首鱼科 *Sciaenidae*，优势度分别为 0.326 和 0.116。仔稚鱼中优势种为鲹科 *Carangidae* 和石首鱼科 *Sciaenidae*，优势度分别为 0.050 和 0.041。

（2）2023 年 3 月春季

1) 种类组成

春季调查鱼类浮游生物水平和垂直采样调查共获得鱼卵 14183ind., 仔稚鱼 34ind.。经鉴定共有 18 种, 其中鱼卵 18 种, 仔稚鱼 5 种, 隶属于鳀鲷目、鲱形目、仙女鱼目、鲱形目、鲈形目和蝶形目等 6 目 15 科 (附录 X)。

2) 数量分布

水平拖网鱼卵的数量分布范围在 $1.59 \text{ ind/m}^3 \sim 36.67 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均值为 11.08 ind/m^3 , 仔稚鱼的密度分布范围在 $0 \text{ ind/m}^3 \sim 0.03 \text{ ind/m}^3$ 之间, 平均为 0.01 ind/m^3 ; 垂直拖网鱼卵的密度分布范围在 $1.59 \text{ ind./m}^3 \sim 36.67 \text{ ind./m}^3$ 之间, 平均值为 11.08 ind./m^3 , 仔稚鱼的密度分布范围在 $0 \text{ ind./m}^3 \sim 3.46 \text{ ind./m}^3$ 之间, 平均密度为 0.54 ind./m^3 。

3) 优势种

水平拖网调查鱼卵中数量占优势的种类为鲱科 Clupeidae、鲱科 Mugilidae、鲱科 Leiognathidae 和石首鱼科 Sciaenidae, 优势度分别为 0.108、0.084、0.204 和 0.433; 仔稚鱼中优势种为鲱科 Mugilidae 和石首鱼科 Sciaenidae, 优势度为 0.064 和 0.107。

垂直拖网调查鱼卵中数量占优势的种类为鲱科 Clupeidae、鲱科 Mugilidae、鲱科 Leiognathidae 和石首鱼科 Sciaenidae, 优势度分别为 0.044、0.031、0.168 和 0.355。仔稚鱼中优势种为鲱科 Clupeidae、鲱科 Mugilidae 和石首鱼科 Sciaenidae, 优势度分别为 0.030、0.056 和 0.111。

3.4.6.5 游泳动物

(1) 2022 年 10 月秋季

3.4.6.5.1 种类组成和总渔获率

秋季调查共捕获游泳生物 67 种 (附录 XI), 隶属于 15 目 37 科。游泳动物平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 12.15 kg/h 和 1235.64 ind/h 。重量渔获率各站中以 S21 站最高 (29.89 kg/h), S6 站最低 (3.17 kg/h)。

3.4.6.5.2 资源密度

据估算, 项目及附近海域目前游泳动物的资源密度约为 1092.95 kg/km^2 , 范围为 $285.12 \text{ kg/km}^2 \sim 2689.50 \text{ kg/km}^2$ 。各站中以 S21 站的资源密度最高 (为 $2689.50.90 \text{ kg/km}^2$), S18 站次之 (2117.17 kg/km^2), S6 站最低 (资源密度 285.12 kg/km^2)。按个体计, 游泳动物的平均资源密度约为 $111.20 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$, 范围为 $25.65 \times 10^3 \text{ ind/km}^2 \sim 265.48 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 。各站中以 21 站最高 (265480 ind/km^2), S12 站次之 (227050 ind/km^2), S10 站最低 (资源密度为 25650 ind/km^2)。

3.4.6.5.3 鱼类资源状况

(1) 种类组成

本次调查共捕获鱼类 46 种，分隶于 10 目 29 科。以鲈形目的种类数最多，共有 29 种。在所有科中，除天竺鲷科、鲀科、鲉科和鳎科之外，其余各科中的大多数种类均为南海主捕或兼捕对象。

(2) 渔获组成

调查区鱼类占鱼类总重量渔获率 1% 以上的种类共有 16 种（表 3.4-44）。

(3) 优势种

鱼类相对重要性指数值在 500 以上的优势种有 7 种，这 7 种鱼类的重量渔获率之和为 77.48 kg/h，占鱼类总重量渔获率（122.82 kg/h）的 63.08 %；这 7 种鱼类的个体渔获率之和为 10926 ind/h，占鱼类总个体渔获率（12762 ind/h）的 85.61%。

(4) 幼鱼比例

调查区内主要经济鱼类的出现频率、平均体重占鱼类渔获的百分比（渔获比例）和幼鱼比例如表 3.4-45 所示。

(7) 资源评估

本次调查平均重量密度和平均个体密度分别为 789.52kg/km² 和 82.04×10³ind/km²。

3.4.6.5.4 头足类资源状况

(1) 种类组成

经鉴定，本次调查渔获的头足类共 3 种，分属 3 目 3 科。

(2) 渔获组成

头足类总渔获量为 5.30 kg，火枪乌贼排第一，占头足类总重量的 93.6 %；，见表 4.4-6。火枪乌贼是头足类渔获物中占绝对优势的种类。

(3) 优势种

头足类相对重要性值在 500 以上的优势种有 1 种，为火枪乌贼（*Loligo beka*）。该种的重量渔获率为 4.96 kg/h，占头足类总重量渔获率（5.30 kg/h）的 93.62 %；个体渔获率为 429 ind/h，占头足类总个体渔获率（447 ind/h）的 95.97%。

(4) 幼体比例

本次调查，幼体占比最高的头足类为金乌贼（66.67 %）、其次为火枪乌贼（26.81 %）。

(5) 资源评估

本次调查，头足类平均重量密度和平均个体密度分别为 34.09 kg/km² 和 2.87×10³ ind/km²。

3.4.6.5.5 甲壳类资源状况

(1) 种类组成

经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 18 种，分属 2 目 5 科。其中，虾类有 2 科 6 种，蟹类有 2 科 7 种，虾蛄类有 1 科 5 种。

(2) 渔获组成

调查区共获甲壳类 41.90 kg，以日本猛虾蛄、远海梭子蟹、锈斑螯、双额短桨蟹和墨吉明对虾占优势，分别占甲壳类重量的 27.8 %、13.9 %、13.0 %、18.8 %和 12.0 %，其他甲壳类渔获较少。

(3) 优势种

甲壳类相对重要性指数值在 500 以上的优势种有 3 种，分别为日本猛虾蛄 (*Harpisquilla japonica*)、门司赤虾 (*Metapenaeopsis consobrina*) 和双额短桨蟹 (*Thalamita sima*)。这 3 种甲壳类的重量渔获率之和为 19.14 kg/h，占甲壳类总重量渔获率 (41.90 kg/h) 的 45.68 %；这 3 种甲壳类的个体渔获率之和为 2939 ind/h，占甲壳类总个体渔获率 (4090 ind/h) 的 71.86 %。

(4) 幼体比例

渔获的幼体占比位居前三位的甲壳类为豆形拳蟹 (100 %)、条尾近虾蛄 (60.0 %) 和黑斑口虾蛄 (57.14 %)。

3.4.6.5.6 小结

本次共采集到获游泳动物 67 种，隶属于 15 目 37 科，其中鱼类为 10 目 29 科 46 种，头足类为 3 目 3 科 3 种，甲壳类 2 目 5 科 18 种。游泳动物的平均渔获率为 12.15 kg/h 和 1235.64 ind/h。平均资源密度约为 1092.95 kg/km² 和 111.20×10³ ind/km²。本次调查的优势渔获种类共有 11 种。其中鹿斑仰口鲷的相对重要性指数最高，其他依次为鳎、截尾银姑鱼、日本猛虾蛄、细纹鳎、门司赤虾、双额短桨蟹、条马鳎、长体圆鲹、火枪乌贼和棕斑兔头鲷。

(2) 2023 年 3 月春季

3.4.6.5.7 种类组成和总渔获率

春季调查共捕获游泳动物 71 种 (附录 XII)。游泳动物平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 7.56 kg/h 和 1096.29 ind/h。

3.4.6.5.8 资源密度

据估算，项目及附近海域目前游泳动物的资源密度约为 679.97 kg/km²，范围为 237.92 kg/km²~1315.02 kg/km²。按个体计，游泳动物的平均资源密度约为 98.66×10³ ind/km²。

3.4.6.5.9 鱼类资源状况

(1) 种类组成

经鉴定，本次调查共捕获鱼类 44 种，分隶于 8 目 26 科。以鲈形目的种类数最多，共有 25 种；鲱形目位居第二，为 6 种；鲉形目 4 种；仙女鱼目、鲽形目、鲑形目和鳗鲡目各 2 种；海蛾鱼目 1 种。在各科中，以鰕虎鱼科的种类数最多，有 5 种，石首鱼科 4 种，鳀科、鲹科、鲱科和鲷科各 3 种，鲈科、天竺鲷科各 2 种，其余各科所含种类均为 1 种。在所有科中，除天竺鲷科、鲈科、鲉科和鲷科之外，其余各科中的大多数种类均为南海主捕或兼捕对象。其中，鲹科、石首鱼科、鲷科和带鱼科等为南海的主要捕捞对象，鲷类、鰕虎鱼和鲽类等为沿岸、浅海渔业的兼捕对象。

(2) 渔获组成

调查区鱼类占鱼类总重量渔获率 1% 以上的种类共有 15 种。

(3) 优势种

鱼类相对重要性指数值在 500 以上的优势种有 5 种，这 5 种鱼类的重量渔获率之和为 36.13 kg/h，占鱼类总重量渔获率（48.09 kg/h）的 75.13%；个体渔获率之和为 3070 ind/h，占鱼类总个体渔获率（3889 ind/h）的 78.94%。

(4) 幼鱼比例

本次调查，渔获的康氏侧带小公鱼、白腹小沙丁鱼、长蛇鲻、长棘钝顶鲉、翱翔蓑鲉、矛尾鰕虎鱼、孔鰕虎鱼均为幼鱼，幼鱼比例较高的为二长棘鲷和红丝鰕虎鱼，分别为 92% 和 82%。

(5) 资源评估

本次调查，鱼类的资源密度其平均重量密度和平均个体密度分别为 309.16 kg/km² 和 25.00×10³ ind/km²。

3.4.6.5.10

3.4.6.5.11 头足类资源状况

(1) 种类组成

经鉴定，本次调查渔获的头足类共 4 种，分属 3 目 3 科，分别为中国枪乌贼、火枪乌贼、金乌贼和真蛸。

(2) 渔获组成

头足类总渔获量为 10.11 kg，火枪乌贼排第一，占头足类总重量的 50.6%。头足类总渔获尾数为 720 尾，火枪乌贼排第一，占头足类总尾数的 96.3%；金乌贼中国枪乌贼和真蛸分别占 1.5%、1.9% 和 0.3%。从渔获重量和渔获尾数可以看出，火枪乌贼是头足类渔获物中占绝对优势的种类。

(3) 优势种

头足类相对重要性指数值在 500 以上的优势种有 3 种，为火枪乌贼、金乌贼和中国枪乌贼。

(4) 幼体比例

本次调查，幼体占比最高的头足类为金乌贼（63.64%）、其次为火枪乌贼（33.48%），真蛸为捕获幼体。

(5) 资源评估

本次调查，头足类的资源密度平均重量密度和平均个体密度分别为 64.97 kg/km² 和 4.63×10³ ind/km²。

3.4.6.5.12 甲壳类资源状况

(1) 种类组成

经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 23 种，分属 2 目 9 科。其中，虾类有 2 科 8 种，蟹类有 7 科 11 种，虾蛄类有 1 科 4 种。

(2) 渔获组成

调查区共获甲壳类 47.58 kg，以门司赤虾和隆线强蟹占优势，分别占甲壳类重量的 67.74% 和 12.78%，其他甲壳类渔获较少。

(3) 优势种

甲壳类相对重要性指数值在 500 以上的优势种有 3 种，分别为门司赤虾、隆线强蟹和日本猛虾蛄。这 3 种甲壳类的重量渔获率之和为 40.77 kg/h，占甲壳类总重量渔获率（47.58 kg/h）的 85.69%；个体渔获率之和为 9987 ind/h，占甲壳类总个体渔获率（10739 ind/h）的 93.00%。

(4) 幼体比例

渔获的幼体占比位居前三位的甲壳类为口虾蛄（80.65%）、周氏新对虾（60.0%）和近缘新对虾（45.00%）。

(5) 资源评估

本次调查，甲壳类的平均重量密度和平均个体密度分别为 69.03 kg/km² 和 305.85×10³ ind/km²。

3.4.6.5.13 小结

本次共采集到获游泳动物 71 种，隶属于 15 目 39 科，其中鱼类为 10 目 26 科 44 种，头足类为 3 目 3 科 4 种，甲壳类 2 目 10 科 23 种。游泳动物的平均渔获率为 7.56 kg/h 和 1096.29 ind/h。平均资源密度约为 679.97 kg/km² 和 98.66×10³ ind/km²。本次调查的优势渔获种类共有 11 种。其中门司赤虾的相对重要性指数最高，其他依次为火枪乌贼、短吻鲷、鹿

斑仰口蝠、金乌贼、截尾银姑鱼、隆线强蟹、中国枪乌贼、棕斑兔头鲈、日本猛虾蛄和细纹蝠。

3.4.7 水动力环境现状调查与评价

3.4.7.1 调查概况

2024年3月8日12时-2024年3月9日13时(大潮),根据《海域使用论证技术导则》(GBT42361-2023),在项目附近海域布设了六个水文站(站号为S新、S7、S10、S11、S15、S18),进行了海流、悬沙、水温和盐度定点连续观测。此外,还布设了3个潮位站(站号为S7、S10、S15),进行临时潮位观测。海流、悬沙和温盐观测层次按3层法进行,即表(水面下0.5m)、0.6H、底(离底0.5m),其中H为瞬时水深,观测频率为每小时观测一次,连续观测26时次;临时潮位观测每5分钟观测一次,每次观测1分钟的平均数据作为第5分钟时的潮位数据,连续观测一个大潮期,覆盖整个测流期间。观测使用的仪器:潮位观测使用加拿大RBR公司生产的RBRsolo水位计。水文调查站位见表3.4-68,图3.4-6。本节中的潮汐特征主要根据项目海区北侧北海海洋站和南侧涠洲海洋站2014年-2022年的潮位资料进行分析,温、盐特征除了使用本次大潮6个站的温、盐观测资料外,还收集了项目海区北侧北海海洋站和南侧涠洲海洋站2018年-2022年的表层水温和表层盐度资料进行分析。

3.4.7.2 潮汐分析

3.4.7.2.1 潮汐过程曲线

大潮观测期间的潮位过程曲线图,见图3.4-6。大潮观测期间,一日之内存在一个高潮和一个低潮,各站大潮潮差在4.14m~4.39m之间,自北向南大潮潮差逐渐减小,项目海区的潮汐表现为全日潮的特征。

3.4.7.2.2 潮汐特性

(1) 潮汐特性

对收集的北海海洋站和涠洲海洋站2014年-2022年逐时潮位资料进行调和与分析,得到各海洋站的调和常数,再取主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $F=(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}$,作为划分潮汐性质的判据。

当 $F < 0.5$ 为规则半日潮

$0.5 \leq F < 2.0$ 为不规则半日潮

$2.0 \leq F < 4.0$ 为不规则全日潮

$F \geq 4.0$ 为规则全日潮

从调和常数计算得到,各站的潮汐性质系数,见表3.4-69,由表可知, F 值在4.29~4.67之间,说明项目海区的潮汐类型为规则全日潮,各分潮中以全日分潮占主导地位。

(2) 潮汐特征值

根据调和常数计算结果，算得潮流性质比值。由表 3.4-69 可知，项目海区的潮汐类型为规则全日潮，各分潮中以全日分潮占主导地位。

(3) 各类潮面关系

图 3.4-7 和图 3.4-8 是根据北海海洋站和涠洲海洋站 2014 年—2022 年共 9 年的逐时潮位资料计算和绘制的各类潮面关系图。由图可知，北海、涠洲海洋站理论最低潮面分别在多年（2014 年—2022 年）平均海平面下 257cm 和 246cm；北海、涠洲海洋站理论最高潮面分别在多年（2014 年—2022 年）平均海平面上 326cm 和 307cm。由于涠洲海洋站位于涠洲岛上，水位高程没有与大陆联测，实际计算时，假定涠洲海洋站与北海海洋站 2014 年—2022 年共 9 年的平均海面相同，把 1985 国家高程基准面推算到涠洲海洋站水尺零点上，从而将涠洲海洋站所有数据统一到 1985 国家高程基准面上。

调查海区位于北部湾，此海区海流不仅受到潮流影响，还受到地形、风和密度的影响。本节拟从实测海流、潮流和余流等三个方面分析其基本特征、分布和变化规律。

(1) 实测海流特征分析

图 3.4-9 为实测各站和各层的海流矢量平面图，图 3.4-10 为实测各站、层海流时间序列矢量图。表 3.4-70 为实测各站、层涨、落潮最大流速统计表，表 3.4-71 为实测各站、层涨、落潮及潮期平均流速计算表。由各图、表可以看出海流主要呈现出东北—西南向近似直线状的往复流特性。实测各站表层涨潮平均流速在 12.8cm/s~23.4cm/s 之间，落潮平均流速在 12.2cm/s~26.3cm/s 之间。由表层至底层，流速总体呈现减小的趋势。实测最大涨潮流速为 44.5cm/s，位于 S18 站的 0.6H 层；实测最大落潮流速为 43.5cm/s，亦位于 S15 站的 0.6H 层。在空间分布上，流速总体呈现出越往北侧流速越小、越向底层流速越小的分布特点。流速的最大值往往在中潮位附近出现，最小值往往在高、低潮位附近出现，受地形反射叠加潮波影响，项目海区的潮波主要表现为驻波的性质，但为非典型的驻波。

(2) 潮流

由表 3.4-72 可知，项目海区的潮流性质系数 F 均在 1.55~4.93 之间，潮流类型有不规则的半日潮流、不规则的全日潮和规则的全日潮三种，其中，不规则的全日潮流占比达 72.2%。因此，项目海区的潮流类型主要为不规则的全日潮流。

根据潮流准调和结果，表 3.4-73 列出了各站、层 O_1 ， K_1 ， M_2 ， S_2 ， M_4 ， MS_4 等六个主要分潮流的椭圆要素，图 3.4-11 绘制了 0.6H 层（代表层）的 O_1 ， K_1 ， M_2 ， S_2 等四个分潮流的椭圆分布图，由表和图中可以看出：项目海区各主要分潮流的长半轴以 O_1 为最大， K_1 和 M_2 次之， M_4 和 MS_4 最小；项目海区主要分潮流椭圆率 k 在 -0.83~0.51 之间，潮

流以往复流运动为主，部分站、层（如 S11 站的 0.6H 层和底层）的 M_2 ， S_2 分潮流的 k 的绝对值大于 0.30，潮流运动形式为旋转流，旋转方向多为顺时针方向。

（3）余流分析

项目海区的余流见表 3.4-74 和图 3.4-12。由图和表可知，项目海区的余流呈现以下特点：项目海区的表层余流流向主要为偏西向，0.6H、底层余流流向主要为偏北向（以西北向为主）；项目海区的余流在 2.1cm/s~9.1cm/s 之间。最大余流为 9.1cm/s，流向为 288°，出现在 S7 站的表层；余流具有表层至底层减小的变化总趋势，且项目海区北侧余流一般略大于南侧，但总体的余流都较小，海流主要以潮流为主。

3.4.7.3 波浪

本节收集项目海区北侧北海海洋站和南侧涠洲海洋站 2014 年-2022 年共 9 年的波浪观测资料对项目海区的波浪特征进行分析。项目海区波浪较小，为小浪区和轻浪区。项目海区北侧北海站多年平均十分之一大波波高为 0.6m，平均周期为 3.3s，实测最大波高为 3.3m。平均波高($H_{1/10}$)各月变化，7 月平均波高($H_{1/10}$)最大，为 0.8m，3 月-5 月平均波高($H_{1/10}$)最小，均为 0.5m。项目海区北侧全年各月平均波高($H_{1/10}$)均大于等于 0.5m，属于轻浪区。北海站各月平均周期，以 7 月最大，为 3.5s，4 月最小，为 3.0s。项目海区南侧涠洲站多年平均十分之一大波波高为 0.3m，平均周期为 2.6s，实测最大波高为 4.0m。各月平均波高($H_{1/10}$)变化小，均在 0.3m~0.4m 之间变化。项目海区南侧全年各月平均波高($H_{1/10}$)均小于 0.5m，属于小浪区。项目海区多年各月最大波高、平均波高及平均周期详见表 3.4-74 和表 3.4-75。

3.4.7.4 悬沙

（1）悬沙含量及其分布特征

项目海区附近缺乏大型河流注入，海水含沙量总体低。实测最高含沙量为 0.0091kg/m^3 ，位于 S 新站的底层；实测最低含沙量为 0.0003kg/m^3 ，位于 S10 站的表层。项目海区悬沙含量的平均值为 0.0027kg/m^3 。悬沙含量平面分布上，悬沙含量呈现出北部高、中部和南部低的特点，垂向上，由于重力分异作用，由表至底，悬沙含量逐渐升高。

（2）悬沙含量周日变化特征

由图可知，含沙量在潮周期内在 $0.0003\text{kg/m}^3\sim 0.0091\text{kg/m}^3$ 之间不断波动。一个潮周期内含沙量有 2 个-4 个峰值，含沙量峰值基本出现在流速最大值附近。流速增大时，水流挟沙能力增强，沉积在海床底的泥沙被冲刷重新进入水体，致使水体含沙量增大。

（3）悬沙中值粒径大小及其分布特征

由表可知，项目海区水体悬沙颗粒较细，调查各站的悬沙中值粒径在 $5.19\phi\sim 6.67\phi$ 之间，平均值为 5.56ϕ ，为粗粉砂级。悬沙颗粒呈现出南北细，中间粗的分布特点（图 3.4-

15)。悬沙各组成物质中，以粉砂含量最高，为 67.64%~87.05%，砂含量次之，为 3.79%~24.36%，再次为粘土含量，为 7.18%~19.42%，极个别样品含有少量的砾，但含量均在 2% 以下。样品累积频率曲线图成 S 型（图 3.4-14）。悬沙组成物质类型有粉砂、砂质粉砂和粘土质粉砂三种，其中以粉砂为主。

（4）悬沙运移及来源分析

单宽净输沙方向，除 S11 站为北向外，其它各站在 245°~340°之间，主要为偏西向。调查各站单宽净输沙量总体较小，在 76kg/(m·d)~336kg/(m·d)之间，S15 站最大，S11 站最小，空间分布上呈现出项目海区中间小、南北两侧略大的分布特点。

3.4.7.5 路由海区海床冲淤演变

预选路由区域冲淤演变主要从三个区域进行分析，北海市登陆段，涠洲岛登陆段以及路由海域海床，主要分析手段是历年卫星影像资料对比以及同比例尺海图等深线分布状况对比，详述如下：

（1）北海市登陆段

北海市登陆点附近卫星图见图 3.4-18，根据 2012 年、2015 年、2019 年及 2021 年卫星影像图，从 2012 年至 2015 年登陆点所在河口有明显淤积，应与附近楼盘建设有关，从 2015 年至 2019 年登陆点附近基本无明显侵蚀淤积变化，从 2019 年至 2021 年登陆点所在河口有轻微淤积。

（2）涠洲岛登陆段

涠洲岛登陆点附近卫星图见图 3.4-19，根据 2013 年、2016 年、2019 年及 2021 年卫星影像图，涠洲岛登陆点附近稍有侵蚀，但总体变化不是特别明显。并且海底电缆在涠洲岛登陆段为避开活珊瑚分布区拟采用定向钻方式登陆，入钻孔向陆一侧远离岸线，自然环境不会对海底电缆造成的破坏。建议业主在定向钻施工完成后做好标识，避免后期人为破坏。

（3）路由海域海床

路由海区波浪动力弱，潮流动力也弱，且附近缺乏大的河流注入，泥沙来源少，由广西北海炼油异地改造项目勘察时冲淤分析可知，路由海区在过去 30 年，海床局部出现冲刷或淤积现象，但冲刷和淤积的幅度都不大，总体相对较为稳定，海岸线除涠洲岛附近出现侵蚀后退外，其他海岸段都变化不大，相对较为稳定，海岸和海床不活跃。比较 2005 年图 3.4-18 与 2019 年相同比例尺海图上路由海域等深线分布状况，除 20m 等深线在路由区域存在局部差异可能与人类活动有关，需要加以重视，其他等深线形态基本一致。据此动力条件和演变过程可初步预测未来几十年内路由海区在自然演变条件下，海床和海岸线变化将不大，局

部可能出现冲刷或淤积现象，但大规模的侵蚀和淤积现象较难发生，海床和海岸线将基本与现状相当。

3.4.7.6 路由区海床冲淤稳定性分析

路由所在海区水深变化范围约为 0-30m，登陆点近海岸海域等深线与岸线近似平行，远岸段基本上呈西北-东南走向。海床稳定性一方面可以从海床演变特点来分析，另一方面可以从动力和底质组成来判断。海区泥沙运动主要受波浪和流的联合作用。波浪是海底泥沙起动、悬浮的主要动力，沿岸流和潮流是泥沙搬运的主要载体。

(1) 海域泥沙的起动条件

波浪对海底的泥沙的起动以及产生推移作用的临界水深与波高、周期以及底质泥沙粒径的大小有关。根据采样分析，海域表层沉积物平均中值粒径约为 0.08mm，大浪对海底泥沙运动的影响非常大，波高超过 4.0m 的大浪可使工程海域内的海底泥沙起动，进而可在潮流及余流的作用下完成输运；波高超过 5.5m 的大浪可使工程海域内的海底泥沙成层推移运动。

(2) 海域动力条件

根据工程海域波浪分析成果，H1/10 平均在 1m 左右，大浪可以达到 3m，超过 2m 的大浪不多，超过 4m 的大浪少见。由此可见，工程海域底质的运动形式主要以跃移和悬移为主，极少以推移的方式运动。

根据海域水文观测资料，大潮实测最大流速为 0.76m/s，中潮实测最大流速为 0.82m/s，小潮实测最大流速为 0.65m/s，均出现在表层。涨、落潮段流速均表现为由表层向底层逐层先增大后减小的分布状态。实测涨、落潮段垂线平均流速分别为 0.26m/s 和 0.24m/s，流速值较小。

综合海域水动力条件可知，波浪和潮流作用下的泥沙运动动力条件较弱。

3.5 重要水生生物现状调查与评价

3.5.1 珊瑚礁现状调查与评价

3.5.1.1 涠洲岛沿岸珊瑚礁分布

根据广西红树林研究中心《涠洲岛珊瑚礁资源现状本底调查报告》（2017 年），涠洲岛沿岸珊瑚分布的岸线较长，岛上沿岸均有出现。涠洲岛沿岸珊瑚分布范围与本项目位置关系见图 3.5-1。

根据 2019 年国家海洋局南海环境监测中心和浙江大学海洋学院在涠洲岛周边调查资料，除南湾外，全岛沿岸均有珊瑚礁呈带状分布。涠洲岛沿岸珊瑚分布范围与本项目位置关系见图 3.5-2。

根据广西红树林研究中心 2024 年 2 月至 3 月针对广西 220 千伏跨海联网工程涠洲岛登陆段珊瑚礁现状资料，涠洲岛沿岸珊瑚分布范围与本项目位置关系见图 3.5-3。

根据收集到的珊瑚礁分布情况分析，涠洲岛西侧珊瑚礁分布区域近年来较为稳定。预选路由登陆段珊瑚礁分布外沿垂向岸线宽度在 255m-257m 范围内，本项目将定向钻海域出土点位置从珊瑚分布区域与路由段交点处外移 380m，不会对珊瑚礁生境造成明显影响。

3.5.1.2 调查范围、站点

本次调查共布设 35 个站位，其中 20 个站位有珊瑚分布，为定量调查站位，每个站位布设一条 50m 调查样线；15 个站位无珊瑚分布，为定性调查站位。各站位分布见，定量调查站位样线坐标见图 3.5-4，定性调查站位见表 3.5-1。

3.5.1.3 调查内容

本次珊瑚礁生态状况进行调查主要包括珊瑚群落和礁栖生物群落两大部分，具体包括造礁石珊瑚、珊瑚礁鱼类、大型底栖无脊椎动物、大型底栖藻类等，详见表 3.5-3。

3.5.1.4 调查分析方法

3.5.1.5 外业调查方法

(1) 样带铺设：

每个断面，在 2~4m、5~7m 和 9~12m 处沿等深线布设 1~3 条断面，样带之间相互平行，样带长度 50m。断面皮尺铺设完后，依次开展珊瑚礁鱼类、珊瑚群落、硬珊瑚补充量等项目现场拍摄工作。

3.5.1.6 内业分析方法

(1) 珊瑚样带录像判读：

采用截线样点法。判读影像中所有出现在样带皮尺各 10cm 刻度点正下方的造礁石珊瑚、其他固着生物（包括软珊瑚、海绵、海葵等）、造礁石珊瑚死亡状况、白化状况以及基质（礁石、碎石、沙、泥）分布状况。判读要素包括：种类鉴定、活珊瑚覆盖率、珊瑚死亡率、病害状况、其他固着生物覆盖率、基质类型及覆盖率。

(2) 硬珊瑚补充量判读：

根据拍摄的样带，统计样方内 <5cm 的造礁石珊瑚幼体数量，该数量除以样方面积，即为硬珊瑚补充量，单位为 ind./m²。

(3) 鱼类和大型底栖无脊椎动物判读：

判读鱼类和大型底栖无脊椎动物样带录像中所有可见的类别和数量。人工判读鱼类样带影像中各鱼类种类和体长范围（<5cm、5-10cm、10-20cm、20-30cm、30-40cm、>

40cm), 统计各种类数量。对于敌害生物和指示生物种类和数量, 包括长棘海星、核果螺、蓝指海星、法螺、砗磲、长刺海胆、石笔海胆、龙虾等应单独判读。

(4) 大型底栖藻类判读:

判读样方内大型底栖藻类的种类、覆盖率和高度。种类鉴定应以藻类微距照片或实物标本为准, 并收集每种藻类清晰照片。

3.5.1.7 珊瑚礁群落调查结果

3.5.1.7.1 联网工程周边海域造礁石珊瑚分布情况

本次定量调查的 35 个站位中有 20 个站发现分布有造礁石珊瑚。经调查和计算, 涠洲岛联网周边共有 6 个分布区 (图 3.5-6), 其中三个大分布区, 三个斑块状分布区, 总面积 466.4hm^2 。6 个分布区从北向南的面积依次为 179.9hm^2 (蓝桥分布区), 0.3hm^2 , 1.3hm^2 , 88.3hm^2 (暮崖分布区), 5.4hm^2 , 191.0hm^2 (竹蔗寮分布区)。珊瑚分布区主要沿岸线带状分布, 离岸距离在 250m 至 500m, 宽度在 300m 至 700m。暮崖珊瑚分布区近岸为基岩海岸, 与海蚀崖相邻, 造礁石珊瑚分布在海岸线附近。

3.5.1.8 珊瑚种类及形态

此次调查共鉴定出造礁石珊瑚 10 科 22 属 53 种, 其中裸肋科种类最多, 有 29 种, 占种类数量的 55%; 其次为滨珊瑚科有 6 种, 占 11% (图 3.5-7)。造礁石珊瑚种类名录详见附录 XII I, 造礁石珊瑚图谱见附图 13-1。

各站位造礁石珊瑚种类数量范围为 1~22 种, 平均 11.4 种。其中, W10b 站位种类数量最多, 为 22 种; 其次是 W1b 和 W11b 站位, 均为 20 种; W5a、W8a、W3b、W4b 和 W9a 站位的造礁石珊瑚种类数也相对较高, 分别为 19 种、19 种、18 种、16 种和 16 种。其余站位的珊瑚种类数均在 15 种以下。造礁石珊瑚种类数量分布状况详见图 3.5-8。

根据图 3.5-9 所示, 调查区域内珊瑚种类数 ≥ 20 种的站位主要分布在石螺口和暮崖附近海域, 其中暮崖附近有两个站位的造礁石珊瑚种类数超过 20 种, 石螺口附近海域只有 1 个站位。涠洲岛联网电缆经过的地方也是暮崖海域珊瑚分布较为集中的区域。

调查结果表明, 各站位的造礁石珊瑚数量在 1~109 株之间, 平均为 36.4 株, 不同站位之间的数量差异较大。其中, W8a 站位的造礁石珊瑚数量最多, 为 109 株, 其次为 W1b 站位, 数量为 94 株。造礁石珊瑚数量最少的站位 W3c、W11c 和 W7a 站位, 数量分别为 3 株、3 株和 1 株 (图 3.5-10)。

如图 3.5-11 所示, 珊瑚个体数量超过 50 株的站位主要集中在石螺口和暮崖附近海域, 两个分布区中均有 2 个站位的珊瑚个体数量超过 50 株。在蓝桥附近海域也有 1 个站位的珊瑚个体数量超过 50 株。

3.5.1.8.1 活珊瑚覆盖率

本次调查各站位活珊瑚覆盖率范围为 0.2~30.0%，平均为 10.4%。其中，W1b 站位的活珊瑚覆盖率最高，为 30.0%；其次为 W8a 和 W3b 站位，活珊瑚覆盖率分别为 26.6%和 24.0%；其余站位的活珊瑚覆盖率均在 20.0%以下。各站活珊瑚覆盖率分布状况详见图 3.5-12。

气码头和蓝桥东边，覆盖率分别为 30.0%、26.6%和 24.0%。

调查区域内造礁石珊瑚的优势种有 12 种，其中斯氏伯孔珊瑚和澄黄滨珊瑚的出现频率、相对覆盖率和优势度均相对较高，出现频率均为 85.0%，相对覆盖率分别为 18.3%和 17.7%，优势度分别为 0.16 和 0.15。这两个种类均在 17 个站位中有出现。

3.5.1.8.2 硬珊瑚补充量

调查区域各站位间的硬珊瑚补充量分布不均匀，密度变化范围为 1.2~4.8 ind./m²，平均为 2.5 ind./m²。其中 W3c 和 W7a 站位硬珊瑚补充量最高，均为 4.8 ind./m²，W1b、W2a、Wb4b、W11a、W11c 站位硬珊瑚补充量最低，均为 1.2 ind./m²。新生硬珊瑚的种类主要为滨珊瑚科、裸肋珊瑚科和木珊瑚科（图 3.5-14）。

3.5.1.8.3 死亡与白化

本次调查未发现造礁石珊瑚死亡和白化现象，也未有珊瑚病害发生。

3.5.1.8.4 底质及生物覆盖情况

调查区域各站底质上固着生长的生物除了造礁石珊瑚外，主要还有大型底栖藻类、海绵、柳珊瑚和海葵等生物（表 3.5-4，图 3.5-15），各类底栖生物覆盖情况如下：

各站位大型海藻的覆盖率范围为 0~20.8%，平均为 4.4%，覆盖率最高的为 W4a 站位，其次为 W9a 站位，W3c、W6b、W11b 和 W11c 没有发现大型海藻的覆盖，其余站位的大型海藻覆盖率均在 10.0%以下。软珊瑚仅在 W6b 站位有发现。柳珊瑚仅在 W3c、W6b 和 W11c 站位有发现。海绵在各站位的覆盖率为 0~2.4%，平均为 0.4%，覆盖率最高的站位是 W11a 站位。

各站位样带上的礁石覆盖率范围为 13.4%~87.8%，平均为 62.9%。调查海域礁石覆盖率较高，有 15 个站位的礁石覆盖率超过 50%，可以认为调查区域的底质类型非常适合造礁石珊瑚的生长。碎石覆盖率范围为 0~13.0%，平均为 3.5%。沙覆盖率范围为 0%~84.2%，平均为 17.7%，W3c 站位的沙覆盖率最高，其次为 W6b（64.0%）、W7a（59.2%）、W11c（48.8%）和 W1b 站位（33.2%），其他各站均低于 20.0%。

总体而言，调查区域底质以礁石为主，但个别站位的沙和大型海藻的覆盖率较高，使得珊瑚附着生长的空间受到限制，从而导致调查区域的珊瑚覆盖差异较大。

调查区域共鉴定出造礁石珊瑚 10 科 22 属 53 种，珊瑚种类在近岸珊瑚礁分布区中处于中上水平。其中，裸肋珊瑚科种类最多，有 29 种，占总种类数量的 55%。优势种为斯氏伯孔珊瑚和澄黄滨珊瑚。

调查区域各站活珊瑚覆盖率范围为 0.2~30.0%，平均为 10.4%。各站位间的硬珊瑚补充量分布不均匀，密度变化范围为 1.2~4.8 ind./m²，平均为 2.5 ind./m²，新生珊瑚的主要种类为滨珊瑚科、裸肋珊瑚科和木珊瑚科。调查区域未发现死亡和白化现象，也未有珊瑚病害发生。

调查区域底质以礁石为主，但个别站位的沙和大型海藻的覆盖率较高，使得珊瑚附着生长的空间受到限制，从而导致调查区域的珊瑚覆盖差异较大。

3.5.1.9 珊瑚礁鱼类调查结果

3.5.1.9.1 鱼类种类组成

此次调查共观测到珊瑚礁鱼类 6 科 6 属 8 种，名录详见附录 XI V，图谱见附图 13-2。其中，雀鲷科和拟鲈科均为 2 种；天竺鲷科、鰕虎鱼科、蝴蝶鱼科和金线鱼科均为 1 种（图 3.5-16）。各站位记录 0~6 种，W9a 站位记录 6 种，W1b 和 W2b 站位均记录 3 种，W3、W10b、W11a、W11b 和 W11c 站位均记录 2 种，W1a、W3b、W6a 和 W10a 站位均记录 1 种，W2a、W3a、W4a、W4b、W5a、W6b、W7a 和 W8a 站位均未观测到珊瑚礁鱼类，平均每站位只有 1.3 种（图 3.5-17）。

3.5.1.9.2 鱼类种类密度

不同科的鱼类密度差异较大，雀鲷科占总体的 94.37%，其次是天竺鲷科占总体的 4.56%，鰕虎鱼科、蝴蝶鱼科和金线鱼科均少于总体的 0.5%。鱼类食性主要以小形无脊椎动物和藻类为食的鱼类为主，蝴蝶鱼科等指示性鱼类出现频率相对较低（图 3.5-18）。

高，为 53.7 ind./250m²，占比为 62.74%，其次是斑刻新雀鲷，平均密度为 27.1 ind./250m²，占比为 31.63%，第三为背带鹦天竺鲷，平均密度为 3.9 ind./250m²，占比为 4.56%。其它珊瑚礁鱼类平均密度相对较低，平均密度在 0.1~0.4 ind./250m² 之间，占比在 0.11~0.42% 之间（图 3.5-19，图 3.5-20）。

3.5.1.9.3 各站位鱼类密度

从调查站位鱼类密度的分布来看，不同站位鱼类平均密度有所差异，各站位珊瑚礁鱼类密度在 0~311 ind./250m² 之间，均值为 42.0 ind./250m²。从单个调查站位来看，鱼类密度超过 100 ind./250m² 的有 3 条站位，为 W1b、W11a、W11b 站位，珊瑚礁鱼类密度分别为 311 ind./250m²、185 ind./250m² 和 104 ind./250m²。平均密度超过 40 ind./250m² 的有 4 条站位，是

W2b、W3b、W3c、W10b 站位，密度分别为 72 ind./250m²、66 ind./250m²、45 ind./250m²、50 ind./250m²。其它调查站位平均密度在 0~6 ind./250m² 之间（图 3.5-21）。

3.5.1.9.4 鱼类体长分布

珊瑚礁鱼类主要体长分布区间是 5~10cm、10~20cm，分别占总体的 99.47%、0.53%（图 3.5-22）。不同体长鱼类的分布比例失衡，调查海域鱼类整体以 5~10cm 的小型鱼类为主。

3.5.1.9.5 优势种鱼类

珊瑚礁鱼类优势度 ≥ 0.1 的优势种有 2 种，分别为斑刻新雀鲷和蓝黑新雀鲷（表 3.5-5）。第一优势种蓝黑新雀鲷在调查区域各调查站位的出现频率分别为 0.64，优势度为 0.40，其次是斑刻新雀鲷，出现频率为 0.45，优势度为 0.14，其余各种类出现频率相对较低，优势度为 0。

3.5.1.9.6 小结

本次调查共发现珊瑚礁鱼类 6 科 6 属 8 种，雀鲷科是主要种类，占总体的 94.37%；蓝黑新雀鲷平均密度最大，为 53.7 ind./250m²，鱼类食性主要以小形无脊椎动物和藻类为食的鱼类为主，蝴蝶鱼科等指示性鱼类出现频率相对较低；各站位珊瑚礁鱼类密度在 0~311 ind./250m² 之间，均值为 42.0 ind./250m²；优势种为斑刻新雀鲷和蓝黑新雀鲷；主要体长分布区间是 5~10cm、10~20cm，不同体长鱼类的分布比例失衡，整体以 5~10cm 的小型鱼类为主（99.47%），反映供鱼类栖息的珊瑚生境停留于初级演化阶段。

3.5.1.10 大型底栖无脊椎动物

3.5.1.10.1 种类组成

在 20 站位调查中，共发现软珊瑚、柳珊瑚、海星、海绵、海鞘、甲壳类、贝类、螺类、多毛类和水媳等大型底栖无脊椎动物共计 12 个大类。受海况、摄像机拍摄清晰度和生物体表附着物等因素的限制，绝大多数动物无法准确鉴定到种、属级分类阶元。各站位的大型底栖无脊椎动物种类数差异较小，种类数最多的为 W3c 和 W8a 站位，均为 7 种，最少的为 W5 站位，只有 2 种（图 3.5-23）。部分大型无脊椎动物种类图片见图 3.5-24。

3.5.1.10.2 密度与分布

调查区域各站位大型底栖无脊椎动物栖息密度在 9.0~125.0 ind./100m² 之间，平均栖息密度为 44.3 ind./100m²。其中，W8a 站位的平均栖息密度最高（125.0 ind./100m²），其次为 W3c 站位，平均栖息密度为 111.0 ind./100m²，平均栖息密度最低的站位为 W4a 和 W5a 站位，平均栖息密度均为 9.0 ind./100m²（表 3.5-6）。在整个调查区域中，海葵的平均栖息密度最高，为 8.5 ind./100m²，出现频率为 72.2%，其次为螺类，平均栖息密度为 8.1

ind./100m²，但是出现频率最高，达 100.0%。柳珊瑚的平均栖息密度也相对较高，为 7.1 ind./100m²，但是仅在一些水深较大的站位中出现。海绵的平均栖息密度和出现频率也相对较高，分别为 5.9 ind./100m² 和 83.3%（图 3.5-25）。所有站位的大型无脊椎动物的平均分布密度见表 3.5-7。

3.5.1.10.3 小结

在 20 站位调查中，共发现软珊瑚、柳珊瑚、海星、海绵、海鞘、甲壳类、贝类、螺类、多毛类和水螅等大型底栖无脊椎动物共计 12 个大类，未发现发现敌害生物（如核果螺和长棘海星）和指示生物（如砗磲和蓝指海星）。各种类 9.0~125.0 ind./100m² 之间，平均栖息密度为 44.3 ind./100m²。大型底栖无脊椎动物海葵的栖息密度最高，平均栖息密度为 8.5 ind./100m²，其次为螺类，平均栖息密度为 8.1 ind./100m²。各站位中，W8a 站位的平均栖息密度最高（125.0 ind./100m²），W4a 和 W5a 站位的平均栖息密度最低（9.0 ind./100m²）。

3.5.1.11 大型底栖藻类

3.5.1.11.1 大型藻类主要种类

调查共鉴定大型藻类 3 门 10 目 11 科 18 种，其中，绿藻门 4 种，褐藻门 6 种，红藻门 8 种。各站位大型海藻种类数在 2~7 种之间。其中，W2a 站位发现主要大型藻类 8 种，W1a 站位发现 7 种，W3b 站发现 6 种，其余站位发现大型藻类数均小于 5 种。大型底栖藻类名录详见附录 X V。

3.5.1.11.2 覆盖率和高度

调查区域各站位的大型海藻覆盖率在 0.00~25.90% 之间（表 3.5-8），平均覆盖率为 12.43%，其中，W9a 站位覆盖率最高，平均覆盖率约为 25.90%；W6b 站覆盖率最低，平均覆盖率约为 0.4%。调查区域各站位大型藻类覆盖率分布较不均匀，整体呈斑块状分布。调查区域最高的大型藻类为脆枝果胞藻，各站位大型海藻的平均高度在 0.10~2.68cm 之间，平均为 1.06cm。部分大型藻类照片见图 3.5-26。

3.5.1.11.3 优势种

调查区域的优势种主要有匍匐石花菜、红耳壳藻、仙菜和匍扇藻，其中匍匐石花菜出现频率最高，出现频率达 88.89%。其余大型海藻的出现频率见表 3.5-9。

3.5.1.11.4 小结

本次调查共鉴定大型海藻大型藻类 3 门 10 目 11 科 18 种，各站位大型海藻种类数在 2~7 种之间，优势种主要有匍匐石花菜、红耳壳藻、仙菜和匍扇藻。所有站位均发现有大型藻类分布，其中 W2a 站位发现主要大型藻类 8 种，W1a 号站位发现 7 种，W3b 站发现 6 种，其余站位发现大型藻类数均小于 5 种。藻类平均覆盖率为 12.43%，其中，W9a 号站位

覆盖率最高，平均覆盖率为 25.90%；W6b 站覆盖率最低，平均覆盖率约为 0.4%。大型海藻高度在 0.10~2.68cm 之间，平均为 1.06cm，其中，最高的大型藻类为脆枝果胞藻。

3.5.1.12 小结

调查区域共鉴定出造礁石珊瑚 10 科 22 属 53 种，珊瑚种类在近岸珊瑚礁分布区中处于中上水平。其中，裸肋珊瑚科种类最多，有 29 种，占总种类数量的 55%。优势种为斯氏伯孔珊瑚和澄黄滨珊瑚。各站位的造礁石珊瑚个体数量在 1~109 株之间，平均为 36.4 株，不同站位之间的数量差异较大。各站活珊瑚覆盖率范围为 0.2~30.0%，平均为 10.4%。各站位间的硬珊瑚补充量分布不均匀，变化范围为 1.2~4.8 ind./m²，平均为 2.5 ind./m²，新生珊瑚的主要种类为滨珊瑚科、裸肋珊瑚科和木珊瑚科。调查区域未发现死亡和白化现象，也未有珊瑚病害发生。调查区域底质以礁石为主，但个别站位的沙和大型海藻的覆盖率较高，使得珊瑚附着生长的空间受到限制，从而导致调查区域的珊瑚覆盖差异较大。

本次调查共发现珊瑚礁鱼类 6 科 6 属 8 种，雀鲷科是主要种类，占总体的 94.37%；蓝黑新雀鲷平均密度最大，为 53.7 ind./250m²，鱼类食性主要以小形无脊椎动物和藻类为食的鱼类为主，蝴蝶鱼科等指示性鱼类出现频率相对较低；各站位珊瑚礁鱼类密度在 0~311 ind./250m² 之间，均值为 42.0 ind./250m²；优势种为斑刻新雀鲷和蓝黑新雀鲷；主要体长分布区间是 5~10 cm、10~20 cm，不同体长鱼类的分布比例失衡，整体以 5~10 cm 的小型鱼类为主（99.47%），反映供鱼类栖息的珊瑚生境停留于初级演化阶段。

本次调查共发现软珊瑚、柳珊瑚、海星、海绵、海鞘、甲壳类、贝类、螺类、多毛类和水媳等大型底栖无脊椎动物共计 12 个大类，未发现发现敌害生物（如核果螺和长棘海星）和指示生物（如砗磲和蓝指海星）。各种类 9.0~125.0 ind./100 m² 之间，平均栖息密度为 44.3 ind./100 m²。大型底栖无脊椎动物海葵的栖息密度最高，平均栖息密度为 8.5 ind./100m²，其次为螺类，平均栖息密度为 8.1 ind./100m²。各站位中 W8a 站位的平均栖息密度最高（125.0 ind./100 m²），W4a 和 W5a 站位的平均栖息密度最低（9.0 ind./100 m²）。

本次调查共鉴定大型海藻大型藻类 3 门 10 目 11 科 18 种，优势种主要有匍匐石花菜、红耳壳藻、仙菜和匍扇藻。各站位大型海藻种类数在 2~7 种之间。藻类平均覆盖率为 12.43%，高度在 0.10~2.68 cm 之间，平均为 1.06 cm。最高的大型藻类为脆枝果胞藻。

涠洲岛联网电缆与珊瑚分布区有交叉，临近广西涠洲岛珊瑚礁国家海洋公园和涠洲岛海洋生态红线，远离涠洲岛自然保护区和涠洲岛旅游区。电缆登陆段经过暮崖珊瑚分布区，施工采用定向钻，从海底经过，无直接占用珊瑚情况，其定向钻经过珊瑚分布区的长度为 317m，定向钻出口距离最近的珊瑚分布区距离为 380m。

登陆段定向钻施工产生的污染物主要是在钻孔、扩孔过程中泥浆和地层岩屑产生的悬浮物，以及船舶污染物。根据模型预测，布设防污帘后 10mg/L 的悬砂增量影响范围在珊瑚礁分布区以外，定向钻施工引起的悬浮物不会对涠洲岛珊瑚礁造成影响，同时，定向钻管道埋深不小于 10m，其作业引起的震动不会对该区域珊瑚造成影响。

在项目建设期，严格控制施工船舶航行路线，防止船舶碰撞对该海区的珊瑚造成破坏影响；合理安排施工工期，控制单位时间内的悬浮物浓度，减小悬浮物扩散影响的范围；施工船舶不得带病作业，防止发生跑、漏、冒油现象；禁止船只在珊瑚生长区内抛锚。对项目施工期和项目运营后的珊瑚礁资源进行定期监测，及时发现和解决在项目运营过程中出现的问题，正确评估项目营运对珊瑚及珊瑚礁生态系统的影响。

经现场调查和数模预测，联网电缆登陆段采用定向钻作业，出土点和反平段作业远离珊瑚分布区，其施工和运营不会对涠洲岛珊瑚礁造成影响。

3.5.2 中华白海豚现状调查与分析

中华白海豚 (*Sousa chinensis*)，属于鲸类的海豚科。主要分布于西太平洋、印度洋，常见于中国东南部沿海，属国家一级保护动物。

3.5.2.1 生活习性

中华白海豚通常不集成大群，常 3~5 只在一起，或者单独活动。除了母亲及幼豚，中华白海豚组群不会有固定的成员。它们的群居结构非常有弹性，而组群成员也时常更换。根据记录，组群最多可有 23 条个体，平均为 4 条。性情活泼，在风和日丽的天气，常在水面跳跃嬉戏，有时甚至将全身跃出水面近 1 米高。游泳速度很快，有时可达每小时 12 海里以上。在各种渔船中，白海豚特别喜欢在双拖船后觅食，而在双拖船后的海豚组群也比其他的大很多。中华白海豚与陆生哺乳动物一样肺部发达，用肺呼吸，呼吸的时间间隔很不规律，有时为 3~5 秒钟，也有时长达 1~2 分钟以上。外呼吸孔呈半月形开放于头额顶端，呼吸时头部与背部露出水面，直接呼吸空气中的氧气，并发出“Chi-Chi-”的喷气声。

3.5.2.2 北部湾分布情况

中华白海豚在中国水域有广泛的分布，主要分布区包括厦门、台湾西海岸、宁德、汕头、珠江口/香港、湛江、三亚和北部湾。其中，在北部湾海域，总共约有 398~444 头，形成两个分布分离的群体（图 3.5-27），分别占据大风江—南流江海域（大风江群体）和沙田—草滩海域（沙田群体），分别为 248~262 头和 150~182 头 (Chenet *et al.*, 2016)，但目前两地区均面临不同程度的人类活动干扰，特别是渔船和观豚旅游。另外根据相关资料（注：央视新闻，2020-12-16）显示：北部湾是中华白海豚的重要栖息地，约有 300~500 头，分两个群体。一个群体主要分布于大风江海域、南流江海域和冠头岭海域；另一个群体分布在合浦

儒艮国家级自然保护区。近年来，保护区与科研机构通过航线调查和照相识别技术，2017年识别16头中华白海豚，2018年识别21头，2019年识别42头，2020年识别80头。

3.5.2.3 栖息地选择

中华白海豚活动水域的水深为3.5~15m (n=18)，平均 8.45 ± 2.7 m，中位数8.15m，80%的活动地点水深在10m以浅。活动地点盐度范围为28.4~32.1 (n=15)，平均 30.1 ± 0.84 ，中位数29.9，73.3%在31以下。中华白海豚出现位点平均最近离岸距离 8.4 ± 2.1 km (n=29)，中位数8.2 km，44.4%超过10km。

中华白海豚主要栖息于水深不超过20m水域。以往研究显示中华白海豚在北部湾的栖息位置主要分布在大风江到南流江河口段以及草滩到沙田段，较多受访者在该海域目击到中华白海豚充分验证了这一结论；同时有研究表明在整个广西北部湾近岸沿海，中华白海豚在历史上是呈现连续分布的。从渔民反馈的目击信息来看，在秋季、海况平稳且天气晴朗较易目击到中华白海豚。与潮汐相关的目击状况调研，47.9%的渔民反馈涨潮状态更容易目击到海豚，43.1%的渔民反馈目击与潮汐无关。相关研究显示，在特定海域，潮汐可通过影响鲸豚类的捕食效率进而影响种群对栖息地的选择。涨潮时中华白海豚可能会随捕食鱼类进入潮间带，这在一定程度上有可能增加了涨潮时中华白海豚在近岸海域的目击率。

3.5.3 布氏鲸现状调查与分析

布氏鲸 (*Balaenoptera brydei* Olsen, 1913) 为国家一级重点保护野生动物，隶属鲸目须鲸亚目须鲸科 (*Balaenopteridae*) 须鲸属 (*Balaenoptera*)。其分布范围在南北太平洋、北大西洋和印度洋的40°N至40°S之间的温暖水域，在中国、泰国、日本、缅甸、孟加拉、印度、越南、所罗门群岛、菲律宾附近海域均有报道。目前泰国、日本、以及中国涠洲岛海域等有过数量统计，均不足100头，同时也存在一些未发现或未调查的群体，但数量不会太多 (图3.5-28)。

布氏鲸根据体型和遗传信息可分为明显的2个亚种，体型较大的离岸分布的布氏鲸亚种 (*Balaenoptera edeni brydei*) 和体型较小近岸分布的小布氏鲸亚种 (*Balaenoptera edeni edeni*)。前者能达到15.6米，后者一般不超14米，两者在野外很难区分。

须鲸属 (*Balaenopteridae: Balaenoptera*) 是一类大型海洋哺乳动物，包含9个现生种，分别是4个曾被笼统划为布氏鲸 (*Bryde's whale*) 的物种 (*Bryde's whale*, *Eden's whale*, *Omura's whale*, *Rice's whale*)、普通小须鲸 (*common minke whale*)、南极小须鲸 (*Antarctic minke whale*)、长须鲸 (*fin whale*)、黑板须鲸 (*sei whale*) 以及地球上有史以来最大的动物——蓝鲸 (*blue whale*)。

3.5.3.1 布氏鲸外形特征

外观上，布氏鲸最明显的特征是在头顶部有三条平行的脊，身体修长，一般呈现烟灰色，但是在某种光线下，可能呈现巧克力棕或金色。带有镰刀状的背鳍。

3.5.3.2 布氏鲸分布情况

布氏鲸不会进行长途迁徙，一般出现在南北纬 40°之间，也有可能出现在有暖流经过的高纬度海域，喜 16°C 以上的海水温度。因此，在南北纬 30°之间的热带和亚热带海域最常见。

北部湾是布氏鲸栖息活动场所之一，通过对涠洲岛和斜阳岛附近海域的考察及渔民记录，共确定了涠洲岛和斜阳岛海域 17 条布氏鲸目击的 GPS 记录（图 3.5-29），所有目击者都报告了布氏鲸的捕食行为，推断斜阳岛是北部湾布氏鲸的主觅食海域之一，涠洲岛以西的水域可能是布氏鲸的一个摄食场（Chen, *et al.*, 2019）。

布氏鲸在北部湾海域出现的时间段大致为每年 9 月至次年的 4 月。根据现有资料，每年 3 月和 4 月观察到布氏鲸出现和觅食概率较高（见图 3.5-30）。进一步分析表明，布氏鲸出现频率较高的区域，一个是涠洲岛西部，另一个是斜阳岛周围，涠洲岛东部海域也有较高的布氏鲸出现概率；摄食行为主要集中在斜阳岛周围和涠洲岛西南部水域（图 3.5-31）（Chen, *et al.*, 2019）。通过对北部湾涠洲岛和斜阳岛（20.85°~21.08°N，109.07°~109.23°E）栖息环境海水温度的分析表明，两岛屿之间的距离 13.8km，属于亚热带季风气候，年平均海表温度 24.6°C，适宜布氏鲸活动和摄食。

广西科学院海洋哺乳动物研究人员从 2016 年开始关注涠洲岛海域的布氏鲸群体，并于 2018 年与中国科学院水生生物研究所、北部湾大学、自然资源部第三海洋研究所组成联合研究团队，通过海上截线调查、无人机调查、水下声学监测、分子生物学与繁殖生理学等手段和方法开展涠洲岛海域的布氏鲸的调查和研究工作。截至 2018 年底，在涠洲岛海域发现小布氏鲸群体，这是 1980 之后中国近岸水域发现的首个大型鲸类群体，利用照片识别技术已经识别了 52 头个体。2019 年 6 月，在涠洲岛建立了广西水生生物联合实验室（与中国科学院水生生物研究所共建）和北部湾鲸类研究与保护站（与北部湾大学共建），开始开展长期稳定的调查和研究工作。

目前，中国还缺少对布氏鲸活体的野外跟踪记录。刘明明（2021）首次利用卫星标记追踪北部湾布氏鲸的移动。2021 年 4 月 25 日至 26 日，被追踪的个体在涠洲岛附近以 3km/h 的速度移动，每天移动距离约 50km；4 月 27 日至 30 日，标记个体的移动速度提高到 4~7 km/h，并以 70~130km 的每日移动距离向北部湾南部移动。

3.5.3.3 布氏鲸生活史

布氏鲸的寿命估测为 50~70 岁，为群居性海洋生物，平时可能单独或 2~5 头小群行动，多的时候也会有 10~20 头的松散群。雌性布氏鲸一般 2~3 年生育一胎，妊娠 11~12 个月，幼鲸出生时体长约 4m，体重 450kg，哺乳期为 6 个月，之后便开始独立生活。成年布氏鲸体长约 10~16.5m，体重 12t~25t。

根据分析，布氏鲸周期性出现在涠洲岛至斜阳岛附近海域的原因主要包括以下几个方面，①适宜的海洋环境，如水深、叶绿素 a 含量、洋流和表层水温；②相对较少的人为干扰；③丰富的饵料资源，如青鳞小沙丁、勒鱼等，有时候也捕食虾或其他浮游甲壳类；④天敌少。

3.5.4 中国鲎现状调查与分析

经项目生态本底调查发现，在项目附近海区未发现中国鲎，但北海渔业生产作业时有捕获记录。

中国鲎 *Tachypleus tridentatus* 隶属于肢口纲剑尾目鲎科鲎属，为国家二级保护动物，有活化石之称。躯体分为头胸部、腹部和尾剑三部分；体色黑褐色；头胸部具发达的马蹄形背甲，背面拱突，周缘圆弧形；背面有三条纵脊，中脊的前端两侧有一对单眼；腹部呈六角形，尾剑细长，断面呈三角形。分布于广西、广东、海南、浙江、福建、台湾沿海海域；在日本濑户内海、九州北部沿海海域至印度尼西亚北部沿海海域也有分布。

中国鲎为暖水性近海节肢动物，生活在水深 40 米到潮间带之间的沙质海底，喜欢居位于盐度较低的河口，同时具有溯河而上的习性。一般以蠕虫、薄壳小贝类、海豆芽、动物尸体及有机碎屑为食。

中国鲎具有越冬和产卵的洄游习性，每年 11 月由浅海游向深水区越冬，次年 4~5 月又向浅海游动进行生殖洄游，雌雄异体，产卵期是 5~8 月份，自立夏至处暑进入产卵盛期。寿命较长，可达 50 多年。

3.5.5 圆尾蝎鲎现状调查与分析

圆尾蝎鲎 (*Carcinoscorpius rotundicauda*) 隶属于肢口纲剑尾目鲎科蝎鲎属，为国家二级保护动物。由头胸部、腹部和尾剑 3 部分组成；全体覆以硬甲，背面圆突，腹面凹陷；头胸甲背面突起较低，内凹较浅，宽至 10 厘米；腹部呈六角形，两侧缘有 6 对可活动的倒刺；腹部末端无尖刺；尾剑呈半圆柱形，光滑无小刺，尾剑明显长于背甲。分布于印度—西太平洋热带浅海，在中国北部湾 20 米水深以内浅海、雷州半岛和海南岛西部沿岸也能看到其身影。

圆尾蝎鲨栖息地一般喜欢选择在泥泞的河流，河口沼泽和红树林，喜欢居位于盐度较低的河口。和该属的其他物种不同，在海水退潮时不返回大海。主要以昆虫幼虫、小鱼、寡毛类、小蟹和薄壳双壳类为食。

每年夏季为圆尾蝎鲨的繁殖季节，鲨从较深海域游到潮间带的沙滩上，雌雄聚集在潮间带，由雌鲨扒沙作窝。雄性以脚须抱住雌性，雌性以附肢挖坑产卵时，雄性排精在卵上，行体外受精。产卵后雌雄分开。

3.5.6 红树林现状调查与分析

3.5.6.1 调查时间

调查时间为 2024 年 7 月。

3.5.6.2 调查范围

在评价范围内，依据具有代表性和与工程距离较近的原则，主要调查北海侧登陆点附近的红树林以及广西北海滨海国家湿地公园范围内的红树林。

3.5.6.3 调查内容

- ①栖息地：红树林分布面积、覆盖度。
- ②红树林群落：种类组成、密度、胸径、株高。

3.5.6.4 调查方法

①遥感调查：利用卫星遥感影像判读红树林分布，区划红树林小斑，勾绘边界线。通过实地调查修正和补充分布边界。

②样线调查：根据遥感影像以及工程位置，确定调查样线。在样线行进过程中观察和记录所见的植物物种与珍稀濒危物种、群落结构、群落外貌、各层优势物种等，形成典型调查布设方案。

③样方调查：在工程周边即北海侧登陆点附近红树林沿低、中、高潮位设置 4 个样方，样方点位如图 3.5-32 所示。每个样地面积为 10m×10m。记录样方内物种种名、树高、胸径、基径、郁闭度和盖度等，还要对不同群落立地条件信息，如经纬度、海拔高度等进行记录。

3.5.6.5 红树林现状调查结果

(1) 红树林分布

调查范围内红树林面积共有 82hm²，其中北海登陆点附近红树林面积为 2.4hm²，北海滨海国家湿地公园面积为 79.6hm²。范围内的红树林群落均为白骨壤群落。

(2) 物种分布

调查范围内共有植物 24 科 39 属 39 种。其中，红树植物共有 11 种，真红树植物 8 种，半红树植物 3 种。无重点保护及珍稀濒危野生植物。

北海登陆点附近的红树林主要为白骨壤，间有对叶榄李，群落内伴生海马齿、南方碱蓬、海漆，海雀稗，沿岸有黄槿、苦郎树、匍匐滨藜等。北海滨海国家湿地公园内红树林群落主要由白骨壤组成，偶见蜡烛果、秋茄树、无瓣海桑、红海榄等。

(3) 植被类型

调查区域内的植被类型为红树林，北海登陆点周边红树林分布的面积约为 2.4hm²，北海滨海国家湿地公园的红树林面积为 79.6hm²。分布的红树林主要是白骨壤群落。白骨壤群系沿海岸线呈带状分布，为红树林先锋树种之一。多位于海滩前缘或高潮线以下，涨潮时林冠受不同程度的浸淹。外貌呈苍绿色，林冠整齐。结构相对简单，大多只有一层灌木，为白骨壤单优势种群系。指状呼吸根发达，布满林下地面。北海登陆点周边红树林群落内有少量对叶榄李掺杂其中，群落下层部分出现海马齿、南方碱蓬和海雀稗。北海滨海国家湿地公园呢红树林有红海榄、无瓣海桑、桐花树等其他红树植物，零星分布于白骨壤群落中。

(4) 植物群落

调查范围内 4 个样方的群落情况如下：

①样方 1：样方位于恒大海上帝景一侧，乔木层主要植物为白骨壤，间有少量对叶榄李，灌草层无其它植物。群落平均高度 2.0m，平均基径为 5.4cm。

②样方 2：样方位于恒大海上帝景对侧，为白骨壤单优群落，植物种类单一。群落平均高度 1.9m，平均基径为 5.3cm。

③样方 3：样方内主要植物为白骨壤，另有对叶榄李 2 颗。群落尚处于幼苗期，平均高度 0.6m，平均基径为 1.7cm。

④样方 4：样方内靠近出海口，为白骨壤幼苗群落。周边零星分布有海马齿。群落平均高度 0.5m，平均基径为 1.2cm。

3.6 陆域环境现状调查与评价

3.6.1 区域概况

本项目陆域工程所在地为北海市银海区、海城区，现简要介绍本项目所经地区环境概况。

(1) 银海区

银海区，隶属广西壮族自治区北海市，位于北海市中南部，地处北纬 21° 25′ ~21° 41′，东经 109° 04′ ~109° 19′，属亚热带海洋性季风气候，冬无严寒，夏无酷暑，总面

积 541km²。截至 2022 年末，银海区常住人口 31.85 万人，户籍人口 19.55 万人。下辖 4 个镇，银滩镇、侨港镇、福成镇、平阳镇。

银海区境域的主要地貌单元为滨海平原，地势平坦，海拔高程 10m~20m 为主要台地，总的趋势由北向南微倾斜，地表略有起伏，南部起伏甚小，相对高度 3m~5m。组成物质为第四纪的黏土质砂、砂质黏土和砾砂等松散沉积物，属以冲积为主的滨海平原。其上零星散布着基岩孤立残丘，发育数条小河流、小溪。境域西部为海蚀地貌，南部为海积地貌。基岩残丘孤立分布干滨海平原上，见于境域冠头岭、牛尾岭等地。呈孤立突起，面积较小。其中冠头岭较大，其余为馒头状低丘，坡度在 25°以下。

（2）海城区

海城区，隶属广西壮族自治区北海市，位于北海市西南部，市区中心向西延伸地带，处于东经 108° 5' ~109° 47' ，北纬 20° 26' ~21° 55' 之间。海城区是北海市的政治、经济、文化、交通中心和市政府驻地，总面积 141.24km²（其中涠洲岛 24.99km²、斜阳岛 1.89km²），辖区包括大陆和海岛两大部分，大陆部分位于北海半岛北岸，海岛有地处北海半岛南面的涠洲岛、斜阳岛。截至 2022 年末，海城区常住人口为 53.56 万人，户籍人口 33.24 万人。下辖中街、东街、西街、海角、地角、高德、驿马等 7 个街道和涠洲镇 1 个镇。

海城区大陆无可资灌溉的江河，唯湖海运河（人工渠道）流贯区境。海城区海岸线总长 57.2km，其中陆区海岸线 25.27km，岛屿海岸线 31.93km。陆区地角至南湾一线为岩线，岸线曲折。北碧竹附近有一条东西向标高-5m 至-10m 的深水槽。其余海岸为砂堤、砂坝或沙质海滩，岸线较平直。斜阳岛及涠洲岛的南部为岩岸，涠洲岛北岸为沙质海岸。境内有北碧竹、高德港、涠洲港。

（3）涠洲岛

涠洲岛，位于广西壮族自治区北海市北部湾海域中部，北临广西北海市，东望湛江市的雷州半岛，东南与斜阳岛毗邻，南与海南岛隔海相望，西面面向越南。涠洲岛南北长 6.5km，东西宽 6km，总面积 24.74km²，岛的最高海拔 79m。涠洲岛是火山喷发堆凝而成的岛屿，95%以上的地层是火山岩组成，有海蚀、海积及溶岩等景观，有“蓬莱岛”之称，是中国地质年龄最年轻的火山岛，也是广西最大的海岛。

涠洲岛辖区内总人口 1.5 万人。人文景观主要有三婆庙、天主教堂、鳄鱼山景区、滴水丹屏景区、石螺口景区、天主教堂景区和五彩滩景区等。2020 年 12 月 29 日，确定为国家 5A 级旅游景区。

涠洲岛位于广西沿海大陆架之上。经多次火山喷发、海洋风暴、地震及引发的海啸等，形成了现今涠洲岛丰富多彩的海蚀、海积、海滩地貌。

从地质状况来看，涠洲岛为玄武岩台地，地表微微起伏，覆盖着一层厚厚的紫红色玄武岩风化物。岛之地势南高北低，南部东、西拱手一带最高，海拔均在 75m 左右，向北逐渐倾斜，到北部之北港村一带海拔降至 20m 左右，然后逐渐过渡到平坦宽阔的沙质海滩，地貌类型比较简单。涠洲岛的南半部以海蚀地貌为主，北半部则以海积地貌为主。在海蚀地貌中又以南湾沿岸为典型。涠洲岛的海滩以宽阔平坦的沙质海滩为主，一般宽 150m~300m，沙砾层厚 4m~8m，平铺于玄武岩之上层部岸断间或有玄武岩出露。潮间带一般比较宽阔，最宽者可达 150m。潮下带宽约 60 米，有珊瑚分布。珊瑚的下面就是礁坪。被波浪打碎的珊瑚残体很容易与壳沙砾等堆积胶结成海滩岩。涠洲岛北港一带的海滩岩从古泻湖一直延伸到潮下带上部，覆盖于玄武岩之上。

本项目地理位置见图 3-2。

3.6.2 自然环境

3.6.2.1 区域地形、地貌、地质

(1) 220kV 涠洲变电站

拟选站址地貌形态较单一，地形平坦。站址所在区域地貌单元为火山台地地貌，地形起伏较小。站址范围地面高程 29.40m~31.70m，地形较缓。站址区域内有旱地、灌木林地、农作物。场地植被较发育，主要为荒地，杂草丛生，站址中部区域种植香蕉、玉米等。

依据《广西壮族自治区地质志》及区域地质资料，本项目位于涠洲岛西侧，在地震构造分区上属于桂东南强震地震构造区。在地质构造单元分区上属：南华准地台（一级构造单元）—北部湾拗陷（二级构造单元）。

根据区域地质图，项目场地附近的深大断裂主要有：百色—合浦断裂带、合浦—北流断裂带等。

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），项目场地在 II 类场地条件下，基本地震动峰值加速度为 0.05g，相应的地震基本烈度为 VI 度，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

根据地质勘测结果及地质调查，站址场地及附近未发现崩塌、滑坡、泥石流、采空区、溶洞、土洞等不良地质作用。

根据设计资料，北海侧陆域电缆段沿市政道路敷设，原始地形地貌主要为冲积平原地貌和海岸地貌，地形平坦；涠洲岛侧陆域电缆段沿现有道路敷设，沿线地形地貌主要为岛弧火山地貌，地形起伏不大。

根据区域地质资料，陆缆线路沿线场地上部为第四系人工成因的素填土层，冲积、海积成因的黏性土、砂土层，局部分布淤积成因的软土层，坡、残积成因的黏性土层；中部分布第四纪中更新世熔岩被玄武岩（ β_6 ），下部为第四系下更新统 Q1 海陆交互的粉质黏土

层。该区域玄武岩经历喷发—间歇（沉积或风化剥蚀）—再喷发多个旋回，使得玄武岩呈夹层状或互层状分布。

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），项目场地在Ⅱ类场地条件下，基本地震动峰值加速度为 0.05g，相应的地震基本烈度为Ⅵ度，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

根据地质勘测结果及地质调查，站址场地及附近未发现崩塌、滑坡、泥石流、采空区、溶洞、土洞等不良地质作用。

3.6.2.2 水文

涠洲岛上无常年性河流，降雨是涠洲岛地下水资源唯一自然补给源，降雨通过下渗进入含水层形成地下水。岛内最大河流为西角沟，集水面积 6.0km²，在河流下游建有涠洲水库，该水库为小型水库，坝址流域集雨面积 5.5km²。水库总库容 255.4 万 m³；水库为生活及市政专用供水水库。除西角沟外，在岛的北部、西部、东部，低洼地带有泉水出露，形成多条小溪，主要溪沟有北港沟、牛角坑沟、沟门沟、坑仔沟、后背塘沟、石盘河沟、石螺沟等 7 条，涠洲岛 8 条主要河流总长 7.95km。

项目永久及临时占地不占用饮用水源保护区，项目评价范围内涉及涠洲水库饮用水源保护区二级保护区，该饮用水源保护区为乡镇级，湖库型饮用水源保护区，由广西壮族自治区人民政府以《北海市乡镇集中式饮用水水源保护区划定方案》（桂政函〔2016〕217 号）文批复设立，主管单位为北海市涠洲岛旅游区管理委员会。

项目位于银海区段陆域评价范围内水体为人工修筑的市政排水渠，废弃海水养殖，低洼水塘、沟渠等，项目位于海城区涠洲岛段陆域评价范围内除涠洲水库外，其它主要为低洼水塘、沟渠，不涉及其他水体。

根据《北海市水、气、声环境功能区划方案（2021 年-2030 年）》，本项目陆缆线路北海侧入海处水体（水渠）为北海市城区雨污整治工程开挖的人工水渠，该水渠未规划水功能区划，主要功能为城市雨水、污水排放。

3.6.2.3 气象

项目所在区域位于广西壮族自治区最南端，地处低纬度，濒临北部湾，气候属海洋性季风气候，具有典型的亚热带特色。冬半年（10 月至次年 3 月）主要受偏北季风控制，夏半年（4~9 月）主要受热带高压、强风和偏南风影响。秋春相连，长夏无冬，夏无酷暑，气候宜人。风向分布具有典型的季风特征，夏半年盛行偏南风，冬半年多吹偏北风。4 月和 9 月为冬夏季风交替期。4 月份由冬季风转为夏季风，最多风向由偏北向偏南过渡；9 月份由夏季风转为冬季风，最多风向由偏南逐渐转为偏北。正常年份，10 月份至次年 3 月份以偏北风居多，4 月至 9 月以偏南风为主。

本项目所在区域气象站有北海气象站和涠洲气象站。北海气象站位于北海市郊，其地理位置为东经 109° 06'，北纬 21° 29'，观测场海拔 14.8m，从 1952 年以来有比较完整的气象观测资料；本项目采用涠洲岛气象站的资料。涠洲岛气象站属于国家气象站，站址位于北海市涠洲岛环岛南路 3 号，位于北纬 21° 02'、东经 109° 06'，海拔 55.2m。涠洲岛气象站观测项目有气温、相对湿度、风速和风向、降水量等，仪器设备和资料整理等均符合国家规范。

根据北海站、涠洲站实测气象资料统计，得出其气象特征值见表 3.6-1。

3.6.3 电磁环境

为全面了解 220 千伏涠洲岛跨海联网工程所在区域及评价范围内敏感点的电磁环境现状，湖北君邦检测技术有限公司于 2023 年 3 月 15 日~3 月 16 日对项目所在地工频电场、工频磁场进行了监测。

3.6.3.1 监测因子

工频电场、工频磁场

3.6.3.2 监测点位、布点方法及代表性分析

(1) 变电站

本次 220kV 涠洲变电站拟建站址处于平地，主要植被为香蕉、玉米、构树、银合欢、楝树及灌草丛等，本次评价在 220kV 涠洲变电站站址四周各设置 1 个监测点位，分别测量距地面 1.5m 高处的工频电场强度和工频磁感应强度。变电站拟建站址及四周所在区域现状无其他工频电磁场辐射源分布，所在区域工频电磁场均为环境背景值，故本次变电站拟建站址处监测所选监测点位具备代表性。

(2) 陆缆线路

本次评价在拟建墩海~涠洲陆缆线路北海侧及涠洲侧电缆线路路径上方与各 1 处背景点监测点位，分别测量距地面 1.5m 高处的工频电场强度和工频磁感应强度。拟建线路均为已建或规划市政道路（规划市政道路为现有梓桐木村村道），线路周边评价范围内无其他电磁辐射源分布，评价范围内工频电磁场均为环境背景值，故本次拟建线路监测所选监测点位具备代表性。

(3) 变电站间隔扩建

220kV 墩海变电站本期需在变电站站址西侧外扩 12m，本次评价在变电站四周围墙外 5m 处各设置 1 个监测点位，分别测量距地面 1.5m 高处的工频电场强度和工频磁感应强度，此外，在变电站东北侧设置 1 处衰减断面，以墩海站东北侧围墙外 5m 处为起点，垂直围墙

的方向进行监测，测点间距 5m，顺序测至距离围墙 50m 处为止，分别测量距地面 1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度。

220kV 墩海变电站四周监测点位避开了植被的影响，每侧围墙外各选取 1 处监测点位，测点距离出线地面投影在 20m 以上，故本次墩海变电站监测所选监测点位具备代表性。

(4) 电磁环境敏感目标

根据距离远近、兼顾各类地形分布、重要平行交叉跨越等原则，在每一个电磁环境敏感目标处选择拟建线路跨越或距离拟建线路相对较近的有代表性的点位进行电磁环境现状监测。现状监测点位尽量选择在各敏感点靠近拟建线路一侧的居民房屋外 2m 处测量距地面 1.5m 高处的工频电场强度和工频磁感应强度。在项目周围电磁环境敏感目标处共设置 3 个监测点位。

本次具体现状监测点位见表 3.6-2，拟建变电站站址四周、输电线路及电磁敏感敏感目标监测点位示意图见图 3.6-3、图 3.6-4。

3.6.3.3 监测频次

昼间，各监测点位监测一次。

3.6.3.4 监测环境条件

监测时间及监测条件见表 3.6-3。

3.6.3.5 监测方法及仪器

(1) 监测方法

《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020)、《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ 681-2013)。

(2) 监测仪器

监测仪器情况见表 3.6-4。

3.6.3.6 监测结果

工频电场强度、工频磁感应强度监测结果见表 3.6-5。

3.6.3.7 电磁环境现状评价

220kV 润洲变电站：站址四周监测点位处工频电场强度在 2.59V/m~6.24V/m 之间，工频磁感应强度在 0.007 μ T~0.014 μ T 之间，均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)规定的 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

陆缆线路：拟建墩海~润洲 220kV 陆缆线路北海侧、润洲侧背景点测点位处电场强度在 4.97V/m~14.3V/m 之间，工频磁感应强度在 0.017 μ T~0.023 μ T 之间，均满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)规定的 4000V/m 及 100 μ T 的控制限值要求。

墩海站间隔扩建：墩海站四周及衰减断面处监测点位工频电场强度在 6.55V/m~792V/m 之间，工频磁感应强度在 0.032 μ T~1.354 μ T 之间，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

电磁环境敏感目标：线路电磁环境敏感目标处工频电场强度在 29.7V/m~42.6V/m 之间，工频磁感应强度在 0.018 μ T~0.027 μ T 之间，均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

3.6.4 声环境

为全面了解 220 千伏涠洲岛跨海联网工程所在区域及评价范围内敏感点的声环境现状，湖北君邦检测技术有限公司于 2024 年 3 月 15 日~3 月 16 日对项目所在地声环境进行了监测。

3.6.4.1 监测因子

等效连续 A 声级

3.6.4.2 监测点位、布点方法及代表性分析

（1）变电站

本报告在拟建 220kV 涠洲变电站站址四周各设置了 1 个噪声监测点位。涠洲变电站站址拟建区域东侧约 80m 处为涠洲岛环岛风景路，拟建区域西南侧约 200m 处为北海市管道燃气有限责任公司涠洲自备发电厂（根据建设、设计单位提供的资料，在本项目投入运行后，该自备发电厂将暂停使用）。

本次评价噪声监测点位选取在拟建变电站站址四周围墙外。依据《北海市涠洲岛生态环境保护条例》（2018 年 7 月 1 日施行）第三十六条：在涠洲岛生态环境保护范围内全面推广使用新能源汽车。除岛上单位和个人现有依法登记使用的燃油机动车以外，禁止其他燃油机动车在岛上行驶；禁止运输新增燃油机动车上岛，但军队车辆、武警部队车辆、制式警车、抢险救灾车辆以及专业作业车辆等除外。涠洲岛保护管理机构应当加快新能源汽车基础设施规划和建设，鼓励淘汰现有燃油机动车。

据现场踏勘，拟建站址东侧环岛风景路基本无燃油车行驶，且车速相对较慢，此外，受拟建站址所在区域茂密植被的影响，各噪声监测点位接近环境背景值，故本次变电站拟建站址处监测所选监测点位具备代表性。

（2）陆缆线路

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），地下电缆线路可不开展声环境影响评价。

（3）变电站间隔扩建

220kV 墩海变电站本期需在变电站站址西侧外扩 12m，本次评价在 220kV 墩海变电站各侧厂界尽量靠近噪声源，受噪声源强影响最大处围墙外 1m 处测量昼、夜间噪声值，其中变电站东侧、南侧、西侧监测点位位于围墙上方 0.5m 处。

220kV 墩海变电站四周厂界噪声监测在具备监测条件的情况下，选取距离变电站内噪声源最近的区域设置噪声监测点位，故本次墩海变电站监测所选监测点位具备代表性。

(4) 声环境敏感目标

在拟建 220kV 涠洲站及 220kV 墩海站四周噪声敏感建筑物外，距墙壁或窗户 1m 处，距地面高度 1.2m。根据现场踏勘，220kV 墩海变电站东侧、西南侧的一品湾、恒大御景半岛小区内有多栋高层建筑，受道路两侧及小区内绿化植被影响，高层建筑低楼层（1~3 层）的噪声监测数值均会受到部分影响，故本次噪声敏感建筑物监测除在高层建筑地面 1.2m 处，设置监测点位外，还在部分具代表性的楼层设置部分监测点位。

220kV 墩海站周边高楼层较多，本次监测选取墩海站变电站站址西南侧约 170m 处恒大御景半岛小区 3 幢 2 单元 2 号房北侧阳台作为站址四周高楼具代表性的监测点位监测，由于高楼层噪声监测点位难以到达，本次监测根据现场实际情况选取恒大御景半岛小区 3 幢 2 单元 2 号房 7 层、15 层、26 层开放式阳台，监测距离阳台地面 1.2m 处噪声。

据现场踏勘，墩海变电站周边噪声主要为站址东侧、南侧、西侧的西藏路、新世纪大道、金海岸大道等城市市政主干道的交通噪声影响，而墩海站四周高层建筑物与变电站围墙距离均在 100m 以上，与变电站内主要声源（主变）最近距离在 160m 以上，故本项目周边高层建筑物受 220kV 墩海变电站站内噪声影响很小，220kV 墩海变电站对周边高层建筑物声环境现状基本不构成噪声增量影响。

考虑到上述情况，本次墩海站四周高楼层仅选取站址西南侧恒大御景半岛小区 3 幢 2 单元 2 号房作为代表性监测点位，未对站址四周其它居民楼除地面外不同楼层设置噪声监测点位。墩海站四周高层建筑物外地面 1.2m 处监测点位则尽可能的设置于无市政道路两侧树木遮挡的位置，监测点位避开了树木遮挡对噪声数值降低的影响。

根据上述监测布点原则以及项目实际情况，本次对拟建 220kV 涠洲站及 220kV 墩海站各侧厂界及选择最近的建筑物作为声环境敏感目标代表点位进行监测，故本次墩海变电站监测所选监测点位具备代表性。

本次具体现状监测点位见表 3.6-6，拟建变电站站址四周、输电线路及声环境敏感目标监测点位示意图见图 3.6-3、图 3.6-4。

3.6.4.3 监测频次

各监测点位昼、夜间各监测一次。

3.6.4.4 监测环境条件

监测时间及监测条件见表3.6-7。

3.6.4.5 监测方法及仪器

(1) 监测方法

《声环境质量标准》(GB3096-2008),《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008)。

(2) 监测仪器

监测仪器情况见表 3.6-8。

3.6.4.6 监测结果

项目所在区域声环境现状监测结果见表 3.6-9。

3.6.4.7 声环境现状评价

220kV 溇洲变电站: 拟建 220kV 溇洲变电站站址四周测点噪声监测值昼间在 48dB(A)~50dB(A)之间,夜间在 44dB(A)~46dB(A)之间,监测值可满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准限值要求。

变电站间隔扩建: 拟扩建 220kV 墩海变电站东侧、西侧、北侧厂界测点噪声监测值昼间在 50dB(A)~54dB(A)之间,夜间在 45dB(A)~46dB(A)之间,监测值可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 2 类标准限值要求;拟扩建 220kV 墩海变电站东南侧厂界测点噪声监测值昼间为 63dB(A),夜间为 49dB(A),监测值可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348-2008) 4 类标准限值要求。

声环境敏感目标: 拟建 220kV 溇洲变电站四周声环境敏感目标处测点噪声监测值昼间为 46dB(A),夜间为 42dB(A),监测值可满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准限值要求;拟扩建 220kV 墩海变电站四周声环境敏感目标处测点噪声监测值昼间在 59dB(A)~65dB(A)之间,夜间在 46dB(A)~49dB(A)之间,监测值可满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a 类标准限值要求。

3.6.5 生态环境

3.6.5.1 生态环境现状调查和评价方法

依据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022),在工程沿线开展生态敏感区、生物资源等资料的收集、调查工作。利用野外调查和收集的资料,采用生态机理分析法、类比法、景观生态方法等方法进行评价。

3.6.5.1.1 基础资料收集

收集整理评价区现有的能反映生态现状或生态本底的资料，在综合分析现有资料的基础上，确定实地考察的重点区域及考察路线。

3.6.5.1.2 陆生生物资源调查

3.6.5.1.2.1 GPS 地面类型取样

GPS 样点是卫星遥感影像判读各种景观类型的基础，根据室内判读的植被与土地利用类型初图，现场核实判读的正误率，并对每个 GPS 取样点做如下记录：

- (1) 海拔表读出测点的海拔值和经纬度；
- (2) 记录样点植被类型，以群系为单位，同时记录坡向、坡度、土壤类型等；
- (3) 记录样点优势植物以及观察动物的活动的情况；
- (4) 拍摄典型植被外貌与结构特征。

3.6.5.1.2.2 植被和陆生植物调查

在对评价区生物资源历年资料检索分析的基础上，根据工程方案确定调查路线及调查时间。2024年3月~7月评价组相关专业技术人员对变电站站址及陆缆线路沿线植物及植被进行了现场调查，实地调查采取样线与样方调查相结合的方法，确定评价区植物种类、植被类型及群系等，对重点保护野生植物、古树名木的调查采取野外调查、民间访问和市场调查相结合的方法进行，对有疑问植物还采集了凭证标本并拍摄照片。

(1) 调查路线选取

调查时以重点施工区域（如变电站站址、陆缆线路开挖区等）为中心，向四周辐射调查。调查时采用线路调查与样方调查相结合的方式进行，即在评价区内按不同方向选择具有代表性的线路沿线进行调查，沿途记录植物种类、观察生境、测量胸径、目测盖度等，对集中分布的植物群落进行样方调查。

(2) 样方布点原则

植被调查取样的目的是要通过样方的研究，准确地推测评价区植被的总体，所选取的样方应具有代表性，能通过尽可能少的抽样获得较为准确的有关总体的特征。在对评价区的植被进行样方调查中，采取的原则是：

1) 本项目陆缆线路途经北海市银海区、海城区，项目陆域工程评价范围内涉及广西涠洲岛自治区级自然保护区、广西北海涠洲岛自治区重要湿地、广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地、北部湾水源涵养生态保护红线、广西北海涠洲岛自治区级自然保护区生态保护红线、广西北海涠洲岛火山国家地质公园、南澗—涠洲岛海滨风景名胜区等生态敏感区，其中需永久及临时占用的为风景名胜区，不涉及其他生态敏感区的占用。

因陆缆线路路径较短，线路沿线多为楝树、银合欢、构树、木麻黄及香蕉、玉米、蔬菜、瓜果等人工栽培植被，原生性自然植被已不存在，陆缆线路沿线生态环境较为简单，本次调查对于评价范围内重点调查项目变电站站址、陆缆线路永久临时占地区域及生态敏感区范围内；对生态敏感区内植被生长状况良好的区域，不同海拔、坡度、坡向的植被，考虑样方布点的均匀性，有针对性的设置样方点。

2) 评价区域属亚热带季风气候，四季无冬，雨量充沛，雨热同季，夏长冬短，夏季盛行偏南风，冬季盛行偏北风。评价区地貌单元为火山台地地貌，地形起伏较小，站址范围地面高程 29.40m~31.70m，地形较缓。项目评价区内植被生长状况差异较小，主要为阔叶林、灌丛、草丛，本次样方设置包含上述所有植被类型，且可到达便于现场进行实地调查的可操作性。

3) 根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)：根据植物群落类型（宜以群系及以下分类单位为调查单元）设置调查样地，一级评价，每种群落类型设置的样方数量不少于 5 个。根据本项目建设情况，并经现场踏勘，项目评价范围内银海区、海城区境内植被较为相似，主要为银合欢、构树、楝树等，此外，考虑的项目陆域工程及生态敏感区主要在涠洲岛范围内（220kV 涠洲变电站工程、陆缆线路 1.74km），故本项目样方主要设置在涠洲岛范围内。

据现场踏勘，项目永久及临时占地范围与项目评价范围内包含生态敏感区区域及项目涉及一般区域内植被类型均较为类似，因此，本报告针对项目评价范围位于的生态敏感区的区域设置银合欢、楝树、构树群系样方 5 个，木麻黄群系样方 5 个。

4) 尽量避免非取样误差，避免选择路边易到之处；两人以上进行观察记录，消除主观因素。

以上原则保证了样方点布置的代表性，调查结果中的植被应包括评价区分布最普遍、最主要的植被类型。

(3) 植物种类调查

植物种类调查采取样方调查与重点调查相结合的方法，在生态敏感区进行重点调查；对重点保护野生植物、古树名木的调查中，首先向地方林业部门及保护区管理部门等查询工程沿线是否有分布，然后对工程可能影响到的重点保护植物和古树名木进行现场实地调查、访问调查及复核调查。通过调查，明确评价区及占地区植物种类，明确重点保护野生植物和古树名木的种类、数量、分布、生存状况及其与工程的区位关系、工程影响方式等。

(4) 植被及群系调查

在实地调查的基础上，结合评价区植被情况，确定典型的群落地段，采用典型样方法进行群落调查。根据评价区群落特点，乔木群落样方面积设置为 20m×20m，灌丛样方面积设置为 10m×10m，草丛样方面积设置为 1m×1m，记录样方内所有植物种类，选取的植物群落应涵盖阔叶林、灌丛及草丛等常见且具有代表性的类型。实地调查时，在评价区内设置了多个样地及调查点，选择植物群落样方涵盖了本区域的阔叶林、灌丛、草丛等常见且具有代表性的类型。本次评价最终根据样地及调查点内植被情况，设置了 14 个植物样方调查点，各样方位置图详见图 3.6-5、图 3.6-6 和表 3.6-11。

3.6.5.1.2.3 陆生动物调查方法

(1) 实地考察

到评价现场进行实地考察，考察项目评价区沿线的各种主要生境，以可变距离样线法和可变距离样点法对各种生境中的动物进行统计调查。实地调查共设置 5 条动物样线，5 个动物样点，动物样线结合植物调查点位，涵盖评价区不同生境、不同区域，详见图 3.6-5 和表 3.6-12。

(2) 访问调查

在项目评价区及其周边地区通过对当地有野外经验的农民进行访问和座谈，与当地林业部门的相关人员进行交谈，了解当地动物的分布、数量情况。

(3) 查阅相关资料

比照相应的地理纬度和海拔高度，查阅当地及相邻地区的有关科学研究和野外调查资料。综合实地调查、访问调查和资料，通过分析归纳和总结，从而得出本项目现场及实施地和周边地区的动物物种、种群数量和分布资料，为评价和保护当地动物提供科学的依据。

3.6.5.1.3 重要物种调查

本项目对古树名木调查采取收集资料与现场调查相结合，通过搜集线路经过各区的古树名木统计资料筛查项目评价区内的古树名木；另外在现场调查过程中通过访问沿线村民及实地调查发现古树名木。

重要野生动植物的调查采取了查阅资料和现场调查相结合的方式，现场调查包括本次评价现场调查及项目周边其他各项目生态专题评价的现场调查，其中本次评价现场调查是在综合分析现有资料的基础上确定实地考察的重点区域及考察路线，并采取样线与样方调查相结合的方法开展，共调查植被样方 14 个，动物样线 5 条，动物样点 5 个。本项目植物调查样方、动物调查样线、样点设置情况见图 3.6-5、图 3.6-6。

3.6.5.1.4 主要评价方法

3.6.5.1.4.1 生态制图

采用 GPS、RS 和 GIS 相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的植被类型图和土地利用类型图，进行景观质量和生态质量的定性和定量评价。

遥感处理分析的软件采用 ERDAS Imagine 9.1，制图、空间分析软件采用 ArcGIS 10.2、CorelDraw X8。

由于本项目陆域工程陆缆线路路径较短，且线路多位于城市建成区内，故本项目陆域工程评价范围内植被类型图和土地利用类型图，根据现场调查结果绘制。

3.6.5.1.4.2 植被生物量的测定与估算

参考国内外有关生物量的相关资料，并根据当地的实际情况作适当调查，估算出评价区植被类型的生物量。由于本项目新建线路评价范围窄、长，评价区范围大，在短时间内不可能对每一种植被类型都进行实际测定，且根据生态环境保护相关法律法规的要求，禁止随意砍伐树木、损毁植被造成生态破坏，因此，本项目生物量数据参考《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云，刘国华，徐蒿龄，1996 年）、《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜，1999 年）等相关资料，并根据项目所在地的实际情况作适当调整，估算出评价区各植被类型的生物量。

3.6.5.1.4.3 生态影响预测

（1）类比分析法

根据已建输电工程的生态影响，分析或预测本拟建工程可能产生的影响。

（2）生态系统评价方法

1) 生物量

生物量是指一定地段面积内某个时期生存着的活有机体的重量。不同生态系统的生物量测定方法不同，可采用实测与估算相结合的方法。

地上生物量估算可采用植被指数法、异速生长方程法等方法进行计算。基于植被指数的生物量统计法是通过实地测量的生物量数据和遥感植被指数建立统计模型，在遥感数据的基础上反演得到评价区域的生物量。

2) 景观生态学评价方法

景观生态学主要研究宏观尺度上景观类型的空间格局和生态过程的相互作用及其动态变化特征。景观格局是指大小和形状不一的景观斑块在空间上的排列，是各种生态过程在不同尺度上综合作用的结果。景观格局变化对生物多样性产生直接而强烈的影响，其主要原因是生境丧失和破碎化。

根据本项目建设对景观的影响，拟对景观变化的分析方法主要有三种：定性描述法、景观生态图叠置法和景观动态的定量化分析法。目前较常用的方法是景观动态的定量化分析法，

主要是对收集的景观数据进行解译或数字化处理，建立景观类型图，通过计算景观格局指数或建立动态模型对景观面积变化和景观类型转化等进行分析，揭示景观的空间配置以及格局动态变化趋势。

3.6.5.2 生态环境现状调查与评价

3.6.5.2.1 生态功能区划及主要生态问题

3.6.5.2.1.1 主体功能规划及相符性分析

根据《广西壮族自治区人民政府关于印发广西壮族自治区主体功能区规划的通知》（桂政发〔2012〕89号），本项目所在地海城区属于重点开发区（国家层面重点开发区域）。项目所在的北海市积极构建“一带两湾”的城市发展新格局，加快建设海湾新城区、铁山港临港工业区、银滩旅游区以及涠洲岛旅游区，打造“北部湾休闲之都”，建成区域性、国际化的现代产业集聚之地、旅游商贸物流中心、开放合作重要平台和生态宜居文明城市。

本项目属于输变电类基础设施建设工程，项目陆域工程的建设符合所在区域的城乡规划、旅游规划。项目的建设主要目的是为了解决涠洲岛目前孤网运行问题，提高岛内供电能力及供电可靠性，同时也为海上风电提供送出通道，促进清洁能源消纳。此外，220kV 涠洲变电站采取全户内布置的方式，主要电气设备、构筑物均位于户内，陆域线路全线采取地下电缆敷设的方式，对所在区域的景观资源影响较小。

因此，综合来说，项目的建设对所在区域的主体功能规划的实施具有一定的促进作用，与广西主体功能区划是相符的。

3.6.5.2.1.2 与《广西壮族自治区生态功能区划》相符性分析

本项目所在区域为北海市银海区及海城区涠洲岛。《广西壮族自治区人民政府办公厅关于印发广西壮族自治区生态功能区划的通知》（桂政办发〔2008〕8号）未对涠洲岛进行生态功能区进行划分。项目所在北海市银海区位于城市建成区，属于人居保障功能区——中心城市功能区——北海中心城市功能区（3-1-5）。

中心城市功能区：包括南宁、柳州、桂林、梧州、北海、玉林、贵港、钦州、防城港、河池、百色、贺州、来宾、崇左等 14 个中心城市。**主要生态问题：**城市环保设施滞后，部分城市水环境、空气环境污染问题较为突出，城市生态功能不完善。**生态保护主要方向与措施：**推进生态城市建设，改善生态人居，建设生态文明，弘扬生态文化；合理规划布局城市功能组团，完善城市功能；以循环经济理念指导产业发展，加快产业结构调整，推广应用清洁能源，提高资源利用效率；加强城市园林绿地系统建设，保护城市自然植被、水域；深化城市环境综合整治，加快城市环保设施建设；加快公共交通建设，控制机动车尾气排放，减少环境污染。

3.6.5.2.1.3 与《北海市生态功能区划》相符性分析

根据《北海市生态功能区划》（送审稿），拟建项目评价区处于自然保护区中的北海市涠洲岛国家地质公园，该区生态功能主要是：保护“国家地质公园”独特性、候鸟及留鸟生存及繁衍。

该区的主要生态问题有：

（1）随着岛上经济的开发，一些居民不顾资源环境条件，盲目上项目，随意在海岛上开采石料、破坏植被，损害自然资源。

（2）不合理地采石和挖砂，使海岛岸滩遭受严重侵蚀破坏了海岛及其周围海域的生态；一些单位任意在海岛上倾倒垃圾和乱排未经处理的污水，把海岛变成了垃圾场。

（3）滥捕、滥采海岛上的珍稀生物资源，这些行为致使海岛生态系统急剧恶化。

（4）大量采挖珊瑚礁制做各种工艺品，使得珊瑚礁及其生态系统受到严重的破坏，进而又对海洋及海岛生态造成不良影响。

该区的生态保护主要方向与措施：

（1）建立起以近岸海域功能区划和海洋规划为基础的一系列法律制度。设立涠洲岛使用申请许可制度、使用登记制度、有偿使用制度、价值评估制度、保护名录制度以及限期治理制度等，通过加强涠洲岛利用的政府管制，保证海岛利用走上科学化、规范化、秩序化的道路。

（2）依法整治涠洲岛。依据法律规定对海岛进行全面治理，恢复海岛生态原貌，保护海岛的生物多样性，对于乱占海岛、破坏海岛的行为依法予以纠正。

（3）制定与实施有利于涠洲岛可持续利用和发展的特殊产业政策，严禁在岛上建设污染环境或高耗水的项目；合理调整产业结构、优化产业布局，重点发展旅游产业。

（4）强化保护区生物资源保护主题宣传教育，充分利用广播电视，宣传保护区的功能作用和保护红树林生物资源的重要意义。

（5）加快沿海城镇环保基础设施建设，加快城镇生活污水、生活垃圾的处理设施建设，加强环境综合治理能力，严格控制规模水产养殖业，减少城镇生活污染物和工业污染物对近海水质的影响。

根据收集到的资料，并经现场踏勘，本项目属于电力基础设施，项目的建设为了解决涠洲岛目前孤网运行问题，提高岛内供电能力及供电可靠性，同时也为海上风电提供送出通道，促进清洁能源消纳。项目陆域工程的建设符合所在区域的城乡规划、旅游规划、电网规划、环境保护规划。

项目为输变电工程，项目变电站采取全户内布置，陆缆线路全线采取地下电缆敷设，运行期间对周边电磁和声环境影响很小。项目运行期间不产生生产性废水、废气、固体废物等，事故状态下可能产生事故废油，在全面落实本报告提出的各项环境保护和污染防治措施后，项目对周边环境的影响较小。

综上所述，本项目的建设符合《北海市生态功能区划》。

3.6.5.2.2 项目所在区域陆生植物现状

3.6.5.2.2.1 植物区系及植被区划

(1) 评价区植物区系分区

本项目输电位于北海市银海区、海城区境内。根据《中国种子植物区系地理》（吴征镒等 2011 年）中的中国植物区系分区系统示意图与本项目的线路叠图可知，本项目穿越区域的植物区为古热带植物区为主体IV；在植物亚区上位于马来西亚亚区IVG；植物地区以北部湾地区IVG22 为主体，兼有少量滇缅泰和南海地区成分。

本项目陆域线路占用区域包括银海区及海城区涠洲岛，项目区以北部湾地区IVG22 为主体，还兼有少量滇缅泰地区IVG23 及南海地区IVG21，所在区域联系着东南亚、广西、海南，区系植被地理复杂，地理联系广泛。本区域地处低纬度，地处北部湾，气候深受海洋的影响，地带性的土壤类型以丘陵台地的砖红壤为主，次为赤红壤、红壤、山地黄壤及石灰土等。此外，沿海的海滨沙土、盐渍土及河口的冲积土比较发育。涠洲岛受火山喷发影响，岛内土壤有赤红壤、水稻土、风沙土、滨海盐土、火山灰性薄层土类。

本地区的植被组成种类中热带成分丰富，且与东南亚及南海地区的植物区系有较密切关系，据现场踏勘，项目所在区域受人类活动影响已无原生性森林植被分布，评价区内植被以木麻黄、银合欢、楝树、构树等为主。栽培植被以热带性的种类为主，如香蕉、菠萝蜜、龙眼、黄皮等。

根据收集到的资料，项目评价区范围内植物区系主要有以下特点：

1) 以热带地理成分占优势。涠洲岛保护区野生植物区系成分中热带性质（分布区类型 2~7）共有 48 科，占野生植物总科数 59.26%。其中以泛热带分布的类型和亚型最多，共有 41 科。热带亚洲和热带美洲间断分布类型及其亚型次之，共有 5 科。旧世界热带分布和热带亚洲至热带大洋洲分布区类型均为 1 科。

2) 世界分布类型占有一定的比例。涠洲岛保护区野生植物中世界分布类型有 30 科，占比例 37.04%，科的数量虽然低于温带成分的类型，但所含物种数却较多，以草本植物为主。

3) 温带地理成分极少。温带分布类型（类型 8-14）仅有 3 科，占比例 3.70%。

(2) 评价区植物区划

根据《中国植被》(1995年)中的植被区划图与本项目的评价范围叠图分析可知,本项目评价范围属1植被区域,1植被亚区域,1个植被地带,1个植被区。详见表3.6-13。

本项目所在区域受人类活动影响剧烈,据现场踏勘,项目评价区域已无季雨林、雨林等原生性自然森林植被分布,其中银海区段线路全线位于城市建成区内,周边植被主要为城市景观绿化园林植被。涠洲岛为火山台地地貌,地形起伏较小,岛内森林植被以木麻黄、楝树、银合欢、构树等组成的次生植被,且受岛内人类活动、农业耕种、旅游开发等因素影响,均呈零星点状分布状态。人工栽培的香蕉、玉米、木薯等在岛内广泛分布。

3.6.5.2.2.2 主要植被类型

(1) 评价区植被类型

本次评价在现场调查及样方调查的基础上,参考现有的资料和文献,根据各植物群落的特征,通过比较它们之间的异同点,按照吴征镒等《中国植被》、苏宗明《广西植被》、宋永昌《植物生态学》、温远光等《广西植被类型及其分类系统》中对中国、广西自然、人工植被的分类系统,划分出项目评价区域内不同的植被类型。评价区域内的自然植被共划分为3个等级,包括了3个植被型组、3个植被型、3个植被亚型、6个群系。人工植被划分为2个类型,即人工林和农业植被。主要植被群落分类见表3.6-14。

(2) 项目区植被分布特点、植物群落的物种多样性及结构特点

北海侧:北海侧位于城市建成区,评价区内无自然植被分布,区内植被主要为人工种植景观、绿化植被,植物群落结构简单,多样性极度贫乏。

涠洲岛侧:在植被区划上涠洲岛位于北热带,地势起伏不大,其植被的垂直分布规律不明显;而在水平地带,由于土壤基质、盐度等条件的差异,涠洲岛内植被的分布有一定的规律可循。岛屿的最外围是沙滩或岩石海岸,向内陆则逐渐过渡为沙土、壤土,内部低洼的地带还形成水稻土或沼泽土。在沙滩内侧,零星分布着由露兜树、厚藤等耐盐碱的植物组成的沙生植被。岩石海岸的外围上覆盖着仙人掌群落;接着是银合欢灌丛,向内则过渡到台湾相思林和香蕉园地及其它农作物。沙滩和岩石海岸以内由总面积约290hm²、宽度在50~500m不等且不连续的防护林带构成,以木麻黄林居多,其中北部西角—牛角坑一带的林带最宽,面积也最大,属于候鸟的主要栖息地之一,西南端一带则为台湾相思林所覆盖;中部广大的区域为农业植被所覆盖,形成背景,蕉园的种植面积最大,占80%以上,其余零星分布有巨尾桉、木薯、玉米等;在大片的农业植被当中,镶嵌着数十个由包含着四旁树的村庄构成的斑块;农耕地当中以及道路两侧还散布着一定数量的宽度在50m以下的林带。岛的中部和南部还各分布有小片的龙眼人工林。

涠洲岛北部地势低洼的区域曾辟为水田，大致分成牛栏山、盛塘、牛角坑、北港、后背塘、西角等 6 片，总面积约 140hm²。这些水田大多属于“望天田”，季节性的溪流无法保证灌溉需要。20 世纪 80 年代以后，由于发展工业，用水量骤升，而降雨偏少，导致地下水位迅速下降。由于缺水，水田逐渐撂荒，大多数的水稻田已经撂荒 10 年以上，目前主要作放牧之用。水田撂荒之后，没有了排灌措施的影响，基本上还能够常年保持湿润，在雨季甚至还形成水塘。过去的田间杂草在撂荒的水田中逐渐发展起来，形成沼泽湿地或草丛。牛角坑水田主要分布着由野荸荠、水莎草组成的群落；西角和盛塘村东面的水田主要是双穗雀稗、糠稷群落；北港水田发育为水莎草、双穗雀稗群落；后北塘一带则形成田菁草丛。多年来植被分布格局基本保持稳定。

1) 原生性植被荡然无存，人工植被占绝对优势

根据收集到的资料，涠洲岛的开发历史长、受人类活动长期干扰，除了部分陡峭的海岸以外，岛上的其它区域地势大多较为平坦、土层深厚，早已开垦为耕地或作为住宅用地及建设用地，因此原生性植被已经消失。现存的植被当中，绝大部分为人工植被，如香蕉园、木麻黄林、台湾相思林，以及人为引种导致入侵银合欢灌丛，占植被总面积的 90%以上。自然植被仅有仙人掌灌丛、撂荒水田形成的沼泽以及零星分布于海岸带的沙生植被。

2) 植物群落结构简单、多样性较为贫乏

据现场踏勘及收集到的资料，项目评价范围内植物群落结构简单表现在两个方面：一方面是群落的结构简单，另一方面是植被的组成成分简单。岛上的森林皆为人工林，除少数林龄较大的木麻黄林为复层林外，其余森林群落均为单层林，一些木麻黄群落甚至只有乔木层而缺乏灌木层和草本层。至于灌丛和草丛以及农业植被，群落的结构就更为简单了。涠洲岛内的植被多为人工植被，且频繁受到人类活动的干扰，不仅群落的结构简单化，植物组成也较为简单。在 20×20m 的样方范围内，通常植物种类不超过 20 种，各个植被层均是由少数几种植物组成。与同纬度的雨林和季雨林相比较，群落内物种的丰富程度逊色很多。

根据调查和统计的结果，涠洲岛内野生或逸为野生植物，约占涠洲岛内植物的三分之二。可见该保护区的植物多样性相当贫乏。究其原因，可能有以下几个方面：

①涠洲岛开发历史长，开发强度大，岛上原生性植被早已被破坏殆尽，导致大量野生植物随之丧失；

②涠洲岛属于远离大陆的孤立岛屿，距离大陆较远（离北海市 39km），不利于植物的传播；

③涠洲岛为年轻的火山岛，面积小、生境单一，不利于容纳众多植物的定居和发展。

④外来植物入侵挤压本土植物生存空间，银合欢、马缨丹、鬼针草、银胶菊等入侵种在群落中常占据优势，导致群落物种简单化。

3) 以农业植被为主，森林匮乏

根据收集到的资料，项目评价范围涠洲岛内耕地面积是林地面积的约 3 倍。在农业植被当中，又以香蕉园的面积最大，占 90%以上，其次是木薯和玉米。总体来说，涠洲岛内森林是十分匮乏的，据统计，涠洲岛内森林覆盖率仅为 11.9%。主要原因是涠洲岛上地势平坦、人口密度大，对耕地的需求大，森林面积自然不多。

4) 珍稀植物及特有成分极为贫乏

评价区域由于严重的人类活动频繁，干扰影响较大，森林保存较少，特别是原生性季雨林、雨林已不再留存，因此珍稀植物及特有成分均极为贫乏。根据实地调查，本项目评价区域内未发现珍稀植物分布。

5) 外来植物占绝对优势地位

据现场踏勘，涠洲岛植被中的优势种均为外来种。人工栽培的香蕉和木麻黄占据着涠洲岛上大部分的生存空间，岛上面积最大的植被类型即是香蕉园，其次是木麻黄、银合欢、台湾相思林。

在人类活动的帮助下，外来入侵植物占据了岛上大量空间，挤压着本土植物的生存和发展空间。由于岛屿干旱、日照强烈的特殊环境，许多外来种表现出很强的入侵性，除台湾相思、银合欢、木麻黄外，分布较广、数量大的种类还有鬼针草、马缨丹等。马缨丹、鬼针草是丢荒农田中的优势种。

6) 草本植物占优势

根据植物生长型统计的结果，涠洲岛内的草本植物占维管束植物种数的约 44%，木本植物（乔木、灌木）占约 43%，藤本植物占约 13%，在野生植物中，草本植物的比例超出 55%，由此可见涠洲岛内的植物区系是以草本植物占绝对优势。其中菊科、豆科是村庄、农田、荒地的优势种。

7) 热带性质强烈

根据植物区系地理成分的统计分析结果，涠洲岛内野生植物区系中，属于热带—亚热带分布的科数，占野生植物总科数约 60%；热带性质的属数，比例更是达 80%。热带性质属和温带性质属的比值（即 R/T 值）高达 9.79。涠洲岛位于广西北海市正南方向的北部湾海面上，地处北热带，受亚热带海洋性气候的影响，热带性质明显。

3.6.5.2.2.3 植物群落结构及演替规律

(1) 植物群落结构特征

项目地处大陆边缘及远离大陆的海岛，评价区域内次生木麻黄、银合欢、楝树、构树等常绿阔叶林均有“乔-灌-草”三层结构，但高度和盖度均较低。

1) 阔叶林

评价区内阔叶林主要有木麻黄、银合欢、构树、楝树等。

评价区内木麻黄群系均位于涠洲岛海岸边缘陆域，群落结构较为单一。在调查样地中木麻黄群系乔木层郁闭度约为 90%，优势种为木麻黄，台湾相思等，高约 20m，偶见银合欢、楝树、潺槁木姜子等；灌木层盖度约为 10%，优势种为大青，高约 1.0m，其它常见鹊肾树、榕树、马缨丹等；草本层盖度约为 10%，优势种为鬼针草，高约 0.4m，其它常见白茅、南美蟛蜞菊等。

评价区内的银合欢、构树、楝树群系主要位于受人类活动影响较小的区域，如远离耕地、市政交通等区域。在调查样地中银合欢、构树、楝树群系乔木层郁闭度约为 80%~90%，优势种为银合欢、楝树、构树等，高 7m~15m，偶见潺槁木姜子、台湾相思等；灌木层盖度为 5%~15%，优势种为大青，高约 1.0m，其它常见马缨丹、鹊肾树等；草本层盖度为 10%~20%，优势种为鬼针草，高约 0.4m，其它常见白茅、白花鬼针草、南美蟛蜞菊等；

2) 灌木丛

项目评价区域的灌丛，具有“灌-草”两层结构，主要有银合欢群系，银合欢群系灌丛，灌木层盖度 80%~90%，高度 1.5m~1.8m，优势种为银合欢，其他常见马缨丹、构树等；草本层 40%~60%，优势种为白茅、鬼针草、狗牙根等，高度 0.3m~0.5m。

3) 草丛

项目评价区域的草丛为白茅、银胶菊、鬼针草草丛，属植被砍伐、开垦种植后丢荒发育形成，盖度 95%~100%，高度 0.3m~0.4m，优势种为白茅、银胶菊、鬼针草等，其他常见苏门白酒草、土牛膝、狗牙根等。

(2) 项目区域植物群落演替规律

北海侧：项目位于城市建成区内，所在区域的植被主要为人工种植，受人类活动影响剧烈，区内植物群落演替规律也完全受人类活动主导。

涠洲侧：

1) 植被发育的背景

① 自然环境

涠洲岛为年轻的火山岛，由第四纪玄武岩浆喷发时在水下堆积而形成。在距今 200~100 万年的第三纪早更新世期间，北部湾地区发生了大规模的地幔热柱上升事件。当时北部湾一带断块下沉，涠洲岛处于滨海—浅海环境。此后，涠洲岛地区共有 4 次岩浆喷发。第一次是

在 200~90 万年间，涠洲岛滨海地带喷出火山灰，水下溢出玄武岩浆，随后火山爆发，形成含火山集块的火山碎屑岩。第二次是在距今 90~22.5 万年间，为两岛的最大一次火山活动。开始在滨海地带喷出火山灰并溢出少量熔岩，最后沿裂迹溢出大量的玄武质岩浆。第三次是在距今 20~1.5 万年间，随着火山爆发，出现大量的火山蛋和火山集块，并喷出火山灰和溢出玄武质岩浆。第四次是在距今 1~0.71 万年间，主要为间歇性喷发。随着涠洲岛和斜阳岛逐步抬升、形成陆地，火山活动也趋于停止。涠洲岛为火山玄武岩和凝灰岩风化发育形成兼渗珊瑚碎屑、盐基和铁锰含量较高的棕红色粘土壤。土体较为深厚，土质偏粘，块状结构，紧实；有机质含量中等，含磷、钾偏低。

从涠洲岛形成年代来看，保护区的地层无疑是十分年轻的。根据掌握的资料推测，其植被的发育时间也不过 1 万年左右，相对于陆地植被的发育和演化时间而言，确实过于短暂。两座海岛距离大陆较远，均在 35km 以上。传播到岛上的植物绝大部分是借助外力的，包括风力、水力、动物和人类的携带，那些主要依靠重力传播的物种则难以登陆。

此外，两座岛屿面积不大、海拔低，生境单一。上述条件的共同作用导致了涠洲岛植被类型欠丰富和群落结构简单。

②人类生产生活影响

最迟在晋代（公元 281~420 年），涠洲岛上就有采珠人聚居谋生，人类登陆、开发涠洲岛和斜阳岛的历史至少已有 1000 多年，目前岛上已经找不到原生植被的痕迹。这使得我们无法弄清在人类开发涠洲岛之前岛上的原生植被面貌，更难以考究解放前岛上植被的历史变迁。1963 年至 1966 年，涠洲、斜阳两岛共造林 6500 多亩（约 433hm²）。至 1979 年调查统计，两岛共保存木麻黄林 3799 亩，台湾相思 2755 亩，森林覆盖率 16.6%。1980 年后，林木逐渐受破坏，特别是 1982 年 17 号台风后，90%的木麻黄被狂风拦腰吹折，变成残林。经过林业“三定”，木麻黄残林逐渐砍伐和更新。

2000 年后，随着科学技术的发展，电能和化石能源取代材薪作为主要的生活能源，森林得以保存和恢复，形成稳定群落，植被状况受影响程度减弱。

③外来入侵影响

外来物种的引入对保护区植被的影响也是十分深刻的。目前记录到的植物当中，属于外来植物（包括栽培种、归化种、入侵种）的有 172 种，占植物总数 28.92%的比重，其中被列为外来入侵物种的有 73 种，占外来种的比例达 42.44%。栽培植物还仅仅统计那些常见的、种植量大的种类。外来植物虽然在种类上还处于劣势，但在分布面积上已经居于统治地位。

人工栽培的香蕉和木麻黄已经占据着岛上大部分的生存空间，成为岛上面积最大的两个植被类型。在人类活动的帮助下，外来入侵植物占据了岛上大量空间，限制了土著植物的生存和发展，从而进一步改变当地植被的组成和分布格局。

2) 植被群落演替规律

项目评价范围内人为活动干扰强度大，评价区已无原生性自然植被分布，但原有土壤条件基本保留，使得植物的种子或其他繁殖体（如能发芽的地下茎），在如过量砍伐的林地、弃耕的农田等地方进行演替，在停止干扰活动后，植物群落的演替发展速度较快，大部分发展为适应当地环境条件、生存能力较强的植被群落。

3.6.5.2.2.4 植物物种多样性

根据本次调查结果显示，陆缆线路沿线评价范围内有野生及较为常见或重要栽培的维管植物共计 62 科 173 属 211 种，其中裸子植物 2 科、2 属、3 种，被子植物 60 科、171 属、208 种。大多数植物为适应于本地土壤和水热条件的乡土物种，它们抗性强，能够适应各种异质性较强的生境，部分还具有食用价值、绿化观赏价值和环境改善功能。本项目评价范围内植物名录见附录 1。

常见的经济树种：

木薯（*Juglans regia*）、蓖麻（*Ricinus communis*）、香蕉（*Musa nana*）等。常见于居民点周边、路边和农田两侧，作为人工经济林为居民提高经济来源，并能有效影响生境的形成。

常见的农作物：

玉米（*Zea mays*）、马铃薯（*Solanum tuberosum*）以及各种时令蔬菜和瓜果等。以上粮食和经济作物在项目线路沿线均有分布。

3.6.5.2.2.5 重要植物及古树名木

根据本次评价现场调查，评价范围内未发现国家及广西省级重点保护野生植物和古树名木，未发现《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危物种和极小种群物种。

3.6.5.2.2.6 外来入侵物种

涠洲岛外来入侵物种分布广泛、数量较多，占据了岛上大量空间。现场调查表明，根据环保部公布的第一批（2003）、第二批（2010）、第三批（2014）和第四批（2016）外来入侵物种名单，评价区有飞机草、土荆芥、刺苋、马缨丹、鬼针草、银胶菊、小蓬草等 7 种被列为入侵性外来物种。鬼针草、银胶菊、马缨丹等已形成优势群落，在撂荒地大面积分布。

3.6.5.2.3 项目所在区域陆生动物现状

3.6.5.2.3.1 动物区系划分及主要特点

根据《中国动物地理》(张荣祖 科学出版社, 2011 年), 工程评价范围内动物区系划分见表 3.6-15。

项目区域分属全国动物地理区划华南区, 动物区系中, 华南区成分高于华中区成分, 同时具有华南区、西南区与华中区这三个动物地理区之间的过渡地带特点。

3.6.5.2.3.2 陆生动物物种组成及分布特征

根据项目特点, 本次评价选择典型生境, 采用样线法、样点法对评价范围内的陆生脊椎动物进行了专项调查, 并对沿线村庄及项目所在区域的林业部门进行了走访。在此基础上, 本次评价查阅并参考了《中国两栖动物图鉴》(费梁, 1999 年)、《中国动物志(两栖纲)》(科学出版社, 2009 年)、《中国爬行动物图鉴》(中国野生动物保护协会, 2002 年)、《中国两栖纲和爬行纲动物校正名录》(赵尔宓等, 2000 年)、《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》(郑光美, 2017 年)、《中国兽类野外手册》(湖南教育出版社, 2009 年)、《中国脊椎动物红色名录》(Biodiversity Science, 2016 年)、《中国哺乳动物多样性编目(第 2 版)》(蒋志刚等人, 2017 年)等著作以及关于本地区脊椎动物类的, 对项目评价范围的动物资源现状得出综合结论。

根据实地考察及对相关资料进行综合分析, 评价范围分布的陆生野生脊椎动物有 4 纲 23 目 57 科 150 种; 评价范围内有国家一级重点保护野生动物 3 种, 有国家二级重点保护野生动物 16 种, 广西省级重点保护野生动物 14 种, 共计 33 种。评价范围内陆生脊椎动物的种类组

3.6.5.2.3.3 两栖类现状调查与评价

(1) 种类、数量及分布

评价范围内野生两栖动物种类有 1 目 3 科 4 种(见附录 3-1)。其中姬蛙科种类最多, 有 2 种。评价范围内未调查到国家级重点保护野生两栖类。

(2) 生态类型

根据两栖动物生活习性的不同, 将评价范围内的 4 种两栖动物分为以下 3 种生态类型:

静水型(在静水或缓流中觅食): 包括小弧斑姬蛙、饰纹姬蛙等 2 种, 其主要分布在评价范围内的池塘、水库及稻田中生活。

陆栖型(在陆地上活动觅食): 包括华西蟾蜍 1 种, 主要是在评价范围内离水源不远的陆地上活动, 与人类活动关系较密切。

树栖型(在树上活动觅食, 离水源较近的森林): 包括斑腿泛树蛙 1 种, 其主要在评价范围内离水源不远的树上生活。

(3) 两栖类现状评价小结

①评价范围内野生两栖动物种类有 1 目 3 科 4 种。

②评价范围内暂未调查到国家级及省级重点保护野生两栖类。

③评价范围内的两栖动物可分为3种生态类型：陆栖型、静水型和树栖型。

3.6.5.2.3.4 爬行类现状调查与评价

(1) 种类、数量及分布

评价范围内野生爬行类共有2目4科6种（见附录3-2）。其中游蛇科的种类最多，有8种。评价范围内未发现国家级、省级重点保护野生爬行类分布。评价范围分布的野生爬行类中优势种为灰鼠蛇、黑眉锦蛇等。

(2) 生态类型

根据爬行动物生活习性的不同，将评价范围内的6种野生爬行动物分为以下3种生态类型：

灌丛石隙型（经常活动在森林灌丛底部，石壁或路边石缝中的爬行类）：包括丽棘蜥，南草蜥共2种，其主要在评价范围内的山林灌丛中活动。

林栖傍水型（在山谷、田间有溪流的山地上活动）有游蛇科灰鼠蛇、红脖颈槽蛇，蝾螈科竹叶青蛇共3种，其主要在评价范围内有溪流的山谷间、水田、森林林地间活动。

水栖型（在水中生活、觅食的爬行类）：环纹华游蛇，共1种，其主要在评价范围内的山溪水体中活动。

(3) 爬行类现状评价小结

①评价范围内野生爬行类共有2目4科6种。

②评价范围内无国家级、省级重点保护野生爬行类。

③评价范围内的两栖动物可分为3种生态类型：水栖型、灌丛石隙型和林栖傍水型。其中林栖傍水型最多，共3种。

3.6.5.2.3.5 鸟类现状调查与评价

(1) 种类、数量及分布

评价范围内共分布有野生鸟类130种，隶属于17目46科（名录见附录3-3）。其中，以雀形目鸟类最多，共61种。根据调查及收集到的资料，评价范围内国家一级重点保护野生鸟类3种，包括中华秋沙鸭、黄嘴白鹭、黑鹳，3种国家一级保护动物均为冬候鸟，其中黄嘴白鹭、黑鹳为涉禽，中华秋沙鸭为游禽；国家二级重点保护野生鸟类16种，包括小白额雁、花脸鸭、普通鳊、凤头鹰、黑翅鸢、燕隼、红隼、游隼、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、白胸翡翠、仙八色鸫、画眉、水雉、褐鵜鸟、海鸬鹚，16种国家二级保护动物中，包括冬候鸟8种，留鸟7种，夏候鸟1种；猛禽6种，攀禽3种，鸣禽2种，涉禽3种，游禽1种；有广西省级重点保护野生鸟类14种，为四声杜鹃、大杜鹃、小杜鹃、八声杜鹃、蓝翡翠、三宝鸟、黑

卷尾、八哥、喜鹊、黄腰柳莺、黄眉柳莺、大山雀、池鹭、苍鹭，14种省级重点保护野生动物中，包括冬候鸟4种，留鸟6种，夏候鸟4种；攀禽5种，鸣禽7种，涉禽2种。

本项目主要位于滨湖及海岛，处于国际鸟类东亚-澳大利亚迁徙路线上，每年春（3~5月）、秋（9~11月）两季，种类和数量众多的迁徙候鸟路过保护区并停歇。迁徙鸟类在迁飞过程中消耗大量体能的候鸟，将在本项目所在滨海、海岛区域歇息并补充食物。除迁徙鸟类外，项目所在区域还分布有中国、东南亚等区域广泛分布的留鸟。

（2）生态类型

根据鸟类生活习性的不同，可将评价范围内的130种野生鸟类分为以下6种生态类型：

猛禽（具有弯曲如钩的锐利嘴和爪，翅膀强大有力，能在天空翱翔或滑翔，捕食空中或地下活的猎物）：包括普通鵟、凤头鹰、黑翅鸢、燕隼、红隼、游隼，共6种，其在评价范围内的偶见在天空盘旋，活动范围较广。

涉禽（嘴长、颈长、后肢长，适合在浅水中涉水捕食）：包括牛背鹭、池鹭、夜鹭、苍鹭、大白鹭、栗苇鸕等，共计21种，其在评价范围内主要分布于沿线水田和水面。

游禽类（生活在水上，食鱼、虾、贝类或水生植物）：包括普通秋沙鸭、绿翅鸭、小白额雁、花脸鸭等，共10种，其主要在水面活动。

陆禽类（翅短圆，后肢强劲，善奔走，喙弓形）：包括中华鹧鸪、鹌鹑、棕胸竹鸡、山斑鸠、火斑鸠、珠颈斑鸠，等6种，主要分布于评价范围灌丛或草丛。

攀禽类（足趾发生多样化，善于攀登）：包括白腰雨燕、小白腰雨燕、大杜鹃、小杜鹃、八声杜鹃、褐翅鸫等，共27种，主要分布于项目评价范围森林。

鸣禽类（种类繁多，一般体形较小，体态轻捷，活动范围较广）：包括金腰燕、褐喉沙燕、家燕、鹊鸂、小仙鹑、北红尾鹑等，共60种，它们在评价范围内广泛分布，不论是种类还是数量，鸣禽都占绝对优势。野外实地调查中，目击到的种类中，大多数为雀形目种类。其中目击到次数较多的有家燕、喜鹊、大山雀、家麻雀等。

（3）居留型

鸟类迁徙是鸟类随着季节变化进行的，方向确定的，有规律的和长距离的迁居活动。根据鸟类迁徙的行为，可将评价范围的鸟类分成以下4种居留型。

留鸟：共49种，在评价范围内所占比例最大，主要包括隼形目、鸡形目、鸽形目、鸊鹈目、鸻形目和鹭形目种类，及部分鹰形目、雁形目、雀形目和鹑形目种类。

冬候鸟：共52种，主要包括绿翅鸭、鹌鹑、山鹧鸪、白鹧鸪、灰鹧鸪、矶鹬、林鹬、白腰草鹬、扇尾沙锥等种类。

夏候鸟：共 18 种，主要包括雀形目的金腰燕、家燕、北红尾鸲、方尾鹞、牛头伯劳、鸬形目的池鹭、栗苇鸕、鸱形目的灰头麦鸡、鹟形目、雨燕目、佛法僧目普通翠鸟等种类。

旅鸟：共 11 种，占评价范围内所有鸟类，为褐柳莺、蚁鸻、家燕。

综上所述，评价范围内的鸟类中，繁殖鸟（包括留鸟和夏候鸟）所占比例最大（67 种，占评价范围内鸟类总种数的 51.54%），因此评价范围分布的鸟类中超过 50% 的种类都在评价范围繁殖。有迁徙行为的鸟类（冬候鸟、夏候鸟和旅鸟）共 81 种。

（4）鸟类迁徙通道

1) 中国鸟类迁徙现状（宏观尺度）

据《中国鸟类分类与分布名录》（郑光美，2017），我国的现有鸟类有 1445 种，鸟类种数位列世界第八，分属于 26 目 109 科 497 属，具有迁徙习性的鸟类 804 种，每年在特定的时节，由于生存和繁殖的需要，都在有规律地迁徙。目前，全球共有 8 条候鸟迁徙路线，其中东非—西亚迁徙路线、中亚迁徙路线和东亚-澳大利亚迁徙路线 3 条经过我国，广西位于东亚-澳大利亚鸟类迁徙路线上。根据《中国动物地理》（张荣祖，2011），经过我国的鸟类大概分 3 个鸟类迁徙区和 3 条鸟类迁徙路线。每年分西、中、东 3 路南迁，在西部迁徙区迁飞的候鸟中，一部分可能沿唐古拉山和喜马拉雅山脉向东南方迁徙，另一部分可能飞越喜马拉雅山至尼泊尔、印度等地区越冬；中部迁徙区的候鸟可能沿太行山、吕梁山，越过秦岭和大巴山区，进入四川盆地以及沿东部经大巴山东部到华中或更南地区越冬；东部候鸟迁徙区包括东北地区和华北东部。这条线路上的候鸟可能大多沿海岸向南迁飞至华中或华南，甚至迁徙到东南亚、大洋洲等国外地区（王琳琳，2012）。广西东部的大部分地区处于我国的中部鸟类迁徙区的通道上。

2) 广西鸟类迁徙现状（中观尺度）

在广西境内迁飞活动候鸟的主体主要有三支：

一是东亚——澳大利西亚候鸟迁徙路线在中国东南沿海地区的这一段部分候鸟，主要是水鸟沿着海岸线南下到广西在北部湾沿海一带越冬，另一部分，如猛禽类则沿北海冠头岭—涠洲岛—斜阳岛一线或是沿海岸线南迁至东南亚越冬，或从越冬地沿相反方向迁出广西去往繁殖地，该通道在广西的重要节点是北部湾沿海地区、冠头岭、斜阳岛；

二是从西北面的云贵高原进出广西的通道，此通道有两个分支，第一个分支是经滚贝老山——九万大山——大明山以东一线，至广西南部或更南边的东南亚越冬，或从越冬地迁出广西，第二个分支是沿河池的天峨——东兰——大明山以西——百色的青龙山一线，至广西南部或更南的越冬地，相反则迁出越冬地，该通道在广西的重要节点有滚贝老山的打鸟坳、九万大山的杨梅坳、凤凰山、青龙山、大明山、十万大山、西津水库湿地以及北部湾沿海；

三是从广西东北角的越城岭与海洋山之间的“湘桂走廊”进出广西的通道，候鸟沿着资源—灵川—桂林—阳朔—梧州一线，迁徙至广西东南部及广东越冬，相反则迁出越冬地，该通道在广西的重要节点有金秀的大瑶山以及梧州的西江水域等。

本项目位于广西南部，北部湾北侧，正处于东亚——澳大利西亚候鸟迁徙路线之上，项目所处的涠洲岛，属于广西壮族自治区级自然保护区，同时也属于候鸟的重要栖息地。

3) 项目区周边候鸟的迁徙（微观尺度）

根据现场踏勘，本项目陆域工程所在的涠洲岛处于亚洲东北部与东南亚、南沙群岛和澳大利亚之间的候鸟迁徙通道上，是沿太平洋海岸迁飞的候鸟的重要中途停歇地，在国际鸟类保护中具有重要意义。

每年春（3~5月）、秋（9~11月）两季，种类和数量众多的迁徙候鸟路过保护区并停歇，群集主要在清明和中秋前后。春季以鹰类为多，秋季以鹰、隼及火斑鸠为最多。每年春季，北上迁飞已经消耗了大量体能的候鸟，在这保护区歇息一段时间并补充食物后，体能得到恢复。它们之中一部分会沿海岸线继续北上至东北亚地区甚至阿拉斯加；另一部分则进入内陆，以扇形扩散的方式继续北上，飞抵华中、华北、中西伯利亚以及中亚地区。秋季，大部分候鸟则反方向往回迁徙。迁徙鸟类通常在涠洲岛上停留 5~15 日。

（5）鸟类现状评价小结

①评价范围内共分布有野生鸟类 130 种，隶属于 17 目 46 科；

②评价范围内有国家一级重点保护野生鸟类 3 种，国家二级重点保护野生鸟类 16 种，有广西省级重点保护野生鸟类 14 种。

③评价范围内的 130 种野生鸟类可分为 6 种生态类型：游禽、涉禽、陆禽、猛禽、攀禽、鸣禽。其中鸣禽最多，共 60 种。

④根据鸟类迁徙的行为，可将评价范围的鸟类分成留鸟、冬候鸟、夏候鸟和旅鸟 4 种居留型。

⑤项目位于鸟类迁徙通道之上，尤其涠洲岛是沿太平洋海岸迁飞的候鸟的重要中途停歇地，在国际鸟类保护中具有重要意义。

3.6.5.2.3.6 兽类现状调查与评估

（1）种类、数量及分布

评价范围内兽类共有 3 目 4 科 8 种（见附录 3-4）。其中啮齿目种类最多，共 6 种。评价范围内未发现国家级、省级重点保护野生兽类。

（2）生态类型

根据兽类生活习性的不同，可将评价范围内的 8 种野生兽类分为以下 3 种生态类型：

穴居型（主要在地面活动觅食、栖息，避敌、栖息于洞穴中）：包括小家鼠、针毛鼠、黄毛鼠、褐家鼠、黄胸鼠、黄鼬，共 6 种，其在评价范围内主要分布在森林灌丛中，其中鼠科动物与人类关系密切。

树栖型（主要在树上栖息、觅食）：松鼠科赤腹松鼠，其主要在评价范围内森林中分布。

岩洞栖息型：普通伏翼，其主要分布在评价范围内的岩溶山洞内。

（3）兽类现状评价小结

①评价范围内兽类共有 3 目 4 科 8 种。其中啮齿目种类最多，共 6 种。

②评价范围内未发现国家级、省级重点保护野生兽类。

③评价范围内的两栖动物可分为 3 生态类型：穴居型、树栖型、岩洞栖息型。其中穴居型最多，共 8 种。

3.6.5.2.3.7 重要动物

（1）重要动物现状

本项目陆缆线路穿越多种生境，包括林地、灌草地、农田等多样的生境类型，为动物的生活繁殖提供了良好栖息环境，评价区内分布的重点保护动物种类较多。

根据资料搜集情况及访问调查可知，项目评价范围内存在的重点保护野生动物主要分布在沿线生境较好区域。本项目陆域工程评价范围内可能出现的国家一级重点保护野生动物 3 种，国家二级重点保护野生动物 16 种，可能出现的广西省级重点保护野生动物 14 种，可能出现的《中国生物多样性红色名录》中的极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）物种 5 种（除前述国家、省级重点保护动物外）等，包括鸟类 36 种、爬行类 2 种。详见表 3.6-17，分布情况详见附图 23。

（2）重要动物生态学特征

1) 国家级重点保护动物

①中华秋沙鸭

中华秋沙鸭越冬期常集小群栖息于山间河流、水库湖泊中。据在吉林省长白山的观察，它们于每年 4 月中旬沿山谷河流到达山区海拔 1000m 的针、阔混交林带。

中华秋沙鸭主食鱼类、石蛾科昆虫。中华秋沙鸭的飞行和游泳能力都很强，能够每年长途跋涉数千千米，从东北飞到江南，也能够较长时间水下捕鱼捉虾或啄食水草。除迁徙时集合成大群，平时都以家族方式活动。春季迁徙到长白山后，它们很快就由集群状态分散开，以家族和雌雄配对的方式活动，家族和家族之间通常会保持一定的距离。亚成体和没参与繁殖的个体会选择水流相对平缓的河段栖息，而已经成功配对的成体则会选择距离它们的巢位不远的河段活动，通常岸边有很多粗壮的老龄阔叶树。它们很少鸣叫，不像绿头鸭和斑嘴鸭

那样喧闹。它们的身体具有更好的流线型结构，因此飞行速度要比其他鸭科动物迅速。成对或以家庭为群。潜水捕食鱼类。性机警，稍有惊动就昂首缩颈不动，随即起飞或急剧游至隐蔽处。常成 3~5 只小群活动，有时和鸳鸯混在一起。觅食多在缓流深水处，潜水前上胸离开水面，再侧头向下钻入水中，白天活动时间较长，捕到鱼后先衔出水面而行吞食。主食鱼类、石蛾科昆虫，也能够较长时间沉于水下捕鱼捉虾或啄食水草。

②黄嘴白鹭

黄嘴白鹭栖息于沿海岛屿、海岸、海湾、河口及其沿海附近的江河、湖泊、水塘、溪流、水稻田和沼泽地带。单独、成对或集成小群活动的情况都能见到，偶尔也有数十只在一起的大群。白天多飞到海岸附近的溪流、江河、盐田和水稻田中活动和觅食，晚上则飞到近岸的山林里休息。常一脚站立于水中，另一脚曲缩于腹下，头缩至背上呈驼背状，长时间呆立不动，行走时步履轻盈、稳健，显得从容不迫。

黄嘴白鹭有结群营巢、修建旧巢和与池鹭、夜鹭、牛背鹭混群共域繁殖的习性。4 月下旬可飞到繁殖地，5 月产卵，每窝 2-5 枚，孵化期 24~26 天，育雏期 35~40 天，10 月南迁越冬。每年 4 月和 11 月进行春秋两季的迁徙活动。主要以各种小型鱼类为食，也吃虾、蟹、蝌蚪和水生昆虫等动物性食物。通常漫步在河边、盐田或水田地中边走边啄食，它的长嘴、长颈和长腿对于捕食水中的动物显得非常方便。捕食的时候，它轻轻地涉水漫步向前，眼睛一刻不停地望着水里活动的小动物，然后突然地用长嘴向水中猛地一啄，将食物准确地啄到嘴里。有时也常伫立于水边，伺机捕食过往的鱼类。

黄嘴白鹭叫声：通常无声，受惊时发出低音的呱呱叫声。

③黑鹳

黑鹳繁殖期间栖息在偏僻而无干扰的开阔森林及森林河谷与森林沼泽地带，也常出现于荒原和荒山附近的湖泊、水库、水渠、溪流、水塘及其沼泽地带，冬季主要栖息于开阔的湖泊、河岸和沼泽地带，有时也出现于农田和草地。

黑鹳性孤独，常单独或成对活动在水边浅水处或沼泽地上，有时也成小群活动和飞翔。白天活动，晚上多成群栖息在水边沙滩或水中沙洲上。不善鸣叫，活动时悄然无声。性机警而胆小，听觉、视觉均很发达，当人还离得很远时就凌空飞起，故人难于接近。在地面起飞时需要先在地面奔跑一段距离，用力扇动两翅，待获得一定上升力后才能飞起，善飞行，能在浓密的树枝间飞翔前进，飞翔时头颈向前伸直，两脚并拢，远远伸出于尾后。两翅扇动缓慢有力，平均每分钟两翅扇动 159 次，比白鹳每分钟鼓动 170 次还慢。黑鹳不仅能鼓翼飞行，也能像白鹳一样利用上升的热气流在空中翱翔和盘旋，头可以左右摆动观察地面。在地上行走时跨步较大，步履轻盈。休息时常单脚或双脚站立于水边沙滩上或草地上，缩脖成驼背状。

黑鹳主要以鲫鱼、雅罗鱼、团头鲂、虾虎鱼、白条、鳊鳅、泥鳅、条鳅、杜父鱼等小型鱼类为食，也吃蛙、蜥蜴、虾、蟋蟀、金龟甲、蝼蛄、蟹、蜗牛、软体动物、甲壳类、啮齿类、小型爬行类、雏鸟和昆虫等其他动物性食物。通常觅食在干扰较少的河渠、溪流、湖泊、水塘、农田、沼泽和草地上，多在水边浅水处觅食。主要通过眼睛搜寻食物，并能垂直向下寻觅，时步履轻盈，行动小心谨慎，走走停停，偷偷地潜行捕食。遇到猎物时，急速将头伸出，利用锋利的嘴尖突然啄食，有时也长时间的在一个地方来回走动觅食。觅食地一般距巢较远，多在 2~3km 内，有时甚至远至 7~8km 以外，特别是在荒原地区。寻食活动最频繁的时间在 7:00~8:00，12:00~13:00 和 17:00~18:00。其他时候或是在巢中和觅食地休息，或是在高空盘旋滑翔。

④小白额雁

小白额雁繁殖期主要栖息于北极苔原和苔原与灌木复盖的亚北极地区以及亚平原泰加林地区。它不仅栖息和繁殖在苔原，也栖息和繁殖在山溪河流下部，山脚、山地湖泊，甚至高山悬岩上。常在冰雪融化的沼泽地区和多石的苔原地方活动。冬季和迁徙期间多栖息于开阔的湖泊、江河、水库、海湾以及开阔的草原和半干雌性草原地区。

小白额雁每年 9 月初至 9 月中下旬离开繁殖地迁往越冬地，到达中国东北的时间通常在 10 月初至 10 月中下旬。最早在 9 月末即有到达中国的。最晚迟至 11 月初。春季最早迁离中国的时间在 3 月初至 3 月中旬，大量在 3 月末至 4 月中旬，最晚在 4 月末还有滞留中国的。迁徙多在晚上进行，白天多停下来觅食和休息。迁徙时成群，边飞边鸣叫。飞行队列有时杂乱无章，特别是在刚起飞和短距离飞行时，有时呈斜线，有时呈“一”字形和“人”字形。

通常成群活动。晚上多在水中栖息过夜，白天则成群飞到苔原，草地觅食。善于在地上行走，且奔跑迅速。也善游泳和潜水，遇危险时，常迅速向四方奔逃，然后分别藏于乱石中或草丛中，如在水里则向四处游开，或潜入水中，仅将头露出水面，行动极为谨慎小心。

主要在陆地上觅食。春夏季多在海边或湖边草地上觅食植物芽苞、嫩叶和嫩草。秋冬季则主要在盐碱平原、半干雌性草原、水边沼泽和农田地区觅食各种草本植物、谷类、种子和农作物幼苗。通常天刚亮就成群结队离开夜晚在水中的栖息地飞到觅食地觅食。离开栖息地时常在栖息地上空边叫边来回飞翔几圈后才飞走。中午通常又返回栖息地休息。栖息地多在芦苇水域。当它们返回栖息地时，也常常先要在栖息地上空盘旋几圈后再降落，有时它们飞得很高，然后突然直冲而下，也有的时候它们飞到临近水面后又突然急速的直冲而上，飞向高空，最后当确信无危险后才降落手水面或水边沙滩上，有时它们也在觅食地夜宿。

⑤花脸鸭

花脸鸭是一种喜欢集群的鸭类，特别是冬季常集成大群，也常和别的鸭混群。繁殖期主要栖息在泰加林或苔原带的沼泽、河口三角洲、湖泊和水塘中，非繁殖期主要栖息于各种淡水或咸水水域，包括湖泊、江河、水库、水塘、沼泽、河湾以及农田原野等各类生境。

花脸鸭每年 3 月初至 3 月中旬从中国南方越冬地开始往北迁徙，3 月中旬至 3 月末到达中国华北和东北一带，4 月末几乎全部离开中国，春季迁徙期长达 1 个多月之久。秋季于 9 月中旬进入中国东北和华北地区，每年 10 月中下旬出现大量迁徙，也有迟至 11 月初还停留在中国东北和华北部分地区，整个秋季迁徙期亦持续近 2 个月之久。迁徙时常集成数十、数百只，甚至多达千余只的大群。

花脸鸭声音嘈杂，叫声洪亮而短，似‘mog, mog’或‘lok, lok’，很远即能听见。花脸鸭主要以轮叶藻、柳叶藻、菱角、水草等各类水生植物的芽、嫩叶、果实和种子为食，也常到收获后的农田觅食散落的稻谷和草子，也吃螺、软体动物、水生昆虫等小型无脊椎动物。觅食主要在黄昏和晚上。觅食地多在水边和附近原野和农田。

⑥普通鵟

普通鵟繁殖期间主要栖息于山地森林和林缘地带。从海平面到至少 1300m 的山脚阔叶林，到 2000 米的混交林和针叶林地带均有分布，有时甚至出现在海拔 2000m 以上的山顶苔原带上空，秋冬季节则多出现在低山丘陵和山脚平原地带。

普通鵟常见在开阔平原、荒漠、旷野、开垦的耕作区、林缘草地和村庄上空盘旋翱翔。多单独活动，有时亦见 2~4 只在天空盘旋。活动主要在白天。性机警，视觉敏锐。善飞翔，每天大部分时间都在空中盘旋滑翔，宽阔的两翅左右伸开，并稍向上抬起成浅‘V’字形，短而圆的尾成‘扇’形展开，姿态极为优美。

普通鵟捕食方式主要通过在空中盘旋飞翔，通过锐利的眼睛观察和寻觅，一旦发现地面猎物，突然快速俯冲而下，用利爪抓捕。此外也栖息于树枝或电线杆上高处等待猎物，当猎物出现在眼前时才突袭捕猎。以森林鼠类为食，食量甚大。除啮齿类外，也吃蛙、蜥蜴、蛇、野兔、小鸟和大型昆虫等动物性食物，有时亦到村庄捕食鸡等家禽。

⑦凤头鹰

凤头鹰常栖息在 2000m 以下的山地森林和山脚林缘地带，最高可达海拔 2400m。也出现在竹林和小面积丛林地带，偶尔也到山脚平原和村庄附近活动。性情机警，善于藏匿，常躲藏在树叶丛中，有时也栖息于空旷处孤立的树枝上。

性善隐藏而机警，常躲藏在树叶丛中，有时也栖于空旷处孤立的树枝上。日出性。多单独活动，飞行缓慢，也不很高，有时也利用上升的热气流在空中盘旋和翱翔，盘旋时两翼常往下压和抖动。领域性甚强。主要以蛙、蜥蜴、鼠类、昆虫等动物性食物为食，也吃鸟和小

型哺乳动物。主要在森林中的地面上捕食，常躲藏在树枝丛间，发现猎物时才突然出击。叫声较为沉寂，he-he-he-he-he-he的尖厉叫声及拖长的吠声。

⑧黑翅鸢

黑翅鸢栖息地在海拔范围内占据相对开阔的栖息地，从半沙漠到森林边缘，以及密林地区的空地。通常在连续的林地和陡峭的山区不存在，并会利用火灾后清理的区域。栖息于有树木和灌木的开阔原野、农田、疏林和草原地区，从平原到4000m多的高山均见有栖息。该物种广泛分布于北纬44°至南纬35°，横跨非洲热带和印支、马来西亚地区。

黑翅鸢通常定居在古北极地区，冬季会迁移到更开放的栖息地。亚成鸟通常会从出生地离开。在热带地区，个体更为游牧，随着降雨和猎物数量的变化，进行季节性迁徙。热带非洲和印度都可能爆发迁徙运动。该物种在中东被记录为游荡动物，但该地区没有定期迁徙的记录。

黑翅鸢常单独在早晨和黄昏活动，白天常见停息在大树树梢或电线杆上，当有小鸟和昆虫飞过，才突然猛冲过去扑食。有时也在空中盘旋、翱翔，并不时地将两翅上举成‘V’字形滑翔。间或也鼓翼飞翔，两翅扇动较轻，显得相当轻盈，发现地面食物时突然直扑而下。叫声细而尖，似‘Kyuit’或‘knee’。

黑翅鸢猎物包括小型草原哺乳动物（高达90克）、爬行动物、鸟类和昆虫，从栖息和悬停的有利位置猎食猎物，以及在地面设点和飞行中捕捉昆虫。主要以田间鼠类、昆虫、小鸟、野兔和爬行类为食。觅食方式主要通过守候在电线杆上和高大树木顶端，等候过往小鸟和昆虫，然后突然俯冲而下捕之；另一种方式是通过无声无息地在天空长时间地盘旋、滑翔、观察地面动静，发现猎物再俯冲而下抓取。

⑨燕隼

燕隼栖息于有稀疏树木生长的开阔平原、旷野、耕地、海岸、疏林和林缘地带，有时也到村庄附近，但却很少在浓密的森林和没有树木的裸露荒原。经常出没在广阔的平原上散布着小树林的地区，由于天生热衷于狩猎经常光顾这些地方的昆虫的沼泽地带。

空中捕食，甚至能捕捉飞行速度极快的家燕和雨燕等。虽然它也同其他隼类一样在白天活动，常在田边、林缘和沼泽地上空飞翔捕食，有时也到地上捕食。主要以麻雀、山雀等雀形目小鸟为食，偶尔捕捉蝙蝠，更大量地捕食蜻蜓、蟋蟀、蝗虫，天牛、金龟子等昆虫，其中大多为害虫。繁殖期为5~7月。

⑩红隼

红隼栖息于山地森林、森林苔原、低山丘陵、草原、旷野、森林平原、山区植物稀疏的混合林、开垦耕地、旷野灌丛草地、林缘、林间空地、疏林和有稀疏树木生长的旷野、河谷

和农田地区。在广西为留鸟，繁殖期 5~7 月。通常营巢于悬崖、山坡岩石缝隙、土洞、树洞和喜鹊、乌鸦以及其他鸟类在树上的旧巢中。

红隼主要以老鼠、雀形目鸟类、蛙、蜥蜴、松鼠、蛇等小型脊椎动物为食，也吃蝗虫、蚱蜢、蟋蟀等昆虫。平常喜欢单独活动，尤以傍晚时最为活跃。

⑪游隼

游隼栖息在各种各样的栖息地，包括山地、丘陵、荒漠、半荒漠、海岸、旷野、草原、河流、沼泽与湖泊沿岸地带，也到开阔的农田、耕地和村屯附近活动。垂直分布于海平面至海拔 3300m 的高度。可以生活从海平面到约 4000m 的潮湿和干燥、炎热和凉爽的气候环境。

游隼实际上只捕猎在飞行中的鸟类。然而，像许多其他猎鹰一样，它们也会捕捉飞行中的大型昆虫，例如甲虫，也食蝙蝠和啮齿动物。雄鸟较小，捕捉的猎物大小不等，从山雀到松鸦，甚至是鸽子。雌鸟较胖大，捕捉的猎物大小从黑鹇到林鸽不等。它们也捕获鸭子，甚至鹅和苍鹭，但这些捕获是非常特殊的，而且北方的游隼更肥大，在它们的迁徙路线上不需要将猎物带回悬崖，一般是被当场吃掉。主要捕食野鸭、鸥、鸠鸽类、乌鸦和鸡类等中小型鸟类，偶尔也捕食鼠类和野兔等小型哺乳动物。

繁殖期 3~6 月（游隼南方亚种最早于每年 3 月中旬开始）。

⑫褐翅鸦鹃

褐翅鸦鹃主要栖息于 1000m 以下的低山丘陵和平原地区的林缘灌丛、稀树草坡、河谷灌丛、草丛和芦苇丛中，也出现于靠近水源的村边灌丛和竹丛等地方，但很少出现在开阔的地带。

褐翅鸦鹃喜欢单个或成对活动，很少成群。飞行能力较弱，平时多在地面活动，休息时也栖息于小树枝桠，或在芦苇顶上晒太阳，尤其在雨后。它善于隐蔽，遇到干扰或有危险的时候就很快藏在地上草丛或灌丛中，也善于在地面行走，跳跃取食，行动十分迅速，还常把尾、翅展成扇形，上下急扭。飞行时急扑双翅，尾羽张开，上下摆动，速度不快，通常飞不多远又降落在矮树上。它的鸣声连续不断，从单调低沉到响亮，其声似“hum-hum”声，好像远处的狗吠声，数里之外都能听见，尤以早晨和傍晚鸣叫频繁。

褐翅鸦鹃食性较杂，主要以毛虫、甲虫、蝗虫、蚱蜢、象甲、蜚蠊、蚁、蜂、昆虫幼虫等为食，也吃蜈蚣、蟹、螺、蚯蚓、甲壳类、软体动物等其它无脊椎动物，以及蛇、蜥蜴、鼠类、鸟卵和雏鸟等脊椎动物，有时还吃一些杂草种子和果实等植物性食物。

⑬小鸦鹃

小鸦鹃栖息于低山丘陵和开阔鲍山脚平地带的灌丛、草丛、果园和次生林中。

小鸚鵡为留鸟，常单独或成对活动。性机智而隐蔽，稍有惊动，立即奔入稠茂的灌木丛或草丛中。主要以蝗虫、蝼蛄、金龟甲、椿象、白蚁、螳螂等昆虫和其它小型动物为食，也吃少量植物果实与种子。鸣叫声为几声深沉空洞的“hoop”声，速度上升，音高下降，第二种叫声为一连串的“kroop-kroop-kroop”声。

⑭白胸翡翠

白胸翡翠栖息于山地森林和山脚平原河流、湖泊岸边，也出现于池塘、水库、沼泽和稻田等水域岸边，有时亦远离水域活动。

白胸翡翠常单独活动，多站在水边树木枯枝上或石头上，有时亦站在电线上，常长时间地望着水面，以待猎食。飞行时成直线，速度较快，常边飞边叫，叫声尖锐而响亮。

白胸翡翠营巢于河岸、沟谷田坎土岩洞中，掘洞为巢，巢呈隧道状，末端扩大为巢室，巢室大小直径多为 15cm~20cm。巢洞深至 0.5m-1.2m，随土崖土质松软、打洞困难与否而有较大变化。

白胸翡翠主要以鱼、蟹、软体动物和水生昆虫为食，也吃蚱蜢、蝗虫、甲虫、鳞翅目、直翅目、鞘翅目和膜翅目昆虫及幼虫等陆栖昆虫和蛙、蛇、鼠类等小型陆栖脊椎动物。

⑮仙八色鸫

仙八色鸫栖息于平原至低山的次生阔叶林内。包括种植园、亚热带或热带的湿润低地林、亚热带或热带的旱林、亚热带或热带的（低地）湿润疏灌丛和河流、溪流。也出入于庭园和村屯附近的树丛内。

仙八色鸫常在灌木下的草丛间单独活动，边在地面上走边觅食，行动敏捷，性机警而胆怯、善跳跃，多在地上跳跃行走。飞行直而低，飞行速度较慢。主要以昆虫为食，常在落叶丛中以喙掘土觅食蚯蚓、蜈蚣及鳞翅目幼虫，也食鞘翅目等昆虫。

⑯画眉

画眉鸟主要栖息于海拔 1500m 以下的低山、丘陵和山脚平原地带的矮树丛和灌木丛中，也栖于林缘、农田、旷野、村落和城镇附近小树丛、竹林及庭园内。

画眉鸟为留鸟，农历“清明”前后到“夏至”前后这段时间为繁殖期，巢一般多筑于山丘茂密的草丛、灌木丛中的地面或背北向南，上有大树，下有灌木丛的距地面 1m 左右的灌木枝上。

画眉为杂食性动物，但全年食物以昆虫为主，尤其在繁殖季节，其中大部分是农林害虫，包括蝗虫、椿象、松毛虫、金龟甲、鳞翅目的天社蛾幼虫和其他蛾类的幼虫等。植物性食物主要为种子、果实、草籽、野果、草莓等。

⑰水雉

水雉栖息于富有挺水植物和漂浮植物的淡水湖泊、池塘和沼泽地带。

水雉单独或成小群活动，冬季有时亦集成大群。性活泼，善行走，步履轻盈，能在漂浮于水面的百合、莲、菱角等水生植物上来回奔走和停息。亦善游泳和潜水，游泳时头尾上扬，露出水面甚高，有时亦潜行于水底或沿水面飞行。常在小型池塘及湖泊的浮游植物如睡莲及荷花的叶片上行走。挑挑拣拣地找食，间或短距离跃飞到新的取食点。鸣叫似猫的“喵喵”声。

水雉每年的四月末进入繁殖季节，更换上黑白相间十分醒目的繁殖羽，一直到八月末陆续退下繁殖羽换上黄褐色的冬羽，才宣告繁殖季节的结束。水雉在换羽过程中，飞羽一次全部脱落，失去飞翔能力。待飞羽长成后，才能恢复飞翔。

水雉以昆虫、虾、软体动物、甲壳类等小型无脊椎动物和水生植物为食。

⑱褐鳀鸟

褐鳀鸟主要栖息于热带、亚热带和温带海洋中的岛屿和海岸，有时亦出现于海湾、港口及河口地带。

褐鳀鸟常成群生活，飞翔能力很强，常常在鼓翼飞行一段距离之后又继续滑翔，两种方式交错进行。也善于游泳和潜水，休息时或是漂浮在水面上随波逐流，或是站立在岸边岩石上。性情较为大胆，叫声响亮而粗犷。主要以各种鱼类为食。也吃乌贼和甲壳动物等。觅食方式主要是通过潜水，常常一边游泳一边不时地潜入水中追捕鱼群，有时也通过在海面上空飞翔、发现猎物后则双翅往后一收，突然俯冲扎入水中，再潜水追捕猎物，有时在海上追踪猎物达数百公里之远。

⑲海鸬鹚

海鸬鹚主要栖息于温带海洋中的近陆岛屿和沿海地带，也见于河口和海湾。常成群停息在露出海面的岩礁上和海岸悬崖中的突出部位，以及岩顶和峭壁间，有时多达数十只密集地站在一个小块的岩礁上。活动于隐蔽的沿岸的海水海湾及河口，亦在宽阔的大海中，营巢于海边峭壁或岩穴间。

海鸬鹚具有一定的飞翔能力，但在地面上行走时则显得比较笨拙，休息的时候还要用坚硬的尾羽帮助支撑。但它们的潜水、捕鱼能力却非常强，在水中活动十分灵活。对它们来说，潜入水下 1m-3m（最深可达 10m），追踪鱼群 30-45 秒（最长达 70 秒）根本就是轻而易举的事情。

海鸬鹚活动时多沿海面低空飞行，或在海岛附近海面游泳，并且频频地潜入水中觅食。有时也能见到少数个体在海岸附近的沼泽地带和水泡中活动。觅食的方式主要是通过潜水，在水下追捕猎物。有时也常站在岩石上等候食饵的到来。休息的时候，如果受到干扰，就会急促飞起，并将胃内没有消化的鱼骨、鱼鳞等食物用一个黏液囊反吐出来，用来减轻体重，

加快飞行，以便迅速逃避敌害。这时就会有成群的海鸥紧随而来，将这些食物残渣一一取食，进行“废物利用”。

海鸬鹚主要以各种鱼类为食，也吃虾和其他甲壳类海洋动物。兼食少量的海藻、海带、海紫菜等。

2) 广西省级重点保护动物

①四声杜鹃

四声杜鹃栖息于山地森林和山麓平原地带的森林中，尤以混交林、阔叶林和林缘疏林地带活动较多。有时也出现于农田地边树上。主要以昆虫为食，特别是毛虫，这种食性在其他鸟类中很少见。尤其喜吃鳞翅目幼虫，如松毛虫，树粉蝶幼虫、蛾类等，兼有金龟虫甲、虎虫甲，有时也吃植物种子等少量植物性食物。四声杜鹃的繁殖期为5~7月。自己不营巢，通常将卵产于大苇莺、灰喜鹊、黑卷尾、黑喉石鹩等鸟巢中，由义亲代孵代育。

②大杜鹃

大杜鹃栖息于山地、丘陵和平原地带的森林中，有时也出现于农田和居民点附近高的乔木树上。主要以松毛虫、舞毒蛾、松针枯叶蛾，以及其它鳞翅目幼虫为食。也吃蝗虫、步行甲、叩头虫、蜂等其它昆虫。大杜鹃繁殖期5~7月。大杜鹃无固定配偶，也不自己营巢和孵卵，而是将卵产于大苇莺、麻雀、灰喜鹊、伯劳、棕头鸦雀、北红尾鸲、棕扇尾莺等各类雀形目鸟类巢中，由这些鸟替它带孵带育。

③小杜鹃

小杜鹃主要栖息于低山丘陵、林缘地边及河谷次生林和阔叶林中，有时亦出现于路旁、村屯附近的疏林和灌木林。主要以昆虫为食，尤以粉蝶幼虫、春蛾科幼虫等鳞翅目幼虫为主要食物，也吃鞘翅目、尺蠖和其它昆虫，偶尔也吃植物果实和种子。小杜鹃繁殖期为5~7月。自己不营巢和孵卵，通常将卵产于鹪鹩、白腹蓝鸲，以及柳莺和画眉亚科等鸟类巢中，由别的鸟代孵代育。卵白色或粉白色。

④八声杜鹃

八声杜鹃栖息于低山丘陵、草坡、山麓平原、耕地和村庄附近的树林与灌丛中。有时也出现于果园、公园、庭园和路旁树上。主要以昆虫为食。尤以毛虫等鳞翅目幼虫最为喜食。八声杜鹃自己不营巢和孵卵。通常将卵产于其它鸟巢中。繁殖期较长。

⑤蓝翡翠

蓝翡翠主要栖息于林中溪流以及山脚与平原地带的河流、水塘和沼泽地带。在海拔600m以下的清澈河流边并不罕见。喜大河流两岸、河口及红树林。栖于河边的枝头。

蓝翡翠常单独活动，一般多停息在河边树桩和岩石上，有时也在临近河边小树的低枝上停息。经常长时间一动不动地注视着水面，一见水中鱼虾，立即以极为迅速而凶猛的姿势扎入水中用嘴捕取。有时亦鼓动两翼悬浮于空中，低头注视着水面，见有食物即刻直扎入水中，很快捕获而去。通常将猎物带回栖息地，在树枝上或石头上摔打，待鱼死后，再整条吞食。有时也沿水面低空直线飞行，飞行速度甚快，常边飞边叫。

蓝翡翠其生态习性与该科内其他种相似。主要以小鱼、虾、蟹和水生昆虫等水栖动物为食。也吃蛙和鞘翅目、鳞翅昆虫及幼虫。

⑥三宝鸟

三宝鸟主要栖息于针阔叶混交林和阔叶林林缘路边及河谷两岸高大的乔木树上。常单独或成对栖息于山地或平原林中，也喜欢在林区边缘空旷处或林区里的开垦地上活动，早、晚活动频繁。天气较热时，常栖息在密林中的乔木上，或在较开阔处的大树梢处。

三宝鸟喜欢吃绿色金龟子等甲虫，也吃蝗虫、天牛、金花虫、梨虎、举尾虫、石蚕、叩头虫等。觅食时常在空中来回旋转，通过不停的飞翔捕食，速度较快，猎获昆虫之后复返原来枝桠。三宝鸟很少到地上觅食。

三宝鸟常栖于近林开阔地的枯树上纹丝不动，有人走近时，则立刻飞去，偶尔起飞追捕过往昆虫，或向下俯冲捕捉地面昆虫。飞行姿势似夜鹰，怪异、笨重，有时飞行缓慢，长长的双翼均匀而有节奏地上下摆动，有时又急驱直上，或者急转直下，胡乱盘旋或拍打双翅，并不断发出单调而粗厉的“嘎嘎”声。三两只鸟有时于黄昏一道翻飞或俯冲，求偶期尤是。有时遭成群小鸟的围攻，因其头和嘴使它看似猛禽。

三宝鸟在云南和海南岛为留鸟，在其它地区为夏候鸟。春季于4~5月迁到繁殖地，秋季于9~10月迁离繁殖地。飞行或停于枝头时作粗声粗气的“kreck...kreck”叫声。

⑦黑卷尾

黑卷尾栖息活动于城郊区村庄附近和广大农村，尤喜在村民居屋前后高大的椿树上营巢繁殖。多成对活动于800m以下的山坡、平原丘陵地带阔叶林树上。

黑卷尾平时栖息在山麓或沿溪的树顶上，或在竖立田野间的电线杆上，一见下面有虫时，往往由栖枝直降至地面或其附近处捕取为食，随后复向高处直飞，形成“U”字状的飞行。它还常落在草场上放牧的家畜背上，啄食被家畜惊起的虫类。性喜结群、鸣闹、咬架，是好斗的鸟类，习性凶猛，特别在繁殖期间，如乌鸦、喜鹊等鸟类侵入或临近它的巢附近时，则奋起冲击入侵者，直至驱出巢区为止。

黑卷尾鸣声噪杂而粗糙，似“chiben-chaben”连续鸣叫，此起彼伏相互呼应，特别在清晨黎明时，故村民给以美称“黎鸡”。

黑卷尾在飞翔中能于空中捕食飞行昆虫，类似家燕敏捷的在空中滑翔翻腾，在南方俗称“黑鱼尾燕”。食物以昆虫为主，如蜻蜓、蝗虫、胡蜂、金花虫、瓢、蝉、天社蛾幼虫、螻象等膜翅、鞘翅及鳞翅类的昆虫。

⑧八哥

八哥主要栖息于海拔 2000m 以下的低山丘陵和山脚平原地带的次生阔叶林、竹林和林缘疏林中，也栖息于农田、牧场、果园和村寨附近的大树上，有时还栖息于屋脊上或田间地头。

八哥性喜结群，常立水牛背上，或集结于大树上，或成行站在屋脊上，每至暮时常呈大群翔舞空中，噪鸣片刻后栖息。夜宿于竹林、大树或芦苇丛，并与其他椋鸟混群栖息。常在翻耕过的农地觅食，或站在牛、猪等家畜背上啄食寄生虫。性活泼，成群活动，有时集成大群，特别是傍晚，集成大群在树上过夜。夜栖地点较为固定，常在附近地上活动和觅食，待至黄昏才陆续飞至夜栖地。善鸣叫，尤其在傍晚时甚为喧闹。

野生八哥食性杂，主要以蝗虫、蚱蜢、金龟子、蛇、毛虫、地老虎、蝇、虱等昆虫和昆虫幼虫为食，也吃谷粒、植物果实和种子等植物性食物。往往追随农民和耕牛后边啄食犁翻出土面的蚯蚓、昆虫、蠕虫等，又喜啄食牛背上的虻、蝇和壁虱，也捕食像蝗虫、金龟、蝼蛄等。八哥的植物性食物多数是各种植物及杂草种子，以及榕果、蔬菜茎叶。

⑨喜鹊

喜鹊是适应能力比较强的鸟类，在山区、平原都有栖息，无论是荒野、农田、郊区、城市、公园和花园都能看到它们的身影。但是一个普遍规律是人类活动越多的地方，喜鹊种群的数量往往也就越多，而在人迹罕至的密林中则难见该物种的身影。喜鹊常结成大群成对活动，白天在旷野农田觅食，夜间在高大乔木的顶端栖息。喜鹊是很有人缘的鸟类之一，喜欢把巢筑在民宅旁的大树上，在居民点附近活动。

喜鹊除繁殖期间成对活动外，常成 3~5 只的小群活动，秋冬季节常集成数十只的大群。白天常到农田等开阔地区觅食，傍晚飞至附近高大的树上休息，有时亦见与乌鸦、寒鸦混群活动。性机警，觅食时常有一鸟负责守卫，即使成对觅食时，亦多是轮流分工守候和觅食。雄鸟在地上找食则雌鸟站在高处守望，雌鸟取食则雄鸟守望，如发现危险，守望的鸟发出惊叫声，同觅食鸟一同飞走。飞翔能力较强，且持久，飞行时整个身体和尾成一直线，尾巴稍微张开，两翅缓慢地鼓动着，雌雄鸟常保持一定距离，在地上活动时则以跳跃式前进。鸣声单调、响亮，似“zha-zha-zha”声，常边飞边鸣叫。当成群时，叫声甚为嘈杂。

喜鹊食性较杂，食物组成随季节和环境而变化，夏季主要以昆虫等动物性食物为食，其他季节则主要以植物果实和种子为食。常见食物种类有蝗虫、蚱蜢、金龟子、象甲、甲虫、螽斯、地老虎、松毛虫、螻象、蚂蚁、蝇、蛇等鳞翅目、鞘翅目、直翅目、膜翅目等昆虫和

幼虫，此外也吃雏鸟和鸟卵。植物性食物主要为乔木和灌木等植物的果实和种子，也吃玉米、高粱、黄豆、豌豆、小麦等农作物。

⑩黄腰柳莺

黄腰柳莺繁殖期间主要栖息于针叶林和针阔叶混交林，从山脚平原一直到山上部林缘疏林地帯皆有栖息，有时也栖于阔叶林。迁徙季节常活动在林缘次生林、柳丛和道边疏林灌丛中。刚迁到繁殖地多在山下部、低山丘陵和林缘等开阔地带，然后逐渐向山上部和茂密的森林内活动，具有明显的垂直迁徙现象。主要栖息于海拔 2900m 左右。

黄腰柳莺单独或成对活动在高大的树冠层中。性活泼、行动敏捷，常在树顶枝叶间跳来跳去寻觅食物，或站在高大的针叶林树顶枝间鸣叫，鸣声清脆、洪亮，数十米外即能听到，似“tivi-tivi-tivi...”连续不断地反复鸣叫，有点像蝉鸣。由于黄腰柳莺个体较小，站的又高，加之茂密树叶的遮挡，通常很难发现。常与黄眉柳莺和戴菊混群活动。

黄腰柳莺食物主要为昆虫。其中以双翅目蝇类最多，共占 59.09%；其次为鞘翅目蠓甲科，占 36.36%；最少为同翅目昆虫，占 4.55%。最喜食双翅目蝇类昆虫。也吃蚂蚁、鳞翅目昆虫幼虫和其它昆虫，包括各种鞘翅目、鳞翅目的成虫和幼虫，以及膜翅目蚂蚁、鼻虫、小蠹虫、蚊子、尺蠖虫、卷叶蛾和螟蛾幼虫等。

⑪黄眉柳莺

黄眉柳莺栖息于海拔几米至 4000m 高原、山地和平原地带的森林中，包括针叶林、针阔混交林、柳树丛和林缘灌丛，以及园林、果园、田野、村落、庭院等处。

黄眉柳莺常单独或三五成群活动，很少见其集成大群活动，但迁徙期间可见集大群。由于体小色绿，除非听到鸣叫声或从一棵树飞到另一棵树进行短距离窜飞时，通常难以发现。它很少落地，晨昏为活动高峰期。觅食各种树上的蚜虫及小型昆虫，尤其在水边的树上更常见。常飞落在树的下方，再窜跃向上，几乎从不停歇，动作轻巧、灵活、敏捷地在树上觅食。若不受干扰，可在树枝间长时间逗留，不停顿窜上窜下忙于觅食。由于体轻，甚至可在细枝和叶柄啄食叶上昆虫。捕到较大而无法吞下的昆虫时，常用嘴衔着虫子在树上摔打弄碎后再吞食之。飞行迅速，觅食时，只在树与树间窜飞，离去时则高飞。此鸟有一种特殊的动态，常在树上以两足为中心，左右摆动身体，不断地变动着身体的角度，以求在更大视野范围内寻得食物。

黄眉柳莺主要以昆虫为食，未见飞捕。所食均为树上枝叶间的小虫。99.12%为动物性食物，其中昆虫占 97.4%，以鞘翅目昆虫最多。主要有金龟甲、叶甲、蠓甲等害虫，其次是鳞翅目昆虫。此外，还有蝽象、夜跳蝉、蚂蚁、蚊蝇及蜂类等昆虫以及蜘蛛。

⑫大山雀

主要栖息于低山和山麓地带的次生阔叶林、阔叶林和针阔叶混交林中，也出入于人工林和针叶林，夏季在北方有时可上到海拔 1700m 的中、高山地带，在南方夏季甚至上到海拔 3000m 左右的森林中，冬季多下到山麓和邻近平原地带的次生阔叶林、人工林和林缘疏林灌丛，有时也进到果园、道旁和地边树丛、房前屋后和庭院中的树上。主要以金花虫、金龟子、毒蛾幼虫、刺蛾幼虫、尺蠖蛾幼虫、库蚊、花蝇、蚂蚁、蜂、松毛虫、浮尘子、蜡象、瓢虫、螽斯等鳞翅目、双翅目、鞘翅目、半翅目、直翅目、同翅目、膜翅目等昆虫和昆虫幼虫为食，此外也吃少量蜘蛛、蜗牛等其他小型无脊椎动物和草子、花等植物性食物。大山雀繁殖期 4~8 月，在南方亦有早在 3 月份即开始繁殖的，但多数在 4~5 月开始营巢。

⑬池鹭

通常栖息于稻田、池塘、湖泊、水库和沼泽湿地等水域，有时也见于水域附近的竹林和树上，分布达海拔 280~1300m。

池鹭的部分种群为留鸟，部分迁徙，特别是在中国长江以南繁殖的种群多数都为留鸟。在长江以北繁殖的种群全为夏候鸟。春季通常在 4 月初到 4 月中旬迁至北方繁殖地。秋季多于 9 月末 10 月初开始往南迁徙；通常呈分散的小群或家族群往南迁飞。越冬于长江以南广东、福建、海南岛、台湾和东南亚国家。

常单独或成小群活动，有时也集成多达数十只的大群在一起，性较大胆。以动物性食物为主，包括鱼、虾、螺、蛙、泥鳅、水生昆虫、蝗虫等，兼食少量植物性食物。常与夜鹭、白鹭、牛背鹭等一起组成巢群，在竹林、杉林等林木的顶处营巢。性不甚畏人。白昼或展昏活动。常站在水边或浅水中，用嘴飞快地攫食。通常无声，争吵时发出低沉的呱呱叫声。

⑭苍鹭

苍鹭栖息于江河、溪流、湖泊、水塘、海岸等水域岸边及其浅水处，也见于沼泽、稻田、山地、森林和平原荒漠上的水边浅水处和沼泽地上。

苍鹭成对和成小群活动，迁徙期间和冬季集成大群，有时亦与白鹭混群。常单独的涉水于水边浅水处，或长时间的在水边站立不动，颈常曲缩于两肩之间，并常以一脚站立，另一脚缩于腹下，站立可达数小时之久而不动。飞行时两翼鼓动缓慢，颈缩成‘Z’字形，两脚向后伸直，远远的拖于尾后。晚上多成群栖息于高大的树上休息。

苍鹭主要以小型鱼类、泥鳅、虾、喇蛄、蜻蜓幼虫、蜥蜴、蛙和昆虫等动物性食物为食。多在水边浅水处或沼泽地上，也在浅水湖泊和水塘中或水域附近陆地上觅食。觅食最为活跃的时间是清晨和傍晚，或是分散的沿水边浅水处边走边啄食。或是彼此拉开一定距离独自站在水边浅水中，一动不动长时间的站在那里等候过往鱼群，两眼紧盯着水面，一见鱼类或其

他水生动物到来，立刻伸颈啄之，行动极为灵活敏捷。有时站在一个地方等候食物长达数小时之久。

3) 《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、近危、易危物种（除重点保护动物外）

①灰鼠蛇

灰鼠蛇是无毒蛇，行动敏捷，性格温顺，胆子小，一般不主动袭击人。生活于丘陵和平原地带，主要活动在田基、路边、沟边的灌木林中，在水田，溪流、溪边石上或草丛中也可见到，常攀援于溪流或水塘边的灌木或竹丛上。有时也到地上寻找食物。昼夜活动，阵雨后太阳出来时，常遇见于路边、沟边的灌木顶上，等待太阳光的照射；晚间也蜷伏于竹枝上。捕食树蛙、雨蛙、蜥蜴，也食小鸟、其它蛙类。11月开始冬眠，在田基、墓地向南的鼠洞内越冬，冬眠期随每年气温变化而有异，广西南部三月即苏醒活动。

②环纹华游蛇

环纹华游蛇生活于平原、丘陵及低山区的河边、溪旁，亦见于树上，白天活动。食鱼、蛙等。卵生。

环纹华游蛇属于中型蛇类，较粗壮，全长 920~1140 毫米。头较宽，略扁，吻稍钝，眼较大。上唇鳞 9 枚，颊鳞 1 枚；眶前鳞 1 枚，眶后鳞 3 枚；颞鳞 2 枚。背鳞 19 行，均起棱或最外 1 行光滑；腹鳞 140~156 枚，肛鳞 2 枚，尾下鳞 62~78 对。背面棕色、棕褐色、棕黄色或灰绿色，有 17~25 条黑褐色环纹，在体侧环纹交叉成“X”形斑；腹面黄白色或灰白色。

③中华鹧鸪

中华鹧鸪喜欢活动于次生林、低矮灌木林、杂木林、尤其喜欢生活在上有稀疏树木遮顶，下方有落叶草少的环境。生活在低山间干燥的山谷内及丘陵的岩坡和砂坡上，多在灌丛、草地、荒山等环境中，有时也出现在农田附近的小块丛林和竹林中。它们不在高山上，不在森林中，也很少见于空旷的原野。清晨和黄昏时常在山谷间觅食，晚上在草丛或灌丛中过夜，而且还常常更换夜栖的地点。

中华鹧鸪喜欢单独或成对活动，像其他鸡类那样善于结群。飞行的速度很快，常作直线飞行。它们的警惕性极高，总是隐藏在草丛或灌木丛里，极难发现。受惊后大多飞往高处，这一点与其他鸡类不同。

中华鹧鸪为杂食性，主要以蚱蜢、蝗虫、蟋蟀、蚂蚁等昆虫为食，也吃各种草本植物，以及灌木的嫩芽、叶、浆果和种子，还有农田中散落的谷粒、稻粒、花生、黄粟等粮食颗粒和甘薯、半夏、槐树果、油菜花等。

④白颈鸦

白颈鸦常见于平原、丘陵和低山，也见于海拔 2500m 左右的山地。多栖于开阔的农田、河滩和河湾等处，在地上，特别在新耕和施肥地上，缓步觅食。

白颈鸦多单独行动或成 3-5 只或 10 余只的小群。清晨飞到田野觅食，晚上很晚才飞回村旁或林缘的树上过夜。在地上觅食时常一步一步地向前移动，不时扭头向四处张望。性机警，比其他鸦类更难接近，见人走近，离很远就飞走。鸣声较其他鸦类宏亮，常边飞边叫，似“kaar-kaar”声。栖止时，多伸颈鸣叫。杂食性，大部分是动物性食物，包括鞘翅目金龟、步行虫、锹形虫、半翅目、鳞翅目幼虫以及蜗牛、泥鳅、小鸟等；植物性食物包括玉米、土豆、黄豆、小麦及草子。有时与乌鸦混群。以种子、昆虫、垃圾、腐肉等为食。常单独或成队活动，很少集群。

⑤斑嘴鹈鹕

栖息于沿海海岸、江河、湖泊和沼泽地带。单独或成小群生活。善游泳，飞翔力亦强，两翅扇动缓慢而有力，亦常在水面上空翱翔。游泳时颈伸得较直，嘴斜朝下。主要以鱼类为食，也吃蛙、甲壳类、蜥蜴、蛇等。在中国分布于长江下游、广东、福建、云南和台湾及海南岛等东南沿海一带。结群营巢。通常营巢于湖边和沼泽湿地中高大的树上。巢相当庞大，用树枝和干草构成。每窝产卵 3-4 枚，卵乌白色，大小为 81mm~83mm×47mm~58mm，平均 79mm×53mm。雌雄轮流孵卵，孵化期约 30 天。

3.6.5.2.4 生态系统现状调查与评价

3.6.5.2.4.1 生态系统类型

本次评价现场踏勘，野外调查等方式，获得了评价区各种不同类型生态系统类型数据。项目评价范围内生态系统类型可划分为自然生态系统和人工生态系统 2 大类、6 个种类，分别为：森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、农田生态系统、城镇生态系统，详见表 3.6-18。生态系统类型图见附图 21、附图 22。

本项目陆域工程评价范围内除其它（工业用地、裸地及登陆点向海一侧海洋）外，占地面积最大的为城镇生态系统，占地面积为 195.25hm²，其次为农田生态系统，占地面积为 187.26hm²，分别占评价区总面积的 24.73%、23.71%。

3.6.5.2.4.2 生态系统结构和功能状况

（1）森林生态系统

评价范围内森林生态系统均属次生演替发展形成，呈小面积、零星、点状分布。

①**植被现状：**评价区内的森林生态系统的植被类型以木麻黄群系，银合欢、楝树、构树群系等为主。

②**动物现状**：森林生态系统是动物良好的栖息地和避难所，也是评价区内各种野生动物的主要活动场所，如鸟类中的陆禽，如珠颈斑鸠、山斑鸠、八声杜鹃及大多数鸣禽等；兽类中的半地下生活型的黄毛鼠、褐家鼠、黄鼬等。

③**生态系统功能**：森林生态系统比地表其他生态系统更加具有复杂的空间结构和营养链式欧亚野猪构，这有助于提高系统自身调节适应能力。其生态服务功能包括光能利用、调节大气、涵养水源、改良土壤、防风固沙、水土保持，控制水土流失、孕育和保存生物多样性等几个方面。

（2）灌丛生态系统

评价范围内灌丛生态系统是森林、灌丛被砍伐，导致水土流失，土壤日趋瘠薄，生境趋于干旱化所形成的次生类型。

①**植被现状**：评价区内的灌丛生态系统的植被类型以马缨丹群系、银合欢群系灌丛为主。

②**动物现状**：灌丛生态系统也是评价区内多种野生动物的主要活动场所，如爬行类中得灌丛石隙型种类，如：南草蜥等；鸟类的陆禽山斑鸠、棕胸竹鸡及大多数鸣禽等；兽类的半地下生活性种类，如：黄毛鼠、黄褐鼬、黄鼬等。

③**生态系统功能**：灌丛生态系统与森林生态系统一样，是地球上最重要的陆地生态系统类型之一。灌丛生态系统的生态功能主要表现为侵蚀控制、土壤形成、营养循环、生物控制、基因资源等。

（3）草地生态系统

项目评价范围内草地生态系统主要为中生和旱生多年生草本植物组成的植被类型，多分布于林缘、耕地和道路旁以及林间林窗区域。

①**植被现状**：评价区内的草地生态系统的植被类型以白茅草丛、银胶菊草丛、鬼针草丛为主。

②**动物现状**：草丛生态系统由于植被类型单一，资源相对匮乏，动物多样性亦比较单一，主要为两栖类动物和少量爬行类、鸟类动物；偶见兽类动物。

③**生态系统功能**：草地生态系统的生态功能主要表现为涵养水源、水土保持、防风固沙等。

（4）湿地生态系统

评价区湿地生态系统主要包括北海市银海区排水沟渠、滨海湿地、潮间带，涠洲岛内涠洲水库等水体及周围湿地（湿地范围包括登陆点向陆一侧的潮间带及滨海湿地，登陆点向海一侧，因本期陆域工程影响很小，且项目对海洋环境的影响主要在本项目海缆工程中进行评价，故陆工工程评价内容未计入）。

①**植被现状**：评价区内的湿地生态系统内湿地植物种丰富，主要为红树林、芦苇等。

②**动物现状**：湿地生态系统也是多种动物的重要栖息场所，如云南臭蛙、饰纹姬蛙；爬行类中的林栖傍水型种类，如乌华游蛇、灰鼠蛇等。此外，湿地生态系统更是湿地鸟类的重要栖息和觅食场所，分布有游禽和涉禽，如小鸕鷀、普通秋沙鸭、牛背鹭、池鹭等，还有部分攀禽，如普通翠鸟、白腰雨燕等。

③**生态系统功能**：湿地生态系统功能主要包括：蓄水调节；控制土壤、提供良好的湿地土壤，防止土壤侵蚀；环境调节、调节局域气候；提供动植物栖息地及维持生物多样性、自然资源供给等功能；评价范围内潮间带红树林具有消浪护堤、固碳储碳、净化海水、改善海岸景观、保护渔业资源等多种重要生态功能。

（5）农业生态系统

农业生态系统是由一定农业地域内相互作用的生物因素和非生物因素构成的功能整体，人类生产活动干预下形成的人工生态系统。建立合理的农业生态系统，对于农业资源的有效利用、农业生产的持续发展以及维护良好的人类生存环境都有重要作用。

①**植被现状**：评价范围内的农业生态系统在项目周边分布较广，农业植被分为粮食作物和经济作物，其中粮食作物主要有玉米、甘蔗等；经济作物主要有香蕉、木薯等。

②**动物现状**：农业生态系统属于人工控制的生态系统，与人类伴居的动物多活于此，如鸟类的常见山斑鸠、喜鹊等，以及兽类中得部分半地下生活型种类，主要为家野两栖的小型啮齿动物，如：褐家鼠等。

③**生态系统功能**：农业生态系统的主要功能体现在农产品及副产品生产，包括为人们提供农产品及其提供生物能源等。此外，农业生态系统也具有养分循环、水分调剂、传粉播种、病虫害控制、生物多样性及基因资源等功能。

（6）城镇生态系统

城镇生态系统是一种复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上存在着差别。

①**植被现状**：评价区内的城镇生态系统中自然植被较少，植被类型较为简单，主要为人工栽培市政园林绿化植被等。

②**动物现状**：城镇生态系统动物主要为喜人类伴居的种类，如鸟类中的家麻雀、麻雀、喜鹊、家燕等，兽类的褐家鼠、小家鼠等。

③**生态系统功能**：城镇生态系统的服务功能主要为提供生活和生产物质的功能，包括食物生产、原材料生产；满足人类精神生活需求的功能，包括娱乐文化。

3.6.5.2.4.3 生态系统质量评价

本次评价根据评价区内植被样方调查结果，结合《中国森林生态系统的生物量和生产力》（冯宗炜等，1999）和《我国森林植被的生物量和净生产量》（方精云等，1996）等资料，得到各植被类型的平均生物量；再根据各植被类型的面积，计算得出评价区植被总生物量。

经计算，评价区内植被总生物量 6445.67t。评价区植被总生物量最多的为农作物，其次是乔木林地。评价区各植被类型生物量详见表 3.6-19。

3.6.5.2.5 生态敏感区现状调查与评价

根据收集到的资料，项目评价范围内涉及广西涠洲岛自治区级自然保护区、广西北海涠洲岛自治区重要湿地、广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地、北部湾水源涵养生态保护红线、广西北海涠洲岛自治区级自然保护区生态保护红线、广西北海涠洲岛火山国家地质公园、南漓—涠洲岛海滨风景名胜区等 7 处生态敏感区，前述 7 处生态敏感区中，需永久及临时占用风景名胜区，不涉及其它生态敏感区的占用，项目陆域工程与生态敏感区的相对位置关系见表 3.6-20，图 1.9-2~图 1.9-11。

3.6.5.2.5.1 广西涠洲岛自治区级自然保护区

（1）保护区的设立

为保护涠洲岛候鸟及其栖息环境，广西壮族自治区人民政府于 1982 年 6 月以“桂政发〔1982〕97 号文”批准建立涠洲岛鸟类自然保护区，1986 年，设立自然保护区管理站。

1991 年北海市编委以“北编〔1991〕9 号文”确认建立“北海市涠洲岛鸟类自然保护区管理站”和“北海市涠洲岛鸟类自然保护区派出所”2 个管理机构。

2001 年保护区管理机构更名为“广西涠洲岛自然保护区管理处”和“北海市公安局涠洲岛自然保护区派出所”（北编〔2001〕1 号文）。

2008 年委托广西林业勘测设计院就保护区进行总体规划上报广西壮族自治区林业厅，于 2009 年得到批复予以批准。

2010 年委托广西林业勘测设计院对保护区总规进行修编，并于 2010 年 7 月 15 日得到广西壮族自治区人民政府的批复。

2013 年 5 月委托广西林业勘测设计院对保护区进行功能区调整工作，并于 2014 年 5 月 4 日得到广西壮族自治区人民政府的批复（桂政函〔2014〕72 号）。

本章节内容主要引自广西壮族自治区林业勘测设计院于 2014 年 3 月编制完成的《广西涠洲岛自治区级自然保护区功能区调整论证报告》。

（2）保护区概况

广西涠洲岛自治区级自然保护区地理坐标为东经 109°04'54"~109°13'08"，北纬 20°54'12"~21°04'14"，包括涠洲的大部分区域和斜阳岛，总面积 2382.1hm²，其中涠洲岛部分

面积 2193.1hm²，斜阳岛部分面积 189.0hm²。保护区核心区面积 238.5hm²，实验区面积 2143.6hm²。

保护区四至界限分别为：

涠洲岛部分：东界自圣塘村横岭起，向南沿海岸线经下牛栏山、下坑仔、石盘河向西经涠洲镇、南湾一带海岸线，转向北经平石至大岭后，沿海岛公路向北经南油终端处理厂、西角村、新奥公司至中石化拟建原油库区东北向约 500m 处向北转向海岸线，沿海岸线经北港水产站向南至横岭。

斜阳岛部分：为整个斜阳岛岛屿的陆域范围。

（3）主要保护对象

涠洲岛自治区级自然保护区主要保护对象为黑鹳、黄嘴白鹭、小白额雁、花脸鸭、水雉等鸟类及其生境。

1) 保护对象概况

涠洲岛自然保护区鸟类栖息环境良好，食源丰富，是候鸟迁徙印尼、西沙群岛和印支半岛的重要中途“驿站”，保护区目前已知有鸟类 100 多种。

①迁徙规律

涠洲岛自然保护区位于亚洲东北部与东南亚、南沙群岛和澳大利亚之间的候鸟迁徙通道上，是沿太平洋海岸迁飞的候鸟的重要中途停歇地，在国际鸟类保护中具有重要意义。

每年春（3~5 月）、秋（9~11 月）两季，种类和数量众多的迁徙候鸟路过保护区并停歇，群集主要在清明和中秋前后。春季以鹰类为多，秋季以鹰、隼及火斑鸠为最多。每年春季，北上迁飞已经消耗了大量体能的候鸟，在这保护区歇息一段时间并补充食物后，体能得到恢复。它们之中一部分会沿海岸线继续北上至东北亚地区甚至阿拉斯加；另一部分则进入内陆，以扇形扩散的方式继续北上，飞抵华中、华北、中西伯利亚以及中亚地区。秋季，大部分候鸟则反方向往回迁徙。迁徙鸟类通常在涠洲岛上停留 5~15 日。

②主要栖息地

自然保护区范围内的木麻黄林带和沼泽为迁徙候鸟的主要栖息地。涠洲岛国家重点保护鸟类分布情况见附图 23。

（4）功能区划

根据《广西涠洲岛自治区级自然保护区功能区调整论证报告》，调整后自然保护区无缓冲区，分为核心区和实验区，保护区总面积 2382.1hm²，其中涠洲岛 2193.1hm² 及斜阳岛 189hm²。

核心区：核心区面积 238.5hm²，占保护区总面积的 10.0%，核心区由两部分组成，一是北港至牛角坑一带的沿岸防护林，面积 67.5hm²，这一部分拥有该岛保存完好的海岸林，为鸟类提供满足不同生态需求的小生境；二是斜阳岛除去村寨、待发展经济活动地段之外的绝大部分面积，有 171.0hm²大小，该岛植被保存较好，生长茂盛，郁闭度较高。

实验区：实验区面积 2143.6hm²，占保护区总面积的 90.0%，包括两部分，一是北港水产站、剩余部分的盛塘村、公山村和荔枝山村以及后背塘、城仔村、西角村、百代寮、竹蔗寮等村寨、东湾南湾两个居委会，面积 2125.6hm²；二是斜阳岛村寨及待发展经济活动的地段，面积 18.0hm²。实验区内居民点较多，植被次生性强，主要为农业植被，并分布有少量的木麻黄林。农业植被中香蕉种植面积最大，占 80%以上，其余零星分布有木薯、玉米等。实验区内也常见一些鸟类以及斑腿树蛙等。

(5) 保护区植被、植物状况

保护区内的天然植被划分为 4 个植被型组，6 个植被型和 11 个群系。人工植被可分为 3 个植被型和 6 个群系。涠洲岛自然保护区的开发历史长、受人类活动长期干扰，原生性植被已经消失。现存的植被当中，绝大部分为人工植被，如香蕉园、木麻黄林、台湾相思林，占植被总面积的 90%以上。自然植被仅有少量的银合欢灌丛、仙人掌灌丛、撂荒水田形成的沼泽以及零星分布于海岸带的沙生植被。

涠洲岛自然保护区的植被覆盖面积约 2070.2hm²，其中农业植被 1686.9hm²，占 81.5%，森林面积仅 367.3hm²，森林覆盖率为 16.1%。在农业植被当中，以蕉园的面积最大，占 90%以上，其次是玉米、木薯等。总体来说，涠洲岛自然保护区的森林是十分匮乏的，特别是涠洲岛，森林覆盖率仅为 11.9%；但斜阳岛的情况有所不同，森林覆盖率达 87.5%，绝大部分为台湾相思。

涠洲岛自然保护区目前已知有维管束植物 311 种（含变种、亚种、栽培变种和变型），隶属于 84 科 239 属，其中蕨类植物 7 科 7 属 10 种，裸子植物 2 科 2 属 2 种，被子植物 75 科 230 属 299 种，在被子植物中，双子叶植物有 62 科 181 属 237 种，单子叶植物有 13 科 49 属 62 种。在野生维管束植物中，木本植物有 53 种，隶属于 29 科 45 属；草本植物有 147 种，隶属于 44 科 113 属；藤本植物有 40 种，隶属于 15 科 35 属。

(6) 野生动物资源

涠洲岛自然保护区现已知分布有野生陆栖脊椎动物 220 种，分别隶属于 4 纲 21 目 64 科。其中鸟类的种类最多，共 188 种。

(7) 拟建项目与保护区位置关系

拟建项目陆域工程永久及临时占地不占用广西涠洲岛自然保护区，项目与该自然保护区实验区边界最近距离约为 80m，与该自然保护区核心区最近距离约为 2.9km。详见表 1.9-2、图 1.9-2~图 1.9-11。

(8) 拟建项目陆域工程涉及自然保护区评价区生态现状

①植被植物现状：拟建项目涉及保护区路段主要为人工栽培植被，包括香蕉，局部有部分玉米和蓖麻、木薯等。自然植被均为撂荒地恢复植被，其中旱地撂荒地主要为马缨丹群系、鬼针草群系、白茅群系、银胶菊群系等。

②野生动物现状：农作物及草丛是工程影响区主要的植被类型，其内物种多样性低，因此不是野生动物主要的栖息地类型。用地周边 1000m 范围内较常出现的重点野生保护动物有普通鵞、凤头鹰等。在拟建项目评价区较常出现的野生重点保护动物这些保护动物主要分布在农田、香蕉园、草地等处。

3.6.5.2.5.2 广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地

广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地为《国家林业和草原局公告（2023 年第 23 号）（陆生野生动物重要栖息地名录（第一批））》（国家林业和草原局，2023 年 11 月 30 日）正式确立。

根据收集到的资料，广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地重点保护涠洲岛范围内国家、省级重点保护及《中国生物多样性红色名录》中的极危（CR）、濒危（EN）、近危（NT）、易危（VU）鸟类及其生境。该生态敏感区边界与广西涠洲岛自治区级自然保护区边界基本一致。该重要栖息地内主要保护对象，动植物现状、与拟建项目的相对位置关系等与广西涠洲岛自治区级自然保护区基本一致。

根据收集到的资料，涠洲岛候鸟重要栖息地主要保护对象是迁徙候鸟。涠洲岛地处亚洲东北部与东南亚、南洋群岛和澳大利亚之间的候鸟迁徙通道上，是沿太平洋海岸迁飞候鸟的重要中途停歇地。

3.6.5.2.5.3 广西北海涠洲岛自治区重要湿地

广西北海涠洲岛自治区重要湿地《广西壮族自治区林业局关于公布第一批自治区重要湿地名录的通知》（桂林发〔2020〕20 号，2020 年 9 月 21 日）正式确立。

根据收集到的资料，广西北海涠洲岛自治区重要湿地重点保护涠洲岛范围内近海与海岸湿地、沼泽湿地、人工湿地，重要湿地的总面积为 2193hm²，其中湿地面积 410.33hm²。广西北海涠洲岛自治区重要湿地范围占地面积与广西涠洲岛自治区级自然保护区边界及占地面积基本一致。

据现场踏勘，拟建项目陆域工程永久及临时占地均不占用广西北海涠洲岛自治区重要湿地，拟建项目陆域工程评价范围内涉及广西北海涠洲岛自治区重要湿地，项目与广西北海涠洲岛自治区重要湿地边界最近距离约为 80m，与该重要湿地内人工湿地最近距离约为 550m，与该重要湿地内沼泽湿地最近距离约为 1.4km。

项目陆域工程评价范围内除低洼水塘，市政排水沟渠外，不涉及其他水体，评价范围内重要湿地边界与广西涠洲岛自治区级自然保护区边界一致。该重要湿地内主要保护对象，动植物现状、与拟建项目的相对位置关系等与广西涠洲岛自治区级自然保护区基本一致。

根据收集到的资料，涠洲岛地处亚洲东北部与东南亚、南洋群岛和澳大利亚之间的候鸟迁徙通道上，是沿太平洋海岸迁飞候鸟的重要中途停歇地。广西北海涠洲岛自治区重要湿地主要是为了保护迁徙候鸟。

3.6.5.2.5.4 北海市生态保护红线

(1) 北海市生态保护红线概况

2021 年 7 月 23 日，《北海市人民政府关于“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》，该实施意见在广西壮族自治区生态保护红线划定的基础上制定了北海市生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单生态环境分区管控意见。

(2) 项目涉及的生态保护红线类型情况

本项目陆域工程评价范围内涉及生态保护红线两处北部湾水源涵养生态保护红线和广西北海涠洲岛自治区级自然保护区生态保护红线。

①北部湾水源涵养生态保护红线

北海市境内主要涉及银海区、海城区、铁山港区、合浦县等地。

②广西北海涠洲岛自治区级自然保护区生态保护红线

均位于海城区。

(3) 项目与生态保护红线的位置关系

根据收集到的资料，并经现场踏勘，本项目陆域工程永久及临时占地不占用生态保护红线，项目陆域工程评价范围内涉及生态保护红线，项目陆域工程与北部湾水源涵养生态保护红线边界最近距离约为 80m，与广西北海涠洲岛自治区级自然保护区生态保护红线边界最近距离约为 120m。

详见表 1.9-2，图 1.9-2~图 1.9-11。

(4) 项目周边生态保护红线区域现状调查与评价

①土地利用、生态系统现状

本项目陆域工程评价范围内生态保护红线区域土地类型主要为林地（乔木林地和灌木林地）、园地（香蕉园）、耕地（玉米、木薯等）和草地；生态系统类型主要为森林生态系统、农业生态系统、灌丛生态系统和草地生态系统。

②陆生植物现状

本报告在评价区内设置的样地及调查点均设置在生态敏感区范围内，因此上文“7.2.2 项目所在区域陆生植物现状”章节可以体现项目沿线生态保护红线区域陆生植物现状。

生态保护红线内植被类型与“3.6.5.2.2.2 主要植被类型”章节一致，自然植被也划分为3个等级，与上文一致；生态保护红线内植被共包括了3个植被型组、3个植被型、3个植被亚型、6个群系，涵盖了“表 3.6-14 评价区内现状植被群落调查结果统计表”中所有的自然植被和人工植被中的农业植被；生态保护红线内植被群落结构及演替规律与“3.6.5.2.2.3 植被群落结构及演替规律”章节一致。生态保护红线内植物资源现状与“3.6.5.2.2.4 植物物种多样性”章节一致，红线内维管植物共计62科173属211种，其中裸子植物2科、2属、3种，被子植物60科、171属、208种。本项目涉及生态保护红线范围内无重要植物、古树名木分布。生态保护红线内调查发现的入侵物种与“3.6.5.2.2.6 外来入侵物种”章节一致。

③陆生动物现状

本次评价在评价区内设置的动物调查样线和样点多数在生态保护红线范围内，沿线生态保护红线范围内动物资源和重要动物情况均与“3.6.5.2.3 项目所在区域陆生动物现状”章节一致。

3.6.5.2.5.5 广西北海涠洲岛火山国家地质公园

（1）概况

2004年1月19日，国土资源部批准成立了“广西北海涠洲岛火山国家地质公园”。其范围包括涠洲岛和斜阳岛两个岛屿，以涠洲岛为主，陆地面积26.88km²（含斜阳岛1.9km²），潮间带面积3.47km²，海岸线24.6km。拟建项目与该地质公园最近距离约320m，不占用该地质公园范围。

（2）涠洲岛火山地质公园总体规划

根据涠洲岛地质公园的性质和布局原则，按地质遗迹景观和其它景观类型的间分布与组合特征，以及土地用地类型、交通线路等因素，对接《北海涠洲岛旅游区发展规划》、《北海涠洲岛旅游区（镇）总体规划（2011-2025）》、《涠洲镇土地利用总体规划（2010-2020）》等上位规划，构建涠洲岛火山国家地质公园“一湾、一区、一岛”的总体布局，并据此划分南湾景区（一湾）、内岛景区（一区）、斜阳岛景区（一岛）三大景区。

a.南湾景区

位于涠洲岛，景区东至湾仔芝麻滩，西至鳄鱼山，北至湾背，南至海域。拥有丰富的火山地貌、海蚀海积地貌景观和绝美的半圆弧状优美海湾（南湾火山口）以及历史文化街区等人文景观。

b.内岛景区

位于涠洲岛，与南湾景区北部相接，包括竹遮寮、西角两村东部以及荔枝山、公山、盛棠三村大部的内岛区域。景区发育有涠洲岛的奠基者——造岛玄武岩，拥有湿地、珍稀动植物等生态资源，西方宗教文化和本土客家文化、疍家文化等人文资源，以及热带田园风光等特色资源。

c.斜阳岛景区

位于斜阳岛。环岛沿岸发育有原始风貌的海蚀地貌和斜阳村火山口地质遗迹，拥有成片的台湾相思树林和良好的生态植被。

（3）地质地貌

涠洲岛以火山地貌、海蚀地貌和海积地貌为主要地质景观。火山景观资源包括火山机构、火山构造和火山岩，海岸景观资源包括海蚀崖、海蚀洞、海蚀平台以及海滩。地质灾害事件景观资源包括海岸风暴沉积事件遗迹和古地震遗迹景观。地质公园主要地质遗迹分布在涠洲岛南部的鳄鱼山，距拟建项目约 3.5km。

（4）主要景点及与拟建陆域工程位置关系

主要景点：涠洲岛已开发五大景区，其中鳄鱼山火山口地质公园属于中级开发，芝麻滩（五彩滩）、滴水丹屏、石螺口、天主教堂属于初级开发，其余景区尚处于未开发阶段。游览产品基本属于观光层次，参与类游览项目较少，且远未形成产品体系。

本项目与涠洲岛各主要景点位置关系见表 3.6-23，图 3.6-12~图 3.6-13。

依据《广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划（2013-2025）》，项目陆域工程距离地质遗迹核心区——鳄鱼山最近约 3.5km。拟建项目不涉及占用地质遗迹景观，不会使地公园内的主要地质遗迹（火山遗迹）遭到破坏，也不会对公园地质遗迹产生本质影响。

3.6.5.2.6 南漓—涠洲岛海滨风景名胜区

南漓—涠洲岛海滨风景名胜区主要分为 4 个部分：廉州景区、南漓景区、涠洲岛景区、斜阳岛景区。

项目与主要景点的相对位置关系见表 3.6-23、图 1.9-3~图 1.9-11、图 3.6-12、图 3.6-13。

（3）拟建陆域工程位置关系

项目陆域工程 220kV 涠洲变电站、墩海~涠洲 220kV 陆缆线路涠洲侧 1.74km 长的陆缆线路，位于该风景名胜区范围内，本期拟建陆域工程占用风景名胜区内面积为 2.40hm²，其中永久占地 1.78hm²，临时占地 0.62hm²。

项目 220kV 墩海站扩建 220kV 涠洲间隔工程及墩海~涠洲 220kV 陆缆线路涠洲侧不涉及风景名胜区的永久和临时占用，项目墩海~涠洲 220kV 陆缆线路涠洲侧与风景名胜区边界最近距离约为 130m。

3.6.5.2.7 评价区主要生态环境问题

根据收集到的资料，并结合现场调查，项目区域存在的主要生态问题如下：

(1) 耕地面积减少，土壤肥力下降；农业面源污染及城镇生活污水污染比较突出；部分农业区干旱；林种结构单一，森林质量下降。

(2) 受人类活动影响，项目区自然植被已不存在，除部分次生木麻黄林、银合欢、楝树、构树林等外，其它林地内，物种较为贫乏，群落结构简单，闭郁度低，生物量及生产力均较为低下。

(3) 随着岛上经济的开发，人类活动愈加剧烈，岛内旅游开发，生产建设活动，造成植被破坏、水土流失、自然资源流失等，进一步压缩了涠洲岛内各类动植物的生存空间。

(4) 野生动物栖息地恢复有待加强。近年来大部分水稻田已不再种植，撂荒后形成了草本沼泽，草本植物茂密，隐蔽空间和食物较少，在此区域停歇的水鸟种类和数量较少，在此区域的放牧也对鸟类造成一定影响。由于遭受自然灾害、防护林管护缺乏等影响，北岸至东岸出现了木麻黄林木枯死、濒死、生长不良等现象，稳定性降低，生态防护功能退化，鸟类的栖息地质量也有所下降。

3.6.6 地表水环境

本项目变电站站址及陆缆线路全线位于北海市银海区、海城区境内走线，据现场踏勘，项目位于银海区段陆域评价范围内水体为人工修筑的市政排水渠、废弃海水养殖、低洼水塘、沟渠等；项目位于海城区涠洲岛陆域评价范围内除涠洲水库外，其它主要为低洼水塘、沟渠等，不涉及其他水体。

根据《北海市 2023 年生态环境状况公报》，2023 年，北海市地表水环境质量考核断面有 8 个，地表水优良率为 100%。与 2023 年相比，洪潮江水库、南康江水质改善明显，提升 1 个水质类别，其它 6 个南流江南域、南流江亚桥、白沙河高速公路桥、西门江老哥渡、牛尾岭水库、旺盛江水质持平。

2023 年，北海市市级、县级共 5 个饮用水水源地，市级饮用水水源地牛尾岭水库、湖海运河东岭段以及县级饮用水水源地南流江总江口、洪潮江水库水质均达到地表水Ⅲ类标准；

龙潭地下水水源地因地质背景值影响 pH 值未达到地下水Ⅲ类标准数值，但达到“水质不退化”的考核要求。

2023 年，近岸海域优良水质面积比例为 98%，达到自治区考核要求，排名全区第一。

2023 年，北海市银滩海水浴场水质优良天数比例为 90.6%，达到美丽海湾建设标准要求。

北海市纳入考核的水功能区断面有 8 个，均为自治区级水功能区。2023 年，北海市自治区级水功能区达标率为 100%，与 2022 年相比上升了 12.5 个百分点。

项目陆域工程评价范围内涉及涉水的自然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园、风景名胜区等 5 处涉水生态敏感区，由于陆域工程永久及临时占地未占用自然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园范围，拟占用风景名胜内区域与风景名胜区内水域均在 300m 以上，故，本报告仅在生态敏感区部分列出，这里不再重复说明。

项目评价范围内涉及涠洲水库饮用水源保护区，该饮用水源保护区由广西壮族自治区人民政府以《北海市乡镇集中式饮用水水源保护区划定方案》（桂政函〔2016〕217 号）文批复设立，涠洲水库规划为岛内生活饮用水水源，涠洲水库水源地水源保护区划分为一级保护区和二级保护区，不设准保护区。

①一级保护区：

水域范围：水库正常水位线（10.00m）以下的水域。

陆域范围：水库正常水位线以上 200m 范围内的陆域，不超过流域分水岭（结合现状避开西角村委的山仔、城仔村委的城仔和荔枝山村委的圩仔等 3 个自然村）。

总面积：0.647km²。

②二级保护区：

陆域范围：水库一级保护区边界线至水库流域背脊线以外 200m 所包围的区域（结合现状避开军事、行政、文物等用地）。

总面积：2.736km²。

4 环境影响预测与评价

4.1 海洋水文动力环境影响预测与评价

4.1.1 水动力数学模型

4.1.1.1 数学模型

根据《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T231-2021）及有关研究方法，建立项目工程附近海域的三维潮流模型，以预测本项目对海洋水动力场和海洋水质环境的影响。采用有限体积元方法对三维潮流运动基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，从而得出流速、

流向、潮位。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界处理，以保证计算的精度和连续性。

1、控制方程

模式垂向采用 σ 坐标系，与 Z 坐标系的变换关系如下：

$$x^* = x, y^* = y, \sigma = \frac{z - \zeta}{H + \zeta} = \frac{z - \zeta}{D}, t^* = t$$

式中 x, y, z 分别是笛卡尔坐标系的空间变量， t 是时间变量； x^*, y^* 分别是 σ 坐标系的空间自变量， t^* 是 σ 坐标系的时间自变量； H 是水深， ζ 是海平面波高。这样，海底 $\sigma = -1$ ，表面为 $\sigma = 0$ 。

模型控制方程组由动量方程、连续方程、温度方程、盐度方程和密度方程组成，在 σ 坐标系下分别为：

(1) 连续方程

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial Du}{\partial x} + \frac{\partial Dv}{\partial y} + \frac{\partial Dw}{\partial \sigma} = 0$$

(2) 动量方程

$$\begin{aligned} & \frac{\partial uD}{\partial t} + \frac{\partial u^2D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} + \frac{\partial uw}{\partial \sigma} - fvD \\ & = -gD \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gD}{\rho_o} \left[\frac{\partial}{\partial x} (D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma') + \sigma \rho \frac{\partial D}{\partial x} \right] + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_m \frac{\partial u}{\partial \sigma}) + DF_x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial vD}{\partial t} + \frac{\partial uvD}{\partial x} + \frac{\partial v^2D}{\partial y} + \frac{\partial vw}{\partial \sigma} + fuD \\ & = -gD \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gD}{\rho_o} \left[\frac{\partial}{\partial y} (D \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma') + \sigma \rho \frac{\partial D}{\partial y} \right] + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_m \frac{\partial v}{\partial \sigma}) + DF_y \end{aligned}$$

(3) 温度、盐度和密度方程

$$\frac{\partial TD}{\partial t} + \frac{\partial TuD}{\partial x} + \frac{\partial TvD}{\partial y} + \frac{\partial Tw}{\partial \sigma} = \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_h \frac{\partial T}{\partial \sigma}) + D \hat{H} + DF_T$$

$$\frac{\partial SD}{\partial t} + \frac{\partial SuD}{\partial x} + \frac{\partial SvD}{\partial y} + \frac{\partial Sw}{\partial \sigma} = \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_h \frac{\partial S}{\partial \sigma}) + DF_S$$

$$\rho = \rho(T, S)$$

(4) 湍流闭合方程

$$\frac{\partial q^2 D}{\partial t} + \frac{\partial q^2 u D}{\partial x} + \frac{\partial q^2 v D}{\partial y} + \frac{\partial q^2 w}{\partial \sigma} = 2D(P_s + P_b - \varepsilon) + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_q \frac{\partial q^2}{\partial \sigma}) + DE_q$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial q^2 l D}{\partial t} + \frac{\partial q^2 l u D}{\partial x} + \frac{\partial q^2 l v D}{\partial y} + \frac{w}{\sigma} \frac{\partial q^2 l w}{\partial \sigma} \\ & = lE_l D(P_s + P_b - \frac{\tilde{W}}{E_l} \varepsilon) + \frac{1}{D} \frac{\partial}{\partial \sigma} (K_q \frac{\partial q^2 l}{\partial \sigma}) + DF_l \end{aligned}$$

在 σ 坐标系中，水平扩散项定义为：

$$DF_x \approx \frac{\partial}{\partial x} \left[2A_m H \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[A_m H \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right]$$

$$DF_y \approx \frac{\partial}{\partial x} \left[2A_m H \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[A_m H \frac{\partial v}{\partial y} \right]$$

$$D(F_T, F_S, F_{q^2}, F_{q^2 l}) \approx \left[\frac{\partial}{\partial x} (A_h H \frac{\partial}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (A_h H \frac{\partial}{\partial y}) \right] (T, S, q^2, q^2 l)$$

其中， u ， v 和 w 是 x ， y 和 z 三个方向上的速度分量； T 是位温； S 为盐度； ρ 为密度； P 为压力； f 为科氏参数； g 是重力加速度；

$$\sigma = \frac{z - \zeta}{D}, \quad D = H + \zeta;$$

A_m 、 K_m 分别是水平与垂向黏性系数；水平方向扩散系数取值为 $1.15 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ ，垂向方向扩散系数取值为 $0.65 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ 。

A_h 、 K_h 是水平与垂向热力涡动摩擦系数；

q^2 和 l 分别是湍动能和湍动的长度尺度。

K_m 、 K_h 、 K_q 分别由下列公式确定： $K_m = lqS_m$ ， $K_h = lqS_h$ ， $K_q = 0.2lq$

S_m 、 S_h 为稳定函数。根据 mellor 和 yamada， S_m 、 S_h 由下列方程组确定：

$$S_m = \frac{0.4275 - 3.354G_h}{(1 - 34.676G_h)(1 - 6.127G_h)}$$

$$S_h = \frac{0.494}{1 - 34.676G_h}$$

$$G_h = \frac{l^2 g}{q^2 \rho_0} \rho_z$$

2、边界条件和初始条件

(1) 海面边界条件 $\sigma=0$:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{D}{\rho_o K_m} (\tau_{sx}, \tau_{sy}), \quad w = \frac{\hat{E} - \hat{P}}{\rho}, \quad \frac{\partial T}{\partial \sigma} = \frac{D}{\rho c_p K_h} [Q_n(x, y, t) - SW(x, y, 0, t)]$$

$$\frac{\partial S}{\partial \sigma} = -\frac{S(\hat{P} - \hat{E})D}{K_h \rho}$$

(2) 海底边界条件 $\sigma=-1$:

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{D}{\rho_o K_m} (\tau_{bx}, \tau_{by})$$

$$w = \frac{Q_b}{\Omega}$$

$$\frac{\partial T}{\partial \sigma} = \frac{A_H D \tan \alpha}{K_h - A_H \tan^2 \alpha} \frac{\partial T}{\partial n}$$

$$\frac{\partial S}{\partial \sigma} = \frac{A_H D \tan \alpha}{K_h - A_H \tan^2 \alpha} \frac{\partial S}{\partial n}$$

式中, \hat{P} 、 \hat{E} 分别是降雨量和蒸发量;

(τ_{sx}, τ_{sy}) 为表面风应力在 x , y 向的分量;

$(\tau_{bx}, \tau_{by}) = C_d \sqrt{u^2 + v^2} (u, v)$ 为底部剪切力在 x , y 向的分量;

Q_b 为底部水体通量;

C_d 为底应力拖曳系数, 由近海底 z_{ab} 处的流速呈对数分布计算:

$$C_d = \max \left(\frac{\kappa^2}{\ln \left(\frac{z_{ab}}{z_0} \right)^2}, 0.0025 \right), \quad \text{其中 } \kappa \text{ 为卡门常数, } \kappa = 0.4; \quad z_0 \text{ 为海底粗糙度, 一般取为}$$

0.001~0.002m。

(3) 固体侧边界条件:

$$v_n = 0; \quad \frac{\partial T}{\partial n} = 0; \quad \frac{\partial S}{\partial n} = 0$$

(4) 开边界条件:

模型可以采用两种方法指定开边界条件:

- 1) 在开边界指定有实测得到的水位或者嵌套的大区域网格计算所得到的水位。
- 2) 利用开边界上各分潮的调和常数计算得到强迫水位。公式如下：

$$\zeta_o = \overline{\zeta_o} + \sum_{i=1}^{N_o} \hat{\zeta}_i \cos(\omega_i t - \theta_i)$$

其中： $\overline{\zeta_o}$ 是相对于静止水平面的平均水位；

$\hat{\zeta}_i$ ， ω_i ， θ_i 分别是第 i 分潮的振幅、频率和位相；

N_o 是分潮总数。

所谓开边界条件即水域边界条件，可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案，计算域外海大网格开边界条件给定潮汐调和常数。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加，分潮振幅（H）和专有迟角（g）只与地点有关，称潮汐调和常数。本次计算域外海开边界选取 4 个主要分潮（M₂、S₂、K₁、O₁）叠加，其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供，根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整，并且在模型计算和调试过程中根据部分水文观测站的实测潮位结果进行实时调整，以尽可能拟合潮位过程线。

河流开边界采用多年平均流量做为流量边界，河流开边界条件为 3 个，即钦江（多年平均流量 64.17m³/s）、茅岭江（多年平均流量 82.12m³/s）、大风江（多年平均流量 67.2m³/s），其水量特征值采用多年平均流量。

3、计算域的确定及网格划分

数学模型的网格剖分与本项目方案尺度相适应，对本项目方案进行合理概化，对潮流运动进行详细的模拟。模型计算区域选择由 20° 12.5' N~21° 51.0' N，107° 58.5' E~110° 1.4' E 为外海开边界构成的区域，东西长大约 223.6km，南北宽大约 198.9km。

模型采用三角形网格剖分计算区域，工程前三角形网格节点数为 16642 个，三角形网格数为 32366 个，工程后管道铺设水下地形几乎没有改变，也不存在海陆变迁，因此工程后与工程前采用相同的网格，最大网格长 2.6km，位于外海边界处；最小网格长 15m，位于项目工程疏浚处，其余电缆铺设段最小网格长 80m。模型垂向分三层，采用 sigma 坐标，即自表至底以 $\frac{1}{3}H$ 为间隔划分为三层分别为表层（0~ $\frac{1}{3}H$ ）、中层（ $\frac{1}{3}H$ ~ $\frac{2}{3}H$ ）、底层（ $\frac{2}{3}H$ ~H）。网格剖分见图 4.1-1。

模型水深由以下海图给出：中国人民解放军海军司令部航海保证部 2015 年出版的流沙湾至东兴港（海图编号 16700，比例尺 1：250000）、2013 年出版的北海港至东兴港（海图

编号 16770，比例尺 1: 120000)、2019 年出版的钦州湾（海图编号 16781，比例尺 1: 40000)。并采用项目区域实测地形进行局部调整，所有水深都经过绘图水深和平均海平面的转化。模型的计算水深见图 4.1-3。

4.1.1.2 模型的验证

模拟计算时间段为 2024 年 3 月 1 日至 15 日，项目附近海区的实测夏季大潮期海流资料为 2024 年 3 月 8 日至 9 日，潮位资料选取与流速资料同步的水位数据进行验证，模型的计算时间步长为 20s，每隔半个小时输出网格点的水位和流速、流向用于模型的验证。

模型的验证有两部分：

潮位的验证：水位验证资料采用 2024 年 3 月 8 日至 9 日实测的 5 个潮位站（北海海洋站、S7、S11、S15、涠洲海洋站）的潮位数据。潮位的验证效果见图 4.1-5。

潮流的验证：本项目工程的水文现状调查设置了 6 个海流测站（S 新、S7、S10、S11、S15、S18，见图 4.1-4）。根据实测资料和模型计算结果绘制潮位曲线（图 4.1-5~图 4.1-7）和流向、流速曲线如图 4.1-8。由于实测流速为 3 层（表层、0.6H 层、底层）流速，本项目模型验证时采用表层、0.6H 层和底层流速、流向资料进行验证。

由潮位和潮流的计算数据和实测数据的对比情况分析，潮位验证的平均绝对误差为 6.0cm，流速的平均误差为 8.5%，流向的平均误差为 9.1 度，均满足规范的要求。流速和流向的验证也基本上与实测资料一致。从潮位过程（图 4.1-5~图 4.1-7）和流速、流向验证曲线图（图 4.1-8）对照可以看出，模拟结果与实测数据基本吻合，各测站的潮流为不正规全日潮流，即在一个太阴日内有一次涨潮和一次落潮，潮汐不对称效应比较明显，两个大潮中间为中小潮，近岸区和泻湖内受陆域边界的影响，潮流表现为往复流，流向基本与深槽线平行。根据潮位和潮流流速、流向的验证效果可知本模型可以用于本项目海缆工程的动力场和物质输运分析。

4.1.2 工程区潮流场分析

为了分析项目所在区域的动力场情况，绘出项目附近海区大潮期涨急、落急时刻的流场见图 4.1-9a 和图 4.1-9b。项目附近水域的潮流为不正规日潮，在一个潮周期内有一次涨潮和一次落潮过程，整体上本项目所在海区的落潮流为由东北向西南下泄，涨潮流为由西南向东北上溯，局部区域受陆地边界的影响流向会发生变化。涠洲岛至北海之间的海域潮流基本呈顺时针进行旋转。

由图 4.1-9a 和图 4.1-9b 可以看出，大潮期涨急时刻，涨潮流由西南向东北方向上溯，涠洲岛的西北和东南侧形成一定的挑流作用，最大流速在 55cm/s 左右，而涠洲岛的东北和西南侧则形成缓流区；自涠洲岛至北海，流速呈下降趋势，北海南侧的近岸海域登陆点附近涨

潮流在此分流，一股向东，一股向北进入廉州湾，分流点附近为弱流区，最大流速小于 20cm/s。

落急时刻，落潮流由北和东北向西南下泄，涠洲岛附近海域的最大流速在 60cm/s 左右，比涨潮流略大。自涠洲岛至北海的近岸海域，落急时刻最大流速小于 40cm/s。整体上项目所在海域的落潮流速略大于涨潮流速，表现一定的落潮优势。项目所在海区潮流动力中等，实际海流可能受到风应力、波浪力的影响而导致表层流向发生较大的改变，从流速流向验证图可以看出，近岸站位的 S 新站流速规律性一般即体现了近岸潮流动力弱，而实际海流受到近岸各种斜压力的作用。

整体而言，涠洲岛至北海近岸海域的潮流动力较弱，除涠洲岛近岸海域的涨落急最大流速达到 50cm/s 左右外，其余大部分海域的最大流速小于 40cm/s，北海近岸海域登陆点附近的最大流速小于 20cm/s。0.6H 层和底层流流速比表层流速略小，流速的分层现象并不显著。

4.1.3 疏浚区潮流场分析

在涠洲岛西北侧海缆在穿越航道时，先进行疏浚，水深由现状 22.1m 疏浚至 26.3m，由于工程后水深增加，平面二维平均流速略有下降，由工程前后的流场图可以看出，工程前疏浚区落急最大流速在 50cm/s 左右，工程后下降至 45m/s 左右；工程前涨急最大流速在 45cm/s 左右，工程后则下降至 40cm/s 左右，工程前后涨急落急最大流速都下降约 5cm/s。这主要是由于工程后形成深坑，垂向平均流速略有下降，实际上表中层流速并不会发生太大的变化，主要是底层疏浚坑内的流速下降所致。

从底层流速改变图可以看出，底层涨急落急流速减小幅度最大达到 11cm/s 左右，流速减小的区域出现在疏浚坑内；底层流速最大增加幅度在 4cm/s 左右，流速增大的区域出现在的疏浚坑的东北和西南角附近海域，整体上，流速改变幅度大于 2cm/s 的最远距离约 50m。

4.2 海洋地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

新建海底电缆全程埋设，对海底的冲淤环境基本无影响；海底电缆冲埋搅起的海底泥沙短时间回淤于海缆路由两侧，海底电缆铺设对地形地貌与冲淤环境影响较小。

穿越航道段疏浚施工可能会对冲淤环境产生影响。

为了定量地研究本项目工程完成以后周边近岸区的泥沙回淤情况，在完成潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响进行计算分析。参考文献为：“Wang Yigang,Li Xi,Lin Xiang. Analysis on Suspended Sediment Deposition Rate for Muddy Coast of Reclaimed Land[J].China Ocean Engineering,2001,15(1):147-152.”回淤强度的计算采用以下公式进行计算：

$$p = \frac{\alpha \omega t}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{2m} \right] \quad (4.2-1)$$

式中， ω 为泥沙沉速，单位 m/s，根据 2022 年 4 月的实测悬沙含量和粒度分析资料，本项目拟建工程周边海区所含悬沙为粘土质粉砂和粉砂，在此取粘土质粉砂的沉速为 0.05cm/s。

4.2.1 计算参数的确定

α 为沉降几率，取 0.67；

t 为年淤积历时，单位取秒 (S)，一年即为 31557600 秒；

S 为水体平均悬沙含量，单位：kg/m³；

γ_d 为泥沙干容重，按照公式 $\gamma_d = 1750 \times D_{50}^{0.183}$ 计算，单位为 kg/m³，D₅₀ 为泥沙中值粒径，根据 2024 年 3 月的实测悬沙粒径，取泥沙粒径为 0.019mm，则泥沙干容重为 847.3kg/m³；

V₁，V₂ 分别为数值计算工程前、工程后全潮平均流速，单位为 m/s，全潮平均流速的取值采用流速大小绝对值的平均值；

M 根据当地的流速与含沙量的关系近似取作 1。

根据以上的设定和潮流数值模拟计算的结果，计算得到工程后每年回淤强度情况，绘制出冲淤强度等值线图(图 4.2-1) (+表示淤积，-表示冲刷)。

4.2.2 计算结果分析

由图 4.2-1 可以看出，穿越航道段疏浚施工完成以后，在疏浚区的东北角和西南角，则将出现最大 0.08m/a 的冲刷，但冲刷范围较小；而在疏浚区内，则由于疏浚坑内流速减小，将产生最大 0.16m/a 的淤积；从冲淤的范围来看，冲淤幅度大于 3cm/a 的范围与疏浚区的最大距离为 90m 左右，可见疏浚工程对于周边海域冲淤环境的影响只局限在疏浚区及其周边的小范围内，对大范围海域冲淤的影响较小。

如上述，从冲淤幅度和范围来分析，本项目海缆工程实施后对周边地形冲淤的影响很小，只局限在疏浚区附近的小范围内。

4.3 海水水质环境影响预测与评价

4.3.1 施工期悬浮物影响分析

施工期对水质产生的影响主要为海底管线施工过程中产生的悬浮物对海水水质的影响。悬沙随海流输运、扩散和沿程落淤，浓度逐渐减小，范围逐渐增大。本节采用数值模拟预测法评估施工产生的悬浮泥沙对水质环境的影响。

4.3.1.1 悬浮沙扩散模型

根据《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T231-2021)及有关研究方法,建立工程海域三维潮流泥沙输运扩散模型。用有限体积方法对三维潮流泥沙输运扩散基本方程组(如下)进行离散,得到离散方程组,根据潮流模型计算出的水位、流速,从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出,采用活动边界技术,以保证计算的精度和连续性。

采用数值模拟对铺缆工程施工造成的悬沙影响进行计算。

Sigma 坐标系下三维泥沙平流扩散、沉降控制方程为:

$$\frac{\partial CD}{\partial t} + u \frac{\partial CD}{\partial x} + v \frac{\partial CD}{\partial y} + w_f \frac{\partial C}{\partial \sigma} = K_M \frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial C}{\partial x} \right) + K_M \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{K_v}{D} \frac{\partial C}{\partial \sigma} \right) + DS_c \quad \text{其中: } C$$

为水体悬沙含量, S_c 为输入源强, w_f 为泥沙有效沉速, $w_f = w - w_s$, w_s 为泥沙静水中沉速,根据静水单颗粒圆球公式进行计算得到; 泥沙沉速 w 由沙玉清平流公式计算

$$w = \frac{1}{24} \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \frac{gD^2}{\nu}, \quad \text{其中 } \gamma_s \text{ 为泥沙密度, 取 } 2.4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3, \gamma \text{ 为水体密度, 取 } 1.03 \times$$

10^3 kg/m^3 , D 为泥沙直径, 根据 2024 年 3 月实测的悬浮泥沙中值粒径, 在此取 0.019 mm , ν 为运动粘滞系数, 根据海水温度取 22 摄氏度海水的粘滞系数 $0.958 \text{ m}^2/\text{s}$ 。 K_M 为水平扩散系数, 采用欧拉公式

$$K_{MX} = 5.93 \sqrt{gH} |u| / C_z \quad K_{MY} = 5.93 \sqrt{gH} |v| / C_z$$

C_z 为 chezy 系数, K_v 为垂直扩散系数, 根据广东沿海的研究文献取 0.023。

$$\text{岸界边界条件: } \frac{\partial C}{\partial \bar{n}} = 0$$

侧开边界的边界条件:

$$\text{入流时 } C|_{\Gamma} = p_0 ;$$

Γ 为水边界, P_0 为边界上浓度, 计算冲射式挖沟施工悬沙增量时, 因本底悬沙浓度不大, 不考虑本底值, 取 $P_0 = 0$ 。

$$\text{出流时 } \frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial \bar{n}} = 0 \quad U_n \text{ 为边界法向流速;}$$

$$\text{自由表面上: } w_f C + K_v \frac{\partial C}{\partial z} = 0$$

$$-K_v \frac{\partial C}{\partial z} - w_{fb} C_b = \begin{cases} M \left(\frac{v^2}{v_e^2} - 1 \right) & v \geq v_e \\ 0 & v_d < v < v_e \\ w_{fb} C_b \left(\frac{v^2}{v_d^2} - 1 \right) & v \leq v_d \end{cases}$$

海底床面:

式中: M 为冲刷系数, 取曹祖德实验参数, $M=6.4 \times 10^{-3}$; w_{fb} 为近底层泥沙有效沉速,

$w_{fb}=w_s-w$, w_s 为泥水静水沉速, $w_{fb} \times C_b$ 为悬沙垂直沉降通量, $K_v \frac{\partial C}{\partial z}$ 为近底层泥沙在湍流运动作用下的上扬通量; V 为底层流速, V_d 为泥沙从悬浮状态落淤的临界流速, V_e 为床面泥沙悬扬临界流速。

泥沙沉速 w_s 采用武汉水利电力学院静水泥沙沉速公式计算,

$$w = \sqrt{\left(13.95 \frac{v}{D}\right)^2 + 1.09 \alpha g D} - 13.95 \frac{v}{D}$$

其中, v 为水运动粘滞系数, 取值 $0.01146 \text{cm}^2/\text{s}$; D 为泥沙粒径 (mm), 取 2024 年 3 月实测悬沙的中值粒径平均值 0.019mm ; α 为重率系数, 取 1.7。

泥沙起动用窦国仁的泥沙起功公式:

$$V_e = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D + \left(\frac{r_0}{r_*} \right)^{5/2} \frac{\varepsilon + g \delta h (\delta / D)^{1/2}}{D}}$$

悬扬临界流速:

$$V_d = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D}$$

落淤的临界流速:

泥沙起功公式中各参数取值为, $k=0.41$, $g=981 \text{cm}/\text{s}^2$, 当泥沙粒径 $D < 0.05 \text{cm}$, 床面糙率 $\Delta = 0.1 \text{cm}$, $d' = 0.05 \text{cm}$, $d_* = 1.0 \text{cm}$, 泥沙粘结系数 $\varepsilon = 1.75 \text{cm}^3/\text{s}^2$, 薄膜水厚度参数 $\delta = 2.31 \times 10^{-5} \text{cm}$, h 水深 (cm), r_0 床面泥沙干容重 (g/cm^3), r^* 床面泥沙稳定干容重 (g/cm^3), 泥沙容重 $r_s = 2.65 \text{g}/\text{cm}^3$, 海水容重 $r = 1.025 \text{g}/\text{cm}^3$ 。

初始条件:

模拟施工期本底值均置为 0, 仅考虑悬沙增量。

数值方法

将一个时间步长分为两个半步长, 在每个半时间步长内, 依下述求解过程计算潮位及 x , y 方向流速。离散差分方程如下:

前半步长:

$$A s_1 S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + B s_1 S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + C s_1 S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = D s_1 \quad (4.3-15)$$

后半步长:

$$As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2 \quad (4.3-16)$$

上式中 $As1, Bs1, Cs1, Ds1, As2, Bs2, Cs2, Ds1, Ds2$ 为已知系数。

三维分层采用 σ 坐标，分成表层 0.6H、底层三层，三层的水深分别取 1/3H 做为分层水深。由三维悬沙的计算结果可以看出，悬沙含量的三维分布与三维分层的水深有关，分层越细，底层泥沙浓度和扩散面积越大。本次计算采用的分层数为三层，未再细化垂向分层。悬沙计算未考虑风应力的作用。潮流余流为纯潮流作用下的余流。

4.3.1.2 施工期悬浮泥沙 (SS) 影响分析

本项目海缆工程在施工过程中产生悬浮物的过程主要有施工阶段扫海、铺设电缆、疏浚等。

工程施工各阶段悬浮沙预测源强设定见表 4.3-1。

1、预测工况设置

悬浮泥沙的扩散范围和方向受水动力的影响，不同的水动力条件下其扩散范围和方向不同。悬沙扩散计算过程为，每个工况的单个源点单独分开计算，再统计每个工况的计算时间段内，计算网格上悬沙浓度增量的最大值。悬浮泥沙扩散的模拟源点选取铺缆施工 129 个源点，海缆穿越航道段疏浚 2 个源点，涠洲岛侧定向钻出土 2 个源点，涠洲岛侧增设双层防污悬浮物扩散分布的计算结果及分析

图 4.3-3 是大中小潮全潮周期内悬浮物扩散达到平衡后的最大浓度增值包络线分布图。泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用的影响，因此泥沙的扩散方向基本与潮流方向相同。

悬浮泥沙增量影响的水域面积统计见表 4.3-3。

工况 1 底层：施工过程全部 133 个源点叠加悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 159.120km²、71.361km²、16.635km²、2.282km²、0.158km²。

工况 1 中层：施工过程全部 133 个源点叠加悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 11.723km²、0.601km²、0.000km²、0.000km²、0.000km²。

工况 1 表层：施工过程全部 133 个源点叠加悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超

IV类海水水质)的海域面积最大值分别为0.012km²、0.000km²、0.000km²、0.000km²、0.000km²。

工况1垂向平均:施工过程全部133个源点叠加悬浮泥沙增量大于10mg/L(超I、II类海水水质)、大于20mg/L、大于50mg/L、大于100mg/L(超III类海水水质)、大于150mg/L(超IV类海水水质)的海域面积最大值分别为44.164km²、15.734km²、0.414km²、0.011km²、0.000km²。

工况2底层+防污屏:施工过程全部133个源点叠加悬浮泥沙增量大于10mg/L(超I、II类海水水质)、大于20mg/L、大于50mg/L、大于100mg/L(超III类海水水质)、大于150mg/L(超IV类海水水质)的海域面积最大值分别为149.720km²、68.410km²、16.366km²、2.122km²、0.158km²。

工况2中层+防污屏:施工过程全部133个源点叠加悬浮泥沙增量大于10mg/L(超I、II类海水水质)、大于20mg/L、大于50mg/L、大于100mg/L(超III类海水水质)、大于150mg/L(超IV类海水水质)的海域面积最大值分别为11.438km²、0.535km²、0.000km²、0.000km²、0.000km²。

工况2垂向平均+防污屏:施工过程全部133个源点叠加悬浮泥沙增量大于10mg/L(超I、II类海水水质)、大于20mg/L、大于50mg/L、大于100mg/L(超III类海水水质)、大于150mg/L(超IV类海水水质)的海域面积最大值分别为42.770km²、15.466km²、0.388km²、0.007km²、0.000km²。

工况3底层:海缆穿越航道段疏浚施工2个源点叠加悬浮泥沙增量大于10mg/L(超I、II类海水水质)、大于20mg/L、大于50mg/L、大于100mg/L(超III类海水水质)、大于150mg/L(超IV类海水水质)的海域面积最大值分别为1.622km²、0.445km²、0.033km²、0.00km²、0.00km²。

工况3中层和表层均未出现大于10mg/L的水体。

工况4底层:定向钻出土点打桩2个源点叠加悬浮泥沙增量大于10mg/L(超I、II类海水水质)、大于20mg/L、大于50mg/L、大于100mg/L(超III类海水水质)、大于150mg/L(超IV类海水水质)的海域面积最大值分别为0.251km²、0.077km²、0.00km²、0.00km²、0.00km²。

工况4中层和表层均未出现大于10mg/L的水体。

无防污屏工况1底层条件下,10mg/L包络范围进入到涠洲岛生态红线区的最远距离约810m,影响到涠洲岛生态红线区的面积约2.6平方公里。设置防污屏后,工况1底层条件下

10mg/L 包络范围距离涠洲岛生态红线区的最近距离约 800m，10mg/L 的水体范围未进入到生态红线区。由此可见，设置防污屏后可大大降低对生态红线区的影响。

需要指出的是，施工过程中悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内可恢复原状。中层和表层分别可在 3h 和 1h 内恢复，底层依不同水深 5m 以浅流速小需 13h 恢复原状，10m 以深可在 3h 恢复原状。

海缆施工埋设作业主要是对底层产生影响。整体而言，海缆埋设作业悬沙扩散的影响范围主要是对底层水质的影响，对中层影响较小，对表层几乎没有影响。

4.3.2 海缆工程废水影响分析

海缆工程运营期不产生废水，施工期产生的废水主要包括施工船舶生活污水、船舶含油污水和定向钻施工产生的泥浆水等。

(1) 施工船舶生活污水

本项目施工期生活污水产生量约 233.1m³，经船舶生活污水储存舱收集后进入船舶生活污水处理装置，处理达标后排海，处理标准和排放要求均执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）。

(2) 船舶含油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），含油污水产生量合计为 187.3t/d。根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号），船舶含油污水收集后铅封，上岸后交由有资质单位处理。

(3) 定向钻施工产生的泥浆水

本项目定向钻施工在陆域入土点设有泥浆池存放成孔及扩孔工序产生的废弃泥浆，过程中自海向陆方向开展抽吸工作，避免产生的泥浆进入水体。为防止向海侧定向钻出土点出露时泥浆外溢，在定向钻出土点设置钢套筒防止泥浆外溢。

4.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

本项目施工对沉积物环境的影响主要来自铺设海底电缆产生的悬浮沙。海底电缆冲埋埋设作业会扰动海底泥沙和沉积物，搅起的悬浮泥沙在海流和重力作用下自然回填，悬浮沙沉降厚度 > 2cm 的面积主要位于海缆两侧附近。由于悬浮沙均是局地沉积物的再沉积，因此不会引起沉积物环境的变化。

本项目新建海底电缆长约 46.2km，根据工程施工方式，扫海作业阶段作业面宽度共 1.5m，扫海长度约 41.613km；埋设阶段冲埋宽度约 0.3m，且均在扫海作业面内，因此海缆施工作业总面积为 6.365hm²。工程施工将直接破坏施工作业面范围内的沉积物环境，但随着施工结束，将重新建立起新的沉积物环境。

根据上节悬浮沙预测结果，悬浮沙沉降厚度大于 2cm 的面积为 16.544km²，影响范围内原有沉积物将被沉降的悬浮沙覆盖，但会随着施工结束逐渐恢复沉积物原有环境，因此，海缆铺设对沉积物环境影响较小。

此外，施工期船舶产生的各项污染物均按要求处理或排放，对海洋沉积物环境影响较小。

4.5 海洋生态环境影响预测与评价

4.5.1 施工期生态环境影响分析与评价

4.5.1.1 对底栖生物的影响

本项目建设对底栖生物的影响主要是航道疏浚、扫海及电缆敷设作业对路由区周边底栖生物栖息生境的短期破坏。航道疏浚和敷设海底电缆所破坏的海底面积对底栖生物造成毁灭性破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏施工现场周围海底部分底栖生物并影响沿电缆一带的海底生态环境，对底栖生物的影响主要是对底栖生物的掩埋作用。但随着施工结束以及时间的推移，海底电缆路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），海缆区开挖前的扫海作业将彻底破坏底栖生物的生境，悬浮物沉降也将影响底栖生物生存，按下述公式进行计算工程建设对底栖生物造成的损失：

$$W_i = D_i \times S_i \quad (4.5-1)$$

式中：

W_i —第*i*种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里指底栖生物资源受损量。

D_i —评估区域内第*i*种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米〔尾（个）/km²〕、尾（个）每立方千米〔尾（个）/km³〕或千克每平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物密度。

S_i —第*i*种生物占用的水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。在此为本项目扫海面积、悬浮物沉降2cm面积和悬浮物沉降10cm面积。

平均底栖生物量（ D_i ）：取本项目评价范围内2022年10月秋季调查和2023年3月春季调查期间海域底栖生物生态调查站位调查结果的平均值，为23.77g/m²。

根据公式（4.5-20），计算底栖生物损失量见表 4.5-3，工程造成的底栖生物损失量为 199.45t。

4.5.1.2 对浮游生物的影响

（1）对浮游植物的影响分析

海缆铺设掀起的小颗粒轻物质悬浮于水中，将使海水浑浊度增加，透明度降低，致使光合作用降低，从而影响浮游植物的繁殖生长，基础生产力将受到影响。但由于底质多以粉砂和粉土为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短，因此铺设海缆而引起的海水透明度降低现象会很快得到恢复。

(2) 对浮游动物的影响分析

浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用，浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。海缆铺设搅起的悬浮沙将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游动物的正常生存环境。

4.5.1.3 对渔业资源的影响分析

海底电缆路由附近海域渔业资源组成以中小型种类居多，重要渔业经济种类资源贡献不高。春季，以门司赤虾与短吻蝠数量明显占优，分别占渔获总重量的 37.9%和 22.5%；秋季，以截尾银姑鱼和鹿斑仰口蝠数量占优，分别占渔获总重量的 13.9%和 10.9%。春季，主要渔业生物有二长棘鲷、日本金线鱼、长蛇鲻、墨吉明对虾（墨吉对虾）等，分别占渔获总重量的 0.4%、0.8%、0.2%和 0.4%，合计占 1.8%；秋季，主要渔业生物有二长棘鲷、日本金线鱼、日本绯鲤、红鳍笛鲷、长蛇鲻、墨吉明对虾（墨吉对虾）、锈斑蟳等，分别占渔获总重量的 2.2%、0.2%、0.1%、0.004%、1.2%、1.5%和 4.2%，合计占 9.4%。

施工产生的悬浮物对部分游泳生物来讲影响较为显著。悬浮固体，细微的固体颗粒会粘附在动物的表面，干扰动物的感觉功能；有些粘附甚至引起动物表皮组织溃烂；通过动物的呼吸，悬浮物会阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内消化系统混乱。水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对用于生物和浮游动物产生不利影响。

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。

从水环境影响预测结果来看，在布设防污帘后，项目施工造成底层悬沙增量大于 10mg/L 的最大影响在冲埋附近 149.720 km² 范围内，工程引起的悬浮物增加对海洋生物影响

范围是局部的，对水质的影响在水深 5m 以浅流速小需 13h 恢复原状，10m 以深可在 3h 恢复原状。因此，工程对水质的影响属于短期环境效应，随着作业的开始，水质将逐渐恢复，随之而来的便是生物的重新植入。游泳生物群落的重新建立所需要的时间较短，且由于活动能力强，也会很快离开作业点。

根据有关研究资料，水体中悬浮物浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 200mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。甚至引起死亡。但鱼类等游泳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，悬浮物质含量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，他们将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

此外，施工对渔业的影响还体现在浮游动物和浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食，而且这些种类多为定置性种类，活动能力较弱，工程施工期就会对其生长产生不利影响。因此，从食物链的角度考虑，施工不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定负面影响。

可见，海底电缆敷设会对主要保护对象二长棘犁齿鲷以及日本金线鱼等主要渔业生物会产生一定的不利影响；施工避开二长棘犁齿鲷等主要渔业生物的产卵期，能有效降低项目施工对保护区保护对象的不利影响。随施工结束，施工引起的悬浮泥沙很快沉降，海水透明度恢复到施工前水平，浮游植物与游泳生物生境重构，这种悬浮物浓度异常升高的引起的不利影响随之消散。

因此，海底电缆敷设对主要保护对象等渔业生物的不利影响是短暂的；施工在避开二长棘犁齿鲷等主要渔业生物的产卵期的情况下，不会对主要保护对象等渔业生物群落结构产生明显不利影响。

4.5.1.4 海洋生物资源损害补偿金额

占用渔业水域，使该部分渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失；根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），确定各类生物资源损失评估方法。

1、占用渔业水域生物损失计算方法

各种类生物资源损害量评估按公式（1）计算：

$$W_i = D_i \times S_i \dots\dots\dots (1)$$

式中： W_i —第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里指底栖生物和潮间带生物资源受损量； D_i —评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为（尾（个）/km²）、（尾（个）/km³）或 kg/km²； S_i —第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km² 或 km³。

2、污染物扩散对海洋生物资源损害评估方法

污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

（1）一次性损害计算方法

一次性损害为污染物浓度增量区域存在时间少于 15d（不含 15d）。

一次性平均受损害量评估按公式（2）计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

式中： W_i —第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为（尾）、粒（粒）、千克(kg)； D_{ij} —某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾/km²、粒/km²、kg/km²； S_j —某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为 km²； K_{ij} —某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分之（%）； n —某一污染物浓度增量分区总数。

污染物对各类生物的损失率见表 4.5-4。

（2）持续性损失计算方法

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M_i —第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

W_i —第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

T —污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

3、项目施工占用渔业水域造成渔业资源损失

根据渔业资源调查结果，游泳动物、鱼卵、仔稚鱼采用评价范围内所有调查站位的两季均值，鉴于幼鱼、幼蟹、头足幼体和虾蛄幼体折算公式和成体价格相同，将其合并浮游动物幼体（不含虾类）；本项目施工扰动主要位于海缆路由区域附近，在一定时间内会破坏施工现场周围海底部分底栖生物并影响沿海缆路由一带的海底生态环境，底栖生物游泳能力相对

游泳动物较弱，施工悬沙对底栖生物的影响主要是对底栖生物的掩埋作用，而悬沙扩散范围主要位于海缆路由两侧。另外，部分底栖生物栖息的形式为固着于岩石等坚硬的基体上和埋没于泥沙等松软的基底中，海缆施工将直接破坏其栖息地，因此在计算底栖生物损失时可引用海底电缆路由上的调查站的两季均值；具体参数如 4.5-5 所示。

2、项目施工悬浮物增量造成渔业生物资源损失

(1) 浓度增量包络面积及水深

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》附录 B，悬浮物浓度增量分区数为 4 个，分别对应悬浮沙浓度 $>10\text{mg/L}$ 、 $20\text{-}50\text{mg/L}$ 、 $50\text{-}100\text{mg/L}$ 和 $>100\text{mg/L}$ 范围。根据悬沙扩散预测结果列出浓度增量分区数及各区面积，见表 4.5-6。垂向面积平均值与整体水深计算，与各层面积和各层水深计算后加和，两者计算结果相同。海缆路由区水深大于 3m，所在海域平均水深为 15m。

(2) 影响周期

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》要求，本次工程为新敷设海底电缆。穿越航道段疏浚施工期为 70 天，按照 5 个周期计算，电缆敷设阶段悬浮物浓度增量区域存在时间不超过 15d，按一次性损失计算。

(3) 损失量计算结果

航道疏浚阶段产生悬浮物增量造成 1.06×10^7 粒鱼卵、 5.95×10^5 尾仔稚鱼、20 尾幼虾、433 尾其他游泳动物幼体和 19.03kg 游泳生物的一次性损失；电缆敷设阶段产生悬浮物增量造成 4.60×10^8 粒鱼卵、 2.59×10^7 尾仔稚鱼、655 尾幼虾、 1.47×10^4 尾其他游泳动物幼体和 0.93t 游泳生物的一次性损失。

项目海缆敷设施工期悬浮物增量造成 4.36×10^8 粒鱼卵、 2.45×10^7 尾仔稚鱼、614 尾幼虾、 1.37×10^4 尾其他游泳动物幼体和 883.93kg 游泳生物的一次性损失。

2、项目施工悬浮物增量造成渔业生物资源损失

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定：(1) 临时性用海补偿年限按 3 年计算；(2) 施工产生的悬浮泥沙对渔业生态环境的影响，为一次性损害，补偿年限按 3 年计算；(3) 本项目施工期悬浮沙沉降到海底后造成底栖生物损失，补偿年限按 3 年计算。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007) 计算细则计算本项目建设造成的海洋生物资源损失金额。航道疏浚、电缆挖沟敷设造成的海洋生物资源影响属一次性损害，补偿金额按海洋生物资源损失金额 3 倍计；跨越管线航道等安全防护块占海为永久占海，补偿金额按海洋生物资源损失金额 20 倍计。依此计算可得，直接造成底栖生

物损失 199.45 吨；项目施工引起的底层悬浮物浓度增量超过《海水水质标准》一、二类海水水质包络面积为 149.72km²，造成造成 4.36×10⁸粒鱼卵、2.45×10⁷尾仔稚鱼、614 尾幼虾、1.37×10⁴尾其他游泳动物幼体和 883.93kg 游泳生物的一次性损失；项目共造成渔业资源经济损失 838.66 万元，需要补偿 2522.79 万元。项目造成的渔业资源损失是局部、暂时和可逆运营期生态环境影响分析与评价

本项目海缆外层包裹保护套管，非跨越段埋深在 2.5m~3m 之间；跨越已建海底管线段直接敷设在海底，并加盖混凝土保护垫；穿越航道段埋深在 5m~5.5m 之间，且加盖混凝土保护垫；涠洲岛一侧登陆段采用定向钻穿越，海缆埋深在 5.0m 以下。海底电缆建设完成后，运营期的主要影响是海底电缆产生的电磁场对海洋生物产生的影响。

理论上而言，对于电缆输配电线路，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。

目前学术界对于海底电缆产生的电磁场对海洋动物产生的影响还未有科学的定论，电磁环境对海洋动物的影响目前还在研究中。袁健美、张虎等（2016）选取江苏近海常见 12 种海洋生物，通过实验方法研究不同磁场强度下，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，鱼类、底栖贝类、底栖虾蟹类的磁场影响范围主要为 0.2mT~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。

本项目海底电缆均敷设于海底土层以下，电缆外层的金属屏蔽层、铠装层以及海底土层对磁场具有一定的屏蔽作为，且鱼类活动空间较大，在海底区域活动的鱼类种类及数量相对较少。且根据类比陆上电缆线路可知，本项目海底电缆上方 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。

4.6 海缆工程大气环境影响分析

本项目施工期产生的大气污染物主要是施工船舶废气，排放量很小且不稳定，运营期无大气污染物产生，因此以下对大气环境影响进行简单分析。

本项目施工期主要大气污染物施工船舶废气。

施工过程中施工船舶和机械均使用电能或清洁优质燃料，且均为移动源，对周围环境空气的影响会随施工结束而消失，因此对周围大气环境的影响很小。

4.7 海缆工程固体废物环境影响分析

本项目海域施工期产生的固体废物包括疏浚泥、施工船舶生活垃圾、船舶压载水沉积物、船载污水处理设施产生的含油污泥、扫海产生的海底垃圾、海缆敷设产生的海缆边角料。其中，疏浚泥成分分析可参考本项目沉积物环境质量调查中的 15 号站位沉积物成分，15 号站位距离疏浚区域距离约在 1km 范围内，考虑到深层的样品理化性质质量优于浅层的理化性质质量，因此采用沉积物站位理化指标数据来进行分析，在一定程度上能够代表此区域疏浚物的理化性质可代表疏浚物成分。

本项目依据《海洋倾倒物质评价规范 疏浚物》（GB30980-2014）对疏浚物主要化学组分的浓度进行分析，见表 4.7-2。

根据表 4.7-2，S15 站位除总铬含量外其他化学组分含量均未超过《海洋倾倒物质评价规范 疏浚物》（GB30980-2014）化学评价限值的下限，而总铬含量没有超过其限值的上限和下限的平均值。根据工程地质分析，站位所在区域主要为粉砂质砂（含砾），以 6Φ-8Φ 细粉砂为主，其中小于 63μm 的粒度组分不大于 20%，小于 4μm 的粒度组分不大于 5%。故本项目疏浚物属于《海洋倾倒物质评价规范 疏浚物》（GB30980-2014）中的 I 类清洁疏浚物。

本项目海缆施工的推荐抛泥区为铁山港外临时性海洋倾倒区，倾倒容量为每年 $1.200 \times 10^7 \text{m}^3$ 。施工前，由施工单位办理相关手续后进行倾倒，本项目疏浚区距离铁山港外临时性海洋倾倒区相对较近，约 18nmile，约合 33km。疏浚泥运送至该倾倒区运距成本较低。2021 年 10 月 28 日国家生态环境部正式同意设立铁山港外临时性海洋倾倒区，倾倒区面积 14.43km^2 ，倾倒容量为每年 $1.200 \times 10^7 \text{m}^3$ 。本项目疏浚泥沙量约 15.36 万 m^3 ，能够容纳本项目产生的疏浚物。疏浚时间较短，每日抛泥船次为 1~2 次，对周边航道运行影响较小。因此，本项目将铁山港外临时性海洋倾倒区作为抛泥区可行。

施工期产生的各类固体废物去向明确，可降解的船舶食品废弃物按要求排海，不会对周围环境造成明显影响。本项目运营期电缆线路不会产生固体废弃物。

4.8 海洋环境敏感区和保护目标的影响分析

4.8.1 对珊瑚礁的影响分析

根据《广西 220 千伏跨海联网工程涠洲岛登陆段珊瑚礁现状调查及评价专题报告》，2024 年共设置 35 个调查站位，并结合 2008 年以来的珊瑚礁调查数据，使用反距离权重法计算出联网工程周边的珊瑚分布范围。经调查和计算，涠洲岛联网周边共有 6 个分布区，其中三个大分布区，三个斑块状分布区，蓝桥珊瑚分布区和竹蔗寮珊瑚分布区近岸都为砂质海岸，且岸滩坡度较缓，受涠洲岛潮差较大影响，近岸区域没有珊瑚分布。珊瑚分布区主要沿

岸线带状分布，离岸距离在 250m 至 500m，宽度在 300m 至 700m。暮崖珊瑚分布区近岸为基岩海岸，与海蚀崖相邻，造礁石珊瑚分布在海岸线附近。

涠洲岛联网电缆与珊瑚分布区有交叉，临近广西涠洲岛珊瑚礁国家海洋公园和涠洲岛海洋生态红线，远离涠洲岛自然保护区和涠洲岛旅游区。电缆登陆段经过暮崖珊瑚分布区，施工采用定向钻，从海底经过，无直接占用珊瑚情况，定向钻经过珊瑚分布区的长度为 317m，定向钻出口距离最近的珊瑚分布区距离为 380m，如图 4.8-1 所示。

本次调查发现项目用海范围内共鉴定出造礁石珊瑚 10 科 22 属 53 种，其中裸肋珊瑚科种类最多，有 29 种，占总种类数量的 55%；其次为滨珊瑚科，有 6 种，占 11%，均为块状珊瑚。各造礁石珊瑚的悬砂耐受范围比较大，普遍在 100mg/L 以上。

登陆段定向钻施工产生的污染物主要是在钻孔、扩孔过程中泥浆和地层岩屑产生的悬浮物，以及船舶污染物。根据模型预测，布设防污屏后 10mg/L 的悬砂增量影响范围在珊瑚礁分布区以外，且水质 3h 后即可恢复原状，定向钻施工引起的悬浮物不会对涠洲岛珊瑚礁造成影响，同时，定向钻管道埋深不小于 10m，其作业引起的震动不会对该区域珊瑚造成影响。

在项目建设期，严格控制施工船舶航行路线，防止船舶碰撞对该海区的珊瑚造成破坏影响；合理安排施工工期，控制单位时间内的悬浮物浓度，减小悬浮物扩散影响的范围；施工船舶不得带病作业，防止发生跑、漏、冒油现象；禁止船只在珊瑚生长区内抛锚。对项目施工期和项目运营后的珊瑚礁资源进行定期监测，及时发现和解决在项目运营过程中出现的问题，正确评估项目营运对珊瑚及珊瑚礁生态系统的影响。

经现场调查和数模预测，联网电缆登陆段采用定向钻作业，出土点和反平段作业远离珊瑚分布区，其施工期和运营期不会对涠洲岛珊瑚礁造成影响。

4.8.2 对渔业保护区和三场一通道的影响分析

根据资料，本项目海缆路由穿越北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区、北部湾蓝圆鲈产卵场和北部湾二长棘鲷产卵场。本项目将永久性或临时性占用渔业水域，造成部分渔业生物栖息地丧失，对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区内主要保护对象的分布产生一定的影响。根据上述工程施工影响分析及悬浮砂预测结果，本项目施工区域造成的悬浮物浓度增量超过《海水水质标准》一、二类海水水质包络面积为 149.72km²，这种影响是暂时的，施工结束后将很快恢复本底值。对海洋沉积环境造成一定破坏，但影响范围较小（见图 4.8-2、图 4.8-3），施工结束后底栖生物生境可得到逐渐恢复。

根据《220千伏涠洲岛跨海联网工程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》中的内容，“本项目对渔业生物的影响主要是，工程施工过程导致悬浮物浓度增量导致浮游生物、鱼卵、仔稚鱼、幼体和成体的损失，幼体和成体游泳能力强，能够回避不利环境影响，对其造成的主要危害是饵料量下降与生境空间减少，但这种危害是暂时性的，且在施工结束后依不同水深 5m 以浅流速小需 13h 恢复原状，10m 以深可在 3h 恢复原状；本项目海上施工避开主要保护对象的特别保护期与主要经济鱼类蓝圆鲀的产卵盛期，对鱼卵、仔稚鱼、幼体和成体各生长阶段的影响均较小。在采取适当的生态恢复和补偿措施后，工程结束后局部受损的生物资源能较快地得到补充和恢复。因此，施工对主要保护物种影响相对较小。

项目建设会对海洋动物的生境环境和饵料供给产生不利影响。但影响范围较小，最大影响范围不足水产种质资源保护区面积的千分之五，仅为北海市及毗邻海域面积的万分之八，且由于底质多以粉砂和砂质粉砂为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短。施工而引起的悬浮泥沙会很快沉降，海水透明度恢复到施工前水平；随之，浮游生物与渔业生境可以很快重构。因此，项目建设这种不利影响对海洋动物来说是暂时的、可恢复的。

“本项目在北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区内，渔业生态环境敏感，将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渔业资源造成一定影响，需采取有效的生态补偿和保护管理措施。工程建设存在溢油事故风险，一旦发生将会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水产资源和渔业生态系统产生严重的影响，需要采取严格的溢油事故风险应急防范措施。本项目在严格执行国家有关法律法规，切实落实各项环境保护措施、溢油事故风险应急措施、生态保护措施和生态补偿措施的前提下，其对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区生物生态和渔业资源的影响，从生态环境与渔业资源保护的角度分析，是可以接受的。”综上所述，本项目不会对水产种质资源保护区、重要渔业水域和三场一通道内主要保护对象的分布和产卵场产生较大影响，不会对水产种质资源保护区的主要功能和生态环境产生较大影响。并且，本项目将对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区采取有效的生态补偿和保护管理措施。

4.8.3 对白氏文昌鱼和鲞分布的影响分析

4.8.3.1 对文昌鱼的影响分析

文昌鱼生活在水深 8~15 m、水质澄清、潮流缓慢、底质为沙的海区，营潜居生活；潜沙时，倒卧潜入疏松的沙质滩里，然后再把前端露出滩面。

文昌鱼密集区底质组成是：碎贝壳占 3.0%~4.0%，直径 1.0~1.5 mm 的沙子占 36.5%，直径 0.5~1.0mm 的沙子占 42.5%，直径 0.5mm 以下的沙子占 18.0%。施工会因将底部砂质粉砂搅至表层，改变文昌鱼底质环境，破坏其生境，但其钻沙本领强赋予其具备一定回避能力，避免因掩埋而大量死亡。海底电缆路径北端（S3、S7 和 S26 站）分布有白氏文昌鱼（图 4.8-2 和图 4.8-3），两季平均栖息密度为 163 尾/m²，这些分布于海底电缆路径上的白氏文昌鱼因游泳能力弱，移动范围不大而受到施工的影响。

项目施工存在部分永久占海，这将使文昌鱼丧失这部分生境，与周边海域提供的生境相比，路由附近的文昌鱼生境丧失面积较小，因此对种群影响较小。

文昌鱼以单细胞硅藻为主要食物来源，主要种类包括圆筛藻、小环藻、舟形藻等，这些硅藻多为底栖型，在航道疏浚、电缆敷设过程中会因直接掩埋而直接死亡；同时，浮游部分的，以施工过程产生悬浮沙，使海水浑浊度增加，透明度降低，致使光合作用降低，从而影响其繁殖生长，降低文昌鱼饵料供给。陈作艺等（2023）研究显示，文昌鱼数量与浮游植物多样性显著相关，航道疏浚和电缆敷设会一定程度影响文昌鱼饵料供给。

项目海缆施工作业不涉及爆破、打桩等强振动作业，无海底振动源，不会对海底产生振动扰动。施工期水下噪音来源主要为机械噪声，一般噪声源强为 80~100dB。类比《厦门北通道公铁两用桥工程水下噪声对中华白海豚及渔业资源环境影响综合论证》，可知，一般的水下噪声声压级已低于 120 dB/1uPa，基本上已和海洋环境噪声相当；且施工噪声有间歇性，声波在水中的传播随距离的增加成反平方规律衰减。因此，项目施工产生的噪声对白氏文昌鱼影响很小。

航道疏浚和电缆敷设会对文昌鱼及其生境和饵料供给产生一定的不利影响。但由于底质多以粉砂和砂质粉砂为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短。施工而引起的悬浮泥沙会很快沉降，海水透明度恢复到施工前水平；随之，浮游植物与白氏文昌鱼生境可以很快重构。可见，航道疏浚和电缆敷设这种不利影响对白氏文昌鱼来说是暂时的、可恢复的。

运营期，本项目海底电缆上方 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，不会对其造成实质性不利影响。

综上所述，项目建设对文昌鱼的不利影响是较为有限的、可恢复的。

4.8.3.2 对中国鲎和圆尾蝎鲎的影响分析

中国鲎为暖水性近海节肢动物，生活在水深 40 米到潮间带之间的沙质海底，喜欢居位于盐度较低的河口，同时具有溯河而上的习性；一般以蠕虫、薄壳小贝类、海豆芽、动物尸体及有机碎屑为食。成年圆尾蝎鲎，多见于深水，而幼鲎多见于潮间带浅水区；潮间带沙滩

和泥滩是它们的繁殖地；雌鲨会于水涨时到沙泥滩产卵，每只雌性每次约产下二千枚卵；但由于圆尾蝎鲨在野外的存活率偏低，在一万只幼鲨中，大约只有 1 到 2 只可存活 10 到 15 年；选择性底栖食性动物，主要以昆虫幼虫、小鱼、寡毛类、小蟹和薄壳双壳类为食。

项目施工会导致鲨栖息生境受到影响，减少其觅食空间，但大范围施工期间影响时间仅有 15 天，且施工结束生境会很快重建，鲨具有一定主动回避危险的能力，项目建设不会对鲨生活觅食活动产生实质性影响。中国鲨每年 11 月由浅海游向深水区越冬，次年 4~5 月又向浅海游动进行生殖洄游，产卵期是 5~8 月；圆尾蝎鲨繁殖期为 4~8 月，电缆敷设阶段海上施工是在 9 月进行，避开其洄游期和产卵期；项目涉及的 823 m 航道的疏浚施工是处于中国鲨和圆尾蝎鲨产卵期，但局限于 823 m 航道范围内，影响范围很小，离大陆较远，对中国鲨和圆尾蝎鲨影响较小，为降低施工对其造成的损失，在项目疏浚每天作业前，应对作业点中国鲨进行驱赶。运营期，本项目海底电缆上方 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，不会对其造成明显的不利影响。

因此，在做好防范措施下，项目施工与运营不会对鲨产生明显的不利影响。

4.8.4 对中华白海豚和布氏鲸的影响分析

(1) 对中华白海豚的影响分析

根据现有的研究，联网工程路由未穿越中华白海豚密集分布海区，北海近岸段路由距离大风江—南流江海域中华白海豚分布区较近，与分布区最近距离约 5.7km，施工期可能偶有中华白海豚出现在附近海域。根据悬浮物扩散预测结果，超一类水质垂向平均最大扩散距离为 1.62km，并在铺设作业停止后依不同水深 5m 以浅流速小需 13h 恢复原状，10m 以深可在 3h 恢复至施工前水平。因此，施工期悬浮物不会对中华白海豚造成明显影响。本项目建设过程中不涉及水下爆破作业，定向钻深度在海底以下 10~15m，钻孔作业产生的噪声不会对中华白海豚产生明显影响。

类比其他水下噪声对中华白海豚影响的项目，一般选择 180dB 做为水下噪声污染对的危险线阈值，160dB 做为水下噪声污染对中华白海豚的警戒线阈值，120dB 与背景环境噪声相近，做为水下噪声污染对中华白海豚的安全阈值。施工期水下噪音来源主要为机械噪声，一般噪声源强为 80~100dB，可一定海底程度上提高背景噪声。类比《厦门北通道公铁两用桥工程水下噪声对中华白海豚及渔业资源环境影响综合论证》可知，一般水下噪声声压级已低于 120 dB/1uPa，基本上已和海洋环境噪声相当，且施工噪声有间歇性，声波在水中的传播随距离的增加成反平方规律衰减，因此，项目施工产生的水下噪声可认为低于中华白海豚的安全阈值，对中华白海豚的影响程度较轻。

建设单位应在施工期设置专门的瞭望船，特别在北海近岸海域水深<20m施工区，应加强瞭望，发现中华白海豚时应降低施工强度，直至停止施工，待其游离后方可恢复施工。同时，根据相关研究，船舶航速小于6节时不会对中华白海豚直接产生撞击。因此，施工船舶在移动时应尽量将船速控制在6节以下，同时加强海上观察瞭望，严格遵守《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，在发现中华白海豚活动的情况下必须采取限速、避让措施。

运营期，本工程海底电缆上方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，不会对其造成明显不利影响；项目产热传导到海底不超过0.5°C，不会对其产生不利影响。

在采用合理施工工艺和有效防护措施条件下，本项目建设和运营对中华白海豚影响相对较小。

(2) 对布氏鲸的影响分析

根据调查情况，布氏鲸在北部湾海域出现的时间段大致为每年9月至次年的4月，其中每年3月和4月观察到布氏鲸出现和觅食概率较高。布氏鲸出现频率较高的区域，主要是涠洲岛西部和斜阳岛周围。联网工程路由涠洲岛登陆段位于涠洲岛北部，仅在涠洲岛附近海域开展施工作业时可能会对布氏鲸生活造成一定影响。本项目建设过程中不涉及水下爆破作业，工程施工期水下噪音来源主要为机械噪声，一般噪声源强为80~100dB，可一定程度上提高背景噪声。类比《厦门北通道公铁两用桥工程水下噪声对中华白海豚及渔业资源环境影响综合论证》可知，施工噪声源对背景噪音提高有限(4dB)，即使提高10dB，总的噪声级别仍远低于美国国家海洋渔业机构2000年颁布的鲸类最大可承受声压标准180dB。而且施工噪声有间歇性，声波在水中的传播随距离的增加成反平方规律衰减，影响的范围非常有限。因此，项目施工产生的水下噪声远低于布氏鲸的最大可承受声压标准，对布氏鲸的影响程度较轻。

为尽可能避免施工对布氏鲸的影响，本项目在涠洲岛附近海域的施工作业应尽量避免布氏鲸出现概率较高的时间(3~4月)；同时，在涠洲岛施工现场设置瞭望船，在施工过程中加强瞭望，当发现布氏鲸出现在附近海域时，及时通知降低施工强度直至停止施工，待其游离后方可恢复施工。此外，海上施工作业将通过缩短施工时间、采用先进铺管船和挖沟设备作业等，减少悬浮物产生量，减缓对布氏鲸出现海域海洋生态环境的影响。

4.8.5 对生态保护红线区的影响分析

本项目海缆穿越北海银滩海岸防护极重要区红线区、北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区，项目附近的生态保护红线区还包括北海市涠洲岛珊瑚礁红线区、广西涠洲岛珊瑚

礁国家海洋公园、北海市涠洲岛重要渔业资源产卵场红线区、北海银滩沙源流失极脆弱区红线区、北部湾水源涵养生态保护红线区和北海冠头岭海岸防护极重要区红线区。

本项目海缆施工从北海市开始向涠洲岛进行，悬浮沙的产生伴随施工船舶移动，主要集中在海缆路由区附近（见图 4.8-4），在施工结束后短期内海水水质即可恢复至施工前，对海洋环境造成的影响较小；本项目北海侧登陆采用定向钻的方式，已尽量远离零星生长的红树林区域，涠洲岛侧登陆也通过定向钻登陆，已尽量避开周边珊瑚礁区域，并在施工期间设置拦污屏减轻悬浮泥沙对周边珊瑚礁等红线区的影响；本项目合理安排施工工序，铺设海缆等对环境影响较大的作业避开水产种质资源保护区的核心保护期，并对工程建设造成的海洋生物资源损失进行补偿；施工船舶产生的废水、固废等污染物均可得到合理处置，因此工程建设对海洋生态红线区的影响较小。

4.8.6 对涠洲岛自然岸线的影响

本项目海缆路由在涠洲岛侧登陆采用定向钻穿越涠洲岛自然岸线（基岩岸线），不直接占用岸线资源。本项目拟采取定向钻穿越珊瑚礁区域后登陆。海缆涠洲岛登岛段距海岸线约 0.696km 处定向钻入海床，由预测结果可以看出，加防污屏后悬浮泥沙不会扩散到涠洲岛侧自然岸线，成孔埋深取 5m 至 15m 以下，底质成孔特性较好，顶进、扩孔过程中不会产生塌孔、开列等引起海底地形变化，不会对成孔上方海底地表产生剧烈震动，对自然岸线的属性及形态影响较小。因此，工程施工不会对涠洲岛自然岸线造成明显影响。

4.8.7 对现状养殖区的影响分析

本项目评价范围内养殖活动主要有 6 个，分别是北海金不换水产有限公司 C74 海水底播养殖场、北海金不换水产有限公司 C77 海水底播养殖场、广西春祥晖水产养殖有限公司 C1 海水底播养殖场、广西春晖水产养殖有限公司 C4 海水底播养殖场、广西春晖水产养殖有限公司 C62 海水底播养殖场、广西春晖水产养殖有限公司 C72 海水底播养殖场。其中北海金不换水产有限公司 C77 海水底播养殖场与本项目海缆路由距离最近，仅约 100 m，广西春晖水产养殖有限公司 C62 海水底播养殖场位于本项目路由东侧约 374m，其余 4 个养殖区与本项目路由相对距离较远，在 1.2km 以上。

根据项目建设对水质环境的影响分析可知，本项目施工期悬沙 10 mg/L 的扩散范围会覆盖至北海金不换水产有限公司 C77、C74 海水底播养殖场和广西春晖水产养殖有限公司 C62 海水底播养殖场。已向北海金不换水产有限公司海水底播养殖场和广西春晖水产养殖有限公司负责人核实，养殖时间为从每年 10 月开始到次年 7 月结束，本工程海缆铺设施工期可避开养殖时间，且在养殖区附近施工时间较短，产生的悬沙将在施工结束后 3h 内沉降，对附近养殖区造成的影响较小。

本项目通过优化施工方案，合理安排施工进度，避免在不利气象条件下施工，可有效减轻悬浮泥沙对渔业资源的损害，因此工程建设对现状养殖区域的影响很小。

4.8.8 对人工鱼礁的影响分析

根据现场勘查，本项目海缆路由距最近的人工鱼礁生态修复工程（广西北海银滩南部海域国家级海洋牧场示范区）约 8.7km。本项目海缆施工扰动海底产生的悬浮泥沙最远扩散距离为 4.97km ($>10\text{mg/L}$)，见图 4.8-6，因此不会对人工鱼礁生态修复工程产生不利影响。

4.8.9 对风景名胜区的的影响分析

本项目海缆路由在北海市侧登陆段采用定向钻底部穿越了南漓—涠洲岛海滨风景名胜区中的南漓景区，项目不涉及核心景区。根据广西壮族自治区林业勘察设计院对该风景名胜区的影响专题报告——《220 千伏涠洲岛跨海联网工程项目涉及南漓-涠洲岛海滨风景名胜区选址论证报告》，“选址对海洋生态系统会造成一定的影响。在北海侧，海底电缆通过埋地敷设，会对海洋生物和沙滩产生较小的分隔作用，但随着施工结束，影响会消失；涠洲岛侧，采用定向钻登陆方式，减少了对洲岛周边珊瑚礁的影响和破坏，但产生的悬浮沙会对海洋生态产生略微影响，但采取措施后影响可控……”，“通过对评价范围内拟建项目的视觉环境、景观阈值、生态阈值、景观相融性等方面的综合评价，……，220 千伏涠洲岛跨海联网工程选址的景观阈值等级为中高等级，生态值等级均为高，景观相融性等级为优，综合评价影响程度为低等级，影响较小，推荐选址方案”，因此，本项目选址合理，对生态环境的影响较小。

本项目海缆路由距离西侧冠岭公园约 4.5km，海缆路由距离东侧银滩核心景区约 3.5km。海缆工程海上出土点不在景区范围内，定向钻海上出土后冲埋铺缆会产生悬浮沙，悬沙预测结果表明，北海市侧定向钻出土点距离南漓景区 20m，出土后开始冲埋，在低潮期施工，工程施工悬沙扩散与南漓—涠洲岛海滨风景名胜区关系见图 4.8-7，悬浮沙对景区的影响较小且是暂时的。

综上，工程施工对南漓—涠洲岛海滨风景名胜区产生影响较小。

4.8.10 对北海侧登陆点附近市政排水渠的影响分析

北海大陆登陆点位于北海市银海镇的排水沟渠东岸，排水沟渠功能为市政排水，兼顾行洪功能。

本工程海缆穿越岸线采用定向钻施工，定向钻陆域入土点距离海岸线约 5m，施工范围包含泥浆池等及营地均位于陆域，且设置临时围挡，施工期不占用排水渠，不会影响其排水及行洪的功能。

4.9 海缆工程对通航环境的影响分析

根据现状航道情况，由于电缆穿越了涠洲岛东习惯航路和规划的铁山港 30 万吨级进港航道，为防止船舶抛锚，海底电缆的埋设深度需满足一定的安全深度要求，正常段埋深在 2.5m~3.0m，跨越航道段埋深在 5.0m~5.5m，均满足要求，具体情况见图 4.9-1。

在工程施工期间，施工船舶在工程所在海域施工作业，客观上增加了该海域的通航密度，船舶发生交通事故的概率增加。因此，工程在施工期间应加强与附近船舶的沟通联系，尤其是在与航线交汇区域施工时，应提前安排船舶前往警戒。另外，本项目在穿越规划的铁山港 30 万吨级进港航道处在冲埋铺缆之后，为保护海缆，紧接在冲沟内填充 2cm~5cm 碎石，为外购卵石，填碎石厚度约 1.5m。本项目海缆路由尽量避开锚地，减小施工船舶对正常抛锚活动的影响。

由于本工程从海床底部穿过，埋于海床以下，工程实施后，不会对附近海域水流条件、海床演变、航道布置及助航标志配布、航道整治工程等产生影响。本工程海缆埋于海床以下，不会对航道的通过能力、船舶航路设置、交通流组织及通航秩序、船舶通航安全设施产生影响。

需划定海缆保护范围，并向海事部门申请，发布航行通（警）告，严禁过往渔船抛锚。

综上，工程建设对航道和锚地的影响较小。

图 4.9-1 本项目海缆路由周边通航环境图

4.10 海缆工程电磁辐射影响分析

根据设计资料，如图 2.1-12b 所示，项目海底电缆采用铜芯交联聚乙烯绝缘分相铅套粗圆钢丝（铜丝）铠装聚丙烯纤维外被层光电复合 3 芯海底电缆，导线外包裹有导体屏蔽、绝缘屏蔽、合金铅套材料，外层再加以镀锌钢丝层、沥青及聚丙烯外披层等材质，在海缆工程运行过程中产生的电磁场，在海缆外层镀锌钢丝、沥青聚丙烯外披层等屏蔽作用下，对海缆外电磁环境影响较小。

根据设计资料，登录段海缆线路位于 Q355 钢套管，且该段线路与海床距离在 3m 以上，其中穿越涠洲岛侧珊瑚礁区域定向钻埋深 10m 至 17m 之间，除登录段外，海缆线路与涠北管线交叉跨越段及临近珊瑚礁区域采用铸铁套管敷设，并覆盖带有土工布的混凝土联锁排块，钻越规划铁山港 30 万吨航道段水下冲埋 4.0m，其他区域采用水下冲埋，埋深均超过 2m 等。

海缆工程运行过程中，海缆内线路产生的电磁场，在海缆外层镀锌钢丝、沥青聚丙烯外披层等屏蔽作用，及采取铸铁套管、覆盖混凝土联锁排块，加大海缆埋深等措施的情况下，对所在区域海洋电磁环境影响较小，对海洋及珊瑚礁中鱼类、贝类、底栖生物影响也较小。

Gill 等采用围隔实验的方法，证明底栖板鳃鱼类会对海底电缆释放的相关类型和强度的电磁场做出反应。袁健美等研究海上风电磁场对 12 种海洋生物的存活率和行为的影响，结果表明：1.00mT(电缆处)强度磁场对黑鲷(*Sparusmacro cephalus*)的存活率和行为有一定的影响，并初步判断距离电缆 1.2m 外(磁场强度约为 0.20mT)的位置为海洋鱼类对海上风电磁场的耐受范围；文蛤(*Mercenariamercenaria Linnaeus*)等贝类对磁场的耐受性较好，海上风电磁场对其存活率没有影响；在风电正常运营的情况下，底栖生物的存活率也未出现明显差异。类比分析，本项目海缆工程产生的工频电磁场，对珊瑚礁、鱼类、贝类和底栖生物的影响较小。

因此，海缆工程电磁辐射对周围海洋环境影响较小。

4.11 陆域工程施工期环境影响评价

4.11.1 施工期生态环境影响分析

详见本报告“4.13 陆生生态环境影响评价”章节

4.11.2 施工期声环境影响分析

4.11.2.1 变电站工程

4.11.2.1.1 施工期噪声影响分析

本次新建变电站施工场界噪声影响分析依据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)中的模式开展。

(1) 声源概况

变电站工程施工主要包括土石方开挖、土建及设备安装等几个阶段。噪声源主要包括工地运输车辆的交通噪声以及桩基、土建、设备安装施工中各种机具的设备噪声。

施工机械设备一般露天作业，噪声经几何扩散衰减后到达预测点。主要施工设备与施工场界、周边敏感点之间的距离一般都大于 $2H_{max}$ (H_{max} 为声源的最大几何尺寸)。因此，变电站工程施工期的施工设备可等效为点声源。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013)，并结合工程特点，变电站施工常见施工设备噪声源声压级见表 4.11-1。

(2) 噪声影响预测

根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)中的点声源几何发散衰减模型，预测本项目施工期声环境影响。

1) 点声源衰减模式

只考虑几何发散衰减时，预测点 r 处的 A 声级为：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg (r/r_0)$$

式中： $L_A(r)$ ——距声源 r 处的声级，dB(A)；

$L_A(r_0)$ ——参考位置的声级，dB(A)；

r ——预测点与点声源之间的距离，m；

r_0 ——参考位置与点声源之间的距离，m。

2) 等效声级贡献值计算公式

$$L_{eqg} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum t_i 10^{0.1 L_{Ai}} \right)$$

式中： L_{eqg} ——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

L_{Ai} —— i 声源在预测点产生的 A 声级，dB(A)；

T ——预测计算的时间段，本次评价取夜间 8h，昼间 16h；

t_i —— i 声源在 T 时间段内的运行时间， t_i 按夜间 8h，昼间 16h 计算。

(3) 施工机械噪声影响分析

依据前述噪声影响预测公式，可计算得到单台施工设备的声环境影响预测结果（见图 4.11-1）。为考虑多种设备同时施工时的声环境影响，图 4.11-2 给出了每个施工阶段的施工设备的声环境综合影响预测结果，例如施工场地四通一平阶段就是考虑液压挖掘机、重型运输机和推土机的叠加影响。

根据预测结果，在施工场地四通一平、地基处理、建构筑物土石方开挖及设备进场运输等工程施工中，施工场界处昼间噪声级超《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间限值 7dB(A)，夜间噪声级超标 12dB(A)；土建工程施工中，施工场界处昼间噪声级超《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）昼间限值 6dB(A)，夜间噪声级超标 11dB(A)。

变电站施工一般仅在昼间（6:00~22:00）进行，对周围环境影响也主要分布在这个时段。由图 4.11-1 可看出，液压挖掘机、重型运输机和推土机的声源最大，当变电站内单台声源设备影响声压级为 70dB(A)时，最大影响范围半径不超过 32m；由图 4.11-2 可看出，考虑各施工阶段的施工设备的声环境综合影响情况下，施工场地四通一平阶段的影响最大，当声压级为 70dB(A)时，最大影响范围半径不超过 55m。施工设备通常机械噪声一般为间断性噪声。施工前，先建好的围墙可进一步降低施工噪声，因此，本项目变电站施工场界处昼间噪声排放可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》的要求。

变电站夜间施工较少，且夜间施工时严格限制高噪声设备的运行，因此，施工场界处夜间噪声排放也能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

(4) 施工期噪声对声环境敏感目标的影响分析

据现场踏勘，拟建站址周边声环境敏感目标位于拟建 220kV 溇洲变电站站址西北侧约 130m 处居民点（西角村下梓桐木村），本报告选取该处居民点具有代表性的最近 1 处声环境敏感目标进行现状值监测。

变电站施工期间施工机械设备靠近环境保护目标处施工时，对声环境保护目标会产生一定影响。因此，变电站施工期间应采取：

①基础开挖施工前，变电站施工应设置硬质围挡，并优先修建围墙。

②优化施工布局，高噪声施工设备在靠近声环境敏感目标区域时应该分阶段施工，避免多台设备同时运行。

③项目施工时，应充分利用拟建站址所在区域的地形、地表植被，合理布置施工场地，尽可能将高噪声机械及施工运输车辆布置于远离站址北侧。

④变电站施工期间应禁止夜间（22：00~次日 6：00）使用车辆运输及高噪声机械施工，如确因生产工艺（如混凝土浇筑）须夜间连续作业的，施工前应先经环境保护行政主管部门批准，按规定申领夜间施工许可，同时在施工现场设置公告牌，发布公告及投诉电话，最大限度地争取受影响民众支持和谅解，并提供施工噪声投诉与监督渠道。

220kV 溇洲变电站工程施工期声环境敏感目标噪声预测情况，详见表 4.11-4。

由表 4.11-4 可知，在采取相应措施后，变电站施工期间产生的噪声，对变电站站址周边声环境敏感目标的影响满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

变电站施工是暂时的，随着施工结束，施工噪声的影响也随之结束。总体而言，在采取优先修筑施工围墙、设置施工围挡、优化场地布置和禁止夜间施工等噪声污染防治措施的情况下，施工作业噪声的环境影响是可以接受的。

4.11.2.1.2 施工期噪声影响评价

在采取上述声环境影响保护措施后，可将变电站施工期噪声对周边声环境的影响降至最低。同时，施工期对周围环境的噪声影响是短暂的，在施工结束后施工噪声影响也将随之消失。

综上所述，本项目变电站施工期间的噪声影响可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

4.11.2.2 陆缆线路

陆缆线路在施工期的沟槽开挖、导向孔施工、电缆敷设、设备安装等几个阶段中，主要噪声源有挖机、破碎机、交通运输噪声等，这些施工设备运行时会产生较高的噪声。此外，电缆线路在电缆敷设施工过程中，切割、焊接等设备也产生一定的机械噪声，其声压级水平

一般小于70dB(A)。根据电缆线路施工特点，各施工点施工量小，施工时间短，单个施工点位累计施工时间一般在2个月以内。施工结束，施工噪声影响亦会结束。

本报告建议依法限制夜间施工，如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，应对施工机械和车辆采取铺设隔声垫、加装消声器等措施，以尽可能减轻夜间施工噪声对周边环境的影响。

4.11.2.3 变电站间隔扩建

4.11.2.3.1 施工期噪声影响分析

本次220kV 墩海变电站间隔扩建工程施工场界噪声影响分析依据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)中的模式开展。

(1) 声源概况

墩海变电站间隔扩建工程施工主要包括高抗、无功补偿装置、迁改工程等拆除、基础土石方开挖、土建及设备安装等几个阶段。与溇洲变电站工程类似，墩海站扩建工程噪声源主要包括工地运输车辆的交通噪声以及桩基、土建、设备安装施工中各种机具的设备噪声。

施工机械设备一般露天作业，噪声经几何扩散衰减后到达预测点。主要施工设备与施工场界、周边声环境保护目标之间的距离一般都大于 $2H_{max}$ (H_{max} 为声源的最大几何尺寸)。因此，变电站工程施工期的施工设备可等效为点声源。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013)，并结合工程特点，变电站间隔扩建施工常见施工设备噪声源声压级见表4.11-5。

(2) 噪声影响预测

墩海变电站间隔扩建工程噪声预测与溇洲变电站工程类似，根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)中的点声源几何发散衰减模型，预测本项目施工期声环境影响。

预测公式见变电站工程“施工期噪声影响分析”章节。

(3) 施工机械噪声影响分析

参考溇洲变电站工程“施工期噪声影响分析”章节分析结论，对比墩海变电站间隔扩建工程，间隔扩建工程量较小，施工时间较短，所需使用的高噪声机械的数量、使用时间等均较溇洲变电站工程少得多，且本期仅需对变电站西侧围墙进行拆除后，向西外扩 10.5m，变电站东侧、南侧、北侧围墙均不受影响，在施工期间，拆除西侧围墙后，优先修筑西侧围墙的情况下，可进一步降低施工噪声，因此，本项目变电站间隔扩建工程施工场界处昼间噪声排放可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》的要求。

变电站间隔扩建工程量较小，夜间施工较少，可确保夜间施工时不使用高噪声设备，因此，施工场界处夜间噪声排放也能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

（4）施工期噪声对声环境敏感目标的影响分析

据现场踏勘，拟扩建墩海变电站四周受交通噪声影响很大。拟扩建 220kV 墩海变电站四周声环境敏感目标情况如图 4.11-3 所示，本报告选取四周具代表性的 5 处声环境敏感目标进行现状监测。

变电站间隔扩建施工期间施工机械设备靠近环境保护目标处施工时，对声环境保护目标会产生一定影响。因此，变电站间隔扩建施工期间应采取：

①基础开挖施工前，变电站间隔扩建施工应设置硬质围挡，并优先修建围墙。

②优化施工布局，高噪声施工设备在靠近声环境敏感目标区域时应该分阶段施工，避免多台设备同时运行。

③项目施工时，应充分利用拟扩建区域的地表植被，合理布置施工场地，尽可能将高噪声机械及施工运输车辆布置于远离变电站东侧、南侧、西侧。

④变电站间隔扩建施工期间应禁止夜间（22：00~次日 6：00）使用车辆运输及高噪声机械施工，如确因生产工艺（如混凝土浇筑）须夜间连续作业的，施工前应先经环境保护行政主管部门批准，按规定申领夜间施工许可，同时在施工现场设置公告牌，发布公告及投诉电话，最大限度地争取受影响民众支持和谅解，并提供施工噪声投诉与监督渠道。

220kV 墩海变电站间隔扩建工程施工期声环境敏感目标噪声预测情况，详见表 4.11-5。

由表 4.11-5 可知，在采取相应措施后，变电站间隔扩建施工期间产生的噪声，对变电站站址周边声环境敏感目标的影响满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准限值要求。根据金海岸大道恒大御景半岛小区具代表性楼层的现状监测及预测结果可知，在采取相应措施后，墩海站施工期间对站址四周四周高层建筑物的声环境影响满足相应标准限值要求。

变电站间隔扩建施工是暂时的，随着施工的开始，施工噪声的影响也随之结束。总体而言，在采取优先修筑施工围墙、设置施工围挡、优化场地布置和禁止夜间施工等噪声污染防治措施的情况下，施工作业噪声的环境影响是可以接受的。

4.11.2.3.2 施工期噪声影响评价

在采取上述声环境影响保护措施后，可将变电站间隔扩建施工期噪声对周边声环境的影响降至最低。同时，施工期对周围环境的噪声影响是短暂的，在施工结束后施工噪声影响也将随之消失。

综上所述，本项目变电站间隔扩建工程施工期间的噪声影响可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求。

4.11.3 施工扬尘分析

变电站及变电站间隔扩建施工期环境施工扬尘主要来自土方挖掘、弃土、物料运输和使用、施工现场内车辆行驶等。由于扬尘源多且分散，源高一般在 15m 以下，属于无组织排放。同时，受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性较大。

陆缆线路工程施工期的扬尘主要来自土石方的开挖、施工现场内车辆行驶等。

4.11.4 水环境影响分析

施工污水包括施工废水和施工人员生活污水。施工废水包括场地平整、机械设备冲洗和混凝土搅拌系统冲洗以及施工场地清理等产生的废水；施工期生活污水为施工人员的生活污水，包括粪便污水、洗涤污水等，主要含有 SS、COD、BOD₅等污染物。

（1）生活污水环境影响分析

变电站工程施工期间在临时搭建的施工生产生活区中，需修建简易化粪池或购买 PE 化粪池，施工人员约为 30 人~50 人，每天产生的生活污水约为 6.0m³/d~10.0m³/d（按 0.2m³/d·人），施工人员产生的生活污水经化粪池处理后定期清理，不得外排。

根据之前施工的经验，变电站工程施工人员较少，施工期间施工人员产生的施工废水排入临时修筑的简易化粪池或 PE 化粪池后，经吸粪车定期抽吸后，可确保施工期间生活污水不外排。

本项目变电站间隔扩建及陆缆线路工程量较少，施工时间短，且周边居民点较多，墩海变电站间隔扩建及墩海~涠洲 220kV 陆缆线路北海侧施工人员租住在项目周边居民房内，产生的生活污水由当地污水处理设施处理；墩海~涠洲 220kV 陆缆线路涠洲侧施工人员共用涠洲变电站施工生产生活区，不在另外单独设置施工生产生活区。

（2）施工废水环境影响分析

施工废水量与施工设备的数量、混凝土工程量有直接关系，施工废水中 SS 污染物含量较高，如不经处理直接排放，必然会造成周边水体受到影响，因此必须采取措施对施工废水进行处理。一般采用初级沉淀，在施工场地适当位置设置简易沉砂池对施工废水进行澄清处理，经沉淀后废水部分可回用于拌合等施工工艺，部分可用于洒水抑制扬尘。

（3）施工期对饮用水水源保护区的影响分析

本项目陆域工程不涉及涠洲水库饮用水源保护区的永久及临时占用，与该饮用水源保护区二级保护区边界最近距离约 130m，一级保护区边界最近距离约 450m。

据现场踏勘，项目拟建 220kV 溇洲变电站及陆缆线路位于溇洲岛内市政主干道环岛风景路西侧，而溇洲水库饮用水源保护区则位于东侧，该市政道路将拟建项目与该饮用水源保护区阻隔开来，两侧处于不同的汇水范围之内。

输电线路对水源保护区的环境影响主要在施工期，由于本项目陆域工程不涉及占用饮用水源保护区，因此项目施工期对水源保护区的影响主要为项目不合理的、超出施工红线范围的施工活动及施工人员产生的废水、固体废物等对饮用水源保护区造成影响。

在施工期间，落实合理设置施工场地，严格限制施工范围，开挖临时沉淀池，设置一体化 PE 化粪池，建筑垃圾、施工废料、弃土弃渣、生活垃圾等有效管理、集中的管理后，项目对饮用水源保护区的影响较小。

4.11.5 固体废物环境影响分析

陆域工程施工期固体废物主要包括两部分，一部分来自变电站、变电站间隔扩建及陆缆线路施工过程中产生的土石方，本项目变电站间隔扩建及陆缆线路工程量较小，开挖的土石方量也较少，变电站工程开挖的土石方为项目建设中主要的固体废物发生源；另一部分来自施工垃圾及生活垃圾，包括变电站间隔扩建拆除作业及工程施工过程中产生废弃的建筑材料、包装材料、食物残余等，这些固体废物往往存在于临时土石方堆场、施工生产生活区、搅拌站、电缆施工区等附近。施工期间所产生的固体废物主要有工程弃土、弃渣、施工废料、建筑垃圾及施工人员产生的生活垃圾等。

(1) 工程弃土弃渣

根据设计资料，本项目变电站、变电站间隔扩建、陆缆线路施工过程中产生的土石方经内部调配后，土石方挖填平衡，不涉及弃土弃渣的产生。

(2) 拆除废料、施工垃圾及生活垃圾

① 拆除废料

本项目变电站间隔扩建工程需拆除围墙、110kV 墩银禾线电缆沟、电容器组基础等，拆除的废料主要为碎砖、混凝土、碎瓦等，根据设计资料，本项目需拆除面积约为 600m²，拆除废料约为 0.20m³/m²，由此产生的拆除废料约为 120m³。拆除废料处置不当，将严重影响变电站间隔扩建及陆缆线路周边环境，占用土地。

③ 施工垃圾

施工垃圾主要为建筑物修筑期间产生的施工废料。施工废料主要包括碎砖、混凝土、砂浆、桩头、包装材料等，修建砖混、框架结构建（构）筑物所产生的施工废料为 5~20kg/m²，本项目修筑房屋面积为 10990m²，由此产生的施工废料约 55t~220t。拆除废料、施工垃圾处置不当，将严重影响变电站及陆缆线路周边环境，占用土地。

③生活垃圾

生活垃圾是由于施工作业人员在日常生活中所产生的废弃物，主要包括煤灰、砖渣、玻璃、塑料、木草、废纸、果皮等，以煤灰、砖渣等无机物为主，食堂垃圾、塑料、纸屑等有机物只占次要部分。根据工程分析，变电站施工人员约为 30-50 人，生活垃圾量按 1.0kg/人·d 计，则生活垃圾量为 30kg/d~50kg/d。这些固体废物集中堆放及时清运交有关部门进行相关处理，不会影响周边环境。

变电站间隔扩建及陆缆线路工程量较小，施工人员较少，停留时间较短，陆缆线路北海侧及变电站间隔扩建施工人员租住在周边居民房内，施工结束后，生活垃圾有施工人员统一收集及时清运交由环卫部门处理，陆缆线路涠洲侧施工人员共用涠洲变电站施工生产生活区，陆缆线路施工产生的生活垃圾经收集堆放在施工生产生活区设置的垃圾集中点后及时清运交由环卫部门进行相关处理，不会影响周边环境。

4.12 陆域工程运行期环境影响评价

4.12.1 生态环境影响评价

详见本报告“4.13 陆生生态环境影响预测与评价”章节

4.12.2 电磁环境影响预测与评价

4.12.2.1 变电站工程电磁环境影响预测与评价

4.12.2.1.1 评价方法

本报告采用类比方式，选取 220kV 碧竹变电站作为类比对象，对新建 220kV 涠洲变电站电磁环境影响进行预测分析及评价。此外，考虑到本期 220kV 涠洲变电站本期需设置 220kV 高压电抗器，故选取 500kV 玉林变电站高压电抗器对 220kV 涠洲变电站本期 220kV 高压电抗器电磁环境影响进行预测分析及评价。

4.12.2.1.2 220kV 涠洲变电站电磁预测评价

(1) 选择类比对象

涠洲变电站本期安装 2×63MVA 主变，主变采用三相一体式自然油循环自冷，低损耗，低噪声有载调压电力变压器，变电站采取全户内布置的方式。

本次评价根据变电站的电压等级、主变容量、出线数量、布置方式、环境条件等因素，选取本项目 220kV 变电站条件相似的 220kV 碧竹变电站，以类比新建 220kV 涠洲变电站电磁环境影响。220kV 涠洲变电站与 220kV 碧竹变电站情况对比分析见表 4.12-1 和图 4.12-1。

500kV 美林变电站现状建设规模为：占地面积：8.89hm²，其中围墙内占地7.11hm²；主变容量：2×1000MVA；500kV 出线5回；220kV 8回；500kV 高压电抗器1×150MVA；无功补偿：1×60Mvar 低压并联电抗器，2×60Mvar 低压并联电容器。

500kV 美林变电站站内现状有高压电抗器1组容量为1×150Mvar。220kV 溇洲变电站高压电抗器容量为1×50Mvar。

(2) 类比变电站可比性分析

由表4.12-1和图4.12-1可以看出，220kV 溇洲变电站和220kV 碧竹变电站电压等级相同、总平面布置方式相似（均全户内布置）、出线方式一致（110kV、220kV 出线均为电缆出线）。

220kV 溇洲站本期主变容量为2×63MVA，远期3×63MVA，而220kV 碧竹变电站本期主变容量为2×240MVA，远期4×240MVA，类比对象220kV 碧竹变电站主变容量220kV 较溇洲变电站大出较多。

220kV 溇洲变电站规划220kV 出线4回，本期2回（出线1回，备用1回），远期2回，而220kV 碧竹变电站规划220kV 出线6回，现状出线6回，220kV 碧竹变220kV 出线回数较220kV 溇洲变要多。

220kV 溇洲站本期未规划110kV 出线，220kV 碧竹变电站现状110kV 出线为7回；220kV 溇洲站本期未规划35kV 出线，220kV 碧竹变电站无35kV 出线；220kV 溇洲站本期规划10kV 出线12回，220kV 碧竹变电站现状10kV 出线24回。

220kV 溇洲变电站10kV 并联电容器组、10kV 并联电抗器组均较220kV 碧竹变要少。220kV 溇洲变电站本期220kV 高压电抗器1×50Mvar，220kV 碧竹变电站内无高压电抗器。

由以上对比，在电压等级相同、整体布置方式、出线方式、周边环境条件相同的情况下，220kV 碧竹变电站主变容量更大、220kV 及110kV 出线更多，10kV 并联电容器组、并联电抗器组更多，且占地面积更小，同等情况下220kV 碧竹变电站对站址周边电磁环境影响较220kV 溇洲变电站要更大。220kV 溇洲变电站本期220kV 高压电抗器1×50Mvar，远期3×50Mvar，而220kV 碧竹变电站无高压电抗器，综合而言，用220kV 碧竹变电站作为220kV 溇洲变电站的电磁环境影响类比分析对象，具有可比性。

由上述分析表明，采用220kV 碧竹变电站作为220kV 溇洲变电站的电磁环境影响类比站是可行的，可以反映220kV 溇洲变电站建成投运后对站外的电磁环境影响程度。

220kV 溇洲变电站拟建高抗容量为1×50Mvar，500kV 美林变电站拟建高抗容量为1×150Mvar，类比变电站高抗对周边电磁环境影响更大。

(3) 类比监测因子

工频电场、工频磁场。

(4) 监测方法及仪器

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

220kV 碧竹变电站及 500kV 美林变电站监测单位为湖北君邦检测技术有限公司，监测所用仪器具体情况见表 4.12-2。

(5) 监测条件及运行工况

2019年8月31日，湖北君邦环境技术有限责任公司武汉环境检测分公司对220kV 碧竹变电站的电磁环境进行了监测。2023年12月24日，湖北君邦环境技术有限责任公司武汉环境检测分公司对500kV 美林变电站的电磁环境进行了监测。

(6) 监测布点

碧竹变电站：在碧竹变电站东侧、西侧、北侧围墙外5m 处布置2个监测点位，南侧围墙外5m 处，布置1个监测点位，分别测量距地面1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度；以碧竹变电站南侧围墙外5m 处为起点，垂直南侧围墙的方向进行监测，测点间距5m，顺序测至距离围墙50m 处为止，分别测量距地面1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度。

碧竹变电站东侧、北侧受到现场地形影响，不具备厂界衰减断面监测条件，故选择在变电站南侧围墙外布设厂界衰减断面。

美林变电站：500kV 美林变电站占地面积较大，综合考虑变电站四周围墙长度及环境现状情况，本次验收在美林变电站东侧围墙外5m 处各布设2个监测点位，在变电站南、西侧围墙外布设3个监测点位，在变电站北侧围墙外布设4个监测点位，测量距地面1.5m 高处的工频电场强度和工频磁感应强度。

在变电站南侧站门口外5m 处为起点，垂直于围墙的方向，沿进站道路布置监测点位，监测点位间距为5m，顺序测至距离围墙50m 处为止，受变电站地形场地限制，仅能监测至25m 处。

变电站衰减断面并未设置在变电站围墙外工频电磁场强度最大值处，变电站东侧、西侧及北侧监测值较大点位处受线路出线、地形高差及树林阻挡限制，无衰减断面监测条件，故衰减断面设置在变电站南侧门前。

具体监测点位布设情况见图4.12-2、图4.12-3。

(7) 类比结果分析

220kV 碧竹变电站厂界及衰减断面处工频电、磁场监测结果见表4.12-5。500kV 美林变电站厂界及衰减断面处工频电、磁场监测结果见表4.12-6。

220kV 碧竹变电站工频电场强度在 2.35V/m~13.3V/m 之间，工频磁感应强度在 0.481 μ T~0.776 μ T 之间。220kV 碧竹变电站正常运行时围墙外工频电场、工频磁感应强度分

别满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

500kV 美林变电站工频电场强度在 3.11V/m~758V/m 之间,工频磁感应强度在 0.180 μ T~1.529 μ T 之间。500kV 美林变电站高抗侧(EB13)工频电场强度为 335V/m,工频磁感应强度为 1.048 μ T。500kV 美林变电站正常运行时围墙外工频电场、工频磁感应强度分别满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

根据碧竹变电站及美林变电站的类比监测结果,预测 220kV 溇洲变电站按本期规模建成后,四周围墙外厂界处及评价范围内工频电场强度和工频磁感应强度均小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

(8) 电磁环境敏感目标类比结果分析

由表 4.12-5 可知,220kV 碧竹变电站进站道路侧衰减断面随着逐渐远离变电站,工频电磁场监测数值均呈逐渐减小的趋势。

由以上分析可知,在 220kV 溇洲变电站建成后,变电站周边电磁环境敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露限值要求。

4.12.2.2 输电线路电磁环境影响预测与评价

4.12.2.2.1 评价方法

陆缆线路电磁环境影响以类比分析的方法来评价线路投运后产生的电磁环境影响。

4.12.2.2.2 陆缆线路电磁预测评价

(1) 选择类比对象

本项目拟建陆缆线路全线采取单回路架设。本次评价根据输电线路电压等级、架线型式、导线排列方式、分裂导线数、分裂间距等因素,选择福成~美林 220kV 单回线路作为类比监测对象。本项目线路与类比线路的可比性分析见表 4.12-7。

(2) 线路类比可比性分析

本报告类比的金陵~碧竹 I、II 回 220kV 线路与本项目拟建线路电压等级、架设方式等方面都是相同的,类比线路电缆型号类似,线路周边地形情况相同,类比线路为双回电缆敷设,而本期陆缆线路为单回(部分路段预留 1 回远期电缆通道),相比而言类比线路对周边电磁环境的影响较本期拟建线路要更大,保守考虑,选取金陵~碧竹 I、II 回 220kV 线路作为本期陆缆线路的类比对象是适宜的。

(3) 类比监测因子

工频电场、工频磁场。

(4) 监测方法及测量仪器

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

监测单位为湖北君邦检测技术有限公司，监测所用仪器具体情况见表 4.12-8。

(5) 监测条件及工况

2019年8月31日，湖北君邦环境技术有限责任公司武汉环境检测分公司对金陵~碧竹 220kV I、II 回线路的电磁环境进行了监测。监测条件见表4.12-9，运行工况见表4.12-10。

(6) 监测布点

金陵~碧竹 I、II 回 220kV 线路：以地下输电电缆线路中心正上方的地面为起点,沿垂直于线路方向进行,监测点间距为 1m，顺序测至电缆管廊两侧边缘各外延 5m 处为止。

(7) 类比结果分析

类比监测结果见表 4.12-11。

金陵~碧竹 I、II 回 220kV 地下电缆线路工频电场强度在 6.05V/m~10.8V/m 之间，工频磁感应强度为 0.763 μ T~0.825 μ T 之间，分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 及 100 μ T 限值要求。

根据金陵~碧竹 I、II 回 220kV 地下电缆线路的类比监测结果，预测本项目线路建成后，线路下及其周边工频电场强度和工频磁感应强度，分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 10kV/m 及 100 μ T 限值要求。

(8) 电磁环境敏感目标类比结果分析

根据表 4.12-11 的数据，金陵~碧竹 I、II 回 220kV 地下电缆线路电场强度的监测数值随着远离输电线路中心呈逐步减小的趋势。

由以上分析可知，在本项目线路建成后，电缆线路周边电磁环境敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露限值要求。

4.12.2.3 变电站间隔扩建环境影响分析

本项目 220kV 墩海站扩建 220kV 涇洲间隔工程，需对现状 110 千伏墩银禾地下电缆线路进行迁改，由于该迁改线路全线采取地下电缆敷设，且绝大部分路径位于 220kV 墩海变电站站内，受 220kV 墩海变电站电磁环境影响，110 千伏墩银禾地下电缆线路迁改完成后，对所在区域的电磁环境影响变化很小，故本报告认为在充分考虑 220kV 墩海变电站间隔扩建后，对周边电磁环境影响，即可综合说明，220kV 墩海变电站间隔扩建及 110 千伏墩银禾地下电缆线路迁改完成后，对周边电磁环境的影响。

故，本报告不再单独对 110 千伏墩银禾地下电缆线路迁改工程，开展电磁环境影响分析与评价。

4.12.2.3.1 评价方法

本报告采用类比方式，选取 220kV 下沙变电站（广东省东莞市）作为类比对象，对拟扩建 220kV 墩海变电站电磁环境影响进行预测分析及评价。

220kV 墩海变电站本期需建设 220kV 高压电抗器 1 组，与 220kV 濠洲变电站类似，本报告选取选取 500kV 玉林变电站高压电抗器对 220kV 墩海变电站本期 220kV 高压电抗器电磁环境影响进行预测分析及评价。

4.12.2.3.2 220kV 墩海变电站电磁预测评价

（1）选择类比对象

墩海变电站现状主变容量为 2×150MVA，1×180MVA，全户外布置的方式，本期扩建 220kV 高压电抗器一台，容量 1×50Mvar。本次评价根据变电站的电压等级、主变容量、出线数量、布置方式、环境条件等因素，选取本项目 220kV 变电站条件相似的 220kV 下沙变电站，以类比新建 220kV 墩海变电站电磁环境影响。220kV 墩海变电站与 220kV 下沙变电站情况对比分析见表 4.12-12 和图 4.12-4。

500kV 美林变电站现状建设规模为：占地面积：8.89hm²，其中围墙内占地7.11hm²；主变容量：2×1000MVA；500kV 出线5回；220kV8回；500kV 高压电抗器1×150MVA；无功补偿：1×60Mvar 低压并联电抗器，2×60Mvar 低压并联电容器。

500kV 美林变电站站内现状有高压电抗器1组容量为1×150Mvar。220kV 墩海变电站高压电抗器容量为1×50Mvar。

（2）类比变电站可比性分析

由表4.12-12和图4.12-4可以看出，220kV 墩海变电站和220kV 下沙变电站电压等级相同（均为220kV/110kV/10kV）、总平面布置方式相似（均户外布置）、周边环境、出线方式一致（均为架空出线）。

220kV 墩海站本期主变容量为2×150MVA 及1×180MVA，另外本期还拟扩建1台220kV 高压电抗器1×50Mvar，而220kV 下沙变电站本期主变容量为4×240MVA，站内无高压电抗器，类比对象220kV 下沙变电站主变容量220kV 较墩海变电站大出较多，但站内无高压电抗器。

220kV 墩海变电站现状220kV 出线3回，110kV 出线4回，10kV 出线20回，而220kV 下沙变电站现状220kV 出线4回，110kV 出线10回，10kV 出线36回，220kV 下沙变220kV 出线回数较220kV 墩海变要多。

220kV 墩海变电站无功补偿容量现状为96Mvar，本期拟扩建1台220kV 高压电抗器1×50Mvar，而220kV 下沙变电站无功补偿容量现状为198Mvar，但220kV 下沙变电站内无220kV 高压电抗器。

220kV 墩海变电站占地面积约为1.94hm²，而220kV 下沙变电站占地面积约为3.46hm²，220kV 下沙变电站站内220kV、110kV 出线间隔数量及无功补偿容量等均大于220kV 墩海变电站，故220kV 下沙变电站占地面积更大。

由以上对比，在电压等级相同、整体布置方式、出线方式、周边环境条件相同的情况下，220kV 下沙变电站主变容量更大、220kV 及110kV 出线更多，10kV 并联电容器组、并联电抗器组更多，此外，考虑到高抗与主变对周边电磁环境影响情况类似，220kV 下沙变电站站内现状有4台主变，而拟扩建220kV 溇洲变电站站内有3台主变及1台高抗，尽管类比占地面积较大、站内无高抗，综合来看，220kV 下沙变电站对站址周边电磁环境影响与220kV 墩海变电站相比相当，用220kV 下沙变电站作为220kV 墩海变电站的电磁环境影响类比分析对象，具有可比性。

由上述分析表明，采用220kV 下沙变电站作为220kV 墩海变电站的电磁环境影响类比站是可行的，可以反映220kV 墩海变电站建成投运后对站外的电磁环境影响程度。

220kV 墩海变电站拟建高抗容量为1×50Mvar，500kV 美林变电站拟建高抗容量为1×150Mvar，类比变电站高抗对周边电磁环境影响更大。

(3) 类比监测因子

工频电场、工频磁场。

(4) 监测方法及仪器

《交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）》（HJ681-2013）。

监测单位为广州清源环保科技有限公司，监测所用仪器具体情况见表4.12-13。500kV美林变电站监测单位见溇洲变电站电磁预测部分。

(5) 监测条件及运行工况

2022年4月1日，广州清源环保科技有限公司对220kV下沙变电站的电磁环境进行了监测。监测条件见表4.12-14，运行工况见表4.12-15。500kV美林变电站监测条件及运行工况见溇洲变电站电磁预测部分。

(6) 监测布点

在220kV下沙变电站四周围墙外5m处布置监测点位，布置1个监测点位，分别测量距地面1.5m处的工频电场强度、工频磁感应强度；以变电站南侧围墙外5m处为起点，垂直南侧

围墙的方向进行监测，测点间距5m，顺序测至距离围墙50m 处为止，分别测量距地面1.5m 处的工频电场强度、工频磁感应强度。具体监测点位布设情况见图4.12-5。

500kV 美林变电站监测布点情况见溇洲变电站电磁预测部分。

(7) 类比结果分析

220kV 下沙变电站厂界及衰减断面处工频电、磁场监测结果见表 4.12-16。500kV 美林变电站监测结果见溇洲变电站电磁预测部分。

220kV 下沙变电站工频电场强度在 0.1V/m~123.3V/m 之间，工频磁感应强度在 0.142 μ T~2.590 μ T 之间。220kV 下沙变电站正常运行时围墙外工频电场、工频磁感应强度，分别满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

根据下沙变电站及美林变电站的类比监测结果，预测 220kV 墩海变电站按本期规模建成后，四周围墙外厂界处及评价范围内工频电场强度和工频磁感应强度均小于《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

(8) 电磁环境敏感目标类比结果分析

根据类比监测数据，考虑到 220kV 墩海变电站周边现状，在 220kV 墩海变电站建成后，变电站周边电磁环境敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露限值要求。

4.12.2.4 电磁环境影响评价结论

(1) 溇洲变电站工程

根据 220kV 碧竹变电站、500kV 美林变电站的类比监测结果，类比变电站厂界各测点工频电场强度、工频磁感应强度监测值，分别满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中规定的公众曝露控制限值要求。由类比分析可知，本项目 220kV 溇洲变电站按建成投运后，在正常运行工况下变电站四周、评价范围内及电磁环境敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

(2) 陆缆线路工程

根据金陵~碧竹 I、II 回 220kV 地下电缆线路类比监测结果，类比线路各测点工频电场强度、工频磁感应强度监测值，分别满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中规定的限值要求。由类比分析可知，本项目墩海~溇洲 220kV 陆缆线路按建成投运后，在正常运行工况下陆缆线路周边、评价范围内及电磁环境敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均

能够满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

(3) 墩海站间隔扩建

根据 220kV 下沙变电站、500kV 美林变电站的类比监测结果, 类比变电站厂界各测点工频电场强度、工频磁感应强度监测值, 分别满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)中规定的公众曝露控制限值要求。由类比分析可知, 本项目 220kV 墩海变电站间隔扩建工程建成投运后, 在正常运行工况下变电站四周、评价范围内及电磁环境敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

4.12.3 声环境影响预测与评价

4.12.3.1 220kV 溇洲变电站模式预测及评价

220kV 溇洲变电站声环境影响按本期规模进行评价。

4.12.3.1.1 预测模式

(1) 噪声源强分析

根据设计资料, 220kV 变电站运行期间的噪声主要来自主变压器、电抗器组等电气设备所产生的电磁噪声及机械噪声。

本项目为全户内布置, 220kV 溇洲变电站内声源除 2 \times 63MVA 主变压器, 高压电抗器 1 \times 50Mvar 外, 溇洲变还在变电站最外侧围墙设置有各类轴流风机共计 26 组。根据设计资料, 220kV 溇洲变电站主变压器设备声功率级取为 88.5dB(A), 220kV 高压电抗器设备声功率级取为 95.0dB(A); 轴流风机 26 组共计 8 个设备型号, 对应数量及声功率级见表 4.12-17。本次预测将主变压器及高压电抗器按面声源考虑, 风机按点声源考虑。

220kV 溇洲变电站内主要设备声源调查清单见表 4.12-17~表 4.12-19, 220kV 溇洲变电站各主要噪声源分布平面布置情况见图 4.12-5、图 4.12-6, 声环境影响预测模型见图 4.12-7。

(2) 隔声减振设施

本项目变电站内隔声设施主要有消声百叶、消声器、泵房、消防水池、配电装置楼、警传室等。尺寸高度见表 4.12-20。

(3) 计算模式

本次环评采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)中的室外工业噪声预测模式。

1) 室外声源

① 计算某个声源在预测点的倍频带声压级

$$L_p(r) = L_w + D_c - A$$

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

式中： L_w ——倍频带声功率级，dB；

D_c ——指向性校正，dB，它描述点声源的等效连续声压级与产生声功率级 L_w 的全向点声源在规定方向的偏差程度。指向性校正等于点声源的指向性指数 D_i 加上计到小于 4π 球面度（sr）立体角内的声传播指数 D_Ω 。对辐射到自由空间的全向点声源， $D_c=0$ dB。

A ——倍频带衰减，dB；

A_{div} ——几何发散引起的倍频带衰减，dB；

A_{atm} ——大气吸收引起的倍频带衰减，dB；

A_{gr} ——地面效应引起的倍频带衰减，dB；

A_{bar} ——声屏障引起的倍频带衰减，dB；

A_{misc} ——其它多方面效应引起的倍频带衰减，dB；

本项目预测计算时，在满足工程所需精度的前提下，采用了较为保守的考虑，在噪声衰减时考虑了几何发散（ A_{div} ）、屏障屏蔽（ A_{bar} ）引起的衰减，而未考虑地面效应（ A_{gr} ）、大气吸收（ A_{atm} ）和其他多方面效应（ A_{misc} ）引起的衰减。

②点声源的几何发散衰减

已知点声源 A 声功率级，且声源处于半自由声场（考虑到声源位于地面上方，因此视为半自由声场），无指向性点声源几何发散衰减量 A_{div} 为：

$$A_{div}=20\lg(r) + 8$$

式中： r ——预测点距离声源的距离，m。

③面声源的几何发散衰减

一个大型机器设备的振动表面，车间透声的墙壁，均可以认为是面声源。如果已知面声源单位面积的声功率为 W ，各面积元噪声的位相是随机的，面声源可看作由无数点声源连续分布组合而成，其合成声级可按能量叠加法求出。详见图 4.12-8。

以下条件时，可按下述方法近似计算： $r < a/\pi$ 时，几乎不衰减（ $A_{div} \approx 0$ ）；当 $a/\pi < r < b/\pi$ ，距离加倍衰减 3dB 左右，类似线声源衰减特性（ $A_{div} \approx 10\lg(r/r_0)$ ）；当 $r > b/\pi$ 时，距离加倍衰减趋近于 6dB，类似点声源衰减特性（ $A_{div} \approx 20\lg(r/r_0)$ ）。其中面声源的 $b > a$ 。图中虚线为实际衰减量。

具体计算公式如下：

当 $r < a/\pi$ 时， $L_A(r) \approx L_A(r_0)$ ；

当 $a/\pi < r < b/\pi$ 时，此时 r 处 A 声级：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 10 \lg \frac{r - \frac{a}{\pi}}{\frac{a}{\pi}};$$

当 $r > b/\pi$ 时, 此时 r 处 A 声级:

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 10 \lg \frac{r - \frac{a}{\pi}}{\frac{a}{\pi}} - 20 \lg \frac{r - \frac{b}{\pi}}{\frac{b}{\pi}}。$$

④预测点的预测等效声级

$$L_{eq} = 10 \lg (10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}})$$

式中: L_{eqg} ——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值, dB(A);

L_{eqb} ——预测点的背景值, dB(A);

⑤噪声贡献值计算

$$L_{eqg} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N t_i 10^{0.1L_{Ai}} + \sum_{j=1}^M t_j 10^{0.1L_{Aj}} \right]$$

式中: t_j ——在 T 时间内 j 声源工作时间, s;

t_i ——在 T 时间内 i 声源工作时间, s;

T——用于计算等效声级的时间, s;

N——室外声源个数;

M——等效室外声源个数。

2) 室内声源

如图 4.12-9 所示, 声源位于室内, 室内声源可采用等效室外声源声功率级法进行计算。

设靠近开口处(或窗户)室内、室外某倍频带的声压级或 A 声级分别为 L_{p1} 和 L_{p2} 。若声源所在室内声场为近似扩散声场, 则室外的倍频带声压级可按式 (B.1) 近似求出:

$$L_{p2} = L_{p1} - (TL + 6) \quad (B.1)$$

式中: L_{p1} ——靠近开口处(或窗户)室内某倍频带的声压级或 A 声级, dB;

L_{p2} ——靠近开口处(或窗户)室外某倍频带的声压级或 A 声级, dB;

TL——隔墙(或窗户)倍频带或 A 声级的隔声量, dB。

也可按式 (B.2) 计算某一室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级或 A 声级:

$$L_{p1} = L_w + 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \quad (B.2)$$

式中: L_{p1} ——靠近开口处(或窗户)室内某倍频带的声压级或 A 声级, dB;

L_w ——点声源声功率级 (A 计权或倍频带), dB;

Q——指向性因数; 通常对无指向性声源, 当声源放在房间中心时, $Q=1$; 当放在一面墙的中心时, $Q=2$; 当放在两面墙夹角处时, $Q=4$; 当放在三面墙夹角处时, $Q=8$;

R ——房间常数； $R = S\alpha/(1 - \alpha)$ ， S 为房间内表面面积， m^2 ； α 为平均吸声系数； r ——声源到靠近围护结构某点处的距离， m 。

然后按式 (B.3) 计算出所有室内声源在围护结构处产生的 i 倍频带叠加声压级：

$$L_{pli}(T) = 10lg[\sum_{j=1}^N 10^{0.1L_{pij}}] \quad (B.3)$$

式中： $L_{pli}(T)$ ——靠近围护结构处室内 N 个声源 i 倍频带的叠加声压级， dB ；

L_{pij} ——室内 j 声源 i 倍频带的声压级， dB ；

N ——室内声源总数。

在室内近似为扩散声场时，按式 (B.4) 计算出靠近室外围护结构处的声压级：

$$L_{p2i} = L_{pli}(T) - (TL_i + 6) \quad (B.4)$$

式中： $L_{p2i}(T)$ ——靠近围护结构处室外 N 个声源 i 倍频带的叠加声压级， dB ；

$L_{pli}(T)$ ——靠近围护结构处室内 N 个声源 i 倍频带的叠加声压级， dB ；

TL_i ——围护结构 i 倍频带的隔声量， dB 。

然后按式 (B.5) 将室外声源的声压级和透过面积换算成等效的室外声源，计算出中心位置位于透声面积 (S) 处的等效声源的倍频带声功率级。

$$L_w = L_{p2}(T) - 10lgS \quad (B.5)$$

式中： L_w ——中心位置位于透声面积 (S) 处的等效声源的倍频带声功率级， dB ；

$L_{p2}(T)$ ——靠近围护结构处室外声源的声压级， dB ；

S ——透声面积， m^2 。

然后按室外声源预测方法计算预测点处的 A 声级。

(4) 预测软件

采用德国 Cadna/A 噪声预测软件进行预测。

(5) 预测时段

变电站为 24h 连续运行，噪声源稳定，昼、夜间对周围环境的贡献值基本一致。轴流风机平时不运行，仅检修、高温或事故时运行，考虑到本项目运行期间对周边声环境可能的最大影响，本报告按照 24h 运行来预测。

(6) 预测点位

厂界噪声：以变电站围墙为厂界，厂界噪声预测点位为厂界外 1m、高度为地面上 1.2m 高度处，其中变电站西北侧 130m 处有声环境敏感目标存在，故该侧厂界噪声预测点位高度为围墙上方 0.5m 高度处（即 3m 高度处）。

声环境敏感目标：变电站西北侧声环境敏感目标旁 1m、高度为地面 1.2m 处；具有代表性楼层处。

(7) 预测内容

按变电站本期建设规模，预测变电站建成后产生的厂界噪声值（在厂界处的噪声贡献预测结果及分析

根据 220kV 溇洲变电站的主要声源和总平面布置，预测计算了工程建成后的噪声贡献值，220kV 溇洲变电站厂界噪声贡献值预测结果见表 4.12-22，声环境敏感目标处噪声预测结果见表 4.12-23。噪声预测等值线见图 4.12-10、图 4.12-11。

由表 4.12-22、表 4.12-23 预测结果可知，220kV 溇洲变电站按本期规模建成后地面 1.2m 高处厂界四周噪声贡献值在 34dB(A)~44.4dB(A)之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准值。

220kV 溇洲变电站按本期规模建成后，西侧及北侧厂界处地面 3m 高处噪声贡献值在 37dB(A)~47dB(A)之间，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准值。

220kV 溇洲变电站按本期规模建成后，变电站四周声环境敏感目标贡献值为 20dB(A)，预测值昼间为 46dB(A)，夜间在 42dB(A)之间，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准值。

4.12.3.2 陆缆线路声环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），地下电缆线路可不开展声环境影响评价。

4.12.3.3 变电站间隔扩建模式预测及评价

220kV 墩海变电站为扩建工程，扩建工程声环境影响按照本期扩建工程规模叠加现状监测结果进行评价。

4.12.3.3.1 预测模式

(1) 噪声源强分析

220kV 墩海变电站扩建工程本期主要声源为 220kV 高压电抗器。根据设计资料，220kV 高压电抗器设备声功率级取为 95.0dB(A)，本期变电站西侧长 60m 的围墙加高为 5m，加高为 5m 的围墙起始点如图 4.12-12 所示。由于高压电抗器距离变电站围墙较近，本次预测将主变压器按面声源考虑。

220kV 墩海变电站内主要设备声源调查清单见表 4.12-24，220kV 墩海变电站各主要噪声源分布平面布置情况见图 4.12-12、图 4.12-14，声环境影响预测模型见图 4.12-13。

(2) 隔声减振设施

本项目变电站内隔声设施主要有主控楼、10kV 配电装置室、警传室、防火墙等。尺寸高度见表 4.12-25。

(3) 计算模式

本次环评采用《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021) 中的室外工业噪声预测模式, 详见濠洲变电站预测部分。

(4) 预测软件

采用德国 Cadna/A 噪声预测软件进行预测。

(5) 预测时段

变电站为 24h 连续运行, 噪声源稳定, 昼、夜间对周围环境的贡献值基本一致。

(6) 预测点位

厂界噪声: 以变电站围墙为厂界, 厂界噪声预测点位为厂界外 1m、高度为地面上 1.2m 高度处, 其中变电站东侧、南侧、西侧均有声环境敏感目标存在, 故 220kV 墩海变电站东侧、南侧、西侧厂界噪声预测点位高度为围墙上方 0.5m 高度处 (即 3m 高度处)。由于变电站西侧围墙本期有 60m 长加高为 5m, 故在加高为 5m 高的围墙段, 预测点位为地面上 1.2m 高度处。

声环境敏感目标: 变电站西北侧声环境敏感目标旁 1m、高度为地面 1.2m 处; 具有代表性楼层处。

(7) 预测内容

按变电站本期建设规模, 预测变电站建成后产生的厂界噪声值 (在厂界处的噪声贡献值)。本次噪声预测参数见表 4.12-26。

4.12.3.3.2 预测结果及分析

根据 220kV 墩海变电站的主要声源和总平面布置, 预测计算了工程建成后的噪声贡献值, 220kV 墩海变电站厂界噪声贡献值预测结果见表 4.12-27, 声环境敏感目标处噪声预测结果见表 4.12-28。噪声预测等值线见图 4.12-15、图 4.12-16。

由表 4.12-27、表 4.12-28 预测结果可知, 220kV 墩海变电站按本期规模建成后变电站北侧及西侧围墙加高处地面 1.2m 高处厂界四周噪声昼间预测值在 50dB(A)~53dB(A)之间, 夜间预测值在 44dB(A)~49dB(A)之间, 满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准值。

220kV 墩海变电站按本期规模建成后, 东侧及西侧围墙未加高处厂界处地面 3m 高处噪声昼间预测值在 52dB(A)~54dB(A)之间, 夜间预测值为 47dB(A), 满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准值。

220kV 墩海变电站按本期规模建成后，南侧厂界处地面 3m 高处噪声昼间预测值为 63dB(A)，夜间预测值为 53dB(A)，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 4 类标准值。

220kV 墩海变电站按本期规模建成后，变电站四周声环境敏感目标噪声昼间预测值在 59dB(A)~65dB(A)之间，夜间预测值在 46dB(A)~49dB(A)之间，满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中的 2 类、4a 类标准值。

4.12.3.4 声环境影响评价结论

(1) 220kV 涠洲变电站

由噪声预测结果可知，按本期规模建成后厂界四周噪声贡献值能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类标准值要求；涠洲变电站周边声环境敏感目标处噪声预测值《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类标准要求。

(2) 陆缆线路

根据《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020)，地下电缆线路可不开展声环境影响评价。

(3) 墩海站间隔扩建

由噪声预测结果可知，按本期规模建成后厂界四周噪声预测能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2 类、4 类标准值要求；墩海变电站周边声环境敏感目标处噪声预测值《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2 类、4a 类标准要求。

4.12.4 地表水环境影响分析

(1) 220kV 涠洲变电站工程

变电站工程运行期对水环境的影响主要是运行期站内工作人员产生的生活污水。变电站内设置化粪池，位于警传室西南侧，生活污水经污水管网收集后进入化粪池，经化粪池处理后，排入市政污水管网。

(2) 陆缆线路

本项目陆缆线路运行期间无废水产生，不会对线路附近水体环境产生影响。

(3) 变电站间隔扩建

220kV 墩海变电站间隔扩建工程，不新增运维人员，运行期间不新增生活污水产生量，站内运维人员产生的生活依托墩海站内前期修筑的化粪池处理后，排入市政污水管网。

4.12.5 固体废物环境影响分析

(1) 变电站工程

本项目运行期主要固体废物为变电站值班人员产生的生活垃圾、废矿物油和废旧铅酸蓄电池。

①生活垃圾

220kV 溇洲变电站每天生活垃圾量约 10kg（最大时），站内将设置固体垃圾收集箱，并定期清运至环卫部门指定地点，统一清理。

②废铅酸蓄电池

变电站蓄电池主要采用铅酸蓄电池，使用寿命较长（一般为 8~12 年）。寿命到期或损坏更换的废旧蓄电池交由具有危险废物处置资质的单位回收或处置，不随意丢弃，不在站内暂存，不会对当地环境产生影响。废旧蓄电池在收集、运输、更换时，严格执行《危险废物转移管理办法》的有关规定，禁止在转移过程中擅自拆解、破碎、丢弃废旧蓄电池。

③废矿物油

建设单位应按照《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》（HJ1259-2022）的要求制定废铅酸蓄电池和废矿物油等危险废物的管理计划，并按照相关法律法规进行提交。危险废物的管理计划至少应包括单位基本信息、危险废物产生情况信息、危险废物转移情况信息。

（2）陆缆线路

陆缆线路运行期间无固体废物产生。

（3）变电站间隔扩建

墩海站间隔扩建本期扩建高压电抗器一台，容量为 1×50Mvar，另外将 5#~12#电容器组拆除后，在变电站西侧新建（现状 1#~4#电容器组西侧），本期不涉及铅酸蓄电池组，间隔扩建工程运行期间主要固体废物为变电站值班人员产生的生活垃圾、废矿物油。

①生活垃圾

220kV 墩海变电站不新增运维人员，运维人员产生的生活垃圾依托变电站前期生活垃圾处理设施处理。

②废矿物油

墩海站间隔扩建工程，本期扩建容量为1×50Mvar的高压电抗器一台，与220kV溇洲变电站类似，变电站内高压电抗器一般情况无油外排，仅在每2~3年一次的检修过程中，对高压电抗器油专门收集后再次注入设备，检修过程中无变高压电抗器油外排。

在事故状态下，高压电抗器会产生废矿物油，形成油泥和油水混合物。220kV墩海变电站内修筑有事故油池2座，其中1#事故油池（与1#、2#主变集油坑连）有效容积为90m³、1#事故油池（与3#主变集油坑连通）有效容积为52m³。

本期高压电抗器下方集油坑将与1#事故油池连通，满足对应含油设备组中最大单台设备含油量100%的油量要求（根据设计单位提供资料，本期50Mvar高抗油量在20m³以下，故拟建事故油池有效容积能满足要求），经油水分离后产的含油废水、油泥等为危险废物（废物代码900-220-08），需交由有资质单位处置，不得随意处置。

与220kV溇洲变电站相同，建设单位应按照《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》（HJ1259-2022）的要求制定废铅酸蓄电池和废矿物油等危险废物的管理计划，并按照相关法律法规进行提交。危险废物的管理计划至少应包括单位基本信息、危险废物产生情况信息、危险废物转移情况信息。

4.13 陆域生态环境影响预测与评价

本项目陆域工程生态环境影响主要为新建220kV溇洲变电站、墩海站的扩建及陆缆线路的建设而产生的工程占用、施工活动干扰、环境条件改变等，直接或间接导致物种、种群、生物群落、生境、生态系统以及自然景观、自然遗迹等发生的变化。

4.13.1 评价区土地利用变化

本项目陆域工程建设对土地的占用包括临时占用和永久占用两类，两类用地对土地利用类型和土地功能的影响不同。

根据初步估算，本项目建设区共占地2.74hm²，其中永久占地1.95hm²，临时占地0.79hm²。永久占地主要变电站站区围墙内、进站道路、围墙外护坡排水设施和电缆线路裸露地面占地等，临时占地包括变电站施工临时占地、施工生活区、变电站间隔扩建工程临时占地、电缆施工临时占地等，占地类型为林地、草地、耕地、园地、交通运输用地及公共管理与公共服务用地等。

（1）施工期临时占地对土地利用的影响分析

在陆域工程建设过程中，临时占地只发生在工程施工期间。这些临时占地如发生在作物生长期，则可能会破坏一部分农作物、园地、林地和灌丛等，对农、林业生产带来一定损失，也会使其它自然植被遭到一定程度的损伤。但工程结束后，临时占地均可恢复原有土地利用功能，土地利用类型不会发生改变。

（2）运行期永久占地对土地利用的影响分析

由于临时占地施工结束后可以进行植被恢复，影响是短期的，因此着重分析永久占地对生态完整性的影响。本项目永久占地主要指变电站及变电站扩建工程占地，永久占地面积约1.95hm²。永久占地区的土地将永久变为建设用地。本项目建成后评价区土地利用面积变化情况见下表。

本项目陆域工程建设后，评价区林地、草地、耕地和其他用地面积都有不同程度的减少，变化较小。因此本项目建设对评价区的土地利用类型变化影响很小。

4.13.2 陆生植物影响分析

4.13.2.1 施工期对陆生植物的影响分析

陆域工程建设对评价范围植被的影响主要在于施工占地及施工扰动的影响。施工占地包括变电站站区围墙内、进站道路、围墙外护坡排水设施和电缆线路出露地面等永久占地和变电站施工临时占地、施工生活区、变电站间隔扩建工程临时占地、电缆施工临时占地等临时占地；施工扰动包括材料运输、基础开挖等过程中对附近区域的土壤、植物个体的扰动，以及产生扬尘、噪声、污水、固废等影响。

4.13.2.1.1 对植被和植物资源的影响

(1) 施工占地影响

本项目陆域建设区共占地约 2.74hm²，其中永久占地约 1.95hm²，临时占地约 0.79hm²。变电站、变电站间隔扩建及陆缆线路施工，需清理占地范围内的植被，据现场踏勘，墩海站扩建侧现状为空地，无地表植被覆盖，陆缆线路开挖主要为市政道路两侧人行道及绿地，涸洲站拟建站址区域现状主要为玉米地、香蕉园及少量的灌草地，地表植被覆盖量较少，需砍伐的植被量也较少，且这些植物均为评价区常见种类，因而项目的建设不会改变所在区域林木群落结构，也不会对沿线生态环境造成系统性的破坏。

本项目陆域工程全线位于城市建成区或规划区，距离城区较近，项目施工临时占地主要为硬化路面、市政道路两侧绿化道路及部分荒地、灌草地、林地等，尽可能做到减小项目临时占地面积及对周边植被扰动；且项目临时占地在施工结束后可进行植被恢复，基本不影响其原有的土地用途。因此，虽然项目临时占地会破坏部分自然植被和林木，可能会对生态环境产生一定的影响，但是一般在施工结束后即可恢复。

(2) 施工扰动影响

①**运输扰动**：项目陆域工程建设过程中，变电站建筑材料，设备、导线、电缆等所需材料运输将对道路沿线的植被产生扰动。运输路线主要利用已有的市政道路，道路两侧主要为人工绿化植被，对运输车辆早已适应，工程对其影响较小。

②**开挖、临时材料堆放等影响**：基础开挖，沙石料运输漏撒等造成扬尘，会对环境空气造成暂时性的和局部的影响。此外，变电站、陆缆线路基础开挖会对附近土壤层形成扰动，临时材料堆放也将改变土壤紧实度，可能产生水土流失影响。本项目在采取铺垫、拦挡、苫盖等措施后，水土流失影响较小。

③**废水、固体废弃物等影响**：项目陆域工程施工过程中将产生一定的生活污水以及施工生产废水，会对施工区周围水环境造成一定影响。同时，项目施工也将产生一定的固体废弃物，会对周围环境产生污染，最终可能会影响周围植物的生长发育。但这种影响通过一定的管理措施可以得到减缓，在采取施工过程中废水回收利用、固体废物收集处理等措施后，项目施工对沿线植被产生影响较小。

④**施工人员影响**：项目施工期，施工人员随意活动、乱砍滥伐、乱堆乱放等行为都会对区域内植被造成直接的损害，在采取加强施工人员环保意识，严格监管施工人员行为等措施后，可降低乃至避免这种影响。

4.13.2.1.2 外来入侵植物的影响

本项目陆缆线路施工期全线人流、车流量较大，人员出入及材料运输等传播途径可能会带来一些外来物种。外来物种在一定范围内若形成优势群落，将对当地物种产生一定的排斥，使区域内植被类型受到一定的影响。通过采取严格检查进入施工区车辆和材料、及时销毁外来种等措施，可有效控制这种影响的发生。

4.13.2.1.3 对重要植物及古树名木的影响

根据本次现场调查，本项目陆域工程评价范围内未发现国家、广西省级重点保护植物和古木名树分布。

根据北海市涠洲岛旅游区农业农村局提供的资料，涠洲岛内古树名木认定工作正在开展过程中，本项目评价范围内不涉及。因调查时间有限，且由于一些地形因素，不排除在本项目评价范围内还存在零星分布的国家及广西省级重点保护野生植物的可能性

本项目陆域工程对野生重要保护植物的潜在影响主要在于施工产生的废污水、固体废物等有可能造成局部土壤理化性质恶化，不利于植物生长；施工过程可能发生重点保护植物的人为挖掘、人为损坏（刻划、攀折等）等行为。

因此在施工期间需加强施工人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传，一旦发现野生保护植物及古树名木，应立即停止施工活动，按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“在保护植物周围设置栅栏或植物保护警示牌。不能避让需异地保护的，应选择适宜的生境进行植株移栽，并确保移栽成活率”执行，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物、古树名木的行为。如发现保护植物、古树名木采取避让、迁址保护等措施，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物及古树名木造成破坏。

4.13.2.2 运行期对陆生植物的影响分析

本项目陆域工程拟建 220kV 涠洲变电站为全户内变电站，采取地下电缆线路出线的方式，对比同类型项目，220kV 涠洲变电站期间产生的电磁、噪声等站址周边陆生植被无影响。220kV 涠洲变电站运行期间无生产性废水、废气、废渣产生，运行期间产生的生活污水经站内化粪池处理后排入站外市政污水管网，产生的生活垃圾经统一收集后交由环卫部门处理，对周边陆生植被基本无影响。

陆缆线路全线采取地下电缆敷设的方式，陆缆线路运行期间无废水、废气、废渣产生，对陆生植物无影响。220kV 墩海站间隔扩建工程侧主要植被为市政园地绿化植被及防护绿地，对比同类型项目，本期扩建后对站址周边陆生植被无新增不利影响。

4.13.3 陆生动物的影响分析

4.13.3.1 施工期对陆生动物的影响分析

输变电工程建设对野生动物的影响主要发生在施工期。变电站、陆缆线路施工将破坏、占用动物的栖息环境，使得部分陆生动物向周边适宜生境迁移，从而对陆生动物的生存产生一定的影响。

4.13.3.1.1 对陆生野生动物的影响分析

(1) 对两栖类动物的影响

项目永久及临时占地将直接导致项目影响区域内两栖动物生境的丧失，项目施工时产生噪声、机械振动也会驱使施工边缘区域的两栖动物离开受影响区域。由于两栖动物活动能力较弱，活动范围小，生境侵占对其的影响相对较大。本项目为输变电工程，项目影响区永久性占地主要为变电站站址、扩建侧占地，占地面积相对较小；临时性占地主要占用市政道路、耕地、草地等，占地面积相对较大，但具有暂时性的特点，待项目施工结束后可归还占地，恢复原有生境。本项目陆域工程主要占用生境为林地、灌丛灌草丛、旱地、园地等，非陆栖型两栖动物的主要生境，项目影响区内两栖动物主要有饰纹姬蛙、小弧斑姬蛙、华西蟾蜍、斑腿泛树蛙等。项目变电站及陆缆线路沿线水体主要为市政排水沟渠（北海侧陆缆线路），低洼水塘、沟渠等，项目陆缆线路均沿现有或规划市政道路走线（规划市政道路现状为乡村道路），不涉及水体的占用。

因此，项目陆域工程施工对整个评价区域内有水环境存在的地区影响程度均极小，影响时间均较短，且施工影响会随着施工结束而消除，不会影响跨越水体的水域功能。因此，项目建设对两栖类动物的影响较小。

(2) 对爬行类动物的影响

项目永久及临时占地将直接导致项目影响区域内爬行动物生境的丧失，项目施工时产生的噪声、机械振动会驱使施工边缘区域的爬行动物离开受影响区域，施工所产生的废弃物对其生活环境也会造成一定的影响。

变电站工作占地面积较小，陆缆线路沿已有或规划市政道路走线，不会显著改变爬行类在项目区的大生境条件。蜥蜴、蛇等爬行动物，主要栖息于阴暗潮湿的林间灌丛、农田等处，以昆虫、蛙类、鼠类为食，爬行动物活动能力较强，活动范围较大，在施工噪声、振动、人为活动等因素刺激下，能迅速作出规避反应，因此项目施工期对爬行动物影响较小，施工活动结束后，随着项目区内自然生态环境的恢复和重建，项目建设对爬行类动物的影响逐步消失。

（3）对鸟类动物的影响

项目施工期对鸟类的主要影响有以下几方面：①施工作业及施工人员的活动对鸟类栖息地生境的干扰和破坏，如变电站站址四通一平、基础开挖、电缆敷设架设等建设永久性占地及施工临时占地均有可能破坏生境和干扰灌丛栖息鸟类的小生境；②施工机械噪声对鸟类栖息地声环境的破坏和机械噪声对鸟类的驱赶；③施工中砍伐树木对鸟类巢穴的破坏；④施工人员对鸟类的捕捉；⑤项目施工作业及施工人员的活动对鸟类迁徙的影响。

项目施工建设时不可避免的会对沿线鸟类产生一定的影响，但项目陆域工程建设区域位于产生建成区或规划区，项目周边人员活动较为频繁，项目总占地面积较小，且以临时性占地为主，项目结束后即可恢复。而且，由于鸟类活动能力强，项目影响区及以外区域类似生境丰富，鸟类受到施工干扰后可自由迁移至适宜生境生存，且此种影响具有暂时性、分散性的特点，待施工结束后，此种影响亦将逐渐消除。因此只要规范好施工人员个人行为，项目施工对鸟类总的影​​响不大。

鸟类迁徙过程中，在大风、阴雨天气的夜间表现出极强的趋光性，迁徙季节本项目所在区域可能有候鸟经过，因此，如果在鸟类迁徙季节里安排夜间施工的话，夜间施工的照明光源可能对候鸟造成一定的伤害。本项目工程量较小，施工时间较短，在严格规范施工时间、加强施工管理的前提下，施工活动对鸟类迁徙的影响是可以得到有效避免的。

（4）对兽类动物的影响

施工期对兽类的影响主要表现为以下方面：①施工作业及施工人员活动对兽类栖息地生境的干扰和破坏，主要表现在永久性和临时性施工等区域；②施工机械噪声对兽类的栖息地声环境的破坏和机械噪声对兽类的驱赶；③施工人员可能对兽类的猎杀。

上述前两项对兽类的主要影响，其结果都将使得大部分兽类迁移它处，远离施工区范围；小部分小型兽类由于栖息地的散失而可能从项目区消失；但第三项影响必须避免，因此施工中必须严禁规范施工人员的活动，禁止猎杀项目区的兽类。

本项目施工期间，周边兽类通过迁移来避免项目施工造成的影响，且项目周边适宜生境丰富，兽类受施工影响后可自主寻找到替代生境。项目施工作业结束后，迁移出项目区的动物中的一部分会返回原来的栖息地，大部分会在项目区周围的临近区域重新分布，因此只要规范好施工人员个人行为，本项目施工期间对兽类影响不大。

本项目陆域工程对陆生动物的影响除上述内容外，据现场踏勘，本项目拟建站址西南侧为北海市管道燃气有限责任公司涠洲自备发电厂及中海油涠洲基地，该 2 处工业设施对所在区域噪声、大气等环境影响较大，站址东侧南侧为现状市政道路，交通噪声较大，这些客观上对本项目的建设起到与外环境的阻隔作用。两栖类、爬行类、鸟类、兽类在靠近本区域时，受自备发电厂噪声、中海油涠洲基地火炬排放口、交通噪声等影响，会自发远离该区域，因而客观上减小项目的建设对陆生动物的影响。

4.13.3.1.2 对重要野生动物及其栖息地的影响分析

参考已有的生态敏感区内的保护动物分布情况、线路穿越敏感区处生境并结合本次评价现场调查的结果，项目评价范围内可能出现保护动物包括鸟类 36 种，爬行类 2 种共计 38 种。

评价范围内可能出现的国家一级重点保护鸟类共 3 种，分别为中华秋沙鸭、黄嘴白鹭、黑鹳，可能出现的国家二级重点保护鸟类共 16 种，分别为小白额雁、花脸鸭、普通鵞、凤头鹰、黑翅鸢、燕隼、红隼、游隼、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、白胸翡翠、仙八色鸫、画眉、水雉、褐鳉鸟、海鸬鹚，广西省重点保护鸟类共 14 种，分别为四声杜鹃、大杜鹃、小杜鹃、八声杜鹃、蓝翡翠、三宝鸟、黑卷尾、八哥、喜鹊、黄腰柳莺、黄眉柳莺、大山雀、池鹭、苍鹭。《中国生物多样性红色名录》中易危 3 种，灰鼠蛇、环纹华游蛇、中华鹧鸪，近危 1 种，白颈鸦，濒危 1 种，斑嘴鹈鹕。

评价范围内鸟类可分为猛禽、鸣禽、攀禽、涉禽、游禽、陆禽等 5 类；爬行类可分为林栖傍水型和傍水型 2 类。

(1) 鸟类

① 猛禽

项目陆域工程评价范围内可能出现的猛禽主要有普通鵞、凤头鹰、黑翅鸢、燕隼、红隼、游隼（均为国家二级重点保护动物）等 6 种。

猛禽的活动范围大，在山区林地、河流沿岸以及农田、灌丛都有分布，飞翔能力强，项目施工对它们的不利影响较小。据现场踏勘，项目拟占用区域林地均为耕地及交通设施直接的

较为稀疏的林地，不属于上述鸟类筑巢繁殖区域，但项目评价范围内及周边存在较为密集林区，凤头鹰、红隼、游隼等留鸟可能在其中繁殖，施工活动可能破坏其巢穴、鸟蛋等，因此项目在施工期需采取保护措施，减少对留鸟巢穴、鸟蛋、幼鸟的影响。

②鸣禽

项目陆域工程评价范围内可能出现的鸣禽主要有仙八色鸫、画眉（国家二级重点保护动物），黑卷尾、八哥、喜鹊、黄腰柳莺、黄眉柳莺、大山雀（广西省级重点保护动物）、白颈鸦（《中国生物多样性红色名录》近危 NT）等 9 种。

鸣禽主要分布在项目周边林地生境，项目施工对鸟类的影响主要是项目永久及临时占地会占用其生境，同时，鸟类受施工噪声的影响，可能会远离原栖息地。但由于本项目位于城市建成区或规划区，周边人员、车辆活动密集，且周边有较多适宜的生境供鸣禽栖息、觅食、活动，因此，噪声对鸣禽影响较小。

③攀禽

项目陆域工程评价范围内可能出现的攀禽主要有褐翅鸦鹃、小鸦鹃、白胸翡翠（国家二级重点保护动物），四声杜鹃、大杜鹃、小杜鹃、八声杜鹃、蓝翡翠、三宝鸟（广西省级重点保护动物）等 9 种。

攀禽活动范围较大，且项目周边适宜生境较多，虽然施工期人为活动和施工噪声将迫使其远离施工区域，项目工程量较小，施工时间较短，攀禽在施工结束后其仍可回到原栖息地。攀禽均生活于乔木树上，项目施工占用林地，施工活动可能破坏其巢穴、鸟蛋等，因此项目在施工期需采取保护措施，减少对留鸟巢穴、鸟蛋、幼鸟的影响。

④游禽及涉禽

项目陆域工程评价范围内可能出现的游禽主要有中华秋沙鸭（国家一级重点保护动物），小白额雁、花脸鸭（国家二级重点保护动物）、斑嘴鹈鹕（《中国生物多样性红色名录》濒危 EN）等 4 种；项目评价范围内可能出现的涉禽主要有黄嘴白鹭、黑鹳（国家一级重点保护动物），水雉、褐鵜鹬、海鸬鹚（国家二级重点保护动物），池鹭、苍鹭（广西省级重点保护动物）等 7 种。

项目评价范围内可能出现的游禽及涉禽活动范围主要位于水域及其周边，项目所在区域水域陆缆线路北海侧主要为银海区市政排水渠、废弃海水养殖、低洼水塘、沟渠等，该区域位于城市中心城区，受交通及周边活动影响较大，该区域内活动鸟类极少。项目涠洲岛内涠洲变电站及陆缆线路涠洲侧评价范围内除海洋、涠洲水库外无大型水体，主要为低洼水塘、沟渠等，适宜涉禽活动区域较少。

项目在施工期间人为活动和施工噪声将迫使其远离施工区域，但因项目工程量较小，施工时间较短，涉禽在施工结束后其仍可回到原栖息地。涉禽生活主要位于水域上，项目陆域段不涉及占用水体（海陆相接段采取非开挖定向钻的方式，由陆地直接接入海洋，不会对海岸自然岸线及近海滩涂产生影响），陆域段施工期间不涉及水体的占用，施工期间不会破坏其巢穴、鸟蛋等，项目在施工期间对涉禽的影响较小。项目拟占用区域与涠洲水库最近距离在 500m 以上，且中间有多处道路、居民聚居点阻隔，项目施工期间在落实相应措施的前提下，对可能出现的游禽及涉禽影响较小。

⑤陆禽

项目陆域工程评价范围内可能出现的陆禽主要有中华鹧鸪（《中国生物多样性红色名录》易危 VU）等 1 种。

陆禽多活动于林地及林缘灌丛，性机警，工程对其影响主要为生境占用及噪声惊扰。工程永久占用及临时占用区域多为稀疏林地及香蕉园、耕地（玉米）等，适宜陆禽活动的区域较少，评价区周边适宜生境较多。施工期人为活动和施工噪声将迫使其远离施工区域，但因项目工程量较小，施工时间短，施工结束后其仍可回到原栖息地。

（2）爬行类

项目陆域工程评价范围内可能出现的灰鼠蛇为林栖傍水型，环纹华游蛇为傍水型，2 种爬行类动物均为《中国生物多样性红色名录》中易危 VU 类型。

林栖傍水型和傍水型爬行动物对水环境有一定的依赖，项目评价范围内水体较少，位于北海陆域段线路位于城市建成区，评价范围内水体为市政排水渠，废弃海水养殖，低洼水塘、沟渠等，受人类活动影响，不适宜爬行动物活动；涠洲侧线路评价范围内水体主要为低洼水塘、沟渠等（除涠洲水库、海洋外），项目评价范围内适宜林栖傍水型和傍水型爬行动物的活动空间较少。项目拟占用区域与涠洲水库最近距离在 500m 以上，且中间有多处道路、居民聚居点阻隔，项目施工期间在落实相应措施的前提下，对可能出现的林栖傍水型和傍水型爬行动物影响较小。据现场踏勘，项目评价范围内不涉及水体的占用（除海洋外），项目施工期间土石方作业带来的水体污染可能会影响周边水体或临近水体区域，进而对其生境会造成一定程度的影响。但是这些影响暂时的，施工过程也将严格执行各项水污染防治措施，当短暂的施工活动结束后，评价区内水体的自净作用也能够使水体的清洁度基本恢复，当水体环境恢复到稳定水平后，这种影响即会消失。

根据以上分析，项目陆域工程不涉及国家级、省级重点保护动物的栖息地的占用，项目建设对周边重点保护动物的影响主要还是可能发生的参建人员捕猎野生动物、破坏动物生境等行为，本次评价要求在施工期间需加强对施工人员有关环境保护法律法规、野生动物保护

知识的宣传，在施工过程中若遇到中华秋沙鸭、黄嘴白鹭、黑鹳等国家重点保护动物，应严格按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“施工区发现有保护动物时应暂停施工，并实施保护方案”执行，禁止挑衅、捕猎，应立即停止周围 200m 范围内的所有施工活动，特别是施工机械作业，待保护动物自行离开施工区后方可恢复施工，若动物不自行离开需汇报当地林业部门。

通过采取加强施工管理，规范施工人员的活动行为，禁止在水体附近搭建临时施工设施，严禁施工废污水和固体废物进入水体等措施，项目的建设不会对周边重点保护动物的数量、分布及活动造成影响。

此外，据现场踏勘，本项目拟建站址西南侧为北海市管道燃气有限责任公司涠洲自备发电厂及中海油涠洲基地，该 2 处工业设施对所在区域噪声、大气等环境影响较大，站址东侧南侧为现状市政道路，交通噪声较大，这些客观上对本项目的建设起到与外环境的阻隔作用。重要野生动物在靠近本区域时，受自备发电厂噪声、中海油涠洲基地火炬排放口、交通噪声等影响，会自发远离该区域，因而客观上减小项目的建设对重要野生动物的影响。

4.13.3.1.3 对重要生境的影响分析

经现场调查和查阅资料，本项目永久及临时占地不占用重要生境，项目评价范围内部分区域位于广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地范围内。

该重要栖息地与广西涠洲岛自治区级自然保护区的边界一致，项目与该重要栖息地边界最近距离约为 80m。

依据《广西涠洲岛自治区级自然保护区功能区调整论证报告》，本项目陆域工程所在的涠洲岛亚洲东北部与东南亚、南沙群岛和澳大利亚之间的候鸟迁徙通道上，是沿太平洋海岸迁飞的候鸟的重要中途停歇地，在国际鸟类保护中具有重要意义。

每年春（3~5 月）、秋（9~11 月）两季，种类和数量众多的迁徙候鸟路过保护区并停歇，群集主要在清明和中秋前后。每年春季，北上迁飞已经消耗了大量体能的候鸟，在这保护区歇息一段时间并补充食物后，体能得到恢复。它们之中一部分会沿海岸线继续北上至东北亚地区甚至阿拉斯加；另一部分则进入内陆，以扇形扩散的方式继续北上，飞抵华中、华北、中西伯利亚以及中亚地区。秋季，大部分候鸟则反方向往回迁徙。迁徙鸟类通常在涠洲岛上停留 5~15 日。

其主要栖息地为广西涠洲岛自治区级自然保护区核心区，该自然保护区核心区域包括两个部分，一是北港至牛角坑一带的沿岸防护林，面积 67.5hm²，这一部分拥有该岛保存完好的海岸林，为鸟类提供满足不同生态需求的小生境；二是斜阳岛除去村寨、待发展经济活动地段之外的绝大部分面积，有 171.0hm²大小，该岛植被保存较好，生长茂盛，郁闭度较高。

据现场踏勘，本项目与该重要栖息的核心区域涠洲岛部分最近距离约 2.9km，与重要栖息的另一核心区域斜阳岛部分最近距离约 18km。

根据收集到的资料，并经现场踏勘，项目拟占用涠洲变电站东侧为中海油涠洲基地（包含有处火炬燃烧排污装置），站址东侧为涠洲岛内市政环岛风景路，陆缆线路自变电站出现后，全线采取地下电缆的方式，沿已有或规划市政道路（规划市政道路现状为乡村道路）走线，项目所在区域受人类活动影响剧烈。项目拟永久及临时占地不占用广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地范围，项目与该重要栖息地的边界距离约 80m，项目评价范围部分区域位于该重要栖息地范围内。

据现场踏勘，项目陆域工程评价范围与该重要栖息地重叠部分主要占地类型主要为耕地、园地、林地、灌草丛，该区域已无原生性森林植被存在，乔木主要为银合欢、楝树、构树、龙眼等，灌丛主要为马缨丹、银合欢等，草丛主要为鬼针草、银胶菊、白茅等，区域的农业植被主要有香蕉、木薯、甘蔗等。此外，该区域无水体存在，无亲水、涉水鸟类的生存空间。

综合以上分析，本项目陆域工程在施工期间，在采取避开鸟类迁徙时间段，并采取相应的污染防治和生态环境保护措施的前提下，项目对该重要栖息地的影响较小。

4.13.3.2 运行期对陆生动物的影响分析

220kV 墩海站位于银海区城市建成区，变电站间隔扩建运行期间，对周边陆生动物影响很小。

根据设计资料，220kV 涠洲站采取全户内布置，变电站主要电气设备、出线等均位于户内，并采取地下电缆出线的方式，从外观来看，220kV 涠洲站与涠洲岛内建筑物风格基本一致。目前，设计单位对变电站内建筑物综合考虑涠洲岛整体发展定位，以及地区未来发展愿景，站内配电装置楼立面设计整体突出“在地性”，打造具有涠洲特色、具有区域文化风格标志性的“此时此地此建筑”。用现代建筑简约的处理手法，结合滨海文化特色以及建筑美学构图，打造出集现代感、经济性以及地方建筑文化符号性以一身建筑方案，形成以下多个设计方案（鲸喜涠洲、涠洲明珠、涠洲人家等），目前暂未最终确定。

经过精心设计，并采取全户内布置的 220kV 涠洲变电站，运行期对涠洲岛内陆生动物影响很小。

项目位于涠洲岛内陆缆线路全线采取地下电缆敷设的方式，对涠洲岛内陆生动物影响很小。

4.13.4 生态系统的影响分析

4.13.4.1 对生态系统组成与功能的影响分析

本项目评价区内生态系统由自然生态系统和人工生态系统组成，具体包括森林生态系统、灌丛生态系统、草地生态系统、农田生态系统、湿地生态系统、城镇生态系统。项目实施后，评价区内生态系统类型面积变化最大的是农田生态系统，其面积减少了 1.53hm²；其次为草地生态系统、灌丛生态系统、森林生态系统，面积分别减少了 0.16hm²、0.05hm²、0.02hm²。但整体来看，农田生态系统、草地生态系统面积仍然占优势，对本区域内的生态系统调控能力较强。

本项目施工活动主要集中在变电站站址、陆缆线路等周边区域，其影响也主要集中在其周围。施工期材料运输及基础开挖等施工活动会使局部地表受到破坏，会导致局部地表水分、土壤等非生物环境改变以及原有地表植被消失或扰动，同时会导致部分生活在地表土壤中的生物缺乏生存、穴居和繁衍的庇护地而逐渐消亡，但项目施工影响仅局限于站址及陆缆线路周围和临时扰动区域。本项目的占地主要是森林生态系统、农田生态系统、草地生态系统和灌丛生态系统，但项目永久占用和临时占用面积占整个评价区总面积的比例仅 0.8%，故本项目施工期对区域生态系统完整性影响较小。

项目实施前后评价区内生态系统类型变化情况详见表 4.13-2。

(1) 对森林生态系统的影响分析

本项目施工期对森林生态系统的影响主要体现在施工期的占地、施工扰动、人员活动等方面。

1) 占地影响：变电站站址、间隔扩建及陆缆线路的建设将直接占用部分林地，导致森林生态系统面积的减少；间接的占用森林中动物的生境，使其远离施工区域，导致局部森林群落组成发生短暂的变化。

2) 施工扰动：施工产生的扬尘、废气、废渣、噪声等可能进入生态系统，损害系统环境质量，间接影响生态系统内生物群落的生存和繁衍。

3) 施工人员活动：乱砍滥伐、随意践踏、胡乱堆放、管理不善等行为的发生可能会对森林资源造成直接的损害，需进行严格监管。

森林生态系统一般具有较高的稳定性、较高和较强的抵抗外界干扰能力，本项目输变电工程工程量较小，少量的林木修剪和砍伐、短暂的施工期环境质量影响等不会改变森林生态系统的结构和功能，不会使森林生态系统发生群落演替，也不会对项目周边森林生态系统环境造成系统性的破坏。

(2) 对灌丛、草地生态系统的影响分析

本项目对灌丛/草地生态系统的影响主要集中在施工期，包括占地、施工扰动和人员活动；此外，由于灌丛/草地生态系统具有次生性，是生态演替的不稳定阶段，容易受外来物种的入侵。

1) 占地影响：本项目变电站站址、间隔扩建及陆缆线路建设将直接占用部分灌草地，导致灌丛/灌草地生态系统面积的减少；工作人员、建筑材料及其车辆的进入，会碾压部分灌草地，导致其面积较少。

2) 施工扰动：施工扬尘、废气、废渣等的随意排放可能会间接影响灌丛/灌草丛中生物群落的生长和生活。

3) 施工人员活动：不文明施工行为会对周边灌草地环境造成破坏，直接或间接影响灌草丛中生物群落。

4) 外来种入侵：在施工期间，工作人员、建筑材料及其车辆的进入，可能将外来物种带入施工区域，外来物种能更好的适应和利用被干扰的环境，可能会导致灌丛/草地生态系统内原有物种的熟退。

本项目评价范围内灌丛/草地生态系统植物群落主要由马缨丹、银合欢等常见物种组成，生活于其中的动物主要为较为常见动物，这些物种大多分布广、适应性强、繁殖快，受外界干扰影响较小；同时，本项目占地面积较小，产生影响范围小、时间短，因此，本项目建设不会改变评价区灌丛/草地生态系统的结构和功能。

(3) 对湿地生态系统的影响分析

本项目位于靠近水体的陆缆线路（变电站及变电站间隔扩建评价范围内不涉及水体）建设过程中洒落的废弃物、边坡防护不及时导致的水土流失等可能会对评价区内湿地生态系统的水环境产生影响，同时，间接影响湿地中动植物的正常栖息和繁殖；项目施工生产、生活废水如不妥善处理，也会影响周边湿地生态系统环境。

本项目变电站、变电站间隔扩建、陆缆线路均不涉及地表水体的占用，水域范围内无任何施工活动。只要在施工前注意对施工人员进行环保意识的宣传教育，落实文明施工原则，防止施工废水、固废等污染物弃入水体，项目的建设对评价区内湿地生态系统影响可控。

(4) 对农田生态系统的影响分析

本项目不涉及永久基本农田的占用，项目的建设主要是对农业生产活动和耕地的面积产生影响。

本项目评价范围内农业耕作主要种植玉米、木薯、甘蔗等常见农作物和香蕉、龙眼等用经济树种。项目对农业生产的影响主要为陆域工程施工时土石方开挖对农作物的清除，使农

作物产量减少；另外，材料堆放、人员践踏、施工机具碾压也会损害部分农作物，影响其正常生长。

本项目占用农田多处于撂荒状态，项目对农作物产生的影响有限。同时，农田生态系统是人类活动干预下形成的人工生态系统，可调控能力强，生态功能单一、明确，农作物受到破坏时，可人为干预，到达功能目标的恢复性强。

综上，本项目的建设占用农田面积较小，周边对农田生态系统产生的影响较小，不会改变评价区农田生态系统整体结构和功能。

(5) 对城镇生态系统的影响分析

城镇是一个高度复合的人工化生态系统，与自然生态系统在结构和功能上都存在明显差别，主要变现为当地百姓居住和社会经济活动生产的功能。项目建设可能会对当地居民生产、生活产生影响。

项目施工期由于施工人员的进入，导致人口集中，生产生活垃圾排放、施工活动对动植物的干扰，均可能会对评价区内城镇生态系统原有的生态环境造成负面影响。施工前应注意对施工人员进行环保意识的宣传教育，在施工期应避免或尽量减少垃圾和污水的排放，尽量利用系统内已有的污水、固废收集设施，在采取以上措施后，项目的建设对评价区内的城镇生态系统影响较小。

4.13.4.2 生态完整性的影响分析

生态系统完整性是在生物完整性概念基础上发展起来的，且因“系统”的特性，其内涵更加丰富。从系统的角度考察完整性，包括三个层次：一是组成系统的成分是否完整，即系统是否具有本生的全部物种，二是系统的组织结构是否完整，三是系统的功能是否健康。

从第一个层次来看，本项目建设新增永久占地面积 1.76hm²，森林、灌丛、草地、农田生态系统受侵占影响的面积比重分别为 0.09%、0.15%、0.31%和 0.82%，直接影响范围较小，所以项目的建设对周边环境的侵占和干扰较弱，项目周边生态系统内的物种组成不会发生改变，因此项目建设前后生态系统组成成分具有完整性。

从第二个层次来看，项目建设后，除变电站站址、间隔扩建区域、陆缆线路出露处永久占地内的植物群落环境发生改变外，生态系统的绝大部分区域原有生境不变，以这一生境为依托的动植物关系、生物与非生物环境关系、食物链及能流渠道都没有发生变化，因此生态系统总体的组织结构仍然完整。

从第三个层次来看，本项目建设仅对评价区生态系统的局部区域带来侵占和干扰影响，本项目新建输电线路直接占用区域面积占生态系统总面积的比重很小，因此项目建设的占用和干扰不会导致周边整个生态系统功能的崩溃，生态系统仍然具有良好的自我调控能力。

综上所述，本项目的建设不会破坏生态系统的完整性。

4.13.4.3 对生态系统质量的影响分析

本项目评价区内植被总生物量约 6445.67t，项目建设临时占地造成的损失是暂时的，在项目施工结束后，可通过绿化措施得到恢复；项目永久占地造成的植被生物损失总量约 33.20t，占评价区生物总量的 0.49%，项目建设导致的评价区内的植被生物量的影响很小。详见表 4.13-3。

4.13.5 对景观的影响分析

本项目位于北海市银海区、海城区。项目陆域工程位于银海区内工程内容包括 220kV 墩海站间隔扩建及墩海~涠洲 220kV 陆缆线路，220kV 墩海站于变电站已有站址西侧外扩 12m，所在区已有 220kV 墩海变电站，本期扩建不会对所在区域的城市景观造成较大的改变，拟建陆缆线路全线位于已建市政道路施工，且均采用地下电缆敷设，故不会对所在区域的经过造成影响。

本项目对景观的影响主要在银海区银滩及海城区涠洲岛内。

4.13.5.1 银滩景观现状及与拟建项目的位置关系

根据南漓—涠洲岛海滨风景名胜区规划及《北海银海核心保护区总体规划（2018-2030）》，银滩景区主要景点为冠头岭、白虎头、侨港、银滩公园、滨海国家湿地、金海湾红树林等。

项目陆域工程位于《北海银海核心保护区总体规划（2018-2030）》中“西区生态休闲沙滩区”内，与主要核心景区距离均在 1000m 以上。

4.13.5.2 涠洲岛景观现状及与拟建项目的位置关系

项目所在的涠洲岛于 1995 年定为自治区级旅游度假区，2002 年定为国家地质公园，是国内知名的旅游胜地。

涠洲岛内景观主要为鳄鱼山火山口地质公园、芝麻滩（五彩滩）、滴水丹屏、石螺口、天主教堂等，项目陆域工程与涠洲岛内主要景点距离均在 1000m 以上，不占用主要景区范围。

根据《广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划（2013-2025）》，项目陆域工程与地质公园遗迹核心区——鳄鱼山，最近约 3.5km。拟建项目不涉及占用地质遗迹景观，不会使地公园内的主要地质遗迹（火山遗迹）遭到破坏，也不会对公园地质遗迹及景观产生本质影响。

4.13.5.3 项目对自然景观的影响分析

（1）施工期

施工期基础开挖、材料运输等工程活动将会对涠洲岛内的自然景观产生一定的视觉影响；施工活动产生的扬尘、废水、固废等也会污染附近的环境；临时施工场地也会对景观产

生一定的影响，造成景观疤痕，产生视觉突兀，但由于拟建陆域工程工程量较小，均位于涠洲岛西北角基础设施规划区范围内，施工规模较小、施工期短，施工期对景观的影响较小，随着施工结束，施工活动对景观的影响将逐渐减轻。

(2) 运行期

项目陆缆线路全线采取地下电缆敷设，项目建设完成后，不会对线路沿线自然景观产生影响。

根据设计资料，220kV 涠洲站采取全户内布置，变电站主要电气设备、出线等均位于户内，并采取地下电缆出线的方式，从外观来看，220kV 涠洲站与涠洲岛内建筑物风格基本一致。目前，设计单位对变电站内建筑物综合考虑涠洲岛整体发展定位，以及地区未来发展愿景，站内配电装置楼立面设计整体突出“在地性”，打造具有涠洲特色、具有区域文化风格标志性的“此时此地此建筑”。用现代建筑简约的处理手法，结合滨海文化特色以及建筑美学构图，打造出集现代感、经济性以及地方建筑文化符号性以一身建筑方案，形成以下多个设计方案（鲸喜涠洲、涠洲明珠、涠洲人家等），目前暂未最终确定。

经过精心设计，并采取全户内布置的 220kV 涠洲变电站，与涠洲岛内整体发展定位一致，对项目所在区域的自然景观造成影响较小。

4.13.6 对生态敏感区的影响分析

4.13.6.1 对广西涠洲岛自治区级自然保护区、广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地、广西北海涠洲岛自治区级重要湿地等 3 处生态敏感区的影响分析

根据收集到的资料，并经现场踏勘，广西涠洲岛自治区级自然保护区、广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地及广西北海涠洲岛自治区级重要湿地等 3 处生态敏感区的边界基本一致，且该三处生态敏感区保护对象，保护要求等有些许差别，但总体来说是保护涠洲岛这一地处亚洲东北部与东南亚、南洋群岛和澳大利亚之间的候鸟迁徙通道上，是沿太平洋海岸迁飞候鸟的重要中途停歇地，而划定的，本项目对该 3 处生态敏感区的影响类似。故本报告将对该 3 处生态敏感区的影响进行整体分析。

本项目陆域工程拟永久及临时占用的不涉及上述 3 处生态敏感区的占用，项目陆域工程评价范围内部分区域位于该 3 处生态敏感区范围内。

本项目陆域工程的建设不涉及该 3 处生态敏感区的占用，不会对该 3 处生态敏感区的土地利用、保护区结构、水力联系、生物多样性、生态系统等产生影响。

项目陆域工程与该 3 处生态敏感区边界最近距离约 80m，且中间相隔涠洲岛内环岛风景路等主要市政道路，客观上起到了将项目施工区域及生态敏感区阻隔的作用，对生态敏感区内的两栖类、爬行类、哺乳类动物自主活动至本项目拟建设区域造成一定的阻碍。

项目陆域工程拟建区域位于涠洲岛内基础设施规划区，该区域内现状有中海油涠洲基地（包含有一处火炬燃烧排污装置），涠洲岛客运码头、北海市管道燃气有限责任公司涠洲自备发电厂等基础设施，受已有设施的影响，该3处敏感区及途径涠洲岛的候鸟、旅鸟等会尽可能避开，拟建项目所在区域。

本项目拟建220kV涠洲变电站采取全户内布置，变电站内主要电气设备均位于配电装置楼内，且出线均采取地下电缆出线的方式，此外，变电站配电装置楼立面采取“在地性”的设计理念，拟打造具有涠洲特色、具有区域文化风格标志性的“此时此地此建筑”，与涠洲岛内发展定位及主要景观特色保持一致，不会对该3处生态敏感区的自然景观造成较大的影响。

拟建220kV陆缆线路全线位于地下，运行期间不会对该3处生态敏感区造成影响。

根据以上分析，本项目在施工期间严格落实相应的污染防治和生态保护措施的前提下，项目的建设对该3处生态敏感区的影响较小，可接受。

4.13.6.2 对生态保护红线的影响分析

本项目陆域工程评价范围内涉及的生态保护红线为北部湾水源涵养生态保护红线、广西北海涠洲岛自治区级自然保护区生态保护红线，主要生态功能为候鸟、旅鸟及其栖息环境、自然景观。

根据设计资料，项目陆域工程永久及临时占地不占用该水源涵养生态保护红线范围，项目陆域工程评价范围涉及该生态保护红线，与该生态保护红线的边界最近距离约为80m；与自然保护区生态保护红线的边界距离约120m，项目也不涉及该生态保护红线的永久及临时占用。

根据现场踏勘，项目陆域工程评价范围内的水源涵养及自然保护区生态保护红线区域，受人类活动影响，已无原生性自然植被存在，范围内主要植被为银合欢、楝树、构树等次生植被，及甘蔗、香蕉、龙眼、玉米等农业植被。

项目陆域工程与水源涵养及自然保护区生态保护红线范围直接有涠洲岛内市政道路阻隔，客观上对项目建设期间造成的该生态保护影响，起到一定的阻碍作用。项目为输变电工程，工程施工周期较短，施工期对生态保护红线影响有限，随着施工活动的结束影响随之消失。

在落实相应污染防治和生态保护措施的情况下，项目对项目评价范围内的生态保护的影
响较小。

项目220kV涠洲变电站采取全户内布置，电缆出线的方式，陆缆线路全线采取地下电缆敷设，项目在运行期间，对生态保护红线影响很小。

4.13.6.3 对广西北海涠洲岛火山国家地质公园的影响分析

根据设计资料及现场踏勘，项目陆域工程不涉及该国家地质公园的占用，与该国家地质公园边界距离约320m。对地质公园内动植物等产生的影响很小。

施工期间基础的开挖产生的扬尘在大风天气可能进入地质公园，施工人员的不合理的活动也可能对地质公园内环境产生一定影响，因输变电工程施工工期较短，在采取相应措施的情况下，可确保施工活动不会对地质公园产生影响，随着施工结束，施工活动对地质公园的影响将逐渐消失。

项目陆域工程运行期对地质公园无影响。

4.13.6.4 对南漓—涠洲岛海滨风景名胜区的影晌分析

拟建陆域工程220kV涠洲变电站及长约1.74km的陆缆线路位于南漓—涠洲岛海滨风景名胜区内（拟占用区域均位于涠洲岛景区范围内），与该景区核心区范围边界距离在1km以上。

（1）对风景名胜区动植物的影响

据现场踏勘，位于风景名胜区范围内的拟建220kV涠洲变电站拟占用区域主要为耕地、园地、草地和林地，陆缆线路全线沿已有或规划市政道路走线，拟占用区域主要为公共管理与公共服务用地、交通运输用地及林地。

拟建陆域工程在风景名胜区内占地面积约2.40hm²。工程施工期间基础开挖、施工材料建筑废料的堆放、施工机械的碾压等永久及临时占地均为对风景名胜区内动植物造成一定的影响和破坏，另外施工产生的扬尘等也会影响植物生长。

拟建陆域工程占地面积较小，施工工程量较小，且主要位于城市建成区范围内，拟建工程仅改变这些植被的分布面积和部分植物种类的植株数量，评价区的植被组成及植物物种组成不会因此改变。施工对野生动物的影响主要为工程占地和施工活动的影响，占地会导致其生境面积缩小，施工活动干扰会使其远离施工区域，由于风景名胜区内还分布有大量相似生境，施工期间，野生动物可迁移至相似生境生活，且随着施工结束后植被恢复措施的落实，这种影响还会逐渐减小。

（2）对风景名胜区景观的影响

景观可视性分析：根据南漓—涠洲岛海滨风景名胜区总体规划可知，拟建陆域工程与该风景名胜区核心景区均在1km以上，拟建项目主要影响为游客在不同核心景区游览途中，对游客游览造成一定视觉干扰。因陆域工程全线采取地下电缆敷设，施工结束后不会对景观产生影响。拟建220kV涠洲站采取全户内布置，变电站主要电气设备、出线等均位于户内，并采取地下电缆出线的方式，从外观来看，220kV涠洲站与涠洲岛内建筑物风格基本一致。目前，设计单位对变电站内建筑物综合考虑涠洲岛整体发展定位，以及地区未来发展愿景，站

内配电装置楼立面设计整体突出“在地性”，打造具有涠洲特色、具有区域文化风格标志性的“此时此地此建筑”。220kV涠洲站建成投运后，不会对游客游览产生视觉干扰。

景观相融性分析：陆缆线路全线地下建设，220kV涠洲站采用与岛内建筑风格一致的设计风格，并考虑涠洲岛整体发展定位和发展愿景，投入运行后，拟建项目与周边景观相协调，对所在区域景观协调性影响很小。

景观敏感度分析：拟建项目与所在区域核心景区距离均在1km以上，陆缆线路全线位于地下，涠洲站采取全户内布置，并与岛内建筑风格相协调，此外受所在区域地形高差、地表植被的遮挡作用，拟建项目不会对风景名胜区景观带来较大的冲击。

4.13.7 生态环境保护措施

4.13.7.1 生态环境影响的防护原则

根据本项目陆域工程的特点，结合《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）的规定，本项目生态影响的防护原则是：

（1）自然资源损失的补偿原则：由于评价区域内自然资源（主要指乔、灌、草等植被资源和土壤资源）会由于项目施工和运行受到一定程度的耗损，属于景观组分中的环境资源部分，具备一定的环境效益和社会效益，因而必须执行自然资源损失的补偿原则。

（2）区域自然系统中受损区域恢复原则：项目实施后，使局部区域用地格局发生改变，影响了原有自然系统的功能，同时，还会引起水土流失，因此应采取措施减少这种功能损失。

（3）凡涉及敏感地区和珍稀濒危物种等类生态因子发生不可逆影响时必须提出可靠的保护措施和方案。

（4）凡涉及尽可能需要保护的生物物种和敏感地区，必须制定补偿措施。

4.13.7.2 生态环境保护措施

本项目陆域工程的实施必将对项目建设区域的生态环境产生一定的影响，对于可能出现的生态问题，应该采取积极的避让、减缓、修复和补偿措施。按照生态恢复的原则其优先次序应遵循“避让→减缓→修复和补偿”的顺序，能避让的尽量避让，对不能避让的情况则采取措施减缓，减缓不能生效的，就应有必要的修复和补偿方案。尽可能在最大程度上避让潜在的不利生态影响。

4.13.7.2.1 设计阶段保护措施

①在变电站选址、输电线路路径选择阶段充分听取所在区域政府、管委会、环保等相关部门的意见，尽量避开城镇规划区、村庄密集区和生态环境敏感区。

②尽量避让国家公园、自然保护区、风景名胜区、生态保护红线和饮用水源保护区等环境敏感区及居民集中区，线路尽量远离居民点；尽量避让集中林区、少占耕地。

4.13.7.2.2 陆生植物保护措施

(1) 施工期陆生植物保护措施

1) 避让措施

统筹规划施工布置，减少施工临时占地，合理划定施工范围和人员、车辆的行走路线，避免对施工范围之外的区域的植被造成碾压和破坏。

2) 减缓措施

①加强施工管理与监理，优化施工设计，尽量减少施工占地及施工活动造成的森林植被损失，减少对野生动物栖息地的破坏。

②合理安排工期，建议尽量在秋收以后或冬季进行施工，以减少农业生产损失。

③项目拟临时占地区域进行表土剥离，剥离的表土要分层堆放，待陆域工程施工结束后，进行分层回填，用于生态恢复。

④在易发生水土流失区域，针对施工可能产生的水土流失，宜优化施工时段，避开降雨集中时段进行土石方开挖活动，并尽可能缩短工期，减少扰动时间。

⑤施工现场使用带油料的机械器具，应采取措施防止油料跑、冒、滴、漏，防止对土壤和水体造成污染。

3) 恢复与补偿措施

保存永久占地和临时占地的熟化土，为植被恢复提供良好的土壤。对建设中永久占用耕地、林地部分的表层土予以收集保存，以便施工结束后复垦或选择当地适宜植物及时恢复绿化；临时占地区域应按照原有土地利用类型进行生态恢复，植被恢复种类宜选用本地物种或与周边生态环境相协调的植物种类。

4) 管理措施

①积极进行环保宣传，严格管理监督。建议施工前做好施工期环境管理与教育培训、印发环境保护手册，组织专业人员对施工人员进行环保宣传教育，施工期严格施工红线，严格行为规范，进行必要的管理监督。

②在施工设计文件中应说明施工期需注意的环保问题，如对沿线树木砍伐，野生动植物保护、植被恢复等情况均应按设计和环评文件执行；严格要求施工单位按环保设计要求施工。

③施工期严格划定施工红线，严格行为规范，进行必要的管理监督，禁止破坏植被和捕猎野生动物的情况发生，在施工过程中，如发现受保护的野生动植物，要及时报告当地林业部门。

(2) 运行期陆生植物保护措施

本项目投运后，除变电站站址、间隔扩建、陆缆线路出露占地为永久性占地外，其它占地均为临时性占地，施工结束后临时占地及时恢复其原有功能，不影响其原有的土地用途，在线路运行维护过程中应采取以下措施：

①加强对变电站周边及陆缆线路沿线植被的抚育和管护。

②在变电站及陆缆线路维护和检修中仅对影响安全运行的树木进行削枝，不进行砍伐。线路运行维护和检修人员在进行维护检修工作时，尽量不要影响区域内的植物，不要攀折植物枝条。

③加强用火管理，制定火灾应急预案，在线路巡视时应避免带入火种，以免引发火灾，破坏植被。

④线路巡视时应避免带入外来物种。

4.13.7.2.3 陆生动物保护措施

(1) 施工期陆生动物保护措施

1) 避让措施

①做好施工沿线水体保护

由于水域（海洋）及附近两栖爬行类动物活动较频繁，项目施工期要做好施工废水的处理工作，禁止将施工废水直接排入水体（海洋）。施工材料的堆放也要远离水体（海洋），尤其是粉状材料与有害材料，运输材料时也要注意不能被雨水或风吹至水体（海洋）中，以免对这些动物的生境造成污染。

②合理安排，科学组织施工

野生鸟类和兽类大多是晨、昏或夜间外出觅食，正午是鸟类休息时间；为了减少项目施工噪声对野生动物的惊扰，应做好施工方式和时间的计划，并力求避免在晨昏和正午进行噪声较大的施工活动。

2) 减缓措施

①施工过程中遇到鸟、蛇等动物的卵应妥善移置到附近类似的环境中。

②标明施工活动区，严令禁止到非施工区域活动，尤其要禁止在非施工区点火、狩猎等，降低对野生动物的影响。

③优化工程选址，项目变电站站址及陆缆线路在选址选线阶段综合考虑工程建设对鸟类潜在的影响，工程选址应避开鸟类的迁徙通道、鸟类的迁徙中途停歇地、主要的觅食地、主要栖息地等鸟类分布集中的区域。

④综合规划，减少开辟线路新走廊对土地利用的限制和对鸟类的影响。

⑤合理规划施工工期，减少工程施工期对鸟类栖息地的扰动和破坏，降低施工噪声对鸟类的惊扰和驱赶，避免捕鸟、掏蛋等对鸟类直接伤害的行为。

3) 恢复与补偿措施

对工程施工期间临时施工区应及时做好植被恢复工作，以尽量减少生境破坏对动物的不利影响。

4) 管理措施

提高施工人员的野生动物和生态环境的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁捕猎野生动物，特别是国家重点保护动物、广西省级重点保护动物及《中国生物多样性红色名录》中的极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）物种。

（2）运行期陆生动物保护措施

①线路运行维护和检修人员进行维护检修工作时，尽量不要高声喧哗，以免影响动物正常的生长和活动。

②加强对项目周边重点保护动物的监测。

4.13.7.2.4 重要植物及古树名木保护措施

根据样方及现场调查，本报告未在项目陆域工程评价范围内发现重要植物及古树名木。工程在施工期间加强施工人员有关环境保护法律法规、野生植物保护知识的宣传，一旦发现野生保护植物及古树名木，应立即停止施工活动，按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“在保护植物周围设置栅栏或植物保护警示牌。不能避让需异地保护的，应选择适宜的生境进行植株移栽，并确保移栽成活率”执行，严禁砍削、折枝、挖根、摘采果实种子等破坏保护植物、古树名木的行为。如发现保护植物、古树名木应采取避让、迁址保护等措施，若采取移栽等保护措施需取得当地林业主管部门的许可，以避免对珍稀、保护野生植物及古树名木造成破坏。

4.13.7.2.5 重要动物保护措施

根据调查，本项目陆域工程评价范围内可能出线的重要动物包括国家一级3种（均为鸟类）、国家二级保护动物14种（均为鸟类）、广西省级保护动物16种（均为鸟类）、《中国生物多样性红色名录》中的极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）物种5种。

对于重要保护动物除落实其他措施外，还应特别注意落实一下措施：

（1）两栖类、爬行类保护动物

①严格控制施工范围，禁止越界施工；

②合理安排施工布置和施工工序，尽量避免高噪音施工机械和设备同时运作，禁止在夜间使用高噪声施工设备。

③临近水域（海洋）施工，做好施工污水的处理，禁止随意排放至水体中，施工材料的堆放也要远离水源，以免对生境造成污染。

④加强施工管理，严禁捕杀。

（2）鸟类保护动物

①本项目在施工过程中若遇到中华秋沙鸭、黄嘴白鹭、黑鹳等国家级、广西省级重点保护动物及《中国生物多样性红色名录》中的极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）物种，应按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“施工区发现有保护动物时应暂停施工，并实施保护方案”执行，禁止挑衅、捕猎，应立即停止周围 200m 范围内的所有施工活动，特别是禁止爆破和施工机械作业，待保护动物自行离开施工区后方可恢复施工，若动物不自行离开需汇报当地林业部门；对受伤的珍稀动物应及时联系野生动物保护部门，及时救治。

②项目所在的涠洲岛是沿太平洋迁徙候鸟重要中途停歇地。每年春（3~5月）、秋（9~11月）两季，种类和数量众多的迁徙候鸟路过保护区并停歇，群集主要在清明和中秋前后。项目在涠洲岛内施工应避开上述 2 个时间段，尤其在清明、中秋节前后 5 天，务必停止涠洲岛内一切施工活动。

③为尽可能减少项目施工噪声对野生动物的惊扰，尽量避免高噪音施工机械和设备同时运作，禁止在夜间使用高噪声施工设备，并严格控制避免晨昏和正午避免使用高噪声机械施工。

④施工过程中加强施工管理，规范施工人员的活动行为，禁止在水体（海洋）附近搭建临时施工设施，严禁施工废污水和固体废物进入水体（海洋），禁止下河（海）捕捞，避免影响水体及其周边环境中的重点保护动物的数量、分布及活动。

⑤在鸟类繁殖期间，如发现成鸟和幼鸟，应及时上报并采取保护措施。

⑥加强宣传教育和管理，严禁捕杀，控制施工机械、车辆噪声，车辆禁止鸣笛。

⑦减少施工对周边灌丛生境的不必要破坏，严禁随意将修建弃渣随意倾倒。施工结束后对临时占地、施工便道进行生态恢复，补种本地灌木物种，恢复原生的石堆/灌丛生境。

4.13.7.2.6 自然景观的保护措施

（1）充分利用地形高差、地表植被，将施工营地、材料堆放场等临时施工场地设置于站址西侧、北侧或南侧，尽可能减少涠洲变电站站址东侧景观视线影响。

(2) 开工前, 优先在变电站施工占地范围边界处, 建设与涠洲岛内自然景观融为一体的硬质封闭式围栏, 以减少景观视线影响。

(3) 合理规划施工时间, 场地平整、土石方开挖, 主要电气设备, 施工材料运输等施工应避开五一、十一等法定节假日及旅游旺季, 以减少可能产生施工扬尘、施工噪声、交通等对自然景观、旅游观光的影响。

(4) 对施工材料运输路线进行提前规划, 保持车辆外观清洁, 运输时加盖篷布, 并对运输路线定期清扫, 洒水。

(5) 加强施工人员及施工活动的管理, 施工期间产生的生活垃圾等集中堆放, 并定期交由环卫部门处理。施工废水应设置临时沉淀池, 经沉淀处理后用于场地喷洒, 不涉及随意排放; 在施工营地内设置一体化 PE 化粪池, 产生的生活污水经由化粪池处理后定期清掏, 不得随意排放。

(6) 施工结束后, 对施工扰动地面及时利用当地植被采取绿化措施。

4.13.7.2.7 生态敏感区保护措施

(1) 避让措施

①在后续设计阶段, 应尽量远离拟建项目东侧自然保护区、重要栖息地、重要湿地、生态保护红线及国家地质公园。

②合理安排施工时序, 尽量避开拟建项目所在区域的自然保护区、重要栖息地、重要湿地及生态保护红线、国家地质公园及风景名胜区内野生植物生长茂盛时段和野生动物活动、觅食等时段(每年3~5月, 9~11月, 尤其清明和中秋前后5天; 每日晨昏及正午)。

(2) 减缓措施

①严禁永久及临时占用自然保护区、重要栖息地、重要湿地及生态保护红线、国家地质公园范围, 严禁在前述生态敏感区范围内设置堆料场、施工营地、材料站、取弃土点、堆放生活垃圾等。

②加强施工人员管理, 划定施工红线, 严禁施工活动超出施工红线范围, 尽可能减少风景名胜区的内永久及占地面积。

③在施工期间, 应避开大雨、大风等不良天气, 不得在每年3~5月, 9~11月及每日晨昏、正午及夜间(生态敏感区内动植物生长繁殖季节及鸟类迁徙、觅食、活动、休息时段)使用高噪声机械施工。

④强化施工阶段的环境管理。在施工期间, 为保证施工质量, 除了由质量监理部门派人进行监督, 保证环境保护措施得到落实, 还应建立环境监督制度, 监督指导施工落实生态保护的施工措施。监督工程建设中各个环节的生态保护、地貌植被恢复、环境污染控制、生物

多样性保护、文物保护、环境管理及清洁生产等各种方案的有效实施，确保承包商、监理单位在工程实施过程中，执行国家、地方已有环境法律法规及其落实生态环境评价与规划中制定的生态环境保护方案。

⑤加强施工队伍职工环境保护思想教育，规范施工人员行为。教育职工爱护环境，保护施工场所周围的一草一木，不随意摘花损木，严禁砍伐、破坏施工带以外的作物和树木。不准乱挖，乱采野生植物，不准随便破坏动物巢穴，严禁捕杀野生动物。约束其在非施工期间的活动范围。

⑥施工过程中还应加强森林防火，确保区域林木安全，避免破坏森林资源。

（3）恢复和补偿措施

施工结束后及时对可采取植被恢复措施的永久及临时占地范围，利用涠洲岛内常见、易成活、水源涵养功能强的物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，尽可能维护生态敏感区范围内的生物多样性和生态系统一致性，并加强后期管理维护。

（4）管理措施

①加强对施工人员关于生态敏感区类型、范围、保护要求等相关知识的宣传教育，强化生态环境保护意识，严禁随意砍伐、践踏植被和捕猎野生动物等行为。

②施工现场设置生态敏感区标示牌，明确保护要求和相关监督管理责任人。

4.13.7.2.8 生态系统保护措施

（1）森林生态系统保护措施

1) 严格按照《中华人民共和国森林法》的规定，在施工中对施工人员进行教育和监督，严禁在植被较好的区域毁林采石、采砂、采土以及其他毁林行为。

2) 统筹规划施工布置，减少施工临时占地，并尽可能选择植被稀疏处，并禁止施工人员随意砍伐施工场地外的林木。施工结束后对施工临时占地等恢复原有土地功能。

3) 施工前，应尽可能保护拟开挖区域熟化土和表层土，并将表层熟土和生土应分开堆放，回填时应按照土层的顺序回填，松土、施肥，缩短植被恢复时间和增加恢复效果。

4) 植被恢复时，应根据当地土壤和气候条件，选择当地乡土植物（如银合欢、楝树、木麻黄、狗牙根等）进行恢复，杜绝引进外来物种。

5) 植被较好的区域施工注意防火。施工人员应该严禁吸烟或其他容易引发火灾的行为，并有专人监督。

（2）灌丛、草地生态系统保护措施

1) 运输含尘量大的物质时必须要有蓬遮盖，减少粉尘飞扬。

2) 加强对施工队伍的管理, 严格各项规章制度, 教育施工人员注意保护环境、提高环保意识, 避免施工机械、人员对占用场地周围其他灌草地的破坏。

3) 注意防火。施工期施工人员和运营期检修人员应该严禁吸烟或其他容易引发火灾的行为, 并有专人监督。且评价区内草地多干旱少雨, 工程运行期要严格防范火灾, 建立火灾预警系统。

(3) 湿地生态系统保护措施

湿地生态系统其由水生和陆生种类组成, 物质循环、能量流动和物种迁移与演变活跃, 具有较高的生态多样性、物种多样性和生物生产力。对湿地生态系统的保护措施有:

1) 对于施工中产生的扬尘, 采用喷淋措施加以防范。

2) 机械和车辆冲洗应尽量要求施工机械和车辆到附近专门清洗点或修理点进行清洗和修理, 减少洗车废水。

3) 施工期制定环境风险应急预案, 若出现机械倾覆漏油等风险事故, 须及时对油污进行收集, 防止对保护区内水体造成污染。

4) 沥青、油料等不得肆意堆放, 并采取防范措施, 防止雨水冲刷进入水体。

(4) 农田生态系统保护措施

1) 合理安排工期。建议尽量在秋收以后或冬季进行保护区工程的施工, 以减少农业生产损失。

2) 及时复耕。对于占用了的农业用地, 在施工中应保存表层的土壤, 分层堆放, 用于新开垦耕地, 劣质地或者其他耕地的土壤改良。对于临时占用的农业土地, 施工结束后, 要采取土壤恢复措施, 如种植绿肥作物等增强土壤肥力。此外, 对耕地受影响的农民应及时规定补偿。

3) 占用农田的补偿措施。为保持农田的数量平衡, 当地政府应负责开垦与所占耕地质量相当的耕地, 做好农田调整、补划工作。占用基本农田时要求业主应按照《基本农田保护条例》的有关规定办理相关的征地手续, 并缴纳耕地开垦费, 由当地人民政府按土地法规修改土地利用总体规划, 并按照“占多少, 垦多少”的原则, 补充划入数量和质量相当的基本农田。

4) 工程施工过程中, 加强施工管理, 减少水土流失。尤其是夏季, 天气易变、雨水较多, 松散土料极易随水流失, 不宜露天大量堆放。

5) 运输含尘量大的物质时必须有蓬遮盖, 减少粉尘飞扬。

6) 加强对施工队伍的管理, 严格各项规章制度, 教育施工人员注意保护环境、提高环保意识, 避免施工机械、人员对占用场地周围其他农田的破坏。

(5) 城镇生态系统保护措施

1) 工程占用城镇生态系统时, 严格在规划范围内进行, 对破坏了原有的植被和动物的栖息地要及时恢复。

2) 施工前应对施工人员进行环保意识的宣传教育, 在施工期避免或尽量减少垃圾和污水的排放。

4.13.8 生态环境影响评价结论

拟建陆域工程途经北海市银海区、海城区等2个区县。根据调查, 拟建项目陆域工程评价范围内涉及生态敏感区7处, 其中广西涠洲岛自治区级自然保护区、广西北海涠洲岛自治区重要湿地、广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地等3处生态敏感区边界一致, 与本项目最近距离约为80m; 生态保护红线2处(北部湾水源涵养生态保护红线、广西北海涠洲岛自治区级自然保护区生态保护红线), 边界与本项目最近距离分别约为80m、120m; 国家地质公园1处(广西北海涠洲岛火山国家地质公园), 边界与本项目最近距离约为320m; 风景名胜区1处(南澗—涠洲岛海滨风景名胜区), 项目需占用该风景名胜区2.40hm², 包括永久占地1.78hm², 临时占地0.62hm²。

项目陆域工程总占地2.74hm², 其中永久占地1.95hm², 施工临时占地0.79hm², 占地将导致植被的损失, 造成植被的破坏, 但这些植物均为常见的种类。同时占地将动物生境的扰动, 造成部分动物生境的损失, 影响保护区部分动植物的正常生活和生长。

陆域工程建设对评价区陆生植物的影响主要来源于施工期工程占地、施工扰动等因素。陆域工程占地主要为林地、灌草地、园地、耕地、交通运输用地及公共管理与公共服务用地, 但占地面积小, 在有效的实施保护措施后, 陆域工程对植物多样性的影响较小。陆域工程建设对工程影响区动物影响主要表现在两方面: 一方面, 工程占地、施工机械和施工人员活动直接侵占工程影响区野生动物生境或对其个体造成直接伤害; 另一方面, 工程施工将对生态环境造成一定程度的污染, 从而间接的影响到该区域野生动物的栖息。工程局部建设时间较短, 且工程周围有相似生境较多, 在采取相关保护措施后, 严格控制工程施工和运营期的影响范围, 工程对动物的影响可以控制在比较低的水平。本项目陆域工程的建设对评价区自然植被生物量影响很小, 对评价区自然生态系统的恢复稳定性、异质性和阻抗稳定性几乎不产生影响。

根据样方调查, 受人类活动影响, 项目陆域工程评价范围内的生态敏感区原生性植被已不存在, 生态敏感区内森林植被主要为银合欢、楝树、构树等, 灌丛主要为银合欢、马缨丹, 草丛主要为银胶菊、白茅、鬼针草等, 此外香蕉、龙眼、木薯、玉米等农田植被也大量存在。根据收集到的资料, 及现场调查, 项目评价范围内植物共计62科173属211种, 未发现重点保

护植被及古树名木，评价范围内可能出现的动物有4纲22目52科122种，其中包括国家一级3种（均为鸟类）、国家二级保护动物14种（均为鸟类）、广西省级保护动物16种（均为鸟类）、《中国生物多样性红色名录》中的极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）物种5种。

本项目属于电力基础设施，陆缆线路不属于污染环境、破坏资源或者景观的生产设施，也不会排放污染物。陆域工程设计对生态敏感区采取了尽量避让的原则，对无法避让的生态敏感区，进行了多方案的路径方案比选，确认环评方案为满足当前保护区管理规定的最优工程方案。本项目与相关法律法规要求不相冲突，并根据要求开展生态敏感区专题调查评价工作。在施工和运行过程中将采取积极有效的生态影响防护措施，将工程建设带来的负面影响减轻到满足国家有关规定的要求。本项目涉及的生态敏感区不存在制约工程建设的生态问题。从生态环境影响角度而言，本项目是可行的。

4.14 对红树林的影响分析

4.14.1 海缆工程对红树林的影响分析

本项目海缆工程不穿越红树林区域，项目评价范围内的红树林区域主要为北海市登陆点附近的红树林以及广西北海滨海国家湿地公园范围内的红树林。红树林生长于陆地与海洋交界带的滩涂浅滩，是陆地向海洋过度的特殊生态系统。红树林生长的地方，潮水起起落落，水质环境对红树林生长息息相关。涉水施工作业期间，可能会引起悬浮泥沙增加，进而造成对周边红树林分布区域的水质环境的影响。涉水施工易造成水体中大量悬浮物泥沙，这些悬浮物若附着在红树林气生根、皮孔，将不利于红树植物呼吸作用。

本项目海缆登陆段选取的是非开挖定向钻的方式穿越北海市一侧的海岸线，定向钻由陆域入土，海上出土，施工产生的泥浆、钻屑由海向陆进行抽吸，可有效的减少施工过程中悬浮泥沙的产生。因此，本项目涉水施工引起悬浮泥沙增加，主要集中在北海市侧定向钻海上出土点之后向海延伸铺设海缆的区域，北海侧定向钻海上出土点距离广西北海滨海国家湿地公园较远，因此基本不会对广西北海滨海国家湿地公园范围内的红树林产生影响，主要受影响的区域可能为北海侧定向钻海上出土点附近的红树林区域。北海市侧定向钻海上出土点距离海岸线约 482m。根据现状调查资料，海缆在北海侧登陆点距离海域小片分布的红树林约 154m，距离陆域范围零星分布的红树林约 28m。海缆在北海陆上入土点距离海域小片分布的红树林约 28m，距离陆域零星分布的红树林约 95m。

海缆施工造成的悬浮泥沙在海水扩散到红树林区域会对红树林造成一定的影响，而对附近陆域分布的红树林基本无影响。而采用定向钻的施工工艺对海底扰动较小，能够避免产生

大量的悬浮泥沙，进而减小了悬浮泥沙对红树林的影响。另外，为减轻施工对红树林的影响，应合理安排施工时间，避开涨潮期间，选择低潮时施工将明显减少施工产生的悬浮泥沙及其扩散面积，并且应避免在大风浪天气施工，进一步降低悬浮泥沙扩散的风险。

本项目选取的定向钻海上出土点与登陆点附近的海域分布红树林的距离约 620m。通过对红树林的悬沙预测结果分析，海缆工程在北海市侧定向钻出土点出土后开始冲埋，在低潮期施工，施工悬沙不会扩散到登陆点附近分布红树林的海域，见图 4.14-1。而且，根据红树林的生长习性和功能分析，红树林主要生长在泥质的滩涂，本身具备一定的消纳污染物、促淤等功能，对悬浮泥沙不敏感。悬浮泥沙一般在一个潮周期落淤，红树植物还可以促进大颗粒悬浮泥沙快速沉降并防止底泥再次悬浮。根据北海市登陆点附近区域的地质勘察资料，北海市登陆点多为砂质土，无高岭土分布，不会因其扩散导致周围红树林生长受到影响。

综上所述，采用定向钻施工且合理安排施工时间，能有效减少悬浮泥沙的产生及其扩散，海缆施工不会对红树林生长产生严重影响。

4.14.2 陆域工程对红树林的影响分析

根据设计资料，本项目海缆线路登陆采取非开挖定向钻的方式，接入陆地，本项目陆域工程施工均位于陆地范围内，不涉及海洋、潮间带的占用。据现场踏勘，陆域工程评价范围内红树林均位于北海侧，项目涠洲侧线路不涉及红树林。

北海陆缆线路与红树林最近距离约 20m。项目陆域工程对红树林的主要影响为陆缆线路开挖及海缆非开挖定向钻施工期间产生的泥沙、废弃泥浆、钻屑、建筑废料、生活垃圾等处置不当，致使进入海洋潮间带，进而影响到潮间带内红树林。

由于本项目陆域工程施工均位于陆地，红树林均位于海洋潮间带，故项目施工期对红树林的影响主要为项目不合理的、超出施工红线范围的施工活动及施工人员产生的废水、固体废物等对红树林造成的影响。

为了最大限度减低施工对红树林的影响，位于红树林 300m 范围内陆域工程施工时，应加强施工管理，采取相应的防护措施，尽量减小对红树林的影响，具体要求如下：

①施工应在落潮时实施，避开大风天气及雨天，以减少施工期间产生的泥沙进入潮间带进而影响到红树林。施工期间电缆沟开挖、非开挖定向钻作业等产生土石方的施工活动，务必控制在枯水期、落潮期实施，并在拟开挖区域与海洋及潮间带之间设置装土编织袋（或防水、吸水环保沙袋）、开挖临时排水沟、彩条布垫底等临时防护措施，确保施工期间产生废水、废弃泥浆、钻屑等不会进入海洋及潮间带。

②施工期间非开挖定向钻作业期间产生的悬浮泥沙，应使用专门一体化泥浆沉淀池，将产生的悬浮泥沙、废弃泥浆、钻屑等经泥浆沉淀池处理后，定期清运至当地政府部门指定地点堆放，不得随意丢弃。

③施工单位应特别施工管理，严格限制施工活动范围，确保施工活动均在陆域内实施，并安排专人开展施工期生活污水、施工废水、生活垃圾等的收集处置工作，严禁向海洋及潮间带倾倒各种垃圾或排放不达标废水。

④合理安排施工季节与施工进度，应尽量缩短施工作业时间，并尽量避开鱼虾洄游繁殖、幼鱼索饵以及生长的高峰期进行施工，减少工程实施对海域生态环境的影响。

⑤施工单位应加强对施工人员的教育和管理，避免因施工不当和污染物处置方式不合理造成红树植株的损毁。如在施工过程中，发现附近红树植株出现异常，应及时汇报红树林主管部门（北海市林业局），根据指定要求进行修复并进一步完善施工环境保护措施。

⑥开展项目评价范围内红树林施工期、运行期的生态监测，对施工、运行期间红树林产生的异常情况及时反馈。

⑦在施工过程还应加强施工人员及车辆的检验检疫，防止因车辆和人员活动产生危害红树林的病虫害及入侵物种的带入。

综上，本项目陆域工程内容较为简单，工程规模较小，施工时间较短，通过采取上述环保措施后，项目陆域施工基本不会对红树林产生影响。

5 环境风险分析与评价

5.1 海洋环境风险识别

本项目涉及的事故风险主要为施工期船舶可能产生的船舶污染事故，船舶污染事故是指船舶在航行过程、靠泊以及其他作业过程中发生燃料油泄漏造成的海洋环境污染事故，可分为操作性污染事故和海难性污染事故。操作性船舶污染事故多发生于靠泊后船舶装卸货物及加装燃油环节，发生的原因多为人为因素、机械和设备故障等，尽管每次产生的泄漏量不大，但事故频率较高，污染物总量也较大。海难性船舶污染事故主要是海上交通事故导致，事故发生率较低，但一旦发生污染损害很大。

根据南海海域船舶历史溢油事故，船舶污染的操作性事故可分为工艺性泄漏、操作错误，海难性事故可分为船舶碰撞、船舶搁浅、船舶自身翻沉、船体破损、火灾等。操作性污染事故按事故发生的环节又可分为码头装卸作业、加燃料油、其他作业等。海难性污染事故一般是伴随着船舶交通事故发生的，事故致因与船舶交通事故大体相同。操作性污染事故多发生的地点是码头、系泊区前沿，海难性污染事故多发地点在航道和锚地。

5.1.1 物质危险性识别

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)对本项目所涉及的有毒有害、易燃易爆物质进行危险性识别，本项目施工期涉及的风险物质为船舶燃料油，其理化危险特

5.1.2 有毒有害物质扩散途径识别

本项目涉及的危险物质为柴油，柴油泄漏扩散向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染），具体分析见表 5.1-2。

5.2 海洋环境风险源项分析

5.2.1 事故发生概率

本节事故概率分析主要参考北部湾区域相关统计数据，溢油事故源项分析主要从船舶溢油污染事故方面进行统计分析。

根据北海市海事局提供的最新资料 2010 年~2018 年对运输性船舶事故的统计，2010~2018 年期间北海港港域共发生水上交通事故 42 起，详见表 5.2-1。根据《水上交通事故统计办法》，对北海港域的水上交通事故地点进行了分类统计，详见表 5.2-2。

根据事故种类统计，2010 年~2018 年北部湾港共发生碰撞事故 17 起、搁浅事故 8 起、触损事故 6 起、浪损事故 1 起、火灾爆炸事故 3 起、风灾事故 1 起、自沉事故 6 起，可见，北海港域水上交通事故主要是碰撞和搁浅，占事故总数的 59.5%。结合北海港未来危化品运

输特点，规划期间北海港可能发生的主要环境风险事故为船舶溢油事故、可溶性危化品泄漏事故和易燃易爆危化品火灾爆炸事故。

根据事故地点统计，北海港水上交通事故多发地为港区和航道附近海域，经咨询当地海事部门，港区及航道事故多发生于航道交叉处（此处船舶密集，易发生海难性事故），其次是码头前沿近岸水域（主要是操作性事故）。

5.2.2 施工期船舶碰撞泄漏事故

220 千伏涠洲岛跨海联网工程施工时存在施工船碰撞溢油的风险，此外在该海域航行的外来航船也有可能发生碰撞。根据《风险评估数据指南（2010）》，船舶发生碰撞的概率见表 5.2-3。

本项目中，发生船舶碰撞并造成重大损伤的概率为 5×10^{-6} 次/a，发生重大损伤不一定会引起溢油事故，因此船舶碰撞引发溢油事故的概率将更小。

5.3 海洋环境风险影响预测与评价

5.3.1 最大可信事故

根据风险识别，施工船舶碰撞或沉没后溢油为本项目主要风险，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017），船舶溢油事故溢油量选取工程的可能最大水上溢油事故溢油量，按照施工船舶燃料油边舱的容积，本项目最大施工船型为 8000 吨级铺缆船，根据该导则附录 C.9，8000 吨级铺缆船单个燃油舱油量可按照 68m^3 计，船舶燃料油平均密度取 $0.9\text{t}/\text{m}^3$ 。本次预测假定施工船舶由于碰撞导致其某个燃油舱破裂，造成燃料油泄漏，可能最大水上溢油事故溢油量约为 62 吨。油品为柴油，溢油事故考虑在 1 个小时内泄漏入海。

5.3.2 本项目预测情形分析

5.3.2.1 溢油预测模式

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生变化。本项目二维溢油模型拟采用的是国际上得到广泛应用的“油粒子”模型，该模型可以很好地模拟上述物理化学过程，另外，“油粒子”模型是基于拉格朗日体系具有高稳定性和高效率的特点。“油粒子”模型就是把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是由这些大量的油粒子所组成的“云团”。首先计算各个油粒子的位置变化、组分

变化、含水率变化，然后统计各网格上的油粒子数和各组分含量可以模拟出油膜的浓度时空分布和组分变化。

假设包括背景流场和波浪净流在内的表层流已知流速分量为 U_b , V_b , 而不确定方法表示湍流的随机扩散由随机游动速度 U' 和 V' 表示, 则每一个油粒子的漂移速度为:

$$\begin{aligned} U &= U_b + U' \\ V &= V_b + V' \end{aligned} \quad (1)$$

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移则可表示为:

$$\begin{aligned} x^{n+1} &= x^n + U_b^{n+\frac{1}{2}}\Delta t + \xi\sqrt{6K_H\Delta t} + O(\Delta t^2) \\ y^{n+1} &= y^n + V_b^{n+\frac{1}{2}}\Delta t + \xi\sqrt{6K_H\Delta t} + O(\Delta t^2) \end{aligned} \quad (2)$$

对时间 t 方向上采用中心差分, 能够保证上述差分方程的二阶精度。上式中 ξ , K_H 分别代表 $[-1,1]$ 区域上的均匀分布随机数和水平方向上的湍流涡动粘性系数。

波浪净流的量值较小, 因为溢油油膜的覆盖使海面变得较为平坦。它可根据二阶 Stokes 波理论由下式给出:

$$u_{wave} = \frac{K\omega H^2}{8sh^2(Kd)}ch(2Kz_0) \quad (3)$$

式中 K 、 ω 、 H 、 d 、 z 分别代表波数, 波圆频率、波高、水深和油粒子所处的深度。

波浪的主要作用并不在于波浪净流, 因为它较背景流场要小得多。波浪作用主要在于搅动水面, 及由破碎引起溢油入水。溢油入水体积可写为:

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{C_2 t H_s^2 / L} \quad (4)$$

其中, V_0 、 t 、 H_s 、 L 分别为溢油初始体积、时间、有效波高和波长。 C_2 为常数, 取作 $2.53 \times 10^{-3} / V_{00.62}$ 。

溢油入水后化作比油粒子更小的油滴来模拟其垂向运动。油滴的垂向运移仍由确定的背景场垂向流速分量 W_b 及浮力作用下的上浮速度 W_L 和不确定的垂向湍流扩散来计算。垂向运移距离:

$$\Delta z = (W_b + W_L)\Delta t + \xi\sqrt{6K_v}\Delta t \quad (5)$$

依 Johanson-Ichiye 的公式, 垂向涡动扩散系数由下式计算:

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{C_2 t H_s^2 / L} \quad (6)$$

H_s 、 T 、 Z 、 K 、 C 分别为有效波高、周期、深度、波数和常数。上浮速度分量依据油滴直径大小分别计算。设浮力作用下, 油滴临界直径为 d_e , 则有:

$$de = \frac{9.52\nu^{2/3}}{g^{1/3}(1-\rho_o/\rho_w)^{1/3}} \quad (7)$$

对 $di < de$, 由 Stokes 定律:

$$W_L = gd_i^2(1-\rho_o/\rho_w)/18\nu \quad (8)$$

对 $di > de$

$$W_L = [\frac{8}{3}gd_i(1-\rho_o/\rho_w)]^{1/2} \quad (9)$$

式中 g 、 d_i 、 ν 、 ρ_o 、 ρ_w 分别为重力加速度、油滴直径、运动粘性系数、油密度和水密度, 可以写出油滴垂向运移的中心差分公式:

$$z^{n+1} = z^n + (W_b + W_L)^{n+\frac{1}{2}} \Delta t + \xi \sqrt{6K_v \Delta t} + o(\Delta t^2) \quad (10)$$

溢油的挥发乳化与油品特性有关。

挥发率可写为:

$$F_V = \ln[1 + B'(\frac{T_G}{T})\theta' e^{(A'-B'\frac{T_0}{T})}] \frac{T}{B'T_G} \quad (11)$$

式中 $A' = 6.3$, $B' = 10.3$, T 为油温, T_G 为油的沸点曲线梯度, T_0 为油的初始沸点温度, θ' 为挥发系数由下式确定:

$$\theta' = CW^{0.78} tA/V_o \quad (12)$$

C 为常数, W 风速, t 时间, A 油膜面积, V_o 初始溢油体积。乳化程度由含水率 Y_w 表示, 依据 Mackay (1980):

$$Y_w = \frac{1}{K_B} [1 - e^{-K_A K_B (1+W)^2 t}] \quad (13)$$

其中 Y_w 为乳化物含水量 (%), K_A 取 4.5×10^{-6} , K_B 取 $1/Y_w^F$, Y_w^F 为最终含水量, 取 1.25。

则水面油粒子体积应为:

$$V_i = V_o(1 - F_{V_i}) / (1 - Y_{w_i}) \quad (14)$$

设乳化前油密度为 ρ_o , 水密度为 ρ_w , 则乳化后油密度:

$$\rho_* = (1 - Y_w)\rho_o + Y_w \cdot \rho_w \quad (15)$$

蒸发对油密度的影响为:

$$\rho = (0.6\rho_o - 0.34)F_V + \rho_o \quad (16)$$

综合挥发、乳化影响, 油密度表达为:

$$\rho = (1 - Y_w)[(0.6\rho_o - 0.34)F_v + \rho_o] + Y_w \cdot \rho_w \quad (17)$$

忽略油粘性随温度的变化，即仅考虑乳化、挥发的影响，乳化将增加油的粘性：

$$\nu_* = \nu \cdot \exp[2.5Y_w / (1 - 0.654Y_w)] \quad (18)$$

挥发对油粘性的影响为：

$$\nu = \nu_o \cdot 10^{4F_v} \quad (19)$$

综合挥发、乳化作用，油粘性变化表示为：

$$\nu = \nu_o \cdot 10^{4F_v} \cdot \exp[2.5Y_w / (1 - 0.654Y_w)] \quad (20)$$

其中， ν_o 为初始时油膜的运动粘性系数。

开边界条件

在开边界处，给定水位，水位采用岸边验潮站观测资料求得潮汐调和常数输入计算，可以计算得到海区内部的结果：

$$\zeta = \sum_i f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_0 + u)_i - \theta_i] + H_0 \quad (21)$$

其中， H_i 为分潮振幅， θ_i 为分潮迟角， H_0 为平均海面高度，与风海流及密度流有关。

5.3.2.2 预测模式中有关参数的设定

(1) 溢油类型：根据油气泄漏风险事故分析，本项目选取最大可信事故船舶碰撞溢油进行预测。同时对施工期可能发生的船舶碰撞溢油进行预测。假设船舶燃油仓中 62 吨油在 1 小时内全部溢出，则溢油强度为 $Q=62000\text{kg}/3600\text{s}=17.222\text{kg/s}$ 。为方便预测计算，假设由 500 个油粒子代表 62 吨溢油量，即每个油粒子代表 124kg 的油料。

(2) 结合工程路由布置和周边航道通航情况，以及生态敏感目标分布情况，选择施工船舶碰撞事故发生概率较大、距离敏感目标较近处为溢油位置，1#源点坐标（109.06608582, 21.09282863），2#源点坐标（109.05647278, 21.37827794）。溢油源点见图 5.3-1。

(3) 油品性质：船舶燃料油密度约 900kg/m^3

(4) 源强：施工期船舶溢油源强为 62t。

(5) 潮型与潮时：选择大潮涨潮初期和落潮初期时刻作为典型时刻。

(6) 常风与大风风速取值

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017），本报告主要考虑海缆铺设施工期间的主导风向和不利风向(相对于敏感目标)两种情况。项目所在海区的冬季常风向为东北风（NE 向），平均风速为 4.7m/s ；夏季常风向为西南风（SW 向），平均风速为 5.5m/s ；另外，为了模拟不利工况条件下的溢油扩散，选择静风（风速为 0m/s ）以及 NW、SE、E、S 作为不利风向，风速为 13.8m/s 。

(7) 溢油计算工况组合

综合考虑风场、溢油时刻等影响因素，溢油预测最终设定的计算工况分别见表 5.3-1，预测时长为 72h。

5.3.2.3 溢油预测结果分析

1#源点油粒子扩散路径和范围

根据模型设置，预测 1#源点 14 种风险溢油事故发生后的油膜漂移轨迹及其扩散范围见图 5.3-2~图 5.3-15，各风况下油膜的扫海面积、漂移距离和残油量见表 5.3-2。

从计算结果可见，不同情况下油膜漂移轨迹有差异，油膜漂移主要取决于风况与潮流的共同作用。

工况 1 和工况 2，冬季 NE 向风作用时，油粒子主要在涠洲岛的西侧和北侧扩散，其中溢油发生在涨潮时油粒子向北侧扩散稍远些，溢油发生在落潮时油粒子向西侧扩散稍远些。72 小时内油粒子扩散的距离在涠洲岛西侧和北侧的东北-西南方向 30km 范围内。工况 1 影响到涠洲岛近岸的珊瑚礁区，工况 2 未影响到生态敏感区。

工况 3 和工况 4，夏季 SW 向风作用，溢油发生在涨潮时，油粒子随涨潮流和 SW 向风向溢油点的东北方向扩散；溢油发生在落潮时，油粒子先随落潮流向溢油点的西南方向扩散，再随涨潮流和 SW 向风向东方向扩散，整体上主要以向东北方向扩散为主，72 小时内最远扩散至涠洲岛和北海之间的中部海域。两种工况都未影响到生态敏感区。

工况 5 和工况 6，不利 NW 向大风作用时，油粒子主要向溢油点的东南方向扩散，其中溢油发生在涨潮初期时，油粒子先随涨潮流和 NW 向风往东绕过涠洲岛，而溢油发生在落潮初期时，油粒子则随落潮流和 NW 向风往西绕过涠洲岛；再向西南方向扩散至斜阳岛北侧海域，72 小时后扩散至斜阳岛东南侧 42km 左右的海域。两种工况都影响到涠洲岛和斜阳岛的近岸珊瑚礁区和重要渔业资源产卵场生态敏感区。

工况 7 和工况 8，不利 SE 向大风作用时，油粒子主要向溢油点的西北方向呈 S 型扩散，溢油发生在涨潮初期时，油粒子先向北扩散，发生在落潮初期时则先向西扩散，72 小时后扩散至钦州湾以南约 8km 海域。两种工况都影响到重要渔业资源产卵场生态敏感区。

工况 9 和工况 10，不利 E 向大风作用时，油粒子主要向溢油点的西侧扩散，72 小时内向西最远扩散至距离溢油点 65km 海域。两种工况都未影响到生态敏感区。

工况 11 和工况 12，不利 S 向大风作用时，油粒子主要向溢油点的北侧扩散，溢油发生在涨潮初期时，油粒子在 42 小时左右抵达北海附近海域靠岸，有少量油粒子绕过北海港西侧进入至廉州湾；溢油发生在落潮时，油粒子未在北海港靠岸，从北海港西侧进入廉州湾，

63 小时后扩散至廉江河口附近靠岸。两种工况都影响到重要渔业资源产卵场、北海附近的沙源流失极脆弱区和海岸防护和物理防护极重要区。

工况 13 和工况 14，静风条件下，溢油发生在涨潮初期时，油粒子主要在涠洲岛北侧扩散，发生在落潮初期时，油粒子主要在涠洲岛西侧和北侧扩散。72 小时内油粒子随潮流扩散的最远距离只有 19km 左右。工况 13 影响到涠洲岛近岸的珊瑚区，工况 14 未影响到生态敏感区。

2#源点油粒子扩散路径和范围

根据模型设置，预测 2#源点 14 种风险溢油事故发生后的油膜漂移轨迹及其扩散范围见图 5.5-16~图 5.5-29，各风况下油膜的扫海面积、抵达敏感区时间见表 5.5-3。

从计算结果可见，不同情况下油膜漂移轨迹有差异，油膜漂移主要取决于风况与潮流的共同作用。

工况 15 和工况 16，冬季 NE 向风作用时，油粒子主要在溢油点的西侧扩散，其中溢油发生在涨潮时油粒子先向东北扩散但未靠岸，溢油发生在落潮时油粒子向溢油点以西扩散。72 小时内油粒子扩散的距离在溢油点西南方向 28km 范围内。主要影响溢油点西南侧的重要渔业资源产卵场。

工况 17 和工况 18，夏季 SW 向风作用，溢油发生在涨潮时，油粒子随涨潮流和 SW 向风向溢油点的东北方向扩散，大约 11 小时后在北海银滩附近海域靠岸；溢油发生在落潮时，油粒子先随落潮流向溢油点的西南方向扩散约 8km，再随涨潮流和 SW 向风向东北方向扩散，整体上主要以向东北方向扩散为主，大部分油粒子约 18 小时后在北海银滩附近海域靠岸并停止运动。对生态敏感区的影响主要为北海市近岸的海岸防护物理防护极重要区和沙源流失极脆弱区。

工况 19 和工况 20，不利 NW 向大风作用时，油粒子主要向溢油点的东南方向呈 S 型扩散，其中溢油发生在涨潮初期时，油粒子 72 小时内最远扩散至斜阳岛以东约 20km 海域；而溢油发生在落潮初期时，油粒子最远扩散至涠洲岛以东约 30km 海域。主要影响溢油点以南的重要渔业资源产卵场。

工况 21 和工况 22，不利 SE 向大风作用时，油粒子主要向溢油点的西北方向呈 S 型扩散，溢油发生在涨潮初期时，油粒子先向北扩散，发生在落潮初期时则先向西扩散，大约在 39 小时后扩散至钦州湾以东、大风江以西的犀牛脚附近海域靠岸。

工况 23 和工况 24，不利 E 向大风作用时，油粒子主要向溢油点的西侧扩散，72 小时内向西最远扩散至距离溢油点约 70km 海域。

工况 25 和工况 26，不利 S 向大风作用时，油粒子主要向溢油点的北侧扩散，溢油发生在涨潮初期时，油粒子约 5 小时左右抵达北海附近海域靠岸，大约一半的油粒子绕过北海港西侧进入至廉州湾并扩散至廉江河口附近靠岸；溢油发生在落潮时，油粒子未在北海港靠岸，从北海港西侧进入廉州湾，28 小时后扩散至廉江河口附近靠岸。

工况 27 和工况 28，静风条件下，溢油发生在涨潮初期时，油粒子主要在溢油点北侧和东侧随潮流来回振荡扩散，发生在落潮初期时，油粒子主要在溢油点西侧和北侧扩散。有大部分油粒子在北海附近海域靠岸。

5.3.3 溢油事故对环境敏感目标的影响分析

5.3.3.1 溢油事故抵达环境敏感目标的时间

当发生船舶燃料油泄漏事故时，若未能及时采取风险防范措施，可能会对这周围的海洋环境敏感目标造成污染。油粒子在溢油漂移的过程中会对海域工程附近的若干环境敏感目标造成影响。不同的风向、风速影响的敏感目标不同，表 5.5-4 和表 5.5-5 给出一旦发生溢油风险事故最快抵达周边敏感目标的时间情况。

根据油膜最快抵达敏感区时间的分析表明，发生溢油事故后，如未能及时采取有效的应急管控措施，油膜最快 2 小时可抵达北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区；最快 3 小时可抵达珊瑚礁分布区；最快 4 小时可抵达海岸防护物理防护极重要区；最快 5 小时可抵达涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园（竹蔗寮珊瑚礁资源适度利用区）；最快 7 小时可抵达沙源流失极脆弱区和涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园（公山珊瑚礁生态保护区）；最快 18 个小时可抵达涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园（坑仔珊瑚礁资源适度利用区）；最快 33 个小时可抵达三娘湾海洋保护区。

结合保护目标的重要和敏感程度和溢油抵达时序，本项目确在项目建设过程中，应加强管理，避免事故的发生。一旦发生溢油事故应立即启动应急预案，采取应急措施，在油膜扩散到敏感区之前及时进行围控，避免溢油造成严重污染。

5.3.3.2 溢油事故对环境敏感目标的后果分析

溢油事故对海洋环境的影响是多方面的，尤其是对环境敏感区域和其保护对象来说。本项目附近海域主要环境敏感目标为海洋保护区、产卵场、海洋生态保护红线区、珊瑚礁分布区等。两个溢油源点所处的工况，均会对环境敏感区产生影响，因此应引起足够重视，做好应急响应的准备。以下是对主要受影响的环境敏感区域及其保护对象受到溢油事故的后果分析：

1) 重要渔业资源

溢油事故的发生会对北部湾的二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区产生一定的影响。造成的直接损害后果便是溢油事故发生后，浮油会覆盖在海面上，形成油膜。这层油膜会阻碍阳光进入海水，影响海洋植物的光合作用，进而影响整个海洋食物链。浮油还会直接导致鱼类等海洋生物的死亡或受损，特别是对鱼卵和幼鱼的影响更大。其次便是其中的有毒物质，如芳香烃化合物，会长时间停留在海洋环境中，并逐渐在生物体内积累。这些有毒物质会通过食物链传递，最终影响到人类健康。溢油还会导致海洋生物多样性降低。例如，浮游生物种类和多样性会减少，底栖生物体内石油烃含量升高，破坏了海洋生物的栖息环境，进而影响整个海洋生态系统的平衡。

2) 沿岸生态系统

沿岸地区包括红树林生态系统、海滩生态系统、风景名胜景区等，对溢油的敏感性较高，对其影响主要有：

①海滩生态系统：溢油会覆盖海滩，影响海滩上的生物，如潮间带生物等，破坏其栖息地。

②红树林生态系统：红树林生态系统对净化水质、保护海岸线、储存碳等有重要作用。溢油会污染湿地和红树林的土壤和水体，影响其正常生长，降低红树林功能，导致生物多样性下降和生态系统服务减弱。溢油会削弱红树林生态系统缓冲波浪冲击的作用，导致海岸线侵蚀加剧。

③风景名胜区：溢油事故的发生会对周边的南澗—涠洲岛海滨风景名胜区造成一定的影响，导致南澗景区砂纸岸线、涠洲岛沿岸的自然风光受到严重影响，对旅游业收入有一定的影响，水上活动会受到限制，影响游客相关体验。

3) 珊瑚礁生态系统

一旦发生溢油事故会对涠洲岛和斜阳岛近岸的珊瑚礁造成一定的影响；珊瑚礁作为海洋中生物多样性最高的生态系统之一，对环境变化非常敏感。溢油形成的油膜会覆盖在珊瑚表面，阻碍珊瑚的光合作用，导致珊瑚无法正常进行能量代谢。油污可能会沉积在珊瑚礁上，改变水质和底质环境，影响珊瑚及其附属生物的生长和发育。溢油还会影响海水温度，珊瑚对温度变化非常敏感，温度的微小变化就可能導致珊瑚白化甚至死亡。死亡率会上升，生物多样性会下降。

综上所述，溢油事故会破坏整个海洋生态系统，影响渔业资源的可持续利用，因此，预防和及时处理溢油事故，对保护海洋生态环境具有重要意义，一旦发生溢油事故要采取综合性措施进行应对和保护。

5.3.4 抛泥运输路径的环境风险分析

本项目海缆施工的推荐抛泥区为铁山港外临时性海洋倾倒地，疏浚区距离铁山港外临时性海洋倾倒地相对较近，约 18nmile，约合 33km。

抛泥运输路线穿越了涠洲岛东习惯航路、北海-涠洲岛习惯航路，主要存在的风险是船舶碰撞风险，本项目疏浚期间严格控制抛泥船舶航行路线，防止船舶碰撞事故的发生。本项目疏浚泥沙量约 15.36 万 m³，疏浚时间较短，每日抛泥船次为 1~2 次，发生船舶碰撞概率较低，本项目疏浚倾倒地和抛泥路线见图 5.3-30。

一旦发生船舶碰撞溢油事故，将启动应急预案，立即通知租用专业溢油回收船赶往溢油事故位置进行围油并清理，同时请求周边可协调海上溢油应急处理单位和设施，将事故污染降至最低。

5.3.5 溢油事故危害后果评价

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》，水上溢油事故概率等级划分和溢油事故危害后果等级划分见表 5.3-6 和表 5.3-7，可能最大水上溢油事故风险准则矩阵示意图见图 5.3-30。

本项目最大可能发生事故溢油量约为 62t，全年发生溢油事故总概率约为 5×10^{-6} 次/年。由此确定本项目的风险概率和风险后果处于低风险区。

5.4 船舶溢油事故防范与措施

5.4.1 降低风险事故的防范措施

5.4.1.1 工程设计施工降低风险的有效措施

防治溢油风险事故发生的最有效途径就是从工程设计、施工建设上采取有效的防范措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，以防止环境风险溢油事故对海洋环境的污染。

(1) 成立现场应急组织机构以防范和应对风险事故的发生，应急组织机构如下图。

(2) 为防止其他船只对施工船舶铺设海缆的影响，作业者将安排值班船在作业范围进行巡视，驱散可能干扰作业的其他船舶，确保施工船舶的安全。

(3) 根据施工地点天气预报并结合现场实际情况，在天气状况良好的情况下进行施工作业。海缆铺设过程中应对突发的恶劣天气影响时，及时调整船艏向，令船头迎风，将海缆放松，利用尾部托架对海缆进行临时固定；

(4) 作业者应定期对输油软管进行安全检测，对输油软管进行定期保养维护，并制定切实可行的输油作业操作规程，一旦发现输油作业有滴漏现象，应立即停止输油作业，并及时上报，进行应急处理。

(5) 加强现场管理，任何人看到溢油都必须在安全的前提下马上采取措施切断溢油源，并向上级报告；报告并按照相应的应急程序中的内容采取恰当的溢油应急行动。

5.4.1.2 施工期间施工船舶遇习惯航路时的管控措施

(1) 业主单位应加强对承包商的施工作业和船舶航行的管理，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

(2) 建设单位施工前需向海事部门申请水上作业施工许可证，并向社会发布航行安全通告。所有施工机械设备限定在批准的水域内进行作业，避免对周边渔船生产作业造成不良影响。

(3) 根据周边港区的船舶交通流规律对施工船舶进出施工水域时间进行必要的协调，与周边港区主管部门积极沟通，相互通告船舶动态，服从海事部门统一管理，并采取积极主动的避让措施。

(4) 施工前，建设单位应在有关政府部门指导下加强对周边港口的渔民和码头业主等进行宣传关于本项目的范围和范围、运输路线、施工工艺、施工时段，并在施工水区设置醒目的标志，引导过往船只，避免发生与工程区、事故船舶等发生碰撞。

5.4.1.3 施工期船舶溢油防范措施

(1) 制订切实有效的安全管理措施，参加施工作业的船舶必须经过相关的安全检查，相关船舶作业人员须经过水上作业的安全培训和教育，并认真落实安全管理措施和发生突发情况应急措施。

(2) 施工船进行作业时，应于明显易见处，显示规定信号（白天显示旗号、夜间显示灯号）。施工船舶应配置有效的通讯工具并指派专人守听，应指派专人值班瞭望，密切注视周围船舶动态。

(3) 由于项目所在海域存在中华白海豚活动区以及珊瑚礁生态系统等众多环境保护目标，施工期间应租用专业溢油回收船进行现场监护。

(4) 灾害性天气下暂停施工，进行工程安全观测；当气象预报风力超过施工船抗风等级前，应提前撤离施工现场，择地避风；若发生险情应及时上报有关部门。

(5) 为防止施工船舶出现故障无法移动，建议在施工区附近安排一艘拖轮，并配备一定数量集油设备和器材，如围油栏、吸油材料、消油剂等，以便随时进行应急抢救等救助工作，同时发生少量溢油事故时，可现场及时进行围栏清理。

(6) 施工船舶一旦发生污染水域事故，应尽力采取控制和消除污染的措施，同时向海事主管机关报告，接受调查处理。

5.4.2 降低风险事故的应急对策

本项目虽然在施工期间将采取各种预防措施，但仍存在难以预料的内部或外部原因导致潜在的海上溢油事故的发生。因此必须在以预防为主的基础上，制定严格的应急计划，并充分利用现有的溢油应急处理能力和措施，尽最大能力降低海上溢油的环境污染程度。

5.4.2.1 溢油应急预案的制定

大量的国内外经验表明，及时落实有效的应急措施，才会使溢油风险事故造成的危害减小到最低程度。溢油事故应急系统可根据事故大小划分不同应急等级，在事故发生后立即作出反应。该项目所在区域应建立一个有针对性的、周密的应急体系，以处理大、中型突发性溢油事故，这个体系应包括以下几个方面：

1) 建立健全组织指挥机构，建立应急指挥部，负责应急组织协调和指挥，制定应急防治方案和生态风险控制措施，应急队伍的调遣和器材的调拨，事故发生后的联络、救援和事故报告以及事后事故原因、责任、损害调查和索赔等事项的协作与配合。

2) 绘制地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域及范围

3) 收集整理储存一系列有关数据，以备事故时查询检察之用，内容包括：水文、气象资料，不同油种的溢油动态的数值预测，敏感区及资源保护的优先秩序，溢油回收设备的种类、数量和储存地点、溢油回收作业人员的配备情况以及污染损害评价等。

4) 建立清污设备器材储备，加强应急人员训练，增强应付突发性事故的处理能力。

5) 建立畅通有效的指挥通讯网络。借助社会一切力量，做好溢油应急处理工作。

6) 加强溢油跟踪监测，建立科学的溢油分析决策系统。

在此基础上，建设单位应设立处理突发性事故的应急管理队伍，设置专门负责人，负责处理施工期船舶溢油事故。与北海海事部门取得联系并保持良好的沟通，使工程附近水域的事故抢险工作纳入北海海事部门的事故应急计划和反应体系中。根据实际情况适时进行演练，以提高相关人员处理事故的应变能力。

5.4.2.2 船舶溢油应急措施

(1) 围控和机械回收

燃料油溢到水面后，自身重力和风、流以及其他因素的作用下会迅速扩散和漂移。因此，溢油应急反应的首要任务是尽快采取有效措施，控制溢油，阻止其进一步扩散和漂移，以减少水域污染范围，减轻污染损害程度。这种将溢油控制在较小范围并阻止其进一步扩散和漂移所采取的措施称为溢油围控。

围油栏对溢油围控、导流和防范作用，要通过适当布放形式来实现。在开阔水域布放围油栏，主要采用两船拖带和三船拖带方式，具体要根据实际情况而定。

①两船拖带之“J”型

如下图所示，这种形式需要用两艘船。一艘作为主拖船，用于拖带围油栏较短的一端，同时存放所需的回收设备和回收作业人员；另一艘作为辅拖船，用于拖带围油栏较长的一端。围油栏的长度需要 200~400m。从主拖船至 J 形底部之间围油栏的长度为 20~40m，撇油器放置在 J 形的底部。围油栏要尽可能紧靠在主拖船的一侧（10~20m），以便于撇油器或其它回收设备的操作。

为了获得并保持理想的围油栏底部形状，可以通过拉动连接围油栏与船舶之间的绳索，对围油栏底部的形状进行适当的调整。在进行两船拖带作业时，一般情况下，主拖船为指挥船，主拖船应根据溢油围扫情况及时、准确地向前面的拖船发出指令，拖船应注意随时与主拖船良好的通信联络，严格按照指令及时调整航向和航速，只有这样才能时刻保持良好的 J 型围扫形式，达到理想的溢油回收效果。

如下图所示，U 形拖带由三艘船来完成。拖带时，在前面两艘拖带船同时并进的同时，第三艘船舶则应根据两艘拖船行进的速度，始终处于 U 形的底部外侧，利用撇油器对 U 形底部聚集的油膜进行回收作业。此种形式的围扫作业，回收量较大。

（2）喷洒化学消油剂

使用化学消油剂的原则为，海面溢油首先使用机械回收，消油剂应严格控制使用，在发生油污事故时，应优先采取机械回收措施，对少量确实无法回收的油，经海洋行政主管部门准许后，方可使用少量的化学消油剂。一次性使用化学消油剂的数量，应根据不同海域和敏感区等情况，由行政主管部门做出具体规定。作业者应按规定向主管部门报告，经准许后方可使用。

在海面浮油可能发生火灾或者严重危及人命和财产安全，又无法使用回收方法处理，而使用化学消油剂可以减轻污染和避免扩大事故后果的紧急情况下，使用消油剂的数量和报告程序可不受限制，但事后应将事故情况和使用化学消油剂情况详细报告主管部门。

5.4.2.3 周边可协调溢油应急物资

本项目依托北海伟龙船舶服务有限公司进行海上溢油应急处理，一旦发生船舶碰撞溢油事故，应立即就近调用周边港口的应急设备实施应急预案。

周边可协调溢油应急物资清单见表 5.4-1，溢油应急物资存放点与本项目位置见图 5.4-2。

5.4.2.4 本项目溢油处置能力核算

本项目应急回收设备配备处理能力如下：

（1）机械回收能力

1) 计算方法

机械回收能力计算公式见式 5-1:

$$E = \frac{T \times P_1}{\rho \times \alpha \times Y \times 6 \times (1 - \eta)} \quad (5-1)$$

式中: E——收油机回收能力, m³/h;

T——溢油量, 溢油应急目标 62t;

P₁——机械回收占溢油的比例, 本评价取 40%; 根据《船舶溢油应急能力评估导则》中规定机械回收量占总溢油量的比例为 40~60%, 本项目机械回收效率取保守低值, 故取 40%。

ρ——回收油水混合物密度, 单位为吨每立方米 (t/m³), 本评价取燃料油密度 0.9t/m³;

α——收油机回收效率, 本评价取 5%; 本项目主要涉及燃料油, 根据《船舶溢油应急能力评估导则》表 1 中规定对重质原油、燃料油的收油速率为标定值的 5%。

Y——收油作业天数, 本评价取 3 天;

6——每天收油作业时间, 单位 h, 本评价取 8h;

η——富裕量, 根据经验, 本评价取 20%。

2) 配置要求

根据公式的计算方法, 本项目需配收油机的总能力至少为 29m³/h。目前共具备收油机三台, 其中两台 100m³/h, 一台 50m³/h, 可满足本项目需求。

(2) 溢油围控能力

1) 计算方法

依据《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T 877-2013) 提供的技术方法, 围油栏配备总数量 L 总见下式:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

式中:

L——围油栏的总数量, 单位为米;

L₁——溢油源围控的围油栏数量, $L_1 = 3 \times (B + W) \times N_1$, 式中 B: 最大船型船舶的船长, W: 最大船型船舶的船宽, N₁: 布设围控的围油栏层数;

L₂——收油作业配套的围油栏数量, $L_2 = D \times 100$, D 为“收油系统”数量;

L₃——导流配套的围油栏数量, $L_3 = U \times N_2$, 式中 U: 一组围油栏的长度, N₂: 所需导流的围油栏的组数;

L₄——防护配套的围油栏数量, $L_4 = (L_1 + L_2 + L_3) \times \phi$, 式中 φ: 加权系数, 取值区间为 0.2~0.5, 环境敏感度越高, 取值越大。

2) 配置要求

本项目最大船型为最大载缆 8000 吨的敷设船，最大船长为 106m，最大船宽为 33m， N_1 取 2，经计算 $L_1=834$ ；

收油作业配套的围油栏数量 L_2 ：本评价 D 取 4，因此 $L_2=4 \times 100=400\text{m}$ 。

导流配套的围油栏数量 L_3 ：按照通常海上溢油带的短边长度为 100-500m，本项目按照 U 为 200m 计算， N_2 取 4，由此计算 $L_3=200 \times 4=800\text{m}$ ；

防护配套的围油栏数量 L_4 ：由于本项目敏感性较高， ϕ 取高值即为 0.5，则 $L_4=(L_1+L_2+L_3) \times 0.5=(834+400+800) \times 0.5=1634\text{m}$ ；

由此，需要配置围油栏的总数量： $L=3668\text{m}$ 。现有围油栏总量 4200m。符合本项目要求。

(3) 油污吸附能力

常规的吸附材料为吸油毡，也是目前处理日常作业小型船舶污染事故的常用材料之一，它主要将水面溢油直接渗透到材料内部或吸附于表面，以便于回收溢油，通常有聚氨酯、聚乙烯、聚丙烯、尼龙纤维和尿素甲醛泡沫等材料。

1) 计算方法

我国<船用吸油毡>行业标准规定，其吸油性应达到本身重量 10 倍以上，吸水性为本身重量 10% 以下，持油性保持率 80% 以上。所需数量计算如下：

$$I = T \times P_3 \div (J \times K \times \phi_1)$$

式中：

I——吸收吸附材料数量，t(单位:吨)；

T——总溢油量，t(单位:吨)；

P_3 ——吸附回收量占总溢油量的比例，取值区间 20%-30%，本评价取 30%；

J——吸收吸附倍数，本评价取 10；

K——油保持率，本评价取 80%；

ϕ_1 ——吸收吸附加权系数，取 0.3。

2) 配置要求

经计算，按照溢油量 62t 为目标，本项目需要配备 5 吨吸油毡，目前本项目周边可利用油污吸附能力 7.1 吨，可满足本项目需求。

(4) 船舶污染清除单位

据调查，本项目船舶污染清污单位（北海伟龙船舶服务有限公司），具有作业船只两艘，分别为“伟龙1号”、“伟龙12”，停靠港口为北海港，海上距离本项目约30km，船速按照10knot计算，约1.6h可以到达本项目溢油现场进行作业。

5.4.2.5 本项目配备应急物资

根据上节核算，本项目可依托北海市的溢油应急资源实现本项目的溢油应急目标，但因项目周边环境敏感目标较多，以及溢油预测结果，一旦发生溢油，油膜可能直接扩散到周边环境敏感目标。为将溢油事故对海域及周边环境敏感目标的影响将降至最低，本项目施工船舶需配备一定的应急物资。一旦发生溢油，立即启动应急预案，尽量控制油膜漂散，同时借助周边最近的应急储备点，可将溢油事故对海域及周边环境敏感目标的影响降至最低。

本项目自身配备应急物资具体见表5.4-2。一旦发生碰撞溢油泄漏事故，可利用施工船舶中交通艇等布放围油栏等，控制油膜漂散。同时，北海伟龙船舶服务有限公司的作业船只可在约1.6h到达本项目溢油现场进行作业。

综上所述，本项目自身配备的应急物资，配合周边可利用的溢油应急物资，总应急能力可满足本项目溢油事故的应急处置。

5.4.3 本项目应急预案

目前现行的应急预案体系主要由国家级应急预案（包括专项应急预案和部门应急预案）、省级应急预案、市级应急预案和企业应急预案三个层次组成。与本项目相关的应急预案简述如下。

（1）国家级应急预案-国家重大海上溢油应急处置预案

国家重大海上溢油应急处置预案由国家重大海上溢油应急处置部际联席会议于2018年3月印发，主要适用于造成或者可能造成我国管辖海域污染的重大海上溢油的应急处置工作。该预案的应急响应主要由国家响应措施和地方响应措施两部分组成。启动应急响应后，国家重大海上溢油应急处置部际联席会议实施国家响应措施，组织、协调、指挥国家重大海上溢油的应急处置工作。相关单位和地方人民政府应当依据有关预案，先行对海上溢油事件进行处置，并及时向上级单位报告相关信息。现场指挥部负责组织开展海上溢油评估、监视监测、重要目标保护、溢油源的封堵和控制、溢油围控与清除、油污储运与处置等应急响应措施。必要时，请求国家重大海上溢油应急处置部际联席会议提供指导和支援。国家重大海上溢油应急处置预案中的国家应急响应流程如图5.4-3所示。

（2）北海市船舶污染应急反应预案

广西北海市人民政府发布了《北海市船舶污染应急反应预案》。在省政府的统一领导下，省应急指挥中心负责统一协调海上溢油事件的应急处置工作，各专业部门按照各自职责

做好相关专业领域海上溢油事件的应急处置工作，各应急支持保障部门按照各自职责做好海上溢油事件应急处置的支持保障工作。专家咨询机构为海上溢油事件应急处置专家组，由环保、海洋、海事、渔业、救捞、消防、化学品防护救助、气象、石油工程、保险财务和法律等溢油应急处置相关领域的专家组成。专家组参与海上污染事故应急处置相关工作，对应急处置工作中的重要问题进行研究，为应急指挥决策提供咨询和建议，参与海上污染事故的调查，对事故的善后处理提出咨询意见。应急响应流程主要包括信息监测、信息报告、预警、评估、应急预案启动、应急处置行动（包括启动部门处置预案应急响应并成立现场指挥部、制定应急行动方案）、应急行动的组织与实施（包括应急行动的开展、成员单位参加应急行动、应急行动的管理与控制、应急行动结束四个环节）、后续处置等。

（3）企业应急预案

企业应当按照《国家重大海上溢油应急处置预案》和相关行业主管部门的要求，在其职责范围内协调有关力量，核实海上溢油情况，评估事件规模，并及时通报当地海上溢油应急中心和其他相关部门。在溢油事故后，应当开展评估，并按照相关规定进行恢复与重建工作。同时，应当按照规定处置回收油、油污和废弃物。应急指挥中心将参与应急处置决策，并参与应急指挥中心的建设，以及应急反应技术的研究工作。

综上，企业海上溢油应急处置预案应当包含以下内容：

- ①海上溢油事件的核实和评估；
- ②油、油污和废弃物的处置方式；
- ③恢复与重建工作的规划预案；
- ④与应急指挥中心的应急反应技术的研究。

5.4.4 应急预案的衔接和联动

本项目应急预案的内容，应当与北海市船舶污染应急反应预案保持衔接。工程发生溢油事故后，应当按照应急预案的要求，立即成立项目应急指挥中心。应急指挥中心总指挥根据事故发生级别，应急指挥中心办公室、北海市海环境主管部门报告，请求启动《北海市船舶污染应急反应预案》，并根据事态的发展情况，1小时内做好上报工作。事故信息报告应当包括：事故发生单位概况；事故发生的时间、地点以及事故性质情况；事故的简要经过；事故已经造成或者可能造成的伤亡人数（包括下落不明的人数）和初步估计的直接经济损失；已采取的措施；其它应当报告的情况。

在本项目后期推进的过程中，本项目的应急预案应与主管海事和环保部门的应急预案进行衔接，列入海事和环保部门联系方式。当污染事故发生时，公司有关人员应迅速将准确的事故信息上报至北海海事局和环保部门，并根据海事和环保部门的指示，按照制定好的应急

预案开展应急清污行动。当本公司的应急力量不足时，必要时应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

(1) I级、II级应急响应行动

当出现特别重大、重大溢油事故时，市指挥部立即启动相应的应急响应，做好先期处置工作，并在第一时间向省有关应急处置机构报告情况，要求国家或海南省启动相应的应急响应，同时密切监测、监视溢油发展变化情况。

(2) III级应急响应行动

当出现较大溢油事故时，应急指挥中心指挥部启动III级应急响应。相关主要领导主持溢油事故情况会商，相关成员单位参加，部署溢油处置工作。加强值班，密切监测、监视溢油变化情况，根据预案做好溢油处置工作，及时将溢油情况上报省有关应急处置机构，视情请求启动省应急响应。

(3) IV级应急响应行动

当出现一般溢油事故时，应急指挥中心指挥部视情启动IV级应急响应行动。应急指挥中心指挥部主持溢油事故情况会商，研究应对措施，提出有关工作意见，并及时向省有关应急处置机构报告。溢油事故发生地县（区）指挥机构要启动相应的应急响应，组织本级人员会商，研究应对措施，根据预案做好溢油处置工作，并及时将有关情况报市溢油应急中心。

5.5 海洋环境风险综合分析评价

本项目在建设期间基本可以保证在合理的时间内对一般性溢油事故做出适当的反应，能够满足工程对溢油应急防范和处理的要求。建设单位为了应对船舶柴油泄漏事故的发生，制定了溢油应急预案，从组织机构、资源配备、处理程序等进行了详细规定，而且企业的溢油应急计划与政府的分级响应机制相衔接。本次 220 千伏濠洲岛跨海联网工程项目经过分析发生施工船舶碰撞溢油的概率较低，且溢油事故源强较小。本项目配备了必要的溢油应急物资，且周边溢油应急物资配备齐全，可满足项目应急需求；设立施工管理机构，加强船舶管理，恶劣天气避免进行施工作业；一旦发生溢油事故，立即上报海事部门启动溢油应急计划，对溢油船舶进行堵漏、转驳，减小破损油舱存油量，同时对溢油水域进行围控，控制油品扩散。

综合以上分析，本项目海洋环境风险总体可控。

5.6 陆域工程环境风险分析

5.6.1 环境风险调查及风险源识别

变电站在运行期间可能引发环境风险事故的主要隐患为主变压器、高压电抗器绝缘油外泄。当变电站的用油电气设备（主要为主变压器、高压电抗器等）发生事故时，变压器（高压电抗器）油将排入事故油池，会有少量废矿物油产生。

随着技术的进步和管理的科学化，变电站主变压器、高压电抗器或高压电抗器发生故障的可能性越来越小，为了避免发生此类事故可能对环境造成的危害，变电站运行单位应建立变电站事故应急处理预案，要求变电站发生事故时，变压器油排入事故油池，再由有相应危废处理资质的单位回收处置，严禁变压器油在事故后排出站外。变电站发生环境风险事故的概率很小，在采取严格的管控措施后，即使发生事故也能得到及时处理，对环境的影响很小。

5.6.2 环境风险潜势判断

变电站内变压器（高压电抗器）为了绝缘和冷却的需要，其外壳内装有大量变压器油。变压器油的主要成分是烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃等化合物，为浅黄色透明液体，相对密度 0.895kg/m^3 ，凝固点 $<-45^\circ\text{C}$ ，闪点 $\geq 135^\circ\text{C}$ 。

根据《国家危险废物名录》（环境保护部部令第39号），变压器（高压电抗器）在维护、更换和拆解过程中产生的废矿物油属危险废物，废物类别为HW08。正常运行工况条件下，不会发生电气设备漏油的现象，事故漏油一般在主变压器（高压电抗器）出现事故时产生，若不能够得到及时、合适处理，将对环境产生严重的影响，存在环境污染隐患。

在严格遵循例行维修和事故状态检修的废油处理处置的操作规程前提下，本项目产生的环境风险处于可控状态，产生的风险影响较小。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目运行期涉及《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）“附录B 重点关注的危险物质及临界量”中的危险物质为矿物油，本项目使用量低于临界量值，环境风险潜势为I级。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）评价工作等级划分：风险潜势为I，可开展简单分析。

5.6.3 环境风险影响分析

在正常运行状态下，变电站内主变压器（高压电抗器）无油外排。主变压器（高压电抗器）一般情况下2~3年检修一次，在检修过程中，变压器油（高压电抗器油）由专用工具收集，存放在事先准备好的容器内，在检修工作完毕后，再将变压器油（高压电抗器油）注入用油设备，无变压器油（高压电抗器油）外排。

变电站主变压器（高压电抗器）在事故并失控状态下会产生废矿物油，形成油泥和油水混合物。废矿物油属于《国家危险废物名录》（环境保护部部令第39号）中的HW08废矿物油与含矿物油废物，危险特性为（T、I），废物代码900-220-08。油水分离后产生的含油废水属于《国家危险废物名录》（环境保护部部令第39号）中的HW08废矿物油与含矿物油废物，危险特性为（T、I），废物代码900-210-08。如若处置不当，可能引发废矿物油环境污染风险。

（1）运行维护及检测

变压器油注入变压器（高压电抗器）后，不用更新，使用寿命与设备同步。而变压器（高压电抗器）的维护是在设备的整个服役期间经常需要进行的工作，其主要目的是保证用油电气设备运行条件良好，绝缘不过热，不受潮。一般情况下，由专业人员按相关规定定期对电气设备内的变压器油（高压电抗器油）抽样检测。根据检测结果，再定是否需做过滤或增补变压器油（高压电抗器油），整个过程无漏油、跑油现象，亦无废弃油产生。

（2）事故变压器油（高压电抗器油）环境风险分析

从上述分析可知，变电站主变压器、高压电抗器等电气设备均使用电力用油，这些冷却或绝缘油由于都装在电气设备的外壳内，平时不会造成对环境的危害。但在设备发生事故时，有可能造成变压器油（高压电抗器油）泄漏，如果泄漏到外环境则可能造成污染。

变压器（高压电抗器）事故油形成的油泥、油水混合物为危险废物，根据国家相关技术规范，为防止事故时造成事故油污染，变电站内应设置事故油排蓄系统。即根据最大一台设备的油量，设总事故油池，用油电气设备下方设置贮油坑（铺设一卵石层），四周设有排油管道并与事故油池相连。一旦设备事故时排油或漏油，泄漏的变压器油将渗过下方贮油坑内的卵石层并通过排油管道到达事故油池，在此过程中卵石层起到冷却油的作用，不易发生火灾，然后废矿物油委托有资质的单位处理。变压器油（高压电抗器油）收集处置流程为：事故状态下变压器油（高压电抗器油）外泄→进入设备下方贮油坑卵石层冷却→进入排油管道→进入事故油池→油水分离→废油和杂质委托有相应危废处理资质的单位处置。

根据《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）中规定“屋外单台油量为1000kg以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施，其容积宜按设备油量20%设计，并能将事故油排至总事故贮油池。总事故贮油池的容量应按其接入的油量最大的一台设备确定，并设置油水分离装置。当不能满足上述要求时，应设置能容纳相应电气设备全部油量的贮油设施，并设置油水分离装置。”

220kV溇洲变电站站内设置有效容积约为60m³的事故油池一座，220kV墩海变电站站内设置事故油池2座，其中1#事故油池（与#1、#2主变集油坑连，本期将与本期新建高压电抗

器连通)有效容积90m³、2#事故油池(与3#主变集油坑连通)有效容积52m³,事故油池容积均可容纳站内最大一台设备的全部油量(根据设计单位提供资料,220kV溇洲变电站内主要电气设备包含总油量换算为容积均在55m³以下,其中本期单台主变油量在40m³以下,本期50Mvar高抗油量在20m³以下;220kV墩海变电站本期新建50Mvar高抗油量在20m³以下,故拟建事故油池有效容积均能满足要求)。变电站站内,除事故油池外,每台主变压器(高压电抗器)下方还设置有贮油坑,并通过地下排油管道与事故油池相连。从最大可能发生概率考虑,本项目单台主变压器(高压电抗器)发生事故排油时,可将油箱内所有变压器油完全排出并进入贮油坑及事故油池,从环保上考虑,其容积可满足容纳本期工程单台主变压器(高压电抗器)事故排油的需要,满足环境保护要求。

5.6.4 环境风险防范措施

(1) 事故油池及贮油坑防渗措施。

本期220kV溇洲变电站内新建事故油池、贮油坑及排油管道拟采用抗渗等级为P6的混凝土浇筑(渗透系数 $\leq 10^{-9}$ cm/s),并分别在其下方基础层铺设防渗层,防渗层为至少1m厚的粘土层(渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s),或2mm厚高密度聚乙烯,或至少2mm厚的其它人工材料,渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s,防渗效果能满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)中的相关要求。

220kV墩海变电站依托变电站前期修筑的1#事故油池,根据江西省地质局实验测试大队编制的《220kV墩海变电站扩建工程竣工环境保护验收调查表》,220kV墩海变电站内1#事故油池的防渗效果能满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)中的相关要求。

(2) 220kV溇洲变电站主变压器(高压电抗器)及220kV墩海变电站高电抗器建在贮油坑上方,变压器油(高压电抗器油)只在事故时排放。事故油池的有效容积完全能保证主变事故排油不外排,且事故油池不与雨水排水系统相通,不会对周边水环境产生不良影响。变电站贮油坑及事故油池需有耐腐蚀的硬化地面和基础防渗层,地面无裂隙;设施底部必须高于地下水最高水位。同时加强变电站场地内用油管理,制定环境风险防范措施和应急预案,严防变电站漏油事故影响区域水体。

(3) 运行期维护人员对设备进行定期检查,防止发生滴、漏现象;对事故油池的完好情况进行检查,确保无渗漏、无溢流。

(4) 主变(高压电抗器)若发生事故漏油,可经设备下方的贮油坑收集后汇入事故油池进行油水分离,大部分绝缘油回用,少部分废油和形成的油泥等危险废物交由有相应危废处理资质的单位依法合规地进行回收、处置,不外排。变电站产生的废矿物油等危险废物将由有资质的单位回收、处置。

(5) 对转移危险废物，必须按照国家有关规定申报登记，严格执行《危险废物转移管理办法》有关规定。

(6) 危险废物严格按照制订的运输路线进行运输。在运输过程中严格按照《危险化学品安全管理条例》（2002年1月9日国务院令第344号公布，2013年12月7日国务院令第645号修正）和《工作场所安全使用化学品规定》（劳部发〔1996〕423号）等法规的相应规定。

本项目220kV溇洲变电站位于距离大陆约40km的溇洲岛上，建设单位委托的有资质的危险废物运输单位，还应依照《中华人民共和国海上交通安全法》的要求，向具备管辖权的海事管理机构申请办理相关手续。

5.6.5 环境风险应急预案

为进一步保护环境，本报告提出本项目投运后，建设单位须针对变电站的变压器油（高压电抗器油）泄漏等可能事故，建立相应的事故应急管理部门，并制定相应的环境风险应急预案，以防风险发生时能够紧急应对，并及时进行救援和减少环境影响。

(1) 应急组织机构

建设单位设应急领导小组全面领导应急工作，应急领导小组下设安全应急办公室负责事件的归口管理，安全应急办公室归口管理突发环境污染事件应急工作。环境污染事件发生后，根据环境污染事件处置应急预案，成立环境污染处置办公室和环境污染事件处置现场指挥部。

(2) 应急预案

1) 应急预案主要内容

建设单位应制定风险应急预案，主要包括发生火灾事故的预案、发生自燃灾害时的预案、生产控制系统发生故障时的预案等。

应急预案主要内容及框架见表5.6-1。

2) 主变压器油（高压电抗器油）泄漏应急预案

①组织领导：

领导机构：运行管理单位相关部门负责变压器油泄漏处理问题，明确责任归属。

责任人：领导机构分管人员、站长，值守巡视人员。

②事故应急预案（措施）：

a) 发生一般变压器油（高压电抗器油）泄漏，当班值守人员应立即报告站长、运行管理单位逐级上报，采取必要防护措施，避免发生火灾、爆炸等事故；

b) 发生变压器油（高压电抗器油）泄漏事故时，当班值守人员应立即报告站长、运行管理单位逐级上报，并按变电站火灾应急预案、人员伤亡预案组织救援；

- c) 检查变压器（高压电抗器）油储存设施，确保泄漏的变压器（高压电抗器）油储存在事故油坑、管道及事故油池中，如有外泄，及时联系有资质单位对其进行回收；
- d) 对事故现场进行勘察，对事故性质、参数与后果进行评估；
- e) 对事故现场与邻近区域进行防火区控制，对受事故油污染的设备进行清除；
- f) 应急状态终止，对事故现场善后处理，临近区域解除事故警戒及采取善后恢复措施，恢复变电站运行。

6 环境保护措施及其可行性论证

6.1 海缆工程施工期环境保护对策措施

6.1.1 大气污染防治措施及可行性分析

本项目海域施工期产生的大气污染物主要是施工船舶及机械产生的废气，拟采取的大气污染防治措施如下：

①合理布置施工方案，提高施工船舶的使用率；

②选用具有合适功率的施工机械作业，加强过程检验，提高一次施工成功率，避免返工情况发生；

③本项目海缆段均位于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》划定的排放控制区内，施工船舶在该排放控制区应执行硫氧化物、氮氧化物等大气污染物的排放要求。

a.硫氧化物排放控制要求。

本项目施工期的船舶应使用硫含量不大于 0.5% m/m 的船用燃油。

b.氮氧化物排放控制要求。

2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

可行性分析

本项目海缆建设施工时，施工船舶和机械通过使用清洁能源或优质燃料，能够减少尾气排放，使其大气污染物排放能够满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》中的规定限制，因此本项目海缆施工时所采取的大气污染防治措施是可行的。

6.1.2 废水污染防治措施及可行性分析

6.1.2.1 悬浮沙污染防治措施

本项目海底电缆埋设过程会产生悬浮沙，其影响范围限于工程区域附近，影响时间较短，悬浮沙随海水的运动自然沉降于海底。

施工作业应综合考虑环境影响、工程进度和海况条件等方面的因素，选择适宜的海况条件，尽量缩短海底电缆铺设周期。本项目海缆主要连接北海市终端站和涠洲岛终端站，预选路由海域海床表层沉积物主要为淤泥及砂，北海端陆上部分为滩涂，涠洲岛登陆端以定向钻方式穿越基岩，北海侧定向钻海上出土点转换为冲埋敷设保护，海底电缆敷设及附件施工共需要 15 天。近岸段施工时尽量选择低潮施工，同时严格控制施工区域和施工范围。施工过程中，应加强环保管理与监测工作，尽量减少悬浮物的产生量，以减轻悬浮沙对海洋生态环

境的影响。本项目海缆冲埋施工阶段在涠洲岛侧设置双层防污屏，约 1.3km，减少悬浮沙扩散，缩短影响时间。

可行性分析

施工单位施工前制定施工方案，合理安排施工时间，避免在不利天气施工，减少悬浮沙扩散；施工期间设置环境监理，对于施工期间的各项作业进行监督检查，可有效避免因施工不当产生的悬浮沙扩散；施工时设置防污屏可有效降低悬浮沙扩散的影响。综上所述，项目采取的悬浮沙防治措施是可行的。

6.1.2.2 施工期废水污染防治措施

针对本项目海域施工期产生的废水：施工船舶生活污水、船舶含油污水、船舶压载水，以及定向钻产生的泥浆水，采取的污染防治措施如下。

①船舶生活污水执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）的相关要求，经船舶自身配备的生活污水处理装置进行消毒和生化处理后，达标排放；

②船舶含油污水经专用油污水舱收集后，进入船舶自身配备的油污水处理装置处理，处理后根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》的相关要求铅封，定期上岸交由有资质单位处置；

③本项目施工船舶均为国内海域作业船舶，压舱水为含少量泥沙的海水，需要排放压载舱水时，可直接排放；

④本次施工过程中船舱压载水沉积物及污水处理污泥(油泥)不在施工海域排放，到达港口或施工船舶基地后，收集运至陆地处置，其中，污水处理污泥(油泥)交由资质单位安全处置。

⑤本项目定向钻施工在陆域出土点设有泥浆池存放成孔及扩孔工序产生的废弃泥浆，过程中自海向陆方向开展抽吸工作，避免产生的泥浆进入水体，并且泥浆水在陆域泥浆池经沉淀后循环使用，施工结束后废弃泥浆、钻屑等废弃物均在陆域妥善处置，严禁向海洋排放。

可行性分析

本项目施工船舶配备有生活污水处理设施、含油污水处理设施，处理能力和要求均能满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）的相关要求；压载水为附近海域海水，可直接排放；船舱压载水沉积物及污水处理污泥收集运至陆地安全处置。因此，本项目采取的各项废水防治措施是可行的。

6.1.3 噪声污染防治措施及可行性分析

本项目施工期噪声源主要来自施工机械、船舶产生的机械噪声等，海域施工电缆路由内无声环境敏感点，海域空旷，拟采取的噪声污染防治措施如下：

①施工时选用低噪声设备，定期对设备进行维护和保养，严格按操作规程操作，保证施工机械保持在最佳状态，降低噪声源强度；

②合理安排施工进度，避免夜间施工；

③定向钻等高噪声设备工作时，在周围设置围挡，减少噪声对周围环境的影响。

可行性分析

本项目海缆施工主要位于空旷海域，两岸均采用定向钻穿越登陆，且定向钻施工时设置围挡，因此整个海缆施工对周围声环境的影响很小。因此，本项目采取的噪声污染防治措施是可行的。

6.1.4 固体废物污染防治措施及可行性分析

本项目海域施工期可产生约 4.76 t 施工船舶生活垃圾，另外还包括船舶压载水沉积物、船载污水处理设施产生的含油污泥、扫海产生的海底垃圾、海缆敷设产生的海缆边角料和疏浚泥等。采取的污染防治措施如下：

①船舶生活垃圾中的可降解食品废弃物按《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）要求排海，不能降解的生活垃圾集中收集后上岸交环卫部门处理；

②扫海产生的海底垃圾、敷设产生的边角料、船舶压载水沉积物均为一般废物，收集后运至陆域交环卫部门处理；

④ 船舶污水处理设施产生的污泥上岸后交有资质单位处理；

④本项目疏浚区距离铁山港外临时性海洋倾倒区相对较近，约 18nmile，约合 33km。疏浚泥运送至该倾倒区运距成本较低。2021 年 10 月 28 日国家生态环境部正式同意设立铁山港外临时性海洋倾倒区，倾倒区面积 14.43km²，倾倒容量为每年 1.200×10⁷m³。本项目疏浚泥沙量约 15.36 万 m³，能够容纳本项目产生的疏浚物。施工前，需施工单位提前办理相关手续后进行倾倒。

⑤定向钻施工产生的废弃泥浆抽吸到陆域进行处置，为防止向海侧定向钻出土点出露时泥浆外溢，在涠洲岛侧定向钻出土点设置钢套筒防止泥浆外溢。陆域出土点设有泥浆池，施工完成后废弃泥浆和钻屑经干化后将送去合法消纳场。

可行性分析

本项目施工船舶登陆港口交通便利，固废转运垃圾车可及时清运船舶一般固废和生活垃圾，能够保证海缆施工期间不会对海洋造成固体废物污染。因此，本项目施工期产生的各类固体废物均能得到合理有效的处置，固体废物污染防治措施切实可行。

6.2 海洋生态保护对策措施及可行性分析

6.2.1 海洋生物资源环境保护措施及其可行性论证

6.2.1.1 海洋生物资源保护措施

(1) 尽量缩短施工周期，合理选择作业时间，海缆施工应避免保护区特别保护期

本项目穿过北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区、北部湾蓝圆鲈产卵场和北部湾二长棘鲷产卵场。项目对海洋生态影响最大的施工作业为铺设海底电缆，因此，为减轻海缆铺设施工对海洋生态的影响，本项目施工作业应尽量缩短施工周期，合理选择作业时间，海缆施工应避免主要经济鱼类产卵盛期（4~5月），以减少对鱼卵和仔鱼的影响。

(2) 优化施工方案，严格控制施工范围，减小施工对海洋生态环境的影响

①严格控制敷设前扫海面积，海缆路由区应全部设于扫海范围内，从而最大限度地减轻对海洋底栖生物环境的破坏范围和程度。

②北海市登陆段采用定向钻穿越的施工方式，相比起大开挖，这种方式对周围环境和建筑物影响小，而且对土体扰动小，地面沉降小，能够减轻对附近区域的影响，进一步减少对海洋生态的影响。

③严格限制工程施工区域在其用海范围内，划定施工作业海域范围，禁止非施工船舶驶入，避免任意扩大施工范围，以减小施工作业对底栖生物和渔业资源的影响范围。

④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作业时间，以减轻铺管作业对海洋渔业资源的影响程度，使施工区的底栖生物尽快恢复。

(3) 制定切实可行的增殖放流方案，落实海洋渔业资源补偿措施

本项目建设将对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响。项目实施前应与渔业主管部门沟通和协商，对本报告中评估的渔业生物资源损失进行经济补偿。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/T 9110-2007）的有关规定，建设单位应对项目附近水域的生物资源恢复做出经济补偿，生态补偿款主要用于当地海洋农渔业主管部门人工增殖放流、资源养护与管理以及生态环境跟踪调查及补偿方案的效果评估，建议由当地农渔业主管部门统一制定和实施生态恢复措施，有目的、有计划地进行修复。增殖放流物种应结合工程所在海域的海洋生物种类分布特征和目前人工育苗、增殖放流技术合理选取，确保生态补偿措施落实到位以取得预期恢复效果。

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/T 9110-2007）的有关规定，通过增殖放流，恢复区域因施工期而受损的海洋生物资源，增加食物网的复杂性，逐渐

修复形成良好的区域海洋生态环境，维护区域海洋生态环境的稳定性。以下为生态补偿增殖放流方案要求内容：

①品种选择原则为：本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；选择品质优良品种（优质经济鱼、虾、贝类）；选择当地海域自然生态状况中原有的、确需恢复资源种群的品种；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

依据《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》（农渔发〔2022〕1号，2022年1月13日）“附件3-10 南海增殖放流分水域适宜性评价表”，广西海区涠洲岛海域内适宜放流的物种有：青石斑鱼、真鲷、黄鳍鲷、断斑石鲈、花尾胡椒鲷、斑节对虾、日本对虾、墨吉对虾、拟穴青蟹、克氏海马、布氏鲳鲙、褐毛鲳、红笛鲷等13种。

②放流数量及规格

建设单位预留生态补偿金用于购买放流鱼苗，实际放流数量根据市场单价调整。

③增殖放流区

增殖放流区域选择在周边水域中水动力环境较平缓的区域。依据《水生动物增殖放流技术规程》（DB45/T 1083-2014），选择属增殖放流对象的产卵场、索饵场、洄游通道、自然保护区，适合增殖对象繁育的人工鱼礁区；远离排污口，非海洋倾废区，非港口，非盐场、电厂、养殖场等进排水区，非管制海区。

④增殖放流时间

根据增殖放流对象的生物学特性和增殖放流水域环境条件确定适宜的投放时间，拟安排在南海区伏季休渔期间（5~8月）。增殖放流前，对损害增殖放流生物的作业网具进行清理。

⑤增殖放流方法

按照《水生生物增殖放流技术规程》（SC/T 9401-2010）操作。

a. 苗种来源

苗种应当是本地种的原种或F1代，人工繁育的苗种应由具备资质的生产单位提供。应选择信誉良好、管理规范、科研力量雄厚、技术水平高、具有《水产苗种生产许可证》苗种生产单位。禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种。人工繁育水生动物苗种，在放流前15天开始投喂活饵进行野性驯化，在放流前1天视自残行为和程度酌情安排停食时间。

b. 苗种质量

苗种规格等质量标准须符合相关技术规范。要求规格整齐、活力强、外观完整、体表光洁，苗种合格率 $\geq 85\%$ ，死亡率、伤残率、体色异常率、挂脏率之和 $< 5\%$ 。

c. 苗种检测

增殖放流物种须经具备资质的水产品质量检验机构检验合格，由检验机构出具检验合格文件。

d. 苗种运输

增殖放流样品应选择靠近放流点的水产良种场提供的水产苗种，尽可能缩短运输距离，节省运输时间，提高运输成活率。鱼类、贝类采用活水船运输，根据水体温度和运输距离确定运输密度，运输过程中，避免剧烈颠簸、阳光暴晒和雨淋，在装卸水产苗种时，应注意快速、细致，运输成活率达到 90%以上。

e. 投放方法

选择在南海区伏季休渔期间（5~8 月）进行增殖放流。选择晴朗、多云或阴天进行增殖放流，海洋最大风力七级以下。人工将水生生物尽可能贴近水面（距水面不超过 1m）顺风缓慢放入增殖放流水域。在船上投放时，船速小于 0.5m/s。对于大规格鱼类等水生生物增殖放流，可使用滑道投放方法，将滑道置于船舷或岸堤，要求滑道表面光滑，与水平面夹角小于 60°，且其末端接近水面；在船上投放时，船速小于 1m/s。

⑥ 注意事项

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）和《渔业生态环境监测规范》（SC/T 9102）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。建议由当地农渔业主管部门统一制定和实施生态恢复措施，统一安排放流地点。

本项目预留海洋生物资源损害赔偿资金共 2523 万元，用于增殖放流的海洋生物资源损害赔偿资金 2010 万元，其余金额用来进行渔业生态环境和渔业资源跟踪监测以及中国鲎资源调查与保护。

建设单位拟在南海区伏季休渔期间（5~8 月）实施渔业资源增殖放流工作，放流地点由当地农渔业主管部门统一安排，放流物种建议选择斑节对虾、真鲷、青石斑鱼等当地品种，考虑到项目对白氏文昌鱼的影响，对白氏文昌鱼增殖放流来进行生态补偿，同时对增殖放流效果进行跟踪监测，根据监测结果调整放流的种类和规模。

（4）施工期和运营期对项目附近的生态环境进行实时监测，应对海缆敷设施工海域进行污染物监测，并适当提高监测频率。

营运期间对项目附近的生态环境进行跟踪监测，监测应有针对性，建议在工程邻近海域以及必要的环境敏感区附近设置监测点，监测项目包括叶绿素 a、浮游动物、浮游植物、底栖生物和鱼卵仔稚鱼，加强对主要经济鱼类的观测和跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

6.2.1.2 可行性分析

生态补偿款主要用于当地海洋农渔业主管部门人工增殖放流、资源养护与管理以及生态环境跟踪调查及补偿方案的效果评估。由建设单位制定和实施生态恢复措施，有目的、有计划地进行修复，开展增殖放流工作，并主动接受渔业主管部门的监督。

根据《关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号）开展增殖放流工作，增殖放流物种应结合工程所在海域的海洋生物种类分布特征和目前人工育苗、增殖放流技术合理选取，确保生态补偿措施落实到位以取得预期恢复效果。另外，本项目配备了防污屏等设施，控制悬浮物增量和扩散范围，施工过程中产生的各项污染物均可得到合理处置。

综上，在落实增殖放流相关要求和污染防治措施后，对海洋生物造成的影响是可以接受的，故本项目采取的海洋生物资源保护措施是可行的。

6.2.2 珊瑚礁生态保护对策及可行性分析

6.2.2.1 珊瑚礁保护对策措施

根据调查资料，涠洲岛联网电缆与珊瑚分布区有交叉，临近广西涠洲岛珊瑚礁国家海洋公园和涠洲岛海洋生态红线，远离涠洲岛自然保护区和涠洲岛旅游区。电缆登陆段经过暮崖珊瑚分布区，施工采用定向钻，从海底经过，无直接占用珊瑚情况，定向钻经过珊瑚分布区的长度为 317m，定向钻出口距离最近的珊瑚分布区距离为 380m。为避免珊瑚移植造成的成活率损失和对移植接收地的影响，不采取移植措施，以就地保护为主，采取措施如下：

（1）珊瑚礁就地保护措施：通过在涠洲岛侧布设 L 型双层防污屏严格控制悬浮泥沙的扩散范围，密切关注施工期悬浮物的实际扩散情况，可考虑优化施工方案，合理制定施工时序，强化落实环境保护措施；

对涠洲岛侧定向钻出土后 500m 起，至涠洲岛侧定向钻出土后 1500m 处采用帷幔型防污屏进行隔离，隔离海缆施工所产生的泥沙，防止施工过程中海底淤泥中油污外溢。帷幔型防污屏 PVC WGPF 数量 1300 米，整体分两段。水深 10m~17m，离岸距离为 1.1~2.1km。

- 1) 南侧段防污屏长 300 米，其与路由交点距定向钻出土点距离为 500m，
- 2) 东侧段防污屏长 1000 米，其与海缆路由平行，位于海缆路由东侧 100m 处。

防污屏帷幔由浮体、栏体（包括浮室、裙体）、链条、接头等组成。

浮体：为围油栏提供浮力的部分。它利用浮力材料提供浮力，使围油栏漂浮在水面上。浮体置于围油栏表层内部。

浮室：用于放置浮体。

裙体：浮体以下围油栏的连续部分。

配重：使围油栏下垂、改善围油栏性能的压载物。它可以使围油栏在水中处于垂直状态。

接头：永久附在围油栏上，用于将每节围油栏连在一起或其它辅助设施上的装置。

固锚座：围油栏体上用于连接锚的部分，采用镀锌铁作材料，用螺栓安装在围油栏受力加强带上，卡拉强度大，可代替围油栏托头，亦可同锚桩绳连接固定。

在预定固定桩位地点打好防污屏固定锚。每 40 米一对铁锚，200 公斤/个，在岸上将防污屏连接好。利用拖船顺水将防污屏布放于水中；按防污屏固锚座逐段将防污屏固定在位上。按防污屏沉底配重逐位将配重固定沉底。防污屏断面构造详见图 6.2-1。

（2）依据调查的涨落潮时间和流速分析情况，近涠洲侧冲埋（拐点 8 之后）铺缆作业可安排在下午 1 点至晚 6 点期间，此时流速最小（6.1~16.5m/s），且在先落潮再涨潮期间施工，悬浮沙漂散的距离最小，可将影响降至最低。

（3）珊瑚礁生态系统跟踪监测：

海缆铺设施工临近涠洲岛时，需对附近珊瑚所在海域海水水质进行悬浮物实时监测，具体监测方案见“9.2.1.1 环境质量跟踪监测计划”。一旦悬浮物增量超过预测值 10mg/L，应立即采取措施，降低施工强度，检查防污帘状态是否正常运行，择流速较小的潮流状况下进行施工，确保珊瑚礁附近海水水质悬浮沙不高于预测值 10mg/L。

在施工及营运期间对涠洲岛侧珊瑚礁开展连续的环境要素加密跟踪监测，及时掌握珊瑚的生境状态和死亡情况。

6.2.2.1 可行性分析

在涠洲岛侧珊瑚区附近布置防污屏。悬浮泥沙计算结果表明，防护措施实施条件下，悬浮泥沙随扩散至珊瑚礁附近水域时，受防污屏阻挡，悬浮泥沙高浓度区被隔挡到防污屏外侧，使得悬浮泥沙不会扩散至涠洲岛侧珊瑚分布区，说明防护有效。

6.2.3 中华白海豚保护对策措施及可行性分析

6.2.3.1 中华白海豚保护对策措施

本项目所在地不是中华白海豚种群核心栖息地。北海近岸段路由距离大风江—南流江海域中华白海豚分布区较近，与分布区最近距离约 5.7km，施工期可能偶有中华白海豚出现在

附近海域。根据前述预测结果，本项目施工期悬浮沙影响范围有限，悬浮沙垂向最远扩散距离为 1.62km，且施工结束后依不同水深 5m 以浅流速小需 13h 恢复原状，10m 以深可在 3h 恢复至背景值，项目建设过程中基本不会对大风江—南流江海域中华白海豚生境环境产生明显不利的影响。但施工期产生水下噪声和施工船舶移动会对海豚会造成一定的影响，本项目通过采取以下措施，减缓对中华白海豚的影响。

(1) 对利用船舶发动机噪声对施工海域的中华白海豚进行声学驱赶，尽量减小施工水下噪声对白海豚的影响，主要操作方法如下：

①施工开始前 30 分钟，船舶定位于施工区外侧 50m 处，启动发动机，原地观察 5 分钟，确认施工区范围内及船舶周围 50m 范围内没有中华白海豚活动。

②以施工区为中心，船舶绕施工区航行，速度不超过 10km/hr，航行路线呈螺旋形，并且逐渐扩大船舶与施工区的距离，直至距离达到 500m，停止航行，原地观察，确认施工区及其周围 500m 范围内没有中华白海豚活动。

③施工过程中，声学驱赶船一直在施工区外围 500m 处警戒，确认施工区及其周围 500m 范围内没有中华白海豚活动。

④声学驱赶过程中，一旦发现施工区及其周围 500m 范围内有中华白海豚活动，观察人员应立即通过对讲机告知施工区人员，并延迟开工或暂停施工。声学驱赶船跟随中华白海豚，保持 200m 距离，通过调整船速，将中华白海豚驱离施工区。观察人员确认中华白海豚远离施工区 500m 后，通知施工人员开工或继续施工。需注意事项如下：

a 高速旋转的螺旋桨极易伤害中华白海豚，声学驱赶船在航行之前应确认船舶周围 500m 范围没有中华白海豚活动。

b 参与声学驱赶的船舶数量根据施工区范围大小而定，确定船舶数量的一般原则是，在施工区外围 500m 范围的警戒线上，相邻声学驱赶船之间的距离不能大于 2km。

c 汽油发动机噪声的频率通常高于柴油发动机噪声的频率，两种类型发动机的声学驱赶船轮换使用，可以提高声学驱赶效率。

d 尽管中华白海豚有避船行为，但是有序的船舶噪声驱赶有助于更安全地驱离进入施工水域的中华白海豚。

(2) 对施工噪声干扰采取缓解措施，由于保护中华白海豚的意义重大，应尽量采取缓解措施以避免对中华白海豚的不利影响。

①施工过程中避免同时开动施工设备，采用先后开动船舶其他设备，产生对海豚示警的噪声。施工机械逐台启动，振动速度逐渐加大，以给可能在附近活动的海豚游离施工区域的时间。

②对施工机械设备和船舶定期维护和保养，确保其保持良好的性能，避免产生异常噪声。

6.2.3.2 可行性分析

本项目工程位置不处于中华白海豚主要分布区，且距离其核心分布区较远。项目建设期间及时采取有效的对中华白海豚影响的缓解措施，严格执行保护措施后，可降低对中华白海豚的影响，减少工程对周边水域生态环境的影响，本项目以上措施可行的。

6.2.4 鸟类保护对策措施及可行性分析

6.2.4.1 鸟类保护对策措施

本项目海缆工程对鸟类的影响主要是对工程区域内鸟类觅食区域的影响。海缆施工将导致悬浮沙扩散，造成一定的渔业资源损失，将施工范围内的活动能力较强的海洋生物驱赶至其他地区，影响鸟类觅食。施工期间因使用船舶机械等设备，将产生施工噪声和少量废气，可能会影响鸟类生境，对附近经过的鸟类造成惊吓。

(1) 合理安排施工进度，夜间非必要不施工，并尽量避免强噪声设备同时运行；

(2) 施工设备尽量选择电力设备，燃油机械使用合格油料，减少大气污染物产生；

(3) 严格落实施工期污染物处置措施，控制施工过程的悬浮沙浓度，减小对鸟类觅食的影响；

(4) 建设单位预留渔业补偿资金，拟按要求开展增殖放流工作，尽快恢复海洋生态环境，为经过的鸟类提供充足食物；

(5) 加强员工培训，严格施工人员管理，增强野生动物保护意识，加强鸟类等陆生动物保护知识宣传，禁止非法捕杀鸟类。

6.2.4.2 可行性分析

本项目海缆工程通过优化施工方案，合理安排施工进度，使用噪声较小、大气污染物排放较低的机械设备，各项污染物均能得到合理处置，采取增殖放流和施工监测等措施，可有效降低对经过鸟类的影响。定向钻施工时占用的陆地的面积，相对于所在区域适宜鸟类栖息、临时停歇的面积较小，对于活动范围很大的鸟类来说，虽定向钻施工区附近的临时落脚点受到破坏，但周围仍存在较大可暂留区域，对鸟类临时休息影响不大，故本项目采取的各项鸟类保护措施是可行的。

6.3 海缆工程环境保护措施一览表

本项目海缆工程环境保护设施和对策措施见表 6.3-1。

6.4 海缆工程竣工验收“三同时”一览表

6.5 陆域工程环境保护设施、措施分析与论证

6.5.1 环境保护设施、措施分析

本项目设计资料提出了相应环保措施，这些措施是根据本项目特点、工程设计技术规范、环境保护要求拟定的，并从工程选址选线、设计、施工、运行各阶段针对各种环境影响因子，规定了相应的环境保护措施，基本符合环境影响评价技术导则中环境保护措施的基本原则，即“避让、减缓、修复、补偿”的原则。

本报告将根据工程环境影响特点、环境影响评价过程中发现的问题、工程区域环境特点补充相应的环境影响预防、减缓、补偿、恢复及环境管理措施，以保证本项目的建设符合国家环境影响评价、环境保护的法律法规、环境保护技术政策、国家环境保护产业政策的要求。

6.5.2 环境保护设施、措施论证

本项目设计拟采取的环保措施是根据本项目的特点、工程设计技术规范、环境保护要求拟定的。这些保护措施大部分是在已投产的 500kV\220kV 交流输电工程的设计、施工、运行经验的基础上，不断加以分析、改进，并结合本项目输变电工程的特点确定的。通过类比同类工程，这些措施均具备了可靠性和有效性。

现阶段，本项目拟采取的环境保护措施投资都已纳入工程投资预算。在可研评审及初步设计阶段，本项目的可研环保措施投资已通过了技术经济领域的专家审查。

因此，本项目所采取的环保措施技术可行，经济合理，可使工程产生的环境影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。

6.5.3 环境保护设施、措施

根据现场踏勘以及施工期、运行期的环境影响预测结果分析，针对本项目变电站和输电线路可能存在的环保问题，工程需采取的环境保护措施见表 6.5-1。

表 6.5-1 工程采取的环境保护及生态恢复措施汇总

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位	预期治理效果
设计期	生态影响	①在变电站选址、输电线路路径选择阶段充分听取所在区域政府、规划、城建等相关部门的意见，尽量避开城镇规划区、村庄密集区和生态环境敏感区。 ②尽量避让国家公园、自然保护区、风景名胜区、生态保护红线和饮用水源保护区等环境敏感区及居民集中区，线路尽量远离居民点；尽量避让集中林区、少占耕地。	设计单位	陆缆线路沿已有或规划市政道路走线，项目不占用生态敏感区
	污染影响	①变电站运行期间可能对周围环境造成的影响，在变电站的设计中，对产生大功率电磁振荡的设备采取必要的屏蔽措施，将机箱的孔、口、门缝的连接缝密封。 ②保证电缆线路及配件加工精良，合理选择导线截面及其分裂间距。	设计单位，建设单位	1.减低电磁环境影响，使其

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位	预期治理效果
		<p>③根据类比分析，拟建 220kV 溇洲变电站、220kV 墩海变电站扩建工程建成投产后，变电站四周厂界及环境敏感目标处，均能满足相应标准限值要求。</p> <p>④根据类比分析，拟建陆缆线路建成投产后，线路沿线及环境敏感目标处，均能满足相应标准限值要求。</p> <p>⑤站内设备订货时选用低噪声设备，拟采用主变声功率级应低于 88.5dB(A)，高压电抗器声功率级应低于 95dB(A)，不同型号轴流风机声功率级应满足表 4.12-17、表 4.12-18 要求，拟选消声器消声量应\geq15dB(A)，防雨消声百叶消声量应\geq10dB(A)。</p> <p>⑥优化总平面布置，充分利用站内建构筑物的隔、挡左右。</p> <p>⑦优选低噪声风机，并在风机底部安装隔声装置、进排风口设置百叶、折板式或微孔板消声器，220kV 墩海变电站本期新建围墙中有 60m 长加高为 5m。</p> <p>⑧溇洲变电站内少量生活污水经污水处理装置处理后排入市政污水管网，墩海站本期扩建不新增运维人员，不新增生活污水产生量。</p> <p>⑨220kV 溇洲变电站主变压器、高压电抗器下修建事故油坑与事故油池相连，事故油池的有容积约为 60m³，220kV 墩海变电站内高压电抗器下修建事故油坑与站内前期修筑的 1#事故油池相（有效容积 90m³）连，均可容纳站内最大一台设备全部油量（根据设计单位提供资料，变电站内主要电气设备包含总油量换算为容积均在 55m³ 以下，其中本期单台主变油量在 40m³ 以下，本期 50Mvar 高抗油量在 20m³ 以下；本期 220kV 溇洲站内主变集油坑有效容积约为 30m³，220kV 溇洲站及 220kV 墩海站站拟建 220kV 高压电抗器下方集油坑有效容积约为 15m³，均满足 20% 的主变/高抗油量要求，故拟建事故油池有效容积能满足要求），事故情况下废油储存在事故油池中，并由具备资质的单位回收处置。</p>		<p>满足《电磁环境控制限值》要求；</p> <p>2.降低噪声影响，使其满足国家相关标准要求。</p>
施工期	环境管理	<p>①强化施工期的环境保护管理工作。成立专门的环保组织体系，对施工人员进行文明施工和环境保护培训，加强施工期的环境管理和环境监控工作。</p> <p>②强化施工期环境监理工作。建设单位根据本报告提出的各项环保措施，由环境监理单位专门负责本项目的环境监理工作，分别针对设计单位、监理单位和施工单位提出相应的验收标准及细则，并在合同条文中列入，确保环境监理工作正常开展，以保证各项环保措施在工程建设阶段得以顺利实施，保证环保设施与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。</p> <p>③提高施工人员的野生动物和生态环境的保护意识，严禁捕猎野生动物。施工人员必须遵守《中华人民共和国野生动物保护法》，严禁捕猎野生动物，特别是国家重点保护动物、广西省级重点保护动物及《中国生物多样性红色名录》中的极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）物种。</p>	设计、施工、监理、建设单位	将环评报告及其批复各项污染防治和生态环境保护措施落实
	生态影响	<p>①严格控制变电站、变电站间隔扩建施工占地，合理安排施工工序和施工场地，将工程临时占地合理安排在征地范围内，以减少施工临时占地对周边农田和林地的影响。</p> <p>②施工过程中，在站址四周设置围挡，防止挖方、填方作业造成的水土流失；加强管理，妥善处理施工过程中产生的垃圾，防止乱堆乱弃，侵占周边农田。</p> <p>③施工过程中的回填土石方应集中堆放。并设置防护措施，不得随意堆弃。</p> <p>④施工前应对施工人员进行相关法律法规的培训，增强施工人员的环境保护意识，同时应加强施工管理，保护项目周边生态环境。</p> <p>⑤施工前先行修筑污水处理装置，施工废水采用简易沉淀池沉淀处理后回用；溇洲变电站及溇洲侧陆缆线路施工人员共用施工营地，施工营地</p>	设计、施工、监理、建设单位	保护沿线植被，控制植被砍伐量，减少水土流失，减轻对生态敏感区的影响，减少保护动物的干扰及

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位	预期治理效果
		<p>内应设置一体化PE化粪池，产生的生活污水经收集后定期清理不得随意排放，墩海变电站扩建工程及北海侧陆缆线路施工工程量较少，不在单独设置施工营地，施工人员租用当地住房作为施工生活用房，将施工人员产生的少量生活污水纳入当地生活污水处理设施。</p> <p>⑥施工结束后施工单位应及时清理施工场地，对项目施工临时占地和未固化的部分，根据原占地类型进行生态恢复；临时道路在施工结束后若无使用要求，应恢复原有植被。</p> <p>⑦在施工过程中如遇入侵植物及群落，应在春夏季未结果前全部铲除，若已结果采用纱网袋套住种子部位后进行清除，同时对种子部位进行烧毁处理，防止种子扩散。</p> <p>⑧使用当地车辆进行施工作业，加强检验检疫，防止因车辆和人员活动产生入侵物种的扩散。</p> <p>⑨对于自然植被生长的较好的区域进行优化施工布置，减少工程永久占地和临时占地，在进行过程布置施工建设前应对工程占地范围内的保护植物进行核查，如有发现保护植物分布，采取相应的保护措施。</p> <p>⑩项目在占用、砍伐林地前，需按照林地使用相关法律法规的规定和要求，开展林地使用和恢复、补偿工作。</p> <p>⑪表层土壤是宝贵资源，对施工过程中剥离的表土，应单独收集和存放，并采取严格临时覆盖、临时拦挡等防护措施，施工结束后利用前期剥离的表土及时采取绿化覆土、植被，不得随意丢弃。</p> <p>根据调查，本项目评价范围内可能出线的重要动物包括国家一级 3 种（均为鸟类）、国家二级保护动物 14 种（均为鸟类）、广西省级保护动物 16 种（均为鸟类）、《中国生物多样性红色名录》中的极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）物种 5 种。此外，考虑到动物具有活动的特性，为尽可能减轻项目施工对保护野生动物的影响，需特别注意落实以下措施：</p> <p>（1）两栖类、爬行类保护动物</p> <p>①严格控制施工范围，禁止越界施工；</p> <p>②合理安排施工布置和施工工序，尽量避免高噪音施工机械和设备同时运作，禁止在夜间使用高噪声施工设备。</p> <p>③临近水域（海洋）施工，做好施工污水的处理，禁止随意排放至水体中，施工材料的堆放也要远离水源，以免对生境造成污染。</p> <p>④加强施工管理，严禁捕杀。</p> <p>（2）鸟类保护动物</p> <p>①本项目在施工过程中若遇到中华秋沙鸭、黄嘴白鹭、黑鹳等国家级、广西省级重点保护动物及《中国生物多样性红色名录》中的极危（CR）、濒危（EN）、易危（VU）、近危（NT）物种，应按照《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）中相关要求“施工区发现有保护动物时应暂停施工，并实施保护方案”执行，禁止挑衅、捕猎，应立即停止周围 200m 范围内的所有施工活动，特别是禁止爆破和施工机械作业，待保护动物自行离开施工区后方可恢复施工，若动物不自行离开需汇报当地林业部门；对受伤的珍稀动物应及时联系野生动物保护部门，及时救治。</p> <p>②项目所在的涠洲岛是沿太平洋迁徙候鸟重要中途停歇地。每年春（3~5月）、秋（9~11月）两季，种类和数量众多的迁徙候鸟路过保护区并停歇，群集主要在清明和中秋前后。项目在涠洲岛内施工应避开上述 2 个时间段，尤其在清明、中秋节前后 5 天，务必停止涠洲岛内一切施工活动。</p> <p>③为尽可能减少项目施工噪声对野生动物的惊扰，尽量避免高噪音施工机械和设备同时运作，禁止在夜间使用高噪声施工设备，并严格控制避免晨昏和正午避免使用高噪声机械施工。</p>		其生境的破坏。

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位	预期治理效果
		<p>④施工过程中加强施工管理，规范施工人员的活动行为，禁止在水体（海洋）附近搭建临时施工设施，严禁施工废污水和固体废物进入水体（海洋），禁止下河（海）捕捞，避免影响水体及其周边环境中的重点保护动物的数量、分布及活动。</p> <p>⑤在鸟类繁殖期间，如发现成鸟和幼鸟，应及时上报并采取保护措施。</p> <p>⑥加强宣传教育和管理工作，严禁捕杀，控制施工机械、车辆噪声，车辆禁止鸣笛。</p> <p>⑦减少施工对周边灌丛生境的不必要破坏，严禁随意将修建弃渣随意倾倒。施工结束后对临时占地、施工便道进行生态恢复，补种本地灌木物种，恢复原生的石堆/灌丛生境。</p> <p>本项目 220kV 濠洲变电站及墩海~濠洲陆缆线路约 1.74km，位于南澳—濠洲岛海滨风景名胜区范围内，濠洲岛及银滩为知名旅游胜地，除上述措施外，还需特别注意落实一下措施：</p> <p>①充分利用地形高差、地表植被，将施工营地、材料堆放场等临时施工场地设置于站址西侧、北侧或南侧，尽可能减少濠洲变电站站址东侧景观视线影响。</p> <p>②开工前，优先在变电站施工占地范围边界处，建设与濠洲岛内自然景观融为一体的硬质封闭式围栏，以减少景观视线影响。</p> <p>③合理规划施工时间，场地平整、土石方开挖，主要电气设备，施工材料运输等施工应避开五一、十一等法定节假日及旅游旺季，以减少可能产生施工扬尘、施工噪声、交通等对自然景观、旅游观光的影响。</p> <p>④对施工材料运输路线进行提前规划，保持车辆外观清洁，运输时加盖篷布，并对运输路线定期清扫，洒水。</p> <p>⑤加强施工人员及施工活动的管理，施工期间产生的生活垃圾等集中堆放，并定期交由环卫部门处理。施工废水应设置临时沉淀池，经沉淀处理后用于场地喷洒，不涉及随意排放；在施工营地内设置一体化 PE 化粪池，产生的生活污水经由化粪池处理后定期清掏，不得随意排放。</p> <p>⑥施工结束后，对施工扰动地面及时利用当地植被采取绿化措施。</p> <p>⑦根据项目区内景源分布，结合建设项目方案布局，制定针对性的景观资源保护具体实施方案作为施工组织方案重要内容。施工和运营期应加强对施工监管单位和人员对自然保护地相关法律法规的宣传教育，严格遵守根据中办国办关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见关于进一步加强生物多样性保护的《意见》《国家级自然公园管理办法（试行）》等要求，制定严格的施工纪律和管理规定，禁止在规定区域外取土、弃土、弃渣等影响自然保护地景观的活动。</p> <p>⑧施工期间加强工程与生态环境的质量监管，注意生态环境的保护。所有临时占地使用后，应尽快进行生态恢复。砂石及施工弃料应及时清除，以免对景观生态环境造成不利影响。</p> <p>⑨濠洲变电站建成后，根据项目与风景名胜区景观相融性实际情况考虑景观营建工程，通过外立面改造、外部遮蔽性种植等措施使项目与周边环境及风景区景观相协调。植物景观改造和建设以地方乡土树种为主，适地适树，合理利用和搭配各种类植物，保持自然群落的稳定性和多样性，强调植物景观的自然性、乡土性和原生性。</p> <p>⑩濠洲岛为国内国际知名旅游胜地，考虑到施工期间噪声对周边环境影响，建议施工单位避免在夜间（22：00~8：00）及中午（12：00~14：00）使用高噪声机械。</p> <p>项目评价范围内涉及 7 处生态敏感区，除前述措施外，还需注意落实以下措施：</p> <p>①在后续设计阶段，应尽量远离拟建项目东侧自然保护区、重要栖息地、重要湿地、生态保护红线及国家地质公园。</p>		

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位	预期治理效果
		<p>②合理安排施工时序，尽量避免拟建项目所在区域的自然保护区、重要栖息地、重要湿地及生态保护红线、国家地质公园及风景名胜区内野生植物生长茂盛时段和野生动物活动、觅食等时段（每年 3~5 月，9~11 月，尤其清明和中秋前后 5 天；每日晨昏及正午）。</p> <p>③严禁永久及临时占用自然保护区、重要栖息地、重要湿地及生态保护红线、国家地质公园范围，严禁在所述生态敏感区范围内设置堆料场、施工营地、材料站、取弃土点、堆放生活垃圾等。</p> <p>④加强施工人员管理，划定施工红线，严禁施工活动超出施工红线范围，尽可能减少风景名胜区的内永久及占地面积。</p> <p>⑤在施工期间，应避开大雨、大风等不良天气，不得在每年 3~5 月，9~11 月及每日晨昏、正午及夜间（生态敏感区内动植物生长繁殖季节及鸟类迁徙、密室、活动、休息时段）使用高噪声机械施工。</p> <p>⑥强化施工阶段的环境管理。在施工期间，为保证施工质量，除了由质量监理单位派人进行监督，保证环境保护措施得到落实，还应建立环境监督制度，监督指导施工落实生态保护的施工措施。监督工程建设中各个环节的生态保护、地貌植被恢复、环境污染控制、生物多样性保护、文物保护、环境管理及清洁生产等各种方案的有效实施，确保承包商、监理单位在工程实施过程中，执行国家、地方已有环境法律法规及其落实生态环境评价与规划中制定的生态环境保护方案。</p> <p>⑦加强施工队伍职工环境保护思想教育，规范施工人员行为。教育职工爱护环境，保护施工场所周围的一草一木，不随意摘花损木，严禁砍伐、破坏施工带以外的作物和树木。不准乱挖，乱采野生植物，不准随便破坏动物巢穴，严禁捕杀野生动物。约束其在非施工期间的活动范围。</p> <p>⑧施工过程中还应加强森林防火，确保区域林木安全，避免破坏森林资源。施工结束后及时对可采取植被恢复措施的永久及临时占地范围，利用濠洲岛内常见、易成活、水源涵养功能强的物种进行植被恢复，严禁引入外来物种，避免影响到生态敏感区范围内，尽可能维护生态敏感区范围内的生物多样性和生态系统一致性，并加强后期管理维护。</p> <p>⑨加强对施工人员关于生态敏感区类型、范围、保护要求等相关知识的宣传教育，强化生态环境保护意识，严禁随意砍伐、践踏植被和捕猎野生动物等行为。</p> <p>⑩施工现场设置生态敏感区标示牌，明确保护要求和相关监督管理责任人。</p>		
	污染影响	<p>①加强施工期的环境管理和环境监控，并接受环保部门的监督管理。建设单位应当按照规定将噪声污染防治费用列入工程造价，在施工合同中明确施工单位的噪声污染防治责任；在项目开工前，施工单位应当制定噪声污染防治实施方案，建设单位应当监督施工单位落实噪声污染防治实施方案。</p> <p>②工程施工过程中合理安排施工场地，充分利用现有的植被和地形，将混凝土搅拌等临时工程和高噪声机械如静力压桩机、混凝土振捣器等尽量布置僻静处，并远离施工场地周边的居民点（尽可能远离站区北侧、东侧），难以选择合理地点的，应采取封闭隔噪措施（如铺设隔声垫、加装消声器等），并对施工机械定期保养，严格遵守操作规程。</p> <p>③采用噪声水平满足国家相关标准的施工机械或采取带隔声、消声设备的机械，控制设备噪声源强。</p> <p>④优化施工布局，高噪声施工设备在靠近声环境敏感目标区域时应该分阶段施工，避免多台设备同时运行。变电站基础开挖施工前，应设置硬质围挡，并优先修筑围墙等遮挡措施，在施工允许的情况下尽可能保留变电站站址及其周边高大树木，减少工程施工期噪声对周围声环境的影响。</p>	设计、施工、监理、建设单位	<p>1.施工废水零排放，最大限度减少施工对水环境的影响；</p> <p>2.减少施工扬尘的污染影响；</p> <p>3.降低施工噪声对周边环境的影响，</p>

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位	预期治理效果
		<p>⑤严格控制施工运输车辆的车速和鸣笛，根据项目施工进度安排和施工场地及其周边规划，对施工运输道路采取碎石、水泥硬化等铺装，改善路面条件，控制噪声。</p> <p>⑥施工中合理安排时间，除特殊原因外，禁止在夜间（22：00 至次日 6：00）使用车辆运输及高噪声机械施工，确因生产工艺（如混凝土浇筑）须夜间连续作业的，需要对施工机械和车辆采取铺设隔声垫、加装消声器等措施，以尽可能减轻夜间施工噪声对周边环境的影响。</p> <p>⑦合理规划施工布局 and 施工工序，施工现场周边及施工车辆、机械运输路线须硬化并保持清洁，尤其变电站站址北侧靠近周边居民点的施工场地，应安排专人负责保洁工作，及时洒水清扫，减少扬尘。</p> <p>⑧为减少施工扬尘，工程根据施工进度安排，及时在围墙外边坡、施工期间造成地表裸露的临时占地及站内空地尽快进行绿化，避免表土长时间裸露；施工车辆和机械经过路段，要经常采取洒水降尘措施；对运输车辆要合理选取和组织行车路线，尽量避免在繁华区和居民住宅区行驶。施工过程中严格遵循施工规范、文明施工；经常清洗运输汽车及底盘泥土，雨季作业车辆出场界时应车轮进行冲洗或清泥，减少车轮携带土；4 级风及以上天气情况下，应暂停土石方工程及弃土场的运行。</p> <p>⑨变电站应优先建设围墙，施工场地应设置硬质围挡，并在围墙或围挡上方布设喷雾抑尘系统。施工过程中，施工单位应当对裸露地面进行覆盖；暂时不能开工的建设用地超过三个月的，应进行绿化、铺装或者遮盖。施工现场禁止将包装物、可燃垃圾等固体废弃物就地焚烧。</p> <p>⑩严禁在工地焚烧各种垃圾废弃物，严禁在项目周边水体（海洋）、漫滩（岸线、海滩）内堆弃弃土弃渣、建筑垃圾和生活垃圾。施工期建筑废料中的有成成分应尽量分类、回收利用，不能利用的废料运送至当地的建筑垃圾填埋场填埋或妥善处理。</p> <p>⑪施工过程中需设置回填土堆放场，需采取密目网苫盖、装土麻袋拦挡、开挖排水沟等防扬散、防流失措施，在施工过程中应及时回填，并根据施工安排适时的采取植被恢复措施。回填土堆放场应根据项目所在区域的地形特征，且远离项目周边居民点、乡村、市政道路等，避免对周边环境及居民的正常生产生活产生影响。</p> <p>⑫加强工程弃土弃渣的管理，严格遵守项目所在区域的弃土弃渣的管理规定，将工程产生的弃土弃渣运送至所在区域管理部门指定的弃土弃渣场妥善处理，不得长时间堆积，不得在建筑工地外擅自堆放余泥渣土，做到工序完工场地清洁。</p> <p>⑬施工单位应依照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的规定，编制建筑垃圾处理方案，采取污染防治措施，报送县级以上地方人民政府环境卫生主管部门备案；及时清运工程施工过程中产生的建筑垃圾等固体废物，并按照环境卫生主管部门进行利用或处置；不得擅自倾倒、抛撒或者堆放工程施工过程中产生的建筑垃圾。</p> <p>⑭采用固定的无害化公厕处理大小便，厨余等生活垃圾须集中、分类收集，并指定场所分类、存放，交由环卫部门统一处理，不得混杂于建筑弃土或回填土中。</p> <p>⑮施工生产生活区生活垃圾应设专人分类、收集后，送至环卫部门集中统一处理。彻底清理拆迁及施工生产生活区撤离产生的建筑垃圾，运至指定的弃渣场或其他指定场所进行处置。</p> <p>⑯施工期间开挖简易沉淀池对施工期间产生的施工废水进行澄清处理，经沉淀后废水部分可回用于拌合等施工工艺，部分可用于洒水抑制扬尘。</p> <p>⑰施工期间务必采取装土编织袋拦挡、开挖排水沟、彩条布垫底及覆盖等措施确保，施工期间产生的生活污水、施工废水、建筑废料、土石方、生活垃圾等不进入海洋及潮间带。</p>		使其满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》限值要求。

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位	预期治理效果
		<p>⑱本项目主要位于城市建成区，且部分区域位于国内国际知名风景名胜区濶洲岛内，为尽可能减少项目施工期间对外环境的影响，项目在施工期间应按照相关法律法规设置硬质围挡，设置的硬质围挡应满足如下要求：</p> <p>a 围挡应当按照有关规定采用砌体、预制装配式围墙或者彩钢板等硬质材料；</p> <p>b 围挡底部应当全封闭，安装牢固，定期清洗，保持外立面整洁、美观；</p> <p>c 破损、老旧、变形或者存在安全隐患的围挡应当及时更换，围挡应当进行美化。</p> <p>d 因交通通行需要或者占地面积小于三平方米等特殊情况不能设置固定式围挡的，应当设置移动式围挡。尚未开始施工的路段，不得提前设置围挡；</p> <p>e 开挖期间应采取有效覆盖、喷淋等措施；</p> <p>f 遇暴雨、台风等恶劣天气时，应当及时设置警示标志，必要时加固围挡，并及时清除积水。</p> <p>本项目评价范围内还涉及濶洲水库饮用水源保护区二级保护区范围，除上述措施为，饮用水源保护区范围还需落实以下措施：</p> <p>①施工前期加强对施工人员的管理和培训，由施工监理人员负责对施工人员进行监督，在施工期间禁止携带油漆、涂料等化学品进入保护区内，饮用水源保护区内禁止捕鱼、炸鱼等严重影响饮用水源保护区生态环境的行为。</p> <p>②进一步优化施工、运输车辆行驶路线，施工车辆应严格按照规划路线行驶，禁止驶入饮用水水源保护区范围。</p> <p>③合理设置施工场地，严格限制施工范围，并设置硬质围挡，不得在饮用水源保护区范围内设置临时施工场地。</p>		
运行期	环境管理	<p>①及时进行竣工验收。变电站投运后，应进行竣工环境保护验收调查工作，确保工频电磁场强度及噪声满足相关标准要求。</p> <p>②对当地群众进行有关高压送电工程方面的环境宣传工作，做好公众沟通工作。</p> <p>③加强对线路巡检人员的环境教育工作，提高其环保意识，巡检过程中关注环保问题。</p> <p>④建设单位应按照《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》（HJ1259-2022）的要求制定废铅酸蓄电池和废矿物油等危险废物的管理计划，并按照相关法律法规进行提交。危险废物的管理计划至少应包括单位基本信息、危险废物产生情况信息、危险废物转移情况信息。</p>	运行管理单位	验收符合竣工验收相关法律法规规定
	生态影响	/	/	/
	污染影响	<p>①变电站内设置固体垃圾收集箱，生活垃圾分类收集后定期清运至环卫部门指定地点，统一清理。</p> <p>②变电站产生的危险废物应交由具有相关危险废物处理资质并有接纳能力的单位进行处理。危险废物的转移必须按照《危险废物转移管理办法》相关规定执行。</p> <p>③220kV濶洲变电站内值班人员的生活污水可经生活污水处理装置处理后排入市政污水管网。</p> <p>④电力主管部门应在居民集中区及人群活动频繁区域设置高压警示标志。</p> <p>⑤加强对变电站周边及线路走廊附近居民有关高压输电线路和环保知识的宣传、解释工作，依法进行运行期的环境管理和环境监测工作。</p>	运行管理单位	控制生活污水接入市政管网，固废不外排，减少对周围环境的影响。

阶段	影响类别	环境保护措施	环保措施责任单位	预期治理效果
	环境风险防范措施	<p>①事故油池及贮油坑防渗措施。本期新建事故油池、贮油坑及排油管道拟采用抗渗等级为P6的混凝土浇筑（渗透系数$\leq 10^{-9}$cm/s），并分别在其下方基础层铺设防渗层，防渗层为至少1m厚的粘土层（渗透系数$\leq 10^{-7}$cm/s），或2mm厚高密度聚乙烯，或至少2mm厚的其它人工材料，渗透系数$\leq 10^{-10}$cm/s，防渗效果能满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中的相关要求。</p> <p>②220kV涠洲变电站主变压器及高压电抗器均建在贮油坑上方，变压器油只在事故时排放。事故油池的有效容积完全能保证主变事故排油不外排，且事故油池不与雨水排水系统相通，不会对周边水环境产生不良影响。变电站贮油坑及事故油池需有耐腐蚀的硬化地面和基础防渗层，地面无裂隙；设施底部必须高于地下水最高水位。同时加强变电站场地内用油管理，制定环境风险防范措施和应急预案，严防变电站漏油事故影响区域水体。</p> <p>③运行期维护人员对设备进行定期检查，防止发生滴、漏现象；对事故油池的完好情况进行检查，确保无渗漏、无溢流。</p> <p>④主变或高压电抗器若发生事故漏油，可经设备下方的贮油坑收集后汇入事故油池进行油水分离，大部分绝缘油回用，少部分废油和形成的油泥等危险废物交由有相应危废处理资质的单位依法合规地进行回收、处置，不外排。变电站产生的废矿物油等危险废物将由有资质的单位回收、处置。</p> <p>⑤对转移危险废物，必须按照国家有关规定申报登记，严格执行《危险废物转移管理办法》有关规定。</p> <p>⑥危险废物严格按照制订的运输路线进行运输。在运输过程中严格按照《危险化学品安全管理条例》（2002年1月9日国务院令第344号公布，2013年12月7日国务院令第645号修正）和《工作场所安全使用化学品规定》（劳部发〔1996〕423号）等法规的相应规定。</p>	运行管理单位	不发生环境风险责任事故

6.5.4 环境保护设施、措施责任主体及实施方案

建设单位广西电网有限责任公司电网建设分公司是本项目环境保护措施的责任主体，设计单位、建设管理单位、施工单位、运行管理单位负责落实各建设阶段的具体环境保护措施。

施工期的环境管理工作由施工单位和建设管理单位共同负责。施工单位项目部对施工项目环境保护工作进行日常管理，建设单位对施工单位环保工作进行监督管理。工程施工采取招标制，将工程环保要求纳入投标文件中，将环境保护措施和要求落实到施工方案确定、设备安装等各个环节。建设单位定期对施工单位环保管理情况进行督查。

工程竣工后，建设单位应组织自验收，对环境保护措施进行验收，验收合格后方可投入运行。运行期环境保护工作由广西电网有限责任公司北海供电局（运行管理单位）统一管理，定期对环保设施进行检查、维护，确保环保设施正常工作，做好应急准备和应急演练。

6.6 红树林保护对策措施及其可行性论证

6.6.1 海缆工程对红树林的保护对策措施

本项目海缆工程不穿越红树林区域，施工过程中对红树林的影响较小，运营期海缆不会对红树林生长造成影响，施工时针对附近的红树林区域采取的保护措施包括：

(1) 施工方案选择时，北海市登陆段采用定向钻穿越，能够有效减轻对登陆点附近红树林区域的影响。

(2) 本项目施工作业应尽量缩短施工周期，合理选择作业时间，在落潮时进行工程施工，使悬浮沙飘向离岸方向，避免或减少悬浮泥沙对红树林的影响。

(3) 施工应尽量避免恶劣天气，保障施工安全并尽量避免悬浮物剧烈扩散，减轻悬浮沙对登陆点附近红树林区域红树林的影响。

6.6.2 陆域工程对红树林的保护对策措施

本项目陆域工程不占用红树林区域，为避免对距离较近的红树林区域造成影响，在陆域施工与运营期间采取的保护措施包括：

(1) 施工应在落潮时实施，避开大风天气及雨天，以减少施工期间产生的泥沙进入潮间带进而影响到红树林。施工期间电缆沟开挖等产生土石方的施工活动，务必控制在枯水期、落潮期实施，并在拟开挖区域与海洋及潮间带之间设置装土编织袋（或防水、吸水环保沙袋）、开挖临时排水沟、彩条布垫底等临时防护措施，确保施工期间产生废水、废弃泥浆、钻屑等不会进入海洋及潮间带。

(2) 施工单位应特别加强施工管理，严格限制施工活动范围，确保施工活动均在陆域内实施，并安排专人开展施工期生活污水、施工废水、生活垃圾等的收集处置工作，严禁向海洋及潮间带倾倒各种垃圾或排放不达标废水。

(3) 合理安排施工季节与施工进度，应尽量缩短施工作业时间，并尽量避开鱼虾洄游繁殖、幼鱼索饵以及生长的高峰期进行施工，减少工程实施对海域生态环境的影响。

(4) 施工单位应加强对施工人员的教育和管理，避免因施工不当和污染物处置方式不合理造成红树植株的损毁。如在施工过程中，发现附近红树植株出现异常，应及时汇报红树林主管部门（北海市林业局），根据指定要求进行修复并进一步完善施工环境保护措施。

(5) 开展项目评价范围内红树林施工期、运行期的生态监测，对施工、运行期间红树林产生的异常情况及时反馈。

(6) 在施工过程还应加强施工人员及车辆的检验检疫，防止因车辆和人员活动产生危害红树林的病虫害及入侵物种的带入。

6.6.3 可行性论证

建设单位拟严格落实各项污染防治措施，控制悬浮沙扩散范围和强度，避免船舶含油污水、生活污水等排入海洋，减轻对周围海洋生态环境的影响，控制扬尘、粉尘，减轻对红树林生态环境的影响。本项目针对海水水质、沉积物等海洋环境要素制定了较完善的跟踪监测方案，拟通过加强施工期水域污染物监测，确保各项污染物得到合理处置。

现有红树林生境较不稳定，通过加强管护，排除人为干扰和胁迫，做好红树林有害生物防控，促进红树林自然正向演替等对红树林进行养护。主要采取去除外界压力或干扰、封滩育林的方式，加强保护措施、促进生态系统自然恢复。

综上，本项目采取的红树林生态保护措施是可行的。

7 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析即针对项目的性质和当地的具体情况，确定环境影响因子，从而对项目环境影响范围内的环境影响总体作出经济评价。对建设项目进行环境影响经济损益分析，目的是为了衡量该建设项目投入的环保资金所能收到的环保效果，及可能产生的环境和社会效益，从而合理安排环保投资，在必要资金的支持下，最大限度地控制污染源，合理利用自然资源，以最少的环境代价取得最大的经济效益和社会效益。

7.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

7.1.1 海缆工程环境保护设施和对策措施的费用估算

为了加强建设项目的环境管理，防治环境污染，减轻或防止环境质量下降，根据《建设项目环境保护设计规定》的要求，该项目的环保设施必须与主体工程“同时设计、同时建设和同时投入使用”。

海缆工程建设的环保工程投资主要包括污染物处理处置、渔业资源补偿、环境跟踪监测及红树林生态监测等相关费用的投入。环境保护设施和对策设施各分项投资预算分别见表格 7.1-1~7.1-4；环保总投资预算估算见表 7.1-5。

7.1.2 陆域工程环境环保措施投资估算

根据陆域工程特性以及拟采取的环保措施，工程环境保护总投资主要有植被恢复费用、环境影响评价费用、环保竣工验收费用、水土保持费用等，本项目环保投资估算详细情况，见表 7.1-6、表 7.1-7。

7.2 环境经济损益分析

7.2.1 社会效益

涠洲岛致力于打造成国内一流、国际知名的休闲度假海岛，是以休闲度假为核心，形成集海洋文化、休闲运动、海岛养生、南珠文化、时尚生活、主题娱乐、海岛度假等功能于一体的海岛旅游目的地，高规格的发展思路对能源供应提出了更高的要求。

长久以来，涠洲岛能源特别是电力供应来源单一、可靠性较低，随着涠洲岛旅游业的快速增长，近几年岛上用电负荷每年以 30% 以上的速度增长，但由于缺乏电源供应导致大量报装负荷无法获批，对涠洲岛民生保障和旅游产业发展影响极大。

涠洲岛电网由于缺乏主网支撑，岛上一旦发生台风等自然灾害，涠洲岛供电系统可能瘫痪，岛上居民和驻军的用电可靠性较低。所以，有必要研究涠洲岛与北海主电网跨海联网方案，解决涠洲岛孤网运行问题，为岛上居民生活、海岛旅游业开发、边防驻军提供可靠坚强的电力保障。本项目能促进当地的经济发展，改善用电质量和可靠性，经济社会效益显著。

7.2.2 经济效益

跨海联网工程的建设成本虽然较高，但是它具有以下几个经济效益：

1) 长期效益：海底电网的电力成本较低，因为它可利用海洋资源，不需要柴油等燃料发电。因此电力成本比传统的发电方式要低得多。

2) 创造就业机会：此项目的建设和运营需要大量的人力资源，这将为当地的就业市场创造许多机会。

3) 提高经济发展水平：将会促进当地的经济发展，提高当地的生活水平。为当地的企业和家庭提供可靠的电力供应，支持当地的经济发展。

总的来说，涠洲岛跨海联网工程的建设运营将为涠洲岛带来巨大的经济效益。此项目建成后将会成为涠洲岛电力供应的最佳选择。

7.2.3 环境经济损益分析

本项目建设对环境的影响主要是施工期悬浮物对海洋生物资源的影响。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007) 计算细则，计算本项目建设造成的海洋生物资源损失金额，补偿金额按海洋生物资源损失金额 3 倍计，表 7.1-2 中计算得损失补偿金额约为 2523 万元。

环境效益主要体现在碳排放减少，涠洲岛的电力生产目前主要依靠柴油发电，该方式的碳排放量较大。涠洲岛跨海联网工程的建设可以共同开发和利用电力资源，减少涠洲岛的碳排放。可以有效改善海洋生态环境。

7.3 环境保护的技术经济合理性

该项目的建设能产生较明显的社会效益和经济效益。本项目的施工建设会给项目所在海域环境带来一定负面的影响，项目所在海域的海洋环境会发生改变，并由此带来一定的经济损失。但是，与本项目带来社会效益比较而言，这些由环境影响造成的经济损失是可以接受的。同时，在项目施工建设拟采取的污染防治措施、生态补偿措施及管理措施等在同类工程中得到较为广泛的应用，有效降低环境污染，实现清洁生产，努力将环境影响控制在最小范围和最低程度。

总之，本项目的经济效益、社会效益显著，环境经济损失相对较小，环境保护措施具备经济合理性和可行性，从环境经济角度考虑，项目建设可行。

8 工程的环境可行性

8.1 海缆工程的环境可行性

8.1.1 与《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》符合性分析

2023年3月7日，广西壮族自治区生态环境厅发布《关于印发广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案的通知》。根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》，海缆路由穿越区划中的北海银滩沙源滩涂生态区（GX027B II）、廉州湾南部交通用海区（GX033C II）、北部湾重要渔业资源产卵场生态区（GX110A I）、北部湾综合功能区（GX111A I）、北海涠洲码头区（GX036DIV）、涠洲岛滨海风景旅游区（GX035C II）、涠洲岛珊瑚礁生态区（GX037A I）、北海涠洲渔港区（GX038DIII）、电建渔港交通用海区（GX028C II），具体水质执行标准与符合性分析见表 8.1.1-1。

本项目施工期施工悬沙对周边海洋环境造成短暂的一次性影响，且主要集中在海缆路由附近，施工期各类污染物均妥善处理，对海洋环境质量造成的影响较小。因此，本项目建设基本不会对周边的海洋水质、沉积物和生态环境产生明显影响。海缆建成后埋于海底，不会对上述环境功能区主导功能及其水质产生明显影响，综上，本项目符合《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》相关要求。

8.1.2 与“三区三线”和“三线一单”符合性分析

依据《220kV 涠洲岛跨海联网工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，生态保护红线不可避让性分析如下：

（1）由本项目海缆路由北海大陆登陆点周边的生态保护红线分布情况可见，北海大陆登陆点对出海域已完全被“北海银滩海岸防护极重要区红线区、北海银滩沙源流失极脆弱区红线区、北部湾水源涵养生态保护红线区”等生态保护红线区包围和覆盖，海缆路由无法完全避让上述所有生态保护红线区。本项目的推荐路由方案北侧仅穿越其中的“北海银滩海岸防护极重要区红线区”，已尽可能减少了穿越生态保护红线区的数量，但无法完全避开所有生态保护红线区。

（2）本项目海缆北海大陆登陆点至涠洲岛登陆点之间的中部大部分海域被“北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区”覆盖。该红线区东北侧依次分布有北海至临高海底光缆路由、侨港客运码头锚地、确权养殖区等排他性功能区划，本项目拟建海底电缆自红线区东侧绕行无法规避上述排他性功能区划，因此拟建海缆向东侧绕行方案不可行；该红线北侧为北海港港池核心部位，本项目拟建海缆如向西侧绕行将必须穿越北海港港池，海底电缆与港口

作业相互具有排他性，因此向西侧绕行方案也不可行。因此，本项目海缆路由无法完全避开“北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区”。

综上所述，本项目的海缆路由推荐方案穿越“北海银滩海岸防护极重要区红线区”和“北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区”是不可避免的。

8.1.2.1 与“三区三线”符合性分析

本项目海缆穿越北海银滩海岸防护极重要区红线区和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区，穿越长度分别约为 2.70km 和 15.33km，穿越方式为海底电缆（图 8.1.2-1），不占用基本农田区和城镇开发利用边界。

根据《220 千伏涠洲岛跨海联网工程符合生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》，“2022 年 8 月 16 日，自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局印发《关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号），提出：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。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。

……

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。

……

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。

本项目海底电缆工程属于线性基础设施；项目建设可以满足涠洲岛电力负荷发展的需求，提高涠洲岛供电可靠性，保障岛内军民用电，兼顾海风送出，促进清洁能源消纳，项目建设具有必要性；项目建设符合北海市国土空间规划要求；项目选址选线不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、自然保护地核心区等区域，也不涉及新增填海造地和新增围海。

项目海底电缆工程沿线无法避让北海银滩海岸防护极重要区红线区和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区。根据前面章节的海洋影响预测结果，项目建设对海洋水动力环境、海底地形地貌与冲淤环境、海洋沉积物环境等影响较小，不会对北海银滩海岸防护极重要区红线区和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区的造成明显不利影响；项目施工期

会对海洋水质和海洋底质生境造成一定影响，会对北海银滩海岸防护极重要区红线区、北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区的海洋生物资源造成一定损失，经采取人工增殖放流等生态修复措施后，海洋生物生态水平可得以恢复；项目海缆工程运营期基本不排放污染物，对生态保护红线区的海洋生态环境影响甚微。因此，本项目建设对生态保护红线的影响是有限的和可接受的，不会改变生态保护红线的生态功能。

综上所述，本项目属于“自然资发〔2022〕142号文”中的第6项“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”，不会改变生态保护红线的生态功能，符合生态保护红线内的允许有限人为活动要求。”

“本项目建设对海洋水动力环境、海底地形地貌与冲淤环境、海洋沉积物环境等影响较小，不会对北海银滩海岸防护极重要区红线区和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区的造成明显不利影响。项目施工期会对海洋水质和海洋底质生境造成一定影响，会对北海银滩海岸防护极重要区红线区、北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区的海洋生物资源造成一定损失，经采取人工增殖放流等生态修复措施后，海洋生物生态水平可得以恢复。项目海缆工程运营期基本不排放污染物，对生态保护红线区的海洋生态环境影响甚微。因此，本项目建设对生态保护红线的影响是有限的和可接受的。”

综上分析，本项目建设符合国家及地方相关法律法规政策和相关规划区划要求；项目海缆工程路由必须且无法避让地穿越北海银滩海岸防护极重要区红线区、北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区，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”；在切实落实各项污染防治和生态保护对策措施的前提下，项目建设对生态保护红线的影响是有限的和可接受的。因此，本项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的要求。本项目海缆建设与广西壮族自治区“三区三线”划定成果相符合。

8.1.2.2 与“三线一单”符合性分析

8.1.2.2.1 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）》的符合性分析

2021年9月29日广西壮族自治区生态环境厅印发《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）》的通知。本项目海底电缆工程穿越2个优先保护单元，分别为“北海银滩海岸防护极重要区红线区”和“北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区”；涉及1个重点管控单元：海城区城镇空间重点管控单元（陆域管控单元，涠洲岛侧登陆点涉及）；项目海底电缆还穿越7个一般管控单元，银海区一般管控单元（陆域管控单元，北海市侧登陆点涉及）、电建南部浅海农渔业区（电建南部浅海渔业用海区）、北海地角西部保留区（北海地角西部海洋预留区）、涠洲岛旅游休闲娱乐区（涠洲岛游憩用海区）、北

海银滩旅游休闲娱乐区（北海银滩游憩用海区）、涠洲岛-斜阳岛保留区（涠洲岛-斜阳岛海洋预留区）和新管控边界扩大区域（北海市）（新管控边界扩大海洋预留区）。

本项目与《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）》的符合性分析见表 8.1.2-1，由下表可知，项目建设符合《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）》相关要求。

8.1.2.2.2 与《北海市“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单》的符合性分析

根据《北海市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（北政发〔2021〕8号），本项目海底电缆工程穿越 2 个优先保护单元，分别为“北海银滩海岸防护极重要区红线区”和“北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区”；涉及 1 个重点管控单元：海城区城镇空间重点管控单元（陆域管控单元，涠洲岛侧登陆点涉及）；项目海底电缆还穿越 7 个一般管控单元，银海区一般管控单元（陆域管控单元，北海市侧登陆点涉及）、电建南部浅海农渔业区（电建南部浅海渔业用海区）、北海地角西部保留区（北海地角西部海洋预留区）、涠洲岛旅游休闲娱乐区（涠洲岛游憩用海区）、北海银滩旅游休闲娱乐区（北海银滩游憩用海区）、涠洲岛-斜阳岛保留区（涠洲岛-斜阳岛海洋预留区）和新管控边界扩大区域（北海市）（新管控边界扩大海洋预留区）。

本项目与《北海市“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单》的符合性分析见表 8.1.2-2，由下表可知，项目建设符合《北海市“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单》相关要求。

8.1.3 与国土空间规划的符合性

8.1.3.1 与《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据北海市自然资源局 2024 年 3 月提供的海域生态保护红线矢量，项目用海穿越北海银滩海岸防护极重要区红线区约 2.68km 和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区约 15.34km。周边距离较近的海域生态保护红线区有六个，分别为距离约 50m 的北海银滩沙源流失极脆弱区红线区的、距离约 3.4km 的北海冠头岭海岸防护极重要区红线区、距离约 80m 的北部湾水源涵养生态保护红线区、距离约 65m 的北海市涠洲岛珊瑚礁红线区、距离约 4.4km 的广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园和距离约 8.5km 的北海市涠洲岛重要渔业资源产卵场红线区。

本项目海底电缆工程预选路由穿越北海银滩海岸防护极重要区红线区和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区，不涉及自然保护区核心区，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”，属于对生态功能不造成破坏的有限人为活动。本

项目建设用海内容主要是海底电缆铺设，通过冲埋和定向钻的施工方式铺设于海底，属于其他方式用海中的海底电缆管道用海，建设完成后深埋于海床之下，其用途只作电力输送。项目建设过程对电缆两侧的海底沉积物和水体进行扰动产生悬浮物增量，不会对海域水体生态环境产生长期不利影响。海缆建设过程中，北海登陆段和涠洲岛登陆段均采用非开挖定向钻施工方式，在涠洲岛海上出土点附近还放置防污屏，确保登陆段的沙滩岸线和涠洲岛珊瑚礁的不受影响和损害，维护了海岸带的生态环境，对海洋生态修复区基本无影响。

因此，项目建设符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》的要求。

8.1.3.2 与《北海市国土空间总体规划（2021-2035年）》的符合性分析

本项目为《北海市国土空间规划（2021-2035年）》中的“附表 17-A 重点建设项目安排表”“三、重大能源设施项目”中的“电力 220 千伏涠洲岛跨海联网工程”。北海市海洋空间分类管控“划定海洋‘两空间一红线’”。依据全市海域地理位置、自然资源状况、环境特征以及社会经济发​​展的用海需求，结合海洋“双评价”成果，划分海洋生态空间和海洋开发利用空间，在海洋生态空间内部划定海洋生态保护红线。实施海洋空间分类差异化管控，按照海洋生态空间和海洋开发利用空间进行差异化管控。

在海洋空间开发利用管控方面，在全市划定 6 大类功能分区。分别为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区。本项目北海段路由位于生态保护区、生态控制区、交通运输用海区和游憩用海区，涠洲岛段路由位于交通运输用海区。北海段路由周边有游憩用海区（图 8.1.3-3a），涠洲岛段路由周边有生态保护区、渔业用海区和游憩用海区（图 8.1.3-3b）。

综上，本项目海底电缆工程穿越“生态保护区”、“生态控制区”、“游憩用海区”“交通运输用海区”，总体符合《北海市国土空间规划（2021-2035年）》的相关要求，具体符合性分析见表 8.1.3-1 和表 8.1.3-2。

8.1.4 与《广西壮族自治区海岸带综合保护与利用规划（2021-2035年）（征求意见稿）》符合性分析

2023 年 4 月，广西壮族自治区自然资源厅、广西壮族自治区海洋局联合发布了《广西壮族自治区海岸带综合保护与利用规划（2021—2035 年）（征求意见稿）》（以下简称《规划》）。

《规划》提出根据自然资源条件和开发程度，广西大陆海岸线分为严格保护、限制开发和优化利用三种类别，分别为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线。

本项目属于优化利用岸线。**优化利用岸线要求：**集中布局港口航运、临海工业等确需占用海岸线的建设项目。严格控制占用岸线长度，提高投资强度和利用效率，优化开发利用格

局。严格限制建设项目占用自然岸线，确需占用的应严格进行论证和审批。优化岸线使用布局方式。新形成的岸线应当进行生态建设，营造植被景观，促进海岸线自然化和生态化。本项目不占用自然岸线。

项目与《规划》中海陆一体化保护和利用区管控要求的符合性分析见表 8.1.4-1，项目建设符合《广西壮族自治区海岸带综合保护与利用规划（2021-2035 年）（征求意见稿）》的要求。

8.1.5 环境保护规划符合性分析

8.1.5.1 与《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

2022 年 1 月，生态环境部、发展改革委、自然资源部、交通运输部、农业农村部、中国海警局联合印发《“十四五”海洋生态环境保护规划》，对“十四五”期间海洋生态环境保护工作作出了统筹谋划和具体部署。

（1）本项目涉及的《“十四五”海洋生态环境保护规划》主要内容（节选）

①规划期限和范围

本规划期限为 2021 年至 2025 年，部分重点目标任务展望至 2035 年。规划范围为我国内水、领海、毗连区、专属经济区、大陆架及其他管辖海域（未包括港、澳、台地区）。

⑤ “十四五”全国海洋生态环境保护主要指标

③保护海洋生态系统和生物多样性

加强海洋生态系统保护。严守海洋生态保护红线，开展海洋生态保护红线勘界定标，实现红线精准落地。加快制定海洋生态保护红线管控制度，鼓励地方配套出台细化的生态保护红线管控措施。加强珊瑚礁、红树林、海草床、牡蛎礁、河口、海湾、海岛等生态系统保护，维护和提升海洋生态系统质量和稳定性。严格保护自然岸线，清理整治非法占用自然岸线、滩涂湿地等行为，自然岸线保有率不低于 35%。探索海岸建筑退缩线制度。严格围填海管控，除国家重大项目外，全面禁止围填海，加强海域海岛资源开发保护过程中的生态环境管理。

（2）符合性分析

本项目不涉及围填海，不占用岸线，与附近海洋生态红线的管理要求具有兼容性；项目评价范围内分布珊瑚礁、红树林等特殊保护物种，通过采取控制施工范围和强度、加强跟踪监测等方式，施工对其基本无影响；项目将对工程建设造成的海洋生物资源损失进行补偿，以弥补工程建设对海洋生态环境造成的损失。

综上，本项目的建设符合《“十四五”海洋生态环境保护规划》相关要求。

8.1.5.2 与《广西壮族自治区海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》符合性分析

2022年2月，广西壮族自治区生态环境厅、发展和改革委员会、自然资源厅、交通运输厅、农业农村厅、海洋局、海警局等7部门联合印发《广西壮族自治区海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》（桂环发〔2022〕3号）。

“十四五”总体目标：到2025年，广西重点海湾生态环境质量持续改善，海洋生态退化趋势得到遏制，典型海洋生态系统健康，自然保护区生态服务功能稳定性提升，海洋环境风险得到有效防控，近岸海域环境综合监管、预警监测和应急能力显著增强，公众对亲海空间满意度提升。

加强海洋生态系统保护。严守海洋生态保护红线，贯彻落实海洋生态保护红线管控措施。加强红树林、海草床、珊瑚礁、重点河口、海湾、海岛等生态系统保护，维护和提升海洋生态系统质量和稳定性。严格保护自然岸线，清理整治非法占用自然岸线、滩涂湿地等行为，2025年，广西自然岸线保有率不低于35%。建立实施海岸建筑退缩线制度，加强海岸带自然资源开发利用变化监测。严格围填海管控，除国家重大项目外，依法禁止围填海，加快推进围填海历史遗留问题处理。

加强海洋生物多样性保护。开展中华白海豚、布氏鲸、中国鲨、重要海洋贝类等重点生物物种生态状况及遗传资源调查。推进广西近岸海域生物多样性的长期监测监控，建立健全海洋生物多样性监测评估网络体系。统筹衔接陆海生态保护红线区、各类海洋自然保护地等，恢复适宜海洋生物迁徙、物种流通的生态廊道，有效保护候鸟迁徙路线和栖息地。加强渔业资源调查监测，及时掌握资源变动情况，推进实施海洋渔业资源总量管理制度，加大产卵场、索饵场和洄游通道的保护力度。积极开展水生生物增殖放流活动，大力推进海洋牧场示范区建设，促进海洋生物资源恢复。强化互花米草入侵严重区域的管控和综合治理。2025年底前，完成广西海洋生物多样性本底调查，并建立海洋生物多样性监测网络。

加快海岛生态修复。科学实施海岛生态系统保护与修复，加强北海市涠洲岛等重点海岛资源环境承载力监测与评估，规范海岛开发利用方式及强度，保护珊瑚礁。整治修复砂质岸线，开展海岛植被修复，恢复海岛地形地貌和生态系统，改善湿地生态环境，提升海岛生态功能和品质。

本项目建设与所在海域海洋生态红线的管理要求具有兼容性；项目评价范围内分布珊瑚礁、红树林等特殊保护物种，通过采取控制施工范围和强度、加强跟踪监测等方式，施工对其基本无影响；不占用岸线，不涉及围填海，电缆本身无污染物，仅施工悬沙对周边海洋环境造成短暂的一次性影响，且主要集中在海管路由附近，施工期注重对敏感目标的保护，合理安排施工工序，铺设海缆等对环境影响较大的作业避开了水产种质资源保护区的核心保护

期（1月15日至3月1日），项目将对工程建设造成的海洋生物资源损失进行补偿，以弥补工程建设对海洋生态环境造成的损失。

综上，本项目的建设符合《广西壮族自治区海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》相关要求。

8.1.5.3 与《广西生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2022年1月，广西壮族自治区人民政府办公厅印发《广西生态环境保护“十四五”规划》（桂政办发〔2021〕145号）。

规划主要目标：到2025年，生态环境保护建设取得明显成效，美丽广西和生态文明强区建设取得新进展，生态文明建设达到新高度，新时代中国特色社会主义壮美广西的绿色底色更加靓丽。展望2035年，总体形成节约资源和保护环境的产业结构、能源结构，广泛形成绿色生产生活方式，生态经济发展壮大，应对气候变化能力显著提升，突出环境问题得到根本解决，生态系统服务功能显著增强，环境风险降到较低水平，基本实现环境治理体系和治理能力现代化，生态环境质量保持全国领先水平，美丽广西和生态文明强区建设目标基本实现。

深化近岸海域陆海统筹治理。加强海上移动源污染整治。建立船舶污染监管长效机制，加强船舶污染物的排放与接收管理，严格船舶污染源控制。推进船舶污染物的接收、转运和处置能力建设，广西北部湾港港口码头逐步完善船舶废弃物（油污水、生活污水、生活垃圾）回收处理体系，新建港口、码头配套建设与其吞吐量相适应的船舶污水接收、处理设施。健全船舶污染物接收、转运和处置的管理制度，加强船舶污染防治宣传。

建设美丽海湾。严守海洋生态保护红线。严格海洋生态保护红线管理，禁止在红线范围内布局建设项目、设置入海排污口等，切实加强海洋生态系统、海洋保护区、重要滨海湿地、重要砂质岸线和沙源保护海域等重要生态功能区保护。加强海洋生物多样性保护，开展广西北部湾海洋生物多样性调查与监测，推进布氏鲸、中华白海豚等珍稀海洋生物的调查、监测和保护。

本项目电缆本身无污染物，仅施工悬沙对周边海洋环境造成短暂的一次性影响，且主要集中在海管路由附近，施工船舶污染物（油污水、生活垃圾）均交由有资质单位处置；项目建设与所在海域海洋生态红线的管理要求具有兼容性；项目评价范围内分布珊瑚礁、红树林等特殊保护物种，通过采取控制施工范围和强度、加强跟踪监测等方式，施工对其基本无影响；项目将对工程建设造成的海洋生物资源损失进行补偿，以弥补工程建设对海洋生态环境造成的损失。

综上，本项目的建设符合《广西生态环境保护“十四五”规划》相关要求。

8.1.5.4 与《北海市海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》符合性分析

2022年9月，北海市人民政府印发《北海市海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》。

“十四五”总体目标：到2025年，北海市重点海湾海域水质持续改善，入海污染源得到控制；典型海洋生态系统退化情况得到遏制，海洋生物多样性保护能力增强，海洋生态资源有所改善；亲海空间环境状况得到改善，公众对亲海空间满意度提升；海洋生态环境监测监管和风险防范应急响应处置能力显著提高，海洋生态环境基础治理水平得到全面提升；海洋生态文明制度体系进一步完善，加快海滨都市、美丽海湾建设。

提升海洋生态系统保护水平。严守海洋生态保护红线，贯彻落实海洋生态保护红线管控措施。加强红树林、海草床、珊瑚礁、重点河口、海湾、海岛等生态系统保护，维护和提升海洋生态系统质量和稳定性。严格保护自然岸线，清理和整治非法占用自然岸线、滩涂湿地等行为，2025年，北海自然岸线保有率不低于35%。加强海岸带自然资源开发利用变化监测。严格围填海管控，除国家重大项目外，依法禁止围填海，加快推进围填海历史遗留问题处理。

加强海洋生物多样性保护。加强渔业资源监管，加大产卵场、索饵场和洄游通道的保护力度。积极开展水生生物增殖放流活动，大力推进海洋牧场示范区建设，促进海洋生物资源恢复。2025年底前，规范建设海洋牧场2个。

加快海岛生态修复。开展涠洲岛滨海旅游、石油工业等产业活动对海岛生态环境保护的影响评估，科学实施海岛生态系统保护与修复，加强涠洲岛资源环境承载力监测与评估，规范海岛开发利用方式及强度，保护珊瑚礁。加强涠洲岛等重点海岛资源环境承载力监测与评估，促进宜居宜游海岛建设，整治修复砂质岸线，开展海岛植被修复，恢复海岛地形地貌和生态系统，改善湿地生态环境，提升海岛生态功能和品质。采取封岛、逐步搬迁等方式，有效保护斜阳岛等具有特殊用途、特殊保护价值的海岛。

防范海上溢油及危化品泄露风险。加强沿岸原油码头、危化品运输、重点航线等环境风险隐患排查，强化事前预防和源头监管，严防海上运输事故、安全生产事故等引发的次生环境污染事件。健全完善北海海上溢油及危化品泄漏污染环境应急响应机制，建立健全海上溢油监测体系，提升风险早期识别和预报预警能力，推动建立海上溢油风险防范现代化体系。

本项目建设与所在海域海洋生态红线的管理要求具有兼容性；项目评价范围内分布珊瑚礁、红树林等特殊保护物种，通过采取控制施工范围和强度、加强跟踪监测等方式，施工对其基本无影响；本项目严格执行建设项目环境准入制度和环境影响评价制度，不占用岸线，不涉及围填海，电缆本身无污染物，仅施工悬沙对周边海洋环境造成短暂的一次性影响，且

主要集中在海管路由附近，施工期注重对敏感目标的保护，合理安排施工工序，铺设海缆等对环境影响较大的作业避开主要经济鱼类产卵繁盛期（4-5月），项目将对工程建设造成的海洋生物资源损失进行补偿，以弥补工程建设对海洋生态环境造成的损失。项目施工期存在溢油风险，采取一系列风险防范措施和应急措施，同时，加强项目和周边海域应急能力建设，定期进行环境风险事故应急演练，提高应急设备、应急人员和应急监视监测等方面的能力，保障事故发生后能够有效开展应急行动，降低污染事故影响程度，环境风险总体可控。

综上，本项目的建设符合《北海市海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》相关要求。

8.1.5.5 与《北海市生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2022年6月，北海市人民政府印发《北海市生态环境保护“十四五”规划》。

规划总体目标：展望二〇三五年，高质量建成人与自然和谐的生态北海，基本实现美丽北海的建设目标。生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀、生态文明高度发达的绿色生产生活方式广泛形成，碳排放达峰后稳中有降，生态经济发展壮大，突出环境问题得到根本解决，生态系统服务功能显著增强，环境风险降到较低水平，“碧海蓝天、绿水青山、红树银滩”实现有机融合，生态环境治理体系和治理能力现代化初步实现，生态环境质量保持全区和国内领先水平。

锚定二〇三五年远景目标，“十四五”时期，基本建成人与自然和谐的生态北海，力争成为全国生态最佳、环境最美的城市之一。我市国土空间开发保护格局得到优化，生态安全屏障更加牢固；生产生活方式绿色转型成效显著，生态经济加快发展，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高；主要污染物排放总量持续减少，生态环境质量高位持续改善；生态环境治理体系和治理能力现代化不断增强，城市形象、城市品位、城市功能大幅提升，成为一流的现代滨海城市，并成功创建全国文明城市和国家生态园林城市。

建设沿海蓝色生态屏障。加快推进海岸生态示范带建设，以廉州湾和铁山港湾为重点，着力加强以沿海防风林、湿地保护、海洋生态恢复、维护生物多样性为主要内容的生态建设，构筑滨海岸线、周围海域、海岛一体的沿海生态屏障。深化涠洲生态岛建设和发展，禁止在涠洲岛、斜阳岛上布局建设对生态有危害的工业项目，加强岛屿饮用水源与地下水保护，制定行业 and 用水户年度用水计划。严格保护红树林生态环境，严防外来有害物种入侵，禁止红树林海岸带内陆采石等破坏性活动。

着重优化海岛生态系统保护。深化涠洲生态岛建设和发展，严格执行建设项目环境准入制度和环境影响评价制度，保持建设项目与生态环境的协调发展。加强北海涠洲岛等重点海岛资源环境承载力监测与评估，规范海岛开发利用方式及强度，促进宜居宜游海岛建设。采

取封岛、逐步搬迁等方式，有效保护斜阳岛等具有特殊用途、特殊保护价值的海岛。实施“生态岛礁”修复工程，加强海砂、海石、珊瑚以及火山地貌保护，严格限制采挖和买卖海砂、珊瑚石、火山石等损害地质遗迹行为。保护海岛自然岸线和沙滩岸，严格限制填海、围海以及在沙滩上新建构筑物等改变海岛岸线的行为。推动海岛污水综合整治和再利用，建设完善海岛排水管网、污水处理与再生利用、雨水调蓄等设施、

做好化学品环境管理。重点防范持久性有机污染物、汞等化学物质生态环境风险，推动企业做好履约相关工作。加强危化品、危险废物运输风险管控及船舶溢油风险防范，推进海上环境安全应急网络共建共享，加快危化品船舶及其有关作业活动污染海洋环境应急能力建设，严防交通运输次生突发环境事件风险。

本项目为电缆工程，建成后推动涠洲岛旅游发展提供电力保障，属于城市休闲娱乐基础设施，项目评价范围内分布珊瑚礁、红树林等特殊保护物种，通过采取控制施工范围和强度、加强跟踪监测等方式，施工对其基本无影响；本项目不占用岸线，不涉及围填海，严格执行建设项目环境准入制度和环境影响评价制度。项目施工期存在溢油风险，采取一系列风险防范措施和应急措施，同时，加强项目和周边海域应急能力建设，定期进行环境风险事故应急演练，提高应急设备、应急人员和应急监视监测等方面的能力，保障事故发生后能够有效开展应急行动，降低污染事故影响程度，环境风险总体可控。

综上，本项目的建设符合《北海市生态环境保护“十四五”规划》相关要求。

8.1.5.6 与《北海市涠洲岛生态环境保护条例》符合性分析

根据《北海市涠洲岛生态环境保护条例》，交通设施建设、村镇建设、旅游设施建设等建设项目，应当符合涠洲岛生态环境保护规划要求，与涠洲岛生态环境相协调。企业事业单位和其他生产经营者在生产经营活动中产生废水、废气等污染物不得超过有关污染物排放标准和污染物排放总量控制指标。单位和个人建设建（构）筑物的，应当依法办理建设批准手续。

本项目不涉及设置排污口或者排污暗管，改变自然保护区内海岛的海岸线，以及在沙滩、岸滩上新建、改建、扩建建（构）筑物等保护条例中禁止的建设行为。海缆工程涠洲岛登陆段采用定向钻方式穿越涠洲岛珊瑚礁分布区，定向钻海上出土点与珊瑚礁分布边界距离为 380m，并在出土点后至 500m 处采用铸铁套管加盖混凝土连锁块的施工方式，500m 之后起至的 1000m 范围内放置防污屏对悬浮物隔离，防止铺设挖沟时搅起的悬浮物影响珊瑚礁。因此施工作业引起的悬浮物不会对涠洲岛珊瑚礁造成明显影响。同时本项目将依法办理各项相关审批手续，在施工、营运阶段将严格执行污染物排放标准，各类污染物均合规处置，工程建设与《北海市涠洲岛生态环境保护条例》相协调。

8.1.5.7 与《广西壮族自治区北海银滩保护条例》符合性分析

根据《广西壮族自治区北海银滩保护条例》，银滩核心保护区为西至大墩海、东至冯家江、北至规划岸线、南至平均低潮位线的围合范围以及冠岭公园，建设控制地带为核心保护区（不含冠岭公园）外围向陆域延伸至 200m 的范围。本项目海缆北段部分位于北海银滩保护范围内，具体位置关系见下图。

本项目与《广西壮族自治区北海银滩保护条例》符合性分析情况见表 8.1.5-2，本项目建设符合《广西壮族自治区北海银滩保护条例》的相关规定。

8.1.5.8 与《广西壮族自治区红树林资源保护条例》符合性分析

根据《广西壮族自治区红树林资源保护条例》，本项目北海侧登陆点西北侧约 200m 的红树林属于在沿海潮间带、入海河口生长的红树林。条例规定：禁止移植、砍伐红树林；工程建设项目应当避让红树林地。

本项目不占用红树林，采取控制施工范围和强度、加强跟踪监测等方式，项目施工对评价范围内分布的红树林基本无影响，满足红树林保护要求。

8.1.5.9 与《水产种质资源保护区管理暂行办法》符合性分析

本项目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内。

8.1.5.9.1 保护区管理规定/要求和管理现状

为加强水产种质资源保护，根据《渔业法》等有关法律法规，2010 年 12 月 30 日经农业部第 12 次常务会议审议通过，2011 年 3 月 1 日起施行《水产种质资源保护区管理暂行办法》。《水产种质资源保护区管理暂行办法》的实行对于强化和规范水产种质资源保护区管理、保护重要水产种质资源及其生存环境、促进渔业可持续发展和国家生态文明建设将发挥重要作用。水产种质资源保护区的保护和管理措施具体如下：

“第十六条 农业部和省级人民政府渔业行政主管部门应当分别针对国家级和省级水产种质资源保护区主要保护对象的繁殖期、幼体生长期等生长繁育关键阶段设定特别保护期。特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态环境造成损害的活动。

特别保护期外从事捕捞活动，应当遵守《渔业法》及有关法律法规的规定。”

“第十七条 在水产种质资源保护区内从事修建水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源、港口建设等工程建设的，或者在水产种质资源保护区外从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。”

“第十八条 省级以上人民政府渔业行政主管部门应当依法参与涉及水产种质资源保护区的建设项目环境影响评价，组织专家审查建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并根据审查结论向建设单位和环境影响评价主管部门出具意见。

建设单位应当将渔业行政主管部门的意见纳入环境影响评价报告书，并根据渔业行政主管部门意见采取有关保护措施。”

“第二十条 禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海工程。”

“第二十一条 禁止在水产种质资源保护区内新建排污口。

在水产种质资源保护区附近新建、改建、扩建排污口，应当保证保护区水体不受污染。”

“第二十三条 单位和个人违反本办法规定，对水产种质资源保护区内的水产种质资源及其生存环境造成损害的，由县级以上人民政府渔业行政主管部门或者其所属的渔政监督管理机构、水产种质资源保护区管理机构依法处理。”

8.1.5.9.2 符合性分析

本项目已经按照相关规定，建设单位已编制“涠洲岛跨海 220 千伏联网工程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”。评价将渔业行政主管部门的意见纳入环境影响评价报告书，建设单位将根据渔业行政主管部门意见采取有关保护措施。

本项目为海底电缆，不属于“围湖造田、围海造地或围填海工程。”在生产运行期不新建排污口，符合“第二十条 禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海工程”和“第二十一条 禁止在水产种质资源保护区内新建排污口”的管理要求。

综上，本项目建设符合《水产种质资源保护区管理暂行办法》。

8.1.5.10 与《风景名胜区条例》的符合性分析

8.1.5.10.1 保护区管理规定

2006年9月6日通过了《风景名胜区条例》（国务院令第474号），其中相关条例包括：
第二十四条 风景名胜区内的景观和自然环境，应当根据可持续发展的原则，严格保护，不得破坏或者随意改变。

第二十六条 在风景名胜区内禁止进行下列活动：

- （一）开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动；
- （二）修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施；
- （三）在景物或者设施上刻划、涂污；
- （四）乱扔垃圾。

第二十八条 在风景名胜区内从事本条例第二十六条、第二十七条禁止范围以外的建设活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定办理审批手续。

第二十九条 在风景名胜区内进行下列活动，应当经风景名胜区管理机构审核后，依照有关法律、法规的规定报有关主管部门批准：

- （一）设置、张贴商业广告；
- （二）举办大型游乐等活动；
- （三）改变水资源、水环境自然状态的活动；
- （四）其他影响生态和景观的活动。

第三十条 风景名胜区内内的建设项目应当符合风景名胜区规划，并与景观相协调，不得破坏景观、污染环境、妨碍游览。

在风景名胜区内进行建设活动的，建设单位、施工单位应当制定污染防治和水土保持方案，并采取有效措施，保护好周围景物、水体、林草植被、野生动物资源和地形地貌。

8.1.5.10.2 符合性分析

本项目建设过程中无“开山、采石、开矿、开荒、修坟立碑等破坏景观、植被和地形地貌的活动”；不会修建“储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施”；项目建设过程中严格管理，不会出现“在景物或者设施上刻划、涂污”和“乱扔垃圾”的情况。

本项目已经按照相关规定，建设单位已委托广西壮族自治区林业勘测设计院开展该风景名胜区的影响专题报告，并取得了专家技术评审意见。

综上，本项目建设符合《风景名胜区条例》。

8.1.5.11 与《北部湾港总体规划（2035年）》的符合性分析

《北部湾港总体规划（2035年）》明确了北部湾港从现在到2035年发展的时间表和路线图，为北部湾港的未来发展擘画蓝图。《北部湾港总体规划（2035年）》统筹整合了广西沿海港口，着眼防城港、钦州、北海三港域一体化发展，提出“一港三域五核五区多港口”的空间总体布局，“一港”即北部湾港，“三域”包括防城港、钦州、北海三大港域，“五核”为渔湾、企沙、金谷、大榄坪、铁山西五大核心港区，“五区”为企沙南、三墩、石步岭、铁山东、涠洲岛五个其他港区，并结合地方需求布局若干中小港口。

本项目穿越了规划的铁山港30万吨级进港航道。本项目海缆属于穿越航道构筑物，建成后埋藏在海床底下，不会改变铁山港湾航道通航特征，对航道通过能力基本没有影响。根据相关资料，规划铁山港湾航道目前处于待建状态，若其在海缆路由穿越部分先期建成，则在海缆建设期间，施工作业船舶占用一定通航水域，加上施工船来回航行，加大了路由海域

的船舶流量，尤其是在海缆路由与铁山港湾航道穿越段施工时，造成航道拥堵现象，降低了航道通过能力；若其后期建成，则海缆路由的施工对其通航能力基本没有影响。

本项目海缆布设仅占用海床底土空间资源，不占用海水资源，登陆点都采用定向钻工艺，不占用规划港口的岸线资源，对北部湾港空间总体布局不会产生影响。本项目建设对海域环境的影响主要集中在施工期电缆敷设产生的悬浮泥沙影响水质环境，但本项目施工期结束后，水质环境会逐渐恢复至原有水平，项目营运期无产污情况，对规划范围内的海洋环境无明显影响。本项目编制了《220千伏涠洲岛跨海联网工程航道通航条件影响评价报告》，并已取得广西壮族自治区交通运输厅的审核意见。

综上，本项目建设符合《北部湾港总体规划（2035年）》。

8.1.6 与《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》的符合性

2020年8月，自然资源部 国家林业和草原局印发《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》（自然资发〔2020〕135号）。

（1）《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》内容节选

行动目标。对浙江省、福建省、广东省、广西壮族自治区、海南省现有红树林实施全面保护。推进红树林自然保护地建设，逐步完成自然保护地内的养殖塘等开发性、生产性建设活动的清退，恢复红树林自然保护地生态功能。实施红树林生态修复，在适宜恢复区域营造红树林，在退化区域实施抚育和提质改造，扩大红树林面积，提升红树林生态系统质量和功能。到2025年，营造和修复红树林面积18800公顷，其中，营造红树林9050公顷，修复现有红树林9750公顷。

实施红树林整体保护

——优先保护红树林生态系统。在生态保护红线划定中，按照应划尽划、应保尽保的要求，依据相关基础性调查及科学评估成果，将红树林相关自然保护地，以及自然保护地外的红树林、红树林适宜恢复区域，全部划入生态保护红线实行严格保护。

——严格红树林地用途管制。从严管控涉及红树林的人为活动，红树林自然保护地核心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，可在有效实施用途管制、不影响红树林生态系统功能的前提下，开展适度的林下科普体验、生态旅游以及生态养殖，经依法批准进行的科学研究观测、标本采集等活动。除国家重大项目外，禁止占用红树林地；确需占用的，应开展不可避让性论证，按规定报批。

实施红树林生态修复

——科学营造红树林。在红树林资源现状调查的基础上，科学论证、合理确定红树林适宜恢复地。在自然保护地内养殖塘清退的基础上，优先实施红树林生态修复，坚持宜林尽

林，优先选用本地红树物种，扩大红树林面积。到 2025 年，营造红树林 9050 公顷。其中，广东 5500 公顷、海南 2000 公顷、广西 1000 公顷、福建 350 公顷、浙江 200 公顷。

——修复现有红树林。统筹开展现有红树林生态系统中林地、潮沟、林外光滩、浅水水域等区域的修复，特别是对人工纯林、有害生物入侵、生境退化的红树林等进行抚育，采取树种改造、有害生物清除、潮沟和光滩恢复等措施，对红树林生态系统进行修复，提高生物多样性。到 2025 年，修复现有红树林 9750 公顷。其中，广东 2500 公顷、广西 3500 公顷、海南 3200 公顷、福建 550 公顷。

——加强后期管护。对新营造的红树林采取严格的保育措施，落实管护责任，对成活率不达标或分布不均的地块进行补植。根据红树林生长规律，定期对红树林营造质量及成效进行评价。营造一年后，对其成活率、生长情况等评价；营造三年后，对其保存面积、林分健康状况等进行全面评价，根据评价结果，制定和落实后续保护修复措施。

（2）符合性分析

本项目在北海侧登陆点西北侧约 200m 处发现红树林，本项目不占用红树林，采取控制施工范围和强度、加强跟踪监测等方式，项目施工对评价范围内分布的红树林基本无影响，满足红树林保护修复要求。

故本项目的建设符合《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025 年）》。

8.1.7 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“第一类鼓励类”中“四、电力”下的“13、跨区电网互联工程技术开发与应用”，因此，本项目的建设符合国家产业政策。

8.1.8 工程建设合理性分析

本项目海底电缆路由已于 2021 年 7 月 15 日通过自然资源部南海局组织的审查，并于 2022 年 11 月 10 日取得自然资源部南海局勘测批复。根据《涠洲岛跨海 220kV 联网工程海底电缆预选路由选择依据说明材料（报批稿）》，本项目海底电缆路由方案比选如下：

8.1.8.1 工程选址合理性分析

8.1.8.1.1 登陆点选址

1) 登陆点选址原则

结合国家级地方的法律法规、海底电力电缆输电工程的设计规范及相关利益方的沟通，登陆点的选取原则如下：

①登陆点所在海域和海岸地形地貌适宜海缆登陆，无海岸侵蚀、暗礁等不利地质条件，应远离地震多发带、断裂构造带及工程地质不稳定区，远离易发生火山、海啸和洪水灾害的区域。

②登陆点应避开现有及规划中的开发活动热点区、港口开发区、填海造地区，不得穿越生态红线禁止区、自然保护区核心区、人工鱼礁区、锚地、倾倒地、人工维护的重要航道；

③登陆点应避开红树林、珊瑚礁海岸和基岩海岸，宜选择沙砾质海岸和淤泥质海岸；宜避开岩石裸露地段，选择有一定厚度覆盖土层和便于施工的稳定海岸。

④登陆点宜避开电力电缆、通信海缆、石油管道、燃气管道、给排水管等障碍物；

⑤登陆点宜选择近海及沿岸没有岩礁、海岸浅滩较短、水深下降较快、工程船只易靠近的海岸；宜选择适合海缆尽快垂直登陆的海岸，以减少与海岸线平行敷设长度。

2) 北海登陆点选址

根据登陆点选择原则、登陆点与终端站位置关系以及登陆点现场踏勘情况，北海侧拟选登陆点有 2 个，均位于北海市银海区银滩镇，如图 8.1.8-1。

北海登陆点 1 位于北海市银海区银滩镇美景路外侧，位于恒大海上帝景营销中心与荣和银滩蓝湾之间区域，具体位置如图 8.1.8-2 所示。登陆点 1 向北距离金海岸大道距离约为 1.5km，距离东侧银滩一号国际会议中心酒店约 1.1km；海缆在登陆点 1 登陆后，可就近通过海缆转换接头井转为陆缆，就近沿规划的海景大道、新世纪大道等道路向北敷设。

北海市登陆点 1 现状为破损的围海围堰，根据广西壮族自治区 2018 年和 2019 年大陆岸线实测数据，定义为人工岸线。北海登陆点 1 现状向海一侧有散落的石块分布，向海一侧为淤泥质砂质海滩，海滩宽度约为 200m 左右的滩涂，偶有周边居民赶海拾贝，周边无植被分布。登陆点 1 向陆一侧为城市建设预留的排水渠道位置，排水渠上游分布有零散红树林，周边住宅正在开发，东侧约 50m 为北海银滩重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区，东西两侧目前已经形成稳定的防护堤坝。

(2) 北海登陆点 2

北海登陆点 2 位于北海市银海区银滩镇鸿华路外侧，侨港海滩浴场最东端，鸿华别墅区前的沙滩区域。北海登陆点 2 紧邻东侧国际客运港出海口护堤，位置如图 8.1.8-3 所示。登陆点北侧为电白寮港港池，距离北侧的美景路距离约 100m。

登陆点 2 现状为海滩浴场，根据广西壮族自治区 2018 年和 2019 年大陆岸线实测数据，定义为自然岸线。其所在位置邻近国际客运港和电建渔港共用港口护堤。登陆点区域向陆一侧为鸿华别墅区绿植区，向海一侧为砂质海滩，沙滩宽度约为 100m。登陆点西侧为长约 1.5km 的侨港海滩浴场，东侧为国际客运港出海口护堤。登陆点向西距离港口路距离约为 0.52km，距离北侧鸿华路约 0.15km。登陆点 2 距离需接入的 220kV 墩海变电站直线距离约 3.5km。登陆点向海侧有滨海浴场，分布有大量的浴场设施，会有少量游泳及旅游人员出

现。在东侧港池航道周边及港池外侧有大量的渔船、运输船及其他船舶过往和停靠。登陆点周边有大量的树木分布，为木麻黄树种。

3) 涠洲岛登陆点选址分析

涠洲岛岛形近似于圆形。岛屿为玄武岩台地，地表微微起伏，覆盖着厚厚的紫红色玄武岩风化物。岛屿地势南高北低，南部东、西拱手一带地势最高，海拔在 75m 左右，向北逐渐倾斜，至北部北港村一带降至 20m 左右，然后逐步过渡至平坦宽阔的砂质海滩，地貌类型比较简单。岛上树木种类主要有苦楝、桑、黄葛树、樟树等，海边由近年来引进的木麻黄、台湾相思、银合欢和桉类，形成以木麻黄和台湾相思构成的防护林。

由于涠洲岛周边分布着大量珊瑚礁，资源十分宝贵。根据涠洲岛珊瑚礁调查资料显示，除南湾外，全岛沿岸均有珊瑚礁呈带状分布，分布带宽度范围为 0.07~2.16 km。其中以西北部-北部-东北部分布最宽，宽度多在 1.65~2.10km 之间，过长的登陆距离进行定向钻方式登陆，电缆难以承载牵引力，且施工成本过高。涠洲岛东侧、西南侧近岸海域被珊瑚礁覆盖，离岸海域被珊瑚礁国家级海洋公园所包围，涠洲岛南湾为海洋自然保护区，管控要求禁止机动船只进入重点区域，尽量减少由于旅游开发而对珊瑚礁造成的影响，如果预选路由从涠洲岛南侧登陆，电缆建设施工与海洋保护区管控要求不符。涠洲岛西侧从石螺口至中海油码头南侧近岸海域，珊瑚礁分布带较窄，为 0.16km 至 0.36km。

设计单位就涠洲岛侧海缆登陆规避珊瑚礁区域开展了大量的选点选线工作。结合现场踏勘情况，涠洲岛共有 3 个区域在技术可行性上适合海缆登陆，见图 8.1.8-4 所示。

一是利用涠洲岛西海岸现有闲置油气栈桥——蓝桥敷设海缆，从蓝桥远端上桥后沿桥延伸布设至陆地后再以陆缆方式敷设至北岸站，能最大程度上避开珊瑚礁分布区域，并且能够缩短路由长度，简化登陆方式，大幅度缩减建设成本。业主单位与蓝桥所有者——国家管网集团东部原油储运有限公司协商征求借用蓝桥敷设海缆，国家管网集团东部原油储运有限公司回复“根据国家管网集团整体规划部署，正在研究推进此码头资产进行重建利用或对外转让，不便敷设海缆”，同时由于当地政府反馈蓝桥权属关系较为复杂，会对联网工程建设及运维带来不便。

二是中海油码头南侧幕崖碎石滩，由于珊瑚礁分布带在涠洲岛西部最窄，可采用定向钻方式下穿珊瑚礁登陆，其外侧海域可能交越的管道仅有拟建的中海油涠北管道。

三是石螺口北侧沙滩，由于珊瑚礁分布带较窄，也可采用定向钻登陆，但外侧已建管线较为复杂，附近区域为军事管理区，协调、施工保护难度大。

综上，本项目选择幕崖碎石滩踏勘区域作为唯一登陆点具有可行性，其具体地理位置位于涠洲气源厂西侧碎石浅滩，中海油码头西南侧约 150m 处，如图 8.1.8-5。登陆点北侧分布

有涠洲岛客运码头和中海油码头，北侧海域不适宜管线穿越，不适宜设置登陆点。登陆点南侧现有涠洲岛排污水管、两条海上单点登陆管、两条燃气输送管，近岸海底管线分布情况极为复杂，中海油涠北管道也在该登陆点南侧约 400m 的碎石滩登陆，因此选择的登陆点位于涠洲气源厂西北侧、中海油码头南侧，距离气源厂前公路约 200m，如图 8.1.8-6。气源厂前有公路与环岛路相连，沿厂前公路行进约 900m 可到达环岛路，海缆从登陆点登陆后基本沿气源厂与环岛路连接道路、环岛路走线，就近接入涠洲岛侧站址。

涠洲岛登陆点所处位置为海蚀崖西南侧的碎石海滩，崖高约 20m，崖势陡峭，崖体为海蚀火山岩，上附植被，碎石浅滩长约 180m、宽约 50m。根据北海市自然资源局提供的海域生态保护红线矢量，拟选登陆段北海市涠洲岛珊瑚礁红线区距离约 65m，根据《广西 220 千伏跨海联网工程涠洲岛登陆段珊瑚礁现状调查及评价专题报告(报批稿)》(广西海洋科学院(广西红树林研究中心)，2024 年 5 月)，登陆段有珊瑚礁分布，但密度较小，数量不多，为保护珊瑚礁分布区，考虑采用定向钻穿越活珊瑚分布区域自暮崖顶部登陆。

8.1.8.1.2 海缆路由比选

1) 海缆路由选择原则

海缆路由的选择一般应遵循以下原则：

①海缆路由应避开地震火山活动、海底滑坡等地质不稳定区域；宜避开大型孤石、裸露的礁石和暗礁等海底自然障碍物；应避开礁石区域和海床地形急剧起伏的区域；应避开海床移动或冲刷剧烈的区域和沙坡区，宜选择水下地形平坦的海域；宜避开潮汐、暗流强烈区域；宜避开海床为基岩的区域。

②路由的选择应充分考虑其他相关部门现有和规划中的各种建设项目的影 响，应避开海上的开发活跃区(如港口开发区、规划建设区、填海造地区、海上石油平台等)；应避开强排他性海洋功能海区(如海军训练区或测试区、挖泥作业区、垃圾倾倒区等)；应避开沉船、水下构筑物等障碍物。

③海缆路由宜避开水产养殖、渔业捕捞等渔业活动区。对于无法避开的，应采取必要的保护措施。

④海缆路由宜避开船舶经常抛锚的水域，远离锚地和繁忙的航道。对于无法避开的航道，应设立禁锚区，并采取必要的海缆保护措施和预警措施。

⑤海缆路由应尽量远离已建其他海底管线，水平间距不宜小于下列数值：a)沿海宽阔海域为 500m；b)海湾等狭窄海域为 100m；c)海港区内为 50m。尽量避免与其他管线交叉，若无法避免则应采取必要的安全措施。

⑥平行敷设的海缆严禁交叉、重叠。相邻的海缆应保持足够的安全距离，间距不宜小于最大水深的 1.2 倍，登陆段可适当缩小。

⑦避开强流大浪区，选择水动力条件较弱的海域。

⑧海缆路由应远离海底的化学品和重金属污染区域。

2) 海缆路由预选方案

根据《涠洲岛跨海 220kV 联网工程海底电缆预选路由选择依据说明材料（报批稿）》，本工程预选路由选择以北海银滩的两个登陆点为起点，以涠洲岛登陆点为终点进行布设。预选路由附近海域存在着港口、锚地、禁渔禁锚区、习惯性航路、新规划航道、已建/拟建管线、种质资源保护区、生态保护红线、珊瑚礁分布区、人工鱼礁区以及多片开放式养殖用海以及捕捞用海区等，用海情况较为复杂，在设计时综合考虑上述影响条件，并结合所在海域工程地质条件、水文气象条件、海底腐蚀性环境、近岸海域功能区划、海洋生态红线，避开海洋自然保护区、开放式养殖用海确权区、人工鱼礁区，尽可能避开锚地，减少与已建/拟建管线的交越，减少与航道航线的交越，本工程设计了两条路由方案，见图 8.1.8-7，具体如下：

①路由方案一（推荐方案）

路由从北海市登陆点 1（G1）出发，向西南方向垂直岸线延伸 3.19km 进入南漓港界，穿越北海银滩海岸防护极重要区红线区到达 G3 拐点。拐点 G3 和拐点 G4 之间的路由段主要根据北海港口航运区的排他性以及已确权的养殖区位置，选择平行于航运区东南边界的角度，距离约航运区 100m 铺设，该段路由长 8.03km，从 G3 号拐点沿航运区东南边界延伸出南漓港界，穿越禁渔禁锚区到达 G4 号拐点，之后避开西侧北海港万吨级锚地，以 100m 的安全距离平行于禁渔禁锚区西边界延伸 29.84km 穿越铁山港规划进港航道（G5-G7），交越拟建中海油涠北管道，然后以 300 至 380m 间距与之并行到达排污管北侧的 G8 号拐点，G8 号拐点距离拟建中海油涠北管道约 321m，大于两倍水深的施工安全距离。最后路由垂直于涠洲岛岸线向东南延伸 3.01km，以定向钻形式到达涠洲岛登陆点。路由总长约 44.3km。

②路由方案二（比选方案）

路由从北海市登陆点 2（A 点）出发，向西南方向垂直交越北海-临高通信光缆，延伸 4.88km 到达南漓港东边界 B 拐点，之后调整角度避开侨港客运码头锚地，避开开放养殖区向西南方延伸 7.03km 至 C 点（方案一 G4），其间穿越南漓港东南角，以 60 度角穿越禁渔禁锚区。之后以距离 100m 的安全距离平行于禁渔禁锚区西边界延伸 29.84km 穿越铁山港规划进港航道（G5-G7），交越拟建中海油涠北管道，然后以 300 至 380m 间距与之并行到达排污管北侧的 G8 号拐点，G8 号拐点距离拟建中海油涠北管道约 321m，大于两倍水深的施工安

全距离。最后路由垂直于涠洲岛岸线向东南延伸 3.01km，以定向钻形式到达涠洲岛登陆点。路由总长约 45.1km。

3) 海缆路由方案比选

从路由环境可行性、经济性、自然条件及地质稳定性、海洋开发活动协调性等方面对路由进行综合比选，方案比选见表 8.1.8-1。

①环境可行性方面

A. 对国土空间规划的影响，推荐方案和比选方案的项目路由穿越海域差别不大，所穿越海域与《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035 年）》《北海市国土空间总体规划（2021-2035 年）》总体相符合。

B. 与近岸海域功能区划的符合性，方案一（推荐方案）穿越《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》中的北海银滩沙源滩涂生态区（GX027B II）、廉州湾南部交通用海区（GX033C II）、北部湾重要渔业资源产卵场生态区（GX110A I）、北部湾综合功能区（GX111A I）、北海涠洲码头区（GX036DIV）、涠洲岛滨海风景旅游区（GX035C II）、涠洲岛珊瑚礁生态区（GX037A I）、北海涠洲渔港区（GX038DIII）、电建渔港交通用海区（GX028C II）；方案二（比选方案）穿越区划中的路由穿越区划中的北海银滩沙源滩涂生态区（GX027B II）、北海银滩滨海风景旅游区（GX022C II）、北部湾重要渔业资源产卵场生态区（GX110A I）、北部湾综合功能区（GX111A I）、北海涠洲码头区（GX036DIV）、涠洲岛滨海风景旅游区（GX035C II）、涠洲岛珊瑚礁生态区（GX037A I）、北海涠洲渔港区（GX038DIII）、电建渔港交通用海区（GX028C II），两方案基本一致。

C. 对生态保护红线的影响，由图 8.1.8-7 和图 8.1.8.9，方案一（推荐方案）穿越北海银滩海岸防护极重要区红线区和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区；方案二（比选方案）穿越北部湾水源涵养生态保护红线、北海银滩沙源流失极脆弱区红线区和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区。

“北海银滩海岸防护极重要区红线区”不可避让性分析：本项目海缆路由推荐方案在北海大陆侧的登陆点位于北海市银海区银滩镇美景路外侧，恒大海上帝景营销中心与荣和银滩蓝湾之间区域。由北海侧登陆点周边的生态保护红线分布情况可见，其对出海域东侧依次为“北部湾水源涵养生态保护红线区”和“北海银滩沙源流失极脆弱区红线区”，西侧临近“北海银滩海岸防护极重要区红线区”。因此，项目海缆路由推荐方案北海侧登陆点对出海域已完全被“北海银滩海岸防护极重要区红线区、北海银滩沙源流失极脆弱区红线区、北部湾水源涵养生态保护红线区”等生态保护红线区包围和覆盖，海缆路由无法完全避让上述所有生态保护红线区。项目海缆路由推荐方案仅穿越了其中的“北海银滩海岸防护极重要区红

线区”，已尽可能减少了穿越生态保护红线区。

比选方案在北海大陆侧的登陆点位于北海市银海区银滩镇鸿华路外侧，侨港海滩浴场最东端，鸿华别墅区前的沙滩区域。该登陆点南面紧邻“北部湾水源涵养生态保护红线区”和“北海银滩沙源流失极脆弱区红线区”无法避让，东侧附近为北海国际客运港港池和出入航道不可穿越，因此，比选方案无法避让“北部湾水源涵养生态保护红线区”和“北海银滩沙源流失极脆弱区红线区”。

综上，与比选方案相比，项目海缆路由推荐方案穿越生态保护红线的数量和长度均较少，因此从减少穿越生态保护红线角度，优选方案一（推荐方案）。

“北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区”不可避让性分析：本项目海缆北海大陆登陆点至涠洲岛登陆点之间的中部大部分海域被“北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区”覆盖。该红线区东北侧依次分布有北海至临高海底光缆路由、侨港客运码头锚地、确权养殖区等排他性功能区划，本项目拟建海底电缆自生态红线区东侧绕行无法规避上述排他性功能区划，因此拟建海缆向东侧绕行方案不可行。该红线北侧为北海港港池核心部位，本项目拟建海缆如向西侧绕行将必须穿越北海港港池，海底电缆与港口作业相互具有排他性，因此向西侧绕行方案也不可行。因此，本项目海缆路由无法完全避开“北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区”。

综上所述，本项目海缆路由沿线穿越“北海银滩海岸防护极重要区红线区”和“北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区”是不可避让的，从减少对生态保护红线影响的角度分析，路由方案一（推荐方案）更优。

D. 对珊瑚礁生态系统的影响，两条路由方案穿越珊瑚礁分布区路径一致，在涠洲岛登陆段采用非开挖定向钻，项目出土点和反平段作业远离珊瑚分布区，采取环境保护措施后，其施工和运营不会对涠洲岛珊瑚礁造成影响。

E. 对水产种质资源保护区的影响，由于涠洲岛至北海全海域均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，路径最短的方案在建设和运营期对保护区内的影响相对会最小；推荐方案位于核心区内长度 22.9km、实验区长度 21.4km，比选方案位于核心区内长度 22.9km、实验区长度 22.2km，推荐方案占用水产种质资源保护区长度较短，生态影响影响更小，方案更优。

由以上分析，推荐方案符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》《北海市国土空间总体规划（2021-2035年）》《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》，在采取相应环境保护措施的前提下，对生态保护红线、水产种质资源保护区和珊瑚礁生态系统的影响更小，从环境保护角度分析，推荐路径方案是合理的。

②经济技术可行性分析

从路由长度及配套陆缆长度来看，方案一（推荐方案）比方案二（比选方案）短了约 800m，配套陆缆长度减少 2km，方案一更为经济且环境影响较小；从环境资源补偿看，比选方案占用的生态保护红线、水产种质资源保护区更长，产生的生态影响更大，所需生态补偿更高，推荐方案更具经济性。

从工程施工难易程度看，两方案均穿越禁渔禁锚区、铁山湾港规划 30 万吨进港航道，方案一（推荐方案）距离已建海底管线较远，仅与拟建涠北海底管道交越，方案二（比选方案）还与北海-临高通信光缆有交越，距离侨港客运码头配套锚地较近。方案二与北海-临高通信光缆有交越，施工时需做好已有光缆的交越保护，施工难度和成本增加。另外，方案二距离侨港客运码头配套锚地约 50 m、距离电建渔港航道相对更近，安全性较低，需在施工时加大埋深，施工难度和成本增加。

③自然条件及地质稳定性

本项目位于北部湾，北部湾水文气象条件较好，风浪小，灾害性天气主要有大风和热带气旋。在做好防台措施的情况下，项目区气象条件对施工作业以及项目运营的影响较小。

预选路由区域水深在 30m 以内，无发育大型隆起或洼地等起伏地形单元。路由跨越海域总体地形特点为水深缓慢由北海市向南逐渐增大，在靠近涠洲岛时水深迅速减小。路由平均坡度约为 0.6%，在涠洲岛登陆点侧平均坡度较大，约为 7%，近岸局部地形坡度更大。本项目电缆路由在北海银滩登陆时采用开挖敷设，在涠洲岛登陆时采用定向钻，靠海侧水中出钻点位置水深约 10.0m，陆上入土点与登陆点间预留 120m 的缓冲距离，保证定向钻施工登陆角度更为平缓。

地貌类型主要有水下浅滩、水下岸坡和陆架堆积-侵蚀平原，地貌体单一稳定，较为适合海缆的铺设和安全维护。以定向钻方式穿越涠洲岛登陆段海蚀火山地貌，加强了珊瑚礁、浅埋玄武岩区域对海缆的保护作用，能有效避免摩擦损坏，但要在施工前详细查明定向钻出水点是否仍有零星分布的浅埋玄武岩并进行适当规避。

根据本项目工程地质勘察资料，勘探区主要为浅海滩涂地貌。场地周边无滑坡、崩塌、泥石流、岩溶塌陷、地裂缝、采空区等不良地质现象和地质灾害，适合本项目填海造地及防波堤建设。预选路由区域及其附近地质构造属相对稳定地段，主要断裂未从预选路由海域经过，第四纪以来地壳平稳下沉，附近海域记录的地震以小震为主，未出现火山爆发迹象，适合海底电缆的建设。

综上，项目的气象条件、水深地形条件和工程地质条件均适合项目建设。路由方案一、方案二在自然条件、地质稳定因素等方面基本一致。

③与海洋开发活动的协调性

本项目周围主要用海项目为港口、航道航路、锚地、养殖区。路由方案一（推荐方案）距离有权属的海洋养殖区较近，方案二（比选方案）从海洋养殖区片区中穿越，增加了工程施工和运行维护难度。

本项目的施工和运营对于周边的开发活动有一定影响，但是在采取相关管理和补偿措施后，项目用海对周边用海活动的影响是可控且有限的。因此，项目用海选址与周边其他用海活动是相适应的。

综上所述，通过对预选路由区的工程地质条件、自然环境条件、海洋开发活动、环境影响、功能区划等的分析，同时考虑后期对电缆的保护，方案一各项指标总体较优，因此推荐路由方案一作为推荐路由。

8.1.8.2 环境影响可接受性分析

本项目建设的投资和维护成本较低，施工难度较小，施工过程中产生的各项污染物均能得到有效控制和处置，在采取对项目周围生态保护红线、珊瑚礁及其他海洋环境敏感目标相应的保护和修复措施后，本项目建设对海洋环境的影响可接受。

8.2 陆域工程的环境可行性

8.2.1 选址选线环境合理性

本项目陆域工程主要工程内容为220kV 涠洲变电站、墩海~涠洲220kV 陆缆线路工程北海侧及涠洲侧及220kV 墩海站扩建220kV 涠洲间隔工程。

结合项目与周边生态敏感区的相对位置关系分别对北海大陆侧、涠洲岛侧陆缆线路及涠洲变电站站址的选址方案进行比选。

8.2.1.1 220kV 涠洲变电站站址选址合理性分析

为了充分比对拟建项目涠洲变电站对所在区域自然保护区、南漓—涠洲岛海滨风景名胜区等生态敏感区的影响，根据涠洲岛侧确定的登陆点，在涠洲岛西海岸附近选择4个涠洲变电站选址方案进行比选，分别是方案一（西角站址）、方案二（西角南站址）、方案三（西角中站址）、方案四（梓桐木东站址），详见图比选方案图详见表8.2-1、图8.2-1。

（1）从工程技术经济角度

表8.2-1、图8.2-1中对四个站址方案的技术、经济、环境综合比较，四个站址方案在地理位置、进出线条件、地形地貌、工程地质、拆迁赔偿情况、占地类型、占地面积及土石方工程量、水源条件、防洪排水、进站道路及交通运输、矿产资料、文物古迹及风景名胜等方面均相当。

在不考虑城镇规划、地方相关政府部门意见、生态敏感区的情况下，四个方案均可，尤其方案四，距离海缆登陆点更近，配套电缆线路更短，工程量更小。

但，方案二、方案三除占用风景名胜区外，还需占用自然保护区、重要湿地、重要栖息地等，方案四虽然仅需占用风景名胜区，但需占用已规划加油加气站部分区域，故方案二、三、四均存在制约性因素，且不符合涠洲岛城镇规划，地方相关部门意见也不同意方案二、三、四。

因此，本项目可行性研究报告从技术经济角度考虑，推荐采用方案一（西角站址）。

（2）从生态环境保护角度

根据设计资料，方案一（西角站址）仅需占用风景名胜区，且与下梓桐木村距离较方案四更远，对周边环境的影响相对更小，且符合涠洲岛城镇规划，并取得地方相关部门原则同意意见，故从生态保护角度考虑，本报告认为项目涠洲站站址方案一（西角站址）具备较大优势，推荐使用西角站址。

8.2.1.2 陆缆线路选线合理性分析

8.2.1.2.1 墩海~涠洲 220kV 陆缆线路涠洲侧线路路径方案比选

（1）可研路径方案

根据设计资料，由于本项目陆缆线路路径较短，在220kV涠洲变电站站址及海缆登陆点确定的情况下，可选的线路路径方案较少，本项目陆域工程可研报告，对涠洲岛内陆缆线路路径沿已有或规划市政道路提出1种线路路径方案，该方案取得了相关政府部门的原则同意意见。

（2）线路涉及生态敏感区的避让性分析

根据收集到的资料，南漓—涠洲岛海滨风景区覆盖涠洲岛全岛，故不管何种线路路径方案，均需占用该风景区范围。

根据现场踏勘，本项目陆缆线路所在涠洲岛除南漓—涠洲岛海滨风景区外，评价范围内还涉及自然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园、生态保护红线等生态敏感区，为尽可能远离、减少对前述生态敏感区的影响，本报告在与设计单位沟通讨论后，提出可供比选线路路径进行分析、论证。

1) 避让性分析及路径唯一性论证

①可供替代方案

如图8.2-2，除风景名胜区外，自然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园、生态保护红线等生态敏感区均位于站址东侧。在变电站站址确定的情况下，220kV均自变电站东侧出线，走线至站址东侧环岛风景路，总体而言，项目出线向靠近生态敏感区方向出线。

考虑到上述情况，在咨询设计单位后，本报告提出线路往变电站站址西侧出线的替代方案，如图8.2-2所示，线路自变电站站址西侧出线后，走线至现状乡村道路后，转向东侧沿已有乡村道路走线，后接入海缆入土点为止。

②替代方案的环境合理性分析

如图8.2-2所示，替代方案往变电站站址西侧远离生态敏感区的方向走线，经咨询设计单位，变电站站址西侧所在区域已规划有其他建设项目，如采取替代方案，将影响所在区域后续项目建设，给220kV电缆线路的运行造成极大的安全隐患，且往站址西侧出线的方案，项目所在地方相关部门提出明确反对意见。

综合以上分析，从环境保护、工程实施、运行维护和管理等方面综合考虑，替代方案无环境合理性，现线路路径走向具备唯一性。

2) 推荐方案的环境合理性分析

根据设计单位提供的资料，并经现场踏勘，本项目涠洲侧陆缆线路不可避免的需永久和临时占用风景名胜区，但无需占用自然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园、生态保护红线等生态敏感区，线路与前述生态敏感区的最近距离约为80m。

陆缆线路位于市政环岛风景路西侧，而然保护区、重要湿地、重要栖息地、国家地质公园、生态保护红线等生态敏感区均位于市政道路东侧或南侧，已有市政道路客观上起到了项目拟占用区域与生态敏感区范围的阻隔作用，在落实相应的环境保护措施的前提下，陆缆线路的实施对生态敏感区的影响很小

由以上分析，在采取相应环境保护措施的前提下，推荐线路路径方案站址东侧、南侧的生态敏感区的影响在可接受的范围内，从环境保护角度分析，推荐路径方案是合理的。

(3) 线路入土点设置于国家二级公益林范围合理性分析

如图 8.2-2 所示，陆缆线路涠洲侧入土点位于国家二级公益林（防护林）范围内，根据设计单位提供的资料，受所在区域中石油（中国）涠洲终端处理厂及北海市管道燃气有限公司涠洲气源站燃油燃气管道的影响，线路无法在该管道南侧设置海缆入土施工点，故需占用国家二级公益林（防护林）范围，项目已依照《建设项目使用林地审核审批管理办法》取得《广西壮族自治区林业局关于同意 220 千伏涠洲岛跨海联网工程项目使用林地的行政许可决定书》（桂林审准资〔2024〕911 号），详见附件。

8.2.1.2.2 墩海~涠洲 220kV 陆缆线路北海侧线路路径方案比选

(1) 可研路径方案

根据设计资料，在220kV墩海变电站站址及海缆登陆点确定的情况下，可选的线路路径方案较少，本项目陆域工程可研报告，对北海侧陆缆线路路径沿已有或规划市政道路提出1种线路路径方案，该方案取得了相关政府部门的原則同意意见。

(2) 线路路径环境合理性分析

根据收集到的资料，本项目陆缆线路北海侧不涉及南谿—涠洲岛海滨风景名胜区的永久和临时占用，项目海缆采取非开挖定向钻的方式地下穿越该风景名胜区范围，海缆入土点施工临时占地范围与风景名胜区边界的最近距离约130m。

由于陆缆线路北海侧未占用风景名胜区范围，在落实本报告提出的各项生态、景观保护措施的前提下，项目对该风景名胜区的影响可接受。

由以上分析，在采取相应环境保护措施的前提下，推荐线路路径方案站址东侧、南侧的生态敏感区的影响在可接受的范围内，从环境保护角度分析，推荐路径方案是合理的。

8.2.2 与电网规划相符性分析

依据《广西壮族自治区发展和改革委员会关于印发广西“十四五”110千伏及以上电网规划的通知》（桂发改电力〔2022〕850号），本项目属于该规划中拟“十四五”投产项目，项目的建设符合所在区域的电网规划。

8.2.3 与城乡规划相符性分析

本项目在选址、选线阶段，已充分征求所涉地区地方政府及规划等部门的意见，对变电站站址、输电线路路径进行了优化，避开了城镇发展区域，不影响当地土地利用规划和城乡发展规划，同时项目永久及临时占地范围均不涉国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区等环境敏感区，尽可能减少对所涉地区的环境影响。在可研阶段，本项目已取得工程所在地人民政府、规划等部门对选址、选线的原则性同意意见，与工程沿线区域的城乡规划不相冲突。相关协议文件内容详见表8.2-2。

8.2.4 与《广西生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2022年1月，广西壮族自治区人民政府办公厅印发《广西生态环境保护“十四五”规划》（桂政办发〔2021〕145号）。

主要目标：到2025年，生态环境保护建设取得明显成效，美丽广西和生态文明强区建设取得新进展，生态文明建设达到新高度，新时代中国特色社会主义壮美广西的绿色底色更加靓丽。展望2035年，总体形成节约资源和保护环境的产业结构、能源结构，广泛形成绿色生产生活方式，生态经济发展壮大，应对气候变化能力显著提升，突出环境问题得到根本解决，生态系统服务功能显著增强，环境风险降到较低水平，基本实现环境治理体系和治理能力现代化，生态环境质量保持全国领先水平，美丽广西和生态文明强区建设目标基本实现。

本项目为电力基础设施，项目运行期间不涉及生产性废水、废气、固体废物产生，项目运行期主要环境污染为电磁和噪声，根据预测项目在运行期间对周边电磁和声环境的影响均能满足相应标准限值要求，项目陆域工程除自然公园外（风景名胜区外，该风景名胜区包括涠洲岛全岛范围），拟永久及临时占地范围均不占用生态敏感区、饮用水源保护区等环境敏感区。陆域工程在施工期间严格落实本项目提出的污染防治措施的前提下，项目对周边环境影响较小。

综上，本项目的建设符合《广西生态环境保护“十四五”规划》相关要求。

8.2.5 与《北海市生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2022年6月，北海市人民政府印发《北海市生态环境保护“十四五”规划》（北政办〔2022〕30号）。

总体目标：展望二〇三五年，高质量建成人与自然和谐的生态北海，基本实现美丽北海的建设目标。生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀、生态文明高度发达的绿色生产生活方式广泛形成，碳排放达峰后稳中有降，生态经济发展壮大，突出环境问题得到根本解决，生态系统服务功能显著增强，环境风险降到较低水平，“碧海蓝天、绿水青山、红树银滩”实现有机融合，生态环境治理体系和治理能力现代化初步实现，生态环境质量保持全区和国内领先水平。

锚定二〇三五年远景目标，“十四五”时期，基本建成人与自然和谐的生态北海，力争成为全国生态最佳、环境最美的城市之一。我市国土空间开发保护格局得到优化，生态安全屏障更加牢固；生产生活方式绿色转型成效显著，生态经济加快发展，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高；主要污染物排放总量持续减少，生态环境质量高位持续改善；生态环境治理体系和治理能力现代化不断增强，城市形象、城市品位、城市功能大幅提升，成为一流的现代滨海城市，并成功创建全国文明城市和国家生态园林城市。

本项目为电力基础设施，项目运行期间不涉及生产性废水、废气、固体废物产生，项目运行期主要环境污染为电磁和噪声，根据预测项目在运行期间对周边电磁和声环境的影响均能满足相应标准限值要求。项目220kV涠洲变电站采取全户内布置，变电站内配电装置楼的设计考虑涠洲岛整体发展定位及未来发展愿景，拟建线路全线采取地下电缆敷设，运行期间对周边环境影响很小。此外，项目陆域工程除自然公园外（风景名胜区，该风景名胜区包括涠洲岛全岛范围），拟永久及临时占地范围均不占用生态敏感区、饮用水源保护区等环境敏感区。陆域工程在施工期间严格落实本项目提出的污染防治措施的前提下，项目对周边环境影响较小。

综上，本项目的建设符合《北海市生态环境保护“十四五”规划》相关要求。

8.2.6 与《广西壮族自治区红树林资源保护条例》符合性分析

根据《广西壮族自治区红树林资源保护条例》，本项目北海侧登陆点附近的红树林属于在沿海潮间带、入海河口生长的红树林。条例规定：禁止移植、砍伐红树林；工程建设项目应当避让红树林地。

本项目陆域工程均不涉及红树林的永久及临时占用，陆域工程施工全部位于陆域，不涉及海洋、潮间带等水域，施工期间在采取严格控制施工范围和强度、加强跟踪监测等方式，项目施工期间对评价范围内分布的红树林影响很小，满足红树林保护要求。项目陆域工程运行期间对红树林无影响。

8.2.7 与《北海市红树林资源保护规划（2020~2030年）》符合性分析

依据《广西壮族自治区红树林资源保护条例》，红树林资源保护范围包括：红树林自然保护区、红树林保护小区；红树林地，含生长红树林的滩涂、湿地和县级以上人民政府规划用于恢复、发展红树林的滩涂、湿地；在沿海潮间带、入海河口生长的红树林；在红树林栖息、觅食和过往停留的候鸟以及各种野生动植物。本规划范围总面积5033.27hm²，包括：现有红树林4192.78hm²，红树林适宜恢复地（宜林滩涂、宜林养殖塘和未成林造林地）840.49hm²。规划期内，规划范围外新设立红树林自然保护地或保护小区的，自动纳入本规划范围。

北海市共有广西山口国家级红树林生态自然保护区、广西北海滨海国家湿地公园、广西合浦儒艮国家级自然保护区、广西茅尾海红树林自治区级自然保护区、广西涠洲岛自治区级自然保护区等5个自然保护地分布有红树林，面积为1162.83hm²，纳入自然保护地的红树林比例为27.61%。其中：广西山口国家级红树林生态自然保护区内红树林919.65hm²，广西北海滨海国家湿地公园内红树林196.59hm²，广西合浦儒艮国家级自然保护区内红树林6.11hm²，广西茅尾海红树林自治区级自然保护区（北海市范围）内红树林39.77hm²，广西涠洲岛自治区级自然保护区内红树林0.71hm²。已建海城区高德街道办垌尾、银海区平阳镇横路山、铁山港区白龙古城港沿岸红海榄、合浦县沙岗镇七星、合浦县党江镇木案、合浦县党江镇渔江等6个红树林保护小区，总面积158.60hm²，保护现有红树林75.53hm²。共有红树林2983.82hm²分布于广西山口红树林国际重要湿地、广西合浦儒艮自治区重要湿地、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、广西合浦党江红树林自治区重要湿地、广西北海滨海自治区重要湿地等5处重要湿地，占北海市红树林的70.86%。

北海市红树林资源保护规划划分为两个阶段，近期（2020~2025年）和远期（2026~2030年）。

（1）近期目标（2020~2025年）

到2025年，所有红树林落实管护责任；完成新造红树林624hm²，修复现有红树林1600hm²，红树林保有量达到4500hm²；通过自然保护地整合优化等途径，纳入各类自然保护地红树林比例达到50%以上；红树林保护管理机构进一步健全，人才队伍进一步充实、素质整体提升，红树林可视化监控实现全市覆盖，保护管理能力和水平显著增强；红树林调查、监测、科研体系初步形成，在中国—东盟区域红树林保护合作中发挥显著作用。

(2) 远期目标（2026~2030年）

到2030年，红树林保有量稳定在4600hm²以上，纳入各类自然保护地红树林比例稳定在60%以上；形成设施完善、机构队伍稳定、水平先进的红树林保护管理体系，监管能力和水平进一步提升；外来入侵物种得到有效控制，红树林生态系统保持健康稳定，生态功能明显提升；红树林调查、监测、科研体系更加完善；红树林可持续利用基本实现，红树林保护修复国际合作交流取得系列成果。

本项目拟建陆域工程均位于陆域，项目所在的银海区银滩镇不涉及红树林自然保护区和红树林保护小区。

本项目与《北海市红树林资源保护规划（2020~2030年）》符合性详见表8.2-3。

综上，项目建设符合《北海市红树林资源保护规划（2020~2030年）》相关要求。

8.2.8 与《广西壮族自治区北海银滩保护条例》符合性分析

根据《广西壮族自治区北海银滩保护条例》，银滩核心保护区为西至大墩海、东至冯家江、北至规划岸线、南至平均低潮位线的围合范围以及冠岭公园，建设控制地带为核心保护区（不含冠岭公园）外围向陆域延伸至200m的范围。

本项目陆缆线路不涉及北海银滩核心保护区，项目总长约300m位于北海银滩建设控制地带内。

本项目为电力基础设施，项目陆缆线路全线沿已有市政道路走线，项目已取得北海市人民政府原则同意意见，项目的建设符合所在区域城乡规划，环境保护规划，陆缆线路全线采取地下敷设，运行期间不涉及污染物的排放，施工期间严格落实各项污染防治措施的前提下，不会对所在区域外环境产生影响。

陆域工程与《广西壮族自治区北海银滩保护条例》符合性分析情况见表8.2-4，本项目陆域工程建设符合《广西壮族自治区北海银滩保护条例》的相关规定。

8.2.9 与《北海银滩核心保护区总体规划（2018-2030）》符合性分析

项目与《北海银滩核心保护区总体规划（2018-2030）》相对位置关系见图8.2-4、图8.2-5所示。

根据《北海银海核心保护区总体规划（2018-2030）》，银滩核心保护区总体布局规划包括：

（1）规划定位

总体定位：国际滨海旅游度假目的地。

功能定位：以滨海风光、生态资源为特色，保护与合理利用共存，合理布局休闲度假旅游服务功能，营造多样化的旅游体验，丰富银滩的旅游文化内涵，彰显地方特色。

（2）空间结构

根据规划用地功能布局，规划形成“一核、两节点、五片区”的空间结构。

一核：银滩休闲旅游核心。

两节点：冠岭森林公园节点、侨港风情文化节点。

五片区：白虎头自然生态区、中区休闲度假区、侨港都市活力沙滩区、西区生态休闲沙滩区、冠岭森林公园区。

据现场踏勘，本项目陆域工程所在区域为该规划“空间结构”“五片区”中“西区生态休闲沙滩区”，项目陆域工程与“一核：银滩休闲旅游核心”的距离为，与“两节点：冠岭森林公园节点、侨港风情文化节点”的距离分别为4.5km、3.5km，与“五片区”中白虎头自然生态区、中区休闲度假区、侨港都市活力沙滩区、冠岭森林公园区”等其他四个片区的距离分别为6.0km、3.5km、1.6km、4.5km，均位于本项目陆域工程评价范围之外。

根据规划，项目陆域工程涉及的西区生态休闲沙滩区：总面积约132.06hm²，以自然沙滩生态保育为主要功能，重点保护沿岸防护林、沙滩植物和沙滩生态系统，并在生态保护的基础上，适当开展部分休闲康体沙滩活动，形成集自然生态保护、科普观光、康体休闲于一体的生态休闲沙滩区。所在区域土地利用规划为“其他非建设用地（沙滩、裸地）（E9）”，如图8.2-4、图8.2-5所示。

根据设计资料对比《北海银海核心保护区总体规划（2018-2030）》，并经现场踏勘本项目陆域工程不涉及该总体规划范围，项目陆域工程陆缆线路边界与该规划区最近距离约200m。

本项目陆域工程全线采取地下电缆敷设，海缆入海采取非开挖定向钻的方式，无需临时或永久占用《北海银海核心保护区总体规划（2018-2030）》范围，陆域工程运行期间不会对该规划范围产生影响，在施工期采取相应污染防治和生态保护措施的前提下，项目对该规划范围的影响很小。

此外，项目陆域工程线路路径已取得北海市人民政府原则同意意见。

由以上分析，项目陆域工程的建设与《北海银海核心保护区总体规划（2018-2030）》相符合。

8.2.10 与《北海市涠洲岛生态环境保护条例》的符合性

《北海市涠洲岛生态环境保护条例》于2018年7月1日起施行，条例对保护植被、水源、地质地貌、野生鸟类和鱼类等都进行了明确规定。目前岛内主力电源中海油湛江燃气电厂由于受到环保条件限制，基本不存在扩建条件，且有搬迁离岛的可能性。由于对节能减排要求较高，其它发电企业投资的意向不明确。此外，受严格保护涠洲岛鸟类、生态环境、森林植被、海岸线和珊瑚礁的要求制约，岛内不允许开发大规模风力、光伏和海洋潮流能发电。所以，在岛内无论是发展气电还是开发风光等新能源都不太现实。其次，条例中严格限制在自然保护区外填海、围海等改变海岸线的行为，严格控制填海造岛工程建设，并禁止在沙滩、岸滩上新建、改建、扩建建（构）筑物。

根据《北海市涠洲岛生态环境保护条例》要求，岛内严格控制废气等污染物不得超过有关污染物排放标准和污染物排放总量控制指标。虽然天然气发电是化石能源中相对污染物排放较低的发电形式，但仍有一定的CO₂和NO_x排放。

本项目通过联网线路送电，可为涠洲岛提供清洁的电力，减少岛内化石能源燃烧。按海缆年送电量3亿kWh考虑，每年可减少约8571.4万m³的天然气燃烧，从而减少约168.3吨的CO₂和2.6吨NO_x排放，对于资源节约、环境保护的效益是十分显著的。

此外，项目变电站采取全户内布置，陆域线路全线采取地下电缆敷设，项目施工期间产生的废水、扬尘、固体废物等在采取相应措施后均可得到妥善处置，项目运行期间产生的生活污水排入市政管网，生活垃圾经统一收集后交由环卫部门处理，变电站站内设置有事故油池可确保事故状态下，废油不会对外环境产生影响。本报告提出一系列污染防治和环境保护设施、措施，在这些措施得到落实的情况，项目对周边环境影响很小。

本项目的建设符合《北海市涠洲岛生态环境保护条例》。

8.2.11 与《涠洲岛旅游区（镇）总体规划（2011~2025）》的符合性

根据《涠洲岛旅游区（镇）总体规划（2011~2025）》，涠洲岛总体布局规划包括：

（1）空间布局规划

“一湾两翼三区一海一岛”是涠洲岛的总体构架，依据涠洲岛的开发建设序列形成的总格局，既体现涠洲岛的产业布局特点，也是进行用地布局的理念所在。

①一湾——以现状南湾街为基础，发掘利用南湾街的历史人文及天然海湾特点，其目标是纯美南湾——海岛风情度假湾。②两翼——拥有优良的旅游和景观资源是两翼的共同点，其中西翼石螺湾以建设高星级度假酒店为目标，东翼有悠长海岸线和宽阔沙滩以及原生态的

古村落，是建设旅游休闲运动和海景度假别墅的首选。③三区——与一湾两翼相协调发展的是以为本岛居民生活服务和休闲生态农业发展为主的中心服务区,为涠洲岛提供基本动力保障的西角基础设施集中区，以及以生态保护为特征的北岸生态旅游度假区。④一海——海洋休闲运动区，以海岛周边的海域为基础，开发游艇、帆板、垂钓等海洋休闲运动。⑤一岛——充分利用斜阳岛适度起伏的地形、良好的生态植被和多样化的地质地貌以及独特的海洋封闭环境，规划打造高端休闲度假岛。

（2）产业布局规划

1) 产业发展目标

结合涠洲岛实际情况，建立以旅游业为主导的产业结构新体系，发展以旅游业为支撑，生态农业为补充的产业结构，加速洲岛经济发展。

2) 旅游业

总体发展以休闲度假为核心，形成集海洋文化、休闲运动、海岛养生南珠文化、时尚生活、主题娱乐、海岛度假等功能于一体的海岛旅游目的地。

规划优先启动南湾风情度假湾的大鳄鱼山景区，创建国家5A景区，强力推进石螺湾休闲度假区和东岸国际休闲度假区，结合现状自然条件建设中部热带农业特色休闲区，结合生态环境保护建设北岸生态旅游休闲区以及斜阳岛高端休闲度假岛。

3) 生态农业布局规划

涠洲岛各村庄发展生态农业和休闲渔业，成为各村经济发展和增长的补充来源。

4) 空间发展策略

全岛以发展旅游业为主体，其中南湾及两翼是旅游业重点发展地区，西部、中部、北部适当发展生态农业。

（3）空间管制规划

1) 禁止建设区

①是指具有重大自然和人文价值的场所与空间，包括自然保护区的核心区、风景区核心景区、地表水源一级保护区、地下水源核心区、主要行洪通道等如进行建设可能对人民生命财产造成危害的地区。②在涠洲岛范围内的风景区核心区、涠洲水库水源保护区、鸟类自然保护区核心区等，该类地区应加强生态环境保护，严禁各类建设活动。

2) 控制建设区

①是指对各类建设具有生态敏感性的地区，以及因自然灾害等原因不宜建设的地区。包括自然保护区缓冲区、区域性重大基础设施通道、核心景区以外的风景名胜區、绿色生态廊道、地表水和地下水源保护区、蓄洪区以及滞洪区。该类地区应对各类建设活动加以严格控

制，其中现有的各类城镇、农村居民点应严格按照规划适度开发建设。②涠洲岛内的控制建设区主要是指鸟类自然保护区核心区以外区域、水库周边的防护绿地和一般农田耕地。

3) 适宜建设区

是指涠洲岛范围内所确定的重点建设地区。包括新旧镇区、各旅游酒店度假区及各中心村、自然村的村镇建设用地。该类地区是镇村发展优先选择的地区，应根据规划要求进行建设。

4) 协调建设区

是指禁止建设区、控制建设区和适宜建设区以外的地区，是适宜建设区和控制建设区之间的空间缓冲与过渡，可以进行适度建设。该类地区应优先进行能源、交通、水利以及重大公共设施的建设，合理控制建设用地规模。

本项目永久及临时占地范围不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、蓄滞洪区等，项目属于电力基础设施，变电站站址位于《涠洲岛旅游区（镇）总体规划（2011~2025）》规划中适宜建设区范围内，项目变电站采取全户内布置，输电线路全线采取地下电缆敷设，项目的建设对周边环境及景观资源影响很小。

项目的建设是为了解决涠洲岛目前孤网运行问题，提高岛内供电能力及供电可靠性，为把涠洲岛建设成为国内一流、国际知名的休闲度假海岛提供电力保障，同时为海上风电提供送出通道，促进清洁能源消纳。

根据以上分析，项目与《涠洲岛旅游区（镇）总体规划（2011~2025）》相符合。

8.2.12 与《广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划（2013-2025）》的符合性

根据《广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划（2013-2025）》，广西北海涠洲岛国家地质公园总体规划：

（1）公园性质

广西北海涠洲岛火山国家地质公园是一个以良好的自然生态环境为依托，以火山地质遗迹、海蚀地貌景观和海底珊瑚景观的观光、科普为主题，以海岛休闲独家为特色，集热带农业观光、宗教文化体验、生态养生、爱国教育、商务会议、运动节事、商业购物等多元化产品于一体，且富含客家、疍家和南珠等地域文化特色的综合性开放式公园。它不仅是一个保护火山地质遗迹及海蚀地貌景观、展示热带海岛风光、融合自然景观与人文景观的国家地质公园，而且是涠洲岛社会经济跨越式发展的核心动力，北海市连接海、城的重要空间节点和国家重大战略的交汇点。

（2）发展目标

到规划期末，将广西北海涠洲岛火山国家地质公园建设成为火山地貌、海蚀海积地貌等稀缺地质遗迹保护有效，自然生态环境良好，科学普及功能强，旅游活动丰富，接待服务设施完善，有效带动当地经济持续、健康、快速发展，经济、社会和环境三大效益显著，以火山海岛为特色的世界地质公园、国家AAAAA级景区。

本项目的建设是为了解决涠洲岛目前孤网运行问题，提高岛内供电能力及供电可靠性，为把涠洲岛建设成为国内一流、国际知名的休闲度假海岛提供电力保障，同时为海上风电提供送出通道，促进清洁能源消纳。

项目陆域工程运行期间不涉及生产性废水、废气、固体废物产生，项目运行期主要环境污染为电磁和噪声，根据预测项目在运行期间对周边电磁和声环境的影响均能满足相应标准限值要求，项目陆域工程拟永久及临时占地均不占用广西北海涠洲岛火山国家地质公园范围。陆域工程在施工期间严格落实本项目提出的污染防治措施的前提下，项目对国家地质公园影响较小。

根据以上分析，项目与《广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划（2013-2025）》相符合。

8.2.13 与南漓—涠洲岛海滨风景名胜区的符合性

1988年9月14日，广西壮族自治区人民政府《自治区人民政府关于公布第一批自治区级风景名胜区的通知》（桂政发〔1988〕97号），对南漓—涠洲岛海滨风景区予以批复。项目与该海滨风景区相对位置关系如表1.9-3、图1.9-7所示。

项目220kV墩海变电站间隔扩建工程位于该风景区之外（与该风景区边界约1.2km），墩海变电站间隔扩建工程对风景区无影响；根据设计资料，220kV涠洲变电站采取全户内布置，变电站站内建筑物综合考虑涠洲岛整体发展定位及未来发展愿景，站内配电装置楼立面设计整体突出“在地性”，打造具有涠洲特色、具有区域文化风格标志性的“此时此地此建筑”，与所在区域自然景观相协调；项目陆缆线路全线位于地下走线，运行期间对风景区影响很小。

项目拟占用区域不涉及该风景区核心景区，与核心景区边界在1000m以上。项目陆域工程工程量较小，施工时间较短，在严格落实本项目环评报告提出的各项污染防治和生态保护措施的情况下，项目对风景区的影响很小。

此外，建设单位已委托广西壮族自治区林业勘测设计院开展该风景区的影响专题报告，并取得了专家技术评审及主管部门意见（《广西壮族自治区林业局关于220千伏涠洲岛跨海联网工程项目涉及风景区选址论证报告审核意见的函》，桂林函〔2024〕998号）。

根据以上分析，项目与南漓—涠洲岛海滨风景区保护相符合。

8.2.14 与环境敏感区相关法律法规相符性分析

据建设、设计等单位提供资料及现场踏勘，项目位于北海市银海区、海城区，项目陆域工程除自然公园外（风景名胜区，该风景名胜区范围包括涠洲岛全岛），拟永久及临时占地不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录》及《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）中提出的需保护重要生境、生态敏感区、生态保护目标、饮用水源保护区等环境敏感区的占用，也不涉及红树林的占用。

项目拟占用的南漓—涠洲岛海滨风景名胜区，不涉及核心景区（与核心景区边界在1000m以上），项目陆域工程已取得北海市人民政府的原则同意意见。此外，项目建设单位已委托开展项目风景名胜区影响专题报告，并取得了主管部门意见。项目与风景名胜区保护相关法律法规相符合。在落实本报告提出的各项污染防治和生态保护措施的前提下，项目对该风景名胜区的影响很小。

8.2.15 与《北海市人民政府关于“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》及《北海市生态环境局关于印发<北海市环境管控单元生态环境准入及管控要求清单（试行）>的通知》的符合性分析

根据《北海市人民政府关于“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》（北政发〔2021〕8号）、《北海市生态环境局关于印发<北海市环境管控单元生态环境准入及管控要求清单>（试行）的通知》，本项目分别属于海城区城镇空间重点管控单元、海城区一般管控单元、海城区其他优先保护单元、银海区城镇空间重点管控单元、银海区一般管控单元、银海区其他优先保护单元。

本项目与北海市环境管控单元分类相对位置关系见图8.2-9，与北海市生态环境准入及管控要求的符合性分析见表8.2-2，与北海市海城区、银海区生态环境准入及管控要求符合性分析见表8.2-5。

输变电工程运行过程中无工艺废水和工艺废气产生，从源头削减污染物，不产生大气环境和水环境污染；项目评价范围内主要为楝树、构树、银合欢、次生的灌草丛和市政道路两侧的绿化植被，这些植被类型较为常见，工程占地面积较小，并会及时进行植被恢复工程施工对植物多样性的影响较小；在变电站站址及线路沿线周边动物的相似栖息地较多，工程建设时采取驱赶等方式，可减少当地动物的扰动，因此工程建设对评价区生物多样性及水土保持的影响较小，未损害区域的生态服务功能和生态产品质量，符合管控意见中的生态环境准入及管控要求。

综合分析，本项目与《北海市人民政府关于“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》（北政发〔2021〕8号）、《北海市生态环境局关于印发〈北海市环境管控单元生态环境准入及管控要求清单〉（试行）的通知》是相符合的。

8.2.16 与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）的符合性分析

本报告就《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）选址、设计方面提出的相关要求与项目的符合性进行对比分析，详见下表。

经对比分析，本项目220kV涠洲变电站为全户内布置，陆域段输电线路全线采取地下电缆敷设，项目主要位于城市建成区，陆域段电缆线路沿已有或规划市政道路走线，线路沿线不涉及集中密集林区，项目永久及临时占地范围内不涉及生态敏感区、饮用水源保护区等环境敏感区，在严格按照设计规范设计，并落实本报告提出的各项环境保护措施的前提下，项目的建设对周边环境影响在可接受范围内。

综上，本项目在选址选线以及设计阶段所采取的环境保护措施与《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）中相关技术要求相符。

9 环境管理与环境监测计划

通过实施环境管理，制定并落实建设项目环境监理、监测计划，对项目建设施工全过程进行环境管理和环境监测，及时发现与项目建设有关的环境问题，对环保措施进行修正和改进，保证全过程环保工程措施的有效运行，使项目的建设和环境、资源的保护相协调，保障经济和社会的可持续发展。

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理机构的建立

本项目为新建项目，企业应设置环境保护管理机构。项目实施应设立环境管理职能机构，应设3名环保专职或兼职人员，负责项目建设期的环境保护工作；项目建成后应设专职环境监督人员3~4名，负责本项目的环境保护监督管理及各项环保设施的运行管理工作，污染源和环境质量监测可委托有资质的环境监测单位承担。本项目的环境保护管理工作应接受各级海洋主管部门、环保主管部门的监督和指导，同时还应接受公众的监督。

9.1.2 环境保护管理机构职责

环境保护管理机构的任务是负责组织、落实、监督本企业的环境保护工作，其工作职责主要有：

(1)宣传并执行国家、地方有关环境保护法规、条例、标准，并监督有关部门（各施工单位）执行。

(2)按报告书提出的环保工程措施与对策，与各施工单位签订环保措施责任书，施工合同应有施工环保要求内容，以使施工过程中各项环保工程措施得到有效执行。并监督施工环保措施的实施情况。

(3)落实环保工程设施的建设情况。

(4)落实本报告提出的环境监测计划，建立相应的环境监测机构，或委托有资质的环境监测部门实施海洋环境跟踪监测。

(5)制订防范风险事故和应急处理计划。

(6)其他环境保护工作事宜。

9.1.3 施工期环境监理

9.1.3.1 施工期环境监理组织

(1)施工期环境监理是在项目施工期实施的环境保护措施。施工期环境监理工作应由建设单位委托具有相应资质的施工监理机构，要求施工监理机构配备专职环境保护监理工程师，负责施工期的环境管理与监督。

(2)环境监理单位应成立环境监察工作小组，实施环境监察审核具体工作。

(3)环境监理工作小组应根据环评报告书中环境监理内容及项目建设实际情况，提出环境监理工作计划，并报送相应环境管理部门和建设单位。

9.1.3.2 环境监理应遵循的原则

从事工程建设环境监理活动，应当遵循守法、诚信、科学的准则。确立环境监理是“第三方”的原则，应当将环境监理和业主的环境管理、政府部门的环境监督执法严格区分开来，并为业主和政府部门的环境管理服务。监理工作中应理顺和协调好业主单位、施工单位、工程监理单位、环境监理单位、环境监测单位及政府环境行政主管部门及各方面的关系，为做好环境监理工作创造有利条件。

监理单位应根据工程特点，制定符合工程实际情况规范化的监理制度，使监理工作有序开展。

9.1.3.3 环境监理范围及阶段

(1)环境监理范围

海缆工程项目建设区与工程直接影响区域，包括海缆工程施工现场、施工营地、承担大量工程运输的施工道路，以及上述范围内施工对周边造成环境污染和生态破坏的区域。

监理内容：包括海洋生态环境保护、污染防治、水土保持、地质灾害防治、以及社会环境等环境保护工作的所有方面，以海洋生态环境保护和水土保持措施的落实为重点。

(2)监理阶段

本项目的工程环境监理阶段分为施工准备阶段、施工阶段以及工程保修阶段（交工验收及缺陷责任期）三个阶段。

(3)环境监理的工作程序

本项目的环保监理工作程序见图 9.1-1。

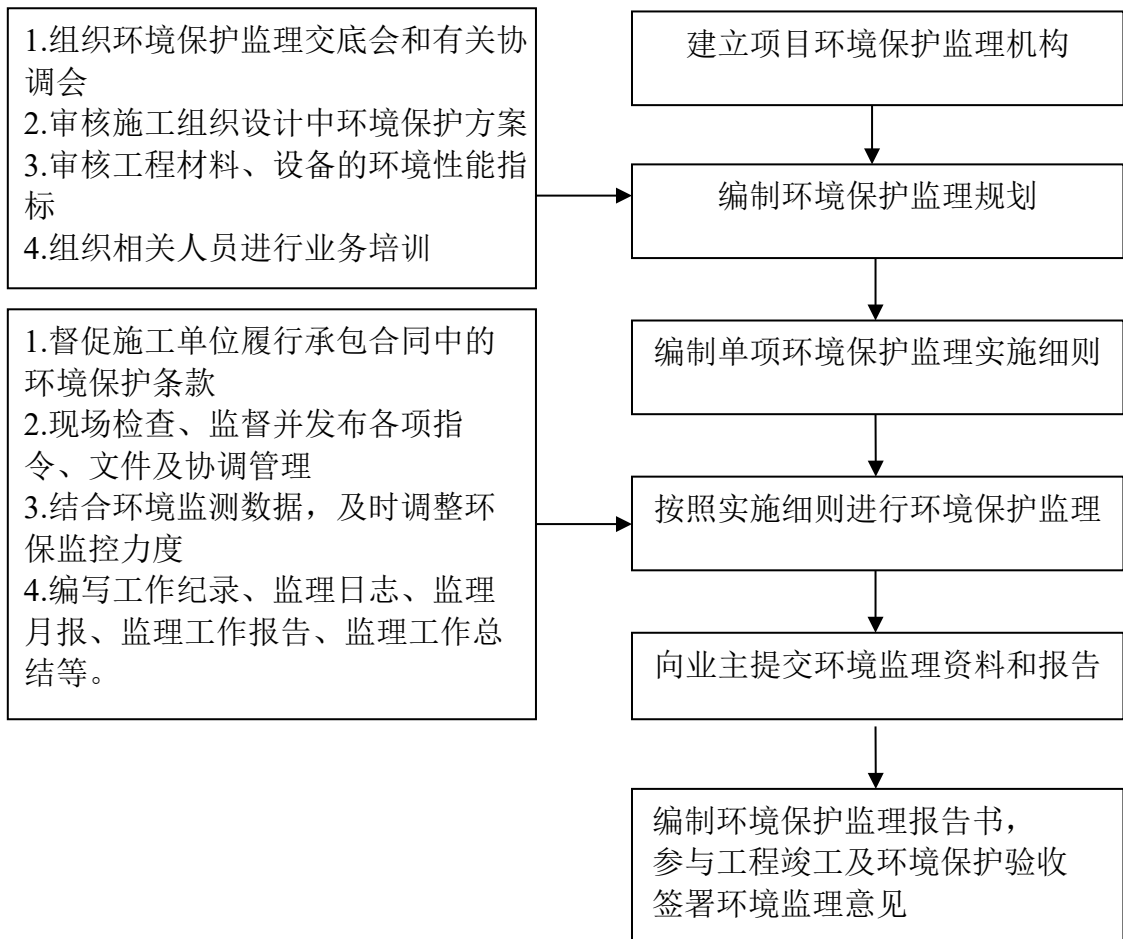


图 9.1-1 监理的工作程序图

9.1.3.4 环境监理工作方式

根据本项目施工范围大、工期相对较长的特点，环境监理应按照施工进度实施动态管理。环境监理工作方式以日常巡视为主，辅以必要的环境监测，以便及时调整环保监控力度。对主要污染工序进行全过程的旁站监理，确保各承包商的施工行为符合有关环保法律、法规和合同中环境保护条款的规定。

对环评中相关要求和内容，环保监理人员应在开工前熟悉与工程有关内容。

9.1.3.5 环境监理机构及工作制度

拟建项目可参照工程监理的组织管理体系设置环境监理组织机构。设立环保总监，主管工程环境监理工作；成立环监办负责组织实施；设立各环监代表处和环监驻地办，具体承担环境监理任务。现场环境监理工程师由驻地办专业监理工程师兼任。

环境监理的工作制度主要包括：工作记录、人员环境培训、报告、函件来往、例会、环境监理奖惩以及环境监理资料归档等制度。

9.1.3.6 环境监理重点

工程环境监理主要包括环保达标监理和环保工程监理。环保达标监理是使主体工程的施工符合环境保护的要求，如污水、噪声、废气等排放应达到有关的标准等。环保工程监理包括海洋生态环境保护、生态补偿等在内的环保措施落实的监理。

环境监理工程师除应根据本监理重点开展工作外，还应根据工程施工的实际情况采取相应的临时措施。

(1) 环保达标监理

1) 施工准备阶段

施工准备阶段的主要环境监理内容是：检查施工合同中环境保护条款落实情况，审查施工组织设计中的环保措施，与建设单位、设计单位、工程监理单位、施工单位一同进行工程区、施工场地、施工便道现场核对优化以及对施工环保措施的审查等。其监理要点见表 9.1-1。

表 9.1-1 施工准备阶段环境监理重点

施工活动	监理重点	监理方法
施工招投标	编制工程环境监理工作计划	文件审查
	复核施工合同中的环保条款	文件复核
	复核施工标段现场环境敏感点和保护目标	现场巡视、记录
	审查承包商的施工组织设计中的环保措施	文件审查
	审批承包商的施工期环境管理计划	文件审查
	审查分项工程开工申请中的施工方案及相应环保措施	文件审查
临时工程	检查材料仓库和临时材料堆放场防止物料散漏的污染措施	巡视

2) 施工阶段

施工期是环境监理的重点阶段，本项目施工阶段环保达标监理的重点包括海缆铺设工程等，其监理要点见表 9.1-2。

表 9.1-2 建设与施工工艺控制监理内容

单位工程	监理地点	监理方法	监理重点及内容
海缆铺设工程	全段	现场巡视、跟踪监测	①检查海缆的现场工作界线； ②施工海域是否设置警示标志； ③落实施工工艺； ④检查施工是否尽量安排在在低潮期施工；是否避开雨季、台风及天文大潮等不利条件。
海上施工	施工船舶	上船检查并查阅登记记录	①检查施工船舶吨位、类型、工艺是否与环评报告书一致； ②检查施工船舶是否有海事部门出具的符合安全生产条件的的相关证明材料； ③施工船舶作业期间是否取得船舶通航许可；

			<p>④检查施工单位是否编制《施工船舶油污污染应急计划》，并落实到位，职责分明；</p> <p>⑤检查施工船舶、机械设备性能的情况，禁止跑、冒、滴、漏严重的船只参加作业；</p> <p>⑥监督检查施工船舶是否配备生活污水和生产污水（含油污水）的收集装置，并定期委托由有资质单位接收处置，污水接收单位应填写《船舶接收/排放污水登记记录》；</p> <p>⑦监督检查施工船舶是否配备生产和生活垃圾存放措施，做到垃圾分类并且标识明显，并定期委托由有资质单位接收处置，垃圾接收单位应填写《垃圾排放登记记录》。</p>
--	--	--	--

此外，施工期其他环境保护措施监理重点，主要包括以下内容：

①施工期环境监测计划落实情况；

②监理工程征地（海）与拆迁补偿措施落实情况，建立监督、制约机制，切实保护被征地（海）农（渔）民合法权，确保移民原有生活水平不降低；密切监测弱势群体安置后的生活情况，保证没有困难。

3) 竣工验收阶段

竣工验收阶段的环境监理工作主要包括：施工场地、施工便道、拌合站等临时用地清场及恢复措施监理；环保工程、生态补偿等的落实情况监理，环境监理预验收工作，整理资料，编写总结报告，协助业主准备竣工环保验收工作等。

(2) 环保工程监理

对环保工程实施质量、进度和费用监理，其中重点为质量监理，监理要点为：

- (1)检查环境工程设计单位的环保专业设计资质；
- (2)检查环境工程设计图纸的完整性；
- (3)检查设施的环境效果是否达到相应设计要求。

9.1.3.7 环境监理文件编制

(1)环境保护监理计划编制

环境保护监理计划是环境保护监理单位接受业务委托之后，监理单位应根据合同、环评要求、施工计划及工程的实际情况，制定本项目环境保护监理计划，明确环境保护监理工作范围、内容、方式和目标。

(2)环境保护监理实施细则编制

环境保护监理实施细则是在环境保护监理规划的基础上，由项目环境保护监理机构的专业环境保护监理工程师针对建设工程单项工程编制的操作性文件。本项目应根据工程实际情况及环评要求编制环境保护监理实施细则。

(3)环境保护监理总结报告编制

环境保护监理工作完成后，项目环境保护监理机构应及时进行监理工作总结，向建设单位提交监理工作总结，主要内容包括：委托监理合同履行情况概述，监理任务或监理目标完成情况评价。

9.1.3.8 环境监理考核

建设单位每半年对环境监理工作进行一次考核，主要考核对国家和地方有关的环境保护法律、法规和文件以及指挥部相关文件的执行情况、环境监理工作开展情况和各施工单位施工现场环境保护和水土保持的现状。环境监理工作完成后，应及时提交就工程环境监理情况的总结报告，该报告作为环保单项验收的资料之一。建设单位在环境保护单项工程考核和验收时，应请项目主管及地方环保单位、海洋、渔业、海事管理部门有关人员参加。

9.1.3.9 环境监理档案管理

环境监理档案应包括环境监理文件和监理资料等。

(1)环境监理文件主要包括：环境保护监理规划、环境保护监理实施细则、环境保护监理总结报告等。

(2)环境监理资料主要包括：

①日常工作记录：主要记录当天环境监理的工作内容、发生环境影响时采取的措施以及执行情况等；

②环境监理月报：主要对本月的监理工作进行汇总总结，记录本月环境监理工作内容，施工中发生环境影响时采取的措施以及执行情况等；

③与业主、施工单位往来函件及与工程环境监理有关的其它资料。

环境监理档案的管理应制定相应管理制度，专人负责本项目各类环境监理资料的收集、分类、整理与归档，作为工程环境保护验收的重要资料及环境管理的重要资料。

9.2 环境监测计划

环境监测在环境管理中占有重要作用。海缆项目力求通过环境监测，提供被监测区的监测数据，了解和监视该区域环境现状，评价该区域环境质量，为环境管理部门进行有效环境管理提供依据。同时通过监测，还可以对被监测区域存在的一些潜在污染情况做出及时反应，预报预警污染事故发生的可能性，以便环境管理机构能及时采取相应措施，防患于未然。

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的要求，为了及时了解和掌握海缆项目建设对海洋环境的影响，评价其影响范围和影响程度，建设单位需要制订环境监测计划，委托具有海洋环境监测资质的相关单位，跟踪监测海缆项目对海洋环境的影响，及时发现并解决海缆项目建设引起的海洋环境问题。

海缆项目环境监测的范围为沿电缆路由埋设段施工作业，其重点是施工阶段海底电缆埋设产生的悬浮物所能影响的范围和距离，以及电缆事故打捞修复阶段产生的悬浮物所能影响的范围和距离，重点监测埋设段施工区域的水质环境和沉积物环境。

9.2.1 海缆工程施工期环境监测计划

9.2.1.1 环境质量跟踪监测计划

项目建设过程及建设结束后，为了解项目产生的悬浮沙对周围环境产生的影响，应根据建设项目海洋环境质量现状监测相关规定实施海水水质、沉积物的跟踪监测，跟踪监测应委托有资质的监测机构，结合本次调查站位，在项目中设置 10 个海水、沉积物跟踪监测站位，同时，对北海侧登陆点周边红树林、涠洲岛侧珊瑚礁进行环境要素加密监测，具体监测计划见表 9.2-1。

9.2.2 海缆工程运营期环境监测计划

项目运营期间，建设单位应在加强环境管理的同时，定期进行环境监测，对企业运行过程中排放的污染物进行定期监测，监测人员应完成采样、分析、报告编制和记录资料存档工作。定期环境监测以便及时了解本项目对环境造成影响的情况，并采取相应措施，消除不利因素，减轻环境污染，使各项环保措施落到实处，以期达到预定的目标。

9.2.2.1 环境质量跟踪监测计划

运营期各项作业活动对海水水质环境、海洋沉积物、海洋生态环境、区域环境空气、地下水环境、土壤环境等产生一定影响，为了掌握工程建设对海洋环境质量的影响程度，施工结束后建设单位应根据相关规定委托国家行政主管部门认可的监测单位对工程周边展开环境质量跟踪监测。

9.2.3 海缆工程事故监测计划

配合政府部门对防污染设备的检查工作，以及在事故状态下配合有关部门作好对事故的跟踪监测。

本项目事故风险主要为施工期船舶溢油事故，若发生溢油事故，在进行溢油应急处置过程中及处置结束后，在溢油扩散范围边界和内部根据具体情况设置多个跟踪监测点位（站位布设根据实际情况进行调整），进行跟踪监测，监测项目、监测指标、监测方法等事故监测内容与前节监测内容保持一致，直至各项指标恢复到溢油事故前的现状水平。

9.2.4 陆域工程环境监测计划

输变电建设项目的�主要环境影响评价因子为噪声、电磁、地表水及生态环境；根据《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ1113-2020）、《排污单位自行监测技术指南 总则》

(HJ819-2017)和本项目的环境影响特点,制定监测计划,监测其施工期和运行期环境要素及评价因子的动态变化;本项目不涉及污水排放,电磁环境与声环境监测工作可委托具有相应资质的单位完成,生态环境主要以现场调查为主。

各项监测内容及要求如下。

(1) 噪声

监测方法及执行标准:《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)、《声环境质量标准》(GB3096-2008)及《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)。

监测点位布置:溇洲变电站施工期拟建站址区域施工场界及声环境敏感目标处,运行期变电站四周厂界及声环境敏感目标处;墩海变电站施工期拟扩建站址区域施工场界及声环境敏感目标处,运行期变电站四周厂界及声环境敏感目标处

监测频次及时间:变电站及变电站间隔扩建施工期场界处每季度监测一次,变电站及变电站间隔扩建调试运行期监测一次,变电站及变电站间隔扩建正式投产后每季度监测一次;涉及投诉纠纷加强监测。

监测布点及要求:施工期变电站测点设在建筑施工场界外1m处;运行期溇洲、墩海变电站监测点位布设在四周厂界处,对于超出3层的声环境敏感目标建筑物还应在具代表性的不同楼层设置监测点位。

(2) 工频电场、工频磁场

监测方法:执行《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ 681-2013)等监测技术规范、方法。

执行标准:《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)。

监测点位布置:陆缆线路上方及电磁环境敏感目标处;溇洲及墩海变电站高压侧衰减断面、四周厂界及电磁环境敏感目标处。

监测频次及时间:线路及变电站调试运行期一次,运行期定期监测;投诉纠纷时加强监测。

监测布点及要求:工频电场和工频磁场在变电站四周厂界处监测,同时在溇洲、墩海变电站围墙外设置监测断面,工频电场和工频磁场监测断面布设在电磁环境点位监测最大值侧。工频电场、工频磁场以变电站围墙为起点,测点间距为5m,距地面1.5m高度,测至围墙外50m处为止。

输电线路在电缆管廊边缘两侧5m带状区域内的居民点,同时电缆管廊设监测断面,工频电磁强度以电缆管理中心正上方起点,测点间距为1m,距地面1.5m高度,测至距电缆管理边缘外5m处为止。

(3) 生态环境监测

监测因子：施工期一般区域，土地利用状况、临时占地恢复、建设区域内的植被恢复效果。施工期生态敏感区，施工期植物群落变化情况、重要物种的活动和分布变化情况、生境质量变化情况；运行期为实际生态影响、生态保护对策措施的有效性以及植被恢复效果。

监测方法：符合国家现行的有关生态监测规范和监测标准分析方法。

监测点位：溇洲变电站站址、墩海站扩建区、陆缆线路施工区及临时施工场地等施工扰动区域。

监测频次及时间：项目施工期监测 1 次，环境保护设施调试期监测 1 次。项目溇洲站及陆缆线路周边，尤其距离自然保护区、重要栖息地、重要湿地较近区域，开展长期跟踪生态监测，施工期延续至正式投运后 5~10 年，施工期开展 1 次，环境保护设施调试期开展 1 次，后续每 4 年 1 次。

(4) 监测技术要求

①监测范围应与工程影响区域相适应。

②监测位置与频率应根据监测数据的代表性、环境质量的特征、变化和环境影响评价、工程竣工环境保护验收的要求确定。

③监测方法与技术要求应符合国家现行的有关环境监测技术规范和环境监测标准分析方法。

④对监测结果应在原始数据基础上进行审查、校核、综合分析后整理编印，并提交环境保护主管部门。

⑤应对监测提出质量保证要求。

9.3 环境管理和环境监测的可行性和时效性

完备的环境保护管理机构设置、完善的环境管理制度是落实各项环保措施的基本保证。施工期的大气环境、声环境、海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境的监测，可以及时地反映工程施工引起的环境质量变化，有效地指导施工期的环境保护管理。施工结束后的环境监测，可以基本反映工程区域环境质量变化趋势。

从监测站位布设、监测项目设置、监测时段和监测频率分析，本项目区域环境质量监测计划可以有效反映项目施工期和运营期对环境的影响，具有较强的时效性。

10 环境影响评价结论

10.1 工程分析结论

220 千伏涠洲岛跨海联网工程位于广西壮族自治区北海市。

本项目在北海市涠洲岛建设 1 座 220kV 涠洲变电站，对侧北海市 220kV 墩海站扩建一个 220kV 出线间隔。自北海大陆侧 220kV 墩海变电站起，至涠洲岛侧新建 220kV 涠洲变电站止，新建单回 220kV 线路长约 49.44km。其中：北海市陆上段新建单回电缆线路长约 1.5km；海中段新建单回 220kV 海缆线路长约 46.2km（北起北海市海岸线与南至涠洲岛海岸线之间的海缆线路）；涠洲岛上段新建单回电缆线路长约 1.74km。

海缆设计使用寿命：30 年。

工程动态总投资为 85853 万元，其中环保投资 3129.13 万元，占总投资的 3.64%。

海缆工程施工期污染影响主要来自铺设前的扫海清障作业及电缆埋设作业产生的悬浮沙，船舶施工作业人员的生活污水、船舶垃圾，路由扫海清障作业产生的海底垃圾，电缆铺设过程产生的电缆废料，作业船只产生的油污水，以及施工机械产生的噪声、尾气等。

10.2 环境现状分析与评价结论

10.2.1 海水水质现状

（1）2022 年秋季

1) 表层

执行一类海水水质标准的 8 个站位（S6、S7、S9、S10、S11、S14、S19、S20）中，S10 站位化学需氧量超标，超标倍数 0.01；S9、S19 站位锌超标，超标倍数分别为 0.05、0.03。执行二类海水水质标准的 8 个站位（S1、S3、S5、S8、S22、SH、S2、S23）中，SH 站位石油类、无机氮和活性磷酸盐超标，超标倍数分别为 0.65、8.69、12.60。近岸海域环境功能区划之外的 7 个站位（S12、S13、S15~S18、S21）中，S13 站位锌满足二类水质标准，其余均满足海水水质一类标准。。

2) 底层

执行一类海水水质标准的 8 个站位中，S6、S10 站位锌超标，超标倍数 0.16、0.004。执行二类海水水质标准的 8 个站位中，所有调查因子均满足海水水质二类标准。近岸海域环境功能区划之外的 7 个站位中，所有调查因子均达到海水水质一类标准。

（2）2023 年春季

1) 表层

执行一类海水水质标准的 8 个站位（S6、S7、S9、S10、S11、S14、S19、S20）中，S6、S9、S11、S14 站位锌超标，超标倍数分别为 3.73、0.27、0.03、3.23。执行二类海水水质标准的 8 个站位（S1、S3、S5、S8、S22、SH、S2、S23）中，SH 站位溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮、活性磷酸盐超标，超标倍数分别为 1.05、0.18、1.06、13.8、1.61。近岸海域环境功能区划之外的 7 个站位（S12、S13、S15~S18、S21）中，S16、S17、S21 站位锌满足三类水质标准，S18 站位锌满足二类水质标准，其他调查因子均达到海水水质一类标准。

2) 底层

执行一类海水水质标准的 8 个站位中，S06、S11、S14、S20 站位锌超标，超标倍数分别为 4.49、0.03、4.79、5.19。执行二类海水水质标准的所有站位均符合所在功能区执行的海水水质标准。近岸海域环境功能区划之外的 7 个站位中，S16 锌满足四类水质标准，S17、S18、S21 站位锌满足三类水质标准，S17 站位铅满足二类水质，其他调查因子均达到海水水质一类标准。

(3) 超标原因

参照 2018 年~2021 年《广西壮族自治区生态环境状况公报》，本调查海域水质主要超标因子为无机氮、活性磷酸盐和油类等。本次调查 SH 站位无机氮、活性磷酸盐、溶解氧和油类等浓度超标，该站位位于城市生活污水入海口处的红树林生境，受退潮及污水排放的影响造成超标。

部分站位锌的质量浓度超过所在功能区规定的海水水质标准，涠洲岛与北海之间的海域海上作业活动是比较频繁的，可能为陆源输入及过往船舶扰动造成的短暂临时性的升高。S20 站位在底层出现锌超标，该区域海底有贝类的养殖，锌超标可能与养殖情况有关。

10.2.2 海洋沉积物现状

执行一类海洋沉积物标准的 9 个站位（S3、S7、S9、S11、S14、S19、S20、S22、S23）中，站位 S14、S20 铬含量超标，超标倍数 0.22、0.05；S23 站位的表层沉积物样品中油类含量超过第一类沉积物质量标准，超标倍数 0.26。未划定功能区的 S12、S15、S21 的表层沉积物样品中铬的含量超过第一类沉积物质量标准，超标倍数 0.12、0.09、0.07。

铬超标站位位于涠洲岛附近，其中 S14 距涠洲岛最近，约 2 千米，距涠洲岛客运码头约 4.4 千米，从卫星地图中可以看到距站位 3 千米内有两个明显陆源输入点，站位重金属铬超一类沉积物环境标准原因可能由于陆源输入所导致。S20 站位铬超标可能与养殖情况有关。油类超标站位 S23 站位位于北海市陆域附近，距离河口较近，可能由于陆源输入所导致。

10.2.3 浮游植物现状

2022年10月秋季调查共鉴定出浮游植物25科100种（含未定种的属），隶属于蓝藻门、甲藻门、金藻门、黄藻门、硅藻门和裸藻门6大门类。秋季调查海域浮游植物平均细胞数量为 $1778.30 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。

春季调查共鉴定出浮游植物19科86种（含未定种的属），隶属于蓝藻门、甲藻门、金藻门、硅藻门、和绿藻门5大门类。春季调查海域浮游植物平均细胞数量为 $254.85 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 。

10.2.4 浮游动物现状

秋季调查共记录浮游动物9个生物类群45种，平均密度为 53.85ind./m^3 。

春季调查共记录浮游动物8个生物类群70种，平均密度为 514.53ind./m^3 。

10.2.5 底栖生物现状

秋季调查共记录大型底栖动物33种，其中环节动物18种、节肢动物8种、其他种类动物7种（包括纽形动物1种、星虫动物2种、软体动物2种、棘皮动物和脊索动物各1种）。平均生物量为 19.61g/m^2 。

春季调查共记录大型底栖动物51种，其中环节动物27种、软体动物6种、节肢动物11种、其他种类动物（包括刺胞动物和脊索动物各2种、蠕虫动物、纽形动物和棘皮动物各1种）共7种。平均生物量为 92.13g/m^2 。

10.2.6 潮间带生物现状

秋季调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有32种，隶属4门25科。平均生物量为 37.994g/m^2 。

春季调查断面定量采集到的潮间带生物经鉴定共有47种，隶属4门30科。平均生物量为 78.292g/m^2 。

10.2.7 渔业资源现状

秋季调查鱼卵12种，仔稚鱼5种，隶属于鲱形目、仙女鱼目、鲈形目和鲽形目等4目11科。垂直拖网鱼卵的密度分布范围在 $0-8.57 \text{ind./m}^3$ 之间，平均值为 1.72ind./m^3 ，仔稚鱼的密度分布范围在 $0-0.72 \text{ind./m}^3$ 之间，平均密度为 0.18ind./m^3 。

秋季调查共捕获游泳生物67种，其中：鱼类46种，甲壳类18种（虾蛄类5种、虾类6种和蟹类7种）和头足类3种。平均重量密度为 1092.95kg/km^2 。

春季调查鱼卵18种，仔稚鱼5种，隶属于鳗鲡目、鲱形目、仙女鱼目、鲻形目、鲈形目和鲽形目等6目15科。垂直拖网鱼卵的密度分布范围在 $1.59 \text{ind./m}^3-36.67 \text{ind./m}^3$ 之间，

平均值为 11.08ind./m³，仔稚鱼的密度分布范围在 0ind./m³~3.46ind./m³ 之间，平均密度为 0.54ind./m³。

春季调查共捕获游泳动物 71 种，其中：鱼类 44 种，甲壳类共 23 种（虾类有 2 科 8 种，蟹类有 7 科 11 种，虾蛄类有 1 科 4 种），头足类共 4 种。平均重量密度为 679.97kg/km²。

调查海域出现的白氏文昌鱼，秋季在 14 个站位中的 4 个站位出现，分别为 S3、S7、S22 和 S23 站。平均栖息密度为 15.71ind/m²，占调查海区底栖生物平均密度的 18.99%，为调查海区的第二优势种。春季在 17 个站位中的 5 个站出现，分别为 S3、S7、S23、S25 和 S26 站。平均栖息密度为 55.29 ind/m²，占调查海区底栖生物平均密度的 32.41%，为调查海区的第一优势种。本次调查出现白氏文昌鱼的站位均位于调查海区北部近岸海域，其中的 S3、S7 和 S26 站距本项目海缆路由较近。

10.2.8 海洋生物质量现状

秋季鱼类、甲壳类和非双壳贝类软体动物生物质量评价因子重金属铜、铅、锌、镉和汞含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准。鱼类和非双壳贝类软体动物生物质量评价因子石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的质量标准。棒锥螺样品中，Hg 含量超过了一类生物质量标准，最大超标倍数为 0.54，但均达到了二类生物质量标准；其它调查因子均满足一类生物质量标准。波纹巴非蛤样品中，各调查因子均满足一类生物质量标准。

春季调查海域鱼类、甲壳类和软体类生物体中汞、铜、铅、锌、镉等指标测值含量均符合《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，未出现超标现象。鱼类和软体类生物体中的石油烃指标测值含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准，未出现超标现象。贝类砷、铜、铅、锌、镉、铬和石油烃等指标检测值均满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准。

10.2.9 重要水生生物

生态本底调查发现北海侧近岸有文昌鱼分布，未发现鲨，但北海渔业生产作业时有捕获鲨记录。依据资料，工程路由未穿越中华白海豚密集分布海区，距离大风江—南流江海域中华白海豚分布区最近距离约 5.7 千米；布氏鲸在北部湾海域出现的时间段主要为每年 9 月至次年 4 月，其中每年 3 月和 4 月观察到布氏鲸出现和觅食概率较高。布氏鲸出现频率较高的区域，主要是涠洲岛西部和斜阳岛周围。

10.2.10 电磁环境现状

220kV 溇洲变电站：站址四周监测点位处工频电场强度在 2.59V/m~6.24V/m 之间，工频磁感应强度在 0.007 μ T~0.014 μ T 之间，分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

陆缆线路：拟建墩海~溇洲 220kV 陆缆线路北海侧、溇洲侧背景点测点位处电场强度在 4.97V/m~14.3V/m 之间，工频磁感应强度在 0.017 μ T~0.023 μ T 之间，分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m 及 100 μ T 的控制限值要求。

墩海站间隔扩建：墩海站四周及衰减断面处监测点位工频电场强度在 6.55V/m~792V/m 之间，工频磁感应强度在 0.032 μ T~1.354 μ T 之间，分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

电磁环境敏感目标：线路电磁环境敏感目标处工频电场强度在 29.7V/m~42.6V/m 之间，工频磁感应强度在 0.018 μ T~0.027 μ T 之间，分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）规定的 4000V/m 及 100 μ T 的公众曝露控制限值要求。

10.2.11 声环境现状

220kV 溇洲变电站：拟建 220kV 溇洲变电站站址四周测点噪声监测值昼间在 48dB(A)~50dB(A)之间，夜间在 44dB(A)~46dB(A)之间，监测值可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求。

墩海间隔扩建：拟扩建 220kV 墩海变电站东侧、西侧、北侧厂界测点噪声监测值昼间在 50dB(A)~54dB(A)之间，夜间在 45dB(A)~46dB(A)之间，监测值可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准限值要求；拟扩建 220kV 墩海变电站东南侧厂界测点噪声监测值昼间为 63dB(A)，夜间为 49dB(A)，监测值可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）4 类标准限值要求。

声环境敏感目标：拟建 220kV 溇洲变电站四周声环境敏感目标处测点噪声监测值昼间为 46dB(A)，夜间为 42dB(A)，监测值可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准限值要求；拟扩建 220kV 墩海变电站四周声环境敏感目标处测点噪声监测值昼间在 59dB(A)~65dB(A)之间，夜间在 46dB(A)~49dB(A)之间，监测值可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准限值要求。

10.2.12 陆域工程区域主要环境问题

由于本项目陆域工程主要位于城市建成区或规划区走线，陆域工程主要环境问题为 220kV 墩海变电站电磁环境、声环境，及项目周边交通噪声影响。

现状监测结果表明，陆域工程所在区域电磁环境、声环境现状均能满足相应标准限值要求。

10.2.13 陆域生态环境现状

项目区植被物种多样性的特点总体表现为自然植被较少，呈零星点状分布，陆缆线路沿线评价范围内有野生及较为常见或重要栽培的维管植物共计 62 科 173 属 211 种，其中裸子植物 2 科、2 属、3 种，被子植物 60 科、171 属、208 种。项目受剧烈人类活动的影响，项目评价区内群落及层次结构简单，物种多样性贫乏。评价范围内未发现国家及广西省级重点保护野生植物和古树名木，未发现《中国生物多样性红色名录》中的极危、濒危、易危物种和极小种群物种。

根据实地考察及对相关资料进行综合分析，评价范围分布的陆生野生脊椎动物有 4 纲 23 目 57 科 150 种；评价范围内有国家一级重点保护野生动物 3 种，有国家二级重点保护野生动物 16 种，广西省级重点保护野生动物 14 种，共计 33 种。

本项目陆域工程评价范围内除其它（工业用地、裸地及登陆点向海一侧海洋）外，占地面积最大的为城镇生态系统，占地面积为 195.25hm²，其次为农田生态系统，占地面积为 187.26hm²，分别占评价区总面积的 24.73%、23.71%。

10.3 环境影响预测分析与评价结论

10.3.1 海洋水文动力及地形地貌与冲淤环境影响分析

在涠洲岛西北侧海缆在穿越航道时，先进行疏浚，水深由现状 22.1m 疏浚至 26.3m，由于工程后水深增加，平面二维平均流速略有下降，由海缆工程前后的流场图可以看出，工程前疏浚区落急最大流速在 50cm/s 左右，工程后下降至 45cm/s 左右；工程前涨急最大流速在 45cm/s 左右，工程后则下降至 40cm/s 左右，工程前后涨急落急最大流速都下降约 5cm/s。这主要是由于工程后形成深坑，垂向平均流速略有下降，实际上表中层流速并不会发生太大的变化，主要是底层疏浚坑内的流速下降所致。

从底层流速改变图可以看出，底层涨急落急流速减小幅度最大达到 11cm/s 左右，流速减小的区域出现在疏浚坑内；底层流速最大增加幅度在 4cm/s 左右，流速增大的区域出现在的疏浚坑的东北和西南角附近海域，整体上，流速改变幅度大于 2cm/s 的最远距离约 50m。

穿越航道段疏浚施工完成以后，在疏浚区的东北角和西南角，则将出现最大 0.08m/a 的冲刷，但冲刷范围较小；而在疏浚区内，则由于疏浚坑内流速减小，将产生最大 0.16m/a 的淤积；从冲淤的范围来看，冲淤幅度大于 3cm/a 的范围与疏浚区的最大距离为 90m 左右，可

见疏浚工程对于周边海域冲淤环境的影响只局限在疏浚区及其周边的小范围内，对大范围海域冲淤的影响较小。

10.3.2 海水水质环境影响评价

海缆穿越航道段疏浚施工 2 个源点叠加悬浮泥沙底层增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 1.622km²、0.445km²、0.033km²、0.00km²、0.00km²。

铺缆施工过程全部 133 个源点叠加悬浮泥沙底层增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 159.120km²、71.361km²、16.635km²、2.282km²、0.158km²。

在润洲岛一侧设置防污帘后悬浮泥沙底层增量大于 10mg/L（超 I、II 类海水水质）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超 III 类海水水质）、大于 150mg/L（超 IV 类海水水质）的海域面积最大值分别为 149.720km²、68.410km²、16.366km²、2.122km²、0.158km²。

施工过程中悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

10.3.3 海洋沉积物环境影响评价

悬浮沙沉降厚度大于 2cm 的面积为 16.544km²，影响范围内原有沉积物将被沉降的悬浮沙覆盖，但会随着施工结束逐渐恢复沉积物原有环境，因此，海缆铺设对沉积物环境影响较小。此外，施工期船舶产生的各项污染物均按要求处理或排放，对海洋沉积物环境影响较小。

10.3.4 海洋生态影响分析与评价结论

本项目建设对底栖生物的影响主要是航道疏浚、扫海及电缆敷设作业对路由区周边底栖生物栖息生境的短期破坏。

施工产生的悬浮物对部分游泳生物影响较为显著。直接造成底栖生物损失 199.45 吨；项目施工引起的悬浮物造成 4.36×10⁸ 粒鱼卵、2.45×10⁷ 尾仔稚鱼、614 尾幼虾、1.37×10⁴ 尾其他游泳动物幼体和 883.93kg 游泳生物的一次性损失；项目共需要渔业资源经济损失补偿 2523 万元。项目造成的渔业资源损失是局部、暂时和可逆的，项目施工结束后，不利影响因素消失后，渔业生境会很快会得到重建。

10.3.5 对海洋环境敏感目标的影响分析

为防止施工悬砂扩散到涠洲岛登陆段附近珊瑚礁，施工过程中在珊瑚礁分布区设置防污帘，对悬浮泥沙进行拦截，保证施工不会对附近珊瑚礁造成不良环境影响。定向钻管道埋深不小于 10m，其作业引起的震动不会对该区域珊瑚造成影响。电缆位于珊瑚分布区海底以下，其正常运营过程中不会对珊瑚礁造成明显的影响。

北海定向钻陆上入土点距离小片分布的红树林约 28m，距离陆域范围零星分布的红树林约 95m，入土点施工场地内设泥浆池，经沉淀后循环使用，施工结束后废弃泥浆、钻屑等废弃物均在陆域妥善处置，不向海洋排放，不会对北海市侧登陆点附近的红树林产生影响；电缆工程不穿越红树林区域。红树林的悬沙预测结果表明，北海市侧定向钻出土点距离海岸线登陆点 482m，海上出土后开始冲埋，在低潮期施工，施工悬沙不会扩散到红树林。

本项目在北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区内，渔业生态环境敏感，将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渔业资源造成一定影响，需采取有效的生态补偿和保护管理措施，施工期宜避开北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区特别保护期（1月15日~3月1日）。工程建设存在溢油事故风险，一旦发生将会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水产资源和渔业生态系统产生严重的影响，需要采取严格的溢油事故风险应急防范措施。本项目在严格执行国家有关法律法规，切实落实各项环境保护措施、溢油事故风险应急措施、生态保护措施和生态补偿措施的前提下，其对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区生物生态和渔业资源的影响，从生态环境与渔业资源保护的角度分析，是可以接受的。

10.3.6 电磁环境影响评价结论

（1）变电站工程

根据 220kV 碧竹变电站、500kV 美林变电站的类比监测结果，类比变电站厂界各测点工频电场强度、工频磁感应强度监测值，分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的公众曝露控制限值要求。由类比分析可知，本项目 220kV 涠洲变电站按建成投运后，在正常运行工况下变电站四周、评价范围内及电磁环境敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

（2）输电线路工程

根据金陵~碧竹 I、II 回 220kV 地下电缆线路类比监测结果，类比线路各测点工频电场强度、工频磁感应强度监测值，分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的限值要求。由类比分析可知，本项目墩海~涠洲 220kV 线路按建成投运后，在正常运行工况

下线路周边、评价范围内及电磁环境敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

（2）变电站间隔扩建工程

根据 220kV 下沙变电站、500kV 美林变电站的类比监测结果，类比变电站厂界各测点工频电场强度、工频磁感应强度监测值，分别满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的公众曝露控制限值要求。由类比分析可知，本项目 220kV 墩海变电站间隔扩建工程建成投运后，在正常运行工况下变电站四周、评价范围内及电磁环境敏感目标处工频电场强度和工频磁感应强度均能够满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的 4000V/m 和 100 μ T 公众曝露控制限值要求。

10.3.7 声环境影响评价结论

（1）施工期声环境影响

根据施工期噪声预测，施工期项目施工场界及声环境敏感目标处存在超标的情况。施工期间需对应采取优化施工布局、设置硬质围挡、优先修筑围墙、改善地面条件、加强施工及其及施工车辆的维护和保养，保持其良好的运行状态等措施。有条件的情况下需对高噪声的施工机械和车辆采取铺设隔声垫、加装消声器的措施。

根据施工期噪声预测，项目夜间施工，使用高噪声机械时会对项目周边声环境产生较大影响，因此应禁止在夜间使用高噪声机械，确因生产工艺（如混凝土浇筑）须夜间连续作业的，需要对施工机械和车辆采取铺设隔声垫、加装消声器等措施，以尽可能减轻夜间施工噪声对周边环境及声环境敏感目标的影响。

变电站工程的施工是暂时的，随着施工的开始，施工噪声的影响也随之结束。总体而言，在采取噪声污染防治措施的情况下，施工作业噪声的环境影响是可以接受的。

陆缆线路施工具有分布点状施工特点，施工期较短，施工噪声排放为间断排放，施工期通过合理布置施工场地、使其远离居民区，加强施工机械管理，减少施工机械噪声，避免施工作业对居民日常生活产生较大影响，随着项目施工结束，其产生的噪声影响也将消失。

220kV 墩海站间隔扩建工程，工程量较小，施工时间较短，拟扩建区域受城市建成区交通噪声影响较大，且扩建区周边 100m 范围内无声环境敏感目标分布，在采取设置施工硬质围挡、优先修筑施工围墙、优化场地布置和禁止中午、夜间施工等噪声污染防治措施的情况下，墩海站间隔扩建施工作业噪声的环境影响是可以接受的。

（2）运行期声环境影响

220kV 涠洲变电站：由噪声预测结果可知，按本期规模建成后厂界四周噪声贡献值能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准值要求；涠洲变电站周边声环境敏感目标处噪声预测值《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类标准要求。

陆缆线路：根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020），地下电缆线路可不开展声环境影响评价。

墩海站间隔扩建：由噪声预测结果可知，按本期规模建成后厂界四周噪声预测能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类、4类标准值要求；墩海变电站周边声环境敏感目标处噪声预测值《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类、4a类标准要求。

10.3.8 水环境影响评价结论

（1）施工期水环境影响

变电站工程施工过程中临时设置的施工生产生活区内，需设置与施工生产生活区规模相匹配的化粪池一座，产生的少量生活污水经化粪池集中处理后排入市政管网；在施工场地设置简易沉砂池，施工废水经沉淀后部分可回用于拌合等施工工艺，部分可用于洒水抑制扬尘。

本项目涠洲侧陆缆输电线路较短，工程量较小，线路工程施工人员可共用变电站施工生产生活区。

220kV 墩海变电站扩建及北海侧陆缆线路，应工程量较小，故不再单独设置施工生产生活区，施工人员租住在项目周边的居民房内，产生的生活污水由当地生活污水处理系统处理。

（2）运行期水环境影响

220kV 涠洲变电站建成投运后不产生生产性废水，站内值班人员产生的少量生活污水可经污水处理装置处理后排入市政管网，因此不会对区域水环境造成影响。

陆缆线路运行期间无废水产生，不会对线路沿线水体环境造成影响。

220kV 墩海变电站扩建工程，本期不新增运维人员，不新增生活污水产生量，变电站内产生的生活污水经站内前期修筑的生活污水处理设施处理后，排入市政管网，不会对区域水环境造成影响。

10.3.9 固废环境影响评价结论

（1）施工期固体废物环境影响

根据设计资料，本项目变电站、变电站间隔扩建、陆缆线路施工过程中产生的土石方经内部调配后，土石方挖填平衡，不涉及弃土弃渣的产生。

项目施工期间产生的拆除废料、建筑废料、施工垃圾和生活垃圾，能回收利用的，及时分类集中回收利用，不能回收利用的运送至当地政府部门制定的建筑垃圾消纳场或妥善处理。项目施工期间产生的生活垃圾应设专人分类、收集后，送至环卫部门集中统一处理。

(2) 运行期固体废物环境影响

本项目运行期主要固体废物为变电站值班人员产生的生活垃圾、废矿物油、废旧铅酸蓄电池。220kV 涠洲变电站每天生活垃圾量约 10kg，站内将设置固体垃圾收集箱，并定期清运至环卫部门指定地点，统一清理。220kV 墩海变电站扩建工程本期不新增运维人员，无生活垃圾新增量产生，运维人员产生的生活垃圾由站内垃圾箱收集后，交由环卫部门统一处理。

变电站采用蓄电池作为备用电源，一般设置有容量为 500Ah 的蓄电池组两组（废旧蓄电池为含铅废物，属于危险废物，编号为 HW31，废物代码 900-052-31）。变电站内废旧蓄电池应由有资质单位处置，严禁随意丢弃。220V 墩海变电站扩建工程本期不涉及蓄电池的新增。

在正常运行状态下，变电站内主变压器（高压电抗器）无油外排。变电站主变压器及高压电抗器在事故并失控状态下会产生废矿物油，形成油泥和油水混合物。变电站站内修筑有事故油池，并分别修筑有贮油坑。本期修筑的事故油池能满足单台设备含油量 100%的油量要求，经油水分离后产的含油废水、油泥等为危险废物（编号为 HW08，废物代码 900-220-08），需交由有资质单位处置，不得随意处置。

陆缆线路运行期间无固体废物产生。

10.3.10 生态环境影响评价结论

本项目陆域工程建设不会改变现有生态系统的格局，对区域生态完整性影响很小，陆域工程评价范围内涉及7处生态敏感区，其中广西涠洲岛自治区级自然保护区、广西北海涠洲岛自治区重要湿地、广西北海海城涠洲岛候鸟重要栖息地等3处生态敏感区边界一致，与本项目最近距离约为80m；生态保护红线2处，边界与本项目最近距离分别约为80m、120m；国家地质公园1处（广西北海涠洲岛火山国家地质公园），边界与本项目最近距离约为320m；风景名胜区1处（南澗—涠洲岛海滨风景名胜区），项目需占用该风景名胜区2.40hm²，包括永久占地1.78hm²，临时占地0.62hm²。

施工单位合理堆放土、石料，并在施工后认真清理和恢复迹地后，不会发生土地理化性质变化、土壤结构破坏现象。在采取相应植被保护措施、动物保护措施后，工程对植被和动物的影响可控制在可接受范围内。在采取相关水土保持措施后，工程施工期间水土流失也在

可控范围内。因此在采取并落实相应的保护措施后，工程施工对生态环境的影响能够控制在可以接受的范围。

10.4 环境风险分析与评价结论

海缆工程在建设阶段可能存在的主要环境风险类型为船舶碰撞泄漏等事故。根据溢油预测结果，发生溢油事故后，如未能及时采取有效的应急管控措施，油膜最快 2 小时可抵达上海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区；最快 3 小时可抵达珊瑚礁分布区；最快 4 小时可抵达海岸防护物理防护极重要区；最快 5 小时可抵达涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园（竹蔗寮珊瑚礁资源适度利用区）；最快 7 小时可抵达沙源流失极脆弱区和涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园（公山珊瑚礁生态保护区）；最快 18 个小时可抵达涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园（坑仔珊瑚礁资源适度利用区）；最快 33 个小时可抵达三娘湾海洋保护区。

海缆工程在项目建设过程中，应加强管理，避免事故的发生。一旦发生船舶碰撞溢油事故，应及时向相关主管部门通报情况，并立即采取相应措施将溢油控制在最小范围内。

220kV 涠洲变电站、220kV 墩海变电站站内内设置有油污排蓄系统，站内事故油池容积可满足对应含油设备组中最大单台设备含油量 100%的油量要求，事故油池容积满足运行期环境风险控制需要。

10.5 达标排放稳定性

输变电工程主要污染因子为工频电场、工频磁场和噪声。根据预测，在采取有效的预防和减缓措施后，本项目各项污染物均可满足相关标准要求。

10.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

本项目海缆工程铺设阶段扫海、冲埋等搅起的悬浮物和作业船舶污染物的排放不可避免的对海洋生态造成一定的影响。施工期宜避开北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区特别保护期（1 月 15 日~3 月 1 日）。

船舶生活污水经船舶自身配备的生活污水处理装置进行消毒和生化处理后，达标排放。船舶含油污水经专用油污水舱收集后，进入船舶自身配备的油污水处理装置处理，处理后根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》的相关要求铅封，定期上岸交由有资质单位处置。船舶生活垃圾中的可降解食品废弃物按《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）要求排海，不能降解的生活垃圾集中收集后上岸交环卫部门处理。船舶应使用硫含量不大于 0.5% m/m 的船用燃油。

建议建设单位与相关主管部门沟通和协商，对本项目造成的海洋生物资源损失采取适当的生态恢复或补偿措施，如人工增殖放流、渔业资源养护与管理。

陆域工程在设计过程中采取了严格的污染防治措施，各项污染防治措施大部分是根据国家环境保护要求及相关的设计规程规范提出、设计，同时结合已建成的同等级的输变电工程设计、实际运行经验确定的，因此在技术上合理、可操作性强。同时，这些污染防治措施在选址、选线、设计、定位、施工阶段就已充分考虑了从设计的源头减少污染源强及其影响范围。这些措施有效避免了先污后治的被动局面，减少了物财浪费，既保护了环境，又节约了经费。本项目采取的环保措施在技术上可行、经济上是合理的。

10.7 环境管理与监测计划

建设单位应在其管理机构内配备必要的环境保护专职或兼职人员，负责环境保护管理工作。施工期和运行期应加强环境管理、执行环境监测计划，掌握工程建设前后、运行前后实际产生的环境影响情况，确保各项环境保护措施、设施的有效落实，并根据管理、监测中发现的信息及时解决相关问题，尽可能降低、减少工程建设及工程运行对环境带来的负面影响，力争做到经济、社会、环境效益的统一和可持续发展。

10.8 公众参与分析与评价结论

建设单位根据《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境保护管理条例》《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部部令第4号），制定了本项目的环境影响评价公众参与的工作程序和工作方法，结合当地的实际情况，公众参与采用报纸公示、互联网媒体公示、现场公示信息张贴的方式进行了公众意见调查。公示期间建设单位未接到反对本项目建设的意见，并按照要求编制了公众参与说明。

2024年3月29日，建设单位在中国南方电网广西电网有限责任公司网站进行了首次环境影响评价信息公示。

在本项目环境影响报告书征求意见稿完成后，建设单位于2024年7月10日分别以网络、报纸及现场张贴形式进行了征求意见稿公示，其中网络公示为中国南方电网广西电网有限责任公司网站、报纸公示为广西法制日报、现场张贴公告为一品湾小区、恒大御景半岛小区、涠洲岛西角村梓桐木等位置。本项目纸质报告书查阅场所设置如下：①广西电网有限责任公司电网建设分公司（地址：广西壮族自治区南宁市民主路7号；联系电话：0771-2550633）②湖北君邦环境技术有限责任公司（地址：湖北省武汉市硚口区古田二路海尔国际广场8号楼15层；联系电话：027-65681126）

公示期间，无公众咨询查阅《220千伏涠洲岛跨海联网工程环境影响报告书》（征求意见稿）纸质报告书。截止征求意见稿的公众反馈截止日期，未收到公众提出的关于本工程环境影响评价和环境保护相关的反馈意见和建议。

10.9 选址选线环境合理性分析

本项目陆域工程在选址、选线阶段，已充分征求所涉地区地方政府及规划等部门的意见，对站址、路径进行了优化，不影响当地土地利用规划和城乡发展规划。

项目陆域工程不涉及自然保护区、重要栖息地、重要湿地、饮用水源保护区等环境敏感区的永久及临时占用，项目陆域工程需永久及临时占用南谿—涠洲岛海滨风景名胜区约2.40hm²，该风景名胜区涠洲侧覆盖涠洲岛全岛，北海侧几乎囊括西侧冠岭公园，东至银滩公园整片海滩，综合考虑220kV墩海站、220kV涠洲站站址涠洲及海缆线路登陆点位置，项目陆域工程占用风景名胜区范围不可避免，建设单位已委托广西壮族自治区林业勘测设计院开展该风景名胜区的影响专题报告，并取得了专家评审意见。在落实风景名胜区主管部门意见，采取有关保护措施相应污染防治和生态保护措施后，项目对风景名胜区影响可接受。

海缆工程符合国土空间规划、近岸海域功能区划，不可避让穿越了北海银滩海岸防护极重要区红线区和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区，已取得广西壮族自治区人民政府关于项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见。

10.10 区划规划和政策符合性结论

本项目符合国家产业政策，工程建设与区域经济社会发展的方向和要求相协调。本项目符合《广西壮族自治区国土空间规划（2021-2035年）》《北海市国土空间总体规划（2021-2035年）》《广西壮族自治区海岸带综合保护与利用规划（2021-2035年）》《广西壮族自治区海洋环境保护规划（2016-2025）》《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》《广西壮族自治区海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》《广西生态环境保护“十四五”规划》《北海市海洋生态环境保护高质量发展“十四五”规划》《北海市生态环境保护“十四五”规划》《北海银海核心保护区总体规划（2018-2030）》《涠洲岛旅游区（镇）总体规划（2011~2025）》《广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划（2013-2025）》《北海市涠洲岛生态环境保护条例》《广西壮族自治区北海银滩保护条例》《广西壮族自治区红树林资源保护条例》《水产种质资源保护区管理暂行办法》《北海市城市总体规划（2013-2030）》《红树林保护修复专项行动计划（2020-2025年）》等相符合。

本项目符合《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）》、《北海市“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单》相关要求。同时，项目海缆工程必须且无法避让地穿越北海银滩海岸防护极重要区红线区和北海市近海南部重要渔业资源产卵场红线区，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”，《生态保护红线内允许有限人为活动论证报告》目前已取得“广西壮族自治区人民政府关于220kV涠洲岛跨海联网工程项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见”。

10.11 建设项目环境可行性结论

220 千伏涠洲岛跨海联网工程的建设有利于解决涠洲岛目前孤网运行问题，提高岛内供电能力及供电可靠性，把涠洲岛建设成为国内一流、国际知名的休闲度假海岛提供电力保障，同时也为海上风电提供送出通道，促进清洁能源消纳。

本项目建设符合相关法律法规以及相关规划区划要求。

本项目海域具有十分重要的生态功能和价值，海域生态环境较敏感。海缆工程环境影响主要为涉水施工对海水水质、海洋生物以及其他海洋生态的影响和施工船舶溢油环境风险影响。严格落实海洋生态保护措施，优化施工组织方案，开展施工期海洋环境监测和环境监理。施工期避开保护物种主要活动、繁殖及产卵盛期（1月至5月）；涠洲岛近岸珊瑚礁分布区以定向钻方式穿越，北海市近岸段采用定向钻施工，以减缓悬浮物影响范围；开展定向钻施工对珊瑚礁的影响研究，以及珊瑚、白氏文昌鱼等海洋生物栖息地调查和施工期跟踪监测；落实施工期海洋环境监测和环境监理，科学实施生物增殖放流。在落实报告书提出的各项生态保护、污染防治措施、环境风险防范与应急及环境管理要求后，海缆工程建设对环境的不利影响可得到一定程度的减缓和控制。

本项目陆域工程与地方城乡规划、土地利用规划、环境保护规划和其他相关规划不相冲突。在设计、施工、运行过程中按照国家相关环境保护要求，分别采取了一系列的环境保护措施，使工程产生的电磁环境、声环境等影响符合国家有关环境保护法规、环境保护标准的要求。陆域生态环境保护措施有效可行，在落实工程设计和本项目环境影响报告中提出的相关污染防治、生态环境保护 and 水土流失防治措施后，可将工程施工带来的负面影响减轻到满足国家有关规定的要求。

综上，从环保角度分析，本项目的建设是可行的。